



Società per Azioni Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova
 Via Flavio Gioia 71 37135 Verona
 tel. 0458272222 Fax 0458200051 Casella Postale 460M www.autobspd.it
 AREA COSTRUZIONI AUTOSTRADALI



AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

PROGETTO PRELIMINARE

CUP G19J1 00001 40005

COMMESSA 25 2005

COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
 Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
 PER LA PROGETTAZIONE
 Dott. Ing. Sergio Mutti

PROGETTISTA



CONSORZIO RAETIA

CAPO PROGETTO:
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO:
 Dott. Ing. Andrea Renso

ELABORATO STUDI ED INDAGINI DEL TRACCIATO SCELTO
 Idraulica e smaltimento acque di piattaforma

Relazione interferenze idrauliche

Progressivo Rev.
 05 11 01 001 A0

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA -
00	Agosto 2011	Prima Emissione	GIRPA	S. Dal Forno	G. Biemmi	NOME FILE 2505_051101001_0101_OPP_A0
AO	Settembre 2011	Verifica art. 112 D. Lgs. 163/06	GIRPA	S. Dal Forno	V. Butterini	CM 2505 ELAB. 05110101001 Fg. 0101 LIV. 00P REV. A0

**AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE**

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO PRELIMINARE
STUDI E INDAGINI DEL TRACCIATO SCELTO

RELAZIONE INTERFERENZE IDRAULICHE

INDICE

Indice delle tabelle	4
Indice delle figure	4
1 Premessa	8
2 Definizione dei principi generali	8
2.1 Normativa di riferimento	8
3 Corsi d'acqua principali	10
3.1 Fiume Adige	10
3.1.1 <i>Premessa</i>	10
3.1.2 <i>Inquadramento</i>	10
3.1.3 <i>Aree di rischio idraulico</i>	15
3.1.4 <i>Interventi di mitigazione del rischio idraulico in programma dall'Autorità di Bacino del fiume Adige</i>	17
3.1.4.1 <i>Laminazione dell'onda di piena</i>	17
3.1.5 <i>Analisi delle portate</i>	19
3.1.6 <i>Interventi di progetto</i>	21
3.1.7 <i>Modello idraulico</i>	22
3.1.8 <i>Stato di fatto</i>	24
3.1.9 <i>Stato di progetto</i>	26
3.1.10 <i>Conclusioni relative alla modellazione idraulica</i>	28
3.2 Torrente Astico	30
3.2.1 <i>Premessa</i>	30
3.2.2 <i>Inquadramento</i>	30
3.2.3 <i>Modello idraulico</i>	31
3.2.4 <i>Tratto 1</i>	36
3.2.5 <i>Tratto 2</i>	42
3.2.6 <i>Tratto 3</i>	52
3.2.7 <i>Tratto 4</i>	58
3.2.8 <i>Tratto 5</i>	60
3.2.9 <i>Tratto 6</i>	72
3.2.10 <i>Conclusioni</i>	78
3.3 Opere di sistemazione previste per il reticolo idrico principale	80
3.3.1 <i>Opere di difesa dall'erosione</i>	80
3.3.2 <i>Progetto delle opere di protezione spondale in prossimità degli attraversamenti</i>	81

3.3.3	<i>Muri di sponda in massi cementati</i>	84
3.3.4	<i>Scogliera in massi a secco</i>	86
4	Risoluzione delle interferenze idrauliche secondarie	89
4.1	Reticolo interferito	89
4.2	Portate di progetto	90
4.3	Verifica dei manufatti di attraversamento del reticolo secondario a moto uniforme	90
4.4	Attraversamenti	91
4.5	Opere di sistemazione previste per il reticolo idrico secondario	92
4.5.1	<i>Briglie e soglie in massi a secco</i>	93
4.5.2	<i>Briglie e soglie in calcestruzzo</i>	95
4.5.3	<i>Platea in massi a secco</i>	97
4.5.4	<i>Copertura diffusa</i>	98
5	Acque di versante – Trasparenza idraulica dell’opera	101
5.1	Canali di gronda - Opere di drenaggio	101
5.1.1	<i>Drenaggi superficiali: canali di gronda</i>	102
5.2	Canali di redistribuzione e di scarico nei recettori	105
6	Conclusioni	110
7	Appendice	110

Indice delle tabelle

Tabella 1: Definizione dei parametri di rischio idraulico secondo il PAI dell'Adige	16
Tabella 2: Portate al colmo di piena, Tr 30.....	20
Tabella 3: Portate al colmo di piena, Tr 200.....	20
Tabella 4: Portate al colmo di piena, Tr 500.....	20
Tabella 5: risultati della modellazione idrologica con Clark e Snyder per Tr 100 e 200 anni ..	33
Tabella 6: valori di portata nei tratti impiegati per l'analisi idraulica, secondo i metodi di Clark, Snyder e metodo trentino	34
Tabella 7 Livelli idrici in corrispondenza dei viadotti	79
Tabella 8 Reticolo secondario interferito, opere previste	90
Tabella 9 Portate TR 200 per ciascun bacino	90
Tabella 10 Verifiche moto uniforme	91

Indice delle figure

Figura 1: Limite idrografico del bacino del fiume Adige	11
Figura 2: Limiti amministrativi del bacino del fiume Adige	12
Figura 3: Carta di uso del suolo CORINE nel bacino del fiume Adige	14
Figura 4: Carta di pericolosità idraulica nel bacino del fiume Adige	15
Figura 5: Legenda delle carte di rischio idraulico	16
Figura 6: Interferenza del tracciato col fiume Adige in vicinanza del comune di Besenello (TN)	16
Figura 7 Fiume Adige – Ponte con pile in alveo	25
Figura 8 Fiume Adige – Foto dal ponte verso monte	25
Figura 9 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto sull'Adige	27
Figura 10 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto sull'Adige in progetto	27
Figura 11: Bacino del torrente Astico ricadente nella Provincia di Vicenza e in minor parte in quella di Trento	31
Figura 12 Localizzazione planimetrica del tratto 1 più a nord, in prossimità dell'abitato Ciechi	36

Figura 13 Ponte esistente sul torrente Astico - tratto 1	37
Figura 14 Torrente Astico – tratto 1. Tratto a valle del ponte	37
Figura 15 Torrente Astico – tratto 1. Viadotto Ciechi in progettazione	38
Figura 16 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Ciechi	39
Figura 17 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Ciechi in progetto	40
Figura 18 Localizzazione planimetrica del tratto 2 studiato per il torrente Astico	42
Figura 19 Torrente Astico – tratto 2. Ponte a monte ad inizio tratto	43
Figura 20 Torrente Astico – tratto 2. Ponte con pile in alveo	43
Figura 21 Torrente Astico – tratto 2. Opera di sbarramento	44
Figura 22 Torrente Astico – tratto 2. Briglia	44
Figura 23 Torrente Astico – tratto 2. Viadotto Posta in progettazione	45
Figura 24 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Posta in progetto	46
Figura 25 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Posta	46
Figura 26 Torrente Astico – tratto 2. Viadotto Molino in progettazione	48
Figura 27 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Molino	49
Figura 28 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Molino in progetto	50
Figura 29 Localizzazione planimetrica del tratto 3 dell’Astico	52
Figura 30 Torrente Astico – tratto 3. Ponte con pila in alveo	53
Figura 32 Torrente Astico – tratto 3. Viadotto Settecà in progettazione	54
Figura 31 Torrente Astico – tratto 3. Briglia	54
Figura 33 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Settecà	55
Figura 34 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Settecà in progetto	56
Figura 35 Localizzazione del tratto 4 dell’Astico studiato	58
Figura 36 Torrente Astico – tratto 4. Ponte	59
Figura 37 Torrente Astico – tratto 4. Restringimento di sezione	60
Figura 38 Localizzazione del tratto 5 del torrente Astico che è stato studiato per la modellazione	61
Figura 39 Torrente Astico – tratto 5. Ponte con pila in alveo	62

Figura 40 Torrente Astico – tratto 5. Ponte con immissione del Posina a monte	63
Figura 41 Torrente Astico – tratto 5. Ponte con rivestimento sezione con massi	63
Figura 42 Torrente Astico – tratto 5. Salti di fondo	64
Figura 43 Torrente Astico – tratto 5. Viadotto Velo in progettazione	65
Figura 44 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Velo	66
Figura 45 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Velo in progetto	66
Figura 46 Torrente Astico – tratto 5. Viadotto Boiadori in progettazione	69
Figura 47 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Boiadori	70
Figura 48 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Boiadori in progetto	70
Figura 49 Localizzazione del tratto numero 6 più a sud, modellizzato per lo studio delle interferenze del tracciato con l’Astico	72
Figura 50 Torrente Astico – tratto 6. Ponte e salti di fondo	73
Figura 51 Torrente Astico – tratto 6. Viadotto Piovene in progettazione	74
Figura 52 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Piovene	75
Figura 53 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Piovene in progetto	75
Figura 54 Parametri caratterizzanti la stabilità delle sponde.	83
Figura 55: Schema di un muro di sponda in massi cementati – PGUAP	86
Figura 56: Schema di una scogliera in massi a secco – PGUAP	88
Figura 57: tipologico di tombino scatolare - sezioni	92
Figura 58 Tipologico di tombino scatolare – pianta	92
Figura 59: Schema di una briglia in massi a secco – PGUAP	95
Figura 60: Schema di una briglia in calcestruzzo – PGUAP	96
Figura 61: Schema di una platea in massi a secco a protezione dello scavo a valle di un salto di fondo – PGUAP	98
Figura 62: Schema di una copertura spondale diffusa – PGUAP	100
Figura 63: Schema di una canaletta di drenaggio inerbita – PGUAP	103
Figura 64: Schema di una canaletta di drenaggio in sassi – PGUAP	103
Figura 65: Schema di una canaletta di drenaggio in legname – PGUAP	105
Figura 66: Schema di un cunettone in massi a secco – PGUAP	107

Figura 67: Schema di un cunettone in massi cementati – PGUAP	108
Figura 68: Schema di un cunettone in cemento, rivestito in massi – PGUAP	109

1 Premessa

Gli interventi previsti nel presente progetto preliminare del tracciato dell'autostrada Valdastico Nord che collega Piovene Rocchette all'autostrada del Brennero, interessano le aree di pertinenza di alcuni corsi d'acqua delle regioni Veneto e Trentino Alto Adige. La presente relazione riporta le interferenze con il reticolo idrico, relative alla tratta oggetto di studio. In particolare, dall'analisi del reticolo idrico, sono state individuate per il tracciato in esame le interferenze con i seguenti corsi d'acqua principali:

- Torrente Astico
- Torrente Adige

Più numerose sono invece le interferenze col reticolo minore del tracciato prescelto.

La presente relazione si pone come obiettivo l'inquadramento dei bacini idrografici dei corsi d'acqua interferiti e la descrizione degli interventi di stabilizzazione dei corsi d'acqua in prossimità degli attraversamenti.

All'interno del presente elaborato quindi verranno descritte le normative di riferimento per gli attraversamenti dei corsi d'acqua e quindi le interferenze col reticolo idrico principale al capitolo 3. Questo capitolo si divide sostanzialmente in due parti: quella relativa al fiume Adige e quella riguardante il torrente Astico. All'interno di questi paragrafi vengono presentati non solo i bacini idrografici interessati dal tracciato ma anche lo stato di fatto, quello di progetto, il modello sviluppato per la verifica degli attraversamenti e i risultati ottenuti. Nel paragrafo 3.3 inoltre vengono presentate le opere previste per lungo i tratti interferiti del reticolo principale quali opere di protezione spondale e di protezione degli scavi localizzati in prossimità delle pile, per esempio.

In seguito, al capitolo 4, vengono invece studiate le interferenze del tracciato col reticolo minore.

Infine vengono riportati i criteri di progettazione per le opere di sistemazione previste per il reticolo secondario interferito, quali per esempio la realizzazione di briglie.

2 Definizione dei principi generali

2.1 Normativa di riferimento

I riferimenti normativi vigenti in merito agli attraversamenti dei corsi d'acqua e agli interventi all'interno delle fasce di rispetto relative possono essere individuati, a diverso livello, nei seguenti documenti:

- Decreto Ministero LL.PP. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".

- R.D. n. 523 del 25/07/1904 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.
- D. Lgs. 11 Maggio 1999 n° 152 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento”.
- D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”, capitolo 5.1.2.4 “compatibilità idraulica”.

Per quanto riguarda la fase conoscitiva delle problematiche idrauliche si farà riferimento ai seguenti studi:

- Autorità di Bacino Nazionale dell’Adige - Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico:
 - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, da frana e da colata detritica – *Relazione Illustrativa di sintesi* (ottobre 2001, adottato con delibera del Comitato Istituzionale N.1/2005 del 15.02.2005);
 - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, da frana e da colata detritica – *Relazione Tecnica e quadro giuridico* (ottobre 2001, adottato con delibera del Comitato Istituzionale N.1/2005 del 15.02.2005);
 - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, da frana e da colata detritica – *Norme di attuazione e prescrizione di piano* (ottobre 2001, adottato con delibera del Comitato Istituzionale N.1/2005 del 15.02.2005);
 - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico – *Aree a rischio idraulico Schede informative* (adottato con delibera del Comitato Istituzionale N.1/2005 del 15.02.2005)
 - Individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica – *Relazione Tecnica di Variante* (giugno 2002).
- Provincia Autonoma di Trento - Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, D.P.R. 15 febbraio 2006:
 - PARTE PRIMA, *Quadro conoscitivo di base*;
 - PARTE QUINTA, *Sistemazione dei corsi d'acqua e dei versanti*;
 - ALLEGATO ALLA PARTE QUINTA, *Quaderno delle opere*

- PARTE OTTAVA, *Norme di attuazione.*

- Piano di Gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali, 2010.

3 Corsi d'acqua principali

Il tracciato autostradale in oggetto come detto interferisce corsi d'acqua di diversa importanza: le interferenze principali risultano quelle con il fiume Adige e il torrente Astico.

3.1 Fiume Adige

3.1.1 Premessa

L'infrastruttura di progetto presenta un'interferenza con il fiume Adige subito dopo l'uscita dalla galleria di Valico lato Val d'Adige; dopo un tratto in rilevato di circa 200/250 m (variabile a seconda della carreggiata considerata) il tracciato si trova a dover superare la S.S. 12, la linea ferroviaria del Brennero ed il fiume Adige, prima di doversi attestare allo svincolo con l'Autostrada A22: questo tratto di autostrada si sviluppa sul viadotto Adige (di lunghezza 501 m per entrambe le carreggiate), che si sviluppa interessando l'ambito comunale di Calliano, Besenello e Nomi.

3.1.2 Inquadramento

Descrizione del bacino

Il fiume Adige nasce da una sorgente vicina al lago di Resia, a quota 1.586 m s.l.m., ha un bacino imbrifero di circa 12.100 km² ed un percorso di 409 km; sbocca nel mare Adriatico a Porto Fossone tra la foce del fiume Brenta ed il delta del fiume Po. Il bacino dell'Adige si sviluppa sul territorio della Provincia di Bolzano (62% dell'intero bacino), della Provincia di Trento (29%) e della Regione Veneto (9%).



Figura 1: Limite idrografico del bacino del fiume Adige

Il territorio delle province di Bolzano e di Trento è prevalentemente montuoso, con quote molto elevate e si addolcisce nei fondovalle dell'Adige e dei principali affluenti. La parte di territorio veneto comprende il territorio montano della Lessinia, con quote contenute ed una parte della pianura veneta della Provincia di Verona comprendente la città stessa.

Il reticolo idrografico è generalmente semplice, con solchi vallivi unitari ramificati solo verso le testate delle valli; nelle valli più interne e settentrionali il fondovalle si trova tra i 1.300 ed i 1.500 m. s. m.. L'Adige scorre attorno alle quota di 240 m. s. m. nella piana di Bolzano e sui 190 m. s. m. a Trento. La larghezza della sezione varia da un minimo da 40 m. nel tratto Merano-Bolzano ad un massimo di 269 m. tra i cigli interni arginali a Zevio.

La pendenza di fondo, tra il lago di Resia e Borghetto (confine settentrionale della provincia di Verona) passa dal 53 al 0,91%; tra Borghetto e le Bocche di Sorio è dell'1,3%, scende allo

0,55‰ sino ad Albaredo, allo 0,37‰ sino a Legnano, allo 0,20‰ sino a Boara Pisani, allo 0,19‰ sino a Cavarzere infine allo 0,10‰ nell'ultimo tronco sino alla foce.



Figura 2: Limiti amministrativi del bacino del fiume Adige

Per quanto riguarda il territorio provinciale di Bolzano, nell'ambito del bacino idrografico dell'Adige sono stati individuati i sottobacini dei seguenti torrenti:

- Valsura;
- Gadera;
- Passirio;
- Talvera;
- Aurino;
- fiume Rienza.

Per quanto riguarda la provincia di Trento nell'ambito del bacino idrografico dell'Adige sono stati individuati i seguenti bacini principali dei torrenti:

- Avisio;
- Fersina;
- Noce.

In provincia di Verona esiste un unico affluente degno di nota sulla destra idrografica che è il

torrente Tasso che nasce dalle pendici meridionali del Monte Baldo e sfocia in destra Adige in località Ragano di Rivoli Veronese; complessivamente la superficie del bacino è di 70 km² con uno sviluppo del reticolo idrografico di circa 20 km.

Tutti gli altri affluenti veronesi sono in sinistra idrografica e si originano nell'area montana dei Lessini; hanno caratteristiche fisiche e idrologiche simili con regime delle portate irregolari e risultano significative solo con eventi meteorici di forte intensità. Sono corsi d'acqua che hanno uno sviluppo planimetrico generalmente rettilineo e parallelo tra gli stessi e che, talvolta, confluiscono in unico collettore prima di gettarsi nell'Adige.

Tra questi affluenti si annoverano i sistemi Fibbio-Squaranto e Illasi-Mezzane che confluiscono le acque del fiume Antanello, provenienti dalle colline veronesi; il collettore formatosi da questo complesso sistema idrografico, dopo aver superato lo scarico del canale Sava e l'inizio del canale L.E.B., entra nel fiume Adige nei pressi di Zevio.

I laghi compresi nel bacino dell'Adige sono 546, di questi una percentuale abbastanza alta presentano una superficie molto ridotta, inferiore ad 1 ettaro. Non vi sono grandi laghi, tuttavia ve ne sono molti di origine glaciale di modeste dimensioni; il lago naturale più grande è quello di Caldaro che si trova nella provincia di Bolzano.

Il lago di Caldaro è il lago alpino più caldo delle Alpi e si estende in una conca che tempo fa era un letto di fiume dell'Adige, tra il massiccio della Mendola e il Monte di Mezzo ed ha una superficie di circa 150 ettari.

Nel bacino del fiume Adige sono presenti 298 superfici glaciali per un'estensione complessiva di 127,72 km²; in particolare nel territorio provinciale altoatesino sono state classificate 258 superfici glaciali, per un'estensione complessiva di 108,19 km², mentre in quello trentino sono state classificate 40 superfici ghiacciate, per un'estensione pari a 19,53 km².

Nel bacino idrografico dell'Adige si rileva un uso del suolo legato alla morfologia del territorio e alle modifiche antropiche.

Per una superficie di circa 9.700 km², (80% del totale) esso presenta caratteristiche spiccatamente montane con una forte presenza del bosco. L'ambiente di pianura è molto limitato; le zone di fondovalle risultano essere invece le più antropizzate e diversificate nell'uso del suolo.

Considerando le "aree ad antropizzazione irreversibile", risultano particolarmente rilevanti quelle urbanizzate, con occupazione territoriale prevalentemente valliva pari al 3% della superficie totale del bacino, e le aree di cava che occupano lo 0,1% della superficie totale del bacino.

Le aree antropizzate in maniera reversibile o parzialmente reversibile sono strettamente

legate all'attività agricola, che occupa una superficie pari all'8% del territorio del bacino e si suddivide tra colture agricole (prevalentemente mais o prati, 2,3%), frutteto (prevalentemente meli, 2,8%) e viticoltura (2,9%). Le aree non antropizzate ma comunque gestite dall'uomo, occupano una posizione di rilievo: i boschi coprono il 40,4% del bacino, i pascoli il 3,1% ed i prati-pascoli il 7,2%.

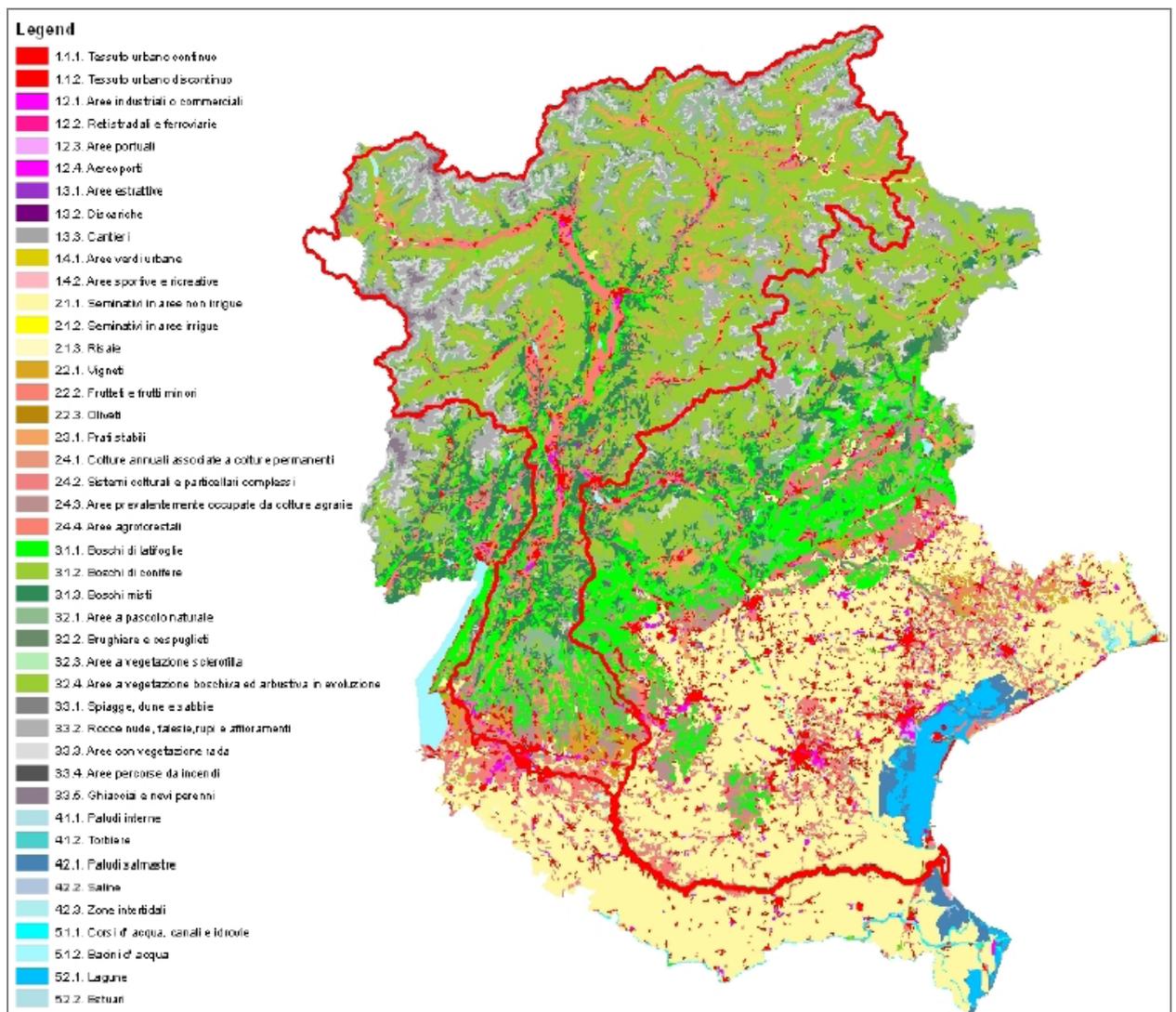


Figura 3: Carta di uso del suolo CORINE nel bacino del fiume Adige

Inquadramento zona di progetto

Nella figura sottostante si riporta uno stralcio planimetrico della zona di intervento. Gli interventi di progetto ricadono principalmente all'interno delle aree a moderata pericolosità idraulica (PGUAP-PAT – retino giallo) ed una minima parte all'interno delle aree a bassa pericolosità idraulica (PGUAP-PAT – retino rosso).

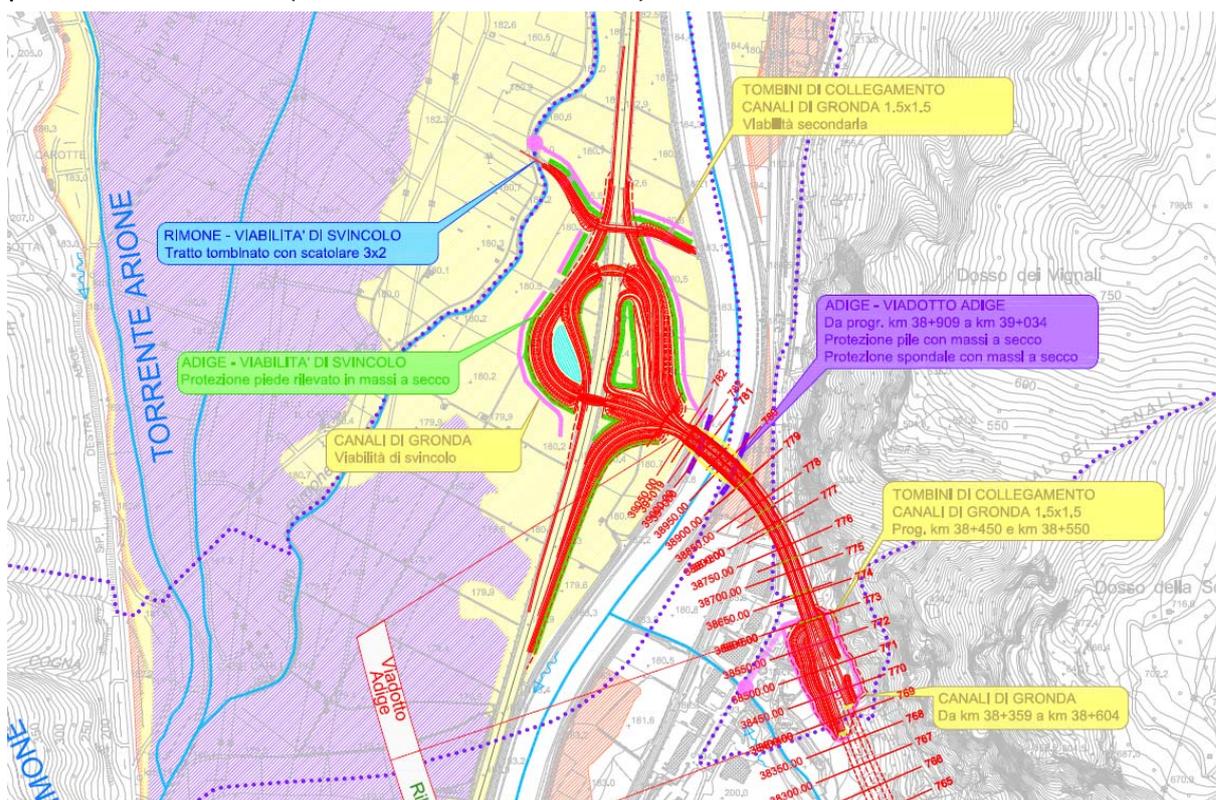


Figura 4: Carta di pericolosità idraulica nel bacino del fiume Adige

3.1.3 Aree di rischio idraulico

Il rischio idraulico, da intendersi come rischio di inondazione da parte di acque provenienti da corsi d'acqua naturali o artificiali, risulta essere, anche secondo l'approccio dettato dalla normativa nazionale (L.267/98) in materia, il prodotto di due fattori: la pericolosità (ovvero la probabilità di accadimento di un evento calamitoso di una certa entità) e il danno atteso (inteso come perdita di vite umane o di beni economici pubblici e privati). Il tempo di ricorrenza degli eventi pericolosi rappresenta un elemento essenziale nel determinare il "grado di sicurezza" attuale delle varie zone del territorio.

La definizione delle classi di rischio idraulico presenti nel PAI è stata redatta in ottemperanza alle vigenti normative e prevede 4 classi di rischio di seguito riassunte:

Danno potenziale	Pericolosità idraulica			
	Molto elevata	Elevata	Media	Moderata
Grave	R4	R4	R2	R2
Medio	R3	R3	R2	R1
Moderato	R2	R2	R1	R1
Basso	R1	R1	R1	R1

Tabella 1: Definizione dei parametri di rischio idraulico secondo il PAI dell'Adige



Figura 5: Legenda delle carte di rischio idraulico

Si riportano di seguito gli estratti delle carte di rischio idrogeologico in corrispondenza degli attraversamenti del tracciato oggetto di valutazione.



Figura 6: Interferenza del tracciato col fiume Adige in vicinanza del comune di Besenello (TN)

3.1.4 Interventi di mitigazione del rischio idraulico in programma dall'Autorità di Bacino del fiume Adige

In conformità con il DPCM 29 settembre 1998 l'Autorità di Bacino del fiume Adige ha individuato gli interventi di mitigazione del rischio idraulico nelle aree individuate a pericolosità idraulica. Tale documento non viene recepito dalla Provincia Autonoma di Trento, che all'interno del Piano Generale di Utilizzo delle Acque illustra gli interventi prioritari nel territorio Trentino. Si riporta di seguito lo studio svolto dall'autorità di bacino nonostante le interferenze dei tracciati oggetto di valutazione siano localizzati in provincia di Trento (si rimanda quindi al paragrafo successivo per quanto riguarda eventuali interventi illustrati nel PGUAP).

L'Autorità di Bacino ha redatto delle tavole (codificate A4) con l'individuazione delle priorità di intervento nonché la segnalazione delle zone di interesse per la pianificazione di protezione civile.

Gli interventi previste nelle aree a rischio, secondo quanto indicato dal Piano stralcio, devono avere le seguenti prerogative:

- basso impatto ambientale;
- adozione di tecniche di ingegneria naturalistica;
- garanzia di un grado di sicurezza pari a quella di un'opera tradizionale.

Inoltre, sempre come specificato nel Piano stralcio, gli interventi di manutenzione idraulica, idrogeologica e di gestione del patrimonio forestale ad essi collegati, sono finalizzati a:

- conservare il buon regime idraulico dei corsi d'acqua;
- agevolare il deflusso delle piene;
- favorire la creazione di nuove aree di esondazione;
- curare l'efficace manutenzione delle opere idrauliche, dando preferenza al recupero di sezioni di deflusso a cielo aperto nei corsi d'acqua tombinati;
- ripristinare la naturalità degli alvei e tutelarne la relativa biodiversità;
- ricostruire la cenosi di vegetazione spontanea.

3.1.4.1 Laminazione dell'onda di piena

Con riferimento alle informazioni di tipo idrologico e idraulico disponibili, e tenuto anche conto delle recenti integrazioni allo studio di impatto ambientale relativo al progetto della

diga di Valda per la laminazione delle piene del torrente Avisio richiesto dal Ministero dell'Ambiente in data 3.12.1997 (cfr. *Rapporto sintetico sullo stato dei lavori*, 2001) si può osservare che le alternative riportate nel PGUAP, *Parte Quinta*, prevedono:

- la realizzazione, nella città di Trento, di un rialzo arginale che permetta il passaggio di 2500 m³/s, al posto degli attuali 2100 m³/s circa. Va osservato che un tale intervento ne postula altri connessi. Infatti, oltre al rialzo arginale, sarà necessario intervenire sulla confluenza tra Adige ed Adigetto per evitare effetti di rigurgito del primo nel secondo che vanificherebbero l'efficacia degli interventi arginali (l'argine sinistro dell'Adigetto è attualmente insufficiente allo scopo);
- la laminazione delle portate del Torrente Noce assicurando in caso di piena la disponibilità di 20-30 milioni di metri cubi nell'invaso esistente di S. Giustina, la cui capacità complessiva è di circa 183 milioni di metri cubi;
- la laminazione della portata dell'Avisio tramite la costruzione di un vaso con potenzialità di trattenuta pari a 16-20 milioni di metri cubi. Una tale soluzione, certamente meno impattante della progettata diga di Valda, progressivamente riduce il margine di sicurezza che essa produce in ragione della sua dimensione;
- la regolazione modificata dell'esistente vaso di Stramentizzo, rispetto alla quale va osservato che la capacità di questo serbatoio e la sua posizione relativa nel bacino idrografico non sono tali da consentire un intervento risolutivo paragonabile a quello che sarebbe invece consentito dalla realizzazione di nuove opere appositamente calibrate allo scopo prefisso;

Vale la pena di ricordare che un problema da considerare è la possibile riduzione della portata dell'Adige proveniente dalla provincia di Bolzano. Nella situazione attuale si può prevedere, a Bronzolo, una portata cinquecentesca dell'ordine di 1600 m³/s, portata che risulta piuttosto bassa anche in termini di contributo specifico di piena per confronto con situazioni alpine comparabili climaticamente. Ciò accade, in particolare, per alcune anomalie meteorologiche che è presumibile siano da ritenersi stazionarie, almeno nei tempi di interesse del Piano di Utilizzazione delle Acque: ma soprattutto grazie alla presenza diffusa di aree di esondazione naturale nei territori di monte. Qualora la provincia di Bolzano decidesse di proteggere tali zone ad esempio mediante diffusi rialzi arginali (non escludibili a priori nel contesto di uno sviluppo sociale ed economico dei territori in questione), la portata attesa per il medesimo tempo di ritorno salirebbe a circa 2000 m³/s, il che imporrebbe opere più consistenti nelle regioni più a valle.

Assume quindi notevole importanza la gestione coordinata degli interventi sugli argini del Fiume Adige, che dovrebbero essere alzati solo in casi eccezionali e comunque limitatamente alle esigenze di sicurezza degli abitati esistenti, individuando (e realizzando) al contempo le

misure compensative atte ad impedire che si producano aumenti significativi delle portate in direzione dei territori posti più a valle.

In conclusione si sottolinea la necessità che l'insieme degli interventi prospettati venga realizzato in maniera coordinata e graduale, prestando particolare attenzione ai livelli di sicurezza ad essi associabili, utilizzando al meglio le strutture esistenti e considerando sinotticamente il contributo di tutte le opere. A tal fine si riassumono di seguito le considerazioni ritenute ineludibili in relazione alle problematiche poste:

1. attualmente la città di Trento è soggetta a rischio di inondazione con tempi di ritorno variabili dai 30 ai 50 anni, a seconda del tipo di analisi che le contempera. Pare opportuno considerare cautelativamente il tempo di ritorno della crisi idraulica in circa 30 anni. Independentemente dalle valutazioni specifiche, tale livello di rischio è da considerarsi inaccettabile;
2. un possibile intervento utile, non controverso e capace di aumentare il citato tempo di ritorno della crisi della città, consiste nella ricalibrazione degli argini in fregio a Trento ed alla sistemazione di opere complementari (e.g. il nodo idraulico della foce dell'Adigetto);
3. un consistente aumento della sicurezza idraulica di Trento può essere ottenuto con una regolazione del serbatoio esistente di S. Giustina che possa rendere certamente disponibili all'uso di piena 20-30 milioni di metri cubi. L'uso combinato dei rialzi arginali e dell'uso di piena di S. Giustina porta il tempo di ritorno dell'inondazione della città di Trento nel campo di 80-100 anni;
4. la predisposizione di nuovi volumi di invaso (pari ad almeno 16 milioni di metri cubi) preposti alla laminazione delle piene in alveo dell'Avisio consente di aumentare ulteriormente il tempo di ritorno della crisi di Trento fino all'ordine dei 200 anni;
5. ogni intervento di sistemazione nei territori di monte volto alla riduzione delle aree di naturale espansione delle piene (e.g. rialzi arginali) deve essere compensato dalla creazione di invasi supplementari in grado di non aggravare la situazione idraulica dei territori di valle.

3.1.5 Analisi delle portate

Secondo quanto indicato nel Piano stralcio per la sicurezza idraulica dell'Adige le massime portate di piena alle quali si deve far riferimento per la sistemazione dei fiumi dipendono dalla scelta della probabilità degli eventi alla quale è connesso il cosiddetto rischio idraulico che si è disposti ad accettare. Nelle seguenti tabelle sono indicate le portate al colmo delle onde di piena presso varie stazioni lungo il corso del fiume tratte dallo studio medesimo. I

risultati dello studio dell'Autorità di Bacino sono stati ottenuti elaborando le serie storiche dei valori annuali di portata al colmo di piena che riportano i valori massimi di portata in corrispondenza dei tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, ottenute con il modello di Gumbel (Q_G), con il modello GEV (Q_{GEV}), con il modello M.G. (Q_{MG}) e con il modello Vapi (Q_{Vapi}).

Tr = 30	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	261	257	259	396
	Ponte Adige	2642	652	656	675	785
	Bronzolo	6926	1386	1400	1409	1746
	Trento	9763	2021	2081	2130	2364
	Pescantina	10957	1809	1837	1923	
	Boara Pisani	11954	1675	1677	1737	

Tabella 2: Portate al colmo di piena, Tr 30

Tr = 200	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	333	307	312	503
	Ponte Adige	2642	859	845	844	998
	Bronzolo	6926	1801	1807	1736	2216
	Trento	9763	2021	2896	2696	3002
	Pescantina	10957	2425	2470	2448	
	Boara Pisani	11954	2210	2123	2173	

Tabella 3: Portate al colmo di piena, Tr 200

Tr = 500	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	367	328	335	396
	Ponte Adige	2642	959	930	920	1138
	Bronzolo	6926	2002	1998	1883	2527
	Trento	9763	3018	2896	2951	3423
	Pescantina	10957	2720	2773	2684	
	Boara Pisani	11954	2467	2316	2369	

Tabella 4: Portate al colmo di piena, Tr 500

Il valore della portata nella zona di interesse progettuale, il tratto interferito dai tracciati T1, T3, T4, T5 e T6, è da considerarsi, in questa fase preliminare, pari alla portata che transita presso Trento.

Come si può osservare dalle tabelle precedenti i valori di portata ottenuti utilizzando i metodi di calcolo, per tempi di ritorno assegnati, è sostanzialmente paragonabile. Si ottiene quindi un valore di circa 2100 m³/s con Tr 30, 2600 m³/s con Tr 200 e 3000 m³/s con Tr 500 anni.

3.1.6 Interventi di progetto

Premessa

Come già anticipato in premessa per quanto riguarda il fiume Adige si è fatto riferimento agli studi specifici dell'autorità di Bacino in particolare a:

- Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige - Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico - Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, da frana e da colata detritica (adottato con delibera del Comitato Istituzionale N.1/2005 del 15.02.2005);
- Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige - Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico - Individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica – *Relazione Tecnica di Variante* (giugno 2002);
- Autorità di Bacino dei Fiumi dell'Alto Adriatico - Piano di gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali (adottato con delibera dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino dell'Adige e dell'Alto Adriatico in data 24.02.2010).
- Provincia Autonoma di Trento - Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, D.P.R. 15 febbraio 2006

Qualora gli attraversamenti avvengano in aree a rischio idrogeologico, nel PGUAP della Provincia di Trento, sono indicati gli interventi consentiti (Capo IV "Aree a rischio idrogeologico", Articoli 15-21).

Il progetto prevede la realizzazione in corrispondenza di tutti gli attraversamenti di opere di protezione in massi a secco delle pile e delle sponde.

L'attraversamento del fiume Adige comporterà quindi uno studio propedeutico con l'elaborazione di una soluzione che risolva la problematica del posizionamento delle pile in alveo tale da garantire le portate di massima piena previste dalle Autorità competenti, e che contemporaneamente soddisfi le esigenze di mobilità del corso d'acqua in area golenale, non impedendo le divagazioni future dell'alveo attivo, garantendo l'ispezionabilità degli argini.

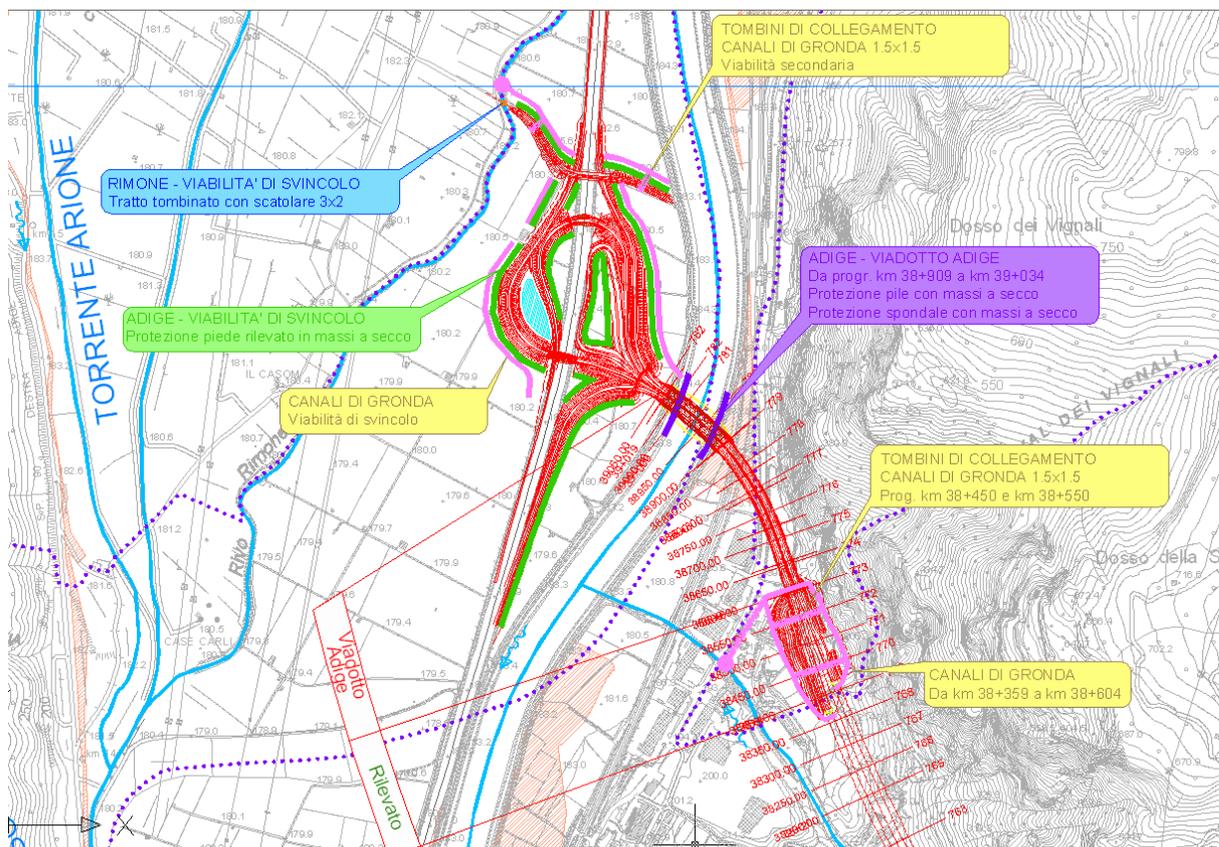
Opere di progetto

Il viadotto Adige si connota come un'opera particolare, sia per il contesto attraversato e le infrastrutture da superare, sia per l'intervisibilità dall'intorno (ad esempio dal vicino Castel Beseno come punto di vista privilegiato). Il viadotto supera il fiume Adige con una campata speciale senza la presenza di pile all'interno dell'alveo; il tratto di approccio a questa campata invece ripresenta le stesse caratteristiche dei viadotti tipo presenti lungo l'intero sviluppo del tracciato. Lo scavalco del fiume, come detto, non presenta quindi appoggi in

alveo e conserva la pista ciclabile sull'argine sinistro.

È stata prevista la protezione delle pile e delle spalle con massi a secco, così come la protezione delle sponde.

Infine il tracciato si attesta sulla A22 con uno schema che è stato oggetto di approfondimento circa lo schema geometrico da proporre: la scelta è caduta su uno svincolo a doppio manufatto in luogo di una più semplice interconnessione a trombetta, sia perché la geometria risulta meno invasiva sul lato opposto all'autostrada A22, sia perché la forma permette la realizzazione nell'area residuale compresa tra le piste di svincolo di un piccolo centro di manutenzione a servizio del tratto all'aperto tra l'uscita dalla galleria di valico e lo svincolo stesso. Con opportuni rimodellamenti morfologici del terreno il centro di manutenzione risulta addirittura quasi interamente interrato, evitando emersioni delle opere rispetto al contesto di riferimento.



3.1.7 Modello idraulico

Per la valutazione delle quote idrometriche massime che si possono raggiungere in prossimità degli attraversamenti dell'autostrada nei corsi d'acqua in esame è stato utilizzato un modello matematico unidimensionale, in grado di descrivere la propagazione delle piene

in corsi d'acqua e canali, considerando anche la presenza di eventuali manufatti idraulici. Il programma utilizzato allo scopo, HEC-RAS 4.1.0, consente di determinare le quote idrometriche in tutte le sezioni considerate per le diverse situazioni di piena ipotizzate. Il modello a moto permanente, costruito con il codice di calcolo HEC-RAS permette di valutare tutte le grandezze idrauliche di interesse per una corrente gradualmente variata in regime subcritico, supercritico o misto. Tale codice di calcolo è basato essenzialmente sull'integrazione, alle differenze finite, dell'equazione dell'energia di una corrente. Le perdite di energia sono valutate mediante il coefficiente di scabrezza di Manning per le perdite distribuite e mediante i coefficienti di contrazione ed espansione della corrente per valutare le perdite concentrate dovute alla variazione della sezione trasversale. I dati necessari per la costruzione del modello sono i dati geometrici relativi alle sezioni, le distanze fra le sezioni, i coefficienti di scabrezza, i coefficienti di espansione e contrazione, la descrizione geometrica ed i parametri idraulici di eventuali strutture aggiuntive (ponti, traverse, sfioratori etc.). Oltre a questi dati occorre inserire le condizioni al contorno per il dominio di calcolo, che possono essere ad esempio l'altezza critica, l'altezza di moto uniforme etc..

Le simulazioni eseguite con il modello sono state condotte in ipotesi di moto stazionario, assumendo un valore costante della portata fluente in tutto il tratto di ciascun corso d'acqua indagato e dei valori di pendenza, imposti di volta in volta, a seconda della situazione alla sezione di controllo posta a valle dello schema di calcolo.

Schematizzazione del corso d'acqua

Per procedere con l'analisi degli attraversamenti, mediante il modello precedentemente descritto, il corso d'acqua è stato schematizzato utilizzando i dati forniti dall'Autorità di Bacino: il ponte si colloca tra le sezioni 464 e 465.

La formulazione del modello richiede per ciascuna sezione del fiume disponibile l'inserimento della rispettiva descrizione geometrica e della scabrezza idraulica. Per i tratti del corso d'acqua compresi tra una sezione e la successiva, la descrizione della morfologia fluviale è stata ricavata mediante una procedura automatica di interpolazione.

Identificazione dei parametri del modello

Per quanto riguarda i parametri inseriti nel modello per descrivere i fenomeni di resistenza al moto, è stato necessario specificare i valori da attribuire al coefficiente di resistenza secondo Manning.

Per modelli unidimensionali, quale quello utilizzato in questo caso, il coefficiente di scabrezza descrive in modo complessivo le resistenze al moto di tipo continuo e localizzato, si è quindi basata la scelta dei valori da attribuire al coefficiente di Manning basandosi sulla letteratura tecnica.

Vista l'importanza dei corsi d'acqua studiati col software, si è deciso di adottare un coefficiente di scabrezza per il talweg dell'alveo pari a $0.03 \text{ s/ m}^{1/3}$ per Manning, corrispondente ad un valore del coefficiente di Strickler di $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ indicato in letteratura per alvei in terra o rogge molto vegetate e per le sponde un valore di Manning pari a $0.028 \text{ s/ m}^{1/3}$ assegnato in letteratura ad alvei in terra molto vegetati.

Il modello tiene conto delle perdite di energia dovute ad una espansione o ad una contrazione delle dimensioni dell'alveo tra due sezioni consecutive calcolando la differenza tra i carichi cinetici valutati per le due sezioni e moltiplicando quindi questa differenza per un coefficiente pari a 0.1 per la contrazione ed a 0.3 per l'espansione.

Condizioni al contorno

Il calcolo viene eseguito considerando un regime misto, super e subcritico, nonostante in tutti i tratti del corso d'acqua in esame la corrente fluisca in condizioni di moto lento. In tali ipotesi, il calcolo è stato condotto assegnando sulla sezione di monte dello schema la portata entrante e imponendo, come condizioni al contorno, sulla sezione di monte e su quella terminale a valle, il valore della pendenza della linea dell'energia, assunta pari alla pendenza media del fondo del tratto considerato, ipotizzando quindi al contorno il raggiungimento delle condizioni di moto uniforme.

3.1.8 Stato di fatto

Nella modellazione idraulica del fiume Adige inerente allo stato di fatto è stato inserito il ponte esistente sull'Adige. Tale struttura ha una larghezza di circa 85 metri ed è caratterizzato dalla presenza di quattro pile in alveo. Ciascuna pila è di tipo circolare accoppiata a due per ogni appoggio e di diametro pari a 2.3 m.



Figura 7 Fiume Adige – Ponte con pile in alveo



Figura 8 Fiume Adige – Foto dal ponte verso monte

Per le tabelle contenenti i risultati della simulazione si rimanda alle tabelle contenute in fondo alla relazione.

La corrente si mantiene in condizione di corrente lenta per tutto il tratto analizzato.

3.1.9 Stato di progetto

La particolarità del viadotto Adige è la struttura della campata speciale che supera il fiume Adige, una campata sorretta da un doppio arco al quale l'impalcato risulta appeso. Lo scavalco del fiume non presenta appoggi in alveo e conserva la pista ciclabile sull'argine sinistro.

All'interno del modello sviluppato per studiare questo attraversamento sono state quindi modificate le sezioni inserendo oltre all'impalcato di progetto, l'ingombro maggiore del tratto autostradale dato dalla realizzazione dello svincolo e quindi dalla presenza di nuovi tratti in rilevato rispetto alla situazione esistente.

Per le tabelle contenenti i risultati della simulazione si rimanda all'appendice contenuta in fondo alla relazione.

Anche a seguito degli interventi di progetto la corrente si mantiene in condizione di corrente lenta per tutto il tratto analizzato.

Si riportano di seguito le immagini risultanti dalla modellazione per la sezione in prossimità dell'attraversamento per lo stato di fatto e quello di progetto.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

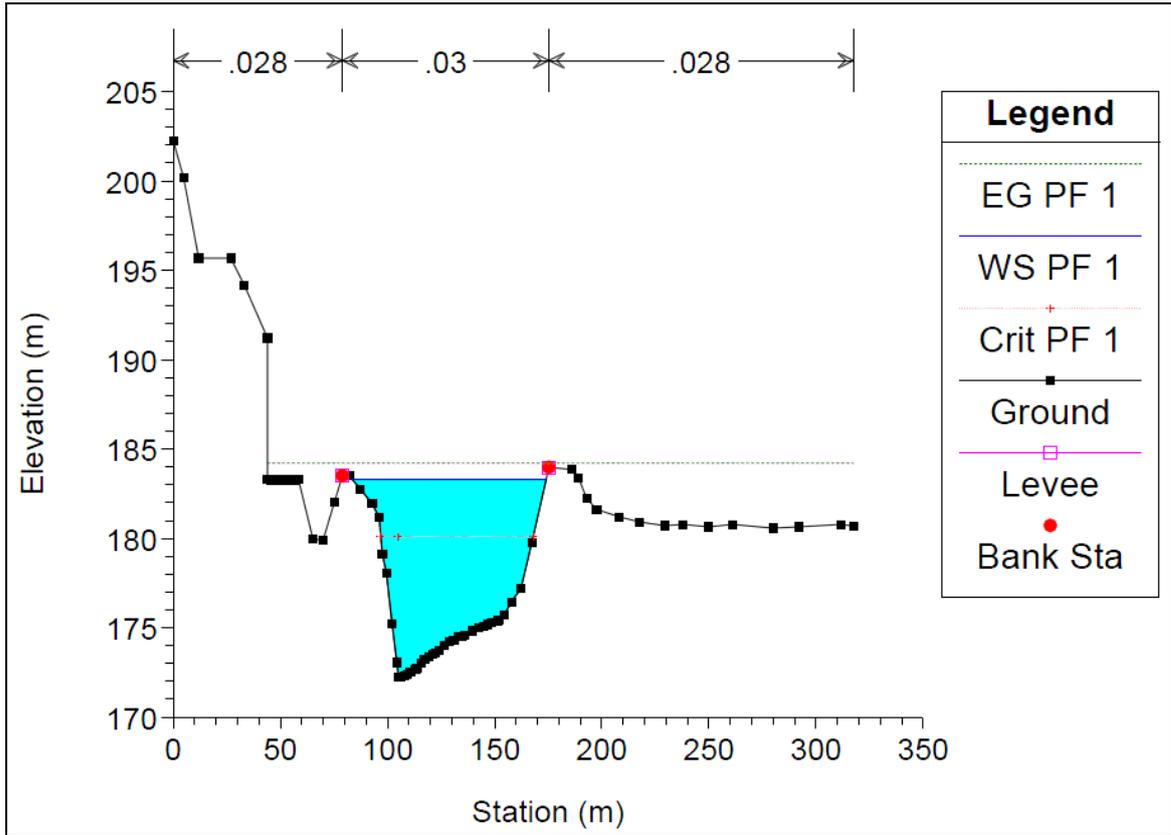


Figura 9 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto sull'Adige

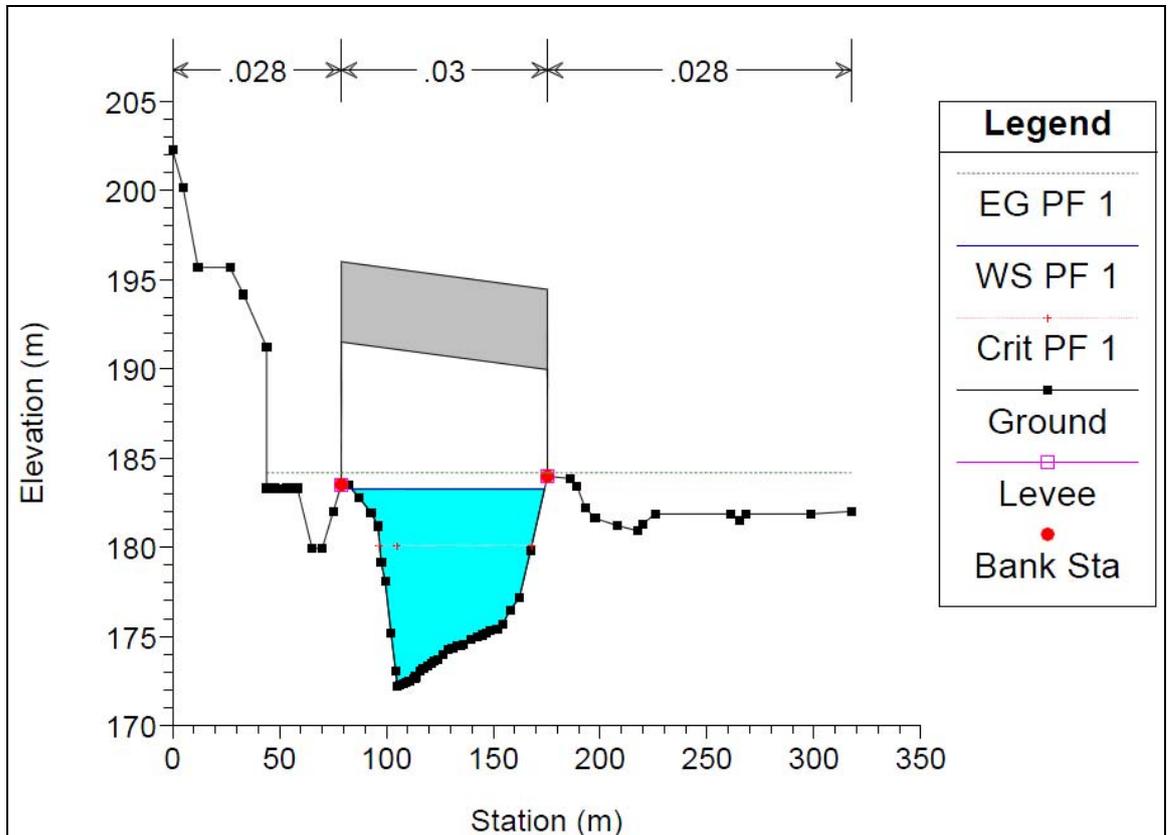


Figura 10 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto sull'Adige in progetto

3.1.10 Conclusioni relative alla modellazione idraulica

È stata eseguita la simulazione di deflusso della piena in moto permanente con tempo di ritorno T 200 anni del tratto di Fiume Adige interessato dalla presente analisi, in presenza dell'opera nella configurazione esecutiva.

Sulla base dei risultati forniti dalla simulazione idraulica nella configurazione di progetto sono stati quindi identificati e quantificati gli effetti dell'intervento sull'assetto del corso d'acqua rispetto alla situazione precedente all'intervento.

I criteri di compatibilità definiti dall'art. 15 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali prescrivono infatti che gli interventi "non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso".

Tale indicazione rappresenta l'elemento principale per la valutazione della compatibilità nell'ambito della quale devono essere presi in considerazione i singoli effetti dell'opera sull'assetto del tratto di fiume Adige oggetto del presente studio. La valutazione della compatibilità dell'opera con il regime fluviale potenzialmente interferito è stata condotta attraverso l'analisi di sette distinti effetti:

Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto; le differenze sono dell'ordine di circa 7 cm.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

Le opere ricadono parzialmente in aree che potrebbero interferire con il naturale deflusso della piena. La riduzione di volume è dovuta alla presenza delle spalle del ponte e dello svincolo di progetto; una valutazione più approfondita potrà essere eseguita in una fase successiva di progettazione.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

La presenza delle pile, ancorché non in alveo, determina certamente una modifica locale del campo di moto dovuta all'interferenza delle linee di corrente con l'ostacolo fisico costituito dalla pila. In ambito globale, in considerazione dell'ampia larghezza delle campate del viadotto che, nella porzione centrale sono pari a circa 95 m, si ritiene che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico.

Quindi le opere in progetto non alterano in modo significativo le modalità di deflusso della piena e quindi non determinano aggravii delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle pile del viadotto e delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non modificano l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non perturbano se non marginalmente il deflusso delle piene nelle aree golenali.

Per quanto riguarda l'alveo inciso, essendo le opere site solo nell'area golenale questo non viene in nessun modo interessato dalle strutture di attraversamento, ne consegue che non viene in alcun modo variata la dinamica di deflusso e quindi la morfologia dell'alveo e le sue naturali tendenze.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza della nuova struttura viadottistica. Come dimostrato in relazione tali modifiche non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di minimo 1.5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

L'intervento di progetto si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso dell'impalcato.

Analizzando le quote dell'intradosso della struttura in progetto si osserva come esse abbiano un andamento variabile nel passaggio dalla sponda destra a quella sinistra del corso d'acqua.

Essendo le quote di deflusso del pelo libero pari a 183.25 m.s.m. nella zona delle pile del

viadotto e la quota dell'intradosso dell'impalcato pari a 189.95, se ne deduce un franco idraulico minimo di circa 6.5 m, nel rispetto di quanto indicato nel DM Infrastrutture 14 gennaio 2009, Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP.

3.2 Torrente Astico

3.2.1 Premessa

L'infrastruttura di progetto corre in prossimità del torrente Astico nel suo tratto iniziale in provincia di Vicenza. Data la vicinanza del tracciato all'alveo gli interventi in progettazione sono numerosi: dalla costruzione di viadotti per l'attraversamento del torrente alla realizzazione di opere di protezione spondale o di protezione del piede del rilevato autostradale. Tali opere verranno realizzate considerando anche il fatto che alcuni punti del tracciato, interferenti col torrente Astico, ricadono in aree che sono state allagate da piene storiche, come quelle del 1882 e 1966, e quindi particolarmente sensibili in termini di pericolosità idraulica.

Nei paragrafi seguenti si riporta dopo una descrizione del bacino idrografico dell'Astico, i risultati del modello idraulico implementato per lo studio delle opere in progetto.

3.2.2 Inquadramento

Descrizione del bacino

Il bacino dell'Astico-Tesina costituisce il 40% della superficie totale del bacino del Bacchiglione. La superficie dell'Astico-Tesina infatti, è pari a circa 770 km² di cui circa il 10% in Provincia di Trento. Il Torrente Astico nasce fra il Sommo Alto ed il Monte Plant a quota 1.441 m presso Malga Orsara. A Pedescala confluisce in sinistra il Torrente Val d'Assa. A Seghe di Velo le sue scarse acque, in condizioni di magra, sono incrementate dai contributi idrici del Posina e a valle di Lugo sono deviate al Canale Mordini mediante una briglia di sbarramento, sicché il letto del torrente rimane completamente all'asciutto per molti periodi nell'anno sino a Lupia, nelle vicinanze di Sandrigo, dove riceve in sinistra il Tesina che dà il nome all'asta principale. La confluenza in sinistra Bacchiglione avviene a Longare.

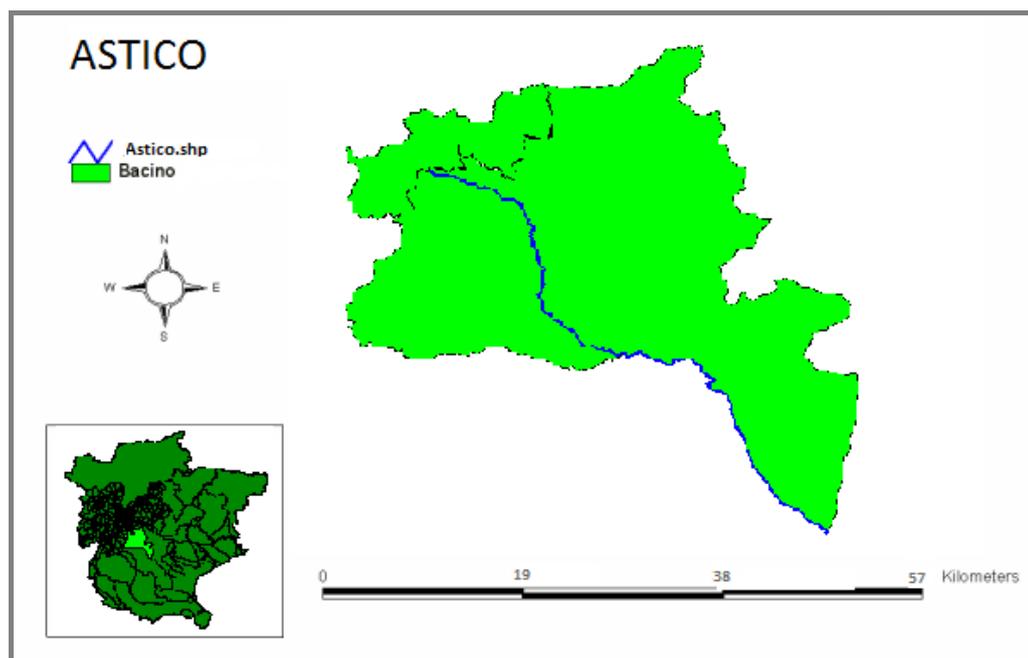


Figura 11: Bacino del torrente Astico ricadente nella Provincia di Vicenza e in minor parte in quella di Trento

Una descrizione più approfondita del bacino si trova nella "Relazione idrologica" (elaborato 2505_020801001_0101_0PP_00).

3.2.3 Modello idraulico

La modellazione idraulica del Torrente Astico è stata eseguita utilizzando un modello matematico monodimensionale in grado di descrivere la propagazione delle piene in corsi d'acqua e canali, considerando anche la presenza di eventuali manufatti idraulici. Il software utilizzato è Hec – Ras 4.1.0, per la sua descrizione e caratterizzazione si rimanda a quanto descritto in precedenza per la modellazione da fiume Adige.

Schematizzazione del corso d'acqua

Per procedere con l'analisi degli attraversamenti, mediante il modello precedentemente descritto, il corso d'acqua è stato schematizzato utilizzando la restituzione del rilievo aereo fotogrammetrico utilizzato nell'ambito della progettazione stradale; da qui si è potuto estrarre la digitalizzazione del terreno e le sezioni lungo l'asta fluviale.

Dato la cospicua lunghezza dell'alveo sono state individuate sei zone in adiacenza o interferenti al progetto stradale lungo le quali sono state estratte le sezioni.

La formulazione del modello richiede per ciascuna sezione del fiume disponibile l'inserimento della rispettiva descrizione geometrica e della scabrezza idraulica. Per i tratti

del corso d'acqua compresi tra una sezione e la successiva, la descrizione della morfologia fluviale è stata ricavata mediante una procedura automatica di interpolazione.

Per quanto concerne la portata utilizzata nella modellazione si è fatto riferimento allo studio idrologico eseguito per la progettazione in questione.

Identificazione dei parametri del modello

Per quanto riguarda i parametri inseriti nel modello per descrivere i fenomeni di resistenza al moto, è stato necessario specificare i valori da attribuire al coefficiente di resistenza secondo Manning.

Per modelli unidimensionali, quale quello utilizzato in questo caso, il coefficiente di scabrezza descrive in modo complessivo le resistenze al moto di tipo continuo e localizzato, si è quindi basata la scelta dei valori da attribuire al coefficiente di Manning basandosi sulla letteratura tecnica.

Vista l'importanza dei corsi d'acqua studiati col software, si è deciso di adottare un coefficiente di scabrezza per il talweg dell'alveo pari a $0.03 \text{ s/ m}^{1/3}$ per Manning, corrispondente ad un valore del coefficiente di Strickler di $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ indicato in letteratura per alvei in terra o rogge molto vegetate e per le sponde un valore di Manning pari a $0.028 \text{ s/ m}^{1/3}$ assegnato in letteratura ad alvei in terra molto vegetati.

Il modello tiene conto delle perdite di energia dovute ad una espansione o ad una contrazione delle dimensioni dell'alveo tra due sezioni consecutive calcolando la differenza tra i carichi cinetici valutati per le due sezioni e moltiplicando quindi questa differenza per un coefficiente pari a 0.1 per la contrazione ed a 0.3 per l'espansione.

Condizioni al contorno

Il calcolo viene eseguito considerando un regime misto, super e subcritico, nonostante in tutti i tratti del corso d'acqua in esame la corrente fluisca in condizioni di moto lento. In tali ipotesi, il calcolo è stato condotto assegnando sulla sezione di monte dello schema la portata entrante e imponendo, come condizioni al contorno, sulla sezione di monte e su quella terminale a valle, il valore della pendenza della linea dell'energia, assunta pari alla pendenza media del fondo del tratto considerato, ipotizzando quindi al contorno il raggiungimento delle condizioni di moto uniforme.

Portata utilizzata nella modellazione

La modellazione del torrente Astico è stata eseguita utilizzando la portata caratterizzata da un tempo di ritorno di 200 anni. Tale portata è stata determinata nello studio idrologico di cui in seguito si riportano le conclusioni.

Per un tempo di pioggia di un giorno, si ottengono i seguenti valori di tempo e di portata di picco al variare del tempo di ritorno:

SEZIONE ASTICO	Tc Clark [h]	Qp Clark [m ³ /s]	Tc Snyder [h]	Qp Snyder [m ³ /s]
MEDA – TR 100 anni	18:45	631.5	12:45	599.3
MEDA – TR 200 anni	18:45	696.0	12:30	656.4

Tabella 5: risultati della modellazione idrologica con Clark e Snyder per Tr 100 e 200 anni

La curva fornitaci dall’Autorità di Bacino, risultato della modellazione da loro condotta con tempo di ritorno di 100 anni e tempo di pioggia di un giorno, presenta il picco di portata dopo 17 ore, con un valore di 642.7 m³/s.

La portata misurata durante l’evento eccezionale del 1966 invece presenta un picco di portata pari a 698.8 m³/s e tempo di picco di 25 h.

I valori trovati attraverso la modellazione risultano quindi sufficientemente attendibili per la progettazione delle opere idrauliche necessarie alla messa in sicurezza del tracciato autostradale in esame.

Per l’analisi idraulica delle interferenze del tracciato autostradale in progetto col torrente Astico, sono stati modellizzati sei diversi tratti del corso d’acqua (per ulteriori informazioni si rimanda all’elaborato 2505-051101001-0101-OPP-00). Per ciascuno di questi tratti è stato quindi trovato un differente valore di portata attraverso il programma HEC-HMS. Tale dato è stato confrontato con quello ottenuto mediante il metodo trentino (considerato attendibile anche a seguito dell’analisi condotta sul reticolo secondario che verrà esposta al capitolo **4Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Si riportano di seguito i valori di portata ottenuti col metodo di Clark, con quello di Snyder e col metodo trentino per i tratti considerati a tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni.

TRATTO	SOTTOBACINO	ESTENSIONE [km ²]	Q Clark	Q Snyder	Q100 Trentino	Q Clark	Q Snyder	Q200 Trentino
			100 [mc/s]	100 [mc/s]		200 [mc/s]	200 [mc/s]	
1	Astico 2	51.968	95.6	99.1	131.2253	113.9	119.8	157.4902

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

TRATTO	SOTTOBACINO	ESTENSIONE [km ²]	Q Clark 100 [mc/s]	Q Snyder 100 [mc/s]	Q100 Trentino	Q Clark 200 [mc/s]	Q Snyder 200 [mc/s]	Q200 Trentino
2	Astico 3	87.807	158.5	169.8	187.8475	188.3	204.9	224.9216
3	Astico 4	134.962	234.4	226.5	252.0446	277.2	269.5	298.9803
4	Astico 5	397.88	350.3	323.5	527.9542	422.7	388.3	635.39
5	Astico 5/6	542.75	631.6	599.5	652.8578	696.1	656.3	717.1209
6	Valle Meda	570.49	631.6	599.5	675.4976	696.1	656.3	741.9892

Tabella 6: valori di portata nei tratti impiegati per l'analisi idraulica, secondo i metodi di Clark, Snyder e metodo trentino

Per l'analisi idraulica sono stati quindi assunti i valori di portata ottenuti mediante il metodo trentino, in quanto risultano essere maggiormente cautelativi, come è facile desumere dalla tabella sopra riportata.

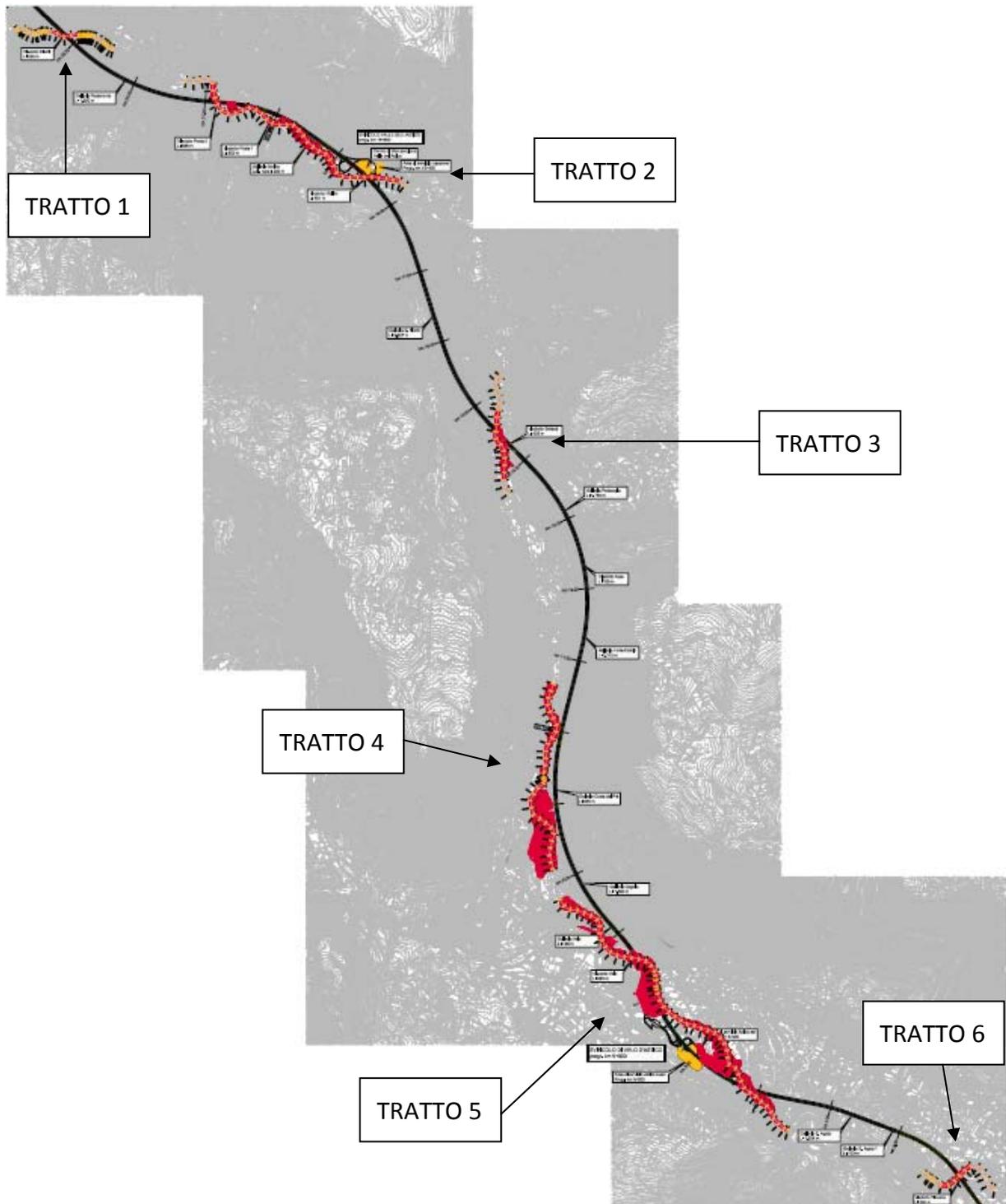


Figura 12 Immagine riportante i sei tratti del Torrente Astico esaminati

3.2.4 Tratto 1

Il tratto 1, quello più a nord, si estende su una lunghezza di circa 1400 m nei quali per il torrente è per di più rettilineo e caratterizzato da una alveo incassato. La larghezza media delle sezioni fluviali è circa di 20 metri, alterna tratti naturali e artificiali con sponde realizzate con muri in pietra, mentre il fondo risistemato con massi sciolti .



Figura 13 Localizzazione planimetrica del tratto 1 più a nord, in prossimità dell'abitato Ciechi

Stato di fatto

In questo tratto vi è la presenza di un solo attraversamento di larghezza pari a 15.50 m altezza rispetto all'intradosso dell'impalcato di 3.92 m, grandezze determinate a seguito di un sopralluogo.

La sezione in corrispondenza dell'attraversamento si presenta di forma trapezia. A monte del ponte sono presenti diversi salti di fondo, come è possibile notare anche dalla Figura 14.



Figura 14 Ponte esistente sul torrente Astico - tratto 1



Figura 15 Torrente Astico – tratto 1. Tratto a valle del ponte

Stato di progetto

Per eseguire lo studio dello stato di progetto sono stati inseriti nella modellazione descritta in precedenza i viadotti previsti dalla progettazione, i rilevati stradali di progetto che si trovano a lambire o in adiacenza alle zone di esondazione precedentemente determinate.

Il tracciato di progetto corre in larga parte in affiancamento al torrente Astico, attraversandolo in diversi punti. Negli estratti planimetrici di seguito riportati delle interferenze tra il primo tratto studiato del corso d'acqua e la strada si evidenziano con un retino blu le aree allagate durante la piena del 1966, in verde quelle dell'evento alluvionale del 1882, in rosso scuro le aree interessate dal deflusso della corrente di un evento avente tempo di ritorno 200 anni ricavate nell'ambito del presente progetto con modello idraulico specifico.

Il nuovo tracciato autostradale in progettazione attraversa il corso dell'Astico con un viadotto denominato Viadotto Ciechi, come mostrato nell'immagine sottostante.

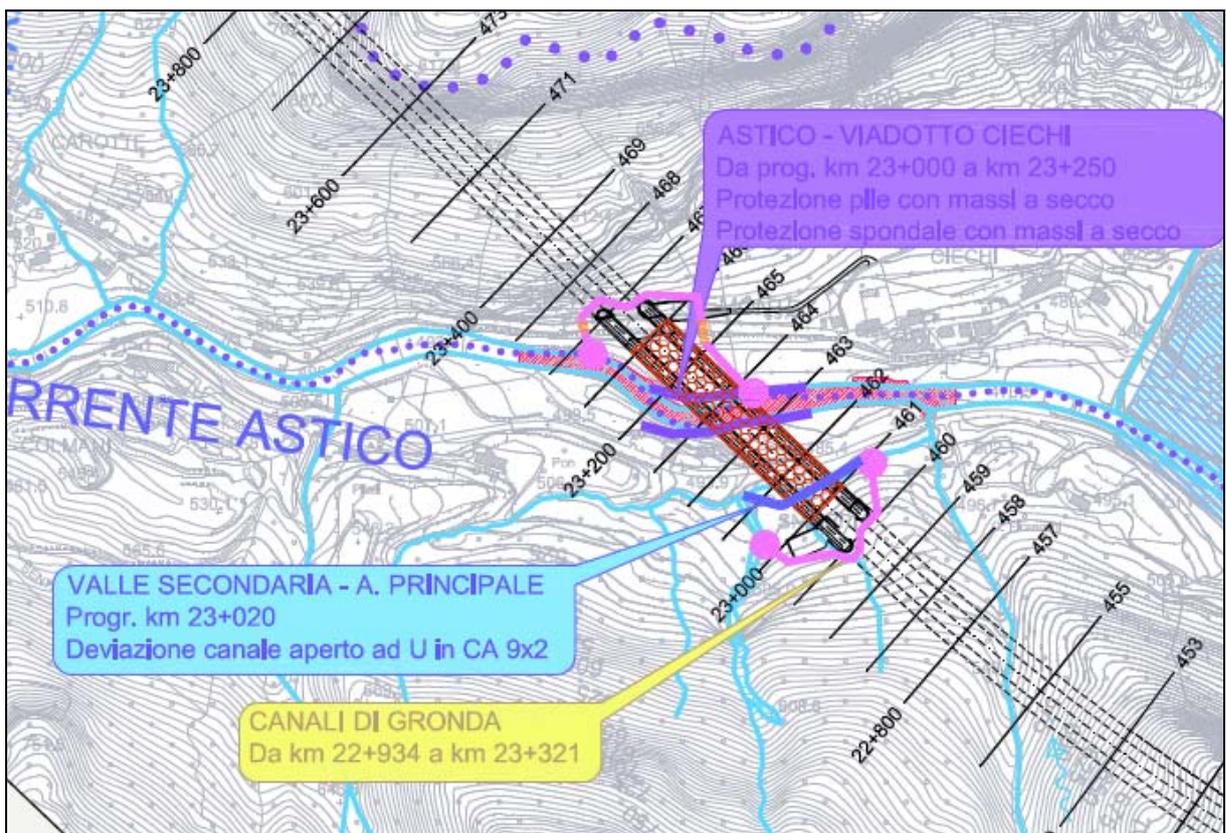


Figura 16 Torrente Astico – tratto 1. Viadotto Ciechi in progettazione

L'infrastruttura scavalca l'alveo del torrente senza l'ausilio di pile ad una quota di sicurezza idraulica adeguata per un tempo di ritorno di 200 anni.

Il livello idrico nella sezione in cui verrà realizzato il viadotto attualmente risulta pari a 483.73 m s.l.m.m. A seguito della realizzazione del viadotto in progetto, che non presenta come detto precedentemente, alcuna pila in alveo il livello idrico risulta leggermente modificato e pari a 484.89 a monte dell'attraversamento e 484.60 m s.l.m.m. a valle.

La quota minore dell'intradosso dell'impalcato in corrispondenza di questo attraversamento risulta pari a 502.65 m s.l.m.m. pertanto il viadotto risulta in sicurezza e il franco previsto dalla normativa ampiamente verificato.

Di seguito vengono riportate le immagini ottenute dal modello della sezione del torrente prima e dopo la realizzazione dell'opera.

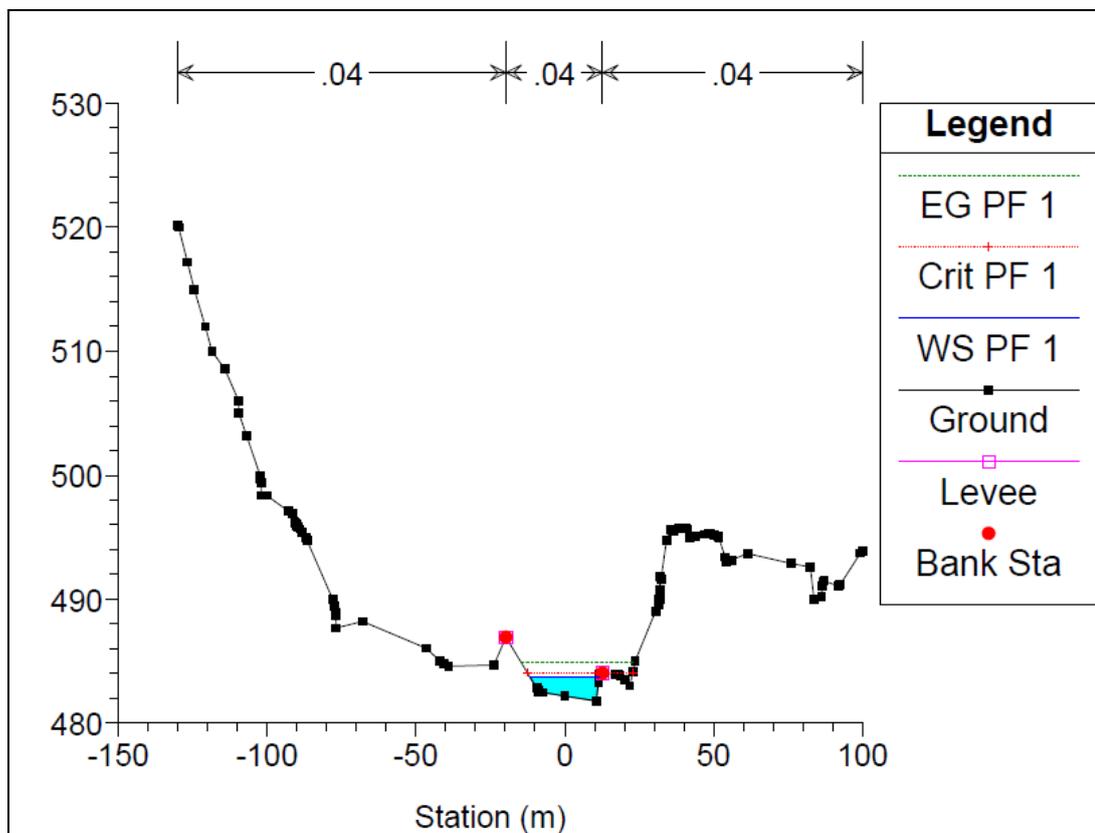


Figura 17 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Ciechi

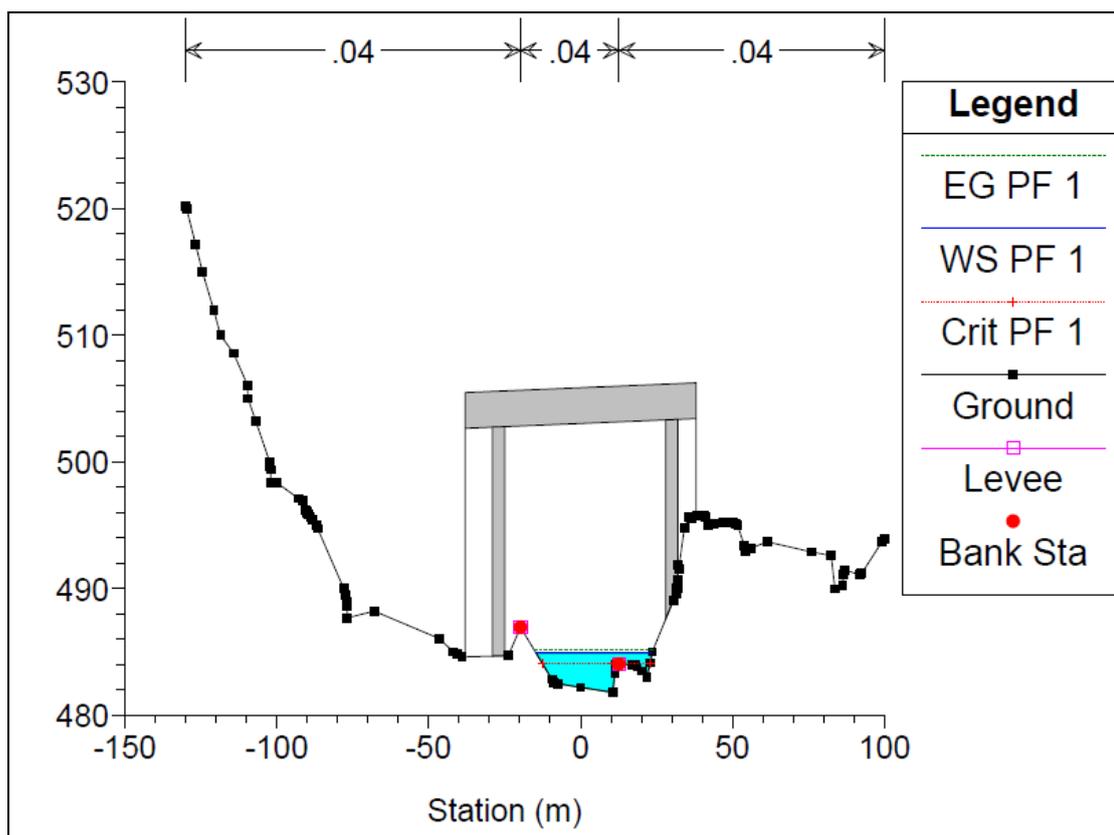


Figura 18 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto Ciechi in progetto

Conclusioni

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture in progetto alcuni importanti considerazioni vanno fatte sui seguenti punti.

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

L'opera in progetto non ricade in aree che potrebbero interferire con il naturale deflusso della piena, in quanto non comporta la realizzazione di pile all'interno dell'alveo.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

In ambito globale, in considerazione della larghezza delle campate dei viadotti, si ritiene che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico.

Quindi le opere in progetto non alterano in modo significativo le modalità di deflusso della

piena e non determinano aggravamenti delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non modificano l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non perturbano se non marginalmente il deflusso delle piene nelle aree golenali.

Per quanto riguarda l'alveo inciso, essendo tutte le opere site solo nell'area golenale, ne consegue che non viene variata la dinamica di deflusso e quindi la morfologia dell'alveo e le sue naturali tendenze.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza delle nuove strutture viadottistiche. Come dimostrato in relazione tali modifiche non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di almeno 1.5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

L'intervento di progetto, per il viadotto in questione, si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso degli impalcati.

Analizzando le quote degli intradossi delle strutture in progetto si osserva come esse abbiano un andamento variabile nel passaggio dalla sponda destra a quella sinistra del corso d'acqua (con una differenza di quasi un metro).

3.2.5 Tratto 2

Il tratto 2 si estende per circa 3.8 km, presenta un andamento tortuoso caratterizzato dalla presenza di alcune anse. Come nel tratto precedente la larghezza media delle sezioni misurata è di circa 20-25 m.

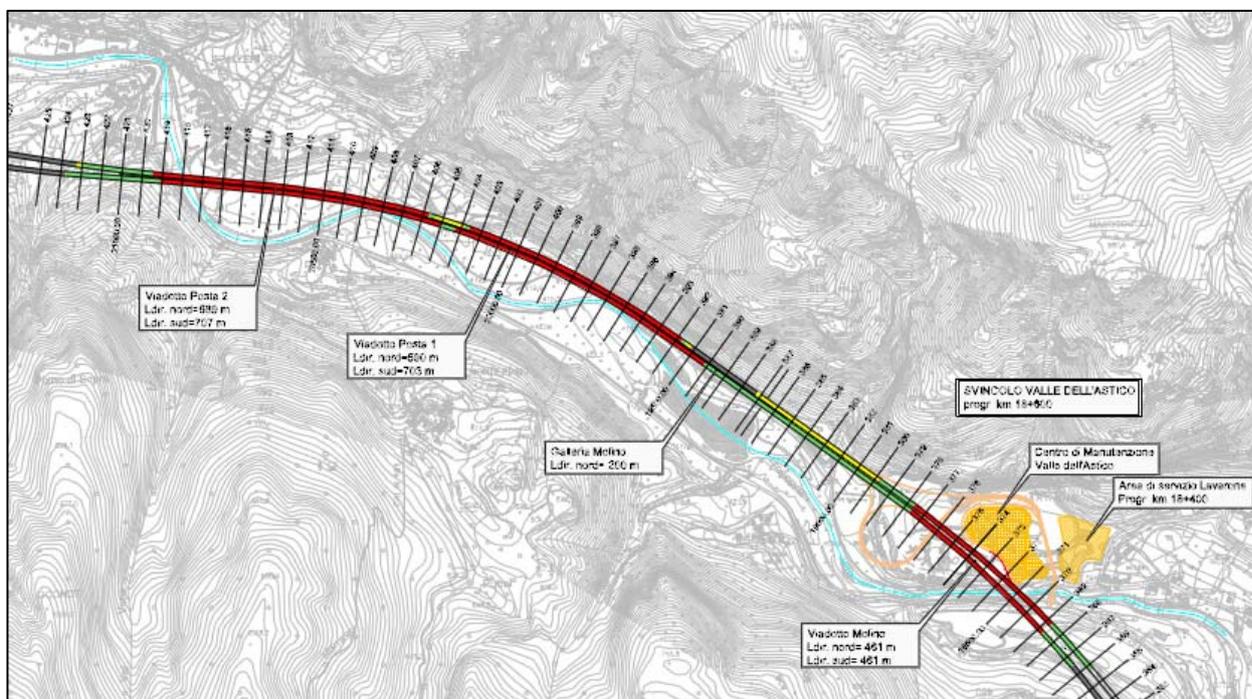


Figura 19 Localizzazione planimetrica del tratto 2 studiato per il torrente Astico

Stato di fatto

All'interno di questo tratto di torrente vi sono due ponti, il primo più a monte, di larghezza pari a 11 m, è caratterizzato da un intradosso con andamento curvilineo, mentre il secondo, circa 3 km più a valle, si estende su una larghezza di circa 25 metri ed è sorretto da pile di larghezza pari a 1.2 m in alveo. In corrispondenza del ponte, alveo è rivestito sia a monte che a valle con massi sciolti.

In questo tratto vi è la presenza di un opera di sbarramento meccanica del corso d'acqua che, come si può notare dalla foto riportata in seguito, in grado di lasciare completamente a secco l'alveo a valle creando un invaso a monte.

Circa 400 m più a valle dello sfioratore si può notare la presenza di una briglia.



Figura 20 Torrente Astico – tratto 2. Ponte a monte ad inizio tratto



Figura 21 Torrente Astico – tratto 2. Ponte con pile in alveo



Figura 22 Torrente Astico – tratto 2. Opera di sbarramento



Figura 23 Torrente Astico – tratto 2. Briglia

Stato di progetto

Per eseguire lo studio dello stato di progetto, come per il tratto 1, sono stati inseriti nella modellazione descritta in precedenza i viadotti previsti dalla progettazione, i rilevati stradali di progetto che si trovano a lambire o in adiacenza alle zone di esondazione precedentemente determinate.

Viadotto Posta

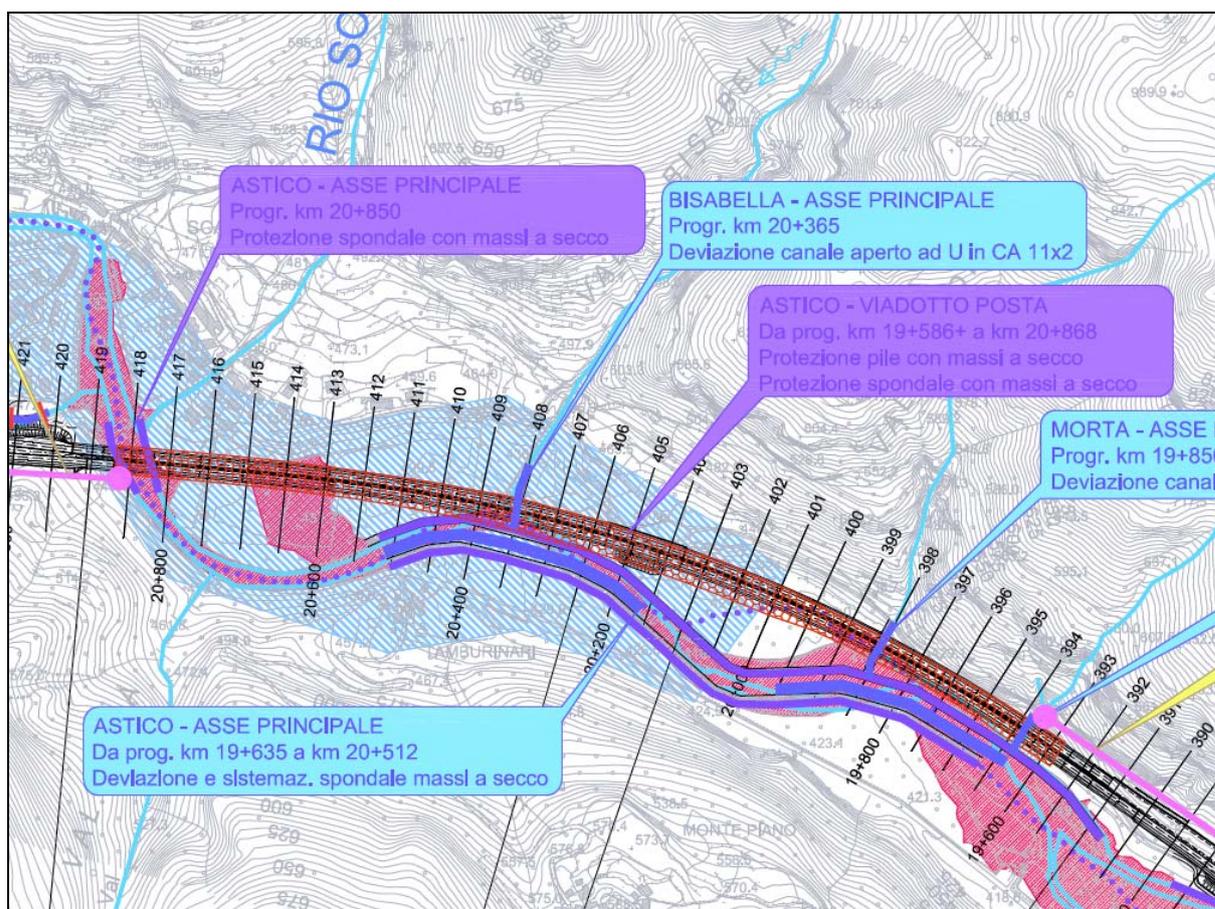


Figura 24 Torrente Astico – tratto 2. Viadotto Posta in progettazione

L'infrastruttura del viadotto chiamato Posta 1 si pone in fregio all'alveo esistente, con un breve tratto dove vi è una parziale sovrapposizione. In questa zona è stata prevista la deviazione dell'alveo mediante una ricalibratura con scogliere in massi di dimensioni ciclopiche.

L'infrastruttura del viadotto denominato in planimetria Posta 2 scavalca l'alveo ad una quota di sicurezza idraulica adeguata, con l'ausilio di pile che vanno ad interessare l'attuale alveo di magra. Vi è la presenza di pile in golena interessate dall'espansione del corso d'acqua ma non dal deflusso della corrente.

Di seguito si riportano le immagini ottenute mediante la simulazione dello stato di fatto e di progetto nella sezione in cui verrà realizzato il viadotto Posta.

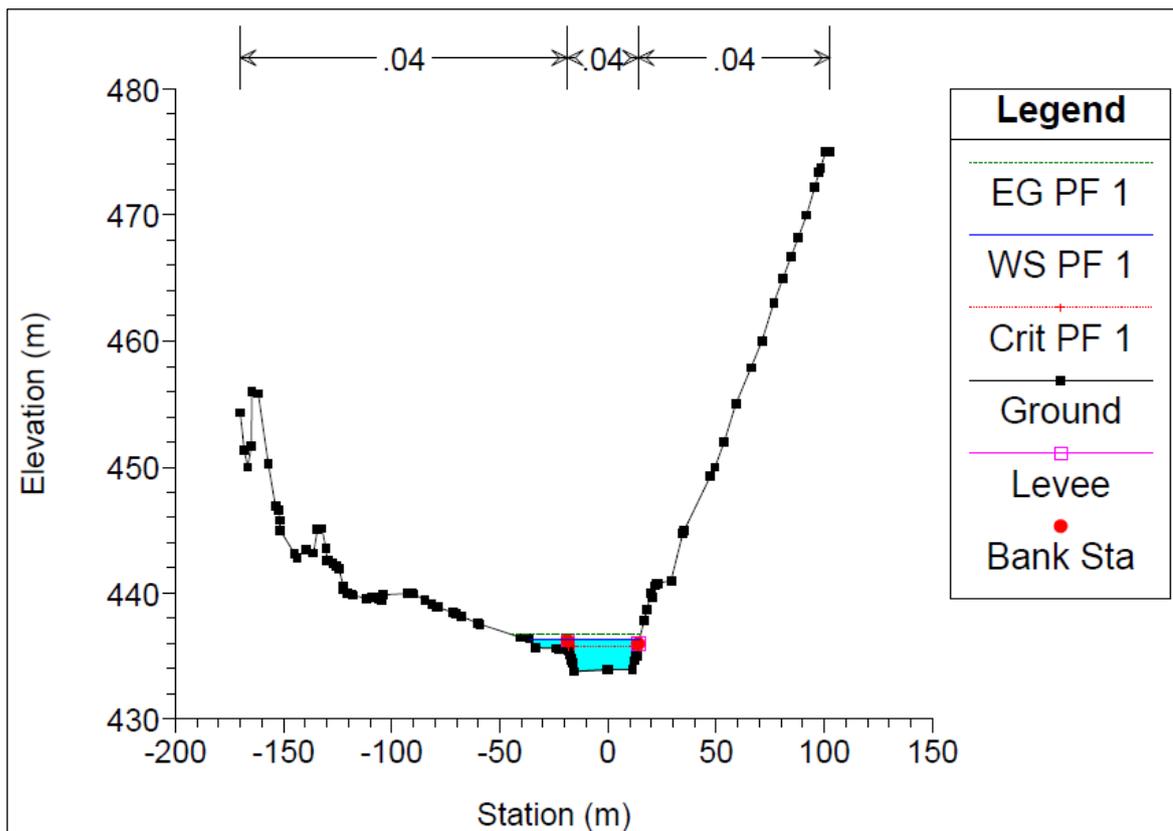


Figura 26 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Posta

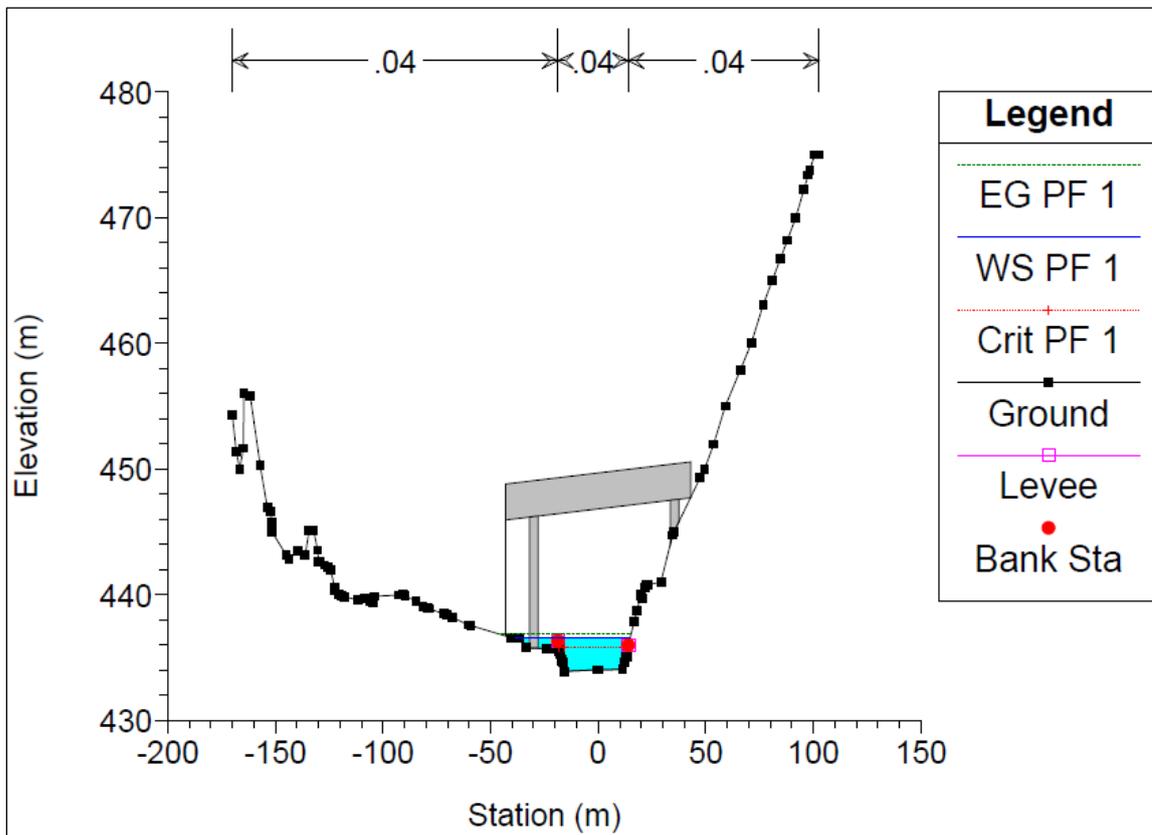


Figura 25 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto Posta in progetto

Conclusioni viadotto Posta

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture in progetto alcuni importanti considerazioni vanno fatte sui seguenti punti. Il livello idraulico nella sezione considerata senza l'opera in progetto risulta pari a 436.90 m s.l.m.m. mentre la realizzazione del ponte secondo il modello porta il livello ad essere pario a 436.90 a monte dell'attraversamento e 436.58 a valle.

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

Le opere ricadono solo parzialmente in aree che potrebbero interferire con il naturale deflusso della piena, per la presenza di una pila del viadotto in area golenale, questo però non comporta una sostanziale riduzione della capacità di invaso come si può notare dai livelli idrici ottenuti mediante l'elaborazione con Hec-Ras.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

La presenza delle pile non determina certamente una modifica locale del campo di moto dovuta all'interferenza delle linee di corrente con l'ostacolo fisico costituito dalla pila. In ambito globale, in considerazione dell'ampia larghezza delle campate dei viadotti, si ritiene che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico.

Quindi le opere in progetto non alterano in modo significativo le modalità di deflusso della piena nè determinano aggravii delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle pile dei viadotti e delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non modificano l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non perturbano se non marginalmente il deflusso delle piene nelle aree golenali.

Per quanto riguarda l'alveo inciso, essendo tutte le opere site solo nell'area golenale, non viene variata la dinamica di deflusso e quindi la morfologia dell'alveo e le sue naturali tendenze.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Le modifiche che si presentano sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza delle nuove strutture viadottistiche non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di almeno 1,5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

Il viadotto Posta si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena con tempo di ritorno di 200 anni, manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso dell'impalcato posto ad una quota di 445.95 nel punto più basso.

Analizzando le quote degli intradossi delle strutture in progetto si osserva come esse abbiano un andamento variabile nel passaggio dalla sponda destra a quella sinistra del corso d'acqua (passando da un minimo di 445.95 ad una quota massima di 447.71 m s.l.m.m).

Viadotto Molino

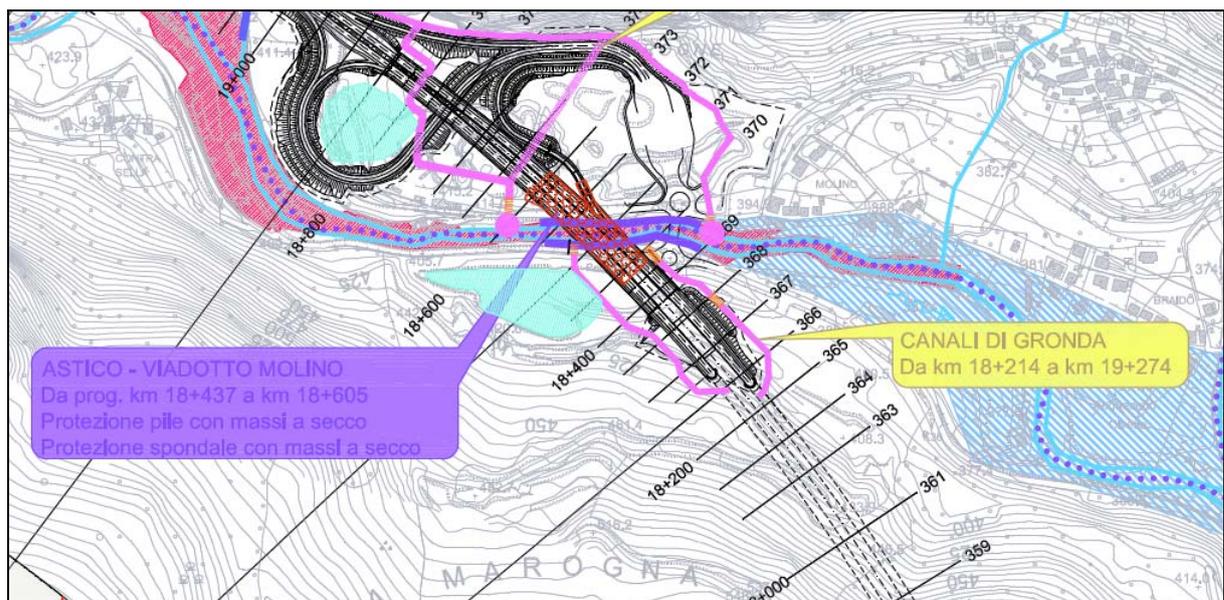


Figura 27 Torrente Astico – tratto 2. Viadotto Molino in progettazione

La nuova viabilità supera il corso d'acqua in viadotto ad una quota di sicurezza idraulica adeguata. Non sono previste pile all'interno dell'alveo di magra anche se l'angolo di incidenza infrastruttura-corso appare modesto. A giustificazione di queste considerazioni si riportano di seguito le sezioni, ottenute mediante la modellazione, dello stato di fatto e di progetto in corrispondenza dell'attraversamento in questione.

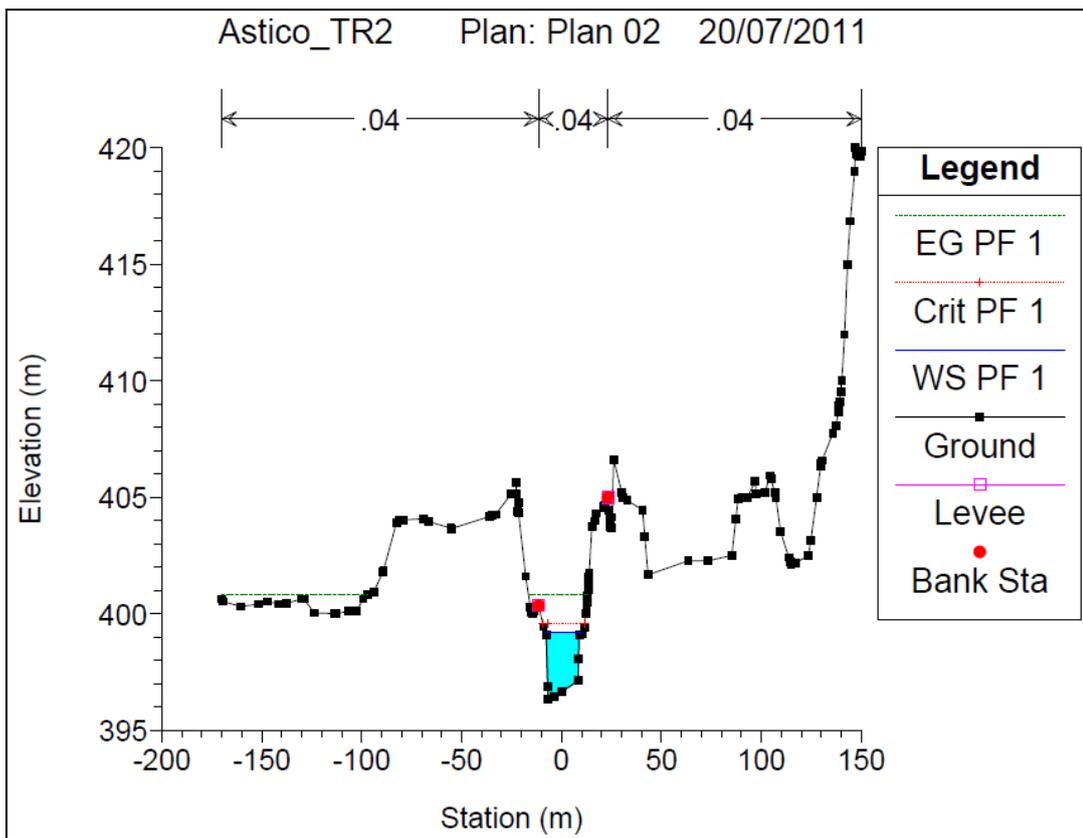


Figura 28 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Molino

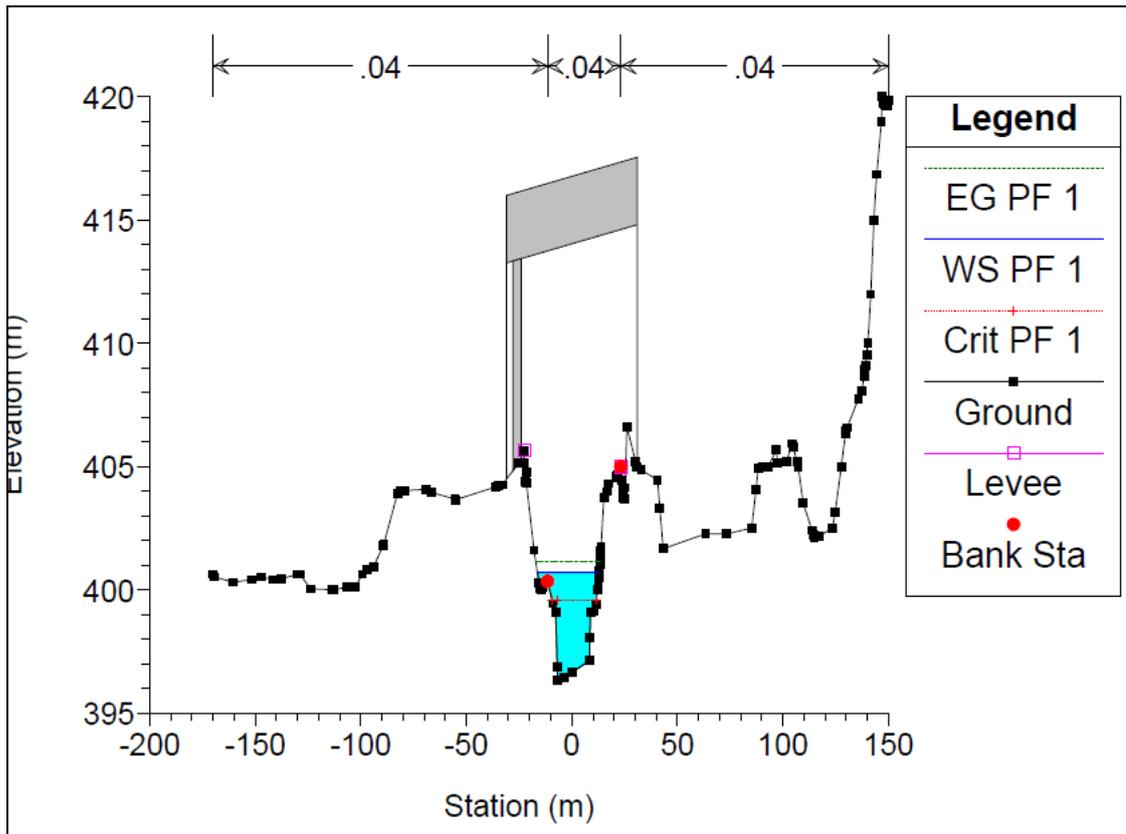


Figura 29 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto Molino in progetto

Conclusioni viadotto Molino

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture in progetto alcuni importanti considerazioni vanno fatte sui seguenti punti. Il livello idraulico nella sezione considerata senza l'opera in progetto risulta pari a 399.20 m s.l.m.m. mentre la realizzazione del ponte secondo il modello porta il livello ad essere pario a 400.70 a monte dell'attraversamento e 399.51 a valle.

Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

L'opera non ricade in aree che potrebbero interferire con il naturale deflusso della piena. Non si ha quindi riduzione dell'area di invaso all'interno dell'alveo.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

La presenza delle pile all'esterno dell'alveo inciso non determina certamente una modifica locale del campo di moto dovuta all'interferenza delle linee di corrente con l'ostacolo fisico costituito dalla pila. Pertanto, in ambito globale, si ritiene che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico.

Quindi l'opera in progetto non altera in modo significativo le modalità di deflusso della piena né tantomeno determinano aggravamenti delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle pile dei viadotti e delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

L'opera in progetto non modifica l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena. Essa non perturba, se non marginalmente, il deflusso delle piene nelle aree golenali, né consegue che non viene variata la dinamica di deflusso né quindi la morfologia dell'alveo e le sue naturali tendenze.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza delle nuove strutture viadottistiche; tali modifiche non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di almeno 1.5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

L'intervento di progetto si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso degli impalcati, a quota 413.26 in sponda sinistra e 414.81 in sponda destra.

3.2.6 Tratto 3

Il tratto numero 3 si estende per una lunghezza di circa 1700 metri. Dopo circa 800 metri dall'inizio del tratto si registra un netto allargamento delle sezioni passando da una larghezza di circa 20 m ad una di circa 40 metri.

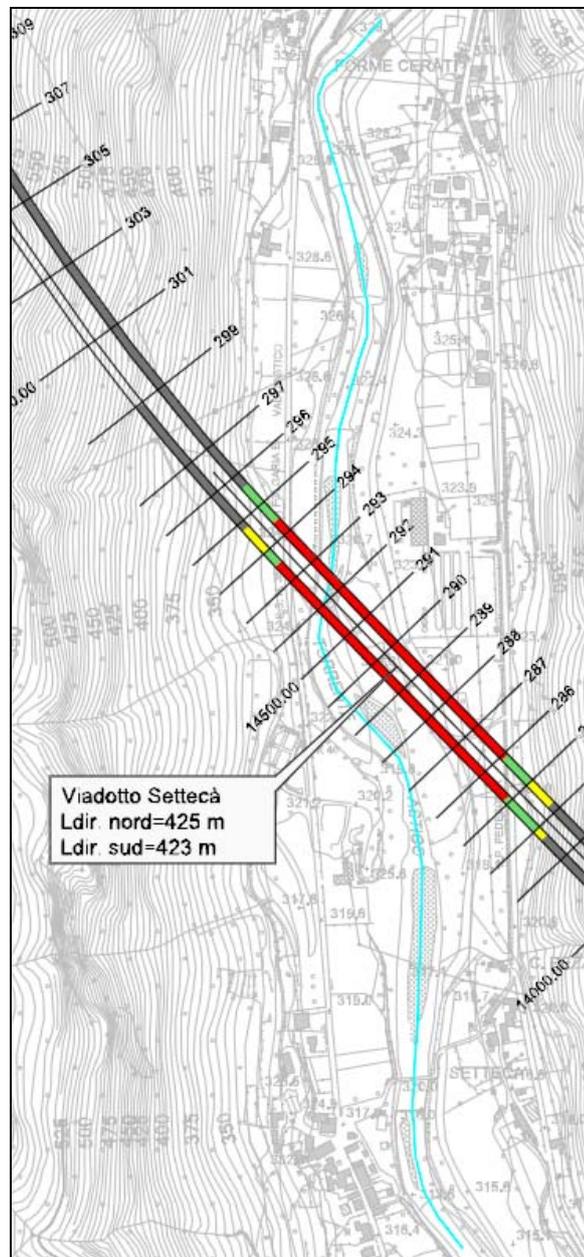


Figura 30 Localizzazione planimetrica del tratto 3 dell'Astico

Stato di fatto

A valle dell'allargamento vi è la presenza di un ponte con luce di circa 40 metri e caratterizzato dalla presenza di una pila di 1.5 metri in alveo.



Figura 31 Torrente Astico – tratto 3. Ponte con pila in alveo

Subito a valle del ponte è presente una briglia che garantisce una perdita di energia tramite un salto di fondo. Dalla foto riportata in seguito si può anche notare come il fondo dell'alveo sia rivestito a valle del salto con massi sciolti che permettono di limitare l'azione erosiva provocata dal salto stesso.



Figura 32 Torrente Astico – tratto 3. Briglia

Stato di progetto

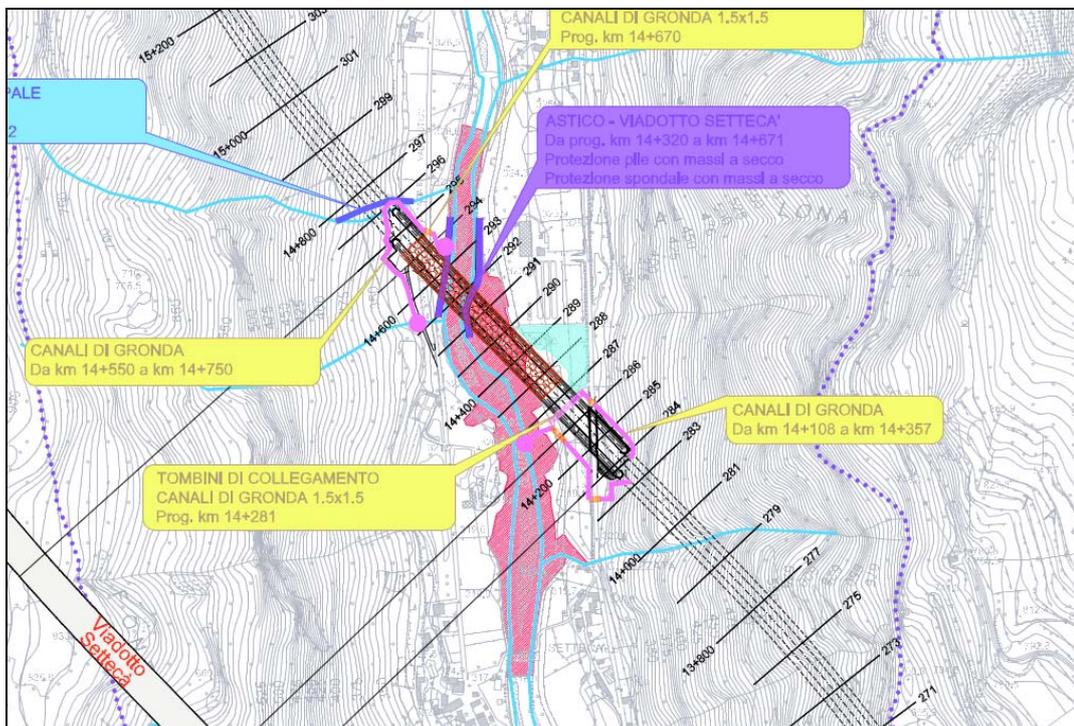


Figura 33 Torrente Astico – tratto 3. Viadotto Setteca' in progettazione

L'infrastruttura scavalca l'alveo ad una quota di sicurezza idraulica adeguata, con l'ausilio di pile che vanno ad interessare l'attuale alveo di magra. Vi è la presenza di pile in golena interessate dal deflusso della corrente. Vengono inserite di seguito le immagini relative alla sezione nella quale avviene l'attraversamento del torrente da parte del tracciato, con il livello idrico risultante dall'elaborazione allo stato di fatto e per lo stato di progetto.

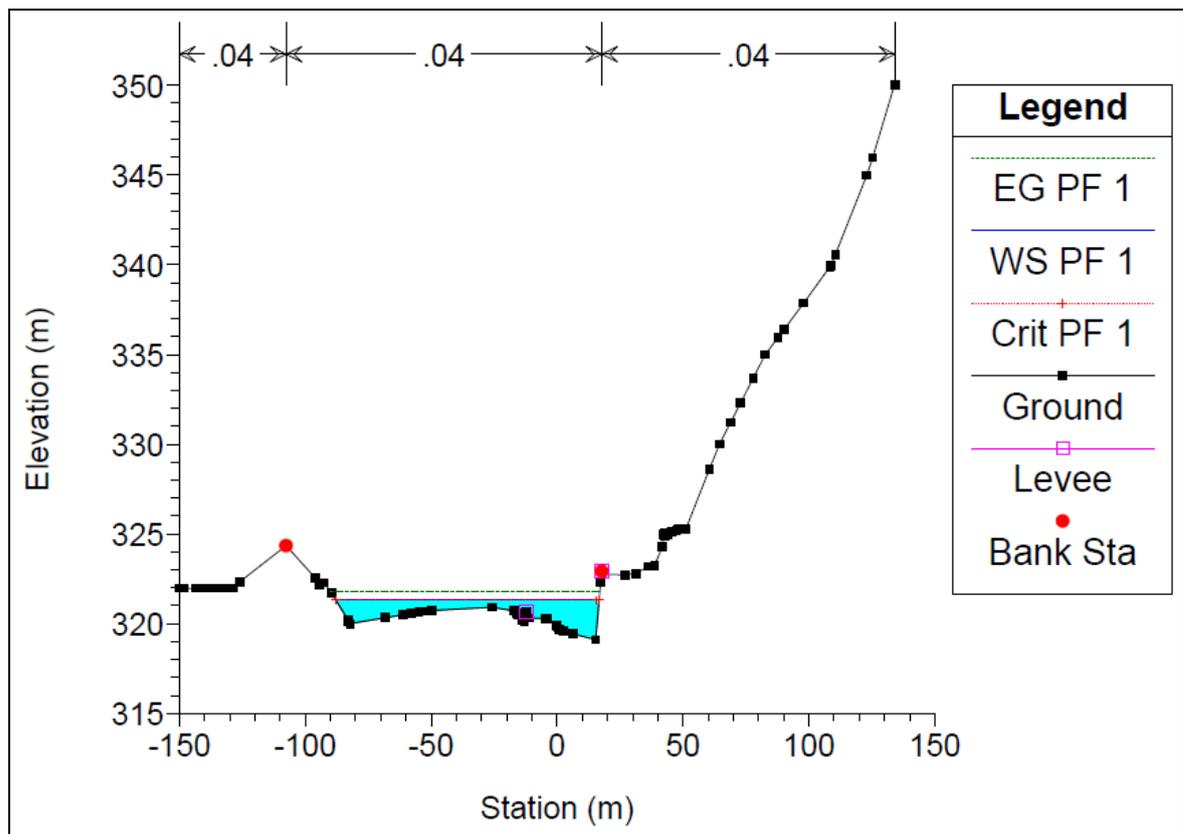


Figura 34 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Settecà

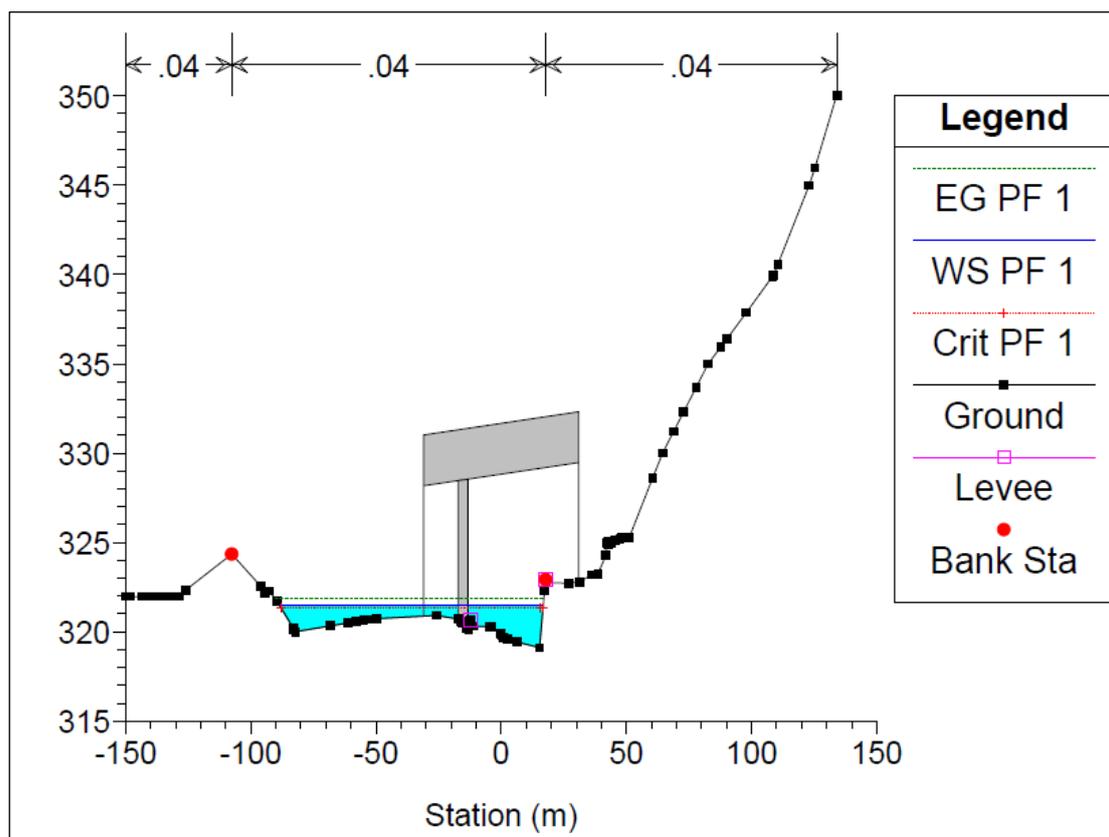


Figura 35 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto Settecà in progetto

Conclusioni

Il livello idraulico nella sezione considerata senza l'opera in progetto risulta pari a 321.35 m s.l.m.m. mentre la realizzazione del ponte secondo il modello porta il livello ad essere pario a 322.01 a monte dell'attraversamento e 321.47 a valle.

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture in progetto alcuni importanti considerazioni vanno fatte inoltre sui seguenti punti.

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

La minima riduzione di volume è dovuta alla presenza delle pile all'interno dell'area golenale; l'area di invaso dell'alveo comunque non risulta significativamente intaccata dall'opera.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

La presenza delle pile in area golenale non determina una modifica locale del campo di moto dovuta all'interferenza delle linee di corrente con l'ostacolo fisico costituito dalla pila. Si ritiene pertanto che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico e che quindi l'opera in progetto non alteri in modo significativo le modalità di deflusso della piena nè determinano aggravii delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle pile dei viadotti e delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

L'opera in progetto non modifica l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena. La realizzazione del viadotto perturbano solo marginalmente il deflusso delle piene nelle aree golenali.

Per quanto riguarda l'alveo inciso, essendo le pile dell'opera site anche nell'alveo di magra, esso viene interessato in modo locale e del tutto marginale dalle strutture di attraversamento, ne consegue che non viene comunque variata la dinamica di deflusso e quindi la morfologia dell'alveo e le sue naturali tendenze.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza delle nuove strutture viadottistiche. Come mostrato in relazione tali modifiche non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di minimo 1.5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

L'intervento di progetto si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso dell'impalcato che si trova a 328.17 m s.l.m.m. in sponda sinistra e a 329.47 m s.l.m.m. in sponda destra.

3.2.7 Tratto 4

Il tratto numero 4 si estende su una lunghezza di circa 2.9 Km ed è caratterizzato da una larghezza iniziale delle sezioni di circa 100 metri per poi arrivare sino a dimezzarsi; infatti, come si può notare nella foto riportata in seguito, nel tratto centrale assai tortuoso esso scorre all'interno di sezioni molto ristrette incavate tra pareti rocciose. L'alveo per la maggior parte della sua lunghezza scorre all'interno del suo piano golenario da arginature ben definite tranne nel tratto finale nel quale le arginature sono meno accentuate e consentono all'alveo di spagliarsi.

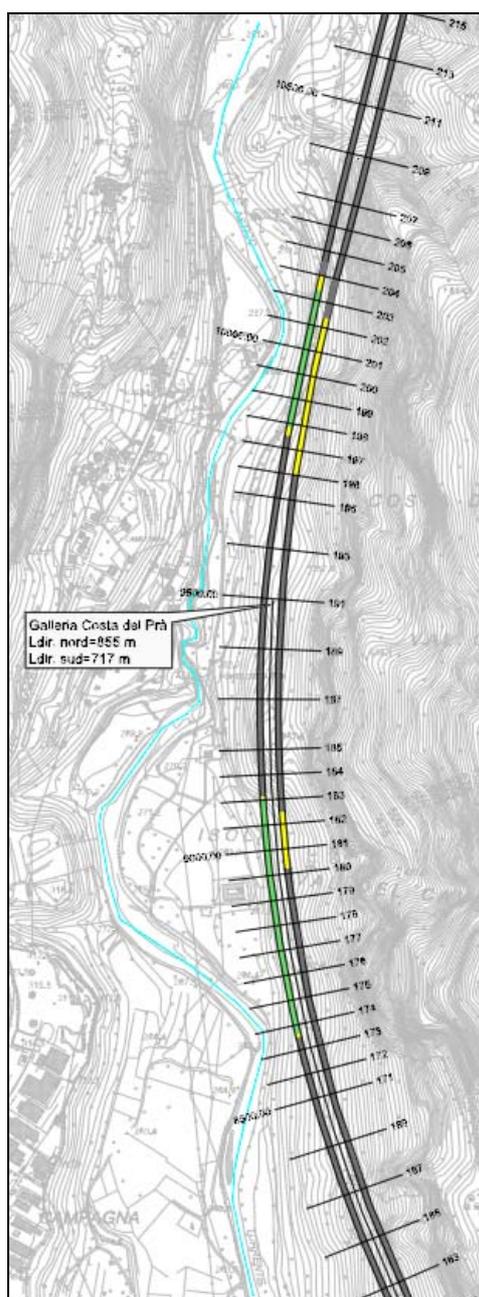


Figura 36 Localizzazione del tratto 4 dell'Astico studiato

Stato di fatto

Nel tratto in questione vi è la presenza di un ponte di luce di 25m con due pile al di fuori dell'alveo di magra. Le pile hanno larghezza rispettivamente di 2.3 metri quella centrale e 0.75 quella laterale.



Figura 37 Torrente Astico – tratto 4. Ponte



Figura 38 Torrente Astico – tratto 4. Restringimento di sezione

Stato di progetto

Nel presente tratto non sono previste opere di attraversamento, verranno però realizzate opere di sistemazione dell'alveo e di protezione spondale, per le quali si rimanda al paragrafo in fondo a questo capitolo (paragrafo 80).

3.2.8 Tratto 5

Tra i tratti studiati il cinque è indubbiamente quello più critico sia per la sua lunghezza (quasi 5 km), sia per le numerose anse che ne caratterizzano un andamento tortuoso, che a causa della presenza della piana di Boiadori soggetta ad allagamenti.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

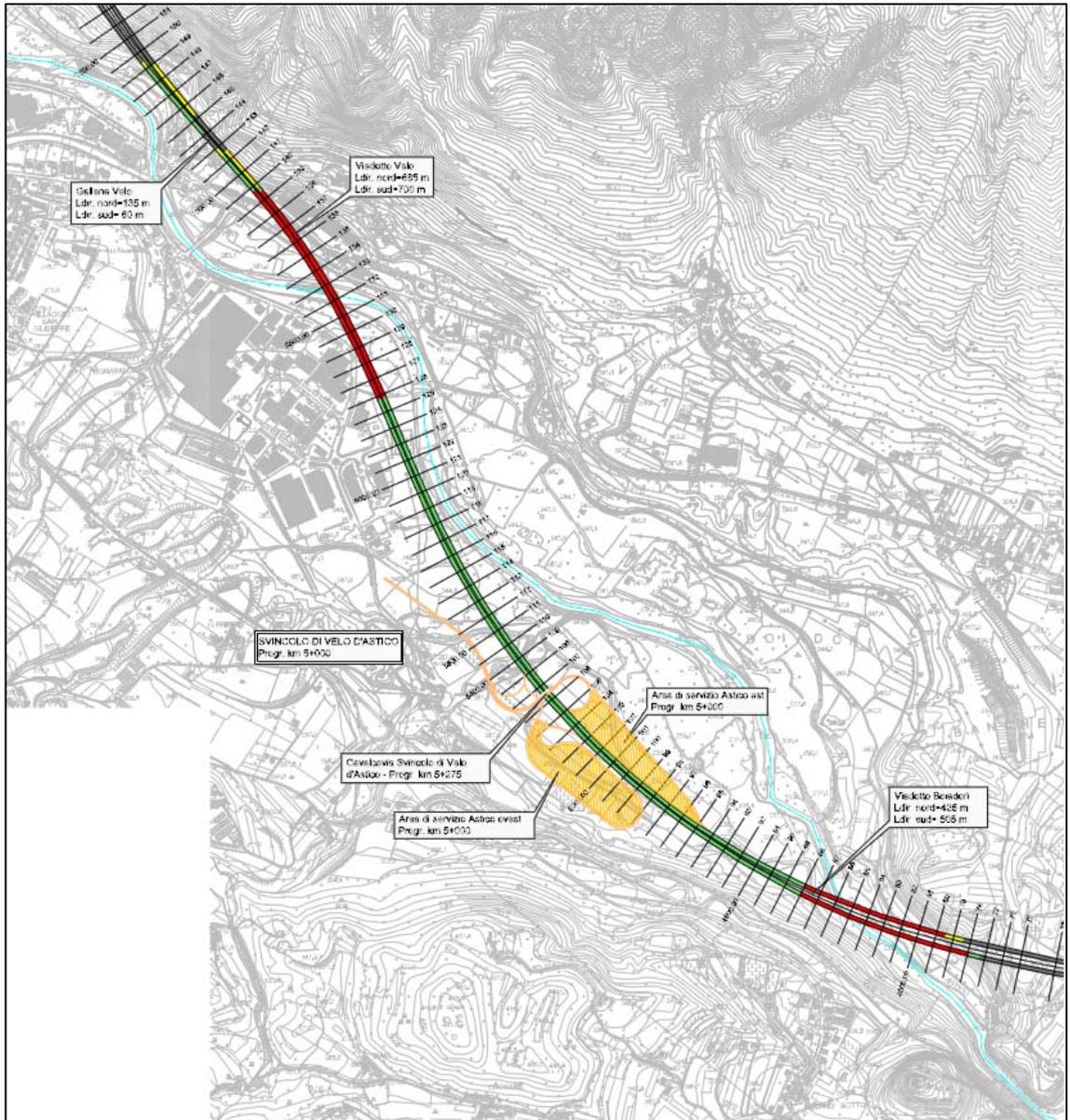


Figura 39 Localizzazione del tratto 5 del torrente Astico che è stato studiato per la modellazione. Il primo ponte che si incontra a monte è in c.a. ha una larghezza di circa 65 metri e con altezza di 4.7 tra il fondo dell'alveo e l'intradosso; il ponte è sorretto da una pila di 2.5 m che ricade in alveo.



Figura 40 Torrente Astico – tratto 5. Ponte con pila in alveo

Nell'immagine riportata in seguito si nota il secondo ponte con una larghezza di 30 metri altezza di 4.55 m. In corrispondenza della sezione sottostante il ponte si può notare come il fondo del torrente sia rivestito in massi. La foto riportata è scattata da valle verso monte e si può notare come a monte del ponte vi sia l'immissione del Posina nel torrente Astico.



Figura 41 Torrente Astico – tratto 5. Ponte con immissione del Posina a monte

Continuando a percorrere il tratto verso valle si riscontra la presenza di un terzo ponte di larghezza di circa 60 metri; pure in questo caso si può notare la sistemazione del fondo e delle sponde in prossimità dell'attraversamento con massi sciolti.



Figura 42 Torrente Astico – tratto 5. Ponte con rivestimento sezione con massi

A valle dei ponti descritti in precedenza, prima di accedere alla piana Boiadori vi è la presenza di un manufatto che consente al fondo dell'alveo di eseguire tre salti di fondo.



Figura 43 Torrente Astico – tratto 5. Salti di fondo

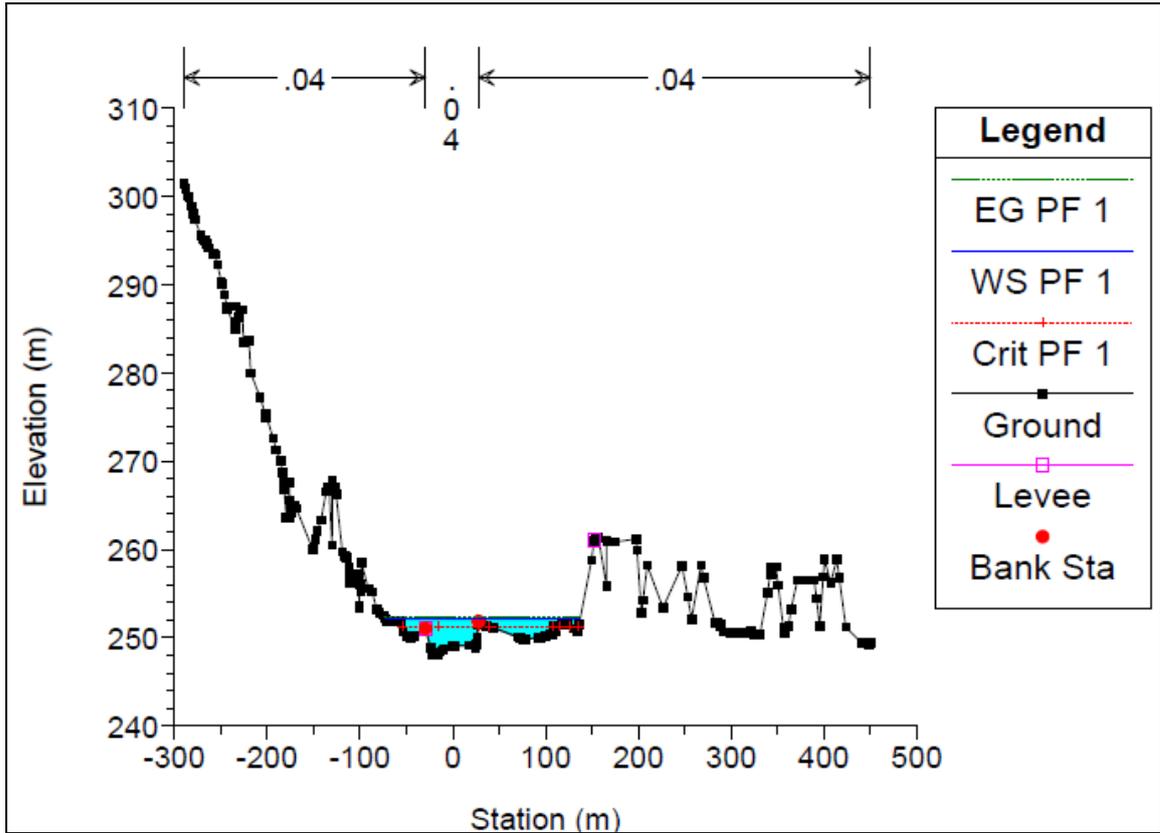


Figura 45 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Velo

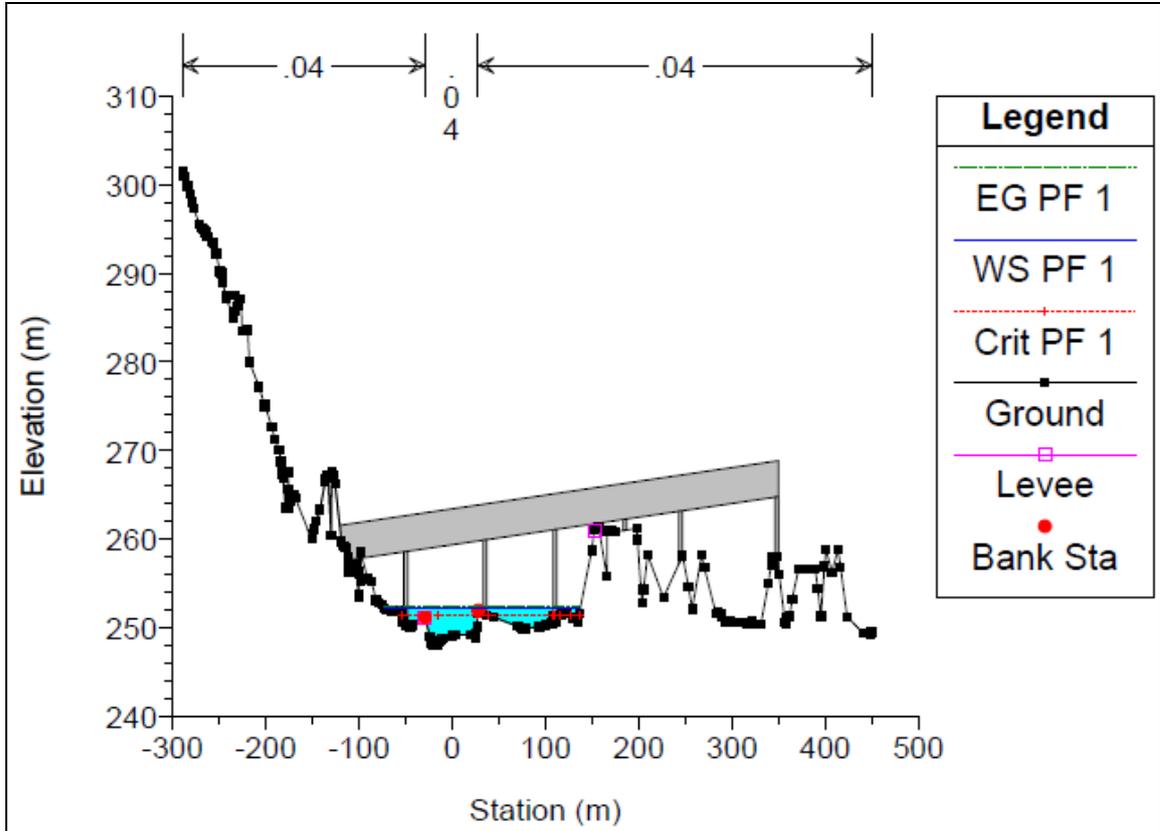


Figura 46 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto Velo in progetto

Conclusioni viadotto Velo

Il livello idraulico nella sezione considerata senza l'opera in progetto risulta pari a 252.27 m s.l.m.m. mentre la realizzazione del ponte secondo il modello porta il livello ad essere pario a 252.2 a monte dell'attraversamento e 252.1 a valle.

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture in progetto alcuni importanti considerazioni vanno fatte inoltre sui seguenti punti.

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

L'opera ricade parzialmente in aree che potrebbero interferire con il naturale deflusso della piena, vista la presenza di pile in zona golenale. La minima riduzione di volume è dovuta ad esse non viene considerata problematica, si rimanda comunque ad una valutazione più approfondita in una fase successiva di progettazione.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

La presenza delle pile non determina certamente una modifica locale del campo di moto dovuta all'interferenza delle linee di corrente in quanto non sono localizzate all'interno dell'alveo di magra. In ambito globale, si ritiene quindi che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico nè alterazioni significative delle modalità di deflusso della piena e delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle pile dei viadotti e delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non modificano l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena e non comportano perturbazioni del deflusso delle piene, se non marginalmente, nelle aree golenali.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza delle nuove strutture viadottistiche. Come dimostrato in relazione tali modifiche non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di minimo 1.5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

L'intervento di progetto si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso dell'impalcato, posto ad una quota di 252.1 m s.l.m.m.

Analizzando le quote degli intradossi delle strutture in progetto si osserva come esse abbiano un andamento variabile nel passaggio dalla sponda destra a quella sinistra del corso d'acqua.

Viadotto Boiadori

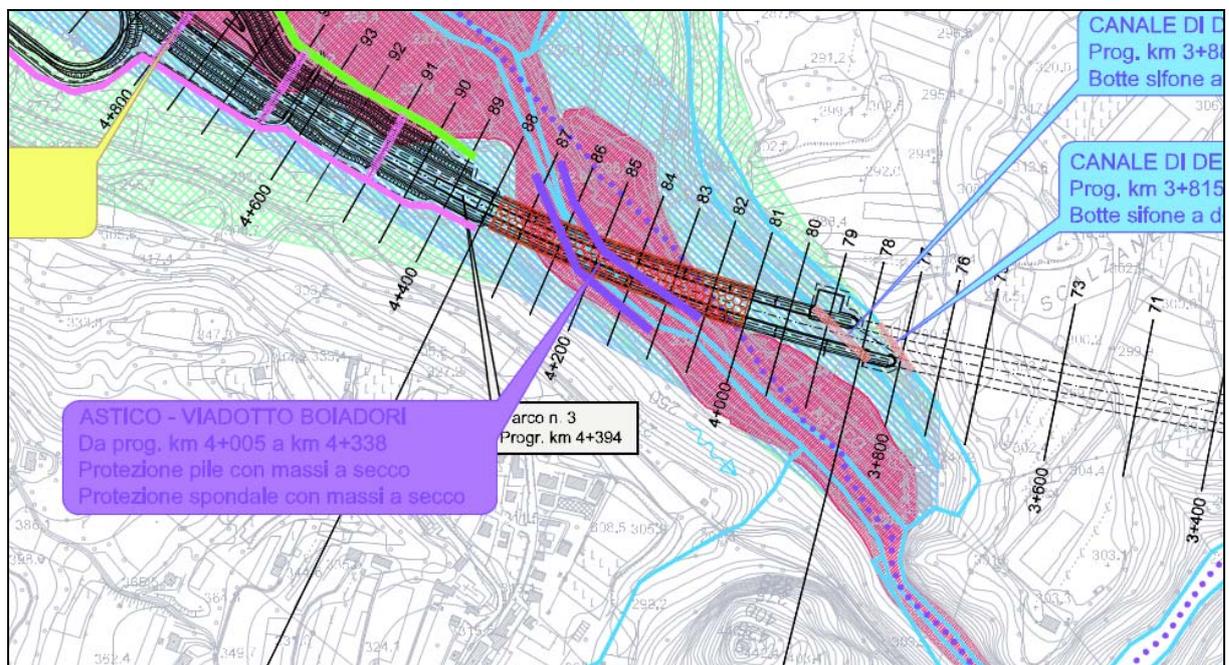


Figura 47 Torrente Astico – tratto 5. Viadotto Boiadori in progettazione

La nuova viabilità supera il corso d'acqua in viadotto, per il quale non sono previste pile all'interno dell'alveo di magra anche se l'angolo di incidenza infrastruttura-corso appare modesto, e vi è la presenza di pile all'interno delle zone golenali interessate dal deflusso della corrente. All'interno del modello le pile sembrano trovarsi all'interno dell'alveo poiché la schematizzazione dell'attraversamento è stata condotta come se fosse perfettamente trasversale all'alveo, quando invece risulta essere obliqua. La proiezione delle pile quindi sembra ricadere all'interno dell'alveo di magra nonostante non ci siano pile all'interno dell'alveo inciso.

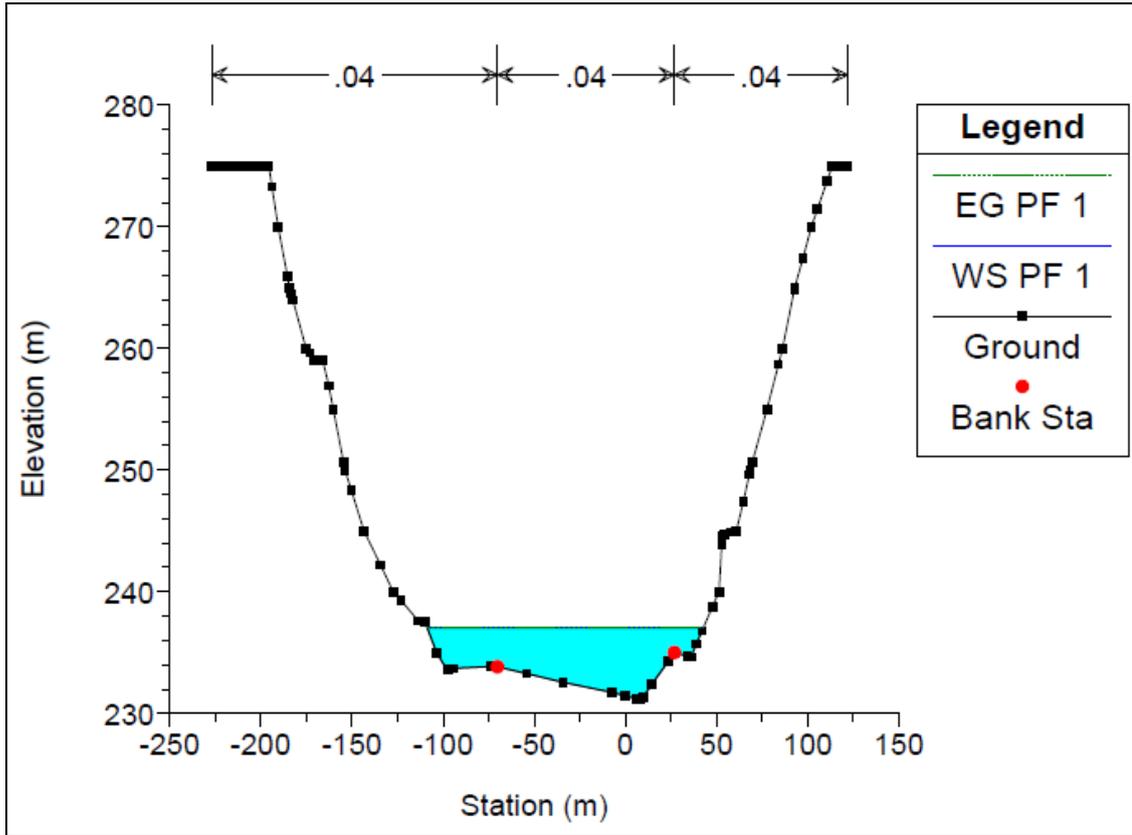


Figura 48 Stato di fatto dell'Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Boidori

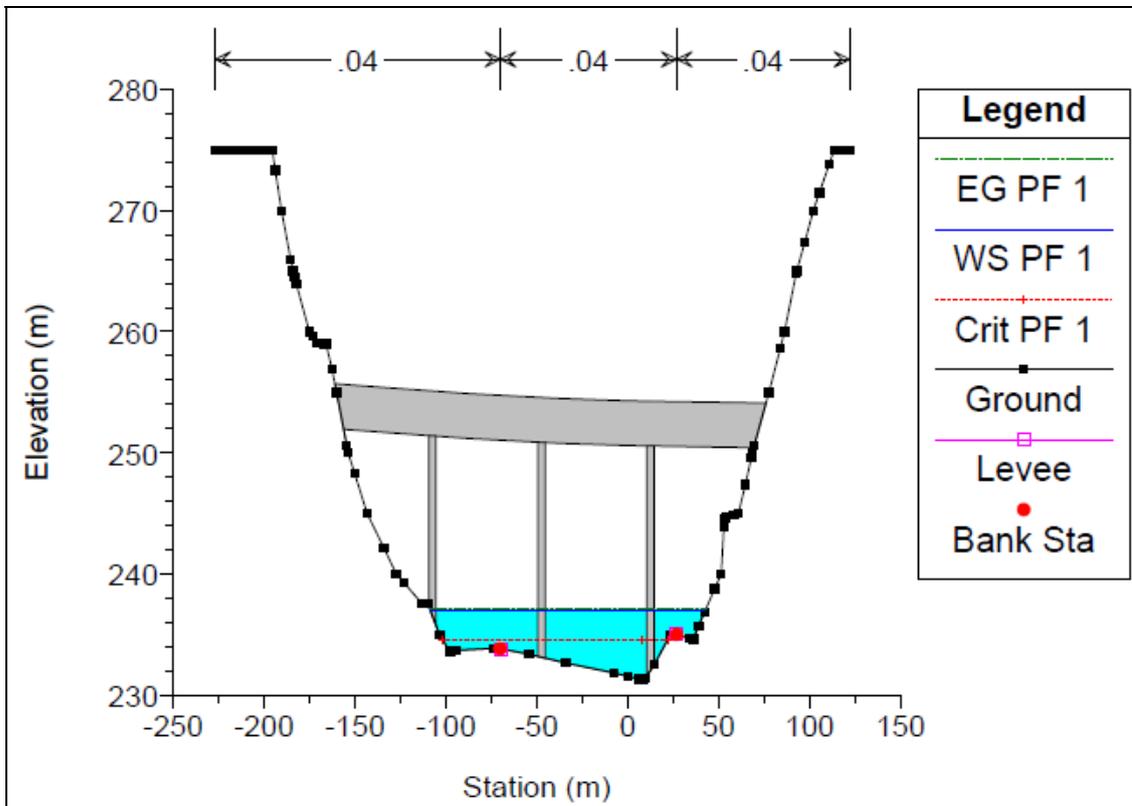


Figura 49 Sezione dell'Astico in corrispondenza del viadotto Boidori in progetto

Conclusioni viadotto Boiadori

Il livello idraulico nella sezione considerata senza l'opera in progetto risulta pari a 237.02 m s.l.m.m. mentre la realizzazione del ponte secondo il modello porta il livello ad essere pario a 237.04 a monte dell'attraversamento e 237.01 a valle.

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture in progetto alcuni importanti considerazioni vanno fatte inoltre sui seguenti punti.

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

L'opera ricade parzialmente in aree che potrebbero interferire con il naturale deflusso della piena. La minima riduzione di volume è dovuta alla presenza delle pile del viadotto all'interno dell'area golenale, si rimanda comunque ad una valutazione più approfondita potrà essere eseguita in una fase successiva di progettazione.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

La presenza delle pile non determina certamente una modifica locale del campo di moto dovuta all'interferenza delle linee di corrente con l'ostacolo fisico costituito dalla pila. Si ritiene pertanto che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico.

Quindi l'opera in progetto non altera in modo significativo le modalità di deflusso della piena e quindi non determina aggravamenti delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle pile dei viadotti e delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non modificano l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo inciso e di piena, nè perturbano se non marginalmente il deflusso delle piene nelle

aree golenali.

Per quanto riguarda l'alveo inciso, non essendo interessato dalla presenza di pile, non viene variata la dinamica di deflusso e quindi la sua morfologia e le sue naturali tendenze.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza delle nuove strutture viadottistiche. Tali modifiche comunque non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di almeno 1.5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

L'intervento di progetto, per ciascun viadotto in questione, si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso dell'impalcato (posto a 250.44 m s.l.m.m.).

Analizzando le quote degli intradossi delle strutture in progetto si osserva come esse abbiano un andamento variabile nel passaggio dalla sponda destra a quella sinistra del corso d'acqua.

3.2.9 Tratto 6

Il tratto 6 si estende per 1300 m ed è caratterizzato da una larghezza media delle sezioni di circa 45-50 metri.



Figura 50 Localizzazione del tratto numero 6 più a sud, modellizzato per lo studio delle interferenze del tracciato con l'Astico

Stato di fatto

All'interno del tratto sei si trova un ponte lungo 22.5 metri, largo 5.25. Subito a valle del ponte vi è la presenza di uno sfioro e 2 salti di fondo.



Figura 51 Torrente Astico – tratto 6. Ponte e salti di fondo

Per ciascun tratto in allegato sono riportate le sezioni fluviali, il profilo del torrente e una tabella riassuntiva dei principali risultati ottenuti dalla modellazione eseguita in Hec – Ras.

A termine di questo lavoro si sono potute definire le zone di esondazione del torrente Astico che vengono riportate nelle tavole di planimetria delle opere idrauliche e di smaltimento della piattaforma stradale.

Stato di progetto

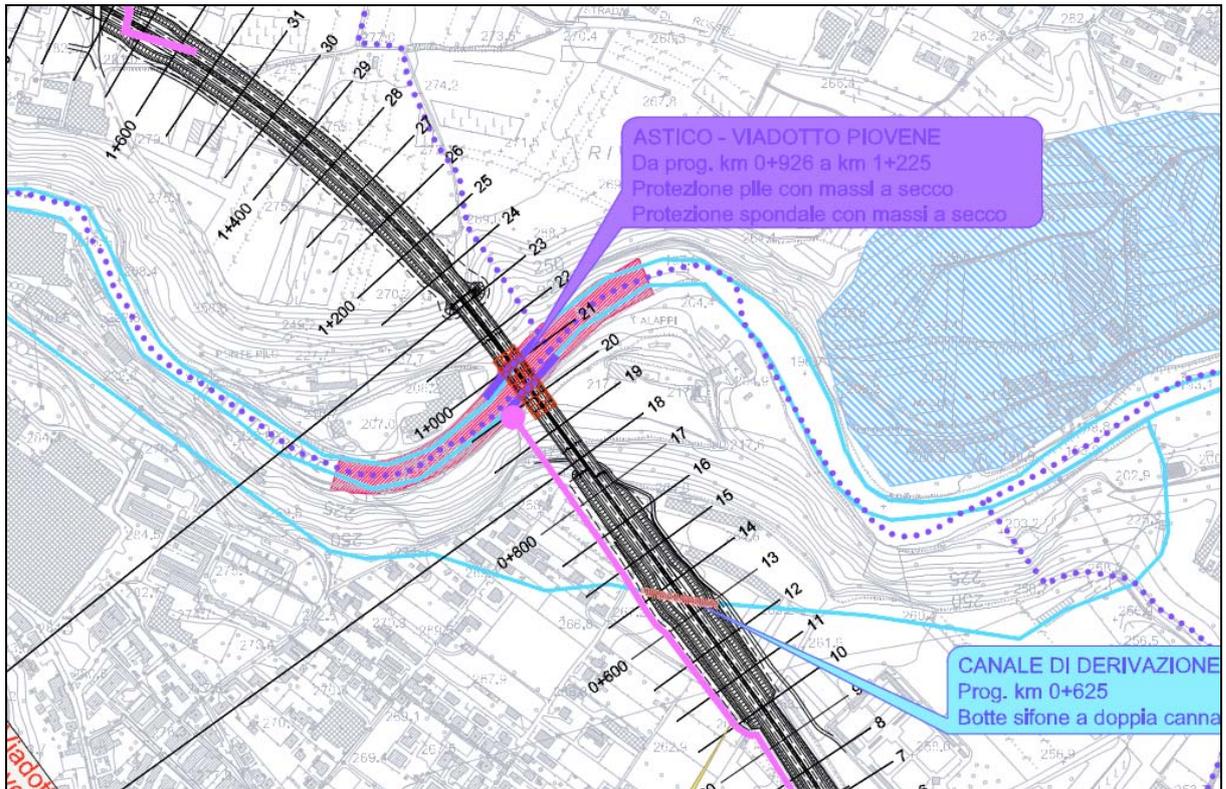


Figura 52 Torrente Astico – tratto 6. Viadotto Piovene in progettazione

L'infrastruttura scavalca l'alveo del torrente senza l'ausilio di pile ad una quota di sicurezza idraulica adeguata. A giustificazione di queste affermazioni si riportano di seguito i livelli idraulici ottenuti mediante la modellazione del tratto sia per lo stato di fatto che per quello di progetto.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

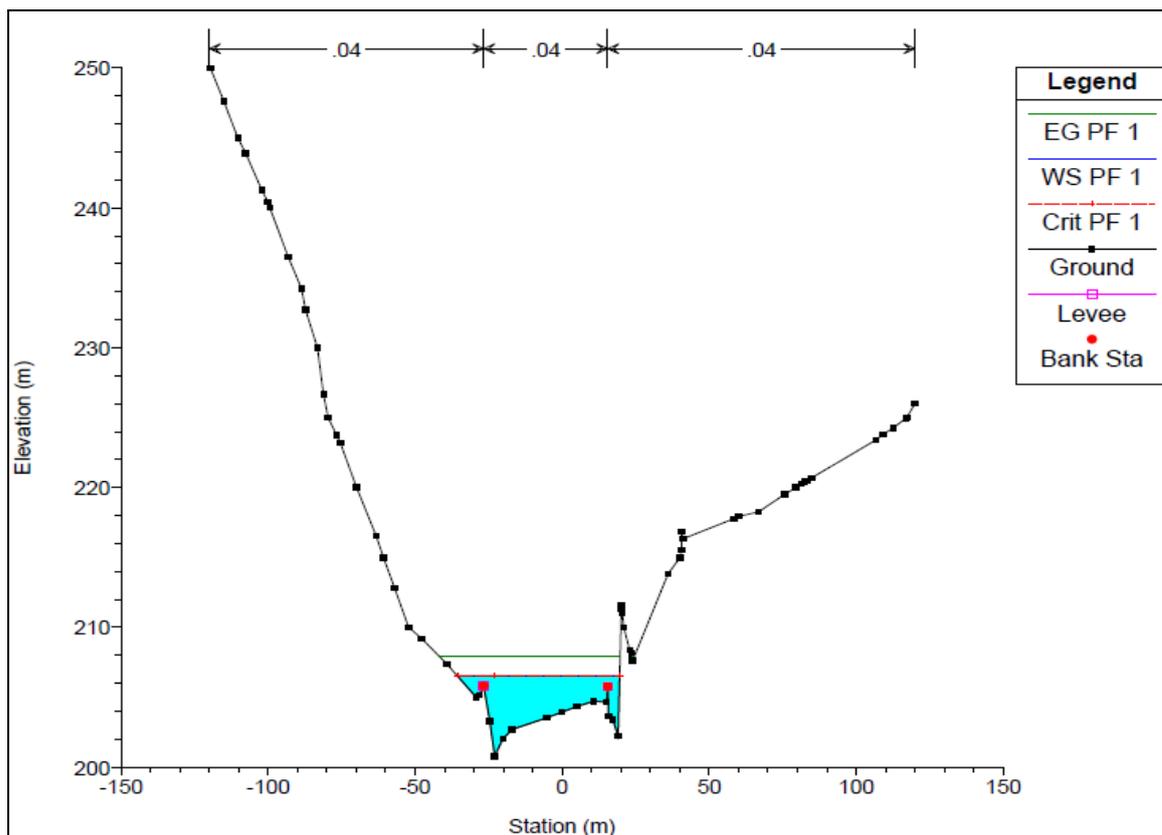


Figura 53 Stato di fatto dell’Astico in corrispondenza della sezione in cui si realizzerà il viadotto Piovene

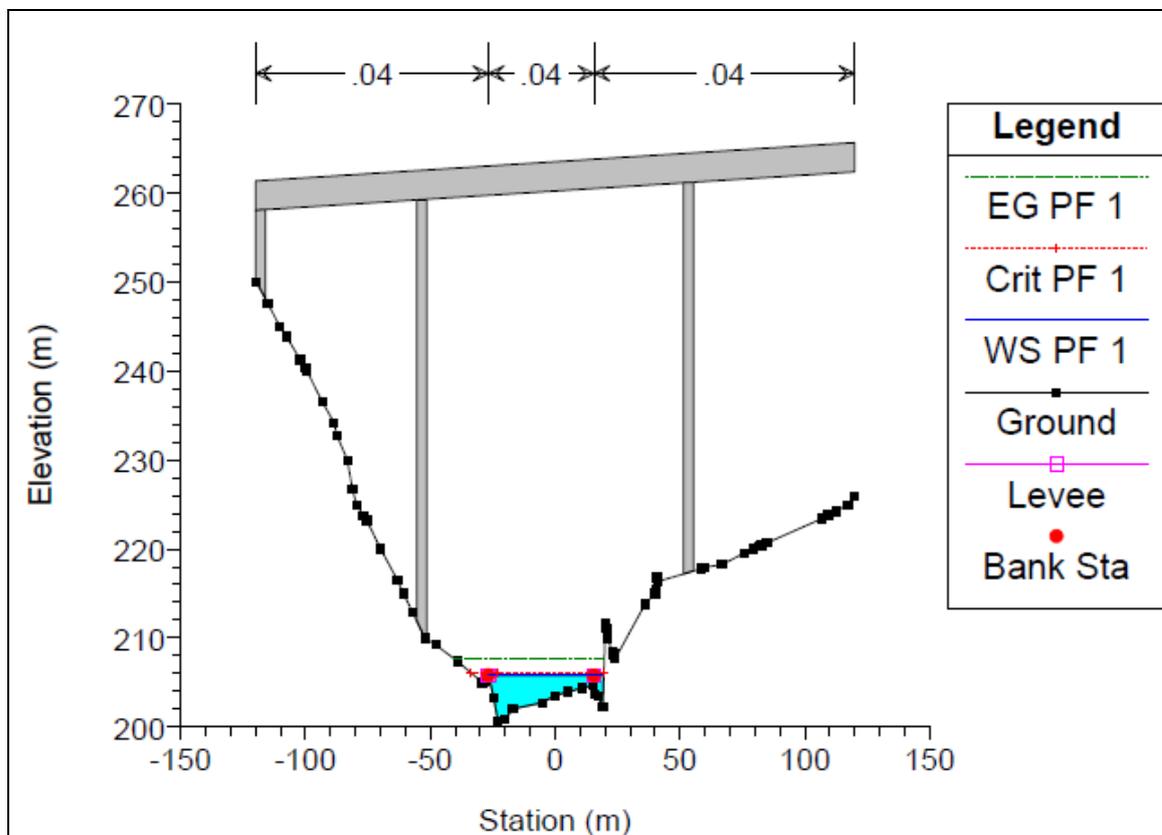


Figura 54 Sezione dell’Astico in corrispondenza del viadotto Piovene in progetto

Conclusioni

Il livello idraulico nella sezione considerata senza l'opera in progetto risulta pari a 206.55 m s.l.m.m. mentre la realizzazione del ponte secondo il modello porta il livello ad essere pari a 206.49 a monte dell'attraversamento e 205.77 a valle.

Per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture in progetto alcuni importanti considerazioni vanno fatte inoltre sui seguenti punti.

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Non si rilevano modifiche significative del profilo idraulico corrispondente a T=200 anni nelle condizioni di progetto rispetto allo stato di fatto.

Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

L'opera ricade parzialmente in aree che potrebbero interferire con il naturale deflusso della piena. La minima riduzione di volume è dovuta alla presenza delle pile del viadotto all'interno dell'area golenale, che non viene ritenuta problematica per il caso in esame, si rimanda comunque ad una valutazione più approfondita potrà essere eseguita in una fase successiva di progettazione.

Interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti.

La presenza delle pile non determina certamente una modifica locale del campo di moto dovuta all'interferenza delle linee di corrente con l'ostacolo fisico costituito dalla pila, poiché essa non si trova all'interno dell'alveo inciso. Si ritiene pertanto che non vi siano significative modifiche del campo di moto a livello macroscopico.

Quindi l'opera in progetto non altera in modo significativo le modalità di deflusso della piena nè determina aggravamenti delle azioni idrodinamiche rispetto allo scenario attuale.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento:

Nell'ambito del progetto non è prevista la realizzazione di opere idrauliche quali soglie e traverse. Verranno realizzate esclusivamente opere di protezione con massi a secco in corrispondenza delle pile dei viadotti e delle sponde.

Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Le opere in progetto non modificano l'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico

dell'alveo inciso e di piena, nè perturbano se non marginalmente il deflusso delle piene nelle aree golenali.

Per quanto riguarda l'alveo inciso, non essendo interessato dalla presenza di pile, non viene variata la dinamica di deflusso e quindi la sua morfologia e le sue naturali tendenze.

Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla presenza delle nuove strutture viadottistiche. Tali modifiche comunque non si riflettono a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Il vincolo sul franco idraulico secondo normativa è di almeno 1.5 metri dalla verticale più sfavorevole nelle condizioni di deflusso in corrente lenta.

L'intervento di progetto, per ciascun viadotto in questione, si pone in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena manifestando ampi franchi di sicurezza rispetto all'intradosso dell'impalcato (posto a minimo 205.77 m s.l.m.m. e massimo 262.40 m s.l.m.m.).

3.2.10 Conclusioni

Il torrente Astico viene attraversato in più punti dal tracciato in viadotto, pertanto in corrispondenza di queste opere si sono previsti interventi di protezione spondale e di protezione delle pile per prevenire l'erosione delle opere stesse. Essendo il tracciato spesso affiancato al torrente, verranno previste in alcuni punti delle opere di protezione del rilevato stradale e della sponda anche se il corso d'acqua non viene attraversato; tali interventi verranno progettati in conformità con quanto illustrato nei documenti precedentemente citati redatti dall'Autorità di Bacino e dalla Provincia Autonoma di Trento. In prossimità del viadotti Posta prevista una deviazione del corso d'acqua in modo che questo non lambisca il tracciato stradale previsto.

Nella tabella sottostante vengono riportate, in corrispondenza di ciascun viadotto, le quote idriche ottenute dalla modellazione e le relative sezioni stradali in corrispondenza delle quali esse si verificano

VIADOTTO	LIVELLO IDRICO [m s.l.m.]	SEZIONE STRADALE
PIOVENE	206.90	
VELO	251.27	134
	249.98	136
SETTECA'	322.13	293
	319.98	287
MOLINO	399.20	
POSTA 1	418.46	395
	419.67	399
POSTA 2	425.69	407
	427.46	409
CIECHI	483.73	

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

ADIGE	184.12	
-------	--------	--

Tabella 7 Livelli idrici in corrispondenza dei viadotti

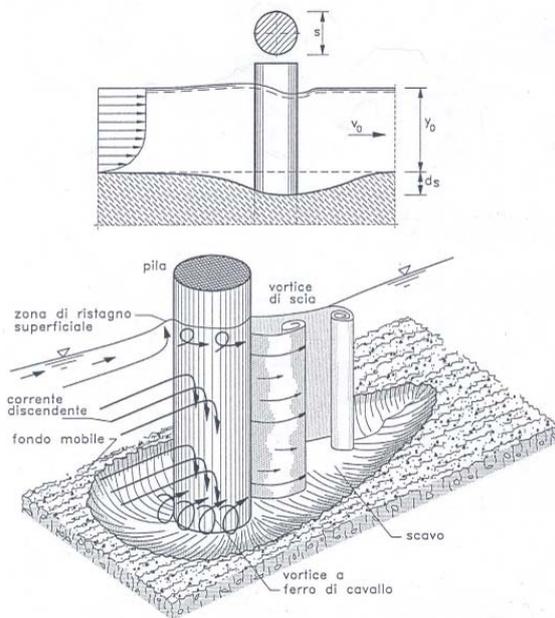
Per ciascun tratto in allegato sono riportate le sezioni fluviali, il profilo del torrente e una tabella riassuntiva dei principali risultati.

Si riporta inoltre di seguito una tabella contenente i livelli idrici in corrispondenza degli attraversamenti, il livello minimo dell'intradosso degli impalcati dei viadotti e il franco che si ottiene:

VIADOTTO	QUOTA MINIMA INTRADOSSO m s.l.m.	QUOTA IDRICA m s.l.m.	FRANCO m
CIECHI	502.65	484.75	17.9
POSTA	445.95	436.75	9.2
MOLINO	445.95	436.73	9.22
SETTECA'	328.17	322.01	6.16
VELO	257.63	252.1	5.53
BOIADORI	250.44	237.04	13.4
PIOVENE	258.08	205.77	52.31

3.3 Opere di sistemazione previste per il reticolo idrico principale

3.3.1 Opere di difesa dall'erosione



Le opere di difesa dall'erosione in un tratto di un corso d'acqua si rendono necessarie in tutti quei casi in cui la velocità della corrente sia sufficientemente elevata da riuscire ad asportare materiale dal fondo e dalle sponde e la capacità di trasporto non sia già saturata dai sedimenti in carico alla corrente. Gli effetti erosivi si producono a causa dell'aumento della velocità della corrente e dei conseguenti fenomeni di turbolenza che si instaurano in corrispondenza della sezione controllata dal ponte. L'asportazione di materiale dalla base delle pile e delle spalle può creare problemi di stabilità alla struttura, conducendo allo scalzamento della fondazione. Secondo quanto

sopra accennato, in corrispondenza delle pile si dovranno prevedere degli interventi di protezione mediante massi sciolti la cui dimensione sarà determinata in una fase successiva di progettazione. Nel calcolo dello scavo in corrispondenza delle pile sarà considerato il parametro interasse/diametro pila fondamentale per la determinazione del massimo scalzamento. La progettazione di questi interventi richiede verifiche della stabilità delle protezioni attraverso la stima delle azioni di trascinamento dovute alla corrente; queste verifiche però in alcuni casi sono piuttosto complesse in quanto non sempre sono di facile modellazione le azioni idrodinamiche dovute a particolari configurazioni degli alvei. Occorre quindi sottolineare le difficoltà che si incontrano nell'applicare modelli sperimentali ai casi reali e nell'interpretare i risultati ottenuti. Infatti le formulazioni sperimentali sono ricavate da prove su modelli in scala, funzionanti sotto condizioni idrauliche ben definite e che si mantengono inalterate nel tempo; eventuali riscontri con dati reali sono, al contrario, effettuati per situazioni particolari di morfologia, trasporto solido, condizioni idrodinamiche, ecc. In particolare, la durata delle sperimentazioni è sufficiente a raggiungere un valore prossimo al valore massimo asintotico dell'erosione, mentre nella realtà le condizioni idrauliche, pur pericolose, hanno durata limitata nel tempo, così che l'evoluzione del fenomeno può interrompersi senza raggiungere il valore massimo che potrebbe compromettere la stabilità del ponte.

3.3.2 Progetto delle opere di protezione spondale in prossimità degli attraversamenti

Dove vengono realizzati i manufatti per la risoluzione delle interferenze idrauliche, si prevede di intervenire attraverso la realizzazione di una protezione spondale, realizzata con rivestimenti a massi sciolti sia a monte sia a valle della struttura in progetto.

Il dimensionamento delle scogliere prevede di individuare innanzitutto il diametro d'equilibrio del materiale costituente le protezioni.

Stevens et al. (1976), dopo accurata analisi dei momenti delle forze agenti sull'elemento solido, giunsero alle seguenti espressioni utili per la determinazione del diametro d'equilibrio su sponda inclinata e quindi per la valutazione dell'opportunità di realizzare scogliere in massi di forma tondeggianti alla rinfusa.

$$\sigma = \frac{21\tau}{(\gamma_s / \gamma - 1)\gamma d_m} = \frac{0,30u_r^2}{(\gamma_s / \gamma - 1)gd_m}$$

$$\beta = \text{tg}^{-1} \left(\frac{\cos \lambda}{\frac{2 \sin \Theta}{\sigma \text{tg} \phi} + \sin \lambda} \right)$$

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

$$C_s = \frac{\cos \Theta \text{tg} \phi}{\sigma' \text{tg} \phi + \sin \Theta \cos \beta}$$

in cui (si veda figura seguente):

d_m è il diametro del masso;

C_s è il coefficiente di sicurezza al ribaltamento del masso rispetto al punto P di rotazione (rapporto tra il momento risultante delle forze stabilizzanti e il momento risultante delle forze ribaltanti);

Θ è la pendenza adottata per la scarpata;

ϕ è l'angolo di riposo in acqua dei massi;

β è l'angolo che la direzione di caduta del masso forma con la linea di massima pendenza della scarpata;

λ è l'angolo diedro tra il piano orizzontale ed il piano inclinato costituente il fondo dell'alveo ($\text{tg} \lambda = i =$ pendenza del fondo);

σ e σ' sono i cosiddetti numeri di stabilità del masso rispettivamente su sponda

inclinata ed orizzontale ($\Theta = 0$);

τ è l'azione di trascinamento sul masso;

u_r è la velocità della corrente contro il masso.

La velocità u_r può essere desunta dalla legge logaritmica di distribuzione della velocità sulla verticale Y in un moto assolutamente turbolento (Keulegan, 1938):

$$u(Y) = 2,5 u^* \ln \left(30,2 \frac{Y}{d_m} \right)$$

in cui:

$$u^* = (\tau/\rho)^{1/2}$$

Integrando la (5) sulla verticale si ottiene per la velocità media V della corrente:

$$V = 2,5 u^* \ln \left(12,3 \frac{Y_o}{d_m} \right)$$

in cui Y_o è il tirante idrico.

Ammettendo che la velocità u_r sia corrispondente alla profondità $Y = d_m$, dalle (5) e (7) si ottiene l'espressione:

$$\frac{u_r}{V} = \frac{3,4}{\ln(12,3 Y_o/d_m)}$$

da utilizzare per il calcolo di u_r , avendo precedentemente determinato, con i criteri esposti, la velocità media V e la profondità Y_o . È però importante ricordare che le (5), (7) e (8) valgono per profondità relative $Y_o/d_m > 6$; nel caso invece in cui la scabrezza sia macroscopica ($Y_o/d_m < 6$) e conseguentemente molto alta la turbolenza e l'aerazione della corrente, si può assumere in via pratica:

$$u_r = V$$

In definitiva le espressioni precedenti consentono di verificare la stabilità di una scogliera. Dati infatti la dimensione d_m dei massi, l'angolo di scarpata Θ , l'angolo di riposo ϕ , calcolata con la (8), o con la (9), la velocità u_r e la sua direzione, applicando in successione le (1), (2), (3), (4) si giunge a calcolare il coefficiente di sicurezza C_s . Se questo è maggiore di 1, la scogliera ha sufficiente stabilità; se $C_s = 1$, l'equilibrio è al limite; se $C_s < 1$, la scogliera è soggetta a franamento. Per una buona sicurezza è auspicabile che C_s sia almeno pari a 1.3.

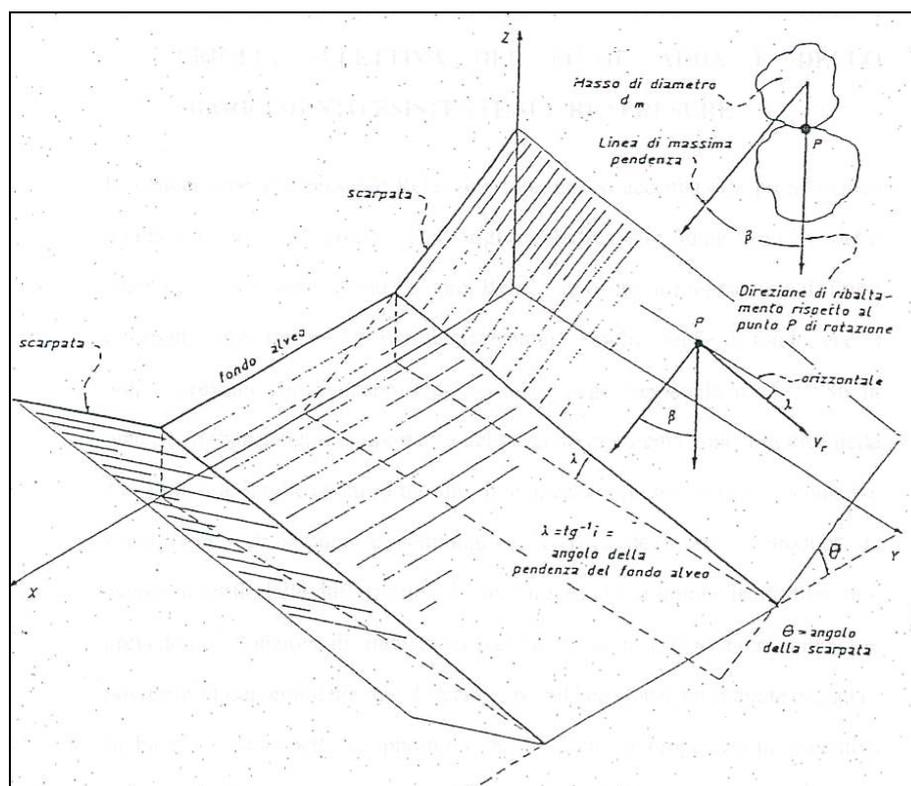


Figura 55 Parametri caratterizzanti la stabilità delle sponde.

Per il dimensionamento e la verifica delle scogliere a protezione delle opere di attraversamento poste in fregio all'alveo, si è considerata una pendenza di scogliera pari a $2/3 (h/b)$.

Dai calcoli idraulici si ha che in tutti i tratti esaminati ed oggetto di formazioni di protezioni delle sponde la velocità della corrente presenta valore medio di 2.81 m/s, nel caso più sfavorevole.

Utilizzando, per ottenere dei risultati a favore di sicurezza il valore di velocità pari a 2.90 m/s, la dimensione media dei massi d_m pari a 0.3 m si ottiene un coefficiente di sicurezza C_s superiore all'unità, quindi una configurazione stabile.

La soluzione sopra ricavata permette di indicare il tipo di scogliera che verrà realizzata a nel tratto di alveo risagomato. In definitiva in corrispondenza dei manufatti in progetto, si prevedono protezioni con massi di diametro medio di 0.3 m, maggiore del diametro stabile verificato attraverso i calcoli precedentemente esposti.

La medesima analisi è stata condotta anche col metodo di Shields, utilizzato per il moto delle particelle solide sul fondo. Mediante la formula seguente è stato calcolato il diametro minimo del materiale sul fondo alveo che non viene mobilitato:

$$d = \tau / [(\gamma_s - \gamma) \cdot \Phi(\text{Re}^*)]$$

dove $\Phi(\text{Re}^*)$ è pari a 0.06 come indicato da Shields.

Si applica quindi l'equazione di Lane, in cui viene tenuto conto dell'inclinazione α delle sponde e l'angolo di attrito ϕ del materiale:

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \cdot (1 - \text{tg}^2 \alpha / \text{tg}^2 \phi)^{1/2} \cdot \cos \alpha$$

dove $\tau_{cr}(0) = (\gamma_s - \gamma) \cdot \Phi(\text{Re}^*) \cdot d_p$. La verifica del diametro quindi si basa sul confronto tra il valore dello sforzo tangenziale calcolato con la formula di Lane e quello calcolato col moto uniforme. Il diametro di 30 cm risulta sufficiente per la stabilità delle sponde in prossimità dei manufatti anche utilizzando questo metodo.

3.3.3 Muri di sponda in massi cementati

Per quanto riguarda invece le opere di protezione spondale, quando lo spazio a disposizione è ridotto e la pendenza della sponda deve essere mantenuta elevata per motivazioni di vario genere (interferenze con costruzioni da salvaguardare, raccordo con spalle di ponti e muri in cemento armato già esistenti e che si vogliono mantenere) oppure in speciali situazioni caratterizzate da forte erosione da parte della corrente, si ricorre a opere in massi cementati. Questi muri d'argine, solitamente con sezione trapezoidale, sono realizzati con grossi massi e calcestruzzo.

La sezione può essere suddivisa, sotto il profilo funzionale in due parti: l'unghia al piede con quota di posa sempre al di sotto dello scavo prevedibile nel tratto in esame per evitare lo scalzamento dell'intera opera e la parte "muro" vero e proprio fuori terra, di dimensioni variabili a seconda del contesto, ma tali da assicurare la stabilità per gravità del manufatto. Quando l'unghia di fondazione non risulti sufficientemente robusta, è necessario realizzare una sottofondazione con un diaframma da dimensionare in funzione delle caratteristiche del terreno e con spessore indicativo pari a 1 m.

Il diaframma deve assicurare la stabilità di tutta l'opera e quindi va preferibilmente immerso in uno strato con buone caratteristiche rispetto all'erosione causata dalla corrente. Anche in questo caso, come per i muri di sponda in calcestruzzo, rivestiti o meno in pietrame, particolare attenzione va posta nel dimensionamento delle fondazioni dei tratti in curva a causa del problema degli scavi localizzati che si possono verificare per le correnti secondarie presenti e nei casi in cui il corso d'acqua presenti una tendenza all'erosione.

I muri in massi cementati sono opere in grado di resistere a pesanti sollecitazioni e solitamente sono caratterizzate da una buona durabilità; hanno però il difetto di eliminare totalmente le zone di ristagno e di bassa velocità della corrente che costituiscono dei microhabitat essenziali per la vita di molte specie presenti all'interno del corso d'acqua. Come per le altre tipologie di muro di sponda queste opere hanno un impatto negativo a

causa dell'eliminazione della vegetazione lungo la riva e per la forte pendenza che impedisce l'attraversamento del corso d'acqua e l'accessibilità alle sponde da parte della fauna non acquatica.

Campo di applicazione

- in particolari situazioni di interferenza con costruzioni da salvaguardare, nei casi in cui ci sia mancanza di spazio per realizzare la sponda;
- per la protezione dei tratti di sponda in prossimità di attraversamenti del corso d'acqua.

Interventi di mitigazione

- è possibile creare una zona golenale rivegetata in prossimità della sponda, verificando che sia garantita la sicurezza del tratto di corso d'acqua in esame. A tal fine si possono piantare delle specie cespugliose adatte (ad esempio salici) nella zona adiacente al muro. Va sempre garantito che la banchina del muro si trovi al di sotto dell'alveo di magra; altrimenti durante gli eventi caratterizzati dalle maggiori portate si assiste ad un'asportazione del materiale riportato e la banchina in massi e calcestruzzo rimane scoperta;
- è possibile ridurre l'impatto dell'opera ricercando una certa irregolarità perimetrale del contorno del manufatto, differenziando la dimensione e l'allineamento dei massi, riducendo le pendenze adottate e lasciando tra i massi delle fughe di spessore di 10-20 cm circa.
- per evitare che la fondazione del muro venga scoperta durante gli eventi di piena è possibile collocare a protezione della fondazione del muro dei massi di dimensioni tali da resistere alla forza di trascinamento della corrente e nella zona così creata, ove possibile, si può riprodurre una zona golenale come detto al punto precedente;
- per ovviare alla mancanza di vegetazione lungo la sponda si possono piantare all'interno dell'alveo o sulla sommità del muro delle specie rampicanti, in modo da mitigare l'impatto visivo dell'opera.

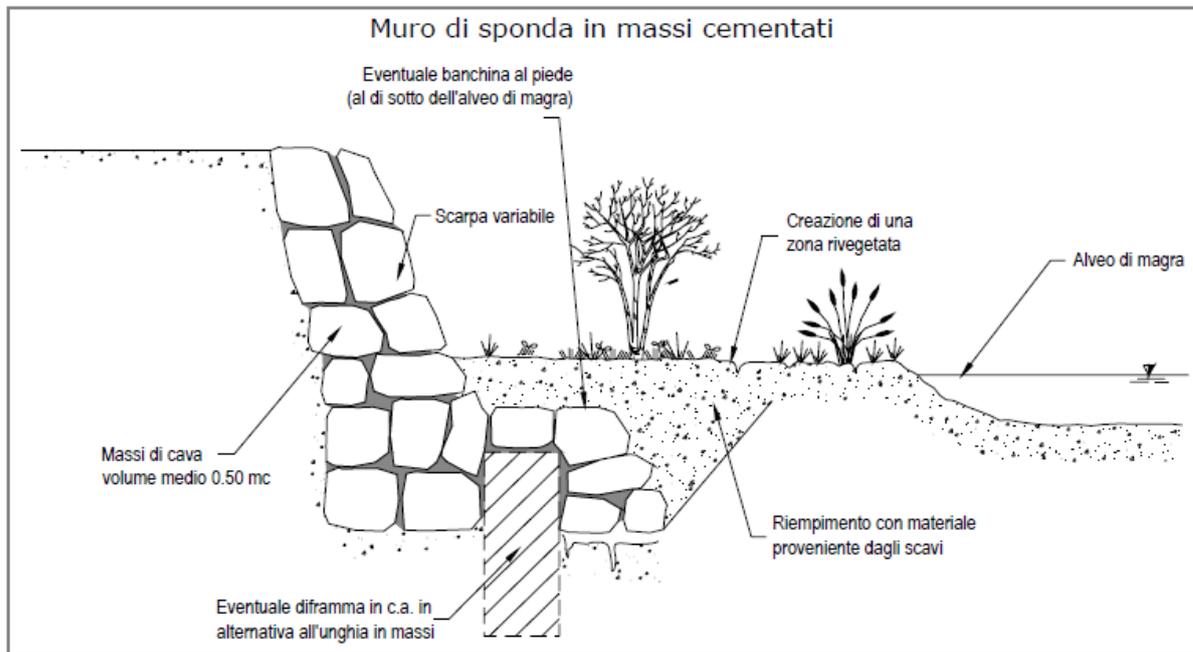


Figura 56: Schema di un muro di sponda in massi cementati – PGUAP

3.3.4 Scogliera in massi a secco

Questa tipologia di opera viene adottata nei tratti in cui è necessario proteggere infrastrutture importanti come, strade, ferrovie ecc. o centri abitati e sia richiesta una difesa di sponda in grado di resistere a sollecitazioni elevate, adattandosi ai cedimenti del terreno di posa. Le scogliere in massi a secco possono essere impiegate anche nel caso di protezione del lato fiume di argini realizzati in froldo al corso d'acqua essendo per garantire nel tempo la stabilità strutturale dell'argine stesso. La scogliera garantisce una buona protezione della sponda, permette il drenaggio delle acque ed è caratterizzata da elevata durabilità, e da costi ridotti. La protezione di sponda in massi sciolti ha un impatto ambientale decisamente inferiore rispetto ai muri di sponda, in quanto gli spazi tra i massi possono fornire un habitat favorevole all'insediamento di molte specie.

La scogliera è una difesa di sponda con scarpa generalmente di 3/2 o 2/1 realizzata tramite un rivestimento costituito da una massicciata in pietrame con dimensioni tali da resistere alla forza di trascinarsi esercitata della corrente e comunque di pezzatura media non inferiore a 0,4 m³. La dimensione da assegnare ai massi per garantirne la stabilità va calcolata utilizzando il criterio di Shields modificato sommergenza (parametro d/h), della non uniformità del moto e della sezione, come segue:

$$\left(\frac{u_*^2}{g\Delta d} \right) = \theta_0 \left(\cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\tan \phi} \right) \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha_{sp}}{\sin^2 \phi}} \cdot \left[1 + 0.67 \frac{d}{h} \right]^{0.5}$$

con θ_0 valore critico del parametro di mobilità di Shields, calcolato nell'ipotesi di fondo orizzontale e sommergenza elevata; solitamente si ha $\theta_0=0,06$. Il valore del diametro critico così calcolato va opportunamente aumentato, moltiplicando per un coefficiente di sicurezza. La scogliera deve avere un piede di fondazione sufficientemente robusto per garantire all'opera la necessaria stabilità evitando lo scalzamento. A tal fine è necessario realizzare un piede di fondazione che si estenda fino ad una profondità pari a $1,5 \div 2,0$ m rispetto alla quota del talweg, garantendo che questa profondità sia compatibile con gli effetti di scalzamento prevedibili. Il piede di fondazione dovrà avere una larghezza minima di 2 m.

Fra i singoli massi è opportuno prevedere l'impianto di specie arbustive autoctone di facile attecchimento. Con l'attecchimento delle talee la stabilizzazione dell'argine inizia dopo la formazione delle radici, infatti lo sviluppo dell'apparato radicale dei salici permette di ottenere un collegamento tra la scogliera ed il terreno retrostante.

Il naturale aumento delle dimensioni dei tronchi delle piante dovuto alla crescita genera una compressione tra massi vicini con un aumento della stabilità globale dell'opera. Le parti aeree delle piante offrono inoltre un completo mascheramento dell'opera, migliorando l'inserimento paesaggistico e diminuendo la velocità dell'acqua nei pressi delle sponde, a causa dell'aumento della scabrezza. Un altro vantaggio dell'impianto di talee tra i massi è dovuto al fenomeno di traspirazione delle piante che sottrae acqua al terreno, soprattutto nel caso di sponde alla base di versanti umidi.

La protezione di sponda realizzata tramite scogliera ha il pregio ambientale di creare una serie di microhabitat favorevoli all'insediamento di molti organismi acquatici; in particolare le zone di calma tra i massi offrono riparo a quegli organismi che mal sopportano le condizioni di sforzo idrodinamico esercitate dalla corrente.

Inoltre la vicinanza di queste zone di calma con le zone caratterizzate da elevata velocità permette un buon ricambio delle acque e un continuo rifornimento di materia organica necessaria per la vita delle specie che qui vivono.

Campo di applicazione

- Per la protezione di importanti infrastrutture, centri abitati, ecc, nei casi in cui si abbia a disposizione spazio sufficiente per la realizzazione dell'opera.
- Per la protezione dei tratti di sponda adiacenti alle opere di attraversamento dei corsi d'acqua

Interventi di mitigazione

- L'opera presenta un buono, a volte ottimo, inserimento sia dal punto di vista ambientale sia da quello paesaggistico, in particolare nel caso in cui vengano infisse negli spazi tra i massi delle talee di specie autoctone, come i salici che permettono di

ottenere un miglior impatto visivo dell'opera, favoriscono il drenaggio delle acque dal terreno retrostante e migliorano la stabilità dell'intero manufatto. La presenza della vegetazione e gli spazi tra i singoli massi ricreano sulla sponda un ambiente naturale adatto alla vita delle specie bentoniche e Ittiche;

- Un ulteriore passo avanti può consistere nel ricercare una certa irregolarità perimetrale del contorno del manufatto, qualora i massi più bassi non possano venire rivegetati.

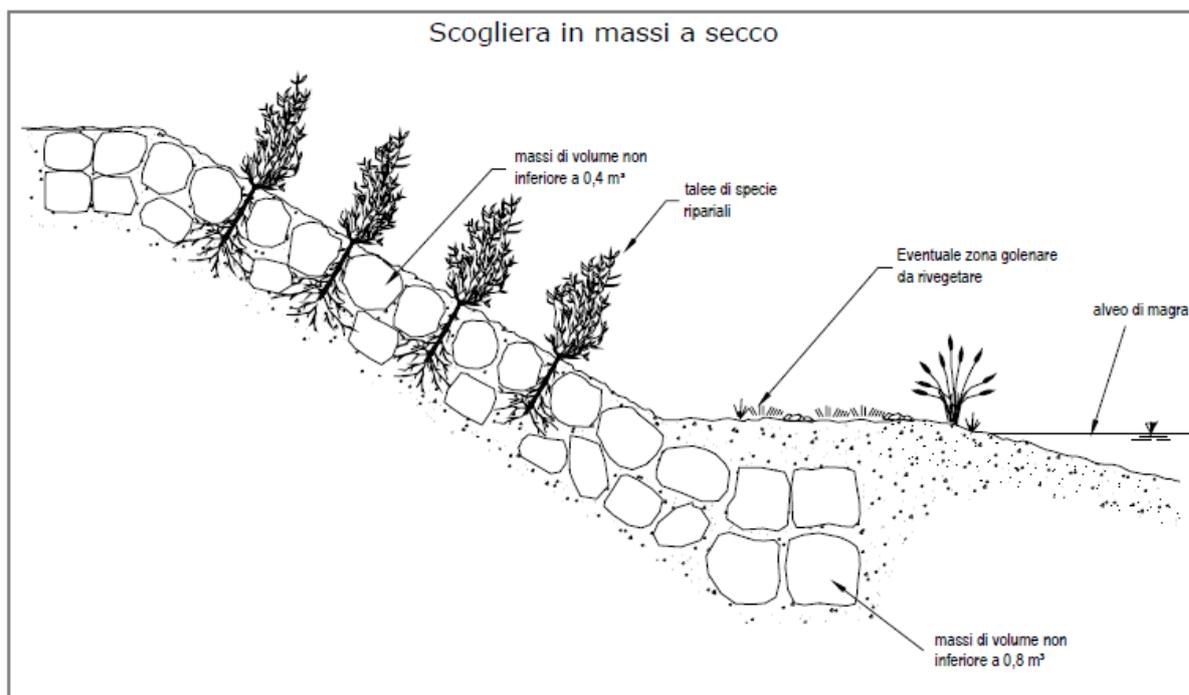


Figura 57: Schema di una scogliera in massi a secco – PGUAP

4 Risoluzione delle interferenze idrauliche secondarie

4.1 Reticolo interferito

Oltre al reticolo principale esaminato ai paragrafi precedenti, il tracciato autostradale viene interferito anche da alcuni corsi d'acqua del reticolo secondario. Nella tabella seguente si riportano tali interferenze, la progressiva alla quale si realizzano e l'opera in progetto per la risoluzione delle stesse.

INTERFERENZA	PROGRESSIVA	OPERE PREVISTE
Canale derivazione centrale idroelettrica	Km 0+650	Bocca sifone a doppia canna 2x 2x3
Canale derivazione centrale idroelettrica	Km 3+880	Bocca sifone a doppia canna 2x 2x3
Canale derivazione centrale Zanini	Km 3+780	Bocca sifone a doppia canna 2x 2x3
R. Albo	Km 5+392	Deviazione con tratto tominato
R. Narotti	Km 5+675	Deviazione con tratto tominato
	Svincolo di Velo d'Astico	
Secondario	Km 6+642	Deviazione con canale aperto ad U in CA
Canale derivazione centrale idroelettrica	Km 6+820	Deviazione con canale aperto ad U in CA
Cenge del Cengio	Km 7+212	Deviazione con tratto tominato
R. Cavallo	Km 9+028	Deviazione con tratto tominato
T. Assa	Km 12+350	Sistemazione alveo con salti di fondo
R. Paile	Km 14+746	Deviazione con canale aperto ad U in CA
R. Grossa	Km 19+067	Deviazione con tratto tominato e salti
Secondario	Km 19+632	Deviazione con canale aperto ad U in CA
R. Morta	Km 19+850	Deviazione con canale aperto ad U in CA
R. Bisabella	Km 20+365	Deviazione con canale aperto ad U in CA
R. Rua	Km 21+075	Deviazione con tratto tominato e salti

INTERFERENZA	PROGRESSIVA	OPERE PREVISTE
Secondario	Km 23+020	Deviazione con canale aperto ad U in CA
Rimone	Viabilità di svincolo	Deviazione con tratto tombinato

Tabella 8 Reticolo secondario interferito, opere previste

4.2 Portate di progetto

Le portate utilizzate per la verifica dei manufatti di attraversamento sono state calcolate come spiegato nella relazione idrologica (elaborato 2505_051001001_0101_OPP_00). Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei valori di portata considerati, come calcolati mediante il metodo trentino con tempo di ritorno di 200 anni.

BACINO	Q_{200} [mc/s]
ALBO	32.29
NAROTTI	10.54
CENGE DEL CENGIO	7.94
CAVALLO	7.78
PAILE	6.05
GROSSA	15.94
SECONDARIO	1.94
MORTA	5.04
BISABELLA	22.42
RUA	35.53
SECONDARIO	4.48

Tabella 9 Portate TR 200 per ciascun bacino

4.3 Verifica dei manufatti di attraversamento del reticolo secondario a moto uniforme

Per i corsi d'acqua del reticolo secondario interferito, non avendo dati relativi alle sezioni, non è stato possibile condurre un'analisi e una modellazione come quella eseguita per il fiume Adige e il torrente Astico.

Sulla base delle portate riassunte al paragrafo precedente è stato però possibile verificare i manufatti in progetto mediante l'equazione del moto uniforme:

$$Q = A * K_s * R_n^{2/3} \sqrt{i_f}$$

con A area del bacino

K_s coefficiente di scabrezza, assunto pari a $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;

R_h raggio idraulico;

i_f pendenza del fondo del corso d'acqua.

Lo stato di progetto prevede la realizzazione di tombini scatolari di diverse dimensioni, per la verifica dei quali è stato considerato un valore di scabrezza pari a $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, un affossamento pari a 20 cm e un grado di riempimento massimo pari al 70%.

La verifica del manufatto è stata ritenuta soddisfatta qualora l'energia specifica, calcolata con la seguente formula, sia inferiore all'altezza utile del manufatto stesso.

$$H = h + \frac{v^2}{2g}$$

Di seguito viene riportata la tabella relativa alle verifiche in moto uniforme.

BACINO	Q_{200} [mc/s]	B [m]	h [m]	Gr. Riemp. Livello	H [m ca]	VERIFICA h UTILE
ALBO	32.29	5	3	69.64%	1.95	SI
NAROTTI	10.54	4	3	44.64%	1.40	SI
CENGE DEL CENGIO	7.94	3	2	69.44%	1.25	SI
CAVALLO	7.78	3	2	69.44%	1.25	SI
PAILE	6.05	3	2	69.44%	1.36	SI
GROSSA	15.94	10	2	69.44%	1.41	SI
SECONDARIO	1.94	3	2	69.44%	1.31	SI
MORTA	5.04	3	2	69.44%	1.35	SI
BISABELLA	22.42	11	2	69.44%	1.44	SI
RUA	35.53	12	3	69.64%	2.21	SI
SECONDARIO	4.48	9	2	69.44%	1.34	SI

Tabella 10 Verifiche moto uniforme

4.4 Attraversamenti

Per quanto riguarda questi corsi minori, per il cui attraversamento è spesso sufficiente la realizzazione di uno scatolare, si prevede di realizzare opere sulla base degli schemi rappresentati dalle due figure successive. La protezione all'imbocco e allo sbocco dei tombini idraulici sarà garantita tramite la posa in opera di massi sciolti; i dettagli di tali intervento di protezione saranno specificati in una fase successiva di progettazione.

Le opere saranno opportunamente raccordate alle sezioni di monte e di valle mediante opportuni inalveamenti, da preferire se realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica. Nella fase successiva di progettazione queste opere verranno studiate nel dettaglio.

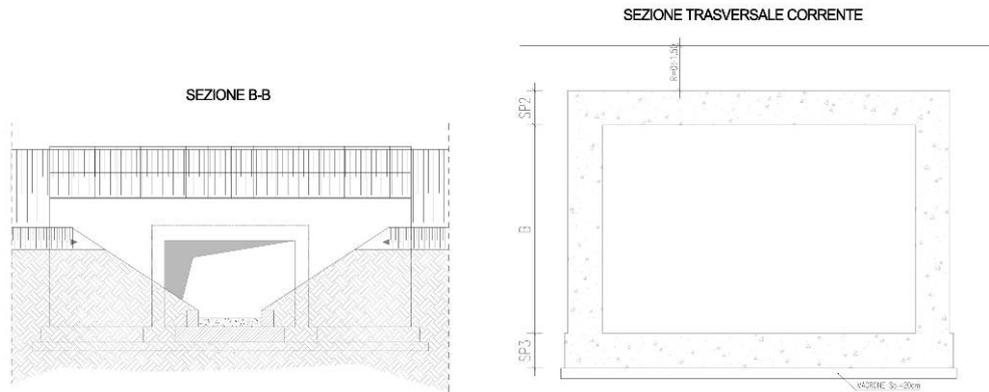


Figura 58: tipologico di tombino scatolare - sezioni

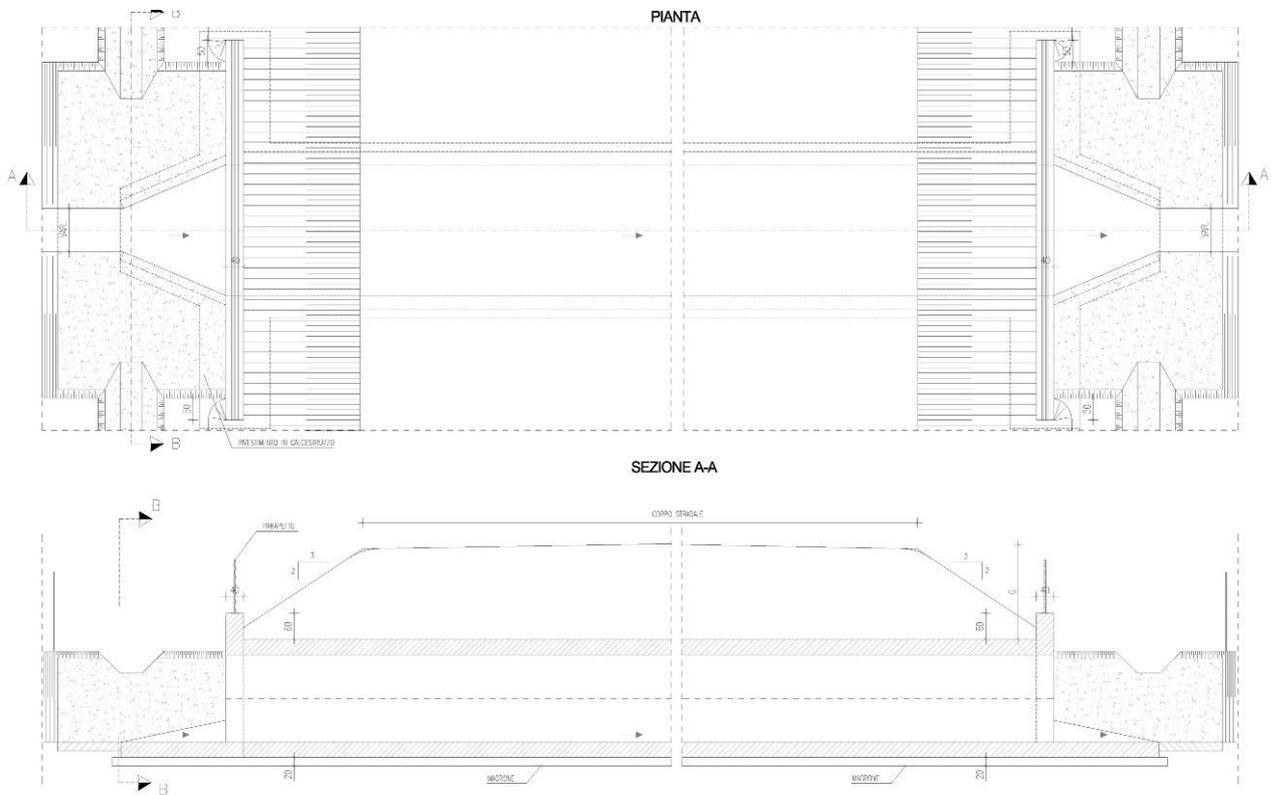


Figura 59 Tipologico di tombino scatolare – pianta

4.5 Opere di sistemazione previste per il reticolo idrico secondario

Come già anticipato nella premessa, lo sviluppo del tracciato stradale in studio interferisce con una serie di corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico secondario.

In prossimità degli attraversamenti del tracciato, verrà valutato l'inserimento di opere di sistemazione idraulica per la stabilizzazione del fondo dell'alveo e la salvaguardia del territorio circostante lo stesso da esondazioni.

Per queste opere di sistemazione idraulica, in riferimento a quanto indicato nel PGUAP della Provincia Autonoma di Trento, si prenderanno in considerazione le seguenti:

- *opere trasversali* che stabilizzano il fondo del corso d'acqua; realizzate allo scopo di determinare un equilibrio tra le attività di scavo e di trasporto esercitate dai corsi d'acqua negli alvei mobili al fine di evitare fenomeni di erosione o di sovralluvionamento con conseguenti fenomeni di dissesto idrogeologico e inondazioni.
- *opere di difesa spondale* quali i muri, le scogliere evitano l'erosione e la lesione delle sponde del corso d'acqua, proteggendo le attività adiacenti da pericolose esondazioni.
- *rilevati arginali*: sono opere realizzate per il contenimento della portata di piena e per la difesa del territorio circostante il corso d'acqua.
- *rivestimenti d'alveo*: proteggono il fondo del corso d'acqua da erosioni evitando fenomeni di scalzamento sulle opere esistenti, vengono realizzati in particolare per la difesa degli attraversamenti del corso d'acqua.
- *cunette e cunettoni*: sono dei canali a sezione ristretta rivestiti, relativamente profondi impiegati per evitare l'erosione del fondo e delle sponde.

Si riporta di seguito un approfondimento delle opere di sistemazione idraulica utili al fine dell'analisi in corso, tratto dal PGUAP.

4.5.1 Briglie e soglie in massi a secco

Queste opere trasversali, mediante le quali è possibile diminuire la pendenza del corso d'acqua, sono costituite da file di massi di diametro opportuno, disposti secondo una pendenza variabile (che può andare indicativamente dal caso verticale al caso 2:1), compatibilmente con le esigenze di carattere statico.

Per migliorare le caratteristiche di stabilità strutturale, in pianta l'opera assume un andamento arcuato verso monte e i massi possono essere legati tra loro con cavi in acciaio.

La gaveta va sagomata in modo da favorire la concentrazione della corrente in centro alveo.

Per calcolare la stabilità del singolo masso si può utilizzare la teoria di Shields, per lo studio dell'incipiente movimento del materiale d'alveo, tenendo in considerazione gli effetti dovuti alla pendenza longitudinale, al nascondimento e alla bassa sommergezza. Queste opere

comportano basso impatto ambientale e paesaggistico, ma anche bassa resistenza strutturale per i materiali naturali utilizzati.

Campo di applicazione:

- Corsi d'acqua caratterizzati da trasporto solido contenuto (trasporto di fondo)
- Contesti di pregio paesaggistico elevato (non urbanizzati)
- Esigenza di mantenimento della continuità fluviale
- Granulometria dell'alveo molto eterogenea
- Presenza in loco di massi
- Pendenze non superiori al 12-14%

Interventi di mitigazione:

- Disposizione irregolare dei massi, specie nel caso di salti bassi (<70cm)
- Scale di rimonta (se giustificato dal contesto complessivo)
- Evitare collocazione di massi di protezione a valle del salto (dannosi per la fauna ittica), ma creare, al contrario, una buca che ne consenta sosta e rifugio
- Ridurre il più possibile la larghezza sommitale (in direzione parallela alla corrente)
- Sagomare la gaveta atta a concentrare la portata di magra

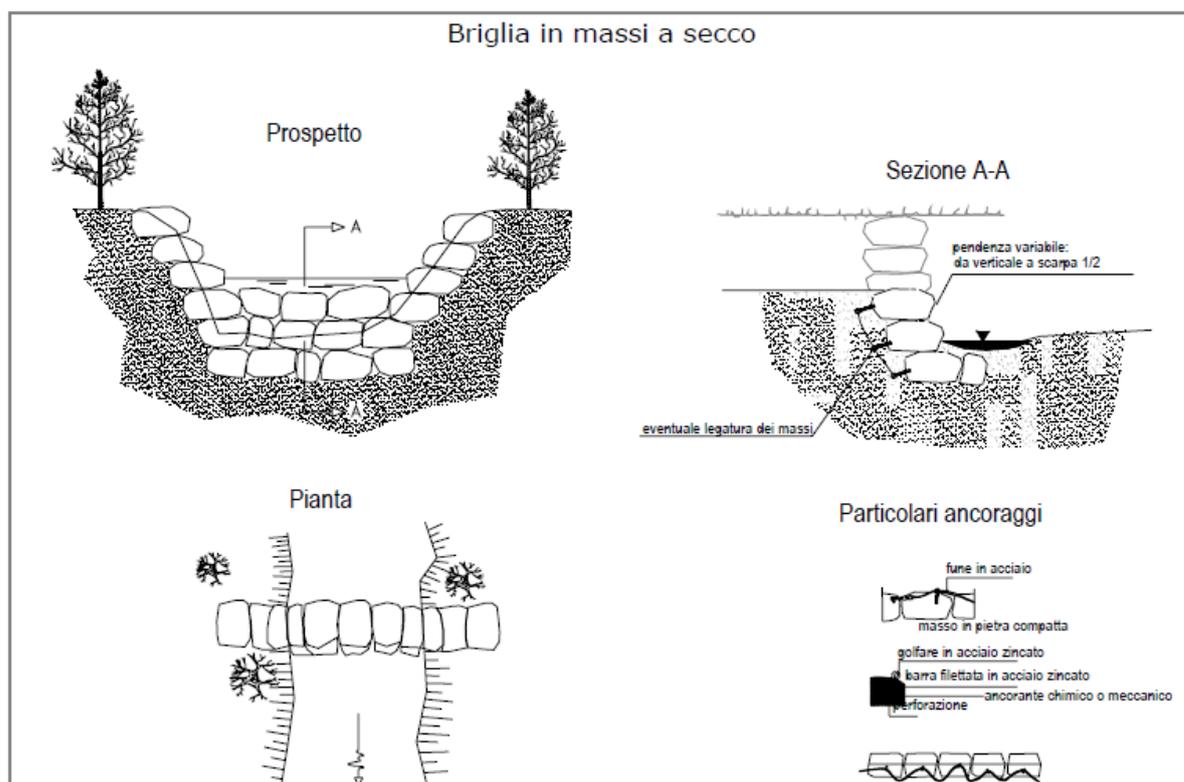


Figura 60: Schema di una briglia in massi a secco – PGUAP

4.5.2 Briglie e soglie in calcestruzzo

Si tratta di muri di sostegno in calcestruzzo fondati in alveo e normali alla corrente; solitamente il muro è di sezione trapezia con il paramento di monte verticale L'uso di un materiale artificioso quale il calcestruzzo va limitato alle opere di altezza notevole (dell'ordine di 3-5 metri), ripiegando su tipologie come quella precedentemente illustrata, per i casi di dislivello più limitato.

La briglia potrà essere armata; con minori ingombri e una maggiore flessibilità, o lavorare per gravità. A tergo del muro possono venire previsti tubi per il drenaggio di subalveo, al fine di evitare fenomeni di sifonamento.

La gaveta, essendo soggetta all'azione abrasiva della corrente, va rivestita con pietra avente diametro caratteristico di almeno 20 cm. Potrà sporgere dal paramento di valle per permettere di allontanare la lama stramazante dalla fondazione. Queste opere risultano di forte impatti ambientale ed introducono una forte discontinuità all'interno dell'alveo, impedendo se di altezza consistente, la risalita dei pesci a fronte però di un'elevata resistenza strutturale.

