

Comune di Ivrea

Città Metropolitana di Torino

Impianto idroelettrico "Ex-Cima"

PROPONENTE: EDIL SAMAR S.r.l. – Rue Des Forges, 5 – 11013 Courmayeur (AO)



RELAZIONE IDRAULICA

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA
(ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)

Revisione	Data	Descrizione	Redazione	Verifica	Approvazione
0	01/04/2021	Prima emissione	Ing. P. Pozzi	Ing. A. Corona	Ing. A. Corona

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	3
1.1	Premessa	3
2	ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DELL'IMPIANTO	5
2.1	Analisi di compatibilità idraulica per eventi di piena	6
2.2	Analisi geomorfologica	8
2.2.1	Incrementare la capacità di laminazione delle aree golenali	12
3	ANALISI DEL MODELLO IDRAULICO	13
3.1	Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo	13
3.2	Manufatti interferenti	15
3.3	Descrizione del modello	16
3.4	Condizioni simulate	19
3.4.1	Definizione delle condizioni di apertura delle paratoie – luci parzialmente occluse.....	20
3.4.2	Soglia sfiorante	21
3.5	Parametri di sensibilità.....	23
3.6	Modalità di presentazione dei risultati	24
3.7	Sintesi dei risultati essenziali.....	25
3.7.1	Profilo di progetto (paratoie aperte).....	29
3.7.2	Profilo di progetto NT Dighe (4 paratoie aperte+paratoia di sghiaio+paratoie trascinabili)...	30
3.7.3	Valutazione del franco netto di sicurezza.....	31
3.8	Valutazioni conclusive della compatibilità idraulica delle opere oggetto di modifica	32
3.8.1	Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena - E.1	32
3.8.2	Riduzione della capacità di invaso dell'alveo - E.2	32
3.8.3	Interazioni con le opere di difesa esistenti - E.3.....	32
3.8.4	Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento - E.4.....	33
3.8.5	Modifiche indotte sull'assetto morfologico plano-altimetrico dell'alveo di inciso e di piena - E.5	33
3.8.6	Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale - E.6.	33
3.8.7	Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena - E.7.....	33
4	CARATTERISTICHE DELL'INVASO.....	34
4.1	Volume di invaso	34

4.2	Ricambio del corpo idrico dell'invaso.....	35
5	VERIFICA SOGLIA SFIORANTE IN SPONDA DESTRA.....	37
5.1	Funzionamento idraulico dello sfioratore laterale.....	37
5.1.1	Scelta del modello	38
5.1.2	Codice di calcolo	38
5.1.3	Simulazione numerica e condizioni al contorno.....	40
5.1.4	Analisi e sintesi dei risultati della modellazione idraulica	41
5.1.5	Verifica aggiramento traversa	42
6	AGGIORNAMENTO DELLE DIFESE SPONDALI.....	43
7	VERIFICA AL SIFONAMENTO OPERE DI SBARRAMENTO.....	44
8	CONCLUSIONI	47
9	ALLEGATI.....	50

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

La società Edil Samar con la presente Relazione Idraulica intende fornire tutti gli elementi progettuali atti a dimostrare la compatibilità idraulica delle interventi di adeguamento del progetto di ricostruzione della traversa di derivazione delle acque del fiume Dora Baltea con annessa centrale idroelettrica, da realizzare in Comune di Ivrea (TO), proposti a seguito degli approfondimenti geologico-geotecnici eseguiti e delle mutate condizioni economiche che si sono verificate negli ultimi anni (incremento canoni e azzeramento incentivi per impianti a fonte rinnovabile di tale taglia).

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) disciplina gli *"Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico"* che ricadono all'interno delle Fasce A e B: l'Autorità di Bacino emana ed aggiorna direttive contenenti i criteri, le prescrizioni e gli indirizzi sulla base dei quali vanno redatti gli studi idraulici. In particolare, i criteri adottati per la valutazione della compatibilità dell'infrastruttura oggetto di verifica fanno riferimento alla direttiva dell'Autorità di Bacino del fiume Po - *"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. Il documento ufficiale, come elemento principale per la valutazione di compatibilità, prescrive che gli interventi "non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso."

La compatibilità idraulica dell'opera in progetto deve essere valutata in particolare ai sensi del Piano Stralcio di integrazione al PAI - Nodo idraulico di Ivrea (Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter e succ. modif. e integr.), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po in data 25 febbraio 2003 (Deliberazione n.1/2003), tenendo inoltre conto del recente studio sulla "fattibilità della sistemazione idraulica della Dora Baltea" condotto dalla stessa Autorità di Bacino.

Come descritto compiutamente ai Capitoli seguenti, le modifiche apportate alle opere sono state studiate in modo tale da non modificare in maniera sostanziale i livelli di sicurezza idraulica già approvati in sede di Valutazione di Impatto Ambientale (Decreto Ministeriale n. DEC DSA n°1432 del 29/12/2005) e di Concessione a derivare (Determina Dirigenziale dalla Città Metropolitana di Torino n. 461-21990 del 23 giugno 2014), nel rispetto nelle norme tecniche di settore.

Allo stesso modo come descritto nello Studio Preliminare Ambientale e in Relazione Idrologica in conformità ai criteri generali dettati nel Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Nodo Idraulico di Ivrea, nello *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po"* e, in ultimo, in attuazione del parere dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, il proponente, nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo dell'impianto, ha previsto la realizzazione di una soglia sfiorante in sponda destra lungo la linea spondale a quota 228.90 m s.l.m., al fine di incrementare la capacità di laminazione delle aree golenali attraverso l'alimentazione di percorsi golenali da rimodellare morfologicamente lungo i tracciati dei paleo alvei come descritto nello Studio di Fattibilità sopra citato.

La realizzazione della soglia sfiorante in destra idrografica è stata già oggetto di Verifica di ottemperanza alle prescrizioni di cui al punto 2 del Decreto VIA n°1432 del 29/12/2005 in attuazione del parere dell'Autorità di Bacino e in relazione ai criteri generali del PAI – Nodo Idraulico di Ivrea, al fine di favorire la capacità di esondazione e laminazione nelle aree golenali.

Al Capitolo 5 si riporta nuovamente la descrizione geometrica e idraulica dell'opera, provvedendo a verificare, in aggiornamento a quanto già eseguito positivamente in sede di Verifica di ottemperanza al punto 2 del Decreto VIA di cui al Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018, mediante modellazione numerica bidimensionale, la funzionalità e la compatibilità dell'opera con le prescrizioni derivanti dalla Pianificazione di Bacino, alla luce delle modificazioni introdotte.

Nel rispetto di quanto già approvato con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143, si evidenzia che le opere in oggetto integrano senza modifiche sensibili i principi funzionali che hanno portato al giudizio positivo di ottemperanza alle prescrizioni contenute al punto 2 del Decreto VIA n°1432 del 29/12/2005 relativamente sia al funzionamento dello sfioratore che in generale all'aggiramento del manufatto idraulico in caso di piena.

Al Capitolo 6 nel relativo allegato si ripota una descrizione delle verifiche di stabilità eseguite in relazione agli interventi di adeguamento sui rilevati arginali esistenti, comprensiva della descrizione delle verifiche idrauliche, di filtrazione ed in generale di stabilità al trascinamento del rivestimento previsto.

Sulla base delle indicazioni fornite dalla modellazione idraulica bidimensionale si è optato per realizzare una scogliera di protezione in massi sciolti nel tratto immediatamente a ridosso dello sbarramento. Per il tratto di monte, visto lo stato attuale delle arginature esistenti e le indicazioni fornite dalla modellazione idraulica riguarda la velocità di corrente, non si rende necessaria l'adozione di protezioni in massi.

Alla luce dell'attuale conformazione degli argini e delle modifiche in progetto, descritte compiutamente nell'elaborato grafico allegato si è in definitiva optato, a parità di prestazioni, per minimizzare il rivestimento in massi ciclopici al fine di ottenere un migliore inserimento paesaggistico dell'opera, come richiesto in sede di Valutazione di Impatto Ambientale. Con le stesse motivazioni, alla luce delle verifiche eseguite, si propone di mantenere la conformazione delle arginature di valle simile allo stato di fatto, pertanto senza l'evidente rettifica proposta in sede di VIA in cui si preventivava l'eliminazione della barra deposizionale antistante.

Lo scopo della presente relazione è pertanto dimostrare che:

1. nel tratto sotteso delle opere non sono accorse marcate modificazioni idrauliche o geomorfologiche, tali da indurre significative variazioni del regime idrico di piena, così come confermato anche dagli studi dell'Autorità di Bacino e della città metropolitana di Torino (si rimanda alla Relazione Idrologica per dettagli);
2. le modifiche proposte sono compatibili con la pianificazione vigente in modo particolare nello "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po*" e con le prescrizioni contenute nel Decreto n. 1432 del 29/12/2005 con cui il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio ha espresso il giudizio di compatibilità ambientale positivo, sul Progetto dell'Impianto Ex Cima;
3. le modifiche non variano la compatibilità idraulica dell'intervento rispetto a quanto già approvato mediante la Verifica di compatibilità idraulica realizzata nel 2004 dal Prof. Ing. Maurizio Rosso, che il presente documento intende aggiornare alla luce delle modifiche apportate alle opere;
4. gli organi di scarico, costituiti da sei paratoie piane di lunghezza pari a 12 m e da una paratoia sghiaiatrice di 7 m di lunghezza, sono adeguatamente dimensionati allo smaltimento della portata di piena prevista Q_{500} , nel rispetto delle norme tecniche di settore;
5. le opere oggetto integrano, senza modifiche sensibili, i principi funzionali che hanno portato al giudizio positivo di ottemperanza alle prescrizioni contenute nel Decreto di VIA al punto 2 (Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143) relativamente sia al funzionamento dello sfioratore che in generale all'aggiramento del manufatto idraulico in caso di piena.

2 ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DELL'IMPIANTO

Le attività sono state svolte nel rispetto delle normative vigenti ed in particolare della *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”*, emanata dall’Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell’art.10 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico, e della Deliberazione 11 maggio 1999 dell’Autorità di Bacino del Fiume Po – aggiornata con deliberazione n.10 del Comitato Istituzionale del 5 Aprile 2006 *“Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B”* e degli altri riferimenti normativi in essa citati.

L’aggiornamento dell’analisi di compatibilità idraulica delle opere, descritte nel presente documento, ha inoltre tenuto conto:

- ✓ delle risultanze dello studio realizzato dalla Provincia di Torino in collaborazione con il Politecnico di Torino, tramite la realizzazione di un modello fisico in scala del nodo, si è dimostrato che nelle condizioni di colmo dell’onda di piena, la portata massima defluente in città di Ivrea è pari a circa 1.700 m³/s (*“Realizzazione di un modello fisico in scala ridotta del Nodo Idraulico d’Ivrea”*, Prof. Butera ed altri, ottobre 2002).
- ✓ dalle risultanze di quanto previsto nel *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* adottato da AdBPo 5 ottobre 2004;
- ✓ delle risultanze della Verifica di compatibilità idraulica del progetto originario Ex Cima, realizzato nel 2004 dal Prof. Ing. Maurizio Rosso;
- ✓ delle risultanze dello studio realizzato dalla Provincia di Torino in collaborazione con l’Università di Trento (CUDAM – Centro Universitario per la Difesa Idrogeologica dell’Ambiente Montano) con realizzazione di idoneo modello fisico (*“Modello fisico finalizzato alla definizione delle condizioni di sfioro del fiume Dora Baltea nel paleoalveo del rio Ribes a monte dell’abitato di Ivrea”* Università di Trento, 2005)
- ✓ dell’analisi idraulica eseguita per conto di ATIVA S.p.A. a cura di Hydrodata nel 2012 al fine della messa in sicurezza della rete autostradale, con realizzazione di modello numerico 2D relativo al tratto di rio Ribes dall’incile di Fiorano alla confluenza nel Chiusella, le aree golenali del Chiusella stesso fino al rilevato ferroviario Torino-Aosta;
- ✓ di quanto disposto nel documento *“Profili di piena dei corsi d’acqua del reticolo principale”* contenuti nel Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (PGRA 2015), attualmente vigente con espressione dei valori di portata di piena associata alle rispettive sezioni fluviali.

La relazione tratta nel dettaglio l’analisi idraulica volta alla verifica delle condizioni di deflusso in piena nel tratto d’alveo interferente con l’opera di derivazione oggetto di modifica, rispetto a quanto già condotto in sede di Valutazione d’Impatto Ambientale, autorizzato con DEC DSA n°1432 del 29/12/2005, ed in sede di Decreto di Concessione con Determina Dirigenziale della Provincia di Torino (ora Città Metropolitana di Torino) n. 461-21990 del 23 giugno 2014.

Si rimanda alla Relazione Idrologica e alla Relazione geologica e geotecnica per una trattazione di dettaglio dell’analisi idrologica finalizzata alla definizione delle portate di assegnato tempo di ritorno alla luce degli studi compiuti dagli Enti competenti relativamente al *“Nodo idraulico di Ivrea”*, di riferimento per le verifiche idrauliche qua presentate, e all’analisi geomorfologica, per la caratterizzazione dell’alveo e delle sue tendenze evolutive.

2.1 ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA PER EVENTI DI PIENA

Come descritto in relazione Idrologica, ai sensi delle Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 2 del 3/3/2004, n. 15 del 5/10/2004, n. 9 del 19/7/2007 e n. 4 del 18/3/2008, le tabelle delle portate e dei profili di piena allegate alle relazioni delle Varianti al PAI dei fiumi Lambro, Toce, Dora Baltea, Dora Riparia hanno sostituito, rispettivamente, le tabelle n. 6, 11, 13, 16 e le tabelle n. 43, 48, 52, 55 della “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”.

I valori delle portate di piena da assumere nelle verifiche idrauliche per l’impianto in progetto (e le per le varianti proposte) aggiornati a seguito di numerosi ed importanti studi interdisciplinari descritti in precedenza, sono stabiliti direttamente dello Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni vigente (PGRA 2015).

In FIGURA 1 si riporta estratto delle portate di piena per il Bacino della Dora Baltea, con evidenza della sezione d’interesse.

Tab. 4.12: portate di piena per i corsi d’acqua principali del bacino della Dora Baltea (Dora Baltea, Chiusella)

Bacino	Corso d’acqua	Sezione			Superficie km ²	Q20 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.					
Dora Baltea	Chiusella	0.631	23	Parella	150	570	810	910	Chiusella a Parella
Dora Baltea	Chiusella	5.988	11	Valle confl. Ribes	190	630	900	1000	
Dora Baltea	Chiusella	9.428	1	Confluenza in Dora Baltea	198	650	910	1020	
Dora Baltea	Dora B.	43.682	115.1	Aymaville	1281	340	740	920	Dora Baltea ad Aymavilles
Dora Baltea	Dora B.	53.697	104	Pollein	1840	450	1000	1250	Dora Baltea a Pollein
Dora Baltea	Dora B.	60.113	97.4	Lillaz	-	450	990	1250	Dora Baltea a Les Iles
Dora Baltea	Dora B.	76.761	76.1A	Pontey	2368	610	1250	1550	Dora Baltea a Pontey
Dora Baltea	Dora B.	87.830	65A	Champdepraz	-	730	1510	1820	Dora Baltea a Champdepraz
Dora Baltea	Dora B.	97.890	56.2A	Hone	2954	1150	2220	2690	Dora Baltea a Hone-ponte S.R.
Dora Baltea	Dora B.	110.223	47A	Tavagnasco	3313	1630	3000	3520	Dora Baltea a Tavagnasco
Dora Baltea	Dora B.	122.565	37	Ivrea	3365	1340	1660	1780	
Dora Baltea	Paleovalve Ribes		1	Fiorano Canavese	-	16	1270	1580	
Dora Baltea	Dora B.	148.667	19.1A	Mazzè	3864	1495	2900	3540	Dora Baltea a Mazzè
Dora Baltea	Dora B.	168.990	1.1A	Confluenza in Po	3950	1620	2800	3400	Dora Baltea a Verolengo

FIGURA 1 – PORTATE DI PIENA PER LA SEZIONE DI INTERESSE - PGRA 2015

Si osserva come il valore di picco della portata tenda a rimanere costante spostandosi da Tavagnasco (a monte del nucleo di Ivrea) a Mazzè (a circa 20 km valle del nucleo di Ivrea), in quanto la maggiore portata dovuta all’incremento di superficie sottesa, per tempi di ritorno elevati, tende a bilanciarsi con gli effetti di laminazione dovuti alle aree di espansione della Dora Baltea nell’ambito territoriale di pianura.

La strettoia idraulica naturale, identificata nella sezione idraulica posta in prossimità del Ponte Vecchio di Ivrea, e riportata per facilità di comprensione nelle immagini riportate in Relazione Idrologica consente di far defluire a valle dello stesso una portata al colmo di piena pari al valore di circa 1.700 m³/s, corrispondente ad una portata di poco superiore a quella calcolata per un tempo di ritorno di 20 anni per la Dora Baltea nella sezione di Tavagnasco.

In occasione di un evento con portata massima di piena a Tavagnasco pari a circa 3000 m³/s, associato ad un tempo di ritorno di T=200 anni, come accorso nell'evento alluvionale dell'Ottobre 2000, il valore di portata eccedente la quota parte che riesce fisicamente a defluire attraverso la strettoia e dal Ponte Vecchio di Ivrea (1660 m³/s), pari a 1270 m³/s, esonda a monte dell'abitato di Ivrea riattivando il paleo alveo del Rio Ribes e confluendo prima nel torrente Chiusella e poi nella Dora Baltea, a valle della traversa.

A complemento del quadro conoscitivo necessario alla definizione della portata di piena di progetto è necessario ribadire quanto segue:

- ✓ in data 03/03/2020 Edil Samar Srl ha inviato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione Generale per le Dighe, le risultanze di un approfondito studio tipografico delle aree oggetto d'intervento, atto all'aggiornamento della morfologia fluviale in cui si evince la necessità di rideterminare i volumi invasati dalle opere nella configurazione in variante, da 1.200.000 m³ originari a 951.000 m³;
- ✓ in data 19/03/2020 la Direzione Generale per le Dighe ha trasmesso a Edil Samar il parere n. 6918, in cui stabilisce che alla luce della rideterminazione del volume invasato inferiore a 1.000.000 di m³ l'opera non risulta più di competenza dello Stato ai fini della vigilanza sulla sicurezza (ivi compresa l'approvazione in linea tecnica del progetto), né per altezza, né per volume di invaso, configurandosi quale "piccola diga - traversa" di competenza regionale (Regione Piemonte-Direzione Difesa del Suolo, Settore Sbarramenti Fluviali di Ritenuta e Bacini di Accumulo).

Stante le attuali caratteristiche dello sbarramento proposto da Edil Samar, con volume invasato inferiore a 1.000.000 di m³, l'opera è esente dall'applicazione di quanto disposto dal D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)" relativamente alle portate di progetto.

Gli studi e le verifiche di seguito presentati sono stati condotte pertanto nel rispetto delle Normative Vigenti ed in particolare della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" approvata dall'Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazione del Comitato Istituzionale n°2 dell'11 maggio 1999 ed aggiornata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 10 del 5 aprile 2006.

La direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" prevede, al paragrafo 3.3, che per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali venga utilizzata una portata di progetto non inferiore a quella assunta per la delimitazione della fascia B cioè quella duecentennale.

Di seguito si riportano i valori di portata al colmo per tempo di ritorno assegnato per il tratto di fiume Dora Baltea che attraversa l'abitato di Ivrea, estratti dalla Direttiva succitata.

TR (anni)	Q (m ³ /s)
20	1340
200	1660
500	1780

TABELLA 1 – VALORI DI PORTATA AL COLMO DI PIENA DI ASSEGNATO TEMPO DI RITORNO – SEZIONE 37

Alla luce delle considerazioni su esposte, a titolo cautelativo, tuttavia le verifiche idrauliche con modello monodimensionale sono state eseguite per valori di portata Q_{500} , pari a **1780 m³/s**, come peraltro previsto dalla “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”, adottata dall’Autorità di Bacino del Fiume Po per traverse fluviali di volume invasato inferiore a 1.000.000 di m³, in cui si prevedono verifiche di compatibilità dei manufatti per eventi di piena con tempo di ritorno di 200 e 500 anni in caso di opere di particolare importanza.

2.2 ANALISI GEOMORFOLOGICA

Come descritto nella relazione “Definizione dei volumi invasati” nel corso dell’istruttoria tecnica dell’impianto in progetto, iniziata nel 2003 con la domanda di pronuncia di compatibilità ambientale presso il Ministero dell’Ambiente, sono state realizzate numerose campagne topografiche atte a descrivere, con precisione sempre crescente, la conformazione plano-altimetrica delle aree oggetto d’intervento.

Le campagne di indagine si sono concentrate nelle aree prossime all’intervento e ai manufatti relitti dell’impianto “Ex Cima”. Tuttavia, al fine di definire con precisione la compatibilità idraulica della derivazione, nonché definire i volumi invasati dalla traversa in progetto, sono state eseguite campagne di indagine nell’intero tratto sotteso dalle opere, dalla traversa posta in Città di Ivrea sino a valle delle opere in progetto in prossimità della confluenza del torrente Chiusella in Dora Baltea.

Le campagne d’indagine eseguite direttamente da Edil Samar, nonché i dati altimetrici prodotti da Enti pubblici utilizzati a completamento del quadro topografico, si possono così riassumere:

- ✓ **Ripresa Aerea Lidar Ministero dell’Ambiente anno 2011** (DTM di risoluzione 1x1 m) della regione fluviale del fiume Dora Baltea, prodotto nell’ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale del Ministero dell’Ambiente;
- ✓ **Campagna topografica anno 2019/2020**, curata da Edil Samar, tramite stazione totale Zeiss Elta 50R e di sistema GPS portatile Garmin mod. GPSmax 76CSx, con l’esecuzione di 2 percorsi longitudinali lungo l’intero tratto sotteso dalle opere completata dall’esecuzione di 50 sezioni trasversali dell’alveo del fiume Dora Baltea e di 5 sezioni trasversali poste a valle dell’intervento. Relativamente al tratto sotteso la distanza tra una sezione e l’altra è variabile dai 40 a circa 60 m, a seconda dell’omogeneità topografica del tratto di Dora Baltea considerato e della presenza o meno di eventuali discontinuità (es. briglia in massi, ponti, banchi di sedimenti etc.), Le indagini sono state eseguite nel corso dell’anno 2019 e 2020;
- ✓ **Campagna batimetrica anno 2019**, curata da Edil Samar, tramite l’utilizzo di una imbarcazione di piccolo pescaggio delle aree comprese tra la briglia in massi di cui al paragrafo precedente e il campo gare canoe in prossimità della traversa di Ivrea. Il manufatto in alveo genera infatti un vaso in cui fondo che può essere indagato in sicurezza unicamente mediante imbarcazione. La metodologia utilizzata, si basa sull’impiego di un gommone equipaggiato con un sistema di posizionamento satellitare GPS, operante in modo differenziale per la rilevazione delle coordinate planimetriche e con un ecoscandaglio singlebeam per la misura della profondità.

Nello specifico si è proceduto con la materializzazione di punti quotati, altimetricamente agganciati alle quote di progetto mediante GPS differenziale con correzione RTK (Real Time Kinematic), con precisione media in condizioni favorevoli (visibilità satelliti, assenza interferenze elettromagnetiche quali linee elettriche aeree, distanza dagli spigoli di manufatti, etc.) pari a circa 4 cm planari e 5 cm verticali.

In caso di condizioni ambientali tali da non consentire l'operatività del sistema GPS (presenza di ostacoli ed alberature) si è proceduto con il rilievo attraverso l'utilizzo di stazione totale, in coordinate locali. Successivamente attraverso il rilievo di minimo tre punti in comune si sono agganciati i dati rilevati con la stazione a quelli rilevati con il GPS di capisaldi noti, al fine di restituire il rilievo in coordinate planoaltimetriche nel sistema UTM32-WGS84.

L'allineamento dei nuovi dati con quelli già a disposizione di Edil Samar è stato effettuato posizionando alcuni punti in corrispondenza dei capisaldi già localizzati da Edil Samar nel corso delle campagne di rilevamento eseguite dal geom. Roasio Piercarlo nel 2002 e 2003, ancora presenti e facilmente individuabili.

Come già descritto la campagna di misura si è concentrata sul definire 50 sezioni trasversali dell'alveo fluviale della Dora Baltea, delle sponde ed in generale delle aree sottoposte a modificazioni a seguito della realizzazione delle opere in progetto a monte delle opere in progetto e di 6 sezioni trasversali poste a valle dell'intervento, al fine della predisposizione del modello idraulico monodimensionale.

La densità dei punti rilevati è funzionale al grado di accessibilità dei luoghi (vegetazione, pendenze elevate, recinzioni etc.). Eventuali raffittimenti delle informazioni altimetriche sono stati eseguiti tramite dati Lidar di dettaglio, previo esame critico della congruità topografica.

Sono stati misurati anche svariati punti lungo le aree periarginali constatando che le quote degli stessi non sono variate rispetto a quelle determinate nel 2003. I dati ottenuti, hanno permesso di creare un idoneo modello matematico del terreno per il calcolo di volumi (relativamente al bacino creatosi a tergo dello sbarramento) ed in generale la compatibilità al regime di piena delle opere.

In Figura 2 si riporta un inquadramento generale dei transetti rilevati su estratto di ortofoto.



FIGURA 2 – INQUADRAMENTO DEI TRANSETTI RILEVATI SU ORTOFOTO

Come descritto in precedenza le analisi sono completate tramite l'esecuzione di idoneo rilievo batimetrico, mediante l'utilizzo di una imbarcazione di piccolo pescaggio (Canadian 4,70) con motore fuoribordo (9 CV) ed equipaggiato con ecoscandaglio Lowrance HDS10 (dotato anche di sistema StructureScanHD) e ricevitore GPS integrato (cfr. Figura 3).



FIGURA 3 – ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO CON ECOSCANDAGLIO DA IMBARCAZIONE

L'evoluzione storica del corso d'acqua in analisi è stata ricostruita attraverso il confronto tra gli elaborati cartografici multitemporali, oltre che attraverso l'esame di fotogrammi in ripresa aerea delle morfologie connesse ad alvei abbandonati e alla divagazione planimetrica del corso d'acqua.

Dall'analisi dell'evoluzione morfologica storica, l'ubicazione della traversa in progetto corrisponde ad una stretta morfologica praticamente coincidente con l'alveo "full banks" del 1882 e pertanto l'opera non interagisce con possibili zone di deflusso parallele (cfr. Figura 13 della relazione Idrologica).

Lo *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po"* redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po indica che il tratto interessato dall'opera in progetto risulta essere sottoposto ad azioni erosive che contribuiscono ad abbassare il livello del fondo alveo. Si evidenzia che, a causa della tipologia dell'alveo di magra e alla presenza di vaste aree golenali, eventuali abbassamenti del fondo alveo non inducono effetti significativi sul regime idrico di piena in assenza dell'opera in progetto. Come già dimostrato il regime idrico locale è governato dalle caratteristiche geometriche dell'opera in progetto e non può essere influenzato dall'eventuale diminuzione delle quote del fondo alveo.

Lungo il tratto in studio, non si rileva la presenza di opere di regimazione realizzate nel lasso temporale dal 2004 ad oggi che possano avere un'influenza significativa sul regime idrico di piena della Dora Baltea nell'area d'intervento.

Alla luce di ciò si può stabilire che le assunzioni poste alla base dello studio di "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004" e nei successivi aggiornamenti, oltre a risultare conformi agli atti ufficiali dell'Autorità di Bacino ed in linea con gli studi di aggiornamento relativi al nodo idraulico di Ivrea, risultano attuali in quanto conformi al regime idrico di piena che, nel lasso temporale compreso tra il 2004 ed oggi, non ha subito significative variazioni dovute a mutamenti intercorsi in tale periodo o all'accadimento di eventi di piena significativi.

L'alveo inciso attuale presenta una buona stabilità, favorita dalle condizioni prevalenti di sponda alta e dall'assetto delle opere di difesa in alveo presenti.

Dalla Figura 4, estratta dallo Studio di Fattibilità citato, emerge chiaramente come, nell'area interessata dall'intervento in progetto, l'alveo della Dora Baltea corrisponda in modo prevalente al corso d'acqua rilevato nel 1995 e nel 2001 (tuttora immutato). Ben diverso era invece l'assetto dell'alveo di magra e dell'alveo "full banks" nel 1882, dove esso presentava un andamento maggiormente meandrizzato con notevoli divagazioni nelle aree golenali prossime all'alveo attuale. Queste ultime rappresentano inoltre paleoalvei connessi all'ambiente fluviale riattivabili con piene caratterizzate da un tempo di ritorno inferiore a 50 anni. Altre aree golenali sono presenti in prossimità del sito di interesse, riattivabili tuttavia per eventi meno frequenti aventi un tempo di ritorno maggiore di 50 anni e, in alcuni casi superiore ai 200 anni.

La fascia di inondabilità massima storica, rappresentata in rosa sulla figura, comprende una fascia molto più ampia rispetto alla fascia di divagazione massima compatibile, definita considerando non solo la fascia precedente, ma anche tutti gli interventi antropici e di difesa lungo l'alveo, la fascia fluviale B, i tratti spondali caratterizzati da recenti erosioni, le zone contraddistinte dal passaggio di correnti veloci e i paleoalvei riattivabili con tempi di ritorno inferiori o uguali a 200 anni.

Come si può osservare dall'analisi dell'evoluzione morfologica storica (cfr. Figura 4), l'ubicazione della traversa in progetto corrisponde ad una stretta morfologica praticamente coincidente con l'alveo "full banks" del 1882 e anche negli anni successivi ha rappresentato una sezione "obbligata" di deflusso. Pertanto si può dedurre che l'opera in progetto non avrà alcuna interazione con rami di deflussi paralleli.

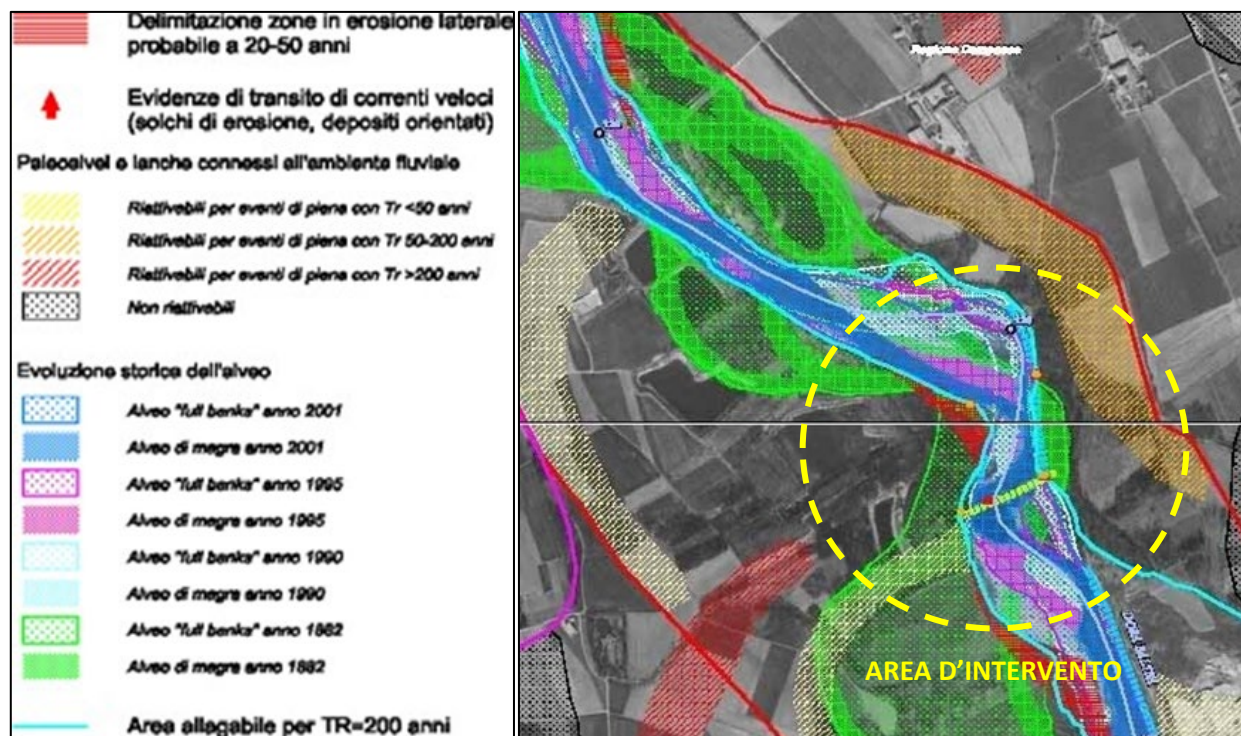


FIGURA 4 – CARTA GEOMORFOLOGIA DELL'ALVEO DELLA DORA BALTEA IN PROSSIMITÀ DELLA TRAVERSA

L'attuale assetto dell'alveo a piene ripe del corso d'acqua non consente il verificarsi delle importanti funzioni di laminazione naturale proprie della fascia fluviale. Il fenomeno descritto trova una sua giustificazione nella trasformazione da alveotipo pluricursale ad alveotipo monocursale che si è verificata nell'arco degli ultimi 50 – 70 anni. Tale nuova forma d'alveo monocursale risulta caratterizzata, rispetto all'alveotipo originario, da

un grado di incisione maggiore (minore rapporto larghezza/profondità) con conseguente approfondimento della quota media del fondo alveo e intensificazione dei processi erosivi sulle sponde del canale così impostato. L'abbassamento d'alveo è anche evidenziato dalla tendenza progressiva unicursanità di numerosi tratti, come desumibile dalla variazione degli indici morfometrici e dalla presenza frequente di forme recentemente disattivate; in particolare è evidente la trasformazione di molte barre longitudinali in golene stabili, sospese rispetto all'alveo attuale, sia monte che a valle dell'area di imposta delle opere in progetto.

Per sostenere i livelli in corrispondenza delle soglie suddette lo *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* prevede la realizzazione di due manufatti in alveo aventi la funzione di favorire l'innalzamento del profilo idrico, tale da garantire sufficienti tiranti di tracimazione nelle aree golenali e di una soglia sfiorante atta a favorire la riattivazione delle aree golenali in caso di piena.

Si sottolinea che le opere previste nello Studio di fattibilità abbiano dimensioni rilevanti, essendo costituite da pennelli in massi cementati lunghi circa 65 m ciascuno (larghi in sommità 4 m e alti complessivamente oltre 4 m), immorsati nelle sponde destra e sinistra dell'alveo inciso e convergenti verso il centro alveo. È previsto altresì a completamento la realizzazione, per l'intera lunghezza del pennello, di taglione di fondazione anti sifonamento, alto complessivamente 5 m e spesso 1 m.

Come descritto al paragrafo seguente l'intervento in esame si propone di attivare un ulteriore fattore di sfasamento attraverso l'apertura di nuovi rami golenali (con le aree di espansione ad essi connesse), in grado di sottrarre parte della portata defluente nell'alveo principale e di invasare volumi significativi attraverso i percorsi golenali.

2.2.1 INCREMENTARE LA CAPACITÀ DI LAMINAZIONE DELLE AREE GOLENALI

Nel rispetto di quanto già approvato con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143, si evidenzia che le opere oggetto integrano, senza modifica, i principi funzionali che hanno portato al giudizio positivo di ottemperanza alle prescrizioni contenute nel Decreto di VIA al punto 2.

Nello specifico, in relazione ai criteri generali dettati nel Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Nodo Idraulico di Ivrea, nello *“Studio di Fattibilità degli interventi di sistemazione idraulica della Dora Baltea”* e, in ultimo, in attuazione del parere dell'Autorità di Bacino del Fiume Po espresso in sede di VIA, il proponente, nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo dell'impianto, ha previsto la realizzazione di una soglia sfiorante in sponda destra lungo la linea spondale a quota 228.90 m s.l.m., al fine di incrementare la capacità di laminazione delle aree golenali attraverso l'alimentazione di percorsi golenali da rimodellare morfologicamente lungo i tracciati dei paleo alvei come descritto nello Studio di Fattibilità sopra citato.

La soglia sfiorante in sponda destra era già prevista nel Progetto Definitivo che ha ottenuto il Decreto di concessione. Nel prosieguo della trattazione si riporta nuovamente la descrizione geometrica e idraulica dell'opera, provvedendo a confermare la funzionalità dello stesso alla luce delle modifiche proposte alle opere.

Alla luce di quanto riportato si può asserire che gli interventi in progetto non solo non sono in contrasto con gli obiettivi dello *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* ma risultano essere uno degli strumenti di attuazione relativamente all'auspicato incremento della capacità di espansione delle piene nelle aree perfluviali per il quale il progetto autorizzato prevede un idoneo sfioratore, la cui funzionalità non è inficiata dalla realizzazione delle modifiche introdotte.

3 ANALISI DEL MODELLO IDRAULICO

Le modifiche proposte alla geometria dello sbarramento sono state studiate nel dettaglio (numero di paratoie, dimensione, conformazione degli argini etc.) per non portare alla modifica delle valutazioni sulla sicurezza idraulica dell'intervento rispetto a quanto valutato con la "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004", rispetto alla portata di piena Q_{500} .

Considerare portate di piena superiori (Q_{1000}) oltre non essere giustificato sul piano normativo per opere con volume invasato inferiore a 1.000.000 di m^3 , non è rappresentativo della reale condizione idraulica del tratto di fiume Dora Baltea interessato, così come più volte ribadito da studi compiuti da Enti prestigiosi quali il Politecnico di Torino e l'Università di Trento (CUDAM).

La strettoia idraulica naturale, identificata nella sezione del Ponte Vecchio di Ivrea, infatti, consente di far defluire a valle dello stesso una portata al colmo di piena pari al valore di circa 1.700 m^3/s , corrispondente ad una portata di poco superiore a quella calcolata per un tempo di ritorno di 20 anni per la Dora Baltea nella sezione di Tavagnasco.

In occasione di un evento con portata massima di piena a Tavagnasco pari a circa 3000 m^3/s , associato ad un tempo di ritorno di $T=200$ anni, come accorso nell'evento alluvionale dell'Ottobre 2000, il valore di portata eccedente la quota parte che riesce fisicamente a defluire attraverso il ponte Vecchio di Ivrea (1660 m^3/s), pari a 1270 m^3/s , esonda a monte dell'abitato di Ivrea riattivando il paleo alveo del Rio Ribes e confluendo prima nel torrente Chiusella e poi nella Dora Baltea, a valle della traversa.

3.1 CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL MATERIALE D'ALVEO

Le prescrizioni indicate dalla Direttiva evidenziano la necessità di caratterizzare il materiale d'alveo mediante analisi granulometriche nel caso in cui nell'ambito delle analisi idrauliche si renda necessario effettuare valutazioni sulla capacità di trasporto solido nel tratto interessato e su eventuali fenomeni erosivi locali.

Nel tratto del corso d'acqua in esame non sono state effettuate analisi granulometriche del materiale costituente il fondo alveo e le adiacenti aree golenali, ma sono disponibili le stratigrafie dei sondaggi stratigrafici effettuati in corrispondenza della traversa in progetto (vedi Opere di ripristino e ristrutturazione di derivazione della Dora Baltea per usi idroelettrici – Impianto "ex Cima" – Comune di Ivrea, Valutazione di impatto ambientale – Relazione tecnica – sezione 4.06.13), successivamente confermate nelle analisi integrative realizzate nel 2019: nella Figura 5 è riportata la colonna stratigrafica di uno dei due sondaggi esplorativi realizzati in corrispondenza del sito su cui sorgerà il nuovo impianto di derivazione.

Se si esclude la copertura vegetale, il primo strato, caratterizzato da una potenza di circa 3 m, è costituito da ghiaia eterometrica con sabbia e rari ciottoli, cui è ascrivibile un diametro compreso indicativamente tra 2 mm (limite granulometrico per le ghiaie fini) e 100 mm (dimensione massima dei ciottoli). Tale caratterizzazione, pur essendo insufficiente alla definizione rigorosa della granulometria del materiale costituente il fondo alveo, permette di ottenere una stima indicativa dei valori di scabrezza da adottare per la modellistica idraulica.

Il parametro di scabrezza considerato è relativo ad un diametro del materiale d'alveo d_{90} (m), corrispondente un passante pari al 90%. Nel caso in esame, è plausibile assumere un valore del d_{90} pari alla frazione più grossolana, corrispondente a quella dei ciottoli.

Compatibilmente a quanto via valutato in sede di VIA e di Concessione, i valori di scabrezza sono stati stimati tramite una media della scala delle portate determinata sulla base delle espressioni di Bazin, Kutter e Strickler con l'utilizzazione dei coefficienti di scabrezza 1,75 (Bazin), 2,3 (Kutter), 35 (Strickler) e 0,028 (Manning) ipotizzando un andamento regolare dell'alveo, con sezioni costanti e pendenza di fondo del 1,0 ‰.

Per le sponde, caratterizzate dalla presenza più o meno sviluppata di vegetazione, è stato scelto un valore del coefficiente di Manning di 0.033 [s x m^{1/3}].

Tali valori sono stati confermati a seguito di considerazioni emerse in fase di sopralluogo nonché in base al confronto con i valori riportati in letteratura.

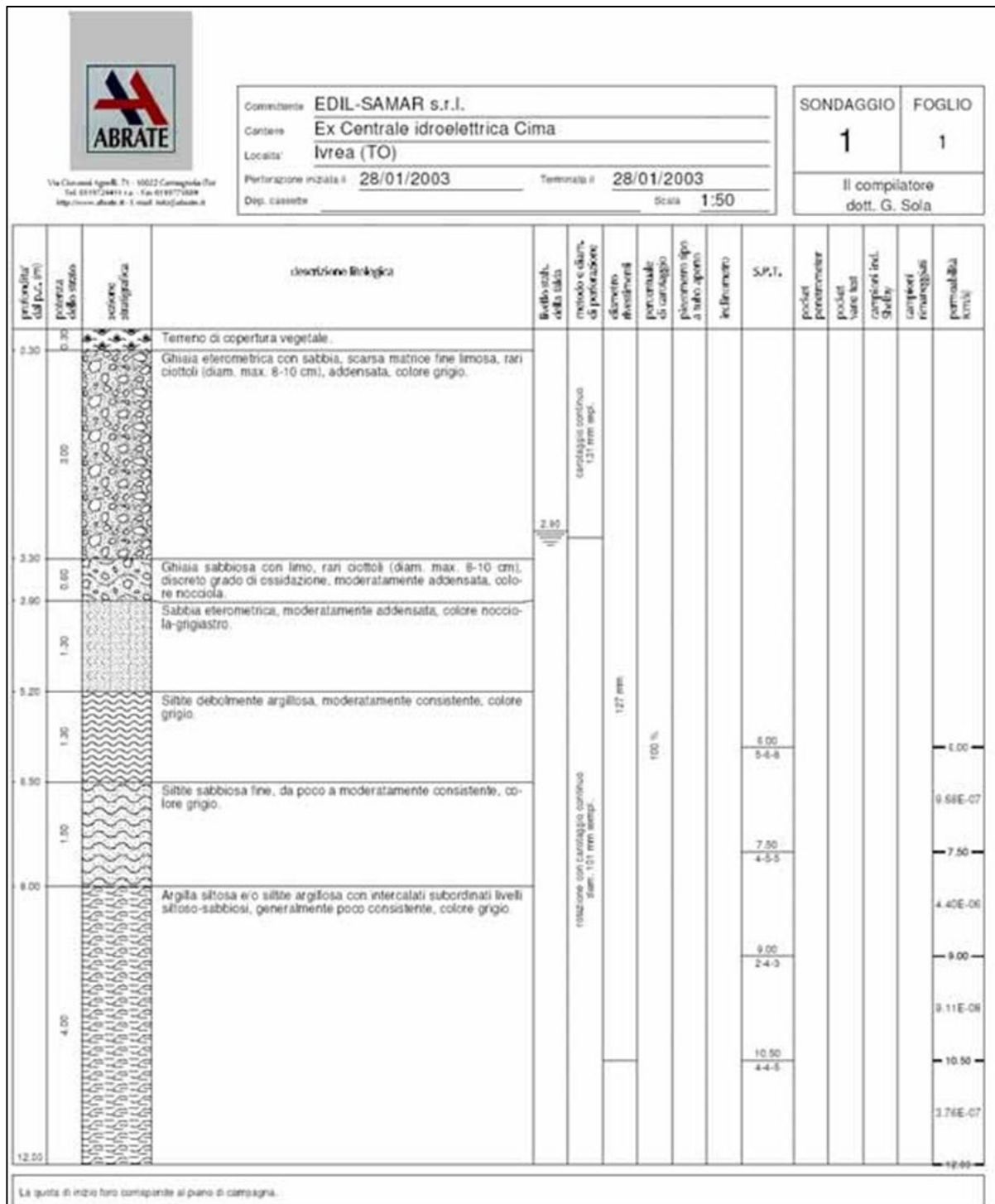


FIGURA 5 – COLONNA STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1 (AREA D'INTERVENTO)

3.2 MANUFATTI INTERFERENTI

In aggiornamento al quadro conoscitivo locale rispetto a quanto descritto nello studio di compatibilità del 2004 si sono aggiornati gli eventuali insediamenti e le infrastrutture presenti sul tronco di corso d'acqua all'interno della Fascia B. Per essi vanno rilevati gli elementi conoscitivi utili all'individuazione dello stato di rischio idraulico attuale e delle modificazioni dello stesso eventualmente conseguenti alla realizzazione dell'intervento.

Nel tratto di interesse, come già descritto nella relazione Idrologica, non sono accorse modifiche alle aree ed ai manufatti afferenti all'area d'intervento: si ha l'interferenza con il ponte stradale della SS26 (terzo ponte), immediatamente a valle di Ivrea, ubicato 2 km a monte della traversa, e con il ponte del raccordo autostradale Ivrea - Santhià, ubicato a 4,4 km più a valle della traversa, entrambi valutati in sede di VIA.

L'intera area è scarsamente urbanizzata, ad eccezione dell'abitato di Torre Balfredo, collocato ad est della traversa in progetto.

Si segnala che AIPO con parere idraulico positivo rispetto alla compatibilità dell'intervento (Prot. AIPO n. 1906 del 07/08/2007), richiede il prolungamento delle difese di monte sino alla sezione numero 14 e numero 9, rispettivamente a destra e sinistra della Dora Baltea (numerazione delle sezioni fluviali secondo la numerazione della "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004").

Il presente progetto integra quanto richiesto da AIPO, ad eccezione della parte evidenziata in rosso nella Figura 6 seguente, essendo l'arginatura richiesta già stata realizzata nel corso dell'anno 2010 dall'Autorità stessa, tramite massicciata in massi ciclopici.

L'arginatura risulta adeguata e compatibile con l'intervento, sia in termini di quote che di stabilità generale pertanto non si rileva la necessità di un suo adeguamento all'interno del presente progetto. Si rimanda agli elaborati grafici allegati per una trattazione di dettaglio sulla componente arginale.



FIGURA 6 – IN ROSSO L'AGGIORNAMENTO DIFESE SPONDALE REALIZZATO DA AIPO NEL 2010 (SPONDA DESTRA)

3.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO

Le verifiche idrauliche sono state condotte con un modello numerico monodimensionale per il calcolo dei profili di corrente in moto permanente sviluppato dal Centro di Ingegneria Idraulica del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti USACE-HEC (United States Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center) ed implementato nel programma per elaboratore elettronico Hec-Ras River Analysis System di ampia diffusione e consolidata pratica d'uso. La procedura alla base del calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia; le perdite valutate sono quelle di attrito e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni. Il modello è da ritenersi altamente affidabile e ampiamente utilizzato: in letteratura è disponibile un'ampia documentazione a cui si rimanda per una trattazione di dettaglio del codice di calcolo e delle relative formule risolutive adottate.

In Figura 7 si riporta estratto del dominio di calcolo considerato, su base Lidar 1 x 1 m quale inquadramento dell'asta fluviale della Dora Baltea e dei relativi intorni interessati

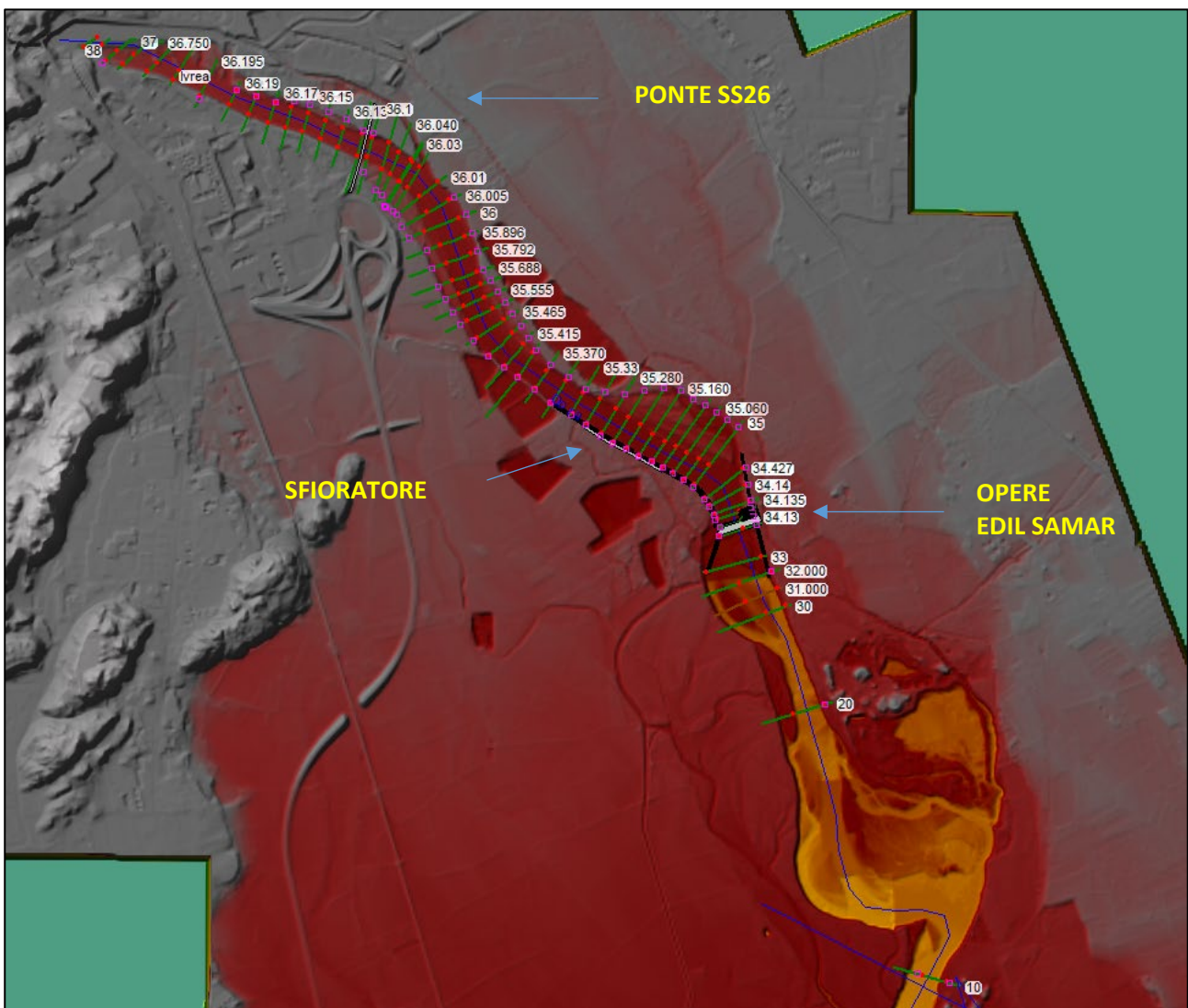


FIGURA 7 – DOMINIO DI CALCOLO IMPLEMENTATO (BASE LIDAR 1X1)

Il presente elaborato è da intendersi quale aggiornamento della "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004", già valutata in sede di istruttoria di VIA e di domanda di Connessione. A tal fine si evidenzia che sono state utilizzati nella costruzione del modello i medesimi parametri di calcolo

(scabrezze, condizioni al contorno etc.) e le medesime ipotesi di base, modificando unicamente la geometria delle opere in progetto e delle sezioni di calcolo, alla luce dell'aggiornamento dei parametri morfologici compiuti da Edil Samar e descritti in precedenza. Ne consegue che i risultati ottenuti possano essere ritenuti confrontabili con quanto ottenuto dal prof. ing Maurizio Rosso nel 2004, alla base del giudizio di compatibilità idraulica positivo espresso da AIPO espresso con protocollo 1906/2007 del 07/08/2007.

Rimandando allo Studio Preliminare Ambientale per una descrizione di dettaglio delle opere oggetto di variazione, a partire dalle nuove conoscenze acquisite si è preferito modificare la tipologia di paratoia utilizzata passando da 4 grosse paratoie a settore da 23 metri di ampiezza, associate a tolleranze sui cedimenti per gli Stati Limite di Esercizio molto ridotte, a 6 paratoie piane di 12 metri di sviluppo che consentono di assorbire, senza danni prestazionali, cedimenti differenziali in fondazione maggiori.

Come verrà descritto nel prosieguo, la conformazione delle paratoie, che prevede il completo sollevamento dello scudo, è tale da assicurare il transito di eventuali corpi galleggianti tra la vena liquida e le sovrastrutture di sostegno della passerella, che comunque viene mantenuta, nel rispetto di 1 m di franco dal livello di piena Q_{500} utilizzato nelle verifiche idrauliche. Si evidenzia che la quota di coronamento delle opere in alveo è mantenuta invariata rispetto a quanto autorizzato in VIA e pari a 231.23 m s.l.m.).

In prossimità dell'imbocco dell'impianto è prevista la realizzazione di un canale sghiaiatore munito di paratoia piana delle dimensioni di 7.0 x 4.0 m con restituzione delle acque al piede dello sbarramento.

La traversa in progetto, realizzata in Ivrea località Torre Balfredo è stata simulata come un elemento di tipo "*inline structure*", con profilo "*Broad Crested*", ovvero uno stramazzo in parete grossa relativo all'eventuale (remoto) passaggio dell'onda di piena al di sopra della strada di servizio. Il coefficiente di deflusso dello stramazzo ("*weir coefficient*") è stato stimato pari a $W_c = 1.44$ a cui corrisponde un coefficiente μ pari a 0.325 essendo valida la seguente relazione:

$$W_T = \mu \times \sqrt{2g}$$

Si ricorda che a tale valore corrisponde un coefficiente μ inferiore a 0.385 valido per stramazzi in parete grossa. Pertanto da ritenersi a favore di sicurezza.

I coefficienti che esprimono le perdite di carico indotte dalle opere trasversali succitate sono stati assunti pari al valore standard, nello specifico "*Typical Bridge sections*", pari a 0.3-0.5 in ragione della loro geometria (0.1-0.3 per le restanti sezioni).

A monte e a valle di manufatti, come da prassi, è stata prevista un'area non attiva detta "*Ineffective flow area*".

I calcoli idraulici per le paratoie piane di regolazione e della paratoia sghiatrice, del tipo "*Sluice Gate Flow*", sono eseguiti facendo riferimento alle note equazioni di efflusso con luce a battente libera o rigurgita, o di stramazzo in parete grossa libero o rigurgito in funzione dei livelli calcolati nel fiume Dora Baltea in prossimità dello sbarramento. I coefficienti di efflusso utilizzati sono 0.75 per luce a battente libera, 0.85 per luce a battente rigurgitata, 1.8 per stramazzo libero. Nel caso di stramazzo rigurgitato il coefficiente viene calcolato in funzione del grado di rigurgito, come descritto nei paragrafi precedenti.

Tale condizione risulta oltremodo cautelativa data la particolare condizione in cui si trova a lavorare il manufatto: alveo in piena ricco di materiale in sospensione, che tende a mutare la vocazione a spigolo vivo dello stramazzo in parte grossa favorendo il deflusso e, in termini analitici, innalzando il valore del coefficiente in oggetto.

L'opera di presa prevista è stata simulata attraverso un elemento del tipo "Obstruction areas", come esemplificato in Figura 8 seguente, ipotizzando che la derivazione non sia attiva al momento del transito della piena.

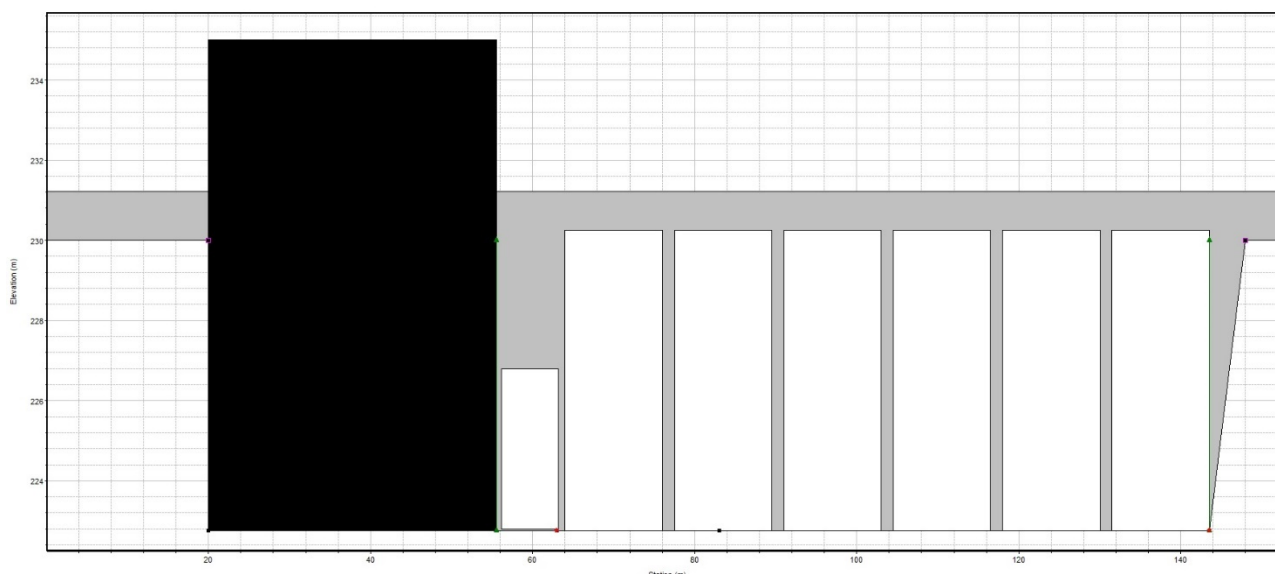


FIGURA 8 – CONFORMAZIONE SCHEMATICA SBARRAMENTO

Come descritto nello Studio Preliminare Ambientale la quota di esercizio dello sbarramento è stata ridotta da 228.50 m s.l.m. a 228.30 m s.l.m al fine di ottimizzare i volumi invasati e minimizzare le interferenze con la centrale idroelettrica posta a monte, all'interno della città di Ivrea (si rimanda alla relazione Idrologica per dettagli).

I manufatti interferenti con il corso d'acqua (opere idrauliche e attraversamenti viari e ferroviari) sono stati rappresentati nel modello secondo le schematizzazioni seguenti:

- ✓ l'attraversamento della SS 26 (terzo ponte – Viadotto XXV Aprile) è stato rappresentato come "struttura di tipo culvert" con cui si è descritta la geometria dell'attraversamento in termini di pile, impalcato, spalle e rilevati di accesso; il piano viabile è stato rappresentato come una potenziale linea di sfioro inserita come struttura aggiuntiva (di tipo "weir") a quota coincidente con il piano viabile della strada;
- ✓ l'opera di derivazione in progetto, e i relativi manufatti accessori, sono stati rappresentati nel modello come strutture di tipo "weir" che idraulicamente schematizzano il funzionamento di stramazzo in larga soglia, come già descritto in precedenza. A titolo cautelativo non si è considerato nella modellazione la capacità di smaltimento dello sfioratore laterale posto in fregio al canale sghiaiatore.

Le opere accessorie previste riguardano:

- ✓ il ripristino di difese spondali a valle ed a monte della struttura trasversale, come descritto al relativo paragrafo 6 e negli elaborati grafici allegati;
- ✓ la realizzazione della scala di risalita per l'ittiofauna, di tipo naturalistico, sfruttando il sedime dell'antico alveo del Cornetto (tratto iniziale del primo canale di carico realizzato nel 1908);
- ✓ la realizzazione della soglia sfiorante in sponda destra atta all'incremento della capacità di laminazione dell'area. Già oggetto di Verifica di ottemperanza alle prescrizioni di cui al punto 2 del Dec. VIA (approvato con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143), in attuazione del parere

dell’Autorità di Bacino e in relazione ai criteri generali del PAI – Nodo Idraulico di Ivrea, al fine di favorire la capacità di esondazione e laminazione nelle aree golenali. Le acque sfiorate sono restituite nella modellazione a valle dello sbarramento Ex-Cima, consentendone di fatto l’aggiramento come prescritto.

Le condizioni al contorno impostate per la modellazione matematica sono state di corrente mista. Per questo motivo, è stato necessario imporre due condizioni al contorno: quella di monte e quella di valle rispetto al tratto di fiume Dora Baltea interessato dai lavori in progetto.

In questo caso, è stata impostata la quota del pelo libero della corrente pari a quella di moto uniforme, fissando all’interno del programma la pendenza della linea dell’energia sia downstream che upstream. Le condizioni al contorno impostate per la modellazione matematica allo stato di progetto sono state le stesse già utilizzate per la simulazione allo stato attuale.

3.4 CONDIZIONI SIMULATE

L’analisi idraulica è stata condotta per il fiume Dora Baltea in riferimento al tratto in studio, compreso tra la traversa “Ex Cima” (località torre Balfredo), oggetto di ristrutturazione, e una sezione di controllo posta a circa 2 km a valle delle opere (località Pratisecchi).

L’obiettivo dello studio idraulico è quello di valutare mediante modello numerico i fenomeni di tipo idraulico che si originano nel contesto attuale e nella prospettiva degli interventi di recupero e ristrutturazione della traversa “Ex Cima” rispetto a quanto già descritto ed approvato con la “Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004” e nei successivi aggiornamenti.

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso vanno condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d’acqua:

- ✓ stato di fatto con evidenza delle condizioni idrodinamiche generate dai ruderi dell’impianto attualmente in alveo (si rimanda alla Relazione Fotografica per una descrizione della condizione ante operam dell’intervento);
- ✓ presenza dell’opera nella configurazione definitiva.

Nel caso in cui le caratteristiche e la collocazione plano-altimetrica delle opere possano comportare il rischio di ostruzione parziale dell’alveo, a seguito del deposito temporaneo nel corso della piena di materiale lapideo e/o arboreo, è necessario che la verifica dell’opera nella configurazione definitiva tenga conto di un’ipotesi di parzializzazione della sezione di deflusso, formulata sulla base di una ragionevole considerazione degli elementi che possono determinare tale fenomeno, quali ad esempio le condizioni di stabilità del bacino idrografico sotteso, le dimensioni del trasporto solido, la presenza di vegetazione arborea asportabile lungo l’asta fluviale.

In questo senso la verifica idraulica della traversa è stata condotta, parimenti a quanto eseguito nel 2004 dal prof. Rosso, nella duplice ipotesi di:

- ✓ paratoie aperte (compresa la paratoia di sghiaio);
- ✓ luci parzialmente occluse.

Come riassunto al paragrafo seguente, a titolo cautelativo si sono verificati due scenari con occlusione delle luci e parziale malfunzionamento dello sbarramento. Si evidenzia che le opere saranno dotate in ogni caso di

strumenti che garantiranno l'apertura delle paratoie anche in caso di fuori servizi della rete elettrica, tramite l'adozione di contrappesi, sistemi oleodinamici con accumulatori ad azoto o generatori ausiliari.

3.4.1 DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI APERTURA DELLE PARATOIE – LUCI PARZIALMENTE OCCLUSE

In analogia a quanto già simulato nella Verifica di compatibilità del 2004 si proceduto alla verifica della compatibilità delle opere proposte considerando un eventuale malfunzionamento degli organi di scarico in funzione della normativa di settore.

Nello specifico:

- I. sebbene l'impianto nella configurazione attuale non sia formalmente assoggettato alla Normativa Nazionale che regola le dighe e le traverse con volumi di invaso superiori a 1.000.000 di m³, a titolo cautelativo si è considerato quanto disposto al paragrafo F *"Traverse Fluviali - traverse mobili"* del D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe. Nello specifico per manufatti in cls, dotati di organi mobili, che prevedendo una larghezza degli stessi pari o superiore a 12 m (come nel caso di specie) si stabilisce: *"[...] Il profilo di piena corrispondente alla portata di dimensionamento definita al cap. C.1 del D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe è determinato considerando che:*
 2. *per le traversa mobili, sia chiuso, per blocco delle paratoie, almeno il 30% delle luci principali.**[...] Il calcolo può considerare il contributo della portata che effluisce sopra le paratoie chiuse, se queste sono tracimabili".*
- II. sebbene il *"Manuale tecnico per la progettazione, costruzione e gestione degli sbarramenti ad invasi di competenza regionale"*, approvato dalla Regione Piemonte con D.G.R n. 65 - 15352 del 12 aprile 2005, abbia una valenza indicativa a supporto della progettazione, a titolo cautelativo si è considerato quanto disposto al paragrafo *"1.6.5 Traverse fluviali – Traverse nell'alveo principale"* in cui si suggerisce che *"[...] dovranno essere eseguite le verifiche come indicato in seguito:*
 - *verifica del rigurgito verso monte contenuto in alveo nel caso di blocco della paratoia unica o di metà delle paratoie".*

Alla luce di quanto descritto si è provveduto a simulare le seguenti condizioni:

- ✓ Verifica secondo le NT Dighe:
 - sia chiuso, per blocco delle paratoie, almeno il 30% delle luci principali: considerando le 6 paratoie dello sbarramento e la paratoia sghiaiatrice, si ha una lunghezza utile di 79 m ne consegue che il 30% di occlusione si ottiene considerando chiuse 2 delle 6 paratoie di sbarramento (pari a 24 m);
 - come evidenziato dalle NT Dighe il calcolo può considerare il contributo della portata che effluisce sopra le paratoie chiuse, se queste sono tracimabili, come nel caso di specie (cfr. Figura 9);
 - in analogia a quanto già simulato nella Verifica di compatibilità del 2004 concorre allo smaltimento della portata fluente, date le dimensioni considerevoli, anche la paratoia sghiaiatrice realizzata nel corpo traversa (la cui lunghezza è stata in ogni caso considerata nel calcolo di cui al punto precedente);
 - le luci di scarico secondarie o le macchine stesse, come previsto dal D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe non concorrono allo smaltimento delle piene e pertanto sono escluse dalla simulazione.

- ✓ Verifica secondo il Manuale Tecnico Regione Piemonte:
- sia chiuso la metà delle paratoie: considerato che non è espressamente indicato, a titolo cautelativo si è proceduto alla verifica con 3 delle 6 paratoie di sbarramento chiuse, senza il contributo della paratoia sghiaiatrice;
 - considerato che non è espressamente indicato, a titolo cautelativo si è considerato che le paratoie chiuse non siano tracimabili o abbiano l'intera luce disponibile occlusa.

Entrambe le verifiche contemplano il funzionamento dello sfioratore prescritto in sede di VIA posto sull'argine destro, come descritto e verificato con modello 2D al paragrafo 5: si evidenzia che le opere in oggetto integrano senza modifiche, i principi funzionali che hanno portato al giudizio positivo di ottemperanza alle prescrizioni contenute nel Decreto di VIA al punto 2.

Nelle verifiche eseguite seguendo le indicazioni delle NT Dighe, come riassunto in precedenza, le paratoie, sebbene chiuse risultano potenzialmente tracimabili in sicurezza, in caso di guasto o di eventi estremi. L'adozione di una configurazione simile a quanto proposto nella presente variante è comune in molti impianti idroelettrici presenti sul territorio nazionale, come esemplificato nella Figura 9 seguente, in Comune di Settimo Vittone (TO) a pochi km a nord dall'impianto in progetto.



FIGURA 9 – IMPIANTO IDROELETTRICO TORREDANIELE – QUINCINETTO (DORA BALTEA) - LARGHEZZA PARATOIA PIANA ± 12 M

3.4.2 SOGLIA SFIORANTE

Con decreto prot. DSA 2005-0033768 del 29 dicembre 2005, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha espresso parere positivo di compatibilità ambientale sul progetto presentato da Edil Samar S.r.l. in merito alla ricostruzione della traversa "ex Cima" di derivazione delle acque dal fiume Dora Baltea con annessa centrale idroelettrica da realizzarsi nel Comune di Ivrea (TO). Il giudizio positivo è assoggettato ad una serie di prescrizioni, che attengono agli aspetti progettuali, alle modalità operative di costruzione dell'impianto e alla successiva gestione del medesimo, in sintesi:

- ✓ realizzazione di soglie sfioranti lungo le linee spondali e di altri manufatti in alveo per favorire l'innalzamento del pelo libero e per alimentare i percorsi golenali da rimodellare morfologicamente lungo i tracciati dei paleo alvei in destra e sinistra della Dora Baltea;
- ✓ in sede di progettazione esecutiva deve essere previsto che la traversa in progetto sia aggirabile dalle acque di esondazione.

In ottemperanza a quanto già previsto nella Pianificazione di Bacino attraverso lo *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po”* redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, nella presente modellazione è stato considerato la presenza di sfioratore laterale realizzato tramite un abbassamento della quota sommitale della scogliera di protezione spondale in destra idraulica (prevista alla quota 230.00 m s.l.m.), in corrispondenza dell'opera di presa della scala di risalita dell'ittiofauna a monte della traversa Ex Cima, per una lunghezza complessiva di circa 300 m. Il manufatto, realizzato in terra e materiale lapideo come descritto negli elaborati grafici allegati, è posto alla quota 228,90 m s.l.m. così come in sede di istruttoria di VIA, e come previsto dalla programmazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po per il tratto di interesse, facilita la riconnessione alla regione fluviale delle aree laterali in occasione di eventi di piena, incrementando l'effetto di laminazione dei volumi di deflusso.

Il manufatto non è stato oggetto di modifiche (quote al colmo, posizione, lunghezza etc.) rispetto a quanto già previsto in sede di Verifica di ottemperanza al punto 2 del Decreto VIA di cui al Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018. In Figura 10 si riporta estratto del dominio di calcolo considerato, su base Lidar 1 x 1 m quale inquadramento del posizionamento della soglia sfiorante descritta.

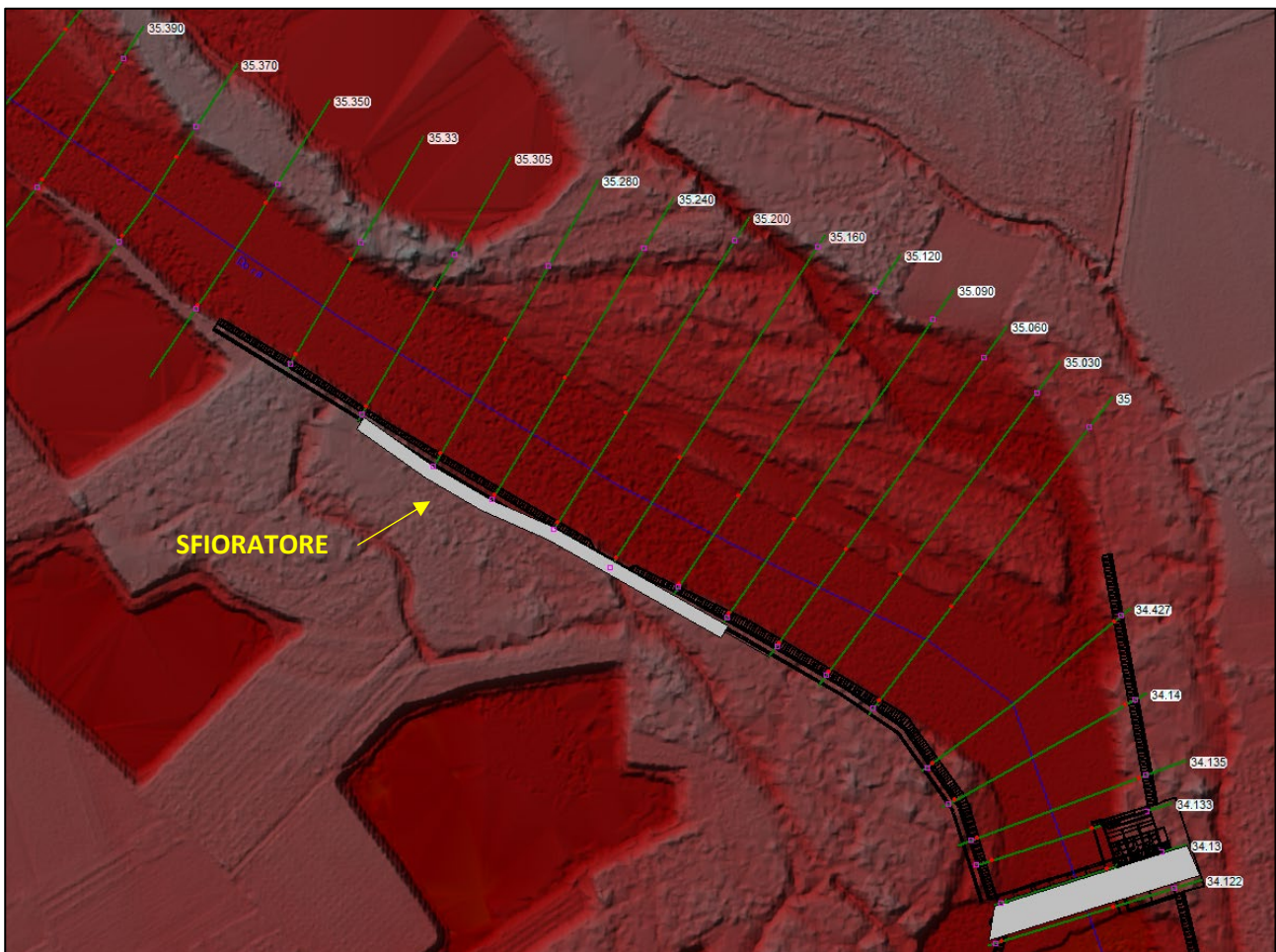


FIGURA 10 – DOMINIO DI CALCOLO IMPLEMENTATO (BASE LIDAR 1X1) – DETTAGLIO SFIORATORE (MODELLO HEC-RAS)

In Figura 11 si riporta un'immagine esemplificativa della stessa all'interno della modellazione Hec-Ras, comprendente sia la soglia sfiorante che l'imbocco della scala pesci (estremo destro dell'immagine).

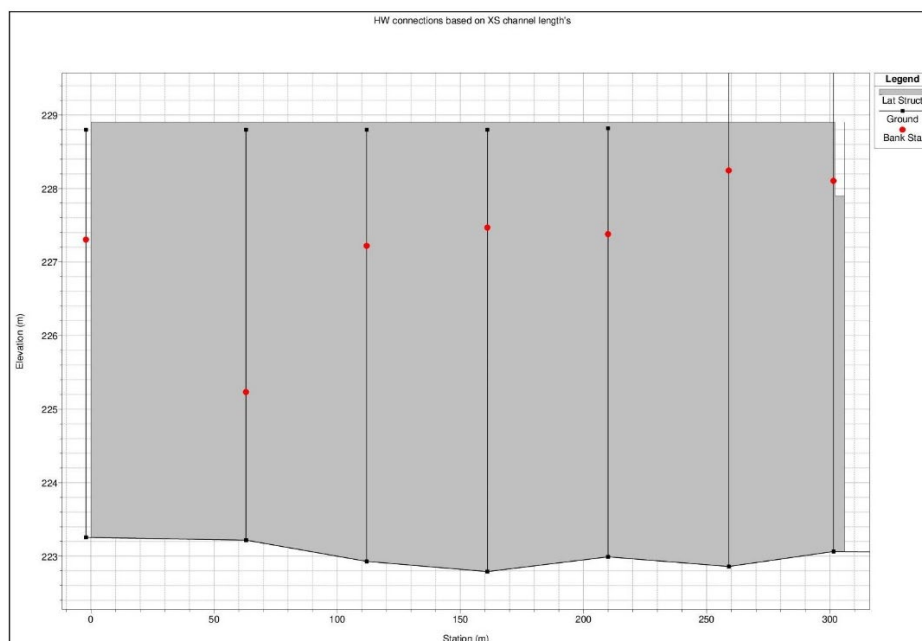


FIGURA 11 – CONFORMAZIONE SOGLIA SFIORANTE (MODELLO HEC-RAS)

La soglia sfiorante in progetto è stata simulata come un elemento di tipo “*lateral structure*”, con profilo “*Broad Crested*”, ovvero uno stramazzo in parete grossa. Il coefficiente di deflusso dello stramazzo laterale (“*weir coefficient*”) è stato stimato pari a $Wc = 1.10$ a cui corrisponde un coefficiente μ pari a 0.25. A titolo cautelativo, la restituzione delle acque sfiorate è interamente localizzata immediatamente a valle dello sbarramento.

In funzione delle opere di protezione spondale previste, del franco normale di m 1,00, si è stabilita la quota di normale regolazione a m 228,30 s.l.m. e la quota di massima regolazione a m 228,40 s.l.m. con deroga al franco previsto nella zona dello sfioratore sopra descritto, al fine di consentire l'esondazione della Dora Baltea in caso di eventi meteorologici estremi.

3.5 PARAMETRI DI SENSITIVITÀ

Per sviluppare un modello numerico che abbia un sufficiente grado di accuratezza, sensibilità e stabilità di calcolo, occorre nella maggioranza dei casi cercare il migliore compromesso tra i diversi parametri che rientrano nella simulazione, sempre tenendo presente quali sono i limiti delle equazioni utilizzate per simulare il moto (ad esempio quelle di bilancio energetico in moto monodimensionale). Dando per scontato che la geometria del corso d'acqua e delle strutture interferenti, che i coefficienti di scabrezza, nonché le condizioni al contorno utilizzate per implementare il modello, siano tutti parametri corretti, al termine del calcolo è opportuno sempre effettuare un'analisi di sensibilità al fine di determinare qual è l'incertezza dei risultati ottenuti dal calcolo.

L'analisi si effettua variando alcuni parametri idraulici e geometrici del modello matematico al fine di testare le incertezze della soluzione. I parametri considerati nell'analisi e che sono stati fatti variare sono:

- ✓ il coefficiente di scabrezza;
- ✓ la spaziatura delle sezioni trasversali;

- ✓ i coefficienti utilizzati per i deflussi attraverso le strutture interferenti.

È emerso che nessuno di essi ha una sostanziale influenza nei calcoli effettuati, purché la sua variazione sia contenuta in un campo accettabile. In definitiva il modello numerico implementato “risponde” bene e i risultati di seguito commentati si ritiene siano affidabili in relazione alla schematizzazione matematica adottata.

La procedura di calibrazione del modello idraulico implementato è stata altresì espletata:

- ✓ utilizzando come tiranti di riferimento per lo stato ante operam quelli simulati dal modello idraulico 1D impiegato per la “Verifica di compatibilità idraulica” del 2004 del Prof. Rosso;
- ✓ utilizzando come tiranti di riferimento i livelli idrici misurati dalle campagne topografiche e batimetriche eseguite da Edil Samar nel corso del 2019 e 2020 (come descritto in precedenza), in varie sezioni del tratto modellato e in condizioni idrodinamiche differenti (nota la portata fluente istantanea misurata dalla rete idrometrica Arpa Piemonte presso la stazione di Tavagnasco).

Come descritto in precedenza la simulazione condotta evidenzia un profilo idraulico già influenzato dalla preesistente struttura, che allo stato attuale in parte limita la sezione di deflusso ed in parte influenza il processo idrodinamico concentrando la portata nel varco attualmente determinatosi con il collasso della struttura stessa con il contestuale istaurarsi di sensibili fenomeni di rigurgito a monte.

Quanto descritto spiega la formazione della barra di meandro presente in posizione retrostante al varco sopra descritto, evidente nella Figura 14 seguente: in occasione degli eventi di piena l’acqua deve innalzarsi sopra la soglia dell’ostacolo, così che a monte si forma un rigurgito con rallentamento della corrente e deposito dei materiali di dimensione medio-grossa.

3.6 MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Con le ipotesi assunte e con la metodologia illustrata sono state condotte le simulazioni dei deflussi lungo la Dora Baltea, per un tratto significativo a monte e a valle della traversa. I risultati numerici delle elaborazioni Hec-Ras, condotte per diversi scenari di calcolo, sono riportati sia in forma tabellare, dove sono riassunte e confrontate le principali grandezze che caratterizzano il deflusso della corrente nelle sezioni di calcolo utilizzate, e in forma grafica, sotto forma di sezioni e profili.

I risultati ottenuti sono raccolti negli allegati alla presente relazione, relativi alla situazione attuale ed alla situazione di progetto nel caso di paratoie di regolazione aperte, chiuse al 30% come da prescrizioni NT Dighe e chiuse al 50% come indicazioni Regione Piemonte, discusse in precedenza.

Per ogni ipotesi sono confrontate le principali grandezze del deflusso per tutti gli scenari. In particolare, relativamente al modello 1D dei livelli di piena, i risultati sono così organizzati:

- ✓ ALLEGATO I - Planimetria sezioni modello idraulico 1D;
- ✓ ALLEGATO II - Situazione esistente senza traversa;
- ✓ ALLEGATO III - Simulazione a paratoie tutte aperte (6 su 6);
- ✓ ALLEGATO IV - Simulazione a luci parzialmente occluse (4 paratoie aperte su 6) – prescrizioni NT Dighe;
- ✓ ALLEGATO V - Simulazione a luci parzialmente occluse (3 paratoie aperte su 6) – indicazioni Regione Piemonte;
- ✓ ALLEGATO VI - Confronto riassuntivo dei livelli idrometrici nelle varie condizioni simulate.

Si rimanda agli allegati per una presentazione di dettaglio delle risultanze numeriche del modello Hec-Ras implementato, ad aggiornamento di quanto già realizzato dallo Studio R&C nel Novembre 2004 e successive integrazioni, nello specifico:

- ✓ sezioni idrauliche: con l'indicazione dei livelli idrometrici per ogni portata di verifica;
- ✓ profilo del deflusso: con l'indicazione dei livelli idrometrici per ogni portata di verifica;
- ✓ risultati analitici - caratteristiche del deflusso di piena: con i principali parametri idraulici in forma tabellare, relativamente a tutte le sezioni di calcolo;
- ✓ risultati analitici – deflusso in corrispondenza della sezione della traversa: con i principali parametri idraulici relativi alla sezione della traversa;
- ✓ risultati analitici – deflusso in corrispondenza della sezione dello sfioratore laterale in progetto.

3.7 SINTESI DEI RISULTATI ESSENZIALI

In base alle assunzioni descritte ai paragrafi precedenti, è stata condotta la simulazione numerica con modello idraulico Hec-Ras ai fini di valutare la compatibilità della traversa in progetto in riferimento alle portate di verifica, secondo le differenti ipotesi di deflusso di piena descritte (cfr. Paragrafo 3.4).

Il presente paragrafo si pone l'obiettivo di evidenziare i principali risultati ottenuti, riportati in forma completa negli allegati, al fine di soddisfare i requisiti della verifica di compatibilità rispondendo ai quesiti posti dall'Autorità competente. Si sottolinea che le analisi condotte hanno permesso di confermare quanto già evidenziato dalla "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004" e nei successivi aggiornamenti, essendo le opere oggetto di modifica state valutate espressamente per non apportare modificazioni ai livelli di piena già approvati.

Allo stato attuale i ruderi dei manufatti di derivazione attualmente già presenti in alveo determinano un'importante modifica alle condizioni di smaltimento delle piene, definendo una sensibile riduzione della luce libera della sezione fluviale d'interesse, come semplificato dalle ortofoto riportate in Figura 12 e Figura 13 seguente in regime di magra e di morbida.



FIGURA 12 – MANUFATTI ESISTENTI – INTERFERENZA CON IL REGIME FLUVIALE (REGIME DI MAGRA)



FIGURA 13 – MANUFATTI ESISTENTI – INTERFERENZA CON IL REGIME FLUVIALE (REGIME DI MORBIDA)

La simulazione condotta evidenzia un profilo idraulico già influenzato dalla preesistente struttura (cfr. Figura 14), che allo stato attuale in parte limita la sezione di deflusso ed in parte influenza il processo idrodinamico concentrando la portata nel varco attualmente determinatosi con il collasso della struttura stessa e riducendo a monte la pendenza del fondo alveo.



FIGURA 14 – MANUFATTI ESISTENTI – DETTAGLIO VARCO

È importante evidenziare che ubicare la traversa dove già esisteva la precedente struttura fa sì che non si stravolga in modo sostanziale l'andamento planimetrico dell'alveo di piena, ma al più si determinino variazioni altimetriche delle quote del pelo libero così come previsto nello "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po*" adottato da AdBPo 5 ottobre 2004, operando un'azione congruente con gli obiettivi che l'Autorità di Bacino si prefigge, ossia di favorire i fenomeni di esondazione.

Si sottolinea che le stesse opere previste nello Studio di fattibilità per sostenere i livelli e favorire l'innalzamento del profilo idrico, tale da garantire sufficienti tiranti di tracimazione nelle aree golenali, sono in via preliminare posizionate nelle medesime aree. Si rimanda alla Relazione Idrologica per una descrizione delle stesse.

Nella configurazione di progetto, considerando la simulazione più cautelativa suggerita da Regione Piemonte nel “Manuale tecnico per la progettazione, costruzione e gestione degli sbarramenti ad invasi di competenza regionale”, in cui sia occlusa la metà delle paratoie, senza il contributo della paratoia sghiaiaci ne dello sfioro che inevitabilmente si istaura sulle stesse come descritto al Paragrafo 3.4, consente di evidenziare un innalzamento del livello della superficie libera a monte che varia rispetto alla configurazione attuale di ± 2.2 m per una portata $Q_{500} = 1.780 \text{ m}^3/\text{s}$ (in analogia a quanto indicato dal Piano Stralcio di integrazione al PAI – Nodo idraulico di Ivrea e nella “Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004”). L’innalzamento si risente in modo significativo per 1,5 km a monte (cfr. Figura 15).

Si evidenzia che i livelli individuati sono contenuti in alveo, essendo minori della quota sommitale sia delle difese spondali che dell’intradosso dell’impalcato della passerella di servizio, previsti rispettivamente alla quota di 230,0 m s.l.m. e di 230,14 m s.l.m.

Considerato che lo sbarramento sarà dotato di sistemi di sicurezza che garantiscono la continuità del funzionamento del sistema di apertura delle paratoie in caso di fuori servizio della rete elettrica, ad esempio tramite contrappesi o di accumulatori olio-azoto installato a bordo della centralina oleodinamica di comando, quanto simulato è da intendersi come evento remoto, con probabilità di accadimento pressoché nulla.

Nel caso in cui le paratoie siano tutte aperte, non ci sono variazioni sostanziali sul profilo di piena: si osserva una maggiore stabilità dell’andamento del pelo libero, dovuto alla regolarizzazione delle sezioni di deflusso ed una maggiore gradualità nelle variazioni geometriche legate alla realizzazione dell’opera. In Figura 15 si riporta a titolo rappresentativo il confronto dei livelli di piena, valutati per la portata $Q_{500} = 1.780 \text{ m}^3/\text{s}$ nelle condizioni descritte in precedenza, ovvero ante operam, post operam con paratoie tutte aperte e post operam con solo 3 paratoie aperte, come suggerito dal Manuale Tecnico di Regione Piemonte.

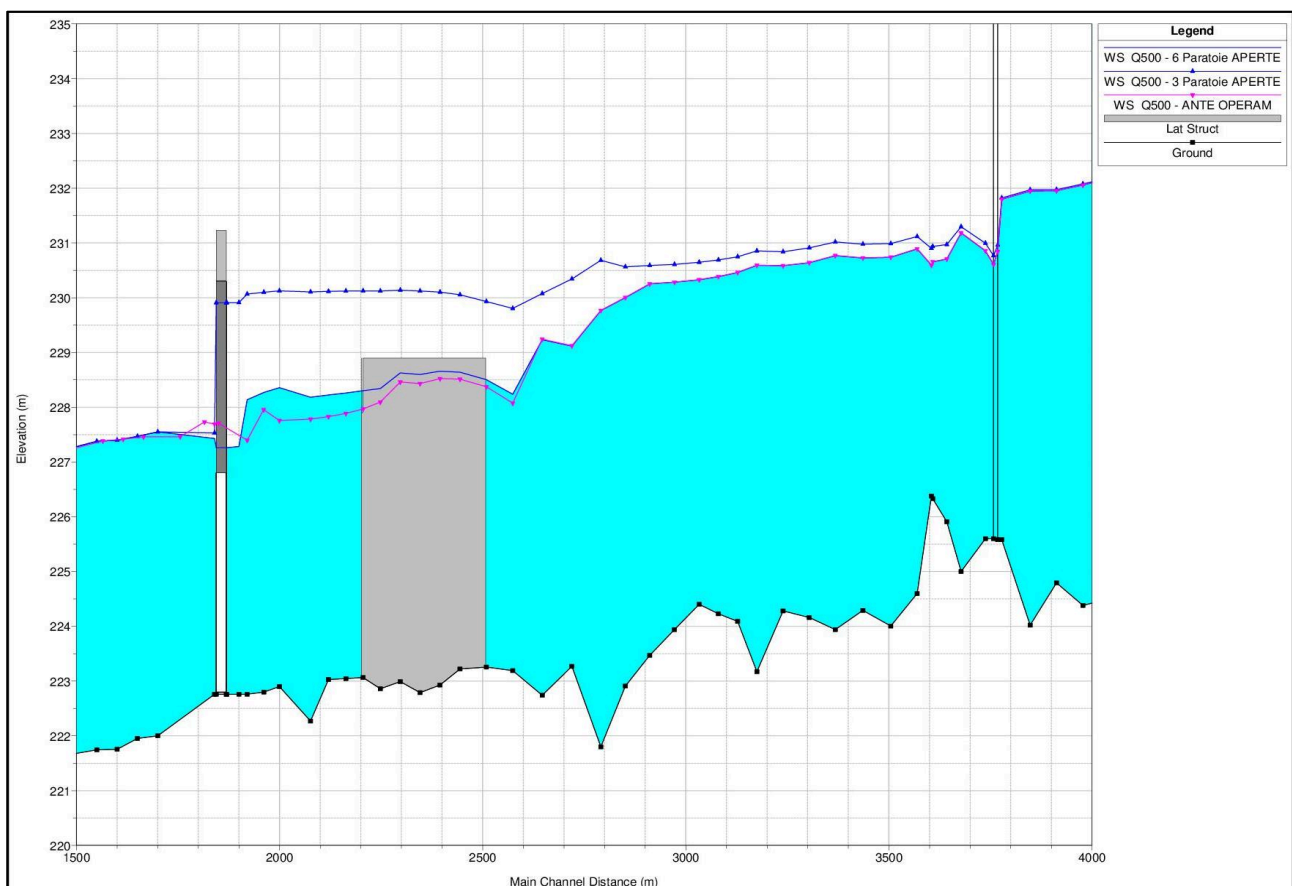


FIGURA 15 – CONFRONTO PROFILO IDRAULICO DI PIENA Q500 (ANTE OPERAM, PARATOIE APERTE, 3 PARATOIE APERTE)

Gli organi di scarico sono, quindi, stati calcolati e dimensionati in modo tale da far regolarmente defluire verso valle la portata di massima piena assunta come riferimento in condizioni di sicurezza idraulica, garantendo il necessario franco di sicurezza prescritto, come meglio riportato nel successivo paragrafo 3.7.3.

La verifica della capacità di smaltimento degli organi di scarico di superficie è stata, inoltre, condotta considerando le portate di pieni corrispondenti a tempi di ritorno via via decrescenti ($Q=1780\text{ m}^3/\text{s}$ per $T=500$ anni, $Q=1660\text{ m}^3/\text{s}$ per $T=20$ anni, $Q=1340\text{ m}^3/\text{s}$), come previsto da normativa (cfr. Tabella 1).

La verifica di compatibilità idraulica condotta evidenzia, in definitiva, come l'opera in progetto non costituisca alcuna modifica alla condizione di rischio idraulico rispetto ai risultati ottenuti nello studio di "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004" con livelli di piena sostanzialmente analoghi, come evidenziato in Tabella 2 seguente, a titolo esemplificativo, per la piena Q_{500} allo sbarramento.

-	Rosso, 2004	Aggiornamento	Differenza
Profilo attuale (ante operam)	227.79 m s.l.m.	227.71 m s.l.m.	+ 8 cm
Profilo di progetto (paratoie aperte)	227.18 m s.l.m.	227.26 m s.l.m.	- 8 cm
Profilo di progetto prescrizioni NT Dighe (30% luci occluse)	228.94 m s.l.m.	228.79 m s.l.m.	+ 15 cm
Profilo di progetto indicazioni Regione Piemonte (50% luci occluse)	229.80 m s.l.m.	229.91 m s.l.m.	- 11 cm

TABELLA 2 – CONFRONTO LIVELLI DI PIENA CARATTERISTICI Q_{500} CON QUELLI EVIDENZIATI NELLA "VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA REDATTA DALLO STUDIO R&C NEL NOVEMBRE 2004"

La realizzazione dell'opera oggetto di modifica non induce alterazioni sul profilo idrico di piena già simulato nella "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004", sia nelle condizioni attuali che in quelle più gravose. Si deduce quindi che l'opera in progetto non induce variazioni alle condizioni di rischio rispetto a quanto già autorizzato.

In merito alle interazioni con il profilo idrico a valle dell'opera in progetto, si osserva che le modifiche al profilo idraulico non sono apprezzabili. L'evoluzione e l'equilibrio del profilo di fondo alveo è legato alle modifiche indotte dalla struttura sull'idrodinamica del deflusso, in particolare dalle variazioni della velocità della corrente che influenzano i processi di erosione e deposito del materiale in alveo. A monte della traversa si nota infatti una riduzione della velocità che favorisce il deposito del materiale solido trasportato, arrestando i processi di erosione che attualmente provocano un approfondimento della quota di fondo alveo. Il deposito di materiale solido a monte induce pertanto un effetto morfologico in linea con quello che sarebbe indotto dalla realizzazione delle opere previste dall'Autorità di Bacino nello studio di fattibilità. A valle la funzione della struttura trasversale di sostegno dei livelli prevista nello Studio di Fattibilità non risulta essere inibita dalla presenza della traversa in progetto.

La soluzione progettuale proposta è il frutto di una serie di valutazioni e di analisi degli effetti indotti dalle opere da realizzare, come poi specificamente descritto e già esplicitato nella "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004". Ne deriva una soluzione progettuale per la quale le opere non modificano i fenomeni idraulici naturali, non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque della Dora Baltea, non ne limitano la capacità di invaso e non modificano i livelli di rischio dei manufatti viari limitrofi esistenti.

3.7.1 PROFILO DI PROGETTO (PARATOIE APERTE)

Considerando il profilo di piena relativo alla condizione di normale funzionamento dell'impianto, con paratoie tutte aperte, il modello numerico ha consentito di determinare la quota del pelo libero allo sbarramento corrispondente allo smaltimento della portata $Q_{500}=1.780 \text{ m}^3/\text{s}$ pari a **227.26 m s.l.m.**, più basso di 2.74 m rispetto alla quota sommitale delle difese spondali e 2.88 m rispetto all'intradosso dell'impalcato della passerella di servizio, previsti rispettivamente alla quota di 230.0 m s.l.m. e di 230.14 m s.l.m.

In Tabella 3 si sintetizzano i risultati ottenuti.

	Q500	Q200	Q20
Profilo attuale (ante operam)	227.26 m s.l.m.	227.07 m s.l.m.	226.47 m s.l.m.

TABELLA 3 – LIVELLI DI PIENA - PROFILO DI PROGETTO (PARATOIE APERTE)

In Figura 16 si esemplifica quanto descritto riportando a titolo esemplificativo il confronto dei livelli di piena Q_{500} di $1780 \text{ m}^3/\text{s}$ in prossimità del manufatto idraulico in progetto nell'ipotesi di paratoie aperte, in condizione ante operam (pari a 227.70 m s.l.m.) e post operam (pari a 227.26 m s.l.m.).

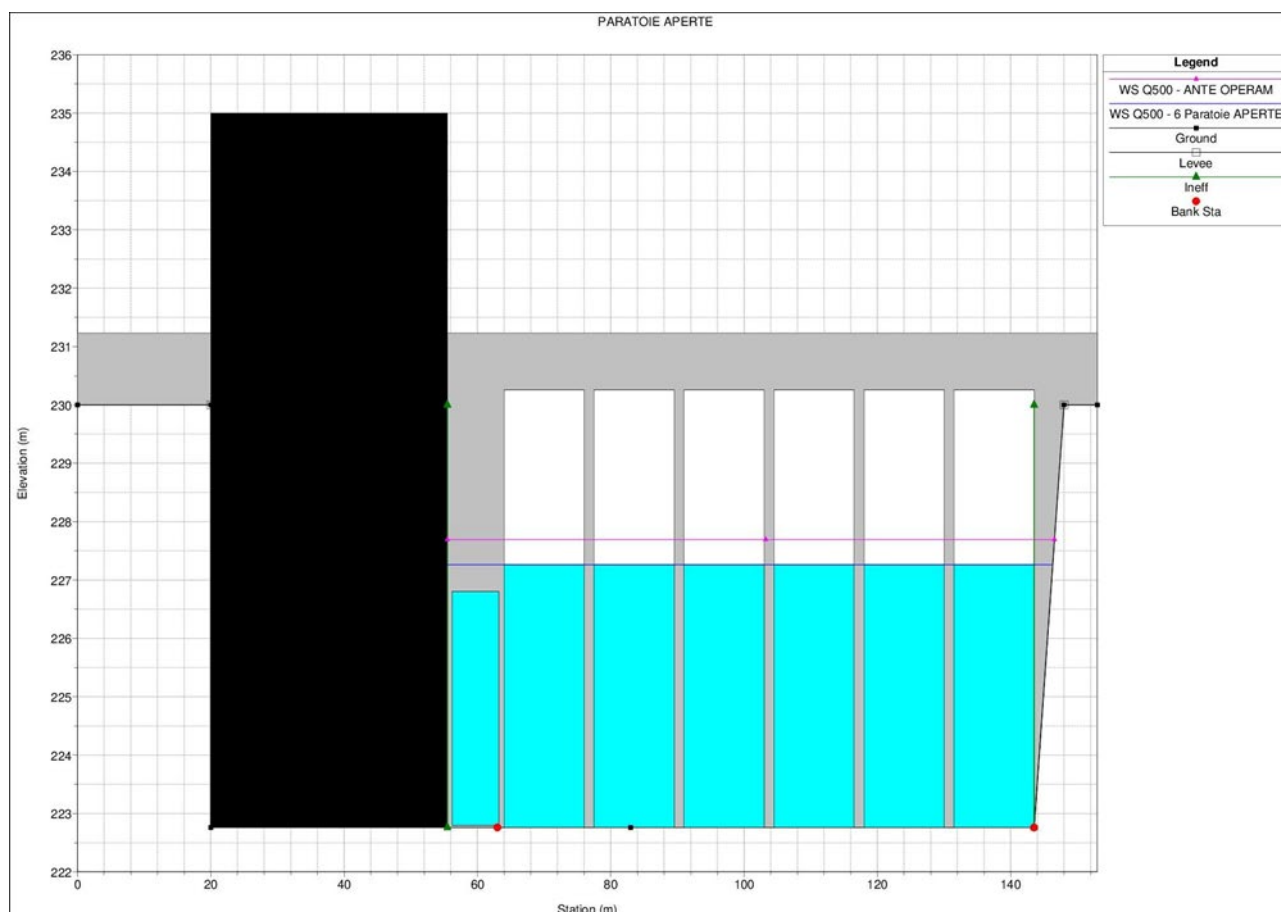


FIGURA 16 – LIVELLI IDRICI ALLO SBARRAMENTO – CONFRONTO ANTE OPERAM E ESERCIZIO CON PARATOIE APERTE

Come verrà descritto al paragrafo 5, nella condizione di paratoie tutte aperte, non si prevede l'attivazione della soglia sfiorante in progetto posta in sponda destra a monte della traversa, con il contenimento dell'intera portata di piena all'interno dell'alveo inciso principale.

3.7.2 PROFILO DI PROGETTO NT DIGHE (4 PARATOIE APERTE+PARATOIA DI SGHIAIO+PARATOIE TRACIMABILI)

In analogia a quanto già simulato dallo Studio R&C nel Novembre 2004 e successive integrazioni, si è proceduto alla verifica della compatibilità delle opere proposte considerando un eventuale malfunzionamento degli organi di scarico in funzione della normativa di settore.

Sebbene l'impianto nella configurazione attuale non sia formalmente assoggettato alla normativa nazionale che regola le dighe e le traverse con volumi di invaso superiori a 1.000.000 di m³, a titolo cautelativo si è considerato quanto disposto al paragrafo F "Traverse Fluviali - traverse mobili" del D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe relativamente alla definizione dei profili di piena e dei franchi di sicurezza. Considerando il profilo di piena relativo alla condizione di normale funzionamento dell'impianto, con il 30% delle luci occluse come descritto al paragrafo 3.4, il modello numerico ha consentito di determinare la quota del pelo libero corrispondente allo smaltimento della portata $Q_{500} = 1.780 \text{ m}^3/\text{s}$ pari a **228.79 m s.l.m.**, più basso di 1.21 m rispetto alla quota sommitale delle difese spondali e 1.35 m rispetto all'intradosso dell'impalcato della passerella di servizio, previsti rispettivamente alla quota di 230.0 m s.l.m. e di 230.14 m s.l.m.

In Tabella 4 si sintetizzano i risultati ottenuti.

	Q500	Q200	Q20
Profilo di progetto prescrizioni NT Dighe (30% luci occluse)	228.79 m s.l.m.	228.62 m s.l.m.	227.97 m s.l.m.

TABELLA 4 – LIVELLI DI PIENA - PROFILO DI PROGETTO PRESCRIZIONI NT DIGHE (30% LUCI OCCLUSE)

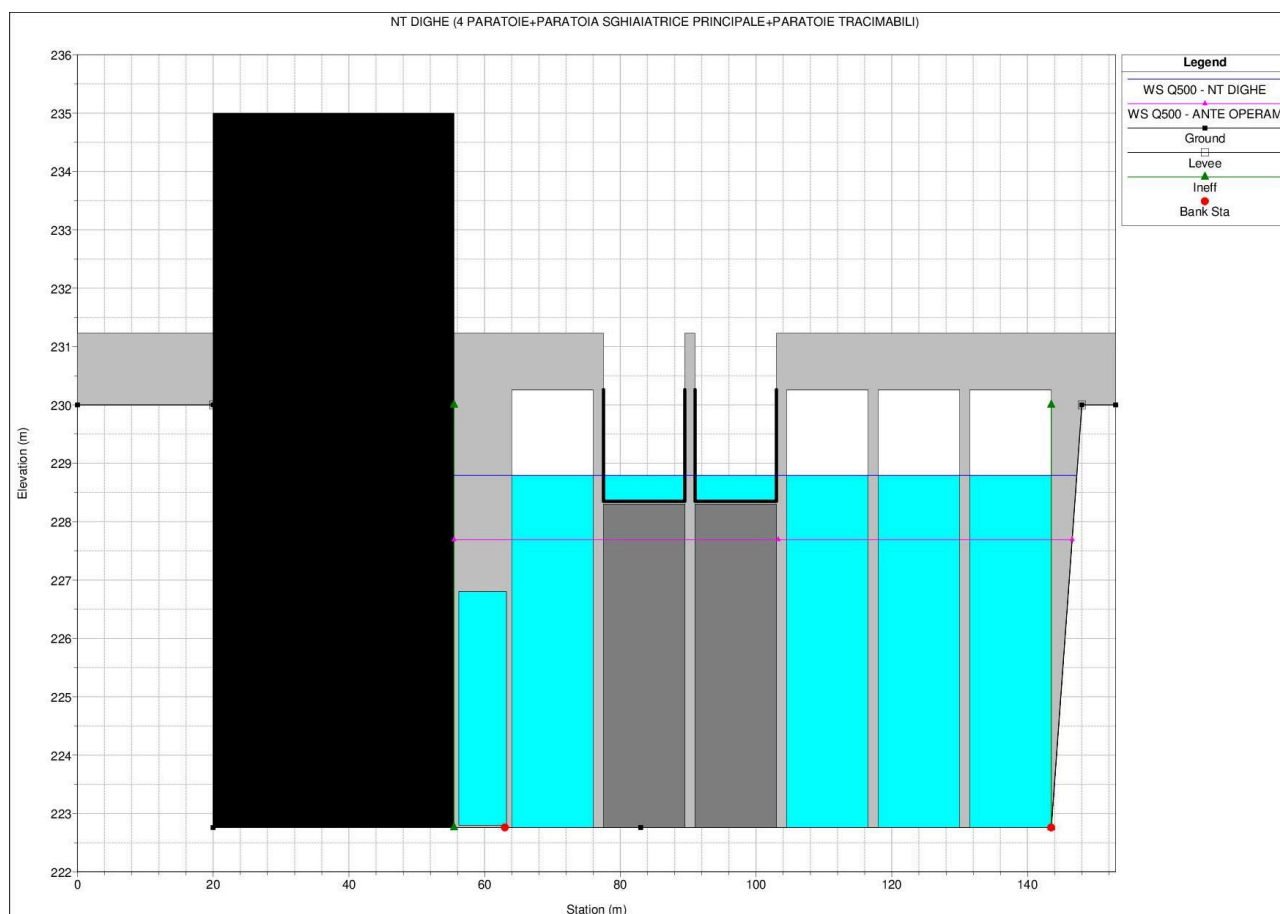


FIGURA 17 – LIVELLI IDRICI ALLO SBARRAMENTO – CONFRONTO ANTE OPERAM E ESERCIZIO CON PRESCRIZIONI NT DIGHE (30% LUCI OCCLUSE)

Come valutato al paragrafo 5 con due paratoie principali chiuse si verificano livelli idrici a monte della traversa che consentono l'attivazione dello sfioratore in progetto e la relativa esondazione delle portate nelle aree golenali in sponda destra alimentando i canali di flusso lungo i paleo alvei della Dora Baltea.

3.7.3 VALUTAZIONE DEL FRANCO NETTO DI SICUREZZA

A titolo cautelativo si è proceduto alla valutazione del franco di sicurezza in ottemperanza conformemente a quanto disposto dal punto C.2. delle "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) - D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe".

Secondo la predetta normativa il valore del franco di sicurezza che occorre garantire, pari alla differenza tra la quota di coronamento e la quota di massimo invaso, è pari alla somma tra il franco netto (funzione dell'altezza dell'opera di ritenuta) e la semi-ampiezza delle onde dello specchio liquido del serbatoio (funzione della velocità del vento, del "fetch" a fronte dell'opera di ritenuta, e del sisma nel serbatoio di monte "run_up").

Nel caso in oggetto e in base a quanto indicato dalla "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" approvata dall'Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazione del Comitato Istituzionale n°2 dell'11 maggio 1999 ed aggiornata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 10 del 5 aprile 2006, il franco di sicurezza tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso dell'opera di presa (dotata di passerella) deve essere pari a 1,0 m. Tenendo in conto i seguenti elementi:

- ✓ caratteristiche sismiche delle aree descritte nella Relazione geologica e geotecnica;
- ✓ caratteristiche anemologiche delle aree descritte nello Studio Preliminare Ambientale che hanno misurato una raffica di vento massima pari a 33.7 m/s che corrisponde a circa 120 Km/h;
- ✓ una lunghezza dello specchio d'acqua di circa 2 km.

Si sono verificati valori della semi-ampiezza delle onde dello specchio liquido del bacino come definito dalle "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) - D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe" (cfr. Tabella 5).

Velocità vento [km/h]	Ampiezza d'onda [m]									
	Fetch [km]									
	1	2	4	6	8	10	11	20	40	50
100	0,27	0,38	0,53	0,65	0,75	0,84	0,88	1,18	1,67	1,87
80	0,20	0,29	0,40	0,49	0,57	0,64	0,67	0,90	1,27	1,42
60	0,14	0,20	0,29	0,35	0,41	0,45	0,48	0,64	0,90	1,01
40	0,09	0,13	0,18	0,22	0,26	0,29	0,30	0,40	0,57	0,63

run-up [m]										
0,033	0,063	0,12	0,17	0,223	0,273	0,298	0,518	0,973	1,188	

TABELLA 5 – DATI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DELL'ONDA SULLO SPECCHIO LIQUIDO DA VENTO E DA SISMA
[FONTE: D. MIN. II.TT. 26 GIUGNO 2014 - NT DIGHE]

La lunghezza massima delle onde nell'invaso risulta essere pari a:

$$L = \frac{1}{2} \times (0.38 + 0.033) = 0.2 \text{ m}$$

Si evidenzia che l'analisi condotta è altamete a favore di sicurezza, avendo considerato un evento anemometrico estremo, e non la velocità media del vento locale.

Sulla scorta di tali valori, considerando la quota del pelo libero corrispondente allo smaltimento della portata di piena con tempo di ritorno di 500 anni pari a $1780 \text{ m}^3/\text{s}$ considerando chiuso, per blocco delle paratoie, il 30% delle luci principali, se queste hanno larghezza non inferiore a 12 m come nel caso di specie, pari a 228,79 m s.l.m., incrementata della semi-ampiezza delle onde nell'invaso pari a 0.2 m si ha una quota idrica corrispondente a 228,99 m s.l.m...

Risulta pertanto un valore del franco netto pari a 1,01 m rispetto alla quota di coronamento definita nel progetto alla quota 230,0 m s.l.m., ossia pari al valore minimo richiesto dalla normativa vigente per gli sbarramenti in calcestruzzo, per i rilevati arginali nonché per le infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B, pari a 1.0 m.

In funzione delle opere di protezione spondale previste, del franco normale di m 1.21 (1.01 m se si considera l'effetto di fetch e sisma) si è stabilita la quota di normale regolazione a m 228,30 s.l.m. con deroga al franco previsto nella zona dello sfioratore sopra descritto, al fine di consentire l'esondazione della Dora Baltea in caso di eventi meteorologici estremi.

3.8 VALUTAZIONI CONCLUSIVE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELLE OPERE OGGETTO DI MODIFICA

A titolo conclusivo dell'analisi si riporta una sintesi dei criteri di compatibilità definiti all'art. 38 delle Norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico alla luce di quanto descritto in precedenza.

3.8.1 MODIFICHE INDOTTE SUL PROFILO INVILUPPO DI PIENA - E.1

La presenza dell'opera indurrà in generale un incremento dei livelli idrometrici a monte (Tabella 2), favorendo quindi l'esondazione delle aree destinate alla laminazione delle piene e favorendo l'attivazione dei nuovi canali di flusso così come previsto dallo "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po*" redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po (cfr. paragrafo 2).

Il livello idrico non subirà invece variazioni rilevanti a valle della struttura, non influenzando la configurazione di progetto del profilo idrico, così come indicato nell'ambito degli interventi di riassetto idraulico previsti dal sopra citato studio di fattibilità.

3.8.2 RIDUZIONE DELLA CAPACITÀ DI INVASO DELL'ALVEO - E.2

La realizzazione dell'opera consiste in un intervento migliorativo in merito alla capacità di invaso dell'area, proprio per la finalità stessa dell'opera. La capacità di invaso è quindi incrementata nelle condizioni di regolare funzionamento (portata media annua) e non è ridotta nelle condizioni di piena.

Si intende inoltre precisare che durante eventi di piena significativi l'effetto di laminazione complessivo previsto dallo Studio di fattibilità (considerando l'alluvionamento delle aree perifluviali) è comunque molto limitato.

3.8.3 INTERAZIONI CON LE OPERE DI DIFESA ESISTENTI - E.3

Le opere di difesa esistenti sono ridotte; in parte saranno ripristinate ed integrate con le opere idrauliche previste a completamento dell'opera trasversale come descritto negli elaborati grafici allegati e nel prosieguo della trattazione.

Per garantire l'assenza di effetti negativi sull'efficienza di funzionamento delle opere idrauliche, saranno adottati tutti gli accorgimenti costruttivi necessari al fine evitare che si manifestino fenomeni di instabilità anche in caso di aggiramento della stessa traversa.

La realizzazione dell'opera non induce alterazioni sul profilo idrico a valle dell'opera, né pertanto delle relative condizioni di rischio.

3.8.4 OPERE IDRAULICHE IN PROGETTO NELL'AMBITO DELL'INTERVENTO - E.4

Le opere idrauliche in progetto consistono nella realizzazione della traversa e delle opere ad essa accessorie. Le altre opere riguardano il ripristino di difese spondali a valle ed a monte della struttura trasversale e la realizzazione della scala di risalita dell'ittiofauna. La quota spondale in progetto, prevista a monte dell'opera trasversale è pari a 230.0 m s.l.m. A monte delle opere in sponda destra, come prescritto, è stata prevista una riduzione della quota arginale della lunghezza di circa 300 m (228,90 m s.l.m.) al fine di favorire i fenomeni di esondazione auspicati nello studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino. Come descritto e verificato in seguito al paragrafo 5.

3.8.5 MODIFICHE INDOTTE SULL'ASSETTO MORFOLOGICO PLANO-ALTIMETRICO DELL'ALVEO DI INCISO E DI PIENA - E.5

L'effetto delle opere trasversali analoghe alla traversa in progetto è quello di stabilizzare il fondo alveo, fissando la quota del fondo stesso. È stato infatti evidenziato anche nell'ambito dello studio di fattibilità per il riassetto idraulico che la presenza delle numerose traverse di derivazione attualmente presenti nel tratto analizzato (da Aymavilles alla confluenza nel Po) non sono da considerarsi interferenti né non adeguate; come già illustrato, l'opera oggetto di compatibilità è prevista in un sito in cui esistono gli evidenti resti di una preesistente struttura di derivazione. In generale quindi, dal punto di vista delle alterazioni altimetriche indotte dall'opera, si osserva che la traversa in progetto contribuirebbe ad arrestare a monte il fenomeno di forte abbassamento del profilo di fondo manifestatosi negli ultimi decenni. A valle non si manifestano variazioni di livello idrico e di velocità della corrente significativi; ne consegue che le alterazioni morfologiche attese, imputabili alle opere, siano trascurabili. Dal punto di vista delle modifiche indotte sull'assetto planimetrico del corso d'acqua, è opportuno osservare come l'ubicazione della traversa, in particolare in sponda sinistra, è prevista in un punto in cui la morfologia locale non consentirebbe comunque la divagazione, a causa della presenza di un restringimento morfologico dovuto alle quote più elevate in sponda destra e sinistra. Analizzando infatti l'evoluzione morfologica dell'alveo nel corso degli anni, emerge come non esista la reale possibilità che l'alveo divaghi in sinistra rispetto alla posizione della traversa. Differente è la situazione in sponda destra, dove l'eventuale esondazione e divagazione non sarà però inibita dalla realizzazione dell'opera, bensì eventualmente favorita dalla stessa.

3.8.6 MODIFICHE INDOTTE SULLE CARATTERISTICHE NATURALI E PAESAGGISTICHE DELLA REGIONE FLUVIALE - E.6.

La presenza dei resti delle opere di presa, in particolare dell'edificio di regolazione e della traversa in alveo, peggiora notevolmente la qualità del paesaggio, soprattutto in virtù dello stato di degrado delle opere stesse.

Si rimanda allo Studio Preliminare Ambientale per una trattazione di dettaglio.

3.8.7 CONDIZIONI DI SICUREZZA DELL'INTERVENTO RISPETTO ALLA PIENA - E.7.

Gli effetti indotti dalla piena sulla struttura in progetto possono essere valutati sulla base dei risultati delle simulazioni idrauliche condotte e in particolare dei parametri idraulici in corrispondenza della traversa.

Si rimanda al paragrafo 3.7 per una sintesi dei risultati essenziali relativi alle simulazioni effettuate

4 CARATTERISTICHE DELL'INVASO

4.1 VOLUME DI INVASO

Come descritto nella Relazione “Definizione dei volumi invasati” a seguito alla modifica della quota di esercizio e dell’aggiornamento delle informazioni topografiche e batimetriche delle aree è stato possibile aggiornare il volume dell’invaso generato dallo sbarramento in progetto.

In Figura 18 si evidenzia il risultato delle elaborazioni ottenute tramite la ricostruzione di un modello di fondale in formato raster (DTM) maglia 1 x 1 m, tramite interpolatore Spline del software QGIS, e del successivo volume d’invaso considerando la quota di esercizio dell’impianto.

