

**AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA
NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UC 162

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l
ECOPLAME S.r.l. - InArPRO S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Paolo IORIO

IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Dott. Ing. Antonio CITARELLA



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Pasquale Pisano



Direttore Tecnico
Dott. Ing. Massimo T. DE IORIO

PROTOCOLLO DATA 20__

**IDROLOGIA E IDRAULICA
RELAZIONE IDRAULICA**

CODICE PROGETTO

NOME FILE
T00ID00IDRRE02C

REVISIONE

SCALA:

D P U C 1 6 2 D 2 0

CODICE ELAB.

T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 2

C

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C	Emissione a seguito richiesta MASE	APRILE 2024	R. MALCOTTI	R. MALCOTTI	P. IORIO
B	Istruttoria ANAS & PGRA 2021	MARZO 2022	R. MALCOTTI	R. MALCOTTI	P. IORIO
A	Emissione	MAGGIO 2020	F. BENASSI	R. MALCOTTI	P. IORIO

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 2 DI 33
---	---	------------------------------

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 APRILE 2024 - REVISIONE A SEGUITO RICHIESTE MASE	5
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.1. IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	6
2.2. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI -II CICLO 2016-2021	6
3. SINTESI DEI RISULTATI IDROLOGICI.....	7
4. ANALISI IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA E COMPLUVI	8
4.1. ALLESTIMENTO DEI MODELLI IDRAULICI	8
4.2. CONDIZIONI AL CONTORNO E DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA.....	10
4.3. SIMULAZIONI IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE	11
4.1. ANALISI DEI RISULTATI: VERIFICA DI COMPATIBILITA'	15
5. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA.....	16
5.1. METODOLOGIA	16
5.2. INTERASSE EMBRICI, POZZETTI, CADITOIE.....	17
5.3. COLLETTORI.....	28
5.4. FOSSI DI GUARDIA	30
5.1. NUOVO INTERVENTO E COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	30
5.2. CONCLUSIONI: COMPATIBILITÀ DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	31

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

1. INTRODUZIONE

L'intervento in progetto prevede il completamento dei lavori di ammodernamento dello svincolo di Mormanno lungo la A2 "Autostrada del Mediterraneo", nel territorio calabrese del Parco del Pollino, nel bacino idrografico del fiume Battendiero, affluente in sinistra idrografica del fiume Lao, all'altezza del Lago del Pantano.

Dal punto di vista amministrativo tutte le alternative sviluppate ricadono interamente nel territorio del comune di Mormanno, in provincia di Cosenza.

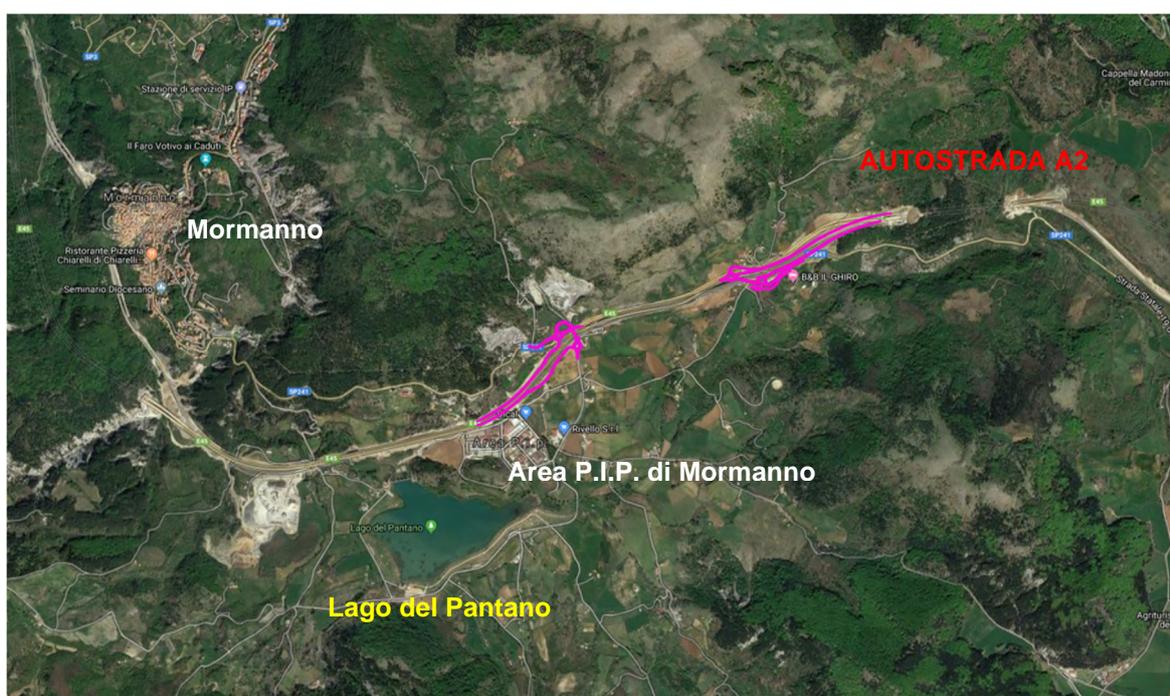


Figura 1: Inquadramento da ortofoto dell'area degli interventi in progetto; in magenta indicazione degli interventi progettuali previsti

La presente relazione analizza sia le verifiche idrauliche inerenti il reticolo idrografico interferito, sia il dimensionamento della rete di drenaggio di gestione del ruscellamento di versante e di piattaforma stradale.

Le analisi del progetto idrologico idraulico hanno tenuto in debito conto delle pressioni esercitate dal reticolo idrico superficiale esistente e di progetto, analizzando con dettaglio sia i singoli bacini afferenti a ciascun ramo del reticolo idrico superficiale (evidenziati nell'elaborato "T00ID00IDRCO01C – Corografia dei bacini"), sia i singoli bacini del drenaggio di piattaforma (evidenziati nel nuovo elaborato "T00ID00IDRPL06A – Tavola dei recapiti e dei bacini sottesi").

I rami dei corsi d'acqua del reticolo naturale superficiale coinvolto non sono corsi d'acqua perenni, ma a carattere stagionale e i bacini sottesi sono di ridotte dimensioni.

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 4 DI 33
----------------------------------	--	---------------------

Nell'analisi complessiva idraulica è necessario evidenziare come i due nuovi svincoli in progetto si inseriscano al contorno di un sistema autostradale già realizzato: sia gli eventuali nuovi attraversamenti che il nuovo sistema di drenaggio di piattaforma e di versante non possono che dare continuità alla funzionalità delle opere esistenti. A tal fine è fondamentale la conoscenza dello stato dei luoghi e delle opere esistenti (rilievi topografici, progetto as-built, sopralluoghi).

L'inquadramento normativo connesso alle attività idrologiche ed idrauliche consente di poter delimitare i vincoli attorno ai quali costruire/inserire il progetto. Nel quadro complessivo, si pone particolare attenzione alle norme definite dal Distretto Idrografico regionale (PAI e Direttiva Alluvioni), nonché alle norme tecniche delle costruzioni NTC2018.

L'attività di verifica idraulica acquisisce le risultanze dell'analisi idrologica, all'interno della quale sono state definite le interferenze idrografiche, i bacini sottesi e le relative portate di riferimento.

~~In virtù di alcune modifiche alle scelte progettuali stradali, alcuni dei bacini idrologicamente studiati NON sono poi stati interessati dal presente progetto.~~ I bacini per i quali invece è stato necessario svolgere verifiche idrauliche sono descritti sia nella tavola "Planimetria delle interferenze idrauliche" che nella tabella a seguire.

Tabella 1: Elenco dei bacini interferenti con i due svincoli di progetto.

Bacino ID	Note	Tipo di interferenza idrografica	Tipo di verifica
Svincolo Nord			
B04	Intervento di sistemazione fondo alveo allo sbocco	Compluvio	Inlet/outlet control
B05	Nuovo Tombino su rampa di ingresso (B05.2)	Compluvio	Inlet/outlet control
B06	Prolungamento opera esistente monte/valle	Compluvio	Inlet/outlet control
B07	Prolungamento opera esistente monte + nuova opera valle su rampa di uscita	Compluvio	Inlet/outlet control
B08	Raccordo con viabilità esistente mediante rotatorie. Tempo di ritorno di verifica dell'esistente pari alla capacità di deflusso delle opere esistenti.	Rio	HEC-RAS
Svincolo Sud			
B10	Drenaggio di versante: nuovo tombino	Compluvio	Inlet/outlet control tombino
B11	Tombino esistente	Rio	HEC-RAS
B12	Nuovo tombino a monte di esistente	Compluvio	Inlet/outlet control tombino
B13	Tombino esistente	Compluvio	Inlet/outlet control tombino

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 5 DI 33
----------------------------------	--	---------------------

Tra tali interferenze si possono individuare almeno due livelli di reticolo idrografico che, per **diversa** importanza, interferiscono col progetto:

1. il reticolo idrografico “demaniale” (B.08 e B.11), che rappresenta bacini di estensione rilevante, ben individuati nella cartografia IGM e CTR e soprattutto con chiare ed evidenti caratteristiche geometriche d'alveo: per questi sono state condotte verifiche mediante approccio modellistico monodimensionale in condizioni ANTE e POST OPERAM;
2. i compluvi e i fossi per i quali sono previste verifiche tecniche progettuali secondo schemi di verifica **semplificati** inlet-outlet control. Tra quest'ultimi possono essere inseriti anche i tombini per la gestione del drenaggio di versante. **I compluvi sono definibili tali quando non è individuato un vero alveo di significativa incisione geometrica: in questo di ruscellamento eterogeneo di versante non si riesce pertanto ad applicare correttamente lo schema modellistico numerico monodimensionale. Il sistema di drenaggio dell'area inoltre è stato fortemente modificato dalla costruzione dell'autostrada esistente, che riconduce spesso il sistema di raccolta dei bacini a quello della rete di drenaggio di piattaforma esistente.**

Si evidenzia come nel caso in esame **NON** sono state riscontrate interferenze con reticolo idrografico studiato/mappato nel **Piano di Assetto Idrogeologico vigente PGRA vigente come P3***. Il **progetto NON** interferisce con le aree di allagamento del fiume Battendiero presso il Lago di Pantano.

Nel caso di analisi su corsi d'acqua mappati PGRA P3*, il Piano stesso prevede approfondimenti di verifica idraulica adeguati alla tipologia di interferenza analizzata.

Per mantenere una rigorosa corrispondenza tra le aste ed i bacini afferenti si è scelto di nominare ciascun corso d'acqua con la medesima nomenclatura del bacino pertinente.

1.1 Aprile 2024 - Revisione a seguito richieste MASE

Il presente documento viene revisionato nell'Aprile 2024 a seguito delle richieste/osservazioni pervenute da parte della COMMISSIONE TECNICA DI VERIFICA DELL'IMPATTO AMBIENTALE – VIA E VAS, Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

Nel proseguo tutte le modifiche conseguenti sono evidenziate in rosso.

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 6 DI 33
----------------------------------	--	---------------------

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le analisi sono state svolte nel rispetto della seguente normativa regionale e nazionale:

- R.D. n°523 del 1904 e ss.mm.ii.
- D.Lgs. n°152 del 2006
- D.M. 11.03.1988 e Circolare 9.1.1996 n.218/24/3 del Ministero LL.PP.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 06/06/2001 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- D.M. 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni e successive circolari
- N.T.A. e Linee Guida del Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico
- Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Regione Calabria, approvato con delibera di Giunta Regionale n.900 del 31.10.2001.

A seguire un estratto delle aree a pericolosità idraulica così come individuate dai Piani di Settore (Vedasi Relazione Idrologica per i contenuti metodologici).

2.1. IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto NON individua sovrapposizioni col Progetto in esame.

2.2. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI -II CICLO 2016-2021

Il PGRA individua diverse aree P3* in sovrapposizione col progetto, riassunte sia nella tavola del PGRA sia nella tavola delle interferenze idrografiche, da cui si elencano i seguenti bacini interessati: B05 - B06 - B07 - B08 - B10 - B11 - B13.

E' tuttavia necessario evidenziare come:

- gli interventi progettuali siano tutti a completamento delle opere autostradali;
- gli interventi idraulici si configurano sempre come prolungamento/integrazione di opere/tombini/canali già eseguiti al di sotto dell'ambito autostradale.

In tale ottica devono essere considerate le seguenti analisi idrauliche.

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 7 DI 33
----------------------------------	--	---------------------

3. SINTESI DEI RISULTATI IDROLOGICI

Di seguito si riportano i valori da adottare nel progetto in esame per le successive verifiche idrauliche in termini di parametri idrologici e valori di portata di riferimento.

Parametri idrologici

Le curve di possibilità climatica adottate, secondo la metodologia descritta, si riferiscono a durate sia superiori che inferiori a 1 ora:

Tabella 2: Parametri a e n di progetto delle curve di possibilità pluviometrica.

TR	1	5	10	20	25	50	100	200	500
d < 1 ora									
a	16	34	40	47	50	57	65	73	83
n	0.448	0.448	0.448	0.448	0.448	0.448	0.448	0.448	0.448
d > 1 ora									
a	16	34	40	47	49	57	64	72	83
n	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376	0.376

Portate al colmo dei bacini nelle sezioni d'interferenza

Nella tabella a seguire sono descritti i valori di portata di progetto duecentennale dei bacini individuati come interferenti al tracciato stradale. Si evidenzia per ciascun bacino il valore di portata specifica q, ottenuto rapportando la portata al colmo con la superficie sottesa.

Tabella 3: Valori delle portate al colmo TR200 anni nella sezione di chiusura di ciascun bacino.

Bacino ID	Area (km ²)	TR200	q (m ³ s ⁻¹ km ⁻²)	Note
SVINCOLO NORD				
B04	0.02	0.3	16	Intervento di sistemazione fondo alveo allo sbocco
B05	0.13	2.0	15	Nuovo Tombino su rampa di ingresso (B05.2) a valle dell'opera esistente autostradale.
B06	0.11	1.7	16	Prolungamento opera esistente monte/valle
B07	0.17	2.7	15	Prolungamento opera esistente monte + nuova opera a valle dell'opera esistente autostradale su rampa di uscita
B08	2.06	23.5	11	Raccordo con viabilità esistente mediante rotatorie. Tempo di ritorno di verifica pari alla capacità di deflusso delle opere esistenti.
SVINCOLO SUD				
B10	0.20	3.0	15	Drenaggio di versante. Nuovo tombino
B11	0.75	9.6	13	Tombino esistente
B12	0.06	0.9	16	Nuovo tombino a monte di esistente
B13	0.19	2.9	15	Tombino esistente

Si noti che l'unico bacino avente superficie superiore a 1 km² è il B.08.

<p>RELAZIONE IDRAULICA REV. C</p>	<p>AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO</p>	<p>Pag. 8 DI 33</p>
---	---	------------------------------

4. ANALISI IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA E COMPLUVI

Per la verifica idraulica delle interferenze sono stati utilizzati due diversi approcci:

- per i corsi d'acqua demaniali (B.08 e B.11) e che comunque hanno una evidente conformazione geometrica d'alveo è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS ver. 5.0.6, sviluppato dalla Hydrologic Engineering Center della U.S. Army, che consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto gradualmente variato oppure in moto vario in alvei naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, etc.;
- per i tombini sui compluvi, pur rientrando in aree P3*, è stato invece applicato il metodo della Federal Highway Administration (FHWA) denominato "Inlet/Outlet Control": la motivazione è riconducibile sia alla evidenza di modesti bacini sottesi (sempre inferiori a 1 kmq), sia alla tipologia di intervento progettuale, che di fatto prevede un prolungamento di opere idrauliche già dimensionate e recentemente costruite al di sotto dell'Autostrada.
- ~~per i tombini su sistemi di drenaggio di versante invece è stata utilizzata la verifica di moto uniforme.~~

Per mantenere una rigorosa corrispondenza tra le aste ed i bacini afferenti si è scelto di nominare ciascun corso d'acqua con la medesima nomenclatura del bacino pertinente.

4.1. ALLESTIMENTO DEI MODELLI IDRAULICI

La schematizzazione geometrica delle varie aste studiate è stata effettuata in modo da ottenere una buona e realistica rappresentazione del deflusso di piena basandosi sul rilievo topografico celerimetrico dell'area.

Corsi d'acqua demaniali – modello monodimensionale

La schematizzazione dei tombini idraulici in ciascun modello di calcolo numerico è stata effettuata mediante la funzione "Bridge and culverts" del codice di calcolo in questione.

Per il calcolo del profilo di corrente in corrispondenza delle strutture, tra le diverse opzioni offerte dal codice di calcolo, sono state selezionate le equazioni di bilancio dell'energia ed il metodo dei

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 9 DI 33
----------------------------------	--	---------------------

momenti, tra le quali il software seleziona in automatico la formulazione caratterizzata dalla maggiore dissipazione energetica. Finché il livello idrico rimane al di sotto dell'impalcato (low flow), viene assunta la schematizzazione di deflusso non in pressione ovvero a superficie libera; viene invece assunta la schematizzazione con deflusso in pressione e stramazzone al di sopra dell'impalcato (pressure and weir), per le situazioni con livello della corrente tale da interessare l'intradosso del ponte (high flow). Le condizioni limite per il deflusso in pressione sono definite dal programma in base al livello di corrente registrato a monte.

L'ubicazione del tracciato analizzato e delle sezioni di calcolo sono riportate nelle tavole "Planimetrie delle esondazioni".

Rii secondari/Compluvi – modello inlet/outlet control

Le leggi che regolano il deflusso di una corrente attraverso un tombino si rifanno all'idraulica dei canali a pelo libero sino a quando la corrente non è a sezione piena. In letteratura sono disponibili numerosi studi effettuati da diversi autori (Marnell, Nagler, Woodward, Mavis, Straub, Morris, Anderson, Bowers, Shoemaker, Clayton) che hanno investigato casi particolari. Un'indagine sperimentale completa sul comportamento idraulico delle più comuni tipologie di tombini è stata eseguita dal U.S. Bureau of Standard come riportato da French in più pubblicazioni. Sulla base di queste esperienze è stato verificato che l'imbocco di un tombino risulta libero qualora il carico idraulico a monte sia inferiore ad un valore critico definito in funzione delle caratteristiche geometriche dell'imbocco del tombino stesso.

In linea generale sono individuati sei differenti tipi di comportamento (Figura 2), schematizzabili nel modo seguente:

- | | | |
|----|--|--------|
| A. | sbocco sommerso | Tipo 1 |
| B. | sbocco a pelo libero | |
| | 1. carico maggiore del carico critico | |
| | a) tombino idraulicamente lungo | Tipo 2 |
| | b) tombino idraulicamente corto | Tipo 3 |
| | 2. carico inferiore al carico critico | |
| | a) altezza d'acqua di valle maggiore della y_c | Tipo 4 |
| | b) altezza d'acqua di valle minore della y_c | |

i) pendenza $< i_c$

Tipo 5

ii) pendenza $> i_c$

Tipo 6

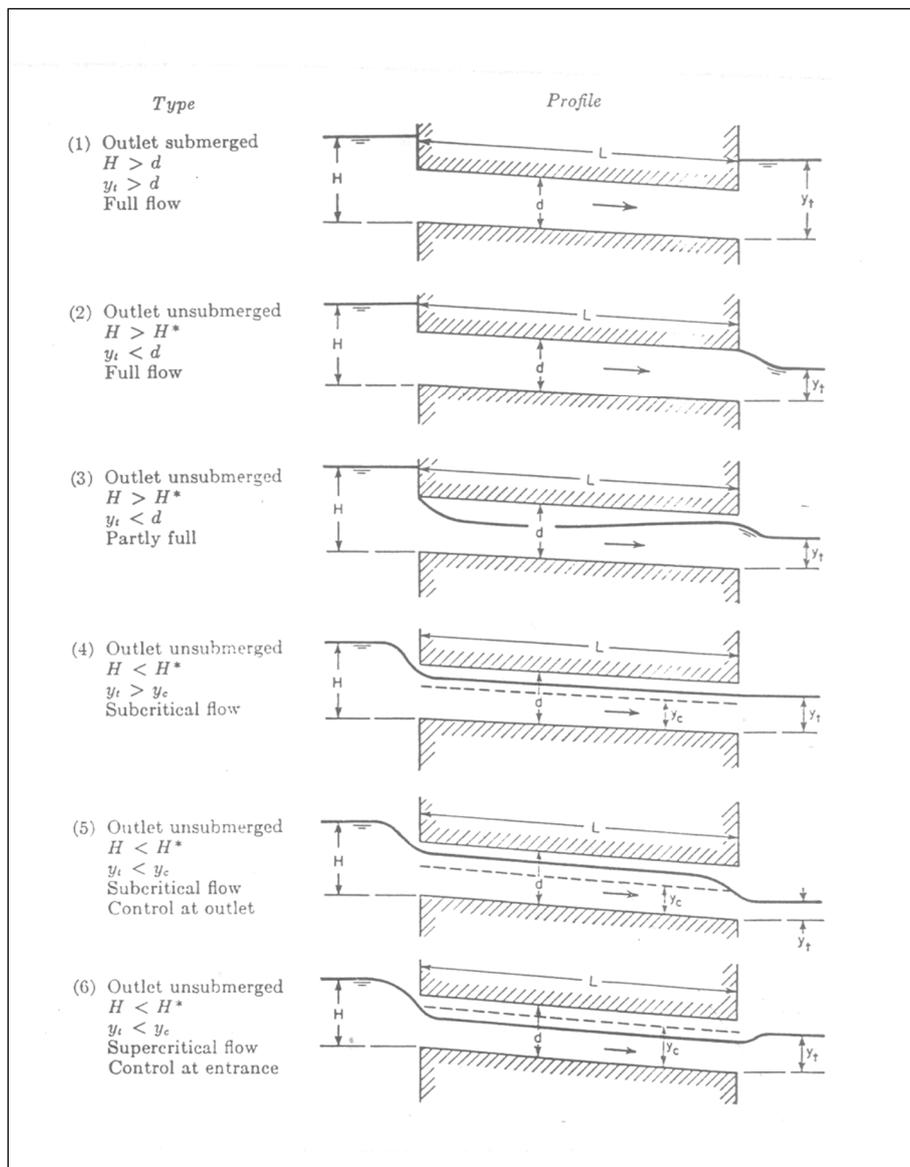


Figura 2: Situazioni di deflusso attraverso un tombino

4.2. CONDIZIONI AL CONTORNO E DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA

Le simulazioni idrodinamiche sono state effettuate in moto permanente. Nello specifico per ciascun modello numerico è stata stabilita una condizione al contorno di monte imponendo la portata di

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 11 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

progetto relativa in ingresso, mentre come condizione al contorno di valle è stato imposto normalmente il deflusso in moto uniforme "Normal Depth", fatto salvo specifici casi di passaggio in corrente critica o di livello imposto.

Per quanto concerne la scabrezza, la valutazione dei coefficienti da inserire in ciascun modello è stata basata su dati di letteratura, sull'esperienza acquisita nel campo della modellistica idraulica, sulle indicazioni rilevate dalle carte del CN regionale e sui rilievi effettuati.

Le aste analizzate presentano connotati di scabrezza mediamente eterogenei per i tratti in alveo, mentre risultano pressoché omogenei per la parte golenale. Sulla scorta di tale analisi si è assunto un valore del coefficiente di Strickler (k) variabile da 18 a 27 m^{1/3}/s (n= 0.055 ÷ 0.037) per gli alvei dei corsi d'acqua naturali, da 40 a 50 m^{1/3}/s (n= 0.02 ÷ 0.025) per alvei rivestiti, mentre per le aree golenali allagabili è stato considerato un valore medio di 15 – 17 m^{1/3}/s (n= 0.066 ÷ 0.059).

Tabella 4: Valori di Manning utilizzati per le varie soluzioni ed alternative di tracciato

	SDF			PROGETTO		
	LOB	CHN	ROB	LOB	CHN	ROB
B08	0.0666	0.055	0.0666	0.0666	0.055	0.0666
B11	0.059	0.045	0.059	0.059	0.037	0.059

Per i modelli effettuate mediante il codice "Inlet outlet control" le scabrezze utilizzate sono le seguenti:

Tabella 5: Coefficienti di scabrezza (Strickler)

Materiale	C [m ³ /s]
Cls	60
Muratura	60
cls – muratura	60
Ondulato metallico	45
cls – ondulato metallico	50
Acciaio	80

4.3. SIMULAZIONI IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

Lo studio del funzionamento idraulico di ciascuna opera in progetto verte sulla verifica del franco idraulico e ubicazione spalle e pile secondo le modalità indicate dalle recenti NTC2018 nel capitolo dedicato alla compatibilità idraulica.

Secondo tale norma valgono i seguenti principali vincoli:

- la portata di verifica di progetto è quella caratterizzata da tempo di ritorno duecentennale;
- il franco calcolato sul livello della portata di progetto deve essere di 1.5 m;

<p style="text-align: center;">RELAZIONE IDRAULICA REV. C</p>	<p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO</p>	<p style="text-align: center;">Pag. 12 DI 33</p>
---	---	---

- il manufatto non deve interessare con rilevati, spalle e pile la sezione del corso d'acqua;
- qualora fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce netta minima tra pile contigue, o fra pila e spalla del ponte, non deve essere inferiore a 40 m misurati ortogonalmente al filone principale della corrente;
- nelle verifiche sui tombini, intendendosi manufatti totalmente rivestiti in sezione, eventualmente suddivisi in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s, è necessario garantire, in caso di funzionamento a superficie libera, un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0.50 m.

L'applicazione di tale normativa si intende riferita a nuovi ponti/tombini, mentre sono necessari adeguati approfondimenti nel caso di nuove strade da raccordare con strade esistenti. È il caso delle opere di prolungamento delle esistenti, o ancor di più per quelle interferenti con il rio B08: in quest'ultimo caso l'asse principale autostradale è ampiamente adeguato (viadotto), mentre il cavalcavia delle rampe e la viabilità esistente a cui il progetto si raccorda risulta adeguato all'evento TR10 anni; la posizione della viabilità secondaria non è tuttavia altrimenti delocalizzabile.

Nella seguente tabella si riportano i risultati delle simulazioni idrauliche effettuate per la verifica idraulica di ciascun'opera in progetto. Si evidenzia quindi il valore del franco idraulico calcolato e quella geometrica calcolata come confronto tra l'altezza utile dell'opera e il tirante idrico registrato nella sezione idraulica immediatamente a monte del manufatto indagato.

I calcoli numerici, sotto forma di profili, tabelle e sezioni trasversali, sono posti in Allegato 1, mentre nella documentazione grafica del progetto vengono riportate le planimetrie di allagamento delle varie aste e le scelte progettuali di sistemazione idraulica (risezionamento e riprofilatura degli alvei, inserimento di difese spondali, realizzazione di salti di fondo e canalizzazioni).

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 13 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

Tabella 6 Risultati delle simulazioni idrauliche (scenario di progetto – evento TR 200 anni) – Svincolo Nord

Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	BxH (m)	Pend. minima (%)	Quota intradosso (m s.l.m.)	TR200						
						Q	Tirante h max	V	Livello idrico	Fr (normativa)	Fr (calcolato)	Fr >1/3H; min 0.5m
						(m³/s)	(m)	(m/s)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
B.04	Non interferente con progetto. Raccordo del rivestimento in confluenza con B05.2											
B.05.1	Rampa 2-2 0+570	Tombino esistente	2.0x2.0	1.0	809.38	2.0	0.78	2.3	808.16	0.67	1.22	Verificato
B.05.2	Rampa 2-2 0+435	Nuovo tombino	4.0x4.0	1.0	798.88	2.0	<0.5	1.9	795.35	1.33	>3.5	Verificato
B.06	Rampa 2-2 0+885	Tombino esistente, prolungamento	5.0x4.0	1.0	821.35	1.7	<0.5	1.6	817.58	1.33	>3.5	Verificato
B.07	Rampa 2-2 1+065	Nuovo tombino (a valle di esistente)	4.0x4.0	1.0	815.90	2.7	<0.5	2.8	812.39	1.33	>3.5	Verificato
B.08	Canale esistente con strada esistente in affiancamento. Intervento di adeguamento strada e inserimento rotatoria C-2. Il canale esistente non contiene la TR200. Vedasi tabella a seguire.											

Tabella 7 Risultati delle simulazioni idrauliche B08: scenario di verifica evento TR 10 anni delle opere di raccordo esistenti

ID Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	Geometria		Pend.	TR10						
			B	H	i	Portata Q	Tirante h media	Tirante h max	Velocità V	Livello idrico	Intradosso minimo attraversamento	Fr (calcolato)
			(m)	(m)	(%)	(m³/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
B08	Pk 4+900	Tombino	5	1.5	0.7	6.6	1.00	1.16	3.09	816.66	817.00	0.34

Tabella 8 Risultati delle simulazioni idrauliche (scenario di progetto – evento TR 200 anni) – Svincolo Nord

Interferenza idraulica	Progr. Asse stradale	Tipologico verificato	BxH	Pend. minima	Quota intradosso	TR200						
						Q	Tirante h max	V	Livello idrico	Fr (normativa)	Fr (calcolato)	Fr >1/3H; min 0.5m
						(m ³ /s)	(m)	(m/s)	(m s.l.m.)	(m)	(m)	(m)
B.10	Rotatoria A-2	Circolare	DN1800	1.0	Var.	3.0	1.0	2.9	887.11	0.60	0.8	Verificato
B.11	Rampa 1-2 0+560	Tombino esistente	3.0x3.0	1.0	906.20.	9.6	0.81	4.2	904.01	2.0	2.19	Verificato
B.12	Rampa 1-2 0+460	Nuovo tombino	DN1200	1.0	904.30	0.9	0.70	2.6	903.84	0.5	1.2	Verificato
B.13	Rampa 1-2 0+210	Tombino esistente	4.0x4.0	1.0	910.0	2.9	0.60	2.7	906.6	1.33	3.4	Verificato

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 15 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

4.1. ANALISI DEI RISULTATI: VERIFICA DI COMPATIBILITA'

Le analisi condotte evidenziano come gli interventi previsti NON peggiorino il quadro di pericolosità idraulica così come definito sia dalle indicazioni PAI e PGRA, sia da quanto definito dall'attuale sistema di deflusso vincolato alle opere idrauliche autostradali recentemente costruite.

L'intervento in esame si pone ad integrazione e completamento delle opere idrauliche esistenti.

4.1.1. Misure di mitigazione per la viabilità esistente del bacino B.08

In merito alle condizioni di allagamento lungo la viabilità esistente del bacino B.08, si ricorda che l'intervento stradale prevede, nell'area critica, una manutenzione ordinaria con allargamento in sede della strada esistente, al fine di raccordare le rampe di progetto con la viabilità esistente.

Le condizioni di criticità idraulica della viabilità esistente possono essere mitigate in generale o mediante interventi di tipo strutturale oppure di tipo non strutturale, potendo infatti agire sia sulla vulnerabilità che sul fattore di pericolosità.

Nel caso specifico, per ridurre la pericolosità idraulica dell'area gli interventi strutturali (vedasi per esempio il rifacimento dell'alveo) risultano avere vasta estensione tanto a monte quanto a valle dell'intervento specifico di progetto stradale, andando ad interessare limiti territoriali ed ambiti posti ben al di fuori della competenza stradale: la sezione d'alveo del canale esistente risulta infatti sempre inadeguata alle portate di progetto duecentennale.

Pertanto, la proposta progettuale per la gestione del rischio lungo questa viabilità è quella di agire mediante interventi NON strutturali, andando ad inserire lungo la viabilità esistente una necessaria segnaletica verticale di limitazione al traffico in caso di eventi meteo intensi, condizione che peraltro andrebbe confermata lungo tutta la viabilità comunale esistente posta in affiancamento al rio in oggetto.

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 16 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

5. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

In coerenza con il progetto stradale, anche il progetto del drenaggio di piattaforma deve necessariamente essere integrato con la rete esistente, sia in termini di funzionalità degli schemi quantitativi, sia in termini di principi qualitativi.

Gli elaborati di progetto sono stati pertanto sviluppati riprendendo i tipologici autostradali già in esercizio:

- le rampe e i raccordi con la viabilità locale prevedono sistemi ad embrici e/o zanelle;
- il collettamento delle acque avviene, nei recapiti già individuati dal progetto autostradale, mediante fossi rivestiti o in terra;
- non sono previsti impianti di trattamento di prima pioggia.

La distribuzione del drenaggio di versante e di piattaforma non altera né aggrava il carico idraulico sulle opere esistenti: i fossi di guardia di progetto garantiscono continuità agli esistenti, senza modificare l'apporto idraulico.

In planimetria sono individuati tutti i fossi di progetto e quotati altimetricamente i raccordi di scorrimento con l'attuale sistema di drenaggio.

5.1. Metodologia

In fase di modellazione idrologica, per il calcolo della portata al colmo con assegnato tempo di ritorno è stato utilizzato il Metodo Razionale. Questo metodo, valido per bacini di modesta estensione, si basa sull'ipotesi che durante un evento meteorico, che inizi istantaneamente e continui con intensità costante, la portata aumenti fino ad un tempo pari al tempo di corrivazione, ovvero fino a quando è tutta l'area del bacino a contribuire al deflusso.

Secondo il Metodo Razionale, il tempo di corrivazione corrisponde quindi alla durata critica, e la portata al colmo Q_c alla sezione di chiusura del bacino, per assegnato tempo di ritorno T , si esprime come:

$$Q_c (T) = \varphi i(t_c) A$$

Dove φ rappresenta il coefficiente di afflusso medio, A la superficie del bacino e $i(t_c)$ l'intensità della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione e tempo di ritorno T .

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 17 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

La valutazione delle grandezze che compaiono a secondo membro della formula è stata effettuata determinando dalla planimetria, per ciascuna sezione di calcolo (nodo idraulico), l'estensione dell'area colante A. In merito al coefficiente di afflusso da attribuire alle superfici perimetrate, si è assunto un valore pari a 1.0 per le aree di piattaforma stradale, 0.6 per le scarpate stradali e 0.3 per le porzioni esterne alla strada.

Come si è detto il valore massimo dell'intensità e quindi dell'afflusso meteorico si ha per una durata della pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino. Quest'ultimo è stato valutato come somma del tempo di accesso alla rete e del tempo di percorrenza del tratto immediatamente a monte della sezione di calcolo.

La valutazione dell'intensità di pioggia corrispondente ad un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione viene naturalmente effettuata con la legge biparametrica (per durate inferiori all'ora):

$$i = at^{n-1}$$

5.2. Interasse embrici, pozzetti, caditoie

La capacità del cordolo di margine è stata effettuata per tutte le casistiche elencate nei capitoli precedenti mediante l'espressione di Chezy, garantendo sempre livelli idraulici tali da contenere la larghezza della vena d'acqua esternamente alla linea bianca di sede stradale e in ogni caso inferiore ad 1 m.

