

# Regione Toscana – Provincia di Siena

## Comune di Trequanda

### PIANO OPERATIVO COMUNALE

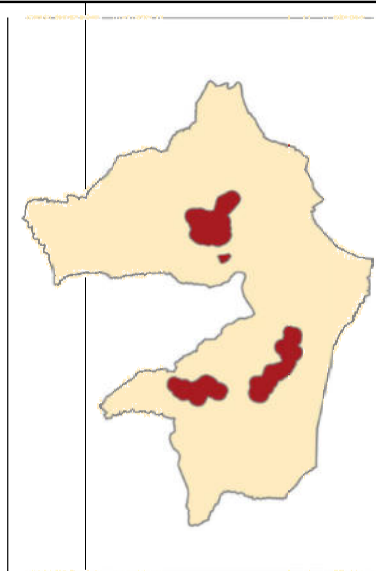
(ai sensi art. 95 della L.R. 65/2014)

### INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE

Ai sensi D.P.G.R. n. 53/R del 25 ottobre 2011



### Relazione Tecnica e Idraulica



**Data**

19 Dicembre 2022

**Professionista**

Dott. Ing. Giacomo Maggi

## **INDICE**

### **1. Premessa**

#### **2.1. Verifica idraulica Torrente Selciaie – UTOE Petroio**

##### **2.1 Rilievi plano-altimetrici**

##### **2.2 Caratteristiche geometriche del modello**

##### **2.3 Modellazione idraulica**

##### **2.4 Valutazione critica dei risultati**

##### **2.5 Descrizione e analisi delle cartografie prodotte**

### **ALLEGATI:**

#### ***ELABORATI DEI RILIEVI PLANO-ALTIMETRICI***

*Tavole grafiche con planimetria di ubicazione rilievo e sezioni topografiche zona di Petroio  
(tavole numerate da 1 a 6)*

#### ***VERIFICHE IDRAULICHE***

*ALLEGATI DI SUPPORTO ALLE VERIFICHE PER LO STRALCIO DI TREQUANDA E  
FOSSO CANAPINO:*

*Tavola del territorio urbanizzato – Trequanda*

*Tavola del territorio urbanizzato – Petroio*

*Planimetria per posizione sez. 500 sul Rigo – Trequanda*

*Estratto Sezione 500 sul Rigo per verifica stralcio – Trequanda*

*Planimetria per posizione sez. sul Fosso 2 – Trequanda*

*Estratto Sezione sul Fosso 2 per verifica stralcio – Trequanda*

*ALLEGATI DI SUPPORTO ALLO STUDIO IDRAULICO DEL FOSSO SELCIAIE A  
PETROIO:*

*Output HECRAS:*

- *Planimetria del modello*
- *Sezioni idrauliche principali con indicati valori di manning e WS e Crit per ogni TR e*

*Sezioni dei culvert*

- *Profilo dei battenti idraulici con WS e Crit vari Tr*
- *Profilo velocità*
- *Viste 3d del modello con il deflusso ai vari Tr*
- *Tabelle di input – portate e condizioni al contorno*
  
- *Tabelle riassuntive dei risultati: standard table 1 standard table 2– per le sezioni non interpolate*

***CARTOGRAFIE TEMATICHE AI SENSI L.R. 41/2018 E ALLEGATO 3 NORME DI PGRA AUTORITY DISTRETTUALE APPENNINO SETTENTRIONALE – UTOE PETROIO***

***Tavola 1*** – *Carta delle aree allagabili – scala 1:1.000*

***Tavola 2.1*** – *Carta della magnitudo idraulica per Tr 30 anni – scala 1:1.000*

***Tavola 2.2*** – *Carta della magnitudo idraulica per Tr 200 anni – scala 1:1.000*

***Tavola 2.2*** – *Carta della magnitudo idraulica per Tr 500 anni – scala 1:1.000*

***Tavola 3.1*** – *Carta dei battenti idraulici per Tr 30 anni – scala 1:1.000*

***Tavola 3.2*** – *Carta dei battenti idraulici per Tr 200 anni – scala 1:1.000*

***Tavola 3.3*** – *Carta dei battenti idraulici per Tr 500 anni – scala 1:1.000*

***Tavola 4.*** – *Carta della pericolosità da alluvione – scala 1:1.000*

## **1. Premessa**

Il presente elaborato compendia le risultanze delle verifiche idrauliche realizzate a supporto del nuovo Piano Operativo del comune di Trequanda (SI).

Le analisi sono state svolte utilizzando i valori di portata restituiti con le modalità esplicate all'interno della Relazione Idrologica ivi allegata.

Al fine di permettere una corretta esecuzione delle verifiche rispetto alle reali condizioni sia dimensionali che di manutenzione dei corsi d'acqua interessati dalle verifiche, sono stati realizzati rilievi plano-altimetrici e sopralluoghi tesi ad aggiungere informazioni sui dati topografici dell'area di studio e sugli ingombri delle opere esistenti lungo il reticolo idraulico analizzato.

Si ricorda che le verifiche sono state eseguite al fine di restituire la pericolosità idraulica nelle aree vallive delle zone urbanizzate interessate da previsioni urbanistiche ed intersecanti le UTOE. A tal fine preme sottolinea che inizialmente le aree oggetto di esame erano due:

- L'area artigianale di Trequanda ed il suo previsto ampliamento a monte, in prossimità della quale scorre il torrente Rigo che recepisce anche un ramo secondario (Fosso 2) confluyente nel tratto di valle dell'intersezione con le UTOE;
- L'area del centro abitato di Petroio nella porzione esterna al centro storico (area di via della Pianata), comprensiva della zona artigianale e delle abitazioni adiacenti, che è attraversata dal torrente Selciaie e, a monte, è interessata da una ramificazione secondaria (Fosso Canapino) confluyente sullo stesso corso d'acqua.

Nel corso degli studi di approfondimento delle due aree, si sono potute esplicitare delle considerazioni di dettaglio, riferite ai vari enti competenti, che hanno portato a ritenere plausibile lo stralcio dello studio di Trequanda e quello del Fosso Canapino a Petroio.



In particolare preme ricordare dette considerazioni:

- TREQUANDA

- Il torrente Rigo scorre per buona parte circa parallelamente alla strada Provinciale, il cui limite “est”, cioè dalla parte della zona artigianale, nella cartografia comunale, corrisponde al perimetro del territorio urbanizzato (allegato).

Il Torrente Rigo però si trova sempre a quota inferiore alla suddetta provinciale, come visibile dalla CTR e da rilievi topografici di dettaglio realizzati in loco, dai quali è stata estrapolata la sezione allegata, fatta in corrispondenza della zona di “minimo altimetrico” del territorio urbanizzato, in cui non sono tra l’altro presenti edificazioni ma un laghetto di raccolta di acque meteoriche (vedasi planimetria allegata).

Da tale sezione, si evince che anche nel punto di minimo altimetrico del territorio urbanizzato, la strada si frappone generando una condizione di alto morfologico di circa almeno 2.45 m al di sopra del ciglio del Torrente.

Oltre a questo, si nota che c’è un ampio alveo di piena disponibile tra la strada suddetta e la scarpata che lo limita dalla parte opposta al Torrente Rigo: infatti nelle modellazioni preliminari di controllo fatte ad ulteriore avvaloramento di detta ipotesi, in questa sezione non si è mai verificato alcun sormonto della strada, anche per Tr500.

Tutto il tratto più a monte del territorio urbanizzato è posizionato ancor più in alto morfologico.

- In merito al ramo secondario (Fosso 2), presente sul reticolo e confluyente sul Rigo molto più a valle della zona artigianale, lo stesso passa in prossimità della zona urbana limitrofa al centro storico di Trequanda ed ha origine poco più a monte della stessa, per cui con un bacino davvero modesto.

Inoltre lo stesso scorre in realtà a quote altimetriche nettamente inferiori al limite più vicino del territorio urbanizzato indicato nella cartografia Comunale, nell’ordine delle due decine di metri, come visibile nella sezione dedicata la cui posizione è indicata nella relativa planimetria (entrambe allegate).

**Sulla base delle suddette considerazioni si è ritenuto quindi di poter stralciare quindi gli studi relativi alla zona di Trequanda e mantenere la pericolosità idraulica definita precedentemente con criterio morfologico.**

- PETROIO

- Il tratto del torrente Selciaie posto all'interno dell'UTOE comincia poco più a nord del grande piazzale sterrato a forma triangolare, posto a margine della Strada Provinciale n.71, attraversa il centro abitato che precede il centro storico, tra vari tombamenti, e prosegue poi verso valle, a quote molte inferiori allo stesso. Lo studio di questo tratto è confermato ed oggetto della presente relazione idraulica.
- In una prima analisi era previsto anche lo studio del Fosso Canapino, un tratto di affluente “teoricamente” censito nel reticolo, posto a nord-est, in prossimità di un'altra porzione di territorio urbanizzato.

Su questo tratto sono state condivise diverse considerazioni:

- In realtà il fosso a cielo aperto indicato nel reticolo è stato, anni addietro, un poco deviato ed intubato e si configura quindi come una fogna bianca in parte privata ed in parte in gestione da parte del Comune.
- questa tratta è al di fuori dal territorio urbanizzato.

**Sulla base delle suddette considerazioni si è ritenuto quindi di poter stralciare lo studio del Fosso Canapino.**

Riepilogando quanto sopra enunciato, **la presente relazione idraulica quindi illustra lo studio del solo Torrente Selciaie a Petroio**, che ha condotto, tramite la modellazione in specifici software del flusso di piena, all'ottenimento dei battenti idrici e quindi alle cartografie allegate (aree allagabili, magnitudo, battenti, pericolosità da alluvione)

I battenti di piena ricavati per ciascun corso d'acqua, sono riferiti a tempi di ritorno contemplati dalla normativa regionale attualmente vigente (30, 200, 500 anni).

Il presente studio è stato redatto ai sensi della D.P.G.R. della Regione Toscana n. 5/R del 5 febbraio 2020 – Allegato A, nonché della l.r. 41/2018 e in riferimento anche all'allegato 3 delle norme di PGRA.

## **2. Verifica idraulica Torrente Selciaie – UTOE Petroio**

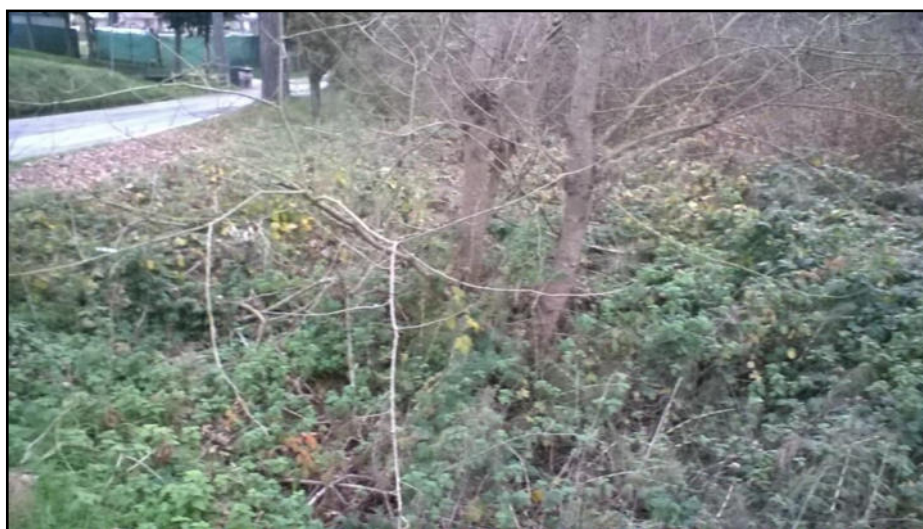
La verifica idraulica del sito di studio è stata effettuata implementando all'interno del software HEC-RAS il corso d'acqua del Fosso Selciaie, analizzandolo nel tratto a monte dell'area sportiva attrezzata collocata in prossimità del piazzale sterrato triangolare e la zona di piede del centro storico di Petroio dove il torrente tende ad essere completamente incassato nel substrato roccioso. La tratta in oggetto è interessata da diversi tombamenti, anche di notevole lunghezza ed alternati a brevi tratte a cielo aperto; i tombamenti manifestano vari motivi di forte inefficienza, come dimostrato più volte in occasione di eventi piovosi di maggiore entità.

A tal fine, sebbene inizialmente sia stato sviluppato un modello con i n.3 tratti tombati parzialmente ostruiti, a favore di sicurezza e per una migliore rappresentazione di ciò che è stato osservato accadere durante gli eventi piovosi, **si è deciso di utilizzare un modello in cui il primo tombamento è completamente ostruito (obstruction).**

Questo serve **per rappresentare cautelativamente e più efficacemente le condizioni di forte inefficienza del primo tombamento** (vedasi foto sotto – lo stesso parte dalla zona degli impianti sportivi, attraversa la strada principale all'altezza del cimitero e ritorna a cielo aperto a valle del campo di calcio) **e quindi la lama d'acqua** che, quando piove in maniera copiosa, **si forma puntualmente sul piazzale sterrato e lungo il tratto iniziale di via della Pianata** (la S.P. 71 che entra in centro abitato), la quale funge da “alveo” in quanto racchiusa tra due alti morfologici (a destra il versante collinare delimitato da un alto muro contro terra e a sinistra prima il cimitero e poi il campo sportivo un po' rialzato rispetto alla strada), fin tanto che non si presenta un minimo di quota altimetrica di via della Pianata al di sotto del campo di calcio e quindi, in corrispondenza di una diramazione stradale in discesa in sinistra (vedasi sez. 320), oltre la quale Via della Pianata risale di quota, il deflusso rientra lungo tale diramazione laterale sul successivo tratto a cielo aperto del Selciaie.



*Sezione di entrata del primo tombino in corrispondenza della area sportiva comunale attrezzata.*



*Tratta centrale del primo tombamento occlusa da riempimento di terreno e vegetazione, poco prima dell'attraversamento sottostradale*



*Sezione di uscita per la tubazione del primo tombamento a valle del campo sportivo comunale.*

Sono stati realizzati rilievi topografici e di dettaglio tesi a definire con maggiore precisione sia le dimensioni dei tubi dei tombamenti, che le quote dei relativi estradossi e del piano campagna nelle zone adiacenti al fosso modellato, al fine di verificare l'eventuale divagazione laterale delle acque di piena. Ciò tenendo conto che in prevalenza si osservano **condizioni di incassamento** anche nelle zone interessate da copertura urbana per tombatura.

Per tale motivo, si è ritenuto di modellare con approccio monodimensionale.

Al fine di tracciare le sezioni di modellazione, sono stati battuti con strumentazione topografica una serie di punti allineati generalmente lungo le stesse, estese lateralmente in maniera sufficiente a poter ricostruire un eventuale ampio alveo di piena.

Detto rilievo topografico è stato geo-referenziato e sovrapposto sulla base CTR (vedasi planimetria allegata): si sottolinea una generale ottima corrispondenza tra le quote battute e quelle dei punti indicati in ctr.

Per ogni tombamento o attraversamento è stata misurata poi la circonferenza del tubo (tombino) presente sotto all'impalcato, osservando contemporaneamente la natura dello stesso tubo (metallico o in cemento armato) ed eventuali raccordi con l'impalcato stesso.

### **3.1 Rilievi plano-altimetrici**

I rilievi celerimetrici hanno interessato una porzione a nord est del centro storico di Petroio, con sezioni trasversali lungo il fosso delle Selciaie, a partire dalla zona degli impianti sportivi fino a ridosso del centro storico stesso.

Il suddetto tratto fluviale è caratterizzato da frequenti intubamenti, pertanto le misurazioni sono state dirette anche a ricostruire dettagliatamente il tragitto degli stessi, le quote di ingresso/uscita dagli intubamenti ed ovviamente la consistenza degli stessi manufatti con l'integrazione di misure dirette.

In tutto sono state rilevate n. 7 sezioni a terra mentre altre sezioni intermedie sono state ricavate da quest'ultime in quanto ravvicinate, oppure mediante la CTR alla massima risoluzione disponibile (scala 1:2.000) o LIDAR (da quando è divenuto disponibile) e/o con misure dirette.

I rilievi sono stati eseguiti a partire da una stazione posta in prossimità della località denominata Fondo dei Legacci e successive altre 3 stazioni, di cui una sul piazzale adiacente agli impianti sportivi e le altre 2 collocate lungo la Pianata del Madonnino dei Monti. Ciò è stato necessario a causa della presenza di folta vegetazione lungo le viabilità principali e lungo i fossi stessi, che talvolta ha reso molto complicate le operazioni di rilievo stesso. Per i



rilievi topografici è stata utilizzata stazione totale LEICA TS02 e la nuvola di punti è stata successivamente implementata sul software topografico TOPOGRAFO della Gec Software.

La georeferenziazione è stata ancorata planimetricamente ad alcuni spigoli dei fabbricati circostanti presenti sul CTR ed altimetricamente ad alcuni punti quotati dello stesso CTR.

Si allegano le tavole grafiche con la planimetria di rilievo e le sezioni in oggetto (sia di rilievo diretto che da CTR/Lidar) ed alcune foto.



*Stazione n.1 presso l'abitato di Petroio – dietro allo strumento, sotto la folta vegetazione, corre la fogna bianca esistente in luogo del Fosso Canapino*

### **3.2 Caratteristiche geometriche del modello idraulico**

#### **Asta fluviale Fosso Selciaie**

La porzione del fosso Selciaie analizzata ha una lunghezza di circa **861.50 m**, con alcune sezioni alle estremità che sono state aggiunte per estendere lo studio oltre i limiti di UTOE e consentire una corretta applicazione delle condizioni al contorno.

Lungo l'asta fluviale sono state inserite, come già spiegato in precedenza, n.2 tombature di cui una molto sviluppata (a valle: circa 118 mt), considerando invece la lunga tombatura che parte dalla zona degli impianti sportivi adiacente al piazzale sterrato come ostruita o assente, al fine di massimizzare cautelativamente la lama d'acqua che si forma in questo tratto iniziale.

Talora in campagna lungo i tratti tombati sono state osservate aperture localizzate di lunghezza ridotta (ad esempio un pozzetto con griglia di ispezione a monte della sezione 104), tali però da essere bypassate in fase di modellazione, anche in funzione del fatto che la stessa prevede già che il flusso vi possa scorrere anche al di sopra.

In molte occasioni i tombamenti sono parzialmente occlusi per riempimento con depositi eluvio-colluviali o con materiale vegetale in decomposizione e questo è stato computato parzializzando le sezioni dei culvert.

La modellazione del fosso Selciaie è stata realizzata disegnando l'asta fluviale principale e inserendo le sezioni ritenute significative al fine di rappresentare compiutamente lo sviluppo dei battenti idraulici associati ai diversi tempi di ritorno delle piene, anche al di sopra del primo tratto di tombamento considerato ostruito (vedi fig. sotto).

Per il modello del torrente Selciaie sono state inserite **17 sezioni fondamentali** (tra rilievo diretto e indiretto da cartografia) ed altre ulteriori inserite per la corretta modellazione in prossimità delle zone di entrata e di uscita dai tombini (vedasi estratto planimetria sotto).

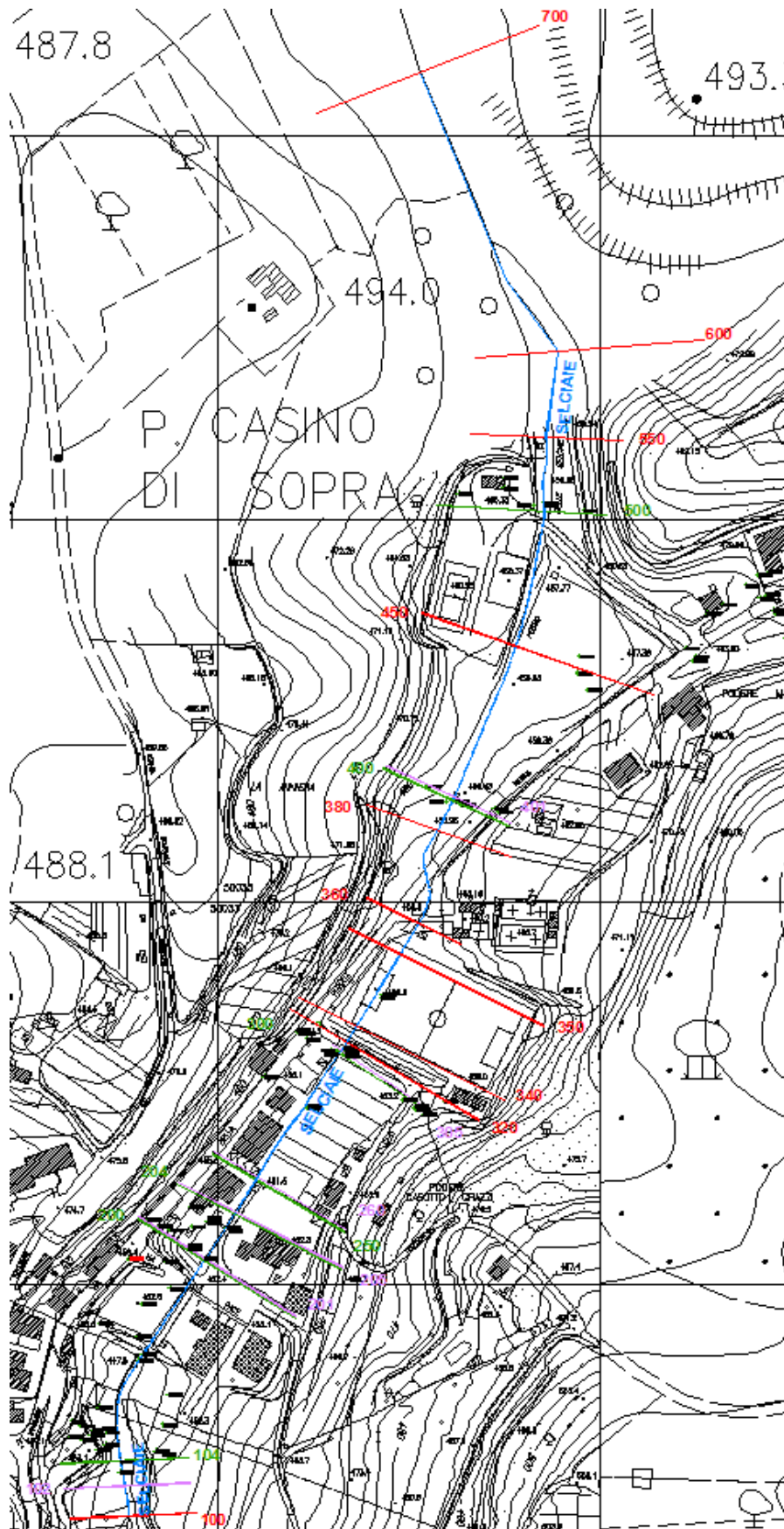
Si rimanda alle tavole grafiche allegate per planimetrie e profili delle sezioni geometriche fondamentali.

Tali sezioni, perciò, sono rappresentative sia di quelle tracciate per la restituzione dei battenti idraulici in corrispondenza di tratte a cielo aperto, che dei profili materializzati in corrispondenza degli impalcati e tombini (necessari per simulare il passaggio o l'eventuale sormonto dell'impalcato).

Si anticipa che, dopo aver fatto girare in un primo momento il modello con le sezioni 300 e 305 che arrivavano fino a via della Pianata e verificato che il flusso non risulta interessare la strada in quella porzione in quanto appunto "rientra" nel tratto a cielo aperto lungo la strada laterale, in favore di sicurezza si è poi deciso di prevedere comunque nella carta delle aree allagabili un'estensione delle stesse lungo via della Pianata in tale zona: per evitare incoerenze tra cartografia e sezioni, appunto la 300 e 305 sono state scorciate (vedasi tratteggio su sezioni geometriche) in corrispondenza dell'allargamento dell'area allagabile.

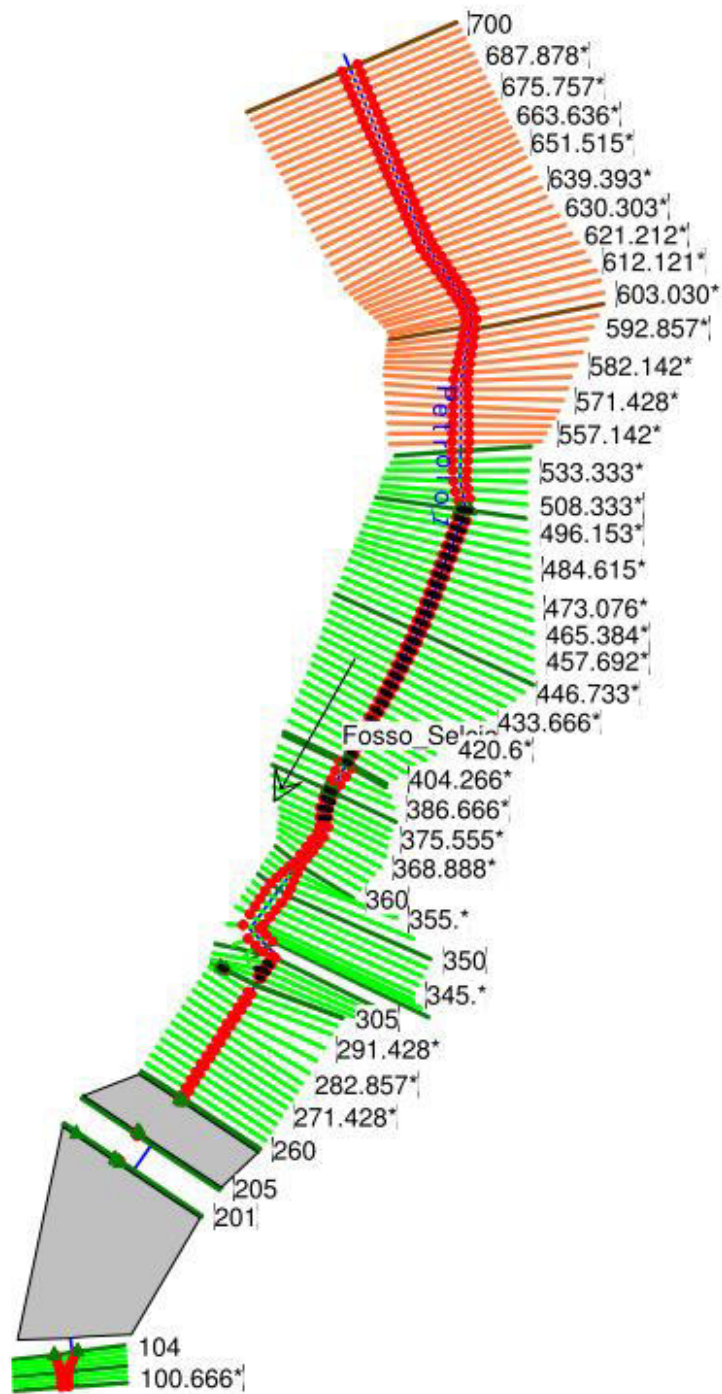
Le sezioni fondamentali successivamente sono state integrate con sezioni aggiuntive equidistanti per mezzo di un interpolatore lineare lungo ciascuna tratta compresa tra coppie di sezioni (vedi fig. sotto). L'aggiunta di sezioni fittizie ha permesso di aumentare ulteriormente la precisione del modello stesso e di tracciatura delle aree allagabili rispetto ai battenti restituiti dal software a tergo del processo di analisi, nonché favorire la convergenza dell'algoritmo di modellazione limitando gli errori di computazione sui profili idraulici e sulle altre variabili di interesse (es. critical depth).

Come detto il primo tratto di tombamento è stato cautelativamente considerato occluso (con obstruction) o semplicemente non è stato rappresentato per brevità (ma indicato in tratteggio nelle sezioni geometriche per una migliore comprensione— es. sotto sez. 320).



