

Studio di Ingegneria

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli,19 86039 Termoli (CB)
Tel. 3333788752 email ing.nicolaroselli@gmail.com

REGIONE PUGLIA
Comuni di Stornarella e Orta Nova
Provincia di Foggia

PROGETTO DEFINITIVO

AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI DEL DLGS 29/12/2003 n.387 RELATIVA ALLA COSTRUZIONE ED ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 24,029 MW E DELLA POTENZA NOMINALE IN A.C. PARI A 21,00 MW SITO NEI COMUNI DI ORTA NOVA E STORNARELLA.

TITOLO TAVOLA INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE IDRAULICA IN RIFERIMENTO ALLA NOTA DELL'AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE DEL 30.11.2022, PROT. 0150226

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
PROGETTISTI Ing. Nicola ROSELLI Ing. Rocco SALOME CONSULENZE E COLLABORAZIONI Dott. Massimo MACCHIAROLA Per. Ind. Alessandro CORTI Arch Gianluca DI DONATO Archeol. Gerardo FRATIANNI Dott. Agr. For. Alessandro Delogu Ing Elvio MURETTA Geol. Vito PLESCIA	LIMES 26 S.R.L. SEDE LEGALE Milano, cap 20121 via Manzoni n° 41 P.IVA 10537760968, Rappresentante legale dott. Cristiano Spillati.	

4.2.5_1	FILE Q6HSS18_4.2.5_1_IntegRelazioneIdraulica	CODICE PROGETTO Q6HSS18	SCALA -
----------------	---	----------------------------	------------

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	10/03/2020	EMISSIONE	ROSELLI	LIMES26	LIMES26
B	20/03/2023	RELAZIONE_IDRAULICA_REV_1	ROSELLI	LIMES26	LIMES26
C	DATA				
D	DATA				
E	DATA				
F	DATA				

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi utilizzazione, totale o parziale, senza previa autorizzazione

Sommario

1. METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE IDRAULICHE $Q_{max}=200$ anni.....	3
2. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO E VERIFICHE IDRAULICHE. 4	
3. EROSIONE AL FONDO.....	4
4. DEFINIZIONE DELLA PROFONDITÀ DI POSA.	6
5. VERIFICA AL SIFONAMENTO.....	10
6. TRATTO DI POSA CAVIDOTTO IN CORRISPONDENZA DELLE AREE TUTELE CONNESSE A RETICOLI CARTOGRAFATI SU IGM - SCAVI CON TOC.....	13
7. CONCLUSIONI.....	15

<i>Figura 1: Equazione dell'energia.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2: Tabella profondità di scavo prevedibile per la presenza di barre alterne</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3: Tabella verifica del gradiente critico</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4: Schema per il calcolo della lunghezza di filtrazione equivalente</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5: Tabella verifica del percorso equivalente</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6: Operazioni di scavo direzionali con TOC.</i>	<i>15</i>

1. METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE IDRAULICHE

$Q_{\max}=200\text{anni}$.

Come già rappresentato nella relazione idraulica (Q6HSS18_4_2_5_relazioneIdraulica.pdf) per le opere in progetto che interessano aree tutelate come definite dall' art. 16 dlle NTA del PAI, sono state eseguite verifiche idrauliche in regime di moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS.

Il software HEC-RAS è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo, finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua del HEC.

Il software HEC-RAS permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario.

Il sistema di calcolo è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua, determinando la variazione del pelo libero per condizioni di moto permanente o gradualmente variato.

La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale.

Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.

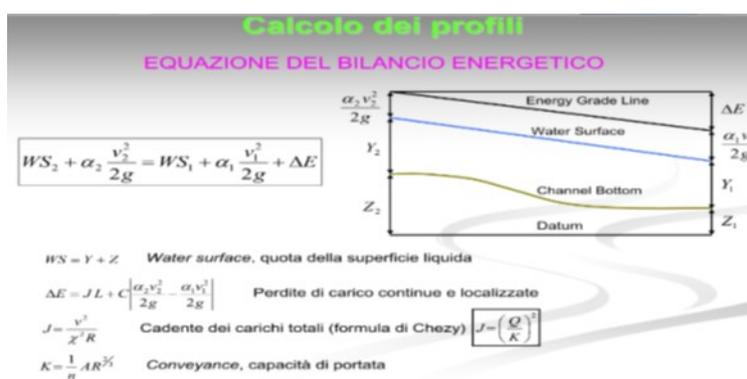


Figura 1: Equazione dell'energia.

In ossequio agli obiettivi di sicurezza idraulica sanciti dal PAI (art.36 delle NTA), sono state condotte le verifiche idrauliche utilizzando il valore di portata duecentennale pari a $80,40 \text{ m}^3/\text{s}$ (in allegato i calcoli idraulici)

La verifica idraulica eseguita ha permesso di individuare le aree inondabili con tempi di ritorno $Tr=200$ anni, i risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in

progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono assolutamente congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza.

Nell'applicazione del modello di simulazione idraulica, funzionante in condizioni di moto stazionario, si è tenuto conto che non è possibile simulare fenomeni transitori che si manifestano nei possibili momenti della tracimazione ed, eventualmente, della rotta arginale.

Nel caso simulato però è stato verificato che gli argini del canale non sono sormontabili, ossia vi è assenza di tracimazione.

Con le simulazioni idrauliche condotte, è stato appurato che l'altezza degli argini è comunque adeguata al contenimento dei livelli idrici, indipendentemente dal valore reale delle quote di sommità arginale; secondo tale schema le portate defluenti sono comunque contenute all'interno della sezione arginata del corso d'acqua; la differenza in quota (franco) tra il profilo di corrente per le diverse portate e quello della sommità arginale evidenzia la capacità di contenimento in quota di ciascuna sezione del corso d'acqua.

2. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO E VERIFICHE IDRAULICHE.

Il tracciato del cavidotto MT dal campo alla sottostazione attraversa alcuni reticoli idrografici cartografati nel PRGA e nella cartografia ufficiale IGM (Marana La Pidocchiosa, Marana Santo Spirito, tributari del Torrente Carapelle).

Per tale intersezione, si è effettuato uno studio dei fenomeni erosivi al fine di determinare, al verificarsi di un evento di piena bicentenario, la profondità massima di erosione.

Pertanto, è stato verificato da un lato l'idoneità della profondità di posa adottata rispetto alle possibili dinamiche evolutive del fondo alveo o a possibili fenomeni di dissesto/erosione localizzati in corrispondenza del transito di portate significative, dall'altro che le opere in progetto non determinino rischi di sifonamento.

Tale profondità, come richiesto dall'AdB Puglia, dovrà essere incrementata di almeno un metro (franco di sicurezza).

Per la determinazione della profondità di posa della condotta si fa riferimento alle grandezze caratteristiche determinate per la portata sopra calcolata (a piene rive).

3. EROSIONE AL FONDO.

Esistono vari studi, per lo più sperimentali, per la determinazione della massima profondità di erosione di un fondo d'alveo in corrispondenza di piene eccezionali, dovute principalmente:

1. alla presenza di discontinuità di fondo;

2. alla presenza di manufatti in alveo (pile, pennelli, briglie, ecc.);
3. alla presenza di curve;
4. alla propagazione di barre alterne;
5. a fenomeni di abbassamento generalizzato del fondo alveo.

Si possono fin da subito escludere le casistiche di cui ai punti 2, 3 e 5.

Per quanto riguarda i punti 2 e 3 infatti nel tratto in esame non sono presenti manufatti in alveo o curve.

Per quanto riguarda il punto 5 invece, trattandosi di un corso d'acqua naturale regolarizzato da intervento antropico, la pendenza di fondo è mantenuta fissa intorno a quella di progetto da una serie di opere di stabilizzazione trasversale quali traverse, conche, manufatti di salto.

Procediamo quindi ad analizzare i casi restanti.

Caso 1:

Nel caso in esame la possibile discontinuità di fondo si può correlare ad eventuali variazioni locali delle caratteristiche litologiche dei materiali costituenti il fondo alveo ovvero alla presenza di tratti di fondo rivestito che potrebbero innescare fenomeni erosivi nel tratto d'alveo immediatamente a valle.

Dall'espressione di Shoklitsch,

$$S_{\max prog} = 0,378 \times H^{0,5} \times q^{0,35} \text{ con H carico totale}$$

utilizzando le grandezze caratteristiche del moto determinate ai in precedenza, assumendo come portata specifica $q = \frac{Q}{\left(\frac{\Omega}{yu}\right)}$ risulta

$$S_{\max prog} = 0,60 \text{ m.}$$

Su tale valore, tuttavia, è bene considerare che le formule utilizzate consentono di determinare l'ordine di grandezza dei valori in gioco che pertanto vanno utilizzati con notevole cautela ed opportuni coefficienti di sicurezza.

Per tali motivi, in considerazione delle caratteristiche dell'alveo fluviale e dei materiali presenti in sito, si ritiene opportuno considerare un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2,00, risulta pertanto:

$$S_{\max buche} = 1,20 \text{ m.}$$

Caso 4:

Le barre alterne sono onde di sedimenti che si propagano molto lentamente sul fondo di corsi d'acqua dando luogo a sequenza di zone di scavo e di deposito.

Ipotizzando che l'evento di piena abbia una durata temporale abbastanza lunga da instaurare condizioni di moto assimilabili a quelle di moto permanente e uniforme, il criterio per l'esistenza di barre alterne, in moto permanente uniforme in un alveo rettilineo, è che:

$$\beta > \beta_c$$

Dove

$$\beta = \frac{b_f}{2 * Y_{med}}$$

Con b_f larghezza del fondo e Y profondità media della corrente.

I valori di β_c si trovano rappresentati in grafici sperimentali in funzione della scabrezza relativa (intesa come rapporto tra il diametro medio dei sedimenti D e la profondità media della corrente Y) e della tensione di Shields.

Esistono poi espressioni empiriche per il calcolo della massima altezza di deposito rispetto al fondo della buca di erosione.

Utilizzando l'espressione di Ikeda:

$$H_{bmax} = 0,18 * Y * \left(\frac{D}{Y}\right)^{0.45} * \beta^{1.45}$$

Nota la quale è possibile ricavare la massima profondità di erosione come:

$$\eta_{max} = 0,50 \div 0,70 * H_{bmax}$$

Si ricavano quindi i risultati riportati nella seguente tabella:

bf	30,50
Y	5,46
D	0,005
β	2,79
β_c	8,00
H	No
μ_{max}	No

Figura 2: Tabella profondità di scavo prevedibile per la presenza di barre alterne

Poiché $\beta > \beta_c$ non si ha la formazione di barre alterne.

4. DEFINIZIONE DELLA PROFONDITÀ DI POSA.

Le verifiche sono state effettuate fissando un diametro caratteristico dei grani (d_{car}) tipico dei limi di pari a 0.05 mm, in quanto ritenuto cautelativo: si ricorda infatti che il diametro che determina il passaggio tra limi e sabbia è di 0.06 mm.

Inoltre, è stato usato un peso specifico del materiale molto basso per sabbie-limose, e pari a $\gamma_s=1500$ kg/m³.

Sulla scorta dello studio idraulico svolto, sono state individuate le aree allagabili che, sovrapposte alle intersezioni tra cavidotto e reticolo cartografato, hanno consentito non solo di individuare le reali situazioni di rischio, ma anche di definire i dati idraulici utili per lo studio dell'erosione, quali:

- tirante idrico h (m),
- pendenza media dell'asta principale [i_{med}],
- velocità della corrente nel punto di verifica.

$$\tau = \gamma * i_{med} * h = 1000 * 0.014 * 0.7 = 9.8 \text{ Kg/m}^2$$

Equazione 1 - Spinta idrodinamica dell'acqua nelle zone di esondazione.

Per definire l'effettivo grado di erosione cui è soggetto il terreno interessato dall'evento di piena si è utilizzata la teoria di Shields.

Tale teoria si basa sull'ipotesi che la spinta esercitata dalla corrente sulla particella solida è proporzionale alla superficie investita, a sua volta funzione del diametro delle particelle solide e sull'assunzione che la forza resistente dipende esclusivamente dalla forma del terreno soggetto ad esondazione.

A seguito di tale teoria è stato definito l'Abaco di Shields, nel quale è messo in relazione il parametro di Shields [Y_c] con il numero di Reynolds di attrito [Re^*]. Tale Abaco assume:

- un andamento lineare decrescente di Y_c per un [$Re^* < 1$] a flusso laminare;
- un andamento costante per [$Re^* > 400$] con [$Y_c = 0,056$] a flusso turbolento;
- un andamento non lineare di Y_c per un [$1 < Re^* < 400$] zona intermedia.

$$Re_n = \frac{\sqrt{\tau} * d_{car}}{\nu} =$$

Equazione 2: - Calcolo del numero di Reynolds di attrito [Re^].*

Nelle verifiche in oggetto i valori ottenuti si dispongono nella zona intermedia dell'Abaco di Shields dove il legame analitico tra il parametro di Shields [Y_c] ed il numero di Reynolds di attrito [Re^*] è definito attraverso la legge seguente dove [$x = Re^*/11,6$].

$$Y_c = \frac{0,009148}{x} + 0,05449 * [1 - e^{(-0,5661 * x^{0,8224})}]$$

Equazione 3: - Parametro di Shields [Y_c].

Definito il parametro di Shields è possibile ricavare la tensione tangenziale di moto incipiente che rappresenta il valore limite delle resistenze del terreno, dopo di cui il materiale subisce erosione.

$$\tau_{crit} = \gamma_c * (\gamma_s - \gamma) * d_{car}$$

Equazione 4: - Tensione tangenziale critica di moto incipiente.

Confrontando il valore di tensione tangenziale della spinta idrodinamica dell'acqua nelle zone di esondazione (Equazione 4) è evidente che il materiale nelle zone di esondazione è soggetto ad erosione, come riepilogato nella tabella seguente.

h (m)	v_{max} (m/s)	i (m/m)	τ (kg/m²)	Re_*	x	τ_{crit} (kg/m²)
0.19	0.51	0.008	1.52	6.10	0.53	0.000888
0.31	0.61	0.004	1.24	5.51	0.48	0.000915
0.24	0.05	0.003	0.72	4.20	0.36	0.001017

Dopo aver dimostrato, al verificarsi di un'onda di piena con tempo di ritorno di 200 anni, che le zone assoggettate ad esondazione sono soggette ad erosione, si quantifica il materiale eroso al fine di determinare la massima profondità a cui tale erosione può arrivare.

A tal fine si utilizza lo studio di Du Boys, le cui equazioni mettono in conto l'eccesso di tensione tangenziale rispetto al valore critico τ_{crit} .

Il modello di trasporto proposto da Du Boys considera un volume avente lunghezza, nella direzione del fluido, ed una larghezza d'alveo unitaria.

In questo modo è possibile definire la massima profondità a cui può arrivare l'erosione del terreno, definita come portata solida volumetrica.

Al fine di definire tale portata solida volumetrica è necessario calcolare il parametro ψ definito come coefficiente caratteristico del materiale secondo Du Boys e dedotto dalle esperienze di Zeller in funzione del diametro caratteristico del materiale e del suo peso per unità di volume.

$$\psi = \frac{1,8143}{\gamma_s * d_{car}^{0,7453}}$$

Equazione 5: - Coefficiente caratteristico del materiale secondo Du Boys

$$q_s = \psi * \tau * (\tau - \tau_{crit})$$

Equazione 6: - Portata volumetrica erosa.

Per passare dalla portata solida volumetrica alla quantità di materiale eroso, facciamo riferimento ad una velocità media del fluido in m/s, desunta dal modello idraulico bidimensionale (involuppo delle velocità); il modello utilizzato da Du Boys considera un volume di osservazione avente lunghezza e larghezza unitaria, quindi l'unica incognita (X) rimane la profondità.

$$V_{mat.solido} = lung * larg * prof = 1 * 1 * X = X m^3$$

Equazione 7: - Volume del materiale solido con il modello di Du Boys.

È necessario sottolineare alcune delle assunzioni del modello, ossia che il materiale solido a contatto con il fluido assume la stessa velocità e l'andamento della velocità con la profondità decresce linearmente, fino ad una profondità a cui il materiale solido non è soggetto ad erosione.

Quindi la velocità del materiale solido eroso varia da quella del fluido al valor nullo.

$$v_{M mat.solido} = \frac{v_{MAX} + v_{MIN}}{2} = \frac{v_{fluido} + 0}{2}$$

Equazione 8: - Velocità media del materiale solido trasportato con variazione lineare e valor massimo pari alla velocità del fluido e valor minimo nullo.

Partendo dalla portata solida volumetrica possiamo ricavare la profondità a cui il materiale è soggetto ad erosione.

$$q_s = v_{M mat.solido} * larg * prof = 1 * 1 * X = X m^3/s$$

Equazione 9: - Portata volumetrica erosa.

$$X = \frac{q_s}{v_{M mat.solido} * larg}$$

Equazione 10: - Profondità massima a cui il materiale solido è soggetto ad erosione.

In base al modello di trasporto, sopra citato, la portata volumetrica è stata calcolata con una lunghezza e larghezza unitaria tale da rendere incognita solo la profondità del volume trasportato.

Quest'ultima, dunque coinciderà con la profondità (in metri) della materia erosa.

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati; la "profondità da calcolo" rappresenta la massima erosione dal piano campagna già comprensiva di 1 m di franco, così come richiesto dall'Autorità di Bacino della Puglia.

Possiamo quindi definire il materiale al di sotto di tale profondità stabile e non soggetto ad alcun tipo di erosione.

Si sottolinea che nello studio dei fenomeni erosivi condotto, si è ipotizzato il terreno di tipo monogranulare.

La presenza, invece, di materiale più grossolano anche se in quantità minori, tende a fornire un effetto di schermatura sulle particelle fini.

In considerazione di tale erosione selettiva sarebbe stato possibile introdurre parametri correttivi che in questa analisi sono stati omessi, quindi si ritiene che tale studio sia cautelativo.

In sintesi, anche dove l'erosione è trascurabile si è fissata una distanza tra fondo canale e generatrice superiore del cavo pari ad 1,50 metri, scelta per un'ulteriore sicurezza dal punto di vista geomorfologico.

La tabella seguente riassume i risultati delle verifiche, indicando come "profondità di progetto" la distanza tra fondo canale e generatrice superiore della condotta.

ψ (m^6/kg^2*s)	X (m)	Franco AdB (m)	Profondità da calcolo (m)	Profondità progetto (m)
0.011279	0.10	1.00	1.10	1.50
0.011279	0.06	1.00	1.06	1.50
0.011279	0.23	1.00	1.23	1.50

5. VERIFICA AL SIFONAMENTO.

Il sifonamento è un fenomeno che si può instaurare al piede di opere idrauliche (argini, briglie, palancolate, ecc.) collocate su terreni più o meno permeabili, sottoposte ad una differenza di carico idraulico tra monte e valle dell'opera, nei casi in cui la forza dovuta al moto di filtrazione uguaglia o supera il peso sommerso del terreno.

La forza esercitata dal moto di filtrazione è a sua volta funzione del gradiente idraulico che lo alimenta (ovvero la differenza di carico idraulico tra monte e valle dell'opera divisa per la lunghezza del percorso di filtrazione), si definisce pertanto come *gradiente critico* il gradiente corrispondente all'innescarsi di questo fenomeno, il cui valore è strettamente dipendente dalle caratteristiche del terreno presente in sito.

Il gradiente caratteristico del moto di filtrazione è invece direttamente proporzionale alla differenza di carico esistente tra monte e valle dell'opera idraulica (nel ns. caso il rilevato arginale), per cui sarà tanto più grande (e quindi tanto maggiore l'energia del moto di filtrazione) tanto più grande sarà la differenza di carico.

Di conseguenza la problematica potrà manifestarsi con maggior probabilità nei canali pensili mentre sarà trascurabile in quelli con alveo inciso.

Nel presente paragrafo si intende verificare che la realizzazione dell'opera in progetto non crei le condizioni per un possibile innesco di fenomeni di sifonamento.

Per l'esecuzione di tali tipi di verifiche esistono vari metodi, che spaziano da metodologie di tipo empirico o semi-empirico, a modelli analitici o modellazioni numeriche agli elementi finiti. L'attendibilità dei risultati ottenuti è tuttavia dipendente non solo dall'accuratezza del modello

utilizzato ma anche dalla conoscenza delle caratteristiche di permeabilità dei vari terreni attraversati (funzione delle caratteristiche litologiche, del grado di addensamento, del comportamento anisotropo, ecc), valori non sempre desumibili correttamente da prove di laboratorio e per la cui conoscenza è necessaria una approfondita campagna geognostica (il cui costo non sempre è giustificato dalle finalità che ci si vuole prefiggere).

Nel caso in esame, alla luce dei dati disponibili e delle condizioni esecutive previste, si ritiene sufficientemente cautelativo e maggiormente rispondente alle finalità del presente studio l'adozione di metodologie semplificate.

Si procede, a favore di sicurezza, all'esecuzione della verifica con due differenti metodi di tipo semplificato:

1. verifica del gradiente critico
2. verifica dei percorsi di filtrazione equivalenti.

VERIFICA DEL GRADIENTE CRITICO.

Per l'esecuzione di tale verifica si ipotizza, a favore di sicurezza, che il foro di trivellazione costituisca una via di flusso preferenziale (alla luce della tecnica di perforazione adottata TOC, si tratta di un'ipotesi molto lontana dalla realtà dei fatti ma comunque a favore di sicurezza) ovvero quella caratterizzata dalle perdite di carico minime, ignorando la presenza di eventuali altre vie di filtrazione esistenti anche più brevi.

Dovrà pertanto risultare che:

$$\frac{i_{cr}}{i} \geq F_s$$

Poiché, il canale scorre parzialmente incassato rispetto al piano campagna, a titolo cautelativo, la verifica viene condotta rispetto al fondo dell'adiacente canale nell'ipotesi che il canale sia pieno al massimo livello mentre il cavo sia vuoto.

Risulta in tal modo una differenza di livello $\Delta h_{max} = 1,35$ m

Dove:

$i = \Delta h/L_{1-2-3}$ è il gradiente idraulico effettivo (ove la lunghezza è calcolata come da figura 2)

$i_{cr} = g_t/g_w$ è il gradiente idraulico critico per il terreno in esame. Per i terreni presenti in sito, come risulta dai sondaggi eseguiti, si può assumere un peso dell'unità di volume compreso tra 1500 e 2300 kg/mc a seconda dei casi. Nella valutazione si assume quindi a favore di sicurezza pari all' 80% del peso del terreno immerso di valore inferiore.

F_s è il fattore di sicurezza.

Nel caso in esame si assumono pertanto i valori della seguente tabella:

Δh [m]	1,35
L_{1-2-3} [m]	49,50
γ_t [kg/mc]	400
γ_w [kg/mc]	1000
F_s	1,5 ⁵
i_{cr} / i	14,66

Figura 3: Tabella verifica del gradiente critico

Essendo $i_{cr} / i \gg F_s$ la verifica è soddisfatta.

VERIFICA DEL PERCORSO DI FILTRAZIONE EQUIVALENTE.

Per l'esecuzione di tale verifica occorre confrontare la lunghezza di filtrazione naturale presente nell'arginatura (L) con il nuovo ipotetico percorso di filtrazione che si viene a creare con la realizzazione dell'attraversamento (L_t), ipotizzando a titolo cautelativo che la linea di trivellazione possa costituire una via di filtrazione preferenziale.

Si impone pertanto che vengano verificate le due seguenti relazioni:

$$L_t = L_1 + \frac{L_2}{3} + L_3 \geq f_s \times L$$

e

$$L \geq 0,10 \times L$$

Dove le singole lunghezze che concorrono a formare L_t sono riportate nella figura n°2.

In particolare, in base a studi condotti da Bligh e Lane, nel calcolo di L_t le lunghezze di filtrazione in orizzontale (o con inclinazione comunque inferiore a 45°) vengono inserite nel conteggio ridotte ad un terzo per renderle confrontabili a quelle verticali (la resistenza al moto nei tratti orizzontali è infatti molto inferiore a quella nei tratti verticali).