La lunghezza massima di sufficienza del margine stradale rappresenta la lunghezza massima di bacino che il margine (cordolo, cunetta, canaletta etc) è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate a seconda della pendenza longitudinale: per lunghezze superiori è necessario inserire l'elemento di scarico (embrice, caditoia, pozzetto, discenderia etc).

Nel caso siano presenti collettori, sono comunque presenti i pozzetti di manutenzione ed ispezione muniti di griglia-caditoia.

Tabella 9: Capacità di deflusso dei cordoli/cunette di margine

Pendenza longitudinale stradale	RILEVATO		TRINCEA		Interasse embrici/pozzetti			
	Portata del cordolo in rettifilo 2.5%	Portata del cordolo in curva 4%	Portata della cunetta francese rettifilo 2.5%	Portata della cunetta francese rettifilo 4%	Cordolo in rettifilo 2.5%	Cordolo in curva 4%	Cunetta francese rettifilo 2.5%	Cunetta francese rettifilo 4%
i (%)	Q (l/s)	Q (l/s)	Q (l/s)	Q (l/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.2%	5	10	25	31	10	20	>50	>50
0.6%	9	18	43	54	20	40	>50	>50
0.8%	10	20	50	63	20	45	>50	>50
0.9%	11	22	53	67	25	>50	>50	>50
1.0%	12	23	56	70	25	>50	>50	>50
1.2%	13	25	61	77	30	>50	>50	>50
1.3%	13	26	64	80	30	>50	>50	>50
1.8%	16	31	75	94	35	>50	>50	>50
1.9%	16	31	77	97	35	>50	>50	>50
2.0%	16	32	79	99	35	>50	>50	>50
2.1%	17	33	81	102	40	>50	>50	>50
2.5%	18	36	89	111	40	>50	>50	>50
2.6%	19	37	90	113	45	>50	>50	>50
2.7%	19	37	92	116	45	>50	>50	>50
2.8%	19	38	94	118	45	>50	>50	>50
3.0%	20	39	97	122	45	>50	>50	>50

Tabella 10: Capacità di afflusso della carreggiata per scrosci TR25 anni di durata pari a 10 min

TR 25 anni		Durata	DISTANZA (m)								
a = 49	n = 0.448	10 min	10	15	20	25	30	35	40	45	50
RETTIFILLO/CURVA	Area sottesa drenaggio	A (mq)	110	165	220	275	330	385	440	495	550
Largh. 11 m	Portata carreggiata	Q (l/s)	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Indifferentemente dalle verifiche raggiunte, è norma generale mantenere interassi di scarico inferiori a quelli massimi teorici: 15 m per gli eventuali embrici in rilevato, 30 m per i pozzetti di ispezione dei collettori, 25 m per le caditoie in galleria.

Contestualizzando i dati sopra riportati secondo le caratteristiche della livelletta stradale, è possibile fissare l'interasse degli embrici sulla base della massima capacità di deflusso del cordolo.

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 23 DI 33
---	--	--------------------------

RAMPA 2-2

Rettilifilo, curva SX o DX	Massimo /Minimo	Tratto		Lungh. (m)	RILEVATO/TRINCEA/PONTE		Pendenza long. del tratto i (%)	RILEVATO				TRINCEA	
					Ciglio sinistro	Ciglio destro		Ciglio sinistro		Ciglio destro		Ciglio sinistro con cunetta francese	Ciglio destro con cunetta francese
								Interasse Embrici (m)	Cunetta U -	Interasse Embrici (m)	Cunetta U -	Interasse Pozzetti (m)	Interasse Pozzetti (m)
-	-	da km	a km	(m)	-	-	i (%)	(m)	-	(m)	-	(m)	(m)
DX		00+000	00+012	12	RI	TR	1.0%						>50
DX		00+012	00+093	81	TR	TR	4.7%						>50
SX		00+093	00+117	24	TR	TR	1.9%					>50	
SX		00+117	00+120	3	TR	RI	0.9%					>50	
SX	MAX	00+120	00+126	6	RI	RI	0.6%	20					
SX	MAX	00+126	00+164	38	RI	RI	1.0%	25					
DX		00+164	00+204	40	RI	RI	2.8%			45			
DX		00+204	00+221	17	RI	TR	2.8%						>50
DX		00+221	00+224	3	RI	TR	2.8%						>50
DX		00+224	00+228	4	RI	TR	2.8%						>50
DX		00+228	00+295	67	TR	TR	2.8%					>50	>50
DX		00+295	00+312	17	TR	TR	2.8%					>50	>50
DX		00+312	00+346	34	RI	RI	2.8%			45		>50	
DX		00+346	00+357	11	RI	RI	1.9%			35			
DX	MIN	00+357	00+376	19	RI	RI	0.9%			25			
DX	MIN	00+376	00+462	86	RI	RI	2.5%			40			
DX		00+462	00+466	4	RI	TR	5.1%						>50
DX		00+466	00+496	30	RI	TR	5.1%						>50
SX		00+496	00+581	85	RI	TR	5.1%	>50					
SX		00+581	00+633	52	RI	RI	5.1%	>50					

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 24 DI 33
---	--	--------------------------

Rettilifilo, curva SX o DX	Massimo /Minimo	Tratto		Lungh. (m)	RILEVATO/TRINCEA/PONTE		Pendenza long. del tratto i (%)	RILEVATO				TRINCEA	
					Ciglio sinistro	Ciglio destro		Ciglio sinistro		Ciglio destro		Ciglio sinistro con cunetta francese	Ciglio destro con cunetta francese
								Interasse Embrici (m)	Cunetta U -	Interasse Embrici (m)	Cunetta U -		
-	-	da km	a km	(m)	-	-	i (%)	(m)	-	(m)	-	(m)	(m)
SX		00+633	00+817	184	RI	RI	4.7%	>50					
R		00+817	00+861	44	RI	RI	4.7%	>50		>50			
R		00+861	00+911	50	RI	RI	3.8%	>50		>50			
DX	MAX	00+911	00+963	52	RI	RI	1.2%			30			
DX	MAX	00+963	01+015	52	RI	RI	1.3%			30			
R		01+015	01+082	67	RI	RI	4.3%	>50		>50			
R		01+082	01+190	108	RI	RI	6.0%	>50		>50			
DX		01+190	01+202	12	RI	RI	6.0%			>50			
DX		01+202	01+218	16	RI	RI	3.0%			45			

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 26 DI 33
---	--	--------------------------

DEV 4-2

Rettilifeo, curva SX o DX	Massimo /Minimo	Tratto		Lungh. (m)	RILEVATO/TRINCEA/PONTE		Pendenza long. del tratto i (%)	RILEVATO				TRINCEA	
					Ciglio sinistro	Ciglio destro		Ciglio sinistro		Ciglio destro		Ciglio sinistro con cunetta francese	Ciglio destro con cunetta francese
								Interasse Embrici (m)	Cunetta U -	Interasse Embrici (m)	Cunetta U -	Interasse Pozzetti (m)	Interasse Pozzetti (m)
-	-	da km	a km	(m)	-	-	i (%)	(m)	-	(m)	-	(m)	(m)
DX		00+000	00+015	15	TR	TR	1.8%						>50
DX		00+015	00+034	19	TR	TR	3.6%						>50
DX		00+034	00+048	14	TR	TR	7.4%						>50
DX		00+048	00+052	4	RI	TR	7.4%						>50
DX		00+052	00+086	34	RI	TR	9.3%						>50
DX		00+086	00+106	20	TR	TR	7.3%						>50
DX		00+106	00+115	9	TR	TR	3.2%						>50
DX		00+115	00+126	11	RI	TR	3.2%						>50
DX		00+126	00+129	3	RI	TR	1.2%						>50
R		00+129	00+150	21	TR	RI	1.2%			30		>50	
R		00+150	00+161	11	RI	TR	3.4%	>50					>50
DX		00+161	00+163	2	RI	TR	3.4%						>50
DX		00+163	00+166	3	RI	TR	7.8%						>50
DX		00+166	00+176	10	RI	TR	7.8%						>50
DX		00+176	00+196	20	RI	TR	10.0%						>50
DX		00+196	00+202	6	RI	TR	9.3%						>50
DX		00+202	00+209	7	TR	RI	9.3%			>50			
DX		00+209	00+216	7	TR	RI	8.0%			>50			
R		00+216	00+223	7	TR	RI	8.0%			>50		>50	

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 27 DI 33
---	--	--------------------------

Rettilo, curva SX o DX	Massimo /Minimo	Tratto		Lungh. (m)	RILEVATO/TRINCEA/PONTE		Pendenza long. del tratto i (%)	RILEVATO				TRINCEA	
					Ciglio sinistro	Ciglio destro		Ciglio sinistro		Ciglio destro		Ciglio sinistro con cunetta francese	Ciglio destro con cunetta francese
								Interasse Embrici (m)	Cunetta U -	Interasse Embrici (m)	Cunetta U -	Interasse Pozzetti (m)	Interasse Pozzetti (m)
-	-	da km	a km	(m)	-	-	i (%)	(m)	-	(m)	-	(m)	(m)
R		00+223	00+273	50	TR	RI	7.3%			>50		>50	
R		00+273	00+283	10	TR	RI	7.1%			>50		>50	
SX		00+283	00+292	9	TR	RI	6.8%					>50	
SX		00+292	00+308	16	TR	RI	6.7%					>50	
SX		00+308	00+346	38	TR	TR	6.7%					>50	>50
R		00+346	00+360	14	TR	TR	6.7%					>50	>50

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 28 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

5.3. Collettori

I collettori/tubazioni sono dimensionati sia per le acque di piattaforma che per quelle di versante, qualora siano connessi al sistema di canali/fossi.

Tabella 12: Trincea: capacità di afflusso della carreggiata per scrosci TR25 anni di durata pari a 10 min

TR 25 anni		Durata	DISTANZA (m)				
a = 49	n = 0.448	10 min	100	200	300	400	500
RETTIFILO/CURVA	Area sottesa drenaggio	A (mq)	1100	2200	3300	4400	5500
Largh. 11 m	Portata carreggiata	Q (l/s)	41	82	122	163	204

I collettori previsti in progetto hanno dimensione variabile tra DN300 (minimo) e DN800 (massimo). Sono previsti collettori in materiale plastico con coefficiente di scabrezza k_s di Strickler posto pari a $75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Il dimensionamento dei collettori avviene in modo che il rapporto tra portata di moto uniforme e portata di progetto per l'evento di 25 anni non sia superiore a 70%.

Nella seguente Tabella 13 si riportano i risultati del dimensionamento dei collettori previsti.

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 29 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

Tabella 13: Dimensionamento dei collettori

TRATTO	Tempo ingresso in rete	Sup. TOT	FI TOT	Lunghezza tratto fognario	DN	i (pendenza imposta)	Portata di moto uniforme Qr	Durata critica	Intensità pioggia	Portata critica Qc	Rapporto tra Qc/Qr	h/D
-	<i>min</i>	<i>ha</i>	-	<i>m</i>	<i>mm</i>	-	<i>l/s</i>	<i>min</i>	<i>mm/ora</i>	<i>l/s</i>	-	-
Rampa 1-2 - DN 500	5	0.36	1.0	358	500	0.01	368	7	161	160	0.44	0.46
Rampa 1-2 - DN 300	5	0.02	1.0	25	300	0.01	67	5	190	13	0.19	0.29
Dev SS19 1° tratto - DN 300 DX	5	0.11	0.8	76	300	0.02	133	5	187	48	0.36	0.41
Dev SS19 1° tratto - DN 400 SX	5	0.12	0.8	78	400	0.02	287	5	188	52	0.18	0.28
Dev SS19 1° tratto - DN 400 DX	5	0.17	0.9	58	400	0.02	287	6	183	75	0.26	0.34
Dev SS19 2° tratto - DN 400	5	0.38	0.7	188	400	0.01	203	6	172	128	0.63	0.57
Dev SS19 2° tratto - DN 400	5	0.06	1.0	59	400	0.02	287	5	190	31	0.11	0.22
Rampa 2-2 DN 400 DX	5	0.09	0.9	68	400	0.02	287	5	189	41	0.14	0.25
Rampa 2-2 DN 500 SX	5	0.11	0.9	89	500	0.02	520	5	188	54	0.10	0.21
Rampa 2-2 DN 800	5	1.50	0.4	108	800	0.02	1822	5	189	277	0.15	0.26
Rampa 3-2 DN 500	5	0.26	1.0	173	500	0.02	520	6	182	131	0.25	0.34
Dev 4-2 DN 300	5	0.14	1.0	113	300	0.02	133	6	183	68	0.51	0.50
Dev 4-2 DN 300	5	0.07	0.9	69	300	0.02	133	5	187	35	0.26	0.34

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 30 DI 33
----------------------------------	--	----------------------

5.4. Fossi di guardia

Il sistema dei fossi di guardia è ad integrazione dei fossi esistenti già presenti a difesa dell'autostrada; pertanto, il principio di dimensionamento e progettazione è focalizzato al corretto mantenimento del drenaggio della rete esistente.

I fossi di monte (lato versante) mantengono pertanto le caratteristiche degli attuali, recentemente realizzati.

I fossi a valle dell'autostrada sostituiscono e si raccordano con i fossi esistenti, fungendo da raccolta quasi esclusivamente della sola acqua di piattaforma stradale.

La sezione tipo è sempre trapezia, in terra o rivestita in calcestruzzo, con sponda inclinata a 45°, denominata a seconda della dimensione:

- Tipo 1 – dimensioni in cm 50x50x50;
- Tipo 2 – dimensioni in cm 75x75x75.

Il coefficiente di scabrezza per il calcestruzzo è stato assunto pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, e pari a $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i fossi in terra.

La verifica di riempimento risulta soddisfatta quando il rapporto tra la portata critica afferente e la massima defluibile è inferiore 70%.

5.1. Nuovo intervento e coefficiente di deflusso

Nel presente capitolo si valuta, in termini di peso relativo del coefficiente di deflusso, l'impatto che le nuove superfici impermeabili hanno sui recapiti finali rispetto a condizioni ANTE OPERAM.

La realizzazione dei due svincoli funzionali all'autostrada genera le seguenti nuove superfici impermeabili:

Tabella 14: Superfici impermeabili dei nuovi svincoli

ID	Sup. impermeabile [ha]	Sup. impermeabile [kmq]	Coeff. Deflusso
Svincolo Nord	1.7	0.17	0.9
Svincolo Sud	1.3	0.13	0.9

I bacini naturali interessati, le cui aree sono di seguito ricordate, hanno coefficiente di deflusso variabile: a titolo cautelativo per la presente verifica si ipotizza un valore uniforme basso e pari a

0.4 (maggiore è la differenza di coefficiente di deflusso, maggiori sono le pressioni idrauliche indotte).

Tabella 15: Superfici di versante dei bacini complessivi sottesi

Svincolo	Bacino ID	Area (kmq)	Coeff. Deflusso
Nord	B04	0.02	0.4
	B05	0.13	0.4
	B06	0.11	0.4
	B07	0.17	0.4
	B08	2.06	0.4
	TOT	2.49	0.4
Sud	B10	0.20	0.4
	B11	0.75	0.4
	B12	0.06	0.4
	B13	0.19	0.4
	TOT	1.33	0.4

In termini di superfici, in senso assoluto le nuove aggiunte sono dell'ordine dell'unità percentuale rispetto ai bacini esistenti.

In termini invece di coefficiente di deflusso, nella tabella a seguire il confronto tra il coefficiente di deflusso in condizioni ANTE OPERAM e quello POST OPERAM sui recapiti finali definisce valori di incremento inferiori al 10%.

Tabella 16: Confronto coefficiente di deflusso

ID	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Variazione percentuale
Svincolo Nord	0.4	0.43	<10%
Svincolo Sud	0.4	0.44	<10%

Per tali motivi è possibile affermare che la pressione idraulica generata dal nuovo intervento sia di livello BASSO e trascurabile.

5.2. Conclusioni: compatibilità del sistema di drenaggio

La realizzazione dei nuovi svincoli è a complemento funzionale dell'autostrada esistente. Le opere relative al progetto dei due svincoli (nord e sud) per la componente idraulica di superficie si integrano pertanto a quelle previste e realizzate per l'asse principale dell'autostrada.

RELAZIONE IDRAULICA REV. C	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 32 DI 33
---	--	--------------------------

Le nuove reti di drenaggio di piattaforma tengono conto dei contributi sia dei versanti esterni che delle opere esistenti, oltre che dei nuovi bacini di piattaforma generati con l'intervento di progetto.

Dal confronto delle aree di impermeabilizzazione tra ANTE e POST OPERAM (v. tavola T00ID00IDRPL06A-Tavola dei recapiti e dei bacini sottesi) si evincono trascurabili incrementi percentuali di superficie impermeabile, se confrontati sia con la superficie impermeabile dell'autostrada esistente ma soprattutto con i bacini naturali sottesi.

Pertanto, la realizzazione delle nuove rampe di fatto non genera modifiche o incrementi rispetto al quadro di pressioni idrauliche esistenti.

ALLEGATI

Indice

1 ALLEGATO - RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE

- 1.1 CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO
 - 1.1.1. Corso d'acqua B08 (Configurazione di stato di fatto - Evento TR 200 anni)
 - 1.1.2. Corso d'acqua B11 (Configurazione di stato di fatto - Evento TR 200 anni)
- 1.2 CONFIGURAZIONE DI PROGETTO
 - 1.2.1. Corso d'acqua B04 (Configurazione di progetto - Evento TR 200 anni)
 - 1.2.2. Corso d'acqua B05 (Configurazione di progetto - Evento TR 200 anni)
 - 1.2.3. Corso d'acqua B06 (Configurazione di progetto - Evento TR 200 anni)
 - 1.2.4. Corso d'acqua B07 (Configurazione di progetto - Evento TR 200 anni)
 - 1.2.5. Corso d'acqua B08 (Configurazione di progetto – Evento TR 10 anni)
 - 1.2.6. Corso d'acqua B08 (Configurazione di progetto – Evento TR 200 anni)
 - 1.2.7. Corso d'acqua B10 (Configurazione di progetto – Evento TR 200 anni)
 - 1.2.8. Corso d'acqua B11 (Configurazione di progetto – Evento TR 200 anni)
 - 1.2.9. Corso d'acqua B12 (Configurazione di progetto – Evento TR 200 anni)
 - 1.2.10. Corso d'acqua B13 (Configurazione di progetto – Evento TR 200 anni)

1 ALLEGATO -
RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE

1.1 CONFIGURAZIONE DI STATO DI FATTO

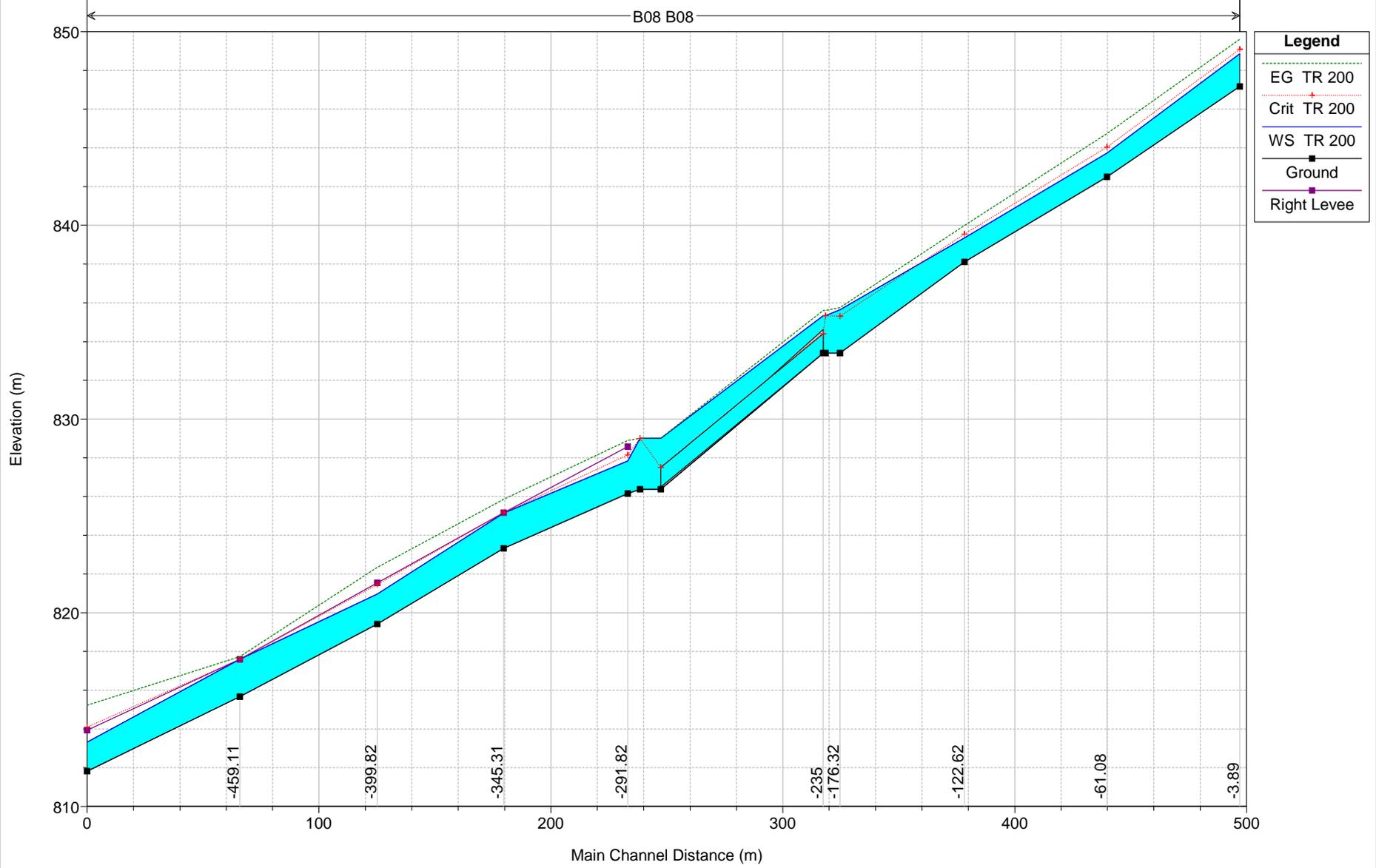
1.1.1. Corso d'acqua B08
(Configurazione di stato di fatto -
Evento TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: B08_SDF_Rev01 River: B08 Reach: B08 Profile: TR 200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B08	-3.89	TR 200	23.50	847.17	1.69	848.86	849.09	-0.23	1.37	849.61	4.23	3.41	0.75	584.97	0.60
B08	-61.08	TR 200	23.50	842.50	1.24	843.74	844.04	-0.30	1.46	844.74	4.78	4.02	0.82	722.03	0.71
B08	-122.62	TR 200	23.50	838.11	1.24	839.35	839.55	-0.20	1.37	840.00	3.92	3.14	0.78	494.67	0.54
B08	-176.32	TR 200	23.50	833.40	2.24	835.64	835.31	0.33	0.42	835.75	1.82	1.41	0.88	102.29	0.82
B08	-182.48	TR 200	23.50	833.40	1.93	835.33	835.33	0.00	0.74	835.61	2.92	2.17	0.74	278.81	0.63
B08	-235		Culvert												
B08	-286.54	TR 200	23.50	826.37	2.63	829.00	829.00	0.00	0.10	829.01	0.42	0.35	1.21	4.93	1.24
B08	-291.82	TR 200	23.50	826.15	1.68	827.84	828.15	-0.31	1.39	828.89	4.55	4.55	0.85	649.37	1.09
B08	-345.31	TR 200	23.50	823.33	1.82	825.14	825.17	-0.03	1.08	825.86	3.92	3.09	1.11	441.30	0.50
B08	-399.82	TR 200	23.50	819.41	1.55	820.97	821.45	-0.48	1.72	822.34	5.20	5.16	0.79	869.39	0.89
B08	-459.11	TR 200	23.50	815.66	1.94	817.60	817.60	0.00	0.60	817.73	2.11	1.21	0.92	135.46	0.41
B08	-524.96	TR 200	23.50	811.81	1.51	813.32	814.09	-0.77	1.95	815.22	6.10	6.10	0.74	1219.33	1.00

B08 Plan: B08_SDF_Rev01

B08 B08



Elevation (m)

Main Channel Distance (m)

Legend

- EG TR 200
- Crit TR 200
- WS TR 200
- Ground
- Right Levee

-459.11

-399.82

-345.31

-291.82

-235

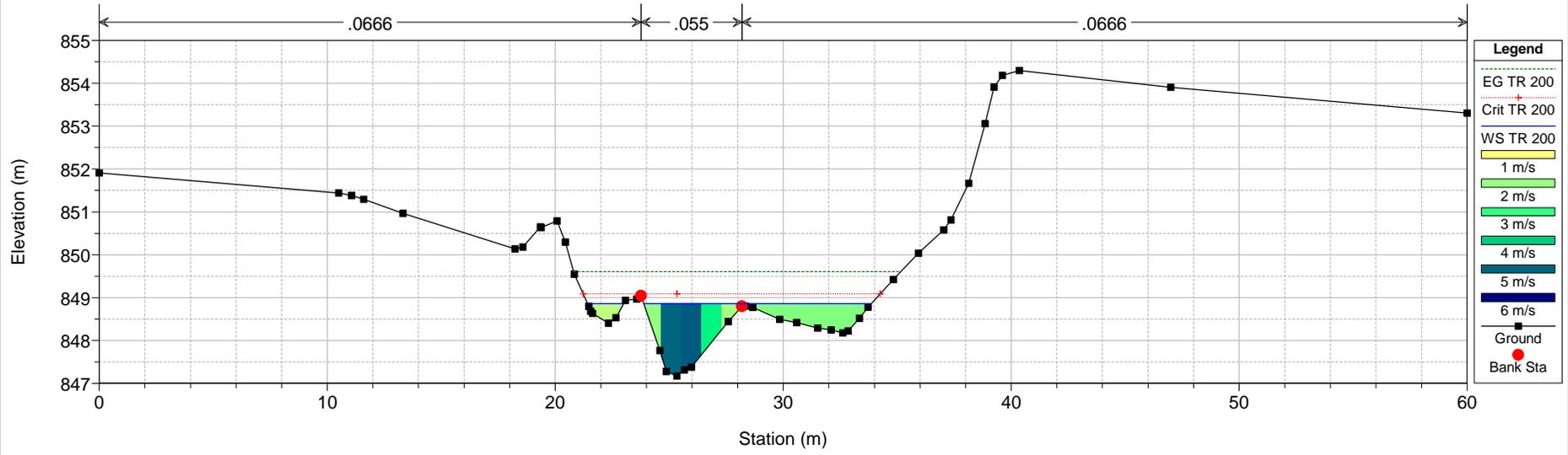
-176.32

-122.62

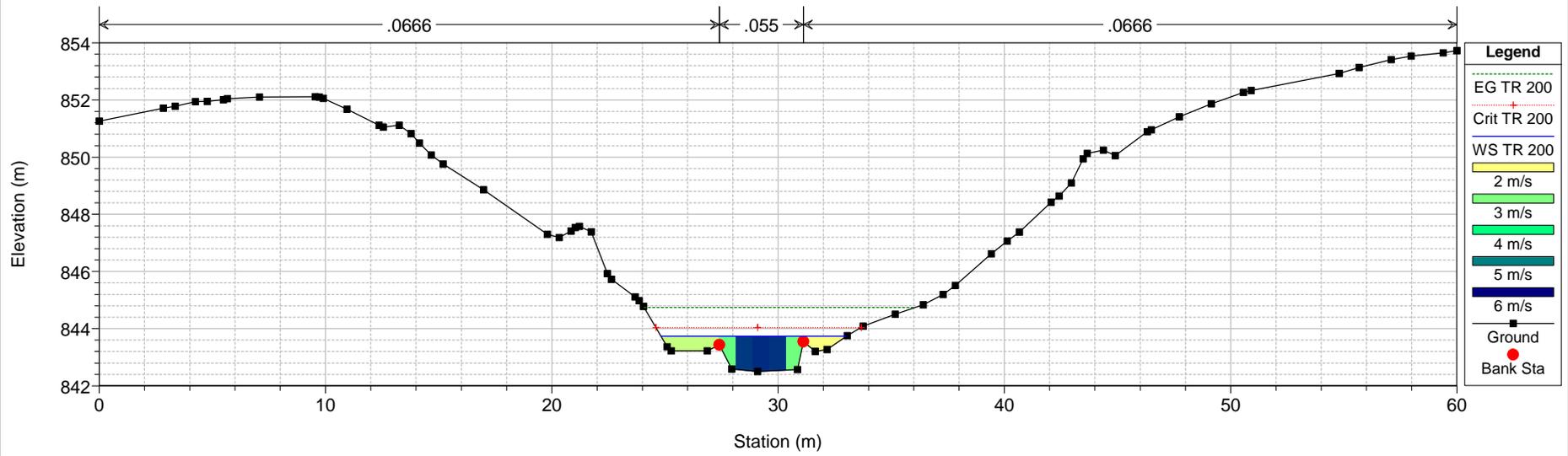
-61.08

-3.89

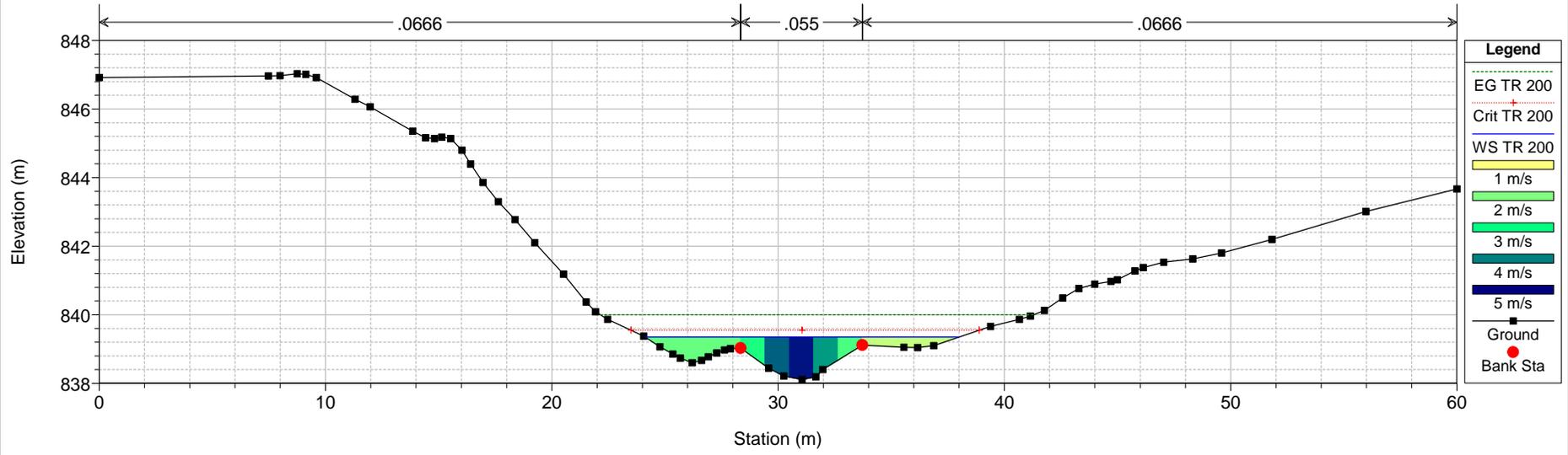
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



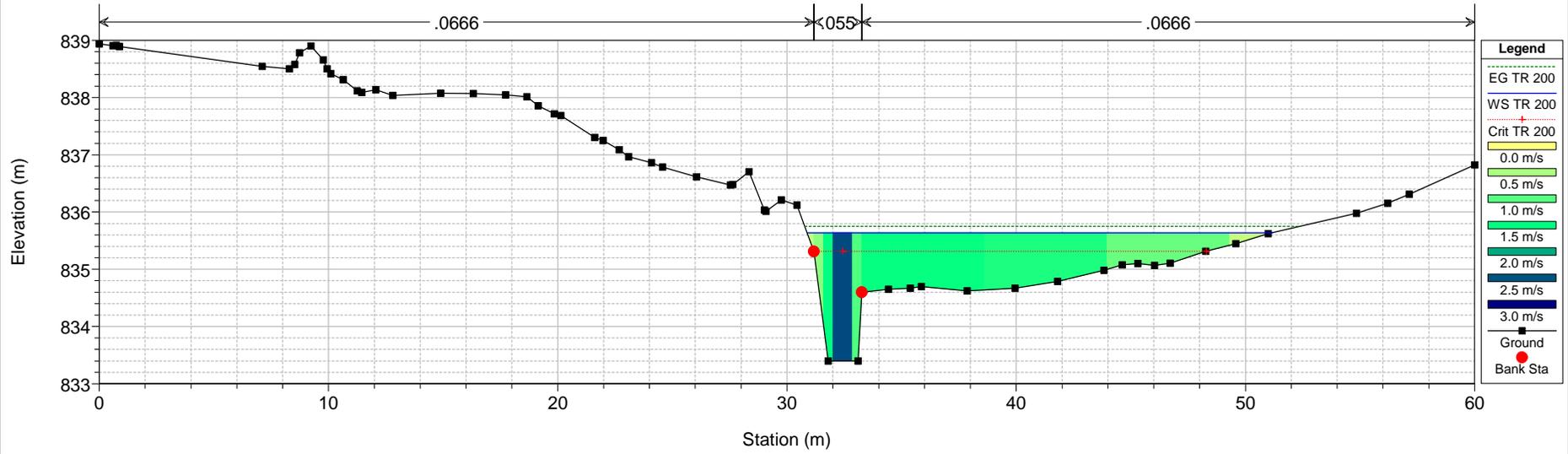
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