*Rappresentazione delle sezioni lungo il fosso Selciaie: in verde quelle ricavate per rilievo diretto in rosso da Lidar/CTR integrate con misure dirette e in violetto quelle aggiuntive di modellazione.*





*Rappresentazione della geometria sul modello HEC RAS del tratto analizzato del T. Selciaie.*

Il secondo tratto tombato considerato nel modello idraulico è collocato in corrispondenza della zona artigianale di Petroio (tra sez. 250 e 200) ed in particolare lambisce sul retro l'edificio esistente adibito sia ad abitazione che ad officina meccanica. Le caratteristiche della struttura inserita nel modello sono:

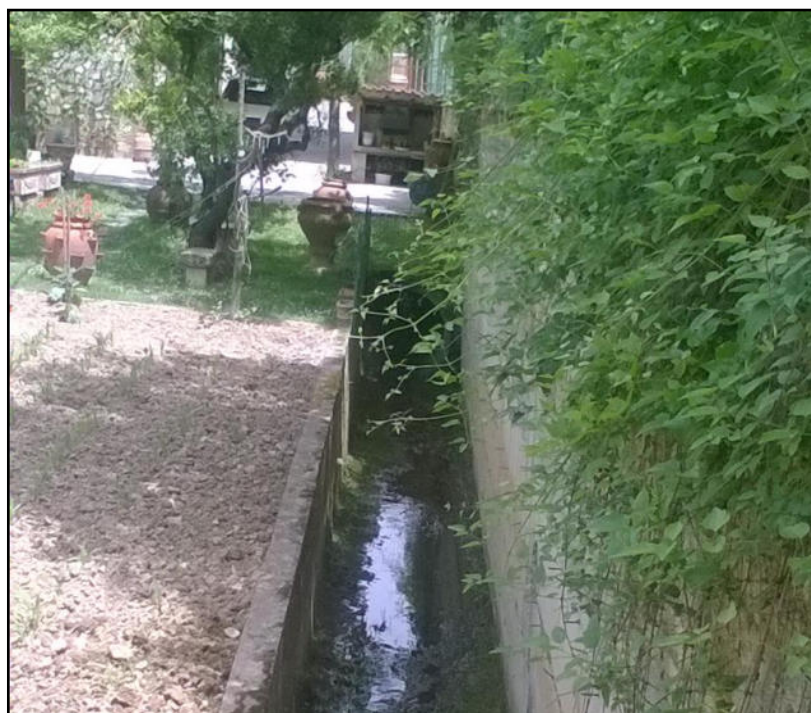
2° Tratto tombato

- Larghezza impalcato (m): variabile tra circa 2,4 (monte) e 1,3 (valle)
- Spessore impalcato (m): circa 0.60 (monte) – 0,35 (valle)
- Diametro tubo tombamento (m): 0,95 (considerato diametro minore tra 1.15 e 0.95 in favore sicurezza)
- Lunghezza tombamento (m): 29
- Tipologia tubo: prefabbricato in calcestruzzo
- Altezza impalcato da fondo alveo (m): circa 1,8 (monte) - 1,3 (valle)

Sotto sono mostrate le sezioni di ingresso e di uscita del secondo tombamento. All'uscita si nota la presenza del piazzale con annesse strutture dell'officina meccanica privata (piano seminterrato).



*Sezione di entrata della tubazione del II tratto tombato a monte dell'officina meccanica privata.*



*Sezione di uscita della tubazione del II tratto tombato, in adiacenza al seminterrato dell'officina meccanica.*

Il terzo ed ultimo tratto tombato ricostruito all'interno del modello idraulico è quello compreso tra la stessa zona artigianale di Petroio e l'area di valle ai piedi della dorsale dove si colloca il centro storico della stessa cittadina (tra sez. 200 e 104). Questa tubazione parte poco a valle dell'officina meccanica, in corrispondenza dell'attraversamento di via della Pace, passa sotto al piazzale che funge da parcheggio, ha una brevissima interruzione in pozzetto di ispezione grigliato a valle dello stesso per poi intubarsi di nuovo subito fino al ricongiungimento più a valle al fosso a cielo aperto.

Le principali caratteristiche geometriche sono:

3° Tratto tombato:

- Larghezza impalcato (m): variabile tra circa 30.29 (monte – considerando impalcato anche via della Pace, quindi misurando dal muro adiacente all'attraversamento fino all'innesto di via della pace su via della Pianata – RS110 US) e circa 11,0 (valle- RS 110 DS)
- Spessore impalcato (m): circa 3,1 (monte) – circa 1,7 (valle)
- Diametro tubo tombamento (m): 0,80 (sezione minima – in parte anche ovalizzata)
- Lunghezza tombamento (m): 118
- Tipologia tubo: prevalentemente prefabbricato in calcestruzzo
- Altezza impalcato da fondo alveo (m): circa 4,0 (monte – minimo su via della Pace) – 1,60 ( valore medio - valle)



Sezione di uscita della tubazione del 3° tombino a valle del centro storico di Petroio.



Nelle parti a cielo aperto, il fosso Selciaie presenta una sezione generalmente trapezoidale rovesciata, la quale risulta caratterizzata da una larghezza tra cigli di sponda pari a oltre 6 m all'imbocco del primo tombamento. Tale ampiezza tende a ridursi fortemente nel tratto centrale dell'asta modellata, dove si registra una larghezza massima di circa 2,4 m. Qui lo stato attuale dell'alveo è caratterizzato da un forte riempimento con erbe infestanti e dalla presenza talora di attraversamenti di tubazioni fognarie sospese (vedi fig. sotto). Si sottolinea che le stesse sono solo poche, puntuali e di diametro (10-20 cm) tale da non influenzare sensibilmente la modellazione in quel tratto adiacente ad un campo ed anche alla luce delle numerose cautele già prese e pertanto non sono state modellate.

Infine nella porzione di valle dell'asta analizzata all'uscita del terzo tombamento, si osserva una larghezza tra i cigli di sponda pari a circa 4 m. All'uscita si registra un discreto stato di manutenzione sia del tubo che dell'alveo di valle (vedi fig. sopra)



Stato manutentivo del Torrente Selciaie tra il I° e II° tombamento.

La verifica è stata effettuata rispetto alle portate al colmo descritte indicate nei precedenti paragrafi per i tempi di ritorno  $T_r = 30$  anni,  $T_r = 200$  anni e  $T_r = 500$  anni, ai sensi del regolamento regionale n. 5/R.

La verifica è stata realizzata in condizioni di **moto permanente in regime di flusso misto**. Perciò, rispettivamente a monte e a valle dell'asta fluviale modellata, sono state assegnate le seguenti condizioni al contorno (aggiornate con l'aggiunta delle sezioni di estremità):

Torrente Selciaie

- *Normal depth* di monte: 0.021
- *Normal depth* di valle: 0.0625

Le *Normal depth* inserite sono coerenti con le diverse pendenze che si registrano a monte del sistema (zona più pianeggiante) rispetto a valle (porzione più incisa e acclive sotto il centro storico).

I valori di Manning applicati lungo le sezioni variano in un range compreso tra 0.035 e 0.1/0.2 e sono riportati in alto su tutte le sezioni idrauliche (divise per LOB/Channel/ROB).

Il valore maggiore è stato applicato normalmente per simulare la presenza di vegetazione arbustiva o di alto fusto, nonché eventuali opere antropiche provvisorie, sia in alveo che nelle aree di golena.

Le ineffective flow areas sono state aggiunte dove si prevede che alcune aree non partecipino direttamente al flusso, come il caso della zona di riempimento laterale della sezione 200; in altri casi sono state usate, cautelativamente, per tarare in maniera più verosimile il sormonto di alcuni manufatti.

I fattori di contrazione ed espansione considerati sono normalmente quelli indicati di default dal software, per i quali si registra un fattore di contrazione pari a 0.1 e un fattore di espansione pari a 0.3.

### **3.3 Modellazione idraulica**

Tutte le modellazioni idrauliche sono state realizzate con approccio monodimensionale, riproducendo un **moto permanente gradualmente variato**. Tali condizioni sono state condivise con gli enti preposti e sono risultate sufficientemente adeguate al fine di ricostruire le condizioni di allagabilità delle aree di interesse delle UTOE di Petroio, anche in relazione a tutte le considerazioni cautelative che sono state applicate e perché il tratto di torrente Selciaie studiato è per buona parte presente all'interno di un'area sub pianeggiante incassato tra i versanti laterali.

Pur trattandosi di moto permanente, lo stesso approccio è stato utilizzato in condizioni di mixed flow. Si è reso necessario applicare un flusso misto in quanto riproduce bene le variazioni morfologiche presenti lungo l'asta fluviale per effetto della interferenze prodotte dei tratti tombati (presenza di restringimenti repentini della sezione fluente per imbocco della corrente all'interno delle tubazioni). Le tombature si presentano sostanzialmente in assenza di aperture per l'ispezione, in quanto generalmente sottostanti a opere di urbanizzazione (pavimentazioni stradali) con eventuale scatolare a protezione del tubo.

Di seguito si ricordano le portate al colmo che sono state inserite nel modello e dedotte dalla relazione idrologica allegata, nonché condivise con gli enti preposti.

Si ricorda che sono state considerate **portate al colmo più cautelative** di quanto risulterebbero se calcolate esclusivamente con le procedure regionalizzate:

**Tr30 21.303 mc/s**

**Tr200 31.089 mc/s**

**Tr500 35.476 mc/s**

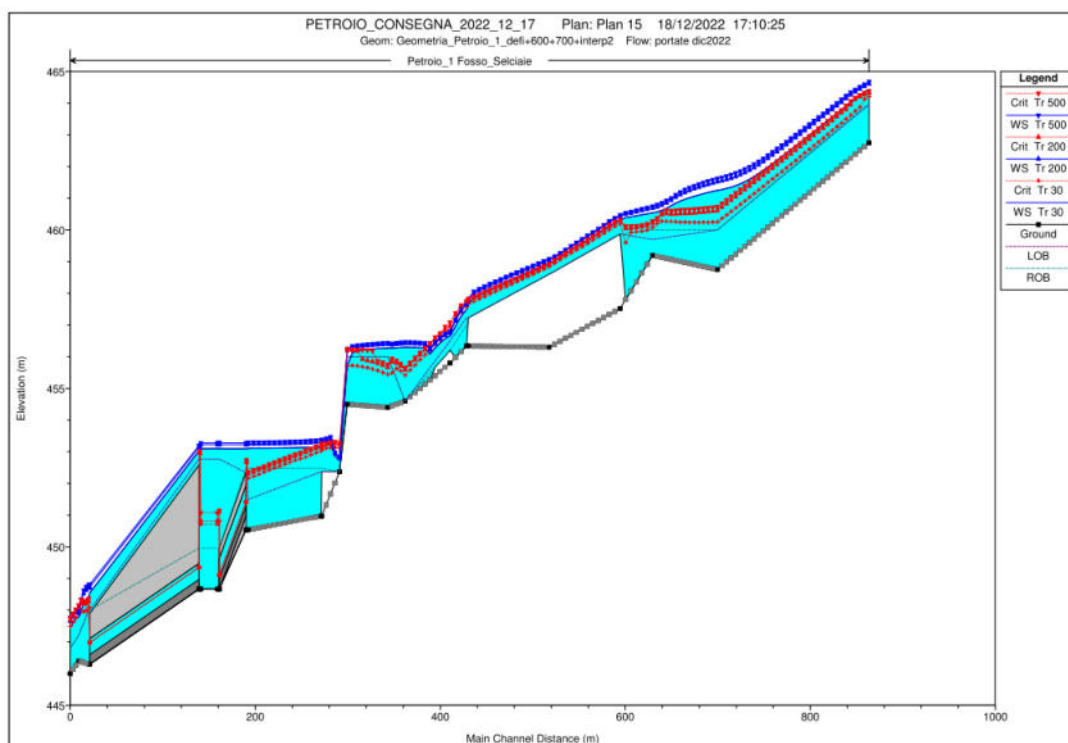
Come già scritto, lo studio idraulico ha fatto riferimento al modello senza la presenza della prima tombatura (o del tutto ostruita), al fine di verificare in favore di sicurezza come alveo fluviale il tracciato sul piano campagna sovrastante l'esistente tubo interrato. In questo modo è stato possibile collocare più sezioni intermedie lungo il tombamento e restituire perciò una mappatura accurata dei limiti delle piene trentennale, duecentennale e cinquecentennale. Ciò considerando che, comunque, in caso di piena, buona parte delle acque di deflusso scorrono al di fuori della prima tratta tombata.

In fig. sotto si riporta il profilo idraulico rappresentativo del modello idraulico utilizzato.

Si nota che il profilo delle WS e della Critical Depth risultano continui per ogni TR, indicando una buona accuratezza di modellazione.

In calce si allegano anche tutti gli output delle risultanze:

- Planimetria del modello
- Sezioni idrauliche principali con indicati valori di manning e WS e Crit per ogni TR e Sezioni dei culvert
- Profilo dei battenti idraulici con WS e Crit vari Tr
- Profilo velocità
- Viste 3d del modello con il deflusso ai vari Tr
- Tabelle di input – portate e condizioni al contorno
- Tabelle riassuntive dei risultati: standard table 1 standard table 2– per le sezioni non interpolate

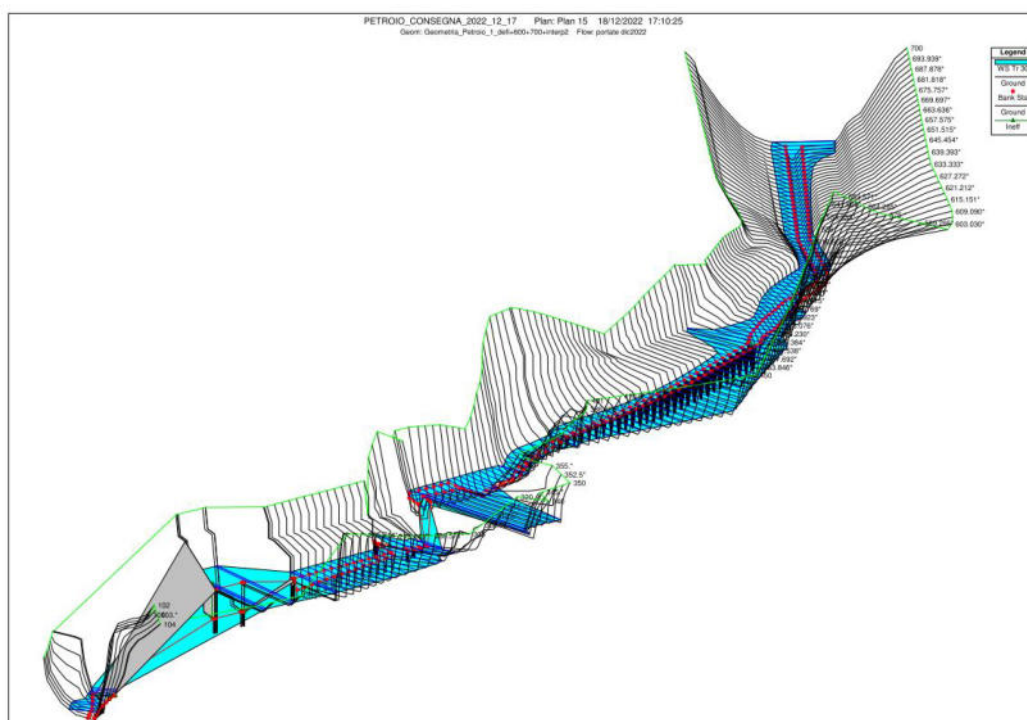


Profilo battenti idraulici relativo al modello del Selciaie



## **2.4 Valutazione critica dei risultati**

In generale si ritiene che la modellazione proposta **riproduca molto fedelmente quanto atteso, nonché quanto riscontrato** in passato in occasione di eventi piovosi significativi e cioè che, nonostante per i tombamenti il software abbia modellato correttamente lo scorrimento in pressione delle piene, si osserva comunque un significativo sormonto sia sopra il primo attraversamento considerato occluso che sugli altri due.



Profilo 3D dei battenti idraulici

In termini di **dinamica del fronte di piena e criticità**, si vede come la stessa possa superare facilmente le arginature delle parti a cielo aperto già in prossimità del piazzale sterrato triangolare e degli impianti sportivi adiacenti, interessando in parte anche il campo di calcio ed incanalandosi lungo via della Pianata fino a quando la stessa non ricomincia a salire e contestualmente incontra la strada laterale a valle del campo di calcio. Qui la modellazione rende appunto il rientro del flusso da via della Pianata lungo la stradina in discesa fino al tratto a cielo aperto del Selciaie (testimoniato anche nel 2019), interessando in parte anche il campo agricolo laterale, per insufficienza delle sezioni intubate.

Nel tratto a fianco all'officina meccanica, avviene quanto atteso, con l'allagamento della porzione a quota inferiore a via della Pace (piano seminterrato dell'officina) fino a configurare il sormonto della stessa e l'interessamento dei due piazzali laterali (un piazzale

privato ed un parcheggio pubblico) ed il resede di edifici immediatamente circostanti.

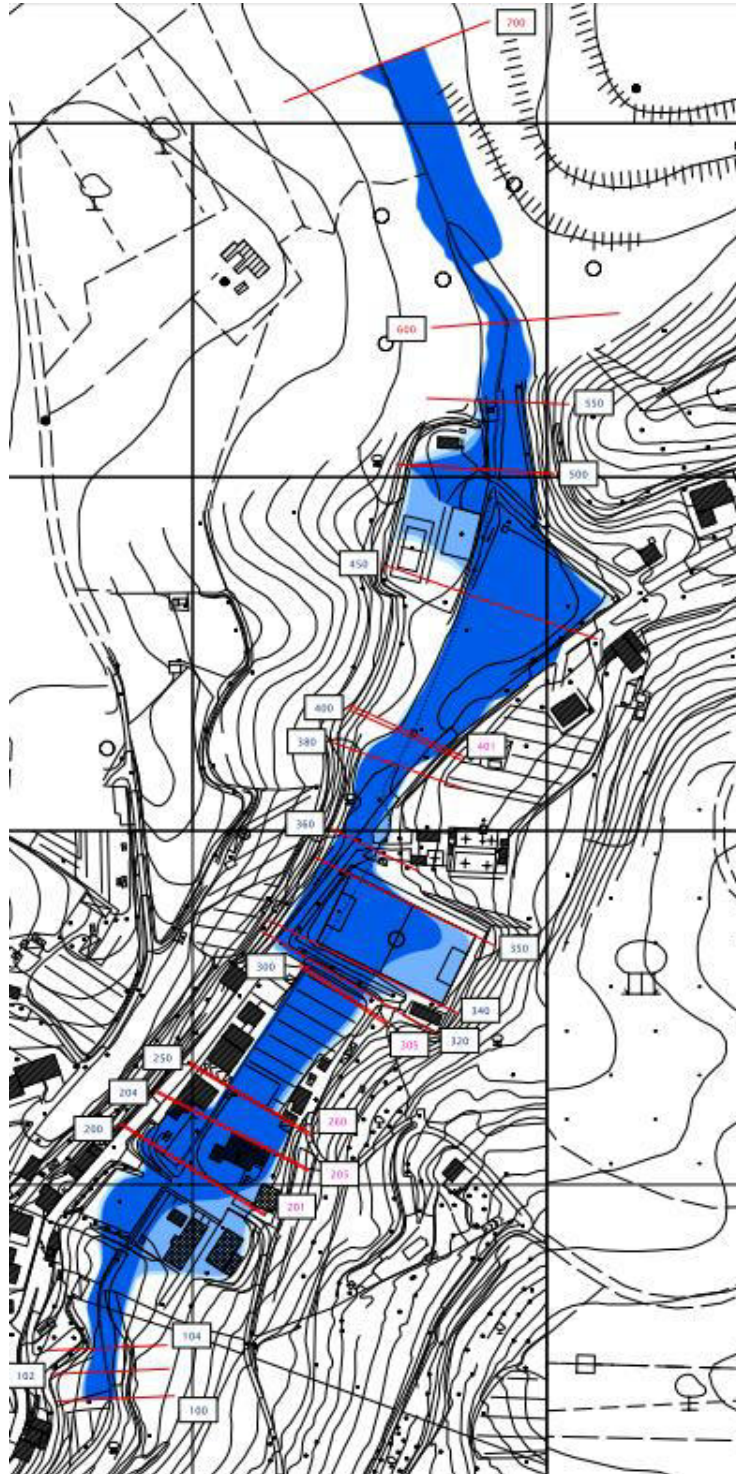
Da qui poi la piena prosegue a valle dove rientra, tramite i campi subito sotto al centro storico, nell'alveo più inciso dove riprende velocità e può scorrere senza incontrare il territorio urbanizzato.

Nell'allegata tavola delle carte allagabili vengono riportati anche puntualmente i sormonti attesi delle viabilità.

**In generale si ritiene che la modellazione realizzata rappresenti in maniera verosimile la dinamica della piena e metta in evidenza le criticità suddette al fine della loro prevenzione.**

## **2.5 Carta delle aree allagabili.**

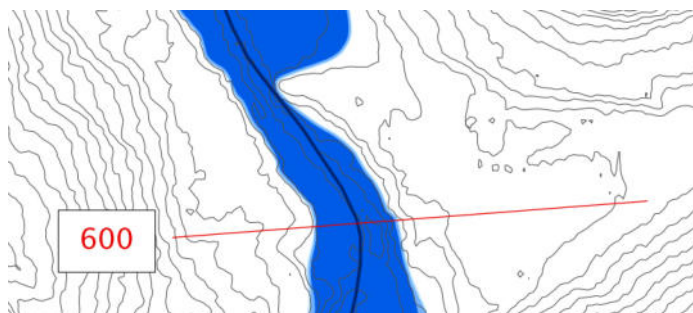
Nell'allegata carta delle aree allagabili (di cui si riporta estratto sotto) sono state materializzate le risultanze suddette, integrandole, in pochi casi, con delle considerazioni aggiuntive e cautelative.



Carta delle aree allagabili

La carta delle aree allagabili, è stata prodotta tracciando le superfici occupate dai battenti idraulici per i tempi di ritorno Tr 30 anni, Tr 100 anni e Tr 200 anni. Dall'analisi dello stesso elaborato cartografico si evince che:

- I limiti tra piene trentennali, duecentennali e cinquecentennali sono spesso ravvicinati se non addirittura quasi coincidenti; tale evidenza conferma la natura prevalentemente incassata dei torrenti analizzati, nonché dell'assetto orografico nel quale si inquadrano le aste fluviali in prossimità di Petroio; fanno eccezione tre sole zone (impianti sportivi, campo di calcio, zona su est di via della pace) che vengono maggiormente interessati dalle piene a Tr più alti ma in quanto dotati di muretti, cordolini o ciglionamenti che vengono sormontati solo dalle piene a Tr elevati.
- Alcune curve del perimetro delle aree allagabili, sono dovute alla presenza di muretti localizzati o contropendenze: ne è un esempio via della Pianata che dapprima funge da alveo per la piena fino a valle del campo sportivo per poi curvare lateralmente quando la via stessa risale e incontra la laterale in discesa: al fine di indicare comunque un possibile leggero sopravanzamento del fronte di piena lungo via della Pianata, sono state tagliate le sezioni 300 e 305 e l'area allagabile è stata un po' estesa lungo la stessa viabilità in salita. La curva tra le sezioni 600 e 700 è dovuta al fatto che la carta delle aree allagabili, per una migliore precisione, è stata redatta su base LIDAR, la quale cartografia in quel punto riporta un pianoro più alto e più vicino all'alveo (vedasi sotto). Non vi si è aggiunta ulteriore sezione sul modello perché sicuramente qui il deflusso avviene in regime di moto lento, per cui i battenti in corrispondenza della variazione morfologica l'aggirano uniformemente seguendo le curve di livello e senza creare particolari rigurgiti con eventuale sormonto.



Particolare aree allagabili su LIDAR

- Risulta confermata la allagabilità anche per eventi con Tr pari a 30 anni dell'area artigianale di Petroio (zona centrale e meridionale dell'abitato), nella porzione di area urbanizzata comprendente l'edificio adibito ad officina meccanica (lungo Sp 71) e il piazzale opposto al torrente (come testimoniato da eventi meteorici eccezionali verificatisi nell'ultimo ventennio). Risultano interessati invece solo da eventi con  $Tr \geq 200$  anni gli edifici presenti nel vertice di sud-est della stessa area artigianale;
- Risulta allagabile anche il campo sportivo comunale con eventi addirittura fino a 30 anni, ma si sottolinea che il franco atteso è di pochi decimetri.

Nell'allegata tavola delle carte allagabili vengono riportati anche puntualmente i sormonti attesi delle viabilità e principali punti di interesse.

Si allegano anche:

- tavole delle magnitudo per ogni TR
- tavole dei battenti per ogni TR
- tavola della pericolosità da alluvione

Con il presente studio si ritiene di aver espletato in maniera completa ed esaustiva le indagini necessarie a supporto del nuovo Piano Operativo del Comune di Trequanda.

lì, 19 dicembre 2022

Ing. Giacomo Maggi

## **ALLEGATI**

# **ALLEGATI ALLE VERIFICHE IDRAULICHE**

ELABORATI A SUPPORTO DELLO STRALCIO  
DELLA PARTE DI TREQUANDA E DEL FOSSO CANAPINO  
A PETROIO

Tavola del territorio urbanizzato – Trequanda

Tavola del territorio urbanizzato – Petroio

Planimetria per posizione sez. 500 sul Rigo – Trequanda

Estratto Sezione 500 sul Rigo per verifica stralcio – Trequanda

Planimetria per posizione sez. sul Fosso 2 – Trequanda

Estratto Sezione sul Fosso 2 per verifica stralcio – Trequanda



COMUNE DI TREQUANDA (SI)  
Provincia di Siena



PIANO OPERATIVO  
con contestuali Varianti puntuali al Piano Strutturale

PIANO STRUTTURALE  
Elaborati di Progetto

TAV. PS\_1N

PERIMETRO DEL TERRITORIO URBANIZZATO  
DELIMITAZIONE DELLE UTOE  
Territorio nord – Trequanda

scala 1: 10.000

PROGETTAZIONE URBANISTICA  
Arch. Annamaria Bartoli

ELABORAZIONI VAS  
Paesaggistipercaso  
Arch. Giuseppe Bagnoli  
Arch. Nicoletta Boccardi  
Arch. Francesca Bertamini  
Collaboratore  
Arch. Paesaggista Elisa Bagnoni


INFORMATIZZAZIONE DEI DATI  
Arch. Paolo Frezzi


ELABORAZIONI GEOLOGICO-  
TECNICHE E SISMICHE  
Dott. Geol. Francesco Agnelli


Febbraio 2021




Legenda


 Confine comunale


 Perimetro del territorio urbanizzato


 Territorio urbanizzato

 Aree di trasformazione assoggettate a Conferenza di Copianificazione


UTOE in ambito urbano


 UTOE 1 Trequanda


 UTOE 2 Petroio


 UTOE 3 Castelmuzio


UTOE del territorio rurale

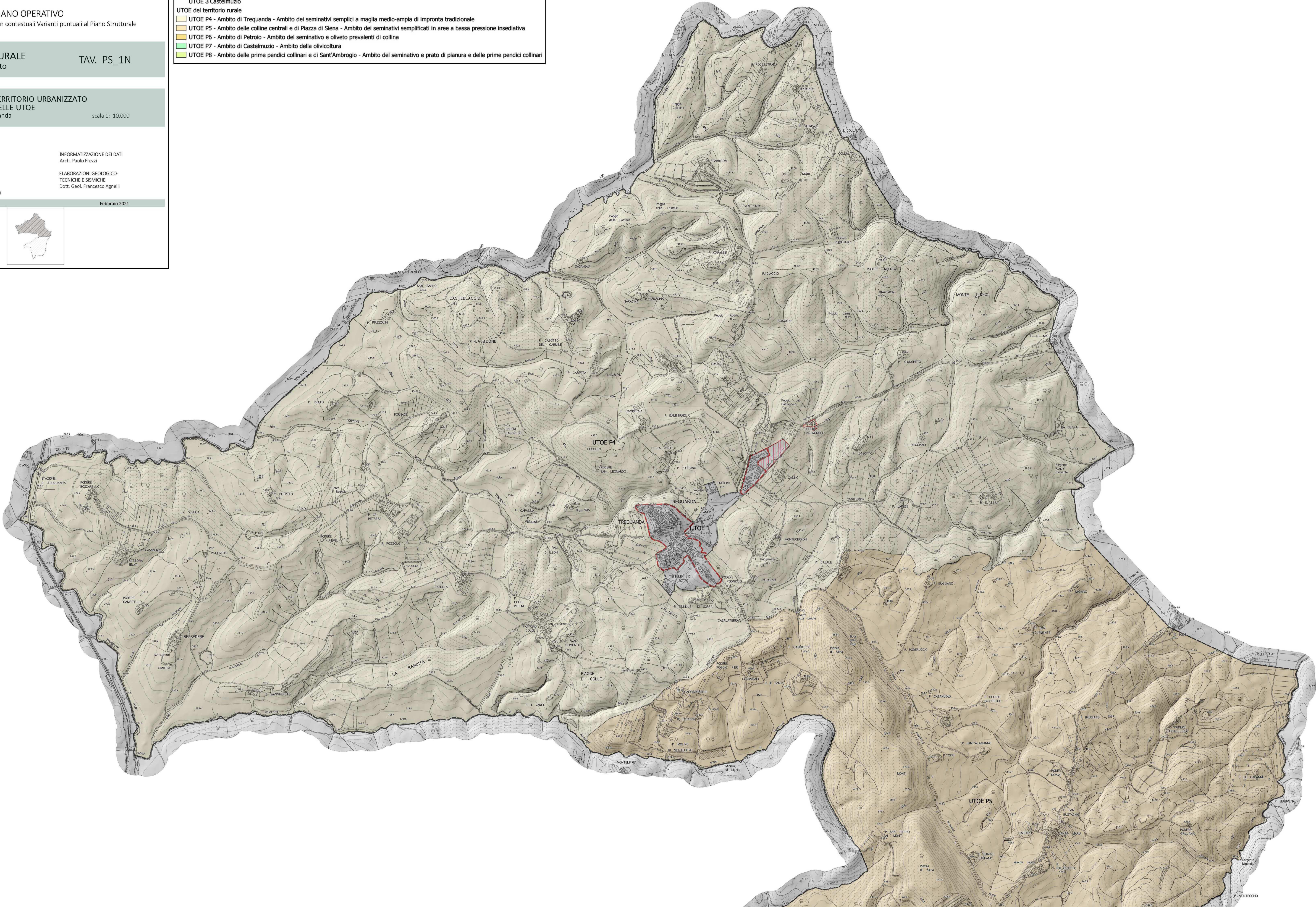
 UTOE P4 - Ambito di Trequanda - Ambito dei seminativi semplici a maglia medio-ampia di impronta tradizionale