Avendo assunto una serie di ipotesi cautelative quali la presenza di un livello corrispondente al massimo riempimento delle sponde durante le operazioni di perforazione, la linea di scavo come via preferenziale di filtrazione trascurando percorsi più brevi, il peso efficace del terreno immerso pari a 400 kg/mc, tale coefficiente di sicurezza risulta sicuramente cautelativo

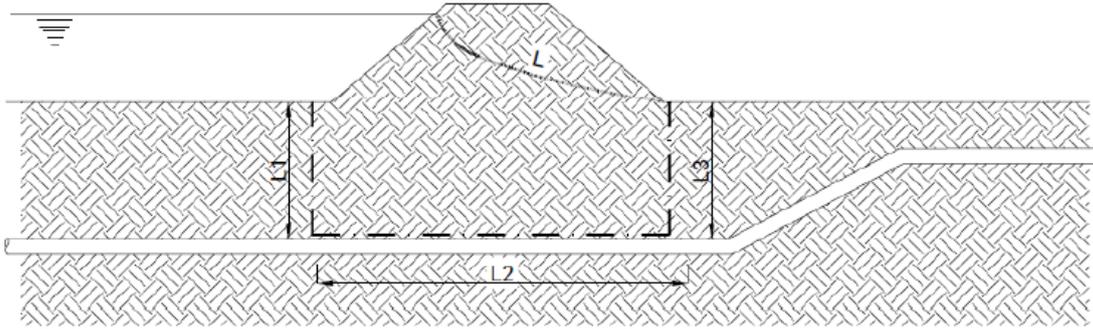


Figura 4: Schema per il calcolo della lunghezza di filtrazione equivalente

Assumendo le stesse ipotesi viste al punto precedente, il dislivello massimo risulta di 1,35 m.

Risulta quindi:

L1 [m]	11,60
L2 [m]	22,50
L3 [m]	15,40
L [m]	17,0
0,1xL	1,70
$L_t > 1,2xL$	Ok

Figura 5: Tabella verifica del percorso equivalente

Poiché risulta sempre $L1 > 0,1xL$ e $L_t > 1,2xL$, la verifica è sempre soddisfatta.

6. TRATTO DI POSA CAVIDOTTO IN CORRISPONDENZA DELLE AREE TUTELATE CONNESSE A RETICOLI CARTOGRAFATI SU IGM - SCAVI CON TOC.

Al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene bicentinarie, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., che si articola secondo tre fasi operative:

1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;

2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;

3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, in corrispondenza delle interferenze del reticolo idrografico prima indicate, l'attraversamento del reticolo idrografico avverrà ad una profondità maggiore di 3,00 m dal punto depresso del terreno in prossimità del reticolo idrografico, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno esternamente alle fasce di rispetto fluviale e dall'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo.

A seguire si restituiscono alcuni schemi semplificativi della TOC.



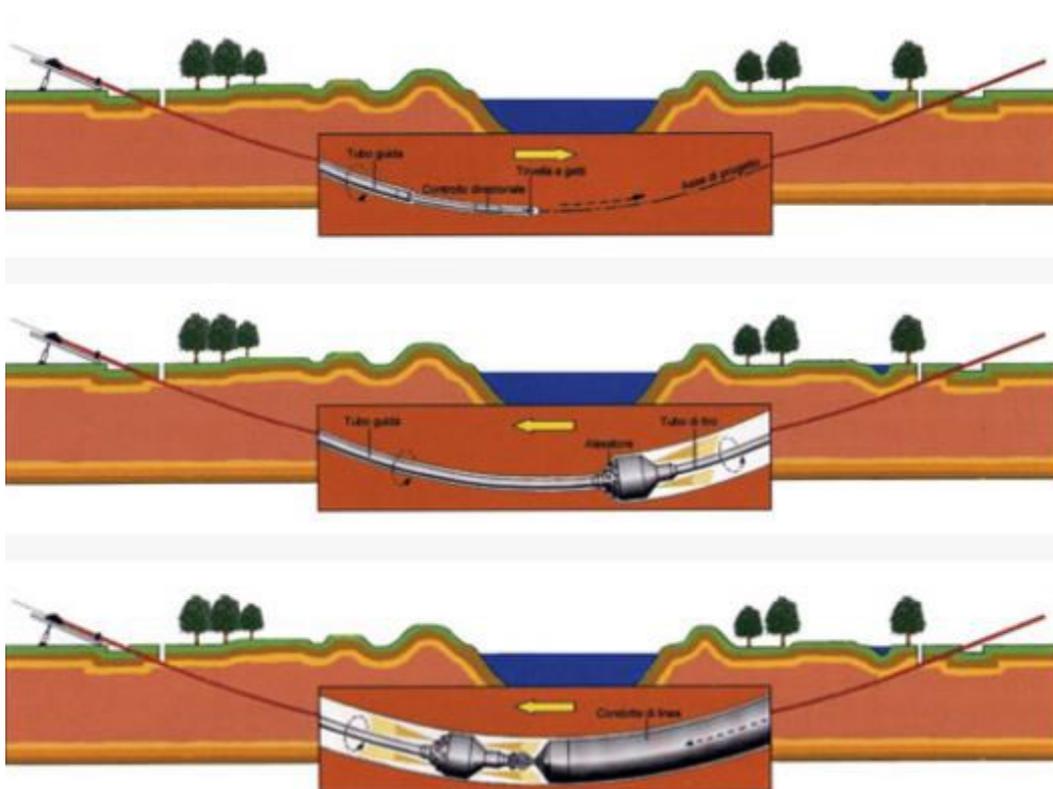


Figura 6: Operazioni di scavo direzionali con TOC.

7. CONCLUSIONI.

Le verifiche idrauliche eseguite in corrispondenza dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici hanno permesso di individuare le aree inondabili con tempi di ritorno $Tr=200$ anni, così come richiesto dalla NTA del PAI redatto dall'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

Gli studi condotti hanno interessato un ampio territorio, delimitando i bacini di studio in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste.

Tutte le valutazioni progettuali sono state riferite agli eventi bicentenari.

I risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono assolutamente congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza.

In sintesi, alla luce delle analisi e delle verifiche effettuate si è pervenuti alle seguenti conclusioni:

- ❖ le opere in progetto sono esterne alle aree a pericolosità idraulica e alle fasce di pertinenza fluviale e sono esterne alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con $Tr=200$ anni con il software HEC-RAS.

- ❖ che la profondità di posa della condotta risulta verificata rispetto alle massime profondità di scavo localizzato prevedibili in occasione delle massime piene contenute dalla sezione idraulica esistente con un coefficiente di sicurezza notevolmente superiore a 2,00;
- ❖ si può ritenere la condotta sicuramente in sicurezza per una durata superiore alla sua vita utile;
- ❖ che la tecnologia usata per realizzare l'attraversamento e la sua geometria consentono di escludere rischi di sifonamento sia nel breve che nel lungo termine.

Pertanto, avendo riferito tutte le valutazioni agli eventi bicentenari, definite le fasce di pertinenza fluviale di ogni reticolo idrografico, le opere dell'impianto risultano essere in condizioni di "sicurezza idraulica".

ANNESSE 1: TABELLE PER LA DETERMINAZIONE DI d_0 E β_c

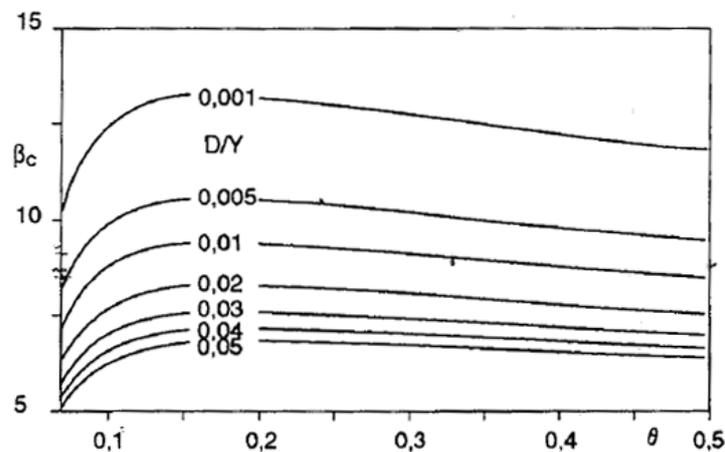


Tabella per la determinazione di β_c

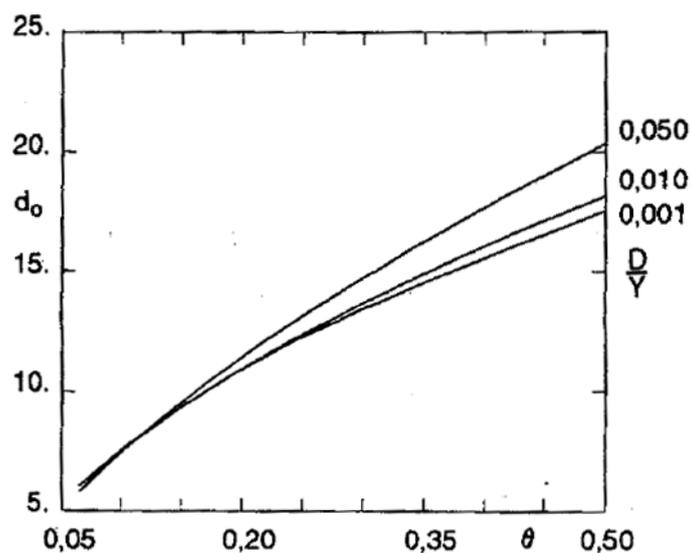
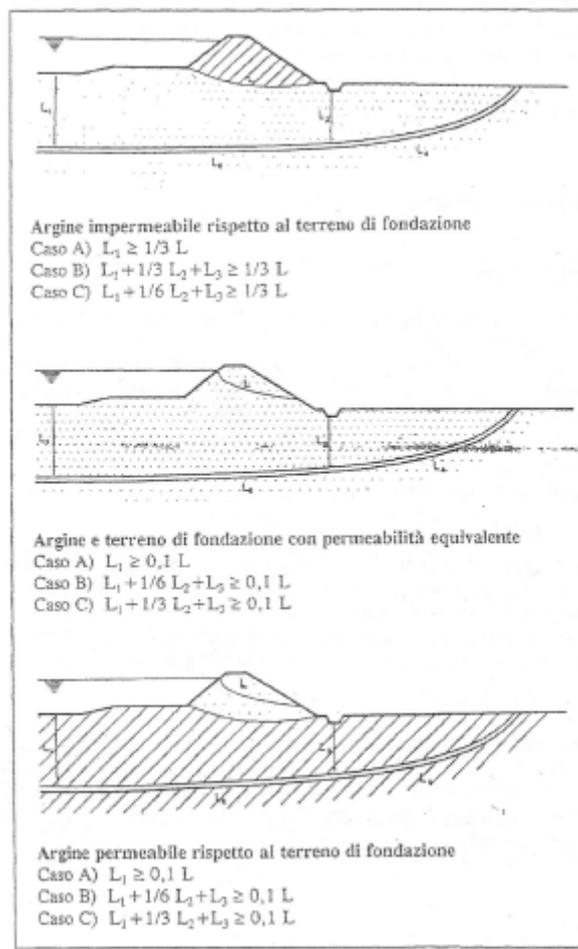
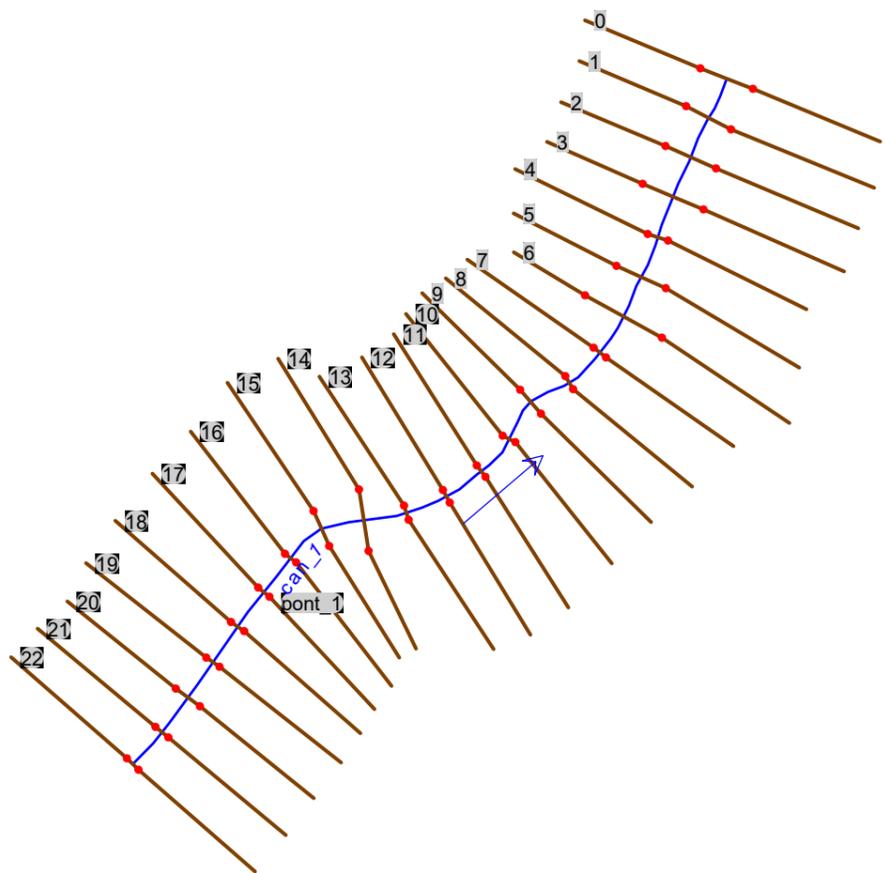


Tabella per la determinazione di d_0

ANNESSO 2: SCHEMA PER LA VERIFICA DELLA LUNGHEZZA DI FILTRAZIONE EQUIVALENTE.

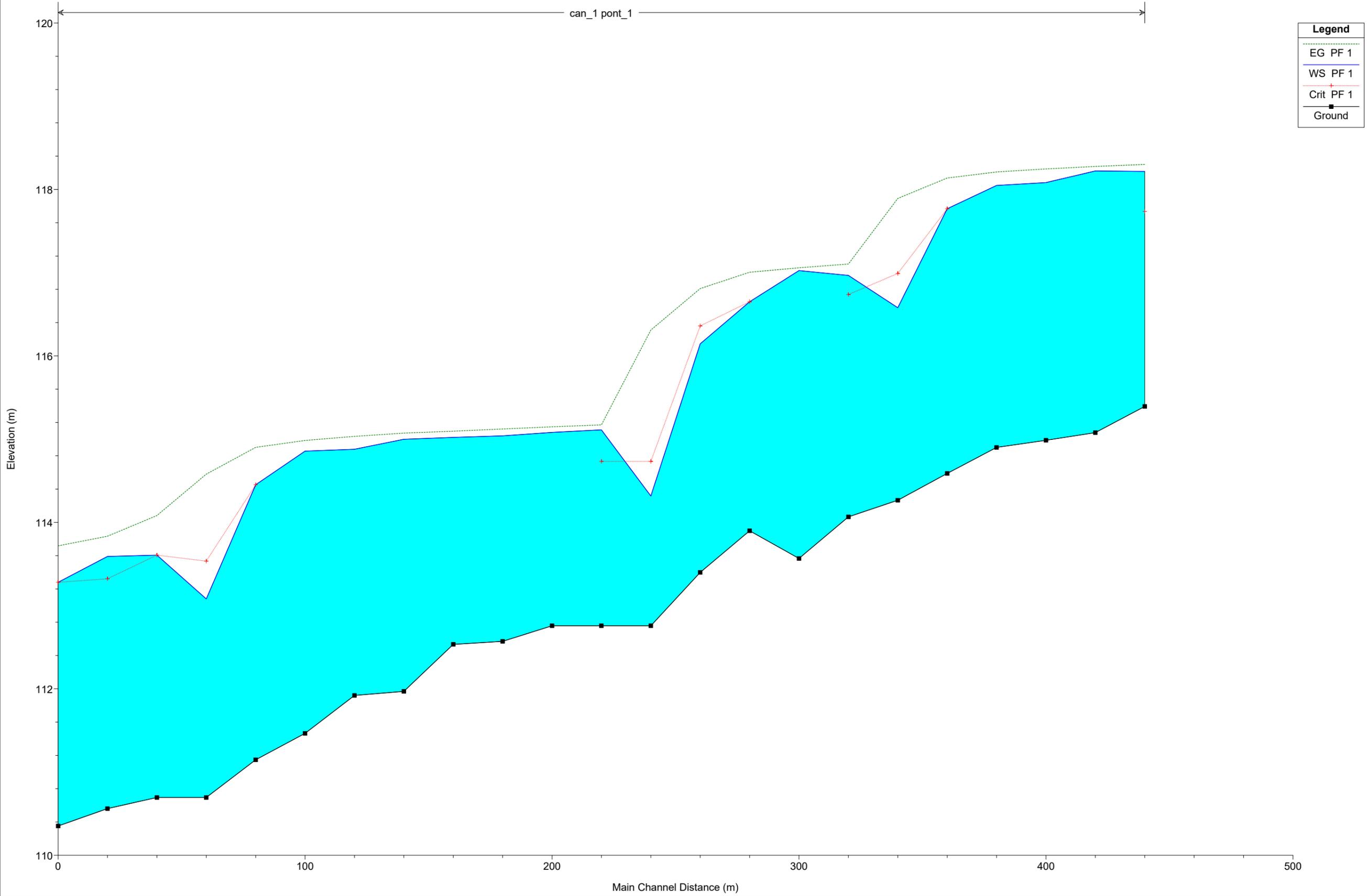


ALLEGATO
CALCOLI IDRAULICI



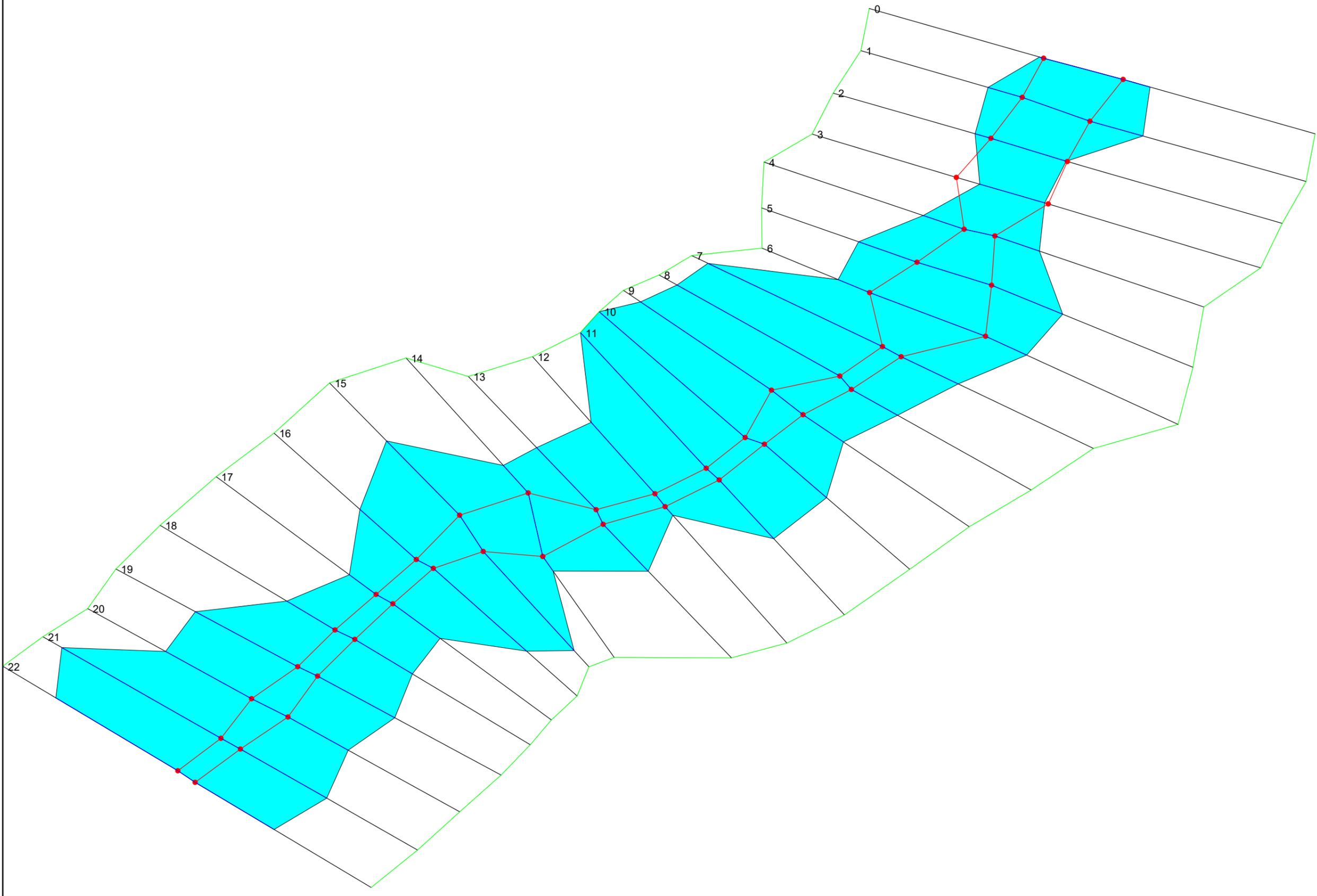
can_1 pont_1

Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	



Legend

- WS PF 1
- Ground
- Bank Sta



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: can_1 Reach: pont_1 Profile: PF 1

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
pont_1	22	PF 1	80.40	115.39	118.22	117.74	118.30	0.000990	1.77	76.02	89.04	0.37
pont_1	21	PF 1	80.40	115.08	118.22		118.28	0.000583	1.45	95.60	105.39	0.29
pont_1	20	PF 1	80.40	114.99	118.08		118.25	0.001854	2.08	54.73	71.24	0.48
pont_1	19	PF 1	80.40	114.90	118.05		118.21	0.001761	2.30	58.31	77.34	0.47
pont_1	18	PF 1	80.40	114.59	117.77	117.77	118.14	0.004032	3.17	37.62	50.44	0.67
pont_1	17	PF 1	80.40	114.27	116.58	116.99	117.89	0.019993	5.73	20.19	39.78	1.45
pont_1	16	PF 1	80.40	114.07	116.97	116.74	117.10	0.001968	2.24	59.71	81.59	0.48
pont_1	15	PF 1	80.40	113.57	117.03		117.06	0.000371	1.01	113.27	110.17	0.22
pont_1	14	PF 1	80.40	113.90	116.65	116.65	117.01	0.007481	2.72	32.41	50.53	0.89
pont_1	13	PF 1	80.40	113.40	116.14	116.36	116.81	0.009258	4.25	30.21	65.20	1.00
pont_1	12	PF 1	80.40	112.76	114.32	114.73	116.31	0.052262	7.45	16.57	48.51	2.31
pont_1	11	PF 1	80.40	112.76	115.11	114.73	115.17	0.001103	1.57	82.20	109.54	0.37
pont_1	10	PF 1	80.40	112.76	115.08		115.15	0.001243	1.65	78.95	108.99	0.39
pont_1	9	PF 1	80.40	112.57	115.04		115.12	0.001206	1.56	70.89	88.23	0.39
pont_1	8	PF 1	80.40	112.53	115.02		115.10	0.001197	1.62	72.80	89.54	0.38
pont_1	7	PF 1	80.40	111.97	115.00		115.07	0.001017	1.60	75.11	93.66	0.34
pont_1	6	PF 1	80.40	111.92	114.88		115.03	0.002722	1.78	48.89	66.87	0.55
pont_1	5	PF 1	80.40	111.46	114.86		114.98	0.001600	1.71	57.51	70.44	0.44
pont_1	4	PF 1	80.40	111.15	114.45	114.45	114.90	0.004588	3.24	32.19	39.08	0.73
pont_1	3	PF 1	80.40	110.69	113.08	113.53	114.58	0.048581	5.42	14.83	21.57	2.09
pont_1	2	PF 1	80.40	110.69	113.61	113.61	114.08	0.008988	3.07	26.80	30.48	0.97
pont_1	1	PF 1	80.40	110.56	113.59	113.32	113.83	0.003140	2.26	40.63	52.24	0.61
pont_1	0	PF 1	80.40	110.35	113.28	113.28	113.72	0.008454	2.97	28.37	36.41	0.95