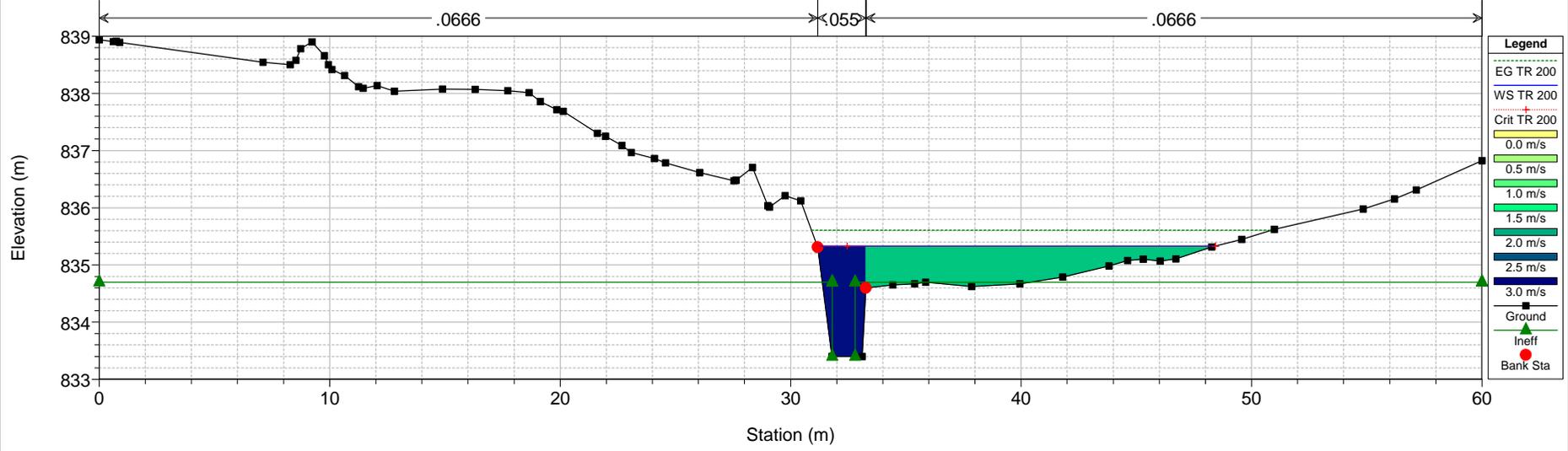
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



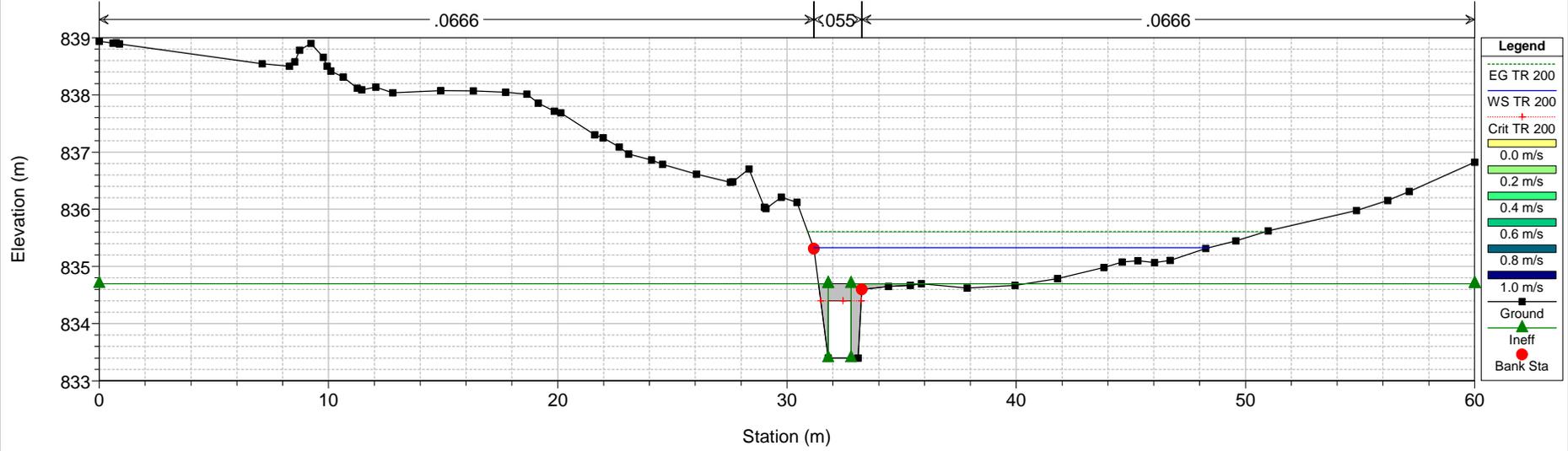
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



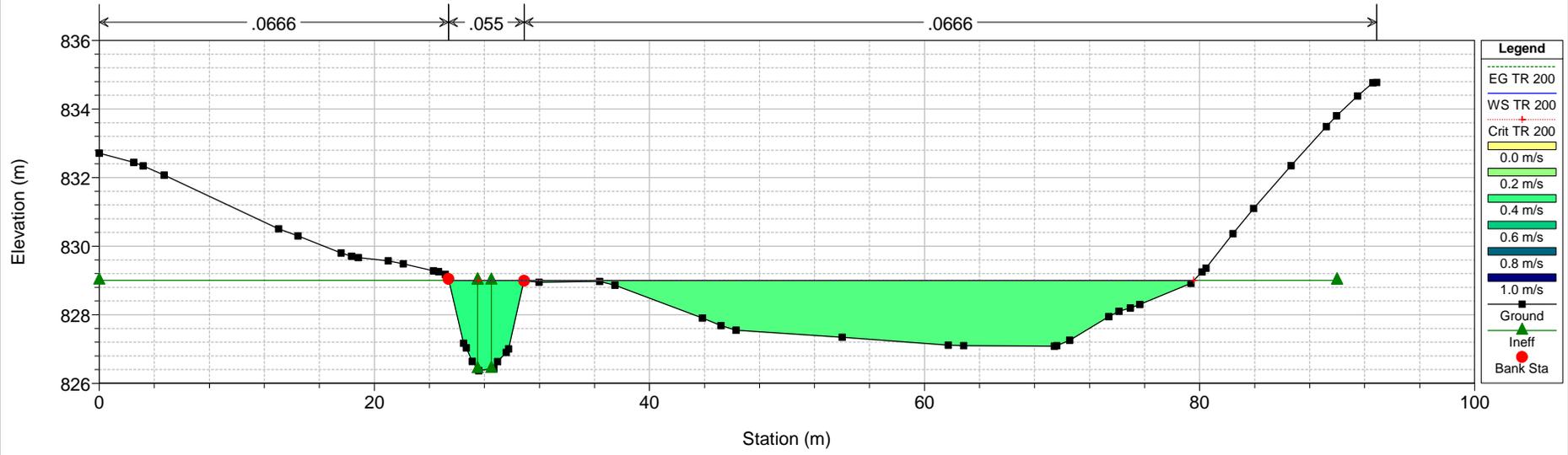
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



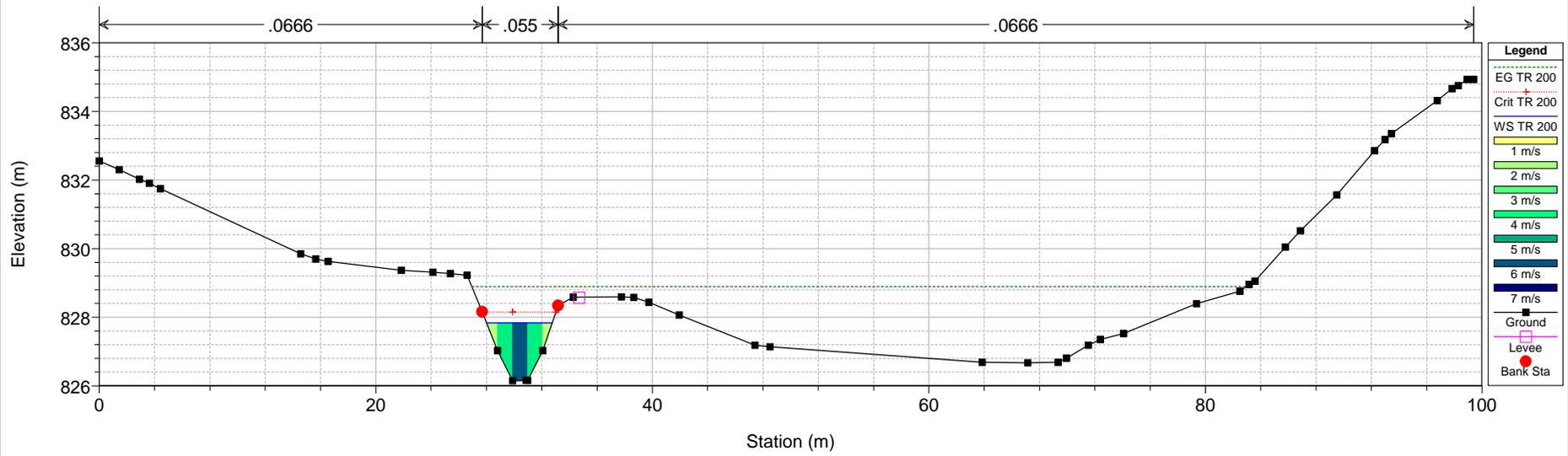
B08 Plan: B08_SDF_Rev01
Tombino esistente



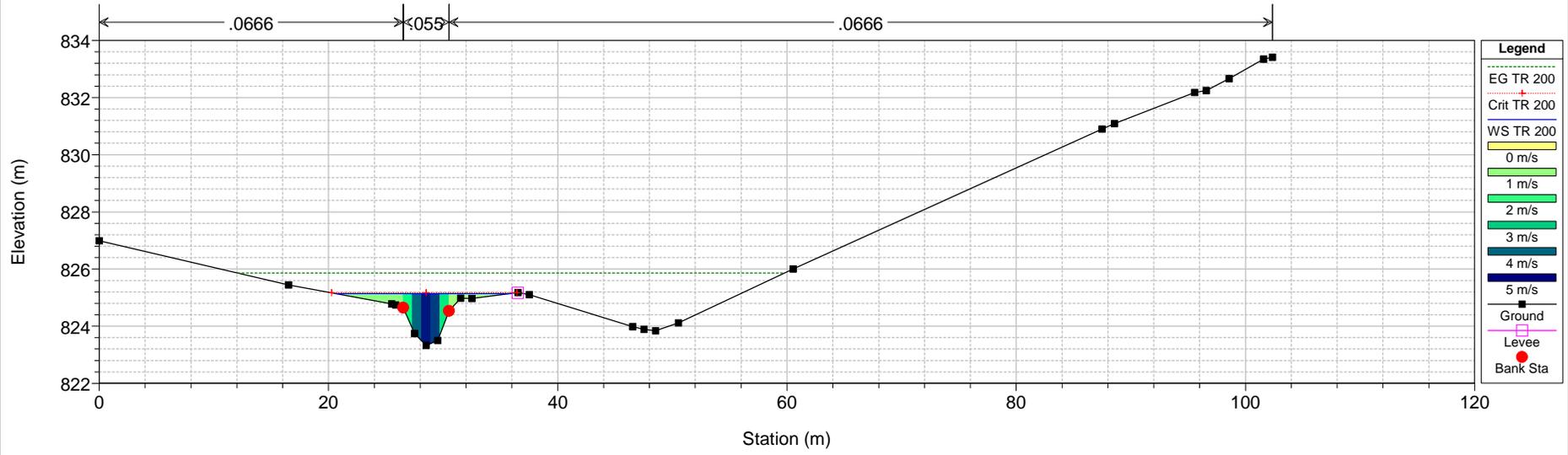
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



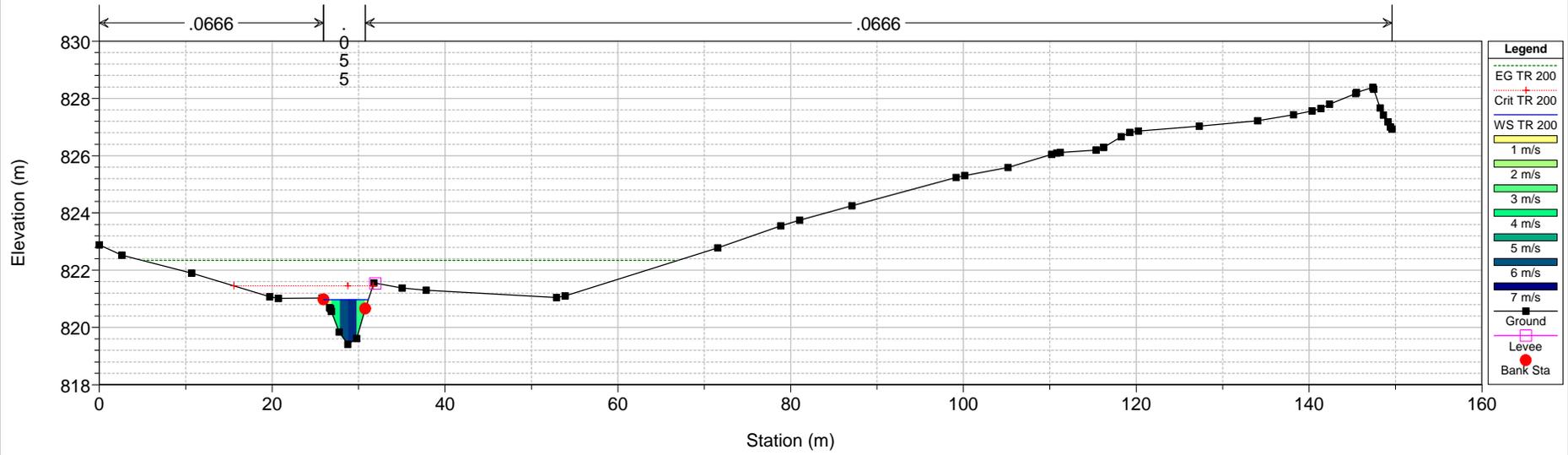
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



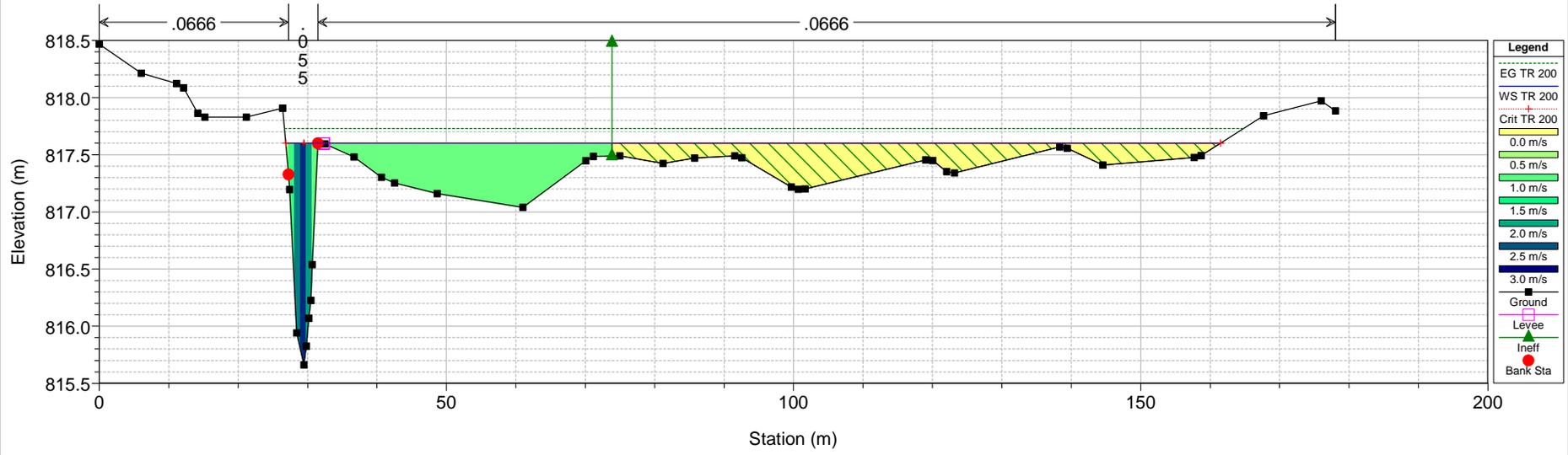
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



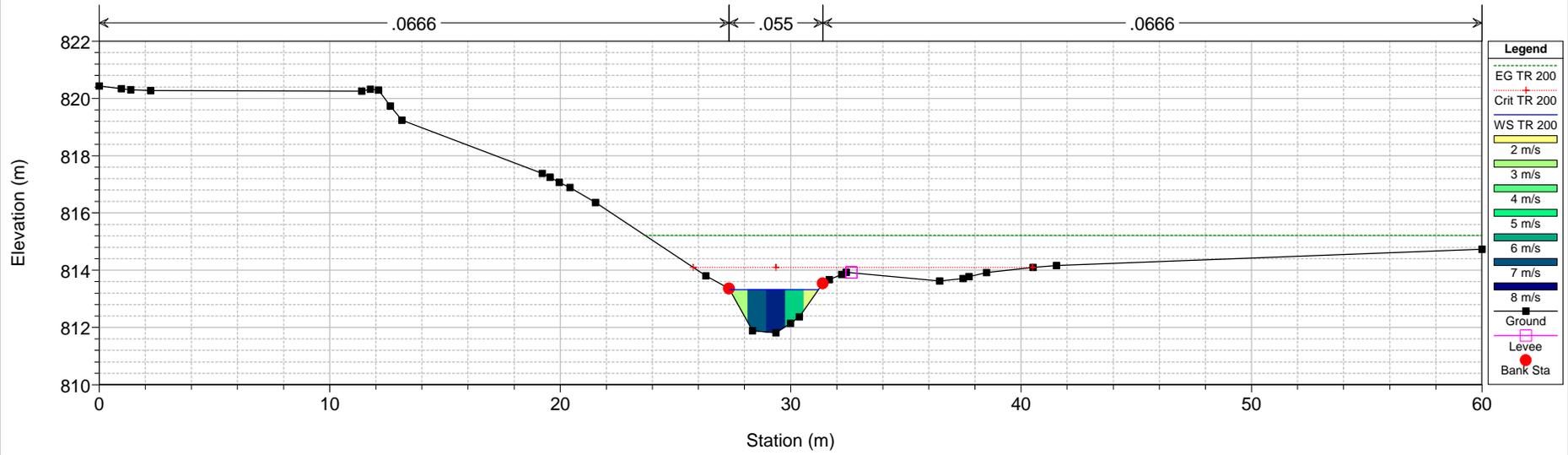
B08 Plan: B08_SDF_Rev01



B08 Plan: B08_SDF_Rev01



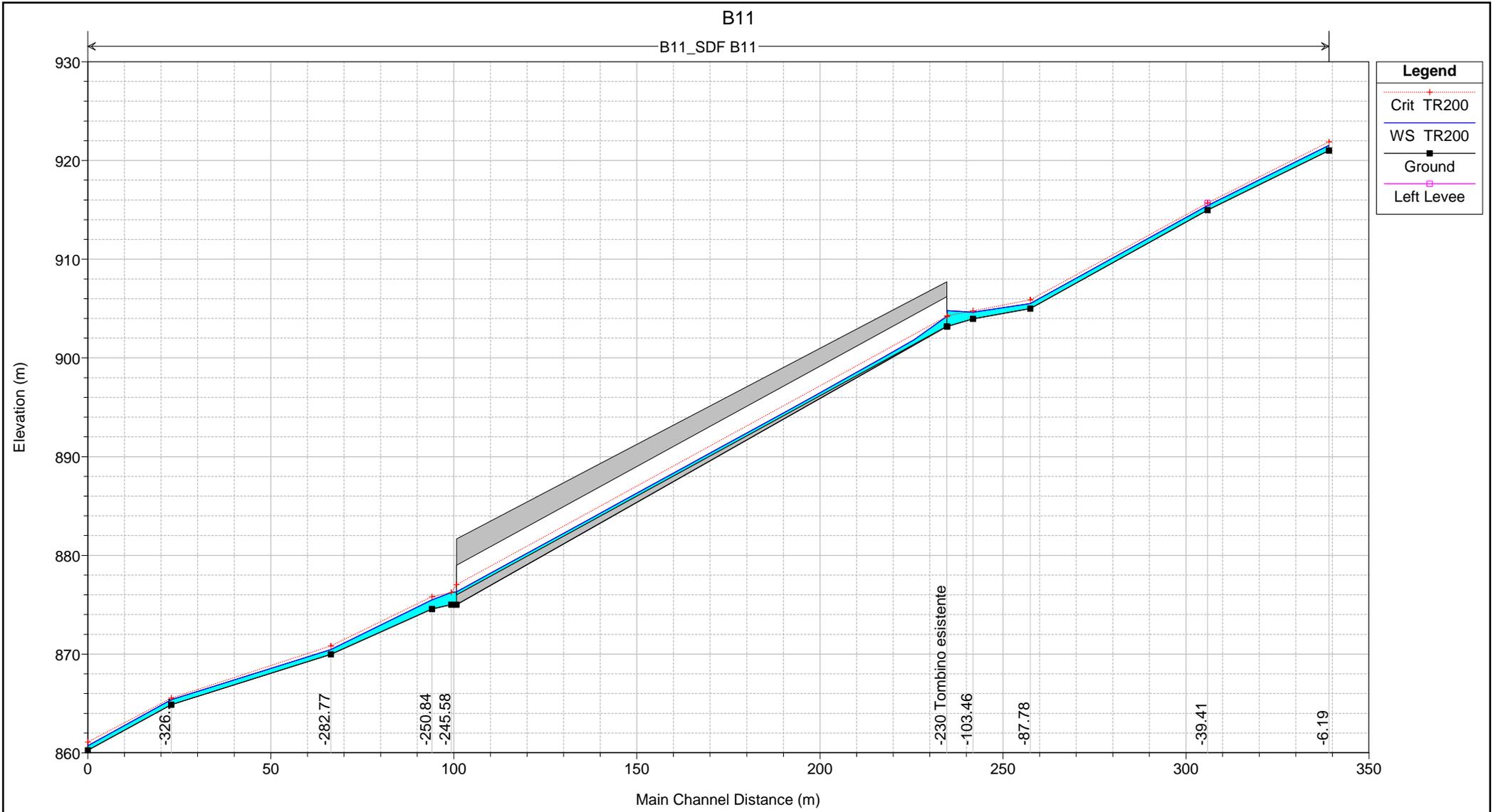
B08 Plan: B08_SDF_Rev01

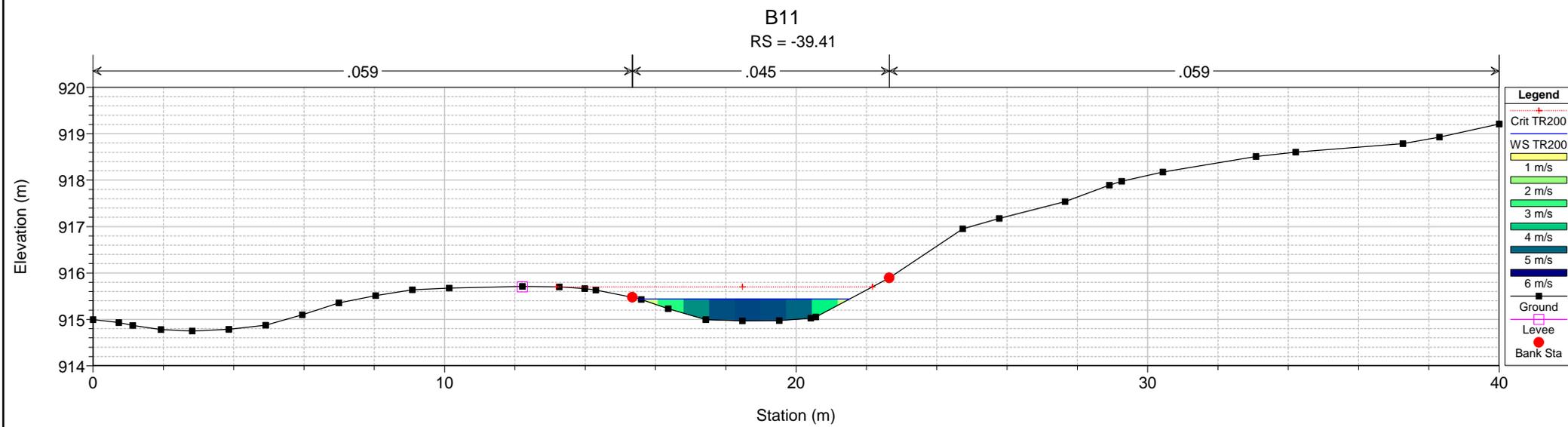
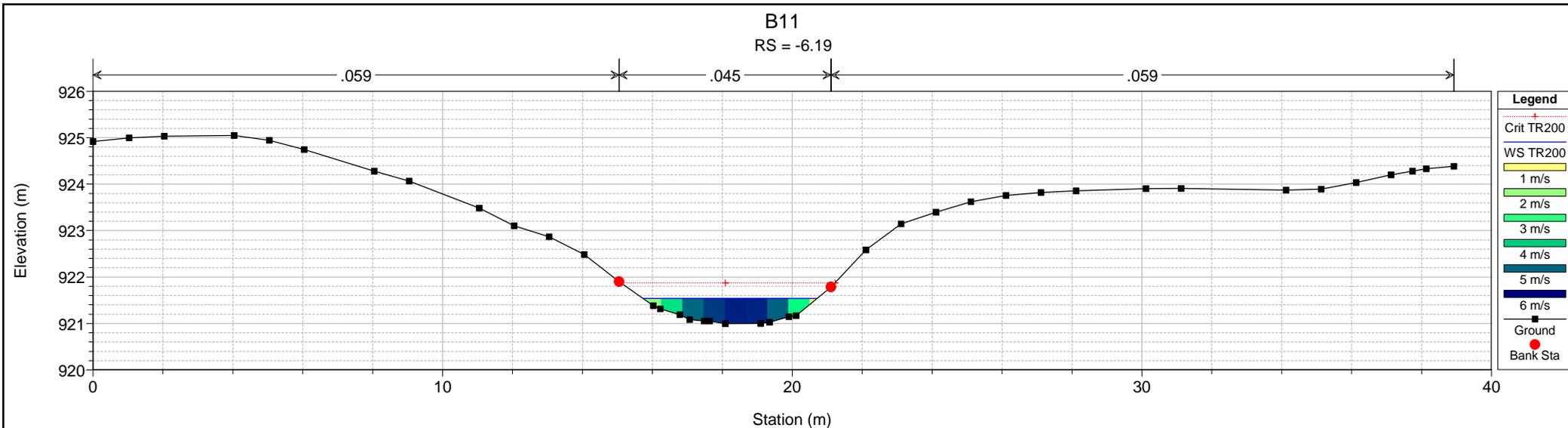


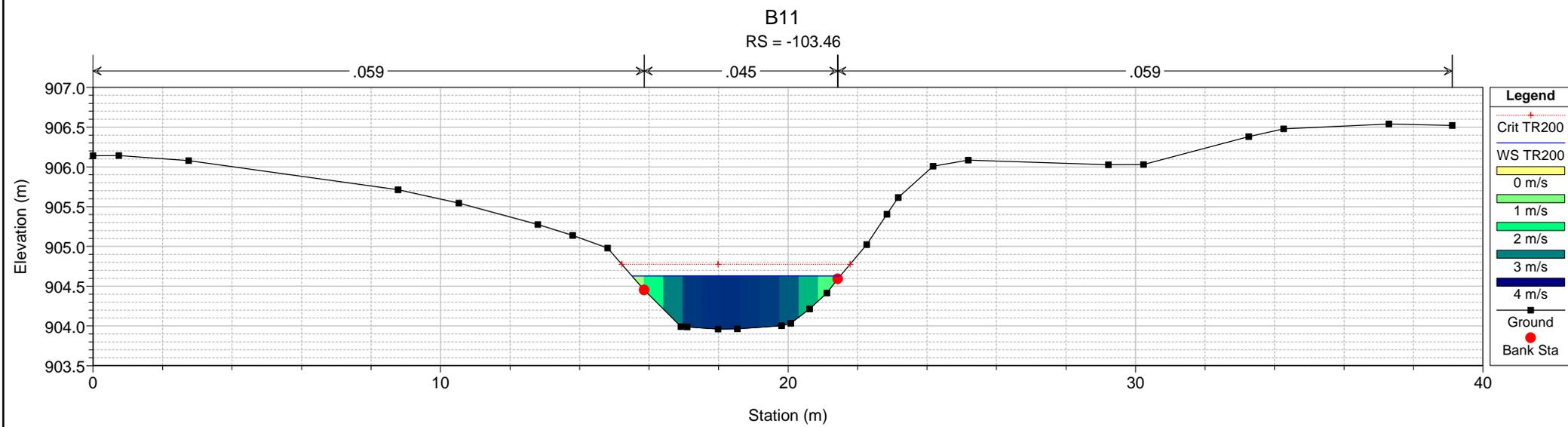
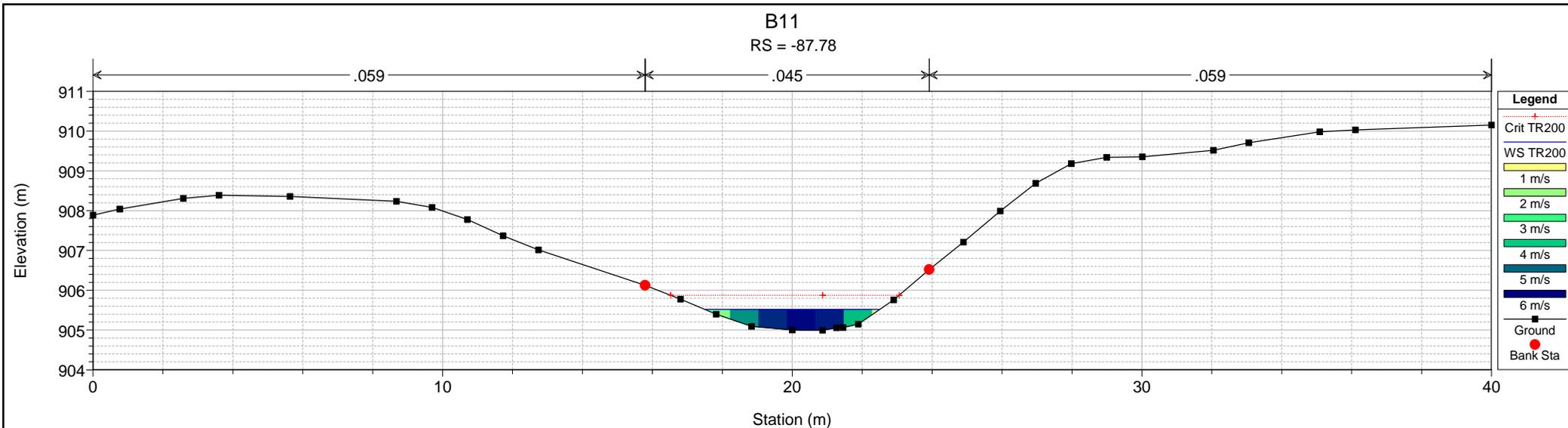
1.1.2. Corso d'acqua B11
(Configurazione di stato di fatto -
Evento TR 200 anni)

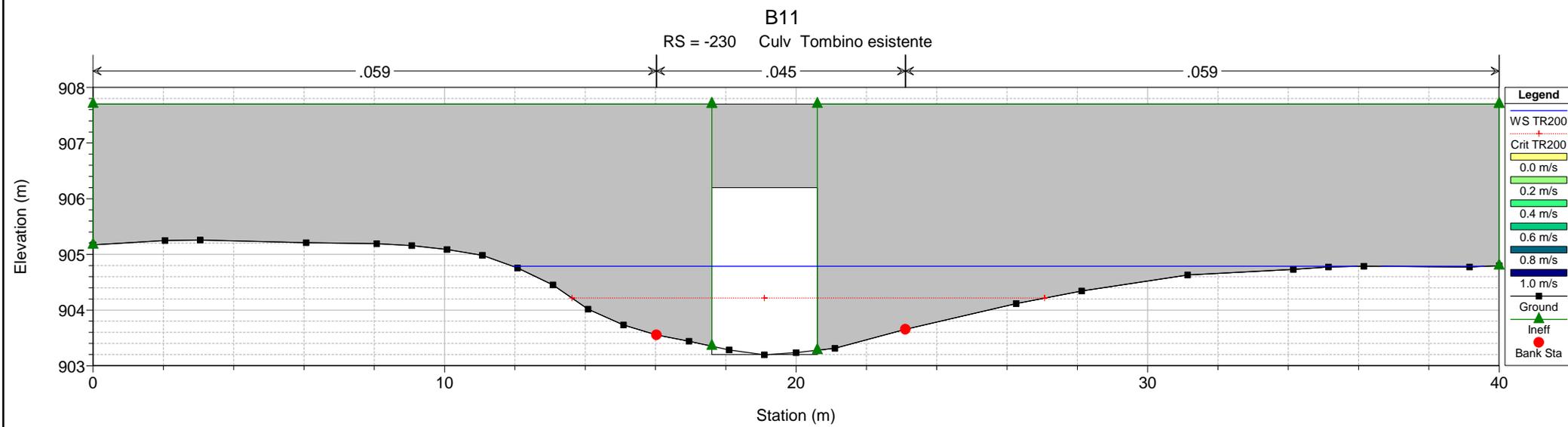
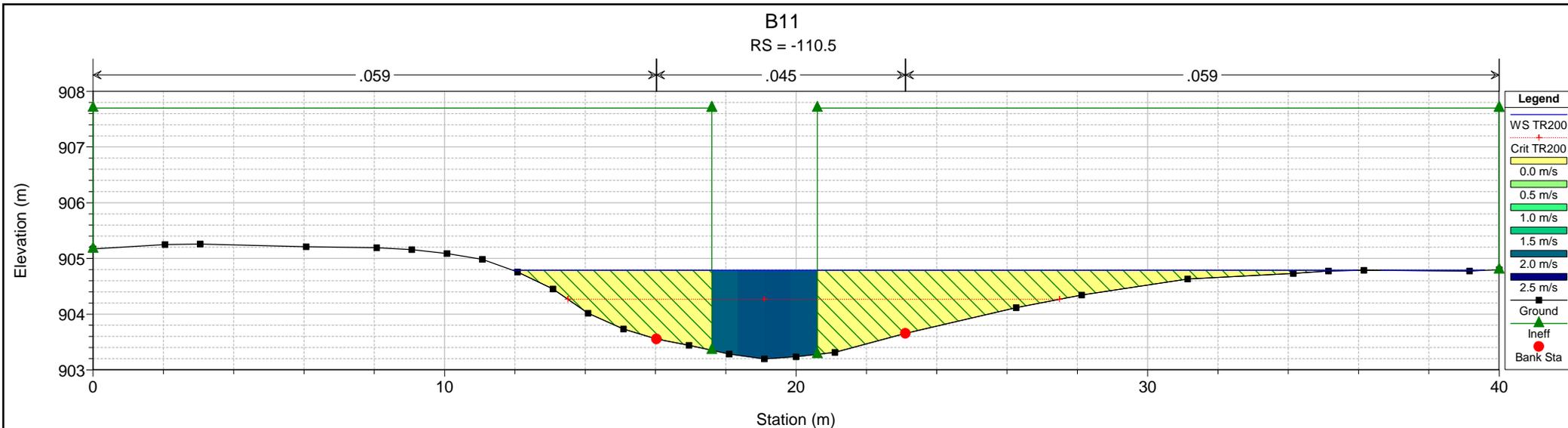
HEC-RAS Plan: B11_SDF River: B11_SDF Reach: B11 Profile: TR200