Campo di applicazione:

- Particolari esigenze di sicurezza strutturale (opere di altezza considerevole, possibilità di colate detritiche)
- Contesti di pregio paesaggistico non elevato, contesti urbanizzati
- Presenza di discontinuità naturali del corso d'acqua
- Mancanza o scarsa disponibilità di massi in loco

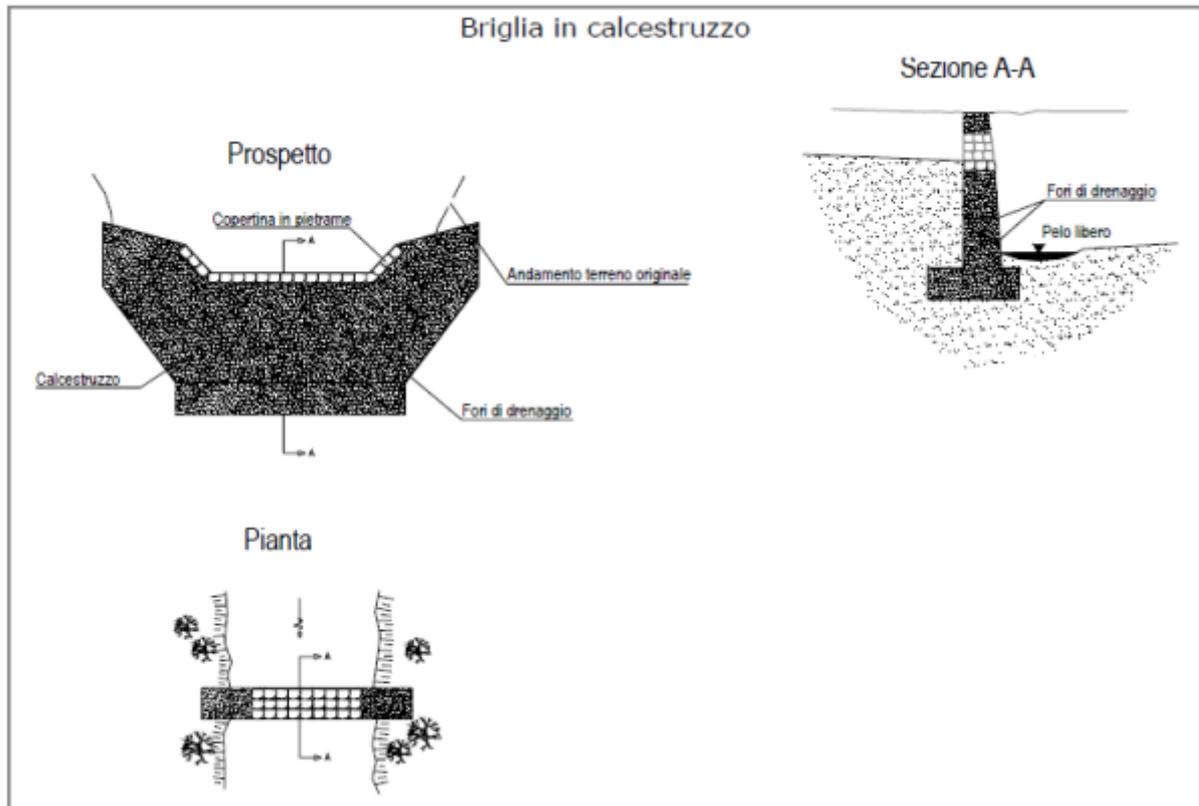


Figura 61: Schema di una briglia in calcestruzzo – PGUAP

Interventi di mitigazione:

- Se possibile prevedere il rivestimento in pietrame
- Scale di rimonta (se giustificato dal contesto complessivo)
- Evitare collocazione di massi di protezione a valle del salto (dannosi per la fauna ittica), ma creare, al contrario, una buca che ne consenta sosta e rifugio
- Ridurre il più possibile la larghezza sommitale (in direzione parallela alla corrente)
- Sagomatura della gaveta atta a concentrare la portata di magra

4.5.3 Platea in massi a secco

Questa tipologia di opera viene realizzata in genere a valle di salti di fondo, quali soglie e briglie per evitare fenomeni di scavo localizzati e in prossimità di attraversamenti del corso d'acqua. In questo caso l'effetto di protezione del fondo contro l'erosione si ottiene utilizzando pietrame di dimensioni tali da resistere alla forza di trascinamento della corrente e comunque di pezzatura media non inferiore a $0,4 \text{ m}^3$. La dimensione da assegnare ai massi per garantirne la stabilità va calcolata utilizzando il criterio di Shields modificato per tenere conto della pendenza del fondo α e delle sponde α_{sp} , della bassa sommergenza (parametro d/h), della non uniformità del moto e della sezione, come segue:

$$\left(\frac{u_*^2}{g\Delta d} \right) = \theta_0 \left(\cos \alpha - \frac{\text{sen} \alpha}{\tan \phi} \right) \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \alpha_{sp}}{\text{sen}^2 \phi}} \cdot \left[1 + 0.67 \frac{d}{h} \right]^{0.5}$$

con θ_0 valore critico del parametro di mobilità di Shields, calcolato nell'ipotesi di fondo orizzontale e sommergenza elevata; solitamente si ha $\theta_0=0,06$. Il valore del diametro critico così calcolato va opportunamente aumentato, moltiplicando per un coefficiente di sicurezza. Lo scavo localizzato a valle di un salto di fondo può essere calcolato con formule empiriche, ad esempio con la formula di Schoklitsch. L'impatto ambientale sul corso d'acqua è decisamente minore rispetto al caso di platea in calcestruzzo e pietrame in quanto il fondo del tratto di corso d'acqua conserva caratteristiche simili alla naturalità per la presenza dei massi e per la continuità dello strato di materiale costituente il fondo con la corrente d'acqua. Queste platee permettono quindi la protezione degli attraversamenti e delle opere trasversali, senza causare un eccessivo impatto ambientale poiché vengono impiegati materiali naturali e i massi liberi possono adattarsi ad eventuali cedimenti del fondo.

Campo di applicazione

- Tipologia impiegata per la protezione della zona a valle di salti di fondo o in prossimità di strutture di attraversamento del corso d'acqua per evitare erosioni localizzate pericolose

Interventi di mitigazione

- L'impatto paesaggistico dell'opera viene mitigato scegliendo massi reperiti in loco al fine di riprodurre le caratteristiche naturali del tratto di corso d'acqua in cui si interviene;
- La parte subito a valle del salto di fondo può essere conformata in modo tale da ottenere una buca per la sosta e il rifugio della fauna ittica.

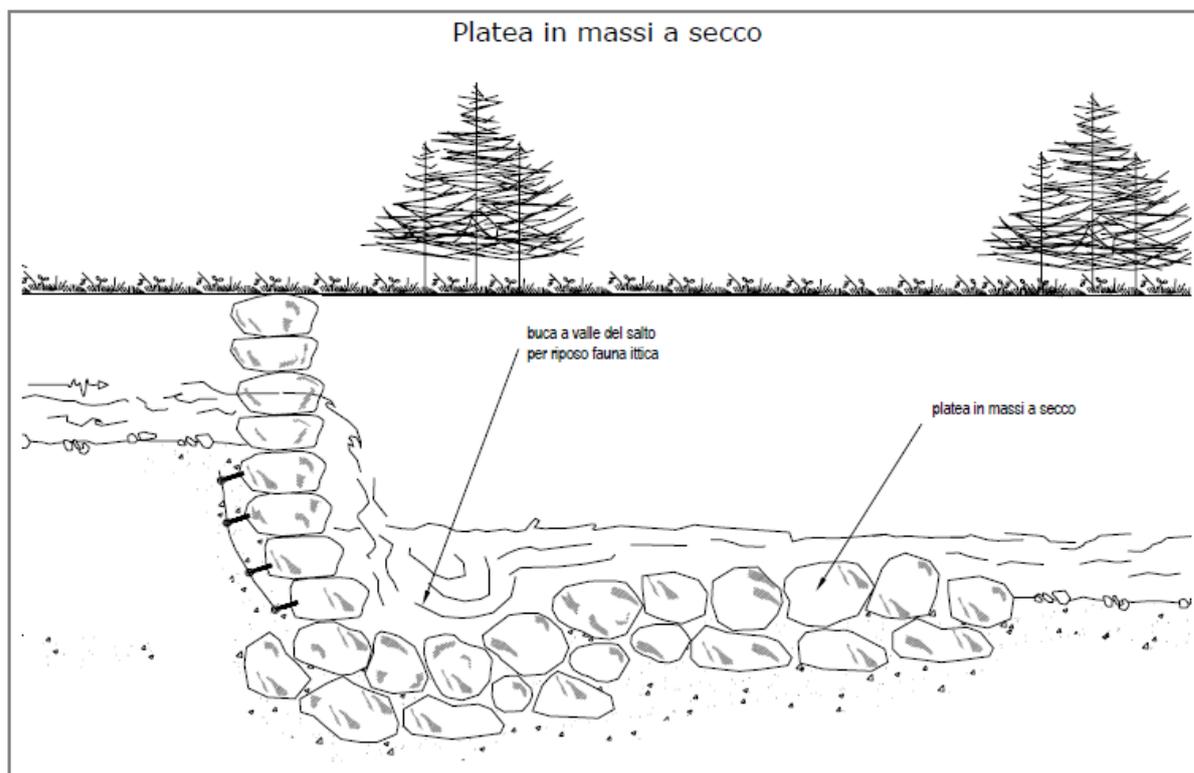


Figura 62: Schema di una platea in massi a secco a protezione dello scavo a valle di un salto di fondo – PGUAP

4.5.4 Copertura diffusa

La copertura diffusa è un metodo di rivestimento spondale di natura bioingegneristica che crea un'azione di copertura e di difesa della sponda di tipo permanente.

È un metodo di sistemazione a verde di tipo intensivo effettuato nel periodo di riposo vegetativo impiegato soprattutto nei corsi d'acqua di fondovalle (a regime fluviale), a debole pendenza caratterizzati da scarso trasporto solido e con una certa costanza nei deflussi, soprattutto nei periodi di magra. A volte la copertura diffusa viene impiegata anche sui torrenti montani, ma limitatamente alla loro porzione terminale o nei tratti in cui il fondo risulta stabilizzato da opere trasversali quali soglie o briglie che mantengono la pendenza longitudinale dell'alveo su valori inferiori al 2-5%.

Per la realizzazione della difesa di sponda tramite copertura diffusa si procede innanzitutto ad un modellamento della sponda tramite escavatore in modo tale da ottenere una rampa a profilo regolare, con pendenza variabile tra il 50% e l'80% fino ad un massimo del 100% nelle situazioni in cui lo spazio a disposizione sia limitato.

Alla base della sponda viene scavato un fossato largo 50-80 cm circa e con profondità minima pari a 50 cm, in modo tale da raggiungere la quota della falda di subalveo.

Sulla sponda viene messo uno strato continuo di astoni, verghe e rami vivi di salice, disposti in senso trasversale alla direzione della corrente. Indicativamente vengono posizionati circa 20-50 elementi per metro lineare di rampa.

Successivamente il fosso viene riempito con sassi e ciottolate, per favorire l'afflusso di acqua ai salici e la copertura diffusa viene parzialmente ricoperta con il materiale d'alveo. Subito dopo l'esecuzione l'area della scarpata risulta coperta in modo efficace e protetta contro l'erosione. Ben presto si assiste ad una cacciata rapida e densa e ad un'intensa radicazione. Questo tipo di intervento ha il pregio di un ottimo inserimento ambientale grazie all'uso di materiale vivo e risulta economicamente vantaggioso.

Esistono diverse metodologie che possono essere applicate per la difesa del piede delle sponde: generalmente si utilizzano una o più file di massi da scogliera (eventualmente collegati tra loro tramite una fune metallica); altrimenti il piede può essere protetto tramite palificate in legno. È possibile inoltre proteggere il piede della sponda ricorrendo a tondi di larice posti longitudinalmente rispetto alla corrente. La durata limitata di questi materiali è legata al fine specifico di difendere le giovani piante nei primi anni, fino all'ottenimento di una buona radicazione.

Campo di applicazione

- nei corsi d'acqua di fondovalle (a regime fluviale), a debole pendenza caratterizzati da scarso trasporto solido e con una certa costanza nei deflussi, soprattutto nei periodi di magra.
- sui torrenti montani limitatamente alla loro porzione terminale o nei tratti in cui il fondo risulta stabilizzato da opere trasversali quali soglie o briglie che mantengono la pendenza longitudinale dell'alveo su valori inferiori al 2-5%.
- In generale per la protezione di sponde non soggette a fenomeni di sotto-escavazione e per corsi d'acqua caratterizzati da debole trasporto solido.

Interventi di mitigazione

- La difesa di sponda tramite copertura diffusa presenta un buon impatto sia visivo sia ambientale grazie all'impiego di materiali naturali e alla ricostruzione di un ambiente naturale sulla sponda; non necessita quindi di ulteriori operazioni di mitigazione.

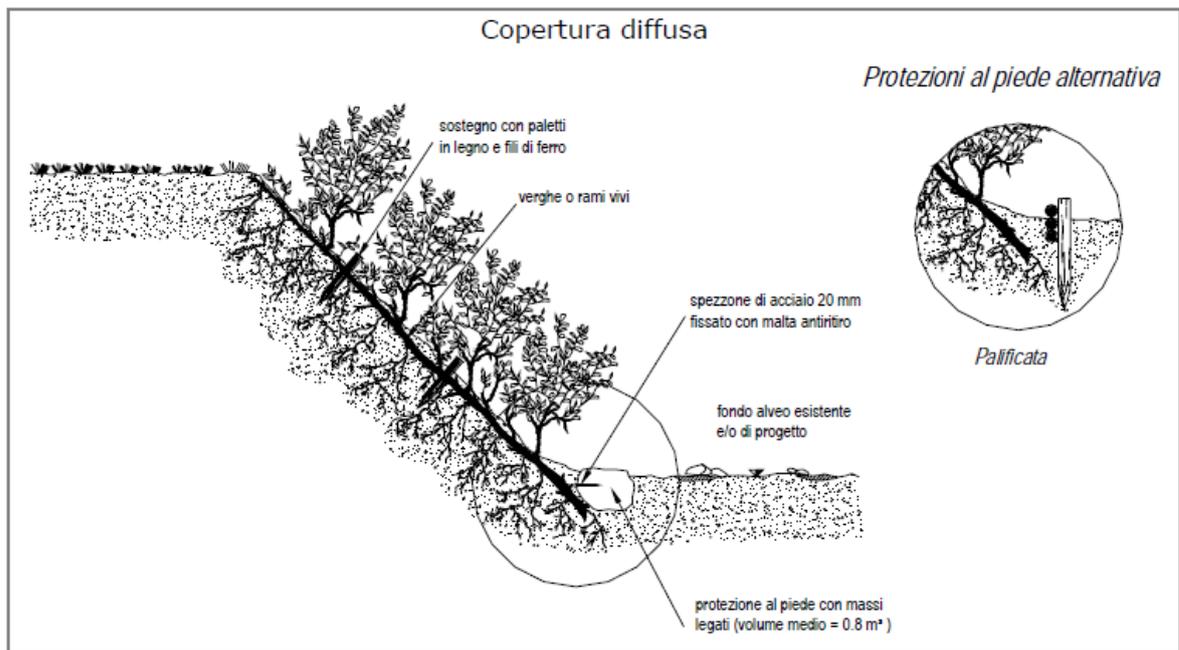


Figura 63: Schema di una copertura spondale diffusa – PGUAP

5 Acque di versante – Trasparenza idraulica dell’opera

Il tracciato lungo il suo corso taglia alcuni versanti, interrompendo il deflusso superficiale e ipodermico delle acque piovane cadute a monte dell’infrastruttura stessa.

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di drenaggio delle acque scolanti da monte costituito da canali di gronda, di manufatti scatolari di attraversamento dell’infrastruttura posati con un passo variabile, ed un sistema di redistribuzione delle acque a valle costituito da canali di sgrondo. Il sistema di redistribuzione a valle è necessario per evitare di restituire il flusso diffuso come quello proveniente dai versanti tagliati in una serie di scarichi concentrati, che non farebbero altro che provocare fenomeni erosivi localizzati che al lungo andare potrebbero compromettere la stabilità di qualche versante.

Normalmente i tombini di trasparenza saranno realizzati, come detto in precedenza, a passo variabile, ma mai superiore ai 150 metri, ed avranno dimensioni di 1.5 per 1.5 m. Essi saranno volutamente ampi poiché, vista la pezzatura dei massi presenti in loco, se più piccoli potrebbero facilmente intasarsi.

Le opere individuate per lo scopo appena descritto sono riportate nella serie di elaborati planimetrici denominati “Planimetria opere ed interventi idraulici”.

Trattandosi di elementi secondari il dimensionamento di tali opere sarà affrontato nella prossima fase di progettazione.

5.1 Canali di gronda - Opere di drenaggio

Un elemento fondamentale per la stabilità dei versanti è, come detto in precedenza, è la corretta regimazione delle acque sul pendio. Va distinto tra azione erosiva dovuta alle precipitazioni meteoriche intense, che con il loro scorrimento provocano danni, prevalentemente di carattere superficiale e di erosione del terreno e azione erosiva dovuta alla presenza di risorgive perenni o periodiche. Mentre la prima azione dovuta all’acqua può essere controllabile tramite rinverdimenti di copertura, il secondo tipo di erosione è molto più pericoloso e per contrastarla è necessario ricorrere ad interventi di regimazione idraulica. Il principio dei drenaggi è quello di riuscire ad intercettare l’acqua e a disperderla senza problemi.

La regimazione delle acque avviene tramite la realizzazione di drenaggi, che possono essere superficiali come le canalette o le cunette per la raccolta delle acque che scorrono lungo il terreno, o di tipo profondo allo scopo di allontanare le acque di infiltrazione. In questa relazione, che tratta della sistemazione dell’idraulica superficiale dell’opera si sono previsti dei drenaggi superficiali in grado di captare le acque dei versanti a monte dell’infrastruttura.

Nel seguito si mostrano alcune tipologie di drenaggi superficiali, che saranno utilizzate nella progettazione dell'intervento.

5.1.1 Drenaggi superficiali: canali di gronda

I drenaggi superficiali sono costituiti generalmente da canalette o cunette a sezione trapezoidale o semicircolare e sono destinate a raccogliere le acque meteoriche che scorrono disordinatamente sulla superficie del terreno, prevenendo eventuali ulteriori fenomeni erosivi o la creazione di nuove falde idriche sotterranee.

Esistono diverse tipologie di drenaggi superficiali, ad esempio:

1. canaletta inerbita
2. canalette in sassi
3. canaletta in legname

Canaletta inerbita

Le canalette in terra inerite sono utilizzate allo scopo di allontanare le acque di ruscellamento superficiali per evitare i fenomeni di erosione superficiale e di scalzamento delle opere e di instabilità del terreno. Le canalette in terreno possono essere non presidiate, realizzate cioè interamente in scavo, di forma trapezia.

Nel caso di canalette in terra a mezza costa o comunque non disposte secondo la linea di massima pendenza del terreno viene realizzato sul lato di valle un rinforzo con terreno costipato utilizzando il materiale proveniente dallo scavo, in modo tale da raggiungere la quota del ciglio di monte. Laddove la pendenza e le caratteristiche del terreno non garantiscano la funzionalità delle canalette si realizzano opere di presidio in massi per il contenimento della sponda di valle della canaletta. In alcuni casi si ha un completo rivestimento in massi della canaletta.

L'inerbimento dei fossi può avvenire tramite coltre protettiva in paglia, se non sono da temere fenomeni erosivi. In questo caso andranno utilizzate reti metalliche e sintetiche. L'inerbimento dei fossi è consigliato sulle piste da sci, nelle infrastrutture viarie e sui versanti in erosione.

Campo di applicazione

- Per la sistemazione di pendii, piste da sci, rilevati stradali caratterizzati dalla presenza di acque di ruscellamento superficiale

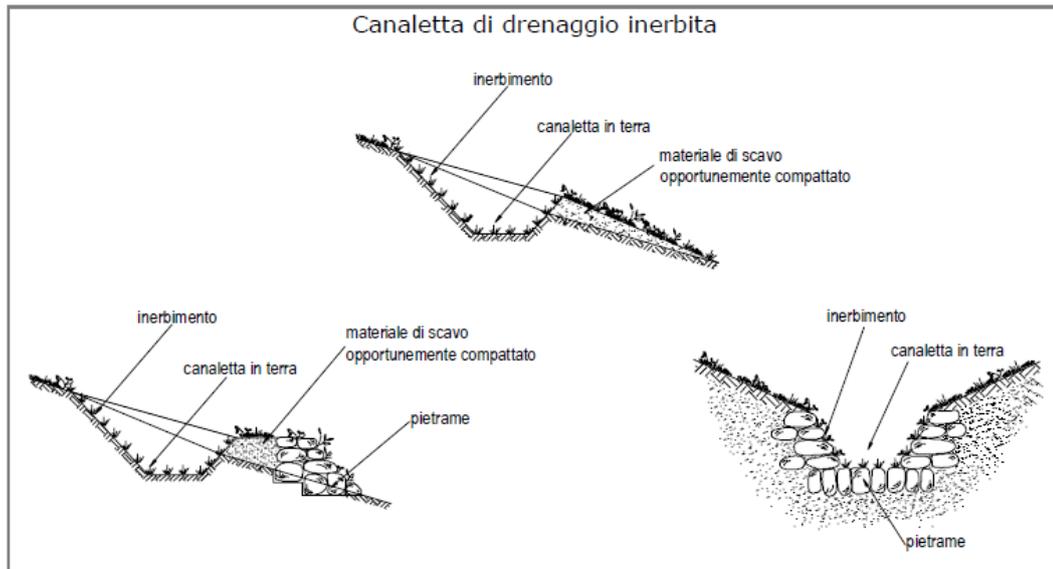


Figura 64: Schema di una canaletta di drenaggio inerbita – PGUAP

Canaletta in sassi

Per la realizzazione di questo tipo di opera di drenaggio è necessario preparare un fossato di sezione trapezia, di larghezza alla base pari a circa 30-50 cm e in sommità pari a 50-70 cm. L'altezza dell'opera è di circa 50-70 cm. Sotto il fossato così scavato si posiziona un tubo drenante, in seguito il fondo del fosso viene rivestito in pietra a formare una superficie regolare.

Tra i sassi che rivestono il fondo possono svilupparsi delle specie vegetali erbacee, che tendono a mascherare la canaletta in pietrame.

Campo di applicazione

Per il drenaggio delle acque di scorrimento superficiale su pendii e rilevati arginali.

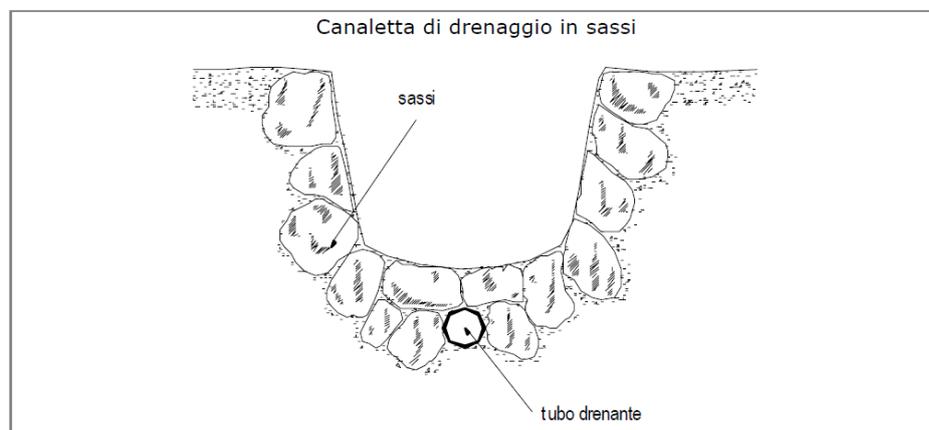


Figura 65: Schema di una canaletta di drenaggio in sassi – PGUAP

Vantaggi

Opera elastica, che ben si adatta ai cedimenti del terreno

Opera in grado di resistere all'erosione causata dal passaggio dell'acqua.

Impatto positivo sull'ambiente e sul paesaggio per l'utilizzo di materiali naturali e per la possibile presenza di piante erbacee tra i massi.

Svantaggi

Necessità di materiale lapideo, accessibilità del cantiere per il trasporto del materiale

Canaletta in legname

Le canalette in legname vengono costruite per la raccolta e l'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale per proteggere la scarpata dalle erosioni fino al completo sviluppo della vegetazione.

Le canalette possono essere costruite con tavolate dello spessore di circa 3-4 cm, assemblate a forma di "U" e di "V" e fissate al terreno con picchetti di legno e ferro. Anche per la costruzione dei pozzetti si impiegano tavoloni di larice forando con una motosega la parete a monte, che funge da filtro. Il pozzetto viene quindi interrato inserendo nella parte di valle il tubo di scarico e coprendo la struttura con un chiusino. La possibilità di costruzione in magazzino e la facilità di trasporto rende l'applicazione di tali strutture particolarmente agevole ed economica.

È possibile realizzare delle canalette di drenaggio anche ricorrendo a del tondame di legno resistente agli agenti atmosferici, per formare delle canalette a sezione triangolare. Sotto il tondame di legno viene posizionato un tubo di drenaggio delle acque che dalla canaletta passano al terreno sottostante. I tronchi di legno sono fissati lateralmente con pali in legno.

Campo di applicazione

Per la sistemazione di pendii caratterizzati dalla presenza di acque di ruscellamento superficiale

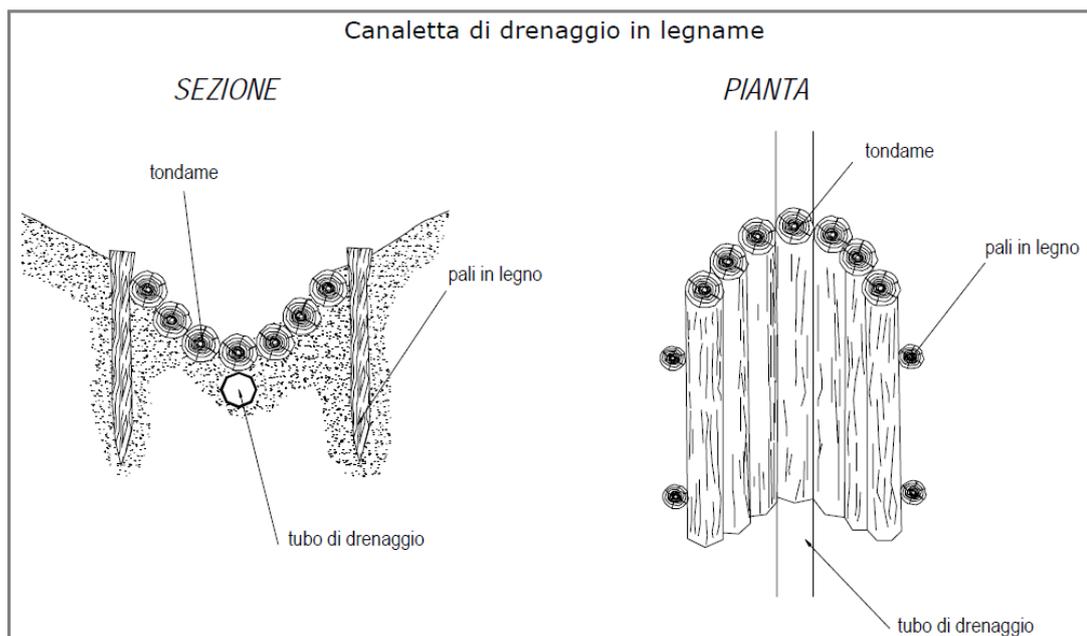


Figura 66: Schema di una canaletta di drenaggio in legname – PGUAP

Vantaggi

- Possibilità di costruzione e preparazione dei pezzi prima della messa in opera, facilità di trasporto, metodologia agevole ed economica
- Impatto visivo positivo per l'utilizzo di materiale naturale

Svantaggi

- Scarsa durabilità dell'opera.

5.2 Canali di redistribuzione e di scarico nei recettori

Per i canali di redistribuzione e per i canali di scarico si è scelto di utilizzare la tipologia a cunettone in quanto normalmente vi è poco spazio a disposizione. I cunettoni sono quindi dei canali stretti e di norma piuttosto pendenti, caratterizzati inoltre da bassa scabrezza al fine di favorire il deflusso e scongiurare pericoli di esondazione.

I cunettoni vanno bene anche per far defluire correnti caratterizzate da elevate portate solide o addirittura per le colate di detriti: in questo caso il requisito della scabrezza viene a cadere. In ogni caso i cunettoni devono essere realizzati per resistere a sforzi tangenziali al fondo particolarmente elevati; la verifica di stabilità assume un'importanza primaria.

Nel progetto vi saranno varie tipologie di cunettone, in funzione del contesto locale in cui si andrà ad operare:

- Cunettone in massi a secco

- Cunettone in massi cementati
- Cunettone in calcestruzzo rivestito in pietrame

Di seguito si riportano le caratteristiche delle tipologie, tenendo presente che i cunettoni in massi a secco saranno utilizzati per i canali meno pendenti, mentre per i corsi d'acqua a pendenza più elevata, saranno preferiti i cunettoni con massi cementati e nei canali di dimensione maggiore cunettoni in calcestruzzo.

Cunettone in massi a secco

Il cunettone in massi a secco è un canale realizzato in grossi massi posti direttamente sul fondo del corso d'acqua. La verifica di stabilità per i massi costituenti il fondo va fatta imponendo le condizioni di moto incipiente (teoria di Shields) utilizzando il coefficiente di correzione dovuto all'elevata pendenza. In alcuni casi, quando i massi risultano soggetti a elevate forze di trascinamento da parte della corrente è possibile prevedere una legatura degli stessi infiggendo ed ancorando in essi un golfare nel quale viene fatto passare un golfare in acciaio. È importante che i chiodi di ancoraggio e la fune che lega i massi siano posti in posizione riparata rispetto alla corrente, in modo tale da evitarne rotture, soprattutto a causa degli urti con i massi trasportati. Le sponde possono essere anche esse realizzate tramite rivestimento in massi, oppure è possibile l'utilizzo di altre tecniche, ad esempio di ingegneria naturalistica per mitigare l'effetto sul paesaggio e sull'ambiente. Il cunettone in massi sciolti è la soluzione costruttiva meno impattante tra i vari tipi di cunettoni, grazie all'impiego di materiale naturale e grazie alla sua permeabilità che non ostacola i rapporti tra il corso d'acqua e la falda sottostante.

Qualora tale soluzione si riveli stabile è possibile prevedere l'innesto di talee tra i massi, soluzione però che richiede molte attenzioni perché l'impianto radicale non deve compromettere la stabilità, e la resistenza del cespuglio non deve ostacolare il deflusso.

Campo di applicazione:

- contesti di pregio paesaggistico
- portate solido/liquide non eccessive
- assenza di fenomeni di colata.

Interventi di mitigazione:

- rinverdimento delle sponde con talee

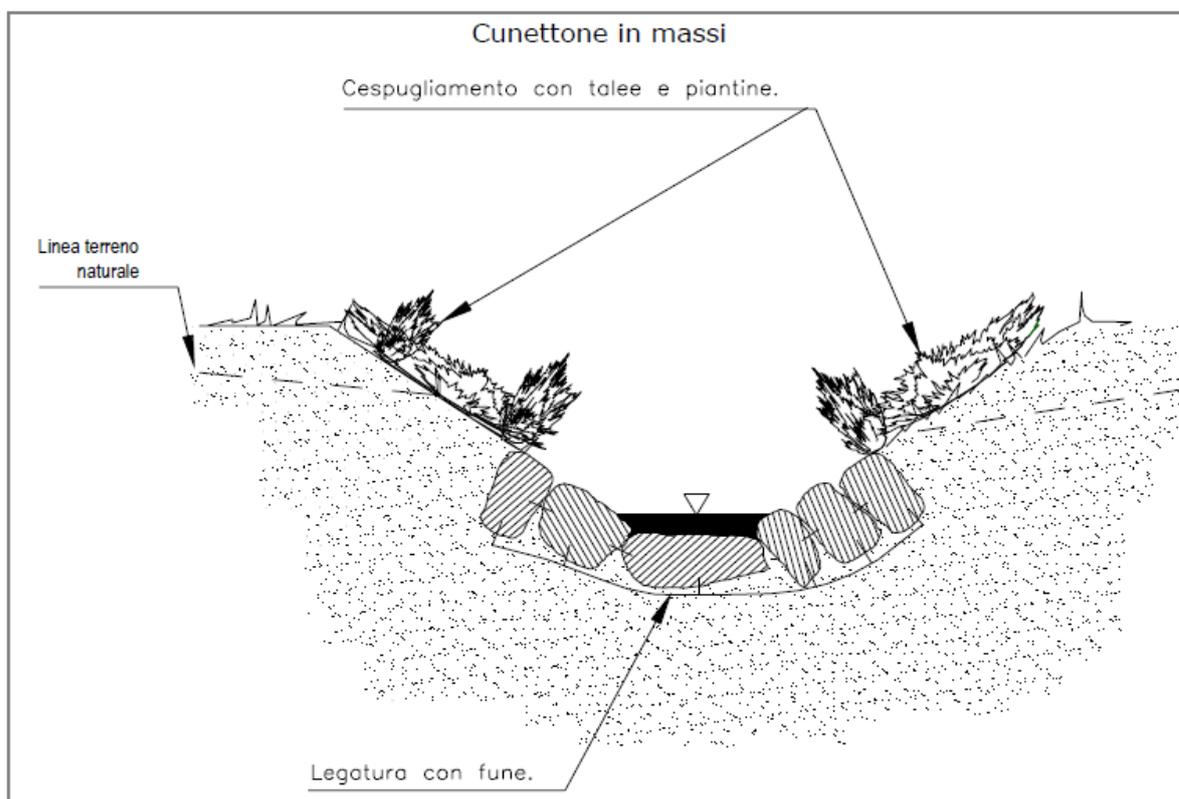


Figura 67: Schema di un cunettone in massi a secco – PGUAP

Cunettone in massi cementati

Questa tipologia di opera è analoga alla precedente, ma ne differisce per il fatto che i massi utilizzati per la realizzazione sono intasati con calcestruzzo. Questo fatto rende l'opera impermeabile ostacolando i flussi tra falda e corso d'acqua. Inoltre è stato osservato che questa tipologia di cunettone è caratterizzato da scarsa curabilità. Infatti lievi cedimenti differenziali del fondo possono portare a rotture del manufatto con infiltrazioni di acqua anche sotto l'opera e sotto-scorrimenti. Dopo un po' di tempo si assiste al dilavamento del materiale costituente il fondo naturale al di sotto del cunettone e alla perdita della stabilità della stessa. L'uniformità del fondo del cunettone e le elevate velocità della corrente che in esso scorre rende inoltre difficile la vita delle specie bentoniche e ittiche all'interno del corso d'acqua a causa della banalizzazione della sezione e alla mancanza di zone di riparo e rifugio. La situazione si complica dal punto di vista ambientale e paesaggistico se anche le sponde vengono realizzate in massi e calcestruzzo, per la mancanza di vegetazione lungo le rive.

Campo di applicazione:

- attraversamenti di centri abitati;
- portate solido/liquide non eccessive;

- assenza di fenomeni di colata.

Svantaggi:

- Scarsa durabilità
- Opera impermeabile: ostacolo agli scambi idrici tra falda e corso d'acqua
- Forte impatto ambientale

Interventi di mitigazione:

- Realizzazione di interventi di rinverdimento delle sponde

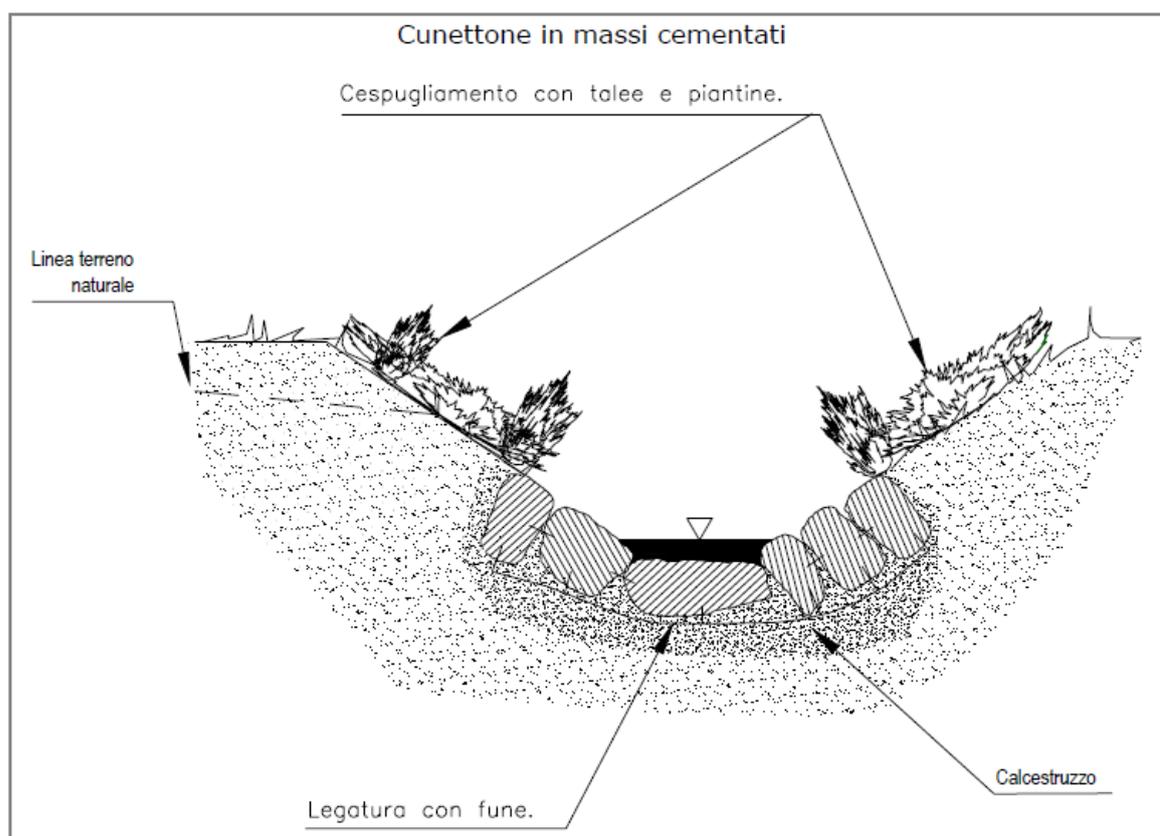


Figura 68: Schema di un cunettone in massi cementati – PGUAP

Cunettone in calcestruzzo rivestito in pietrame

Nei casi in cui la portata di progetto porti a sforzi tangenziali non sopportabili da strutture più "leggere", è necessario ricorrere a opere di canalizzazione più impegnative ed artificiali, in particolare ricorrendo al calcestruzzo.

Per contenere l'impatto visivo legato all'artificialità di tale materiale è possibile, come nei casi delle opere spondali e trasversali, ricorrere ad un rivestimento in pietra.

Si sottolinea comunque che la presenza del rivestimento, dal punto di vista biologico, non apporta alcun miglioramento significativo, rimanendo il cunettone un ambiente inospitale

per la maggior parte delle specie bentoniche ed ittiche a causa della sua semplificazione e delle forti velocità che in esso si instaurano.

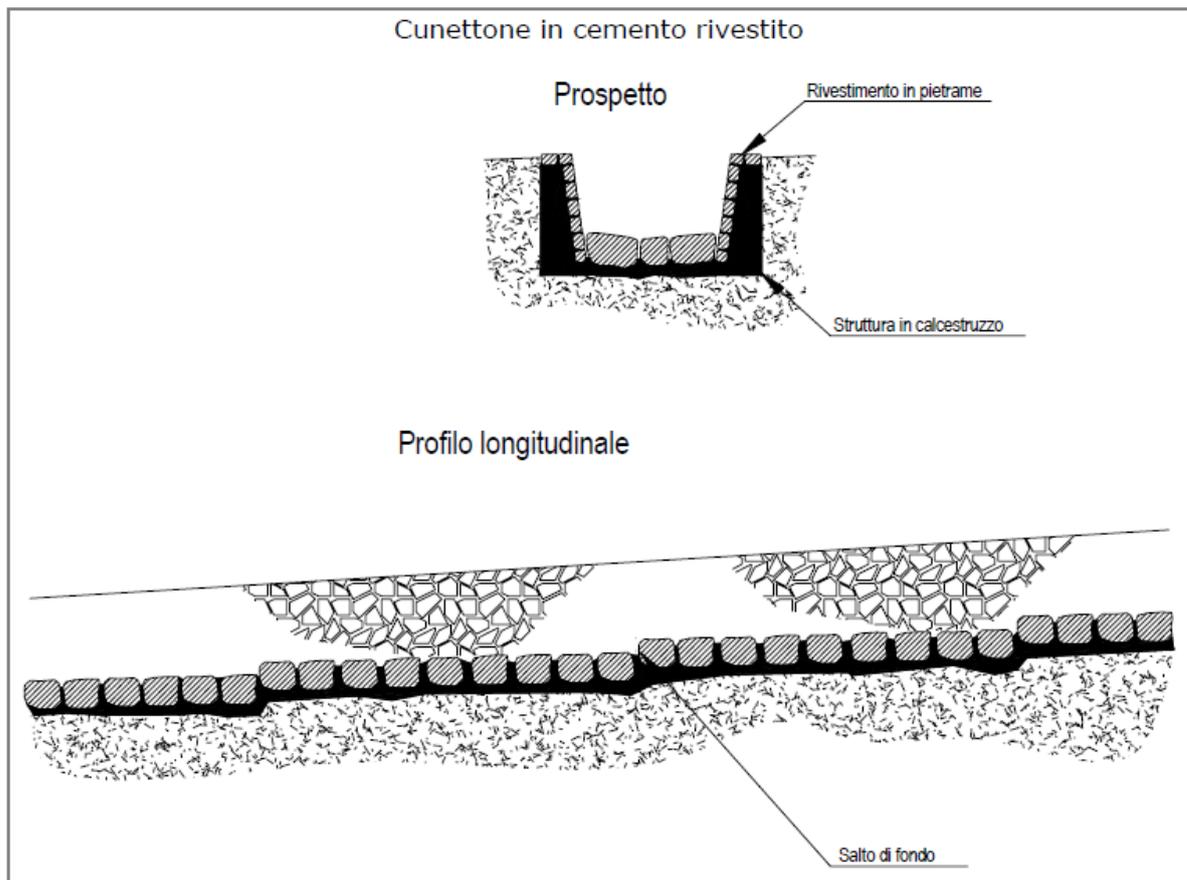


Figura 69: Schema di un cunettone in cemento, rivestito in massi – PGUAP

Campo di applicazione:

- previsione di elevate portate liquide e/o solide
- forti esigenze di sicurezza

6 Conclusioni

Per quanto riguarda il reticolo principale interferito i risultati ottenuti attraverso la modellazione sono riportati sotto forma tabellare e sezione per sezione nelle appendici, sia per quanto riguarda lo stato di fatto che quello di progetto.

Come si può quindi vedere dal modello implementato, sia per il fiume Adige che per il torrente Astico, il tracciato autostradale non compromette il normale deflusso idrico rispetto alla situazione attuale né modifica le aree a rischio esondazione.

I franchi degli attraversamenti risultano verificati per un valore di piena duecentennale, come previsto dalla normativa.

Per quanto concerne invece il reticolo secondario, si può notare che i tombini previsti risultano essere verificati a moto uniforme e il loro grado di riempimento risulta adeguato (inferiore al 70 %).

Inoltre il tracciato risulta trasparente nei confronti dei bacini e delle aree di scolo adiacenti, grazie alla realizzazione di canali di gronda di dimensione 1.5 x 1.5 m.

7 Appendice

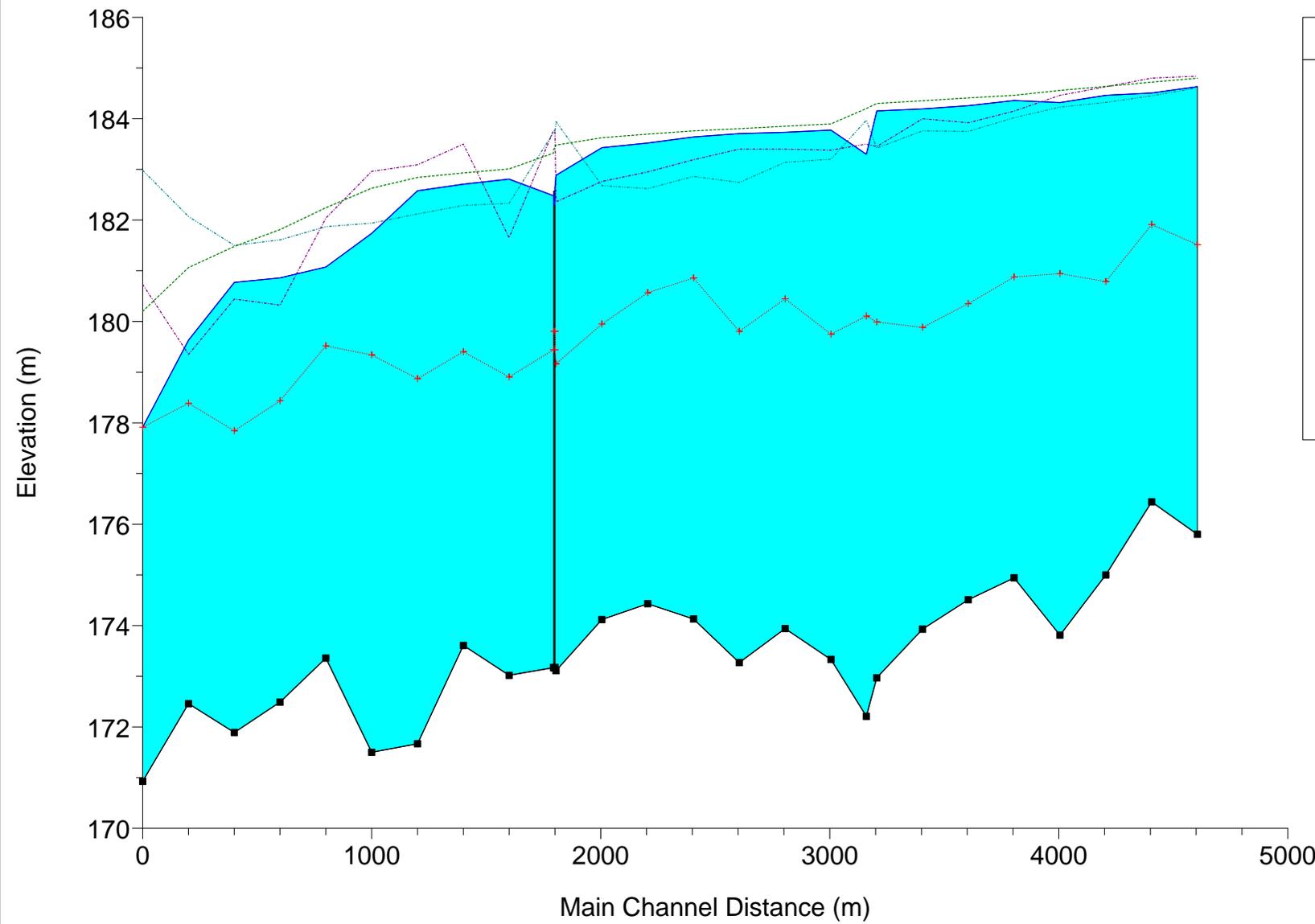
Fiume Adige – Stato di fatto

HEC-RAS Plan: SP River: Adige Reach: Adige Profile: PF 1

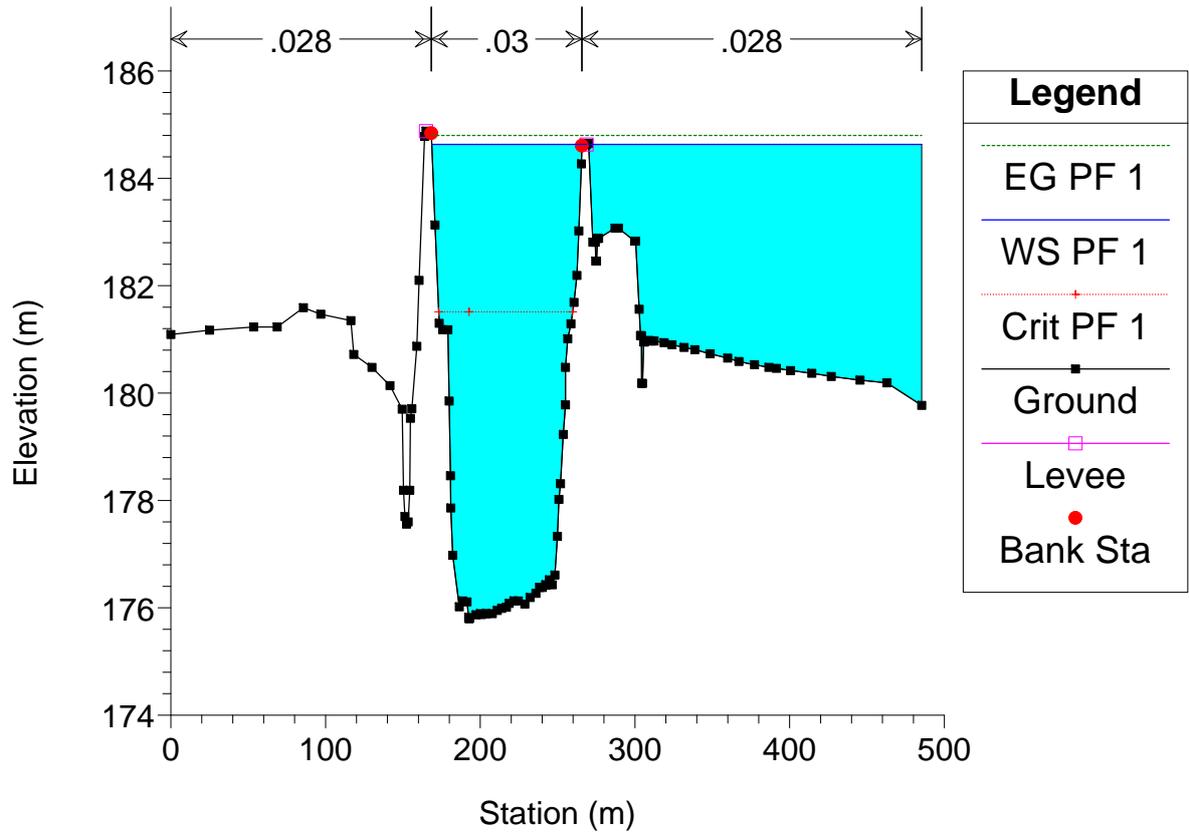
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
Adige	-456	PF 1	2600.00	175.80	184.63	181.51	2.05	0.25	184.88	184.63
Adige	-457	PF 1	2600.00	176.44	184.51	181.91	2.31	0.29	184.87	184.45
Adige	-458	PF 1	2600.00	175.00	184.46	180.79	2.12	0.25	184.65	184.32
Adige	-459	PF 1	2600.00	173.81	184.32	180.94	2.43	0.29	184.46	184.23
Adige	-460	PF 1	2600.00	174.94	184.36	180.88	1.65	0.20	184.15	184.02
Adige	-461	PF 1	2600.00	174.51	184.26	180.35	1.98	0.23	183.92	183.75
Adige	-462	PF 1	2600.00	173.93	184.19	179.88	2.03	0.23	184.00	183.76
Adige	-463	PF 1	2600.00	172.97	184.15	179.99	1.94	0.22	183.45	183.42
Adige	-464	PF 1	2600.00	172.21	183.30	180.11	4.21	0.52	183.50	183.97
Adige	-465	PF 1	2600.00	173.33	183.77	179.75	1.84	0.21	183.38	183.20
Adige	-466	PF 1	2600.00	173.94	183.73	180.45	1.81	0.22	183.40	183.14
Adige	-467	PF 1	2600.00	173.27	183.71	179.80	1.64	0.19	183.40	182.74
Adige	-468	PF 1	2600.00	174.13	183.64	180.86	1.74	0.22	183.19	182.86
Adige	-469	PF 1	2600.00	174.43	183.52	180.57	2.18	0.27	182.95	182.62
Adige	-470	PF 1	2600.00	174.12	183.43	179.95	2.23	0.27	182.76	182.68
Adige	-471	PF 1	2600.00	173.11	182.88	179.17	3.48	0.42	182.50	183.94
Adige	-472	PF 1	2600.00	173.17	182.65	179.44	3.97	0.45	183.77	183.73
Adige	-472.5		Bridge							
Adige	-472.8	PF 1	2600.00	173.17	182.48	179.44	4.06	0.47	183.77	183.73
Adige	-473	PF 1	2600.00	173.02	182.81	178.91	2.29	0.27	181.65	182.33
Adige	-474	PF 1	2600.00	173.61	182.71	179.40	2.29	0.29	183.50	182.29
Adige	-475	PF 1	2600.00	171.67	182.58	178.87	2.53	0.30	183.09	182.12
Adige	-476	PF 1	2600.00	171.50	181.74	179.34	4.18	0.53	182.96	181.94
Adige	-477	PF 1	2600.00	173.36	181.07	179.52	4.79	0.66	182.04	181.87
Adige	-478	PF 1	2600.00	172.49	180.86	178.43	4.32	0.55	180.32	181.61
Adige	-479	PF 1	2600.00	171.89	180.77	177.84	3.80	0.48	180.44	181.50
Adige	-480	PF 1	2600.00	172.46	179.63	178.39	5.30	0.74	179.80	182.07
Adige	-481	PF 1	2600.00	170.93	177.92	177.92	6.69	1.00	180.73	182.98

Adige Plan: Plan 03 25/07/2011

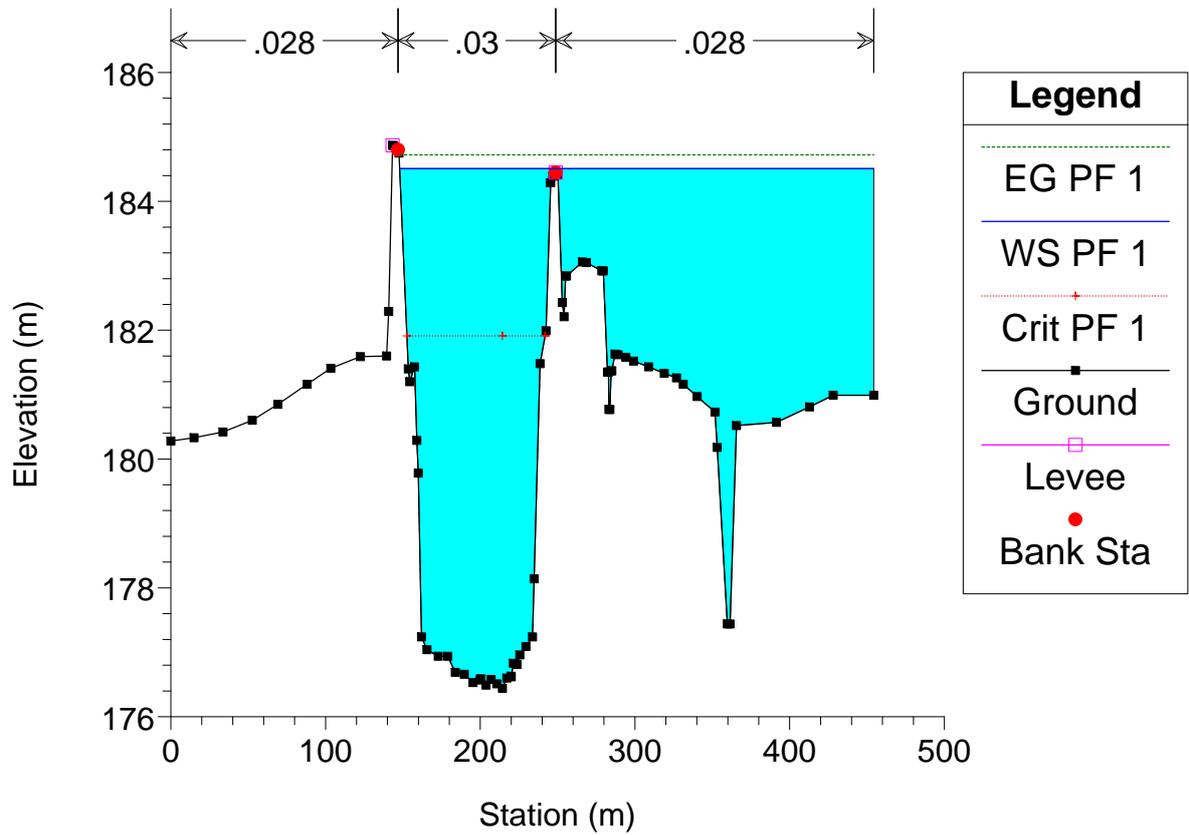
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



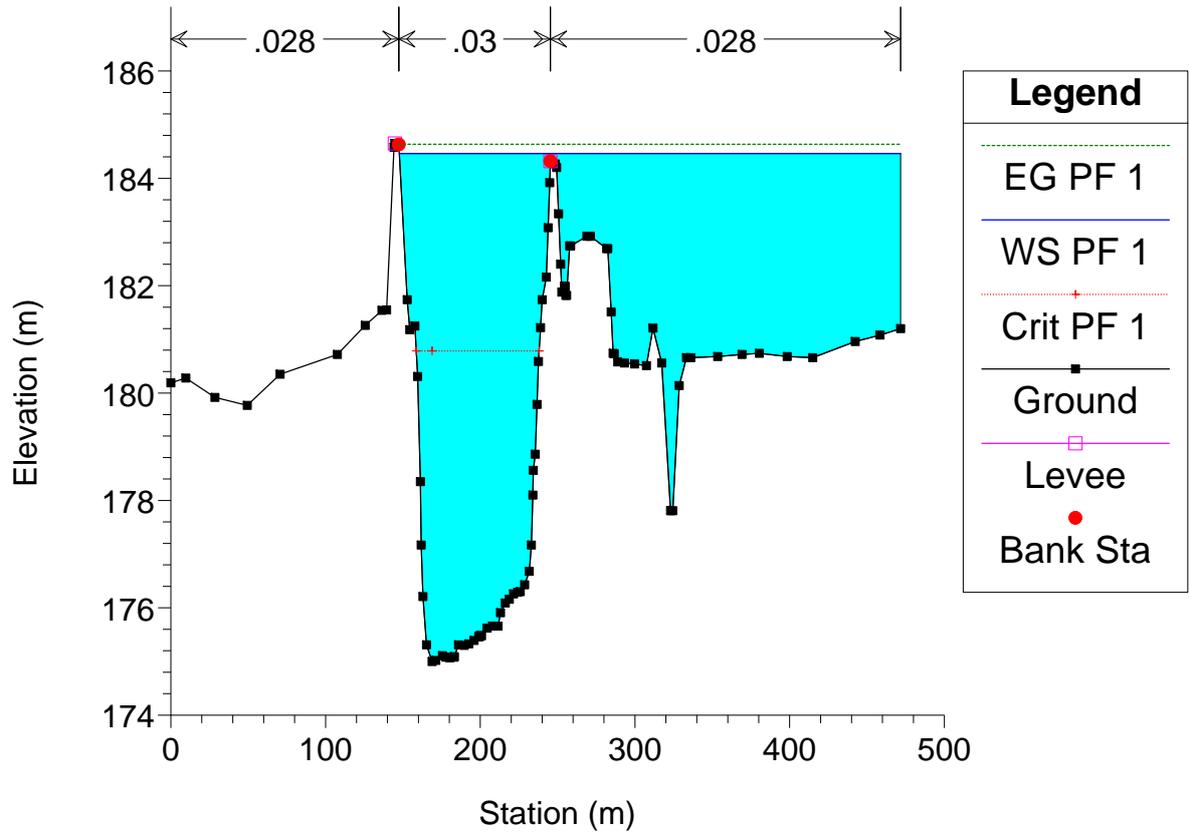
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



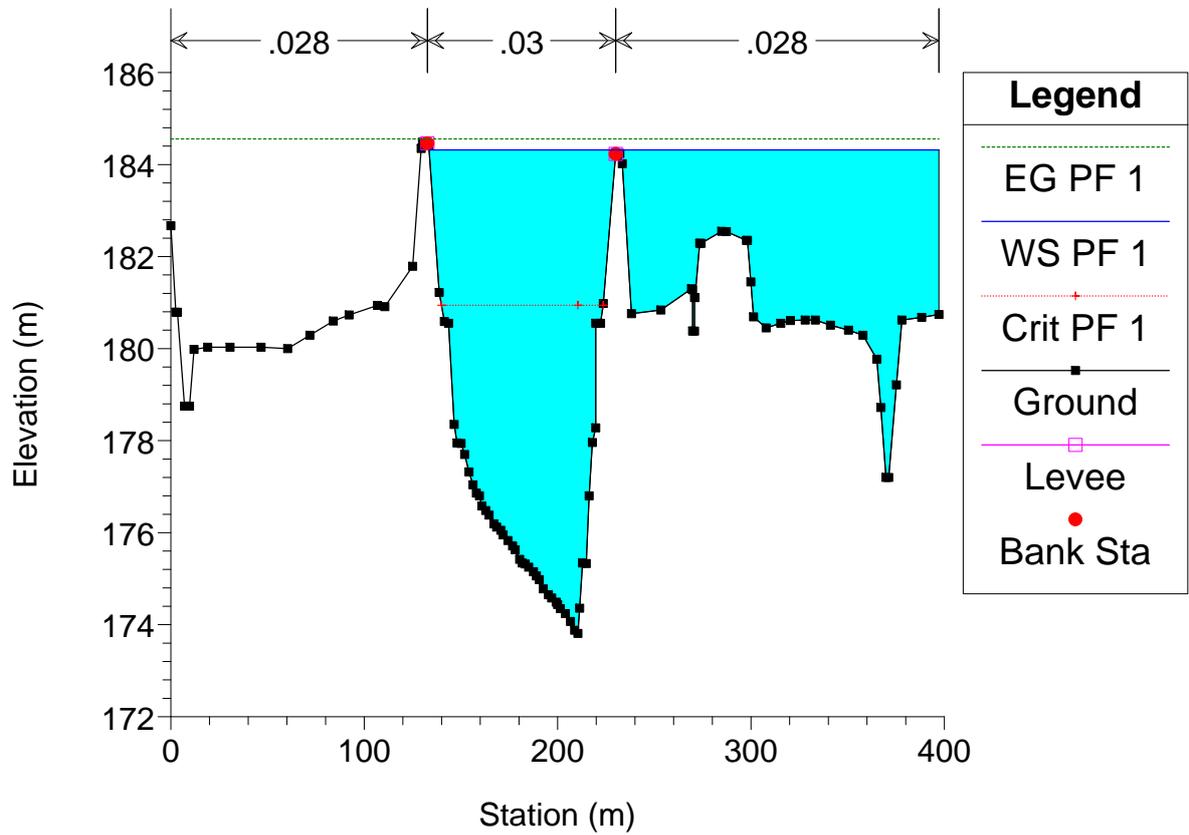
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



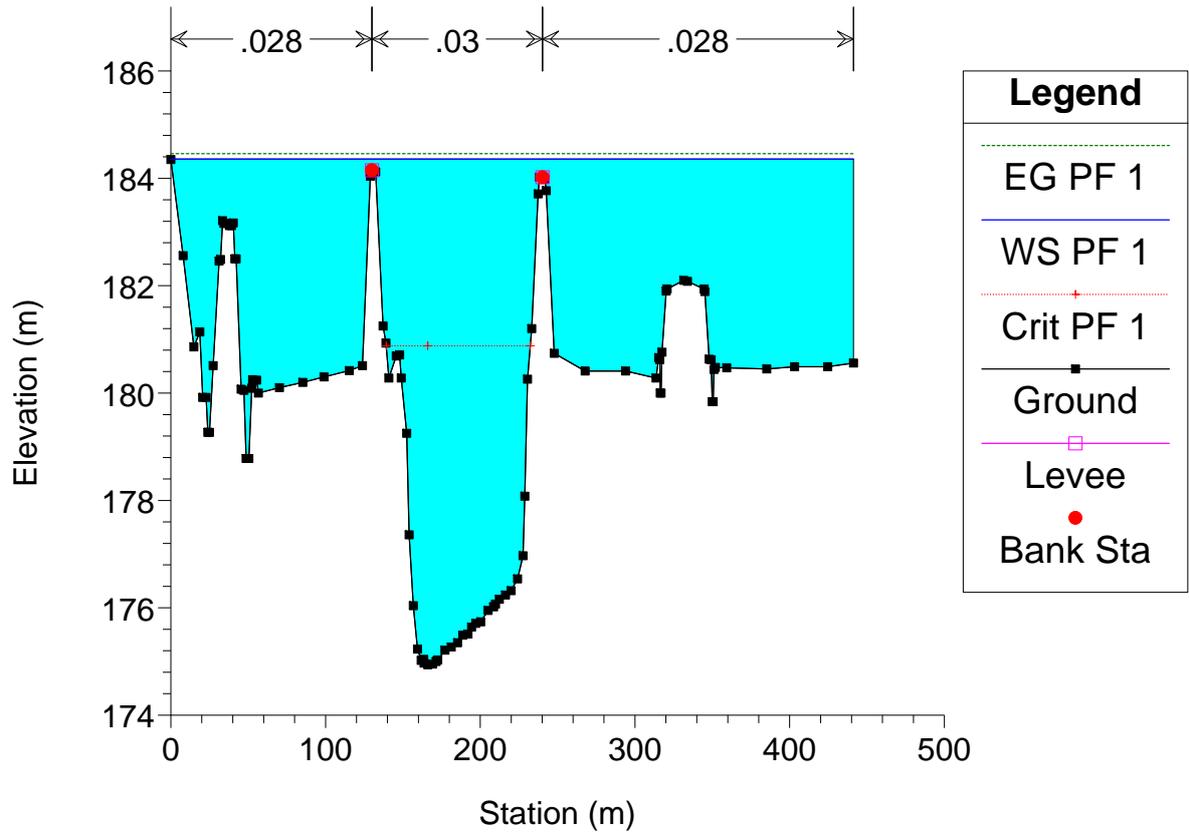
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



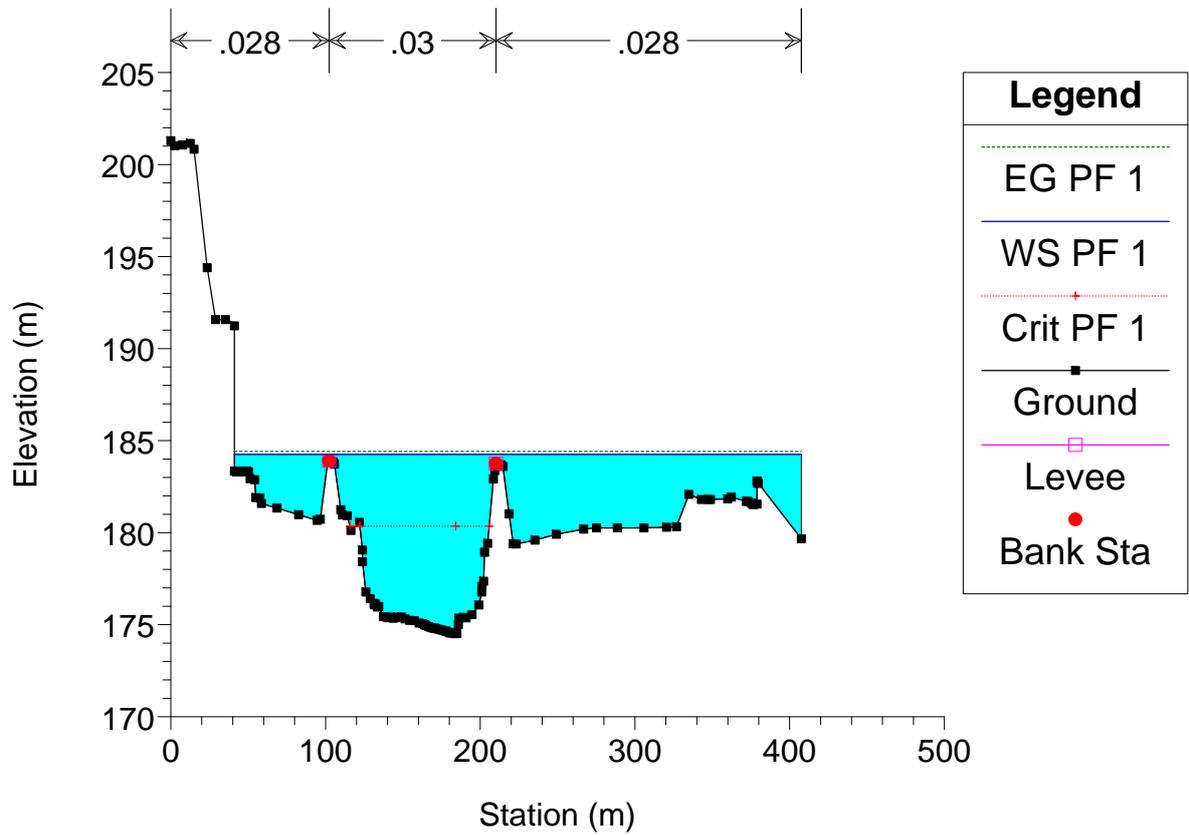
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



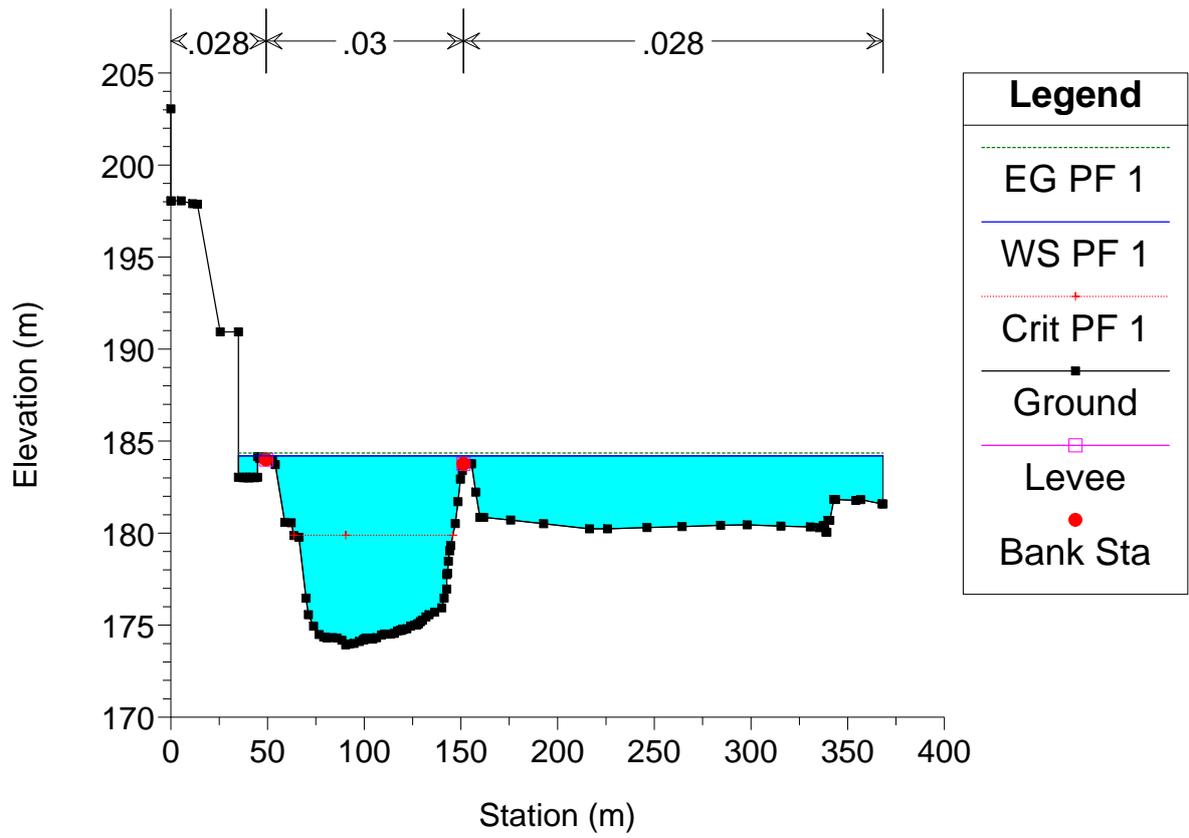
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



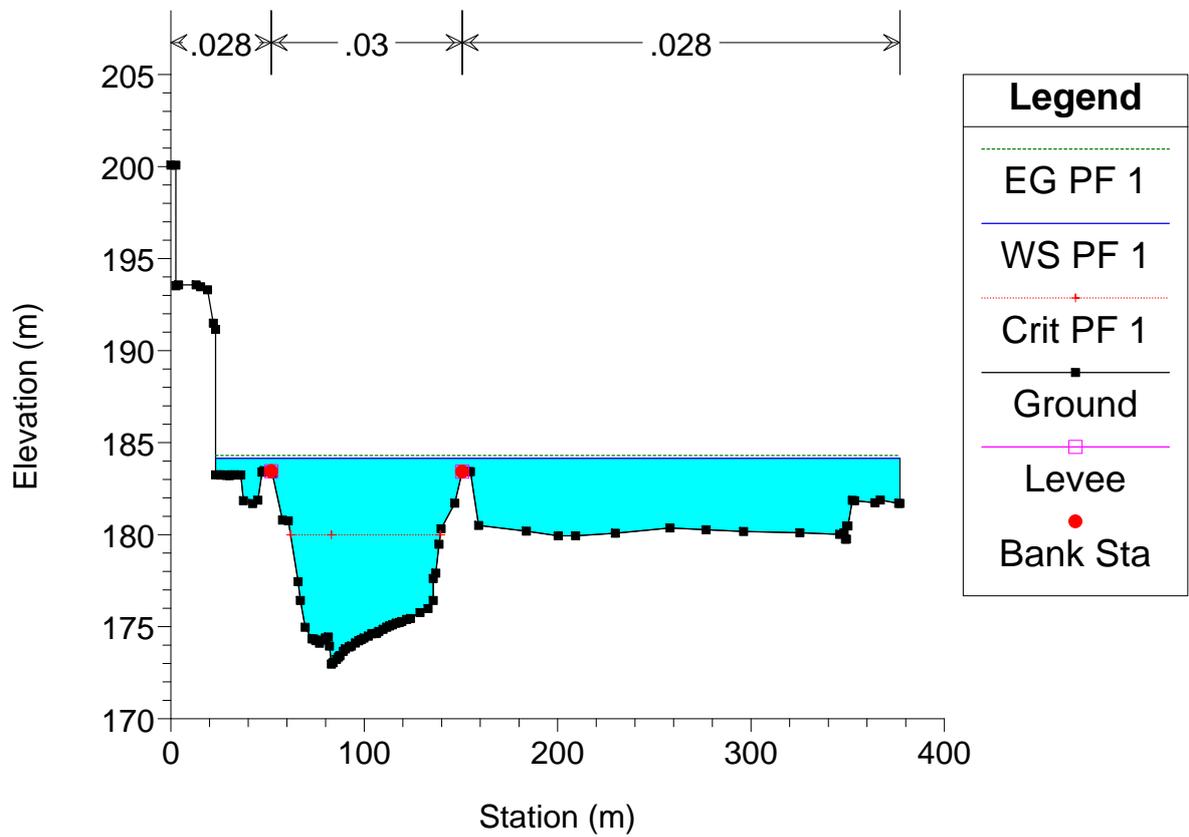
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



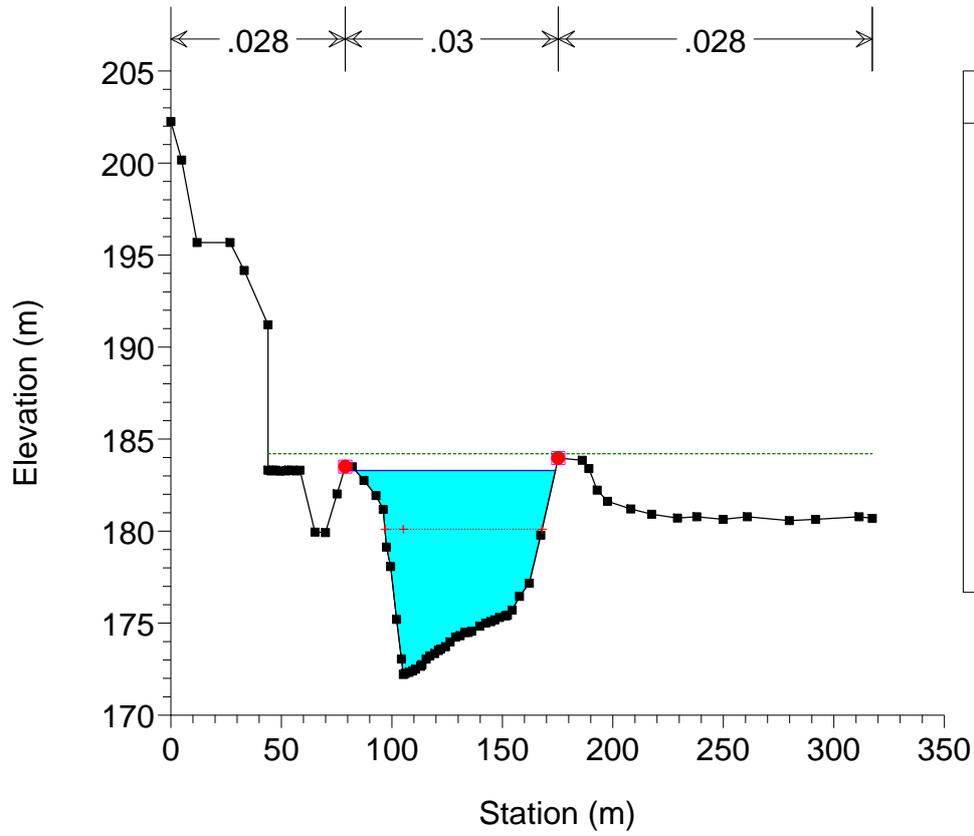
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



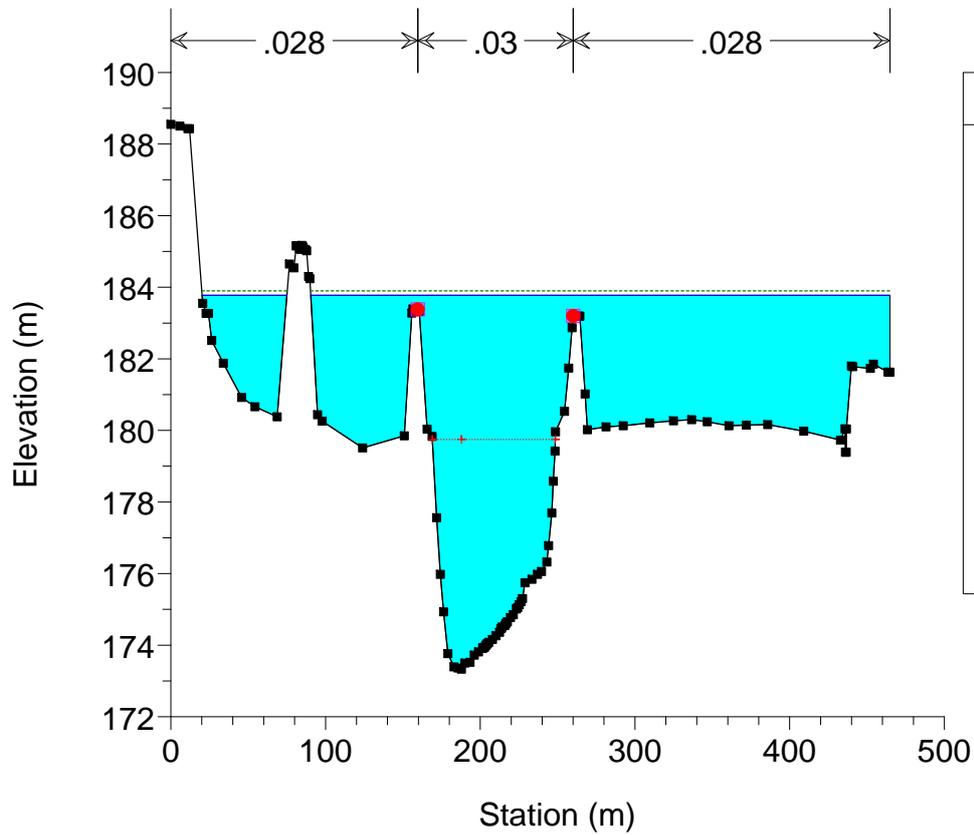
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



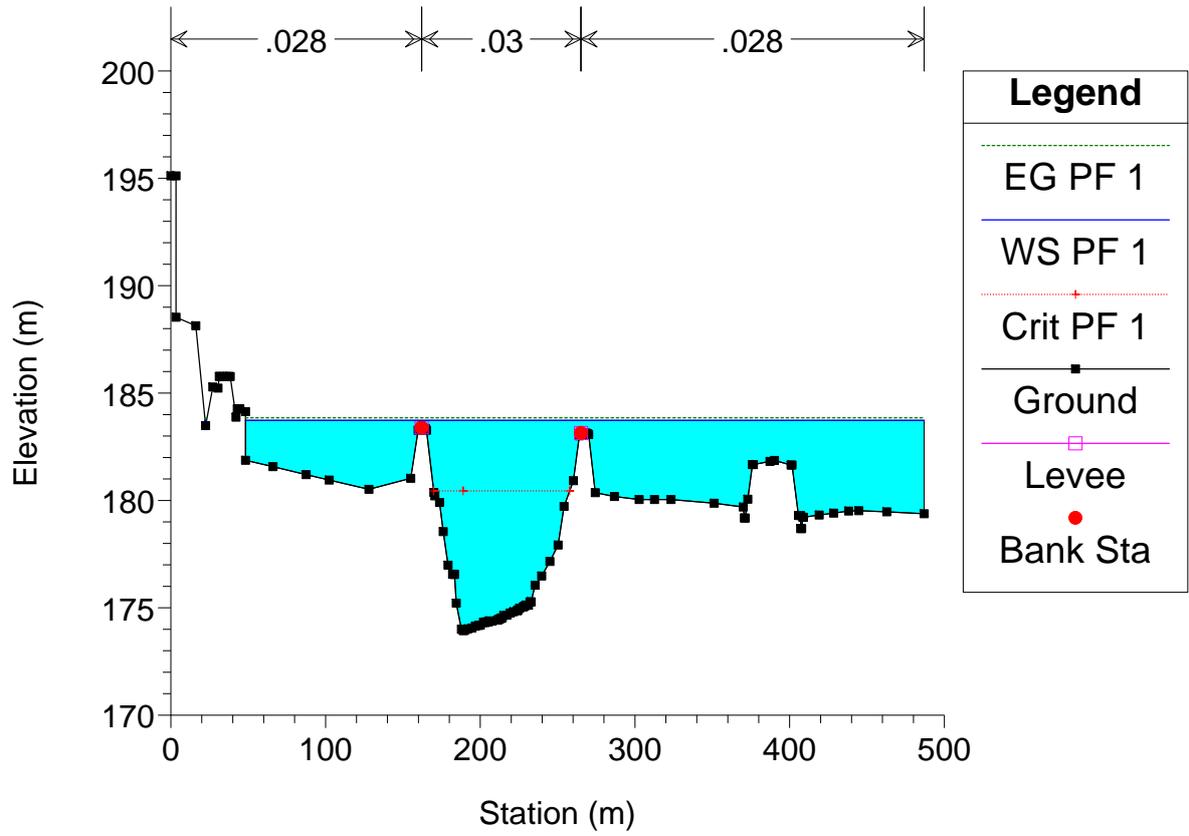
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



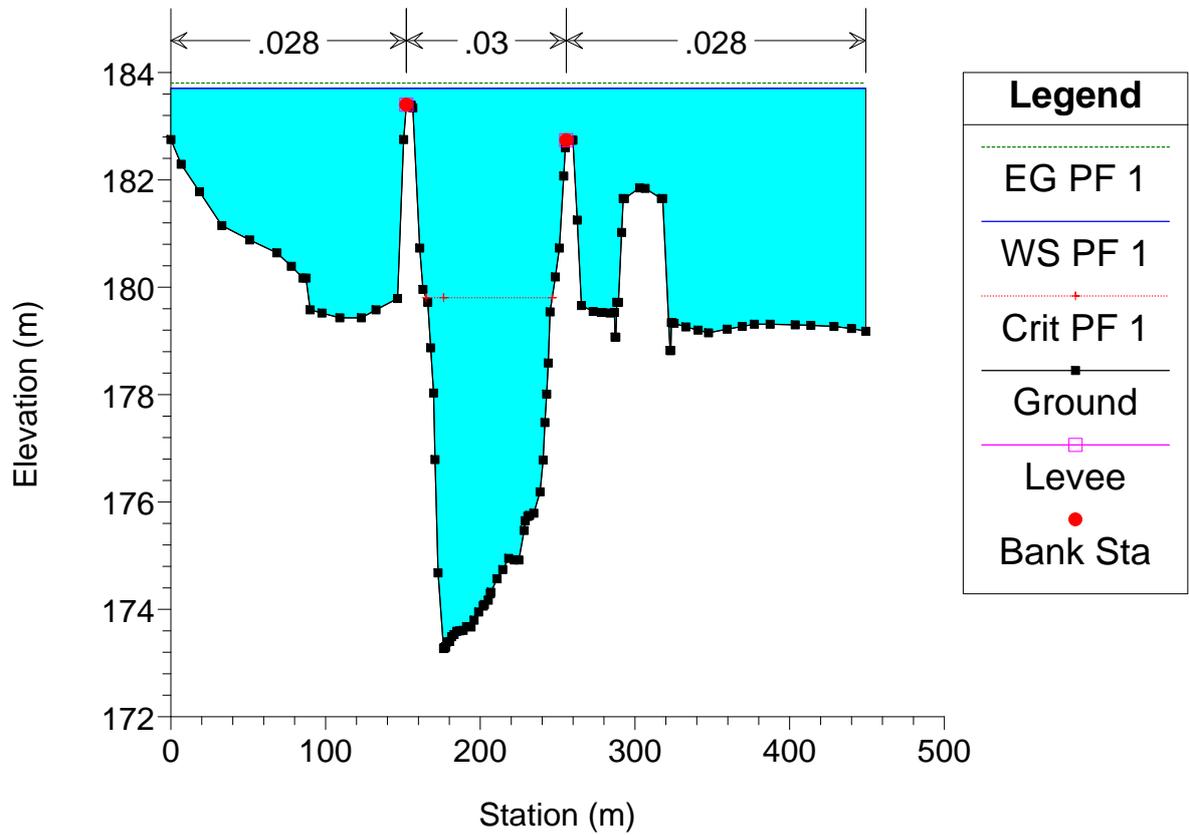
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



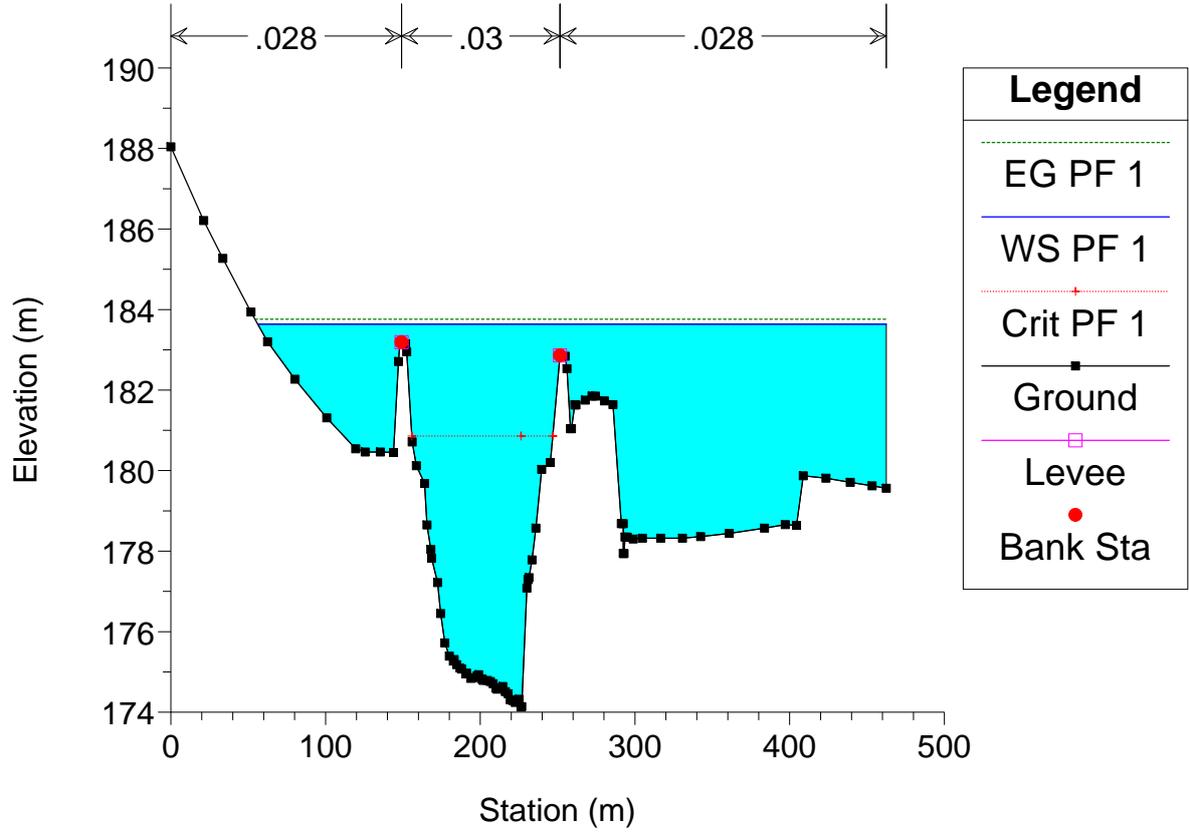
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



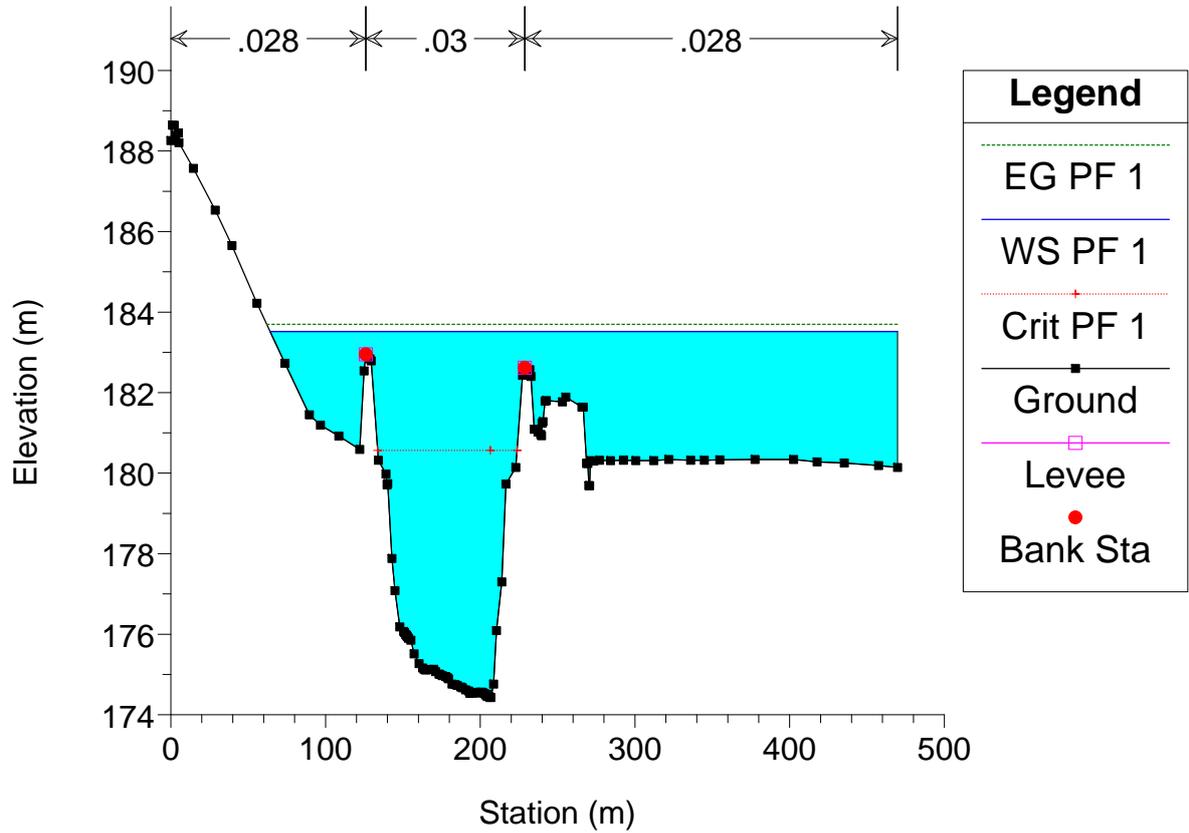
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



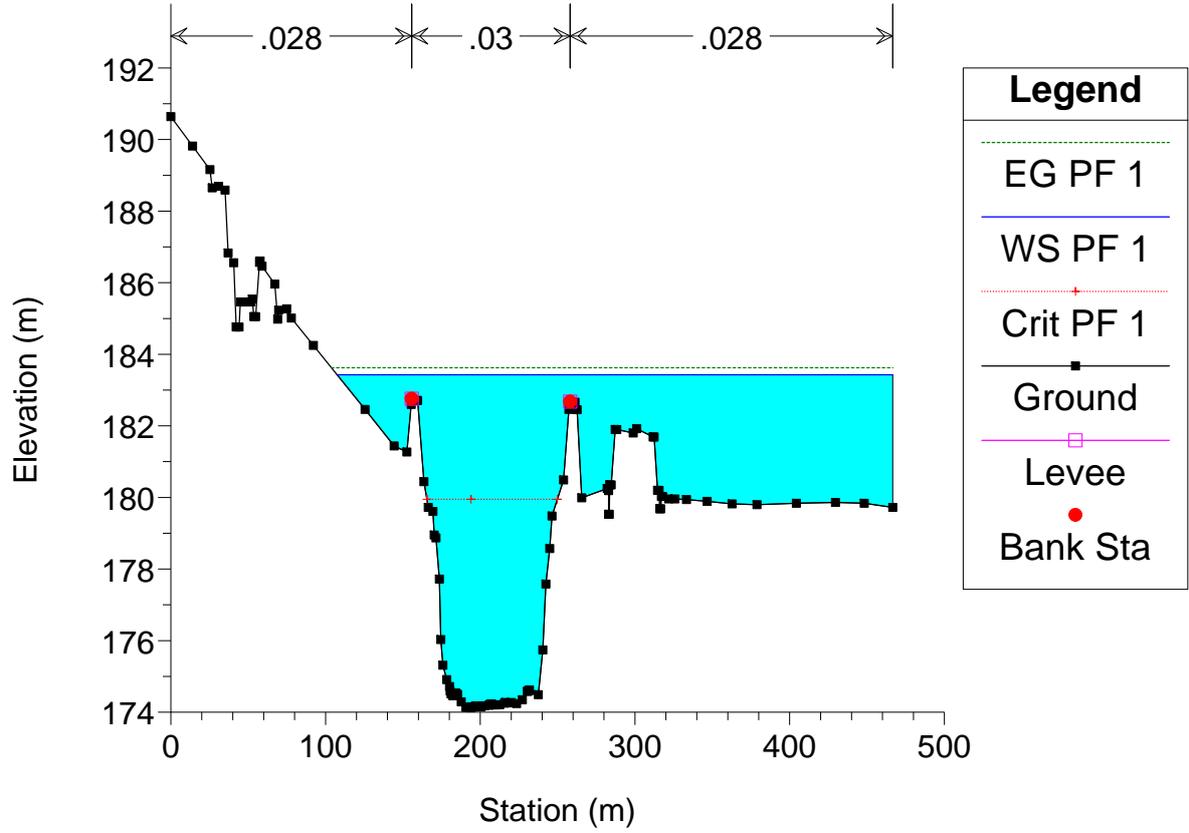
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



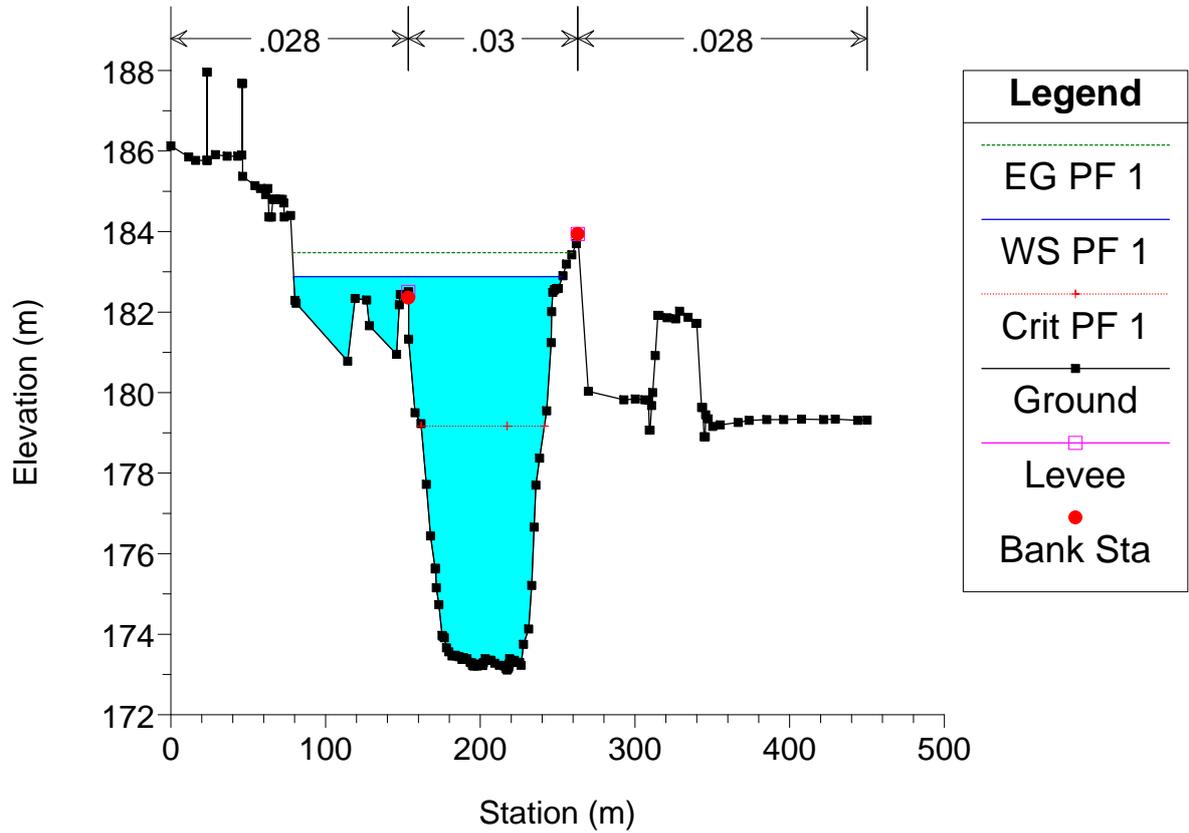
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



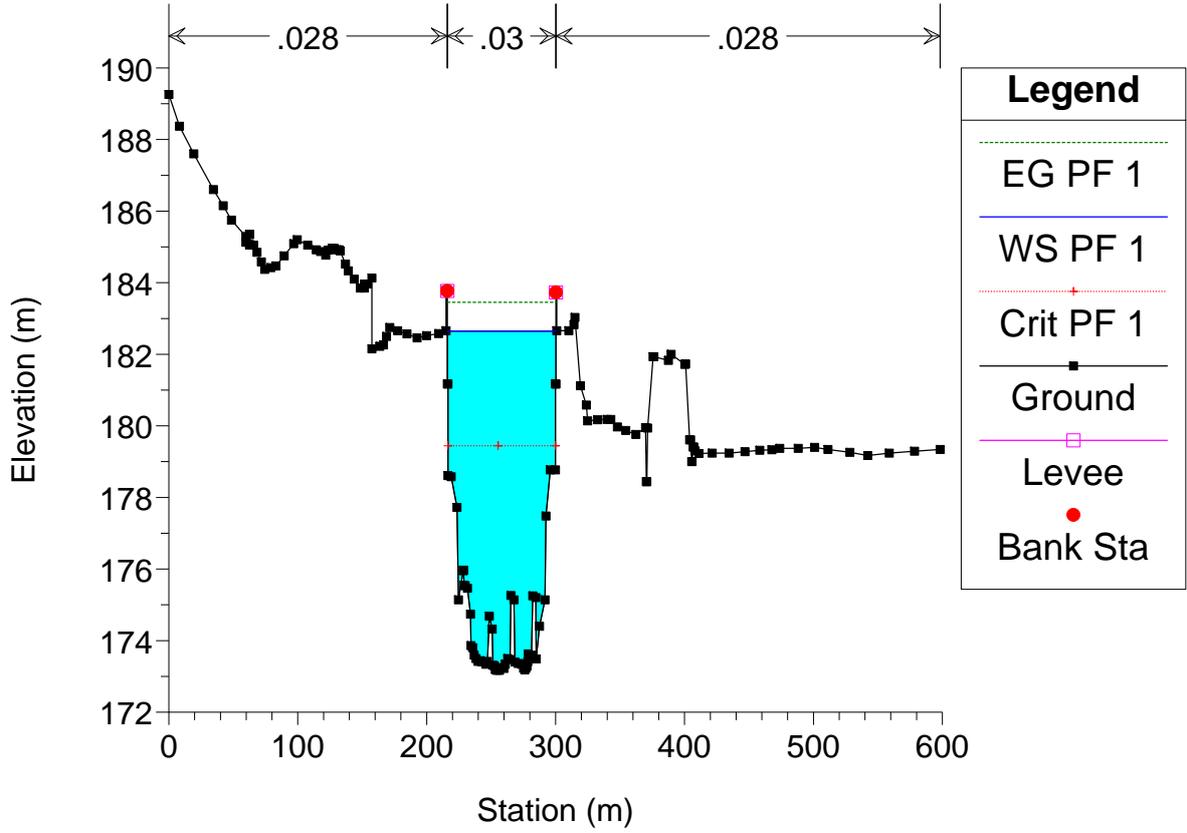
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



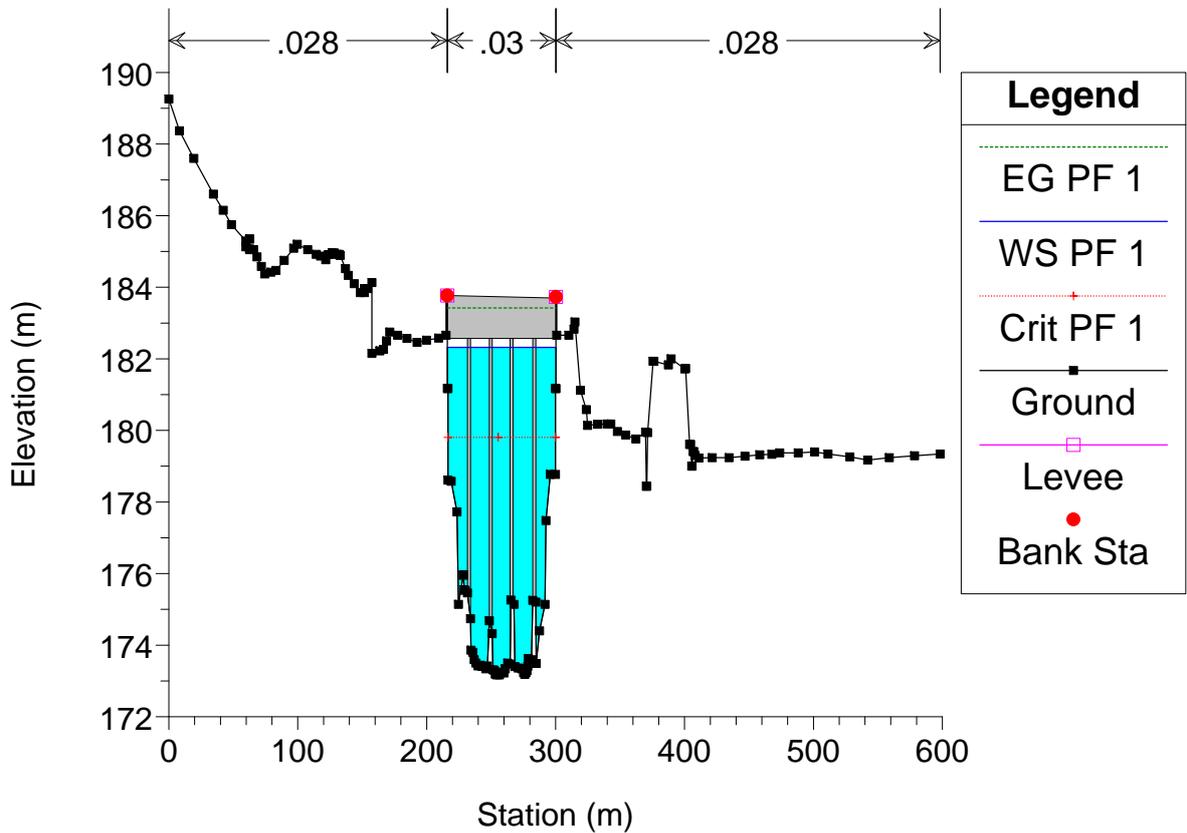
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



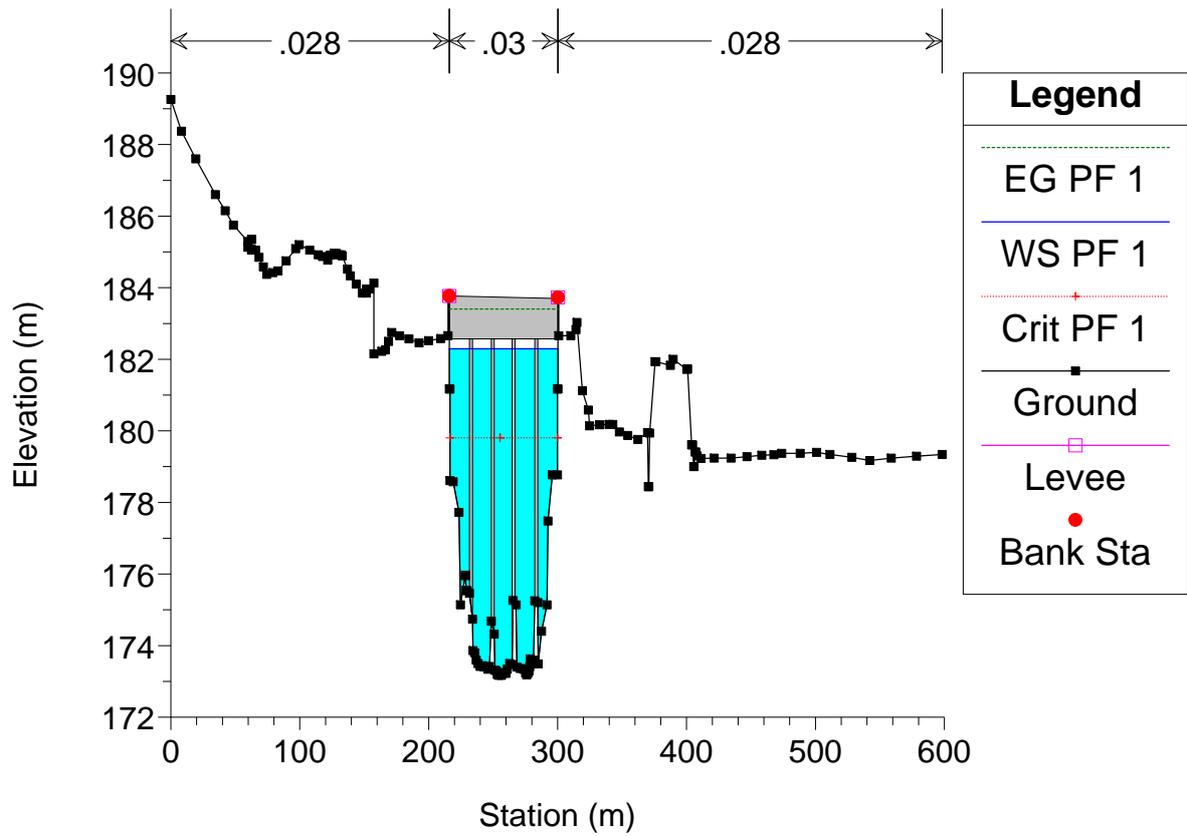
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011
sez ponte besenello



Adige Plan: Plan 03 25/07/2011

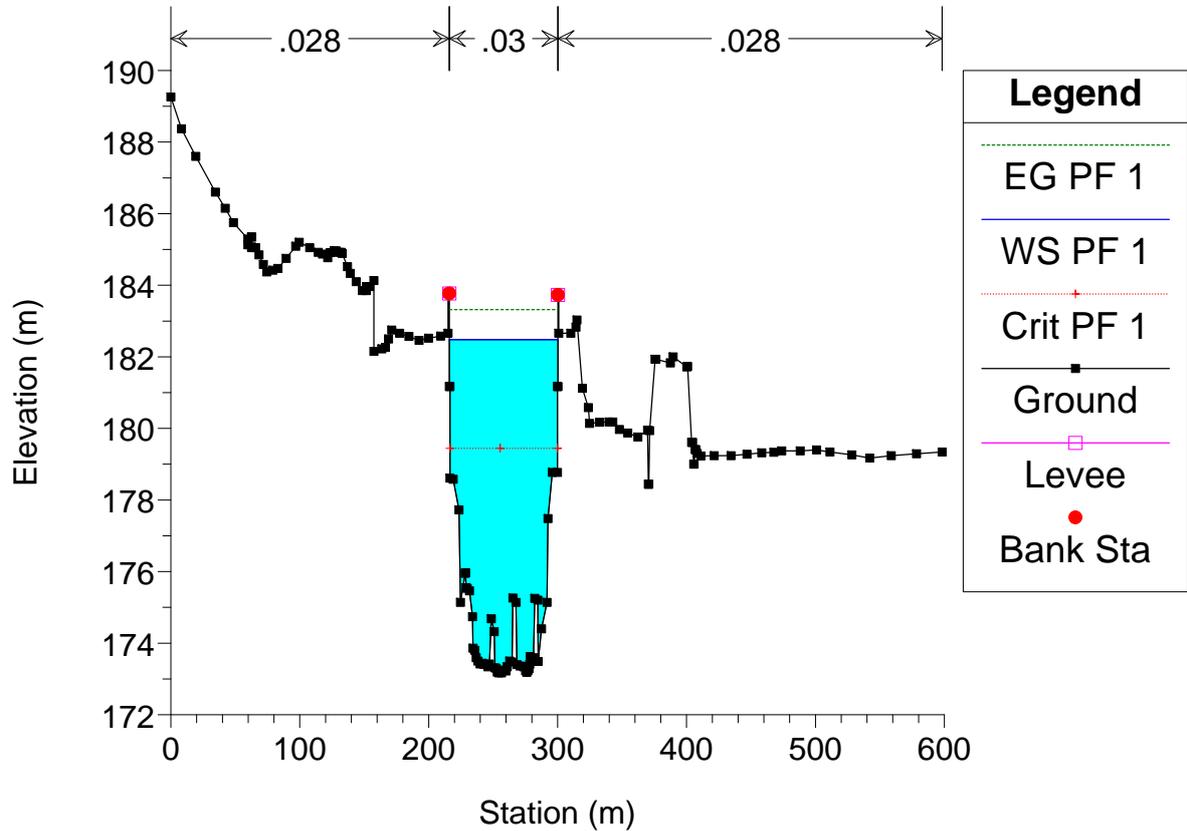


Adige Plan: Plan 03 25/07/2011

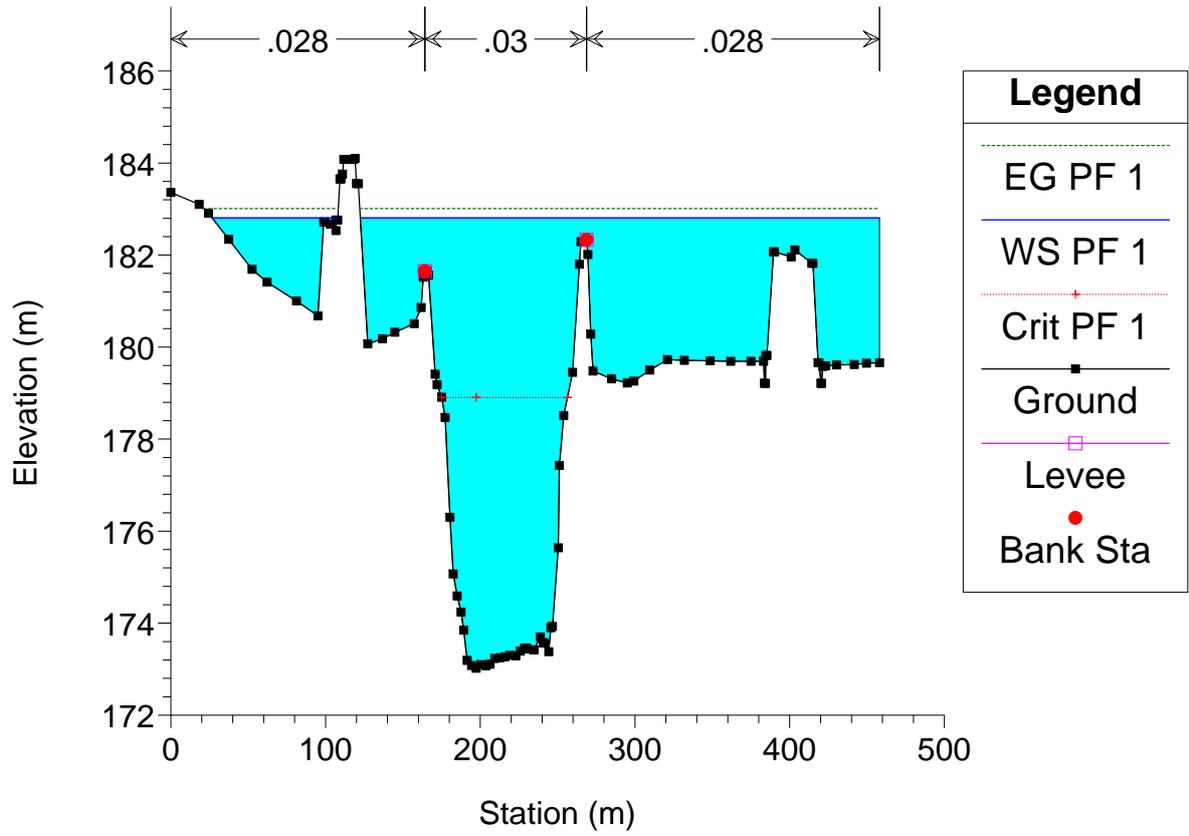


Adige Plan: Plan 03 25/07/2011

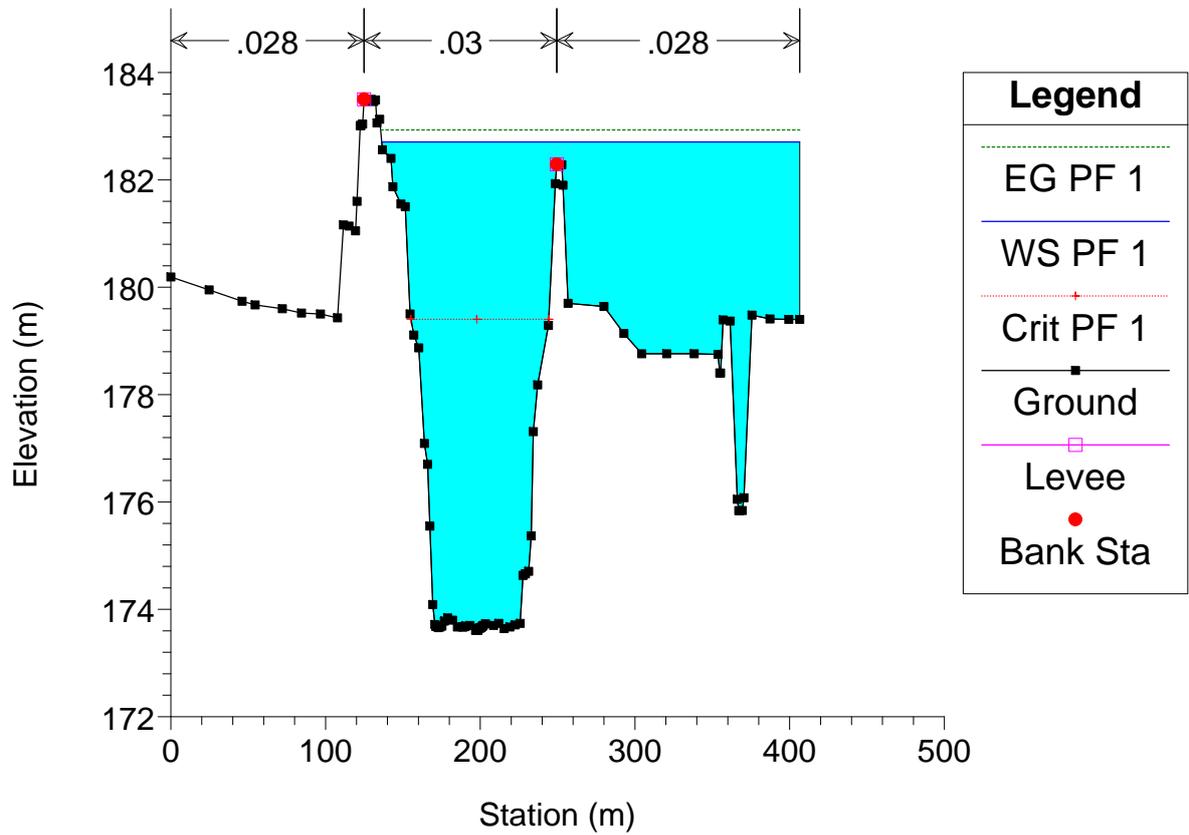
sez ponte besenello



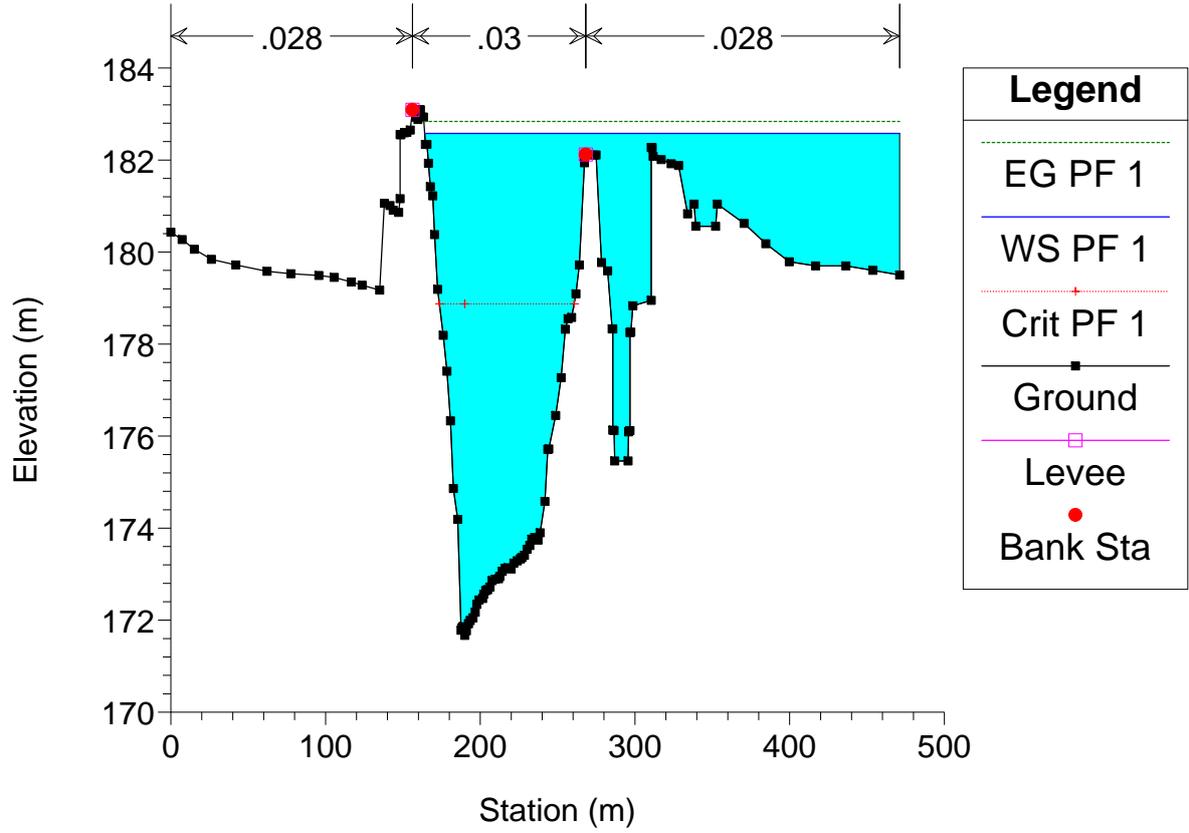
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



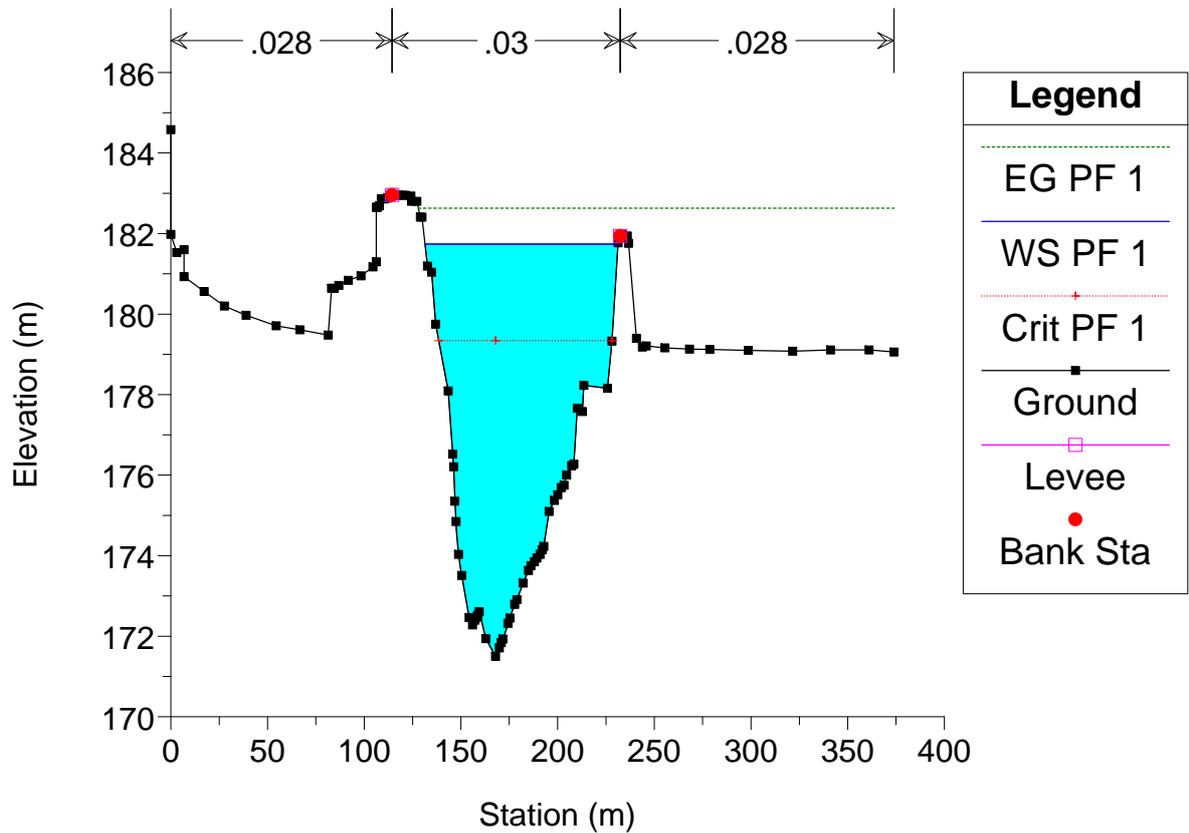
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



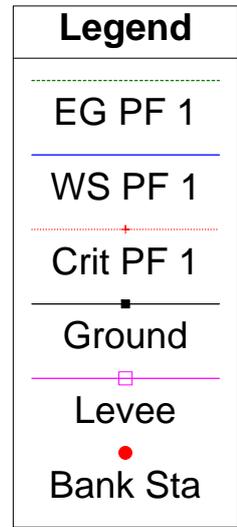
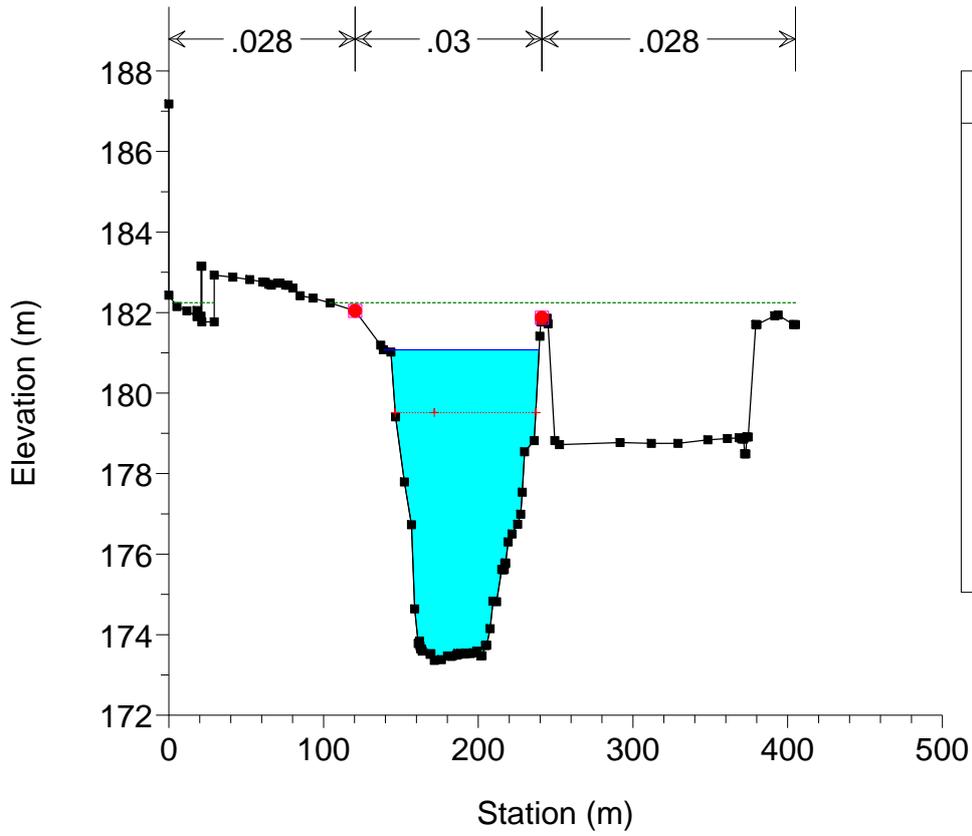
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



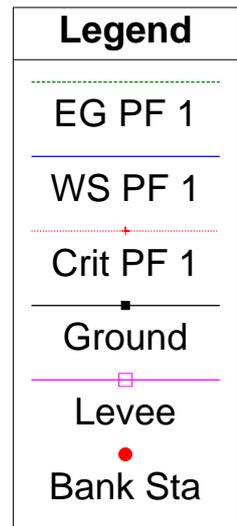
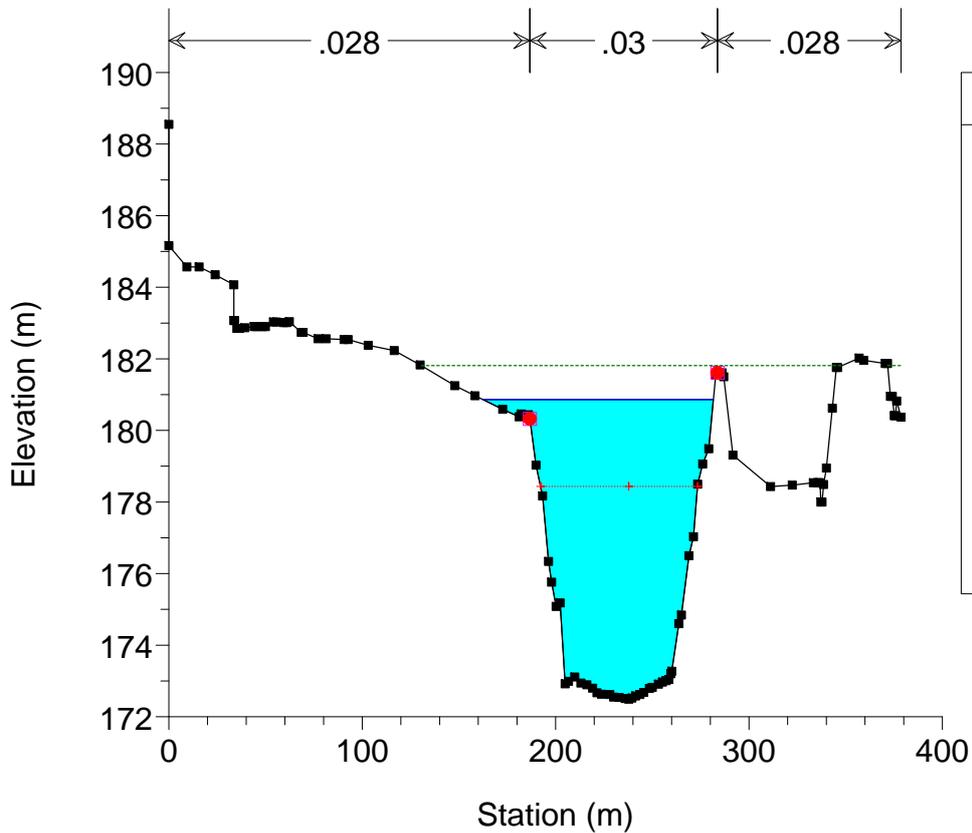
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



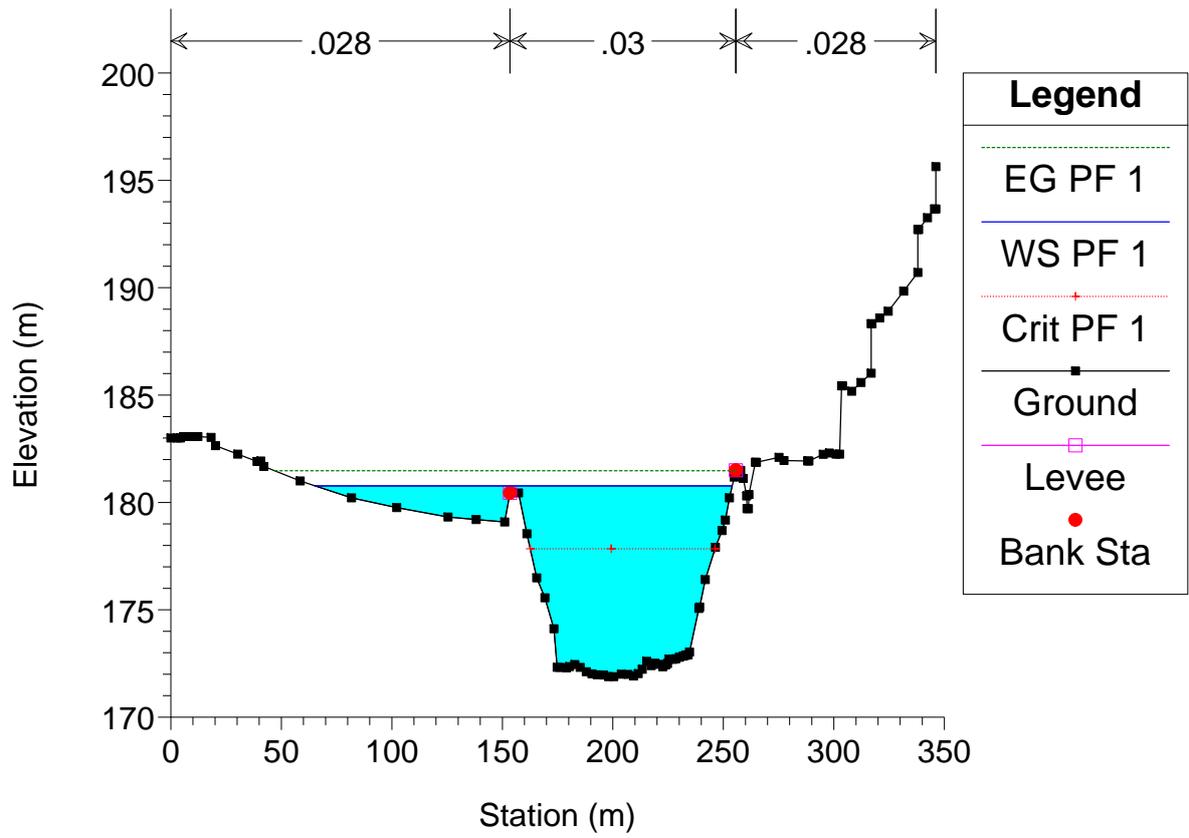
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



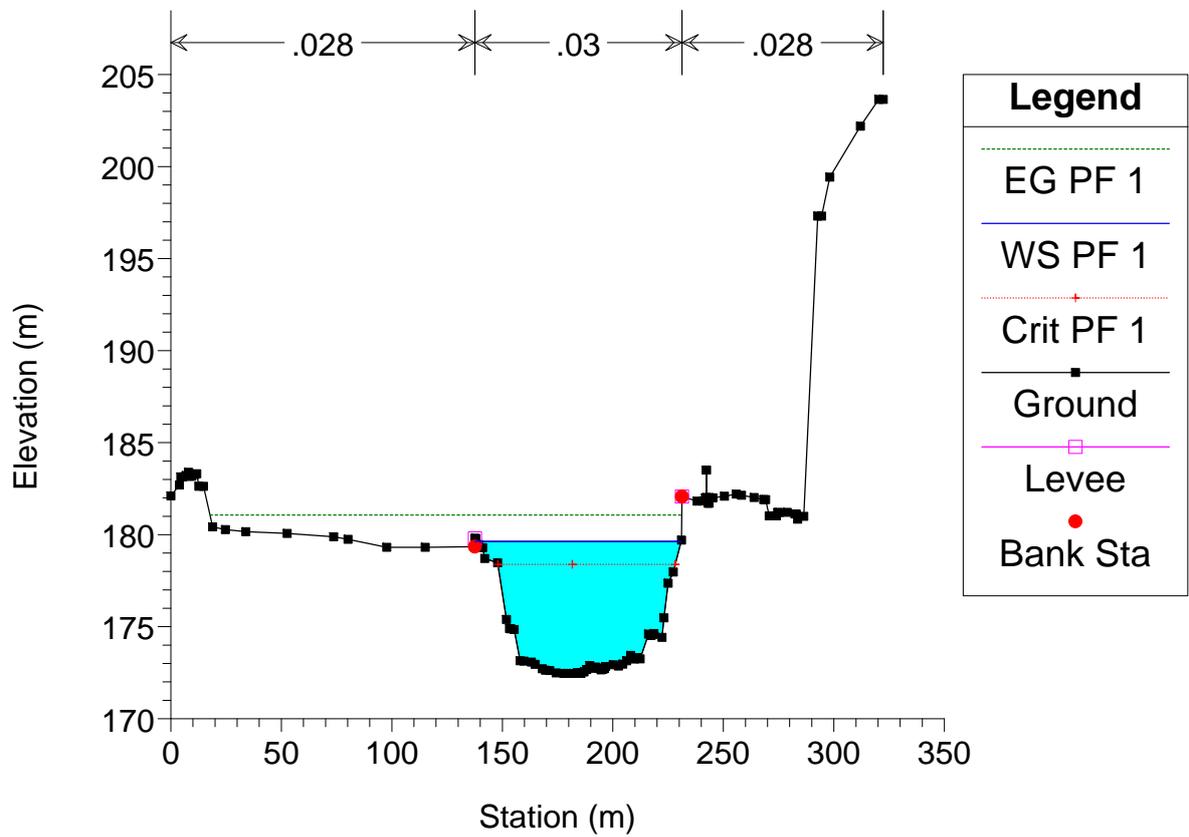
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



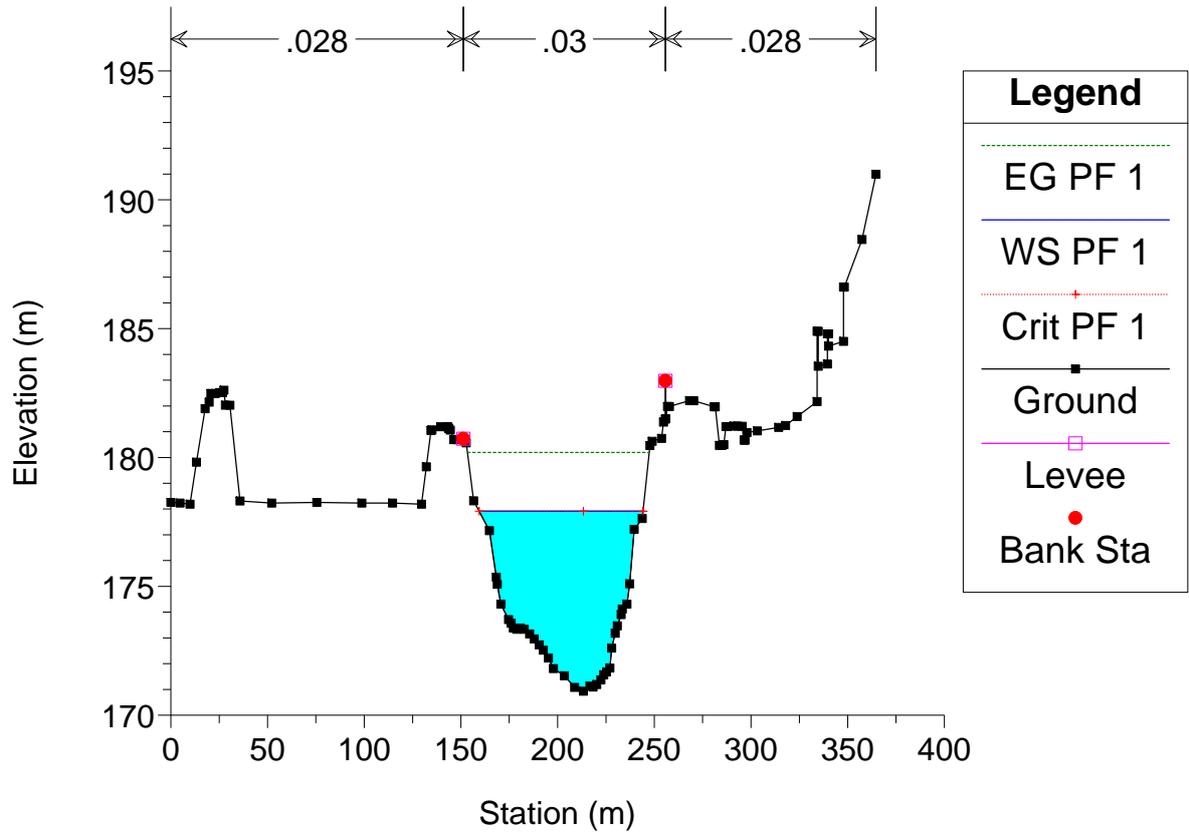
Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



Adige Plan: Plan 03 25/07/2011



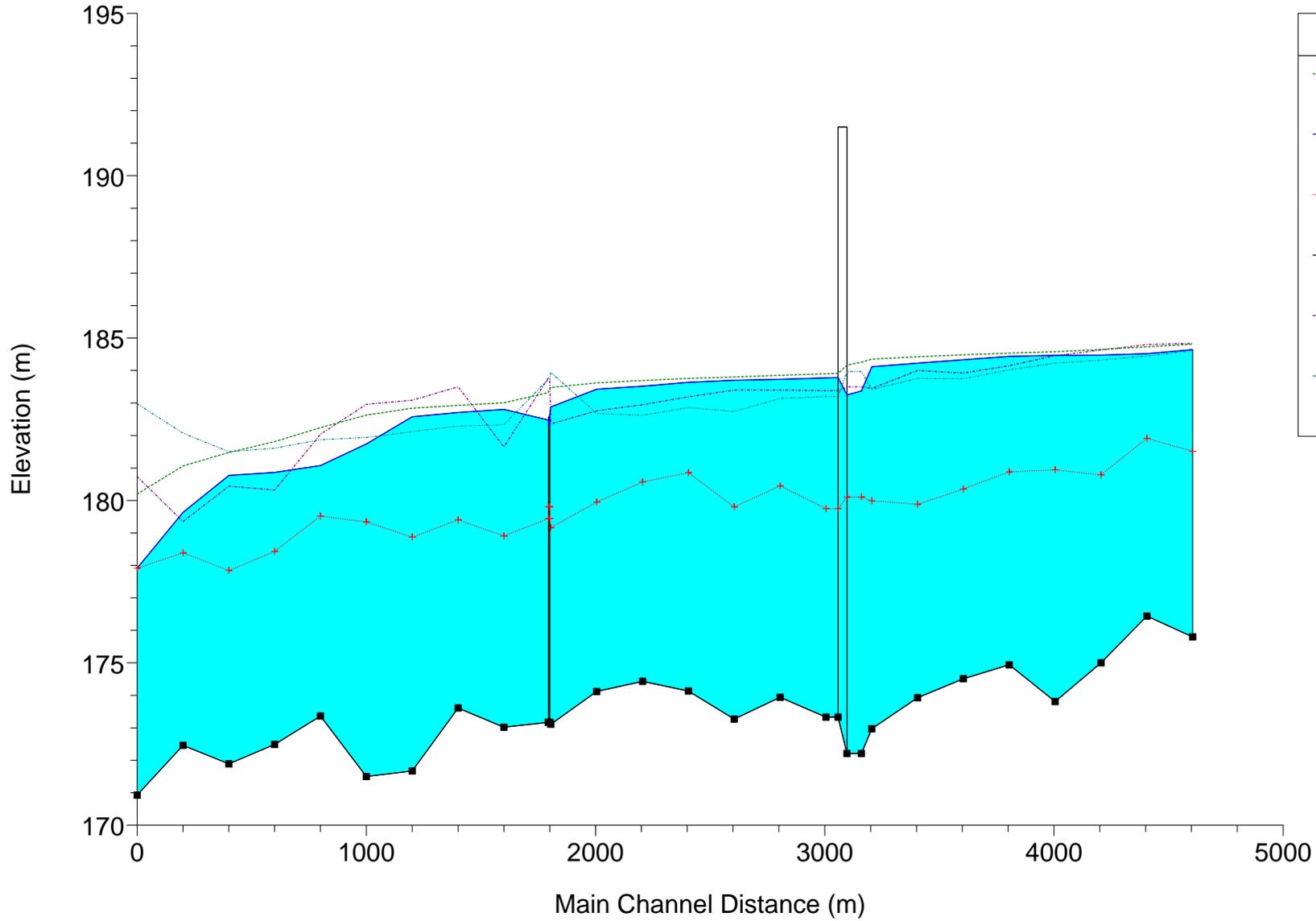
Fiume Adige – Stato di progetto

HEC-RAS Plan: SP River: Adige Reach: Adige Profile: PF 1

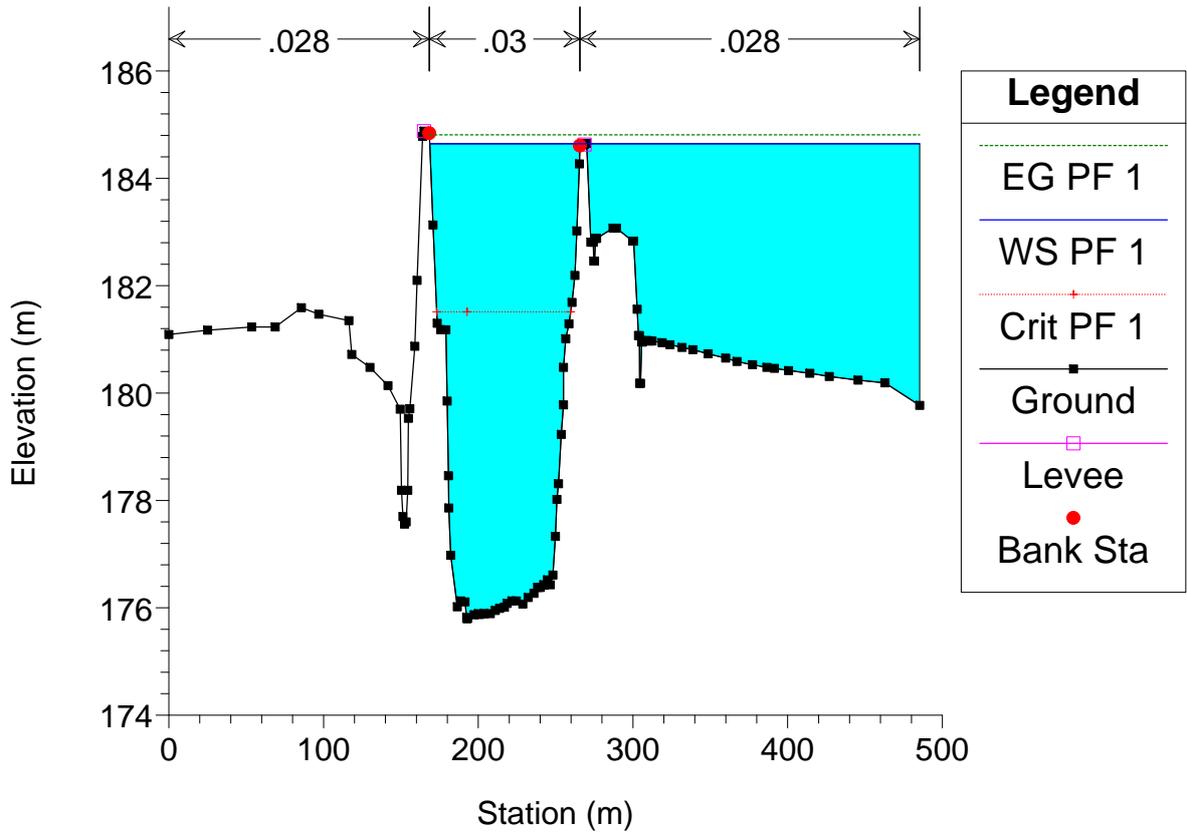
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
Adige	-456	PF 1	2600.00	175.80	184.64	181.51	184.88	184.63
Adige	-457	PF 1	2600.00	176.44	184.52	181.91	184.87	184.45
Adige	-458	PF 1	2600.00	175.00	184.48	180.79	184.65	184.32
Adige	-459	PF 1	2600.00	173.81	184.47	180.94	184.46	184.23
Adige	-460	PF 1	2600.00	174.94	184.44	180.88	184.15	184.02
Adige	-461	PF 1	2600.00	174.51	184.33	180.35	183.92	183.75
Adige	-462	PF 1	2600.00	173.93	184.23	179.88	184.00	183.76
Adige	-463	PF 1	2600.00	172.97	184.12	179.99	183.45	183.42
Adige	-464	PF 1	2600.00	172.21	183.37	180.11	183.50	183.97
Adige	-464.5		Bridge					
Adige	-465	PF 1	2600.00	173.33	183.77	179.75	183.38	183.20
Adige	-466	PF 1	2600.00	173.94	183.73	180.45	183.40	183.14
Adige	-467	PF 1	2600.00	173.27	183.70	179.80	183.40	182.74
Adige	-468	PF 1	2600.00	174.13	183.64	180.86	183.19	182.86
Adige	-469	PF 1	2600.00	174.43	183.52	180.57	182.95	182.62
Adige	-470	PF 1	2600.00	174.12	183.43	179.95	182.76	182.68
Adige	-471	PF 1	2600.00	173.11	182.88	179.17	182.50	183.94
Adige	-472	PF 1	2600.00	173.17	182.65	179.44	183.77	183.73
Adige	-472.5		Bridge					
Adige	-472.8	PF 1	2600.00	173.17	182.48	179.44	183.77	183.73
Adige	-473	PF 1	2600.00	173.02	182.81	178.91	181.65	182.33
Adige	-474	PF 1	2600.00	173.61	182.71	179.40	183.50	182.29
Adige	-475	PF 1	2600.00	171.67	182.58	178.87	183.09	182.12
Adige	-476	PF 1	2600.00	171.50	181.74	179.34	182.96	181.94
Adige	-477	PF 1	2600.00	173.36	181.07	179.52	182.04	181.87
Adige	-478	PF 1	2600.00	172.49	180.86	178.43	180.32	181.61
Adige	-479	PF 1	2600.00	171.89	180.77	177.84	180.44	181.50
Adige	-480	PF 1	2600.00	172.46	179.63	178.39	179.80	182.07
Adige	-481	PF 1	2600.00	170.93	177.92	177.92	180.73	182.98

Adige Plan: SP 25/07/2011

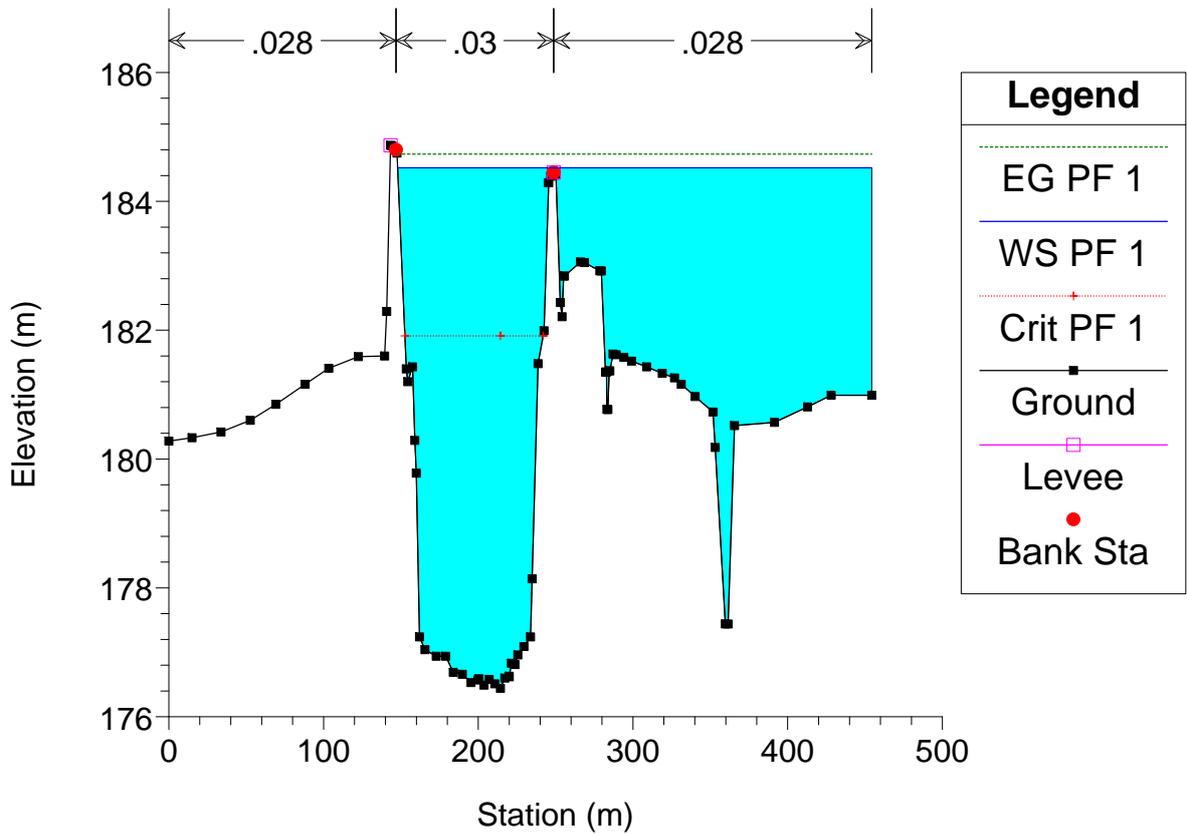
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



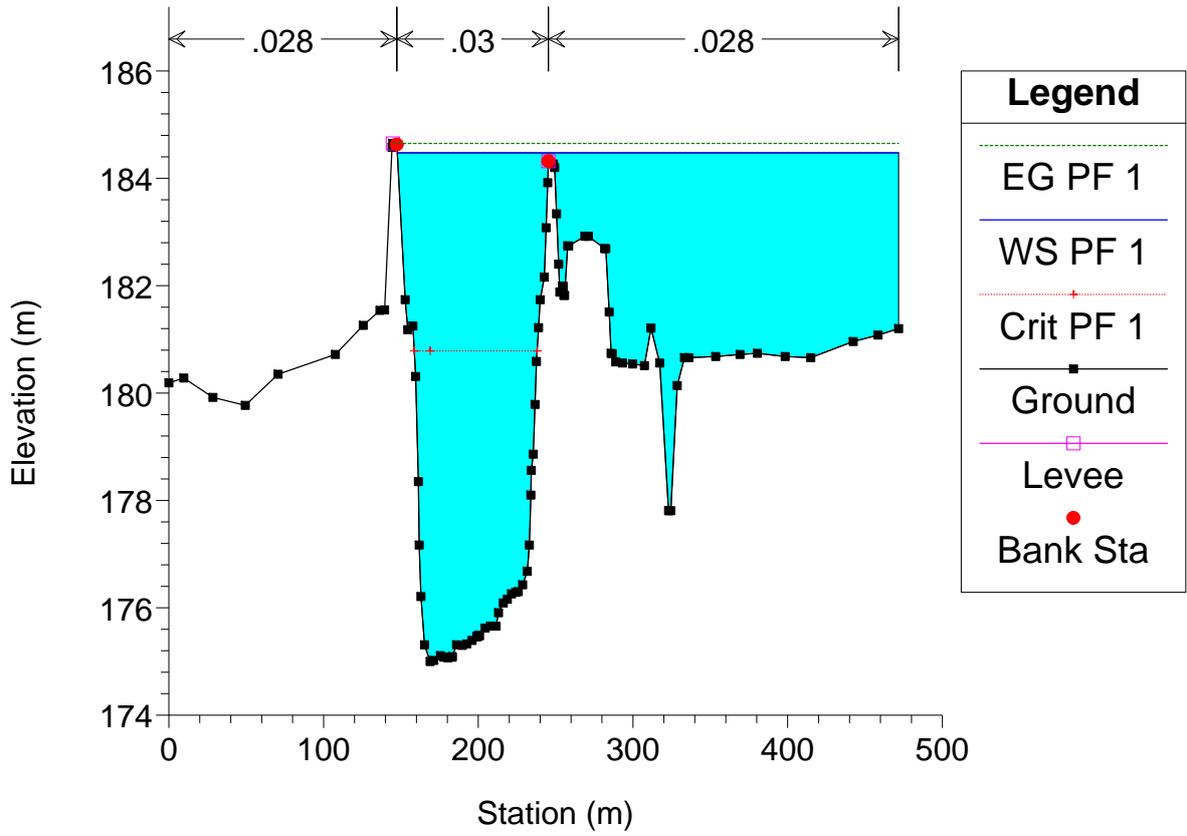
Adige Plan: SP 25/07/2011



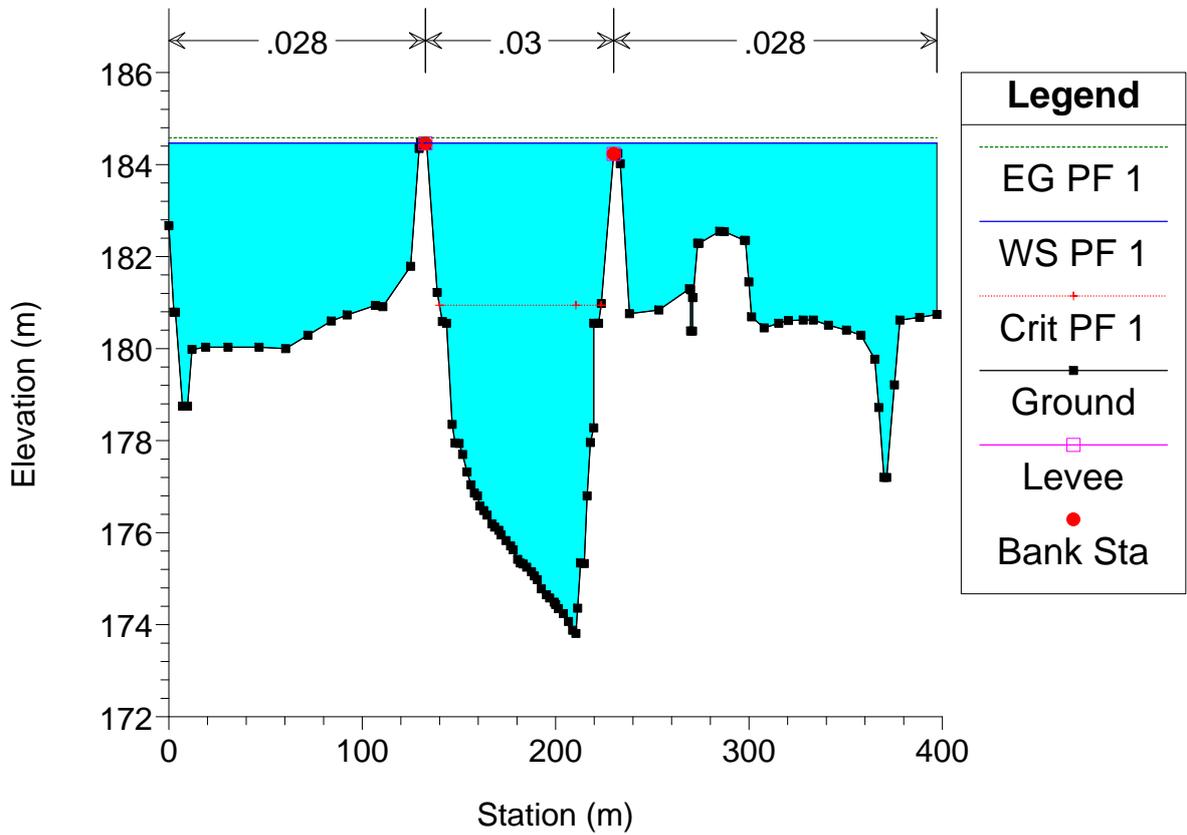
Adige Plan: SP 25/07/2011



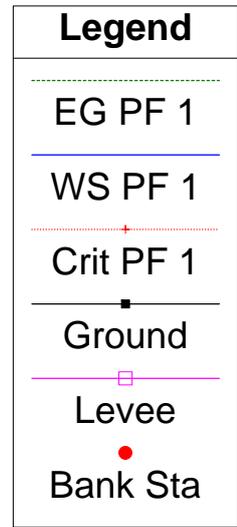
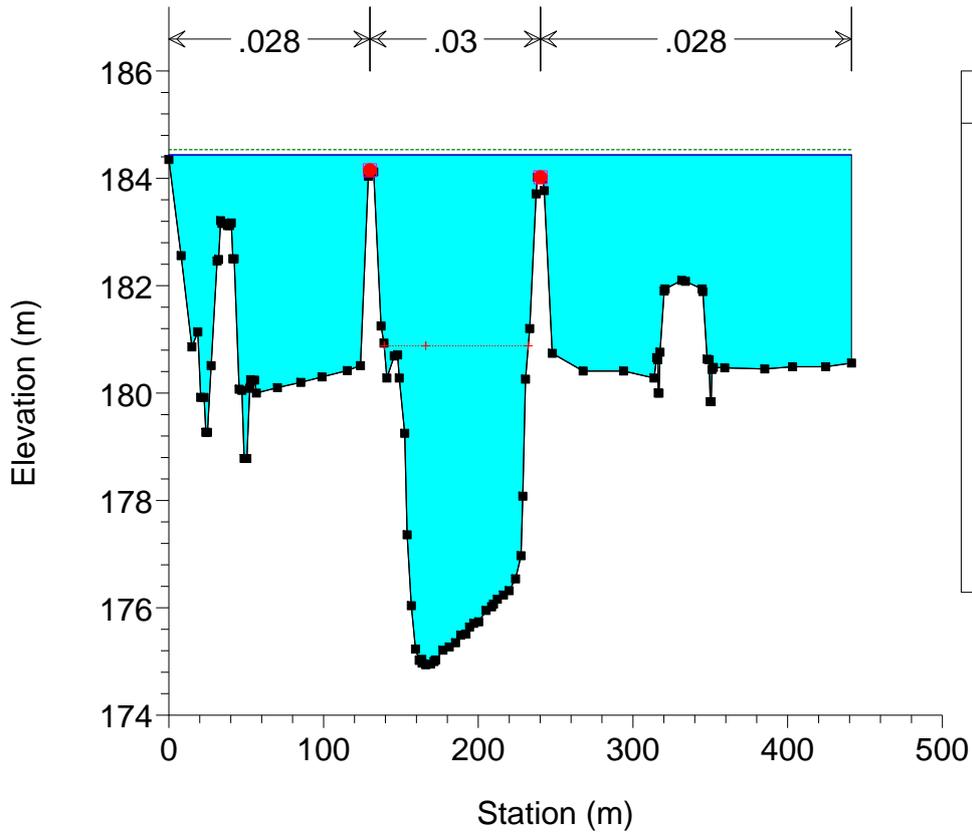
Adige Plan: SP 25/07/2011



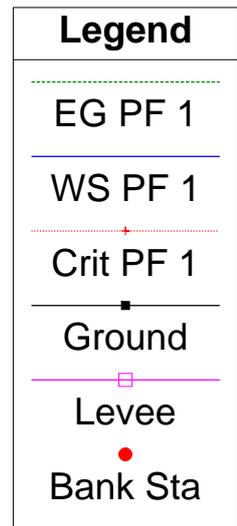
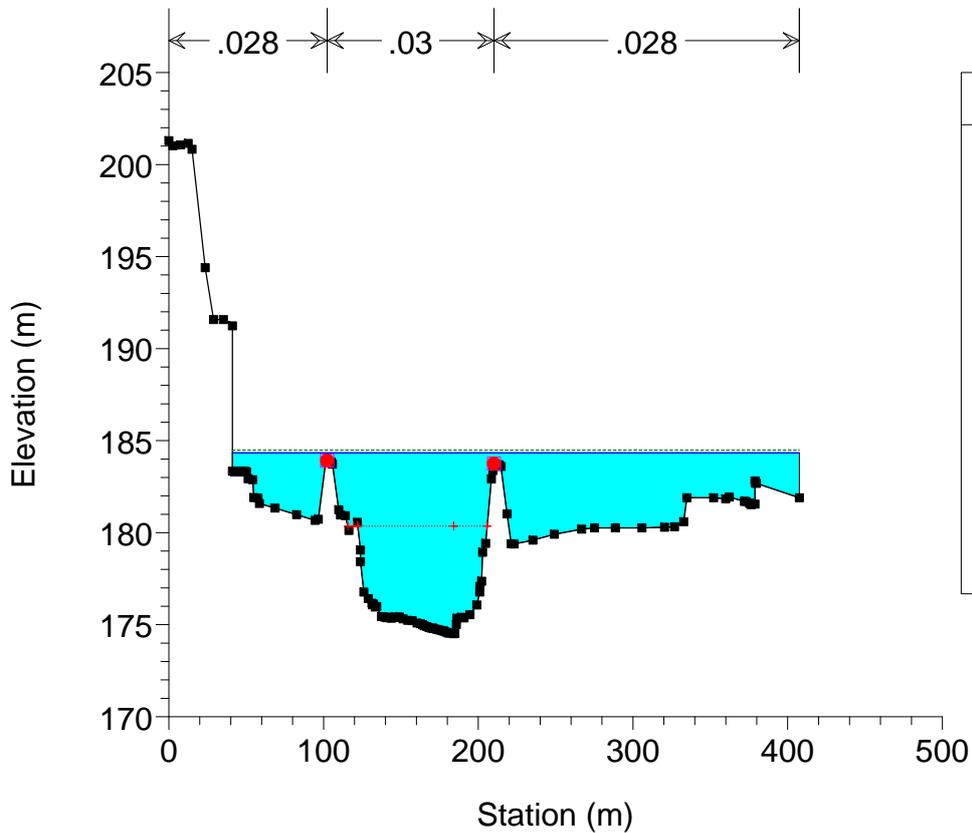
Adige Plan: SP 25/07/2011



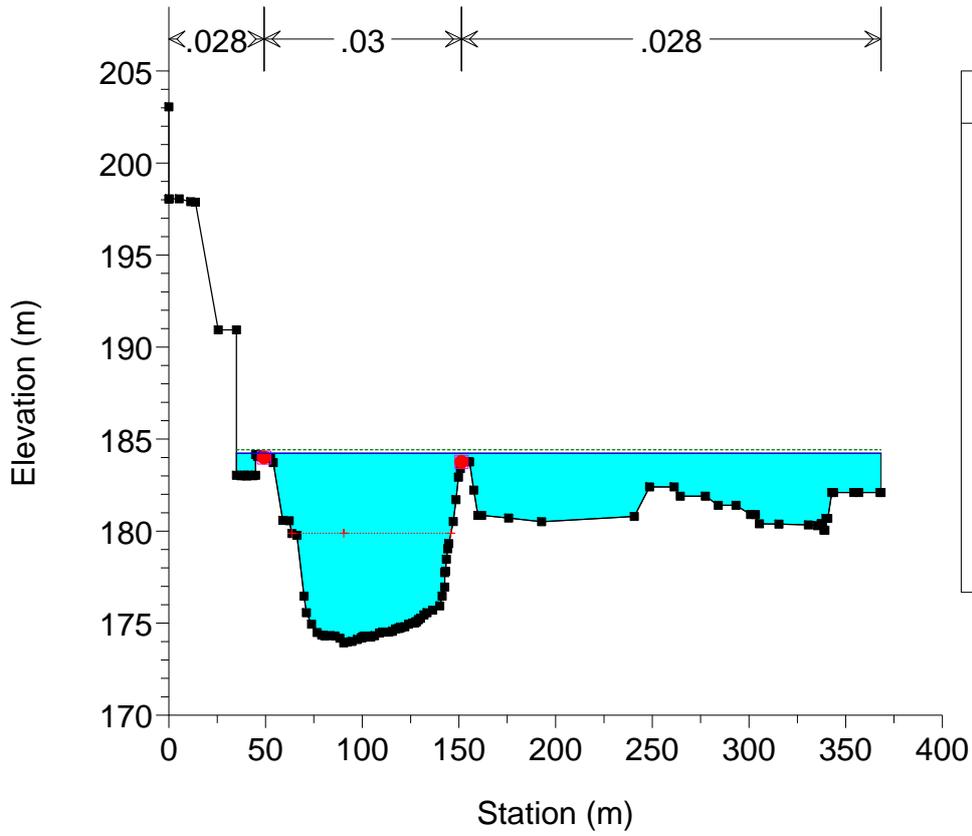
Adige Plan: SP 25/07/2011



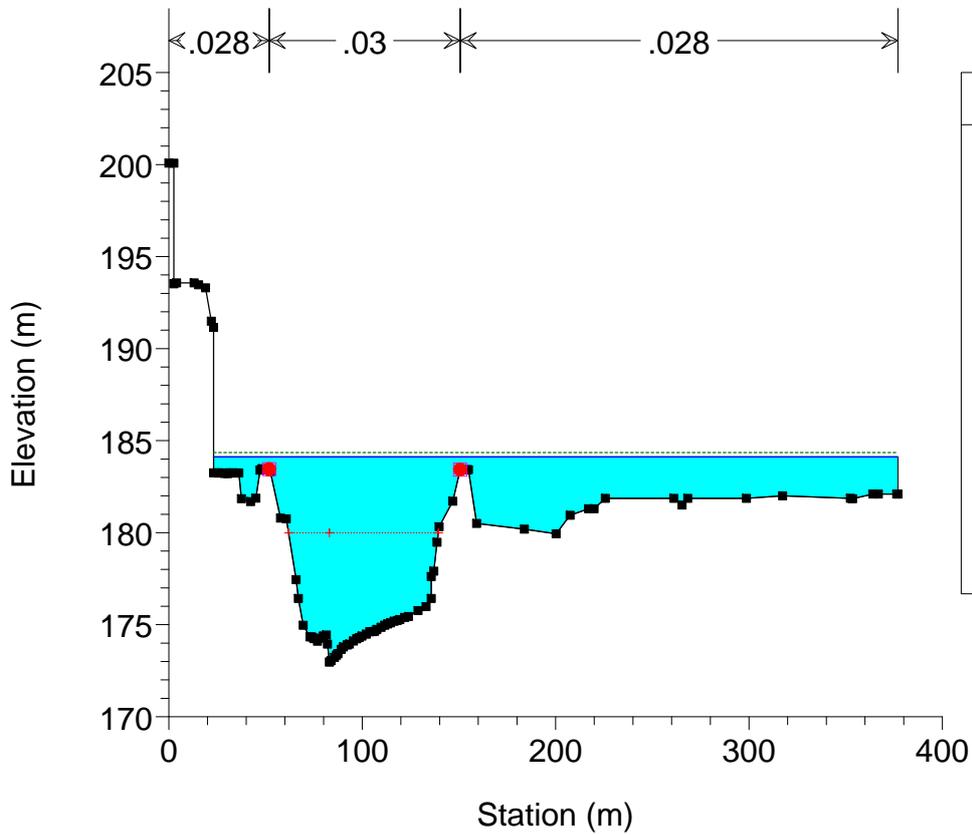
Adige Plan: SP 25/07/2011



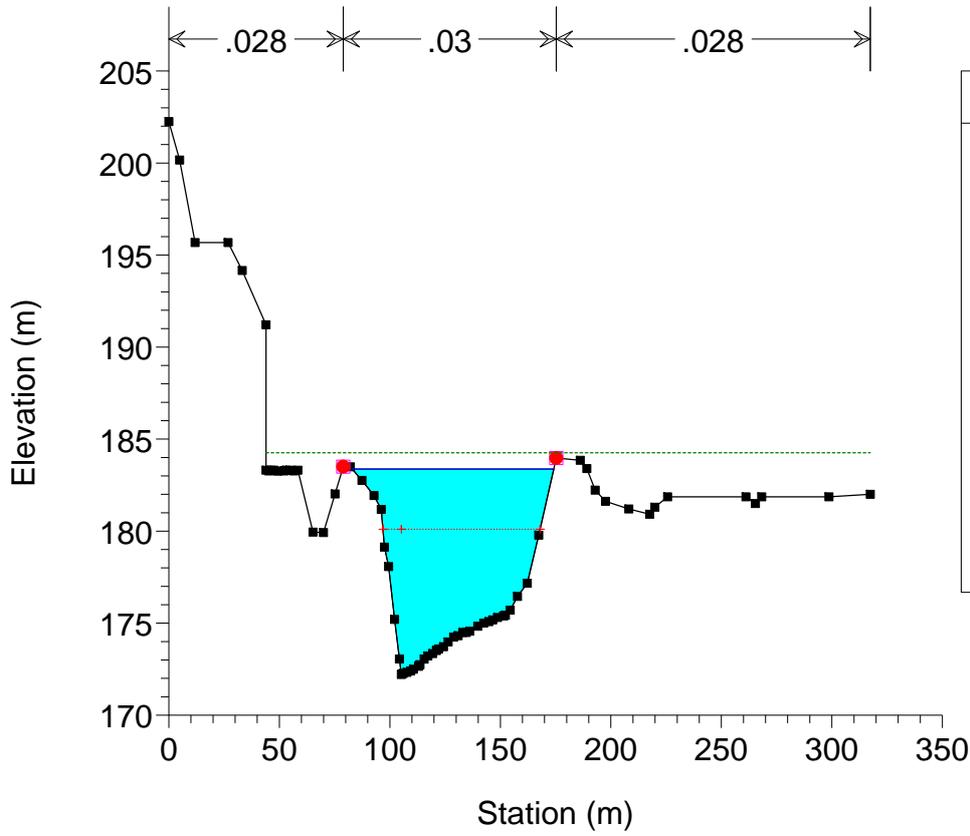
Adige Plan: SP 25/07/2011



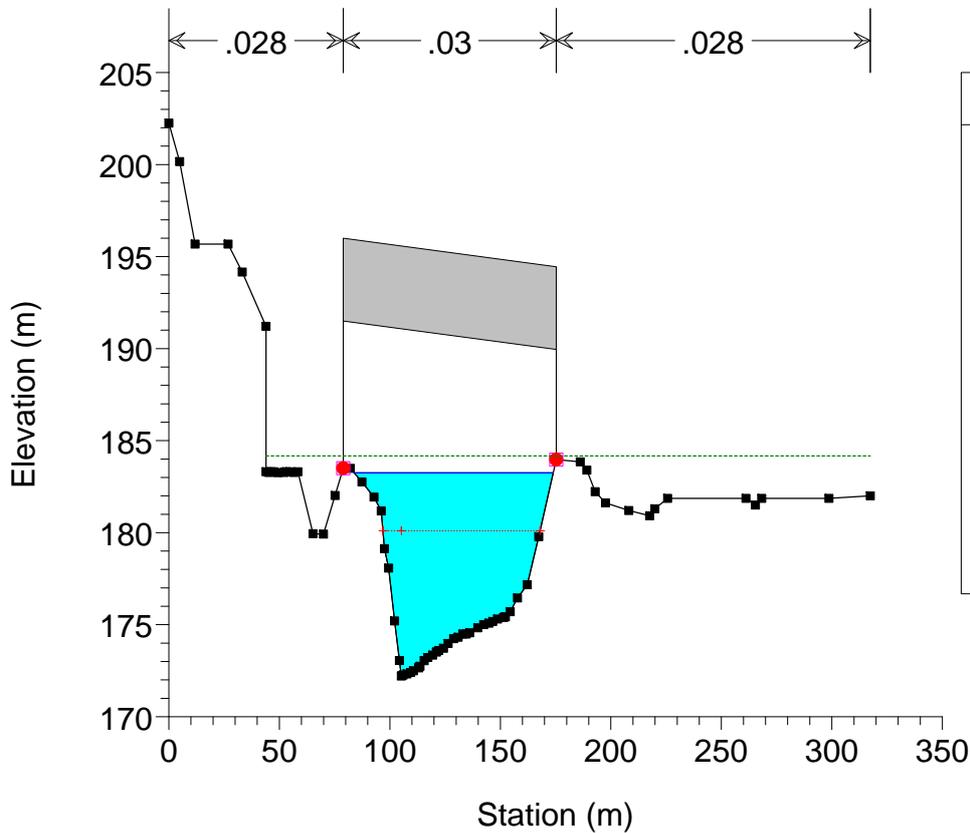
Adige Plan: SP 25/07/2011



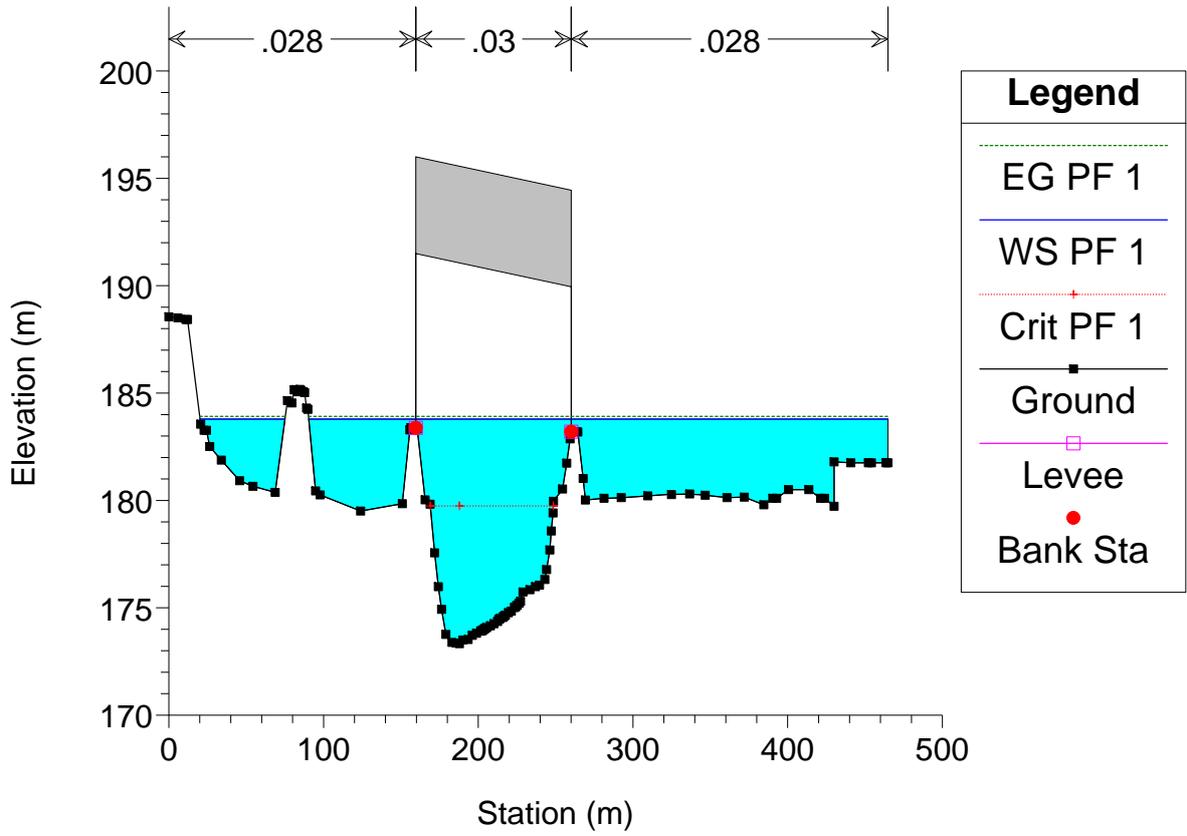
Adige Plan: SP 25/07/2011



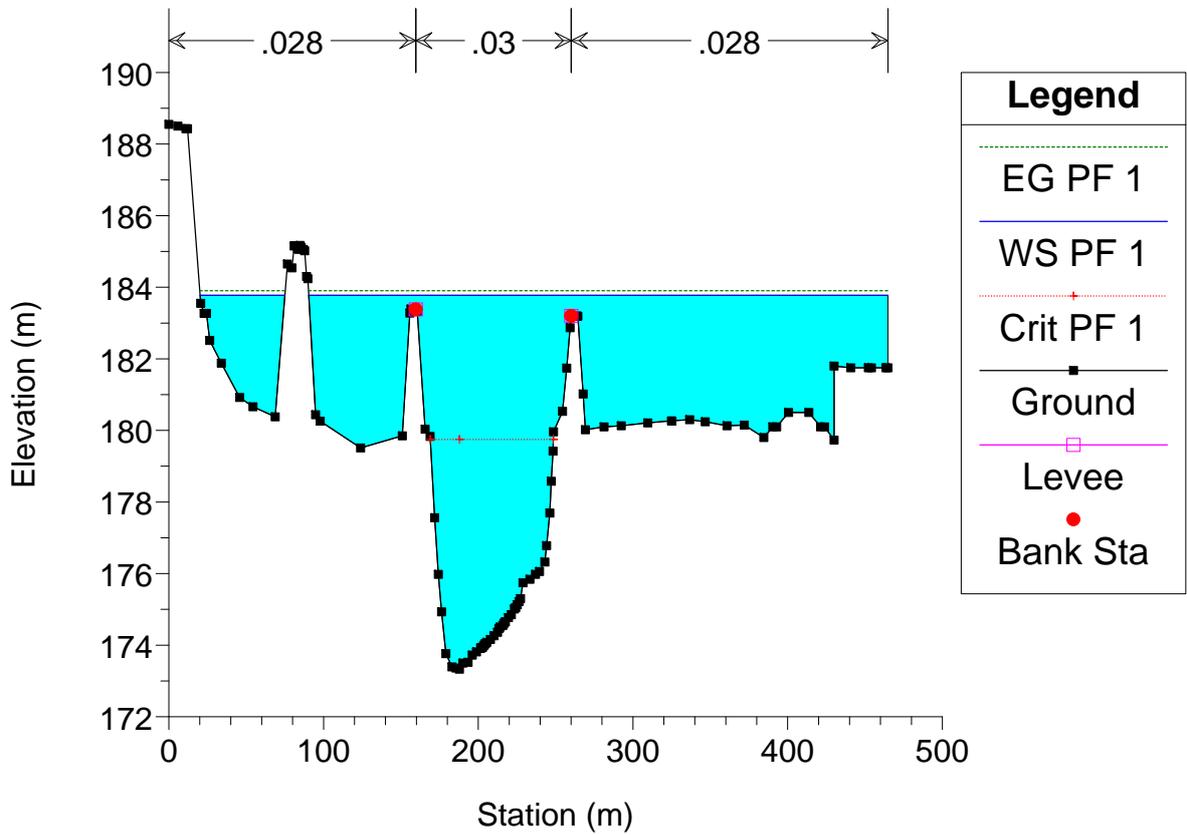
Adige Plan: SP 25/07/2011



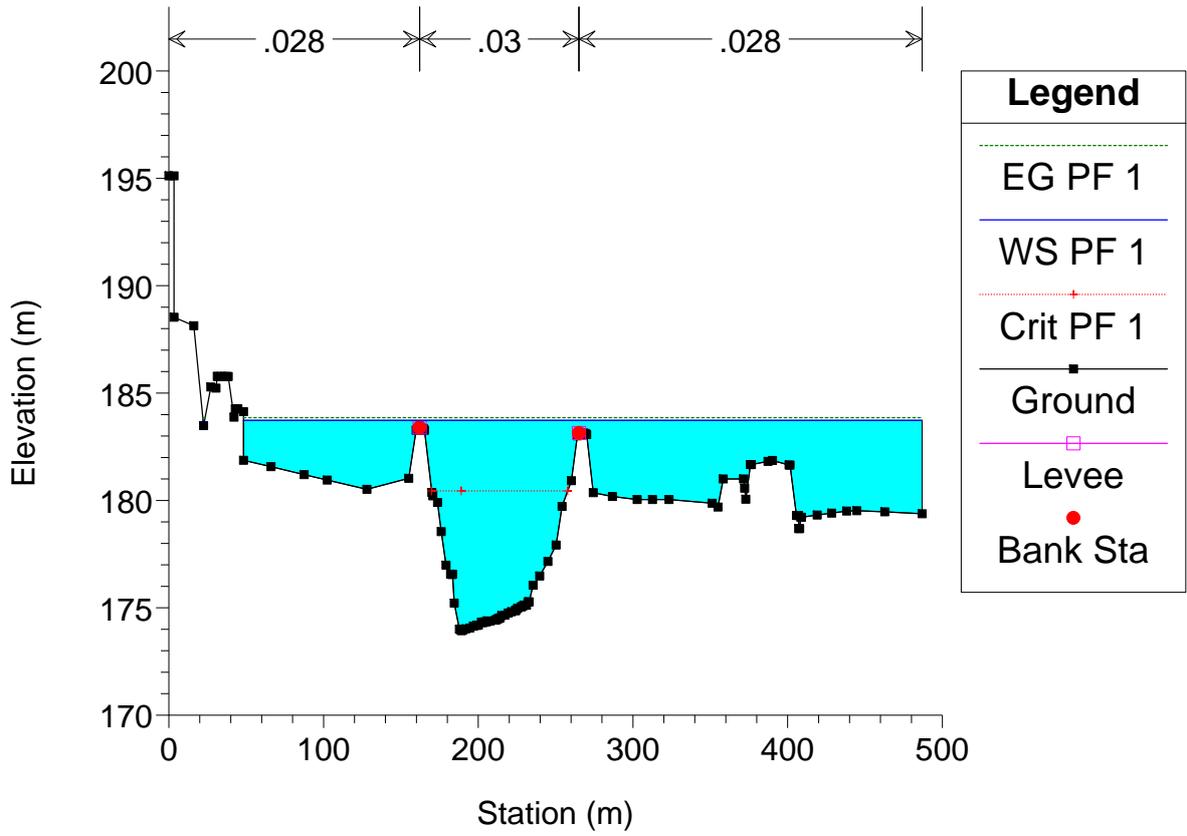
Adige Plan: SP 25/07/2011



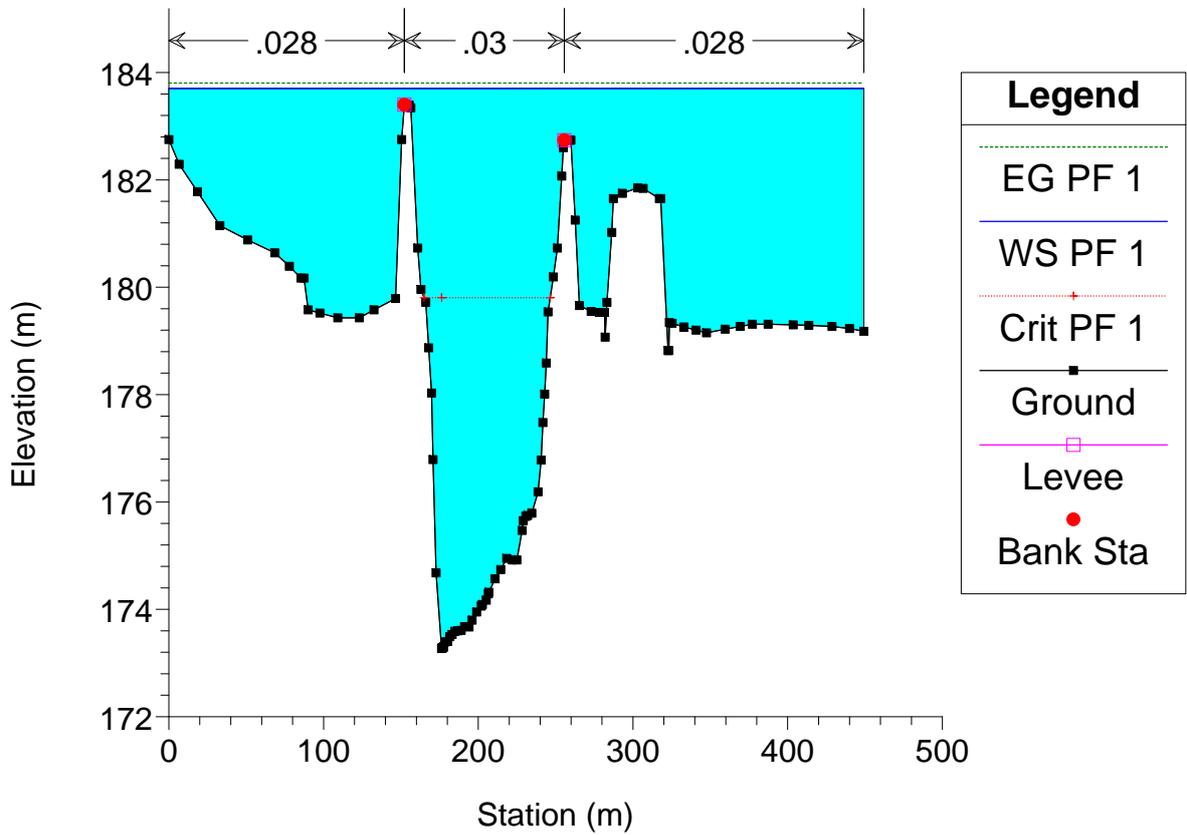
Adige Plan: SP 25/07/2011



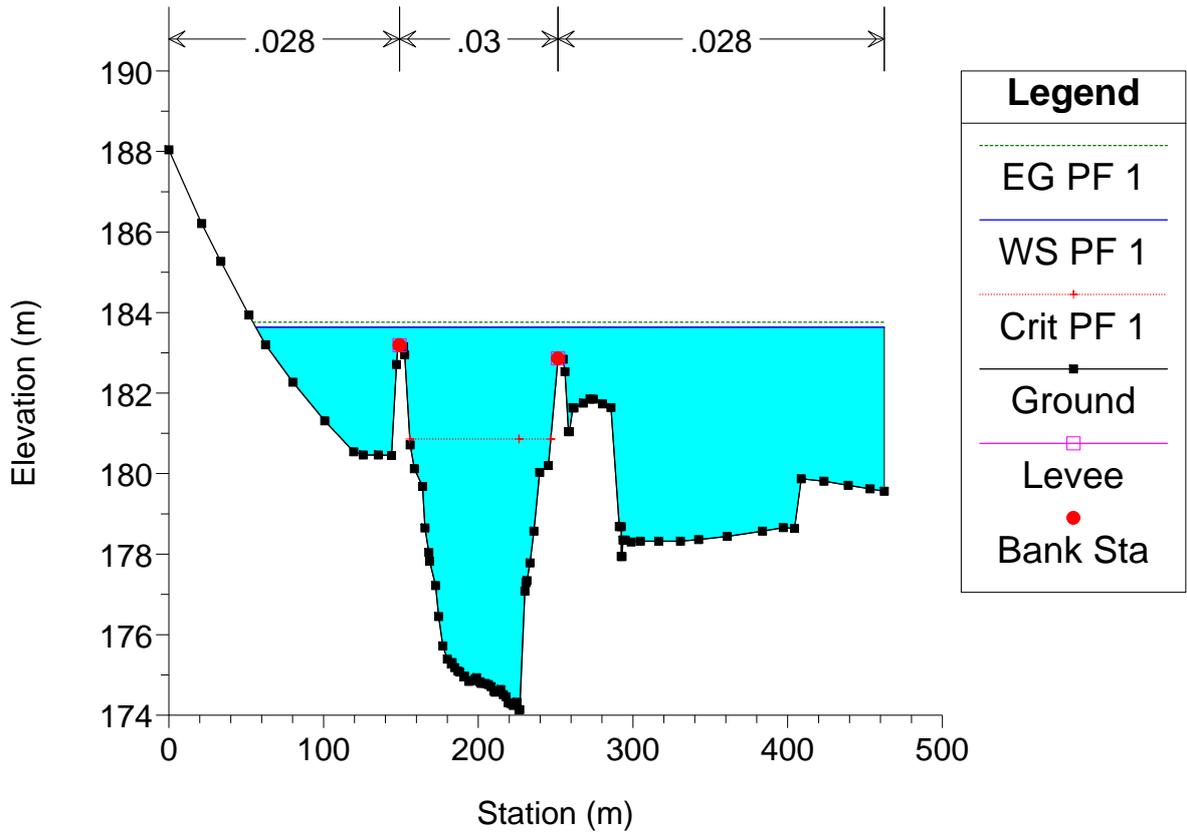
Adige Plan: SP 25/07/2011



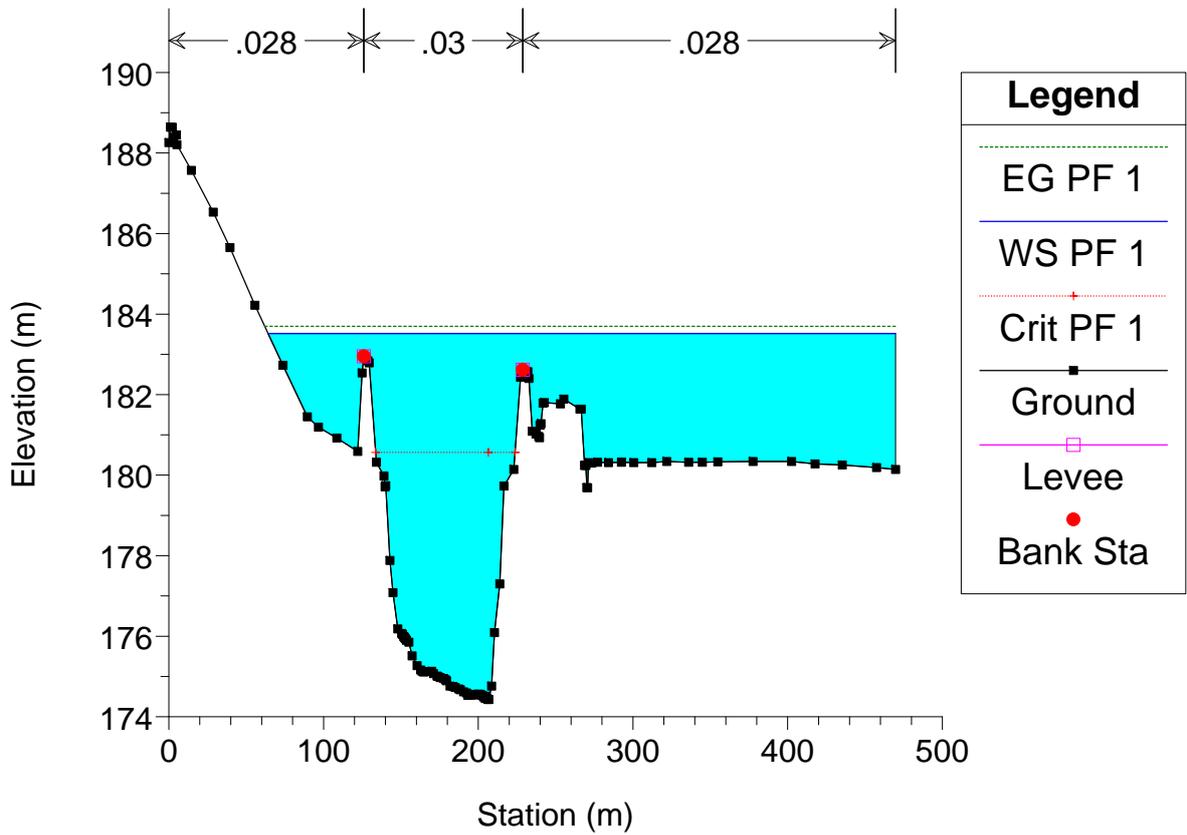
Adige Plan: SP 25/07/2011



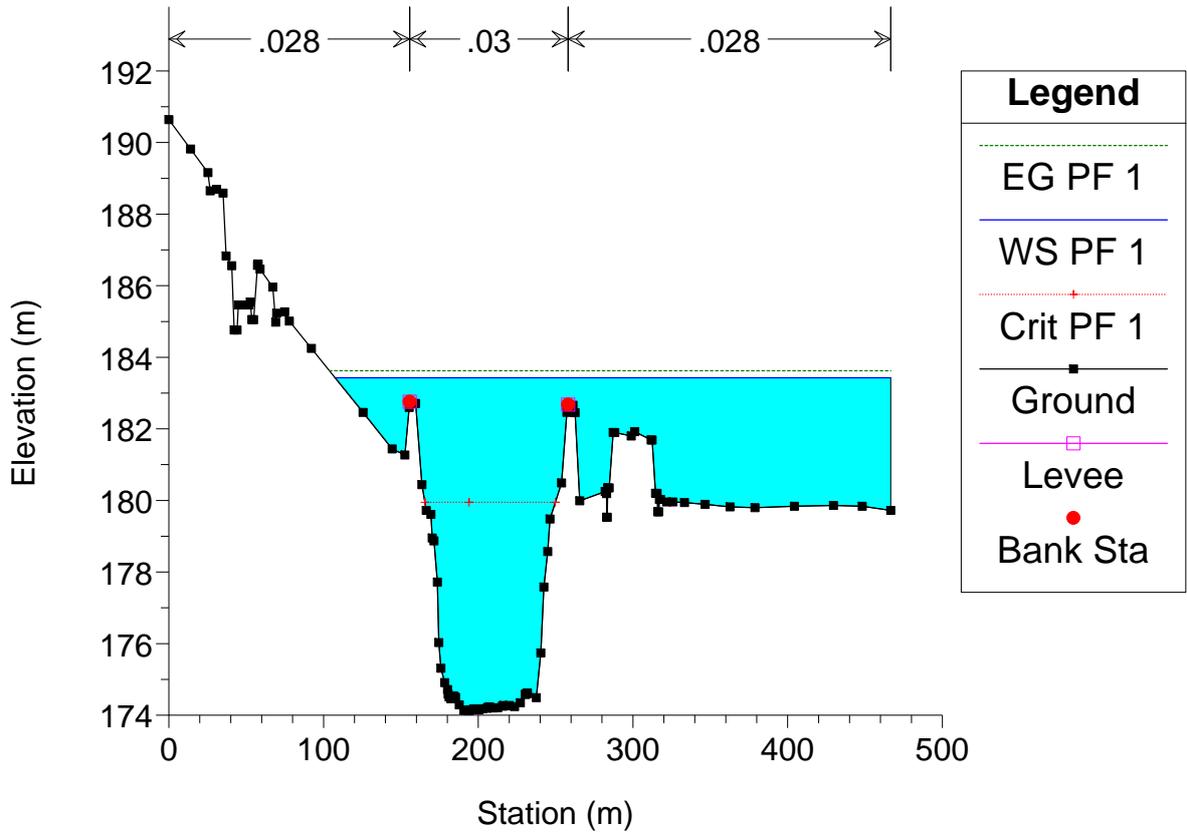
Adige Plan: SP 25/07/2011



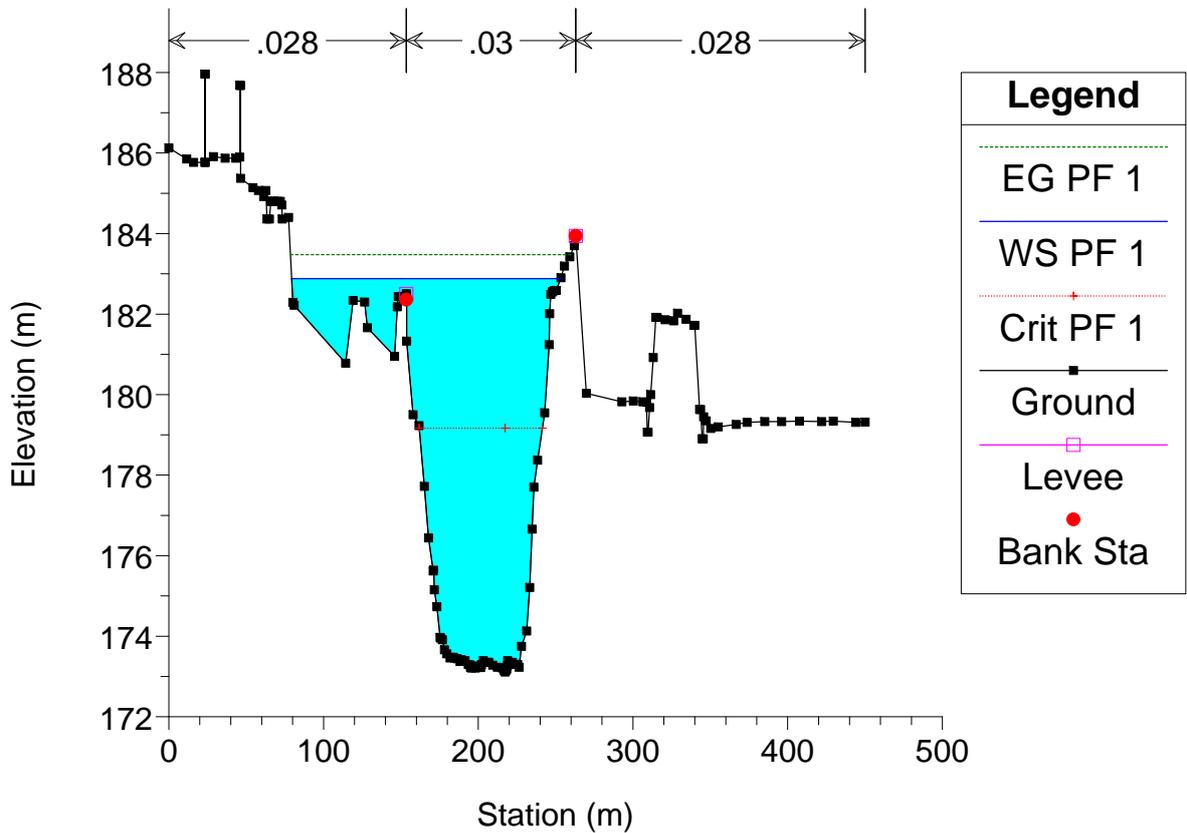
Adige Plan: SP 25/07/2011



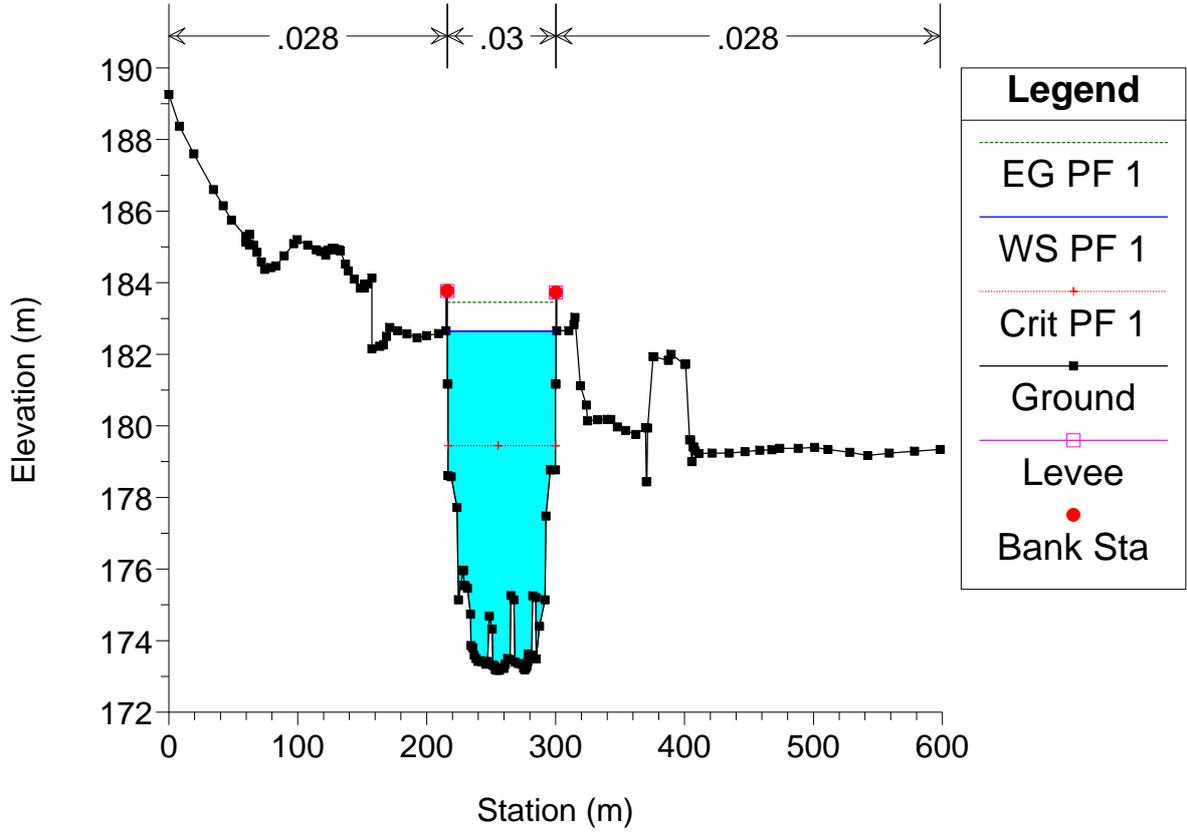
Adige Plan: SP 25/07/2011



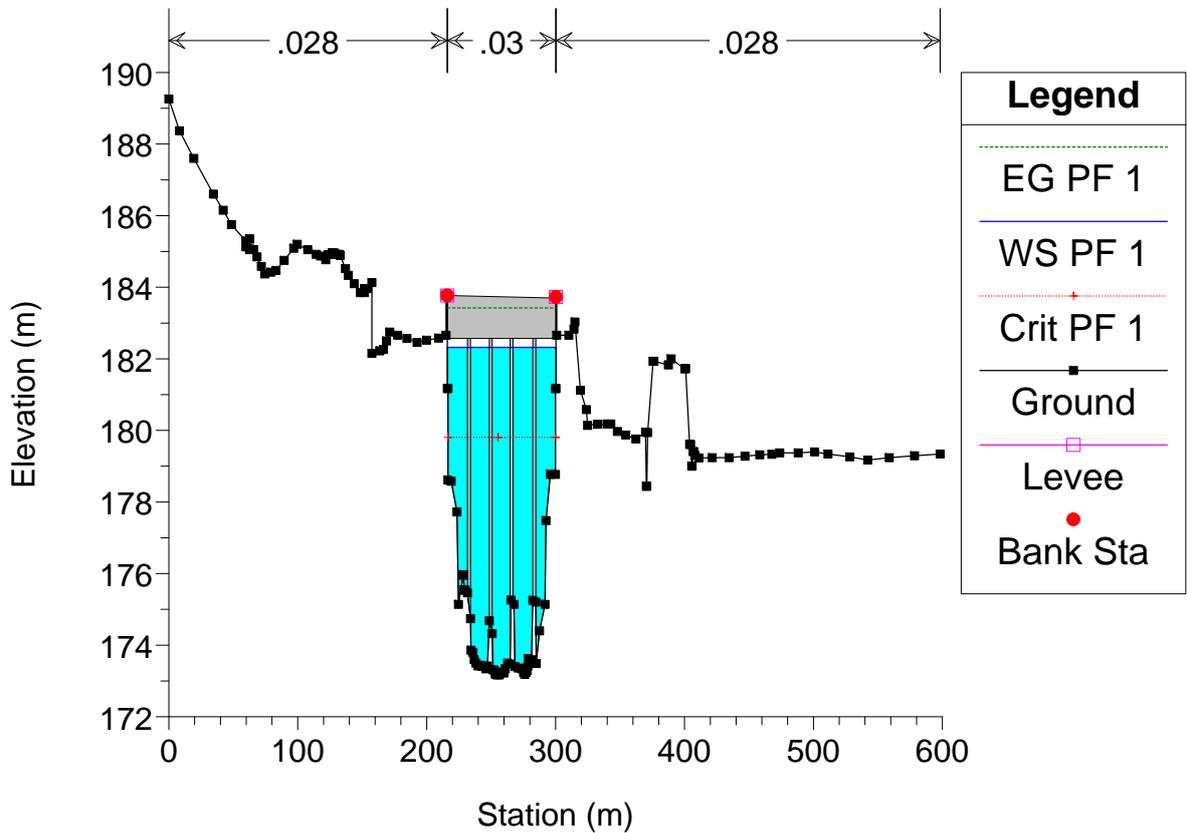
Adige Plan: SP 25/07/2011



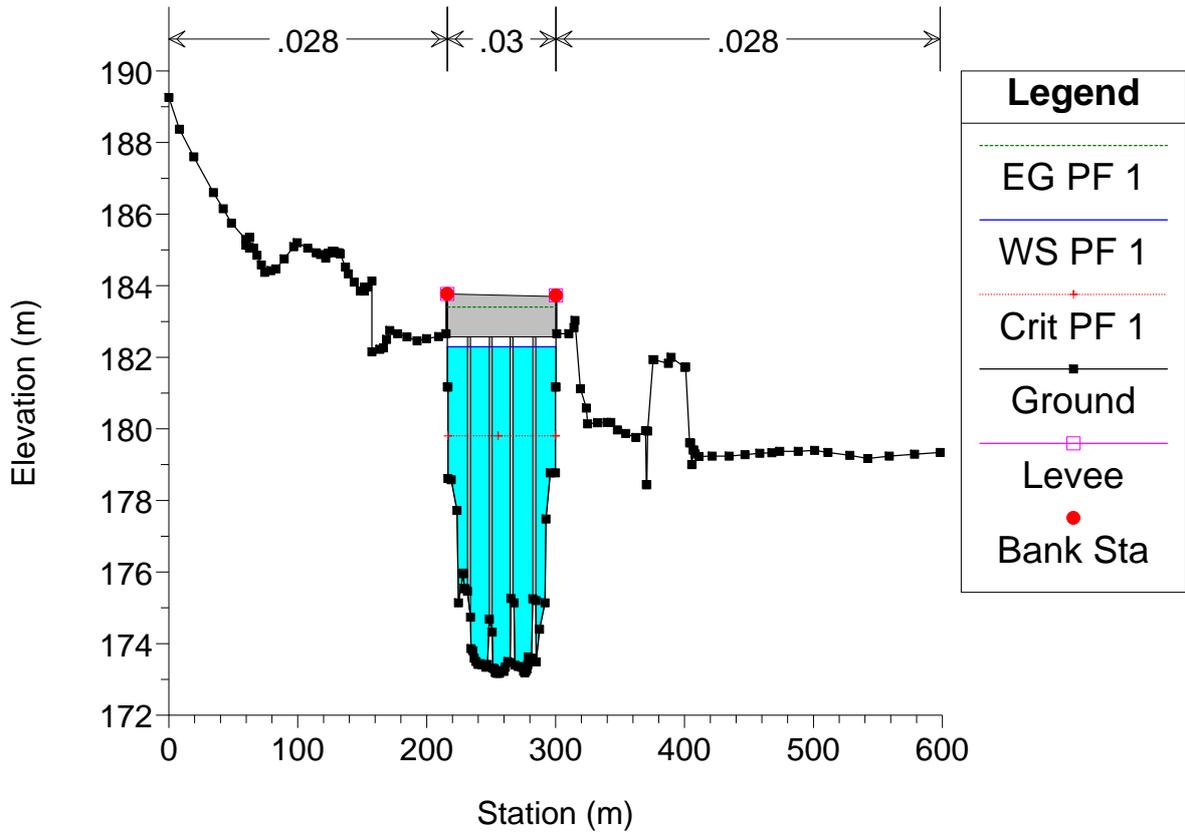
Adige Plan: SP 25/07/2011
sez ponte besenello



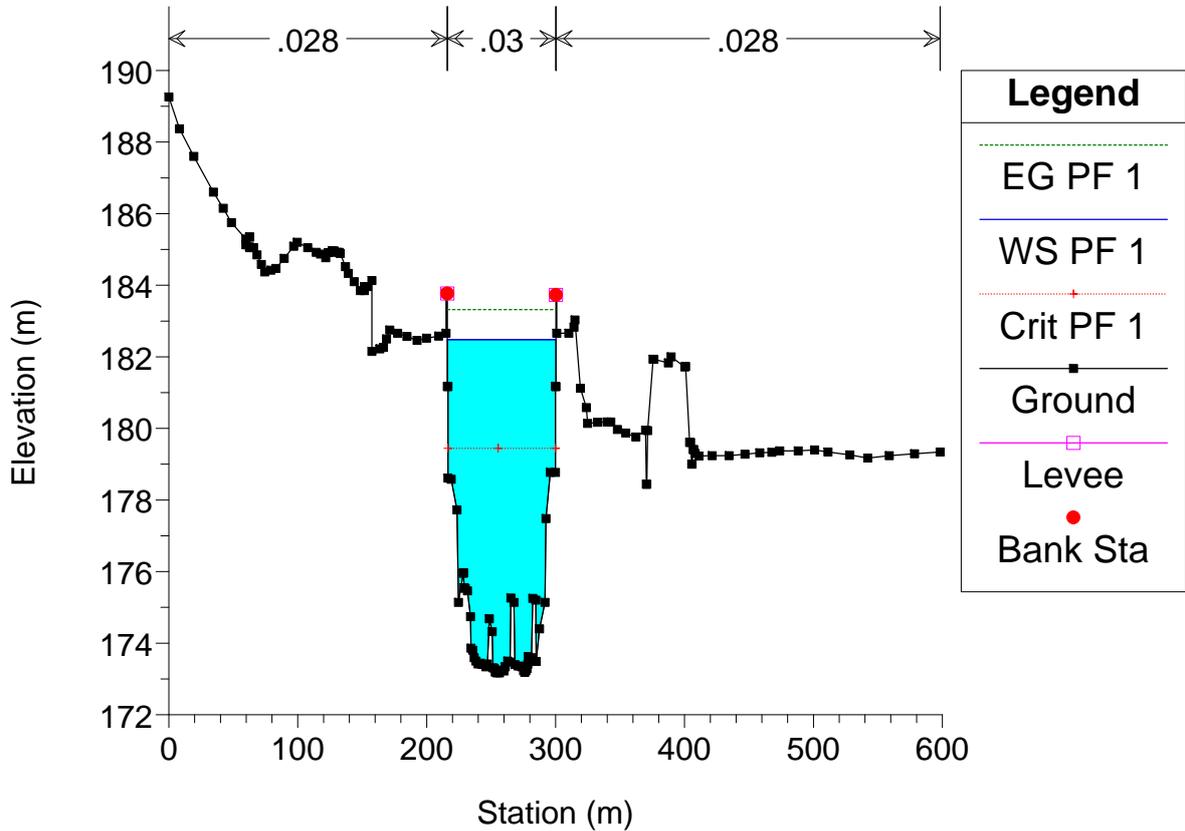
Adige Plan: SP 25/07/2011



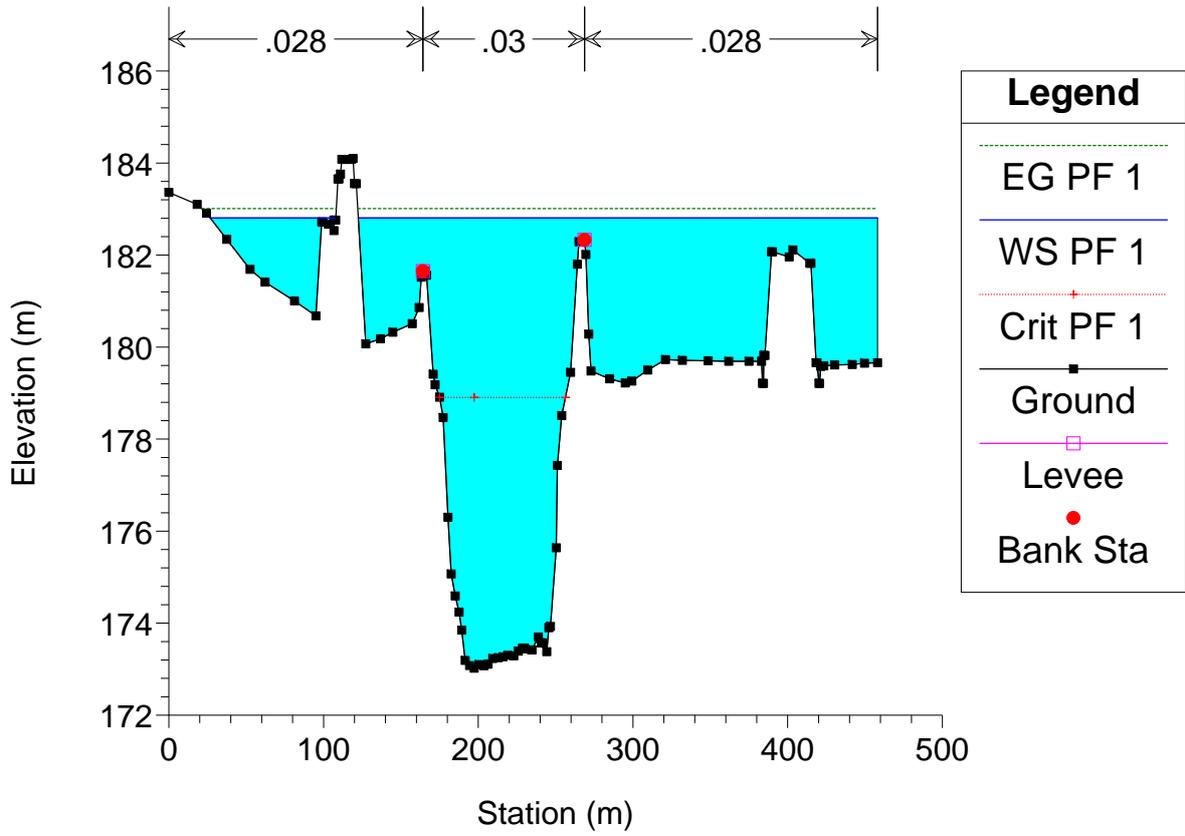
Adige Plan: SP 25/07/2011



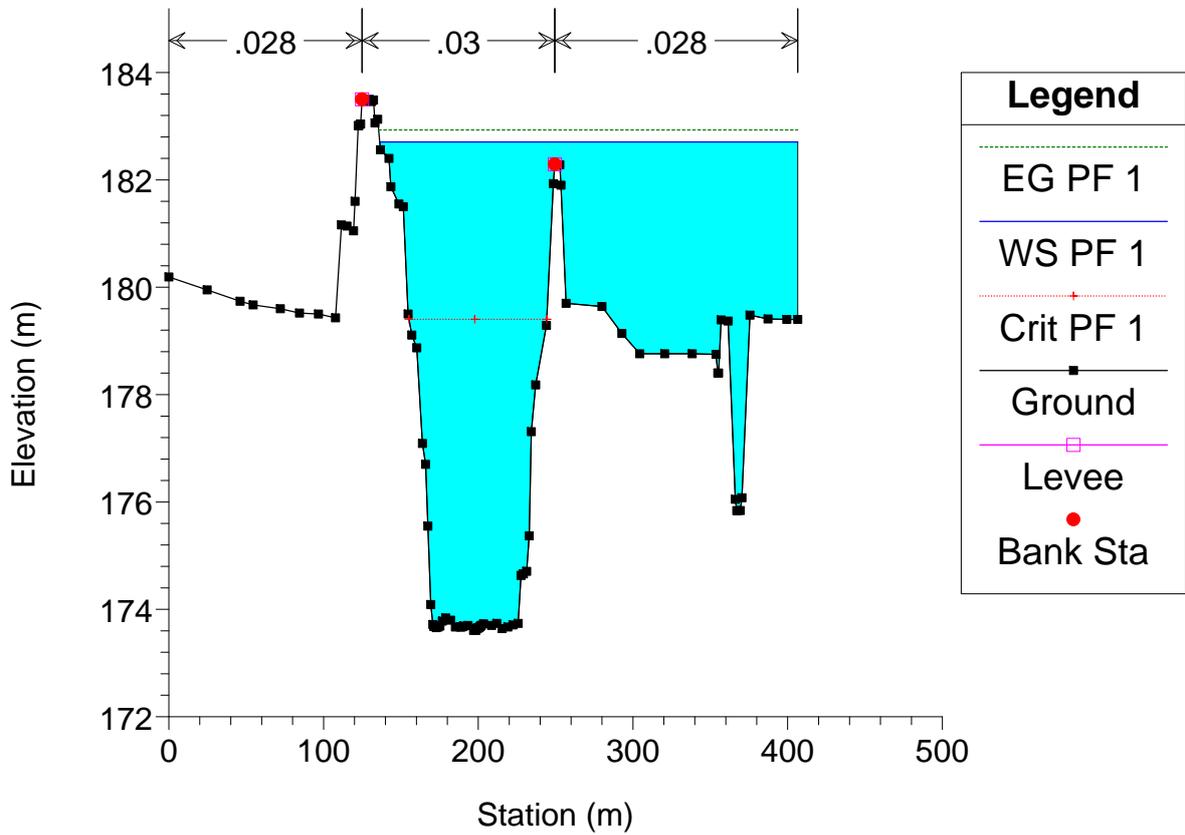
Adige Plan: SP 25/07/2011
sez ponte besenello