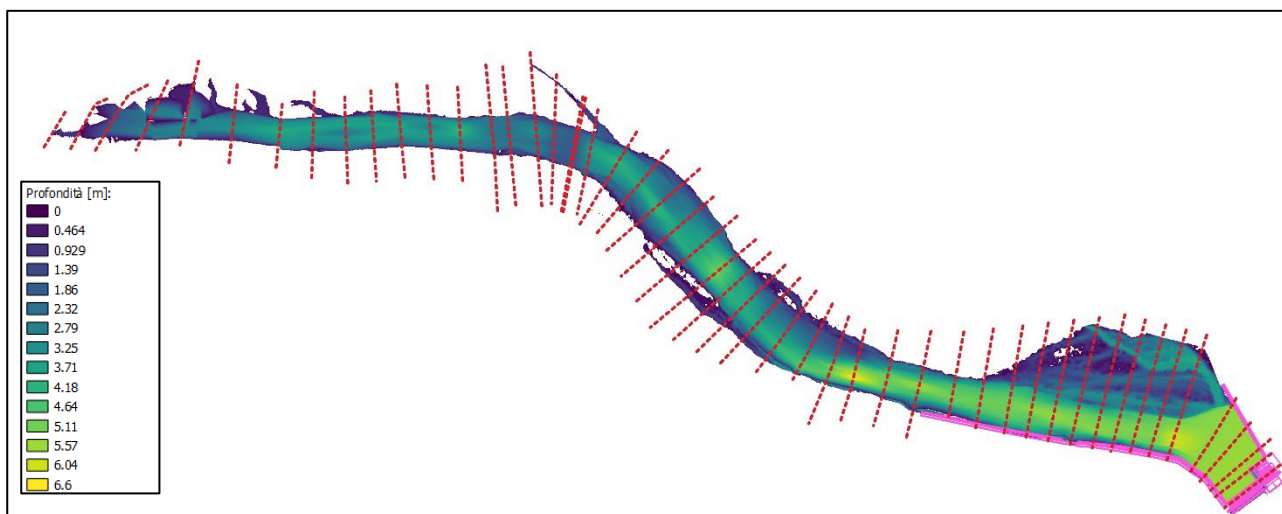


FIGURA 18 – DTM FINALE: PROFONDITÀ DI INVASO

Considerando la quota di massimo invaso di 228.30 m s.l.m. e attraverso il metodo delle sezioni raggugliate, applicato alle superfici idriche, si è ricavato il totale volume di invaso. A titolo comparativo rispetto alle valutazioni della VIA si riporta la curva, sia in forma numerica sia grafica, della relazione livello/volume dell’invaso.

QUOTA P.L. [m s.l.m.]	VOLUME INVASO ORIGINARIO [m ³]	VOLUME INVASO ORIGINARIO [m ³]
	CALCOLATO	CALCOLATO
223	18,238	88,294
224	77,601	133,781
225	193,289	224,089
226	368,602	358,554
227	659,487	563,514
228	1,033,261	852,376
228.3	1,120,000	951,000
228.5	1,218,768	1,030,968
229	1,430,606	1,190,510

TABELLA 6 – AGGIORNAMENTO DELLA CURVA DI INVASO

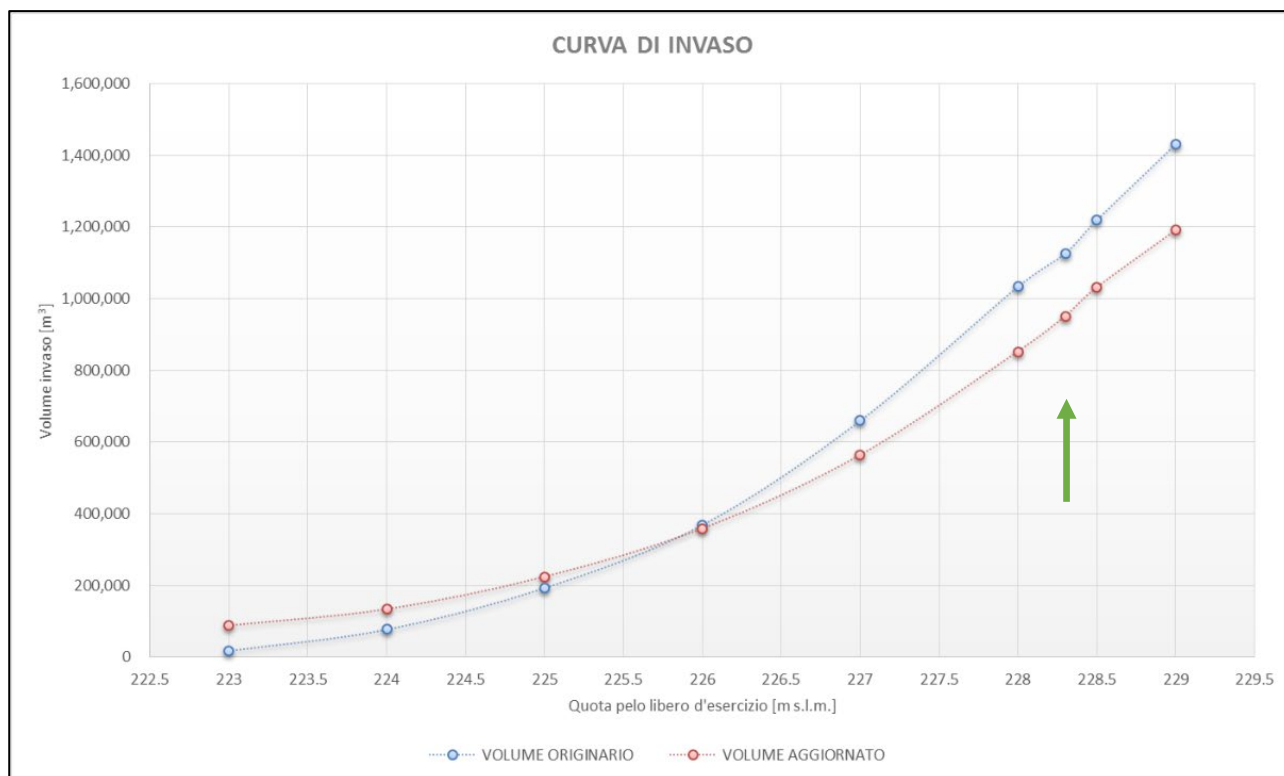


FIGURA 19 – CURVA D'INVASO AGGIORNATA (FRECCIA VERDE)

In considerazione dell'approssimazione dovuta alla non linearità delle variazioni di larghezza e superficie delle sezioni i suddetti valori sono stati considerati con variazioni del +/- 2 % secondo uno schema già proposto in sede di istruttoria.

QUOTA P.L. [m s.l.m.]	SCARTO MEDIO [%]	VOLUME INVASO [m ³]		
		CALCOLATO	MAX	MIN
228,30	2,00	951.000	970.000	932.000

TABELLA 7 – RIDEFINIZIONE DEL VOLUME INVASATO

4.2 RICAMBIO DEL CORPO IDRICO DELL'INVASO

Considerando l'invaso alla quota di massima regolazione, pari ad un volume di circa 970.000 m³ (considerando +2%, come descritto in Tabella 7), i tempi di ricambio del corpo idrico dipendono dalla portata che affluisce a monte della traversa.

In Tabella 6 è riportato l'andamento dei tempi necessari al ricambio della risorsa idrica presente nell'invaso per differenti valori di portata in ingresso.

Portata in arrivo [m ³ /s]	Portata in arrivo [m ³ /h]	Tempo di ricambio - VIA [h]	Tempo di ricambio - Modifica [h]
10	36,000	34.98	26.94
20	72,000	17.49	13.47
30	108,000	11.66	8.98
40	144,000	8.75	6.74

50	180,000	7.00	5.39
60	216,000	5.83	4.49
70	252,000	5.00	3.85
80	288,000	4.37	3.37
90	324,000	3.89	2.99
100	360,000	3.50	2.69
110	396,000	3.18	2.45
120	432,000	2.92	2.25
130	468,000	2.69	2.07
140	504,000	2.50	1.92
150	540,000	2.33	1.80
160	576,000	2.19	1.68
170	612,000	2.06	1.58
180	648,000	1.94	1.50
190	684,000	1.84	1.42
200	720,000	1.75	1.35
210	756,000	1.67	1.28
220	792,000	1.59	1.22
230	828,000	1.52	1.17
240	864,000	1.46	1.12
250	900,000	1.40	1.08
260	936,000	1.35	1.04
270	972,000	1.30	1.00
280	1,008,000	1.25	0.96
290	1,044,000	1.21	0.93
300	1,080,000	1.17	0.90

TABELLA 8 – TEMPI DI RICAMBIO DELL'INVASO ALLA MASSIMA REGOLAZIONE

Alla luce di quanto descritto sono necessari da 0.9 a 27 h nel caso di portata rispettivamente di 300 m³/s o 10 m³/s, per il ricambio complessivo delle acue dell'invaso, con un decremento di circa il -23% rispetto a quanto valutato in VIA.

Si evidenzia che non è da temere la formazione di un cuneo di acqua ferma sul fondo a monte delle luci di alimentazione delle macchine in presenza di una corrente defluente nell'istrato sovrastante in quanto si generano con il moto tensioni tangenziali turbolente che comportano la formazione di vortici in grado di rimescolare completamente il fluido nella zona posta alle quote inferiori rispetto al ciglio di fondo della luce, sia nelle zone laterali che a monte.

5 VERIFICA SOGLIA SFIORANTE IN SPONDA DESTRA

Le modifiche apportate alle opere possono dirsi conformi a quanto già approvato con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143: si evidenzia infatti che le opere in oggetto integrano senza modifiche sensibili, i principi funzionali che hanno portato al giudizio positivo di ottemperanza alle prescrizioni contenute nel Decreto di VIA al punto 2.

In ottemperanza alle prescrizioni contenute nel Decreto di VIA al punto 2, in relazione ai criteri generali dettati nel *“Piano di Stralcio per l’Assetto Idrogeologico, Nodo Idraulico di Ivrea”*, nello *“Studio di Fattibilità degli interventi di sistemazione idraulica della Dora Baltea”* e, in ultimo, in attuazione del parere dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, il proponente, nell’ambito della redazione del Progetto Definitivo dell’impianto, ha previsto *la realizzazione di una soglia sfiorante in sponda destra lungo la linea spondale a quota 228.90 m s.l.m., al fine di incrementare la capacità di laminazione delle aree golenali attraverso l’alimentazione di percorsi golenali da rimodellare morfologicamente lungo i tracciati dei paleo alvei come descritto nello Studio di Fattibilità sopra citato.*

La soglia sfiorante in sponda destra era già prevista nel Progetto Definitivo che ha ottenuto il Decreto di concessione. Nei paragrafi seguenti si riporta nuovamente la descrizione geometrica e idraulica dell’opera, provvedendo a verificare, in aggiornamento a quanto già eseguito in sede di Verifica di ottemperanza al punto 2 del Decreto VIA n°1432 del 29/12/2005 mediante modellazione numerica bidimensionale, la funzionalità e la compatibilità dell’opera con le prescrizioni derivanti dalla Pianificazione di Bacino, alla luce delle modifiche introdotte ai manufatti.

La soglia sfiorante in sponda destra è posta alla quota 228.90 m s.l.m., ha uno sviluppo lineare di 300 m e, così come prescritto dalla Regione Piemonte in sede di istruttoria di Valutazione di Impatto Ambientale, facilita la riconnessione alla regione fluviale dei numerosi laghi di cava presenti in adiacenza all’alveo in occasione di eventi di piena, incrementando l’effetto di laminazione dei volumi di deflusso.

Le modifiche proposte non comportano modifiche alla conformazione del manufatto che pertanto rimane invariata rispetto a quanto già autorizzato.

Per un maggior dettaglio tecnico si rimanda alle tavole progettuali allegare in cui si riportano le caratteristiche geometriche dell’opera da realizzare.

5.1 FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELLO SFIORATORE LATERALE

Al fine di confermare le valutazioni già eseguite in sede di Verifica di Ottemperanza alla prescrizione numero 2, la trattazione presente aggiorna la verifica del funzionamento idraulico dello sfioratore laterale previsto in sponda destra, al fine di analizzare gli effetti indotti dalla introduzione di quest’opera sulle dinamiche di esondazione nelle aree golenali in occasione del transito della piena di progetto con tempo di ritorno di 500 anni $Q_{500} = 1780 \text{ m}^3/\text{s}$, è stata predisposta una modellizzazione idraulica numerica bidimensionale con il Software Hec-Ras a partire dai dati topografici descritti al paragrafo 2.

Per le aree golenali è stato impiegato il modello digitale del terreno con griglia regolare di 1 m per 1 m, ricavato con metodologia Lidar – DTM, la cui acquisizione è stata curata dal Ministero dell’Ambiente.

Il modello digitale del terreno è stato utilizzato come base di partenza. La geometria dell’alveo è stata opportunamente modificata in prossimità della traversa per rappresentare correttamente le condizioni post-operam. L’analisi dei dati mostra una buona corrispondenza tra il rilievo Lidar e le sezioni censite dall’Autorità

di Bacino. Si evidenzia che l'impulso laser subisce riflessione quando incontra lo specchio d'acqua e pertanto è necessario rifinire ed integrare localmente il modello digitale del terreno.

I risultati della simulazione sono riportati nel dettaglio in allegato.

5.1.1 SCELTA DEL MODELLO

La scelta è ricaduta sull'accoppiamento tra una modellazione 2D per quanto riguarda le aree golenali e una modellazione 1D per quanto concerne il solo alveo inciso. L'adozione della tipologia ibrida consente di ricavare il massimo beneficio da entrambe le tipologie di discretizzazione¹.

Il flusso all'interno dell'alveo (soprattutto per morfologie ad elevato grado di confinamento) è sostanzialmente unidirezionale nella realtà e si ritiene pertanto adeguatamente rappresentato da un dominio 1D. Inoltre le strutture idrauliche, quali ponti e traverse di regolazione, sono più correttamente rappresentate all'interno di domini 1D, in quanto generalmente governate da relazioni empiriche.

Per quanto riguarda l'analisi del deflusso delle portate di piena in alveo si rimanda pertanto all'aggiornamento della verifica di compatibilità descritto al paragrafo 3 al fine confermare le risultanze di quanto previsto con la "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004", alla luce delle modifiche apportate alle opere.

La discretizzazione 2D offre invece notevoli vantaggi nella rappresentazione del flusso nelle aree golenali, restituendo una descrizione accurata dei processi di wetting, a fronte di un costo computazionale più elevato².

5.1.2 CODICE DI CALCOLO

Al pari delle verifiche monodimensionali descritte in precedenza le analisi idrauliche descritte all'interno del presente paragrafo sono state prodotte con l'ausilio del software Hec-Ras 5.0.7, codice di calcolo di pubblico dominio sviluppato dal Hydrologic Engineer Center del U.S. Army Corp of Engineers. Il software in questione garantisce prestazioni in linea con i principali codici di calcolo commerciali, quali ad esempio MIKE21, ISIS 2D, Infoworks ICM o TUFLOW³

Per la rappresentazione dell'asta fluviale sono state utilizzate sia le sezioni dell'AdBPo che quelle rilevate da Edil Samar Srl nell'ambito delle attività di progettazione svolte negli anni, infittite mediante campagne topografiche integrative e interpolazione numerica.

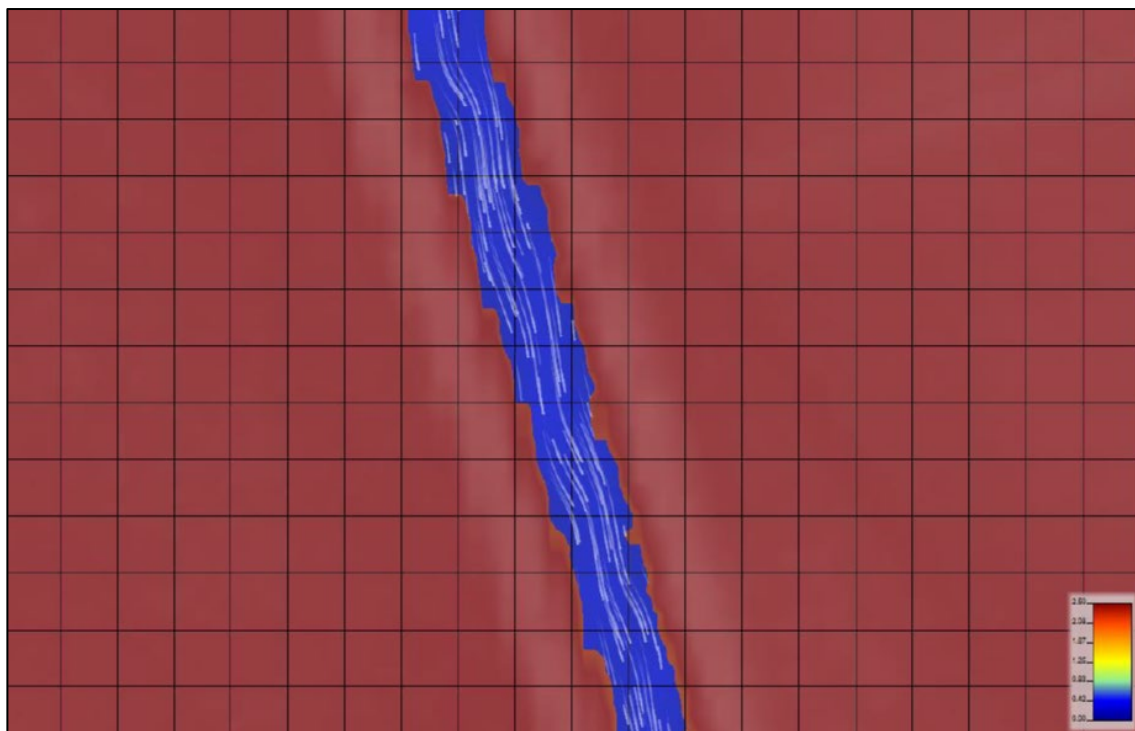
Le aree golenali sono state discretizzate con griglia di calcolo regolare di dimensioni 5 m x 5 m. Tuttavia il codice di calcolo valuta, in fase di pre-processamento, le proprietà idrauliche di ogni cella separatamente, con precisione superiore e pari al passo del modello digitale del terreno sottostante, ovvero 1 m x 1 m. Tale approccio, definito sub-grid bathymetry, consente di ridurre il costo computazionale (permettendo

¹ *Two Dimensional (2D) Modelling in Urban and Rural Floodplains – Project15 – Australian Rainfall & Runoff*, November 2012;

² Il tempo di risoluzione per i codici di calcolo 2D può arrivare ad alcuni giorni, a seconda delle dimensioni del dominio di calcolo, della risoluzione spaziale e dell'estensione temporale;

³ Il compendio tecnico HEC-RD 51, *Benchmarking of The Hec-Ras Two-Dimensional Hydraulic Modeling Capabilities* – April 2016, illustra le prestazioni del software rispetto alla simulazione degli scenari 1-8 sviluppati appositamente dal European Environment Agency e di cui al Report SC120002 – *Benchmarking the latest generation of 2D hydraulic modeling packages*, 2012.

l'adozione una griglia di calcolo non eccessivamente fine) senza perdere il grado di dettaglio batimetrico (Casulli, 2008). Inoltre, ogni cella può essere solo parzialmente inondata: ciò consente di riprodurre con elevata precisione i processi di run-off lungo impluvi o canali di larghezza inferiore a quella della cella (cfr. Figura 20).



**FIGURA 20 – DETTAGLIO DI CELLE PARZIALMENTE INONDATE DURANTE UNA SIMULAZIONE DI ESONDAZIONE NELL'AREA GOLENALE DI DESTRA
IDROGRAFICA: GRIGLIA CON PASSO 5 M x 5 M, DTM CON RISOLUZIONE 1 M X 1 M**

Le aree sono state estese dall'alveo inciso sino a lambire i limiti della fascia C di esondazione definita nel PAI, sia in destra che in sinistra idrografica.

Il collegamento tra aree 2D e l'alveo (1D) avviene mediante strutture laterali che riproducono l'elevazione delle arginature; il trasferimento del flusso è espletato quindi con approccio di tipo orizzontale. I corrispondenti coefficienti di deflusso sono tarati in modo da tener conto della non-ortogonalità del flusso di alimentazione (Hager, 1987).

I coefficienti di scabrezza (resistenza al moto) adottati sono quelli riportati all'interno della "Verifica di compatibilità idraulica", redatto dallo Studio Associato R & C nel 2004, a firma del Prof. Ing. Rosso, nell'ambito della progettazione dell'impianto idroelettrico Ex Cima e utilizzati nell'aggiornamento delle verifiche descritte nel presente documento al paragrafo 3.1.

La procedura di calibrazione è stata espletata utilizzando come tiranti di riferimento quelli simulati dal modello idraulico 1D impiegato per la verifica dei livelli di piena descritti in precedenza al paragrafo 2.1. I valori delle portate di piena da assumere nelle verifiche idrauliche per l'impianto in progetto (e le per le varianti proposte) sono infatti stati aggiornati a seguito di numerosi ed importanti studi interdisciplinari descritti in precedenza, sono stabiliti direttamente dello Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni vigente (PGRA 2015). Si rimanda alla relazione Idraulica con una descrizione di dettaglio delle attuali conoscenze relative alle portate di piena in uscita dal nodo idraulico di Ivrea. Alla base della presente trattazione.

L'analisi dei dati ha evidenziato un'ottima corrispondenza nei casi in cui le portate di piena risultano confinate in alveo (con apertura di un numero di paratoie pari o superiore a tre, come descritto al paragrafo 3.4) e una discreta differenza nel caso di esondazione rispetto a quanto previsto nella *Verifica di compatibilità idraulica del 2004 del Prof. Rosso*, dovuta al fatto che il modello 2D sviluppato ex-novo simula con maggiore precisione la propagazione dei deflussi all'interno delle aree golenali.

5.1.3 SIMULAZIONE NUMERICA E CONDIZIONI AL CONTORNO

Le simulazioni numeriche sono state effettuate in regime di moto vario.

Nella sezione più a monte della Dora Baltea è stato considerato lo stesso idrogramma di piena utilizzato per la verifica di dam break riportata all'interno della *Relazione Generale, Elaborato A, paragrafo 5.5.2.1* dello studio *Analisi degli effetti indotti da manovre normali ed eccezionali degli organi di scarico e ipotetico collasso della traversa "Ex Cima"* (R&C – 2004) aggiornate per i valori di portata al colmo Q_{500} adottati nel presente aggiornamento (cfr. Figura 21).

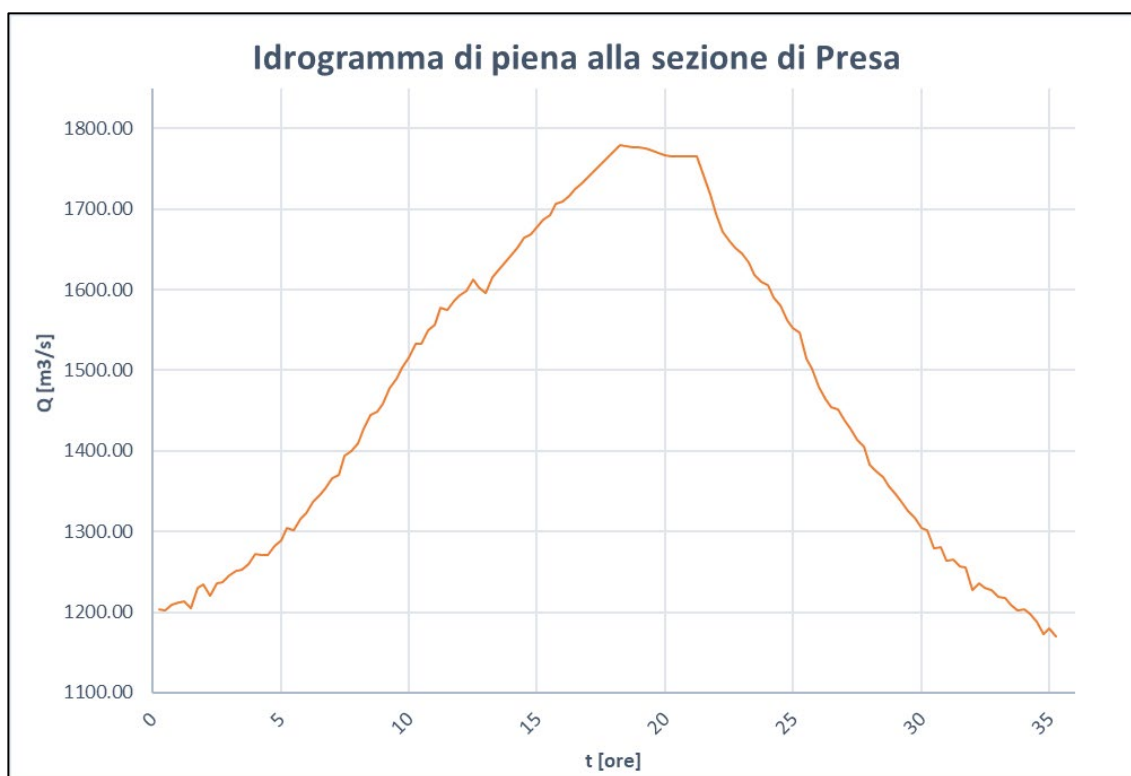


FIGURA 21 – IDROGRAMMA DI PIENA CON T=500 ANNI ALLA SEZIONE DI PRESA DELLA TRAVERSA EX CIMA, UTILIZZATO COME INPUT DI CALCOLO PER L'ANALISI DEL DEFLUSSO NELLE AREE GOLENALI

Parimenti alla simulazione monodimensionale l'analisi idraulica 2D è stata condotta per il fiume Dora Baltea in riferimento al tratto in studio, compreso tra la traversa "Ex Cima" (località torre Balfredo), oggetto di ristrutturazione, e una sezione di controllo sufficientemente a valle delle opere in prossimità del viadotto autostradale A5.

All'interno delle aree golenali (2D) il software risolve le equazioni note come "*Shallow Water Equations*" nella loro forma completa, adottando un approccio di discretizzazione a volumi finiti.

Lo step di calcolo adottato varia da 10 sec a 1 sec al fine di garantire il rispetto della condizione di "*Courant-Friedrichs-Lewy*" nelle aree in cui si verificano le maggiori variazioni di velocità nel tempo. Questo approccio

garantisce la stabilità numerica e la convergenza durante la risoluzione delle differenze finite (variazione delle quantità calcolate tra due steps successivi).

5.1.4 ANALISI E SINTESI DEI RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

Sono state analizzate le dinamiche di deflusso dell'idrogramma di piena riportato nella Figura 21 negli scenari seguenti:

- ✓ SCENARIO 1 - Paratoie tutte aperte: condizione di normale regolazione dell'impianto in condizione di arrivo della piena di progetto Q_{500} (pari a $1780 \text{ m}^3/\text{s}$);
- ✓ SCENARIO 2 - n. 4 paratoie aperte su 6 (prescrizioni NT Dighe): situazione di apertura intermedia delle paratoie di regolazione dell'impianto, per la quale si verificano livelli idrici a monte della traversa che consentono l'attivazione dello sfioratore in progetto in sponda destra ed ha inizio l'esondazione delle portate nelle aree golenali in sponda destra alimentando i canali di flusso lungo i paleo alvei della Dora Baltea.

I risultati della modellazione idraulica eseguita sono riportati nelle tavole allegate:

- ✓ Tavola IVR1-008 Foglio 1 - Planimetria Inviluppo dei massimi livelli in golena in presenza di paratoie tutte aperte;
- ✓ Tavola IVR1-008 Foglio 2 - Planimetria Inviluppo dei massimi livelli in golena in presenza di 4 paratoie principali aperte su 6.

In sintesi i risultati della modellazione idraulica hanno consentito di concludere, confermando i risultati della modellazione monodimensionale, che al verificarsi delle normali operazioni di regolazione ed esercizio dell'impianto (SCENARIO 1) che prevedono la graduale apertura di tutte le paratoie in occasione del transito della piena cinquecentennale ($Q=1780 \text{ m}^3/\text{s}$), la portata di piena transita senza dare luogo a fenomeni di esondazione e senza innescare il funzionamento dello sfioratore laterale in sponda destra, rimanendo completamente contenuta nella fascia di alveo fluviale (FASCIA A).

L'analisi delle diverse configurazioni di apertura delle paratoie di ritenuta dello sbarramento ha consentito di mettere in evidenza che, in caso di apertura di n. 4 delle 6 paratoie principali (SCENARIO 2), si manifestano a monte della traversa le condizioni idrauliche tali per cui, superando il livello idrico alla quota 228.90 m s.l.m., si innescano i fenomeni di esondazione attraverso lo sfioratore laterale in sponda destra. Come è possibile osservare nella planimetria allegata Tavola IVR1-008 Foglio 2 (*"Planimetria Inviluppo dei massimi livelli in golena in presenza di 2 paratoie principali aperte"*), il deflusso in golena si innesca proprio lungo i rami di paleo alveo individuati nello *Studio di Fattibilità* dell'Autorità di Bacino ed in prossimità della scala di risalita dell'ittiofauna in progetto realizzata sfruttando l'ex alveo del canale "Cornetto", che verrà parzialmente riprofilato.

Si evidenzia che nelle medesime aree l'Autorità prevede la realizzazione di interventi di rimodellazione morfologica finalizzata a favorire l'effetto di laminazione e l'espansione del deflusso di piena, si rimanda alla Relazione Idrologica per una descrizione di dettaglio per gli interventi previsti nello *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Dora Baltea nel tratto da Aymavilles alla confluenza in Po"*.

La portata massima smaltita dallo sfioratore laterale in progetto è di $101.28 \text{ m}^3/\text{s}$ e si manifesta in prossimità del colmo di piena. Non si evidenziano modifiche sostanziali sui valori di portata evacuata e sulle relative velocità associate, rispetto a quanto già approvato con Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018.

5.1.5 VERIFICA AGGIRAMENTO TRAVERSA

Una delle modifiche apportate alle opere consiste nello spostamento dell'edificio di centrale in sponda idrografica sinistra della Dora Baltea con l'associata modifica, in riduzione, del piazzale di servizio originariamente previsto in sponda destra.

Le opere previste in sede di VIA consistevano:

- ✓ realizzazione piazzale di servizio in parte pavimentato (circa 2000 m² in misto di cava stabilizzata o autobloccanti forati) e in parte a verde (circa 4000 m²);
- ✓ un perimetro realizzato tramite muro di contenimento del rilevato in cls, dotato di rete metallica;
- ✓ una dimensione in pianta di circa 80.0 x 75.0 m
- ✓ una quota media delle aree di 230.70 m s.l.m a protezione delle piene.

Lo spostamento dell'edificio di centrale in sponda sinistra comporta una sensibile riduzione delle aree di servizio in sponda destra, che verrà utilizzata quale accesso secondario o per area di stoccaggio dei panconi di manutenzione delle paratoie di sbarramento.

In prossimità dello sbarramento sarà mantenuto un piazzale di manovra, delle dimensioni indicative di 30x30 m, realizzato parzialmente in misto cava stabilizzato e in parte inerbito. Non è prevista la realizzazione di muri di contenimento in cls.

Si rimanda agli elaborati grafici allegati per una descrizione di dettaglio delle opere.

Alla luce delle considerazioni esposte in Relazione Idrologica e sinteticamente al Paragrafo 2, a titolo cautelativo, tuttavia le verifiche idrauliche con modello monodimensionale sono state eseguite per valori di portata Q_{500} , pari a **1780 m³/s**, come peraltro previsto dalla *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”*, adottata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po per traverse fluviali di volume invasato inferiore a 1.000.000 di m³, in cui si prevedono verifiche di compatibilità dei manufatti per eventi di piena con tempo di ritorno di 200 e 500 anni in caso di opere di particolare importanza.

Come prescritto in sede di VIA il piazzale di manovra e di servizio in sponda destra, più sollecitato dalle inondazioni per la presenza dello sfioratore in progetto, verrà realizzato in rilevato alla quota 230.70 m s.l.m. e non potrà pertanto essere interessato da fenomeni di allagamento da parte delle acque di esondazione, come da risultati delle simulazioni, sia nel caso di verifiche eseguite in ottemperanza alle prescrizioni delle NT Dighe (D. Min. II.TT. 26 giugno 2014) che di quelle eseguite secondo le indicazioni di Regione Piemonte descritte al paragrafo 3.4, e riassunti in Tabella 9 seguente.

-	Rosso, 2004	Aggiornamento	Differenza
Profilo di progetto prescrizioni NT Dighe (30% luci occluse)	228.94 m s.l.m.	228.79 m s.l.m.	+ 15 cm
Profilo di progetto indicazioni Regione Piemonte (50% luci occluse)	229.80 m s.l.m.	229.91 m s.l.m.	- 11 cm

TABELLA 9 – CONFRONTO LIVELLI DI PIENA CARATTERISTICI Q_{500} CON QUELLI EVIDENZIATI NELLA “VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA REDATTA DALLO STUDIO R&C NEL NOVEMBRE 2004”

Il piazzale in sponda destra, sebbene meno soggetto ad allagamenti data la conformazione geomorfologica delle aree, sarà posto a titolo cautelativo alla medesima quota (230.70 m s.l.m.).

6 AGGIORNAMENTO DELLE DIFESE SPONDALI

Alla luce dell'attuale conformazione degli argini e delle modifiche in progetto, descritte compiutamente nell'elaborato grafico allegato si è in definitiva optato per minimizzare il rivestimento in massi ciclopici al fine di ottenere un migliore inserimento paesaggistico dell'opera, come richiesto in sede di Valutazione di Impatto Ambientale.

Con le stesse motivazioni, alla luce delle verifiche eseguite, si propone di mantenere la conformazione delle arginature di valle similare allo stato di fatto, pertanto senza l'evidente rettifica proposta in sede di VIA in cui si preventivava l'eliminazione della barra deposizionale presente.

Sulla base delle indicazioni fornite dalla modellazione idraulica bidimensionale si è optato per realizzare una scogliera di protezione in massi sciolti nel tratto immediatamente a ridosso dello sbarramento. Per il tratto di monte, visto lo stato attuale delle arginature esistenti e le indicazioni fornite dalla modellazione idraulica riguarda la velocità di corrente, non si rende necessaria l'adozione di protezioni in massi.

I calcoli e le verifiche condotti sulle arginature in progetto sono riportate in allegato, accompagnate dal relativo elaborato planimetrico. Questi sono sempre condotti per la sezione più critica nel rispetto della normativa vigente e con un'attenzione particolare rivolta agli aspetti di inserimento ambientale.

Le sezioni critiche delle arginature sono state discretizzate con una serie di elementi triangolari piani assialsimmetrici. Gli elementi finiti utilizzati sono del tipo quadratico (6 nodi di integrazione per elemento). Il modello bidimensionale così ottenuto consente di effettuare sia le verifiche di stabilità sia l'analisi dei moti di filtrazione mediante l'inserimento di opportune condizioni al contorno (cfr. Figura 22).

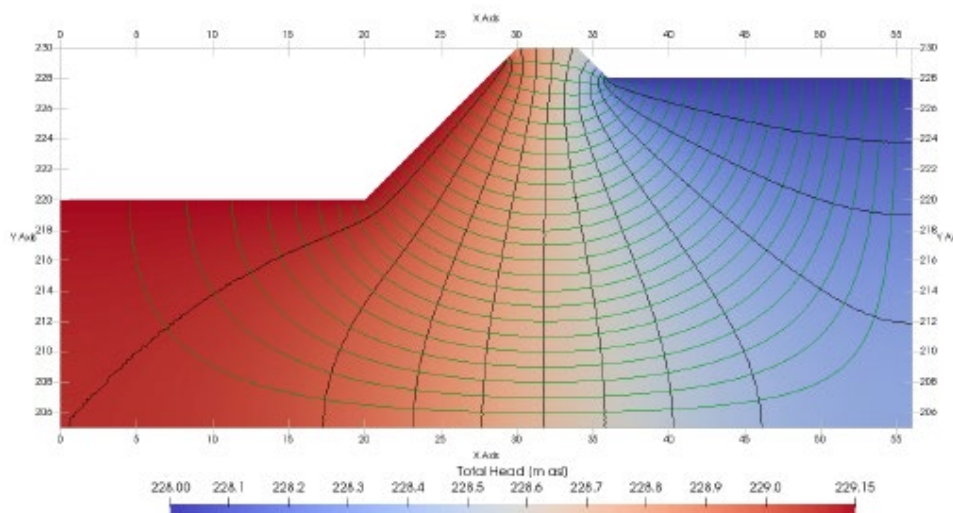


FIGURA 22 – RETICOLO DI FILTRAZIONE PER LA SEZIONE ARGINALE

Il legame costitutivo impiegato per i vari strati di terreno nell'analisi di stabilità globale è elasto-plastico con criterio di rottura alla Mohr-Coulomb i cui parametri ricalcano quelli definiti dalle indagini geognostiche effettuate in sito.

In aggiunta alle verifiche strutturali viene accertata la capacità di resistenza offerta al trascinarsi per i materiali impiegati nella costruzione delle arginature.

Le valutazioni qui condotte si basano sulla stratigrafia e sul modello geotecnico elaborato dalla società SERTEC Srl e opportunamente descritto all'interno della Relazione geologica e geotecnica a cui si rimanda.

7 VERIFICA AL SIFONAMENTO OPERE DI SBARRAMENTO

Il calcolo della verifica a sifonamento di una struttura può essere affrontato grazie al tracciamento delle linee di flusso ed equipotenziali, metodologia estremamente complicata e di difficile risoluzione nel caso di struttura complessa, che individuano il reticolo di filtrazione che si instaura al di sotto della struttura quando esiste una differenza di energia, espressa in termini di carico o altezza (energia per unità di peso del liquido), tra due punti disposti lungo di essa. Al fine di calcolare ed indagare i moti di filtrazioni che si instaurano nel terreno di fondazione per effetto dei carichi idraulici di esercizio della centrale, a seguito della realizzazione delle opere dello sbarramento, è stato implementato un modello bidimensionale agli elementi finiti utilizzando il codice di calcolo SEEP/W.

Partendo dalla conoscenza delle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, descritte compiutamente nella Relazione geologica e geotecnica, e della geometria delle strutture di fondazione, il modello implementato ha consentito di caratterizzare completamente il campo di moto che si instaura nel terreno di fondazione dell'opera in particolari condizioni di regime e in alcune sezioni di riferimento. I risultati ottenuti hanno fornito i valori di tutte le grandezze idrauliche che caratterizzano il fenomeno, consentendo la verifica al sifonamento dell'opera secondo vari approcci e determinandone il fattore di sicurezza nei confronti del meccanismo destabilizzante del sifonamento.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno è stata analizzata la condizione maggiormente gravosa dal punto di vista della filtrazione. Il livello del pelo libero di monte è posto pari a quota 228.3 m s.l.m. mentre a valle si considera nullo il battente (posto al livello della platea) ovvero a quota 221.88 m s.l.m. Si ottiene così un dislivello idraulico pari a 6.42 m.

Alla luce delle verifiche svolte atte a considerare differenti configurazioni della lunghezza dei diaframmi al fine di individuare la soluzione progettuale ottimale, si propone di realizzare una coppia di diaframmi, posti a monte e valle della platea di fondazione, della lunghezza di 15 m ciascuno. La Figura 23 mostra il reticolo di filtrazione della nuova soluzione proposta. La distribuzione delle linee equipotenziali è ora pressoché simmetrica per via della medesima lunghezza assegnata ai diaframmi.

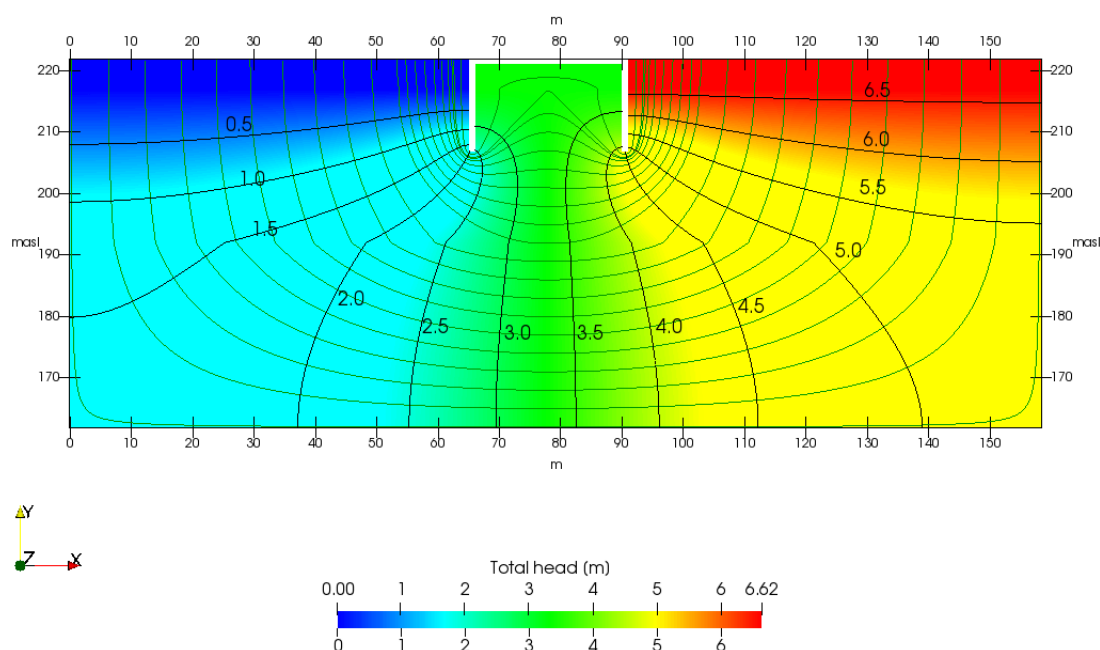


FIGURA 23 – RETICOLO DI FILTRAZIONE OPERE DI FONDAZIONE TRAVERSA

Quando il gradiente di esercizio (gradiente di effuso) si avvicina al gradiente critico è possibile che le particelle solide del terreno vengano trasportate dall'acqua in movimento, mettendo quindi a rischio la stabilità dell'opera.

La Figura 24 mostra il gradiente idraulico calcolato per la sezione dello sfioratore. La permeabilità di riferimento è quella dello strato di limi in quanto i gradienti più marcati della velocità di filtrazione hanno luogo all'interno del secondo strato, in particolar modo in corrispondenza del diaframma di valle (cfr. Figura 25).

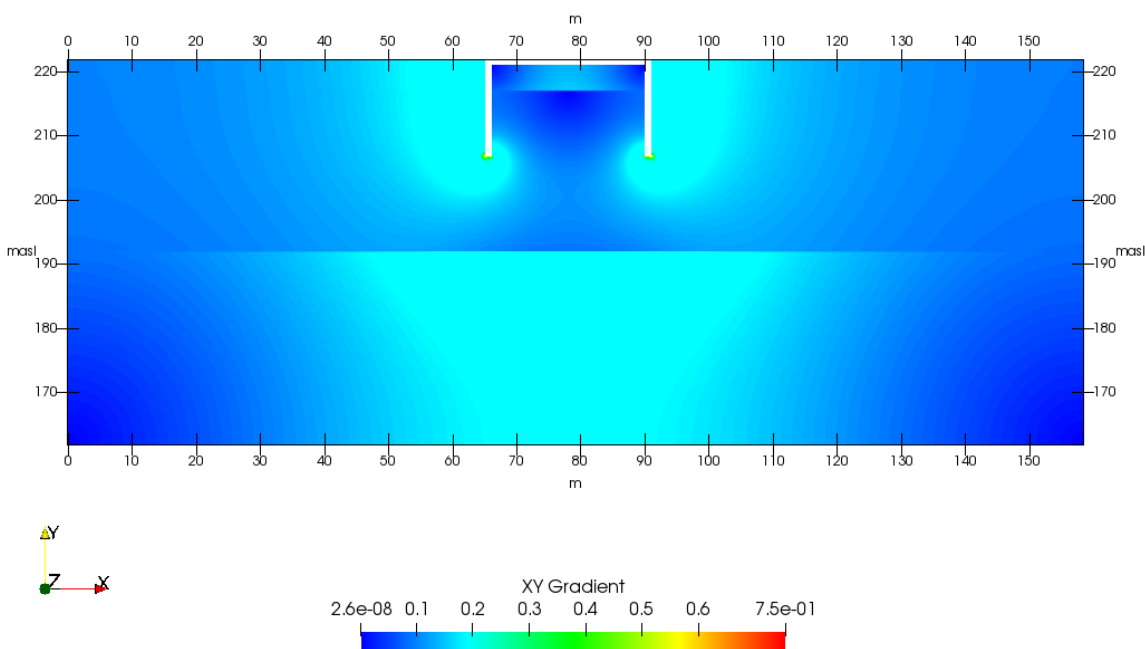


FIGURA 24 – GRADIENTE IDRAULICO

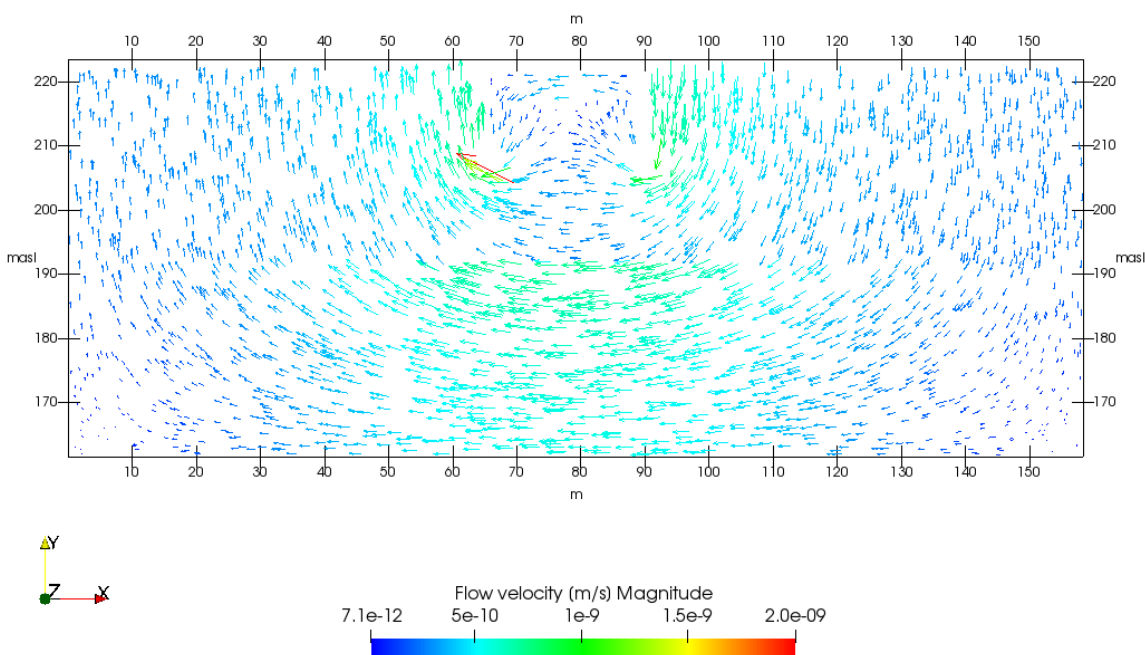


FIGURA 25 – VELOCITÀ DI FILTRAZIONE

La verifica analitica è stata condotta con il metodo di Bligh nella versione successivamente corretta e rivisitata da Lane, calcolando il rapporto tra gradiente idraulico critico ed il gradiente idraulico medio calcolato tra le linee equipotenziali del reticolo di filtrazione individuato.

A titolo cautelativo si è proceduto successivamente ad una verifica puntuale al sifonamento considerando il valore del gradiente idraulico calcolato lungo alcuni punti significativi della maglia di calcolo del reticolo di filtrazione di ogni sezione di riferimento.

La Figura 26 mostra il fattore di sicurezza valutato all'interno dell'intero dominio computazionale, ponendosi a circa un metro di distanza dalle strutture verticali di fondazione (Diaframmi) per ovviare a possibili errori computazioni del modello stesso. Viene mantenuta una distanza minima di 1 m per eliminare la possibilità di registrare valori anomali e non corrispondenti a condizioni reali del gradiente idraulico, dovuti a singolarità della maglia di calcolo o punti singolari, che ritroviamo quando si hanno brusche variazioni della pendenza del contorno del dominio di calcolo.

In questi punti singolari, rappresentati dalla transizione del flusso dal contorno orizzontale al contorno verticale dei diaframmi di fondazione, le derivate delle equazioni di moto risultano discontinue per cui il gradiente idraulico (derivata delle equazioni di moto) tende a valori infiniti.

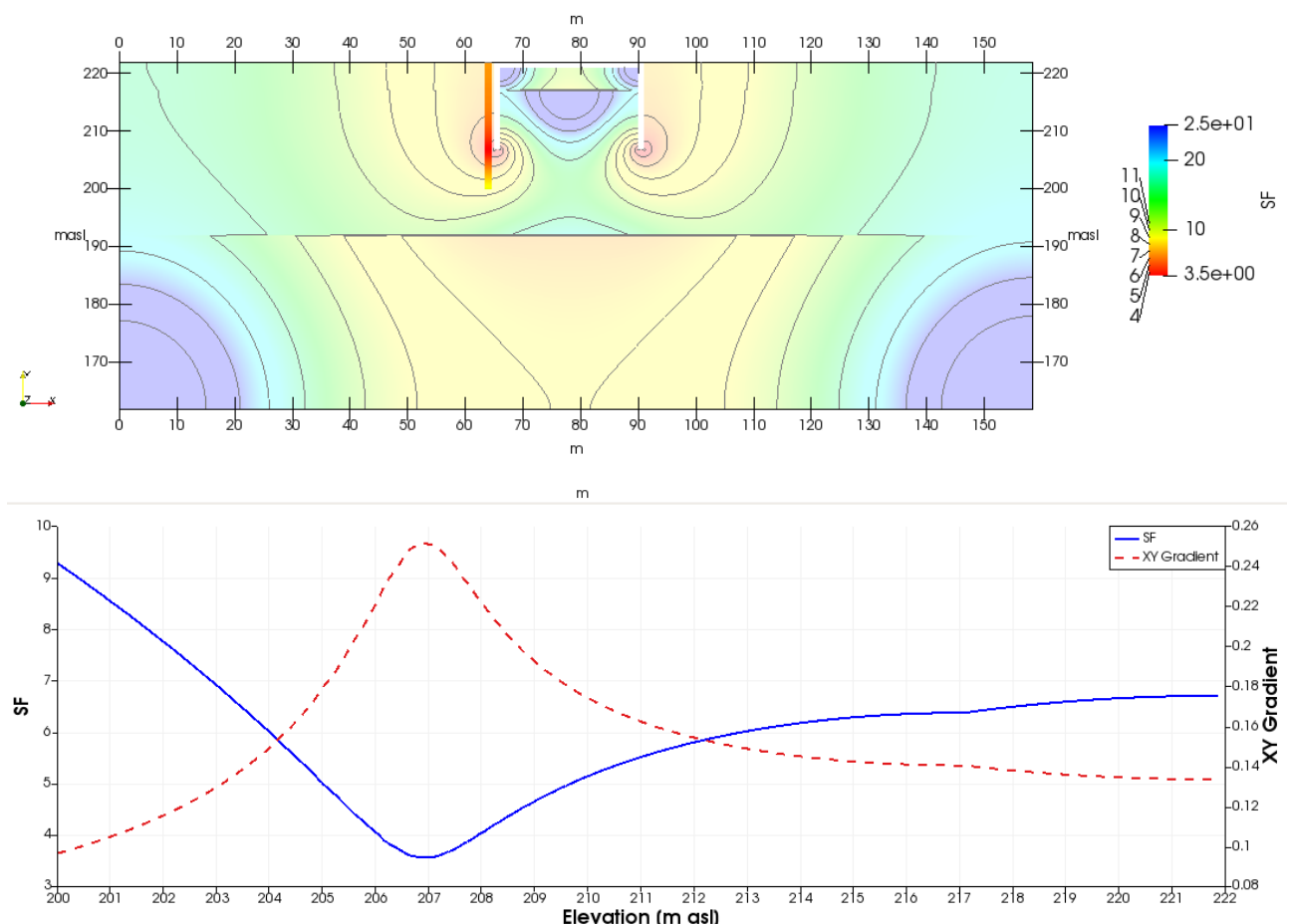


FIGURA 26 – FATTORE DI SICUREZZA A 1 M DI DISTANZA DAL DIAFRAMMA DI VALLE

I risultati ottenuti dal calcolo mediato del gradiente idraulico sulle linee equipotenziali del reticolo di filtrazione indicano che lungo il perimetro della struttura di fondazione il fattore di sicurezza (FS) è ampiamente superiore al limite imposto dalla pratica progettuale ($FS \geq 3.5$).

8 CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati della modellazione 1D e 2D eseguita mediante software Hec-Ras su esposta e dell'aggiornamento della informazioni topografiche delle aree interessate desunte dalla ripresa Aerea Lidar Ministero dell'Ambiente anno 2011 (DTM di risoluzione 1x1 m), dalle campagna topografiche integrative realizzate degli anni 2019 e 2020 nonché di una campagna batimetrica realizzata nell'anno 2019, è possibile in definitiva asserire:

- ✓ le verifiche idrauliche delle opere in progetto ed il dimensionamento delle strutture sono state condotte con valori di portata previsti dalla pianificazione di bacino alla luce di importanti studi conoscitivi, volti a definire le reali condizioni di deflusso attraverso il “nodo di Ivrea” per valori di portata Q_{500} , pari a $1780 \text{ m}^3/\text{s}$, come peraltro previsto dalla *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”*, adottata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po sulle reali condizioni di piena locali per traverse fluviali di volume invasato inferiore a $1.000.000 \text{ di m}^3$;
- ✓ gli effetti indotti dalla realizzazione della traversa “ex Cima” in loc. Torre Balfredo – comune di Ivrea (TO), sia nella versione originale che a seguito delle modifiche introdotte, sono compatibili con quanto prescritto dal Piano Stralcio di Integrazione al PAI – nodo idraulico di Ivrea – dell'Autorità di Bacino del fiume Po: in particolare le modifiche indotte sull'assetto idraulico e morfologico della Dora Baltea sono coerenti con gli strumenti pianificatori dell'Autorità di Bacino del fiume Po, tali da potenziare le aree esondabili incrementando la capacità di invaso e laminazione attraverso il recupero di un tracciato ramificato analogo a quello pregresso;
- ✓ gli effetti indotti dalla realizzazione della traversa “ex Cima” in loc. Torre Balfredo – comune di Ivrea (TO) sia nella versione originale che a seguito delle modifiche introdotte – sono compatibili con quanto prescritto nel parere dell'Autorità di Bacino del fiume Po prot. n. 1370 del 25/03/2005 in sede di Valutazione di Impatto Ambientale, così come riportato nel decreto prot. DSA 2005-0033768 del 29 dicembre 2005. Infatti *“[...] come noto l'assetto di progetto definito nel PAI e nello Studio di Fattibilità prevede per tale tratto il potenziamento della capacità di laminazione del corso d'acqua mediante opportuni interventi che possano nel tempo consentire un rinascimento delle quote di fondo ed un incremento dei livelli di piena e mediante rimodellamento delle superfici golenali. Alla luce di tali considerazioni il fatto che la nuova traversa possa in linea generale incrementare i livelli di monte e facilitare l'esondazione sulle suddette superfici golenali non rappresenta elemento di criticità”*;
- ✓ analogamente a quanto riportato al punto precedente, gli effetti indotti dalla realizzazione della traversa “ex Cima” in loc. Torre Balfredo – comune di Ivrea (TO) – sono compatibili con quanto prescritto nel parere dell'Autorità di Bacino del fiume Po prot. n. 1370 del 25/03/2005 in sede di Valutazione di Impatto Ambientale, così come riportato nel decreto prot. DSA 2005-0033768 del 29 dicembre 2005, per quanto riguarda gli aspetti relativi all'ottimizzazione della capacità di laminazione del tratto a monte della traversa e che, contemporaneamente, garantisca la sicurezza idraulica dei territori esterni all'attuale fascia fluviale B. In sede di progettazione definitiva allegata alla domanda di concessione ai sensi della D.P.G.R. 29 luglio 2003, n. 10/R, è stato infatti previsto l'abbassamento della quota sommitale della protezione spondale in destra idraulica a monte della traversa, con quota $228,90 \text{ m s.m.}$, nel rispetto delle prescrizioni in modo tale da facilitare l'attivazione, in occasione di eventi di piena del paleoalveo presente in destra idraulica per alimentare i percorsi golenali, e per permettere l'aggiramento della traversa da parte delle acque di esondazione nel rispetto delle esigenze di sicurezza idraulica del territorio;

- ✓ le opere oggetto di variante non inficiano la funzionalità della soglia sfiorante rispetto a quanto già approvato in sede di Verifica di ottemperanza al punto 2 del Decreto VIA di cui al Provvedimento Direttoriale prot. DVADEC-143 del 27 marzo 2018. Il presente documento consente di confermare, mediante modellazione numerica bidimensionale, la funzionalità e la compatibilità dell'opera con le prescrizioni derivanti dalla Pianificazione di Bacino, alla luce delle modificazioni introdotte

La verifica di compatibilità idraulica condotta evidenzia, in definitiva, come l'opera in progetto non costituisca alcuna modifica alla condizione di rischio idraulico rispetto ai risultati ottenuti nello studio di "Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004" con livelli di piena sostanzialmente analoghi, come evidenziato in Tabella 10 seguente, a titolo esemplificativo, per la piena Q_{500} allo sbarramento.

-	Rosso, 2004	Aggiornamento	Differenza
Profilo attuale (ante operam)	227.79 m s.l.m.	227.71 m s.l.m.	+ 8 cm
Profilo di progetto (paratoie aperte)	227.18 m s.l.m.	227.26 m s.l.m.	- 8 cm
Profilo di progetto prescrizioni NT Dighe (30% luci occluse)	228.94 m s.l.m.	228.79 m s.l.m.	+ 15 cm
Profilo di progetto indicazioni Regione Piemonte (50% luci occluse)	229.80 m s.l.m.	229.91 m s.l.m.	- 11 cm

TABELLA 10 – CONFRONTO LIVELLI DI PIENA CARATTERISTICI Q_{500} CON QUELLI EVIDENZIATI NELLA "VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA REDATTA DALLO STUDIO R&C NEL NOVEMBRE 2004"

Ne deriva una soluzione progettuale compatibile l'assetto di progetto indicato dal Piano Stralcio di integrazione al PAI e con quanto previsto nell'ambito dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica della Dora Baltea" in quanto:

- ✓ la sua realizzazione induce in generale un incremento dei livelli idrometrici a monte (circa 2 m per 1.2 km) favorendo l'esondazione delle aree destinate alla laminazione, peraltro limitatissima, delle piene e favorendo l'attivazione dei nuovi canali di flusso;
- ✓ la sua realizzazione non limita la capacità di invaso, bensì può operare un effetto di laminazione controllata (limitatamente alle onde di piena a carattere impulsivo di modesta entità) mediante una corretta gestione degli organi di regolazione, eventualmente predisposta dall'Autorità competente con riferimento agli obiettivi progettuali ed ai manufatti previsti dall'Autorità di Bacino e indicati nello Studio di fattibilità grazie alla sua funzione stabilizzatrice del fondo alveo non è in contrasto con i principi ispiratori dello Studio di fattibilità sia nel tratto a monte che nel tratto a valle della traversa;
- ✓ dal punto di vista delle alterazioni altimetriche indotte dall'opera, essa contribuisce ad arrestare il fenomeno di abbassamento del profilo di fondo a monte e in condizione di equilibrio non determina sostanziali mutamenti del profilo di fondo nel tratto di valle, essendo garantita la continuità del trasporto solido. Grazie alla tipologia dell'impianto (ad acqua fluente in corpo traversa) e sua gestione, sia in corso di esercizio normale che durante i fenomeni di piena, è possibile infatti operare una regolazione controllata della paratoia sghiaiatrice e delle paratoie principali per evitare che si formino pericolosi accumuli a monte e si inducano fenomeni erosivi a valle. A questo proposito si ritiene inoltre opportuno considerare come il fenomeno di abbassamento del fondo alveo a monte

si sia accentuato proprio nel periodo successivo alla dismissione della preesistente traversa, avvenuta nel 1976; in particolare, a seguito di tale abbandono, il ponte stradale (circonvallazione di Ivrea SS26) ubicato circa 2 km più a monte dell'opera ha subito fenomeni di accentuata erosione scalzamento delle pile, con necessità di un intervento di sistemazione realizzato nel 2008 e descritto nella Relazione "Definizione dei volumi invasati" a cui si rimanda. Il ripristino della traversa non può che contribuire ad arrestare tale fenomeno senza peraltro modificare l'effetto delle opere di regolazione dei livelli previste nello Studio di Fattibilità dell'Autorità di Bacino;

- ✓ l'intervento in progetto non degrada la qualità ambientale del sito, che può essere preservata utilizzando semplici accorgimenti progettuali e durante la fase di cantiere.

Gli organi di scarico dello sbarramento sono dimensionati per far defluire la portata di piena con $T=500$ anni pari a $1780 \text{ m}^3/\text{s}$, a paratoie tutte aperte, con una quota attesa del pelo libero allo sbarramento pari a **227.26 m s.l.m.**, più basso di 2.74 m rispetto alla quota sommitale delle difese spondali e 2.88 m rispetto all'intradosso dell'impalcato della passerella di servizio, previsti rispettivamente alla quota di 230.0 m s.l.m. e di 230.14 m s.l.m.

In caso di paratoie tutte aperte pertanto, la portata di progetto con $T=500$ anni pari a $1780 \text{ m}^3/\text{s}$ defluisce rimanendo completamente contenuta in alveo all'interno della Fascia A di esondazione, senza dare luogo a fenomeni di esondazione attraverso lo sfioratore laterale in sponda destra. Si osserva una maggiore stabilità dell'andamento del pelo libero, dovuto alla regolarizzazione delle sezioni di deflusso, dell'eliminazione delle occlusioni date dai ruderi esistenti e in generale ed una maggiore gradualità nelle variazioni geometriche legate alla realizzazione dell'opera.

In occasione di eventi di piena significativi, e al verificarsi di una apertura parziale delle paratoie di scarico, con il 30% delle luci occluse come descritto al paragrafo 3.4 in ottemperanza al D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe, si prevede il superamento del livello idrico a monte della traversa alla 228.90 m s.l.m. con la contestuale attivazione dello sfioratore laterale in sponda destra, favorendo l'esondazione in golena e la laminazione dell'onda di piena attraverso canali di deflusso individuati nei rami di paleo alveo.

La verifica di compatibilità idraulica condotta evidenzia, inoltre, come l'opera in progetto non costituisca alcuna modifica alla condizione di rischio idraulico rispetto alla condizione attuale, in quanto a valle dello sbarramento non si evidenziano incrementi di velocità, come già riportato nella "Verifica di Compatibilità Idraulica – R&C - Novembre 2004", e il regime della corrente permane caratterizzato da un numero di Froude < 1 (condizione di corrente lenta). Ne consegue che eventuali alterazioni morfologiche a valle della struttura siano da ritenersi nulle.

Si ribadisce che il manufatto è realizzato in modo tale da consentirne l'aggiramento da parte delle acque di esondazione, fatte salve le esigenze di sicurezza del territorio e la stabilità strutturale della traversa, in ottemperanza alle prescrizioni al punto 3 del Decreto VIA n°1432 del 29/12/2005.

Analogamente, la verifica idraulica di rischio incidenti conseguenti al malfunzionamento degli organi di regolazione (paratoie sul corpo traversa) ovvero conseguente al crollo della traversa (relativamente a questo aspetto si rimandano alle considerazioni già espresse in sede di Valutazione d'Impatto Ambientale tuttora valide), le verifiche al sifonamento delle opere di derivazione, la verifica della stabilità delle modifiche arginali proposte nonché l'accertamento della capacità di resistenza offerta al trascinarsi per i materiali impiegati nella costruzione degli stessi, confermano la compatibilità dell'opera nella salvaguardia del territorio, degli abitati e delle eventuali problematiche conseguenti.

9 ALLEGATI

I risultati della modellazione idraulica 1D ad aggiornamento della “Verifica di Compatibilità Idraulica redatta dallo Studio R&C nel Novembre 2004” sono riportati nei seguenti allegati:

- I. Planimetria sezioni modello idraulico 1D;
- II. Situazione esistente senza traversa;
- III. Simulazione a paratoie tutte aperte;
- IV. Simulazione a luci parzialmente occluse (4 paratoie aperte su 6) – prescrizioni NT Dighe;
- V. Simulazione a luci parzialmente occluse (3 paratoie aperte su 6) – indicazioni Regione Piemonte;
- VI. Confronto riassuntivo dei livelli idrometrici nelle varie condizioni simulate.

I risultati della modellazione idraulica 2D eseguita ad aggiornamento della verifica dello sfioratore sono riportati nei seguenti allegati:

- VII. Tavola IVR1-008 Foglio 1 - Planimetria Inviluppo dei massimi livelli in golena in presenza di paratoie tutte aperte (Q_{500});
- VIII. Tavola IVR1-008 Foglio 2 - Planimetria Inviluppo dei massimi livelli in golena in presenza di 4 paratoie principali aperte su 6 (Q_{500}) – prescrizioni NT Dighe.

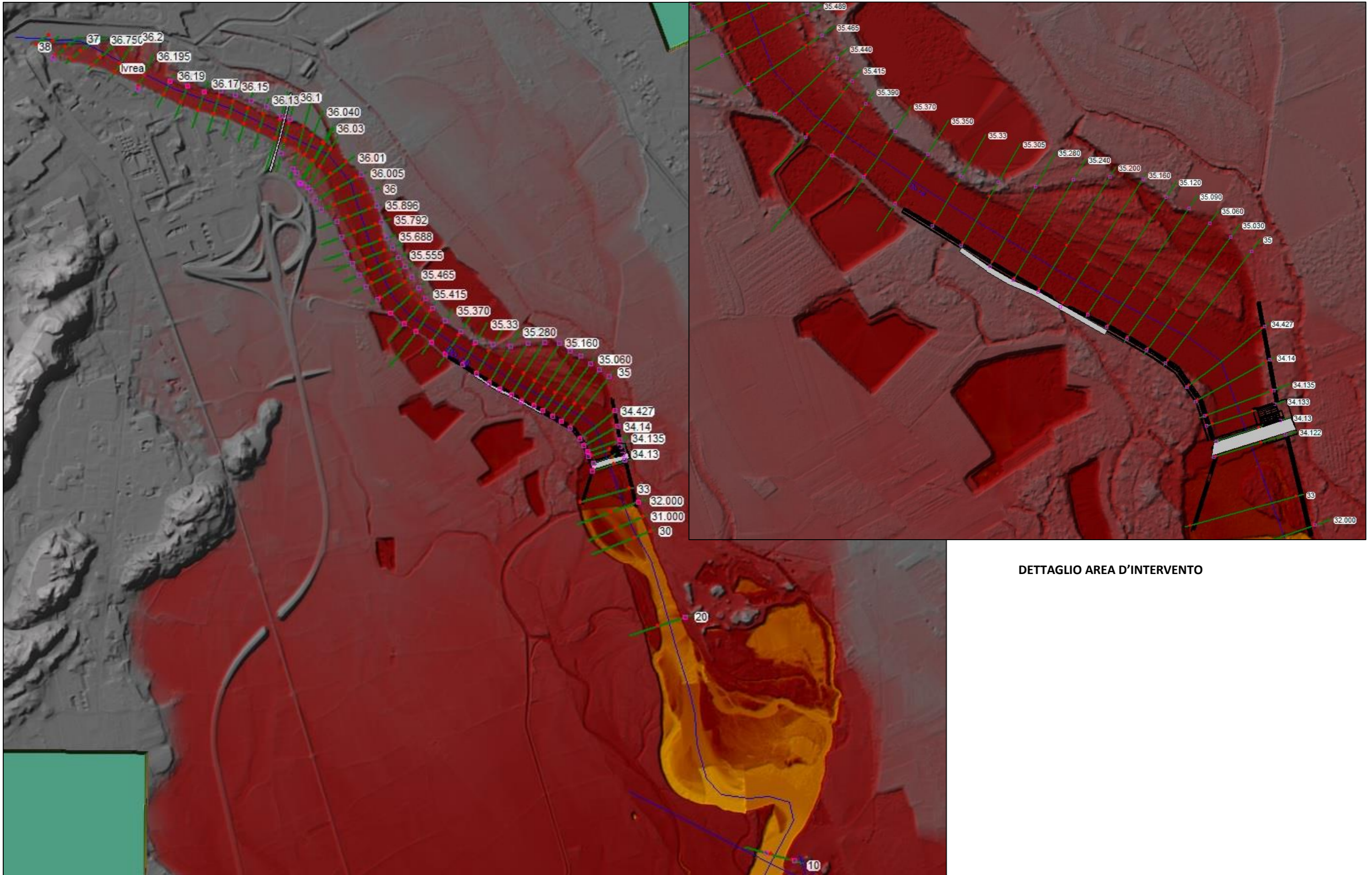
Le verifiche relative alla componente arginale:

- IX. Relazione descrittiva compatibilità arginature.

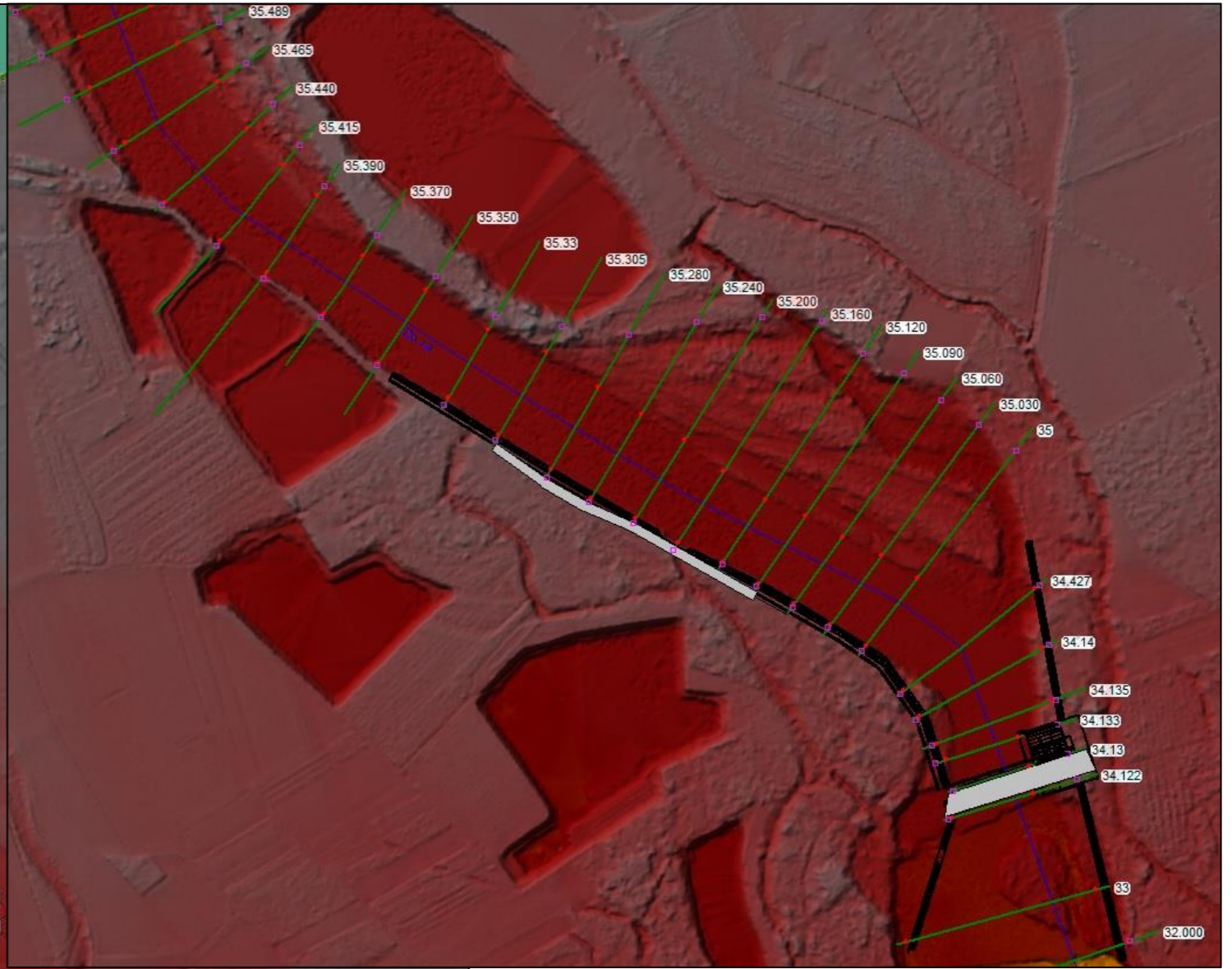
ALLEGATO 1

PLANIMETRIA SEZIONI MODELLO IDRAULICO 1D

PLANIMETRIA MODELLO SU BASE LIDAR (1 X 1 M)



DETTAGLIO AREA D'INTERVENTO



ALLEGATO 2

SITUAZIONE ESISTENTE SENZA TRAVERSA

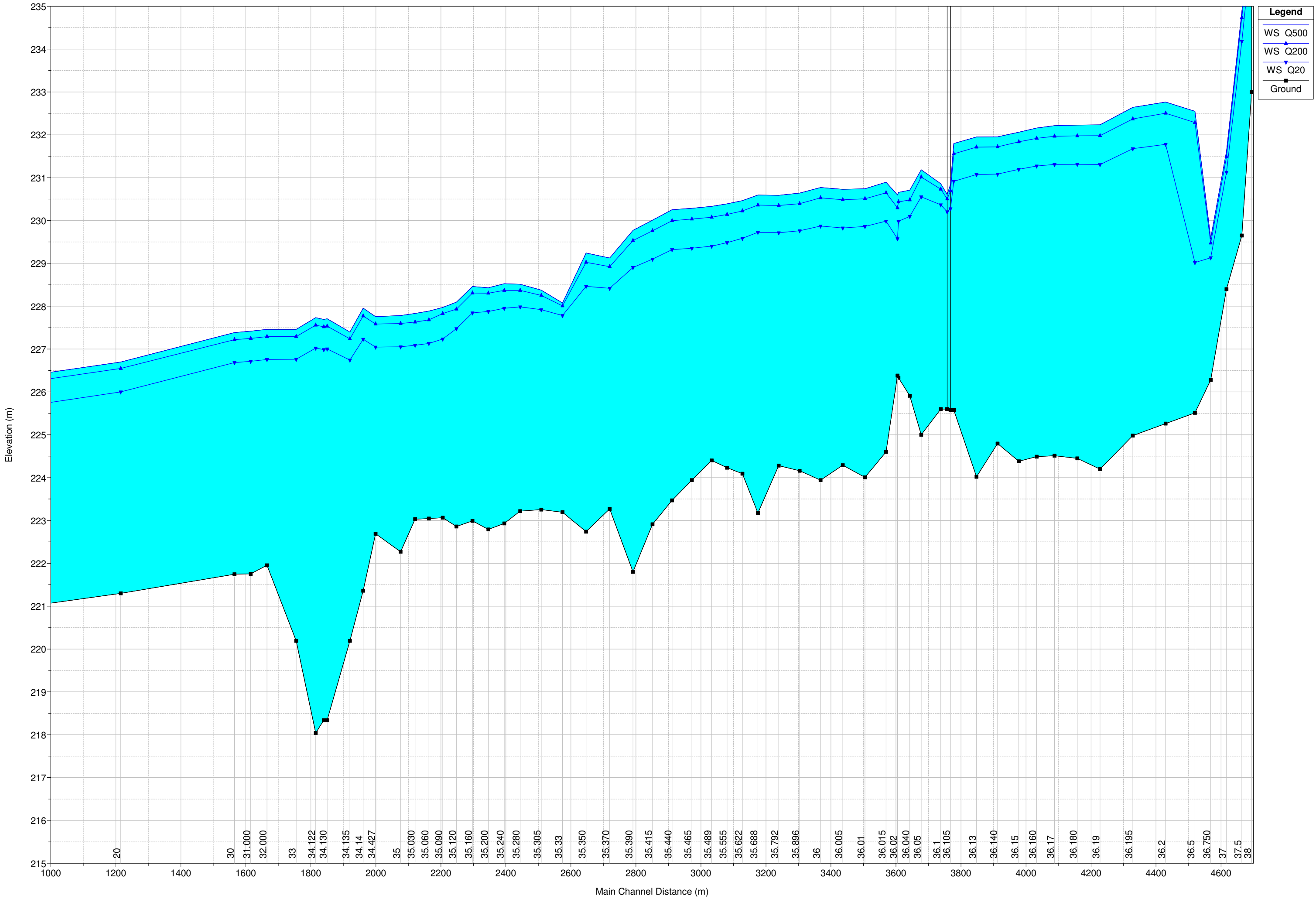
HEC-RAS Plan: ANTE OPERAM River: Dora Reach: Ivrea

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
Ivrea	38	Q500	1780.00	233.00	237.05	237.05	238.97	0.005085	6.41	301.83	79.50	1.02
Ivrea	38	Q200	1660.00	233.00	236.87	236.87	238.71	0.005173	6.27	287.43	79.50	1.02
Ivrea	38	Q20	1340.00	233.00	236.40	236.40	237.98	0.005257	5.80	250.18	79.50	1.01
Ivrea	37.5	Q500	1780.00	229.65	234.88	235.96	238.57	0.012191	10.22	234.23	79.50	1.58
Ivrea	37.5	Q200	1660.00	229.65	234.74	235.79	238.31	0.012257	10.03	223.18	79.50	1.57
Ivrea	37.5	Q20	1340.00	229.65	234.18	235.00	237.56	0.013045	9.40	181.30	71.10	1.58
Ivrea	37	Q500	1780.00	228.40	231.62	233.63	237.34	0.030092	10.89	170.80	72.95	2.26
Ivrea	37	Q200	1660.00	228.40	231.49	233.50	237.06	0.031066	10.75	161.27	71.86	2.28
Ivrea	37	Q20	1340.00	228.40	231.13	232.93	236.23	0.032991	10.29	136.04	68.13	2.31
Ivrea	36.750	Q500	1780.00	226.28	229.59	231.53	235.84	0.025588	11.65	177.27	89.93	2.17
Ivrea	36.750	Q200	1660.00	226.28	229.48	231.10	235.53	0.025884	11.42	167.25	89.18	2.17
Ivrea	36.750	Q20	1340.00	226.28	229.13	230.68	234.62	0.027303	10.76	138.19	74.15	2.18
Ivrea	36.5	Q500	1780.00	225.51	232.55	231.00	233.19	0.001243	4.15	564.43	138.21	0.53
Ivrea	36.5	Q200	1660.00	225.51	232.28	230.85	232.93	0.001305	4.13	528.06	136.19	0.54
Ivrea	36.5	Q20	1340.00	225.51	229.02	230.45	233.11	0.020629	9.58	160.13	83.61	1.89
Ivrea	36.2	Q500	1780.00	225.26	232.76		233.01	0.000449	2.69	861.27	167.17	0.33
Ivrea	36.2	Q200	1660.00	225.26	232.50		232.74	0.000458	2.65	817.90	165.77	0.33
Ivrea	36.2	Q20	1340.00	225.26	231.78	229.36	231.99	0.000485	2.53	698.69	162.53	0.33
Ivrea	36.195	Q500	1780.00	224.98	232.64	229.44	232.96	0.000499	2.82	819.19	190.92	0.35
Ivrea	36.195	Q200	1660.00	224.98	232.37	229.32	232.69	0.000523	2.80	767.35	190.45	0.35
Ivrea	36.195	Q20	1340.00	224.98	231.68	228.93	231.94	0.000498	2.53	649.75	157.66	0.34
Ivrea	36.19	Q500	1780.00	224.20	232.23	229.67	232.86	0.000777	3.73	580.84	131.34	0.44
Ivrea	36.19	Q200	1660.00	224.20	231.98	229.35	232.59	0.000781	3.66	548.07	129.02	0.44
Ivrea	36.19	Q20	1340.00	224.20	231.30	228.76	231.85	0.000770	3.40	462.67	123.66	0.43
Ivrea	36.180	Q500	1780.00	224.45	232.23	229.37	232.79	0.000722	3.44	582.05	120.77	0.42
Ivrea	36.180	Q200	1660.00	224.45	231.98	229.17	232.52	0.000722	3.35	552.16	119.12	0.41
Ivrea	36.180	Q20	1340.00	224.45	231.31	228.62	231.77	0.000694	3.07	475.87	110.67	0.40
Ivrea	36.17	Q500	1780.00	224.51	232.21	229.19	232.73	0.000653	3.25	592.90	109.41	0.39
Ivrea	36.17	Q200	1660.00	224.51	231.97	229.00	232.46	0.000647	3.16	566.18	107.59	0.39
Ivrea	36.17	Q20	1340.00	224.51	231.31	228.45	231.71	0.000606	2.85	497.75	100.09	0.37
Ivrea	36.160	Q500	1780.00	224.49	232.16	229.09	232.69	0.000643	3.33	594.52	116.35	0.40
Ivrea	36.160	Q200	1660.00	224.49	231.92	228.93	232.42	0.000629	3.22	567.43	109.36	0.39
Ivrea	36.160	Q20	1340.00	224.49	231.27	228.39	231.68	0.000579	2.89	500.65	99.31	0.37
Ivrea	36.15	Q500	1780.00	224.38	232.06	229.20	232.65	0.000725	3.52	567.65	109.13	0.42
Ivrea	36.15	Q200	1660.00	224.38	231.84	229.02	232.38	0.000698	3.38	544.54	100.99	0.41
Ivrea	36.15	Q20	1340.00	224.38	231.20	228.51	231.64	0.000647	3.05	481.48	96.07	0.39
Ivrea	36.140	Q500	1780.00	224.79	231.95	229.28	232.59	0.000851	3.69	547.57	110.25	0.45
Ivrea	36.140	Q200	1660.00	224.79	231.72	229.19	232.32	0.000841	3.58	522.07	106.89	0.45
Ivrea	36.140	Q20	1340.00	224.79	231.08	228.71	231.59	0.000796	3.25	456.17	100.69	0.43
Ivrea	36.13	Q500	1780.00	224.02	231.95	229.13	232.52	0.000715	3.48	575.02	112.41	0.42
Ivrea	36.13	Q200	1660.00	224.02	231.71	228.93	232.25	0.000704	3.37	549.33	107.57	0.41
Ivrea	36.13	Q20	1340.00	224.02	231.07	228.43	231.52	0.000661	3.06	482.00	103.26	0.40
Ivrea	36.11	Q500	1780.00	225.58	231.80	229.65	232.47	0.000516	3.75	550.35	123.23	0.49
Ivrea	36.11	Q200	1660.00	225.58	231.56	229.47	232.20	0.000520	3.66	520.87	121.18	0.49
Ivrea	36.11	Q20	1340.00	225.58	230.92	229.00	231.47	0.000519	3.38	444.87	115.77	0.48
Ivrea	36.105		Bridge									
Ivrea	36.1	Q500	1780.00	225.60	230.86	229.66	231.87	0.000960	4.56	437.51	115.36	0.65
Ivrea	36.1	Q200	1660.00	225.60	230.73	229.48	231.66	0.000910	4.36	422.91	113.53	0.63
Ivrea	36.1	Q20	1340.00	225.60	230.37	229.00	231.08	0.000772	3.82	384.12	101.22	0.57
Ivrea	36.05	Q500	1780.00	225.00	231.18	229.23	231.65	0.000856	3.17	655.53	188.87	0.44
Ivrea	36.05	Q200	1660.00	225.00	231.02	229.07	231.46	0.000847	3.09	623.72	186.64	0.43
Ivrea	36.05	Q20	1340.00	225.00	230.55	228.62	230.93	0.000799	2.82	538.74	181.28	0.41
Ivrea	36.040	Q500	1780.00	225.91	230.71	230.01	231.57	0.002073	4.36	500.05	199.41	0.66
Ivrea	36.040	Q200	1660.00	225.91	230.48	229.79	231.37	0.002264	4.39	454.70	196.04	0.69
Ivrea	36.040	Q20	1340.00	225.91	230.09	229.31	230.85	0.002134	4.00	381.35	178.37	0.66
Ivrea	36.03	Q500	1780.00	226.33	230.66	230.14	231.49	0.002128	4.31	503.33	191.36	0.67
Ivrea	36.03	Q200	1660.00	226.33	230.44	230.01	231.28	0.002288	4.31	462.06	182.97	0.69
Ivrea	36.03	Q20	1340.00	226.33	229.98	229.46	230.77	0.002431	4.10	380.19	178.75	0.69
Ivrea	36.02	Q500	1780.00	226.38	230.60	230.20	231.47	0.002373	4.47	489.32	188.82	0.70
Ivrea	36.02	Q200	1660.00	226.38	230.30	230.08	231.26	0.002822	4.64	433.90	181.50	0.76
Ivrea	36.02	Q20	1340.00	226.38	229.58	229.58	230.73	0.004218	4.93	306.48	167.56	0.89
Ivrea	36.015	Q500	1780.00	224.60	230.89	228.71	231.29	0.000712	3.05	741.27	209.46	0.41

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
Ivrea	36.015	Q200	1660.00	224.60	230.65	228.60	231.04	0.000750	3.04	689.70	206.81	0.41
Ivrea	36.015	Q20	1340.00	224.60	229.98	228.20	230.38	0.000851	2.98	555.25	199.24	0.43
Ivrea	36.01	Q500	1780.00	224.01	230.74	228.55	231.23	0.000826	3.32	657.93	179.34	0.44
Ivrea	36.01	Q200	1660.00	224.01	230.51	228.38	230.98	0.000846	3.27	616.23	172.12	0.44
Ivrea	36.01	Q20	1340.00	224.01	229.86	227.95	230.32	0.000918	3.14	507.39	166.94	0.45
Ivrea	36.005	Q500	1780.00	224.29	230.73	228.79	231.15	0.000792	3.15	696.30	189.06	0.43
Ivrea	36.005	Q200	1660.00	224.29	230.48	228.65	230.91	0.000830	3.13	650.51	186.52	0.43
Ivrea	36.005	Q20	1340.00	224.29	229.83	228.25	230.24	0.000934	3.04	530.69	178.51	0.45
Ivrea	36	Q500	1780.00	223.94	230.77	228.46	231.07	0.000580	2.52	787.23	202.94	0.36
Ivrea	36	Q200	1660.00	223.94	230.53	228.33	230.82	0.000606	2.49	738.40	199.93	0.36
Ivrea	36	Q20	1340.00	223.94	229.87	227.97	230.14	0.000677	2.39	609.44	188.06	0.38
Ivrea	35.896	Q500	1780.00	224.16	230.64	228.46	231.02	0.000675	2.94	738.13	203.81	0.39
Ivrea	35.896	Q200	1660.00	224.16	230.39	228.31	230.77	0.000705	2.92	688.05	198.95	0.40
Ivrea	35.896	Q20	1340.00	224.16	229.76	227.90	230.09	0.000722	2.72	565.89	154.15	0.40
Ivrea	35.792	Q500	1780.00	224.28	230.59	228.28	230.98	0.000643	2.93	701.78	160.82	0.39
Ivrea	35.792	Q200	1660.00	224.28	230.35	228.12	230.73	0.000652	2.87	664.29	156.89	0.39
Ivrea	35.792	Q20	1340.00	224.28	229.72	227.58	230.05	0.000668	2.68	566.75	150.81	0.38
Ivrea	35.688	Q500	1780.00	223.17	230.60	227.47	230.92	0.000455	2.66	761.83	154.14	0.33
Ivrea	35.688	Q200	1660.00	223.17	230.36	227.31	230.67	0.000454	2.60	725.58	152.59	0.33
Ivrea	35.688	Q20	1340.00	223.17	229.72	226.87	229.99	0.000443	2.39	629.66	149.63	0.32
Ivrea	35.622	Q500	1780.00	224.09	230.46	228.21	230.89	0.000703	3.07	676.53	157.94	0.41
Ivrea	35.622	Q200	1660.00	224.09	230.22	228.02	230.64	0.000721	3.02	638.64	156.35	0.41
Ivrea	35.622	Q20	1340.00	224.09	229.58	227.54	229.96	0.000747	2.84	540.61	150.01	0.41
Ivrea	35.555	Q500	1780.00	224.23	230.39	228.45	230.85	0.000824	3.25	654.84	160.56	0.44
Ivrea	35.555	Q200	1660.00	224.23	230.14	228.30	230.59	0.000857	3.22	615.45	158.85	0.44
Ivrea	35.555	Q20	1340.00	224.23	229.48	227.83	229.91	0.000938	3.09	512.43	154.19	0.45
Ivrea	35.489	Q500	1780.00	224.40	230.33	228.55	230.80	0.000962	3.21	627.65	163.20	0.46
Ivrea	35.489	Q200	1660.00	224.40	230.08	228.51	230.55	0.001020	3.19	586.59	161.34	0.47
Ivrea	35.489	Q20	1340.00	224.40	229.40	228.10	229.86	0.001194	3.11	479.59	155.98	0.50
Ivrea	35.465	Q500	1780.00	223.94	230.29	228.47	230.74	0.000900	3.07	625.61	155.82	0.44
Ivrea	35.465	Q200	1660.00	223.94	230.03	228.33	230.48	0.000947	3.04	586.48	153.25	0.45
Ivrea	35.465	Q20	1340.00	223.94	229.35	227.90	229.78	0.001092	2.94	484.20	148.84	0.47
Ivrea	35.440	Q500	1780.00	223.47	230.25	228.14	230.68	0.000786	2.97	651.78	165.25	0.42
Ivrea	35.440	Q200	1660.00	223.47	230.00	227.95	230.42	0.000826	2.94	609.48	163.63	0.42
Ivrea	35.440	Q20	1340.00	223.47	229.32	227.56	229.71	0.000906	2.79	504.31	141.97	0.43
Ivrea	35.415	Q500	1780.00	222.91	230.01	228.26	230.61	0.001130	3.48	536.16	126.22	0.50
Ivrea	35.415	Q200	1660.00	222.91	229.76	228.11	230.35	0.001169	3.43	505.66	122.95	0.50
Ivrea	35.415	Q20	1340.00	222.91	229.10	227.66	229.63	0.001284	3.25	425.77	118.32	0.51
Ivrea	35.390	Q500	1780.00	221.80	229.77	228.16	230.52	0.001392	3.85	471.95	105.47	0.55
Ivrea	35.390	Q200	1660.00	221.80	229.53	227.99	230.26	0.001429	3.78	447.06	104.06	0.55
Ivrea	35.390	Q20	1340.00	221.80	228.90	227.38	229.54	0.001505	3.53	383.27	99.13	0.55
Ivrea	35.370	Q500	1780.00	223.27	229.12	228.14	230.35	0.002264	4.96	374.38	83.44	0.70
Ivrea	35.370	Q200	1660.00	223.27	228.92	227.95	230.08	0.002263	4.83	357.75	82.54	0.70
Ivrea	35.370	Q20	1340.00	223.27	228.42	227.42	229.38	0.002131	4.37	316.69	79.95	0.66
Ivrea	35.350	Q500	1780.00	222.74	229.24	227.85	230.10	0.001633	4.12	442.11	98.08	0.60
Ivrea	35.350	Q200	1660.00	222.74	229.02	227.69	229.84	0.001661	4.03	420.68	97.05	0.60
Ivrea	35.350	Q20	1340.00	222.74	228.47	227.21	229.16	0.001663	3.71	367.25	94.55	0.59
Ivrea	35.33	Q500	1780.00	223.19	228.07	228.00	229.82	0.004519	5.87	307.16	85.83	0.96
Ivrea	35.33	Q200	1660.00	223.19	228.01	227.83	229.58	0.004168	5.57	301.48	85.43	0.91
Ivrea	35.33	Q20	1340.00	223.19	227.78	227.34	228.95	0.003344	4.79	282.31	84.07	0.81
Ivrea	35.305	Q500	1780.00	223.26	228.37	227.52	229.40	0.002394	4.48	401.17	105.30	0.70
Ivrea	35.305	Q200	1660.00	223.26	228.25	227.37	229.20	0.002302	4.31	388.50	104.28	0.69
Ivrea	35.305	Q20	1340.00	223.26	227.92	226.91	228.65	0.002010	3.80	354.21	100.81	0.63
Ivrea	35.280	Q500	1780.00	223.22	228.51	227.02	229.17	0.001311	3.70	532.35	152.89	0.54
Ivrea	35.280	Q200	1660.00	223.22	228.37	226.85	228.99	0.001277	3.58	510.53	151.26	0.53
Ivrea	35.280	Q20	1340.00	223.22	227.99	226.43	228.49	0.001135	3.19	454.46	141.80	0.49
Ivrea	35.240	Q500	1780.00	222.93	228.52	227.24	229.08	0.001213	3.47	603.50	198.67	0.51
Ivrea	35.240	Q200	1660.00	222.93	228.37	227.06	228.90	0.001213	3.40	572.53	197.53	0.51
Ivrea	35.240	Q20	1340.00	222.93	227.95	226.55	228.42	0.001174	3.13	490.81	194.38	0.49
Ivrea	35.200	Q500	1780.00	222.79	228.43	227.49	229.01	0.001408	3.63	604.86	222.81	0.55
Ivrea	35.200	Q200	1660.00	222.79	228.30	227.31	228.84	0.001349	3.48	576.33	219.05	0.53
Ivrea	35.200	Q20	1340.00	222.79	227.88	226.76	228.36	0.001348	3.25	488.94	197.13	0.52

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
Ivrea	35.160	Q500	1780.00	222.99	228.46	227.41	228.91	0.001166	3.35	701.98	260.06	0.50
Ivrea	35.160	Q200	1660.00	222.99	228.31	227.30	228.75	0.001190	3.31	662.03	258.24	0.50
Ivrea	35.160	Q20	1340.00	222.99	227.85	226.81	228.28	0.001283	3.19	544.09	250.26	0.51
Ivrea	35.120	Q500	1780.00	222.86	228.09	227.60	228.81	0.002055	4.19	553.99	232.59	0.65
Ivrea	35.120	Q200	1660.00	222.86	227.93	227.49	228.65	0.002119	4.16	516.97	222.51	0.66
Ivrea	35.120	Q20	1340.00	222.86	227.48	227.08	228.17	0.002263	4.01	422.62	198.72	0.67
Ivrea	35.090	Q500	1780.00	223.06	227.97	227.55	228.72	0.002105	4.21	551.24	240.77	0.66
Ivrea	35.090	Q200	1660.00	223.06	227.83	227.43	228.56	0.002109	4.13	517.61	236.51	0.66
Ivrea	35.090	Q20	1340.00	223.06	227.24	226.95	228.05	0.002680	4.24	388.71	199.72	0.72
Ivrea	35.060	Q500	1780.00	223.05	227.89	227.18	228.63	0.002054	4.17	553.69	238.53	0.65
Ivrea	35.060	Q200	1660.00	223.05	227.68	227.38	228.46	0.002247	4.24	504.88	237.37	0.68
Ivrea	35.060	Q20	1340.00	223.05	227.13	226.80	227.94	0.002625	4.20	381.44	193.67	0.72
Ivrea	35.030	Q500	1780.00	223.03	227.83	227.04	228.53	0.001935	4.04	562.73	234.22	0.63
Ivrea	35.030	Q200	1660.00	223.03	227.63	227.01	228.35	0.002077	4.07	517.01	228.94	0.65
Ivrea	35.030	Q20	1340.00	223.03	227.09	226.65	227.80	0.002344	3.96	400.06	183.42	0.67
Ivrea	35	Q500	1780.00	222.27	227.78	226.96	228.44	0.001664	3.90	575.77	218.08	0.59
Ivrea	35	Q200	1660.00	222.27	227.60	226.83	228.25	0.001727	3.86	535.90	210.79	0.60
Ivrea	35	Q20	1340.00	222.27	227.05	226.42	227.69	0.001904	3.74	426.55	189.86	0.62
Ivrea	34.427	Q500	1780.00	222.69	227.76	227.04	228.28	0.001413	3.20	559.65	154.34	0.53
Ivrea	34.427	Q200	1660.00	222.69	227.58	227.04	228.08	0.001434	3.13	532.69	153.12	0.53
Ivrea	34.427	Q20	1340.00	222.69	227.05	226.50	227.50	0.001585	2.97	451.45	150.20	0.54
Ivrea	34.14	Q500	1780.00	221.36	227.95	227.18	228.16	0.000368	2.00	898.27	192.46	0.28
Ivrea	34.14	Q200	1660.00	221.36	227.77	227.04	227.96	0.000359	1.93	863.81	188.34	0.28
Ivrea	34.14	Q20	1340.00	221.36	227.23	226.68	227.38	0.000338	1.75	764.65	174.64	0.27
Ivrea	34.135	Q500	1780.00	220.19	227.40	226.71	228.08	0.001475	3.76	509.31	141.76	0.56
Ivrea	34.135	Q200	1660.00	220.19	227.24	226.68	227.89	0.001464	3.66	486.90	141.23	0.55
Ivrea	34.135	Q20	1340.00	220.19	226.74	226.23	227.32	0.001487	3.41	417.25	138.69	0.55
Ivrea	34.130	Q500	1780.00	218.34	227.71	223.38	227.87	0.000525	1.80	1027.54	211.85	0.23
Ivrea	34.130	Q200	1660.00	218.34	227.54	223.16	227.68	0.000510	1.74	990.84	211.31	0.23
Ivrea	34.130	Q20	1340.00	218.34	227.00	222.67	227.13	0.000475	1.59	878.98	208.81	0.22
Ivrea	34.125	Q500	1780.00	218.34	227.69	223.29	227.86	0.000551	1.85	1001.66	211.80	0.24
Ivrea	34.125	Q200	1660.00	218.34	227.52	223.12	227.68	0.000537	1.79	965.07	211.26	0.24
Ivrea	34.125	Q20	1340.00	218.34	226.99	222.66	227.12	0.000504	1.64	853.47	208.73	0.23
Ivrea	34.122	Q500	1780.00	218.04	227.73	223.38	227.81	0.000075	1.24	1468.61	212.85	0.14
Ivrea	34.122	Q200	1660.00	218.04	227.56	223.16	227.63	0.000070	1.18	1431.53	212.58	0.13
Ivrea	34.122	Q20	1340.00	218.04	227.02	222.67	227.08	0.000058	1.03	1318.29	211.75	0.12
Ivrea	33	Q500	1780.00	220.19	227.46	223.38	227.74	0.000848	2.37	769.30	228.22	0.41
Ivrea	33	Q200	1660.00	220.19	227.29	223.16	227.56	0.000872	2.33	730.81	227.17	0.41
Ivrea	33	Q20	1340.00	220.19	226.76	222.67	227.01	0.001018	2.24	611.13	224.46	0.43
Ivrea	32.000	Q500	1780.00	221.95	227.46	225.21	227.65	0.000536	2.11	924.06	228.00	0.33
Ivrea	32.000	Q200	1660.00	221.95	227.29	225.12	227.47	0.000535	2.05	885.35	227.35	0.33
Ivrea	32.000	Q20	1340.00	221.95	226.76	224.88	226.92	0.000560	1.92	764.68	225.33	0.33
Ivrea	31.000	Q500	1780.00	221.75	227.42	223.38	227.63	0.000523	2.21	915.85	232.00	0.33
Ivrea	31.000	Q200	1660.00	221.75	227.25	223.16	227.45	0.000523	2.16	876.54	231.31	0.33
Ivrea	31.000	Q20	1340.00	221.75	226.71	222.67	226.89	0.000551	2.03	753.24	229.62	0.33
Ivrea	30	Q500	1780.00	221.75	227.39	223.38	227.60	0.000594	2.30	888.48	218.83	0.35
Ivrea	30	Q200	1660.00	221.75	227.22	223.16	227.42	0.000587	2.23	852.02	216.72	0.35
Ivrea	30	Q20	1340.00	221.75	226.69	222.67	226.86	0.000608	2.07	737.70	213.28	0.34
Ivrea	20	Q500	1780.00	221.30	226.70	225.45	227.21	0.001235	3.40	607.30	188.04	0.51
Ivrea	20	Q200	1660.00	221.30	226.55	225.33	227.04	0.001226	3.31	579.28	186.87	0.51
Ivrea	20	Q20	1340.00	221.30	226.00	224.99	226.46	0.001351	3.18	474.30	156.27	0.52
Ivrea	10	Q500	1780.00	220.00	225.36	223.48	225.86	0.001001	3.31	671.00	277.03	0.47
Ivrea	10	Q200	1660.00	220.00	225.20	223.34	225.70	0.001002	3.24	628.79	272.25	0.47
Ivrea	10	Q20	1340.00	220.00	224.62	222.95	225.05	0.001001	2.98	482.42	130.52	0.46