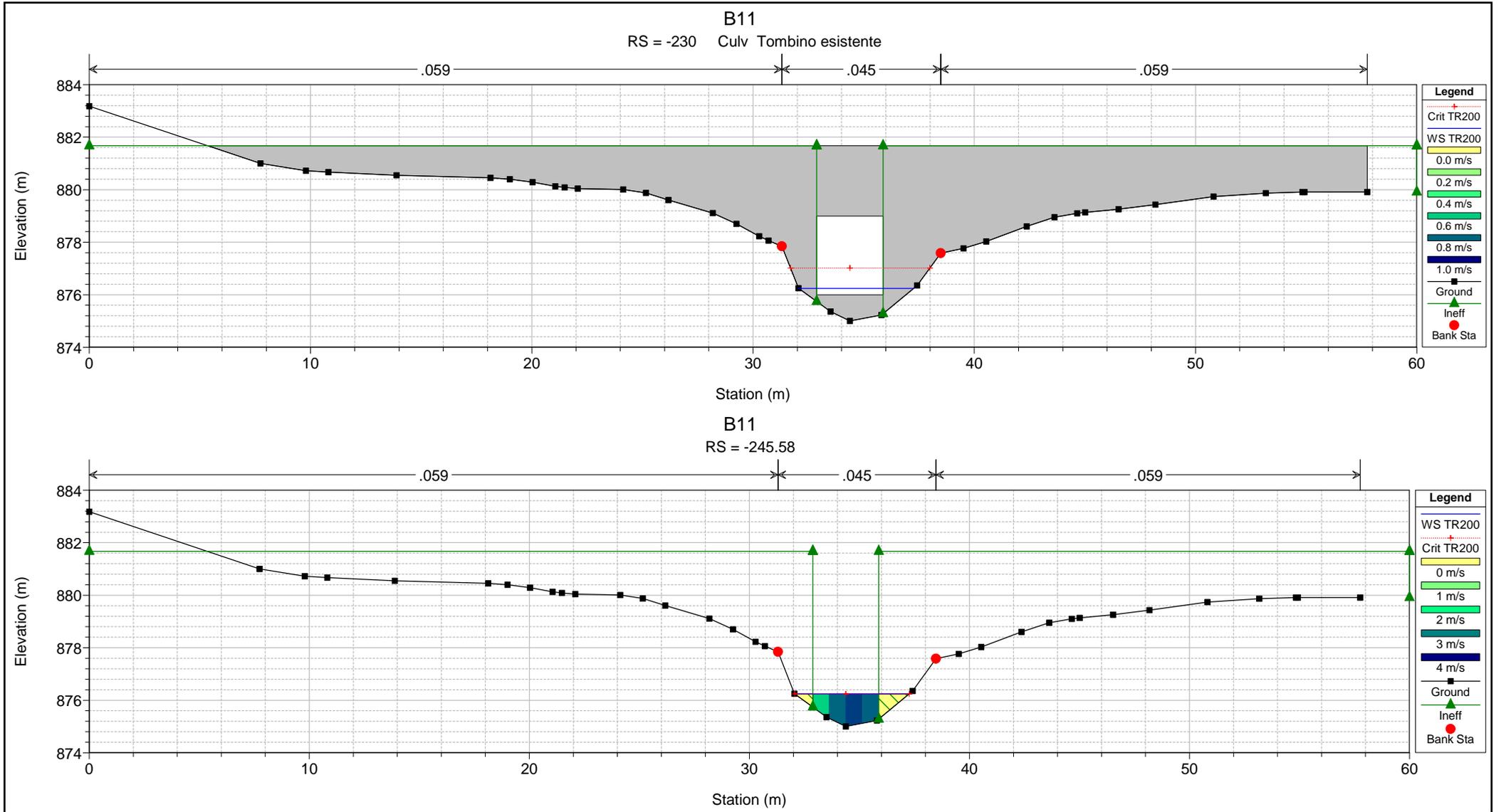
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B11	-6.19	TR200	9.60	921.00	0.54	921.54	921.87	-0.33	2.51	922.77	4.92	4.92	0.38	665.38	0.39
B11	-39.41	TR200	9.60	914.97	0.69	915.44	915.70	-0.26	2.56	916.56	4.69	4.69	0.33	629.66	0.34
B11	-87.78	TR200	9.60	904.99	0.52	905.52	905.88	-0.36	2.68	906.86	5.14	5.14	0.36	735.90	0.37
B11	-103.46	TR200	9.60	903.96	0.67	904.63	904.78	-0.15	1.42	905.16	3.25	3.22	0.51	261.72	0.50
B11	-110.5	TR200	9.60	903.20	1.59	904.79	904.27	0.52	0.54	905.01	2.08	2.08	1.53	74.85	1.54
B11	-230		Culvert												
B11	-245.58	TR200	9.60	875.00	1.24	876.24	876.24	0.00	1.00	876.75	3.15	3.15	0.95	200.36	1.02
B11	-250.84	TR200	9.60	874.56	0.95	875.51	875.82	-0.31	1.86	876.49	4.40	4.40	0.50	483.10	0.57
B11	-282.77	TR200	9.60	869.98	0.48	870.46	870.83	-0.37	3.15	872.05	5.58	5.58	0.31	912.09	0.32
B11	-326.36	TR200	9.60	864.88	0.51	865.38	865.54	-0.16	1.64	865.89	3.14	3.14	0.37	273.52	0.37
B11	-349.2	TR200	9.60	860.25	0.47	860.72	861.10	-0.38	3.45	862.50	5.91	5.91	0.29	1044.98	0.30

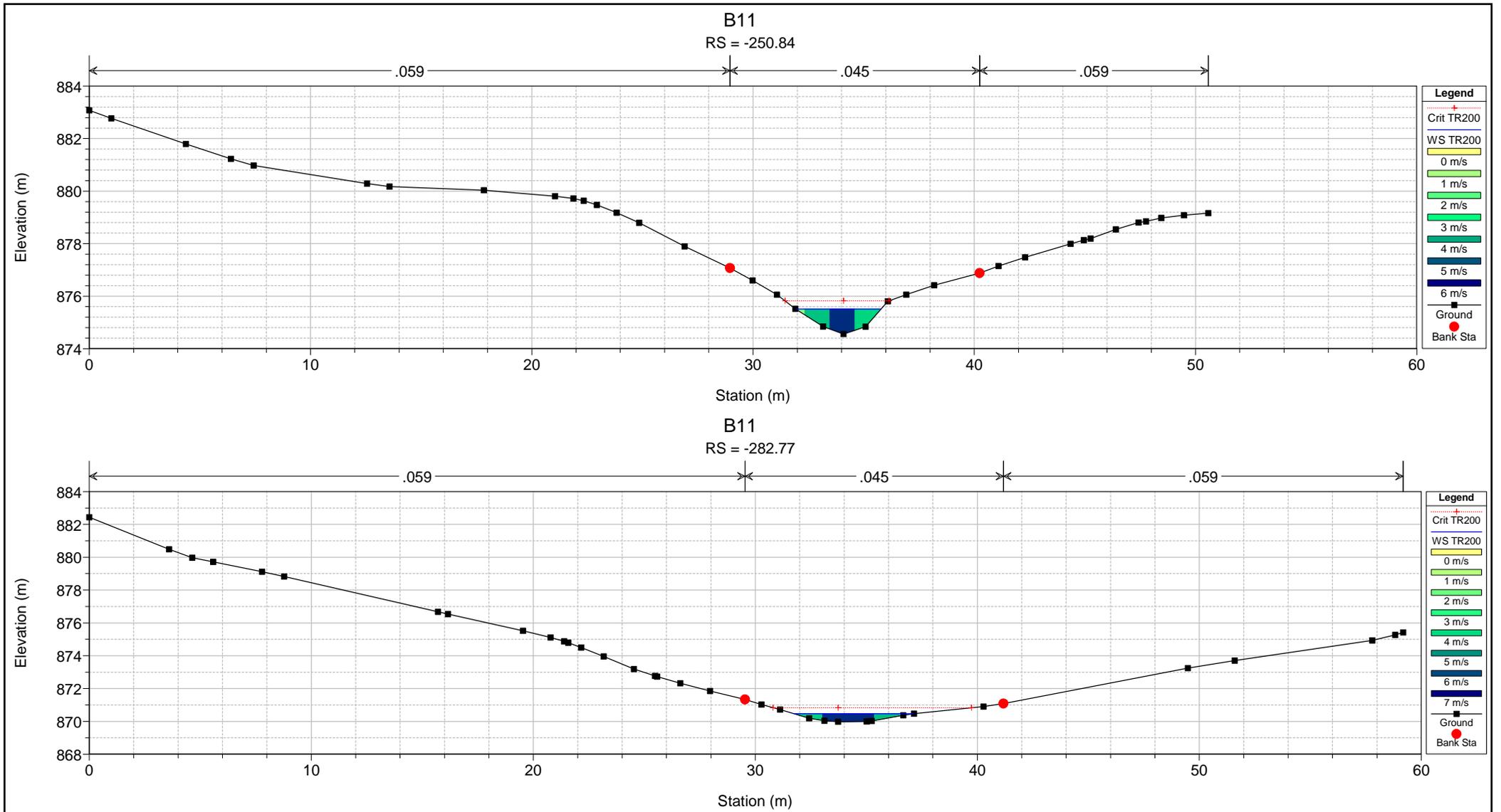


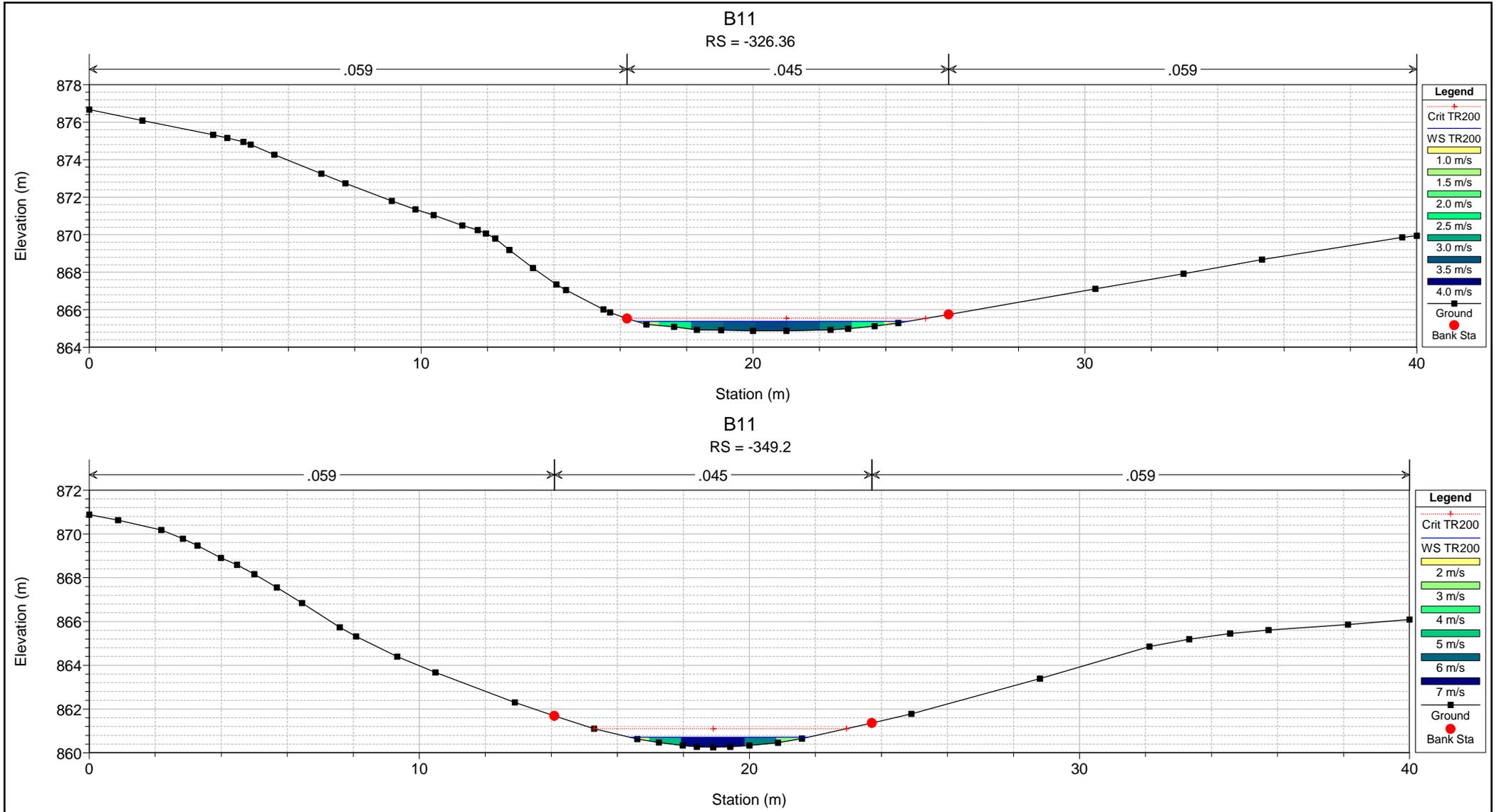












1.2 CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

1.2.1. Corso d'acqua B04
(Configurazione di progetto -
Evento TR 200 anni)

B04_SDF

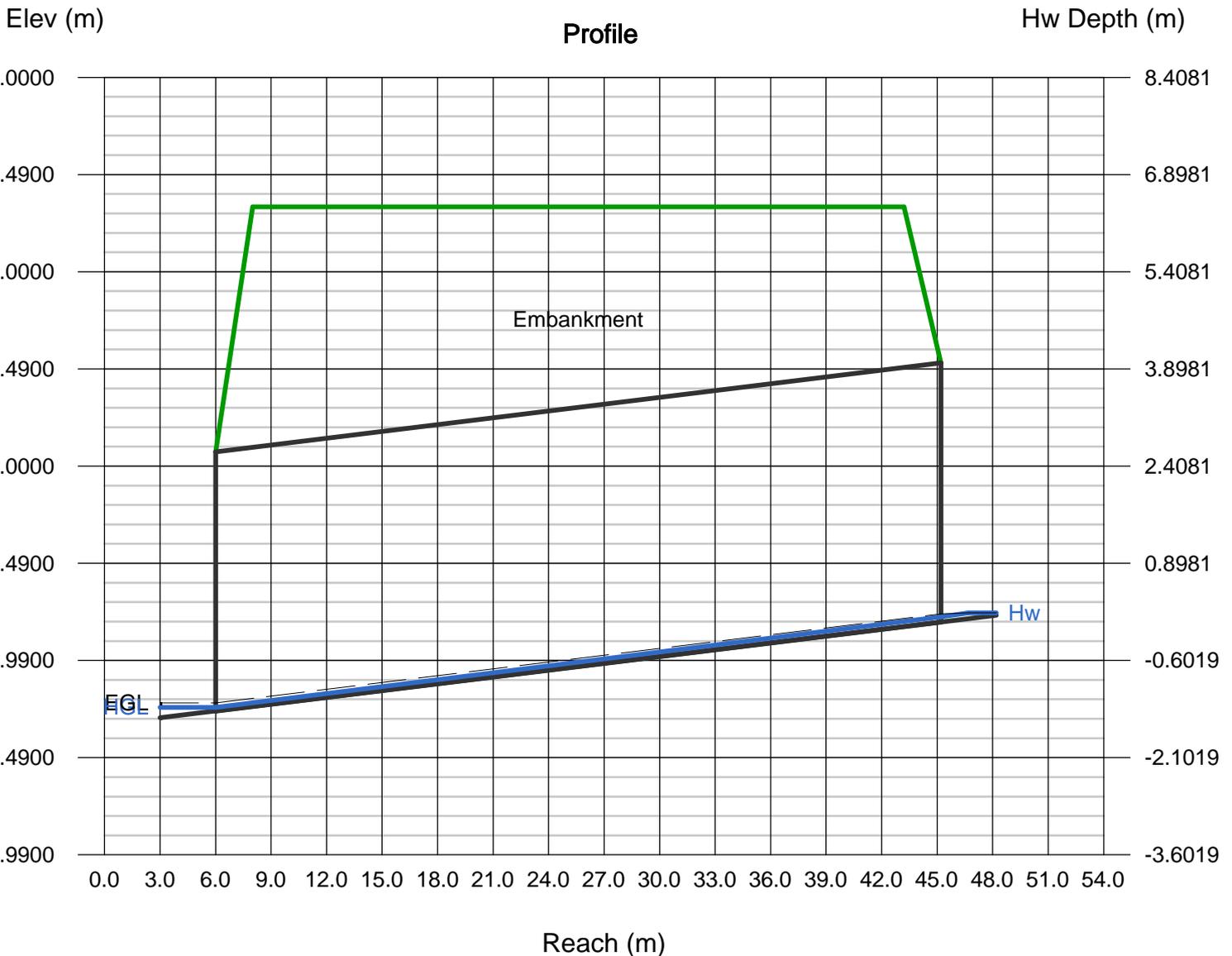
Hydraflow Express Extension for Autodesk® AutoCAD® Civil 3D® by Autodesk, Inc.

Invert Elev Dn (m) = 794.2200
 Pipe Length (m) = 39.2000
 Slope (%) = 3.4999
 Invert Elev Up (m) = 795.5919
 Rise (mm) = 4000.0
 Shape = Box
 Span (mm) = 4000.0
 No. Barrels = 1
 n-Value = 0.020
 Culvert Type = Flared Wingwalls
 Culvert Entrance = 30D to 75D wingwall flares
 Coeff. K,M,c,Y,k = 0.026, 1, 0.0347, 0.81, 0.4

Embankment
 Top Elevation (m) = 802.0000
 Top Width (m) = 35.2000
 Crest Width (m) = 35.2000

Calculations
 Qmin (cms) = 0.3000
 Qmax (cms) = 0.3000
 Tailwater Elev (m) = Normal

Highlighted
 Qtotal (cms) = 0.3000
 Qpipe (cms) = 0.3000
 Qovertop (cms) = 0.0000
 Veloc Dn (m/s) = 1.3670
 Veloc Up (m/s) = 0.9015
 HGL Dn (m) = 794.2748
 HGL Up (m) = 795.6751
 Hw Elev (m) = 795.7332
 Hw/D (m) = 0.0353
 Flow Regime = Outlet Control



1.2.2. Corso d'acqua B05
(Configurazione di progetto -
Evento TR 200 anni)

Culvert Report

B05.1

Invert Elev Dn (m)	= 807.0000
Pipe Length (m)	= 38.0000
Slope (%)	= 1.0001
Invert Elev Up (m)	= 807.3800
Rise (mm)	= 2000.0
Shape	= Box
Span (mm)	= 2000.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.020
Culvert Type	= Flared Wingwalls
Culvert Entrance	= 0D wingwall flares
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.061, 0.75, 0.0423, 0.82, 0.7

Calculations

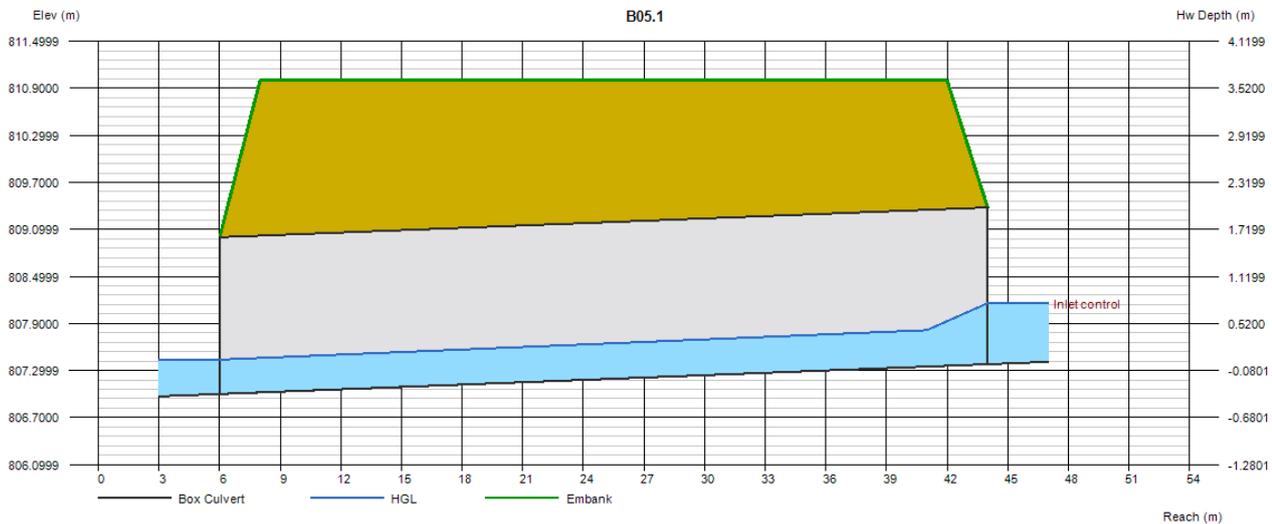
Qmin (cms)	= 2.0000
Qmax (cms)	= 2.0000
Tailwater Elev (m)	= Normal

Highlighted

Qtotal (cms)	= 2.0000
Qpipe (cms)	= 2.0000
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 2.2784
Veloc Up (m/s)	= 2.1412
HGL Dn (m)	= 807.4389
HGL Up (m)	= 807.8470
Hw Elev (m)	= 808.1583
Hw/D (m)	= 0.3891
Flow Regime	= Inlet Control

Embankment

Top Elevation (m)	= 811.0001
Top Width (m)	= 34.0000
Crest Width (m)	= 34.0000



Culvert Report

B05.2

Invert Elev Dn (m)	= 794.5000
Pipe Length (m)	= 38.0000
Slope (%)	= 1.0001
Invert Elev Up (m)	= 794.8800
Rise (mm)	= 4000.0
Shape	= Box
Span (mm)	= 4000.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.020
Culvert Type	= Flared Wingwalls
Culvert Entrance	= 0D wingwall flares
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.061, 0.75, 0.0423, 0.82, 0.7

Calculations

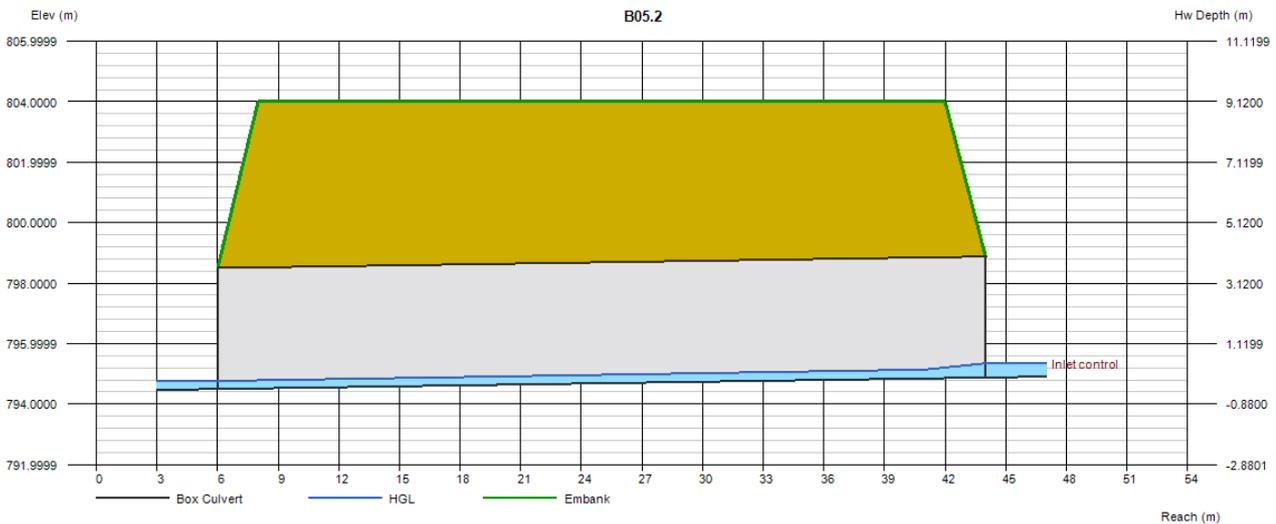
Qmin (cms)	= 2.0000
Qmax (cms)	= 2.0000
Tailwater Elev (m)	= Normal

Highlighted

Qtotal (cms)	= 2.0000
Qpipe (cms)	= 2.0000
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 1.8855
Veloc Up (m/s)	= 1.6985
HGL Dn (m)	= 794.7652
HGL Up (m)	= 795.1744
Hw Elev (m)	= 795.3492
Hw/D (m)	= 0.1173
Flow Regime	= Inlet Control

Embankment

Top Elevation (m)	= 804.0000
Top Width (m)	= 34.0000
Crest Width (m)	= 34.0000



1.2.3. Corso d'acqua B06
(Configurazione di progetto -
Evento TR 200 anni)

Culvert Report

B06

Invert Elev Dn (m) = 816.7599
 Pipe Length (m) = 59.3500
 Slope (%) = 1.0002
 Invert Elev Up (m) = 817.3535
 Rise (mm) = 4000.0
 Shape = Box
 Span (mm) = 5000.0
 No. Barrels = 1
 n-Value = 0.020
 Culvert Type = Flared Wingwalls
 Culvert Entrance = 30D to 75D wingwall flares
 Coeff. K,M,c,Y,k = 0.026, 1, 0.0347, 0.81, 0.4

Calculations

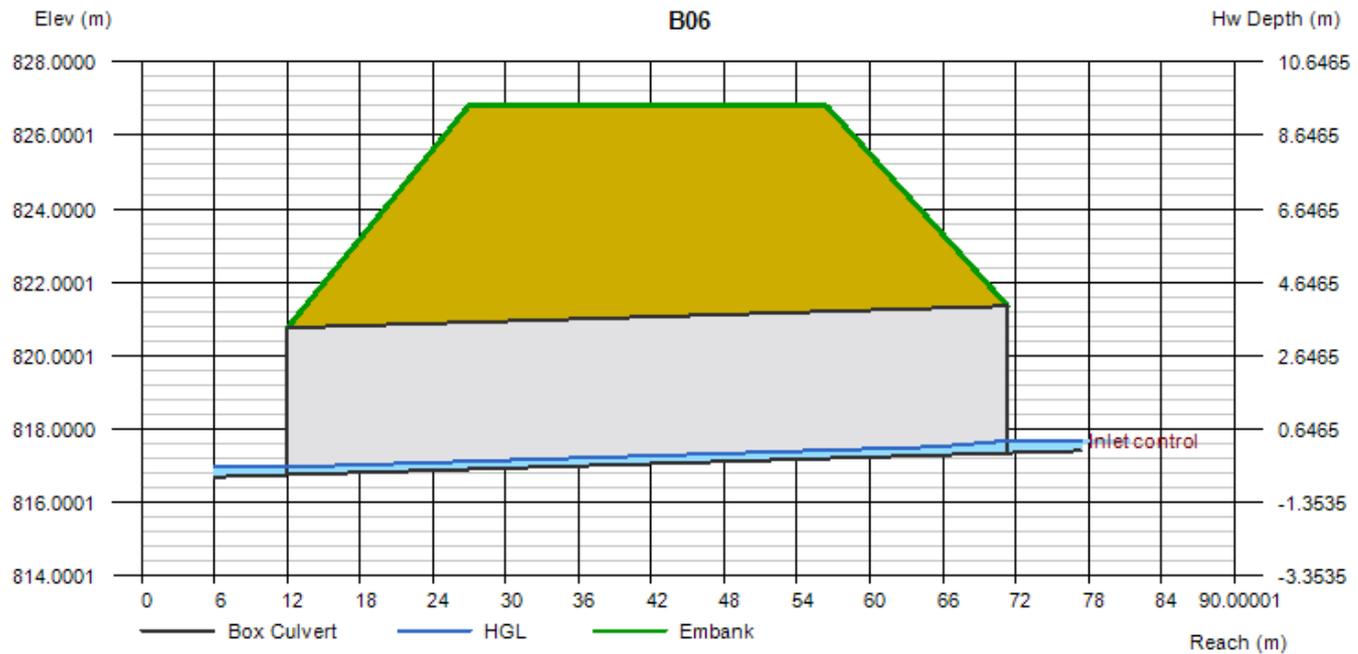
Qmin (cms) = 1.7000
 Qmax (cms) = 1.7000
 Tailwater Elev (m) = Normal

Highlighted

Qtotal (cms) = 1.7000
 Qpipe (cms) = 1.7000
 Qovertop (cms) = 0.0000
 Veloc Dn (m/s) = 1.6404
 Veloc Up (m/s) = 1.4931
 HGL Dn (m) = 816.9672
 HGL Up (m) = 817.5812
 Hw Elev (m) = 817.6829
 Hw/D (m) = 0.0824
 Flow Regime = Inlet Control

Embankment

Top Elevation (m) = 826.8000
 Top Width (m) = 29.5000
 Crest Width (m) = 29.5000



1.2.4. Corso d'acqua B07
(Configurazione di progetto -
Evento TR 200 anni)

Culvert Report

B07

Invert Elev Dn (m)	=	810.8000
Pipe Length (m)	=	86.6000
Slope (%)	=	1.2310
Invert Elev Up (m)	=	811.8661
Rise (mm)	=	4000.0
Shape	=	Box
Span (mm)	=	4000.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.014
Culvert Type	=	Flared Wingwalls
Culvert Entrance	=	30D to 75D wingwall flares
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.026, 1, 0.0347, 0.81, 0.4

Calculations

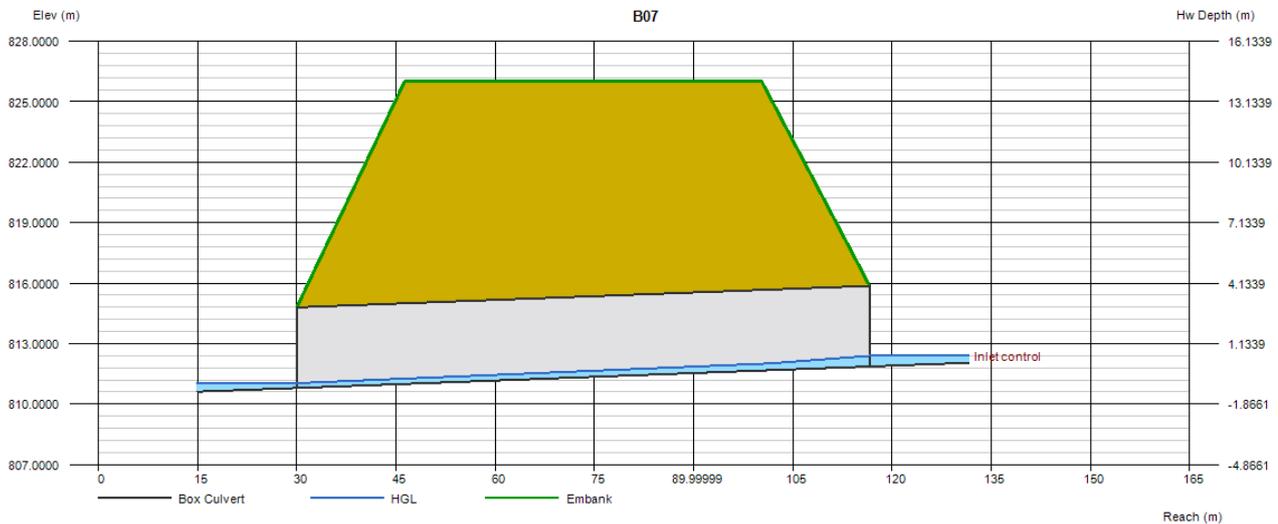
Qmin (cms)	=	2.7000
Qmax (cms)	=	2.7000
Tailwater Elev (m)	=	Normal

Highlighted

Qtotal (cms)	=	2.7000
Qpipe (cms)	=	2.7000
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	2.8032
Veloc Up (m/s)	=	1.8776
HGL Dn (m)	=	811.0408
HGL Up (m)	=	812.2256
Hw Elev (m)	=	812.3966
Hw/D (m)	=	0.1326
Flow Regime	=	Inlet Control

Embankment

Top Elevation (m)	=	826.0000
Top Width (m)	=	54.0000
Crest Width (m)	=	54.0000



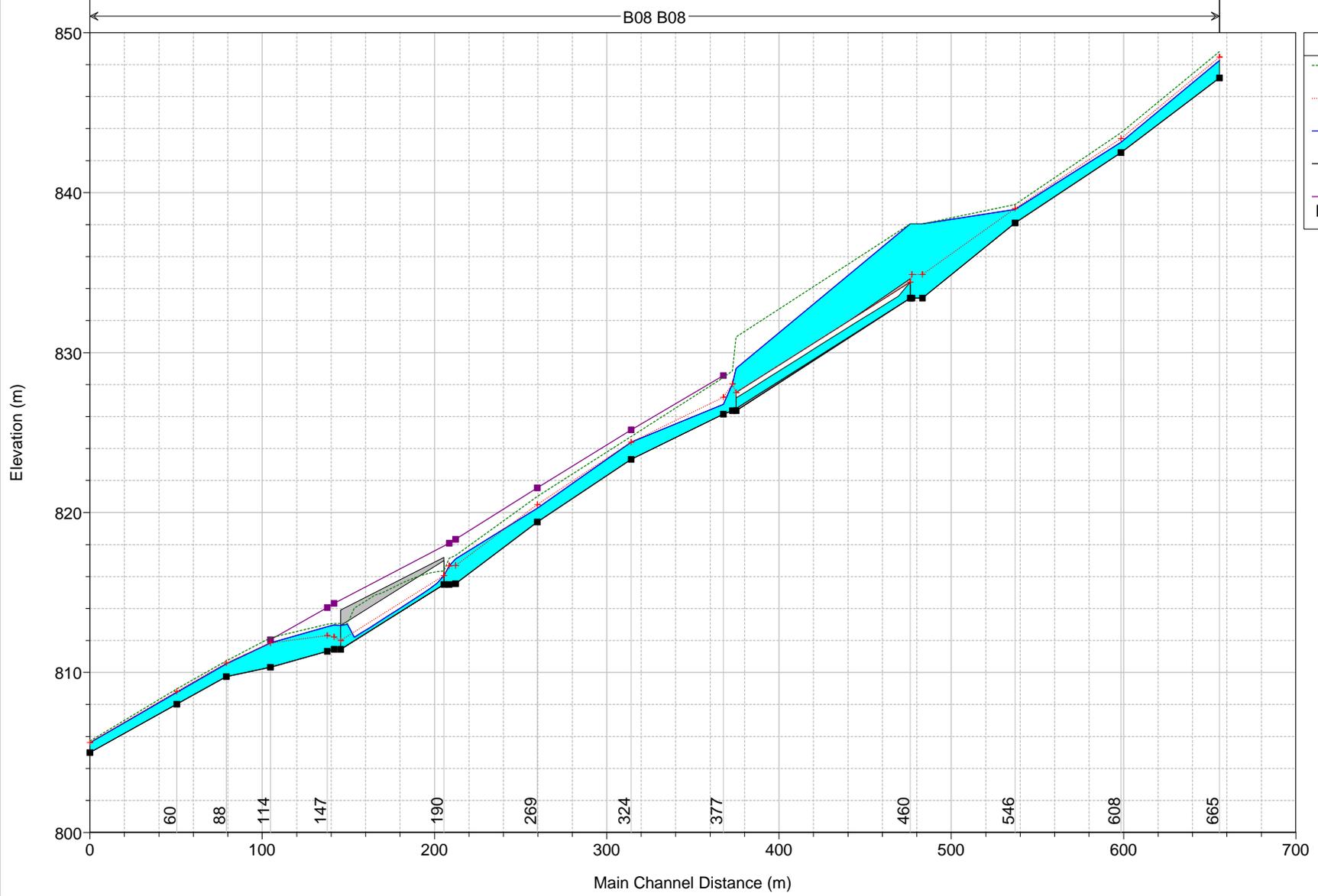
1.2.5. Corso d'acqua B08
(Configurazione di progetto –
Evento TR 10 anni)