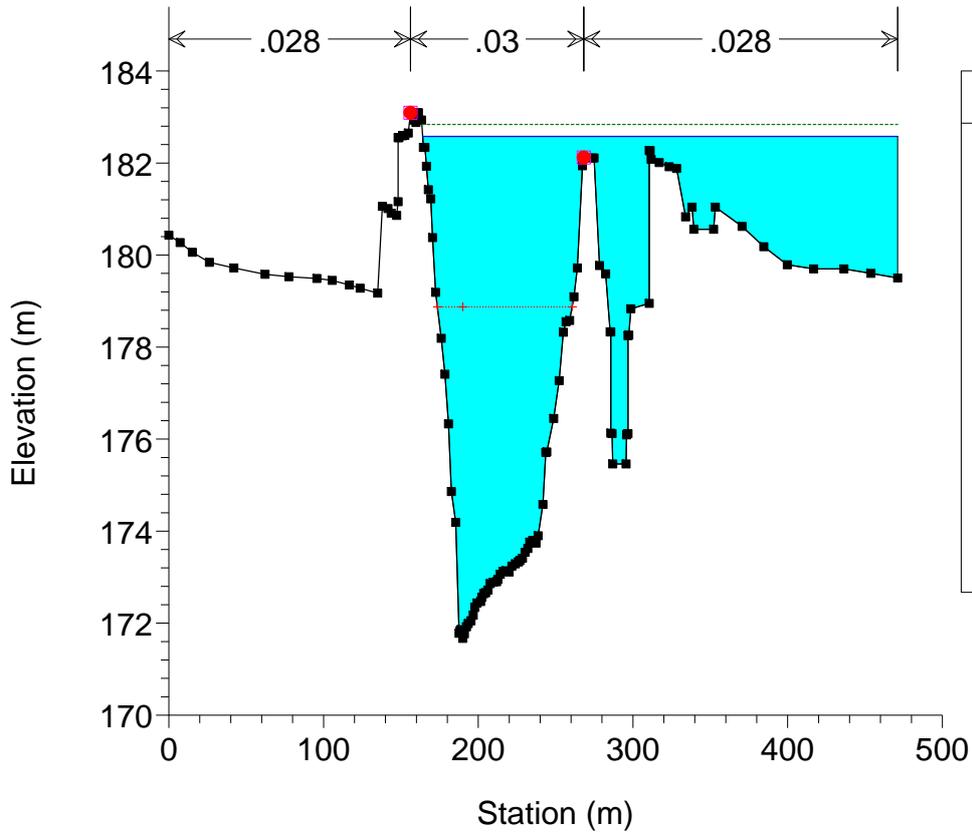
Adige Plan: SP 25/07/2011



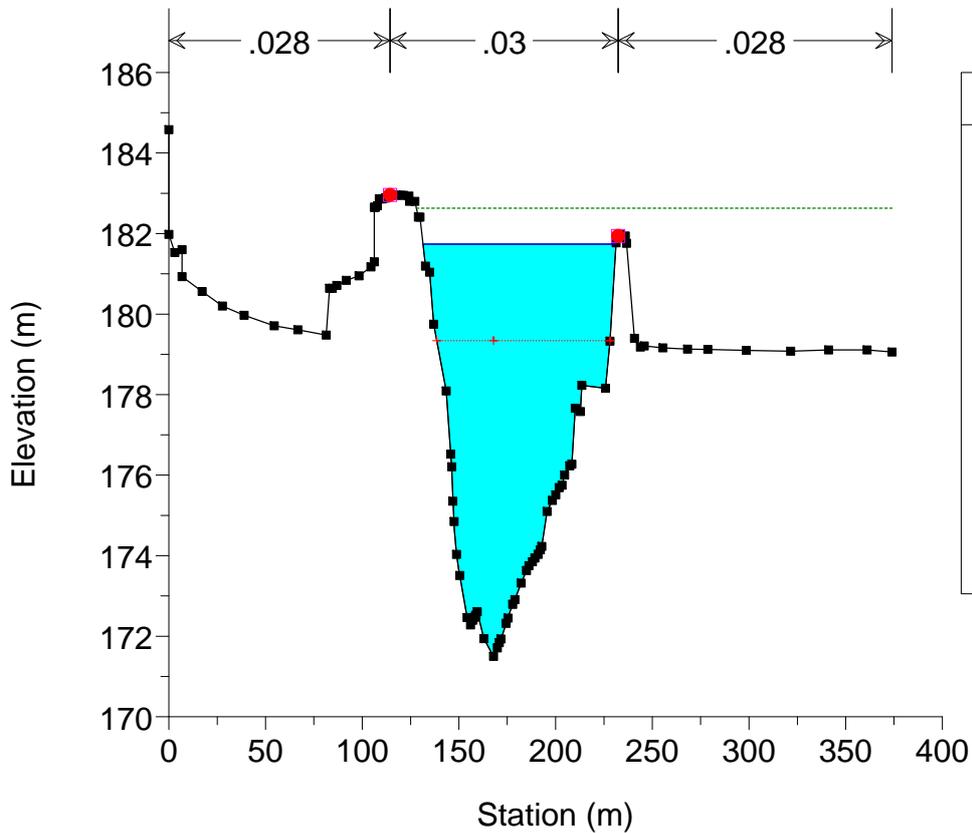
Adige Plan: SP 25/07/2011



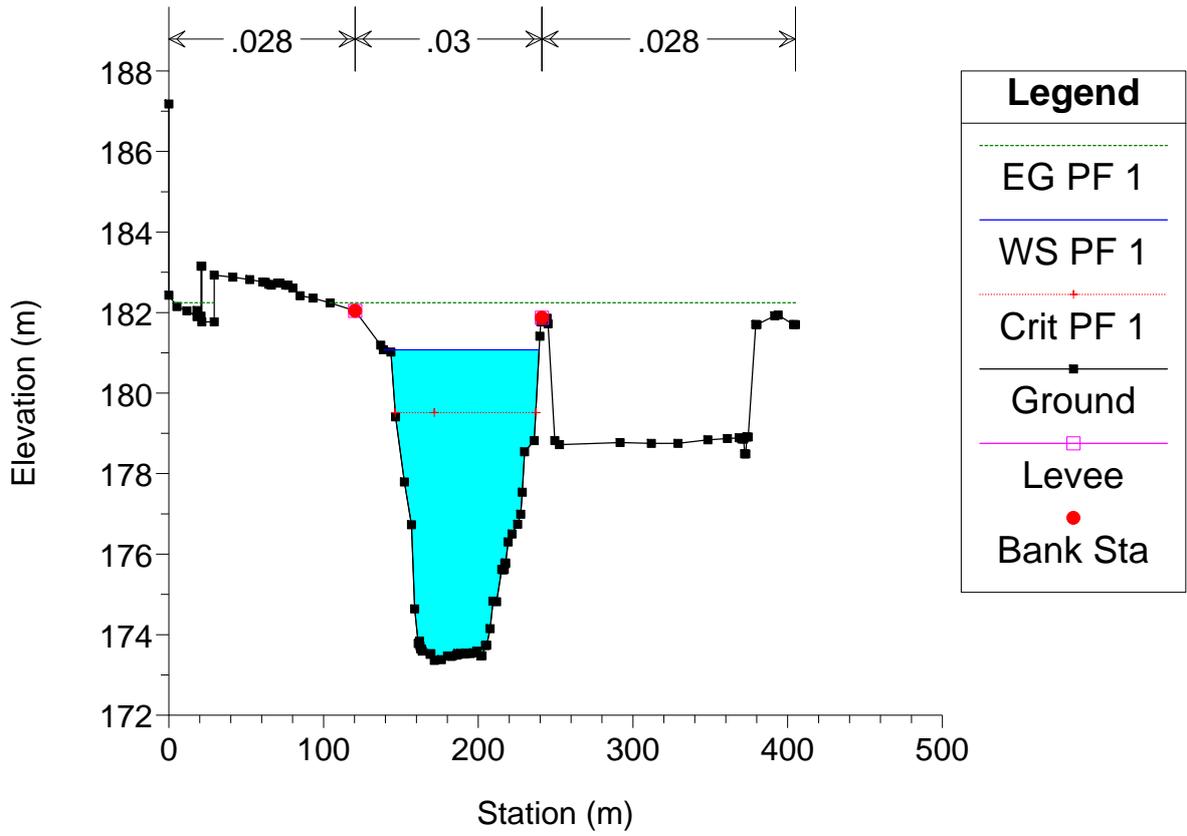
Adige Plan: SP 25/07/2011



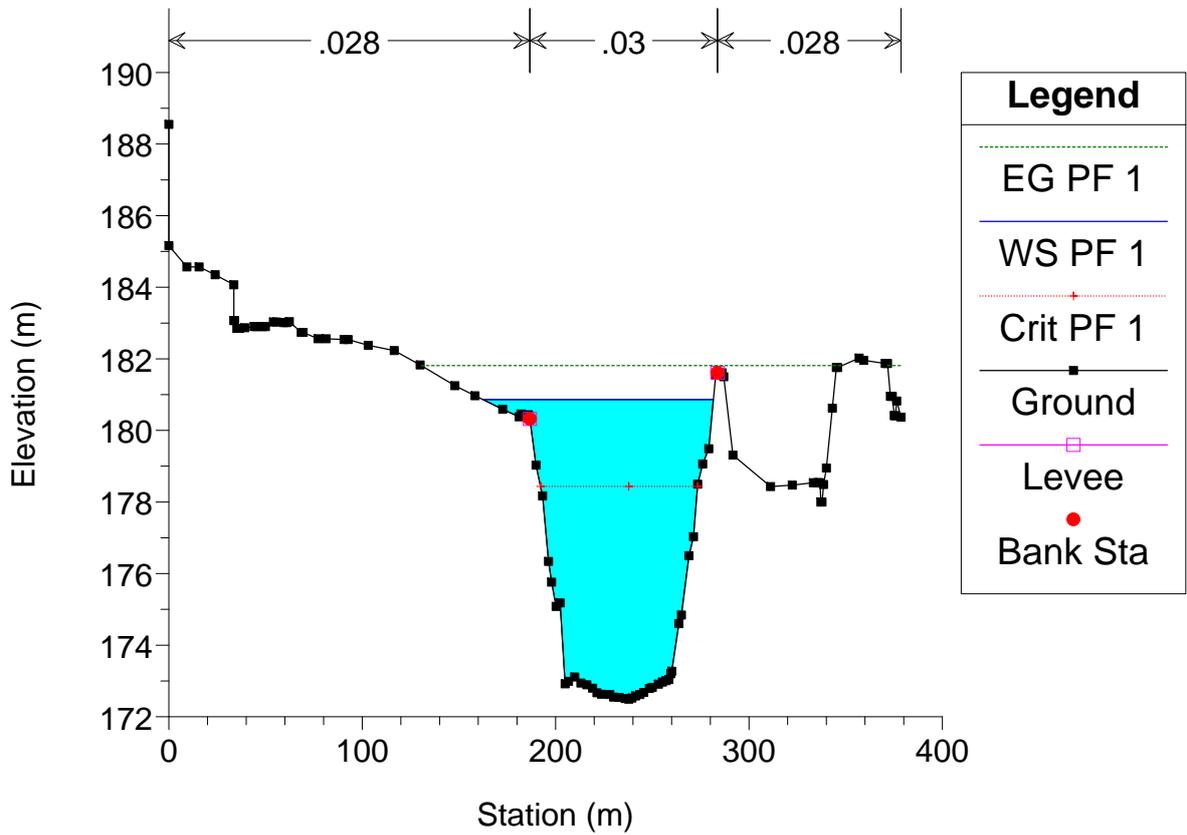
Adige Plan: SP 25/07/2011



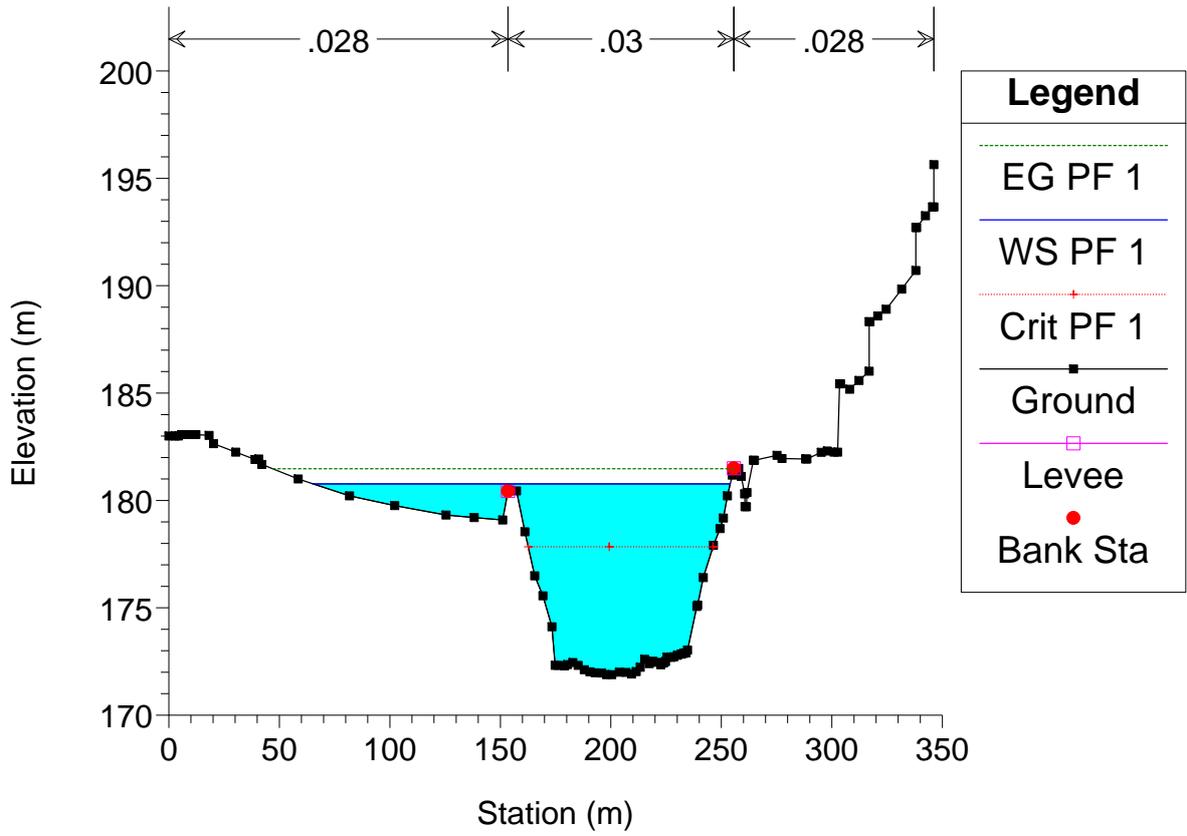
Adige Plan: SP 25/07/2011



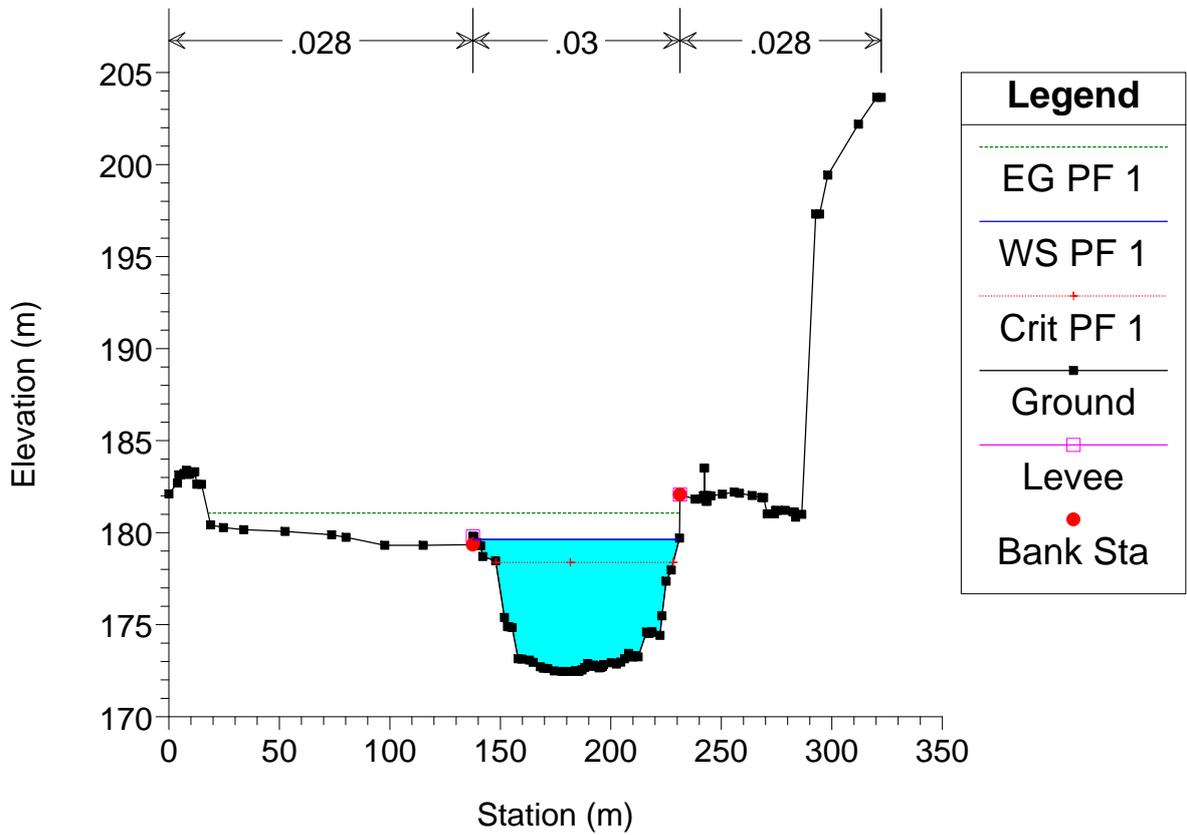
Adige Plan: SP 25/07/2011



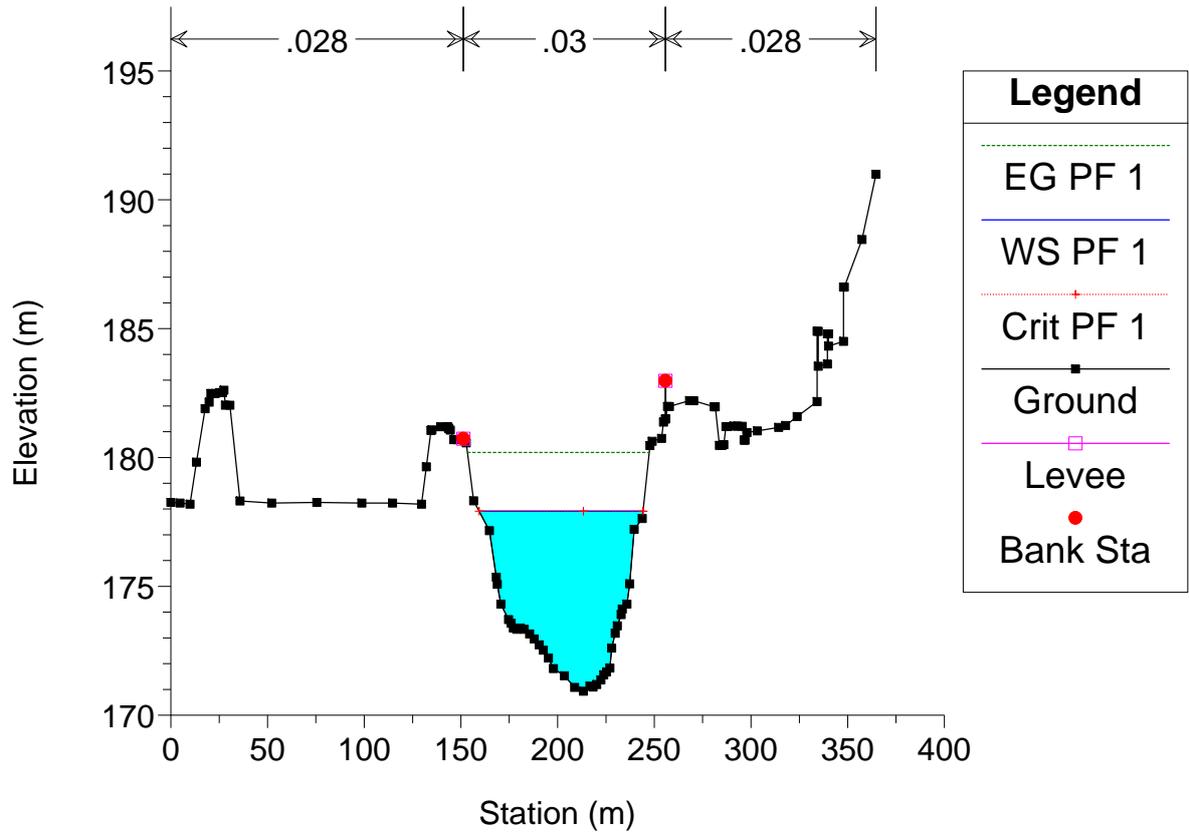
Adige Plan: SP 25/07/2011



Adige Plan: SP 25/07/2011



Adige Plan: SP 25/07/2011



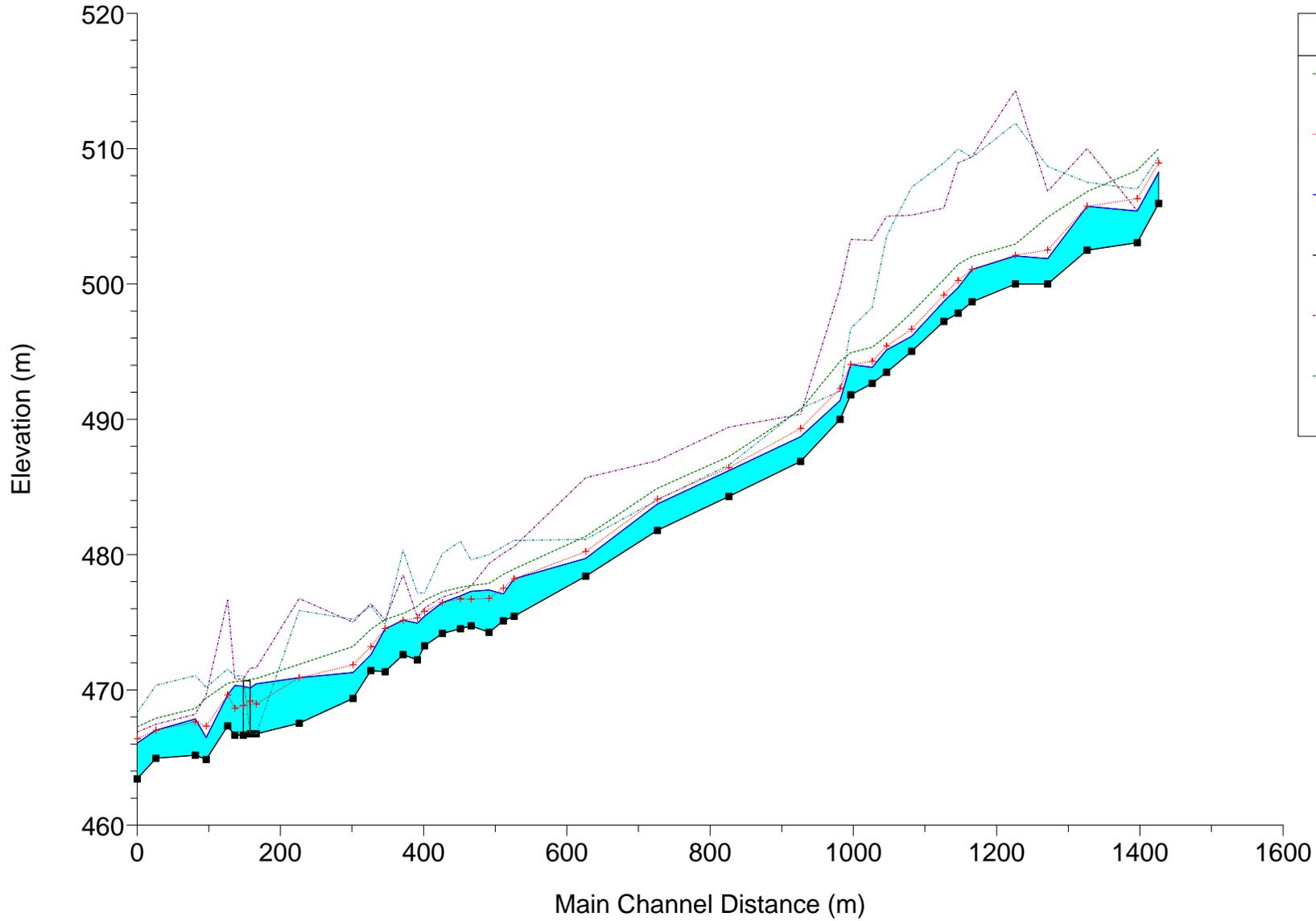
Torrente Astico – Stato di fatto – Tratto 1

HEC-RAS Plan: SA River: Astico Reach: Astico Profile: PF 1

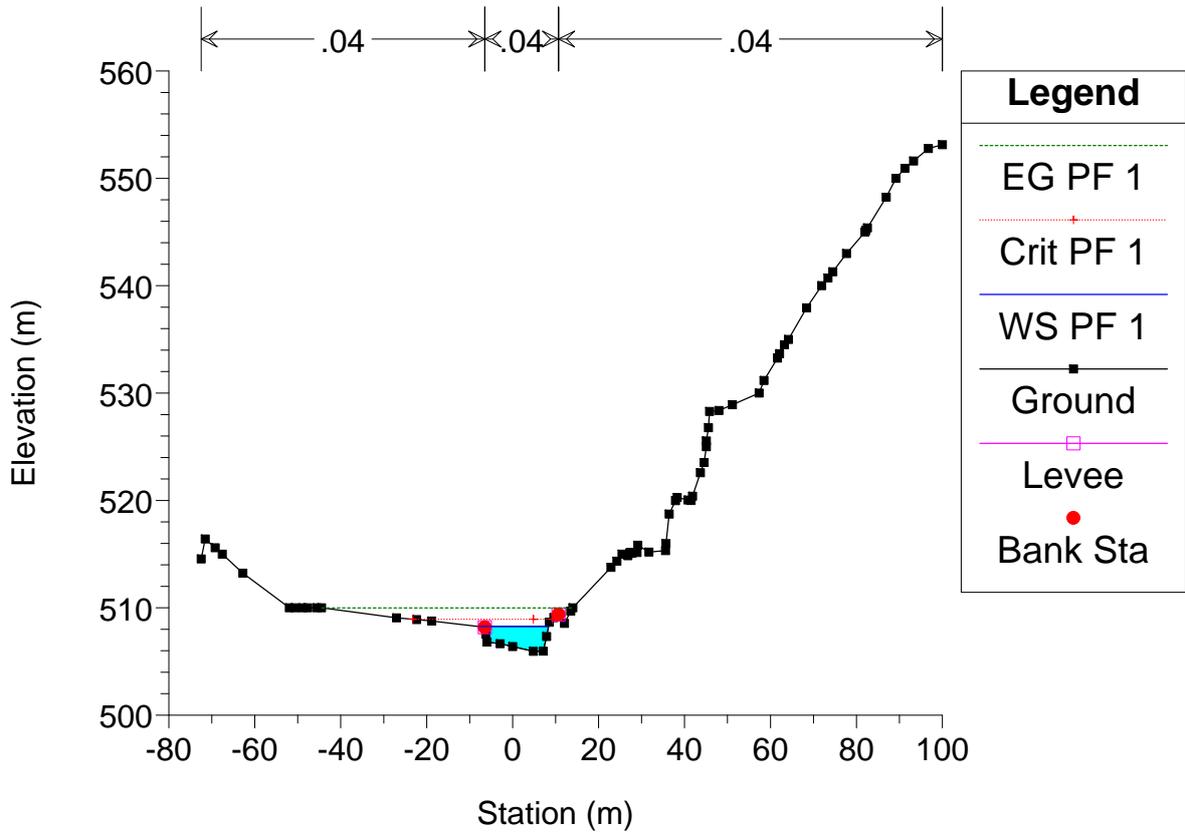
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Length Right (m)
Astico	-1	PF 1	157.50	505.95	508.26	508.93	5.84	1.38	508.19	30.00
Astico	-2	PF 1	157.50	503.05	505.38	506.30	7.70	2.16	505.40	70.00
Astico	-3	PF 1	157.50	502.49	505.74	505.74	4.60	1.00	510.00	55.00
Astico	-4	PF 1	157.50	500.00	501.87	502.52	7.75	2.06	506.85	45.00
Astico	-5	PF 1	157.50	500.00	502.08	502.12	4.14	1.04	503.34	60.60
Astico	-6	PF 1	157.50	498.68	501.06	501.09	4.36	1.01	501.24	19.40
Astico	-7	PF 1	157.50	497.83	499.73	500.26	5.81	1.87	508.95	20.00
Astico	-8	PF 1	157.50	497.24	498.71	499.18	5.63	1.76	505.61	45.00
Astico	-9	PF 1	157.50	495.02	496.13	496.66	5.87	1.83	505.08	35.00
Astico	-10	PF 1	157.50	493.47	495.12	495.40	4.51	1.45	505.00	20.00
Astico	-11	PF 1	157.50	492.64	493.84	494.28	5.40	1.66	503.23	30.00
Astico	-12	PF 1	157.50	491.80	494.05	494.05	4.11	1.00	503.29	15.00
Astico	-13	PF 1	157.50	490.00	491.38	492.27	7.55	2.21	499.72	55.00
Astico	-14	PF 1	157.50	486.89	488.71	489.33	6.27	1.74	490.38	100.00
Astico	-15	PF 1	157.50	484.30	486.21	486.42	4.53	1.23	489.42	100.00
Astico	-16	PF 1	157.50	481.79	483.73	484.10	4.76	1.27	486.94	100.00
Astico	-17	PF 1	157.50	478.41	479.71	480.23	5.67	1.81		100.00
Astico	-18	PF 1	157.50	475.45	478.21	478.21	3.77	1.00	496.52	15.00
Astico	-19	PF 1	157.50	475.10	477.10	477.53	5.32	1.51	480.10	20.00
Astico	-20	PF 1	157.50	474.26	477.38	476.76	3.13	0.65	479.34	25.00
Astico	-21	PF 1	157.50	474.74	477.28	476.71	2.92	0.64	477.67	15.00
Astico	-22	PF 1	157.50	474.52	476.95	476.73	3.54	0.83	477.27	25.00
Astico	-23	PF 1	157.50	474.17	476.45	476.45	3.99	1.00	476.87	25.00
Astico	-24	PF 1	157.50	473.26	475.44	475.80	4.84	1.57	476.05	10.00
Astico	-25	PF 1	157.50	472.22	474.93	475.31	4.93	1.69	475.38	20.00
Astico	-26	PF 1	157.50	472.61	475.16	475.16	3.10	0.99	499.41	25.00
Astico	-27	PF 1	157.50	471.34	474.51	474.54	3.71	1.04	475.16	20.00
Astico	-28	PF 1	157.50	471.43	472.60	473.20	6.08	2.01	476.38	25.00
Astico	-29	PF 1	157.50	469.37	471.28	471.85	6.15	1.55	475.00	75.00
Astico	-30	PF 1	157.50	467.54	470.90	470.90	4.41	1.00	484.49	60.00
Astico	-31	PF 1	157.50	466.76	470.45	468.96	2.74	0.46	471.62	8.60
Astico	-31.5		Bridge							
Astico	-32	PF 1	157.50	466.66	470.32	468.64	2.34	0.39	470.80	10.00
Astico	-33	PF 1	157.50	467.34	469.63	469.63	4.11	1.00	476.63	30.00
Astico	-34	PF 1	157.50	464.86	466.48	467.32	7.55	2.19	469.64	15.00
Astico	-35	PF 1	157.50	465.18	467.86	467.64	3.90	0.86	468.20	55.00
Astico	-36	PF 1	157.50	464.95	467.03	467.03	4.15	1.00	467.46	26.27
Astico	-37	PF 1	157.50	463.43	466.07	466.40	4.87	1.46	466.90	

Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011

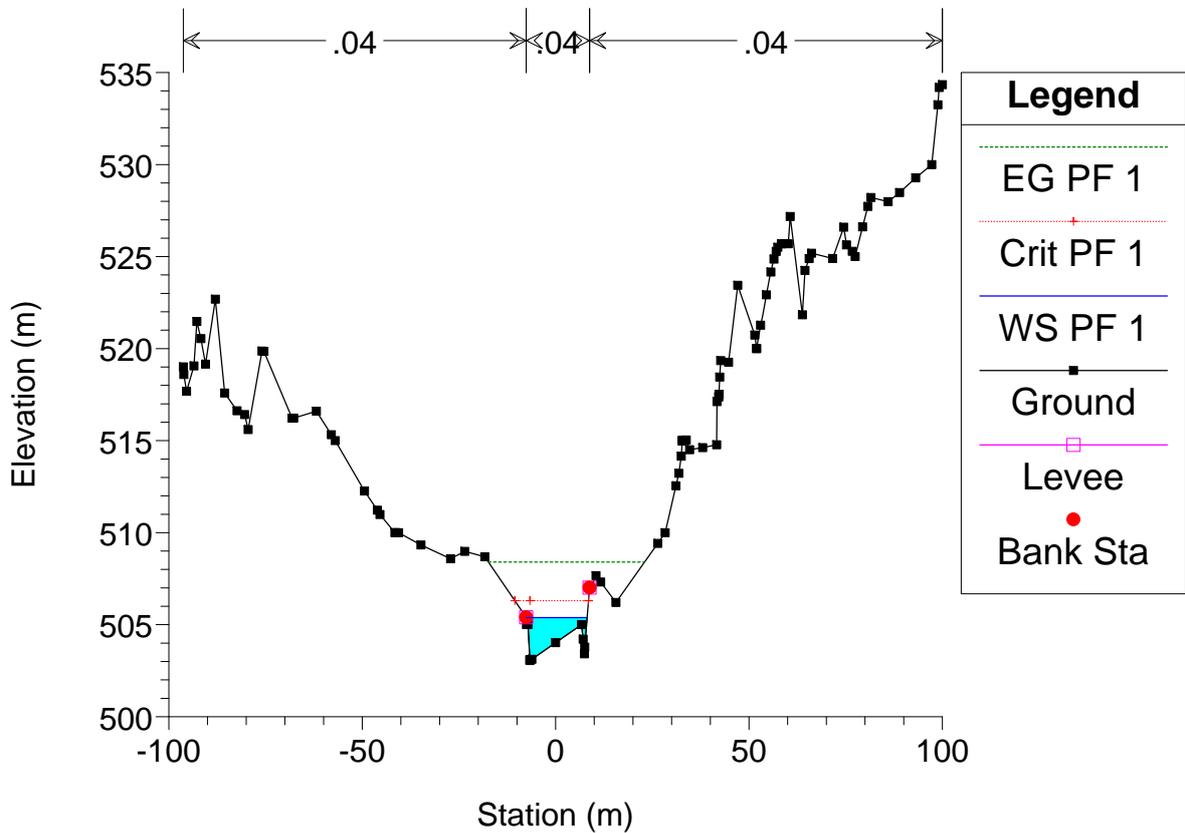
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



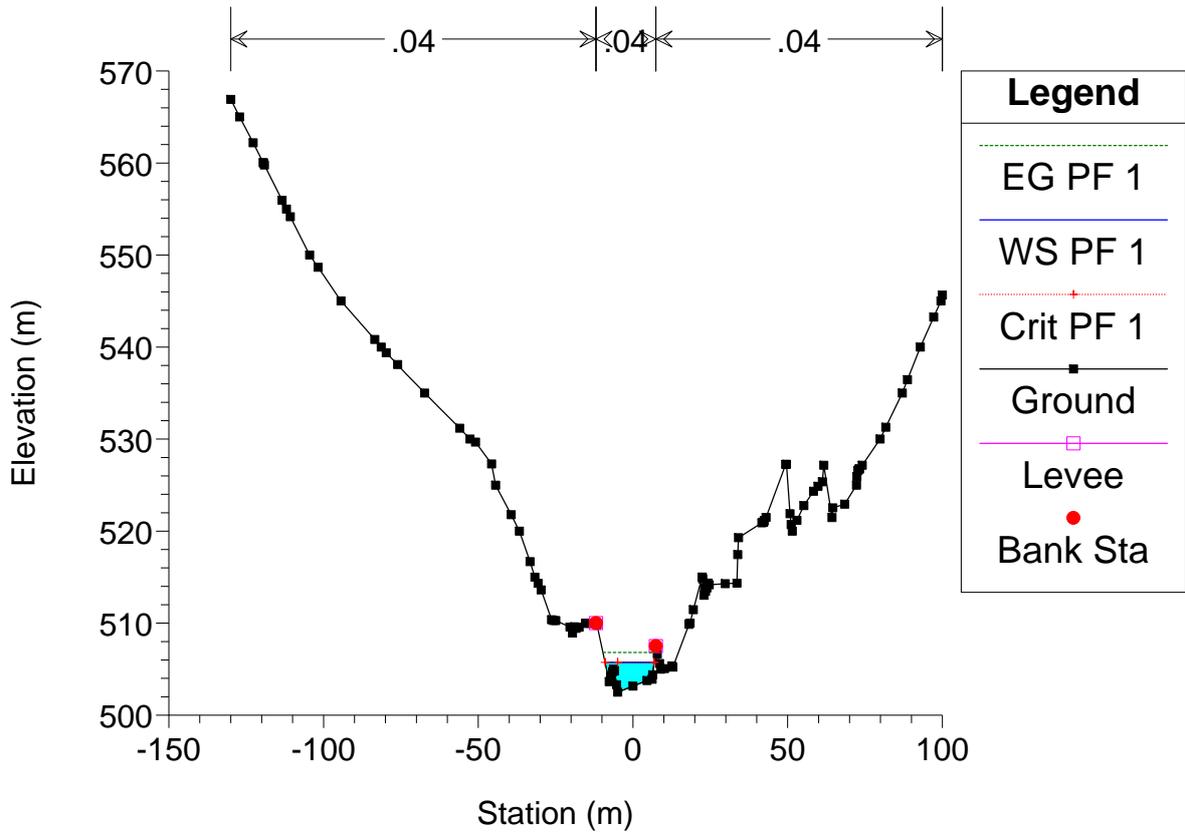
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



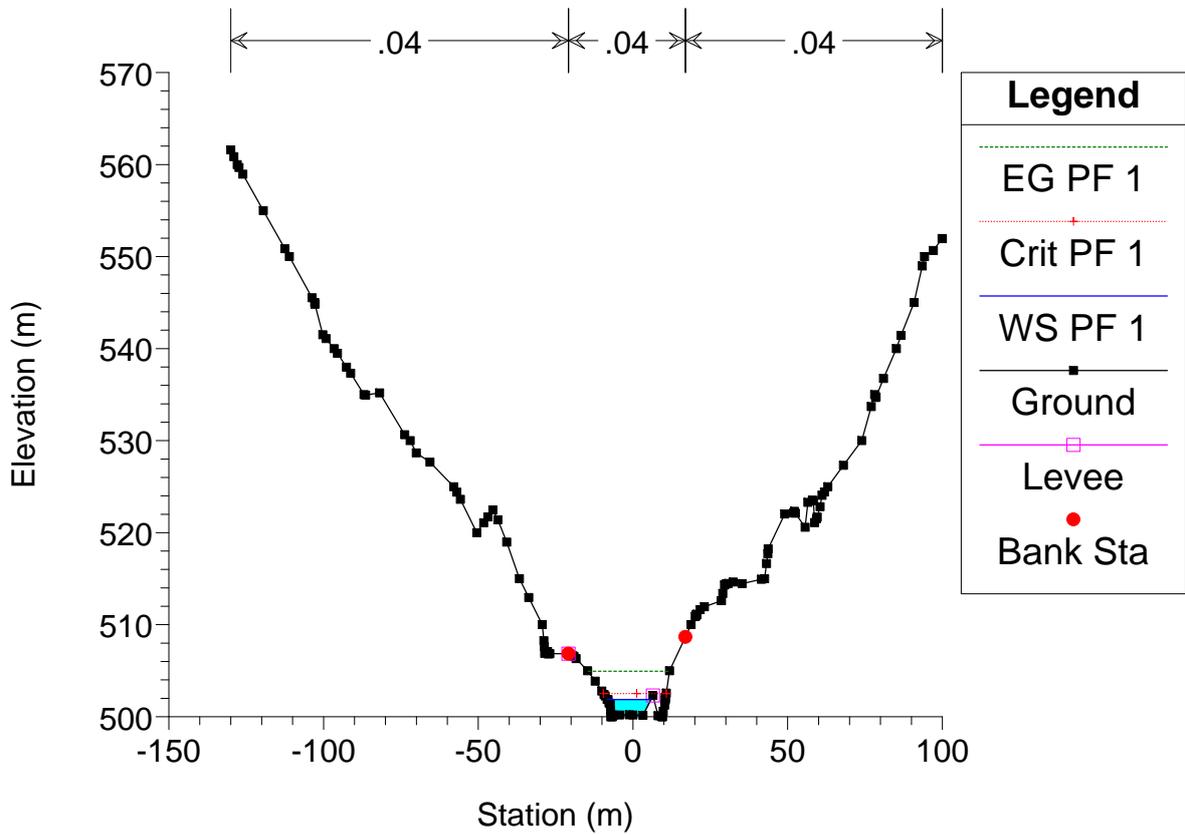
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



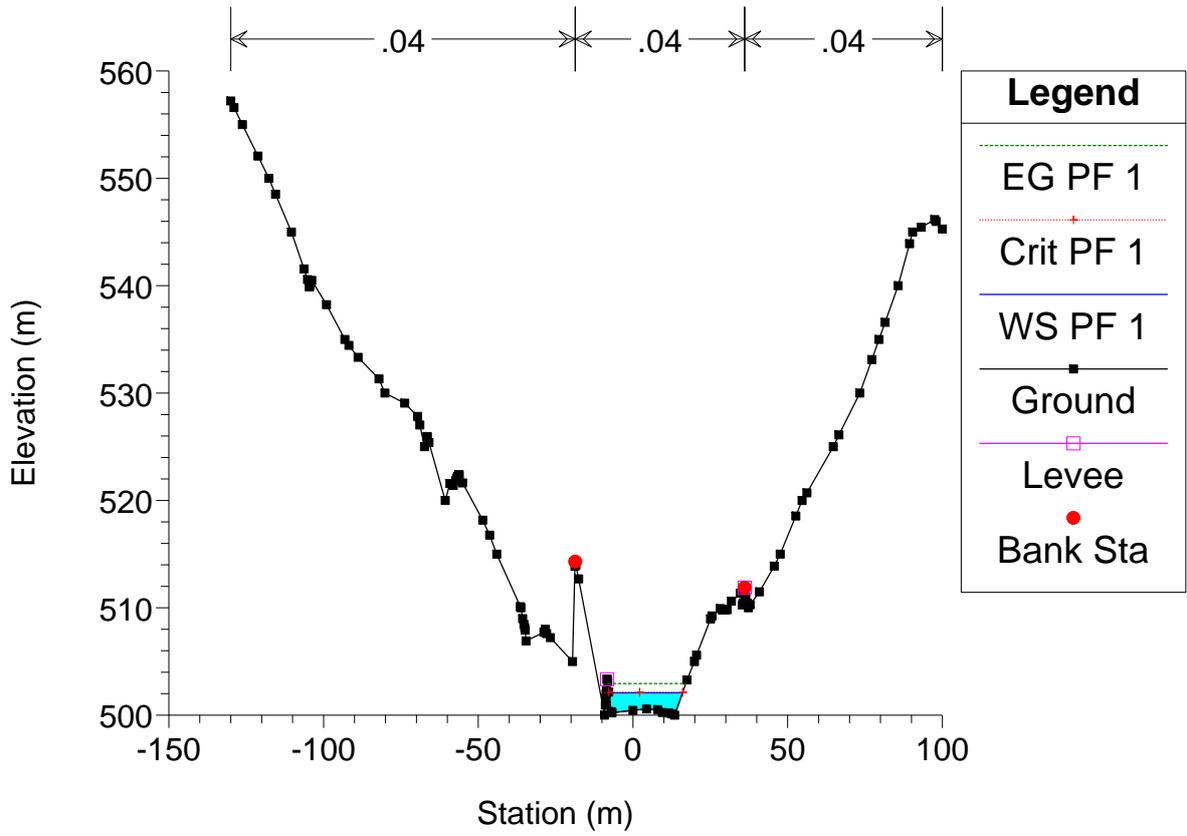
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



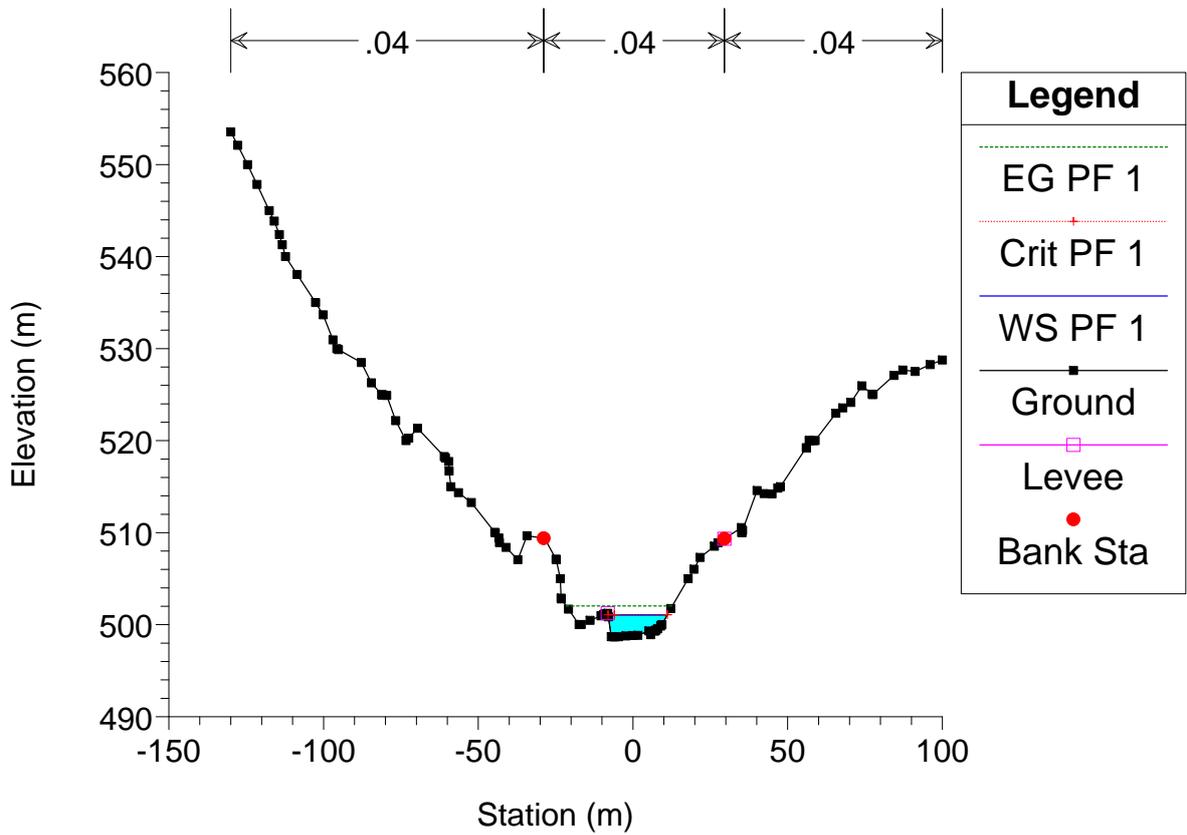
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



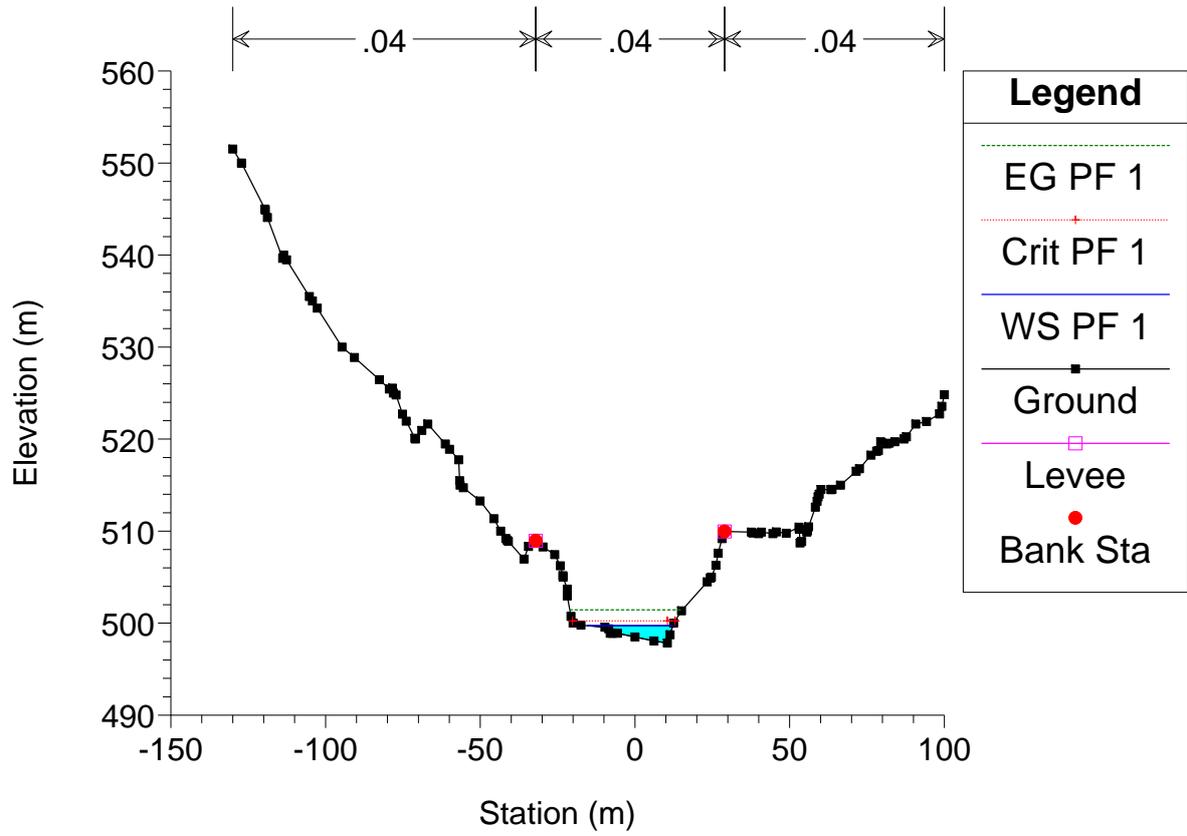
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



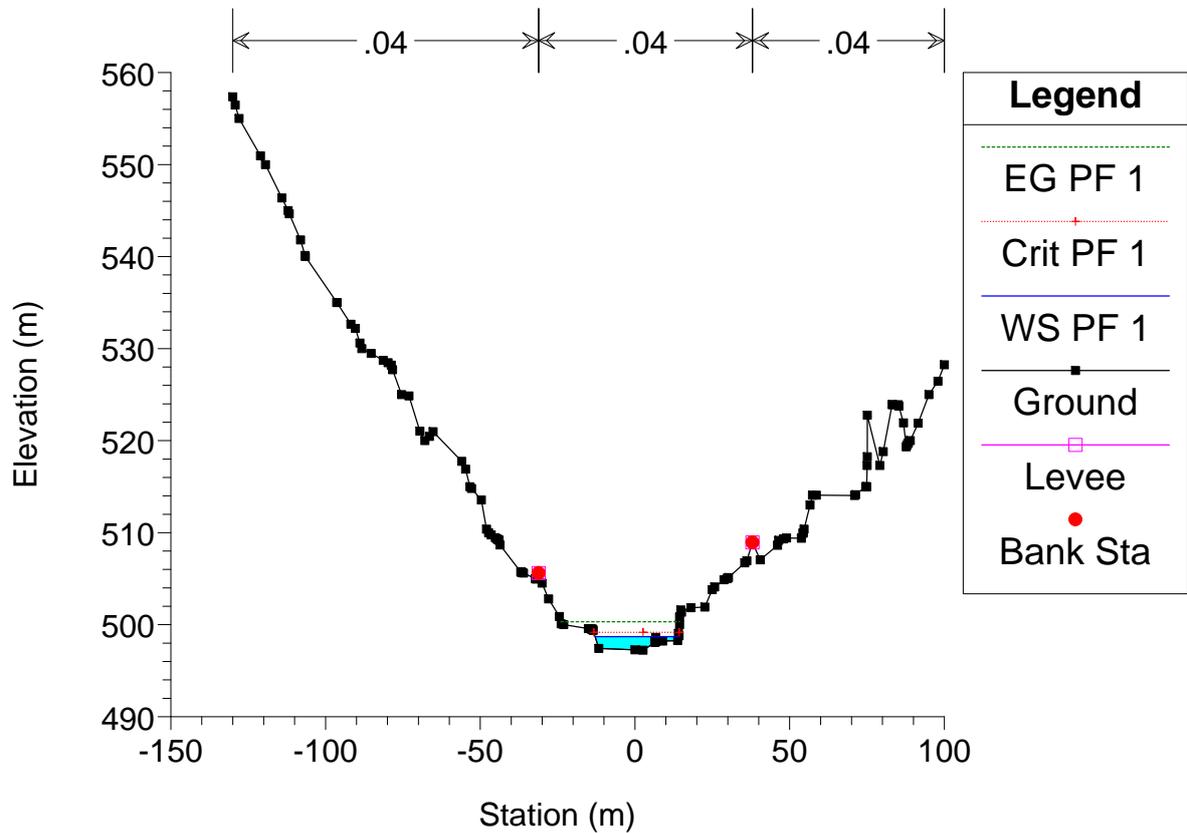
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



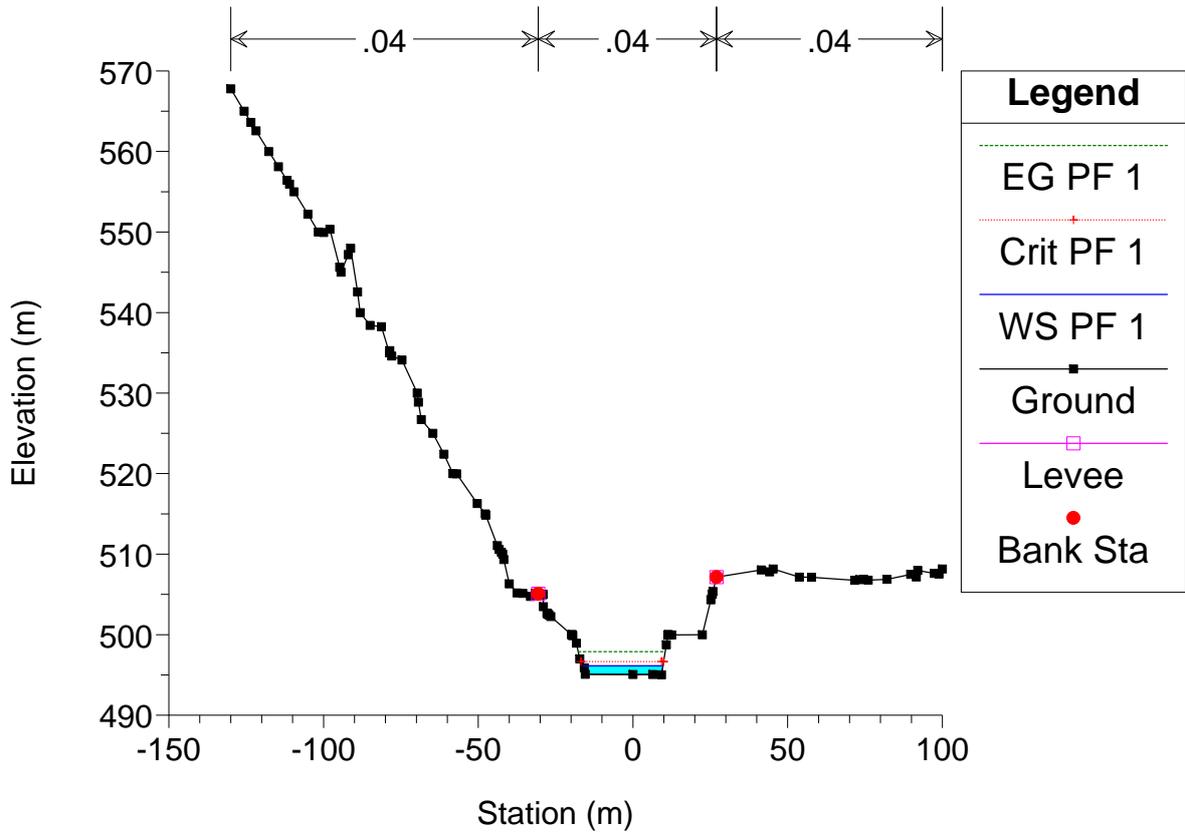
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



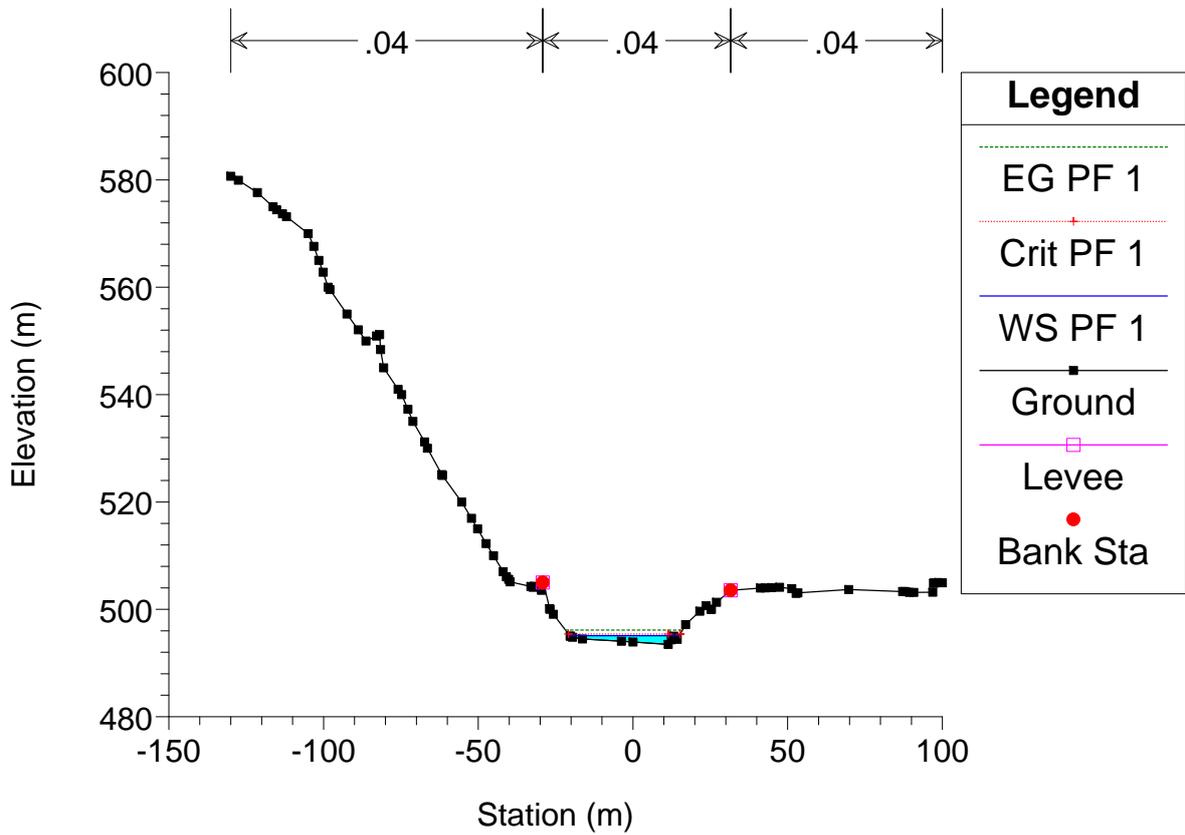
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



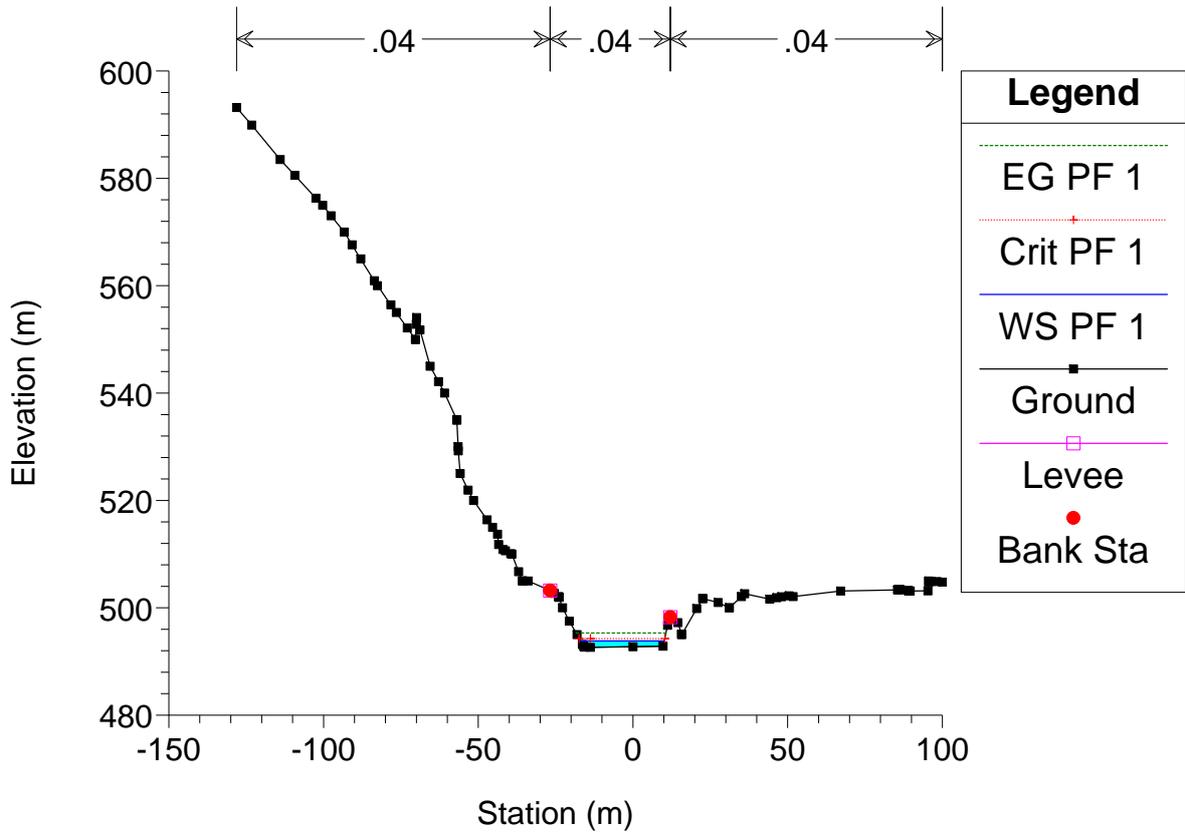
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



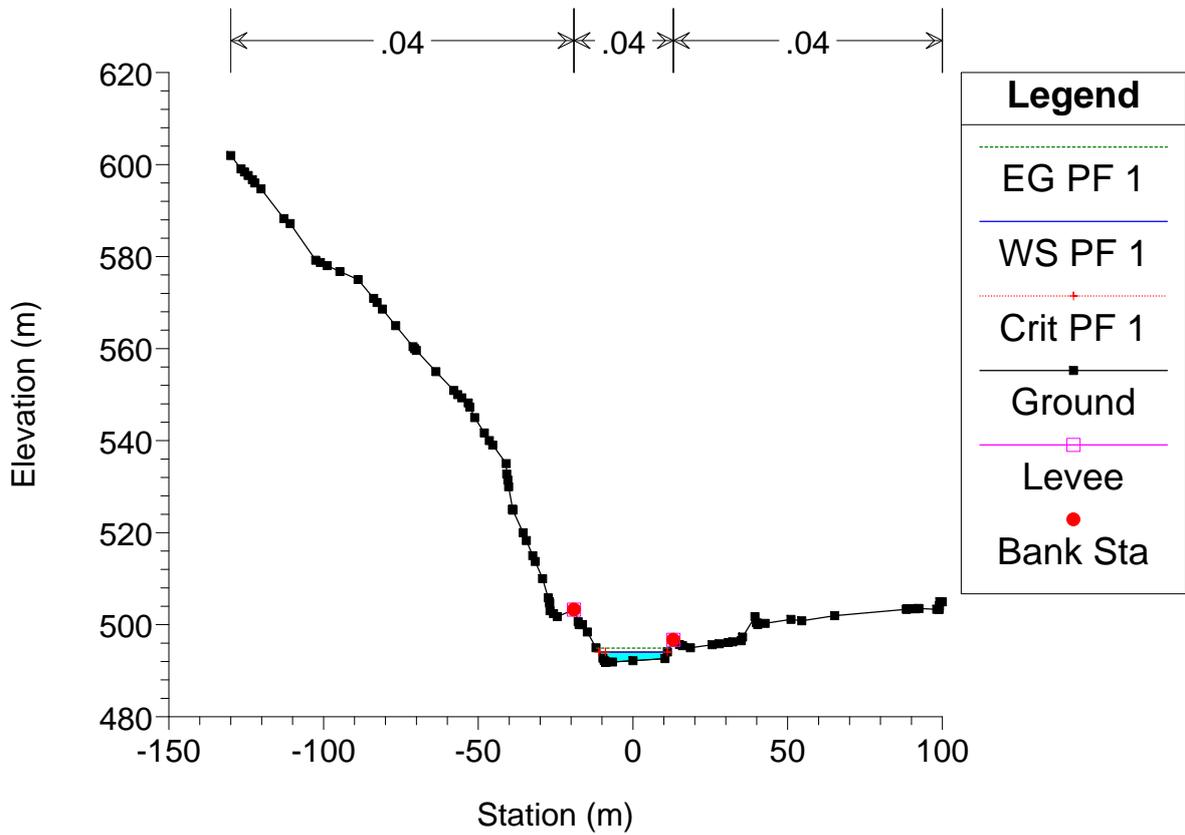
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



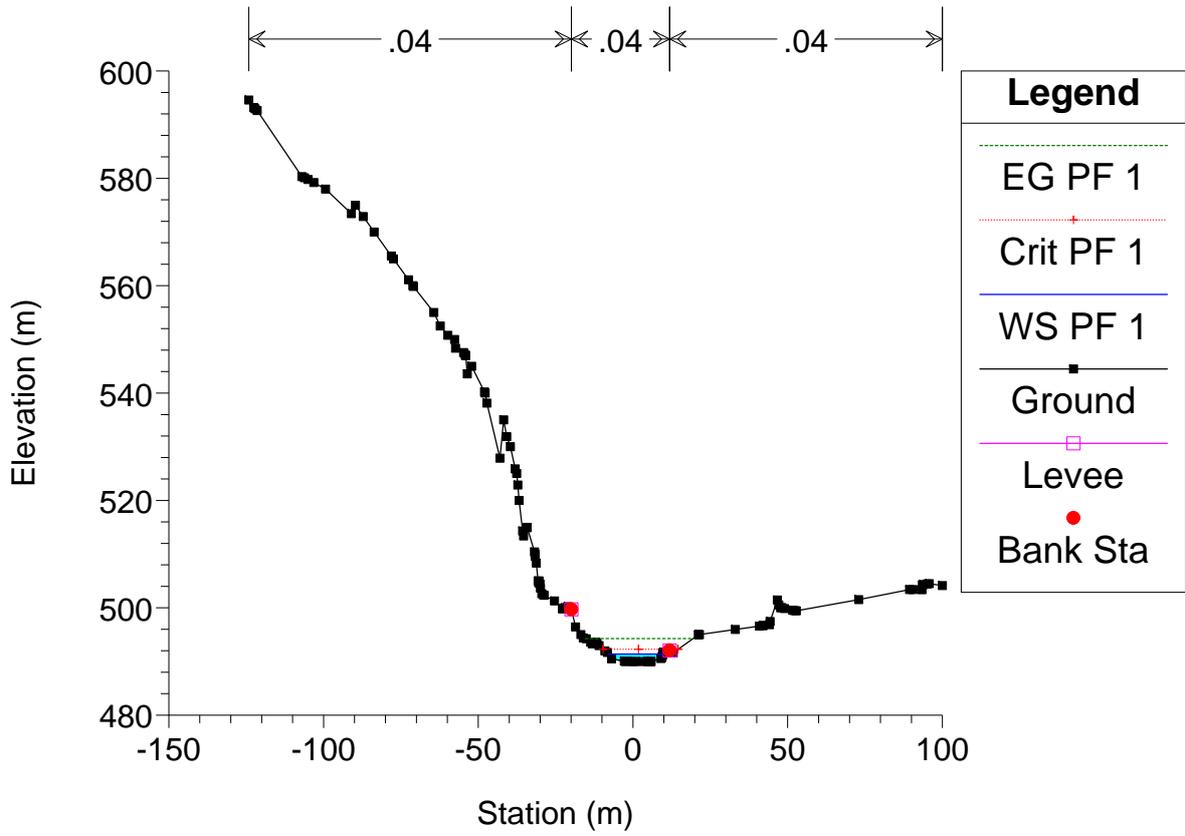
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



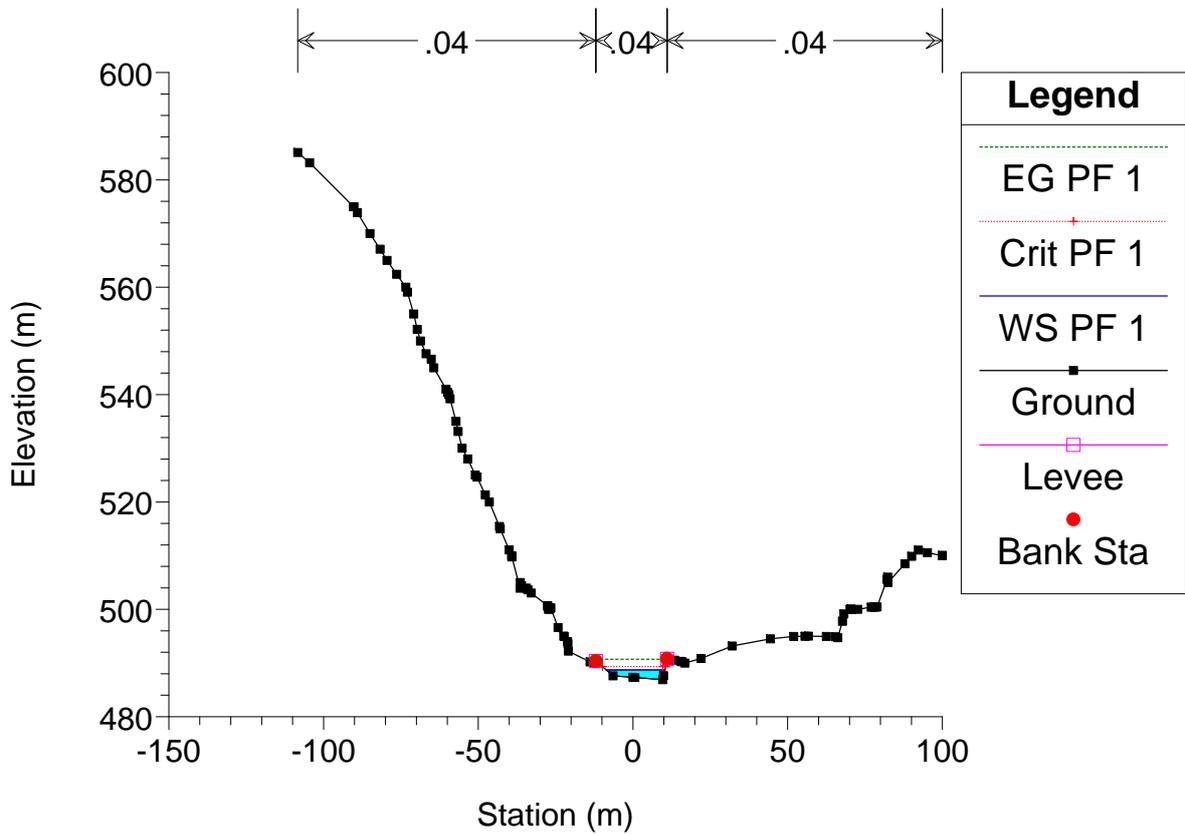
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



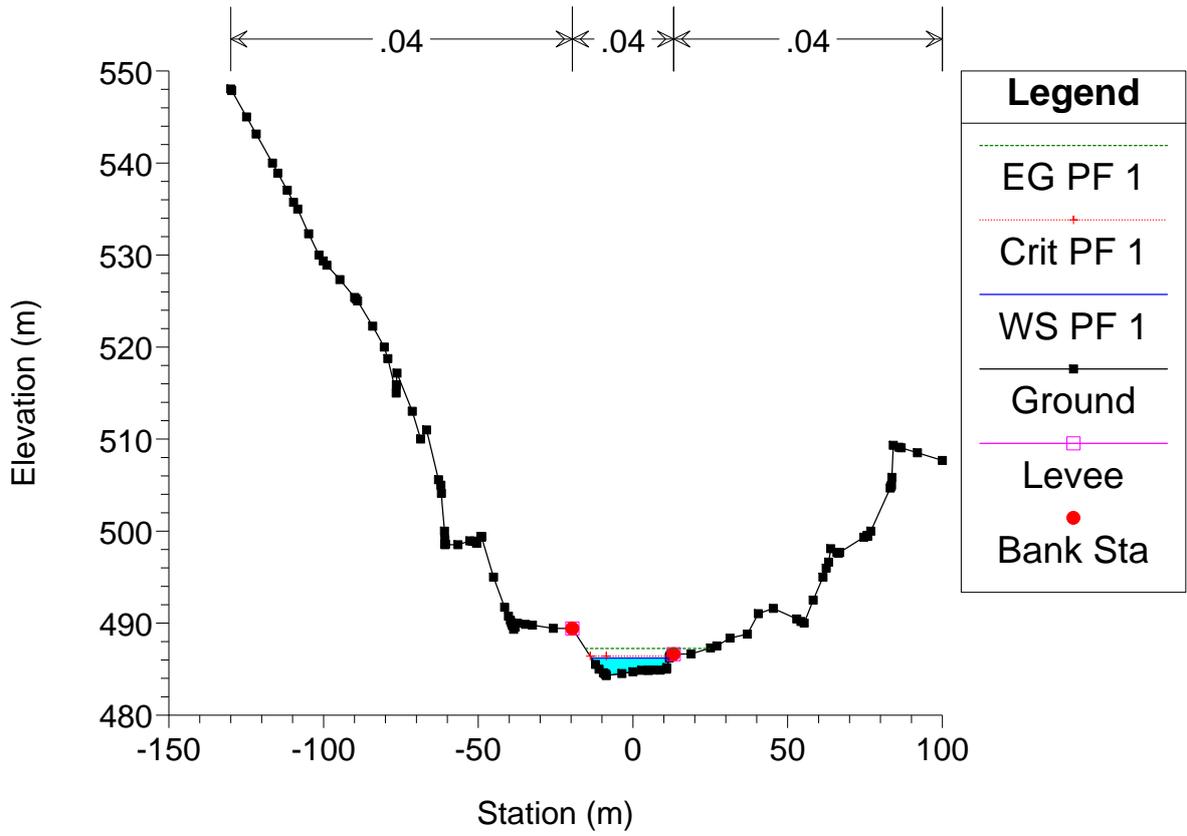
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



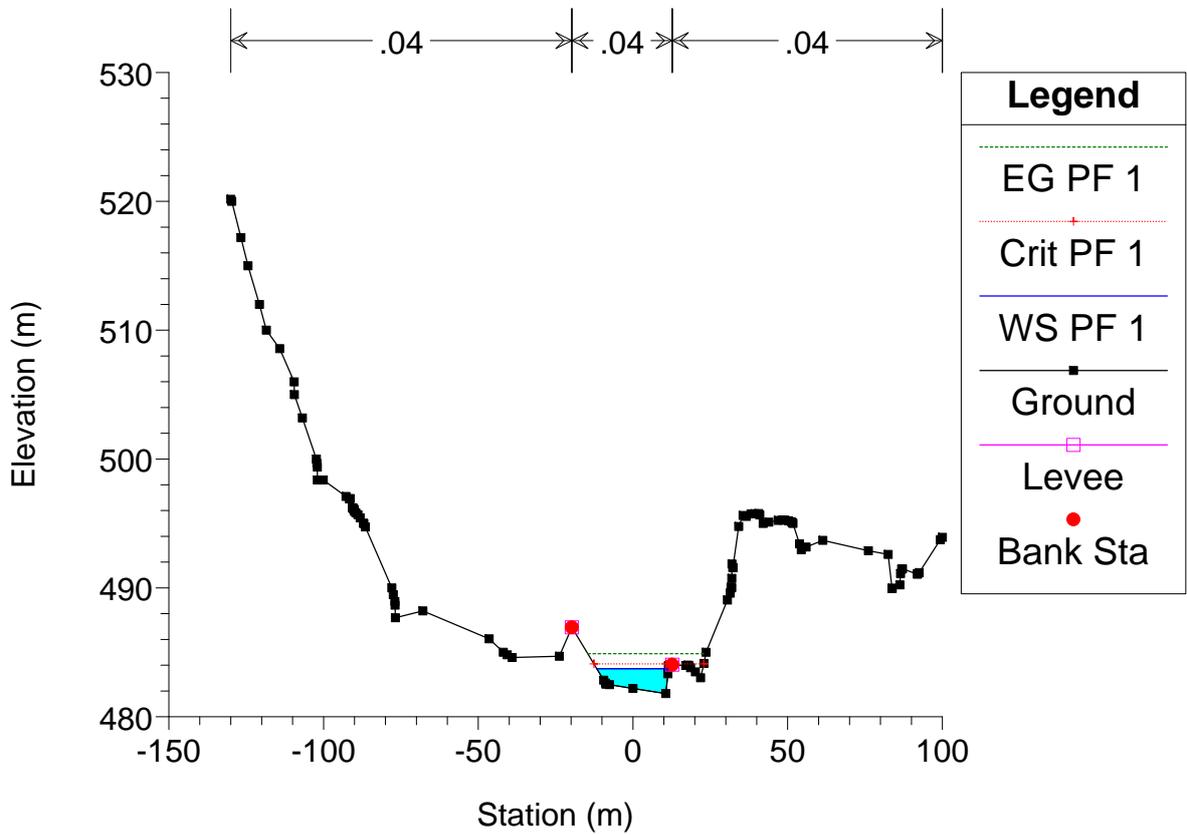
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



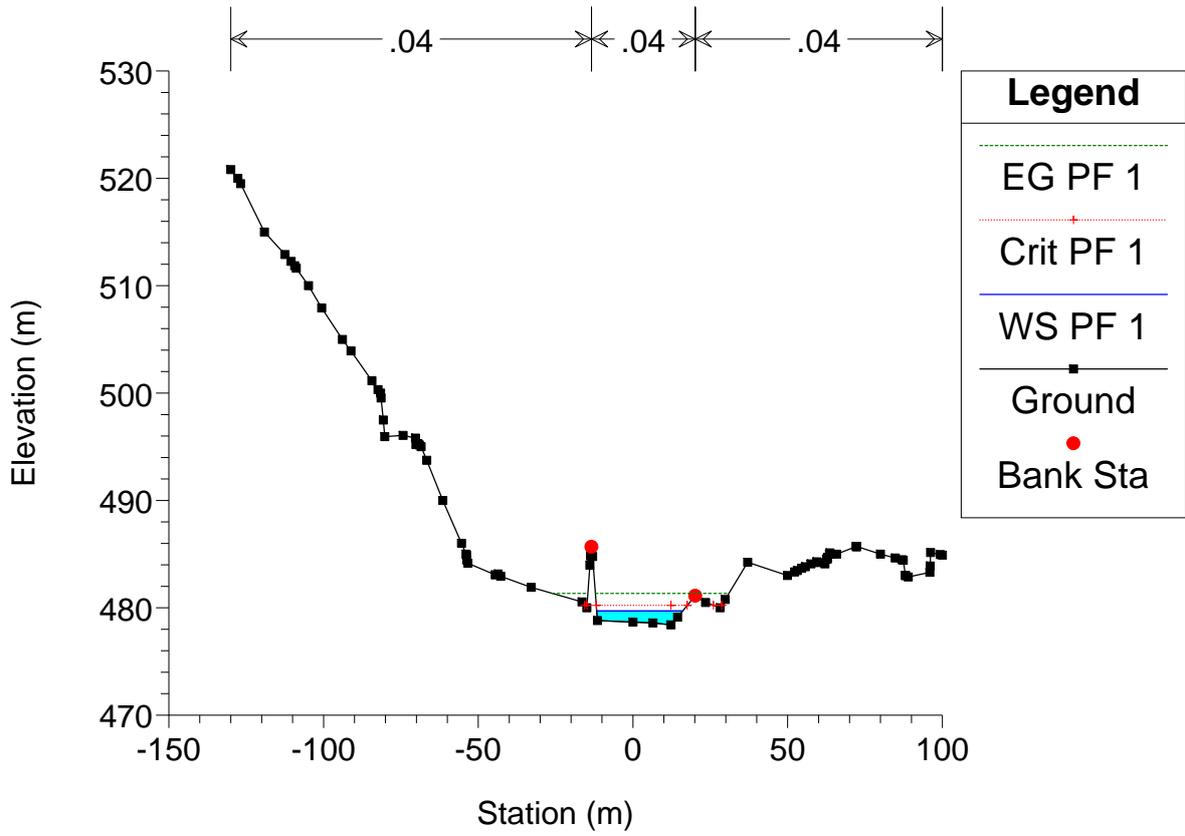
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



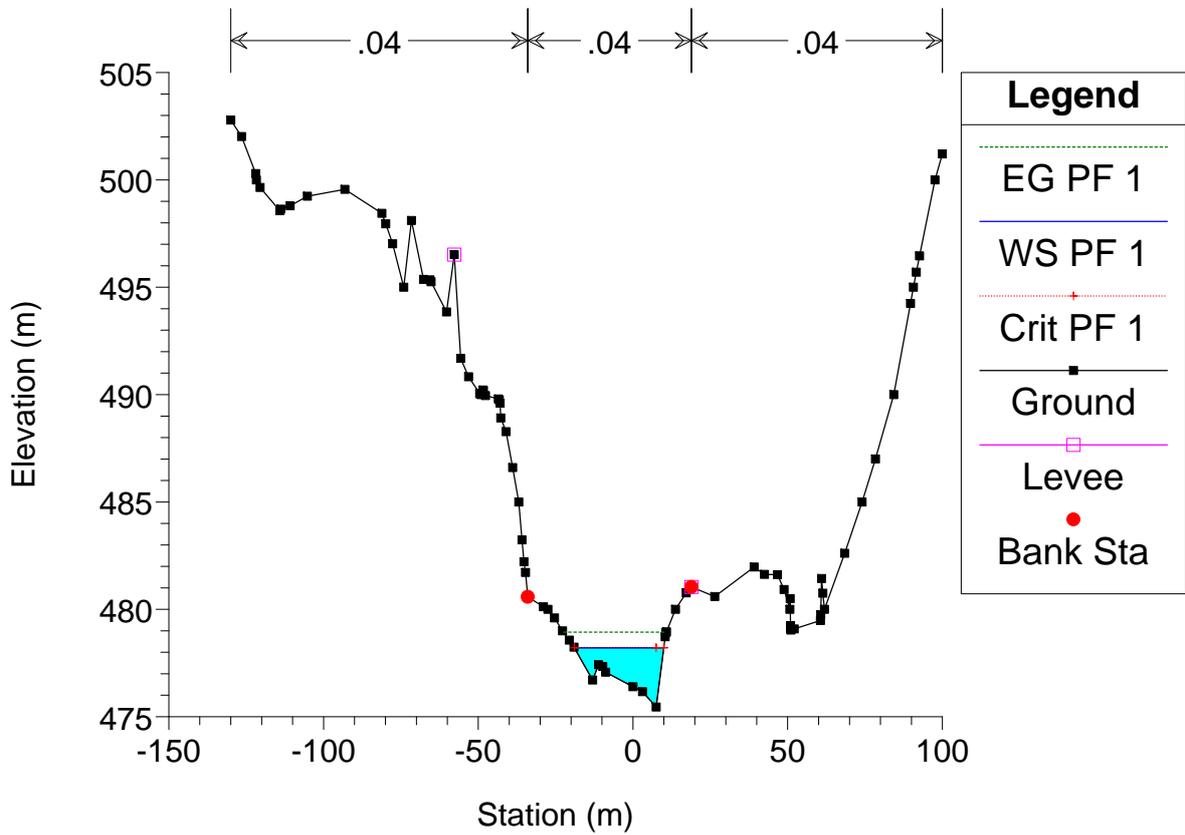
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



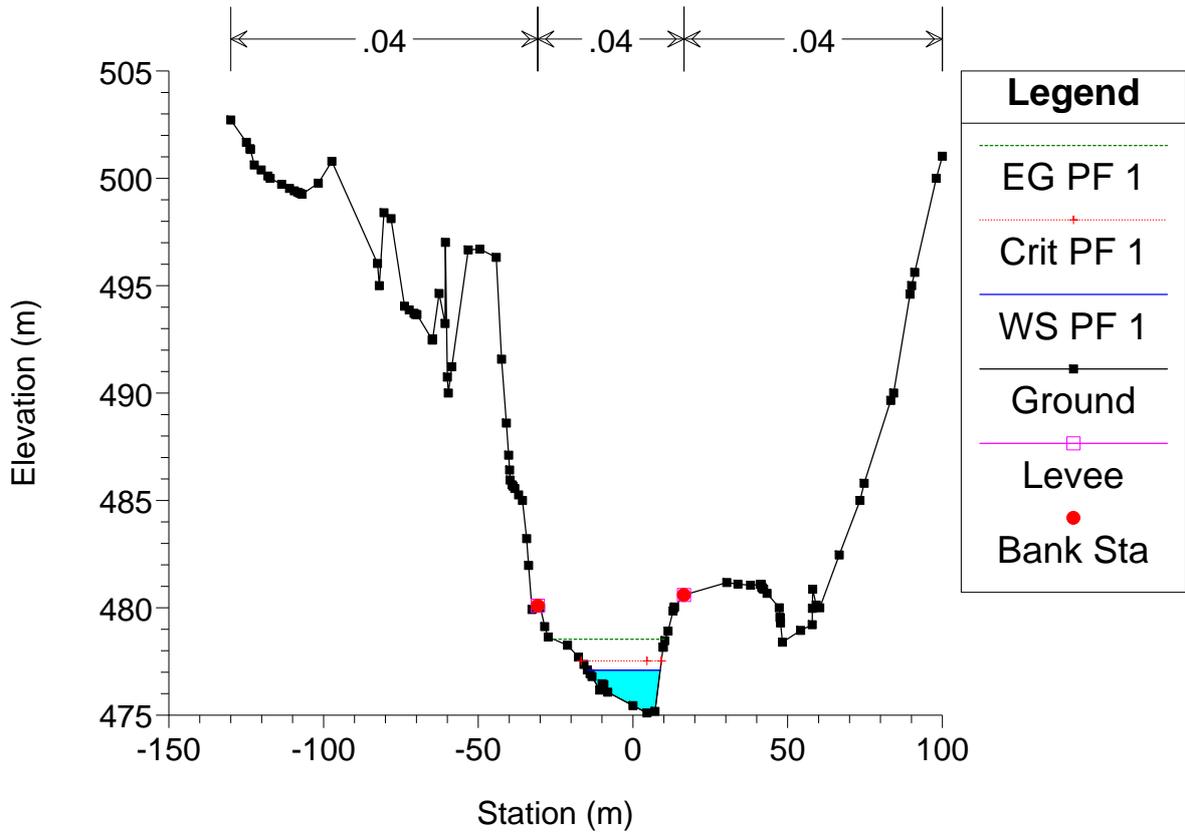
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



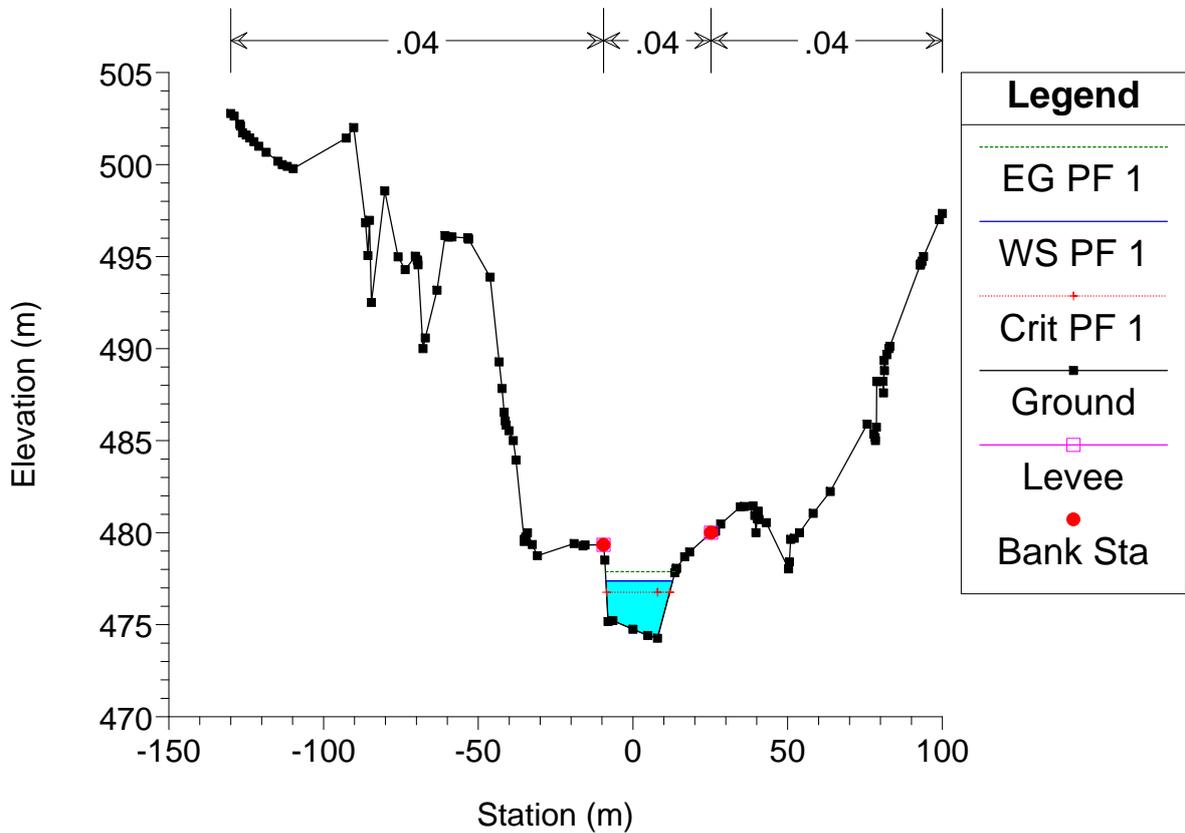
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



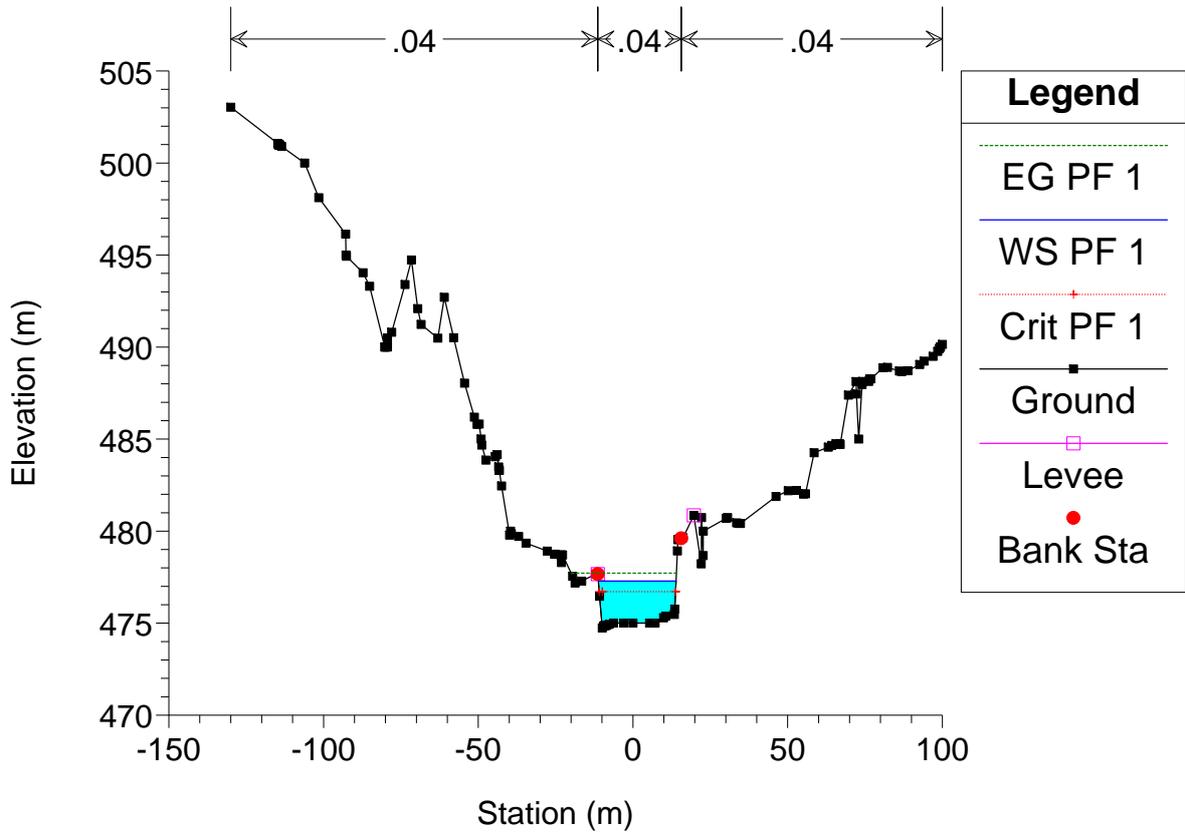
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



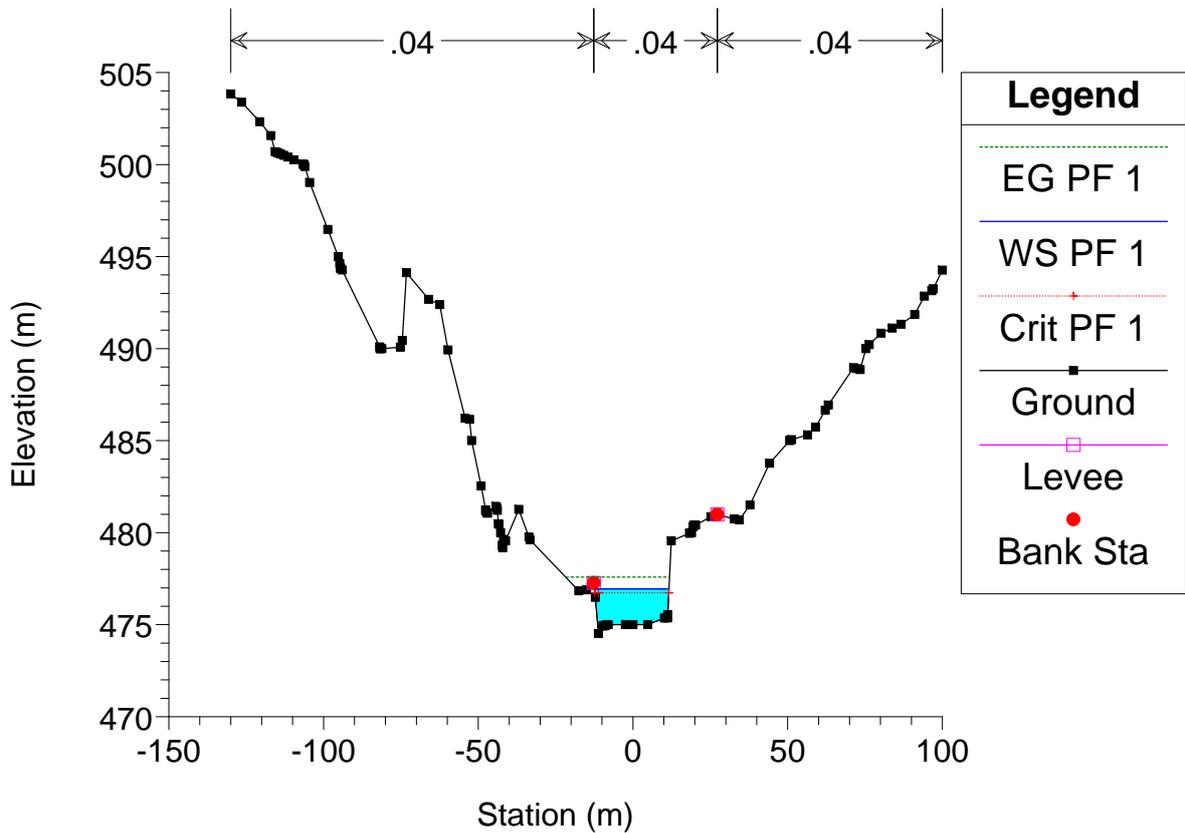
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



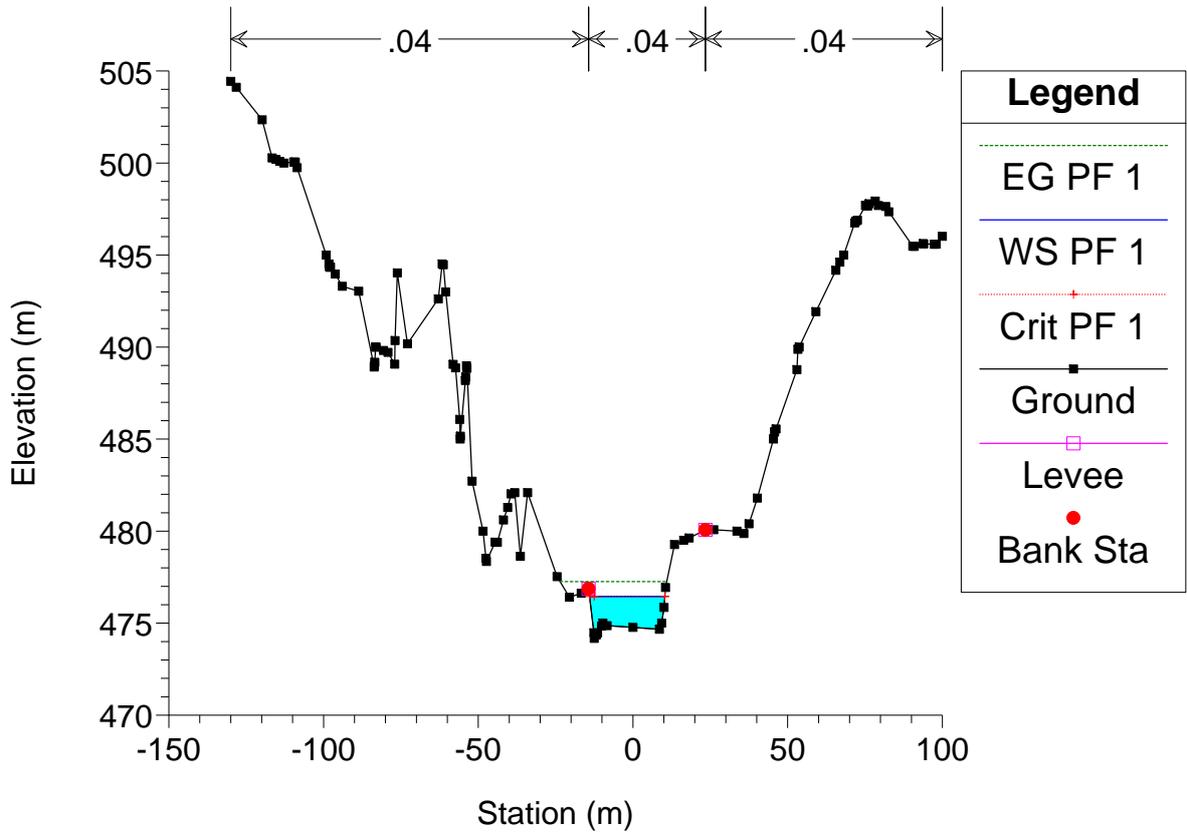
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



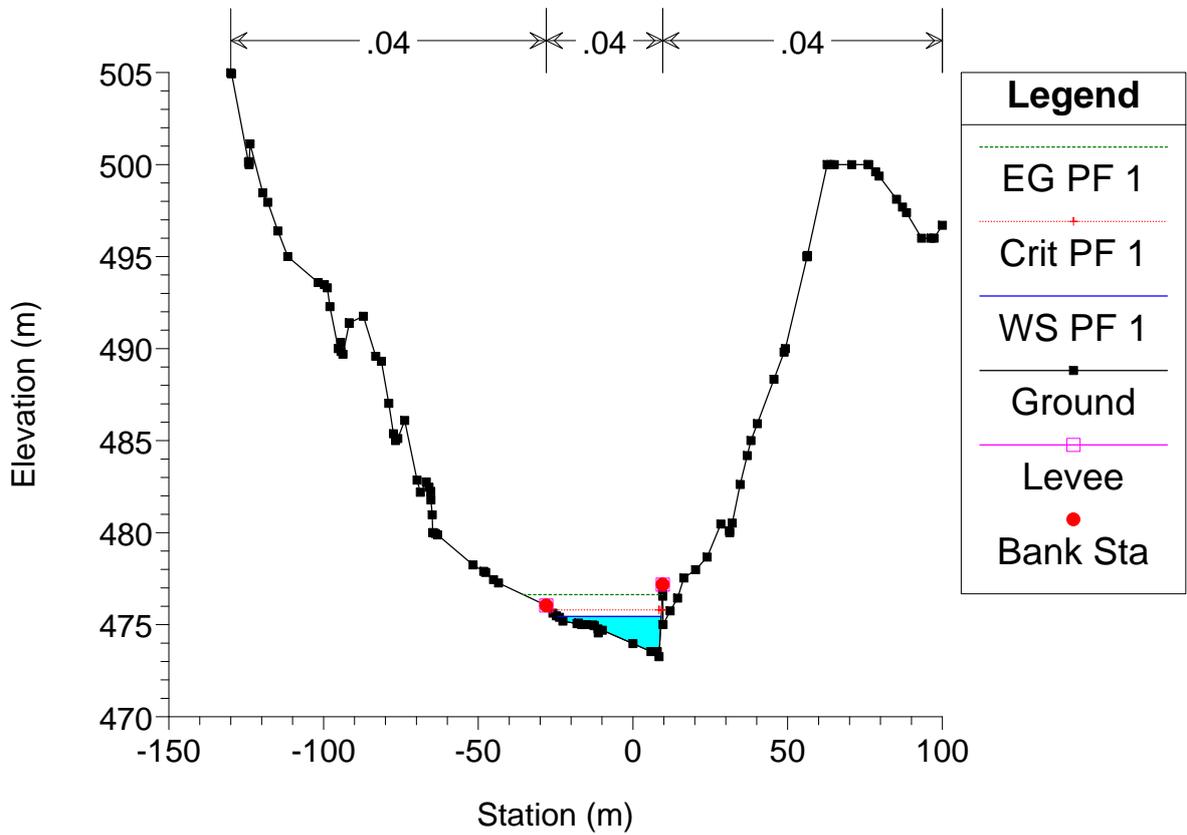
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



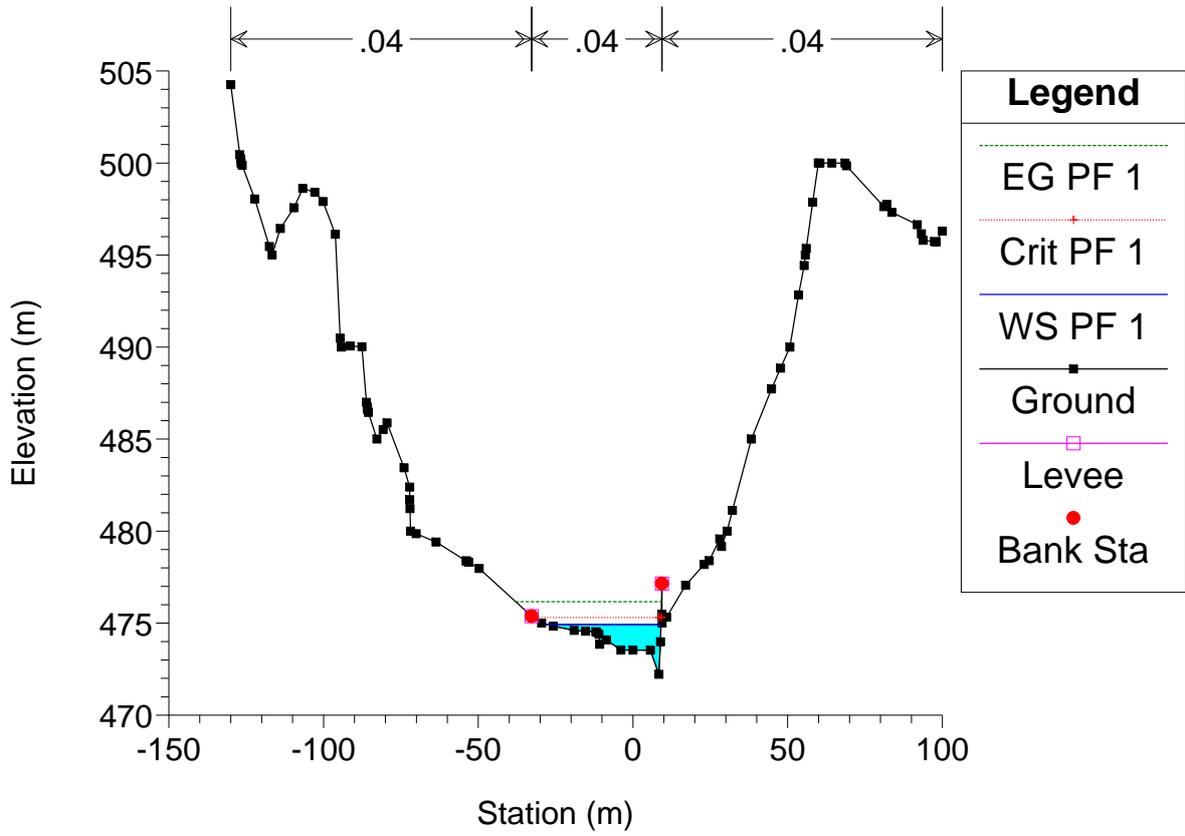
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



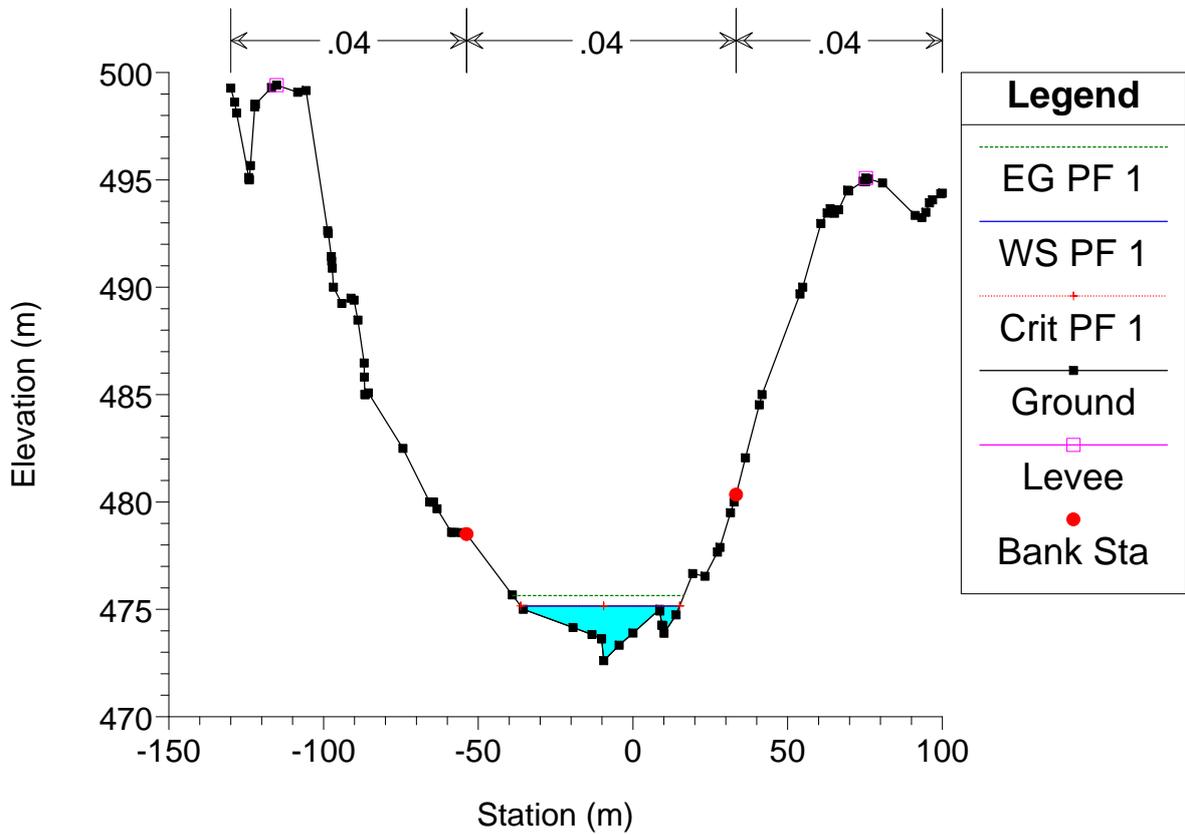
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



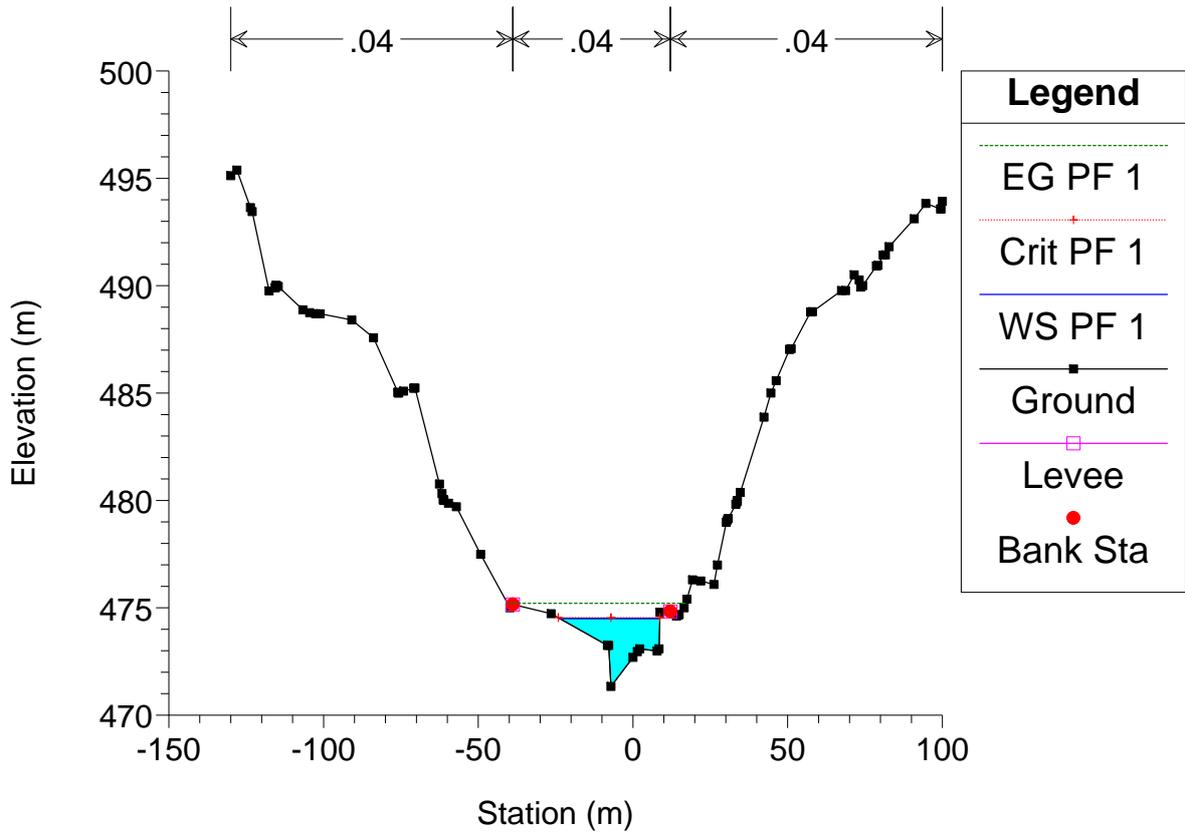
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



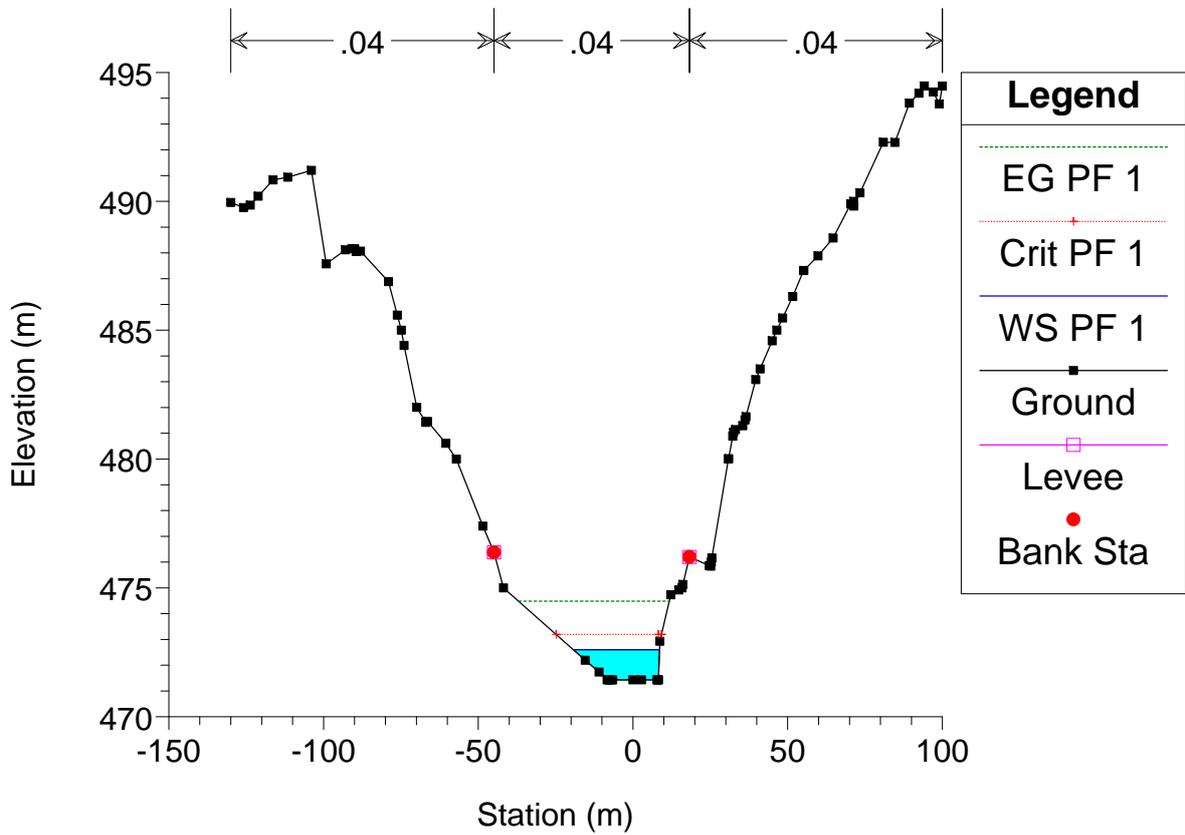
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



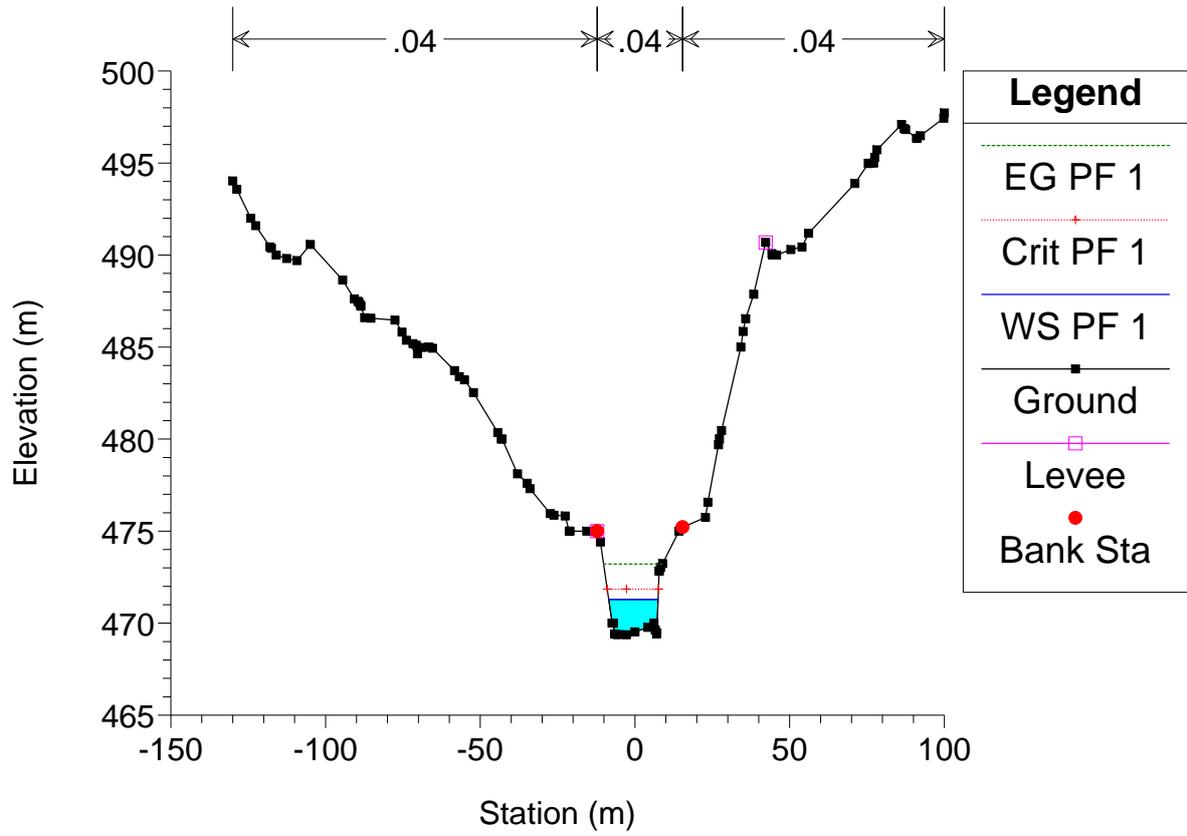
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



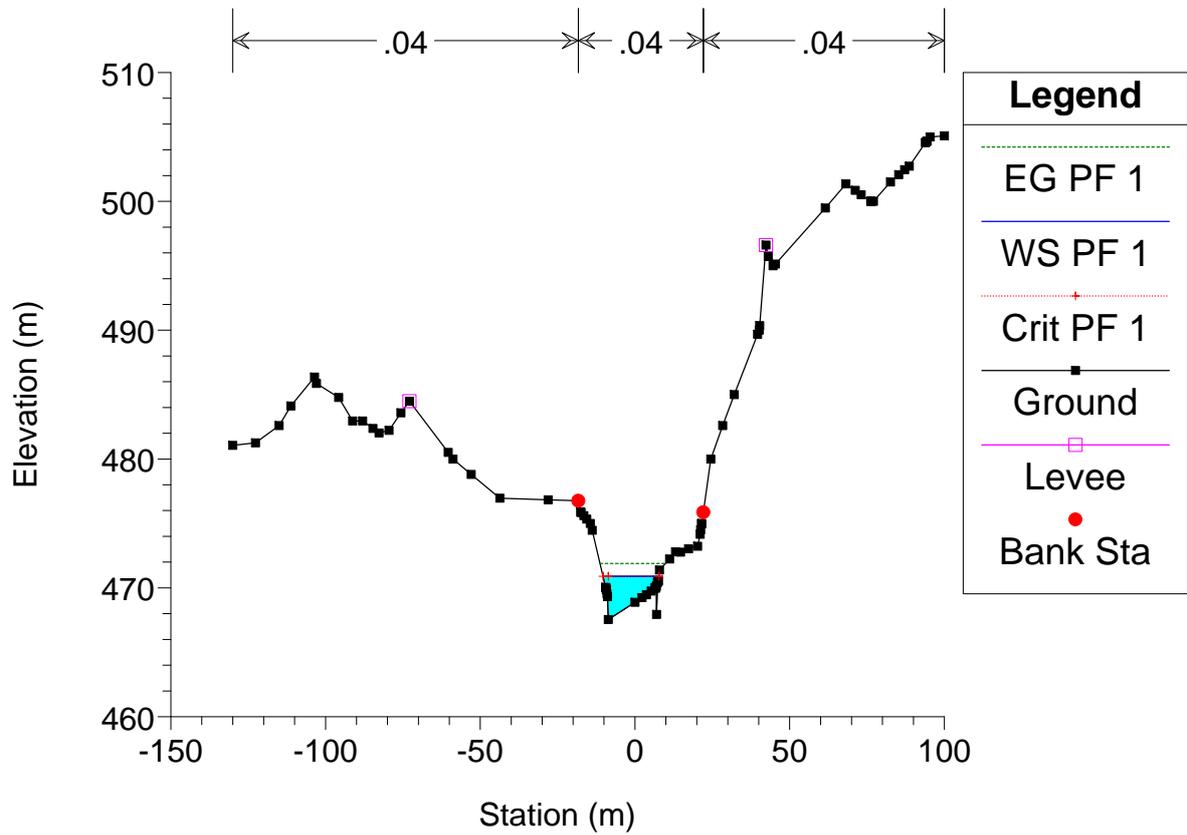
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



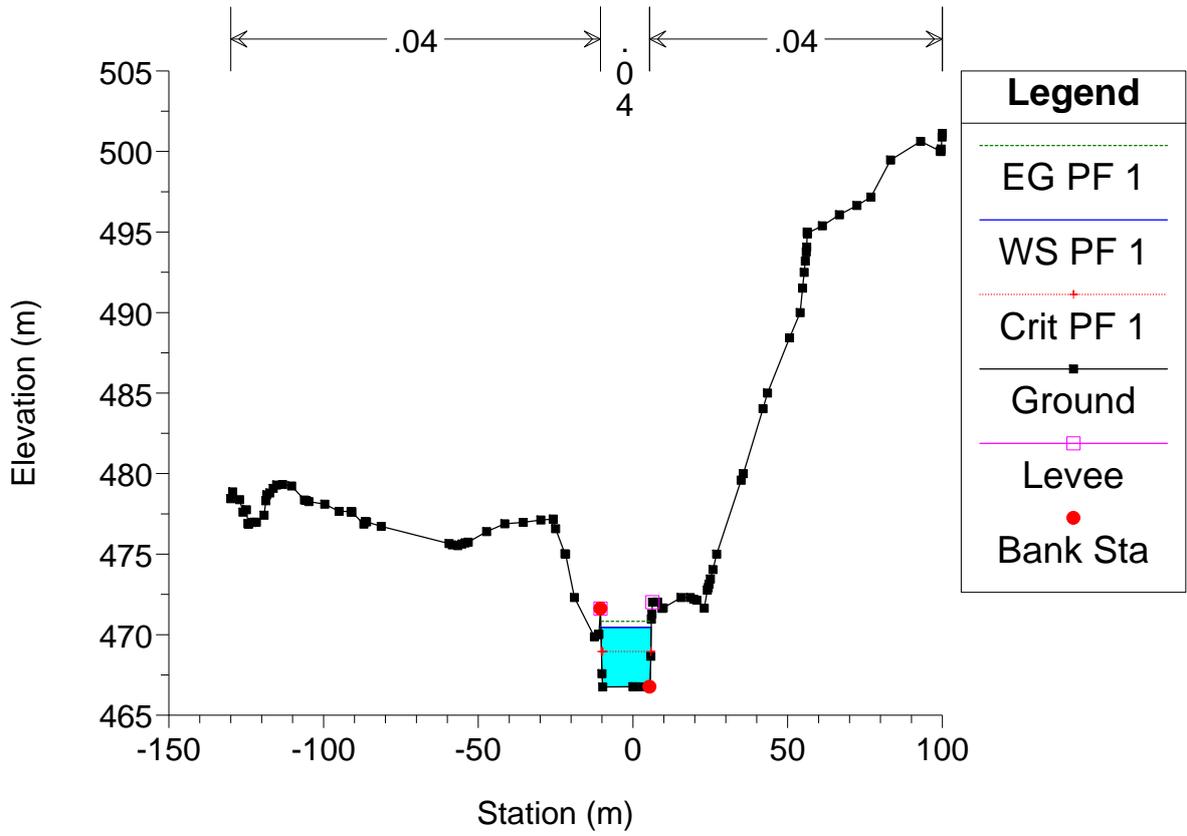
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



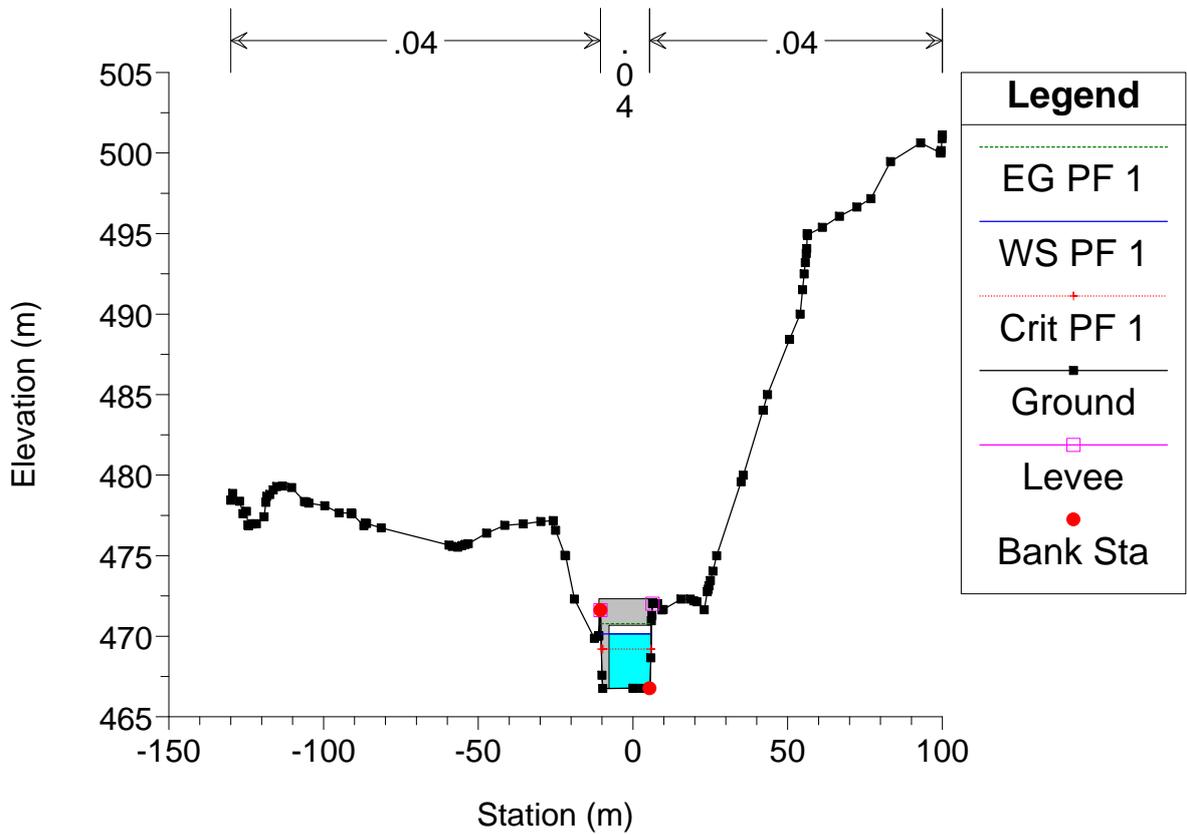
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



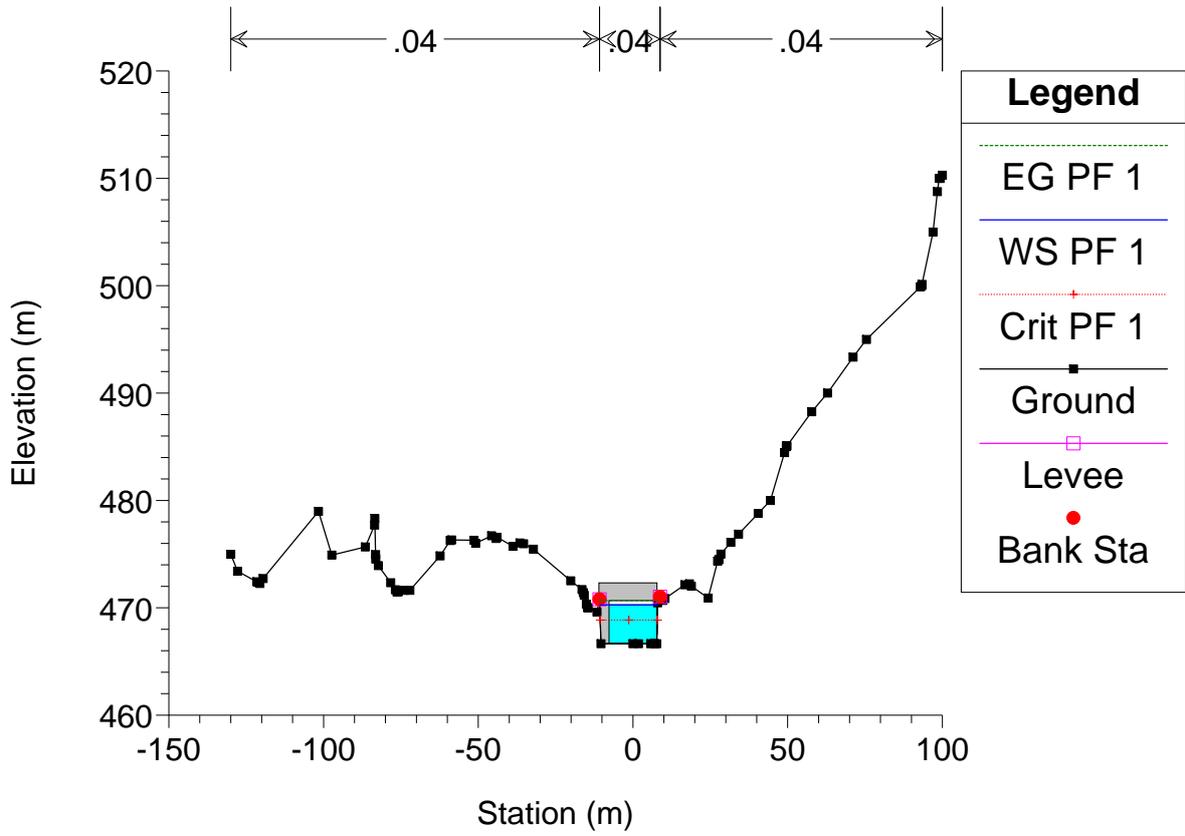
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



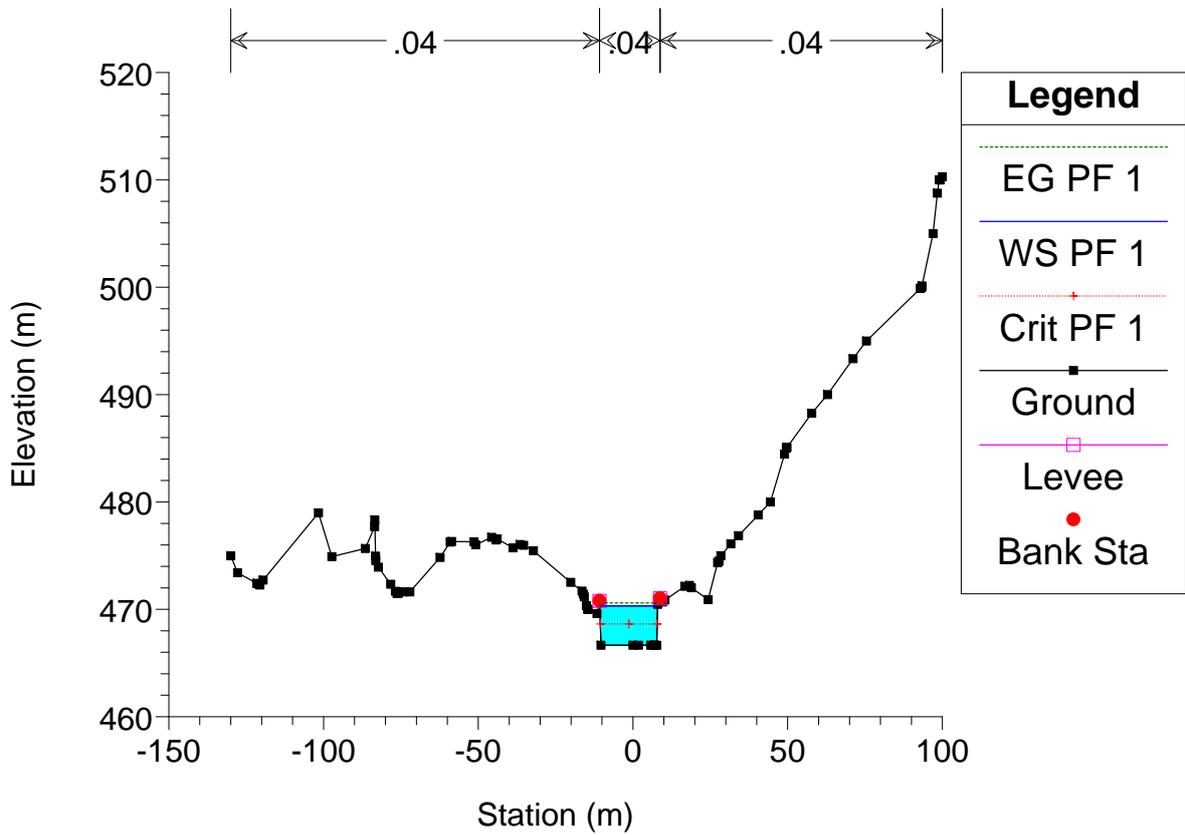
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



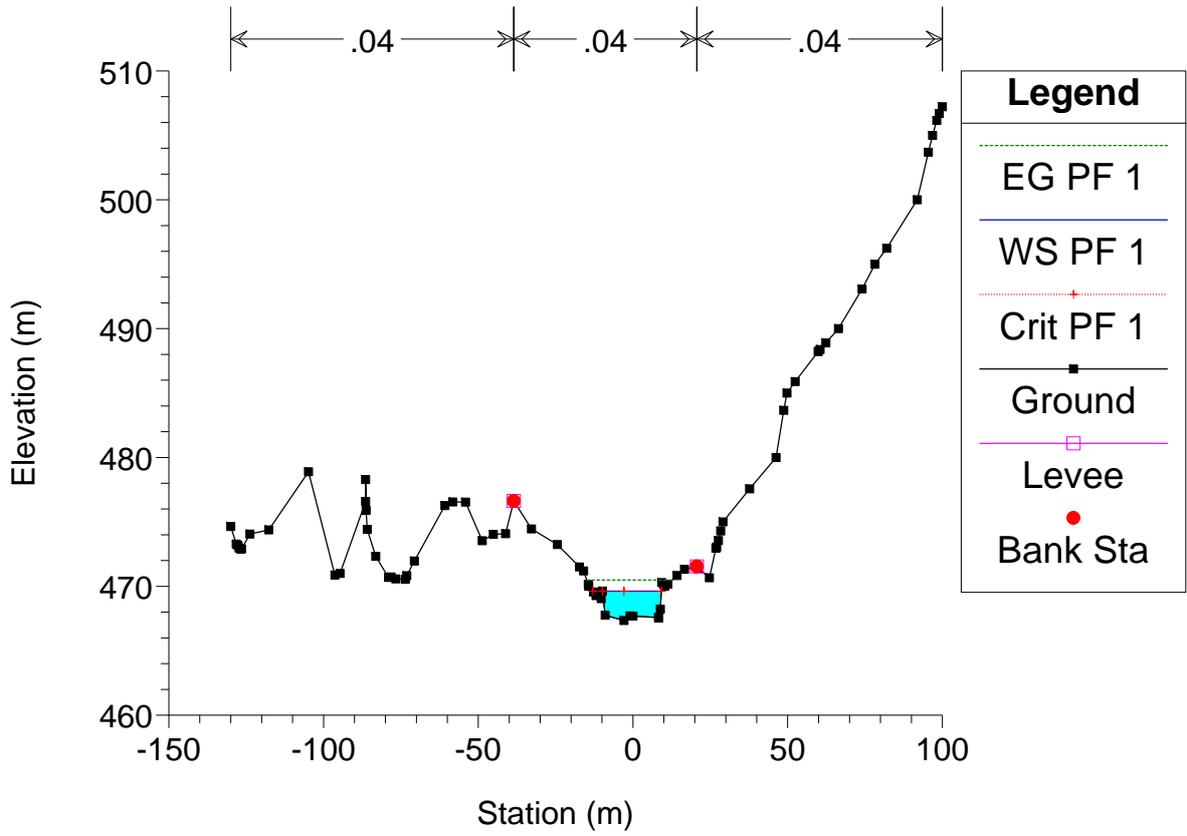
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



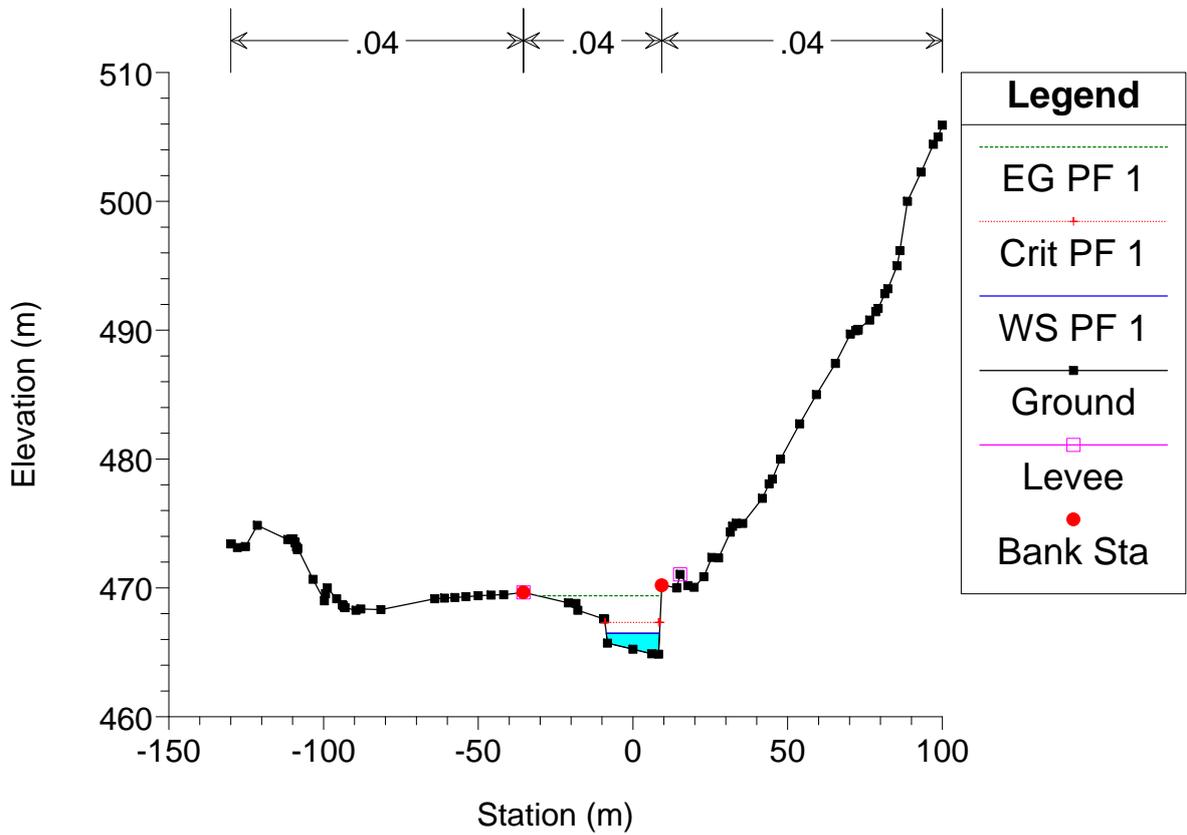
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



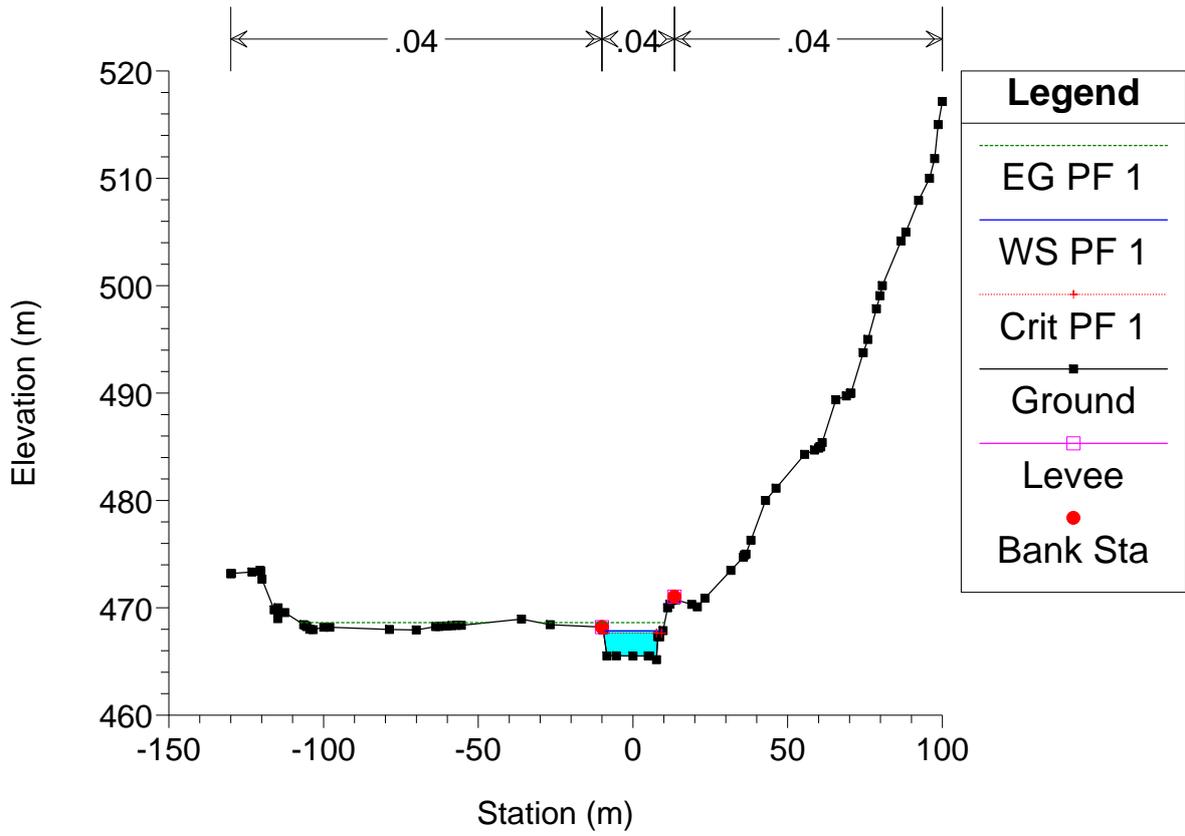
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



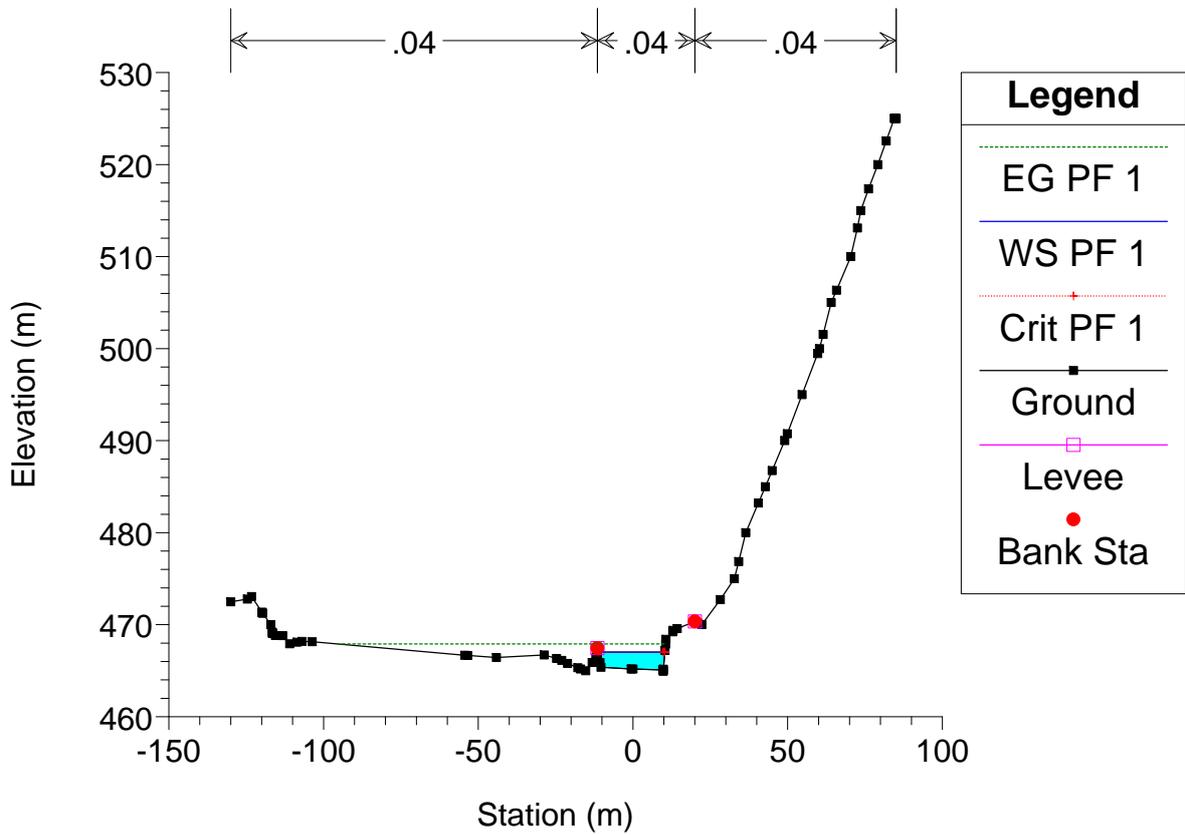
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



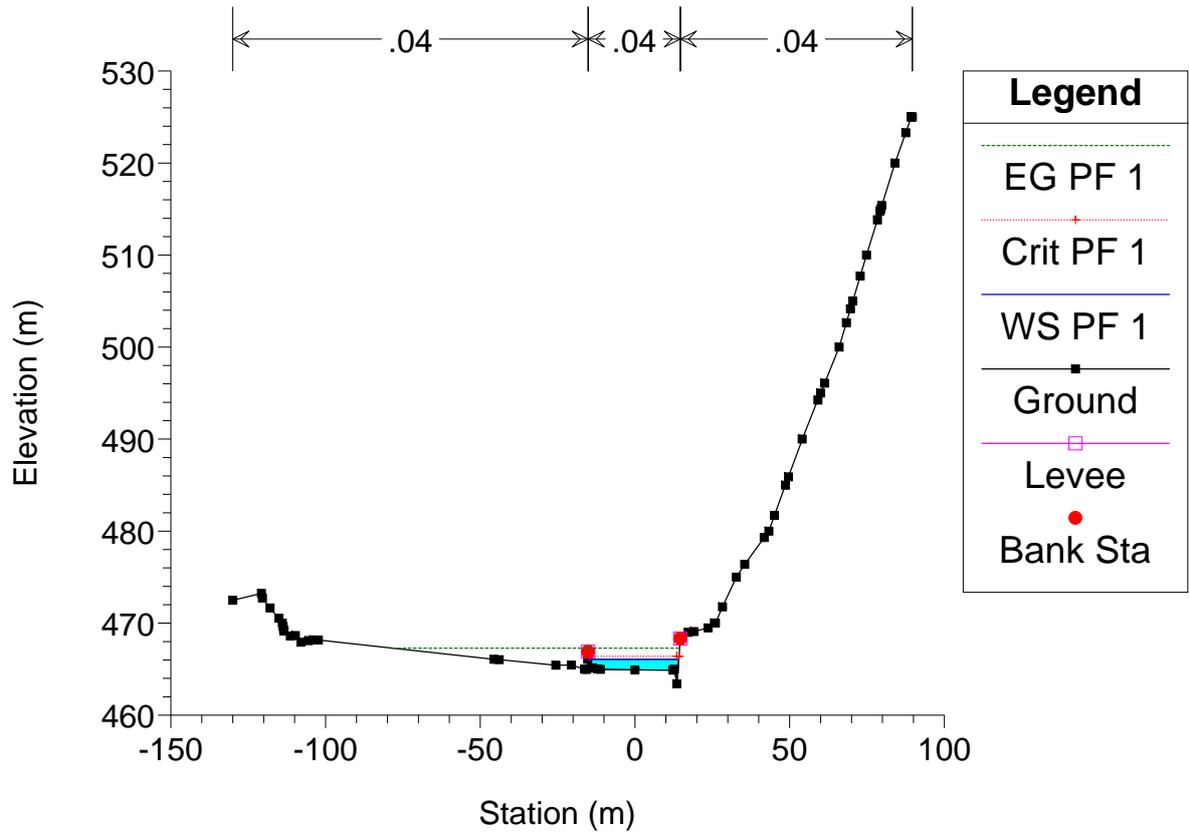
Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



Astico TR1 Plan: TR1_SA 20/07/2011



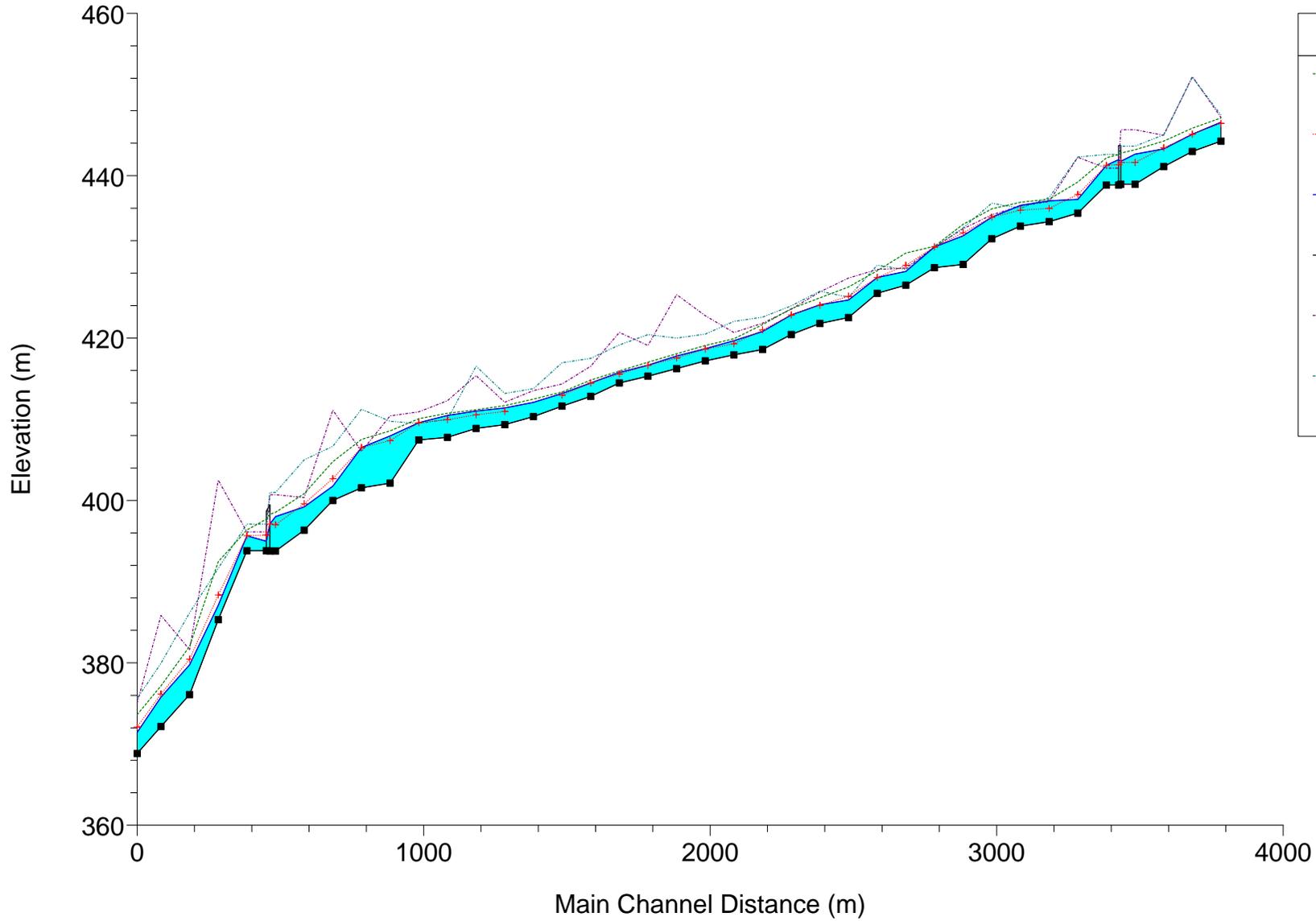
Torrente Astico – Stato di fatto – Tratto 2

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR2 Profile: PF 1

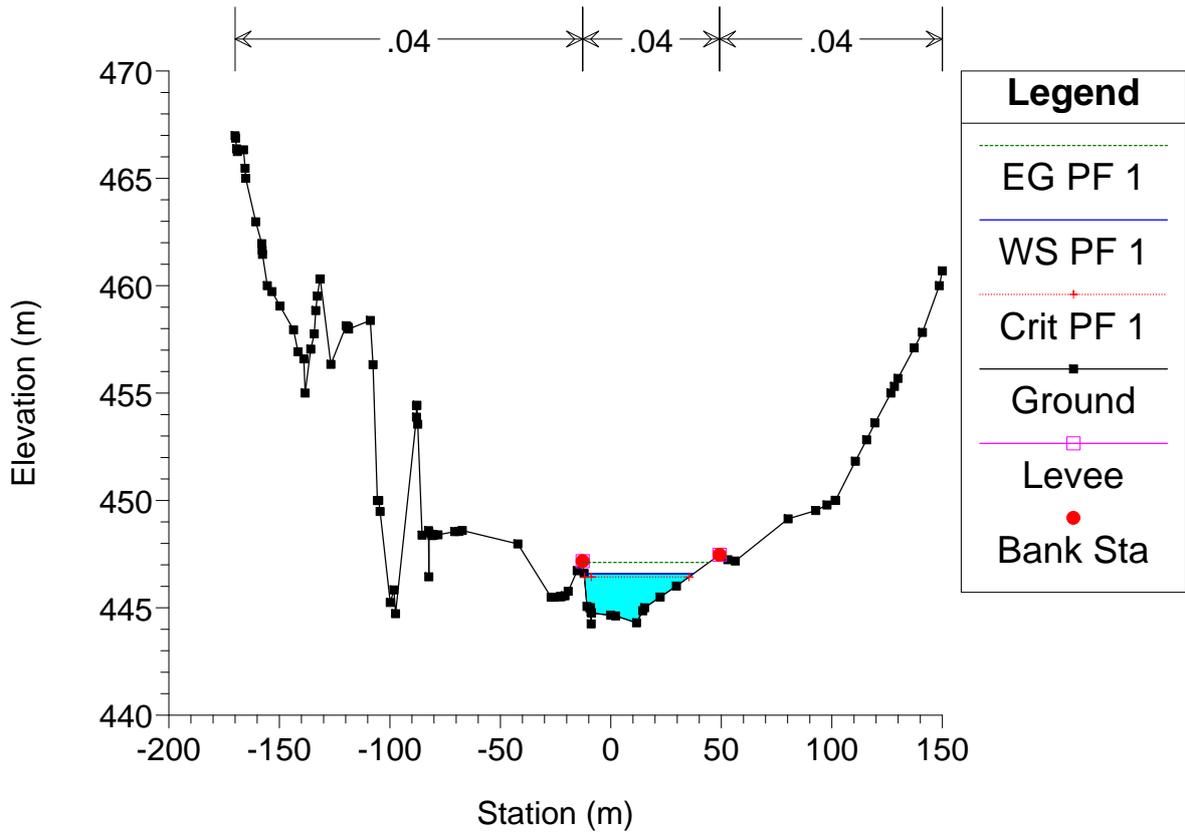
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR2	-1	PF 1	224.92	444.25	446.59	446.43	3.22	0.86	447.17	447.47
TR2	-2	PF 1	224.92	442.97	445.11	445.11	3.82	1.00	445.64	452.13
TR2	-3	PF 1	224.92	441.12	443.30	443.43	4.33	1.11	444.98	445.04
TR2	-4	PF 1	224.92	438.95	442.65	441.63	3.24	0.58	445.66	443.63
TR2	-4.5		Bridge							
TR2	-5	PF 1	224.92	438.85	441.28	441.28	4.35	0.98	440.93	442.61
TR2	-6	PF 1	224.92	435.39	437.09	437.68	6.46	2.40	442.26	442.30
TR2	-7	PF 1	224.92	434.33	436.90	435.97	1.97	0.44	436.80	437.31
TR2	-8	PF 1	224.92	433.80	436.34	435.75	2.85	0.60	436.26	435.98
TR2	-9	PF 1	224.92	432.22	434.89	434.89	4.49	1.00	435.18	436.62
TR2	-10	PF 1	224.92	429.08	432.60	432.96	5.25	1.33	433.47	433.58
TR2	-11	PF 1	224.92	428.68	431.22	431.22	1.58	0.39	431.22	431.18
TR2	-12	PF 1	224.92	426.51	428.21	428.96	6.67	1.97		
TR2	-13	PF 1	224.92	425.52	427.46	427.46	4.05	1.01	432.22	428.97
TR2	-14	PF 1	224.92	422.52	424.69	425.15	5.60	1.41	427.40	425.04
TR2	-15	PF 1	224.92	421.79	424.10	424.03	4.08	0.95	425.68	425.77
TR2	-16	PF 1	224.92	420.45	422.85	422.85	3.90	1.00	423.56	423.96
TR2	-17	PF 1	224.92	418.59	420.80	421.00	4.09	1.33	421.83	422.57
TR2	-18	PF 1	224.92	417.93	419.67	419.29	2.15	0.61	420.68	422.05
TR2	-19	PF 1	224.92	417.19	418.69	418.63	2.79	0.91	422.76	420.50
TR2	-20	PF 1	224.92	416.25	417.80	417.55	2.30	0.70	425.36	420.00
TR2	-21	PF 1	224.92	415.31	416.66	416.64	2.66	0.95	419.08	420.43
TR2	-22	PF 1	224.92	414.47	415.77	415.57	1.83	0.66	420.70	419.14
TR2	-23	PF 1	224.92	412.81	414.47	414.47	2.67	1.01	416.54	417.50
TR2	-24	PF 1	224.92	411.61	413.18	412.96	1.86	0.64	414.35	416.97
TR2	-25	PF 1	224.92	410.32	412.09		2.76	0.86		
TR2	-26	PF 1	224.92	409.34	411.39	410.96	2.38	0.63	412.10	413.18
TR2	-27	PF 1	224.92	408.88	411.01	410.55	1.82	0.52	415.38	416.54
TR2	-28	PF 1	224.92	407.78	410.46	409.94	2.41	0.58	412.29	410.00
TR2	-29	PF 1	224.92	407.45	409.57	409.57	3.20	0.88	410.92	409.49
TR2	-30	PF 1	224.92	402.12	407.95	407.38	3.49	0.70	410.43	409.76
TR2	-31	PF 1	224.92	401.56	406.51	406.51	4.54	0.93	406.04	411.24
TR2	-32	PF 1	224.92	400.00	401.76	402.69	7.68	1.99	411.12	406.68
TR2	-33	PF 1	224.92	396.34	399.20	399.60	5.65	1.24	400.35	405.00
TR2	-34	PF 1	224.92	393.77	398.01	397.00	3.23	0.62	400.70	401.00
TR2	-34.5		Bridge							
TR2	-35	PF 1	224.92	393.81	395.65	395.65	3.73	1.00	396.13	397.09
TR2	-36	PF 1	224.92	385.31	387.09	388.36	10.28	3.15	402.51	391.65
TR2	-37	PF 1	224.92	376.10	379.76	380.45	6.67	1.80	381.64	386.17
TR2	-38	PF 1	224.92	372.15	375.77	376.16	5.24	1.45	385.84	379.94
TR2	-39	PF 1	224.92	368.84	371.43	372.11	6.56	1.73	375.06	375.63

Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011

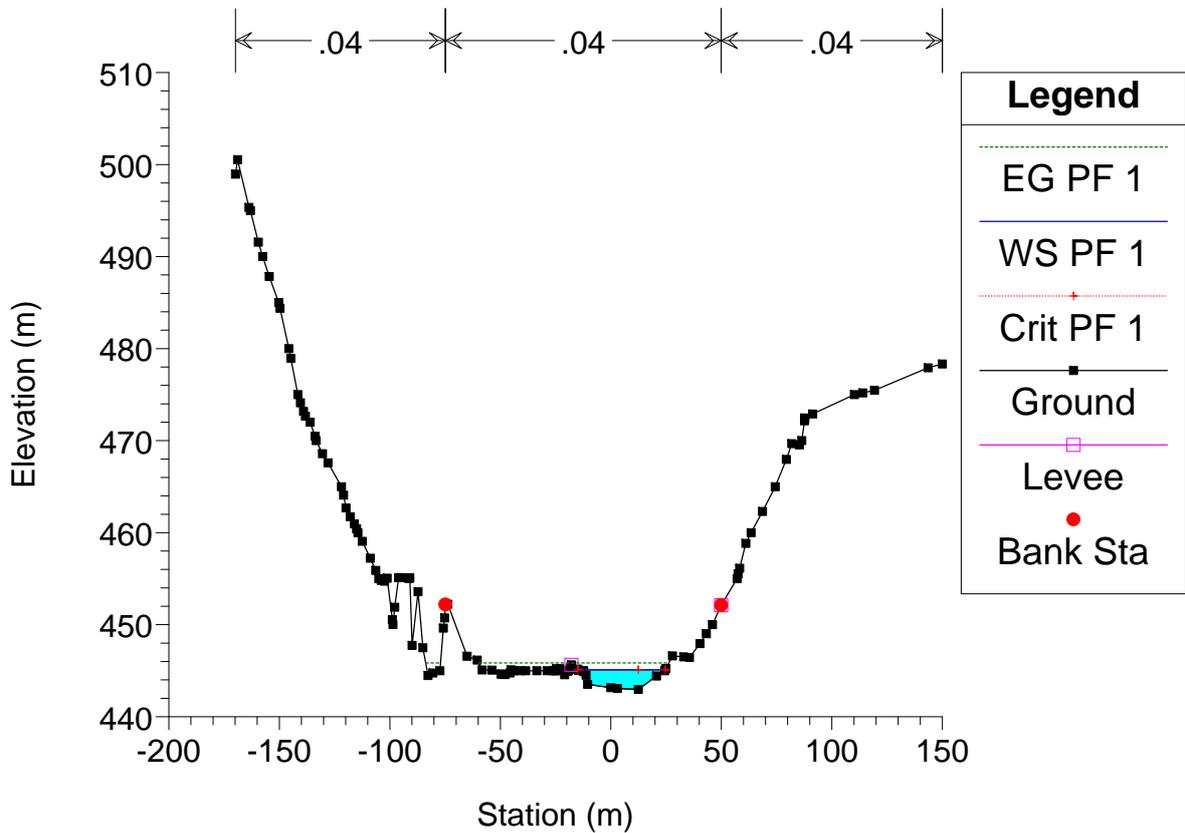
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



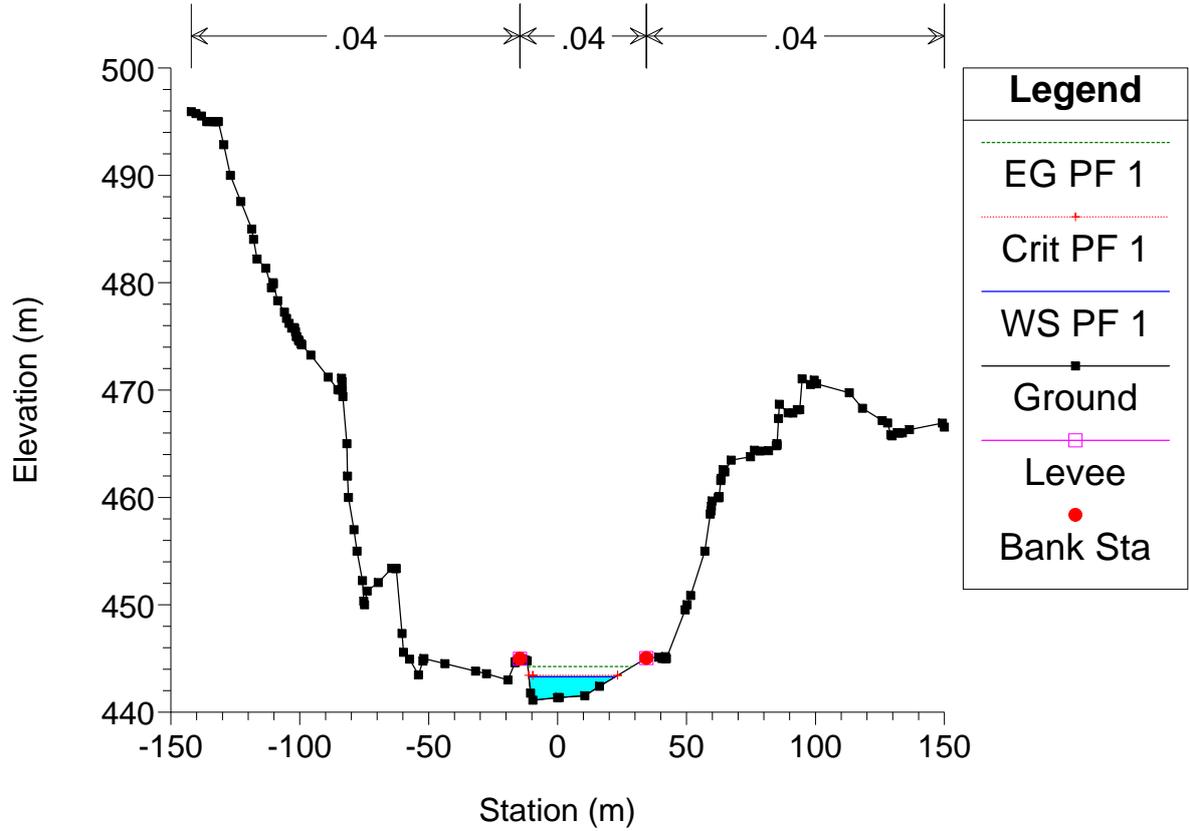
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



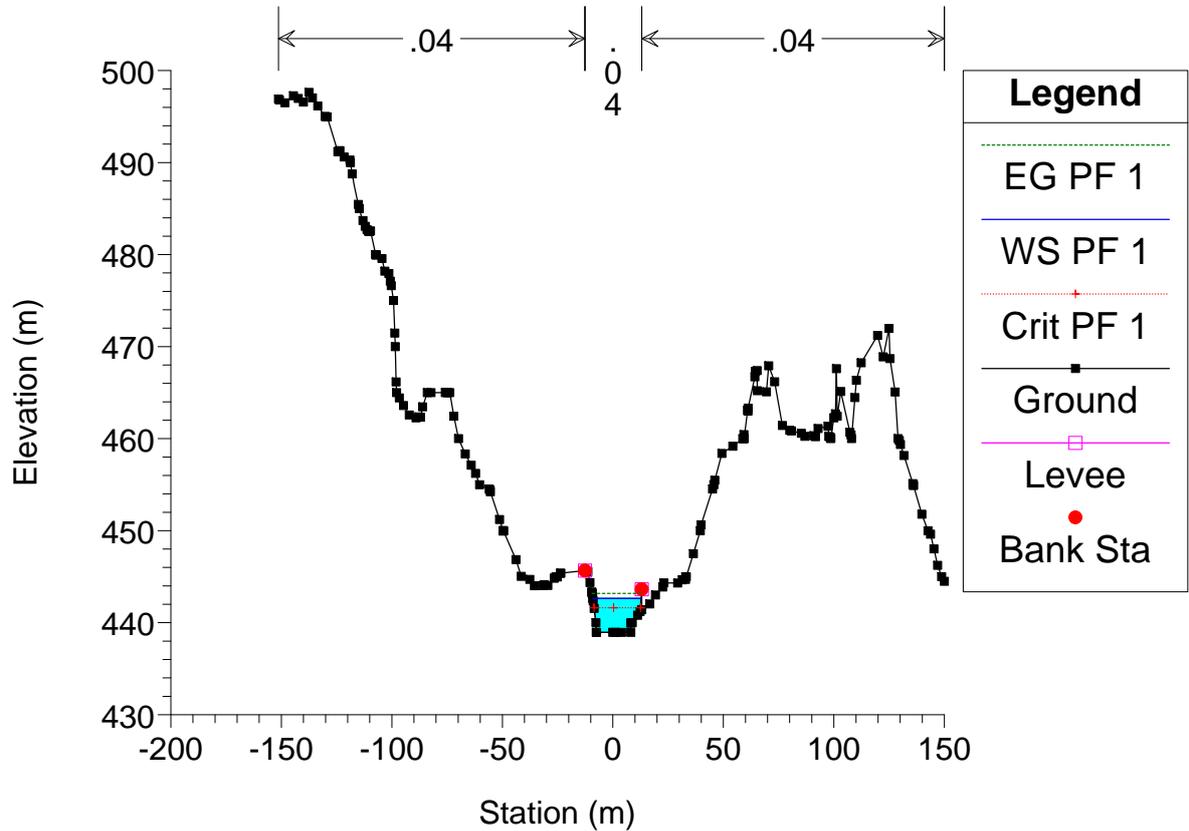
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



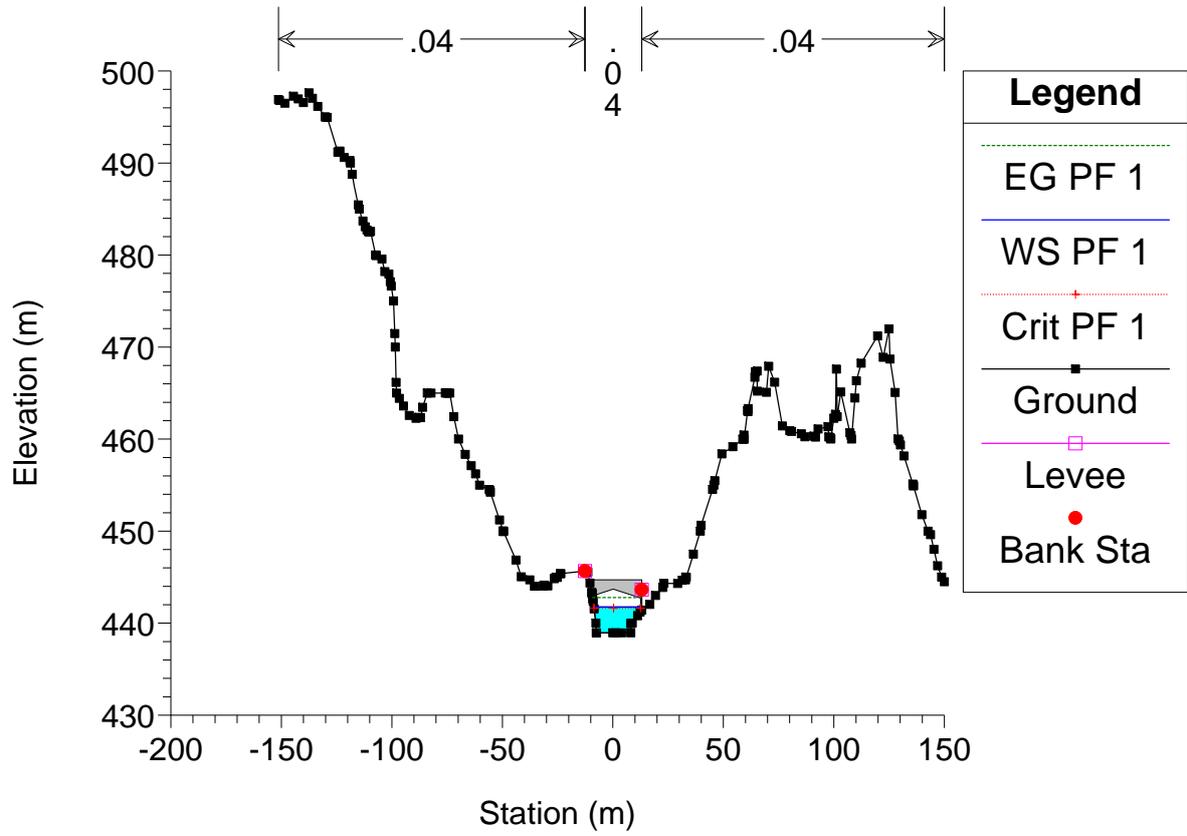
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



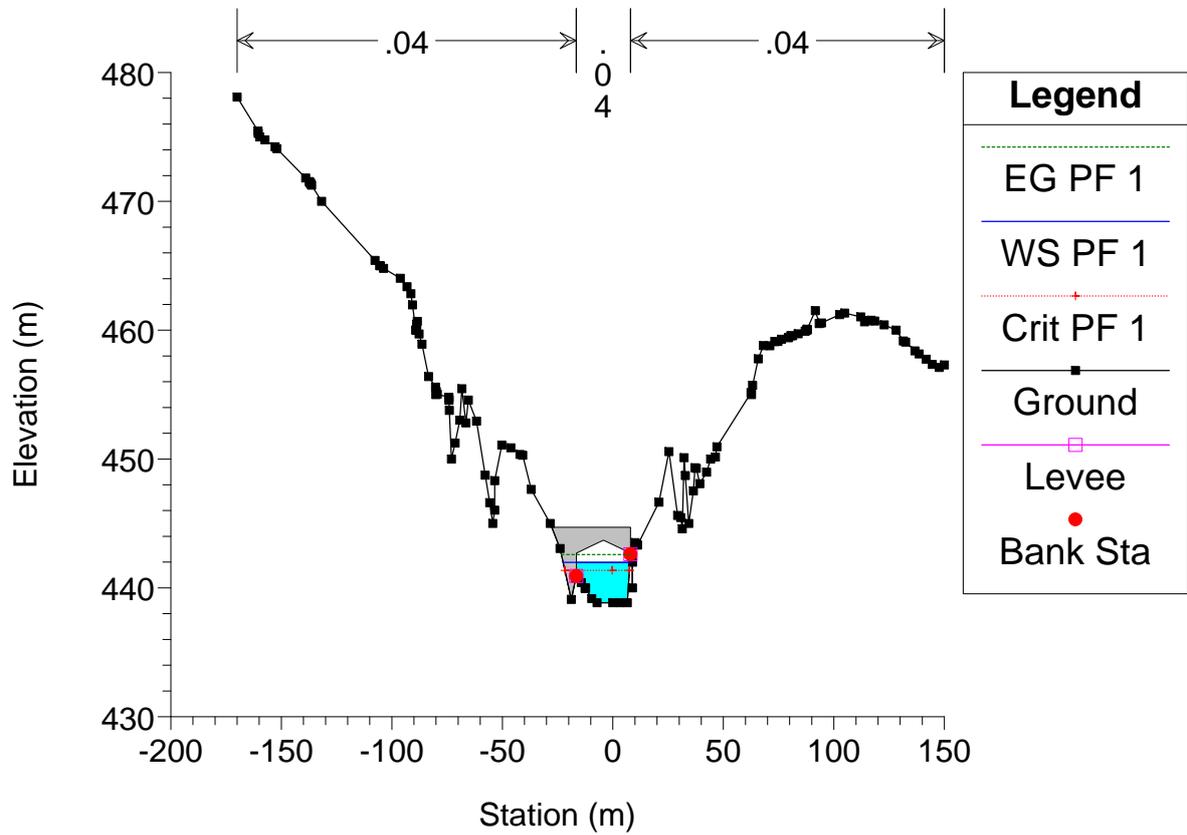
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



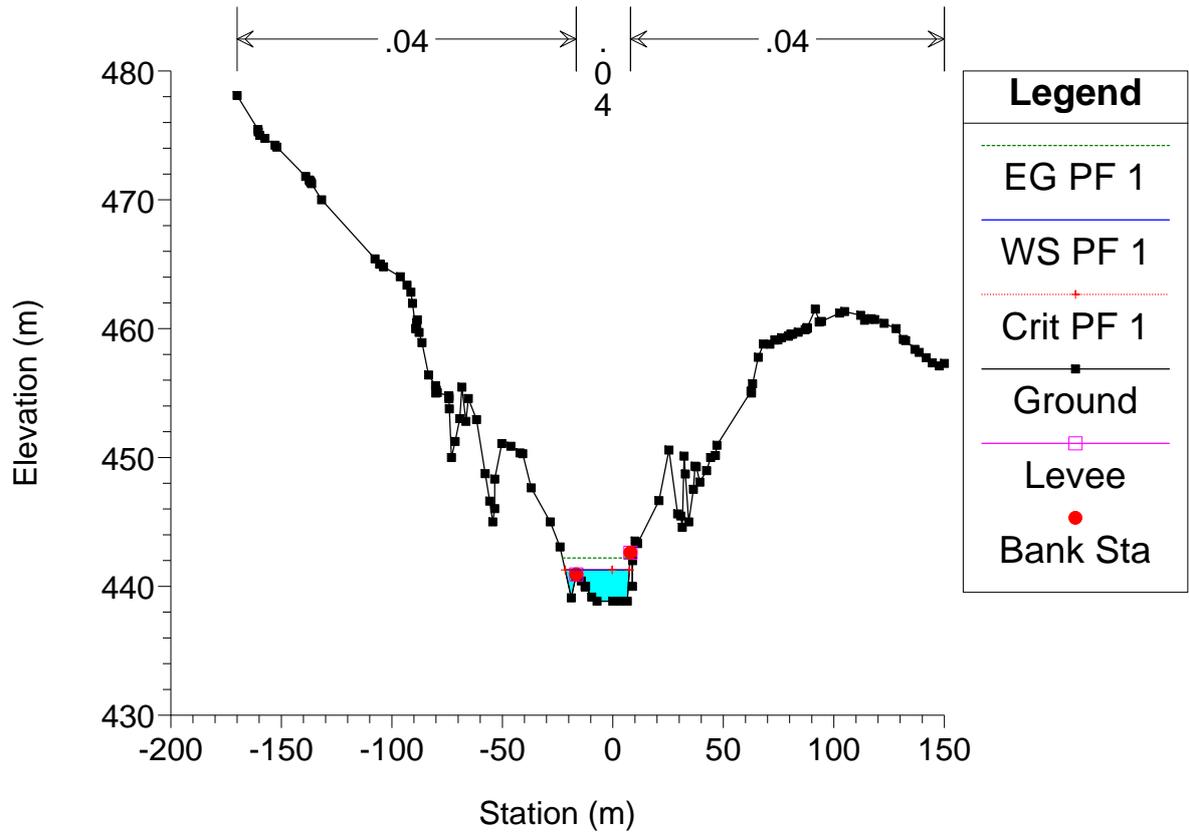
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



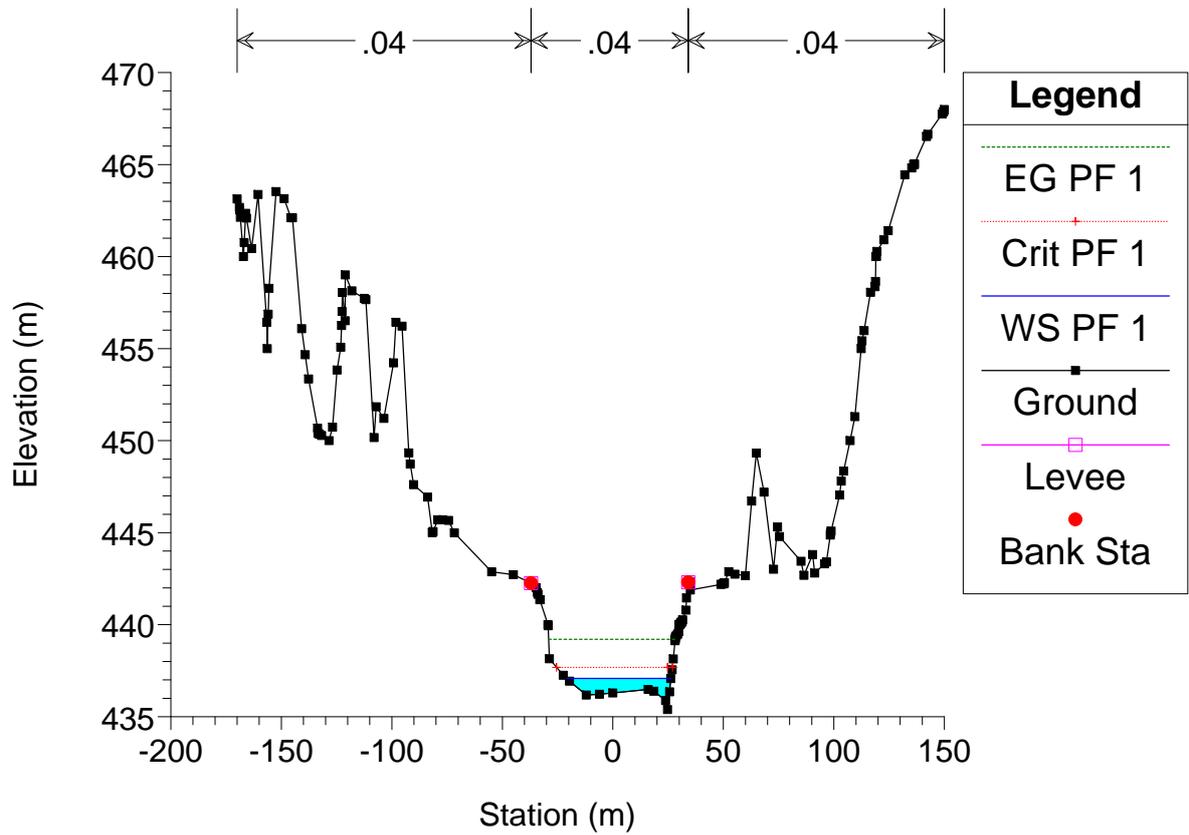
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



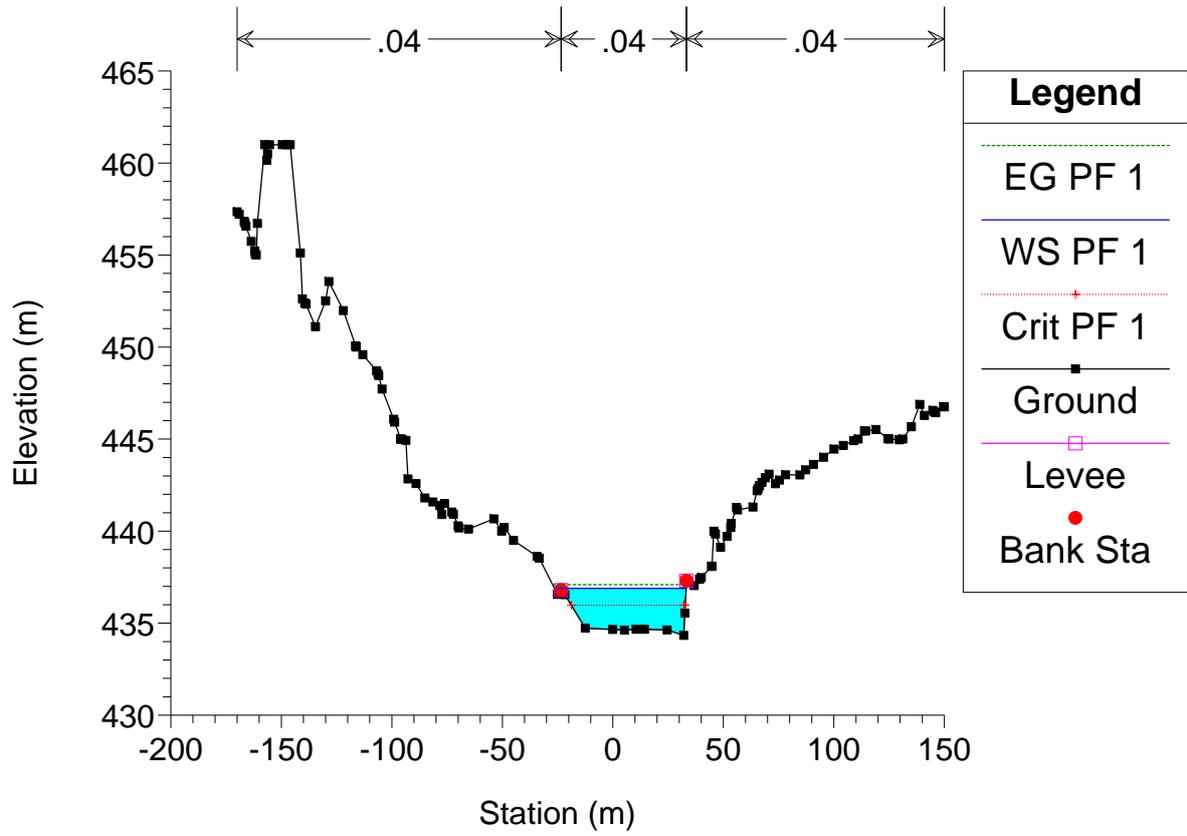
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



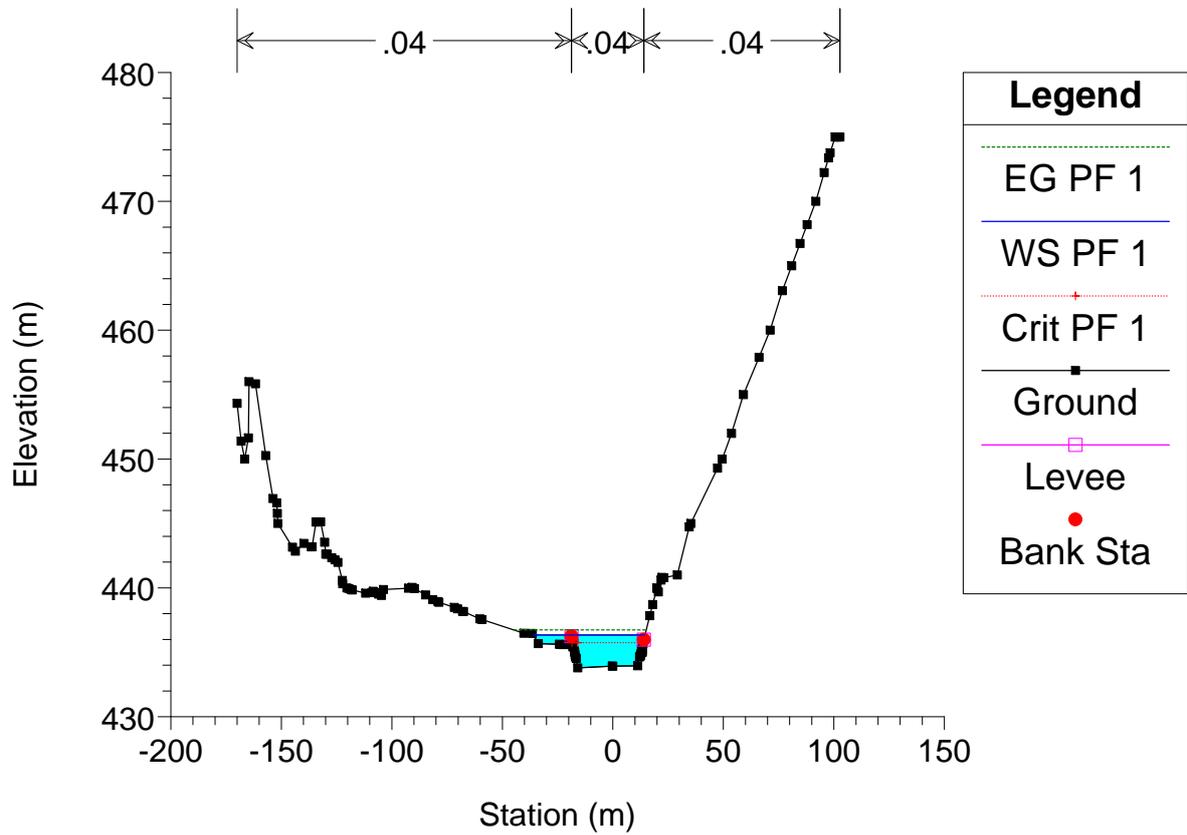
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



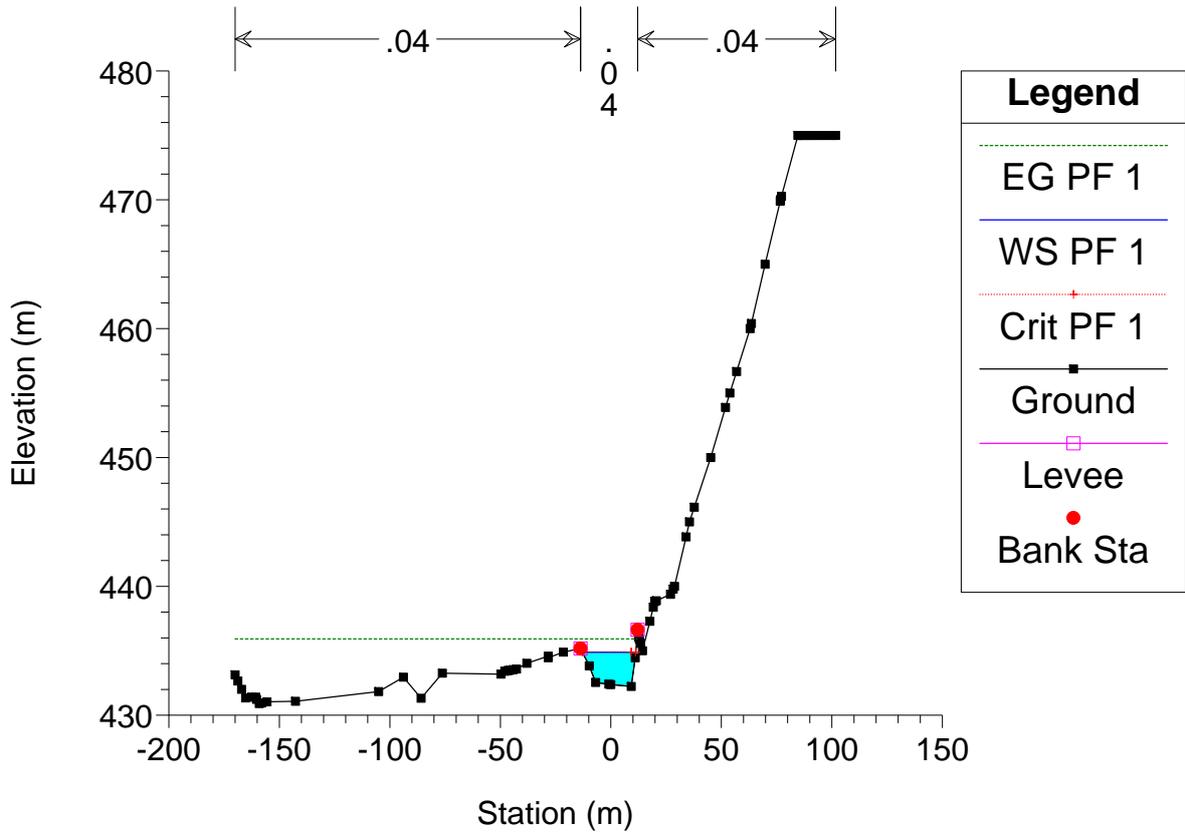
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



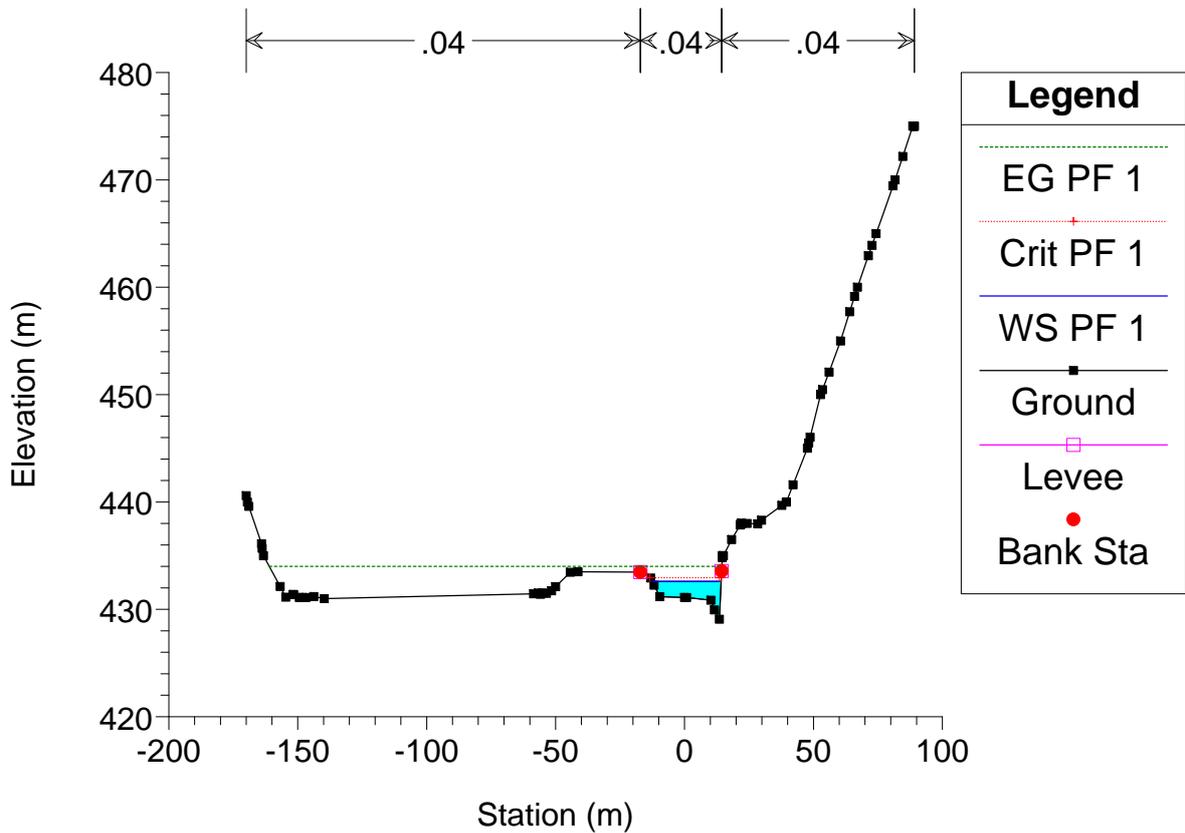
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



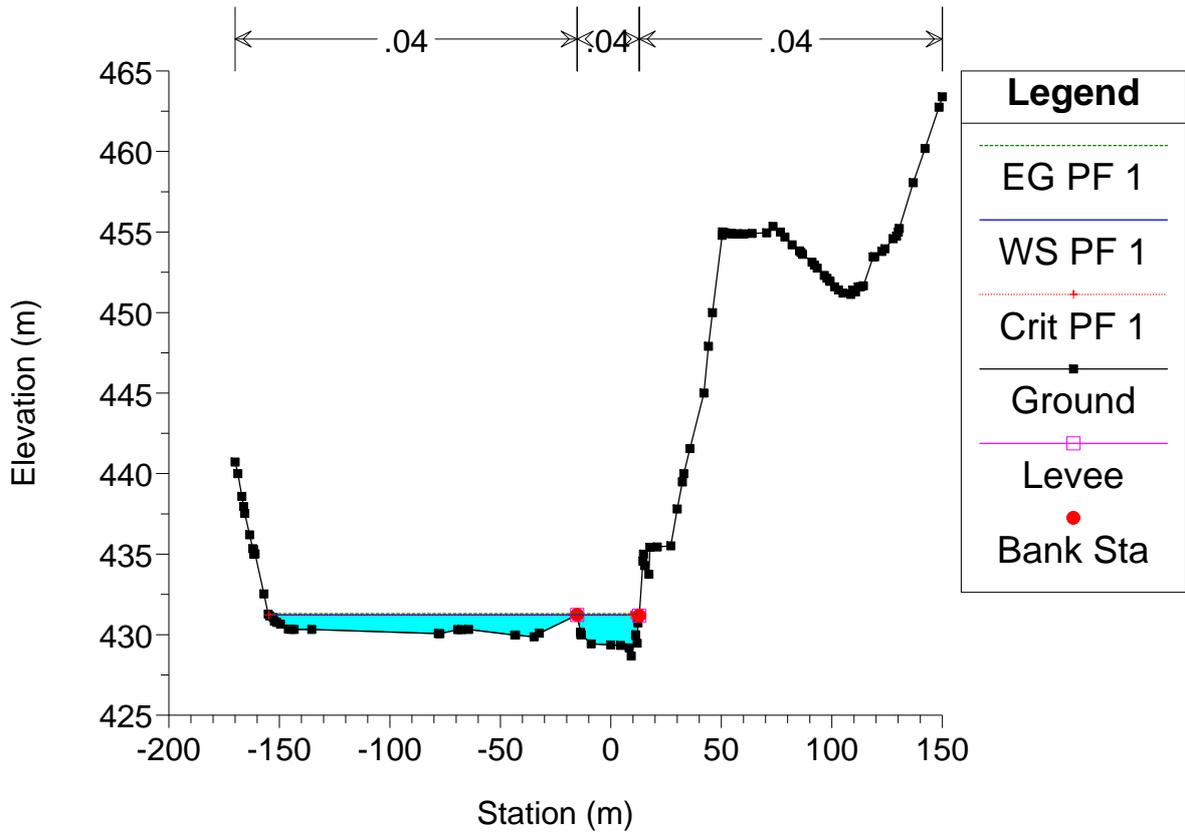
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



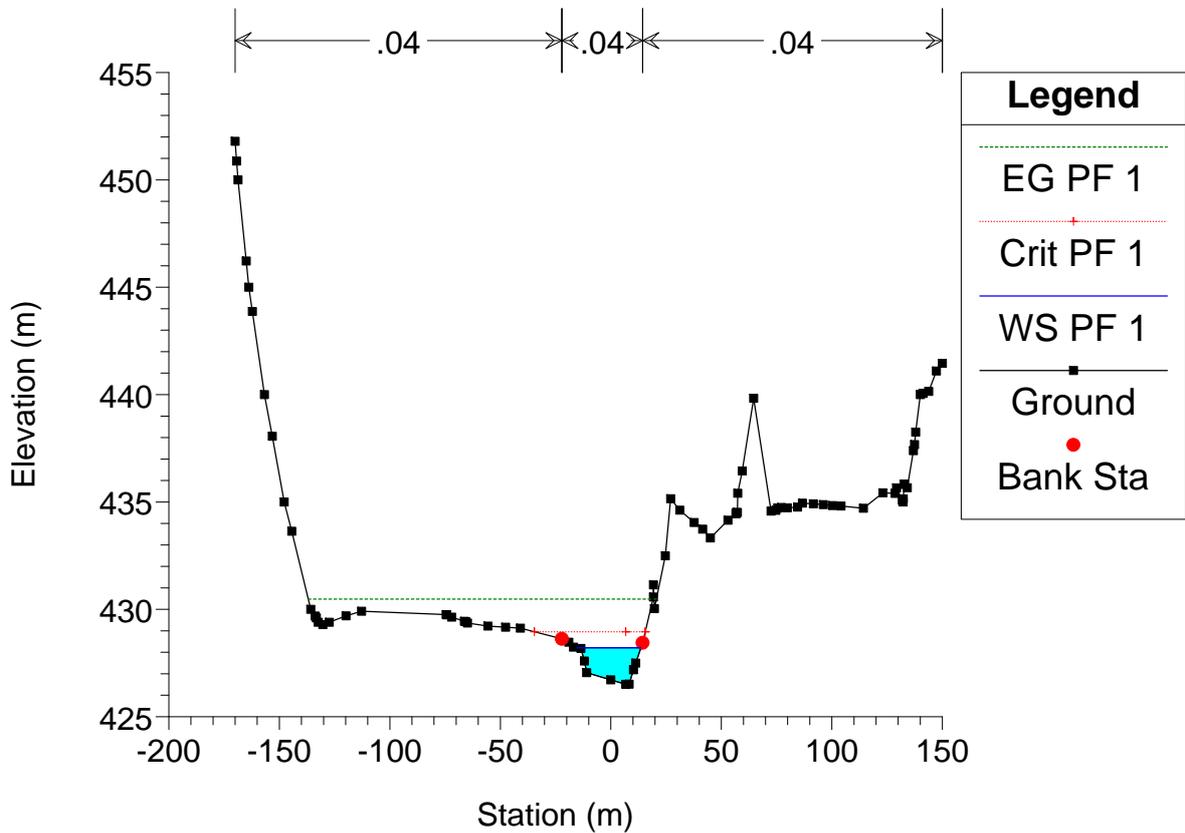
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



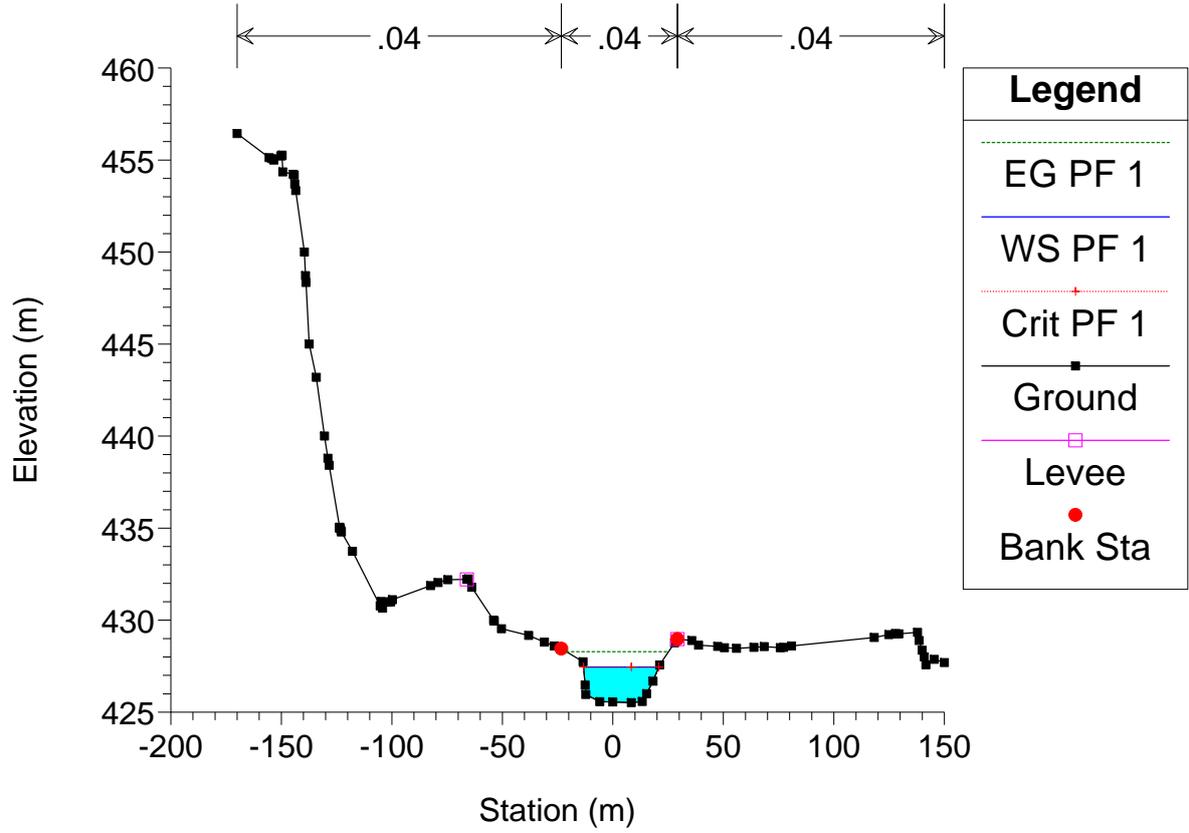
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



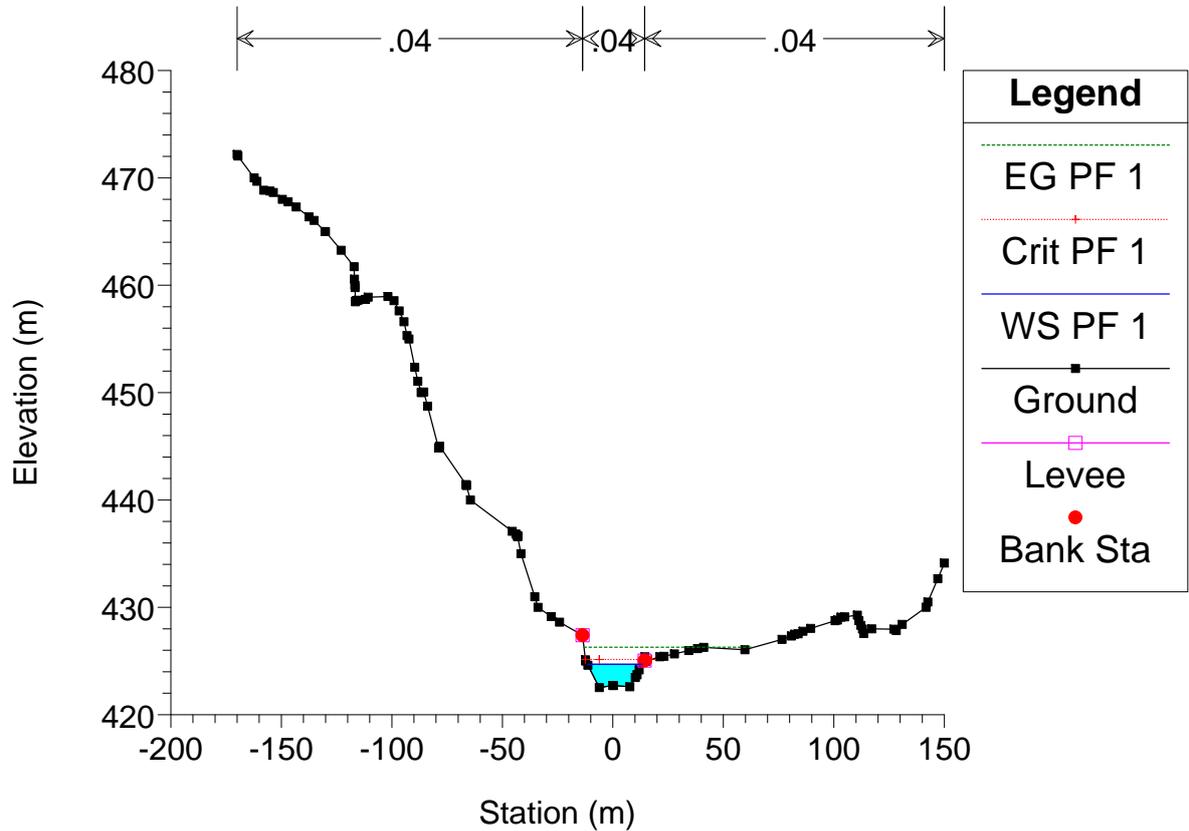
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



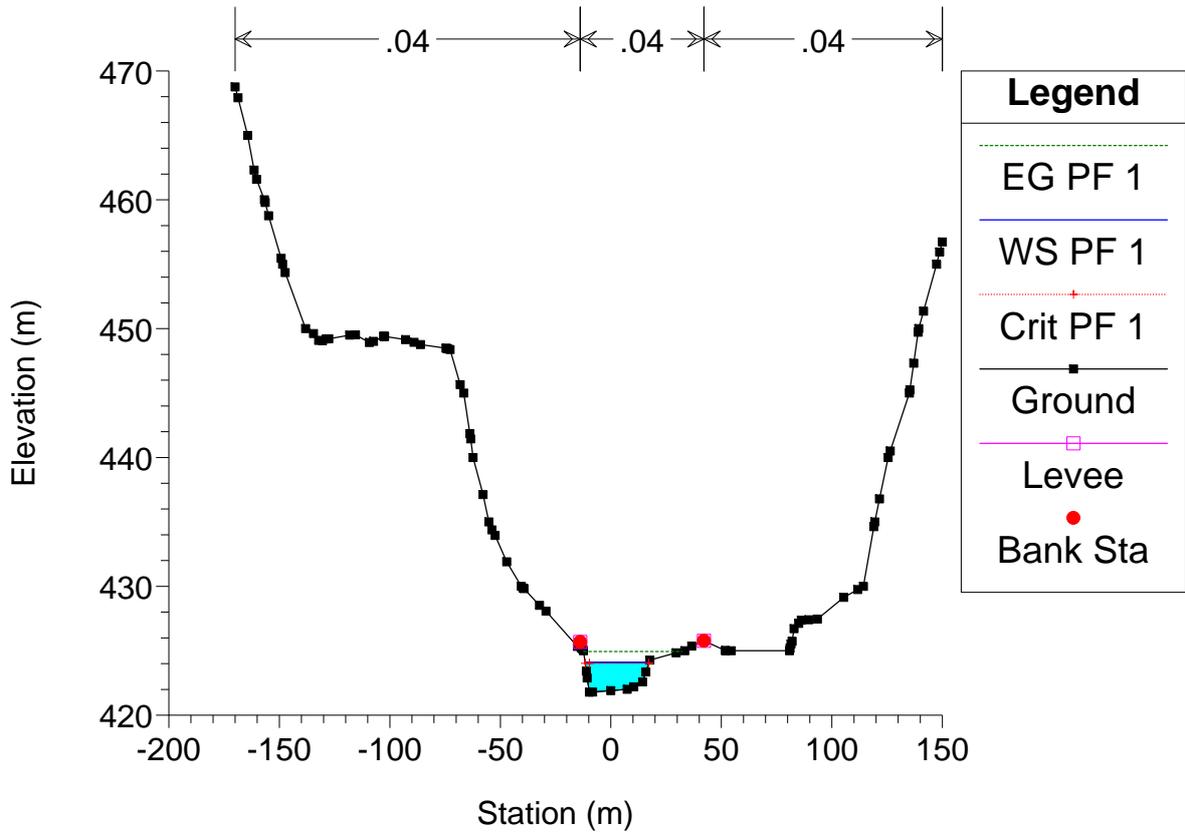
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