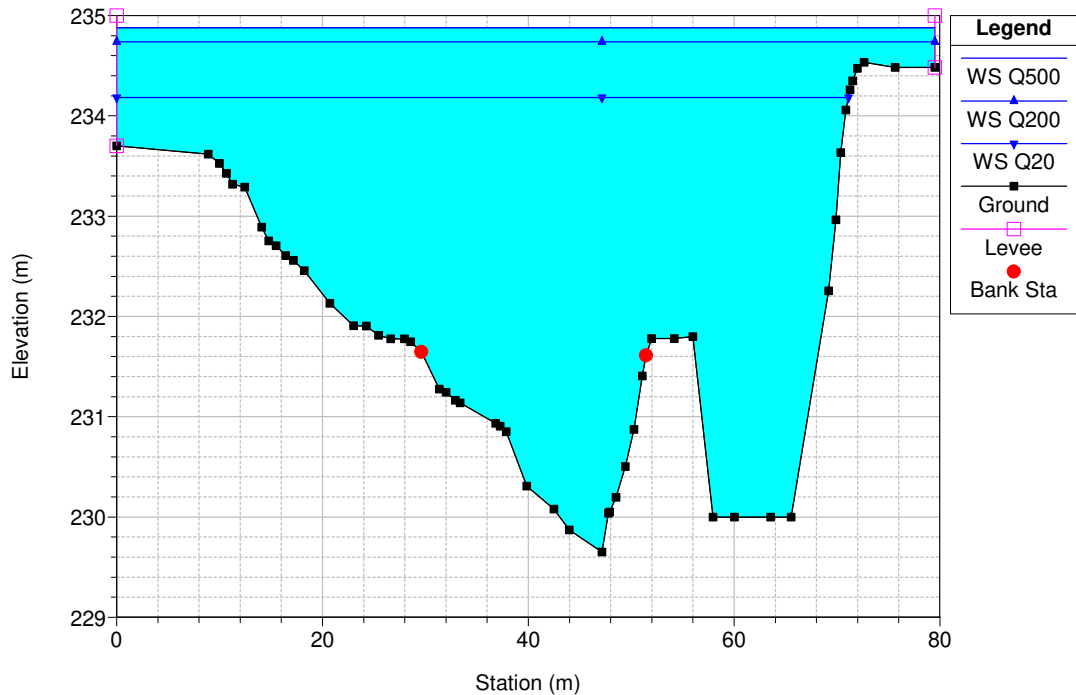
ANTE OPERAM



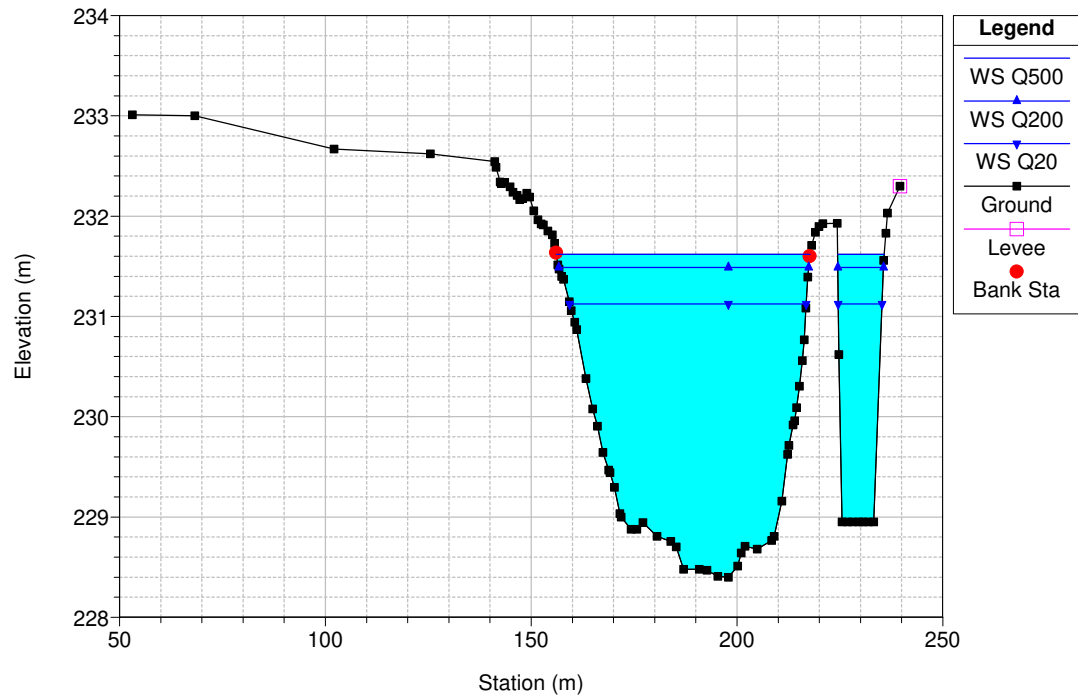
Legend

- WS Q500
- WS Q200
- WS Q20
- Ground

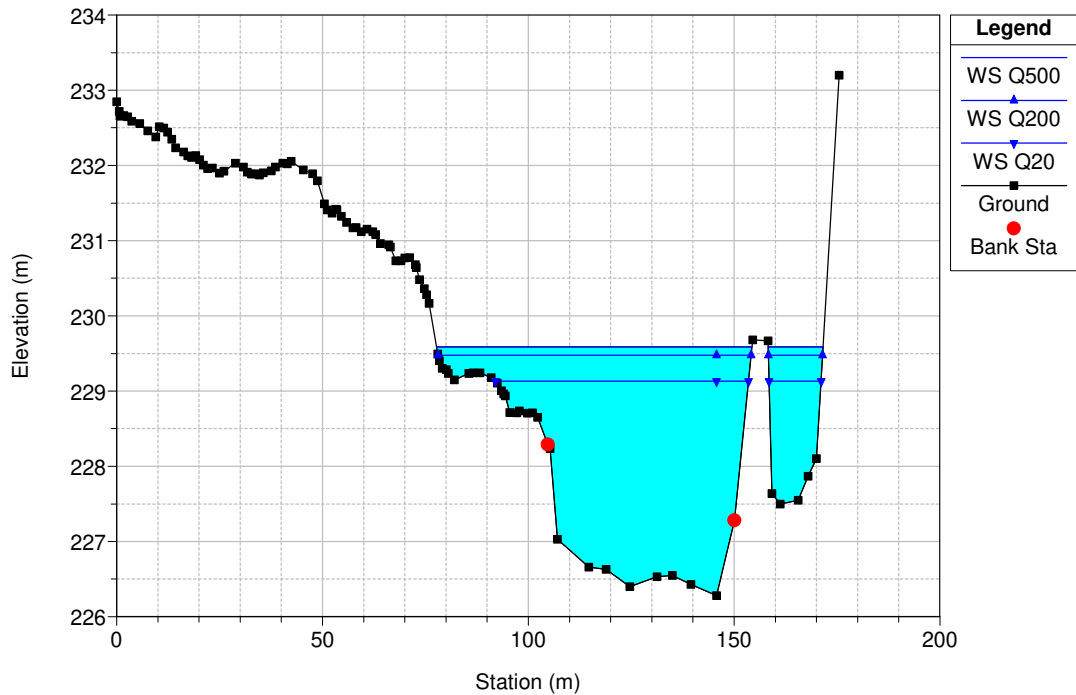
RS = 37.5 ANTE OPERAM



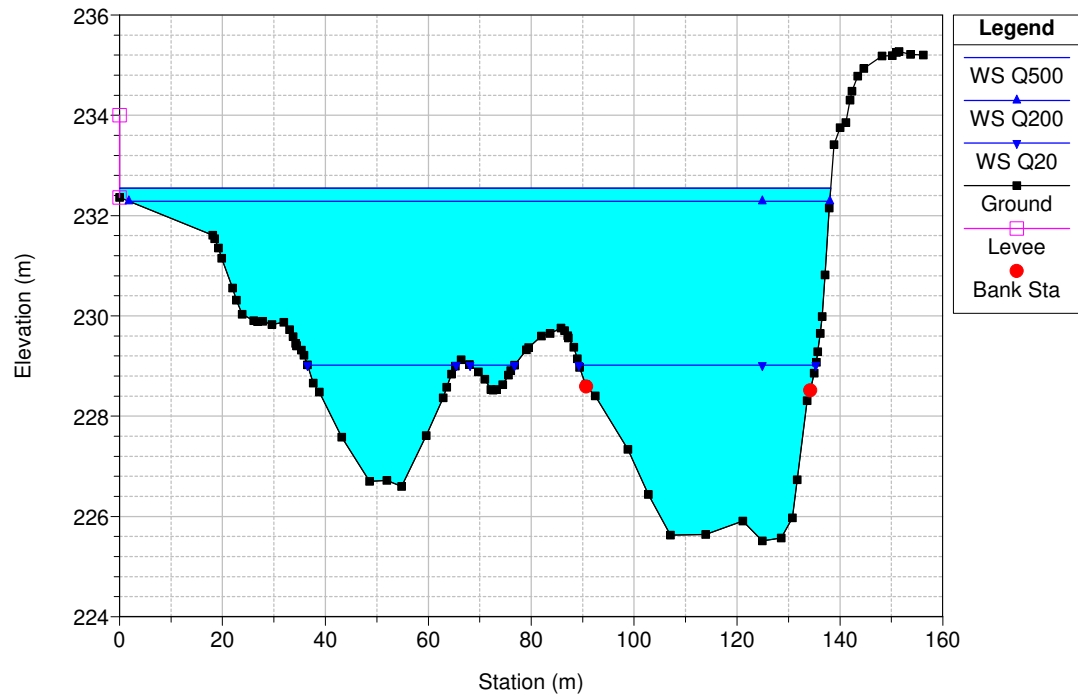
RS = 37 ANTE OPERAM



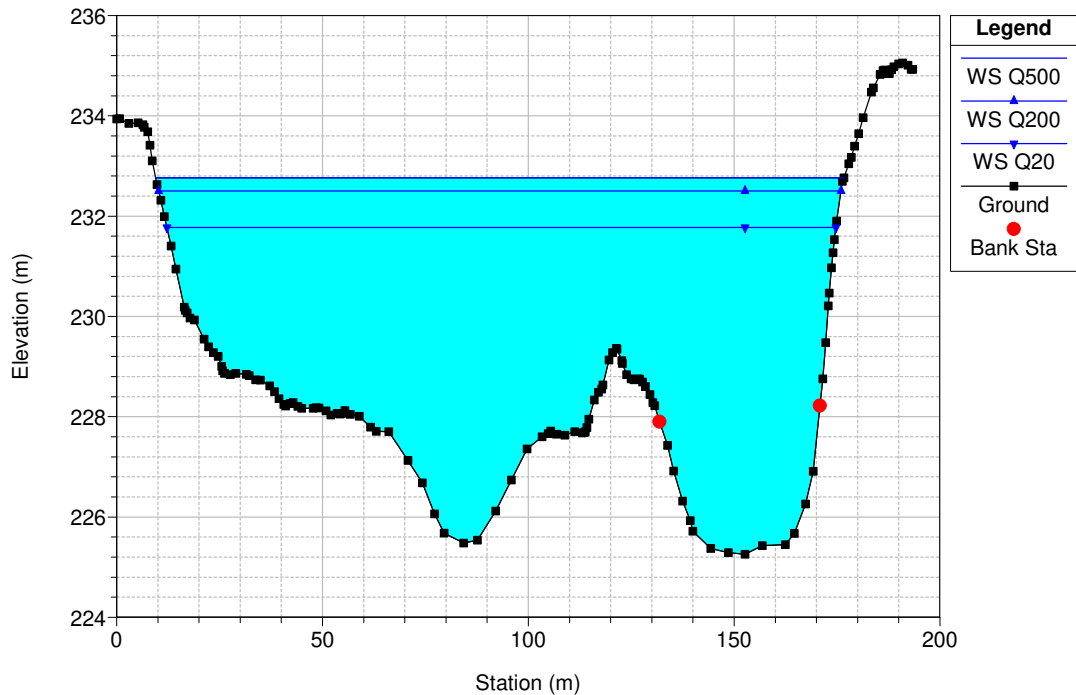
RS = 36.750 ANTE OPERAM



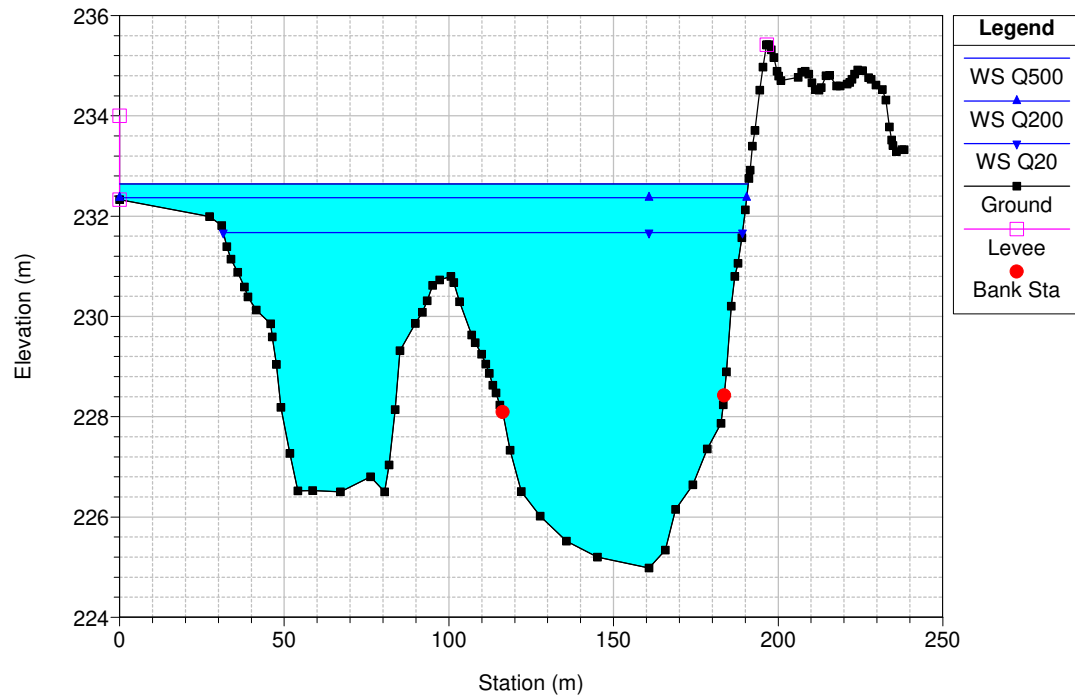
RS = 36.5 ANTE OPERAM



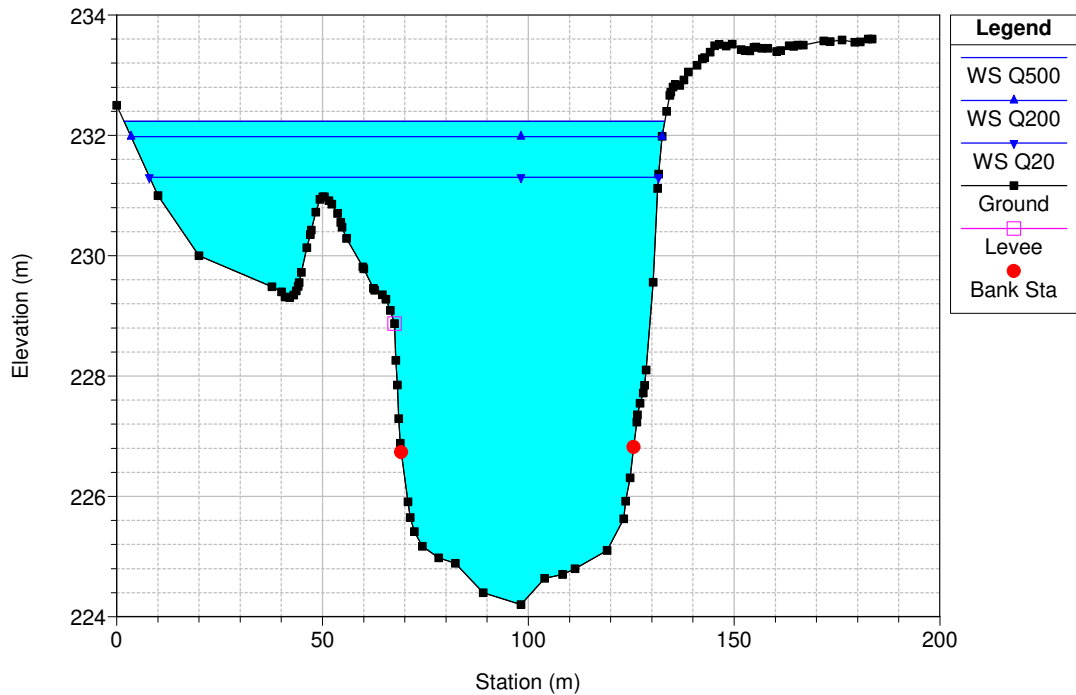
RS = 36.2 ANTE OPERAM



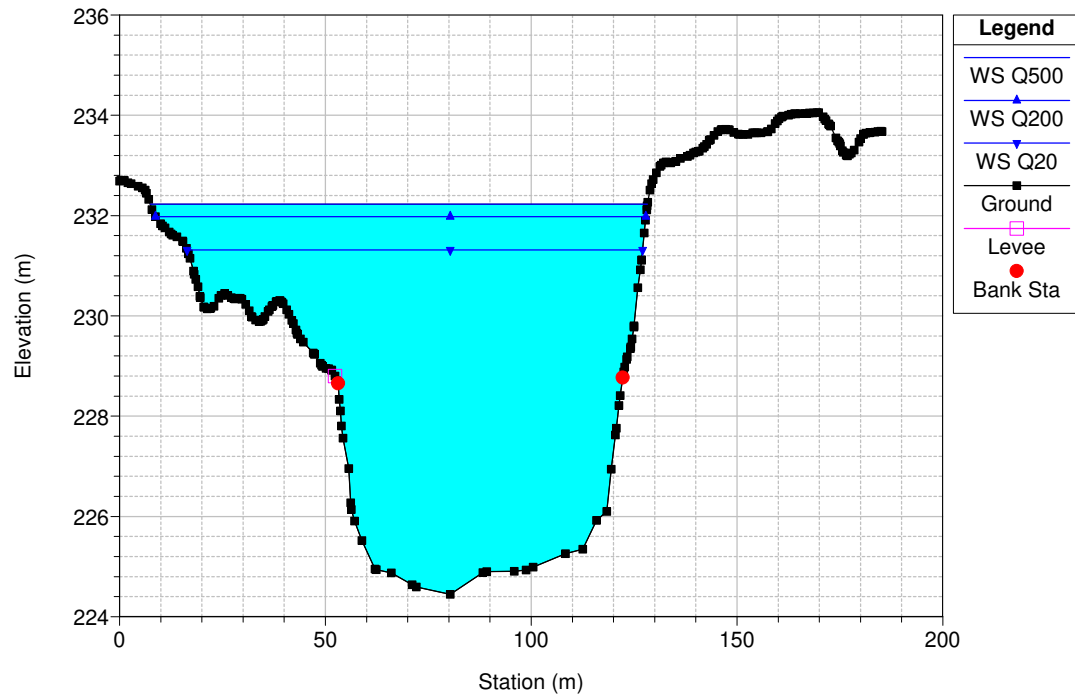
RS = 36.195 ANTE OPERAM



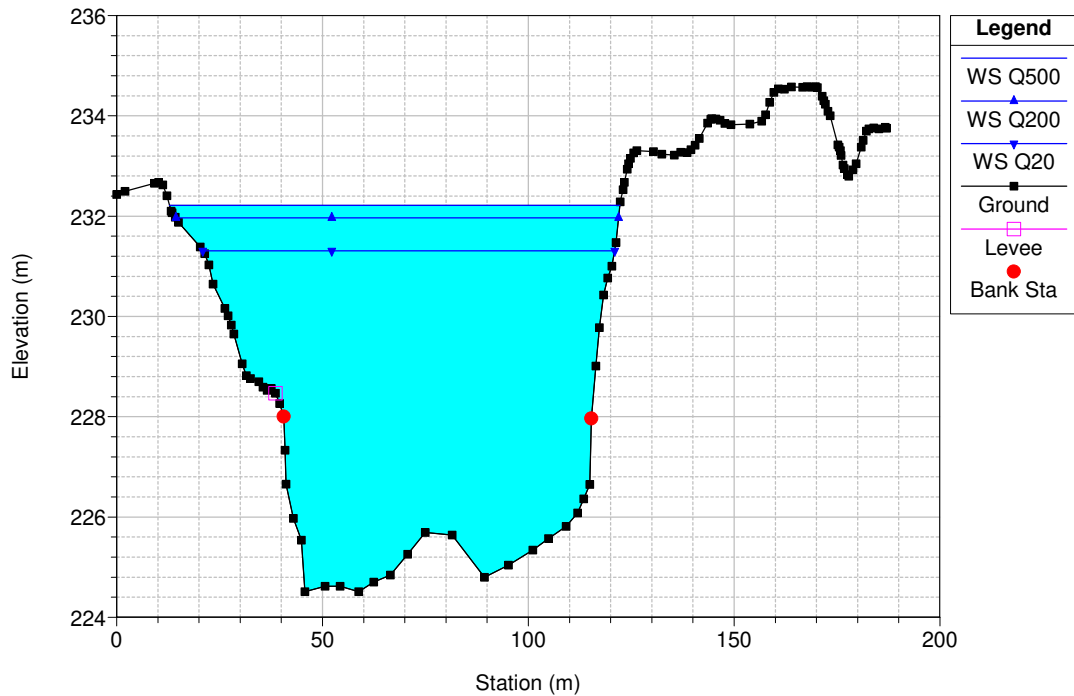
RS = 36.19 ANTE OPERAM



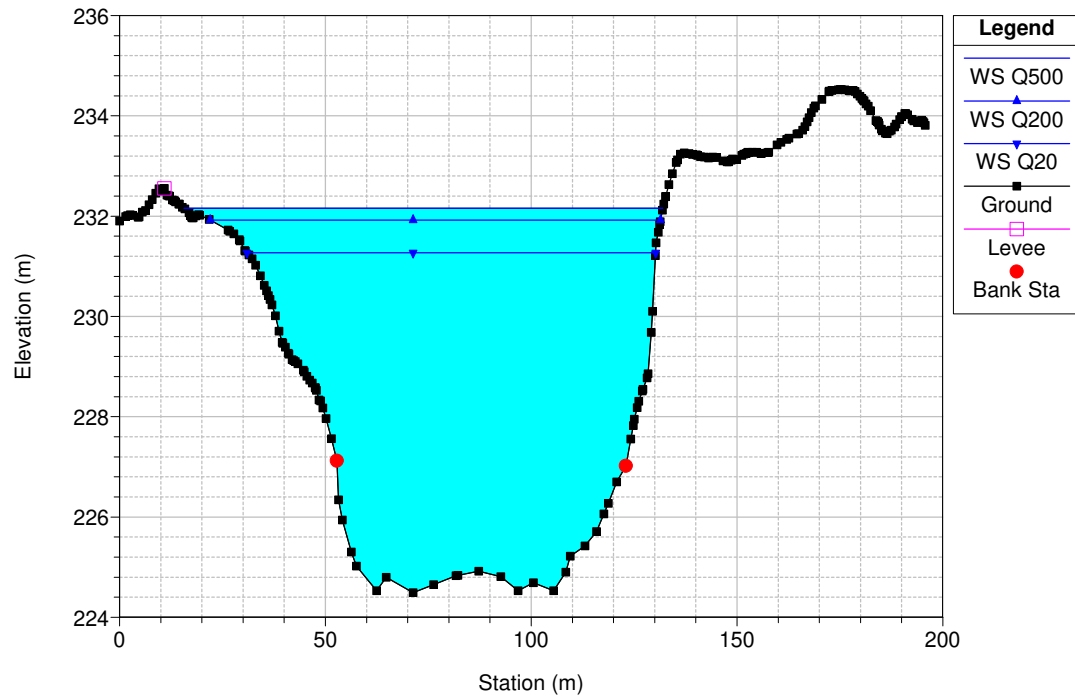
RS = 36.180 ANTE OPERAM



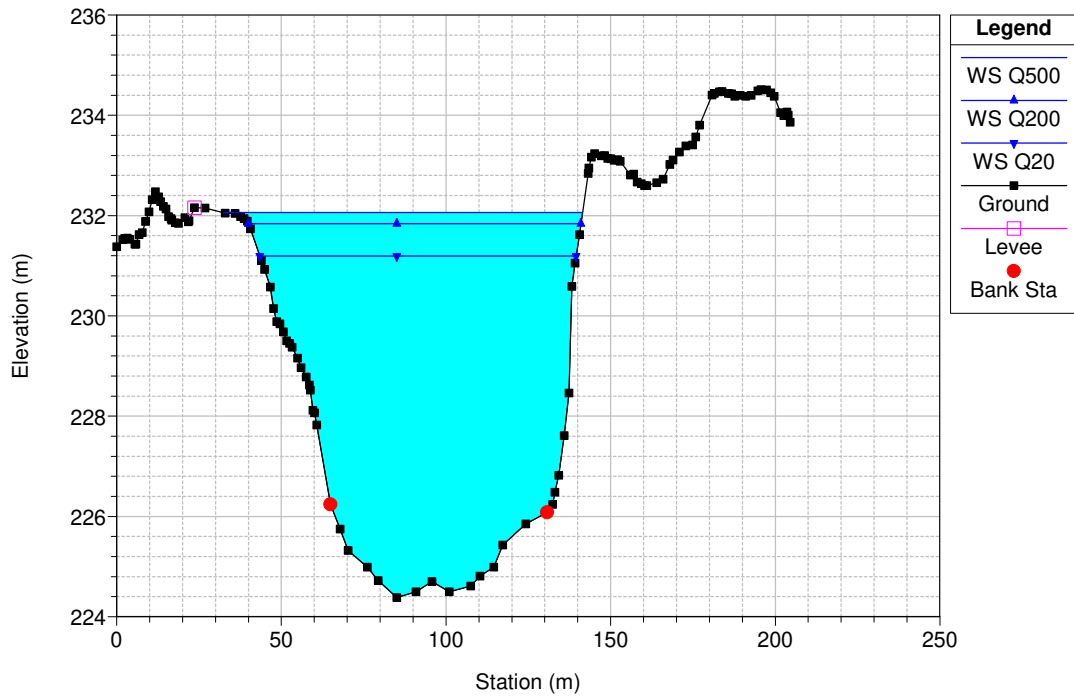
RS = 36.17 ANTE OPERAM



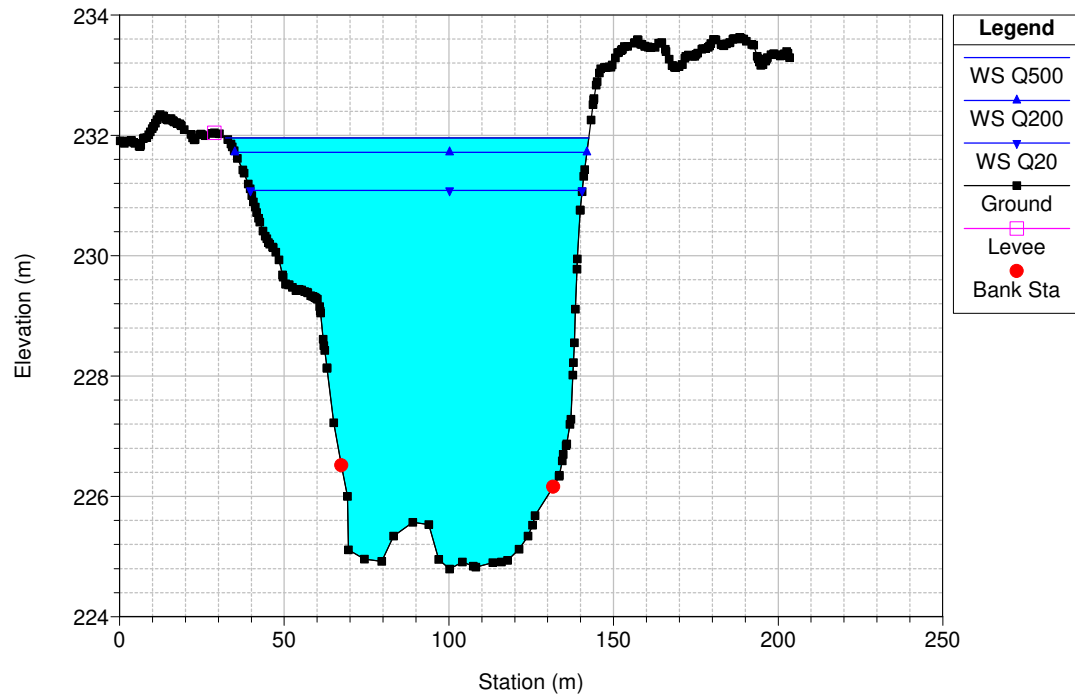
RS = 36.160 ANTE OPERAM



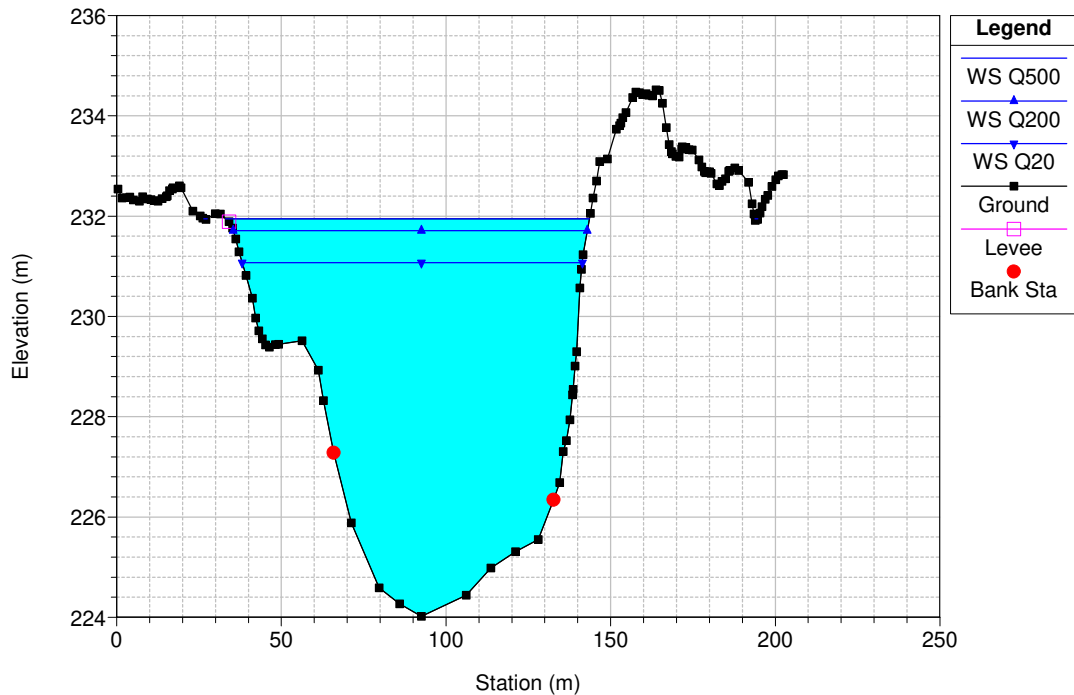
RS = 36.15 ANTE OPERAM



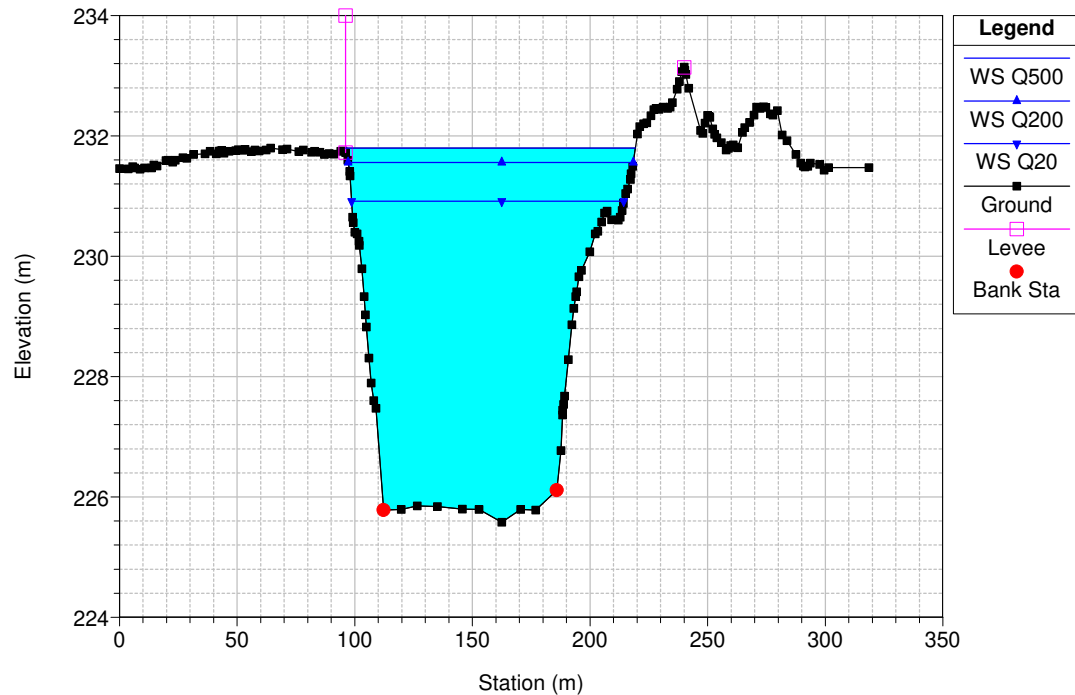
RS = 36.140 ANTE OPERAM



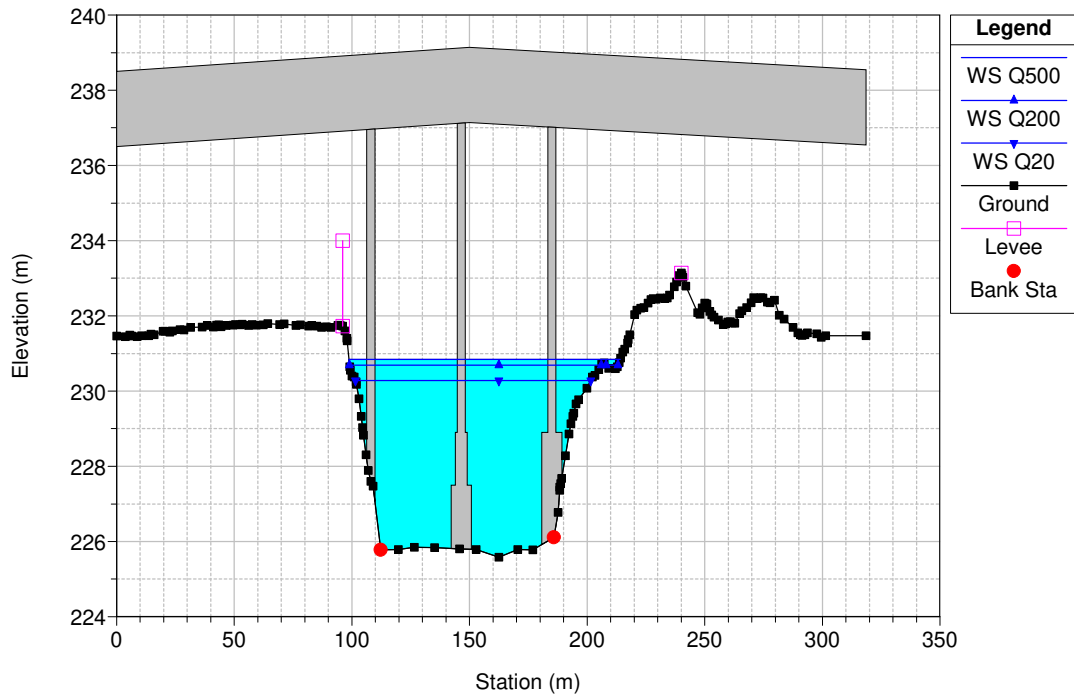
RS = 36.13 ANTE OPERAM



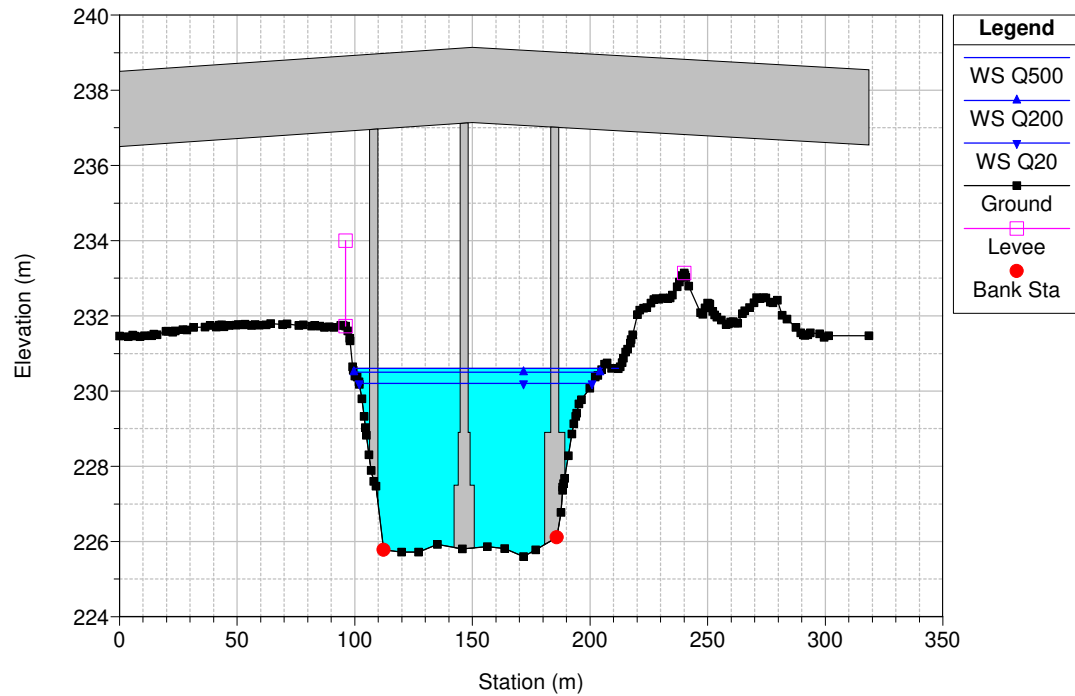
RS = 36.11 ANTE OPERAM



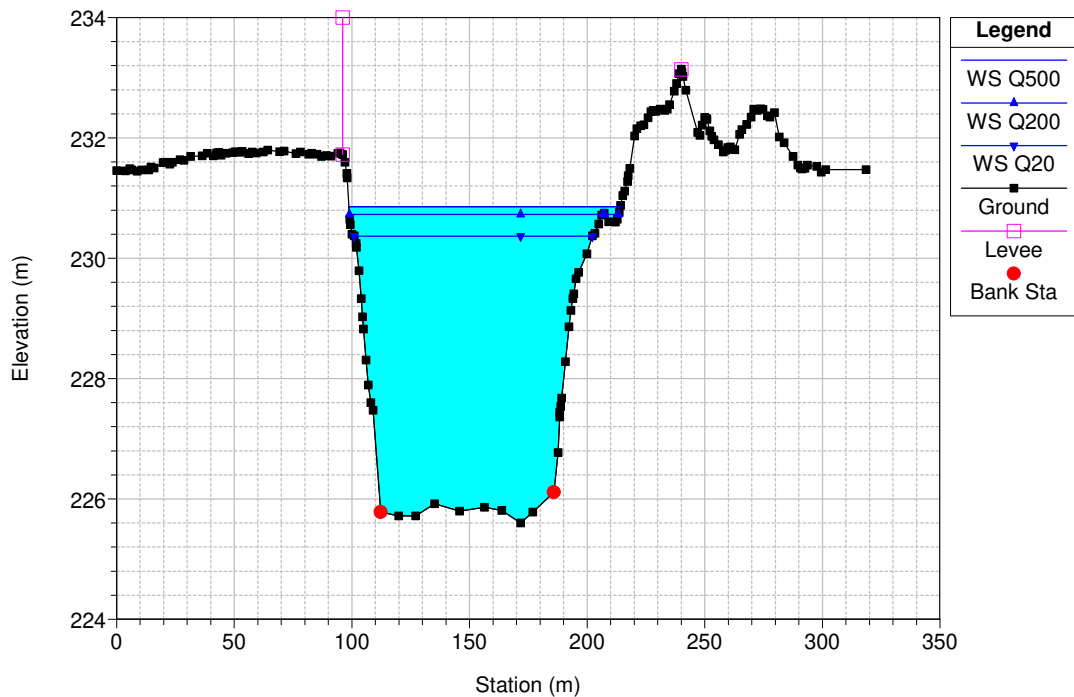
RS = 36.105 BR ANTE OPERAM



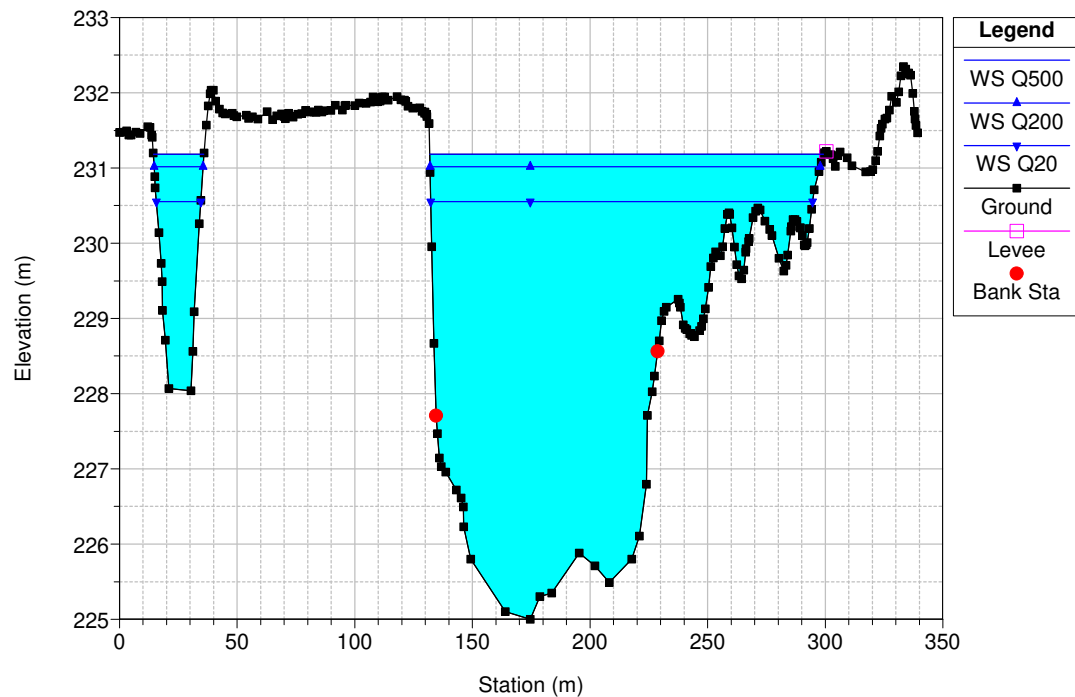
RS = 36.105 BR ANTE OPERAM



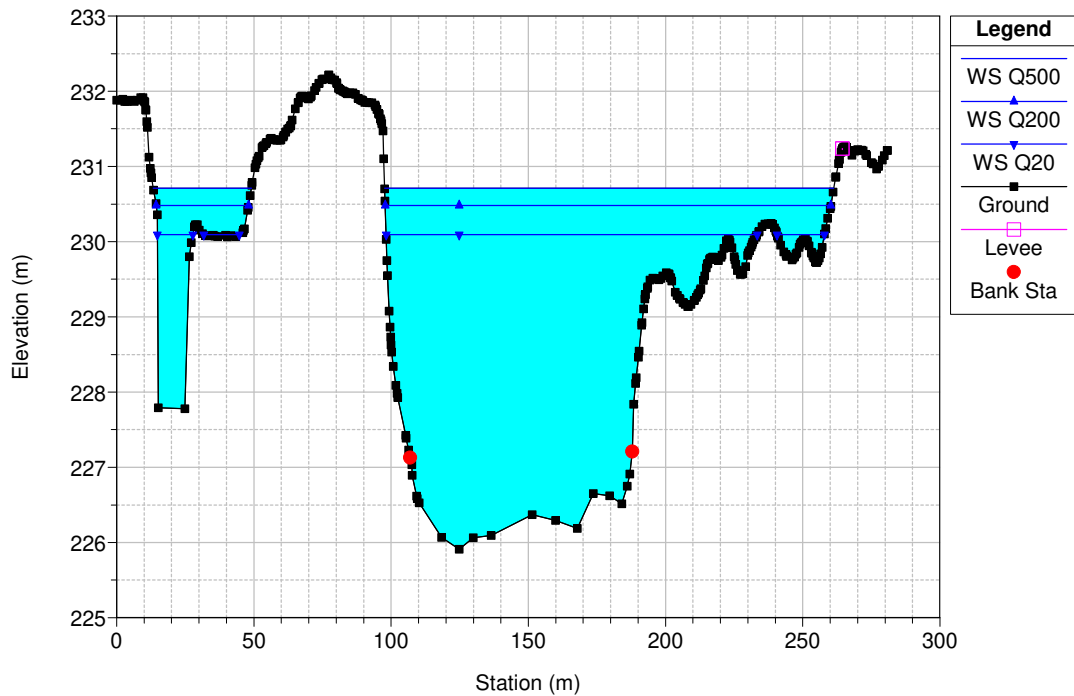
RS = 36.1 ANTE OPERAM



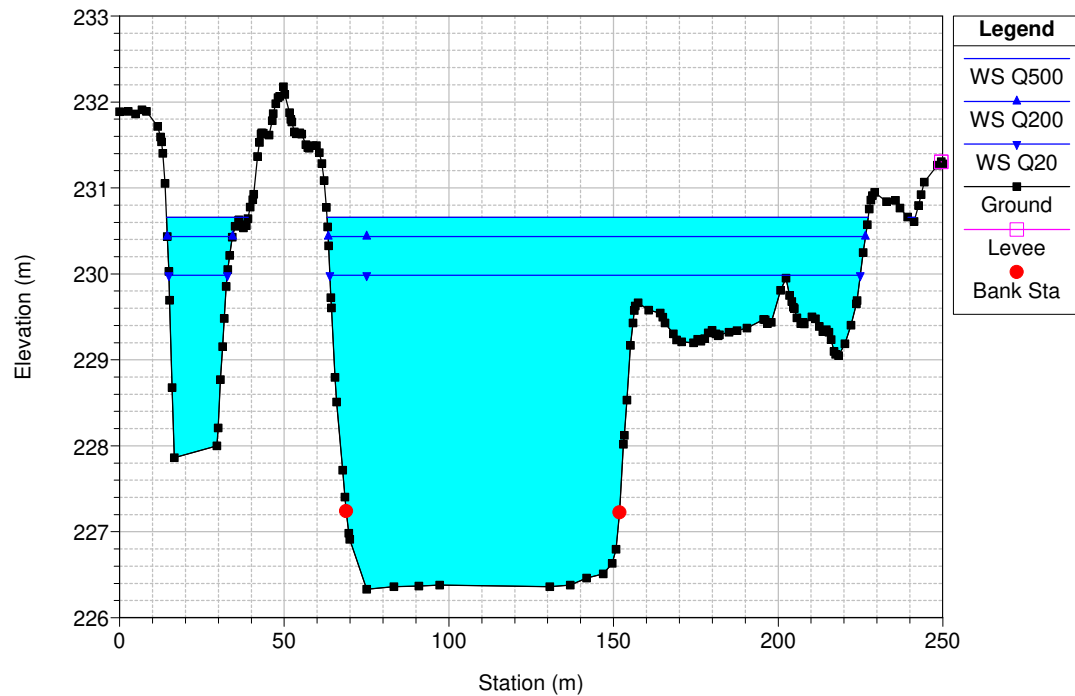
RS = 36.05 ANTE OPERAM



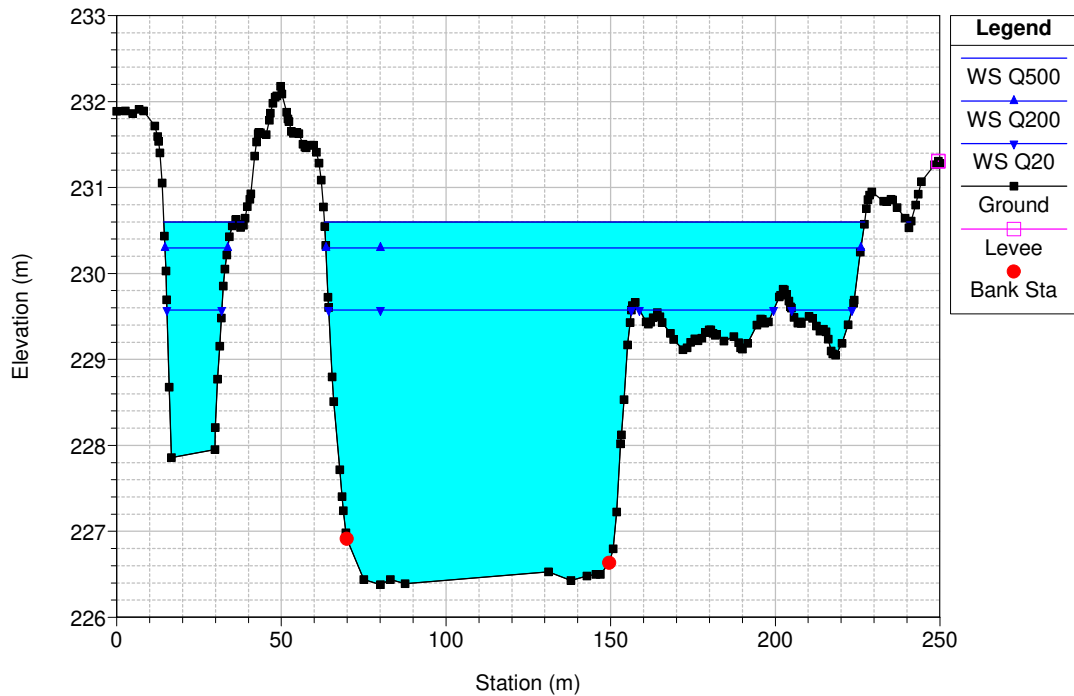
RS = 36.040 ANTE OPERAM



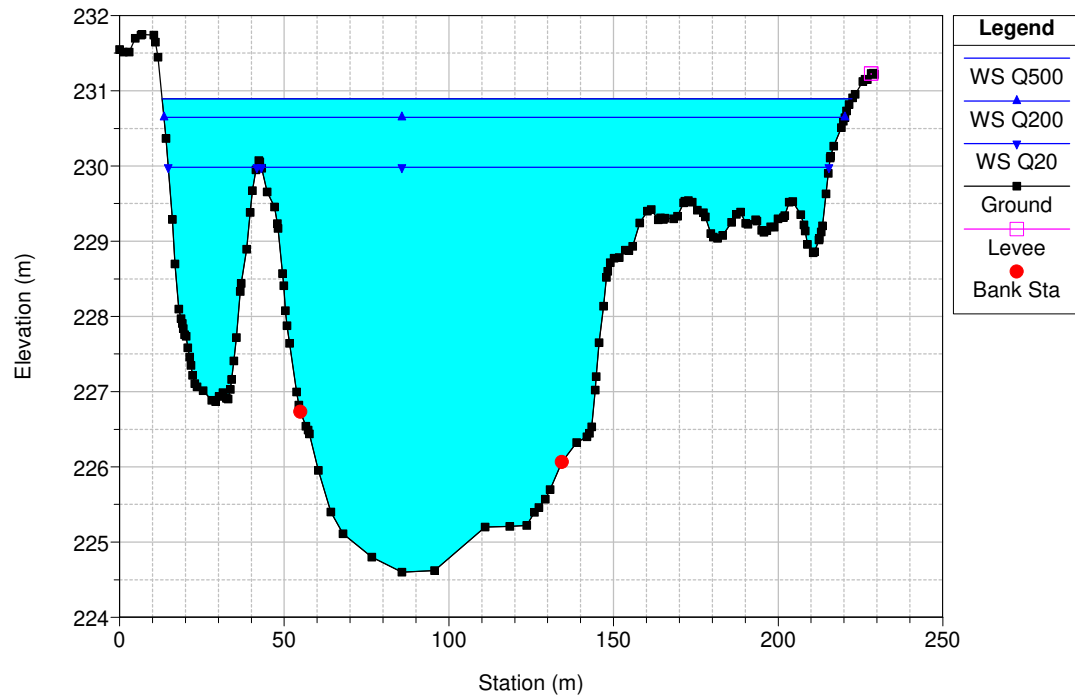
RS = 36.03 ANTE OPERAM



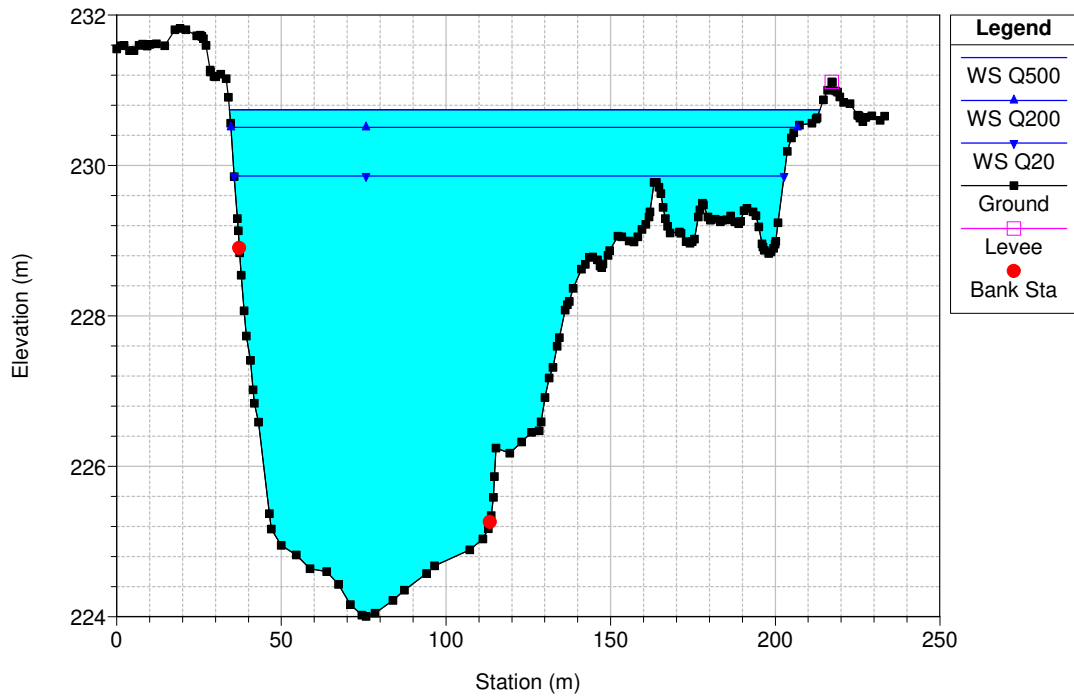
RS = 36.02 ANTE OPERAM



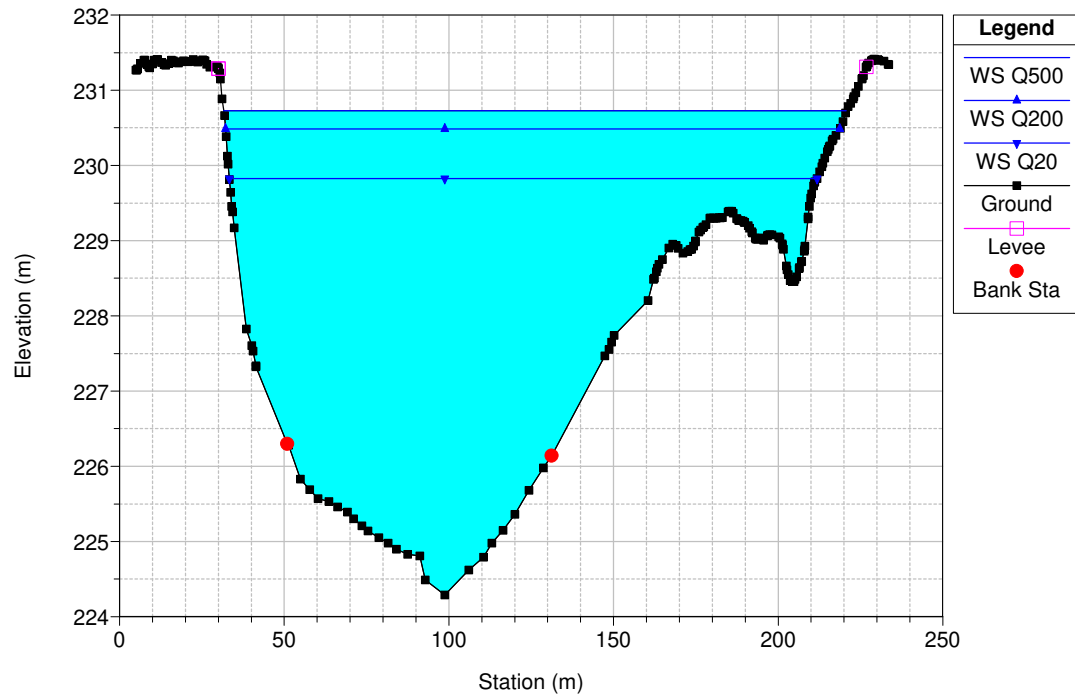
RS = 36.015 ANTE OPERAM



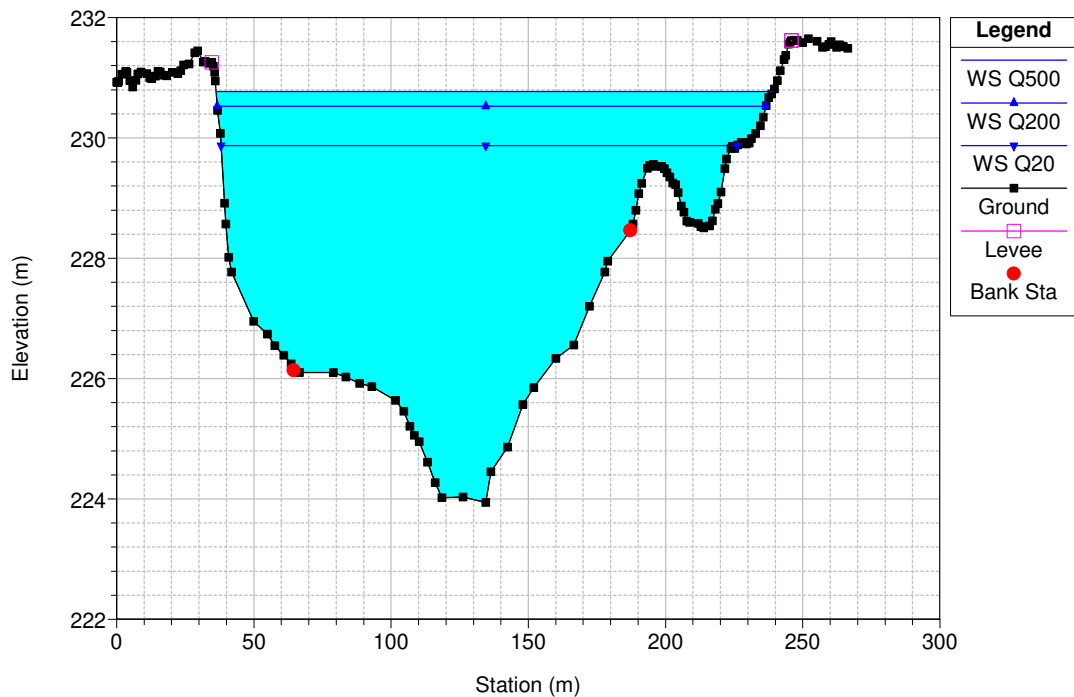
RS = 36.01 ANTE OPERAM



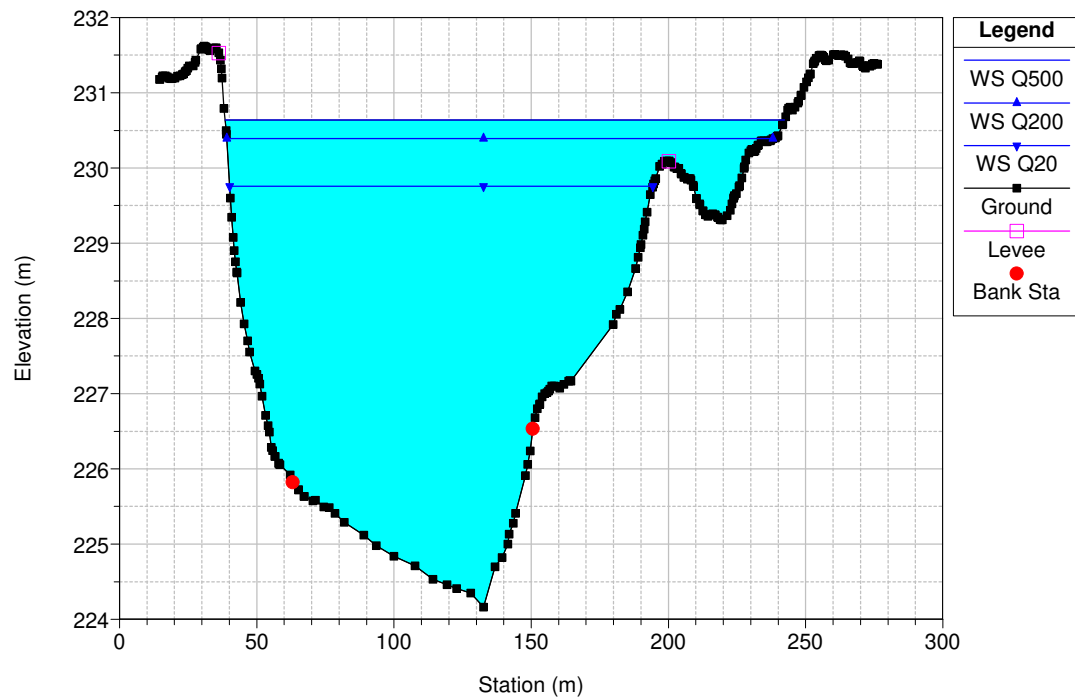
RS = 36.005 ANTE OPERAM



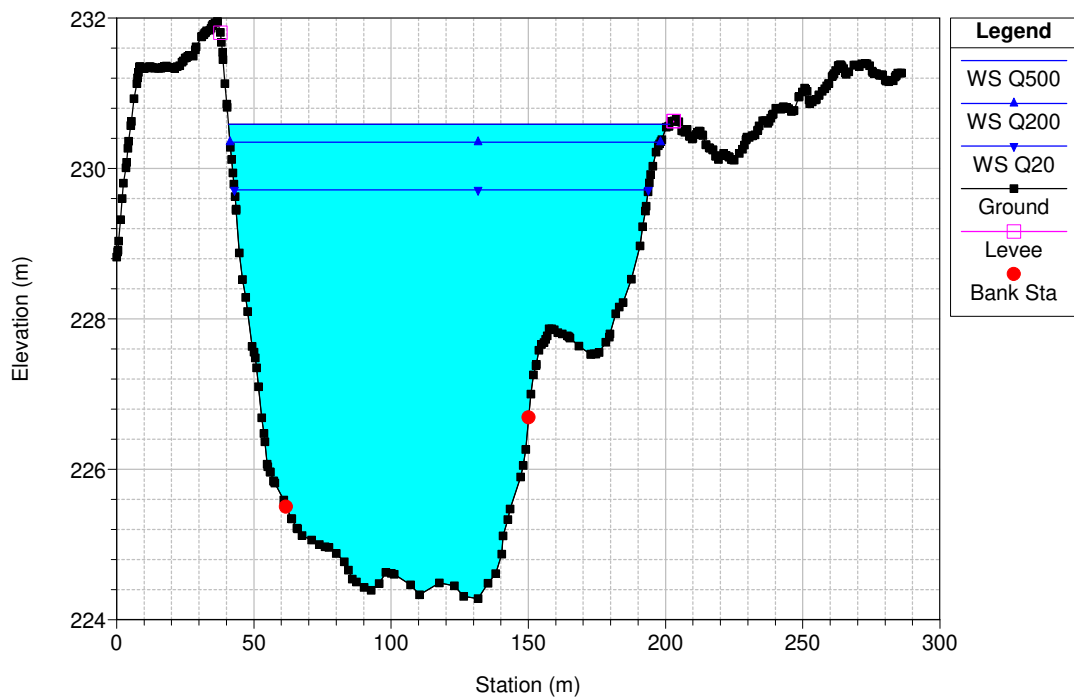
RS = 36 ANTE OPERAM



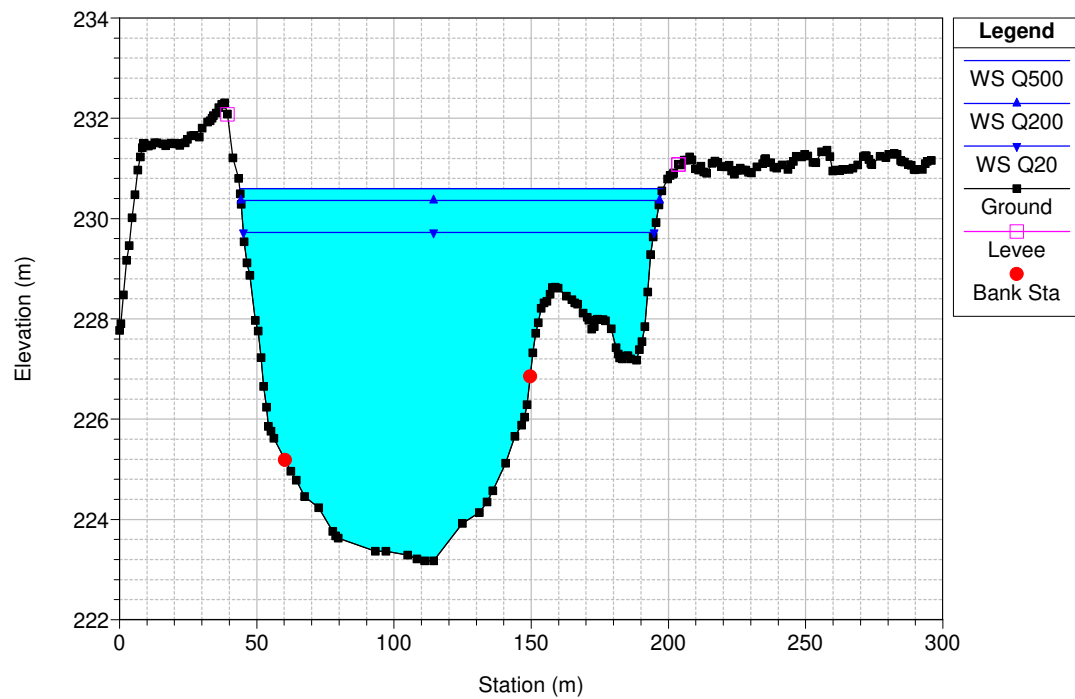
RS = 35.896 ANTE OPERAM



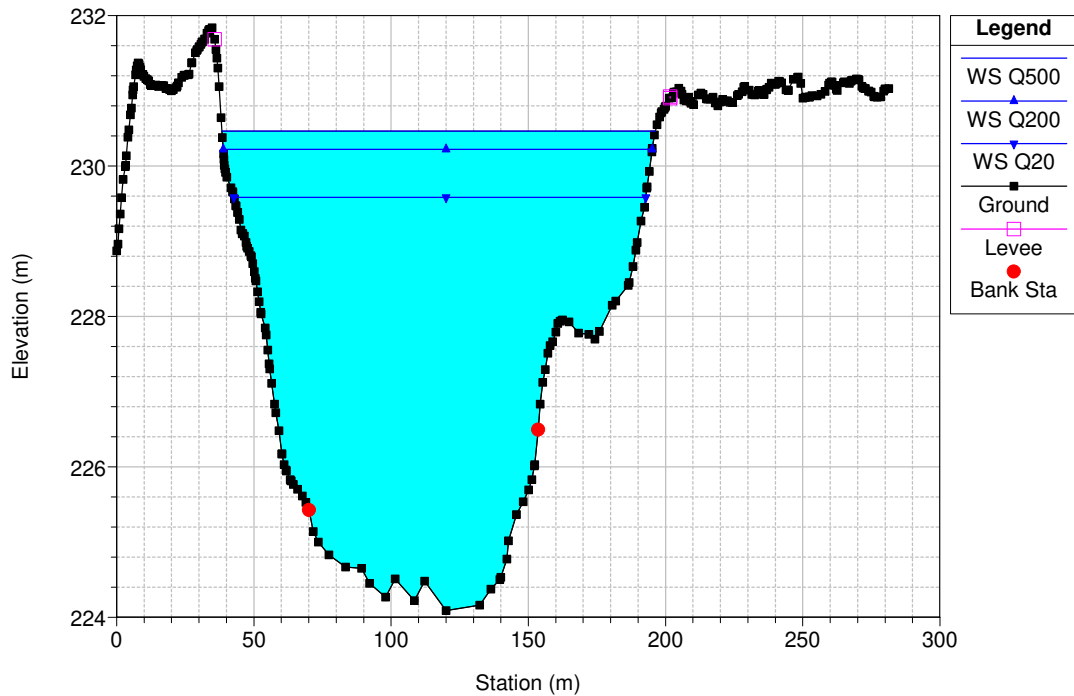
RS = 35.792 ANTE OPERAM



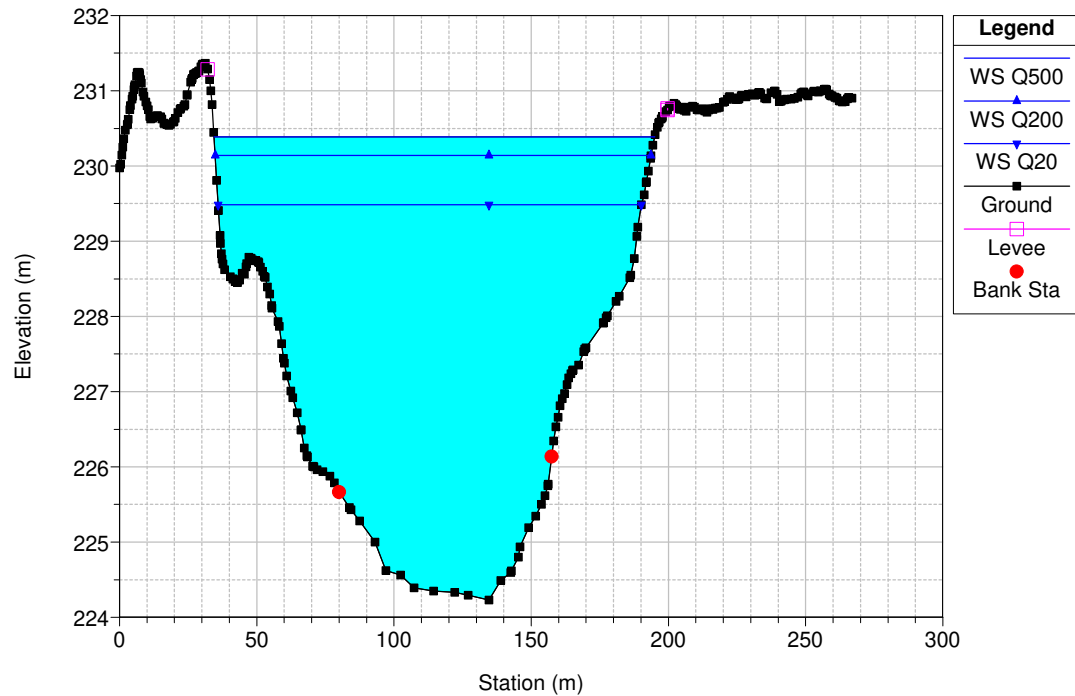
RS = 35.688 ANTE OPERAM



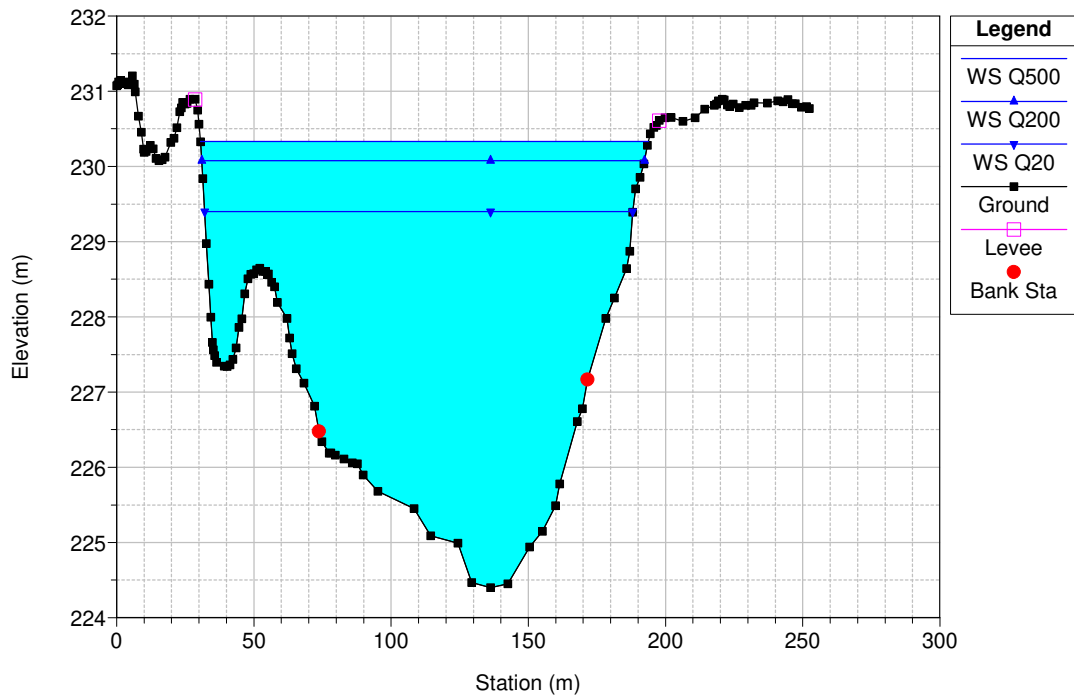
RS = 35.622 ANTE OPERAM



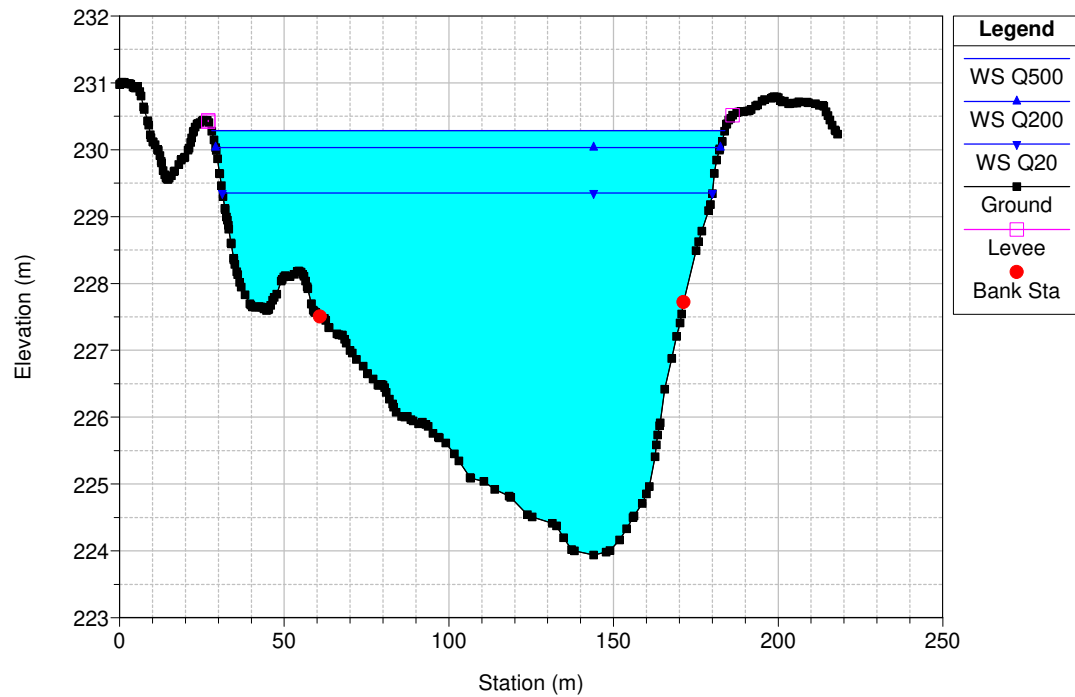
RS = 35.555 ANTE OPERAM



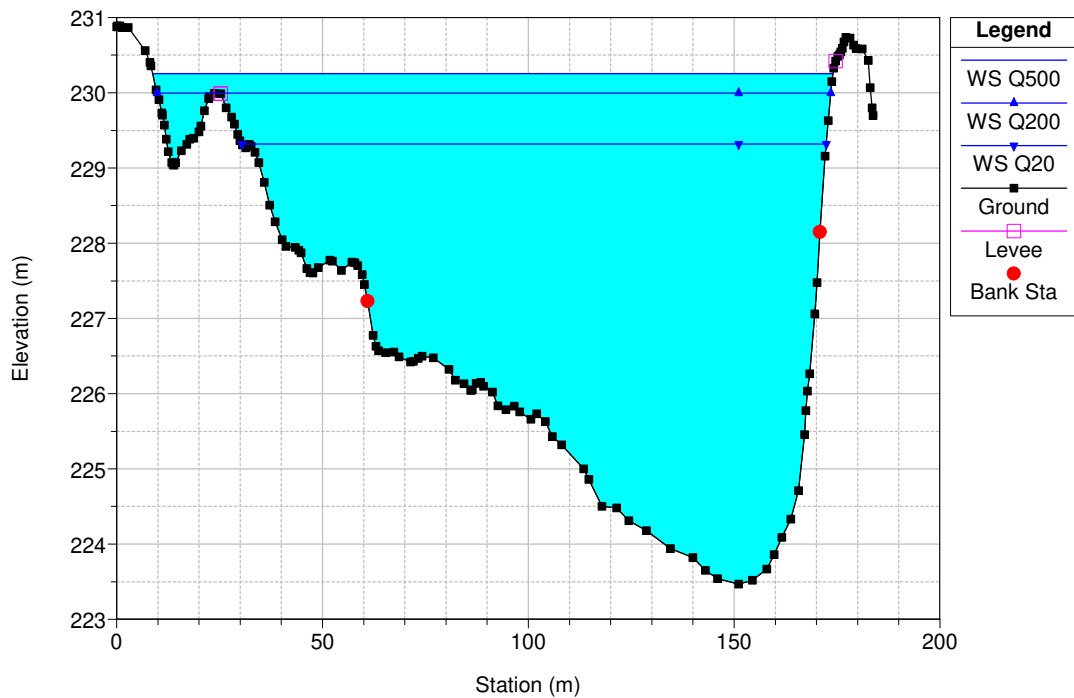
RS = 35.489 ANTE OPERAM



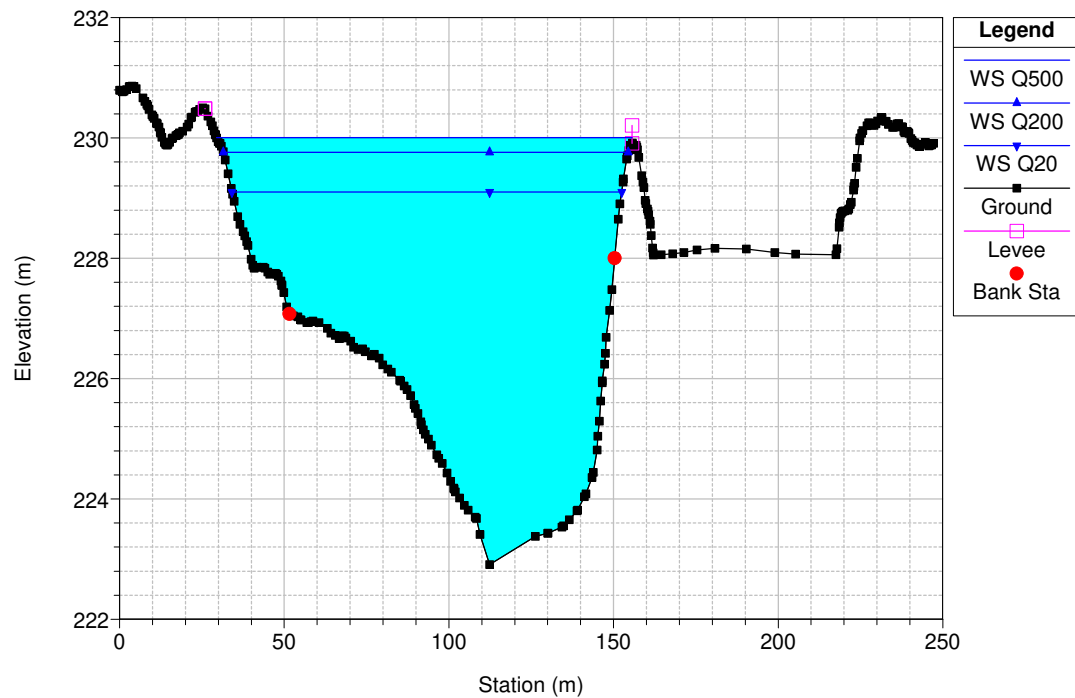
RS = 35.465 ANTE OPERAM



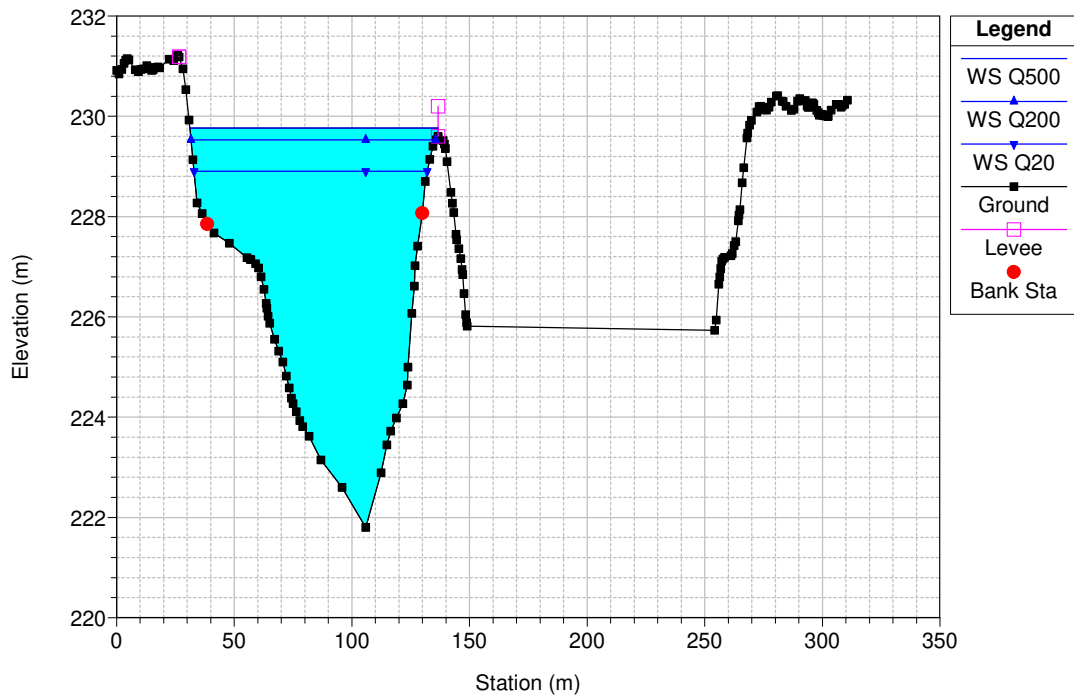
RS = 35.440 ANTE OPERAM



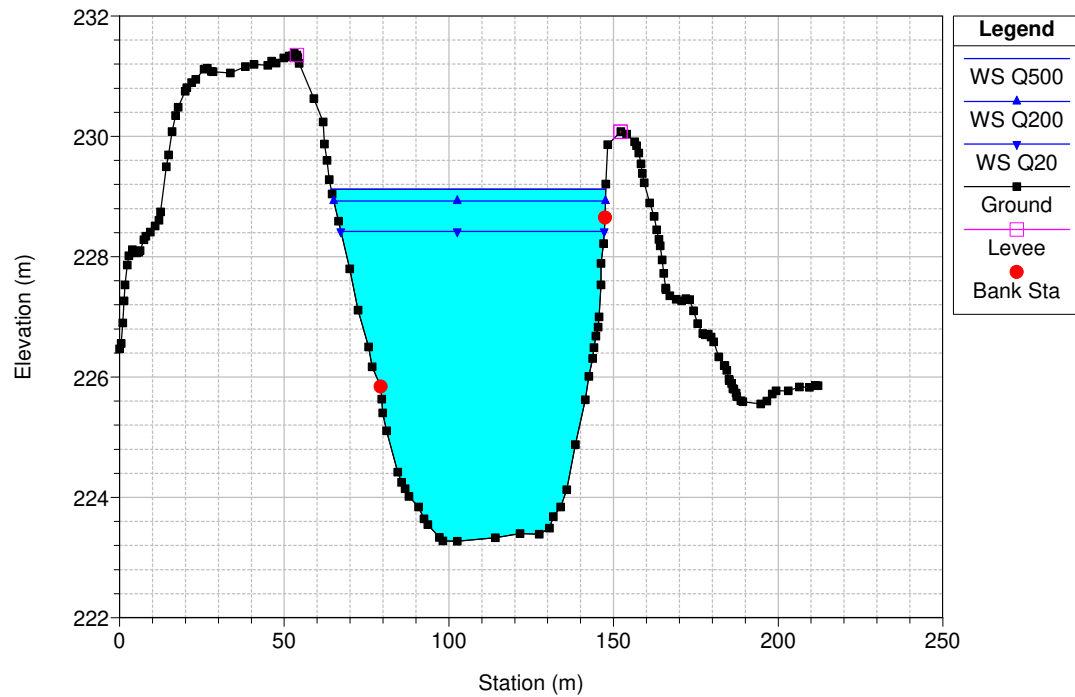
RS = 35.415 ANTE OPERAM



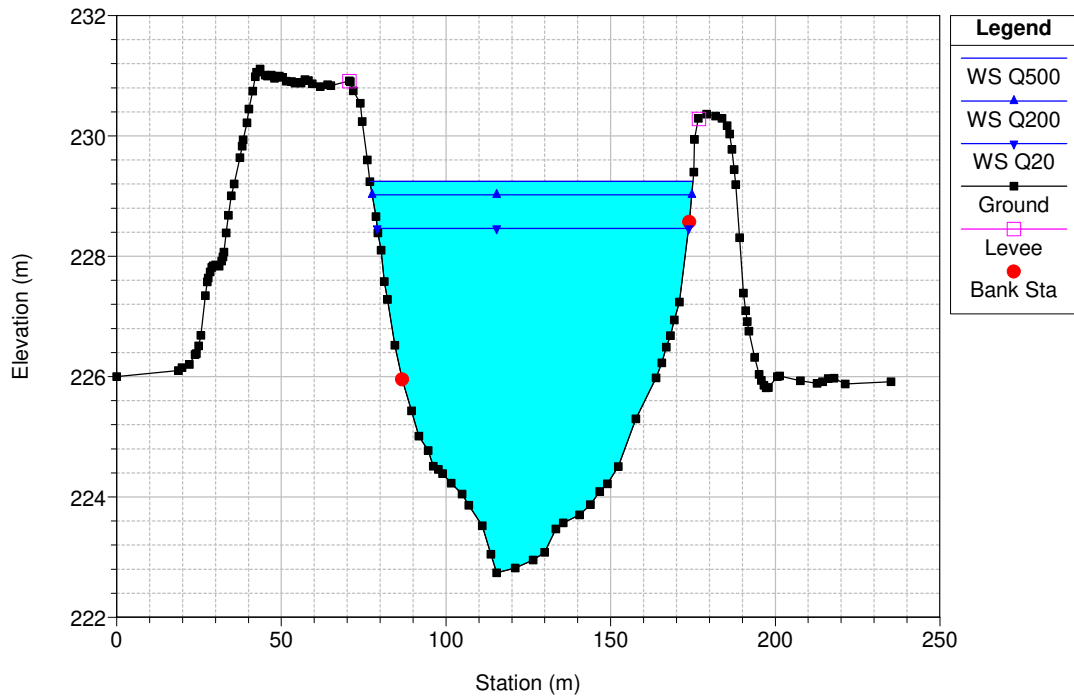
RS = 35.390 ANTE OPERAM



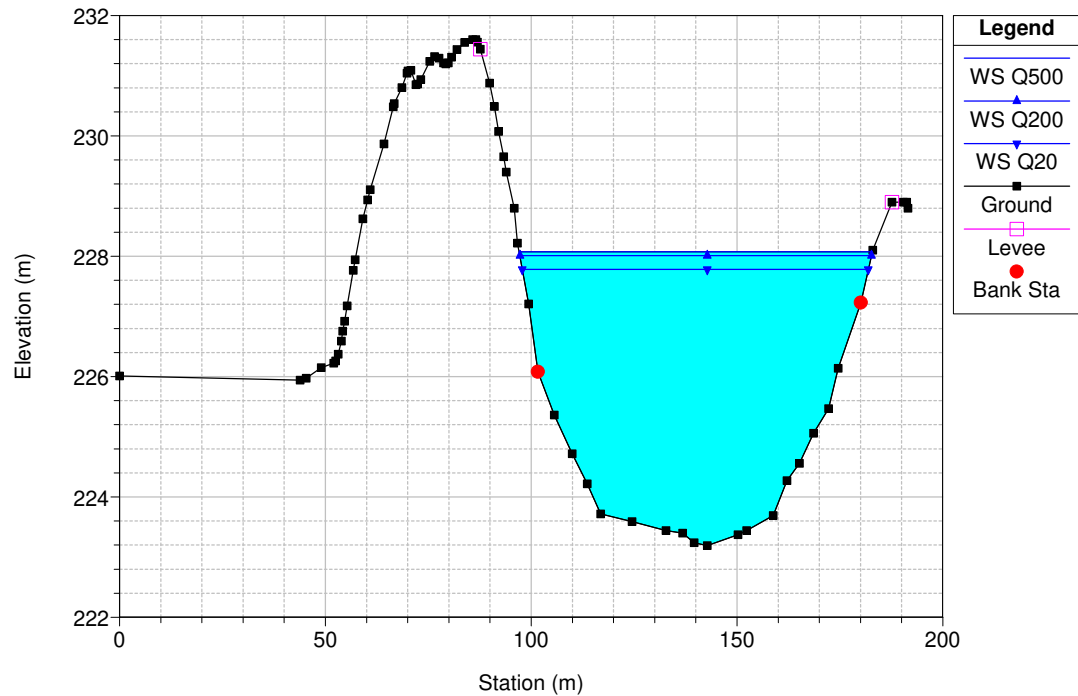
RS = 35.370 ANTE OPERAM



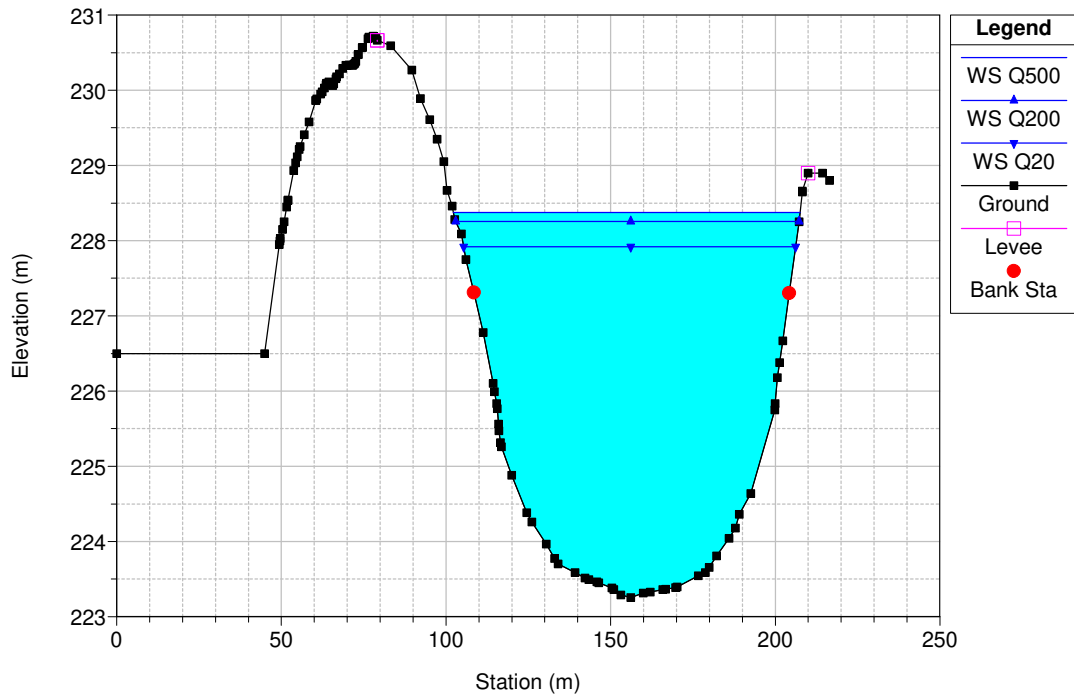
RS = 35.350 ANTE OPERAM



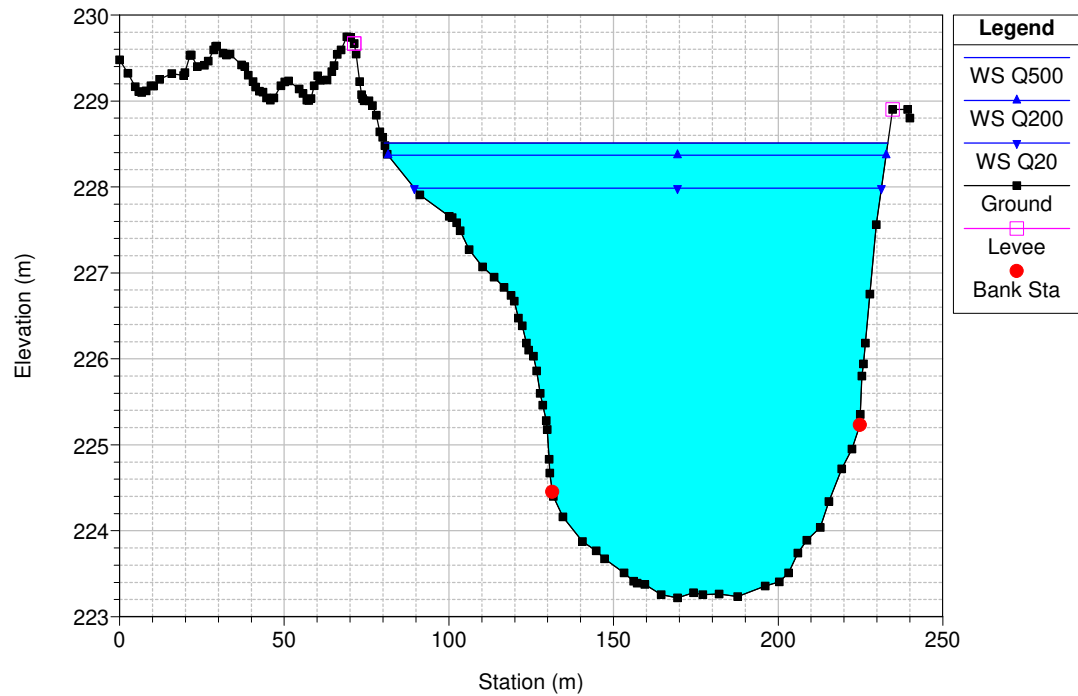
RS = 35.33 ANTE OPERAM



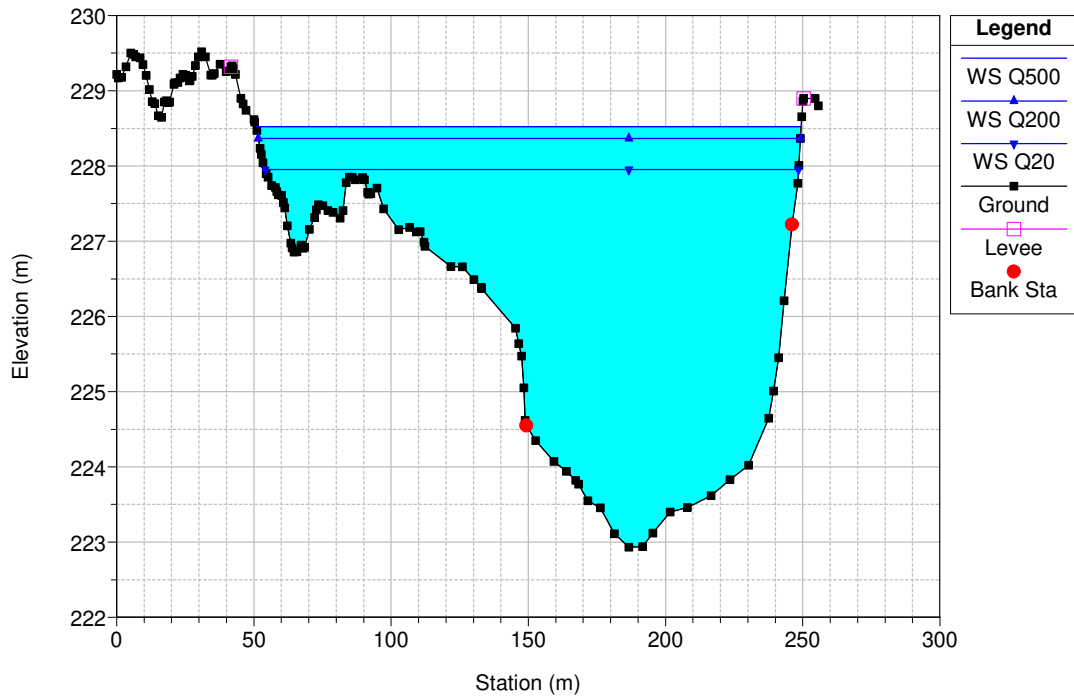
RS = 35.305 ANTE OPERAM



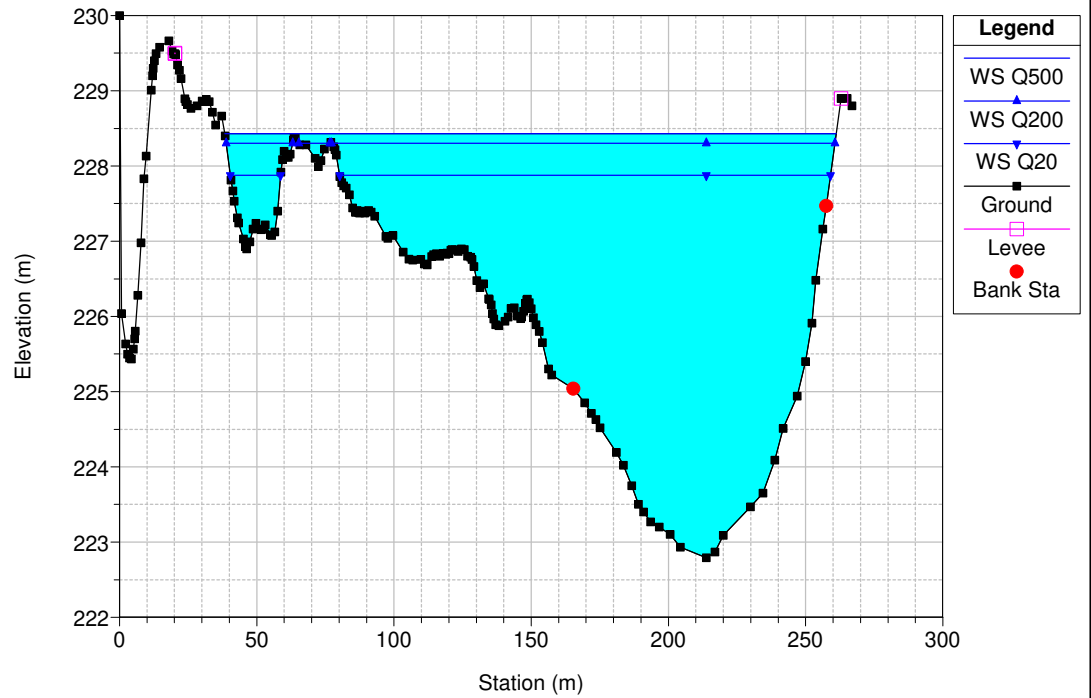
RS = 35.280 ANTE OPERAM



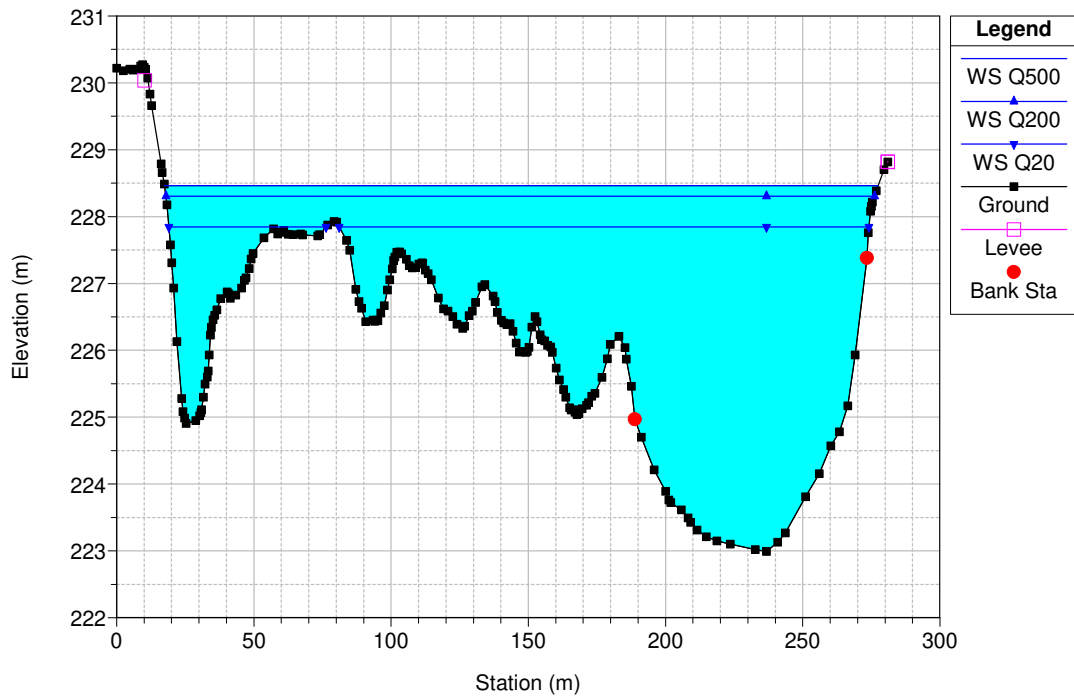
RS = 35.240 ANTE OPERAM



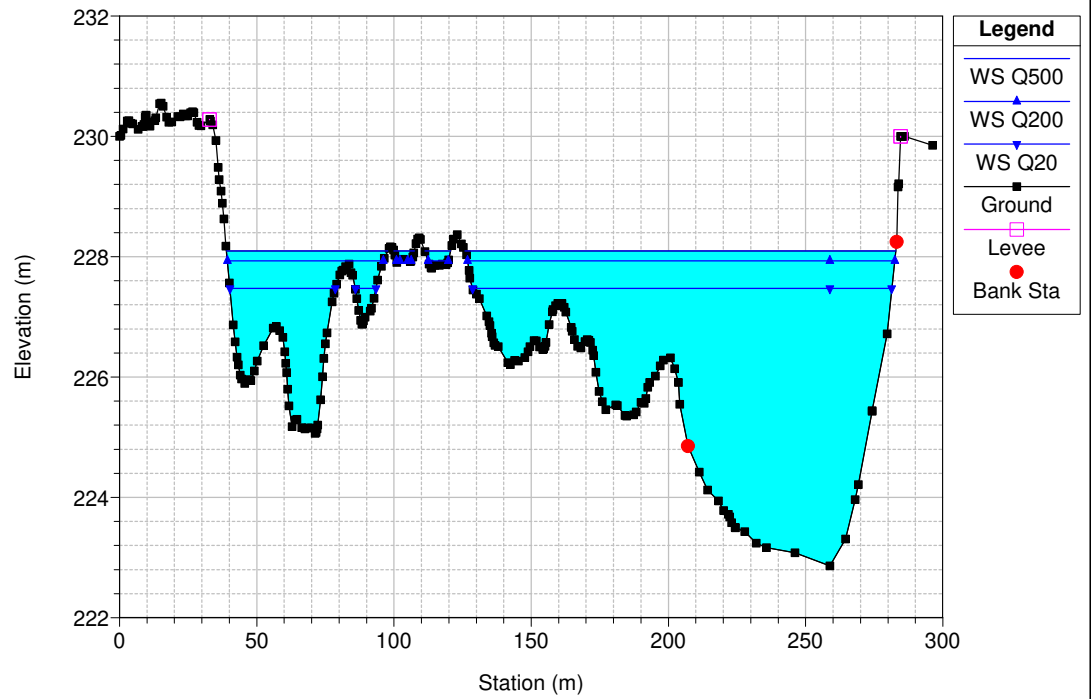
RS = 35.200 ANTE OPERAM



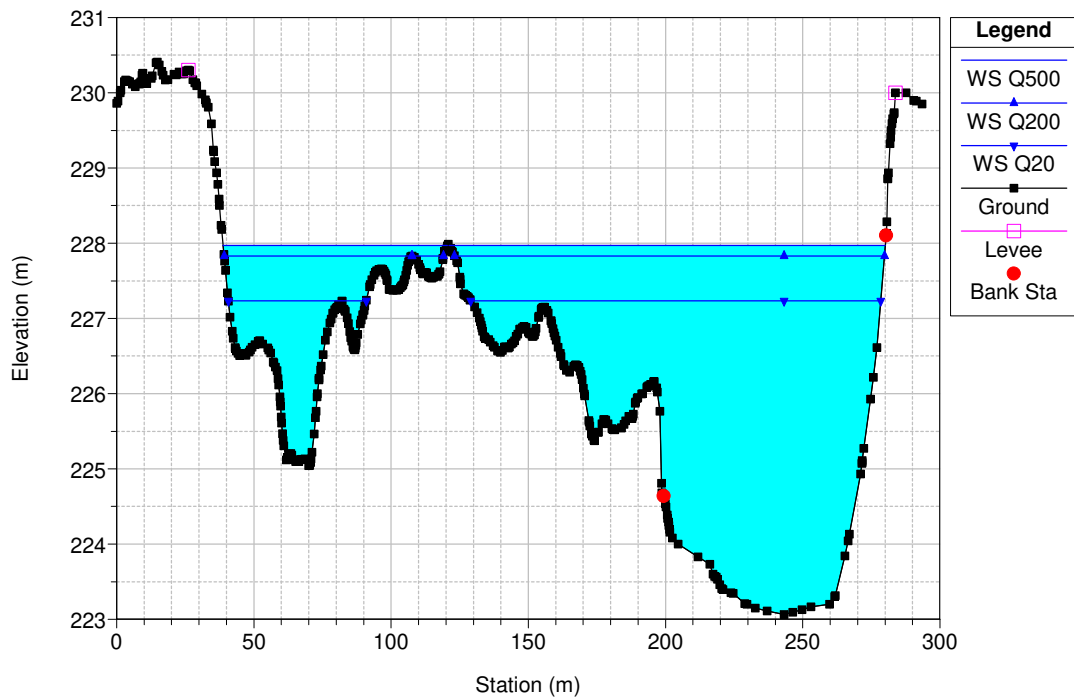
RS = 35.160 ANTE OPERAM



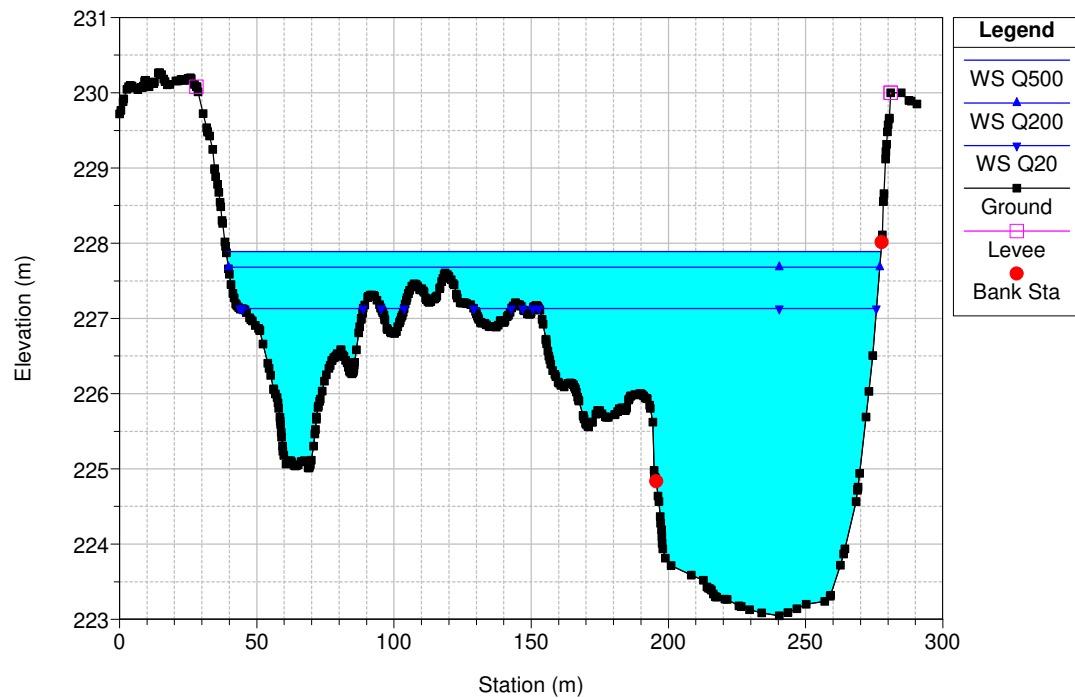
RS = 35.120 ANTE OPERAM



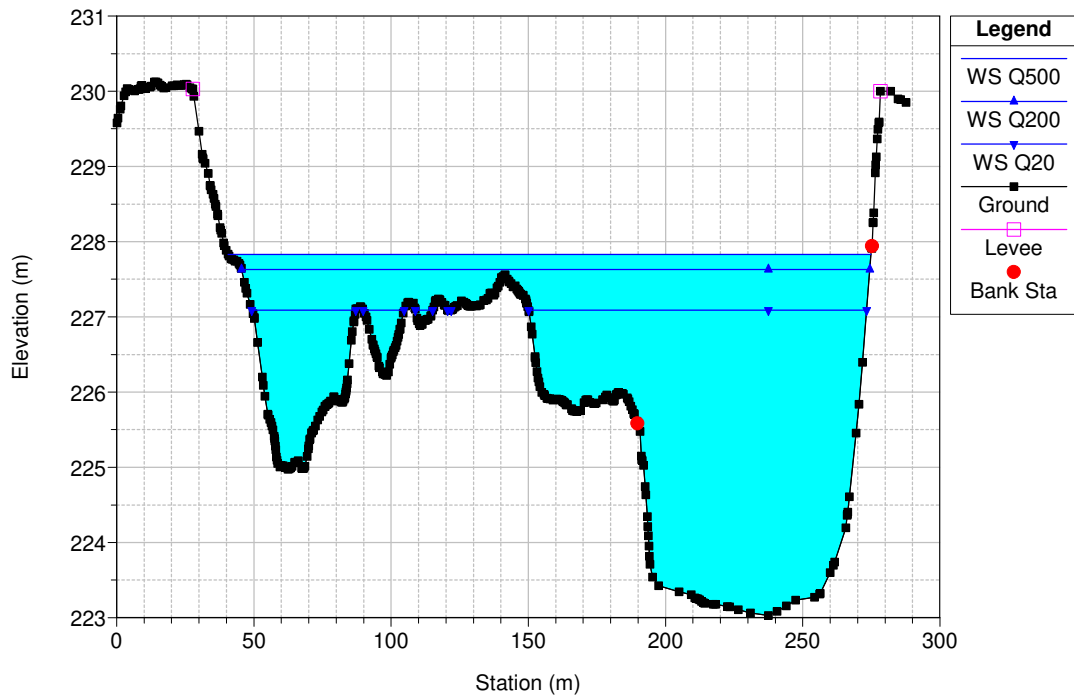
RS = 35.090 ANTE OPERAM



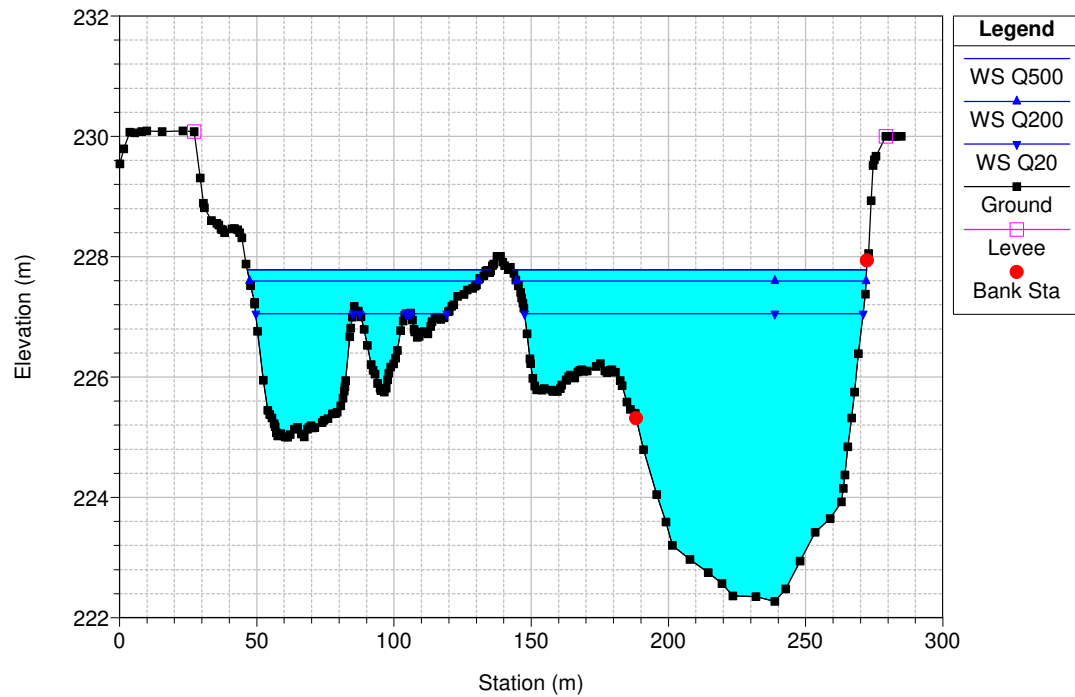
RS = 35.060 ANTE OPERAM



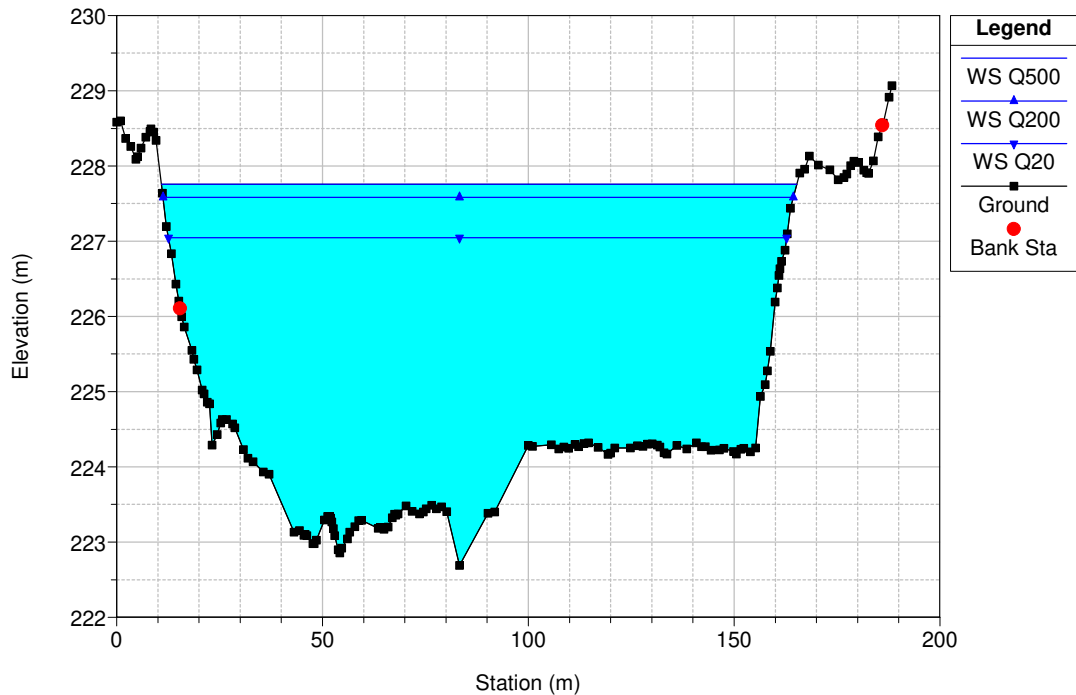
RS = 35.030 ANTE OPERAM



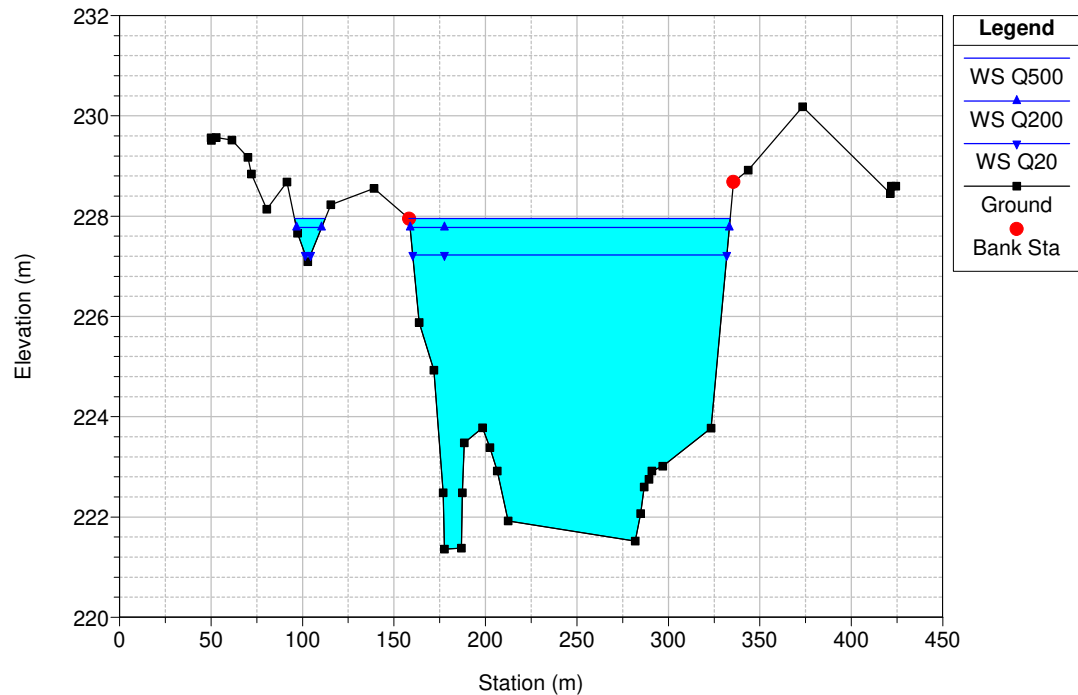
RS = 35 ANTE OPERAM



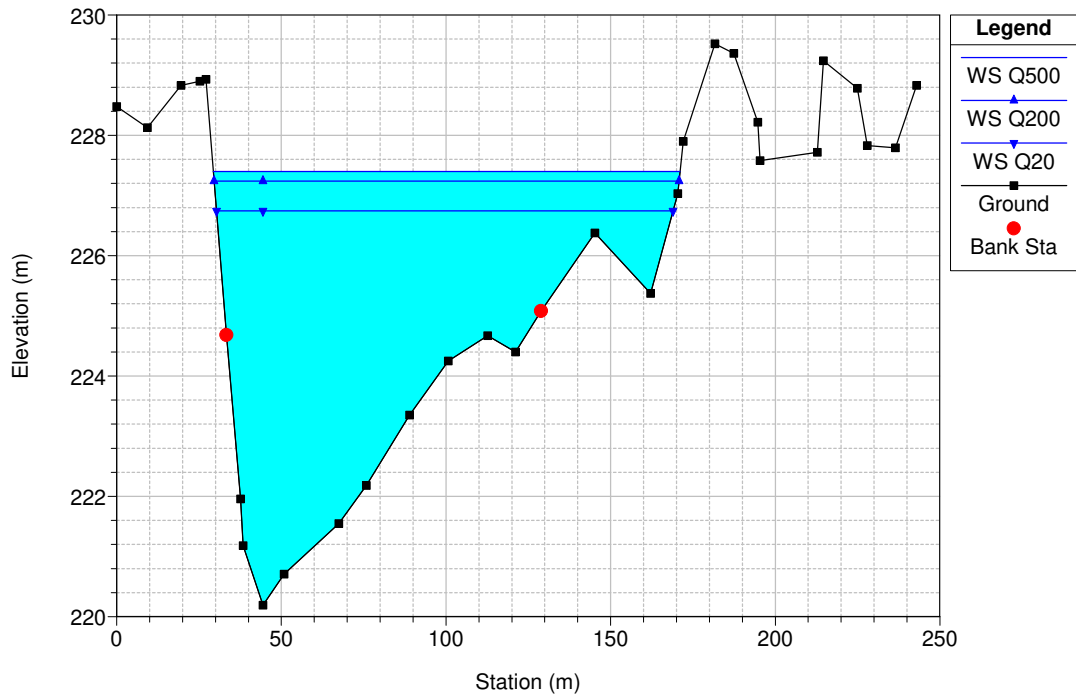
RS = 34.427 ANTE OPERAM



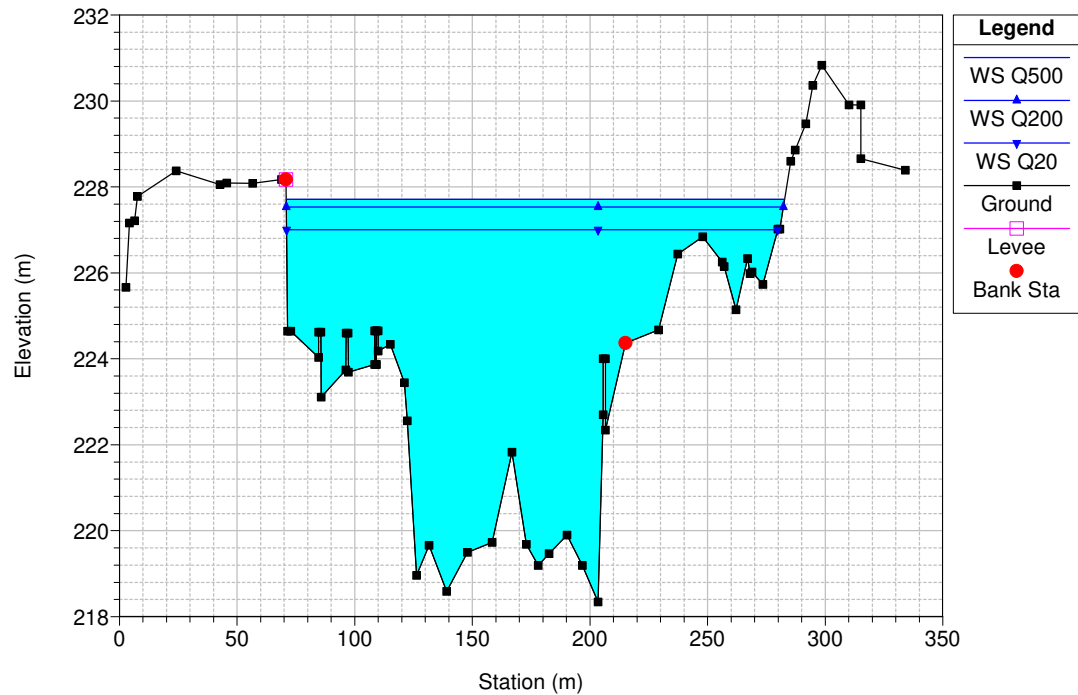
RS = 34.14 ANTE OPERAM



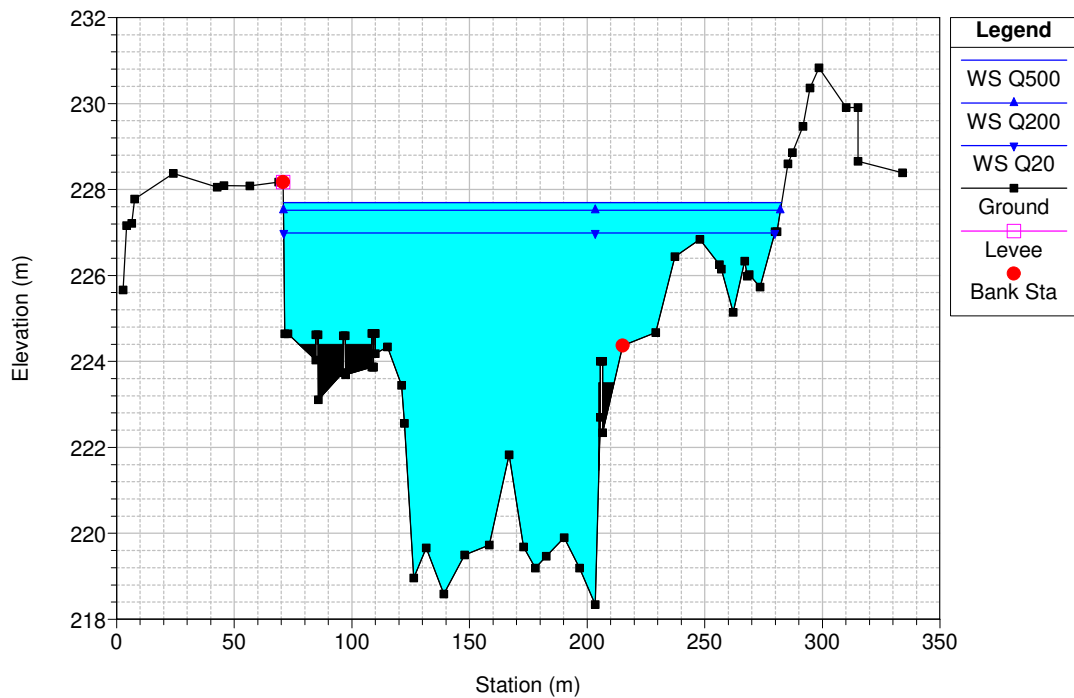
RS = 34.135 ANTE OPERAM



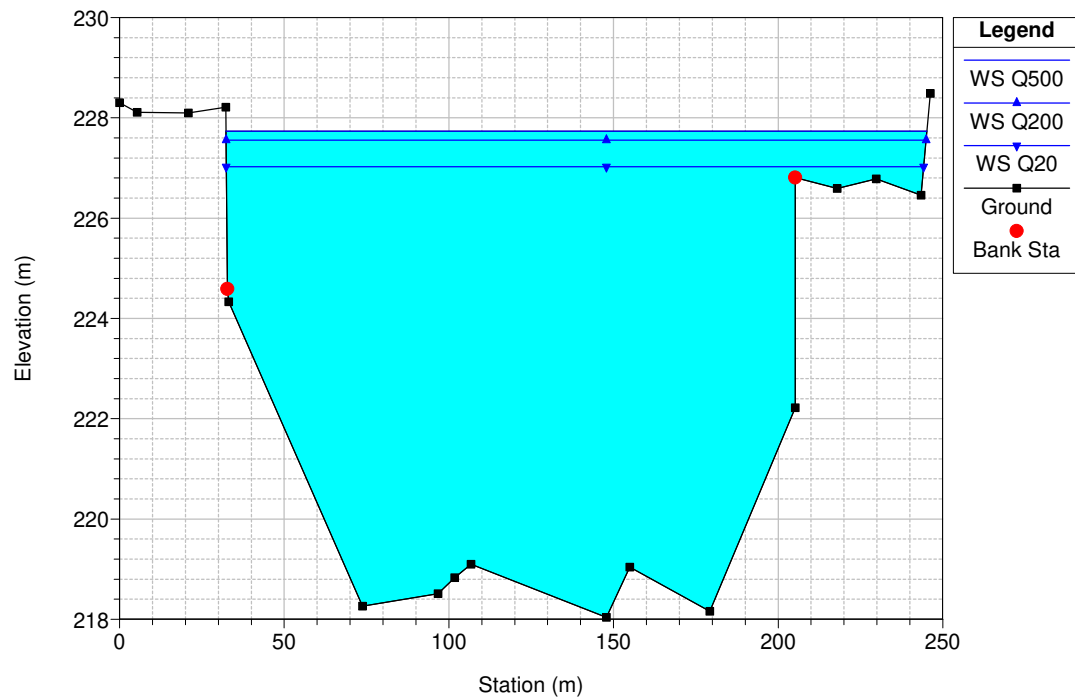
RS = 34.130 ANTE OPERAM - RUDERI EX CIMA



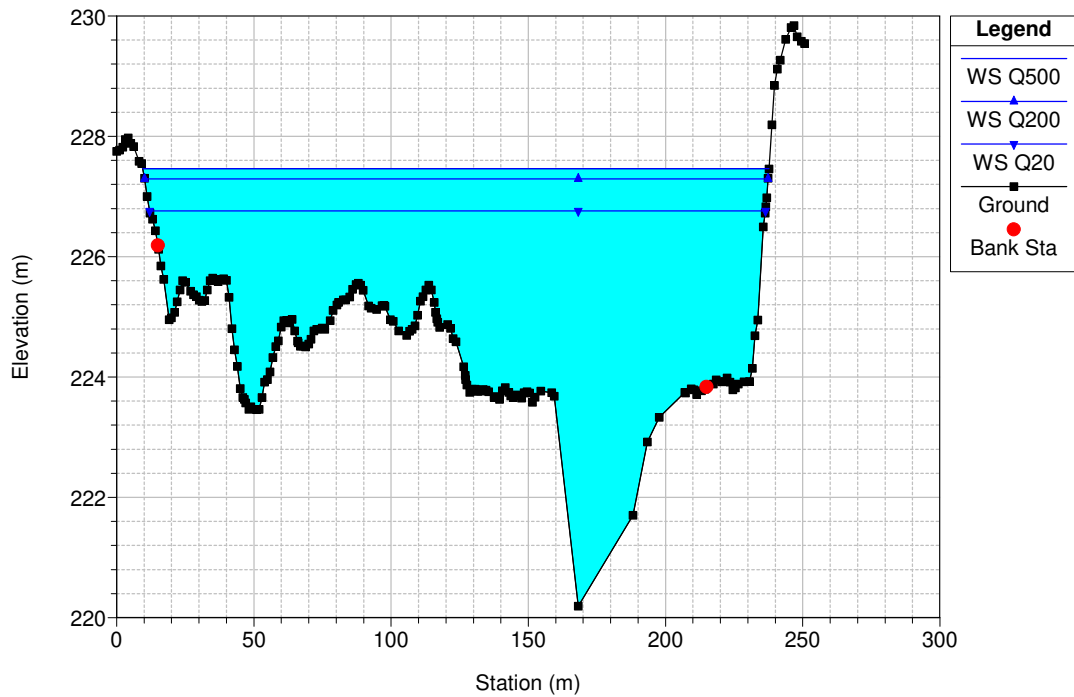
RS = 34.125 ANTE OPERAM - RUDERI EX CIMA