 UTOE P5 - Ambito delle colline centrali e di Piazza di Siena - Ambito dei seminativi semplificati in aree a bassa pressione insediativa

 UTOE P6 - Ambito di Petroio - Ambito del seminativo e oliveto prevalenti di collina

 UTOE P7 - Ambito di Castelmuzio - Ambito della olivicoltura

 UTOE P8 - Ambito delle prime pendici collinari e di Sant'Ambrogio - Ambito del seminativo e prato di pianura e delle prime pendici collinari







Legenda

Confine comunale

Perimetro del territorio urbanizzato

Territorio urbanizzato

Aree di trasformazione assoggettate a Conferenza di Copianificazione

UTOE in ambito urbano

UTOE 1 Trequanda

UTOE 2 Petroio

UTOE 3 Castelmuzio

UTOE del territorio rurale

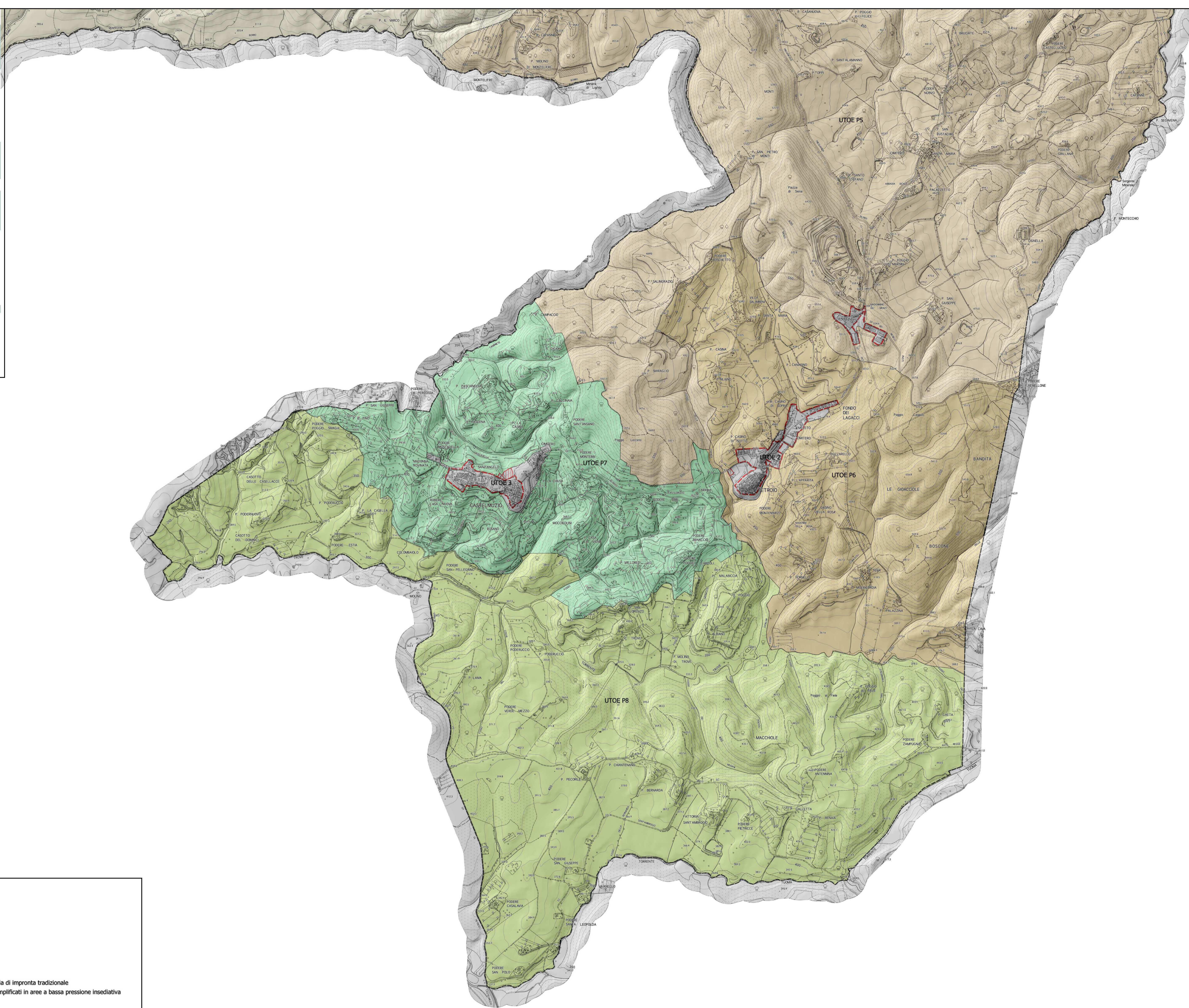
UTOE P4 - Ambito di Trequanda - Ambito dei seminativi semplici a maglia medio-ampia di impronta tradizionale

UTOE P5 - Ambito delle colline centrali e di Piazza di Siena - Ambito dei seminativi semplificati in aree a bassa pressione insediativa

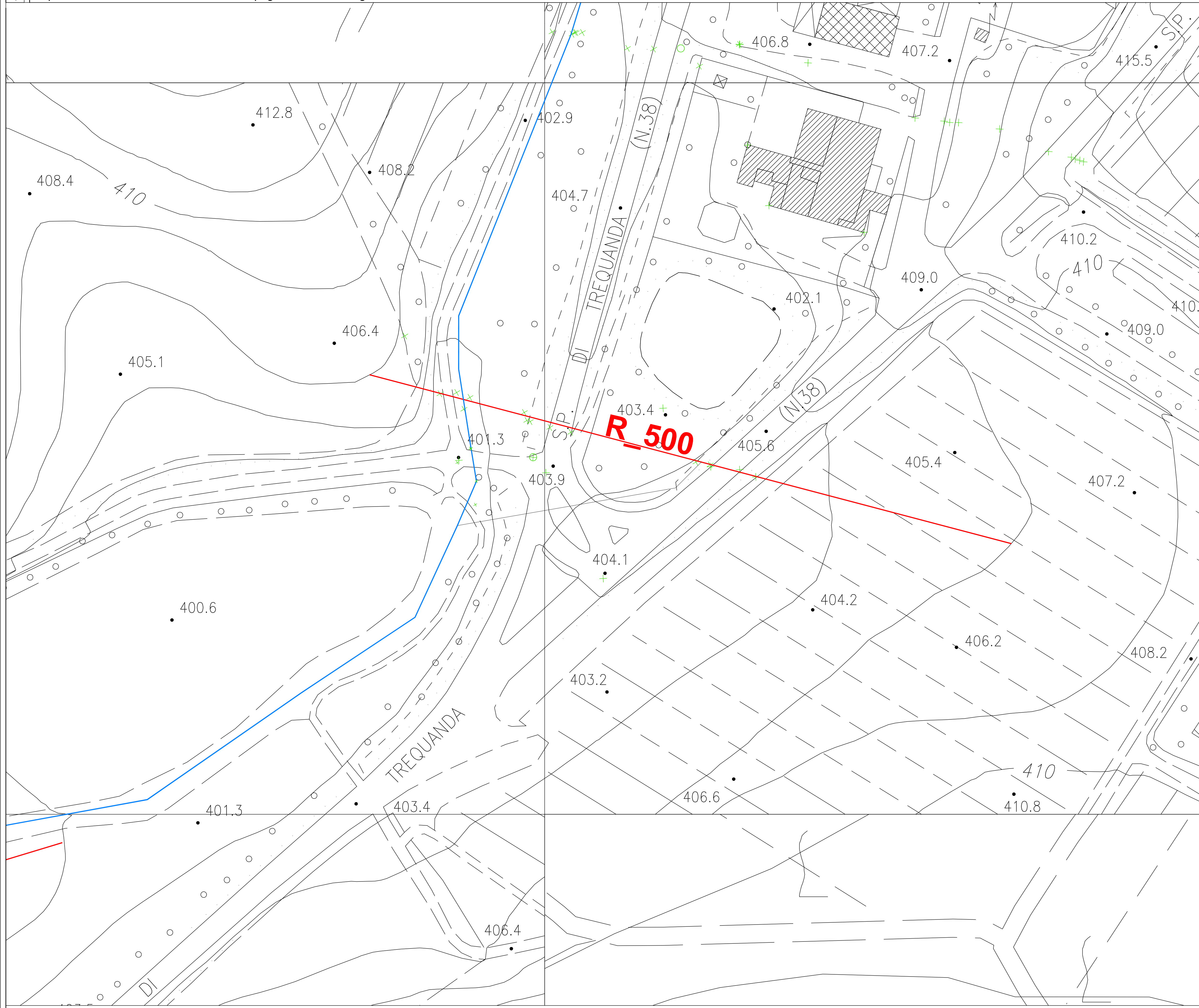
UTOE P6 - Ambito di Petroio - Ambito del seminativo e oliveto prevalenti di collina

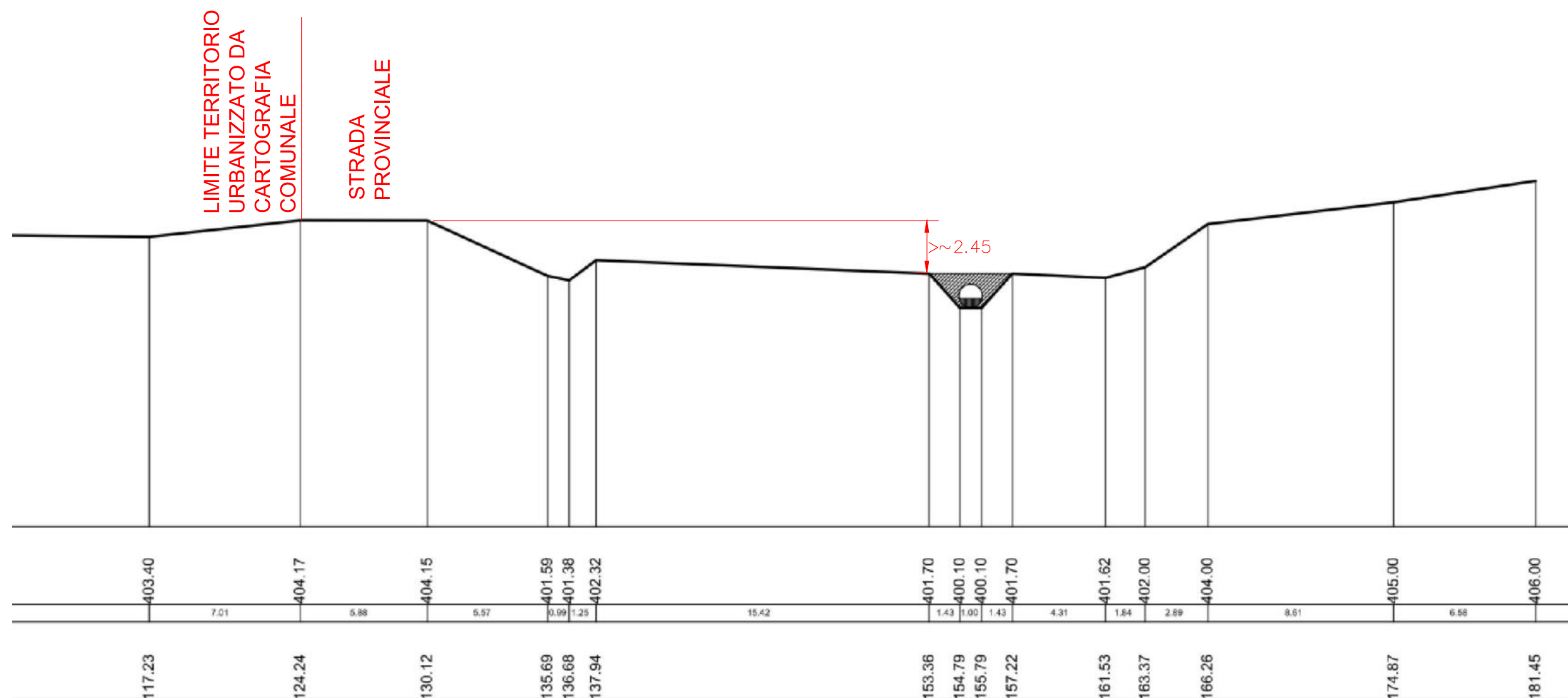
UTOE P7 - Ambito di Castelmuzio - Ambito della olivicoltura

UTOE P8 - Ambito delle prime pendici collinari e di Sant'Ambrogio - Ambito del seminativo e prato di pianura e delle prime pendici collinari



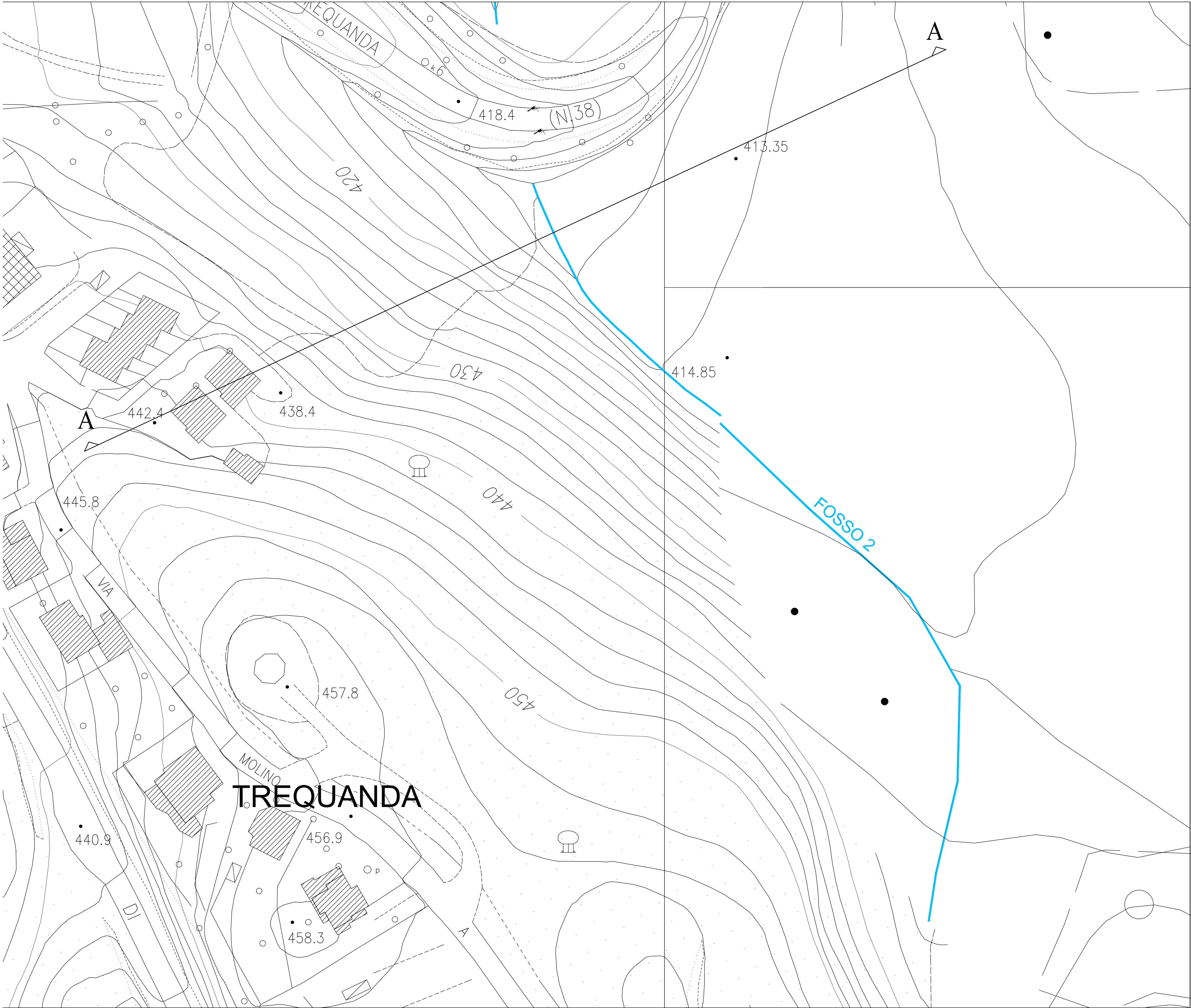




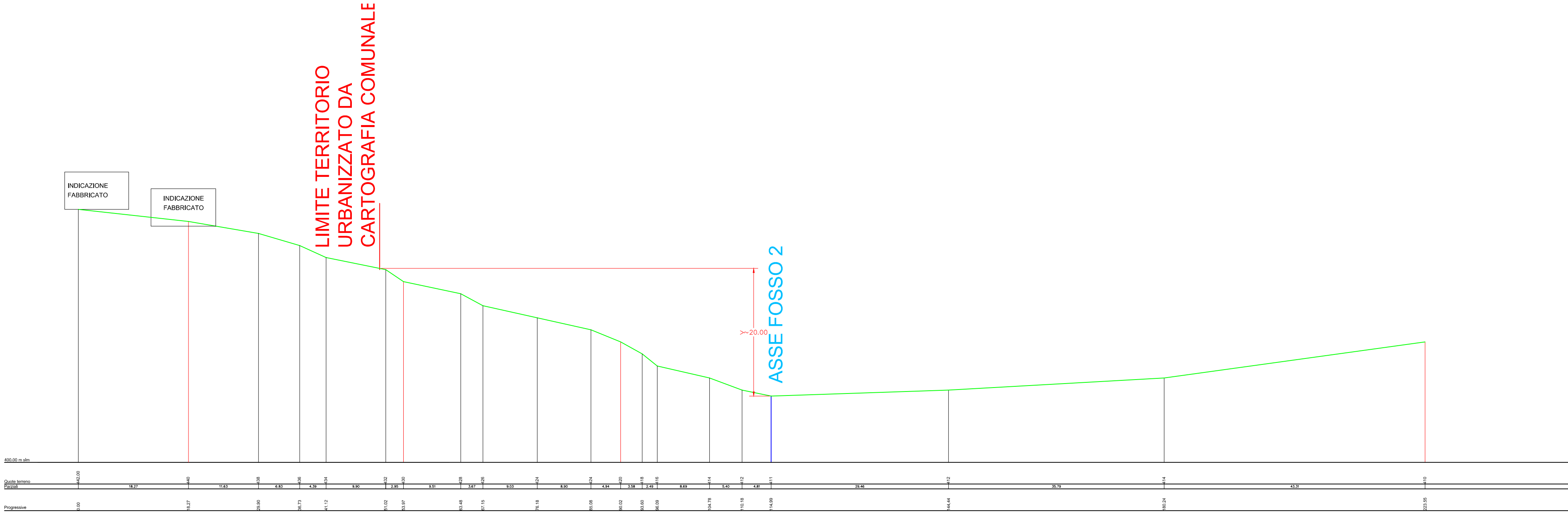


ESTRATTO DELLA SEZIONE 500 – RIGO – 1:250





PLANIMETRIA FOSSO 2 – SCALA 1:1000



SEZIONE A-A FOSSO 2 – SCALA 1:500

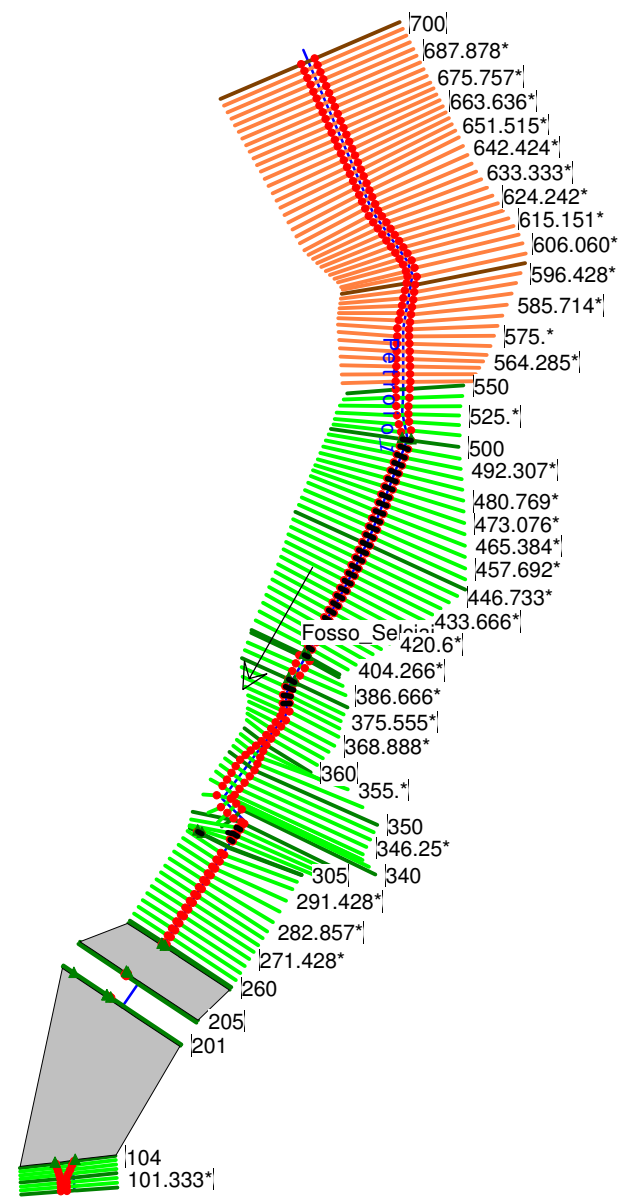
## **ALLEGATI ALLE VERIFICHE IDRAULICHE**

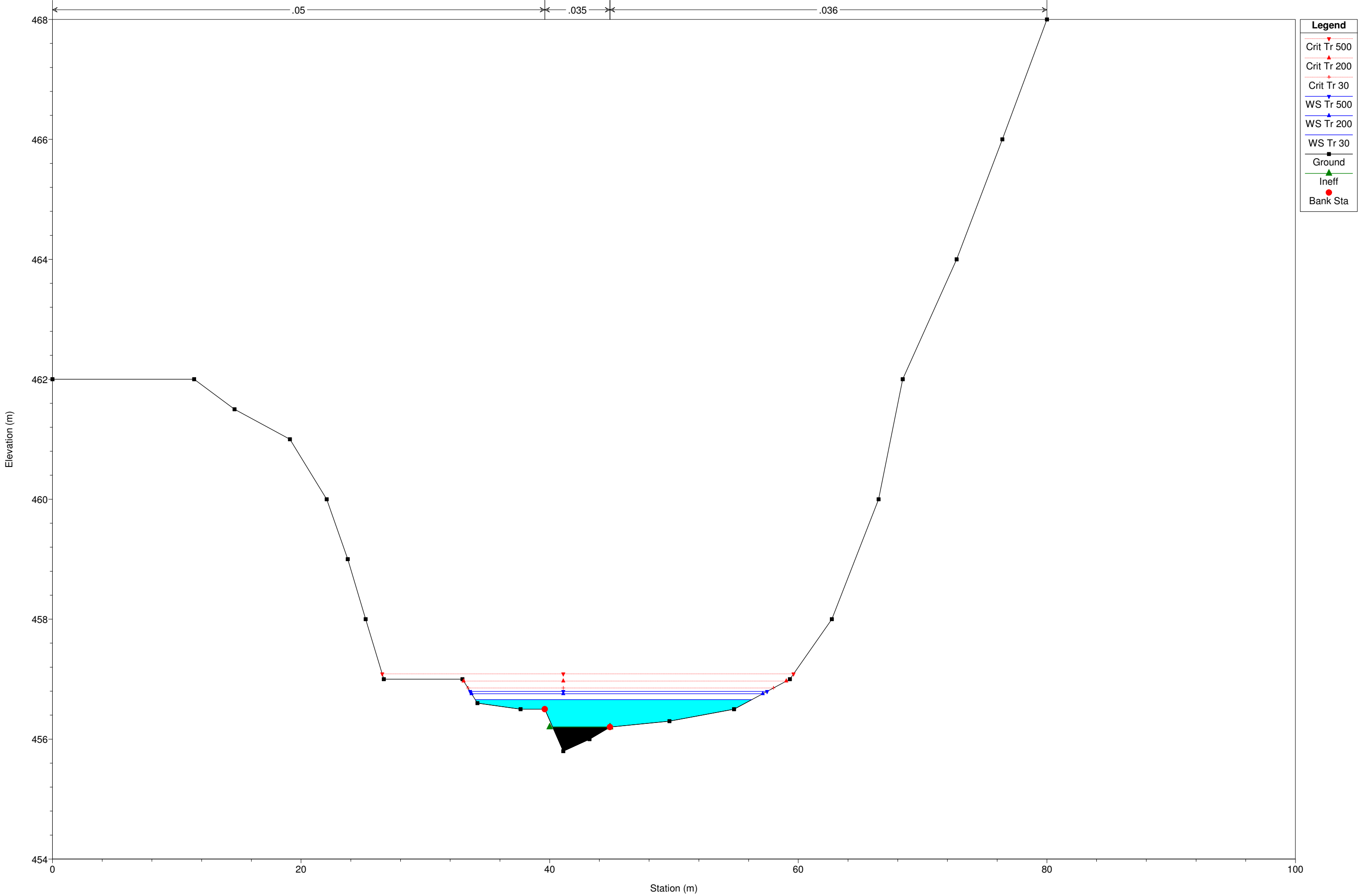
### **STUDIO IDRAULICO TORRENTE SELCIAIE- PETROIO:**

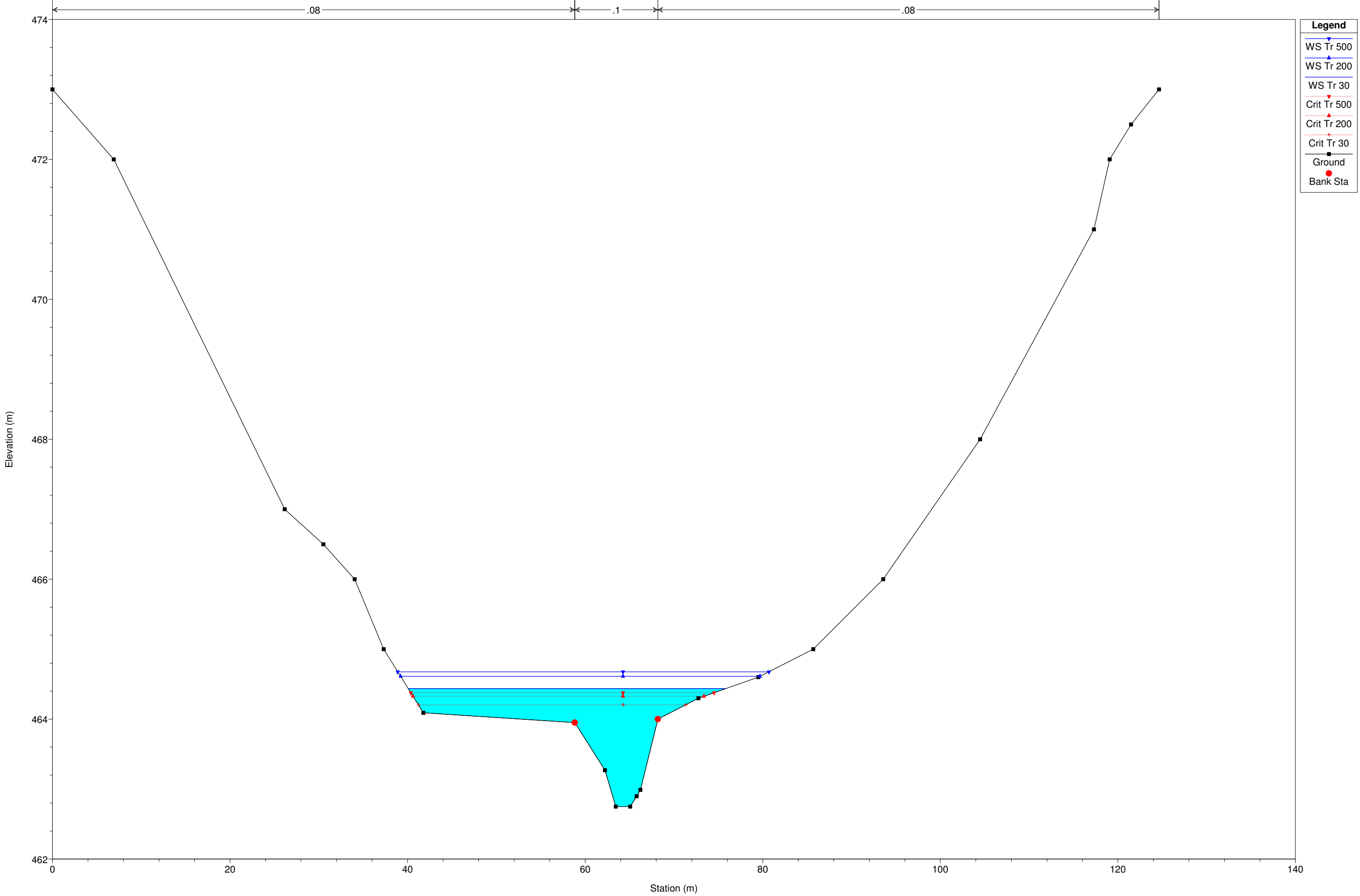
#### **Output HECRAS:**

- Planimetria del modello
- Sezioni idrauliche principali con indicati valori di manning e WS e Crit per ogni TR e Sezioni dei culvert
- Profilo dei battenti idraulici con WS e Crit vari Tr
- Profilo velocità
- Viste 3d del modello con il deflusso ai vari Tr
- Tabelle di input – portate e condizioni al contorno
- Tabelle riassuntive dei risultati: standard table 1 standard table 2 per le sezioni non interpolate