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 22 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	118.30	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.08	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	118.22	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	117.74	Flow Area (m2)	32.43	17.36	26.23
E.G. Slope (m/m)	0.000990	Area (m2)	32.43	17.36	26.23
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	25.62	30.74	24.04
Top Width (m)	89.04	Top Width (m)	49.59	7.41	32.05
Vel Total (m/s)	1.06	Avg. Vel. (m/s)	0.79	1.77	0.92
Max Chl Dpth (m)	2.82	Hydr. Depth (m)	0.65	2.34	0.82
Conv. Total (m3/s)	2555.4	Conv. (m3/s)	814.2	977.0	764.2
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	49.62	7.91	32.09
Min Ch El (m)	115.39	Shear (N/m2)	6.34	21.30	7.93
Alpha	1.47	Stream Power (N/m s)	5.01	37.71	7.27
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	9.33	9.32	4.78
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	14.78	6.28	9.61

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 21 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	118.28	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.05	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	118.22	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	47.00	20.21	28.38
E.G. Slope (m/m)	0.000583	Area (m2)	47.00	20.21	28.38
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	30.98	29.32	20.10
Top Width (m)	105.39	Top Width (m)	63.38	7.65	34.36
Vel Total (m/s)	0.84	Avg. Vel. (m/s)	0.66	1.45	0.71
Max Chl Dpth (m)	3.14	Hydr. Depth (m)	0.74	2.64	0.83
Conv. Total (m3/s)	3329.7	Conv. (m3/s)	1283.1	1214.1	832.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	63.42	8.35	34.39
Min Ch El (m)	115.08	Shear (N/m2)	4.24	13.83	4.72
Alpha	1.50	Stream Power (N/m s)	2.79	20.07	3.34
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	8.53	8.95	4.24
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	13.65	6.13	8.95

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 20 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	118.25	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.16	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	118.08	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	14.99	26.01	13.73
E.G. Slope (m/m)	0.001854	Area (m2)	14.99	26.01	13.73
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	12.52	54.18	13.70
Top Width (m)	71.24	Top Width (m)	33.78	13.81	23.65
Vel Total (m/s)	1.47	Avg. Vel. (m/s)	0.83	2.08	1.00
Max Chl Dpth (m)	3.10	Hydr. Depth (m)	0.44	1.88	0.58
Conv. Total (m3/s)	1867.5	Conv. (m3/s)	290.8	1258.5	318.2
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	33.79	14.87	23.68
Min Ch El (m)	114.99	Shear (N/m2)	8.07	31.80	10.54
Alpha	1.48	Stream Power (N/m s)	6.73	66.25	10.52
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	7.91	8.48	3.81
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	12.68	5.91	8.37

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 19 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	118.21	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.16	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	118.05	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	21.62	17.94	18.75
E.G. Slope (m/m)	0.001761	Area (m2)	21.62	17.94	18.75
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	20.11	41.18	19.11

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 19 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	77.34	Top Width (m)	39.84	7.40	30.10
Vel Total (m/s)	1.38	Avg. Vel. (m/s)	0.93	2.30	1.02
Max Chl Dpth (m)	3.15	Hydr. Depth (m)	0.54	2.42	0.62
Conv. Total (m3/s)	1916.1	Conv. (m3/s)	479.2	981.4	455.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	39.86	8.54	30.12
Min Ch El (m)	114.90	Shear (N/m2)	9.36	36.29	10.74
Alpha	1.66	Stream Power (N/m s)	8.71	83.29	10.95
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	7.55	8.04	3.49
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	11.94	5.70	7.83

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 18 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	118.14	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.37	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	117.77	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	117.77	Flow Area (m2)	9.59	16.76	11.27
E.G. Slope (m/m)	0.004032	Area (m2)	9.59	16.76	11.27
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	12.59	53.18	14.64
Top Width (m)	50.44	Top Width (m)	19.62	7.38	23.44
Vel Total (m/s)	2.14	Avg. Vel. (m/s)	1.31	3.17	1.30
Max Chl Dpth (m)	3.18	Hydr. Depth (m)	0.49	2.27	0.48
Conv. Total (m3/s)	1266.2	Conv. (m3/s)	198.2	837.4	230.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	19.64	9.13	23.46
Min Ch El (m)	114.59	Shear (N/m2)	19.31	72.57	19.00
Alpha	1.58	Stream Power (N/m s)	25.34	230.25	24.67
Frctn Loss (m)	0.15	Cum Volume (1000 m3)	7.24	7.70	3.19
C & E Loss (m)	0.09	Cum SA (1000 m2)	11.35	5.55	7.30

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 17 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	117.89	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.31	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	116.58	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.99	Flow Area (m2)	3.25	10.53	6.42
E.G. Slope (m/m)	0.019993	Area (m2)	3.25	10.53	6.42
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	6.40	60.33	13.67
Top Width (m)	39.78	Top Width (m)	12.00	6.65	21.14
Vel Total (m/s)	3.98	Avg. Vel. (m/s)	1.97	5.73	2.13
Max Chl Dpth (m)	2.31	Hydr. Depth (m)	0.27	1.58	0.30
Conv. Total (m3/s)	568.6	Conv. (m3/s)	45.2	426.7	96.7
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	12.01	7.85	21.15
Min Ch El (m)	114.27	Shear (N/m2)	53.00	262.97	59.53
Alpha	1.62	Stream Power (N/m s)	104.45	1507.44	126.74
Frctn Loss (m)	0.06	Cum Volume (1000 m3)	7.11	7.42	3.01
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	11.03	5.41	6.85

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 16 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	117.10	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	116.97	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.74	Flow Area (m2)	14.61	14.31	30.79
E.G. Slope (m/m)	0.001968	Area (m2)	14.61	14.31	30.79
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	13.90	32.03	34.46
Top Width (m)	81.59	Top Width (m)	28.30	6.57	46.72
Vel Total (m/s)	1.35	Avg. Vel. (m/s)	0.95	2.24	1.12
Max Chl Dpth (m)	2.90	Hydr. Depth (m)	0.52	2.18	0.66
Conv. Total (m3/s)	1812.3	Conv. (m3/s)	313.4	722.1	776.8
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	28.32	7.69	46.74
Min Ch El (m)	114.07	Shear (N/m2)	9.96	35.93	12.71

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 16 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.48	Stream Power (N/m s)	9.48	80.41	14.23
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	6.93	7.18	2.64
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	10.63	5.28	6.17

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 15 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	117.06	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.03	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	117.03	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	33.69	37.18	42.40
E.G. Slope (m/m)	0.000371	Area (m2)	33.69	37.18	42.40
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	19.24	37.52	23.64
Top Width (m)	110.17	Top Width (m)	40.10	17.73	52.34
Vel Total (m/s)	0.71	Avg. Vel. (m/s)	0.57	1.01	0.56
Max Chl Dpth (m)	3.46	Hydr. Depth (m)	0.84	2.10	0.81
Conv. Total (m3/s)	4176.0	Conv. (m3/s)	999.4	1948.6	1228.1
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	40.13	18.86	52.36
Min Ch El (m)	113.57	Shear (N/m2)	3.05	7.17	2.94
Alpha	1.28	Stream Power (N/m s)	1.74	7.23	1.64
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	6.45	6.66	1.91
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	9.95	5.04	5.18

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 14 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	117.01	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.36	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	116.65	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.65	Flow Area (m2)	4.07	27.57	0.77
E.G. Slope (m/m)	0.007481	Area (m2)	4.07	27.57	0.77
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	5.03	74.87	0.50
Top Width (m)	50.53	Top Width (m)	14.51	28.77	7.26
Vel Total (m/s)	2.48	Avg. Vel. (m/s)	1.24	2.72	0.65
Max Chl Dpth (m)	2.75	Hydr. Depth (m)	0.28	0.96	0.11
Conv. Total (m3/s)	929.5	Conv. (m3/s)	58.2	865.6	5.8
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	14.52	30.16	7.26
Min Ch El (m)	113.90	Shear (N/m2)	20.59	67.07	7.80
Alpha	1.13	Stream Power (N/m s)	25.44	182.14	5.05
Frctn Loss (m)	0.17	Cum Volume (1000 m3)	6.07	6.01	1.48
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	9.40	4.57	4.59

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 13 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	116.81	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	116.14	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.36	Flow Area (m2)	12.14	12.85	5.22
E.G. Slope (m/m)	0.009258	Area (m2)	12.14	12.85	5.22
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	19.90	54.63	5.87
Top Width (m)	65.20	Top Width (m)	33.20	6.92	25.08
Vel Total (m/s)	2.66	Avg. Vel. (m/s)	1.64	4.25	1.13
Max Chl Dpth (m)	2.75	Hydr. Depth (m)	0.37	1.86	0.21
Conv. Total (m3/s)	835.6	Conv. (m3/s)	206.8	567.8	61.1
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	33.21	8.42	25.08
Min Ch El (m)	113.40	Shear (N/m2)	33.18	138.52	18.88
Alpha	1.84	Stream Power (N/m s)	54.39	588.77	21.26
Frctn Loss (m)	0.37	Cum Volume (1000 m3)	5.91	5.61	1.42
C & E Loss (m)	0.13	Cum SA (1000 m2)	8.92	4.21	4.26

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 12 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	116.31	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.99	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	114.32	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	114.73	Flow Area (m2)	9.30	6.99	0.29
E.G. Slope (m/m)	0.052262	Area (m2)	9.30	6.99	0.29
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	27.99	52.05	0.36
Top Width (m)	48.51	Top Width (m)	37.42	6.59	4.50
Vel Total (m/s)	4.85	Avg. Vel. (m/s)	3.01	7.45	1.22
Max Chl Dpth (m)	1.56	Hydr. Depth (m)	0.25	1.06	0.06
Conv. Total (m3/s)	351.7	Conv. (m3/s)	122.4	227.7	1.6
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	37.42	7.23	4.50
Min Ch El (m)	112.76	Shear (N/m2)	127.31	495.49	33.01
Alpha	1.66	Stream Power (N/m s)	383.36	3691.77	40.41
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	5.69	5.41	1.36
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	8.22	4.08	3.97

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 11 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.17	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	115.11	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	114.73	Flow Area (m2)	55.27	12.22	14.71
E.G. Slope (m/m)	0.001103	Area (m2)	55.27	12.22	14.71
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	51.32	19.19	9.88
Top Width (m)	109.54	Top Width (m)	71.85	6.59	31.10
Vel Total (m/s)	0.98	Avg. Vel. (m/s)	0.93	1.57	0.67
Max Chl Dpth (m)	2.35	Hydr. Depth (m)	0.77	1.85	0.47
Conv. Total (m3/s)	2420.5	Conv. (m3/s)	1545.1	577.8	297.6
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	71.98	7.23	31.11
Min Ch El (m)	112.76	Shear (N/m2)	8.31	18.29	5.12
Alpha	1.25	Stream Power (N/m s)	7.72	28.74	3.44
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	5.05	5.22	1.21
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	7.12	3.95	3.61

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 10 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	115.08	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	53.14	12.02	13.79
E.G. Slope (m/m)	0.001243	Area (m2)	53.14	12.02	13.79
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	51.03	19.83	9.54
Top Width (m)	108.99	Top Width (m)	71.85	6.59	30.55
Vel Total (m/s)	1.02	Avg. Vel. (m/s)	0.96	1.65	0.69
Max Chl Dpth (m)	2.32	Hydr. Depth (m)	0.74	1.83	0.45
Conv. Total (m3/s)	2280.2	Conv. (m3/s)	1447.3	562.4	270.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	71.95	7.23	30.56
Min Ch El (m)	112.76	Shear (N/m2)	9.00	20.28	5.50
Alpha	1.27	Stream Power (N/m s)	8.65	33.46	3.81
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	3.96	4.98	0.93
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	5.69	3.82	2.99

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 9 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.12	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.08	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	115.04	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	42.55	24.13	4.21
E.G. Slope (m/m)	0.001206	Area (m2)	42.55	24.13	4.21
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	40.88	37.63	1.90

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 9 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	88.23	Top Width (m)	56.27	14.63	17.33
Vel Total (m/s)	1.13	Avg. Vel. (m/s)	0.96	1.56	0.45
Max Chl Dpth (m)	2.47	Hydr. Depth (m)	0.76	1.65	0.24
Conv. Total (m3/s)	2314.7	Conv. (m3/s)	1176.8	1083.3	54.6
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	56.29	15.45	17.34
Min Ch El (m)	112.57	Shear (N/m2)	8.94	18.49	2.87
Alpha	1.25	Stream Power (N/m s)	8.59	28.82	1.29
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	3.01	4.61	0.75
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	4.41	3.60	2.52

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 8 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.10	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	115.02	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	55.05	12.91	4.83
E.G. Slope (m/m)	0.001197	Area (m2)	55.05	12.91	4.83
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	57.19	20.91	2.30
Top Width (m)	89.54	Top Width (m)	64.36	6.94	18.24
Vel Total (m/s)	1.10	Avg. Vel. (m/s)	1.04	1.62	0.48
Max Chl Dpth (m)	2.49	Hydr. Depth (m)	0.86	1.86	0.27
Conv. Total (m3/s)	2324.1	Conv. (m3/s)	1653.1	604.6	66.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	64.38	7.76	18.24
Min Ch El (m)	112.53	Shear (N/m2)	10.03	19.53	3.11
Alpha	1.19	Stream Power (N/m s)	10.42	31.63	1.48
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	2.03	4.24	0.66
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	3.20	3.39	2.16

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 7 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.07	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	115.00	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	55.03	16.96	3.12
E.G. Slope (m/m)	0.001017	Area (m2)	55.03	16.96	3.12
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	52.29	27.19	0.92
Top Width (m)	93.66	Top Width (m)	65.10	7.30	21.25
Vel Total (m/s)	1.07	Avg. Vel. (m/s)	0.95	1.60	0.30
Max Chl Dpth (m)	3.03	Hydr. Depth (m)	0.85	2.32	0.15
Conv. Total (m3/s)	2521.2	Conv. (m3/s)	1639.6	852.7	28.9
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	65.12	9.16	21.26
Min Ch El (m)	111.97	Shear (N/m2)	8.43	18.47	1.46
Alpha	1.27	Stream Power (N/m s)	8.01	29.61	0.43
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	0.93	3.95	0.58
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.90	3.25	1.76

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 6 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.03	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.15	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	114.88	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	2.34	43.35	3.20
E.G. Slope (m/m)	0.002722	Area (m2)	2.34	43.35	3.20
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	1.43	77.00	1.98
Top Width (m)	66.87	Top Width (m)	11.27	40.49	15.11
Vel Total (m/s)	1.64	Avg. Vel. (m/s)	0.61	1.78	0.62
Max Chl Dpth (m)	2.96	Hydr. Depth (m)	0.21	1.07	0.21
Conv. Total (m3/s)	1541.0	Conv. (m3/s)	27.3	1475.7	37.9
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	11.28	42.01	15.12
Min Ch El (m)	111.92	Shear (N/m2)	5.54	27.55	5.65

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 6 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.12	Stream Power (N/m s)	3.38	48.93	3.49
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	0.36	3.34	0.51
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.14	2.77	1.40

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 5 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	114.98	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.13	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	114.86	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	6.73	38.56	12.22
E.G. Slope (m/m)	0.001600	Area (m2)	6.73	38.56	12.22
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	4.33	66.05	10.02
Top Width (m)	70.44	Top Width (m)	20.10	25.04	25.31
Vel Total (m/s)	1.40	Avg. Vel. (m/s)	0.64	1.71	0.82
Max Chl Dpth (m)	3.39	Hydr. Depth (m)	0.34	1.54	0.48
Conv. Total (m3/s)	2009.8	Conv. (m3/s)	108.2	1651.1	250.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	20.11	26.48	25.33
Min Ch El (m)	111.46	Shear (N/m2)	5.26	22.85	7.57
Alpha	1.29	Stream Power (N/m s)	3.38	39.14	6.21
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	0.26	2.52	0.36
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	0.83	2.11	1.00

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 4 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	114.90	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	114.45	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	114.45	Flow Area (m2)	6.46	20.14	5.60
E.G. Slope (m/m)	0.004588	Area (m2)	6.46	20.14	5.60
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	8.71	65.21	6.48
Top Width (m)	39.08	Top Width (m)	13.95	9.90	15.22
Vel Total (m/s)	2.50	Avg. Vel. (m/s)	1.35	3.24	1.16
Max Chl Dpth (m)	3.30	Hydr. Depth (m)	0.46	2.03	0.37
Conv. Total (m3/s)	1187.0	Conv. (m3/s)	128.6	962.7	95.7
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	13.98	11.72	15.24
Min Ch El (m)	111.15	Shear (N/m2)	20.77	77.29	16.53
Alpha	1.41	Stream Power (N/m s)	28.01	250.30	19.15
Frctn Loss (m)	0.22	Cum Volume (1000 m3)	0.13	1.94	0.18
C & E Loss (m)	0.10	Cum SA (1000 m2)	0.49	1.76	0.59

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 3 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	114.58	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.50	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	113.08	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.53	Flow Area (m2)		14.83	
E.G. Slope (m/m)	0.048581	Area (m2)		14.83	
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)		80.40	
Top Width (m)	21.57	Top Width (m)		21.57	
Vel Total (m/s)	5.42	Avg. Vel. (m/s)		5.42	
Max Chl Dpth (m)	2.39	Hydr. Depth (m)		0.69	
Conv. Total (m3/s)	364.8	Conv. (m3/s)		364.8	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)		23.38	
Min Ch El (m)	110.69	Shear (N/m2)		302.08	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1638.04	
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	0.07	1.59	0.13
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	0.35	1.45	0.44

Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 2 Profile: PF 1

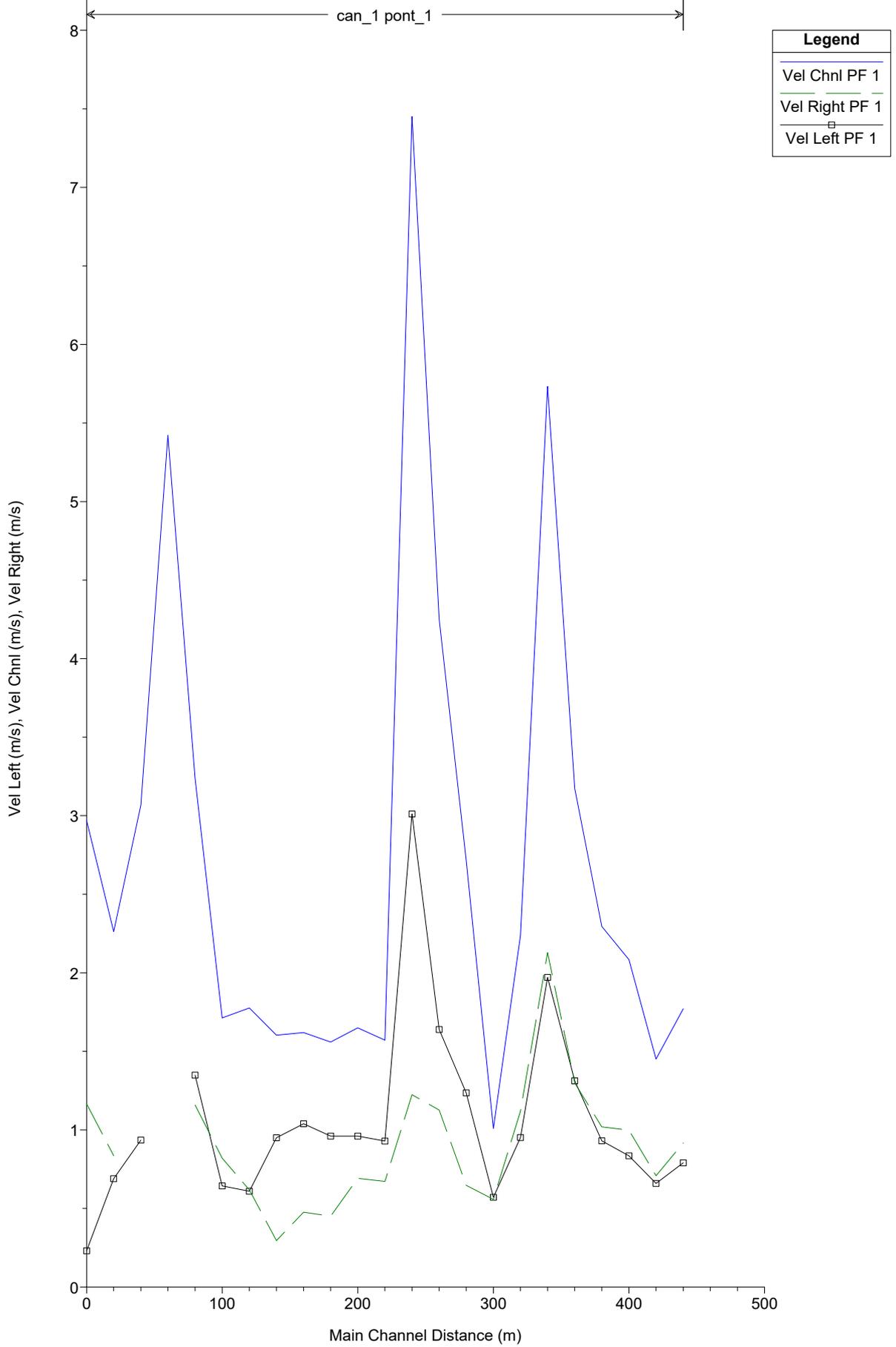
E.G. Elev (m)	114.08	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.48	Wt. n-Val.	0.030	0.030	
W.S. Elev (m)	113.61	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.61	Flow Area (m2)	0.85	25.95	
E.G. Slope (m/m)	0.008988	Area (m2)	0.85	25.95	
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	0.79	79.61	
Top Width (m)	30.48	Top Width (m)	5.26	25.22	
Vel Total (m/s)	3.00	Avg. Vel. (m/s)	0.93	3.07	
Max Chl Dpth (m)	2.91	Hydr. Depth (m)	0.16	1.03	
Conv. Total (m3/s)	848.0	Conv. (m3/s)	8.4	839.7	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	5.27	27.14	
Min Ch El (m)	110.69	Shear (N/m2)	14.18	84.29	
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	13.26	258.53	
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	0.06	1.18	0.13
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	0.29	0.98	0.44