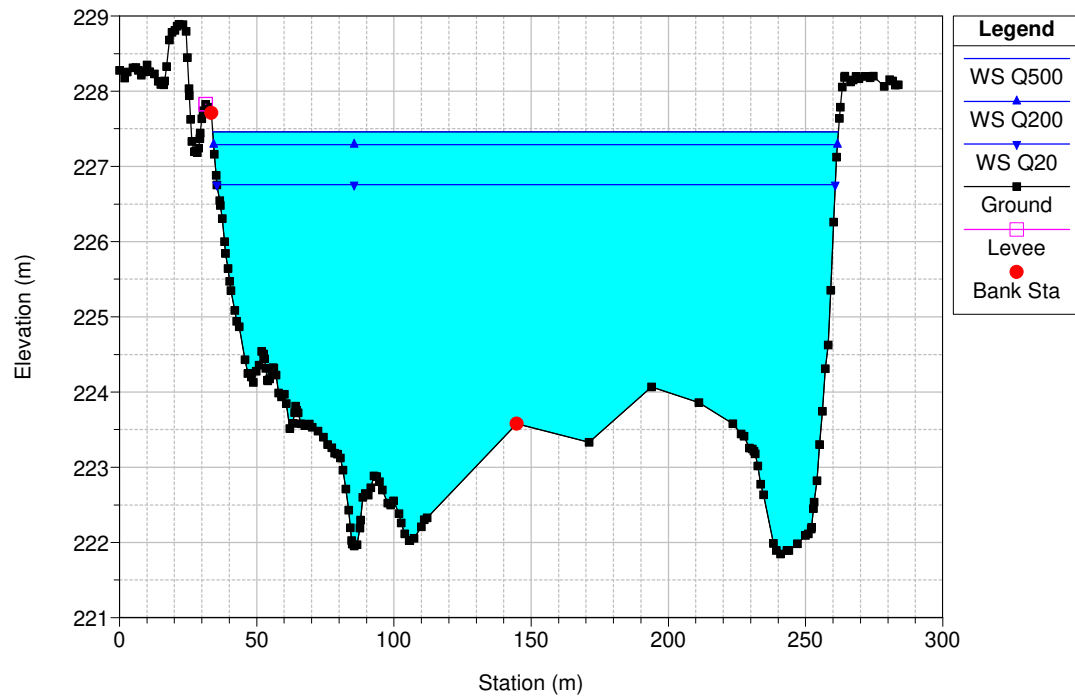
RS = 34.122 ANTE OPERAM



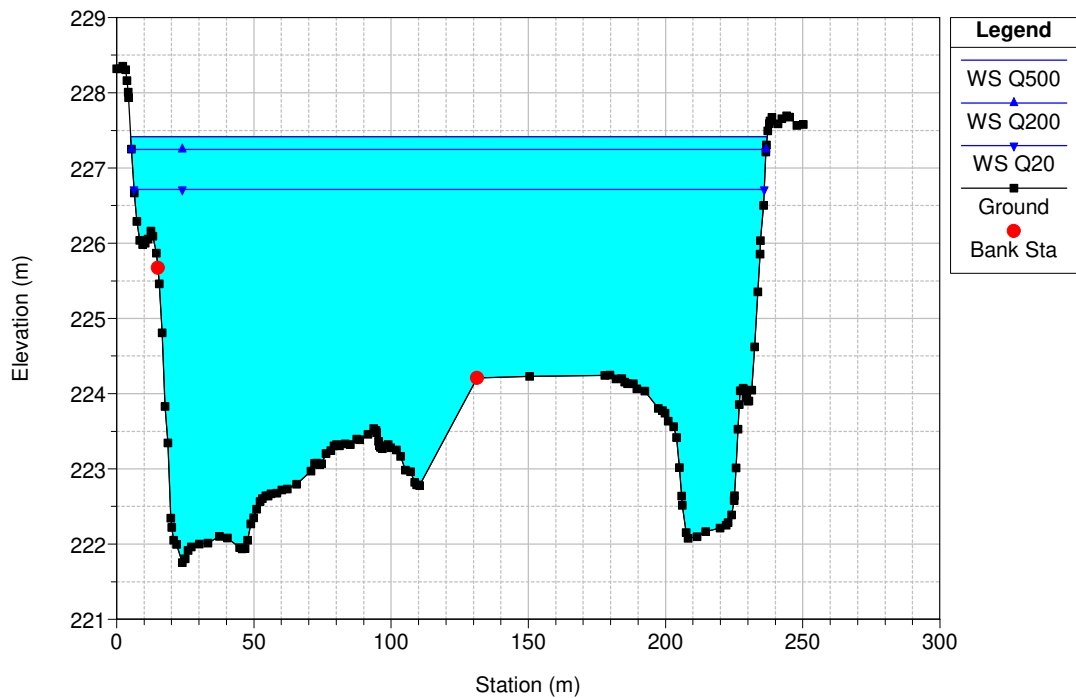
RS = 33 ANTE OPERAM



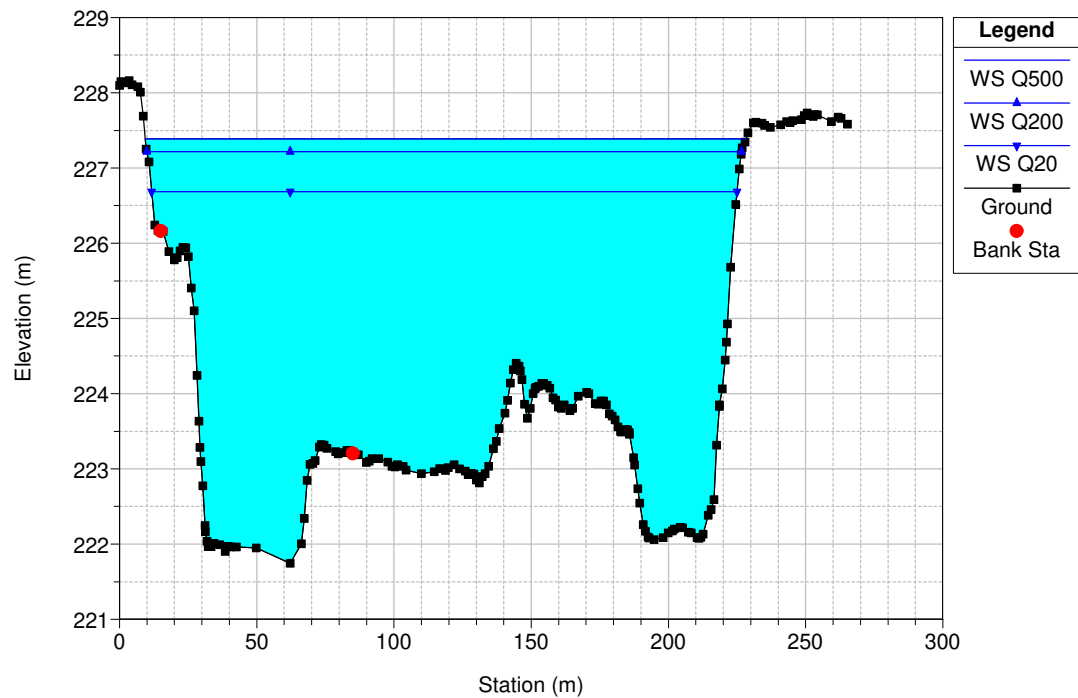
RS = 32.000 ANTE OPERAM



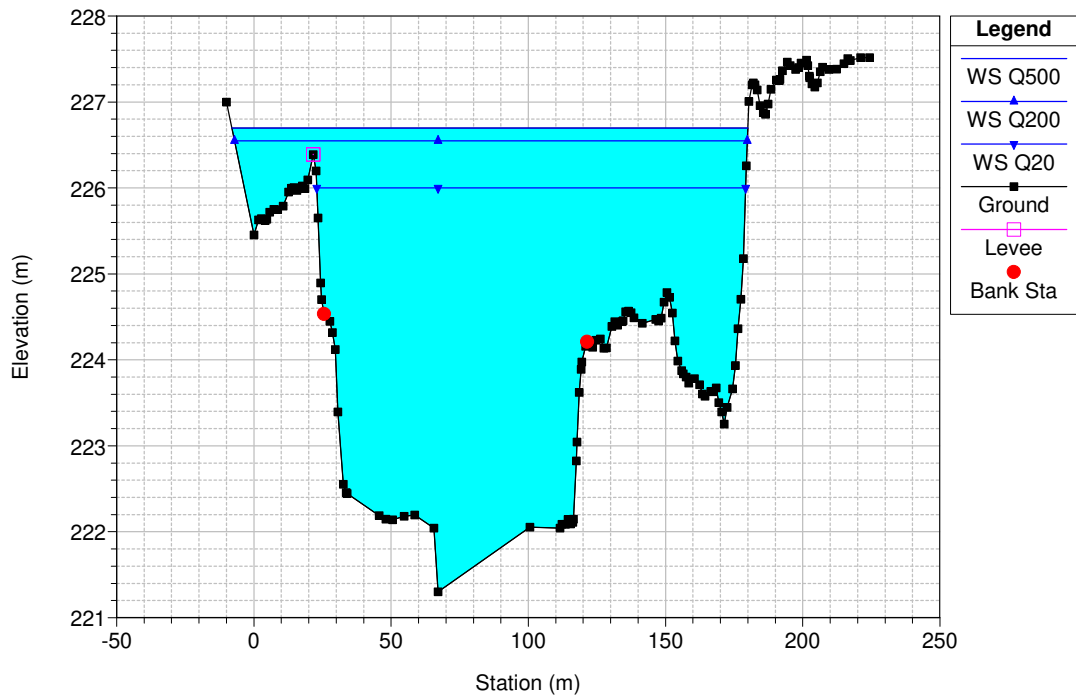
RS = 31.000 ANTE OPERAM



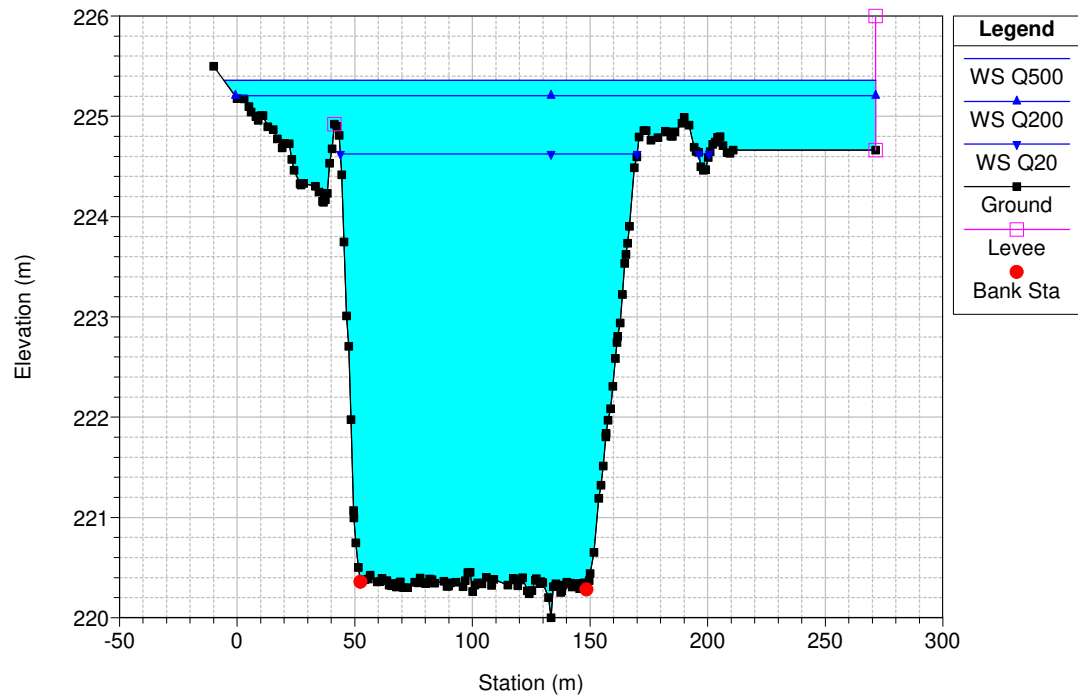
RS = 30 ANTE OPERAM



RS = 20 ANTE OPERAM



RS = 10 ANTE OPERAM



ALLEGATO 3

SIMULAZIONE A PARATOIE TUTTE APERTE

HEC-RAS Plan: Post - 6 paratoie River: Dora Reach: Ivrea

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
Ivrea	38	Q500	1780.00	233.00	237.05	237.05	238.97	0.005085	6.41	301.83	79.50	1.02
Ivrea	38	Q200	1660.00	233.00	236.87	236.87	238.71	0.005173	6.27	287.43	79.50	1.02
Ivrea	38	Q20	1340.00	233.00	236.40	236.40	237.98	0.005257	5.80	250.18	79.50	1.01
Ivrea	37.5	Q500	1780.00	229.65	234.88	235.97	238.57	0.012190	10.22	234.23	79.50	1.58
Ivrea	37.5	Q200	1660.00	229.65	234.74	235.79	238.31	0.012258	10.03	223.17	79.50	1.57
Ivrea	37.5	Q20	1340.00	229.65	234.18	235.00	237.56	0.013045	9.40	181.30	71.10	1.58
Ivrea	37	Q500	1780.00	228.40	231.62	233.63	237.34	0.030092	10.89	170.80	72.95	2.26
Ivrea	37	Q200	1660.00	228.40	231.49	233.50	237.06	0.031068	10.75	161.26	71.86	2.28
Ivrea	37	Q20	1340.00	228.40	231.13	232.93	236.23	0.032991	10.29	136.04	68.13	2.31
Ivrea	36.750	Q500	1780.00	226.28	229.59	231.53	235.84	0.025588	11.65	177.27	89.93	2.17
Ivrea	36.750	Q200	1660.00	226.28	229.48	231.10	235.53	0.025884	11.42	167.25	89.18	2.17
Ivrea	36.750	Q20	1340.00	226.28	229.13	230.68	234.62	0.027303	10.76	138.19	74.15	2.18
Ivrea	36.5	Q500	1780.00	225.51	232.55	231.00	233.19	0.001243	4.15	564.43	138.21	0.53
Ivrea	36.5	Q200	1660.00	225.51	232.28	230.85	232.93	0.001305	4.13	528.07	136.19	0.54
Ivrea	36.5	Q20	1340.00	225.51	229.02	230.45	233.11	0.020629	9.58	160.13	83.61	1.89
Ivrea	36.2	Q500	1780.00	225.26	232.76	233.01	233.01	0.000449	2.69	861.27	167.17	0.33
Ivrea	36.2	Q200	1660.00	225.26	232.50	232.74	232.74	0.000458	2.65	817.91	165.77	0.33
Ivrea	36.2	Q20	1340.00	225.26	231.78	229.36	231.99	0.000485	2.53	698.69	162.53	0.33
Ivrea	36.195	Q500	1780.00	224.98	232.64	229.44	232.96	0.000499	2.82	819.19	190.92	0.35
Ivrea	36.195	Q200	1660.00	224.98	232.37	229.32	232.69	0.000523	2.80	767.37	190.45	0.35
Ivrea	36.195	Q20	1340.00	224.98	231.68	228.93	231.94	0.000498	2.53	649.75	157.66	0.34
Ivrea	36.19	Q500	1780.00	224.20	232.23	229.67	232.86	0.000777	3.73	580.84	131.34	0.44
Ivrea	36.19	Q200	1660.00	224.20	231.98	229.35	232.59	0.000781	3.66	548.09	129.02	0.44
Ivrea	36.19	Q20	1340.00	224.20	231.30	228.76	231.85	0.000770	3.40	462.67	123.66	0.43
Ivrea	36.180	Q500	1780.00	224.45	232.23	229.37	232.79	0.000722	3.44	582.05	120.77	0.42
Ivrea	36.180	Q200	1660.00	224.45	231.98	229.17	232.52	0.000722	3.35	552.17	119.12	0.41
Ivrea	36.180	Q20	1340.00	224.45	231.31	228.62	231.77	0.000694	3.07	475.87	110.67	0.40
Ivrea	36.17	Q500	1780.00	224.51	232.21	229.19	232.73	0.000653	3.25	592.90	109.41	0.39
Ivrea	36.17	Q200	1660.00	224.51	231.97	229.00	232.46	0.000647	3.16	566.19	107.59	0.39
Ivrea	36.17	Q20	1340.00	224.51	231.31	228.45	231.71	0.000606	2.85	497.75	100.09	0.37
Ivrea	36.160	Q500	1780.00	224.49	232.16	229.10	232.69	0.000643	3.33	594.52	116.35	0.40
Ivrea	36.160	Q200	1660.00	224.49	231.92	228.93	232.42	0.000629	3.22	567.44	109.36	0.39
Ivrea	36.160	Q20	1340.00	224.49	231.27	228.39	231.68	0.000579	2.89	500.65	99.31	0.37
Ivrea	36.15	Q500	1780.00	224.38	232.06	229.20	232.65	0.000725	3.52	567.65	109.13	0.42
Ivrea	36.15	Q200	1660.00	224.38	231.84	229.02	232.38	0.000698	3.38	544.55	100.99	0.41
Ivrea	36.15	Q20	1340.00	224.38	231.20	228.51	231.64	0.000647	3.05	481.48	96.07	0.39
Ivrea	36.140	Q500	1780.00	224.79	231.95	229.28	232.59	0.000851	3.69	547.57	110.25	0.45
Ivrea	36.140	Q200	1660.00	224.79	231.72	229.19	232.32	0.000841	3.58	522.08	106.90	0.45
Ivrea	36.140	Q20	1340.00	224.79	231.08	228.71	231.59	0.000796	3.25	456.17	100.69	0.43
Ivrea	36.13	Q500	1780.00	224.02	231.95	229.13	232.52	0.000715	3.48	575.02	112.41	0.42
Ivrea	36.13	Q200	1660.00	224.02	231.71	228.93	232.25	0.000704	3.37	549.34	107.57	0.41
Ivrea	36.13	Q20	1340.00	224.02	231.07	228.43	231.52	0.000661	3.06	482.00	103.26	0.40
Ivrea	36.11	Q500	1780.00	225.58	231.80	229.65	232.47	0.000516	3.75	550.35	123.23	0.49
Ivrea	36.11	Q200	1660.00	225.58	231.56	229.47	232.20	0.000520	3.66	520.88	121.18	0.49
Ivrea	36.11	Q20	1340.00	225.58	230.92	229.00	231.47	0.000519	3.38	444.87	115.77	0.48
Ivrea	36.105		Bridge									
Ivrea	36.1	Q500	1780.00	225.60	230.86	229.66	231.87	0.000961	4.56	437.41	115.35	0.65
Ivrea	36.1	Q200	1660.00	225.60	230.73	229.48	231.66	0.000909	4.36	422.95	113.55	0.63
Ivrea	36.1	Q20	1340.00	225.60	230.37	229.00	231.08	0.000772	3.82	384.12	101.22	0.57
Ivrea	36.05	Q500	1780.00	225.00	231.18	229.23	231.65	0.000857	3.17	655.39	188.86	0.44
Ivrea	36.05	Q200	1660.00	225.00	231.02	229.07	231.46	0.000846	3.09	623.77	186.64	0.43
Ivrea	36.05	Q20	1340.00	225.00	230.55	228.62	230.93	0.000799	2.82	538.74	181.28	0.41
Ivrea	36.040	Q500	1780.00	225.91	230.71	230.01	231.57	0.002077	4.36	499.61	199.38	0.66
Ivrea	36.040	Q200	1660.00	225.91	230.48	229.79	231.37	0.002262	4.39	454.90	196.05	0.69
Ivrea	36.040	Q20	1340.00	225.91	230.09	229.31	230.85	0.002134	4.00	381.35	178.37	0.66
Ivrea	36.03	Q500	1780.00	226.33	230.66	230.14	231.49	0.002133	4.31	502.88	191.23	0.67
Ivrea	36.03	Q200	1660.00	226.33	230.44	230.01	231.28	0.002286	4.31	462.26	182.98	0.69
Ivrea	36.03	Q20	1340.00	226.33	229.98	229.46	230.77	0.002431	4.10	380.19	178.75	0.69
Ivrea	36.02	Q500	1780.00	226.38	230.59	230.20	231.47	0.002379	4.48	488.80	188.67	0.70

HEC-RAS Plan: Post - 6 paratoie River: Dora Reach: Ivrea (Continued)

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
Ivrea	36.02	Q200	1660.00	226.38	230.30	230.08	231.26	0.002816	4.63	434.27	181.52	0.76
Ivrea	36.02	Q20	1340.00	226.38	229.58	229.58	230.73	0.004218	4.93	306.48	167.56	0.89
Ivrea	36.015	Q500	1780.00	224.60	230.89	228.71	231.28	0.000713	3.05	740.87	209.44	0.41
Ivrea	36.015	Q200	1660.00	224.60	230.65	228.60	231.04	0.000749	3.04	689.95	206.82	0.41
Ivrea	36.015	Q20	1340.00	224.60	229.98	228.20	230.38	0.000851	2.98	555.35	199.25	0.43
Ivrea	36.01	Q500	1780.00	224.01	230.74	228.55	231.23	0.000828	3.32	657.54	179.32	0.44
Ivrea	36.01	Q200	1660.00	224.01	230.51	228.38	230.98	0.000845	3.27	616.45	172.14	0.44
Ivrea	36.01	Q20	1340.00	224.01	229.86	227.95	230.32	0.000917	3.14	507.49	166.94	0.45
Ivrea	36.005	Q500	1780.00	224.29	230.72	228.79	231.15	0.000794	3.16	695.89	189.03	0.43
Ivrea	36.005	Q200	1660.00	224.29	230.48	228.65	230.91	0.000829	3.13	650.76	186.54	0.43
Ivrea	36.005	Q20	1340.00	224.29	229.83	228.25	230.24	0.000934	3.04	530.80	178.52	0.45
Ivrea	36	Q500	1780.00	223.94	230.77	228.46	231.07	0.000581	2.52	786.80	202.91	0.36
Ivrea	36	Q200	1660.00	223.94	230.53	228.33	230.82	0.000605	2.49	738.66	199.94	0.36
Ivrea	36	Q20	1340.00	223.94	229.87	227.97	230.14	0.000677	2.39	609.55	188.07	0.38
Ivrea	35.896	Q500	1780.00	224.16	230.64	228.46	231.02	0.000676	2.94	737.64	203.78	0.40
Ivrea	35.896	Q200	1660.00	224.16	230.39	228.31	230.77	0.000704	2.92	688.32	199.07	0.40
Ivrea	35.896	Q20	1340.00	224.16	229.76	227.90	230.09	0.000722	2.71	565.99	154.16	0.40
Ivrea	35.792	Q500	1780.00	224.28	230.59	228.28	230.97	0.000644	2.93	701.40	160.78	0.39
Ivrea	35.792	Q200	1660.00	224.28	230.35	228.12	230.73	0.000651	2.87	664.50	156.92	0.39
Ivrea	35.792	Q20	1340.00	224.28	229.72	227.58	230.05	0.000668	2.68	566.86	150.82	0.38
Ivrea	35.688	Q500	1780.00	223.17	230.59	227.47	230.92	0.000455	2.67	761.47	154.11	0.33
Ivrea	35.688	Q200	1660.00	223.17	230.36	227.31	230.67	0.000454	2.60	725.79	152.59	0.33
Ivrea	35.688	Q20	1340.00	223.17	229.72	226.87	229.99	0.000443	2.39	629.77	149.64	0.32
Ivrea	35.622	Q500	1780.00	224.09	230.46	228.21	230.88	0.000704	3.07	676.12	157.91	0.41
Ivrea	35.622	Q200	1660.00	224.09	230.22	228.02	230.64	0.000720	3.02	638.88	156.36	0.41
Ivrea	35.622	Q20	1340.00	224.09	229.59	227.54	229.96	0.000746	2.84	540.73	150.01	0.41
Ivrea	35.555	Q500	1780.00	224.23	230.39	228.45	230.85	0.000826	3.25	654.39	160.53	0.44
Ivrea	35.555	Q200	1660.00	224.23	230.14	228.30	230.60	0.000855	3.21	615.72	158.86	0.44
Ivrea	35.555	Q20	1340.00	224.23	229.49	227.83	229.91	0.000938	3.09	512.56	154.20	0.45
Ivrea	35.489	Q500	1780.00	224.40	230.33	228.55	230.80	0.000964	3.21	627.16	163.17	0.46
Ivrea	35.489	Q200	1660.00	224.40	230.08	228.51	230.55	0.001018	3.19	586.88	161.35	0.47
Ivrea	35.489	Q20	1340.00	224.40	229.40	228.10	229.86	0.001193	3.11	479.74	155.98	0.50
Ivrea	35.465	Q500	1780.00	223.94	230.28	228.47	230.74	0.000902	3.08	625.13	155.78	0.44
Ivrea	35.465	Q200	1660.00	223.94	230.03	228.33	230.48	0.000946	3.04	586.77	153.27	0.45
Ivrea	35.465	Q20	1340.00	223.94	229.36	227.90	229.78	0.001091	2.94	484.35	148.84	0.47
Ivrea	35.440	Q500	1780.00	223.47	230.25	228.14	230.68	0.000788	2.97	651.25	165.22	0.42
Ivrea	35.440	Q200	1660.00	223.47	230.00	227.95	230.42	0.000825	2.94	609.80	163.65	0.42
Ivrea	35.440	Q20	1340.00	223.47	229.32	227.56	229.71	0.000905	2.79	504.45	141.99	0.43
Ivrea	35.415	Q500	1780.00	222.91	230.00	228.26	230.61	0.001133	3.49	535.69	126.20	0.50
Ivrea	35.415	Q200	1660.00	222.91	229.76	228.11	230.35	0.001167	3.43	505.94	122.97	0.50
Ivrea	35.415	Q20	1340.00	222.91	229.10	227.66	229.63	0.001282	3.25	425.92	118.32	0.51
Ivrea	35.390	Q500	1780.00	221.80	229.76	228.16	230.52	0.001396	3.86	471.49	105.46	0.55
Ivrea	35.390	Q200	1660.00	221.80	229.53	227.99	230.26	0.001426	3.78	447.33	104.10	0.55
Ivrea	35.390	Q20	1340.00	221.80	228.90	227.38	229.54	0.001503	3.53	383.42	99.14	0.55
Ivrea	35.370	Q500	1780.00	223.27	229.12	228.14	230.34	0.002277	4.97	373.71	83.41	0.70
Ivrea	35.370	Q200	1660.00	223.27	228.93	227.95	230.09	0.002255	4.82	358.14	82.57	0.70
Ivrea	35.370	Q20	1340.00	223.27	228.42	227.42	229.38	0.002127	4.37	316.87	79.96	0.66
Ivrea	35.350	Q500	1780.00	222.74	229.24	227.85	230.09	0.001642	4.13	441.35	98.04	0.60
Ivrea	35.350	Q200	1660.00	222.74	229.03	227.69	229.84	0.001656	4.03	421.14	97.07	0.60
Ivrea	35.350	Q20	1340.00	222.74	228.47	227.21	229.16	0.001660	3.71	367.48	94.57	0.58
Ivrea	35.33	Q500	1780.00	223.19	228.24	228.00	229.84	0.003931	5.63	321.16	87.12	0.90
Ivrea	35.33	Q200	1660.00	223.19	228.11	227.83	229.60	0.003794	5.42	310.61	86.11	0.88
Ivrea	35.33	Q20	1340.00	223.19	227.79	227.34	228.95	0.003318	4.78	283.01	84.12	0.81
Ivrea	35.305	Q500	1780.00	223.26	228.50	227.52	229.46	0.002156	4.34	414.95	106.35	0.67
Ivrea	35.305	Q200	1660.00	223.26	228.34	227.37	229.25	0.002135	4.21	397.99	105.08	0.66
Ivrea	35.305	Q20	1340.00	223.26	227.93	226.91	228.66	0.001996	3.79	355.00	100.87	0.63
Ivrea	35.30		Lat Struct									
Ivrea	35.280	Q500	1780.00	223.22	228.64	227.02	229.26	0.001190	3.59	551.83	154.70	0.51
Ivrea	35.280	Q200	1660.00	223.22	228.46	226.85	229.05	0.001189	3.50	524.11	152.33	0.51

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
Ivrea	35.280	Q20	1340.00	223.22	227.99	226.43	228.49	0.001128	3.18	455.56	142.00	0.49
Ivrea	35.240	Q500	1780.00	222.93	228.66	227.24	229.17	0.001081	3.34	630.30	200.62	0.49
Ivrea	35.240	Q200	1660.00	222.93	228.46	227.06	228.97	0.001112	3.30	591.65	198.16	0.49
Ivrea	35.240	Q20	1340.00	222.93	227.96	226.55	228.43	0.001164	3.12	492.52	194.46	0.49
Ivrea	35.200	Q500	1780.00	222.79	228.60	227.49	229.11	0.001200	3.43	642.23	225.57	0.51
Ivrea	35.200	Q200	1660.00	222.79	228.38	227.31	228.91	0.001289	3.44	593.35	222.40	0.52
Ivrea	35.200	Q20	1340.00	222.79	227.89	226.76	228.36	0.001333	3.24	490.99	197.28	0.52
Ivrea	35.160	Q500	1780.00	222.99	228.63	227.41	229.02	0.000986	3.16	745.85	262.25	0.46
Ivrea	35.160	Q200	1660.00	222.99	228.40	227.30	228.81	0.001076	3.19	687.08	259.37	0.48
Ivrea	35.160	Q20	1340.00	222.99	227.86	226.81	228.29	0.001266	3.18	547.00	250.70	0.51
Ivrea	35.120	Q500	1780.00	222.86	228.34	227.60	228.94	0.001633	3.87	613.17	244.05	0.59
Ivrea	35.120	Q200	1660.00	222.86	228.12	227.49	228.73	0.001749	3.88	558.92	233.64	0.60
Ivrea	35.120	Q20	1340.00	222.86	227.51	227.08	228.18	0.002186	3.96	428.55	199.49	0.66
Ivrea	35.090	Q500	1780.00	223.06	228.30	227.55	228.86	0.001477	3.70	631.81	242.70	0.56
Ivrea	35.090	Q200	1660.00	223.06	228.04	227.43	228.65	0.001699	3.82	568.78	241.66	0.59
Ivrea	35.090	Q20	1340.00	223.06	227.31	226.95	228.07	0.002439	4.10	404.67	202.66	0.69
Ivrea	35.060	Q500	1778.90	223.05	228.26	227.18	228.80	0.001381	3.61	643.03	240.52	0.54
Ivrea	35.060	Q200	1659.77	223.05	227.99	227.39	228.58	0.001595	3.73	578.76	239.16	0.58
Ivrea	35.060	Q20	1340.00	223.05	227.19	226.80	227.97	0.002495	4.13	392.88	203.69	0.70
Ivrea	35.030	Q500	1778.90	223.03	228.22	227.04	228.73	0.001288	3.49	656.08	238.11	0.52
Ivrea	35.030	Q200	1659.77	223.03	227.95	227.01	228.50	0.001484	3.59	591.55	236.07	0.55
Ivrea	35.030	Q20	1340.00	223.03	227.15	226.65	227.84	0.002223	3.90	411.52	195.66	0.66
Ivrea	35	Q500	1778.90	222.27	228.18	226.96	228.67	0.001145	3.42	665.57	228.09	0.50
Ivrea	35	Q200	1659.77	222.27	227.91	226.83	228.43	0.001286	3.49	604.24	223.45	0.52
Ivrea	35	Q20	1340.00	222.27	227.13	226.42	227.73	0.001762	3.64	441.32	193.78	0.59
Ivrea	34.427	Q500	1778.90	222.90	228.36	225.13	228.54	0.000291	1.89	956.20	179.53	0.26
Ivrea	34.427	Q200	1659.77	222.90	228.11	225.03	228.28	0.000296	1.85	912.18	179.17	0.26
Ivrea	34.427	Q20	1340.00	222.90	227.39	224.74	227.54	0.000317	1.73	783.73	178.11	0.26
Ivrea	34.14	Q500	1778.90	222.80	228.27	225.29	228.52	0.000401	2.22	816.37	154.63	0.30
Ivrea	34.14	Q200	1659.77	222.80	228.03	225.18	228.26	0.000406	2.17	778.97	154.15	0.30
Ivrea	34.14	Q20	1340.00	222.80	227.32	224.87	227.53	0.000433	2.03	669.84	152.75	0.31
Ivrea	34.135	Q500	1778.90	222.76	228.14	225.51	228.49	0.000577	2.63	686.92	131.43	0.36
Ivrea	34.135	Q200	1659.77	222.76	227.90	225.39	228.24	0.000584	2.57	655.80	131.10	0.36
Ivrea	34.135	Q20	1340.00	222.76	227.20	225.04	227.50	0.000622	2.41	564.52	130.14	0.36
Ivrea	34.133	Q500	1778.90	222.76	227.29	226.32	228.40	0.000509	4.75	401.60	90.00	0.71
Ivrea	34.133	Q200	1659.77	222.76	227.09	226.16	228.15	0.000512	4.63	384.31	89.89	0.71
Ivrea	34.133	Q20	1340.00	222.76	226.49	225.71	227.42	0.000549	4.34	330.29	89.56	0.72
Ivrea	34.13	Q500	1778.90	222.76	227.26	226.32	228.39	0.000515	4.76	396.18	90.80	0.72
Ivrea	34.13	Q200	1659.77	222.76	227.07	226.16	228.14	0.000518	4.64	379.31	90.68	0.71
Ivrea	34.13	Q20	1340.00	222.76	226.47	225.70	227.40	0.000557	4.35	326.21	90.30	0.72
Ivrea	34.125		Inl Struct									
Ivrea	34.122	Q500	1778.90	222.76	227.43	225.52	227.91	0.000992	3.14	583.44	126.40	0.46
Ivrea	34.122	Q200	1659.77	222.76	227.27	225.40	227.72	0.000969	3.03	563.11	126.30	0.46
Ivrea	34.122	Q20	1340.00	222.76	226.76	225.05	227.13	0.000937	2.76	499.14	125.99	0.44
Ivrea	33	Q500	1780.00	222.00	227.55		227.68	0.000203	1.59	1129.53	206.94	0.22
Ivrea	33	Q200	1660.00	222.00	227.38		227.50	0.000196	1.53	1094.29	206.73	0.21
Ivrea	33	Q20	1340.00	222.00	226.85		226.95	0.000180	1.37	984.80	206.06	0.20
Ivrea	32.000	Q500	1780.00	221.95	227.47	225.17	227.66	0.000519	2.07	933.88	228.03	0.33
Ivrea	32.000	Q200	1660.00	221.95	227.30	225.07	227.48	0.000517	2.02	895.33	227.38	0.32
Ivrea	32.000	Q20	1340.00	221.95	226.77	224.83	226.93	0.000537	1.88	775.35	225.37	0.32
Ivrea	31.000	Q500	1780.00	221.75	227.40		227.63	0.000594	2.33	879.03	231.91	0.35
Ivrea	31.000	Q200	1660.00	221.75	227.23		227.45	0.000596	2.27	839.92	231.25	0.35
Ivrea	31.000	Q20	1340.00	221.75	226.70		226.89	0.000640	2.16	717.05	229.57	0.36
Ivrea	30	Q500	1780.00	221.75	227.38		227.59	0.000597	2.30	887.15	218.76	0.35
Ivrea	30	Q200	1660.00	221.75	227.21		227.41	0.000590	2.23	850.63	216.66	0.35
Ivrea	30	Q20	1340.00	221.75	226.68		226.85	0.000611	2.07	736.53	213.25	0.35
Ivrea	20	Q500	1780.00	221.30	226.68	225.45	227.20	0.001249	3.41	604.93	187.94	0.51
Ivrea	20	Q200	1660.00	221.30	226.53	225.33	227.03	0.001241	3.32	576.80	186.77	0.51
Ivrea	20	Q20	1340.00	221.30	225.99	224.99	226.46	0.001368	3.19	472.36	156.24	0.52

HEC-RAS Plan: Post - 6 paratoie River: Dora Reach: Ivrea (Continued)

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
Ivrea	10	Q500	1780.00	220.00	225.36	223.48	225.86	0.001001	3.31	671.00	277.03	0.47
Ivrea	10	Q200	1660.00	220.00	225.20	223.34	225.70	0.001002	3.24	628.79	272.25	0.47
Ivrea	10	Q20	1340.00	220.00	224.62	222.95	225.05	0.001001	2.98	482.42	130.52	0.46

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	228.39	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.26	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1778.90	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1778.90	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)	0.00	Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)	0.00	Q Gate Group (m3/s)	72.70
Breach Flow Area (m2)	0.00	Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	28.00
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.83
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	228.14	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.07	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1659.77	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1659.77	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	68.24
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	28.00
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.84
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	227.40	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	226.47	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1340.00	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1340.00	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	81.02
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	25.67
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.86
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	228.39	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.26	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1778.90	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1778.90	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)	0.00	Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)	0.00	Q Gate Group (m3/s)	284.37

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q500 (Continued)

Breach Flow Area (m2)	0.00	Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	54.02
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.83
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	228.14	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.07	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1659.77	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1659.77	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	265.25
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	51.72
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.84
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	227.40	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	226.47	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1340.00	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1340.00	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	209.83
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	44.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.86
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	228.39	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.26	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1778.90	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1778.90	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)	0.00	Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)	0.00	Q Gate Group (m3/s)	284.37
Breach Flow Area (m2)	0.00	Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	54.02
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.83
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	228.14	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.07	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1659.77	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1659.77	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	265.25
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	51.72
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.84
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	227.40	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	226.47	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1340.00	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1340.00	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	209.83
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	44.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.86
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	228.39	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.26	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1778.90	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1778.90	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)	0.00	Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)	0.00	Q Gate Group (m3/s)	284.37
Breach Flow Area (m2)	0.00	Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	54.02
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.83
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	228.14	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.07	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1659.77	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1659.77	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	265.25

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q200 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	51.72
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.84
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	227.40	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	226.47	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1340.00	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1340.00	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	209.83
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	44.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.86
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	228.39	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.26	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1778.90	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1778.90	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)	0.00	Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)	0.00	Q Gate Group (m3/s)	284.37
Breach Flow Area (m2)	0.00	Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	54.02
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.83
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	228.14	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.07	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1659.77	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1659.77	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	265.25
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	51.72
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.84
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	227.40	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	226.47	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1340.00	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1340.00	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	209.83
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	44.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.86
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	228.39	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.26	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1778.90	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1778.90	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)	0.00	Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)	0.00	Q Gate Group (m3/s)	284.37
Breach Flow Area (m2)	0.00	Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	54.02
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.83
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	228.14	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.07	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1659.77	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1659.77	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	265.25
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	51.72
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.84
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	227.40	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	226.47	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1340.00	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1340.00	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	209.83

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q20 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	44.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.86
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	228.39	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.26	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1778.90	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1778.90	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)	0.00	Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)	0.00	Q Gate Group (m3/s)	284.37
Breach Flow Area (m2)	0.00	Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	54.02
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.83
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	228.14	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.07	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1659.77	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1659.77	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	265.25
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	51.72
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.84
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: Post - 6 paratoie Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	227.40	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	226.47	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1340.00	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1340.00	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	209.83
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	44.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.86
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

HEC-RAS Plan: Post - 6 paratoie River: Dora Reach: Ivrea

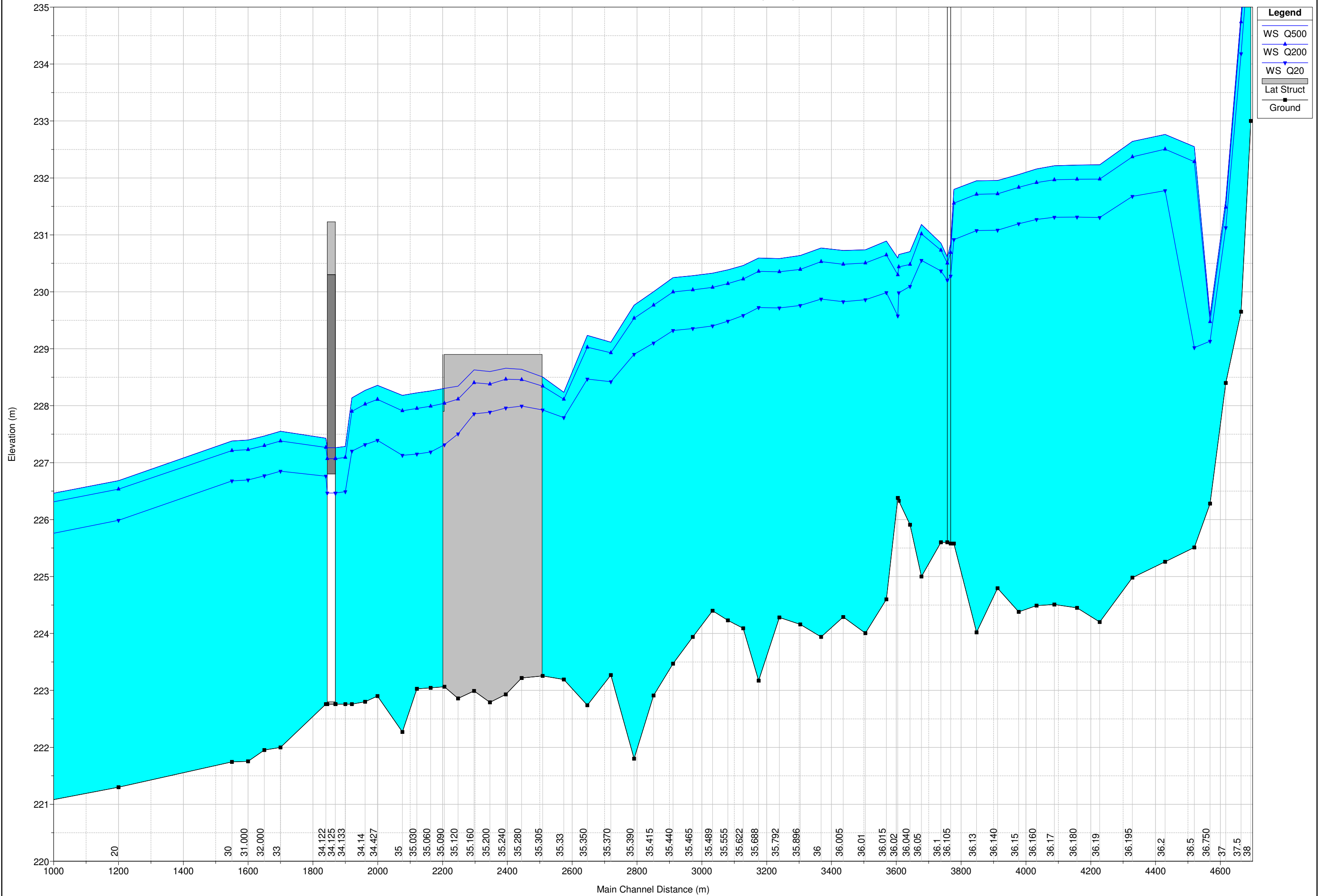
Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev	W.S. Elev	Q Total	Q Weir	Q Gates	Q Culv	Q Inline RC	Q Outlet TS	Q Breach
			(m)	(m)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
Ivrea	34.125	Q500	228.39	227.26	1778.90		1778.90				0.00
Ivrea	34.125	Q200	228.14	227.07	1659.77		1659.77				
Ivrea	34.125	Q20	227.40	226.47	1340.00		1340.00				

POST OPERAM - PARATOIE TUTTE APERTE (6 SU 6)

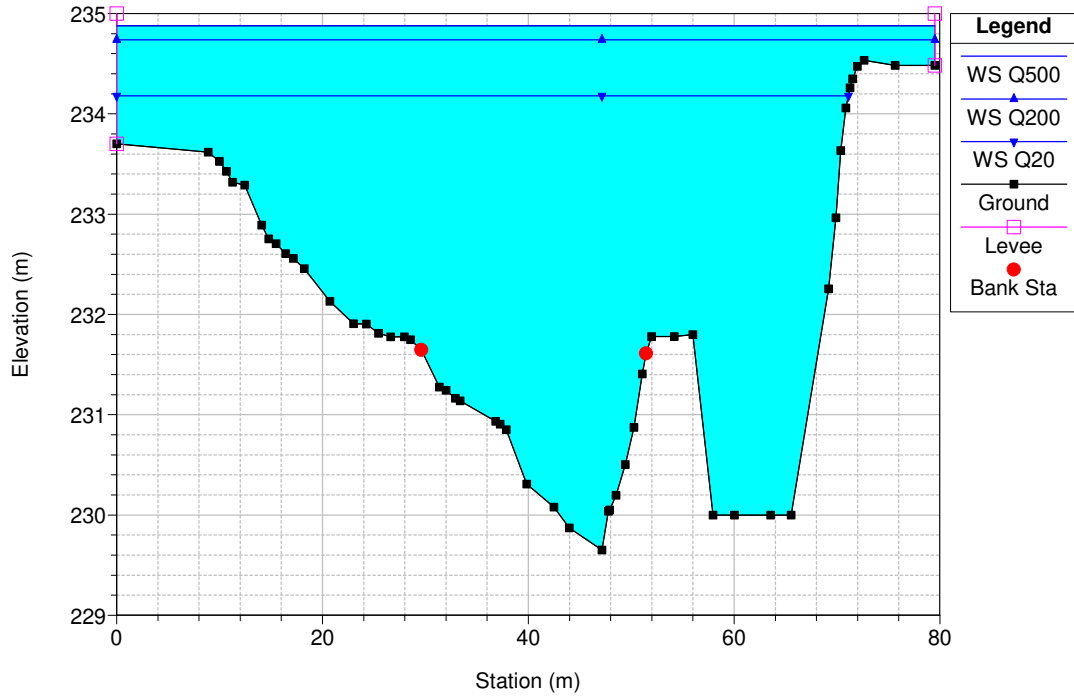
HEC-RAS Plan: Post - 6 paratoie River: Dora Reach: Ivrea

Reach	River Sta	Profile	Q US (m3/s)	Q Leaving Total (m3/s)	Q DS (m3/s)	Q Weir (m3/s)	Q Gates (m3/s)	Wr Top Width (m)	Weir Max Depth (m)	Weir Avg Depth (m)	Min El Weir Flow (m)	E.G. US. (m)	W.S. US. (m)	E.G. DS (m)	W.S. DS (m)
Ivrea	35.30	Q500	1780.00	1.11	1778.90	1.11		4.00	0.40	0.40	227.90	229.46	228.51	228.86	228.30
Ivrea	35.30	Q200	1660.00	0.23	1659.77	0.23		4.00	0.14	0.14	227.90	229.24	228.35	228.65	228.04
Ivrea	35.30	Q20	1340.00	0.00	1340.00	0.00					227.90	228.65	227.93	228.06	227.30

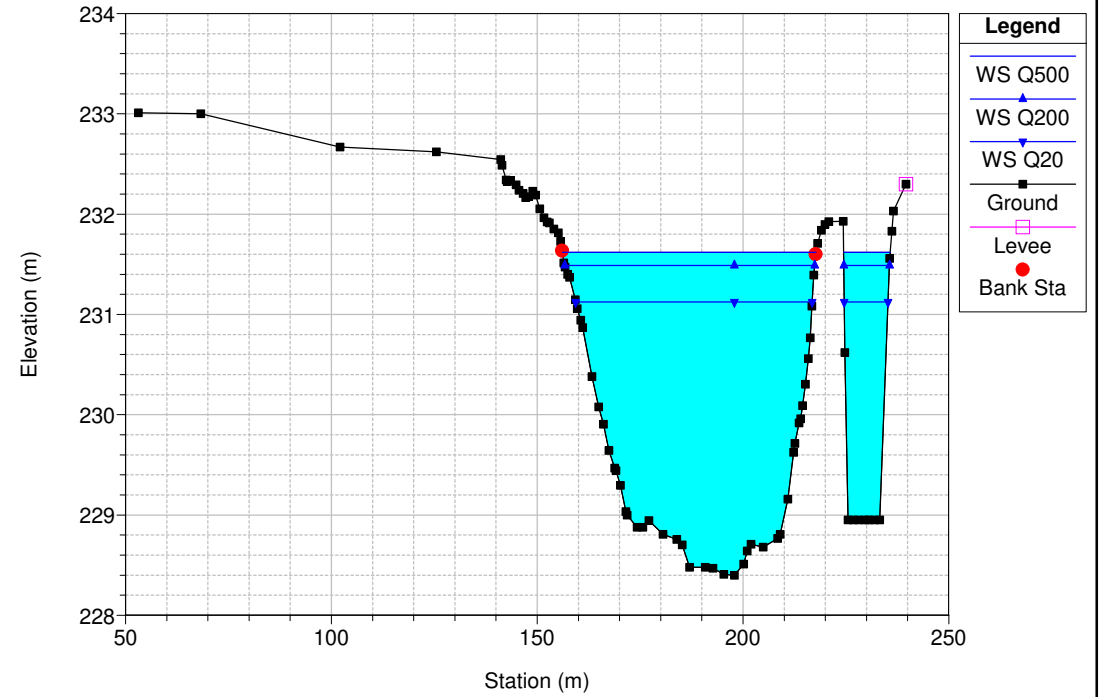
POST OPERAM - PARATOIE TUTTE APERTE (6 SU 6)



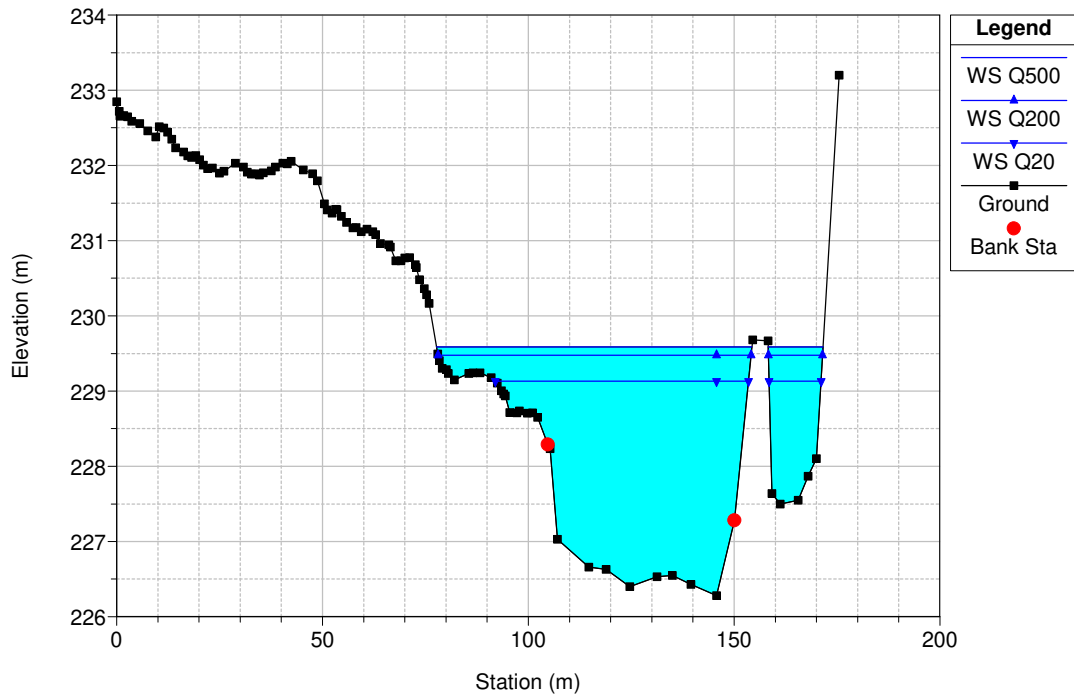
RS = 37.5 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



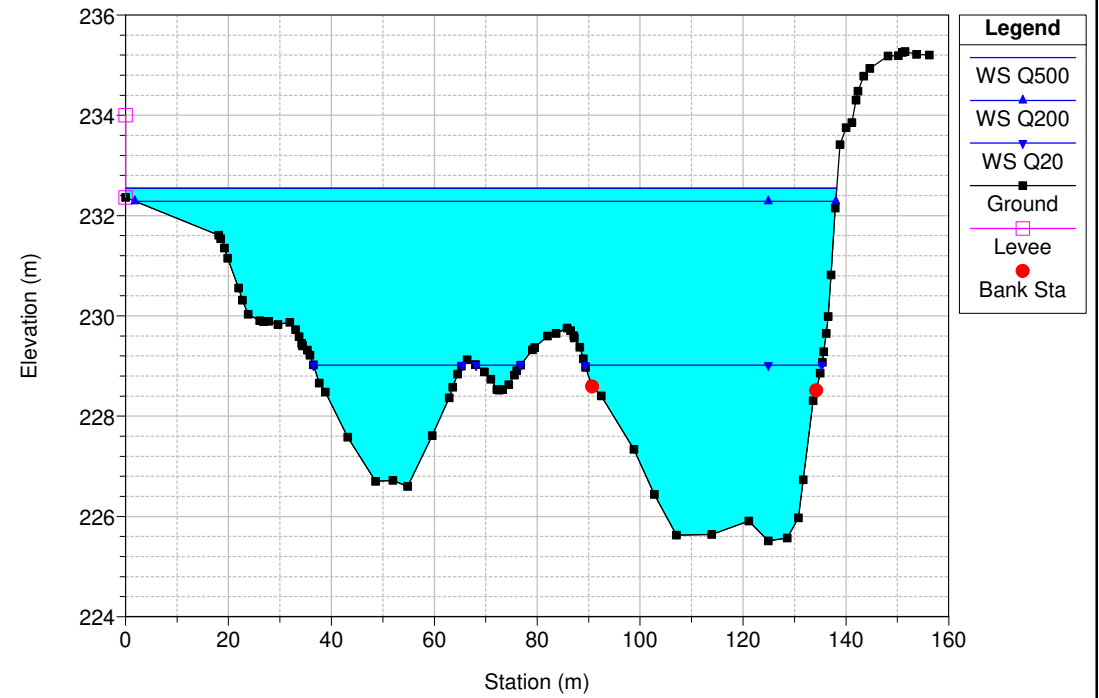
RS = 37 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



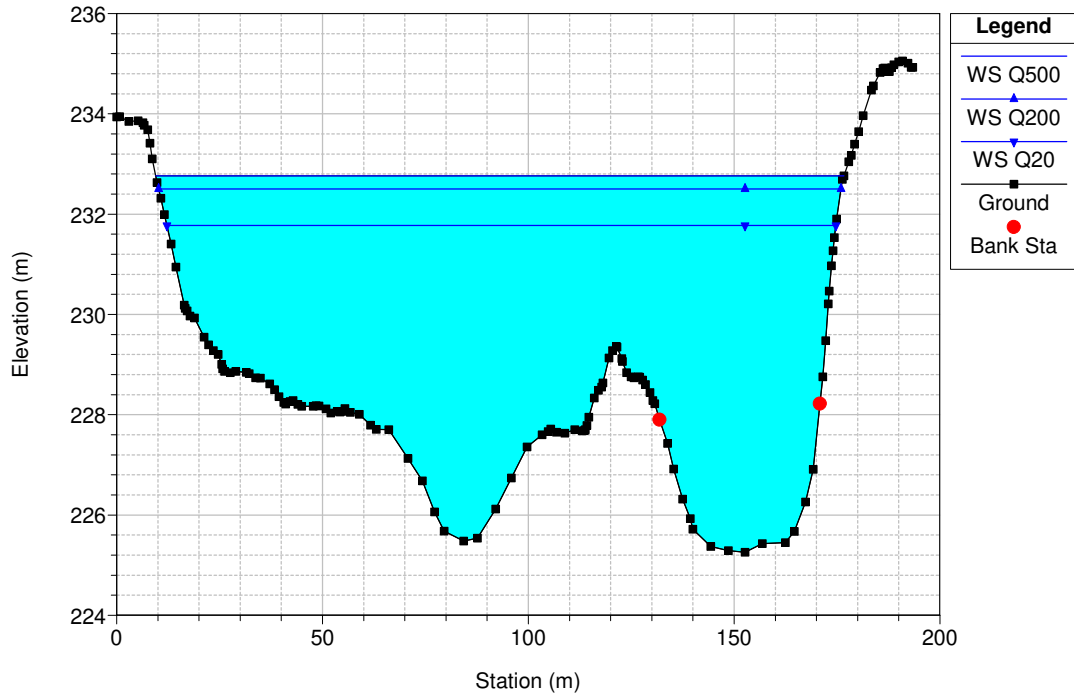
RS = 36.750 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



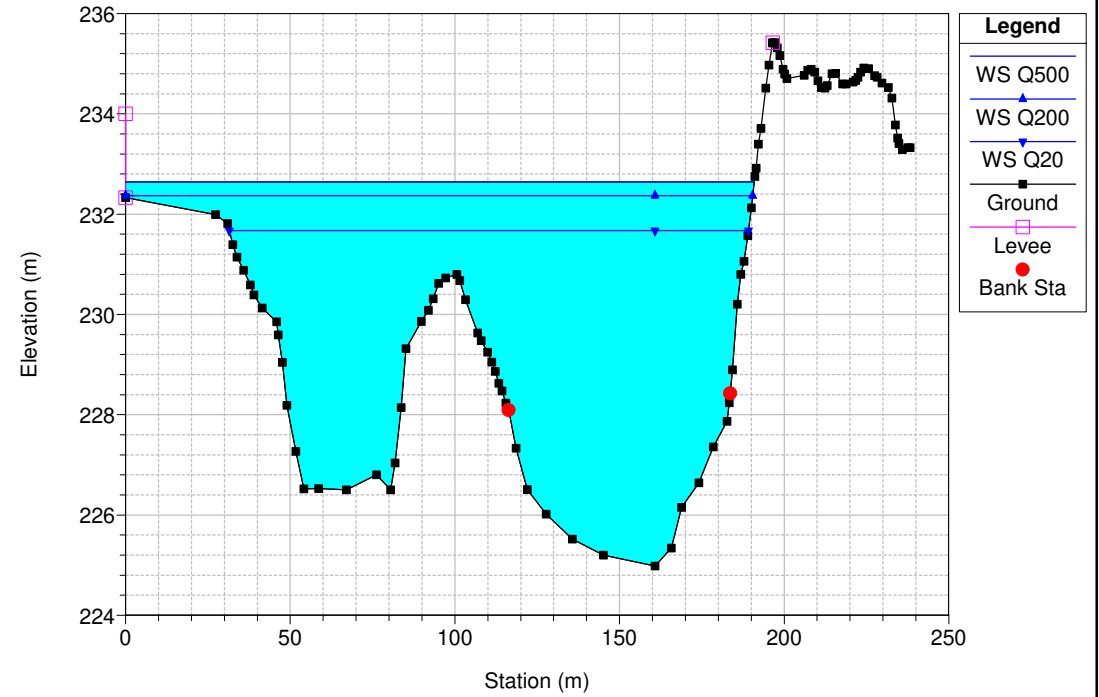
RS = 36.5 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



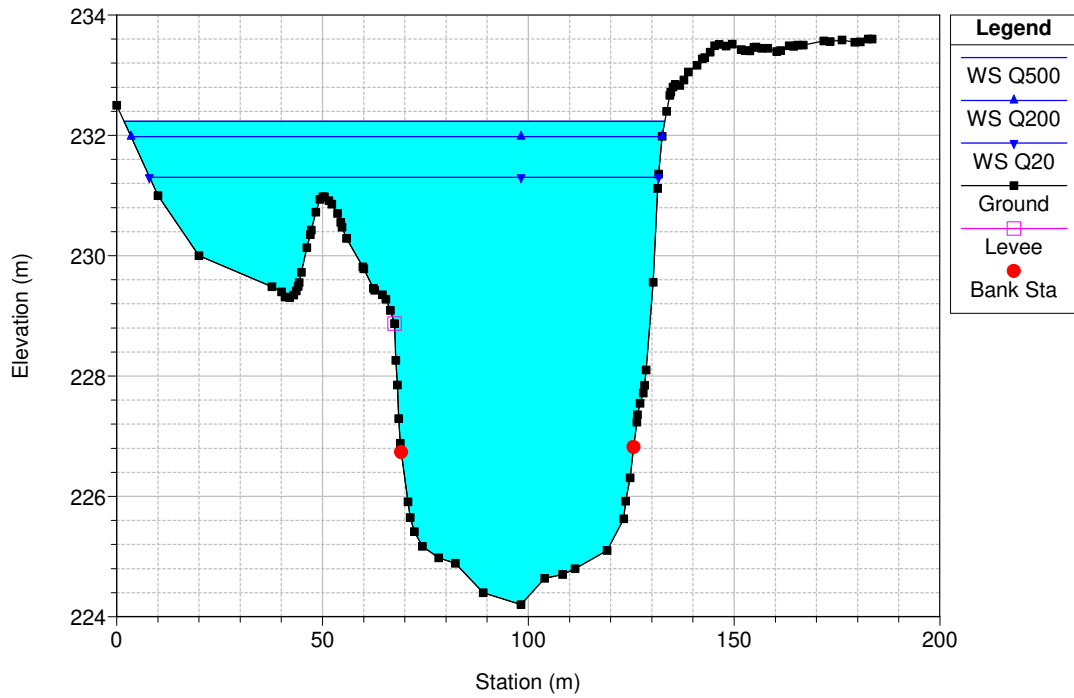
RS = 36.2 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



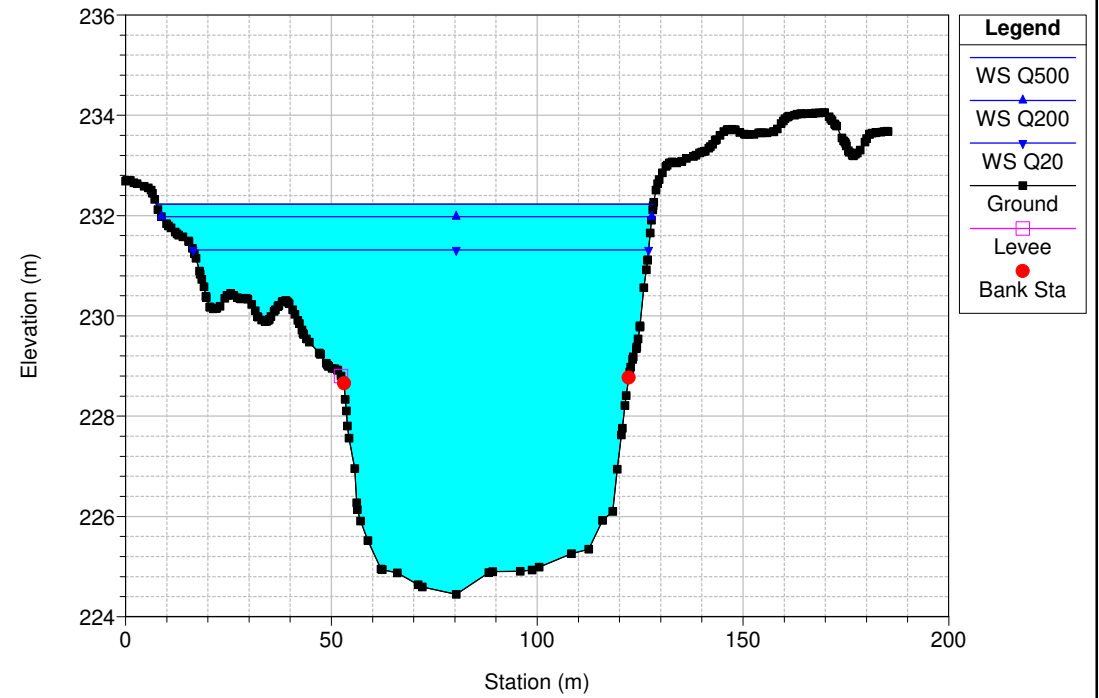
RS = 36.195 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



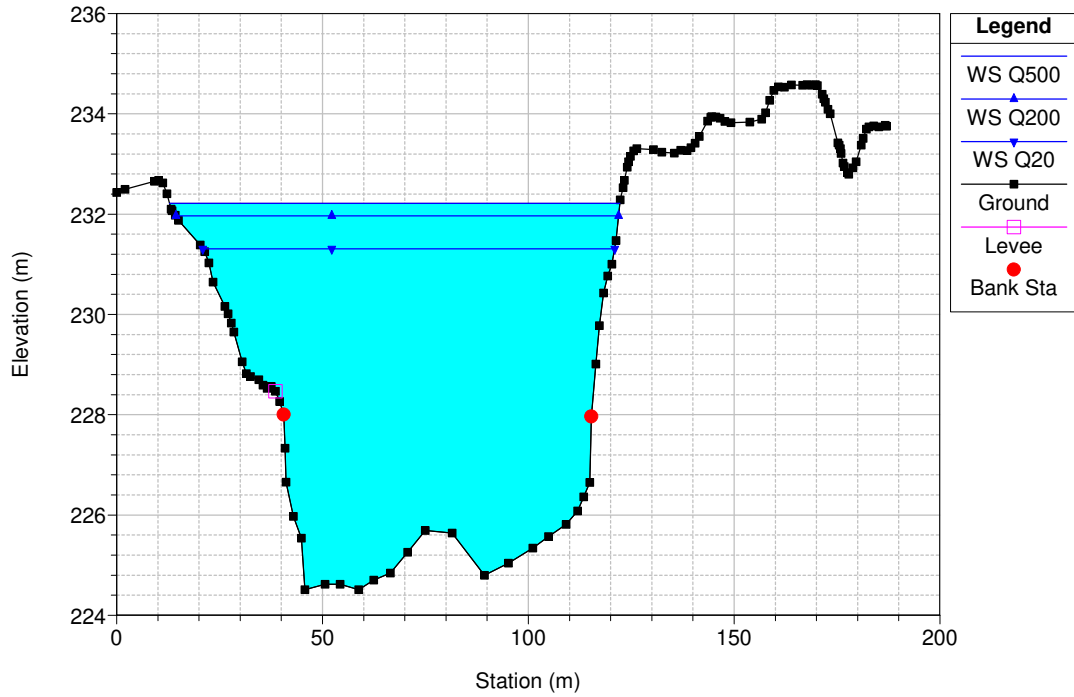
RS = 36.19 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



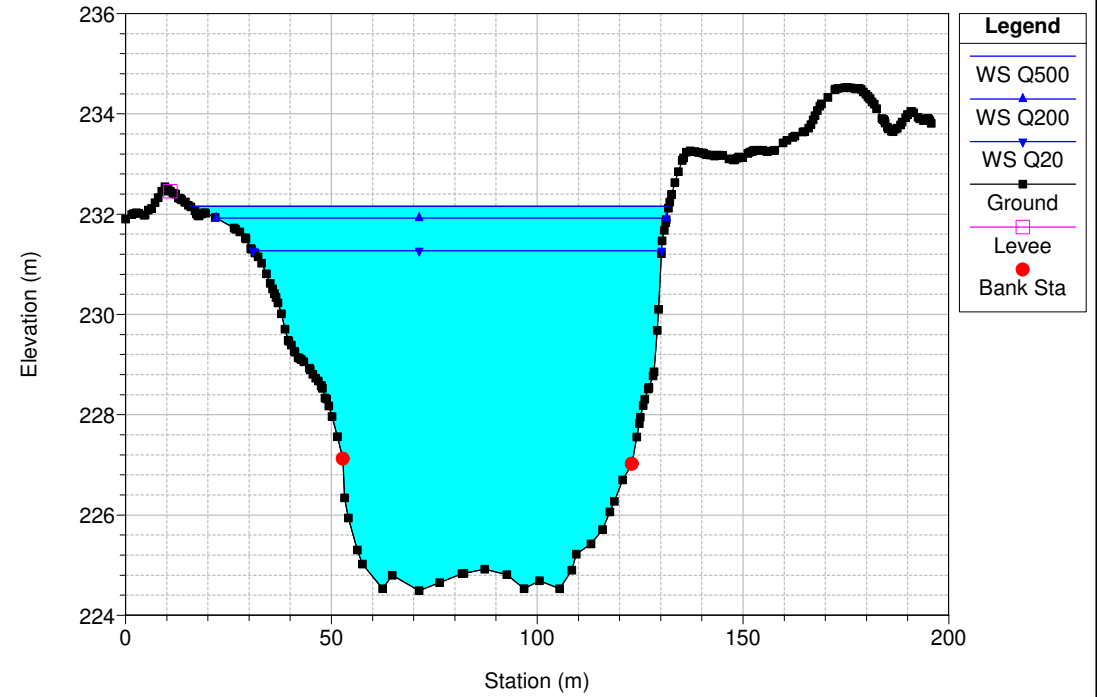
RS = 36.180 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



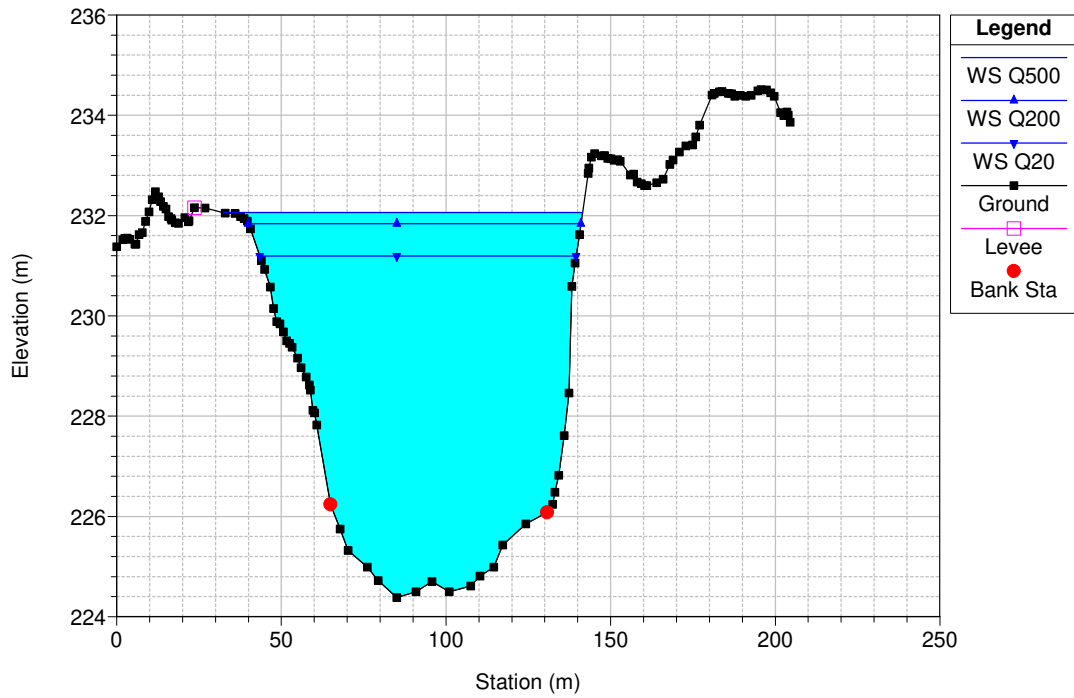
RS = 36.17 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



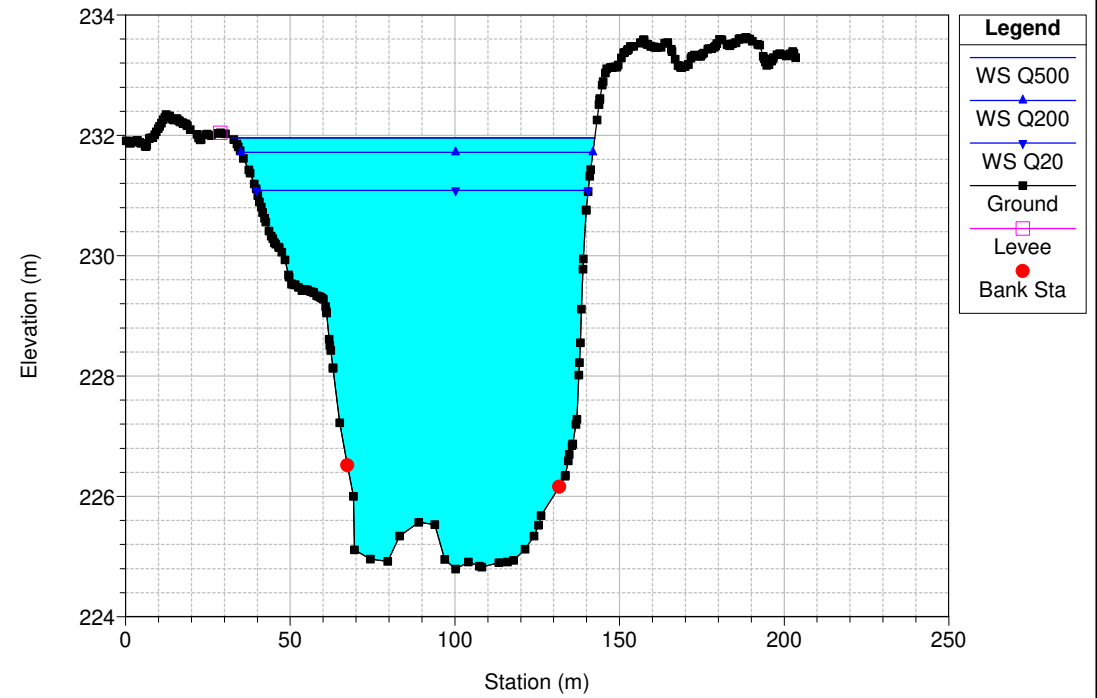
RS = 36.160 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



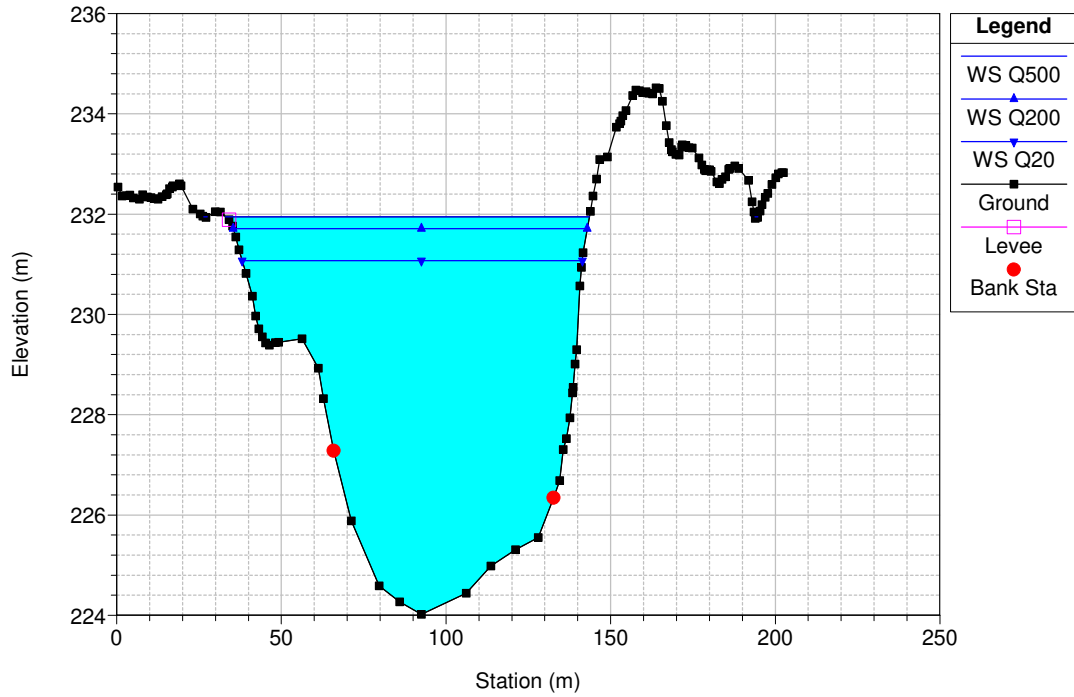
RS = 36.15 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



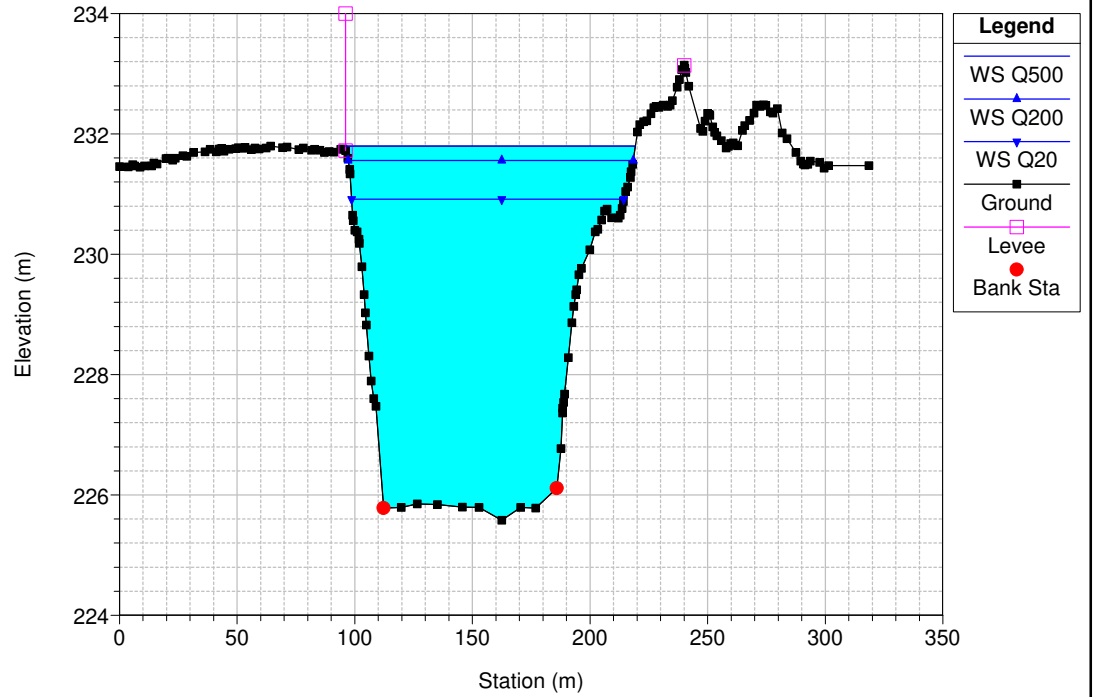
RS = 36.140 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



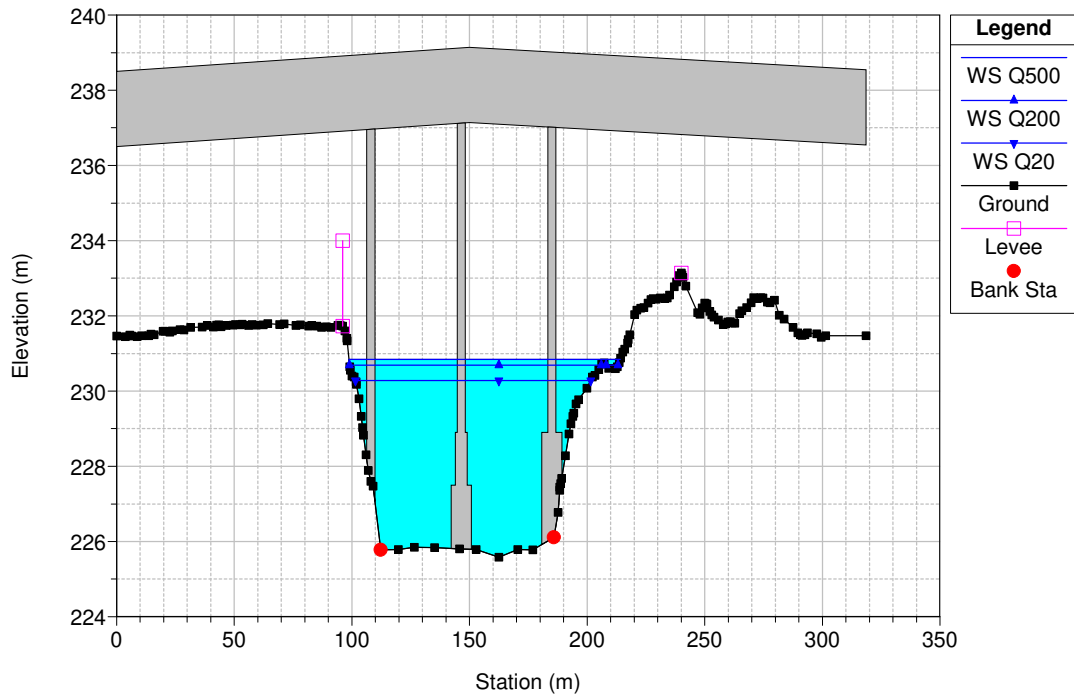
RS = 36.13 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



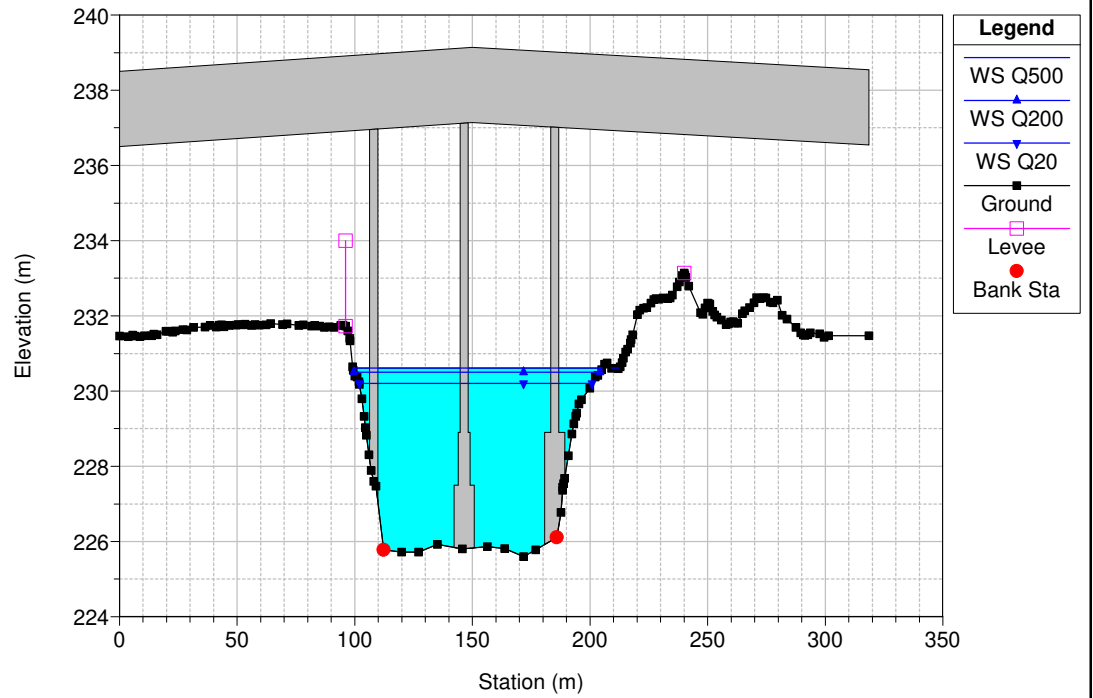
RS = 36.11 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



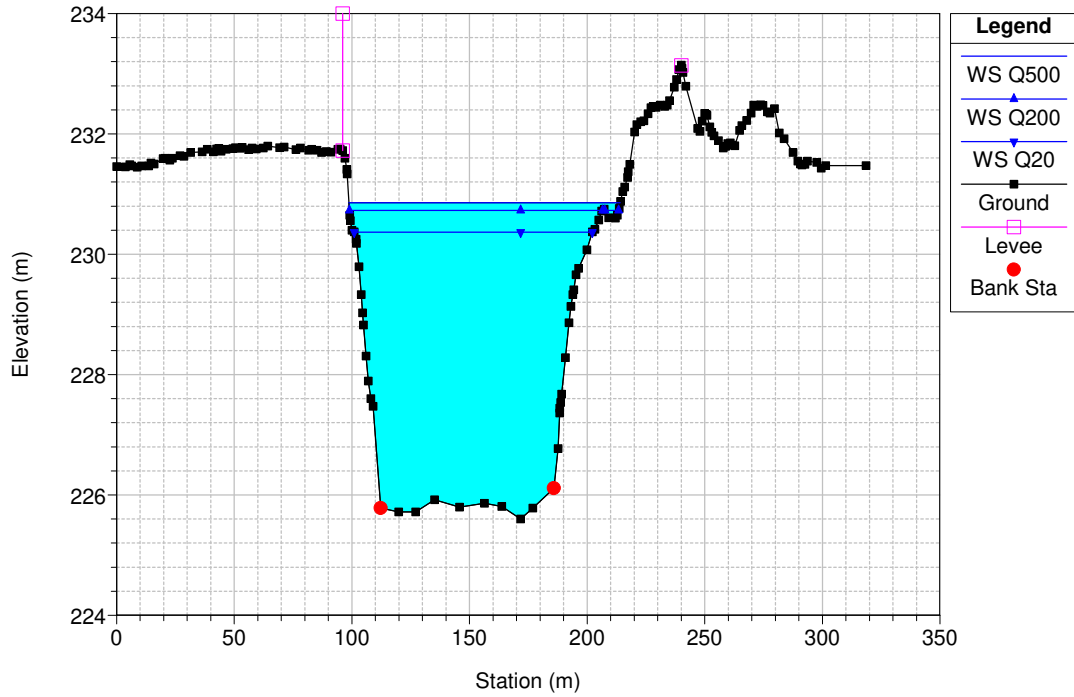
RS = 36.105 BR POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



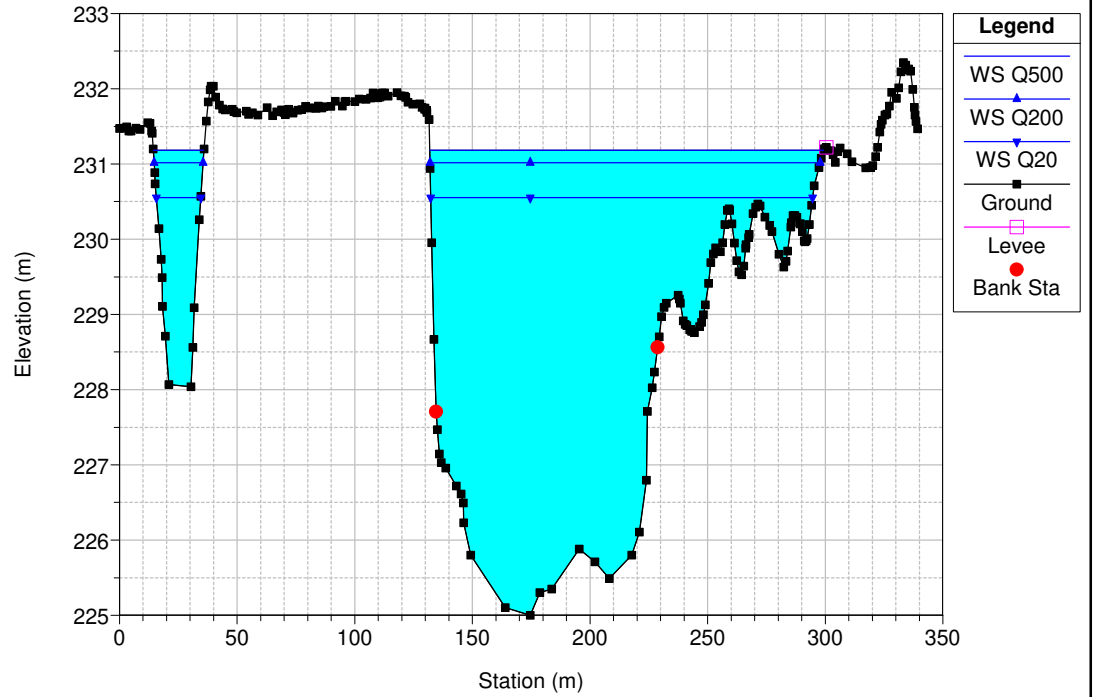
RS = 36.105 BR POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



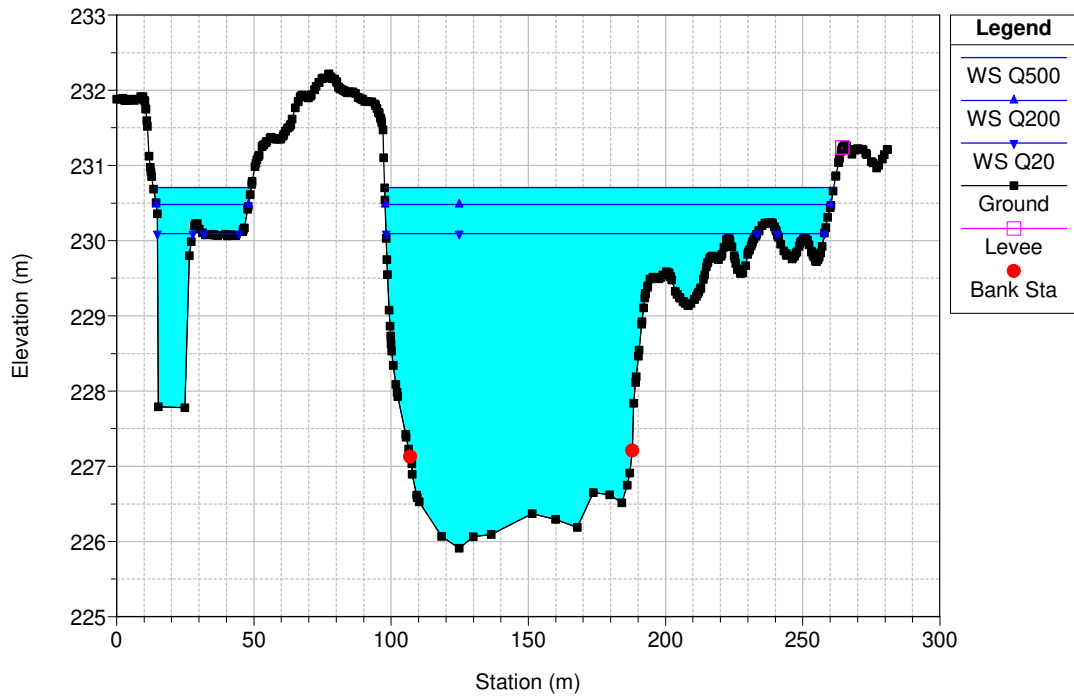
RS = 36.1 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



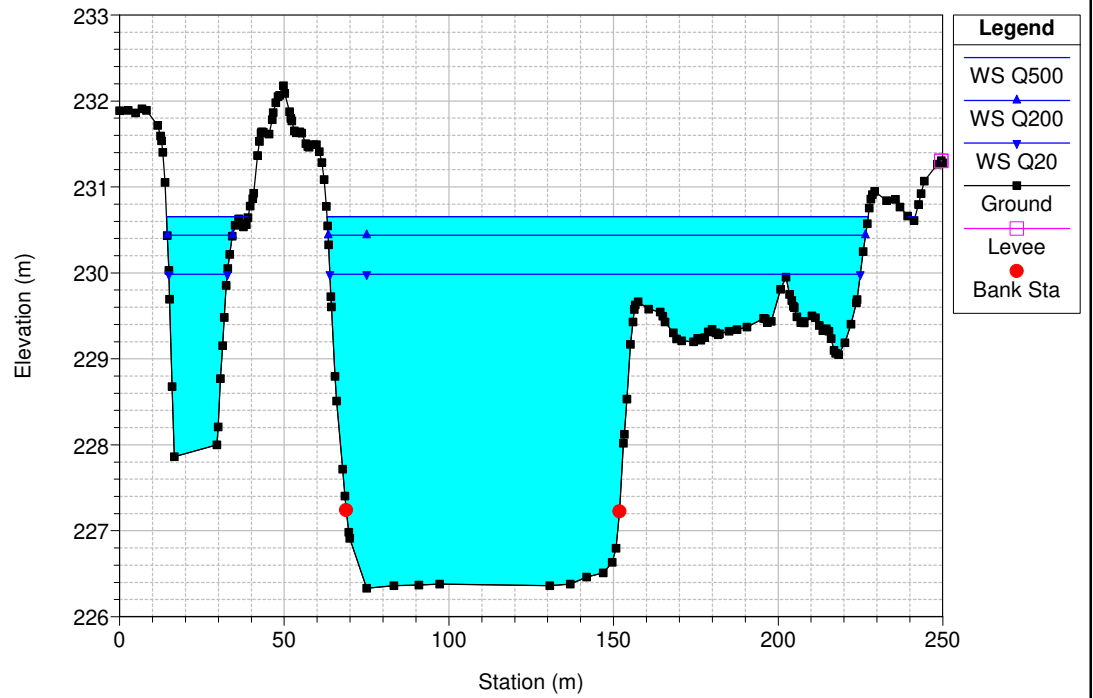
RS = 36.05 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



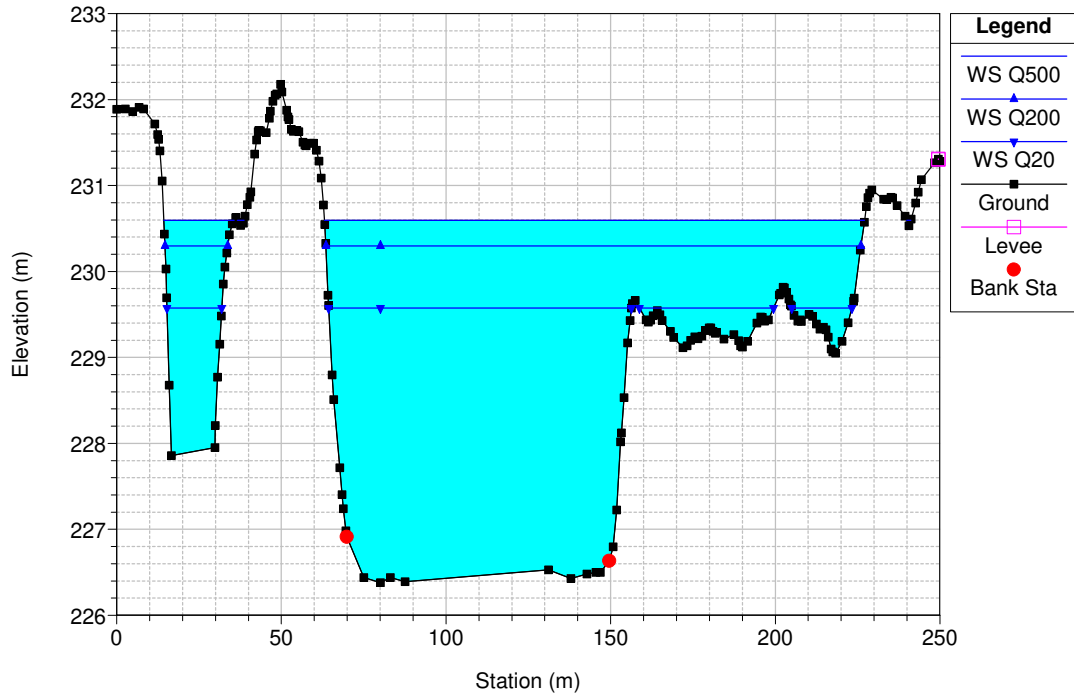
RS = 36.040 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



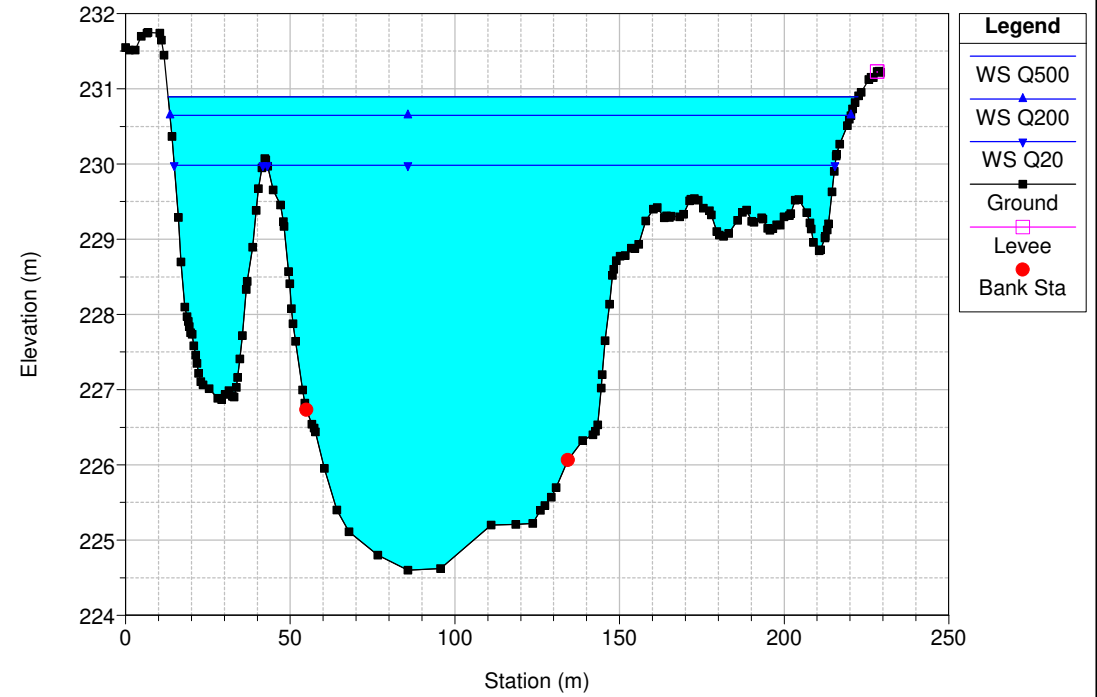
RS = 36.03 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



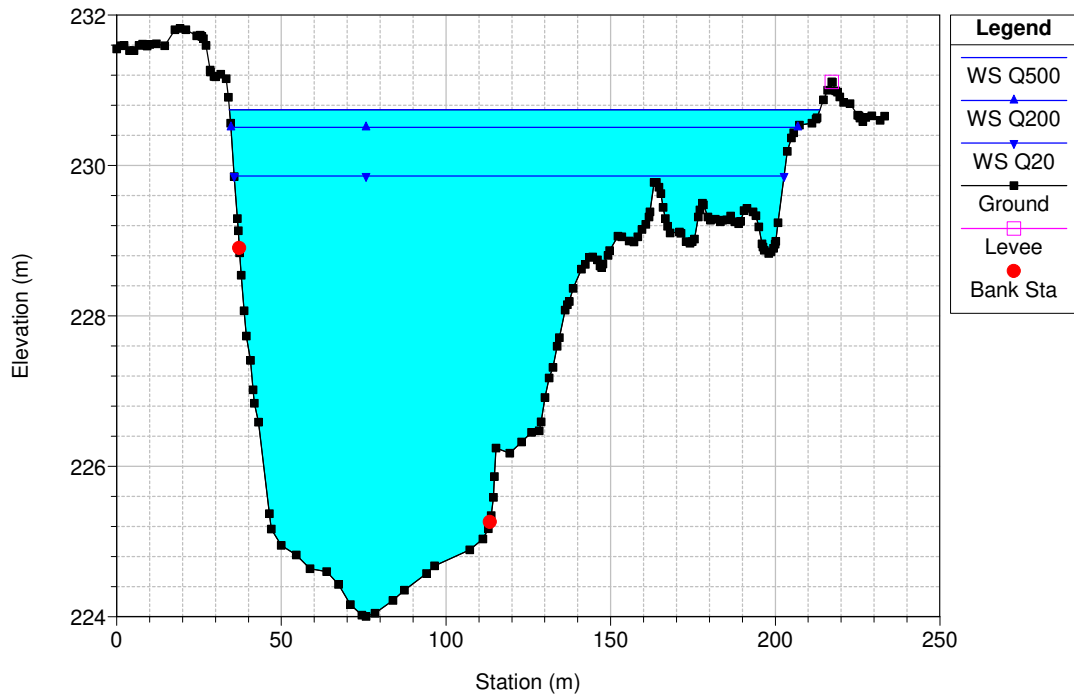
RS = 36.02 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



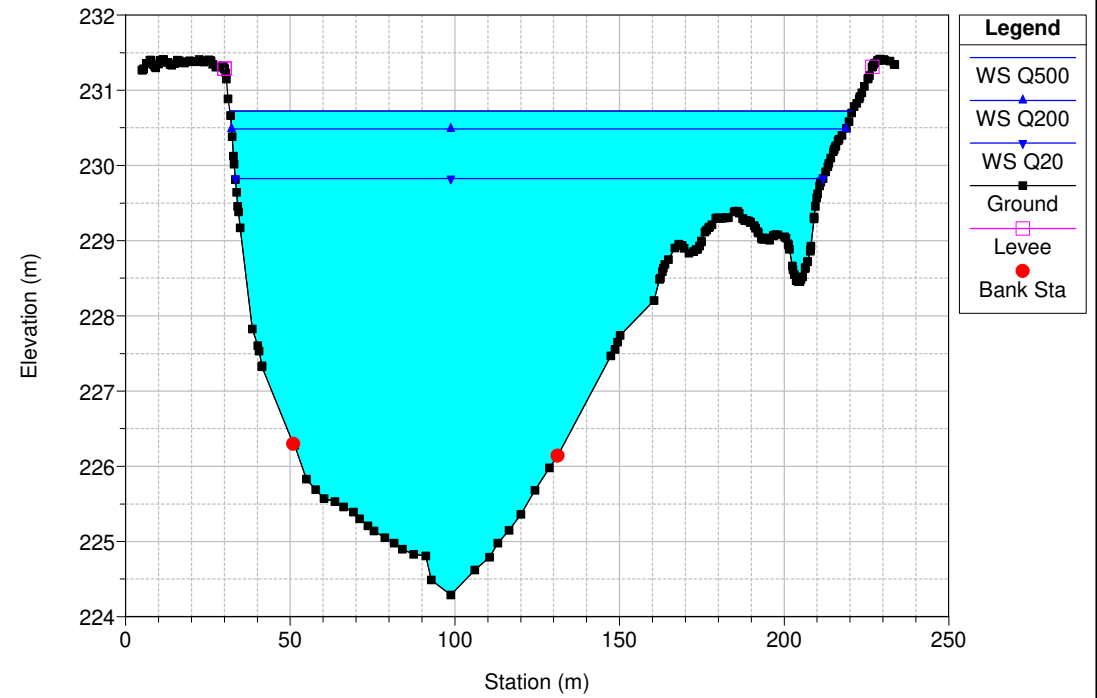
RS = 36.015 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



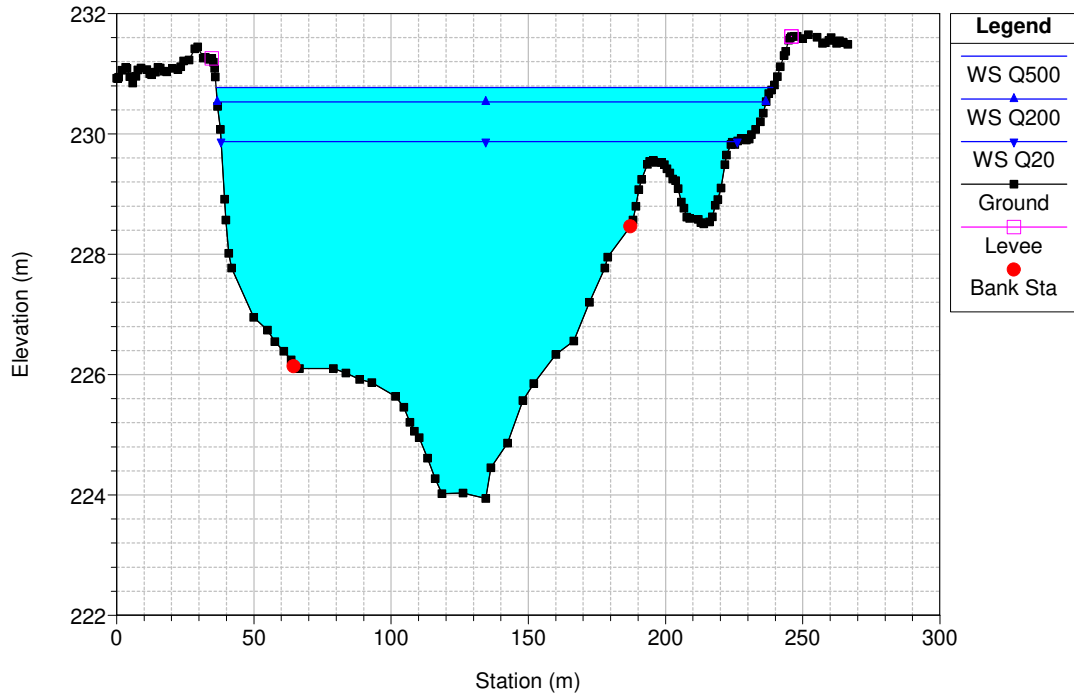
RS = 36.01 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



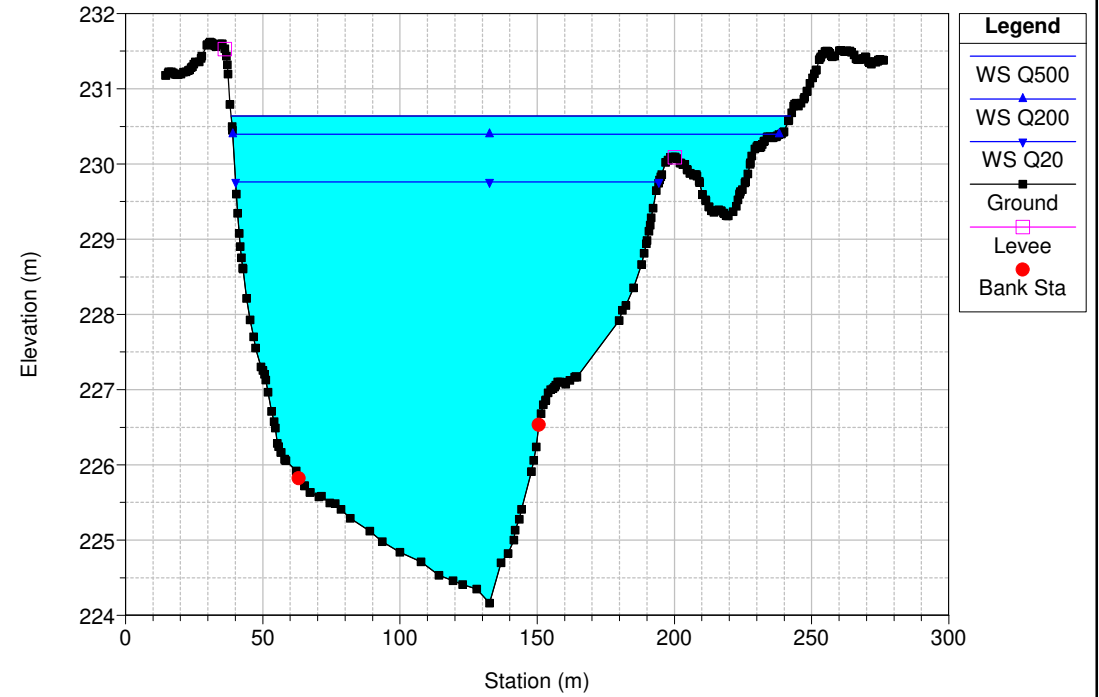
RS = 36.005 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



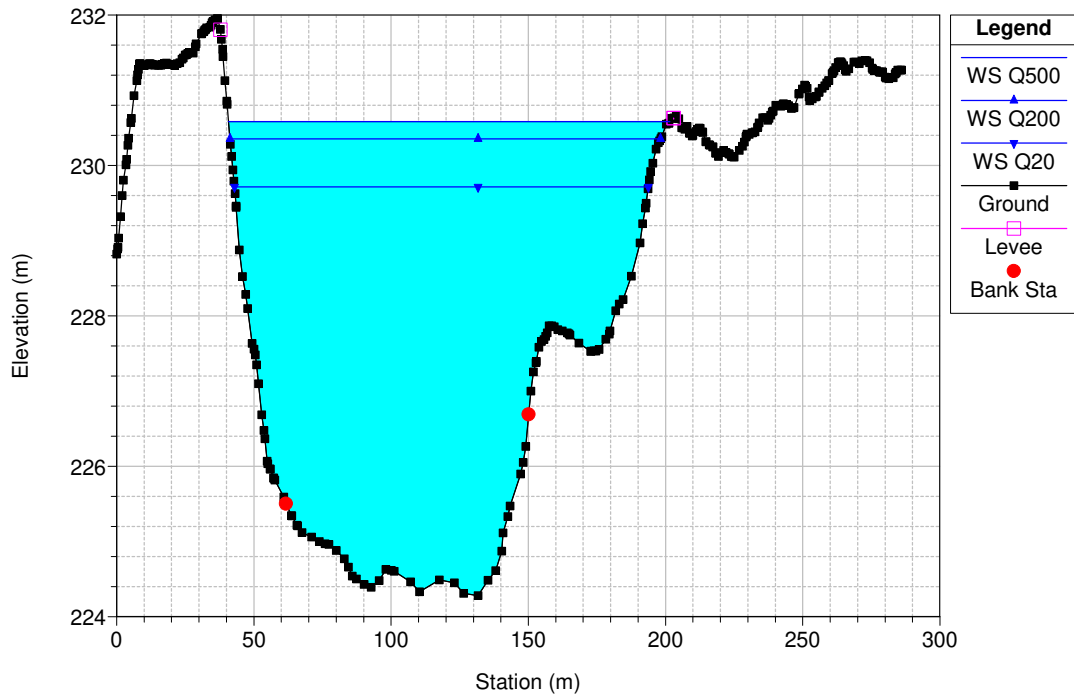
RS = 36 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



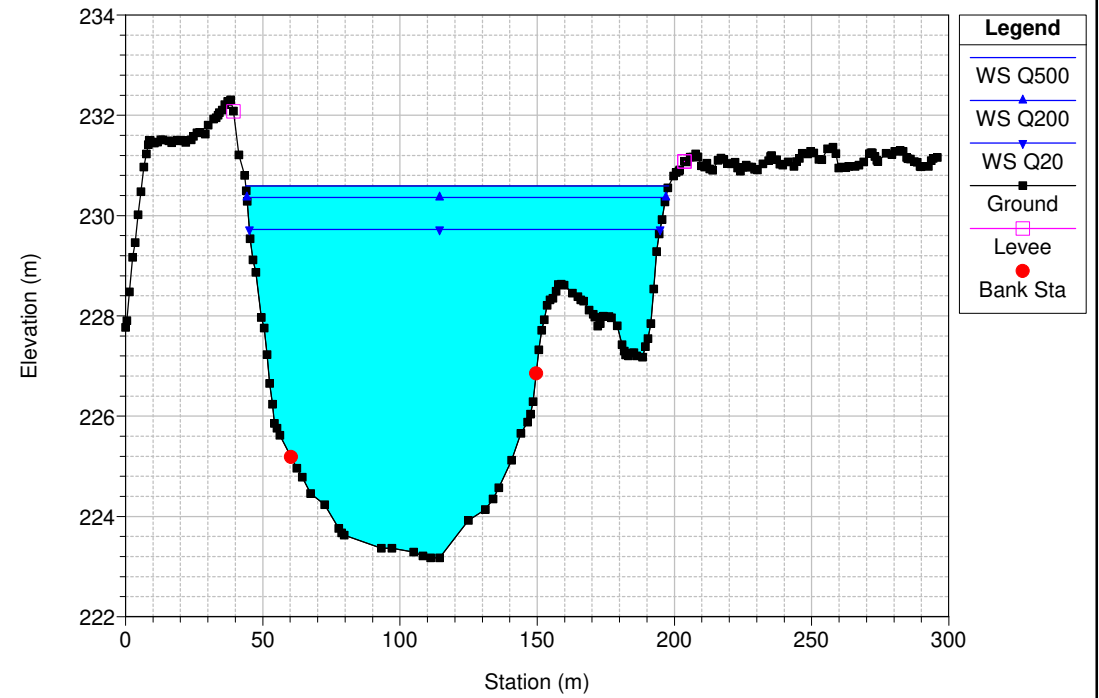
RS = 35.896 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



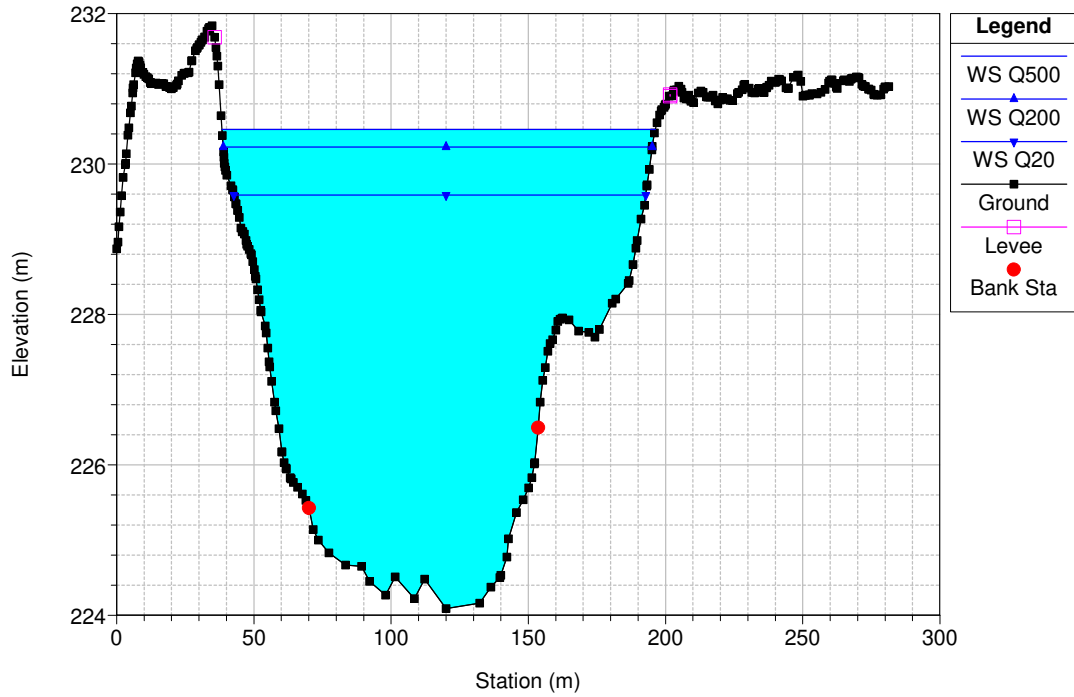
RS = 35.792 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



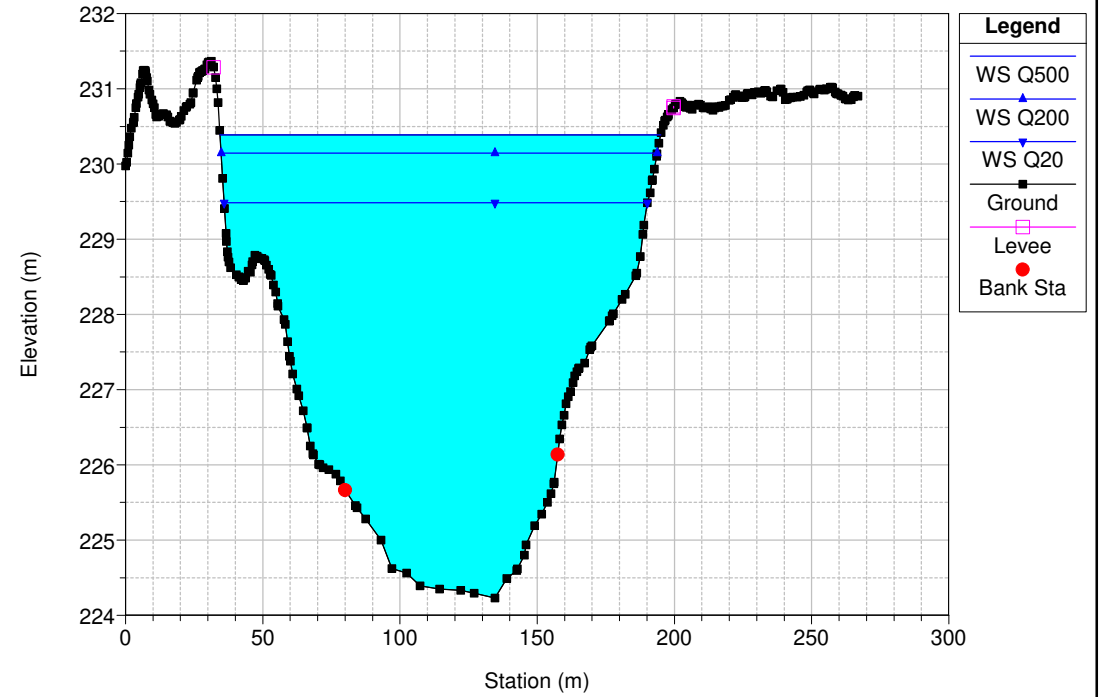
RS = 35.688 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



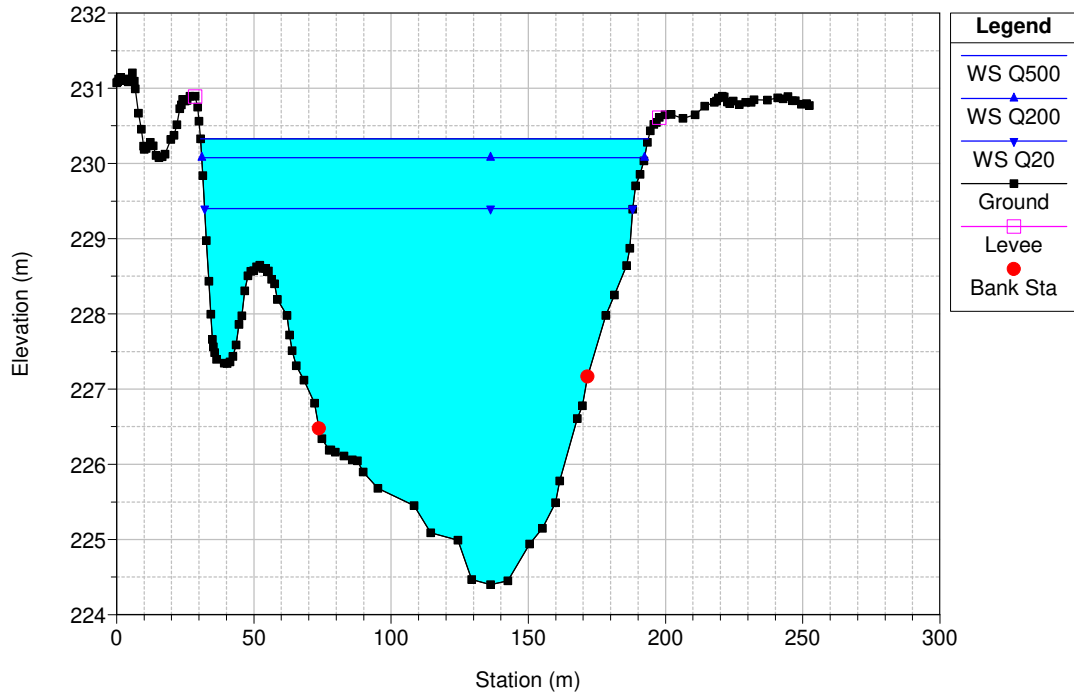
RS = 35.622 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



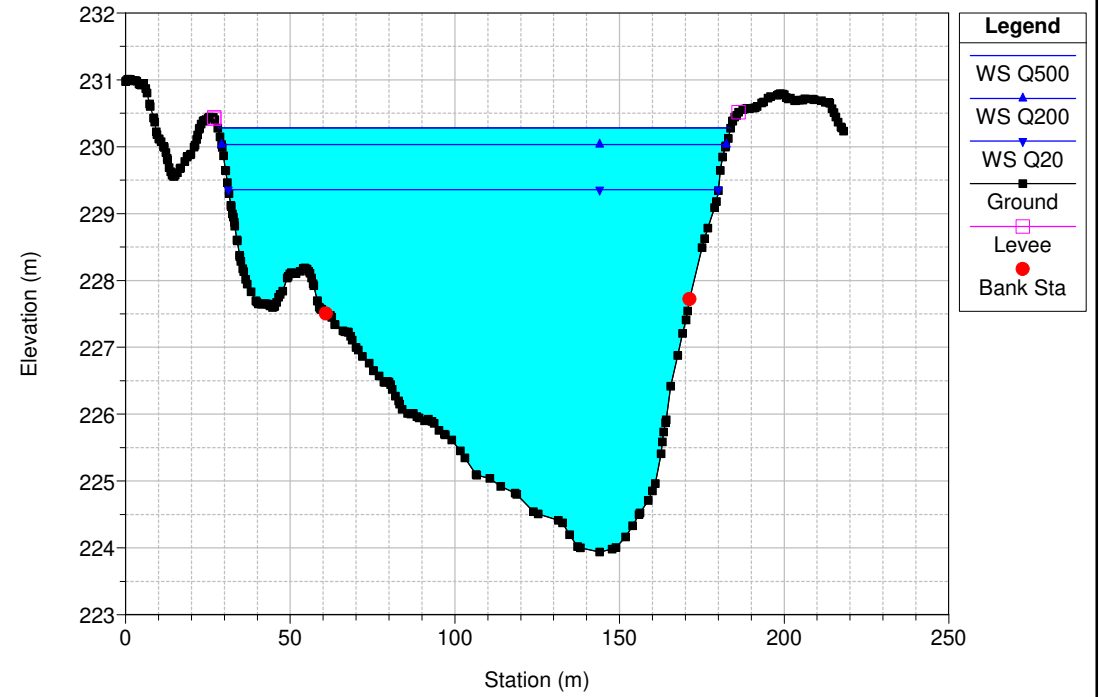
RS = 35.555 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