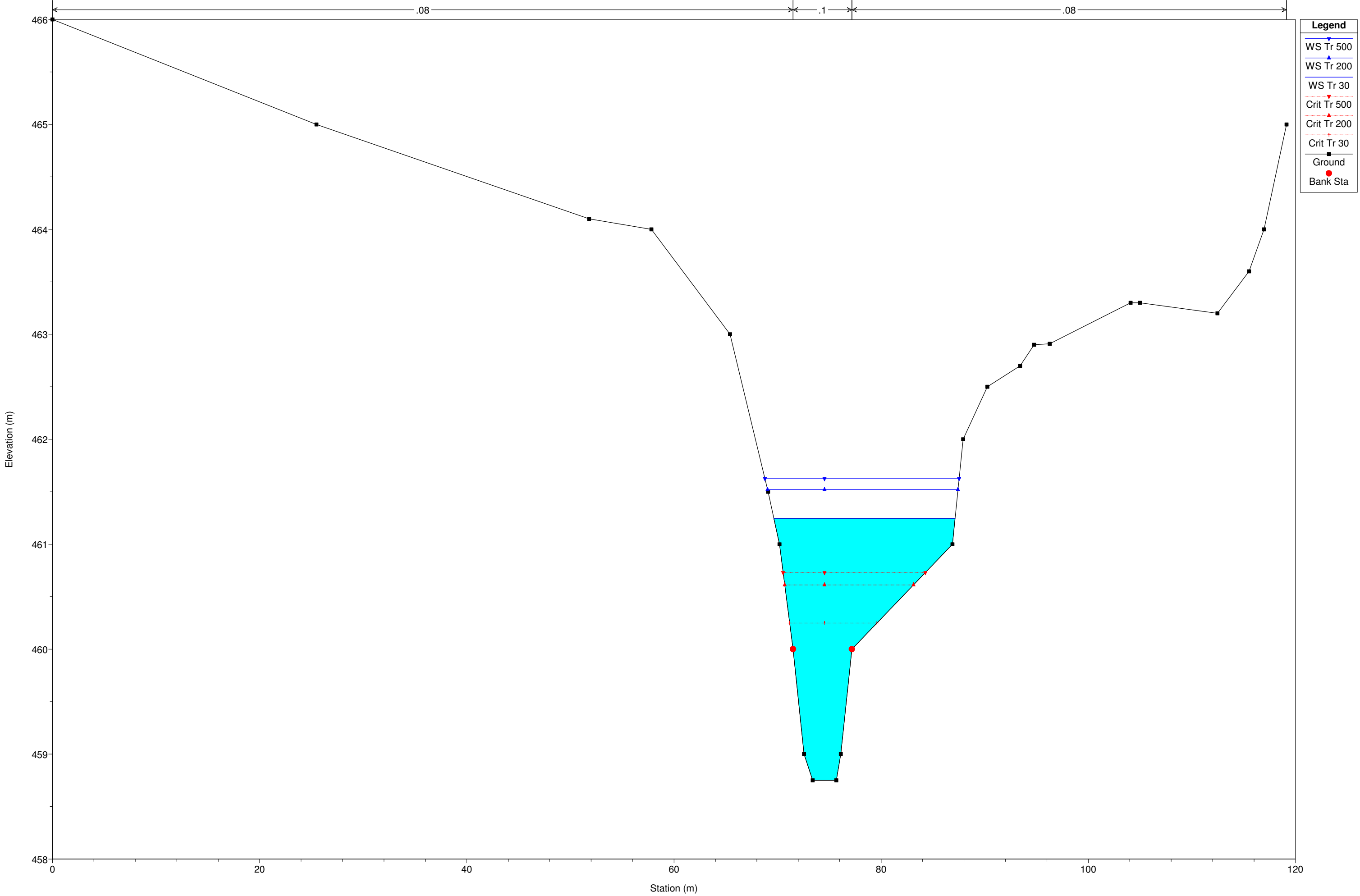


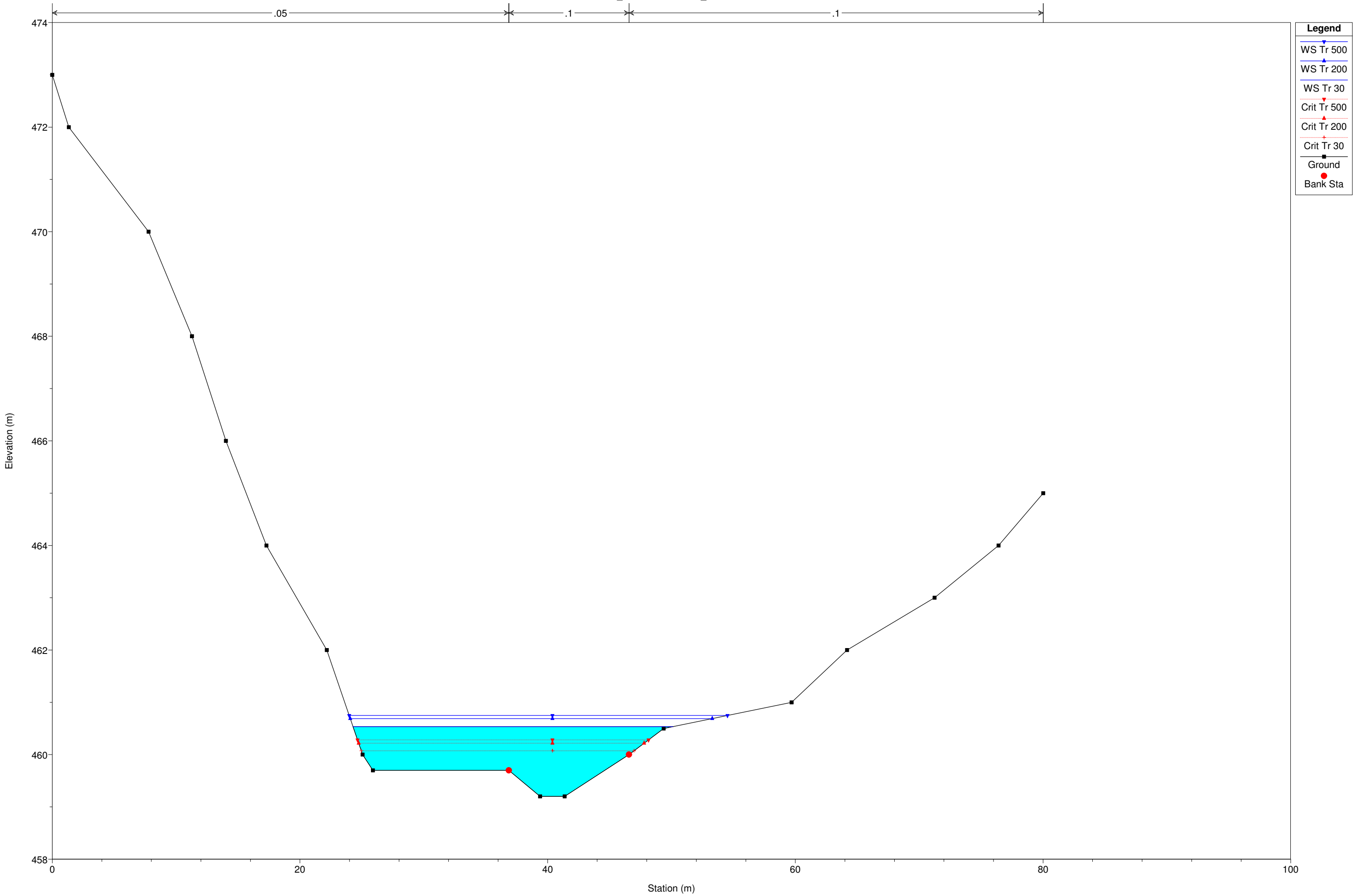


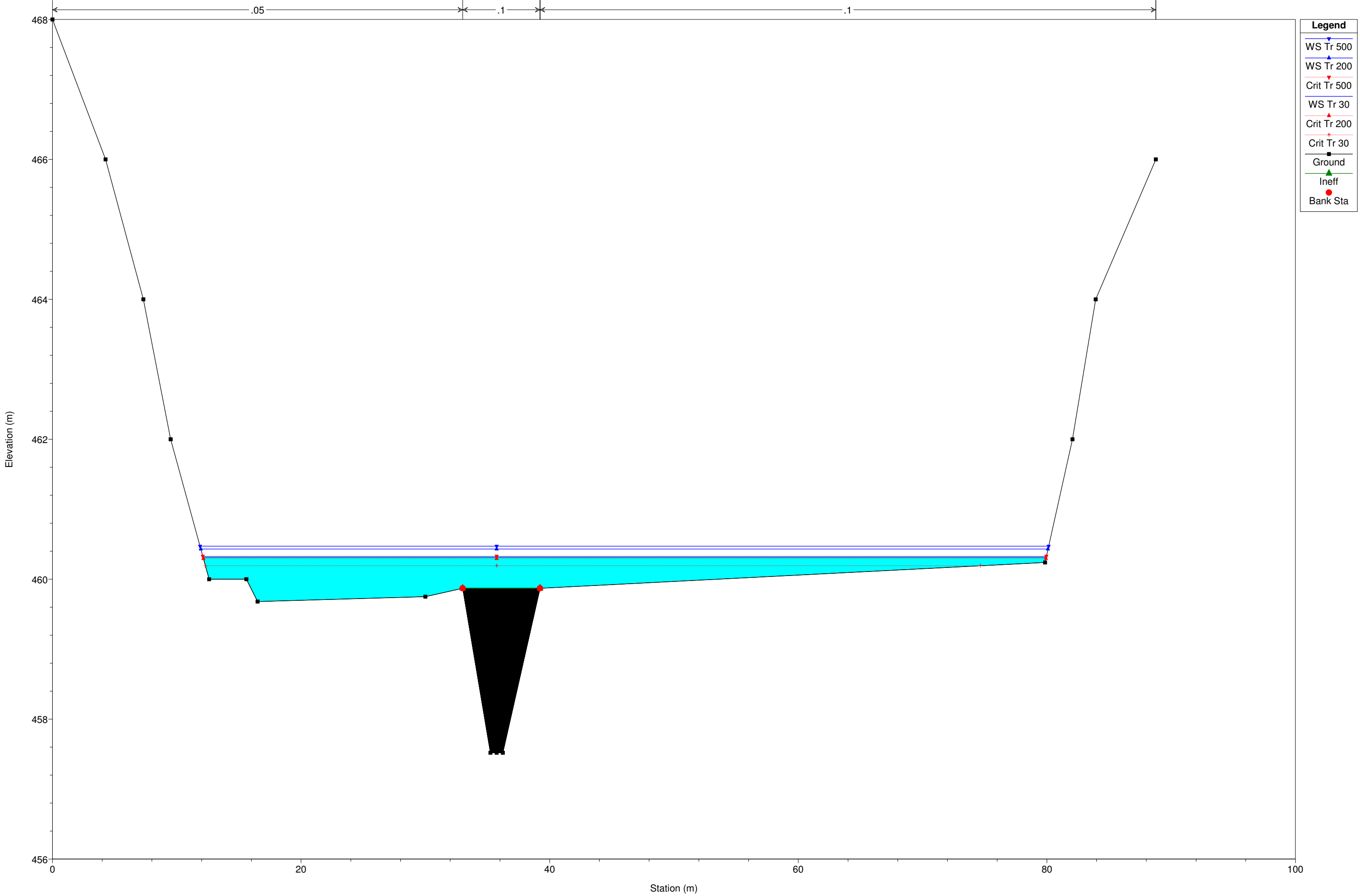


**Legend**

- WS Tr 500
- WS Tr 200
- WS Tr 30
- Crit Tr 500
- Crit Tr 200
- Crit Tr 30
- Ground
- Bank Sta



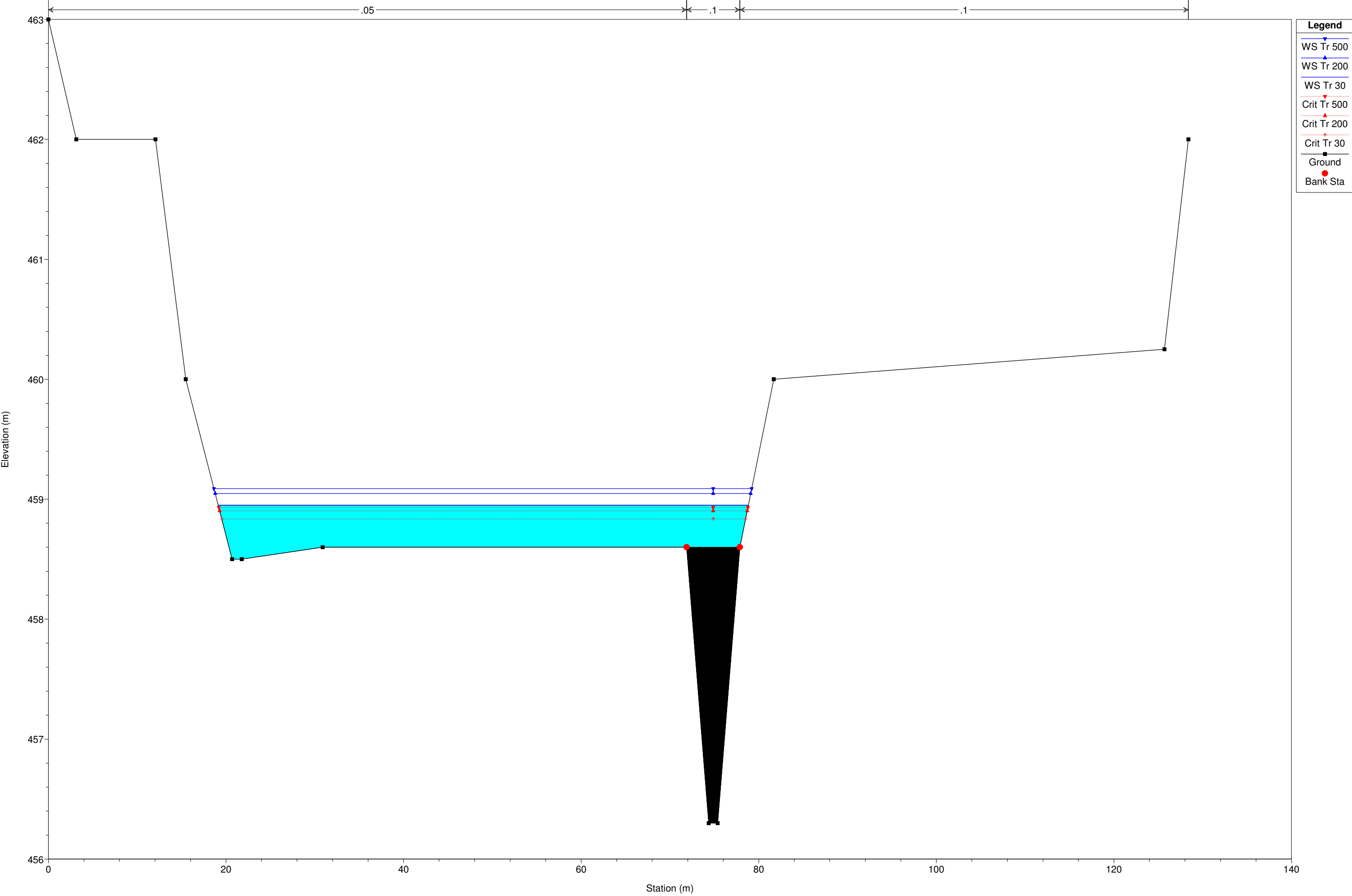


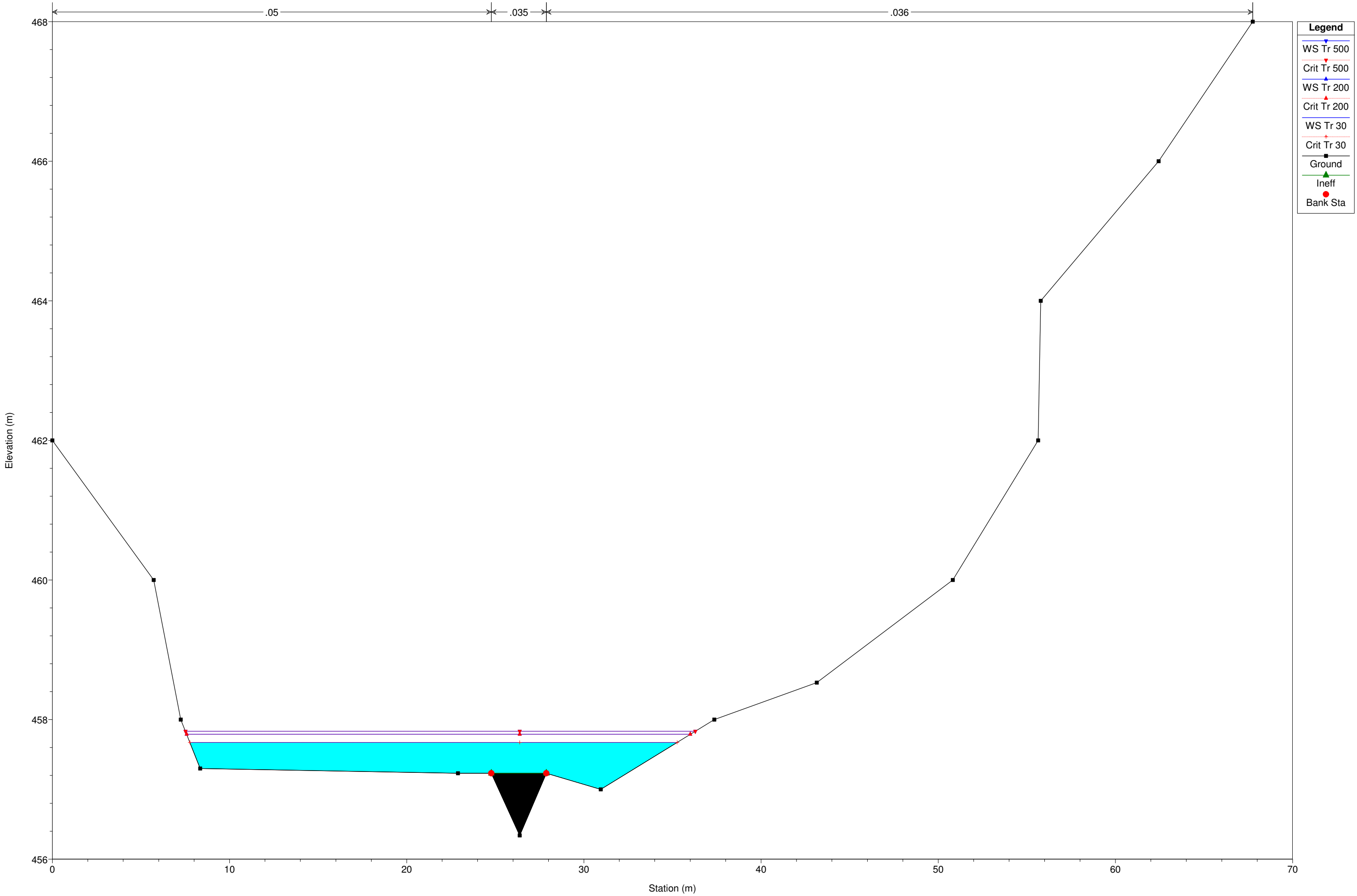


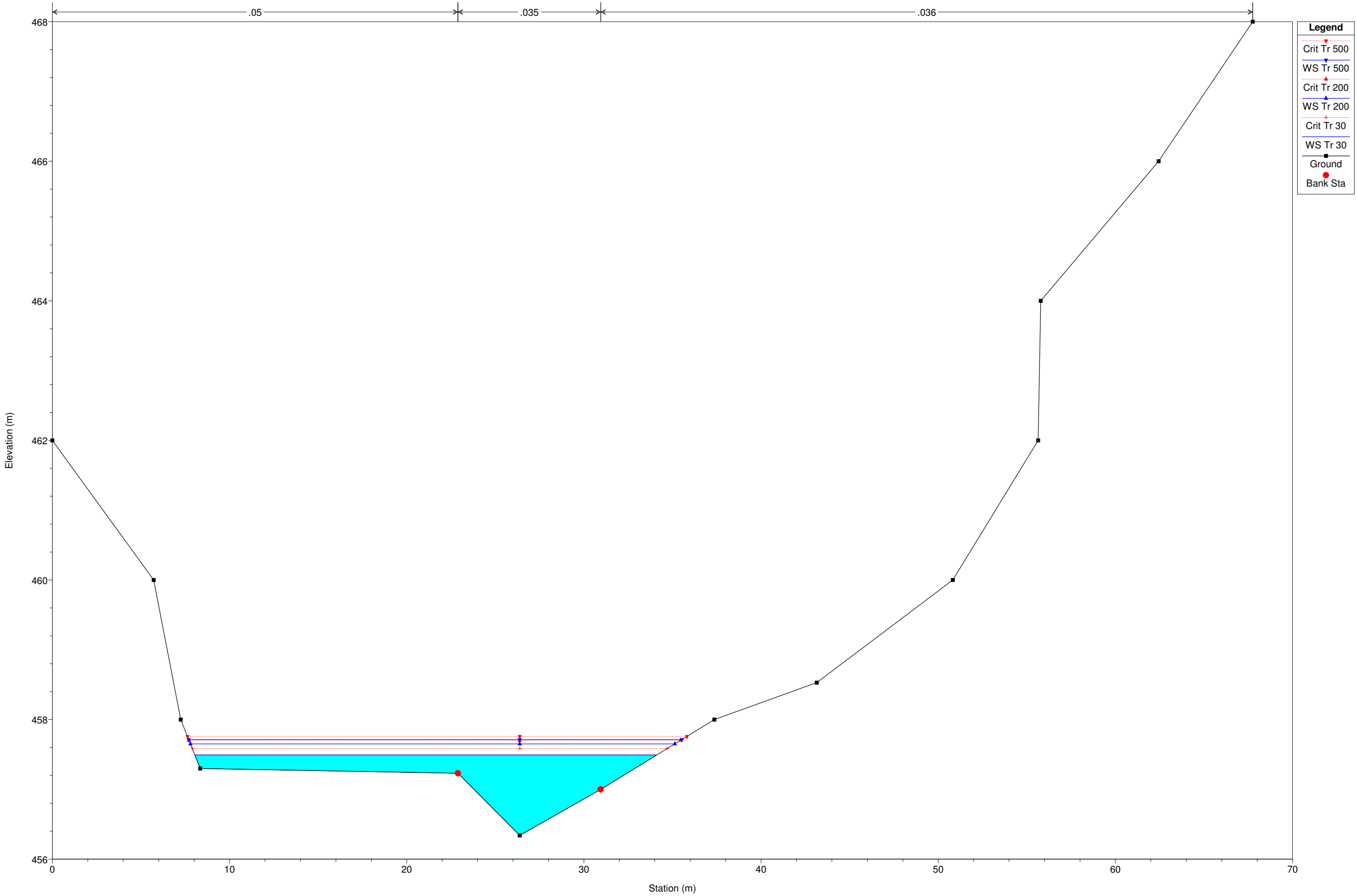
**Legend**

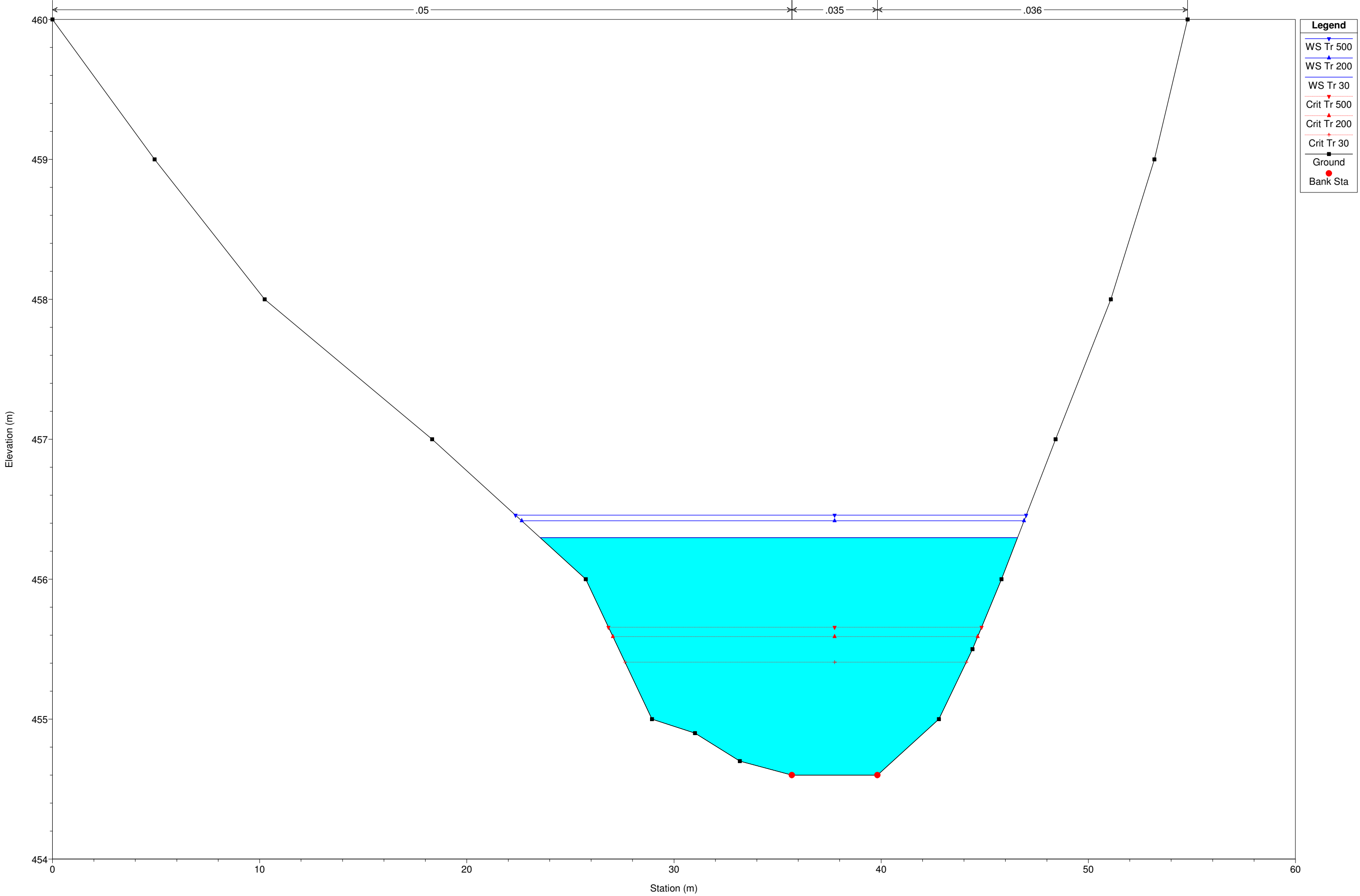
- WS Tr 500
- WS Tr 200
- Crit Tr 500
- WS Tr 30
- Crit Tr 200
- Crit Tr 30
- Ground
- Ineff
- Bank Sta