HEC-RAS Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02 River: B08 Reach: B08 Profile: TR 10

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B08	665	TR 10	6.60	847.17	1.09	848.27	848.48	-0.21	1.30	848.81	3.28	3.21	0.51	400.06	0.49
B08	608	TR 10	6.60	842.50	0.65	843.15	843.38	-0.23	1.45	843.75	3.41	3.41	0.46	445.85	0.56
B08	546	TR 10	6.60	838.11	0.84	838.95	839.01	-0.06	1.15	839.26	2.54	2.31	0.46	247.52	0.39
B08	492	TR 10	6.60	833.40	4.64	838.04	834.88	3.16	0.01	838.04	0.07	0.07	2.00	0.13	2.28
B08	486	TR 10	6.60	833.40	4.64	838.04	834.89	3.15	0.01	838.04	0.07	0.07	2.00	0.13	2.28
B08	460		Culvert												
B08	382	TR 10	6.60	826.37	1.68	828.05	828.05	0.00	0.99	828.86	4.00	4.00	1.63	402.90	1.65
B08	377	TR 10	6.60	826.15	0.62	826.77	827.21	-0.44	2.77	828.44	5.72	5.72	0.37	1345.12	0.44
B08	324	TR 10	6.60	823.33	1.08	824.41	824.41	0.00	1.01	824.76	2.64	2.64	0.58	247.70	0.69
B08	269	TR 10	6.60	819.41	0.86	820.27	820.50	-0.23	1.64	821.00	3.79	3.79	0.47	550.51	0.55
B08	222	TR 10	6.60	815.55	1.55	817.10	816.69	0.41	0.59	817.31	2.05	2.05	0.67	142.10	1.21
B08	218	TR 10	6.60	815.50	1.16	816.66	816.66	0.00	0.99	817.15	3.09	3.09	0.54	347.89	0.99
B08	190		Culvert												
B08	151	TR 10	6.60	811.44	1.54	812.98	812.21	0.77	0.35	813.06	1.29	1.29	0.83	52.49	1.40
B08	147	TR 10	6.60	811.32	1.54	812.86	812.31	0.55	0.49	813.02	1.76	1.76	0.72	103.05	1.31
B08	114	TR 10	6.60	810.32	1.53	811.85	811.85	0.00	0.99	812.16	2.47	2.47	0.44	237.90	0.63
B08	88	TR 10	6.60	809.74	0.80	810.54	810.61	-0.07	1.05	810.73	2.45	1.41	0.44	234.49	0.17
B08	60	TR 10	6.60	808.02	0.74	808.76	808.82	-0.06	1.17	808.97	2.66	1.56	0.41	282.77	0.19
B08	9	TR 10	6.60	805.00	0.60	805.60	805.62	-0.02	1.00	805.71	2.16	1.23	0.34	197.17	0.18

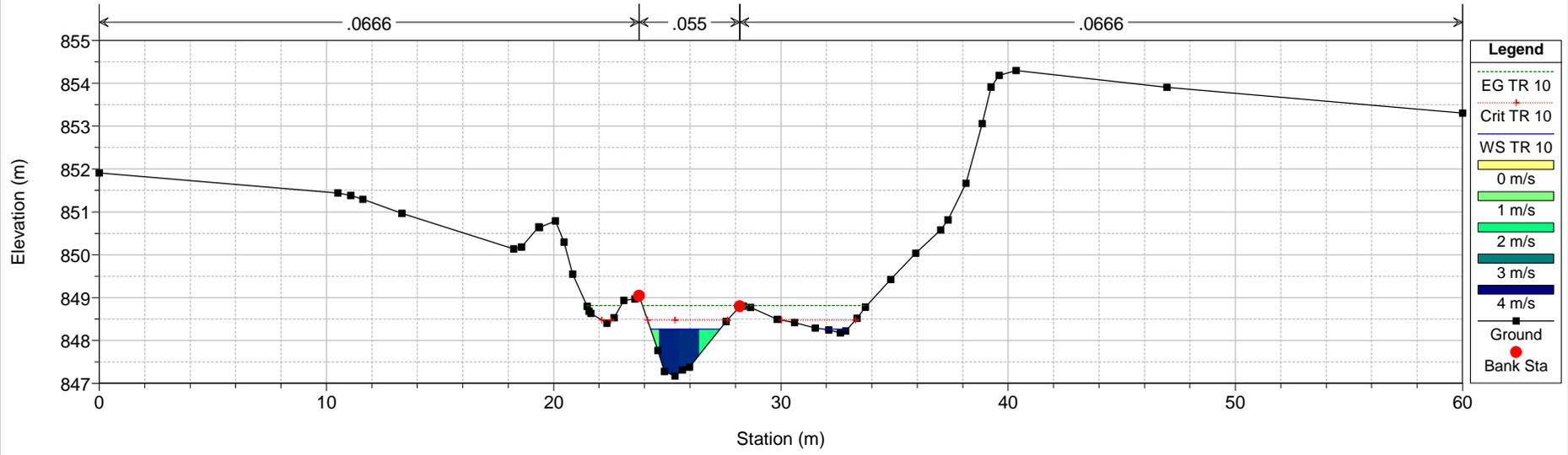
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02

B08 B08

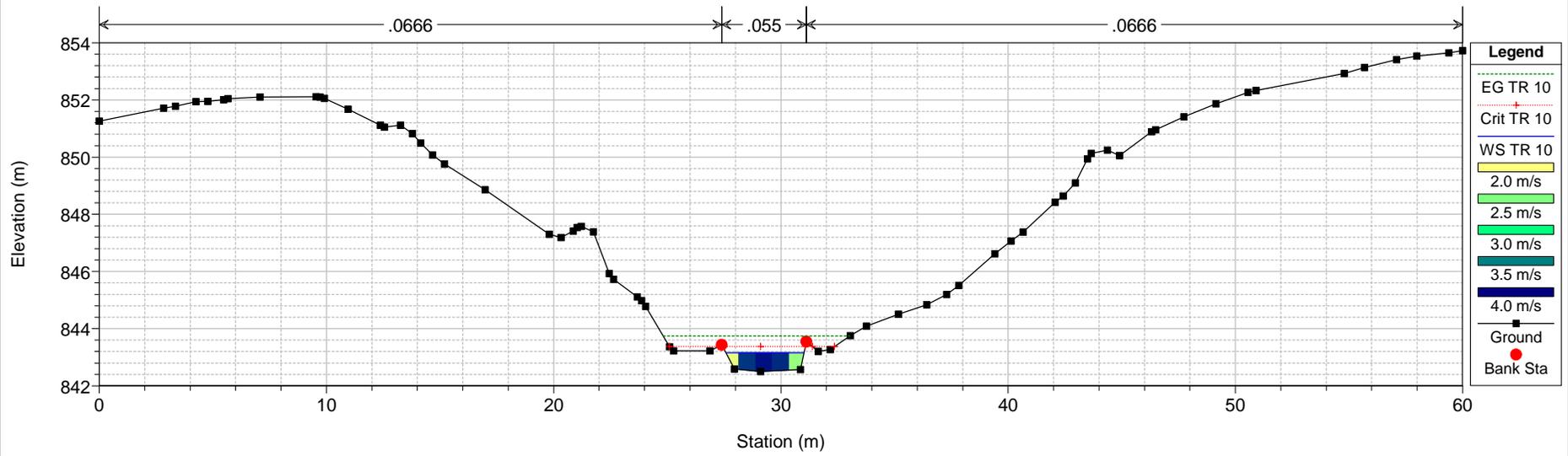


Legend	
EG TR 10	(Green dashed line)
Crit TR 10	(Red dotted line with '+' markers)
WS TR 10	(Blue solid line)
Ground	(Black solid line with square markers)
Right Levee	(Purple solid line with square markers)

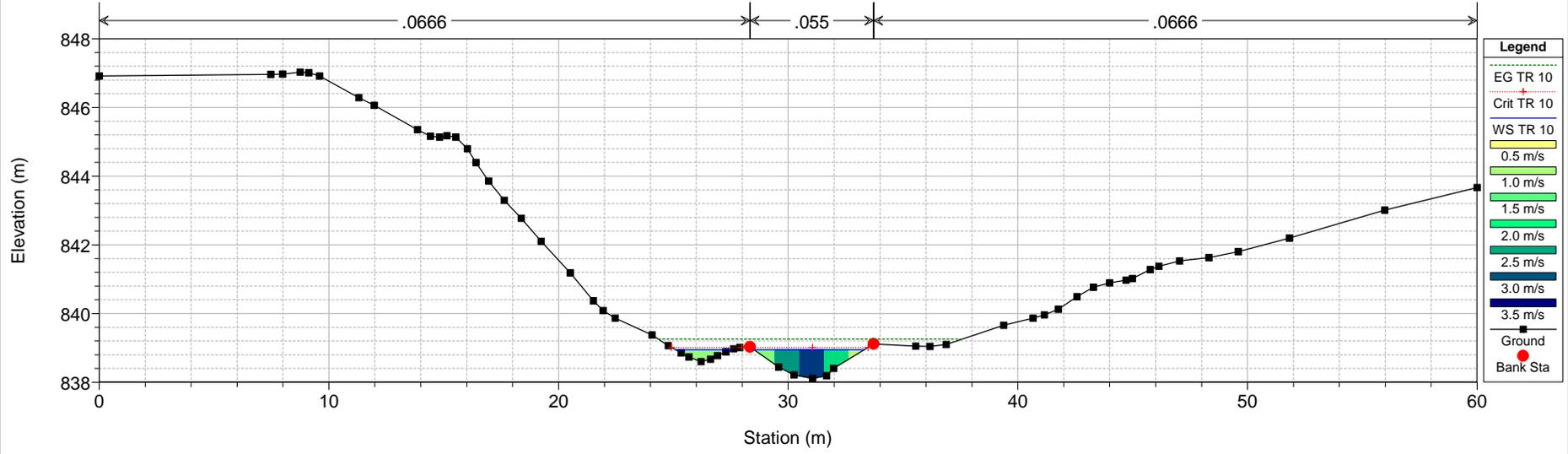
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



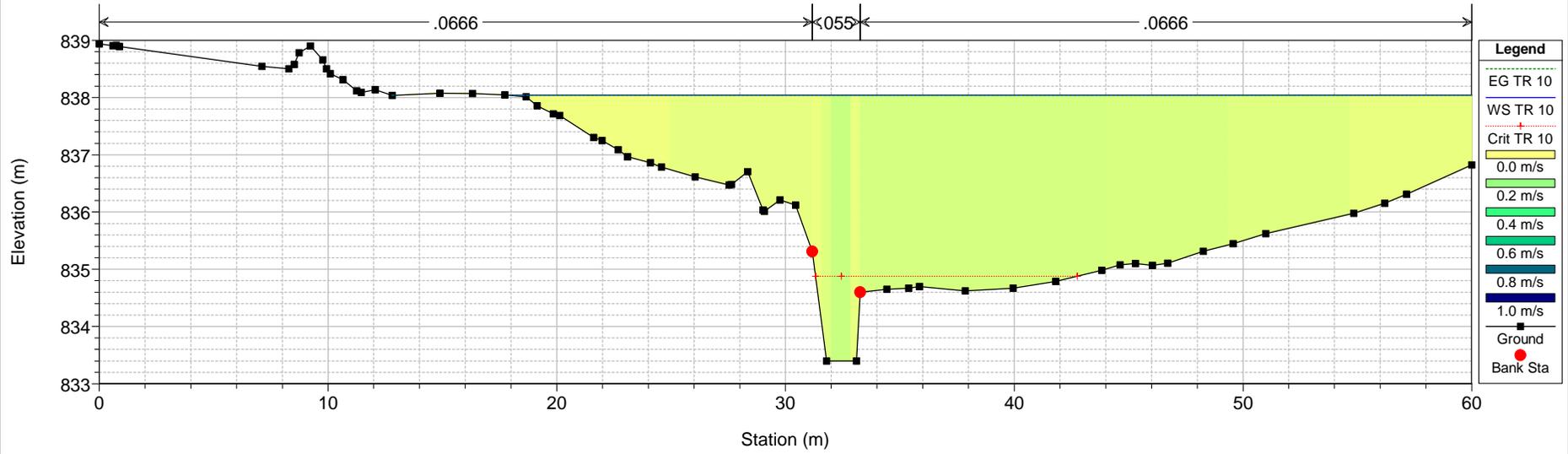
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



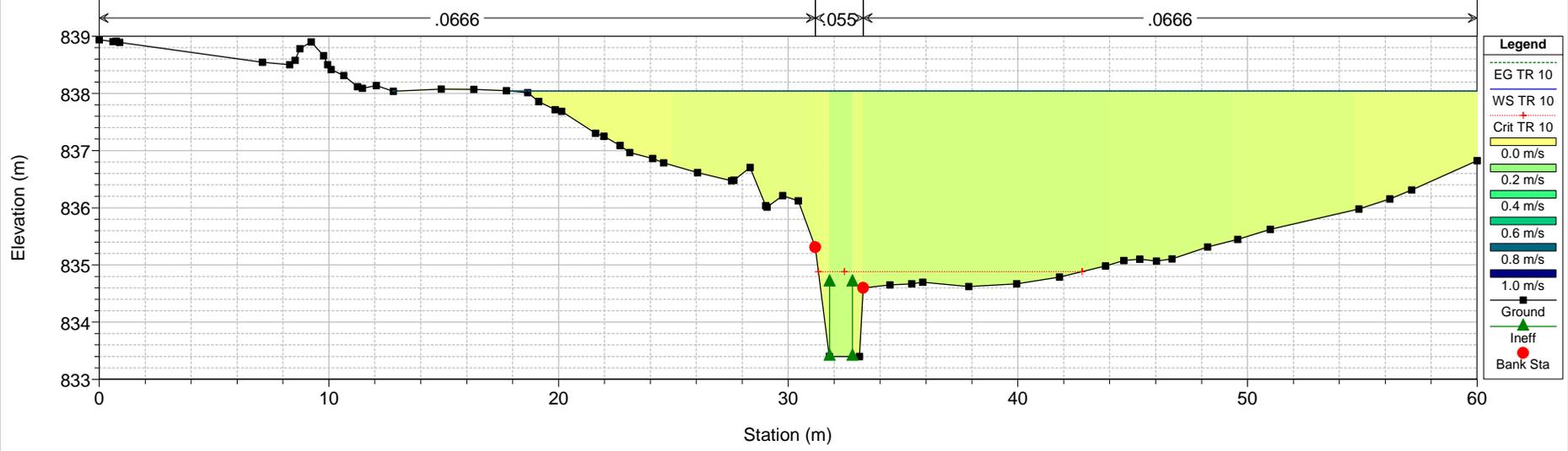
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



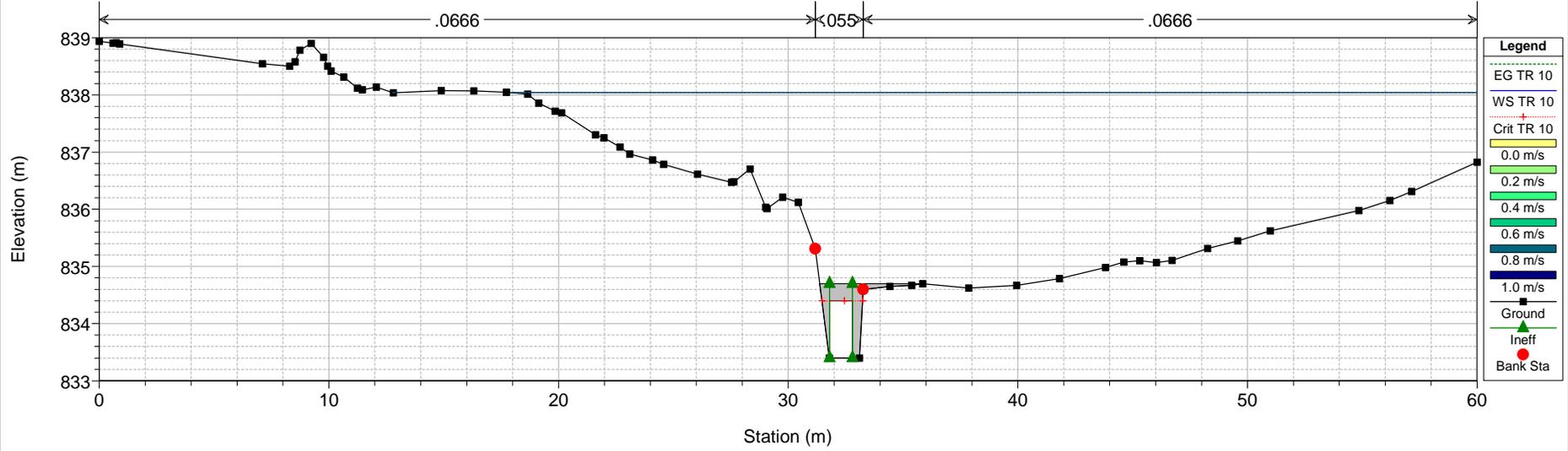
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



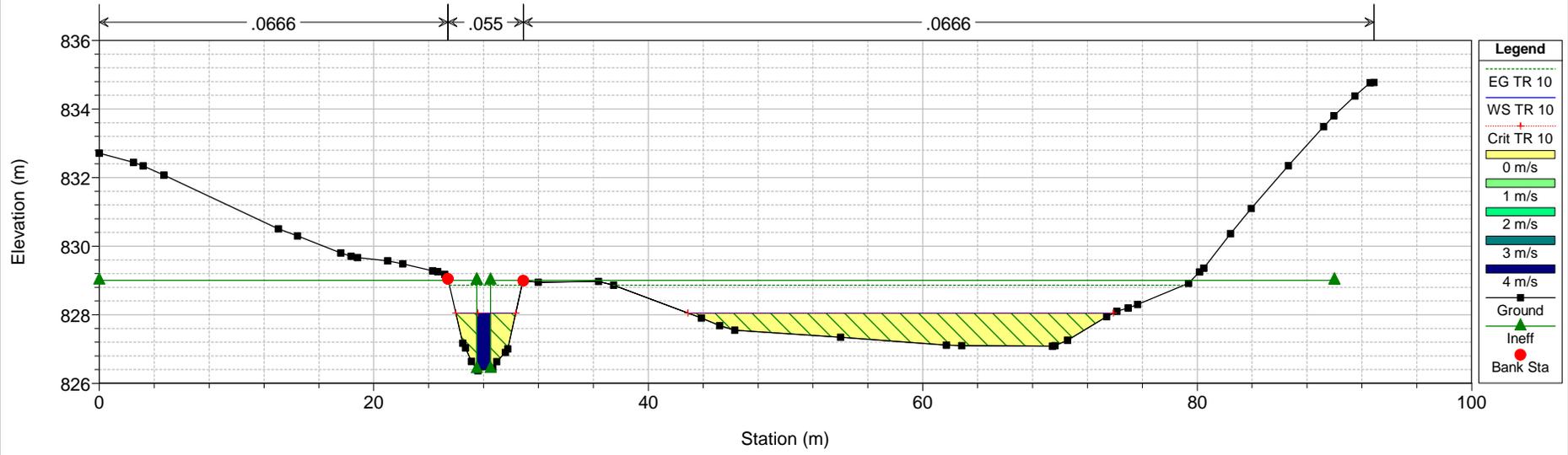
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



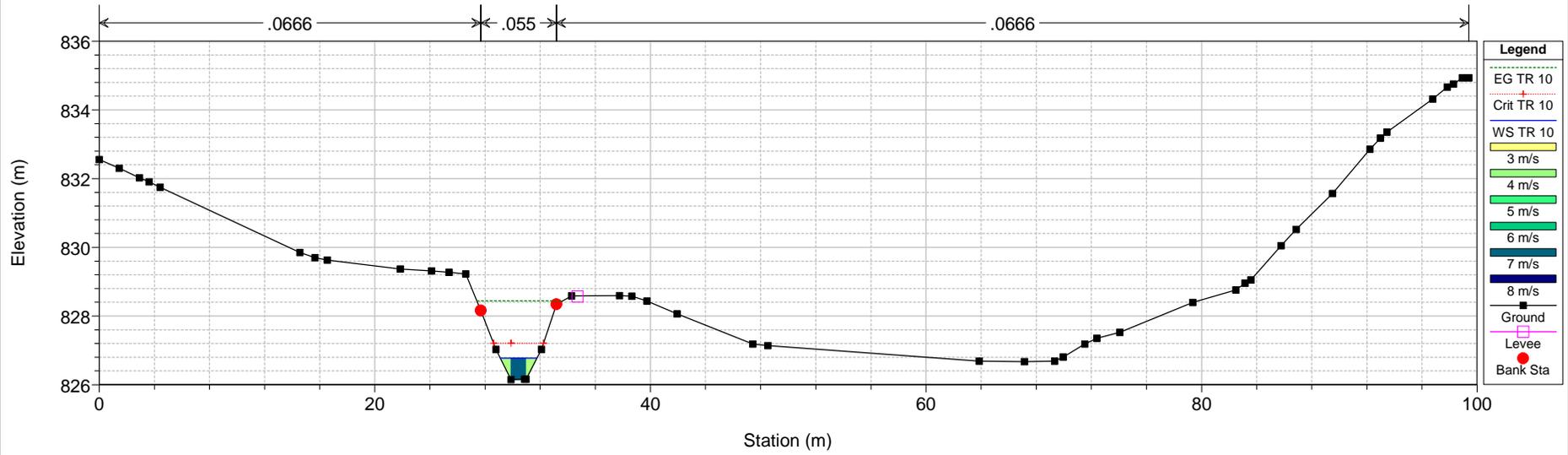
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02
Tombino esistente



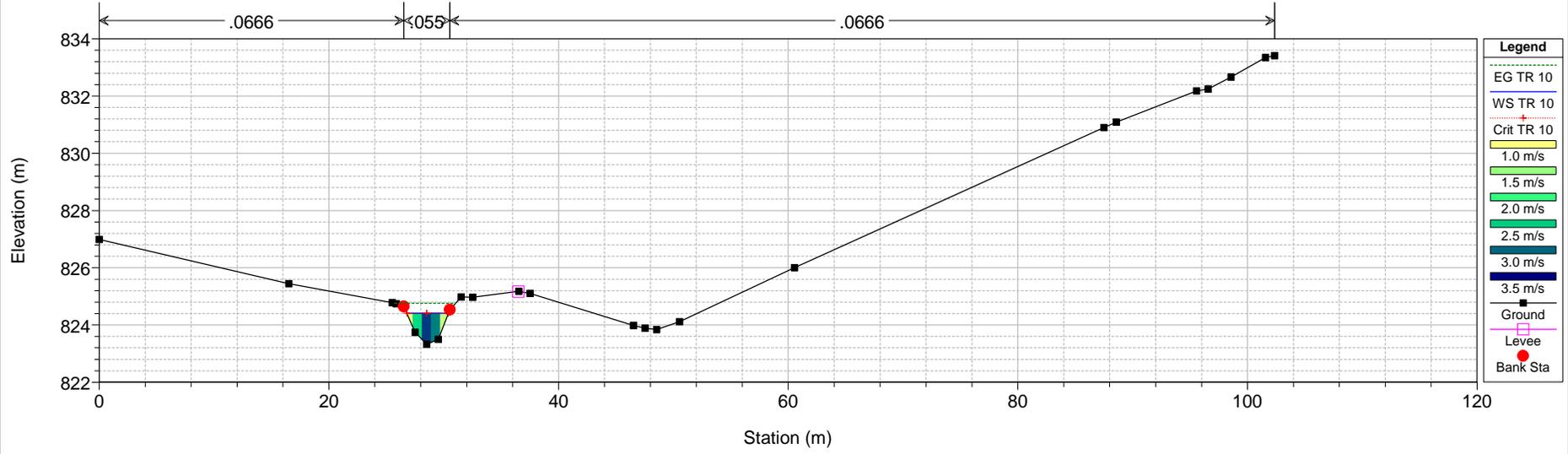
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



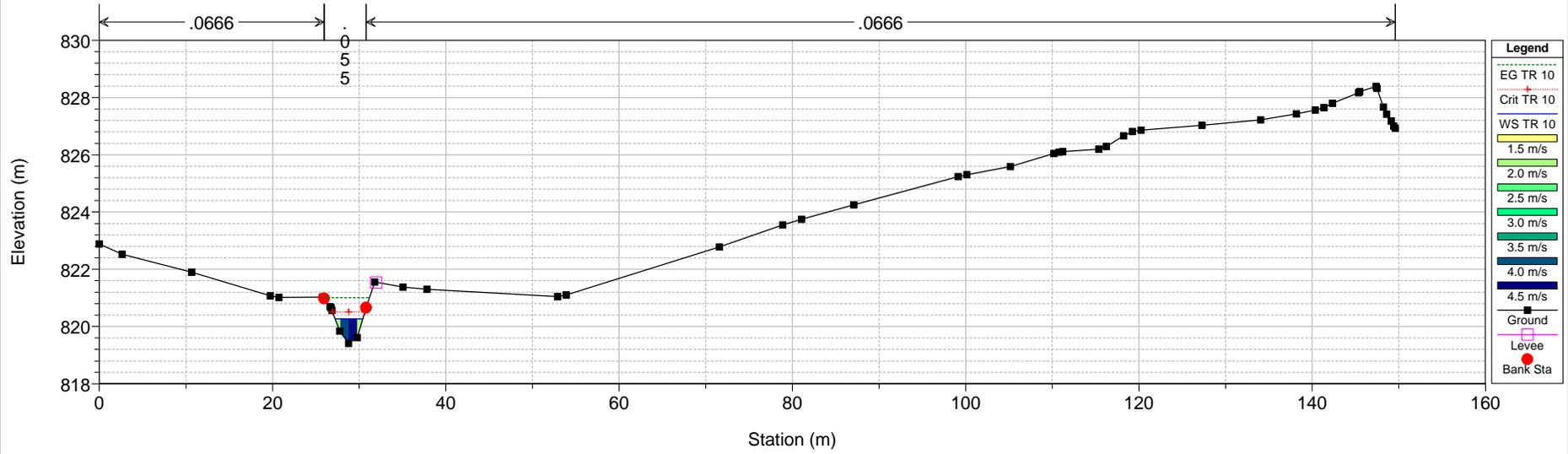
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



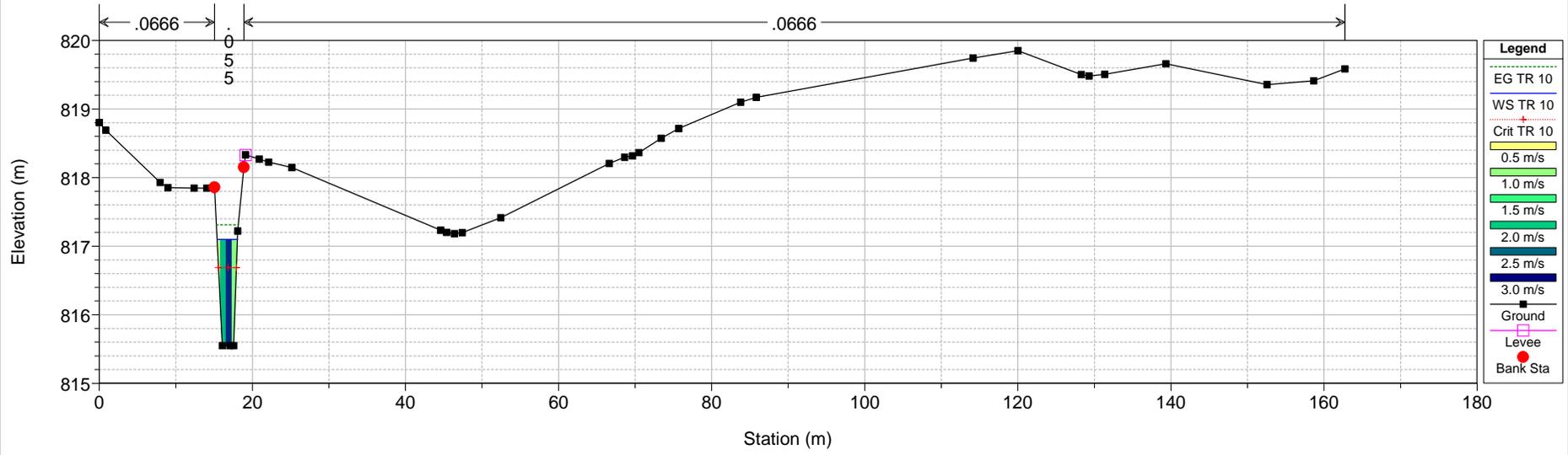
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



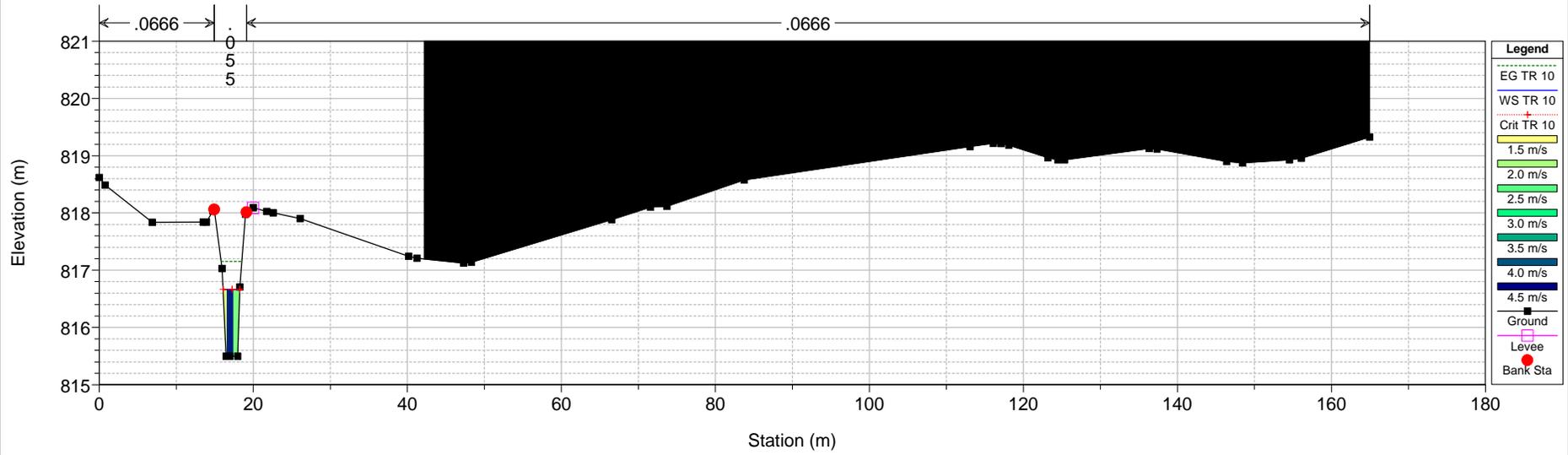
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



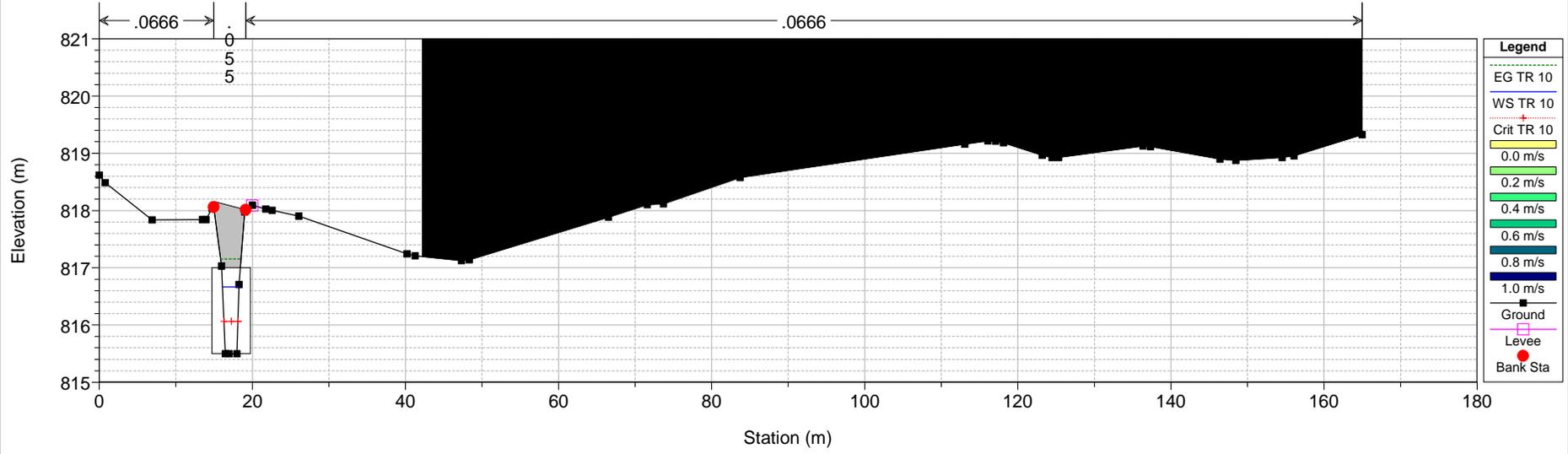
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