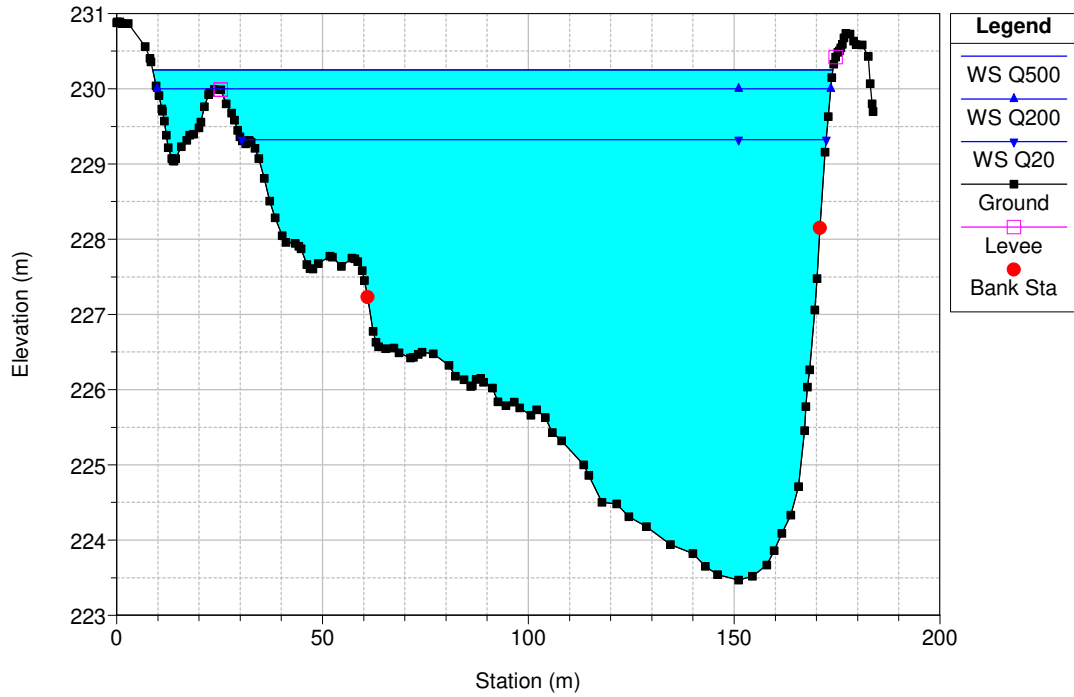
RS = 35.489 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



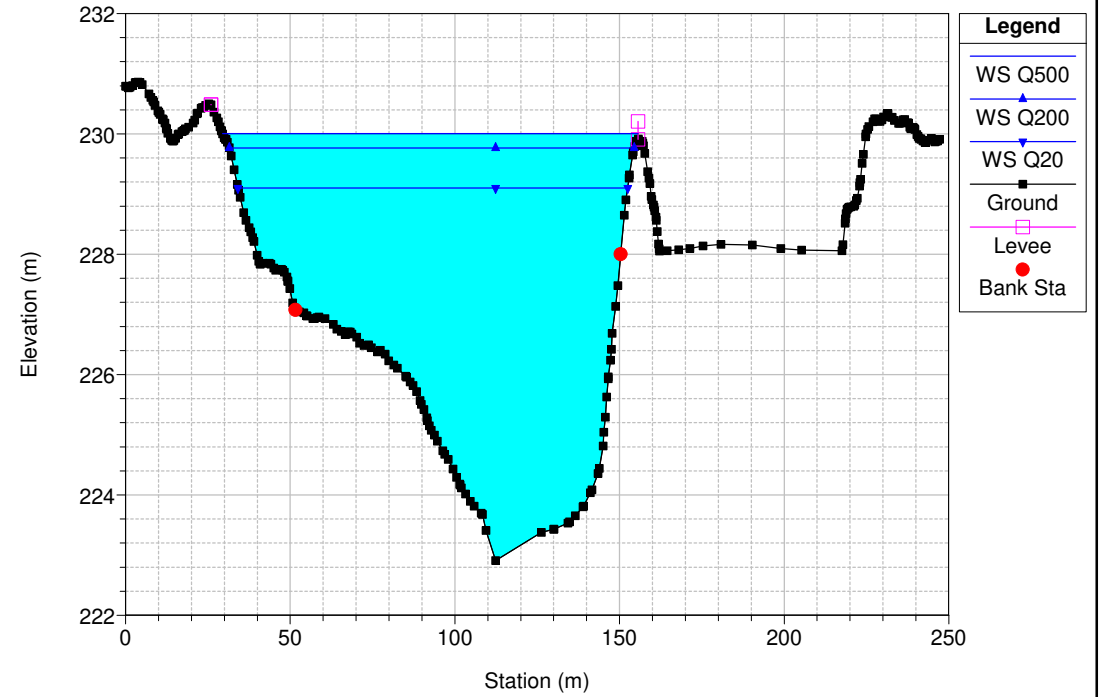
RS = 35.465 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



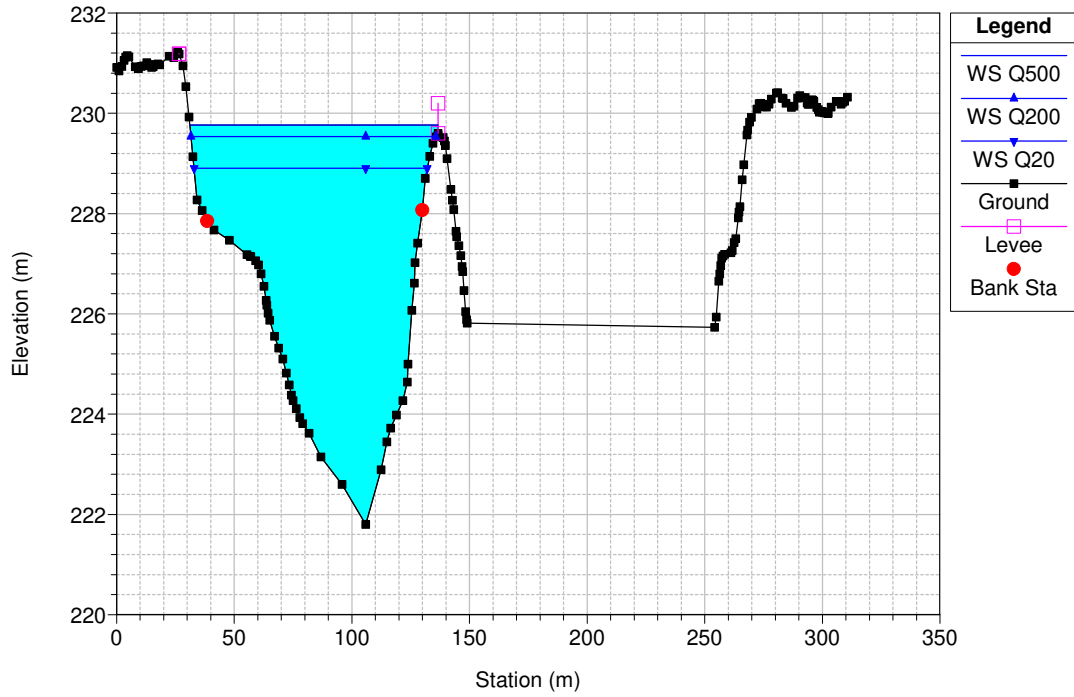
RS = 35.440 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



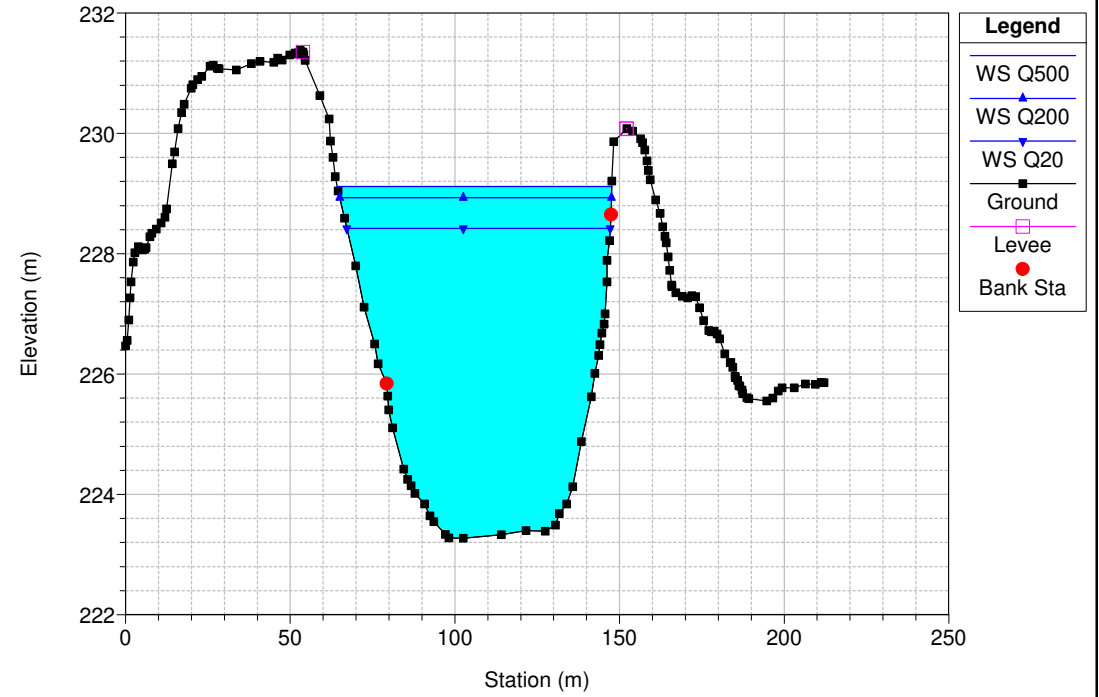
RS = 35.415 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



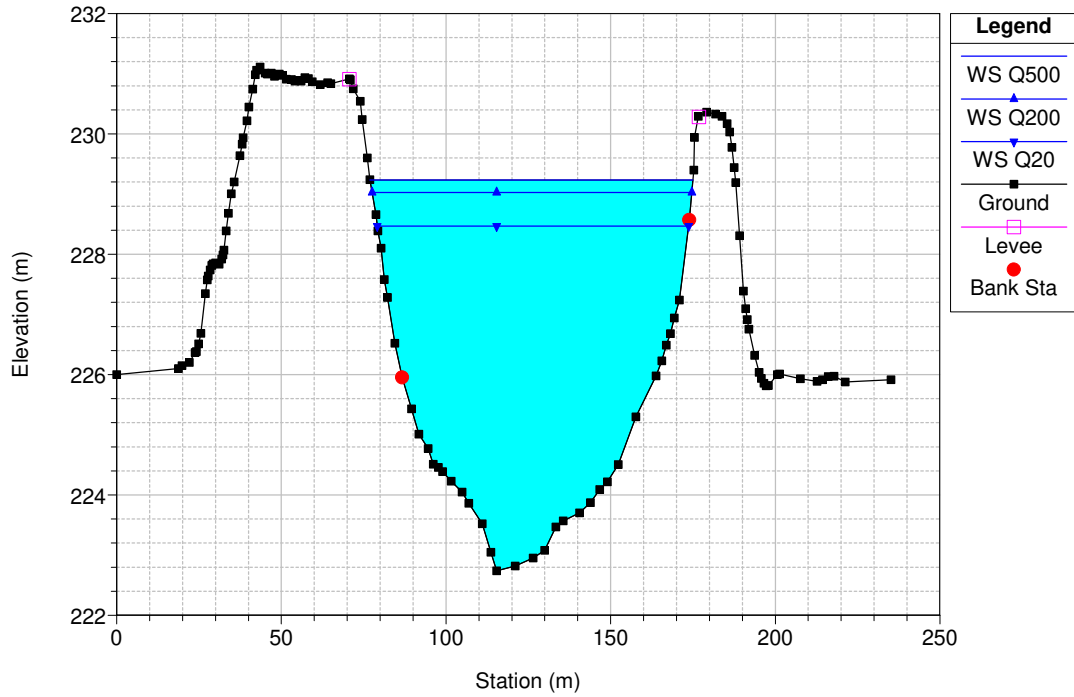
RS = 35.390 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



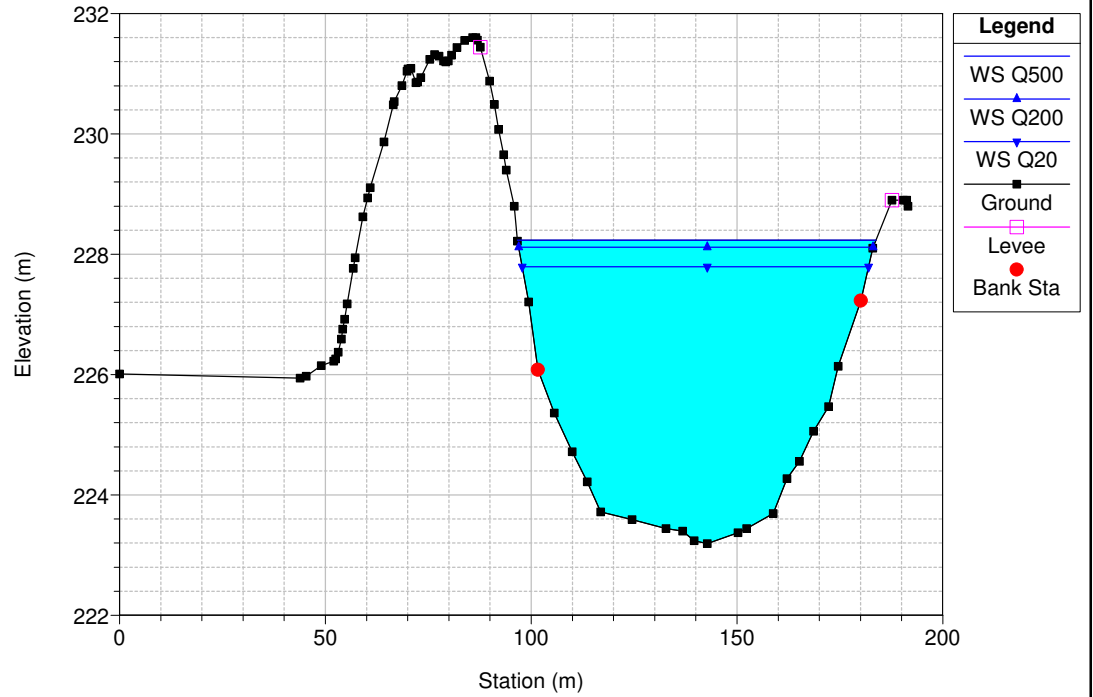
RS = 35.370 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



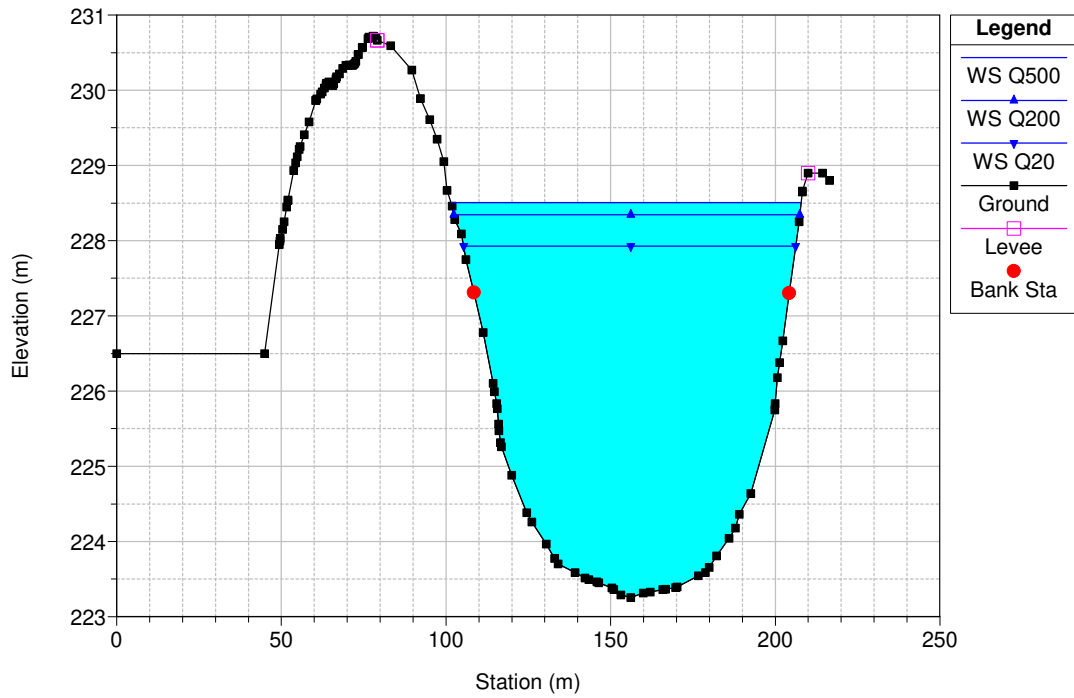
RS = 35.350 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



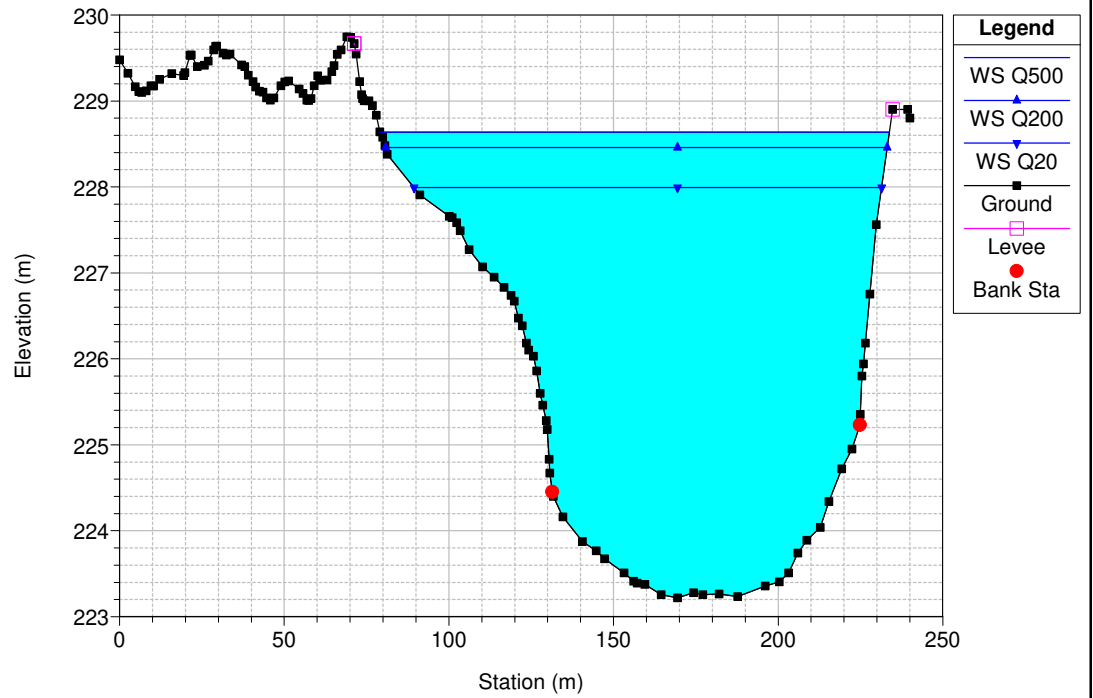
RS = 35.33 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



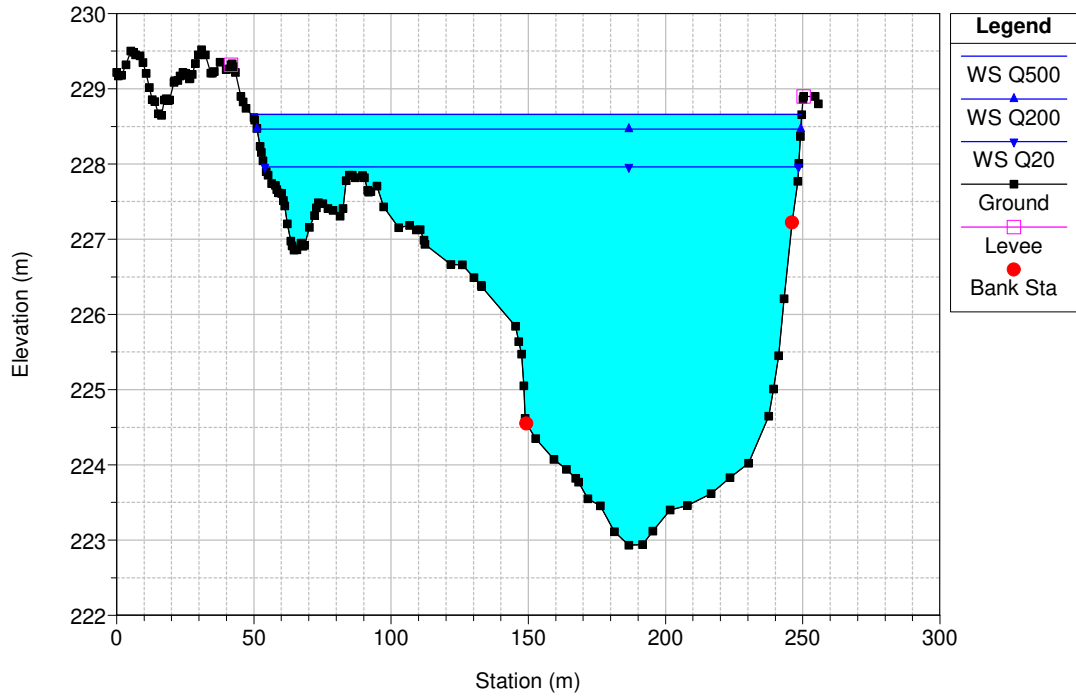
RS = 35.305 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



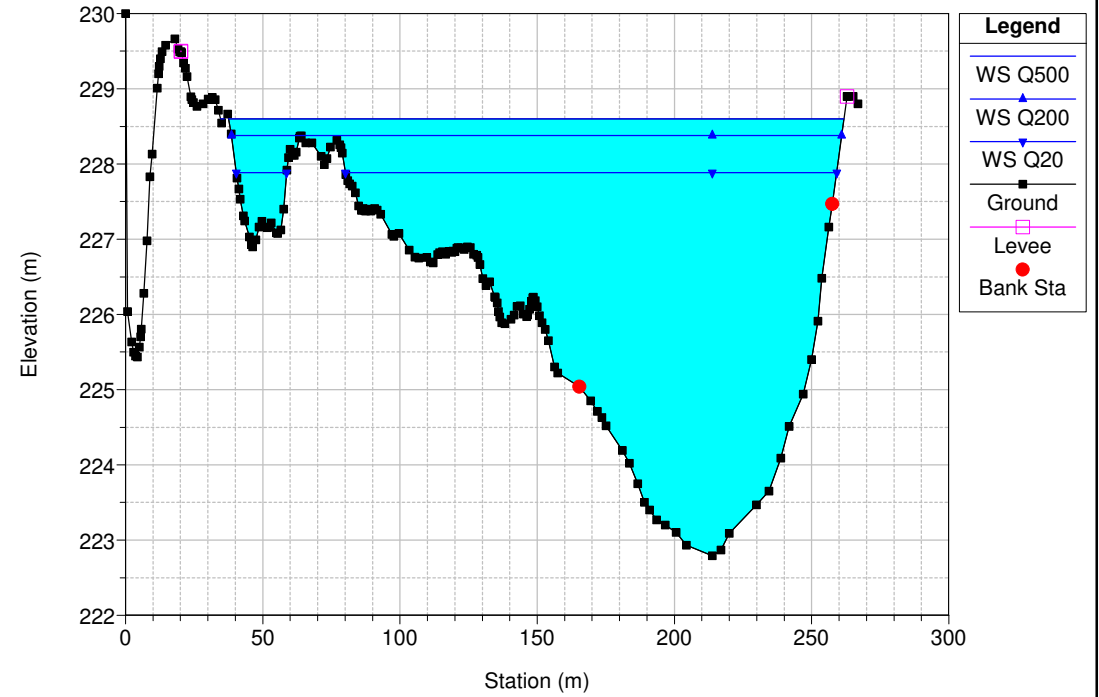
RS = 35.280 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



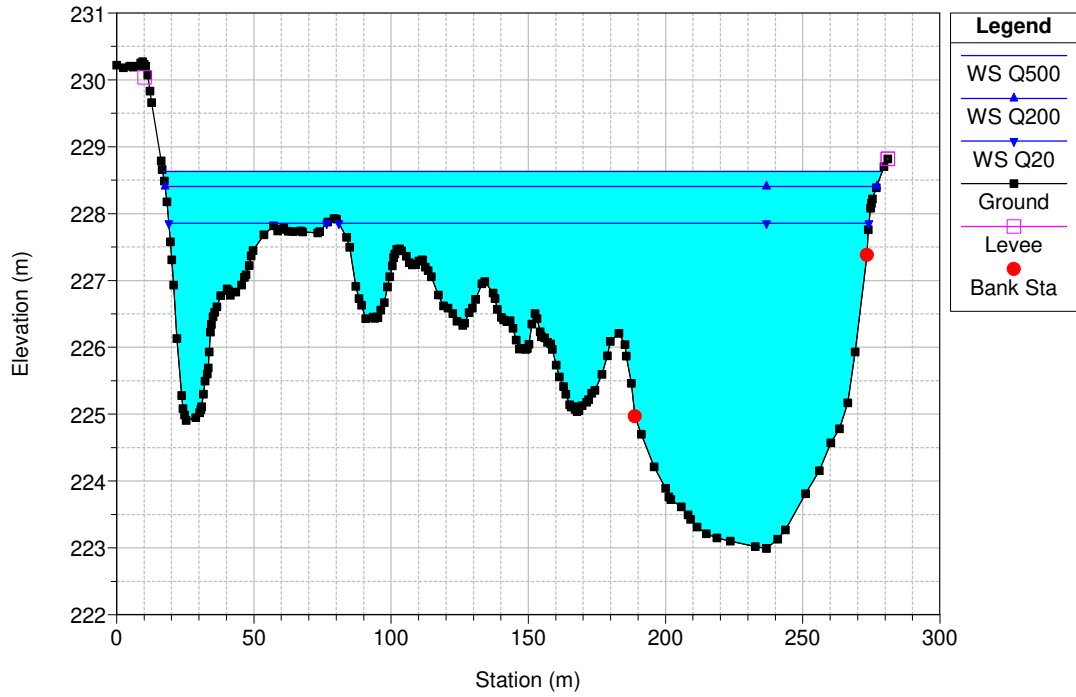
RS = 35.240 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



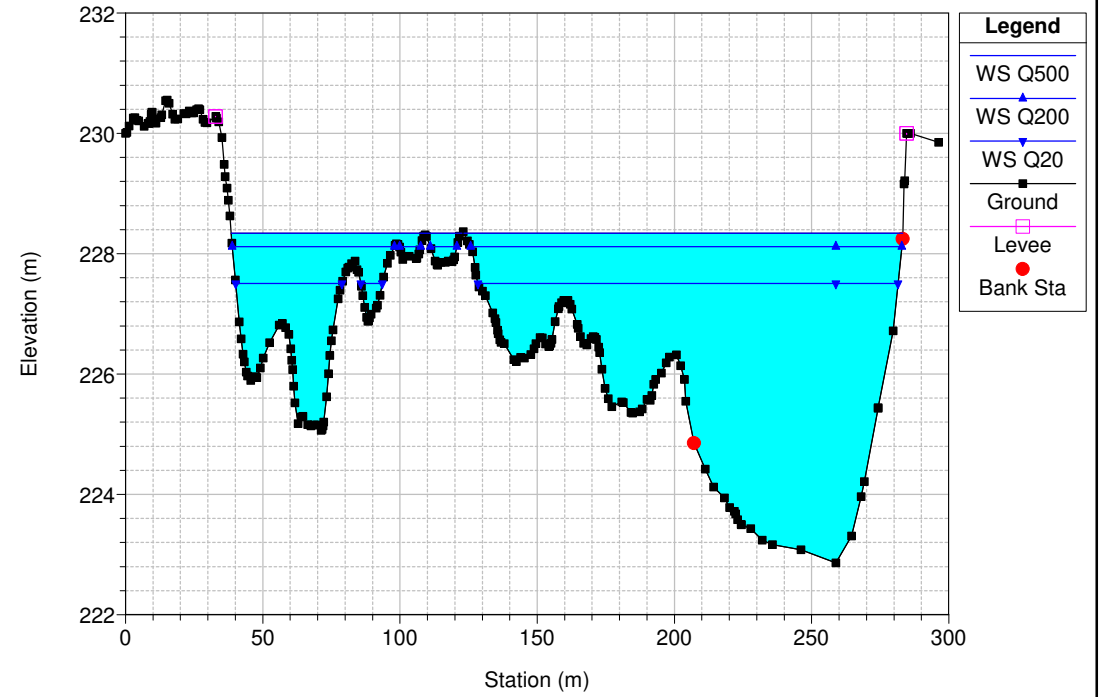
RS = 35.200 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



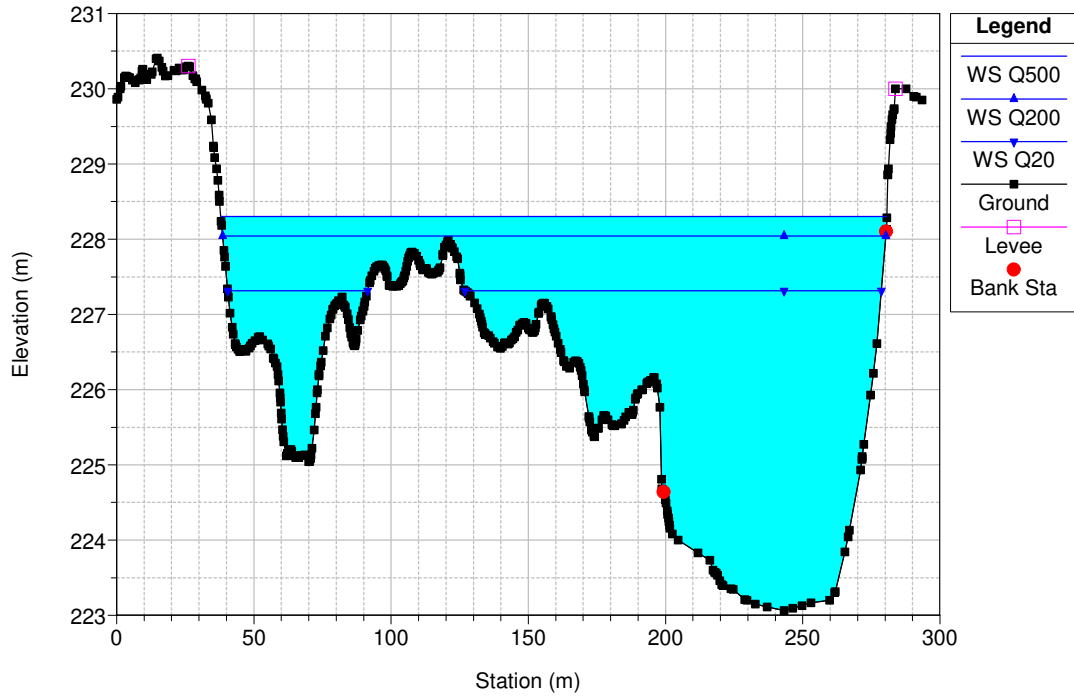
RS = 35.160 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



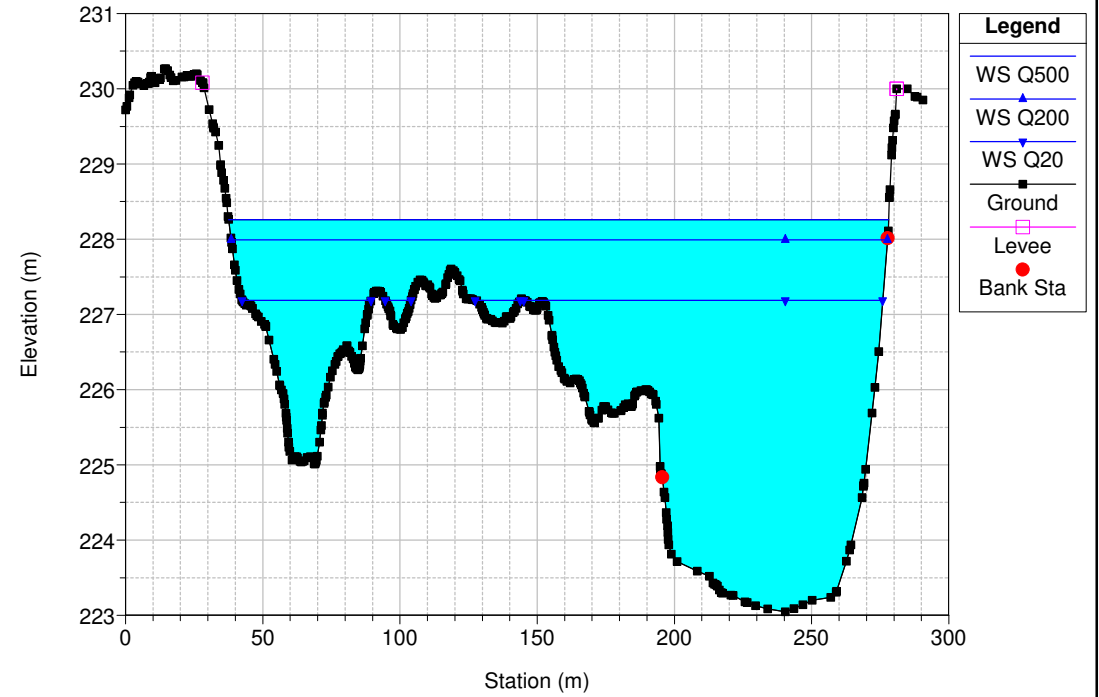
RS = 35.120 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



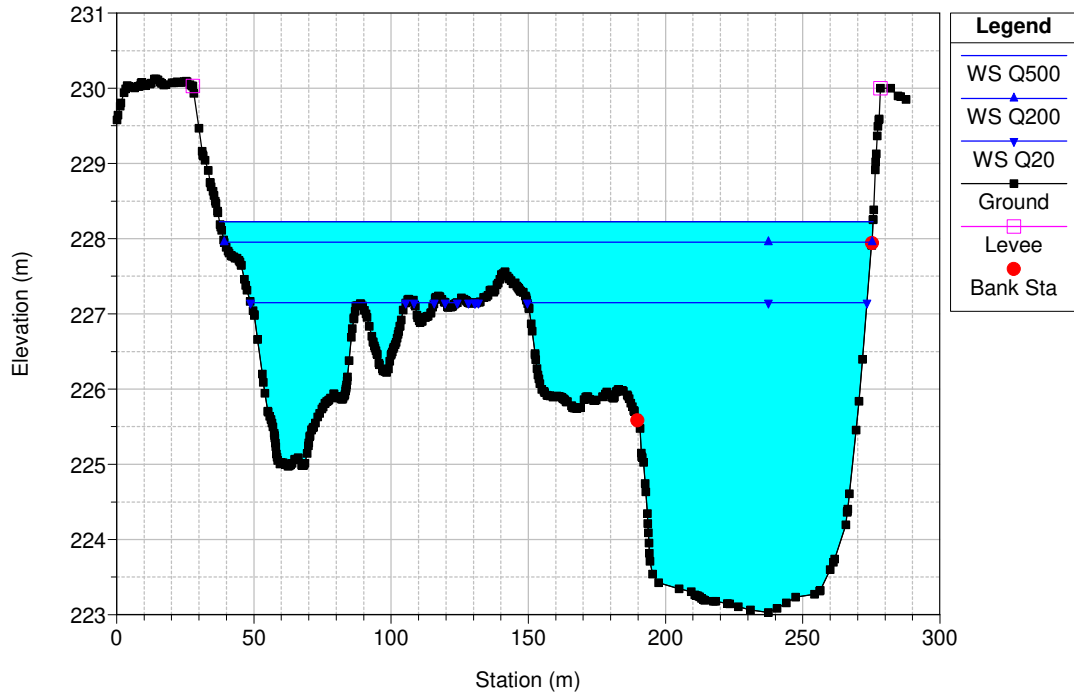
RS = 35.090 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



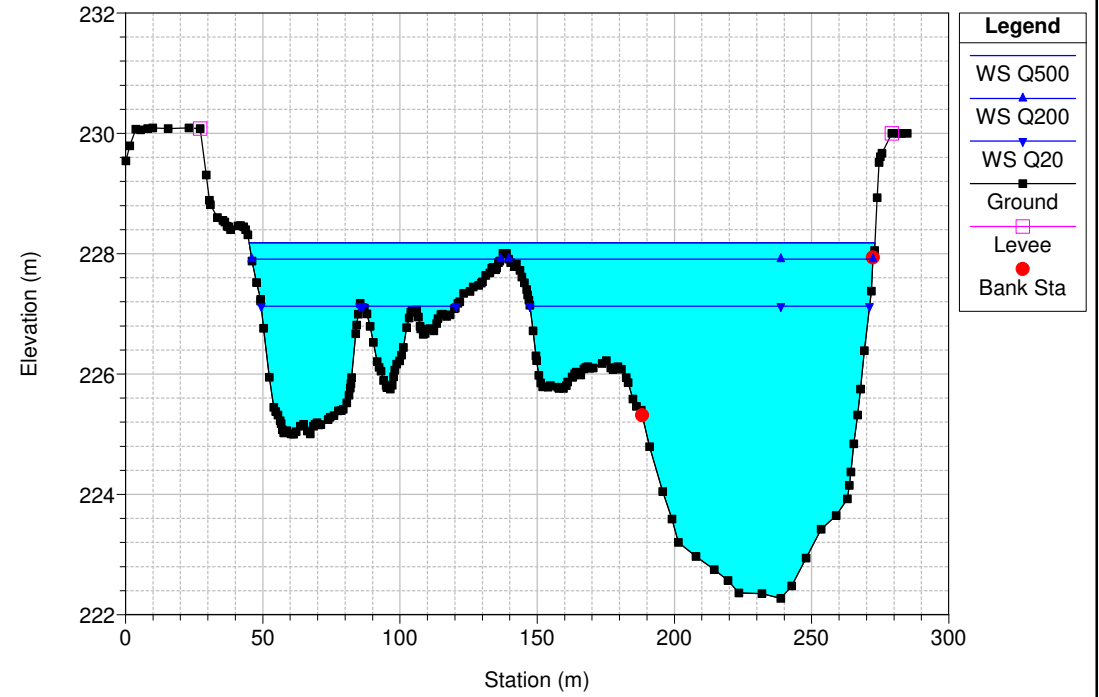
RS = 35.060 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



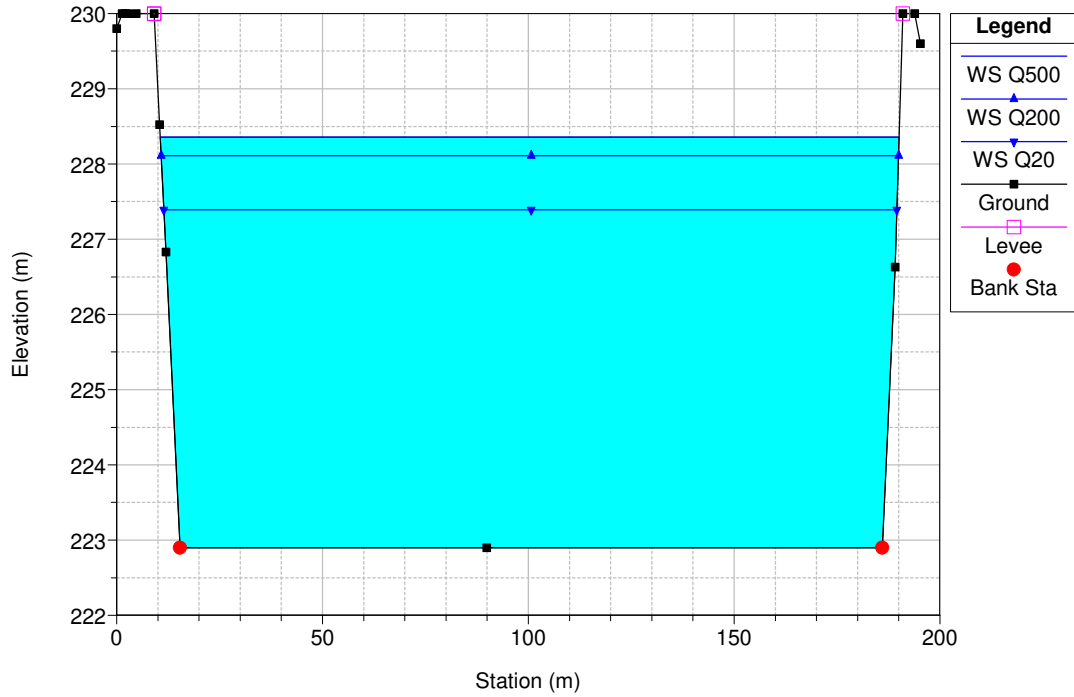
RS = 35.030 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



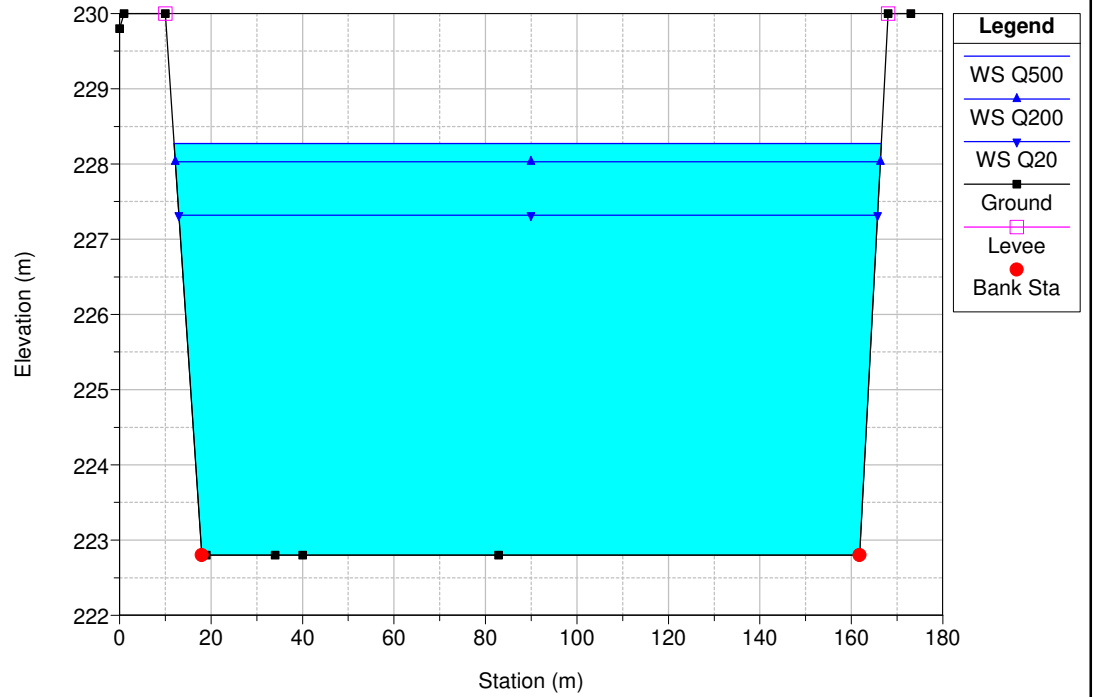
RS = 35 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



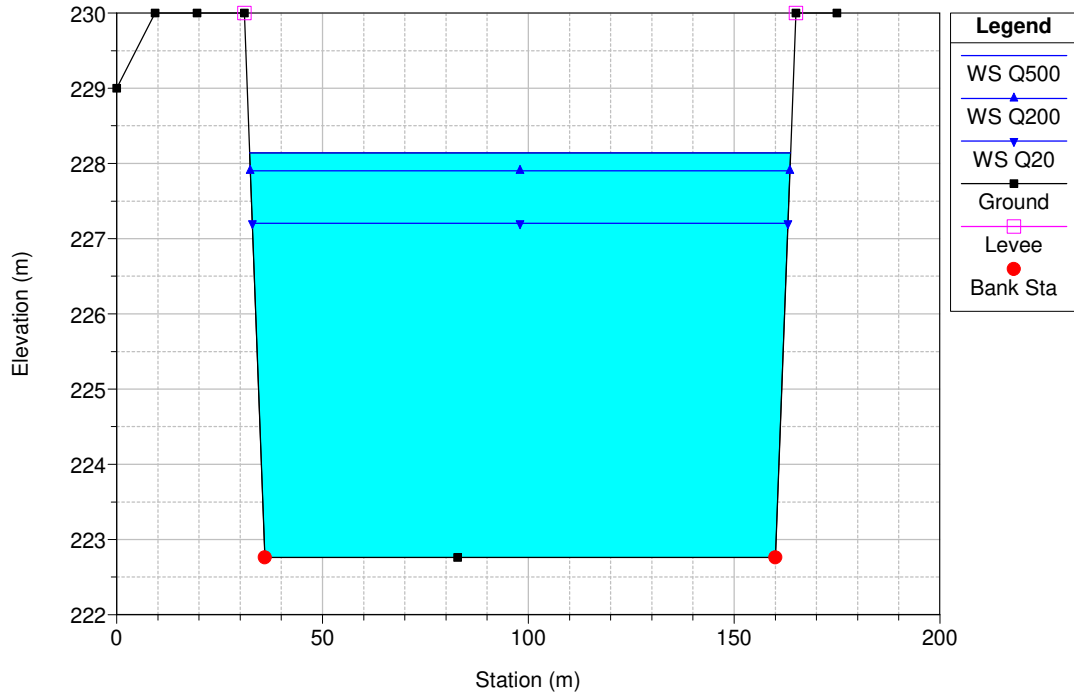
RS = 34.427 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



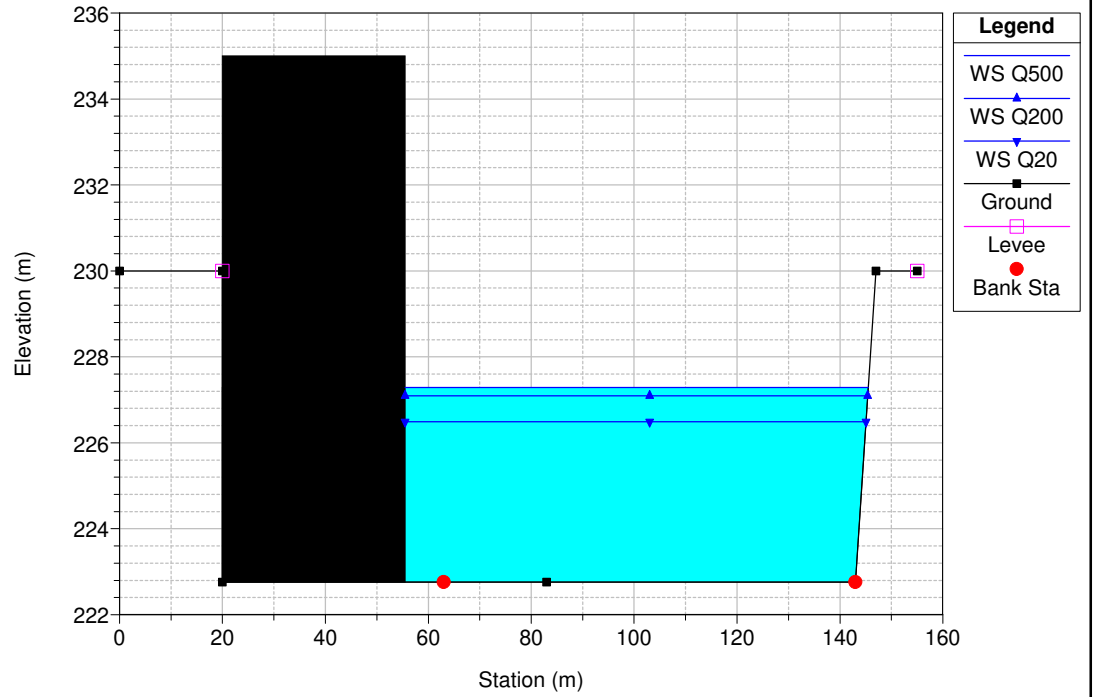
RS = 34.14 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



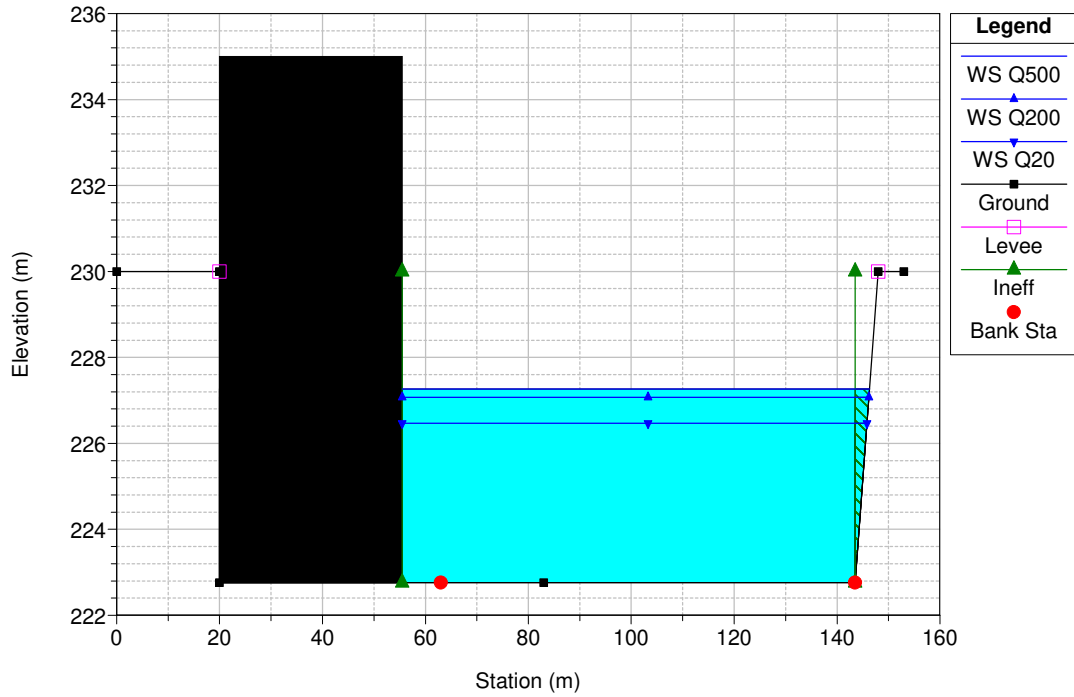
RS = 34.135 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



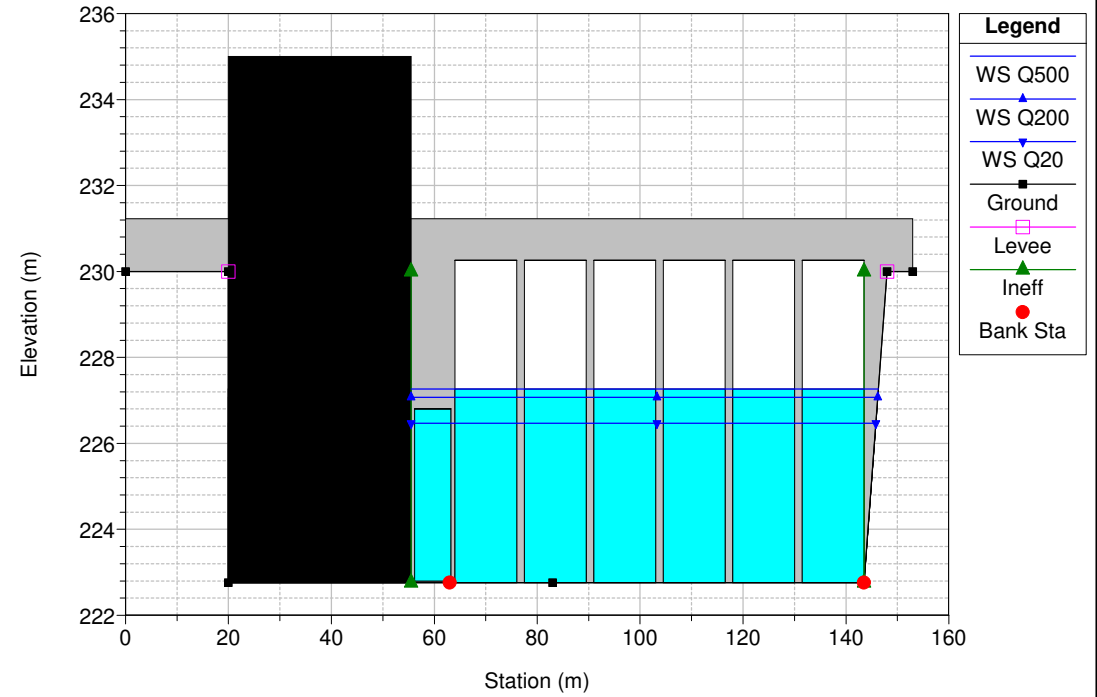
RS = 34.133 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



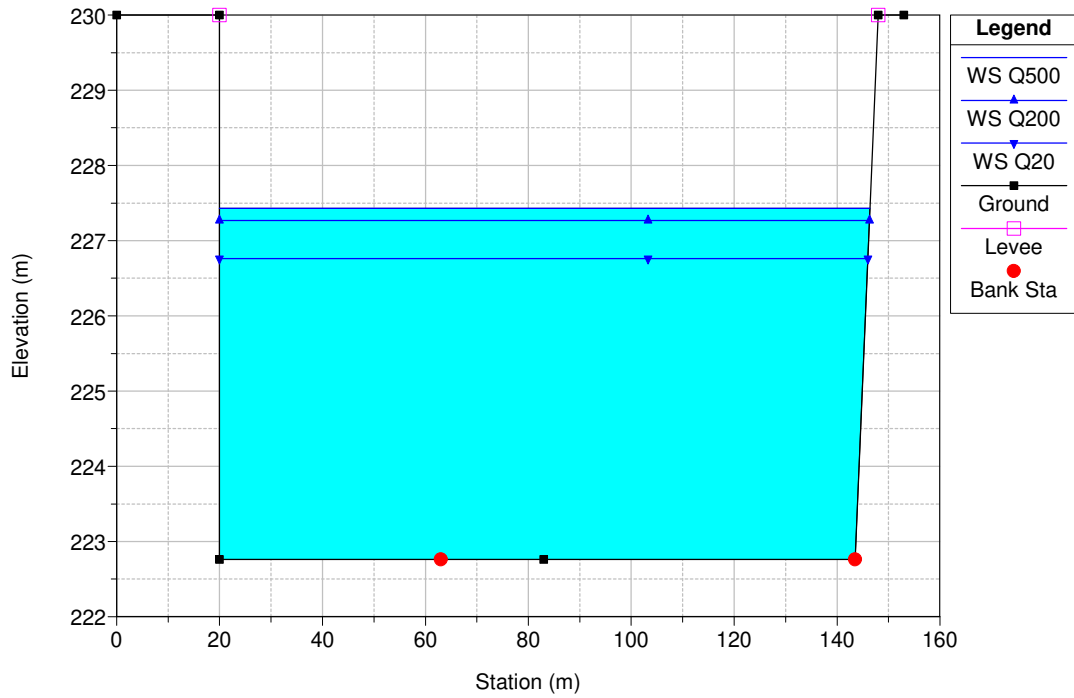
RS = 34.13 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



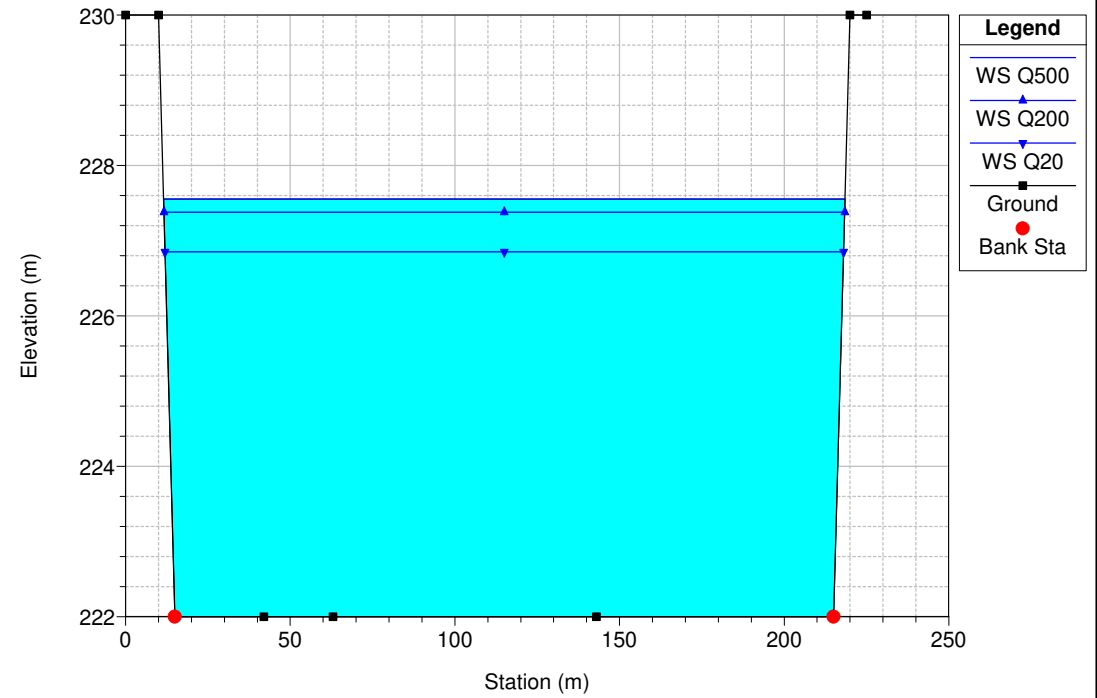
RS = 34.125 IS POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



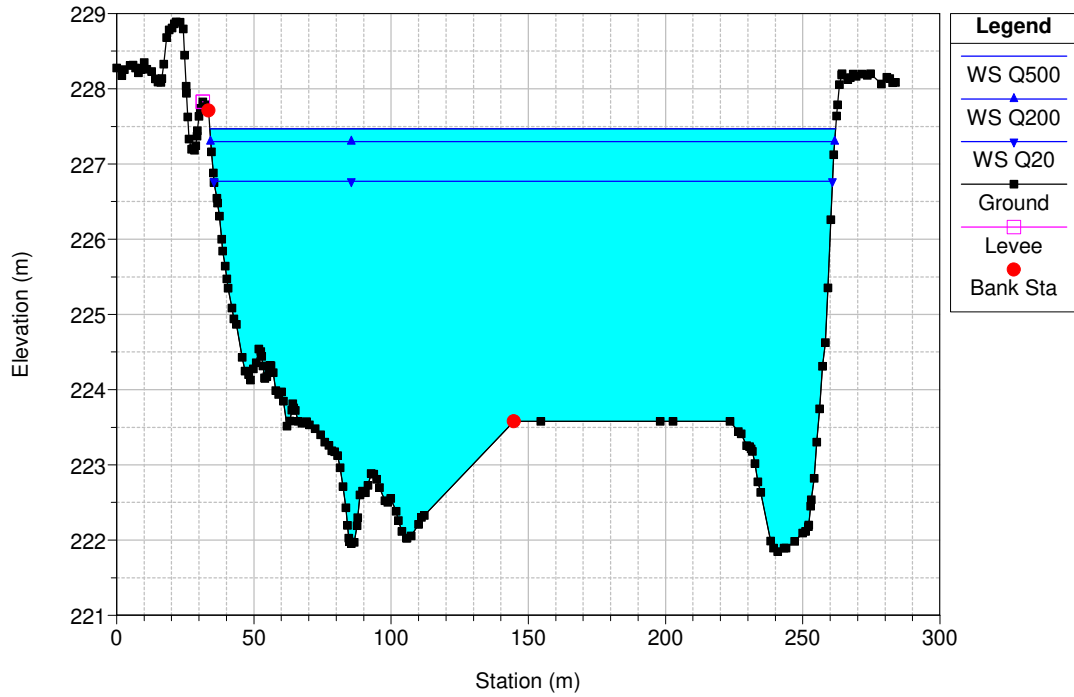
RS = 34.122 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



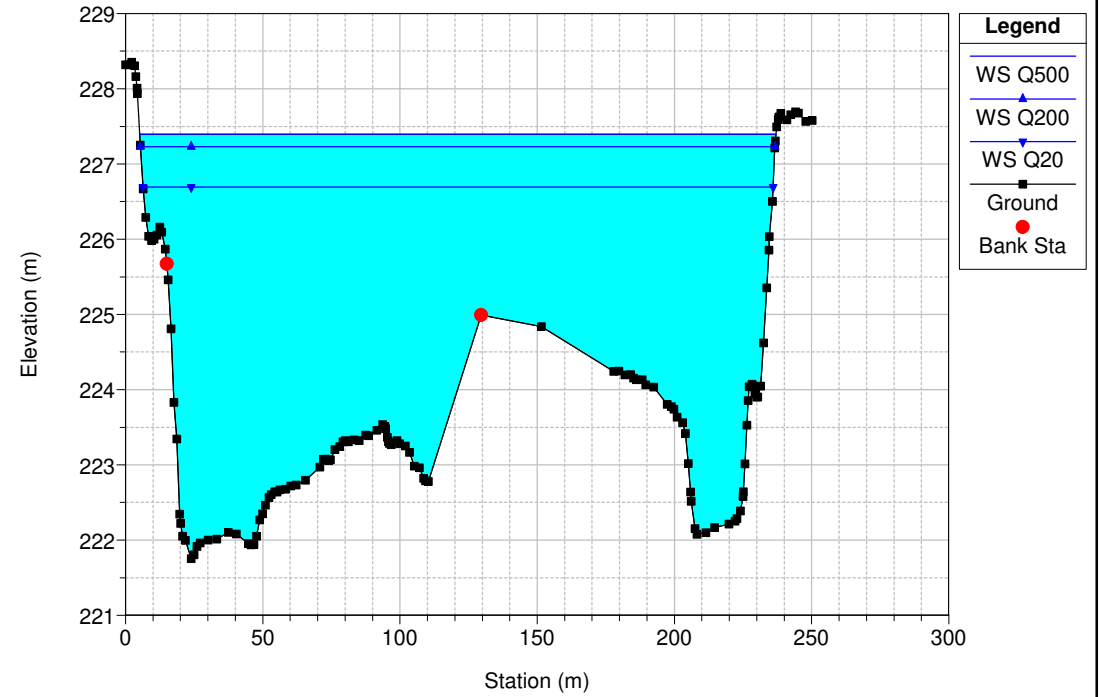
RS = 33 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



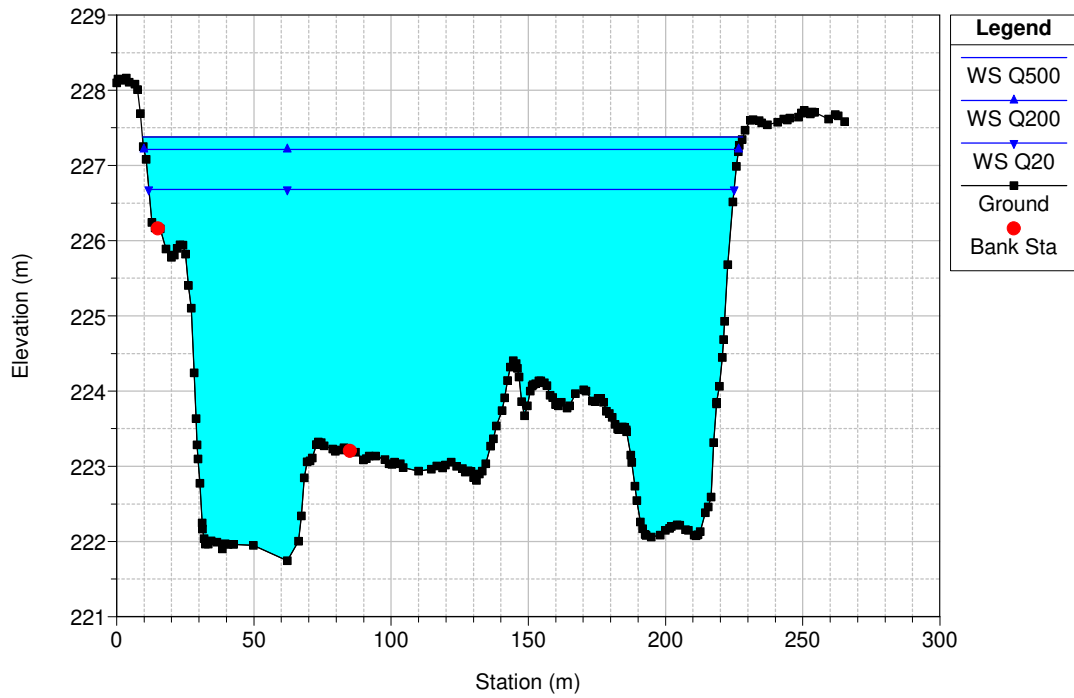
RS = 32.000 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



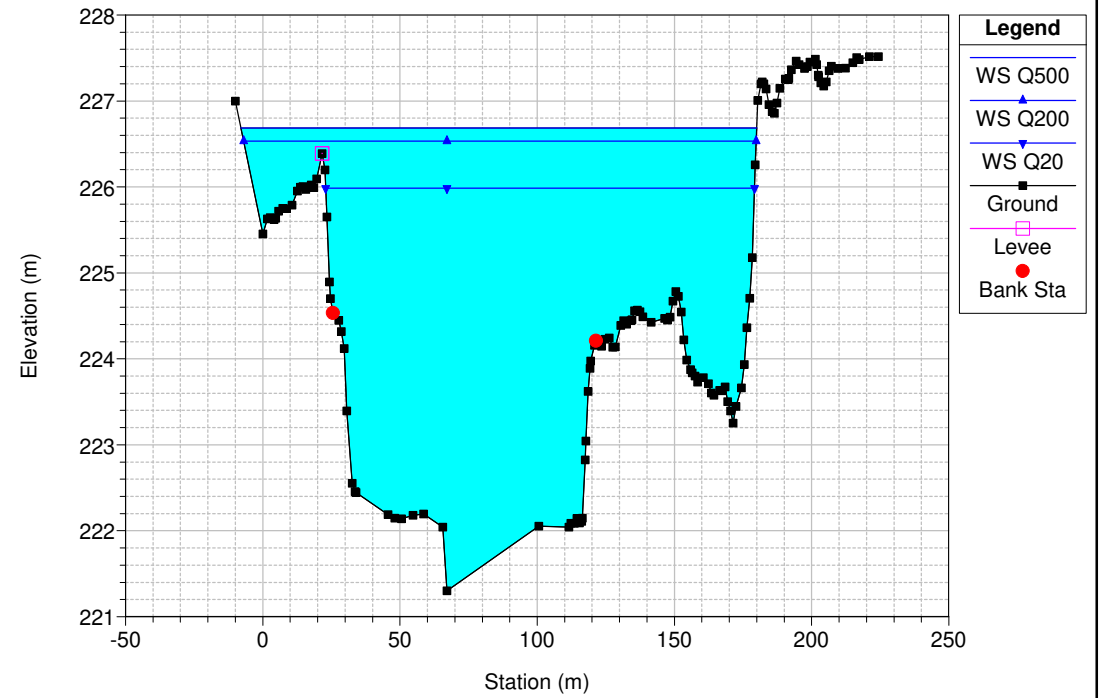
RS = 31.000 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



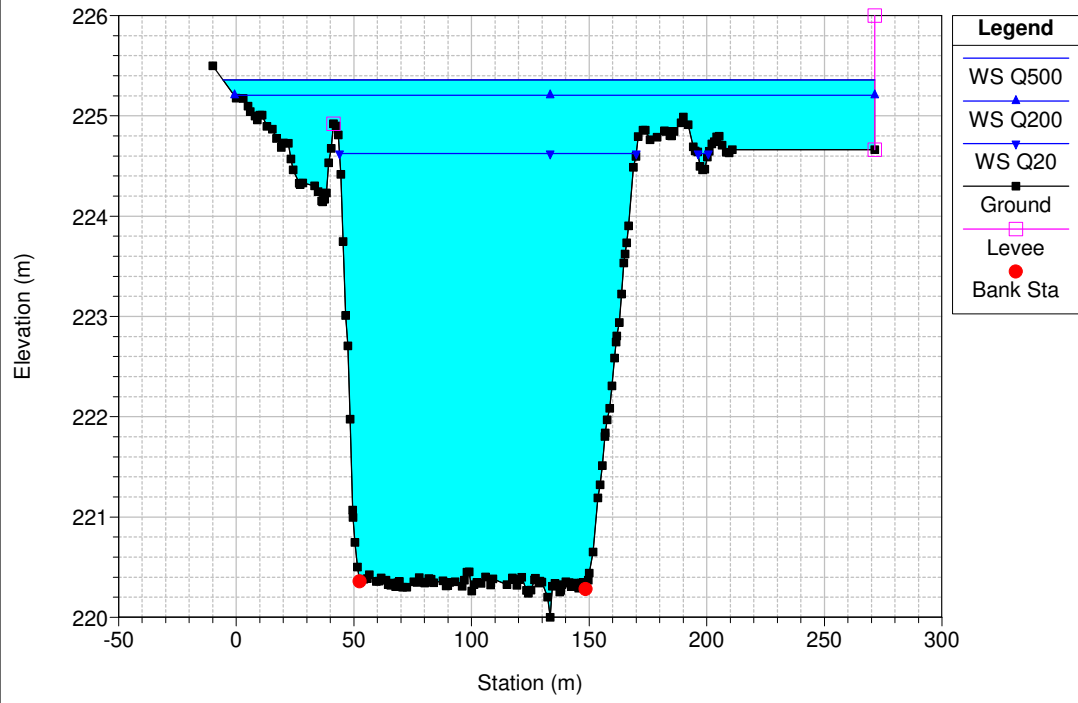
RS = 30 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



RS = 20 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



RS = 10 POST OPERAM - 6 PARATOIE APERTE (SU 6)



ALLEGATO 4

SIMULAZIONE A LUCI PARZIALMENTE OCCLUSE (4 PARATOIE APERTE SU 6) – PRESCRIZIONI NT DIGHE

NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)

HEC-RAS Plan: 4 P River: Dora Reach: Ivrea

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
Ivrea	38	Q500	1780.00	233.00	237.05	237.05	238.97	0.005085	6.41	301.83	79.50	1.02
Ivrea	38	Q200	1660.00	233.00	236.87	236.87	238.71	0.005173	6.27	287.43	79.50	1.02
Ivrea	38	Q20	1340.00	233.00	236.40	236.40	237.98	0.005257	5.80	250.18	79.50	1.01
Ivrea	37.5	Q500	1780.00	229.65	234.88	235.96	238.57	0.012191	10.22	234.23	79.50	1.58
Ivrea	37.5	Q200	1660.00	229.65	234.74	235.79	238.31	0.012257	10.03	223.18	79.50	1.57
Ivrea	37.5	Q20	1340.00	229.65	234.18	235.00	237.56	0.013045	9.40	181.30	71.10	1.58
Ivrea	37	Q500	1780.00	228.40	231.62	233.63	237.34	0.030092	10.89	170.80	72.95	2.26
Ivrea	37	Q200	1660.00	228.40	231.49	233.50	237.06	0.031066	10.75	161.27	71.86	2.28
Ivrea	37	Q20	1340.00	228.40	231.13	232.93	236.23	0.032991	10.29	136.04	68.13	2.31
Ivrea	36.750	Q500	1780.00	226.28	229.59	231.53	235.84	0.025588	11.65	177.27	89.93	2.17
Ivrea	36.750	Q200	1660.00	226.28	229.48	231.10	235.53	0.025884	11.42	167.25	89.18	2.17
Ivrea	36.750	Q20	1340.00	226.28	229.13	230.68	234.62	0.027303	10.76	138.19	74.15	2.18
Ivrea	36.5	Q500	1780.00	225.51	232.55	231.00	233.20	0.001242	4.15	564.56	138.21	0.53
Ivrea	36.5	Q200	1660.00	225.51	232.29	230.85	232.93	0.001302	4.13	528.57	136.28	0.54
Ivrea	36.5	Q20	1340.00	225.51	229.02	230.45	233.11	0.020629	9.58	160.13	83.61	1.89
Ivrea	36.2	Q500	1780.00	225.26	232.77	233.01	233.01	0.000448	2.69	861.41	167.18	0.33
Ivrea	36.2	Q200	1660.00	225.26	232.51	232.75	232.75	0.000457	2.65	818.45	165.78	0.33
Ivrea	36.2	Q20	1340.00	225.26	231.78	229.36	232.00	0.000485	2.53	698.82	162.53	0.33
Ivrea	36.195	Q500	1780.00	224.98	232.64	229.44	232.96	0.000499	2.81	819.36	190.92	0.35
Ivrea	36.195	Q200	1660.00	224.98	232.37	229.32	232.69	0.000522	2.80	768.07	190.46	0.35
Ivrea	36.195	Q20	1340.00	224.98	231.68	228.93	231.94	0.000498	2.53	649.88	157.67	0.34
Ivrea	36.19	Q500	1780.00	224.20	232.23	229.67	232.86	0.000776	3.73	580.99	131.35	0.44
Ivrea	36.19	Q200	1660.00	224.20	231.99	229.35	232.60	0.000779	3.65	548.67	129.06	0.44
Ivrea	36.19	Q20	1340.00	224.20	231.31	228.76	231.85	0.000769	3.40	462.80	123.67	0.43
Ivrea	36.180	Q500	1780.00	224.45	232.23	229.37	232.79	0.000721	3.43	582.19	120.78	0.42
Ivrea	36.180	Q200	1660.00	224.45	231.98	229.17	232.52	0.000720	3.35	552.70	119.16	0.41
Ivrea	36.180	Q20	1340.00	224.45	231.31	228.62	231.77	0.000693	3.07	475.99	110.68	0.40
Ivrea	36.17	Q500	1780.00	224.51	232.21	229.19	232.73	0.000653	3.25	593.03	109.42	0.39
Ivrea	36.17	Q200	1660.00	224.51	231.97	229.00	232.46	0.000645	3.15	566.67	107.63	0.39
Ivrea	36.17	Q20	1340.00	224.51	231.31	228.45	231.71	0.000605	2.85	497.85	100.10	0.37
Ivrea	36.160	Q500	1780.00	224.49	232.16	229.10	232.69	0.000642	3.33	594.65	116.38	0.40
Ivrea	36.160	Q200	1660.00	224.49	231.92	228.93	232.42	0.000627	3.21	567.93	109.47	0.39
Ivrea	36.160	Q20	1340.00	224.49	231.27	228.39	231.68	0.000578	2.89	500.75	99.32	0.37
Ivrea	36.15	Q500	1780.00	224.38	232.06	229.20	232.65	0.000724	3.52	567.78	109.20	0.42
Ivrea	36.15	Q200	1660.00	224.38	231.84	229.02	232.38	0.000697	3.38	545.02	101.03	0.41
Ivrea	36.15	Q20	1340.00	224.38	231.20	228.51	231.64	0.000647	3.05	481.59	96.08	0.39
Ivrea	36.140	Q500	1780.00	224.79	231.96	229.28	232.59	0.000850	3.69	547.72	110.29	0.45
Ivrea	36.140	Q200	1660.00	224.79	231.72	229.19	232.33	0.000839	3.58	522.64	106.95	0.45
Ivrea	36.140	Q20	1340.00	224.79	231.08	228.71	231.59	0.000796	3.25	456.29	100.69	0.43
Ivrea	36.13	Q500	1780.00	224.02	231.95	229.13	232.52	0.000715	3.48	575.18	112.54	0.42
Ivrea	36.13	Q200	1660.00	224.02	231.72	228.93	232.26	0.000702	3.37	549.91	107.61	0.41
Ivrea	36.13	Q20	1340.00	224.02	231.08	228.43	231.53	0.000661	3.06	482.13	103.27	0.39
Ivrea	36.11	Q500	1780.00	225.58	231.80	229.65	232.47	0.000516	3.75	550.55	123.24	0.49
Ivrea	36.11	Q200	1660.00	225.58	231.56	229.47	232.21	0.000518	3.66	521.62	121.23	0.49
Ivrea	36.11	Q20	1340.00	225.58	230.92	229.00	231.47	0.000519	3.38	445.04	115.79	0.48
Ivrea	36.105		Bridge									
Ivrea	36.1	Q500	1780.00	225.60	230.90	229.66	231.89	0.000933	4.52	442.09	115.63	0.64
Ivrea	36.1	Q200	1660.00	225.60	230.76	229.48	231.68	0.000896	4.35	426.25	114.74	0.62
Ivrea	36.1	Q20	1340.00	225.60	230.37	229.00	231.08	0.000770	3.82	384.47	101.27	0.57
Ivrea	36.05	Q500	1780.00	225.00	231.22	229.23	231.68	0.000836	3.15	661.88	189.97	0.43
Ivrea	36.05	Q200	1660.00	225.00	231.05	229.07	231.49	0.000826	3.06	629.67	187.02	0.43
Ivrea	36.05	Q20	1340.00	225.00	230.56	228.62	230.94	0.000797	2.82	539.35	181.31	0.41
Ivrea	36.040	Q500	1780.00	225.91	230.82	230.01	231.61	0.001864	4.20	522.14	200.96	0.63
Ivrea	36.040	Q200	1660.00	225.91	230.58	229.79	231.40	0.002055	4.25	473.63	197.48	0.66
Ivrea	36.040	Q20	1340.00	225.91	230.10	229.31	230.86	0.002119	3.99	382.59	179.31	0.65
Ivrea	36.03	Q500	1780.00	226.33	230.78	230.14	231.54	0.001895	4.14	526.41	196.17	0.63
Ivrea	36.03	Q200	1660.00	226.33	230.54	230.01	231.32	0.002066	4.16	480.76	184.46	0.66
Ivrea	36.03	Q20	1340.00	226.33	229.99	229.46	230.78	0.002405	4.09	381.84	178.82	0.69
Ivrea	36.02	Q500	1780.00	226.38	230.72	230.20	231.52	0.002117	4.31	512.58	193.98	0.67

NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)

HEC-RAS Plan: 4 P River: Dora Reach: Ivrea (Continued)

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
Ivrea	36.02	Q200	1660.00	226.38	230.45	230.08	231.30	0.002386	4.38	462.75	183.20	0.70
Ivrea	36.02	Q20	1340.00	226.38	229.58	229.58	230.73	0.004218	4.93	306.48	167.56	0.89
Ivrea	36.015	Q500	1780.00	224.60	230.98	228.71	231.36	0.000666	2.98	760.03	211.08	0.39
Ivrea	36.015	Q200	1660.00	224.60	230.75	228.60	231.12	0.000693	2.96	710.50	207.64	0.40
Ivrea	36.015	Q20	1340.00	224.60	230.06	228.20	230.44	0.000798	2.91	570.19	200.65	0.42
Ivrea	36.01	Q500	1780.00	224.01	230.84	228.55	231.30	0.000770	3.24	675.83	180.36	0.42
Ivrea	36.01	Q200	1660.00	224.01	230.61	228.38	231.06	0.000792	3.20	633.96	177.72	0.43
Ivrea	36.01	Q20	1340.00	224.01	229.94	227.95	230.38	0.000856	3.07	521.32	167.32	0.43
Ivrea	36.005	Q500	1780.00	224.29	230.83	228.79	231.23	0.000737	3.08	715.49	190.71	0.41
Ivrea	36.005	Q200	1660.00	224.29	230.59	228.65	230.99	0.000763	3.04	670.84	187.72	0.42
Ivrea	36.005	Q20	1340.00	224.29	229.91	228.25	230.30	0.000865	2.96	546.36	179.41	0.43
Ivrea	36	Q500	1780.00	223.94	230.87	228.46	231.15	0.000540	2.46	807.32	204.02	0.35
Ivrea	36	Q200	1660.00	223.94	230.63	228.33	230.91	0.000559	2.43	759.51	200.89	0.35
Ivrea	36	Q20	1340.00	223.94	229.96	227.97	230.22	0.000631	2.34	625.39	192.97	0.36
Ivrea	35.896	Q500	1780.00	224.16	230.75	228.46	231.11	0.000623	2.86	760.67	205.11	0.38
Ivrea	35.896	Q200	1660.00	224.16	230.51	228.31	230.86	0.000647	2.83	711.58	202.03	0.38
Ivrea	35.896	Q20	1340.00	224.16	229.85	227.90	230.17	0.000673	2.65	579.88	155.26	0.38
Ivrea	35.792	Q500	1780.00	224.28	230.67	228.28	231.06	0.000630	2.93	726.31	197.82	0.38
Ivrea	35.792	Q200	1660.00	224.28	230.47	228.12	230.82	0.000603	2.80	682.74	158.41	0.37
Ivrea	35.792	Q20	1340.00	224.28	229.81	227.58	230.13	0.000623	2.62	580.98	151.46	0.37
Ivrea	35.688	Q500	1780.00	223.17	230.69	227.47	231.01	0.000430	2.62	776.92	155.23	0.32
Ivrea	35.688	Q200	1660.00	223.17	230.48	227.31	230.77	0.000424	2.54	743.35	153.22	0.32
Ivrea	35.688	Q20	1340.00	223.17	229.82	226.87	230.08	0.000416	2.34	643.62	150.10	0.31
Ivrea	35.622	Q500	1780.00	224.09	230.57	228.21	230.98	0.000655	3.00	693.72	158.99	0.39
Ivrea	35.622	Q200	1660.00	224.09	230.35	228.02	230.74	0.000659	2.94	659.02	157.11	0.39
Ivrea	35.622	Q20	1340.00	224.09	229.69	227.54	230.04	0.000690	2.77	556.31	151.21	0.39
Ivrea	35.555	Q500	1780.00	224.23	230.51	228.45	230.94	0.000761	3.16	673.59	161.62	0.42
Ivrea	35.555	Q200	1660.00	224.23	230.28	228.30	230.70	0.000773	3.11	637.86	159.70	0.42
Ivrea	35.555	Q20	1340.00	224.23	229.60	227.83	230.00	0.000851	2.99	530.60	155.30	0.43
Ivrea	35.489	Q500	1780.00	224.40	230.45	228.55	230.90	0.000877	3.11	647.91	164.49	0.44
Ivrea	35.489	Q200	1660.00	224.40	230.23	228.51	230.66	0.000905	3.07	611.00	162.40	0.45
Ivrea	35.489	Q20	1340.00	224.40	229.53	228.10	229.95	0.001057	2.99	500.12	156.64	0.47
Ivrea	35.465	Q500	1780.00	223.94	230.41	228.47	230.84	0.000821	2.99	645.44	157.63	0.43
Ivrea	35.465	Q200	1660.00	223.94	230.19	228.33	230.60	0.000842	2.93	610.35	154.85	0.43
Ivrea	35.465	Q20	1340.00	223.94	229.49	227.90	229.88	0.000966	2.83	504.58	149.52	0.45
Ivrea	35.440	Q500	1780.00	223.47	230.38	228.14	230.79	0.000716	2.88	673.52	166.27	0.40
Ivrea	35.440	Q200	1660.00	223.47	230.16	227.95	230.55	0.000733	2.83	635.87	164.60	0.40
Ivrea	35.440	Q20	1340.00	223.47	229.46	227.56	229.82	0.000808	2.69	524.24	143.31	0.41
Ivrea	35.415	Q500	1780.00	222.91	230.16	228.26	230.72	0.001019	3.37	555.15	127.22	0.47
Ivrea	35.415	Q200	1660.00	222.91	229.94	228.11	230.48	0.001027	3.29	528.19	125.73	0.47
Ivrea	35.415	Q20	1340.00	222.91	229.26	227.66	229.75	0.001119	3.12	445.43	119.38	0.48
Ivrea	35.390	Q500	1780.00	221.80	229.94	228.16	230.64	0.001238	3.72	490.26	105.84	0.52
Ivrea	35.390	Q200	1660.00	221.80	229.74	227.99	230.40	0.001232	3.61	469.24	105.42	0.52
Ivrea	35.390	Q20	1340.00	221.80	229.09	227.38	229.67	0.001293	3.37	402.23	100.35	0.52
Ivrea	35.370	Q500	1780.00	223.27	229.41	228.14	230.49	0.001873	4.68	398.32	84.47	0.64
Ivrea	35.370	Q200	1660.00	223.27	229.26	227.95	230.26	0.001799	4.50	385.63	83.99	0.63
Ivrea	35.370	Q20	1340.00	223.27	228.70	227.42	229.54	0.001734	4.10	339.31	81.46	0.60
Ivrea	35.350	Q500	1780.00	222.74	229.52	227.85	230.28	0.001351	3.89	469.54	99.03	0.55
Ivrea	35.350	Q200	1660.00	222.74	229.35	227.69	230.06	0.001315	3.75	453.07	98.51	0.54
Ivrea	35.350	Q20	1340.00	222.74	228.75	227.21	229.36	0.001327	3.46	394.58	95.78	0.53
Ivrea	35.33	Q500	1780.00	223.19	229.03	228.00	230.13	0.002130	4.67	392.73	96.39	0.68
Ivrea	35.33	Q200	1660.00	223.19	228.90	227.83	229.92	0.002025	4.48	381.00	96.00	0.66
Ivrea	35.33	Q20	1340.00	223.19	228.36	227.34	229.21	0.002007	4.10	332.12	88.01	0.64
Ivrea	35.305	Q500	1780.00	223.26	229.20	227.52	229.90	0.001285	3.71	493.43	118.17	0.53
Ivrea	35.305	Q200	1660.00	223.26	229.06	227.37	229.70	0.001237	3.57	476.56	117.22	0.52
Ivrea	35.305	Q20	1340.00	223.26	228.47	226.91	229.02	0.001255	3.29	411.34	106.02	0.51
Ivrea	35.30		Lat Struct									
Ivrea	35.280	Q500	1764.74	223.22	229.32	227.00	229.76	0.000716	3.03	663.14	167.44	0.41
Ivrea	35.280	Q200	1653.12	223.22	229.16	226.84	229.57	0.000704	2.95	635.93	166.87	0.40

NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)

HEC-RAS Plan: 4 P River: Dora Reach: Ivrea (Continued)

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
Ivrea	35.280	Q20	1340.00	223.22	228.54	226.43	228.91	0.000729	2.77	536.07	153.15	0.40
Ivrea	35.240	Q500	1749.02	222.93	229.36	227.13	229.69	0.000603	2.73	785.77	246.11	0.37
Ivrea	35.240	Q200	1645.02	222.93	229.20	227.05	229.51	0.000599	2.67	742.14	212.29	0.37
Ivrea	35.240	Q20	1340.00	222.93	228.54	226.55	228.85	0.000676	2.60	607.27	198.84	0.38
Ivrea	35.200	Q500	1732.47	222.79	229.36	227.37	229.66	0.000596	2.67	823.46	245.83	0.37
Ivrea	35.200	Q200	1636.52	222.79	229.18	227.28	229.48	0.000616	2.66	780.12	244.49	0.37
Ivrea	35.200	Q20	1340.00	222.79	228.51	226.76	228.82	0.000741	2.66	621.92	223.45	0.40
Ivrea	35.160	Q500	1715.31	222.99	229.39	227.30	229.61	0.000464	2.39	947.44	267.22	0.33
Ivrea	35.160	Q200	1627.75	222.99	229.21	227.28	229.43	0.000486	2.39	899.57	266.52	0.33
Ivrea	35.160	Q20	1340.00	222.99	228.52	226.81	228.77	0.000621	2.47	718.20	260.85	0.37
Ivrea	35.120	Q500	1699.45	222.86	229.31	227.53	229.57	0.000597	2.67	850.48	247.69	0.37
Ivrea	35.120	Q200	1620.30	222.86	229.12	227.42	229.40	0.000639	2.69	804.15	246.75	0.38
Ivrea	35.120	Q20	1340.00	222.86	228.39	227.08	228.72	0.000890	2.88	625.10	244.87	0.43
Ivrea	35.090	Q500	1687.68	223.06	229.30	227.45	229.54	0.000527	2.53	875.08	246.67	0.35
Ivrea	35.090	Q200	1615.63	223.06	229.11	227.38	229.36	0.000567	2.56	828.40	245.87	0.36
Ivrea	35.090	Q20	1340.00	223.06	228.38	226.95	228.68	0.000774	2.71	650.00	242.92	0.41
Ivrea	35.060	Q500	1680.59	223.05	229.29	227.18	229.52	0.000487	2.46	892.18	245.71	0.33
Ivrea	35.060	Q200	1609.54	223.05	229.09	227.11	229.34	0.000523	2.49	845.48	244.78	0.34
Ivrea	35.060	Q20	1338.53	223.05	228.36	226.80	228.64	0.000707	2.62	666.98	240.95	0.39
Ivrea	35.030	Q500	1680.59	223.03	229.27	227.04	229.50	0.000457	2.39	909.76	246.29	0.32
Ivrea	35.030	Q200	1609.54	223.03	229.08	226.97	229.31	0.000488	2.41	862.77	244.96	0.33
Ivrea	35.030	Q20	1338.53	223.03	228.34	226.65	228.60	0.000649	2.52	684.54	238.92	0.37
Ivrea	35	Q500	1680.59	222.27	229.25	226.86	229.48	0.000421	2.37	921.58	244.77	0.31
Ivrea	35	Q200	1609.54	222.27	229.06	226.78	229.29	0.000449	2.39	874.54	244.00	0.32
Ivrea	35	Q20	1338.53	222.27	228.33	226.42	228.58	0.000568	2.45	698.22	228.85	0.35
Ivrea	34.427	Q500	1680.59	222.90	229.31	225.04	229.43	0.000152	1.52	1127.75	180.90	0.19
Ivrea	34.427	Q200	1609.54	222.90	229.12	224.98	229.24	0.000154	1.50	1094.03	180.63	0.19
Ivrea	34.427	Q20	1338.53	222.90	228.41	224.74	228.51	0.000160	1.41	965.37	179.60	0.19
Ivrea	34.14	Q500	1680.59	222.80	229.26	225.19	229.41	0.000204	1.77	969.95	156.57	0.22
Ivrea	34.14	Q200	1609.54	222.80	229.07	225.13	229.23	0.000207	1.75	940.95	156.21	0.22
Ivrea	34.14	Q20	1338.53	222.80	228.36	224.86	228.50	0.000214	1.64	830.62	154.81	0.22
Ivrea	34.135	Q500	1680.59	222.76	229.18	225.41	229.40	0.000284	2.08	824.72	132.87	0.26
Ivrea	34.135	Q200	1609.54	222.76	229.00	225.32	229.21	0.000287	2.05	800.34	132.62	0.26
Ivrea	34.135	Q20	1338.53	222.76	228.30	225.03	228.48	0.000296	1.92	707.63	131.65	0.26
Ivrea	34.133	Q500	1680.59	222.76	228.80	226.19	229.36	0.000174	3.37	538.47	90.84	0.44
Ivrea	34.133	Q200	1609.54	222.76	228.63	226.10	229.17	0.000176	3.32	522.80	90.74	0.44
Ivrea	34.133	Q20	1338.53	222.76	227.97	225.71	228.45	0.000180	3.11	463.56	90.38	0.43
Ivrea	34.13	Q500	1680.59	222.76	228.79	226.19	229.35	0.000174	3.36	530.86	91.75	0.44
Ivrea	34.13	Q200	1609.54	222.76	228.62	226.09	229.17	0.000176	3.31	515.68	91.64	0.44
Ivrea	34.13	Q20	1338.53	222.76	227.97	225.70	228.44	0.000180	3.10	458.17	91.24	0.43
Ivrea	34.125		Inl Struct									
Ivrea	34.122	Q500	1680.59	222.76	227.45	225.42	227.88	0.000870	2.95	586.59	126.42	0.44
Ivrea	34.122	Q200	1609.54	222.76	227.28	225.35	227.70	0.000903	2.93	564.73	126.31	0.44
Ivrea	34.122	Q20	1338.53	222.76	226.76	225.04	227.13	0.000935	2.75	499.19	125.99	0.44
Ivrea	33	Q500	1780.00	222.00	227.55		227.68	0.000203	1.59	1129.53	206.94	0.22
Ivrea	33	Q200	1660.00	222.00	227.38		227.50	0.000196	1.53	1094.29	206.73	0.21
Ivrea	33	Q20	1340.00	222.00	226.85		226.95	0.000180	1.37	984.80	206.06	0.20
Ivrea	32.000	Q500	1780.00	221.95	227.47	225.17	227.66	0.000519	2.07	933.88	228.03	0.33
Ivrea	32.000	Q200	1660.00	221.95	227.30	225.07	227.48	0.000517	2.02	895.33	227.38	0.32
Ivrea	32.000	Q20	1340.00	221.95	226.77	224.83	226.93	0.000537	1.88	775.35	225.37	0.32
Ivrea	31.000	Q500	1780.00	221.75	227.40		227.63	0.000594	2.33	879.03	231.91	0.35
Ivrea	31.000	Q200	1660.00	221.75	227.23		227.45	0.000596	2.27	839.92	231.25	0.35
Ivrea	31.000	Q20	1340.00	221.75	226.70		226.89	0.000640	2.16	717.05	229.57	0.36
Ivrea	30	Q500	1780.00	221.75	227.38		227.59	0.000597	2.30	887.15	218.76	0.35
Ivrea	30	Q200	1660.00	221.75	227.21		227.41	0.000590	2.23	850.63	216.66	0.35
Ivrea	30	Q20	1340.00	221.75	226.68		226.85	0.000611	2.07	736.53	213.25	0.35
Ivrea	20	Q500	1780.00	221.30	226.68	225.45	227.20	0.001249	3.41	604.93	187.94	0.51
Ivrea	20	Q200	1660.00	221.30	226.53	225.33	227.03	0.001241	3.32	576.80	186.77	0.51
Ivrea	20	Q20	1340.00	221.30	225.99	224.99	226.46	0.001368	3.19	472.36	156.24	0.52

NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)

HEC-RAS Plan: 4 P River: Dora Reach: Ivrea (Continued)

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
Ivrea	10	Q500	1780.00	220.00	225.36	223.48	225.86	0.001001	3.31	671.00	277.03	0.47
Ivrea	10	Q200	1660.00	220.00	225.20	223.34	225.70	0.001002	3.24	628.79	272.25	0.47
Ivrea	10	Q20	1340.00	220.00	224.62	222.95	225.05	0.001001	2.98	482.42	130.52	0.46

NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	174.90
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	28.00
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	177.44
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	28.00
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.70
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	168.66
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	28.00
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.70
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	365.85

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q500 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	72.39
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	350.29
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	70.32
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	292.47
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	62.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.70
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #8 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	21.14
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	1.91
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	5.31
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	228.35
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.170

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #8 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	15.48

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #8 Profile: Q200 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	1.91
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	3.24
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	228.35
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.170

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #8 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	0.00
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	1.91
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	0.70
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	228.35
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.170

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #7 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	21.14
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	1.91
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	5.31
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	228.35
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.170

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #7 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	15.48
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	1.91
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	3.24
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	228.35
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.170

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #7 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	0.00
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	1.91
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	0.70
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	228.35
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.170

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q20 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	365.85
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	72.39
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	350.29
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	70.32
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	292.47
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	62.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.70
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	365.85
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	72.39
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	350.29
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	70.32
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	292.47
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	62.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.70
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	229.35	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.79	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1680.59	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1680.59	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	365.85

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q500 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	72.39
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	229.17	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	228.62	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1609.54	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1609.54	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	350.29
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	70.32
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.71
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 4 P Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	228.44	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	227.97	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1338.53	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1338.53	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	292.47
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	62.48
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.70
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)

HEC-RAS Plan: 4 P River: Dora Reach: Ivrea

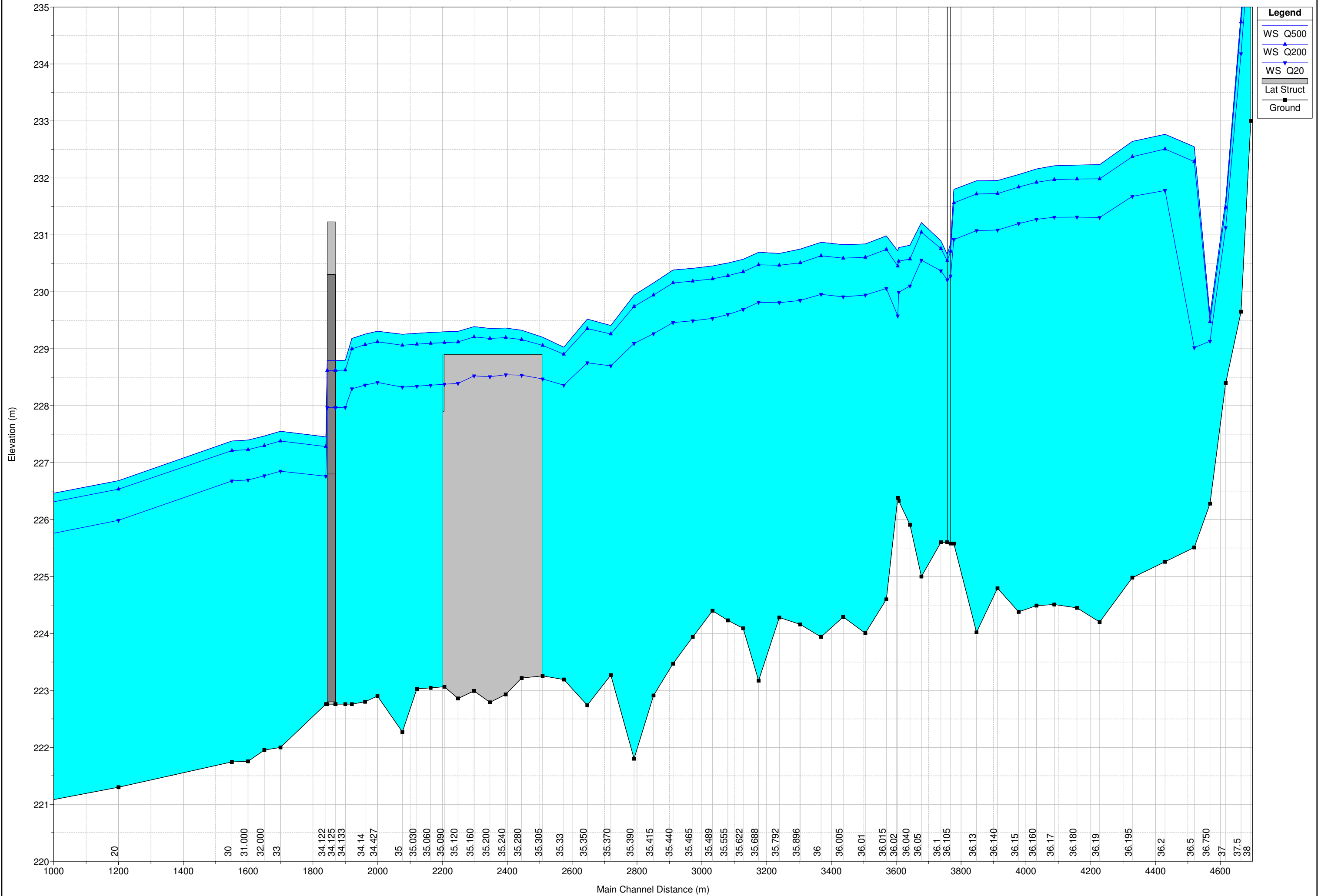
Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Q Total (m3/s)	Q Weir (m3/s)	Q Gates (m3/s)	Q Culv (m3/s)	Q Inline RC (m3/s)	Q Outlet TS (m3/s)	Q Breach (m3/s)
Ivrea	34.125	Q500	229.35	228.79	1680.59		1680.59				
Ivrea	34.125	Q200	229.17	228.62	1609.54		1609.54				
Ivrea	34.125	Q20	228.44	227.97	1338.53		1338.53				

NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)

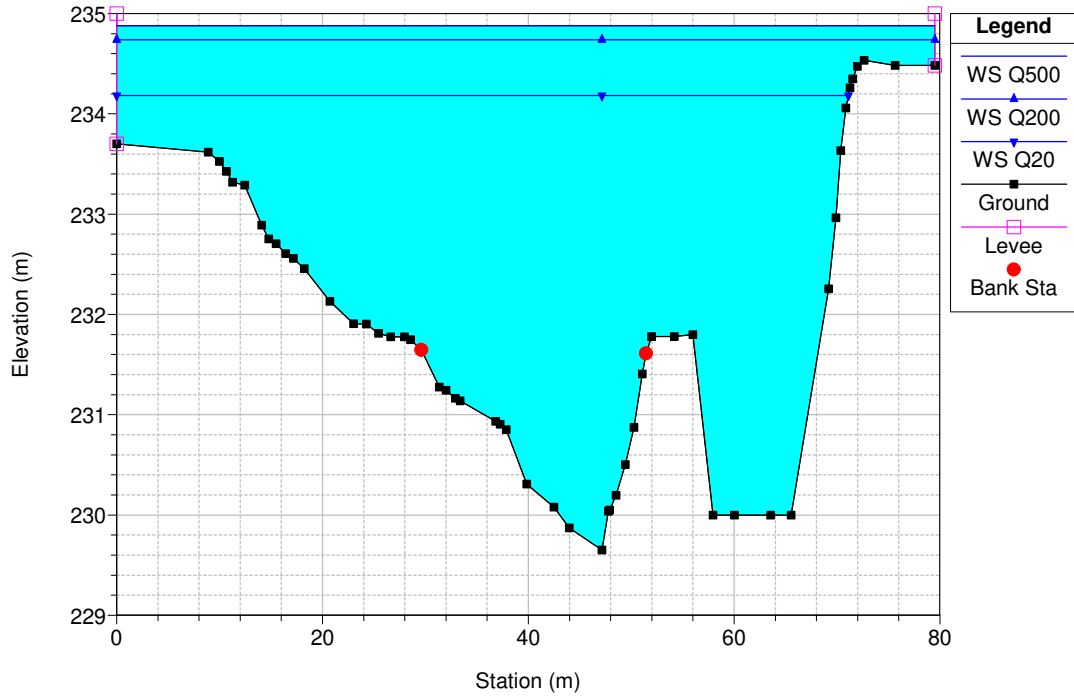
HEC-RAS Plan: 4 P River: Dora Reach: Ivrea

Reach	River Sta	Profile	Q US (m3/s)	Q Leaving Total (m3/s)	Q DS (m3/s)	Q Weir (m3/s)	Q Gates (m3/s)	Wr Top Width (m)	Weir Max Depth (m)	Weir Avg Depth (m)	Min El Weir Flow (m)	E.G. US. (m)	W.S. US. (m)	E.G. DS (m)	W.S. DS (m)
Ivrea	35.30	Q500	1780.00	101.12	1680.59	101.12		306.00	1.40	0.44	227.90	229.89	229.21	229.54	229.30
Ivrea	35.30	Q200	1660.00	49.58	1609.54	49.58		306.00	1.21	0.27	227.90	229.70	229.06	229.36	229.11
Ivrea	35.30	Q20	1340.00	1.45	1338.53	1.45		4.00	0.48	0.48	227.90	229.02	228.47	228.67	228.38

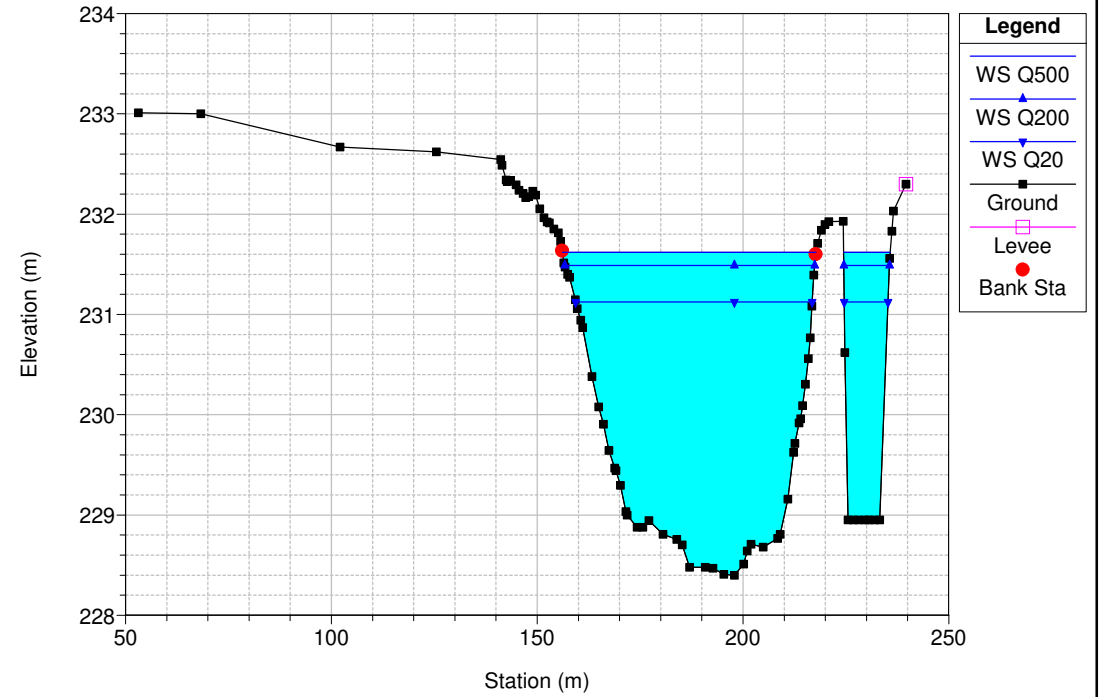
NT DIGHE (4 PARATOIE+PARATOIA SGHIAIATRICE PRINCIPALE+PARATOIE TRACIMABILI)



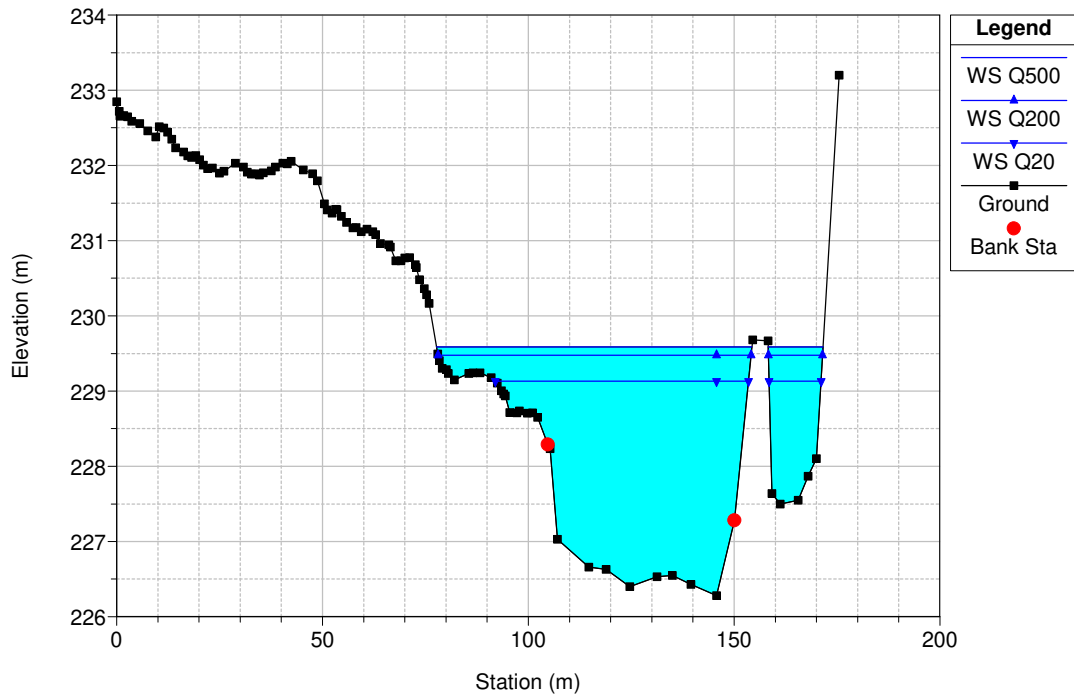
RS = 37.5 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



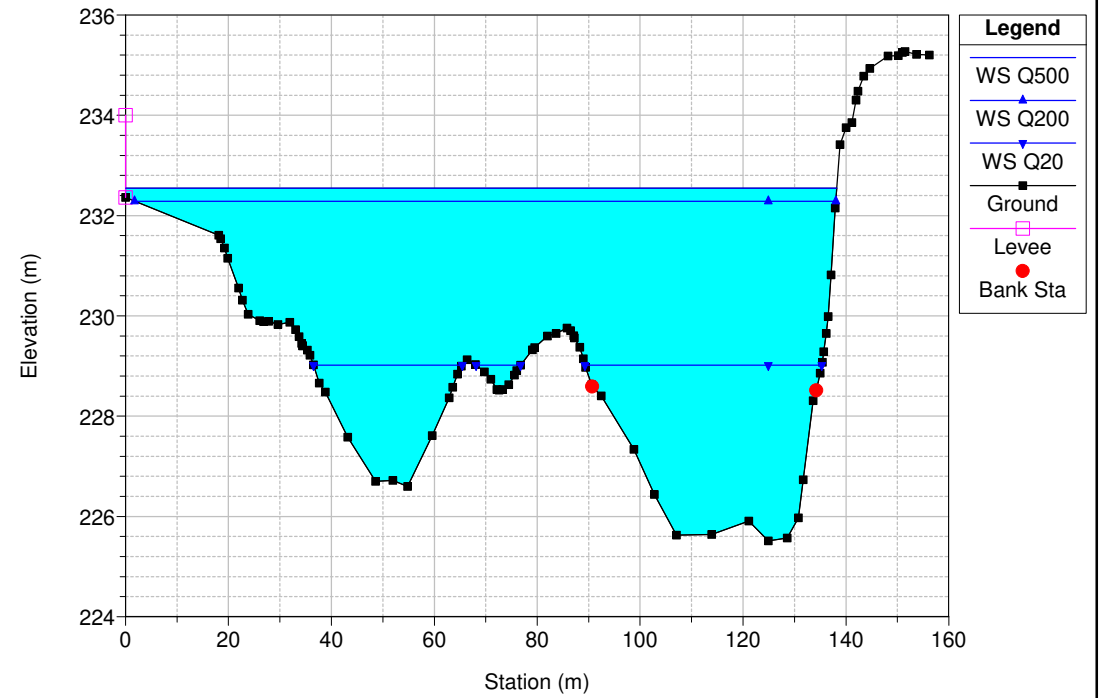
RS = 37 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



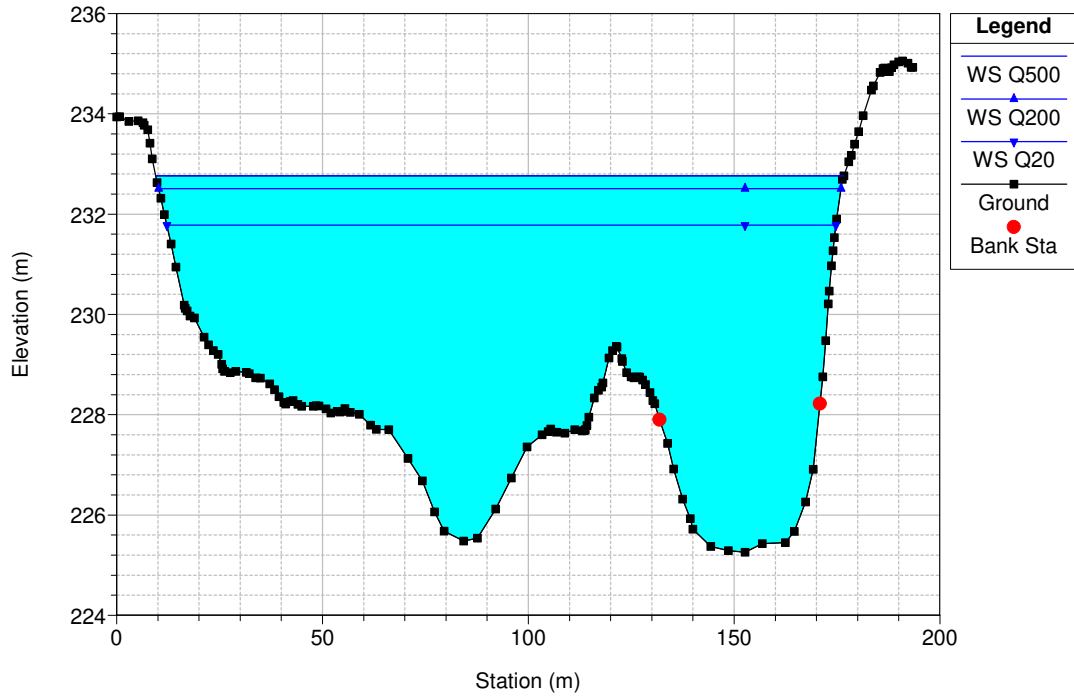
RS = 36.750 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



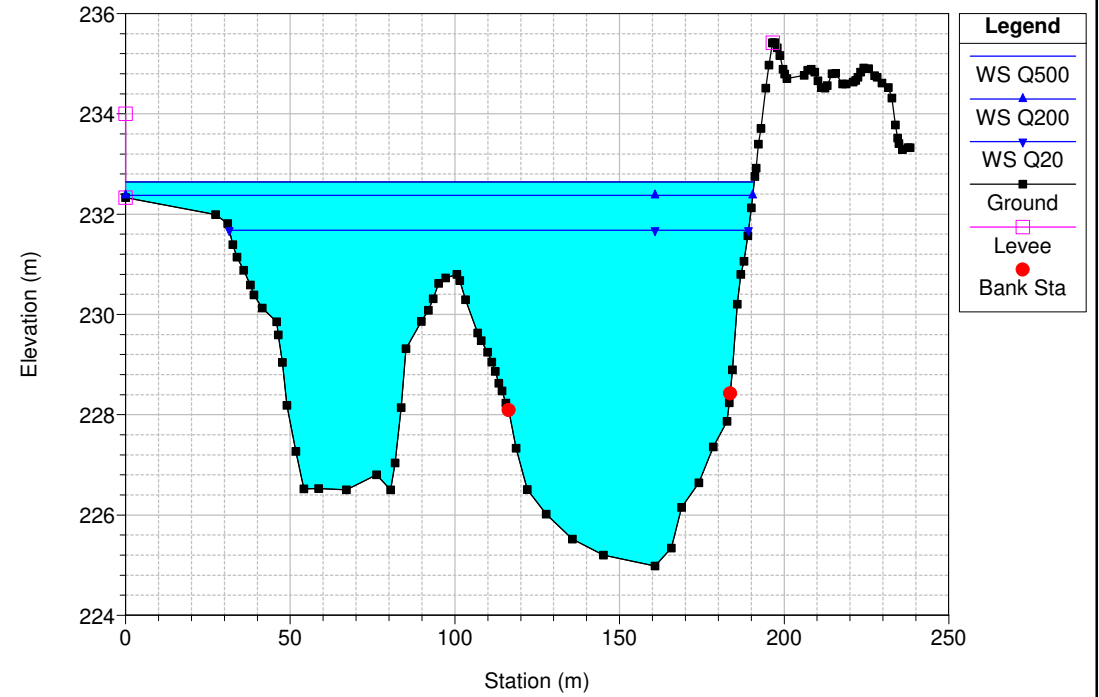
RS = 36.5 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



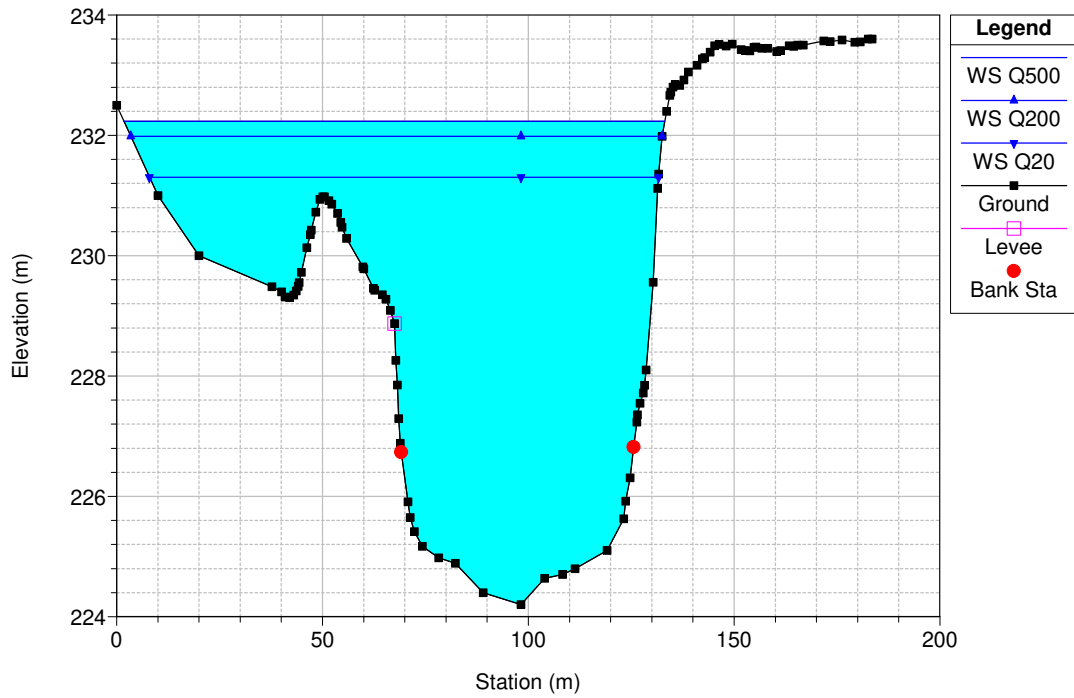
RS = 36.2 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