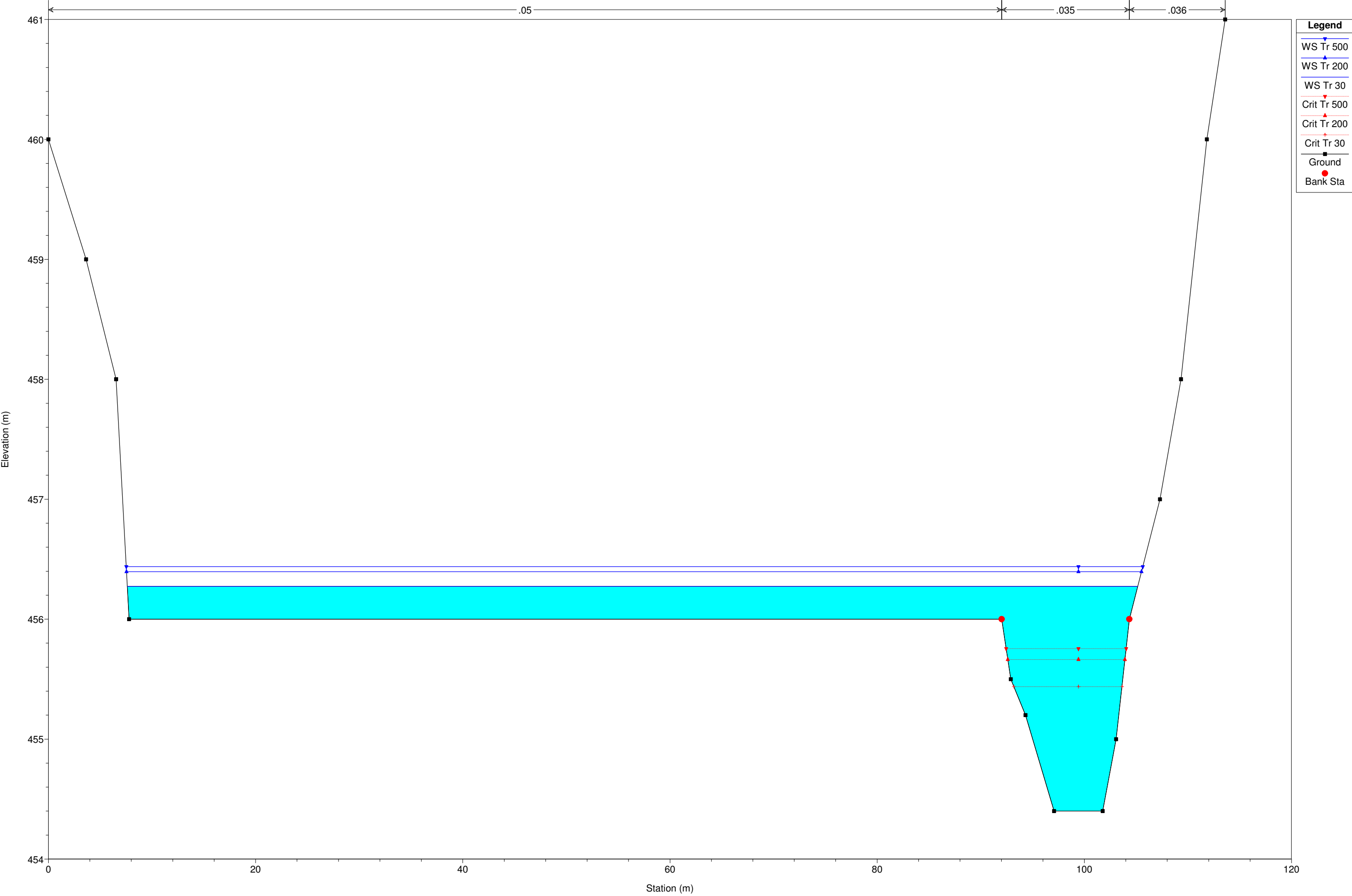


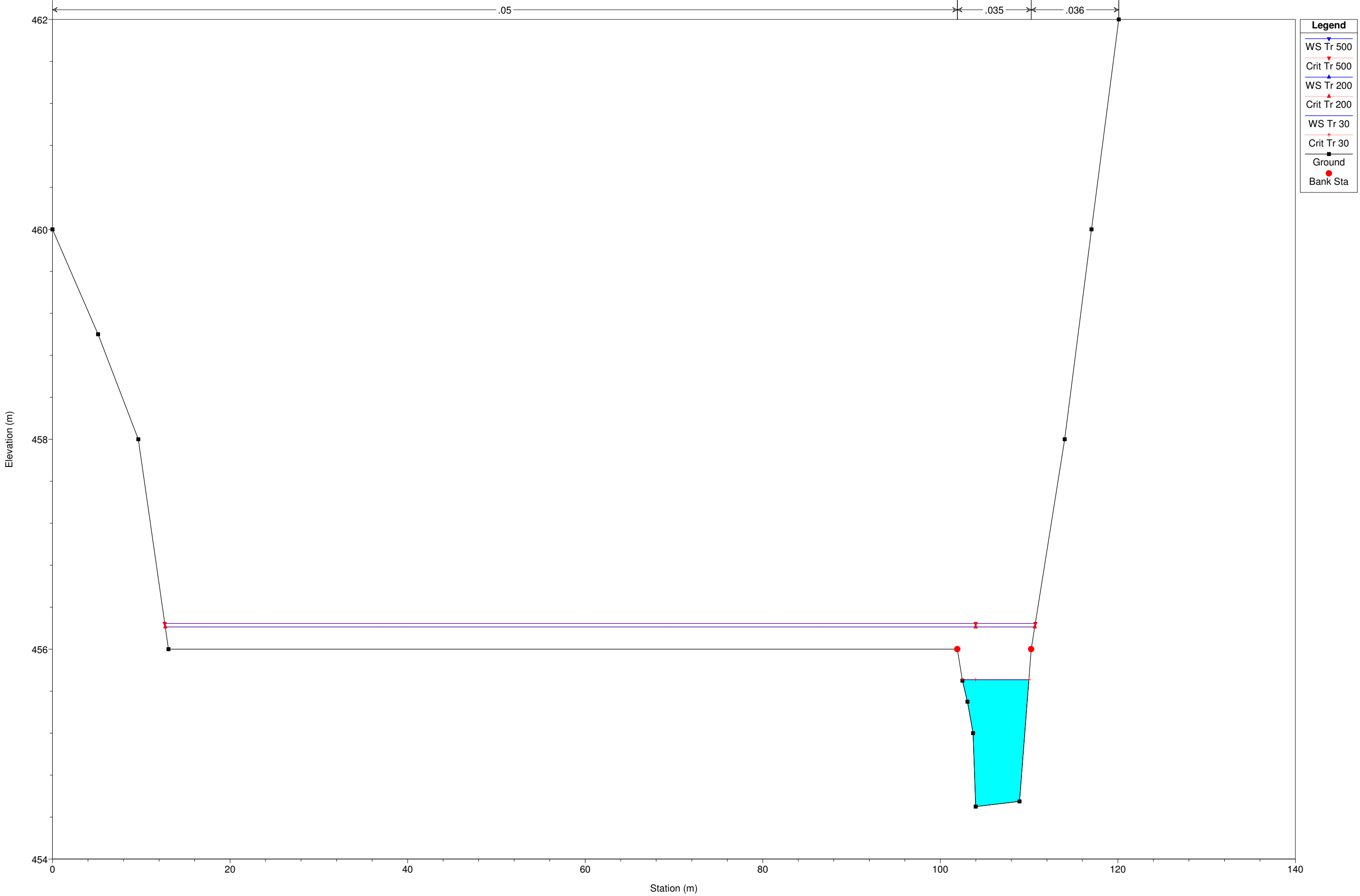




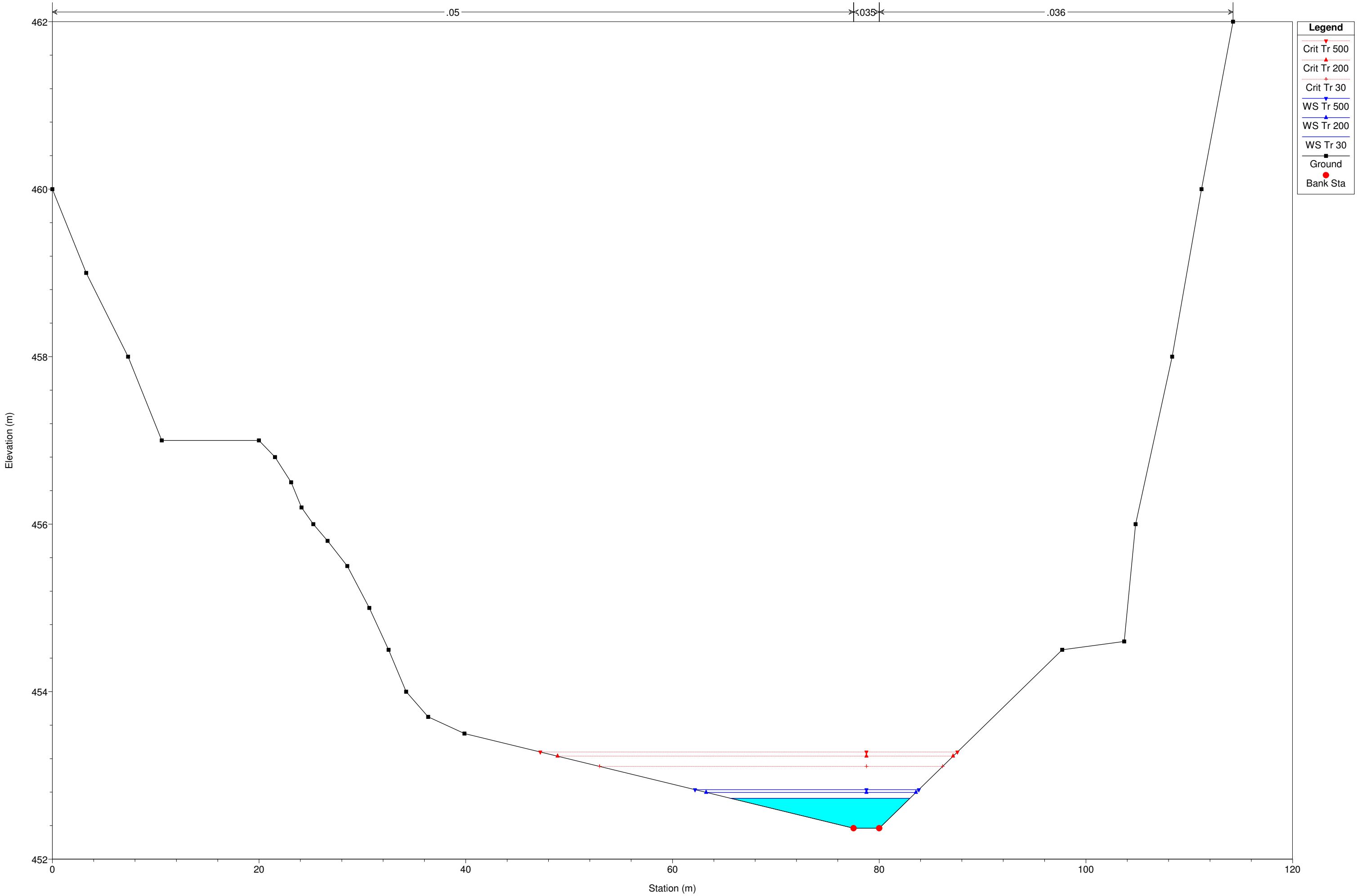
**Legend**

- WS Tr 500
- WS Tr 200
- WS Tr 30
- Crit Tr 500
- Crit Tr 200
- Crit Tr 30
- Ground
- Bank Sta

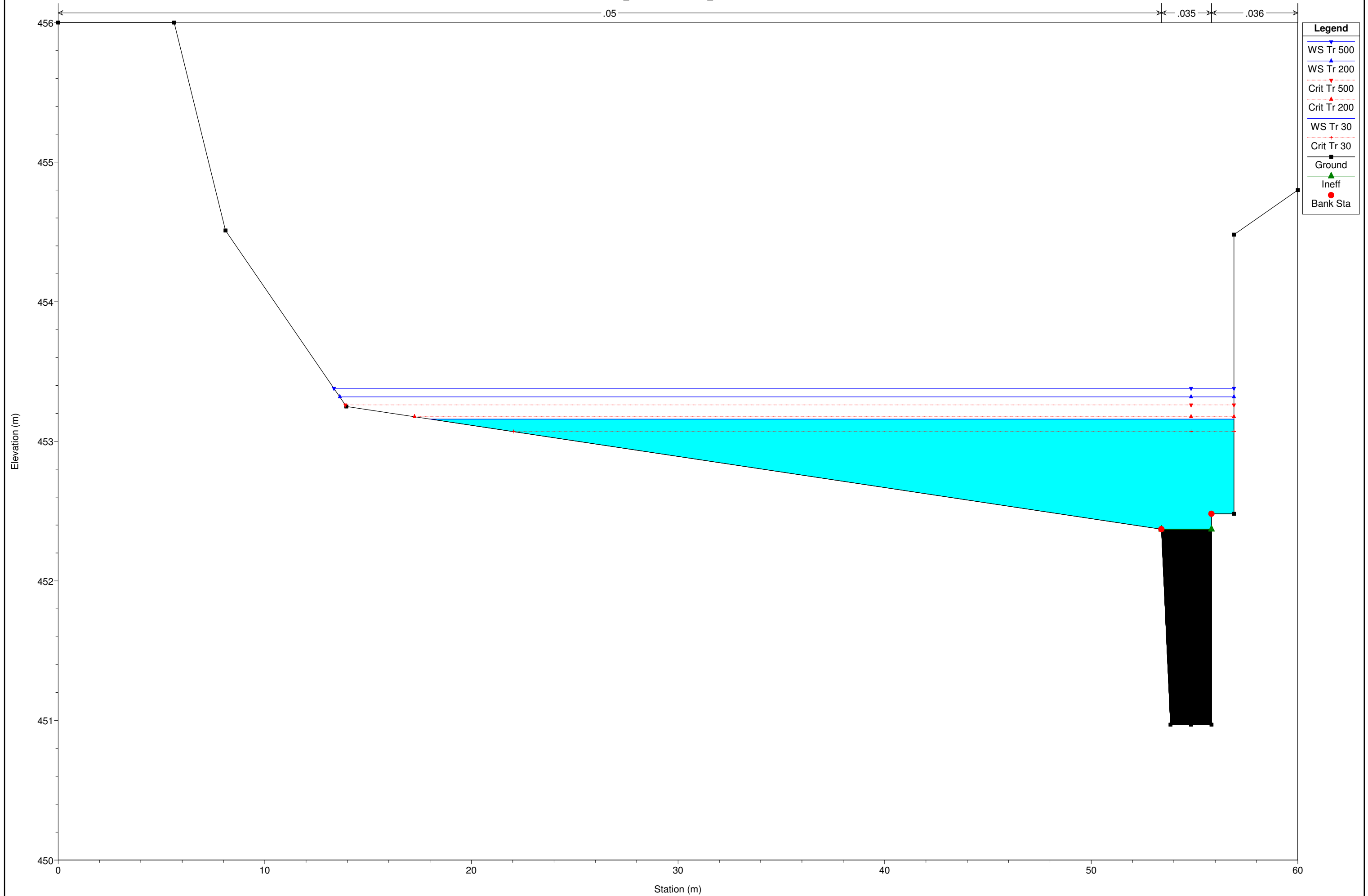


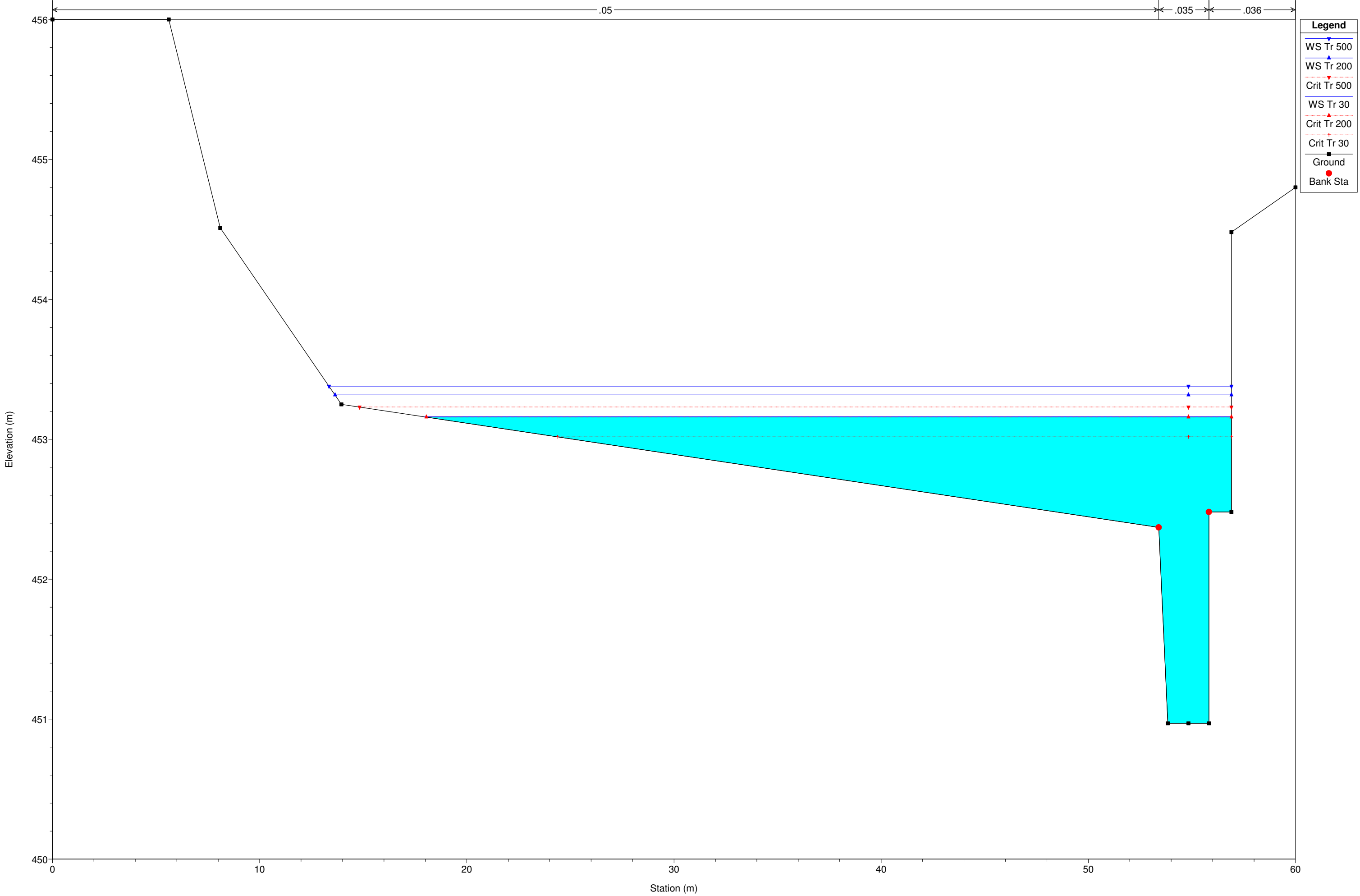






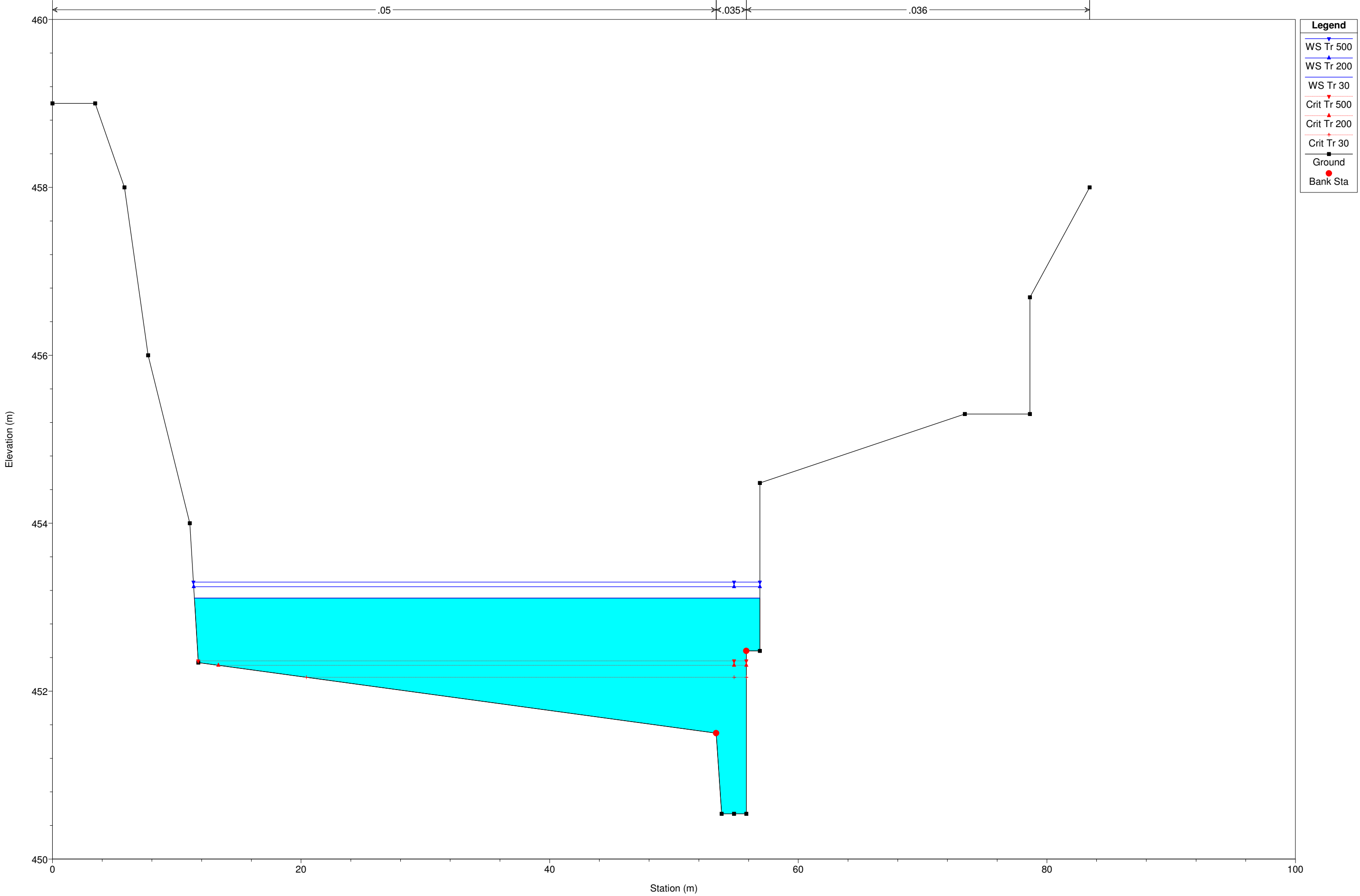
River = Petroio\_1    Reach = Fosso\_Selciaie    RS = 305