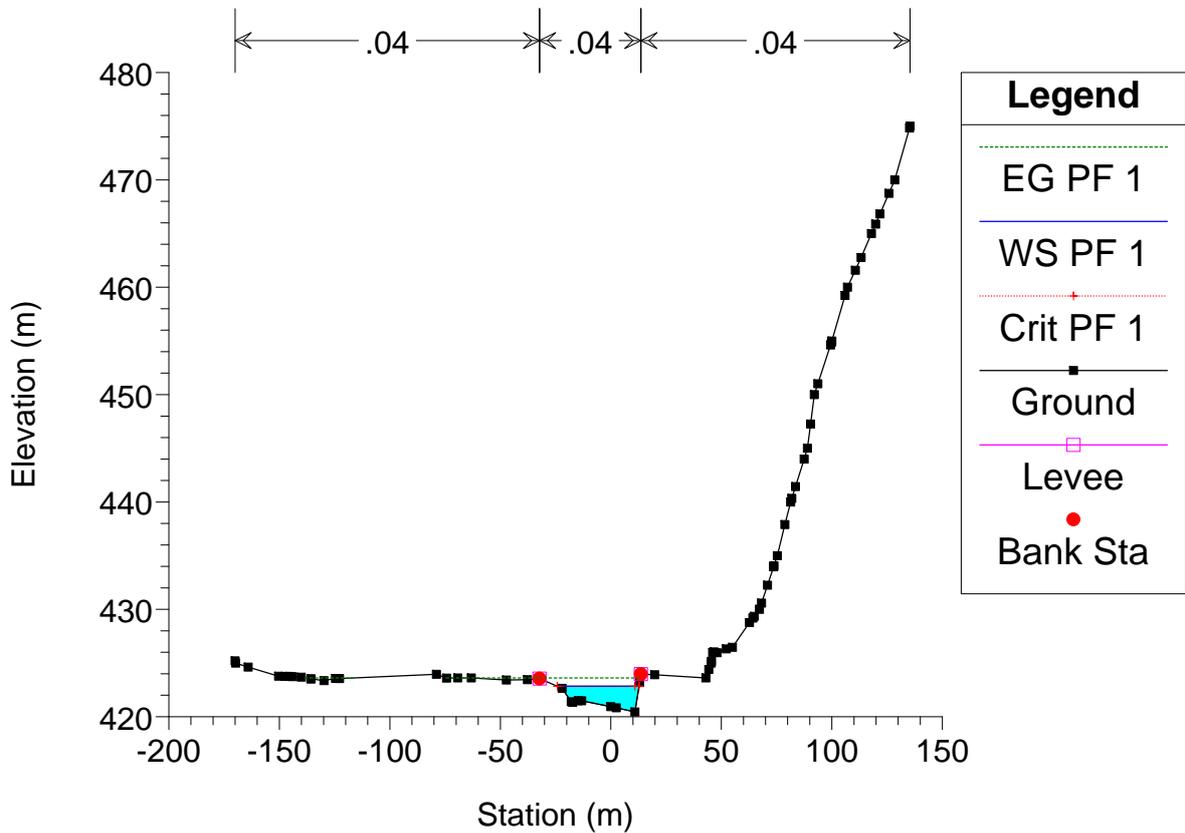
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



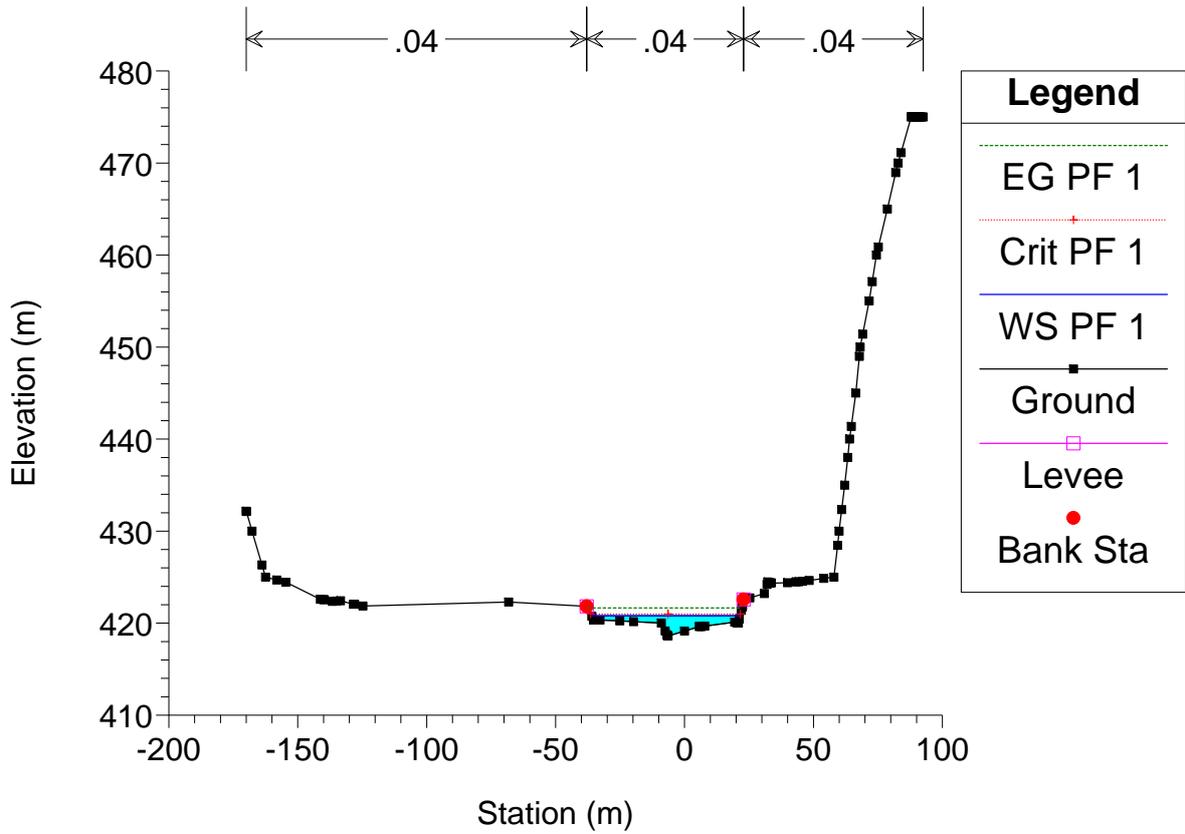
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



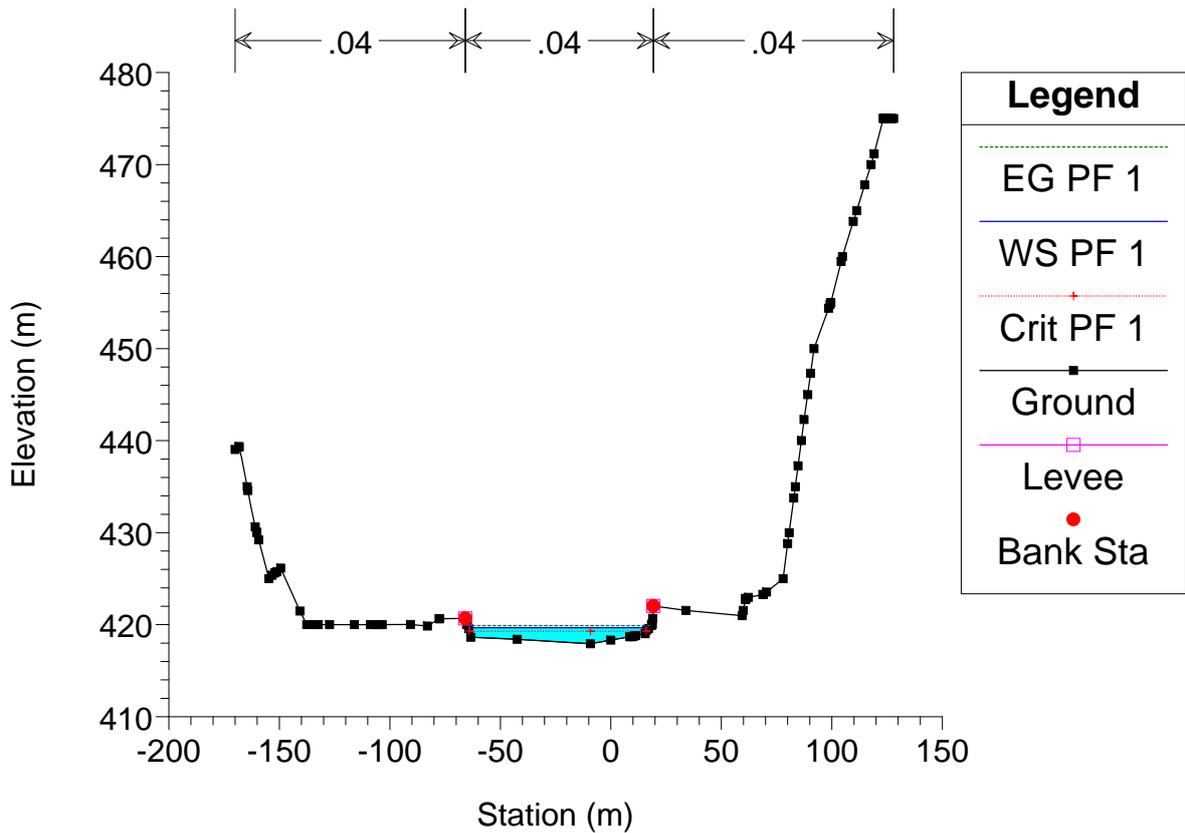
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



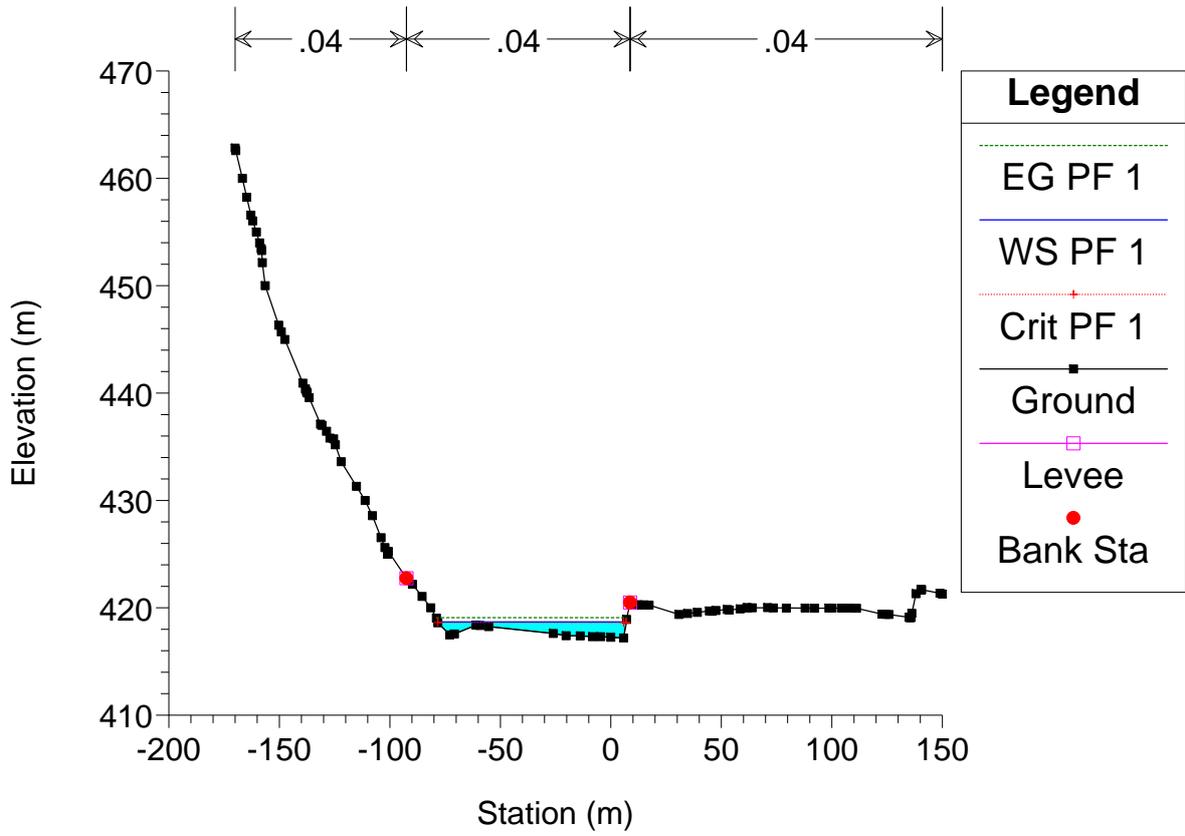
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



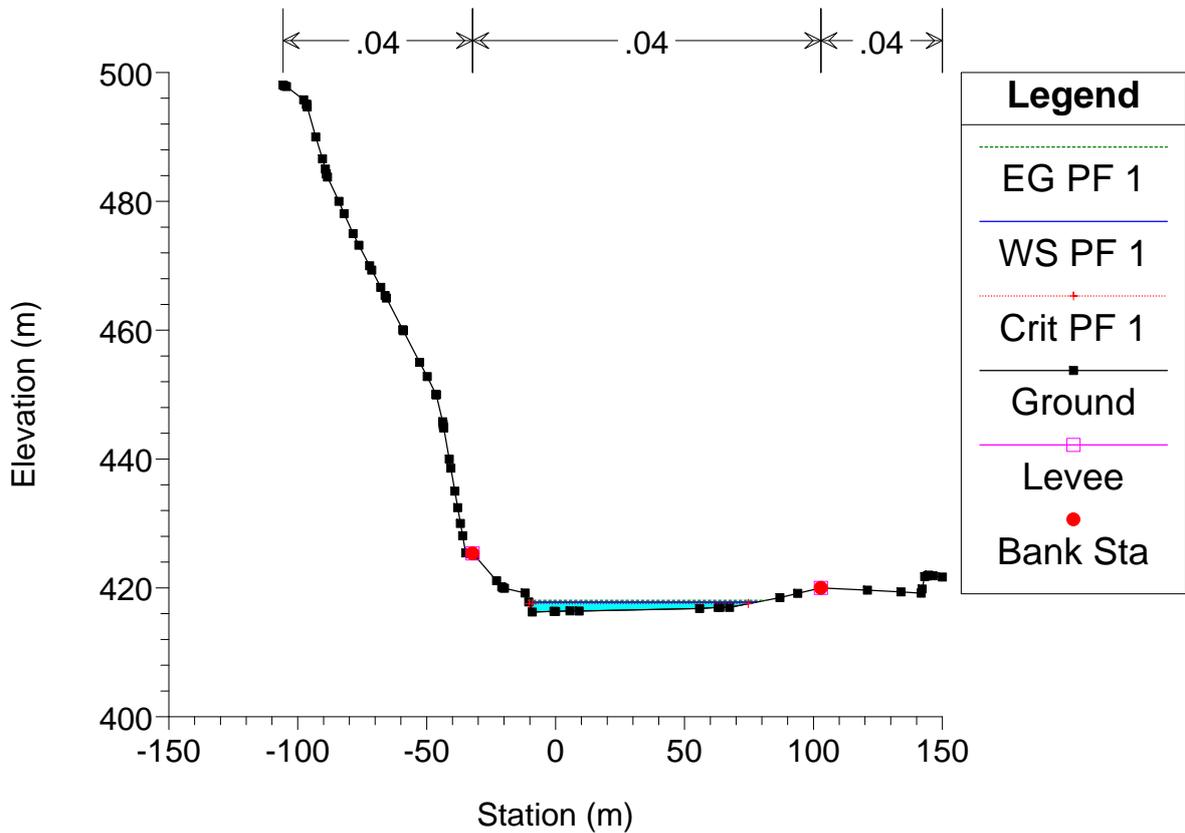
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



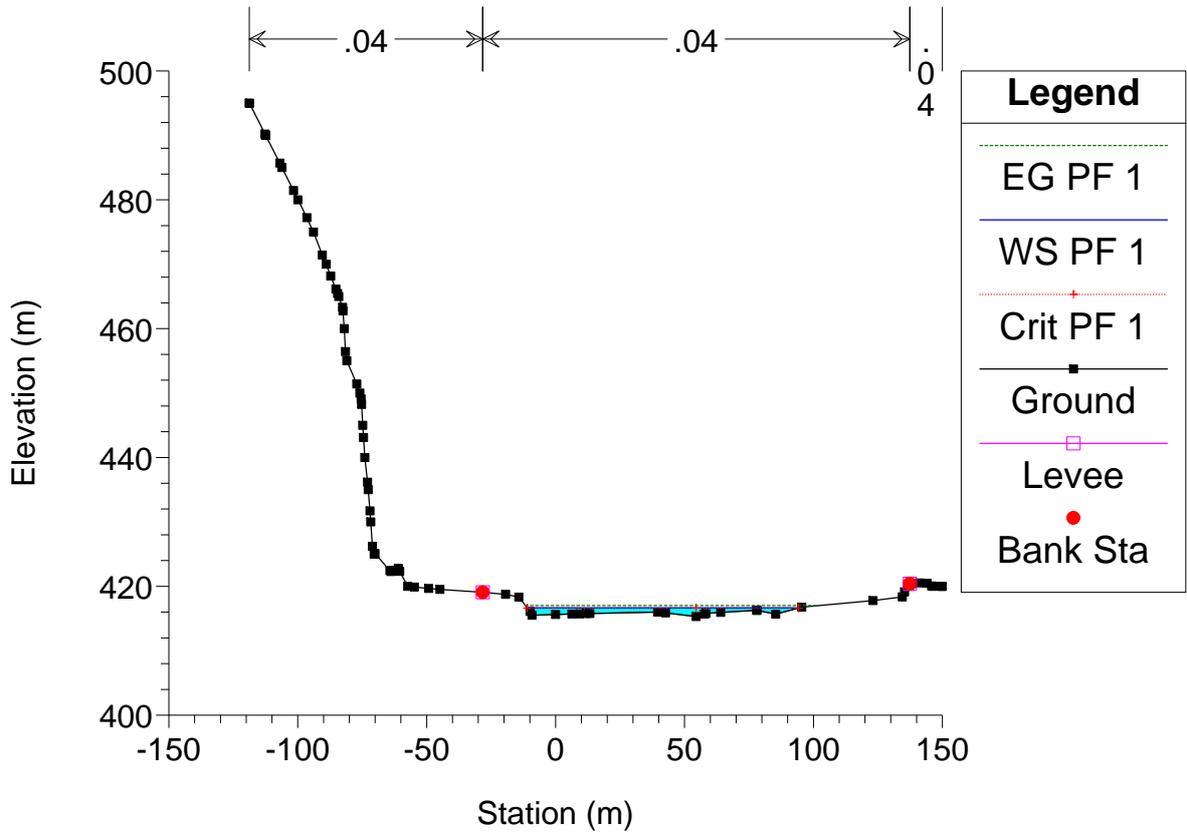
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



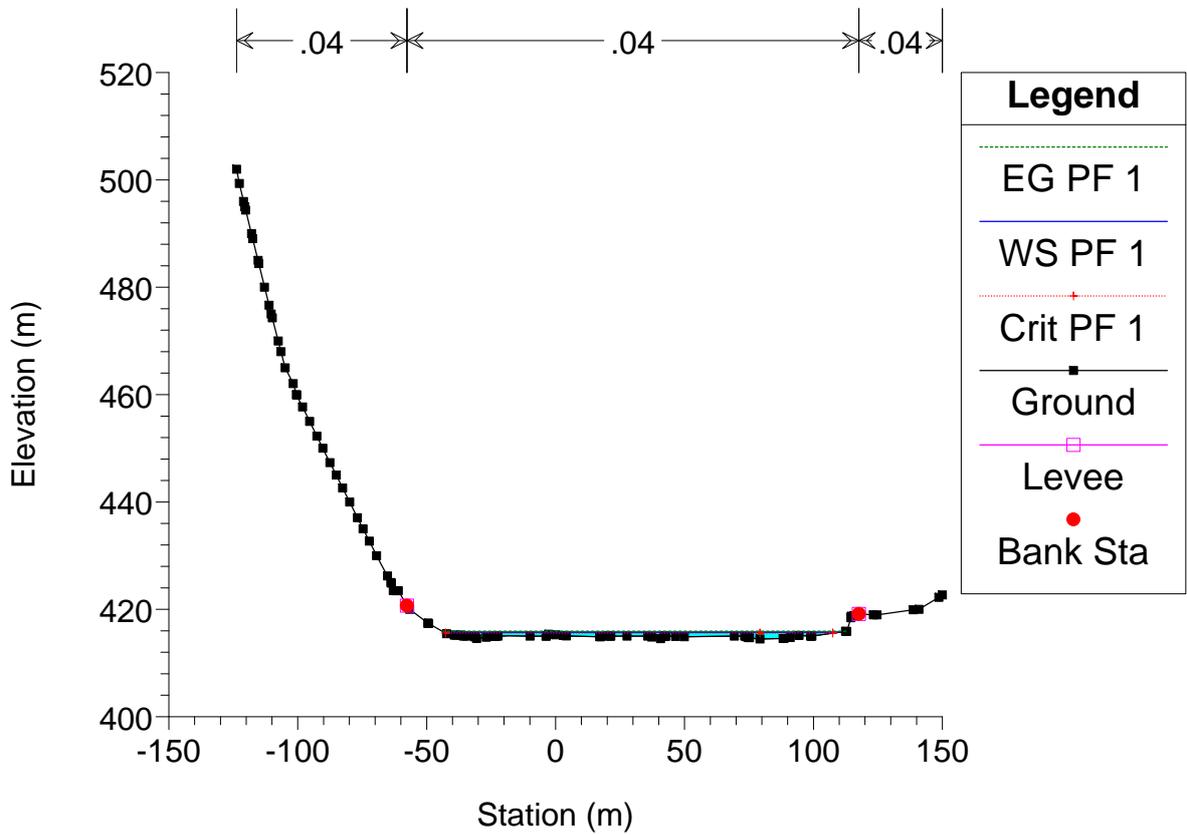
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



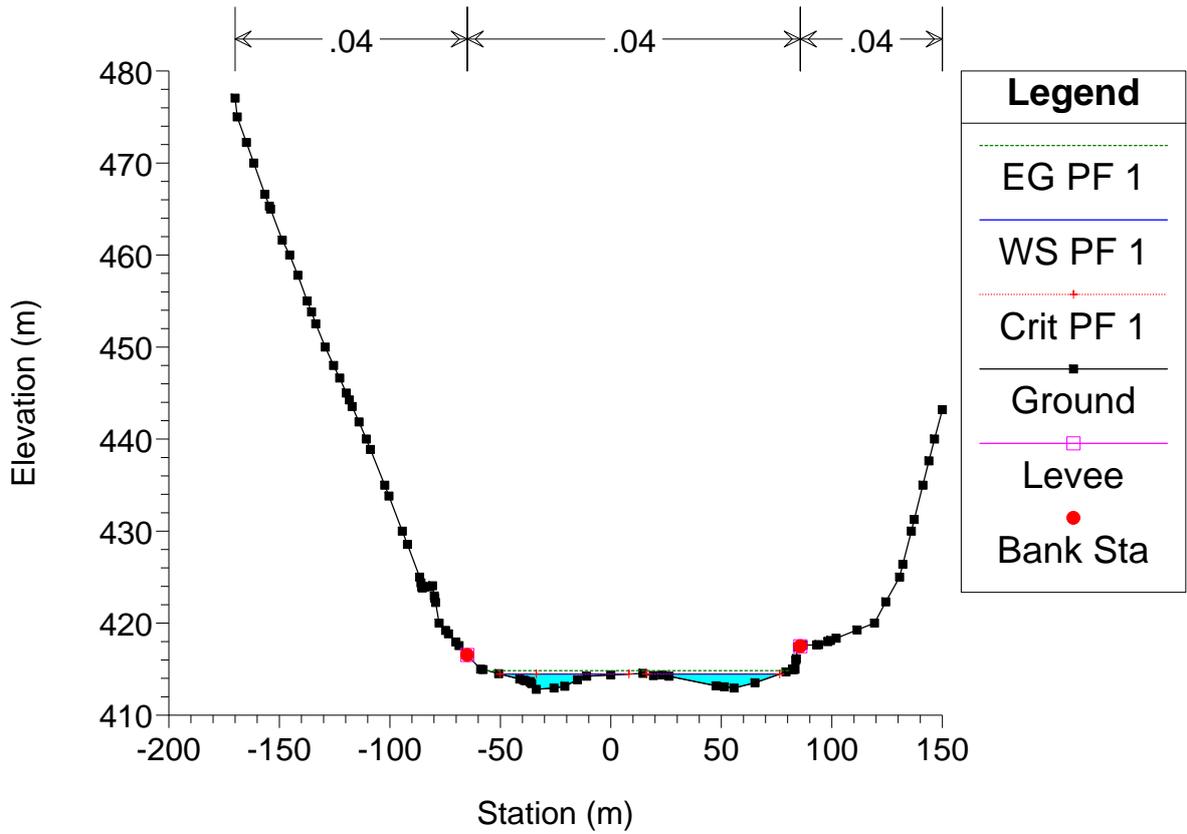
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



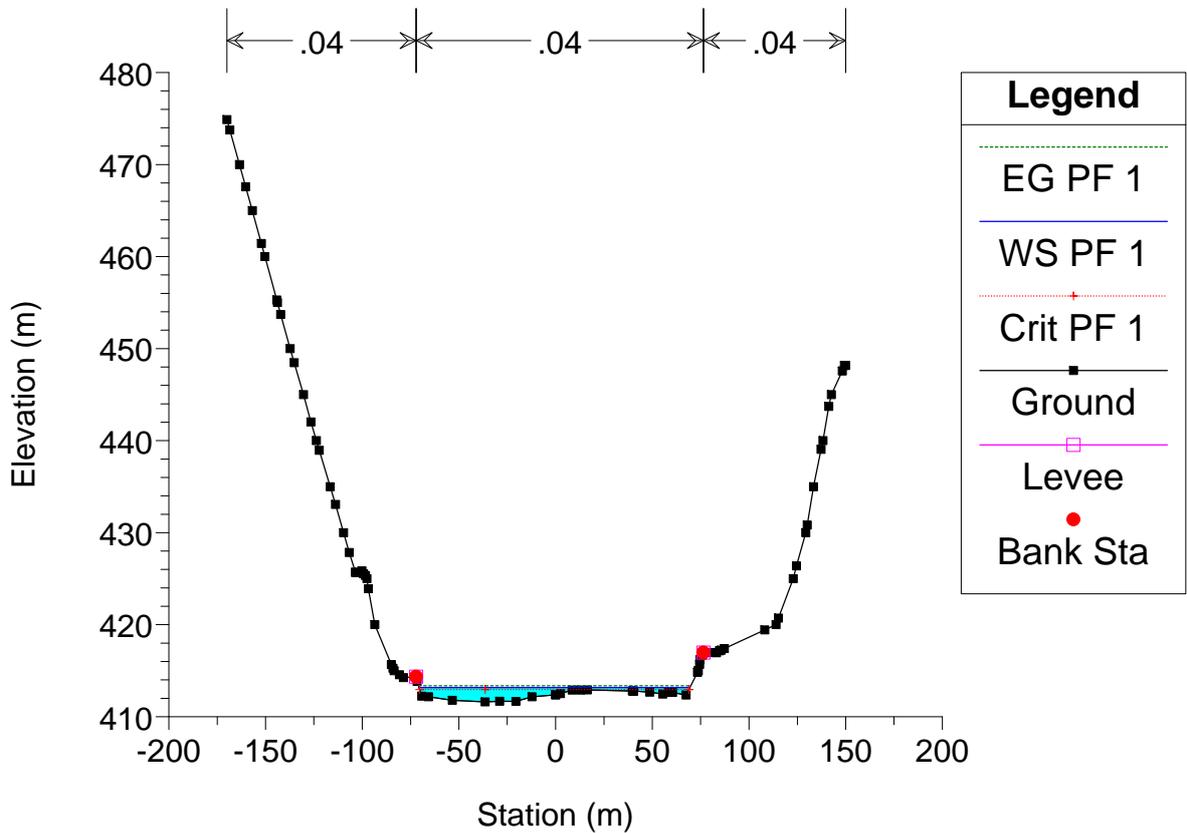
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



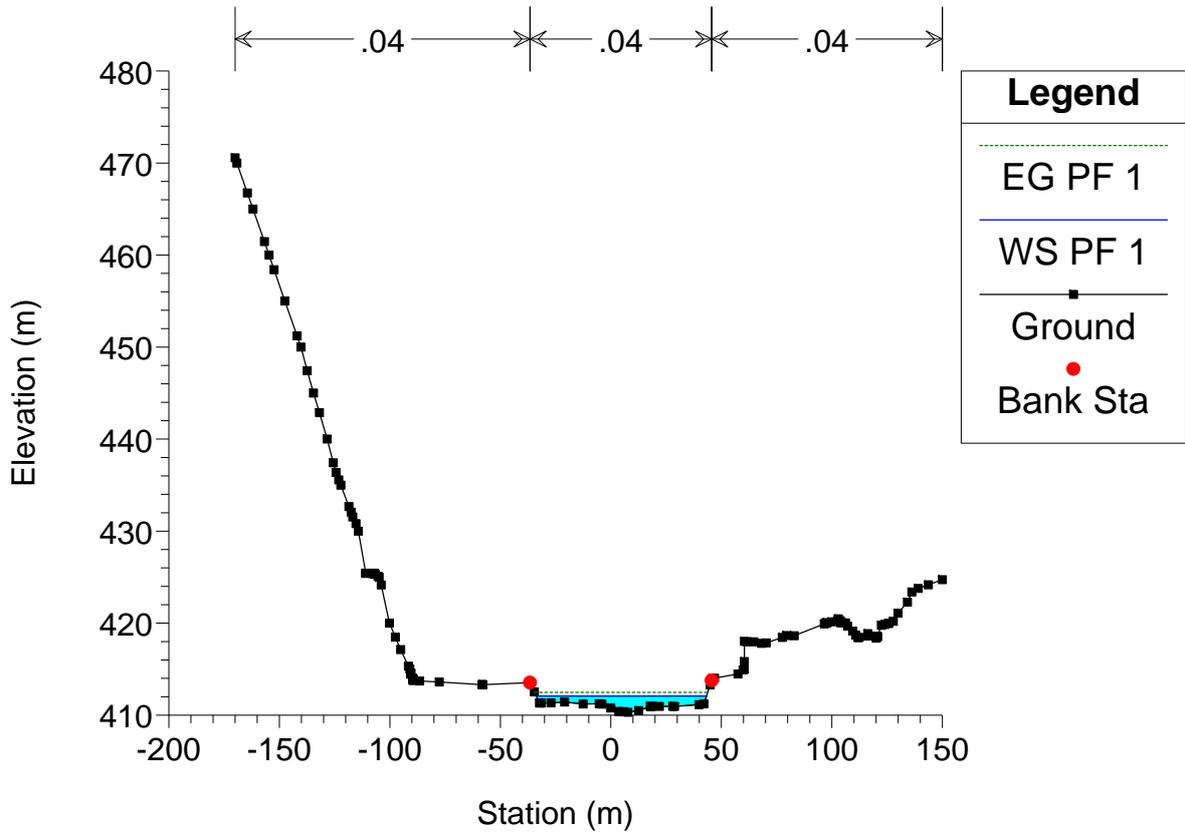
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



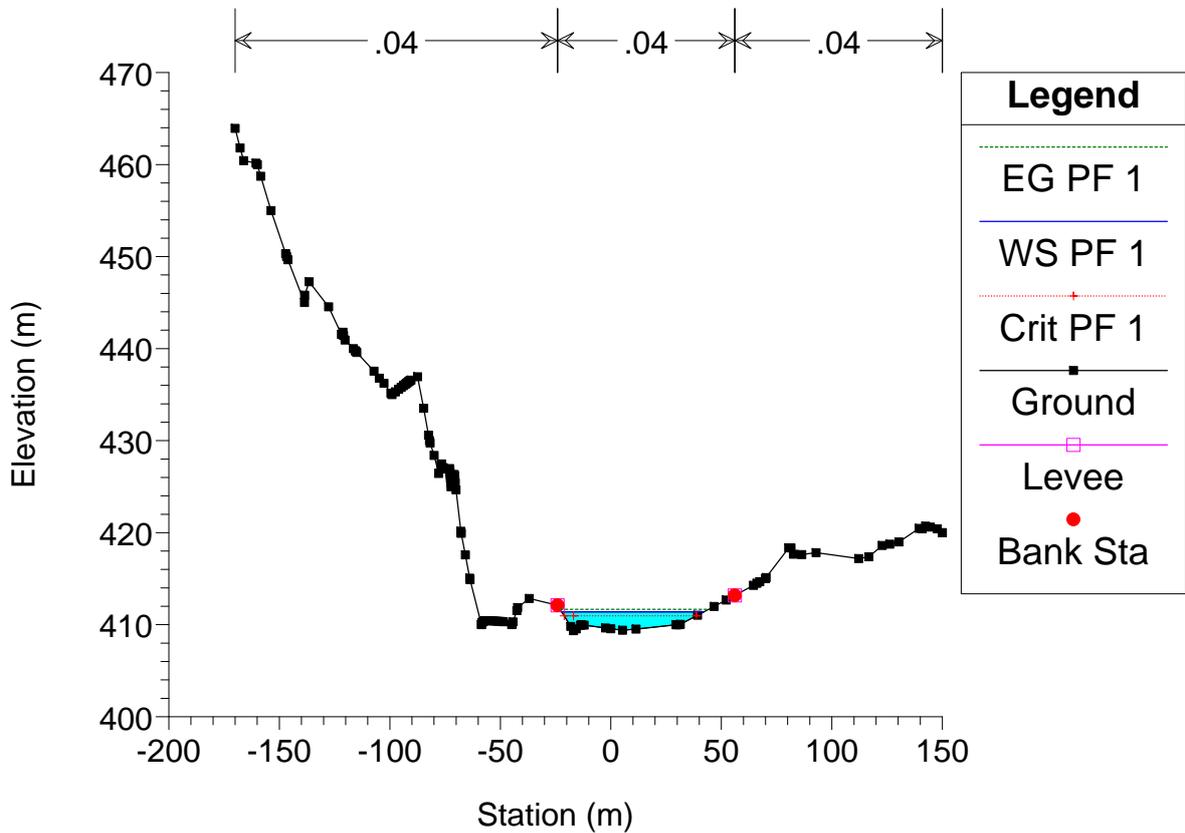
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



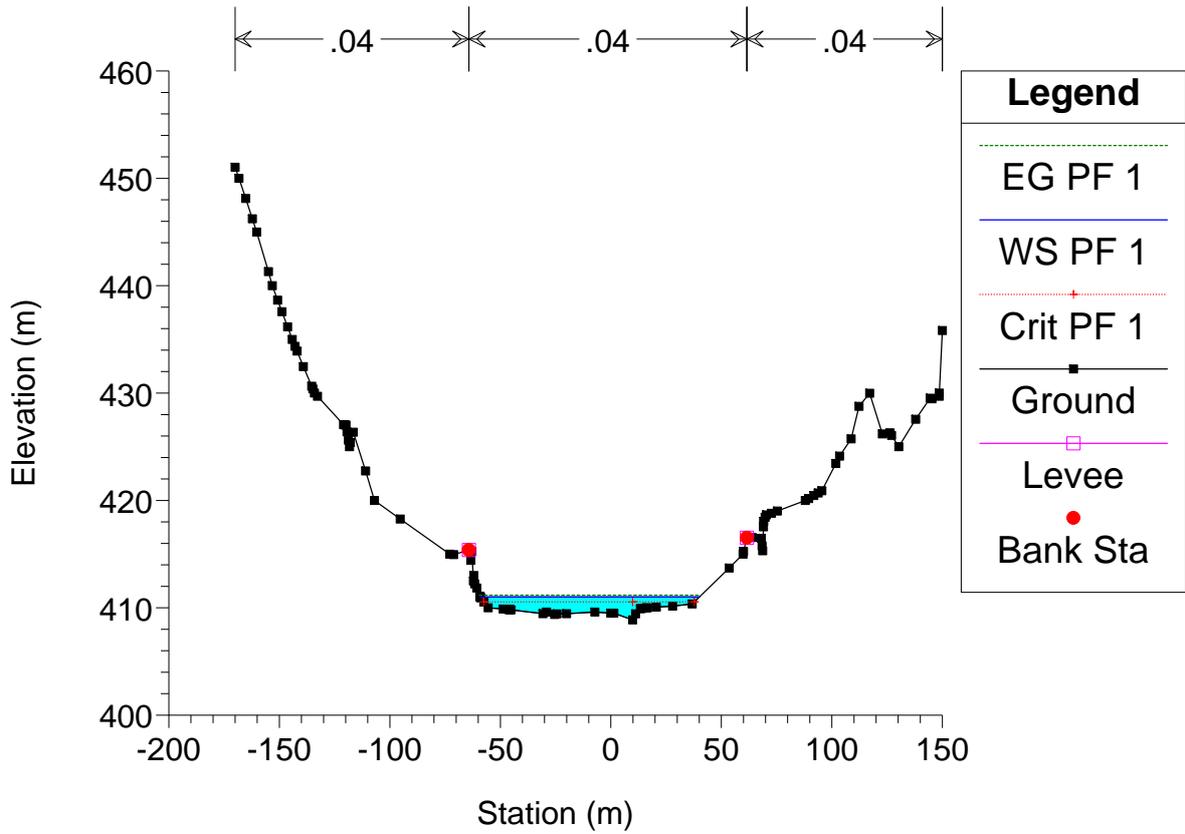
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



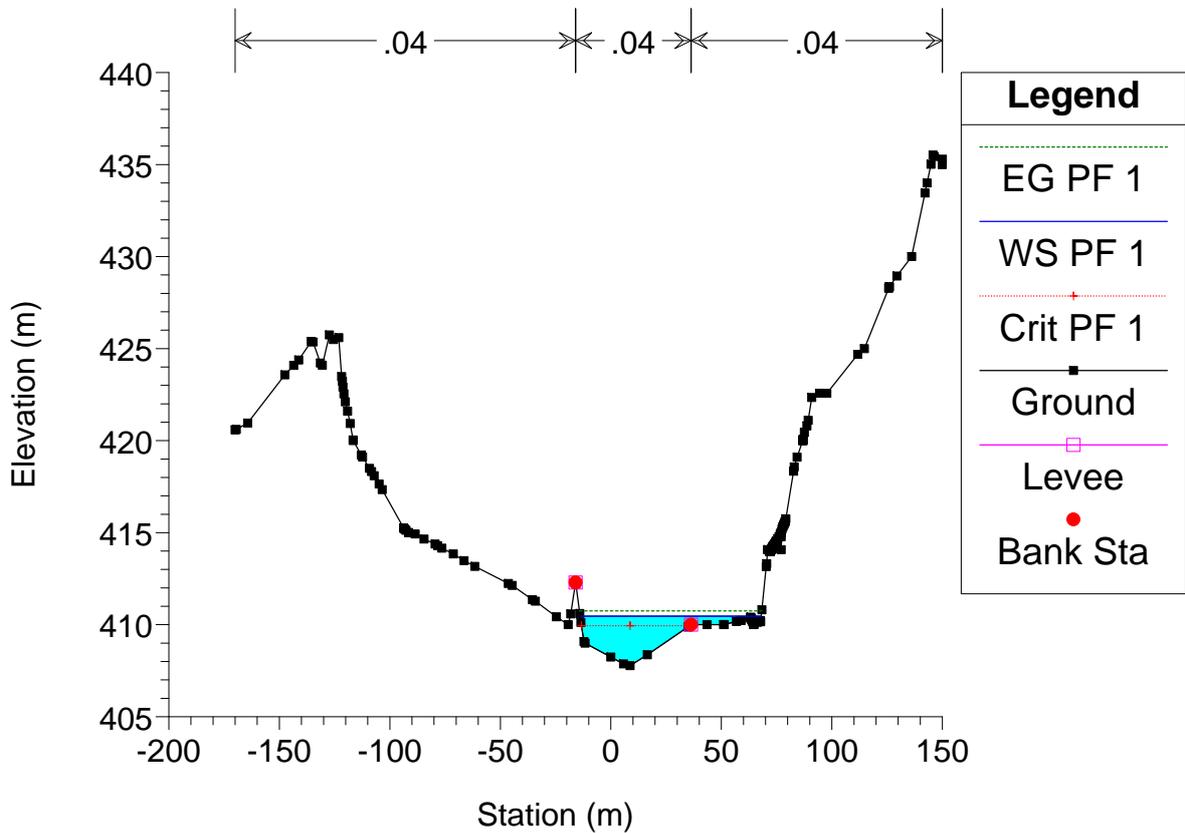
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



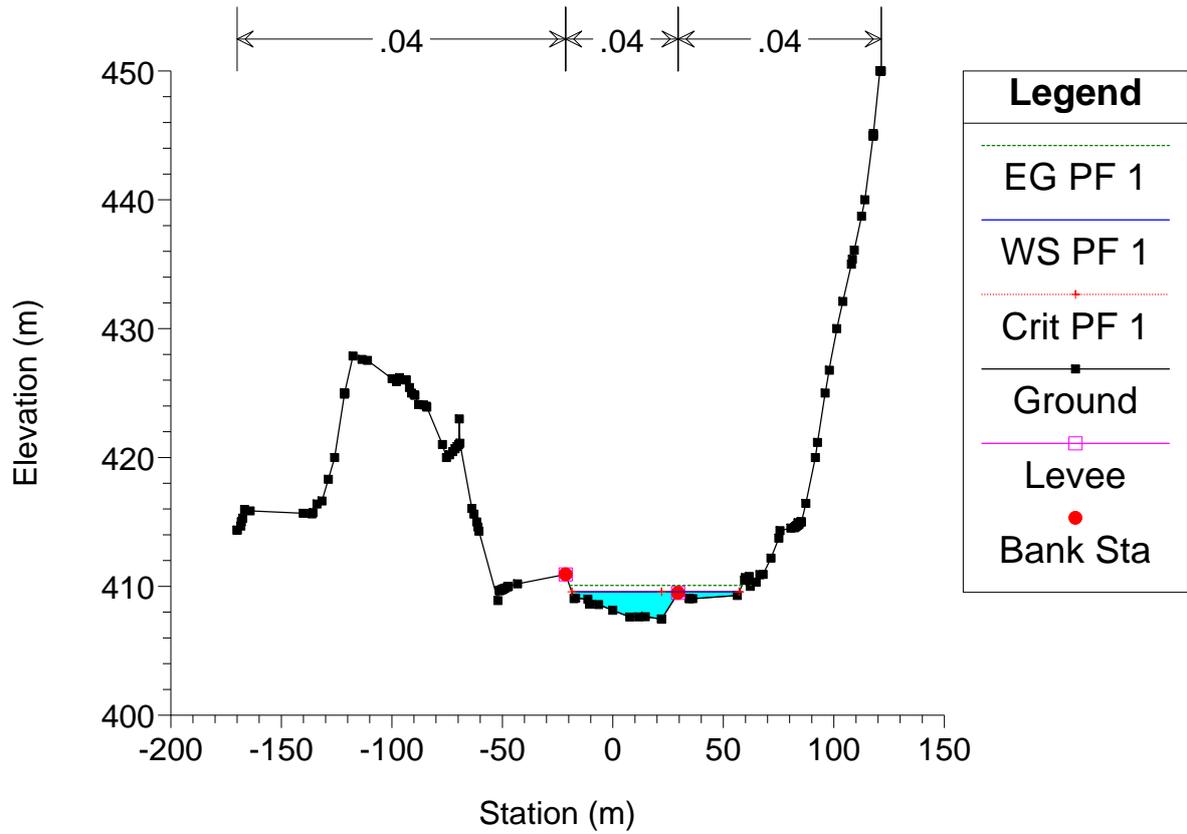
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



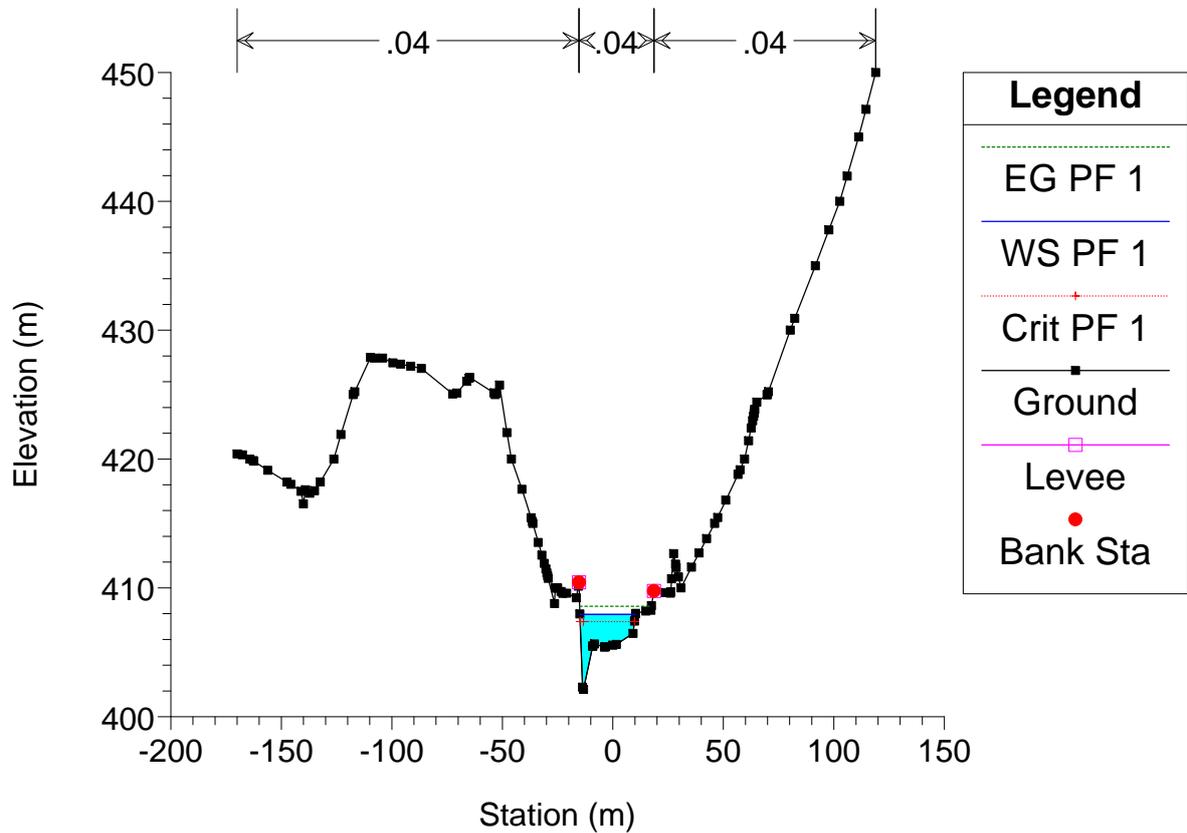
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



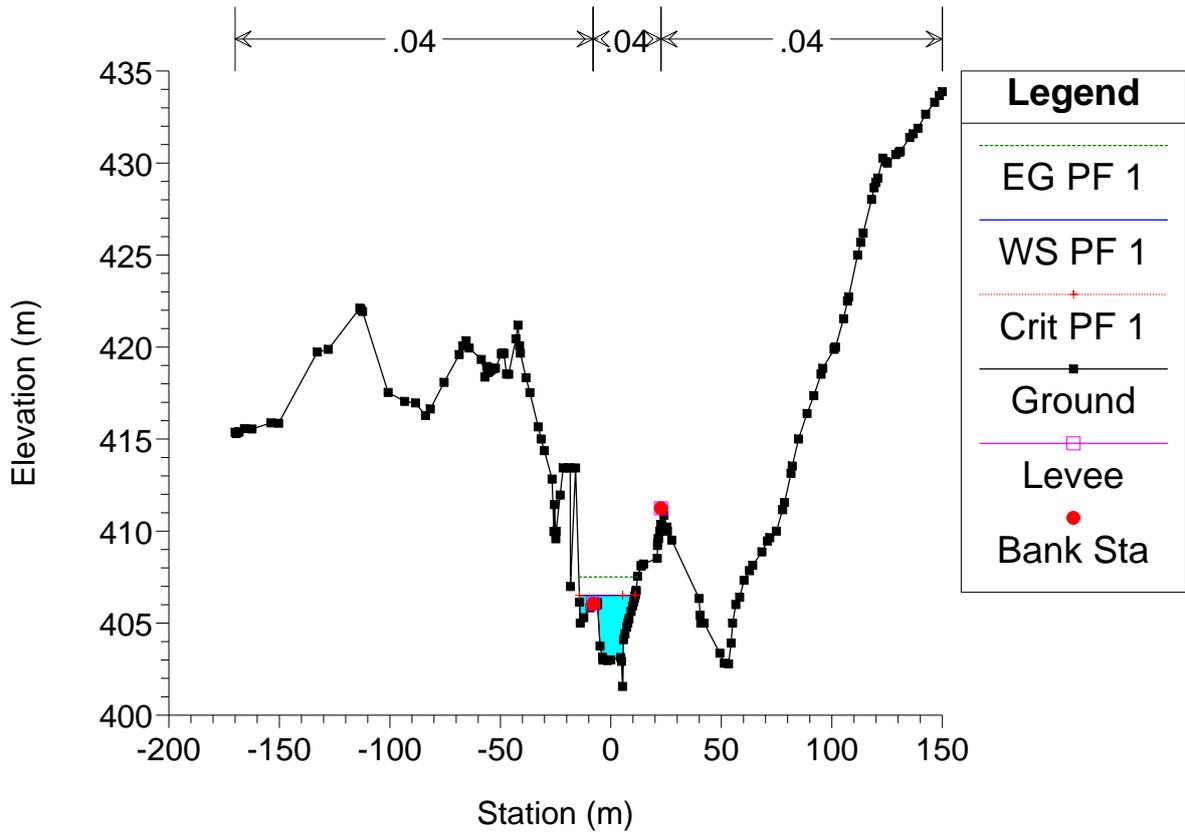
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



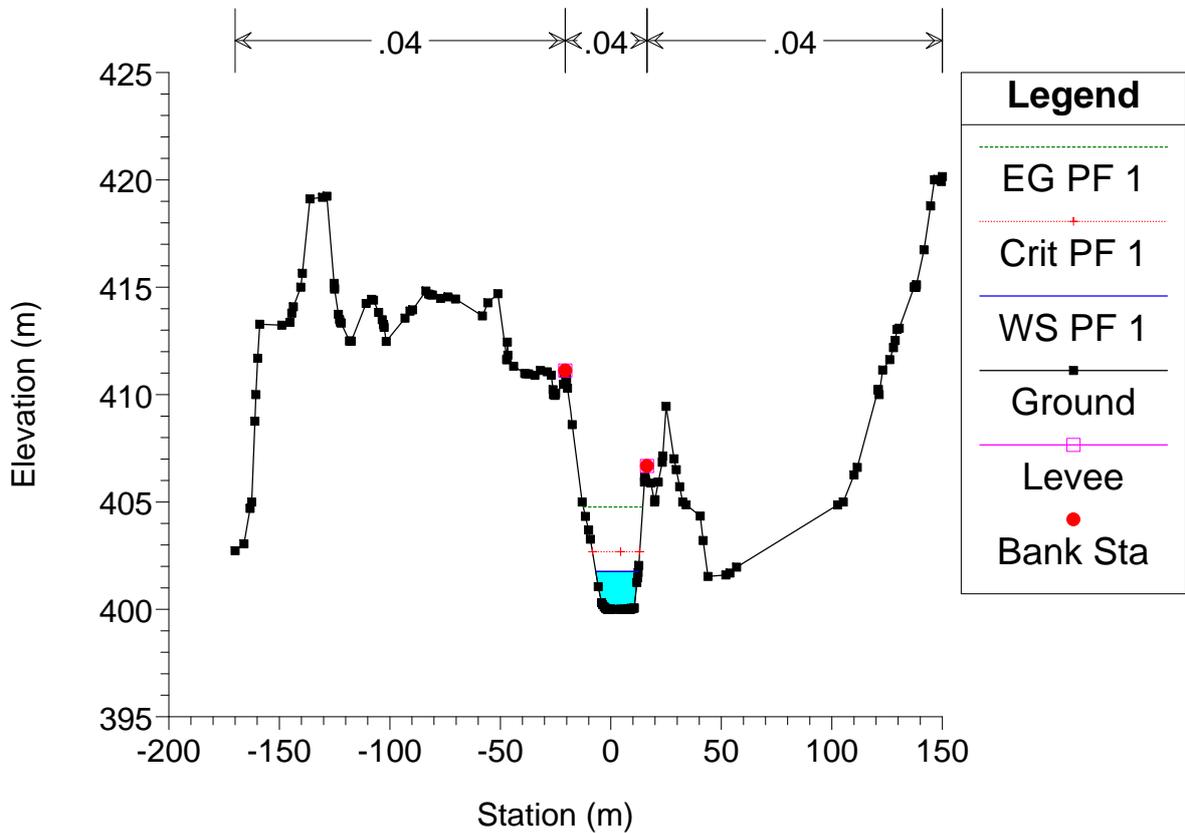
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



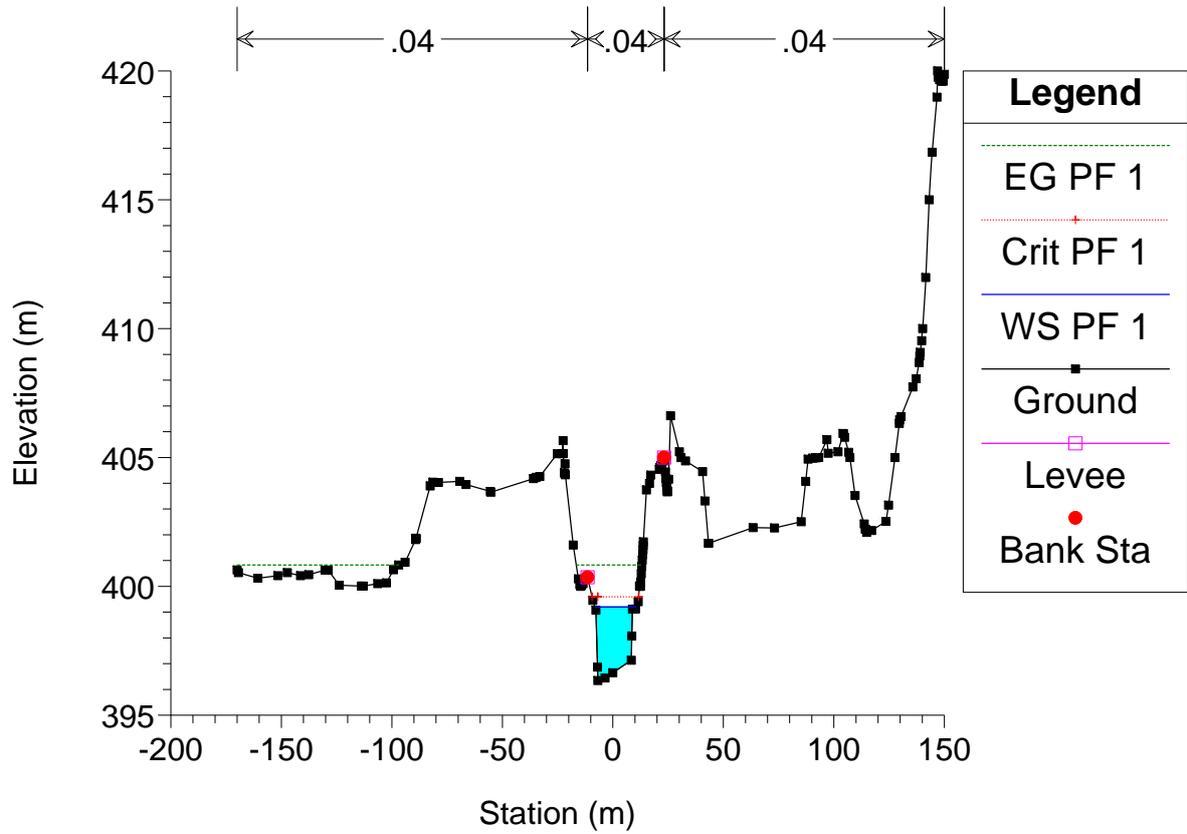
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



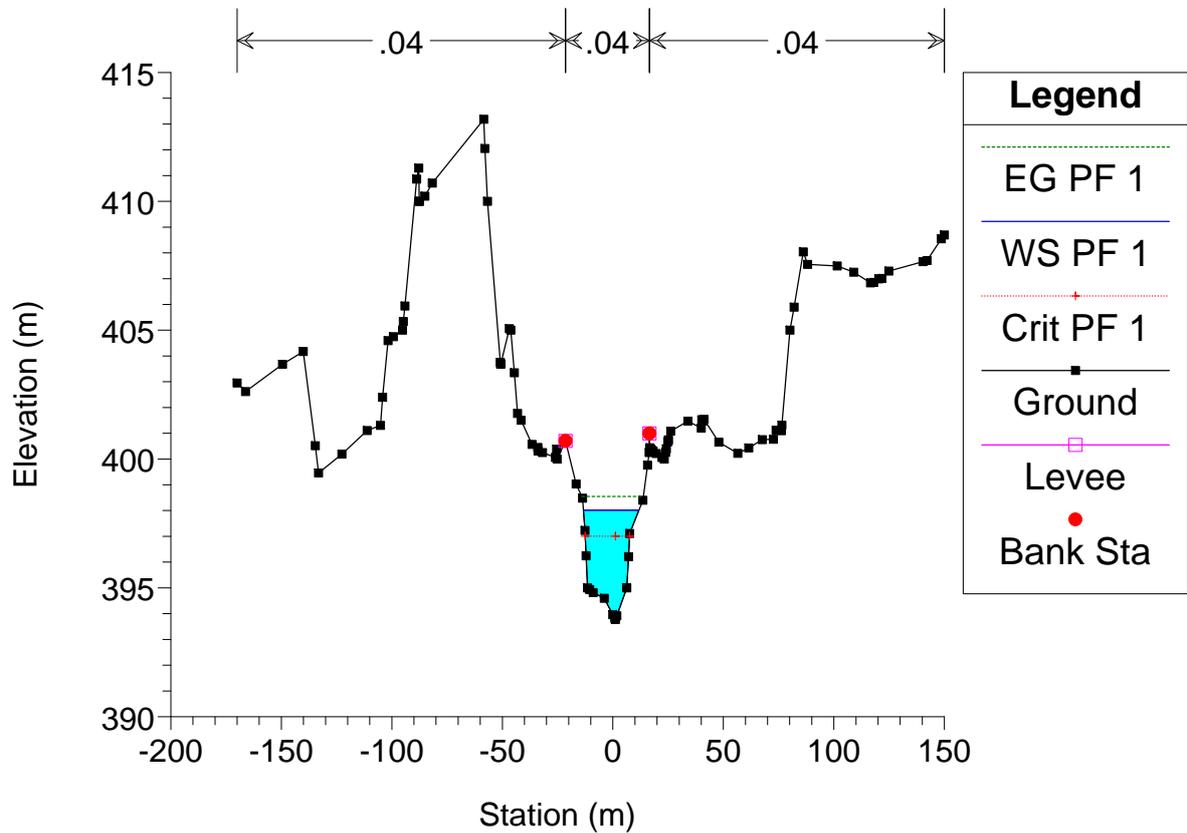
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



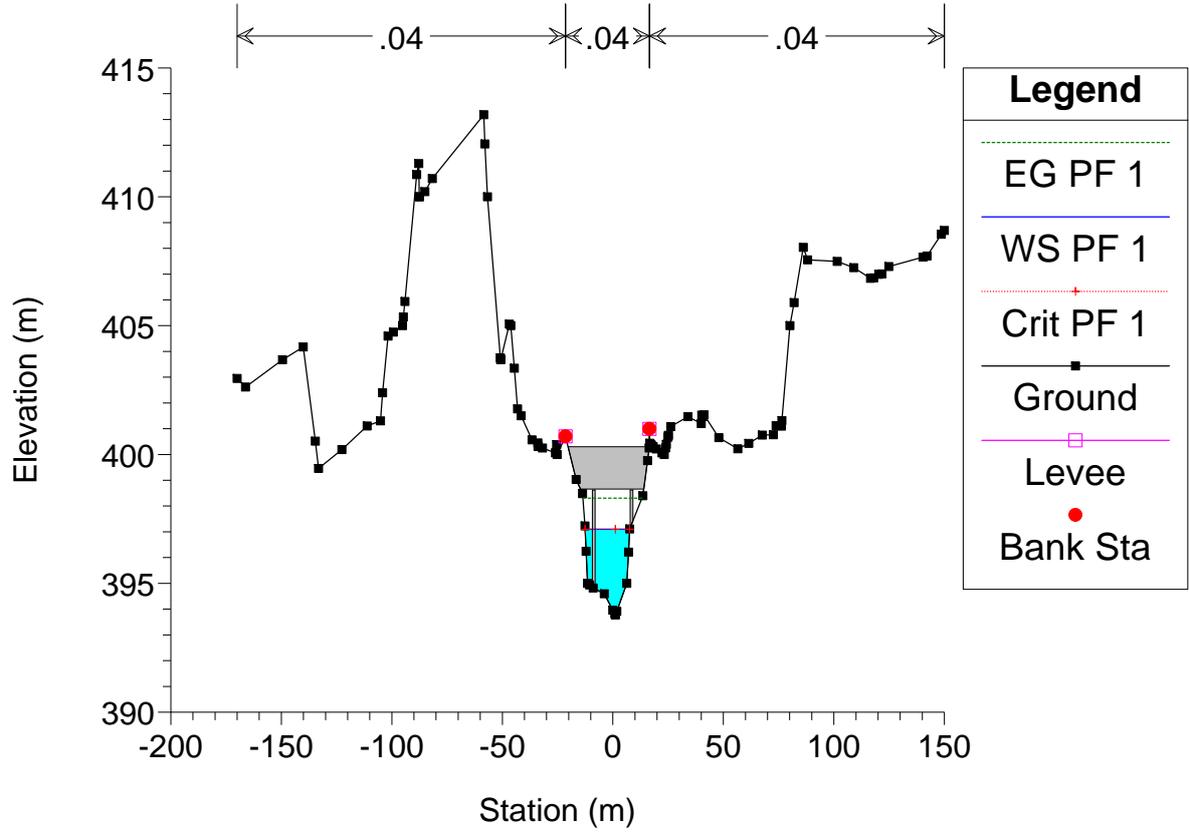
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



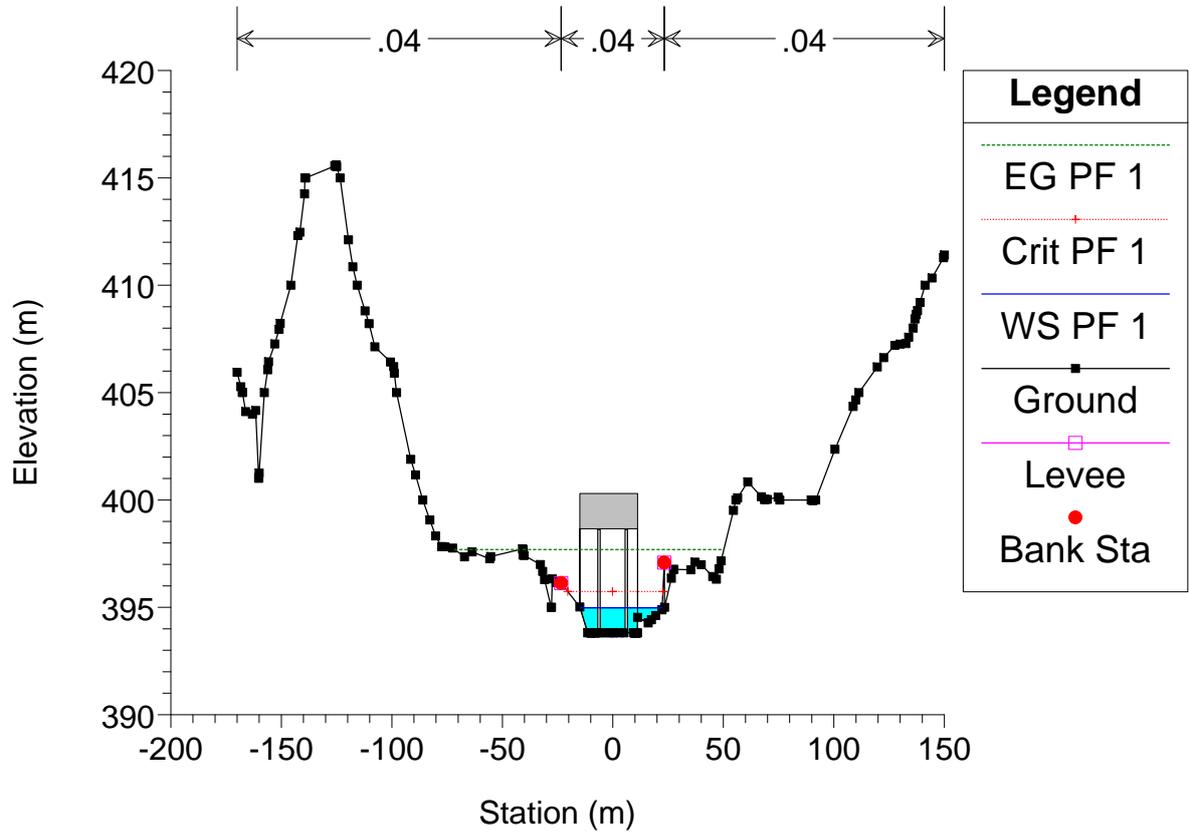
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



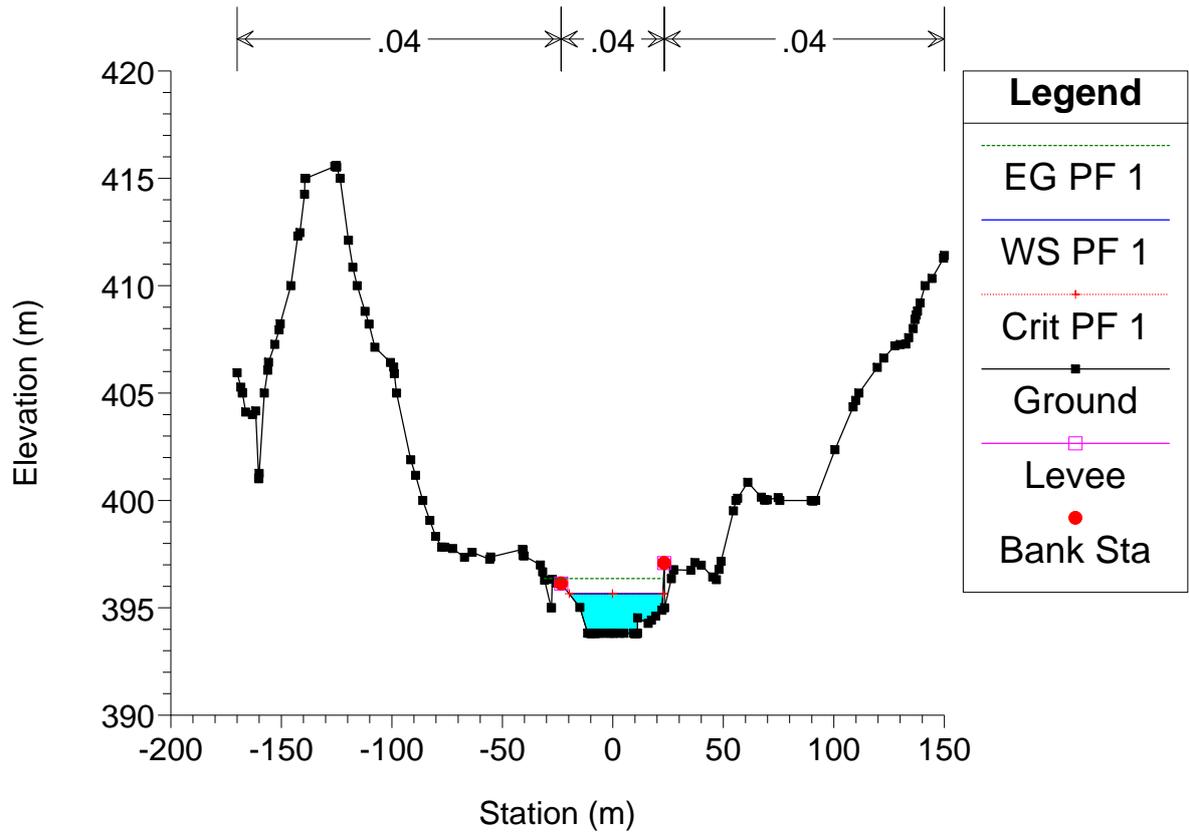
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



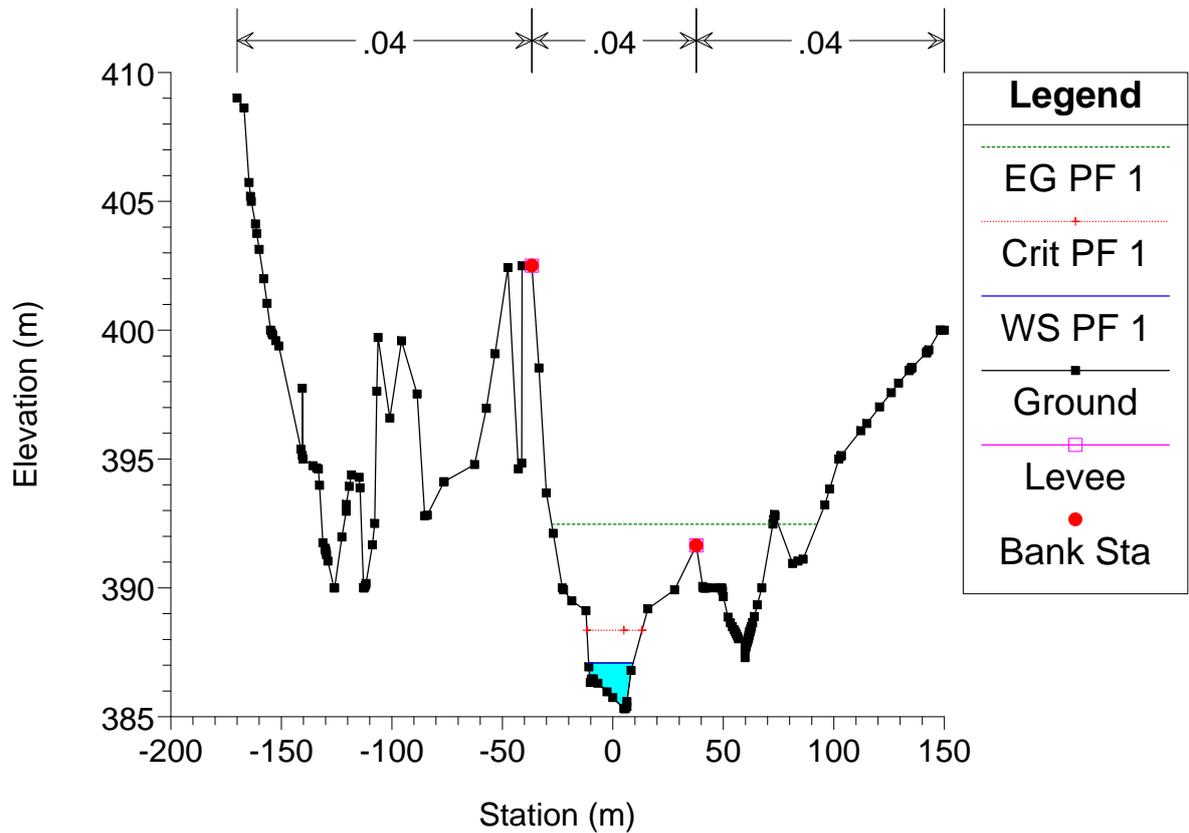
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



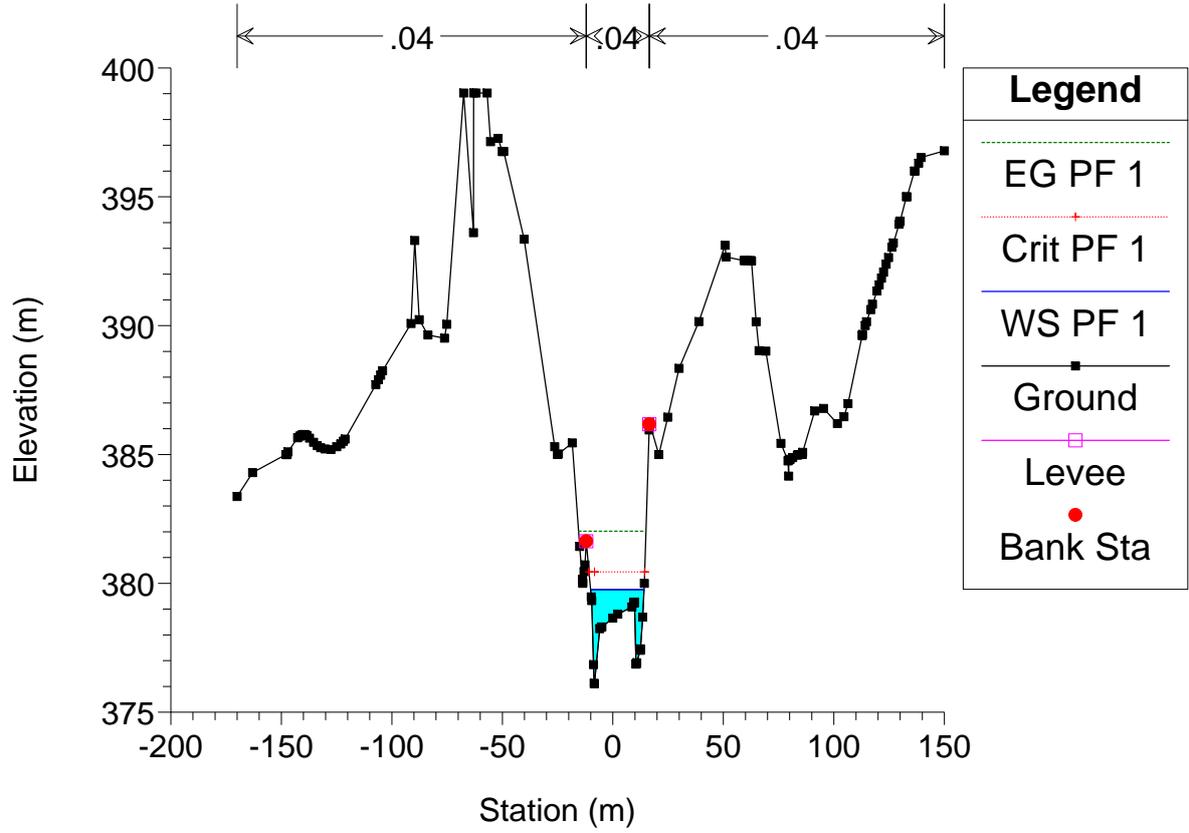
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



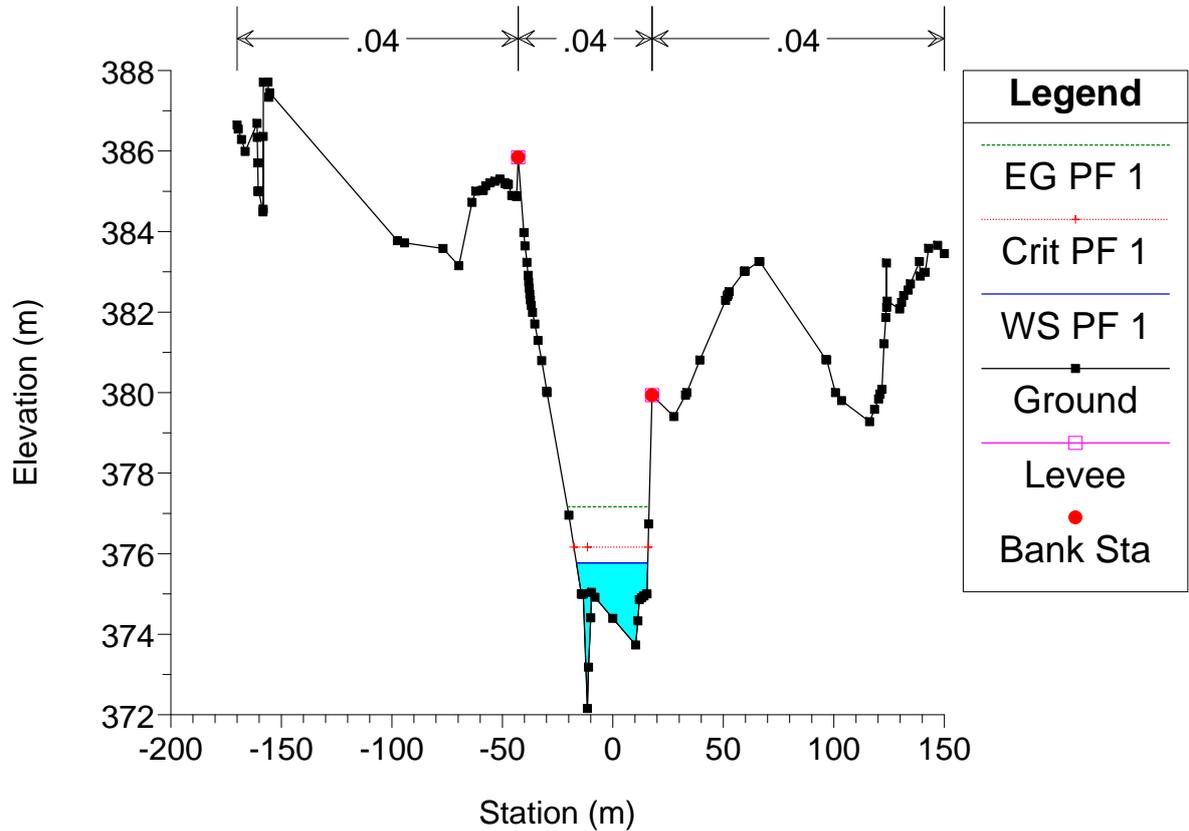
Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011

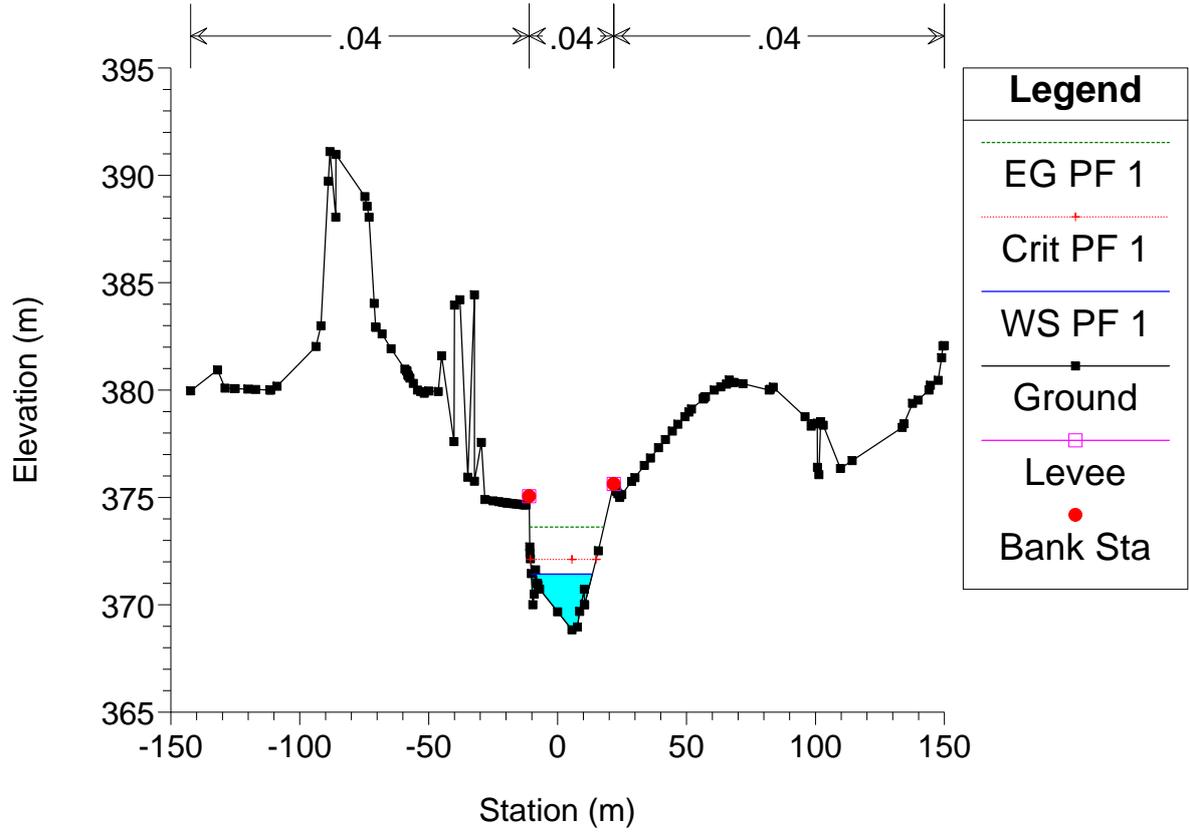


Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR2 Plan: Plan 02 20/07/2011





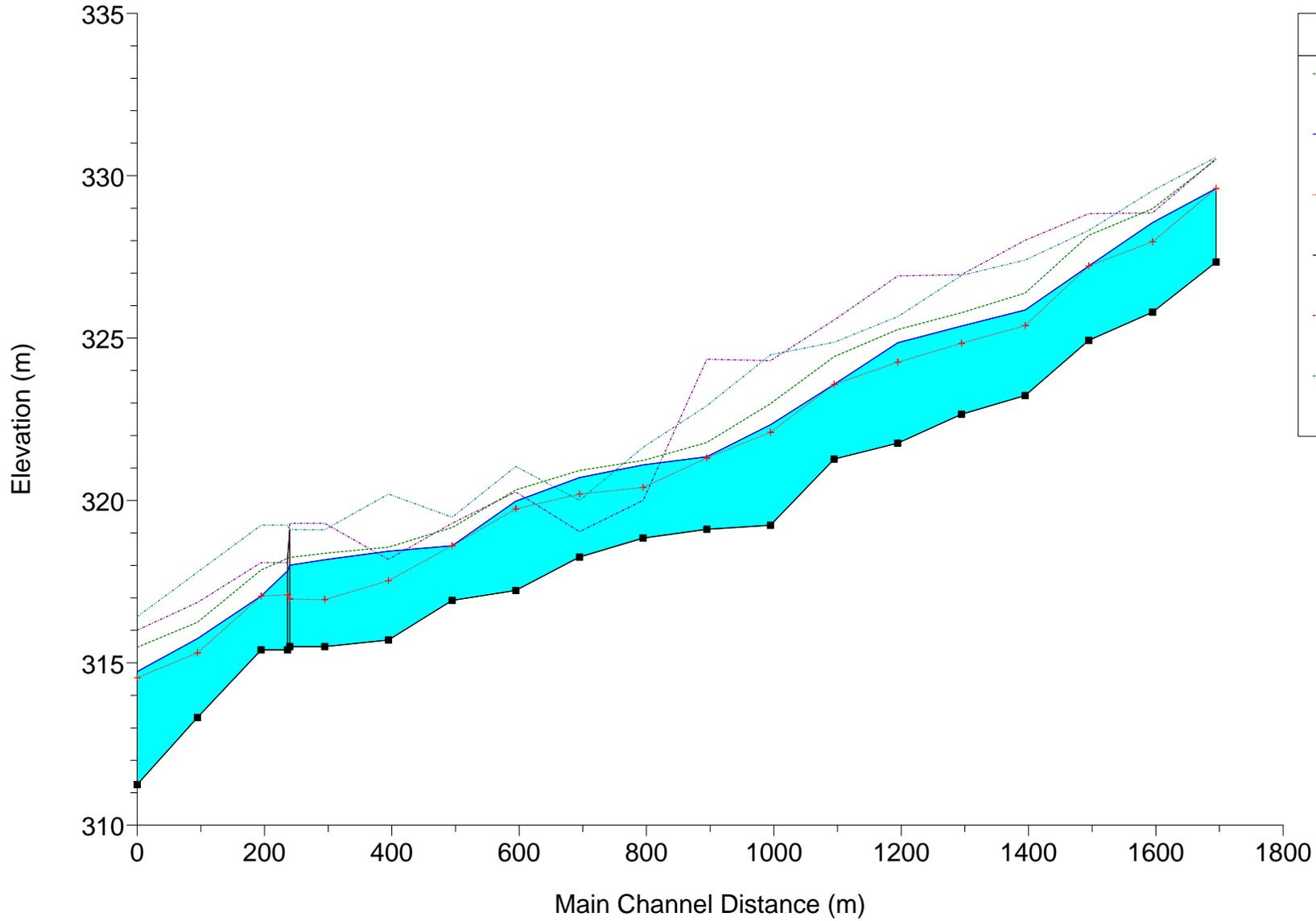
Torrente Astico – Stato di fatto – Tratto 3

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR3 Profile: PF 1

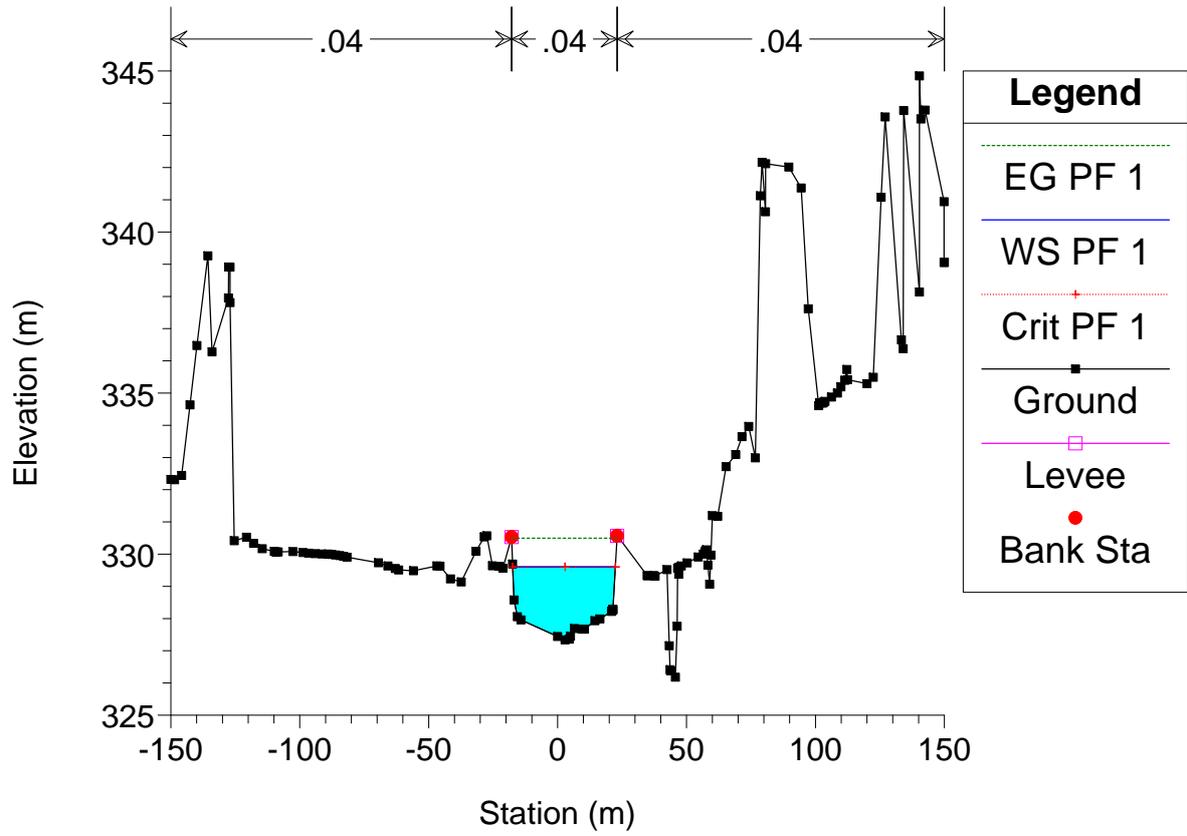
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR3	-1	PF 1	298.98	327.34	329.60	329.60	4.18	1.00	330.53	330.57
TR3	-2	PF 1	298.98	325.79	328.56	327.97	2.88	0.63	328.85	329.54
TR3	-3	PF 1	298.98	324.93	327.22	327.22	4.31	1.00	328.83	328.32
TR3	-4	PF 1	298.98	323.23	325.87	325.39	3.20	0.70	328.01	327.40
TR3	-5	PF 1	298.98	322.65	325.37	324.84	2.84	0.64	326.95	326.93
TR3	-6	PF 1	298.98	321.76	324.85	324.26	2.83	0.63	326.91	325.66
TR3	-7	PF 1	298.98	321.27	323.58	323.58	4.09	1.00	325.56	324.87
TR3	-8	PF 1	298.98	319.23	322.33	322.10	3.57	0.83	324.31	324.48
TR3	-9	PF 1	298.98	319.11	321.35	321.31	2.93	0.95	320.66	322.91
TR3	-10	PF 1	298.98	318.84	321.09	320.40	1.75	0.41	323.37	321.64
TR3	-11	PF 1	298.98	318.26	320.70	320.20	2.36	0.56	322.14	322.11
TR3	-12	PF 1	298.98	317.23	319.98	319.74	2.62	0.77	320.26	321.05
TR3	-13	PF 1	298.98	316.92	318.60	318.60	3.32	1.00		
TR3	-14	PF 1	298.98	315.70	318.44	317.53	1.58	0.37	320.89	320.20
TR3	-15	PF 1	298.98	315.50	318.18	316.95	1.97	0.39	319.30	319.10
TR3	-15.5		Bridge							
TR3	-16	PF 1	298.98	315.40	317.06	317.06	3.97	1.00	318.09	319.24
TR3	-17	PF 1	298.98	313.32	315.75	315.30	3.13	0.70	316.86	317.79
TR3	-18	PF 1	298.98	311.25	314.73	314.54	3.83	0.87	316.01	316.42

Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011

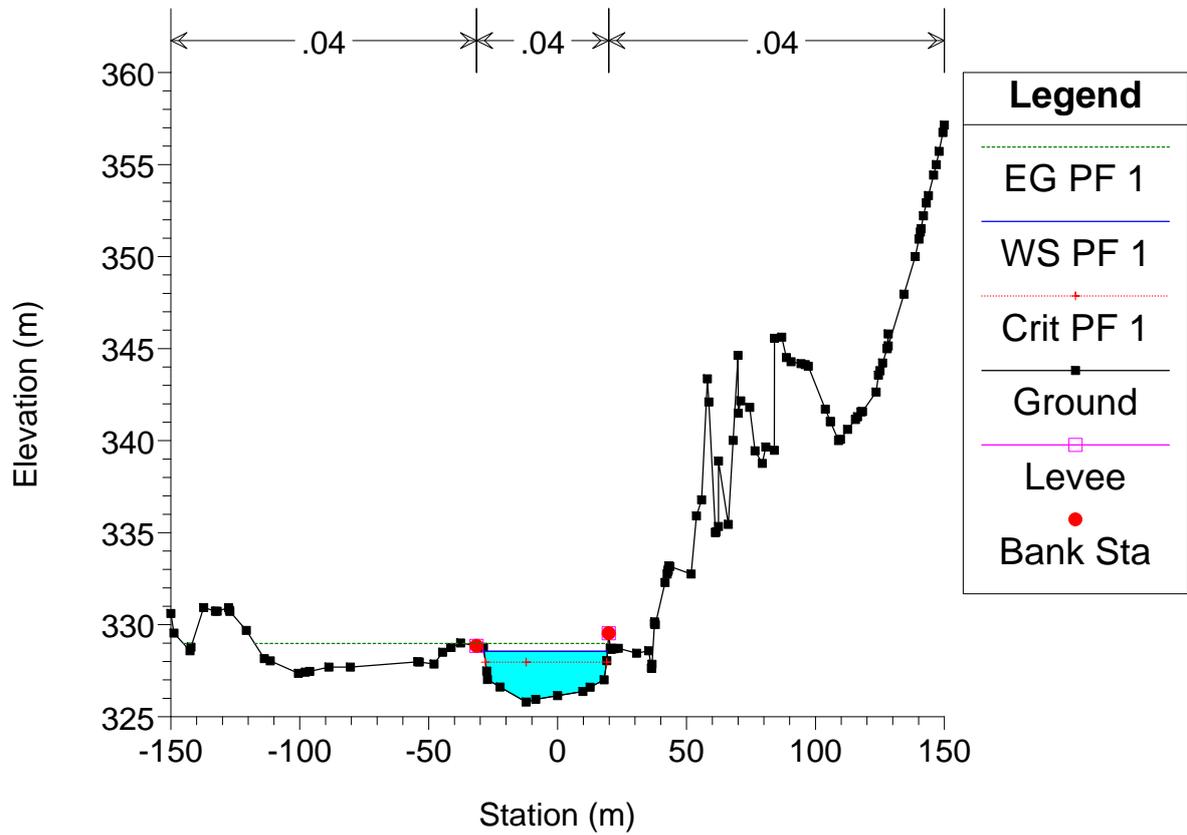
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



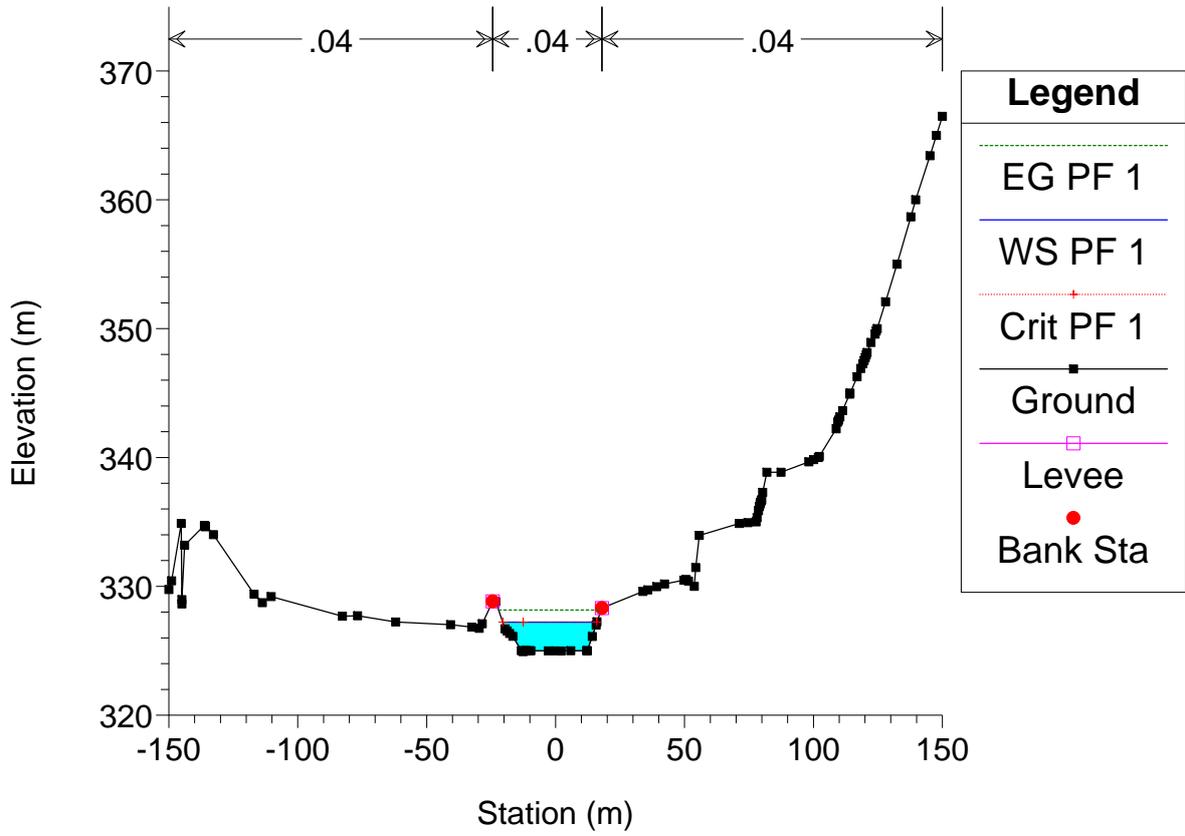
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



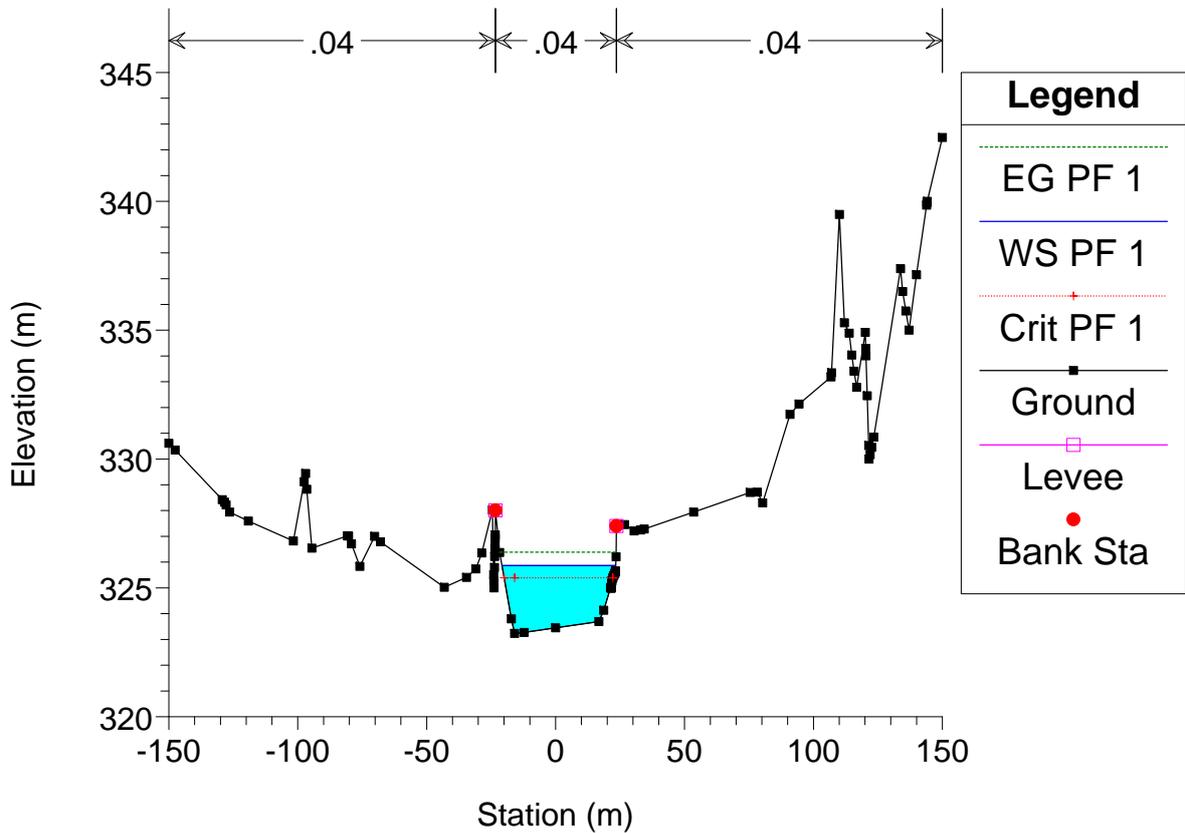
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



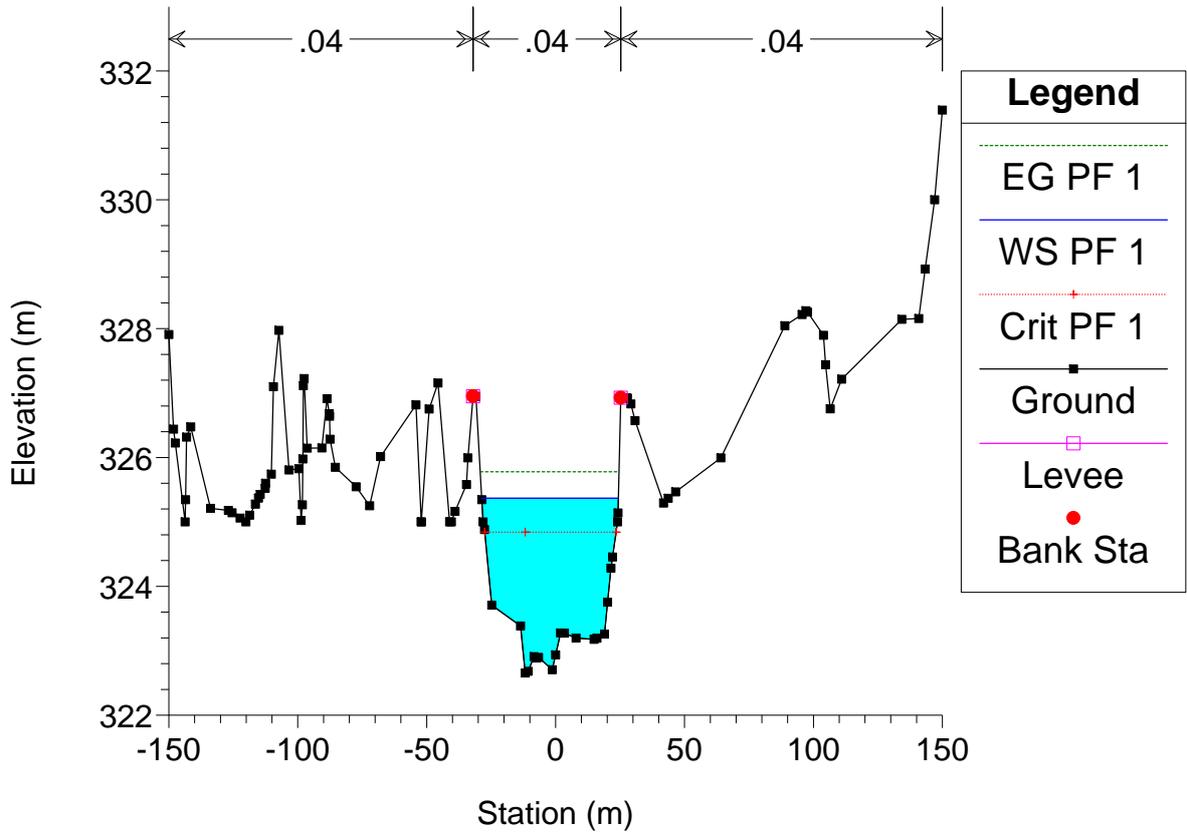
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



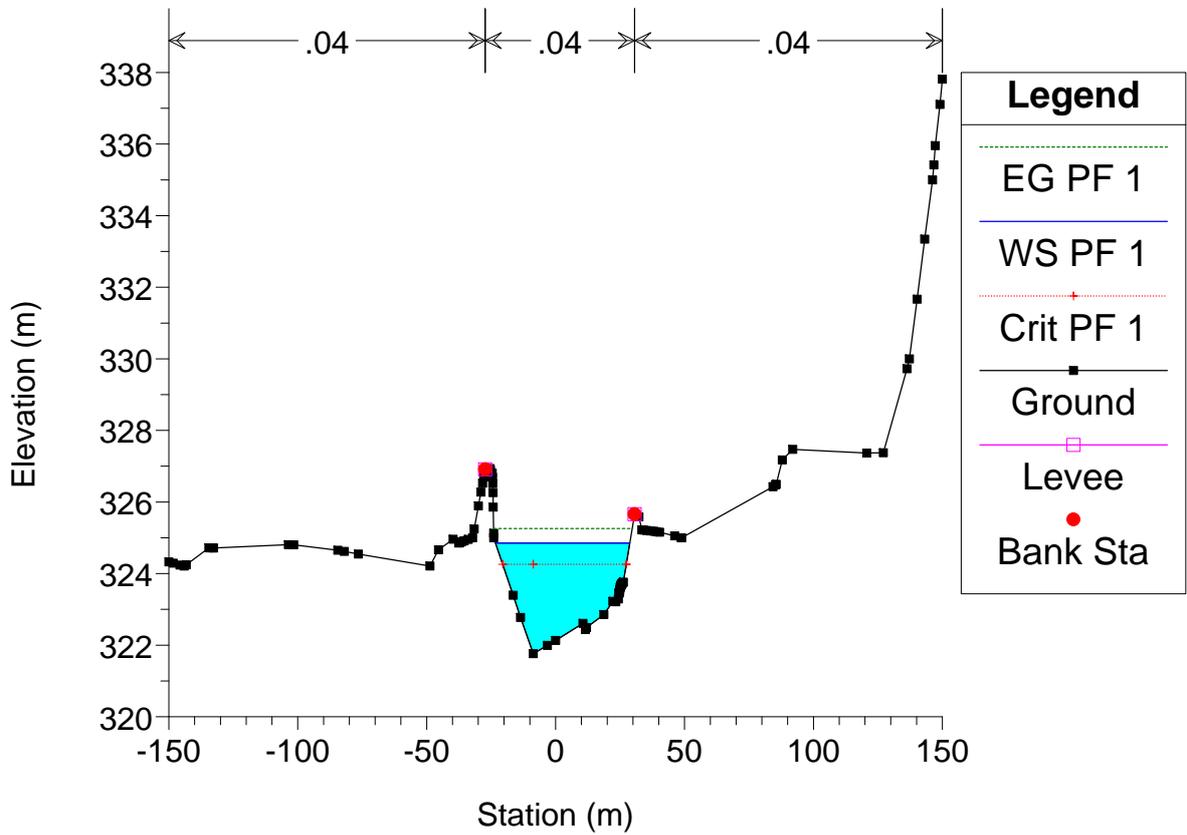
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



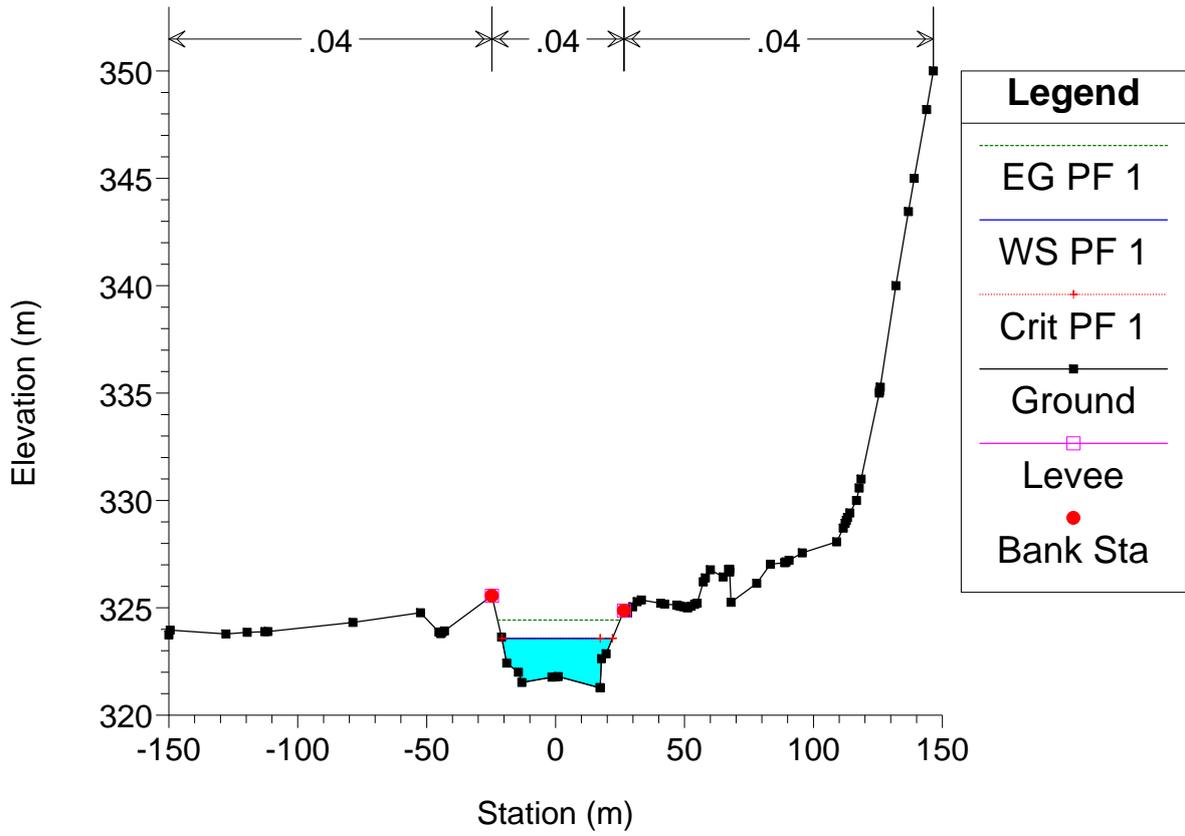
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



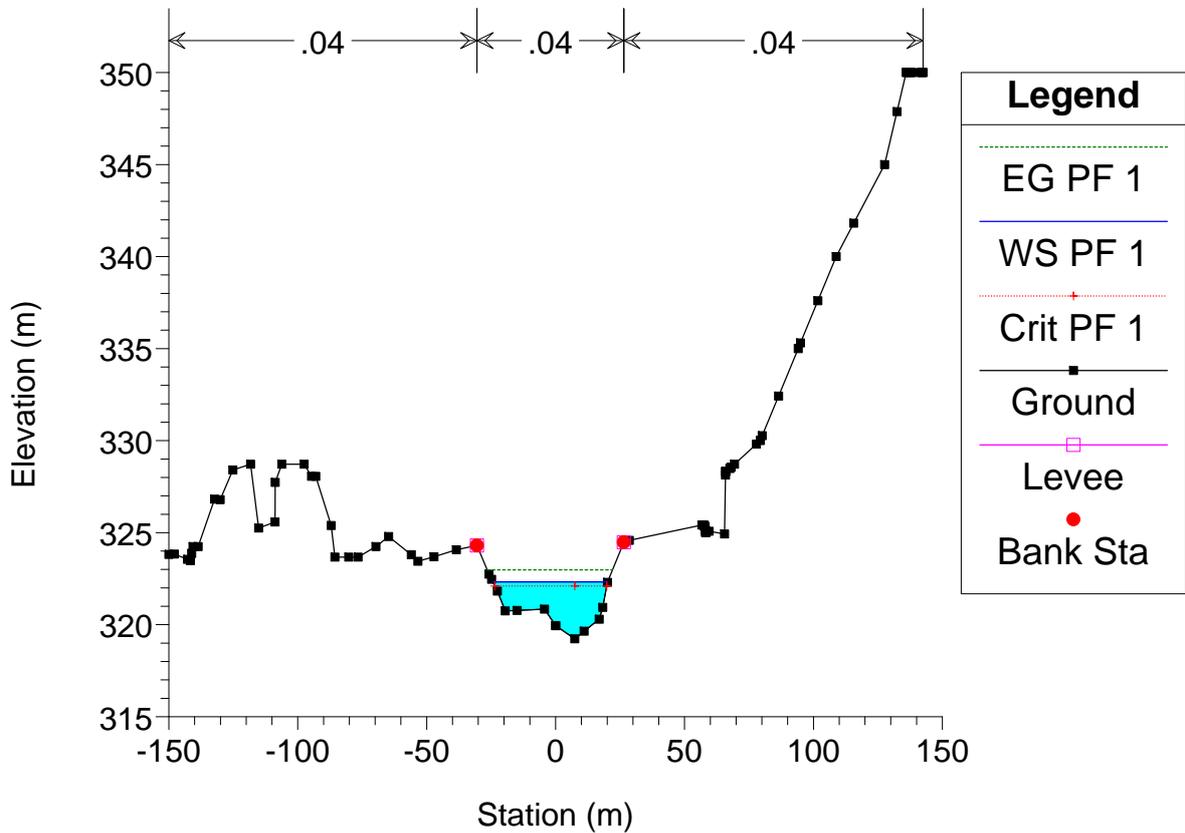
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



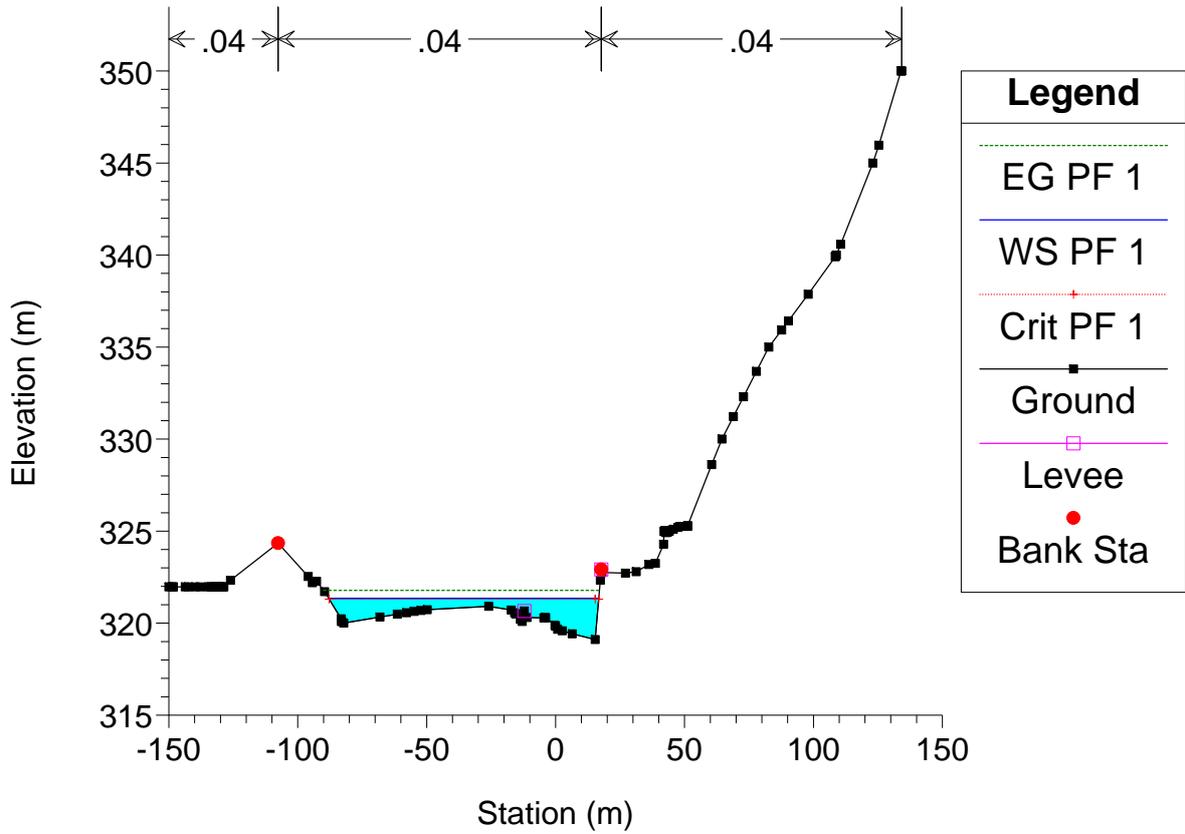
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



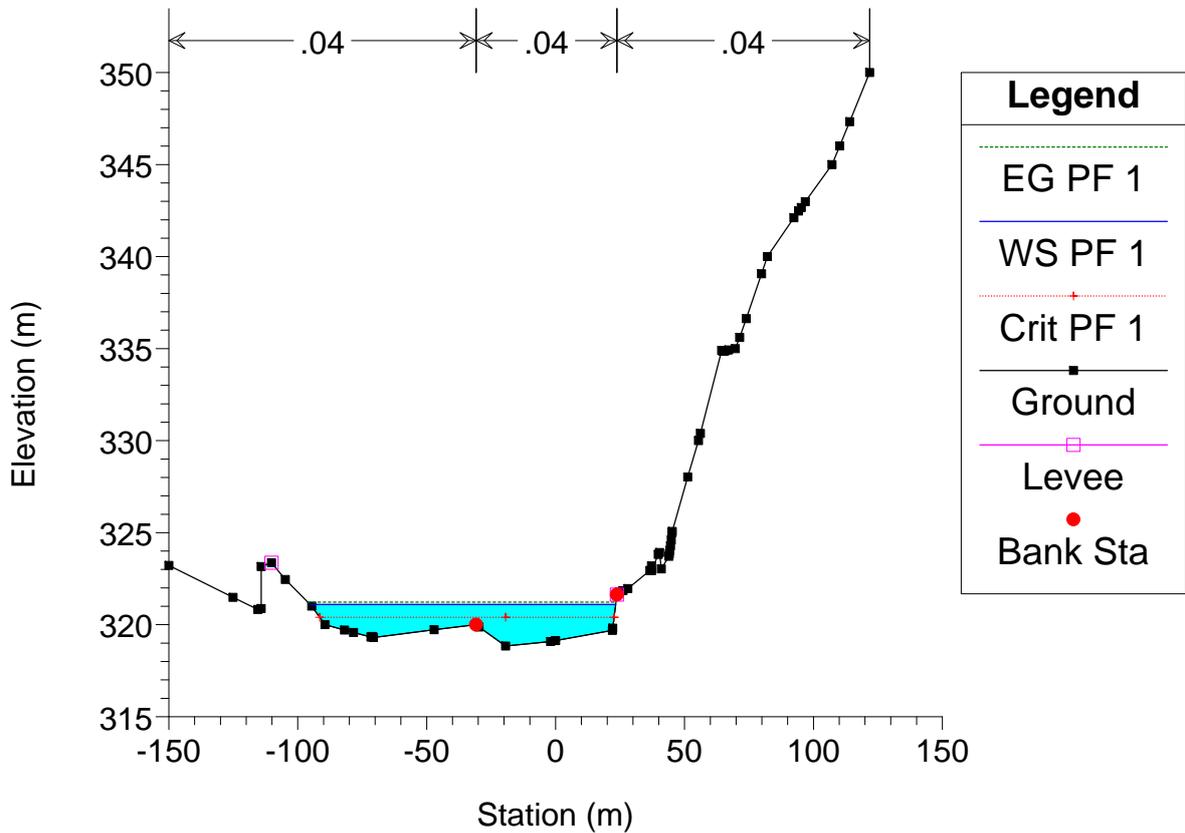
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



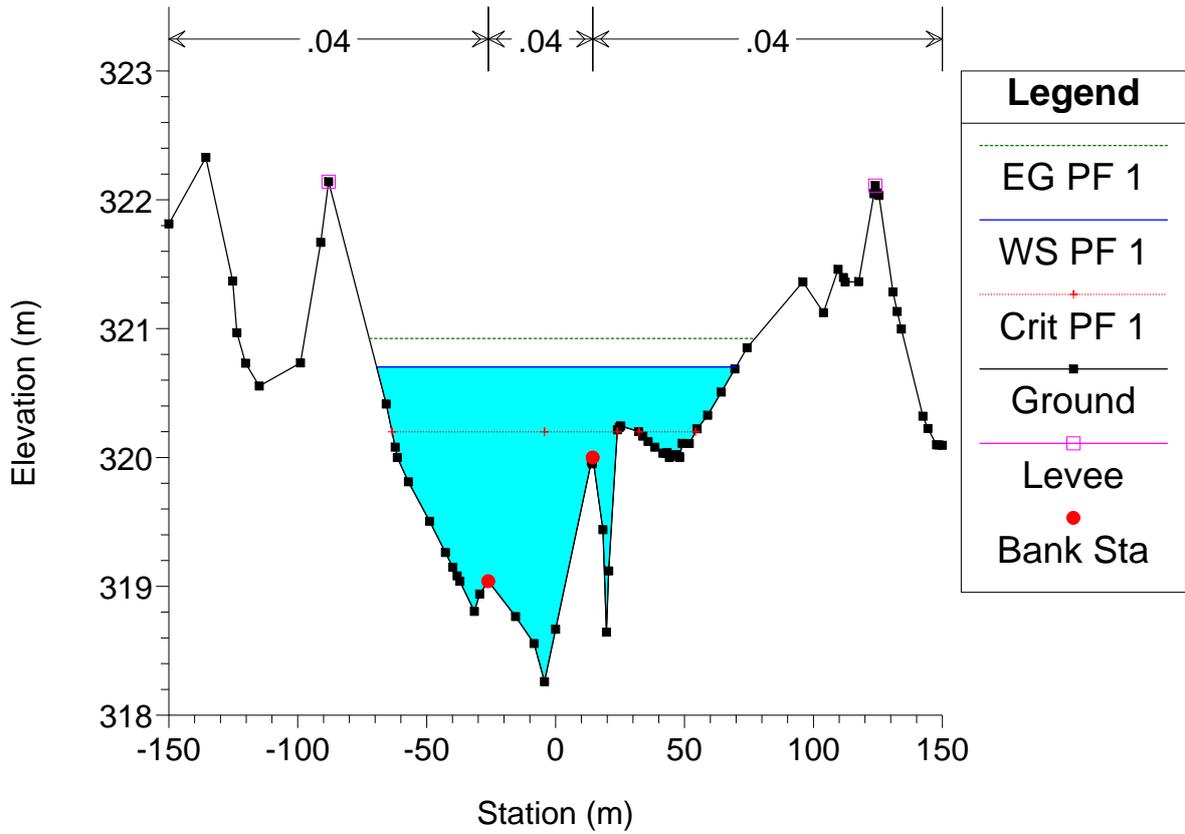
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



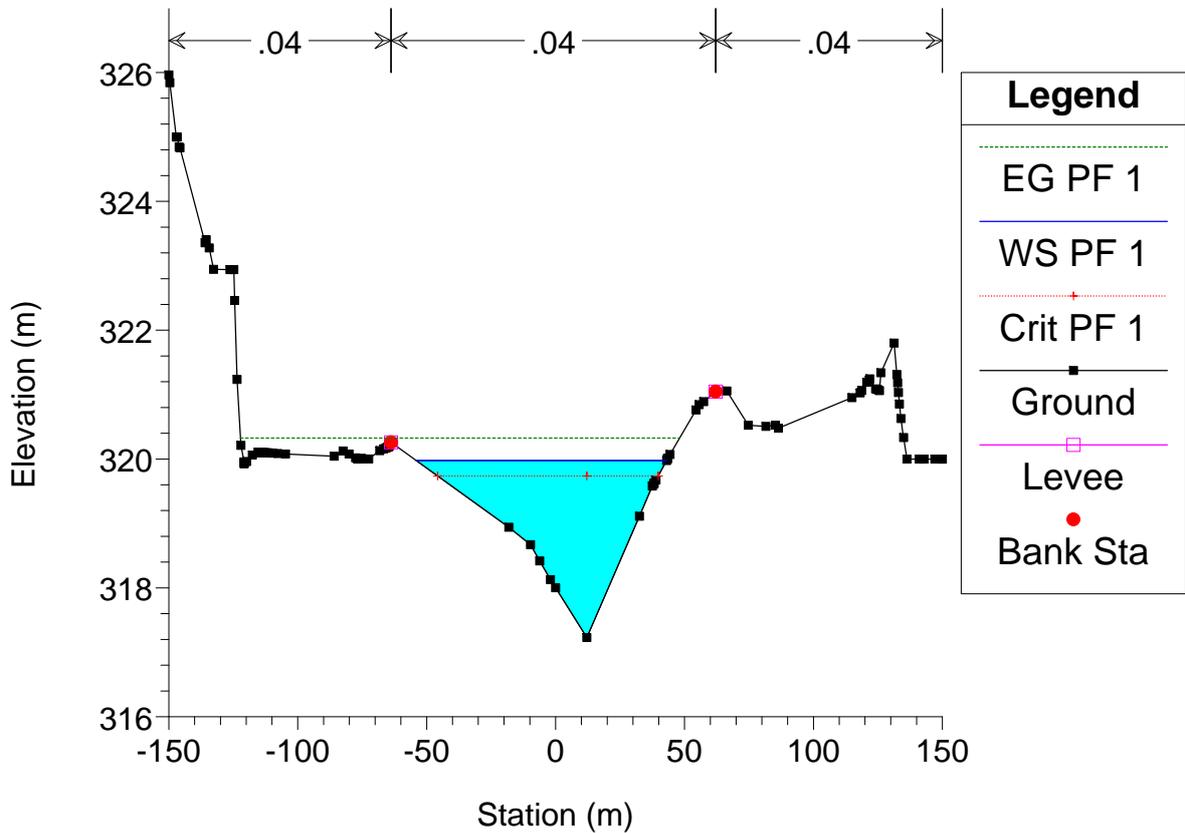
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



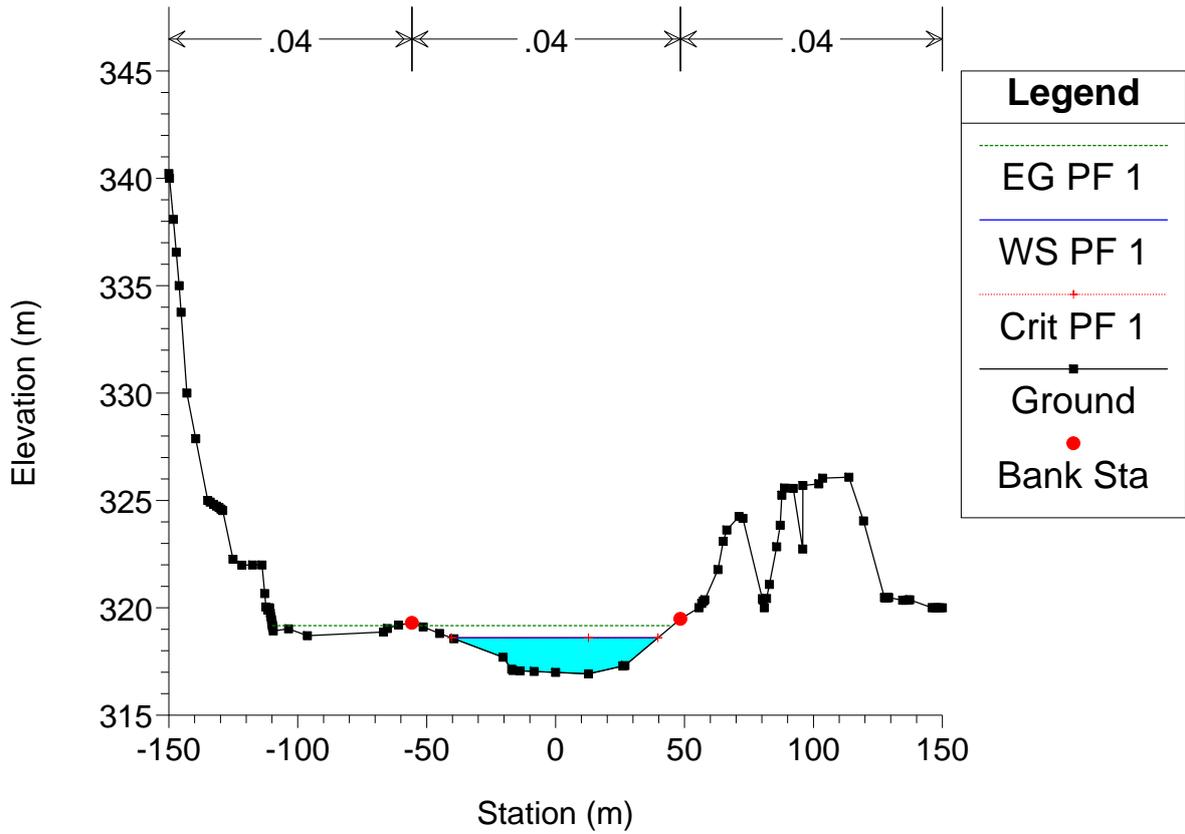
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



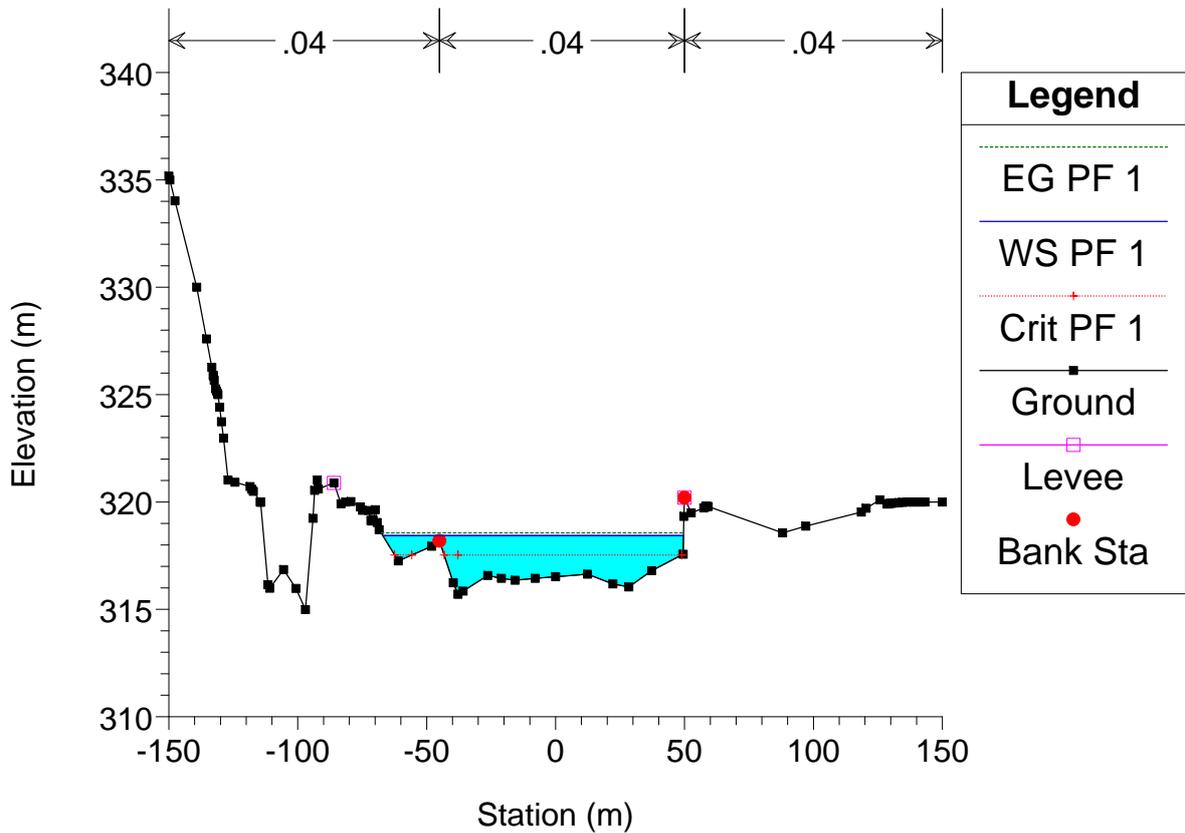
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



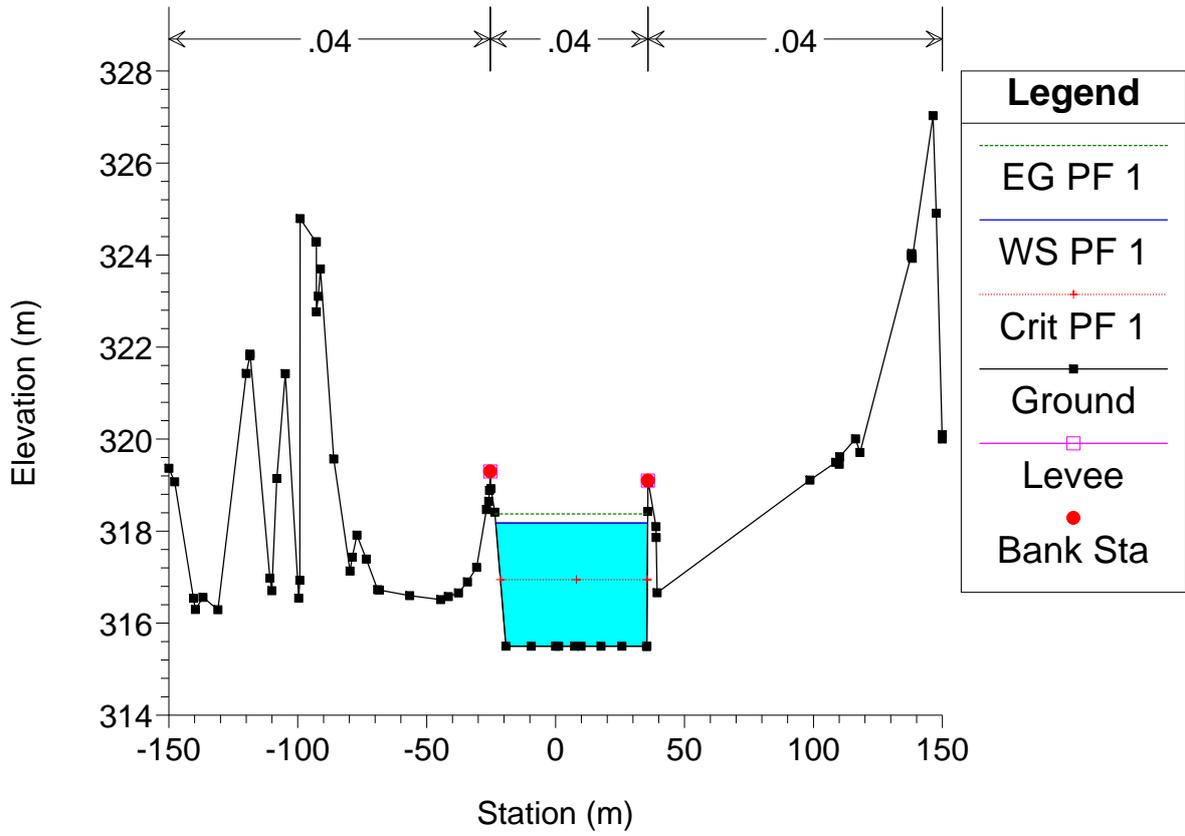
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



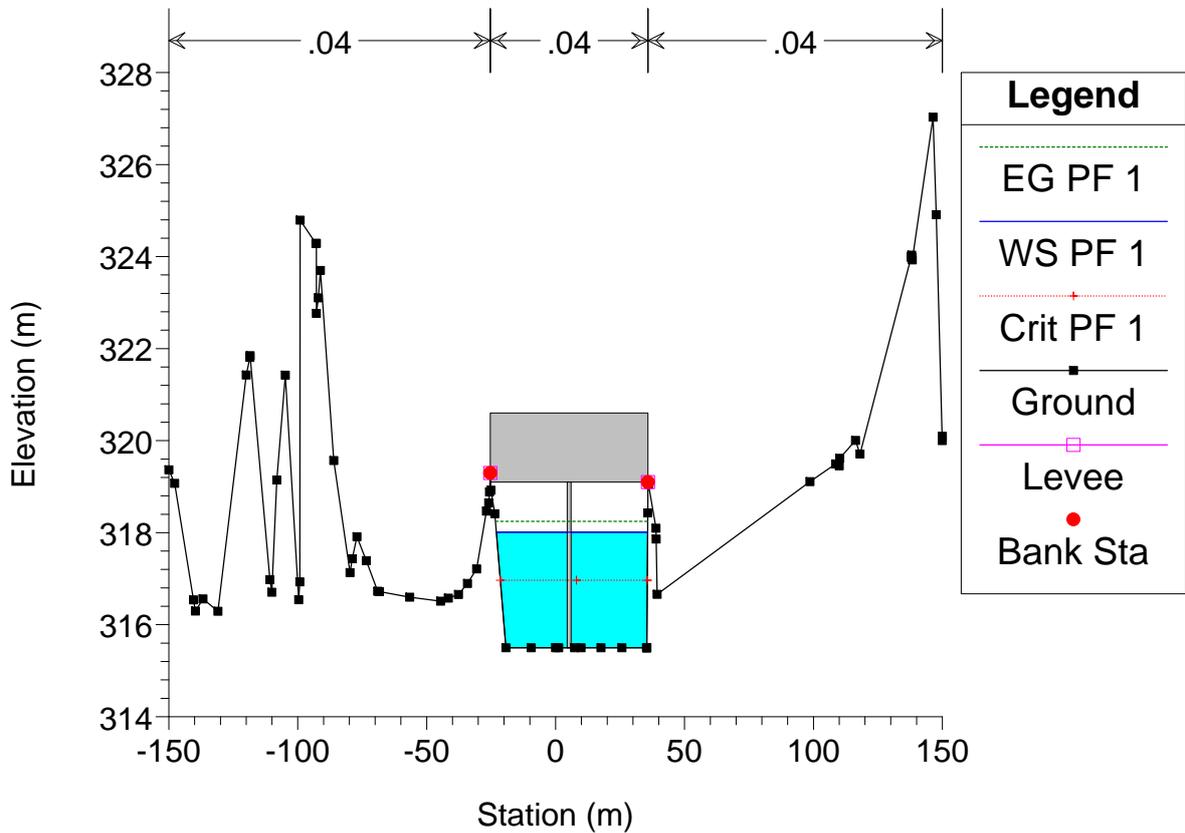
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



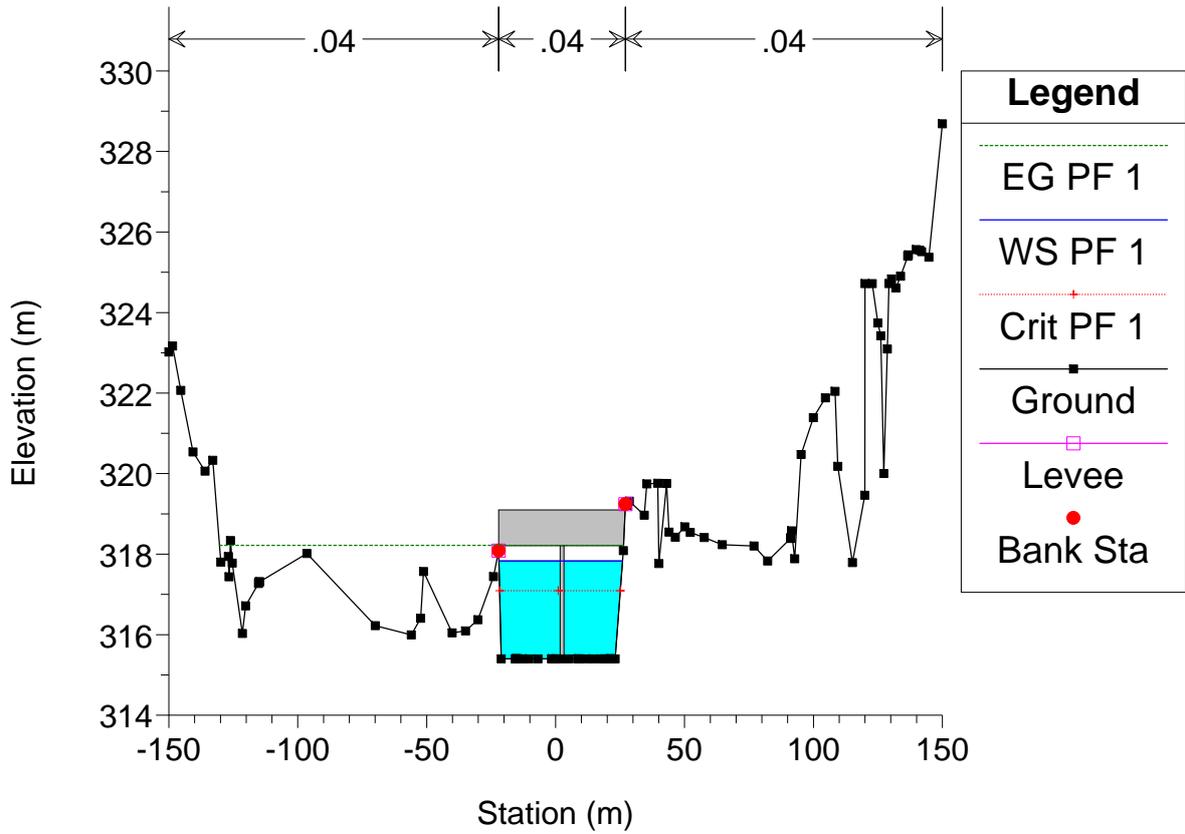
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



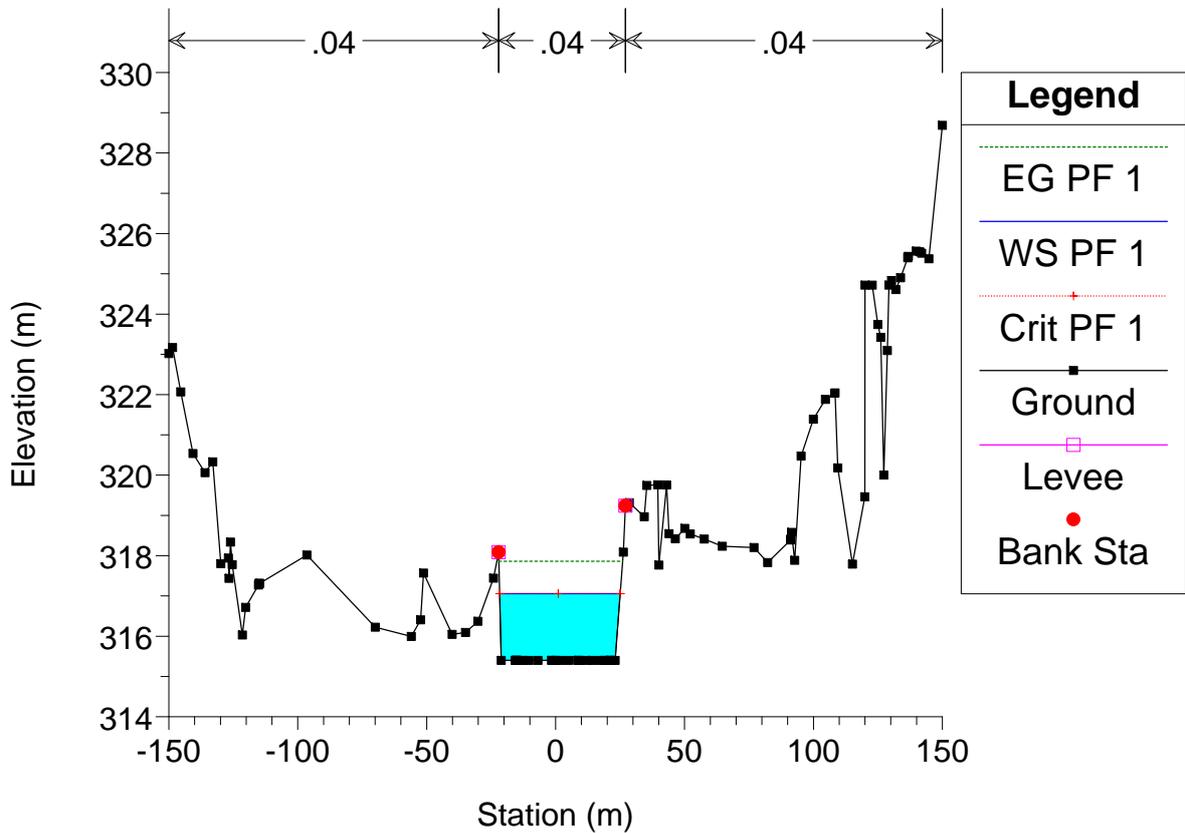
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



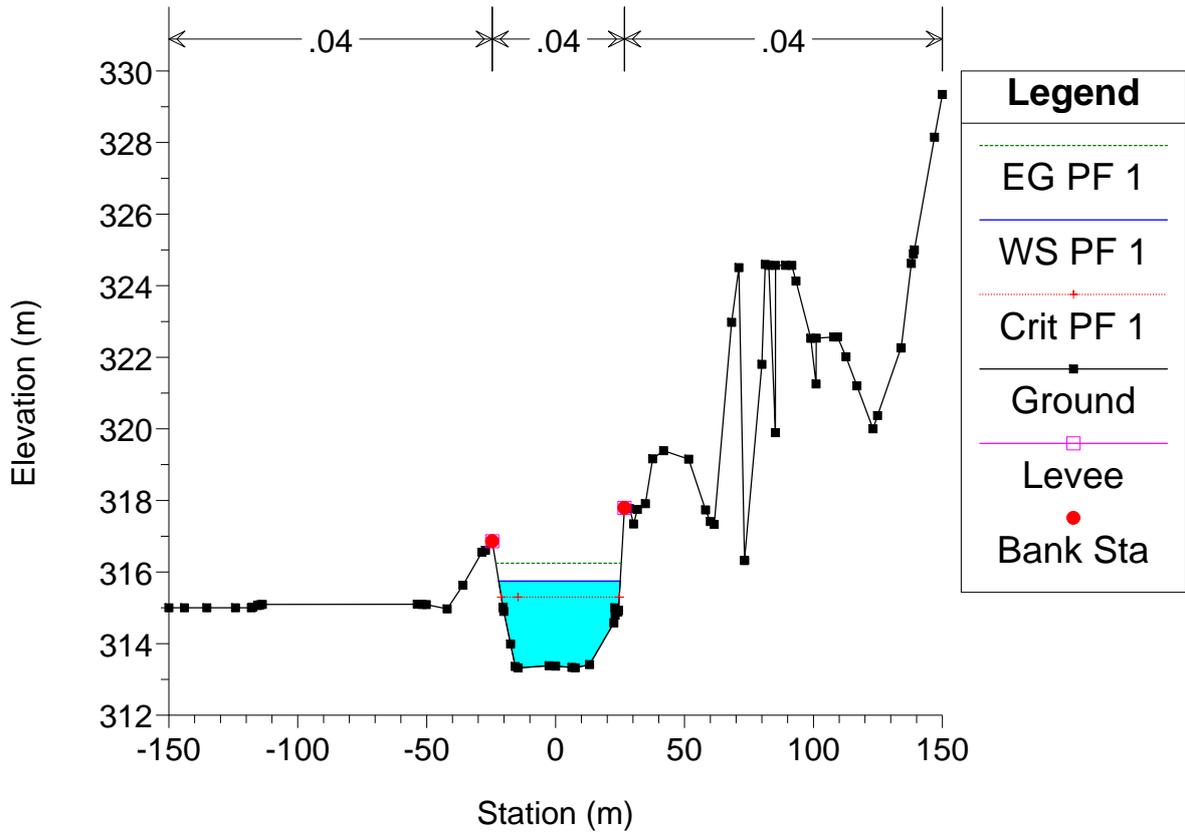
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



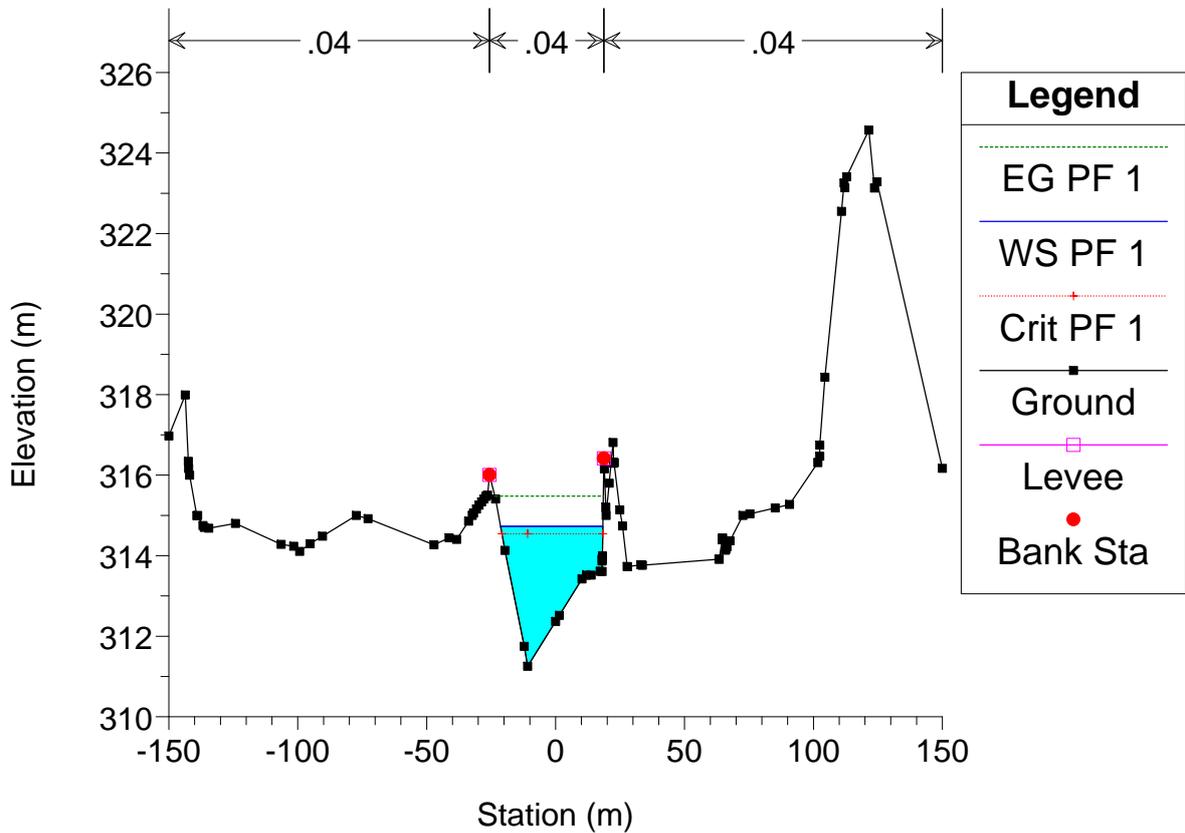
Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR3 Plan: Plan 02 20/07/2011



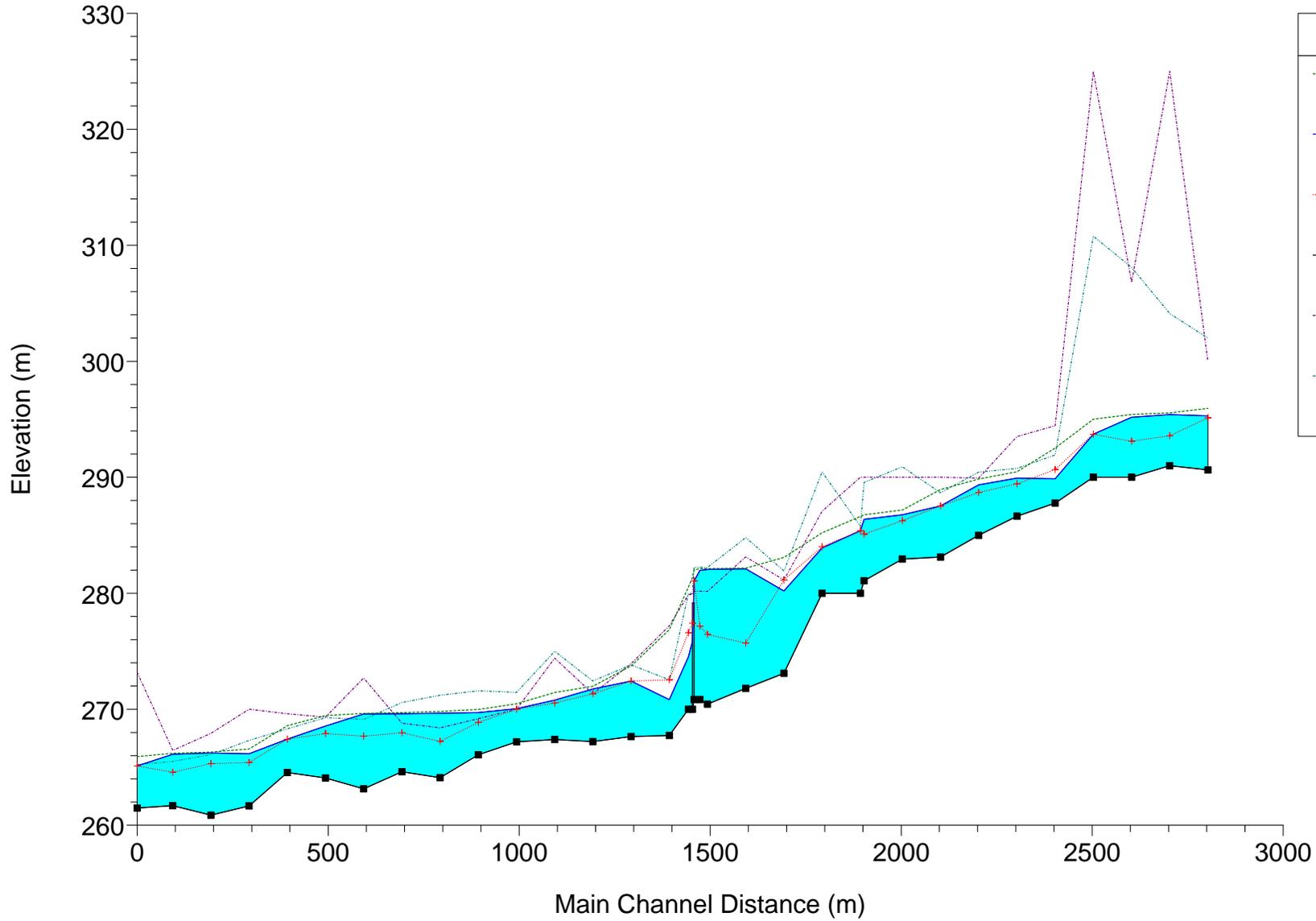
Torrente Astico – Stato di fatto – Tratto 4

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR4 Profile: PF 1

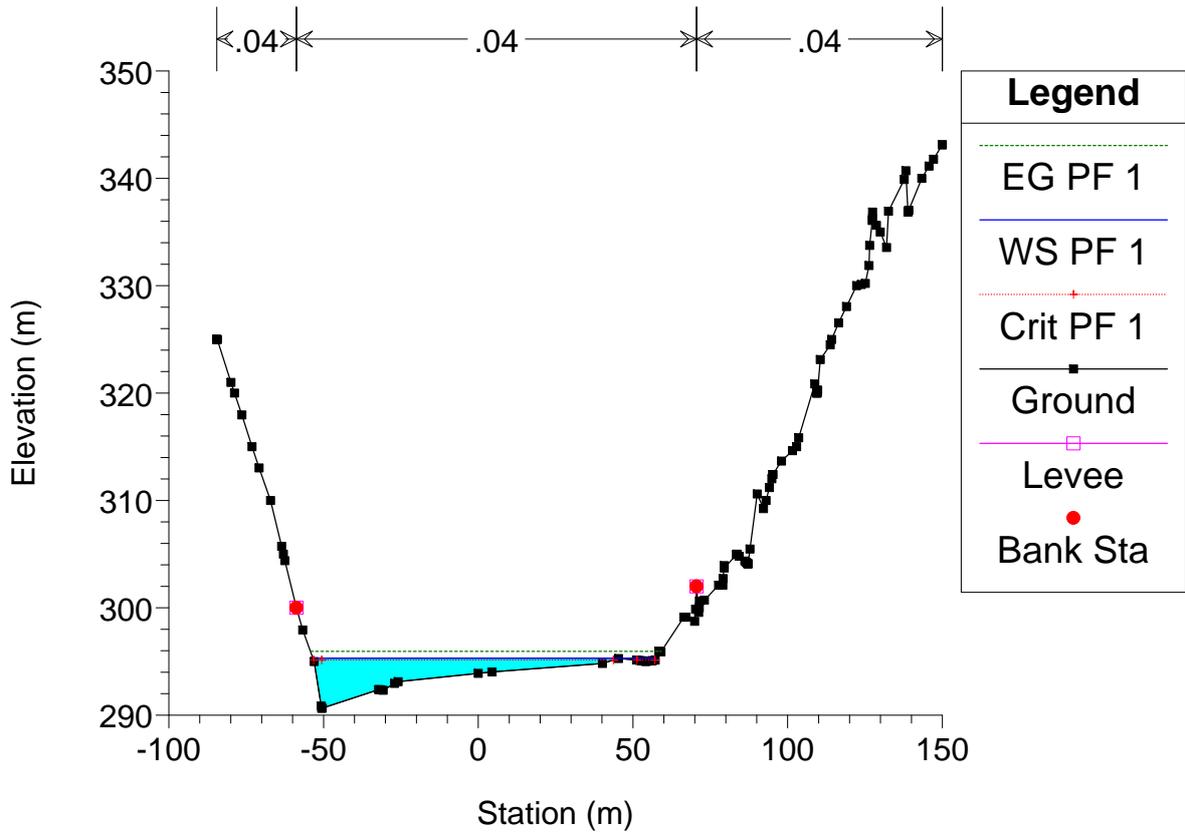
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR4	-1	PF 1	635.39	290.63	295.30	295.13	3.54	0.89	300.00	301.99
TR4	-2	PF 1	635.39	290.99	295.40	293.58	1.69	0.31	325.00	304.12
TR4	-3	PF 1	635.39	290.00	295.18	293.11	2.19	0.35	306.81	308.10
TR4	-4	PF 1	635.39	290.00	293.71	293.71	5.06	1.00	325.00	310.78
TR4	-5	PF 1	635.39	287.77	289.87	290.66	7.21	1.99	294.45	291.93
TR4	-6	PF 1	635.39	286.64	289.92	289.44	3.30	0.72	293.51	290.76
TR4	-7	PF 1	635.39	285.00	289.35	288.68	3.11	0.68		290.44
TR4	-8	PF 1	635.39	283.12	287.52	287.52	5.28	1.00	290.00	288.67
TR4	-9	PF 1	635.39	282.95	286.76	286.26	2.86	0.66	290.00	290.91
TR4	-10	PF 1	635.39	281.08	286.37	285.09	2.79	0.50	290.00	289.56
TR4	-11	PF 1	635.39	280.00	285.39	285.39	4.93	1.00	290.00	285.78
TR4	-12	PF 1	635.39	280.00	283.91	284.02	5.06	1.07	287.07	290.46
TR4	-13	PF 1	635.39	273.10	280.20	281.15	7.54	1.31	281.15	281.93
TR4	-14	PF 1	635.39	271.80	282.11	275.70	1.04	0.14	283.14	284.80
TR4	-15	PF 1	635.39	270.44	282.05	276.44	1.35	0.18	280.17	282.24
TR4	-16	PF 1	635.39	270.84	281.98	277.16	1.68	0.23	280.17	282.24
TR4	-16.5		Bridge							
TR4	-17	PF 1	635.39	270.00	274.53	276.59	10.87	1.92	279.88	279.98
TR4	-18	PF 1	635.39	267.74	270.83	272.54	10.88	2.62	277.20	272.54
TR4	-19	PF 1	635.39	267.65	272.43	272.43	5.06	1.00	273.94	273.83
TR4	-20	PF 1	635.39	267.21	271.75	271.33	2.47	0.50	271.33	272.44
TR4	-21	PF 1	635.39	267.39	270.79	270.54	3.60	0.84	274.40	275.00
TR4	-22	PF 1	635.39	267.19	270.05	270.00	3.08	0.80	270.00	271.46
TR4	-23	PF 1	635.39	266.08	269.72	268.86	2.52	0.48	269.19	271.59
TR4	-24	PF 1	635.39	264.10	269.65	267.23	1.87	0.29	268.40	271.21
TR4	-25	PF 1	635.39	264.61	269.62	267.98	1.39	0.27	268.80	270.58
TR4	-26	PF 1	635.39	263.13	269.59	267.68	1.02	0.19	272.69	269.12
TR4	-27	PF 1	635.39	264.07	268.56	267.90	4.20	0.74	269.33	269.28
TR4	-28	PF 1	635.39	264.54	267.43	267.43	4.78	1.00	269.62	268.32
TR4	-29	PF 1	635.39	261.66	266.16	265.40	2.86	0.59	270.00	267.32
TR4	-30	PF 1	635.39	260.87	266.23	265.32	1.31	0.28	267.92	266.10
TR4	-31	PF 1	635.39	261.69	266.12	264.57	1.35	0.28	266.46	265.51
TR4	-32	PF 1	635.39	261.49	265.12	265.12	3.98	1.00	273.19	265.24

Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011

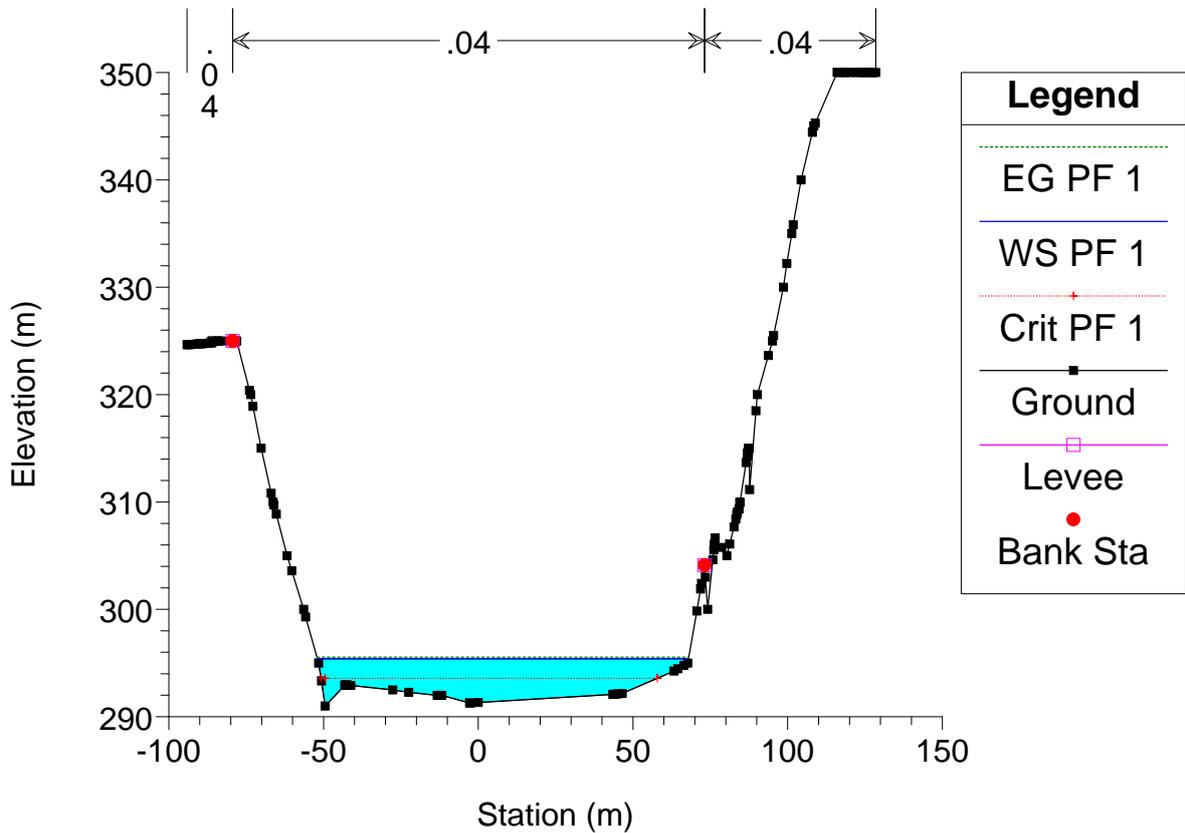
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



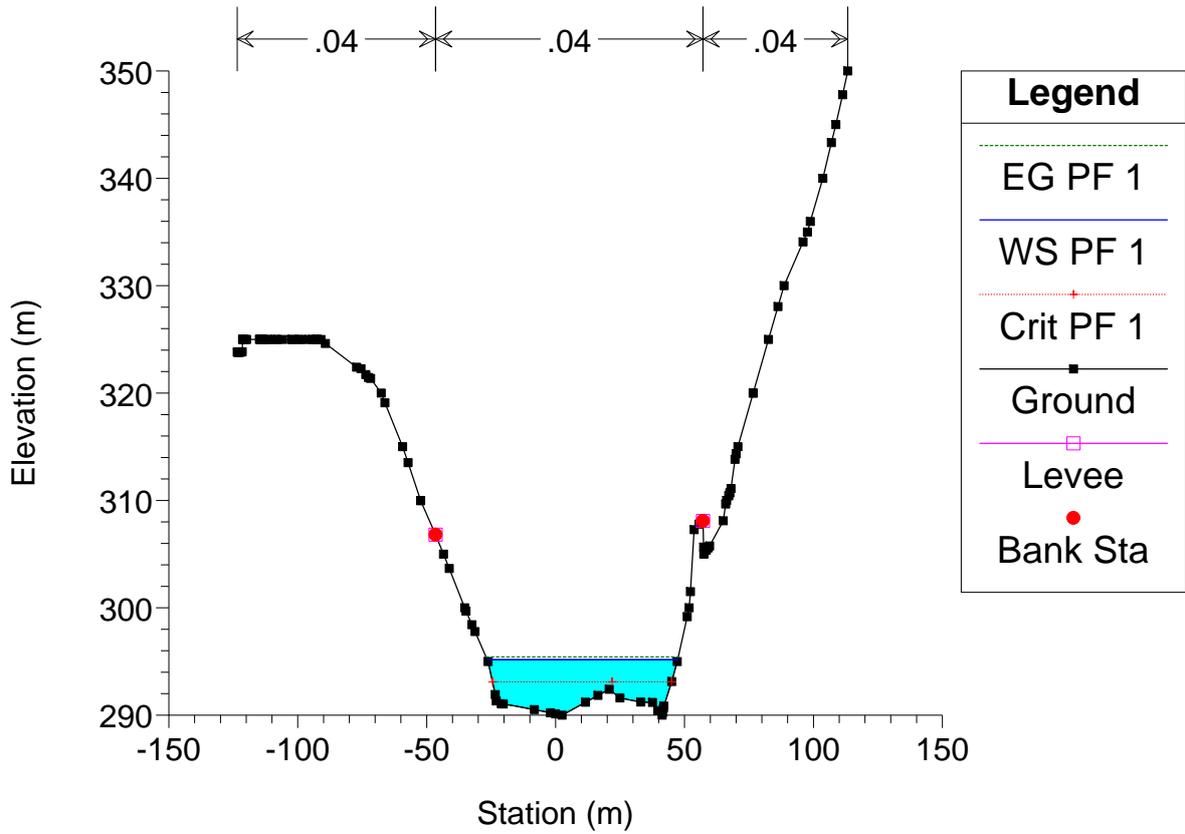
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



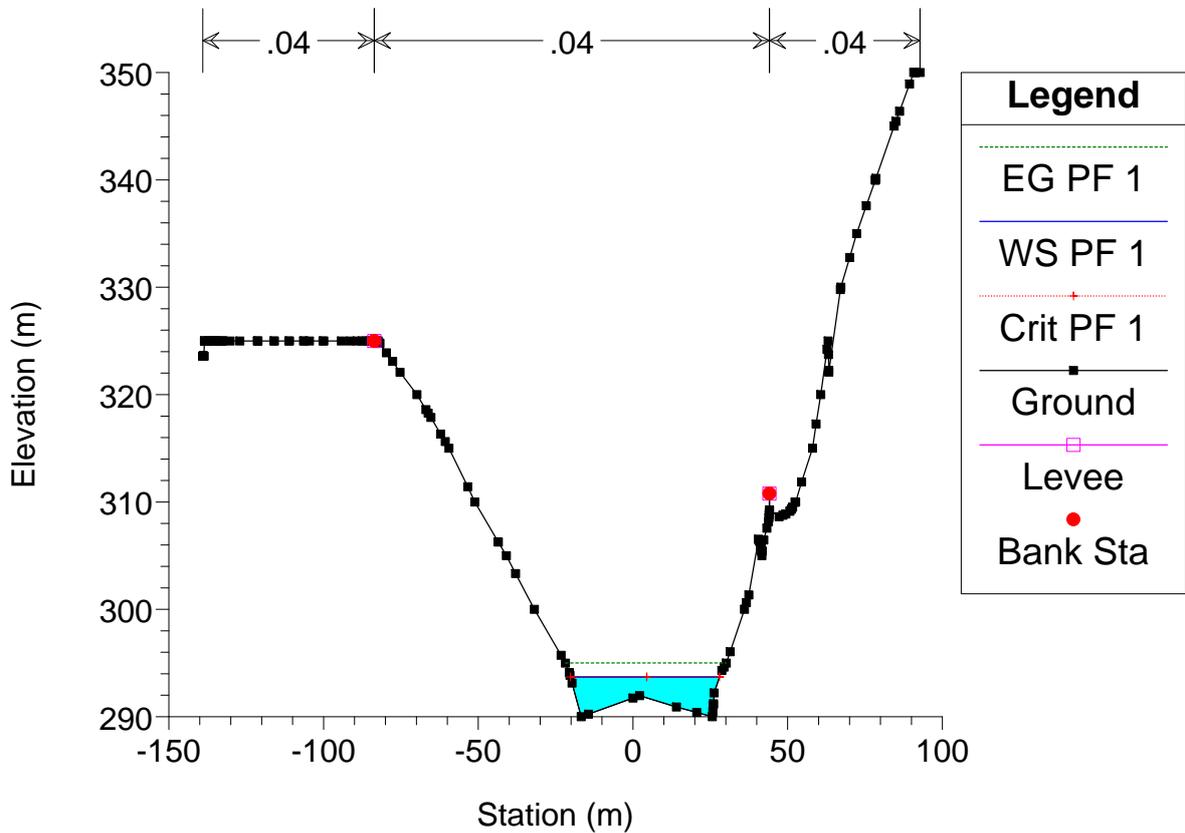
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



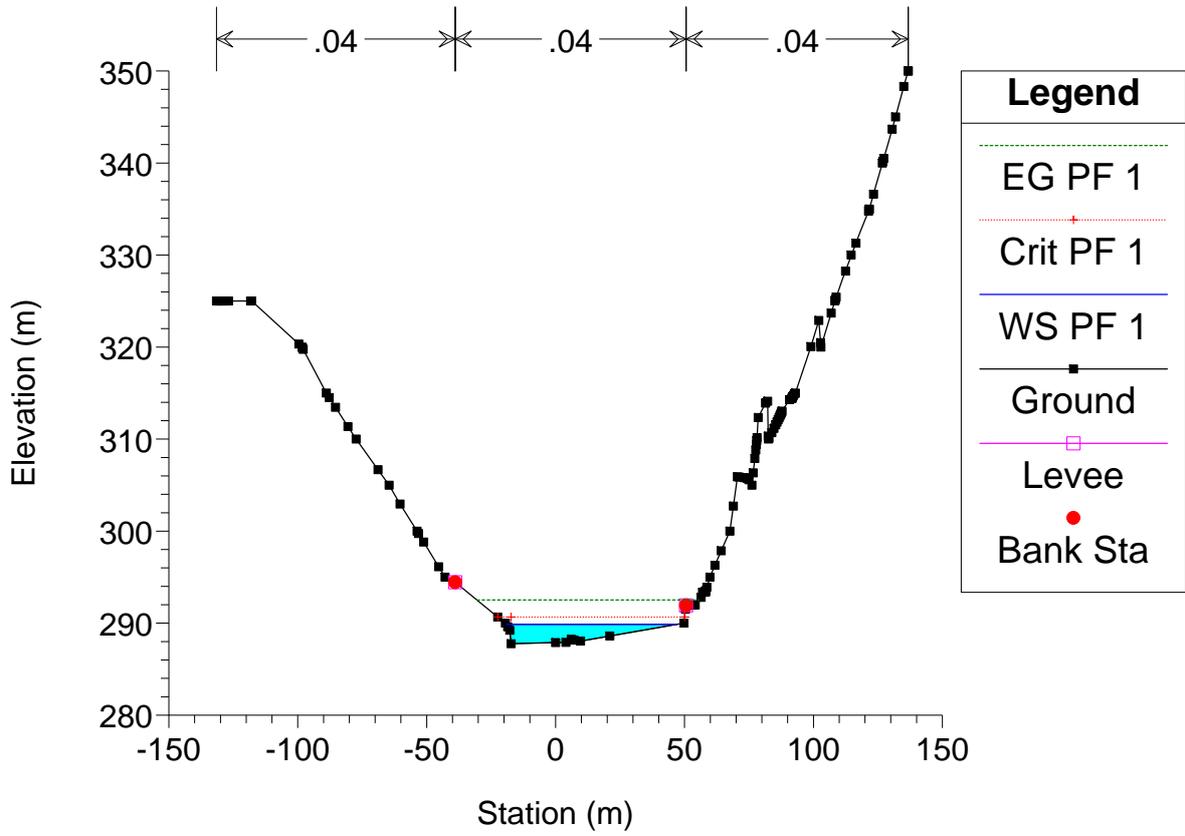
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



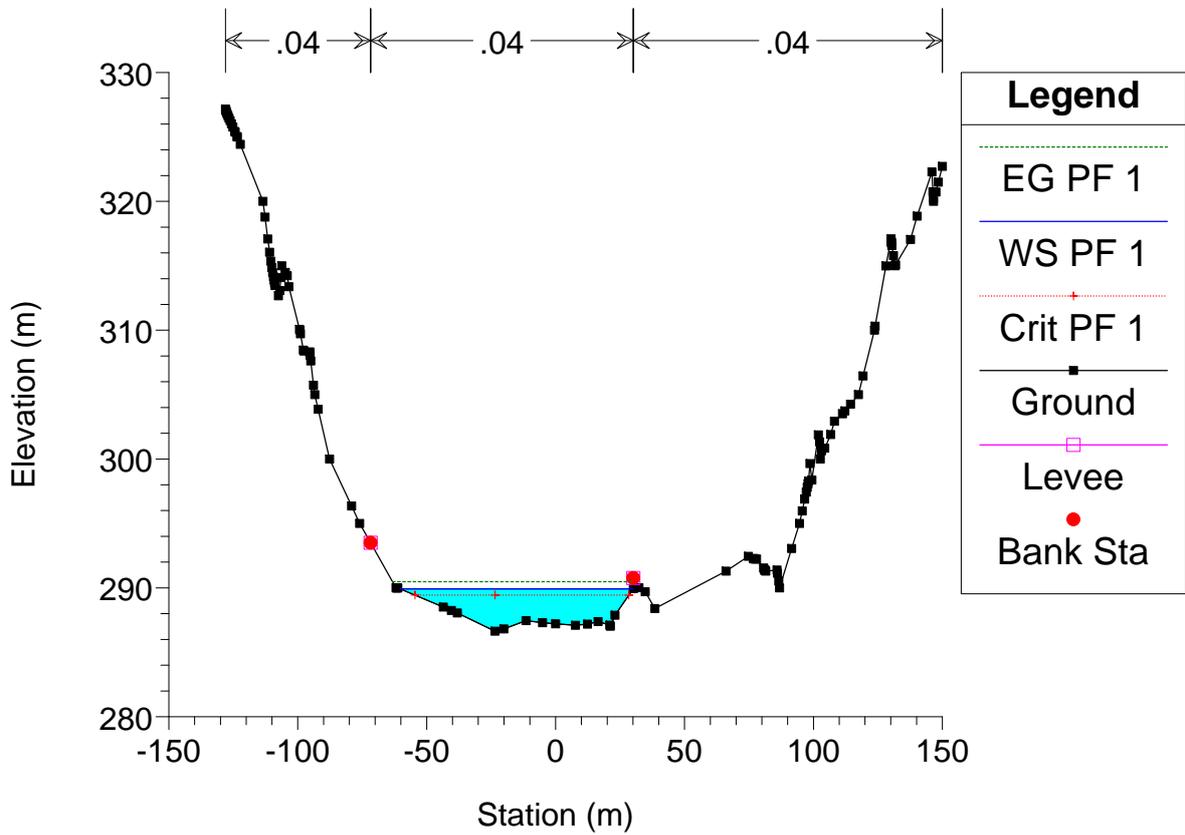
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



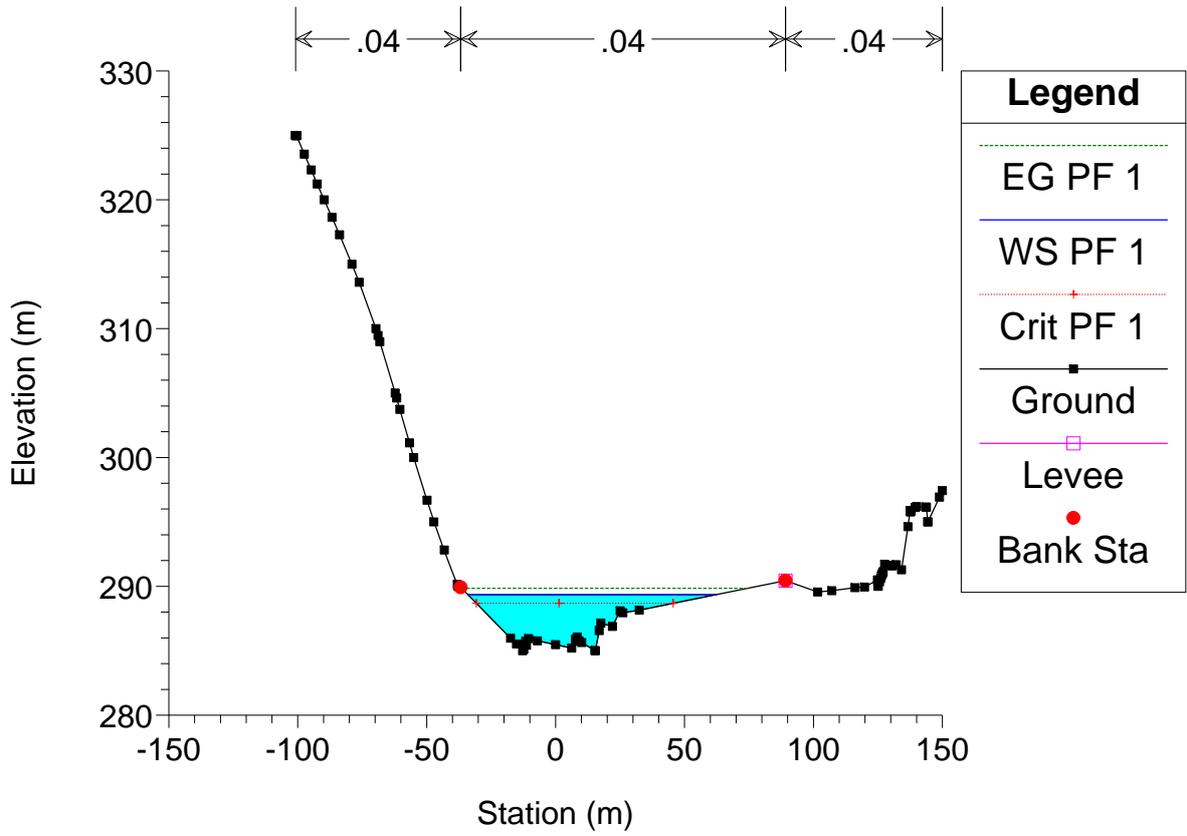
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



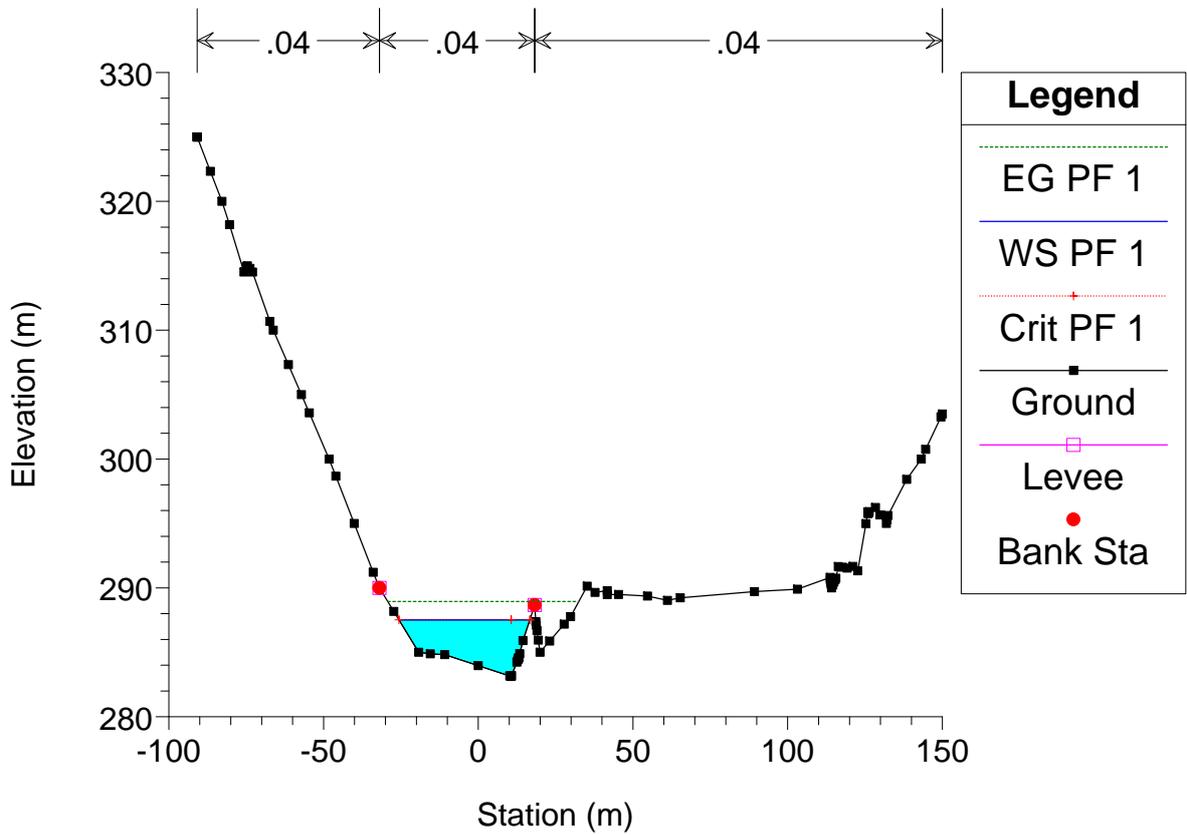
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



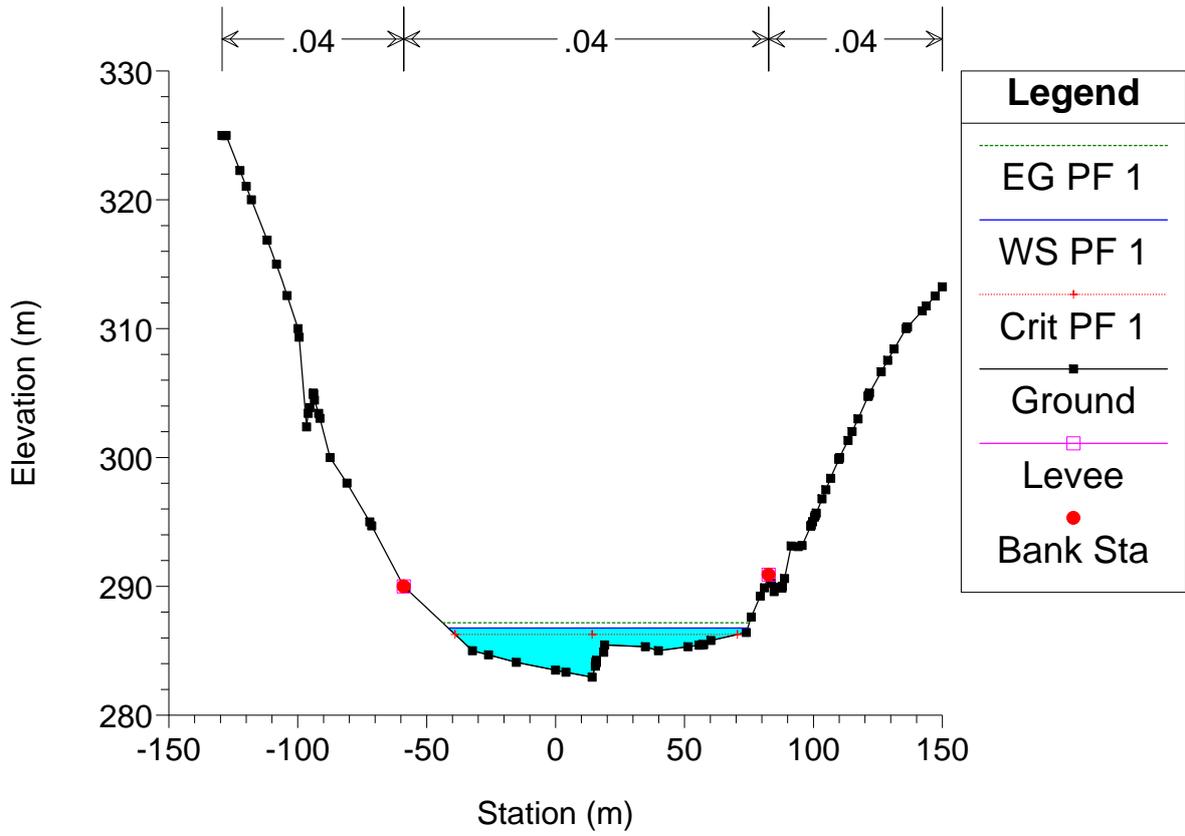
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



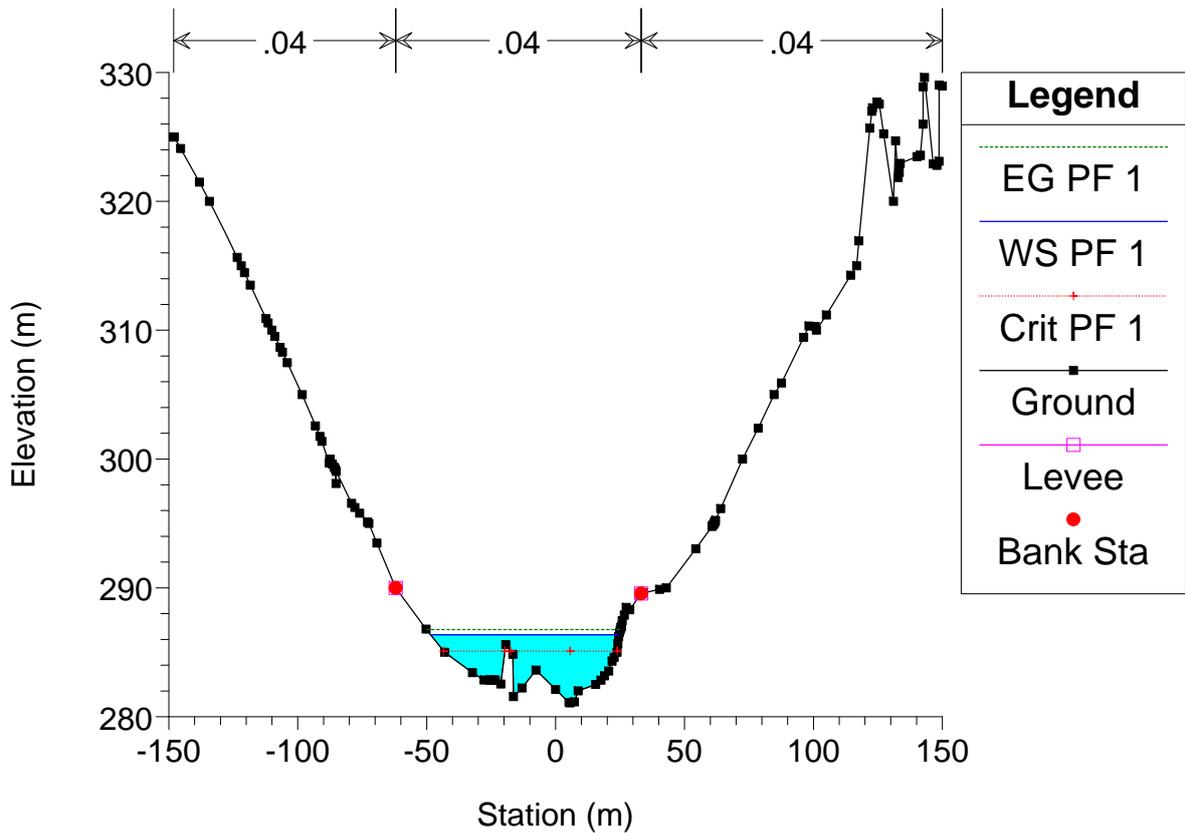
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



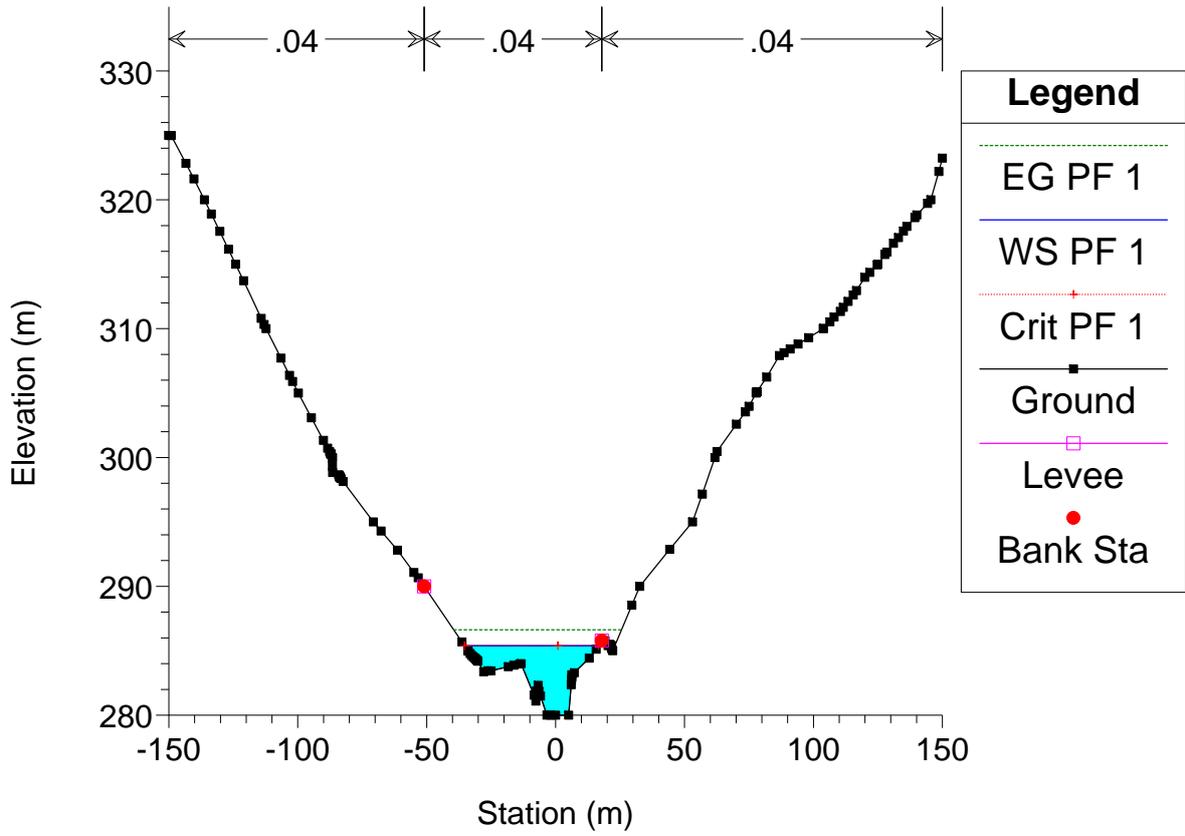
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



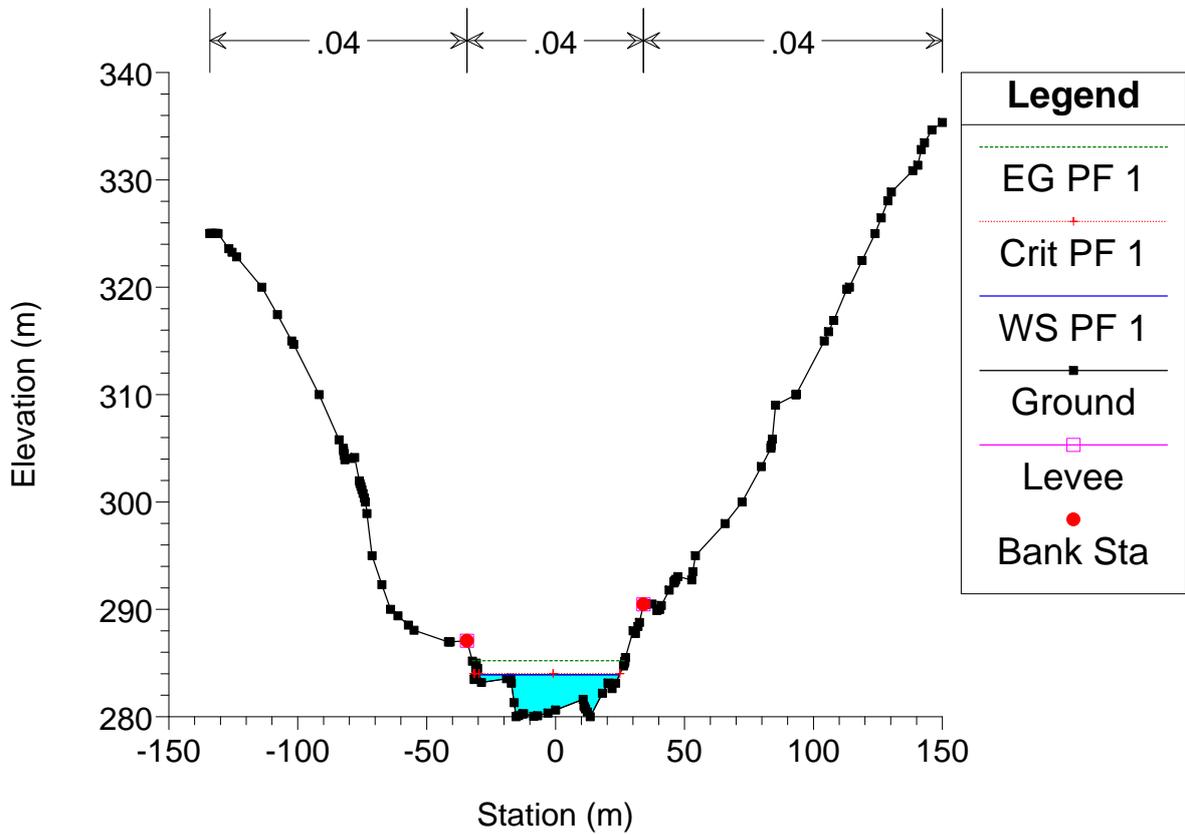
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



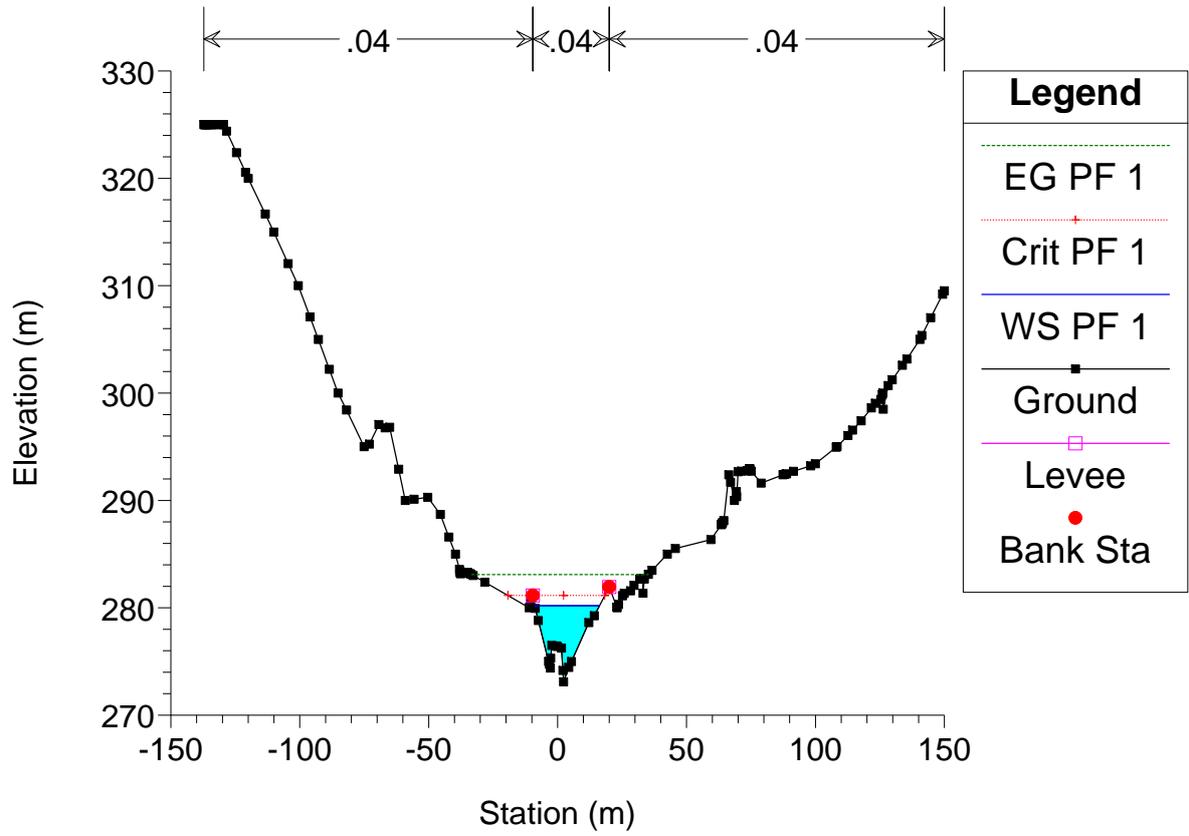
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



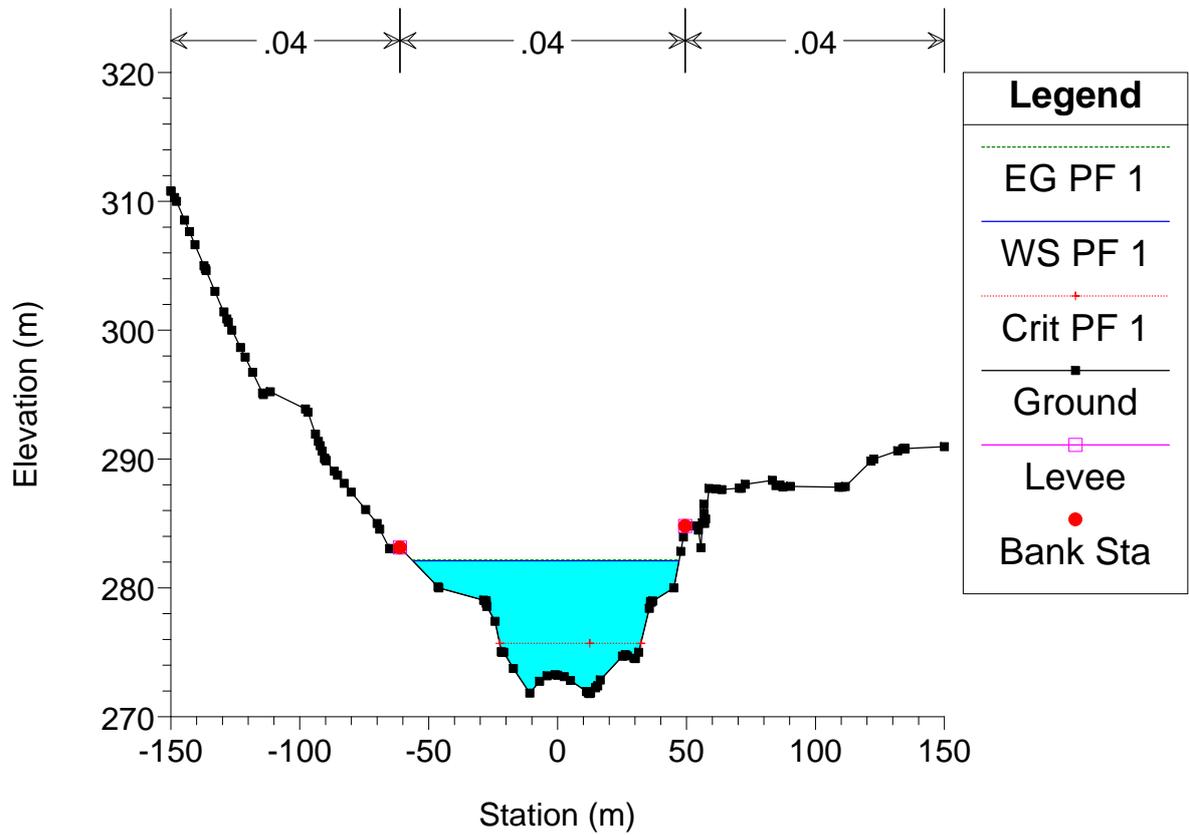
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



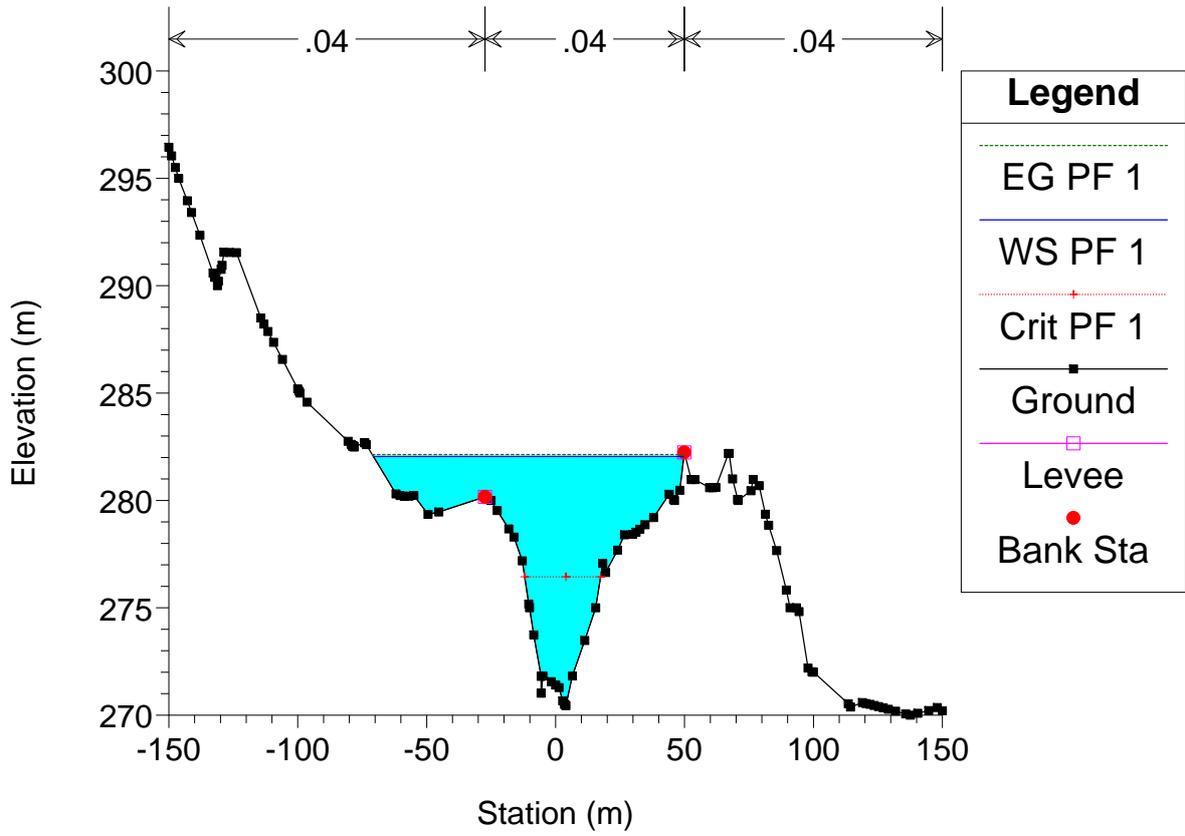
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



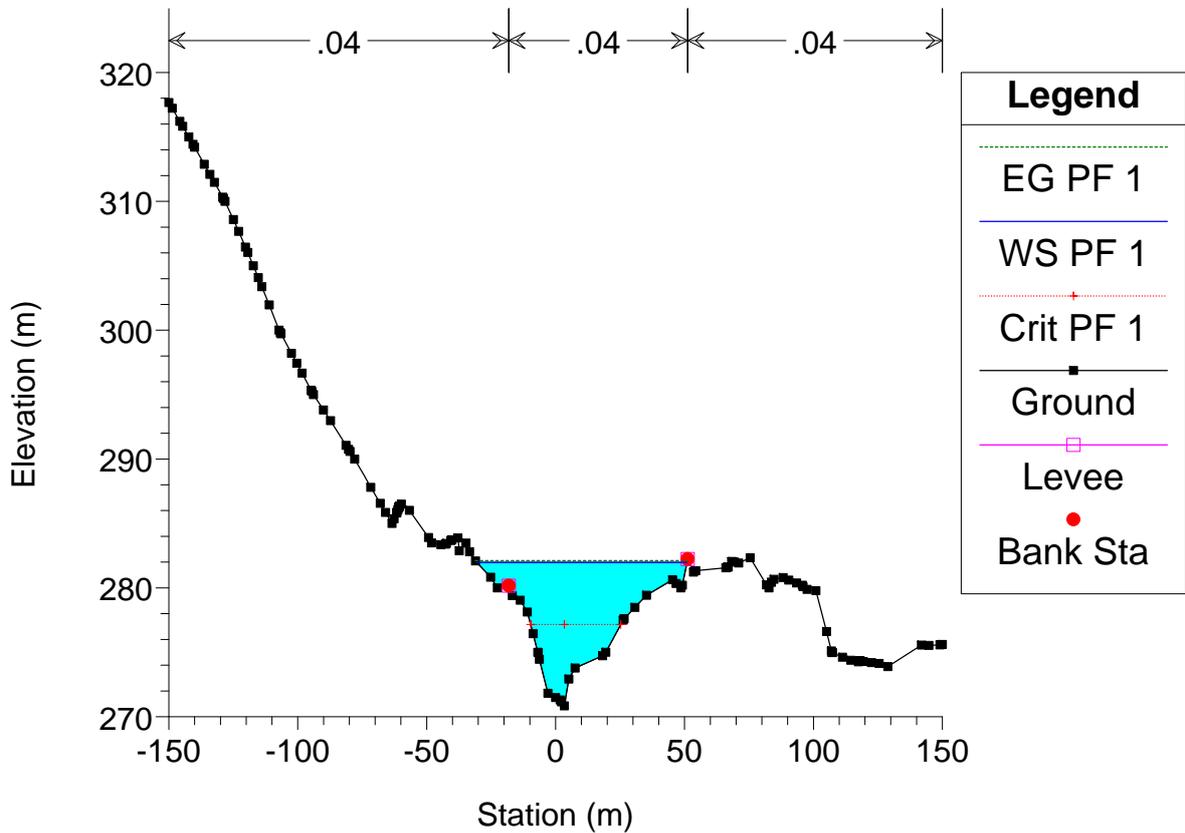
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



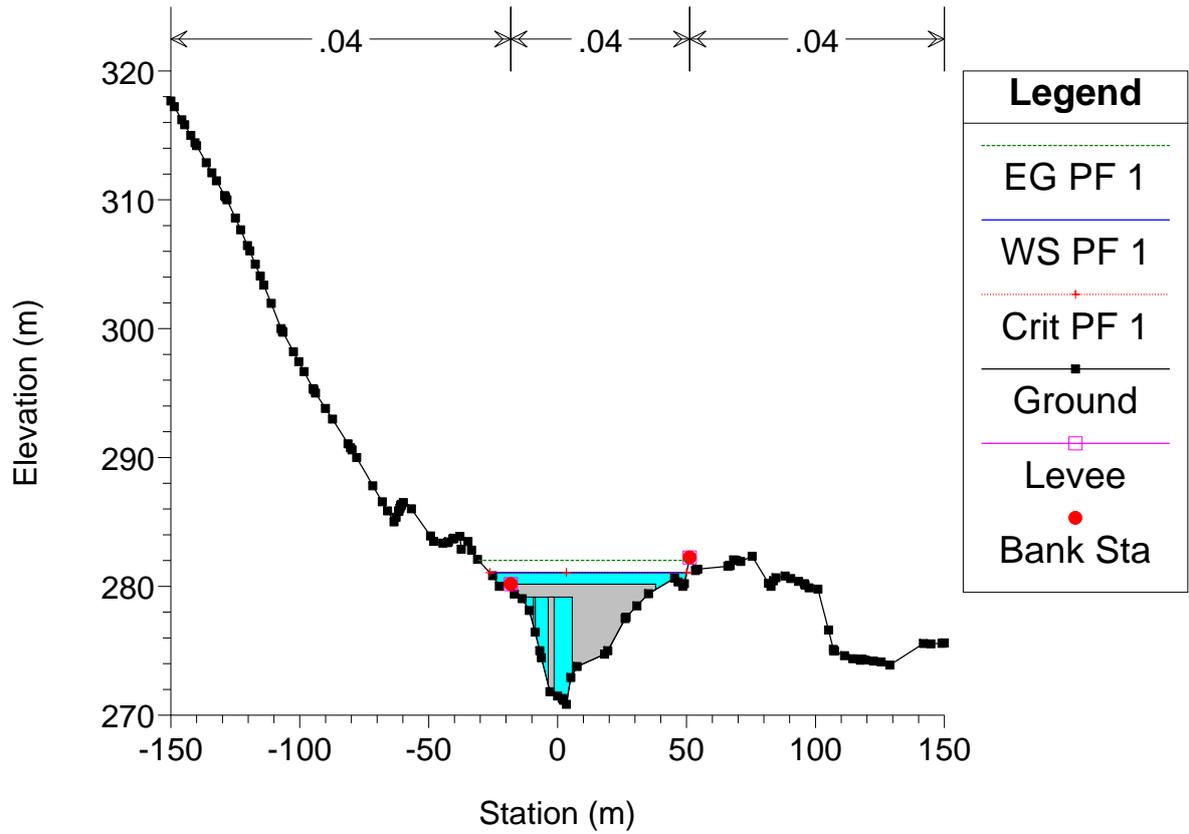
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



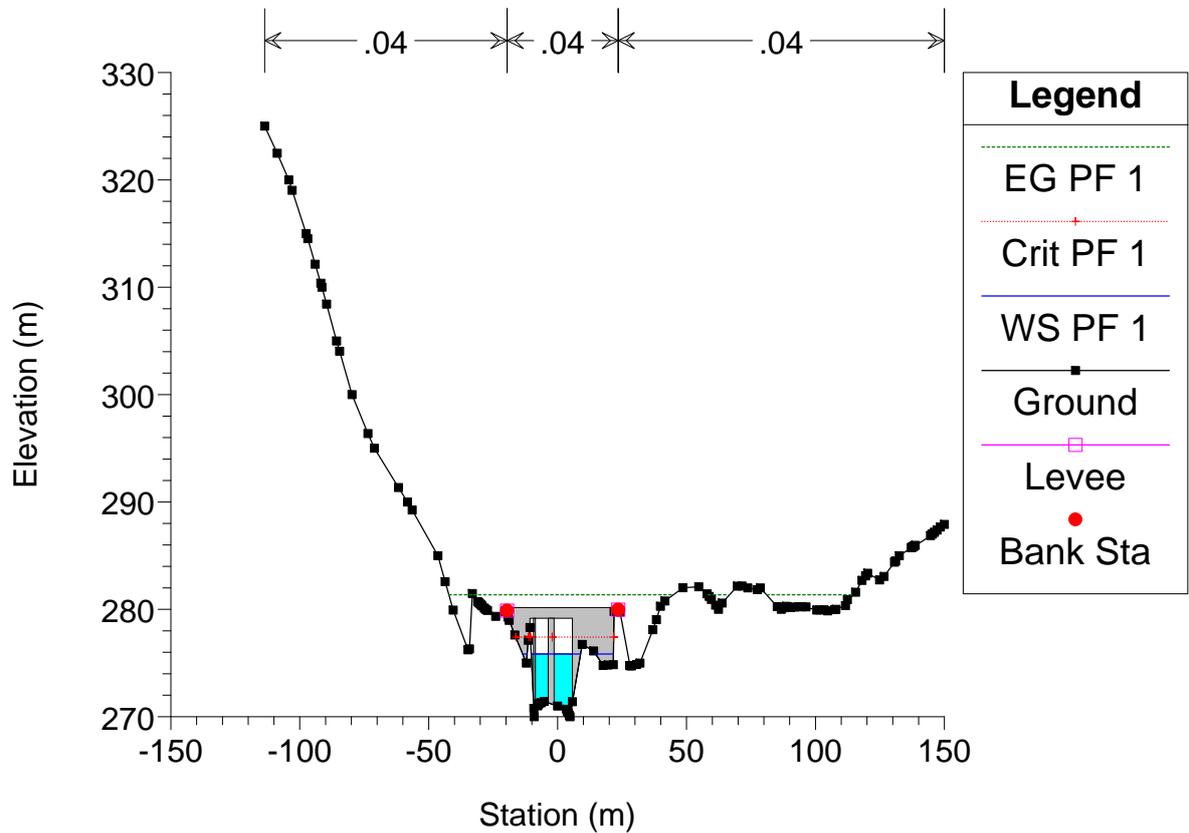
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



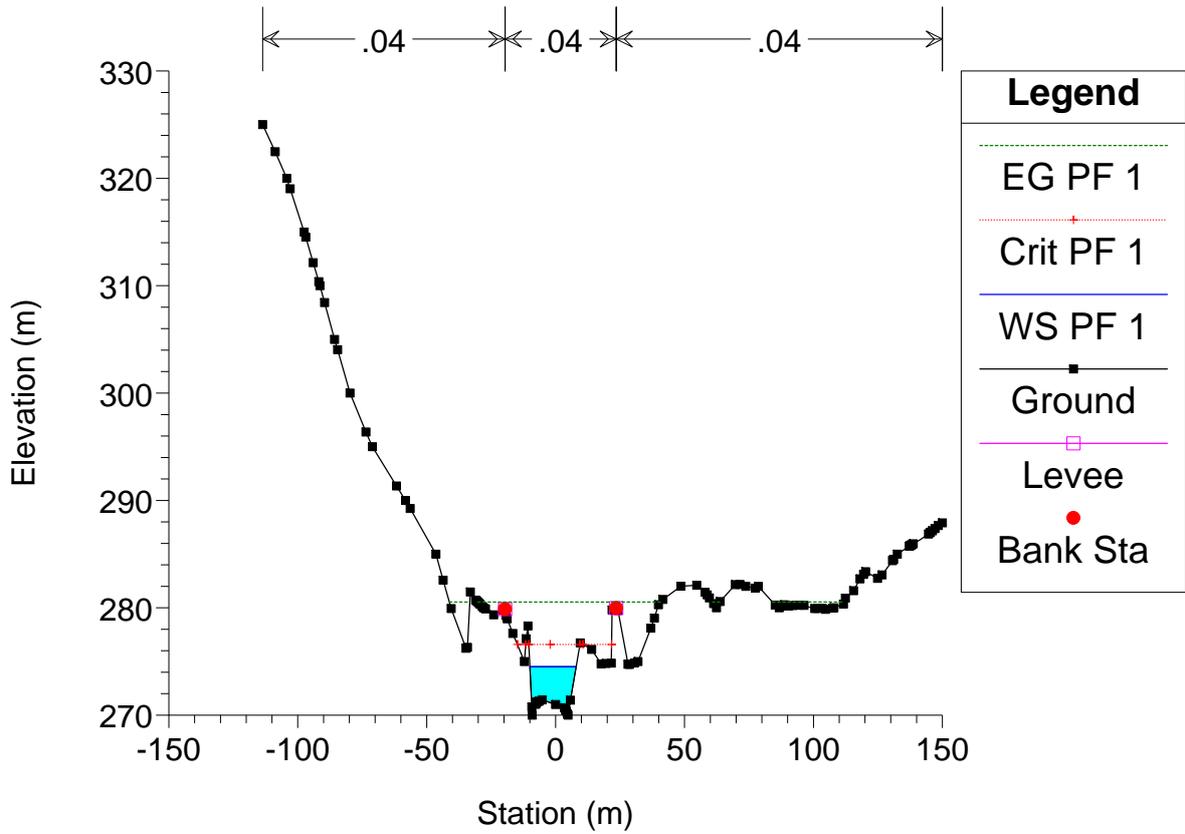
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