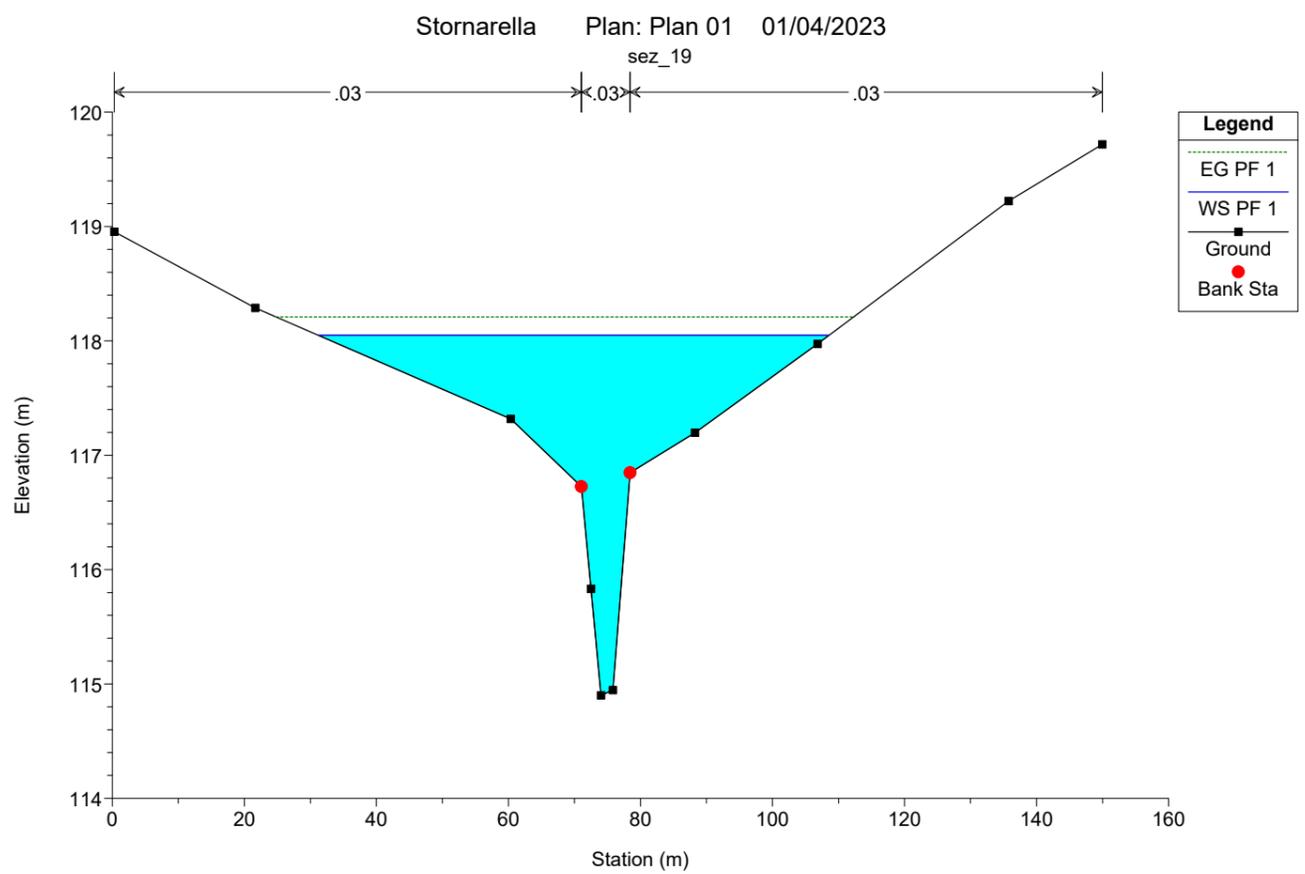
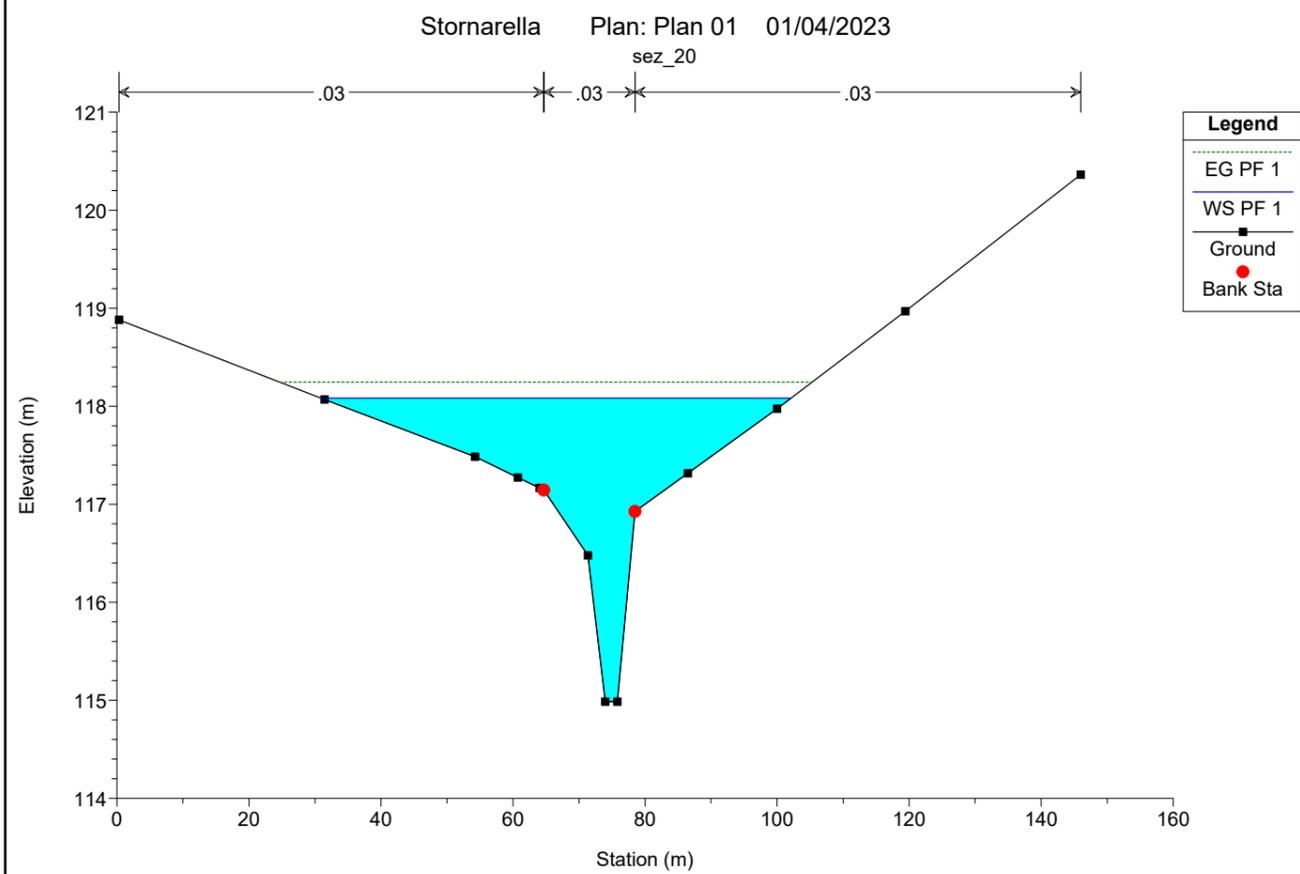
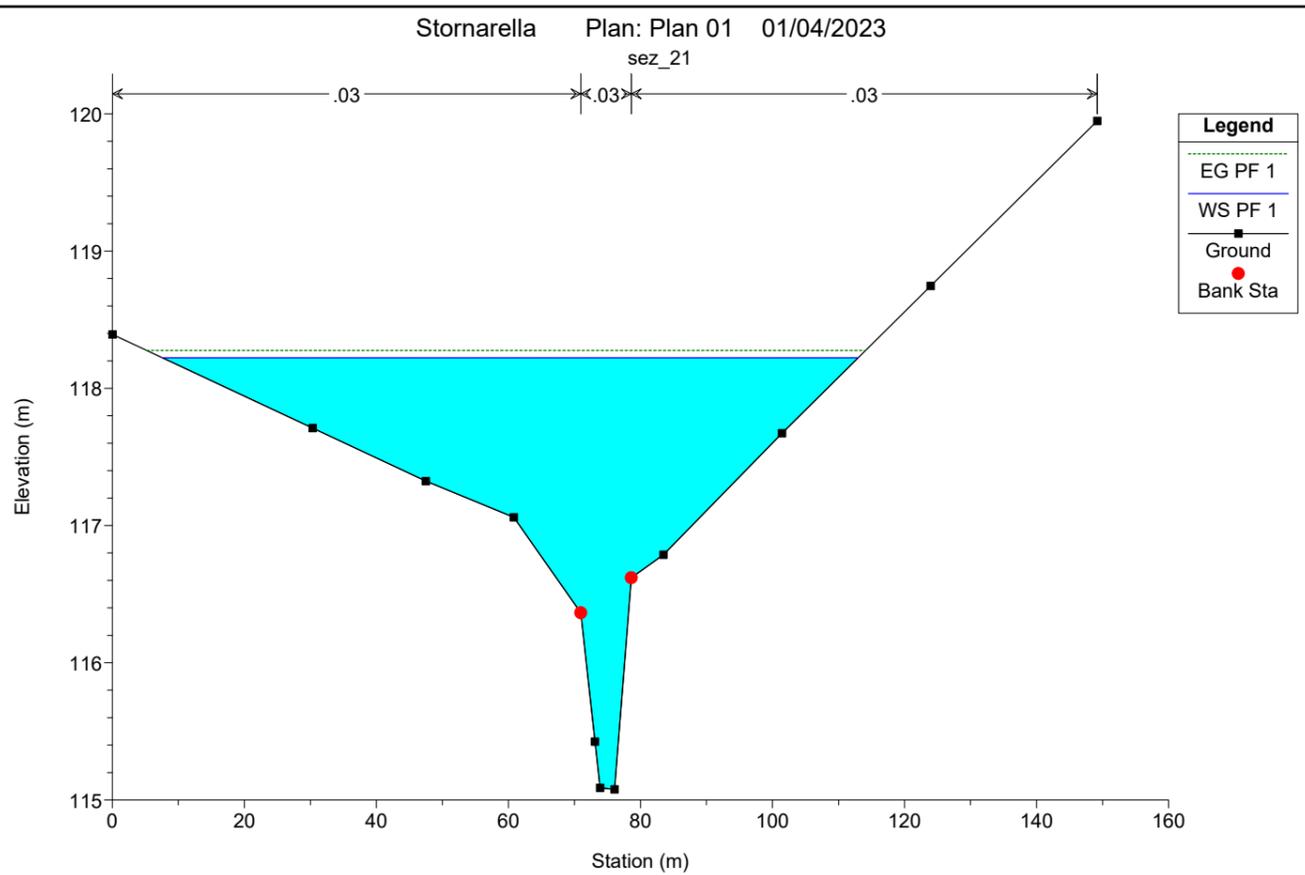
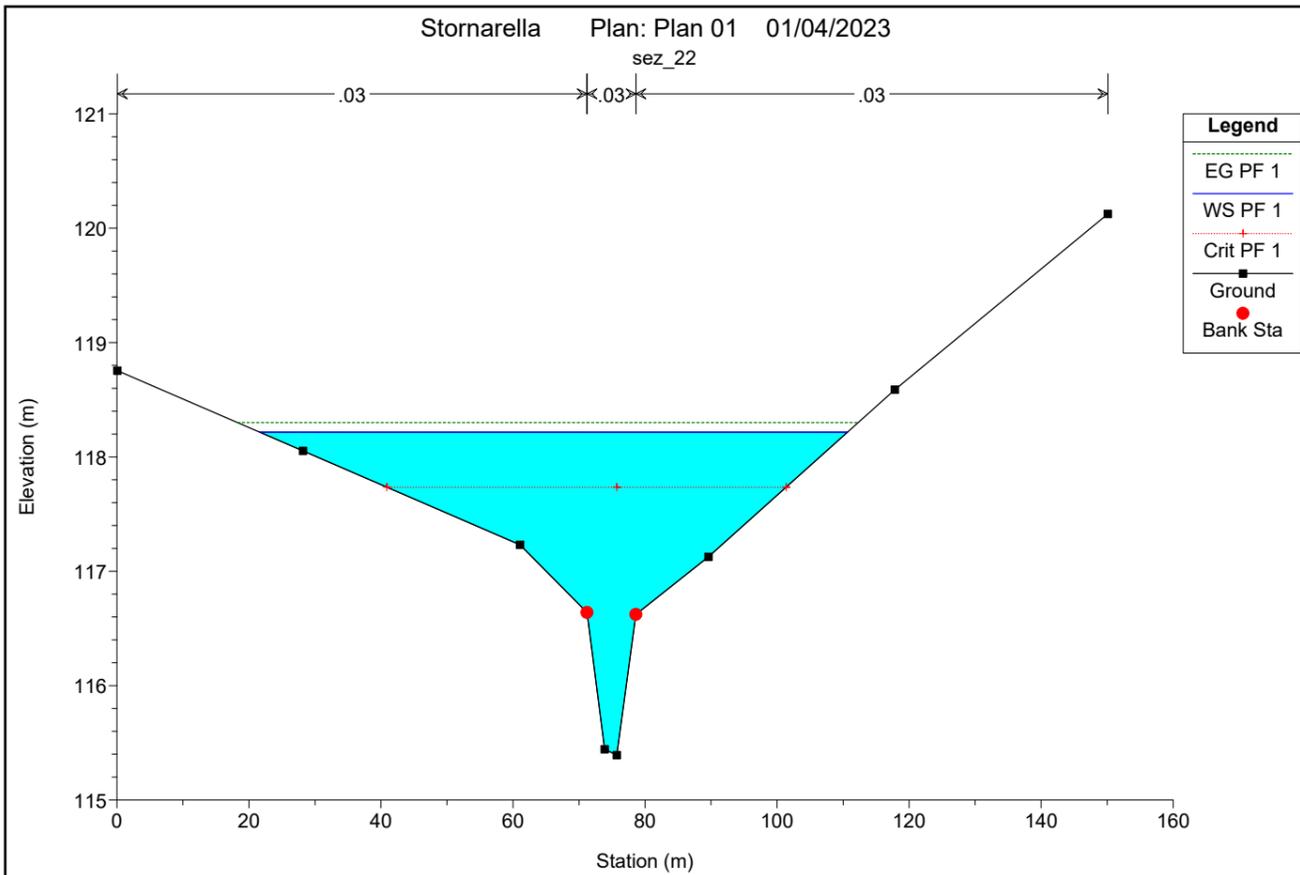
Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 1 Profile: PF 1

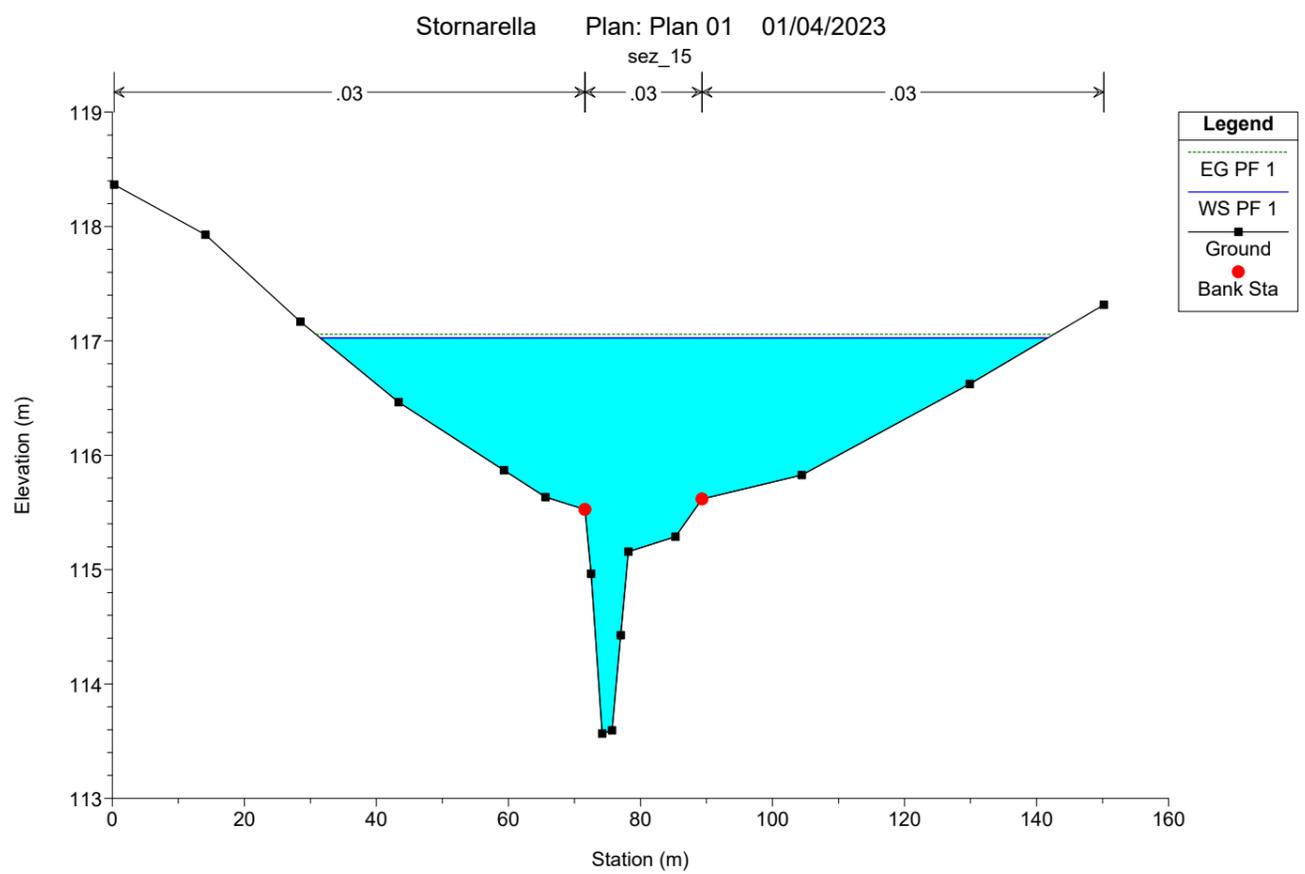
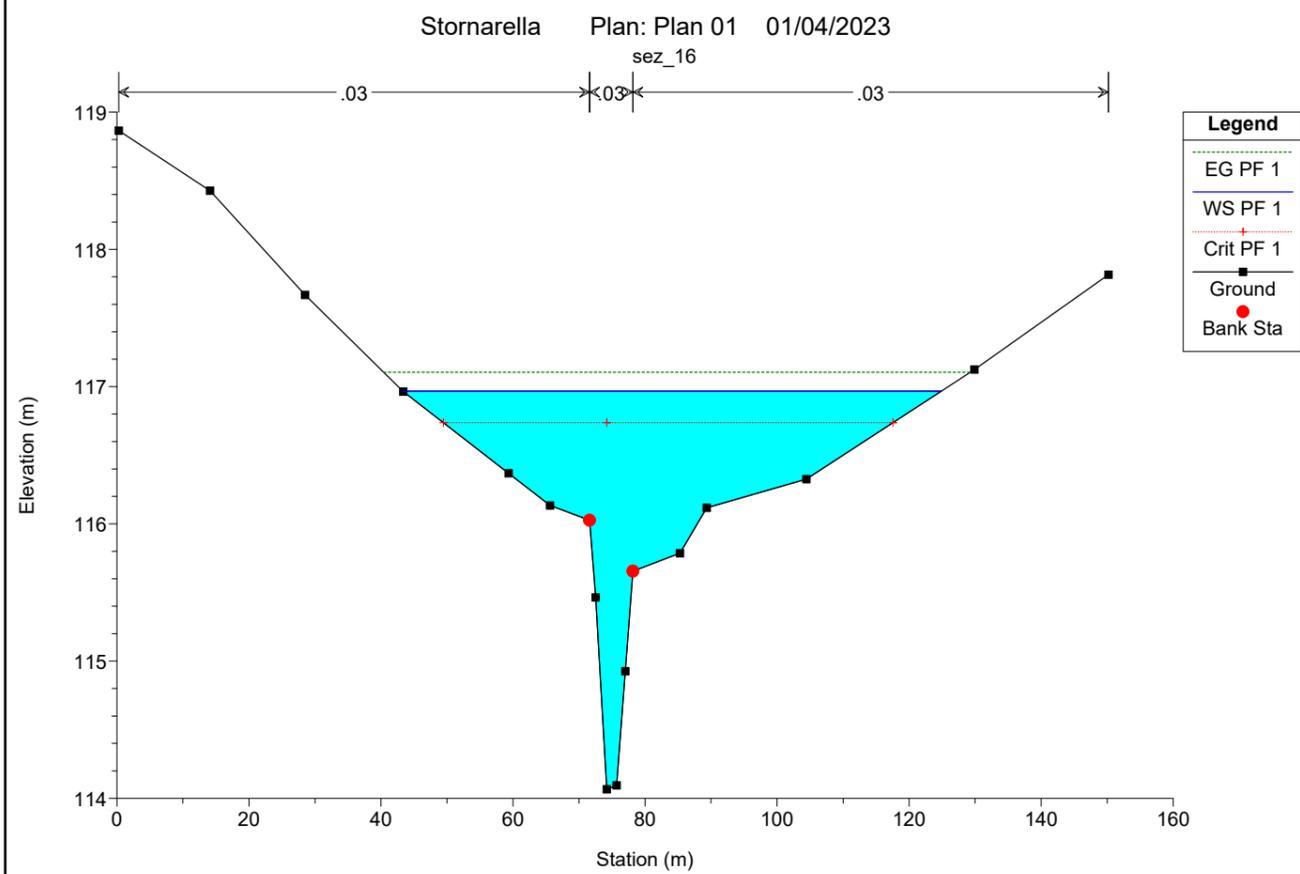
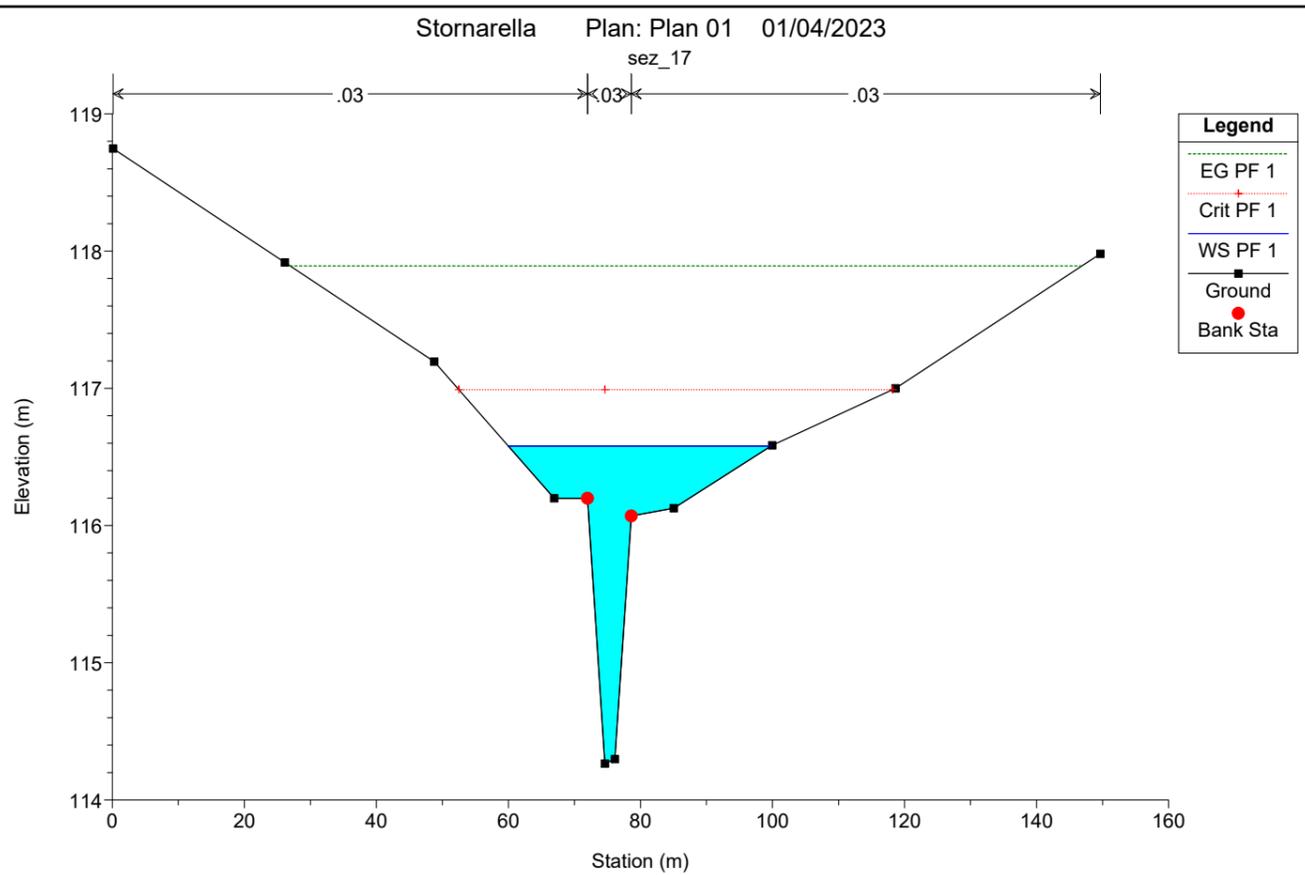
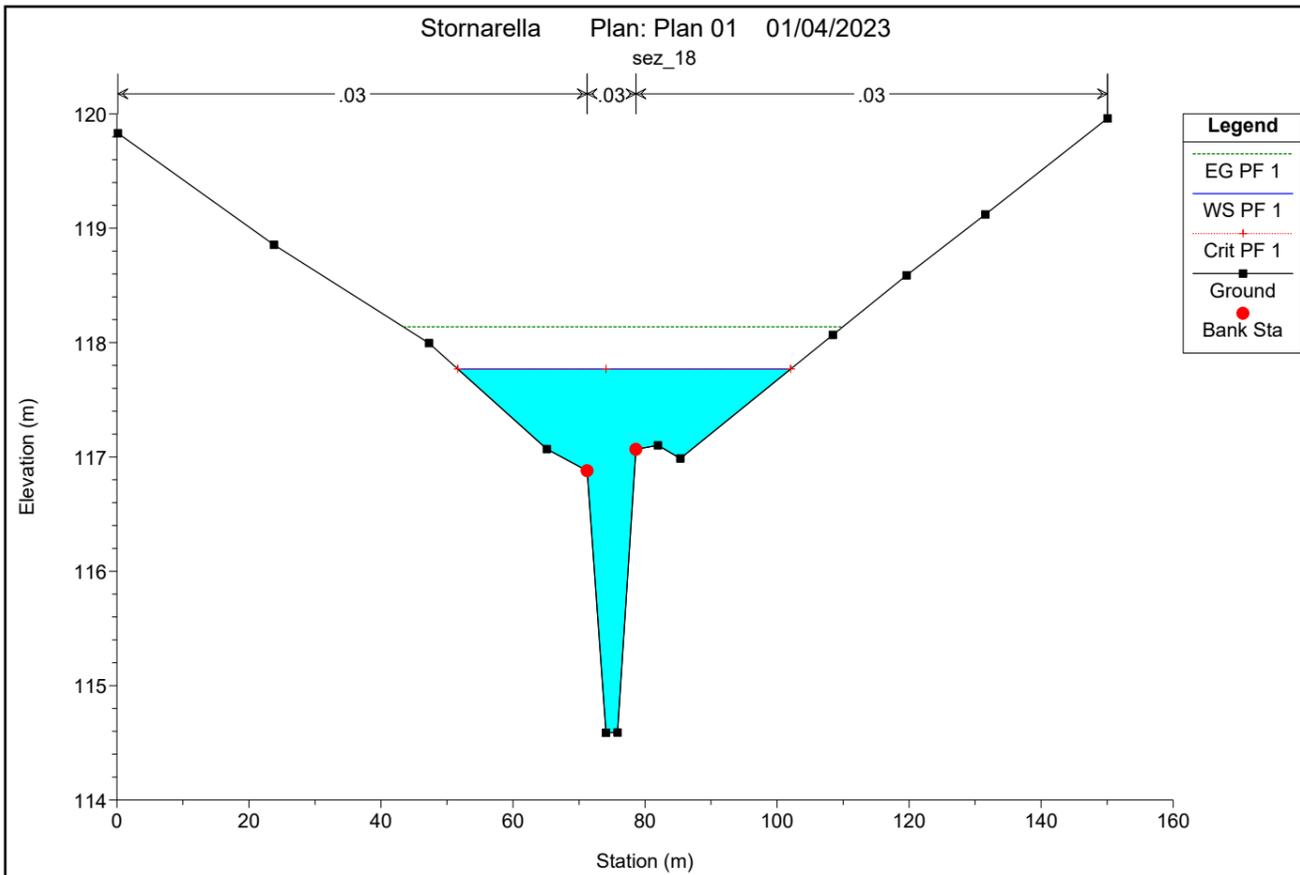
E.G. Elev (m)	113.83	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.24	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	113.59	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.32	Flow Area (m2)	2.56	32.83	5.24
E.G. Slope (m/m)	0.003140	Area (m2)	2.56	32.83	5.24
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	1.76	74.26	4.38
Top Width (m)	52.24	Top Width (m)	11.40	23.32	17.52
Vel Total (m/s)	1.98	Avg. Vel. (m/s)	0.69	2.26	0.84
Max Chl Dpth (m)	3.03	Hydr. Depth (m)	0.22	1.41	0.30
Conv. Total (m3/s)	1434.9	Conv. (m3/s)	31.4	1325.3	78.1
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	11.41	24.63	17.53
Min Ch El (m)	110.56	Shear (N/m2)	6.90	41.04	9.21
Alpha	1.22	Stream Power (N/m s)	4.75	92.83	7.69
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	0.03	0.59	0.07
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.13	0.49	0.26