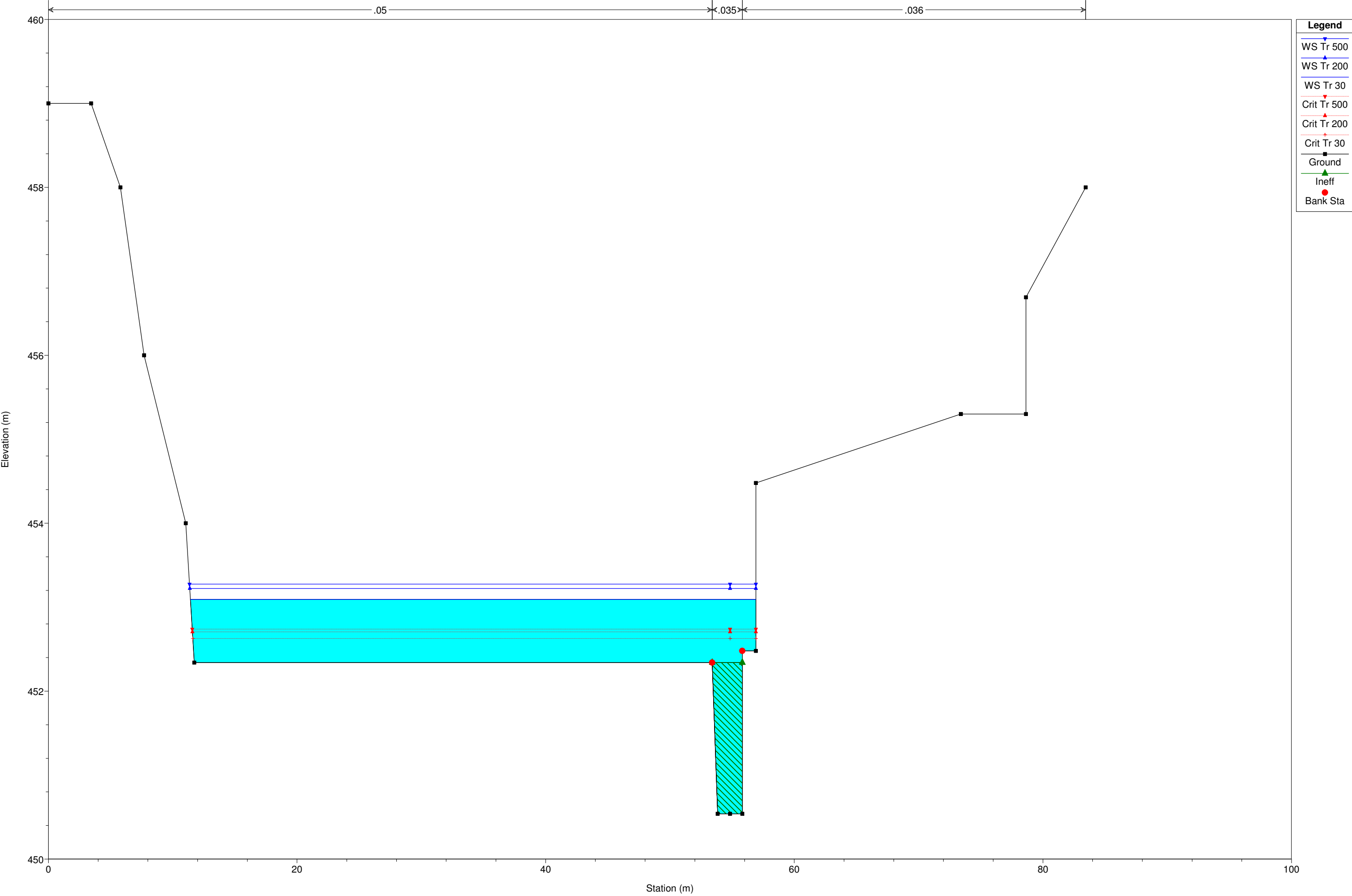


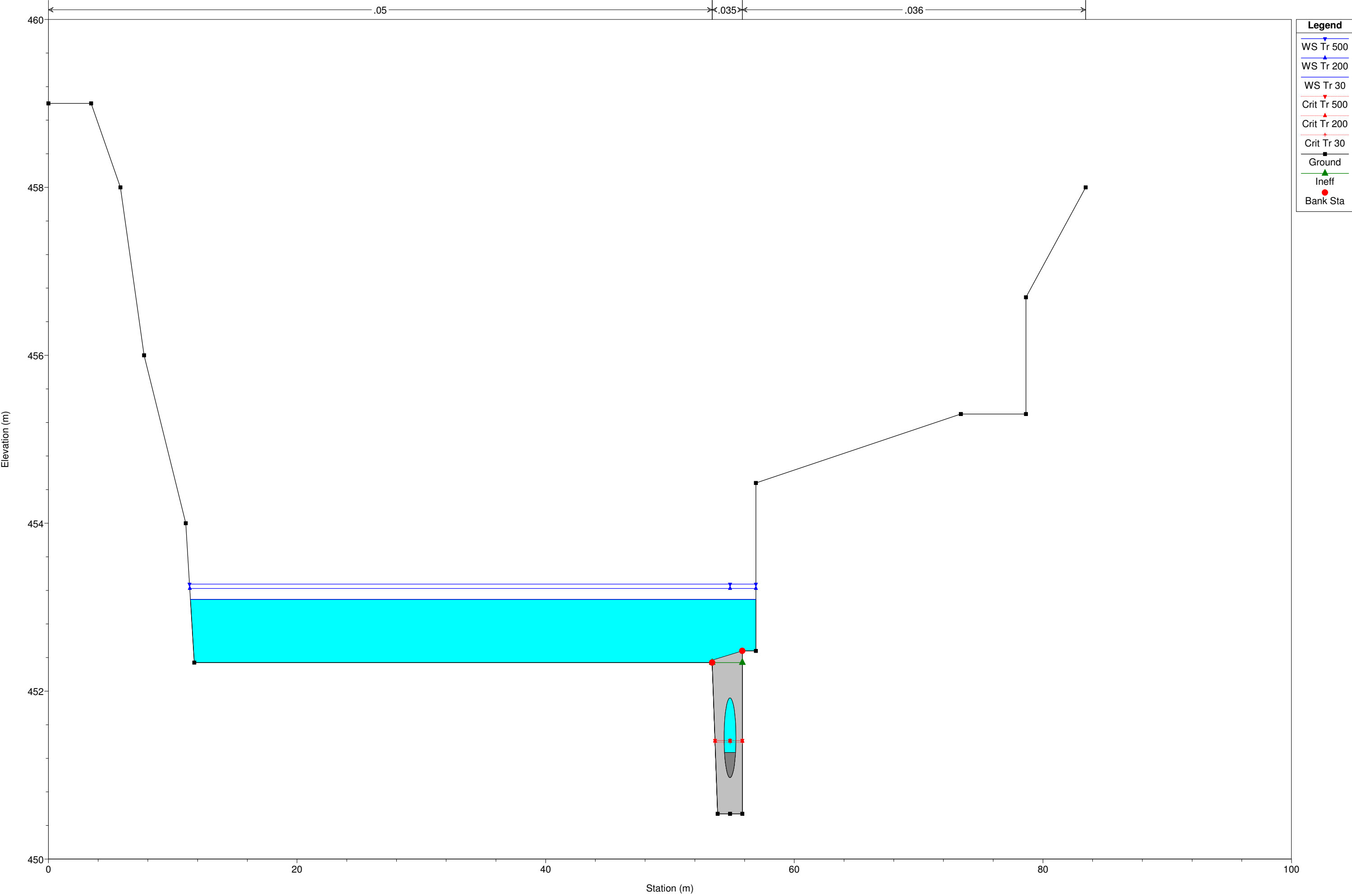


**Legend**

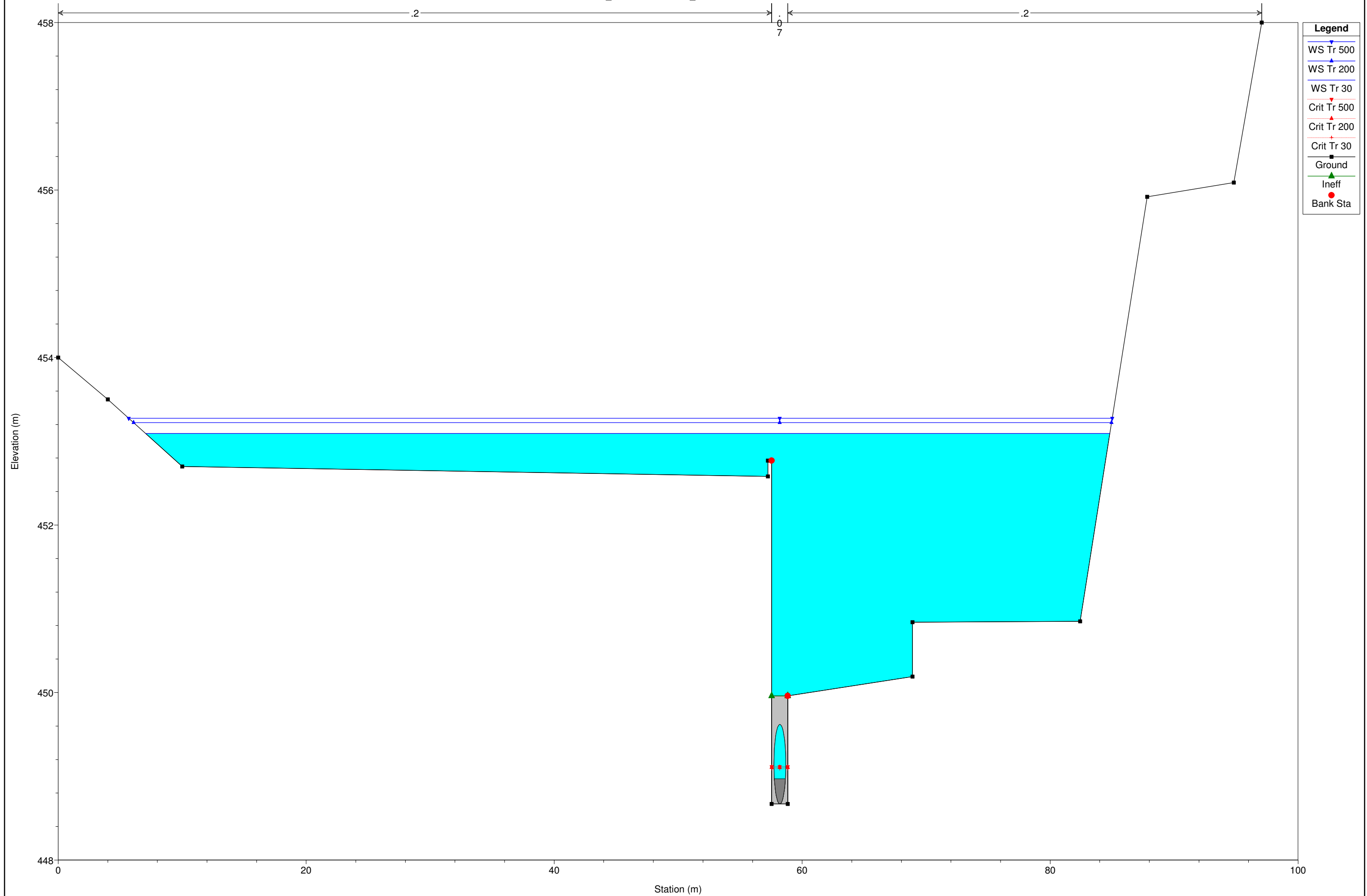
- WS Tr 500
- WS Tr 200
- Crit Tr 500
- WS Tr 30
- Crit Tr 200
- Crit Tr 30
- Ground
- Bank Sta

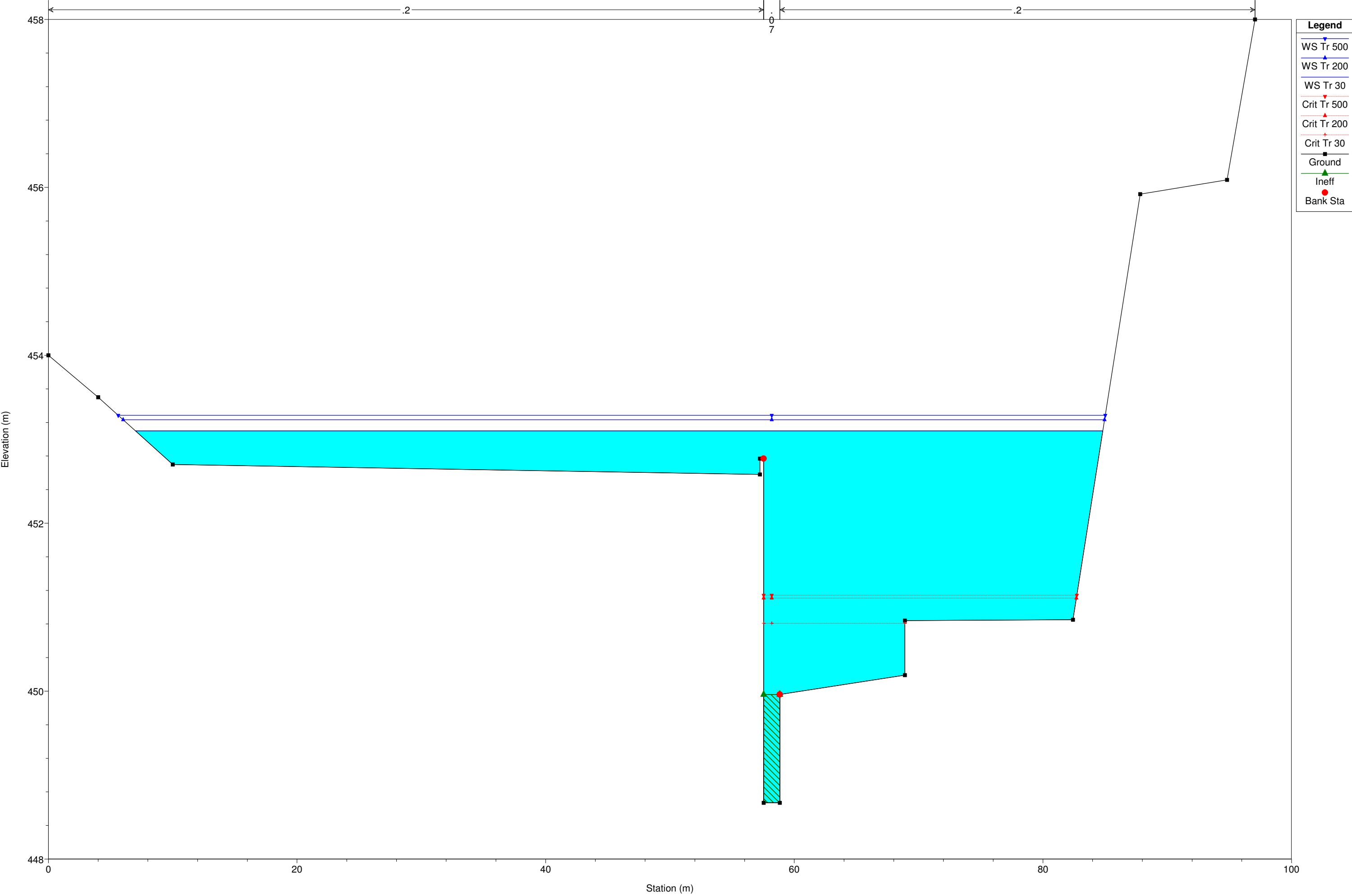




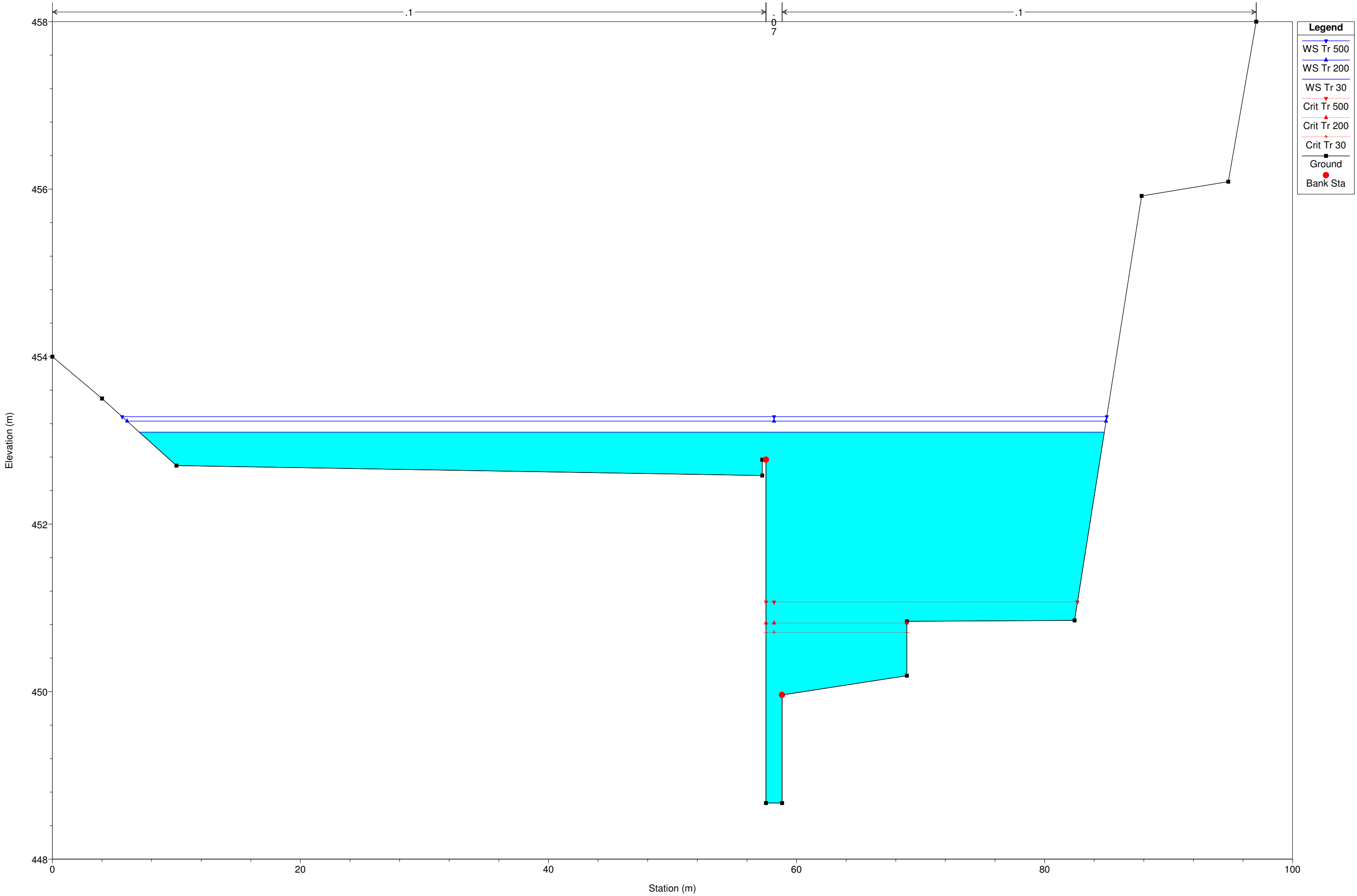


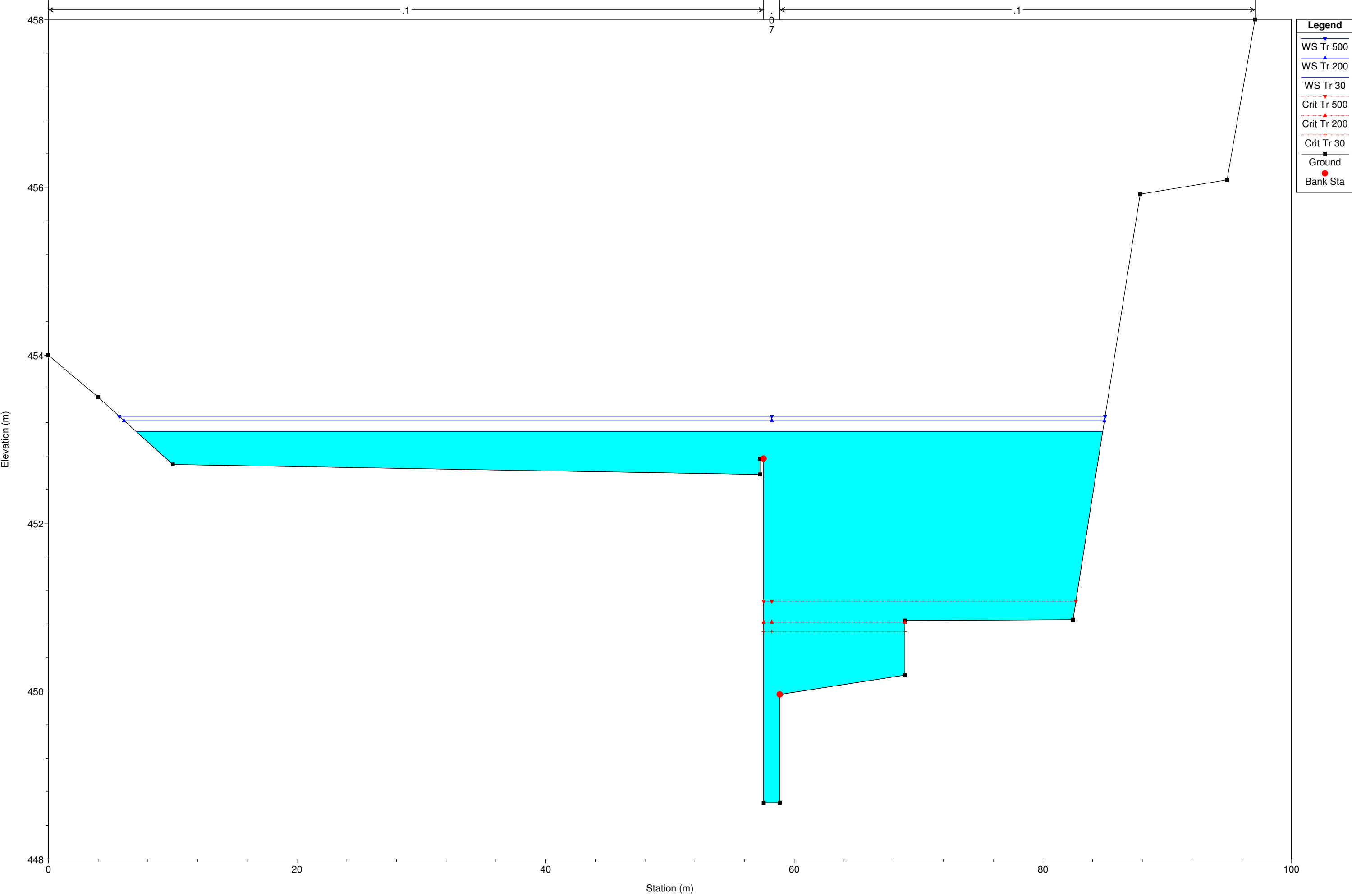
River = Petroio\_1    Reach = Fosso\_Selciaie    RS = 210    Culv