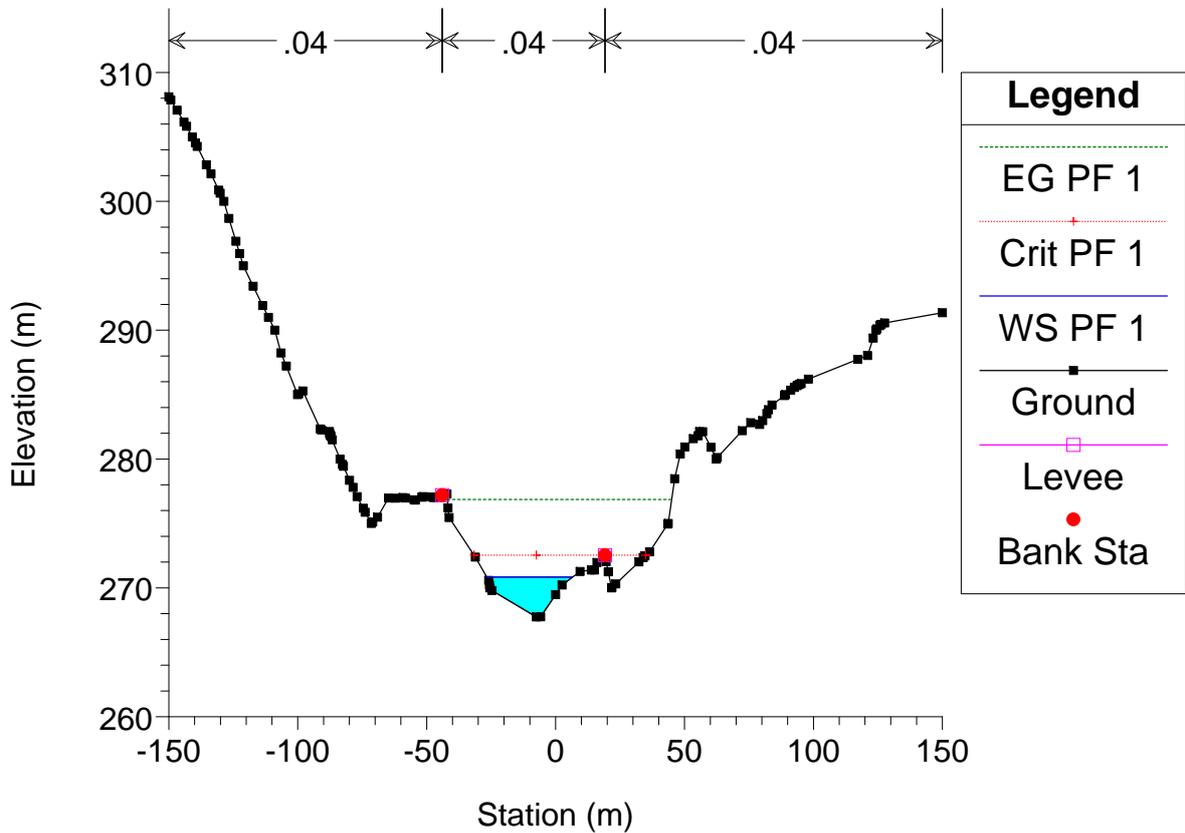
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



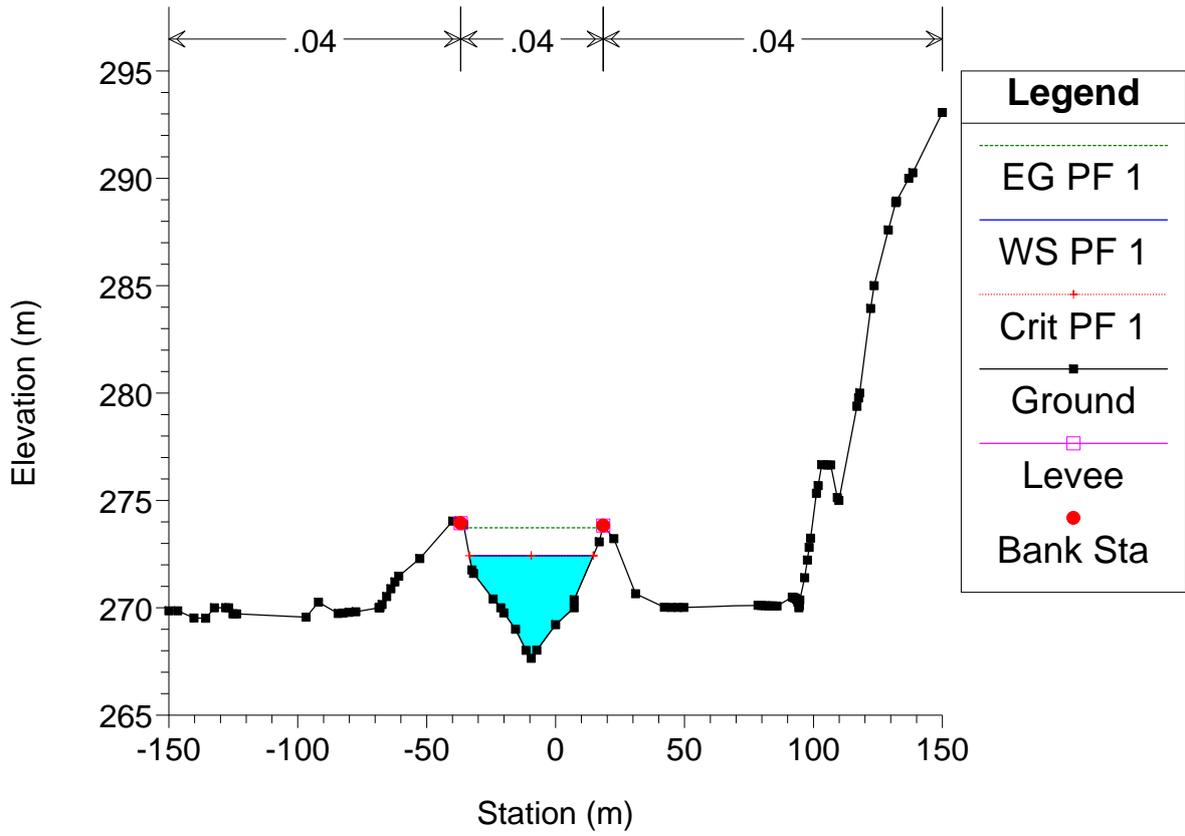
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



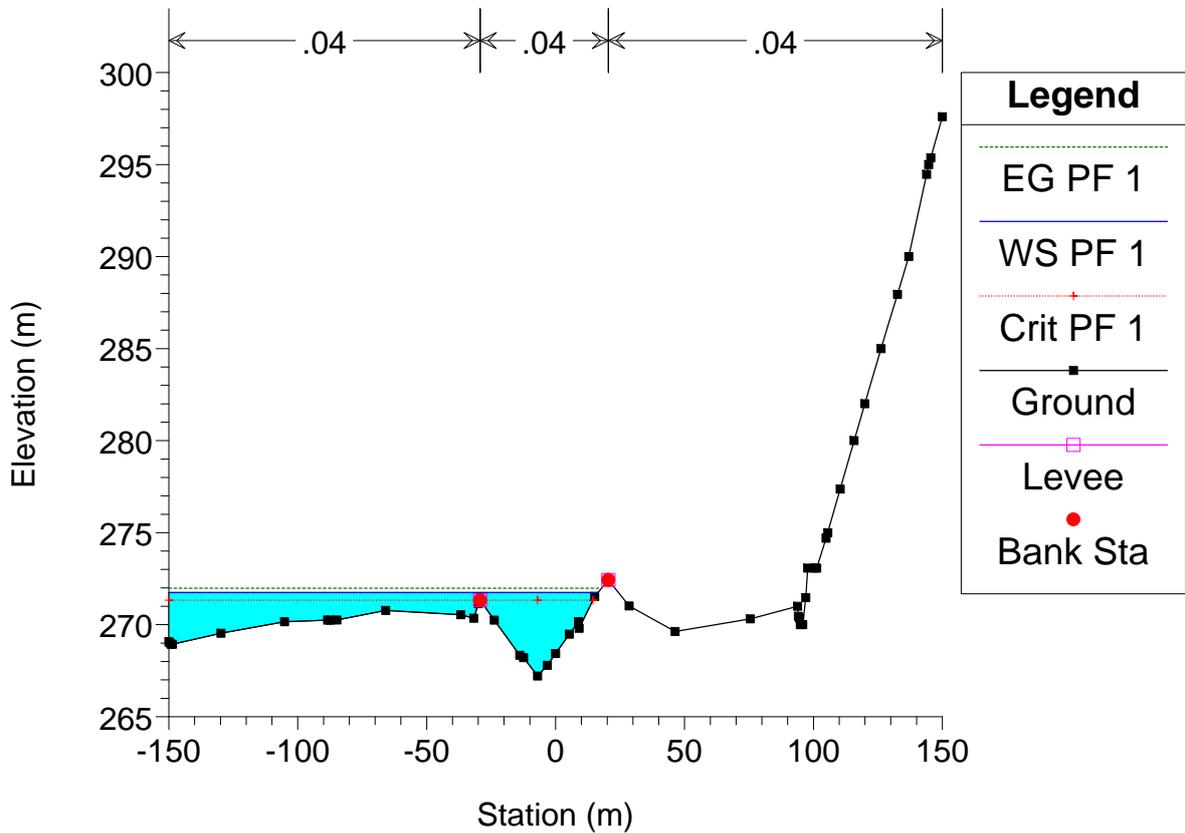
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



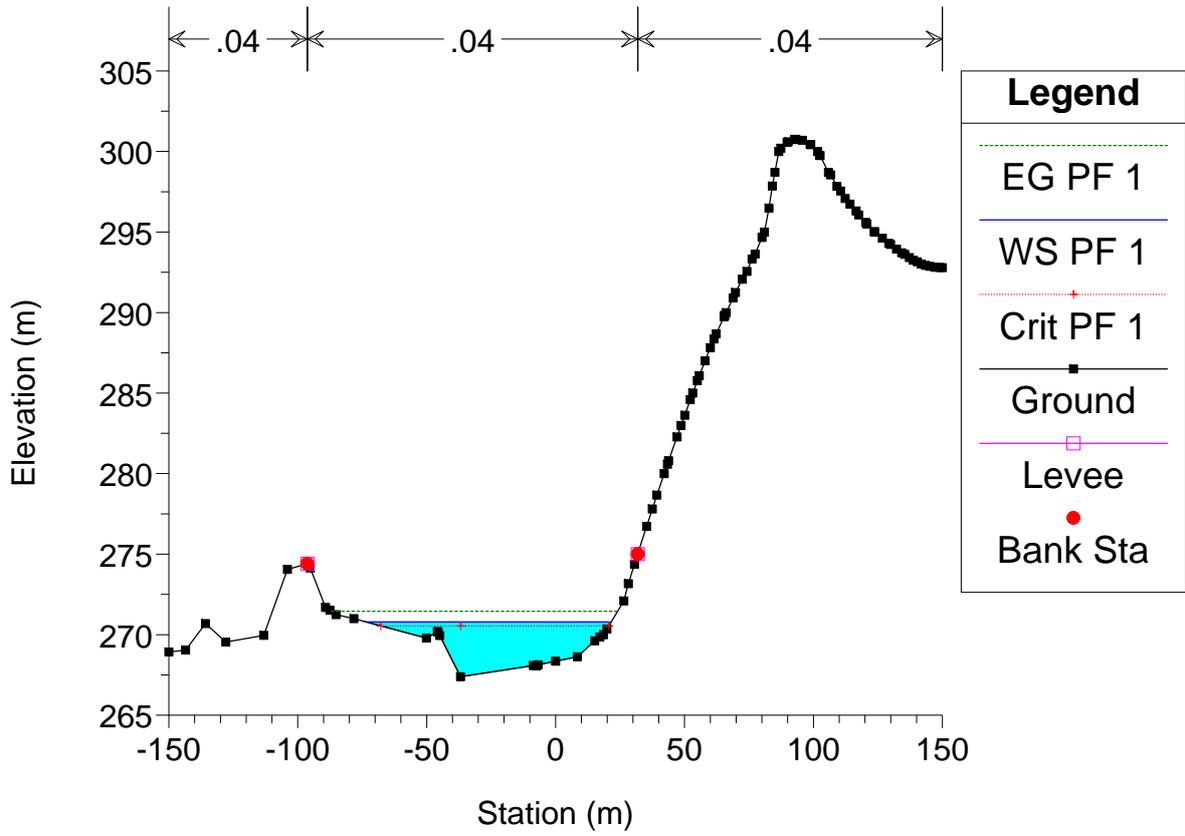
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



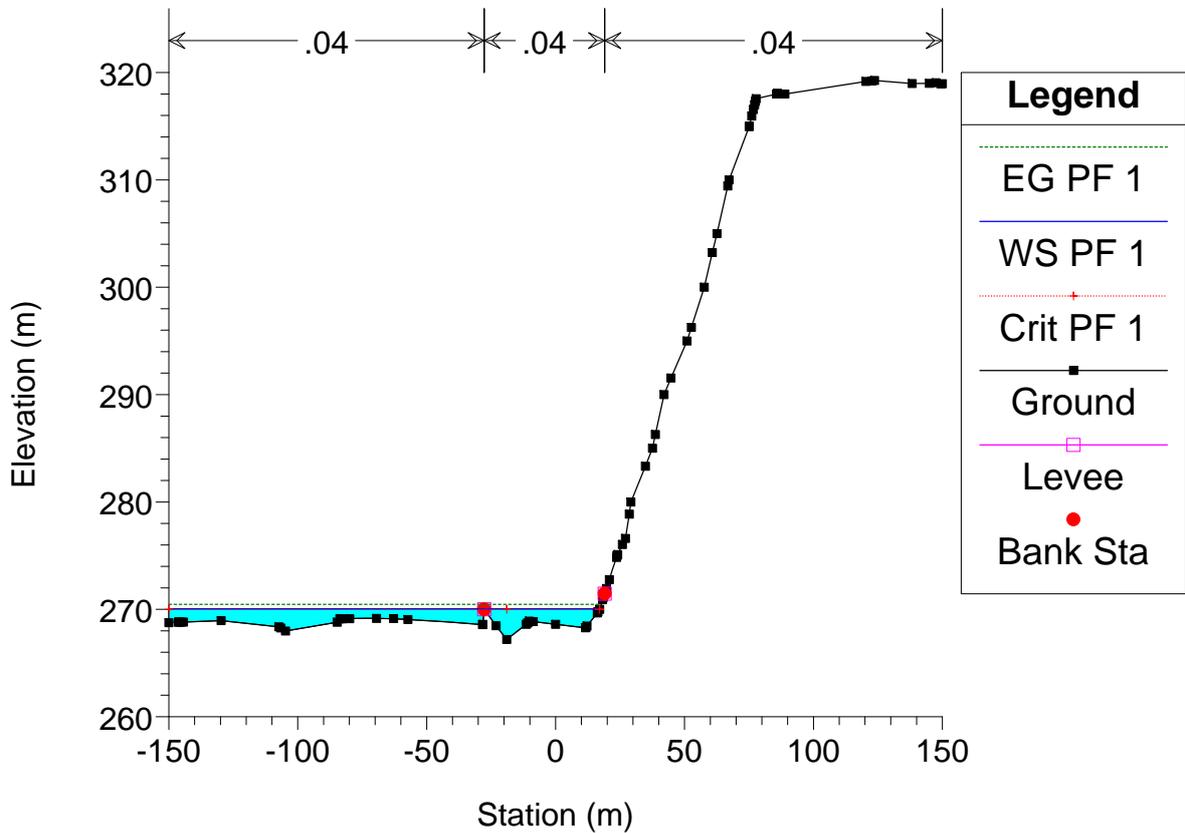
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



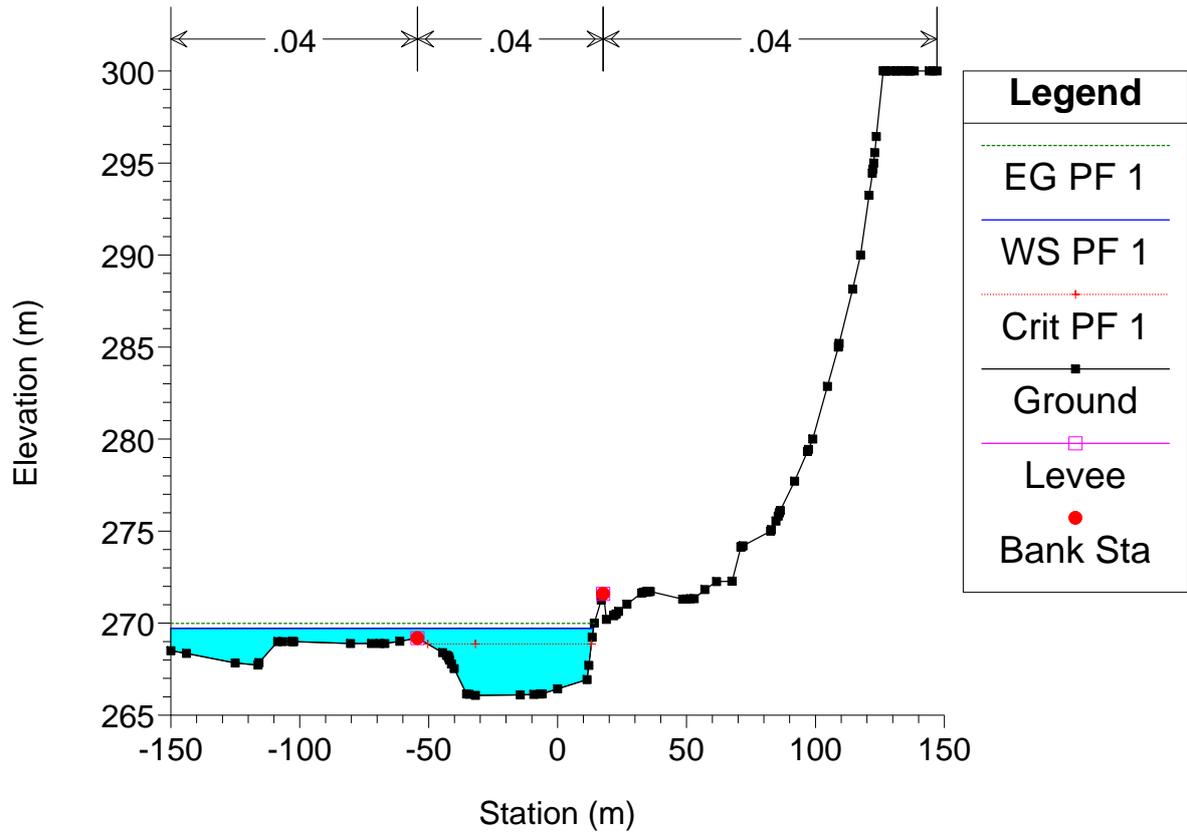
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



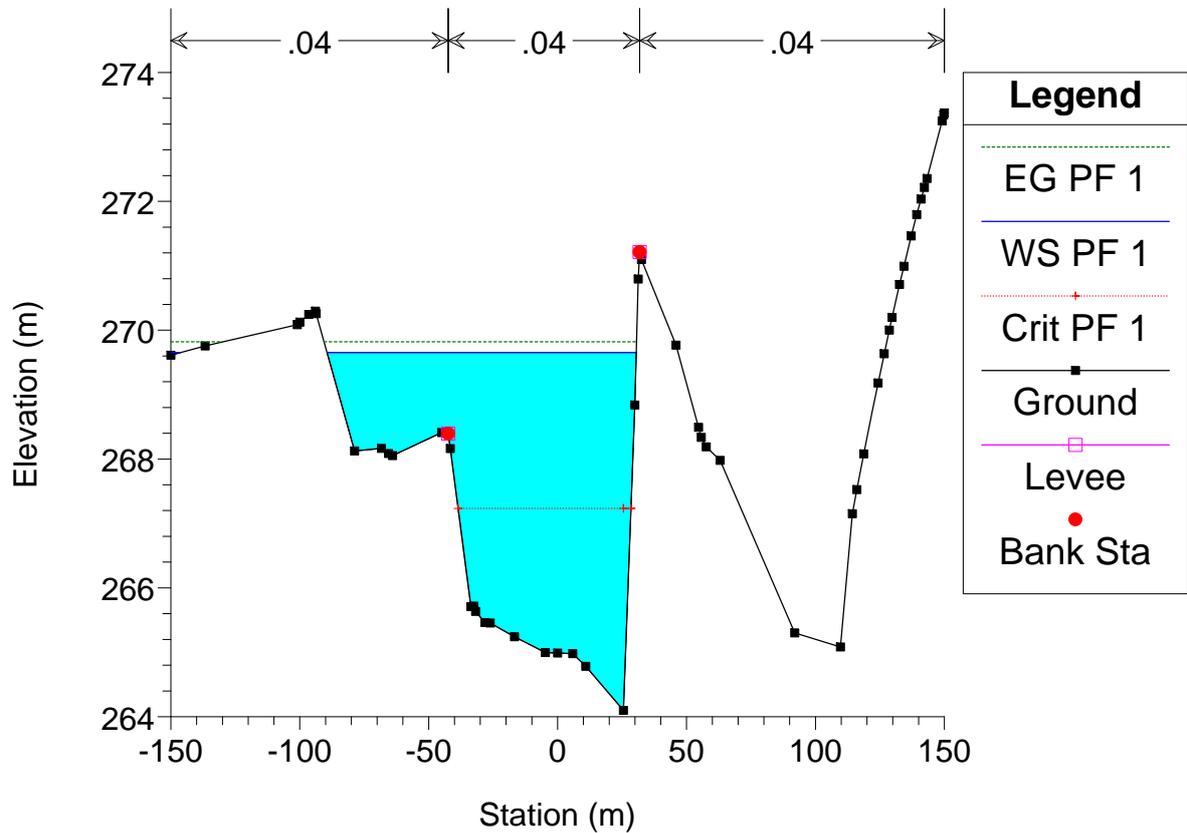
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



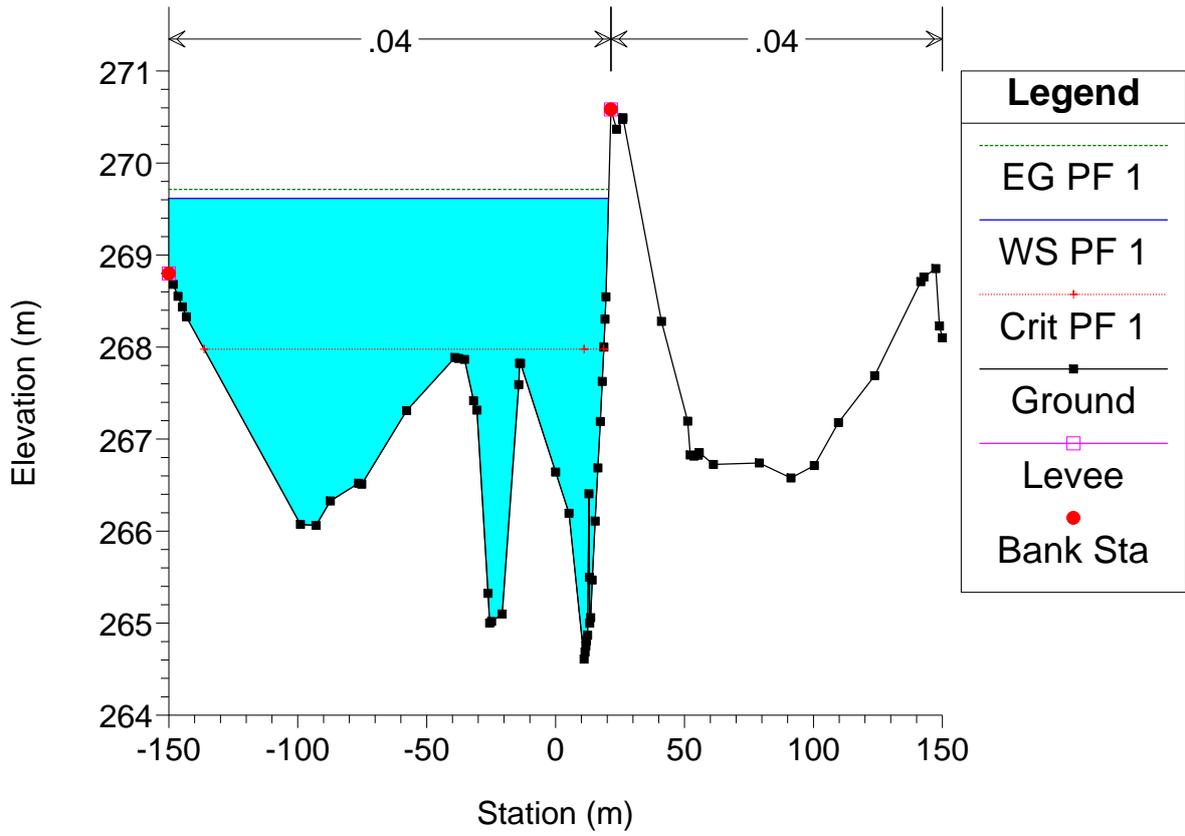
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



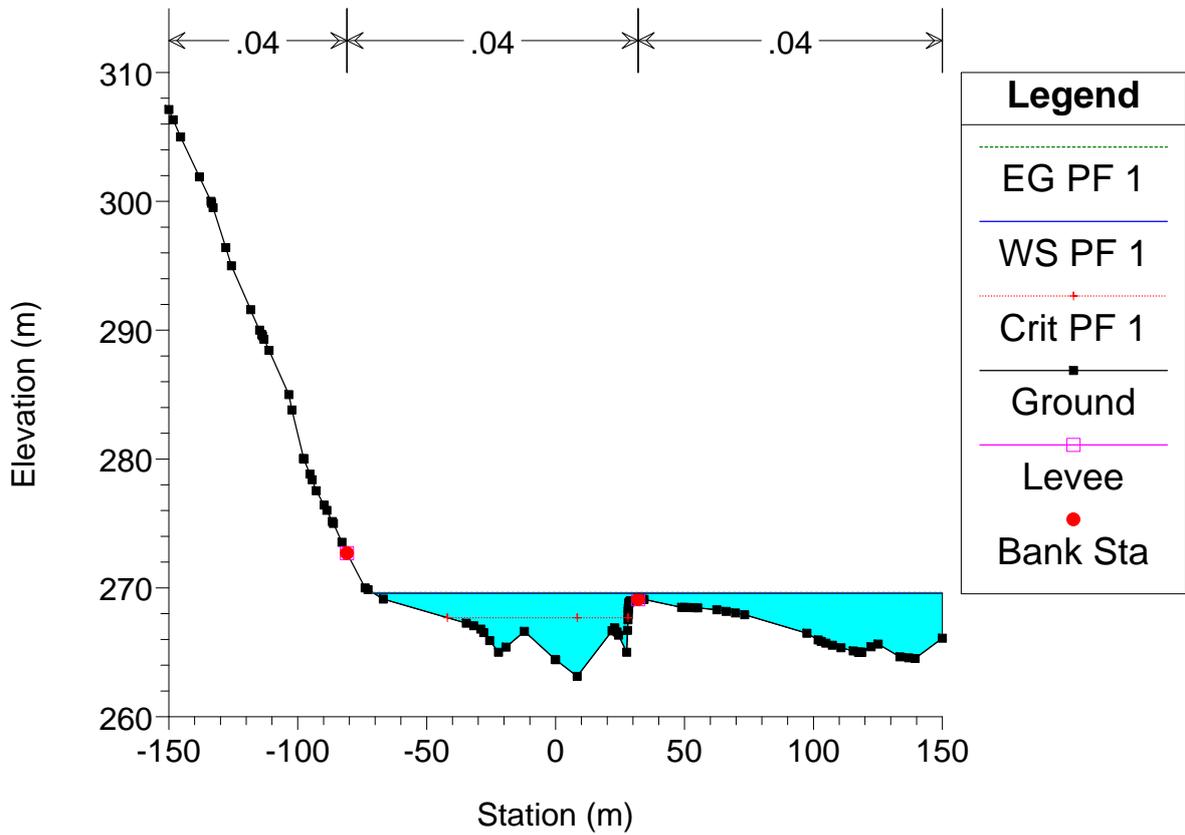
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



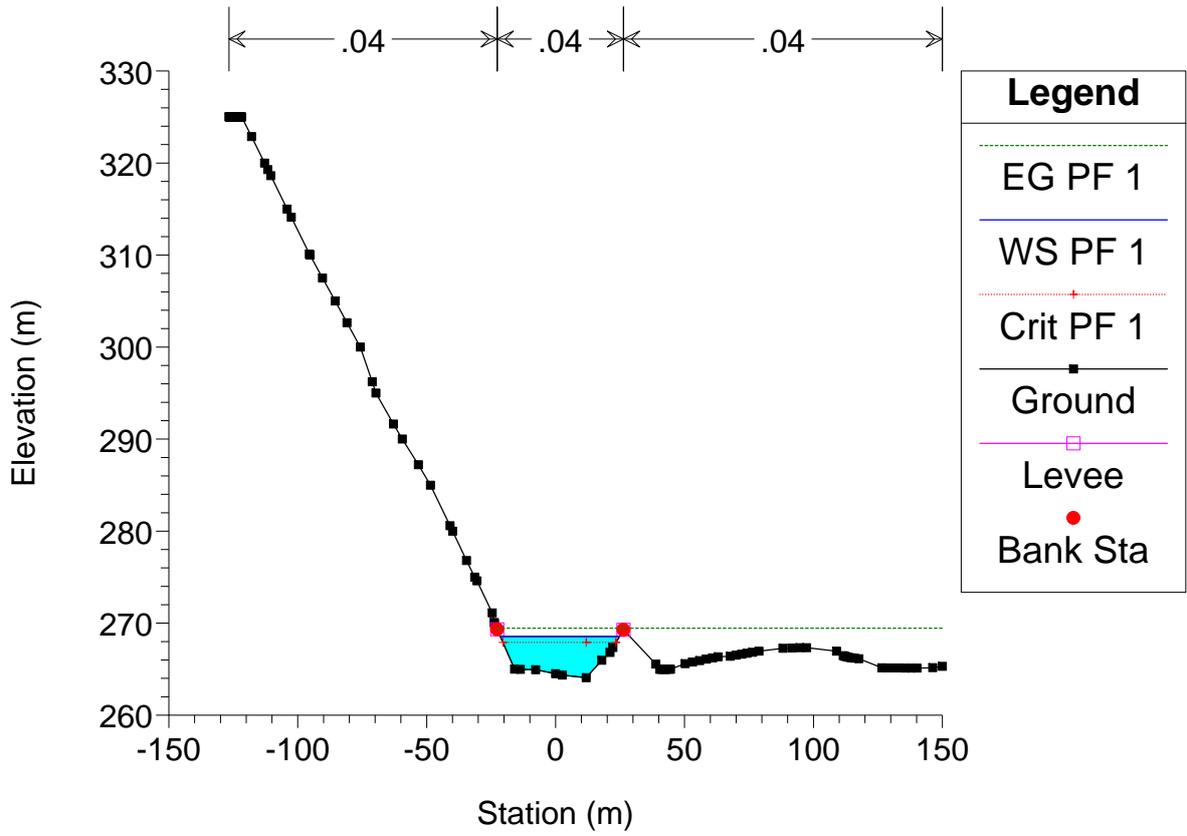
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



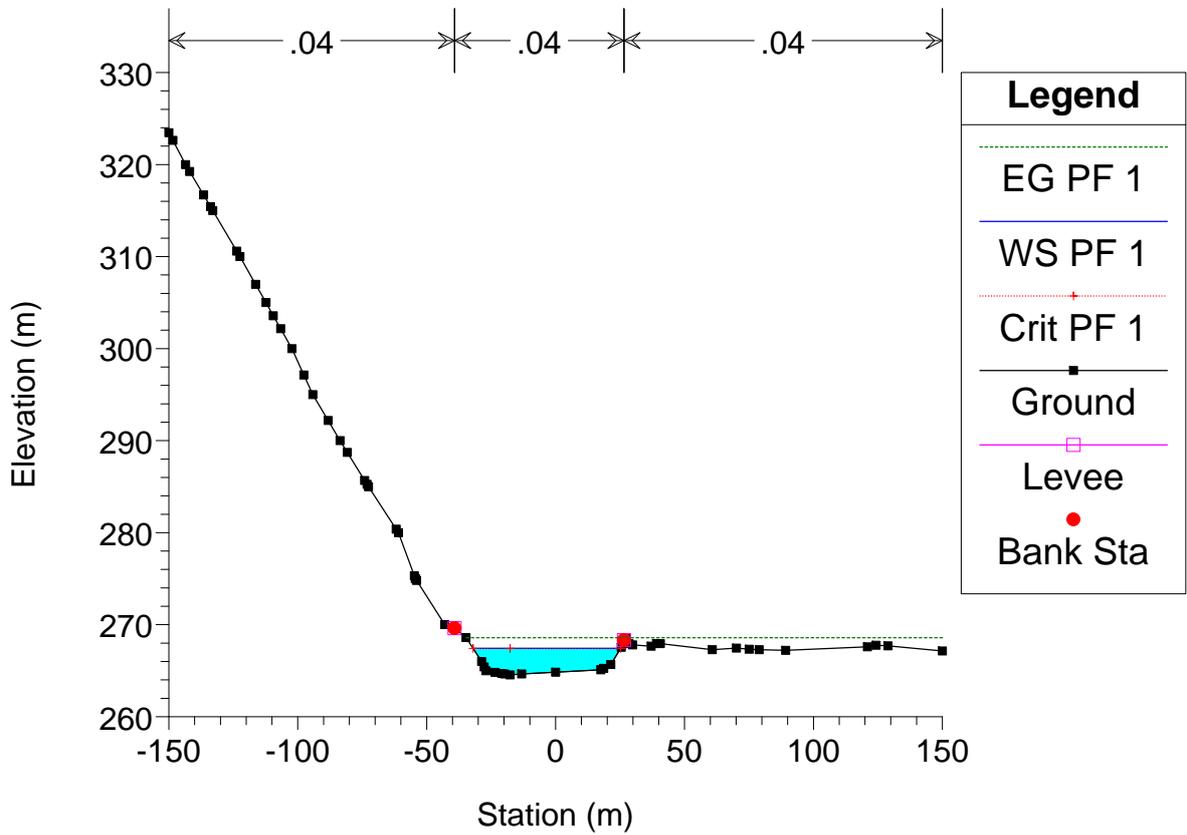
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



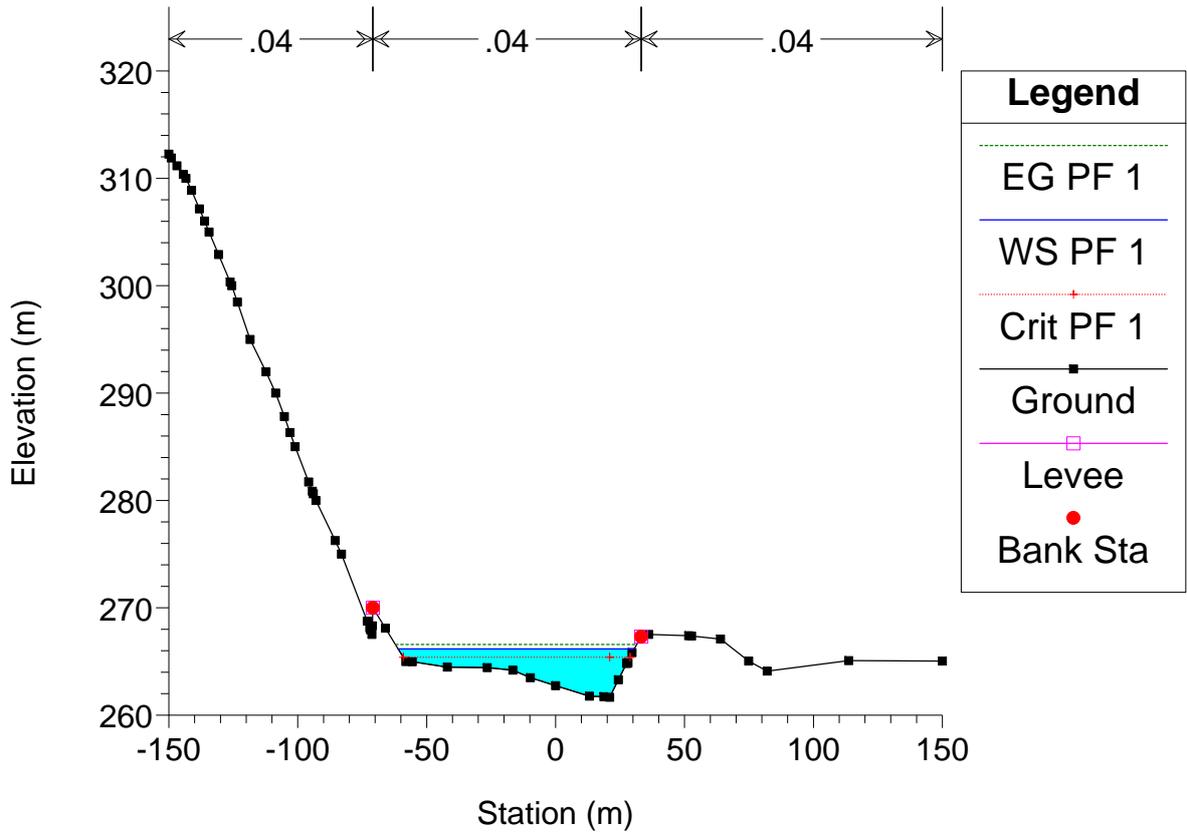
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



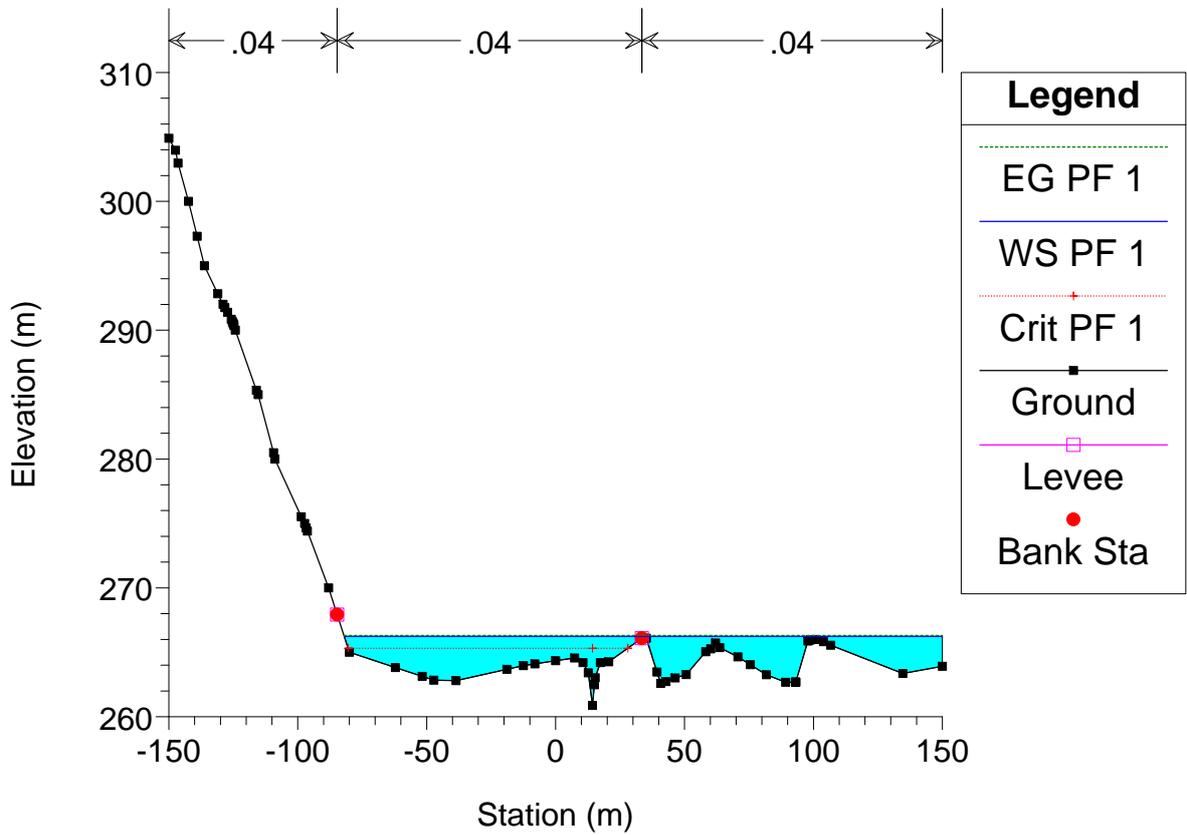
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



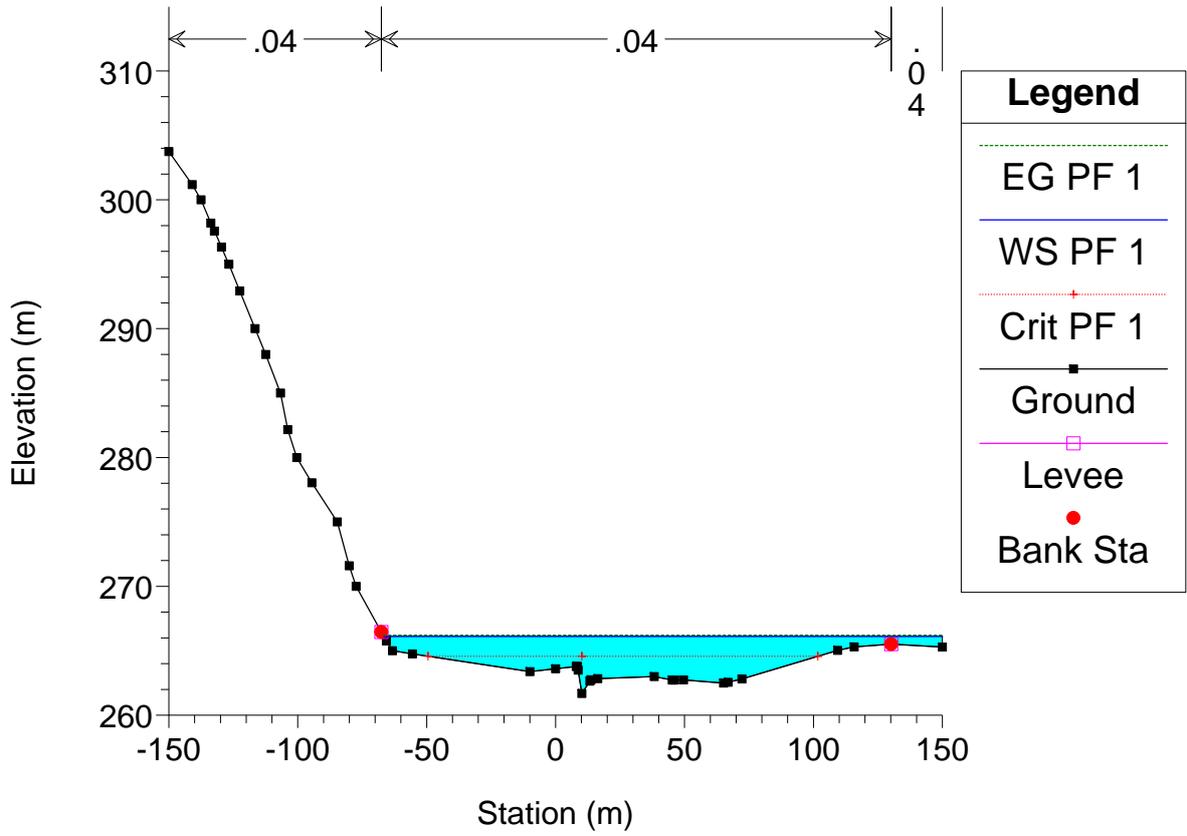
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



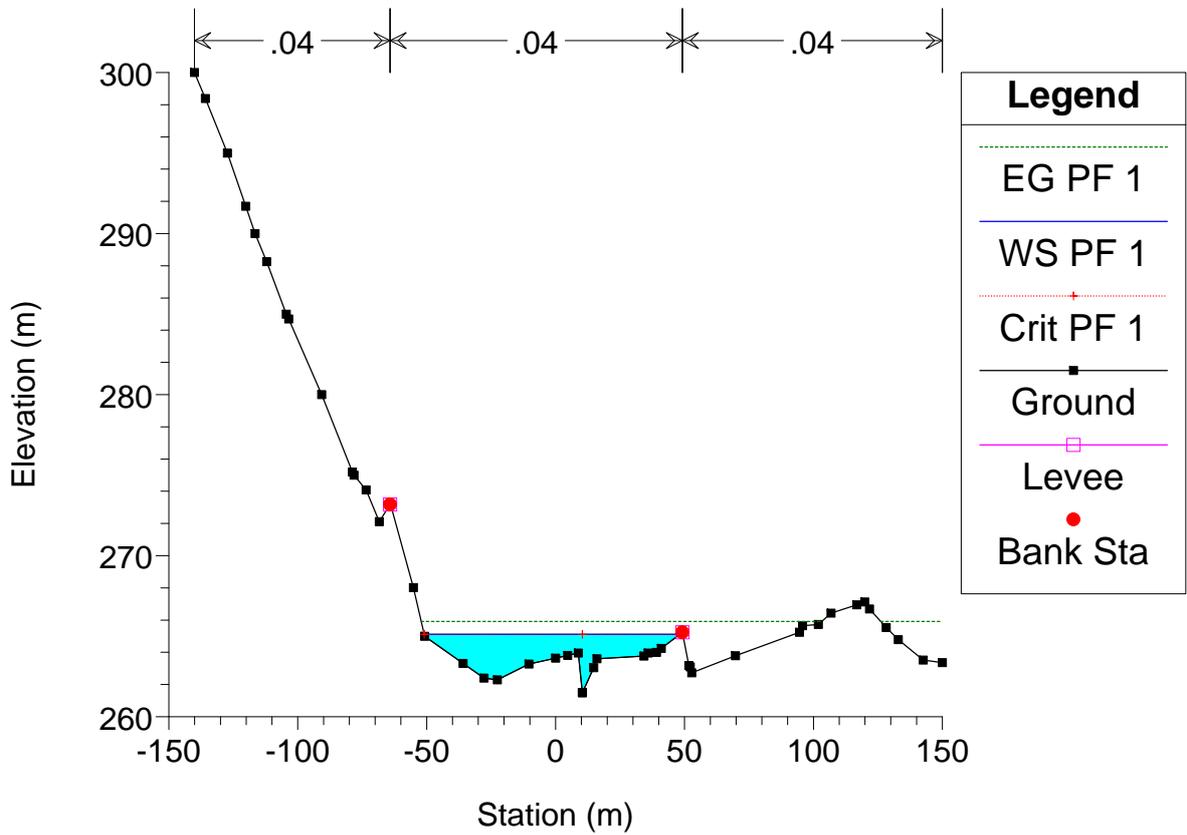
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



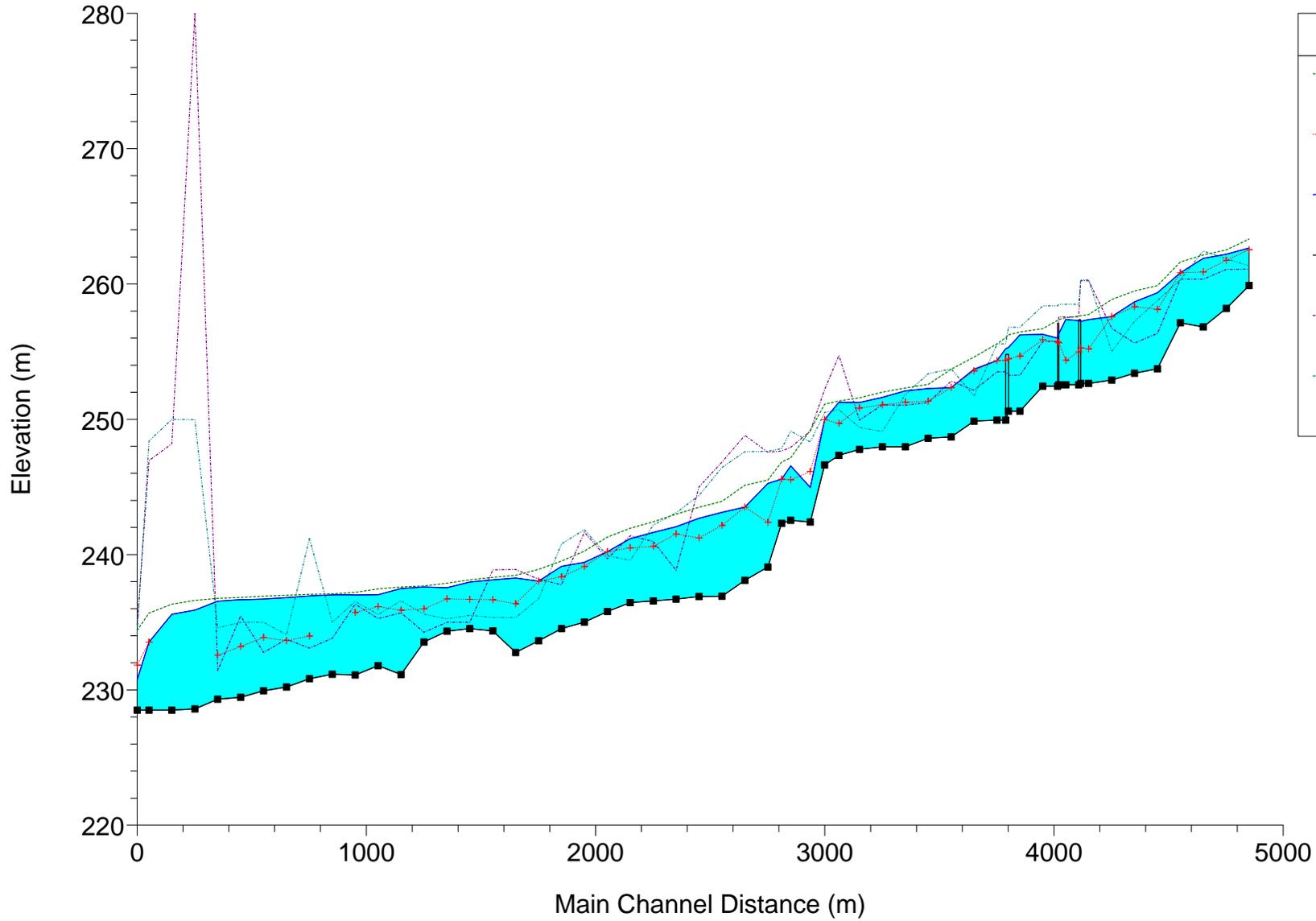
Torrente Astico – Stato di fatto – Tratto 5

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR5 Profile: PF 1

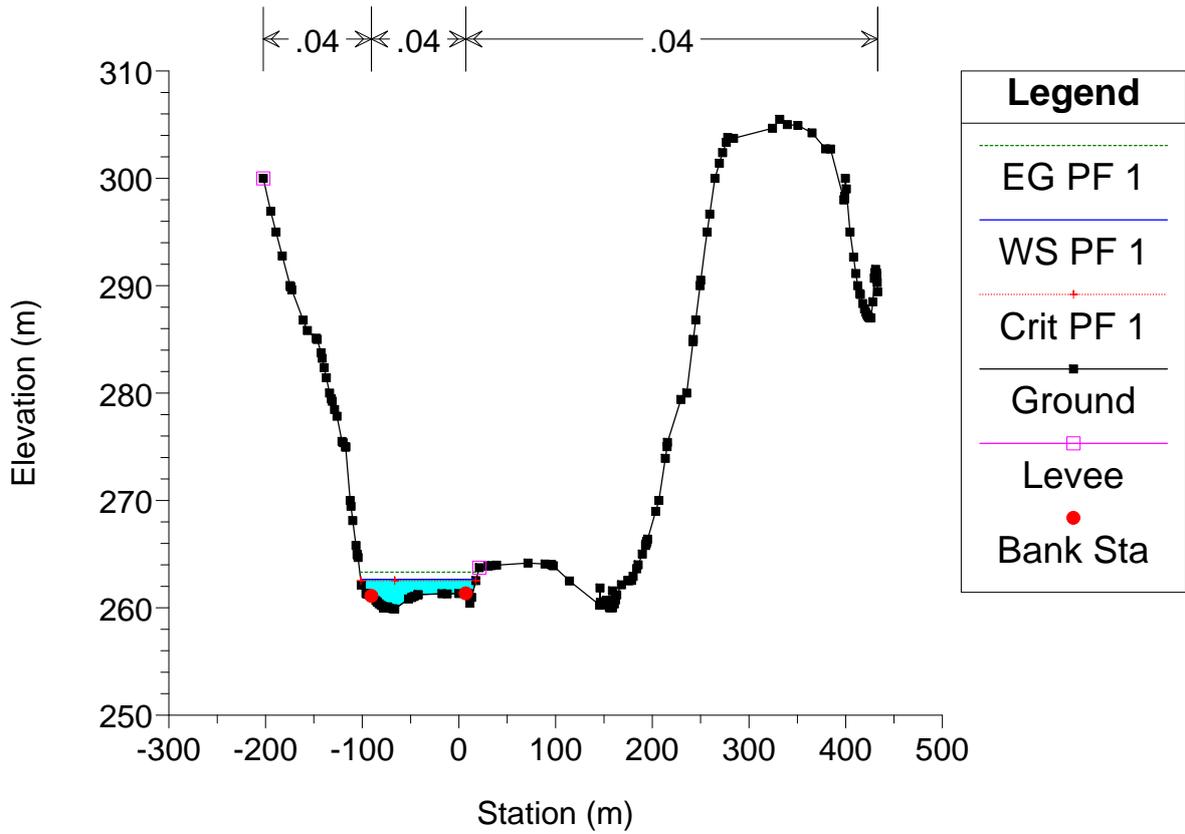
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR5	-1	PF 1	717.12	259.88	262.68	262.53	3.89	0.88	300.00	263.74
TR5	-2	PF 1	717.12	258.19	262.20	261.74	2.47	0.62	261.07	263.55
TR5	-3	PF 1	717.12	256.82	261.89	260.88	2.13	0.43	268.58	262.43
TR5	-4	PF 1	717.12	257.13	260.83	260.83	4.17	0.92	260.36	261.32
TR5	-5	PF 1	717.12	253.73	259.34	258.12	3.47	0.52	261.01	260.00
TR5	-6	PF 1	717.12	253.40	258.67	258.32	4.27	0.67	255.63	267.87
TR5	-7	PF 1	717.12	252.90	257.58	257.58	5.24	0.85	258.88	267.94
TR5	-8	PF 1	717.12	252.65	257.37	255.20	2.88	0.40	260.24	260.30
TR5	-8.5		Bridge							
TR5	-9	PF 1	717.12	252.55	257.37	254.36	1.56	0.23	257.56	258.49
TR5	-9.5		Bridge							
TR5	-10	PF 1	717.12	252.45	256.27	255.88	3.21	0.56	260.12	258.38
TR5	-11	PF 1	717.12	250.60	256.23	254.67	2.32	0.33	257.94	256.80
TR5	-11.5		Bridge							
TR5	-12	PF 1	717.12	249.94	254.34	254.34	4.97	0.89	254.66	255.57
TR5	-13	PF 1	717.12	249.86	253.69	253.58	4.41	0.76	253.73	255.12
TR5	-14	PF 1	717.12	248.69	252.34	252.34	5.16	1.00	252.82	253.72
TR5	-15	PF 1	717.12	248.60	252.27	251.33	2.65	0.49		253.36
TR5	-16	PF 1	717.12	247.97	252.10	251.25	2.42	0.43	251.03	261.01
TR5	-17	PF 1	717.12	247.97	251.62	251.07	2.96	0.60	251.07	253.01
TR5	-18	PF 1	717.12	247.77	251.24	250.84	3.09	0.59	249.94	251.82
TR5	-19	PF 1	717.12	247.33	251.26	249.70	1.65	0.29	254.71	257.77
TR5	-20	PF 1	717.12	246.63	249.98	249.98	4.72	1.00	252.21	250.51
TR5	-21	PF 1	717.12	242.40	244.96	246.14	9.12	2.37	249.13	248.32
TR5	-22	PF 1	717.12	242.53	246.56	245.53	3.41	0.59	247.93	249.13
TR5	-23	PF 1	717.12	242.31	245.57	245.57	4.97	1.00	247.65	247.83
TR5	-24	PF 1	717.12	239.08	245.26	242.39	2.23	0.32	247.57	247.64
TR5	-25	PF 1	717.12	238.10	243.51	243.51	5.62	1.00	248.81	247.60
TR5	-26	PF 1	717.12	238.92	243.12	242.16	4.00	0.67	246.84	246.44
TR5	-27	PF 1	717.12	236.90	242.69	241.22	3.98	0.60	245.00	244.37
TR5	-28	PF 1	717.12	236.71	242.06	241.53	4.63	0.76	242.60	243.08
TR5	-29	PF 1	717.12	236.57	241.64	240.60	3.99	0.64	240.97	242.18
TR5	-30	PF 1	717.12	236.45	241.18	240.50	3.97	0.69	241.39	239.58
TR5	-31	PF 1	717.12	235.79	240.21	240.21	4.68	0.83	239.69	239.92
TR5	-32	PF 1	717.12	235.01	239.43	239.13	4.04	0.86	241.66	241.84
TR5	-33	PF 1	717.12	234.53	239.13	238.36	2.84	0.60	240.92	240.80
TR5	-34	PF 1	717.12	233.63	238.05	238.05	4.27	0.81	238.19	239.17
TR5	-35	PF 1	717.12	232.77	238.27	236.37	2.13	0.34	238.90	239.44
TR5	-36	PF 1	717.12	234.35	238.14	236.66	2.24	0.40	238.87	239.47
TR5	-37	PF 1	717.12	234.53	237.98	236.70	2.14	0.39	239.33	239.00
TR5	-38	PF 1	717.12	234.34	237.55	236.73	2.84	0.56	238.72	238.29
TR5	-39	PF 1	717.12	233.54	237.61	235.99	1.41	0.24	239.19	235.59
TR5	-40	PF 1	717.12	231.14	237.50	235.88	1.77	0.26	238.65	244.36
TR5	-41	PF 1	717.12	231.79	237.03	236.16	3.18	0.50	238.22	235.58
TR5	-42	PF 1	717.12	231.10	237.02	235.72	2.15	0.36	236.34	236.54
TR5	-43	PF 1	717.12	231.16	237.02		1.36	0.21		
TR5	-44	PF 1	717.12	230.82	236.95	233.98	1.51	0.22	233.09	241.20
TR5	-45	PF 1	717.12	230.21	236.83	233.64	1.91	0.26	233.74	234.08
TR5	-46	PF 1	717.12	229.94	236.71	233.88	2.22	0.30	236.40	235.00
TR5	-47	PF 1	717.12	229.46	236.67	233.21	1.85	0.27	235.47	235.00
TR5	-48	PF 1	717.12	229.31	236.56	232.57	2.08	0.25	231.43	234.59
TR5	-49	PF 1	717.12	228.59	235.90		3.73	0.48		
TR5	-50	PF 1	717.12	228.51	235.59		3.81	0.51		
TR5	-51	PF 1	717.12	228.51	233.54	233.54	6.48	1.01		
TR5	-52	PF 1	717.12	228.51	230.75	231.83	8.46	1.96		

Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011

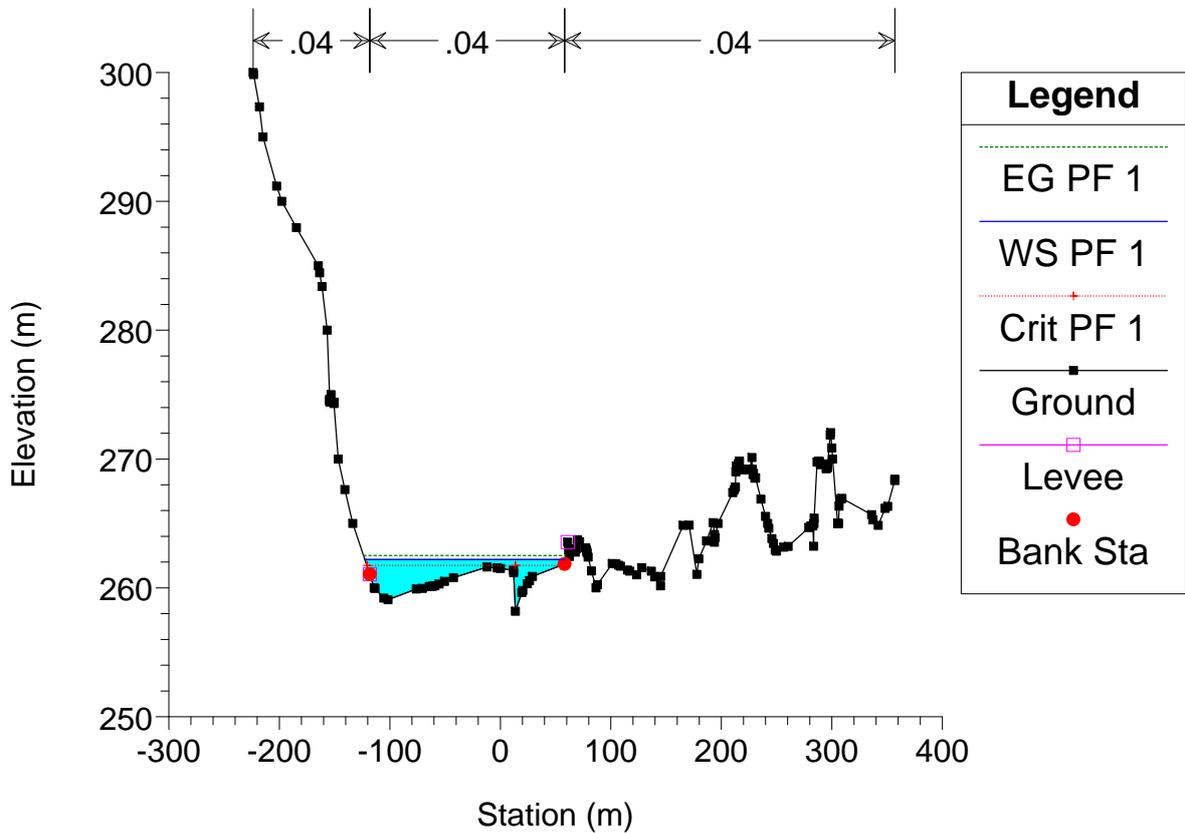
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



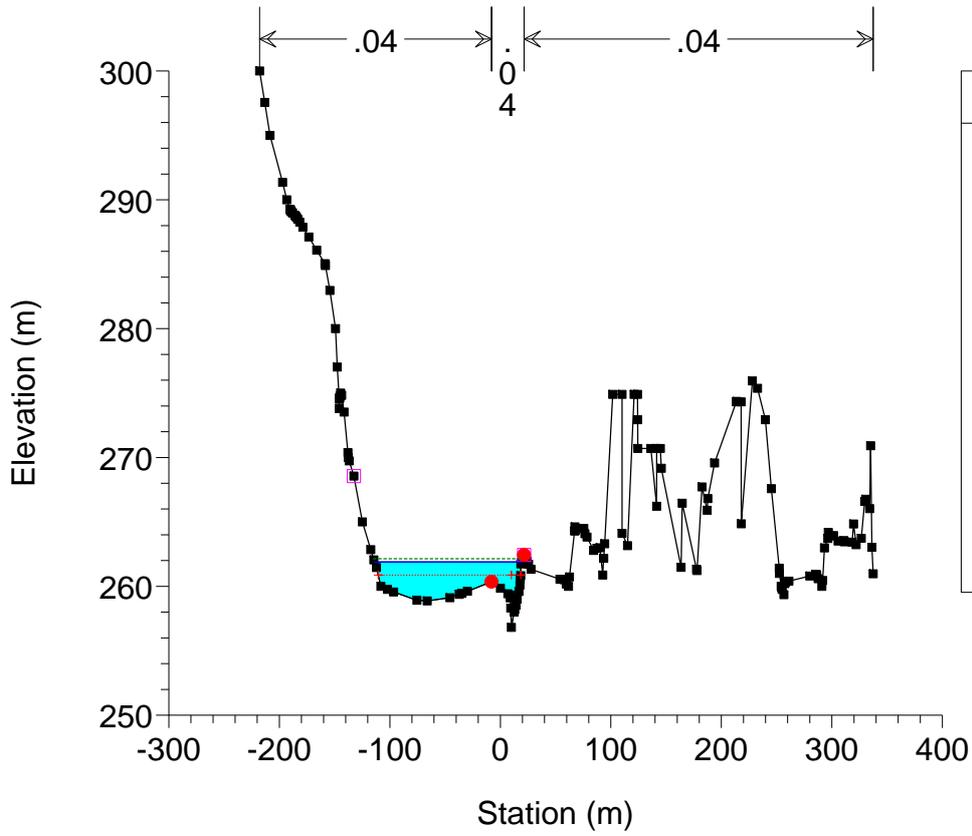
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



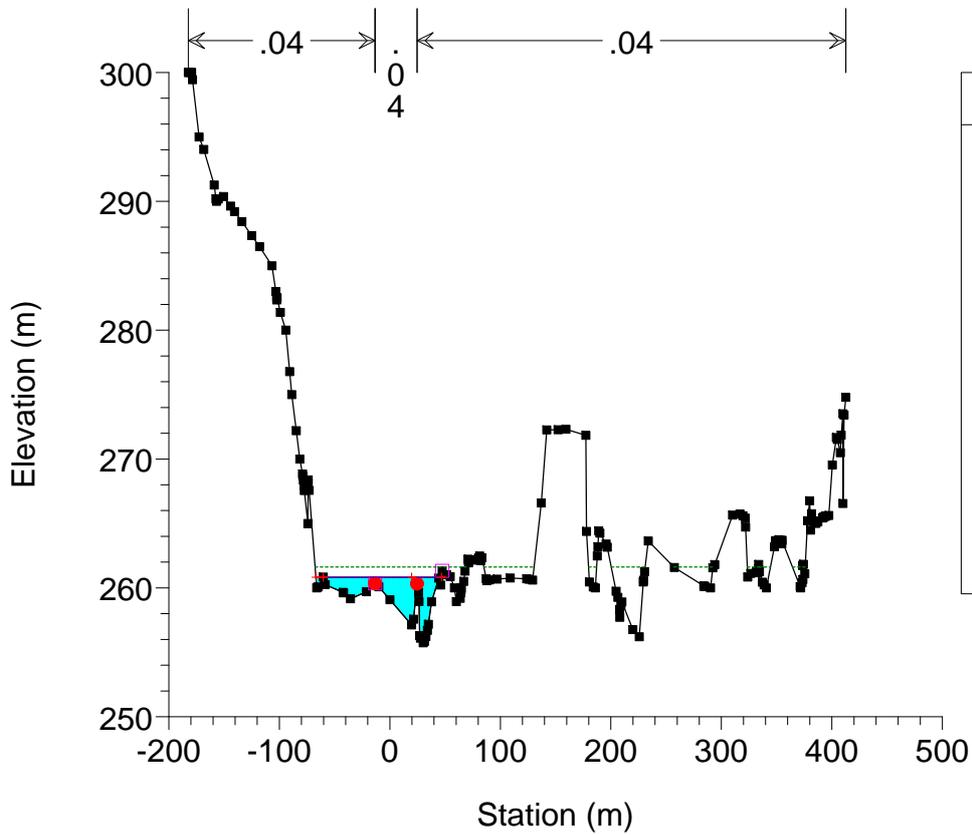
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



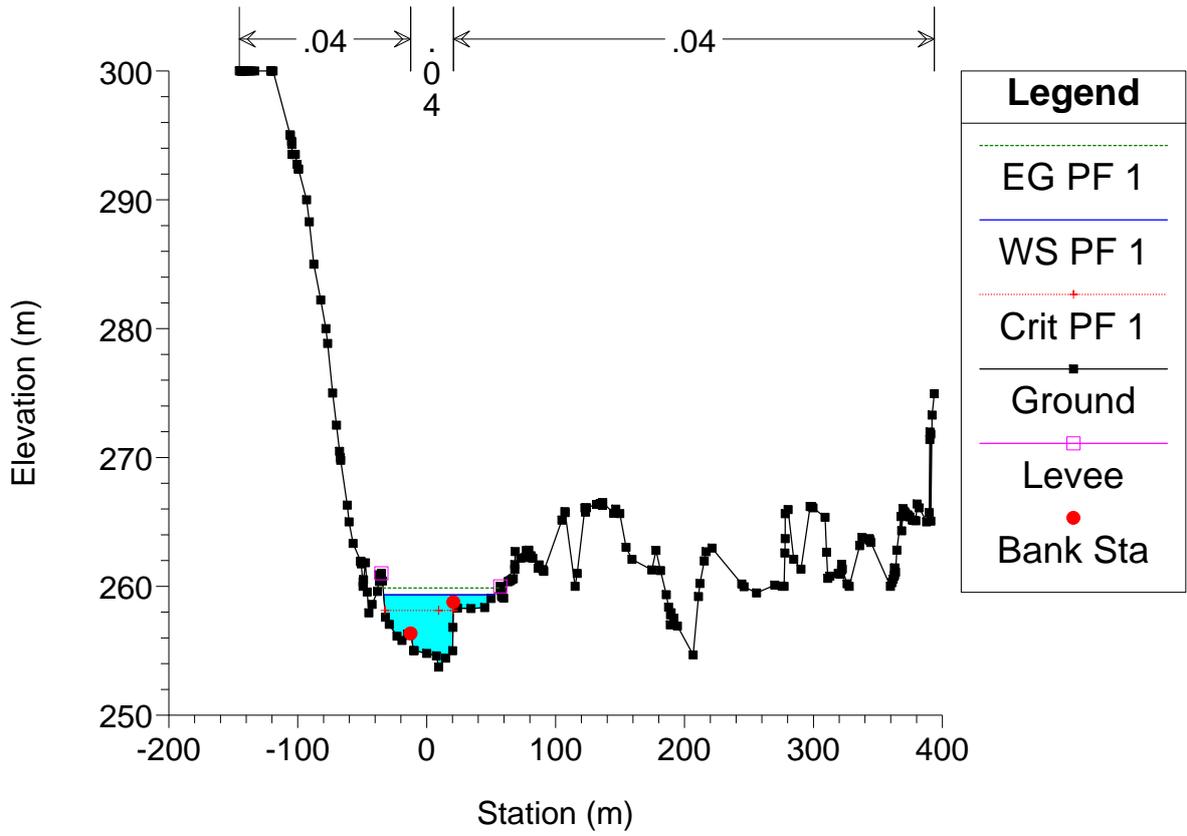
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



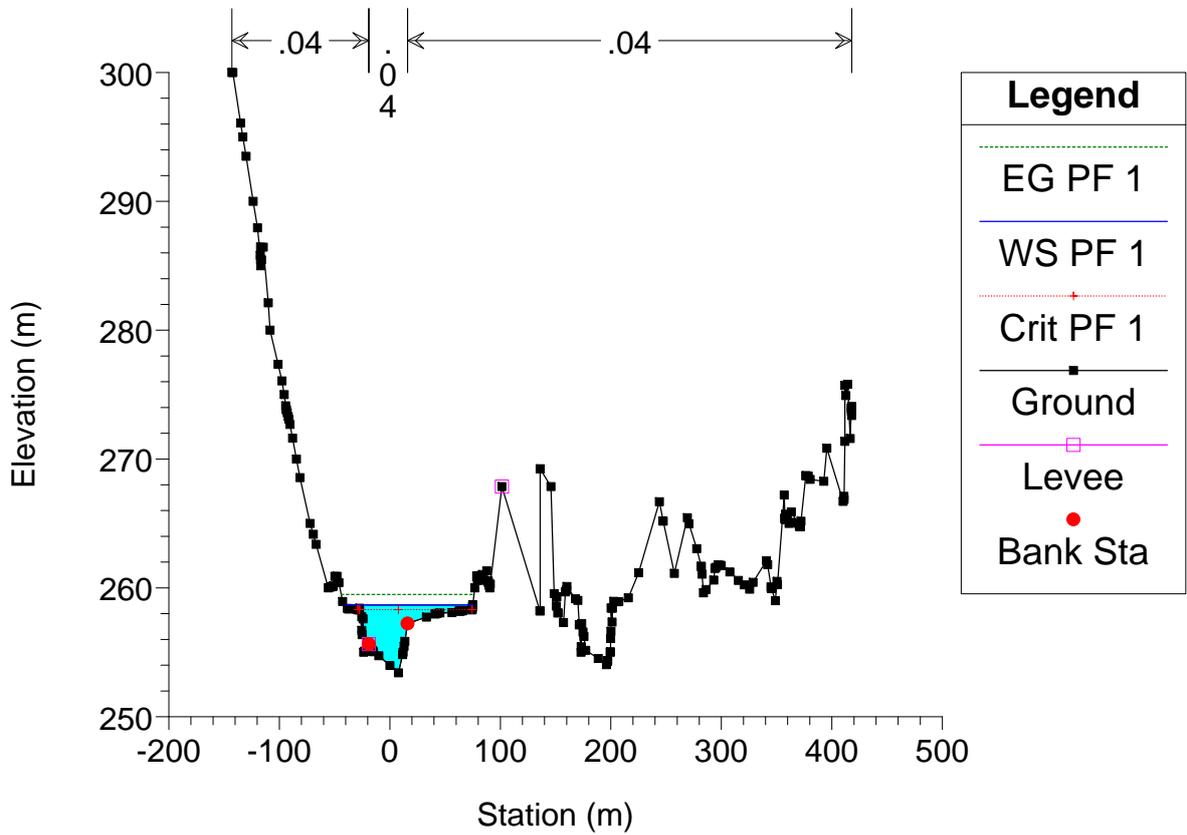
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



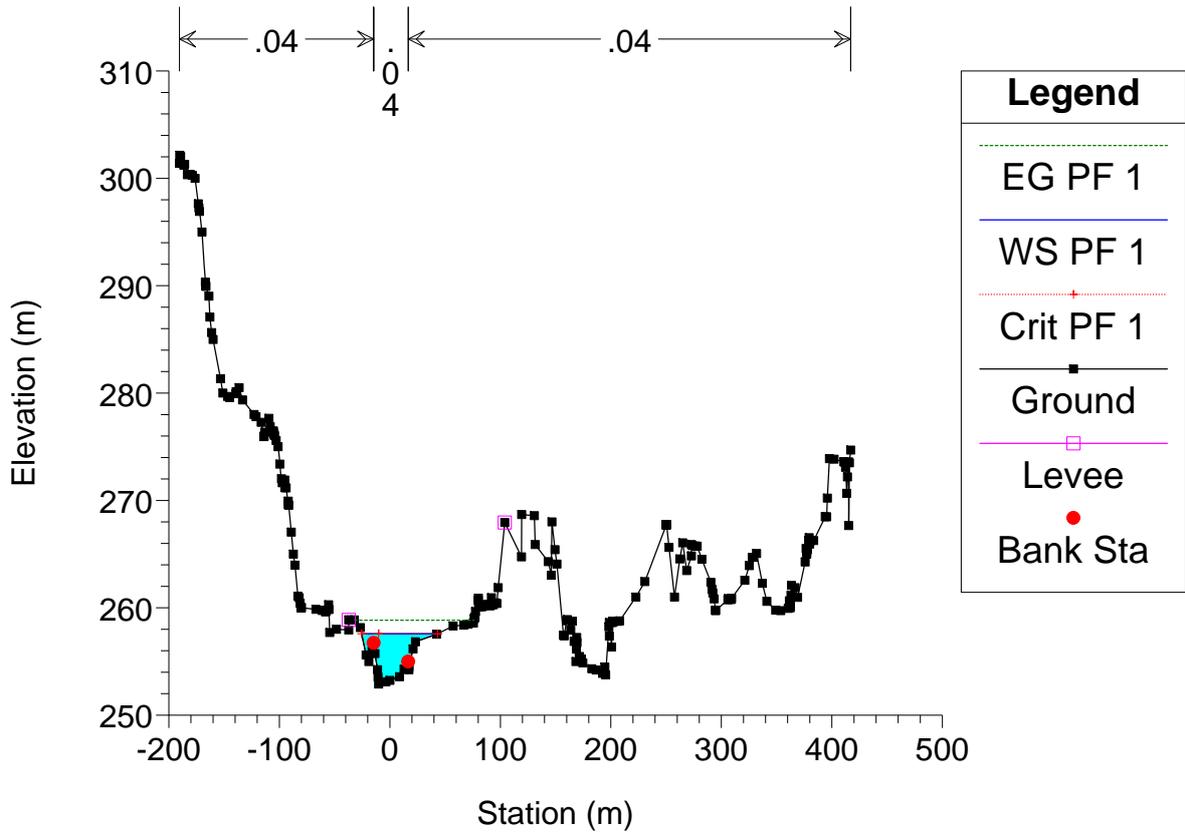
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



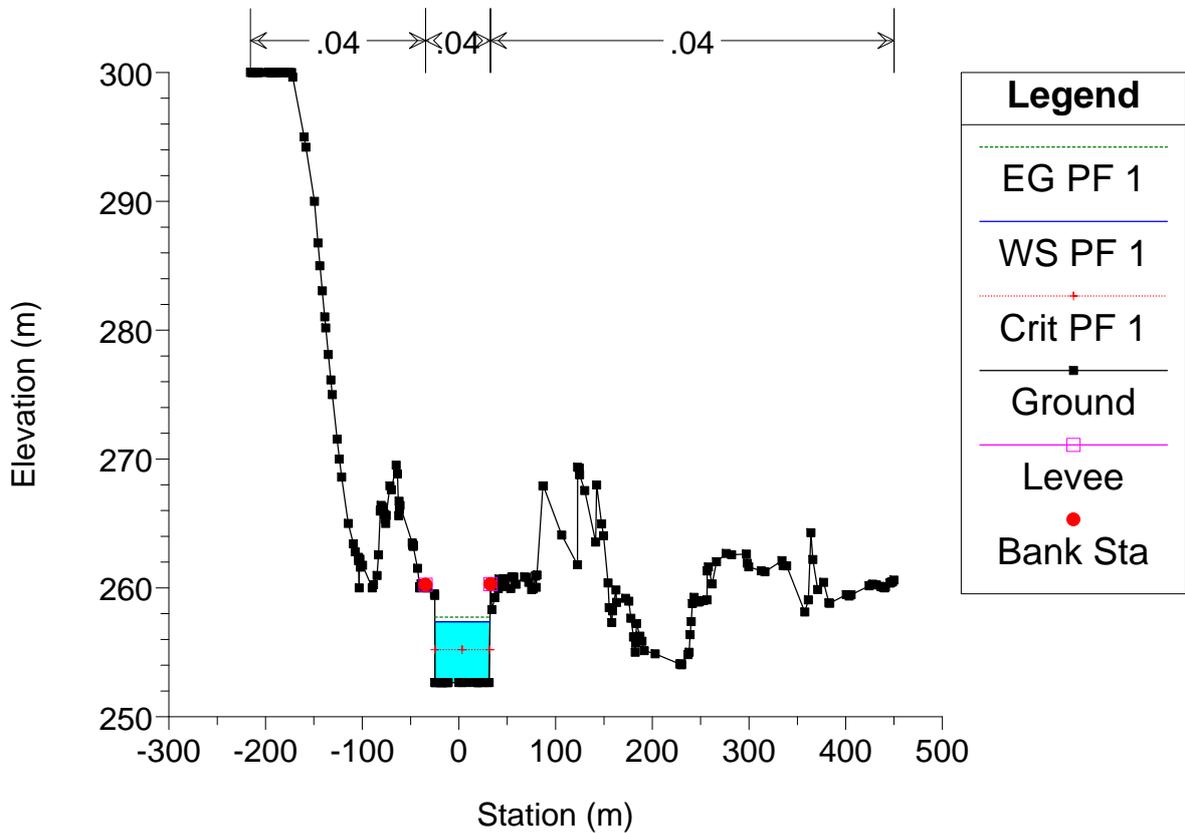
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



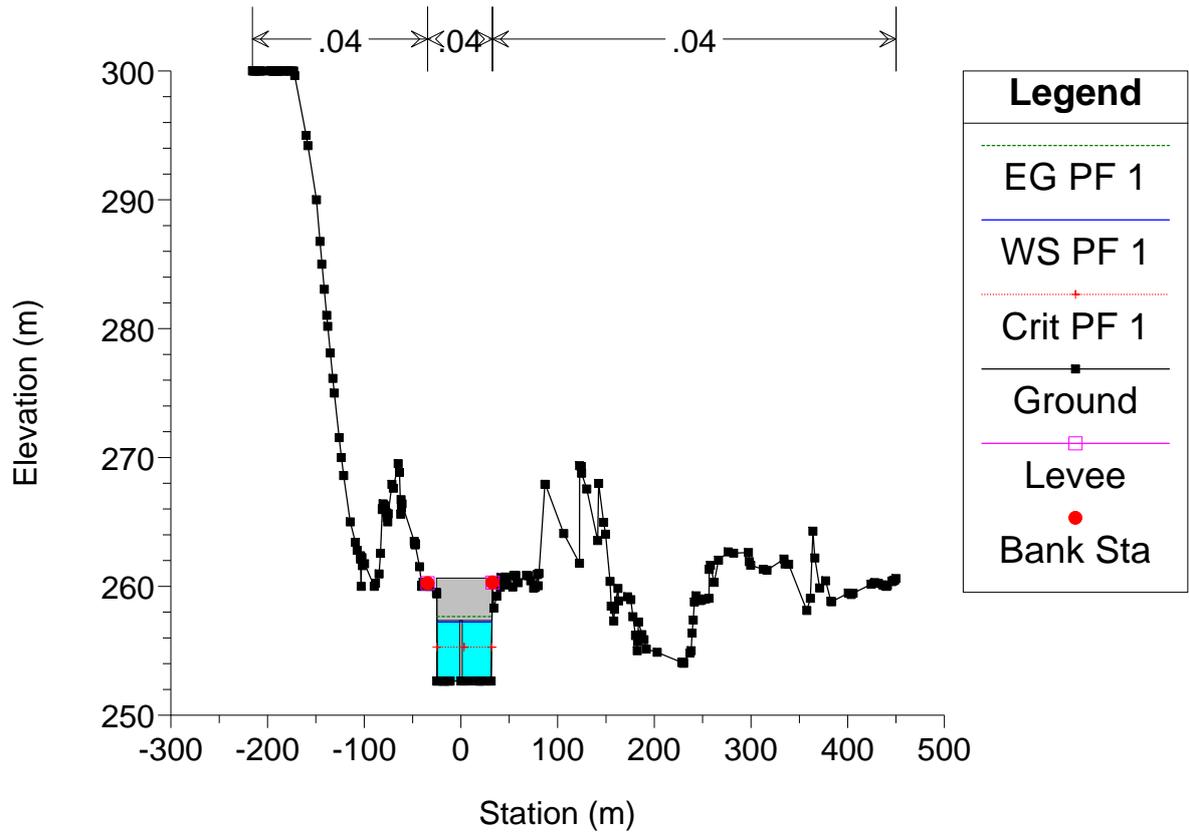
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



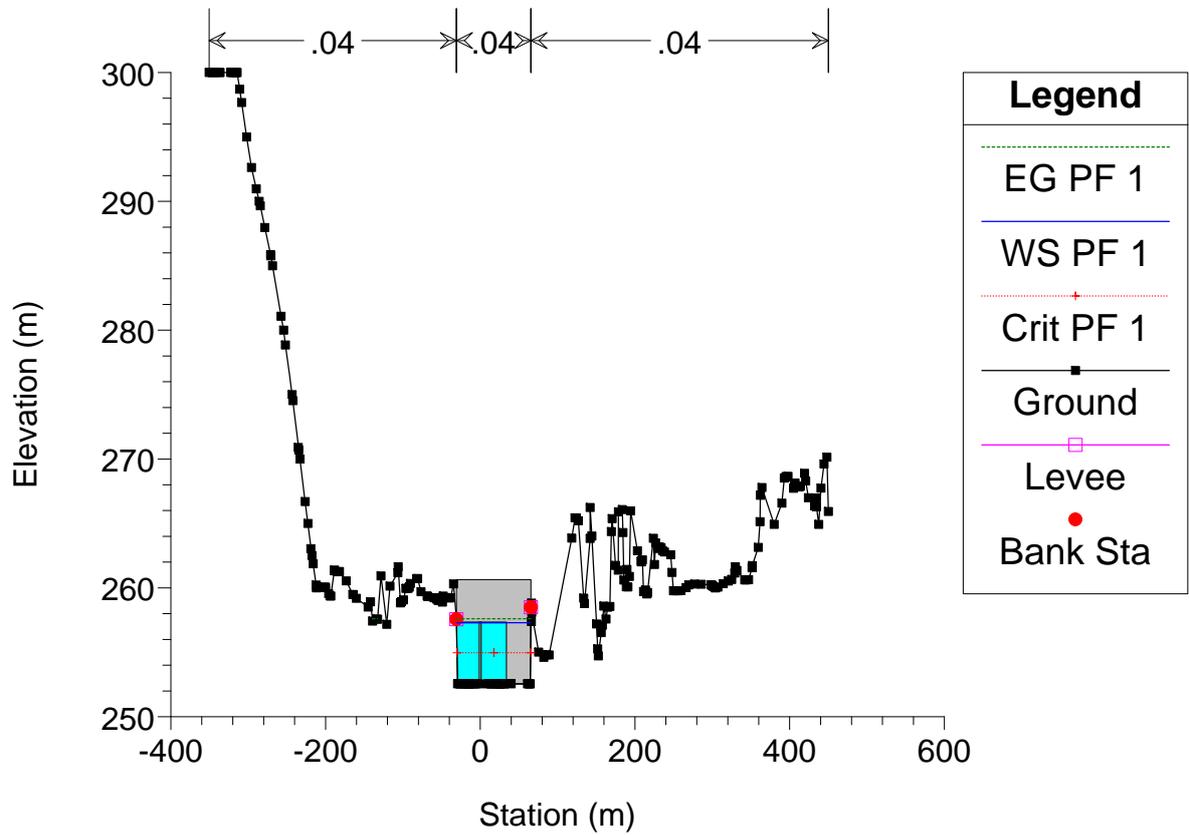
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



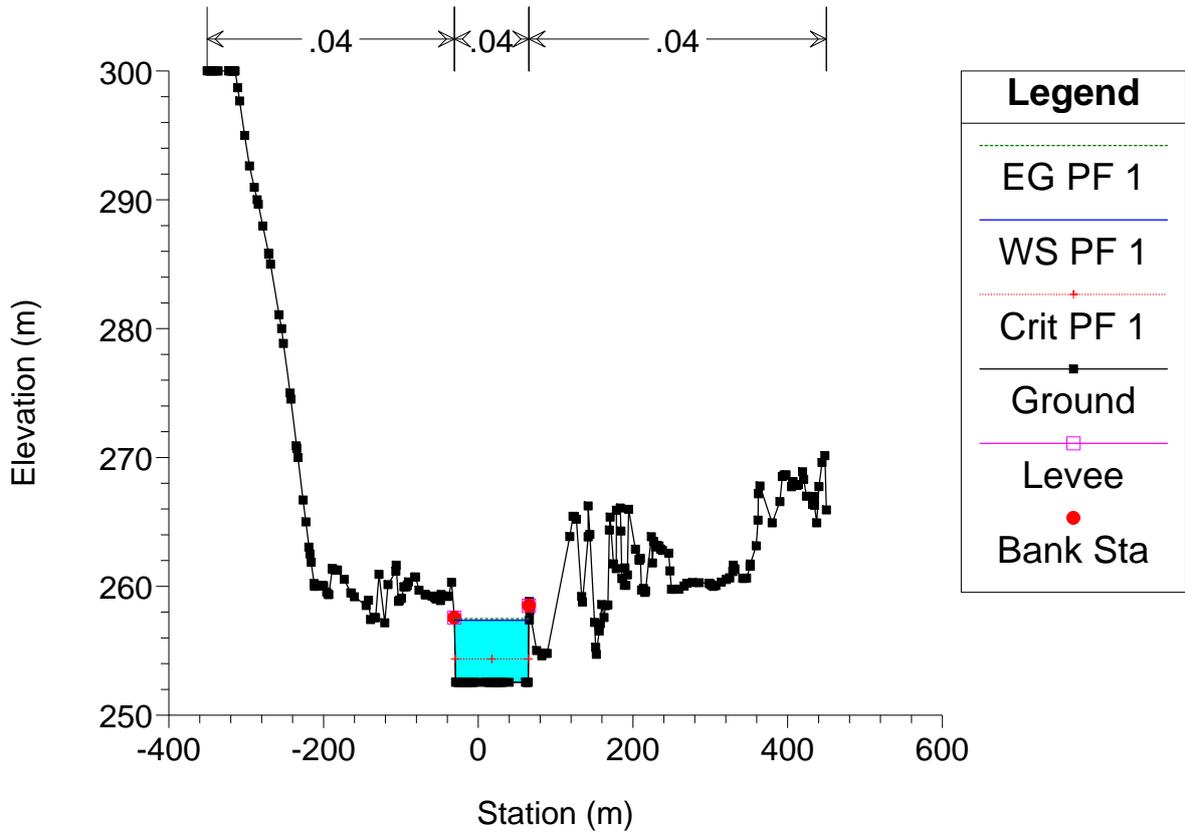
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



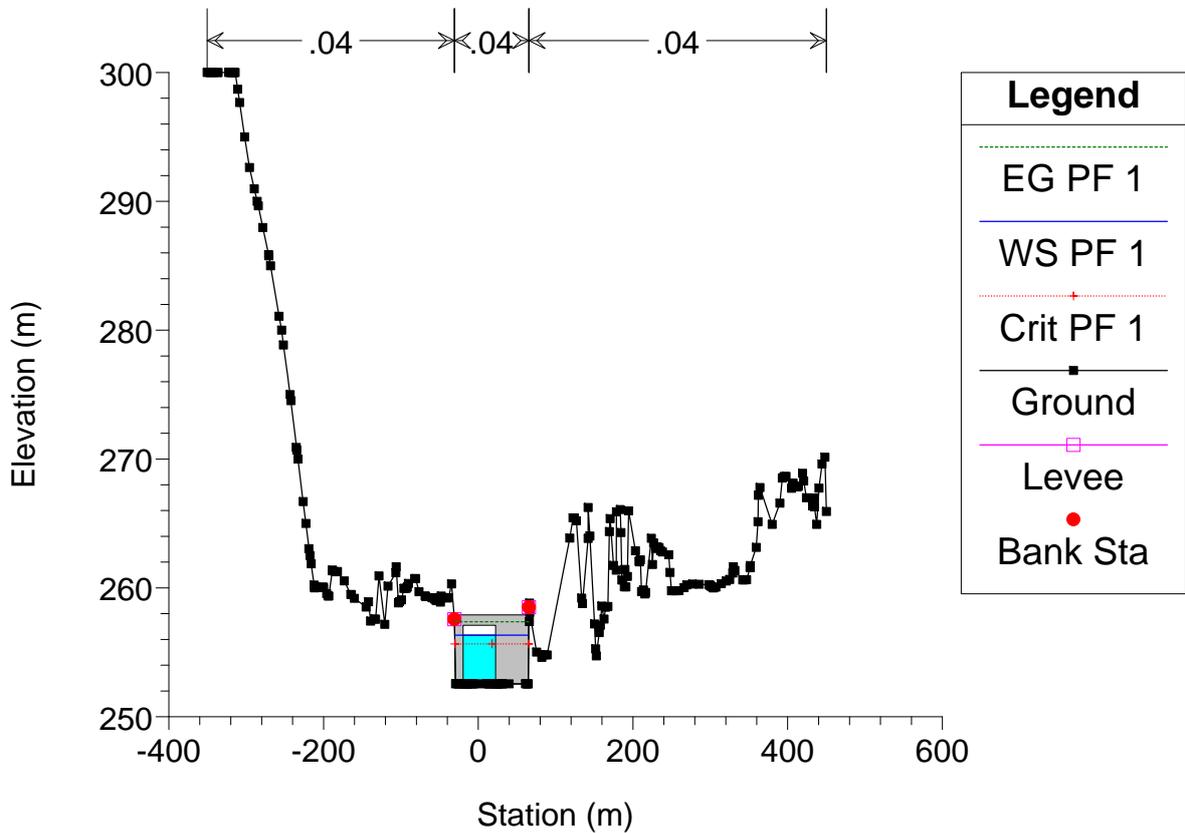
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



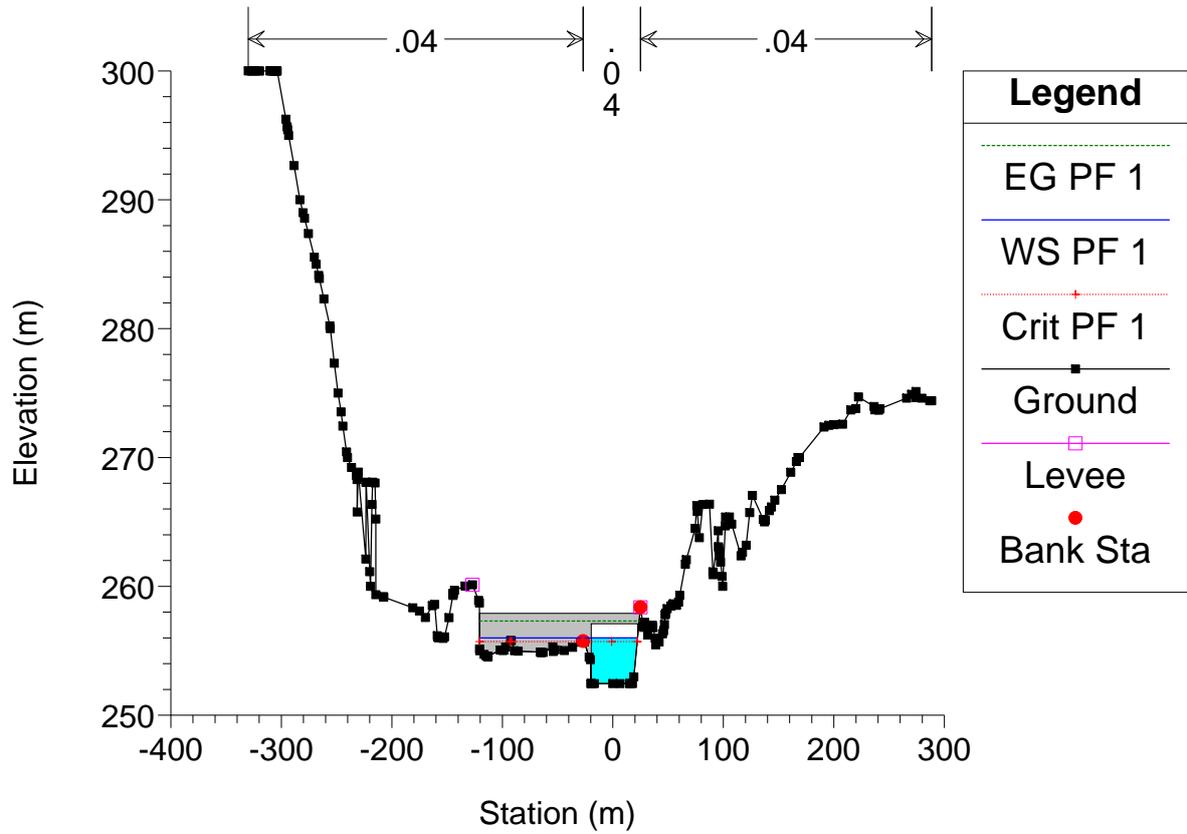
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



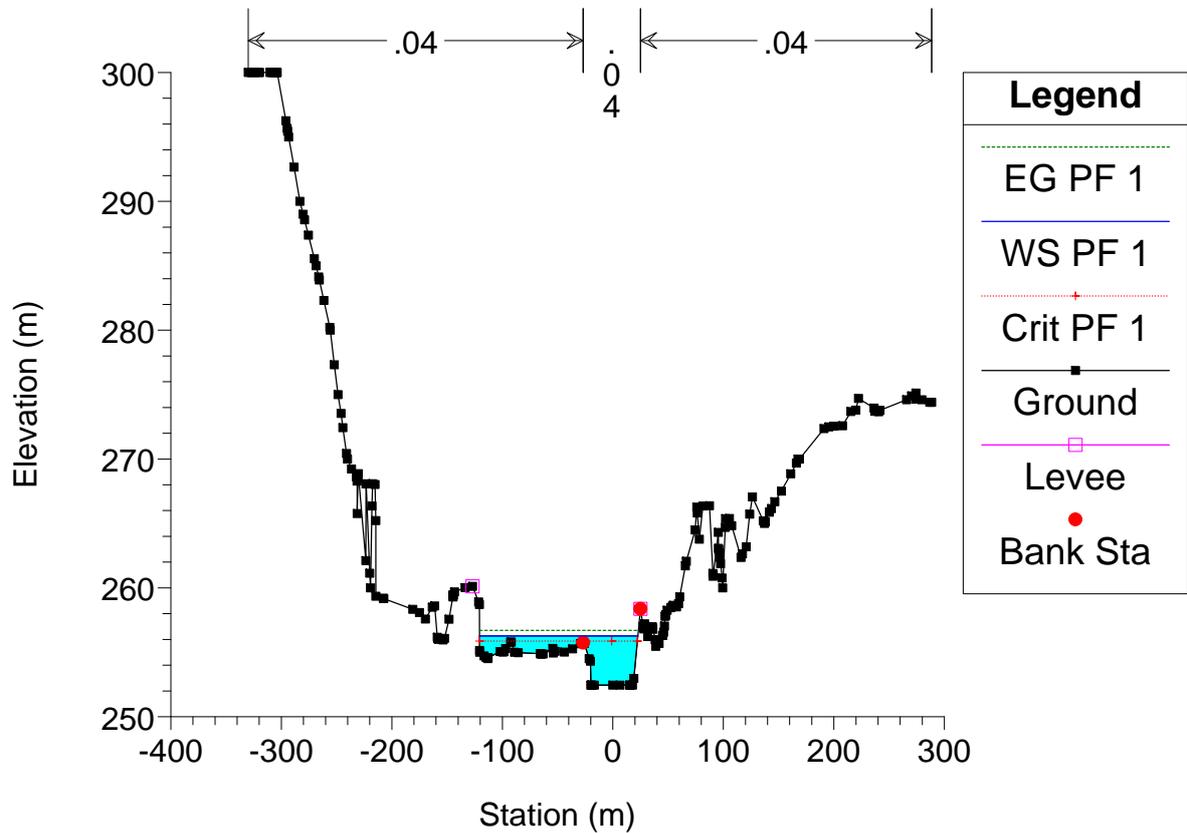
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



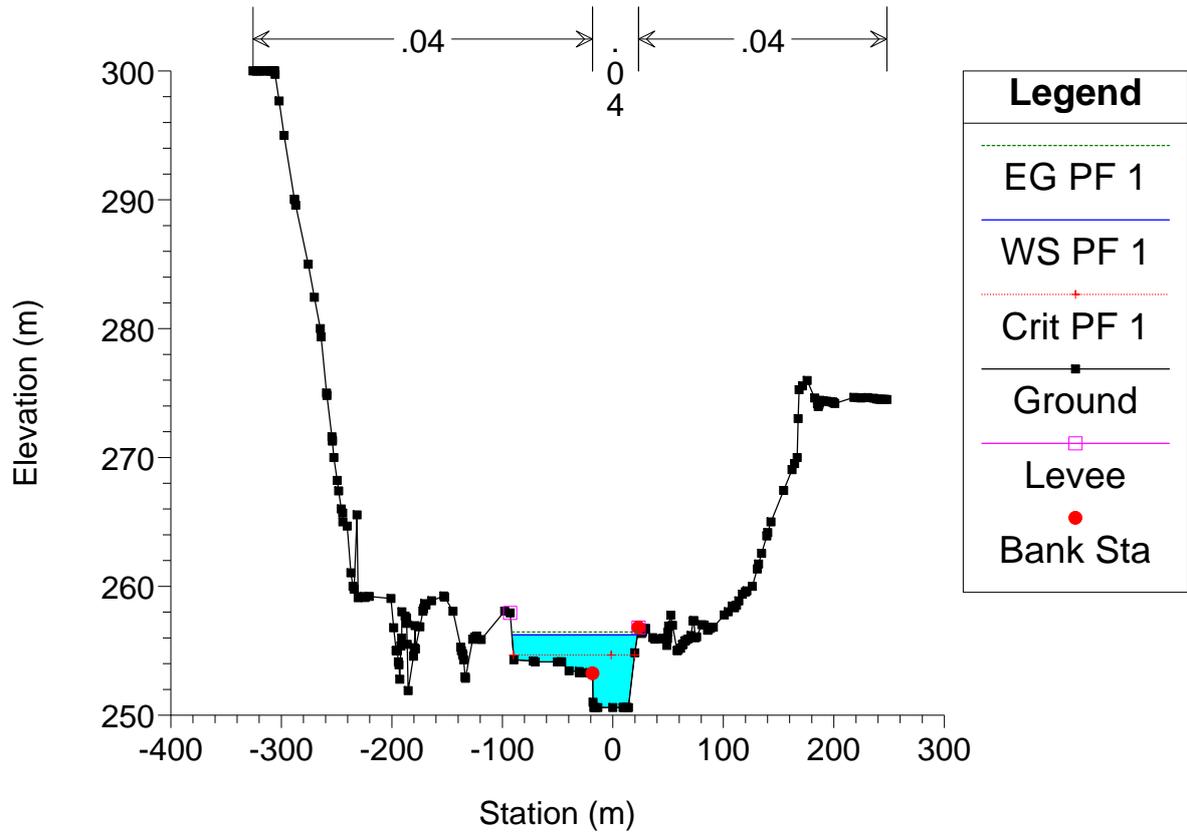
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



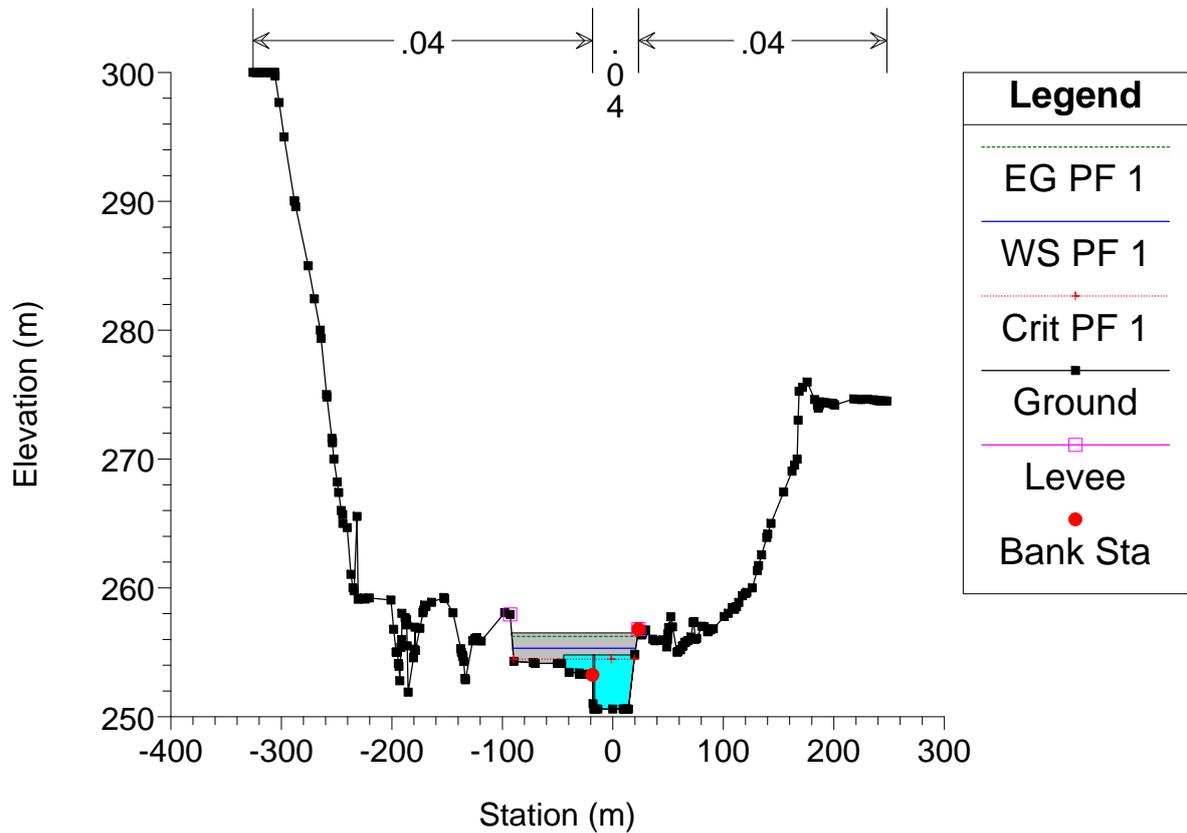
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



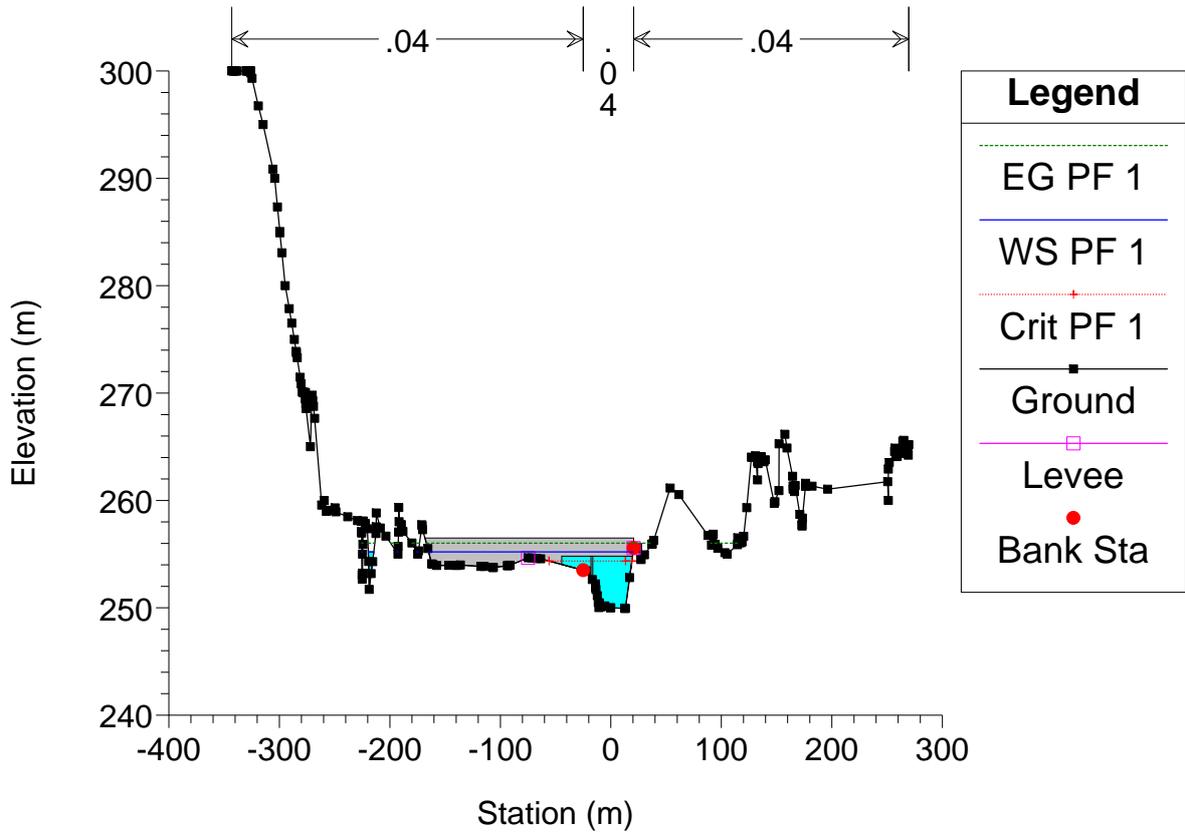
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



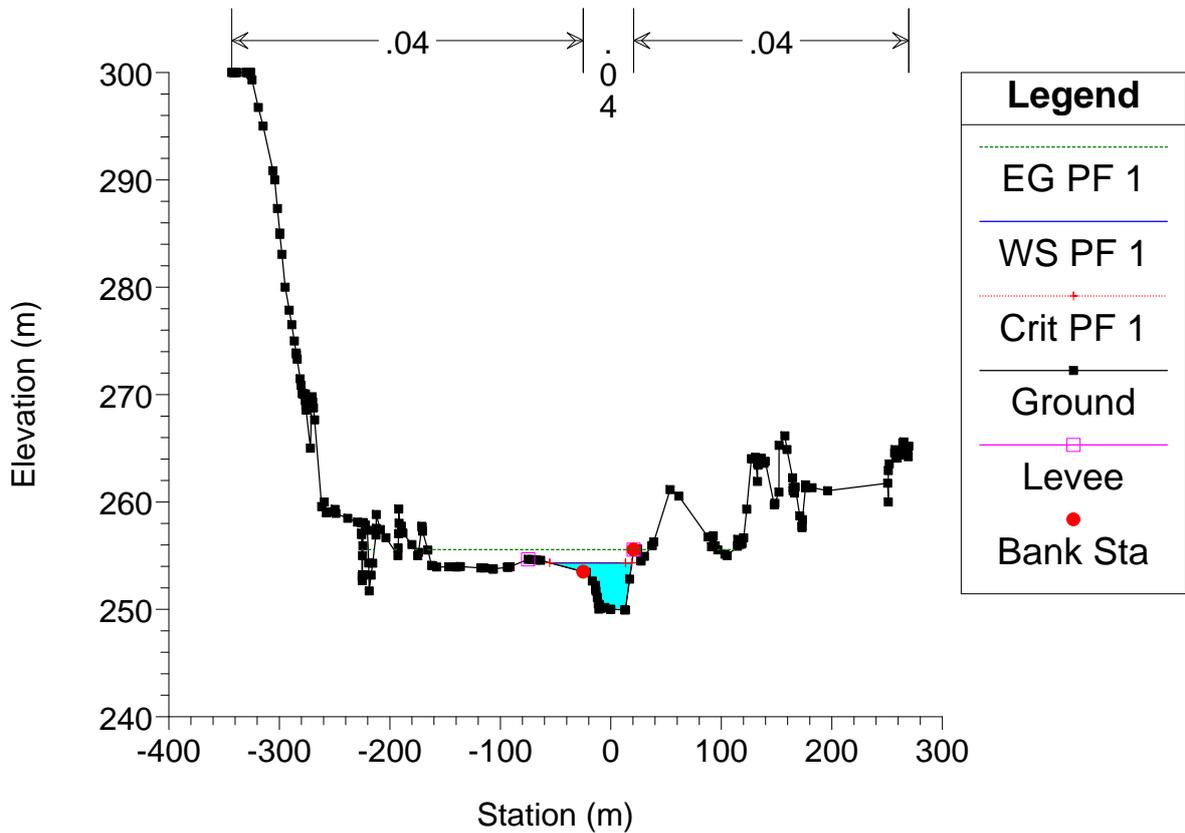
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



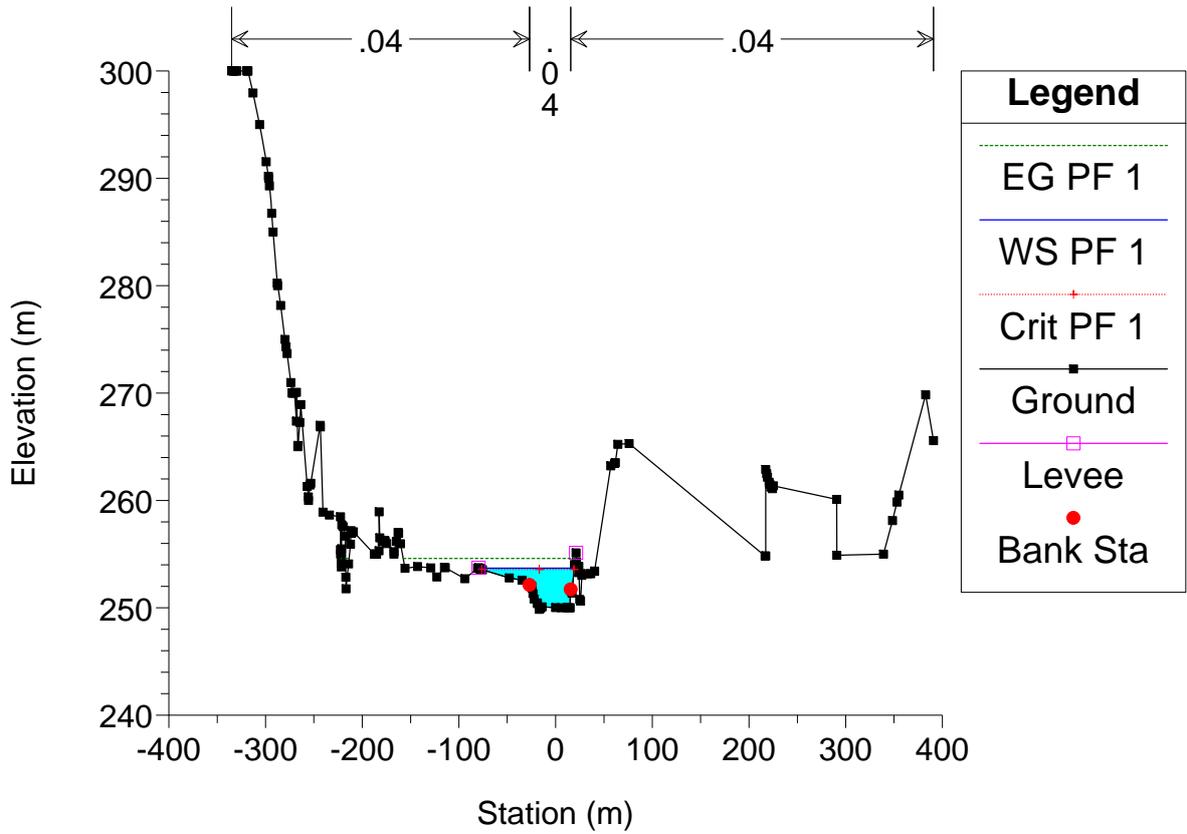
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



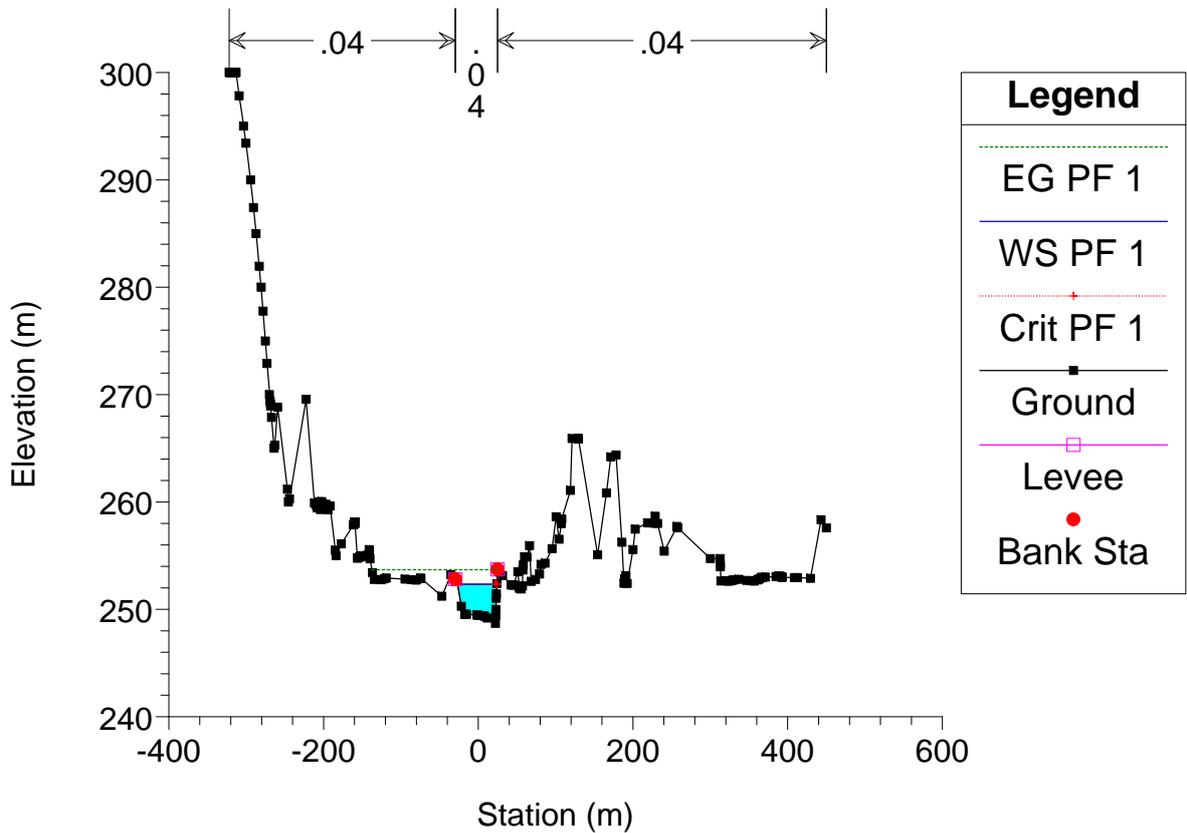
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



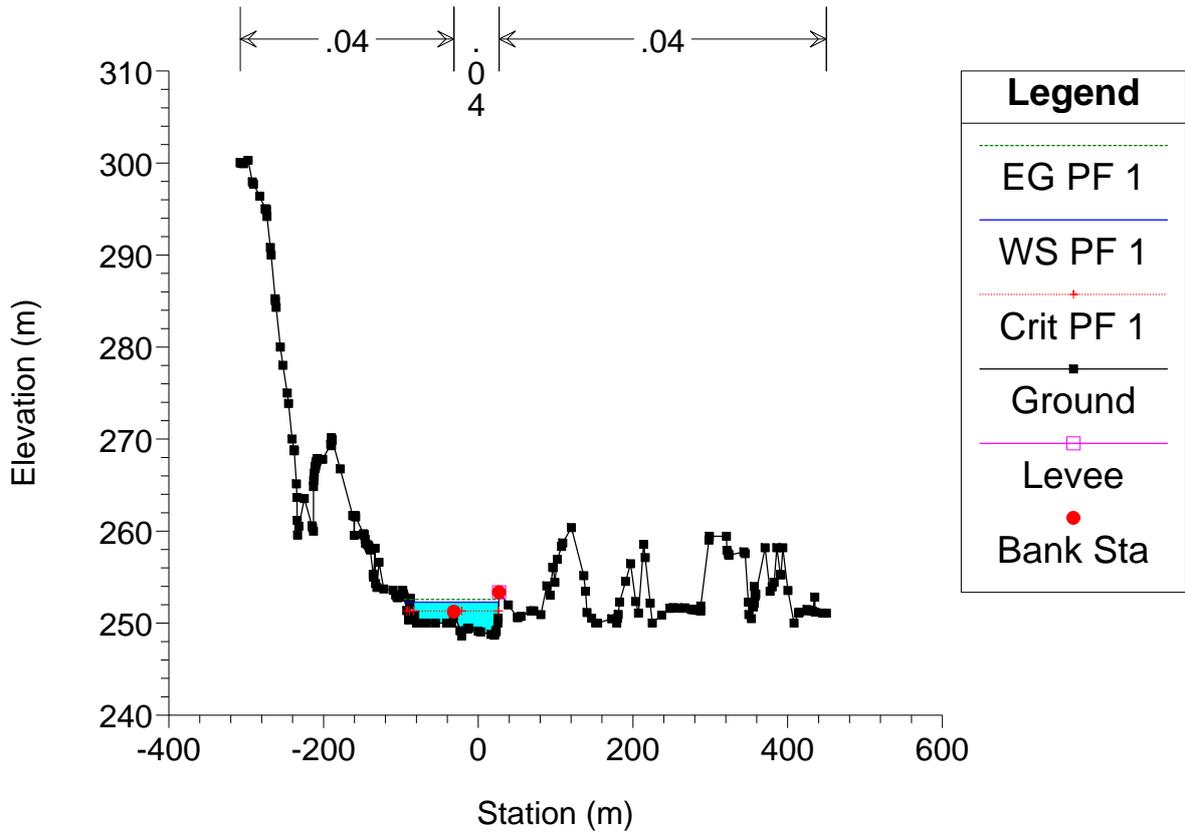
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



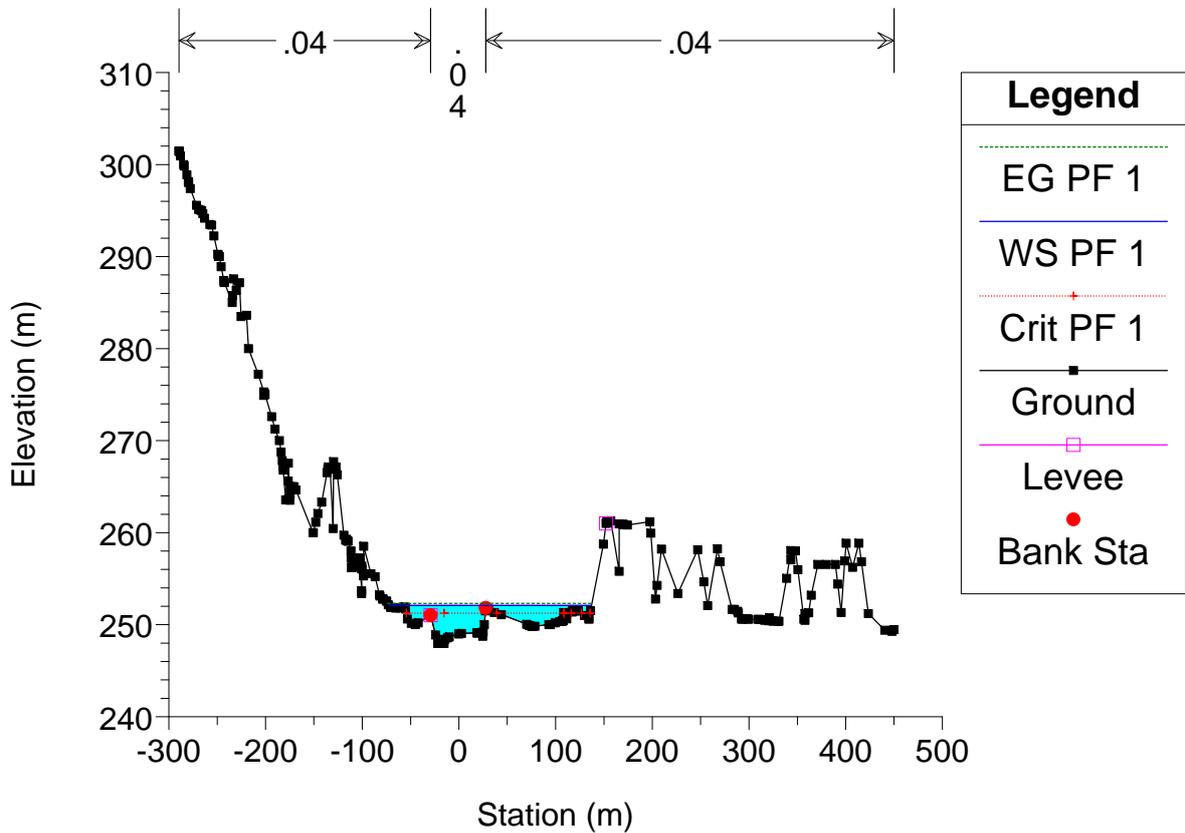
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



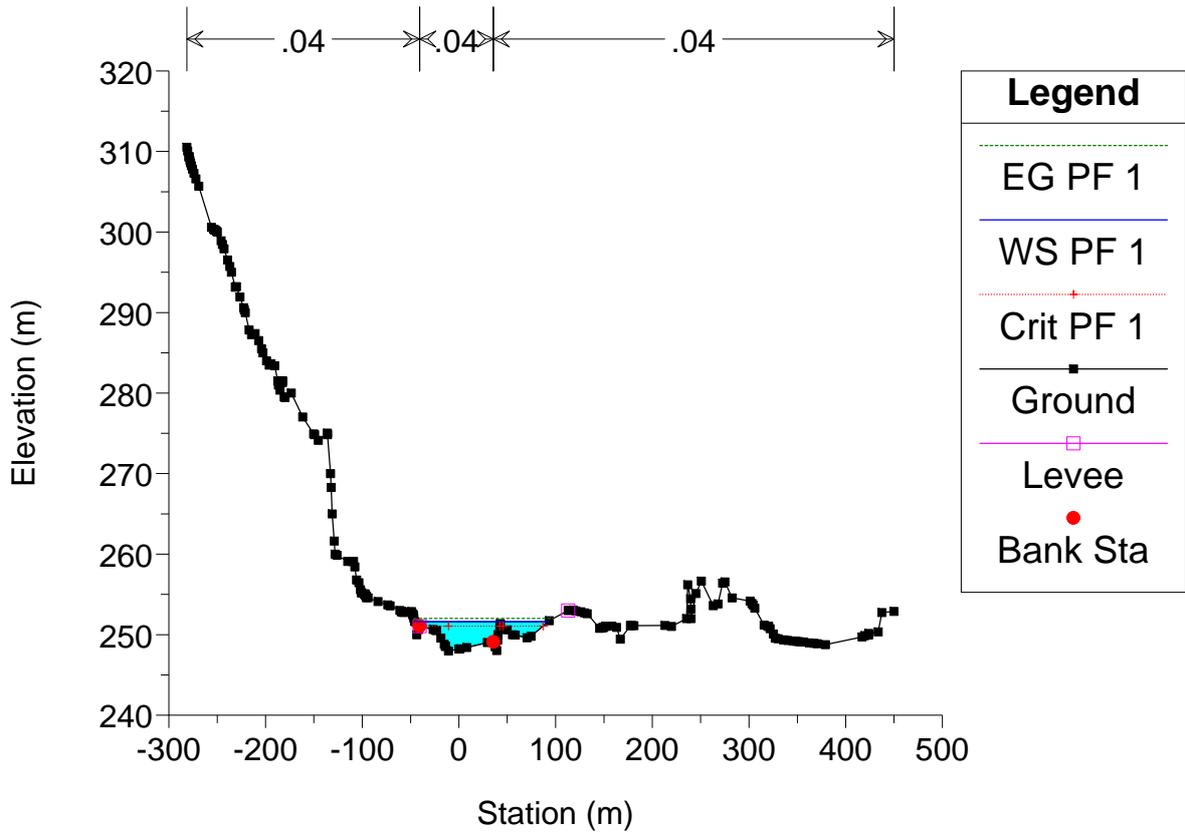
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



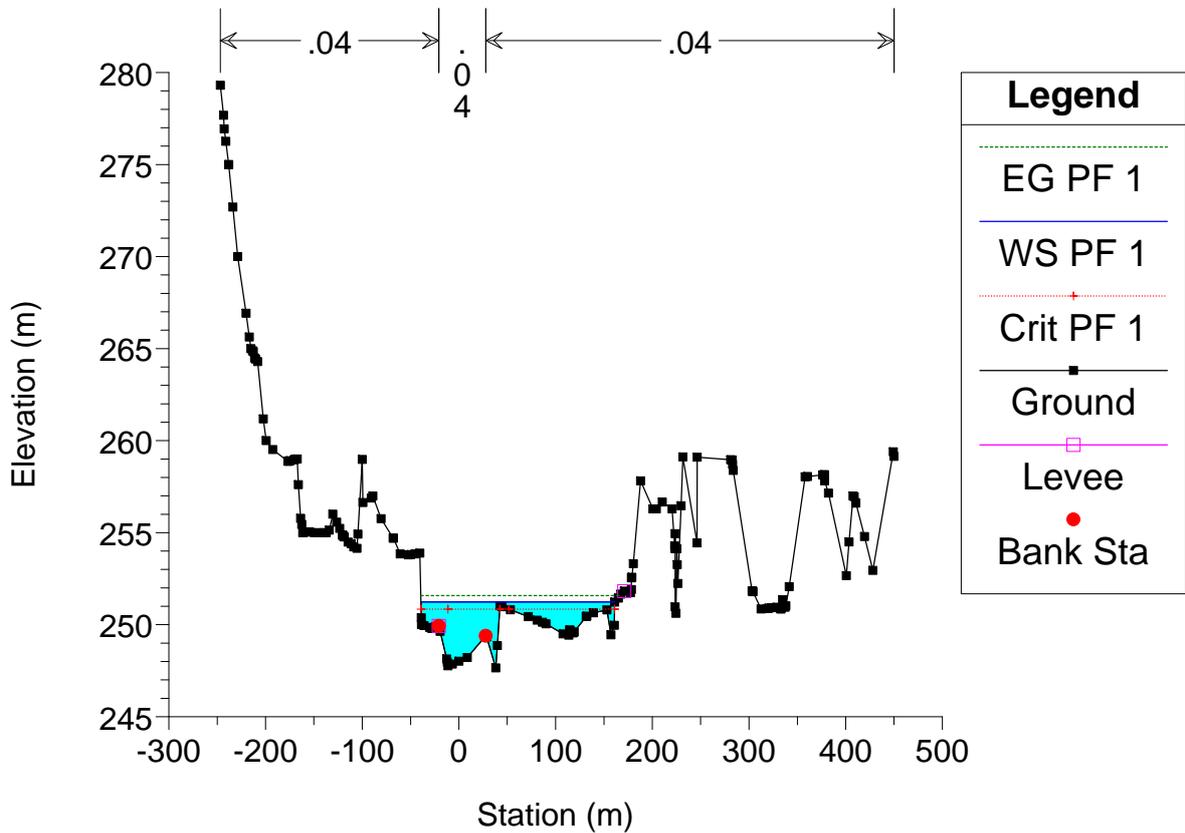
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



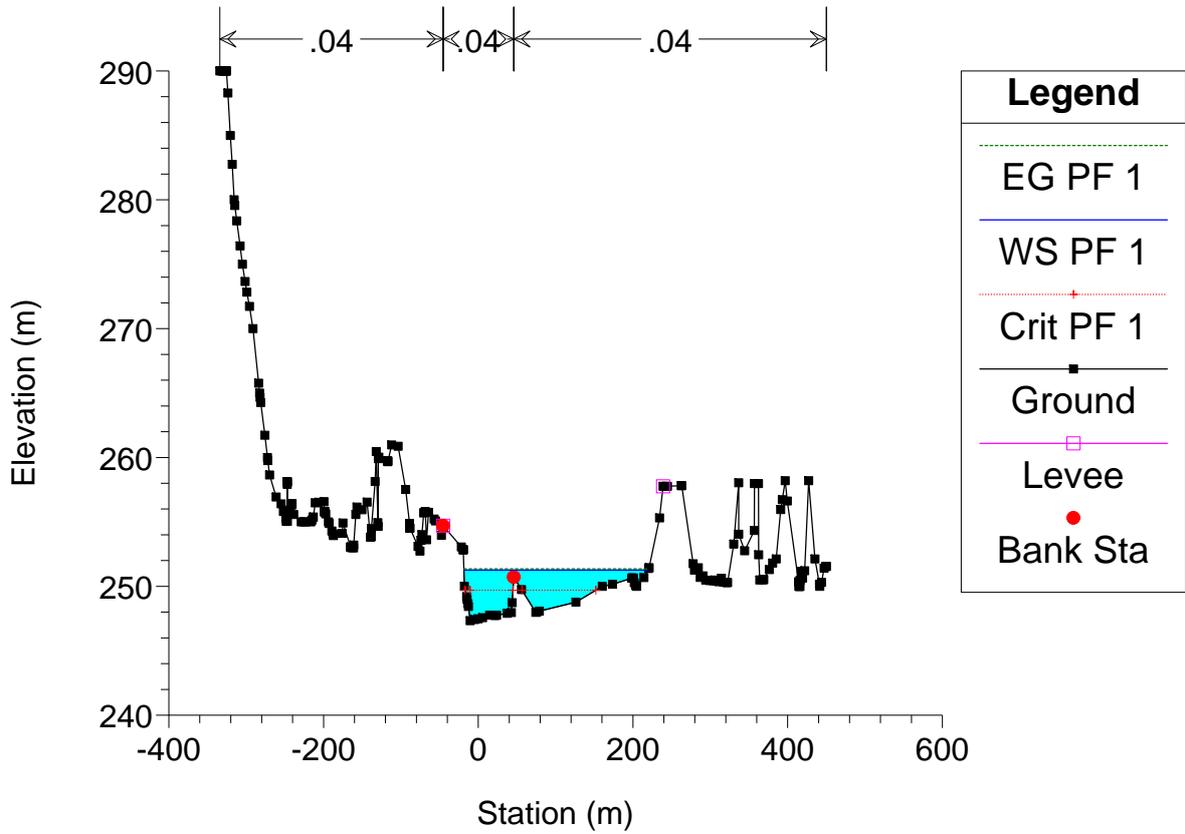
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



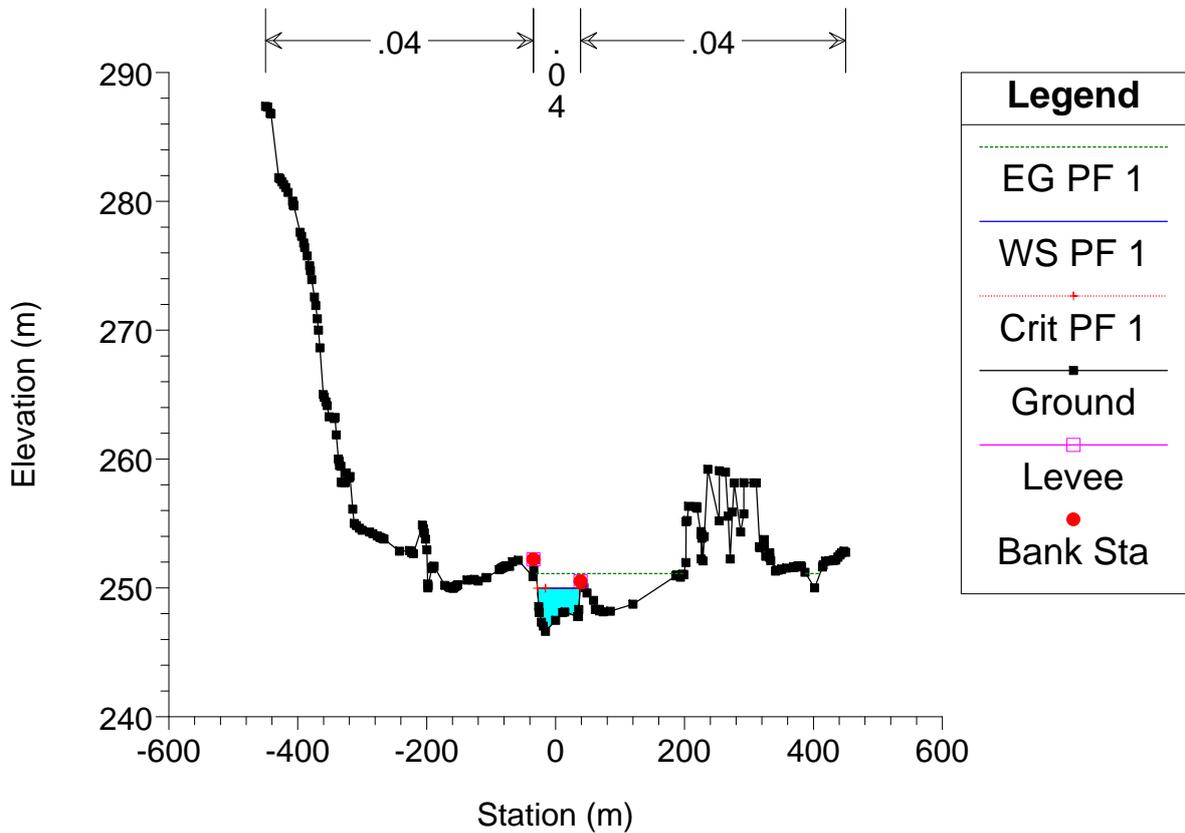
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



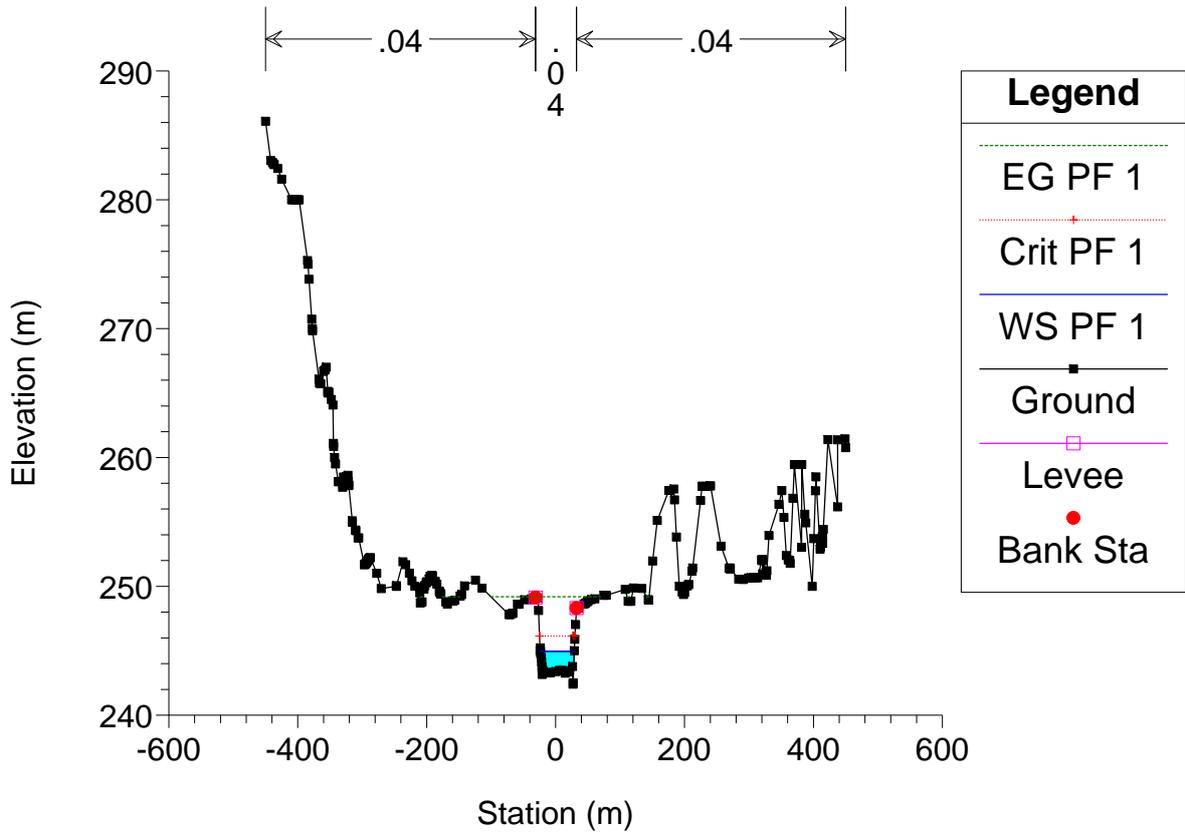
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



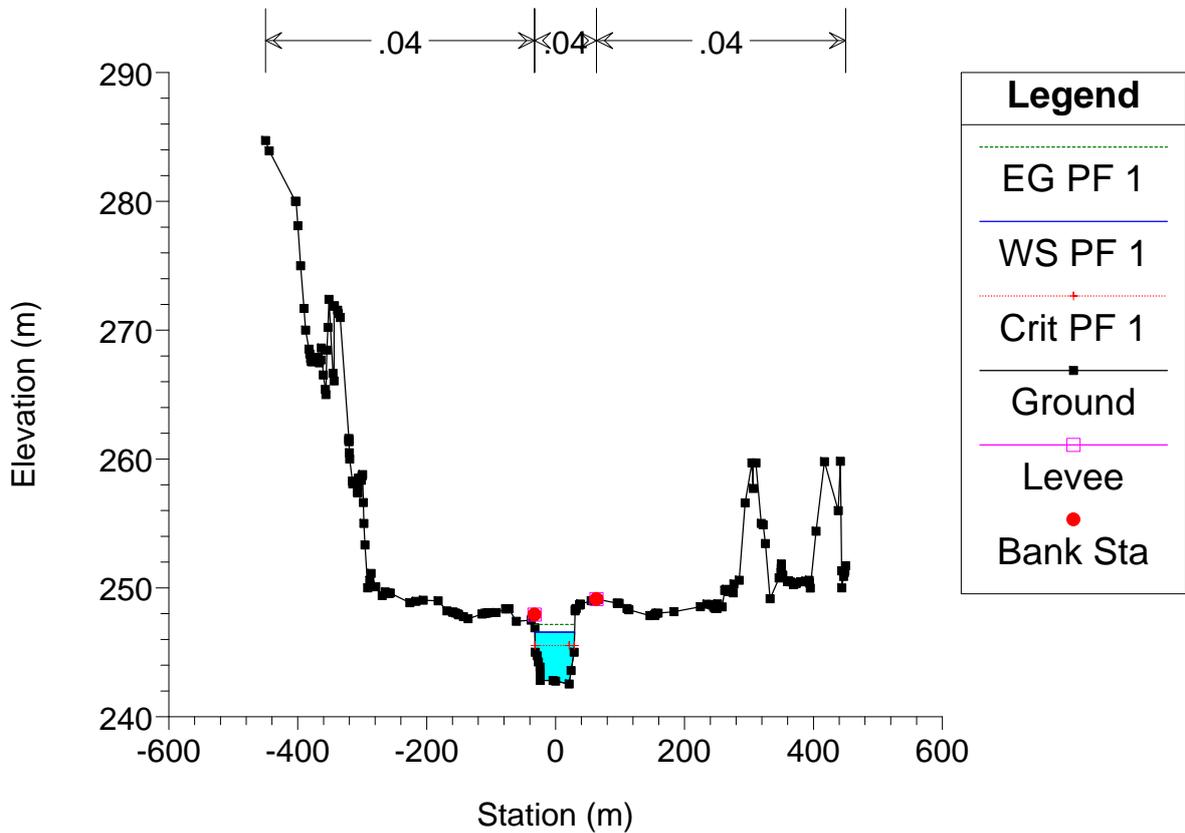
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



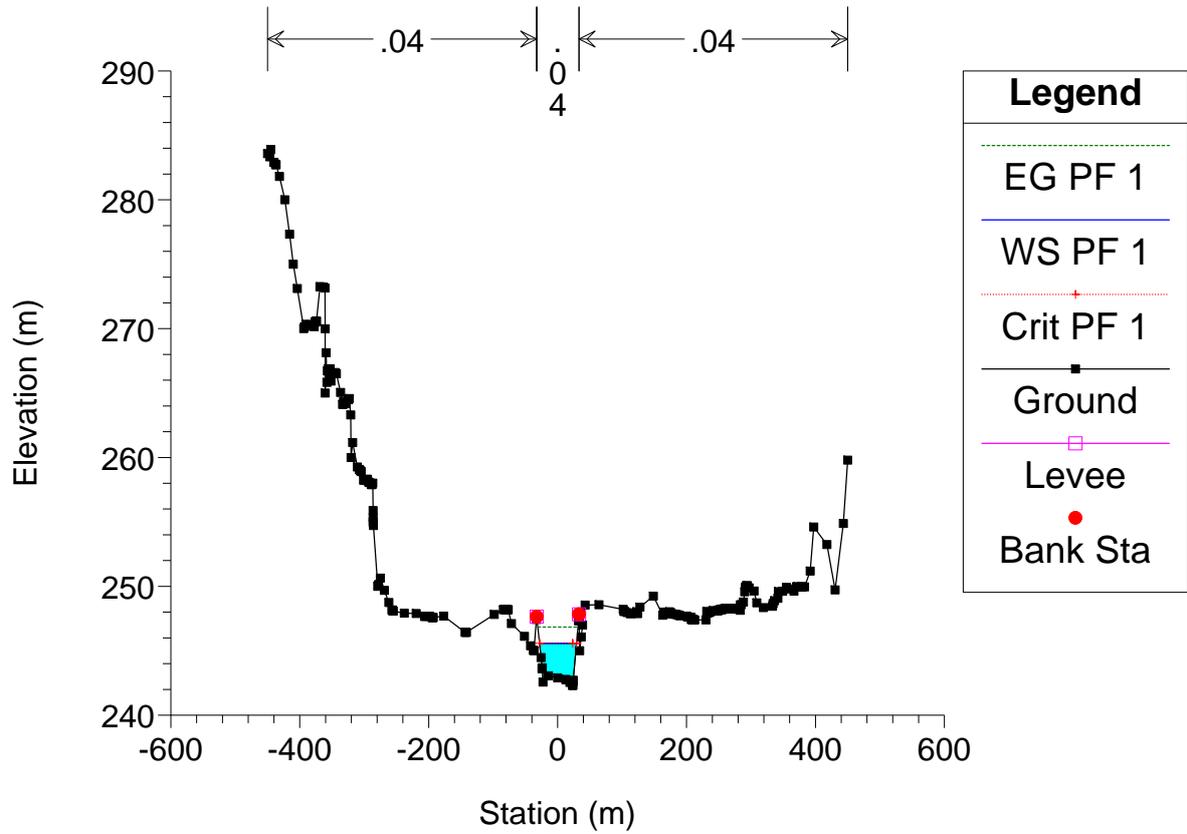
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



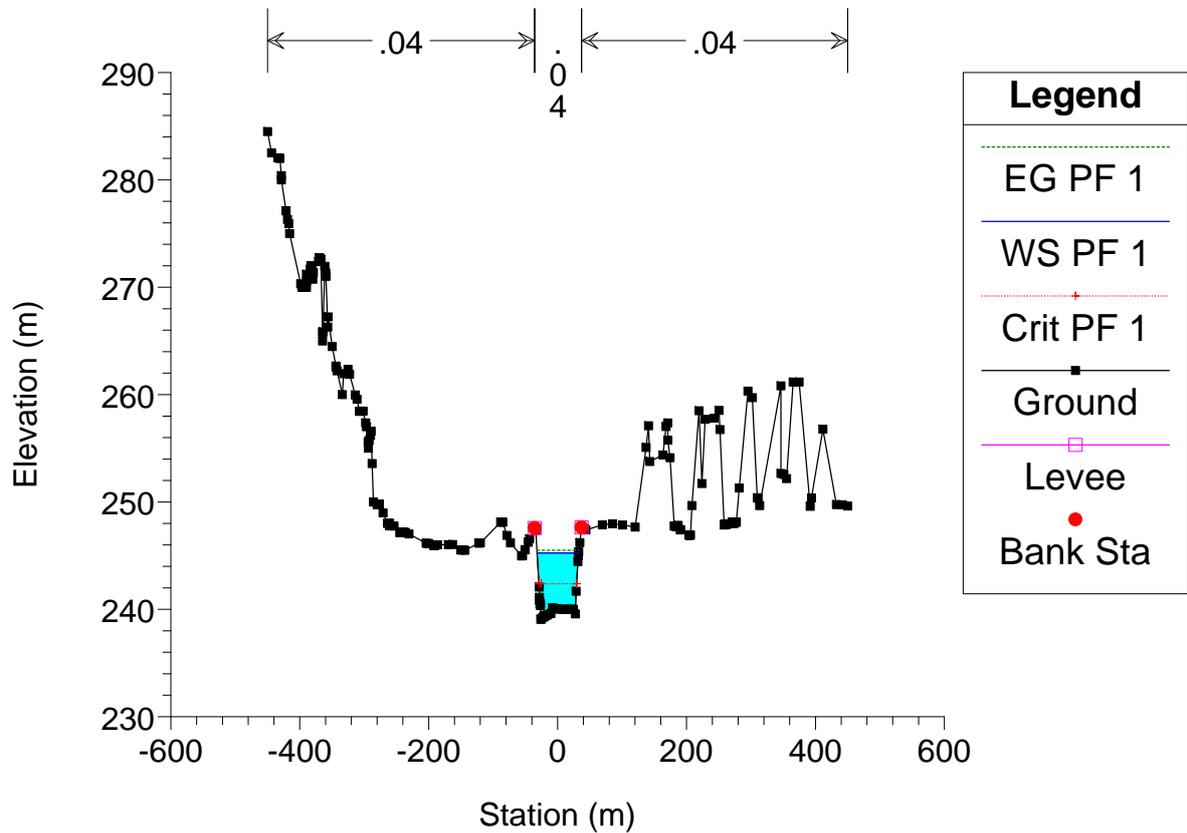
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



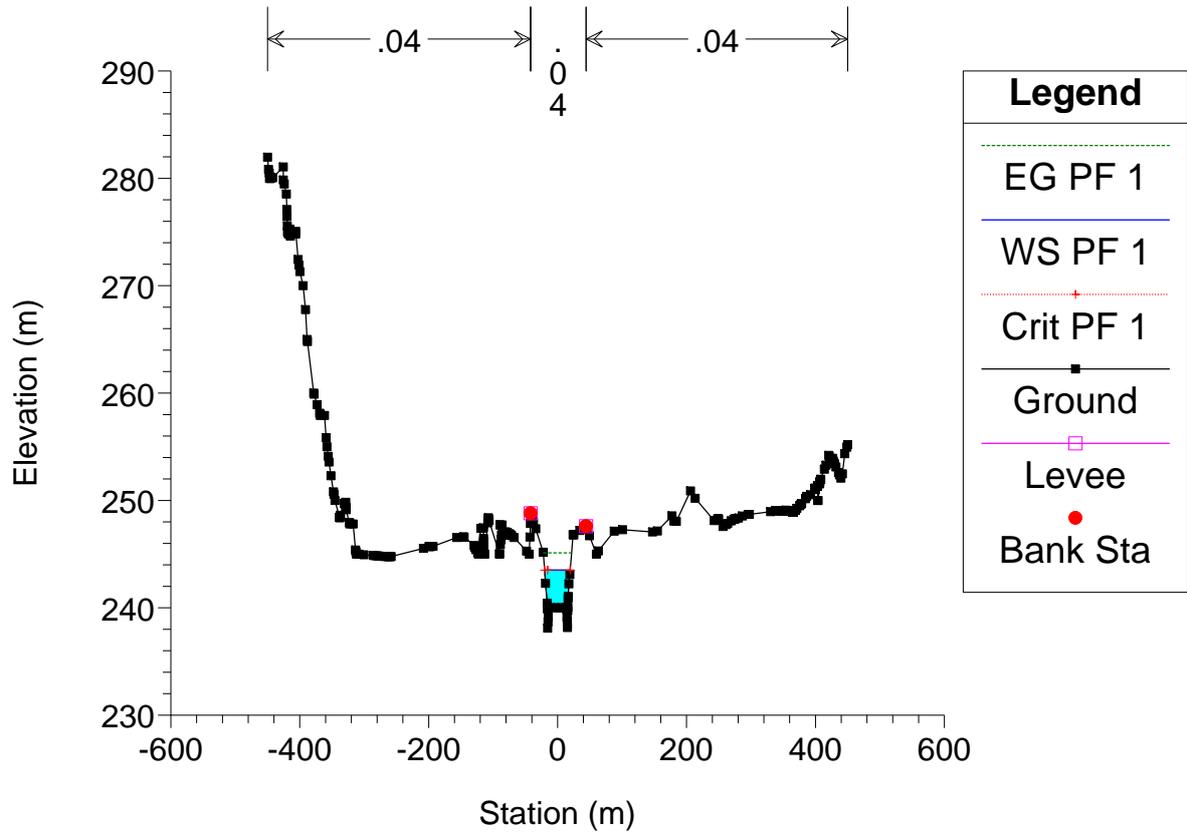
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



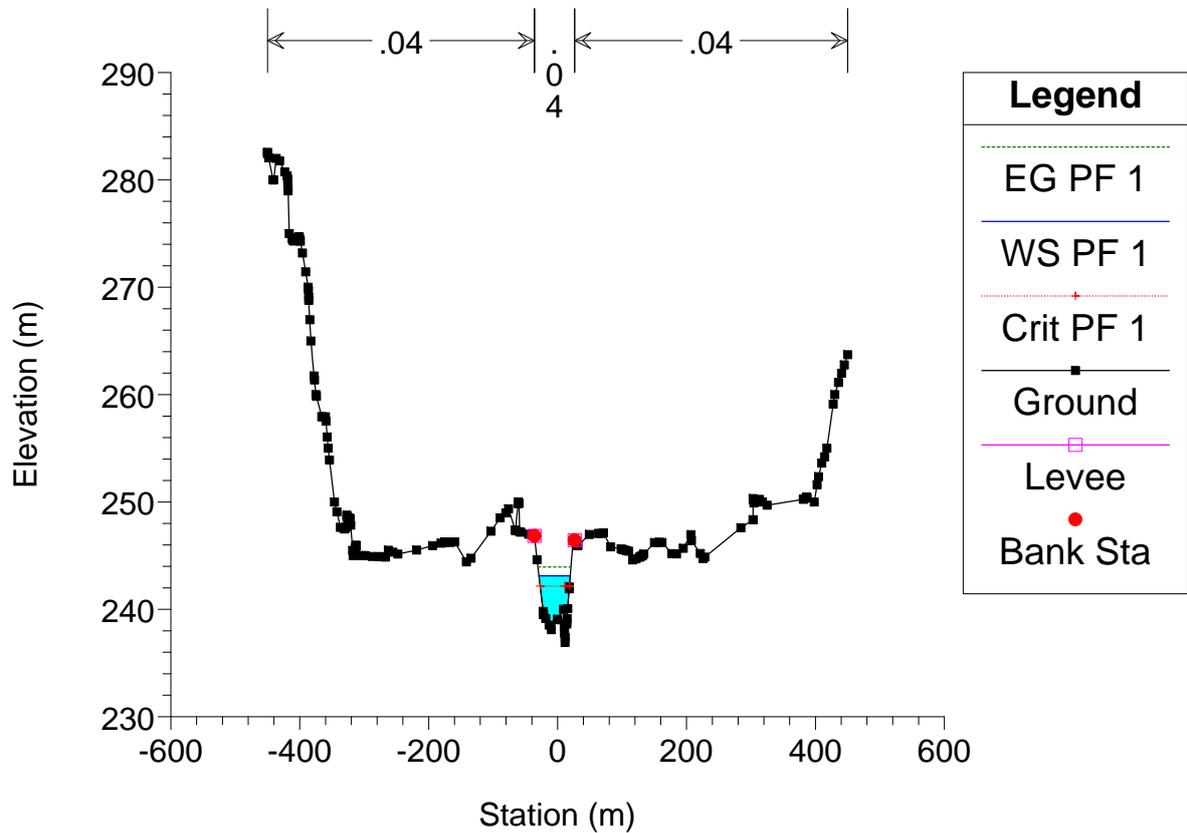
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



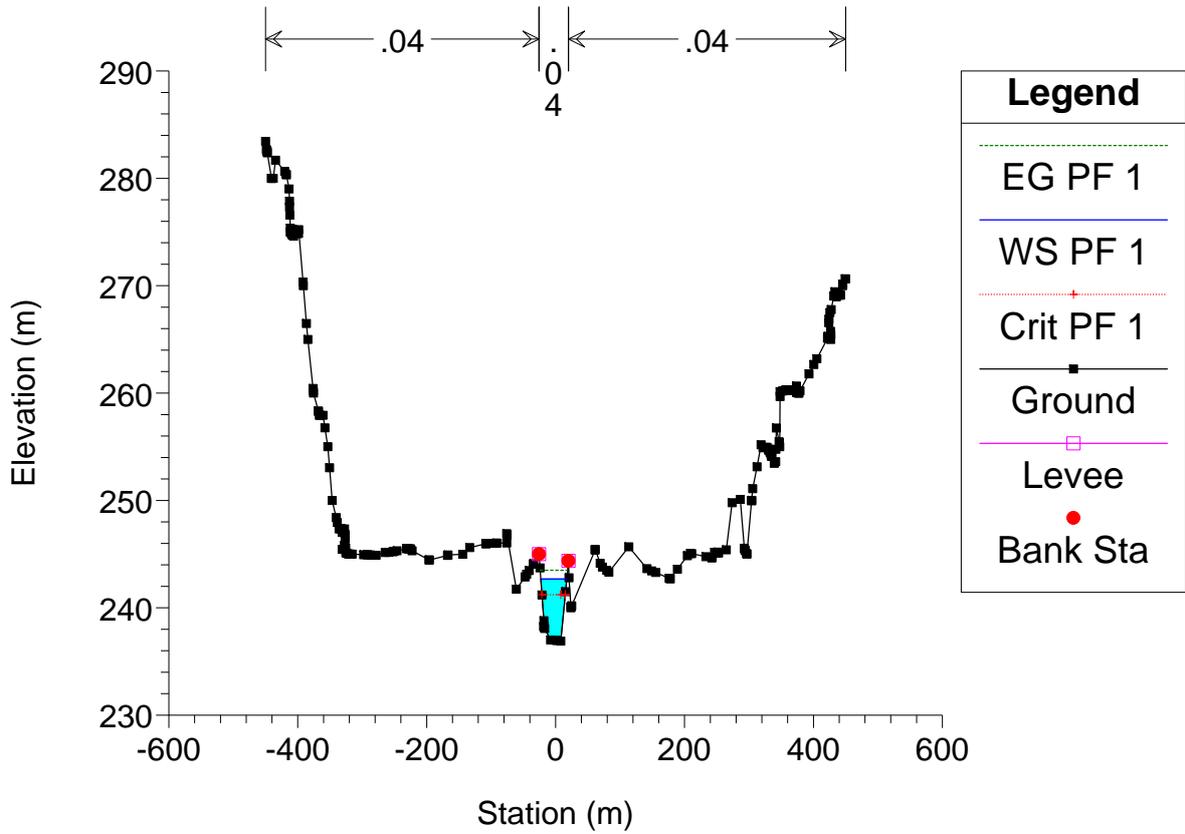
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



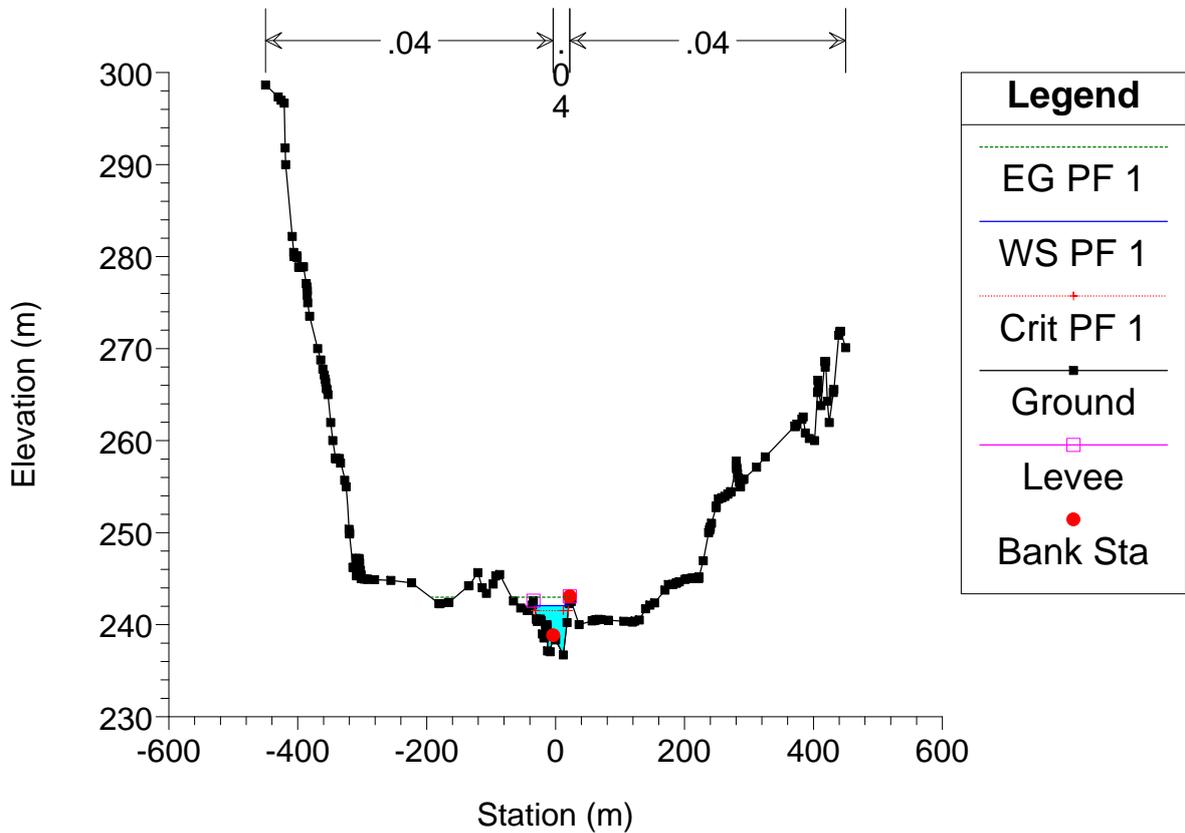
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



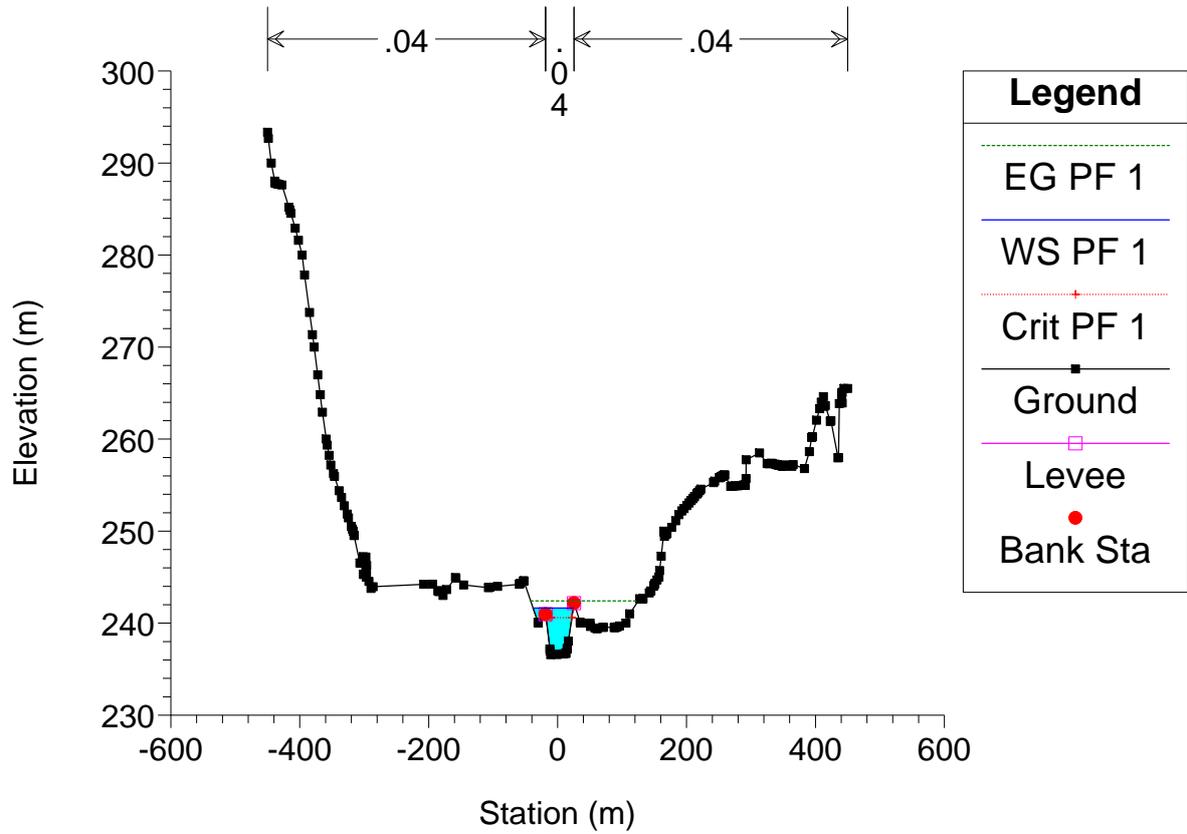
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



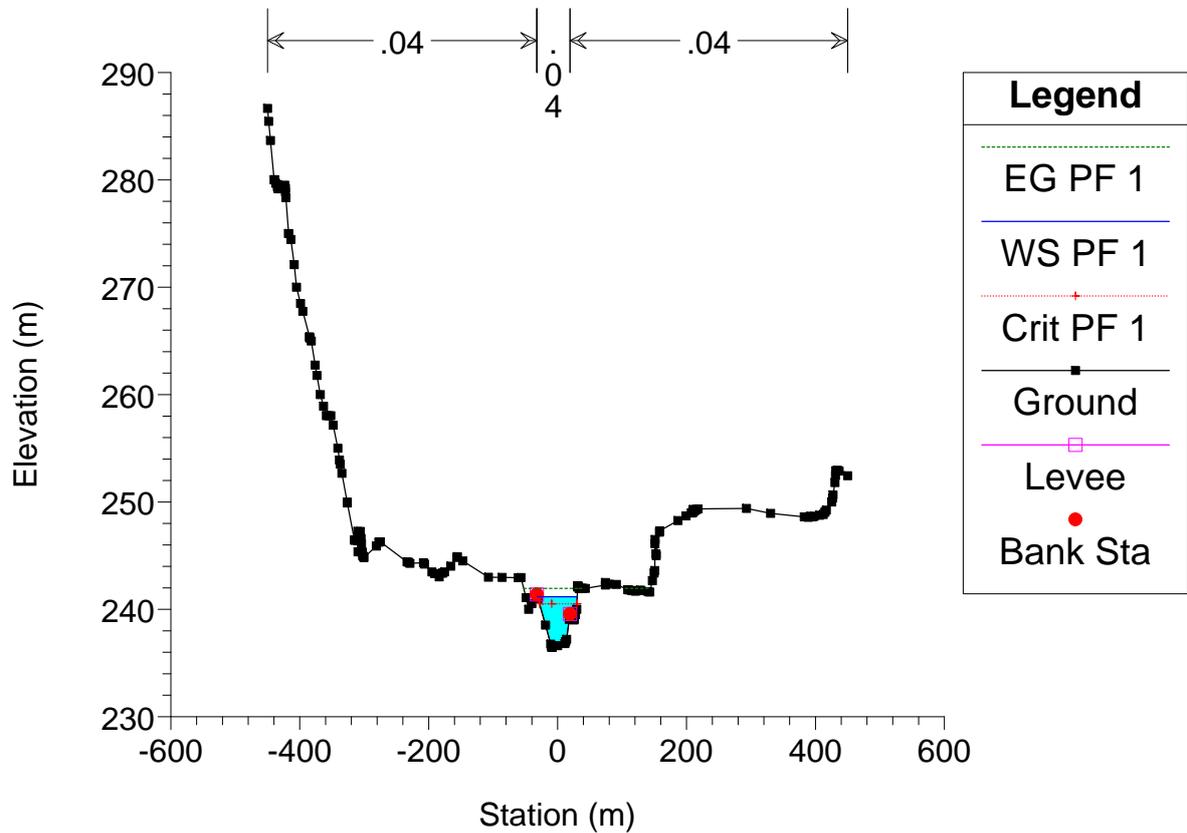
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



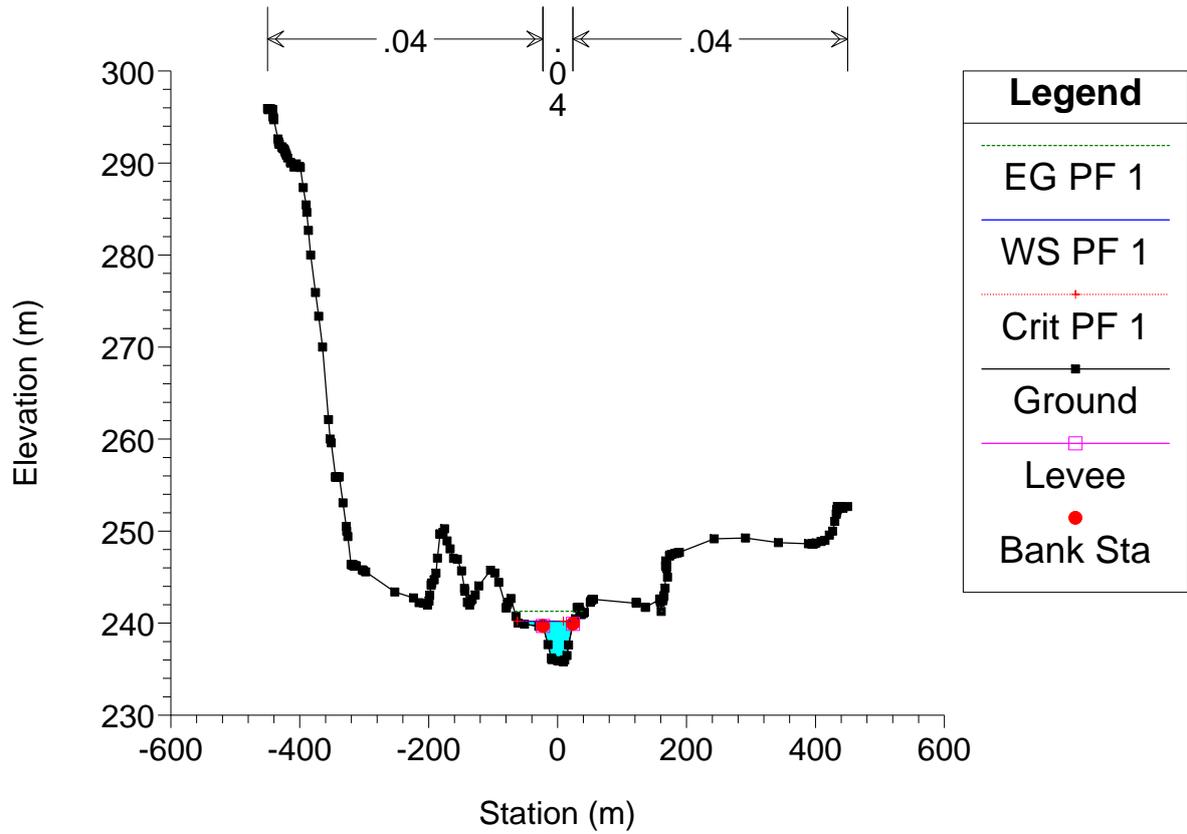
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



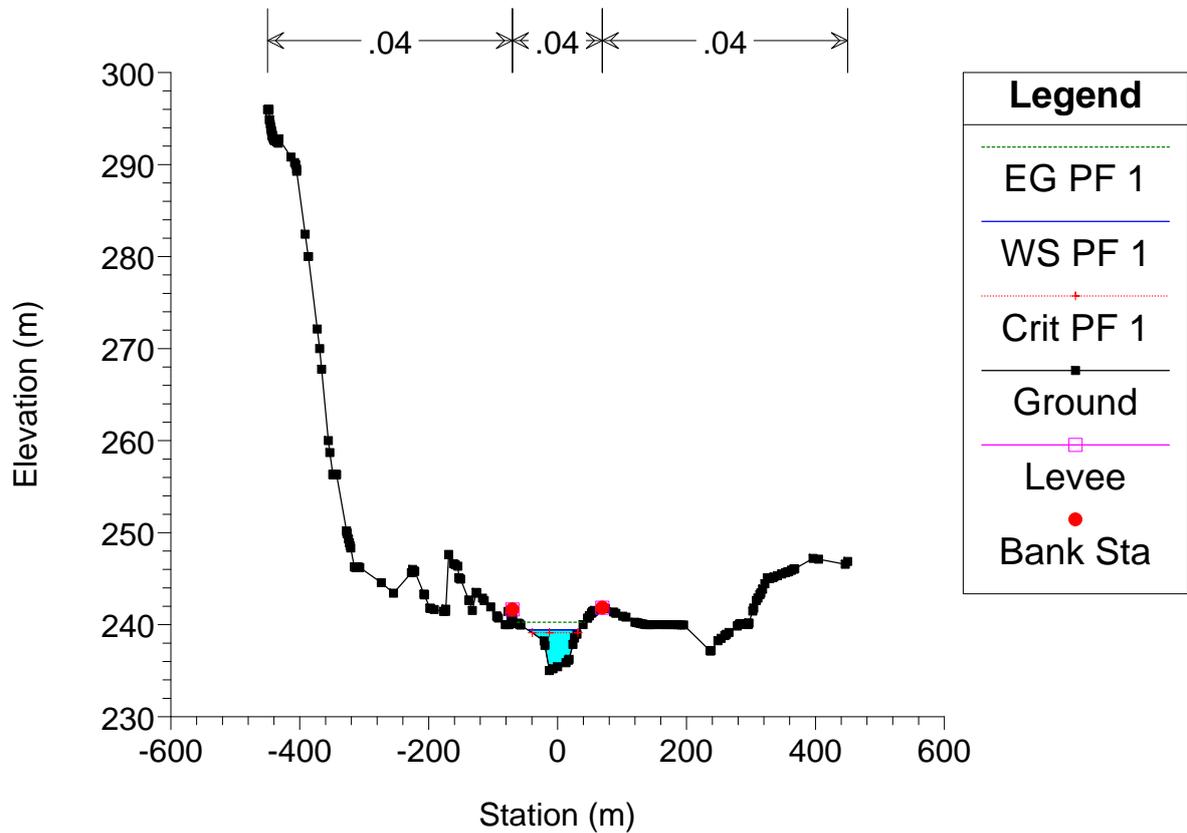
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



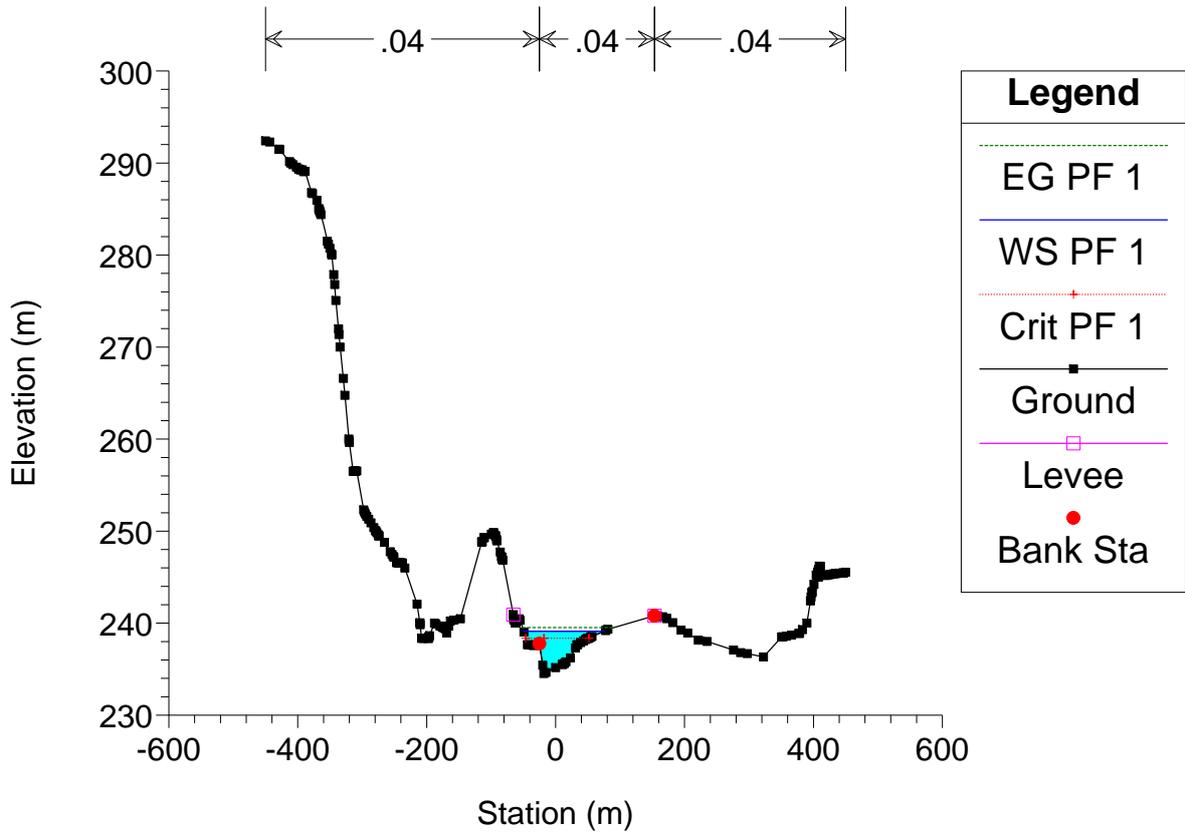
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



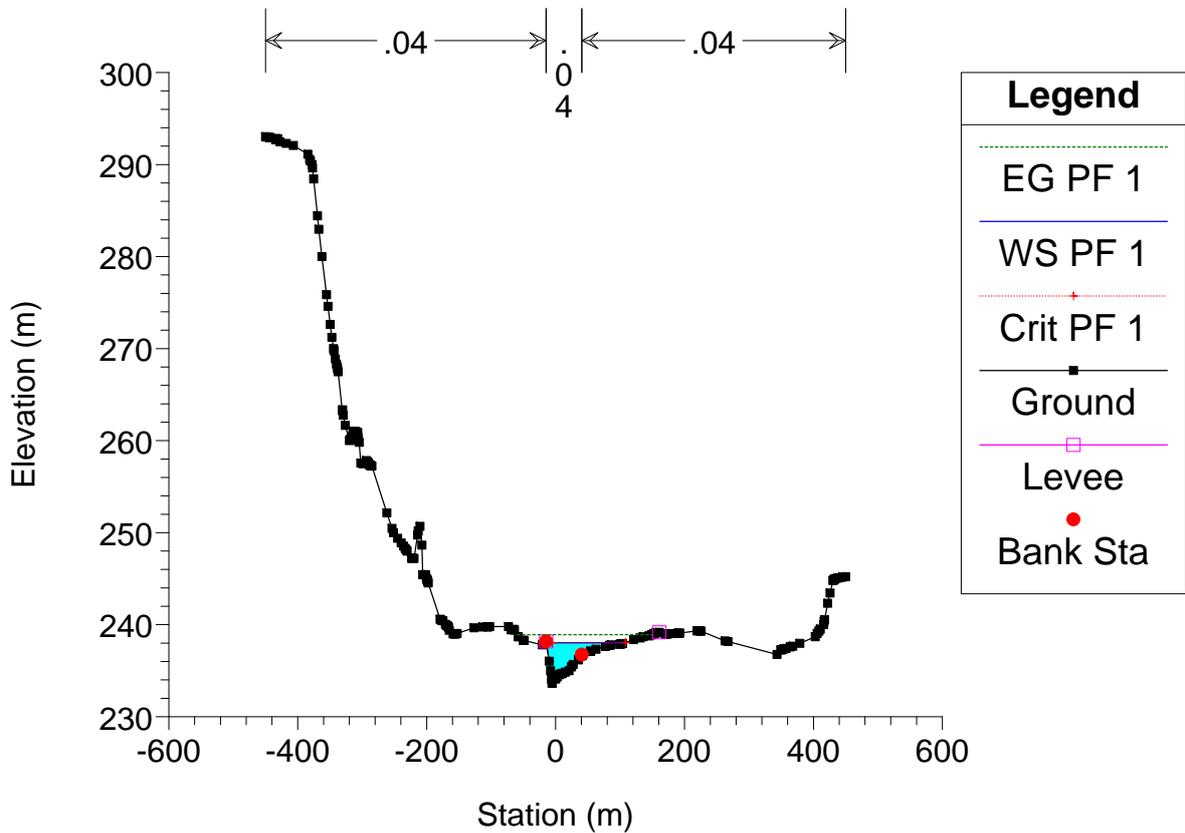
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



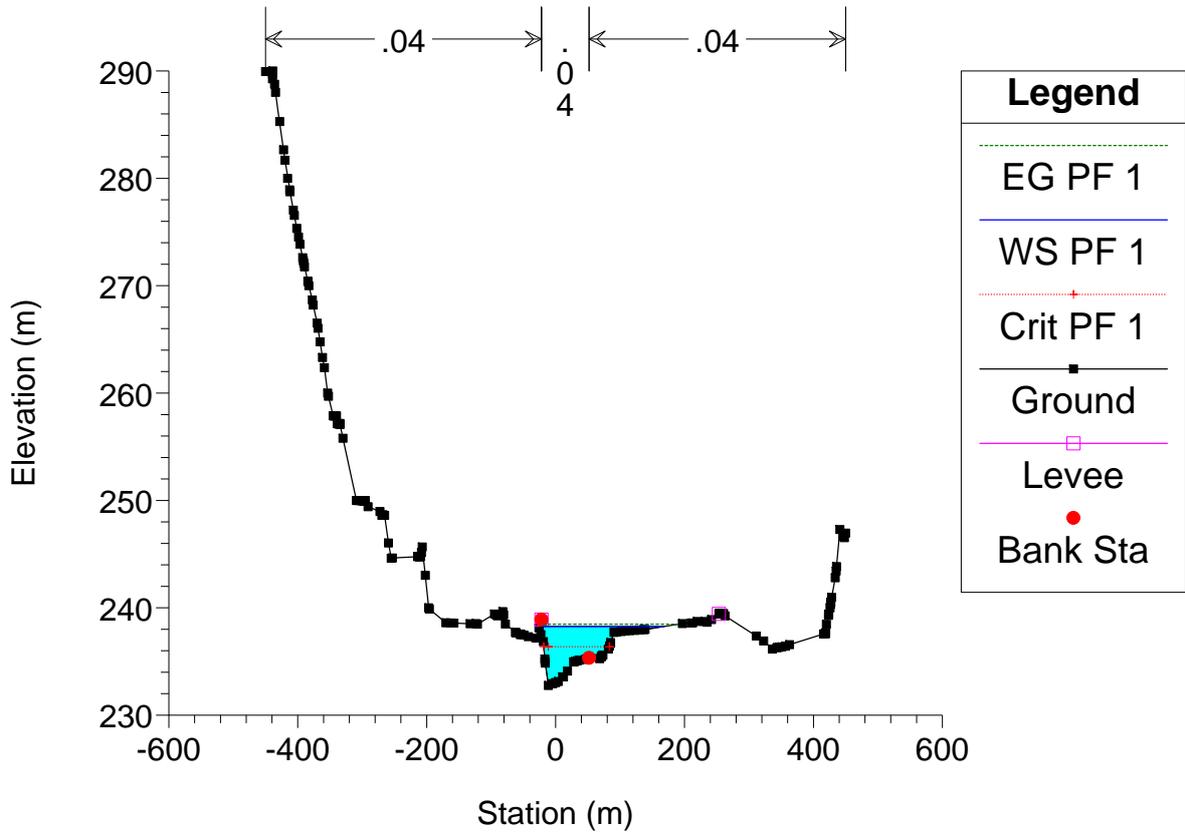
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



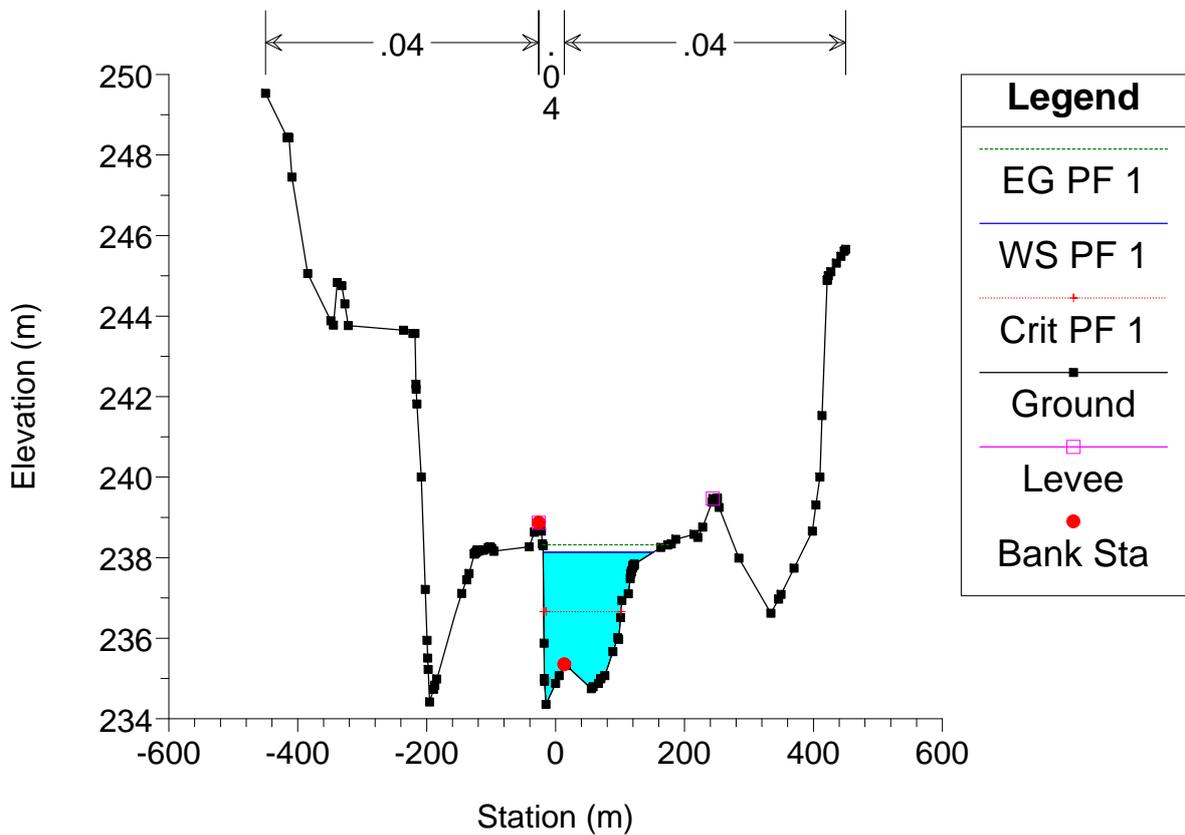
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



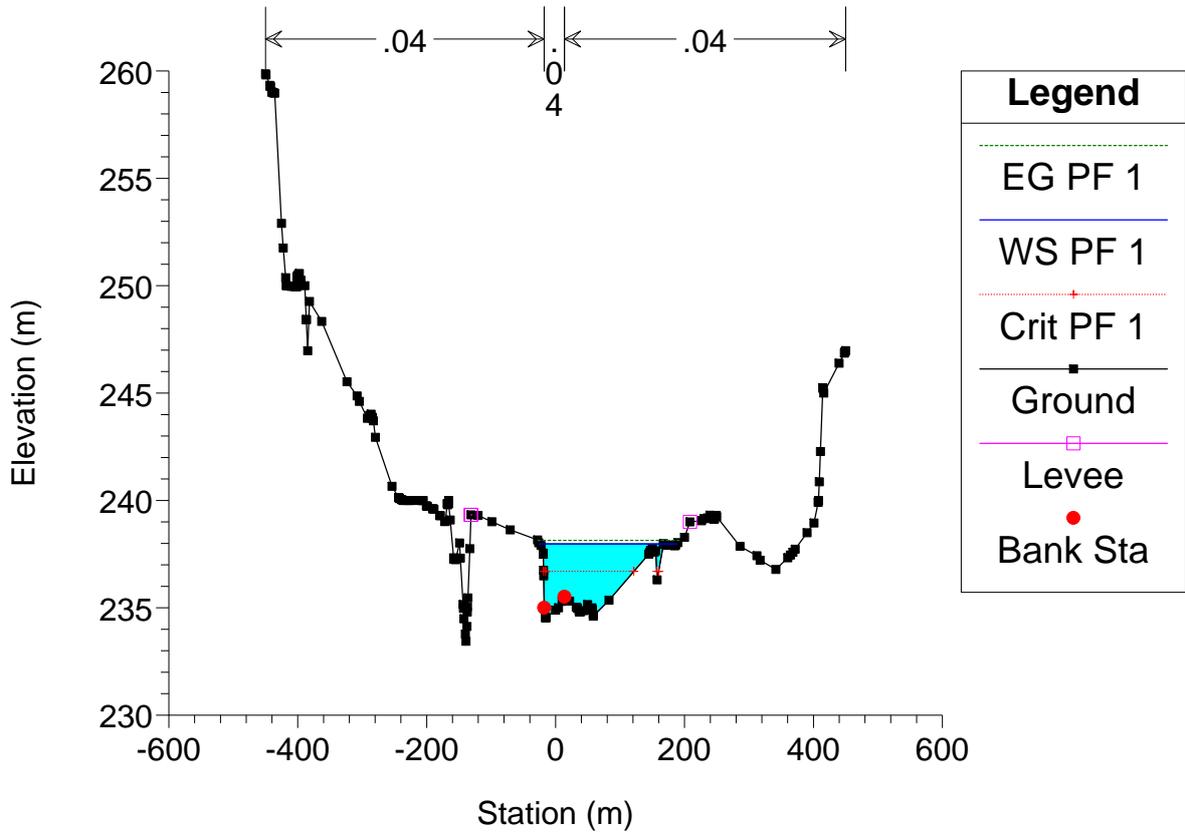
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



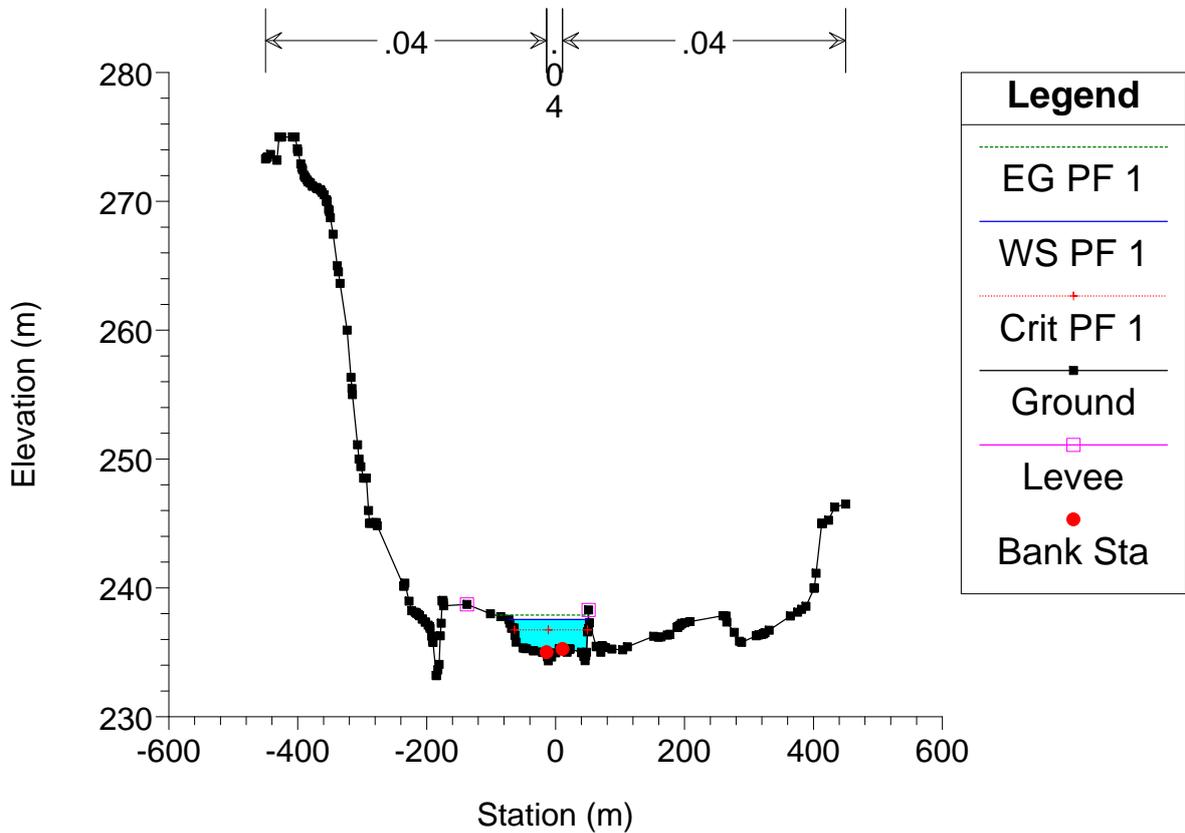
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



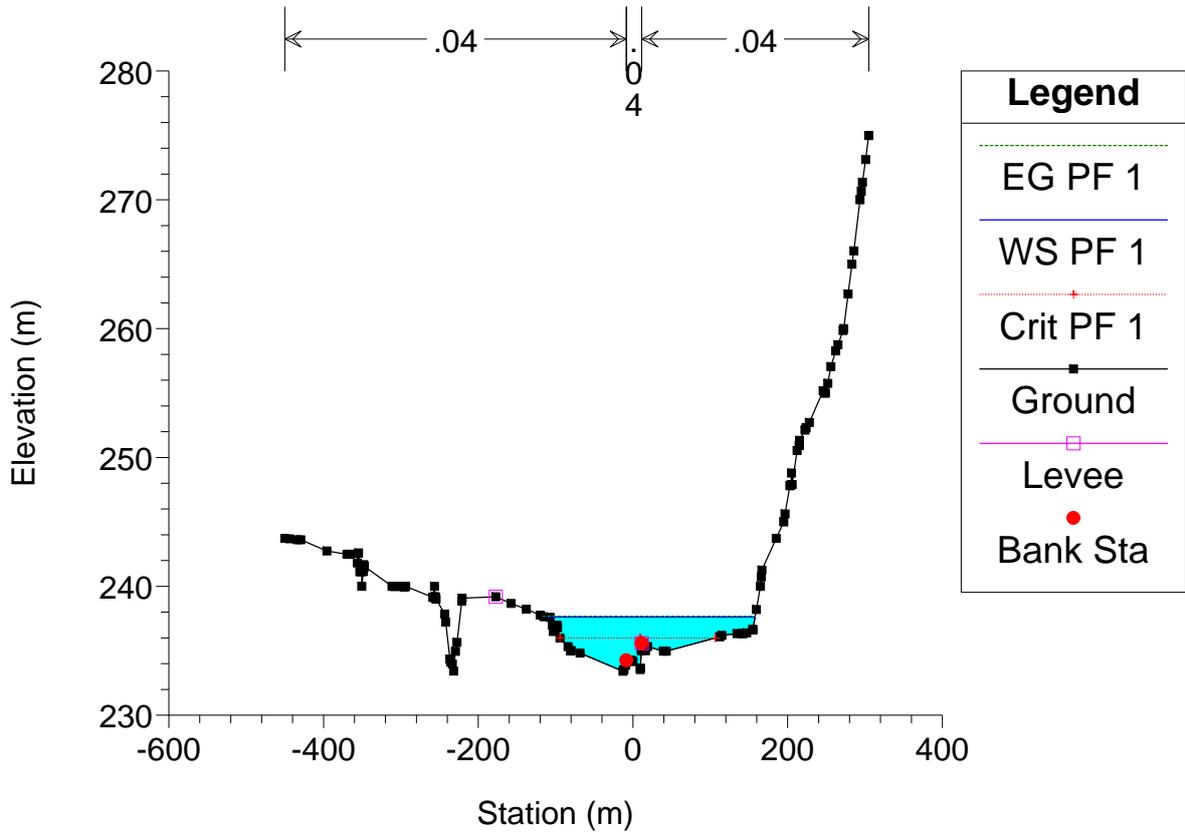
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



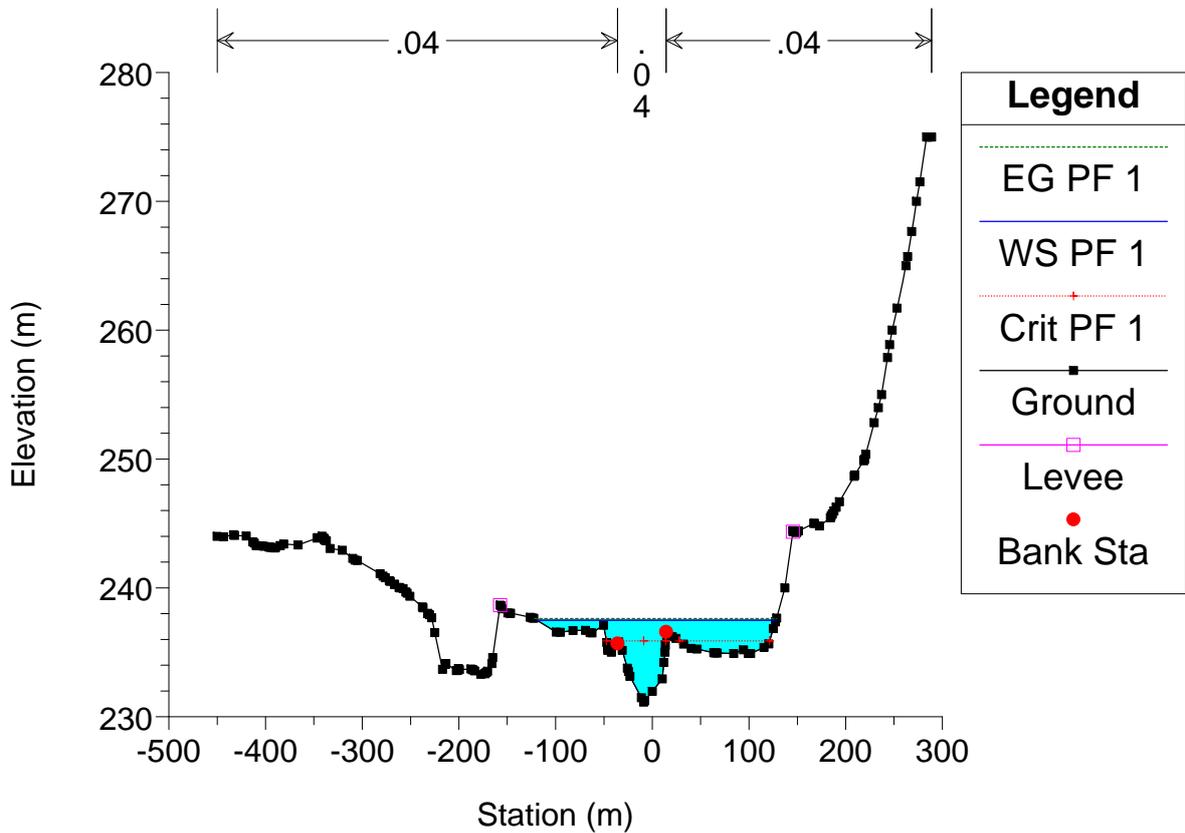
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



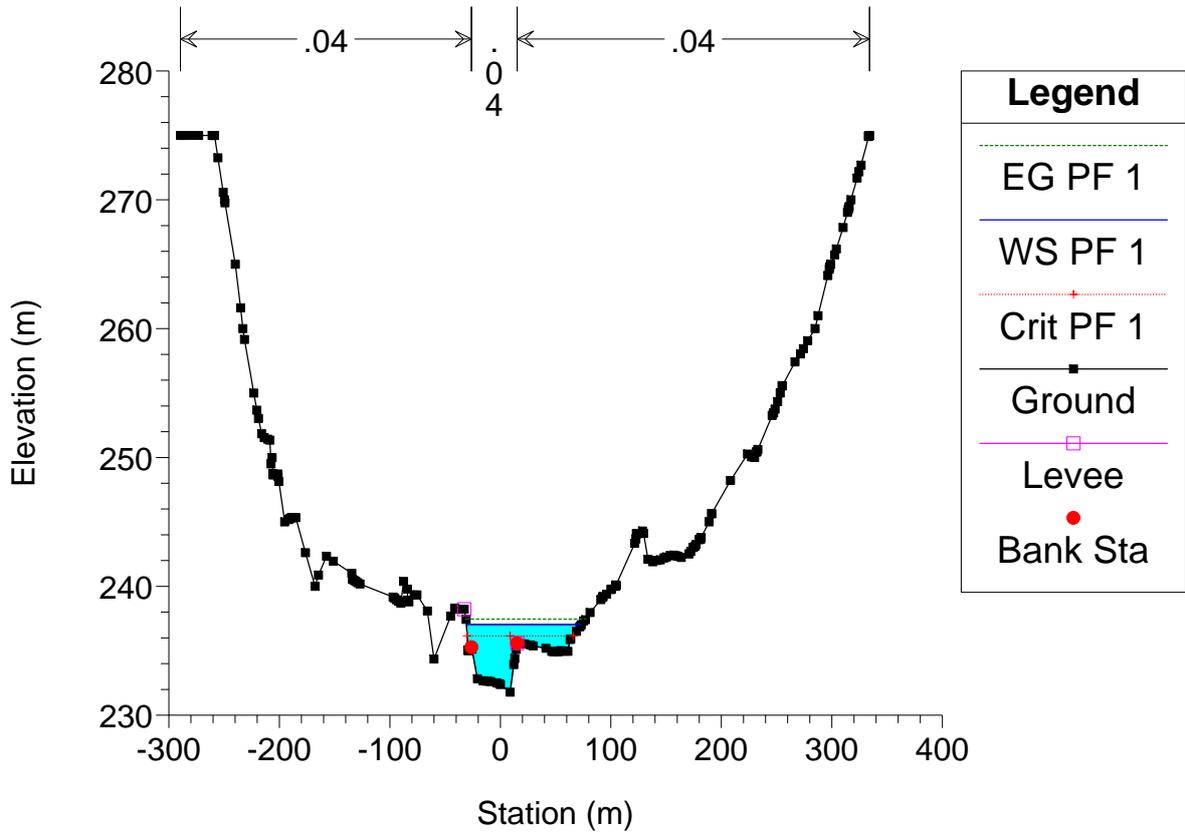
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



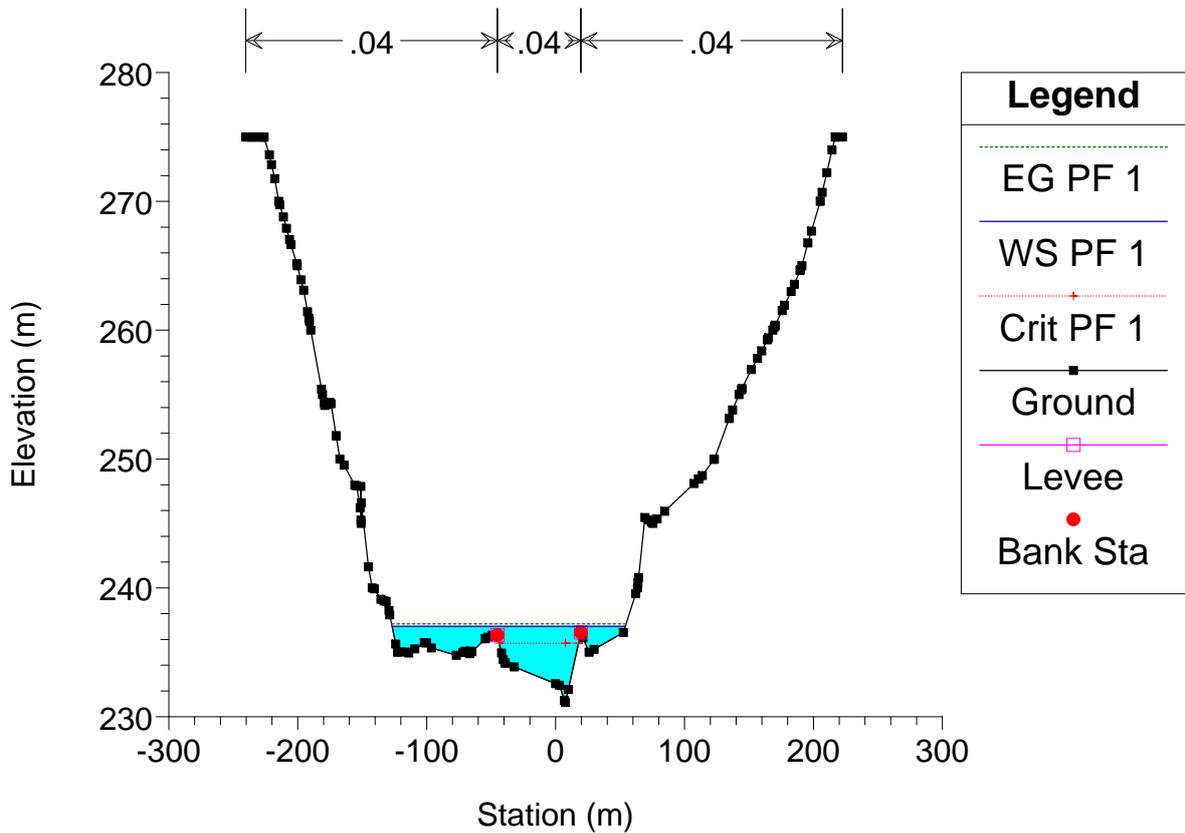
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



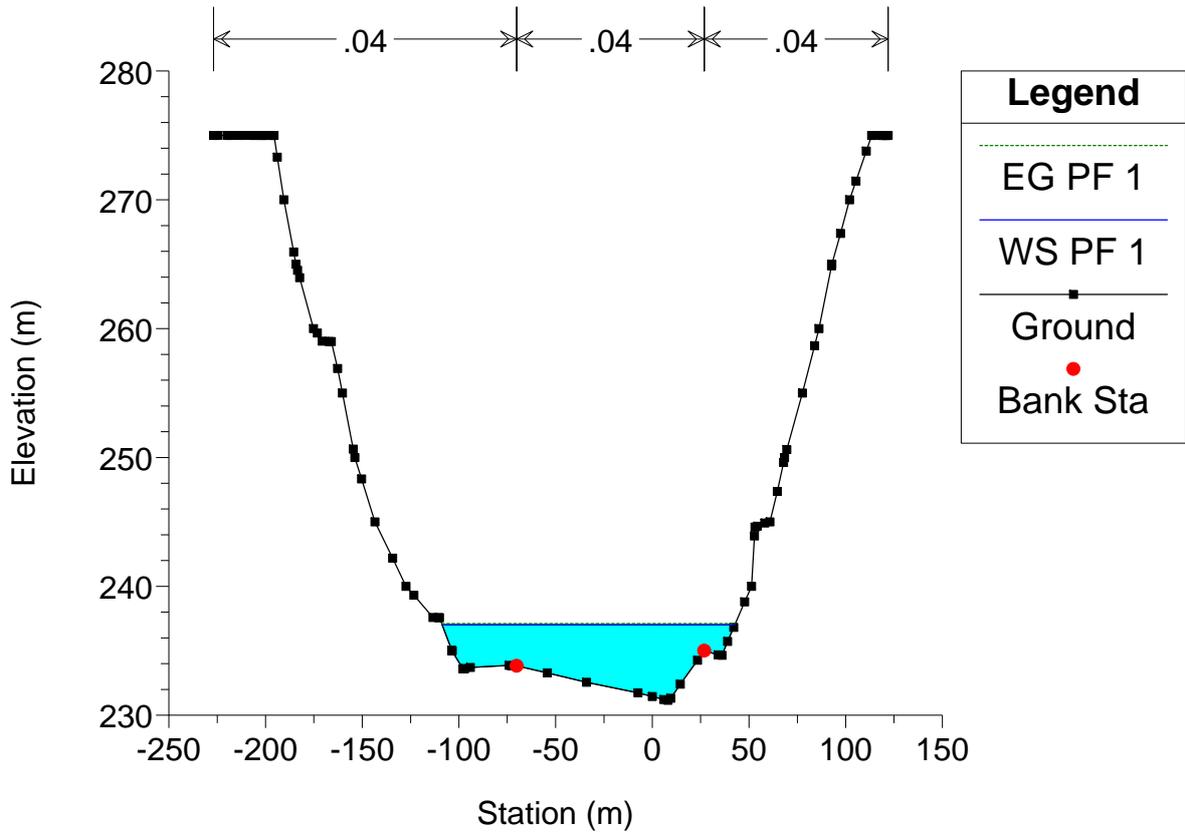
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



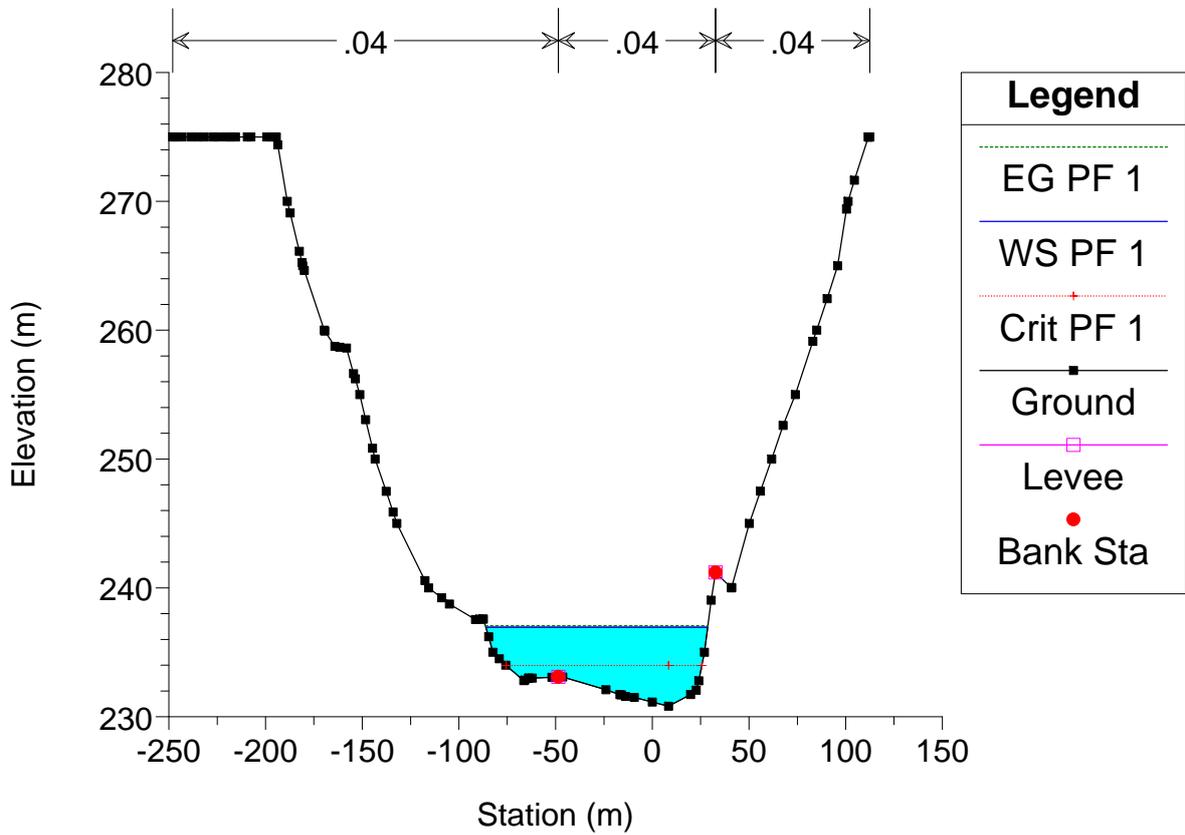
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



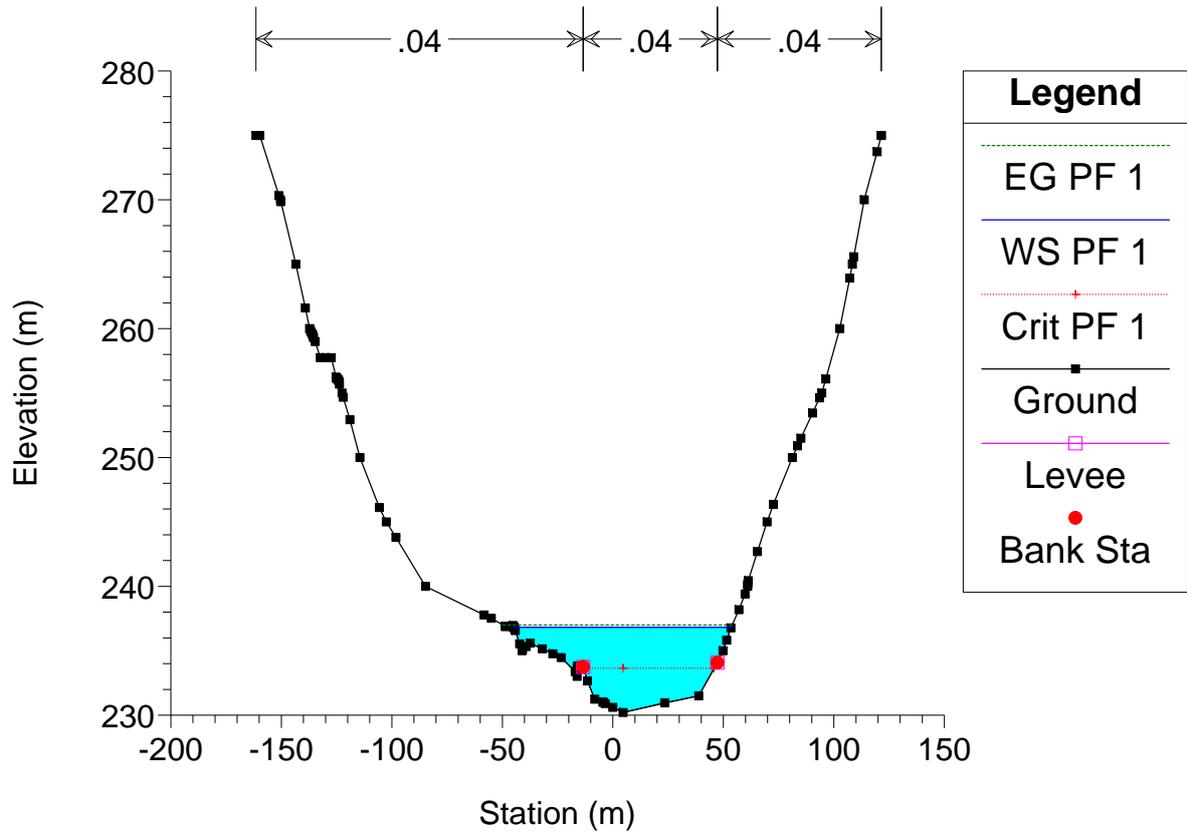
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