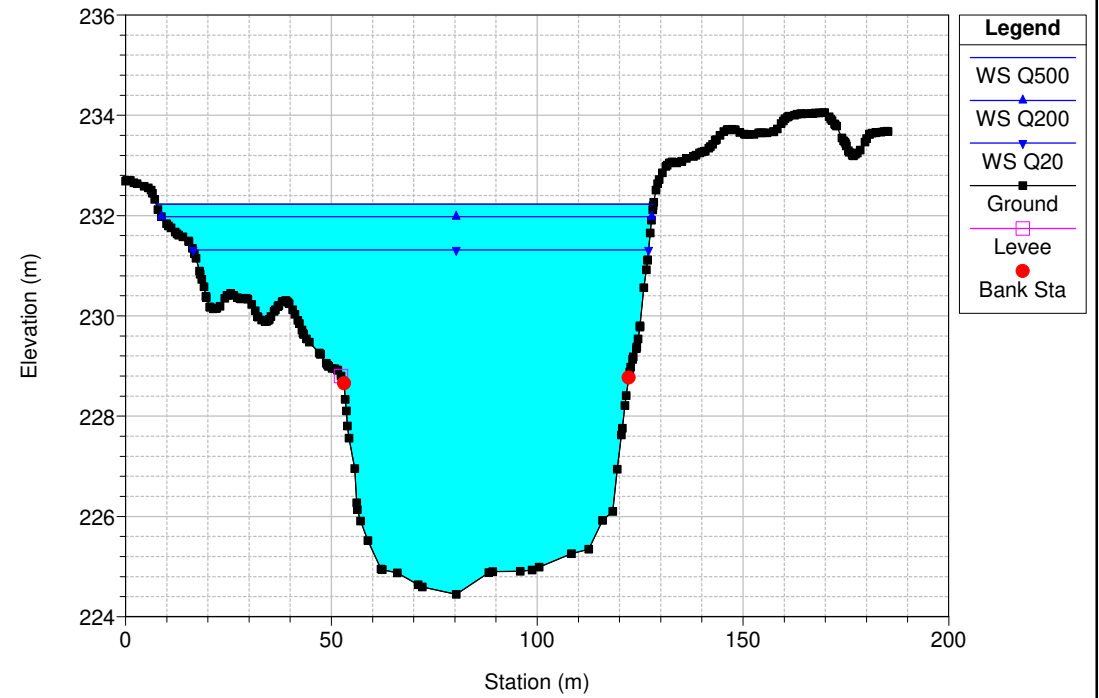
RS = 36.195 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



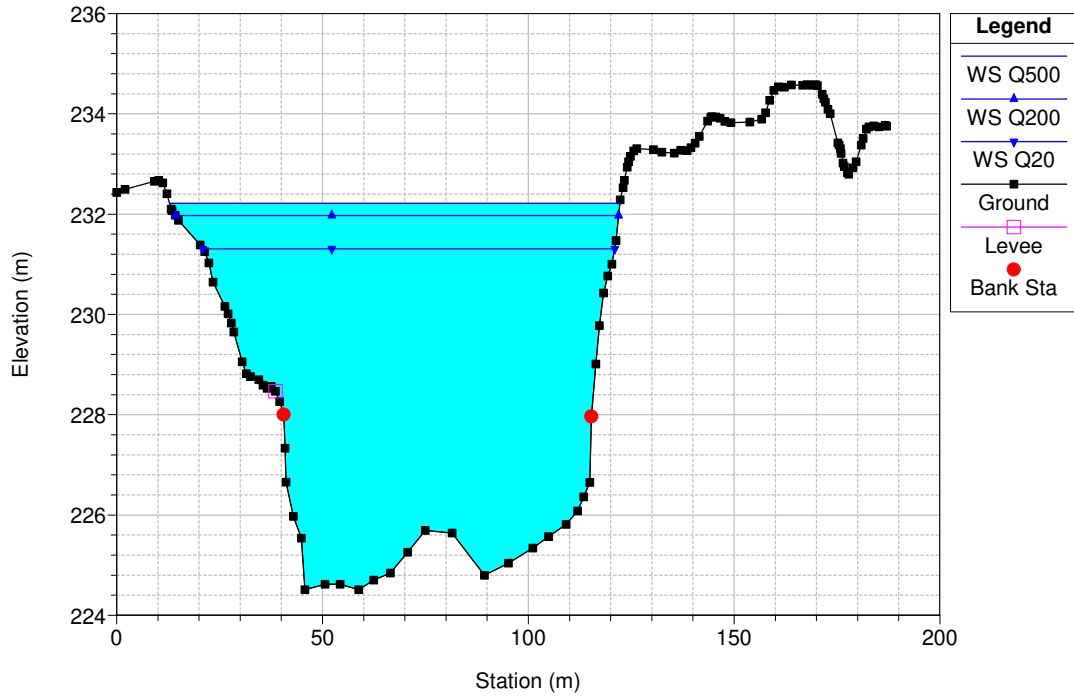
RS = 36.19 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



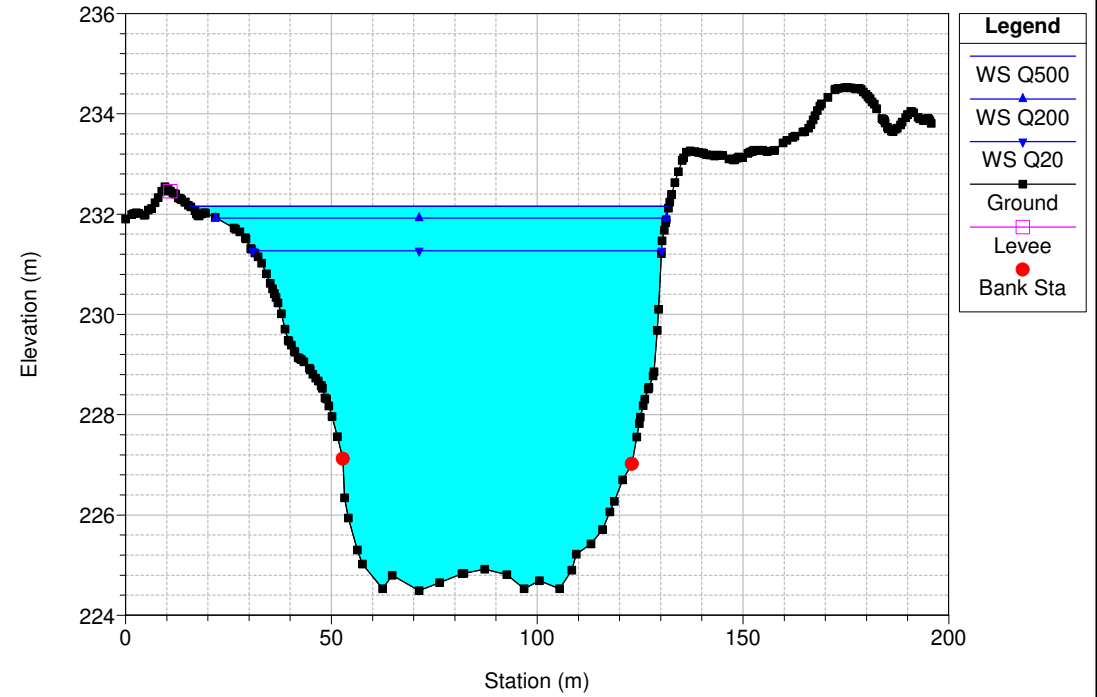
RS = 36.180 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



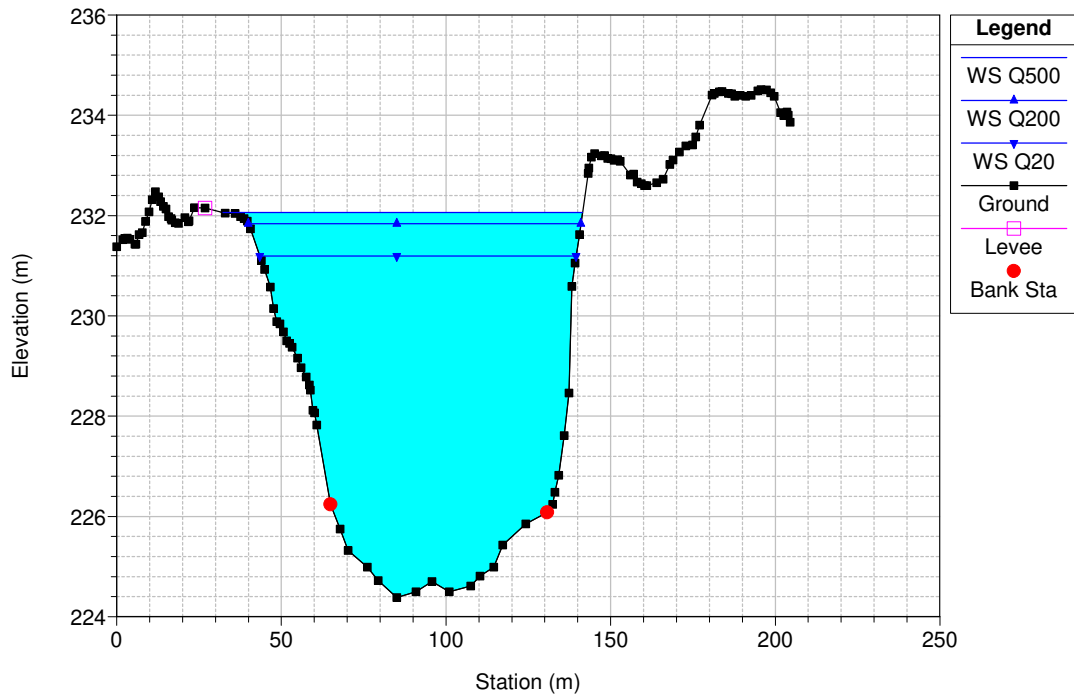
RS = 36.17 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



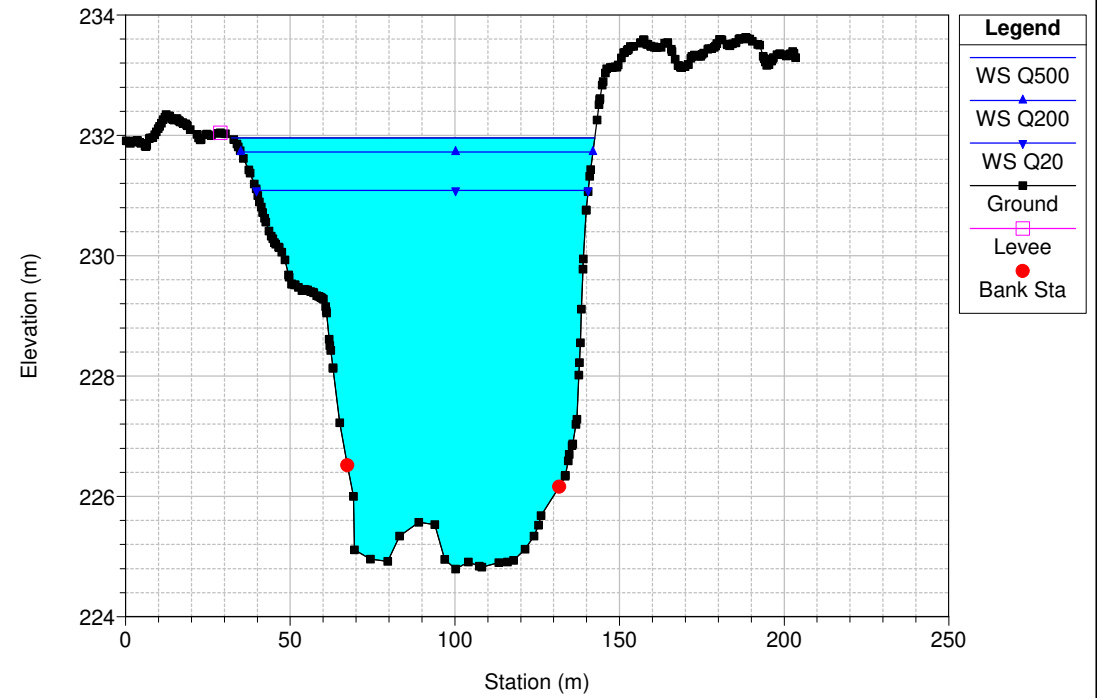
RS = 36.160 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



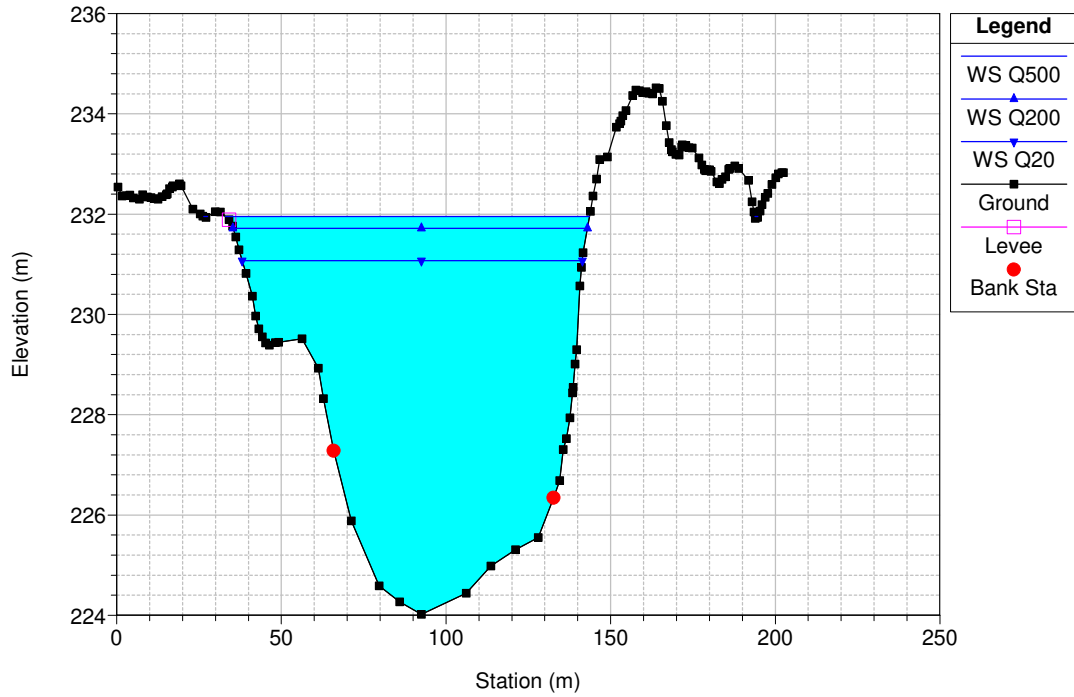
RS = 36.15 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



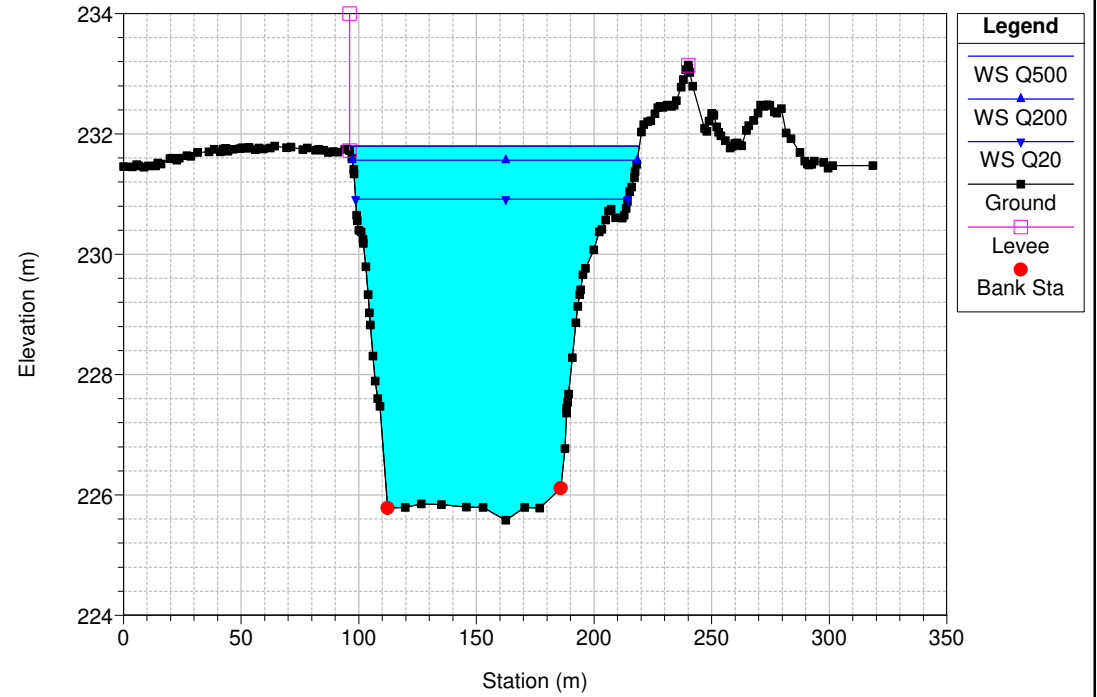
RS = 36.140 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



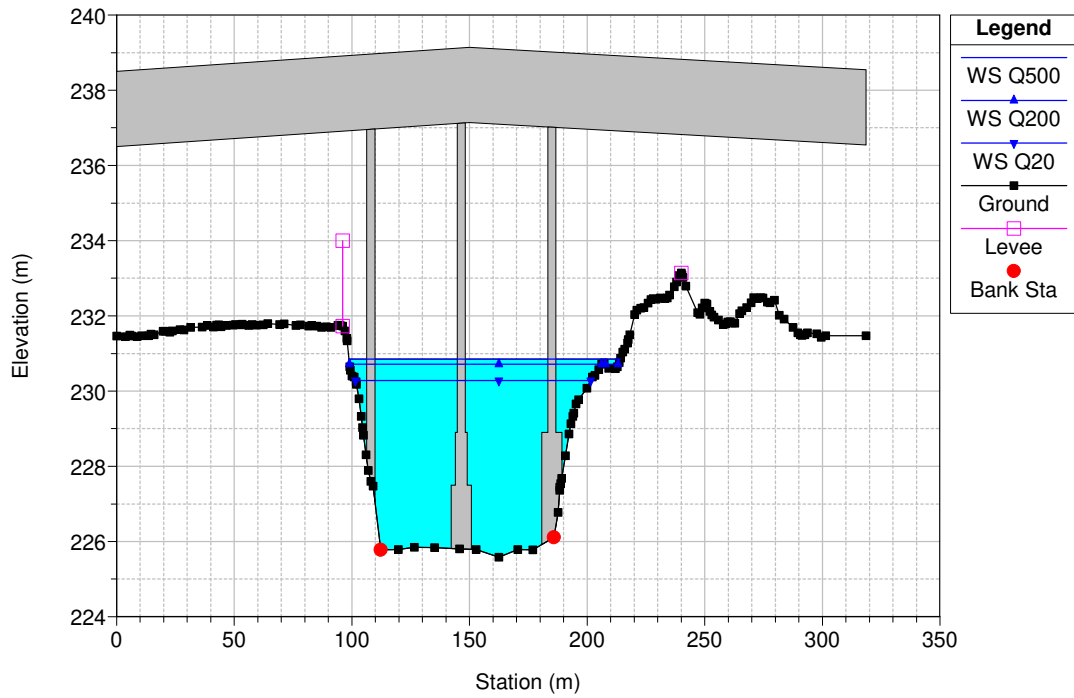
RS = 36.13 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



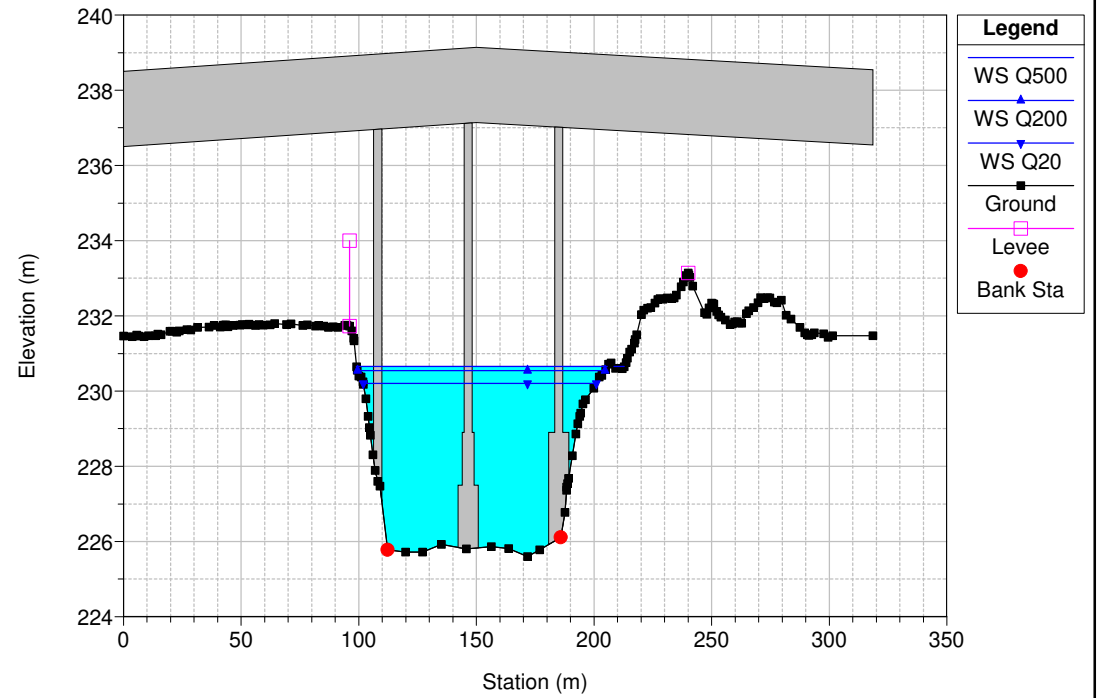
RS = 36.11 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



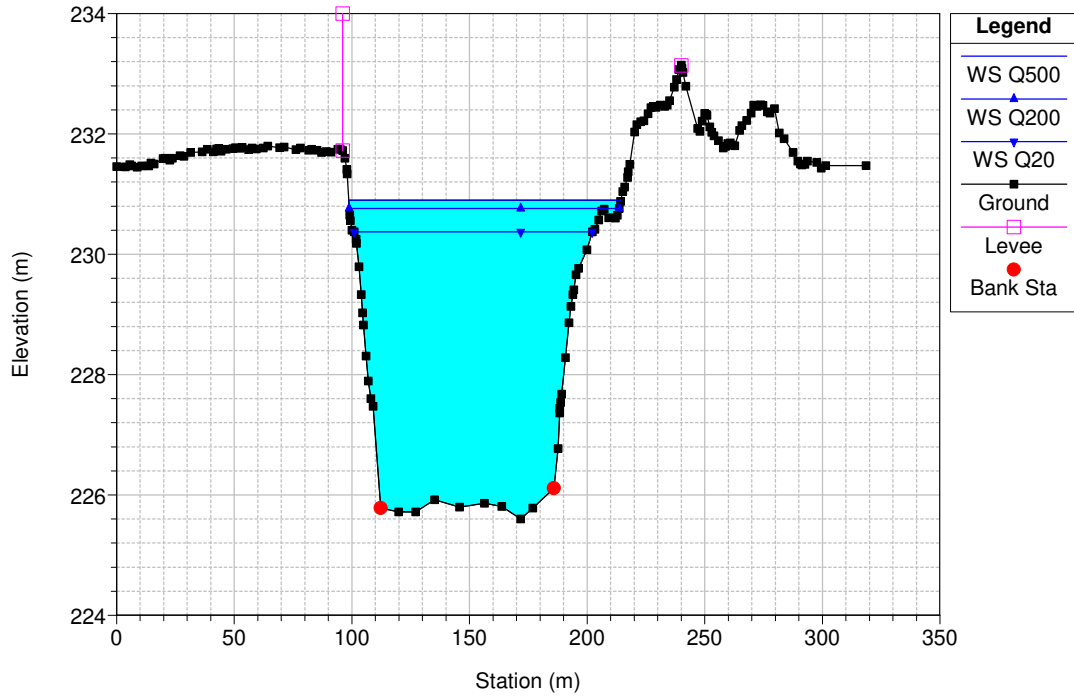
RS = 36.105 BR POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



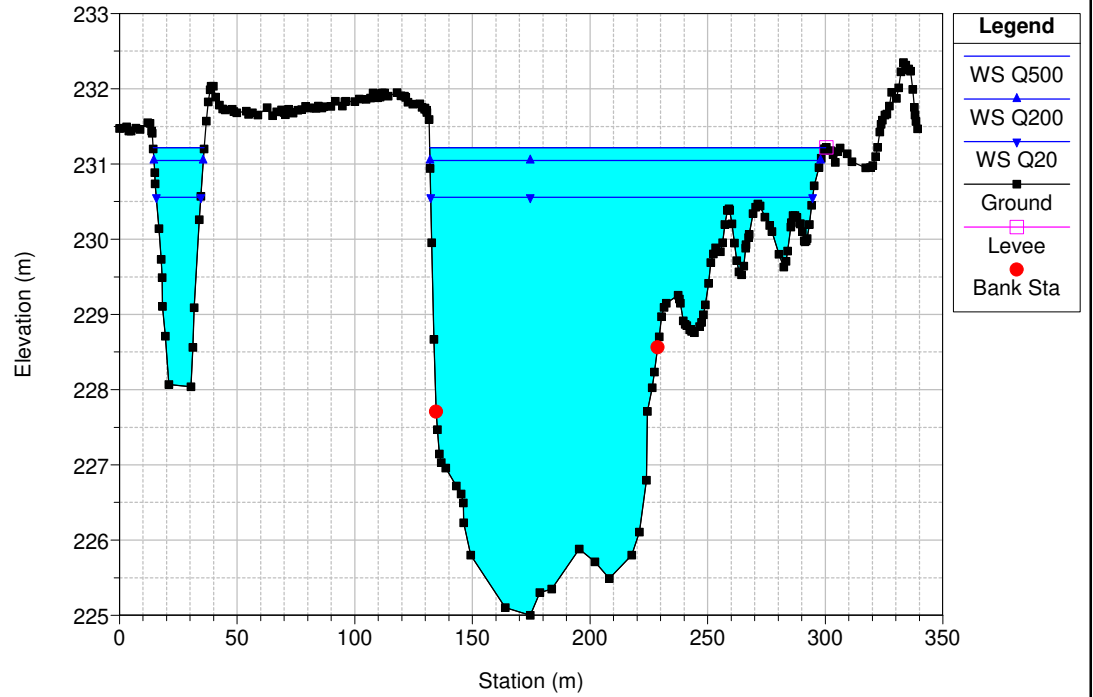
RS = 36.105 BR POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



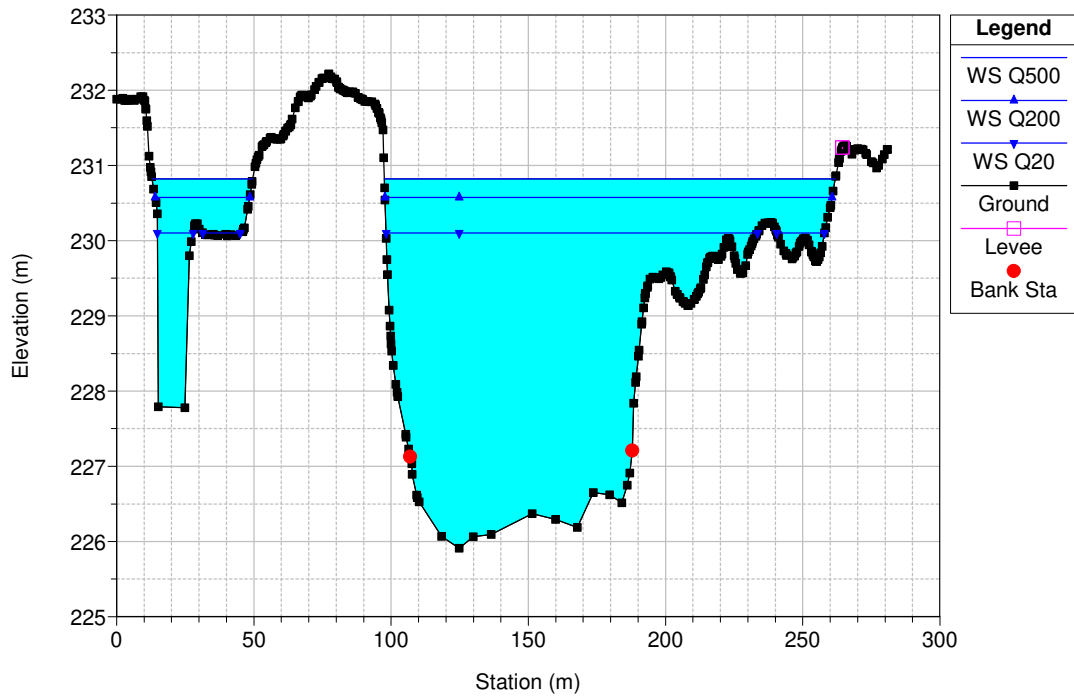
RS = 36.1 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



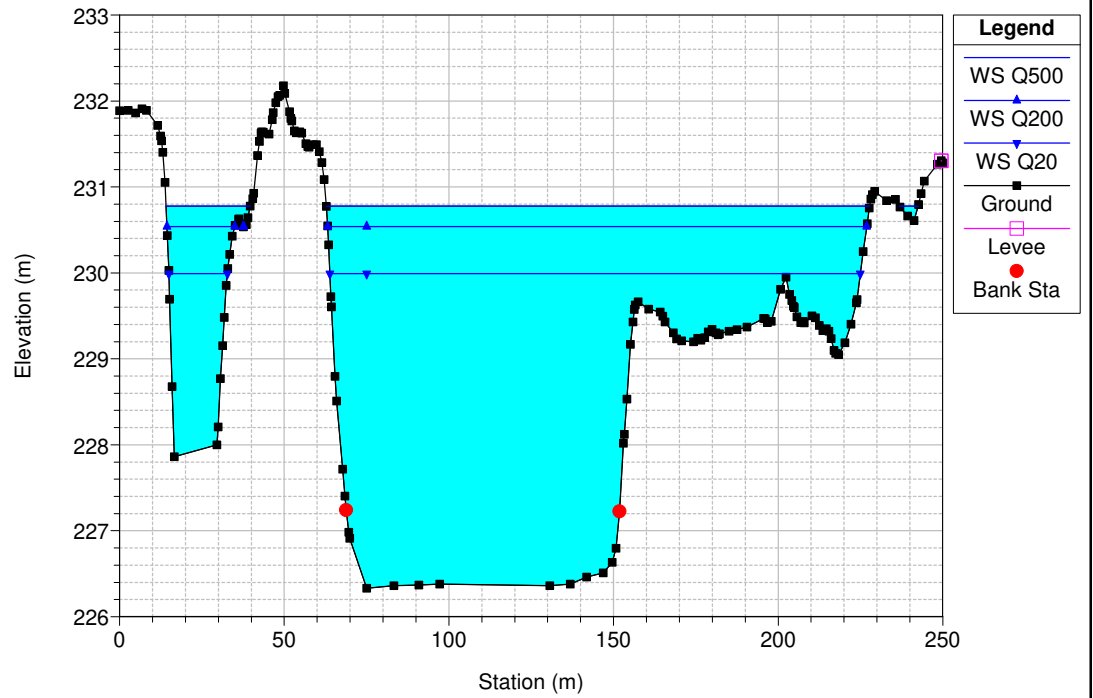
RS = 36.05 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



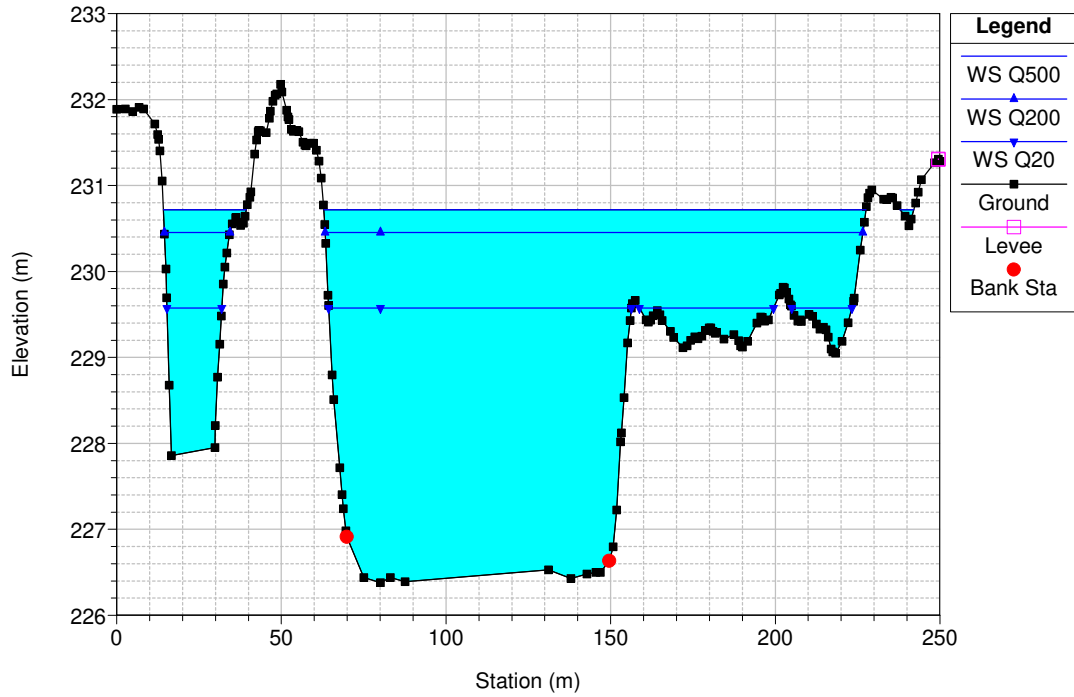
RS = 36.040 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



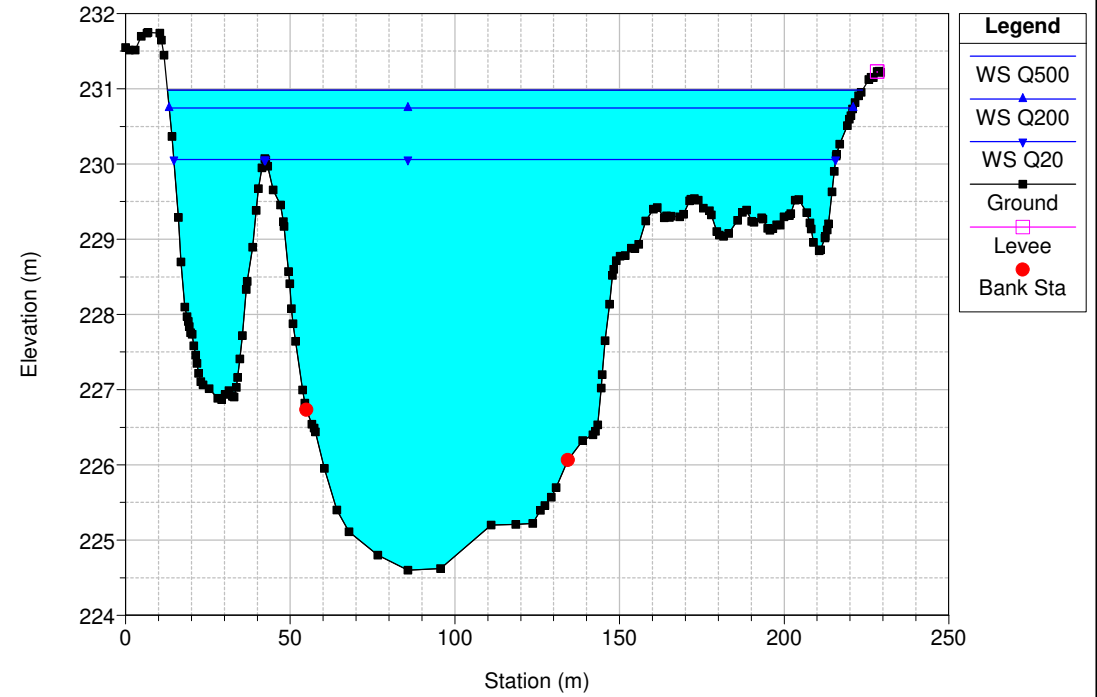
RS = 36.03 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



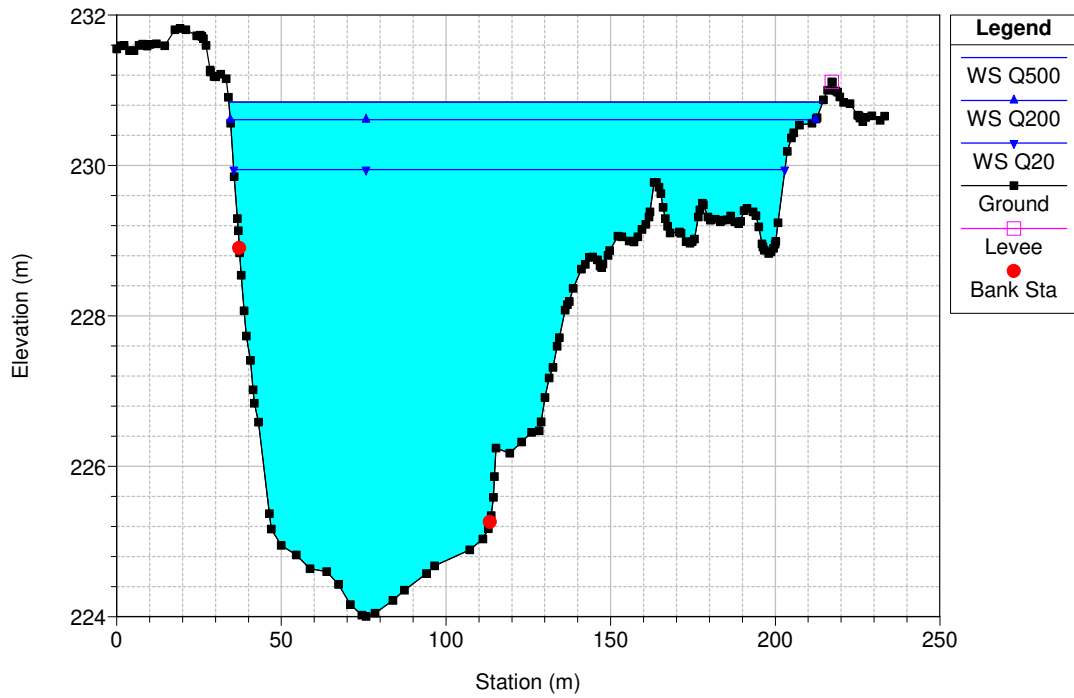
RS = 36.02 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



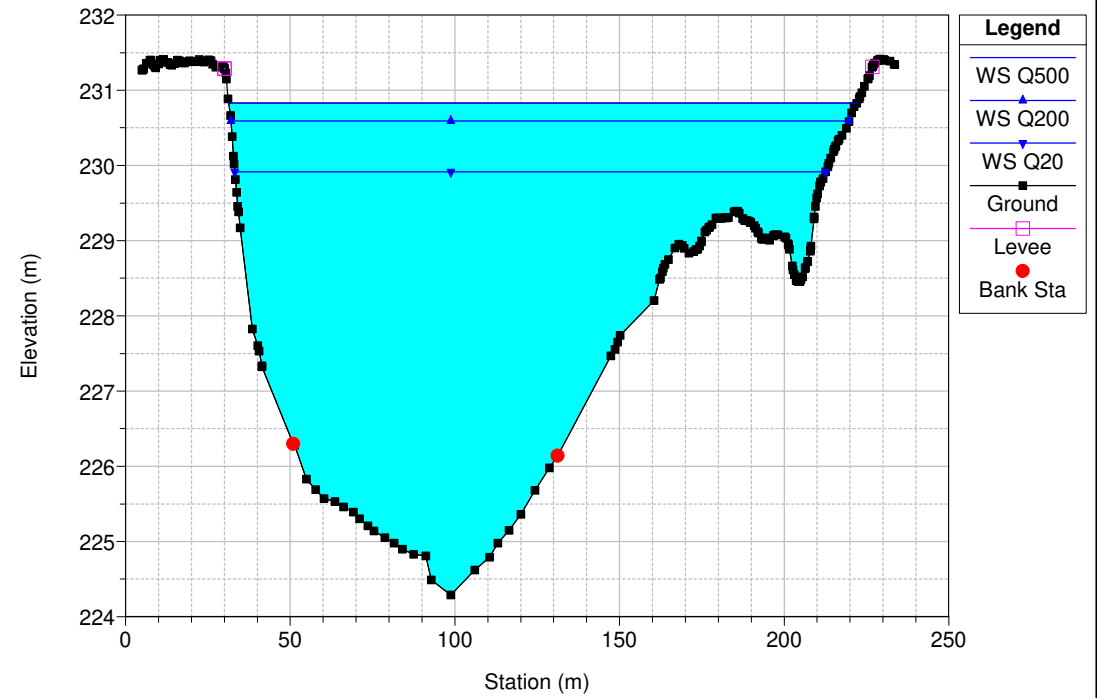
RS = 36.015 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



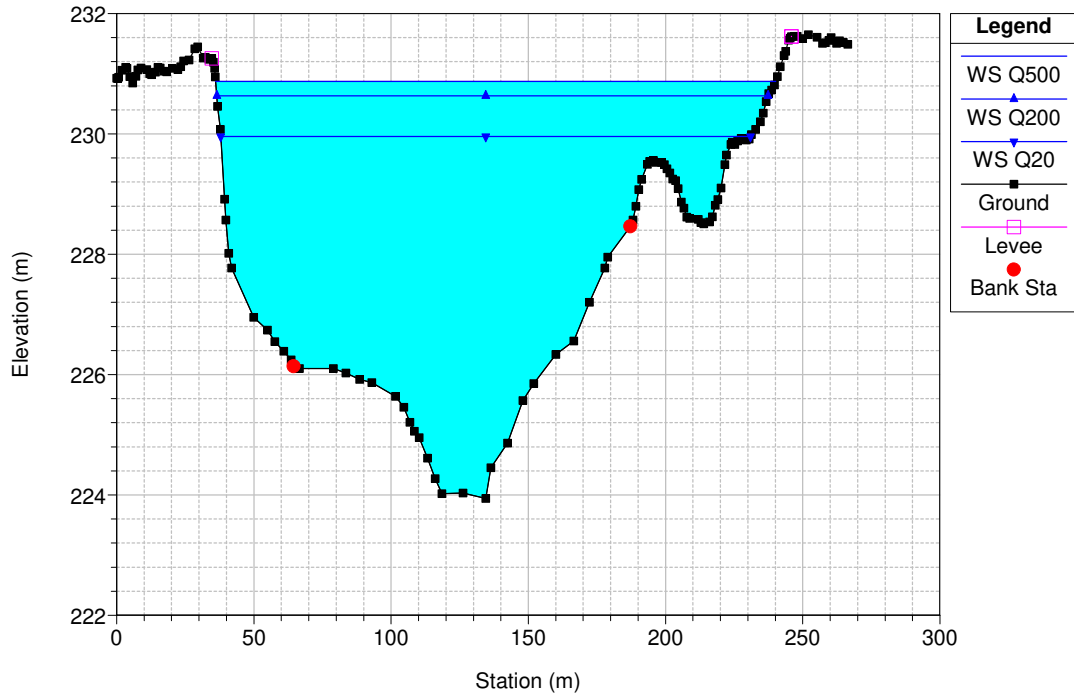
RS = 36.01 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



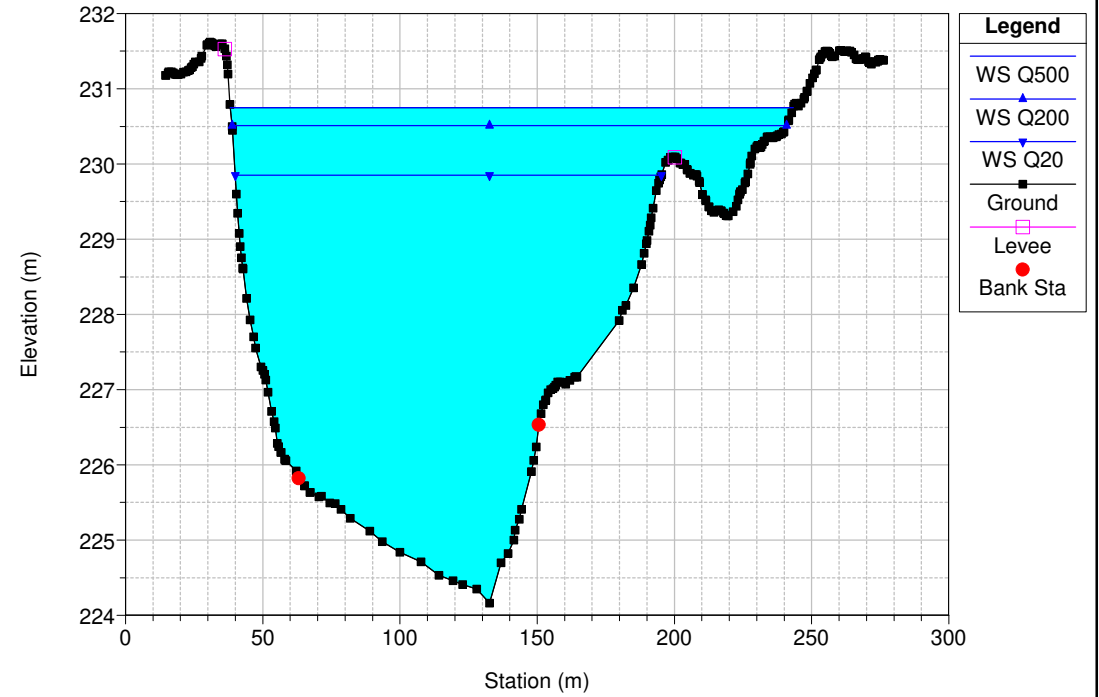
RS = 36.005 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



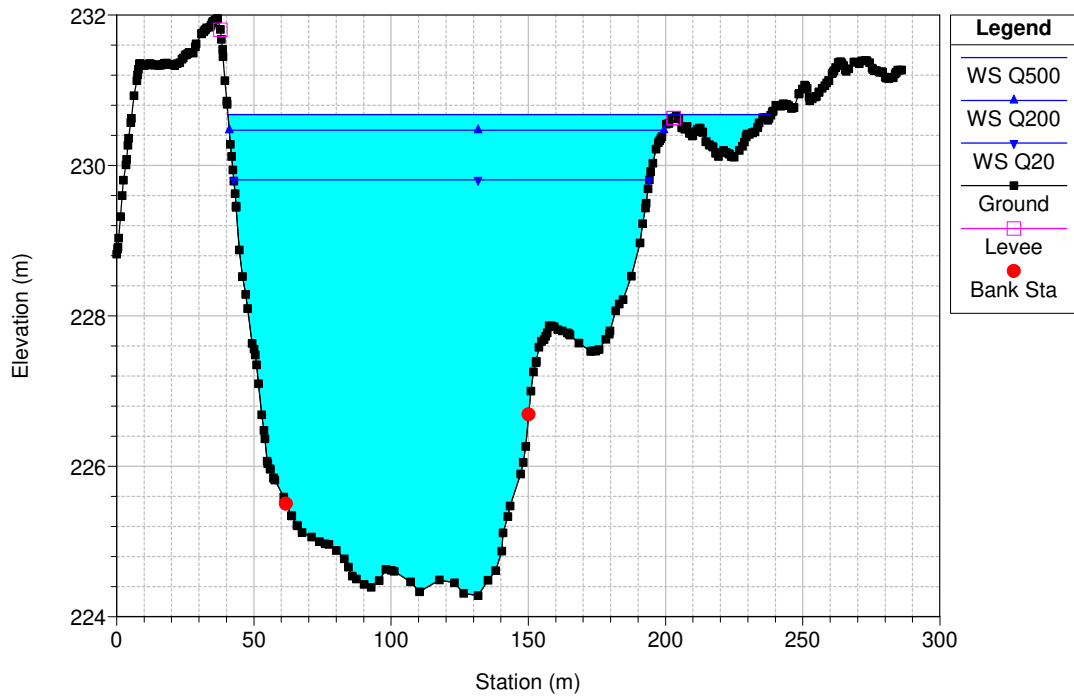
RS = 36 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



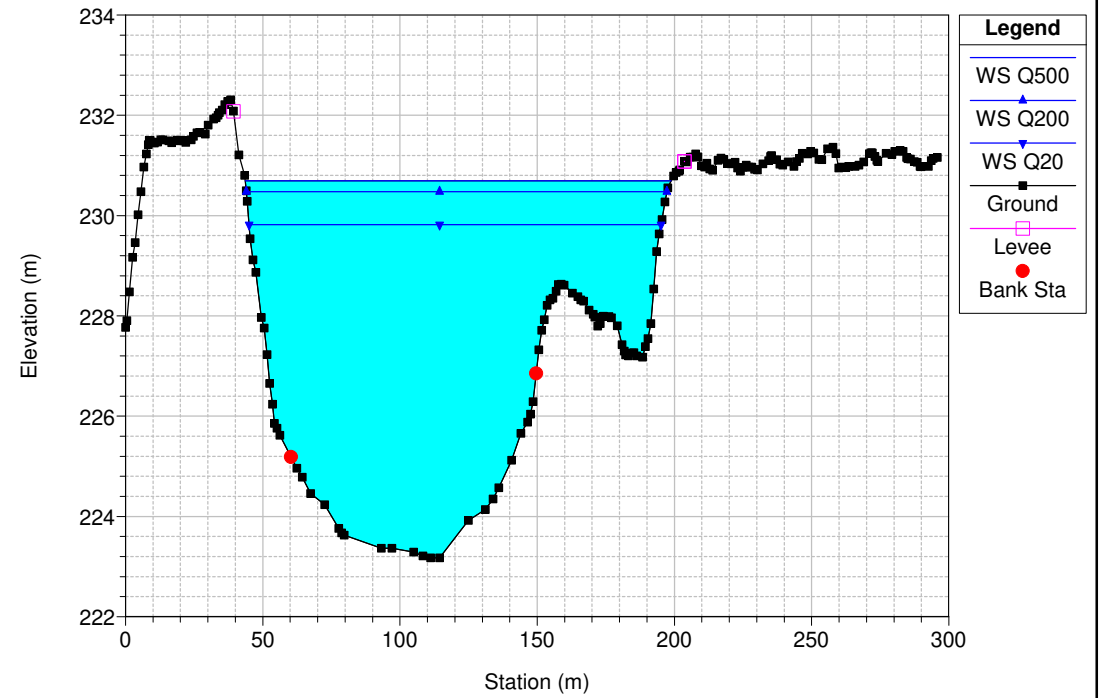
RS = 35.896 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



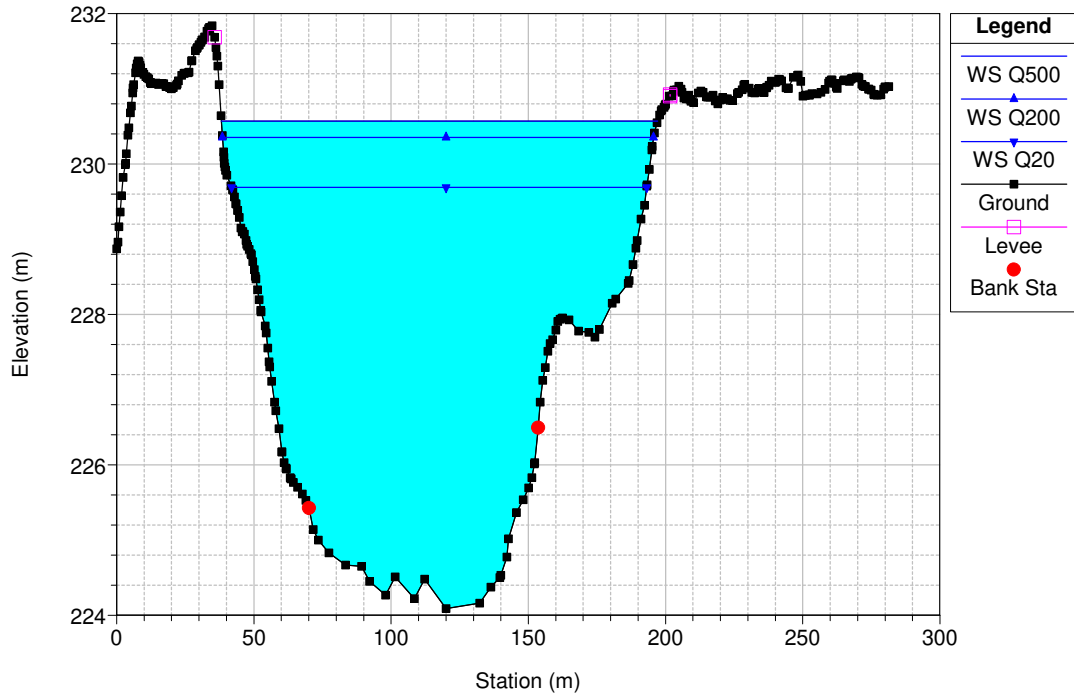
RS = 35.792 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



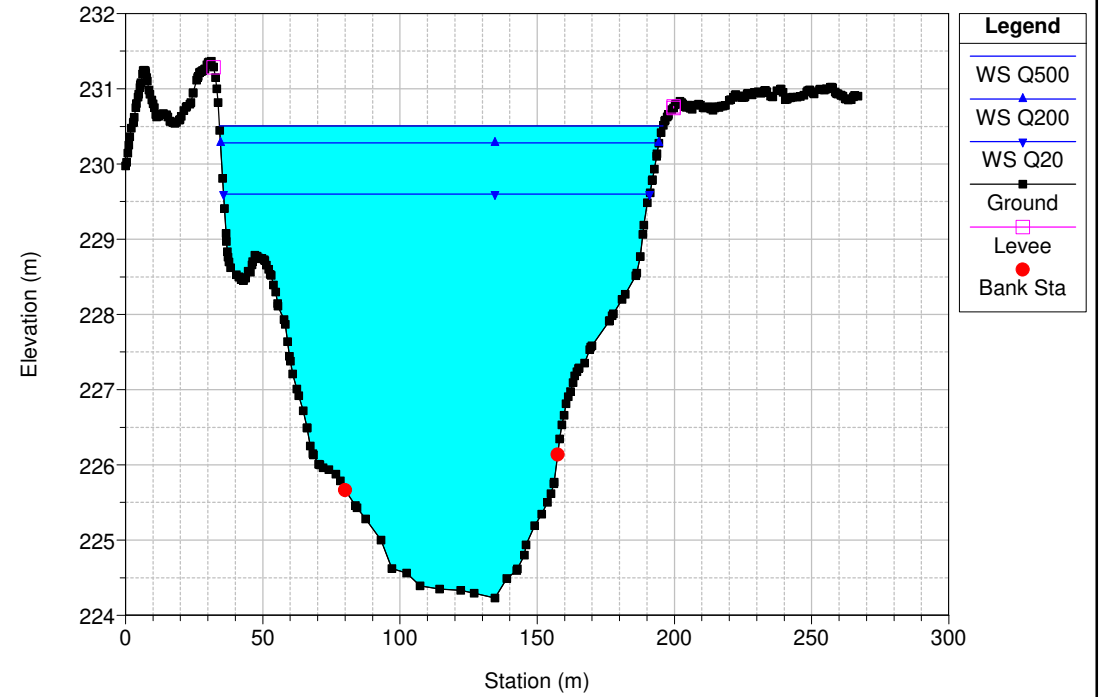
RS = 35.688 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



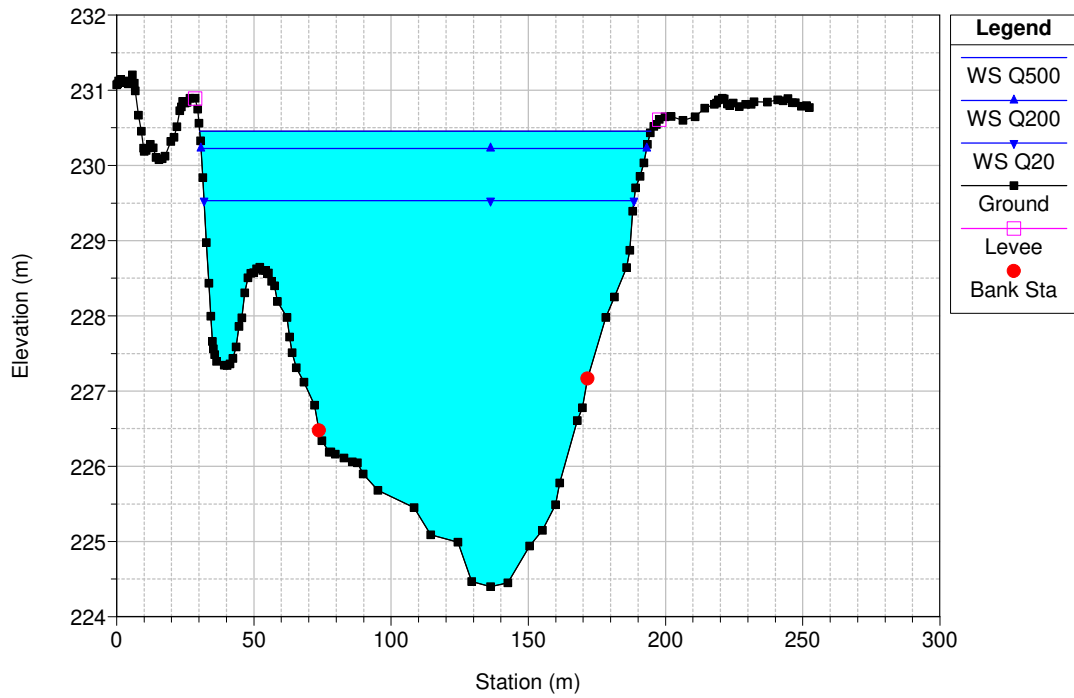
RS = 35.622 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



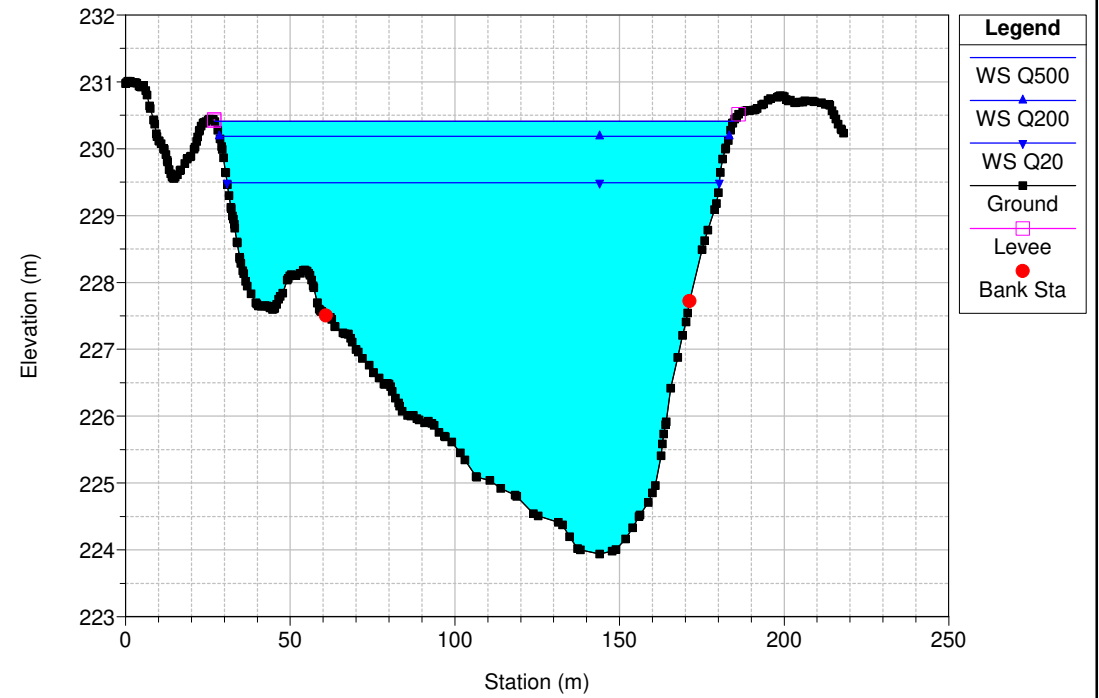
RS = 35.555 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



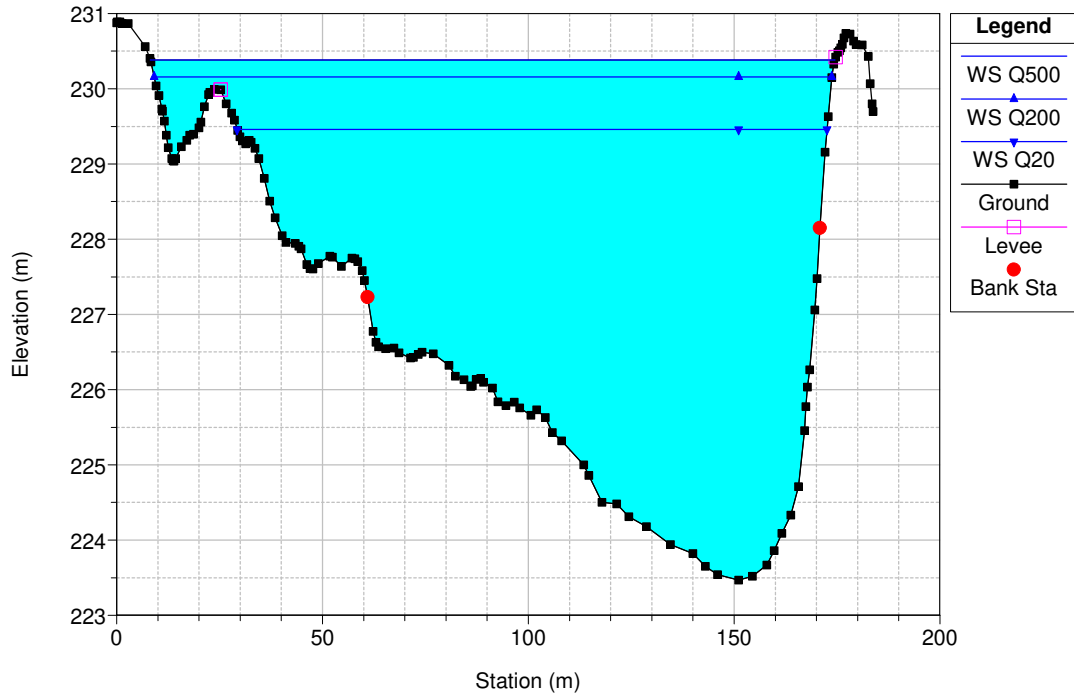
RS = 35.489 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



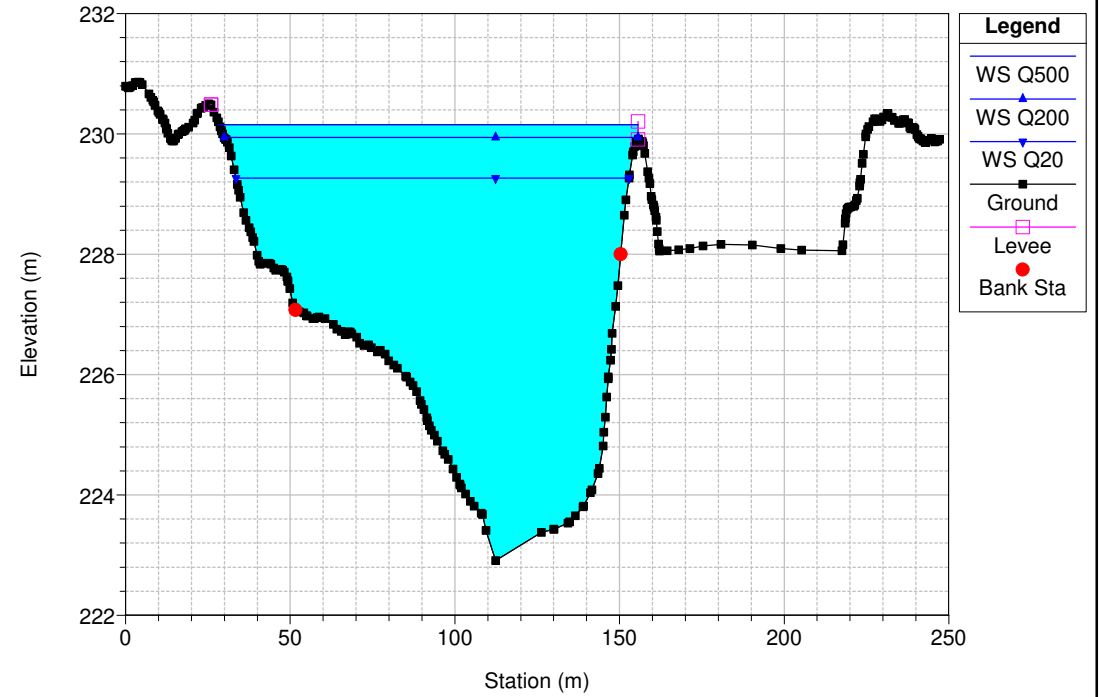
RS = 35.465 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



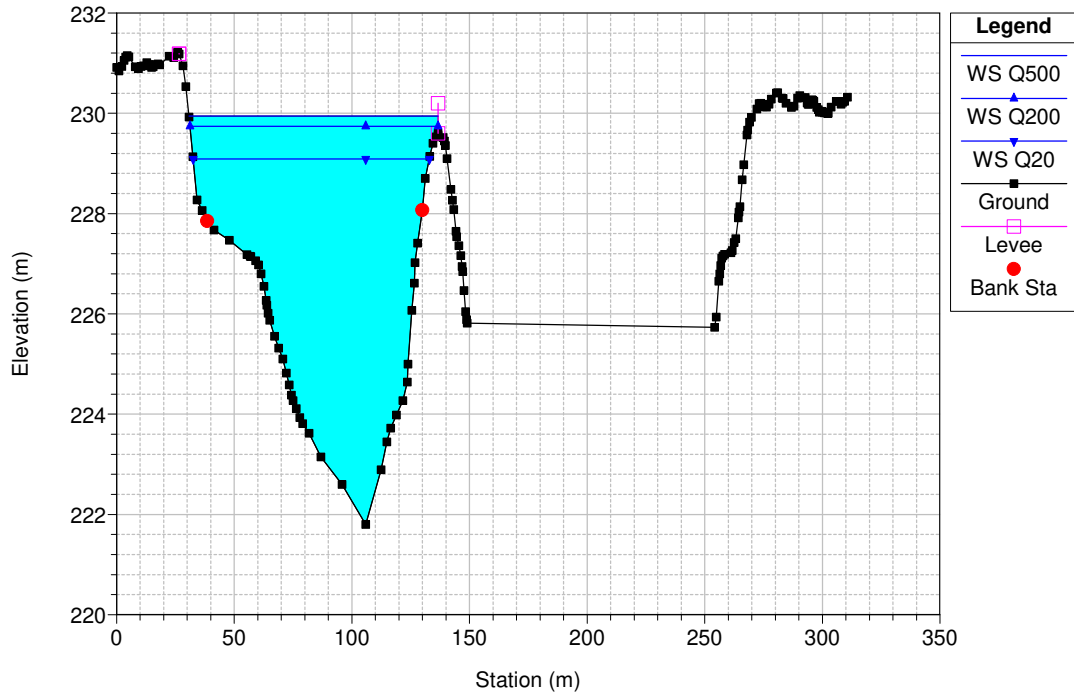
RS = 35.440 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



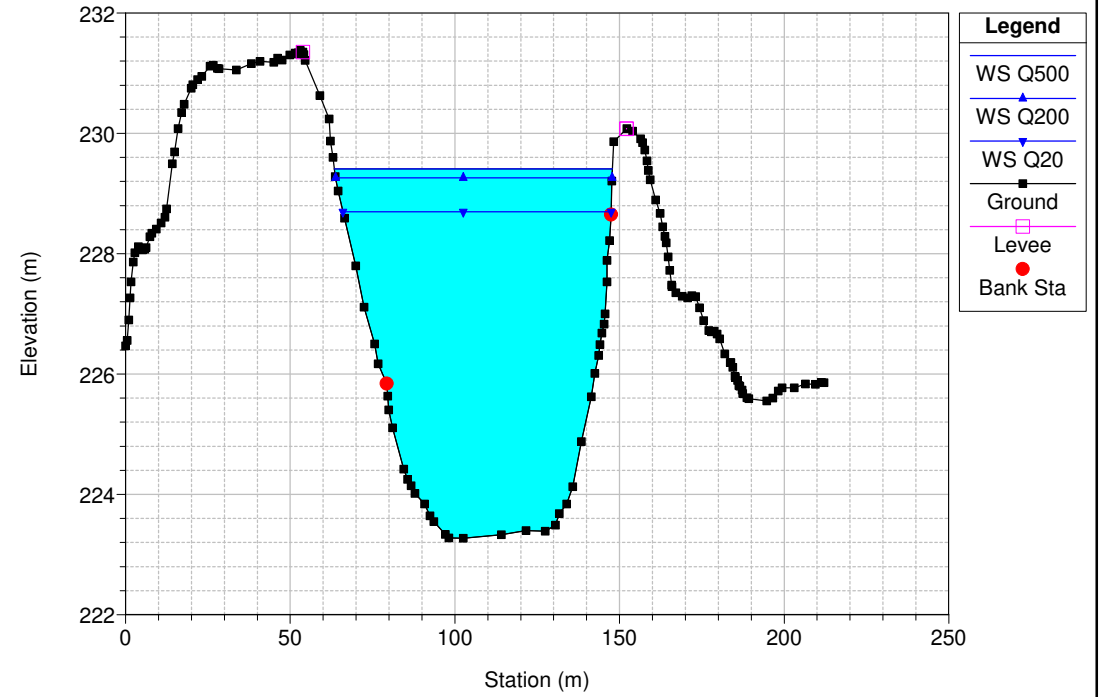
RS = 35.415 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



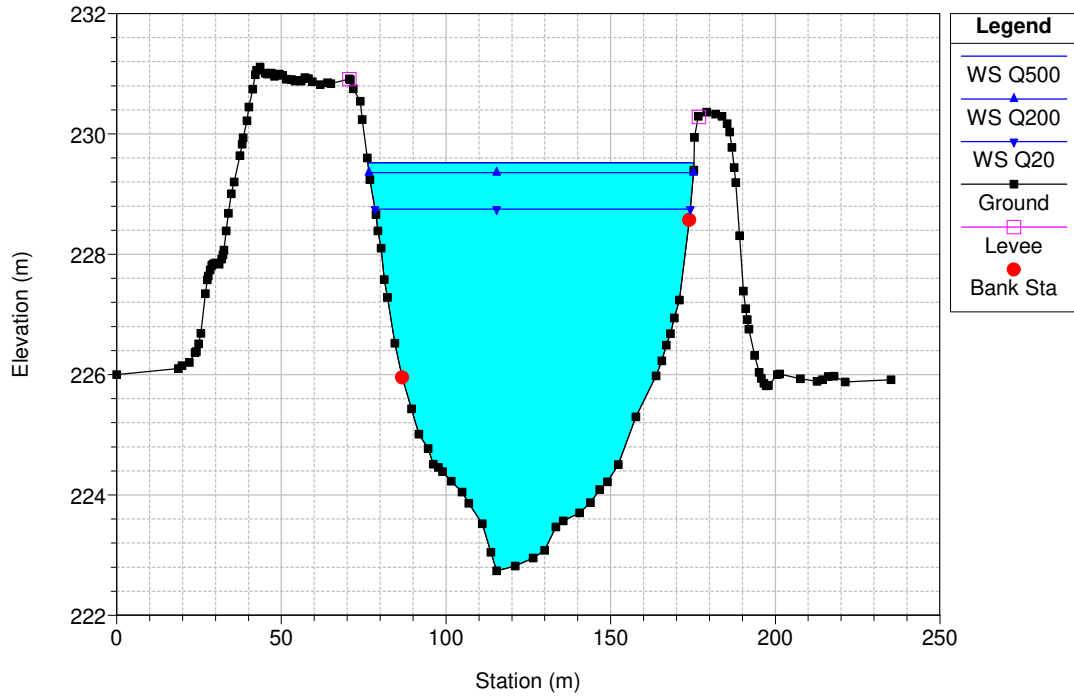
RS = 35.390 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



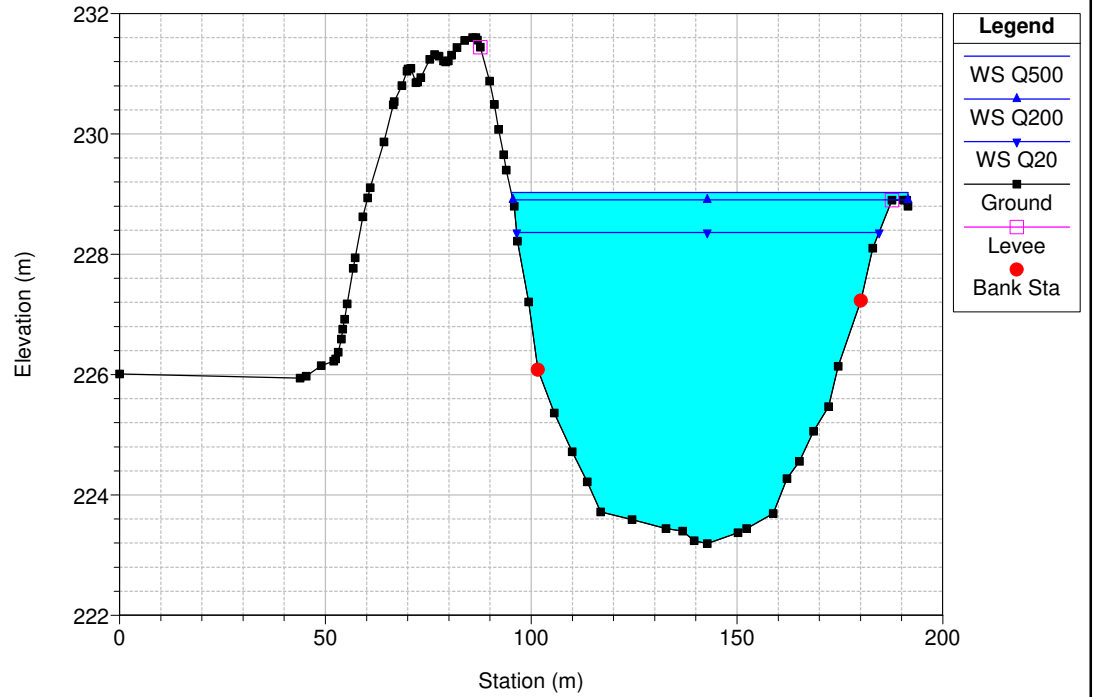
RS = 35.370 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



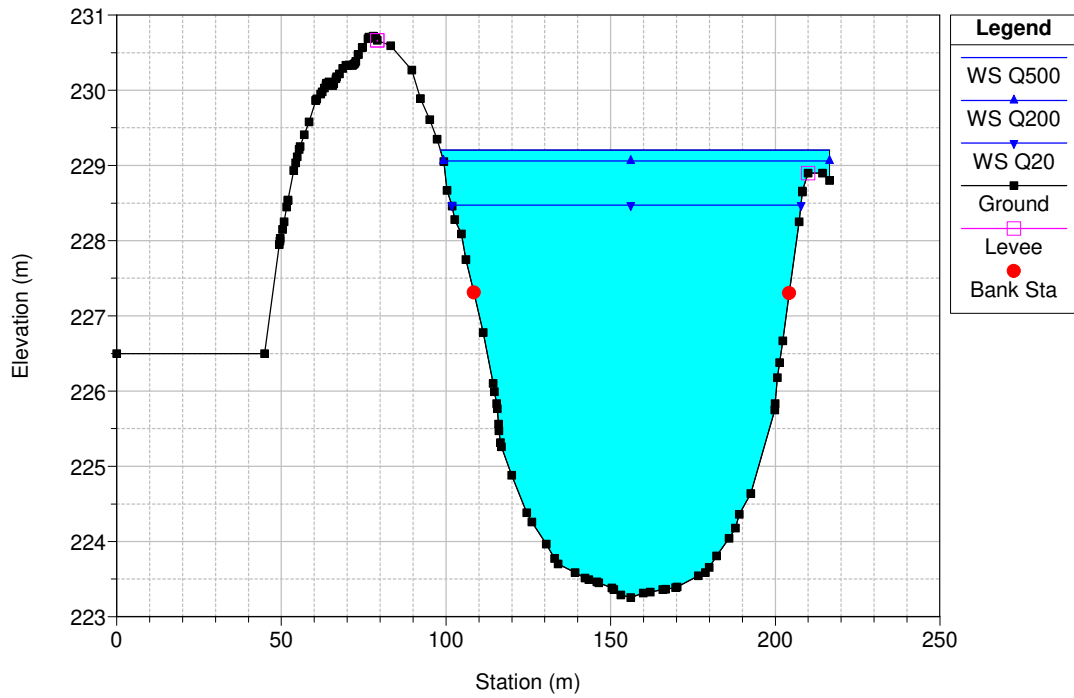
RS = 35.350 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



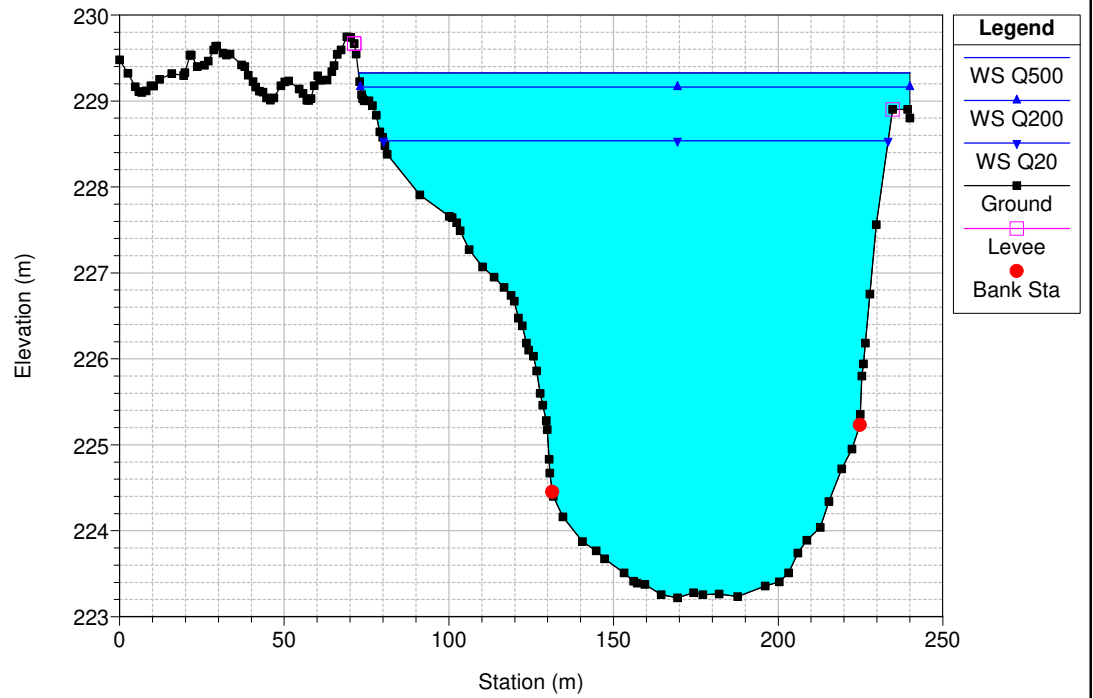
RS = 35.33 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



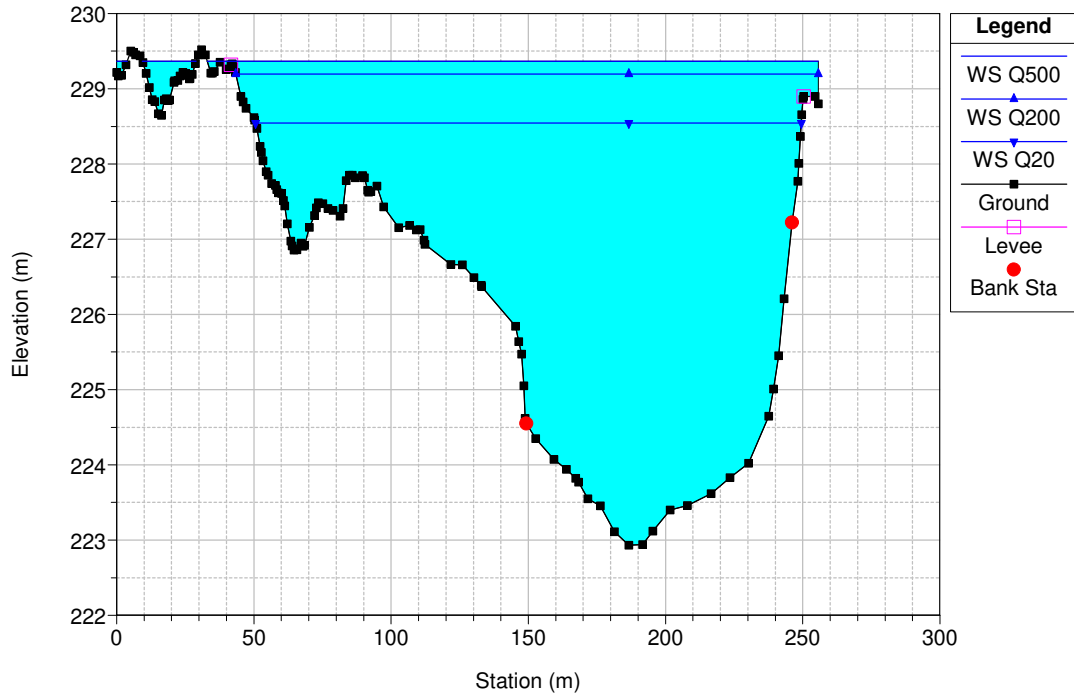
RS = 35.305 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



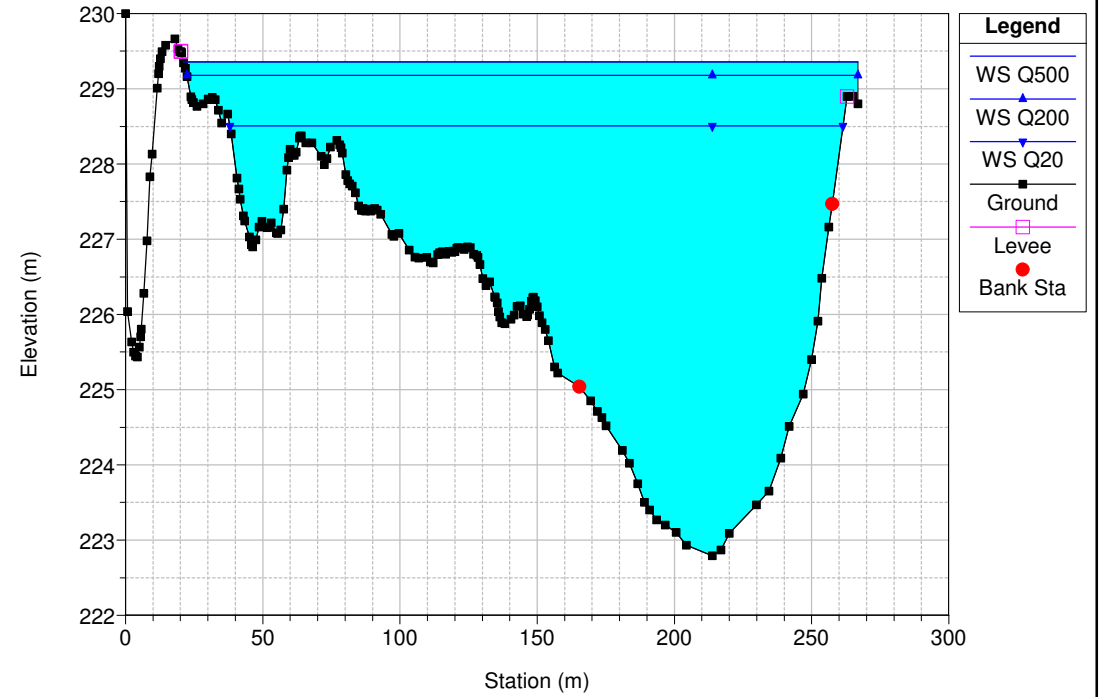
RS = 35.280 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



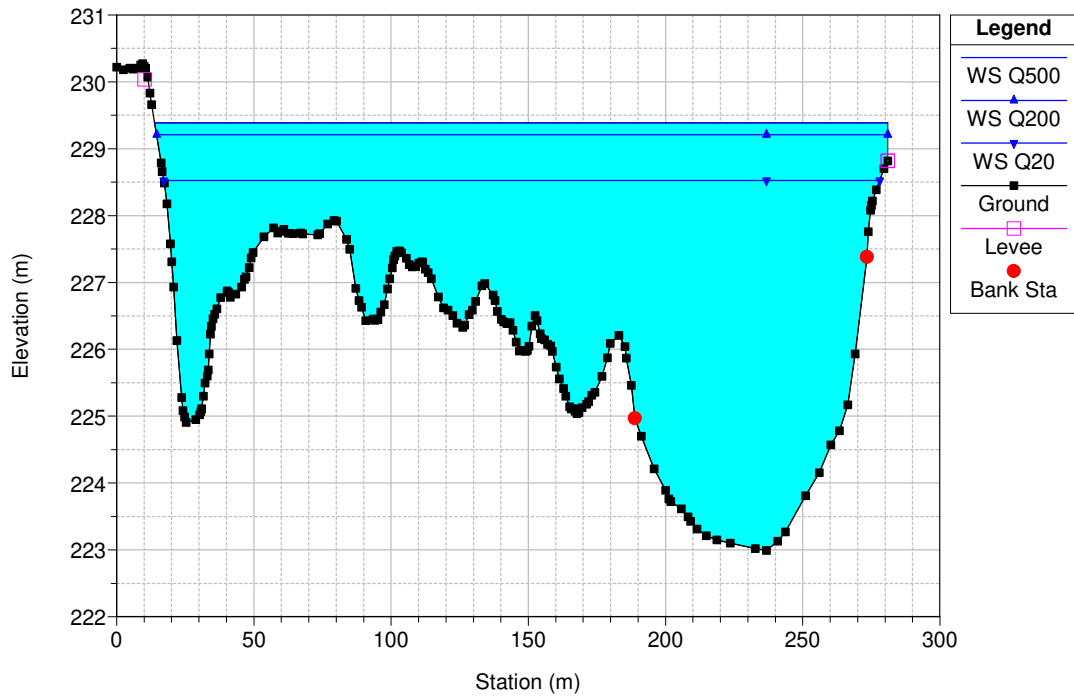
RS = 35.240 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



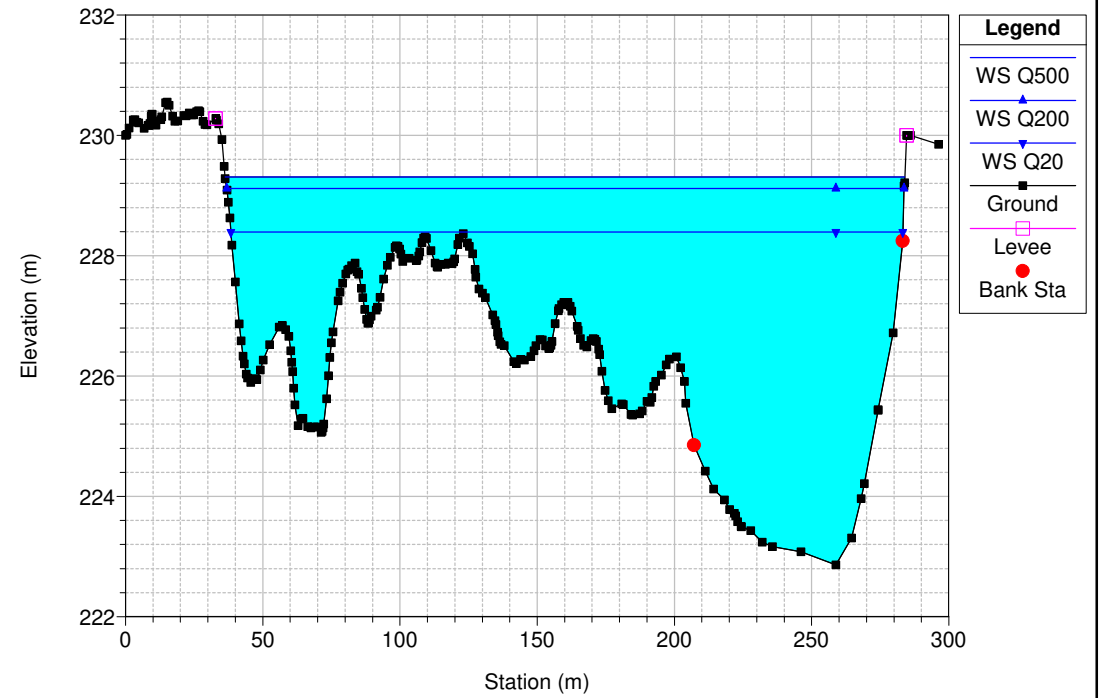
RS = 35.200 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



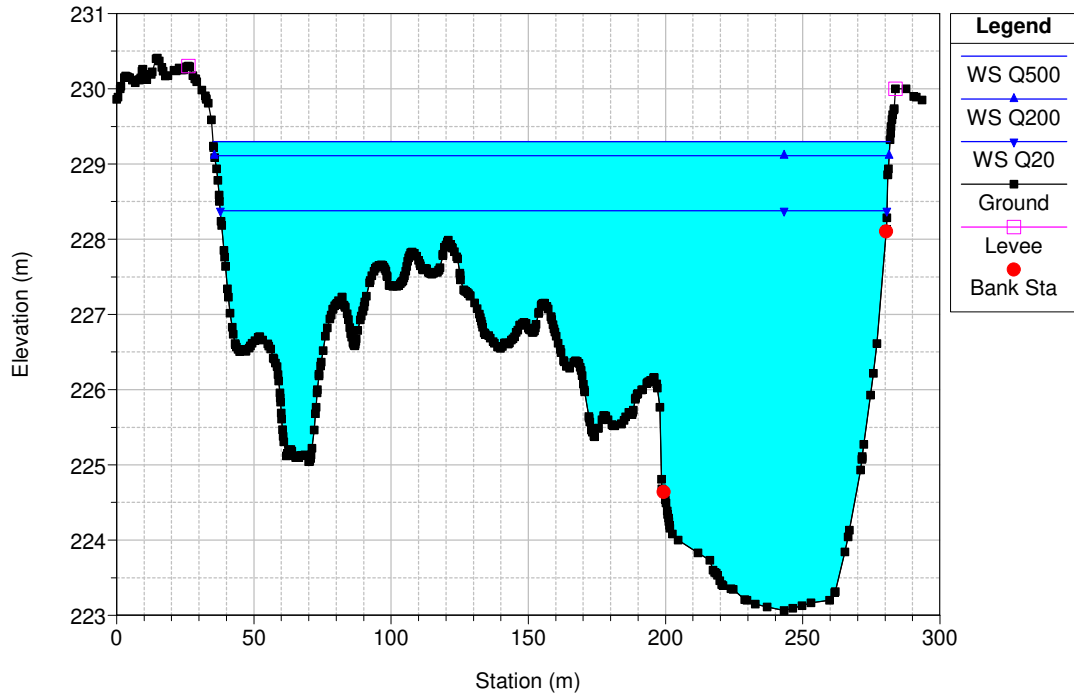
RS = 35.160 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



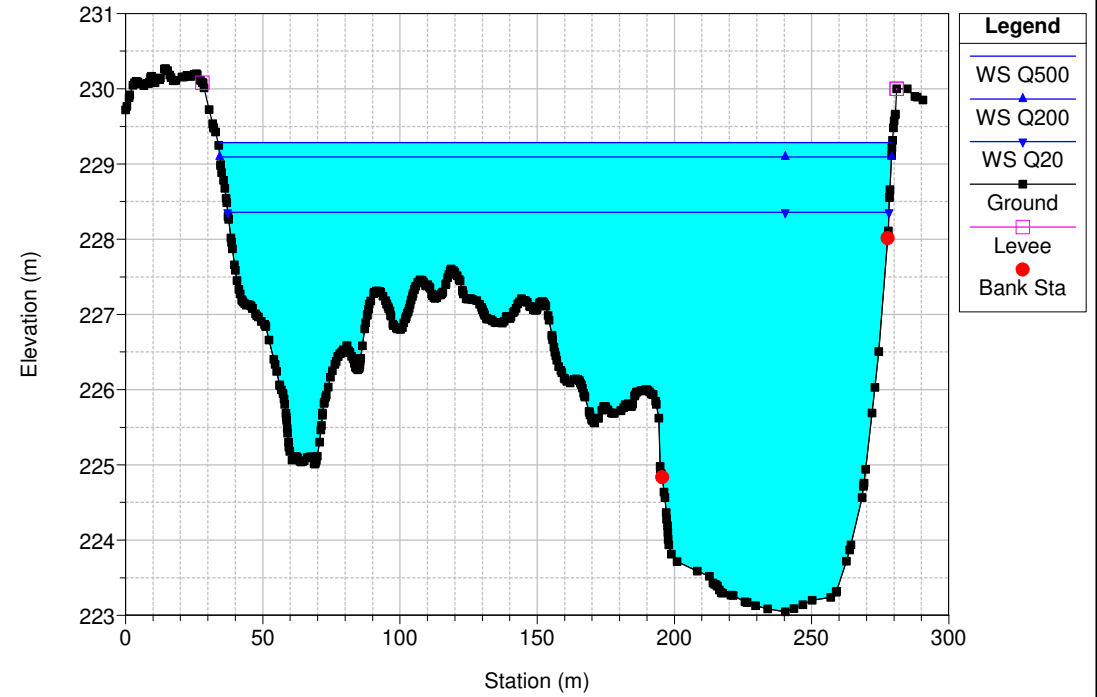
RS = 35.120 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



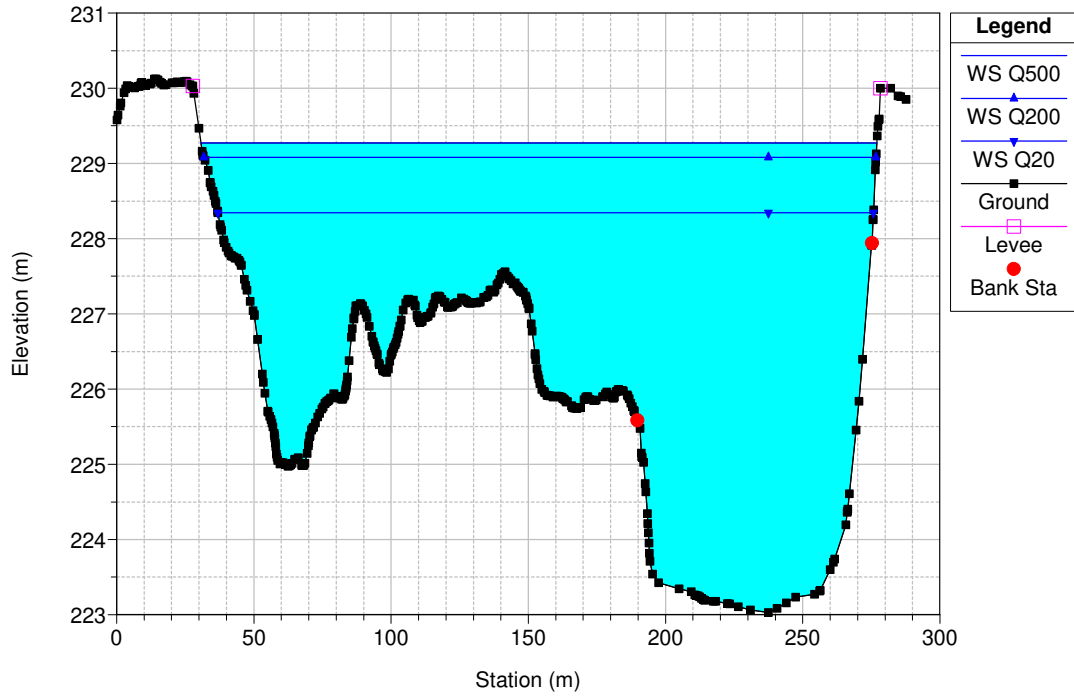
RS = 35.090 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



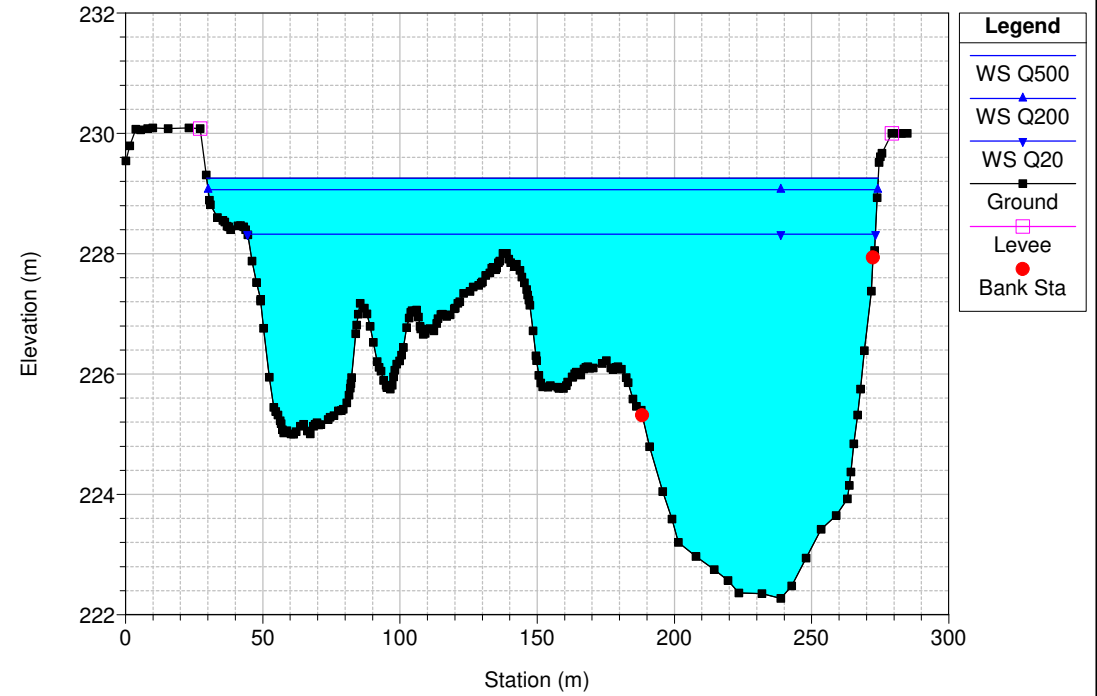
RS = 35.060 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



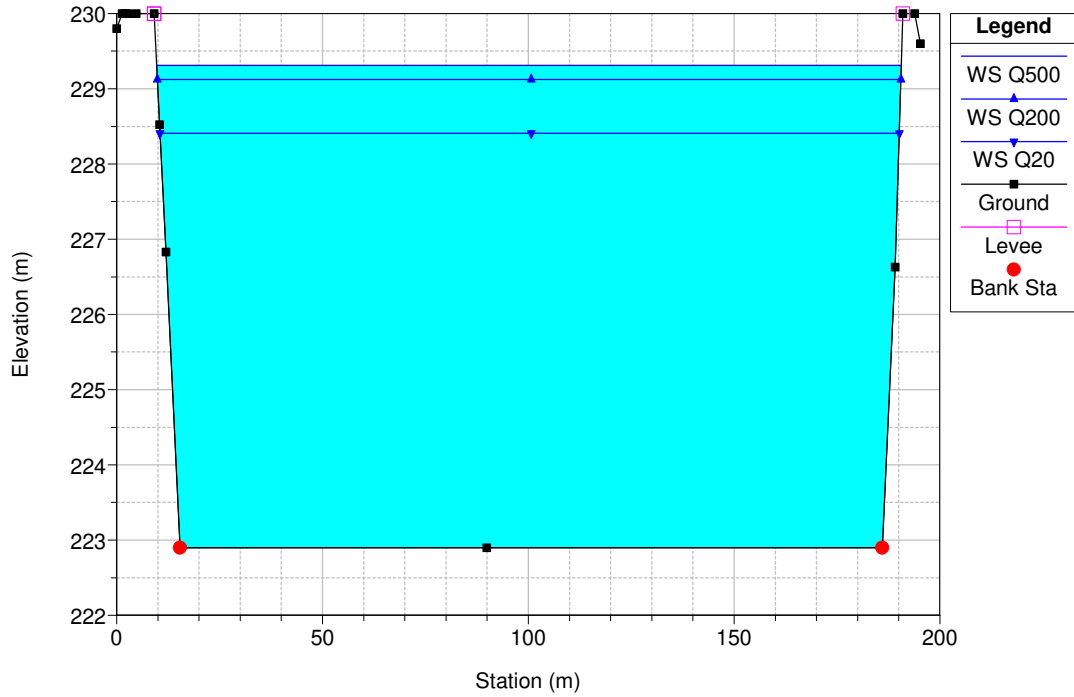
RS = 35.030 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



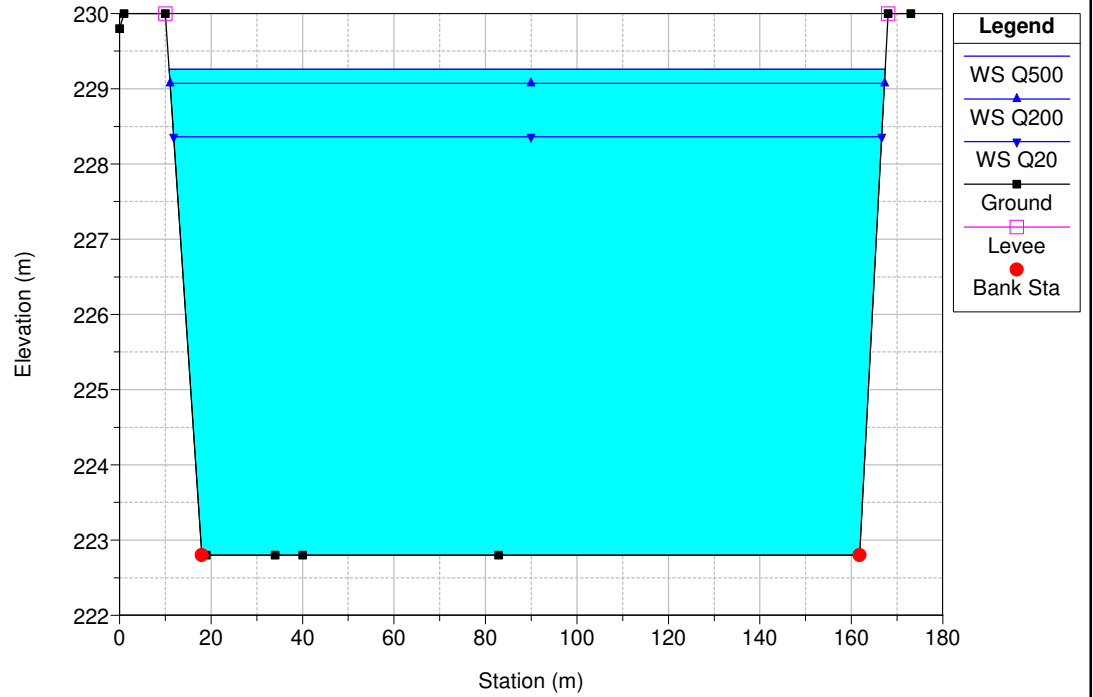
RS = 35 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



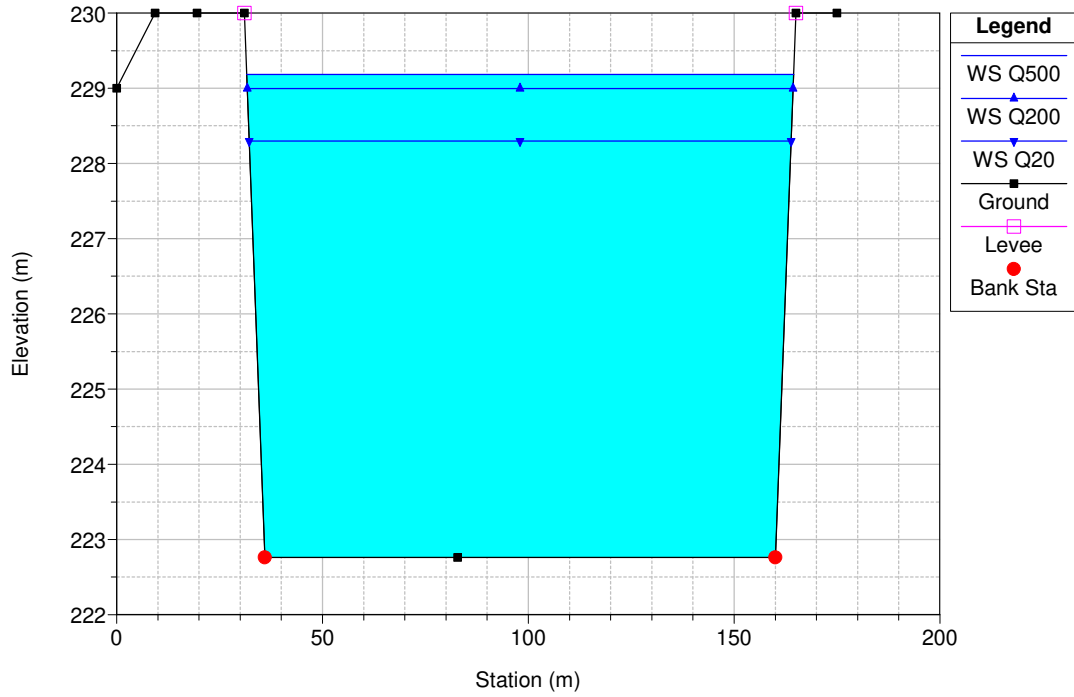
RS = 34.427 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



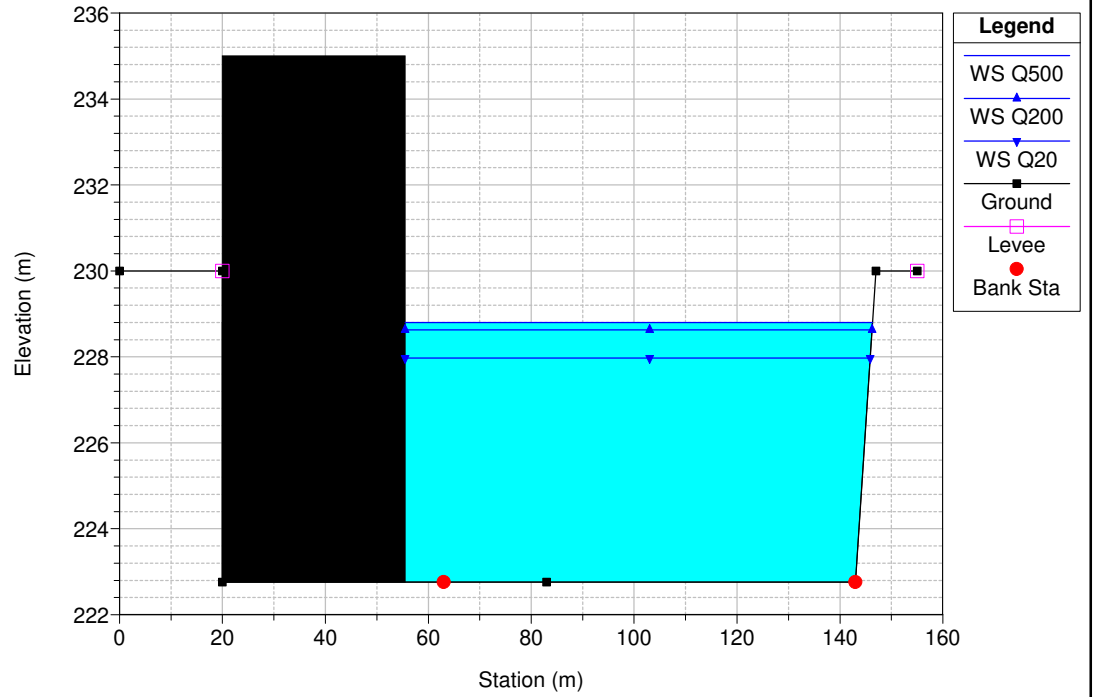
RS = 34.14 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



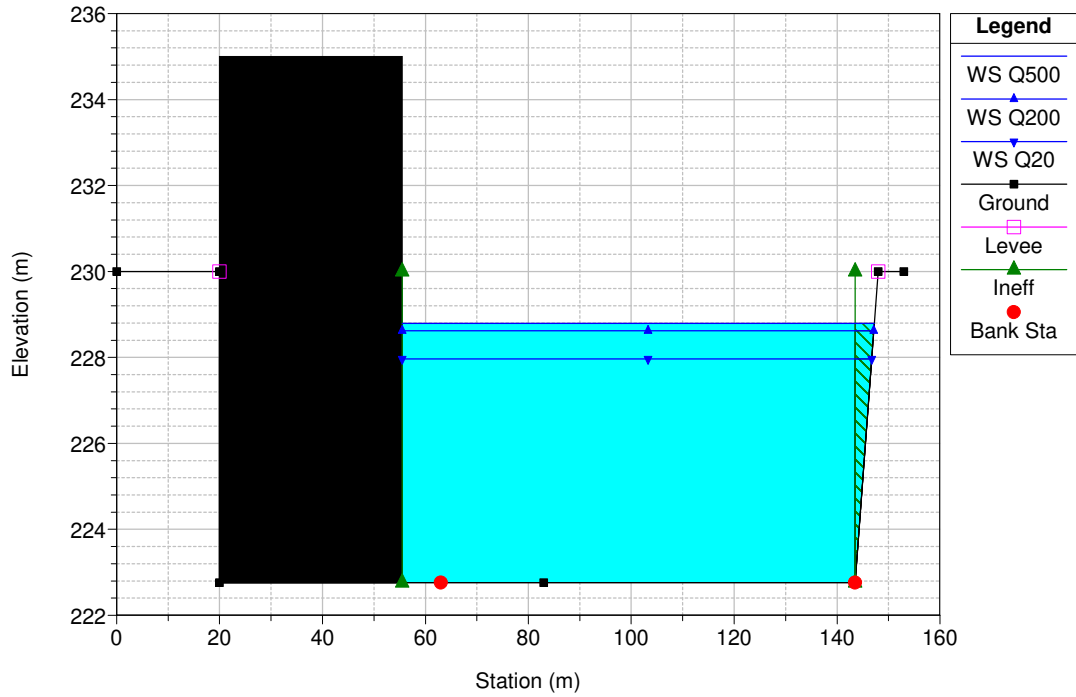
RS = 34.135 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



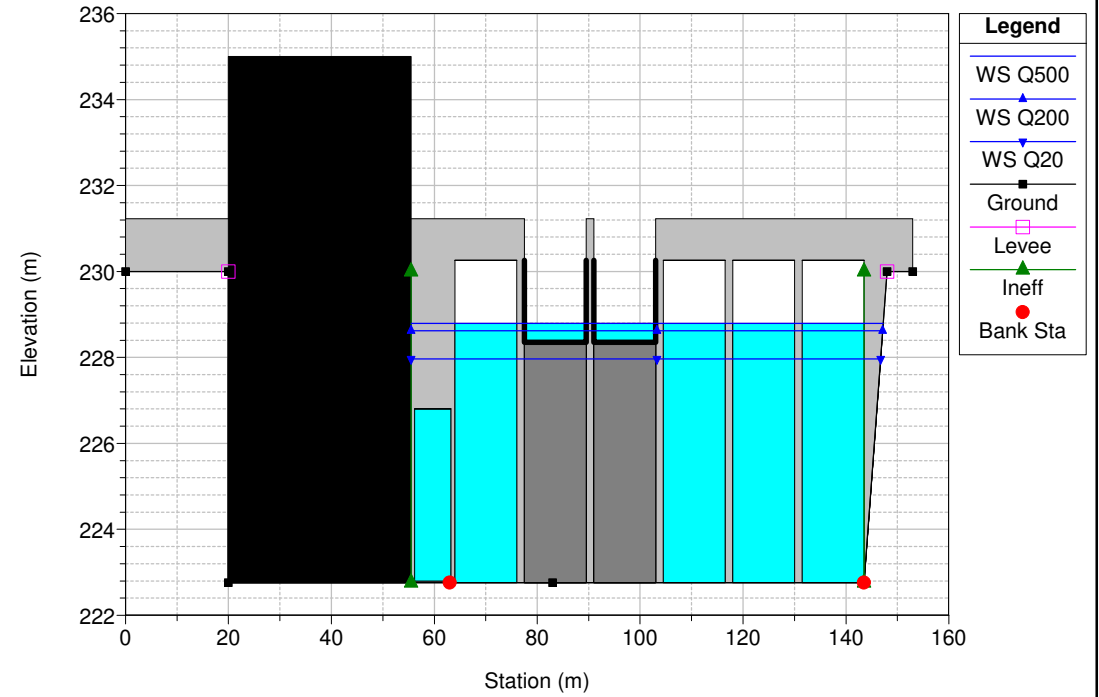
RS = 34.133 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



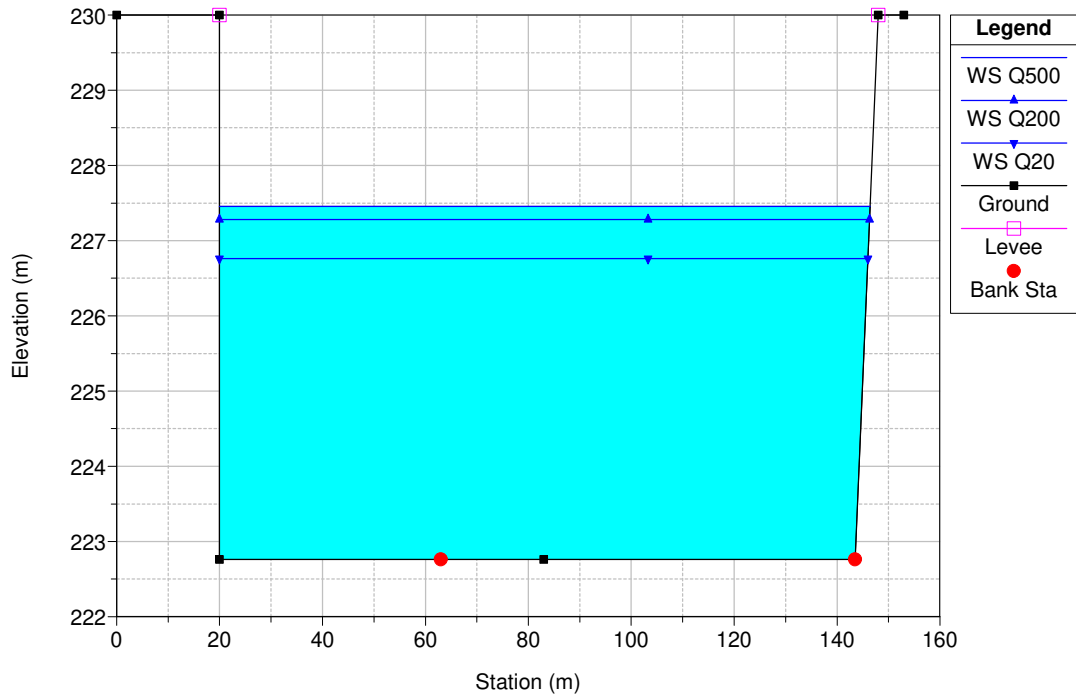
RS = 34.13 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



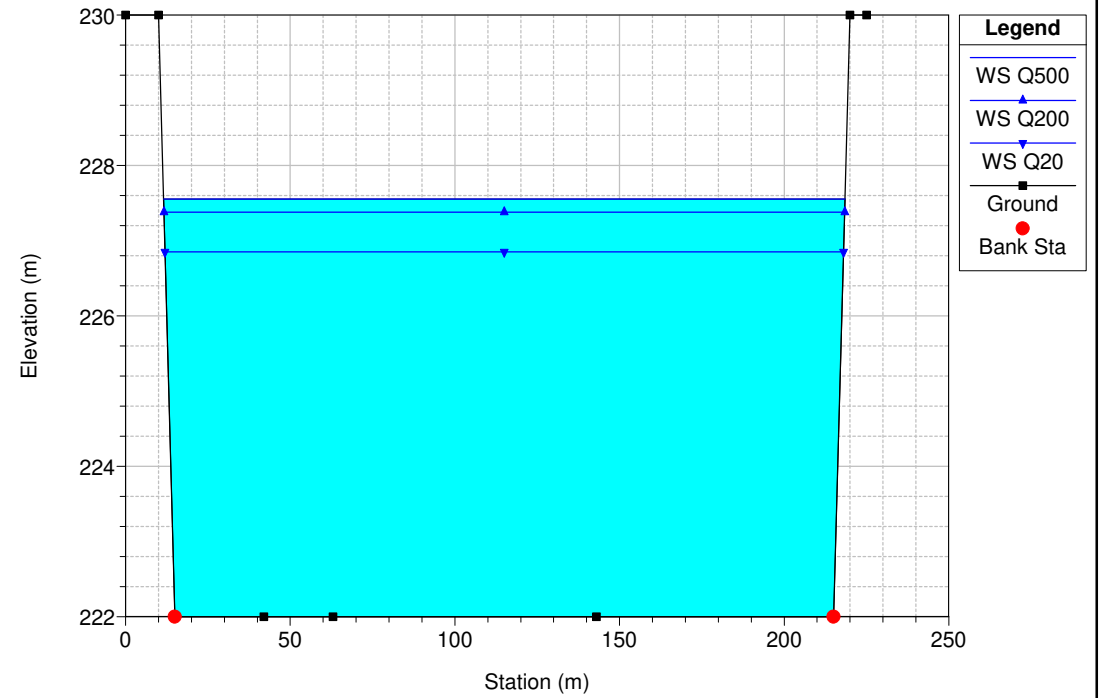
RS = 34.125 IS POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