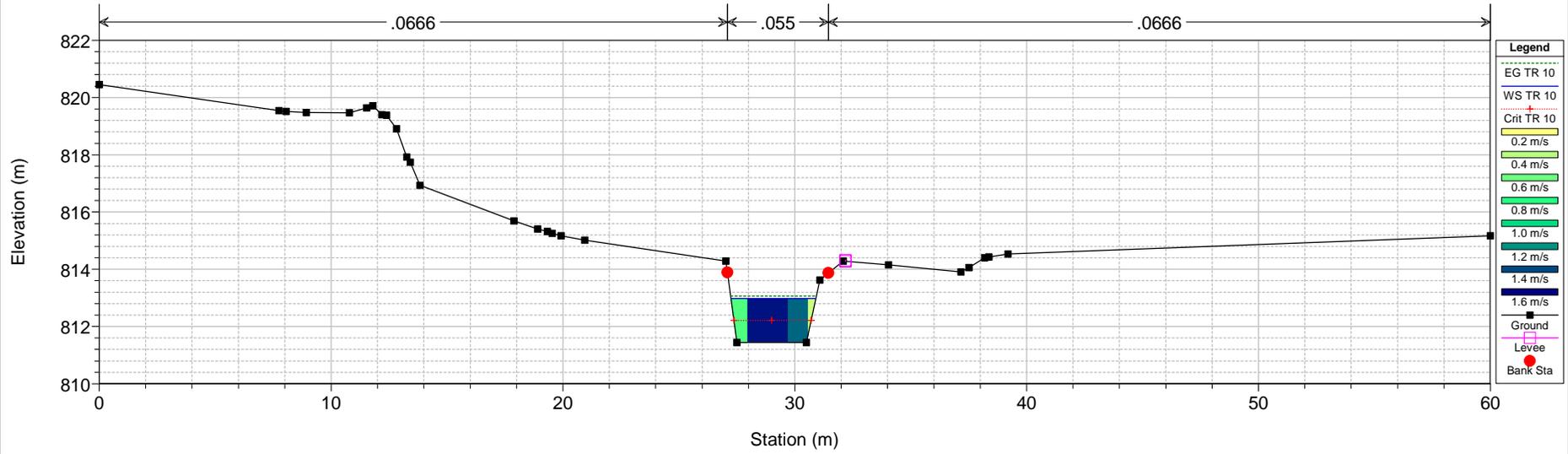
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



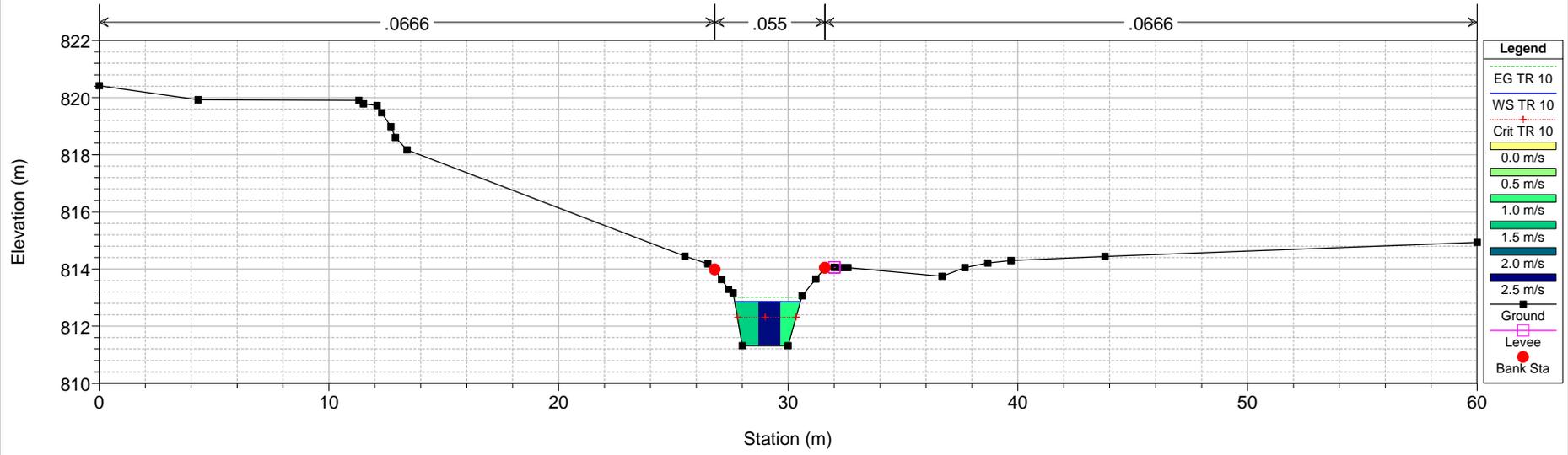
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02
 Tombino PRJ - DEF (pk 0+359.224)



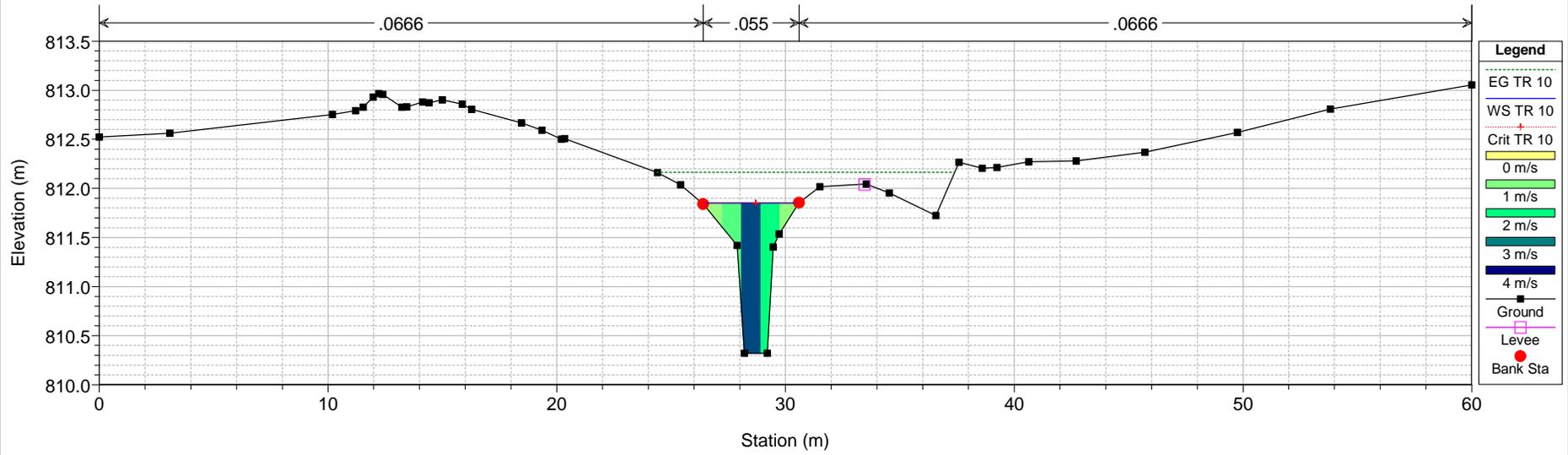
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



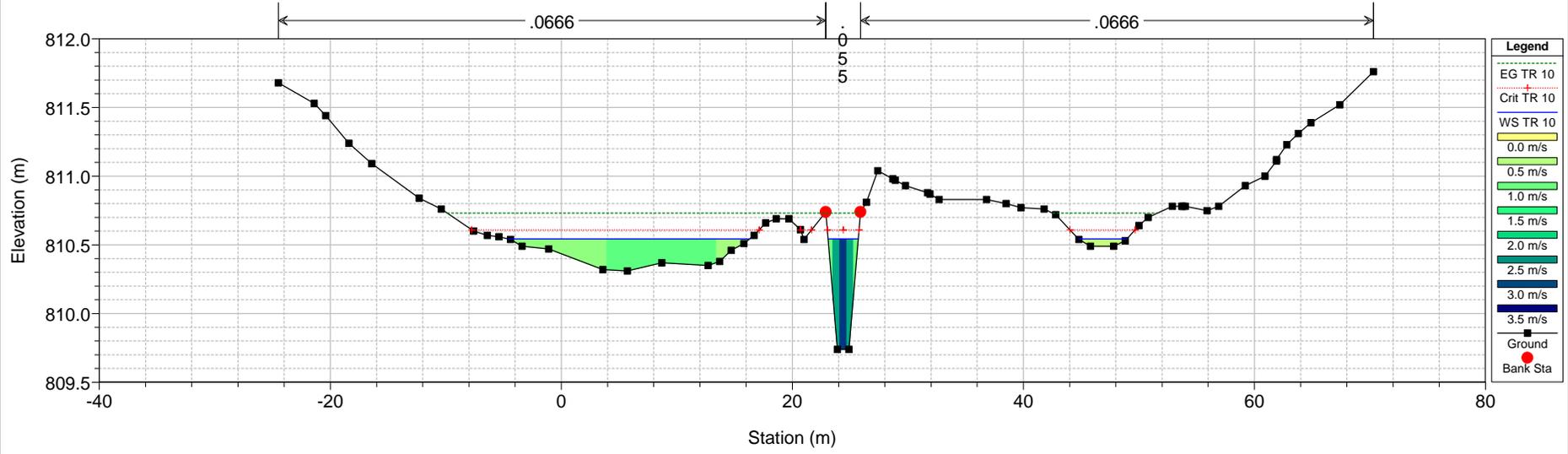
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



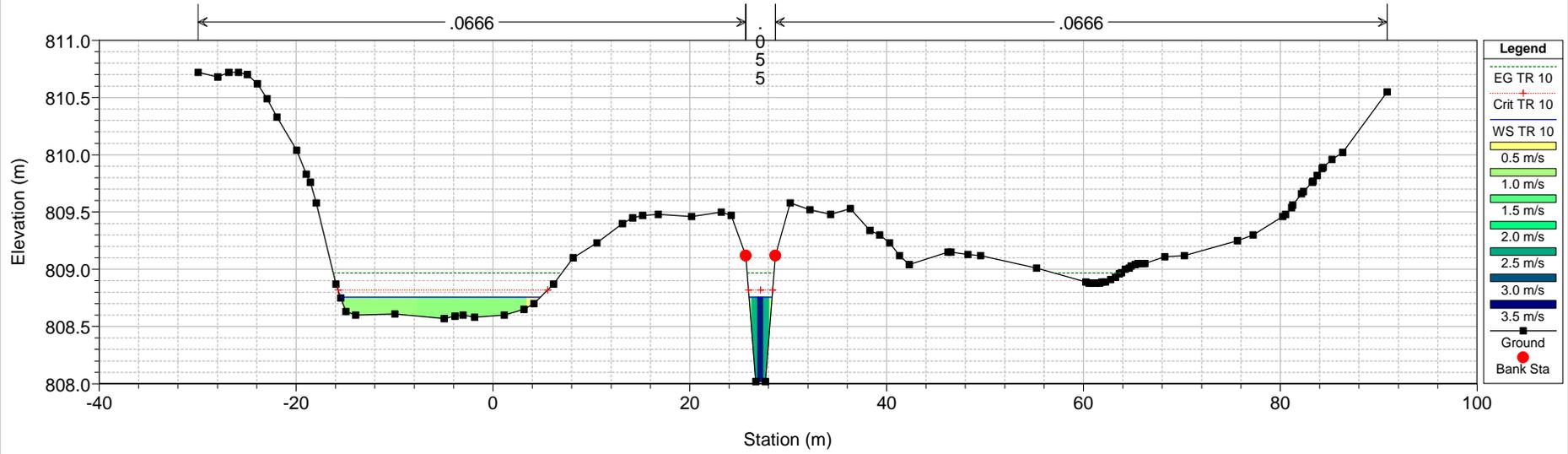
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



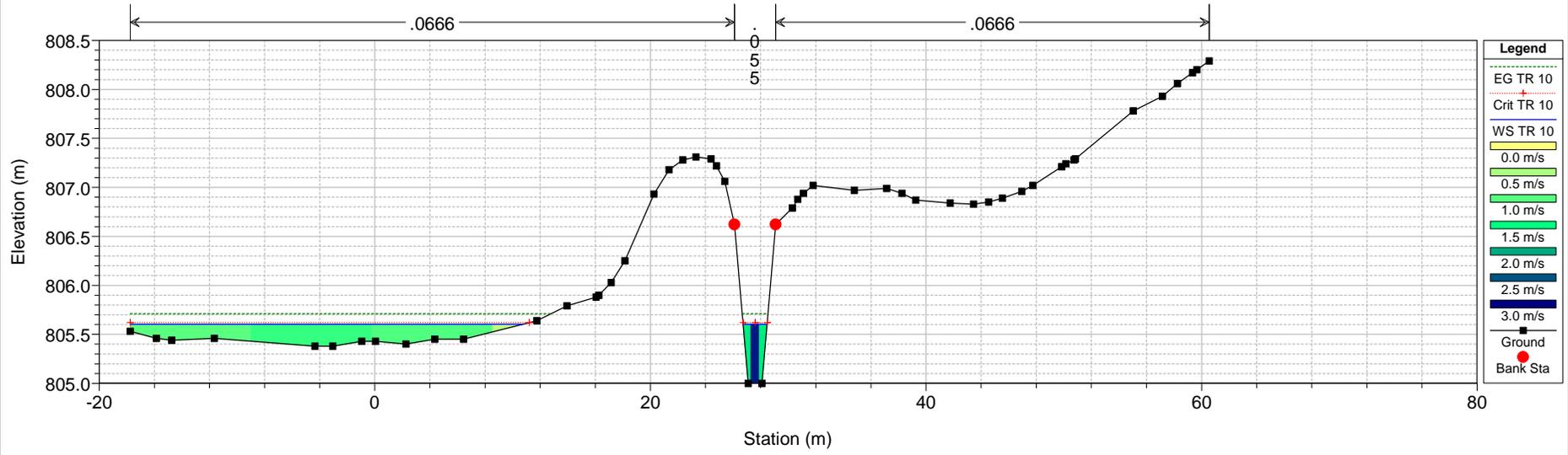
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



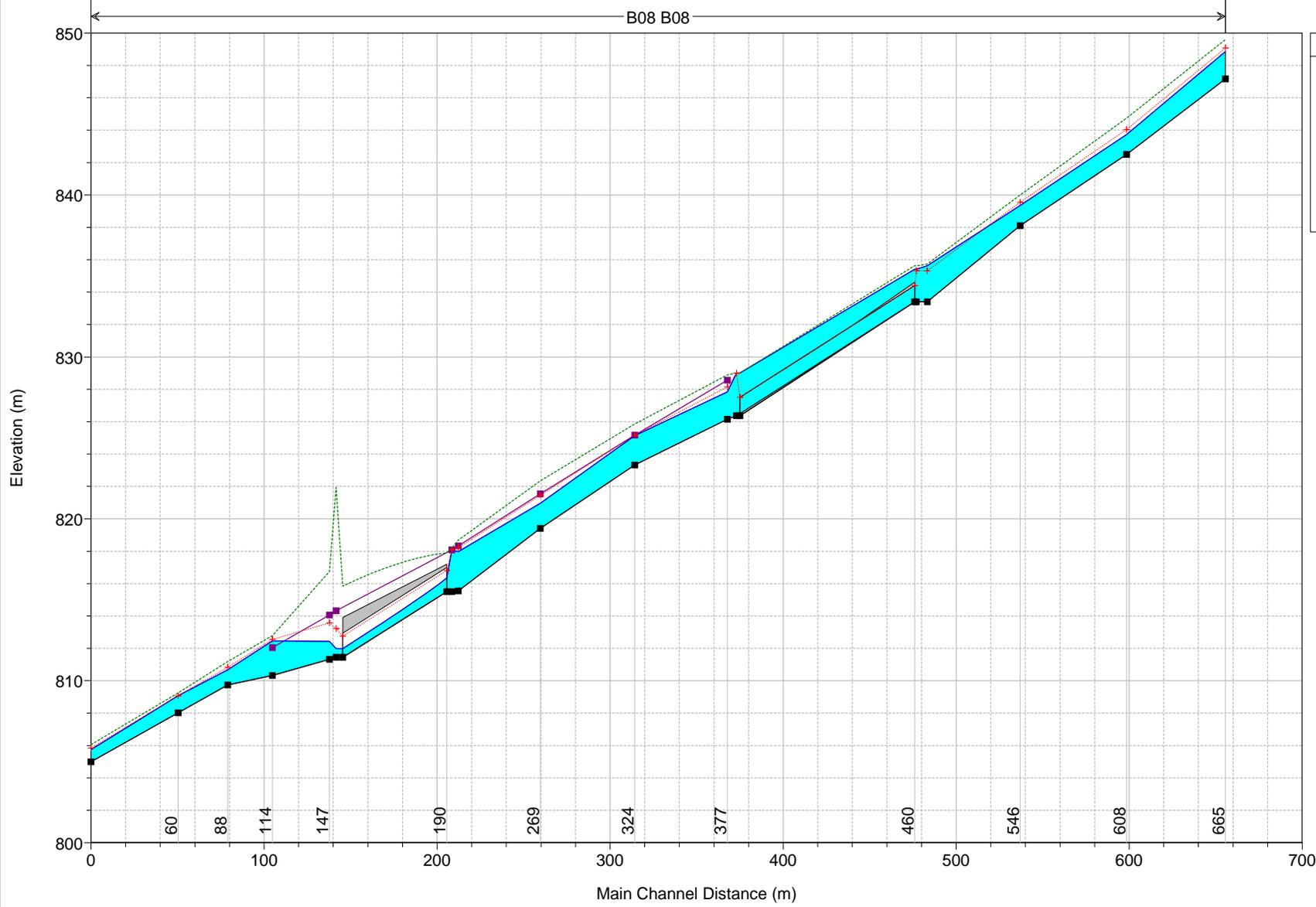
1.2.6. Corso d'acqua B08
(Configurazione di progetto –
Evento TR 200 anni)

HEC-RAS Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02 River: B08 Reach: B08 Profile: TR 200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B08	665	TR 200	23.50	847.17	1.69	848.86	849.09	-0.23	1.37	849.61	4.23	3.41	0.75	584.97	0.60
B08	608	TR 200	23.50	842.50	1.24	843.74	844.04	-0.30	1.46	844.74	4.77	4.02	0.82	721.87	0.71
B08	546	TR 200	23.50	838.11	1.24	839.35	839.55	-0.20	1.37	840.00	3.92	3.14	0.78	494.39	0.54
B08	492	TR 200	23.50	833.40	2.23	835.63	835.31	0.32	0.43	835.74	1.84	1.43	0.88	104.65	0.82
B08	486	TR 200	23.50	833.40	2.01	835.41	835.33	0.08	0.63	835.62	2.54	1.91	0.78	208.89	0.68
B08	460		Culvert												
B08	382	TR 200	23.50	826.37	2.63	829.00	829.00	0.00	0.10	829.01	0.42	0.35	1.21	4.93	1.24
B08	377	TR 200	23.50	826.15	1.68	827.84	828.15	-0.31	1.39	828.89	4.55	4.55	0.85	649.37	1.09
B08	324	TR 200	23.50	823.33	1.82	825.14	825.17	-0.03	1.08	825.86	3.93	3.09	1.11	441.84	0.50
B08	269	TR 200	23.50	819.41	1.55	820.97	821.45	-0.48	1.71	822.34	5.20	5.15	0.79	868.46	0.89
B08	222	TR 200	23.50	815.55	2.43	817.98	818.22	-0.24	0.95	818.69	3.79	3.42	0.89	444.50	0.61
B08	218	TR 200	23.50	815.50	2.59	818.09	818.09	0.00	0.50	818.22	1.95	1.28	0.88	117.61	0.49
B08	190		Culvert												
B08	151	TR 200	23.50	811.44	0.54	811.98	813.21	-1.23	6.19	821.94	13.98	13.98	0.41	7803.10	0.52
B08	147	TR 200	23.50	811.32	1.10	812.42	813.57	-1.15	2.98	816.75	9.21	9.21	0.59	2994.65	0.97
B08	114	TR 200	23.50	810.32	2.14	812.46	812.55	-0.09	0.86	812.79	3.00	1.99	0.87	279.21	0.44
B08	88	TR 200	23.50	809.74	0.93	810.67	810.84	-0.17	1.82	811.19	4.51	2.60	0.50	761.76	0.23
B08	60	TR 200	23.50	808.02	1.07	809.09	809.09	0.00	0.90	809.25	2.38	1.65	0.54	206.29	0.31
B08	9	TR 200	23.50	805.00	0.75	805.75	805.83	-0.08	1.44	806.06	3.40	2.37	0.40	466.81	0.30

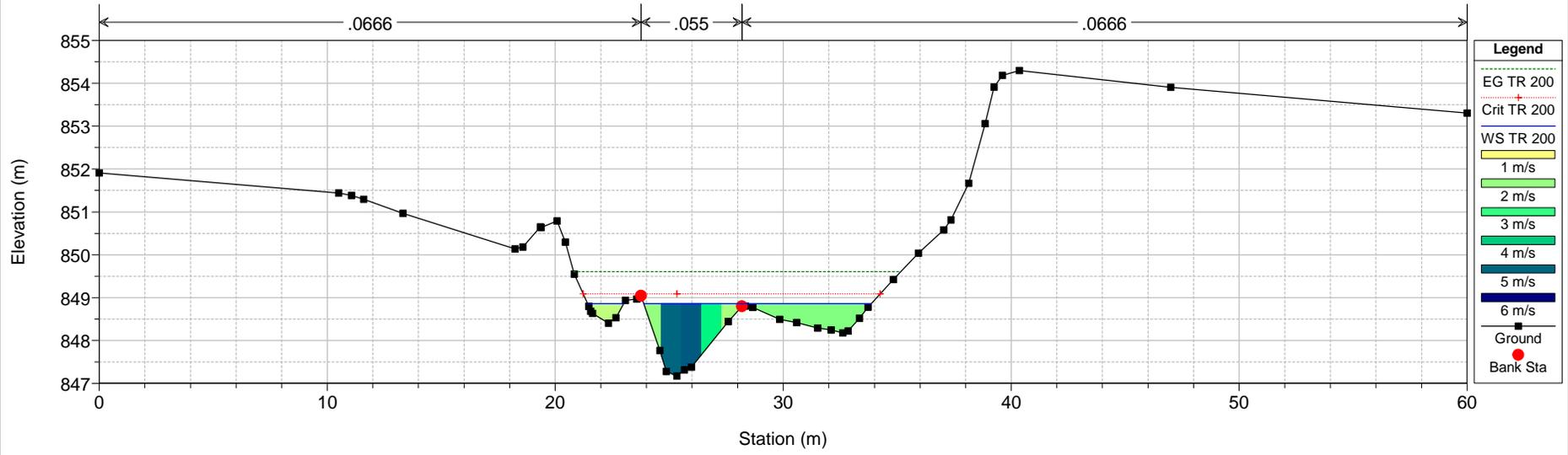
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02

B08 B08

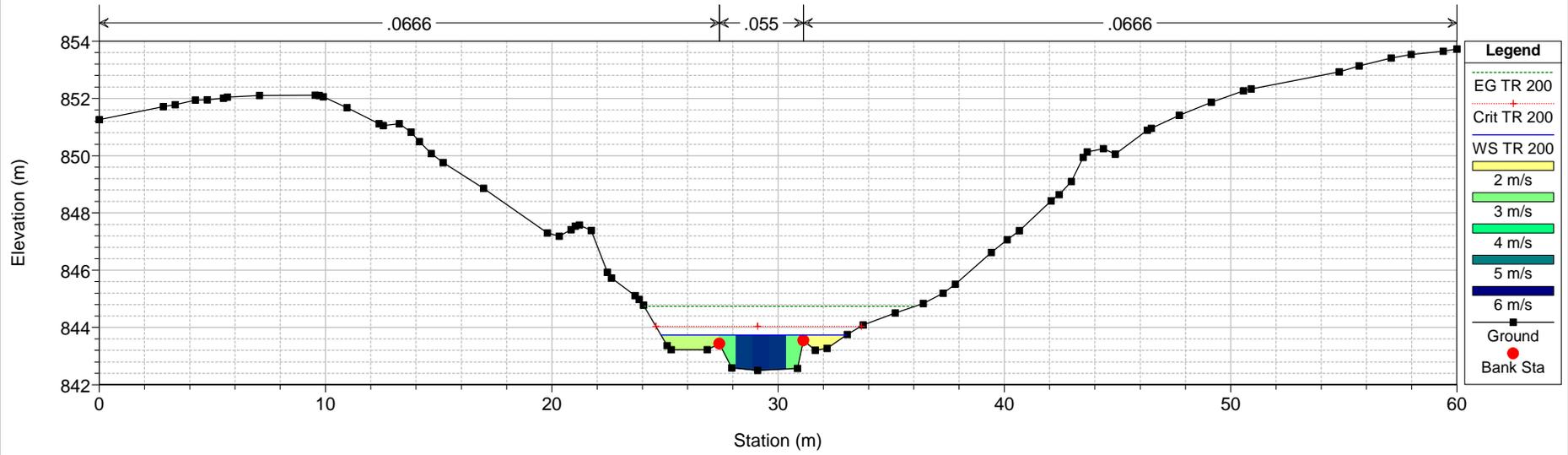


Legend	
EG TR 200	(Green dotted line with + markers)
Crit TR 200	(Red dotted line with + markers)
WS TR 200	(Blue solid line with square markers)
Ground	(Black solid line with square markers)
Right Levee	(Purple solid line with square markers)

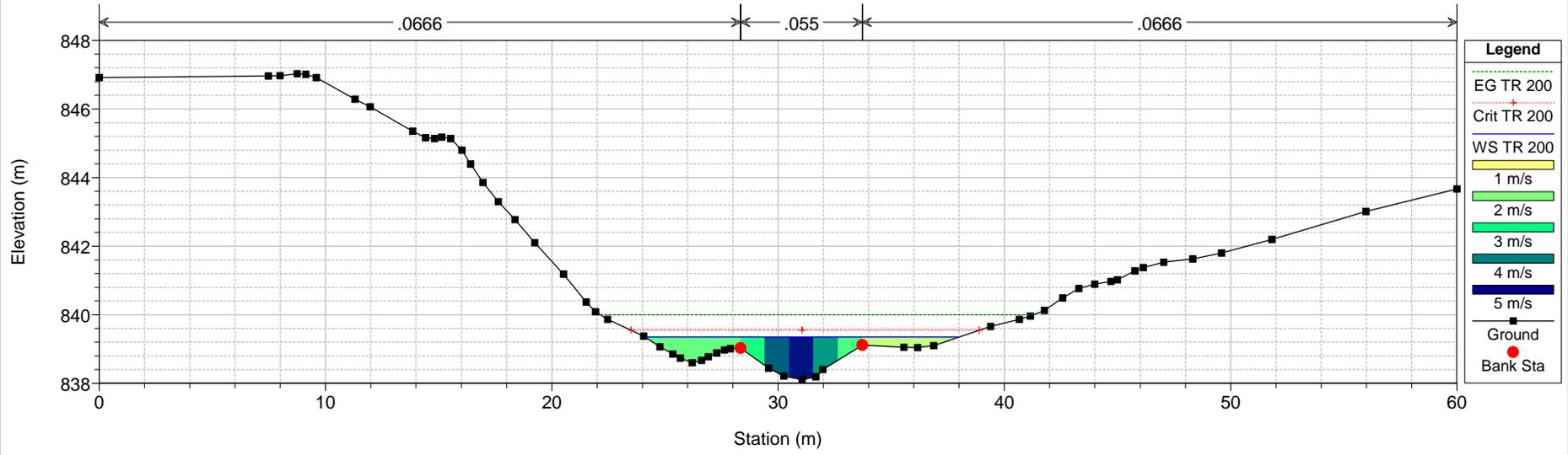
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



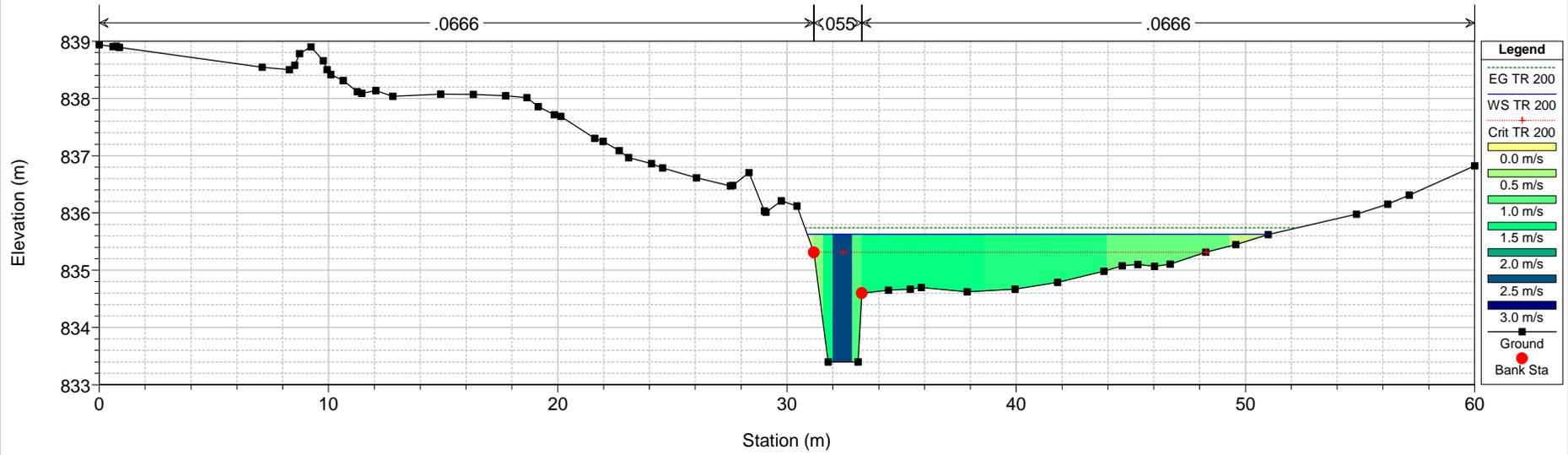
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



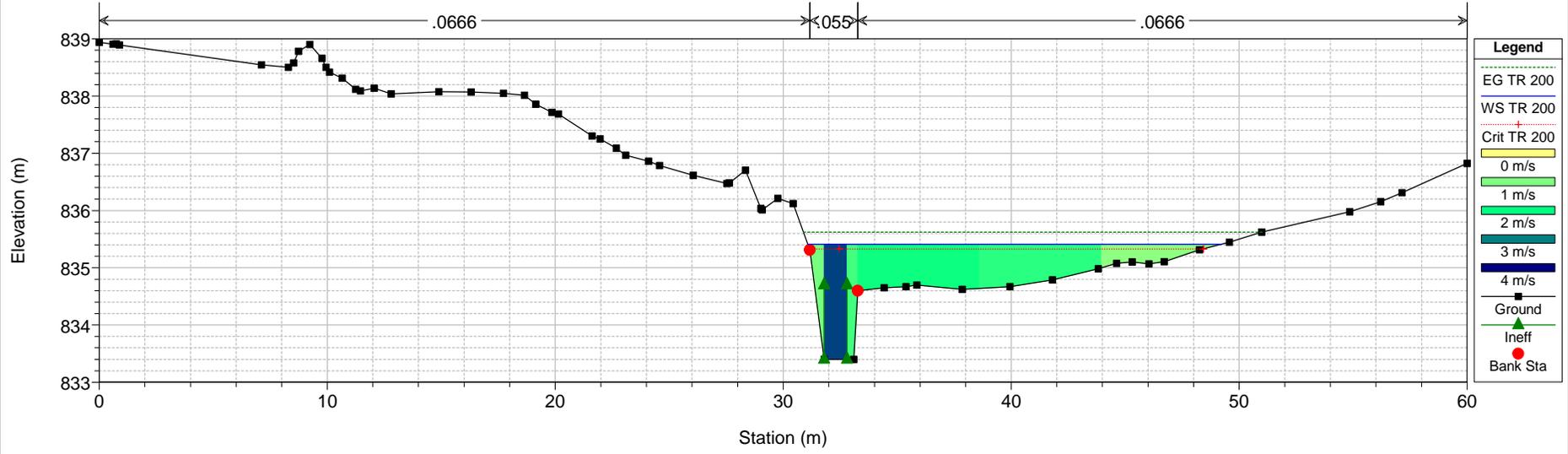
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



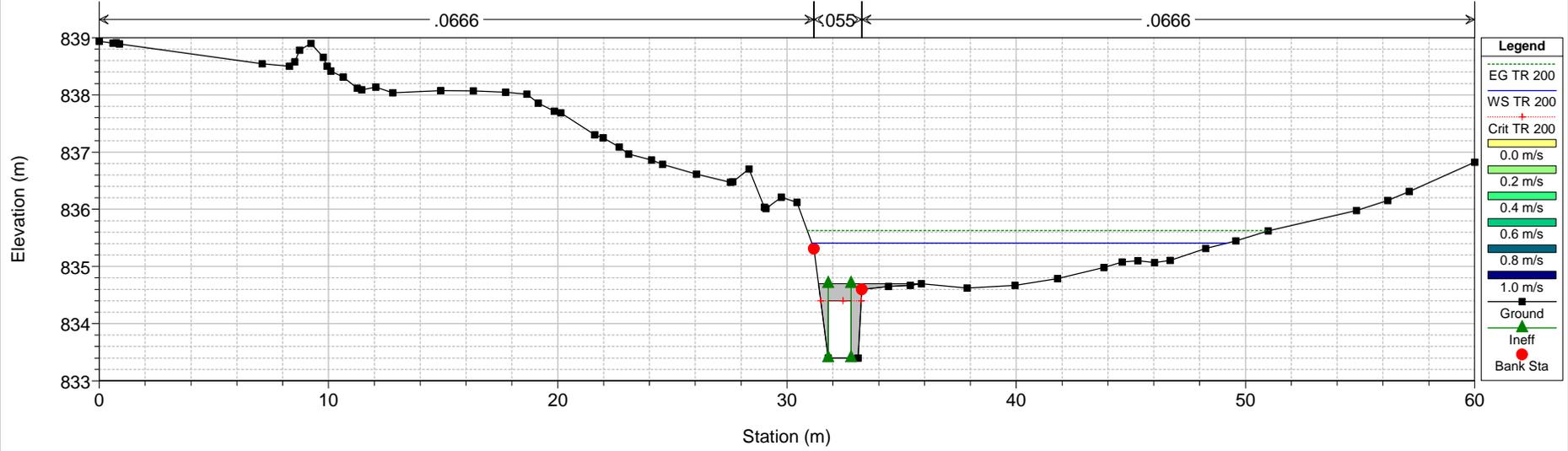
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