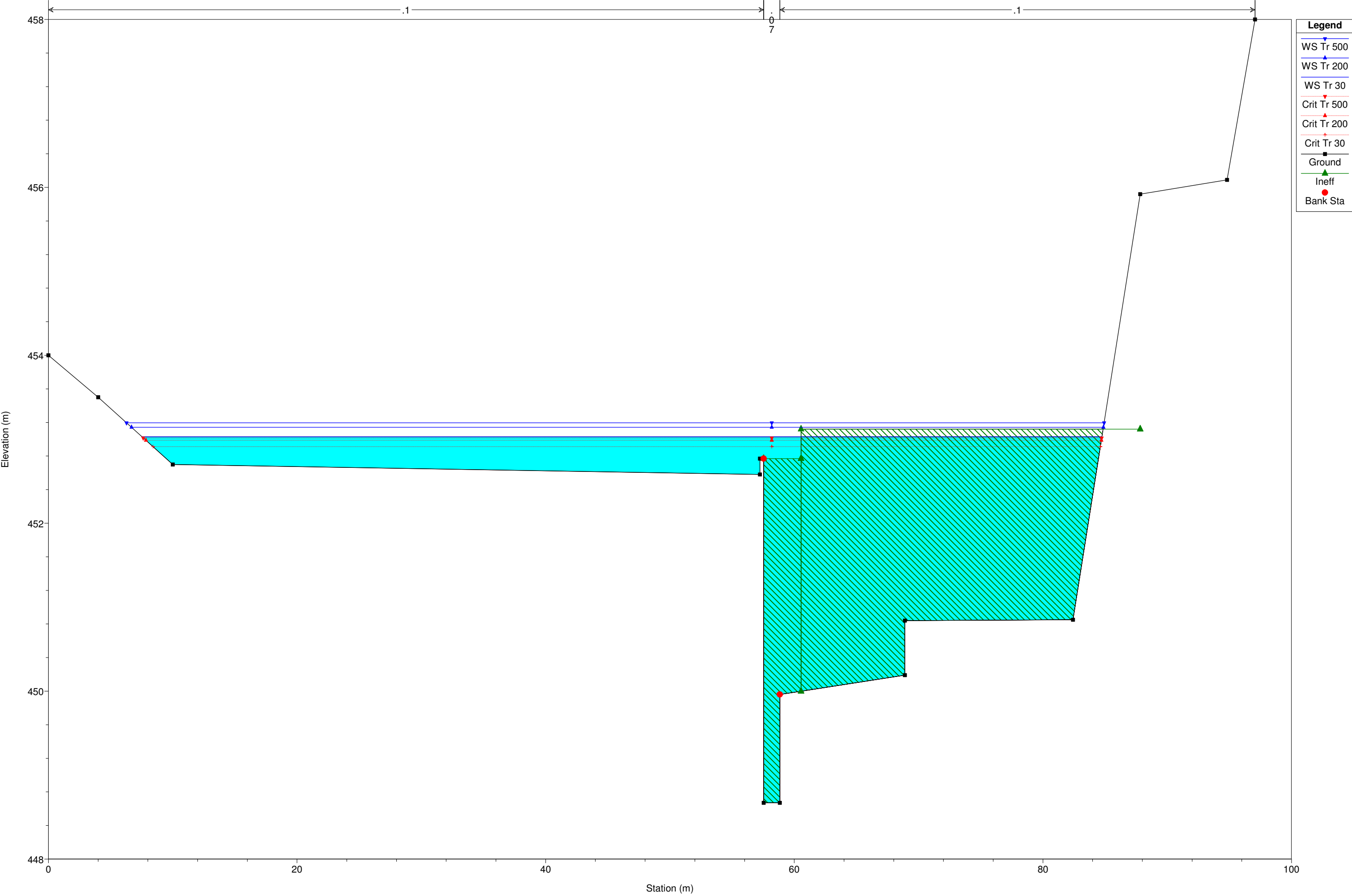




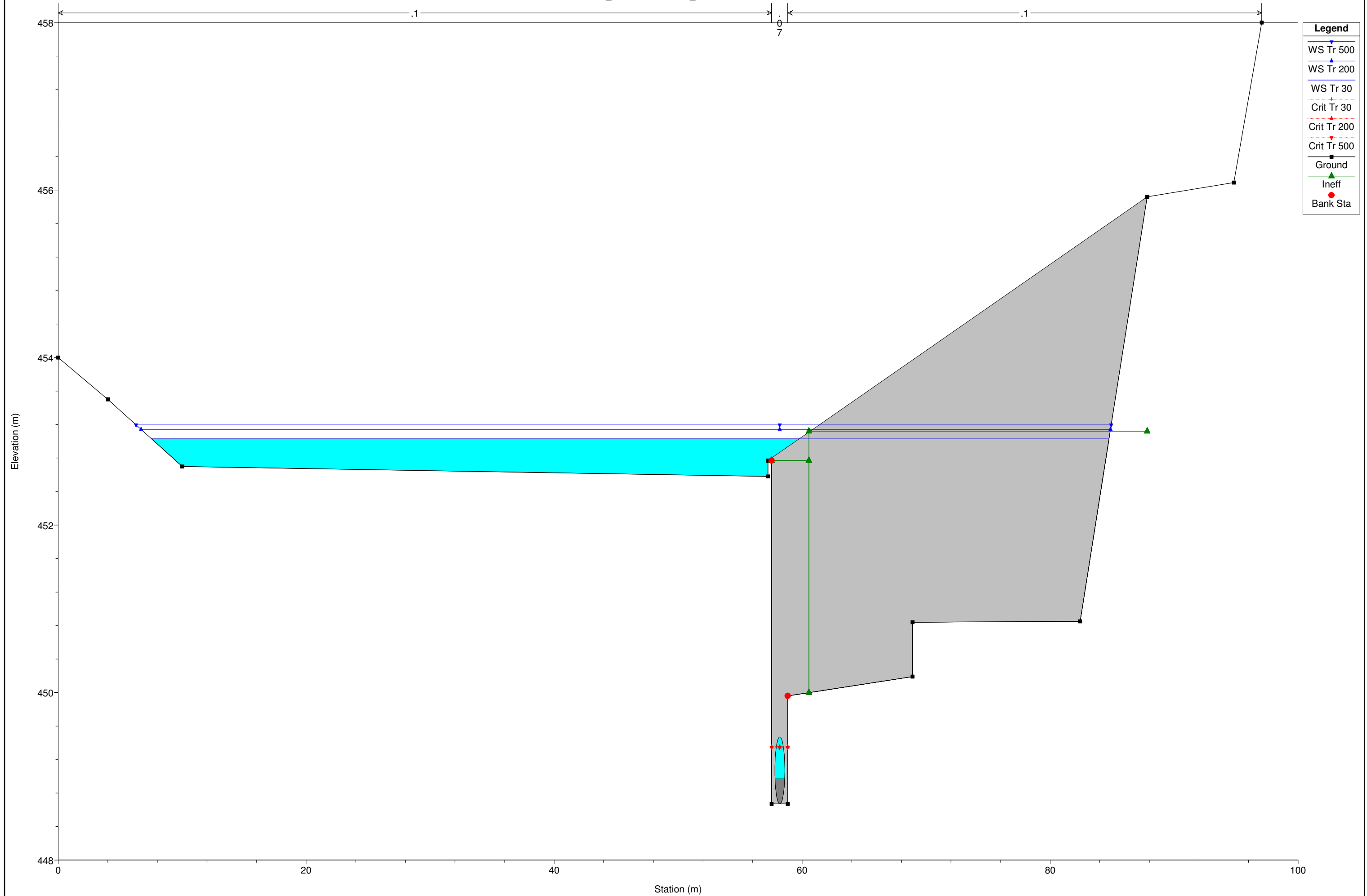


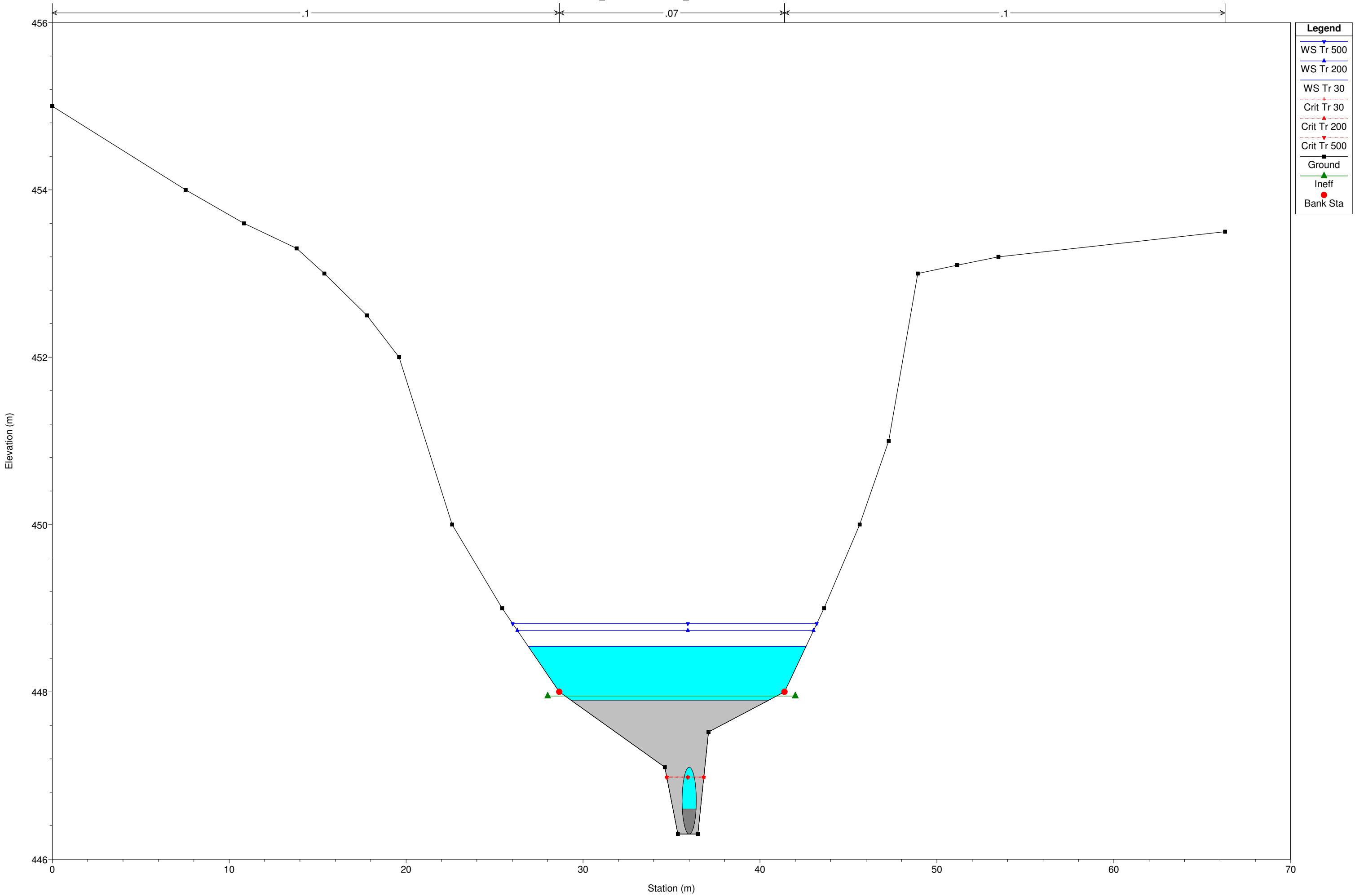


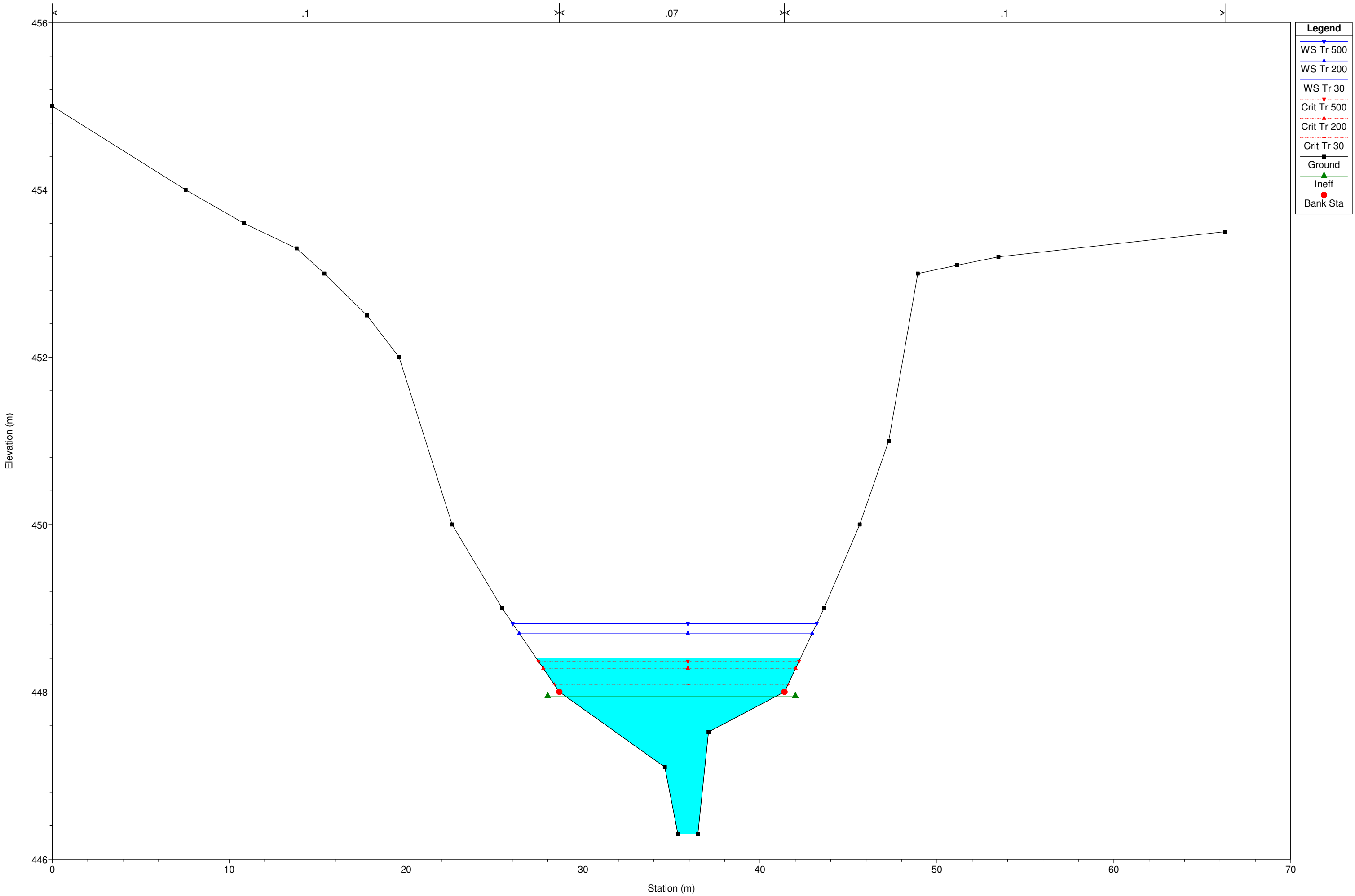


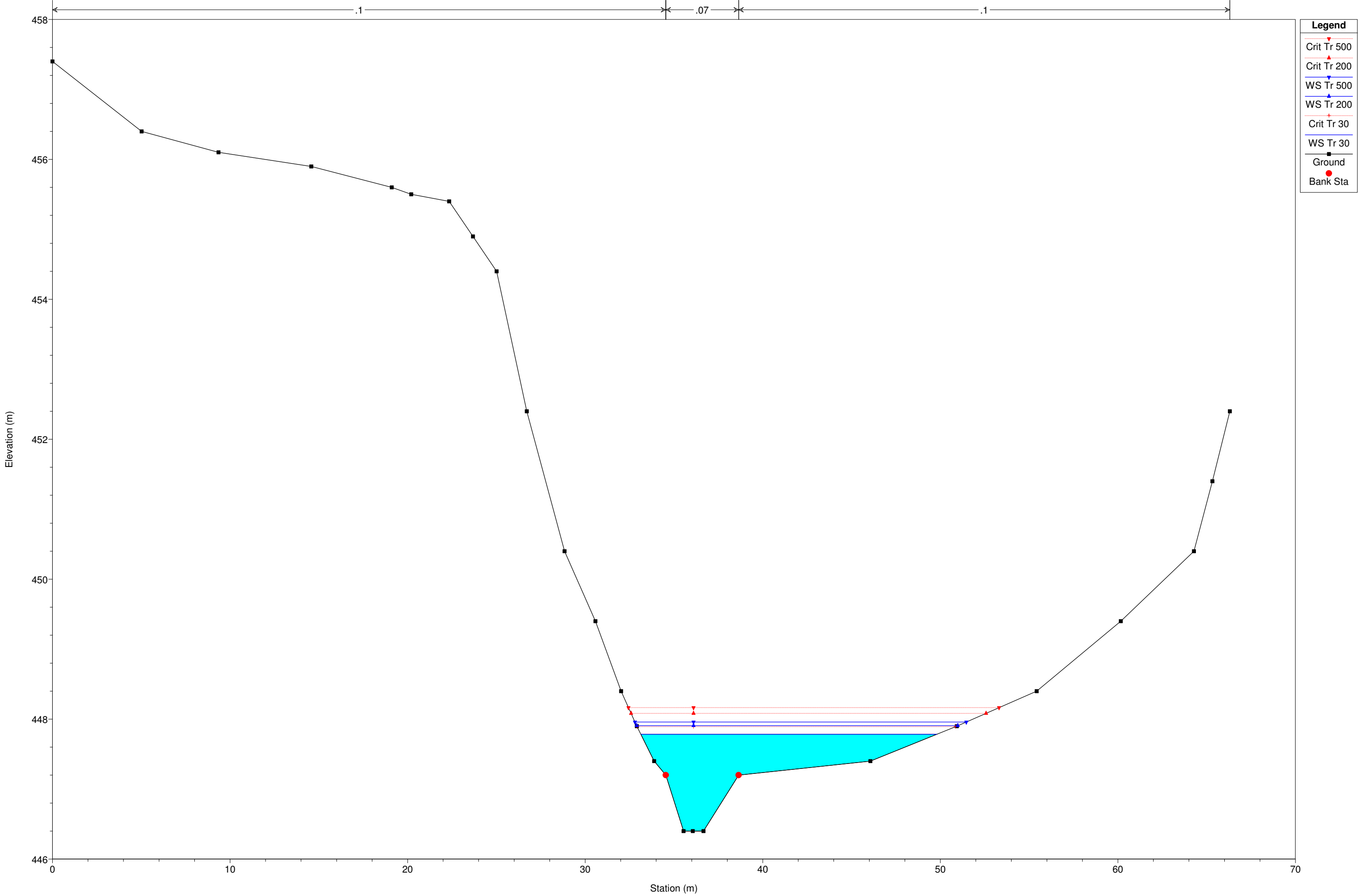


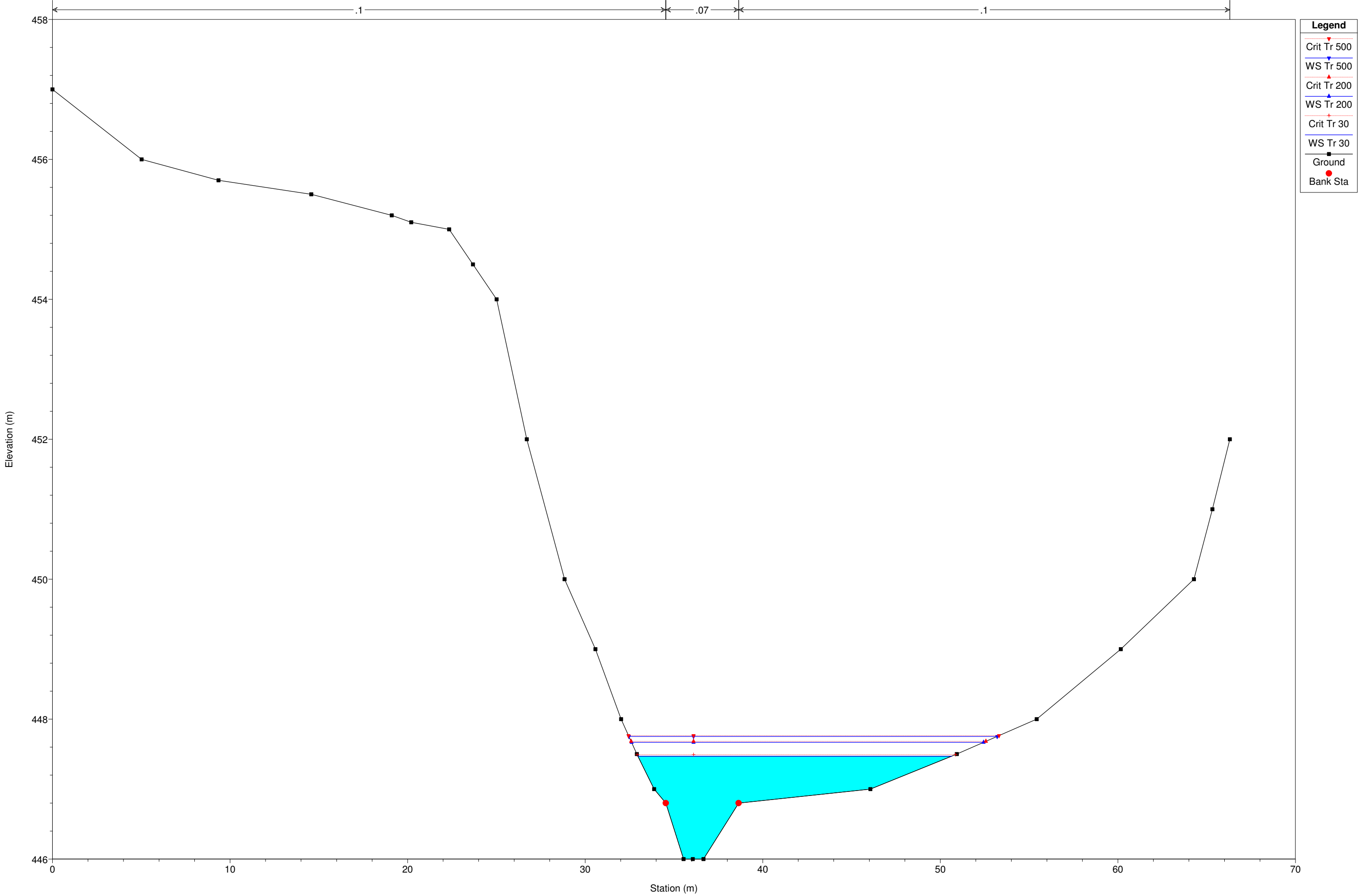
River = Petroio\_1    Reach = Fosso\_Selciaie    RS = 110    Culv





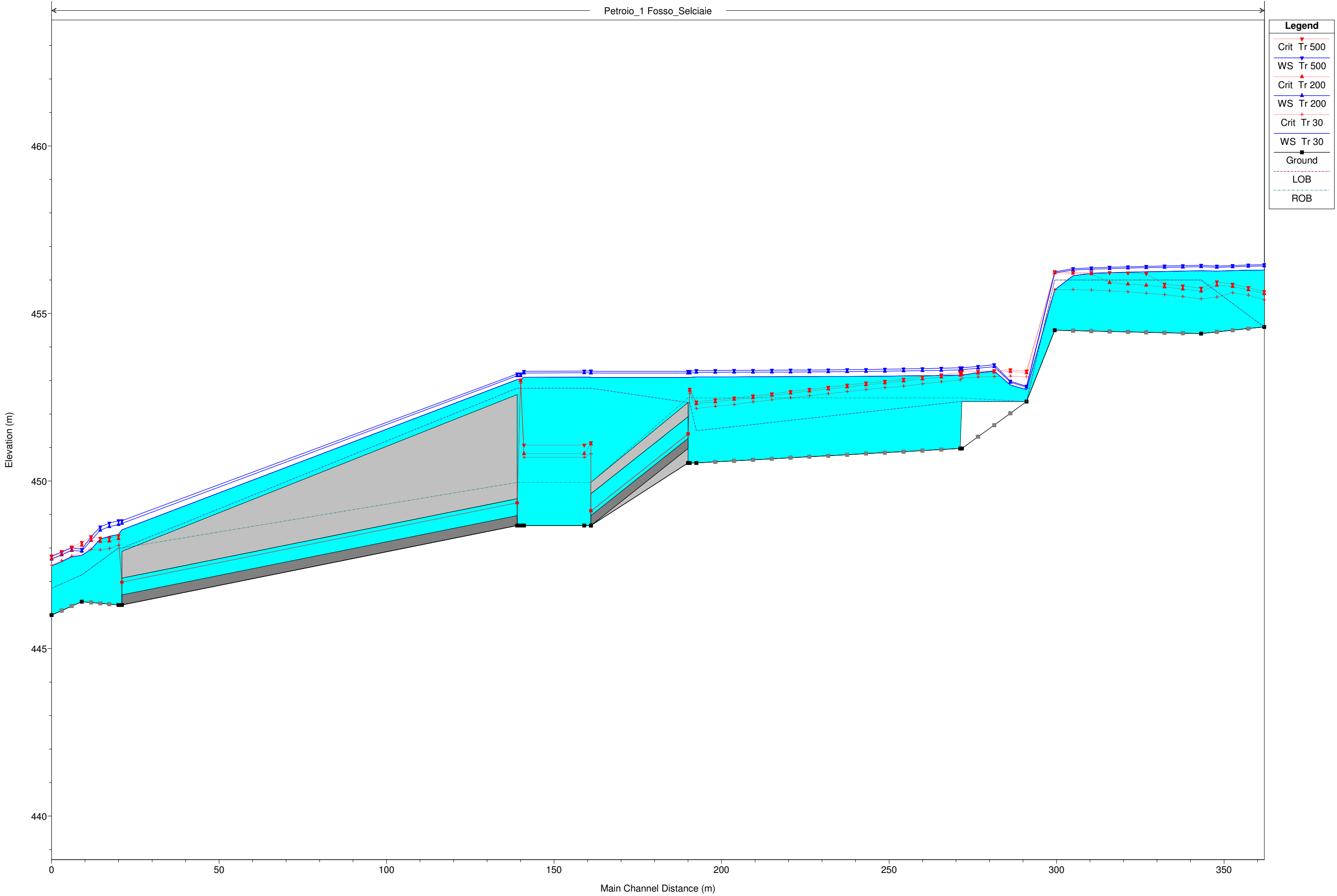




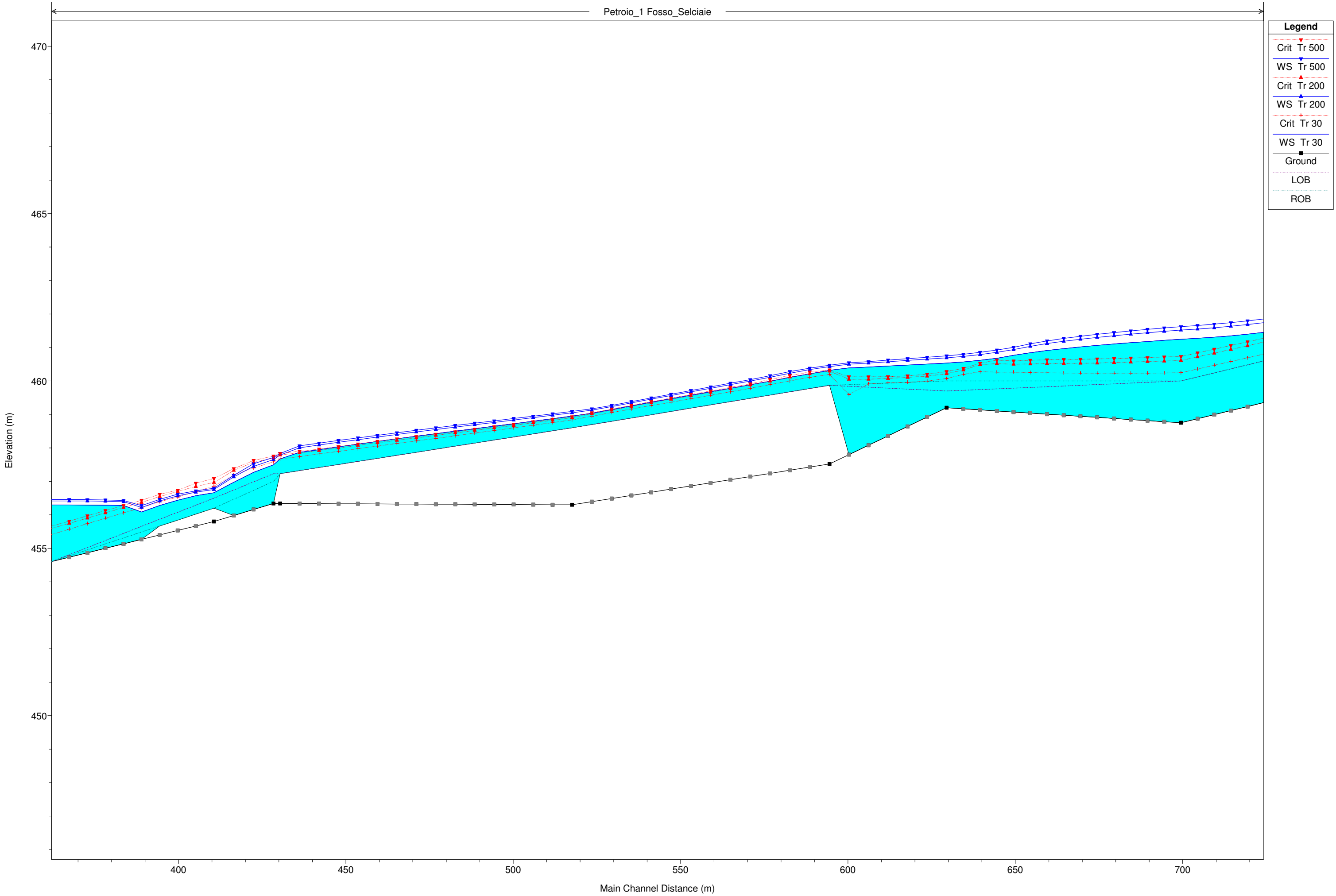




Petroio\_1 Fosso\_Selciaie

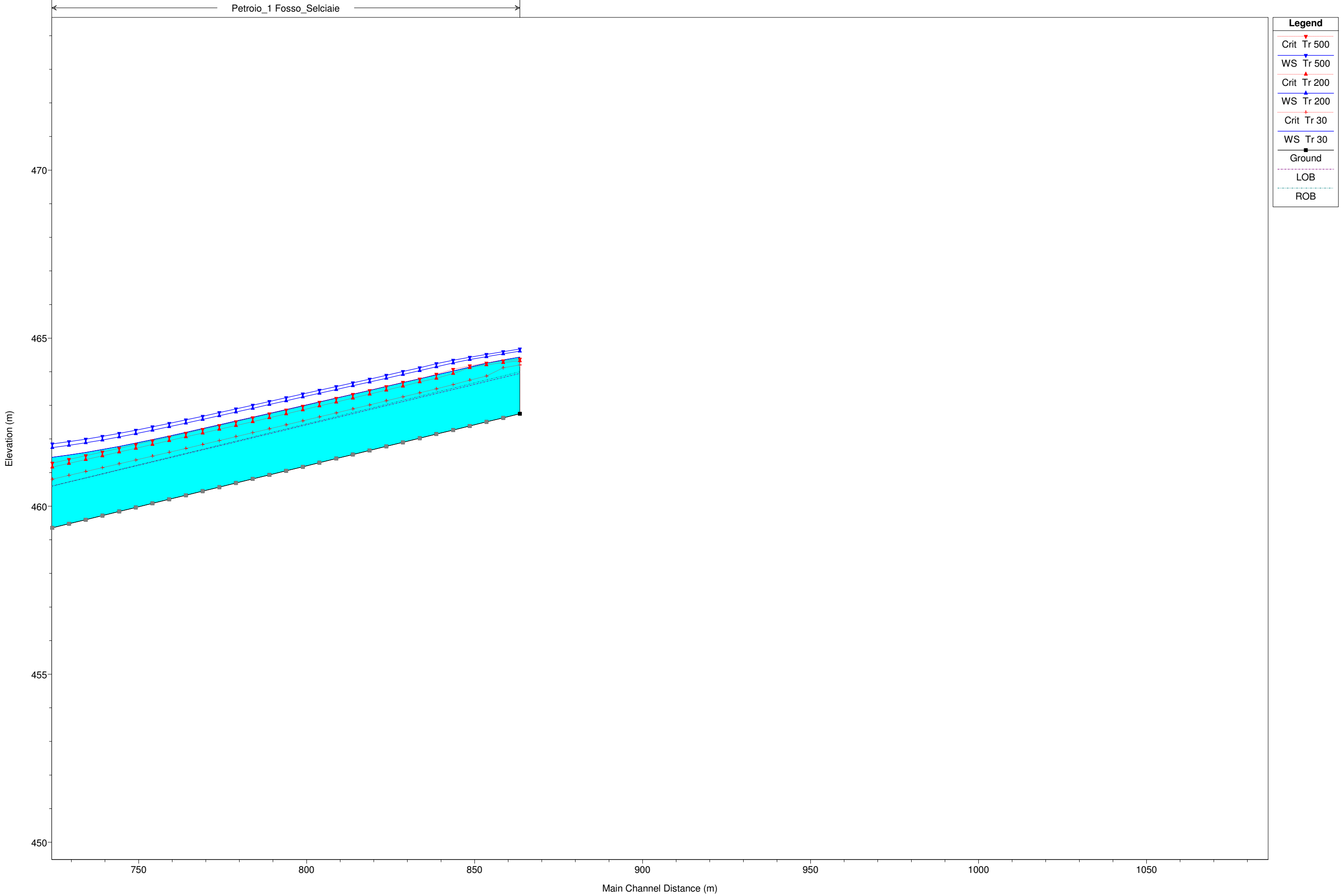


Petroio\_1 Fosso\_Selciaie



**Legend**

- Crit Tr 500
- WS Tr 500
- Crit Tr 200
- WS Tr 200
- Crit Tr 30
- WS Tr 30
- Ground
- LOB
- ROB

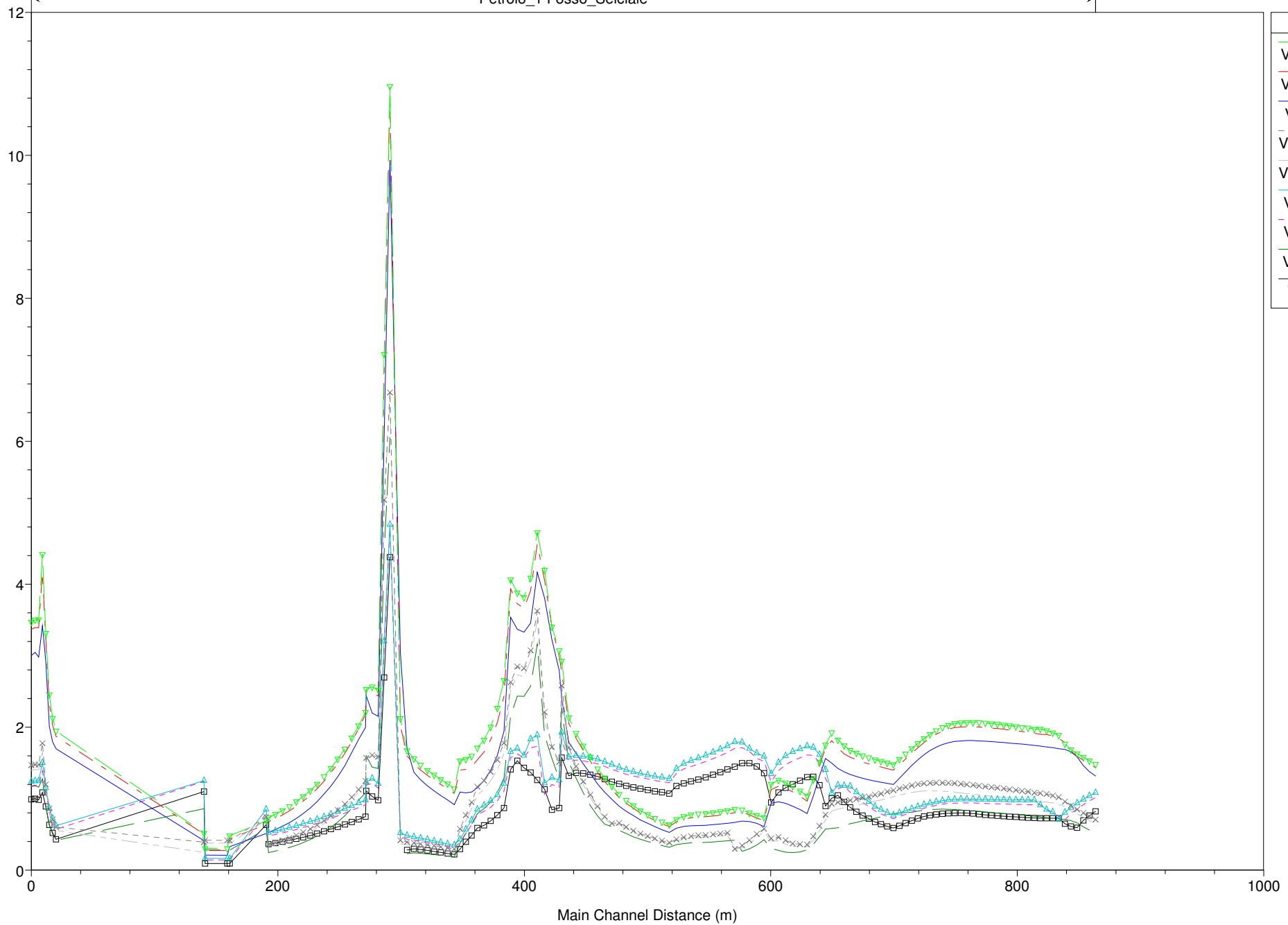


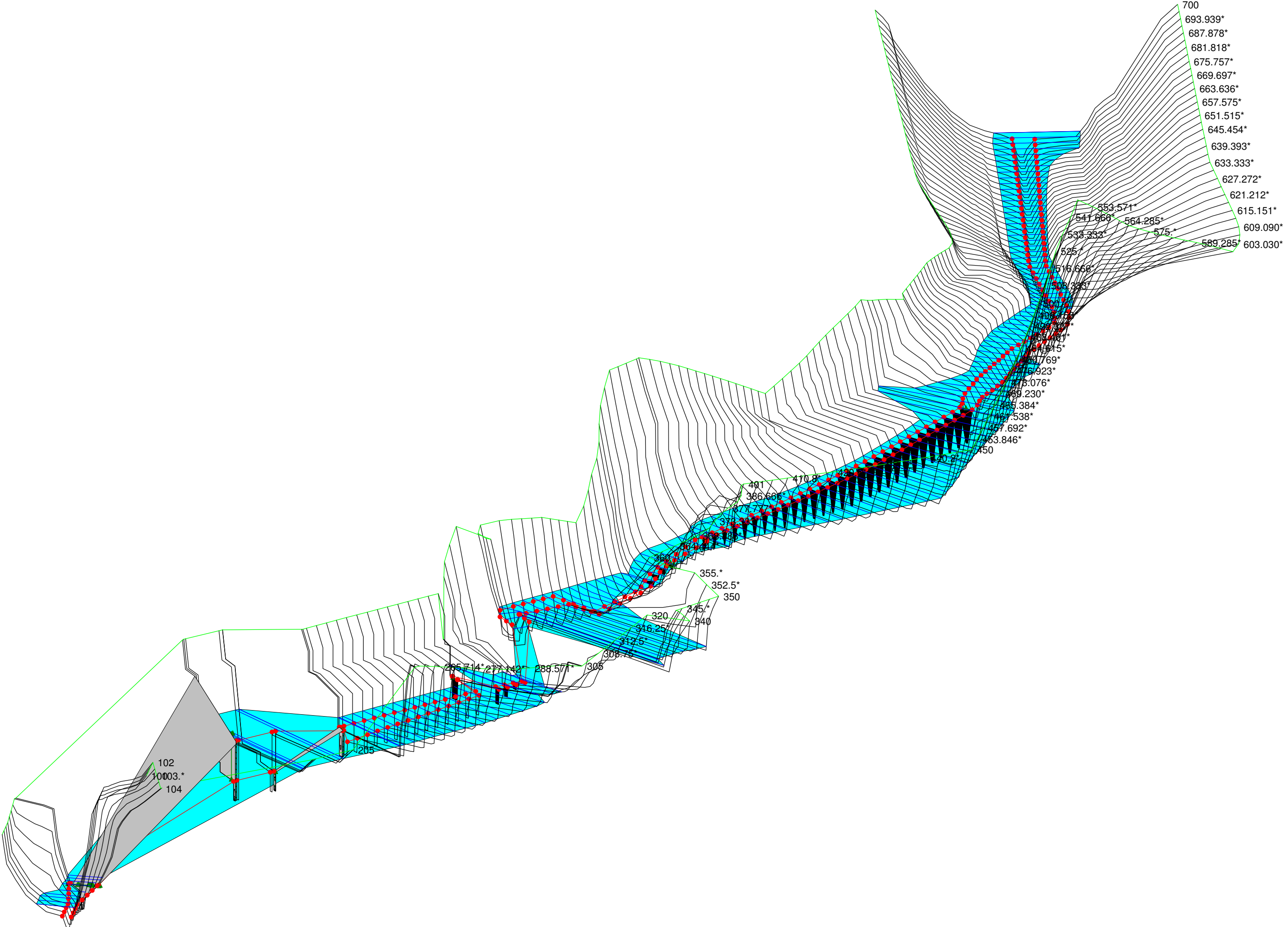
PETROIO\_CONSEGNA\_2022\_12\_17 Plan: Plan 15 18/12/2022 17:10:25