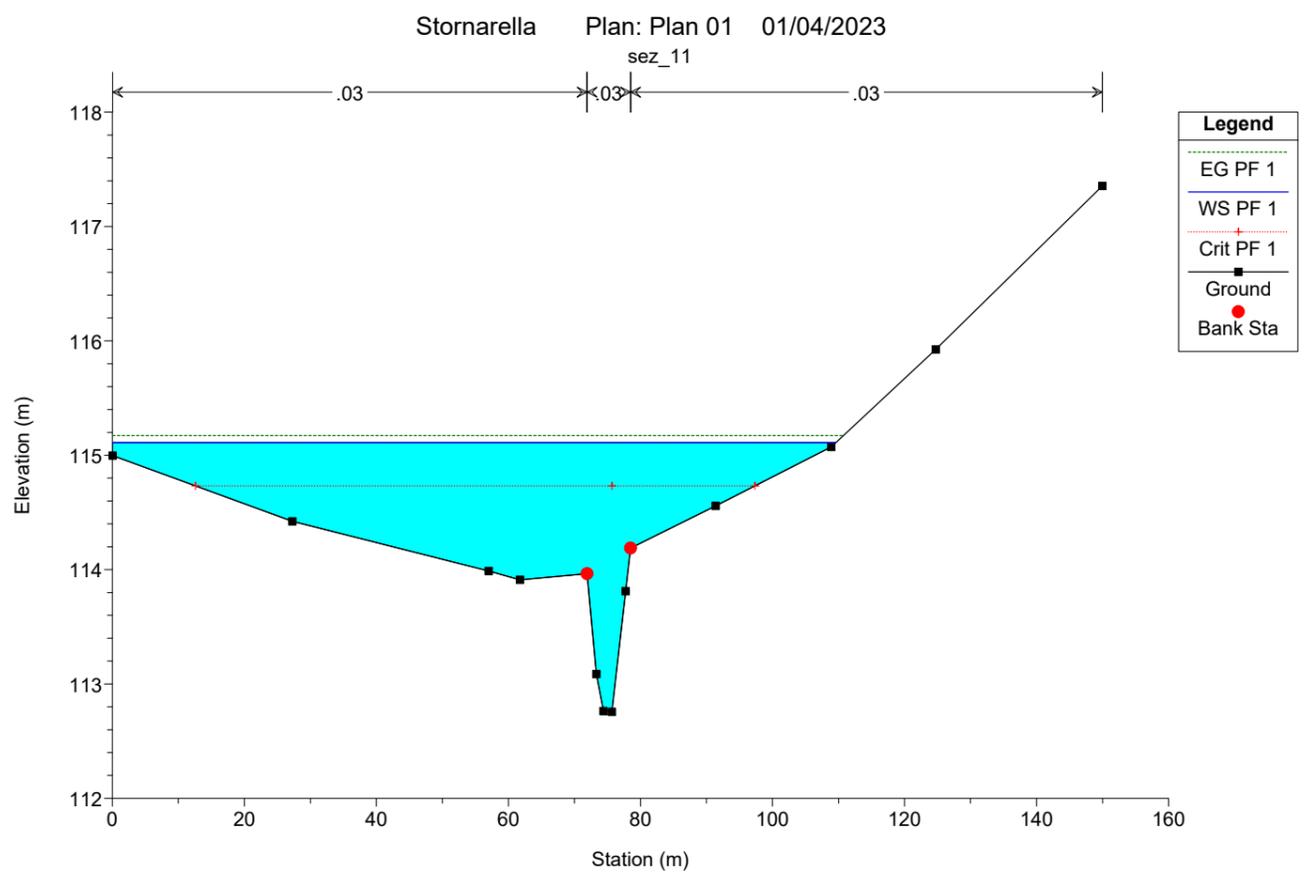
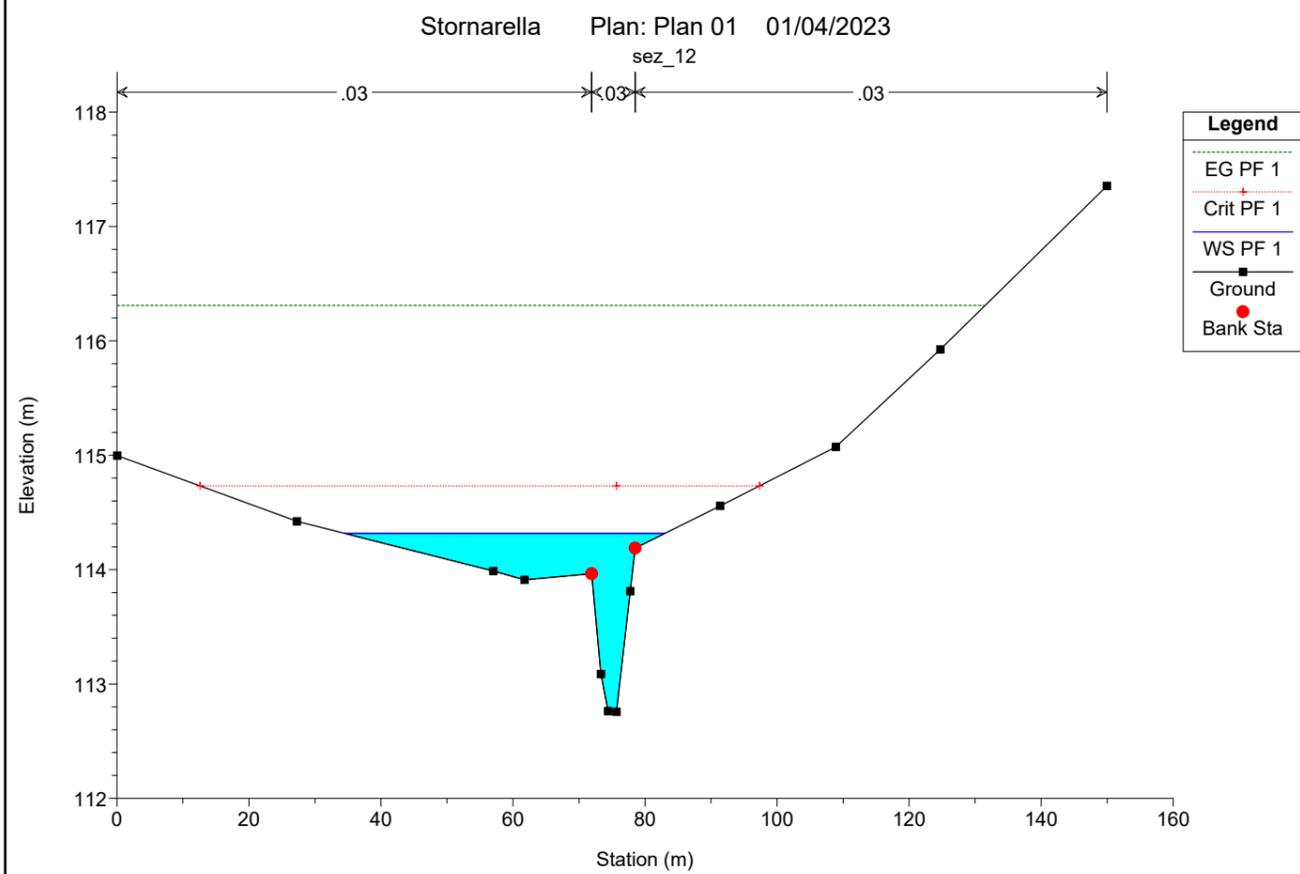
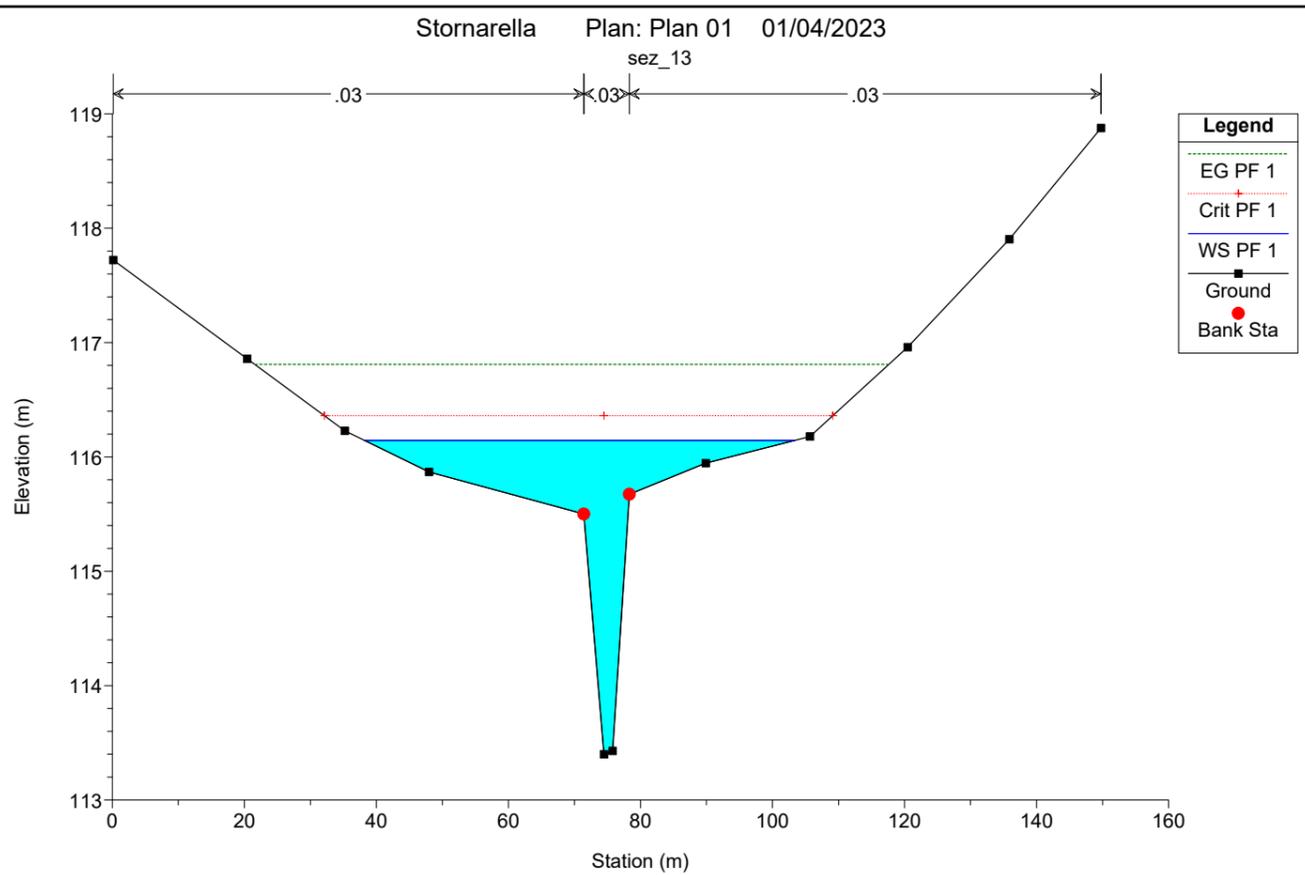
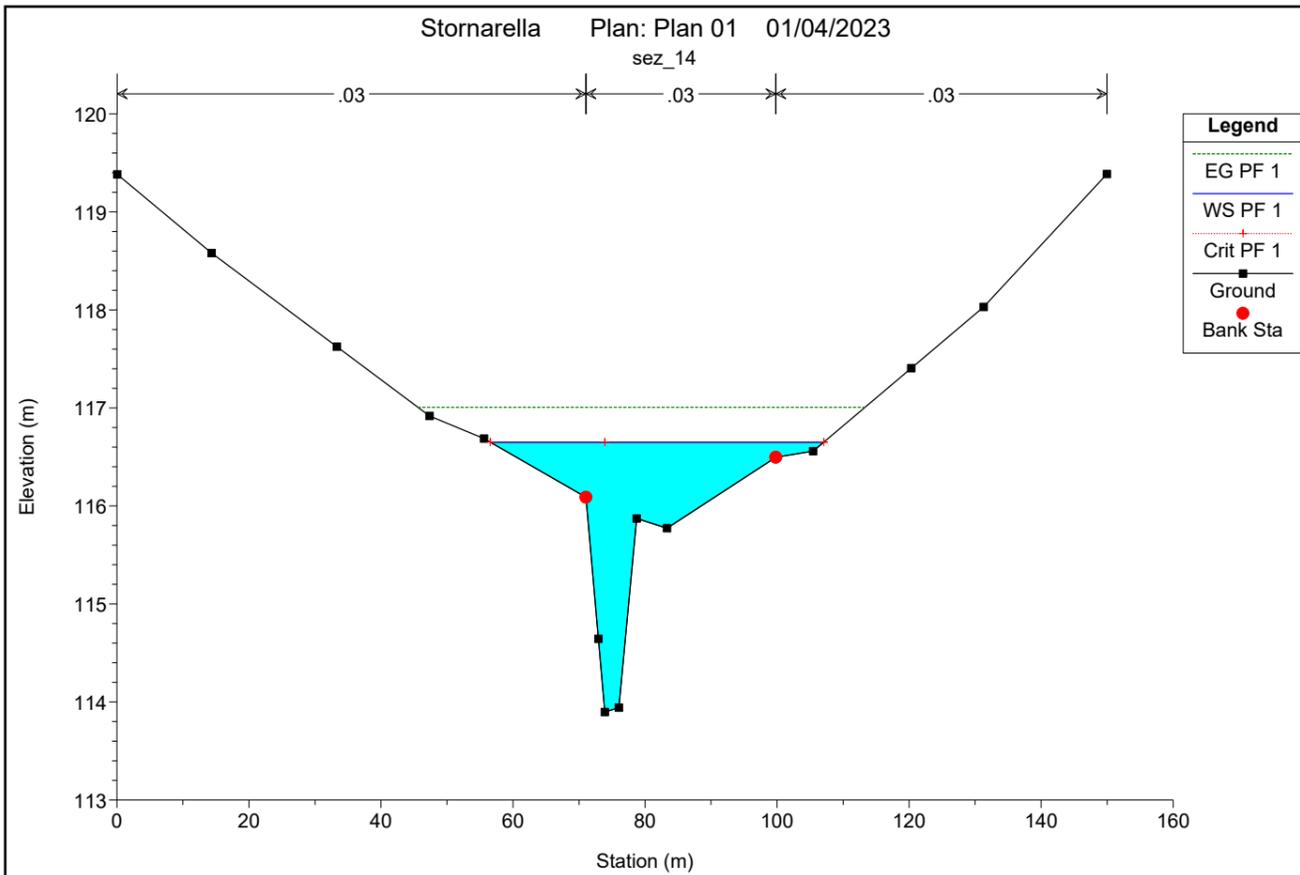
Plan: Plan 01 can_1 pont_1 RS: 0 Profile: PF 1