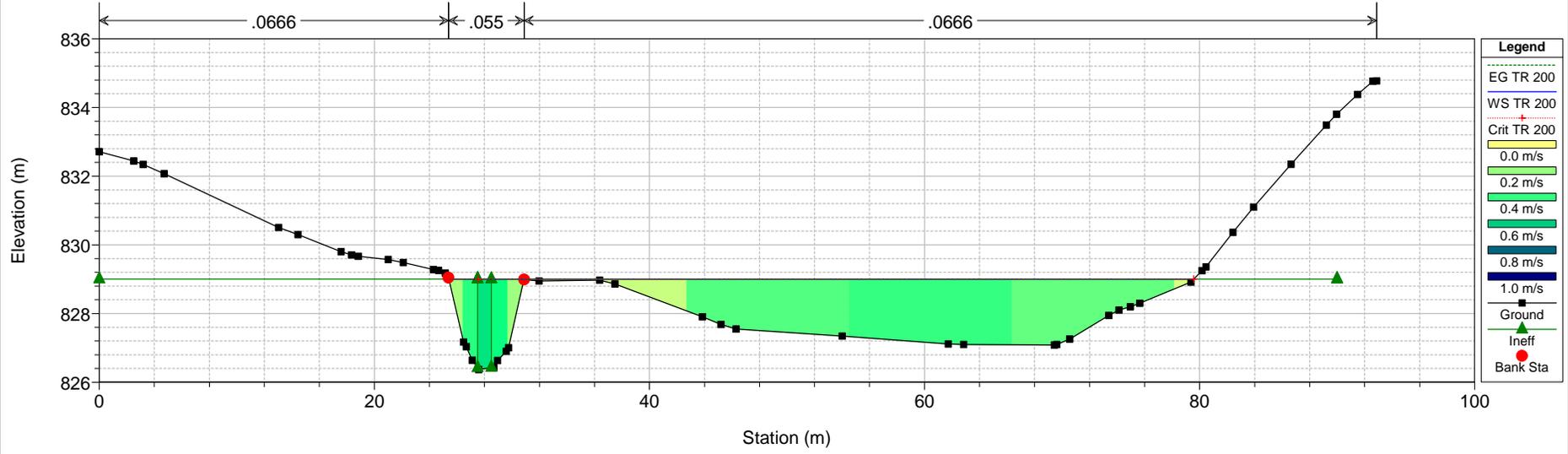
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



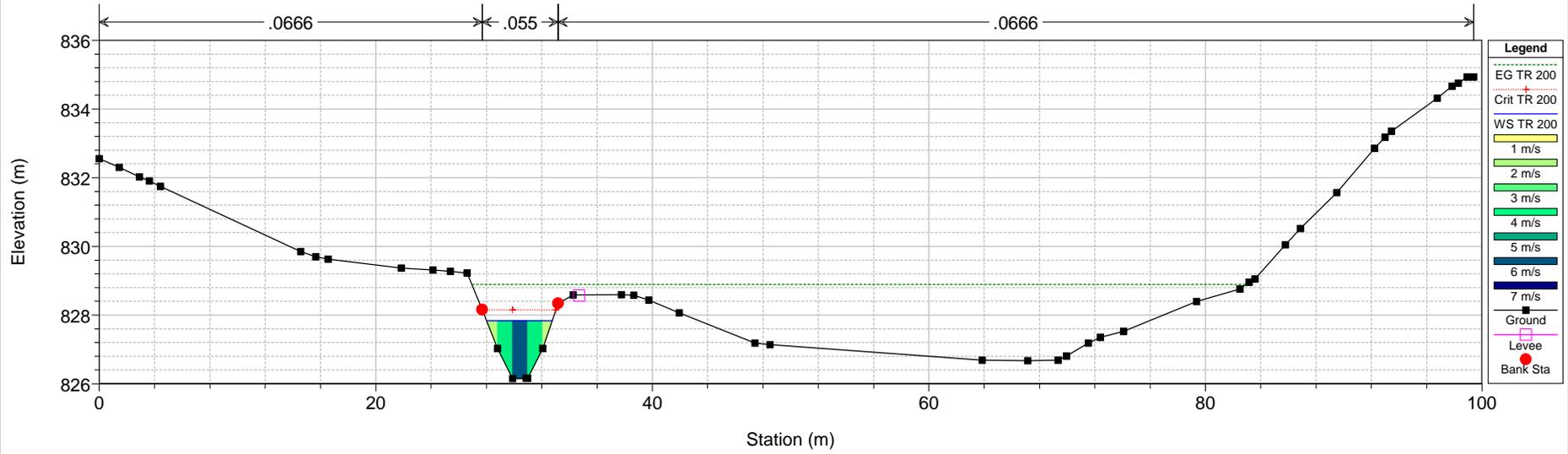
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02
Tombino esistente



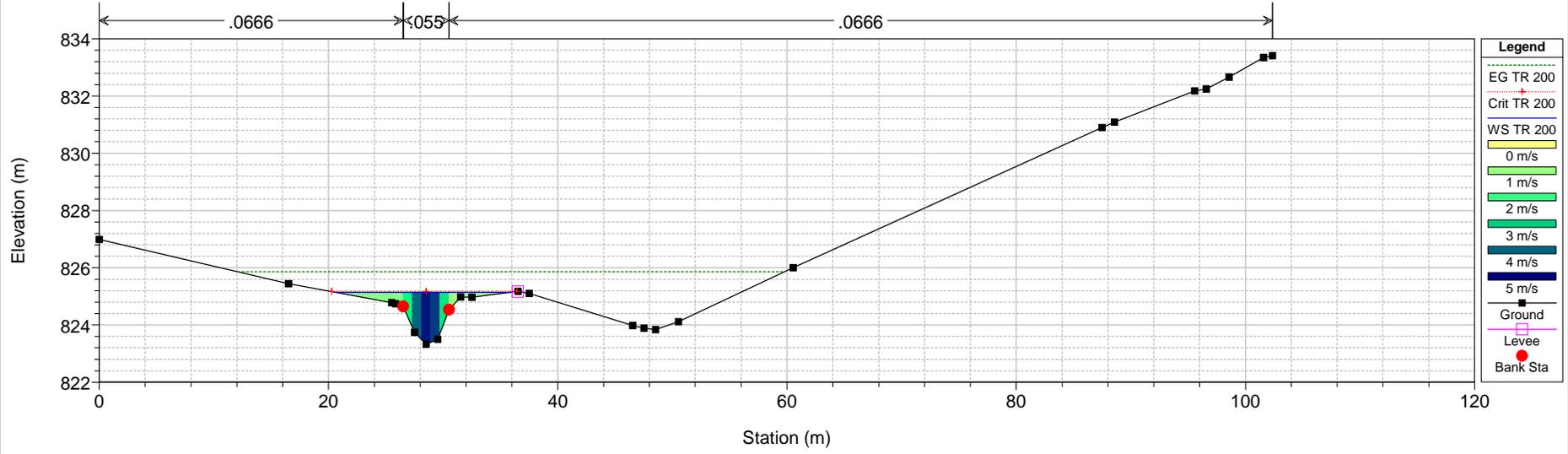
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



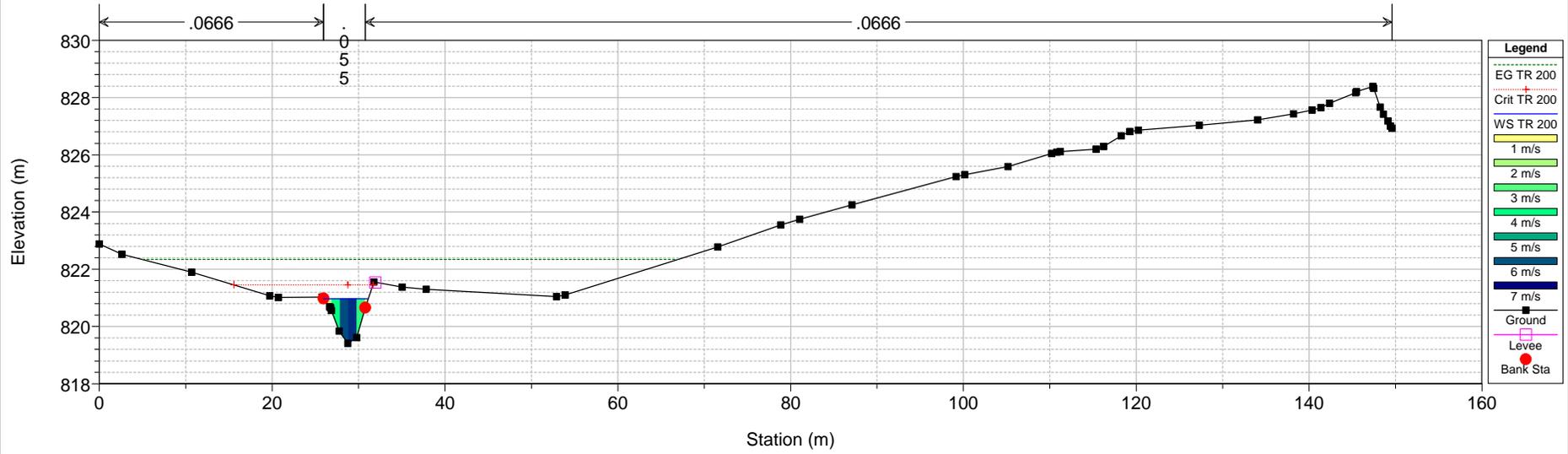
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



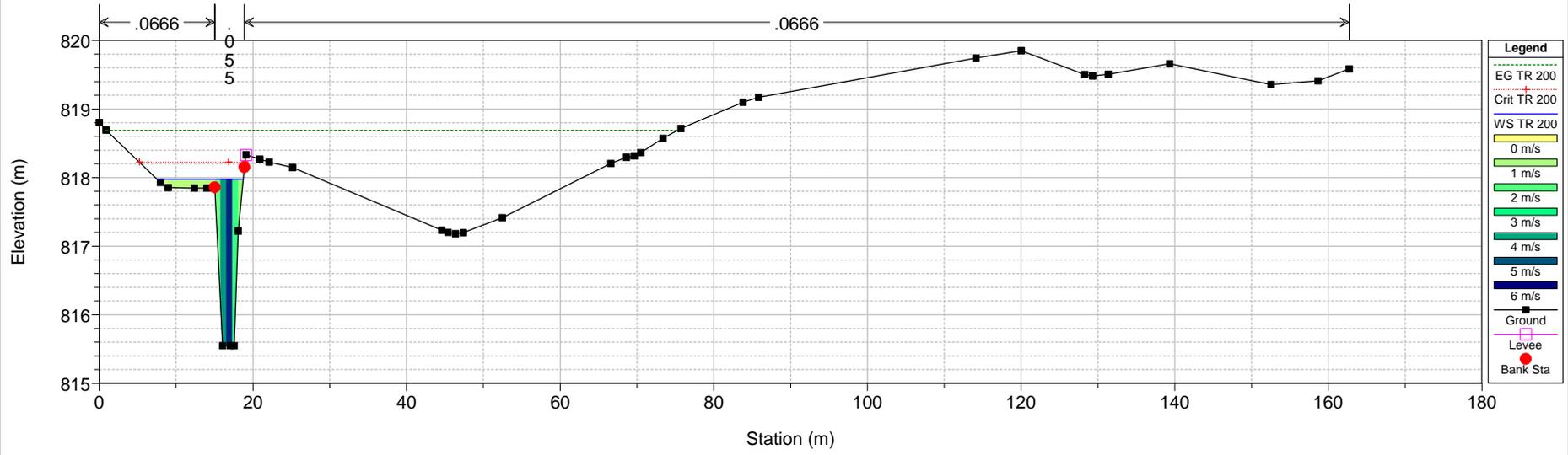
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



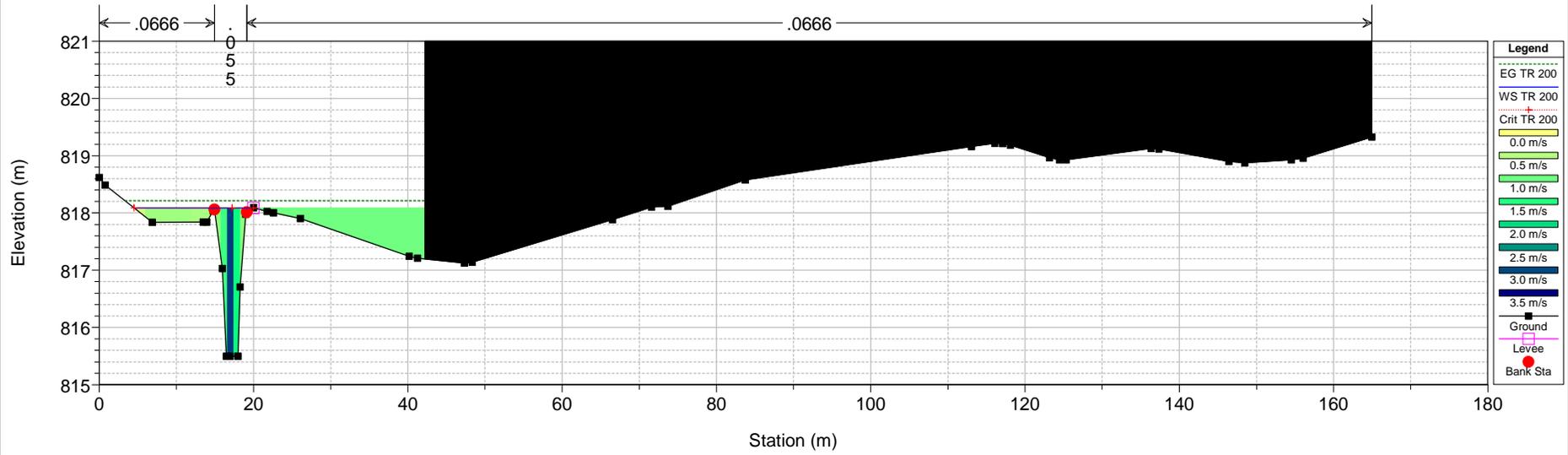
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



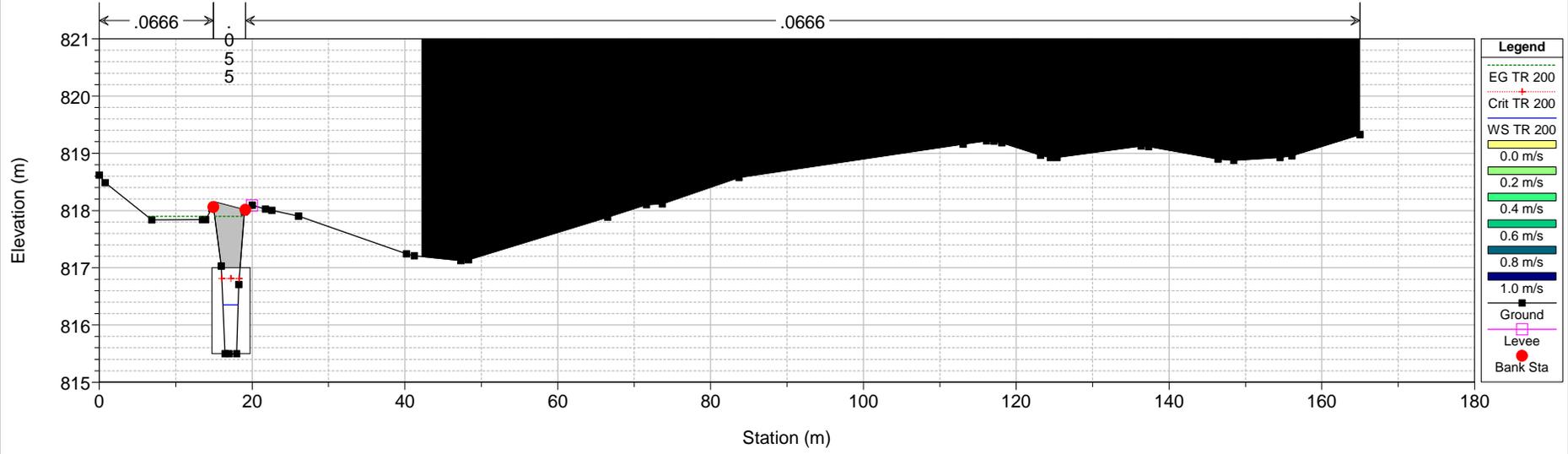
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



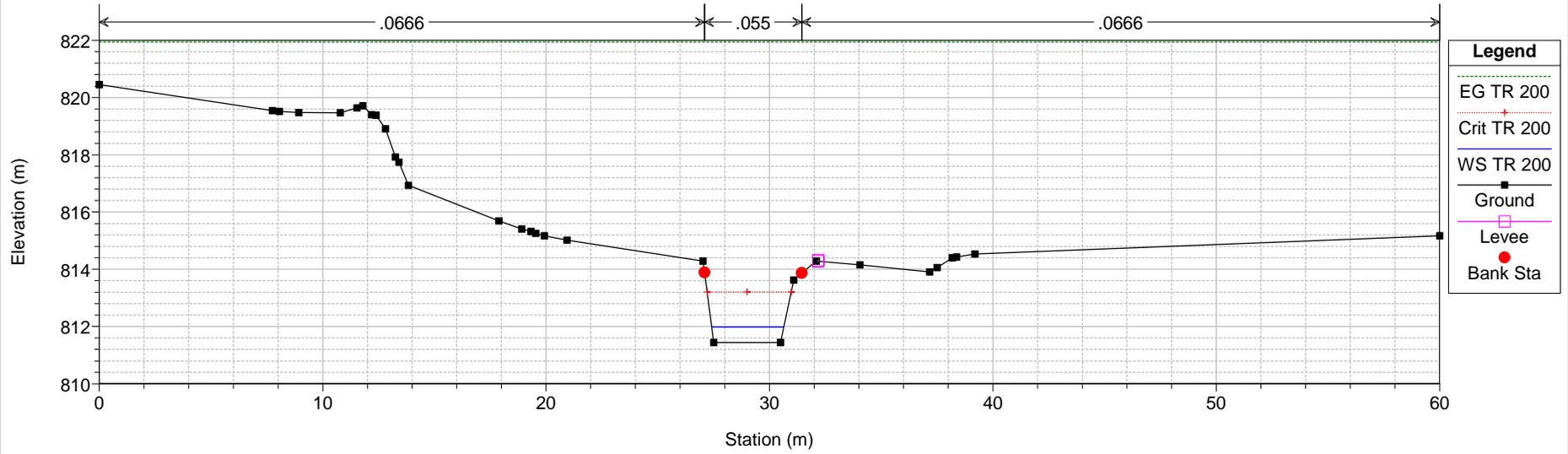
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



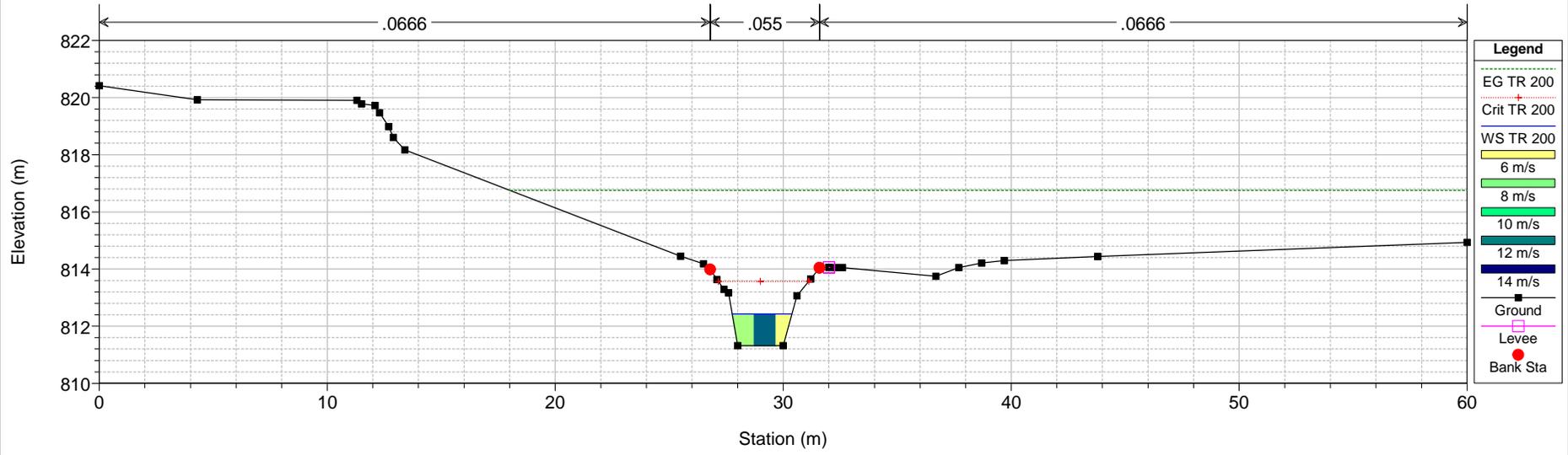
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02
Tombino PRJ - DEF (pk 0+359.224)



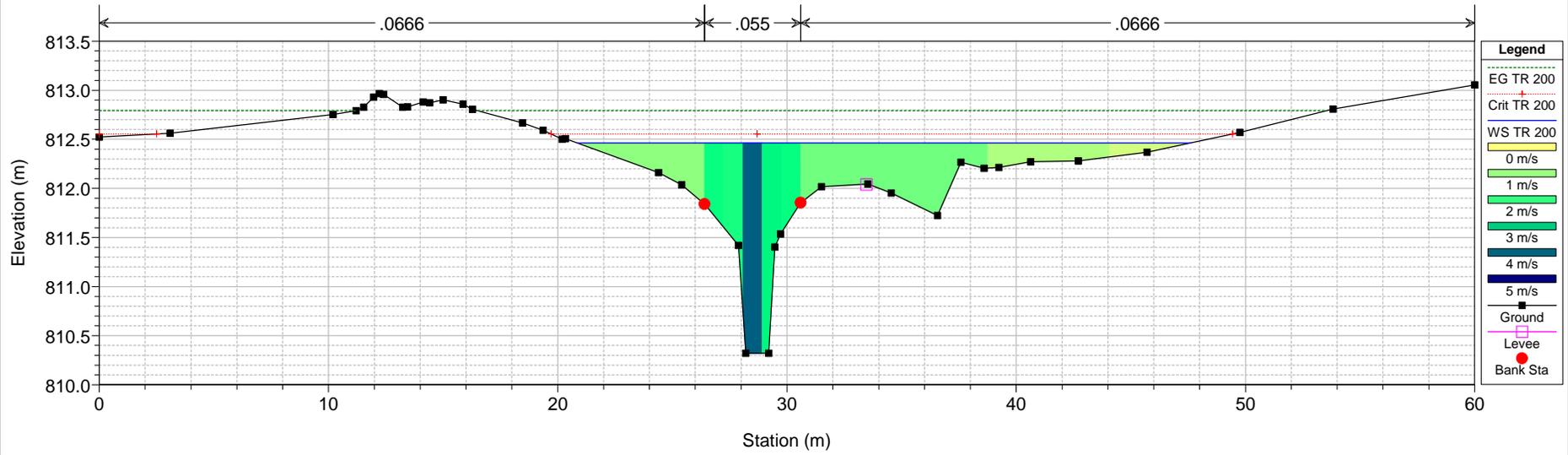
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



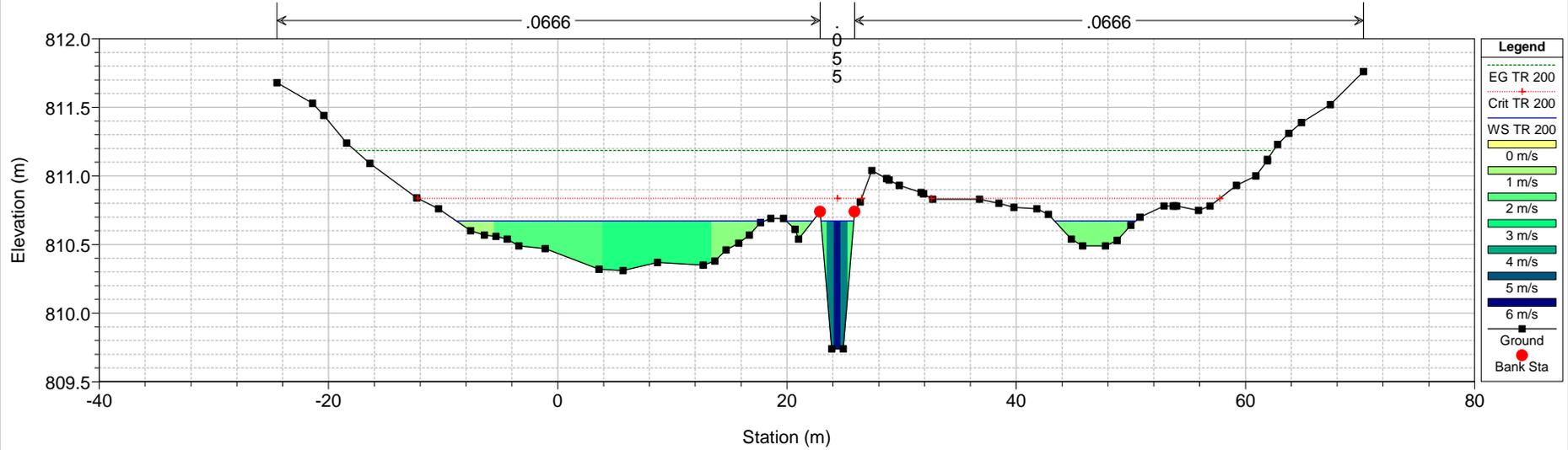
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



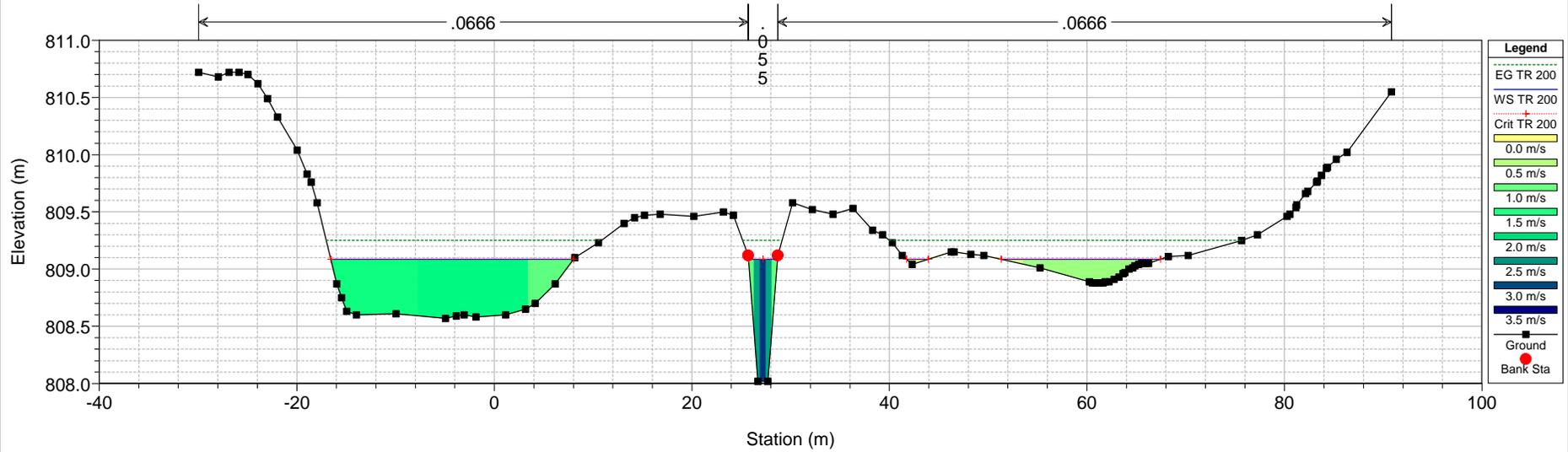
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



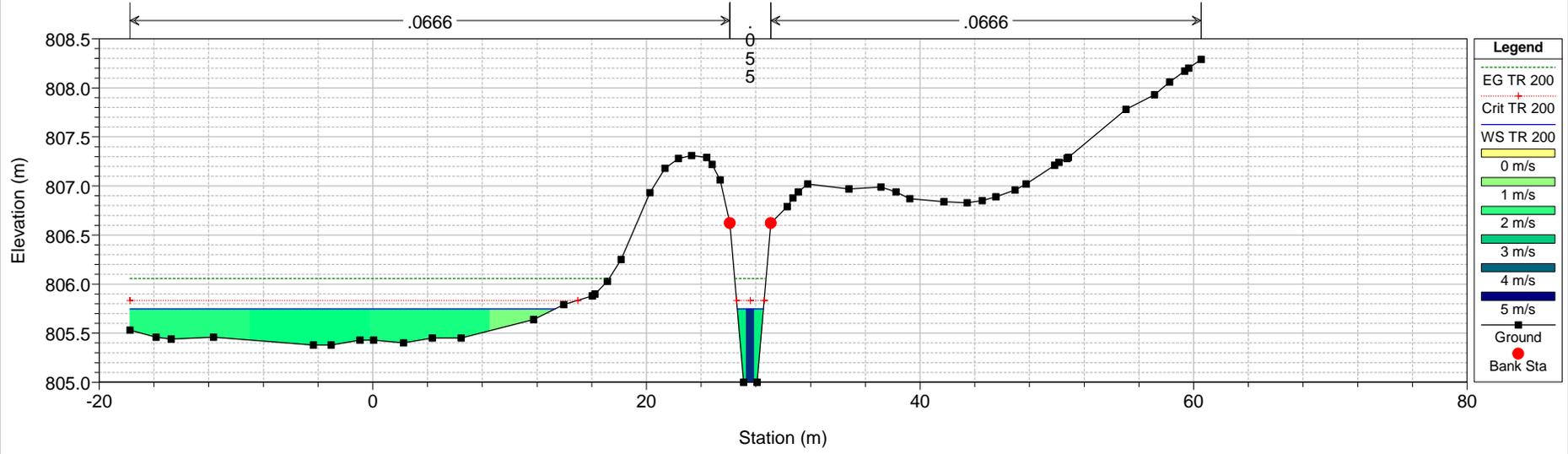
B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



B08 Plan: B08_PRJ_DEF_Rev02



1.2.7. Corso d'acqua B10
(Configurazione di progetto –
Evento TR 200 anni)

Culvert Report

B10

Invert Elev Dn (m)	=	885.9500
Pipe Length (m)	=	18.0000
Slope (%)	=	1.0000
Invert Elev Up (m)	=	886.1300
Rise (mm)	=	1800.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1800.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.014
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Square edge w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0098, 2, 0.0398, 0.67, 0.5

Calculations

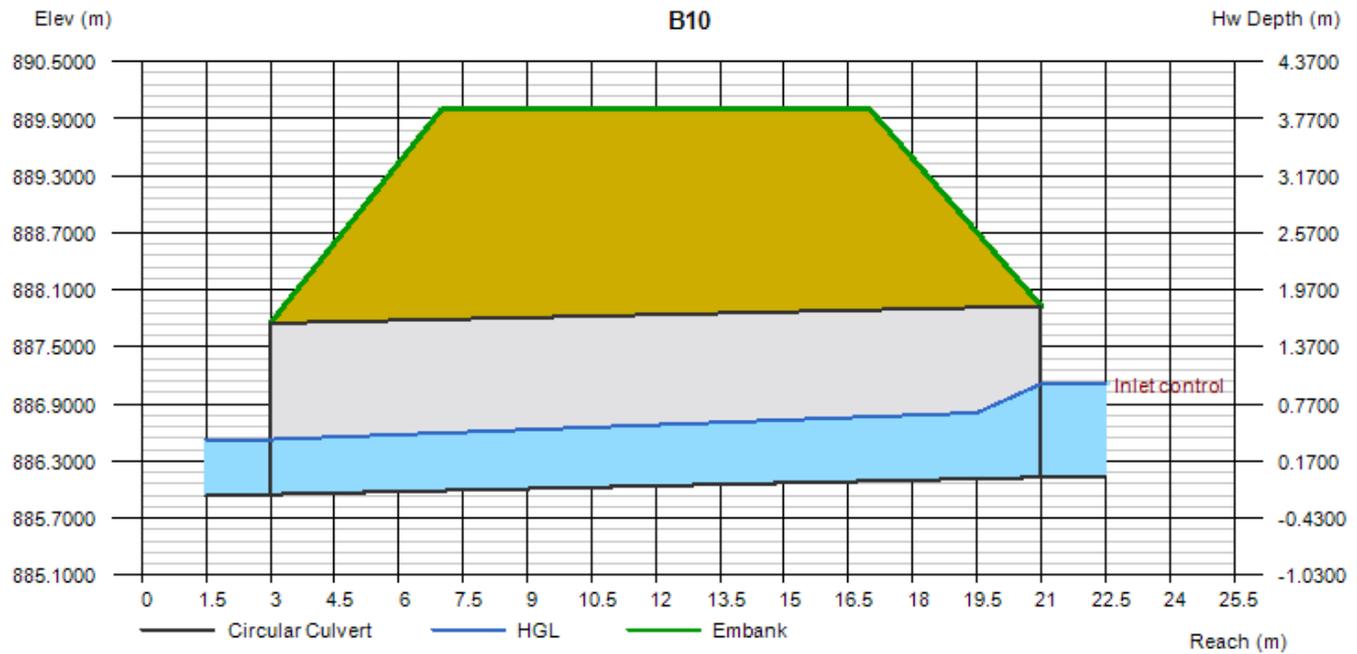
Qmin (cms)	=	2.1000
Qmax (cms)	=	2.1000
Tailwater Elev (m)	=	Normal

Highlighted

Qtotal (cms)	=	2.1000
Qpipe (cms)	=	2.1000
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	2.9767
Veloc Up (m/s)	=	2.2740
HGL Dn (m)	=	886.5281
HGL Up (m)	=	886.8347
Hw Elev (m)	=	887.1113
Hw/D (m)	=	0.5452
Flow Regime	=	Inlet Control