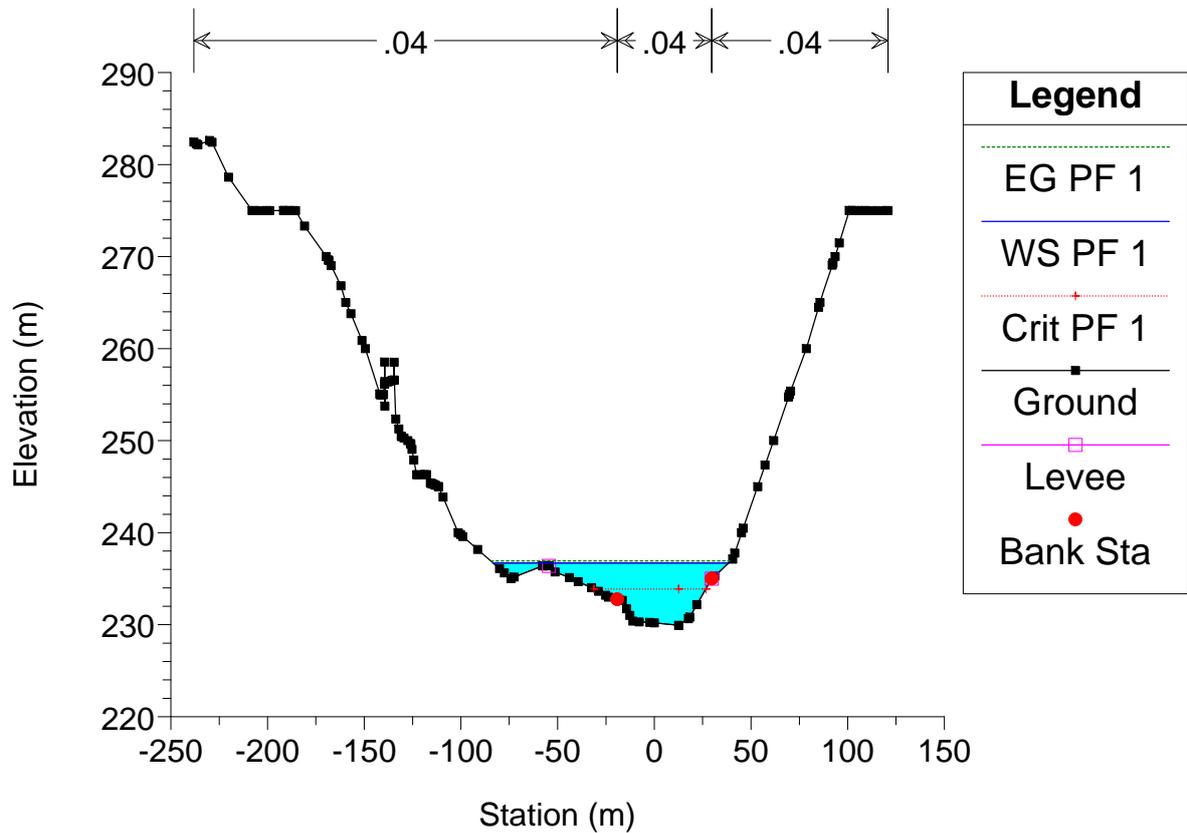
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



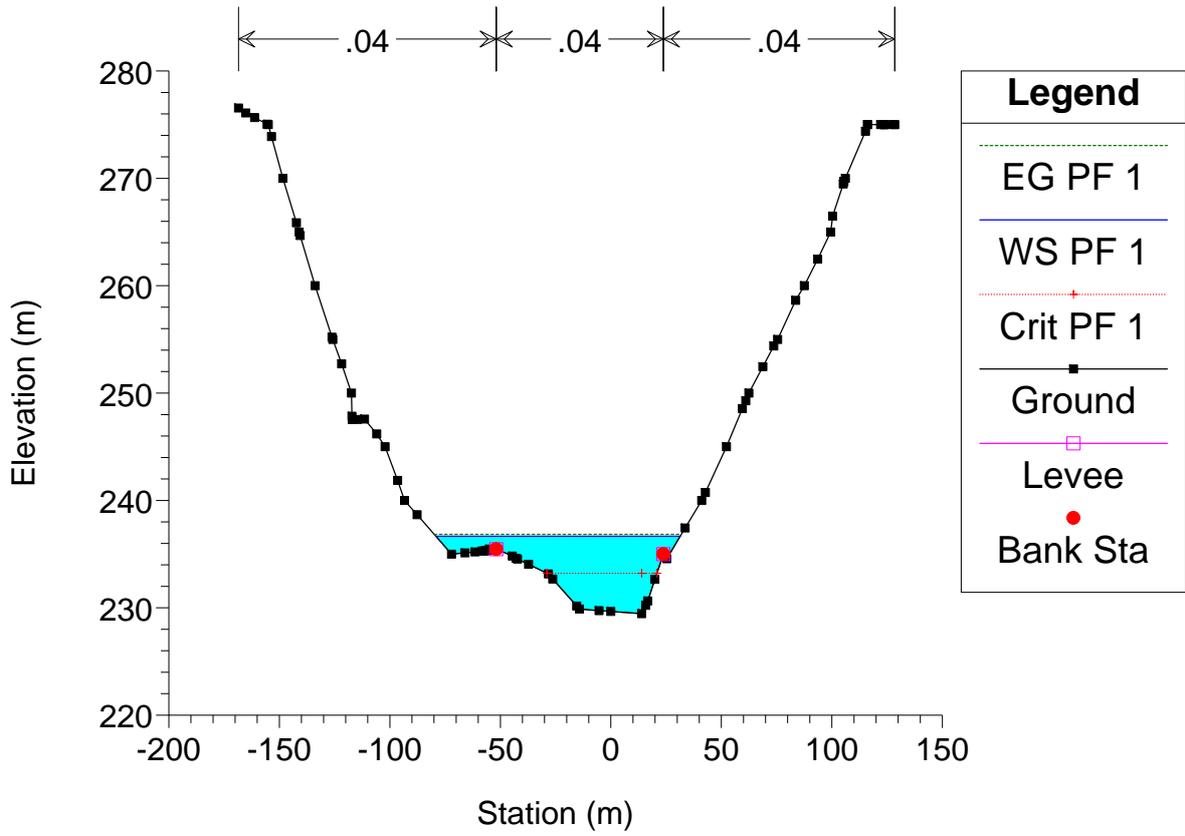
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



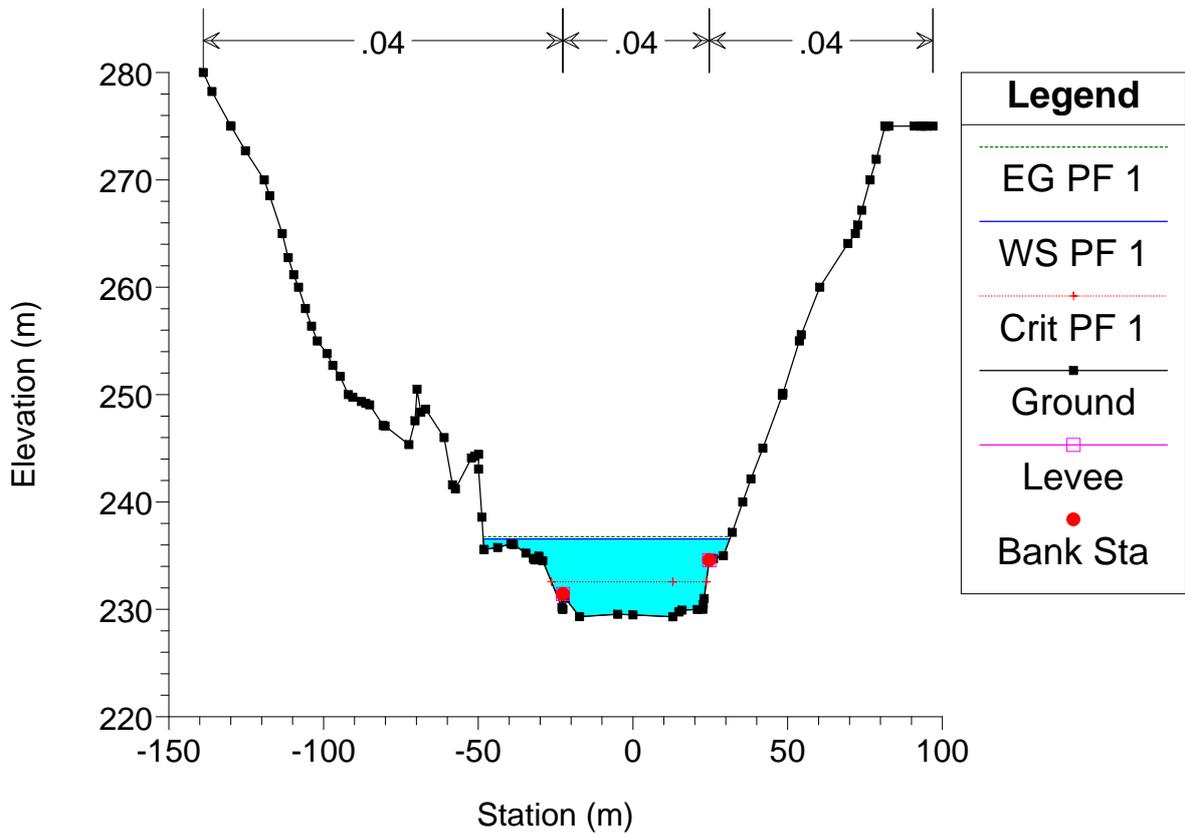
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



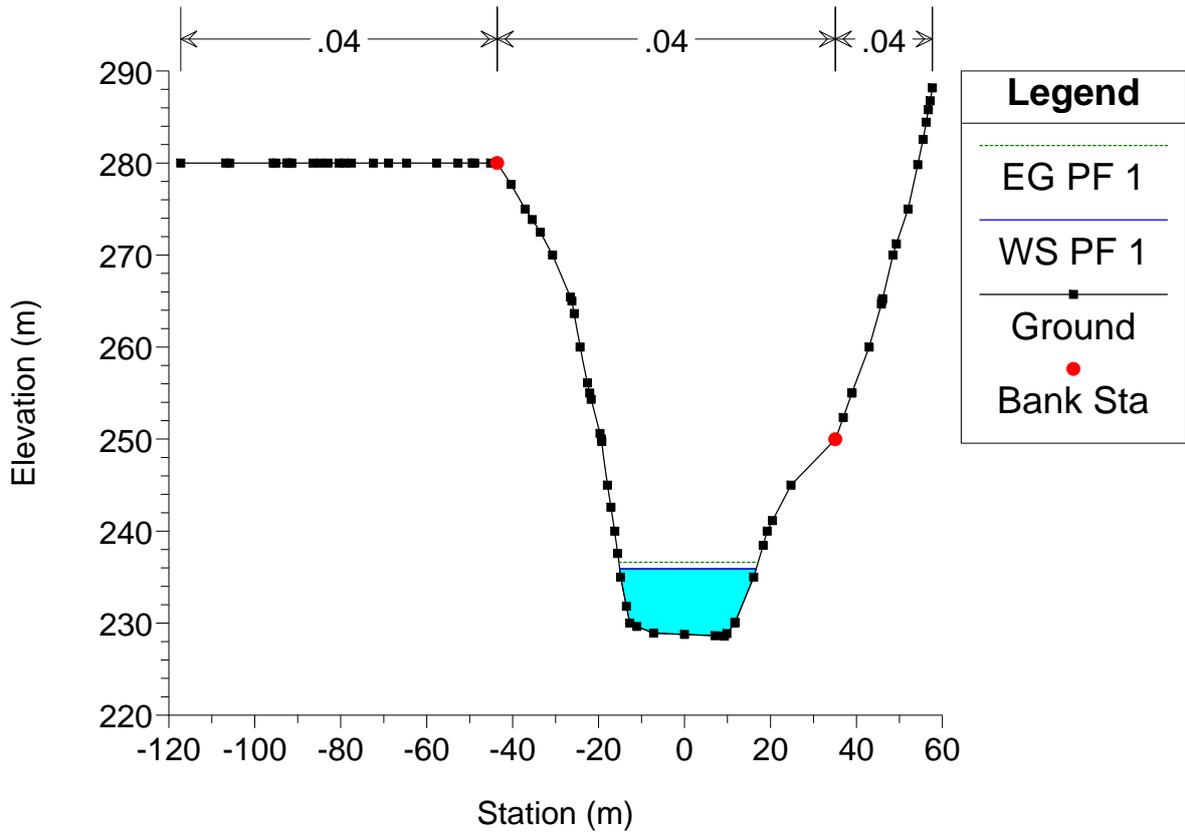
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



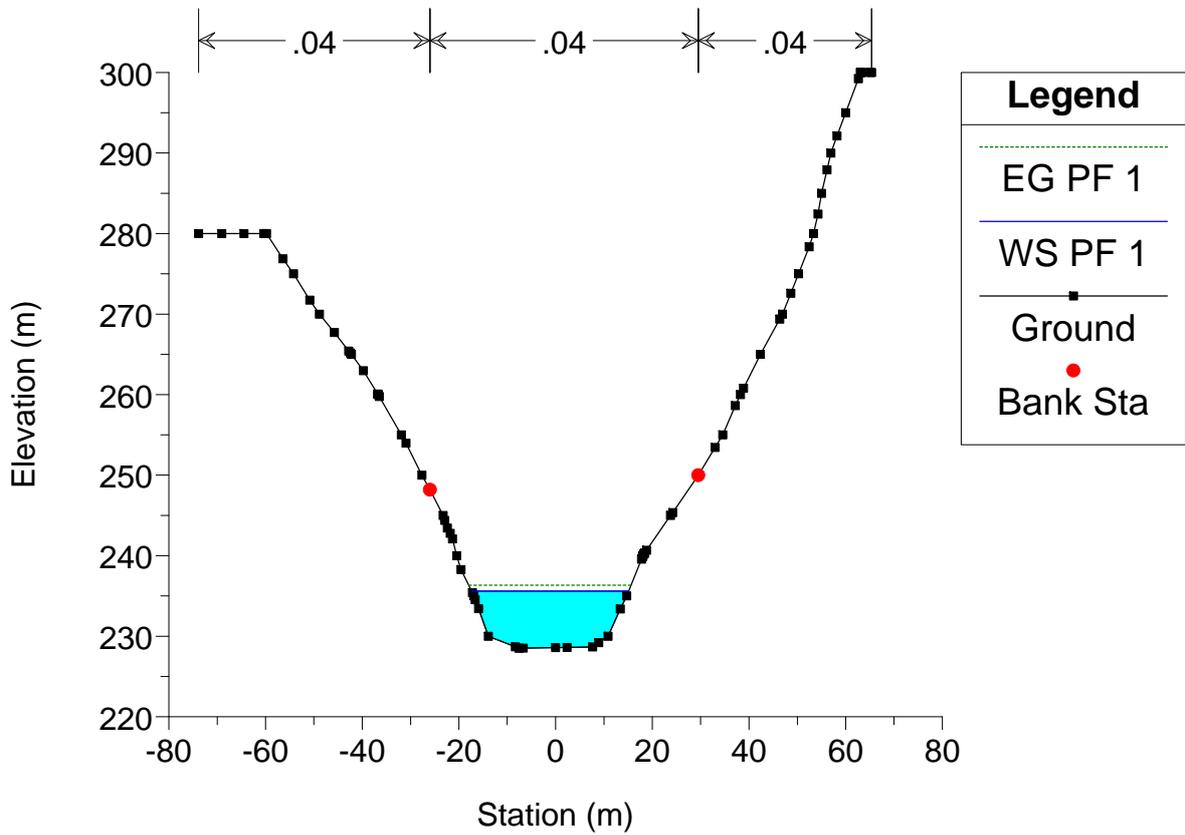
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



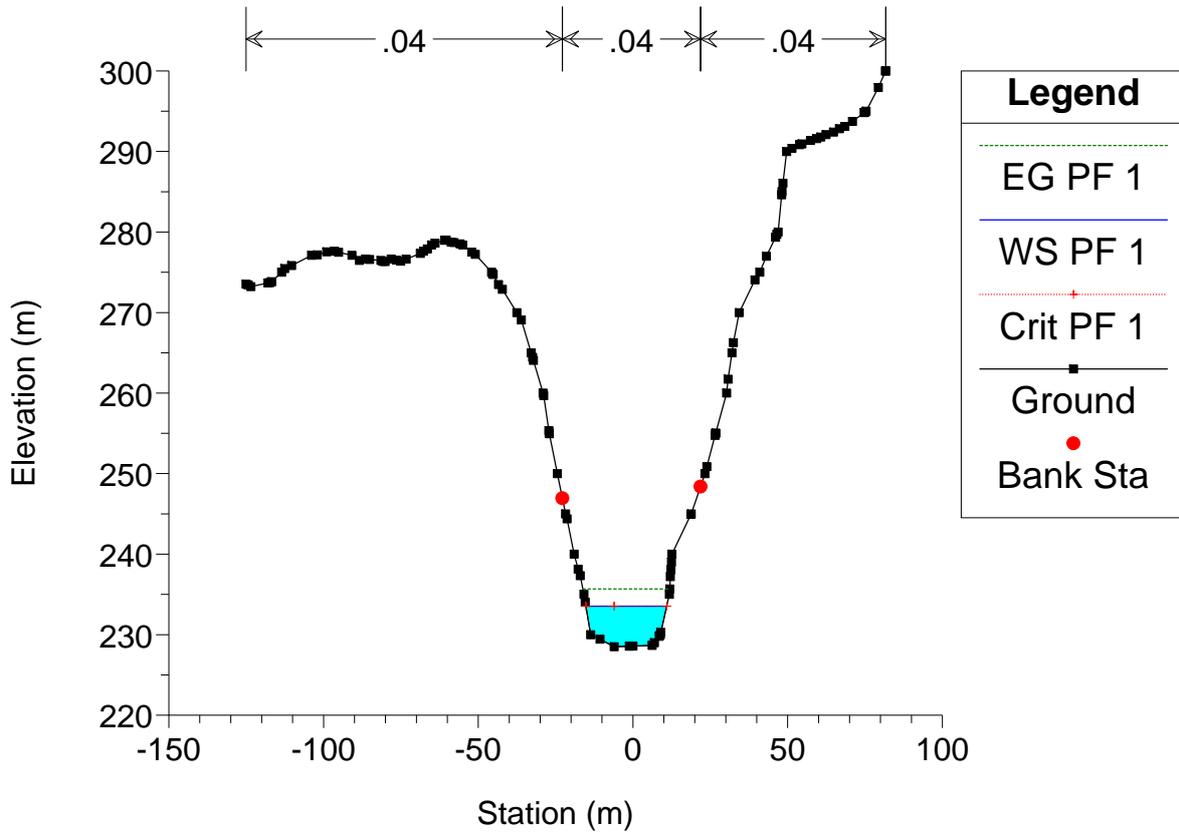
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



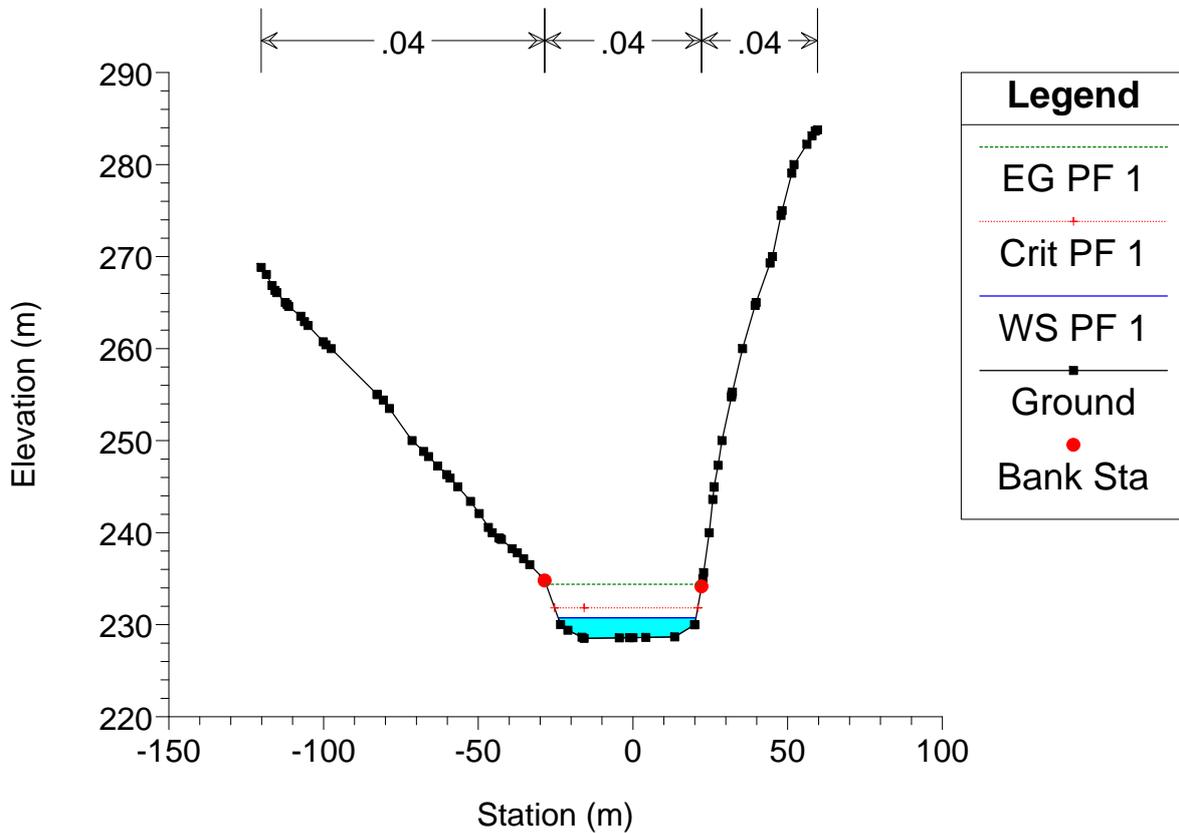
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



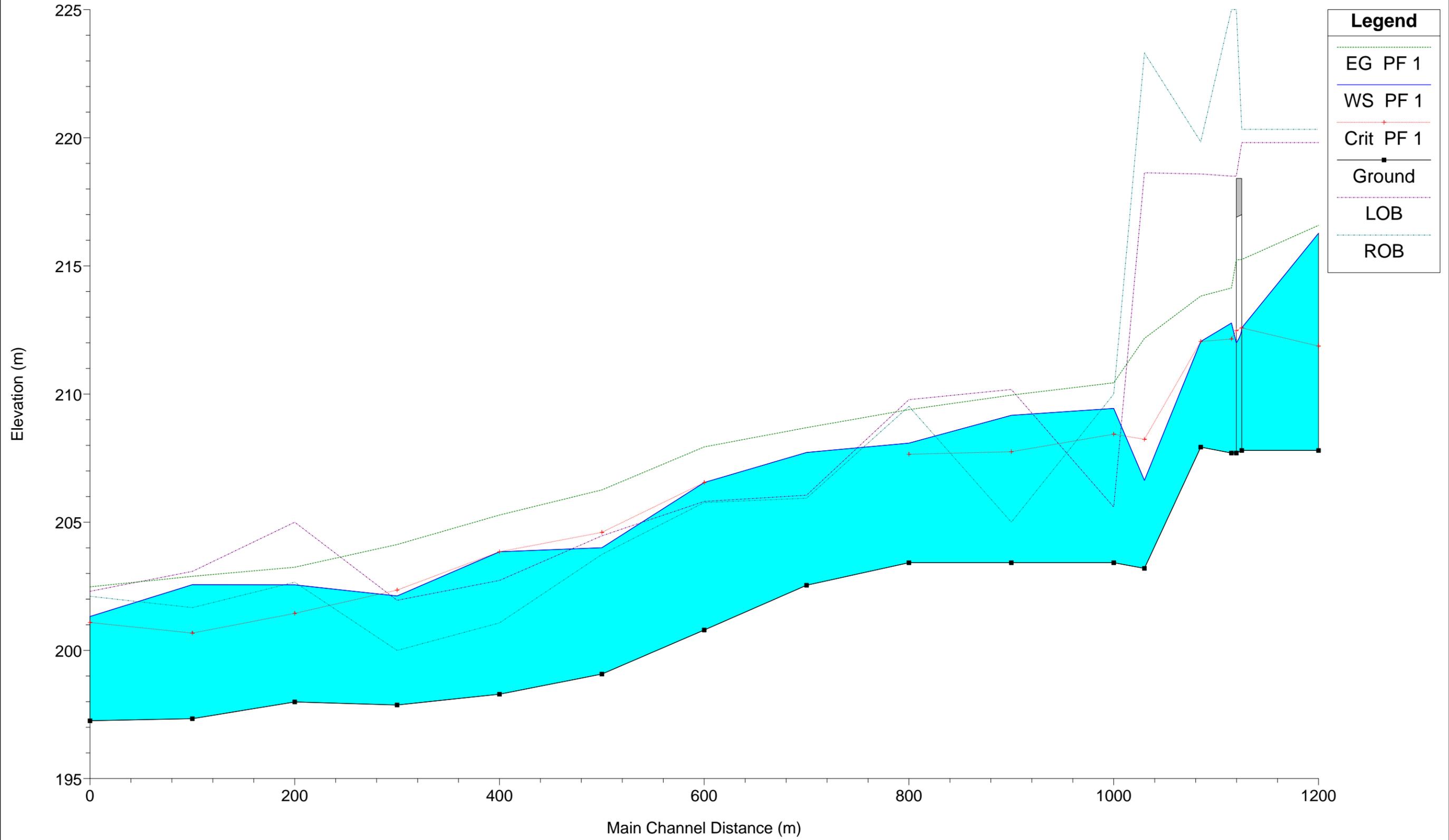
Astico_TR5 Plan: Plan 02 20/07/2011



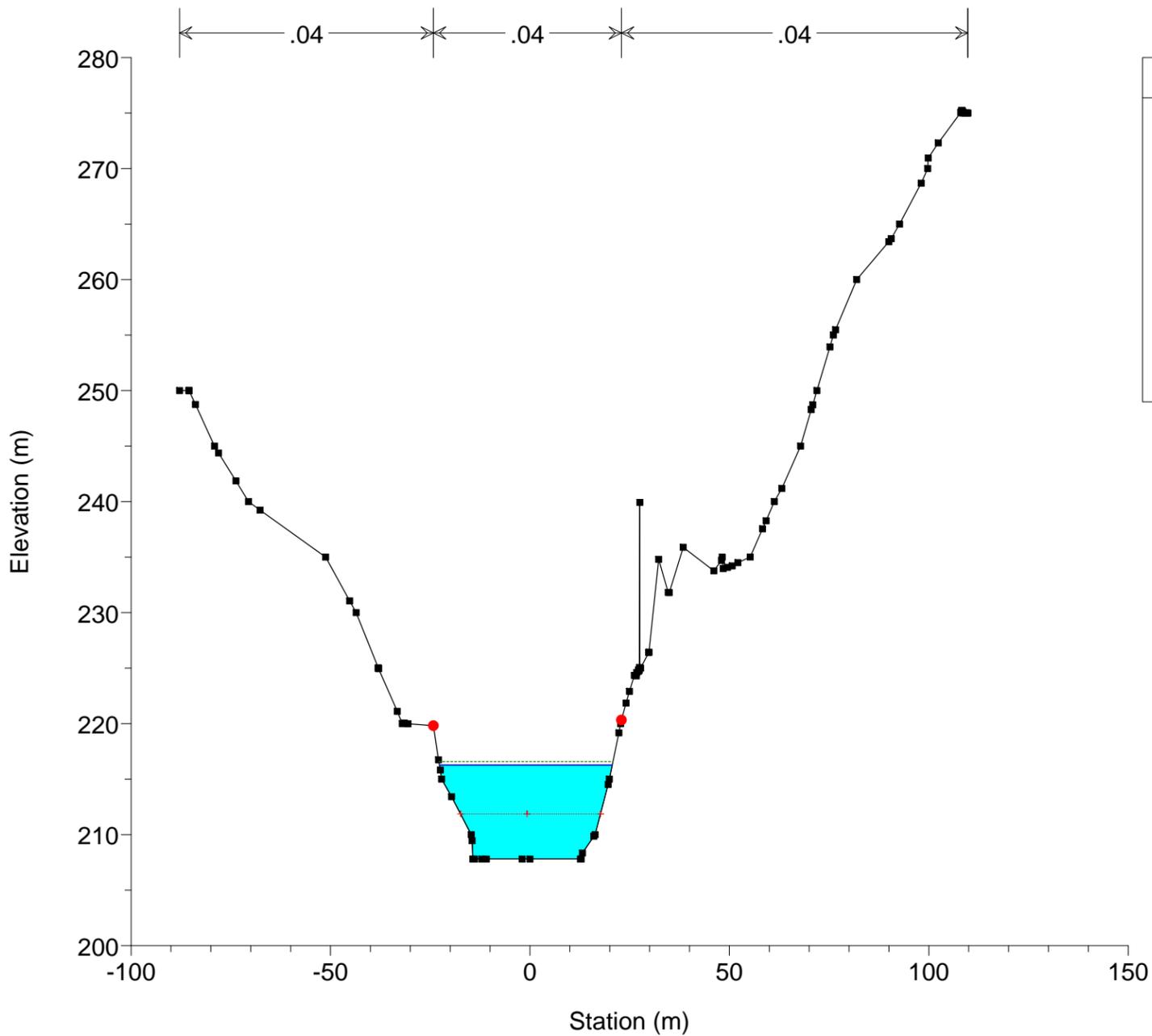
Torrente Astico – Stato di fatto – Tratto 6

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR6 Profile: PF 1

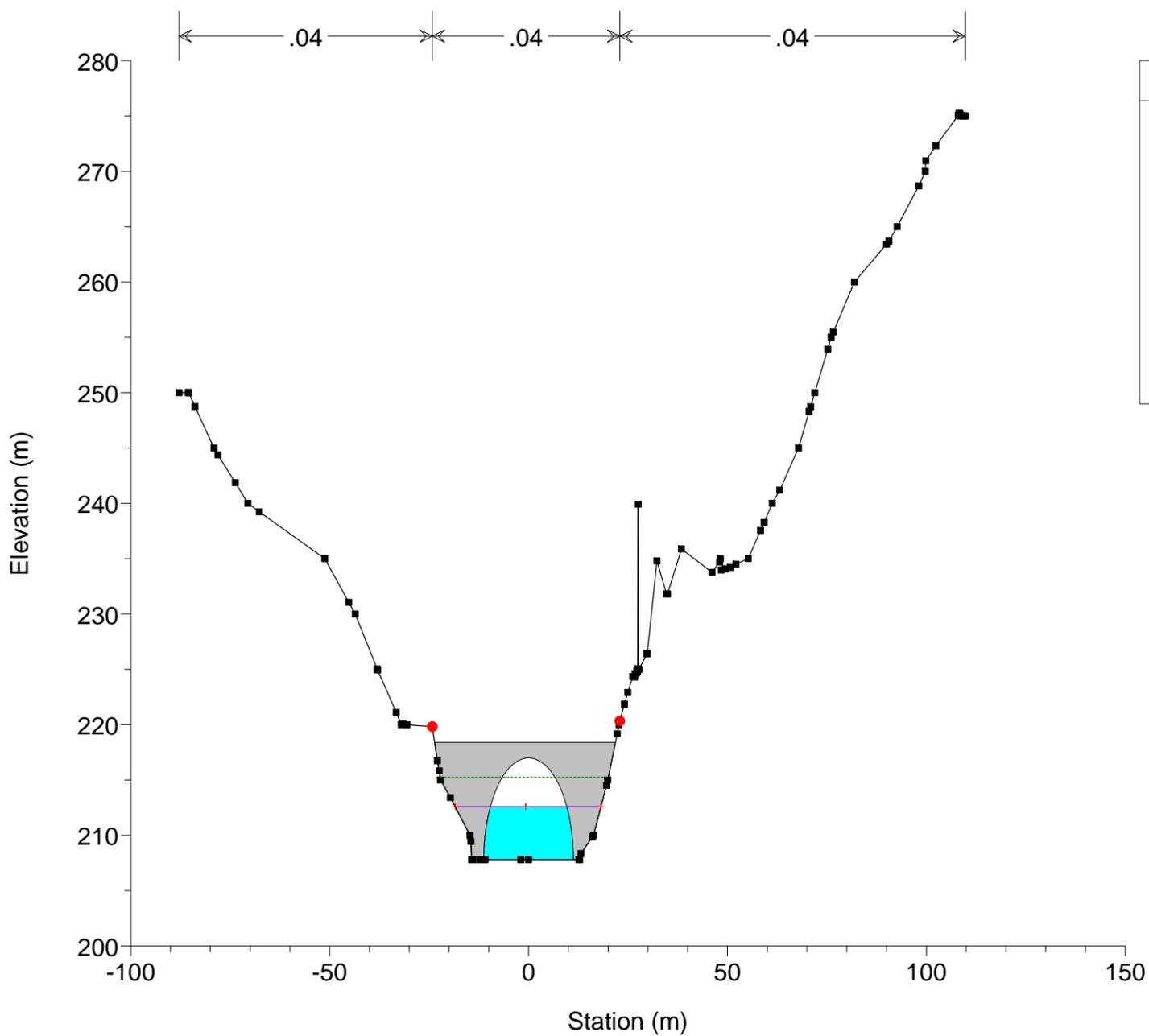
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR6	-1	PF 1	741.98	207.80	216.27	211.87	2.47	0.30		
TR6	-1.5		Culvert							
TR6	-2	PF 1	741.98	207.70	212.77	212.15	5.18	0.81	218.50	225.00
TR6	-3	PF 1	741.98	207.93	212.05	212.05	5.90	1.00	218.59	219.84
TR6	-4	PF 1	741.98	203.20	206.63	208.24	10.43	2.28	218.63	223.31
TR6	-5	PF 1	741.98	203.42	209.44	208.44	4.47	0.68	205.59	210.00
TR6	-6	PF 1	741.98	203.42	209.17	207.75	4.01	0.59	210.18	205.00
TR6	-7	PF 1	741.98	203.42	208.09	207.65	5.07	0.84	209.78	209.52
TR6	-8	PF 1	741.98	202.54	207.72		4.44	0.67		
TR6	-9	PF 1	741.98	200.79	206.55	206.55	5.37	0.99	205.81	205.77
TR6	-10	PF 1	741.98	199.08	204.01	204.60	6.69	1.32	204.47	203.74
TR6	-11	PF 1	741.98	198.29	203.85	203.85	5.67	0.92		
TR6	-12	PF 1	741.98	197.87	202.12	202.35	6.29	1.10		
TR6	-13	PF 1	741.98	197.99	202.56	201.44	3.68	0.61		
TR6	-14	PF 1	741.98	197.33	202.56	200.68	2.59	0.40		201.67
TR6	-15	PF 1	741.98	197.25	201.32	201.09	4.76	0.89	202.31	202.11



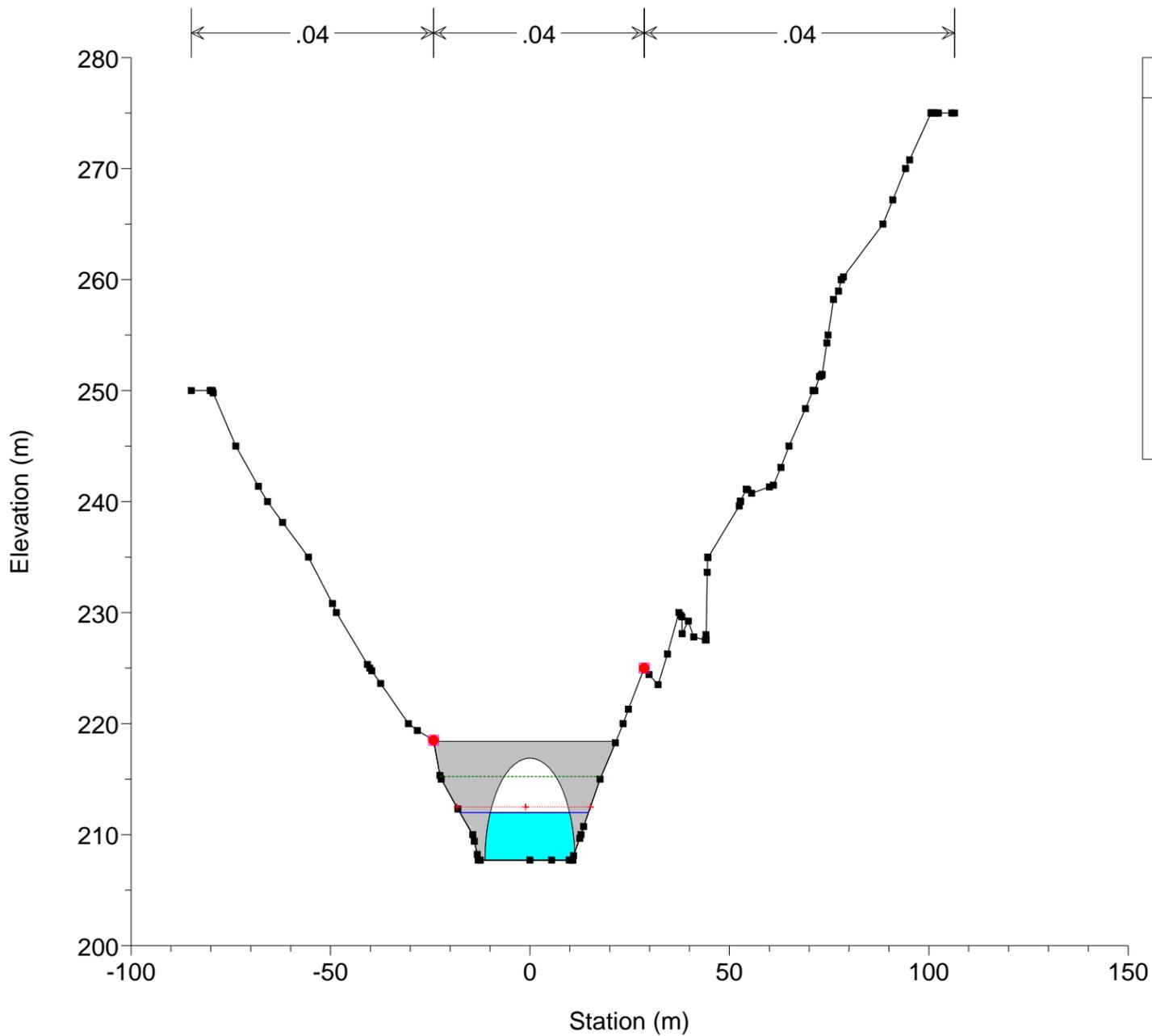
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



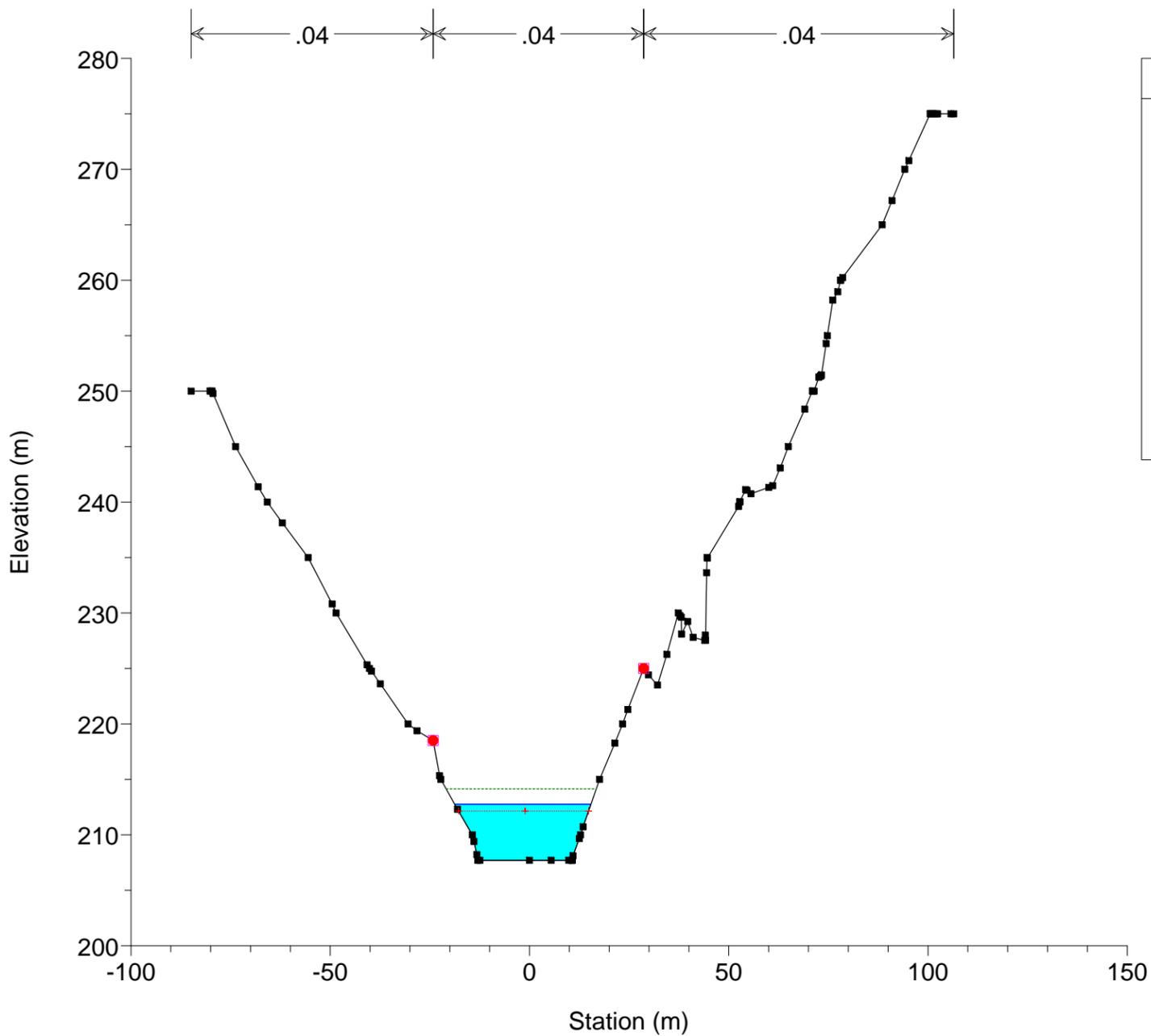
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



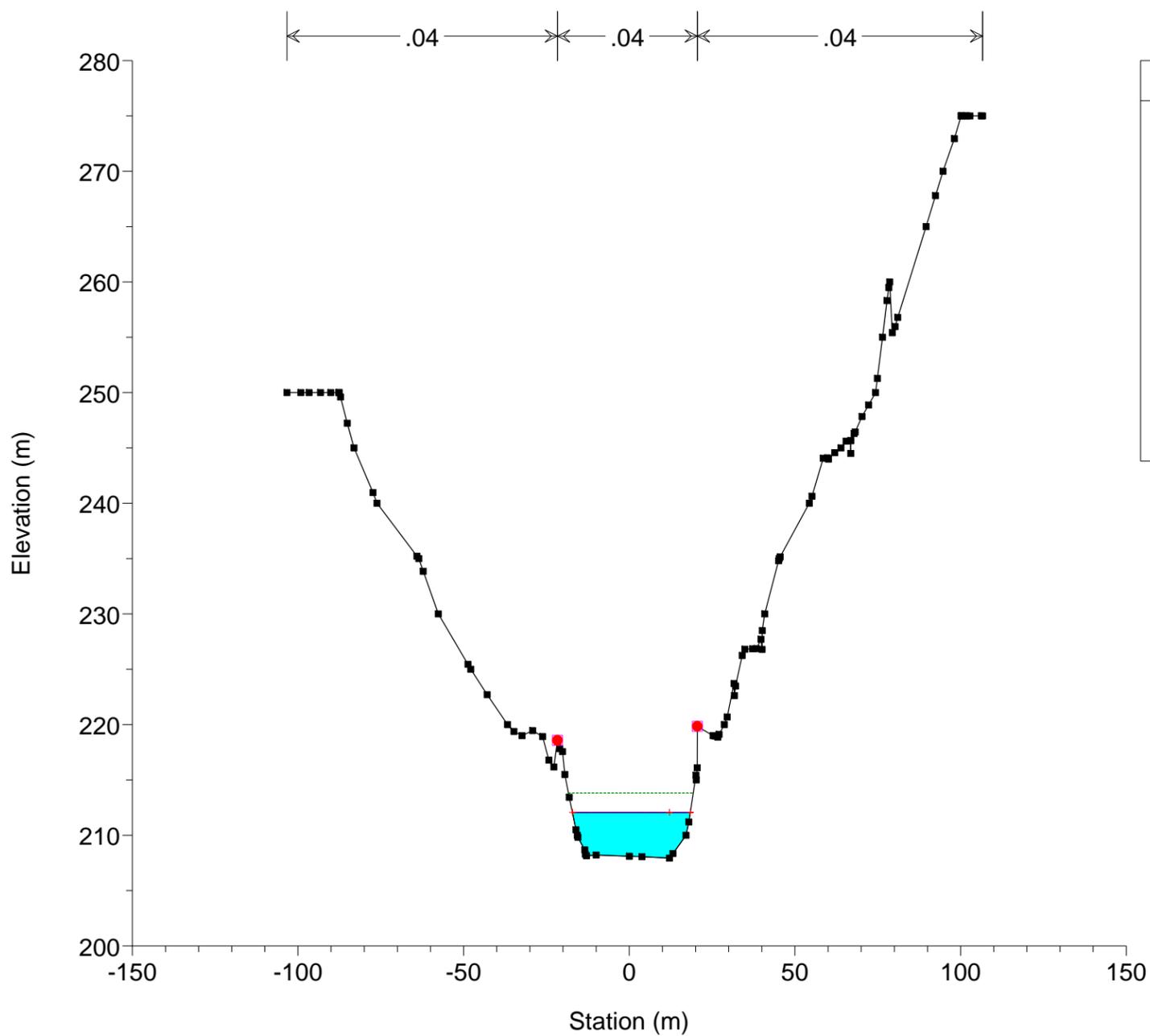
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



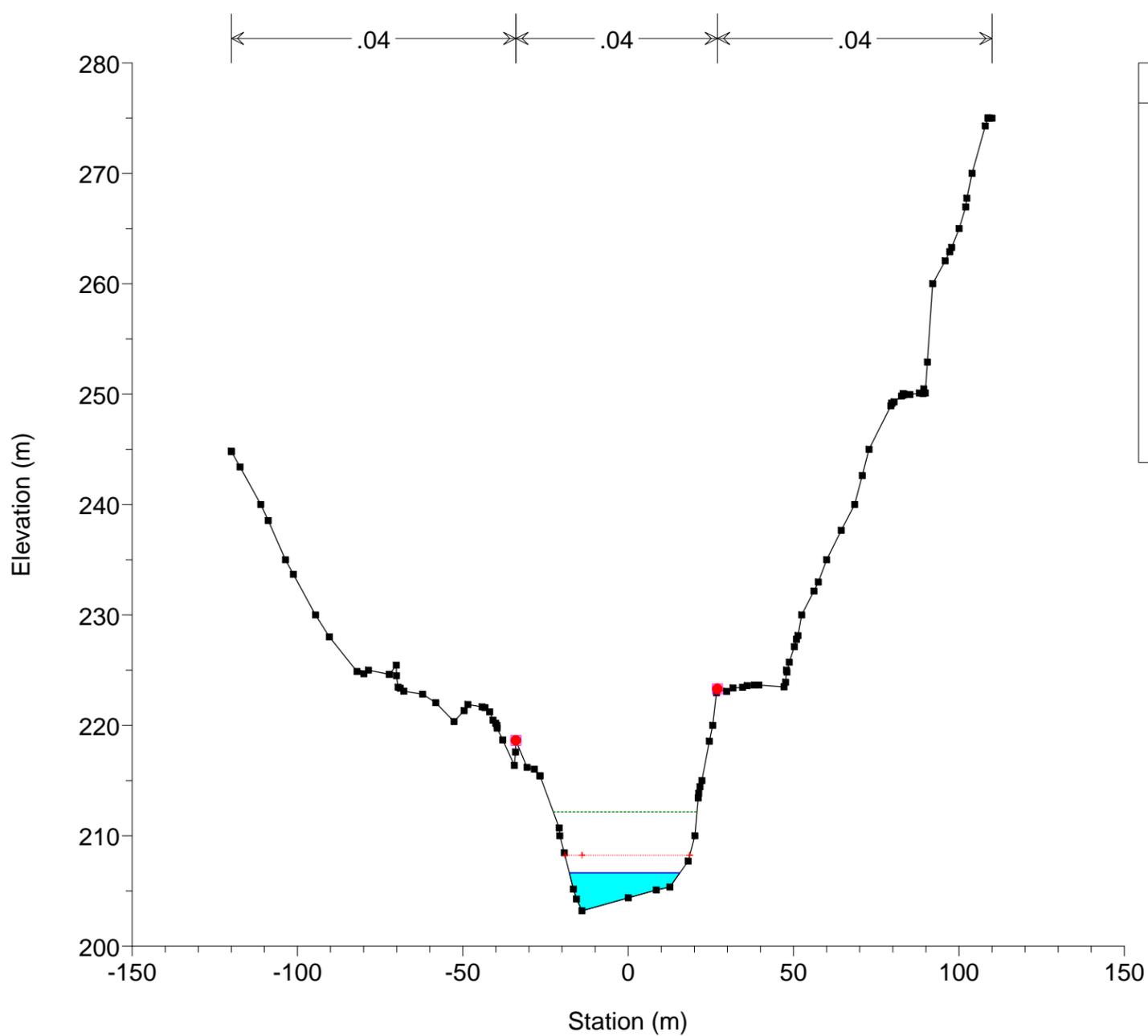
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



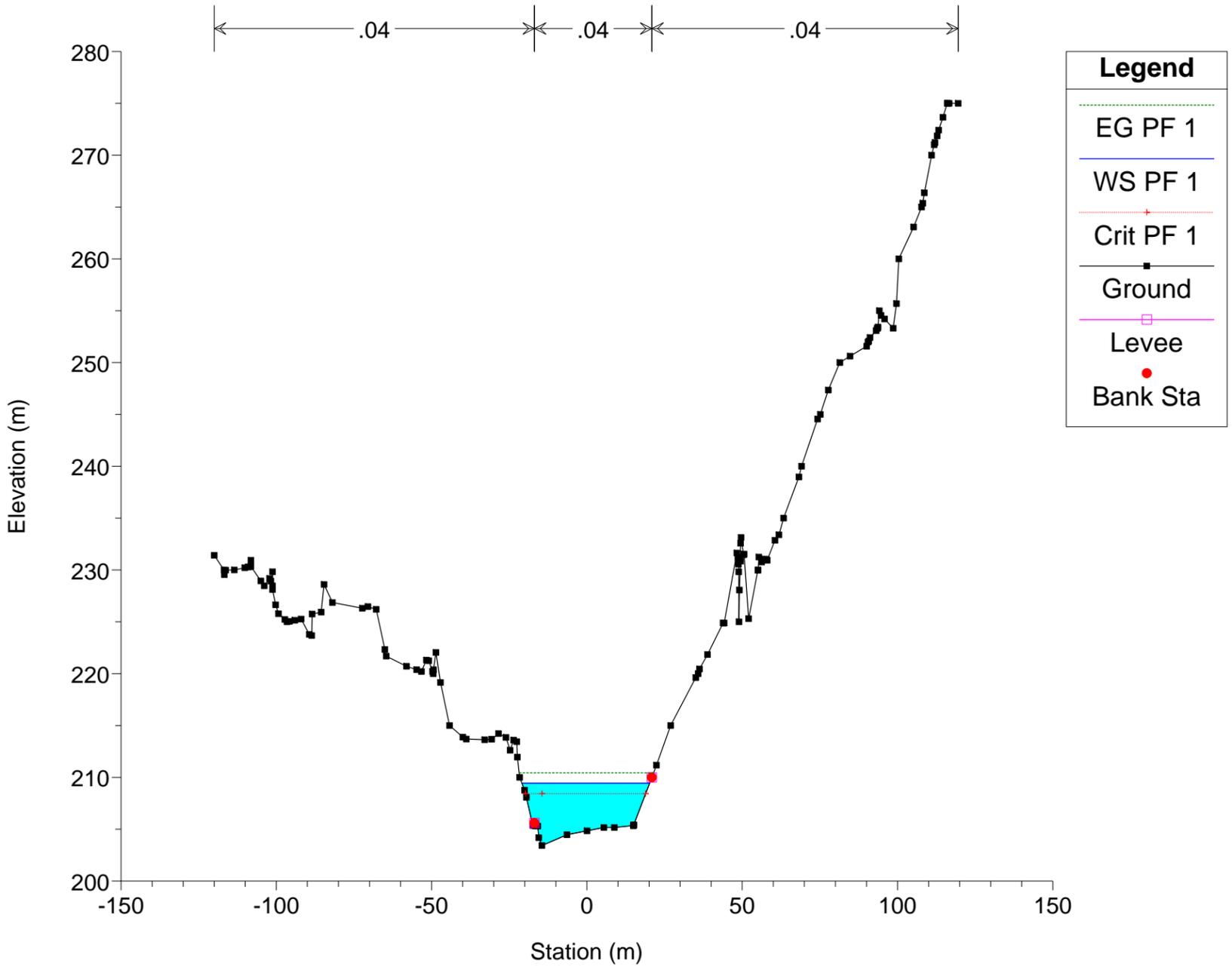
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



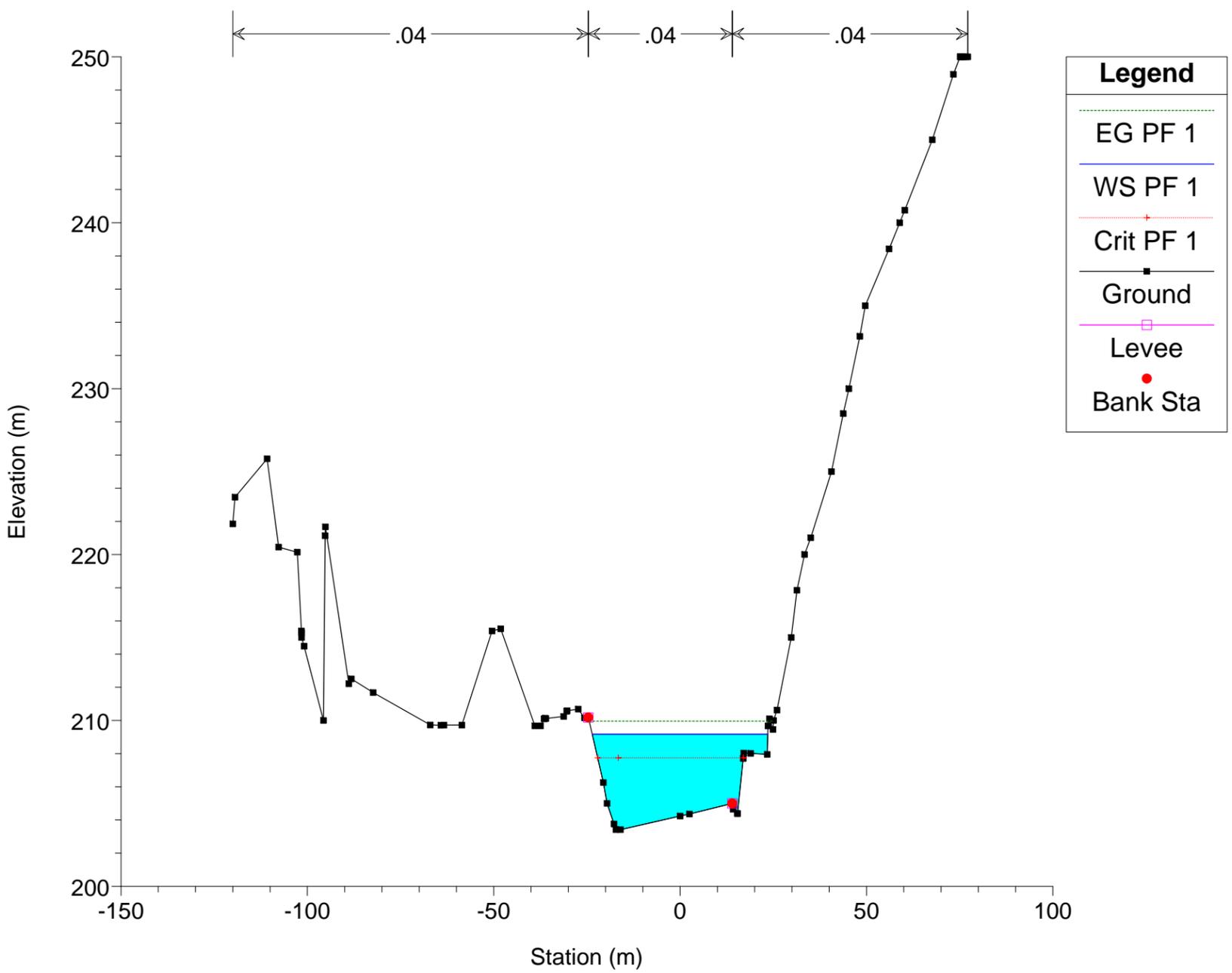
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



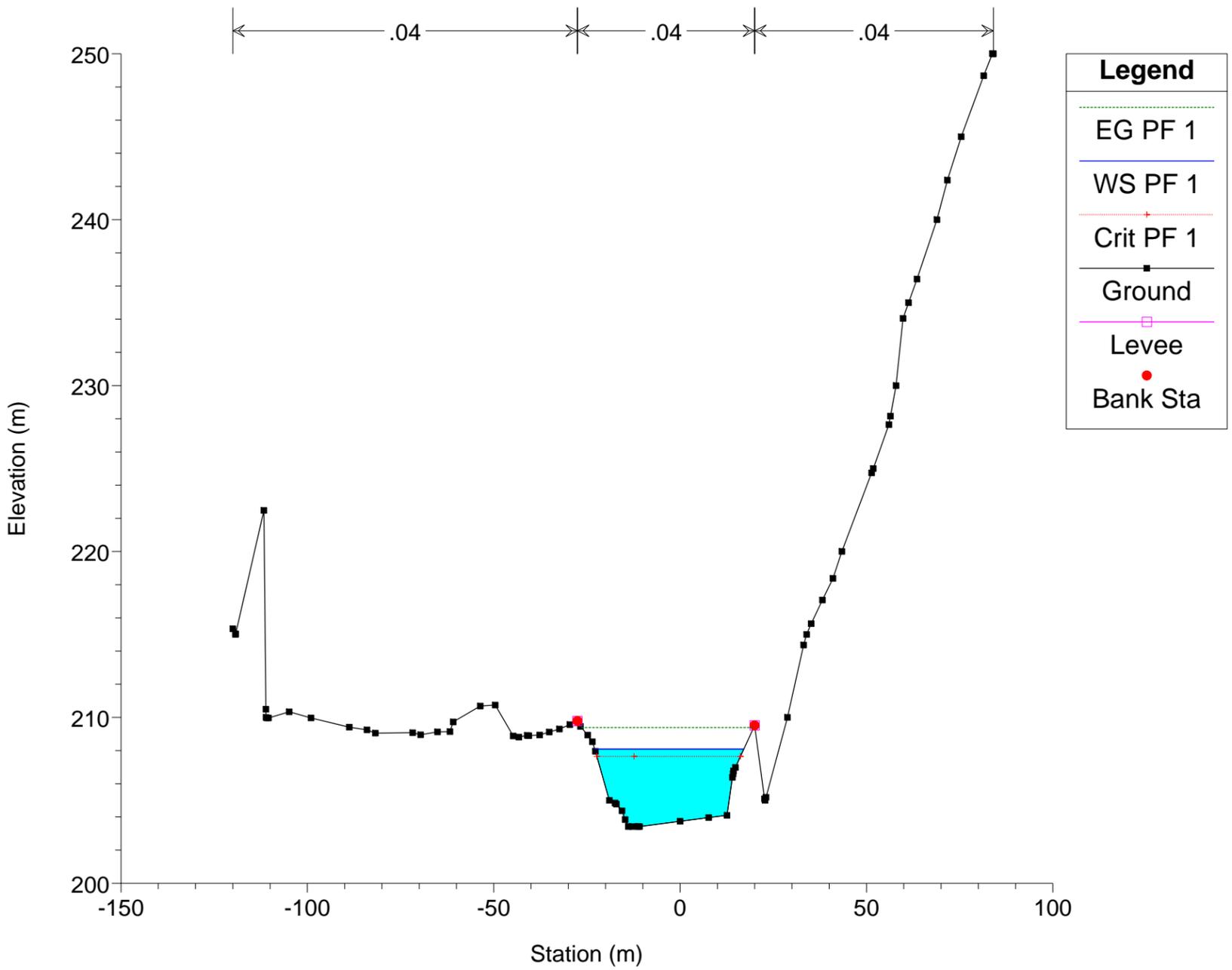
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



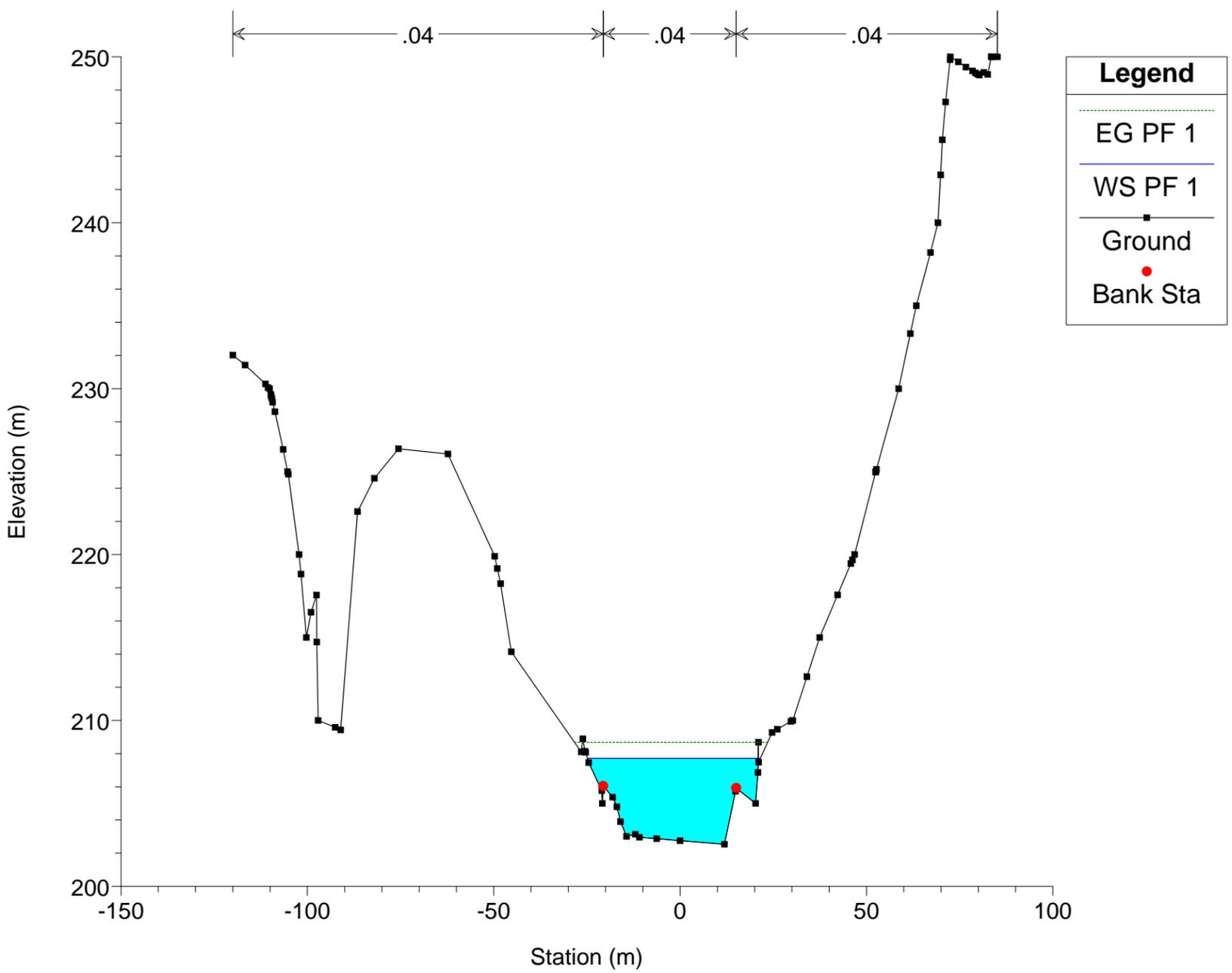
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011

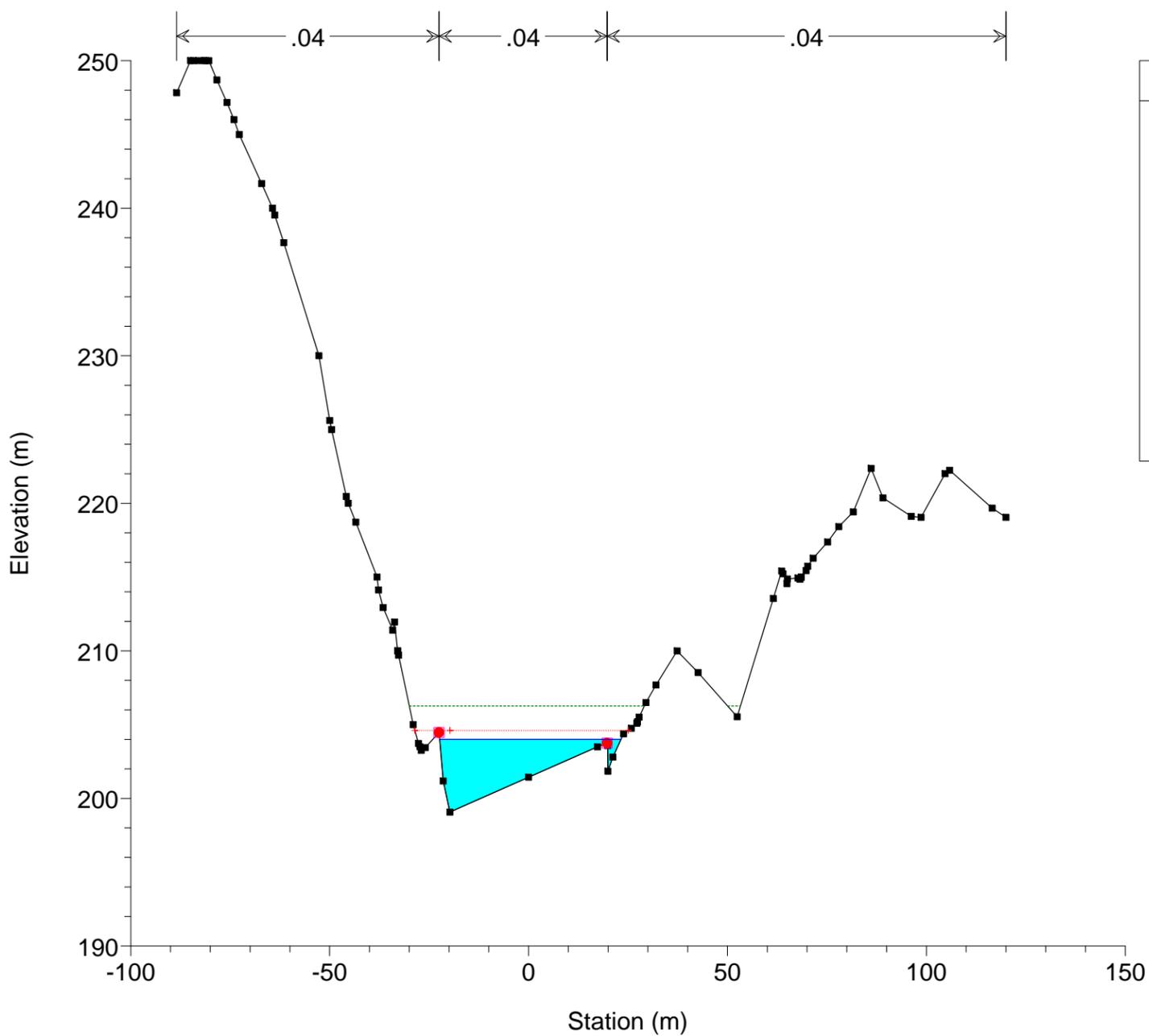
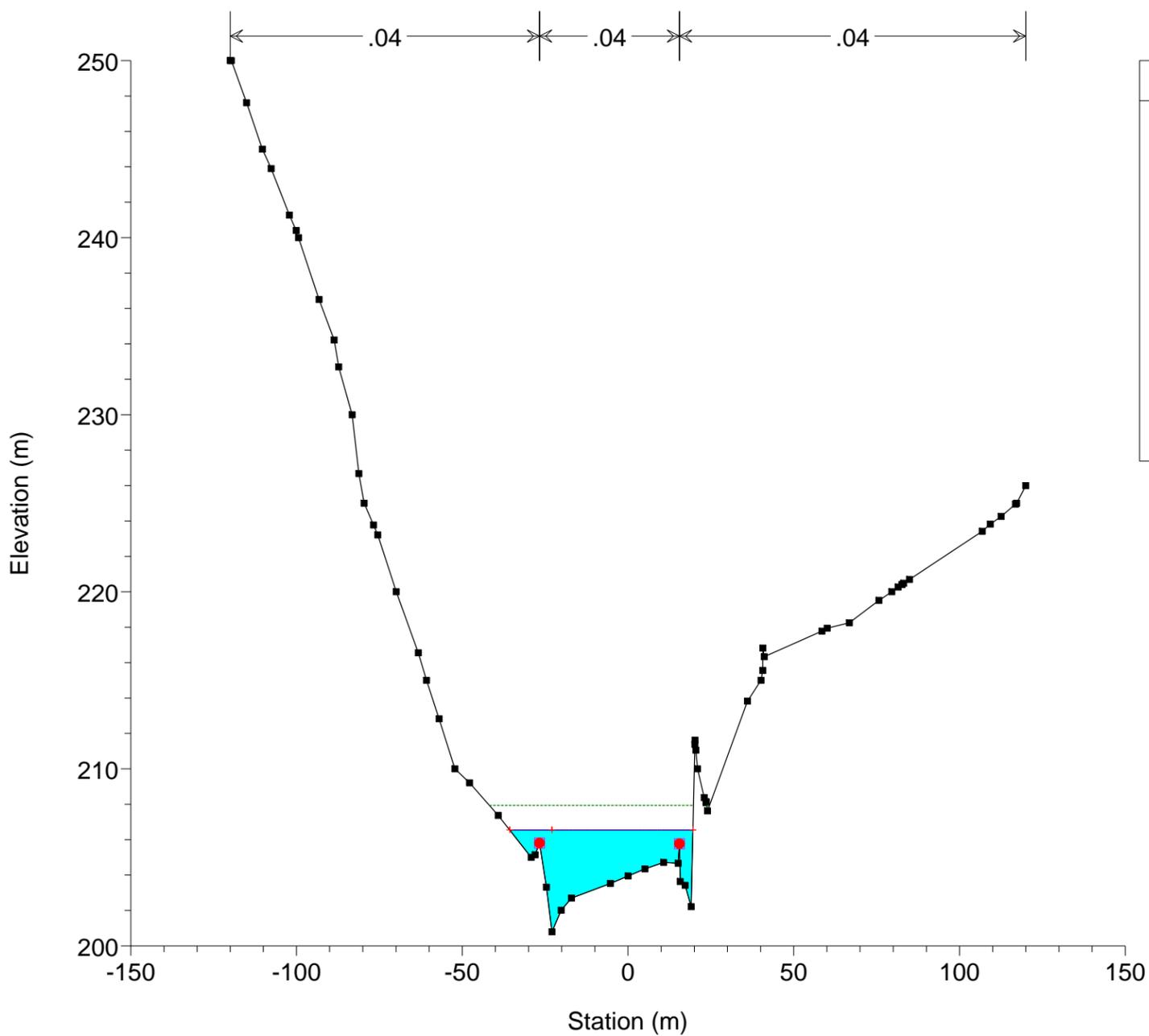


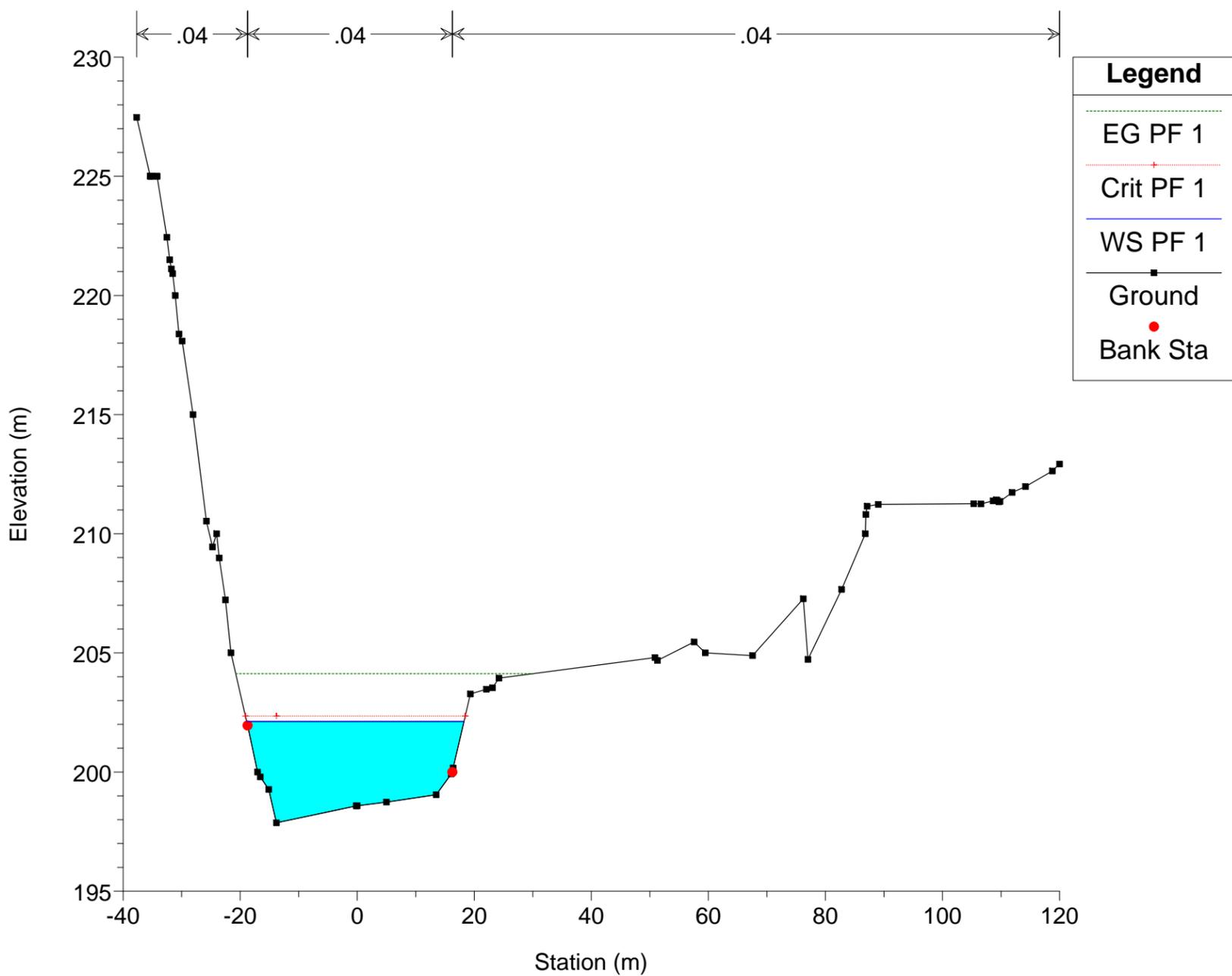
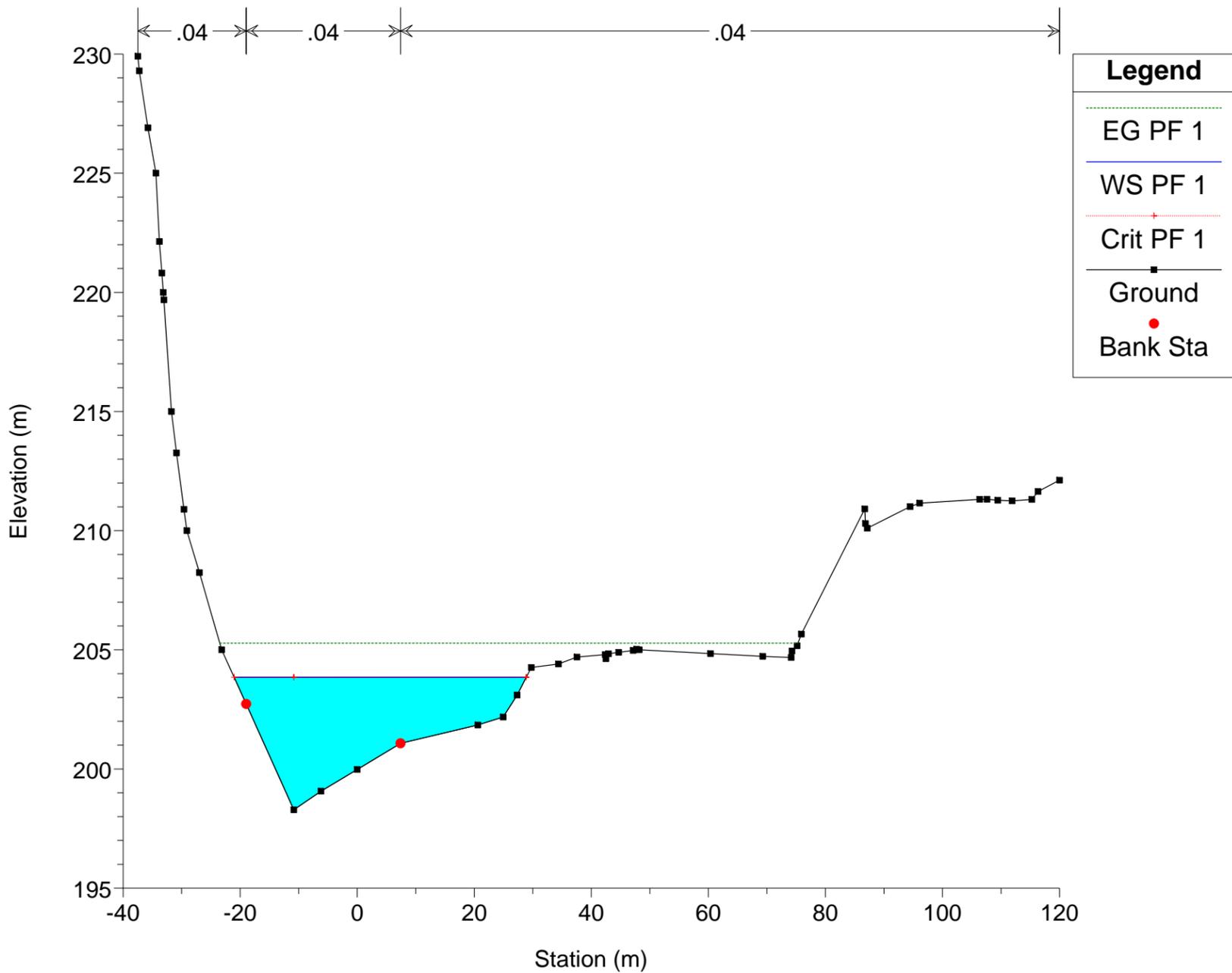
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



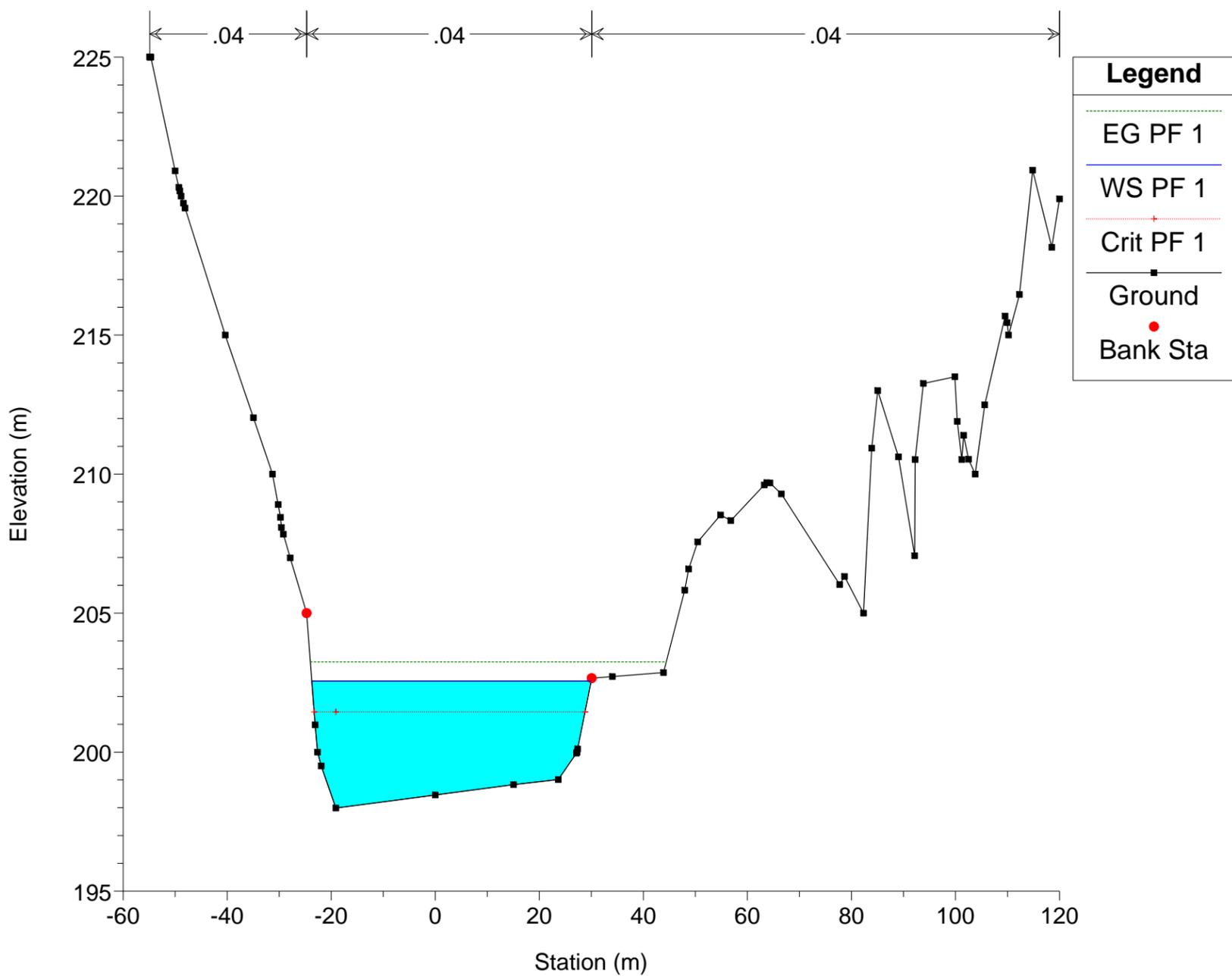
Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



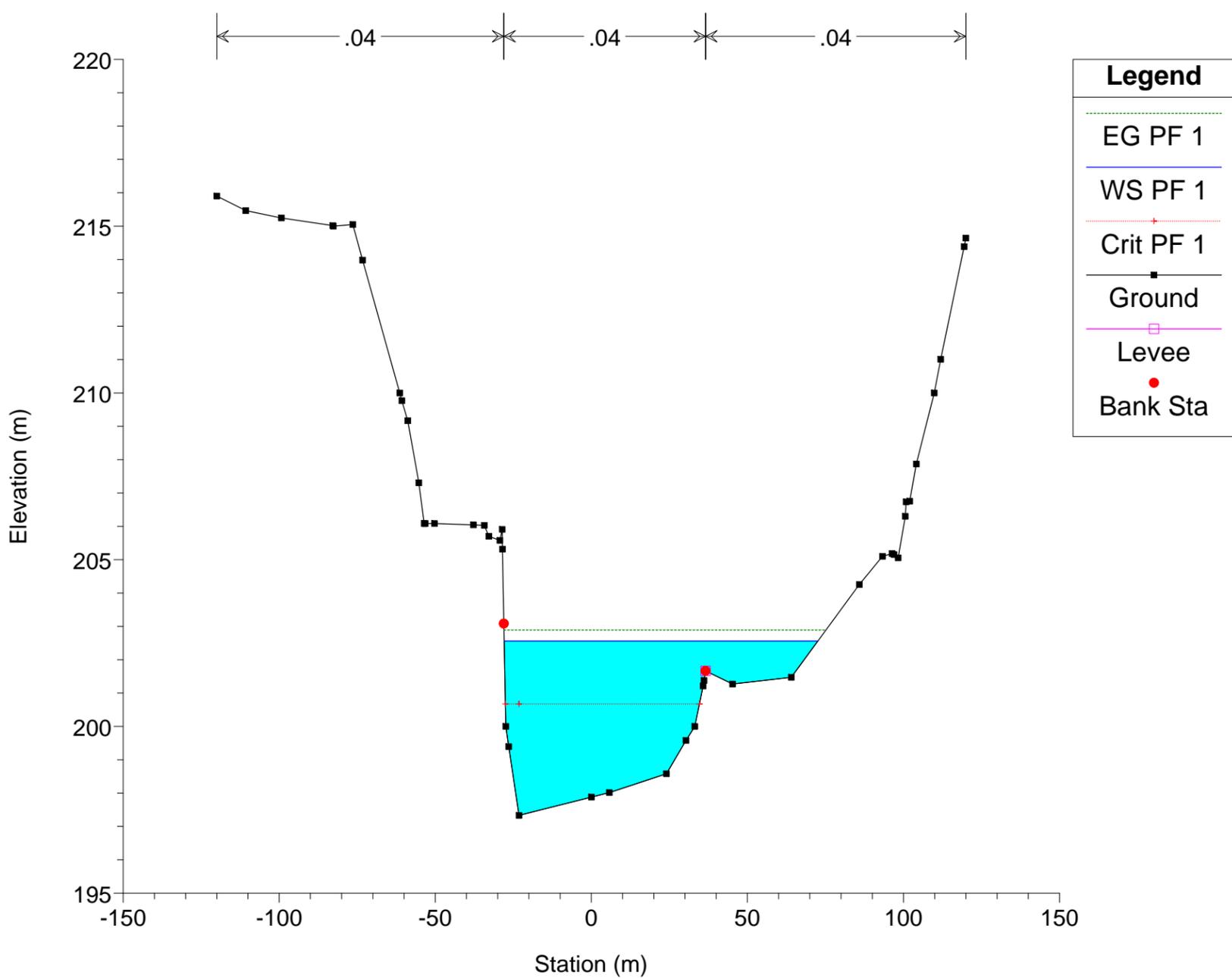


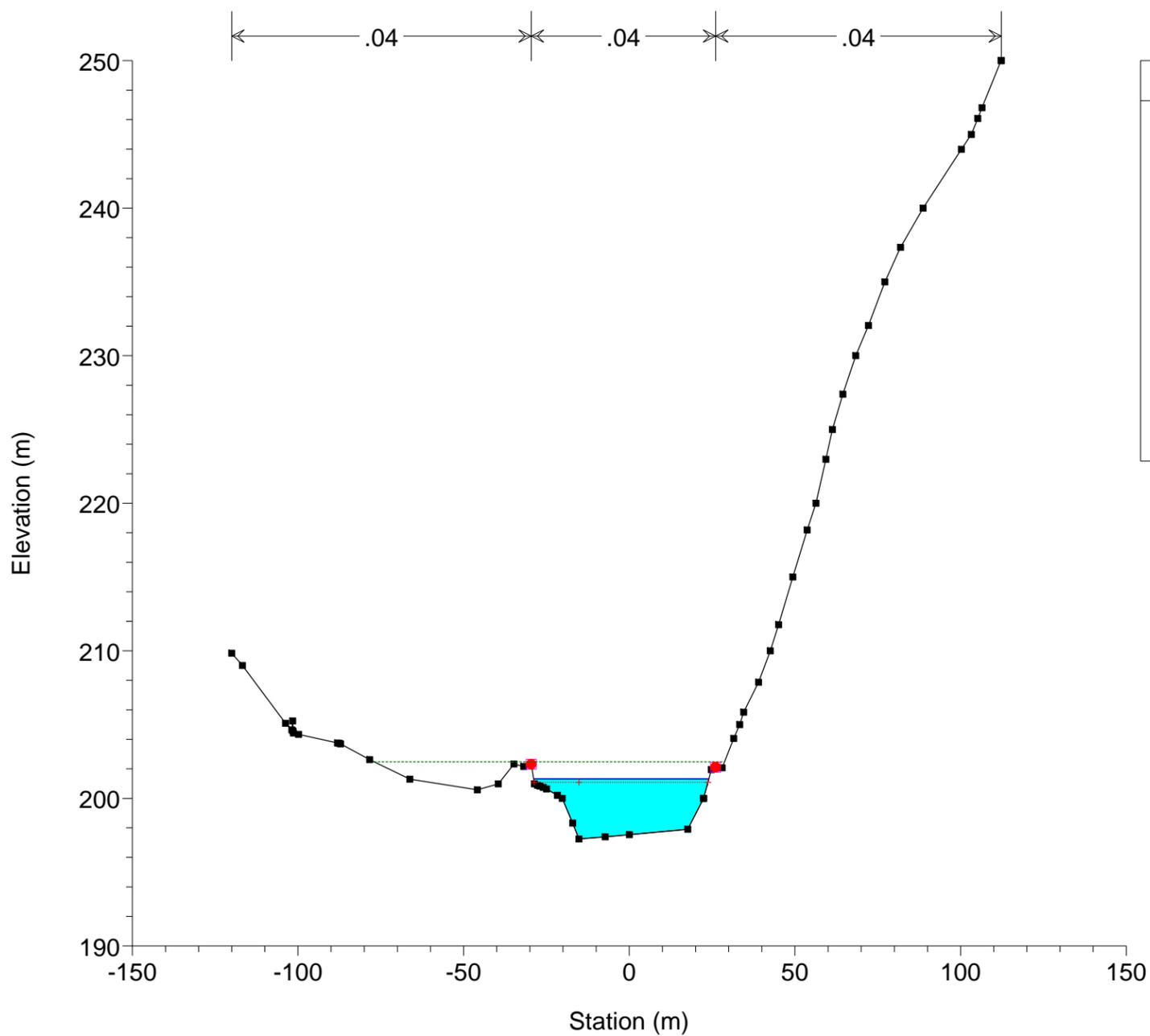


Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR6 Plan: Plan 02 20/07/2011





Legend

- EG PF 1 (Dotted Green Line)
- WS PF 1 (Solid Blue Line)
- Crit PF 1 (Dashed Red Line with Cross)
- Ground (Solid Black Line with Square)
- Levee (Solid Magenta Line with Square)
- Bank Sta (Red Dot)

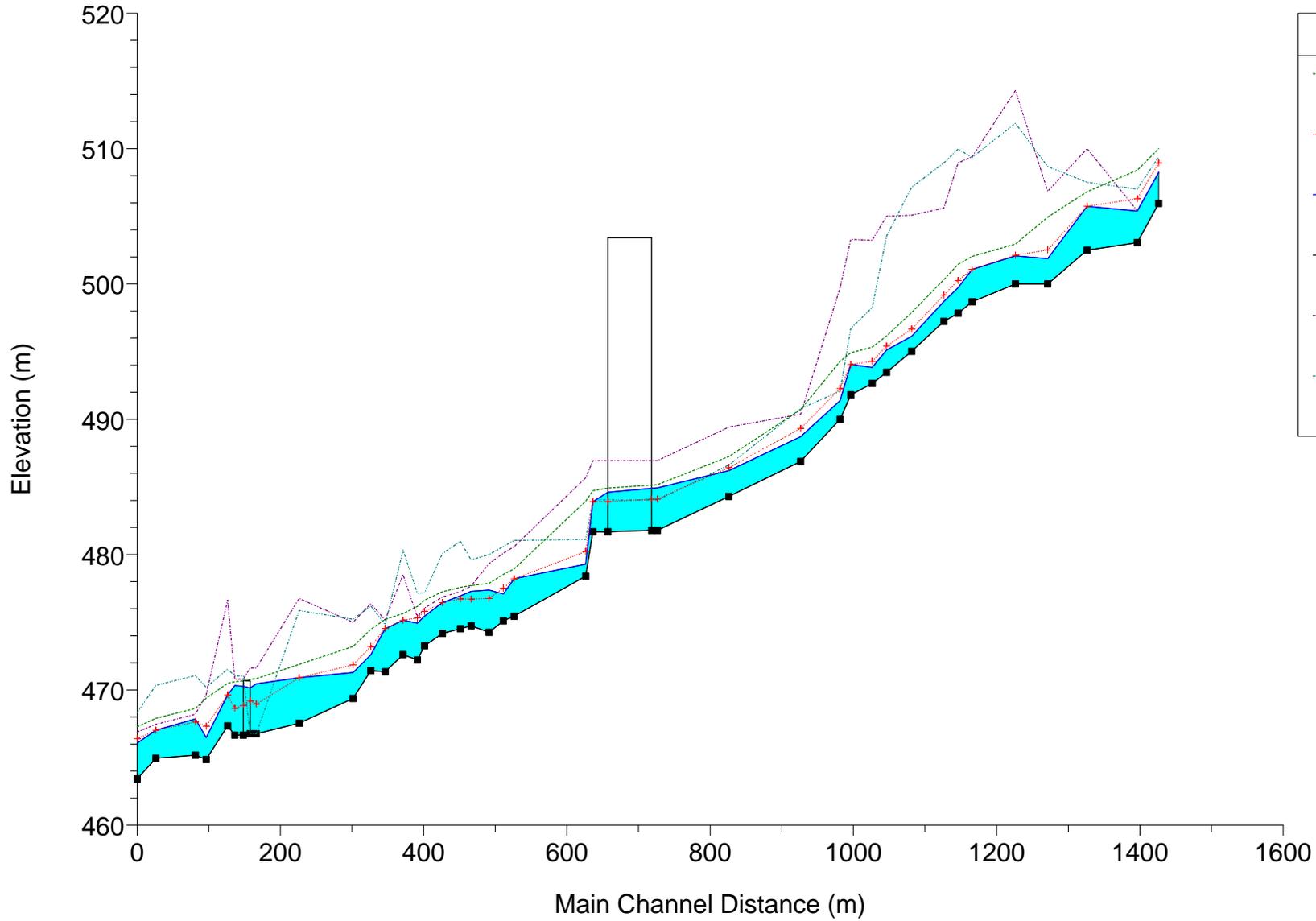
Torrente Astico – Stato di progetto – Tratto 1

HEC-RAS Plan: SA River: Astico Reach: Astico Profile: PF 1

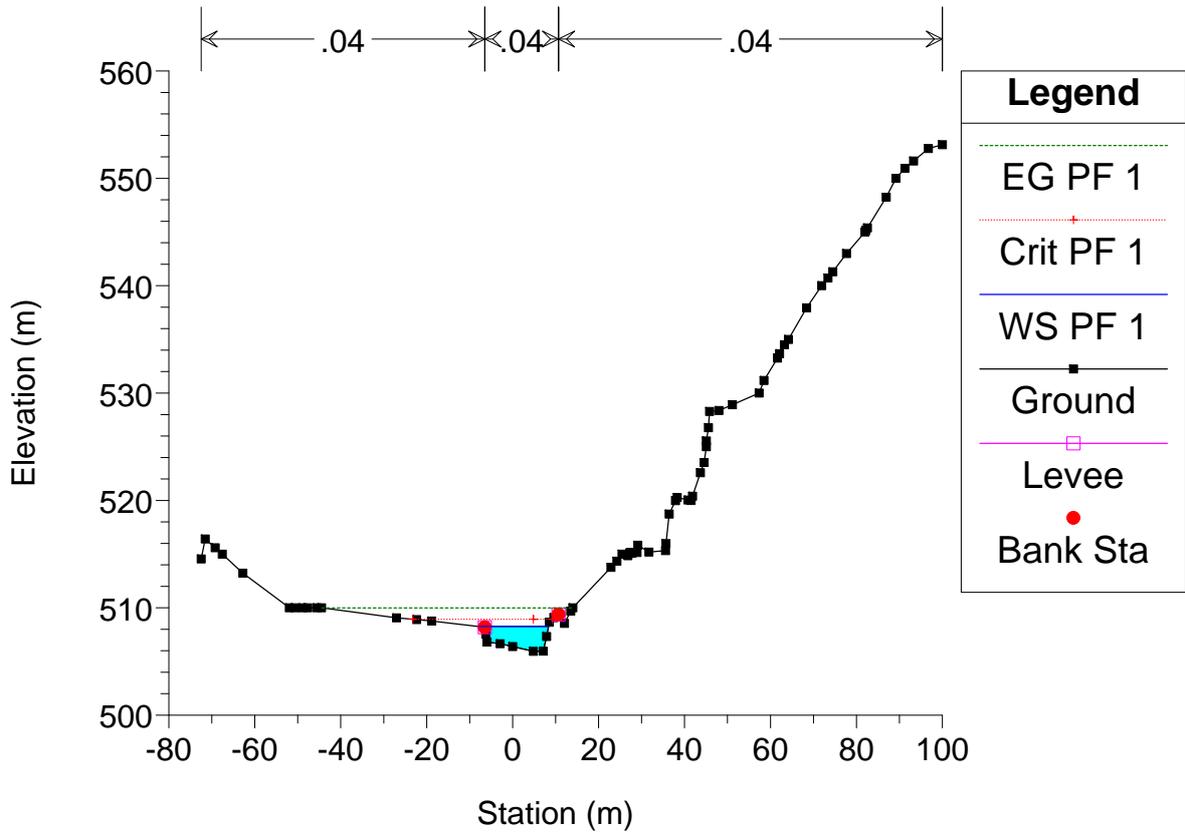
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Length Left (m)	Length Right (m)
Astico	-1	PF 1	157.50	505.95	508.26	508.93	5.84	30.00	30.00
Astico	-2	PF 1	157.50	503.05	505.38	506.30	7.70	70.00	70.00
Astico	-3	PF 1	157.50	502.49	505.74	505.74	4.60	55.00	55.00
Astico	-4	PF 1	157.50	500.00	501.87	502.52	7.75	45.00	45.00
Astico	-5	PF 1	157.50	500.00	502.08	502.12	4.14	60.60	60.60
Astico	-6	PF 1	157.50	498.68	501.06	501.09	4.36	19.40	19.40
Astico	-7	PF 1	157.50	497.83	499.73	500.26	5.81	20.00	20.00
Astico	-8	PF 1	157.50	497.24	498.71	499.18	5.63	45.00	45.00
Astico	-9	PF 1	157.50	495.02	496.13	496.66	5.87	35.00	35.00
Astico	-10	PF 1	157.50	493.47	495.12	495.40	4.51	20.00	20.00
Astico	-11	PF 1	157.50	492.64	493.84	494.28	5.40	30.00	30.00
Astico	-12	PF 1	157.50	491.80	494.05	494.05	4.11	15.00	15.00
Astico	-13	PF 1	157.50	490.00	491.38	492.27	7.55	55.00	55.00
Astico	-14	PF 1	157.50	486.89	488.71	489.33	6.27	100.00	100.00
Astico	-15	PF 1	157.50	484.30	486.21	486.42	4.53	100.00	100.00
Astico	-16	PF 1	157.50	481.79	484.92	484.10	2.23	8.00	8.00
Astico	-16.25		Bridge						
Astico	-16.5	PF 1	157.50	481.69	483.91	483.91	3.99	10.00	10.00
Astico	-17	PF 1	157.50	478.41	479.30	480.23	9.56	100.00	100.00
Astico	-18	PF 1	157.50	475.45	478.21	478.21	3.77	15.00	15.00
Astico	-19	PF 1	157.50	475.10	477.10	477.53	5.32	20.00	20.00
Astico	-20	PF 1	157.50	474.26	477.38	476.76	3.13	25.00	25.00
Astico	-21	PF 1	157.50	474.74	477.28	476.71	2.92	15.00	15.00
Astico	-22	PF 1	157.50	474.52	476.95	476.73	3.54	25.00	25.00
Astico	-23	PF 1	157.50	474.17	476.45	476.45	3.99	25.00	25.00
Astico	-24	PF 1	157.50	473.26	475.44	475.80	4.84	10.00	10.00
Astico	-25	PF 1	157.50	472.22	474.93	475.31	4.93	20.00	20.00
Astico	-26	PF 1	157.50	472.61	475.16	475.16	3.10	25.00	25.00
Astico	-27	PF 1	157.50	471.34	474.51	474.54	3.71	20.00	20.00
Astico	-28	PF 1	157.50	471.43	472.60	473.20	6.08	25.00	25.00
Astico	-29	PF 1	157.50	469.37	471.28	471.85	6.15	75.00	75.00
Astico	-30	PF 1	157.50	467.54	470.90	470.90	4.41	60.00	60.00
Astico	-31	PF 1	157.50	466.76	470.45	468.96	2.74	8.60	8.60
Astico	-31.5		Bridge						
Astico	-32	PF 1	157.50	466.66	470.32	468.64	2.34	10.00	10.00
Astico	-33	PF 1	157.50	467.34	469.63	469.63	4.11	30.00	30.00
Astico	-34	PF 1	157.50	464.86	466.48	467.32	7.55	15.00	15.00
Astico	-35	PF 1	157.50	465.18	467.86	467.64	3.90	55.00	55.00
Astico	-36	PF 1	157.50	464.95	467.03	467.03	4.15	26.27	26.27
Astico	-37	PF 1	157.50	463.43	466.07	466.40	4.87		

Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011

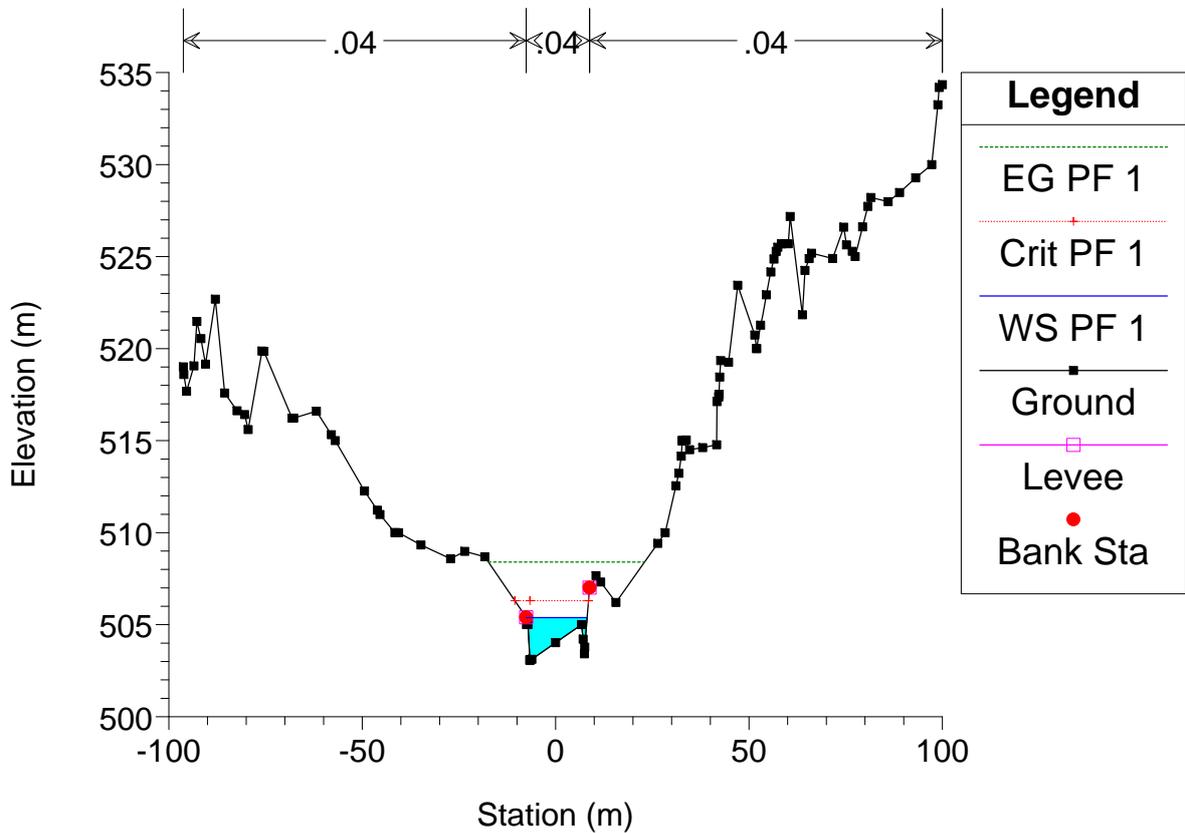
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



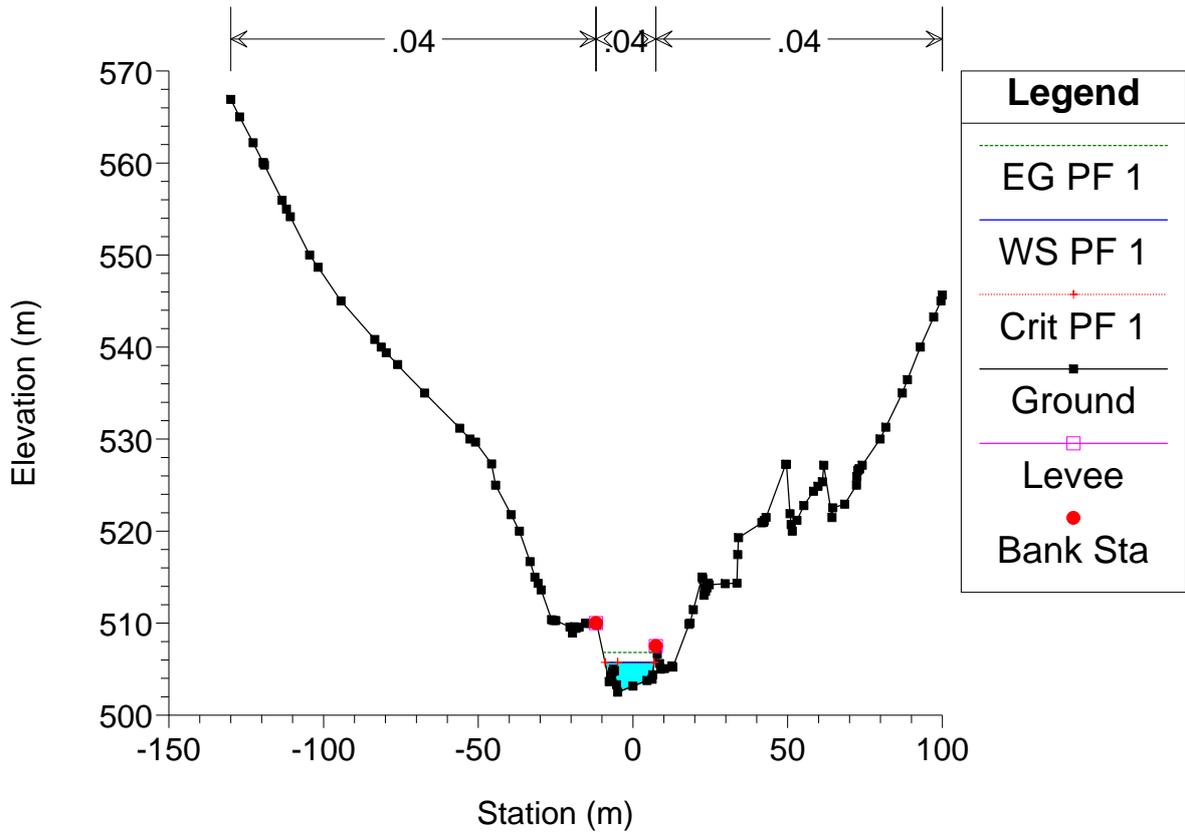
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



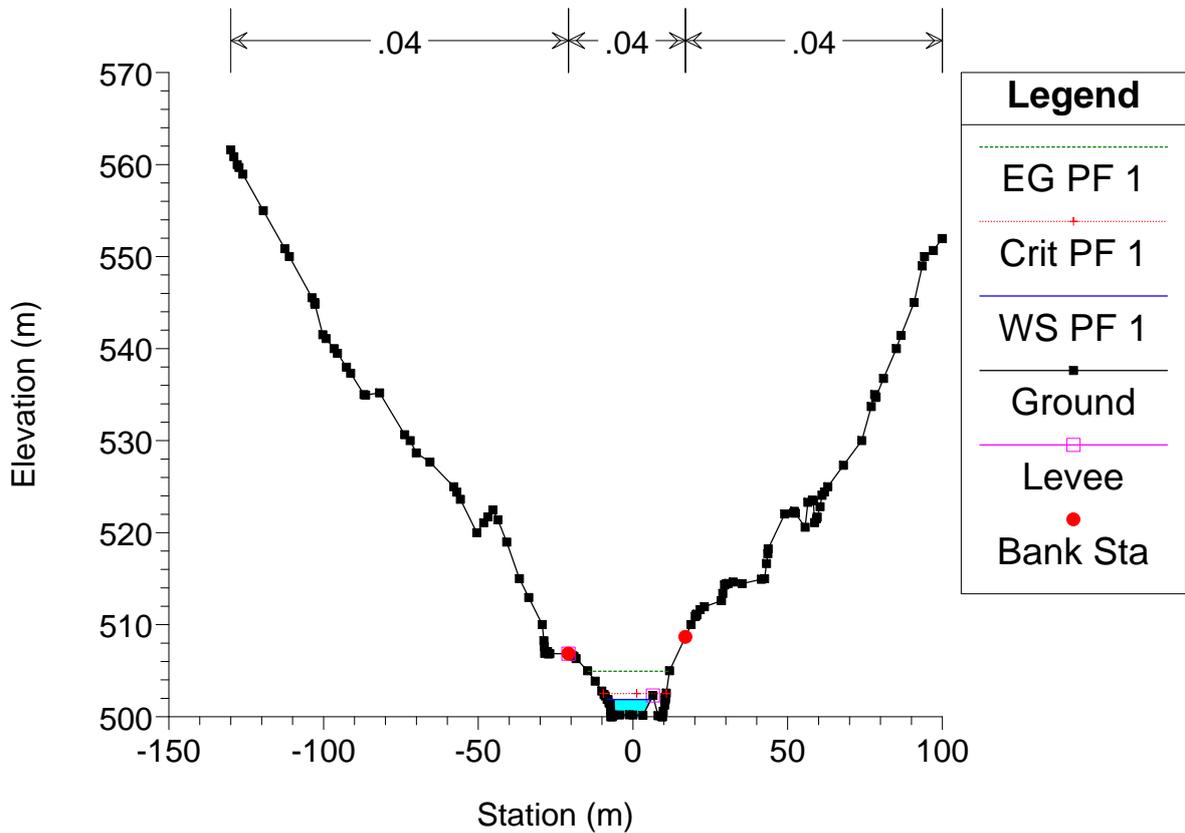
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



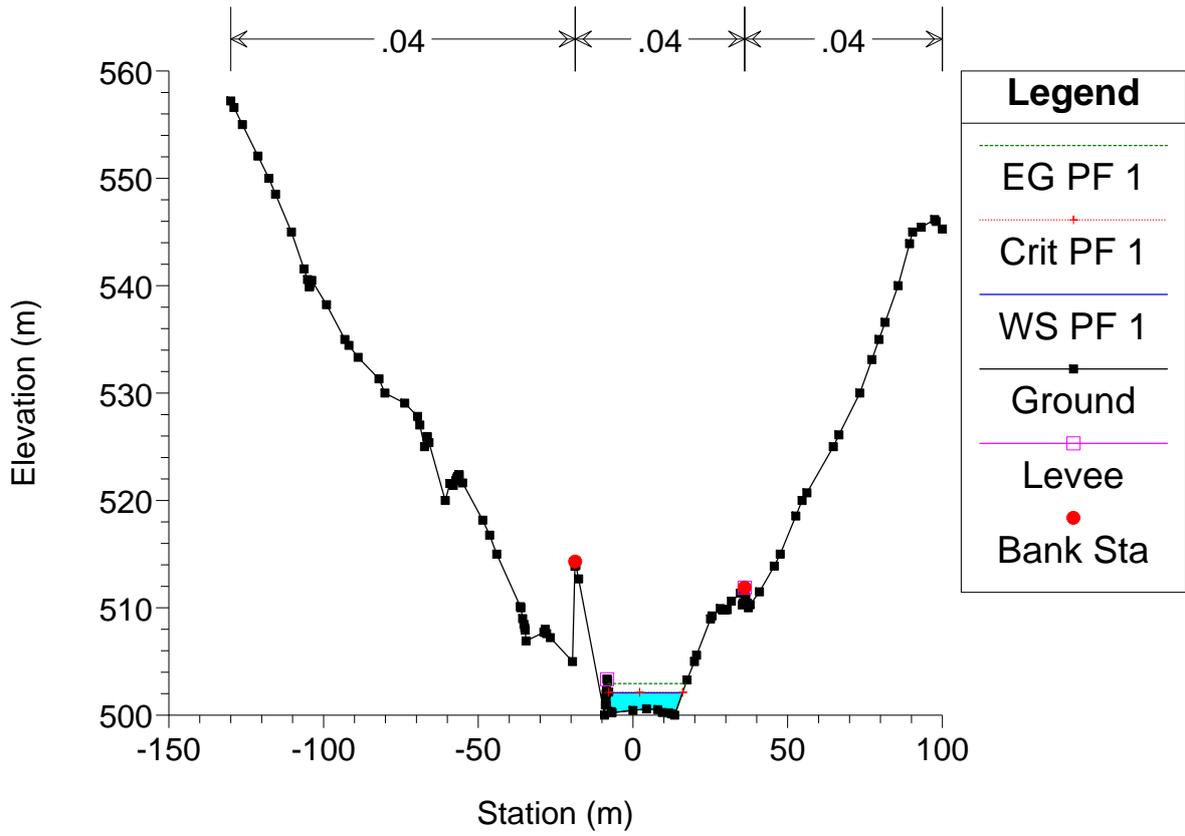
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



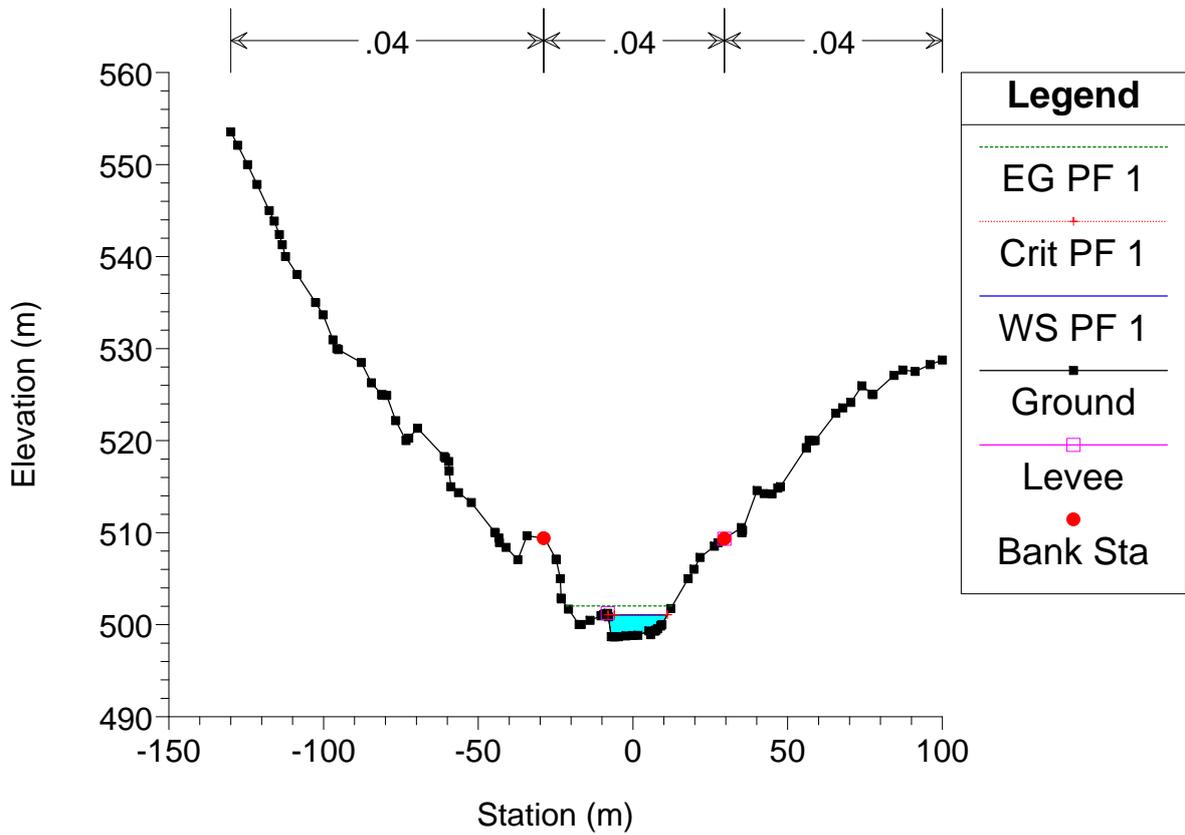
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



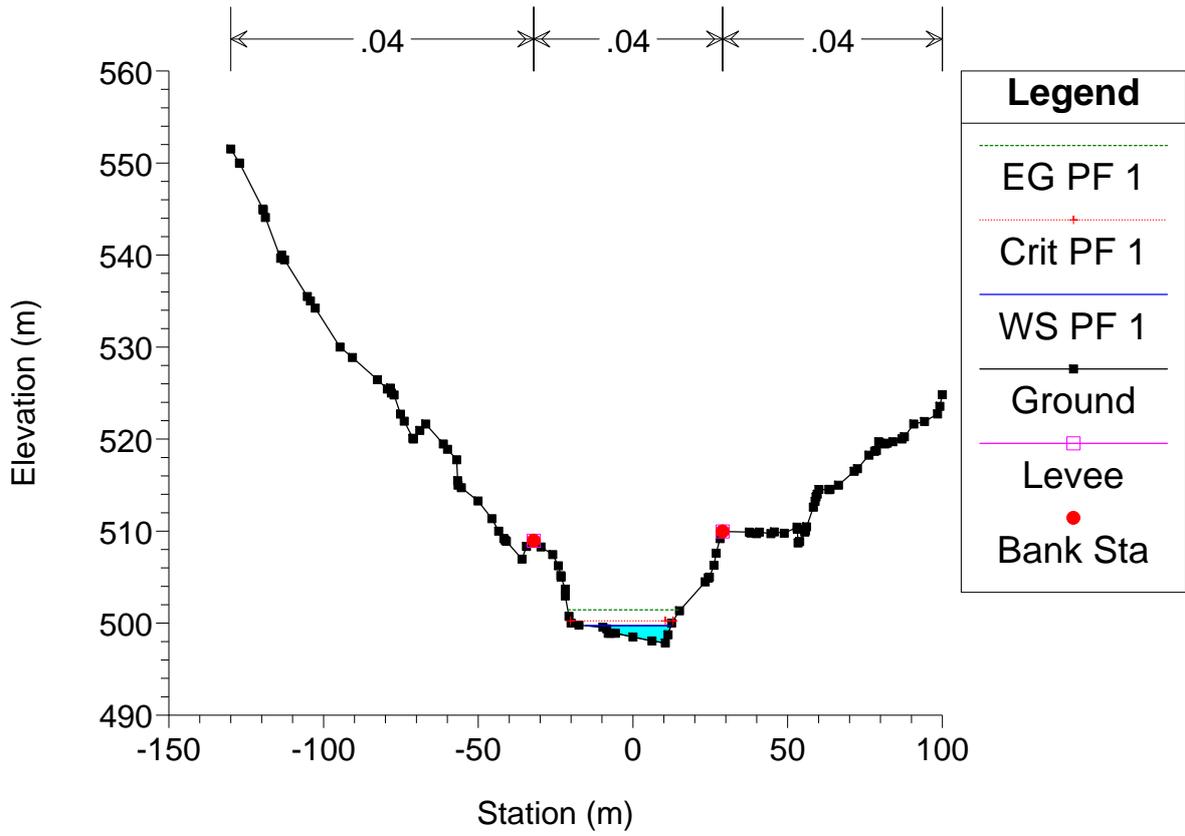
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



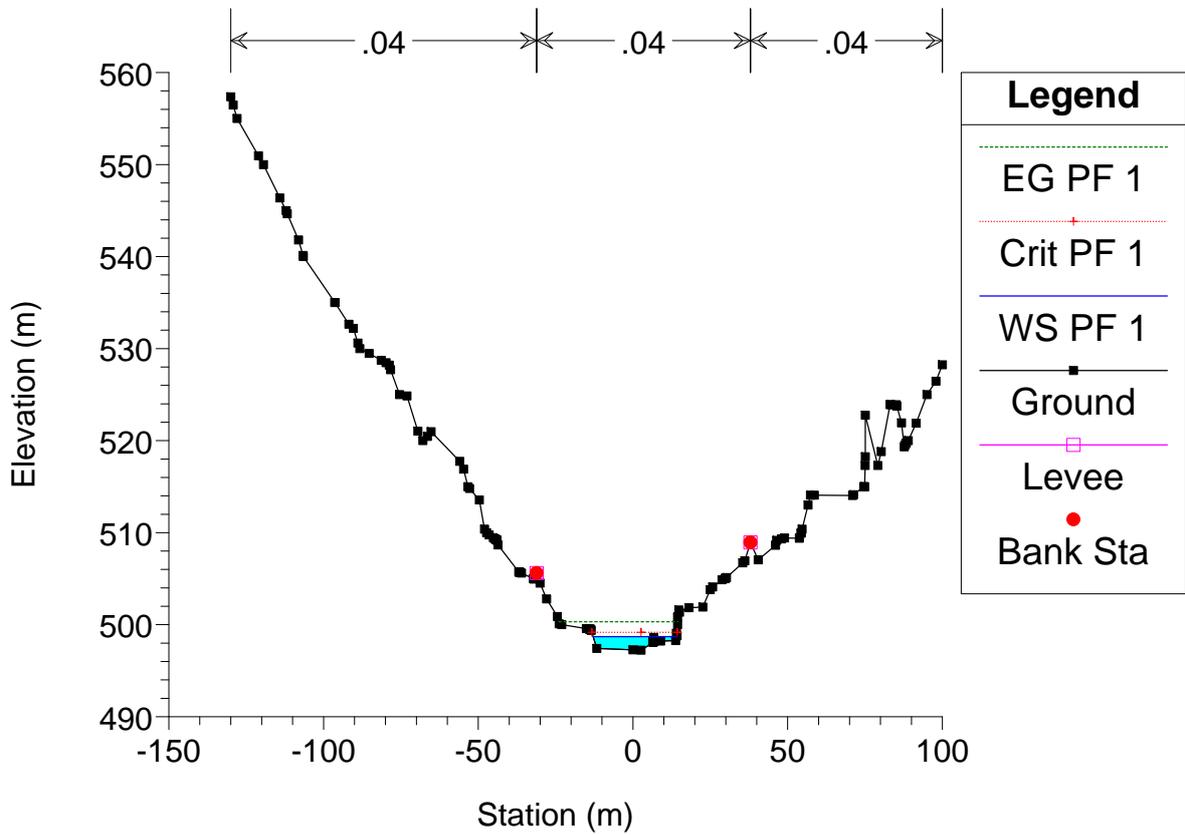
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



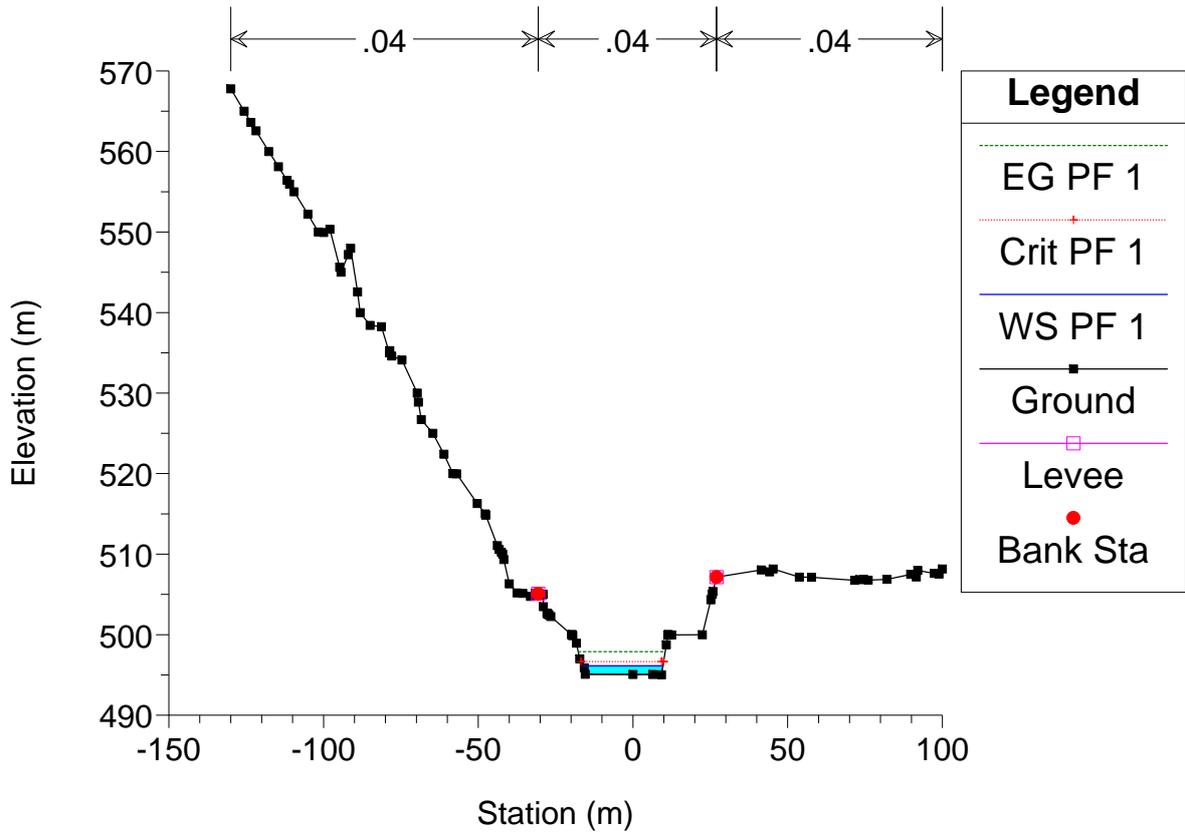
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



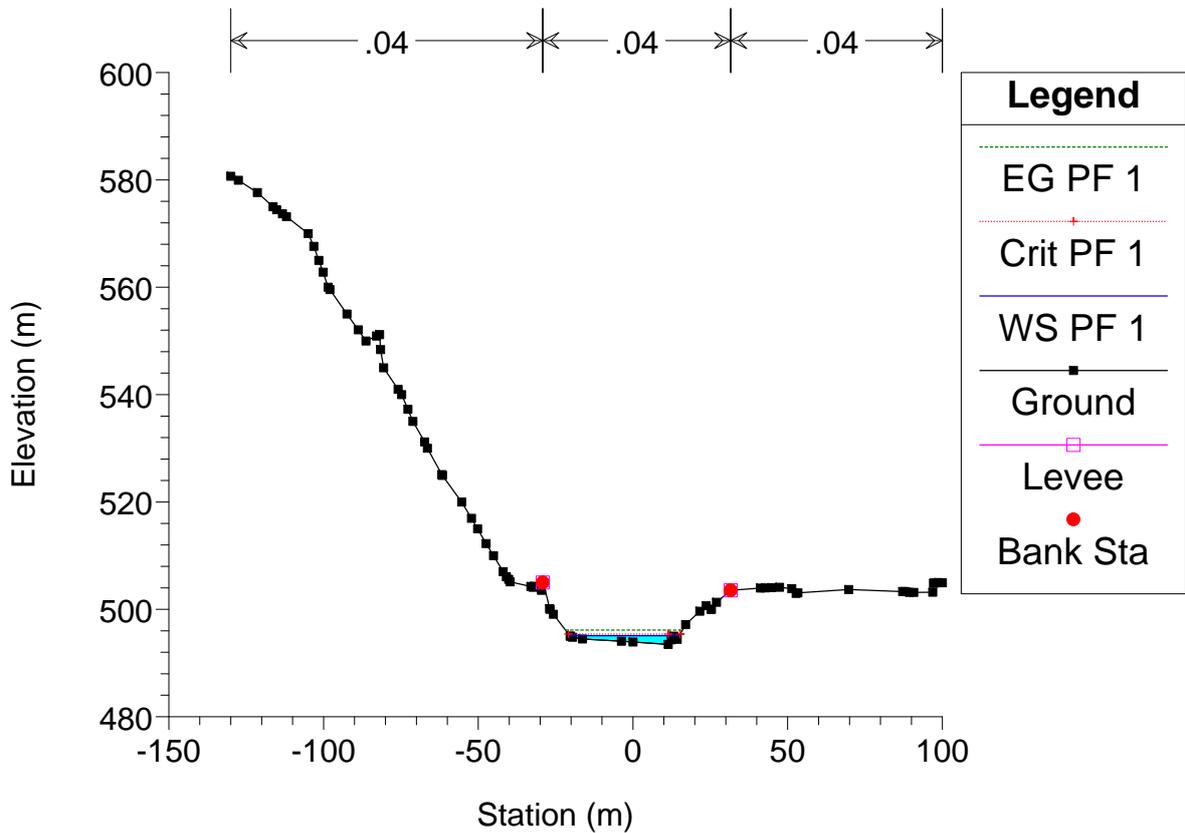
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



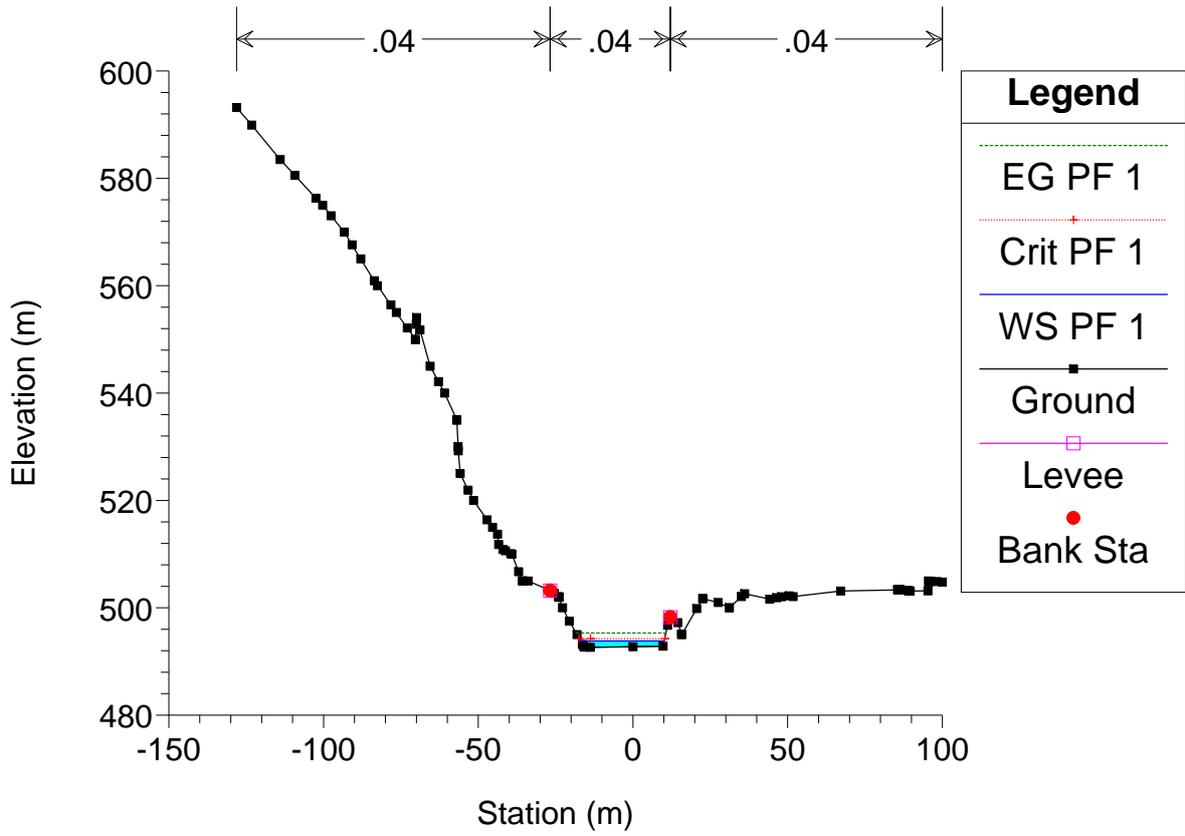
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



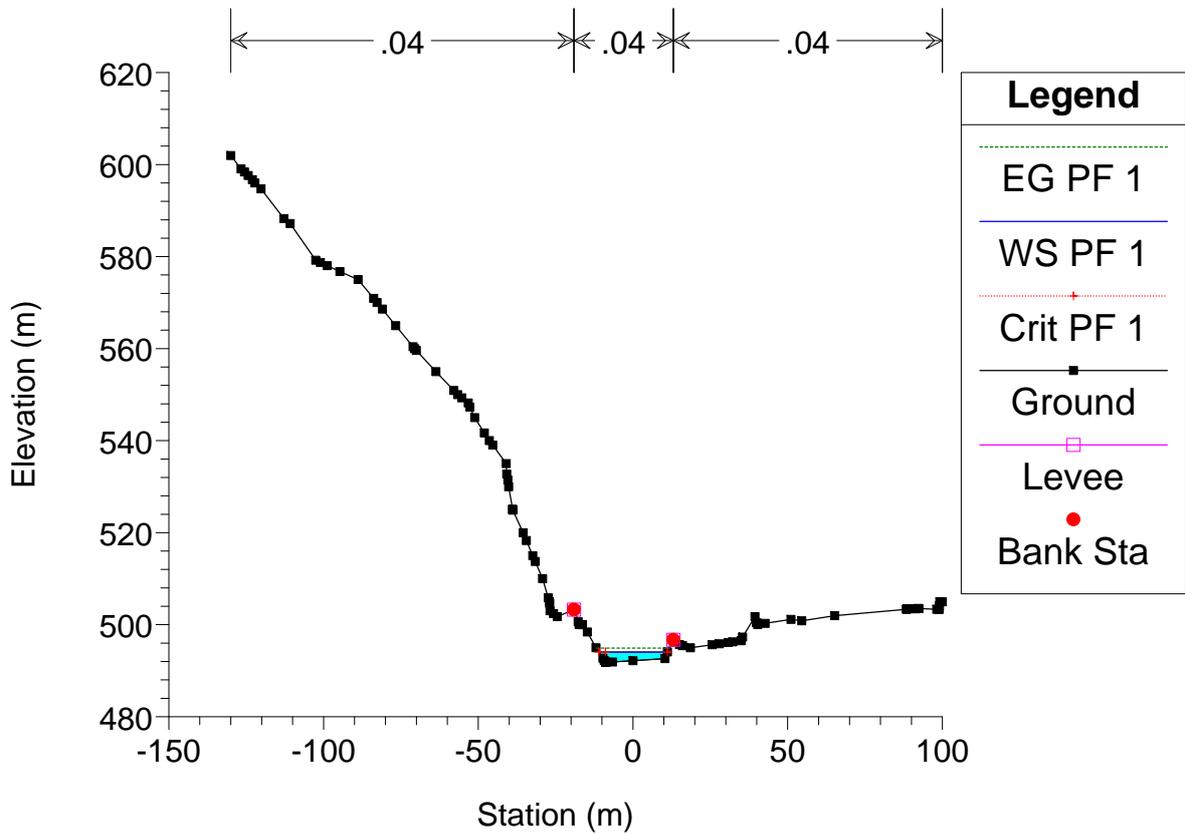
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



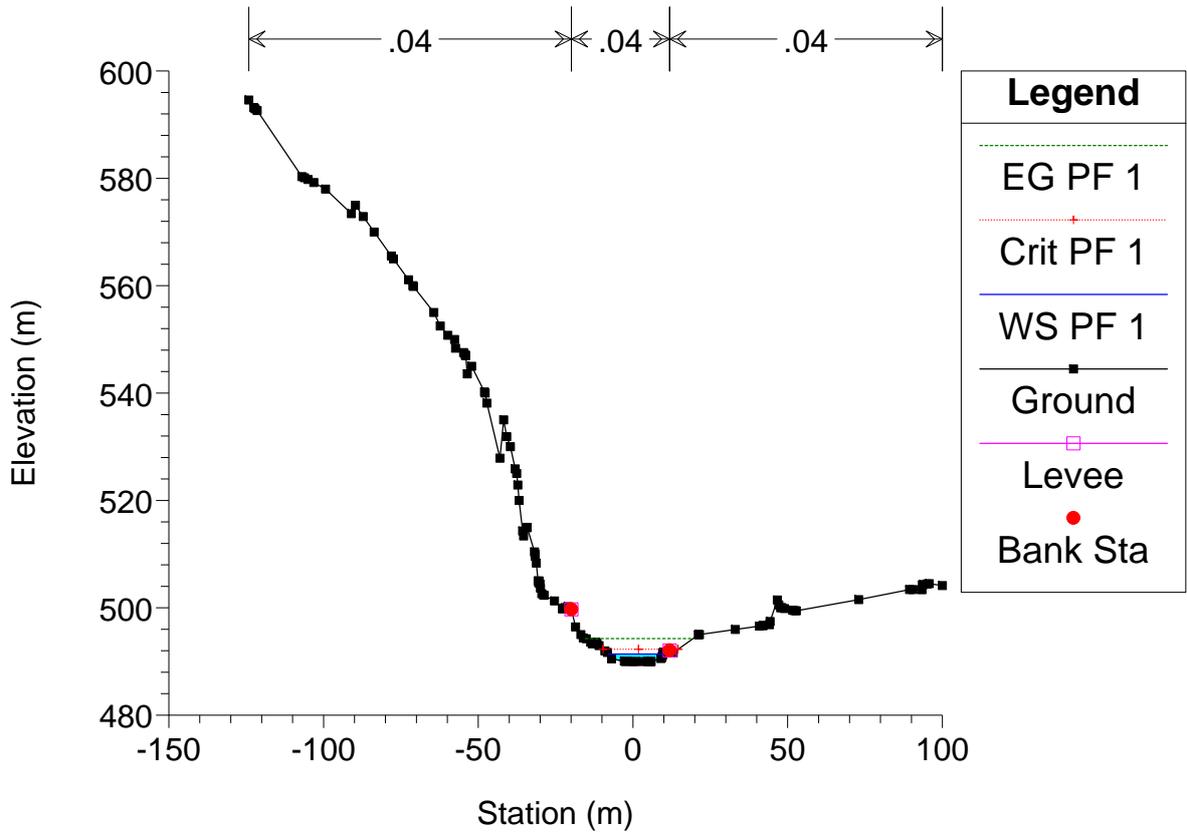
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



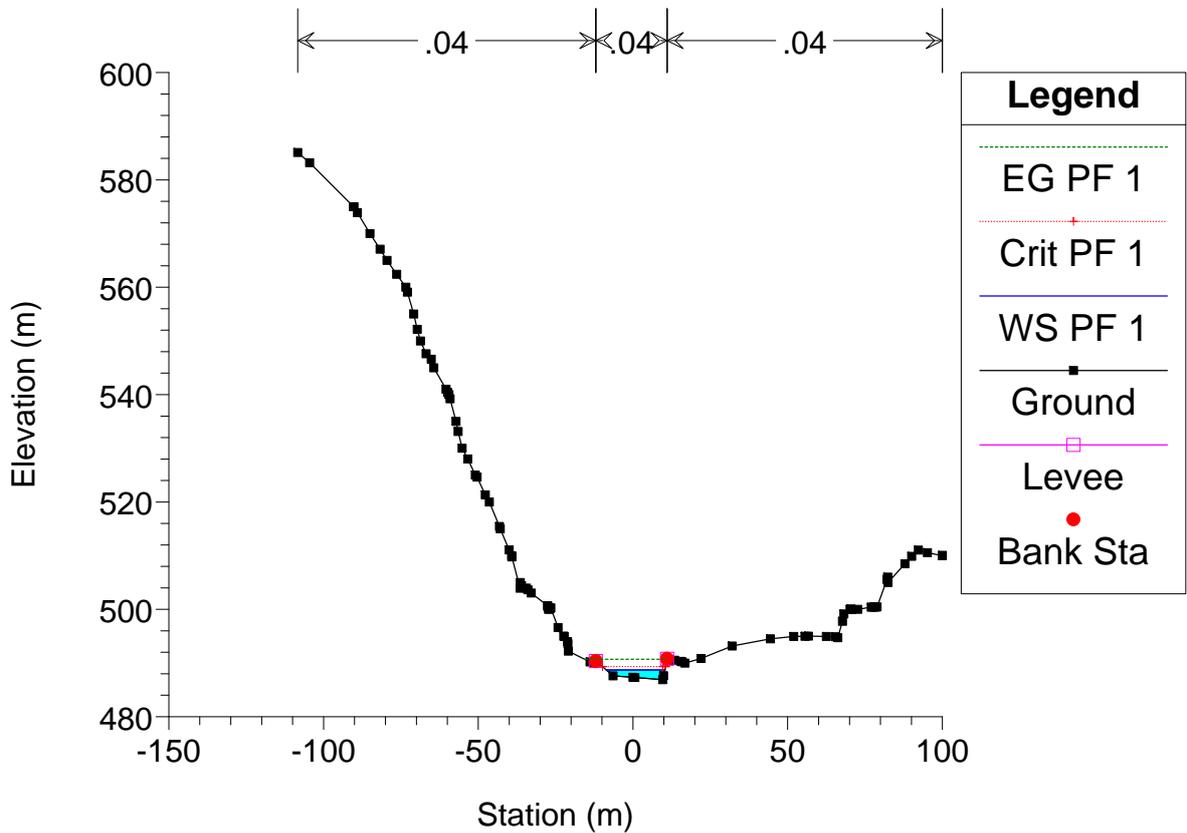
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



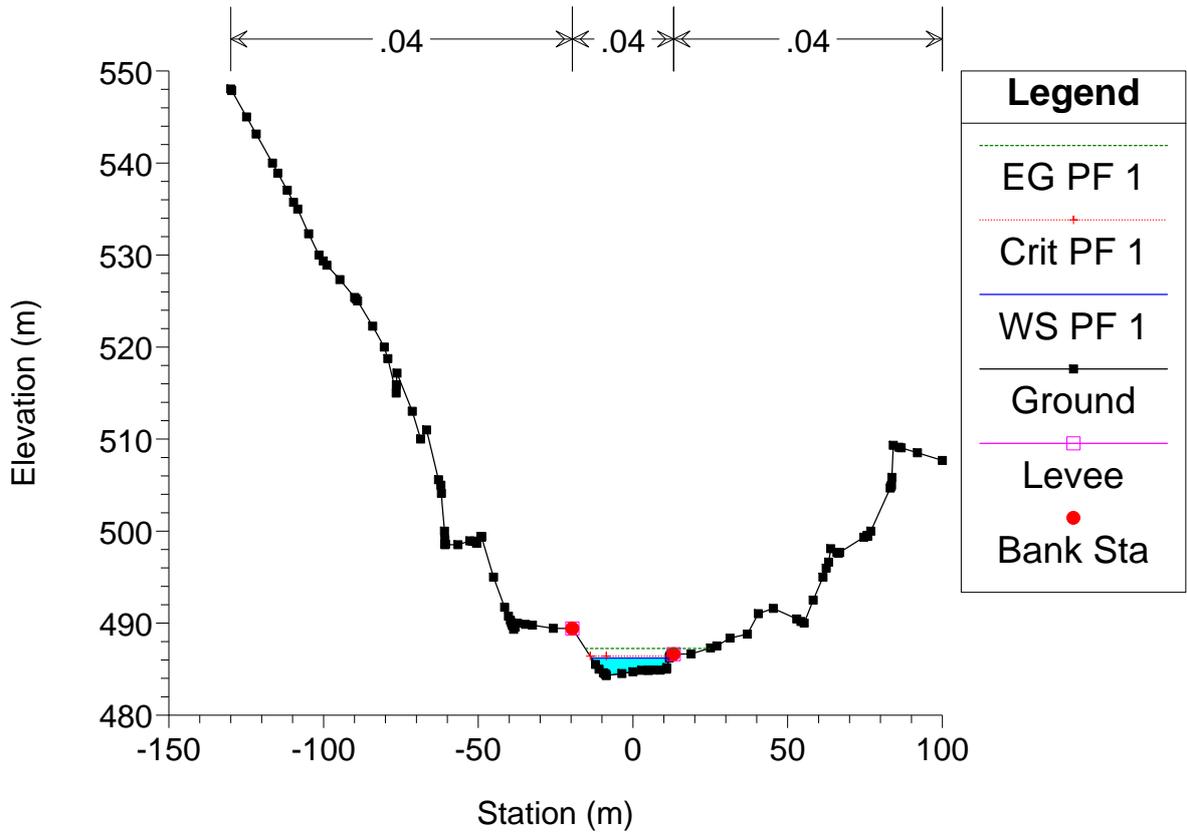
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



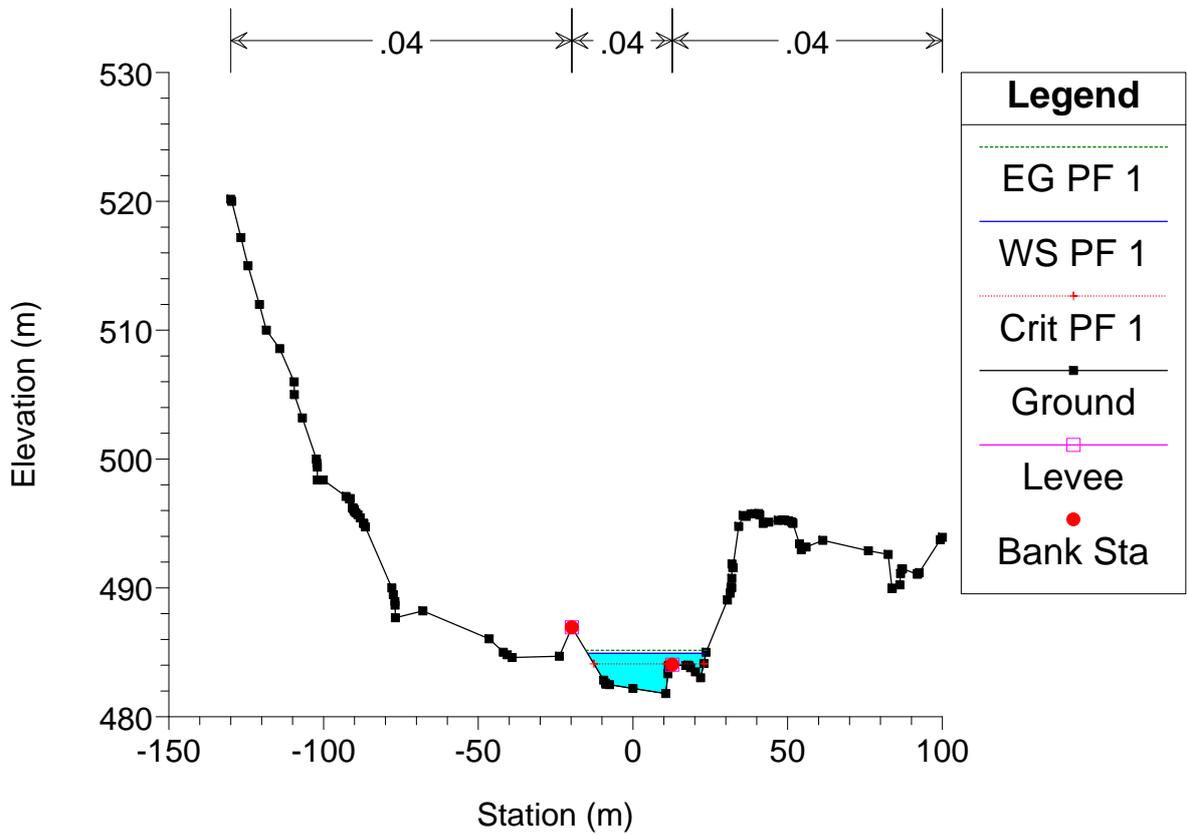
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011

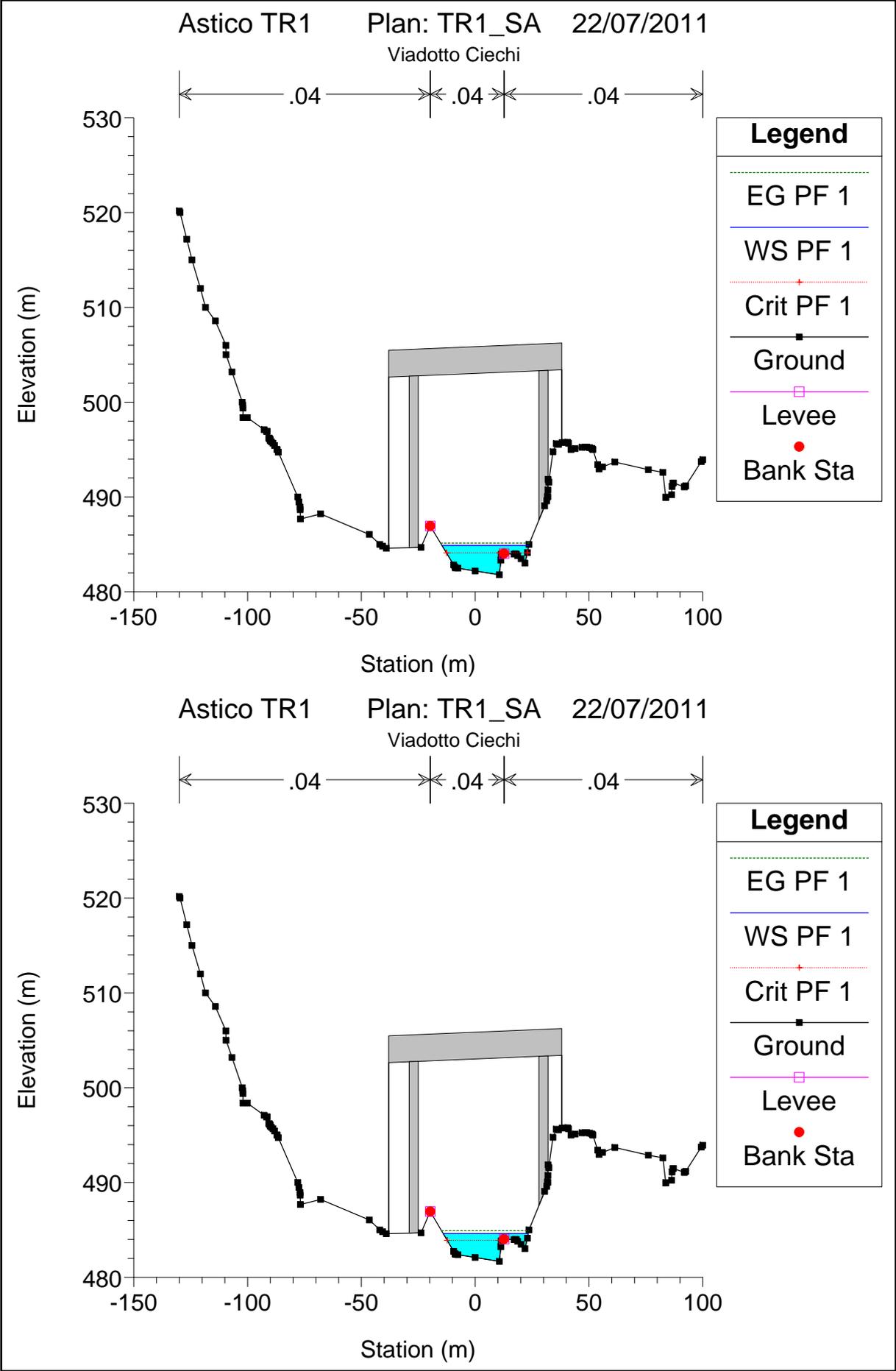


Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011

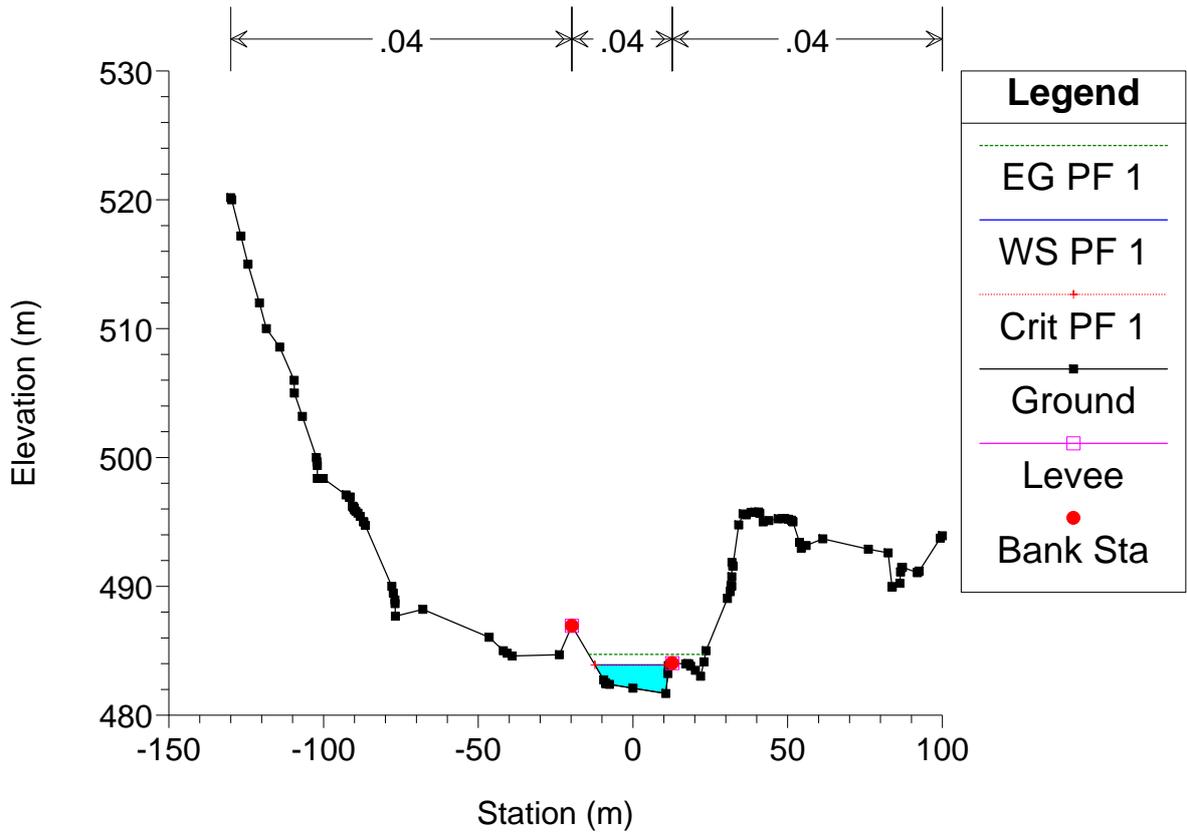


Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011

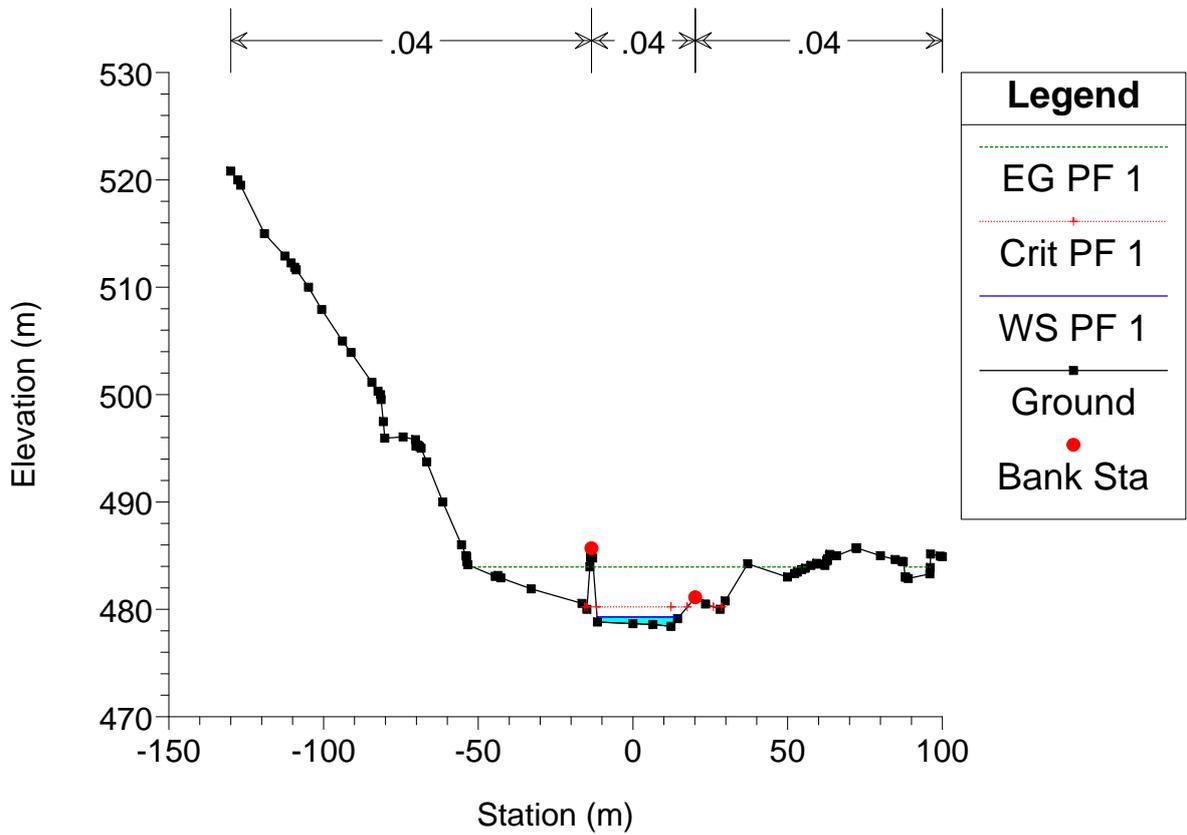




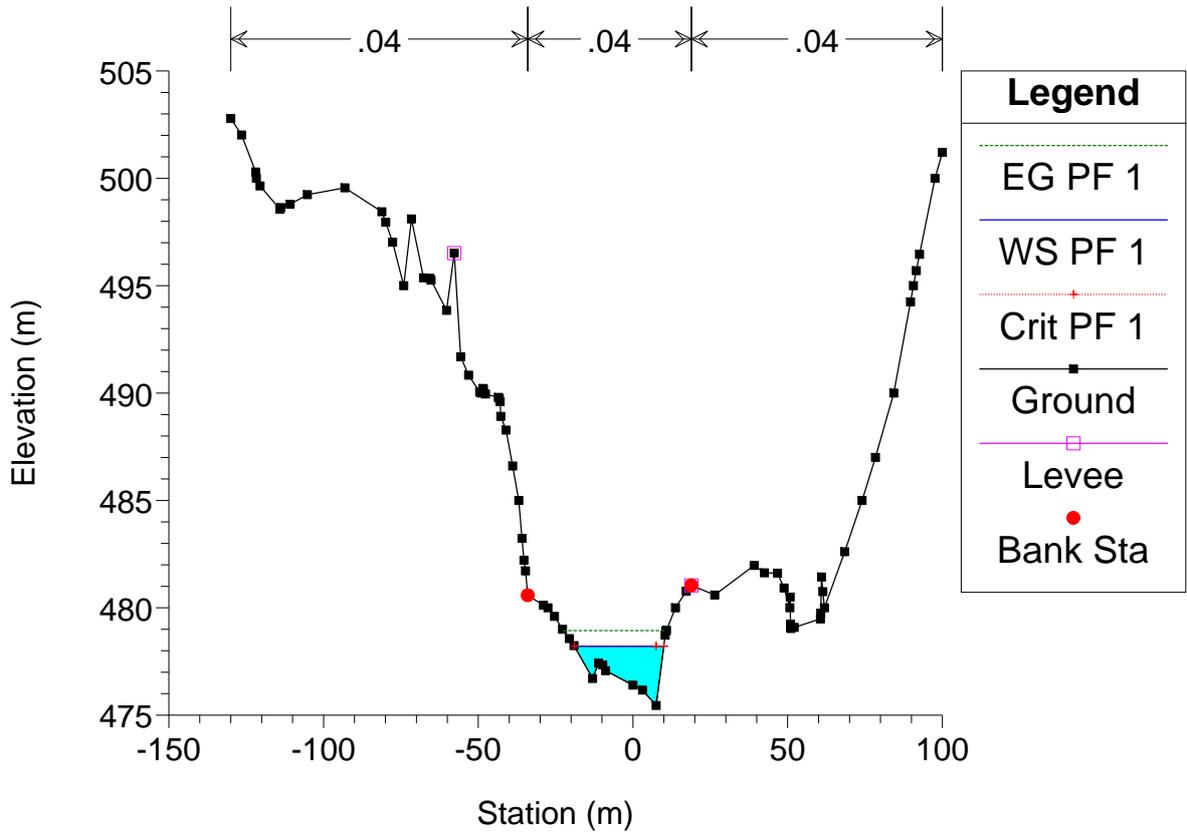
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



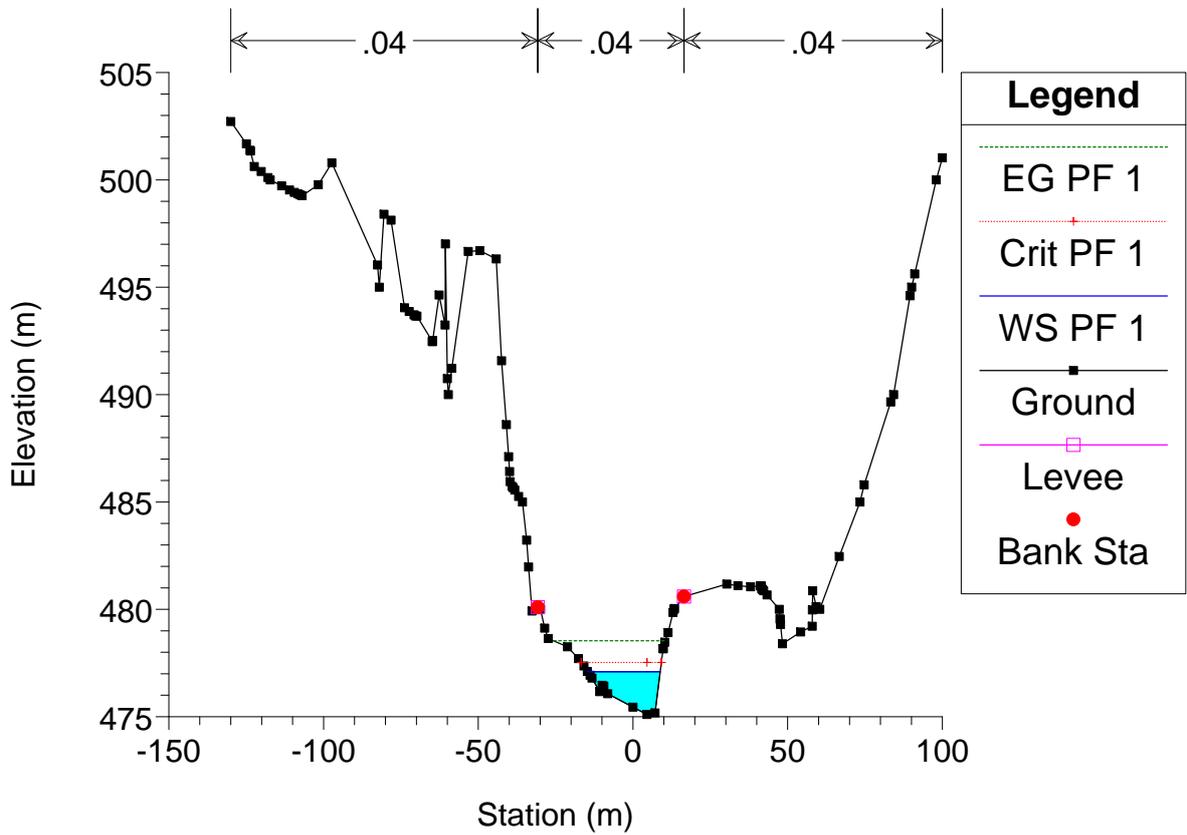
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



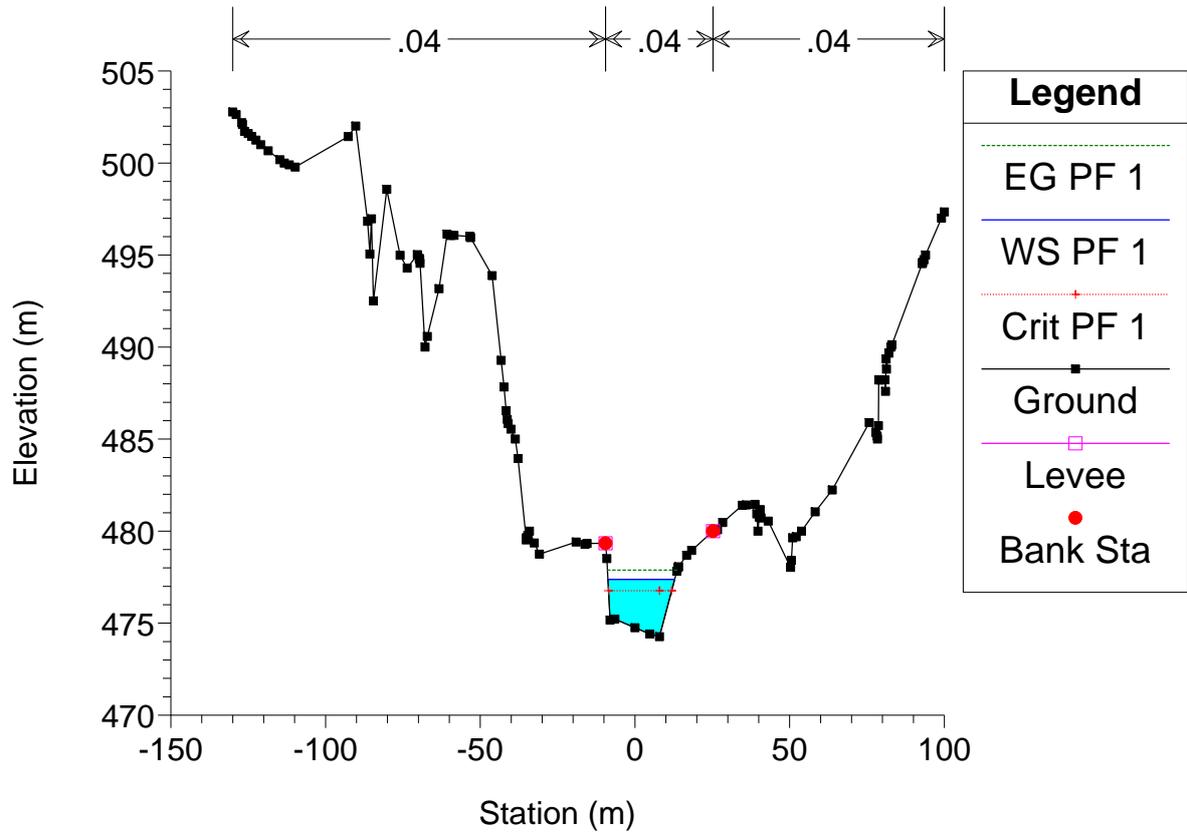
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



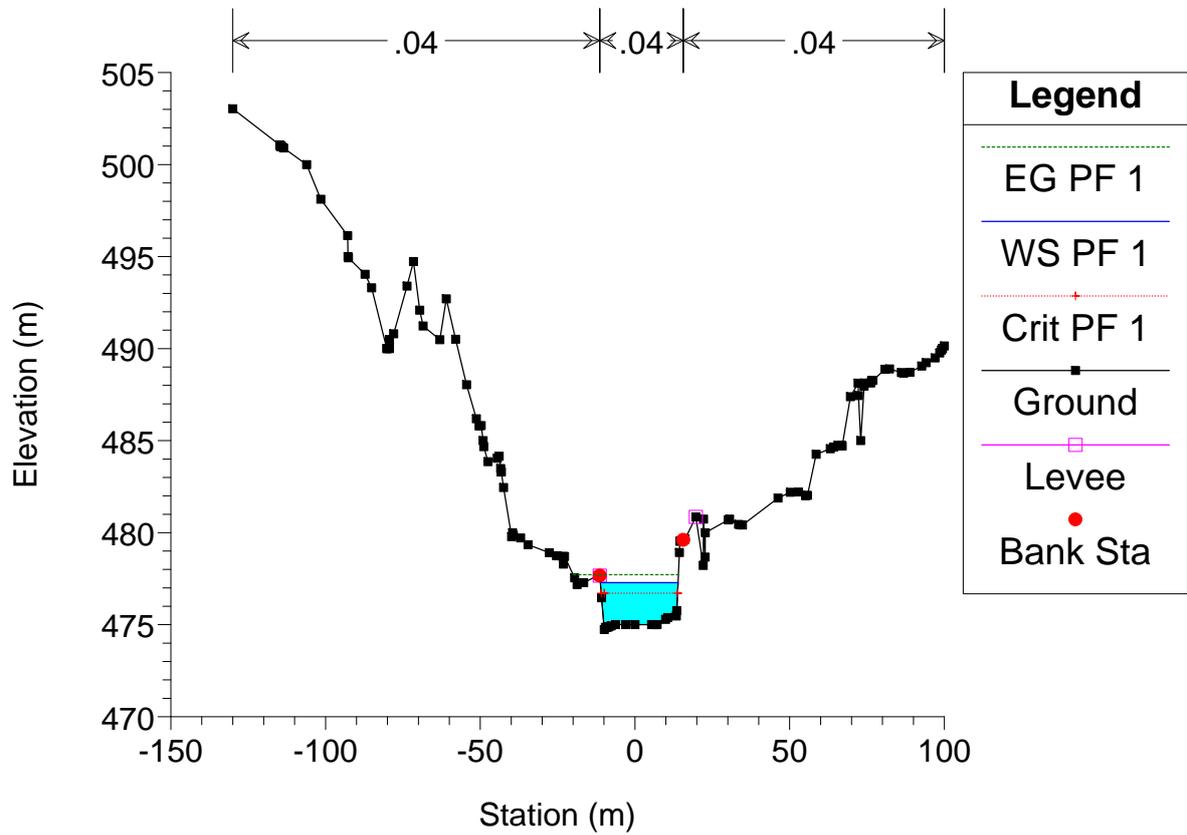
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



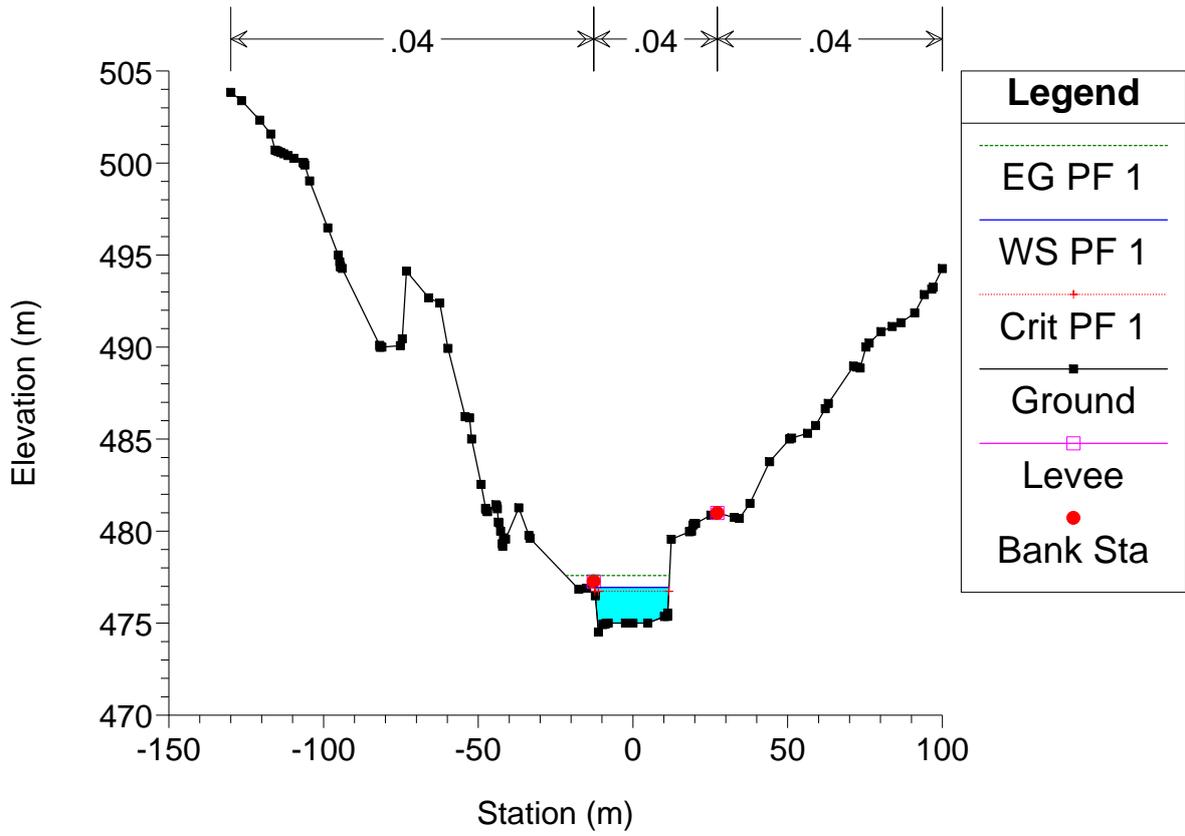
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



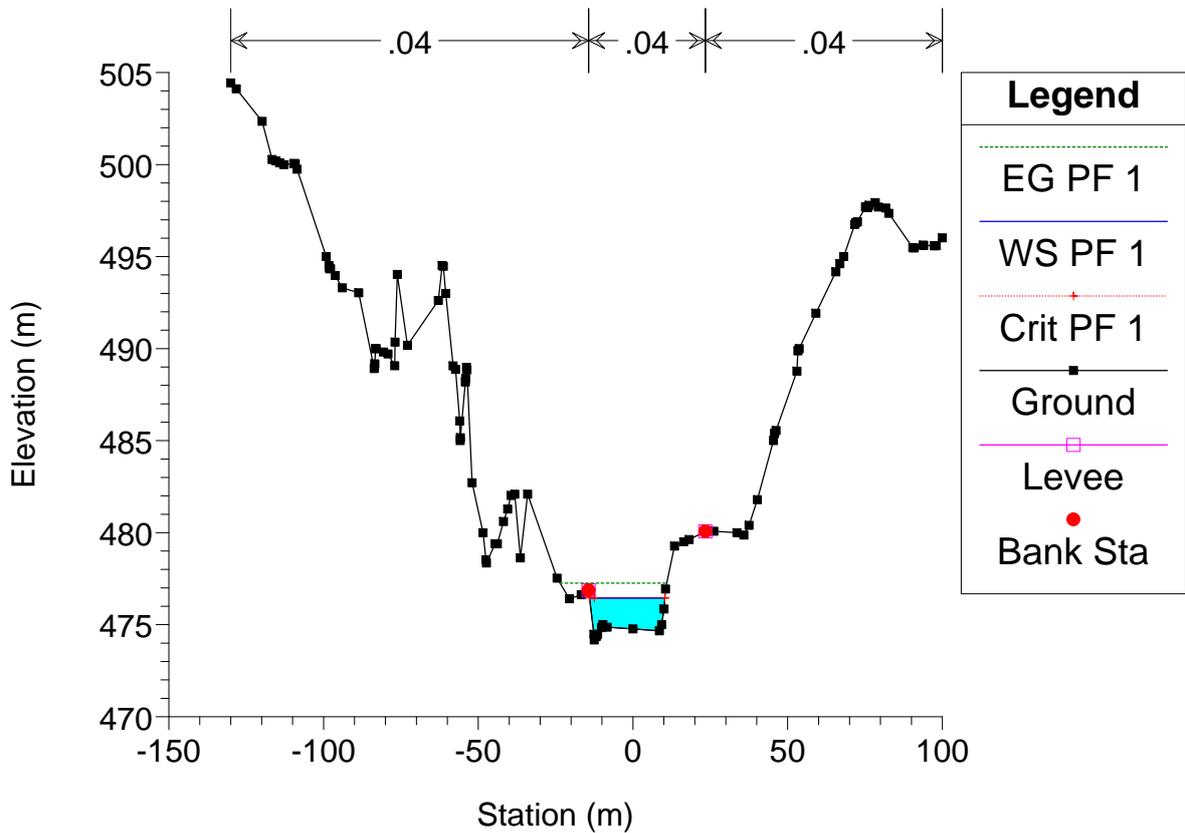
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



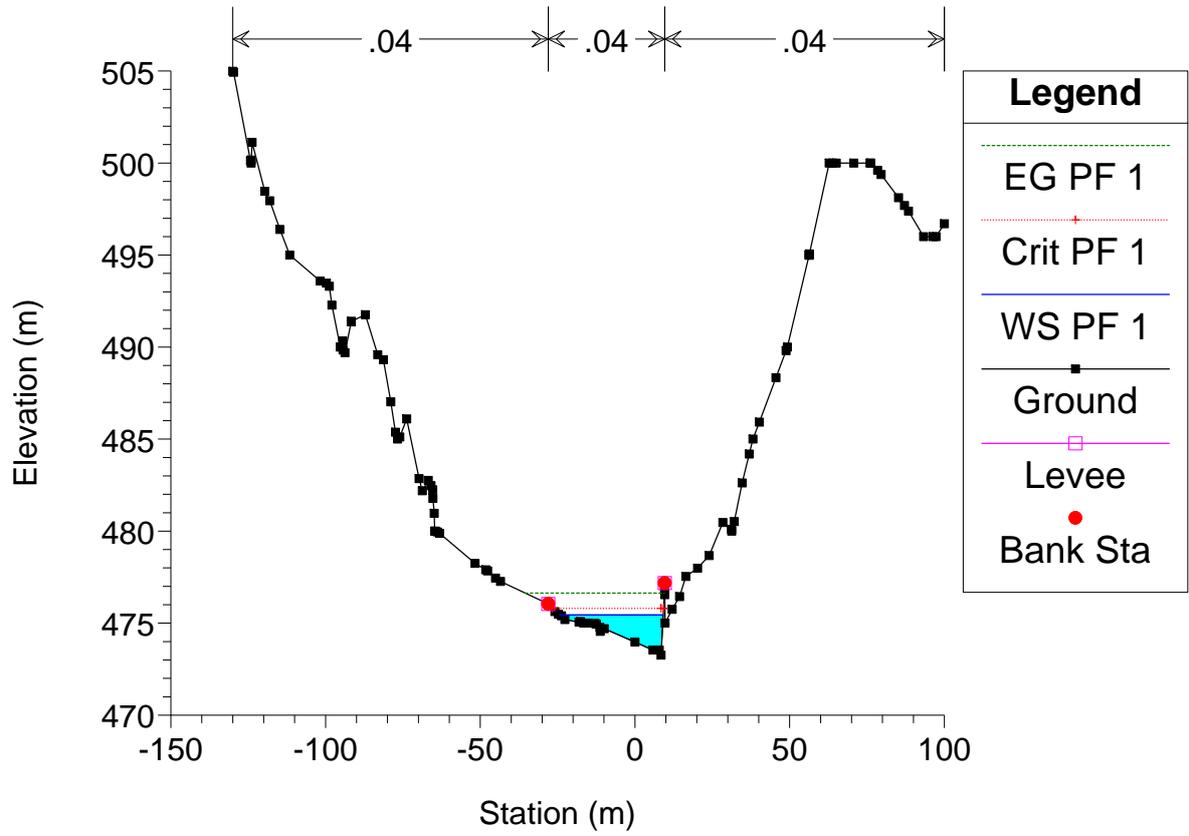
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



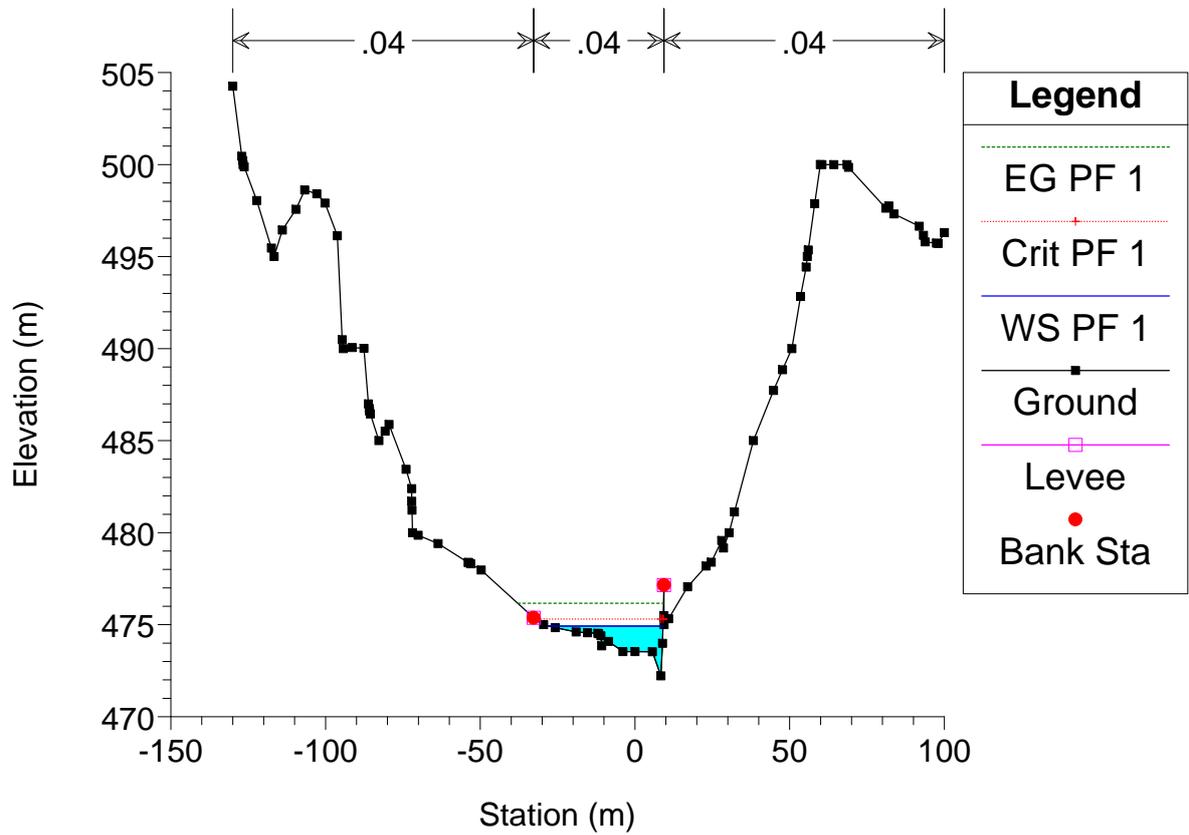
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



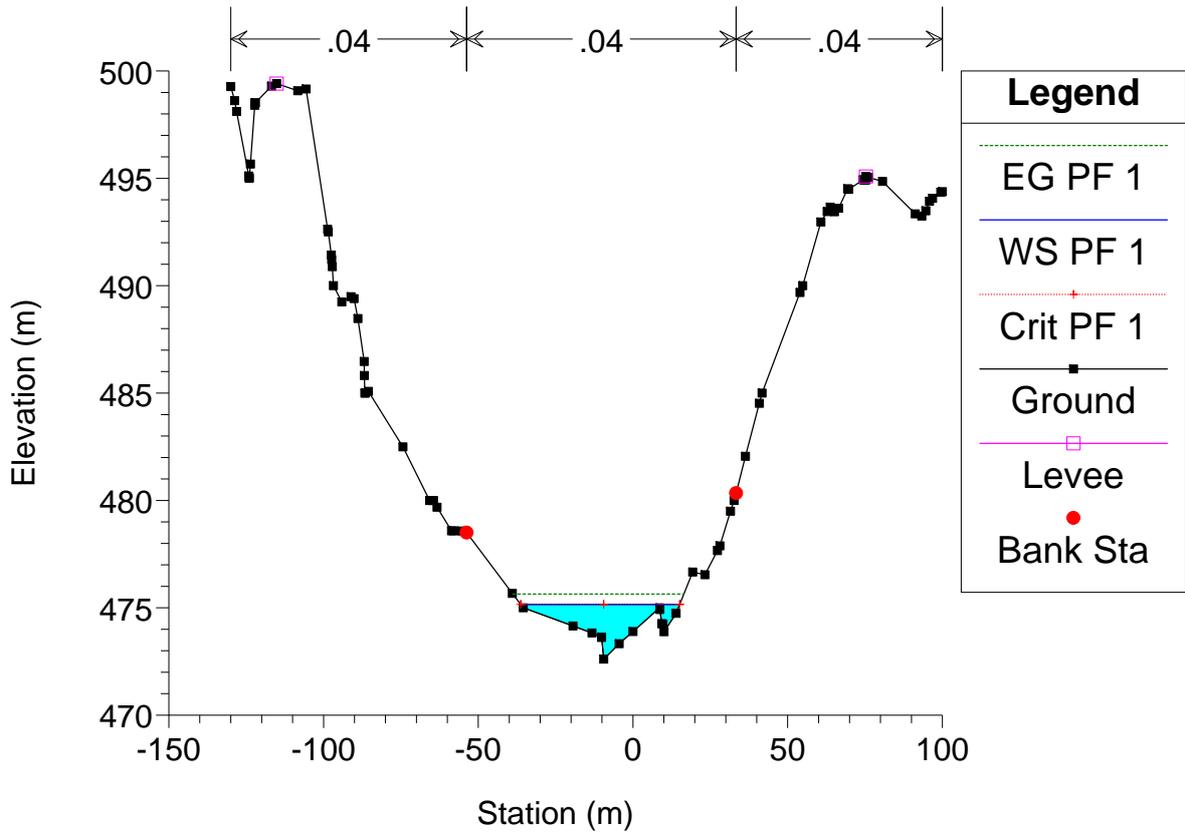
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



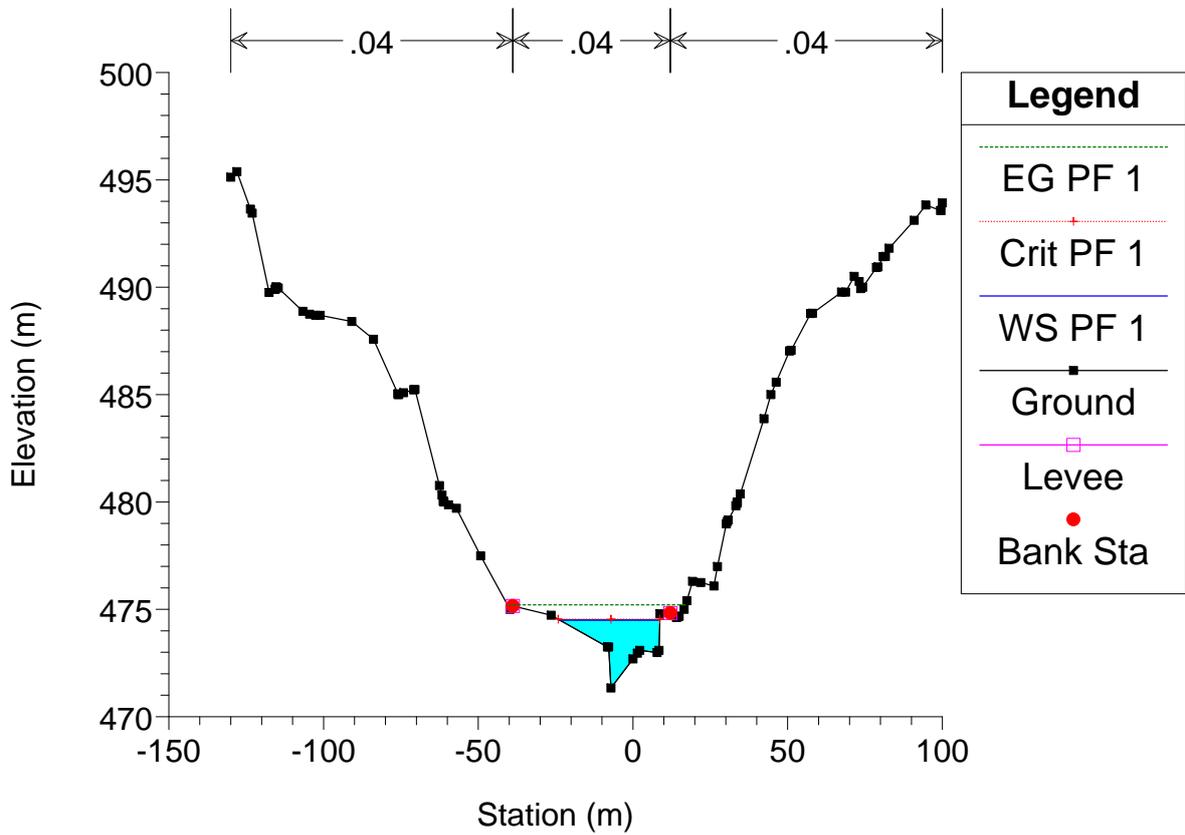
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



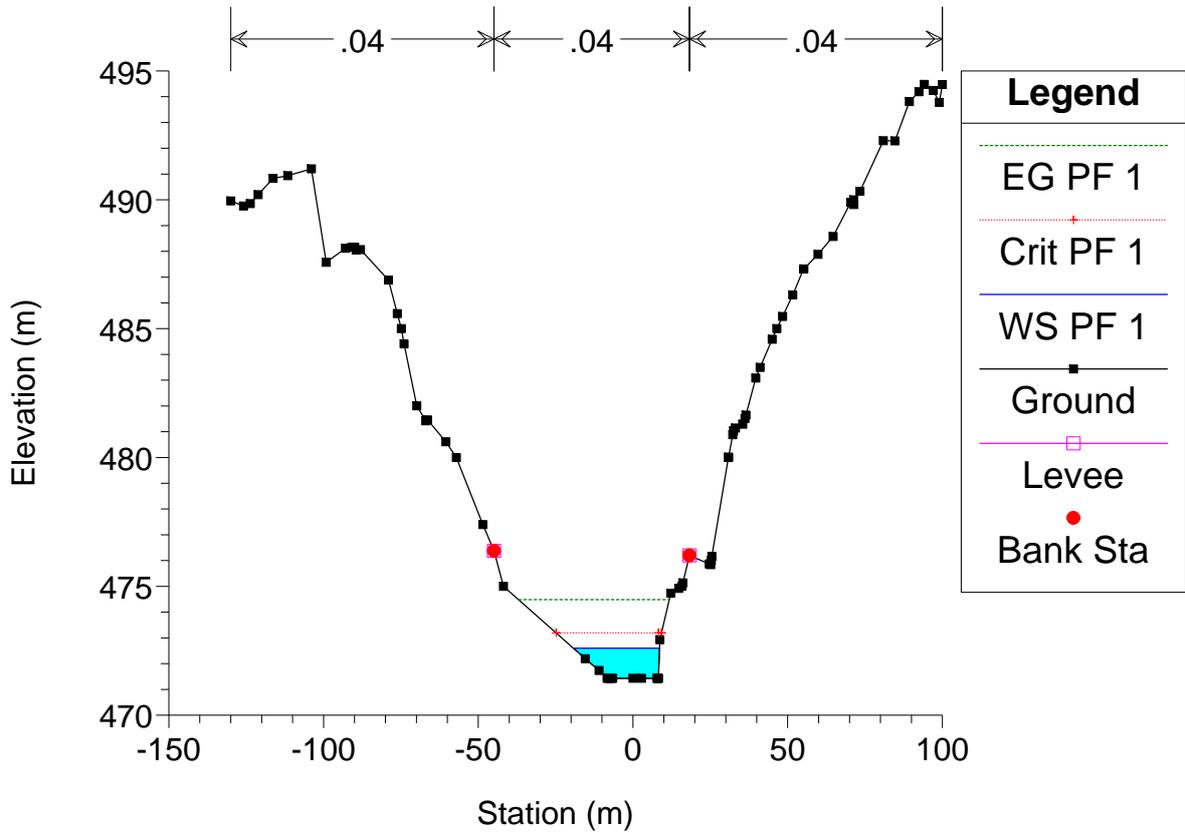
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



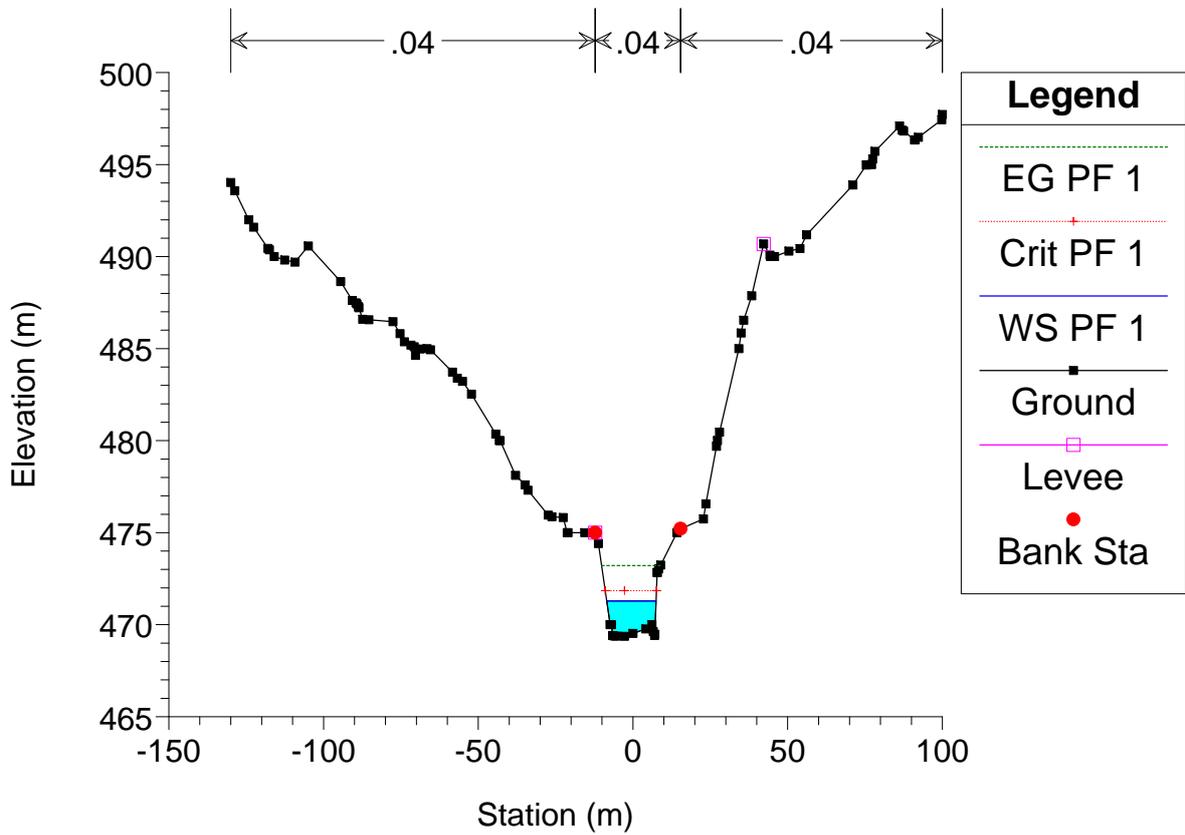
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



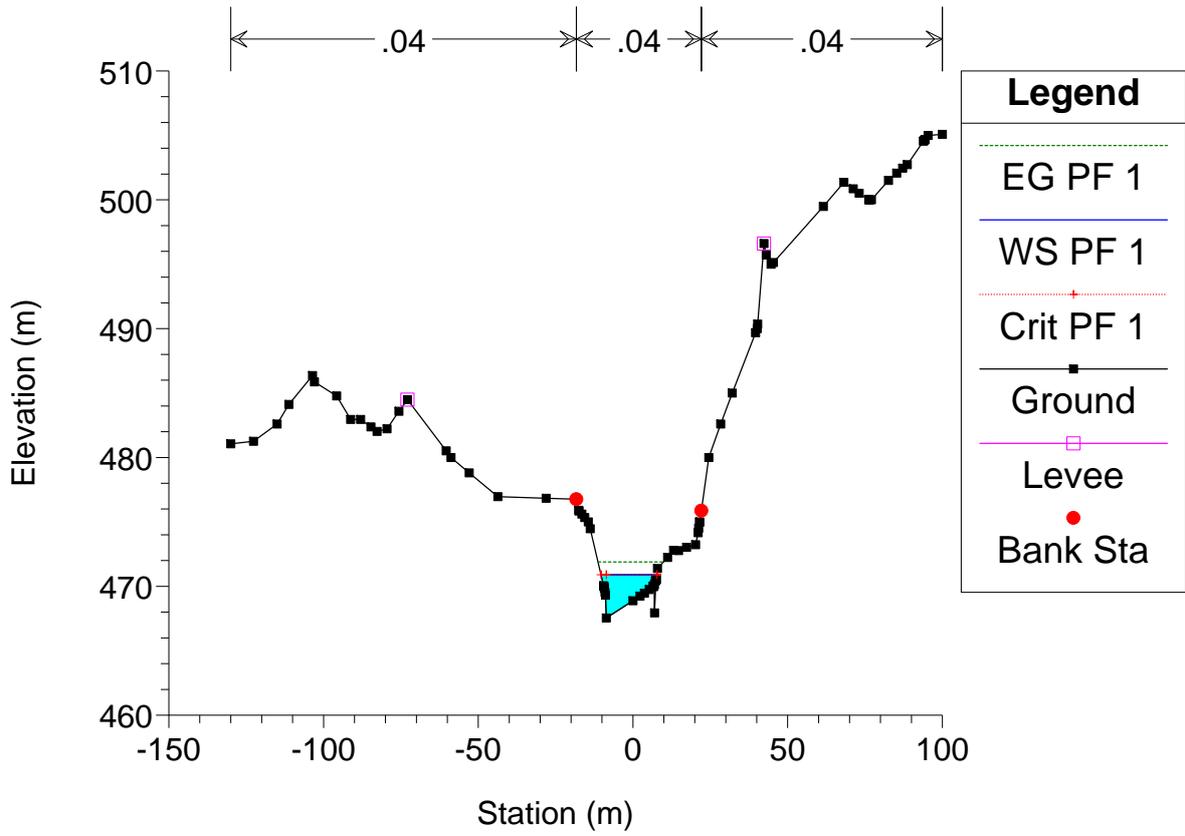
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



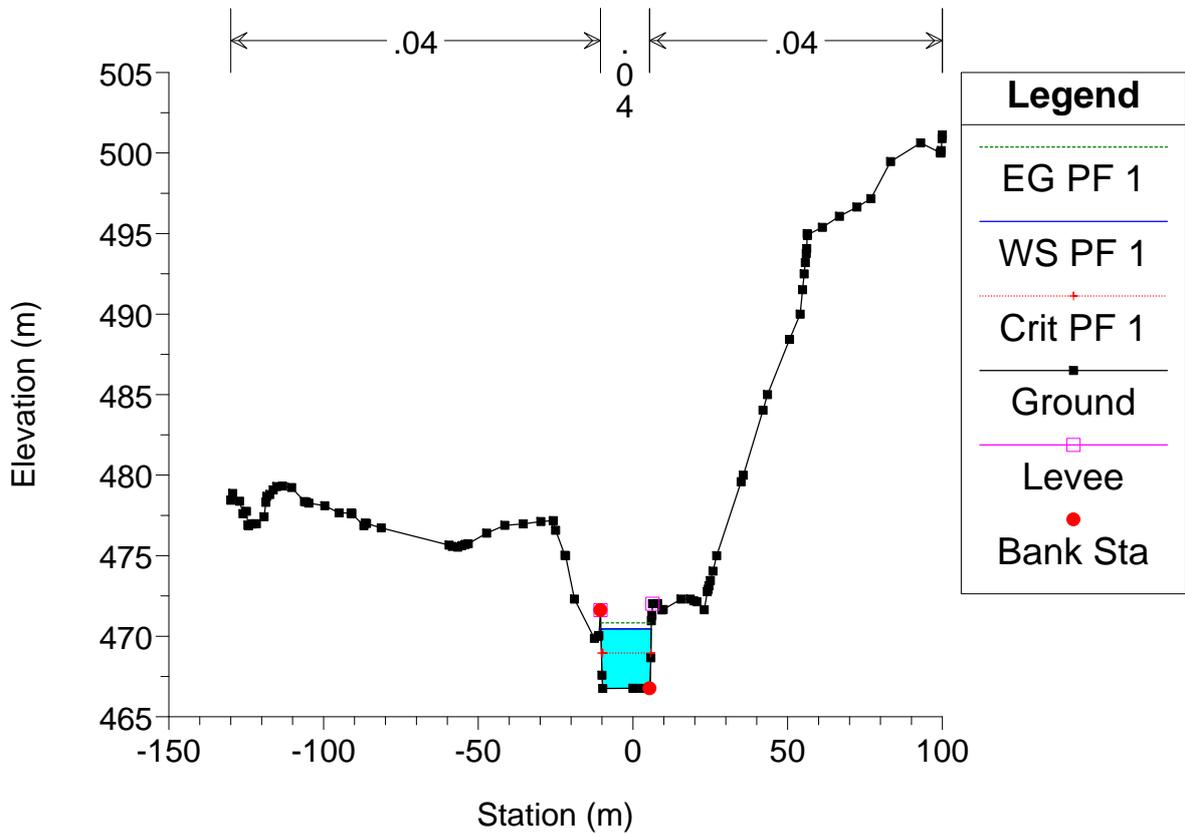
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



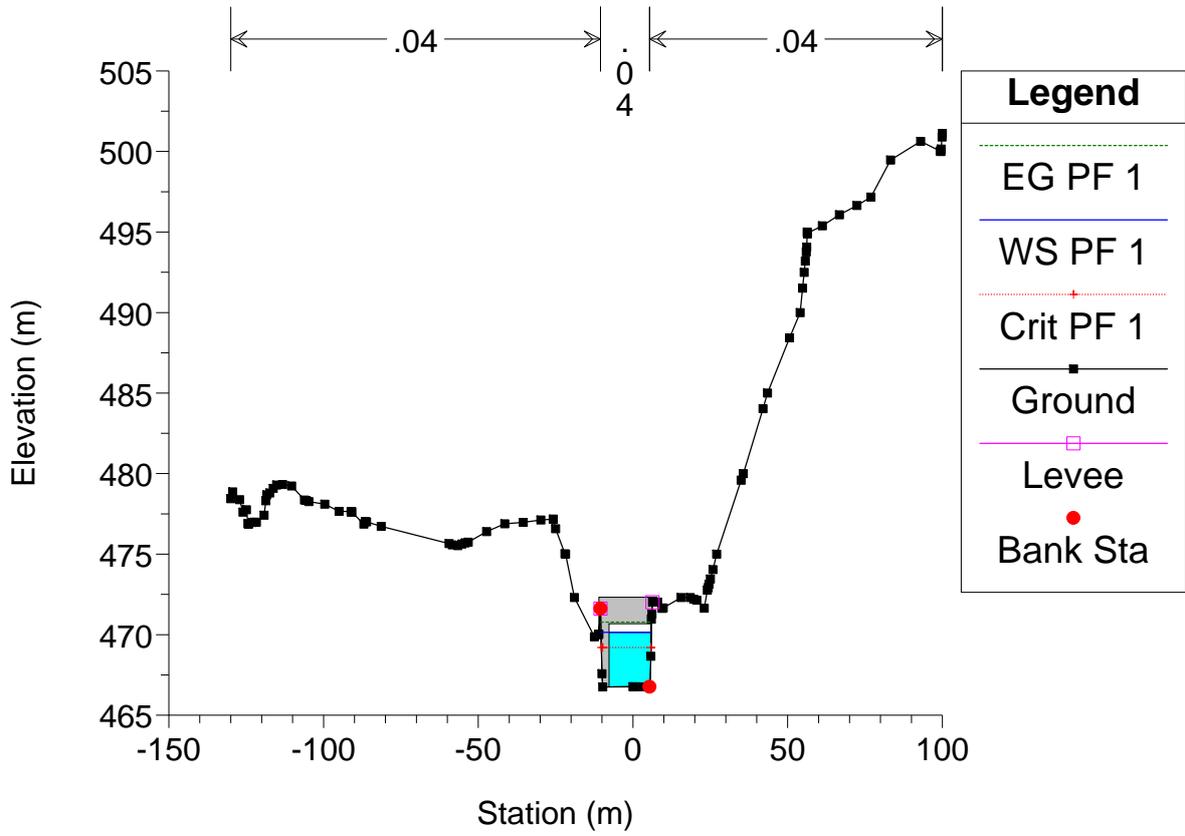
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



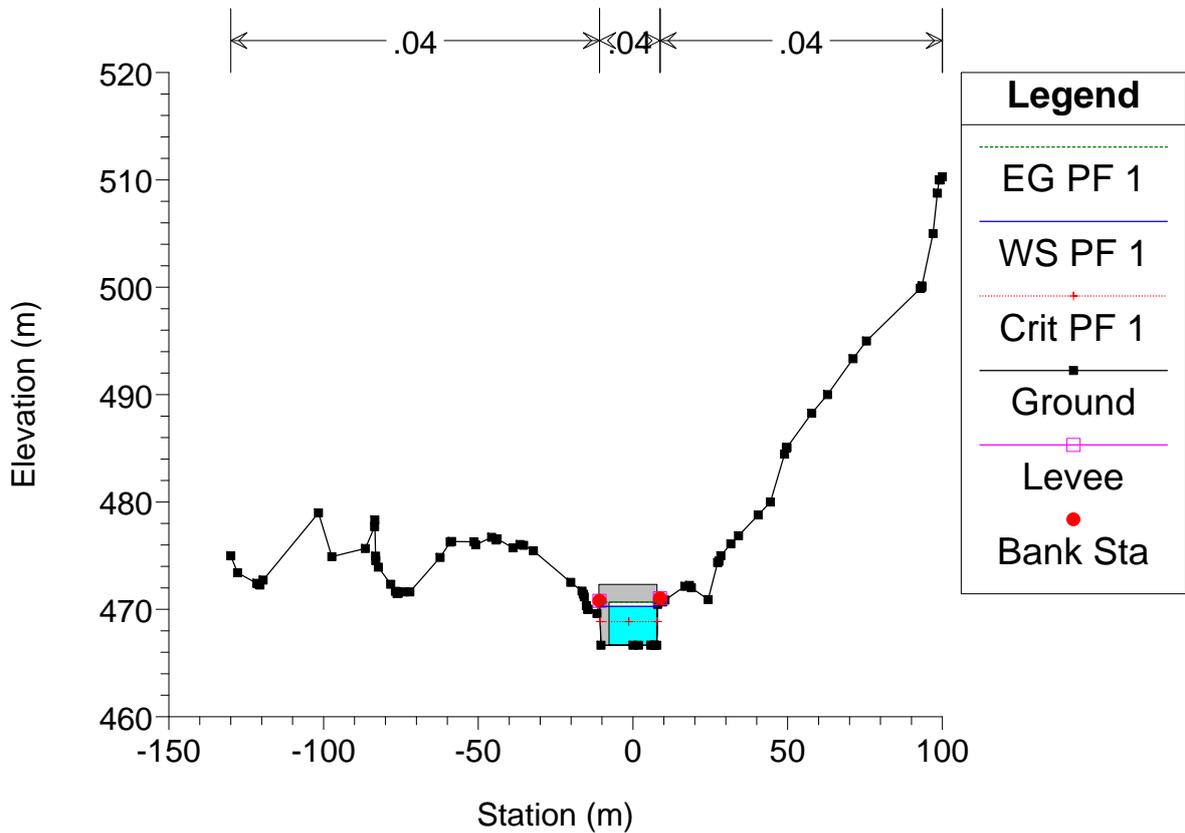
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



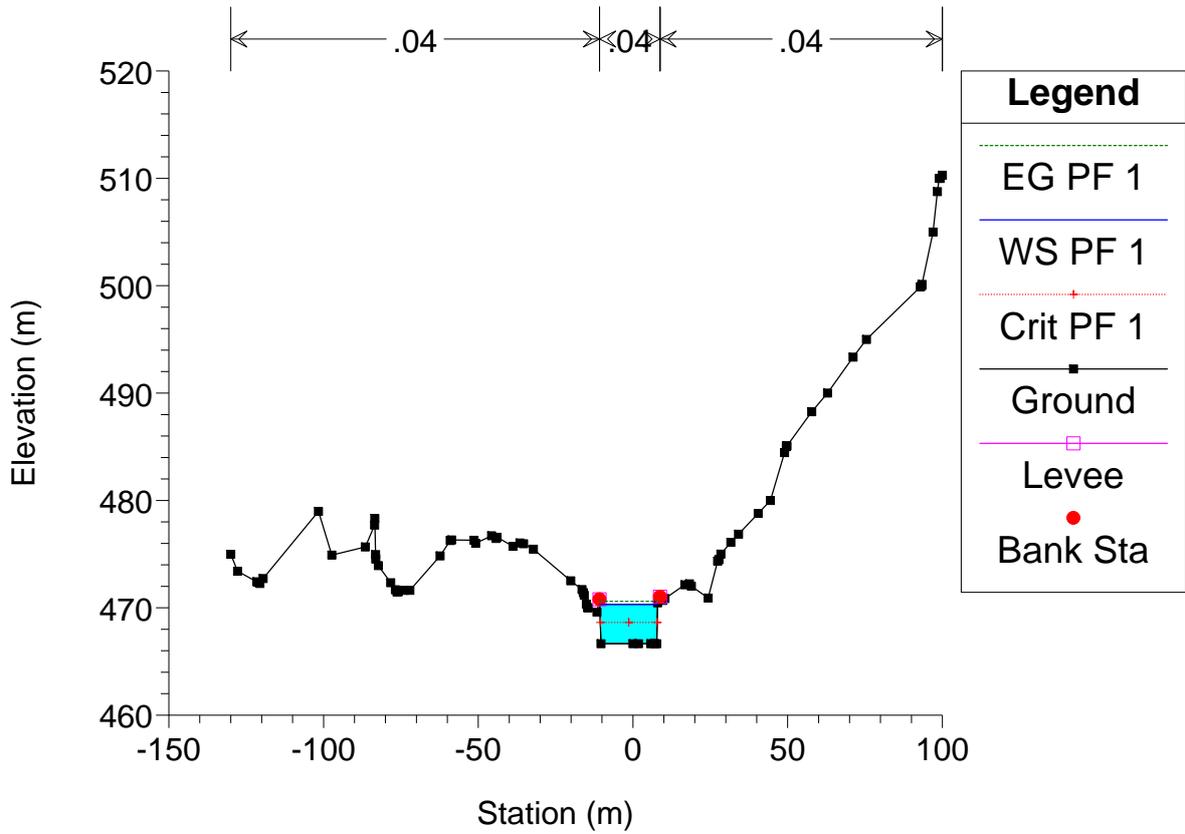
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



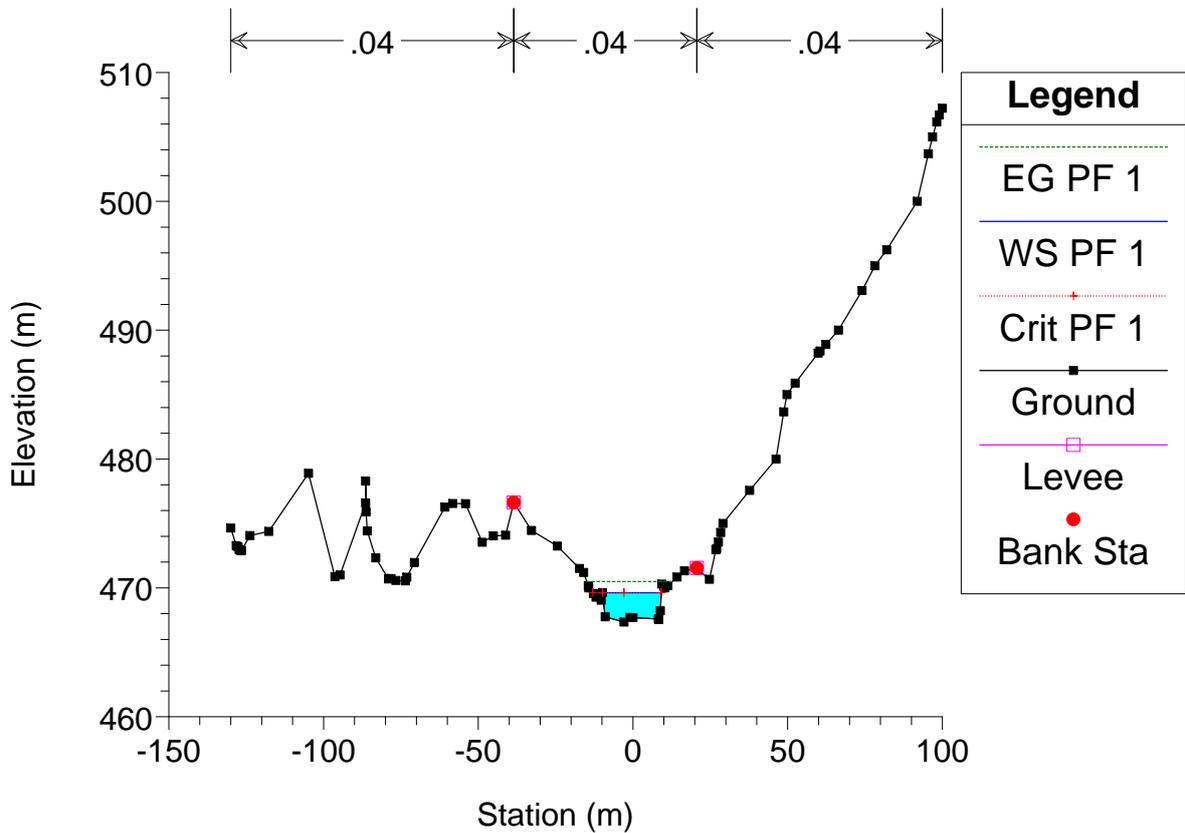
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