Geom: Geometria\_Petroio\_1\_defi+600+700+interp2 Flow: portate dic2022

Petroio\_1 Fosso\_Selciaie

Vel Left (m/s), Vel Chnl (m/s), Vel Right (m/s)





Legend

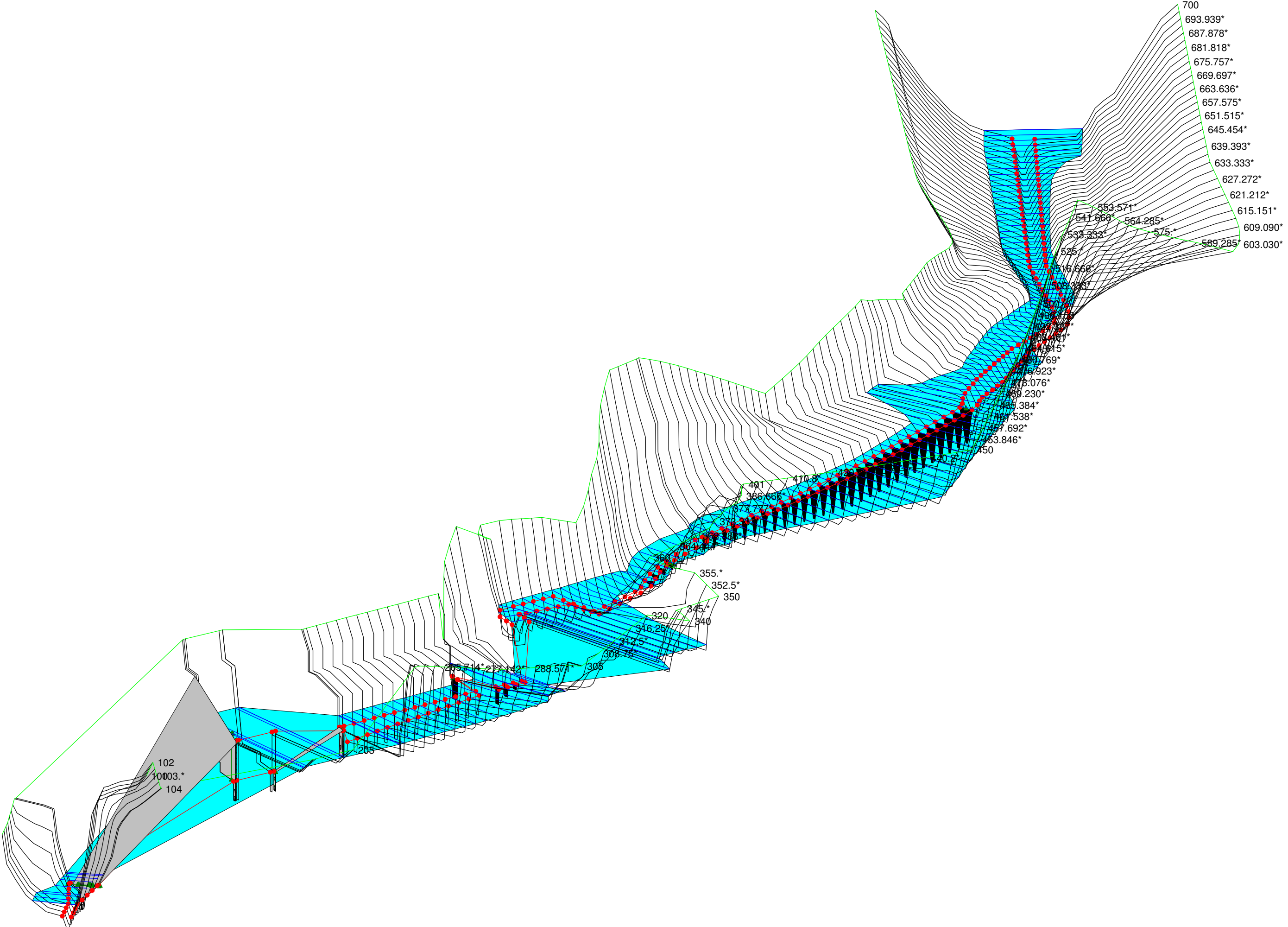
WS Tr 30

Ground

Bank Sta

Ground

Ineff



Legend

WS Tr 200

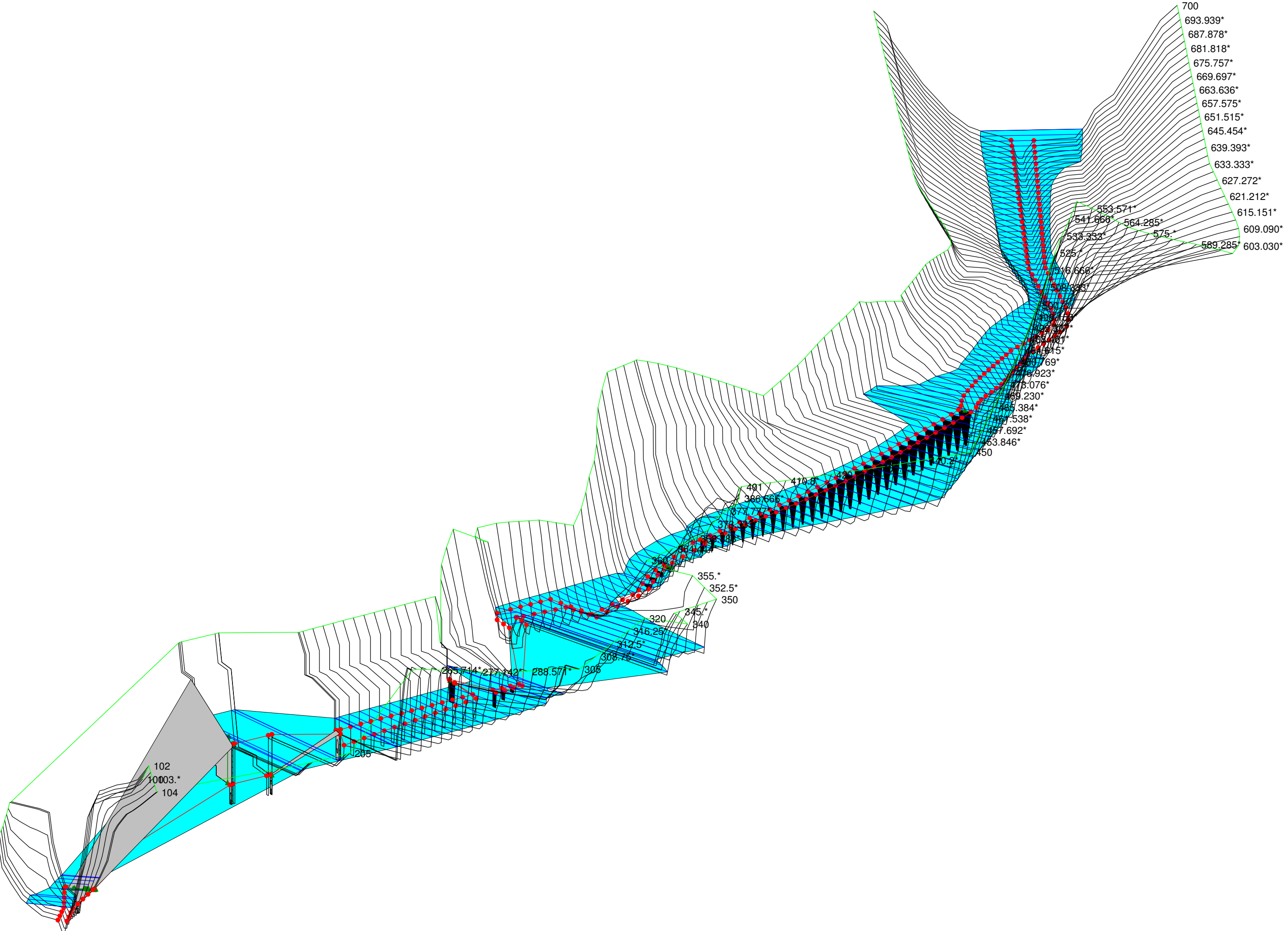
Ground

Bank Sta

Ground

Ineff





Legend

WS Tr 500

Ground

Bank Sta

Ground

Ineff

## Steady Flow Data - portate dic2022



File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (25000 max): 3

Reach Boundary Conditions ...

Apply Data

## Locations of Flow Data Changes

River: Petroio\_1

Add Multiple...

Reach: Fosso\_Selciaie

River Sta.: 700

Add A Flow Change Location

## Flow Change Location

## Profile Names and Flow Rates

	River	Reach	RS	Tr 30	Tr 200	Tr 500
1	Petroio_1	Fosso_Selciaie	700	21.303	31.089	35.476

Edit Steady flow data for the profiles (m3/s)



## Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Petroio_1	Fosso_Selciaie	all	Normal Depth $S = 0.021$	Normal Depth $S = 0.0625$

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ...

OK

Cancel

Help

Enter to accept data changes.

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
Fosso_Selciaie	700	Tr 30	21.30	462.75	464.44	464.20	464.51	0.014986	1.32	19.87	35.76	0.39
Fosso_Selciaie	700	Tr 200	31.09	462.75	464.61	464.33	464.69	0.014758	1.44	26.56	40.48	0.40
Fosso_Selciaie	700	Tr 500	35.48	462.75	464.68	464.38	464.76	0.014785	1.48	29.24	41.81	0.40
Fosso_Selciaie	600	Tr 30	21.30	458.75	461.25	460.25	461.31	0.006160	1.20	20.78	17.50	0.26
Fosso_Selciaie	600	Tr 200	31.09	458.75	461.52	460.61	461.60	0.007168	1.40	25.67	18.38	0.28
Fosso_Selciaie	600	Tr 500	35.48	458.75	461.62	460.73	461.72	0.007567	1.48	27.61	18.75	0.29
Fosso_Selciaie	550	Tr 30	21.30	459.20	460.54	460.07	460.60	0.005918	0.79	21.02	25.83	0.25
Fosso_Selciaie	550	Tr 200	31.09	459.20	460.69	460.22	460.79	0.007361	0.97	25.26	29.23	0.28
Fosso_Selciaie	550	Tr 500	35.48	459.20	460.75	460.28	460.86	0.007930	1.04	27.03	30.54	0.29
Fosso_Selciaie	500	Tr 30	21.30	459.87	460.32	460.19	460.39	0.010819	0.61	24.53	67.84	0.29
Fosso_Selciaie	500	Tr 200	31.09	459.87	460.43	460.29	460.51	0.010606	0.70	32.23	68.16	0.30
Fosso_Selciaie	500	Tr 500	35.48	459.87	460.47	460.33	460.56	0.010741	0.74	35.12	68.27	0.30
Fosso_Selciaie	450	Tr 30	21.30	458.60	458.95	458.84	459.01	0.011327	0.53	21.09	59.71	0.29
Fosso_Selciaie	450	Tr 200	31.09	458.60	459.05	458.90	459.12	0.010784	0.61	26.97	60.31	0.29
Fosso_Selciaie	450	Tr 500	35.48	458.60	459.09	458.93	459.17	0.010558	0.64	29.44	60.57	0.29
Fosso_Selciaie	401	Tr 30	21.30	457.23	457.67	457.67	457.87	0.020907	2.40	11.41	27.50	1.15
Fosso_Selciaie	401	Tr 200	31.09	457.23	457.79	457.79	458.04	0.020421	2.77	14.66	28.43	1.18
Fosso_Selciaie	401	Tr 500	35.48	457.23	457.83	457.83	458.11	0.020589	2.92	15.91	28.78	1.20
Fosso_Selciaie	400	Tr 30	21.30	456.34	457.49	457.58	457.83	0.013823	2.79	10.36	26.07	1.01
Fosso_Selciaie	400	Tr 200	31.09	456.34	457.65	457.70	458.00	0.012341	2.99	14.61	27.34	0.99
Fosso_Selciaie	400	Tr 500	35.48	456.34	457.71	457.76	458.08	0.011962	3.07	16.31	27.83	0.98
Fosso_Selciaie	380	Tr 30	21.30	456.20	456.66	456.85	457.32	0.064518	4.17	6.42	22.25	2.00
Fosso_Selciaie	380	Tr 200	31.09	456.20	456.76	456.97	457.53	0.059141	4.56	8.67	23.43	1.98
Fosso_Selciaie	380	Tr 500	35.48	456.20	456.80	457.09	457.62	0.057797	4.72	9.58	23.89	1.98
Fosso_Selciaie	360	Tr 30	21.30	454.60	456.30	455.41	456.34	0.000805	1.15	27.07	23.04	0.28
Fosso_Selciaie	360	Tr 200	31.09	454.60	456.42	455.59	456.49	0.001314	1.54	29.92	24.25	0.37
Fosso_Selciaie	360	Tr 500	35.48	454.60	456.46	455.66	456.54	0.001570	1.71	30.90	24.65	0.40
Fosso_Selciaie	350	Tr 30	21.30	454.40	456.27	455.44	456.31	0.000690	0.92	40.81	97.54	0.24
Fosso_Selciaie	350	Tr 200	31.09	454.40	456.40	455.66	456.44	0.000848	1.07	52.80	97.98	0.27
Fosso_Selciaie	350	Tr 500	35.48	454.40	456.44	455.75	456.48	0.000925	1.14	56.92	98.13	0.29
Fosso_Selciaie	340	Tr 30	21.30	454.50	455.71	455.71	456.18	0.014927	3.05	7.00	7.50	1.01
Fosso_Selciaie	340	Tr 200	31.09	454.50	456.21	456.21	456.37	0.004163	2.03	30.00	97.94	0.56
Fosso_Selciaie	340	Tr 500	35.48	454.50	456.25	456.25	456.41	0.004432	2.12	33.23	98.06	0.58
Fosso_Selciaie	320	Tr 30	21.30	452.37	452.73	453.11	455.51	0.476909	9.93	3.54	17.35	5.30
Fosso_Selciaie	320	Tr 200	31.09	452.37	452.80	453.23	455.91	0.445887	10.83	4.87	20.30	5.29
Fosso_Selciaie	320	Tr 500	35.48	452.37	452.83	453.28	455.94	0.414501	10.97	5.55	21.65	5.16
Fosso_Selciaie	305	Tr 30	21.30	452.37	453.16	453.07	453.28	0.010611	2.44	16.60	38.88	0.88
Fosso_Selciaie	305	Tr 200	31.09	452.37	453.32	453.18	453.44	0.008808	2.51	23.28	43.28	0.82
Fosso_Selciaie	305	Tr 500	35.48	452.37	453.38	453.26	453.50	0.008217	2.53	25.92	43.56	0.80
Fosso_Selciaie	300	Tr 30	21.30	450.97	453.16	453.02	453.27	0.004844	2.00	19.76	38.97	0.44
Fosso_Selciaie	300	Tr 200	31.09	450.97	453.32	453.16	453.44	0.005229	2.18	26.27	43.27	0.47
Fosso_Selciaie	300	Tr 500	35.48	450.97	453.38	453.23	453.50	0.005182	2.21	29.00	43.56	0.47
Fosso_Selciaie	260	Tr 30	21.30	450.54	453.11	452.16	453.12	0.000266	0.53	56.31	45.49	0.11
Fosso_Selciaie	260	Tr 200	31.09	450.54	453.24	452.31	453.26	0.000406	0.68	62.49	45.55	0.13
Fosso_Selciaie	260	Tr 500	35.48	450.54	453.30	452.36	453.31	0.000467	0.73	64.99	45.57	0.14
Fosso_Selciaie	250	Tr 30	21.30	450.54	453.09	452.63	453.11	0.001498	0.51	34.00	45.49	0.19
Fosso_Selciaie	250	Tr 200	31.09	450.54	453.22	452.71	453.25	0.001886	0.64	39.88	45.54	0.22
Fosso_Selciaie	250	Tr 500	35.48	450.54	453.27	452.74	453.31	0.002030	0.69	42.25	45.56	0.23
Fosso_Selciaie	210		Culvert									
Fosso_Selciaie	205	Tr 30	21.30	448.67	453.10	450.81	453.10	0.001034	0.33	90.07	77.81	0.06
Fosso_Selciaie	205	Tr 200	31.09	448.67	453.23	451.11	453.24	0.001725	0.44	100.46	78.95	0.08
Fosso_Selciaie	205	Tr 500	35.48	448.67	453.29	451.14	453.29	0.002041	0.48	104.69	79.41	0.08
Fosso_Selciaie	204	Tr 30	21.30	448.67	453.10	450.71	453.10	0.000263	0.21	91.68	77.81	0.03
Fosso_Selciaie	204	Tr 200	31.09	448.67	453.23	450.82	453.24	0.000439	0.28	102.02	78.94	0.04
Fosso_Selciaie	204	Tr 500	35.48	448.67	453.28	451.07	453.29	0.000520	0.30	106.23	79.39	0.05
Fosso_Selciaie	201	Tr 30	21.30	448.67	453.09	450.71	453.10	0.000265	0.21	91.31	77.77	0.03
Fosso_Selciaie	201	Tr 200	31.09	448.67	453.22	450.82	453.23	0.000446	0.28	101.39	78.87	0.04
Fosso_Selciaie	201	Tr 500	35.48	448.67	453.27	451.07	453.28	0.000529	0.31	105.47	79.31	0.05
Fosso_Selciaie	200	Tr 30	21.30	448.67	453.03	452.91	453.09	0.044543	0.41	19.68	77.22	0.26
Fosso_Selciaie	200	Tr 200	31.09	448.67	453.14	452.99	453.22	0.040913	0.50	26.26	78.19	0.26
Fosso_Selciaie	200	Tr 500	35.48	448.67	453.20	453.02	453.27	0.036586	0.52	30.40	78.64	0.25

HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Petroio\_1 Reach: Fosso\_Selciaie (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
Fosso_Selciaie	110		Culvert									
Fosso_Selciaie	104	Tr 30	21.30	446.30	448.41	448.09	448.55	0.016482	1.70	12.88	14.95	0.55
Fosso_Selciaie	104	Tr 200	31.09	446.30	448.70	448.28	448.88	0.014092	1.87	17.53	16.56	0.53
Fosso_Selciaie	104	Tr 500	35.48	446.30	448.82	448.37	449.00	0.013557	1.95	19.47	17.19	0.53
Fosso_Selciaie	102	Tr 30	21.30	446.40	447.78	447.89	448.23	0.058228	3.42	9.24	16.66	1.04
Fosso_Selciaie	102	Tr 200	31.09	446.40	447.91	448.08	448.54	0.074953	4.16	11.38	18.09	1.21
Fosso_Selciaie	102	Tr 500	35.48	446.40	447.96	448.16	448.66	0.079713	4.42	12.35	18.66	1.25
Fosso_Selciaie	100	Tr 30	21.30	446.00	447.47	447.49	447.80	0.040581	3.00	10.73	17.67	0.88
Fosso_Selciaie	100	Tr 200	31.09	446.00	447.67	447.68	448.06	0.041560	3.37	14.43	19.82	0.92
Fosso_Selciaie	100	Tr 500	35.48	446.00	447.75	447.76	448.16	0.040702	3.47	16.16	20.74	0.92

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)
Fosso_Selciaie	700	Tr 30	464.51	464.44	0.07	0.08	0.00	6.08	14.43	0.79	35.76
Fosso_Selciaie	700	Tr 200	464.69	464.61	0.08	0.07	0.00	10.94	18.07	2.07	40.48
Fosso_Selciaie	700	Tr 500	464.76	464.68	0.09	0.07	0.00	13.08	19.58	2.82	41.81
Fosso_Selciaie	600	Tr 30	461.31	461.25	0.06	0.03	0.00	0.62	14.95	5.74	17.50
Fosso_Selciaie	600	Tr 200	461.60	461.52	0.08	0.04	0.00	1.18	19.61	10.30	18.38
Fosso_Selciaie	600	Tr 500	461.72	461.62	0.09	0.04	0.00	1.47	21.59	12.42	18.75
Fosso_Selciaie	550	Tr 30	460.60	460.54	0.06	0.03	0.00	12.95	8.12	0.23	25.83
Fosso_Selciaie	550	Tr 200	460.79	460.69	0.10	0.04	0.00	19.21	11.36	0.53	29.23
Fosso_Selciaie	550	Tr 500	460.86	460.75	0.11	0.04	0.00	21.98	12.76	0.73	30.54
Fosso_Selciaie	500	Tr 30	460.39	460.32	0.07	0.08	0.00	15.09	1.69	4.52	67.84
Fosso_Selciaie	500	Tr 200	460.51	460.43	0.08	0.08	0.00	20.50	2.44	8.14	68.16
Fosso_Selciaie	500	Tr 500	460.56	460.47	0.09	0.08	0.00	22.91	2.78	9.79	68.27
Fosso_Selciaie	450	Tr 30	459.01	458.95	0.06	0.07	0.00	20.14	1.11	0.05	59.71
Fosso_Selciaie	450	Tr 200	459.12	459.05	0.07	0.07	0.00	29.36	1.63	0.10	60.31
Fosso_Selciaie	450	Tr 500	459.17	459.09	0.08	0.07	0.00	33.48	1.87	0.13	60.57
Fosso_Selciaie	401	Tr 30	457.87	457.67	0.20	0.03	0.00	10.83	3.29	7.18	27.50
Fosso_Selciaie	401	Tr 200	458.04	457.79	0.25	0.03	0.00	16.19	4.80	10.10	28.43
Fosso_Selciaie	401	Tr 500	458.11	457.83	0.28	0.03	0.00	18.58	5.46	11.43	28.78
Fosso_Selciaie	400	Tr 30	457.83	457.49	0.33	0.03	0.01	2.90	17.41	0.99	26.07
Fosso_Selciaie	400	Tr 200	458.00	457.65	0.35	0.03	0.01	6.64	22.47	1.98	27.34
Fosso_Selciaie	400	Tr 500	458.08	457.71	0.36	0.03	0.01	8.37	24.62	2.48	27.83
Fosso_Selciaie	380	Tr 30	457.32	456.66	0.66	0.26	0.01	0.88	9.63	10.79	22.25
Fosso_Selciaie	380	Tr 200	457.53	456.76	0.77	0.23	0.01	2.18	12.89	16.02	23.43
Fosso_Selciaie	380	Tr 500	457.62	456.80	0.82	0.23	0.02	2.81	14.30	18.36	23.89
Fosso_Selciaie	360	Tr 30	456.34	456.30	0.04	0.01	0.00	7.68	8.08	5.54	23.04
Fosso_Selciaie	360	Tr 200	456.49	456.42	0.07	0.01	0.00	11.25	11.57	8.27	24.25
Fosso_Selciaie	360	Tr 500	456.54	456.46	0.09	0.01	0.00	12.86	13.12	9.50	24.65
Fosso_Selciaie	350	Tr 30	456.31	456.27	0.03	0.00	0.00	5.09	16.19	0.02	97.54
Fosso_Selciaie	350	Tr 200	456.44	456.40	0.04	0.00	0.00	10.46	20.57	0.06	97.98
Fosso_Selciaie	350	Tr 500	456.48	456.44	0.04	0.01	0.00	12.92	22.47	0.08	98.13
Fosso_Selciaie	340	Tr 30	456.18	455.71	0.47	0.07	0.12		21.30		7.50
Fosso_Selciaie	340	Tr 200	456.37	456.21	0.15	0.05	0.03	8.66	22.42	0.02	97.94
Fosso_Selciaie	340	Tr 500	456.41	456.25	0.16	0.05	0.03	11.36	24.09	0.02	98.06
Fosso_Selciaie	320	Tr 30	455.51	452.73	2.78	0.44	0.23	9.30	8.79	3.21	17.35
Fosso_Selciaie	320	Tr 200	455.91	452.80	3.11	0.16	0.30	14.57	11.50	5.03	20.30
Fosso_Selciaie	320	Tr 500	455.94	452.83	3.11	0.17	0.30	17.07	12.52	5.89	21.65
Fosso_Selciaie	305	Tr 30	453.28	453.16	0.12	0.00	0.00	15.46	4.66	1.18	38.88
Fosso_Selciaie	305	Tr 200	453.44	453.32	0.12	0.00	0.00	23.87	5.77	1.45	43.28
Fosso_Selciaie	305	Tr 500	453.50	453.38	0.12	0.00	0.00	27.76	6.18	1.54	43.56
Fosso_Selciaie	300	Tr 30	453.27	453.16	0.11	0.02	0.01	10.52	9.98	0.80	38.97
Fosso_Selciaie	300	Tr 200	453.44	453.32	0.12	0.03	0.01	18.27	11.70	1.11	43.27
Fosso_Selciaie	300	Tr 500	453.50	453.38	0.12	0.03	0.01	22.05	12.21	1.22	43.56
Fosso_Selciaie	260	Tr 30	453.12	453.11	0.01	0.00	0.00	17.96	3.17	0.17	45.49
Fosso_Selciaie	260	Tr 200	453.26	453.24	0.01	0.00	0.00	26.53	4.28	0.27	45.55
Fosso_Selciaie	260	Tr 500	453.31	453.30	0.02	0.00	0.00	30.40	4.75	0.32	45.57
Fosso_Selciaie	250	Tr 30	453.11	453.09	0.02			19.98	0.93	0.39	45.49
Fosso_Selciaie	250	Tr 200	453.25	453.22	0.03			29.16	1.37	0.57	45.54
Fosso_Selciaie	250	Tr 500	453.31	453.27	0.04			33.27	1.56	0.65	45.56
Fosso_Selciaie	210		Culvert								
Fosso_Selciaie	205	Tr 30	453.10	453.10	0.00	0.00	0.00	2.09	1.35	17.87	77.81



HEC-RAS Plan: Plan 15 River: Petroio\_1 Reach: Fosso\_Selciaie (Continued)

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev	W.S. Elev	Vel Head	Frctn Loss	C & E Loss	Q Left	Q Channel	Q Right	Top Width
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)
Fosso_Selciaie	205	Tr 200	453.24	453.23	0.01	0.00	0.00	4.13	1.87	25.09	78.95
Fosso_Selciaie	205	Tr 500	453.29	453.29	0.01	0.00	0.00	5.20	2.08	28.20	79.41
Fosso_Selciaie	204	Tr 30	453.10	453.10	0.00	0.00	0.00	2.10	1.21	18.00	77.81
Fosso_Selciaie	204	Tr 200	453.24	453.23	0.01	0.01	0.00	4.15	1.64	25.30	78.94
Fosso_Selciaie	204	Tr 500	453.29	453.28	0.01	0.01	0.00	5.22	1.82	28.44	79.39
Fosso_Selciaie	201	Tr 30	453.10	453.09	0.00	0.00	0.01	2.07	1.21	18.03	77.77
Fosso_Selciaie	201	Tr 200	453.23	453.22	0.01	0.00	0.01	4.08	1.64	25.36	78.87
Fosso_Selciaie	201	Tr 500	453.28	453.27	0.01	0.00	0.01	5.14	1.83	28.51	79.31
Fosso_Selciaie	200	Tr 30	453.09	453.03	0.06			20.78	0.14	0.38	77.22
Fosso_Selciaie	200	Tr 200	453.22	453.14	0.08			30.55	0.24	0.29	78.19
Fosso_Selciaie	200	Tr 500	453.27	453.20	0.08			34.19	0.29	1.00	78.64
Fosso_Selciaie	110		Culvert								
Fosso_Selciaie	104	Tr 30	448.55	448.41	0.15	0.04	0.00	0.11	21.11	0.08	14.95
Fosso_Selciaie	104	Tr 200	448.88	448.70	0.17	0.04	0.00	0.46	30.33	0.31	16.56
Fosso_Selciaie	104	Tr 500	449.00	448.82	0.19	0.04	0.00	0.67	34.36	0.45	17.19
Fosso_Selciaie	102	Tr 30	448.23	447.78	0.45	0.14	0.00	0.50	15.31	5.49	16.66
Fosso_Selciaie	102	Tr 200	448.54	447.91	0.63	0.14	0.02	0.90	20.75	9.43	18.09
Fosso_Selciaie	102	Tr 500	448.66	447.96	0.70	0.14	0.02	1.11	22.98	11.39	18.66
Fosso_Selciaie	100	Tr 30	447.80	447.47	0.33	0.12	0.00	0.58	14.52	6.20	17.67
Fosso_Selciaie	100	Tr 200	448.06	447.67	0.39	0.13	0.00	1.11	19.01	10.97	19.82
Fosso_Selciaie	100	Tr 500	448.16	447.75	0.40	0.12	0.00	1.37	20.80	13.30	20.74