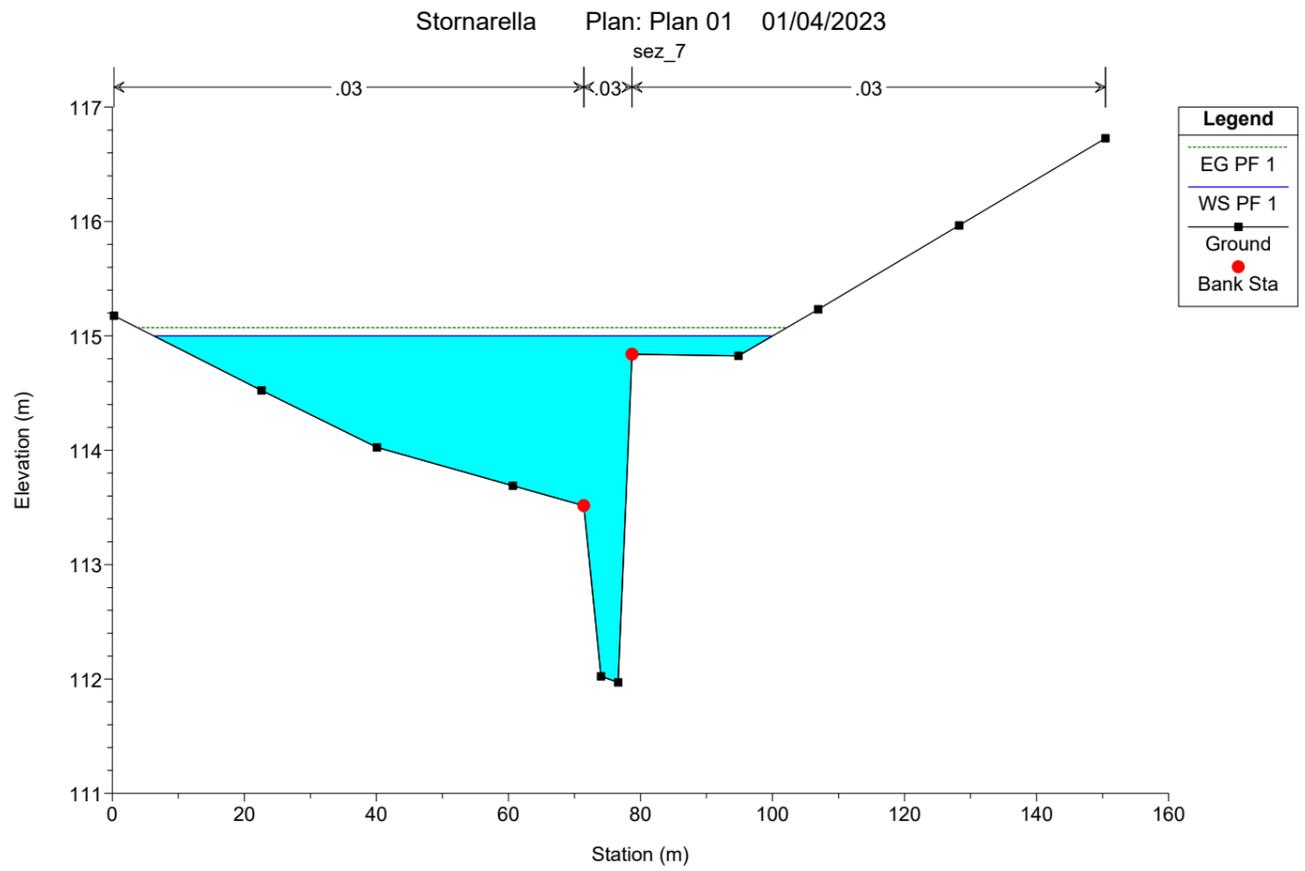
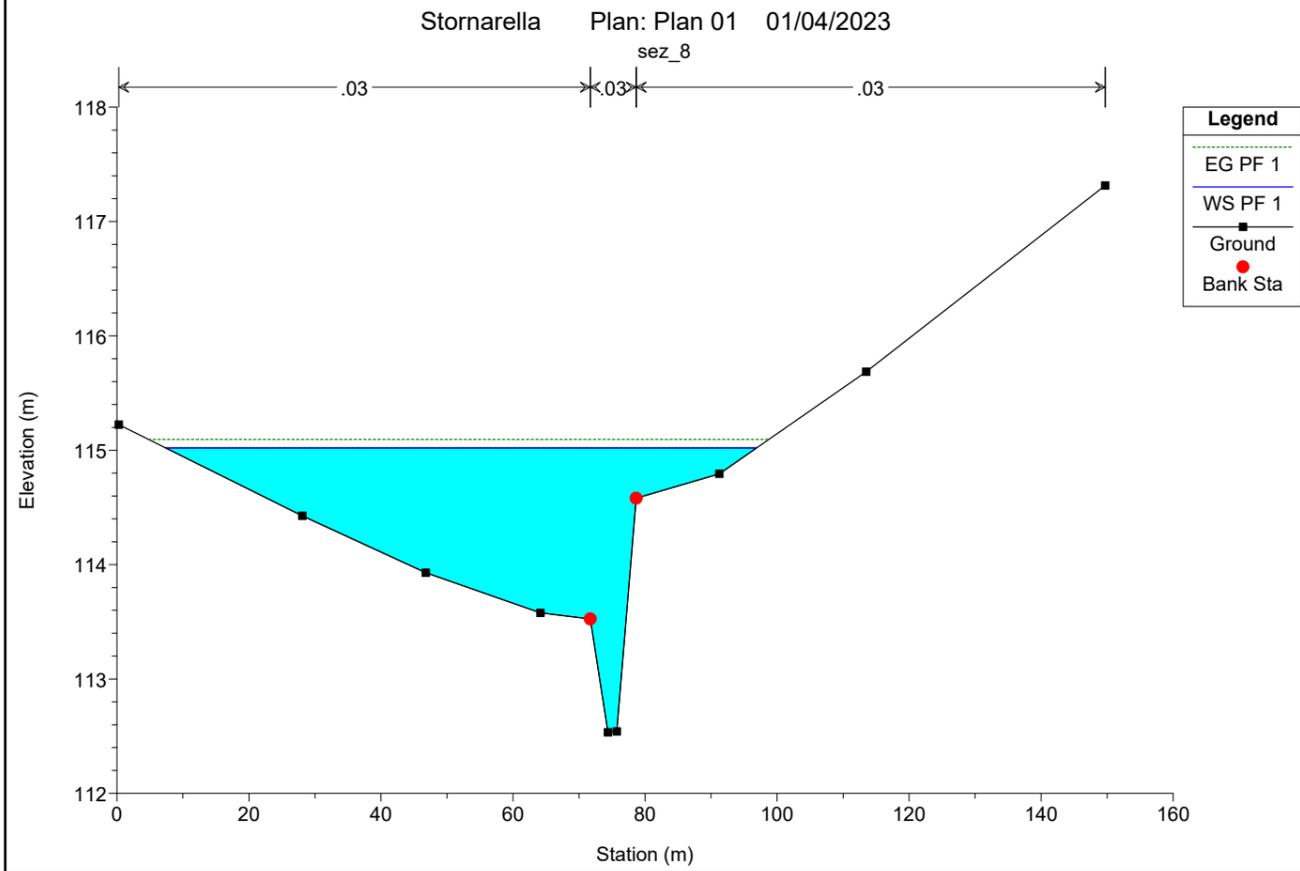
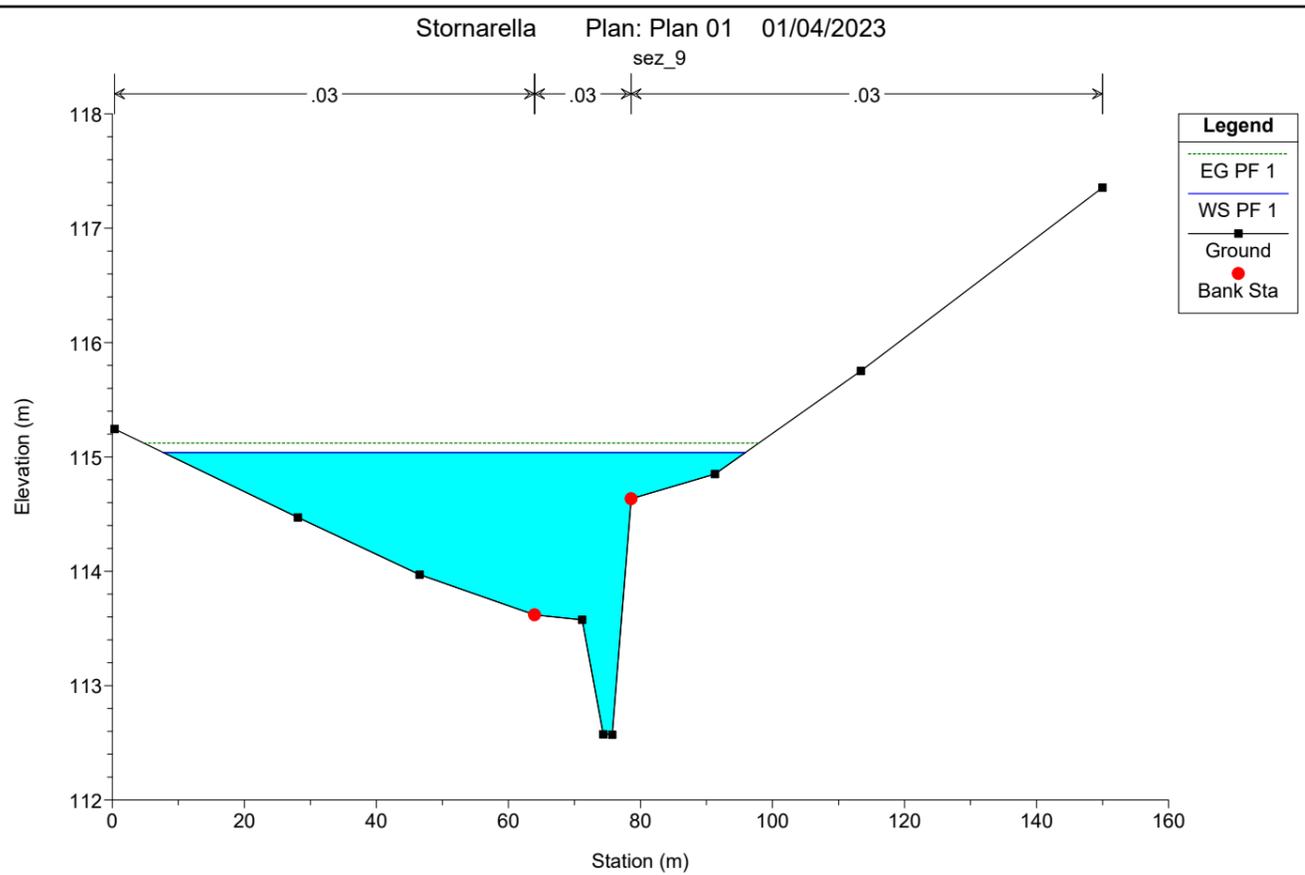
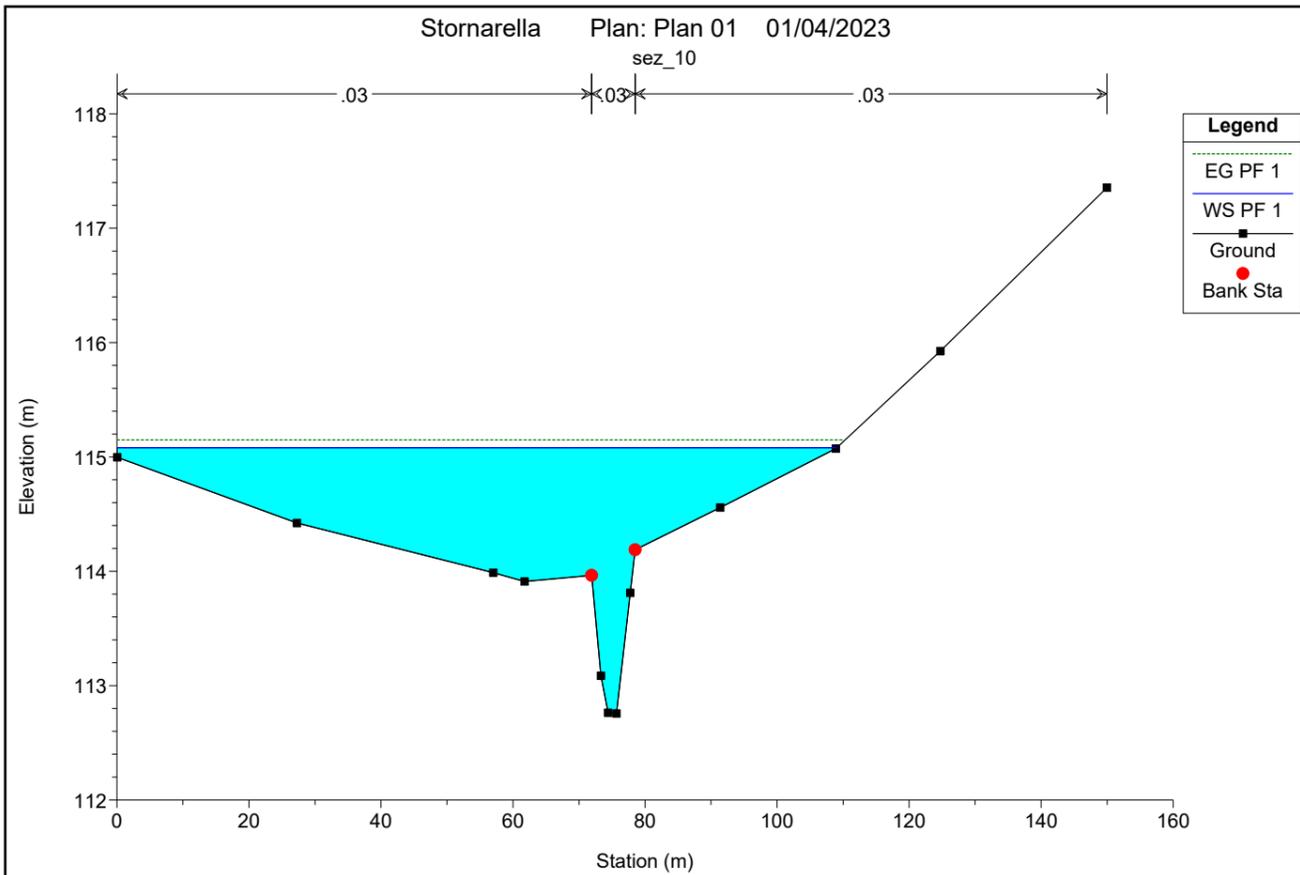
E.G. Elev (m)	113.72	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.030	0.030	0.030
W.S. Elev (m)	113.28	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	113.28	Flow Area (m2)	0.03	26.25	2.09
E.G. Slope (m/m)	0.008454	Area (m2)	0.03	26.25	2.09
Q Total (m3/s)	80.40	Flow (m3/s)	0.01	77.96	2.44
Top Width (m)	36.41	Top Width (m)	1.38	26.14	8.89
Vel Total (m/s)	2.83	Avg. Vel. (m/s)	0.23	2.97	1.17
Max Chl Dpth (m)	2.93	Hydr. Depth (m)	0.02	1.00	0.24
Conv. Total (m3/s)	874.4	Conv. (m3/s)	0.1	847.8	26.5
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	1.38	27.53	8.91
Min Ch El (m)	110.35	Shear (N/m2)	1.71	79.06	19.46
Alpha	1.07	Stream Power (N/m s)	0.39	234.75	22.70
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

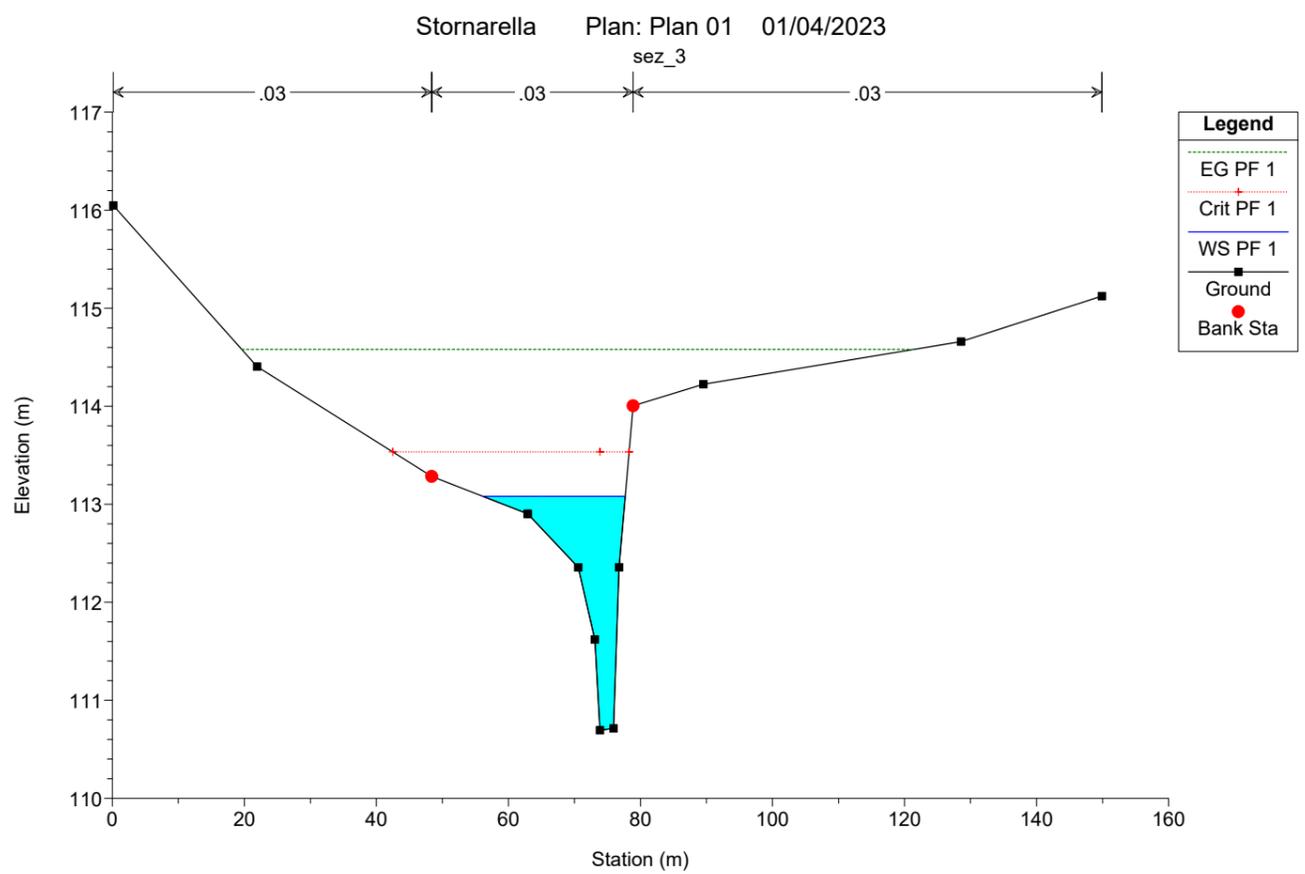
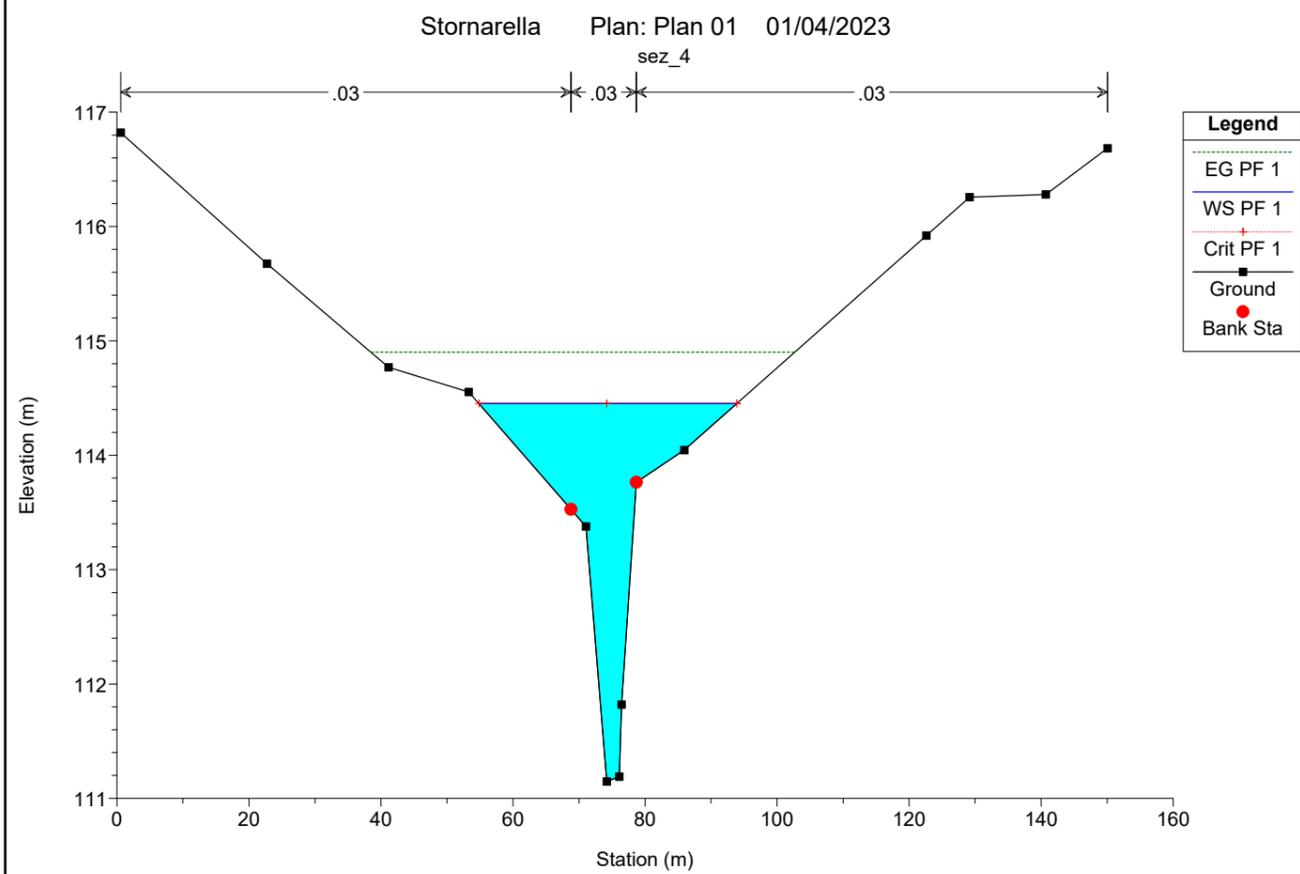
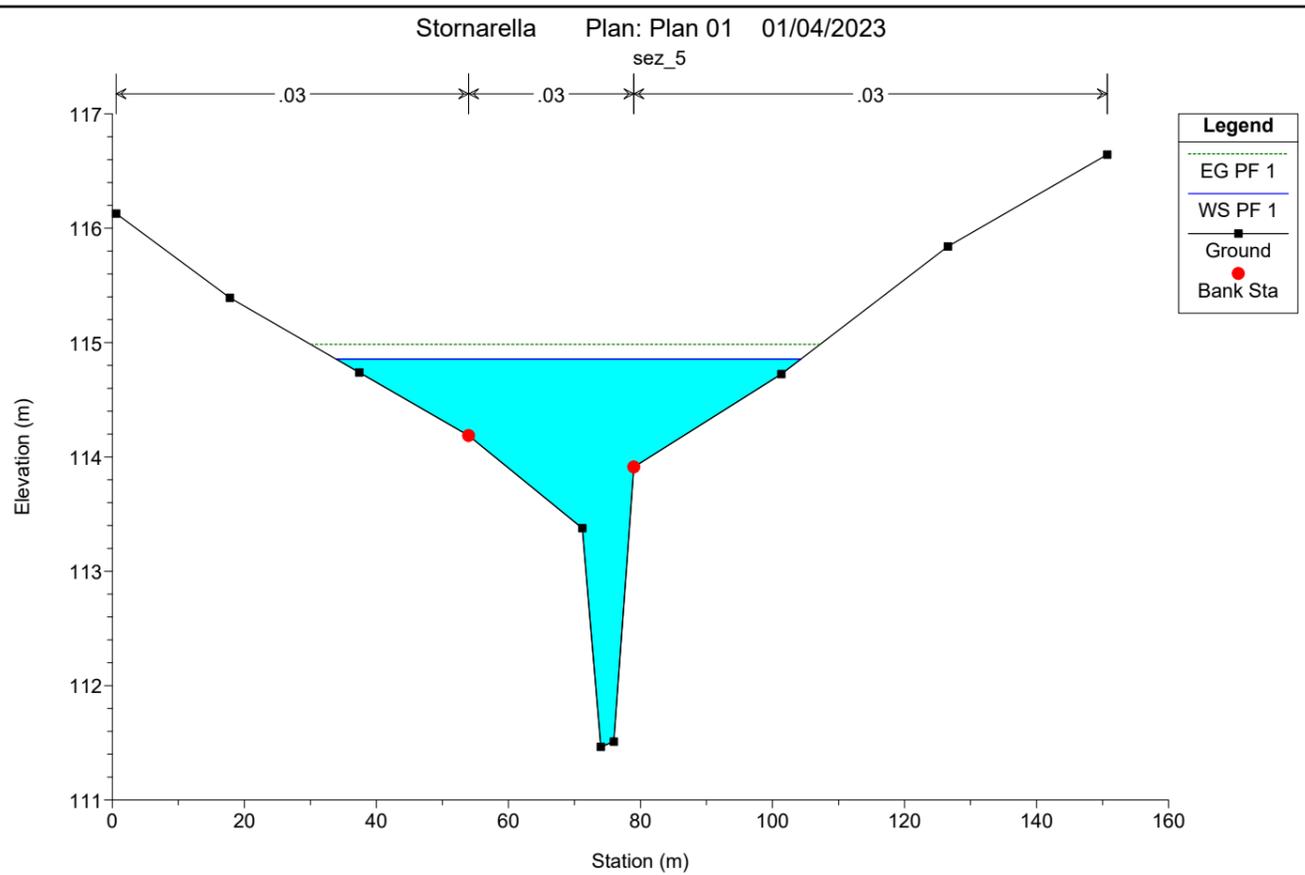
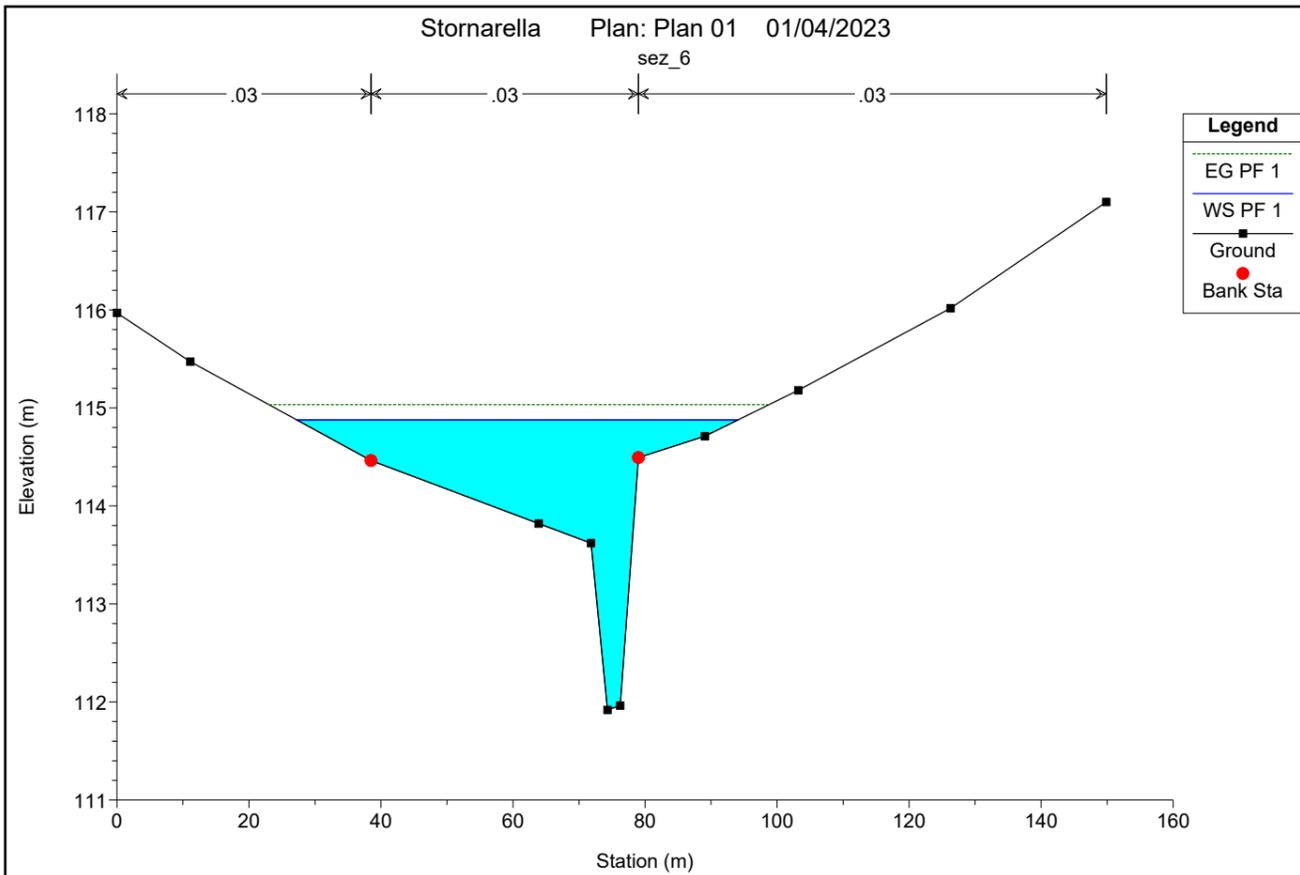