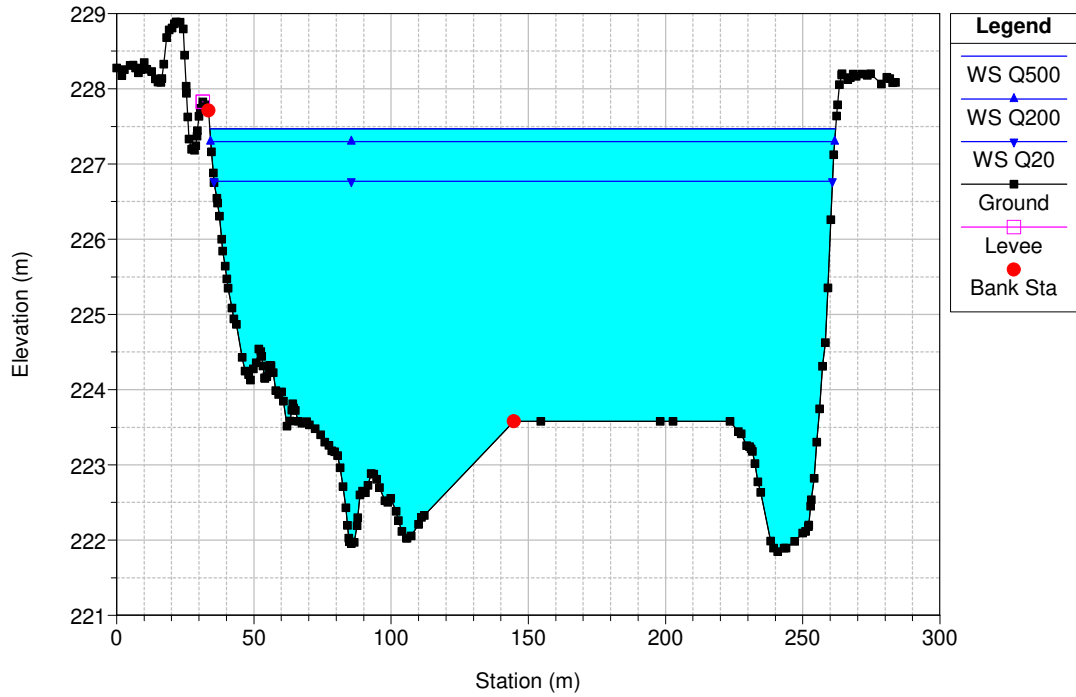
RS = 34.122 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



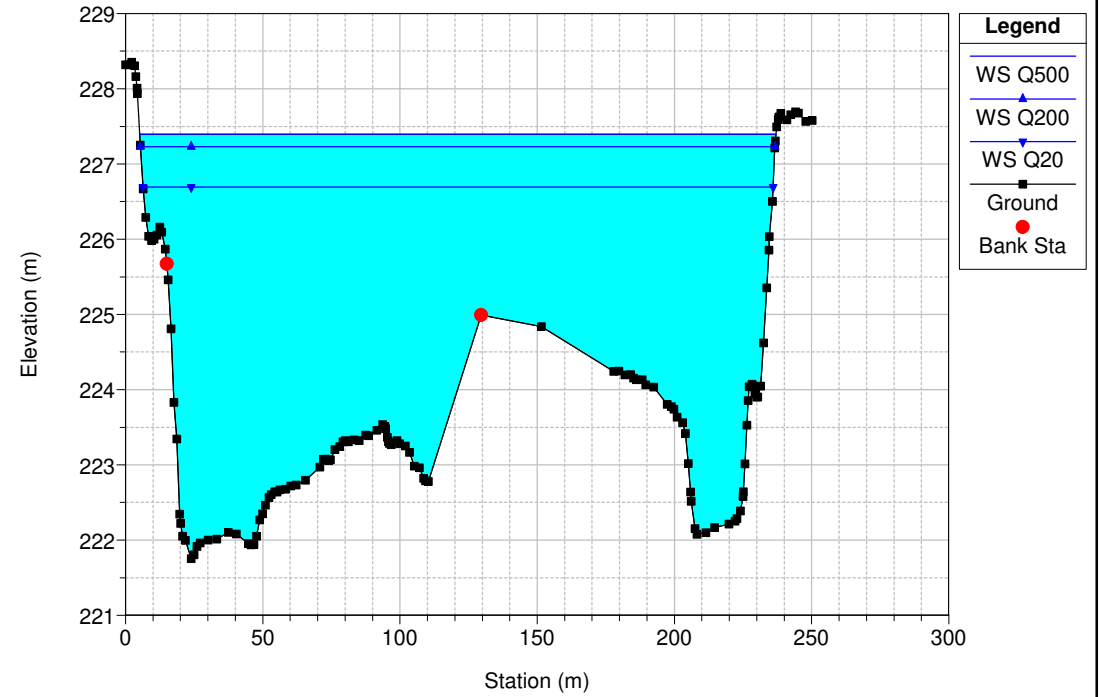
RS = 33 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



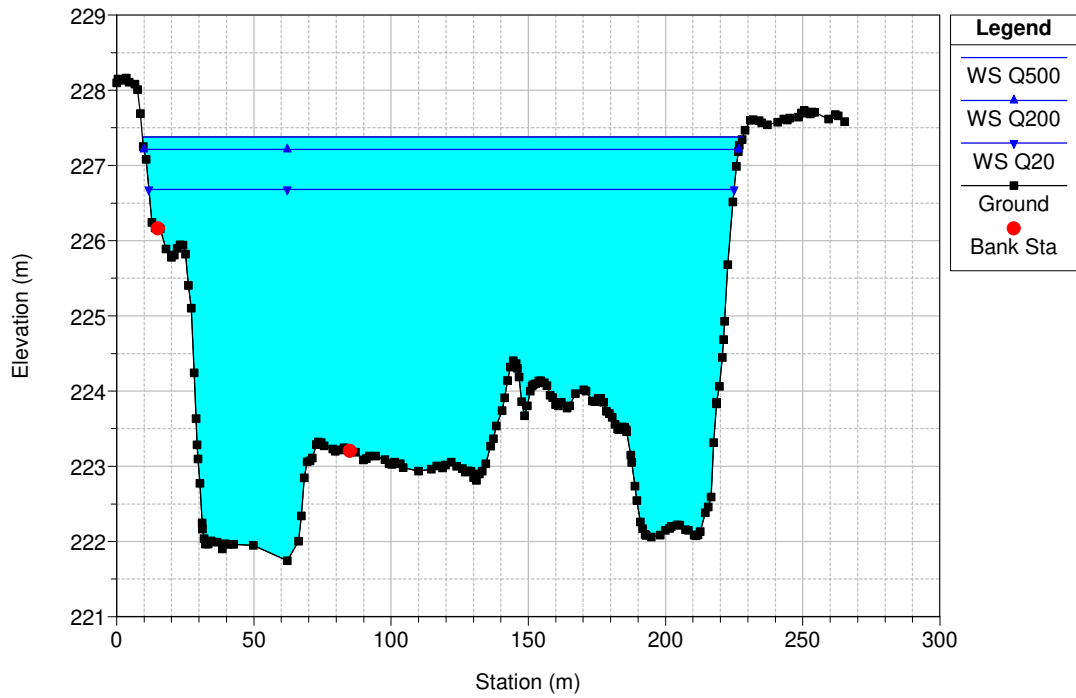
RS = 32.000 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



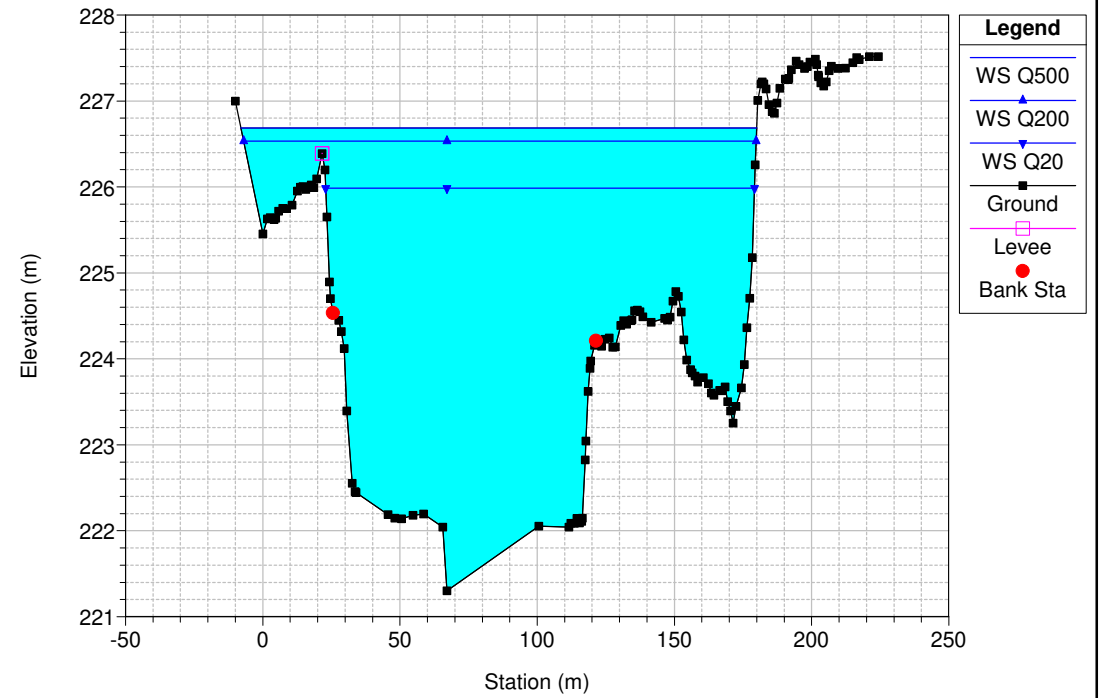
RS = 31.000 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



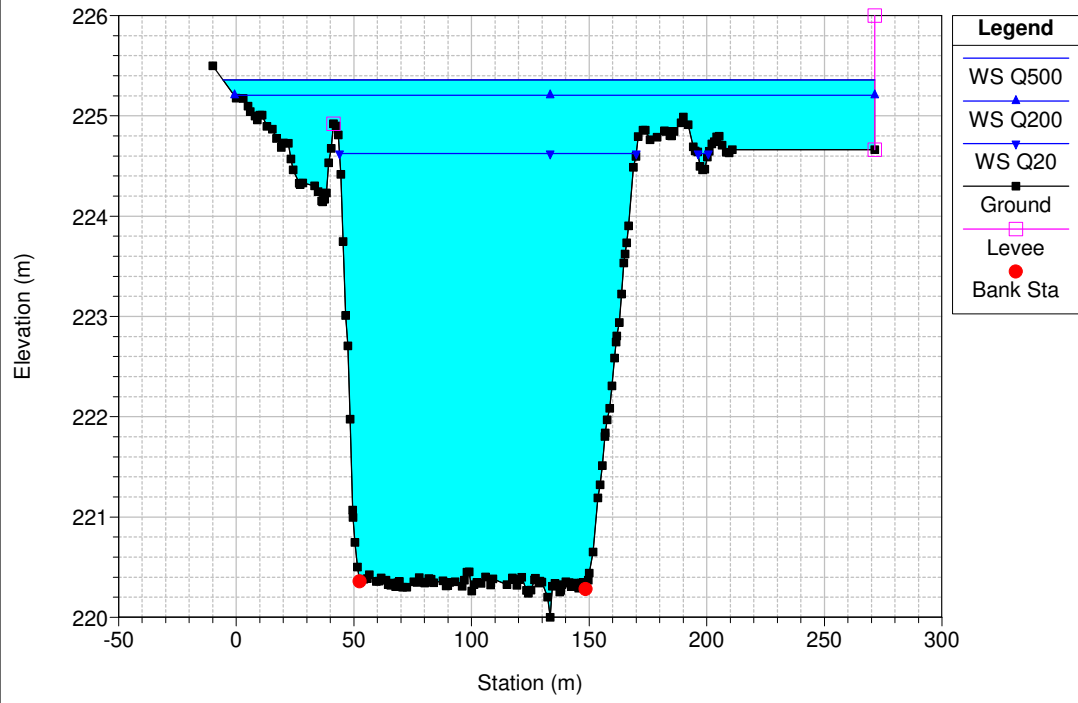
RS = 30 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



RS = 20 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



RS = 10 POST OPERAM - 4 PARATOIE APERTE (SU 6)



ALLEGATO 5

SIMULAZIONE A LUCI PARZIALMENTE OCCLUSE (3 PARATOIE APERTE SU 6) – INDICAZIONI REGIONE PIEMONTE

HEC-RAS Plan: 3 Paratoie APERTE River: Dora Reach: Ivrea

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
Ivrea	38	Q500	1780.00	233.00	237.05	237.05	238.97	0.005085	6.41	301.83	79.50	1.02
Ivrea	38	Q200	1660.00	233.00	236.87	236.87	238.71	0.005173	6.27	287.43	79.50	1.02
Ivrea	38	Q20	1340.00	233.00	236.40	236.40	237.98	0.005257	5.80	250.18	79.50	1.01
Ivrea	37.5	Q500	1780.00	229.65	234.88	235.96	238.57	0.012191	10.22	234.23	79.50	1.58
Ivrea	37.5	Q200	1660.00	229.65	234.74	235.79	238.31	0.012257	10.03	223.18	79.50	1.57
Ivrea	37.5	Q20	1340.00	229.65	234.18	235.00	237.56	0.013045	9.40	181.30	71.10	1.58
Ivrea	37	Q500	1780.00	228.40	231.62	233.63	237.34	0.030092	10.89	170.80	72.95	2.26
Ivrea	37	Q200	1660.00	228.40	231.49	233.50	237.06	0.031066	10.75	161.27	71.86	2.28
Ivrea	37	Q20	1340.00	228.40	231.13	232.93	236.23	0.032991	10.29	136.04	68.13	2.31
Ivrea	36.750	Q500	1780.00	226.28	229.59	231.53	235.84	0.025588	11.65	177.27	89.93	2.17
Ivrea	36.750	Q200	1660.00	226.28	229.48	231.10	235.53	0.025884	11.42	167.25	89.18	2.17
Ivrea	36.750	Q20	1340.00	226.28	229.13	230.68	234.62	0.027303	10.76	138.19	74.15	2.18
Ivrea	36.5	Q500	1780.00	225.51	232.56	231.00	233.20	0.001229	4.13	566.53	138.22	0.53
Ivrea	36.5	Q200	1660.00	225.51	232.30	230.85	232.94	0.001288	4.11	530.73	136.68	0.54
Ivrea	36.5	Q20	1340.00	225.51	231.63	230.45	232.20	0.001310	3.83	444.09	120.00	0.53
Ivrea	36.2	Q500	1780.00	225.26	232.78	233.02	233.02	0.000445	2.69	863.44	167.26	0.33
Ivrea	36.2	Q200	1660.00	225.26	232.52	232.76	232.76	0.000453	2.64	820.80	165.85	0.33
Ivrea	36.2	Q20	1340.00	225.26	231.81	232.02	232.02	0.000473	2.50	704.15	162.67	0.33
Ivrea	36.195	Q500	1780.00	224.98	232.66	229.44	232.97	0.000494	2.81	821.96	190.95	0.35
Ivrea	36.195	Q200	1660.00	224.98	232.39	229.32	232.70	0.000516	2.79	771.15	190.48	0.35
Ivrea	36.195	Q20	1340.00	224.98	231.71	228.93	231.97	0.000485	2.51	655.45	157.86	0.33
Ivrea	36.19	Q500	1780.00	224.20	232.25	229.67	232.88	0.000769	3.72	583.20	131.51	0.44
Ivrea	36.19	Q200	1660.00	224.20	232.00	229.35	232.61	0.000770	3.64	551.21	129.24	0.44
Ivrea	36.19	Q20	1340.00	224.20	231.35	228.76	231.88	0.000748	3.36	468.31	124.01	0.42
Ivrea	36.180	Q500	1780.00	224.45	232.24	229.37	232.81	0.000715	3.42	584.21	120.87	0.41
Ivrea	36.180	Q200	1660.00	224.45	232.00	229.17	232.54	0.000712	3.34	555.03	119.30	0.41
Ivrea	36.180	Q20	1340.00	224.45	231.36	228.62	231.81	0.000675	3.04	480.84	110.94	0.39
Ivrea	36.17	Q500	1780.00	224.51	232.23	229.19	232.74	0.000647	3.24	594.85	109.49	0.39
Ivrea	36.17	Q200	1660.00	224.51	231.99	229.00	232.48	0.000639	3.14	568.75	107.81	0.39
Ivrea	36.17	Q20	1340.00	224.51	231.35	228.45	231.75	0.000591	2.83	502.21	100.53	0.37
Ivrea	36.160	Q500	1780.00	224.49	232.18	229.10	232.71	0.000637	3.32	596.62	116.77	0.40
Ivrea	36.160	Q200	1660.00	224.49	231.94	228.93	232.44	0.000621	3.21	570.06	110.00	0.39
Ivrea	36.160	Q20	1340.00	224.49	231.32	228.39	231.72	0.000564	2.87	505.16	99.86	0.36
Ivrea	36.15	Q500	1780.00	224.38	232.08	229.20	232.66	0.000719	3.51	569.57	110.23	0.42
Ivrea	36.15	Q200	1660.00	224.38	231.86	229.02	232.40	0.000689	3.37	547.11	101.21	0.41
Ivrea	36.15	Q20	1340.00	224.38	231.24	228.51	231.68	0.000630	3.02	486.07	96.43	0.39
Ivrea	36.140	Q500	1780.00	224.79	231.98	229.28	232.61	0.000842	3.68	549.80	110.84	0.45
Ivrea	36.140	Q200	1660.00	224.79	231.75	229.19	232.34	0.000828	3.56	525.07	107.18	0.44
Ivrea	36.140	Q20	1340.00	224.79	231.14	228.71	231.63	0.000771	3.22	461.43	101.08	0.42
Ivrea	36.13	Q500	1780.00	224.02	231.97	229.13	232.54	0.000708	3.47	577.35	114.04	0.42
Ivrea	36.13	Q200	1660.00	224.02	231.74	228.93	232.28	0.000693	3.36	552.37	107.78	0.41
Ivrea	36.13	Q20	1340.00	224.02	231.13	228.43	231.57	0.000641	3.03	487.45	103.58	0.39
Ivrea	36.11	Q500	1780.00	225.58	231.82	229.65	232.49	0.000508	3.73	553.35	123.32	0.49
Ivrea	36.11	Q200	1660.00	225.58	231.59	229.47	232.23	0.000510	3.64	524.80	121.43	0.48
Ivrea	36.11	Q20	1340.00	225.58	230.98	229.00	231.52	0.000498	3.34	451.95	116.23	0.47
Ivrea	36.105		Bridge									
Ivrea	36.1	Q500	1780.00	225.60	231.00	229.66	231.95	0.000870	4.42	453.64	116.38	0.62
Ivrea	36.1	Q200	1660.00	225.60	230.88	229.48	231.75	0.000822	4.23	440.08	115.50	0.60
Ivrea	36.1	Q20	1340.00	225.60	230.49	229.00	231.17	0.000706	3.72	396.95	104.50	0.55
Ivrea	36.05	Q500	1780.00	225.00	231.30	229.23	231.75	0.000798	3.11	682.00	212.80	0.42
Ivrea	36.05	Q200	1660.00	225.00	231.15	229.07	231.57	0.000763	2.98	649.51	188.42	0.41
Ivrea	36.05	Q20	1340.00	225.00	230.67	228.62	231.03	0.000723	2.73	560.60	182.44	0.40
Ivrea	36.040	Q500	1780.00	225.91	230.97	230.01	231.68	0.001617	4.00	552.71	203.20	0.59
Ivrea	36.040	Q200	1660.00	225.91	230.80	229.79	231.50	0.001645	3.94	519.06	200.73	0.59
Ivrea	36.040	Q20	1340.00	225.91	230.27	229.31	230.96	0.001837	3.82	413.63	192.92	0.61
Ivrea	36.03	Q500	1780.00	226.33	230.93	230.14	231.61	0.001635	3.94	558.29	207.23	0.59
Ivrea	36.03	Q200	1660.00	226.33	230.77	230.01	231.43	0.001660	3.87	524.98	195.91	0.59
Ivrea	36.03	Q20	1340.00	226.33	230.24	229.46	230.88	0.001833	3.73	426.16	180.93	0.61
Ivrea	36.02	Q500	1780.00	226.38	230.90	230.20	231.61	0.001777	4.06	548.56	205.03	0.62

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
Ivrea	36.02	Q200	1660.00	226.38	230.73	230.08	231.42	0.001822	4.00	514.60	194.37	0.62
Ivrea	36.02	Q20	1340.00	226.38	230.17	229.58	230.87	0.002115	3.92	410.98	180.30	0.65
Ivrea	36.015	Q500	1780.00	224.60	231.12	228.71	231.47	0.000604	2.88	788.80	213.21	0.38
Ivrea	36.015	Q200	1660.00	224.60	230.95	228.60	231.28	0.000593	2.81	753.20	210.56	0.37
Ivrea	36.015	Q20	1340.00	224.60	230.41	228.20	230.71	0.000591	2.62	641.65	204.22	0.37
Ivrea	36.01	Q500	1780.00	224.01	230.99	228.55	231.41	0.000694	3.13	702.75	182.11	0.40
Ivrea	36.01	Q200	1660.00	224.01	230.83	228.38	231.23	0.000674	3.03	673.96	180.25	0.40
Ivrea	36.01	Q20	1340.00	224.01	230.32	227.95	230.67	0.000632	2.76	585.03	169.65	0.38
Ivrea	36.005	Q500	1780.00	224.29	230.98	228.79	231.35	0.000661	2.97	744.47	192.76	0.39
Ivrea	36.005	Q200	1660.00	224.29	230.82	228.65	231.17	0.000644	2.88	713.85	190.54	0.39
Ivrea	36.005	Q20	1340.00	224.29	230.31	228.25	230.61	0.000622	2.65	617.51	183.68	0.37
Ivrea	36	Q500	1780.00	223.94	231.02	228.46	231.28	0.000486	2.38	837.51	205.30	0.33
Ivrea	36	Q200	1660.00	223.94	230.86	228.33	231.10	0.000475	2.30	804.37	203.89	0.33
Ivrea	36	Q20	1340.00	223.94	230.34	227.97	230.55	0.000460	2.11	700.02	198.46	0.31
Ivrea	35.896	Q500	1780.00	224.16	230.91	228.46	231.24	0.000559	2.76	793.93	209.88	0.36
Ivrea	35.896	Q200	1660.00	224.16	230.75	228.31	231.06	0.000541	2.67	761.40	205.15	0.35
Ivrea	35.896	Q20	1340.00	224.16	230.25	227.90	230.51	0.000510	2.43	659.50	192.46	0.34
Ivrea	35.792	Q500	1780.00	224.28	230.84	228.28	231.20	0.000567	2.83	759.39	207.38	0.37
Ivrea	35.792	Q200	1660.00	224.28	230.69	228.12	231.03	0.000542	2.72	729.49	198.13	0.36
Ivrea	35.792	Q20	1340.00	224.28	230.22	227.58	230.48	0.000464	2.38	643.62	154.93	0.33
Ivrea	35.688	Q500	1780.00	223.17	230.85	227.47	231.15	0.000394	2.54	802.05	157.42	0.31
Ivrea	35.688	Q200	1660.00	223.17	230.71	227.31	230.98	0.000372	2.44	778.94	155.37	0.30
Ivrea	35.688	Q20	1340.00	223.17	230.22	226.87	230.44	0.000321	2.15	705.00	151.91	0.28
Ivrea	35.622	Q500	1780.00	224.09	230.75	228.21	231.12	0.000587	2.89	721.82	161.47	0.37
Ivrea	35.622	Q200	1660.00	224.09	230.61	228.02	230.95	0.000558	2.78	699.02	159.33	0.36
Ivrea	35.622	Q20	1340.00	224.09	230.13	227.54	230.41	0.000500	2.49	624.72	155.85	0.34
Ivrea	35.555	Q500	1780.00	224.23	230.69	228.45	231.09	0.000673	3.04	703.81	164.51	0.40
Ivrea	35.555	Q200	1660.00	224.23	230.55	228.30	230.92	0.000641	2.92	681.03	162.10	0.39
Ivrea	35.555	Q20	1340.00	224.23	230.08	227.83	230.39	0.000583	2.63	605.99	158.46	0.36
Ivrea	35.489	Q500	1780.00	224.40	230.65	228.55	231.05	0.000766	2.98	680.22	178.60	0.42
Ivrea	35.489	Q200	1660.00	224.40	230.51	228.51	230.89	0.000732	2.87	657.31	165.44	0.40
Ivrea	35.489	Q20	1340.00	224.40	230.04	228.10	230.36	0.000683	2.60	581.12	161.10	0.38
Ivrea	35.465	Q500	1780.00	223.94	230.61	228.47	231.01	0.000725	2.88	688.51	188.36	0.40
Ivrea	35.465	Q200	1660.00	223.94	230.47	228.33	230.84	0.000693	2.77	663.44	177.36	0.39
Ivrea	35.465	Q20	1340.00	223.94	230.02	227.90	230.31	0.000625	2.47	583.88	153.07	0.37
Ivrea	35.440	Q500	1780.00	223.47	230.59	228.14	230.96	0.000623	2.76	708.55	173.84	0.38
Ivrea	35.440	Q200	1660.00	223.47	230.45	227.95	230.79	0.000593	2.65	685.64	168.61	0.36
Ivrea	35.440	Q20	1340.00	223.47	229.99	227.56	230.27	0.000539	2.38	608.97	163.61	0.34
Ivrea	35.415	Q500	1780.00	222.91	230.56	228.26	230.91	0.000632	2.80	780.25	238.94	0.38
Ivrea	35.415	Q200	1660.00	222.91	230.43	228.11	230.75	0.000605	2.69	744.15	220.87	0.37
Ivrea	35.415	Q20	1340.00	222.91	229.86	227.66	230.22	0.000711	2.71	517.48	124.12	0.39
Ivrea	35.390	Q500	1780.00	221.80	230.68	228.16	230.83	0.000282	1.94	1183.18	281.71	0.25
Ivrea	35.390	Q200	1660.00	221.80	230.12	227.99	230.69	0.000958	3.34	509.25	106.26	0.46
Ivrea	35.390	Q20	1340.00	221.80	229.74	227.38	230.17	0.000805	2.92	468.91	105.41	0.42
Ivrea	35.370	Q500	1780.00	223.27	230.34	228.14	230.77	0.000696	3.17	686.57	151.03	0.40
Ivrea	35.370	Q200	1660.00	223.27	230.18	227.95	230.58	0.000672	3.06	662.27	150.22	0.39
Ivrea	35.370	Q20	1340.00	223.27	229.50	227.42	230.09	0.001003	3.46	405.79	84.74	0.47
Ivrea	35.350	Q500	1780.00	222.74	230.08	227.85	230.69	0.000951	3.50	525.10	101.03	0.47
Ivrea	35.350	Q200	1660.00	222.74	229.95	227.69	230.51	0.000895	3.34	511.99	100.29	0.45
Ivrea	35.350	Q20	1340.00	222.74	229.55	227.21	229.98	0.000750	2.91	472.58	99.12	0.41
Ivrea	35.33	Q500	1780.00	223.19	229.80	228.00	230.59	0.001262	3.97	468.57	98.66	0.54
Ivrea	35.33	Q200	1660.00	223.19	229.70	227.83	230.42	0.001171	3.78	458.51	98.35	0.52
Ivrea	35.33	Q20	1340.00	223.19	229.37	227.34	229.90	0.000949	3.26	426.04	97.50	0.46
Ivrea	35.305	Q500	1780.00	223.26	229.93	227.52	230.44	0.000797	3.20	581.78	124.51	0.43
Ivrea	35.305	Q200	1660.00	223.26	229.81	227.37	230.28	0.000746	3.05	567.19	123.45	0.41
Ivrea	35.305	Q20	1340.00	223.26	229.45	226.91	229.80	0.000617	2.65	522.53	119.98	0.37
Ivrea	35.30		Lat Struct									
Ivrea	35.280	Q500	1695.17	223.22	230.06	226.91	230.34	0.000412	2.49	839.03	240.00	0.32
Ivrea	35.280	Q200	1589.48	223.22	229.92	226.74	230.19	0.000400	2.42	805.96	240.00	0.31

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
Ivrea	35.280	Q20	1305.89	223.22	229.51	226.39	229.73	0.000344	2.15	694.96	168.06	0.28
Ivrea	35.240	Q500	1621.26	222.93	230.10	227.02	230.29	0.000306	2.12	973.92	255.68	0.27
Ivrea	35.240	Q200	1528.26	222.93	229.96	226.84	230.14	0.000301	2.07	937.52	255.68	0.27
Ivrea	35.240	Q20	1276.48	222.93	229.53	226.45	229.70	0.000292	1.94	828.39	255.68	0.26
Ivrea	35.200	Q500	1544.10	222.79	230.12	226.86	230.27	0.000254	1.91	1056.77	266.83	0.25
Ivrea	35.200	Q200	1464.31	222.79	229.98	227.04	230.12	0.000254	1.88	1018.16	266.82	0.24
Ivrea	35.200	Q20	1246.00	222.79	229.55	226.63	229.68	0.000255	1.79	903.23	261.88	0.24
Ivrea	35.160	Q500	1465.18	222.99	230.14	227.09	230.24	0.000192	1.67	1149.28	270.20	0.21
Ivrea	35.160	Q200	1398.88	222.99	229.99	226.96	230.10	0.000194	1.66	1109.90	269.47	0.21
Ivrea	35.160	Q20	1214.75	222.99	229.56	226.69	229.66	0.000203	1.61	992.61	267.89	0.22
Ivrea	35.120	Q500	1386.26	222.86	230.12	227.13	230.23	0.000210	1.74	1055.47	262.01	0.22
Ivrea	35.120	Q200	1333.61	222.86	229.97	227.07	230.08	0.000217	1.74	1016.22	249.57	0.23
Ivrea	35.120	Q20	1184.05	222.86	229.53	226.82	229.64	0.000241	1.74	905.79	248.32	0.23
Ivrea	35.090	Q500	1318.54	223.06	230.12	226.92	230.22	0.000174	1.60	1083.15	264.62	0.20
Ivrea	35.090	Q200	1277.78	223.06	229.98	226.70	230.07	0.000181	1.60	1043.56	252.57	0.21
Ivrea	35.090	Q20	1158.22	223.06	229.53	226.57	229.63	0.000206	1.63	932.08	247.60	0.22
Ivrea	35.060	Q500	1301.89	223.05	230.12	226.74	230.21	0.000159	1.54	1103.74	276.51	0.19
Ivrea	35.060	Q200	1262.82	223.05	229.97	226.70	230.06	0.000165	1.55	1063.26	252.11	0.20
Ivrea	35.060	Q20	1148.01	223.05	229.52	226.47	229.62	0.000189	1.57	951.25	248.17	0.21
Ivrea	35.030	Q500	1301.89	223.03	230.12	226.60	230.20	0.000154	1.52	1123.57	286.50	0.19
Ivrea	35.030	Q200	1262.82	223.03	229.97	226.55	230.05	0.000155	1.50	1082.56	250.30	0.19
Ivrea	35.030	Q20	1148.01	223.03	229.52	226.39	229.61	0.000176	1.52	970.90	247.73	0.20
Ivrea	35	Q500	1301.89	222.27	230.11	226.38	230.20	0.000149	1.54	1135.13	284.70	0.19
Ivrea	35	Q200	1262.82	222.27	229.96	226.32	230.05	0.000144	1.49	1096.58	251.28	0.19
Ivrea	35	Q20	1148.01	222.27	229.51	226.08	229.60	0.000162	1.51	985.15	245.81	0.19
Ivrea	34.427	Q500	1301.89	222.90	230.12	224.71	230.18	0.000061	1.05	1277.67	195.23	0.12
Ivrea	34.427	Q200	1262.82	222.90	229.98	224.67	230.03	0.000061	1.03	1248.94	181.86	0.12
Ivrea	34.427	Q20	1148.01	222.90	229.53	224.56	229.58	0.000063	1.00	1168.22	181.22	0.12
Ivrea	34.14	Q500	1301.89	222.80	230.10	224.82	230.17	0.000082	1.22	1104.18	173.00	0.14
Ivrea	34.14	Q200	1262.82	222.80	229.95	224.78	230.03	0.000082	1.20	1079.59	157.95	0.14
Ivrea	34.14	Q20	1148.01	222.80	229.51	224.66	229.58	0.000084	1.16	1009.73	157.08	0.14
Ivrea	34.135	Q500	1301.89	222.76	230.07	225.00	230.17	0.000112	1.42	950.17	175.00	0.17
Ivrea	34.135	Q200	1262.82	222.76	229.92	224.95	230.02	0.000111	1.40	923.48	133.89	0.17
Ivrea	34.135	Q20	1148.01	222.76	229.48	224.81	229.57	0.000114	1.36	864.46	133.28	0.17
Ivrea	34.133	Q500	1301.89	222.76	229.91	225.66	230.15	0.000060	2.20	639.92	91.45	0.26
Ivrea	34.133	Q200	1262.82	222.76	229.77	225.60	230.00	0.000060	2.18	626.86	91.37	0.26
Ivrea	34.133	Q20	1148.01	222.76	229.34	225.42	229.56	0.000061	2.11	587.43	91.13	0.26
Ivrea	34.13	Q500	1301.89	222.76	229.91	225.65	230.15	0.000059	2.20	629.17	92.44	0.26
Ivrea	34.13	Q200	1262.82	222.76	229.77	225.59	230.00	0.000060	2.18	616.60	92.35	0.26
Ivrea	34.13	Q20	1148.01	222.76	229.34	225.41	229.56	0.000061	2.11	578.60	92.09	0.26
Ivrea	34.125		Inl Struct									
Ivrea	34.122	Q500	1301.89	222.76	227.53	225.01	227.78	0.000495	2.25	596.40	126.47	0.33
Ivrea	34.122	Q200	1262.82	222.76	227.36	224.96	227.61	0.000527	2.27	574.08	126.36	0.34
Ivrea	34.122	Q20	1148.01	222.76	226.81	224.83	227.07	0.000663	2.33	504.84	126.02	0.37
Ivrea	33	Q500	1780.00	222.00	227.55		227.68	0.000203	1.59	1129.49	206.94	0.22
Ivrea	33	Q200	1660.00	222.00	227.38		227.50	0.000196	1.53	1094.29	206.73	0.21
Ivrea	33	Q20	1340.00	222.00	226.85		226.95	0.000180	1.37	984.81	206.06	0.20
Ivrea	32.000	Q500	1780.00	221.95	227.47	225.17	227.66	0.000519	2.07	933.84	228.03	0.33
Ivrea	32.000	Q200	1660.00	221.95	227.30	225.07	227.48	0.000517	2.02	895.33	227.38	0.32
Ivrea	32.000	Q20	1340.00	221.95	226.77	224.83	226.93	0.000536	1.88	775.36	225.37	0.32
Ivrea	31.000	Q500	1780.00	221.75	227.40		227.63	0.000594	2.33	878.98	231.91	0.35
Ivrea	31.000	Q200	1660.00	221.75	227.23		227.45	0.000596	2.27	839.92	231.25	0.35
Ivrea	31.000	Q20	1340.00	221.75	226.70		226.89	0.000640	2.16	717.05	229.57	0.36
Ivrea	30	Q500	1780.00	221.75	227.38		227.59	0.000597	2.30	887.09	218.76	0.35
Ivrea	30	Q200	1660.00	221.75	227.21		227.41	0.000590	2.23	850.63	216.66	0.35
Ivrea	30	Q20	1340.00	221.75	226.68		226.85	0.000611	2.07	736.54	213.25	0.35
Ivrea	20	Q500	1780.00	221.30	226.68	225.45	227.20	0.001249	3.41	604.84	187.94	0.51
Ivrea	20	Q200	1660.00	221.30	226.53	225.33	227.03	0.001241	3.32	576.80	186.77	0.51
Ivrea	20	Q20	1340.00	221.30	225.99	224.99	226.46	0.001368	3.19	472.39	156.24	0.52

HEC-RAS Plan: 3 Paratoie APERTE River: Dora Reach: Ivrea (Continued)

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
Ivrea	10	Q500	1780.00	220.00	225.36	223.48	225.86	0.001001	3.31	671.00	277.03	0.47
Ivrea	10	Q200	1660.00	220.00	225.20	223.34	225.70	0.001002	3.24	628.79	272.25	0.47
Ivrea	10	Q20	1340.00	220.00	224.62	222.95	225.05	0.001001	2.98	482.42	130.52	0.46

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	230.15	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.91	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1301.89	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1301.89	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	230.00	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.77	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1262.82	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1262.82	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #9 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	229.56	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.34	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1148.01	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1148.01	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	4.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.80
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	230.15	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.91	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1301.89	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1301.89	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q500 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	230.00	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.77	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1262.82	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1262.82	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #3 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	229.56	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.34	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1148.01	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1148.01	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	230.15	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.91	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1301.89	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1301.89	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	230.00	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.77	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1262.82	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1262.82	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #2 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	229.56	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.34	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1148.01	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1148.01	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	230.15	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.91	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1301.89	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1301.89	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	230.00	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.77	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1262.82	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1262.82	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q200 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #1 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	229.56	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.34	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1148.01	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1148.01	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	0.00
Breach WD (m)		Gate #Open	0
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	230.15	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.91	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1301.89	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1301.89	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	433.96
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	85.80
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.65
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	230.00	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.77	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1262.82	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1262.82	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	420.94
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	84.08
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.63
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #4 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	229.56	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.34	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1148.01	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1148.01	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	382.67
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	78.90
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.60
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	230.15	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.91	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1301.89	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1301.89	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	433.96
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	85.80
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.65
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	230.00	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.77	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1262.82	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1262.82	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	420.94
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	84.08
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.63
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	229.56	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.34	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1148.01	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1148.01	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	382.67

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #5 Profile: Q20 (Continued)

Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	78.90
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.60
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q500

E.G. Elev (m)	230.15	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.91	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1301.89	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1301.89	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	433.96
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	85.80
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.65
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q200

E.G. Elev (m)	230.00	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.77	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1262.82	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1262.82	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	420.94
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	84.08
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.63
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

Plan: 3 Paratoie APERTE Dora Ivrea RS: 34.125 Gate Group: Gate #6 Profile: Q20

E.G. Elev (m)	229.56	Weir Sta Lft (m)	
W.S. Elev (m)	229.34	Weir Sta Rgt (m)	
Q Total (m3/s)	1148.01	Min El Weir Flow (m)	231.23
Q Weir (m3/s)		Wr Top Wdth (m)	
Q Gates (m3/s)	1148.01	Weir Max Depth (m)	
Q Culv (m3/s)		Weir Avg Depth (m)	
Q Inline RC (m3/s)		Weir Flow Area (m2)	
Q Outlet TS (m3/s)		Weir Coef (m ^{1/2})	
Q Breach (m3/s)		Weir Submerg	
Breach Avg Velocity (m/s)		Q Gate Group (m3/s)	382.67
Breach Flow Area (m2)		Gate Open Ht (m)	7.50
Breach WD (m)		Gate #Open	1
Breach Top El (m)		Gate Area (m2)	78.90
Breach Bottom El (m)		Gate Submerg	0.60
Breach SSL (m)		Gate Invert (m)	222.76
Breach SSR (m)		Gate Weir Coef	3.260

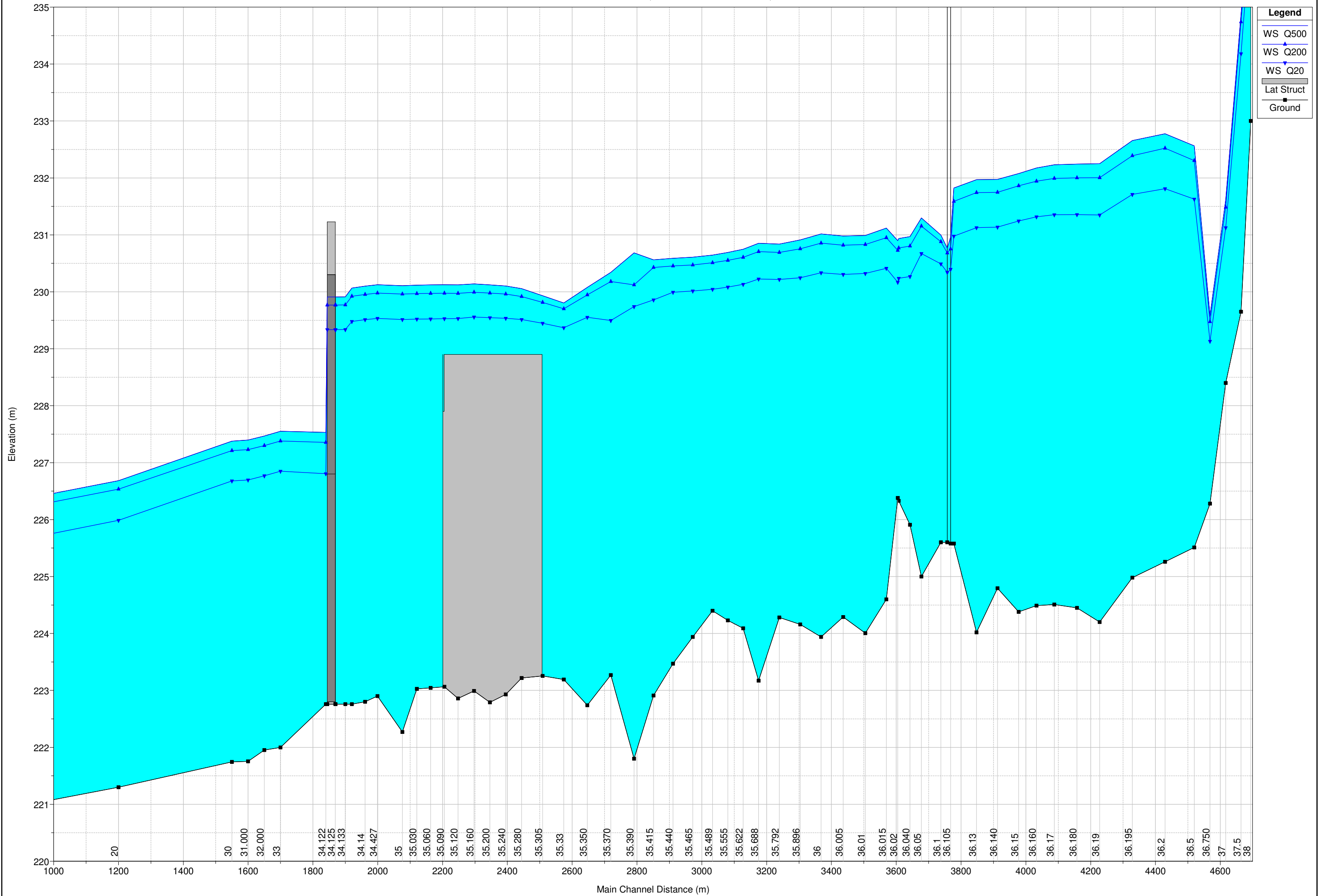
HEC-RAS Plan: 3 Paratoie APERTE River: Dora Reach: Ivrea

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Q Total (m3/s)	Q Weir (m3/s)	Q Gates (m3/s)	Q Culv (m3/s)	Q Inline RC (m3/s)	Q Outlet TS (m3/s)	Q Breach (m3/s)
Ivrea	34.125	Q500	230.15	229.91	1301.89		1301.89				
Ivrea	34.125	Q200	230.00	229.77	1262.82		1262.82				
Ivrea	34.125	Q20	229.56	229.34	1148.01		1148.01				

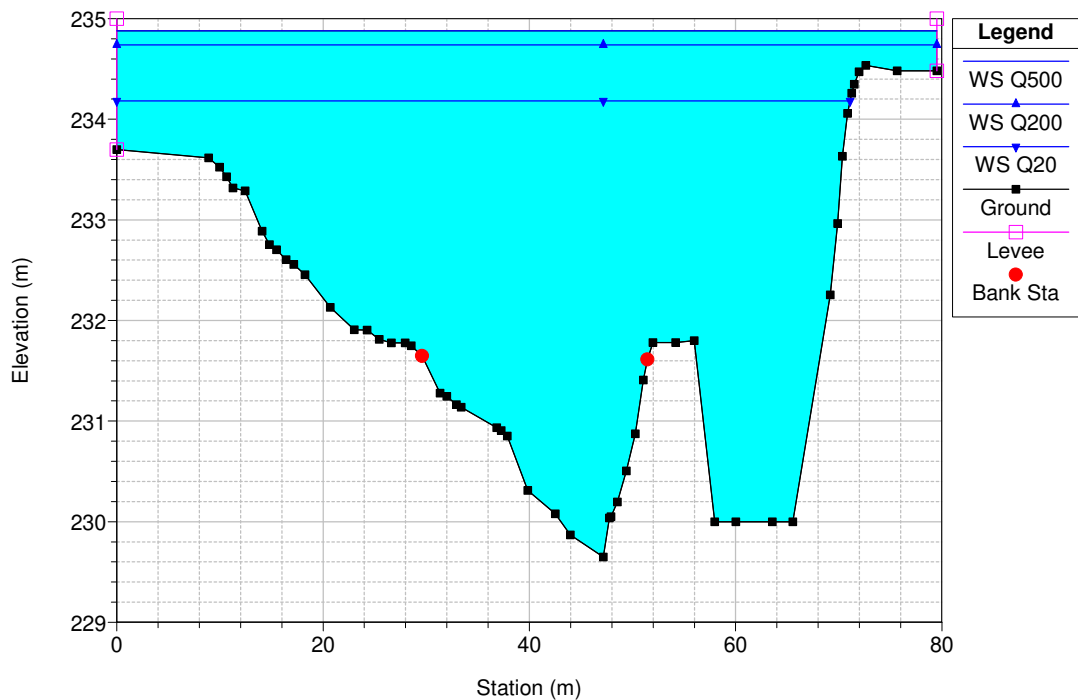
HEC-RAS Plan: 3 Paratoie APERTE River: Dora Reach: Ivrea

Reach	River Sta	Profile	Q US (m3/s)	Q Leaving Total (m3/s)	Q DS (m3/s)	Q Weir (m3/s)	Q Gates (m3/s)	Wr Top Width (m)	Weir Max Depth (m)	Weir Avg Depth (m)	Min El Weir Flow (m)	E.G. US. (m)	W.S. US. (m)	E.G. DS (m)	W.S. DS (m)
Ivrea	35.30	Q500	1780.00	486.06	1301.89	486.06		306.00	2.22	1.20	227.90	230.44	229.94	230.22	230.12
Ivrea	35.30	Q200	1660.00	403.29	1262.82	403.29		306.00	2.08	1.06	227.90	230.28	229.82	230.07	229.97
Ivrea	35.30	Q20	1340.00	189.43	1148.01	189.43		306.00	1.63	0.64	227.90	229.80	229.45	229.63	229.53

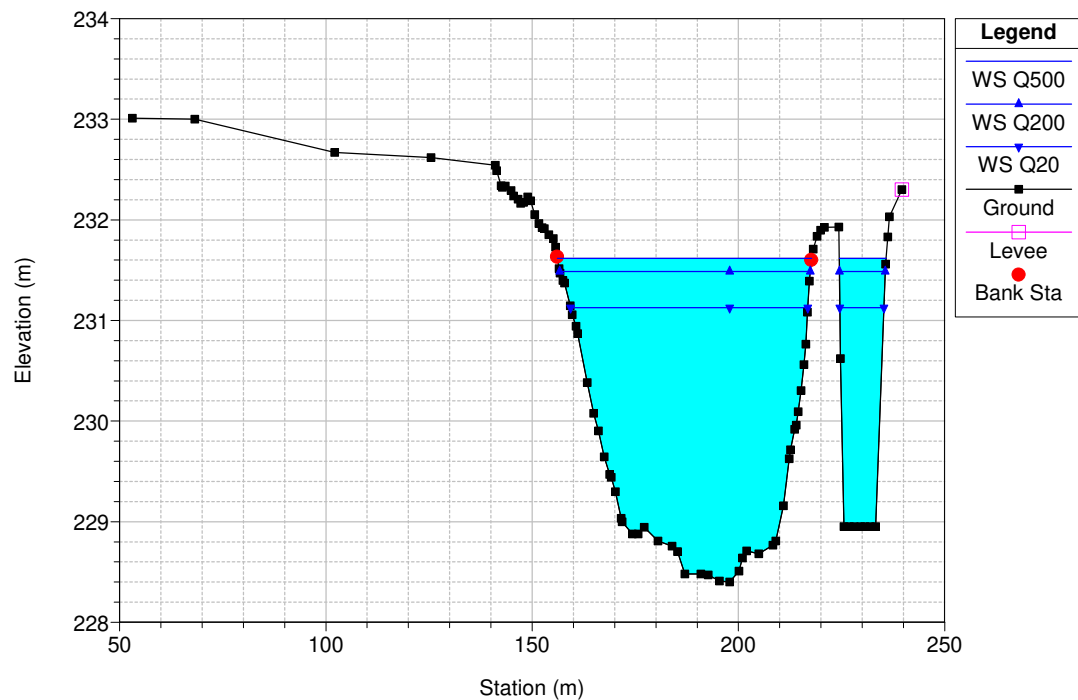
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



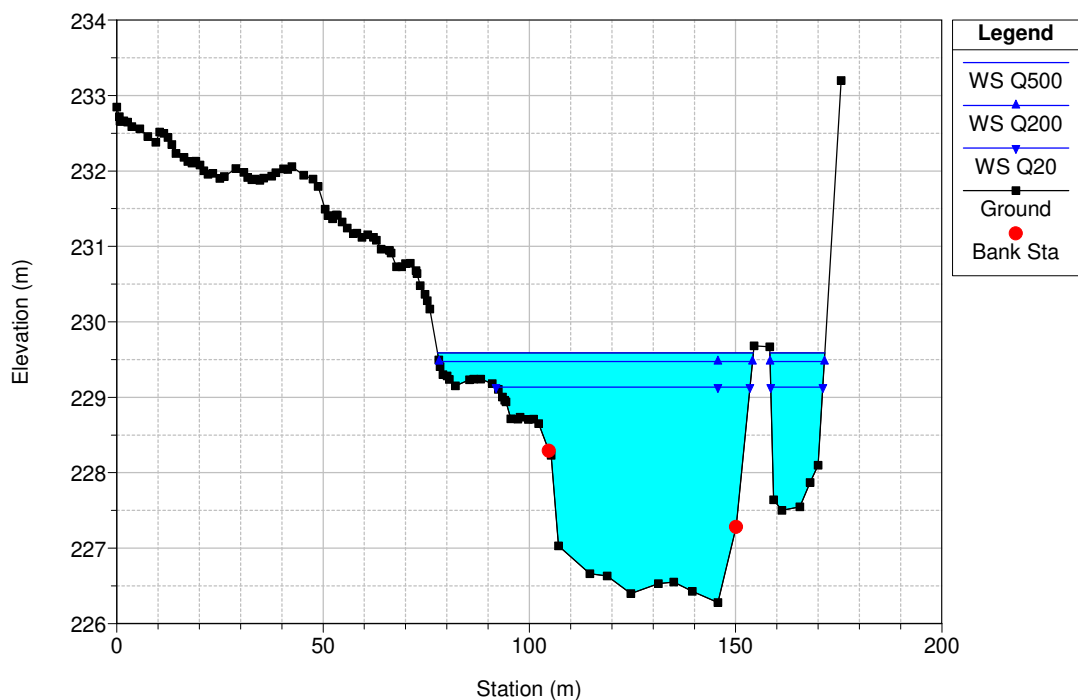
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



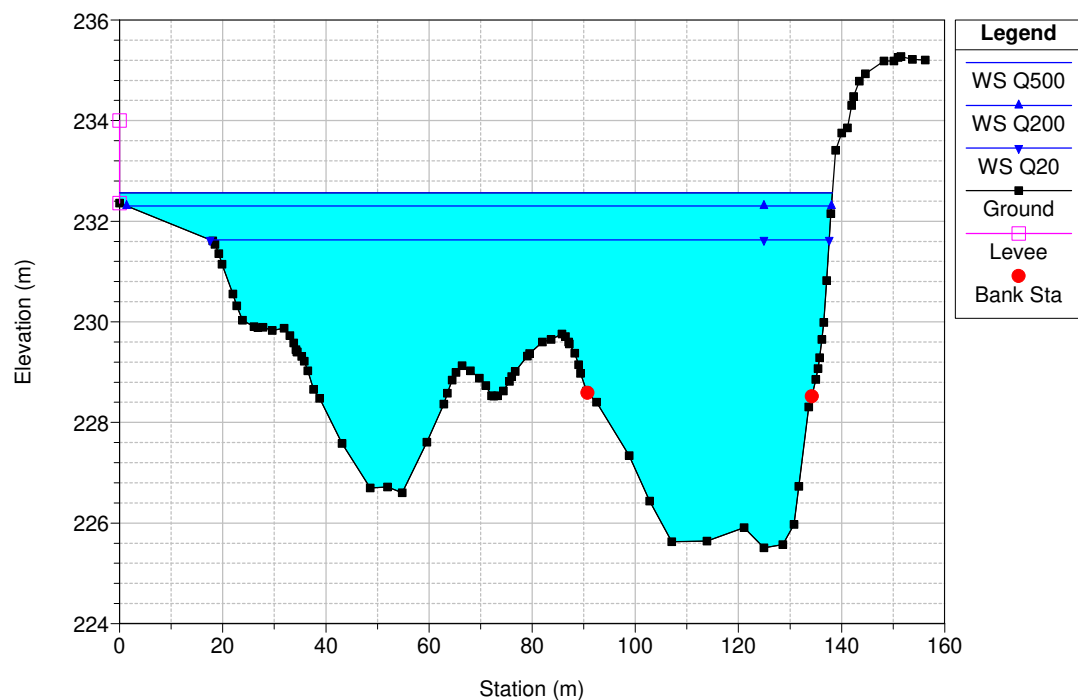
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



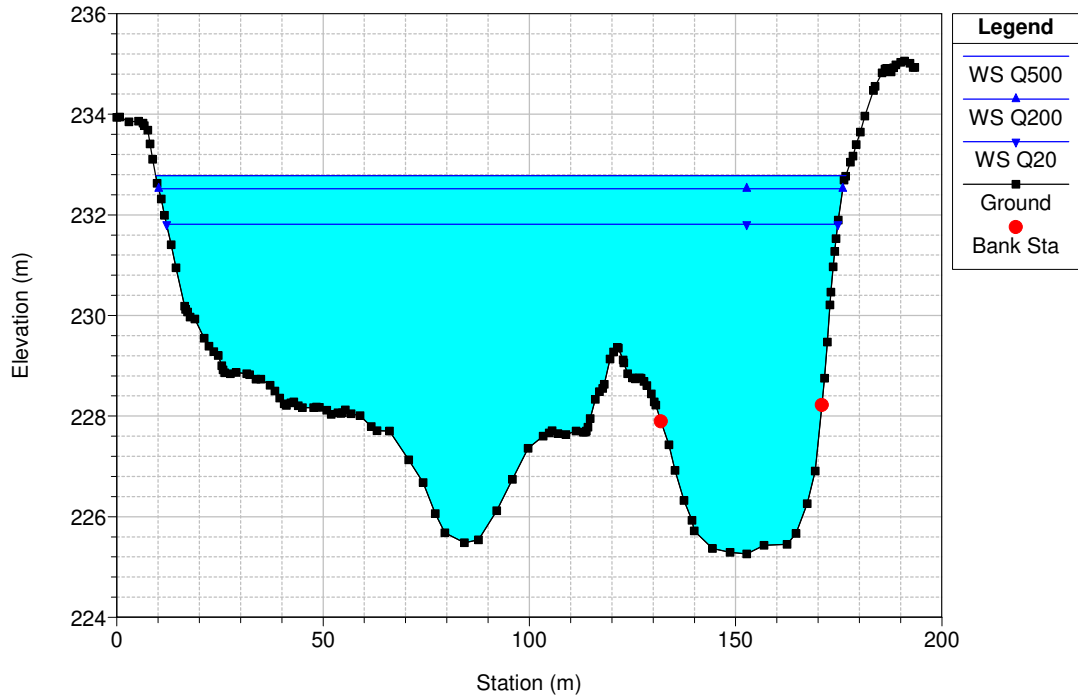
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



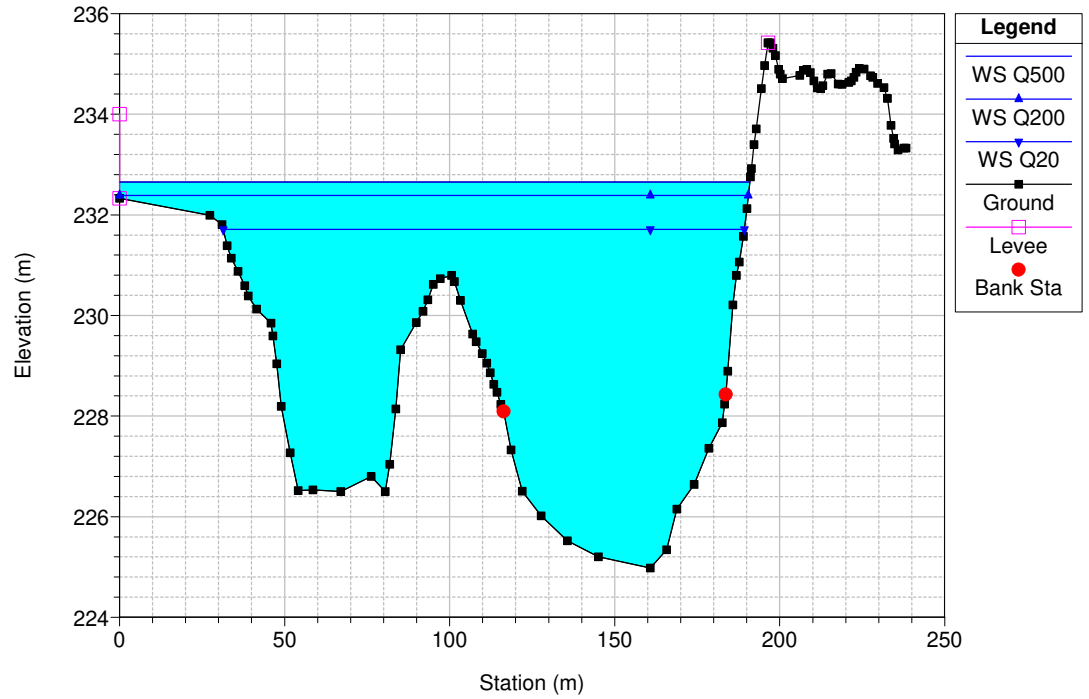
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



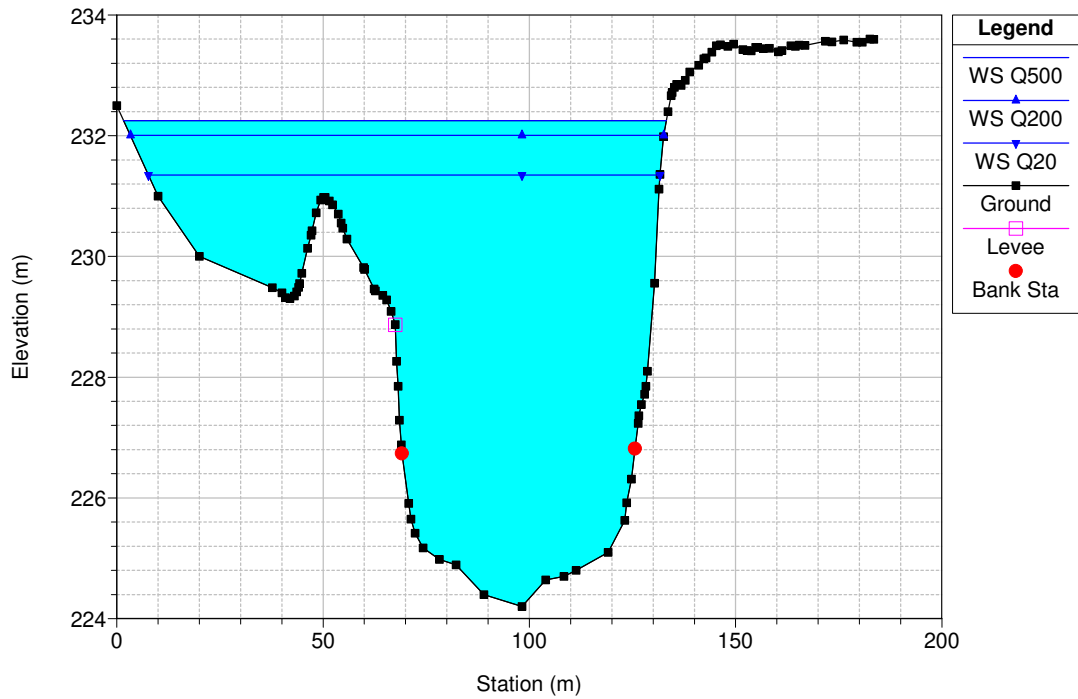
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



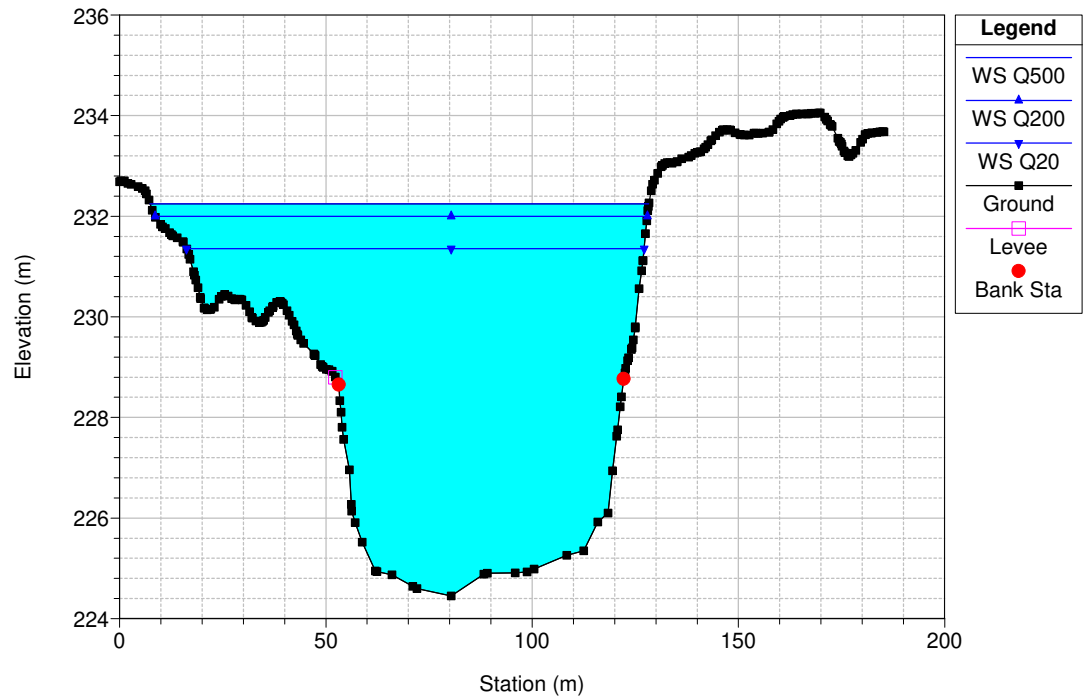
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



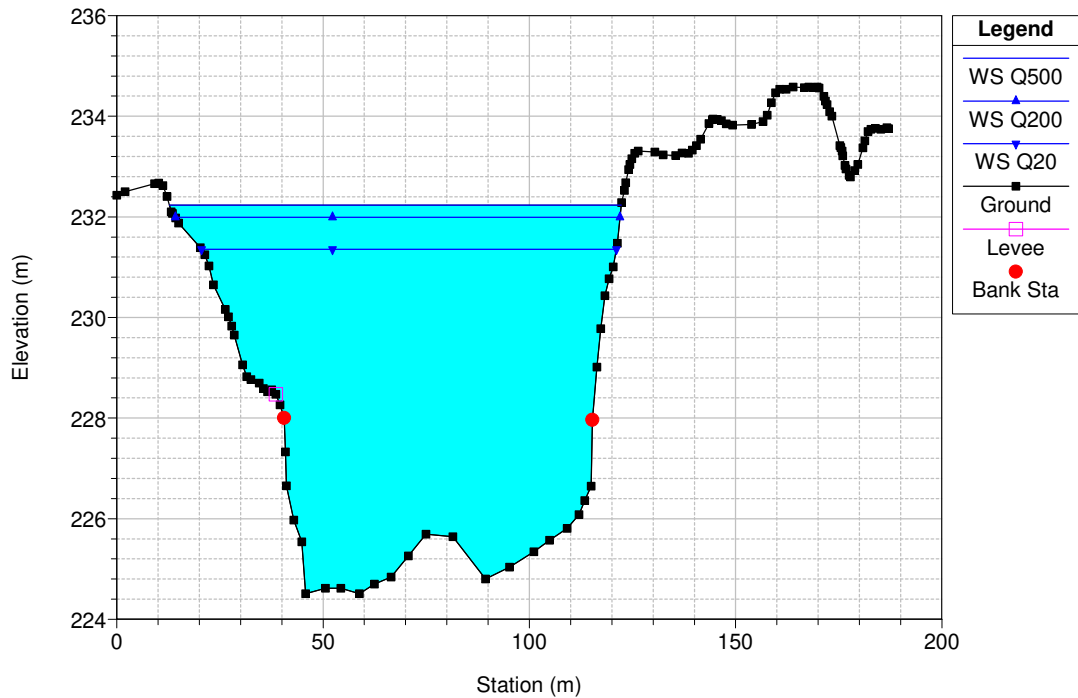
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



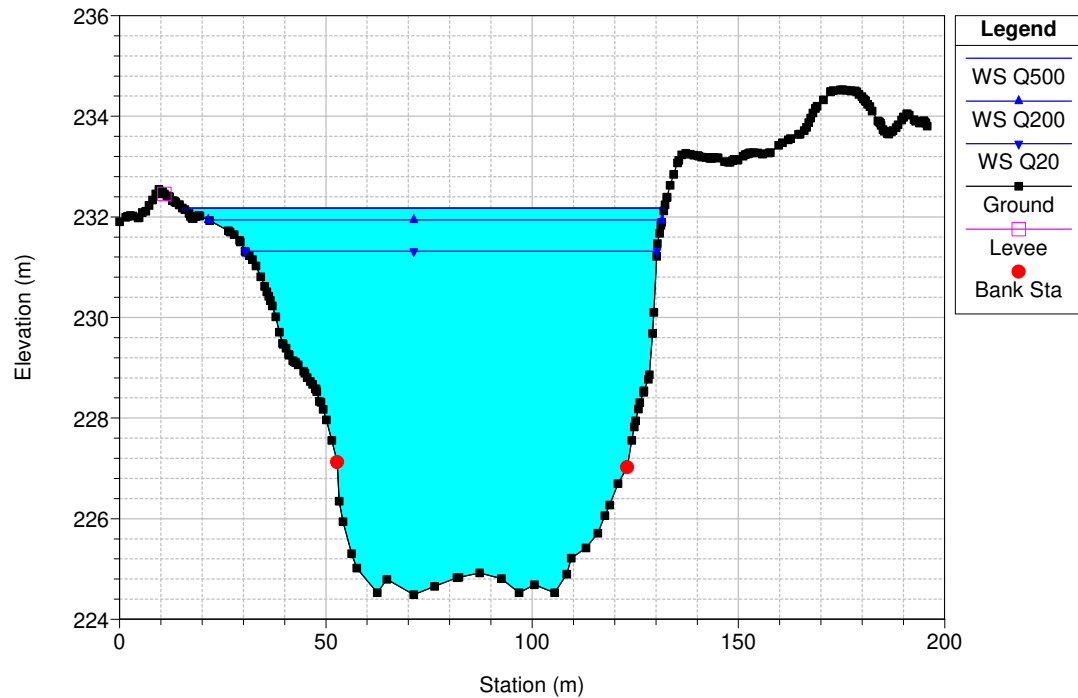
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



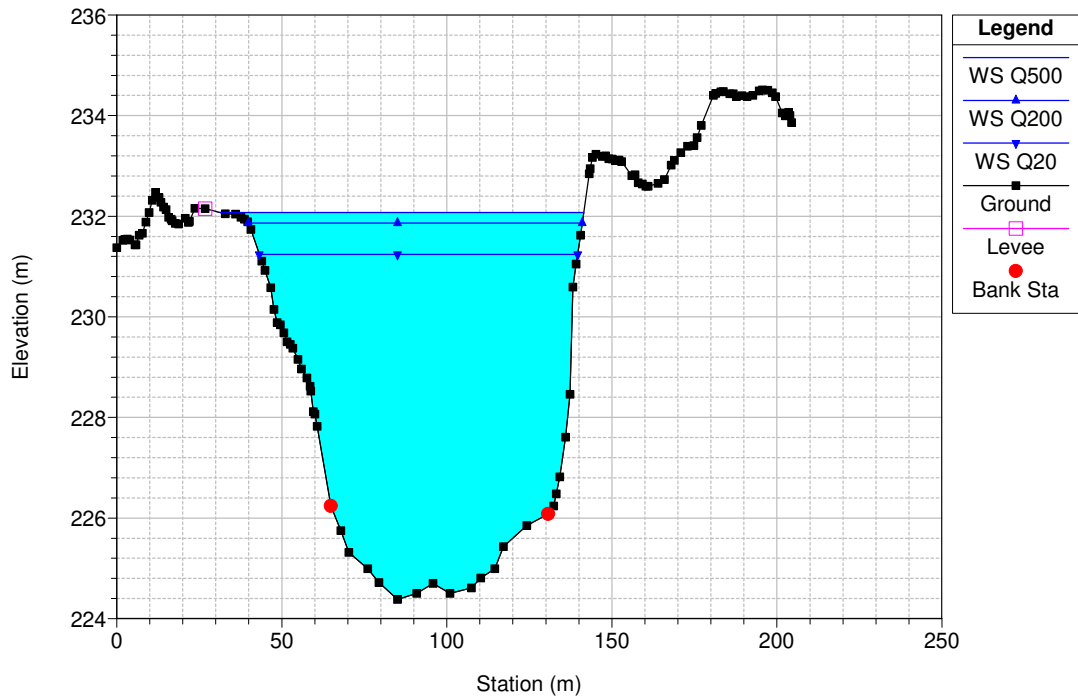
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



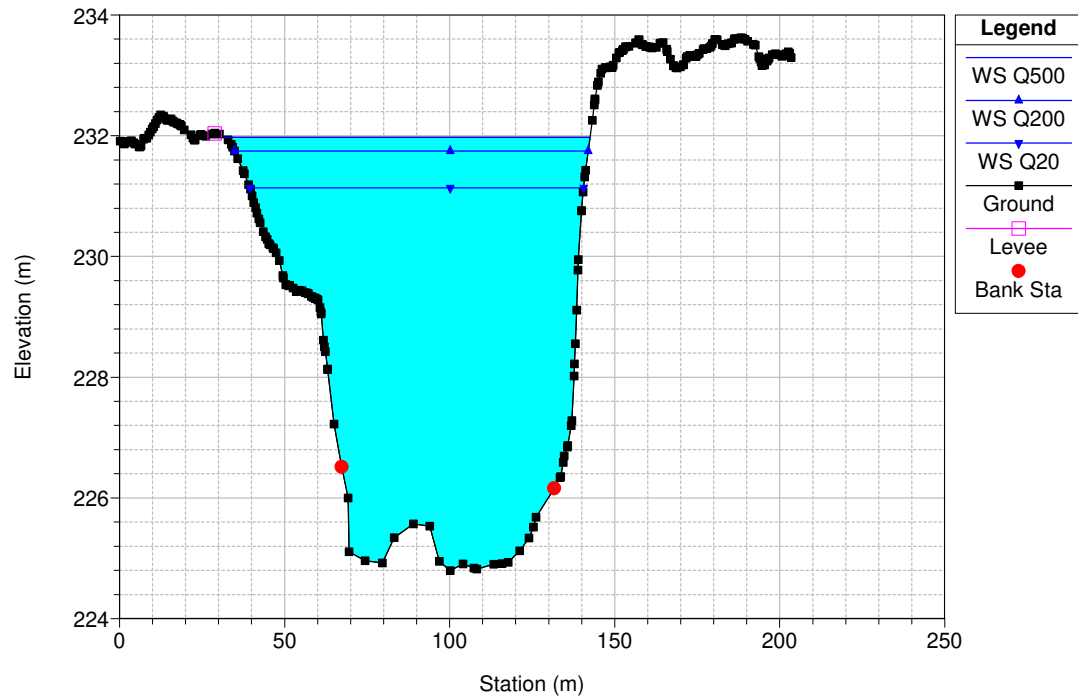
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



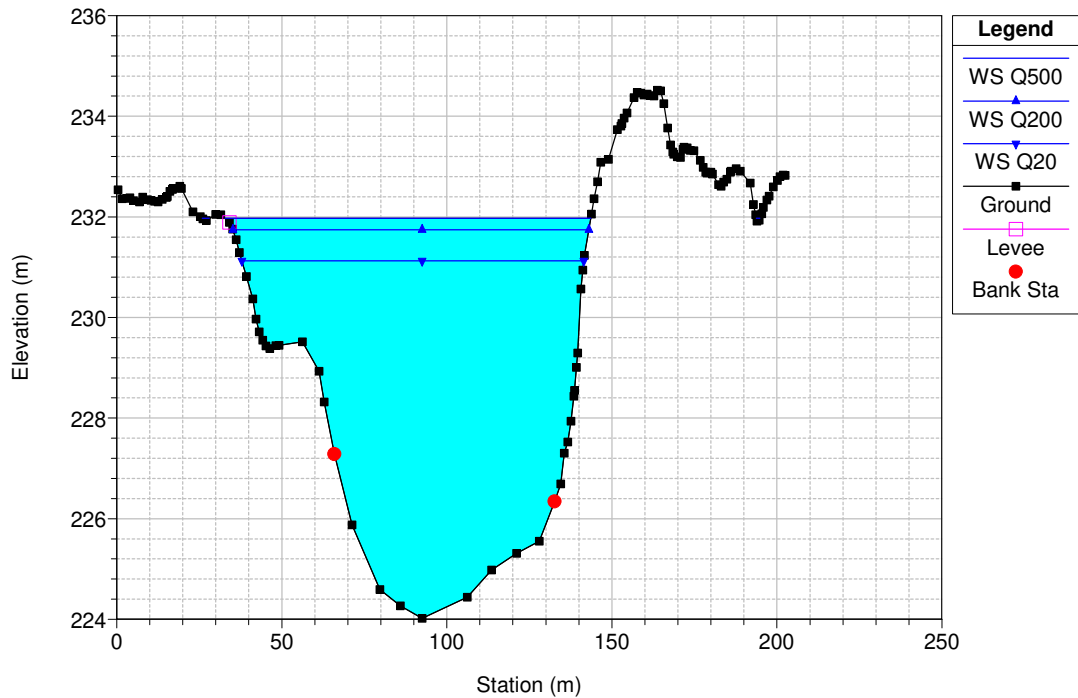
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



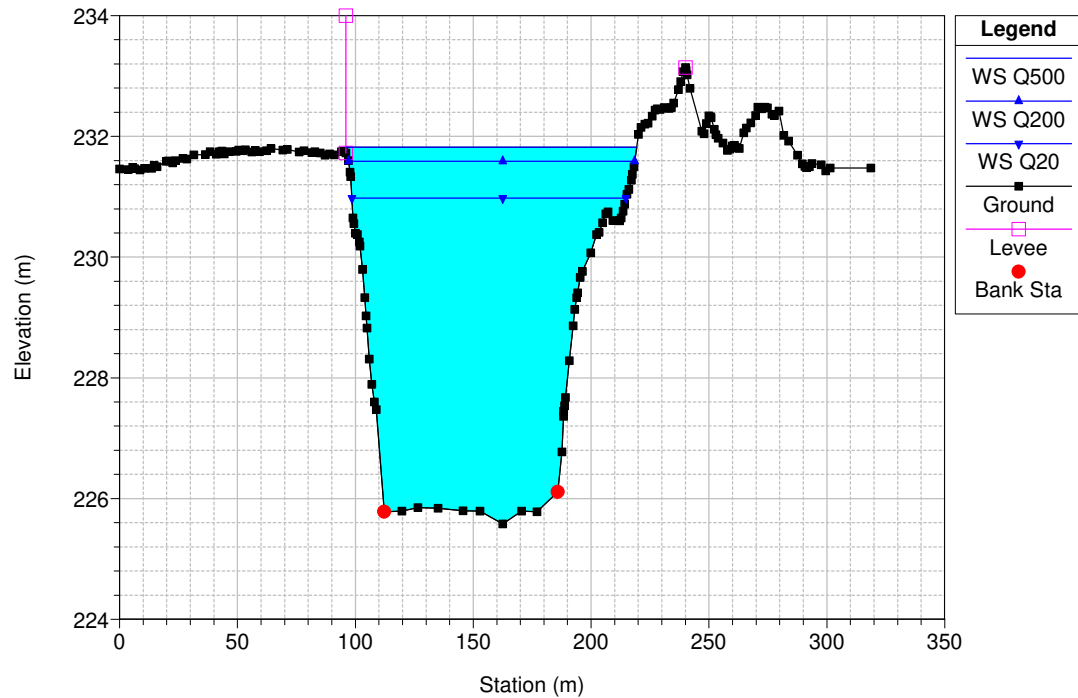
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



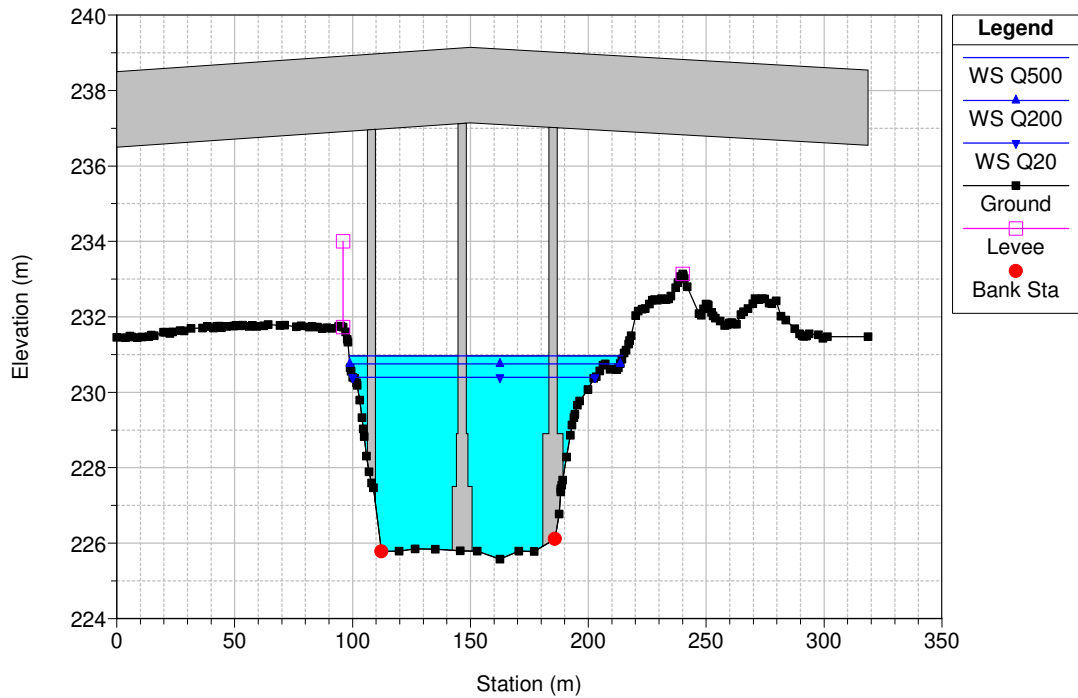
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



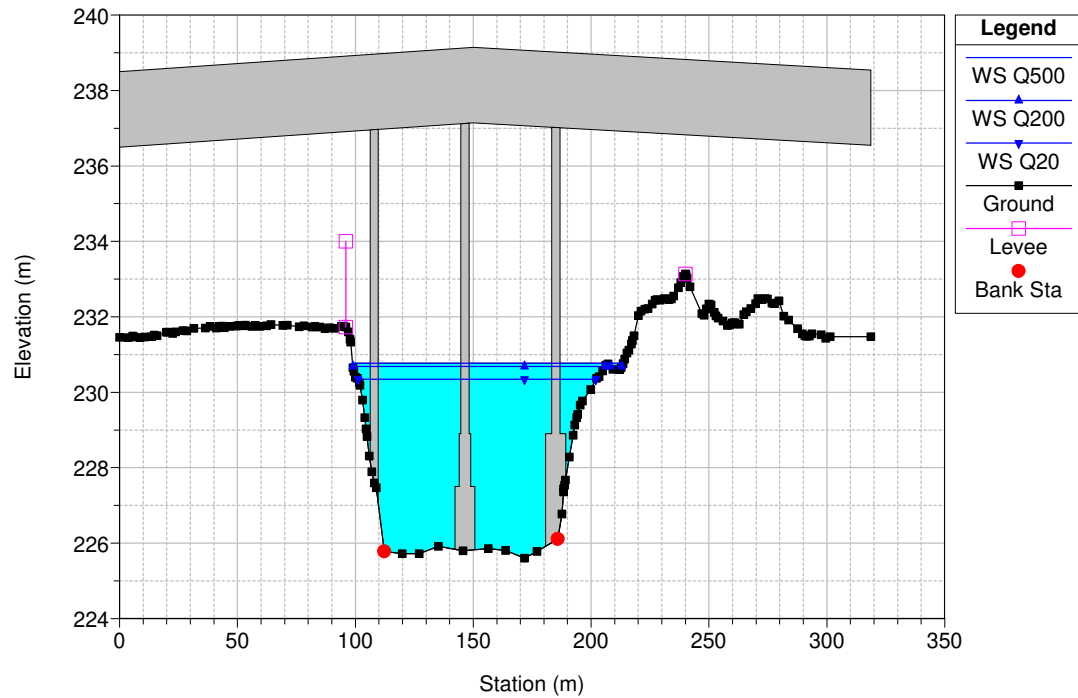
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



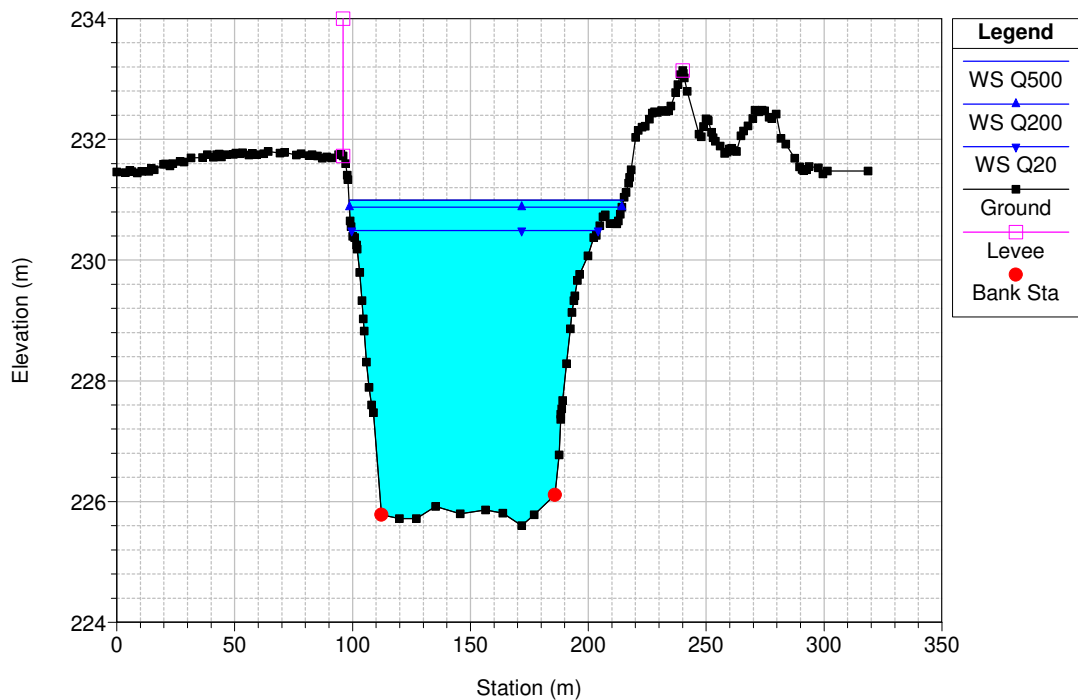
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



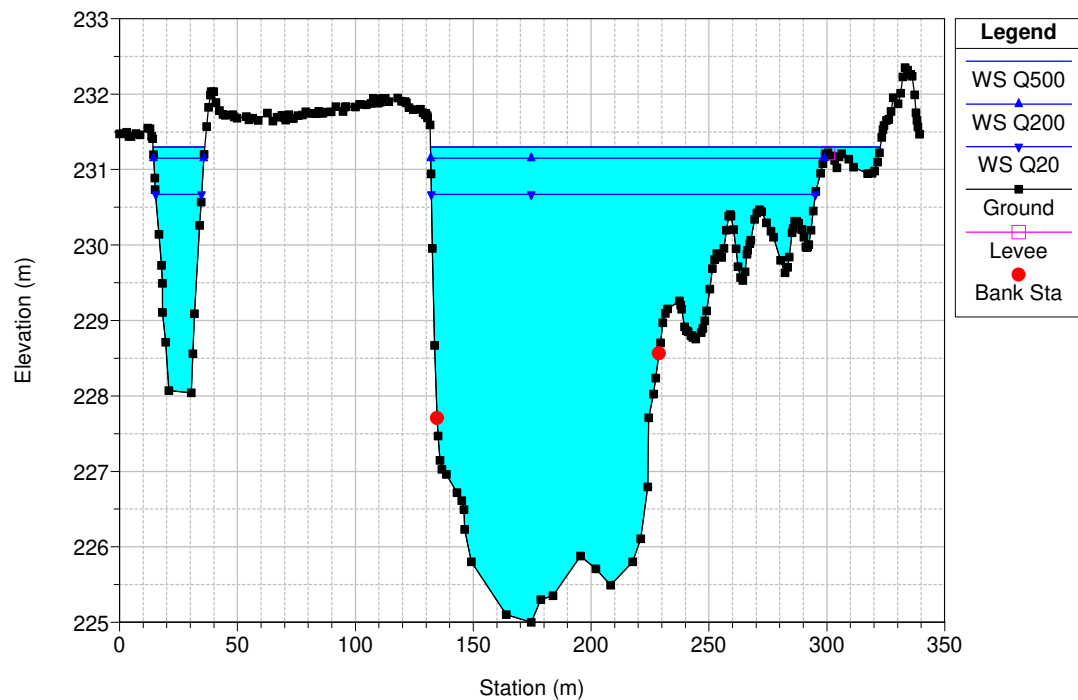
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



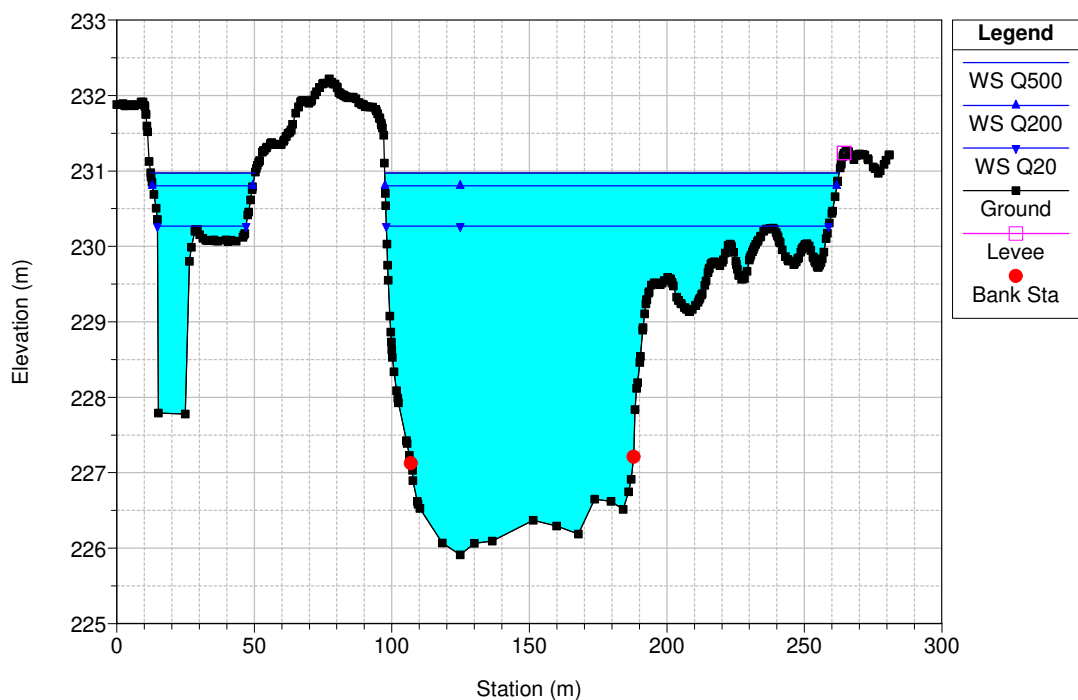
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



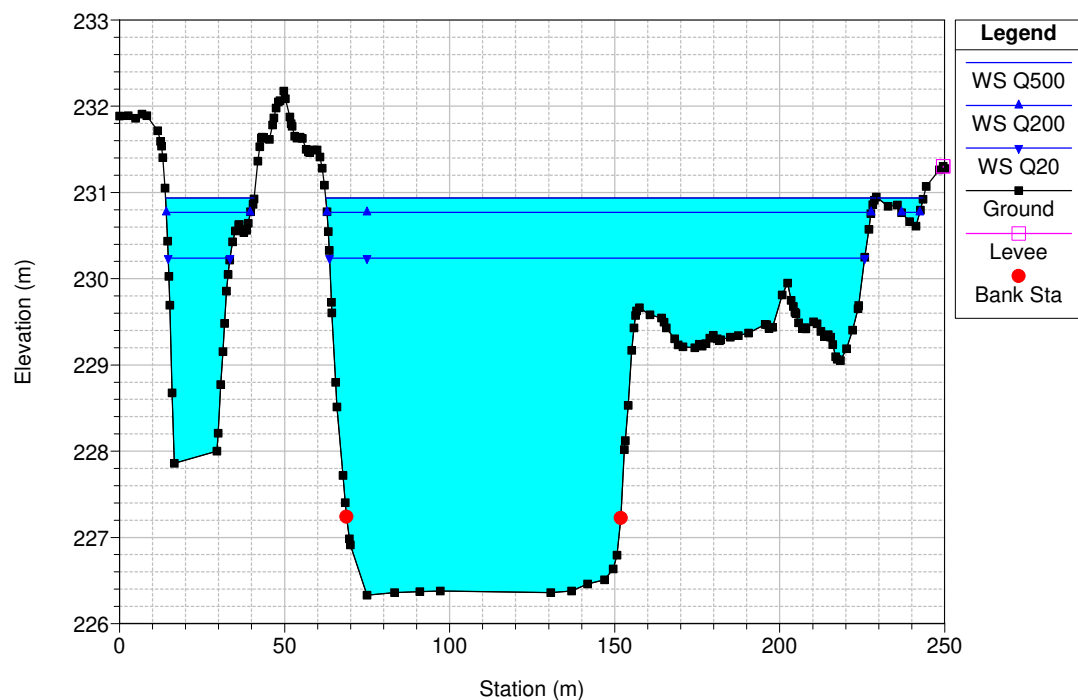
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



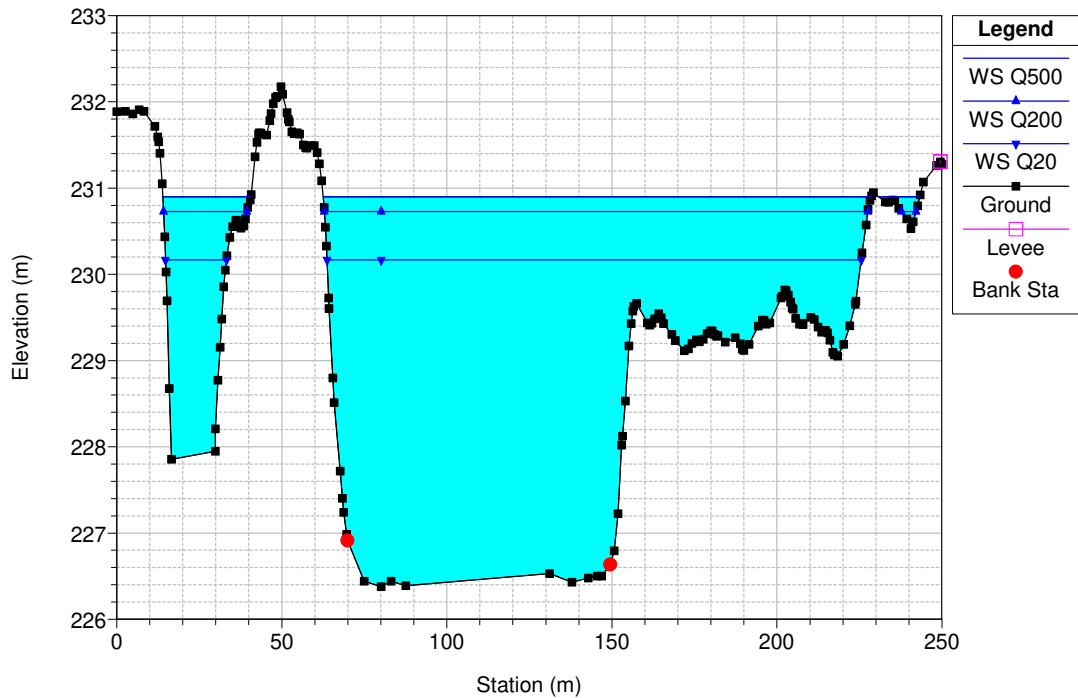
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



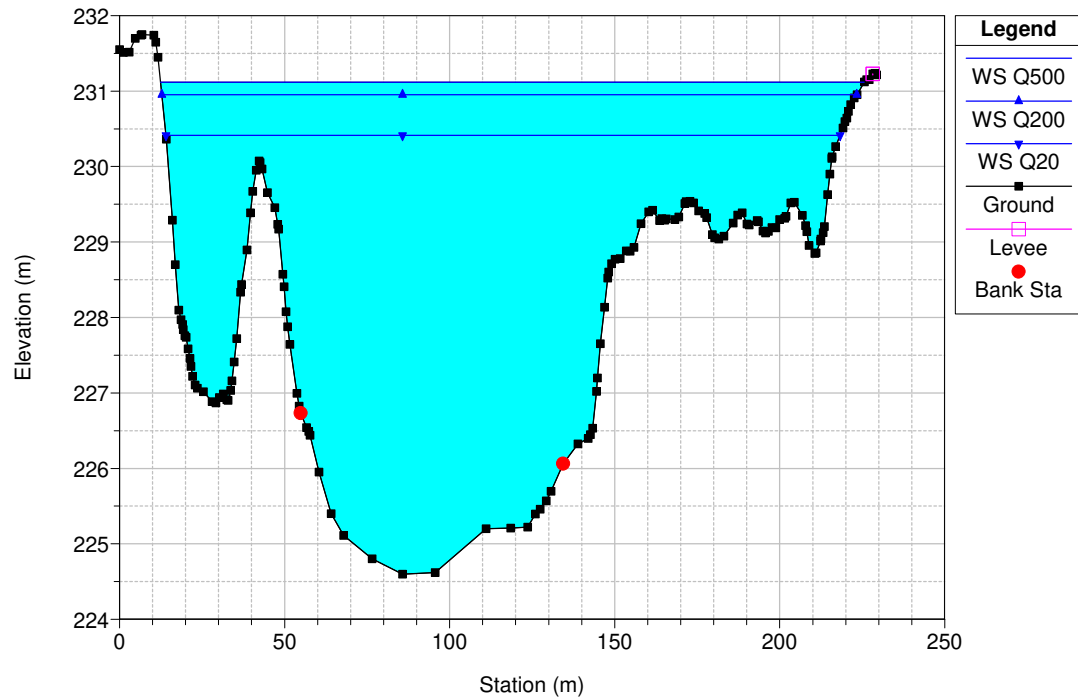
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



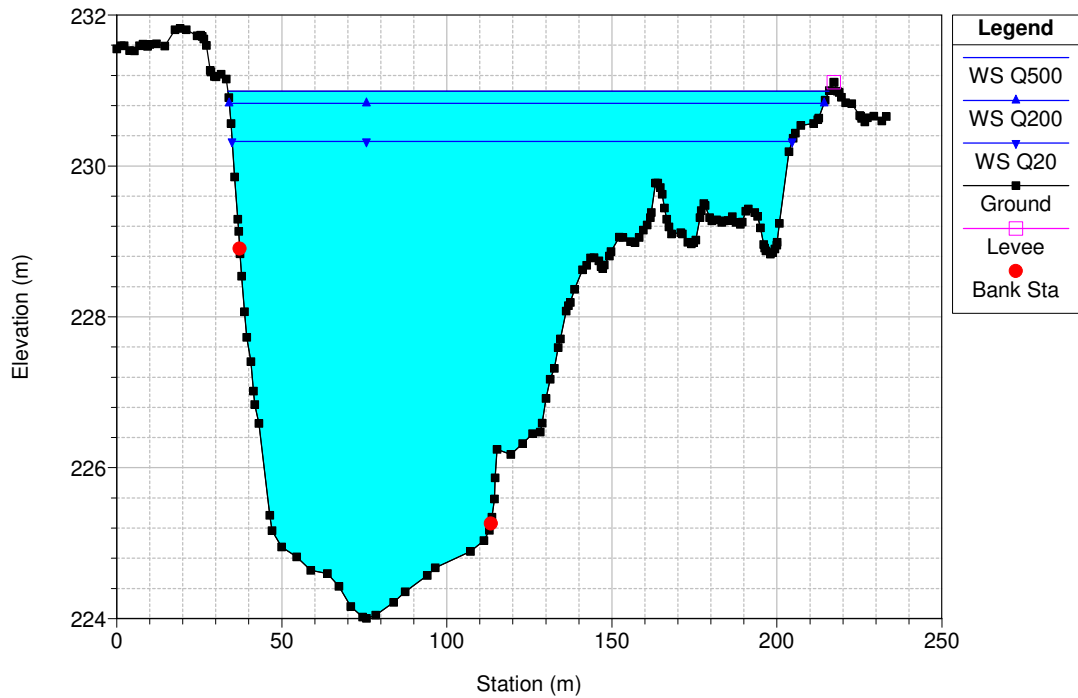
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



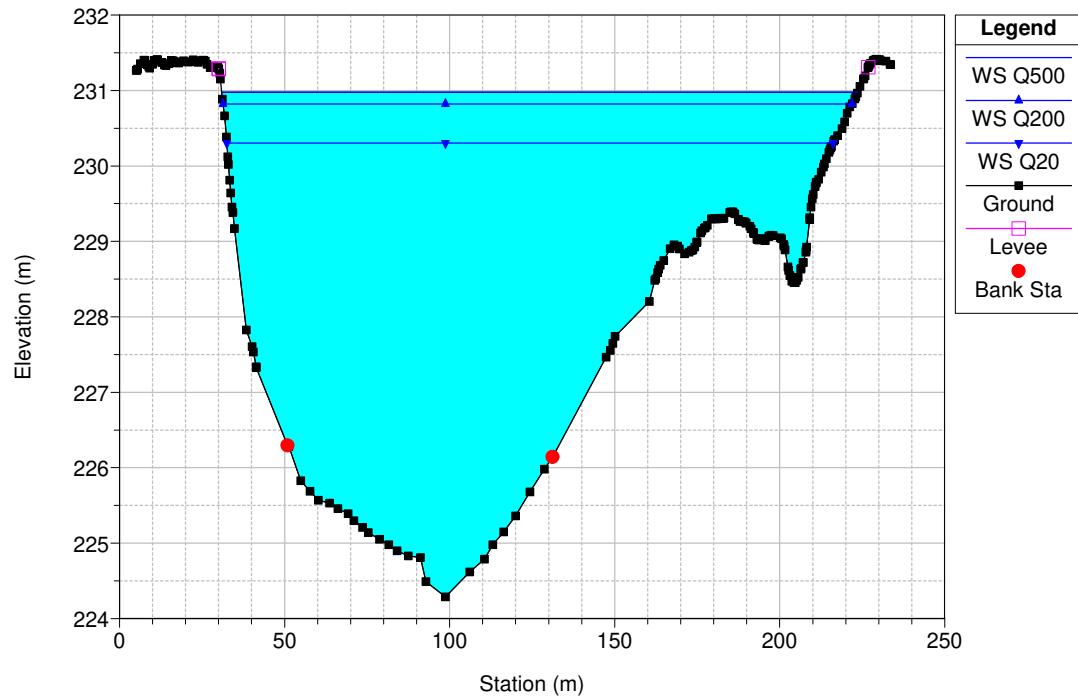
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



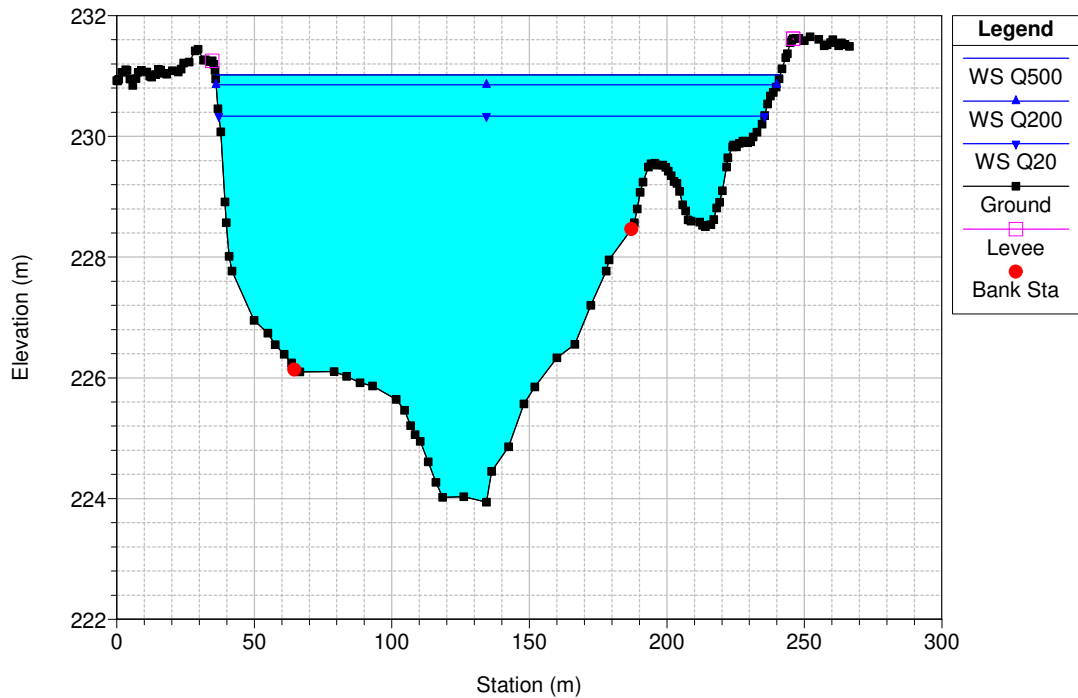
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



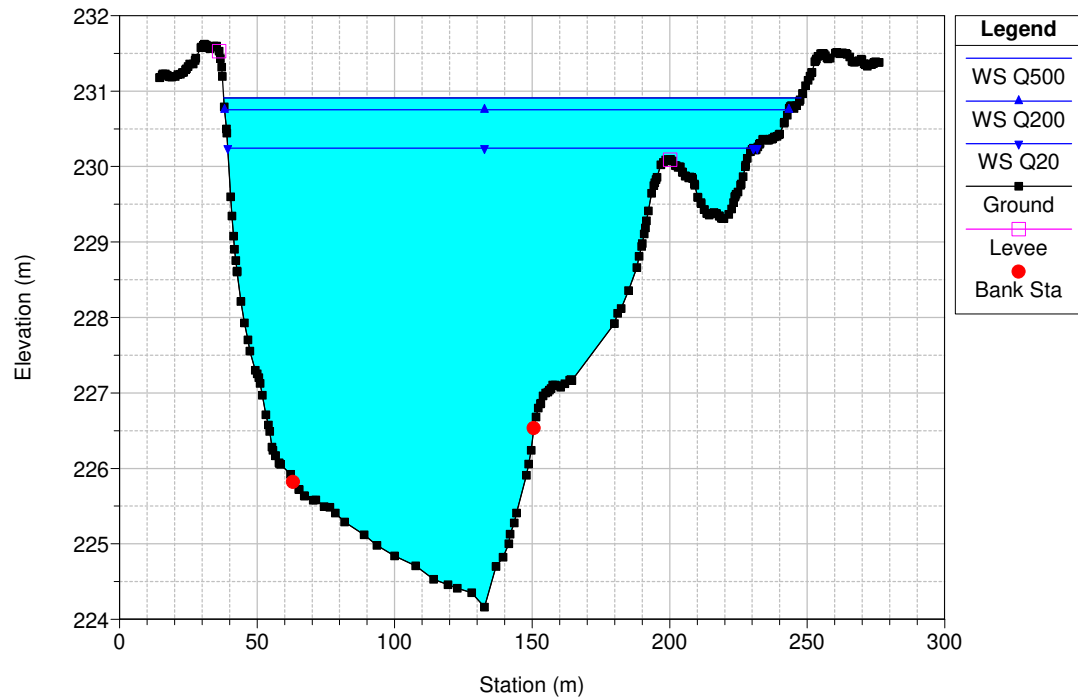
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



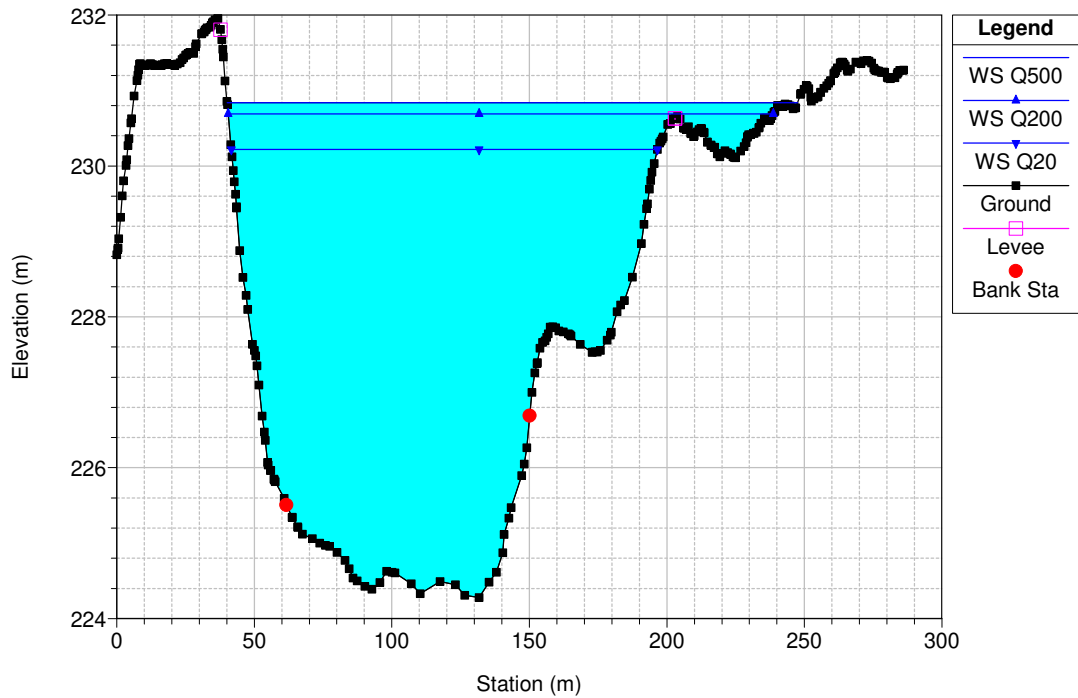
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



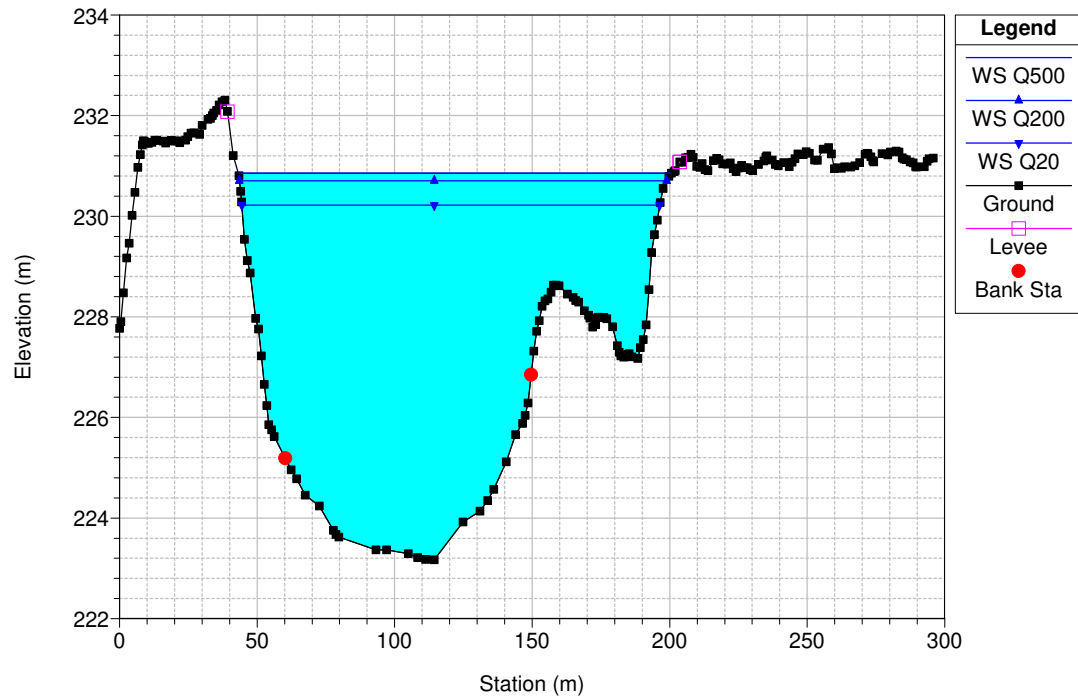
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



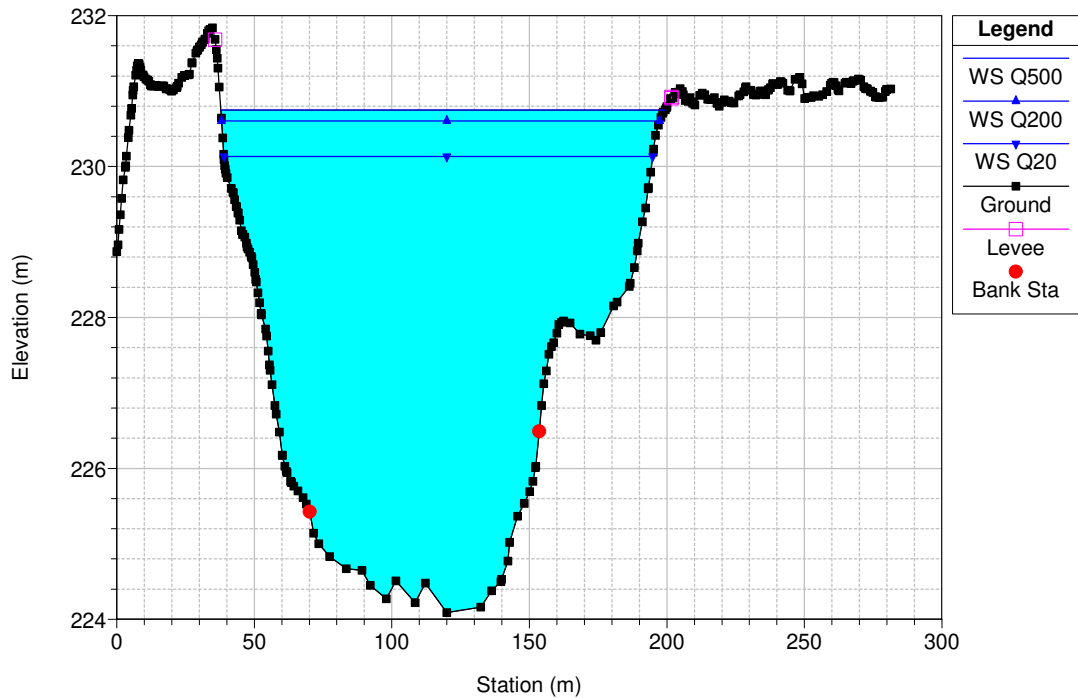
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



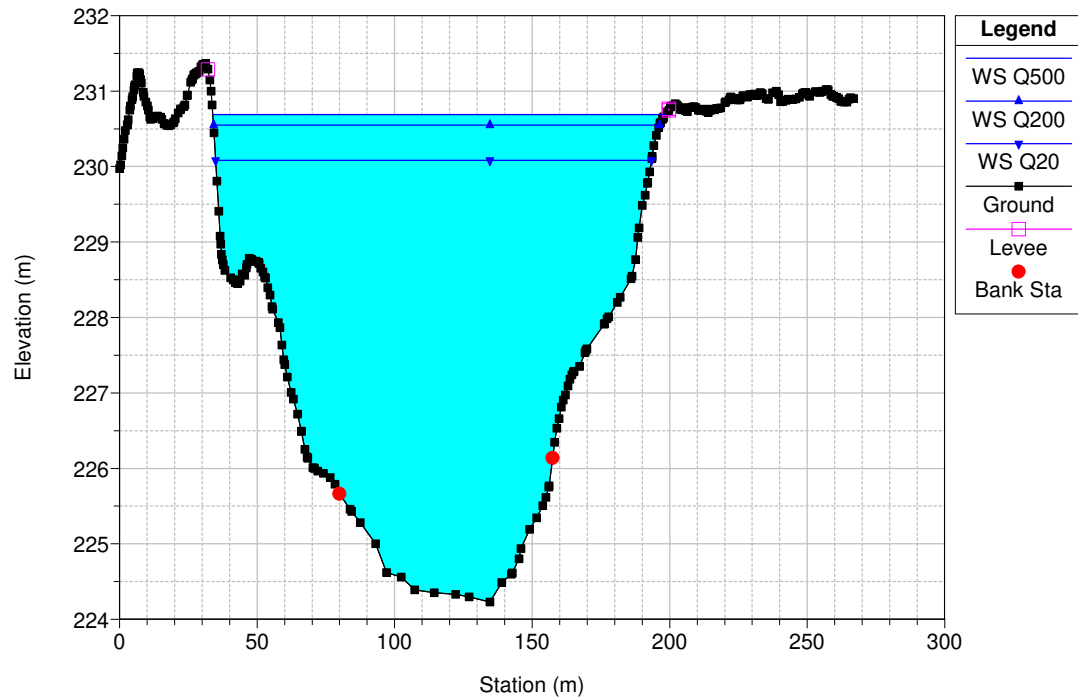
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