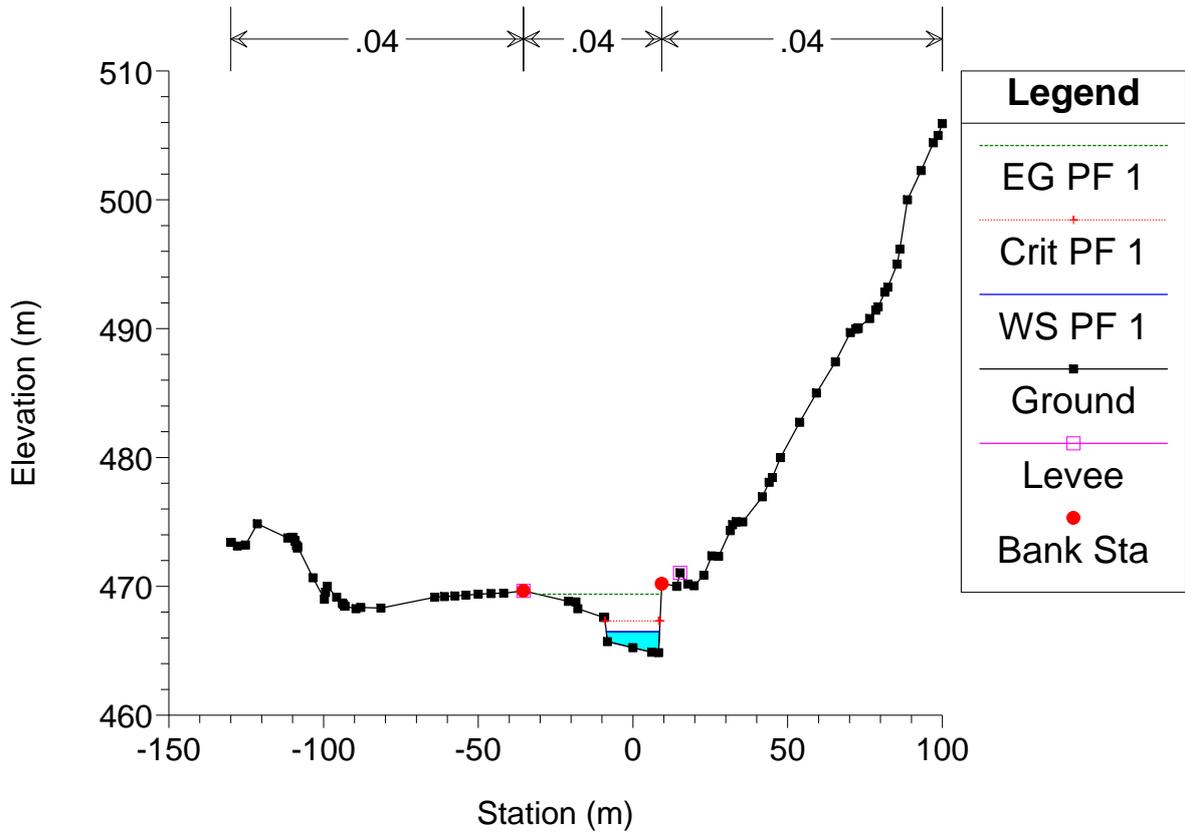
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



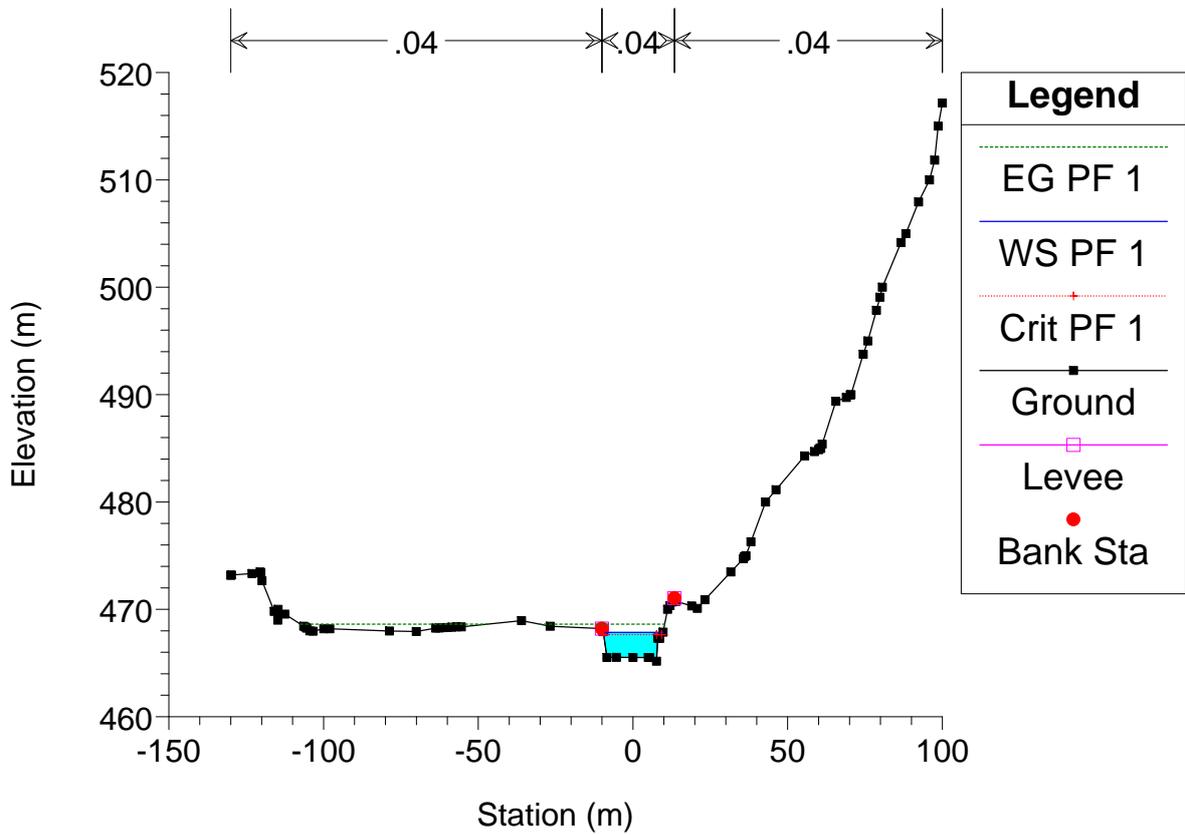
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



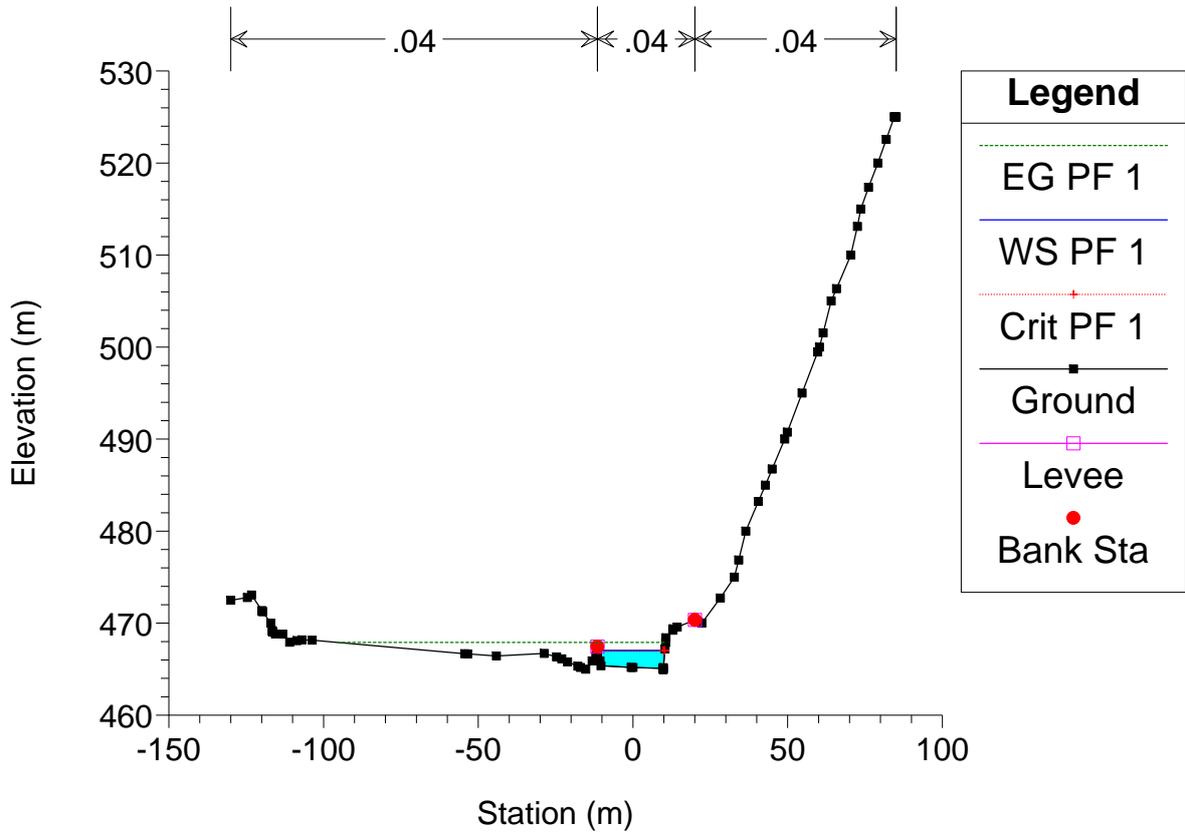
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



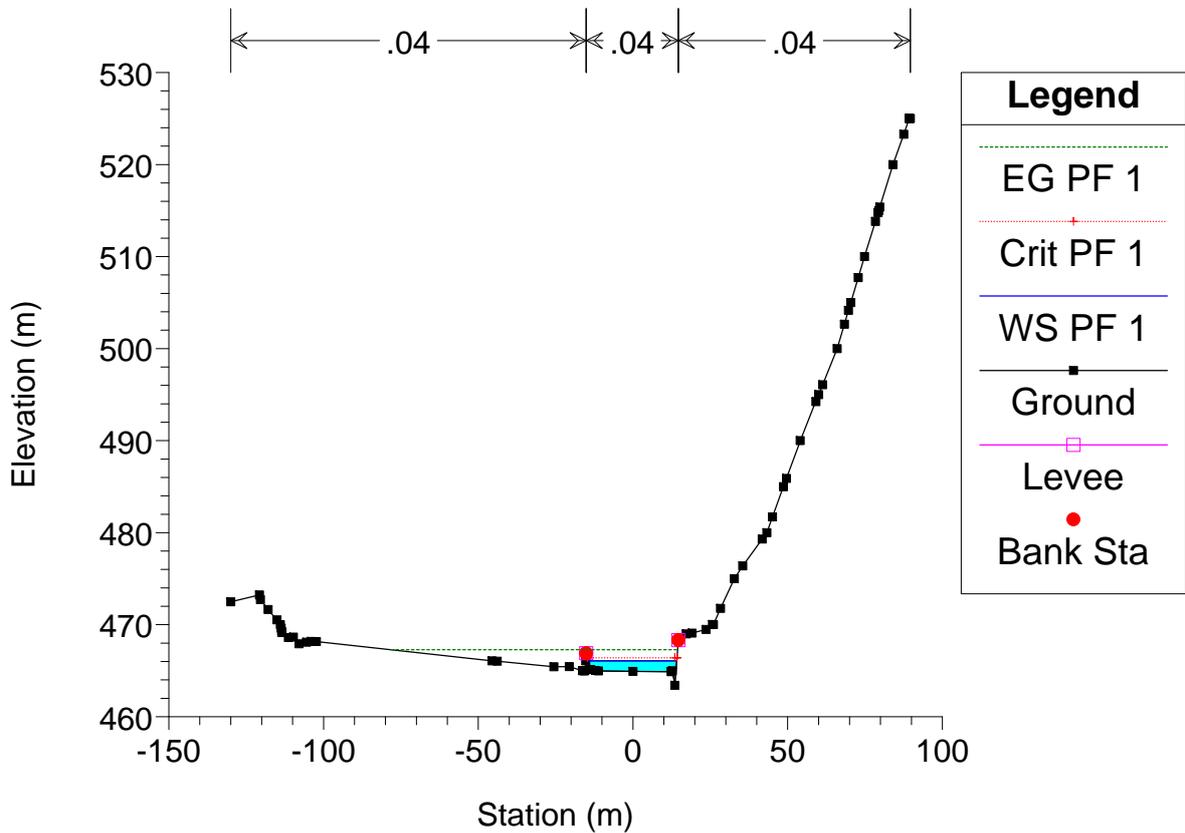
Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



Astico TR1 Plan: TR1_SA 22/07/2011



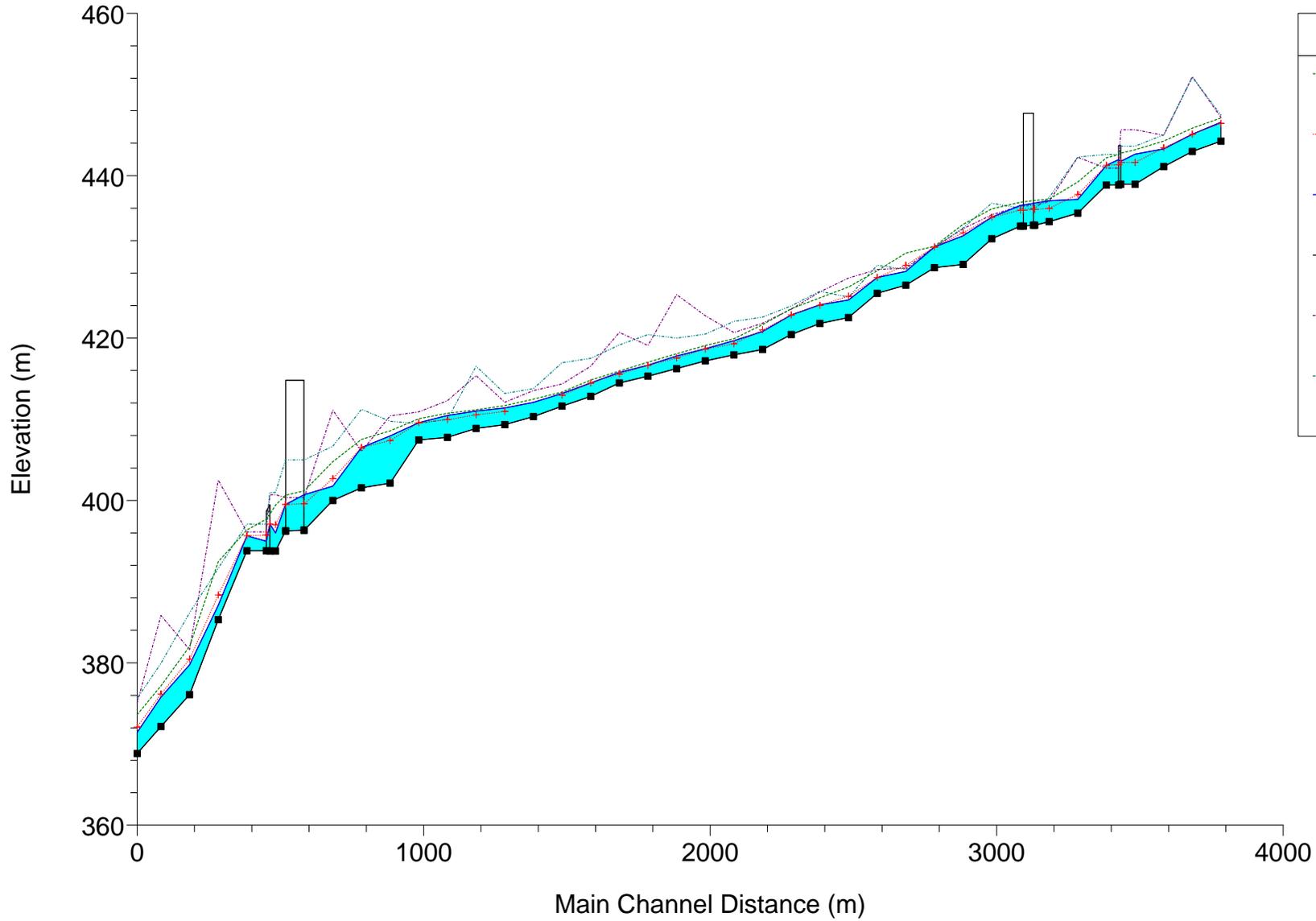
Torrente Astico – Stato di progetto – Tratto 2

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR2 Profile: PF 1

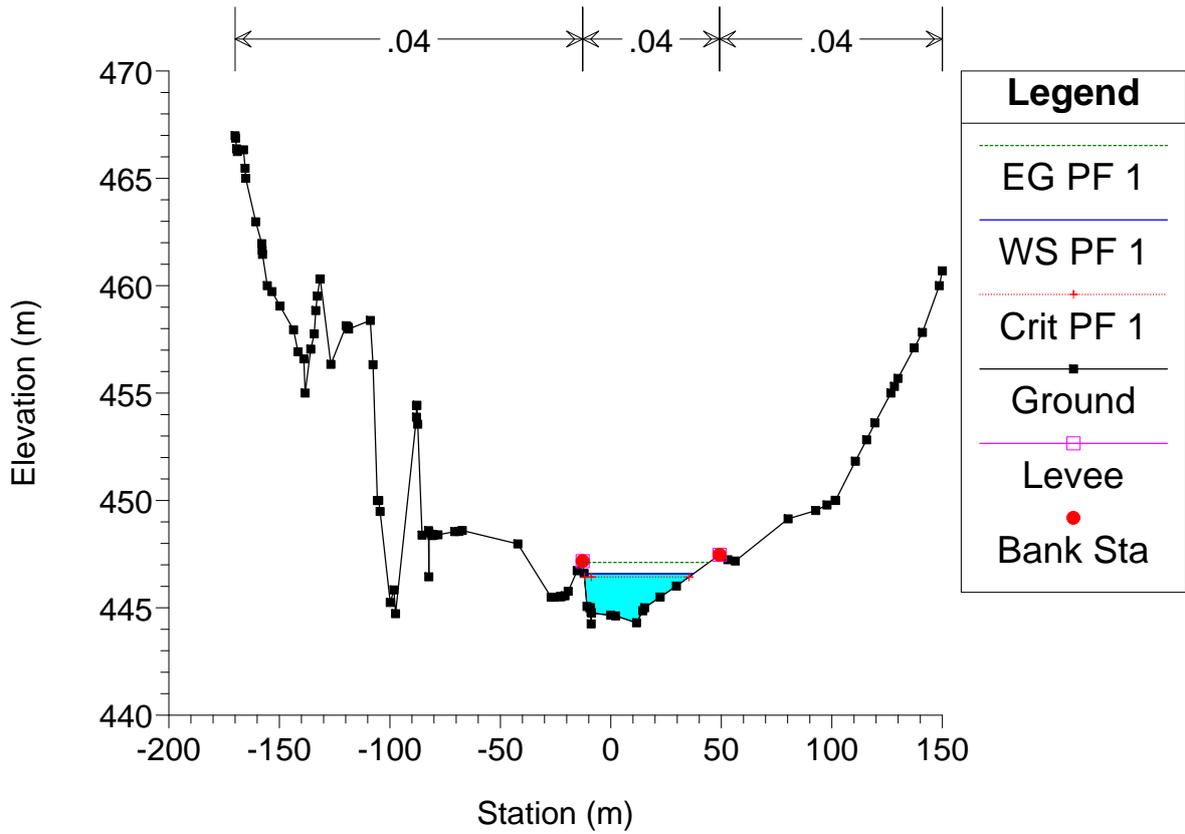
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR2	-1	PF 1	224.92	444.25	446.59	446.43	3.22	0.86	447.17	447.47
TR2	-2	PF 1	224.92	442.97	445.11	445.11	3.82	1.00	445.64	452.13
TR2	-3	PF 1	224.92	441.12	443.30	443.43	4.33	1.11	444.98	445.04
TR2	-4	PF 1	224.92	438.95	442.65	441.63	3.24	0.58	445.66	443.63
TR2	-4.5	Bridge								
TR2	-5	PF 1	224.92	438.85	441.28	441.28	4.35	0.98	440.93	442.61
TR2	-6	PF 1	224.92	435.39	437.09	437.68	6.46	2.40	442.26	442.30
TR2	-7	PF 1	224.92	434.33	436.92	435.97	1.94	0.43	436.80	437.31
TR2	-7.5	PF 1	224.92	433.90	436.64	435.84	2.58	0.52	436.36	435.98
TR2	-7.75	Bridge								
TR2	-8	PF 1	224.92	433.80	436.34	435.75	2.85	0.60	436.26	435.98
TR2	-9	PF 1	224.92	432.22	434.89	434.89	4.49	1.00	435.18	436.62
TR2	-10	PF 1	224.92	429.08	432.60	432.96	5.25	1.33	433.47	433.58
TR2	-11	PF 1	224.92	428.68	431.22	431.22	1.58	0.39	431.22	431.18
TR2	-12	PF 1	224.92	426.51	428.21	428.96	6.67	1.97		
TR2	-13	PF 1	224.92	425.52	427.46	427.46	4.05	1.01	432.22	428.97
TR2	-14	PF 1	224.92	422.52	424.69	425.15	5.60	1.41	427.40	425.04
TR2	-15	PF 1	224.92	421.79	424.10	424.03	4.08	0.95	425.68	425.77
TR2	-16	PF 1	224.92	420.45	422.85	422.85	3.90	1.00	423.56	423.96
TR2	-17	PF 1	224.92	418.59	420.80	421.00	4.09	1.33	421.83	422.57
TR2	-18	PF 1	224.92	417.93	419.67	419.29	2.15	0.61	420.68	422.05
TR2	-19	PF 1	224.92	417.19	418.69	418.63	2.79	0.91	422.76	420.50
TR2	-20	PF 1	224.92	416.25	417.80	417.55	2.30	0.70	425.36	420.00
TR2	-21	PF 1	224.92	415.31	416.66	416.64	2.66	0.95	419.08	420.43
TR2	-22	PF 1	224.92	414.47	415.77	415.57	1.83	0.66	420.70	419.14
TR2	-23	PF 1	224.92	412.81	414.47	414.47	2.67	1.01	416.54	417.50
TR2	-24	PF 1	224.92	411.61	413.18	412.96	1.86	0.64	414.35	416.97
TR2	-25	PF 1	224.92	410.32	412.09		2.76	0.86		
TR2	-26	PF 1	224.92	409.34	411.39	410.96	2.38	0.63	412.10	413.18
TR2	-27	PF 1	224.92	408.88	411.01	410.55	1.82	0.52	415.38	416.54
TR2	-28	PF 1	224.92	407.78	410.46	409.94	2.41	0.58	412.29	410.00
TR2	-29	PF 1	224.92	407.45	409.57	409.57	3.20	0.88	410.92	409.49
TR2	-30	PF 1	224.92	402.12	407.95	407.38	3.49	0.70	410.43	409.76
TR2	-31	PF 1	224.92	401.56	406.51	406.51	4.54	0.93	406.04	411.24
TR2	-32	PF 1	224.92	400.00	401.76	402.69	7.68	1.99	411.12	406.68
TR2	-33	PF 1	224.92	396.34	400.71	399.59	3.03	0.56	405.66	405.00
TR2	-33.25	Bridge								
TR2	-33.5	PF 1	224.92	396.24	399.51	399.51	4.71	1.00	400.35	405.00
TR2	-34	PF 1	224.92	393.77	396.00	397.00	8.20	2.18	400.70	401.00
TR2	-34.5	Bridge								
TR2	-35	PF 1	224.92	393.81	395.65	395.65	3.73	1.00	396.13	397.09
TR2	-36	PF 1	224.92	385.31	387.09	388.36	10.28	3.15	402.51	391.65
TR2	-37	PF 1	224.92	376.10	379.76	380.45	6.67	1.80	381.64	386.17
TR2	-38	PF 1	224.92	372.15	375.77	376.16	5.24	1.45	385.84	379.94
TR2	-39	PF 1	224.92	368.84	371.43	372.11	6.56	1.73	375.06	375.63

Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011

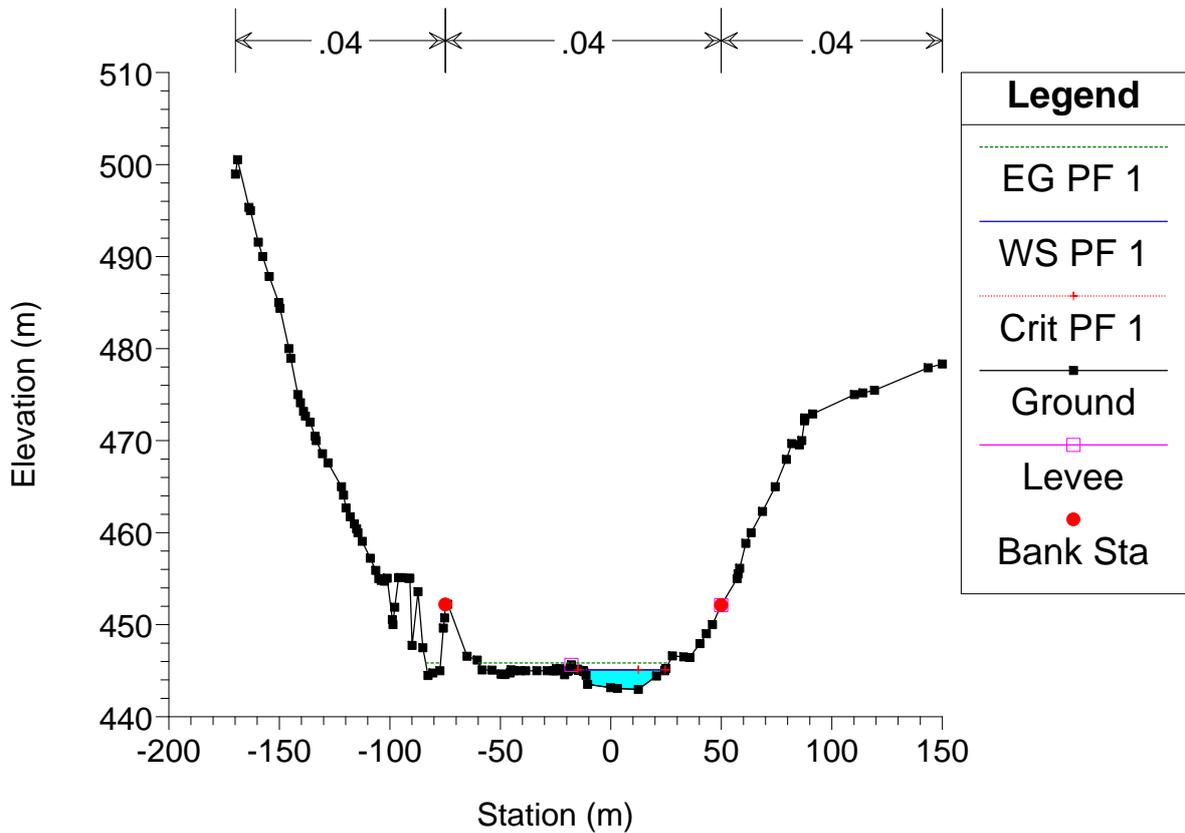
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



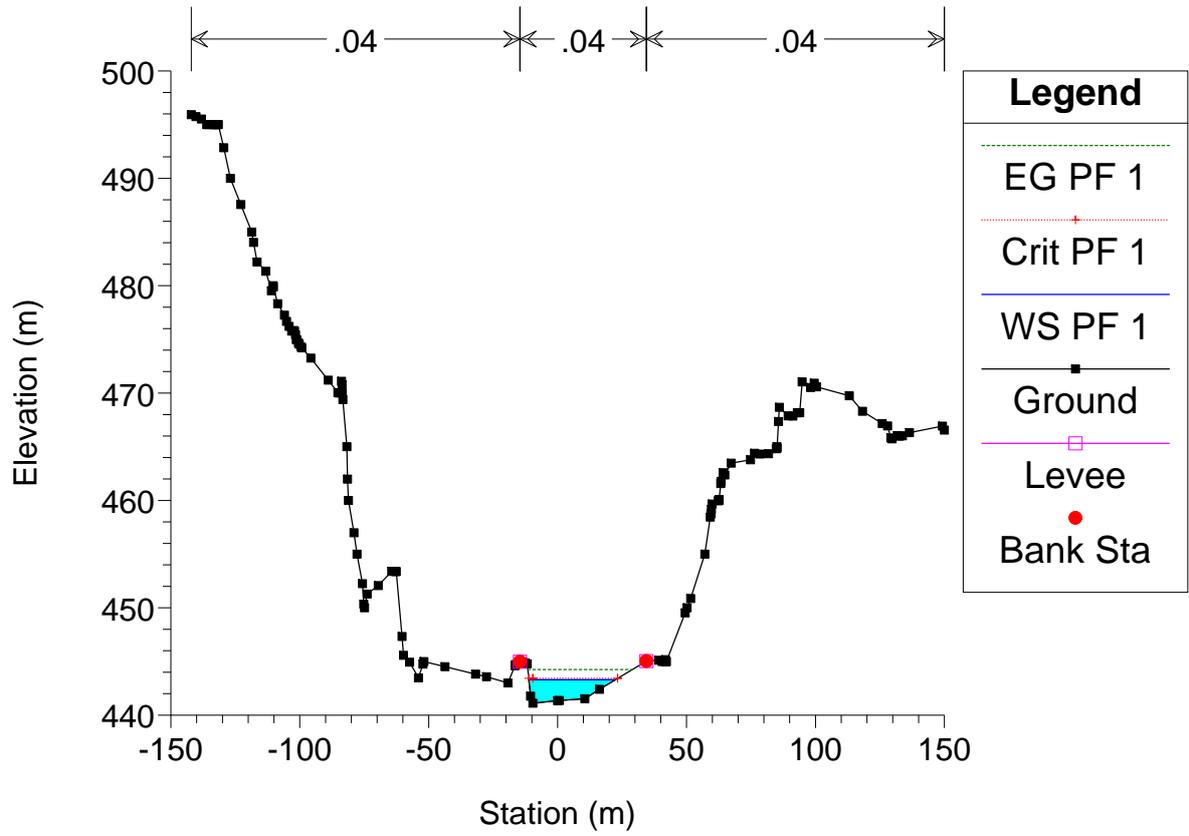
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



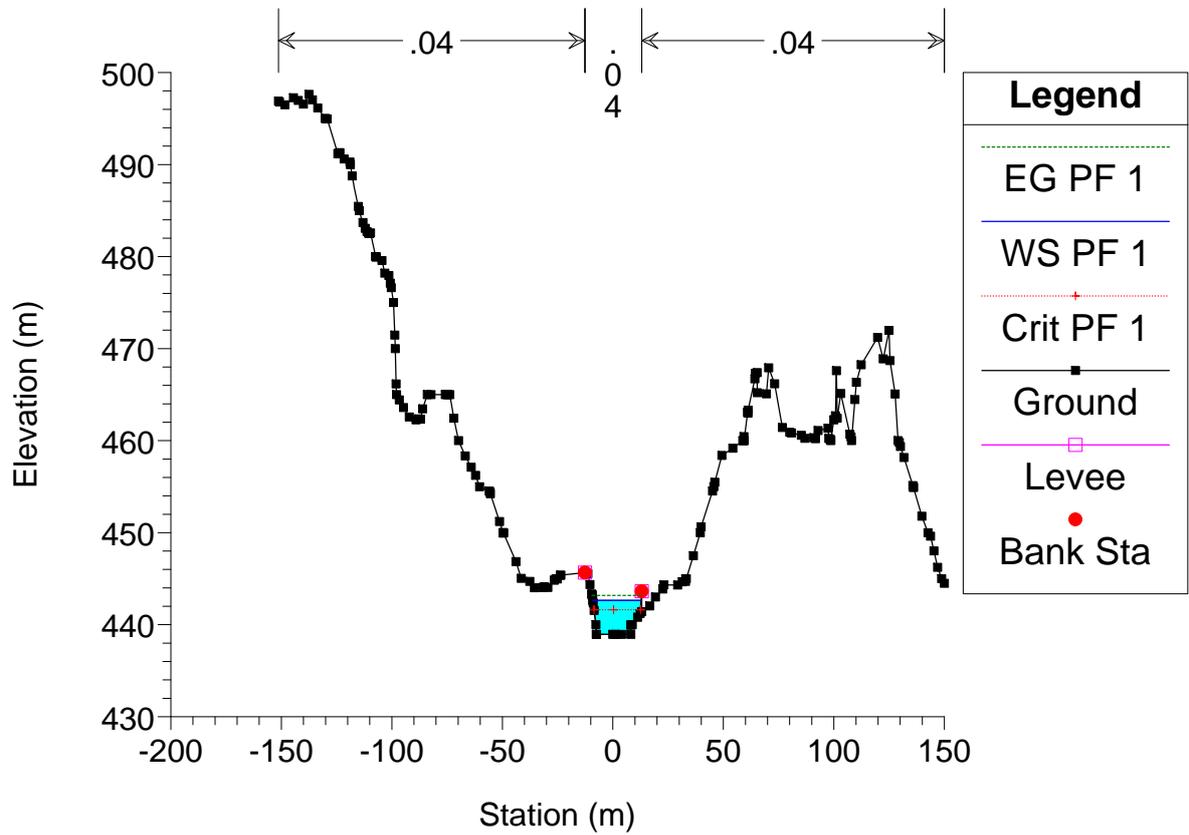
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



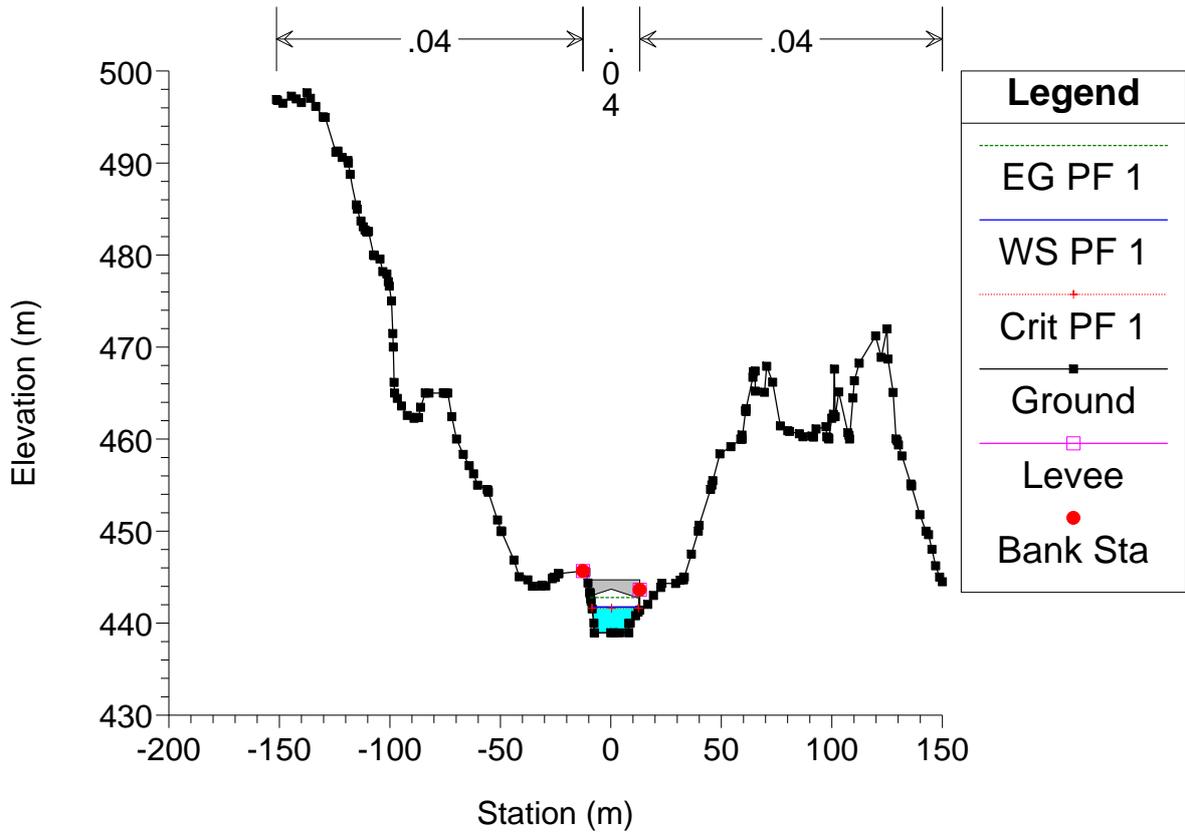
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



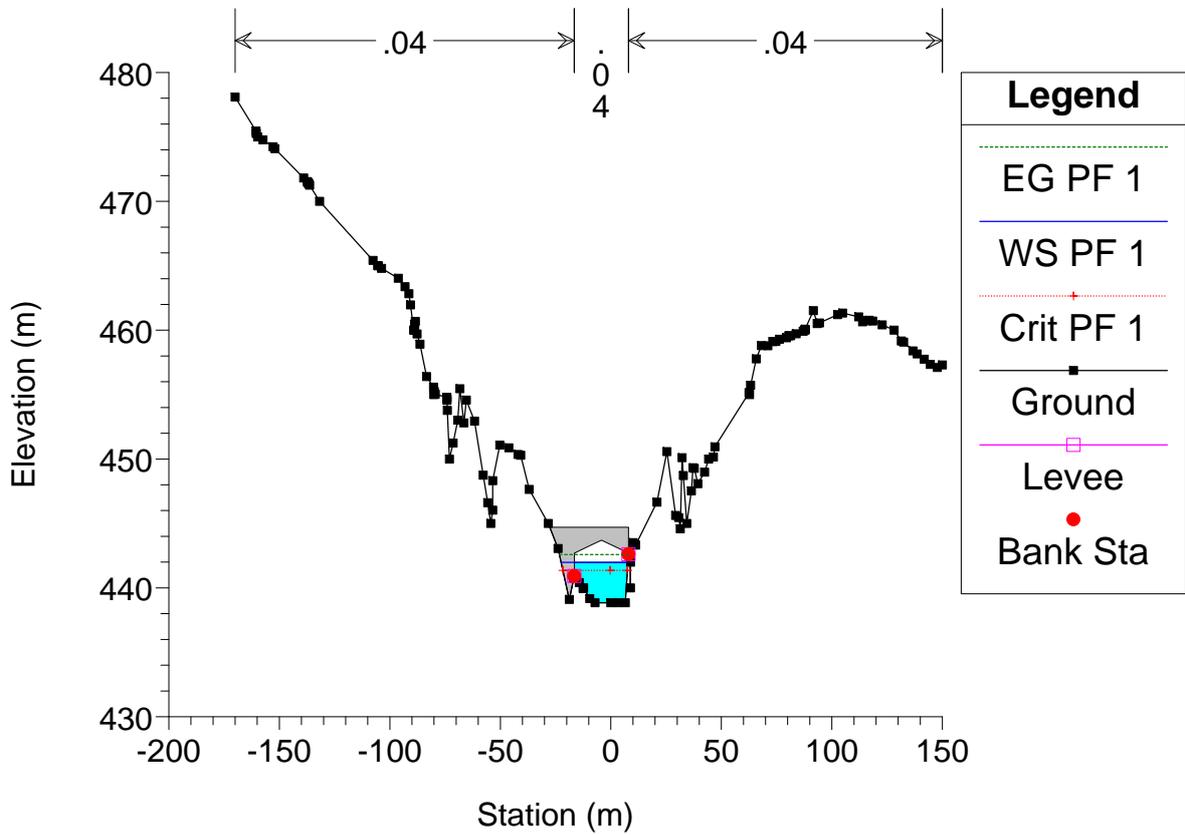
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



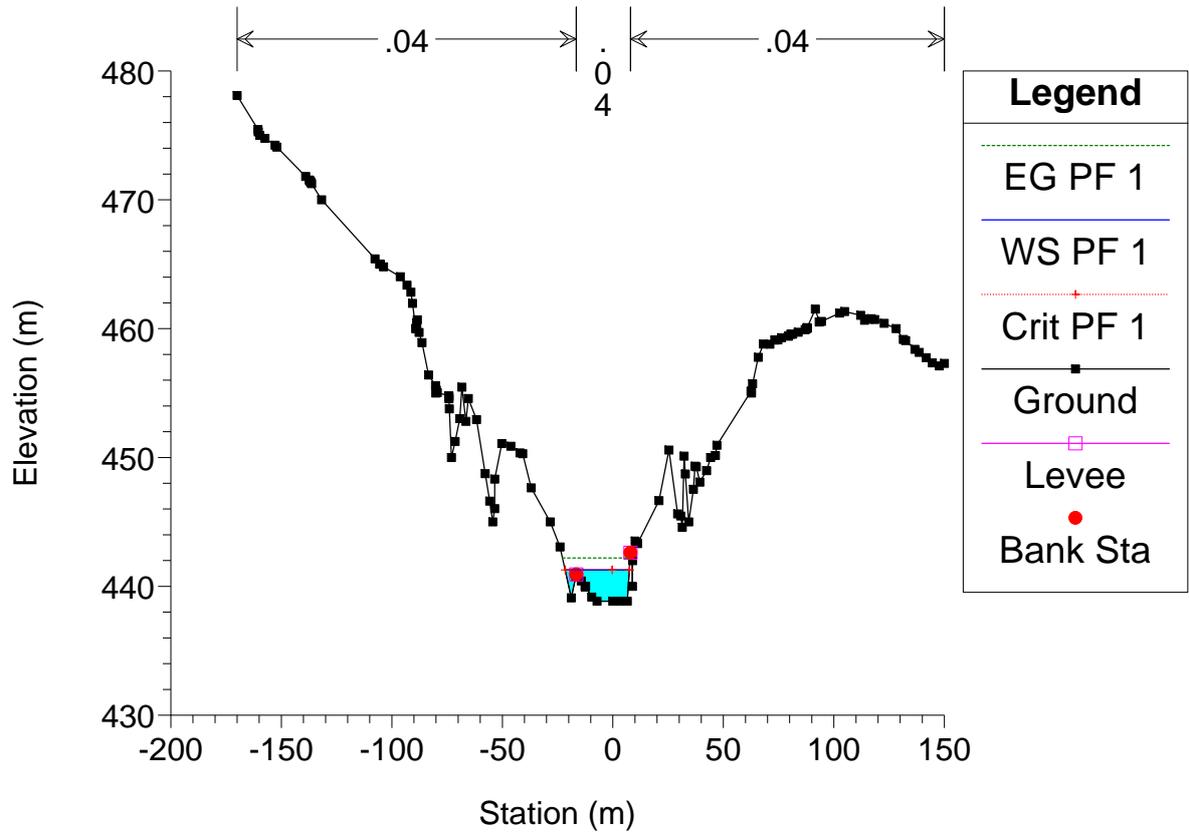
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



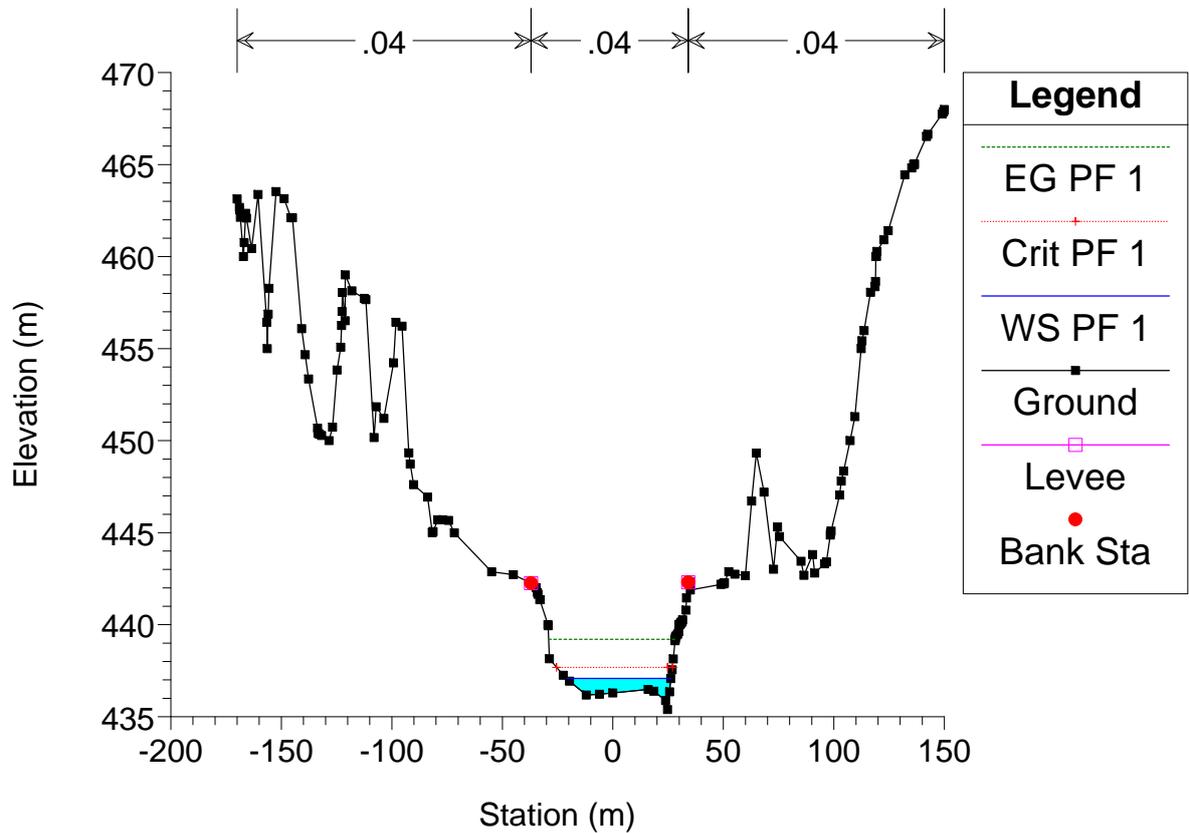
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



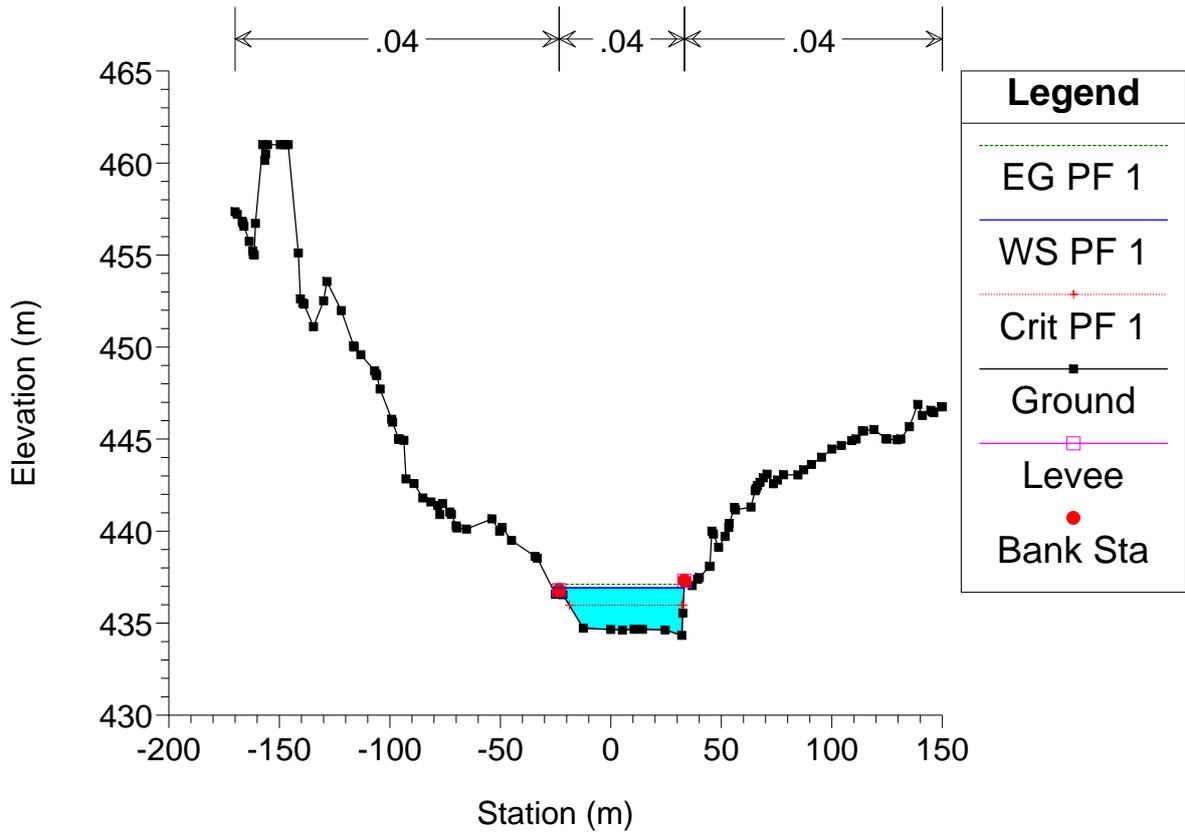
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



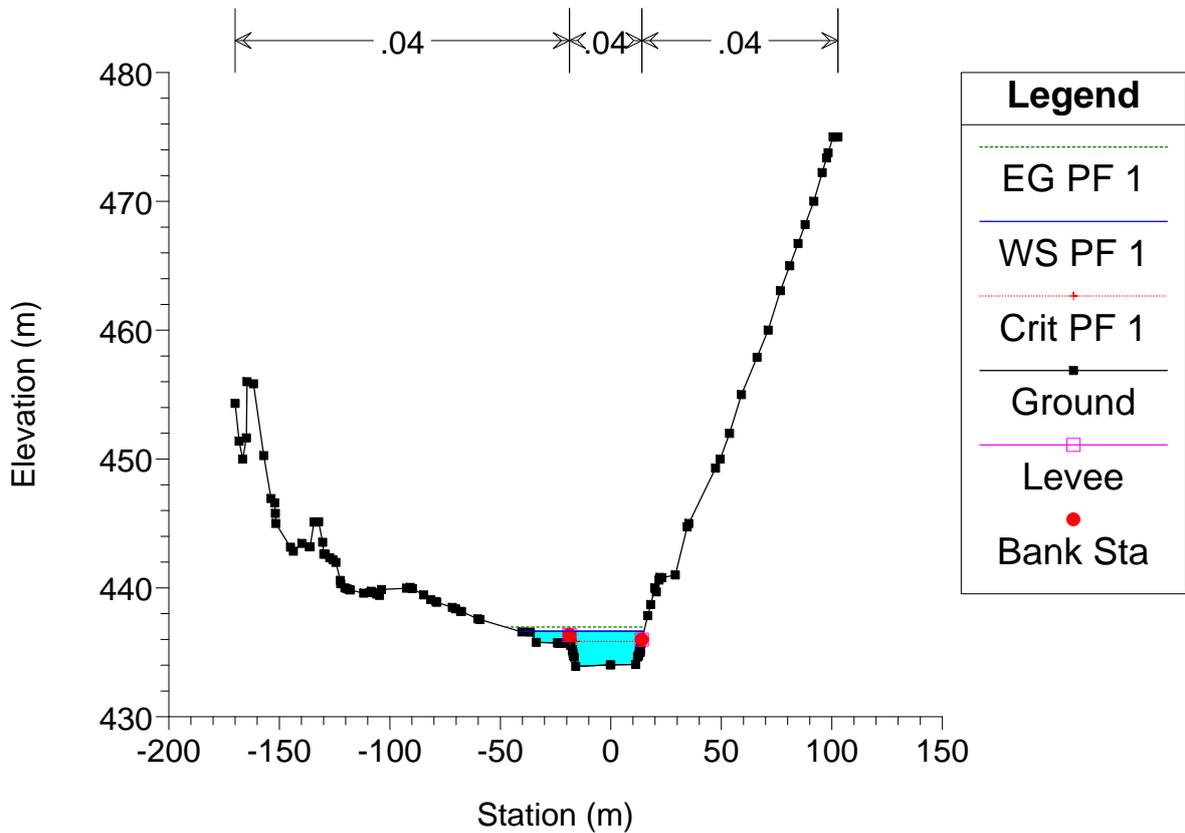
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



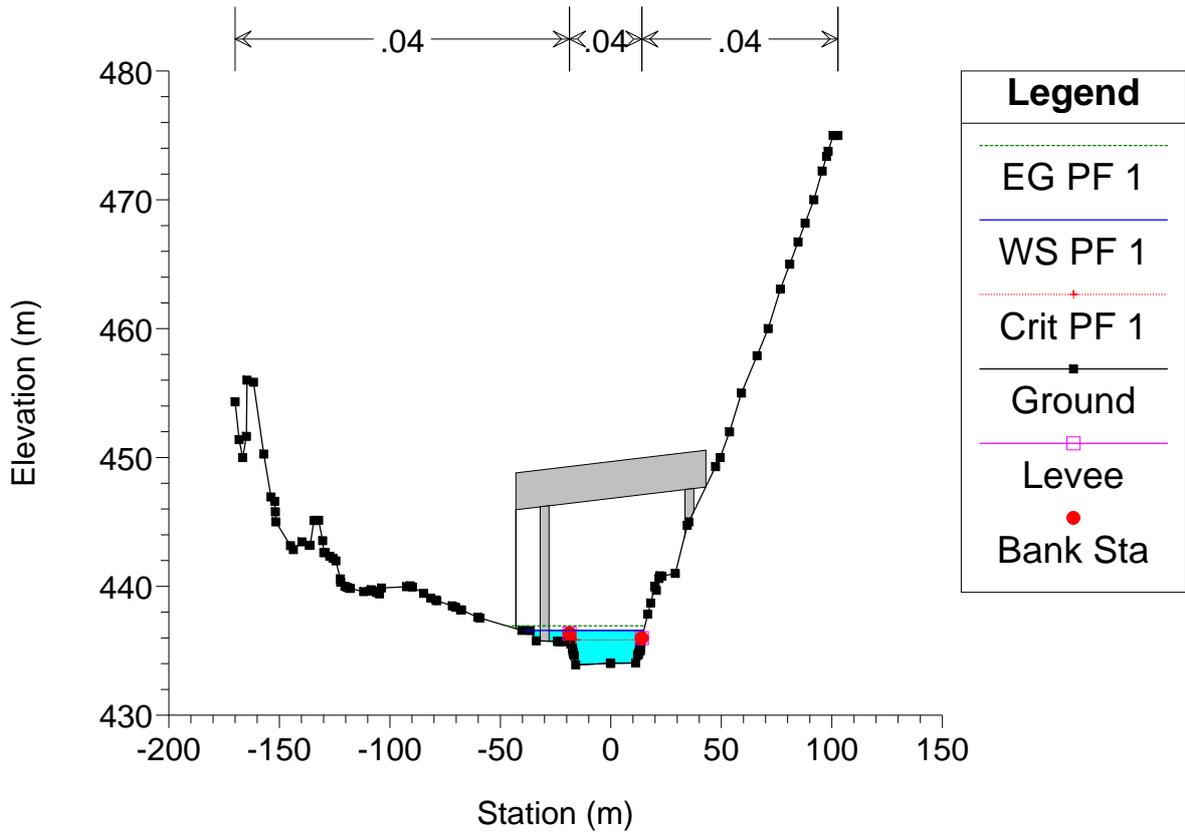
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



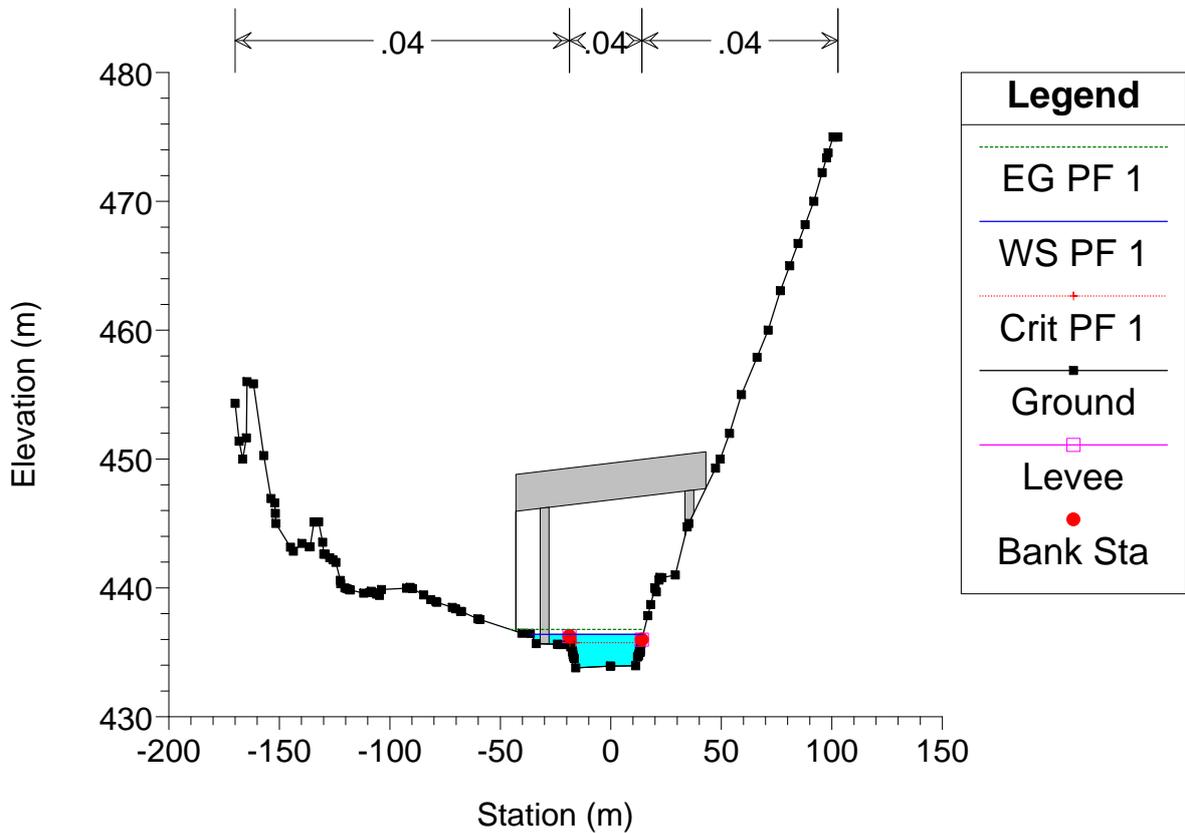
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



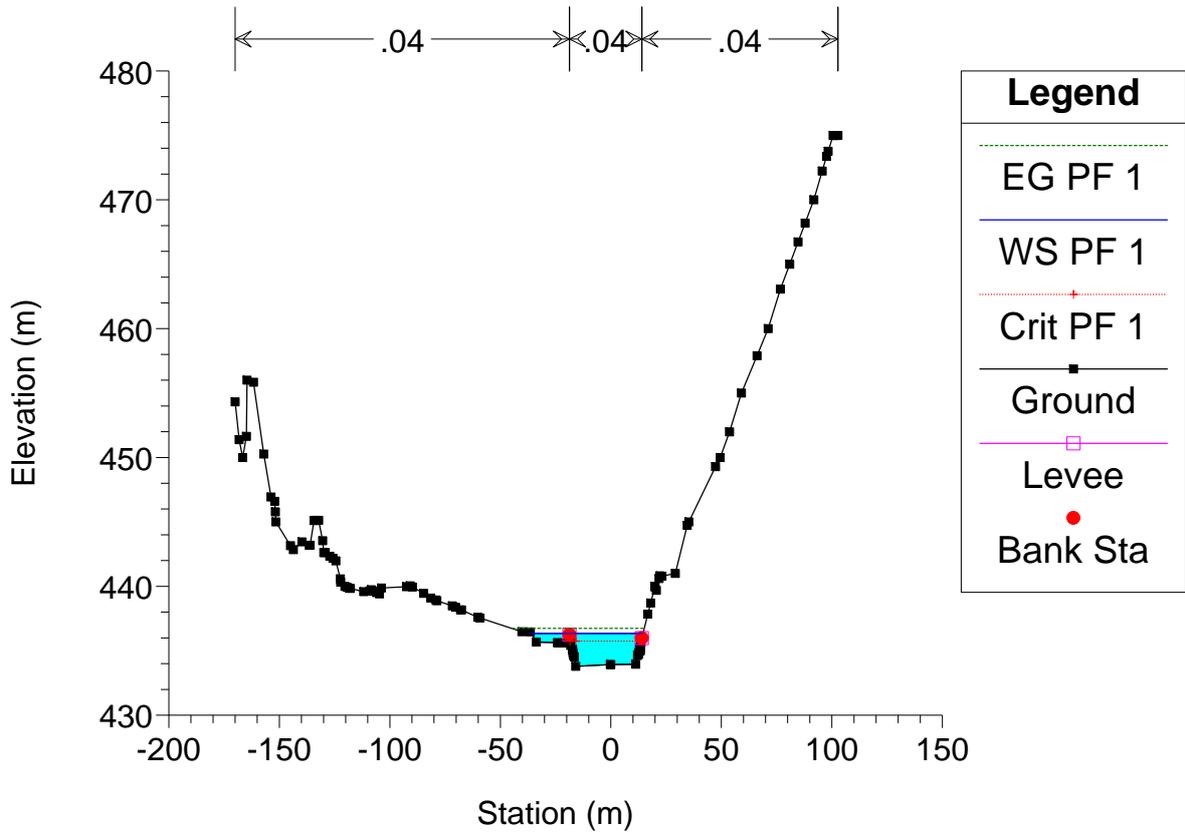
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



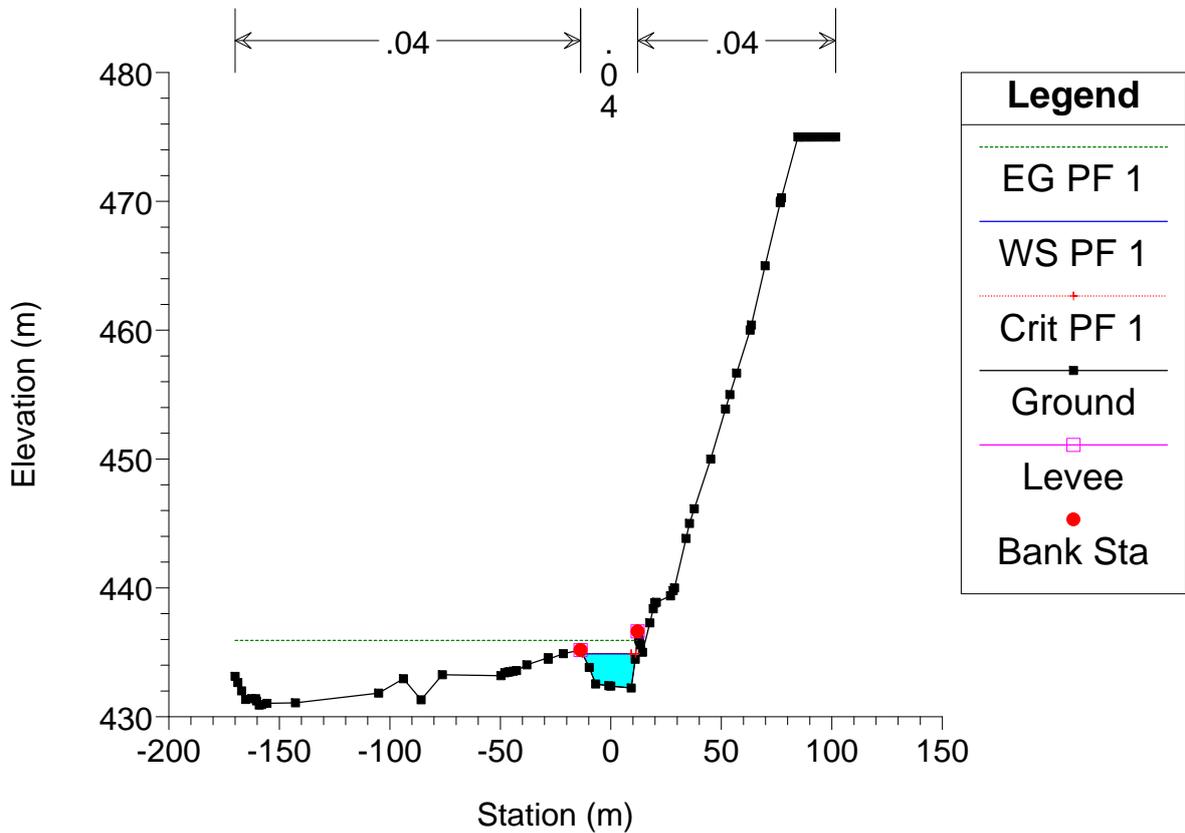
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



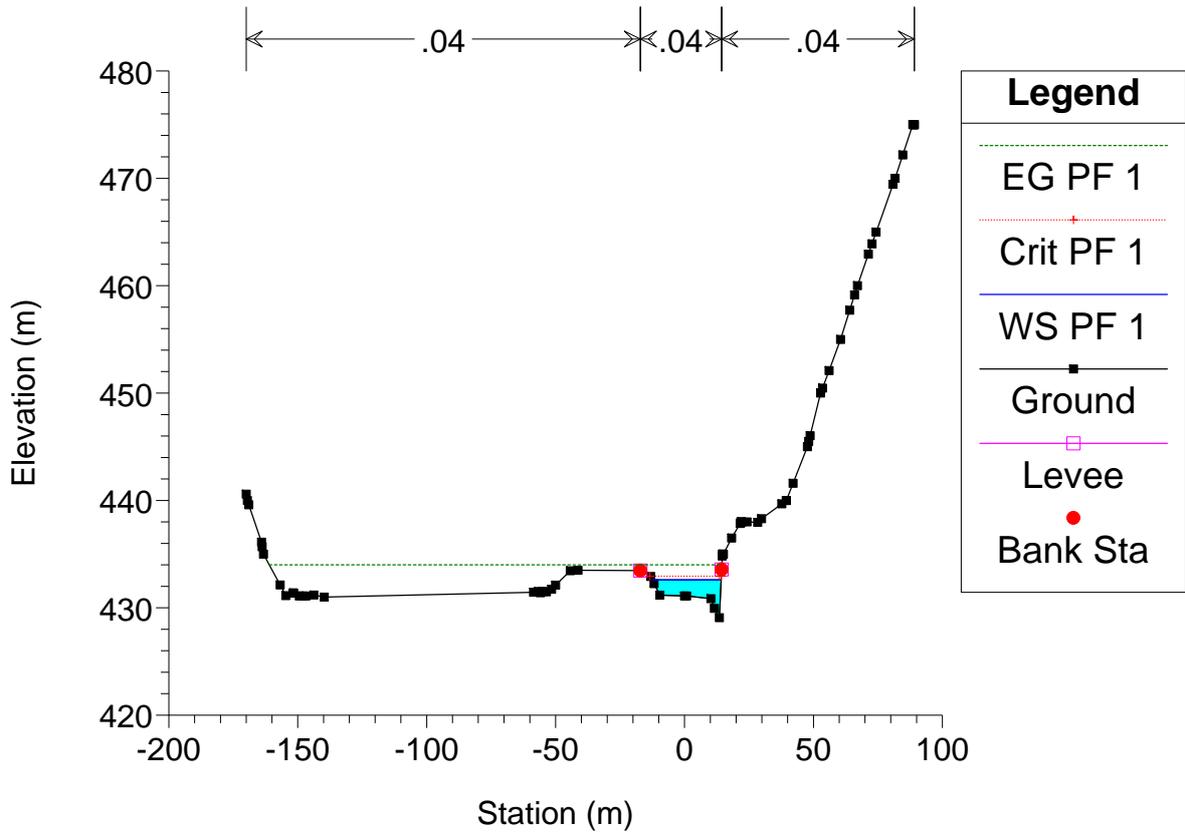
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



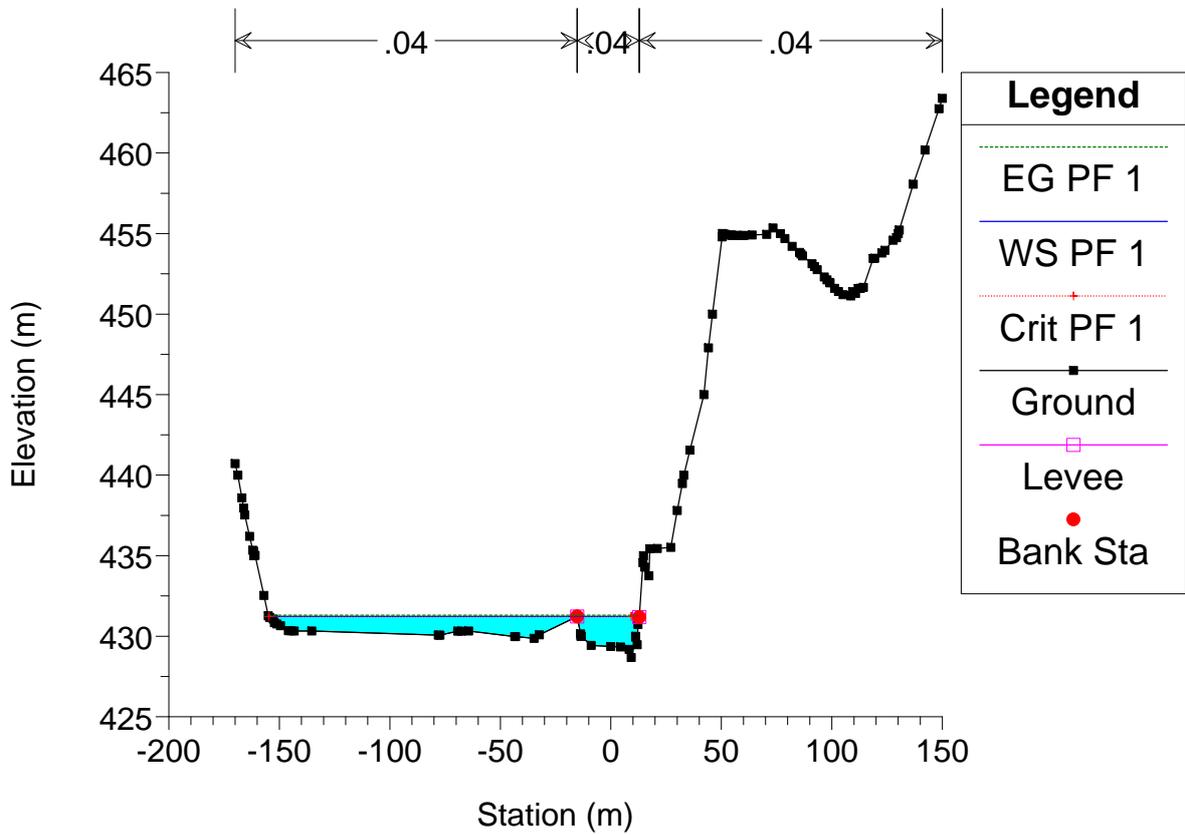
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



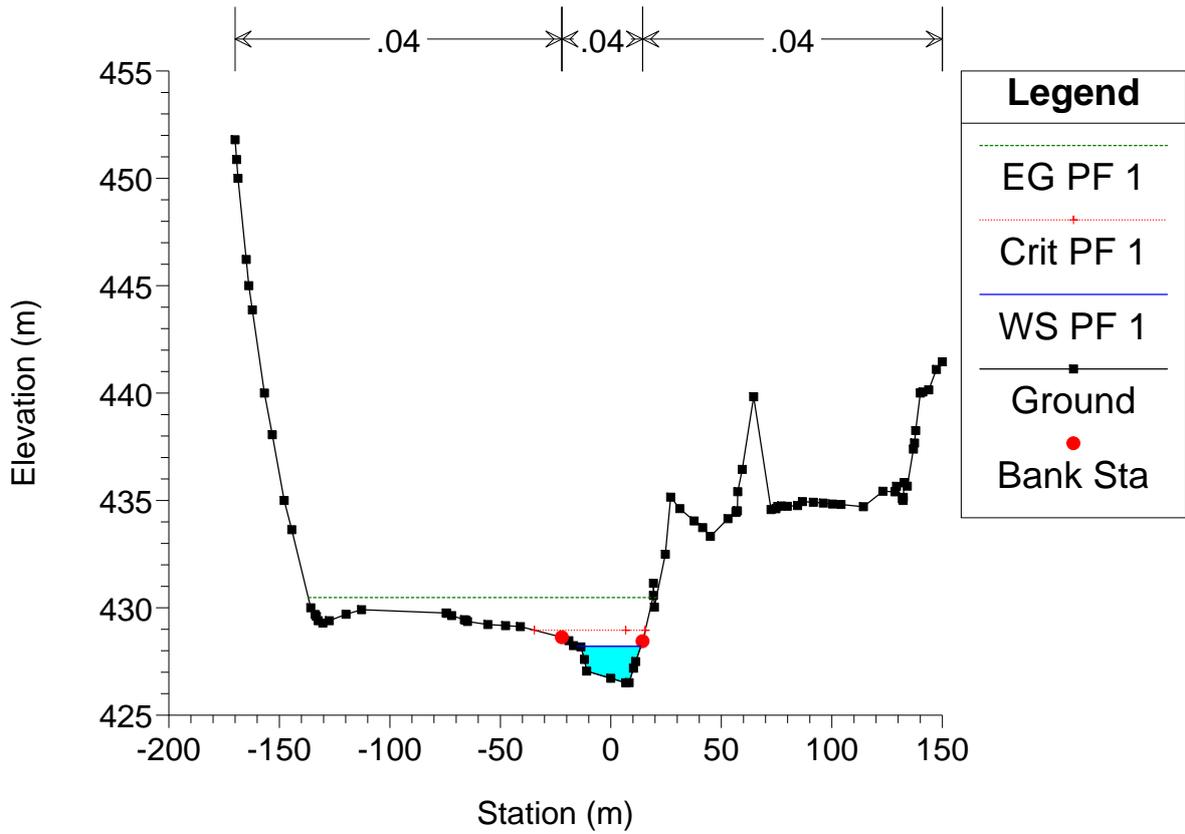
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



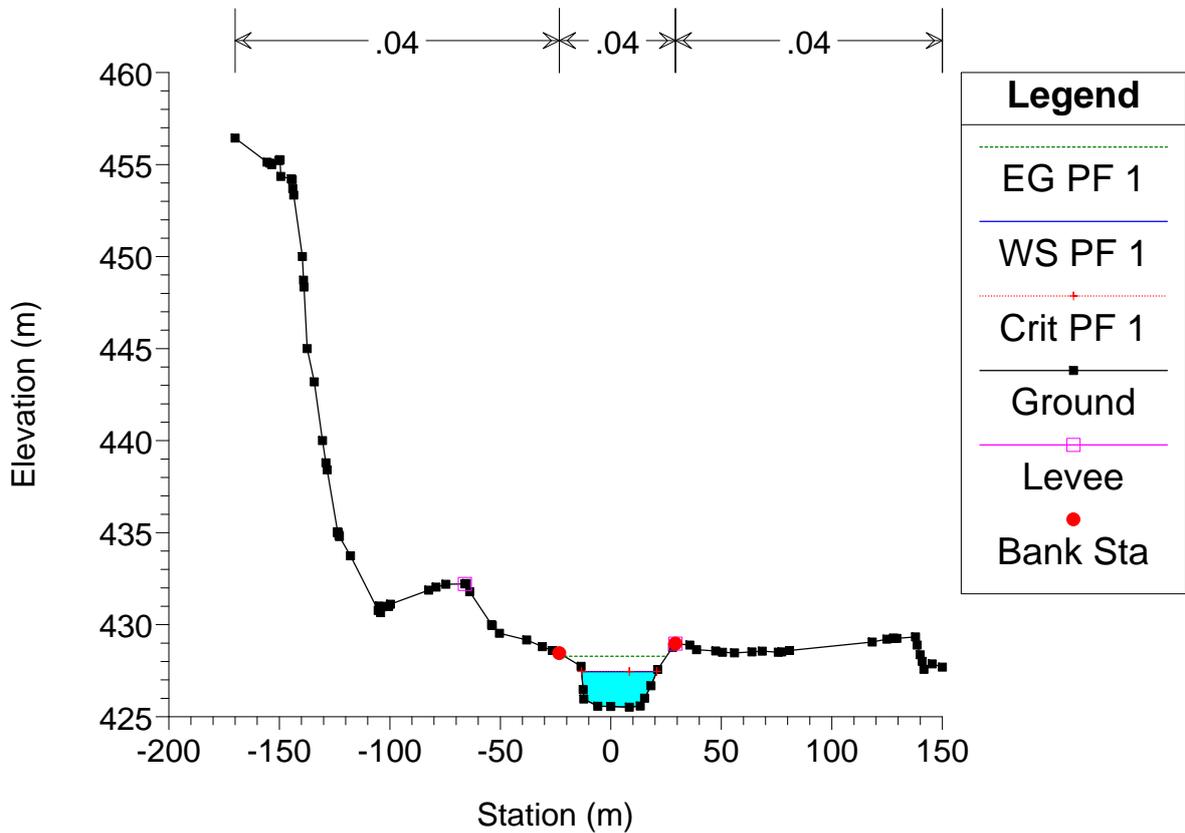
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



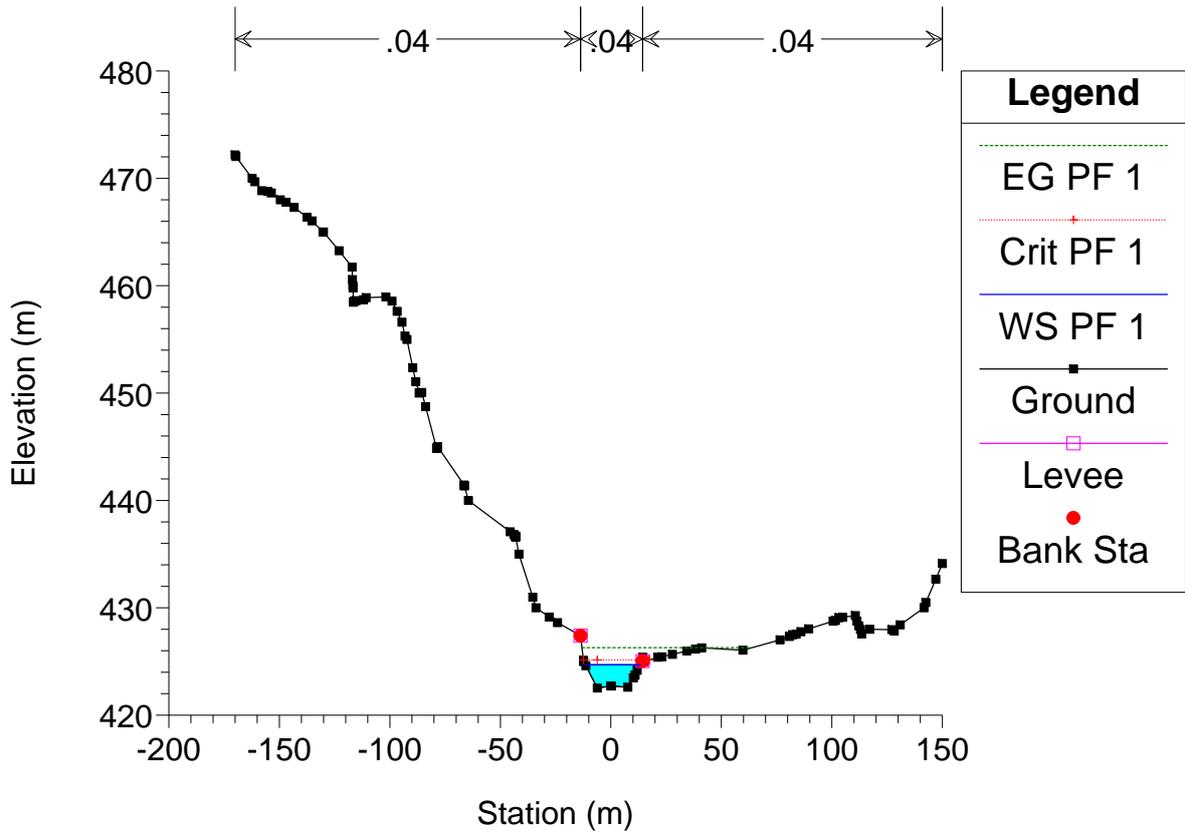
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



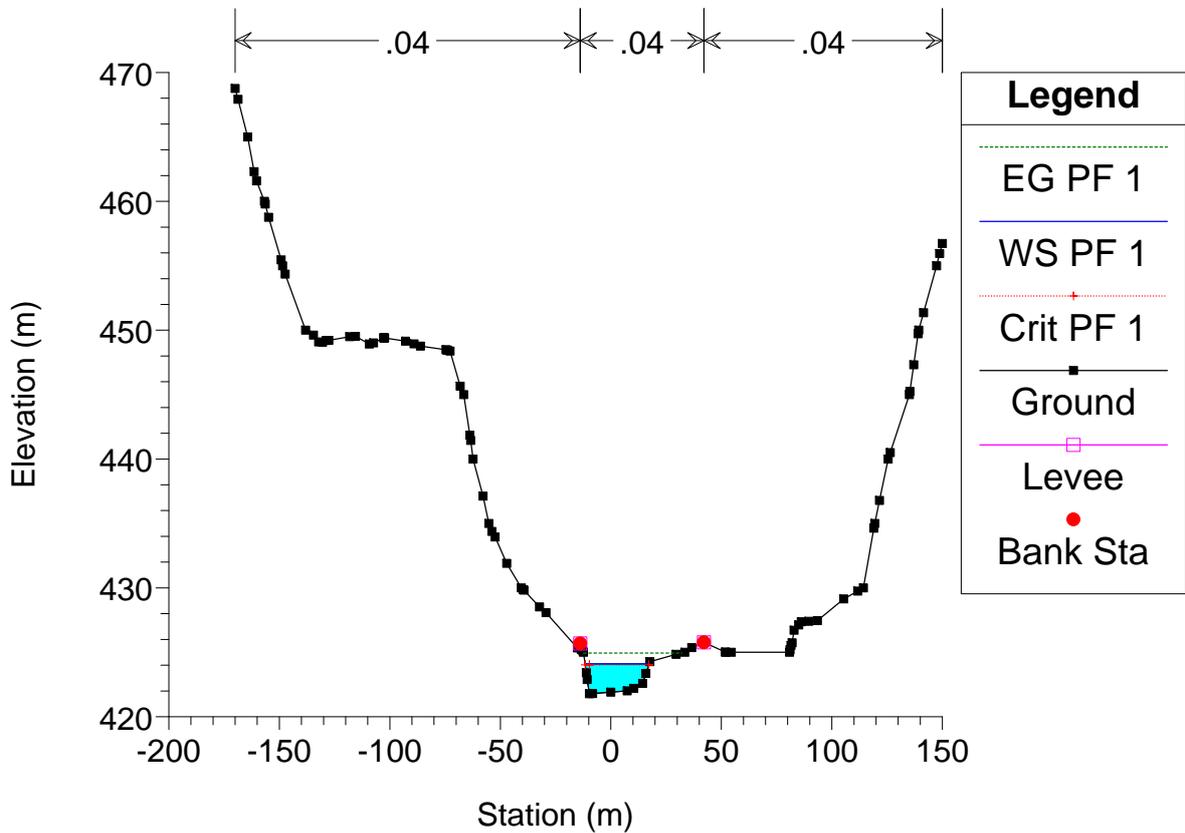
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



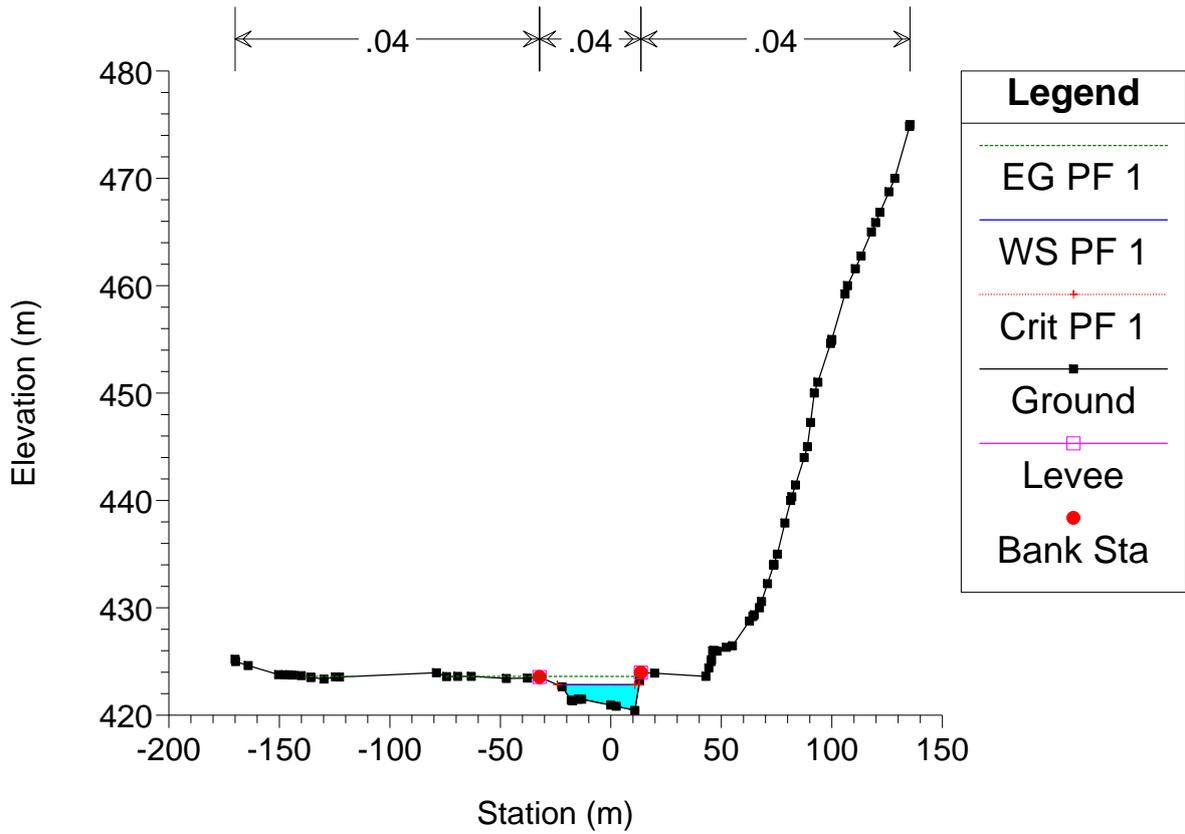
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



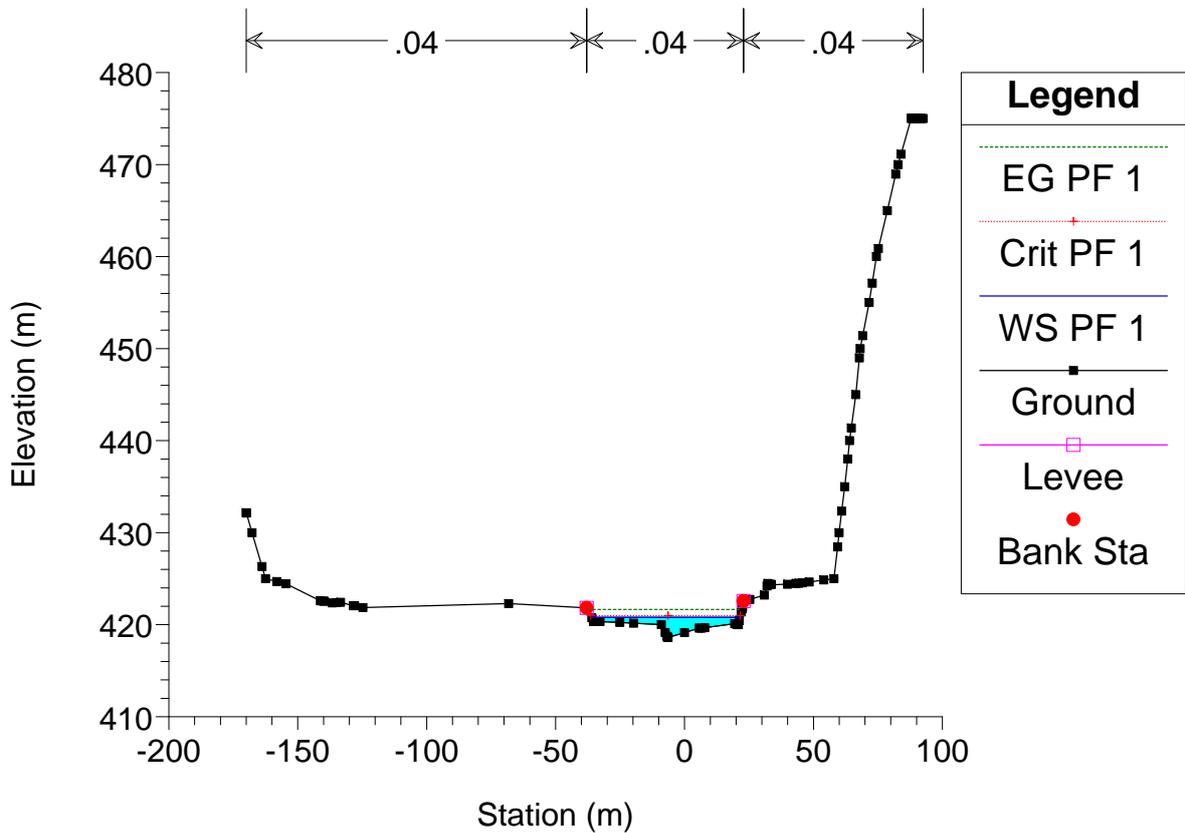
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



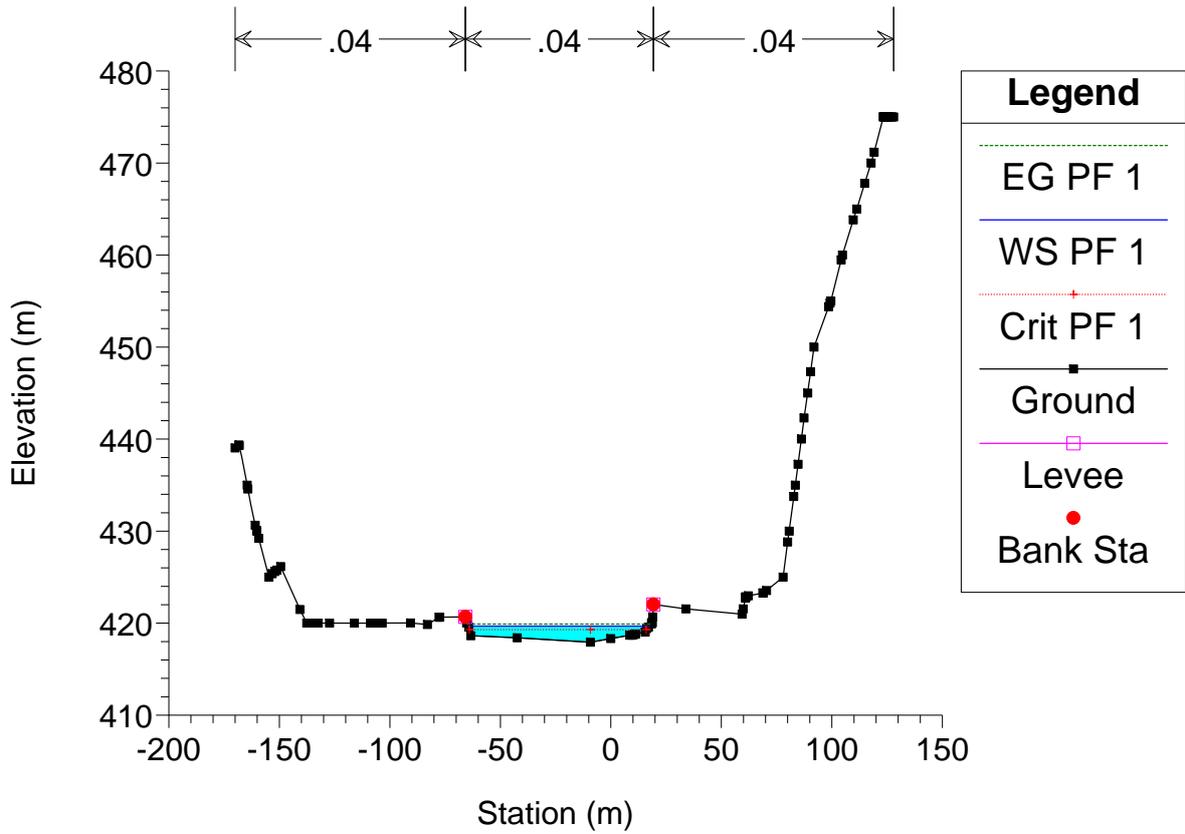
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



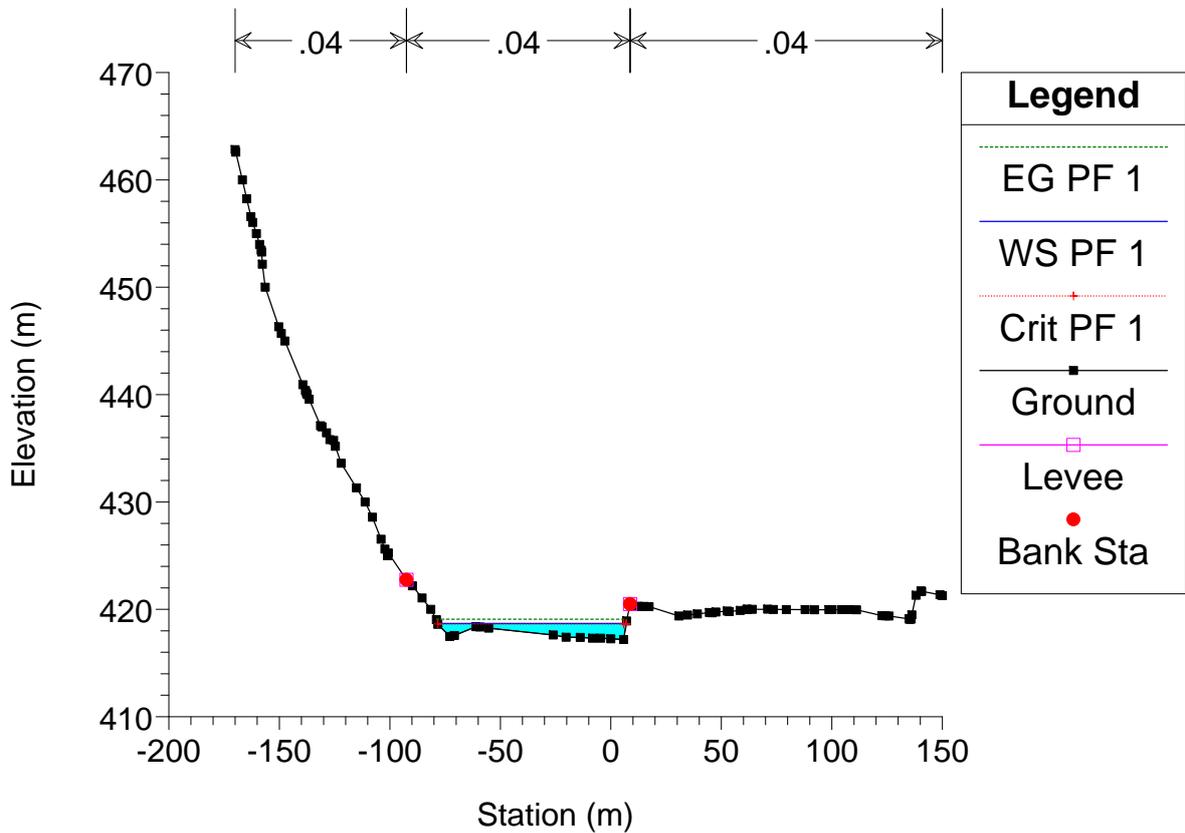
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



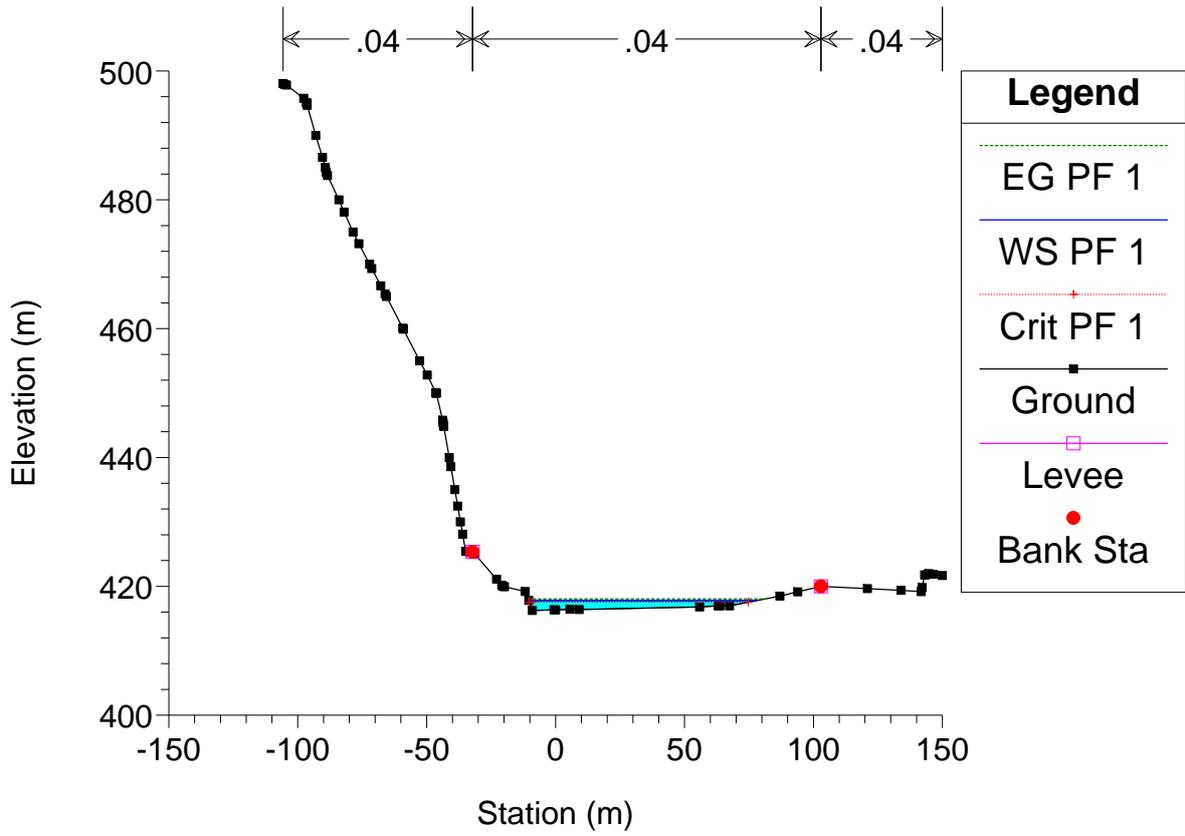
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



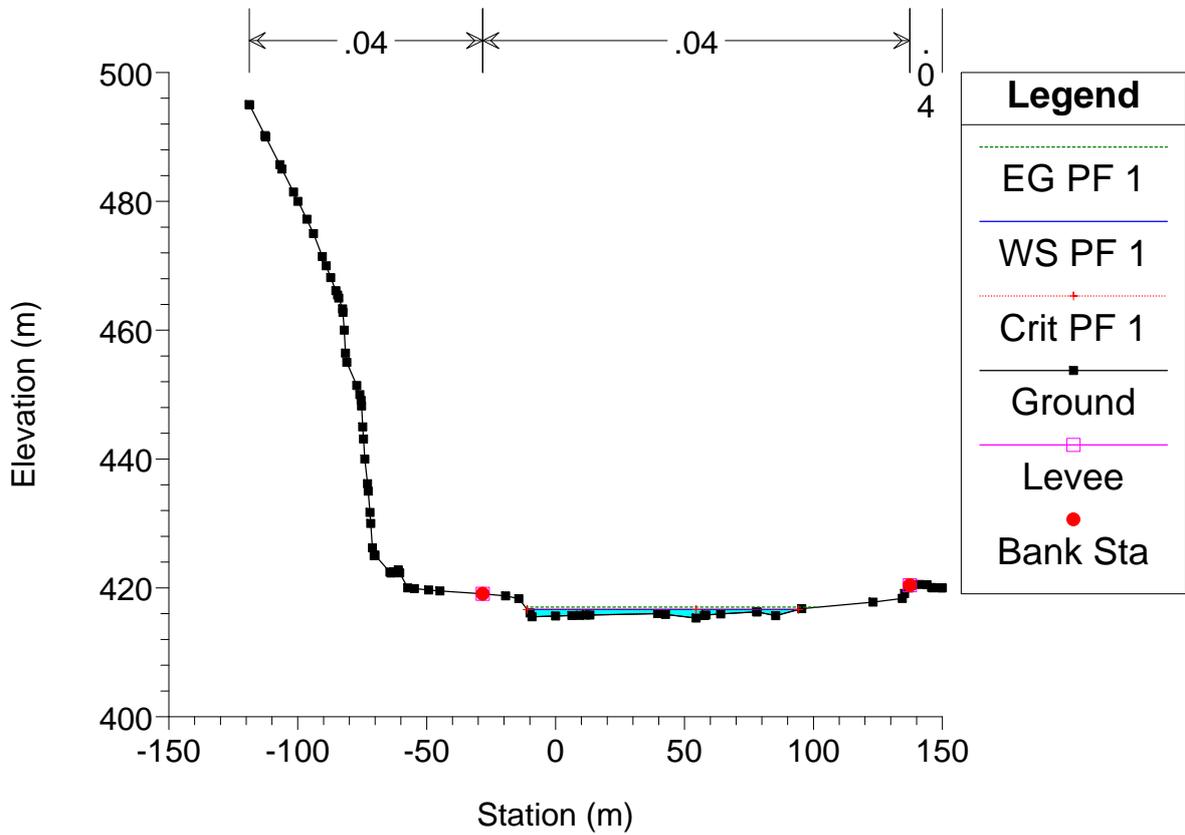
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



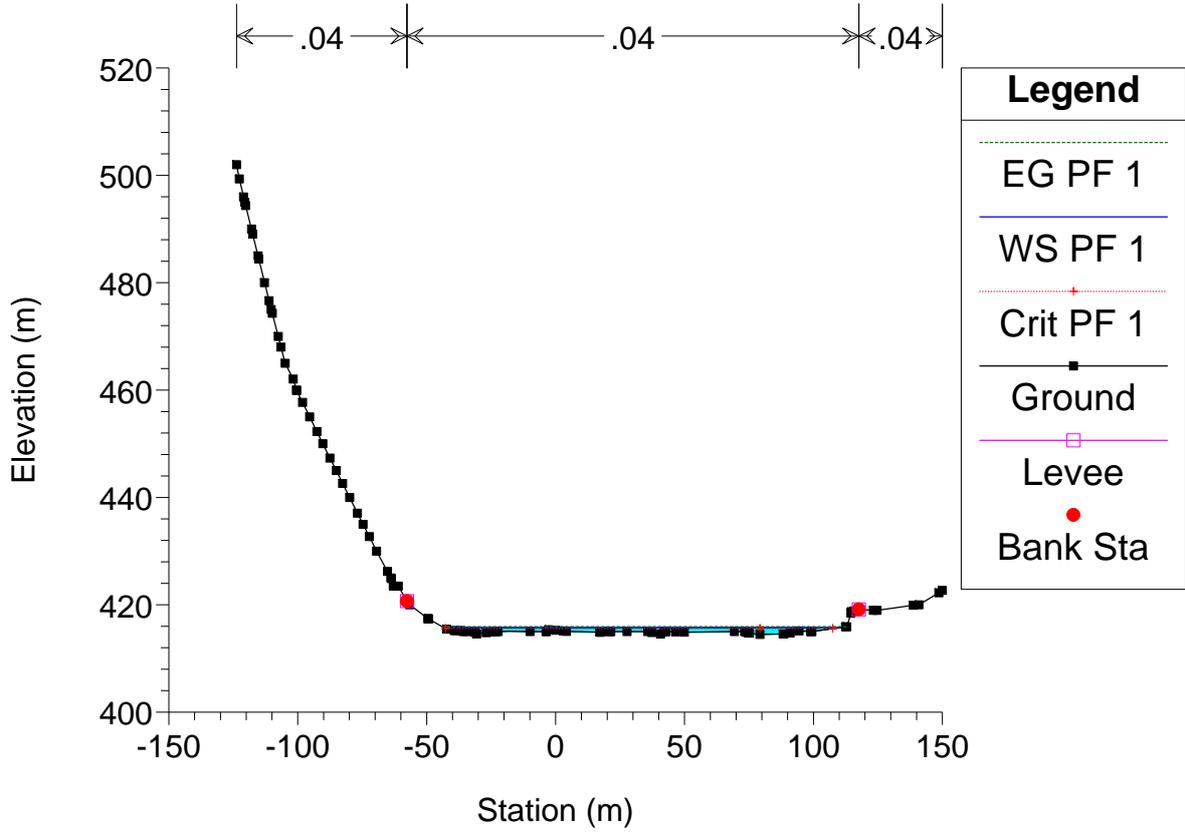
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



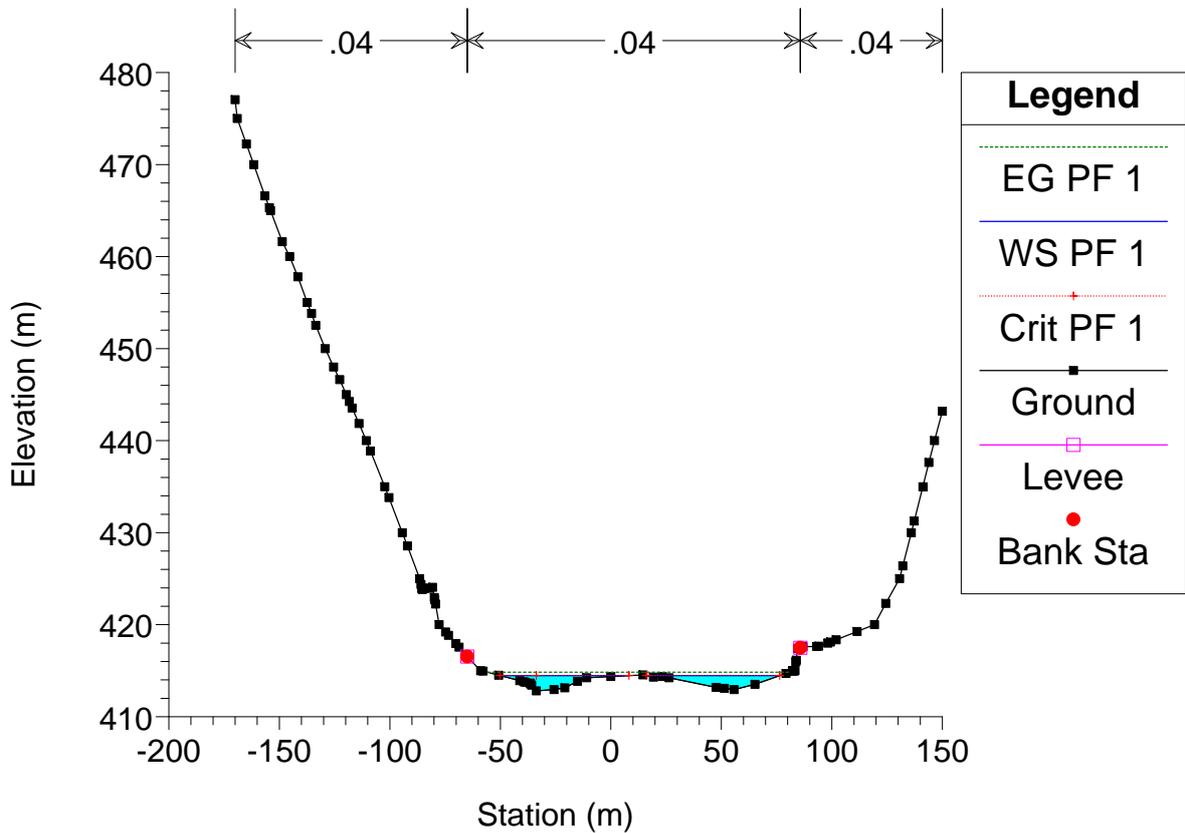
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



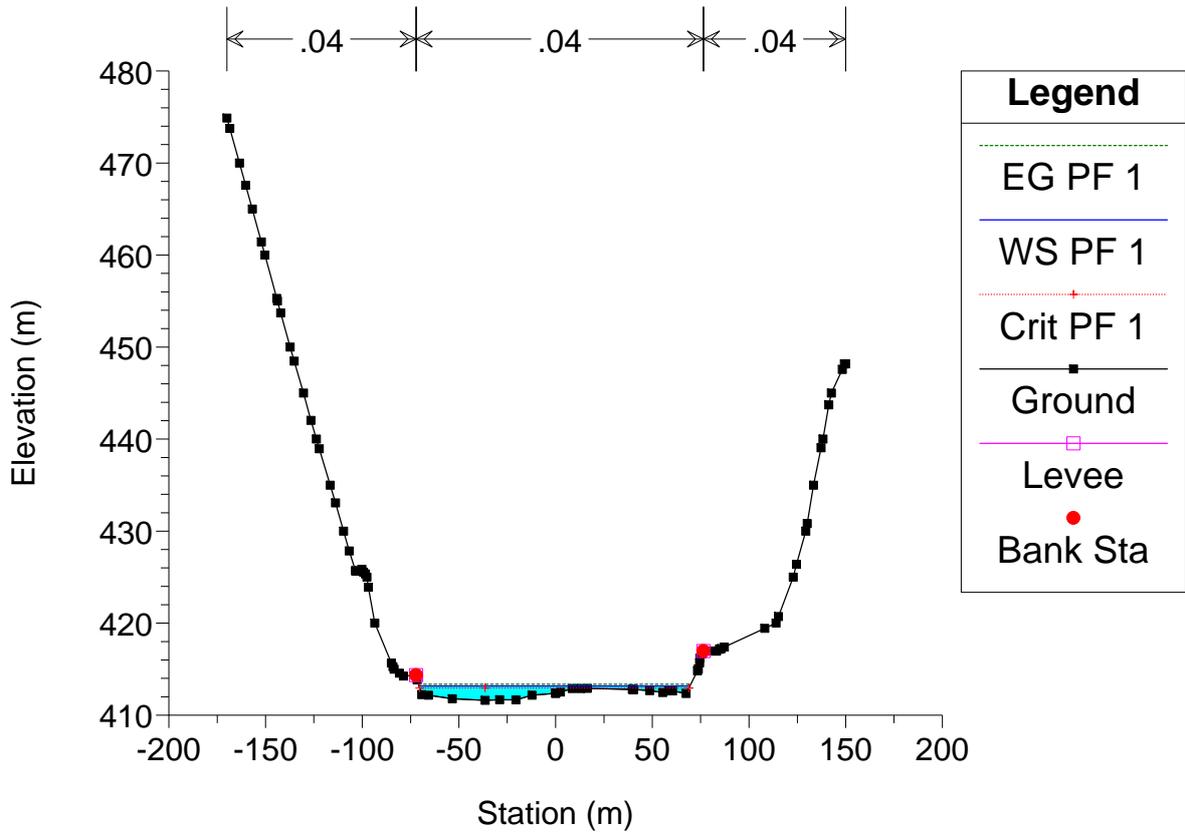
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



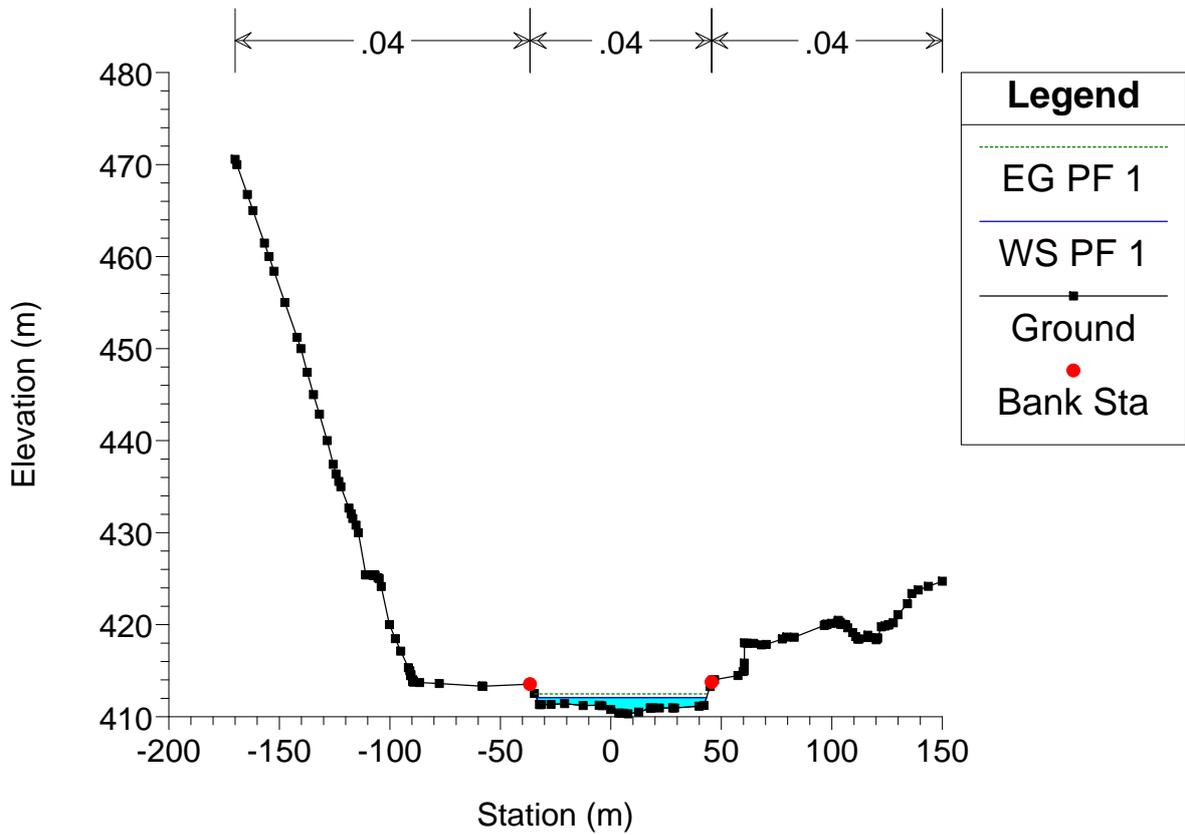
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



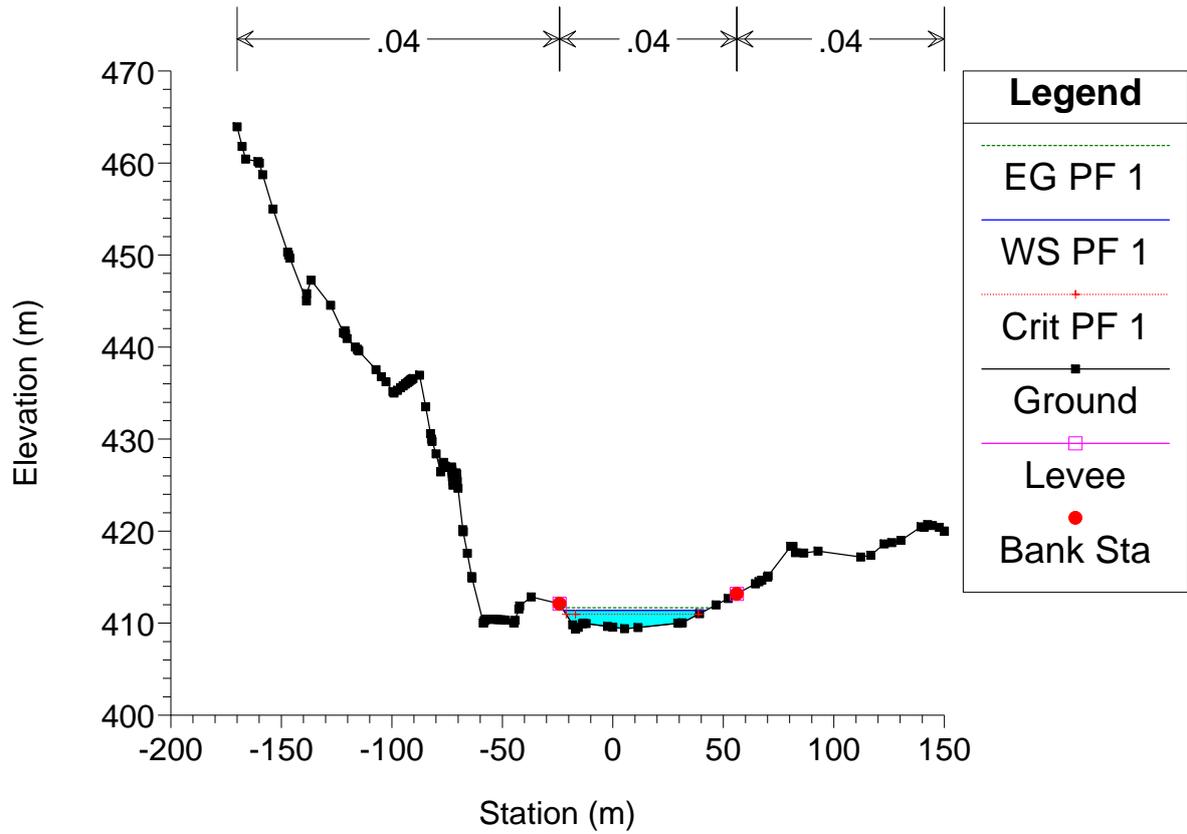
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



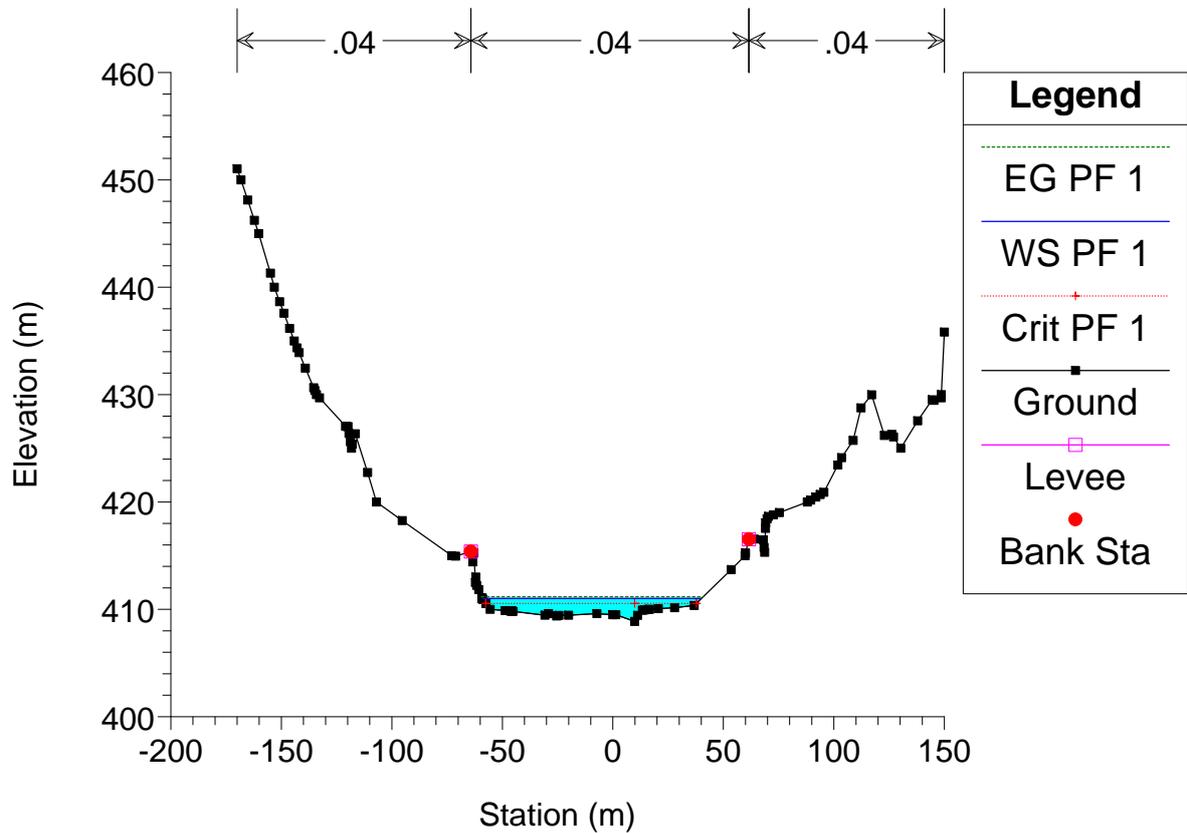
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



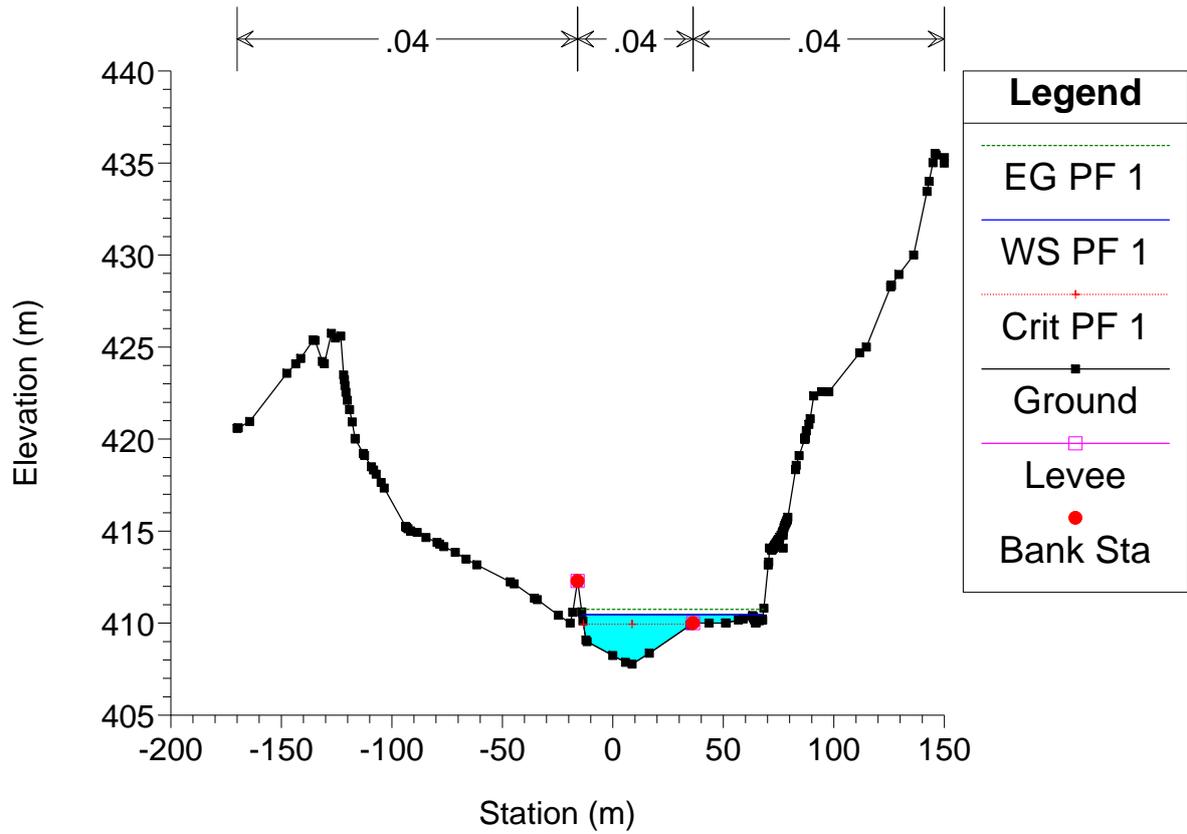
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



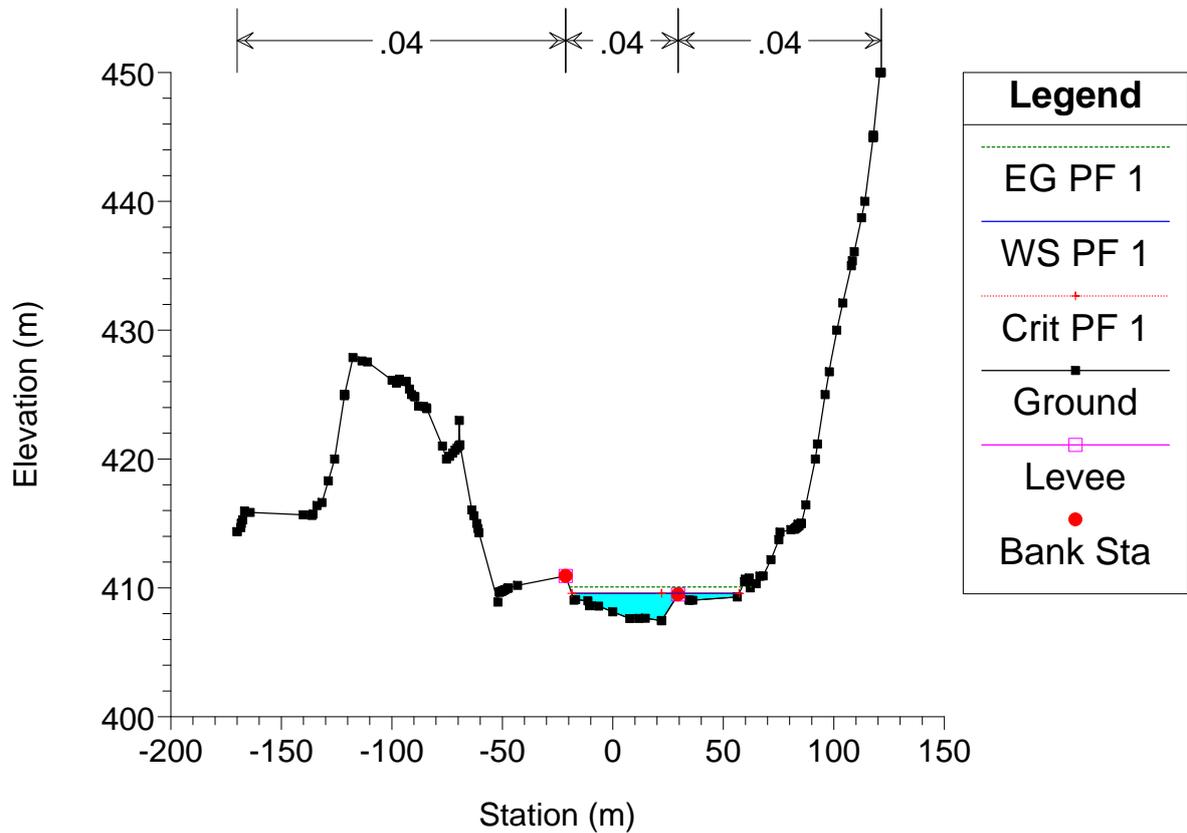
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



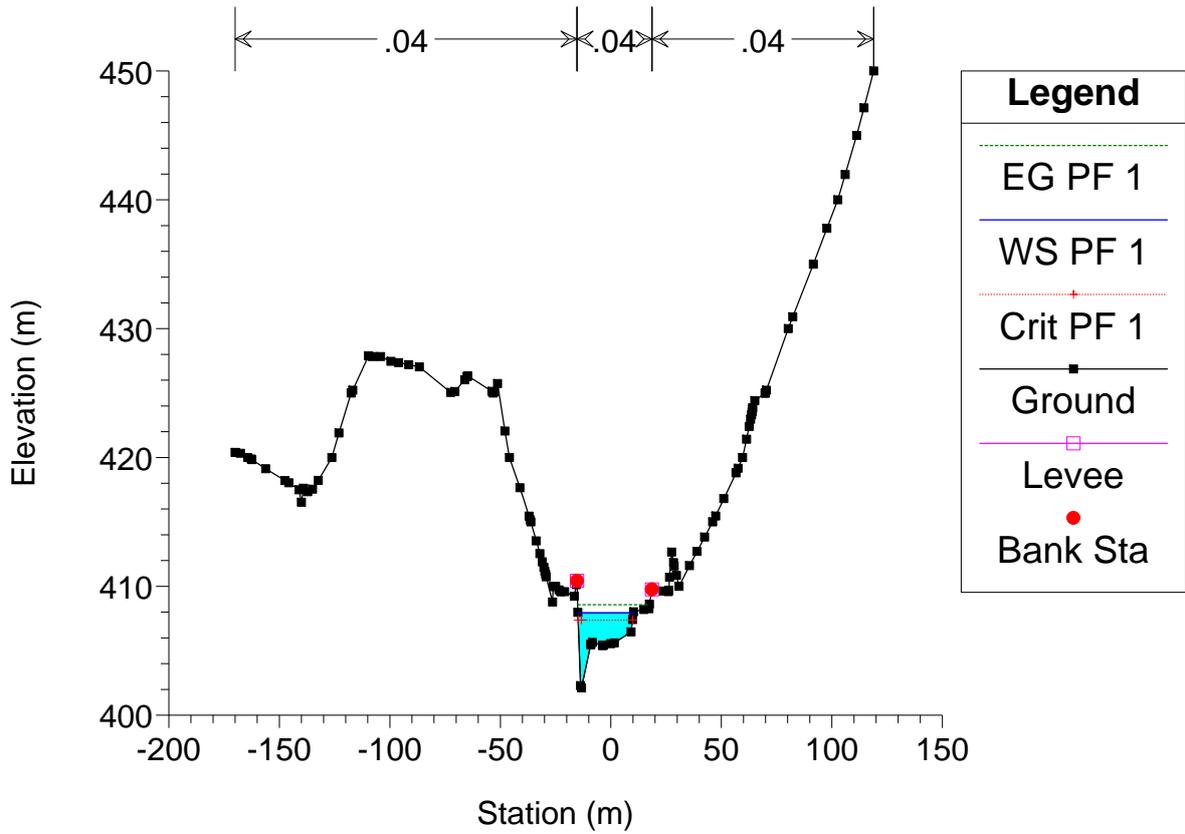
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



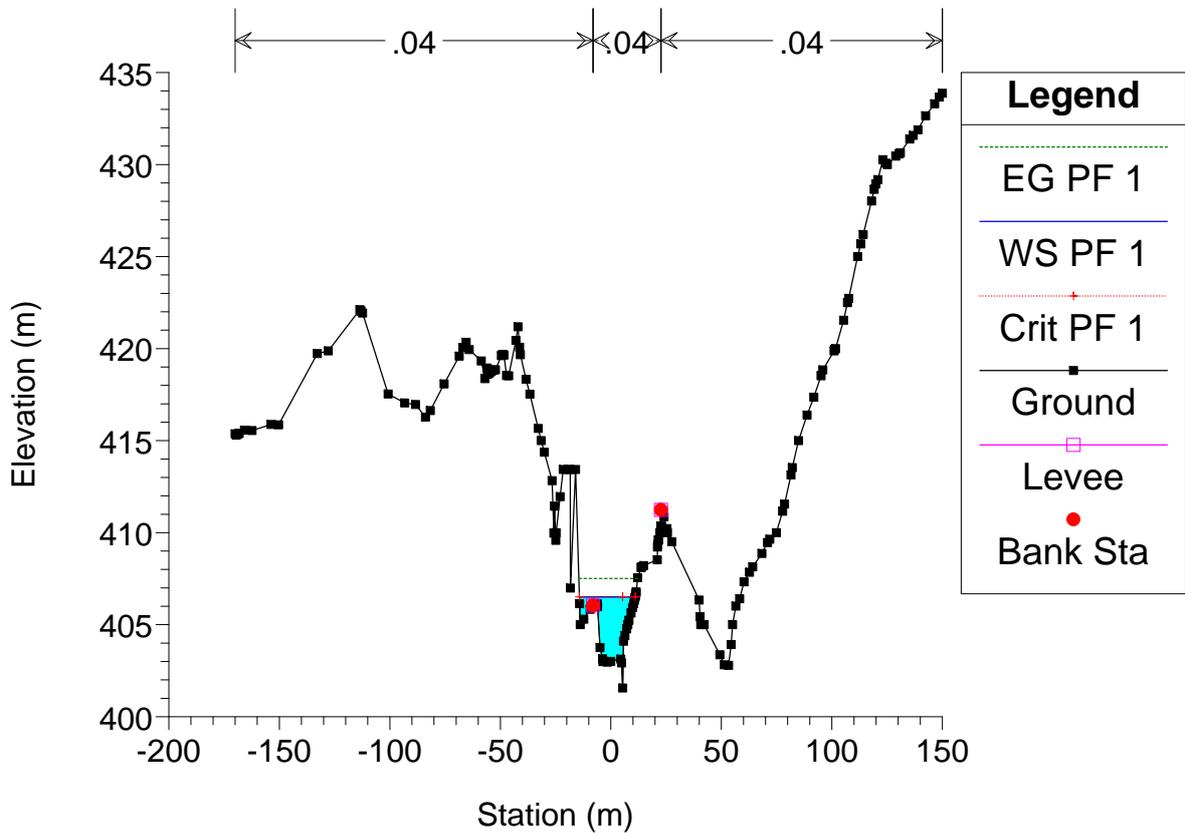
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



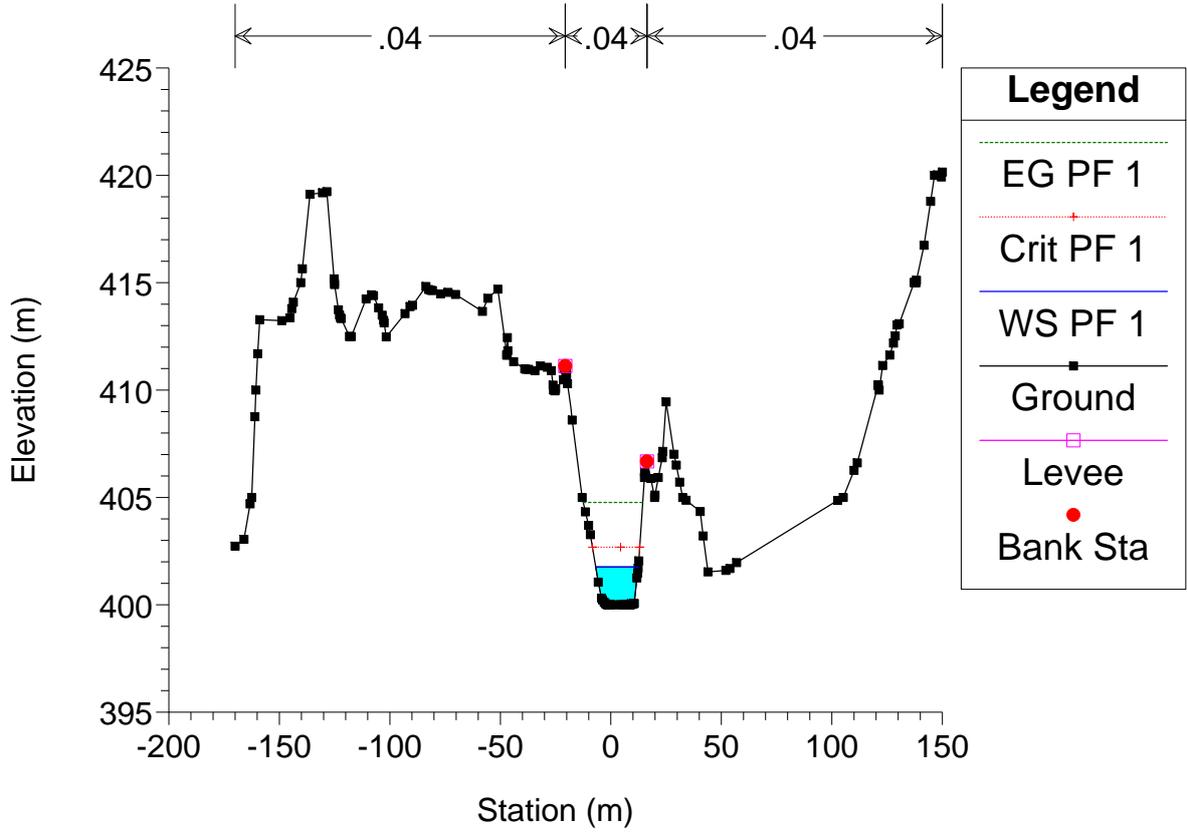
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



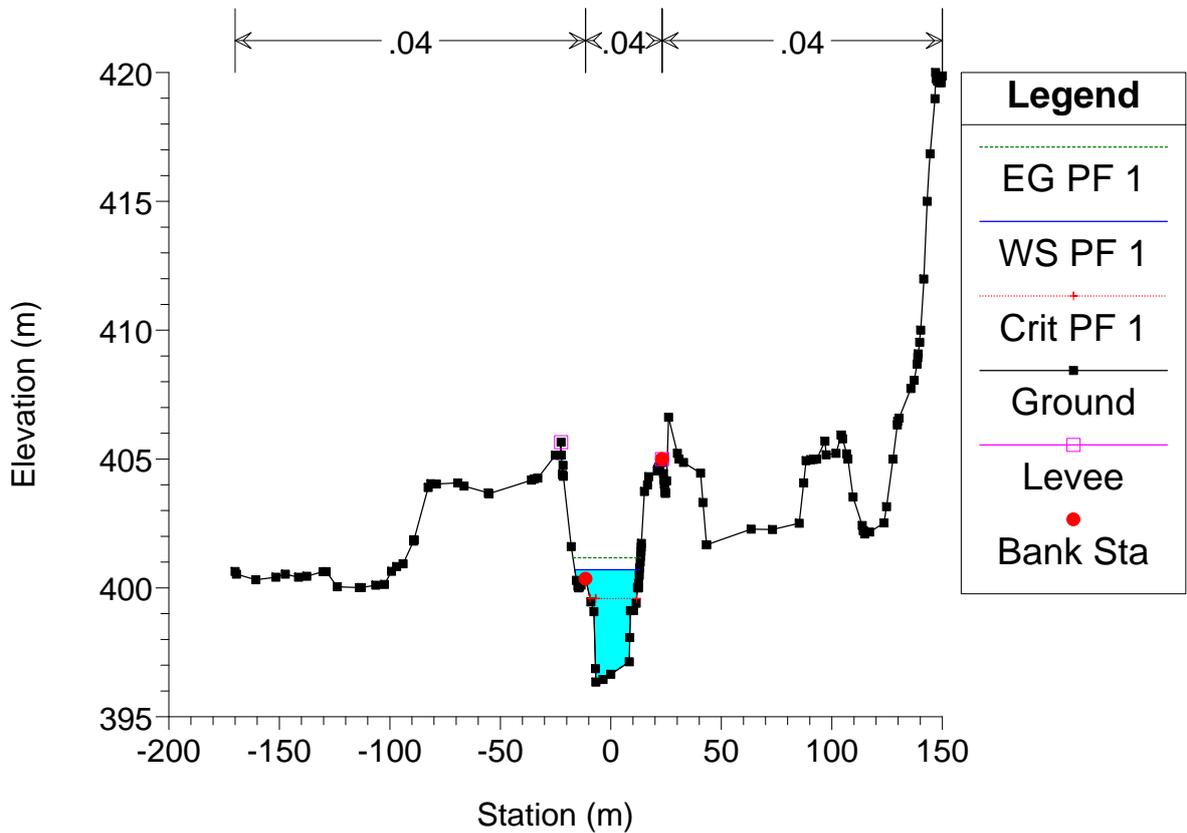
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



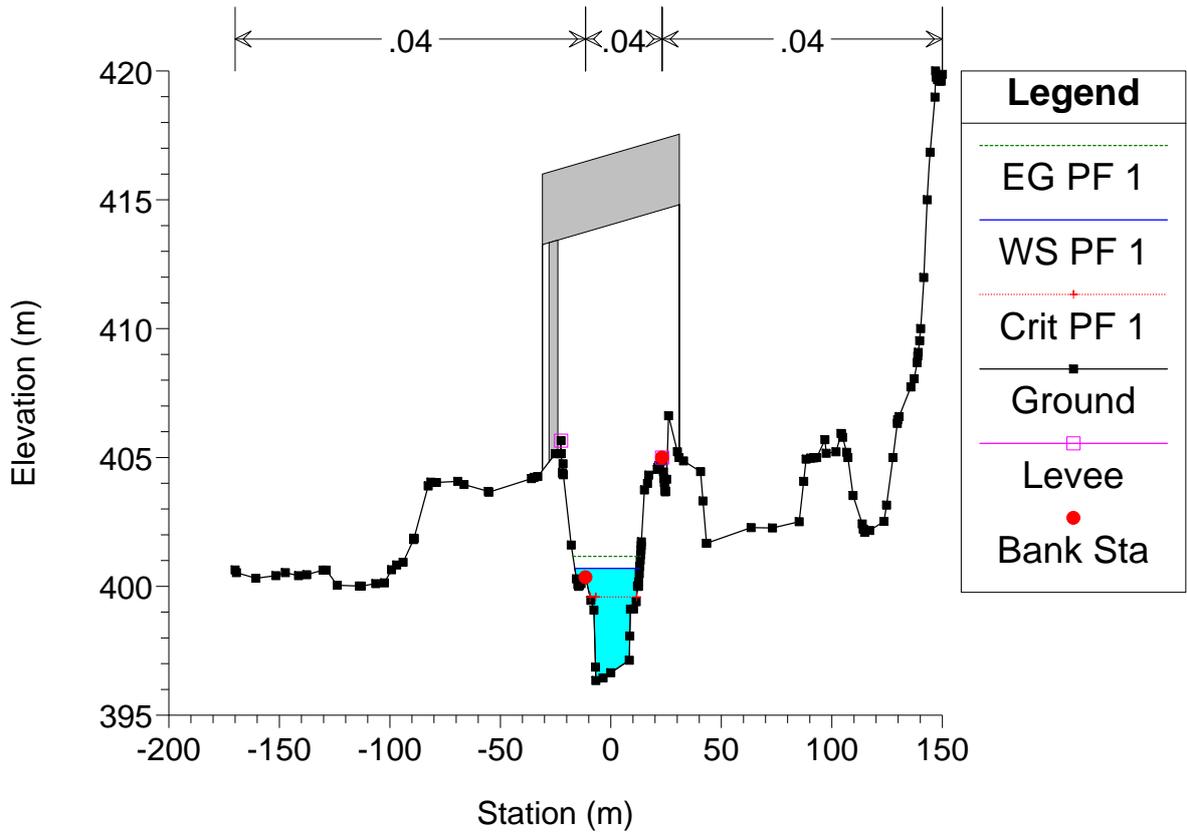
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



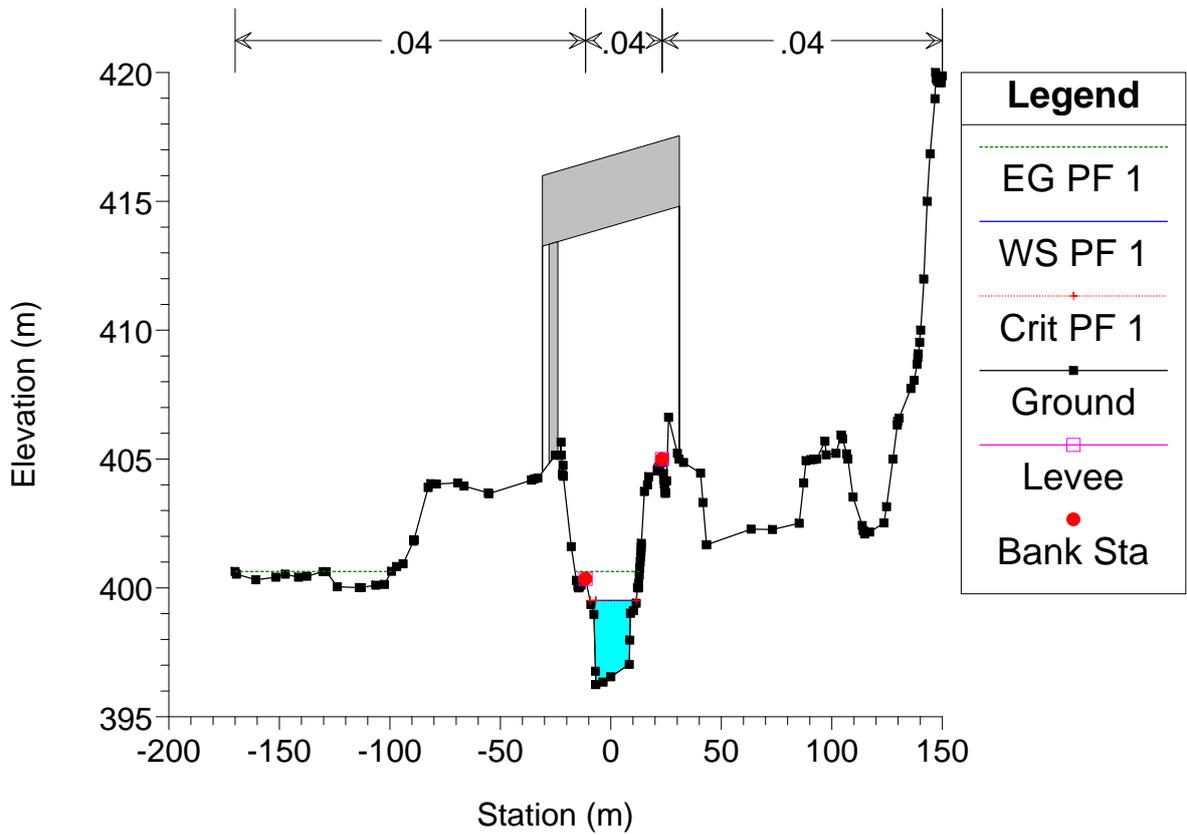
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



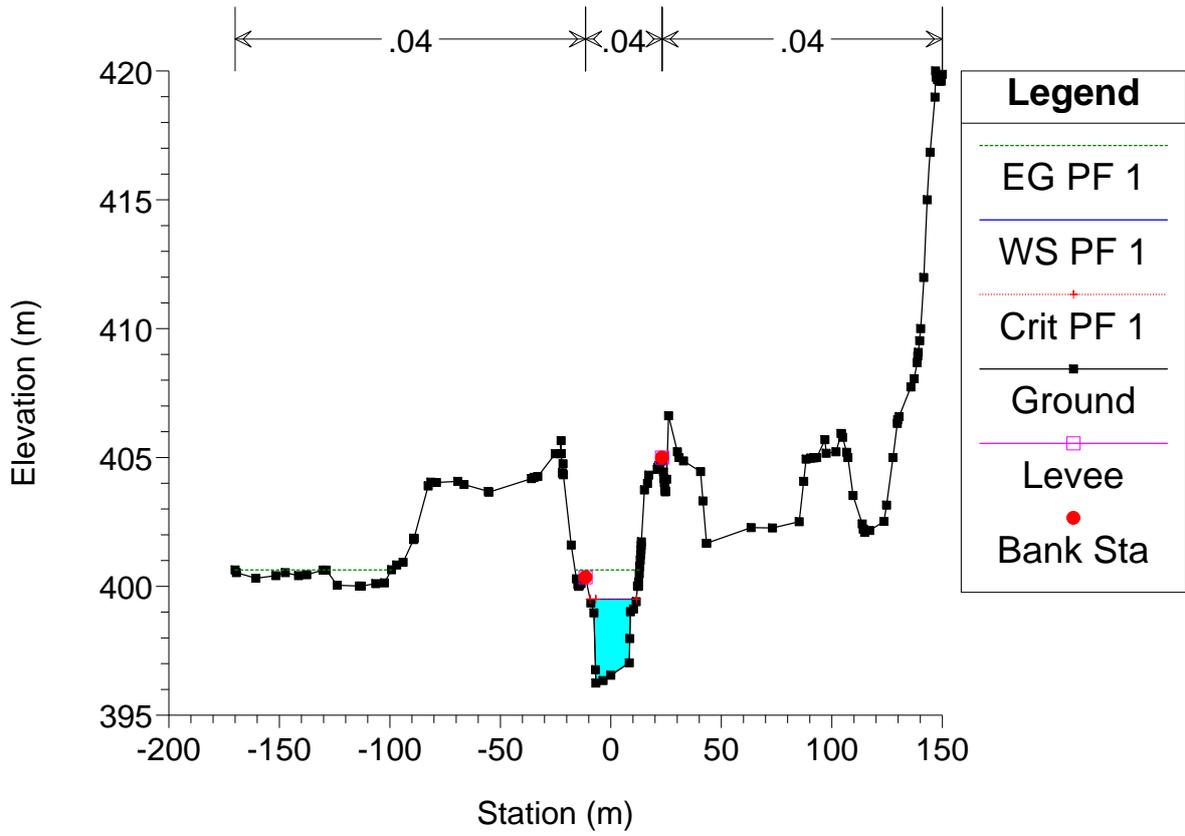
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



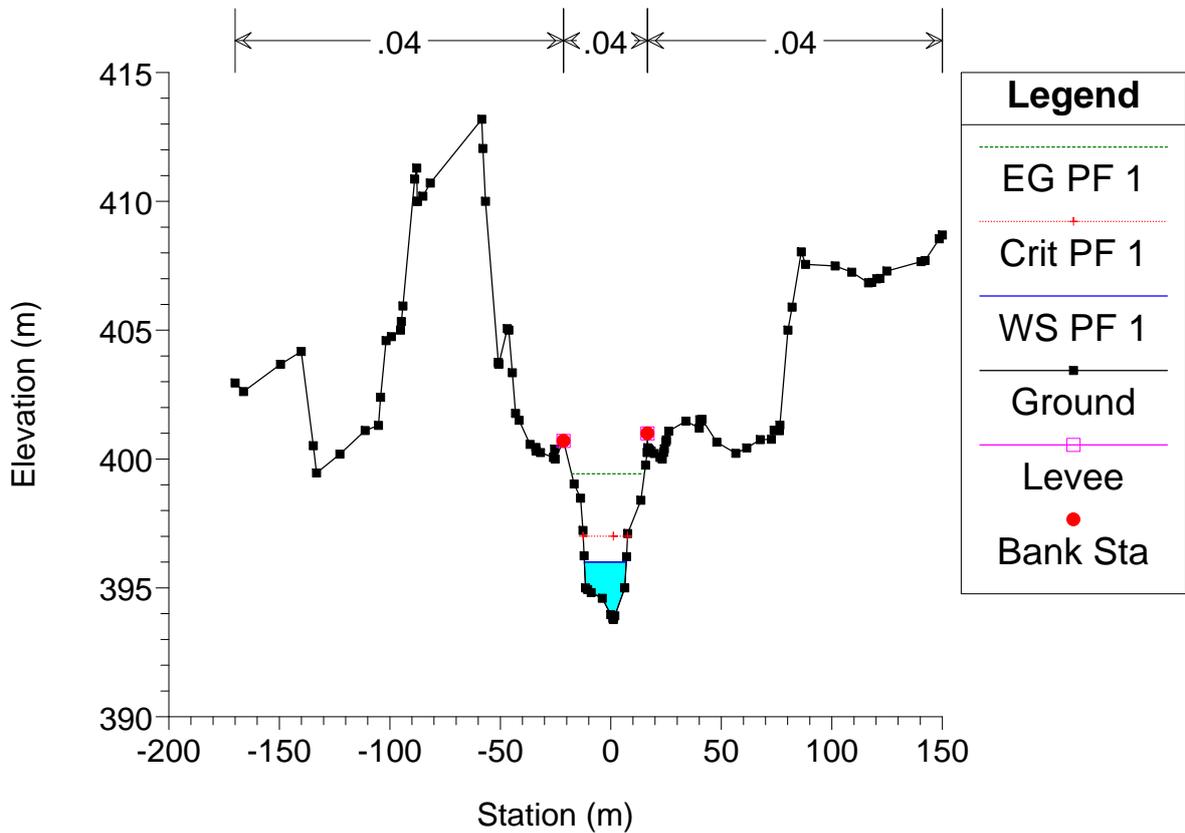
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



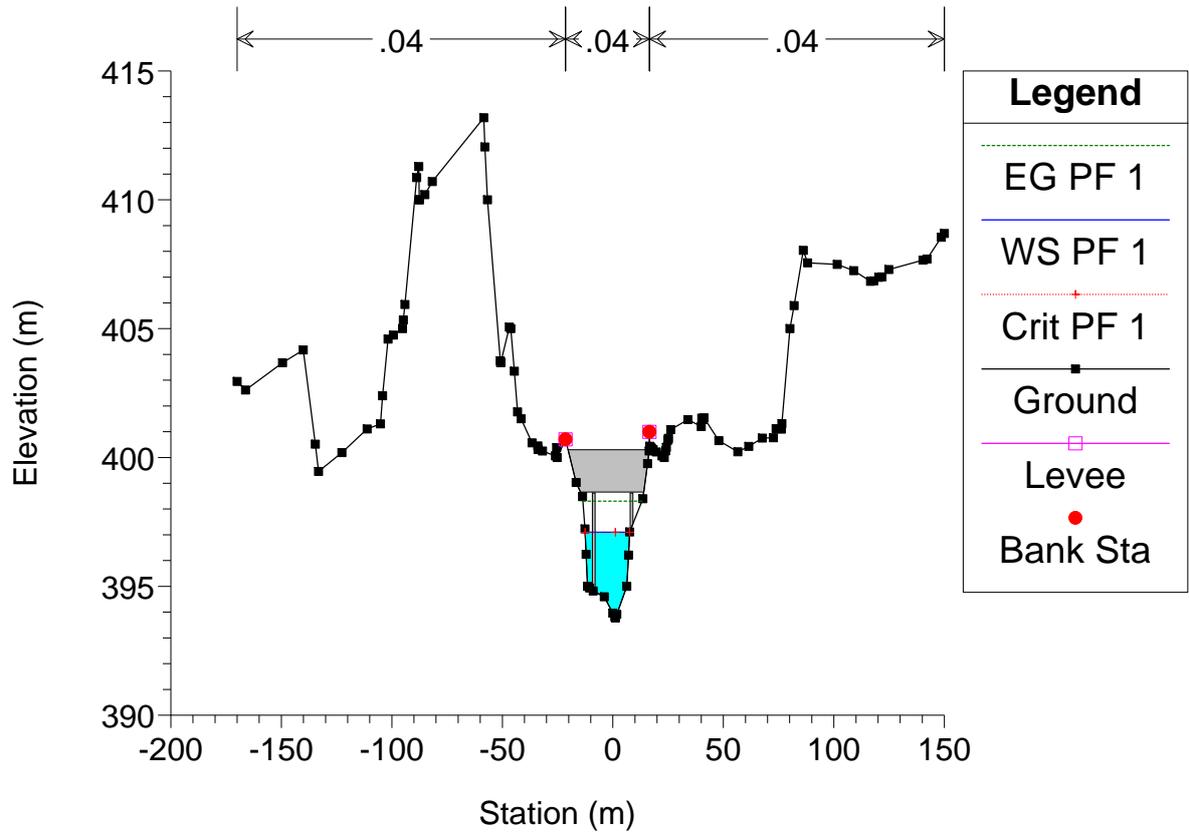
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



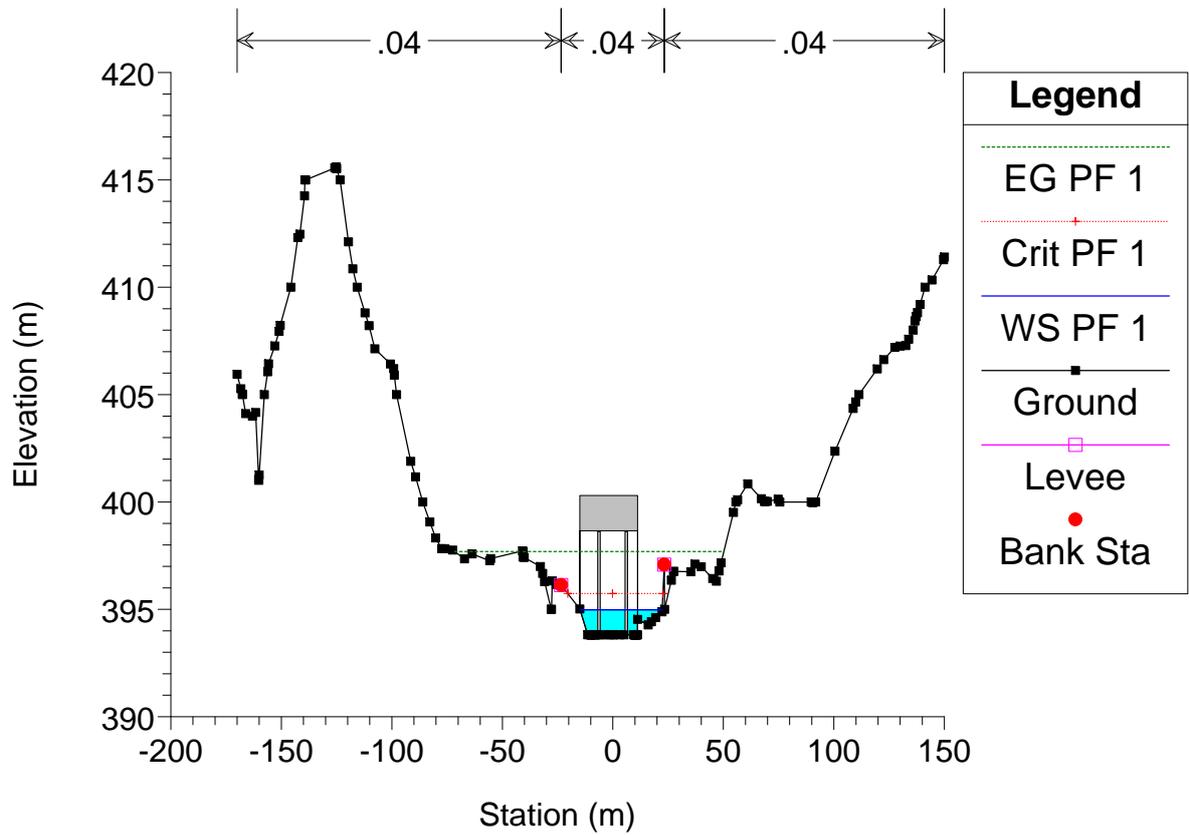
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



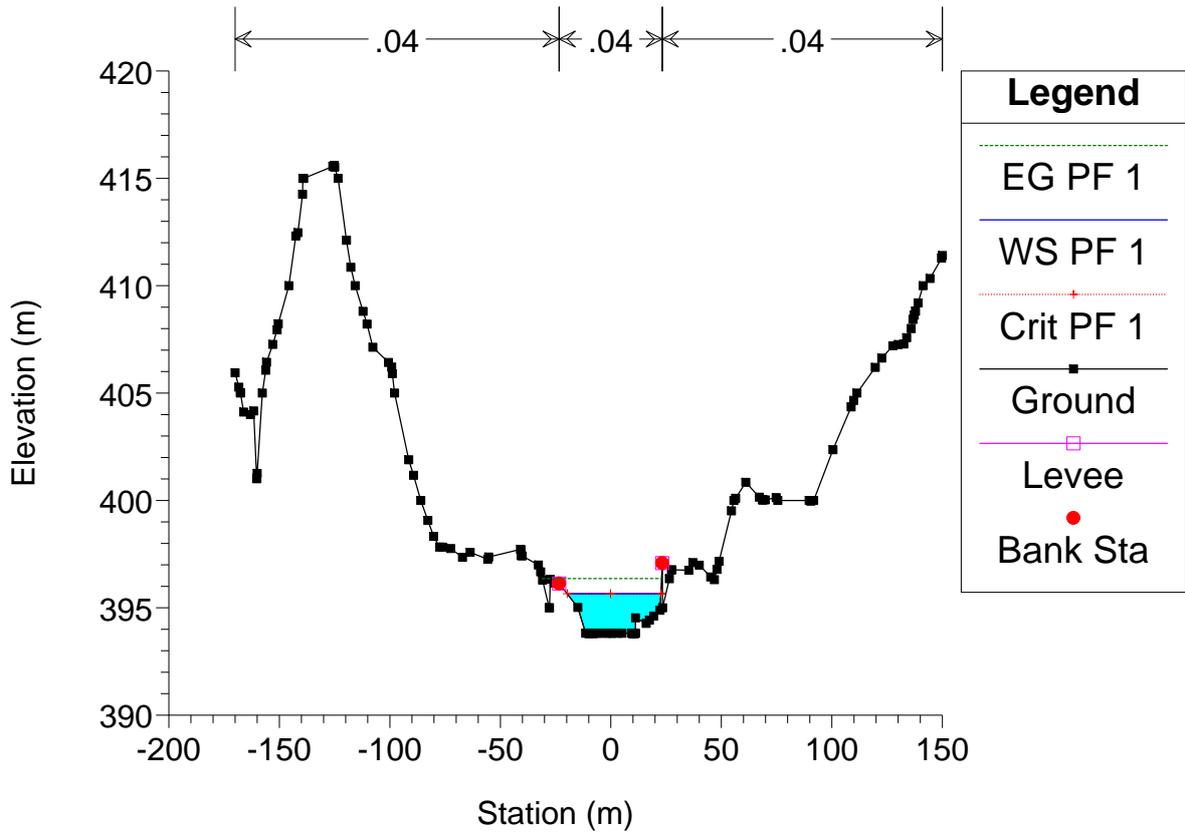
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



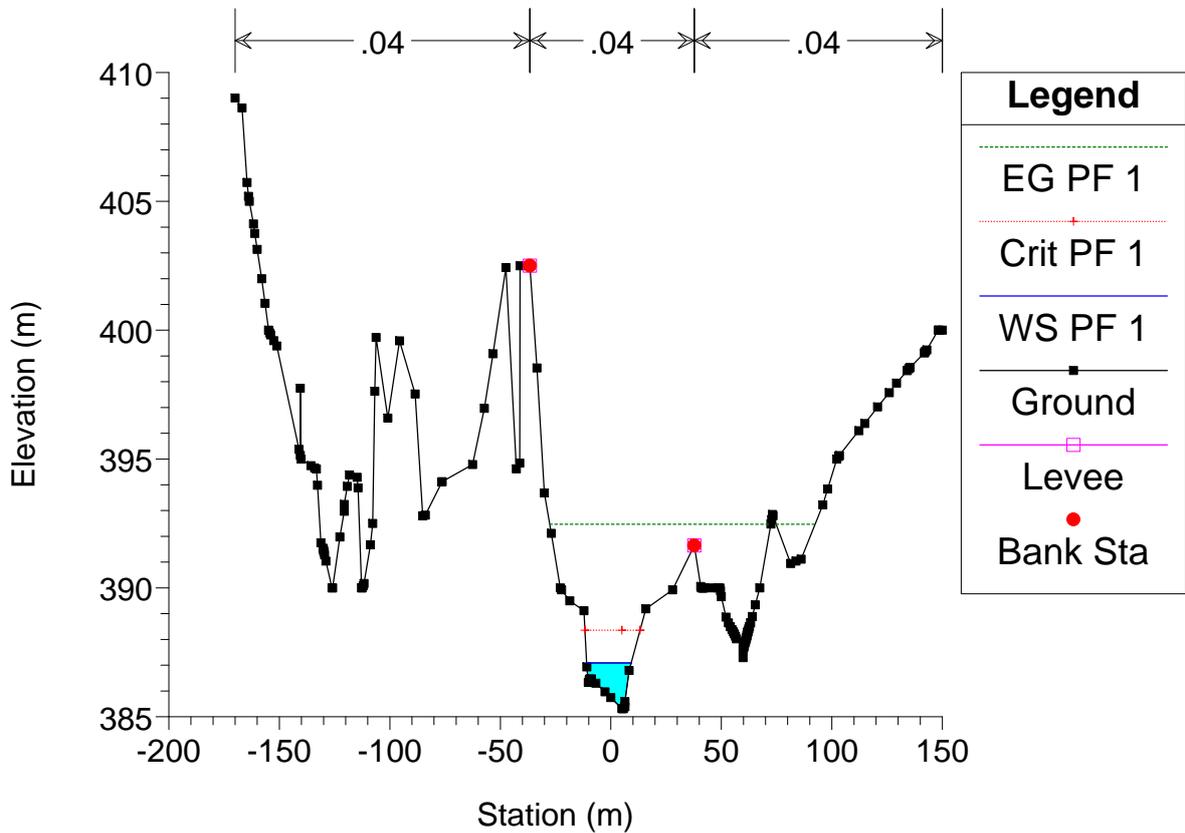
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



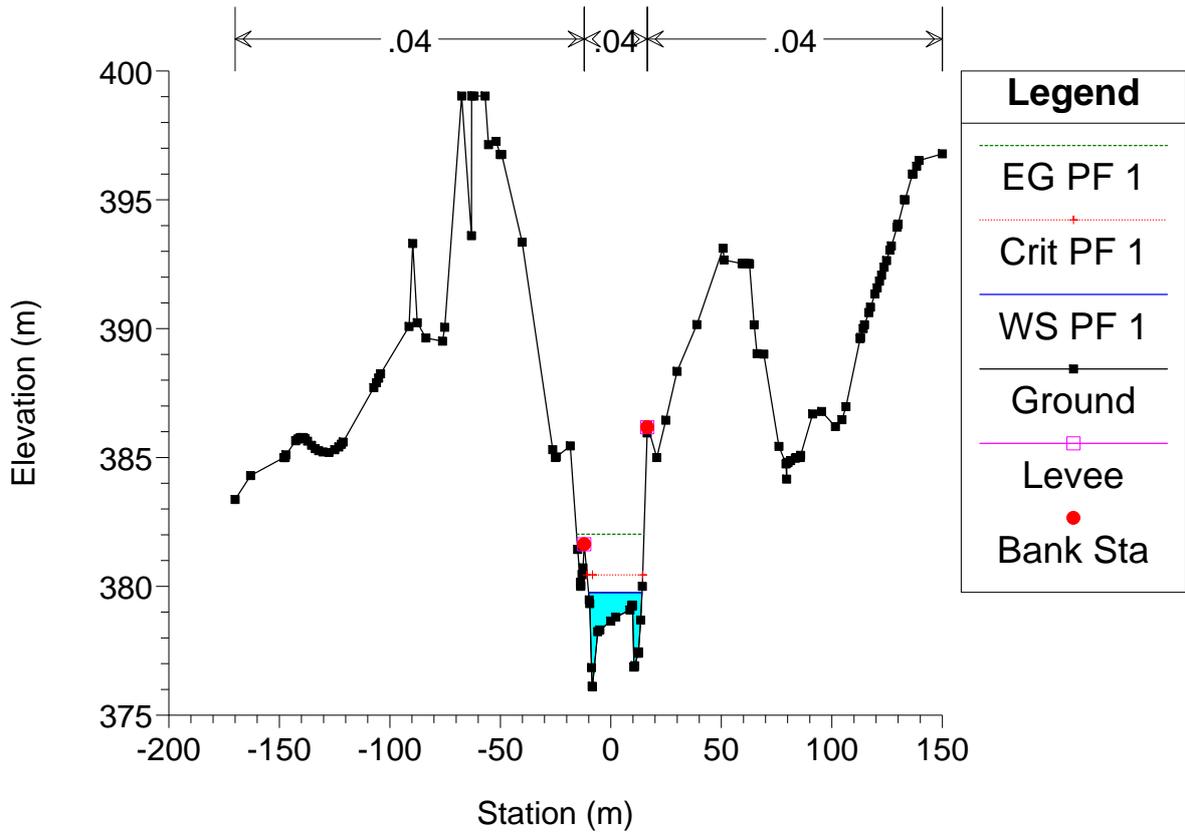
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



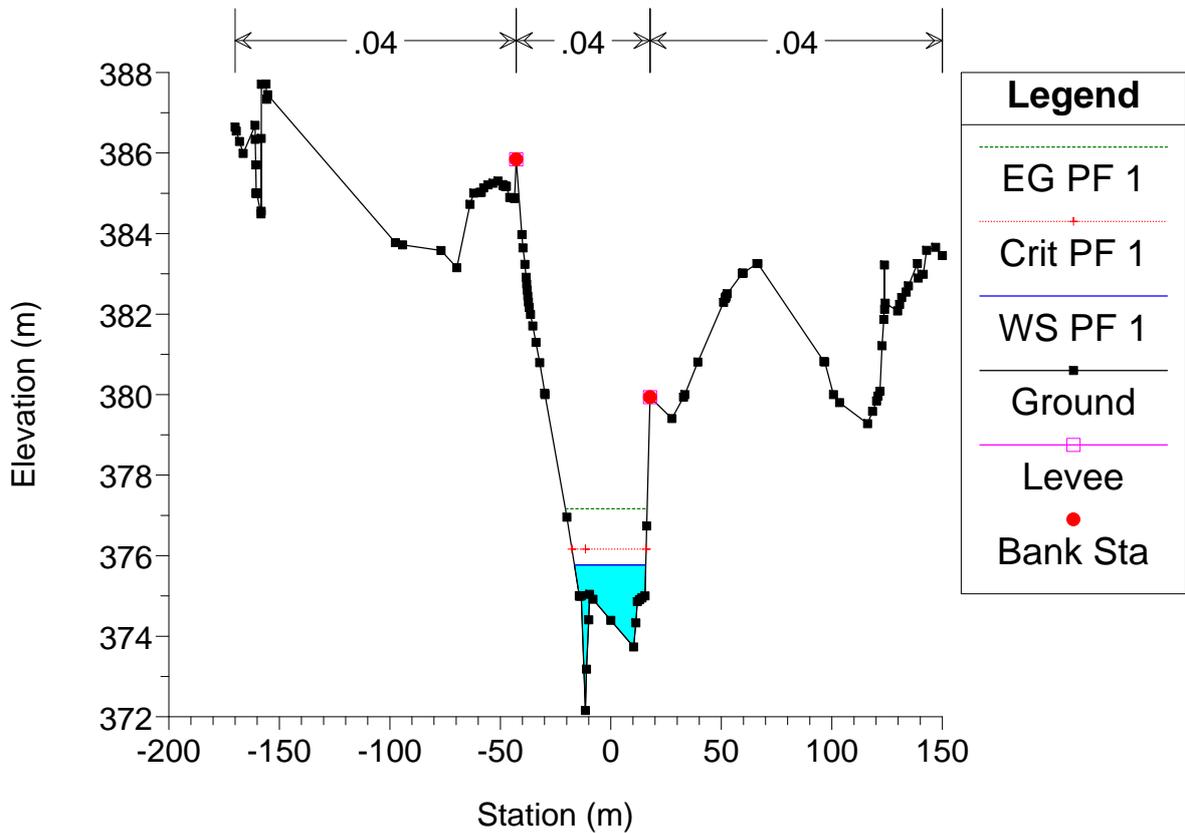
Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011

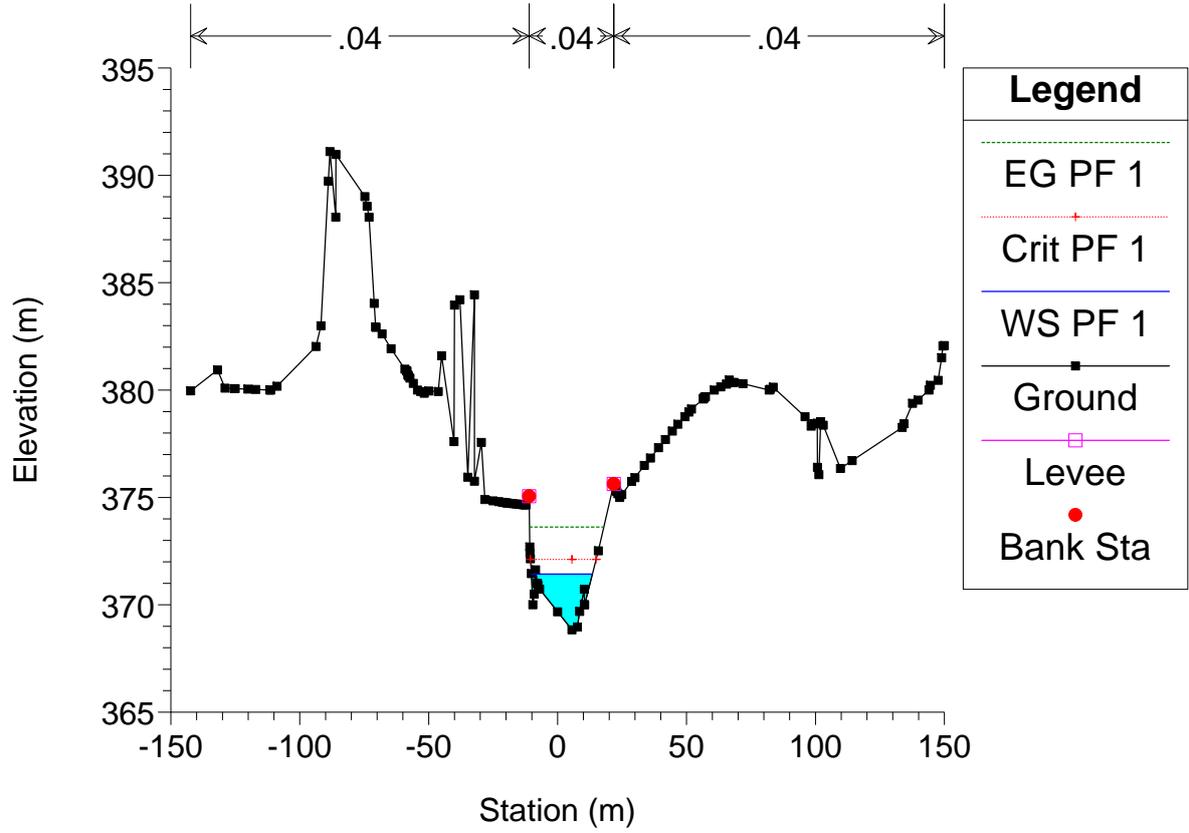


Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011



Astico_TR2 Plan: Plan 02 22/07/2011





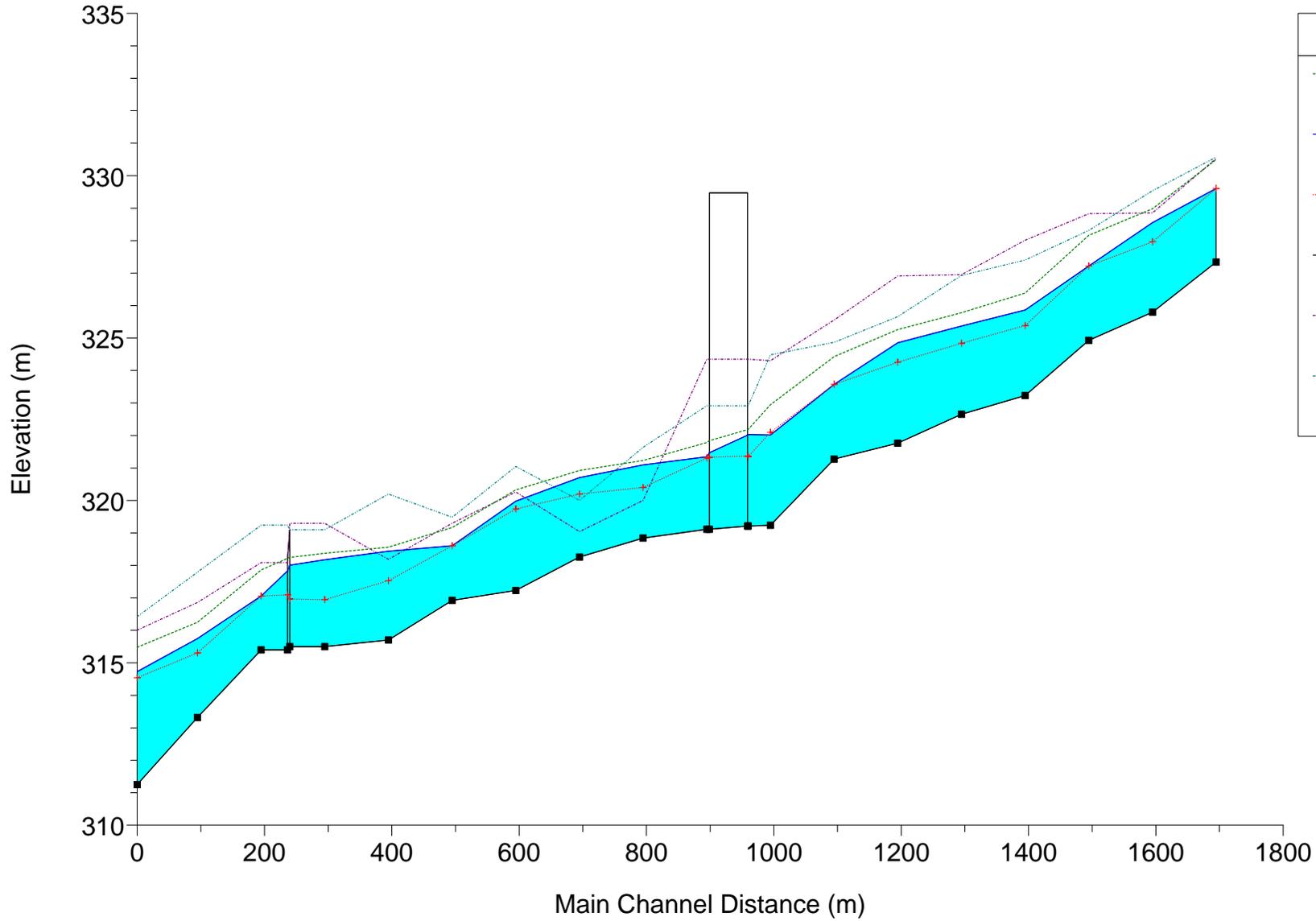
Torrente Astico – Stato di progetto – Tratto 3

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR3 Profile: PF 1

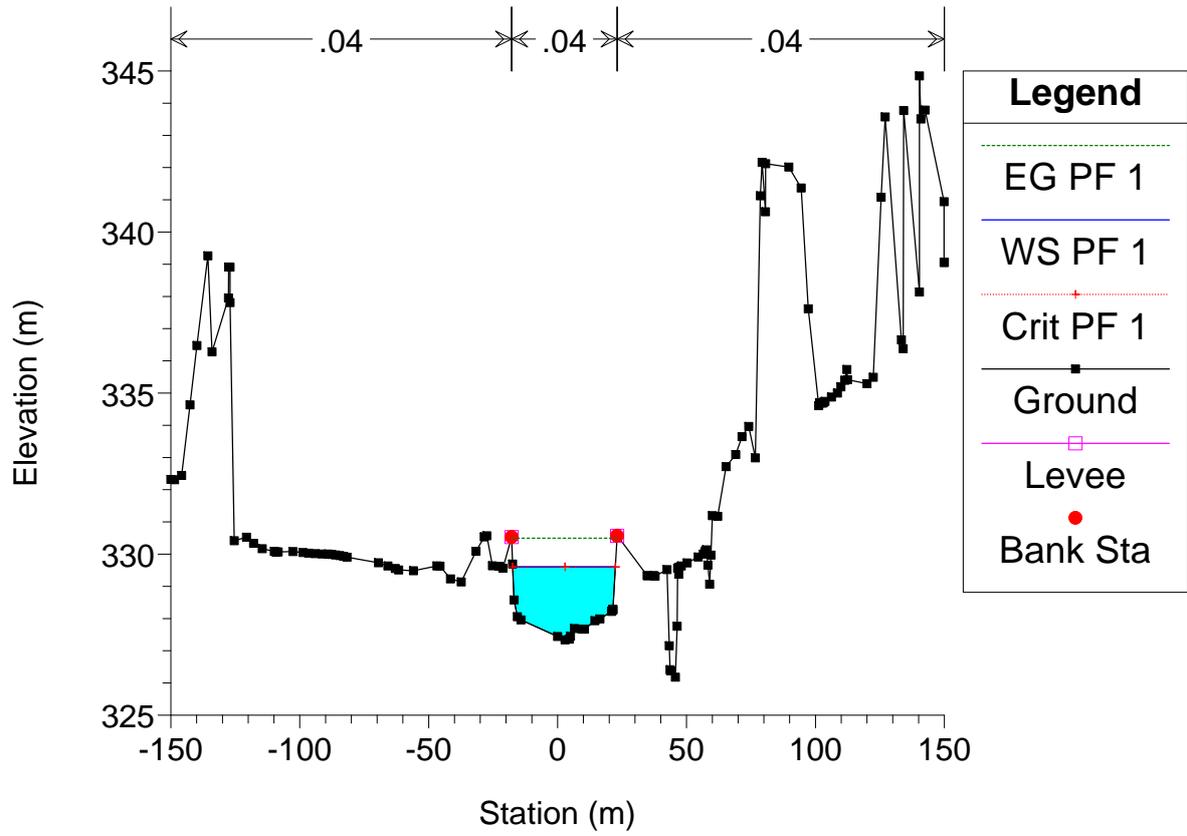
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR3	-1	PF 1	298.98	327.34	329.60	329.60	4.18	1.00	330.53	330.57
TR3	-2	PF 1	298.98	325.79	328.56	327.97	2.88	0.63	328.85	329.54
TR3	-3	PF 1	298.98	324.93	327.22	327.22	4.31	1.00	328.83	328.32
TR3	-4	PF 1	298.98	323.23	325.87	325.39	3.20	0.70	328.01	327.40
TR3	-5	PF 1	298.98	322.65	325.37	324.84	2.84	0.64	326.95	326.93
TR3	-6	PF 1	298.98	321.76	324.85	324.26	2.83	0.63	326.91	325.66
TR3	-7	PF 1	298.98	321.27	323.58	323.58	4.09	1.00	325.56	324.87
TR3	-8	PF 1	298.98	319.23	322.02	322.10	4.28	1.07	324.31	324.48
TR3	-8.8	PF 1	298.98	319.21	322.03	321.35	1.74	0.44	320.66	322.91
TR3	-8.9	Bridge								
TR3	-9	PF 1	298.98	319.11	321.35	321.31	2.93	0.95	320.66	322.91
TR3	-10	PF 1	298.98	318.84	321.09	320.40	1.75	0.41	323.37	321.64
TR3	-11	PF 1	298.98	318.26	320.70	320.20	2.36	0.56	322.14	322.11
TR3	-12	PF 1	298.98	317.23	319.98	319.74	2.62	0.77	320.26	321.05
TR3	-13	PF 1	298.98	316.92	318.60	318.60	3.32	1.00		
TR3	-14	PF 1	298.98	315.70	318.44	317.53	1.58	0.37	320.89	320.20
TR3	-15	PF 1	298.98	315.50	318.18	316.95	1.97	0.39	319.30	319.10
TR3	-15.5	Bridge								
TR3	-16	PF 1	298.98	315.40	317.06	317.06	3.97	1.00	318.09	319.24
TR3	-17	PF 1	298.98	313.32	315.75	315.30	3.13	0.70	316.86	317.79
TR3	-18	PF 1	298.98	311.25	314.73	314.54	3.83	0.87	316.01	316.42

Astico_TR3 Plan: Plan 02 21/07/2011

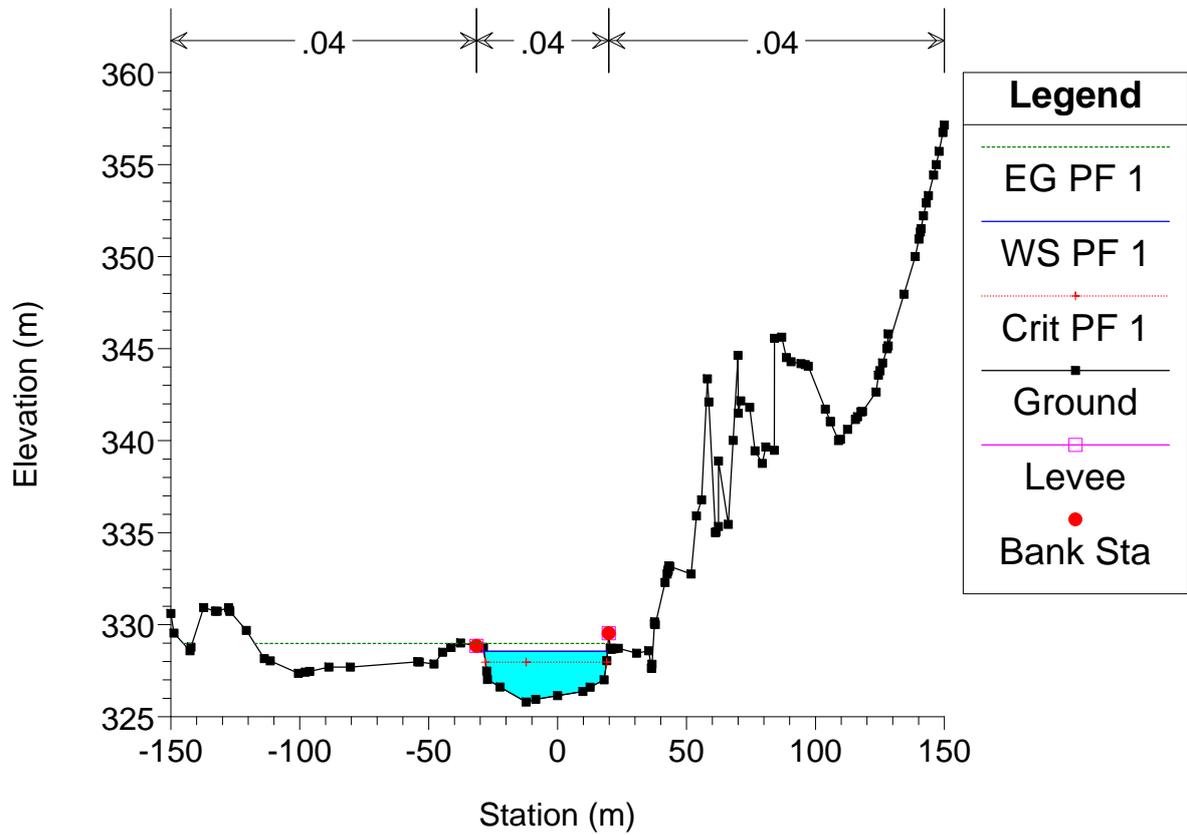
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



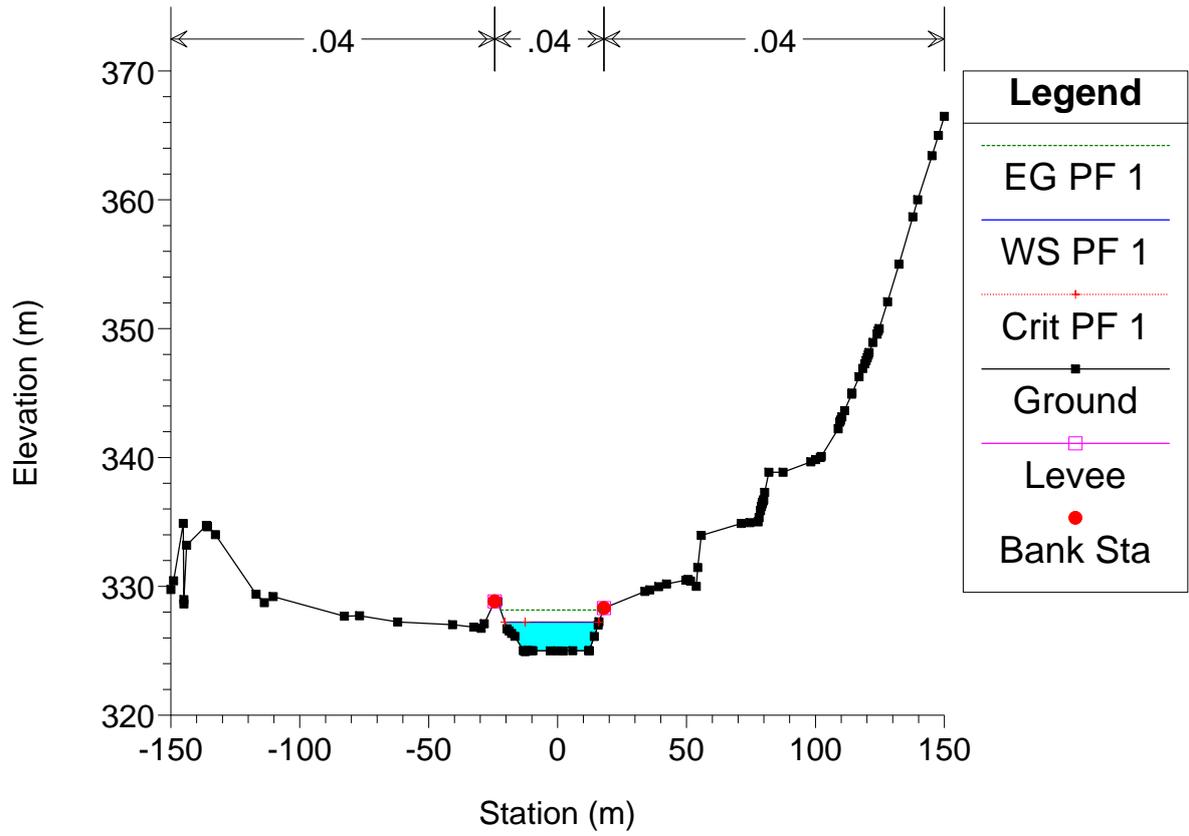
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



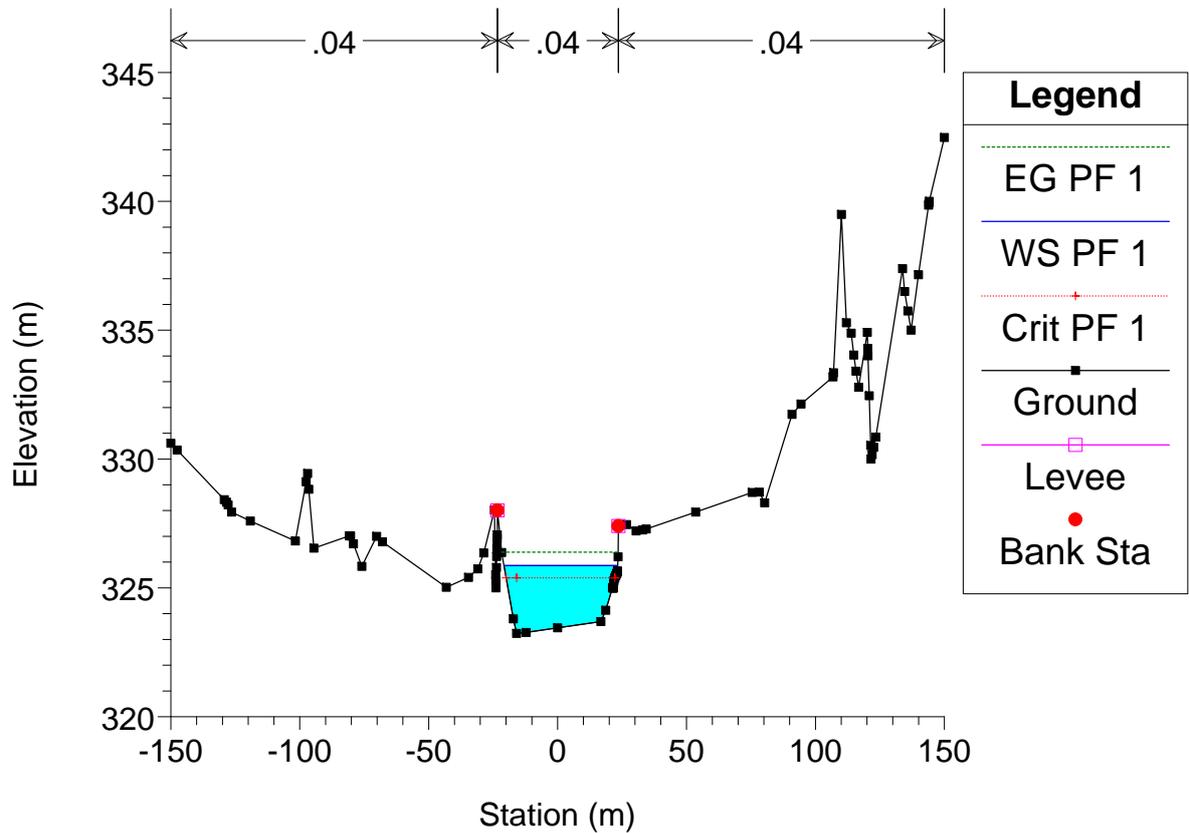
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



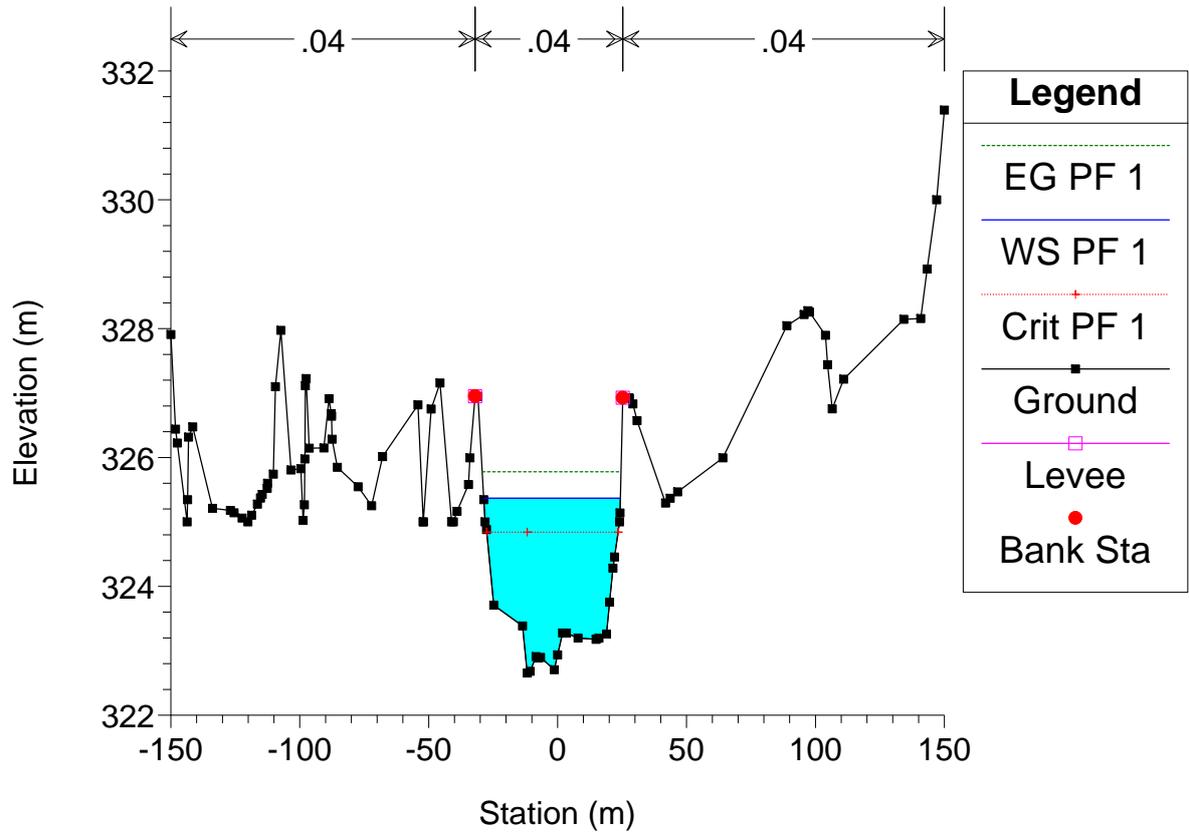
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



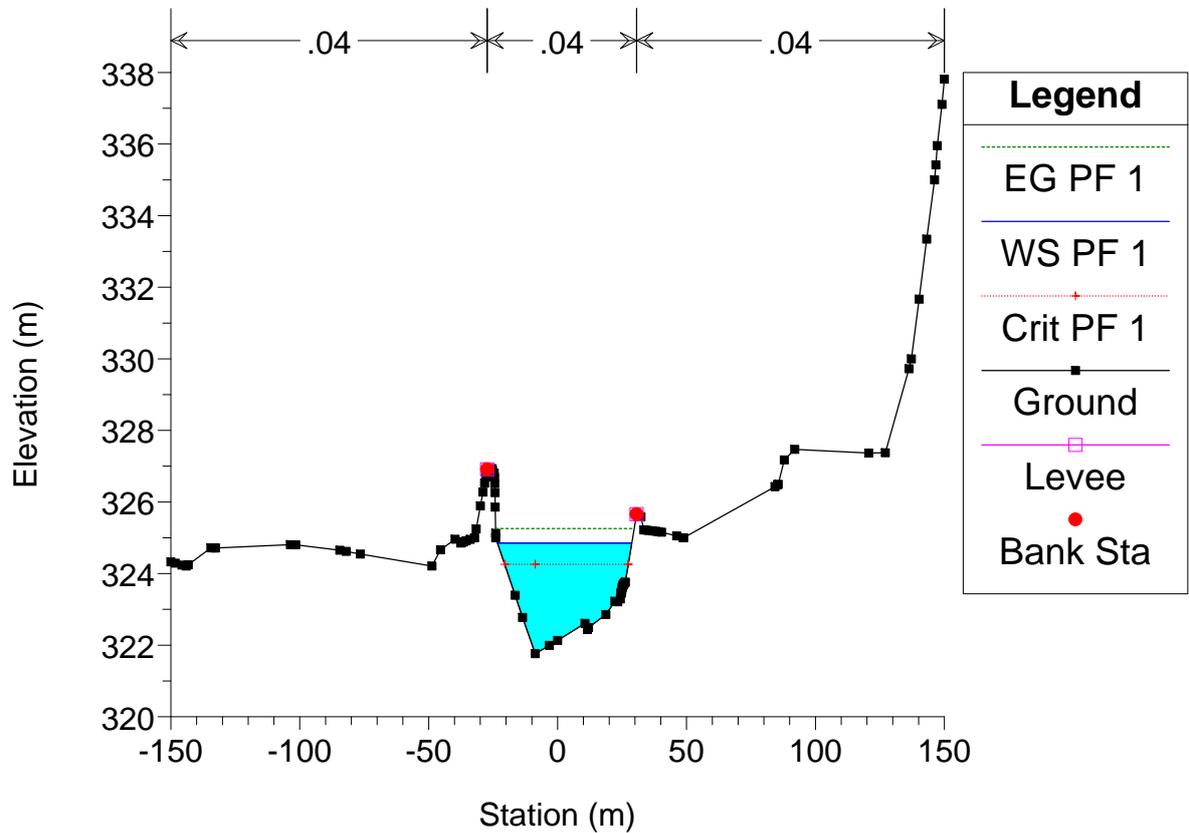
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



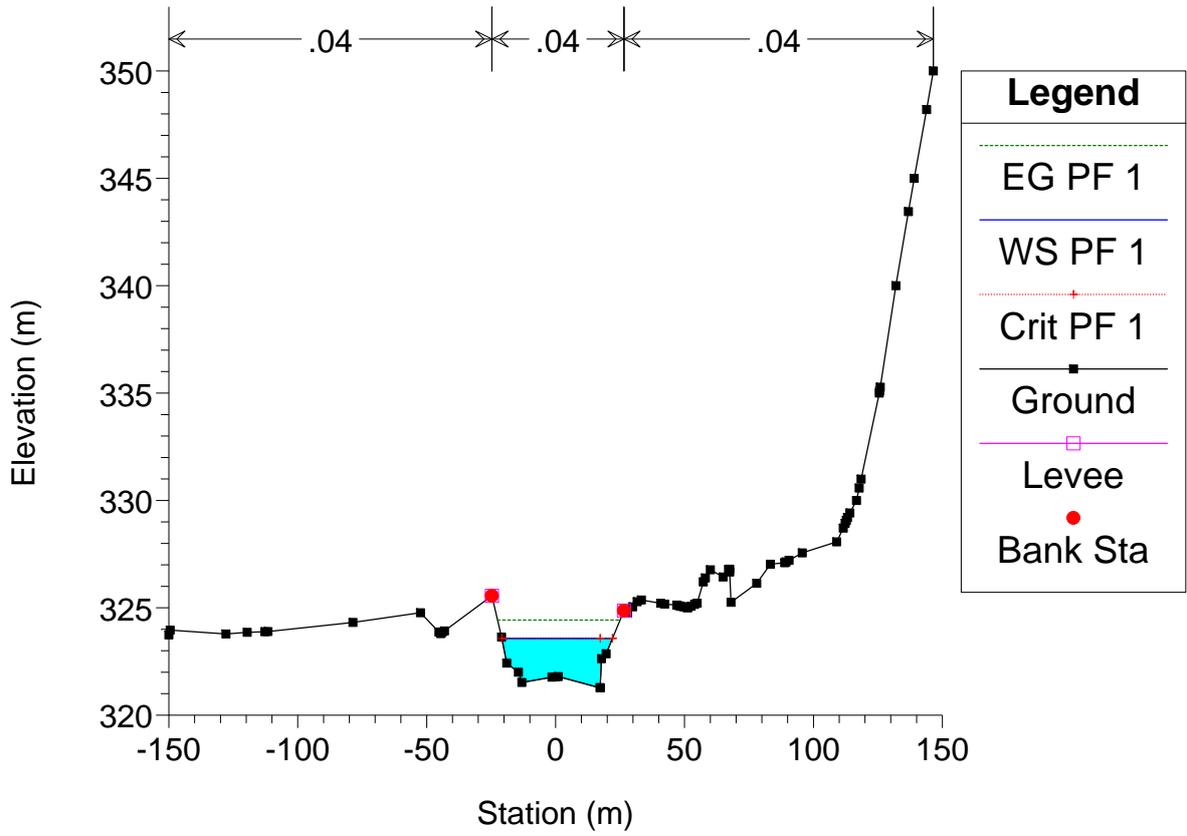
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



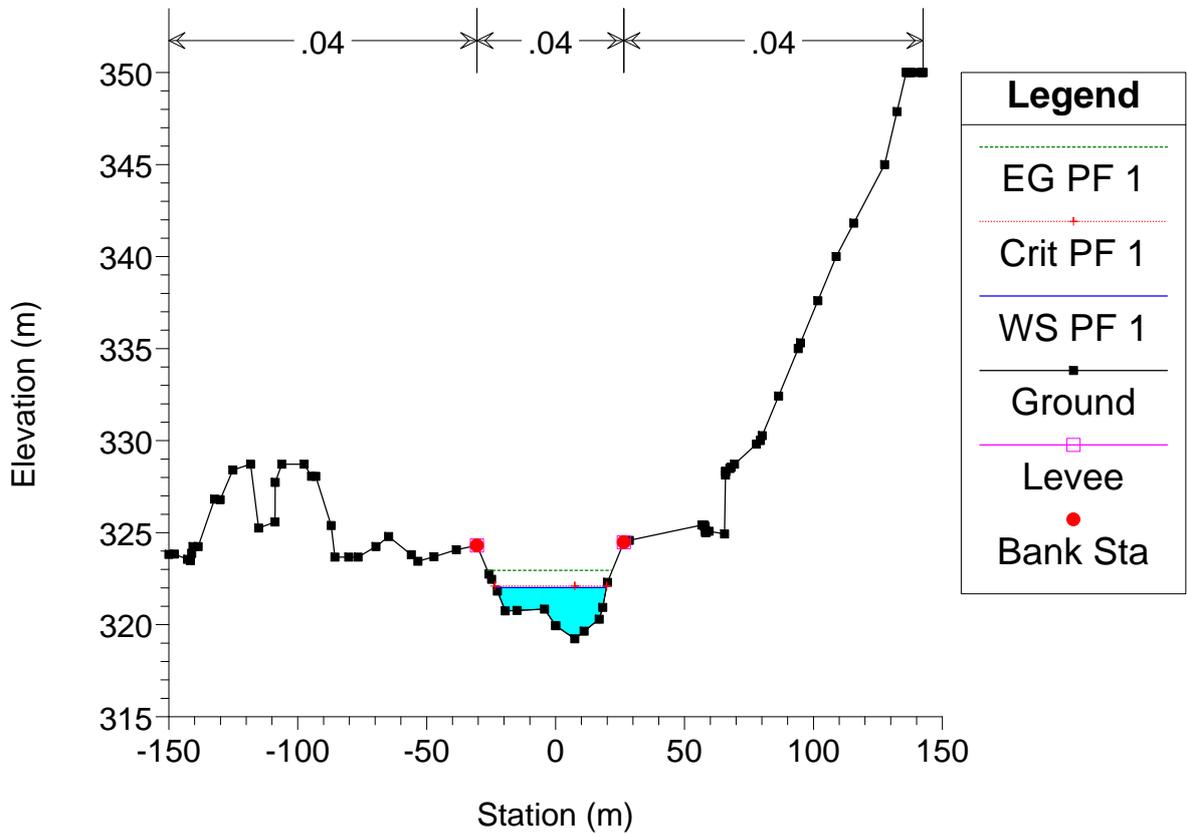
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



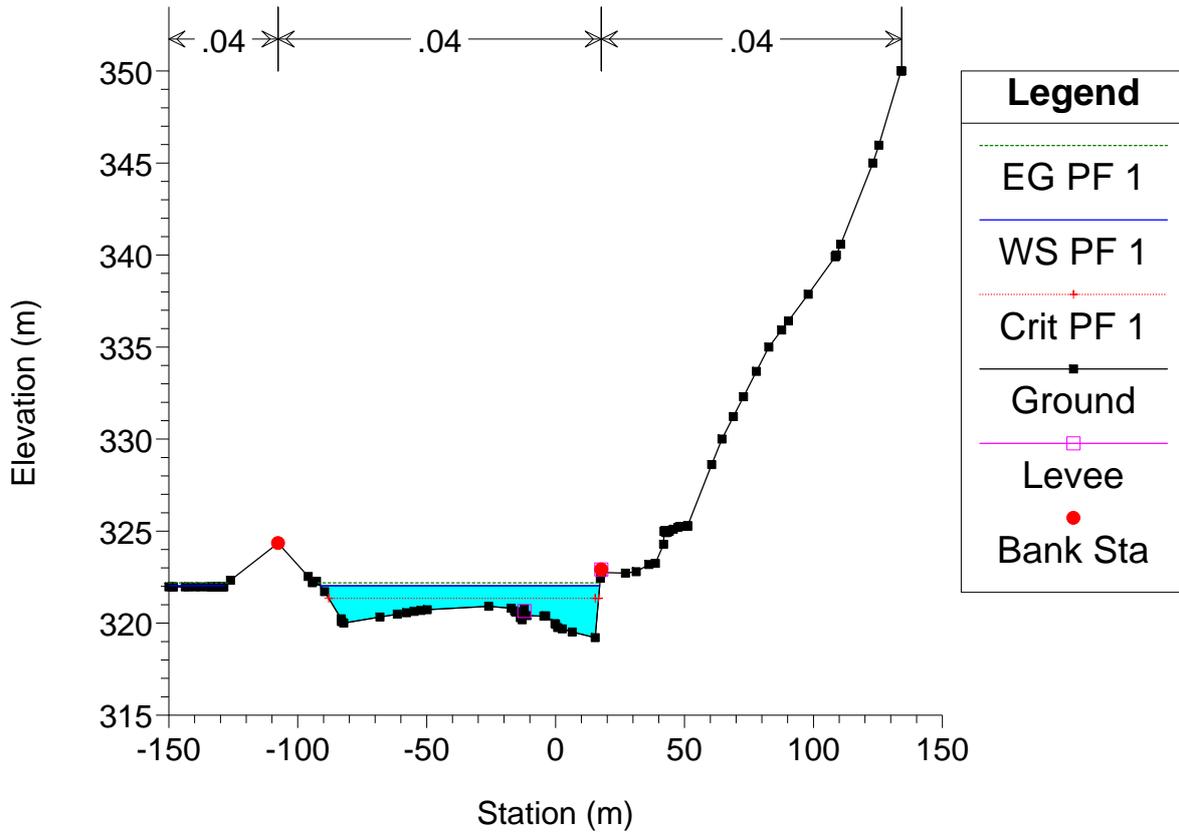
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



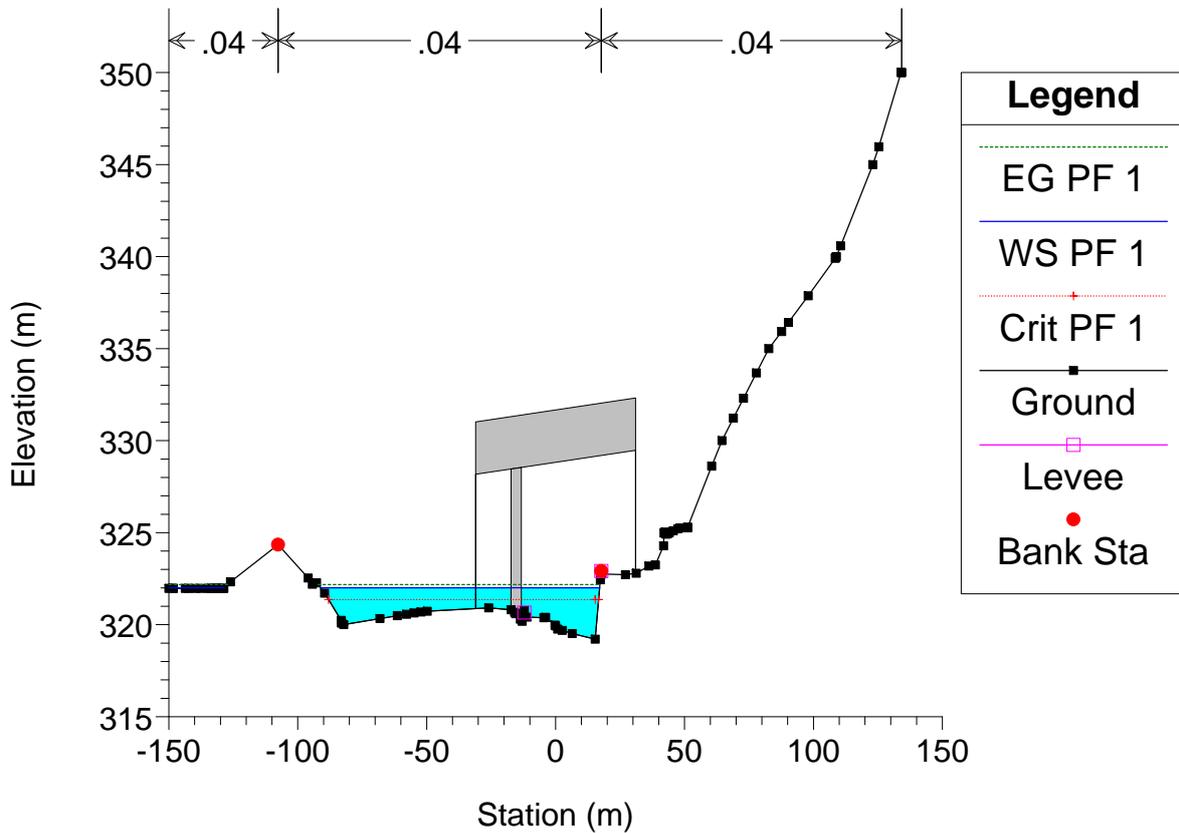
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



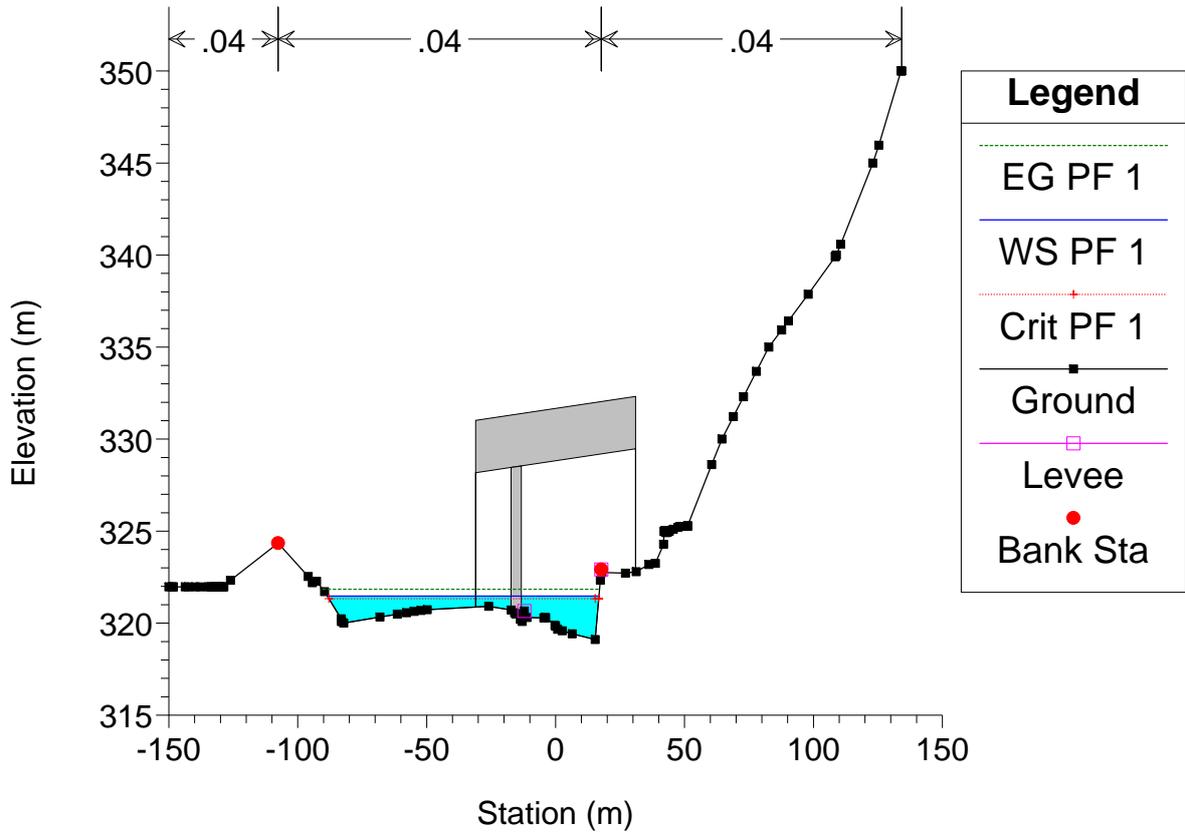
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



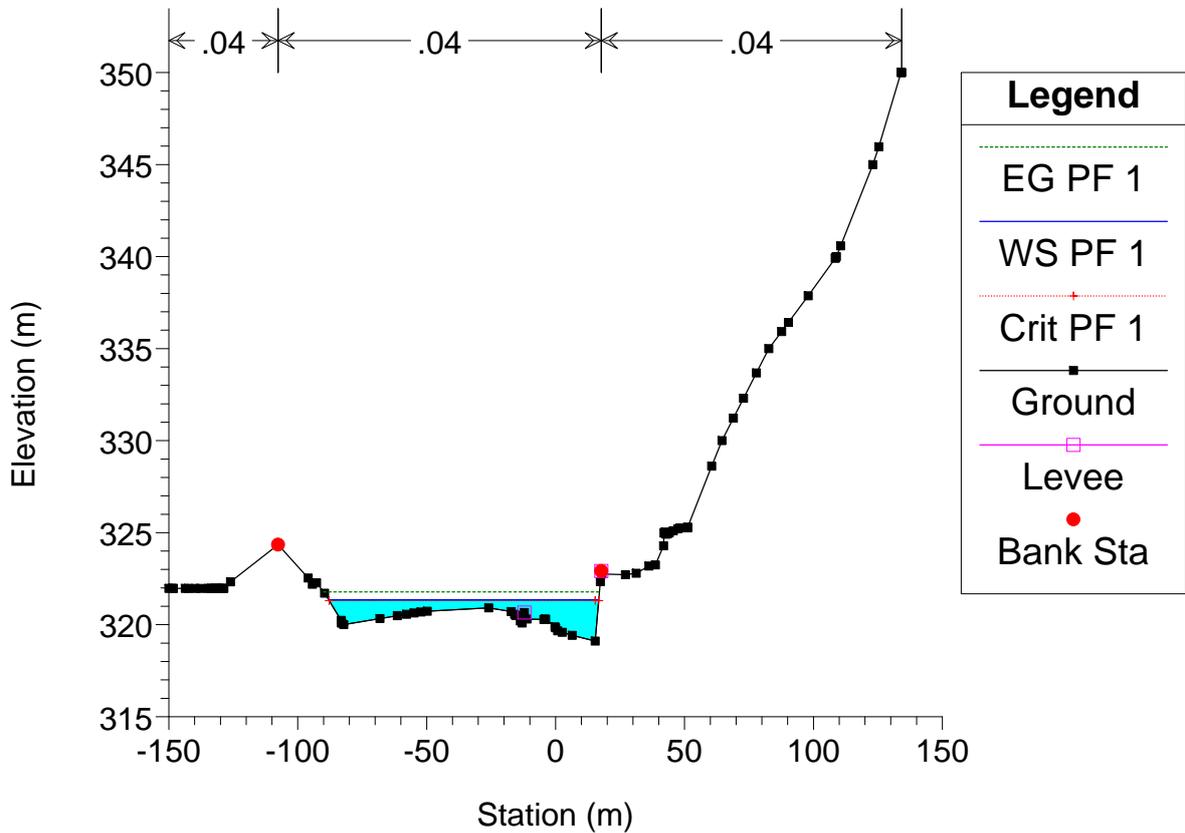
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