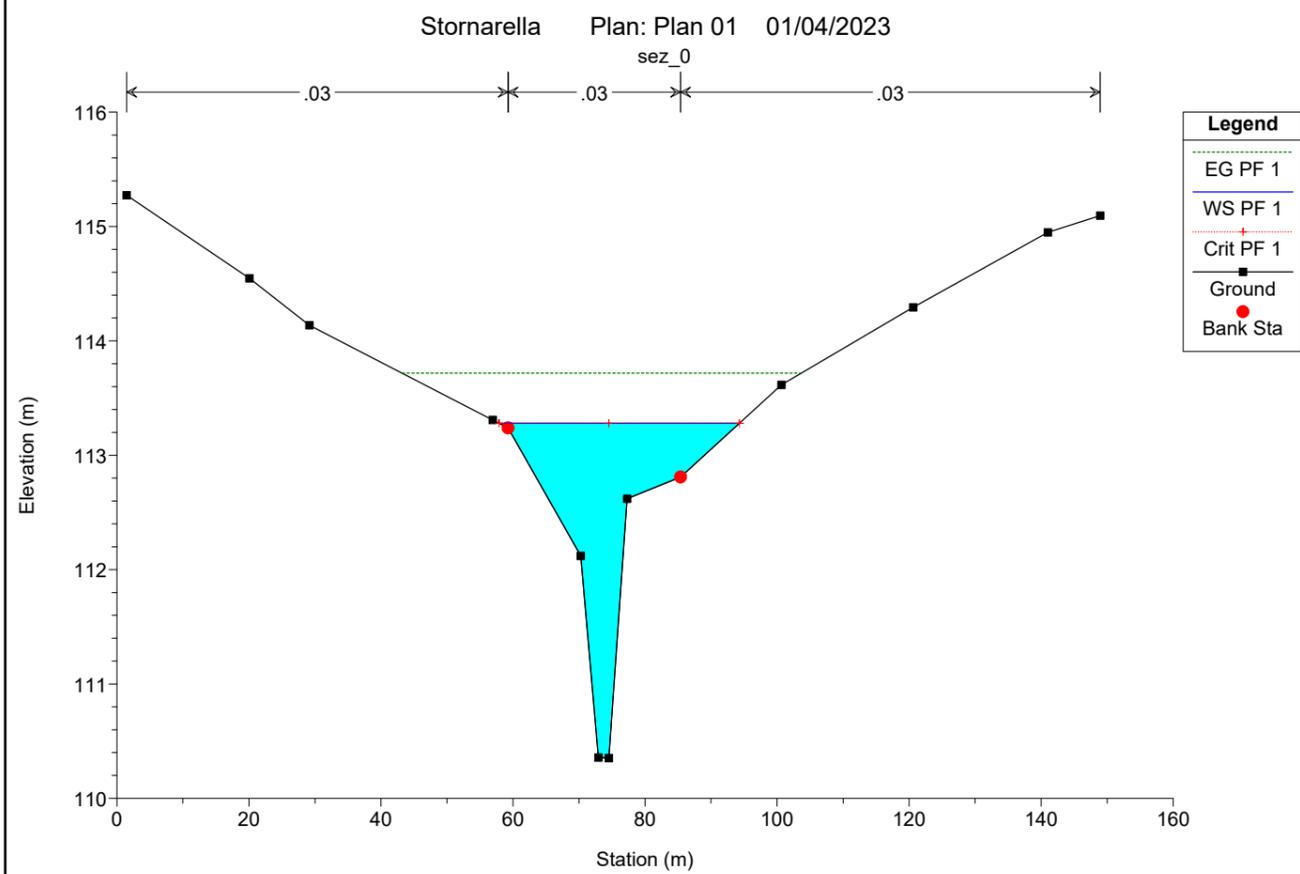
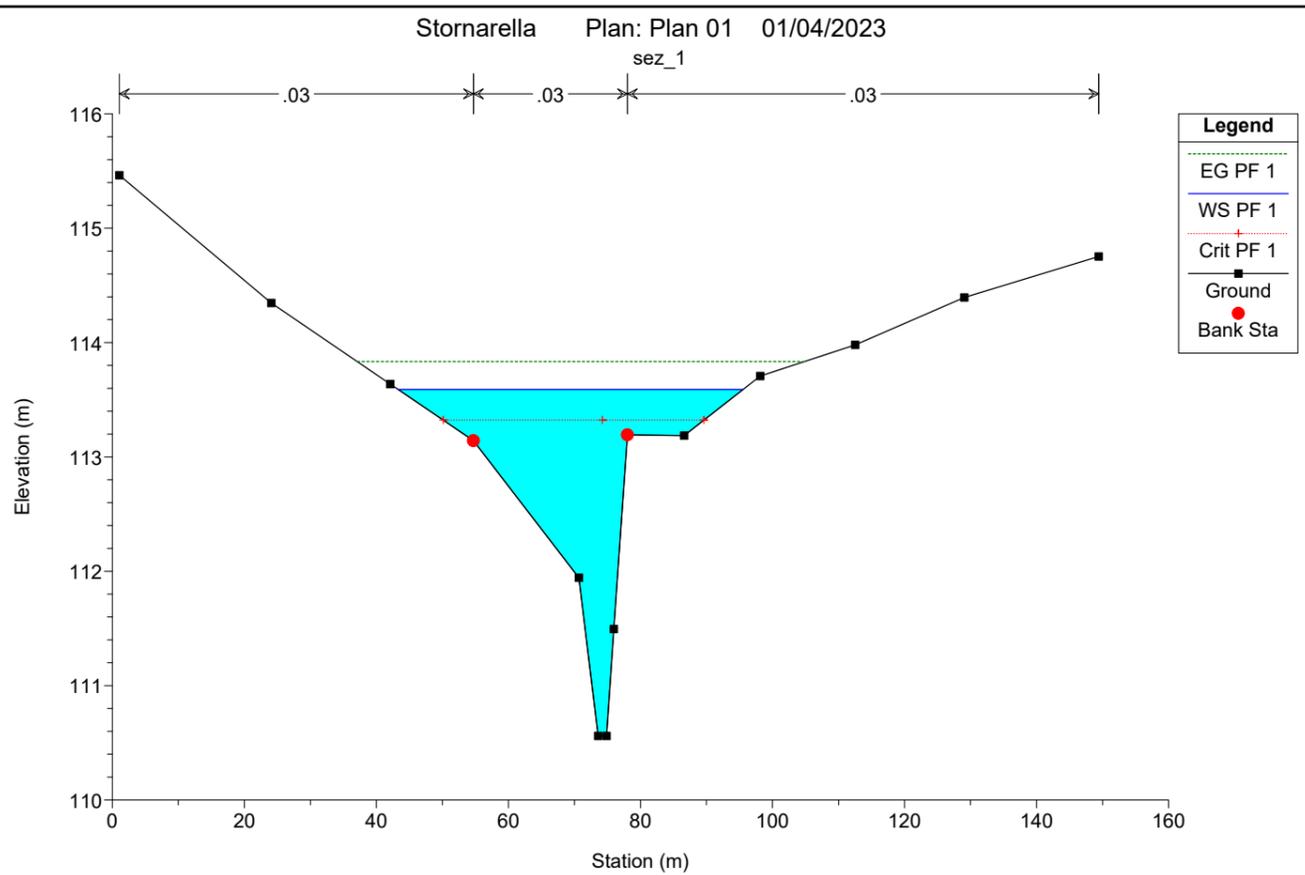
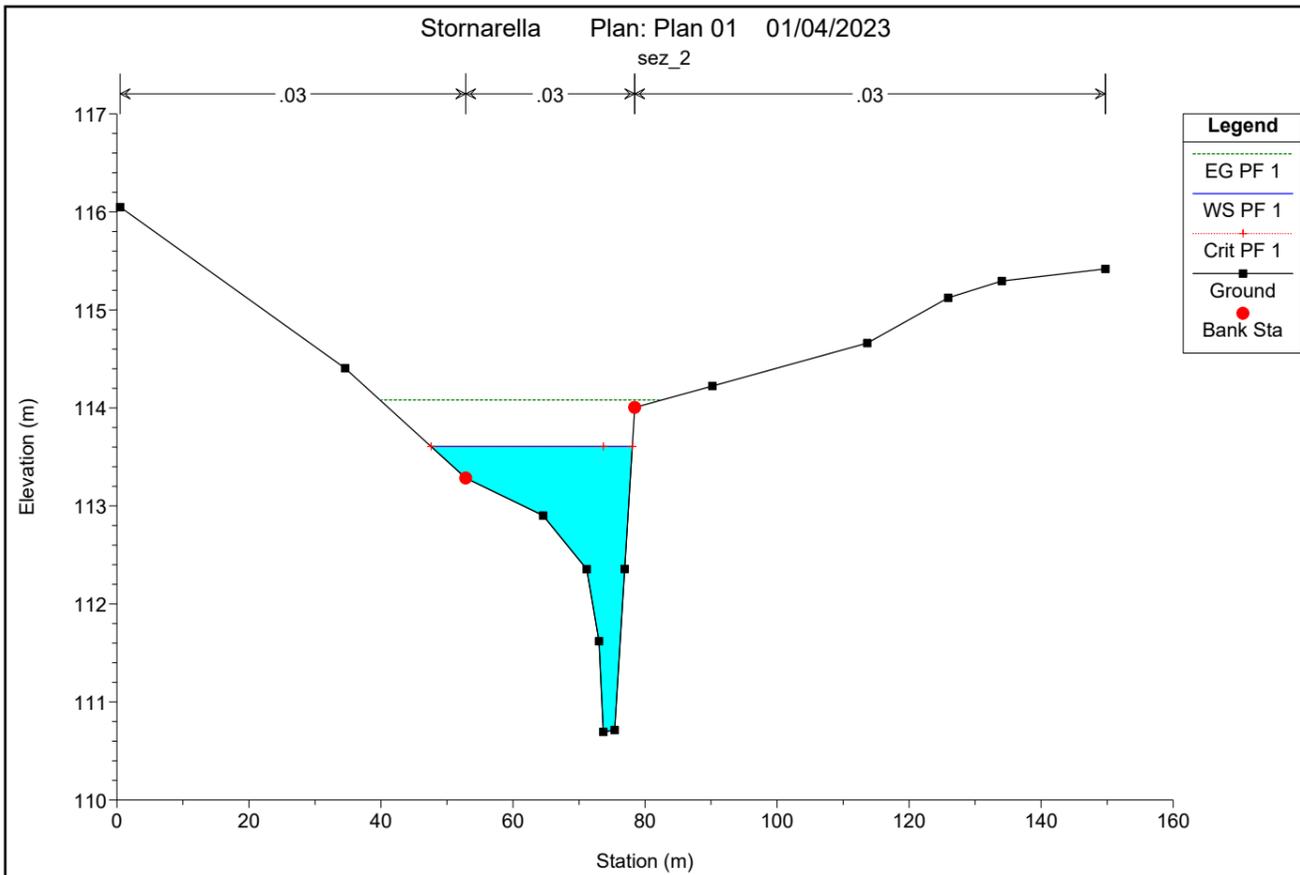




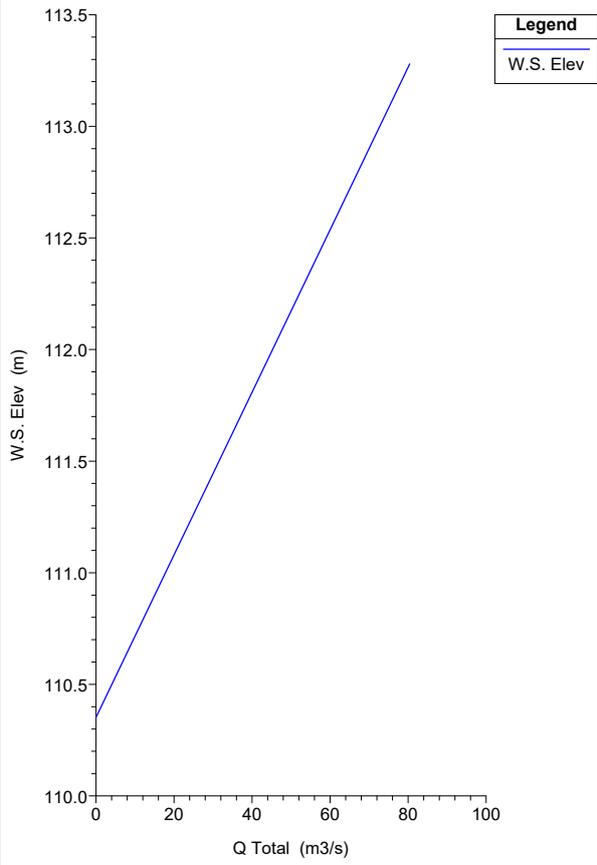




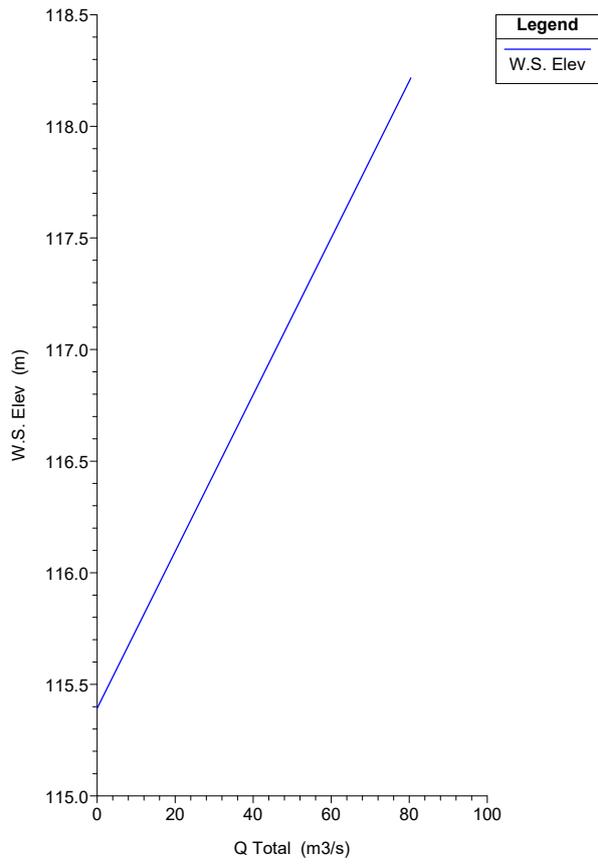




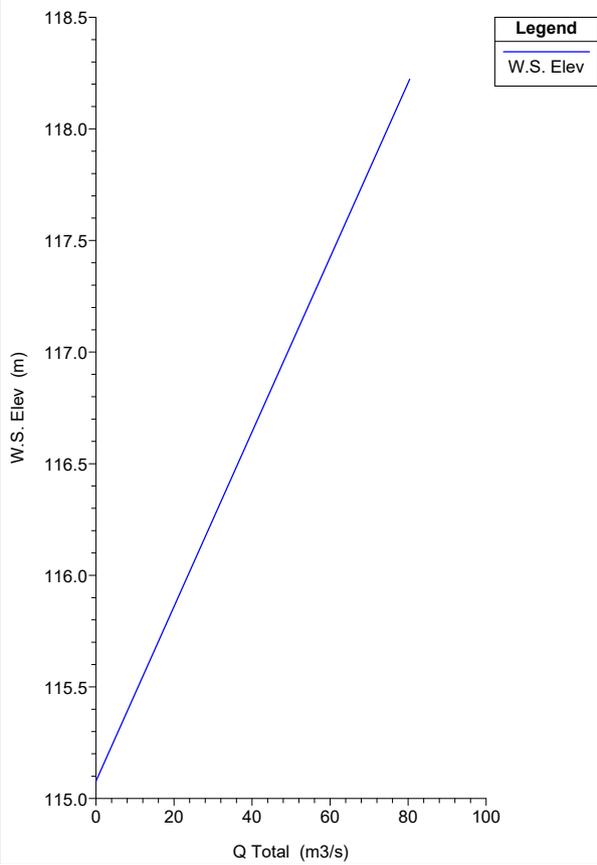
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_0



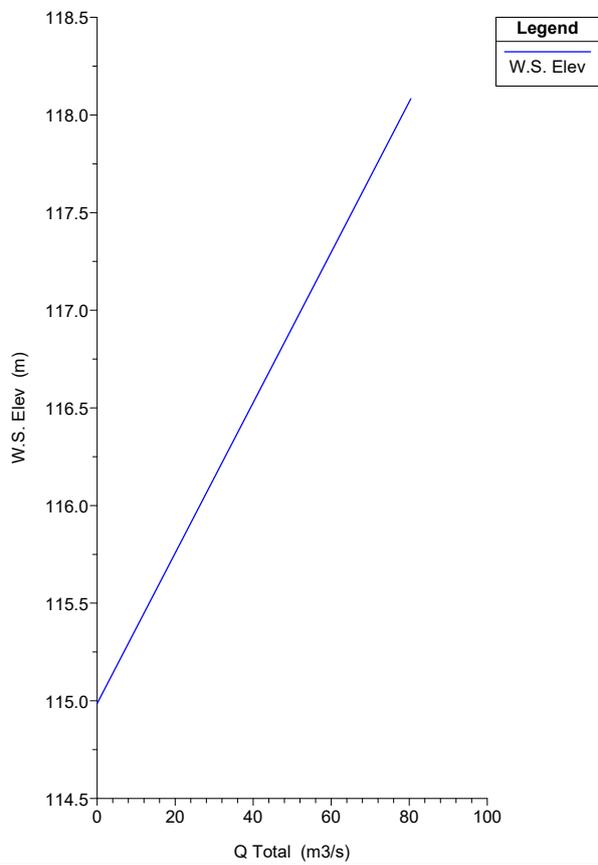
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_22



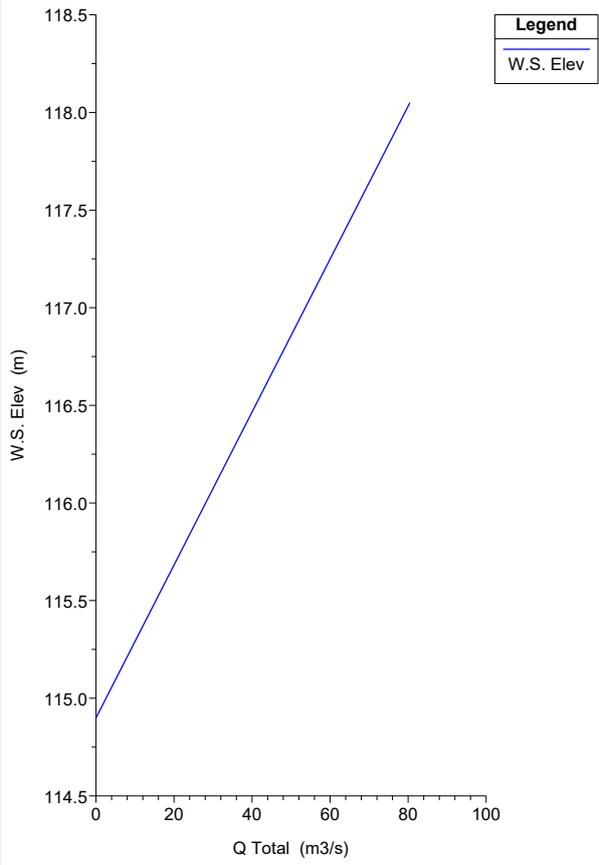
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_21



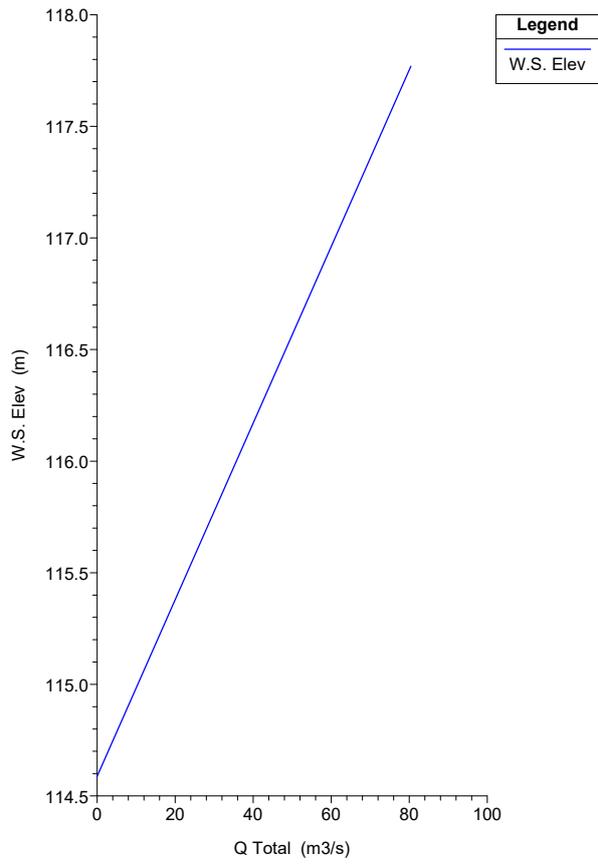
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_20



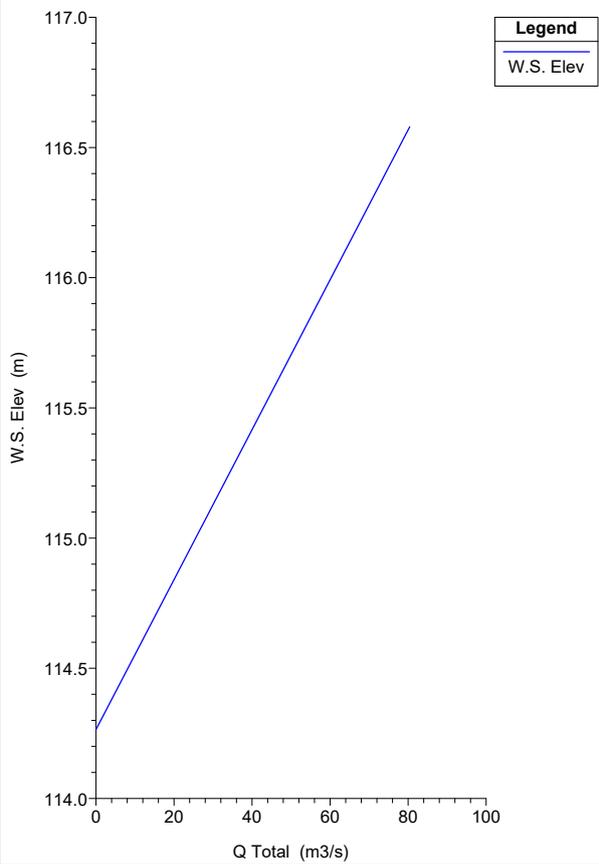
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_19



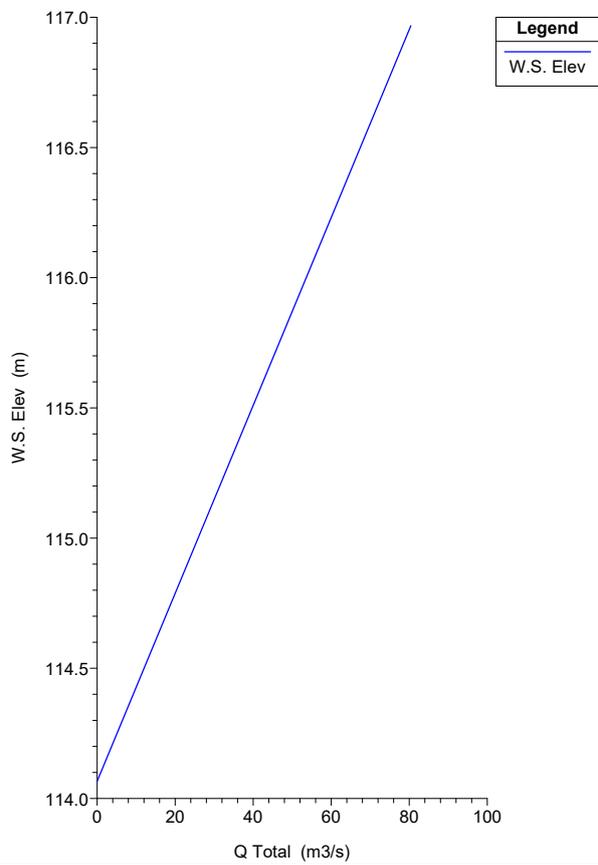
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_18