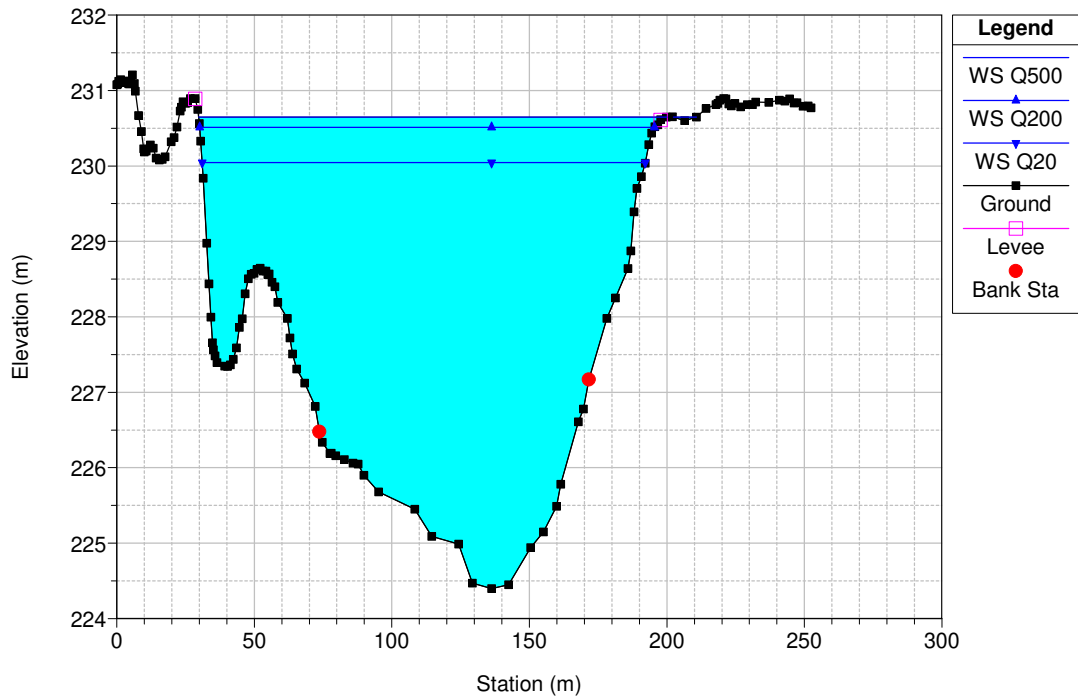
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



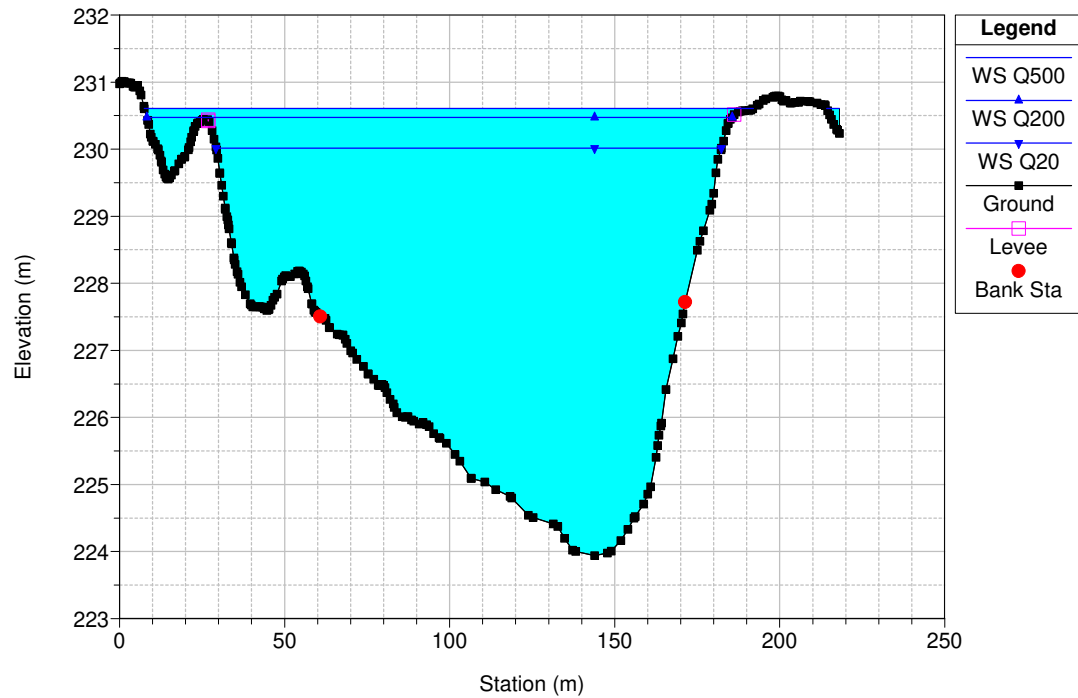
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



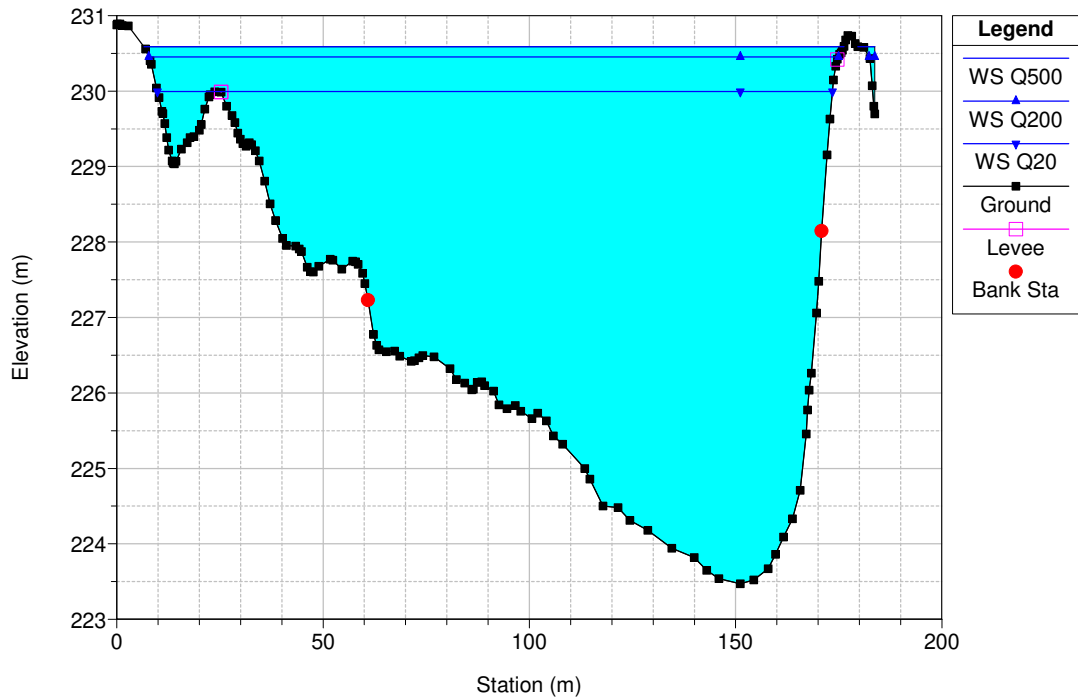
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



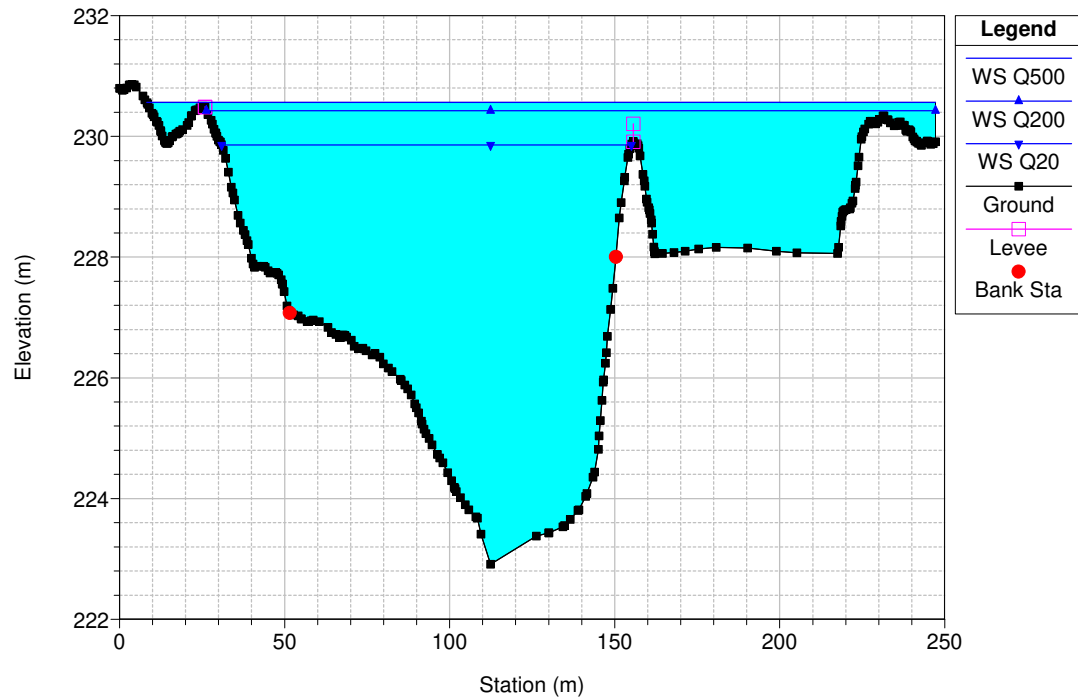
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



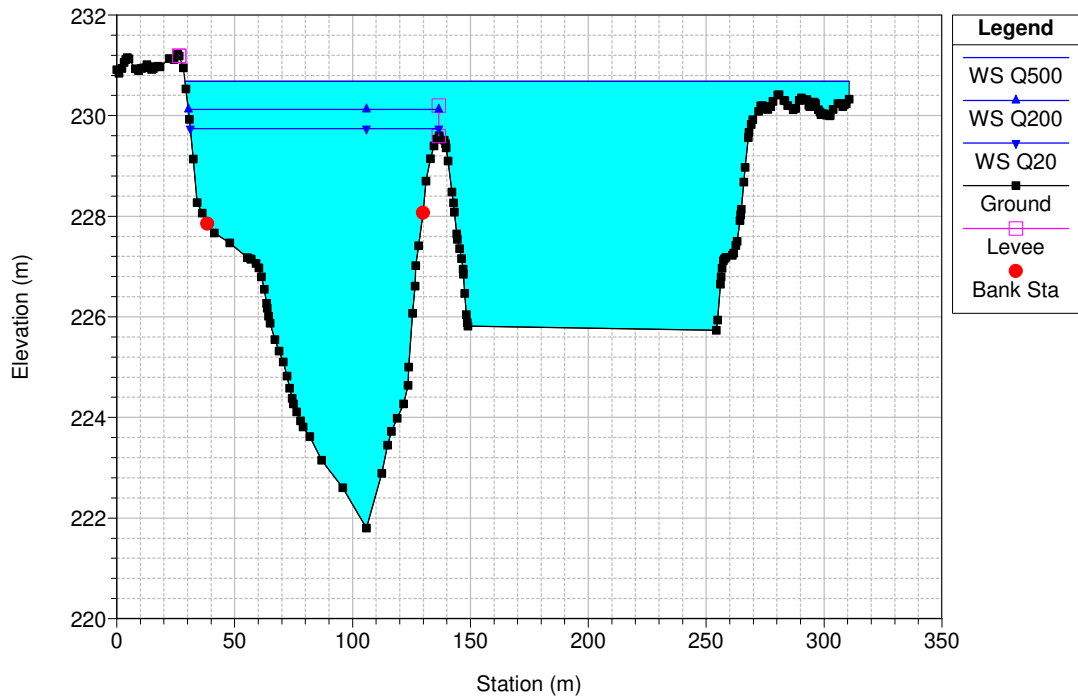
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



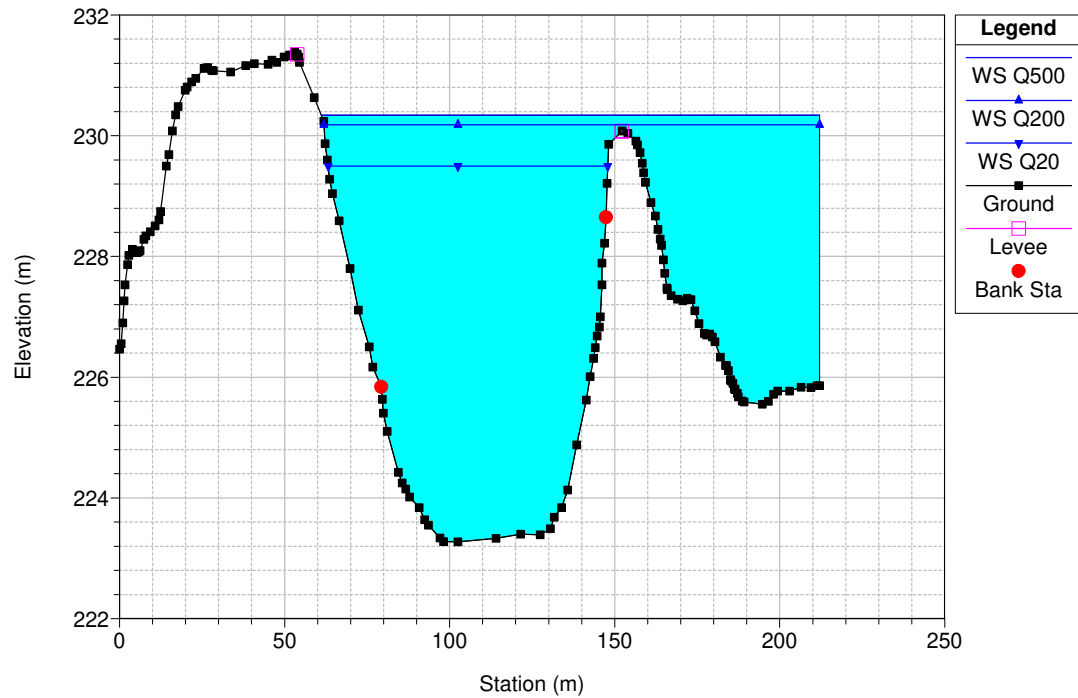
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



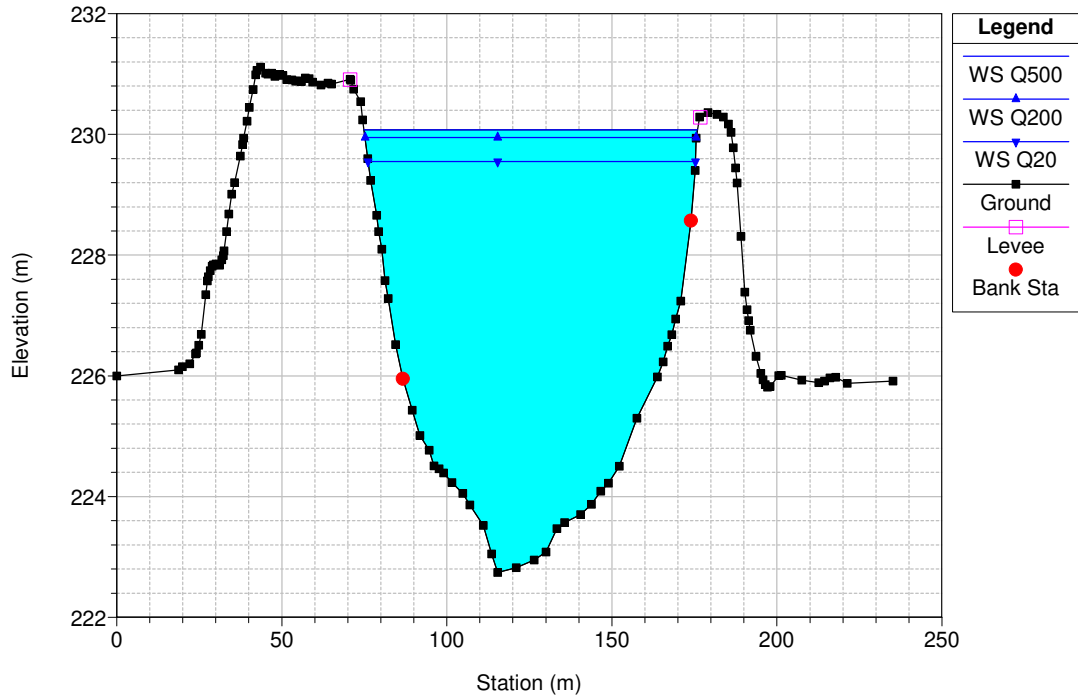
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



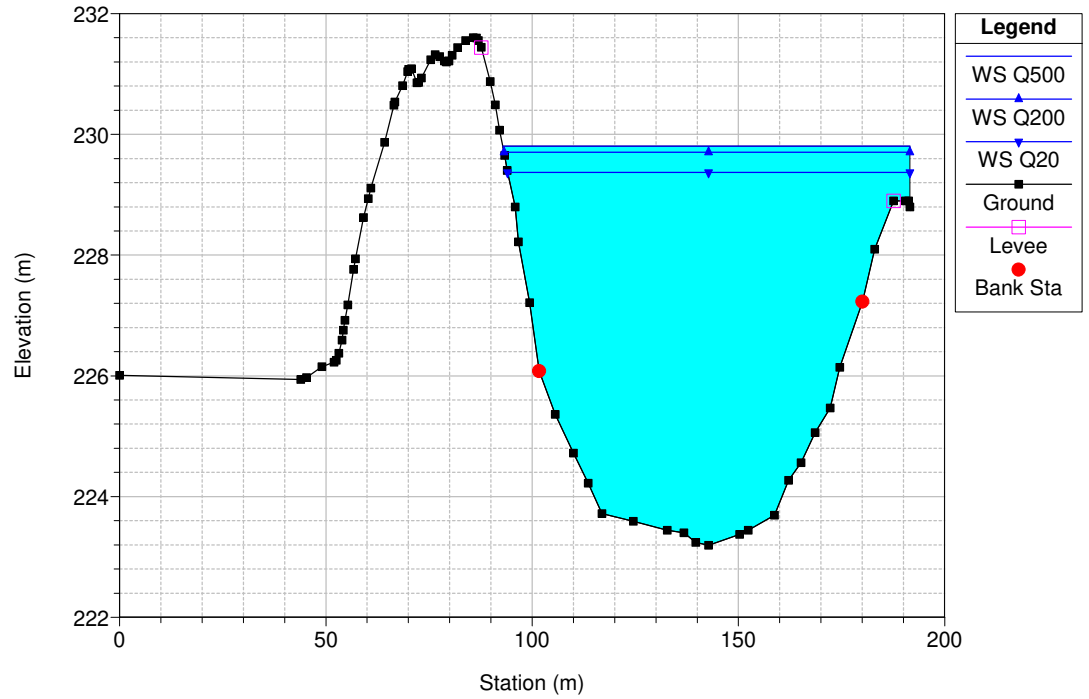
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



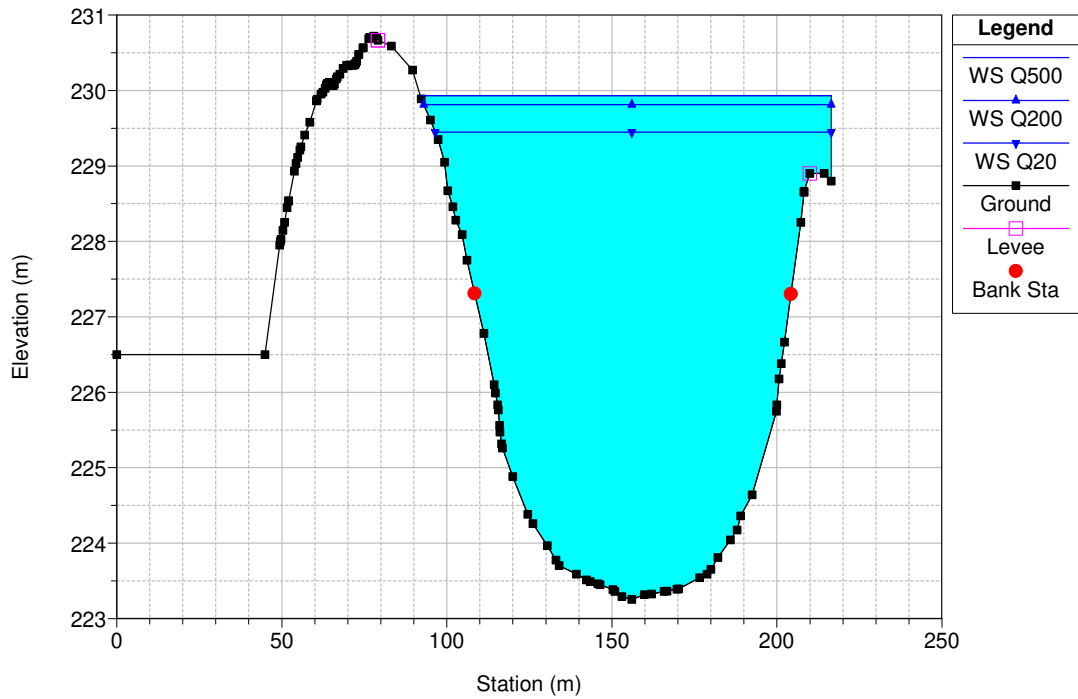
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



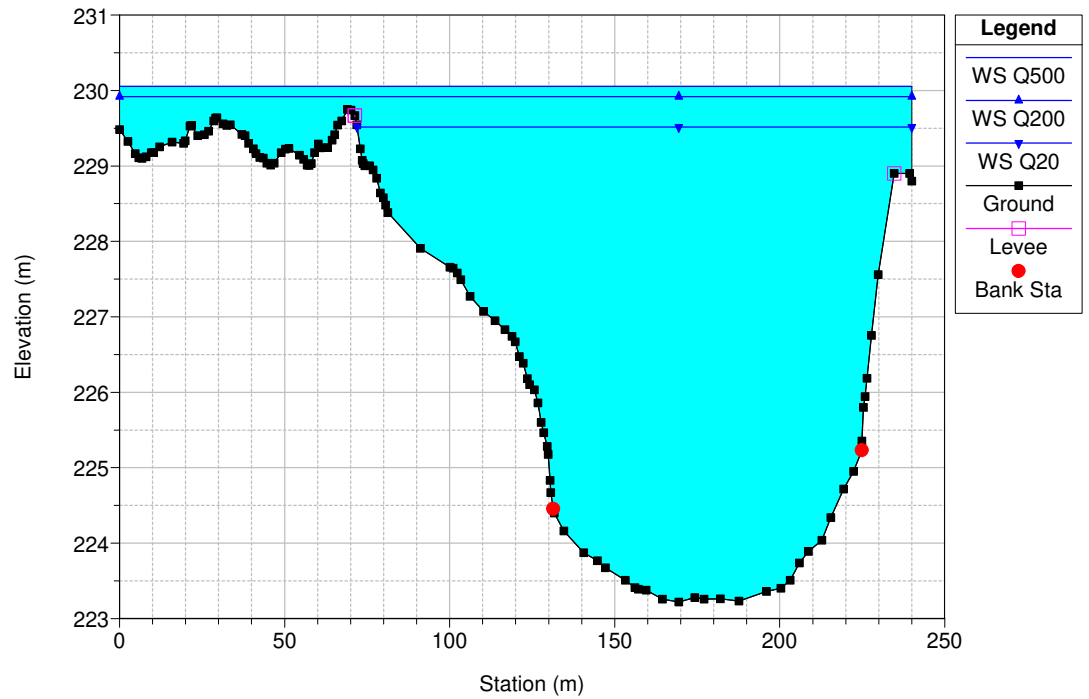
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



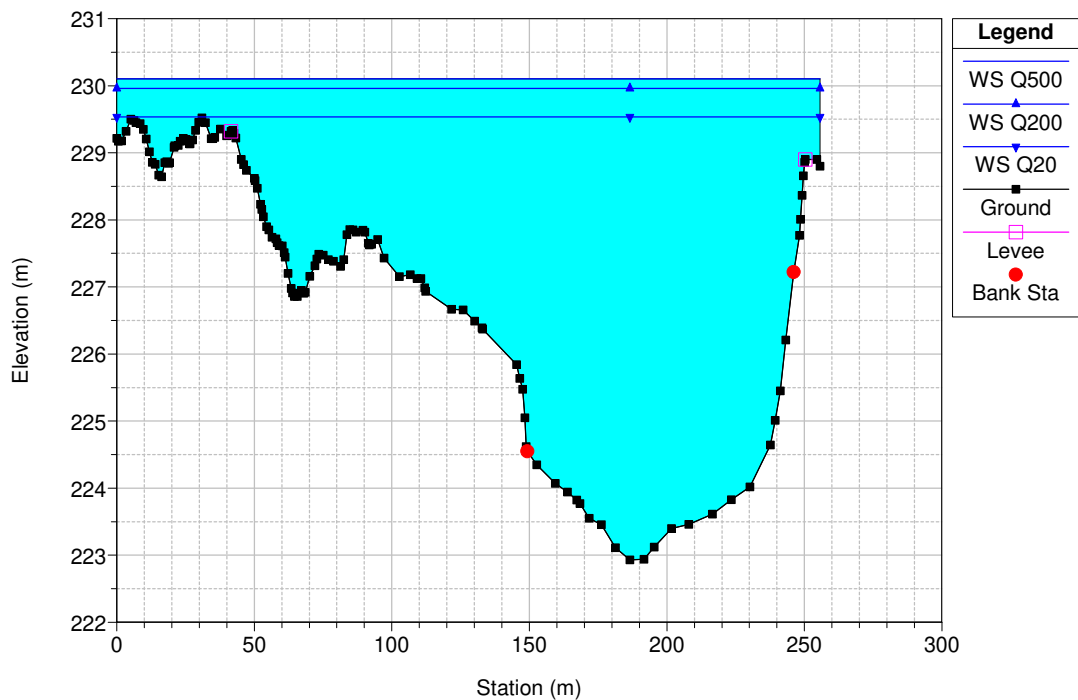
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



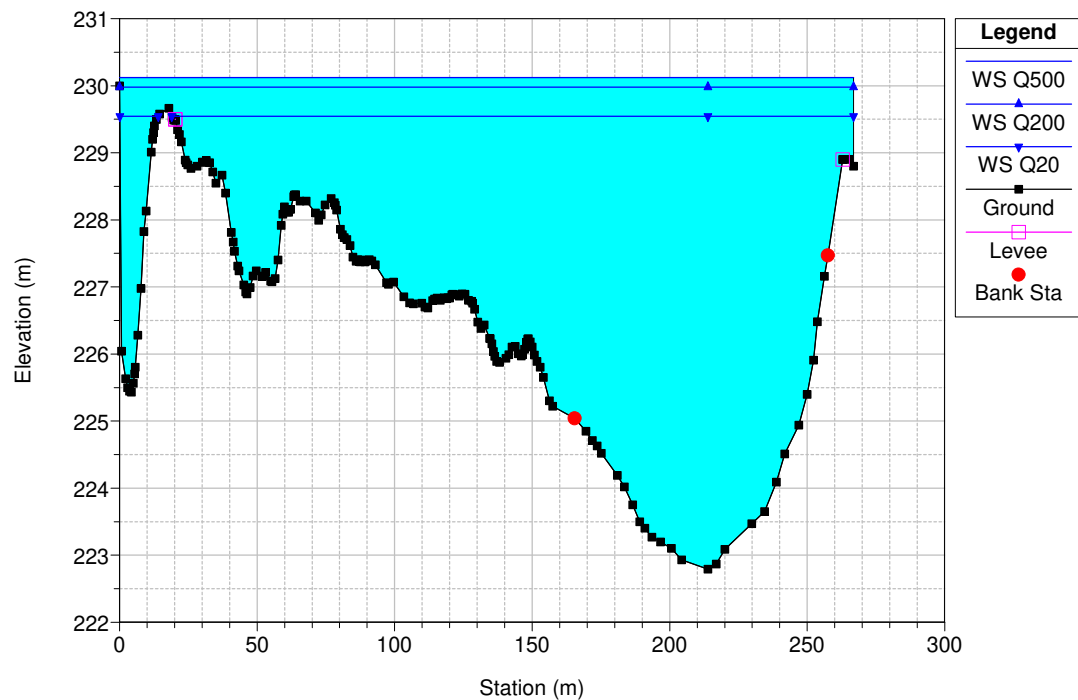
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



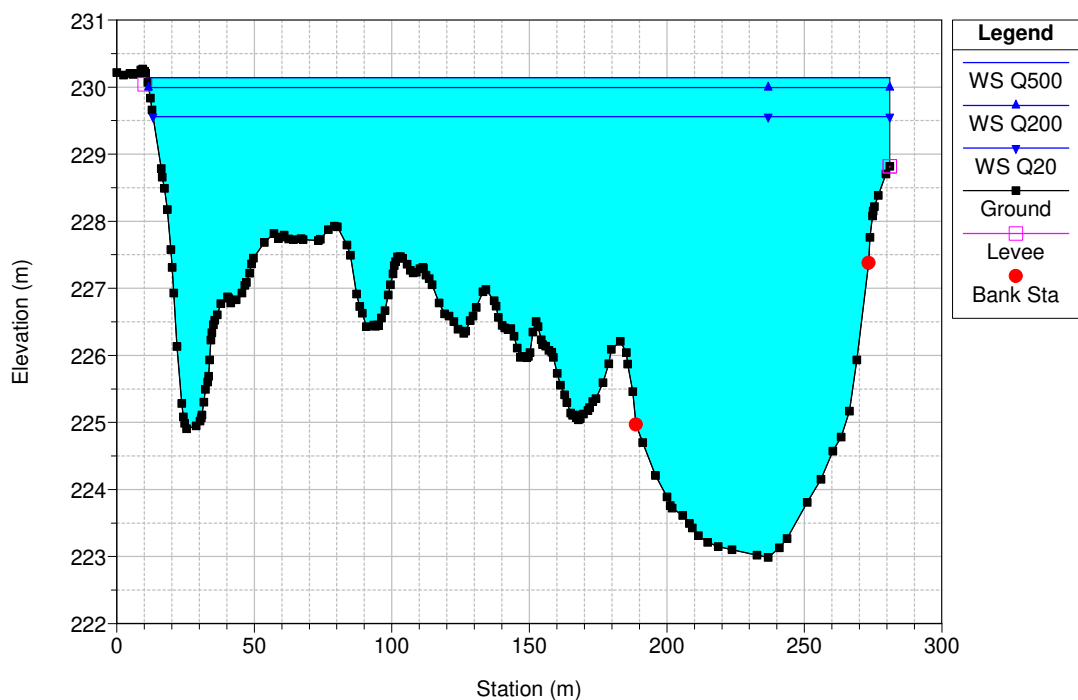
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



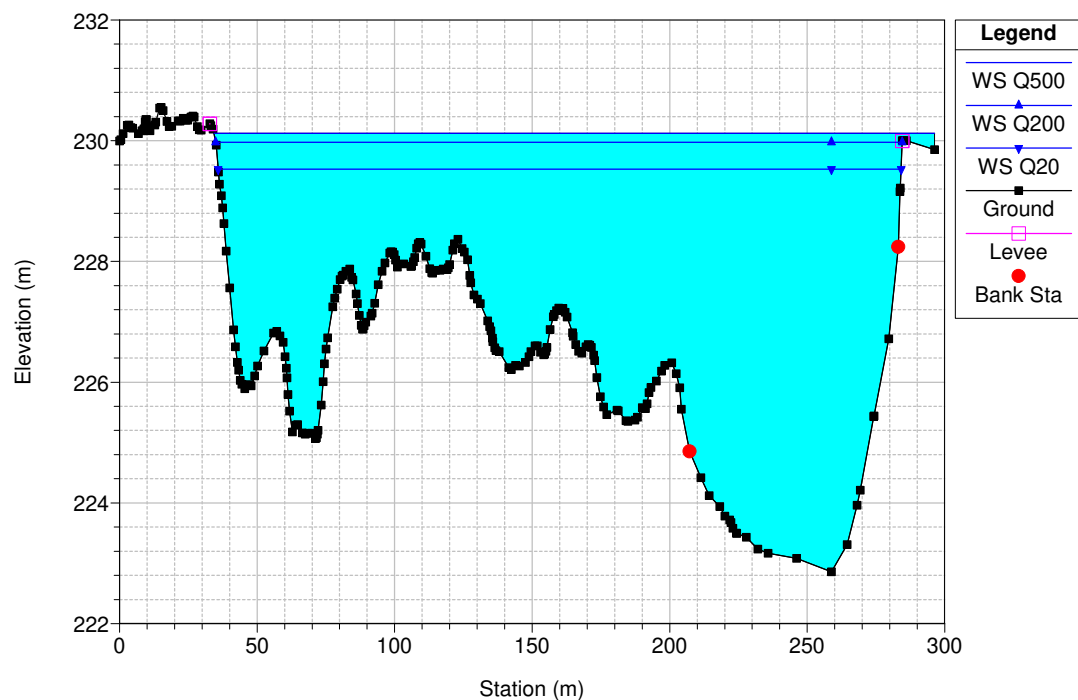
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



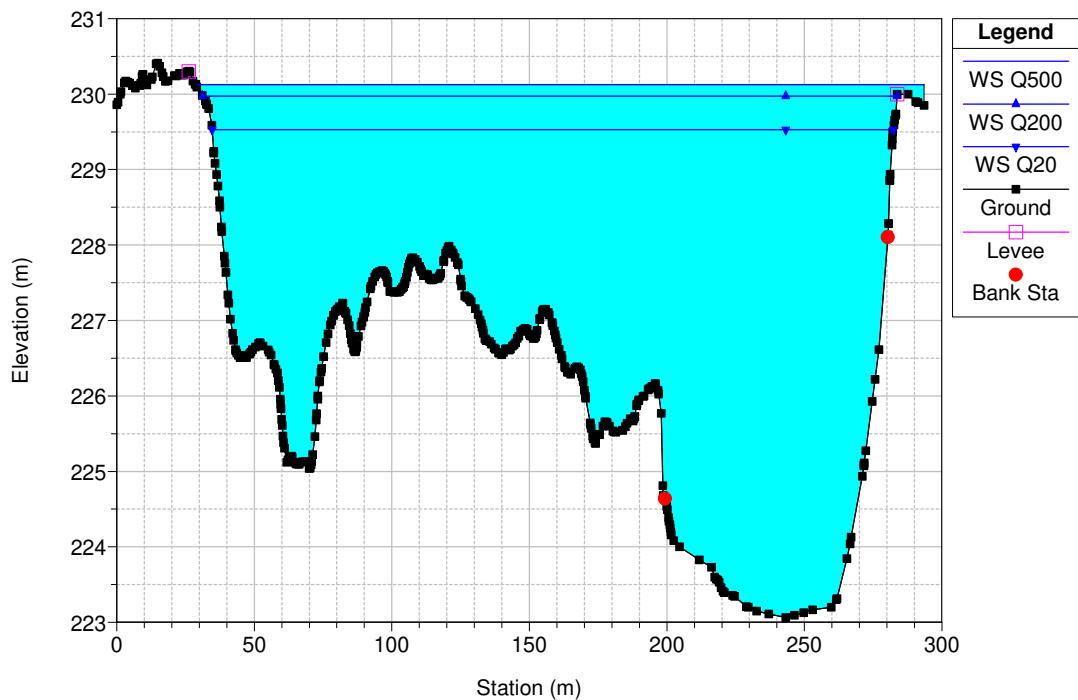
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



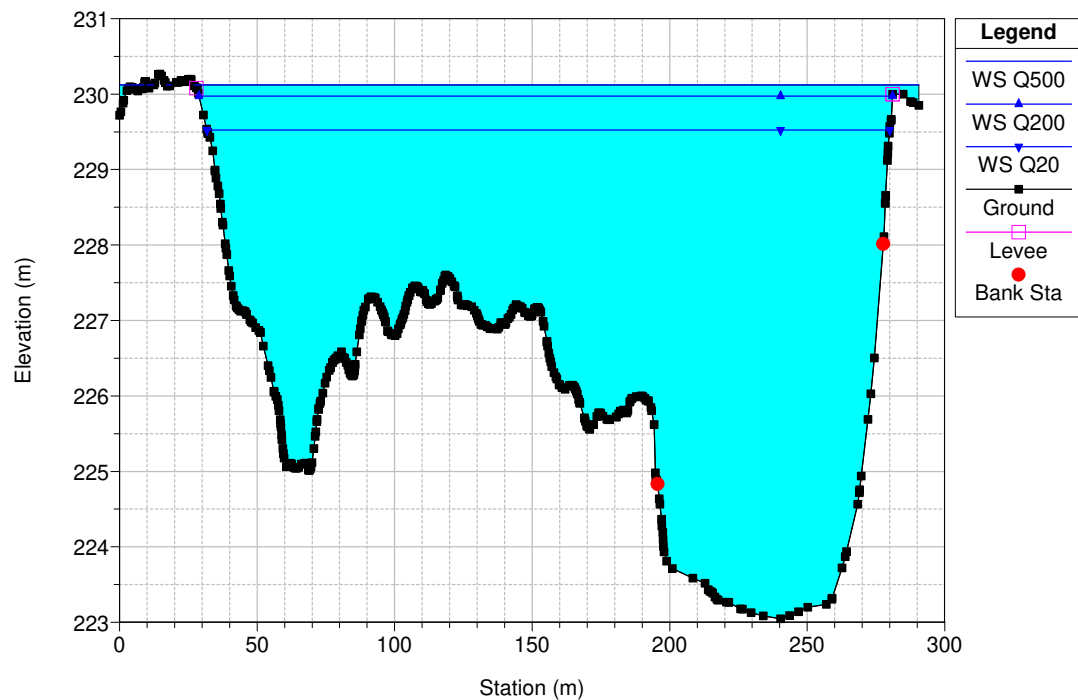
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



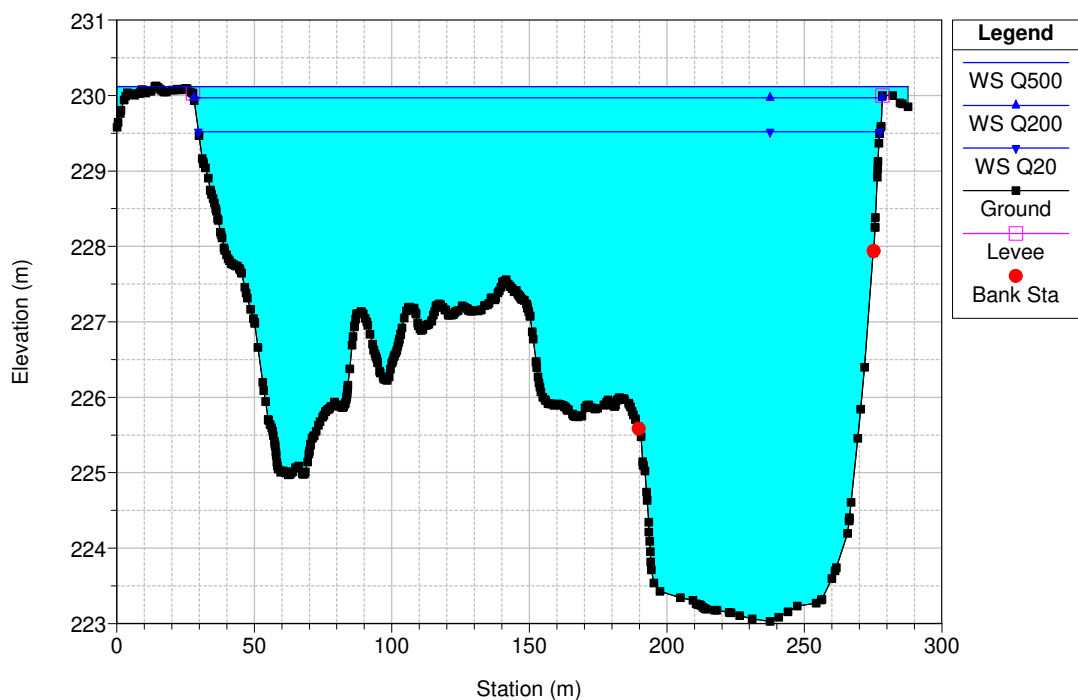
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



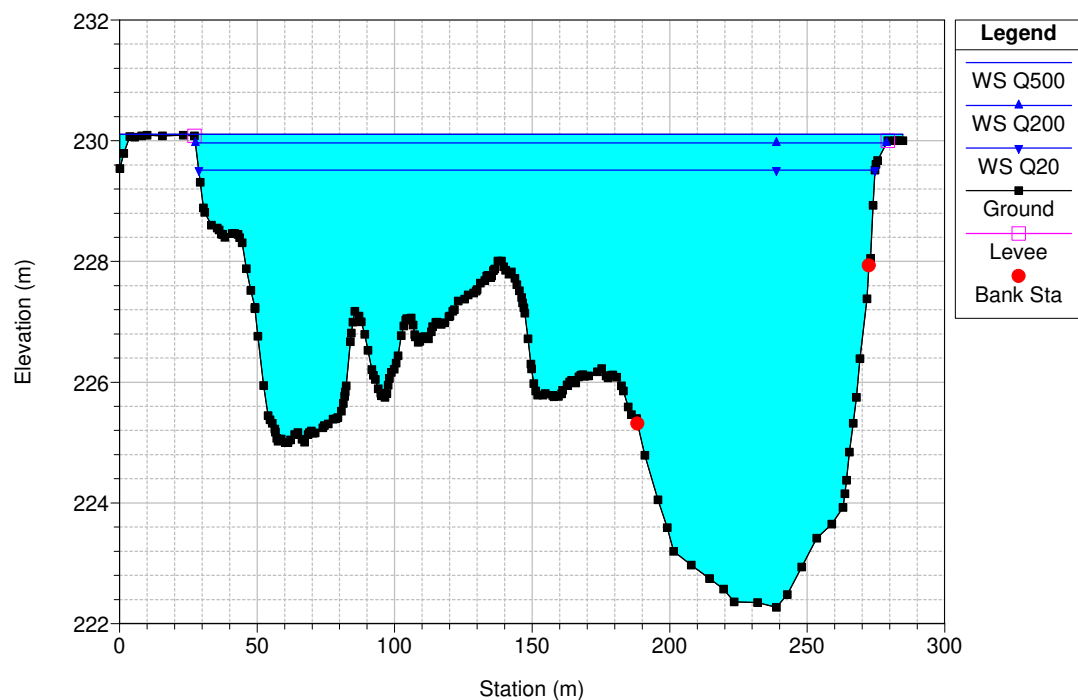
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



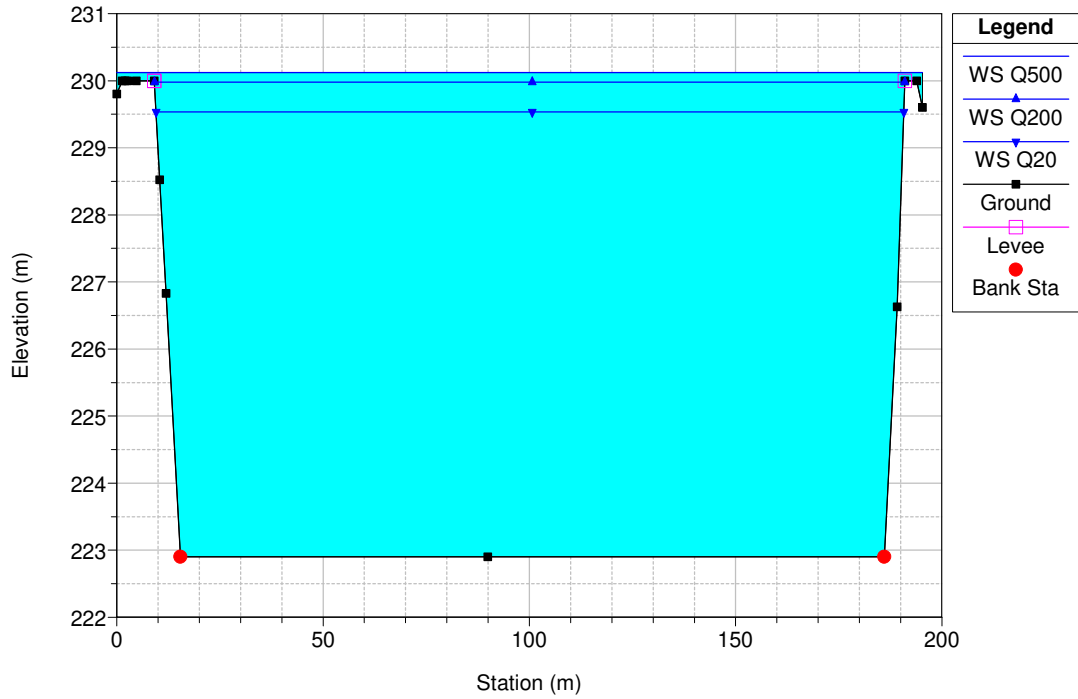
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



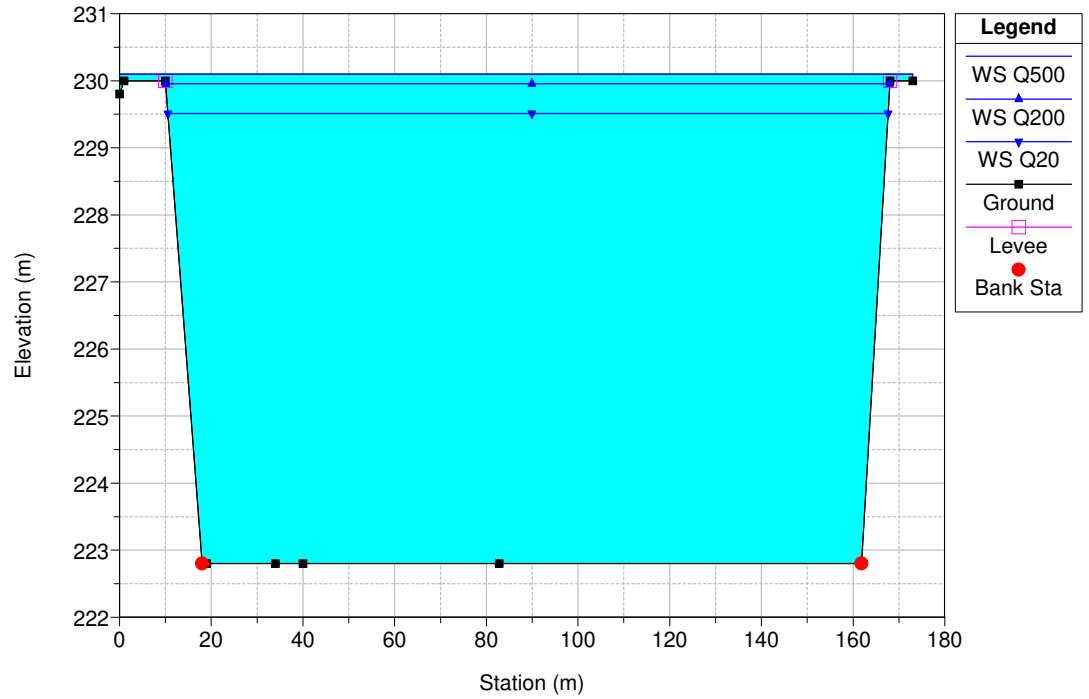
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



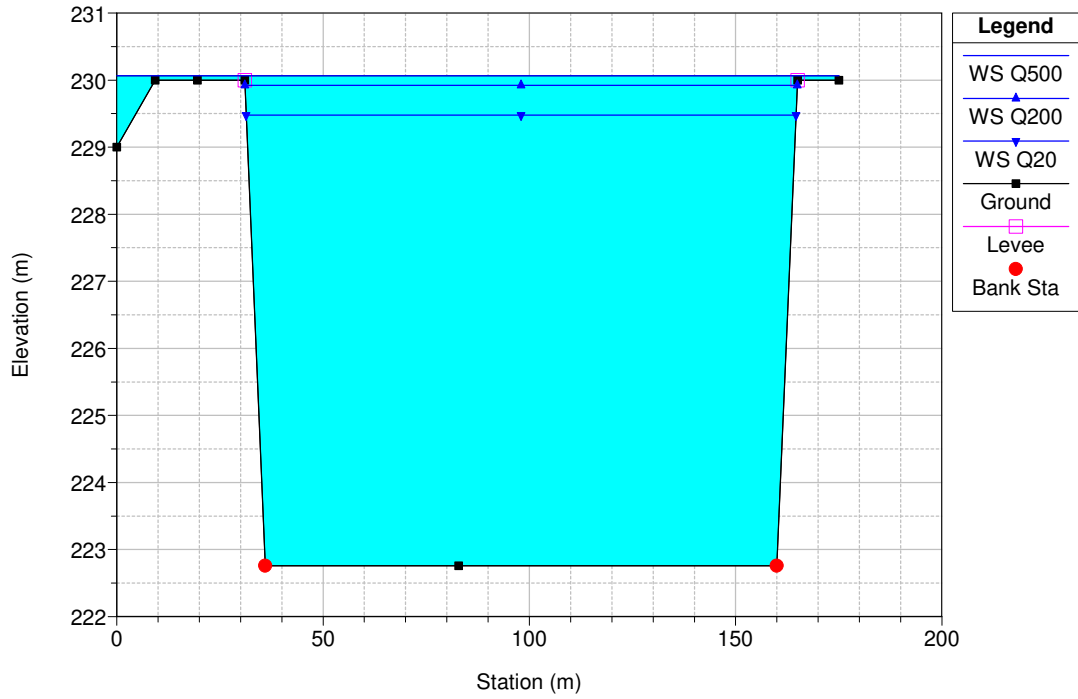
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



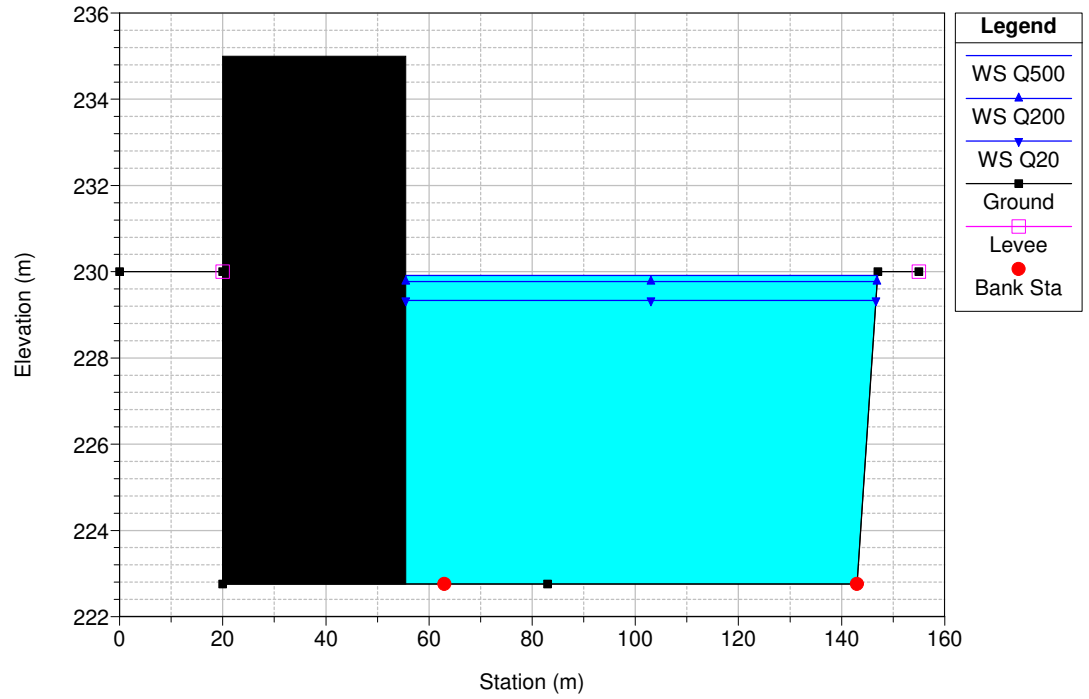
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



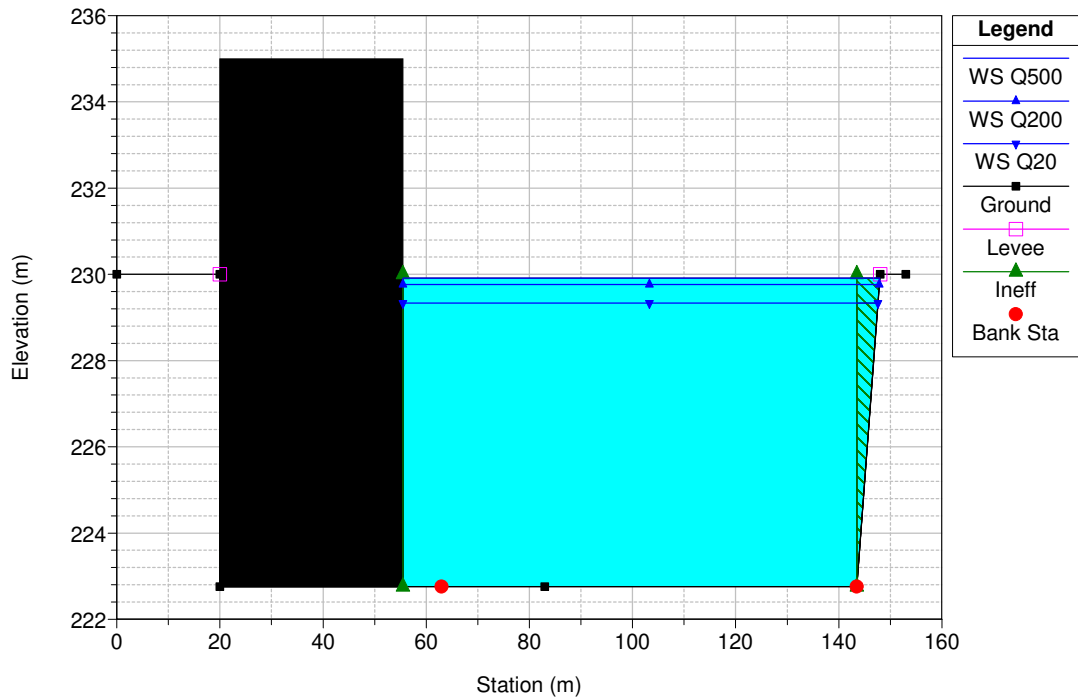
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



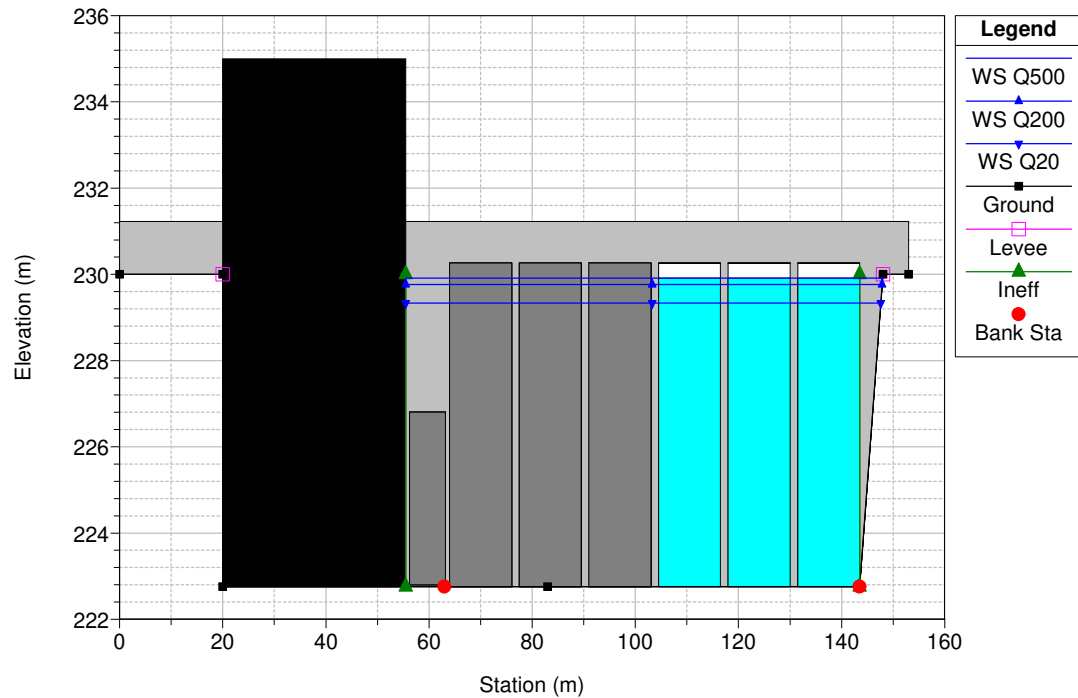
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



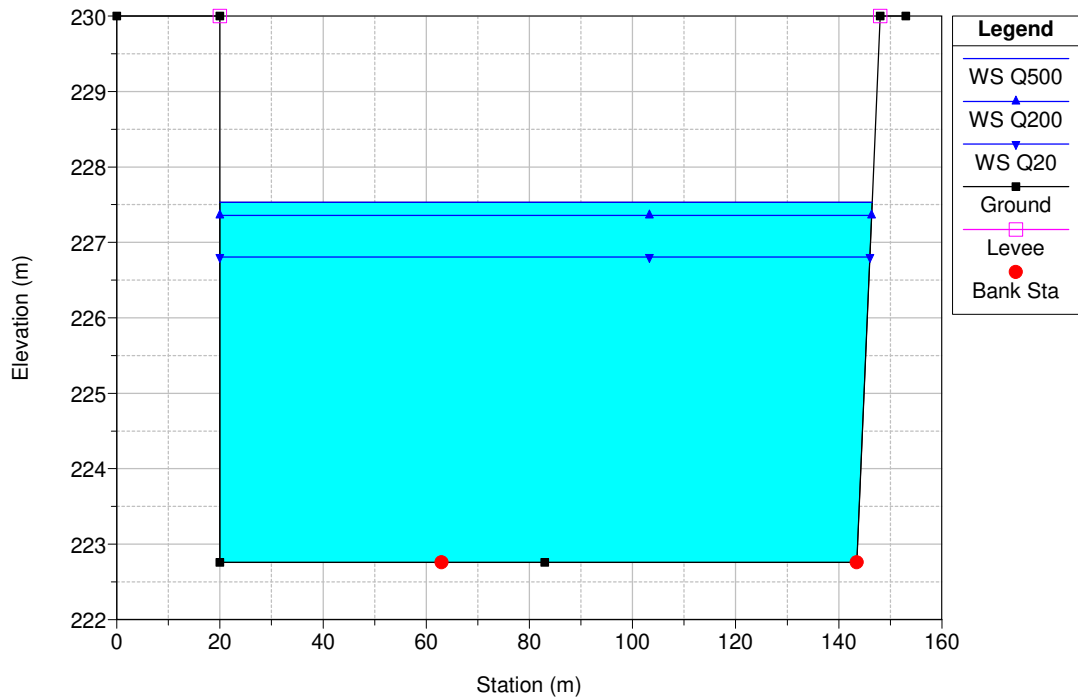
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



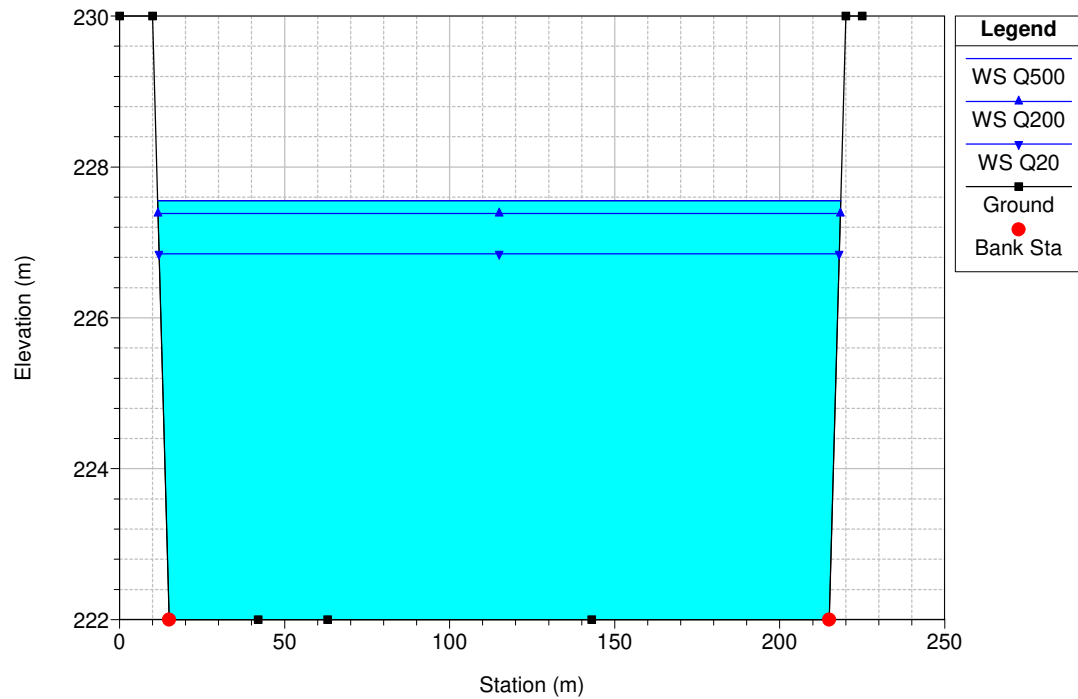
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



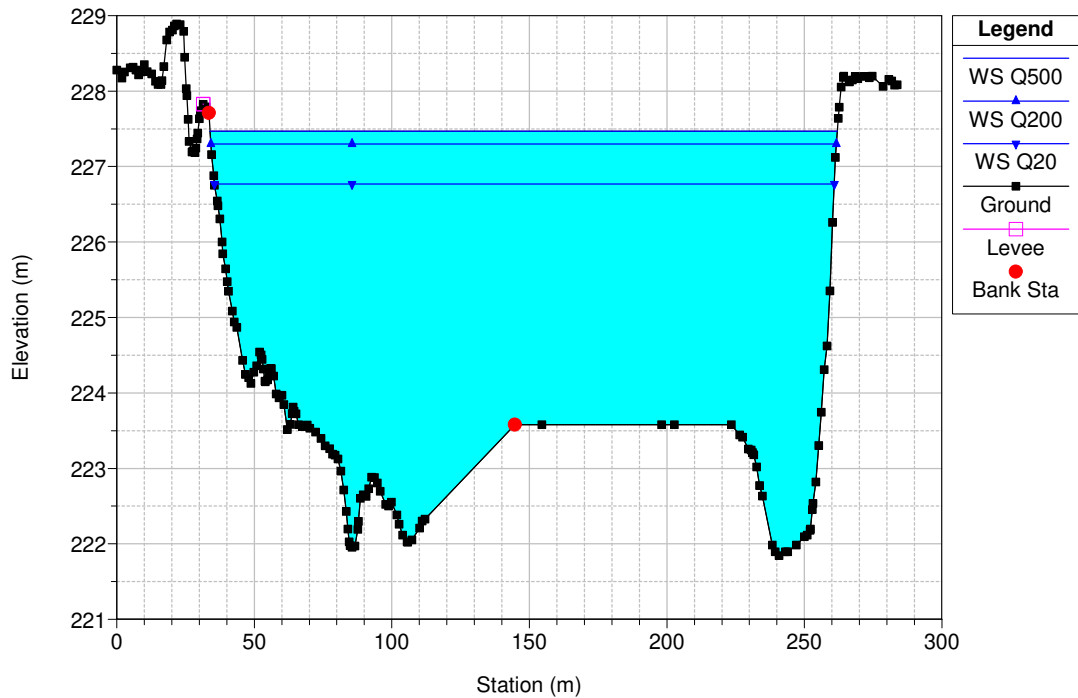
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



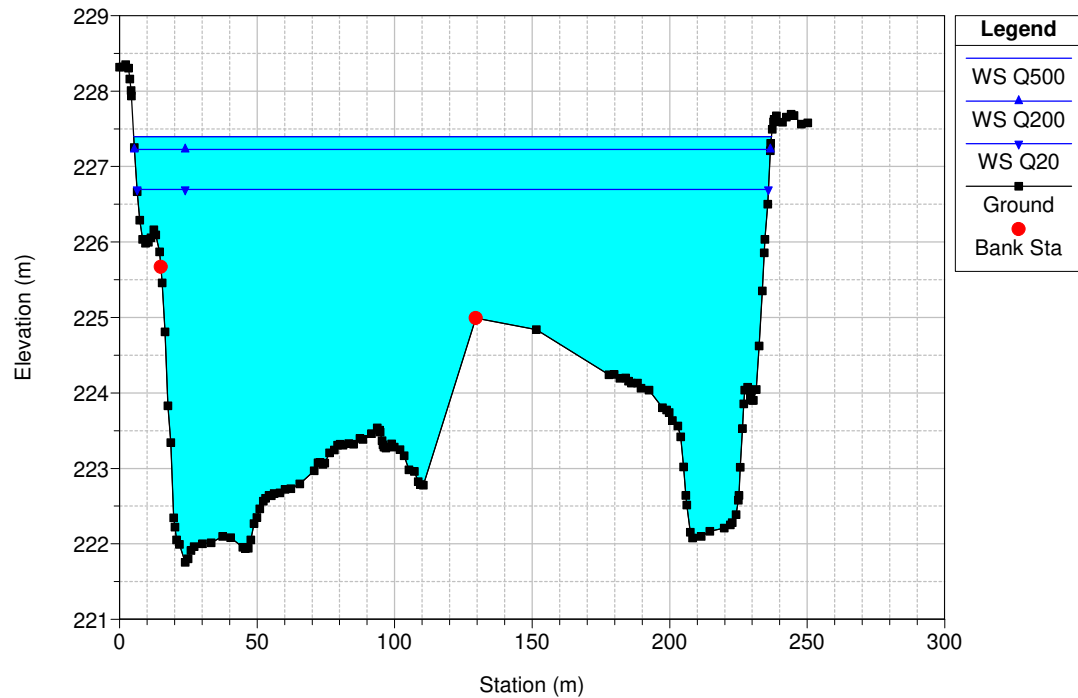
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



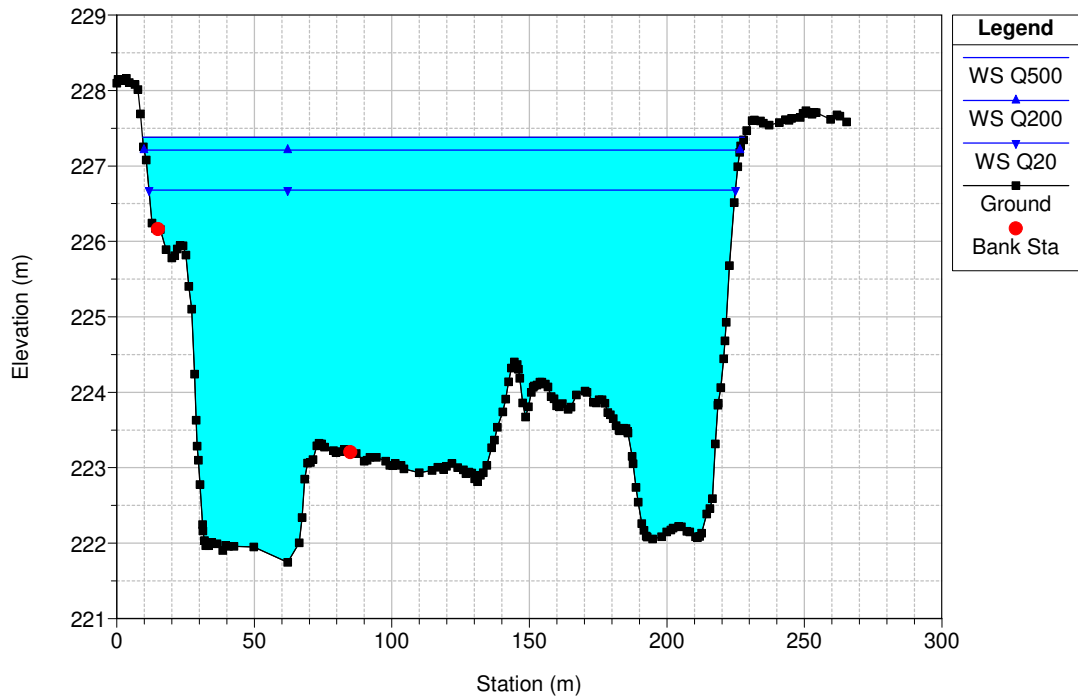
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



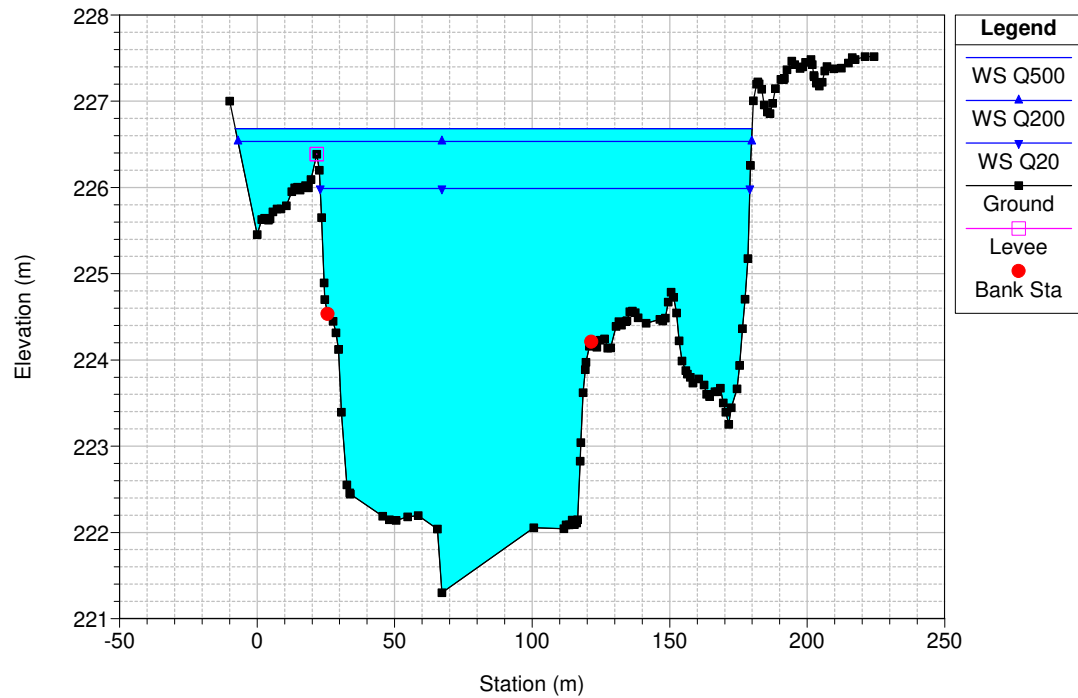
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



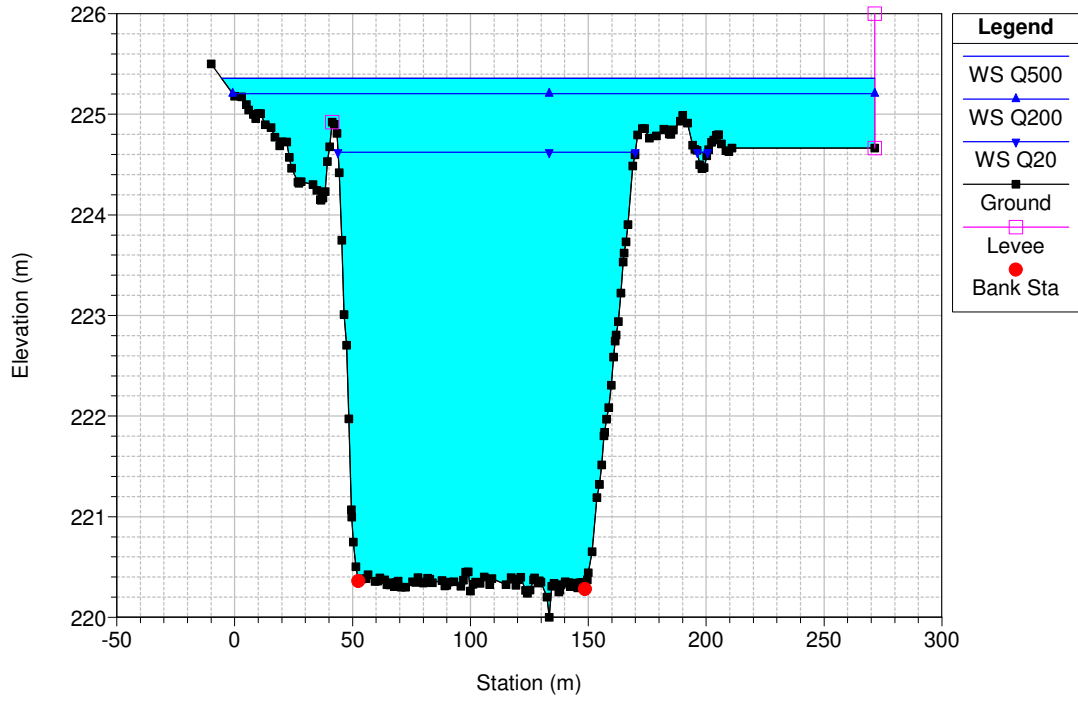
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



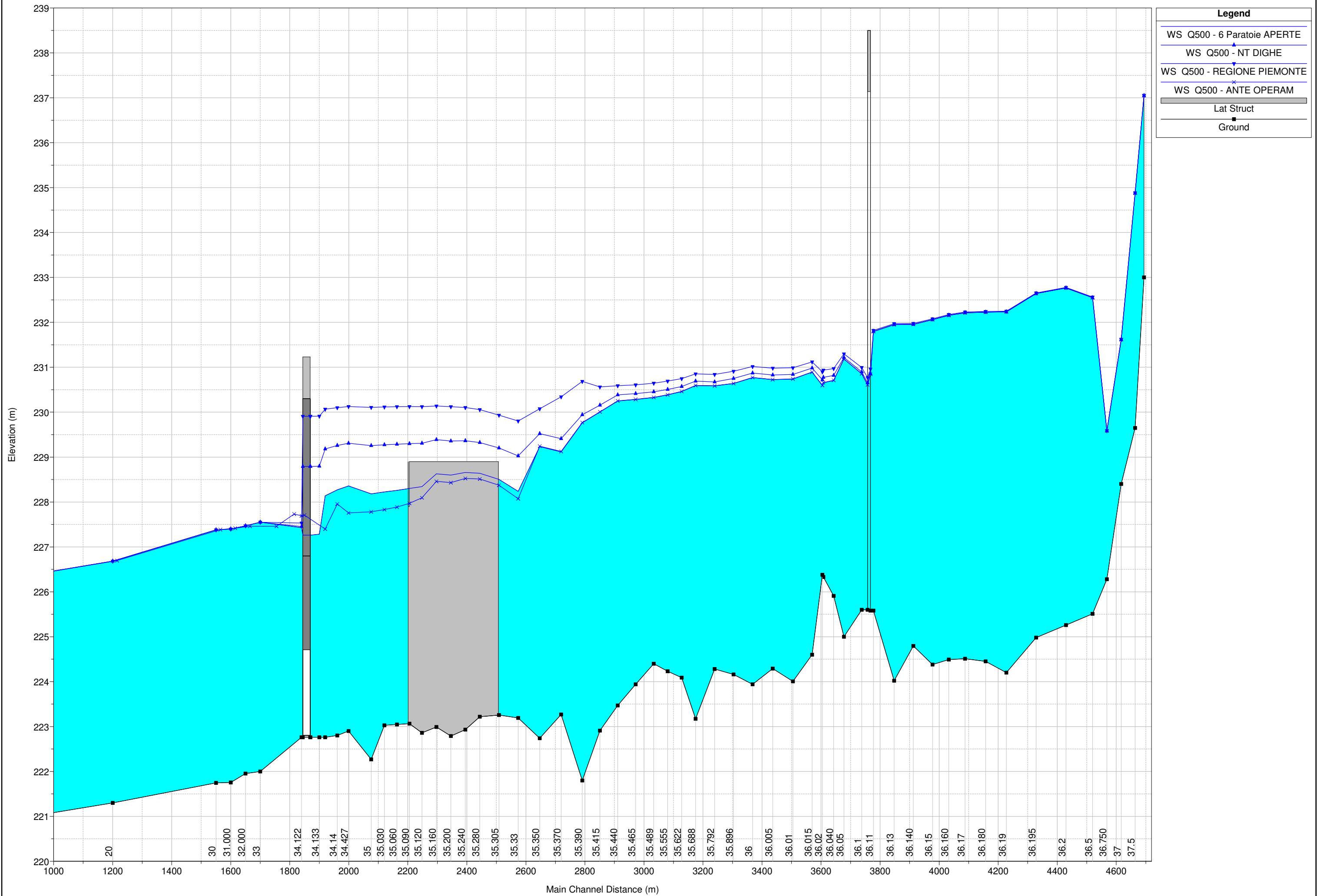
REGIONE PIEMONTE (3 PARATOIE APERTE SU 6)



ALLEGATO 6

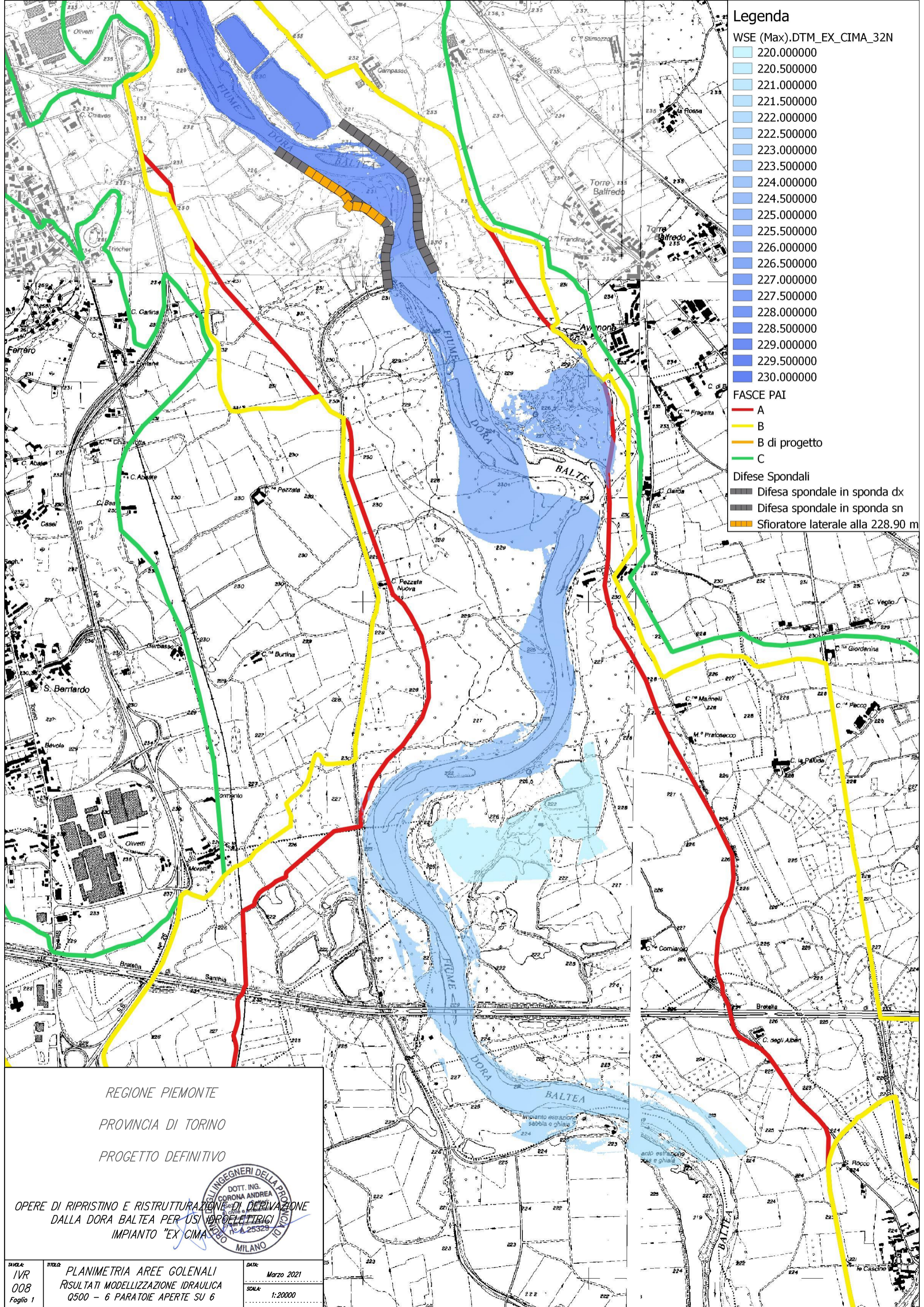
CONFRONTO RIASSUNTIVO DEI LIVELLI IDROMETRICI NELLE VARIE CONDIZIONI SIMULATE

CONFRONTO RIASSUNTIVO - Q500



ALLEGATO 7

TAVOLA IVR1-008 FOGLIO 1 - PLANIMETRIA INVILUPPO DEI MASSIMI LIVELLI IN GOLENA IN PRESENZA DI PARATOIE TUTTE
APERTE (Q_{500})



Legenda

WSE (Max).DTM_EX_CIMA_32N

- 220.00000
- 220.50000
- 221.00000
- 221.50000
- 222.00000
- 222.50000
- 223.00000
- 223.50000
- 224.00000
- 224.50000
- 225.00000
- 225.50000
- 226.00000
- 226.50000
- 227.00000
- 227.50000
- 228.00000
- 228.50000
- 229.00000
- 229.50000
- 230.00000

FASCE PAI

- A
- B
- B di progetto
- C

Difese Spondali

- Difesa spondale in sponda dx
- Difesa spondale in sponda sn
- Sfioratore laterale alla 228.90 m

REGIONE PIEMONTE
 PROVINCIA DI TORINO
 PROGETTO DEFINITIVO

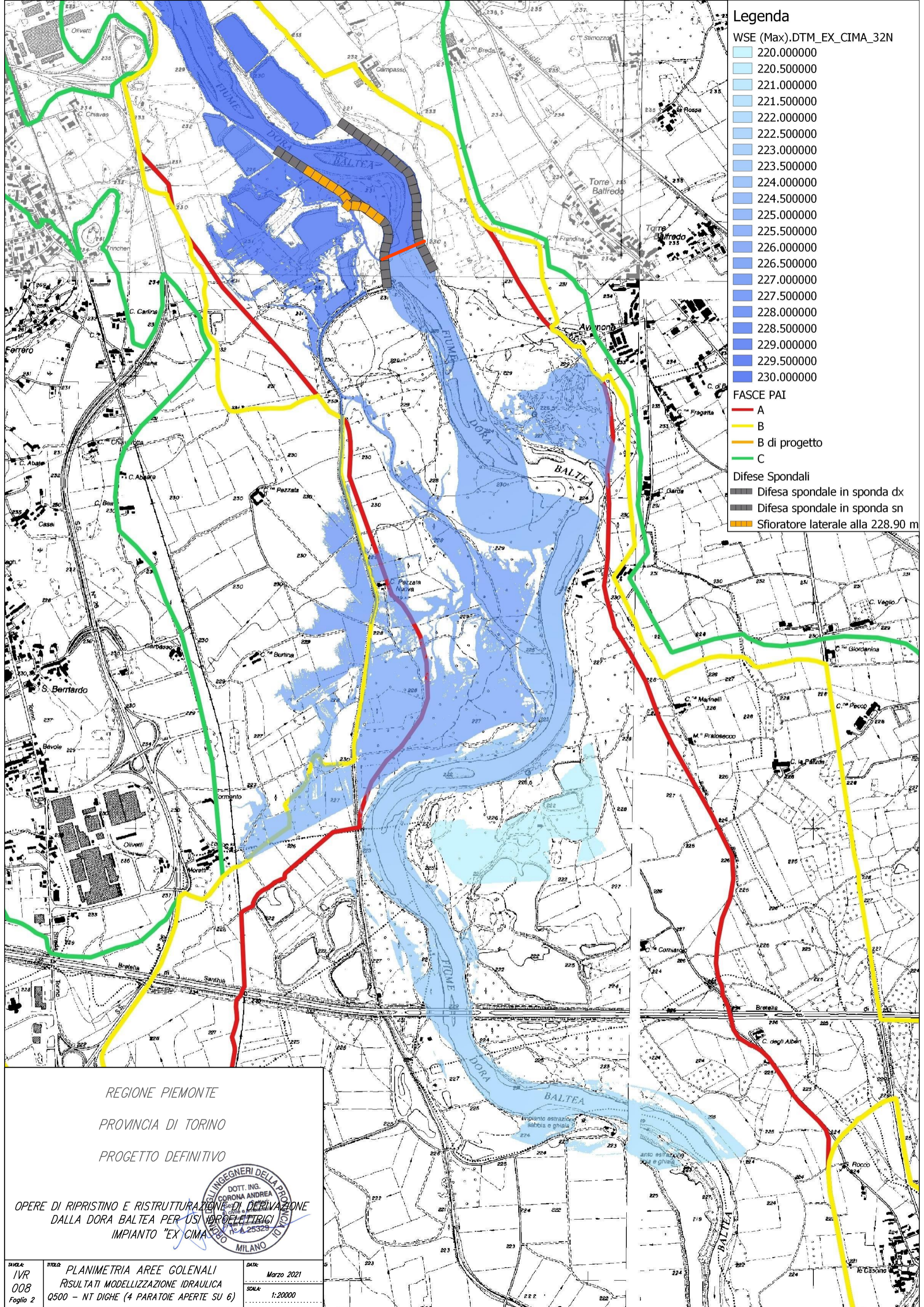
OPERE DI RIPRISTINO E RISTRUTTURAZIONE DI DERIVAZIONE
 DALLA DORA BALTEA PER USI IDROELETTRICI
 IMPIANTO "EX CIMA"

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
 DOTT. ING. CORONA ANDREA
 N.° A. 25329

TAVOLA: IVR 008 Foglio 1
 TITOLO: PLANIMETRIA AREE GOLENALI
 RISULTATI MODELLIZZAZIONE IDRAULICA
 Q500 - 6 PARATOIE APERTE SU 6
 DATA: Marzo 2021
 SCALA: 1:20000

ALLEGATO 8

TAVOLA IVR1-008 FOGLIO 2 - PLANIMETRIA INVILUPPO DEI MASSIMI LIVELLI IN GOLENA IN PRESENZA DI 4 PARATOIE
PRINCIPALI APERTE SU 6 (Q500) – PRESCRIZIONI NT DIGHE



Legenda

WSE (Max).DTM_EX_CIMA_32N

- 220.00000
- 220.50000
- 221.00000
- 221.50000
- 222.00000
- 222.50000
- 223.00000
- 223.50000
- 224.00000
- 224.50000
- 225.00000
- 225.50000
- 226.00000
- 226.50000
- 227.00000
- 227.50000
- 228.00000
- 228.50000
- 229.00000
- 229.50000
- 230.00000

FASCE PAI

- A
- B
- B di progetto
- C

Difese Spondali

- Difesa spondale in sponda dx
- Difesa spondale in sponda sn
- Sfioratore laterale alla 228.90 m

REGIONE PIEMONTE
 PROVINCIA DI TORINO
 PROGETTO DEFINITIVO

OPERE DI RIPRISTINO E RISTRUTTURAZIONE DI DERIVAZIONE
 DALLA DORA BALTEA PER USI IDROELETTRICI
 IMPIANTO "EX CIMA"



TAVOLA IVR 008 Foglio 2	TITOLO PLANIMETRIA AREE GOLENALI RISULTATI MODELLIZZAZIONE IDRAULICA Q500 - NT DIGHE (4 PARATOIE APERTE SU 6)	DATA Marzo 2021	SCALA 1:20000
----------------------------------	--	--------------------	------------------

ALLEGATO 9

RELAZIONE DESCRITTIVA COMPATIBILITÀ ARGINATURE

Indice

1	Generalità	4
2	Normativa di riferimento	5
3	Materiali impiegati e proprietà dei terreni	6
4	Codici di calcolo e livelli di modellazione	7
5	Requisiti prestazionali	8
6	Condizioni di carico	9
7	Definizione delle azioni	10
7.1	Peso proprio	10
7.2	Spinta del ghiaccio	10
7.3	Azione sismica	10
7.4	Azione inerziale dell'acqua	11
8	Modellazione ad elementi finiti	12
9	Verifiche di stabilità	13
9.1	Serbatoio pieno	13
9.2	Serbatoio vuoto	14
9.3	Rapido svaso	14
10	Analisi della filtrazione	15
10.1	Verifica a sifonamento (FEM)	15
10.2	Portata di filtrazione	18
11	Verifiche di stabilità al trascinamento	19
11.1	Metodo di Stevens	19
12	Conclusioni	21

Elenco delle tabelle

1	Proprietà dei materiali identificati in sito.	6
2	Parametri dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV.	10

Elenco delle figure

1	Sezione di verifica per l'arginatura.	13
2	Reticolo di filtrazione per la sezione arginale	15
3	Gradiente idraulico.	16
4	Velocità di filtrazione.	17
5	Fattore di sicurezza al sifonamento	17

1 Generalità

La presente relazione si riferisce al calcolo e alla verifica delle opere di difesa spondale previste dal progetto *Opere di ripristino e ristrutturazione di derivazione dalla Dora Baltea per usi idroelettrici - Impianto denominato "Ex-Cima"*.

I calcoli e le verifiche sono sempre condotti per la sezione più critica nel rispetto della normativa vigente e con un'attenzione particolare rivolta agli aspetti di inserimento ambientale.

In aggiunta alle verifiche strutturali viene accertata la capacità di resistenza offerta al trascinamento per i materiali impiegati nella costruzione delle arginature.

Le valutazioni qui condotte si basano sulla stratigrafia e sul modello geotecnico elaborato dalla società SERTEC Srl e opportunamente descritto all'interno della relativa relazione specialistica.

Per quanto qui non specificatamente riportato si rimanda alla documentazione progettuale.

2 Normativa di riferimento

I calcoli e le verifiche riportate nella presente relazione sono stati condotti con riferimento al disposto delle seguenti norme:

- D. M. Min. Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018 *Norme tecniche per le costruzioni*
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. *Istruzione per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*
- Decreto Min. Infrastrutture e dei Trasporti 26 giugno 2014 *Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)*
- D.G.R.C. n. 786 del 27/11/2009 “*Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 art 2. Commi 3,4 e 5. Criteri per l'individuazione delle tipologie degli edifici di competenza regionale di interesse strategico e di rilevanza in caso di collasso. Istituzione Banca degli edifici strategici.*”

3 Materiali impiegati e proprietà dei terreni

Le opere arginali dell'impianto idroelettrico saranno realizzate mediante un misto di materiale granulare sciolto reperito direttamente in sito e opportunamente selezionato ed una quota parte di materiale fine fornito a parte.

Le proprietà fisiche e meccaniche dei materiali reperibili in sito sono state stimate a partire dalla caratterizzazione geotecnica del sito effettuata dalla società SERTEC Srl.

Per quanto non direttamente apprezzabile dalle prove geognostiche le proprietà meccaniche dei terreni sono desunte mediante formulazioni o relazioni empiriche di comprovata validità. Si rimanda per ulteriori dettagli alla relazione specialistica di caratterizzazione geologica e geotecnica.

Ghiaie sabbiose		
Peso specifico secco	γ_d	18.5 kN/m ³
Peso specifico saturo	γ_{sat}	20.0 kN/m ³
Angolo di attrito	Φ	38.5°
Coesione apparente	c'	-
Modulo elastico	E	32.7 MPa
Modulo di taglio	G_0	13.6 MPa
Limi		
Peso specifico secco	γ_d	12.0 kN/m ³
Peso specifico saturo	γ_{sat}	18.6 kN/m ³
Angolo di attrito	Φ	24.0°
Coesione non drenata	c_u	78 kPa
Coesione apparente	c'	7 kPa
Modulo edometrico	M	10.0 MPa
Modulo elastico	E	7.4 MPa
Modulo di taglio	G_0	8.6 MPa

Tabella 1: Proprietà dei materiali identificati in sito.

4 Codici di calcolo e livelli di modellazione

I modelli numerici sono sviluppati prevalentemente attraverso i seguenti codici di calcolo:

- **CalculiX version 2.15**
Licenza: GNU GPL2
Autori: Guido Dhondt (Finite Element Solver) Klaus Wittig (Pre and Postprocessor)
- **Code_Aster version 14**
Licenza: GNU GPL3
Sviluppatore: EDF R&D
- **HEC-RAS version 5.0.7**
Licenza: Free
Sviluppatore: U.S. Army Corp of Engineers - Hydrologic Engineering Center

La valutazione della sicurezza dell'invaso è stata effettuata con riferimento alle seguenti condizioni caratteristiche:

- serbatoio pieno;
- serbatoio vuoto;
- rapido svaso;
- verifica idraulica a sifonamento;
- filtrazione;
- saturazione;

5 Requisiti prestazionali

I requisiti generali sono individuati in base ai principi contenuti nel Decreto Min. Infrastrutture e dei Trasporti 26 giugno 2014. Alle opere in progetto è pertanto richiesto di garantire:

1. la *resistenza* delle arginature nel loro complesso mediante il corretto dimensionamento;
2. la *funzionalità* dell'impianto idrolettrico nella varie condizioni di carico previste dalla normativa tecnica;
3. la *durabilità* dell'opera per la vita utile di 200 anni; si rende necessario il controllo periodico dell'erosione e il monitoraggio della stabilità del pendio, se previsto.
4. la necessaria *sicurezza* rispetto al collasso dello sbarramento fluviale nelle varie situazioni maggiormente gravose; il controllo viene esteso alle fasi transitorie di cantiere.

Sulla base dei succitati requisiti generali sono stati individuati i seguenti criteri prestazionali e gli opportuni stati limite per le verifiche idrauliche, geotecniche e strutturali:

- caratterizzazione idraulica delle arginature:
 - calcolo del reticolo di filtrazione nelle varie condizioni di esercizio previste;
 - compatibilità del dimensionamento e delle proprietà intrinseche con le sollecitazioni dovute sia ad azioni esterne che ad eventi accidentali dovuti al funzionamento della traversa;
 - controllo di compatibilità delle deformazioni in tutte le situazioni di funzionamento dell'impianto;
- comportamento strutturale nei riguardi della *funzionalità* (Stato Limite di immediata Operatività - SLO):
 - limitazione delle deformazioni;
 - mantenimento della stabilità globale;
- mantenimento dell'integrità strutturale nel tempo:
 - durabilità nei confronti dei fenomeni di erosione e deterioramento, se presenti (e relativa strategia di manutenzione prevista);
 - comportamento strutturale in funzione di variazioni cicliche del livello di invaso;
- comportamento strutturale in prossimità di situazioni di collasso (Stato Limite Ultimo - SLU):
 - valutazione delle azioni singole e combinate agenti sulla struttura;
 - valutazione della resistenza complessiva offerta dal sistema strutturale;
 - stima della resistenza nei confronti dei fenomeni di sifonamento ed erosione;

6 Condizioni di carico

Le condizioni di carico possono essere classificate in due categorie principali: normali ed estreme. Le condizioni normali sono quelle che si ripercuotono sul comportamento strutturale a lungo termine e sulla funzionalità delle arginature. Quelle estreme si riferiscono invece a situazioni critiche e rare.

Ai fini della valutazione delle azioni sismiche si è considerata l'opera come struttura strategica di classe IV ai sensi del D.M. 17.01.2018, con una vita di riferimento pari a 200 anni.

Le valutazioni condotte all'interno del presente documento si riferiscono a diversi scenari che raggruppano le combinazioni di carico definite in Decreto Min. Infrastrutture e dei Trasporti 26 giugno 2014 e NTC18.

7 Definizione delle azioni

La presente sezione propone una breve descrizione e la definizione delle varie tipologie di azioni agenti sulla struttura in esame. Le forzanti dipendono dalle condizioni ambientali presenti in sito e dalle metodologie adottate per la valutazione.

7.1 Peso proprio

Le azioni dovute al peso proprio sono stimate a partire dalla caratterizzazione geotecnica del sito. Per quanto non direttamente apprezzabile dalle prove geognostiche le proprietà meccaniche dei terreni sono desunte mediante formulazioni o relazioni empiriche di comprovata validità. Si rimanda alla relazione specialistica di caratterizzazione geologica e geotecnica per ulteriori dettagli.

7.2 Spinta del ghiaccio

Trattandosi di un impianto idroelettrico ad acqua fluente, tutta la portata in arrivo a monte viene rilasciata a valle mediante gli scarichi delle turbine idrauliche, le luci dello sbarramento, gli organi di sfioro o una combinazione delle precedenti. Questo garantisce il mantenimento di una velocità tale per cui risulta ostacolata la formazione di una coltre di ghiaccio a ridosso delle arginature. Per questo motivo si è optato per trascurare la spinta del ghiaccio.

7.3 Azione sismica

Le azioni sismiche sono definite con riferimento alla categoria dell'opera principale (traversa fluviale) secondo il metodo della *pericolosità sismica di base* indicata dalle NTC18.

La categoria topografica considerata per il sito in esame è $T1$ ovvero pianeggiante mentre per quanto riguarda il sottosuolo si considera il tipologico C .

La tabella riporta i parametri dello spettro di risposta in accelerazione orizzontale per lo stato limite SLV e per l'opera in esame.

Stato limite	SLV
a_g	0.059g
F_0	2.807
T_C	0.316
S_C	1.5
C_C	1.536
S_T	1.0
q	1.0

Tabella 2: Parametri dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV.

7.4 Azione inerziale dell'acqua

L'azione inerziale dell'acqua è definita in accordo a D. Min. II.TT. 26 giugno 2014 - NT Dighe § C.7.7.3 ed è assimilabile ad una distribuzione di pressione valutabile secondo la formulazione seguente:

$$p = a\rho cy_0 \quad (1)$$

in cui:

- a è l'accelerazione orizzontale massima attesa;
- ρ è la massa per unità di volume dell'acqua;
- y_0 è il dislivello idrico;

mentre il parametro c si ricava come segue:

$$c = \frac{c_m}{2} \left[\frac{y}{y_0} \left(2 - \frac{y}{y_0} \right) + \sqrt{\frac{y}{y_0} \left(2 - \frac{y}{y_0} \right)} \right] \quad (2)$$

ove:

- y è la differenza tra la quota dell'acqua presente nella combinazione sismica e la quota del punto generico del paramento a cui è associata la pressione p
- $c_m = -0,0073\alpha + 0,7412$ in cui α è l'angolo di inclinazione del paramento rispetto alla verticale espresso in gradi sessagesimali.

8 Modellazione ad elementi finiti

Le sezioni critiche delle arginature sono state discretizzate con una serie di elementi triangolari piani assialsimmetrici. Gli elementi finiti utilizzati sono del tipo quadratico (6 nodi di integrazione per elemento). Il modello bidimensionale così ottenuto consente di effettuare sia le verifiche di stabilità sia l'analisi dei moti di filtrazione mediante l'inserimento di opportune condizioni al contorno.

Il legame costitutivo impiegato per i vari strati di terreno nell'analisi di stabilità globale è elasto-plastico con criterio di rottura alla Mohr-Coulomb i cui parametri ricalcano quelli definiti dalle indagini geognostiche effettuate in sito.

Per rappresentare la variabilità dei parametri meccanici del terreno è stata inoltre adottata la metodologia probabilistica per la valutazione delle incertezze in accordo a ISO 2394.

9 Verifiche di stabilità

La verifica delle arginature è stata condotta assimilando le stesse ad uno sbarramento artificiale in terra di altezza non superiore ai 15 m.

La sezione considerata per le verifiche è rappresentata in Figura 1: la sezione trasversale dell'opera viene idealmente suddivisa in due porzioni tramite un piano verticale e ciascun dominio viene risolto separatamente.

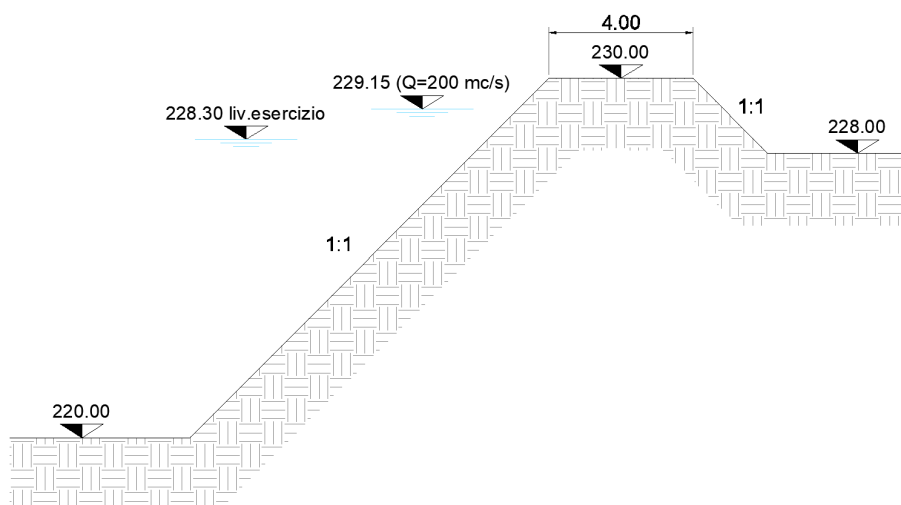


Figura 1: Sezione di verifica per l'arginatura.

La parte di valle agisce da sostegno della parte di monte che viene premuta dalla presenza dell'acqua. La forza resistente che si oppone a tale spinta si manifesta come sforzo di taglio agente lungo il piano orizzontale di riferimento (posto in corrispondenza della sezione maggiormente sollecitata).

9.1 Serbatoio pieno

La condizione di verifica a serbatoio pieno è espressa dalla seguente disequaglianza:

$$T_V \leq R_V \quad (3)$$

in cui $T_V = S + F_O + F_V + F_S + F_T$ rappresenta l'azione di taglio agente sulla sezione resistente di riferimento e ottenibile come somma dei seguenti contributi:

- S spinta idrostatica esercitata dall'acqua invasata;
- F_O azione sismica orizzontale;
- F_V azione sismica verticale;
- F_S azione inerziale dell'acqua invasata;
- F_T spinta del terreno a monte;

R_V rappresenta invece la resistenza che il materiale è capace di sviluppare, si compone di una componente attrittiva e di una coesiva:

$$R_V = P_V(\gamma_{sat}) \cdot \tan(\phi) + c' \cdot b_v \quad (4)$$

dove P_V è la risultante delle forze verticali espresse come funzione di γ_{sat} mentre c' rappresenta la coesione del materiale.

Per il caso in esame si ha:

$$750 \text{ kN m}^{-1} = T_V \leq R_V = 1087 \text{ kN m}^{-1} \quad (5)$$

La verifica a serbatoio pieno risulta superata con un fattore di sicurezza $FS = 1.45$.

9.2 Serbatoio vuoto

In condizioni di serbatoio vuoto lo sforzo di taglio totale T_m agente sulla sezione di base è dato dalla relazione:

$$T_m = F_O + F_V + F_T \quad (6)$$

La resistenza si ottiene mediante la formulazione:

$$R_m = P_m(\gamma_d) \cdot \tan(\phi) + c' \cdot b_v \quad (7)$$

dove P_m rappresenta la risultante delle forze verticali funzione di γ_d .

Per il caso in esame si ha:

$$304 \text{ kN m}^{-1} = T_m \leq R_m = 1103 \text{ kN m}^{-1} \quad (8)$$

La verifica a serbatoio vuoto risulta pertanto superata con un fattore di sicurezza $FS = 3.63$.

9.3 Rapido svaso

In questa particolare condizione viene a mancare improvvisamente l'azione di sostegno esercitata dalla spinta idrostatica contro il paramento a monte, mentre il corpo arginale che non ha avuto il tempo di svuotarsi per filtrazione, resta imbevuto d'acqua. Lo sforzo di taglio totale T_m agente sulla sezione di base della porzione di monte è pertanto definito come:

$$T_m = [0.5 \cdot \gamma_S \cdot H_1^2 \cdot K_A + 0.5 \cdot \gamma_W \cdot (2/3 \cdot H)^2 + k_h \cdot A \cdot \gamma_g] \quad (9)$$

La resistenza R_m si esprime con la formula:

$$R_m = P_m(\gamma_g) \cdot \tan(\phi) \quad (10)$$

Per il caso in esame si verifica:

$$449 \text{ kN m}^{-1} = T_m \leq R_m = 596 \text{ kN m}^{-1} \quad (11)$$

La verifica durante il rapido svaso risulta pertanto superata con un fattore di sicurezza $FS = 1.33$.

10 Analisi della filtrazione

Il reticolo di filtrazione è stato calcolato in condizioni di serbatoio pieno mediante implementazione di modello bidimensionale ad elementi finiti. La mesh di calcolo è costituita da elementi triangolari.

Gli elementi finiti adottati sono del tipo shell piano, triangolare, a sei nodi (elementi quadratici) in cui i carichi agiscono solo all'interno del piano di appartenenza. Lo spessore degli elementi è fittizio in quanto si assume la simmetria della struttura rispetto al piano di sezione.

La simulazione si svolge in ipotesi di moto stazionario (non vengono considerati eventuali transitori).

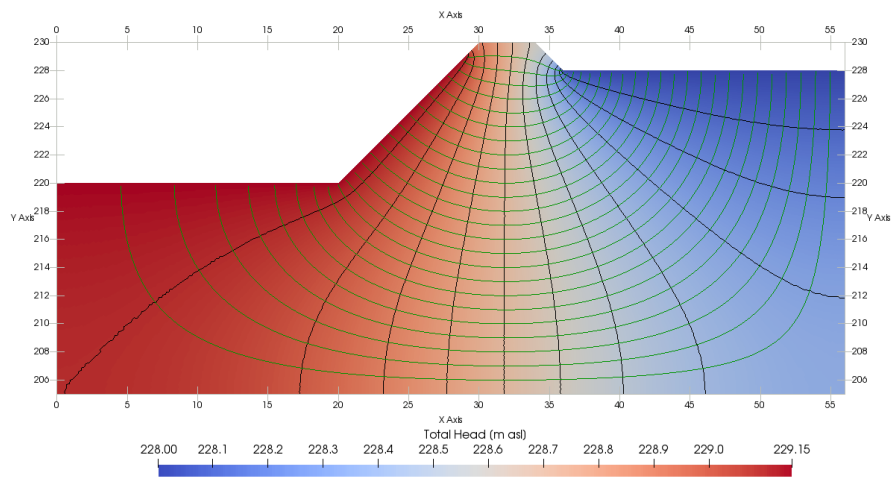


Figura 2: Reticolo di filtrazione per la sezione arginale

10.1 Verifica a sifonamento (FEM)

Assumendo il peso del terreno saturo pari a 18.6 kN/m^3 il gradiente idraulico critico si ricava come segue:

$$i_c = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{18.6 - 9.81}{9.81} = 0.896 \quad (12)$$

Si trascura, a favore di sicurezza, l'effetto della coesione dei limi e dei limi sabbiosi.

Quando il gradiente di esercizio (gradiente di efflusso) si avvicina al gradiente critico è possibile che le particelle solide del terreno vengano trasportate dall'acqua in movimento, mettendo quindi a rischio la stabilità dell'opera.

La figura 3 mostra il gradiente idraulico calcolato per la sezione dell'argine di monte. La permeabilità di riferimento è quella dello strato di sabbia ghiaiosa

in quanto i gradienti più marcati della velocità di filtrazione hanno luogo all'interno del primo strato, in particolare modo in corrispondenza del paramento di valle (figura 4).

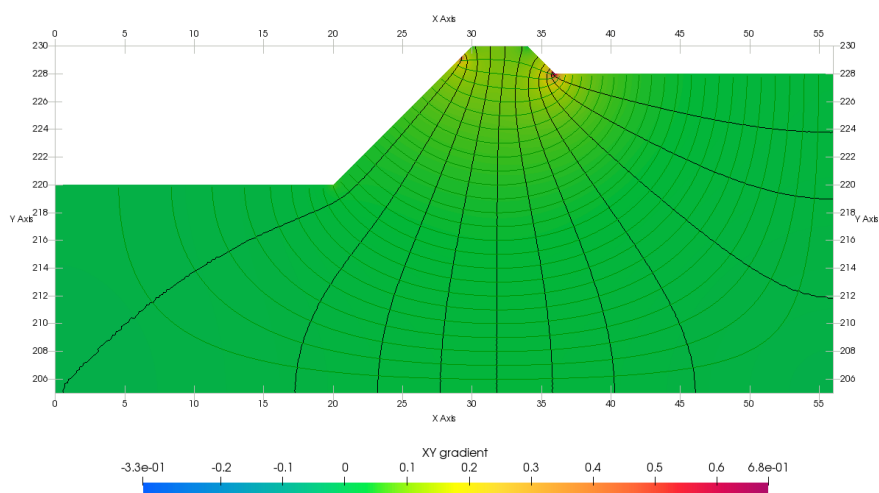


Figura 3: Gradiente idraulico.

La verifica viene condotta calcolando il rapporto tra il gradiente di esercizio ed il gradiente critico. La figura 5 mostra il fattore di sicurezza valutato all'interno dell'intero dominio computazionale.

I risultati evidenziano un FS minimo pari a 2.2 tuttavia va notato che tale valore è affetto dagli effetti locali di bordo della griglia di calcolo. Spostandosi leggermente all'interno del dominio i valori del fattore di sicurezza crescono rapidamente.

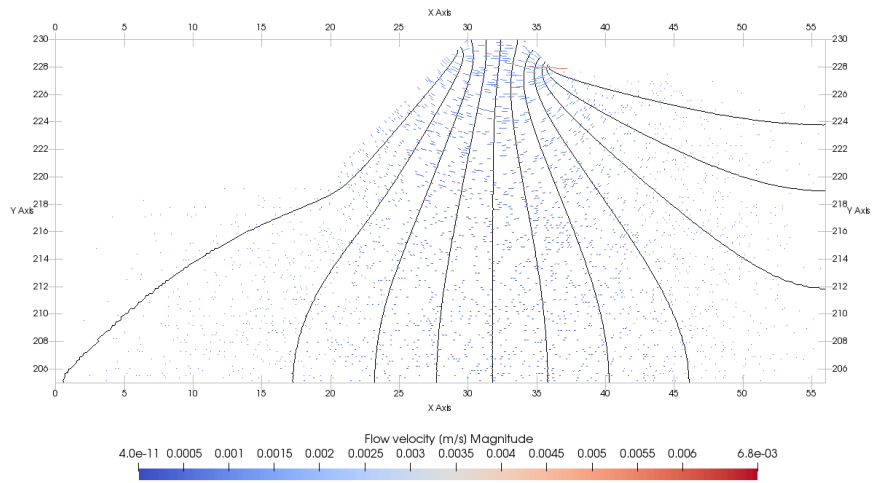


Figura 4: Velocità di filtrazione.

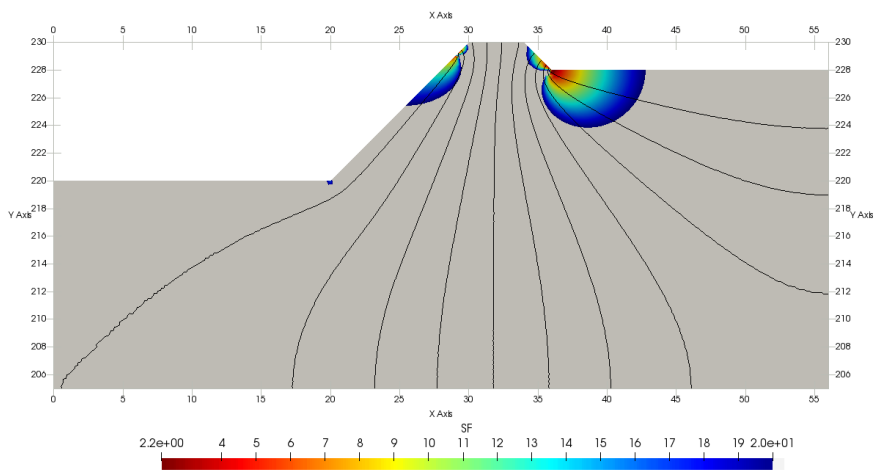


Figura 5: Fattore di sicurezza al sifonamento

10.2 Portata di filtrazione

Per stimare la portata di filtrazione per unità di spessore d'argine occorre conoscere il valore della lunghezza media del percorso di filtrazione, per tale scopo si rimanda alle relazioni empiriche disponibili in letteratura tecnica.

Attraverso tale grandezza è possibile quantificare la portata con la seguente relazione:

$$Q = \frac{4}{9} \cdot \left(k \cdot \frac{H^2}{L} \right) \quad (13)$$

dove:

- k è la media geometrica dei due coefficienti k_o e k_v , coefficiente di permeabilità ideale costante in tutte le direzioni;
- L è la lunghezza media del percorso di filtrazione.

Per la sezione di interesse si verifica che la portata di filtrazione per unità di lunghezza dell'argine è pari a $0.734 \text{ m}^3/\text{s}$.

11 Verifiche di stabilità al trascinamento

Le verifiche di stabilità al trascinamento per azione idrodinamica sono state svolte per la parte di opera sommitale, più vulnerabile, e nelle sezioni a valle dello sbarramento.

Per assicurare la stabilità della scarpata della scogliera è stata impostata innanzitutto un'inclinazione di almeno 40° , sufficiente a garantirne la tenuta in condizioni di riposo. Tuttavia, la scogliera sarà soggetta all'azione idrodinamica della corrente, soprattutto in concomitanza con manovre di rapido svuotamento dell'invaso, per cui sono stati adottati alcuni accorgimenti per limitarne l'erosione o l'asportazione.

Ai fini della verifica di stabilità della scogliera in sommità composta di massi sciolti si è fatto riferimento al metodo proposto da Stevens (1976).

11.1 Metodo di Stevens

La metodologia di Stevens si basa sui classici criteri dell'equilibrio limite, corretti per tenere conto dell'inclinazione della sponda.

Le espressioni utili alla determinazione del diametro di equilibrio sono le seguenti:

$$\sigma = \frac{21\tau}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1\right) \cdot \gamma \cdot d_m} = \frac{0.30u_r^2}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1\right) \cdot g \cdot d_m} \quad (14)$$

$$\beta = \arctan \left(\frac{\cos \lambda}{\frac{2 \cdot \sin \Theta}{s \cdot \tan \phi} + \sin \lambda} \right) \quad (15)$$

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \frac{1 + \sin(\lambda + \beta)}{2} \quad (16)$$

$$C_s = \frac{\cos \Theta \cdot \tan \phi}{\sigma' \cdot \tan \phi + \sin \Theta \cdot \cos \beta} \quad (17)$$

in cui:

- d_m è il diametro del masso;
- C_s il coefficiente di sicurezza al ribaltamento del masso rispetto al punto di rotazione;
- Θ è la pendenza della scarpata;
- β rappresenta l'angolo che la direzione di caduta del masso va a formare con la linea di massima pendenza della scarpata;
- ϕ l'angolo di riposo in acqua dei massi;
- $\tan \lambda = i$ è la pendenza del fondo;
- σ e σ' sono i numeri di stabilità del masso su sponda inclinata e orizzontale;
- τ è l'azione di trascinamento;

- u_r è la velocità della corrente contro il masso.

La velocità della corrente a ridosso del masso è stata ricavata dalla legge logaritmica di distribuzione della velocità sulla verticale in moto puramente turbolento:

$$u(Y) = 2.5u^* \log \left(30.2 \frac{Y}{d_m} \right) \quad (18)$$

in cui:

$$u^* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}} \quad (19)$$

Integrando lungo la verticale si ottiene l'espressione della velocità media della corrente in funzione del tirante idrico Y_0 :

$$V = 2.5u^* \log \left(12.3 \frac{Y_0}{d_m} \right) \quad (20)$$

Ipotizzando che la velocità u_r sia corrispondente alla profondità $Y = d_m$ si ottiene la relazione seguente, valida per profondità relative $Y_0/d_m > 6$:

$$\frac{u_r}{V} = \frac{3.4}{\log \left(12.3 \frac{Y_0}{d_m} \right)} \quad (21)$$

Per scabrezze macroscopiche $Y_0/d_m < 6$ si assume $u_r = V$.

La verifica di stabilità si intende superata se il coefficiente di sicurezza C_s è pari o superiore a 1.3.

I tiranti idraulici e le relative velocità sono stati estratti dalla simulazione idraulica bidimensionale che ricopre un intero evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni. Il modello comprende le manovre di regolazione delle paratoie in funzione della portata a monte. Si rimanda alla relazione specialistica per ulteriori dettagli.

Dalla simulazioni sono stati estratti alcuni valori di interesse per la verifica delle massicciate a valle della traversa. La tabella seguente riporta in sintesi i risultati.

Y0 [m]	V [m/s]	ur [m/s]	sigma'	beta	Cs
1.260000	1.100000	1.100000	0.037952	0.039306	1.374412
1.734444	1.158889	1.158889	0.042124	0.043512	1.368632
2.208889	1.217778	1.217778	0.046514	0.047936	1.362579
2.683333	1.276667	1.276667	0.051121	0.052577	1.356256
3.157778	1.335556	1.335556	0.055946	0.057434	1.349667
3.632222	1.394444	1.394444	0.060989	0.062508	1.342818
4.106667	1.453333	1.453333	0.066249	0.067797	1.335712
4.581111	1.512222	1.190389	0.044445	0.045851	1.365428
5.055556	1.571111	1.209157	0.045858	0.047274	1.363482
5.530000	1.630000	1.229515	0.047415	0.048843	1.361340

12 Conclusioni

All'interno della presente relazione sono state esaminate e verificate le modifiche alle arginature da realizzarsi nell'ambito del ripristino della derivazione idroelettrica dell'impianto Ex-Cima in Comune di Ivrea(TO).

Le verifiche sono state condotte ai sensi della normativa tecnica vigente in materia di costruzioni e di dighe. In caso di discrepanze si è adottato il criterio maggiormente cautelativo.

Le verifiche di stabilità hanno dato esito positivo. Considerando le azioni di progetto l'opera conserva un discreto margine nei confronti del collasso in condizioni di stato limite ultimo.

Sulla base delle indicazioni fornite dalla modellazione idraulica bidimensionale si è optato per realizzare una scogliera di protezione in massi sciolti nel tratto immediatamente a ridosso lo sbarramento.

Per il tratto di monte, visto lo stato attuale delle arginature esistenti e le indicazioni fornite dalla modellazione idraulica riguarda la velocità di corrente, non si rende necessaria l'adozione di protezioni in massi.

Si rimanda all'elaborato grafico allegato per una rappresentazione delle opere previste.