Embankment

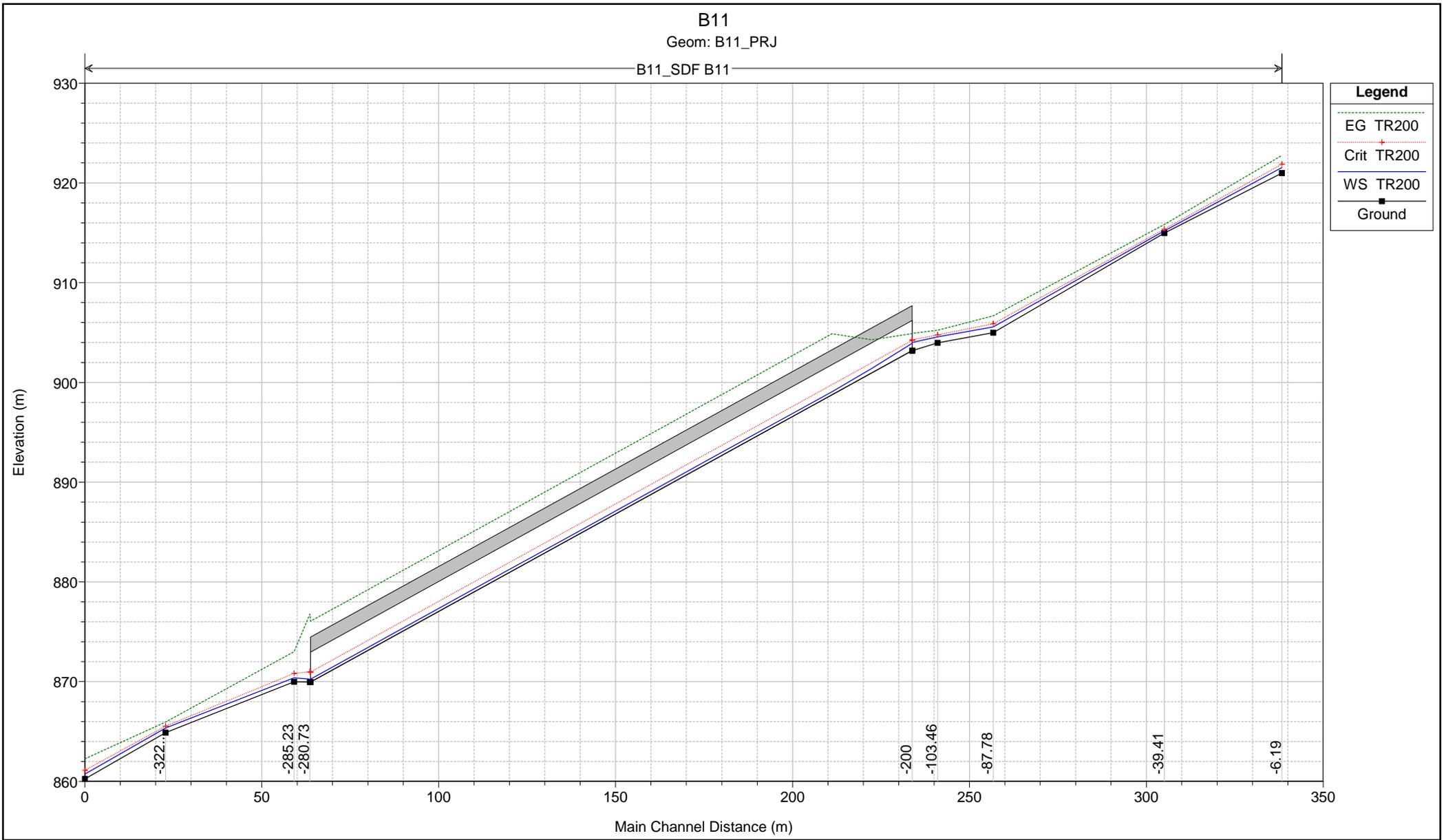
Top Elevation (m)	=	890.0000
Top Width (m)	=	10.0000
Crest Width (m)	=	54.0000

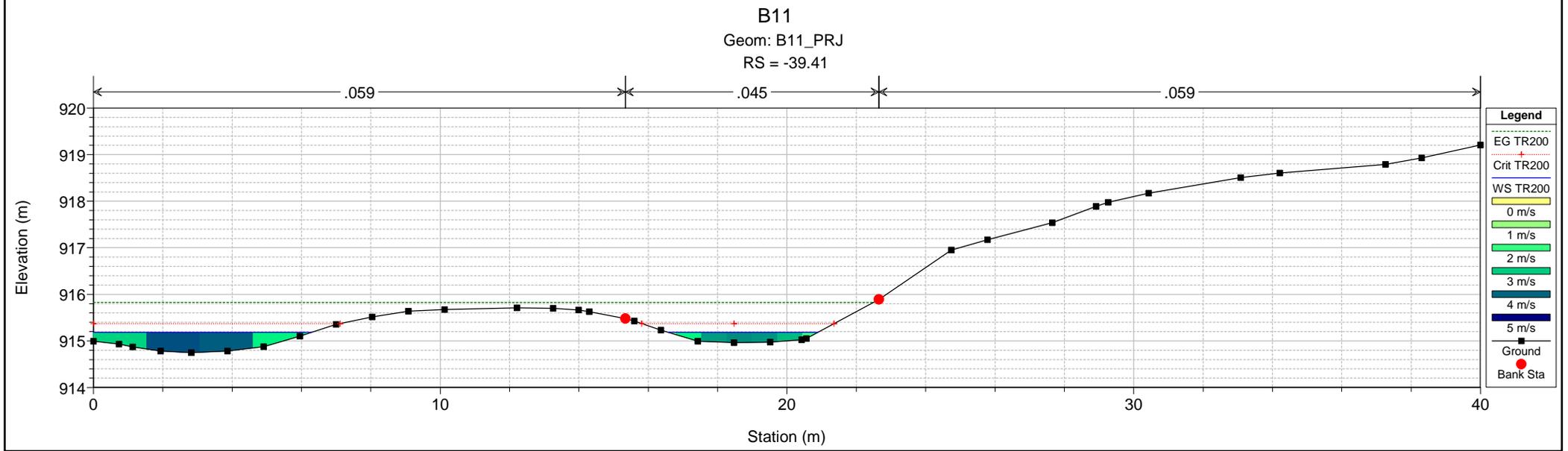
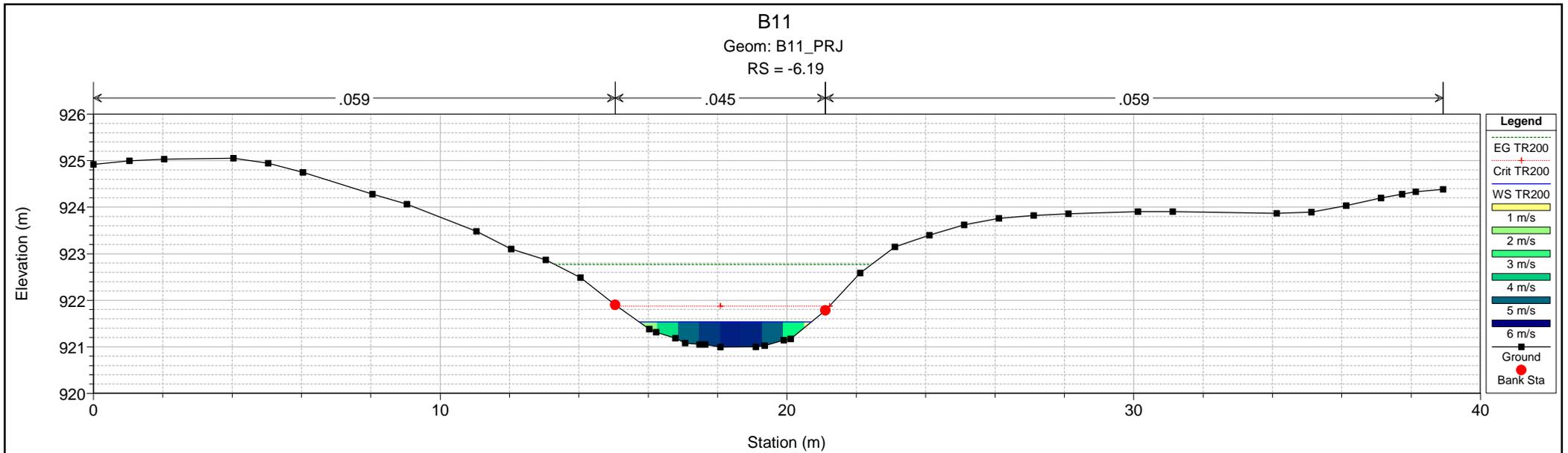


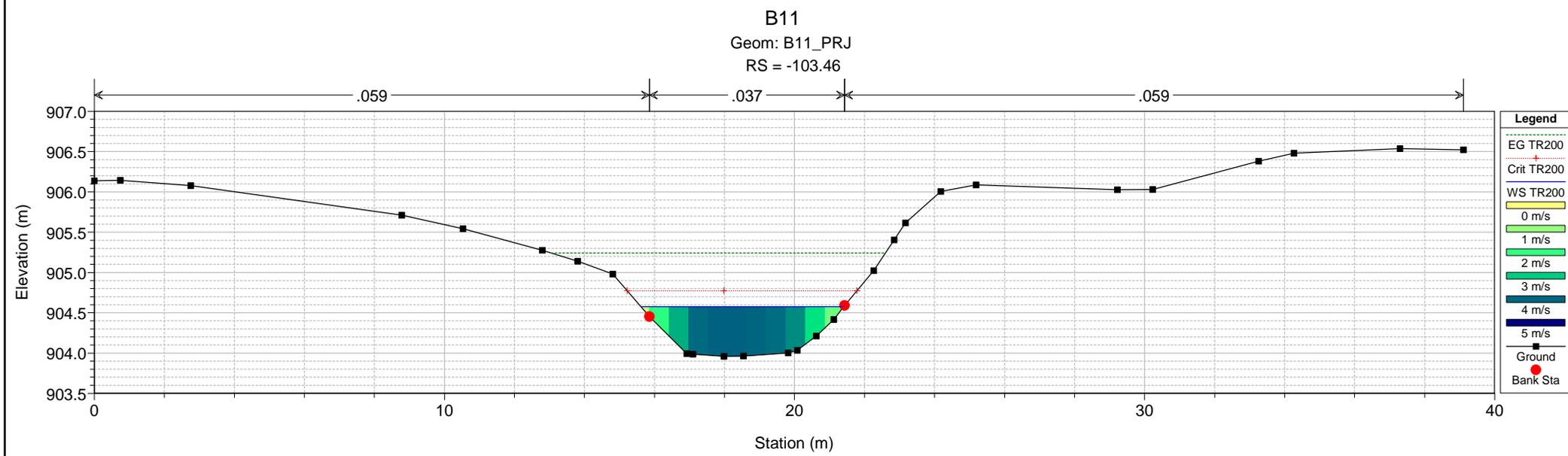
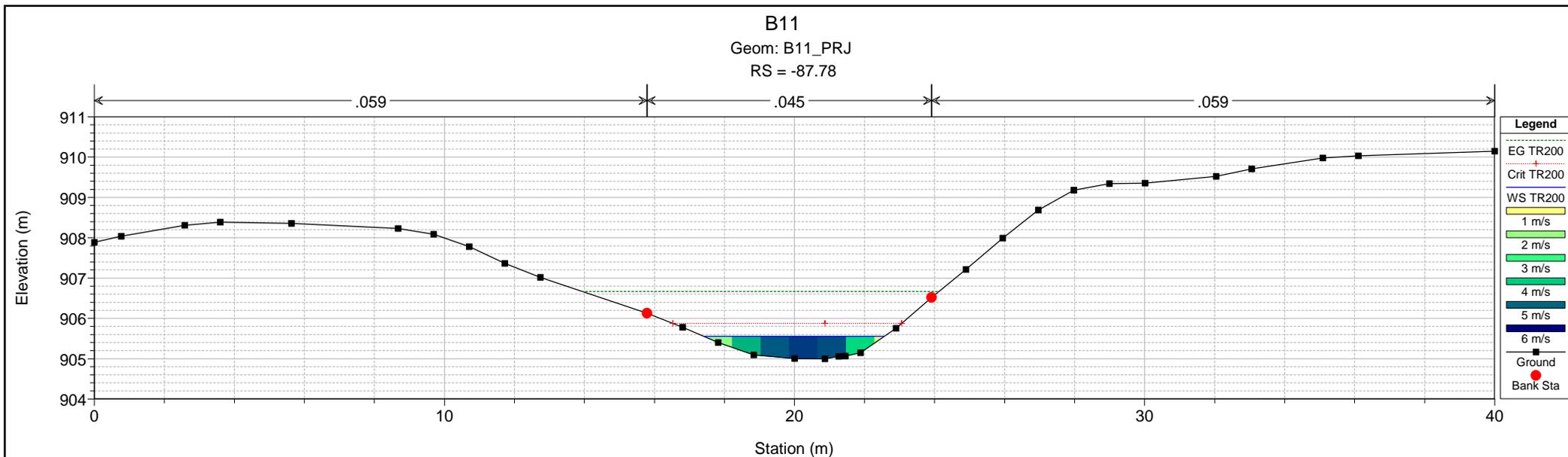
1.2.8. Corso d'acqua B11
(Configurazione di progetto –
Evento TR 200 anni)

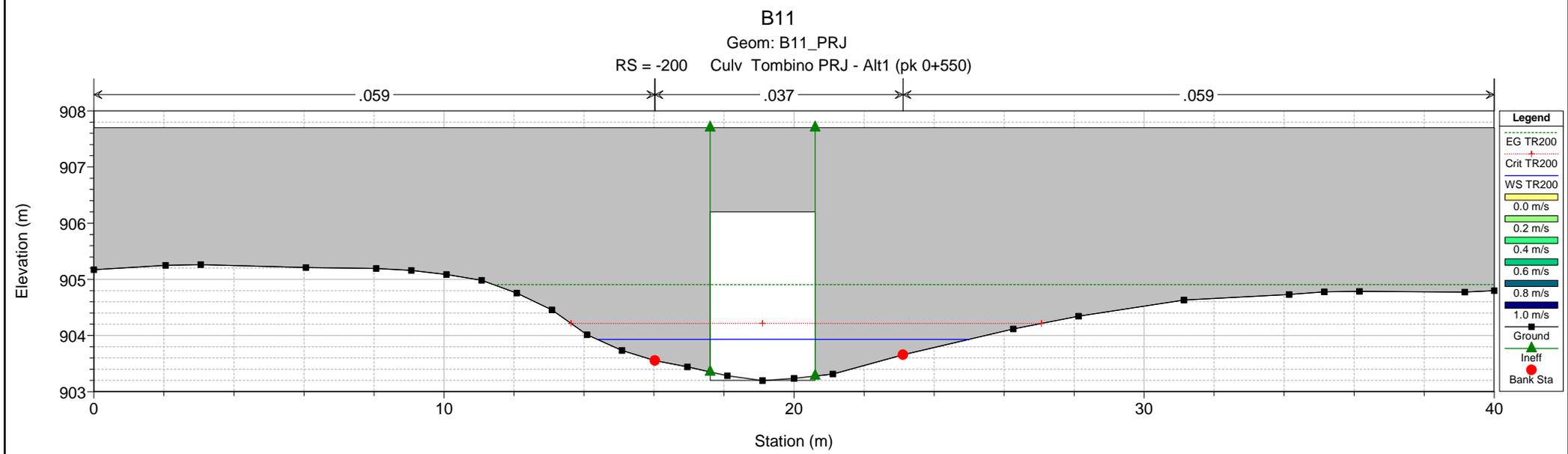
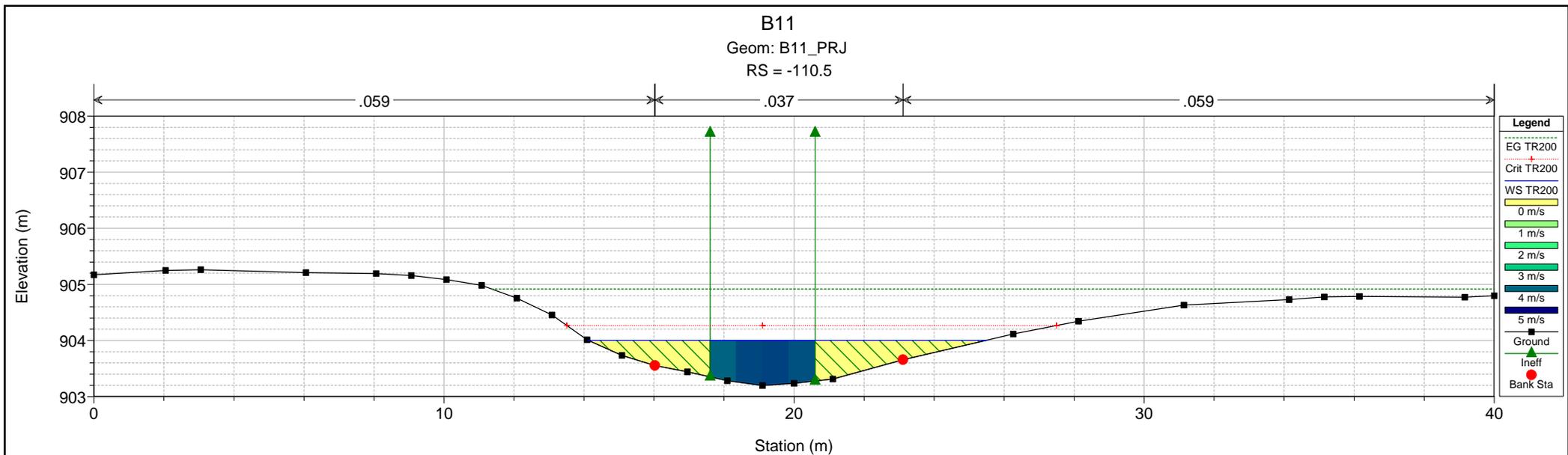
HEC-RAS Plan: B11_PRJ River: B11_SDF Reach: B11 Profile: TR200

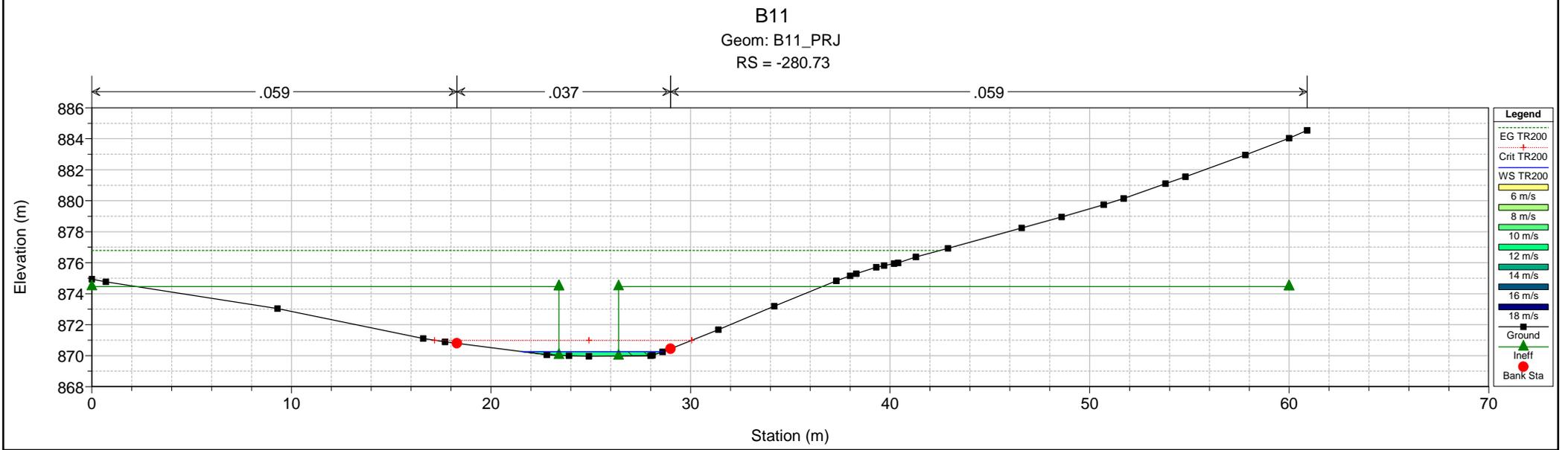
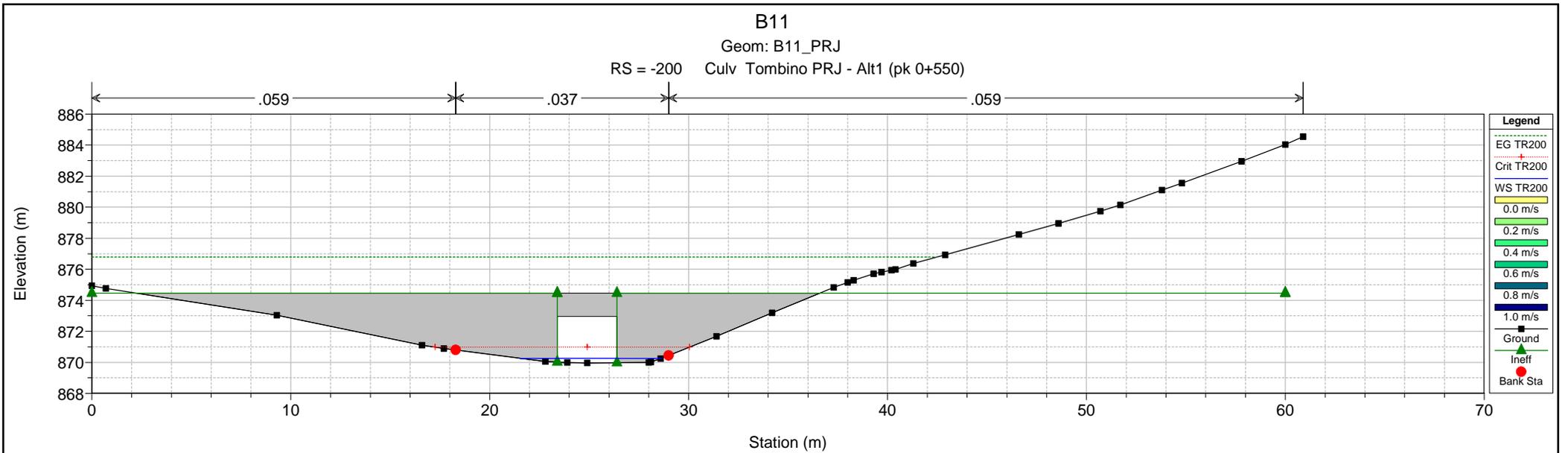
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Diff	Froude # Chl	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius C (m)	Shear Chan (N/m2)	Hydr Depth (m)
B11	-6.19	TR200	9.60	921.00	0.54	921.54	921.87	-0.33	2.51	922.77	4.9	4.9	0.38	665.38	0.39
B11	-39.41	TR200	9.60	914.97	0.44	915.19	915.37	-0.18	2.51	915.83	3.2	3.5	0.17	377.66	0.26
B11	-87.78	TR200	9.60	904.99	0.56	905.55	905.87	-0.32	2.37	906.67	4.7	4.7	0.38	598.44	0.40
B11	-103.46	TR200	9.60	903.96	0.61	904.58	904.77	-0.19	1.67	905.24	3.6	3.6	0.46	227.20	0.46
B11	-110.5	TR200	9.60	903.20	0.81	904.01	904.27	-0.26	1.55	904.92	4.2	4.2	0.75	264.06	0.76
B11	-200		Culvert												
B11	-280.73	TR200	9.60	869.96	0.30	870.26	870.99	-0.73	6.79	876.79	11.3	11.3	0.28	2619.05	0.28
B11	-285.23	TR200	9.60	869.98	0.41	870.39	870.83	-0.44	4.32	872.99	7.1	7.1	0.27	1056.88	0.28
B11	-322.59	TR200	9.60	864.88	0.47	865.35	865.54	-0.19	1.87	865.96	3.4	3.4	0.34	337.25	0.35
B11	-345.42	TR200	9.60	860.25	0.49	860.74	861.10	-0.36	3.09	862.25	5.4	5.4	0.31	870.84	0.32

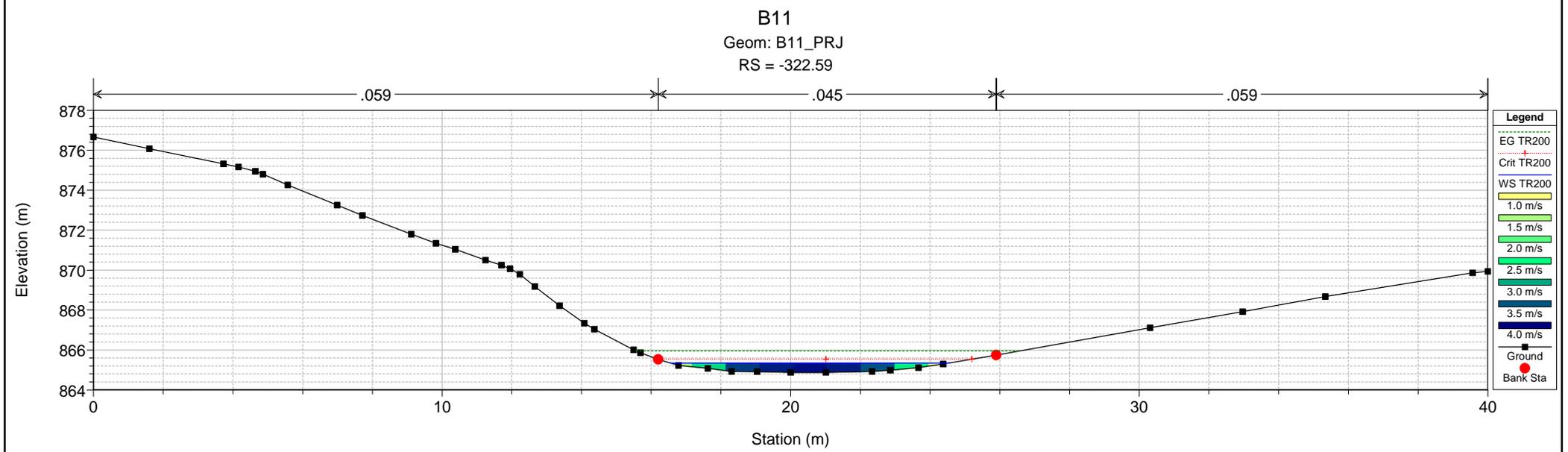
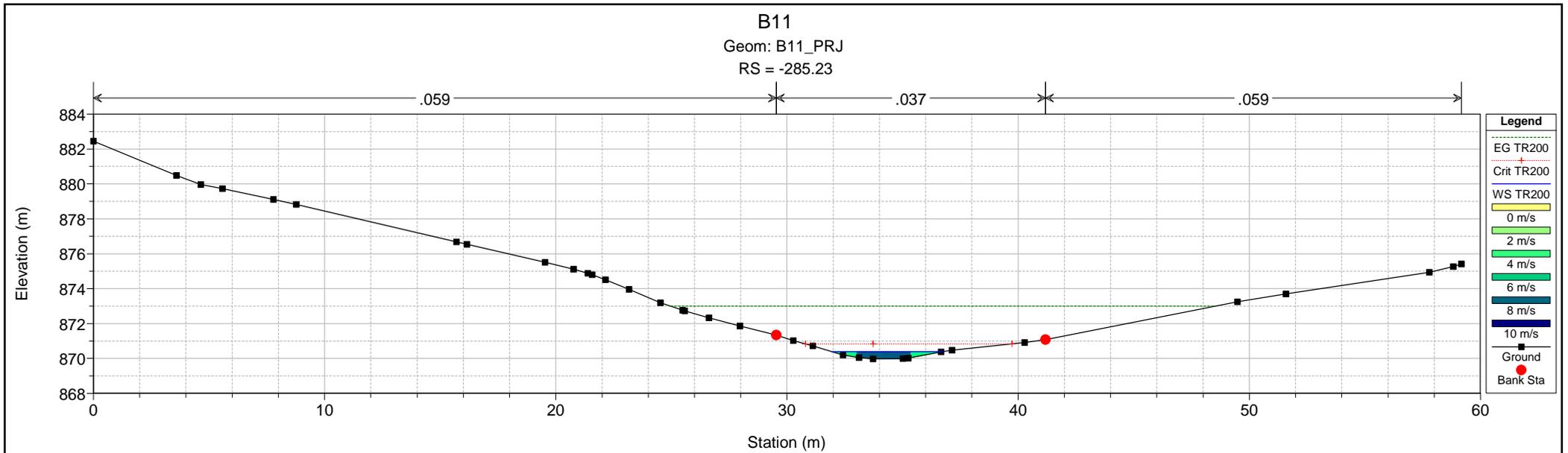




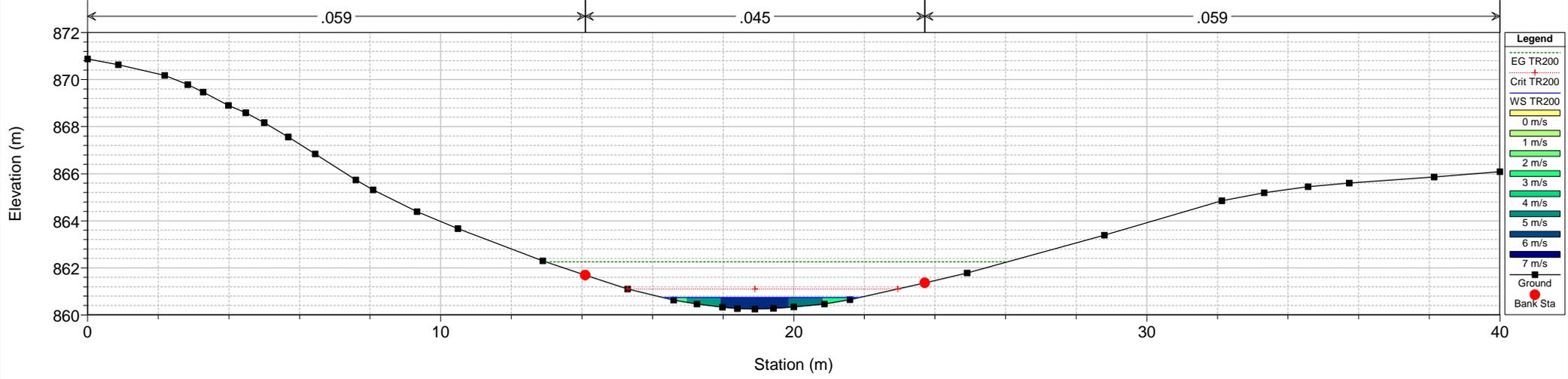








B11
Geom: B11_PRJ
RS = -345.42



1.2.9. Corso d'acqua B12
(Configurazione di progetto –
Evento TR 200 anni)

Culvert Report

B12

Invert Elev Dn (m)	=	902.8000
Pipe Length (m)	=	32.0000
Slope (%)	=	0.9997
Invert Elev Up (m)	=	903.1199
Rise (mm)	=	1200.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1200.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.014
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Square edge w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0098, 2, 0.0398, 0.67, 0.5

Calculations

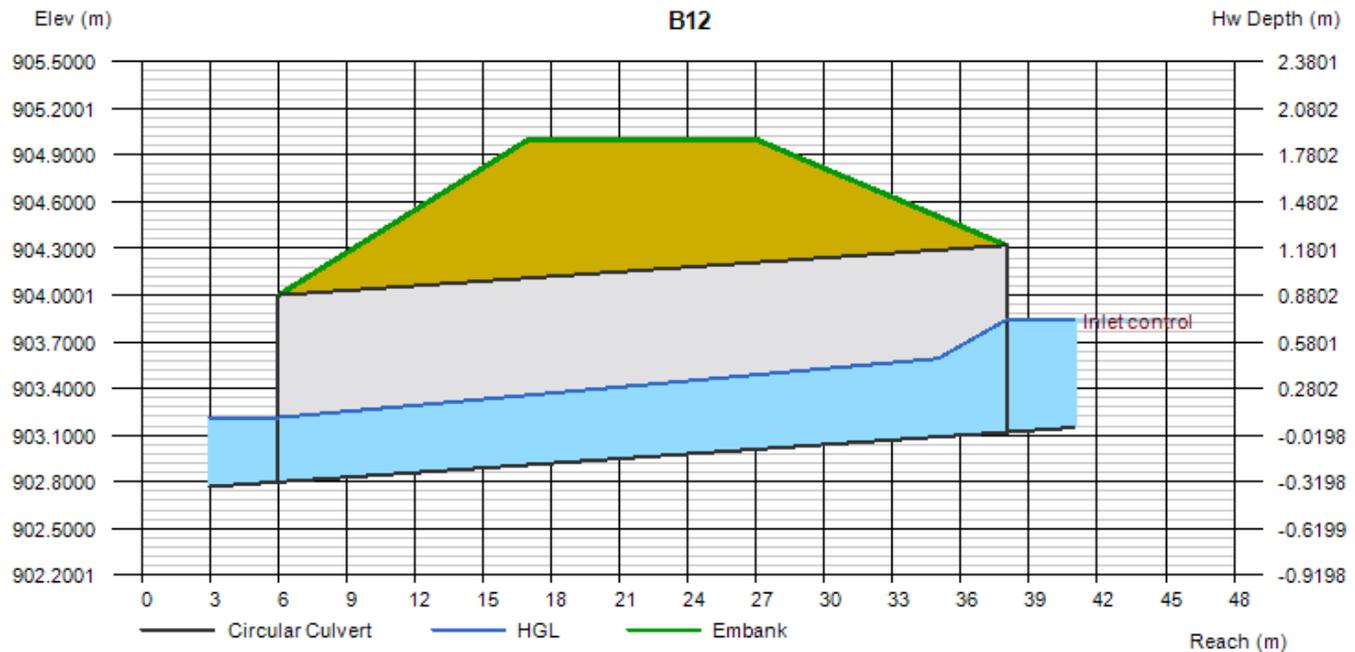
Qmin (cms)	=	0.9000
Qmax (cms)	=	0.9000
Tailwater Elev (m)	=	Normal

Highlighted

Qtotal (cms)	=	0.9000
Qpipe (cms)	=	0.9000
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	2.6047
Veloc Up (m/s)	=	1.9542
HGL Dn (m)	=	903.2136
HGL Up (m)	=	903.6321
Hw Elev (m)	=	903.8412
Hw/D (m)	=	0.6011
Flow Regime	=	Inlet Control

Embankment

Top Elevation (m)	=	905.0000
Top Width (m)	=	10.0000
Crest Width (m)	=	54.0000



1.2.10. Corso d'acqua B13
(Configurazione di progetto –
Evento TR 200 anni)

Culvert Report

B13

Invert Elev Dn (m)	=	906.0000
Pipe Length (m)	=	180.0000
Slope (%)	=	1.0000
Invert Elev Up (m)	=	907.8000
Rise (mm)	=	4000.0
Shape	=	Box
Span (mm)	=	4000.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.014
Culvert Type	=	Flared Wingwalls
Culvert Entrance	=	30D to 75D wingwall flares
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.026, 1, 0.0347, 0.81, 0.4

Embankment

Top Elevation (m)	=	913.0000
Top Width (m)	=	100.0000
Crest Width (m)	=	30.0000

Calculations

Qmin (cms)	=	2.9000
Qmax (cms)	=	2.9000
Tailwater Elev (m)	=	Normal

Highlighted

Qtotal (cms)	=	2.9000
Qpipe (cms)	=	2.9000
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	2.7030
Veloc Up (m/s)	=	1.9232
HGL Dn (m)	=	906.2682
HGL Up (m)	=	908.1770
Hw Elev (m)	=	908.3627
Hw/D (m)	=	0.1407
Flow Regime	=	Inlet Control