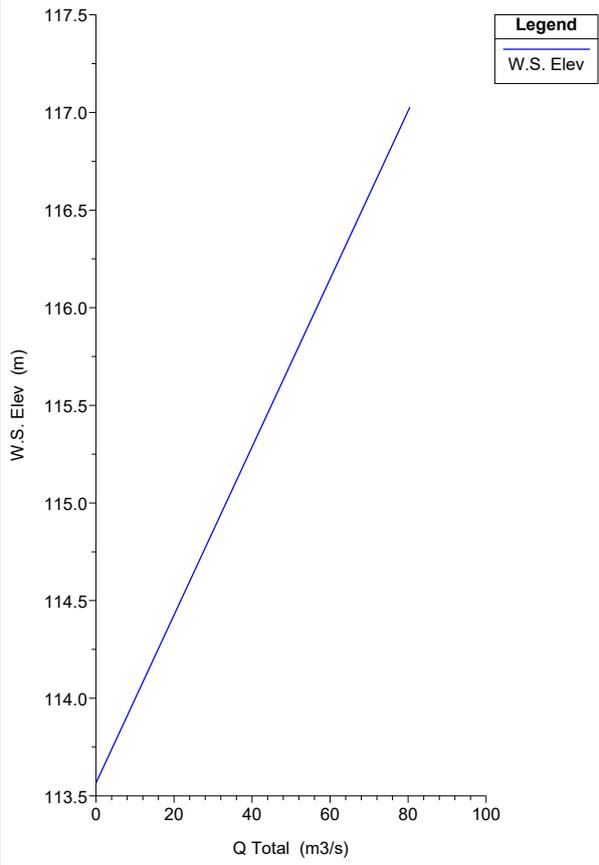
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_17



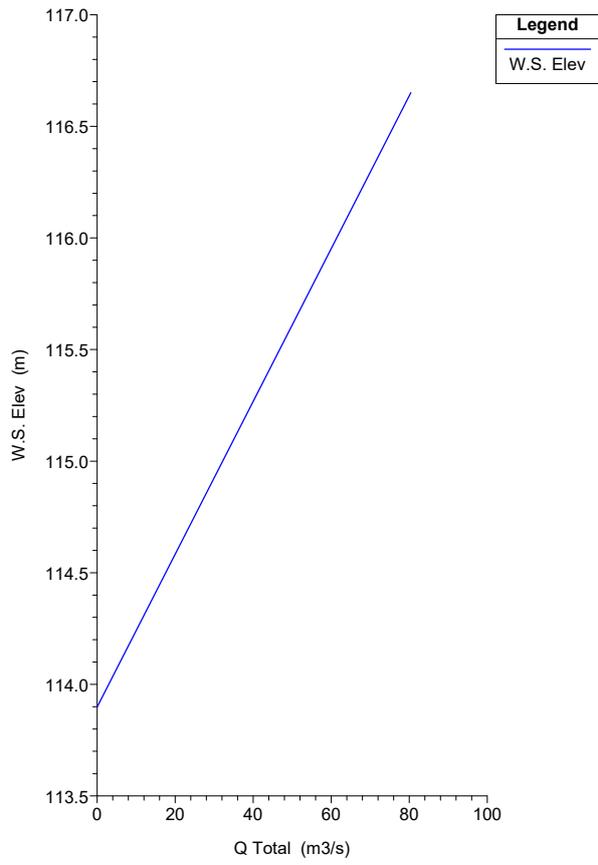
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_16



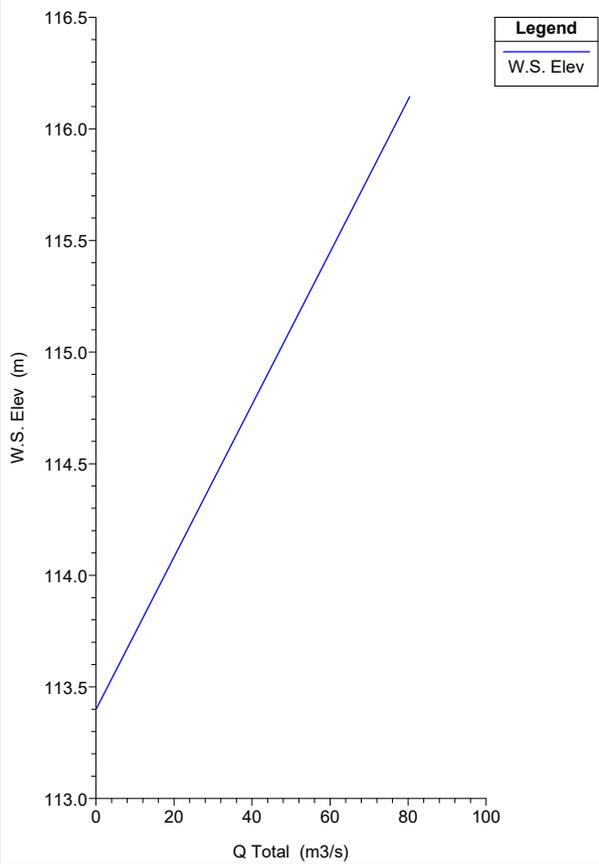
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023 sez_15



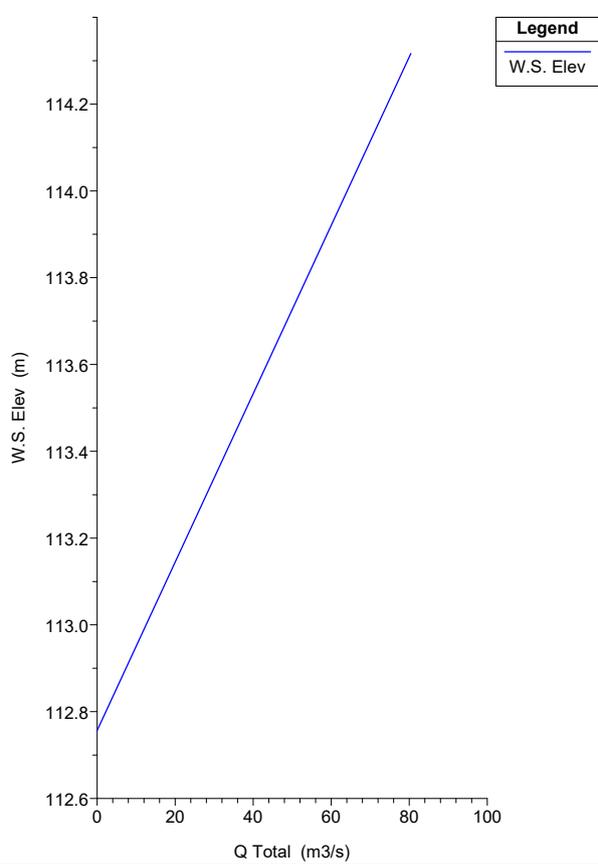
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023 sez_14



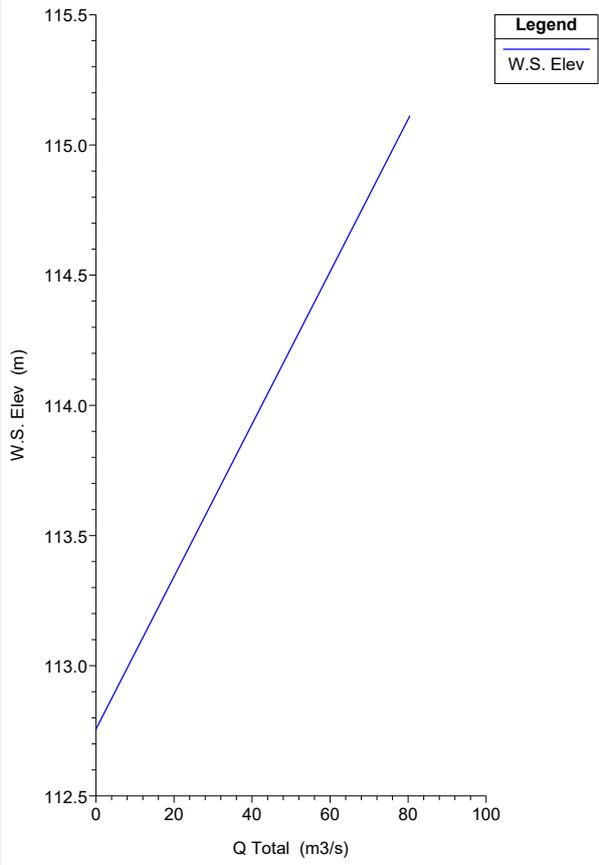
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023 sez_13



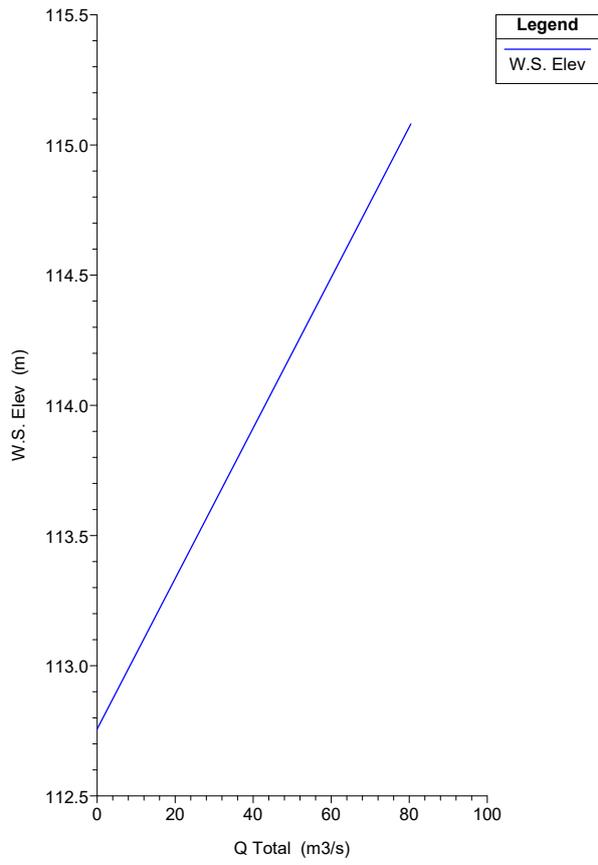
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023 sez_12



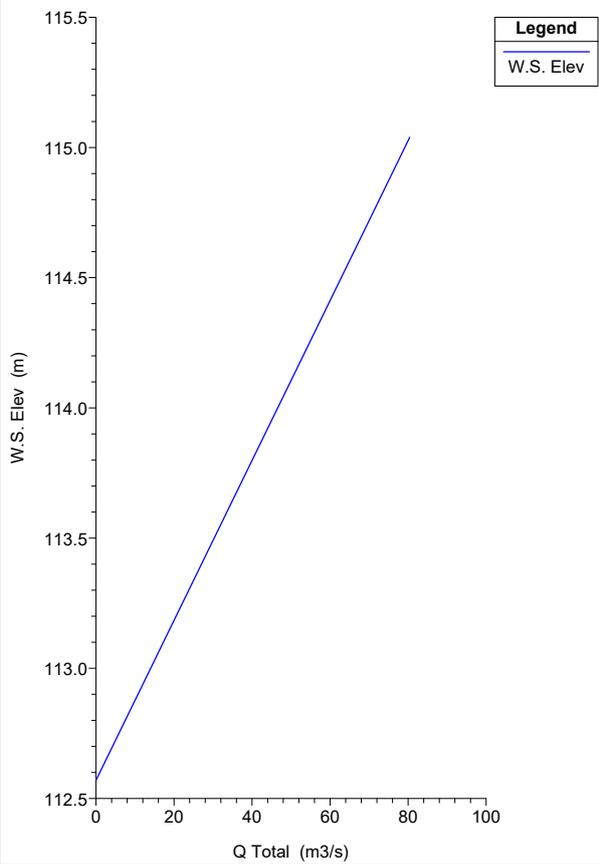
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_11



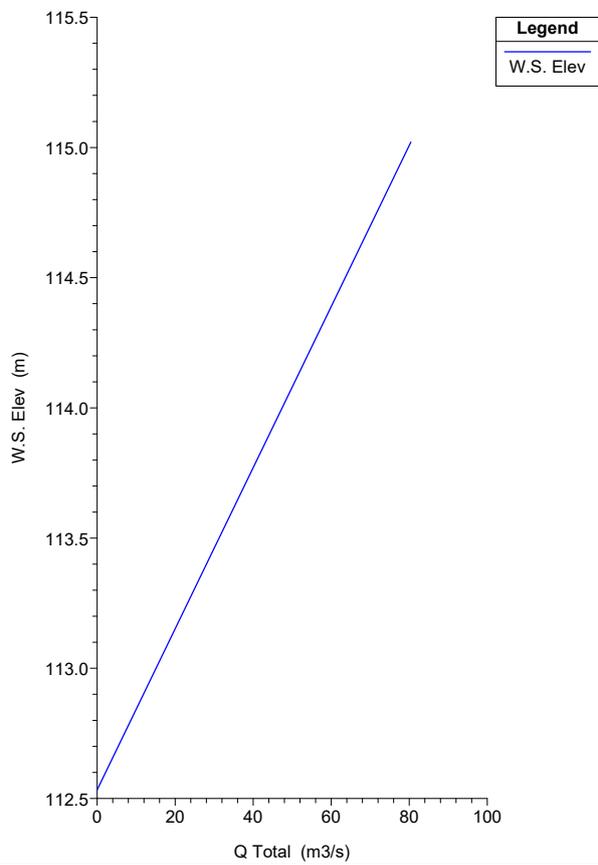
Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_10

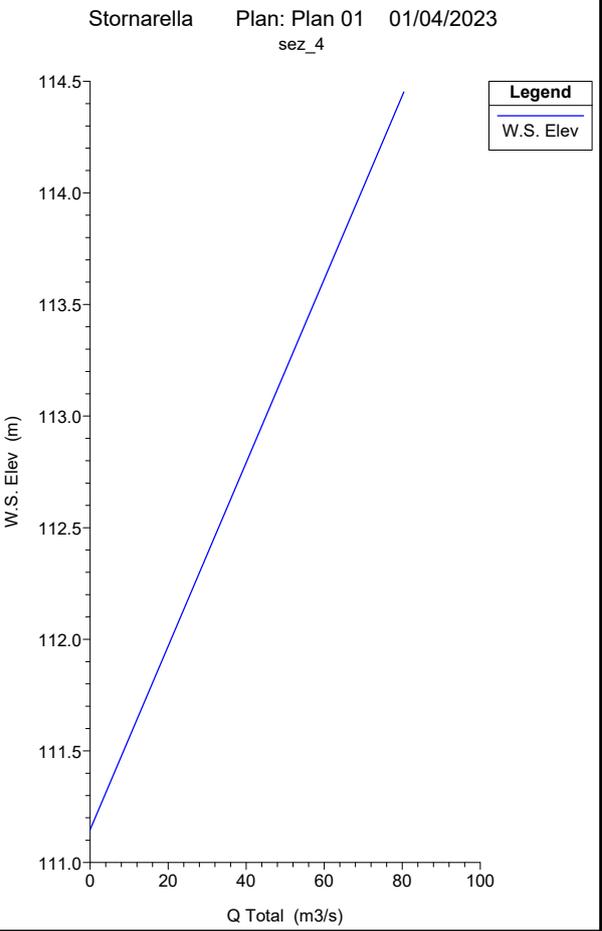
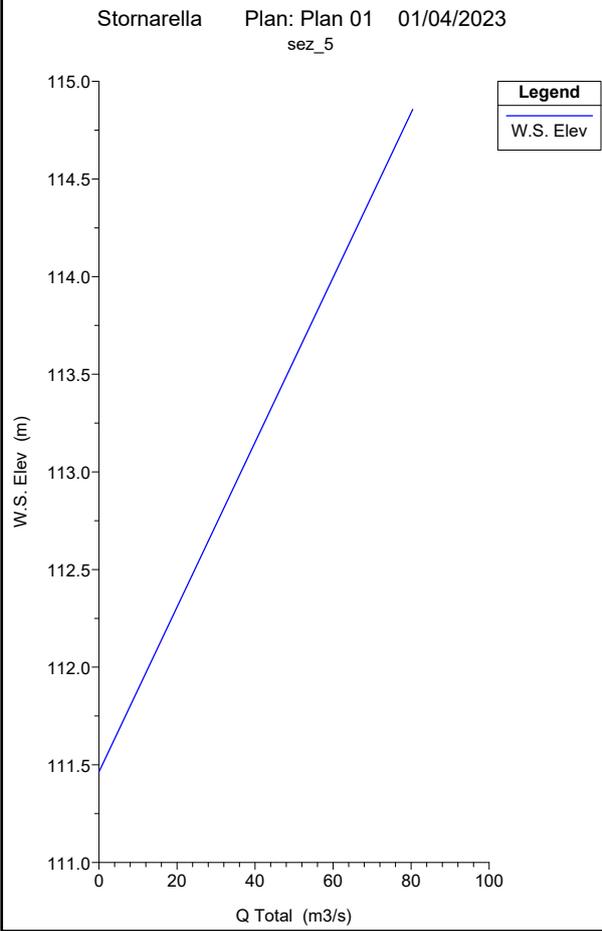
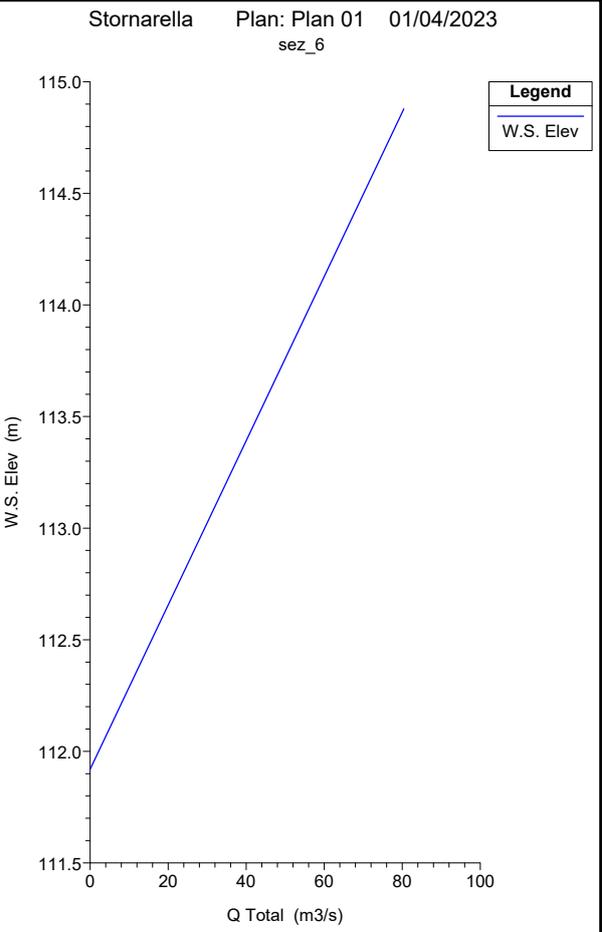
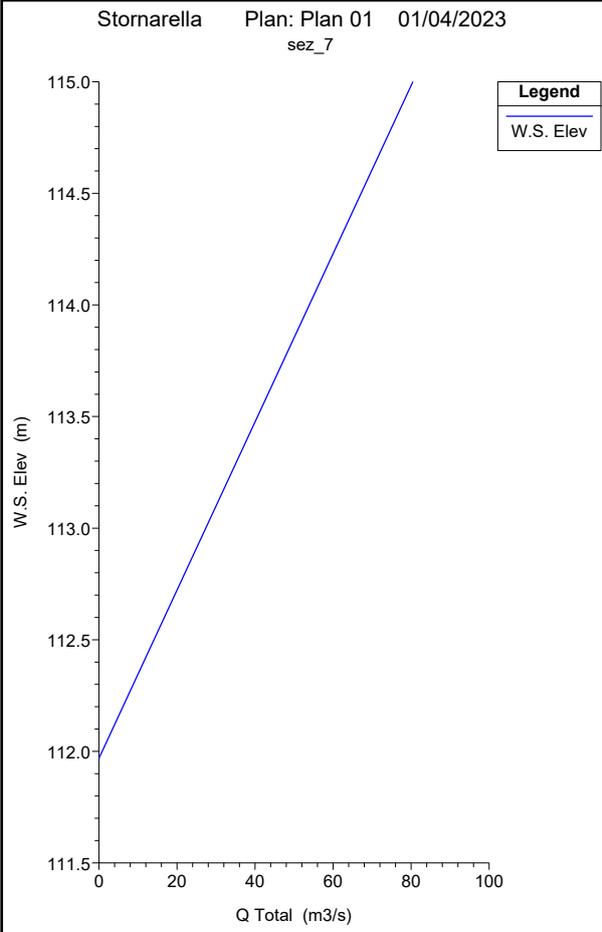


Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_9

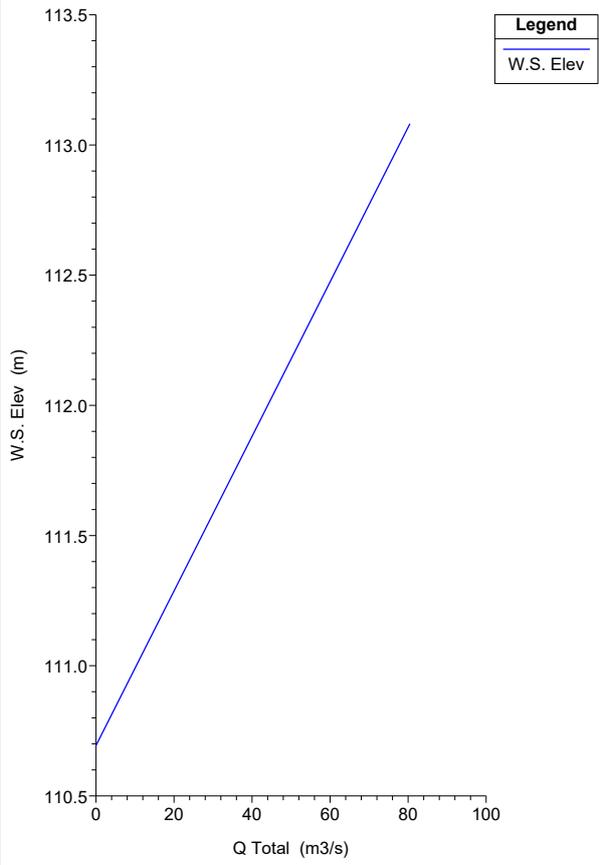


Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_8

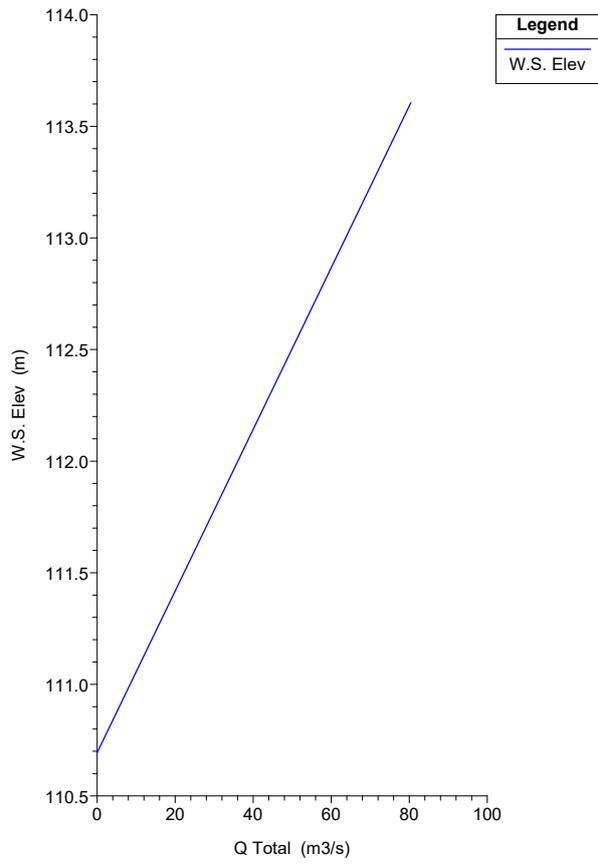




Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_3



Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_2



Stornarella Plan: Plan 01 01/04/2023
sez_1