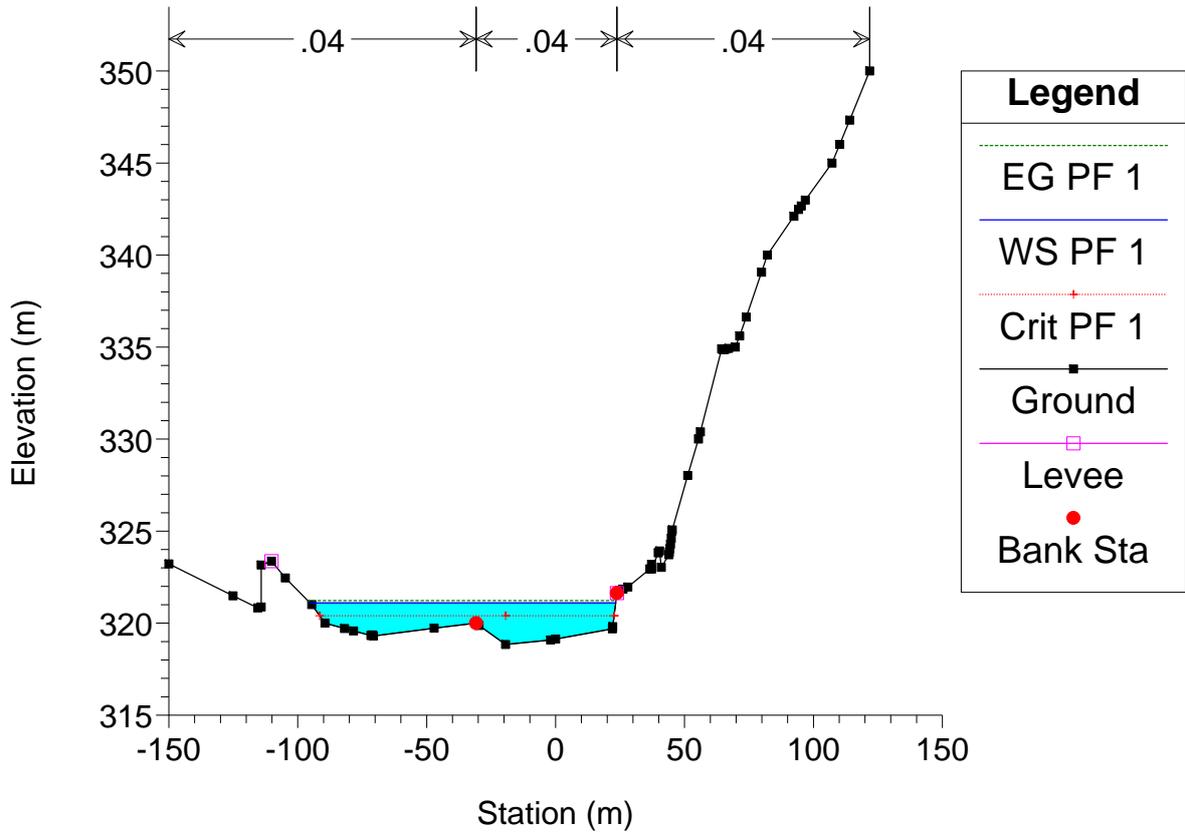
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



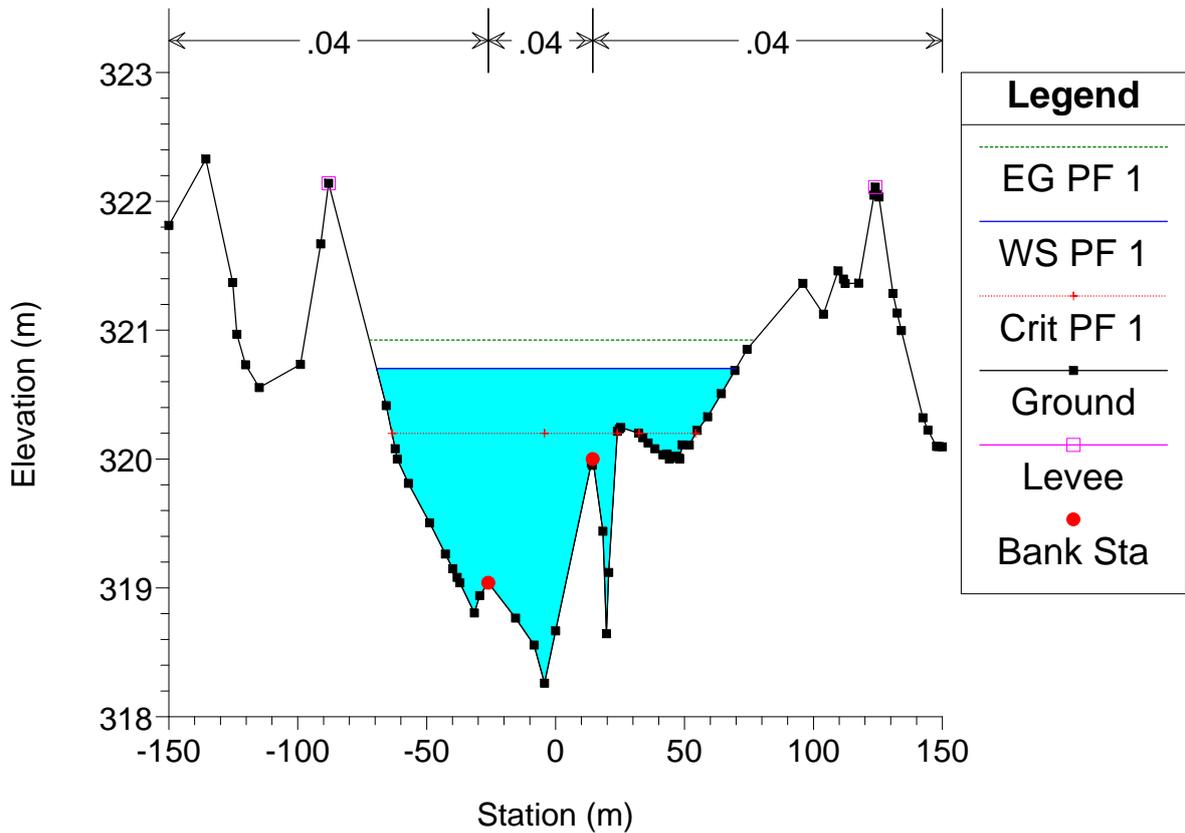
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



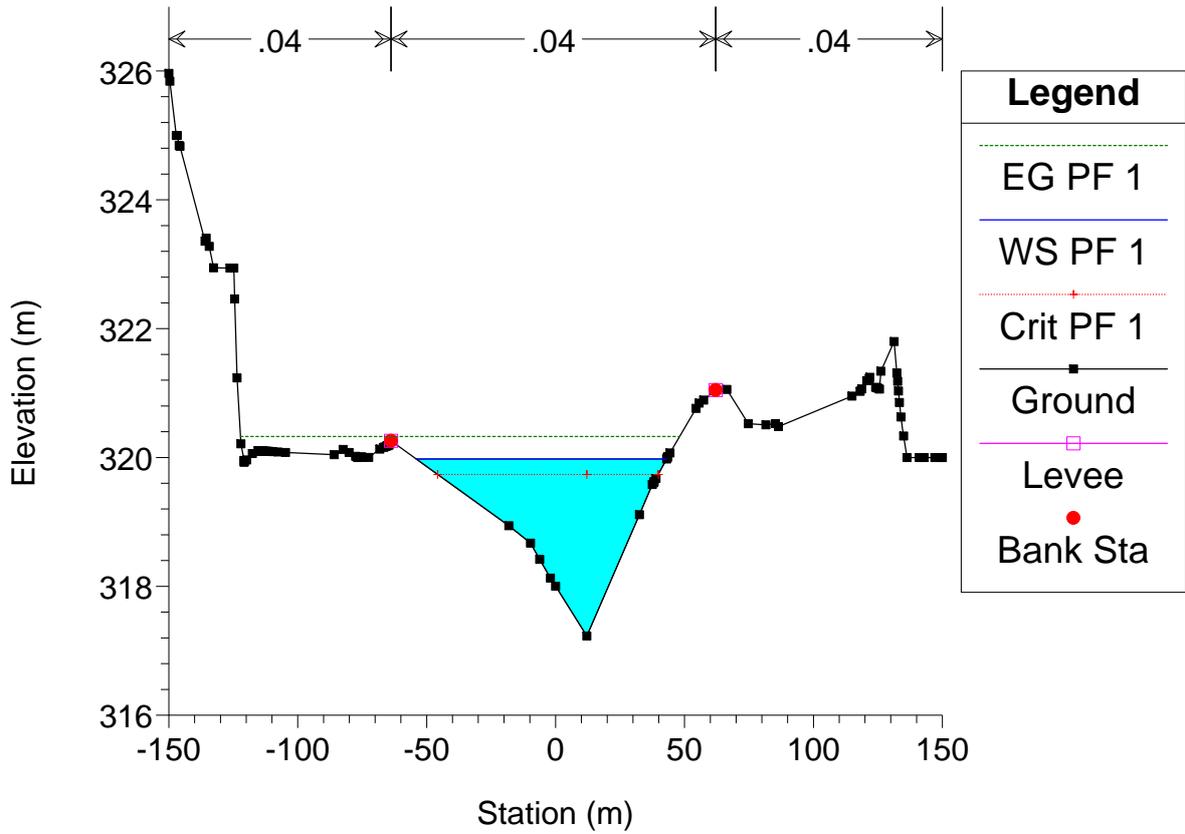
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



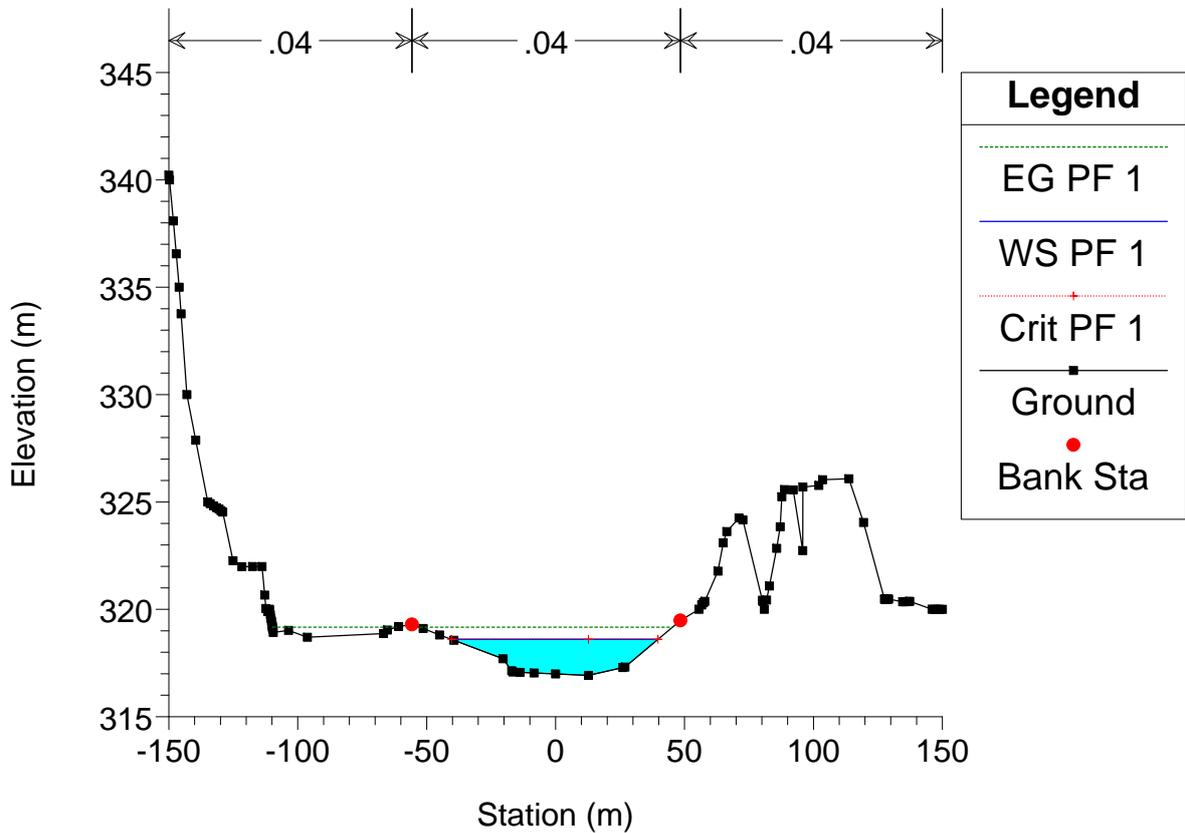
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



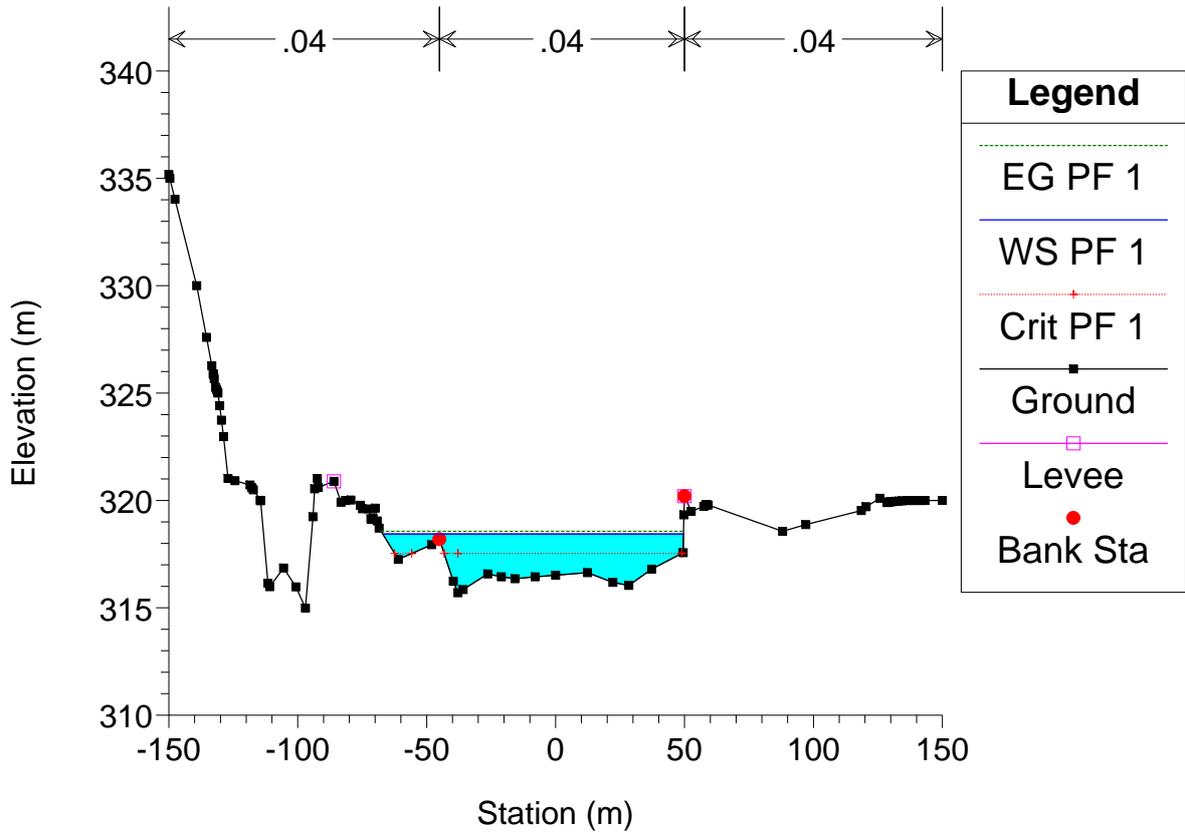
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



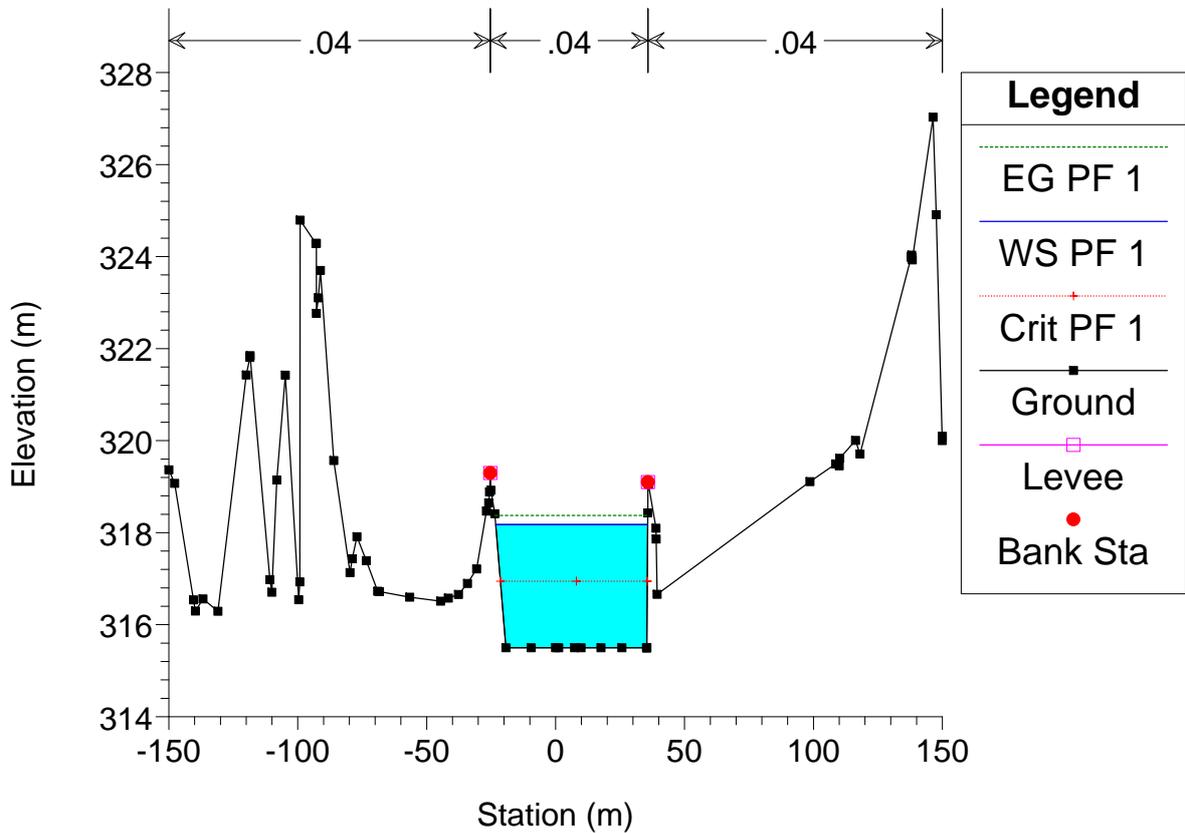
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



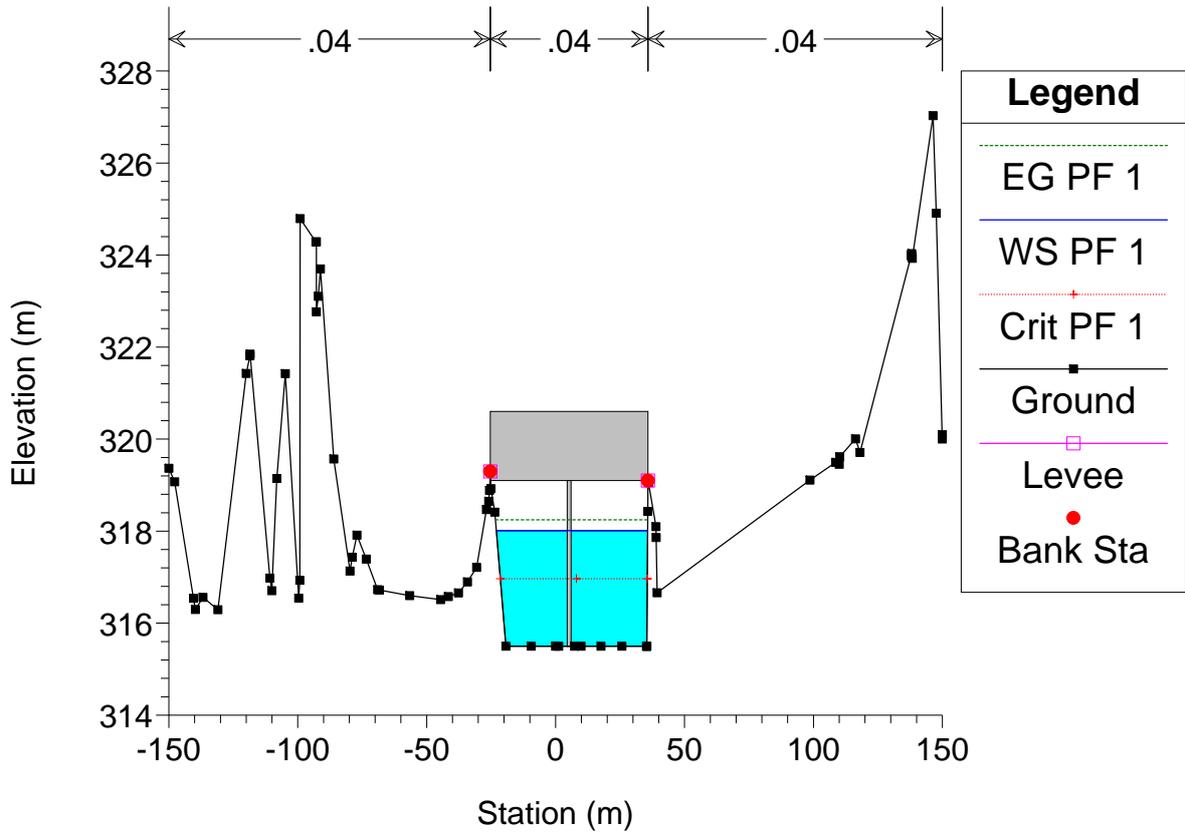
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



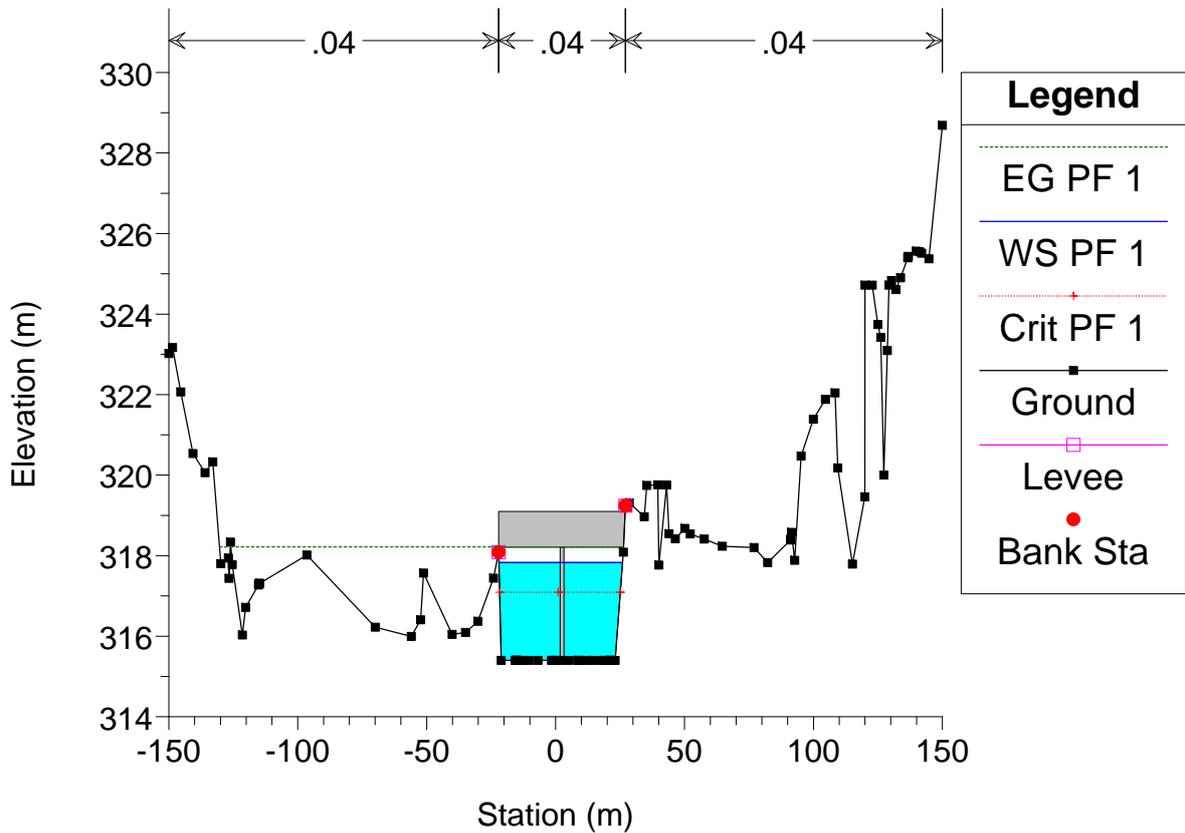
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



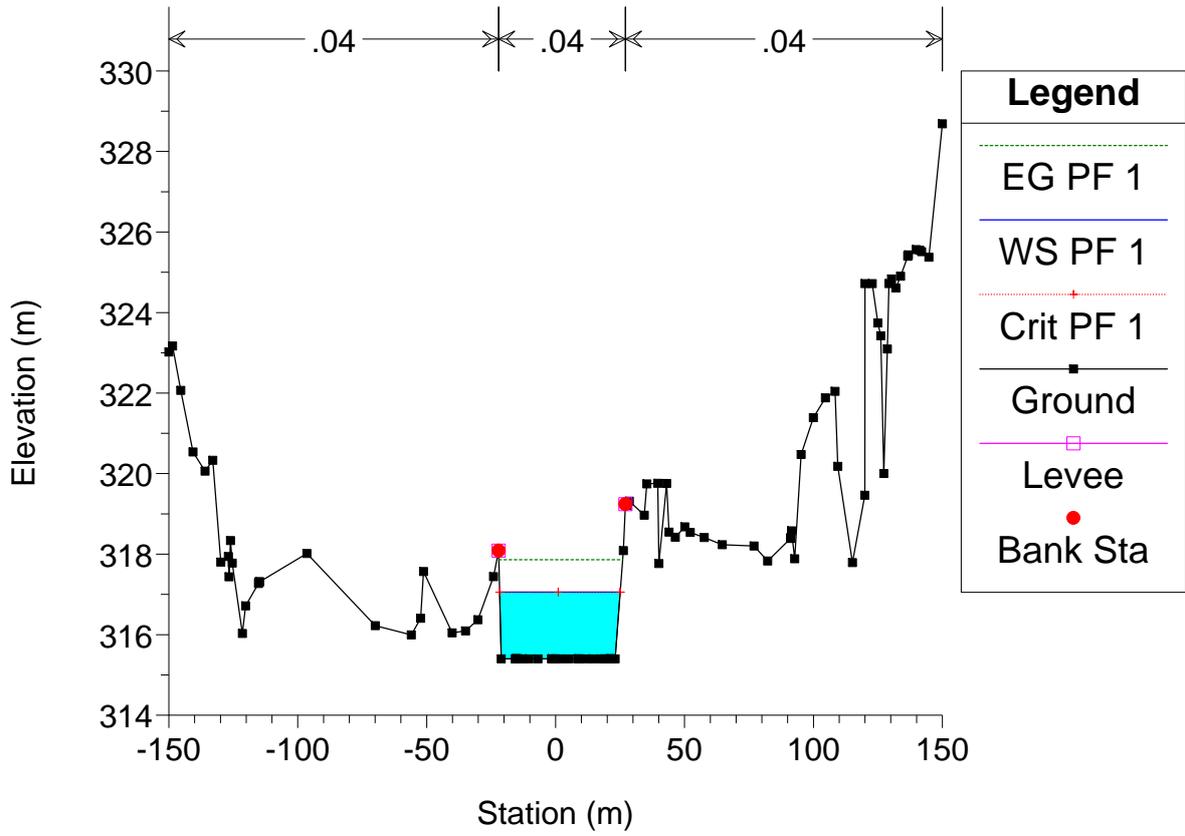
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



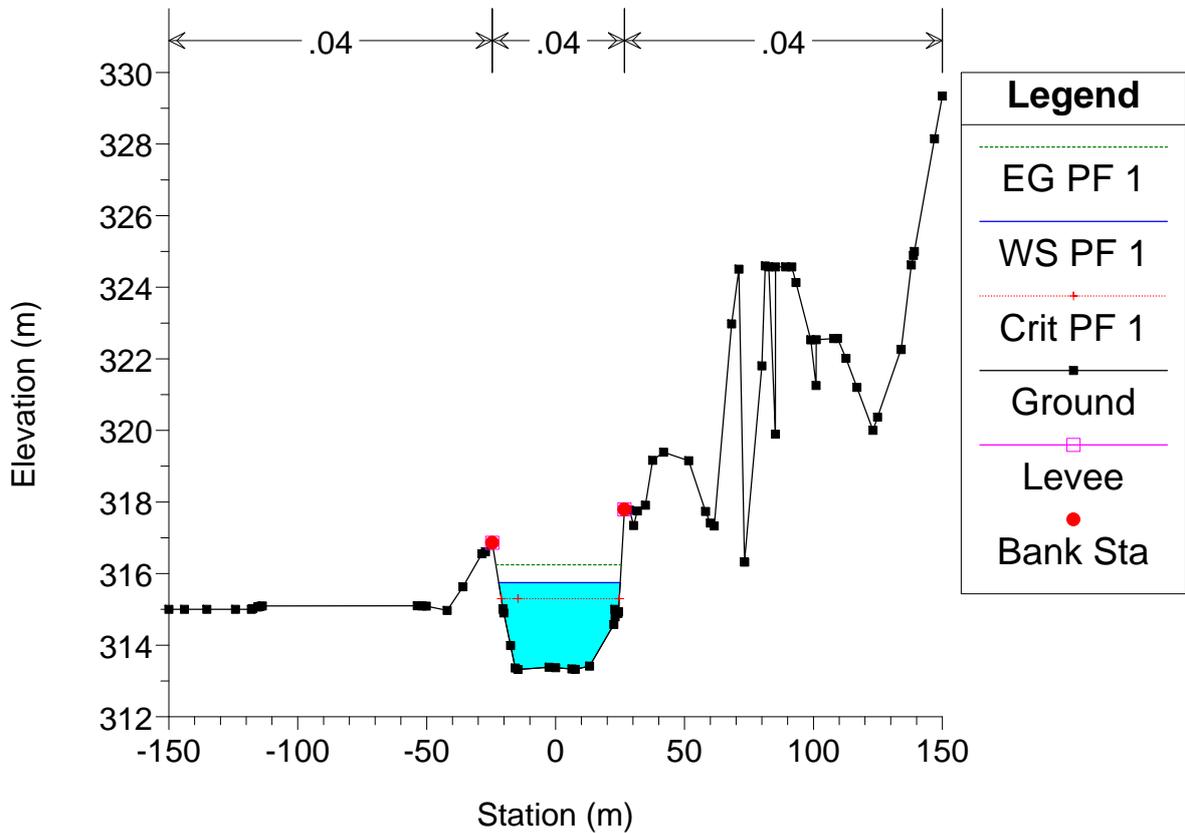
Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011

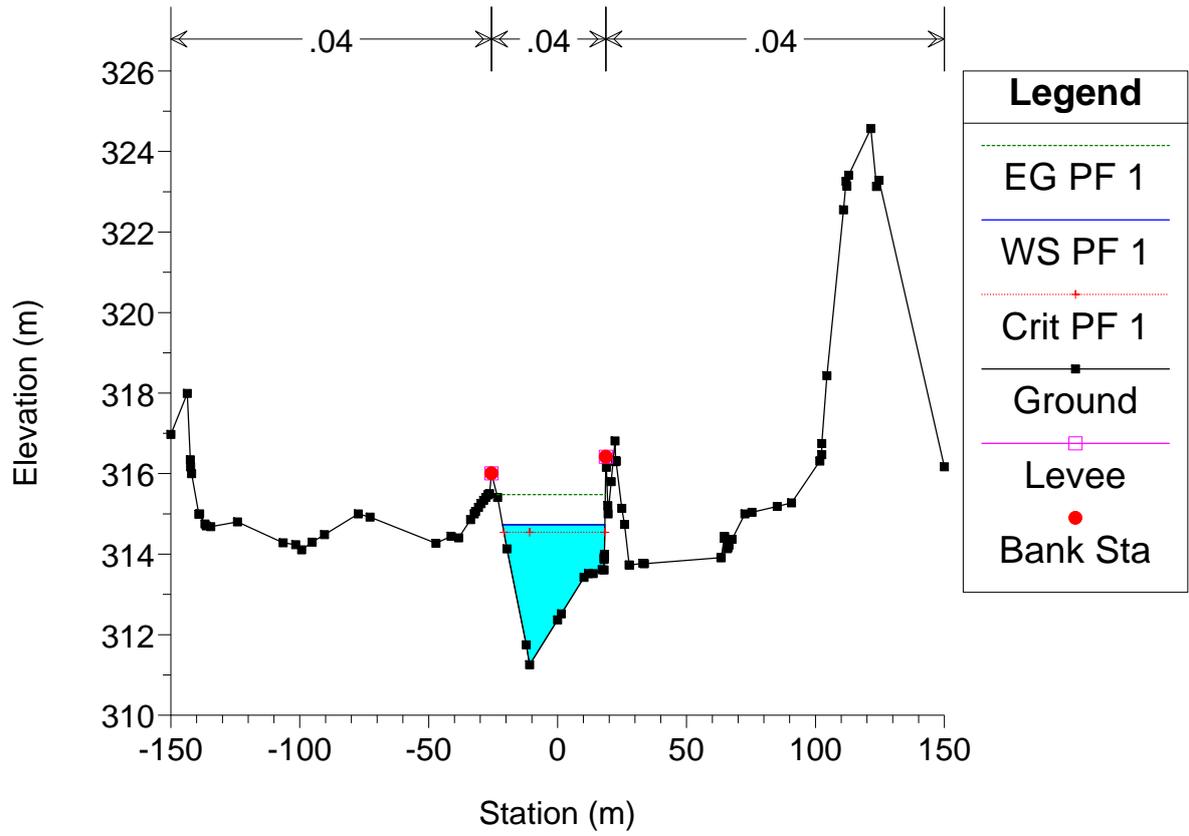


Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011



Astico_TR3 Plan: Plan 02 25/07/2011





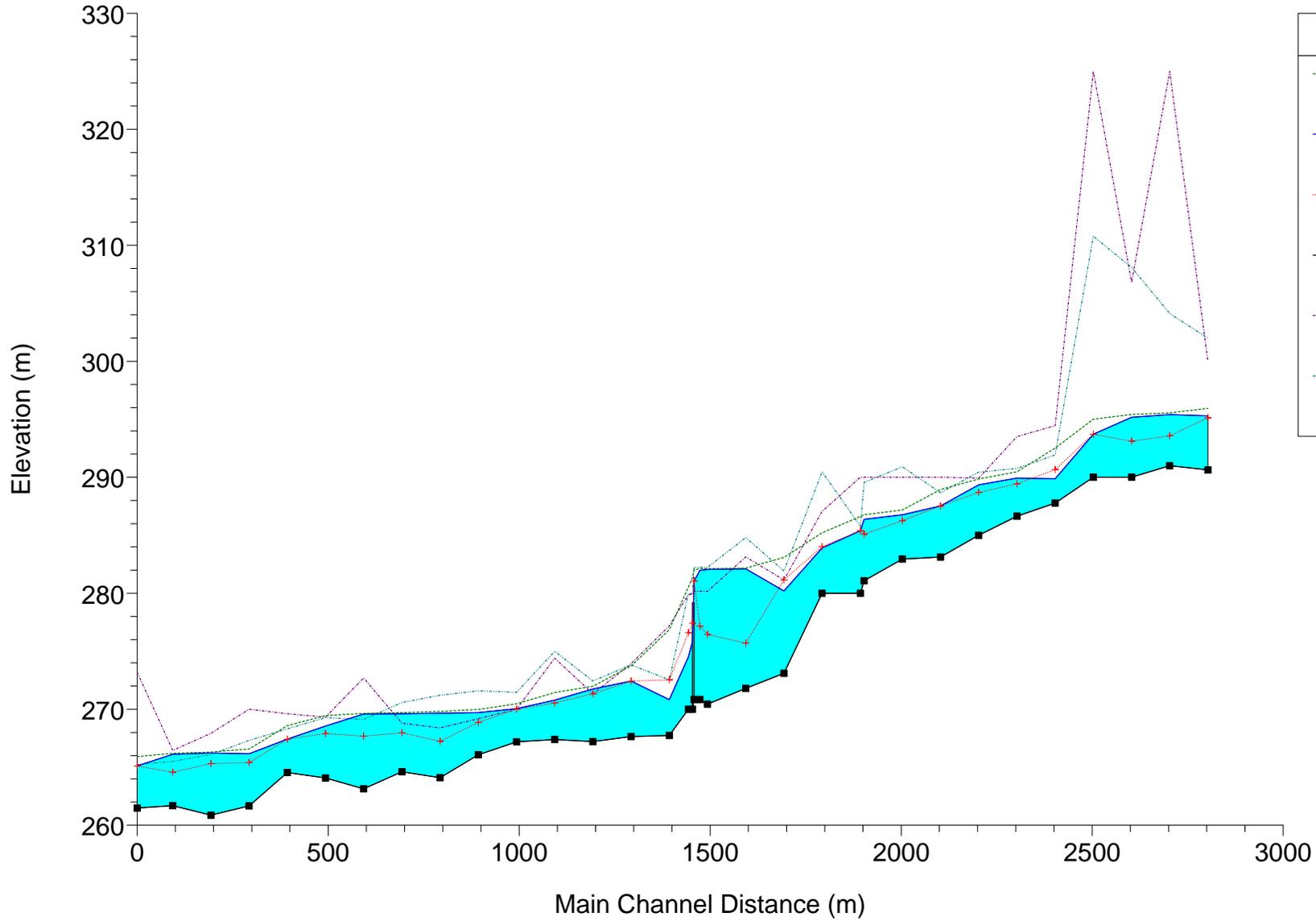
Torrente Astico – Stato di progetto – Tratto 4

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR4 Profile: PF 1

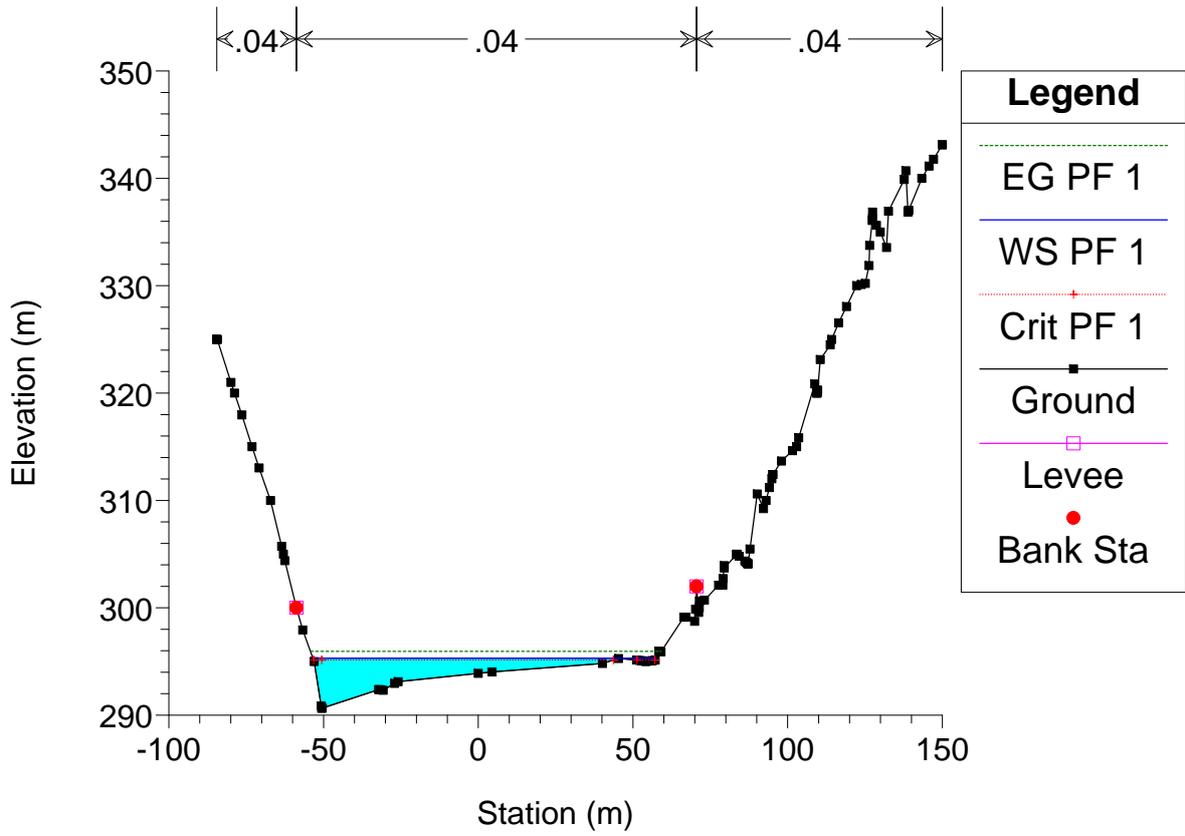
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR4	-1	PF 1	635.39	290.63	295.30	295.13	3.54	0.89	300.00	301.99
TR4	-2	PF 1	635.39	290.99	295.40	293.58	1.69	0.31	325.00	304.12
TR4	-3	PF 1	635.39	290.00	295.18	293.11	2.19	0.35	306.81	308.10
TR4	-4	PF 1	635.39	290.00	293.71	293.71	5.06	1.00	325.00	310.78
TR4	-5	PF 1	635.39	287.77	289.87	290.66	7.21	1.99	294.45	291.93
TR4	-6	PF 1	635.39	286.64	289.92	289.44	3.30	0.72	293.51	290.76
TR4	-7	PF 1	635.39	285.00	289.35	288.68	3.11	0.68		290.44
TR4	-8	PF 1	635.39	283.12	287.52	287.52	5.28	1.00	290.00	288.67
TR4	-9	PF 1	635.39	282.95	286.76	286.26	2.86	0.66	290.00	290.91
TR4	-10	PF 1	635.39	281.08	286.37	285.09	2.79	0.50	290.00	289.56
TR4	-11	PF 1	635.39	280.00	285.39	285.39	4.93	1.00	290.00	285.78
TR4	-12	PF 1	635.39	280.00	283.91	284.02	5.06	1.07	287.07	290.46
TR4	-13	PF 1	635.39	273.10	280.20	281.15	7.54	1.31	281.15	281.93
TR4	-14	PF 1	635.39	271.80	282.11	275.70	1.04	0.14	283.14	284.80
TR4	-15	PF 1	635.39	270.44	282.05	276.44	1.35	0.18	280.17	282.24
TR4	-16	PF 1	635.39	270.84	281.98	277.16	1.68	0.23	280.17	282.24
TR4	-16.5		Bridge							
TR4	-17	PF 1	635.39	270.00	274.53	276.59	10.87	1.92	279.88	279.98
TR4	-18	PF 1	635.39	267.74	270.83	272.54	10.88	2.62	277.20	272.54
TR4	-19	PF 1	635.39	267.65	272.43	272.43	5.06	1.00	273.94	273.83
TR4	-20	PF 1	635.39	267.21	271.75	271.33	2.47	0.50	271.33	272.44
TR4	-21	PF 1	635.39	267.39	270.79	270.54	3.60	0.84	274.40	275.00
TR4	-22	PF 1	635.39	267.19	270.05	270.00	3.08	0.80	270.00	271.46
TR4	-23	PF 1	635.39	266.08	269.72	268.86	2.52	0.48	269.19	271.59
TR4	-24	PF 1	635.39	264.10	269.65	267.23	1.87	0.29	268.40	271.21
TR4	-25	PF 1	635.39	264.61	269.62	267.98	1.39	0.27	268.80	270.58
TR4	-26	PF 1	635.39	263.13	269.59	267.68	1.02	0.19	272.69	269.12
TR4	-27	PF 1	635.39	264.07	268.56	267.90	4.20	0.74	269.33	269.28
TR4	-28	PF 1	635.39	264.54	267.43	267.43	4.78	1.00	269.62	268.32
TR4	-29	PF 1	635.39	261.66	266.16	265.40	2.86	0.59	270.00	267.32
TR4	-30	PF 1	635.39	260.87	266.23	265.32	1.31	0.28	267.92	266.10
TR4	-31	PF 1	635.39	261.69	266.12	264.57	1.35	0.28	266.46	265.51
TR4	-32	PF 1	635.39	261.49	265.12	265.12	3.98	1.00	273.19	265.24

Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011

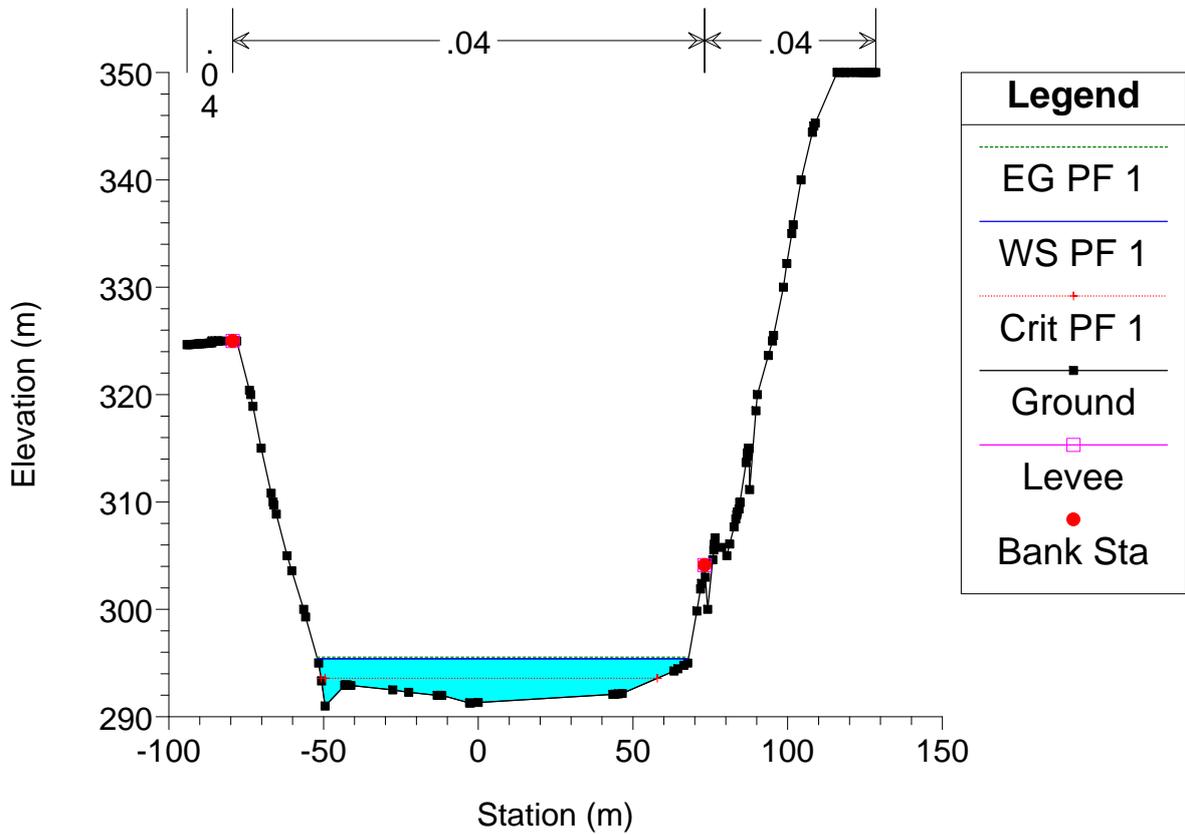
Legend	
EG PF 1	
WS PF 1	
Crit PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



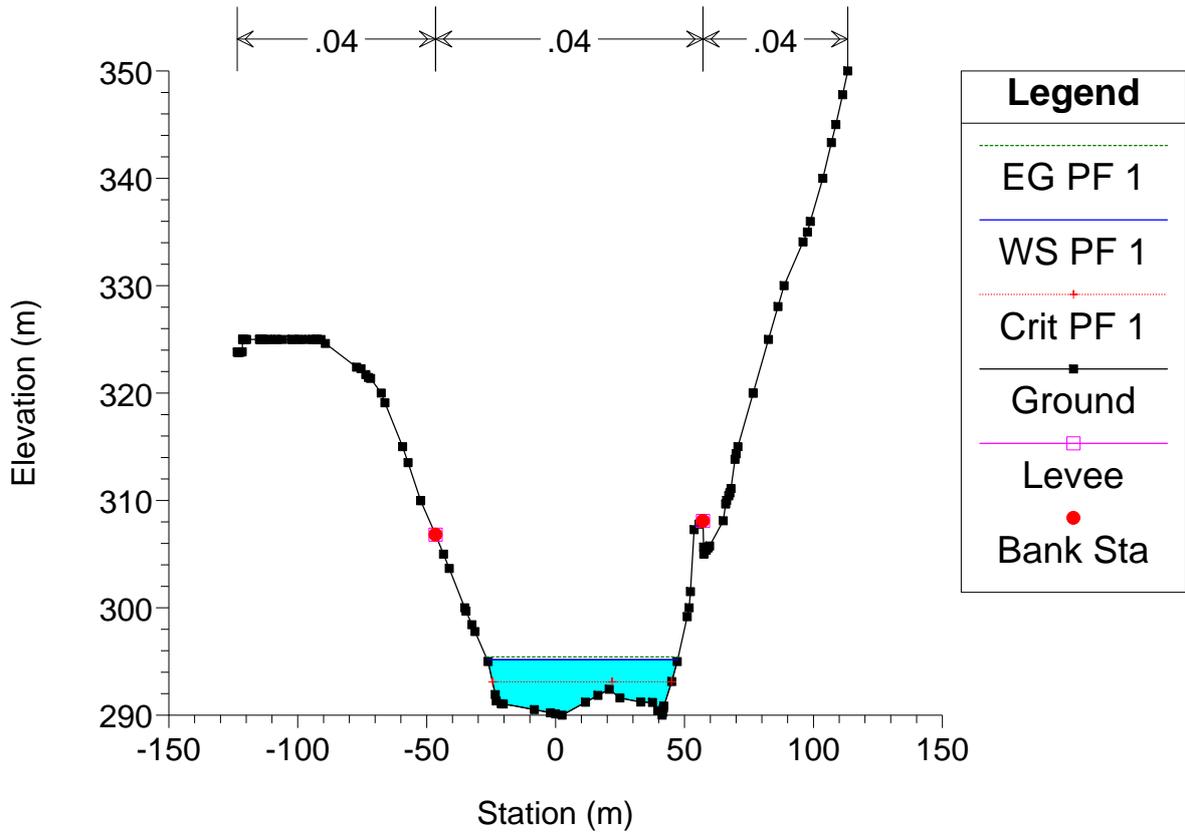
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



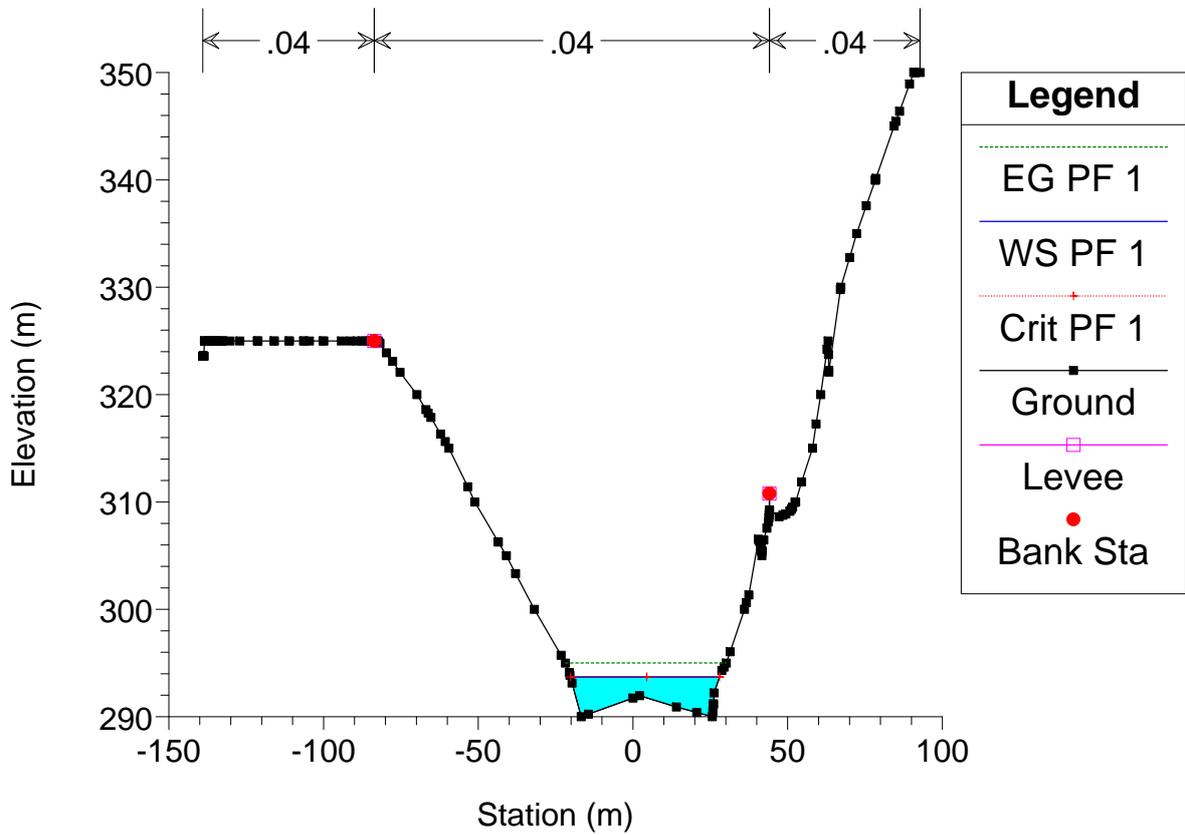
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



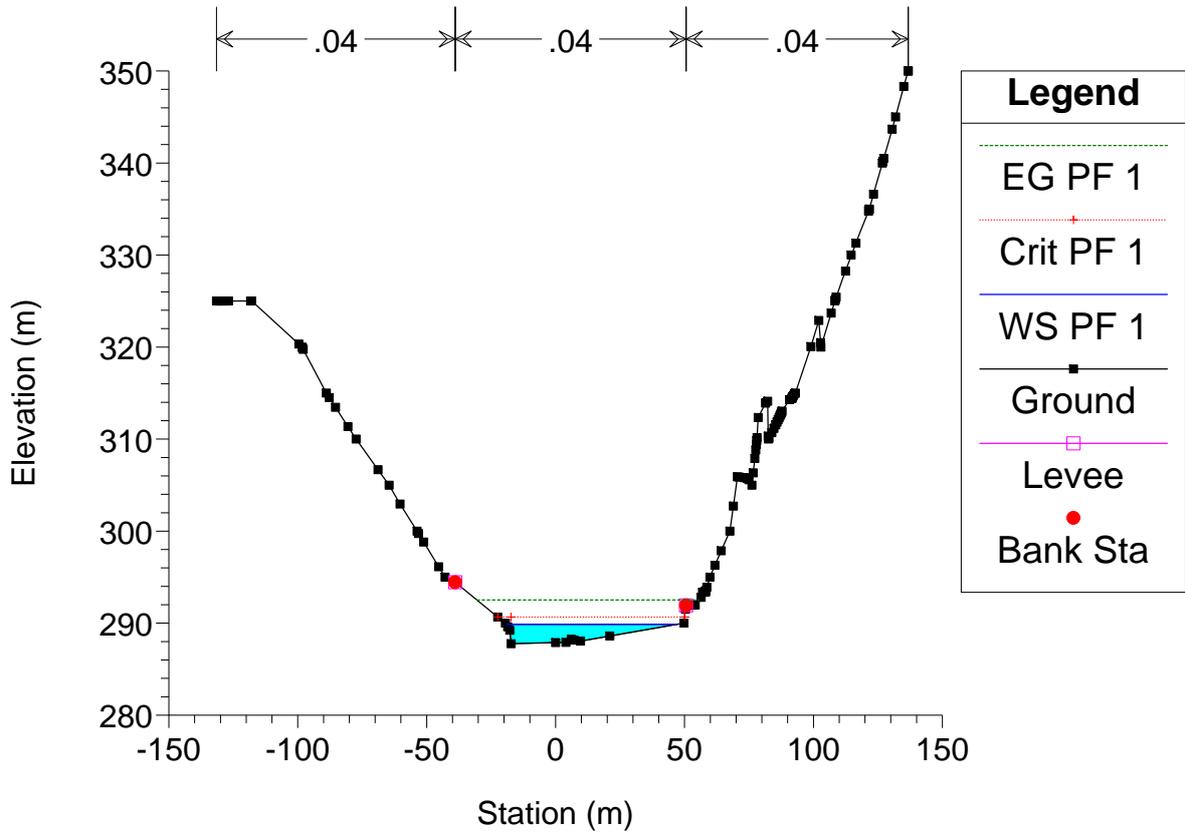
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



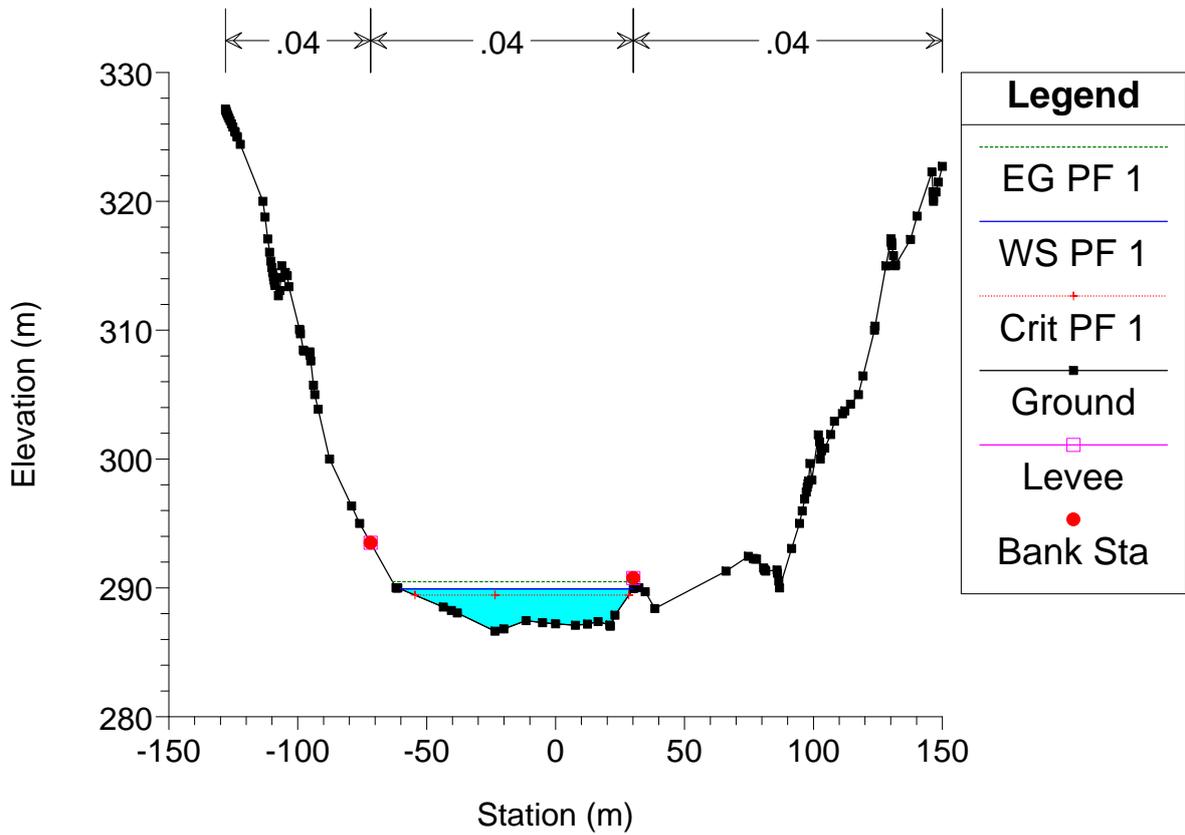
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



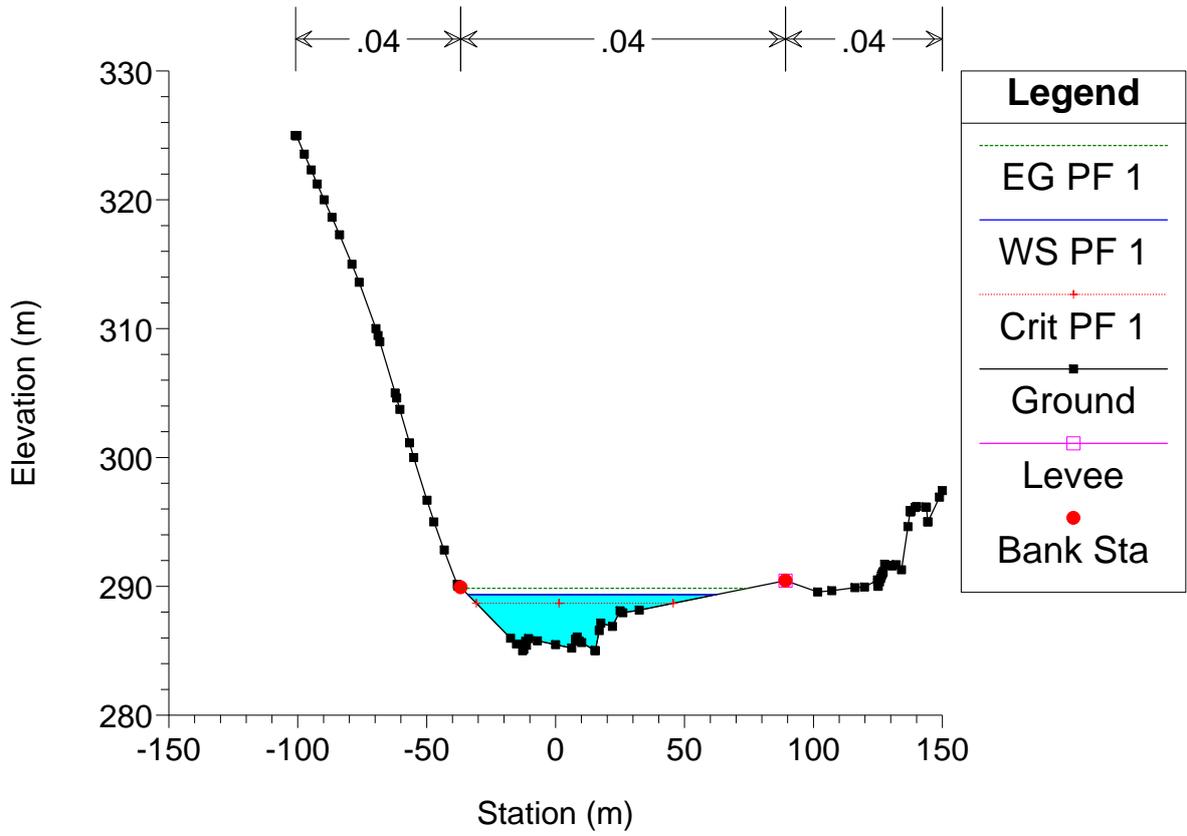
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



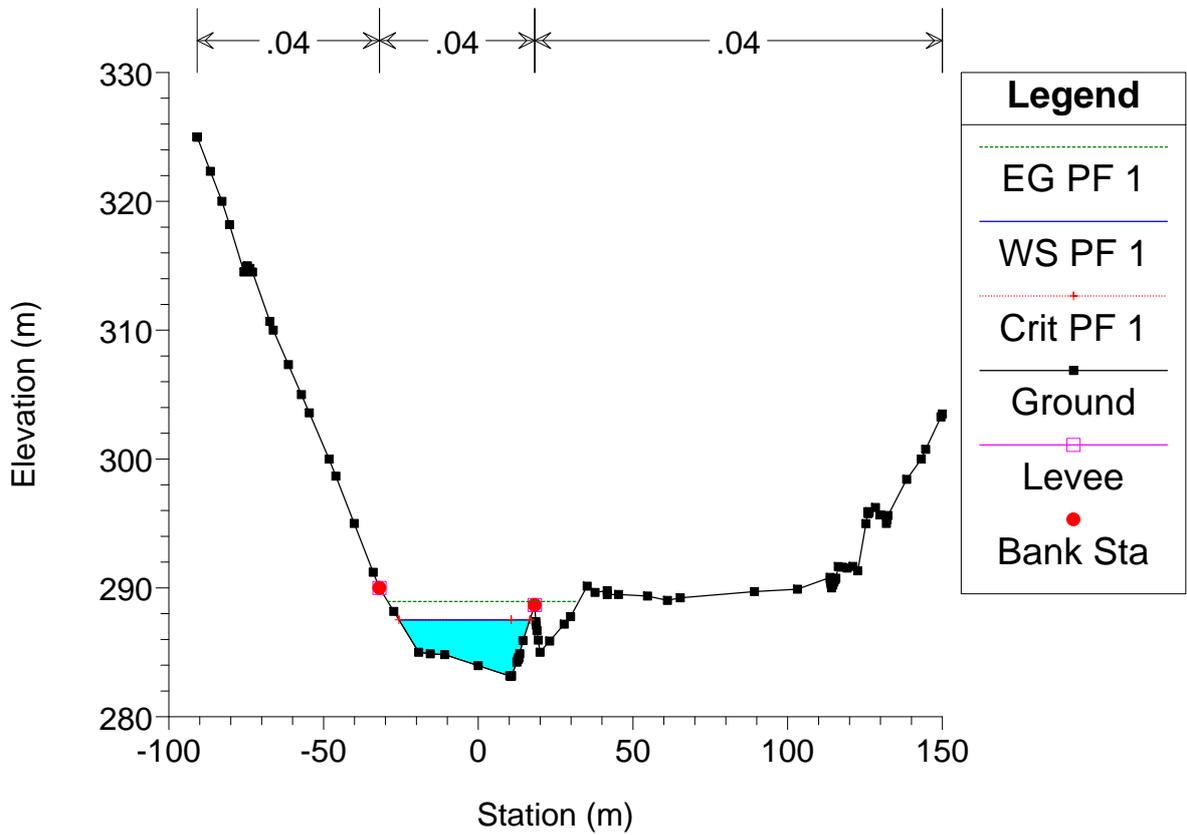
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



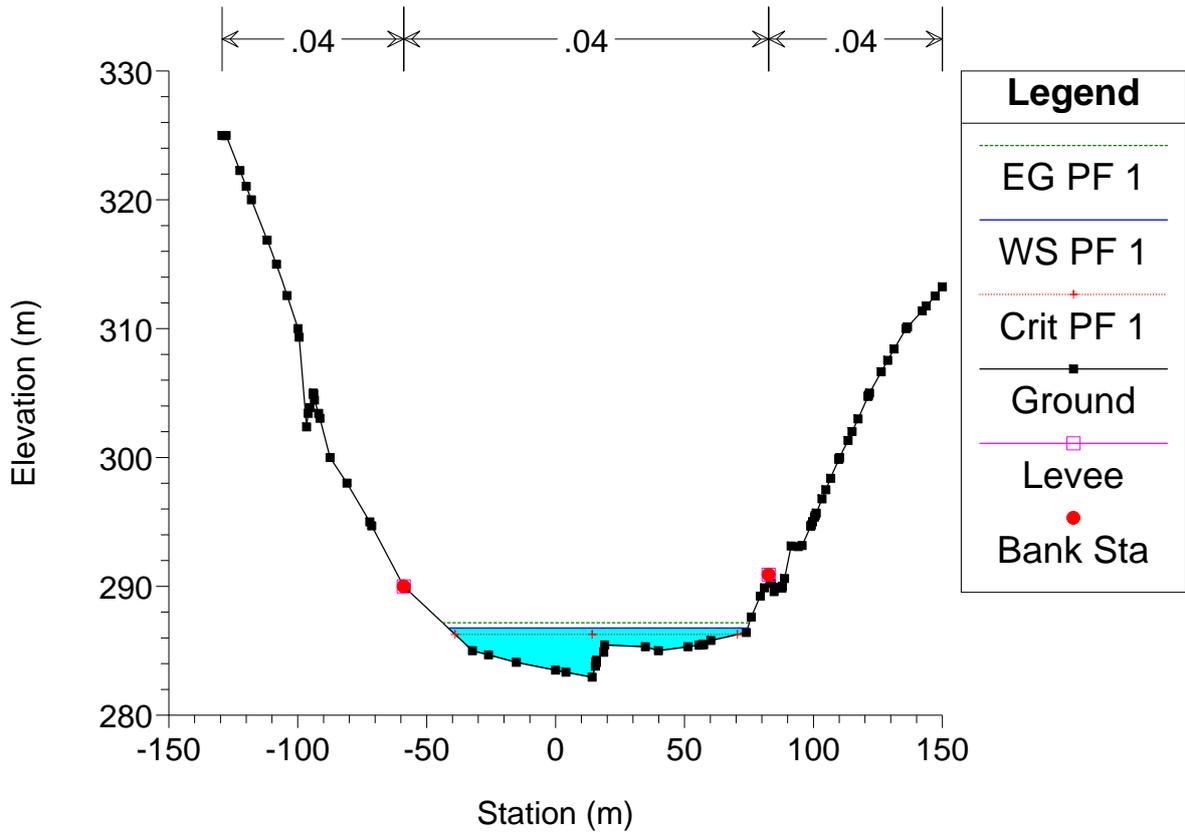
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



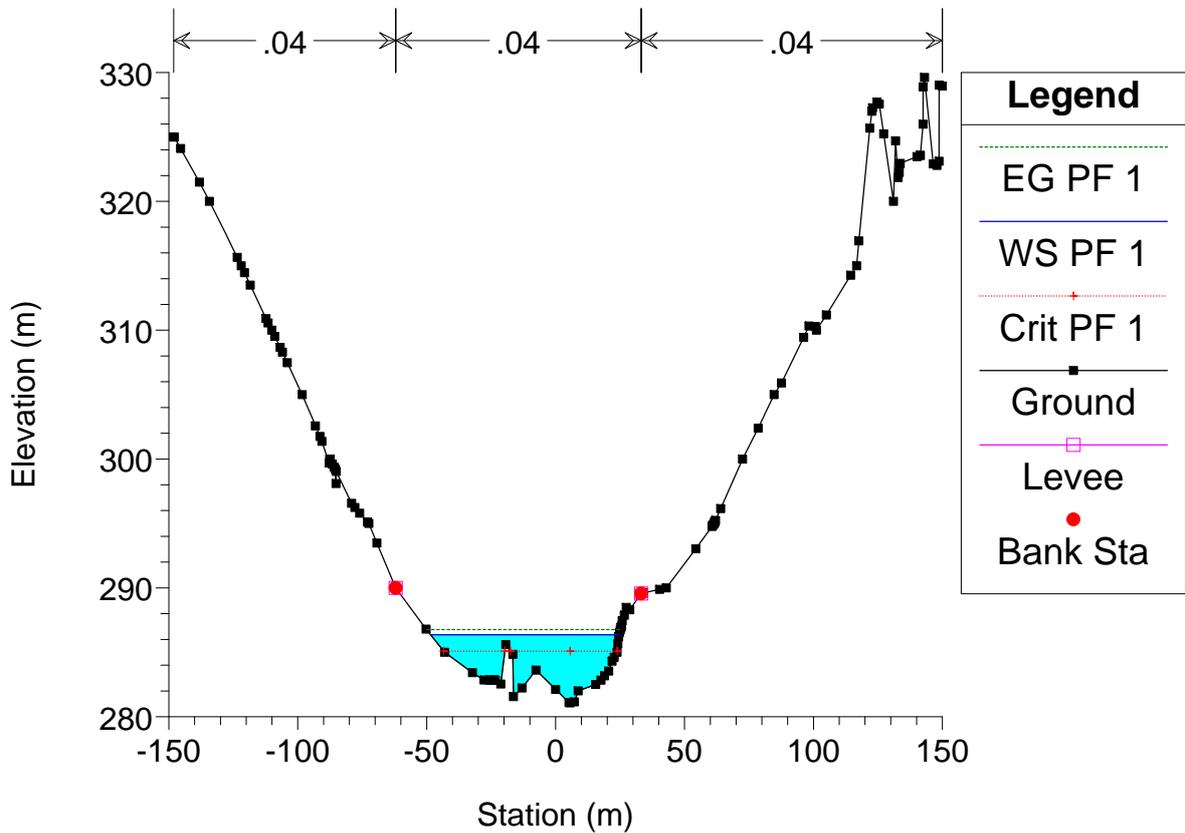
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



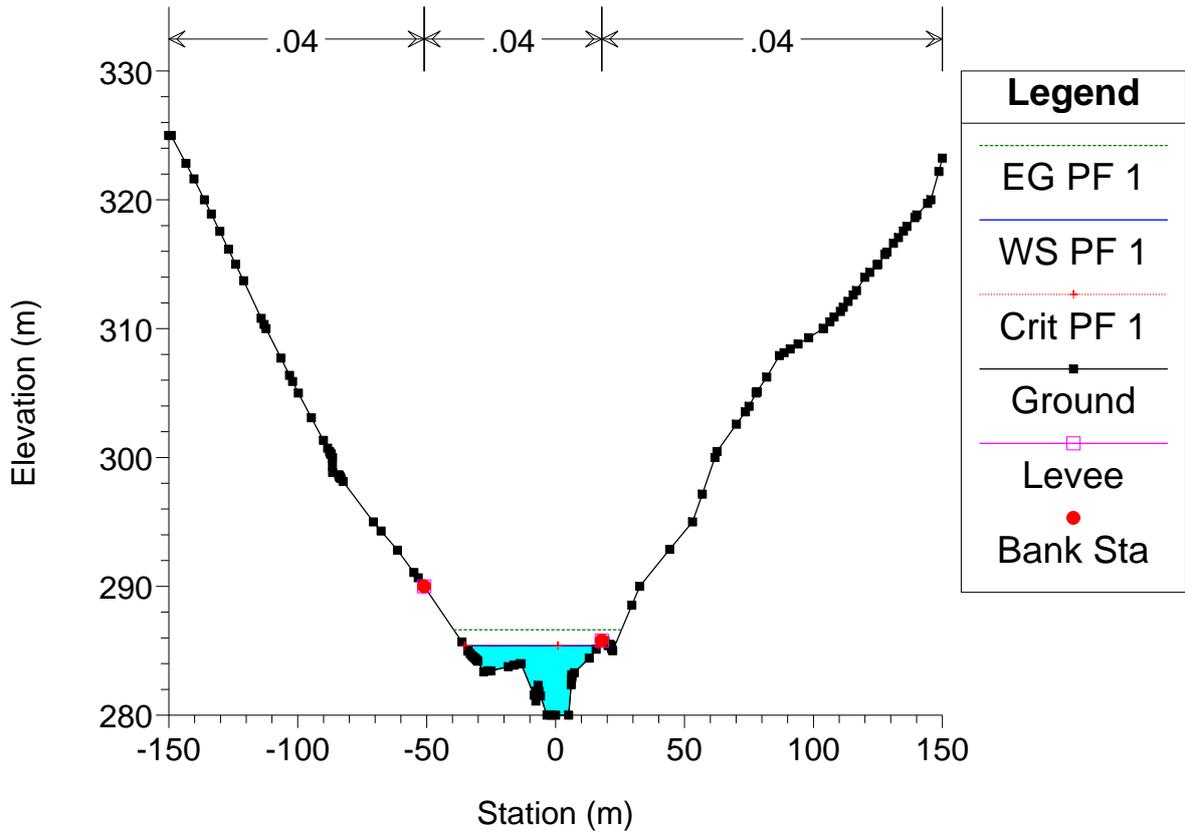
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



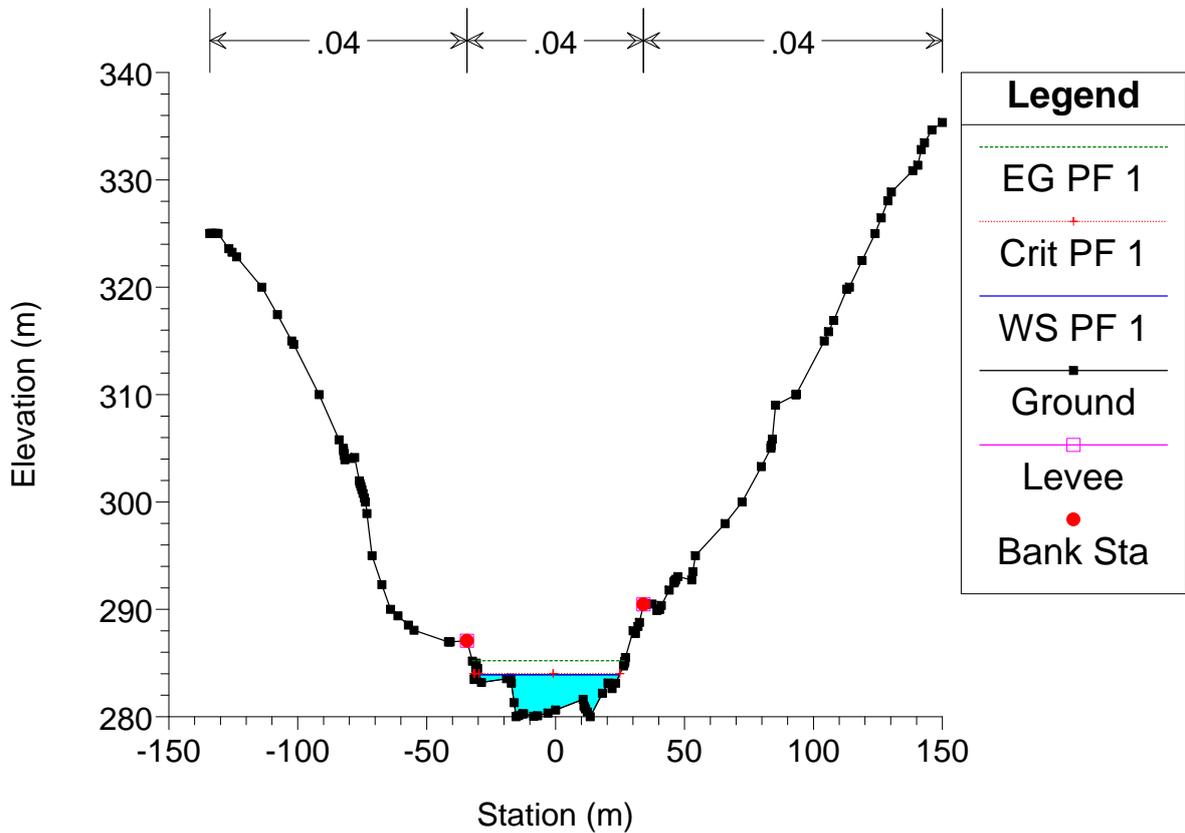
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



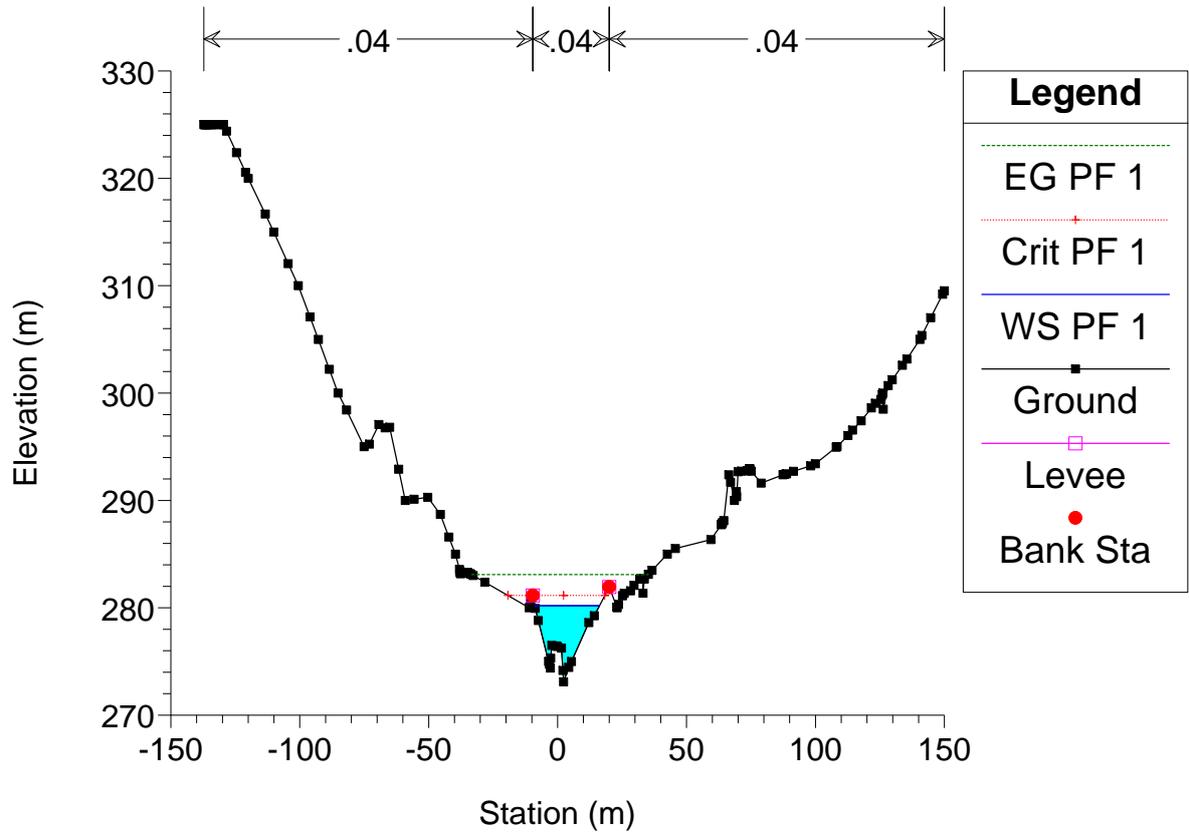
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



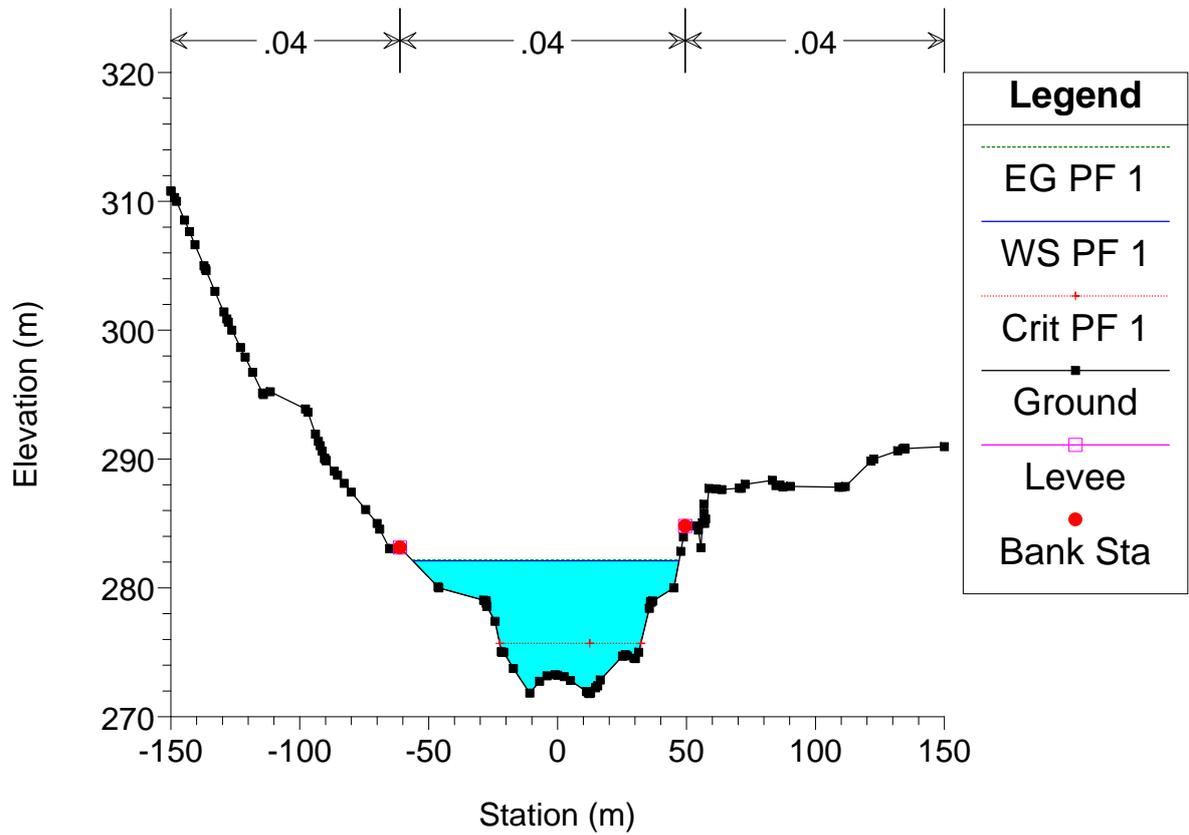
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



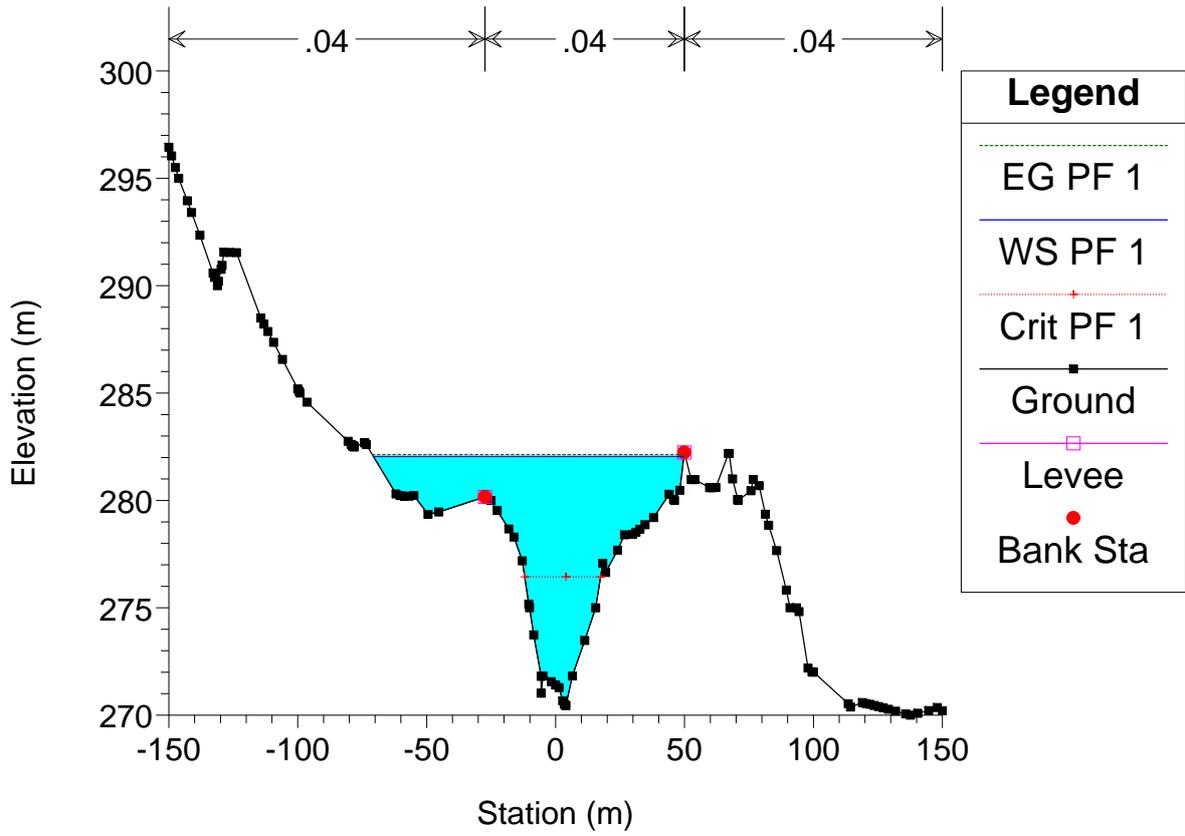
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



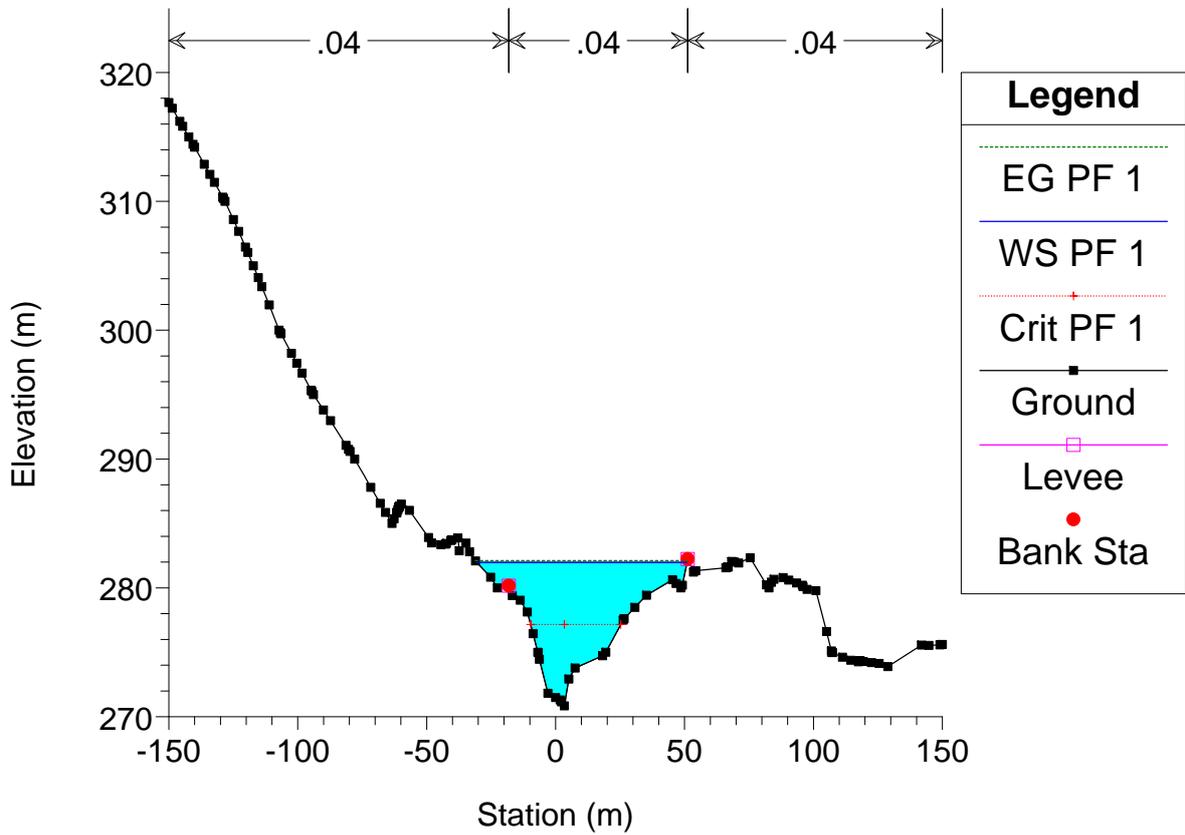
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



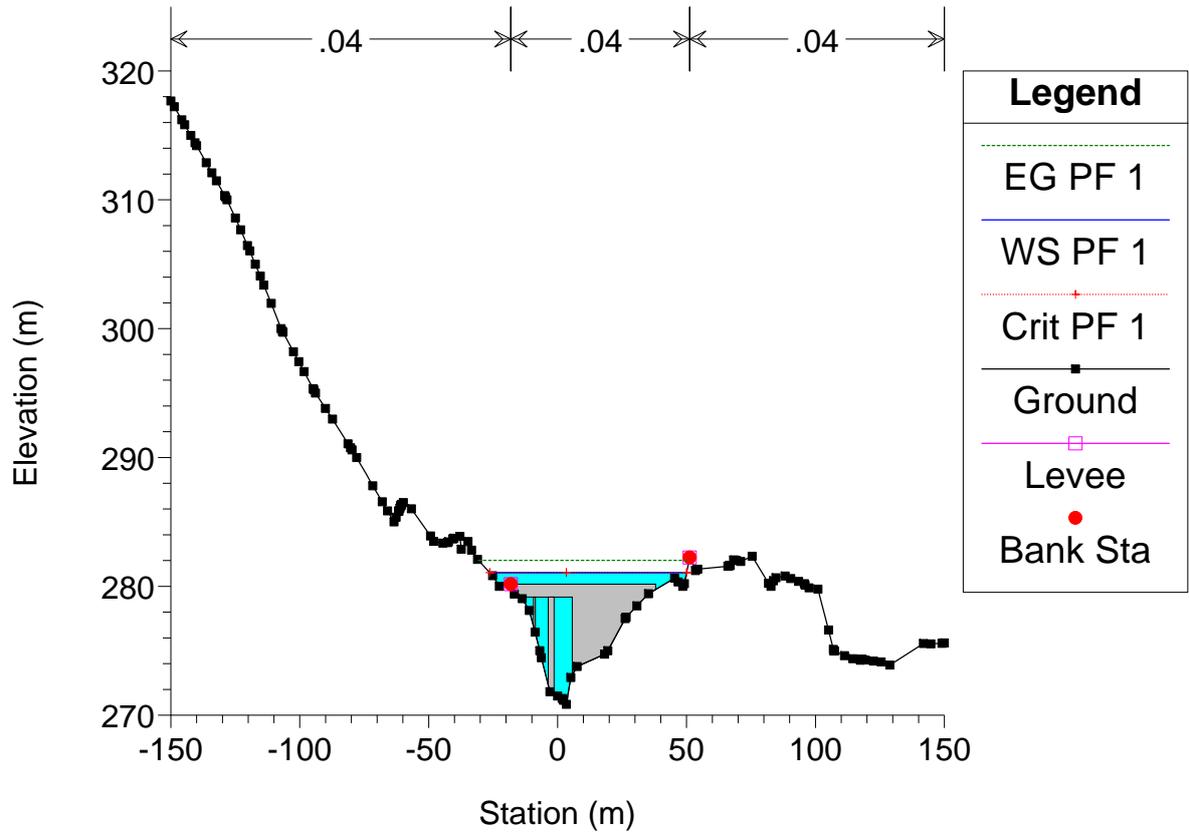
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



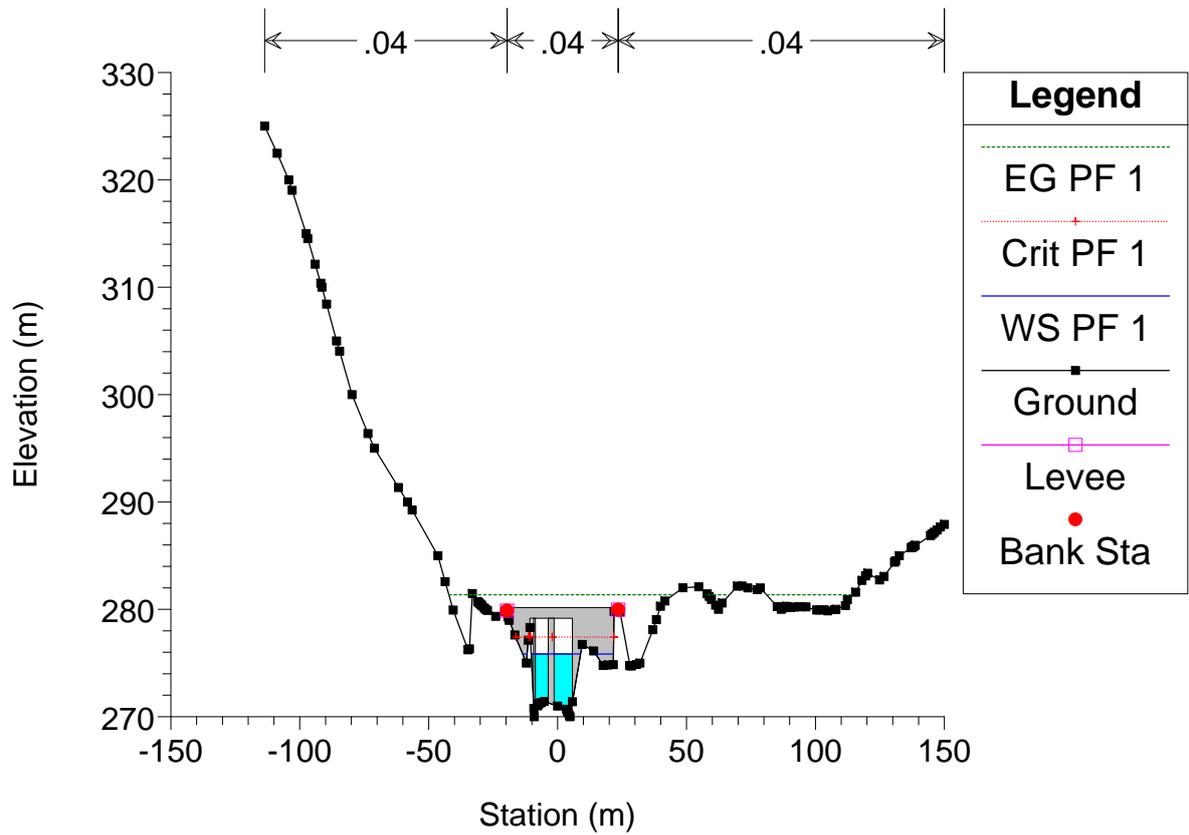
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



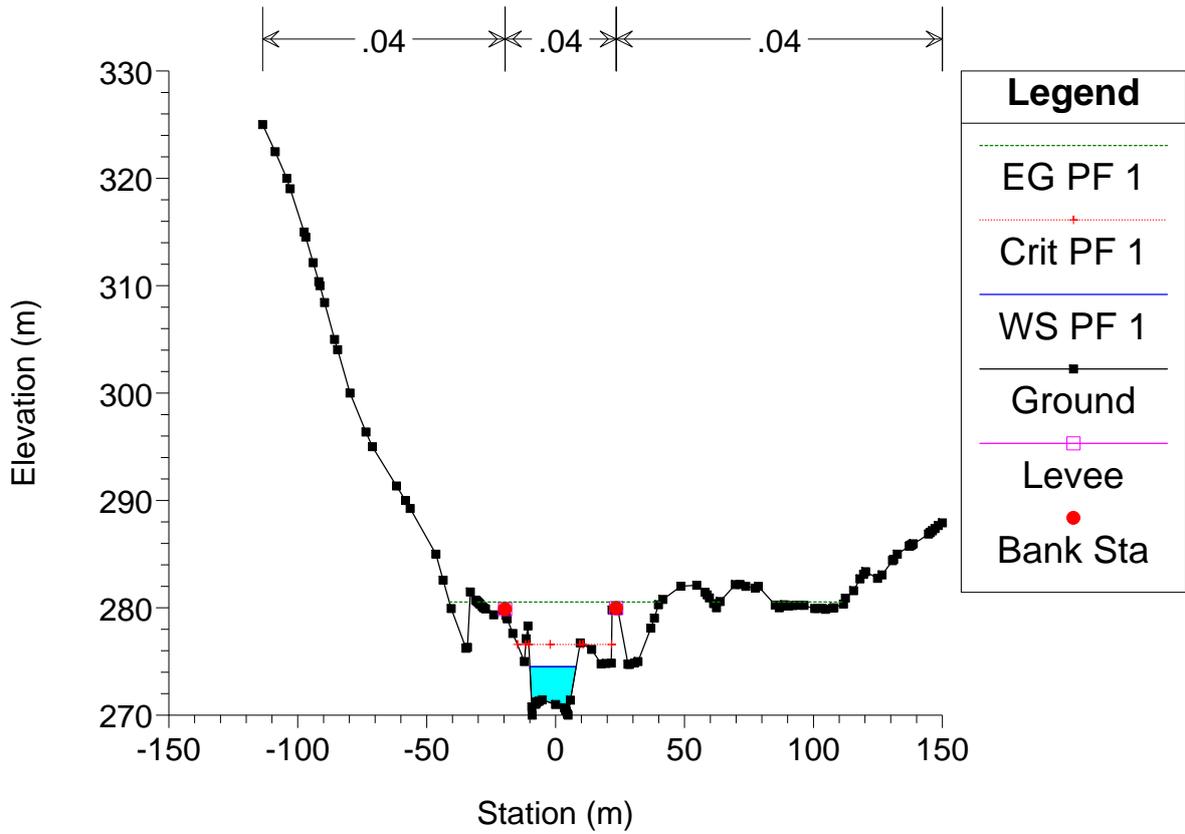
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



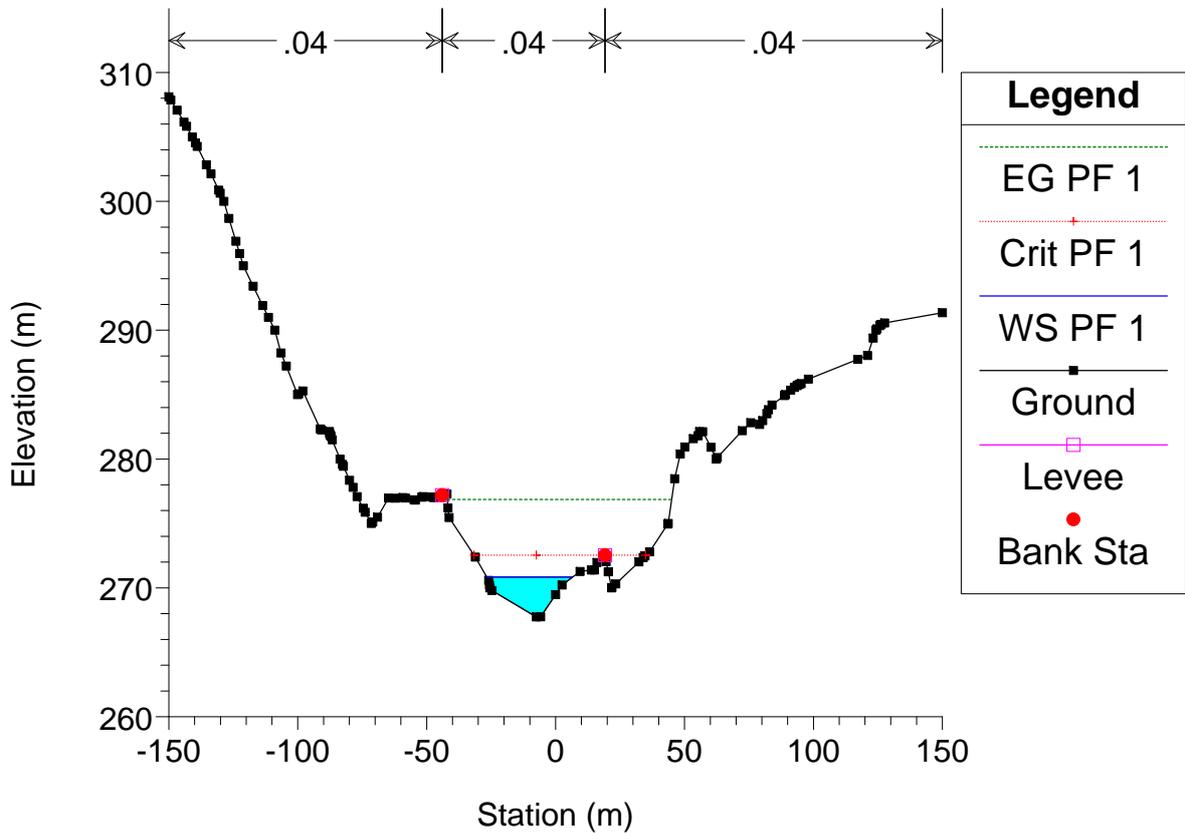
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



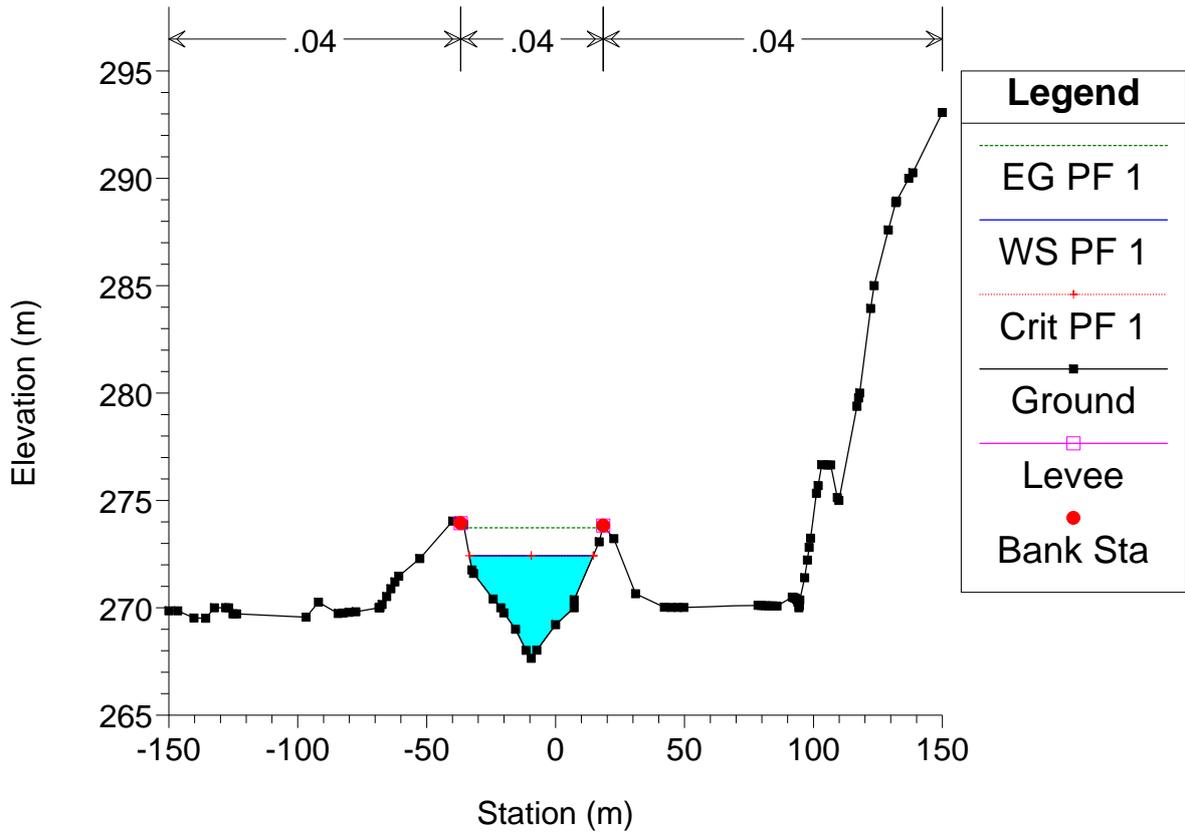
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



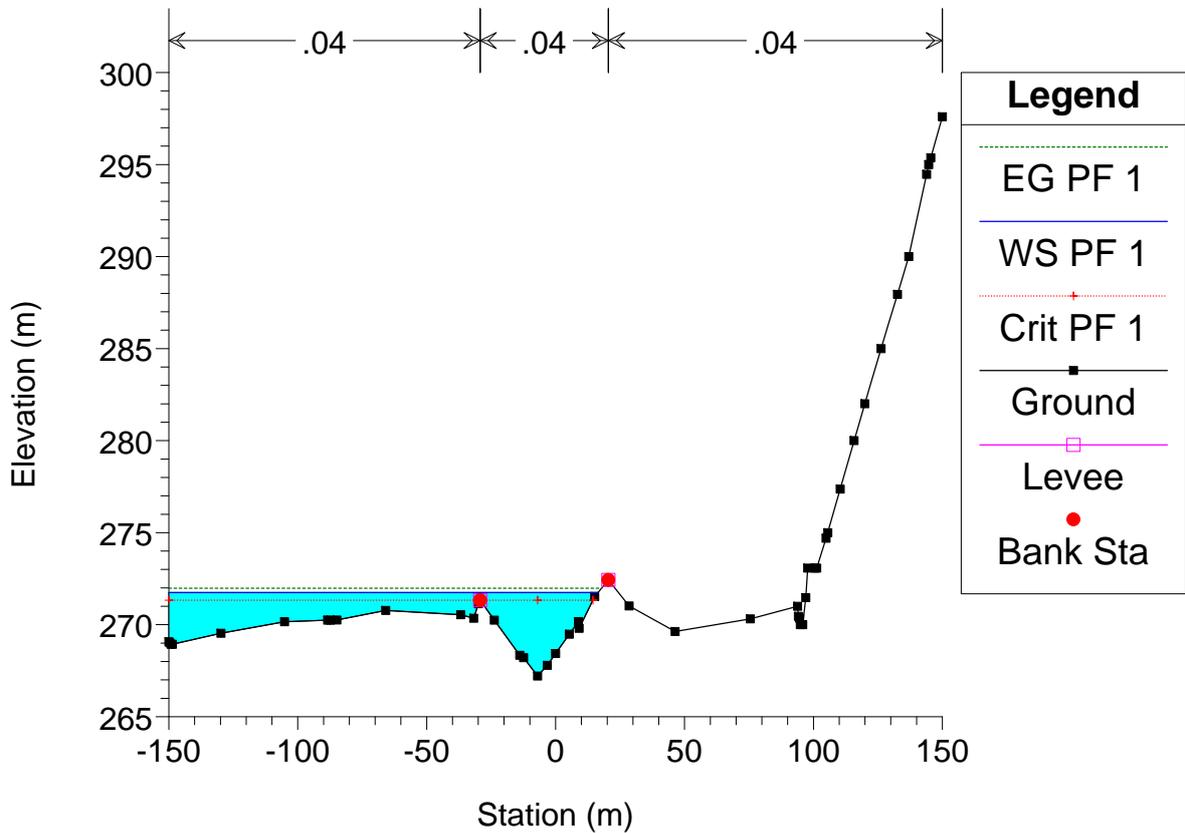
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



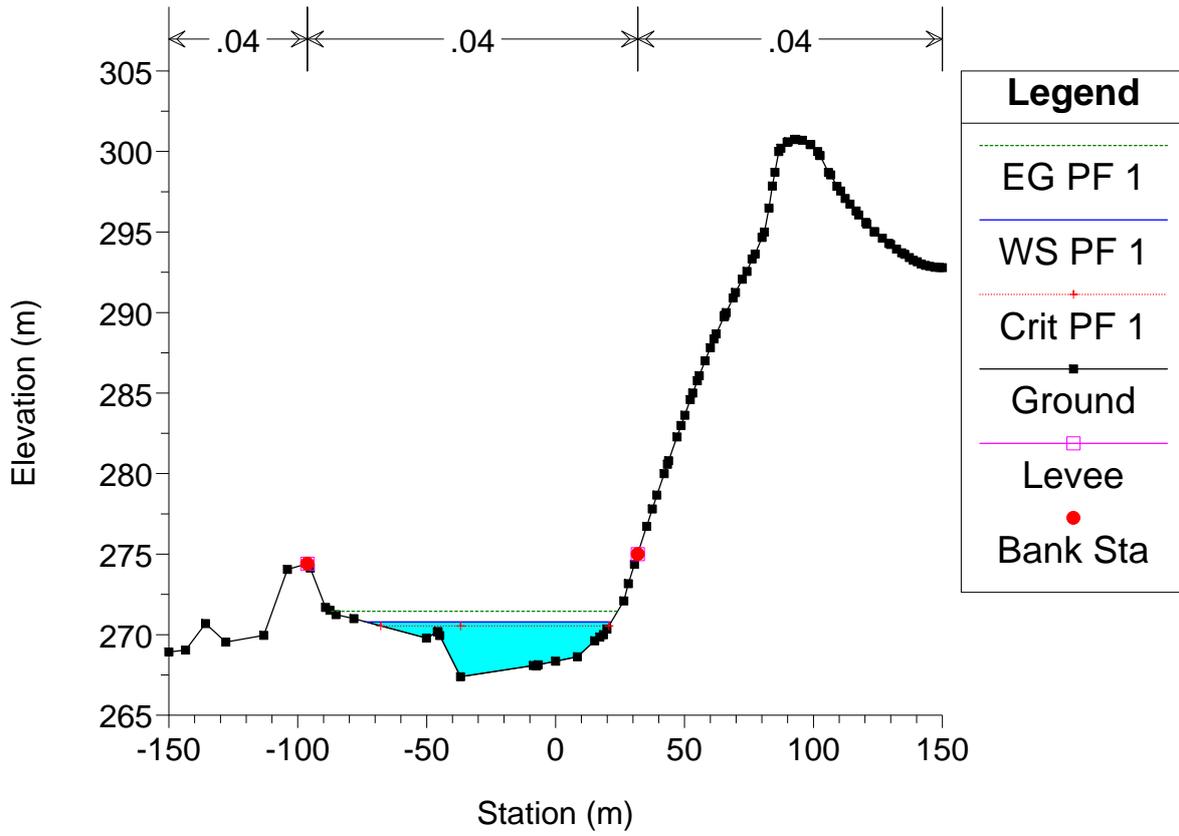
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



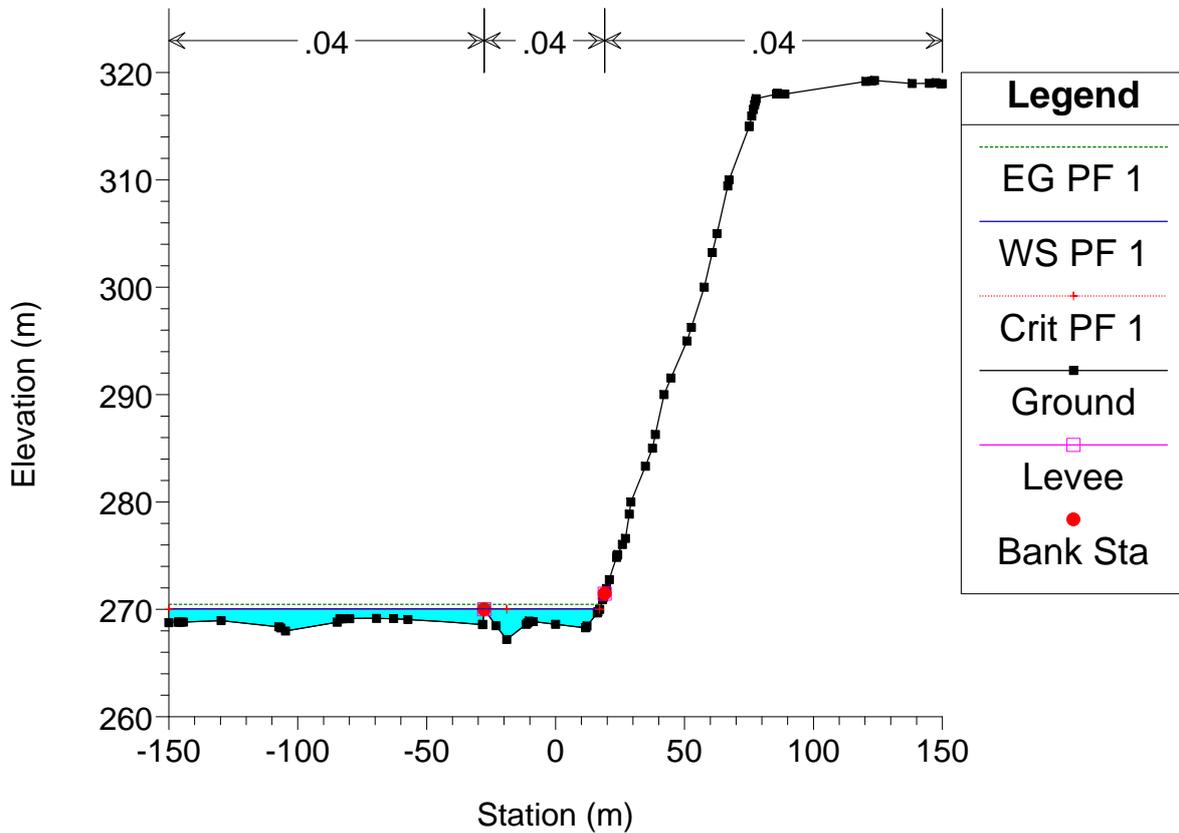
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



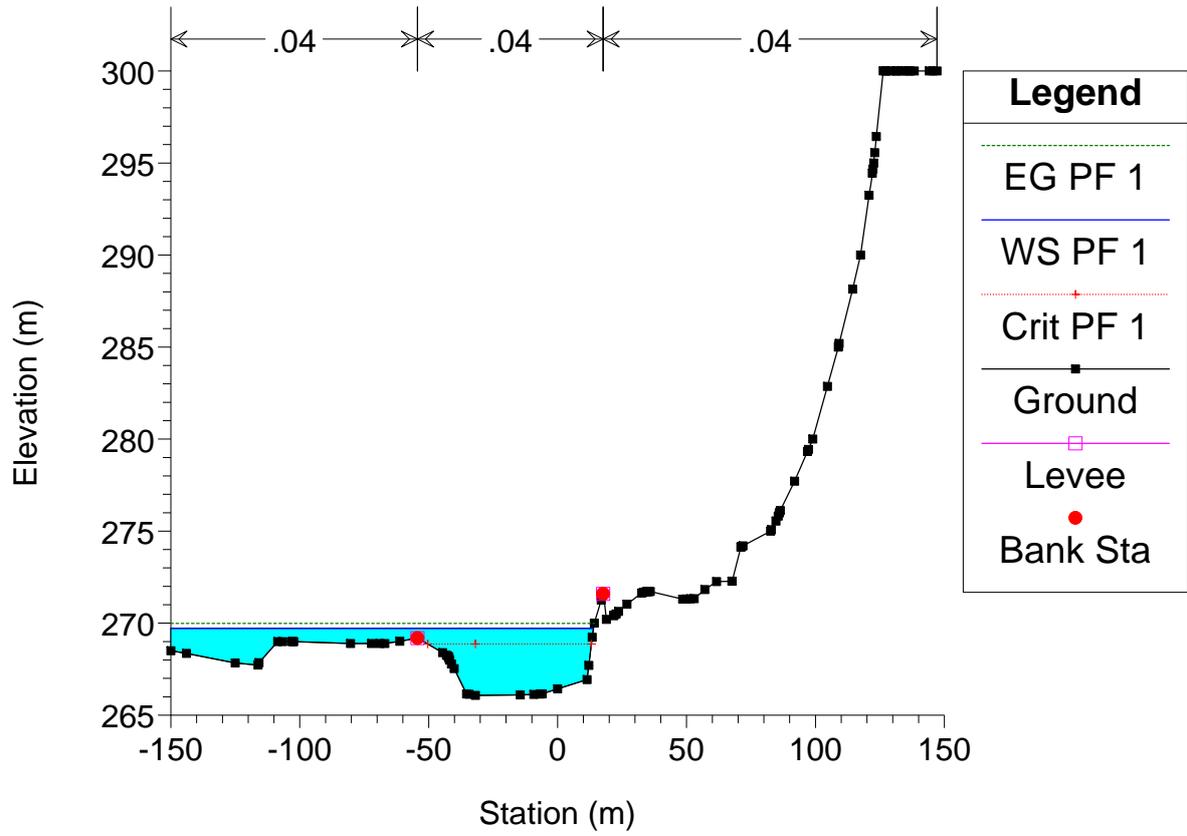
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



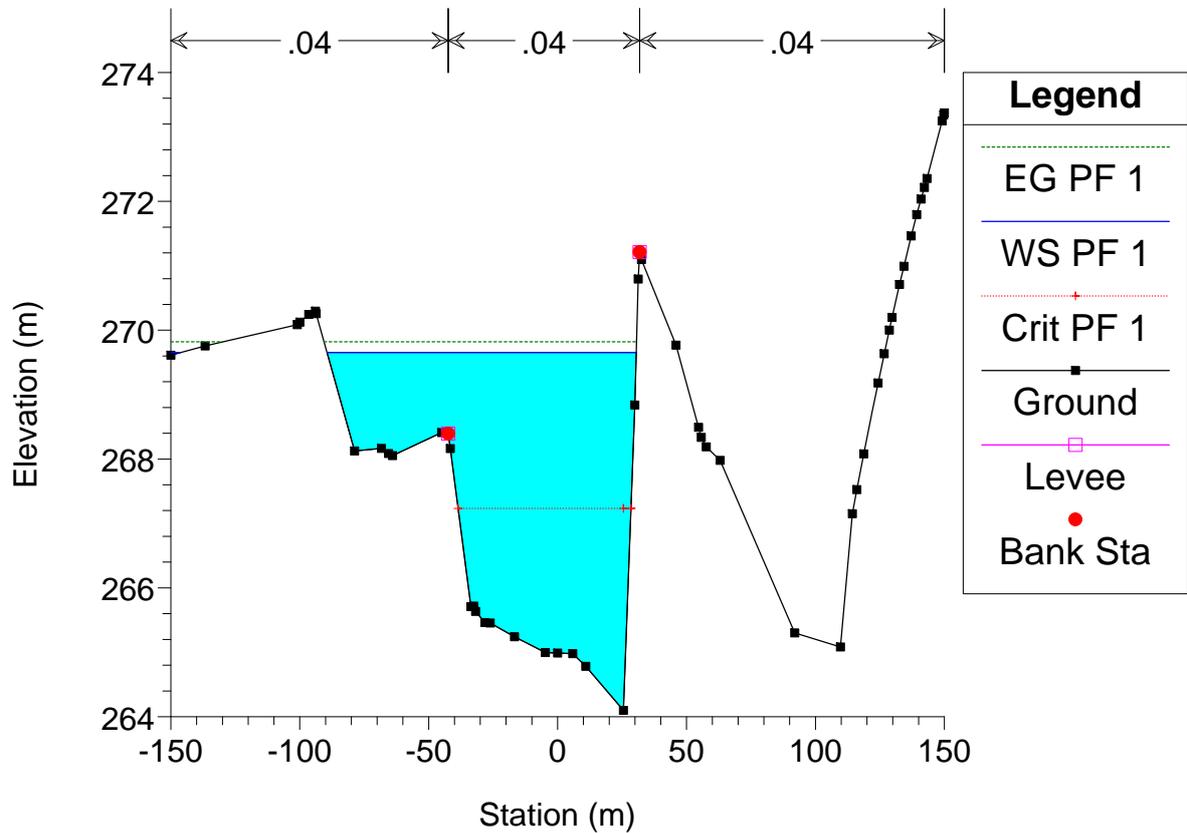
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



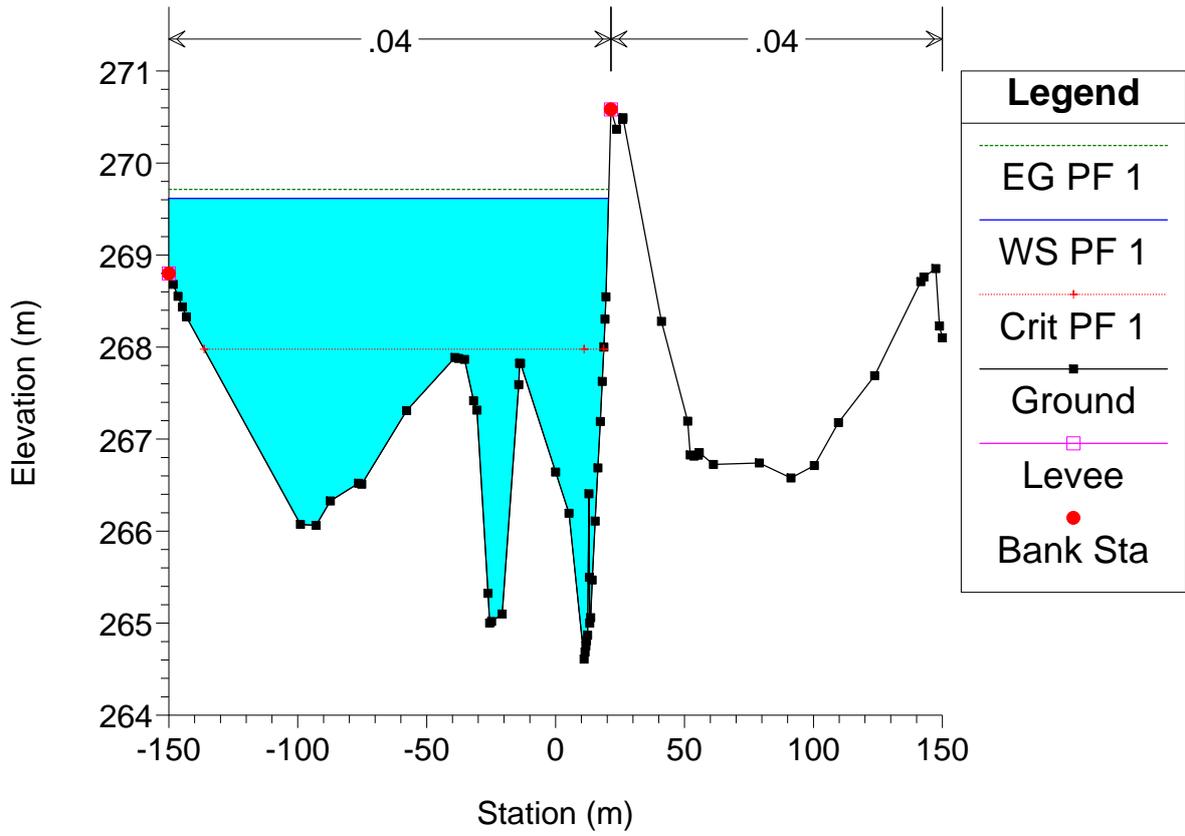
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



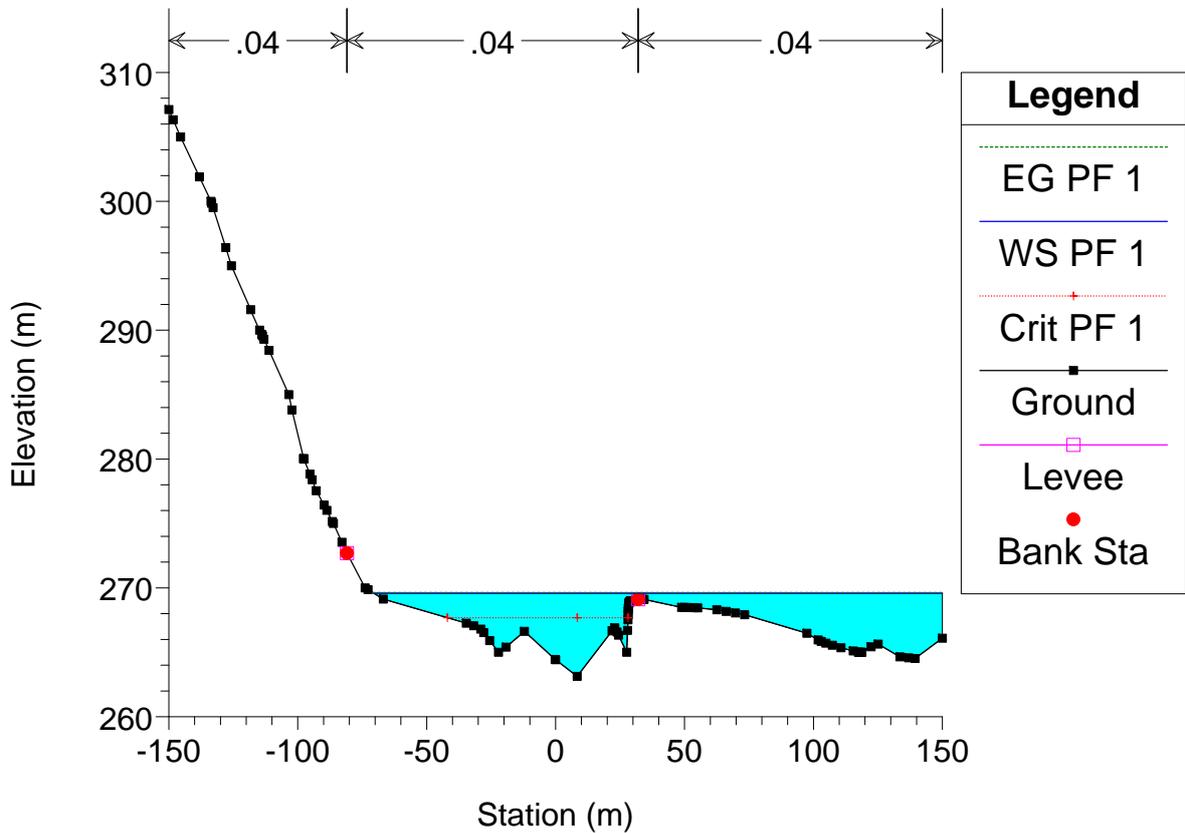
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



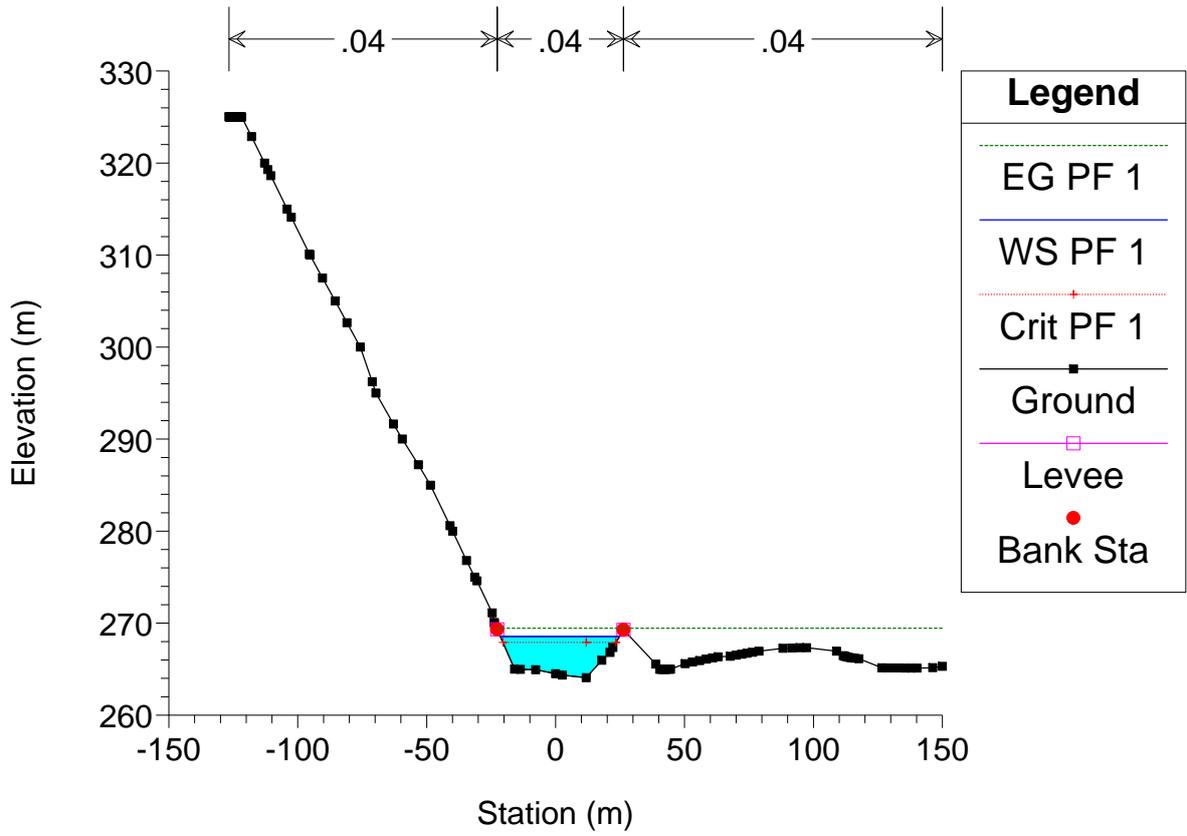
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



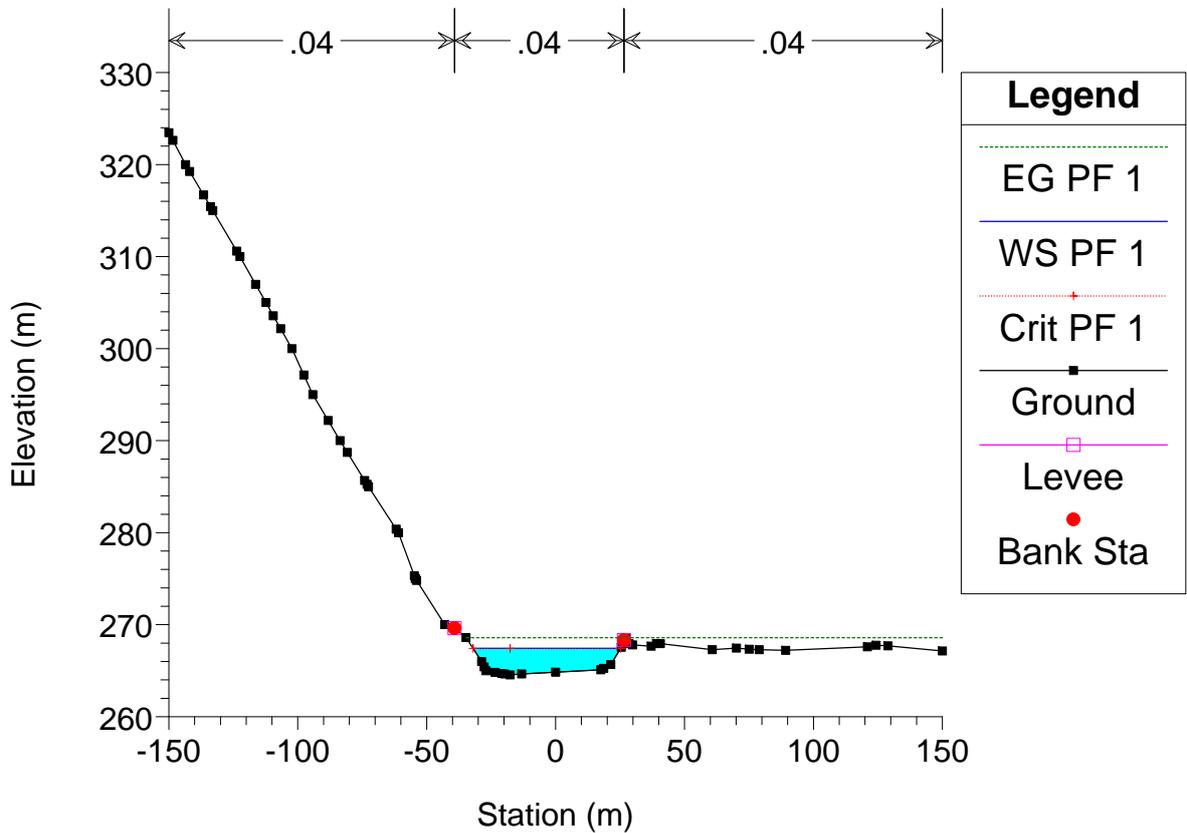
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



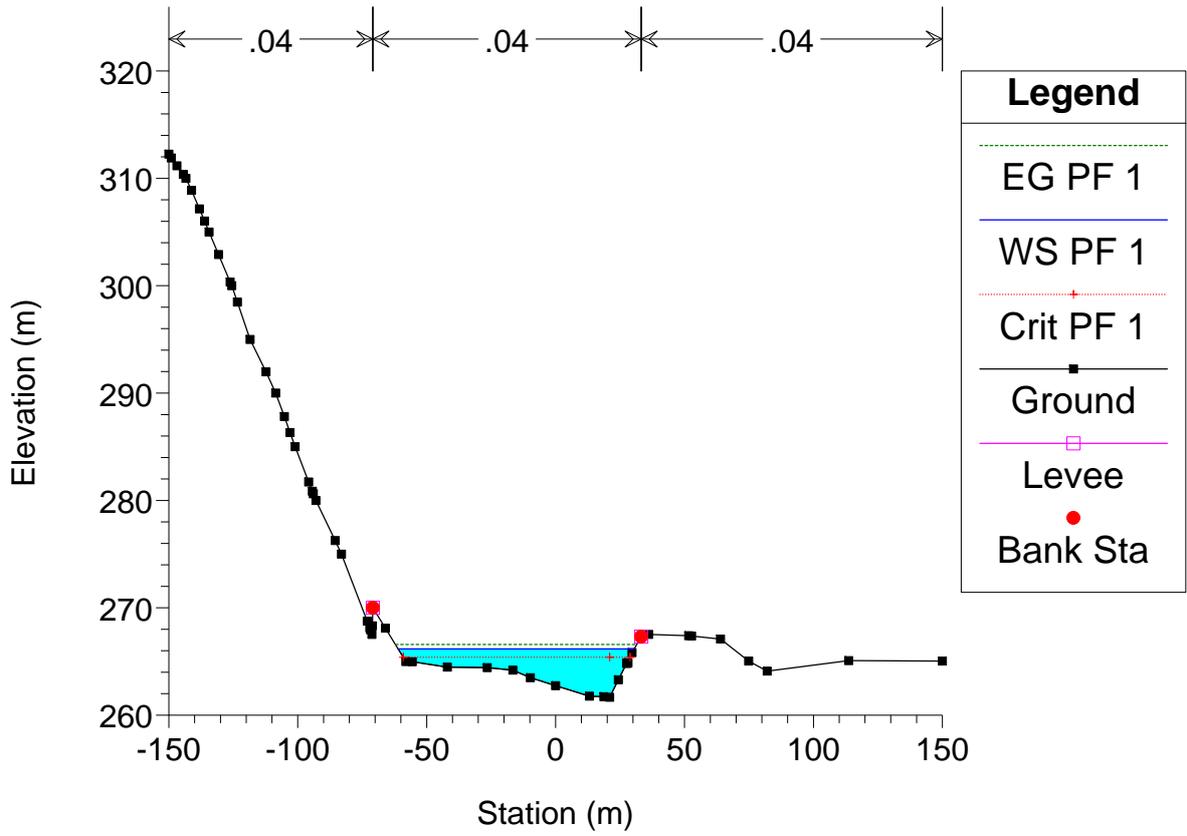
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



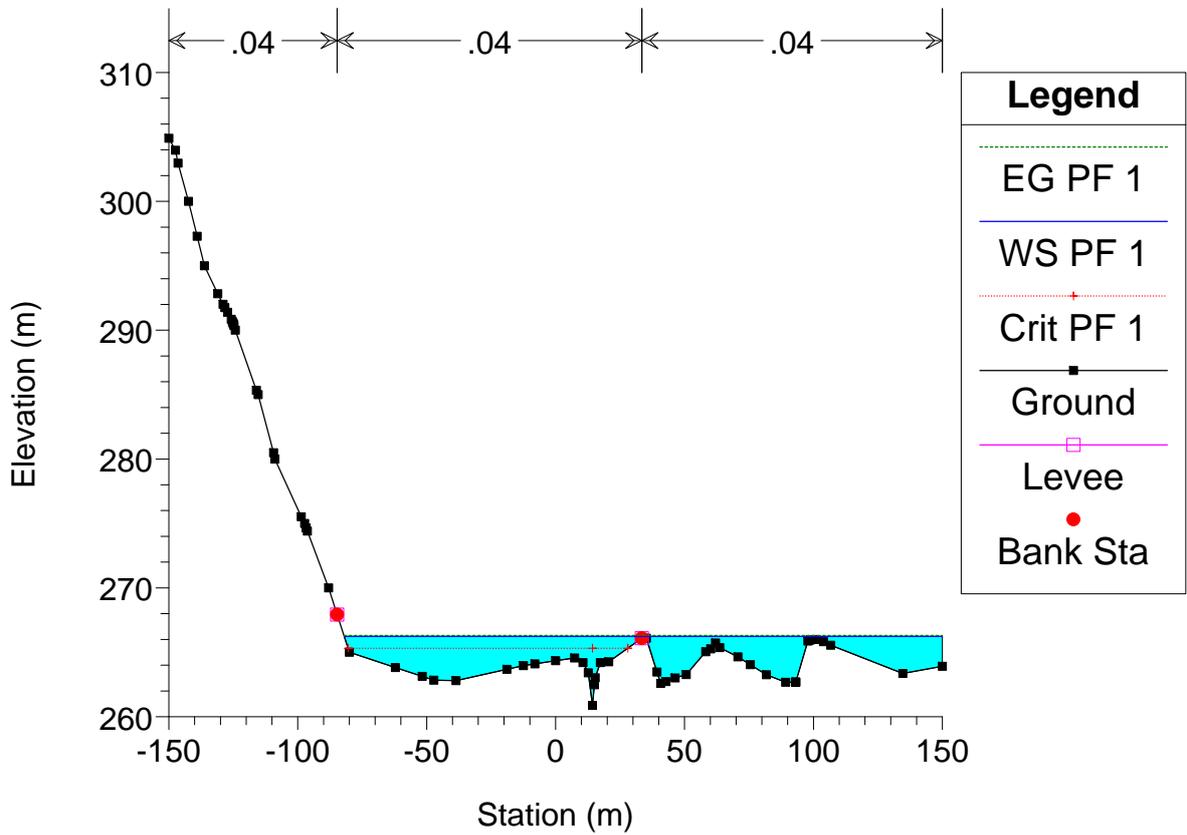
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



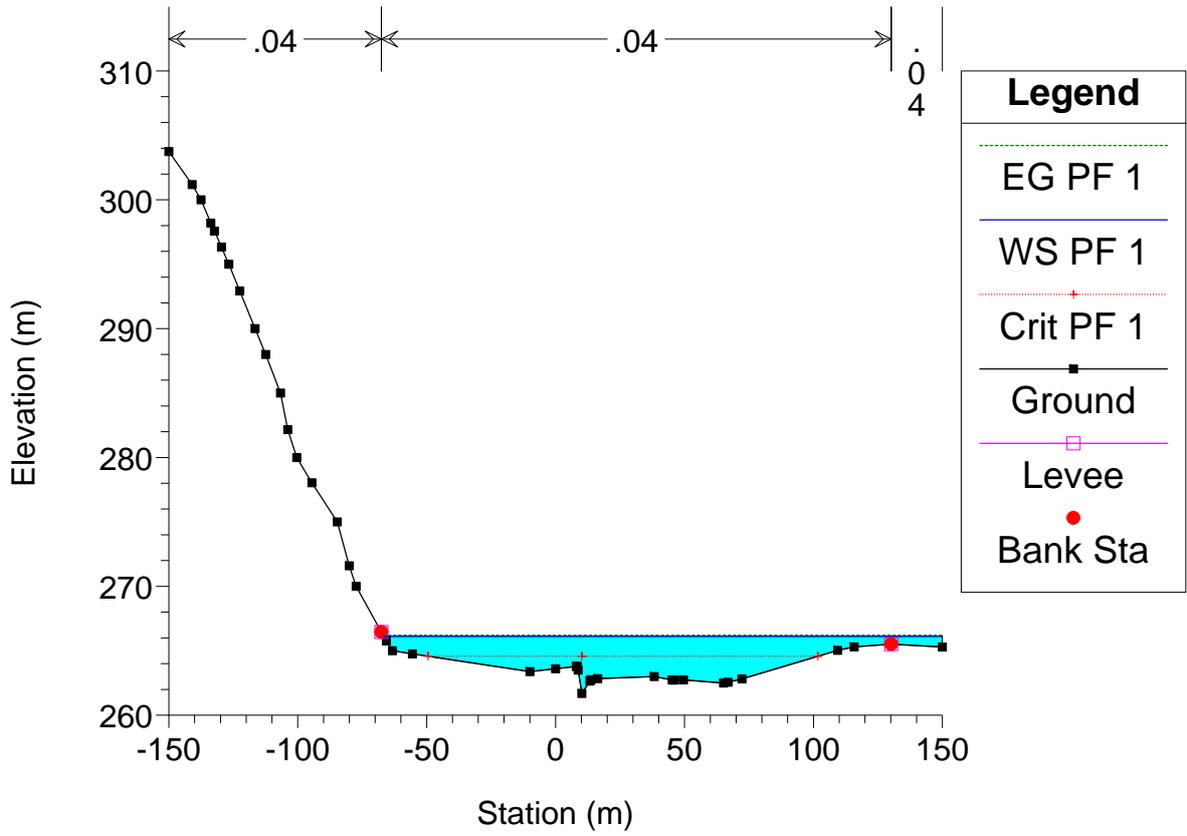
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



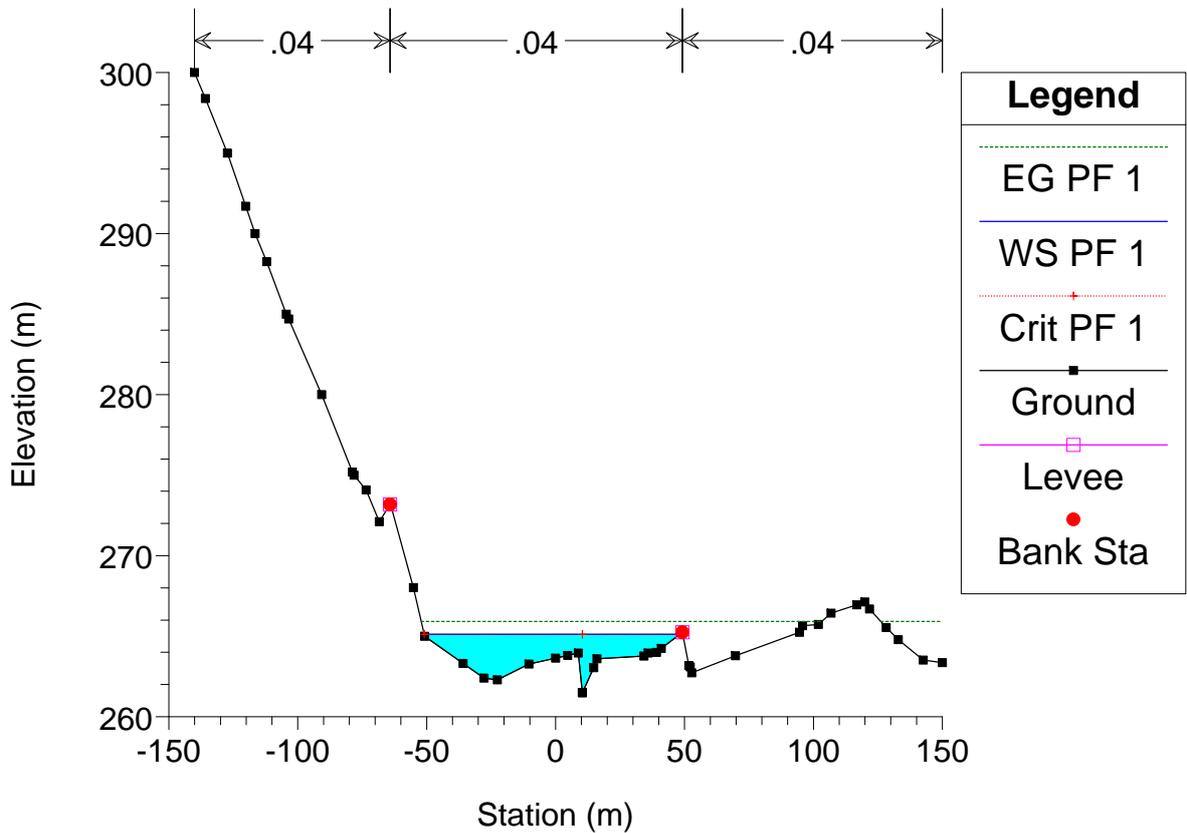
Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



Astico_TR4 Plan: Plan 02 20/07/2011



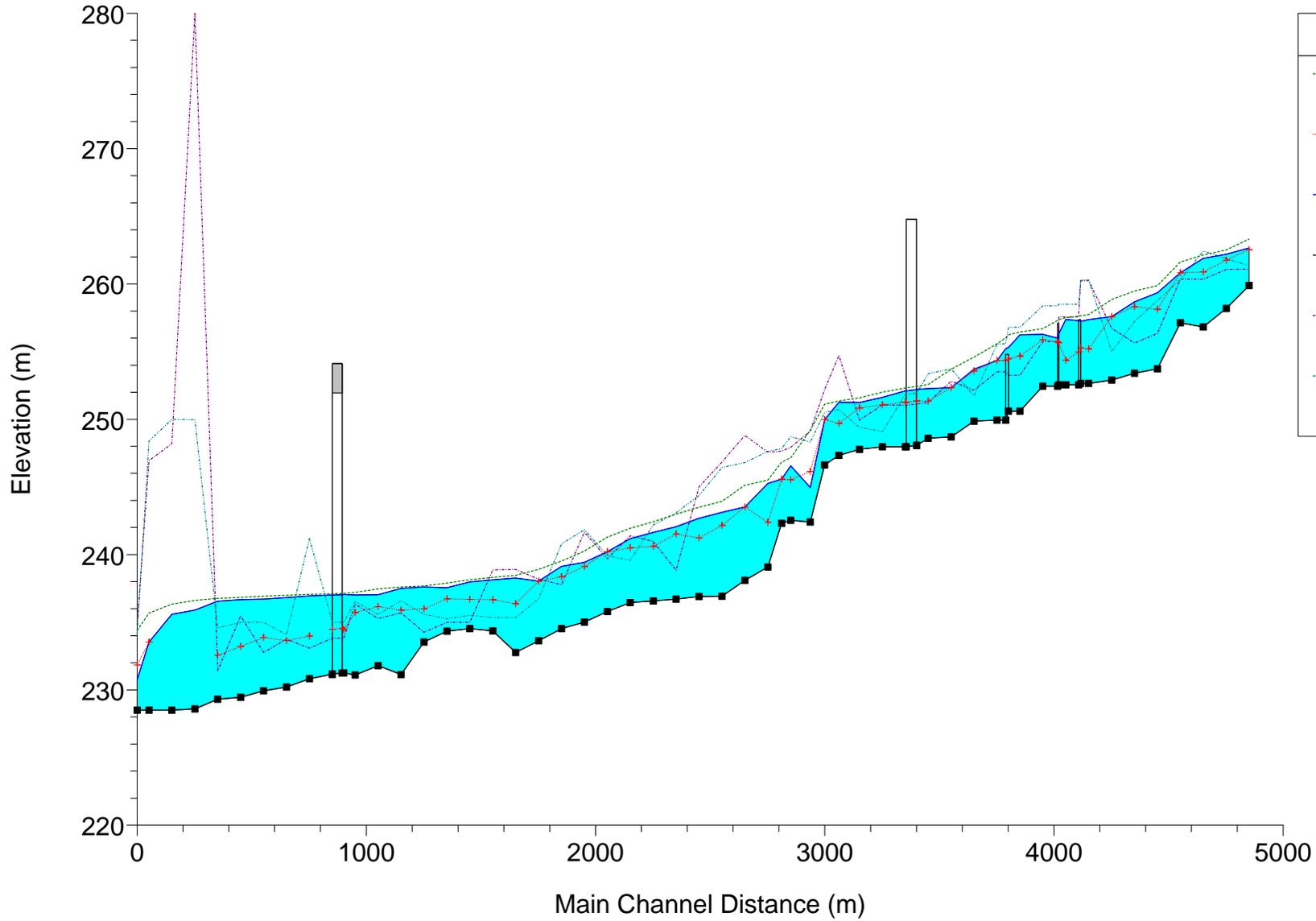
Torrente Astico – Stato di progetto – Tratto 5

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR5 Profile: PF 1

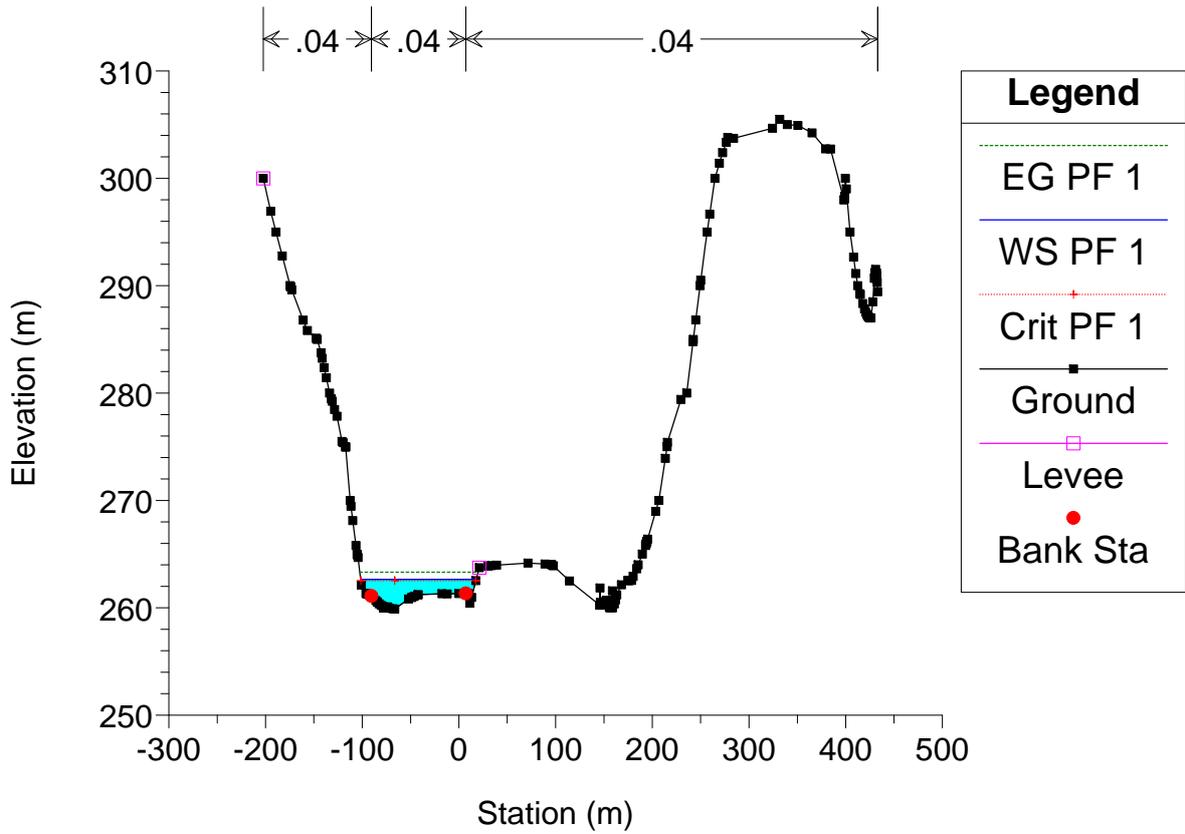
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR5	-1	PF 1	717.12	259.88	262.66	262.53	3.69	0.88	300.00	263.74
TR5	-2	PF 1	717.12	258.19	262.20	261.74	2.47	0.62	261.07	263.55
TR5	-3	PF 1	717.12	256.82	261.89	260.88	2.13	0.43	268.56	262.43
TR5	-4	PF 1	717.12	257.13	260.83	260.83	4.17	0.92	260.36	261.32
TR5	-5	PF 1	717.12	253.73	259.34	258.12	3.47	0.52	261.01	260.00
TR5	-6	PF 1	717.12	253.40	258.67	258.32	4.27	0.67	255.63	267.87
TR5	-7	PF 1	717.12	252.90	257.58	257.58	5.24	0.85	258.88	267.94
TR5	-8	PF 1	717.12	252.65	257.37	255.20	2.68	0.40	260.24	260.30
TR5	-8.5		Bridge							
TR5	-9	PF 1	717.12	252.55	257.37	254.36	1.56	0.23	257.56	258.49
TR5	-9.5		Bridge							
TR5	-10	PF 1	717.12	252.45	256.27	255.88	3.21	0.56	260.12	258.38
TR5	-11	PF 1	717.12	250.60	256.23	254.67	2.32	0.33	257.94	256.80
TR5	-11.5		Bridge							
TR5	-12	PF 1	717.12	249.94	254.34	254.34	4.97	0.89	254.66	255.57
TR5	-13	PF 1	717.12	249.86	253.69	253.58	4.41	0.76	253.73	255.12
TR5	-14	PF 1	717.12	248.69	252.34	252.34	5.16	1.00	252.82	253.72
TR5	-15	PF 1	717.12	248.60	252.26	251.33	2.66	0.49		253.36
TR5	-15.5	PF 1	717.12	248.07	252.21	251.35	2.40	0.43	251.03	261.01
TR5	-15.8		Bridge							
TR5	-16	PF 1	717.12	247.97	252.10	251.25	2.42	0.43	251.03	261.01
TR5	-17	PF 1	717.12	247.97	251.62	251.07	2.96	0.60	251.07	253.01
TR5	-18	PF 1	717.12	247.77	251.24	250.84	3.09	0.59	249.94	251.82
TR5	-19	PF 1	717.12	247.33	251.28	249.70	1.65	0.29	254.71	257.77
TR5	-20	PF 1	717.12	246.63	249.98	249.98	4.72	1.00	252.21	250.51
TR5	-21	PF 1	717.12	242.40	244.98	246.14	9.12	2.37	249.13	248.32
TR5	-22	PF 1	717.12	242.53	246.56	245.53	3.41	0.59	247.93	248.71
TR5	-23	PF 1	717.12	242.31	245.57	245.57	4.97	1.00	247.65	247.83
TR5	-24	PF 1	717.12	239.08	245.26	242.39	2.23	0.32	247.57	247.64
TR5	-25	PF 1	717.12	238.10	243.51	243.51	5.62	1.00	248.81	246.80
TR5	-26	PF 1	717.12	236.92	243.12	242.16	4.00	0.67	246.84	246.44
TR5	-27	PF 1	717.12	236.90	242.69	241.22	3.98	0.60	245.00	244.37
TR5	-28	PF 1	717.12	236.71	242.06	241.53	4.63	0.76	242.60	243.08
TR5	-29	PF 1	717.12	236.57	241.64	240.60	3.99	0.64	240.97	242.18
TR5	-30	PF 1	717.12	236.45	241.18	240.50	3.97	0.69	241.39	239.58
TR5	-31	PF 1	717.12	235.79	240.21	240.21	4.68	0.83	239.69	239.92
TR5	-32	PF 1	717.12	235.01	239.43	239.13	4.04	0.86	241.66	241.84
TR5	-33	PF 1	717.12	234.53	239.13	238.36	2.84	0.60	240.92	240.80
TR5	-34	PF 1	717.12	233.63	238.05	238.05	4.27	0.81	238.19	239.17
TR5	-35	PF 1	717.12	232.77	238.27	236.37	2.12	0.34	238.90	239.44
TR5	-36	PF 1	717.12	234.35	238.14	236.66	2.23	0.40	238.87	239.47
TR5	-37	PF 1	717.12	234.53	237.98	236.70	2.14	0.39	239.33	239.00
TR5	-38	PF 1	717.12	234.34	237.55	236.73	2.83	0.55	238.72	238.29
TR5	-39	PF 1	717.12	233.54	237.61	235.99	1.45	0.25	239.19	235.59
TR5	-40	PF 1	717.12	231.14	237.50	235.88	1.77	0.26	238.65	240.00
TR5	-41	PF 1	717.12	231.79	237.03	236.16	3.18	0.50	238.22	235.58
TR5	-42	PF 1	717.12	231.10	237.02	235.72	2.15	0.36	236.34	236.54
TR5	-42.2	PF 1	717.12	231.26	237.05	234.45	1.38	0.21	233.62	235.00
TR5	-42.75		Bridge							
TR5	-43	PF 1	717.12	231.16	237.02		1.36	0.21		
TR5	-44	PF 1	717.12	230.82	236.95	233.98	1.51	0.22	233.09	241.20
TR5	-45	PF 1	717.12	230.21	236.83	233.64	1.91	0.26	233.74	234.08
TR5	-46	PF 1	717.12	229.94	236.71	233.88	2.22	0.30	236.40	235.00
TR5	-47	PF 1	717.12	229.46	236.67	233.21	1.85	0.27	235.47	235.00
TR5	-48	PF 1	717.12	229.31	236.56	232.57	2.08	0.25	231.43	234.59
TR5	-49	PF 1	717.12	228.59	235.90		3.73	0.48		
TR5	-50	PF 1	717.12	228.51	235.59		3.81	0.51		
TR5	-51	PF 1	717.12	228.51	233.54	233.54	6.48	1.01		
TR5	-52	PF 1	717.12	228.51	230.75	231.83	8.47	1.96		

Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011

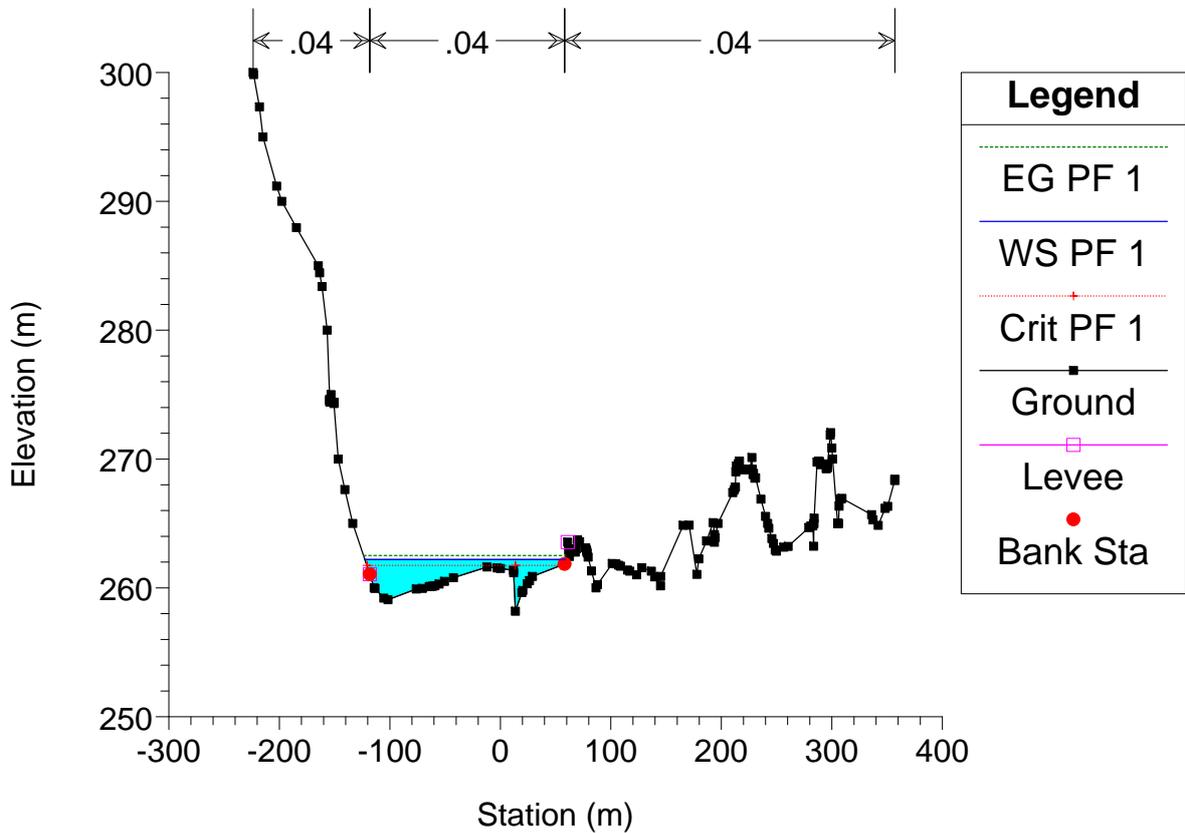
Legend	
EG PF 1	
Crit PF 1	
WS PF 1	
Ground	
LOB	
ROB	



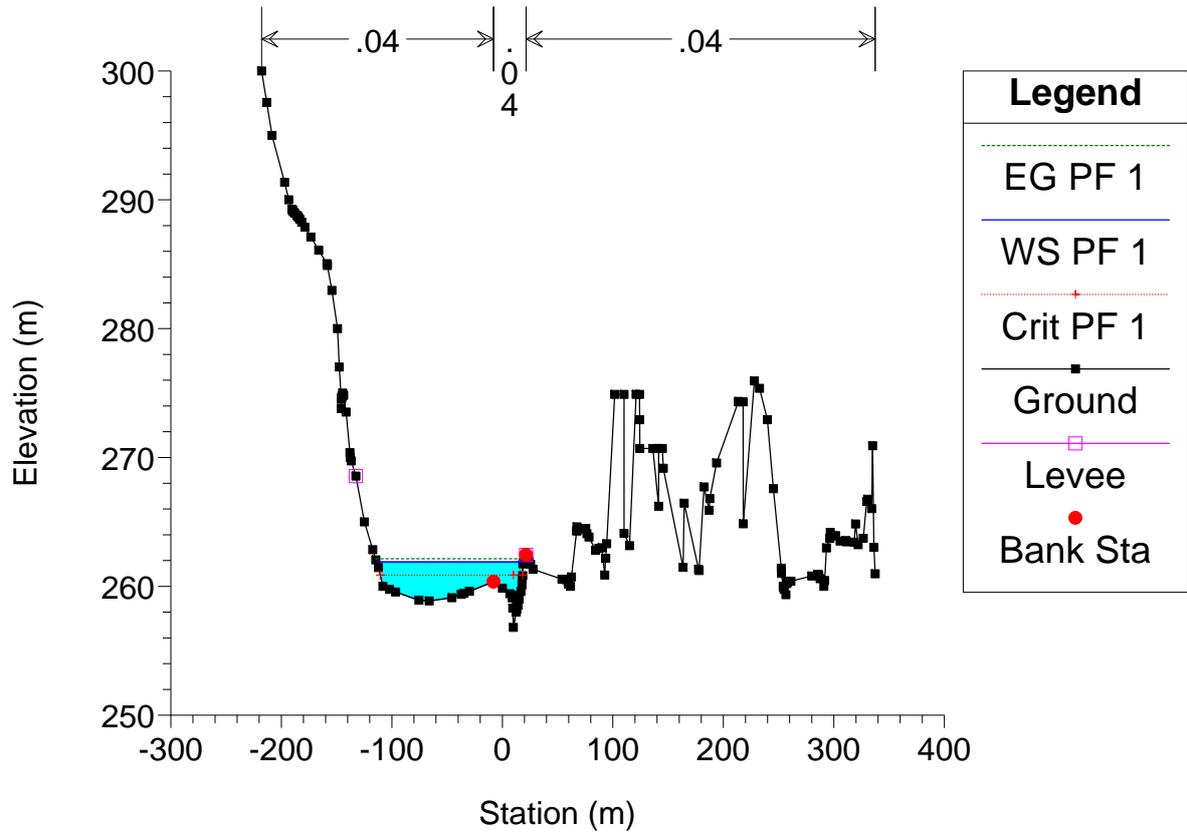
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



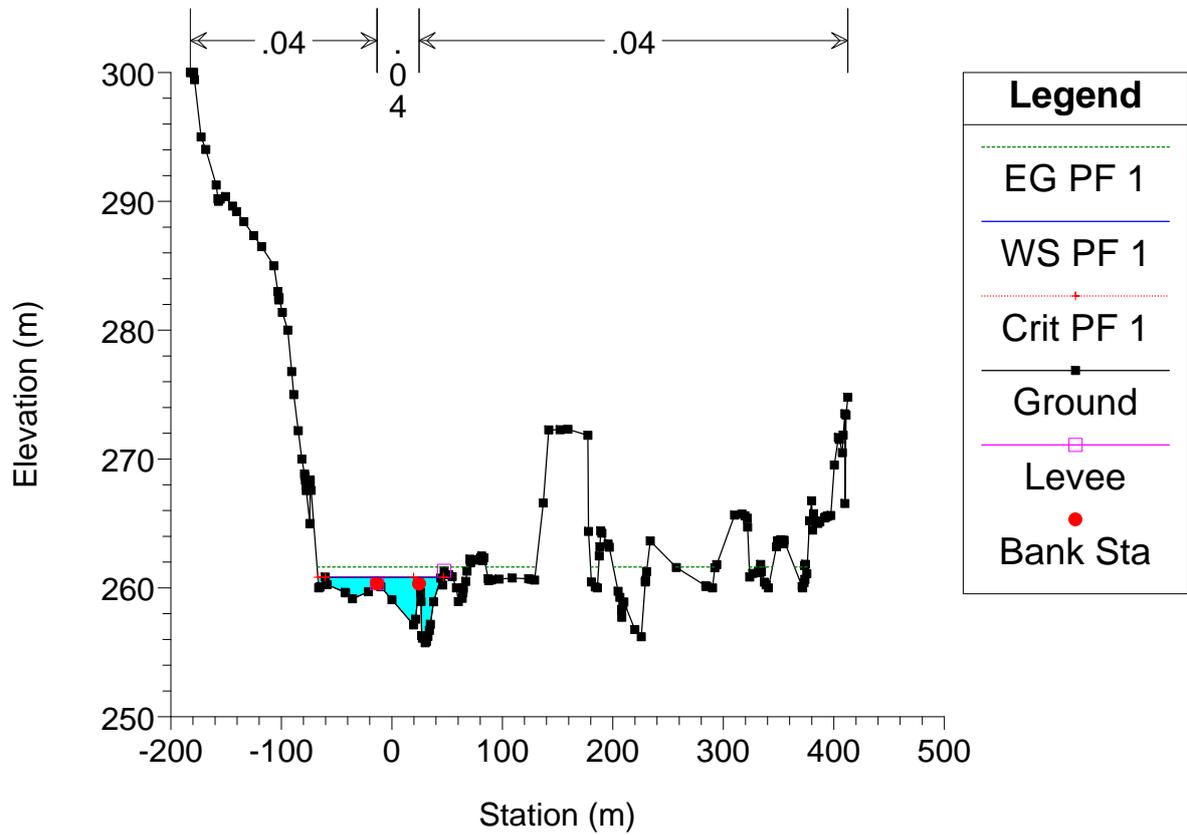
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



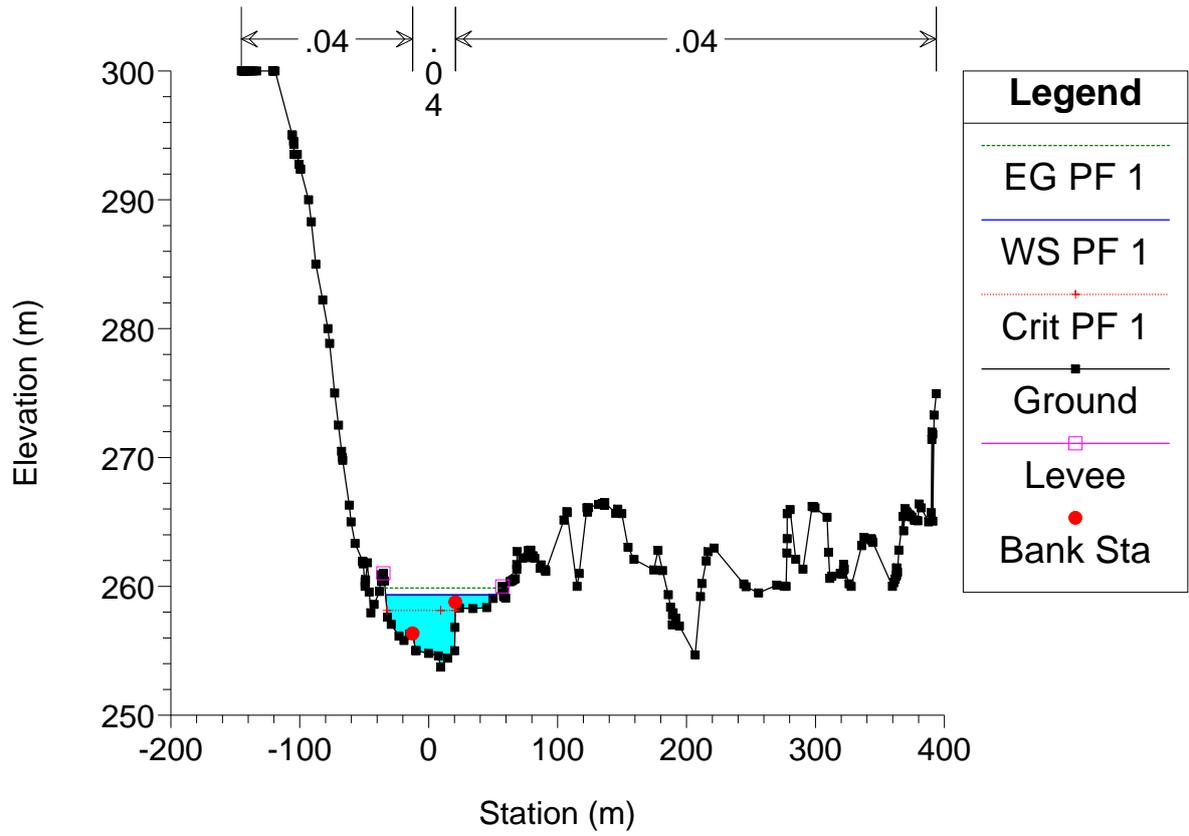
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



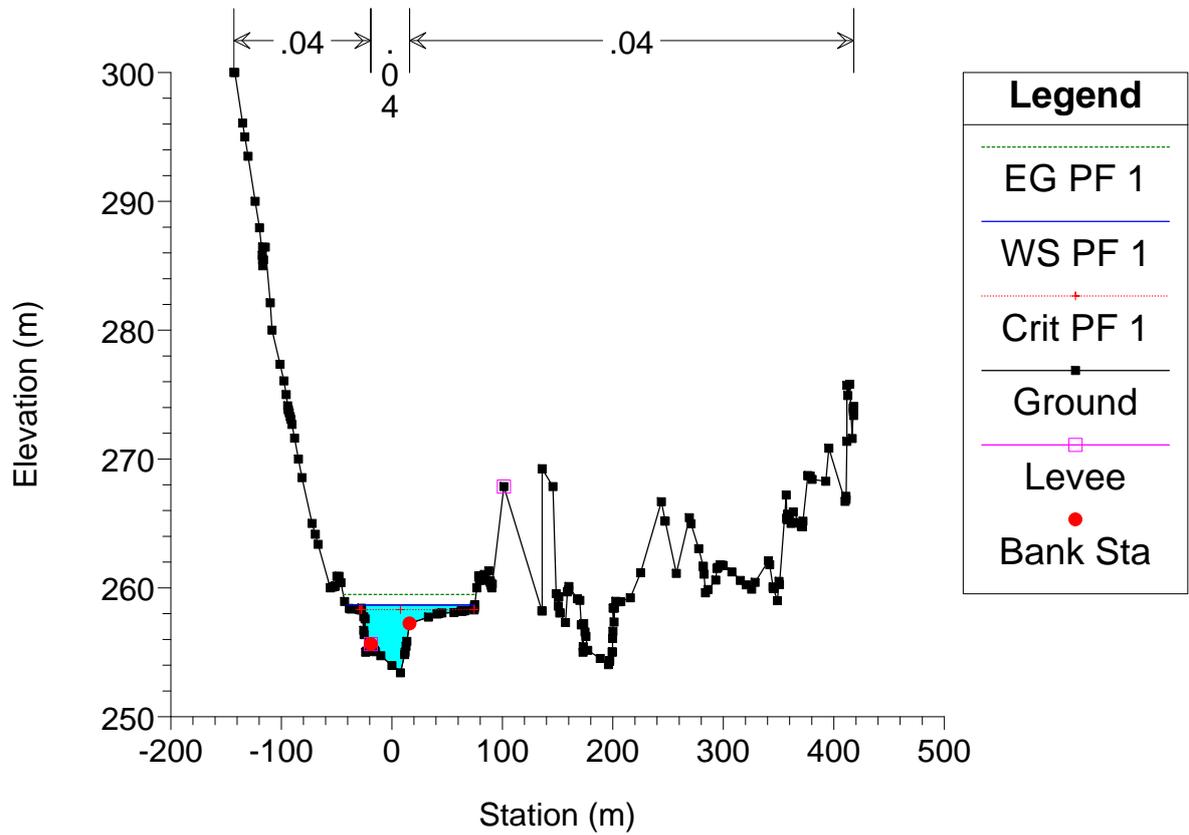
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



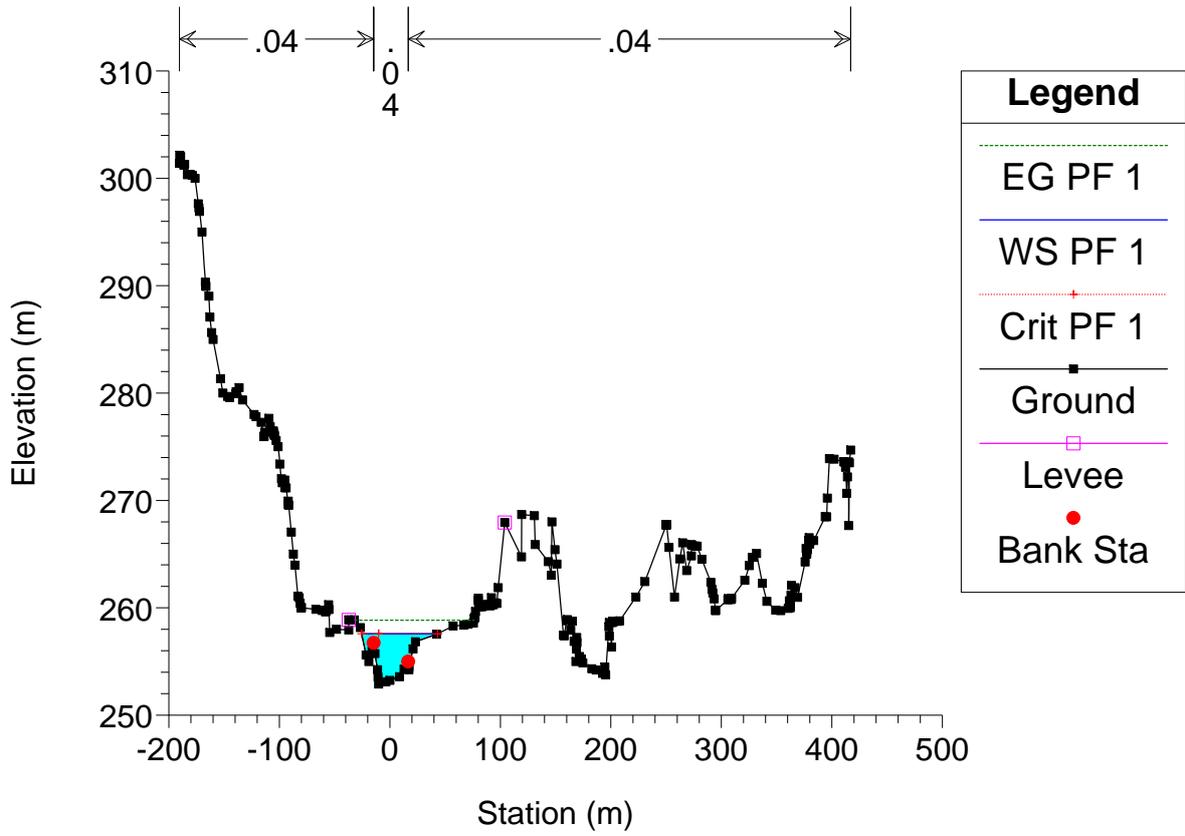
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



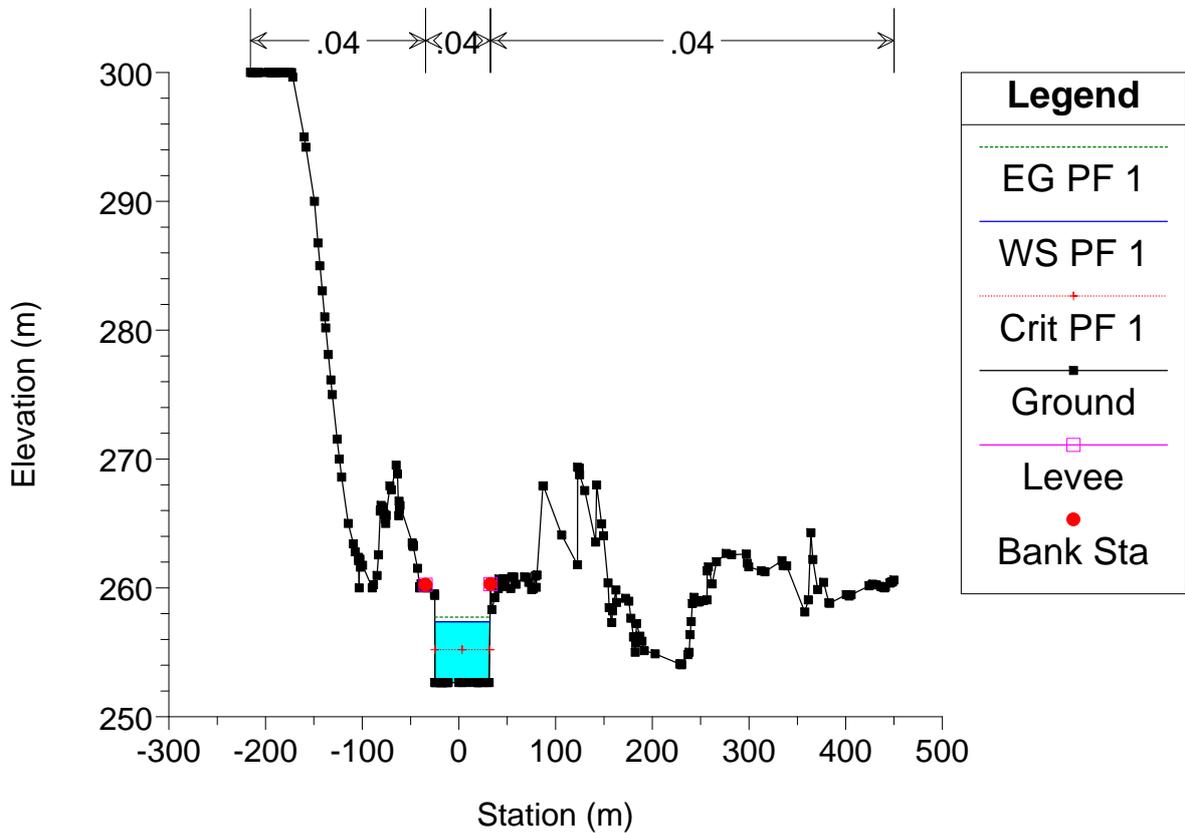
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



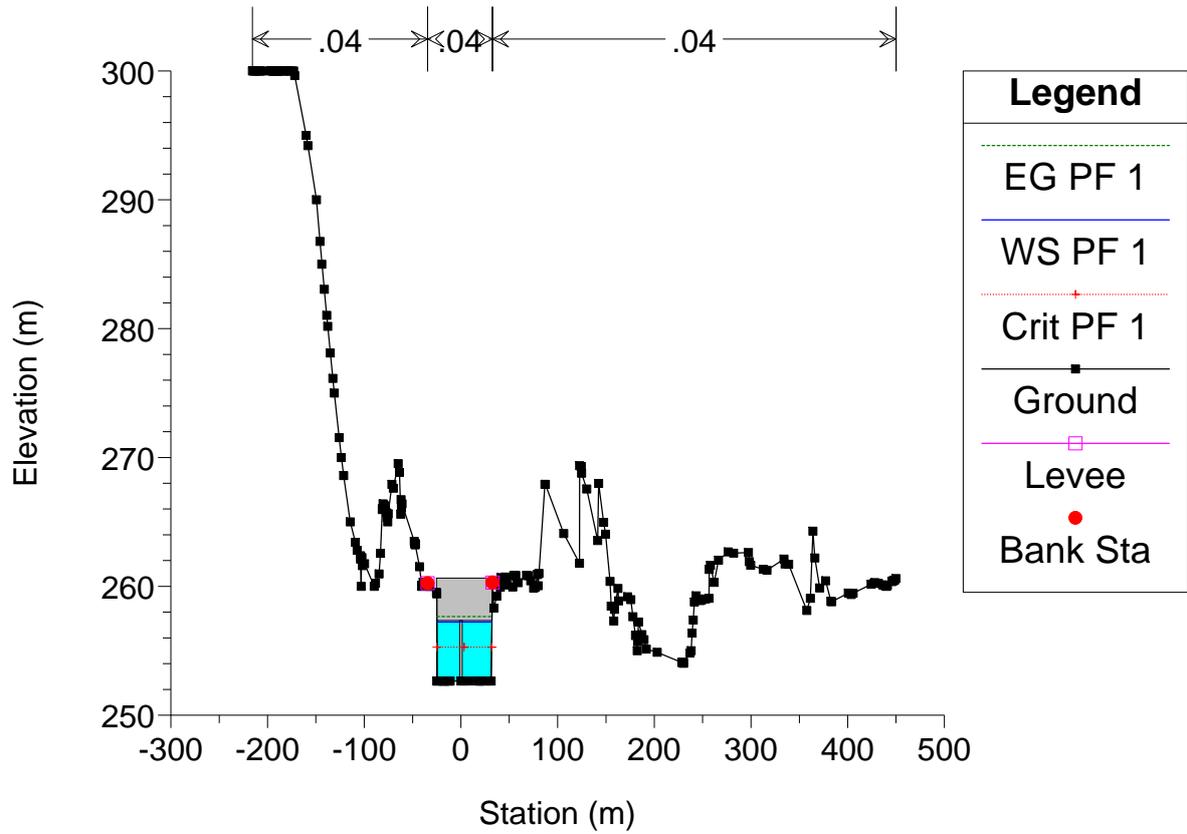
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



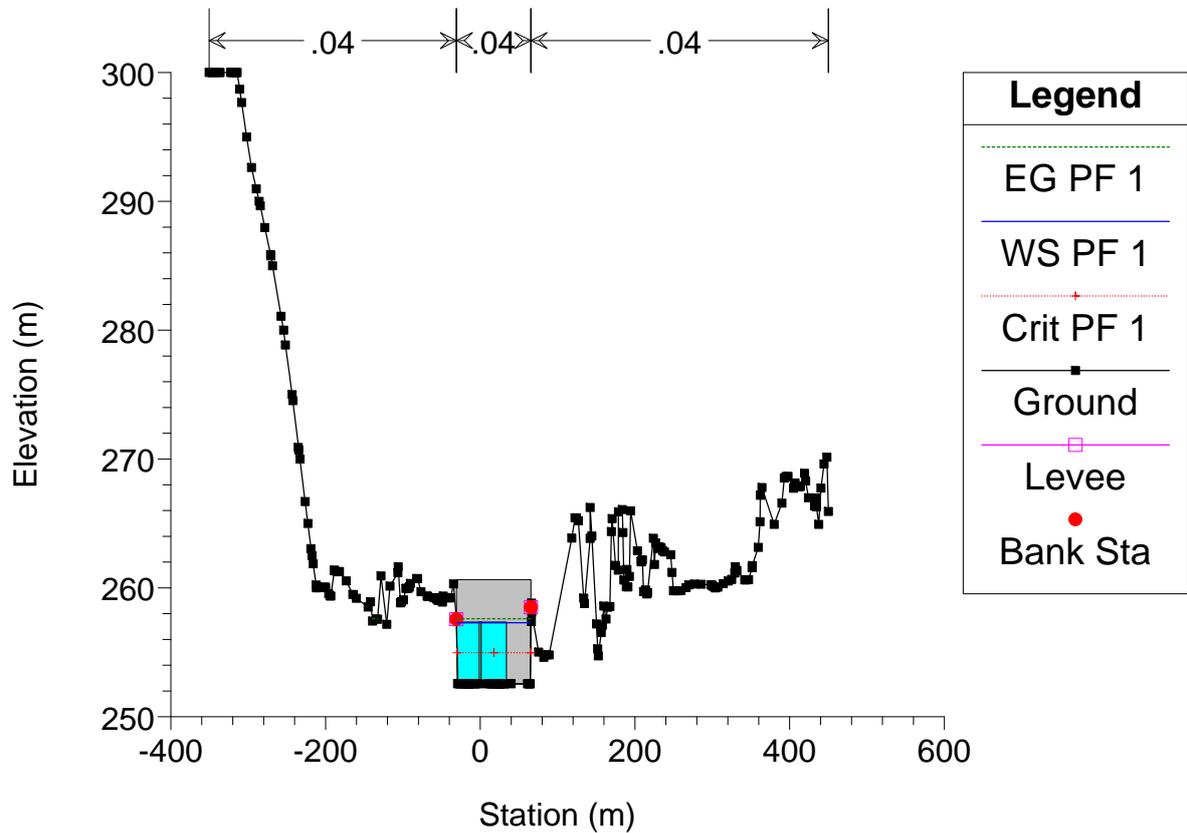
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



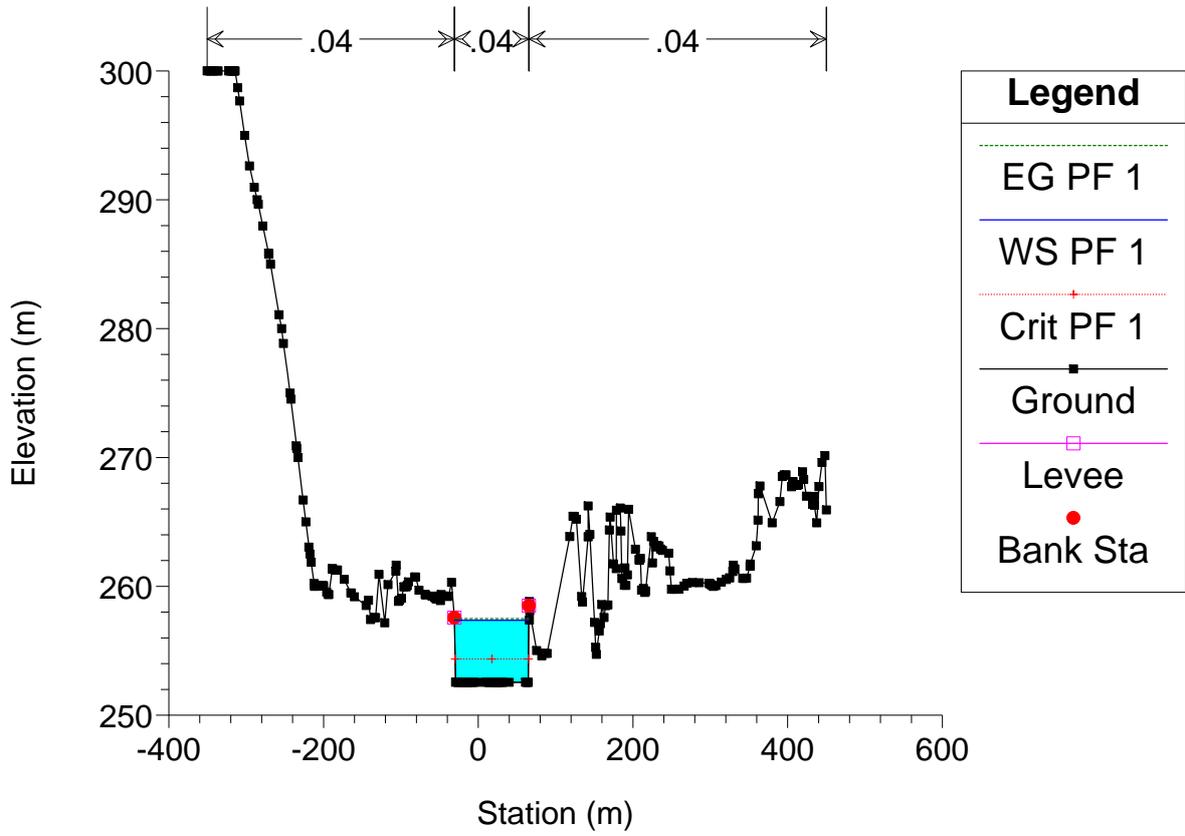
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



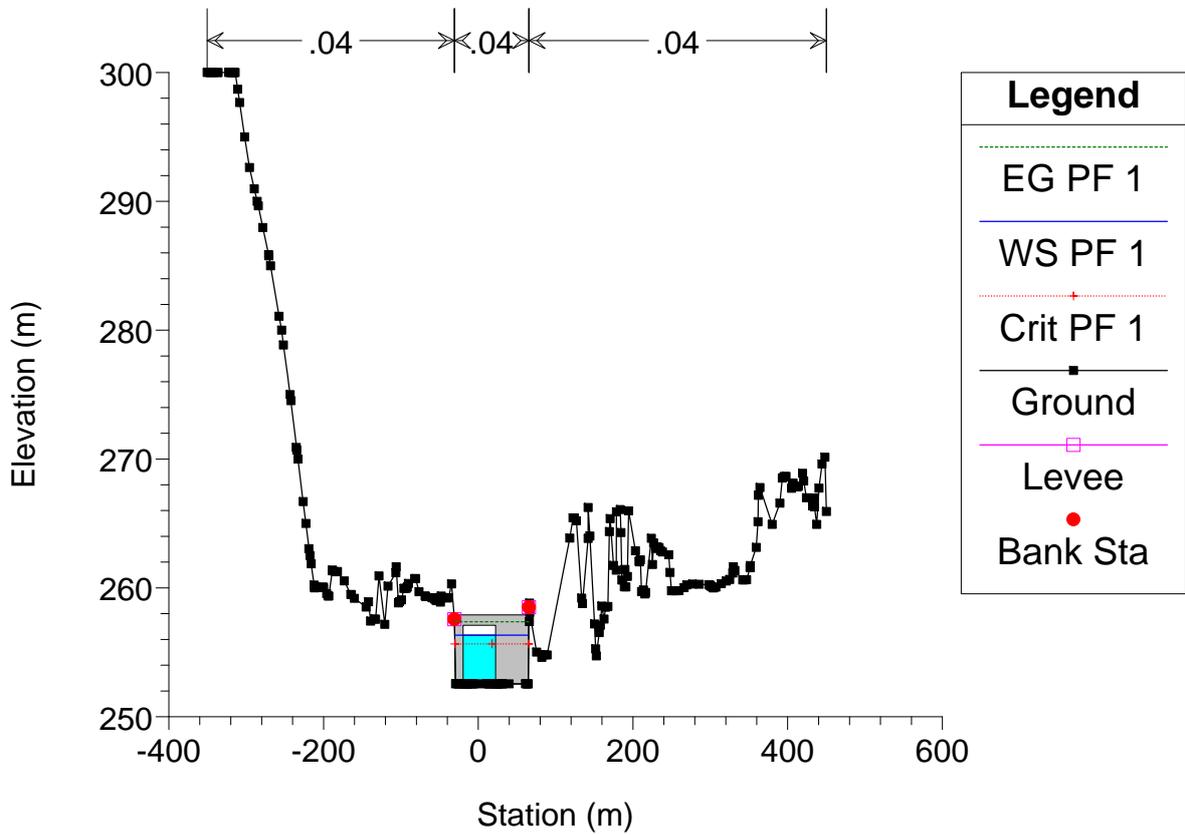
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



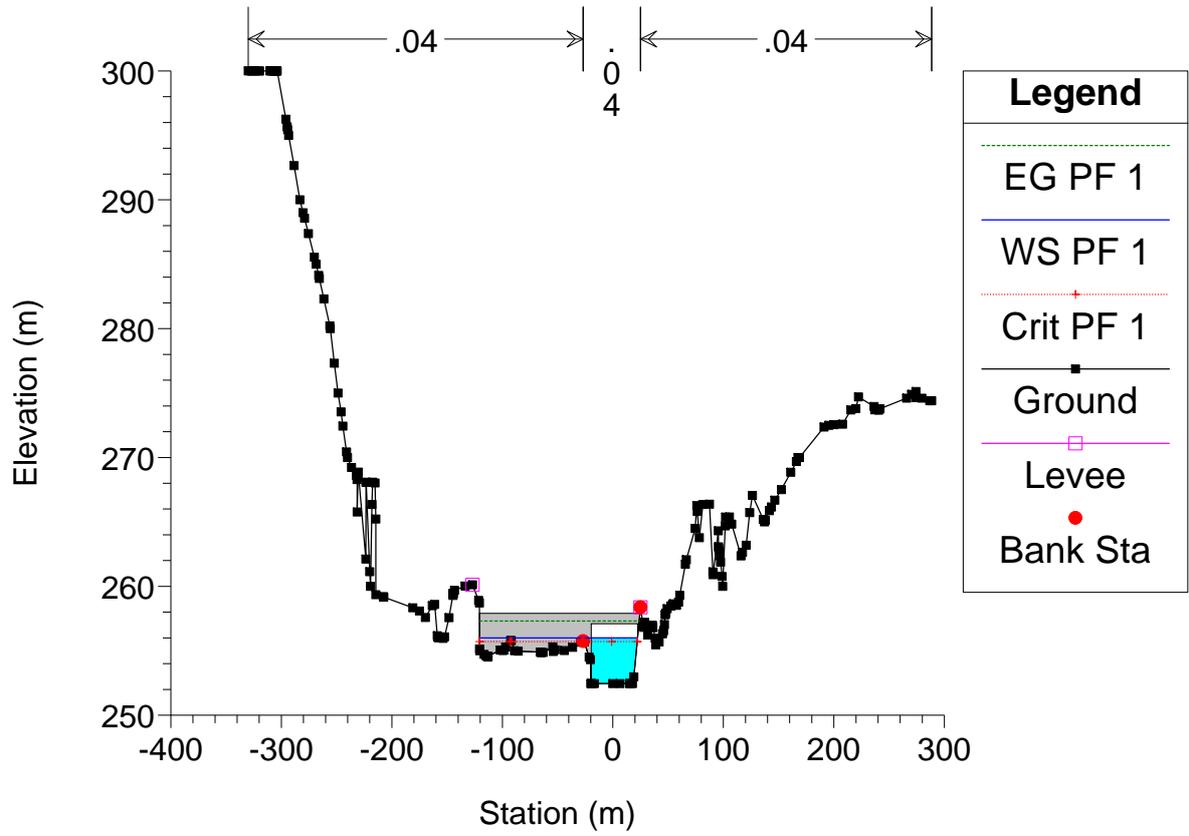
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



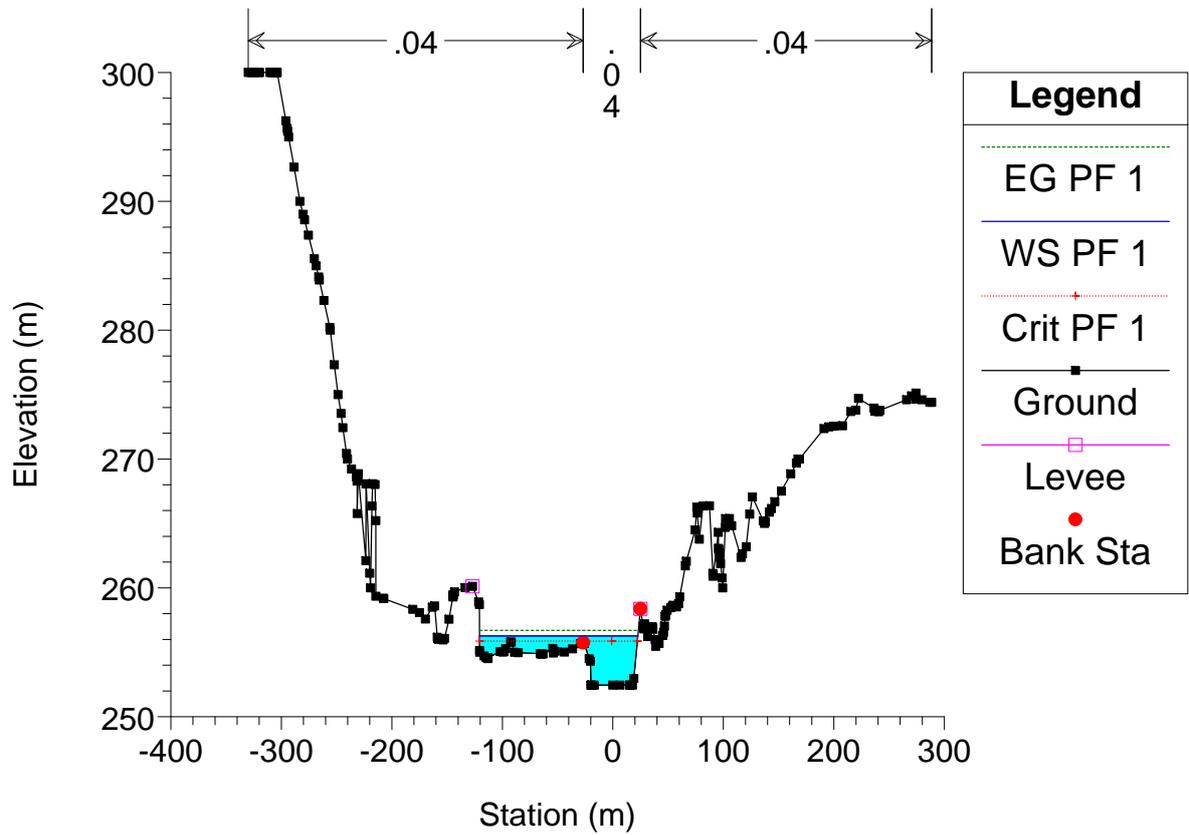
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



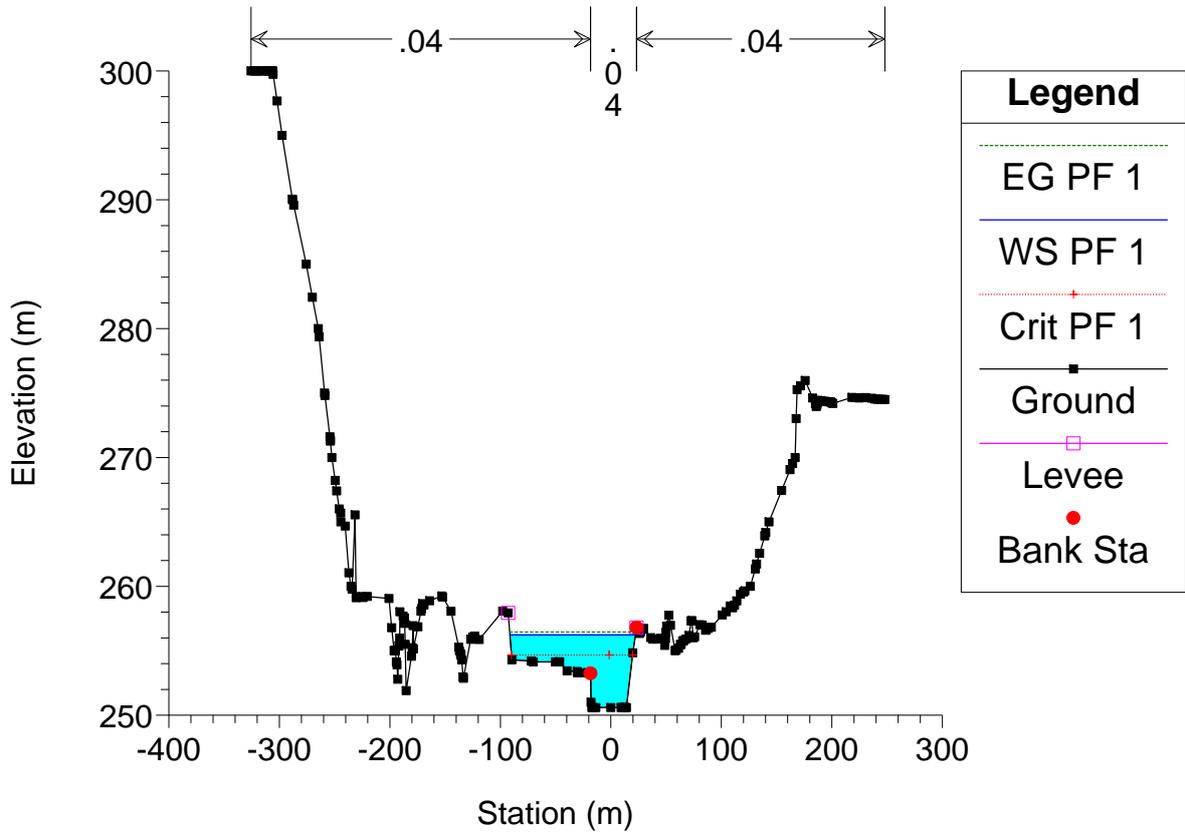
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



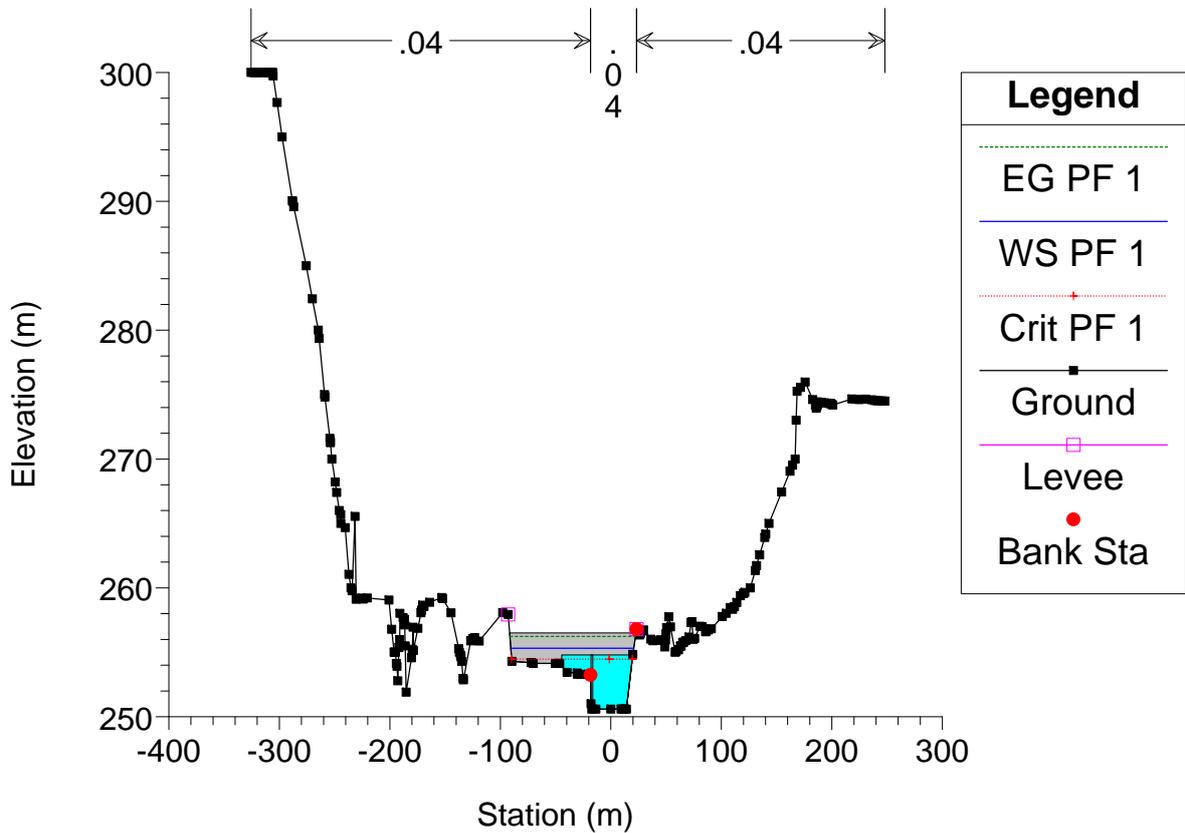
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



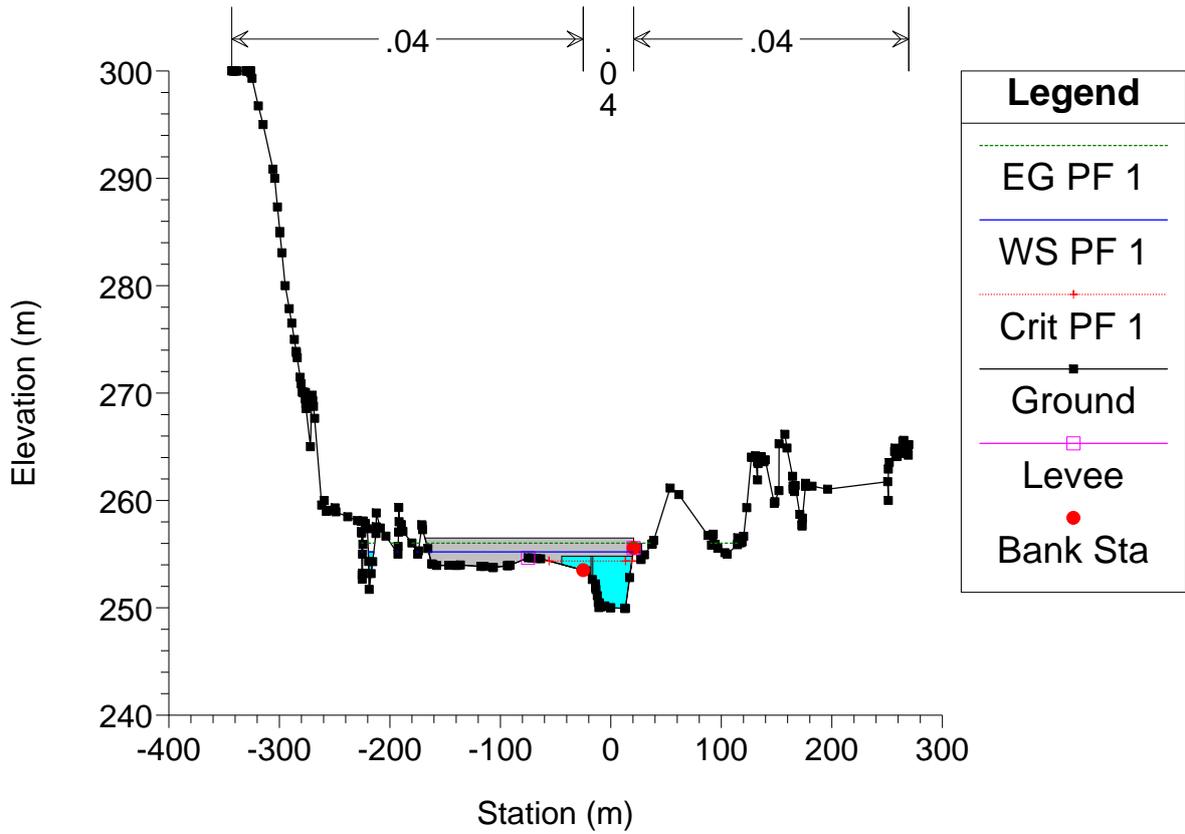
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



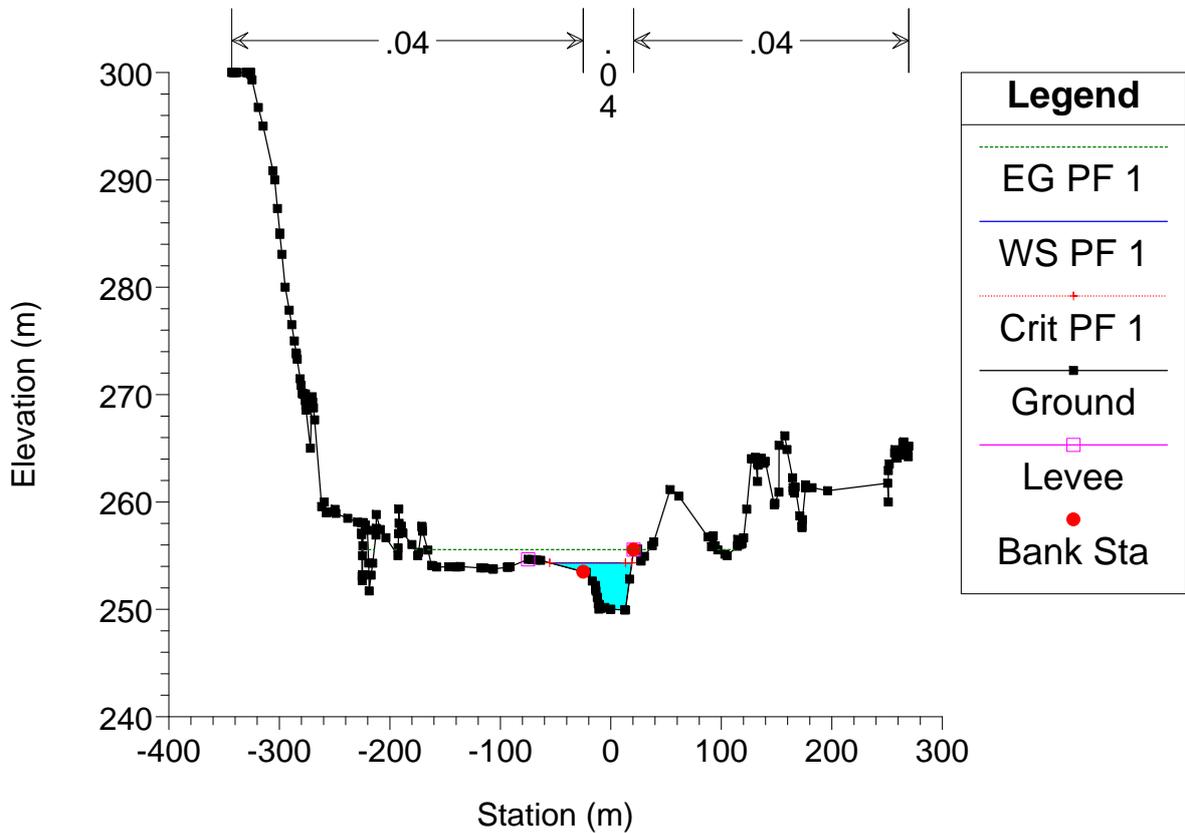
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



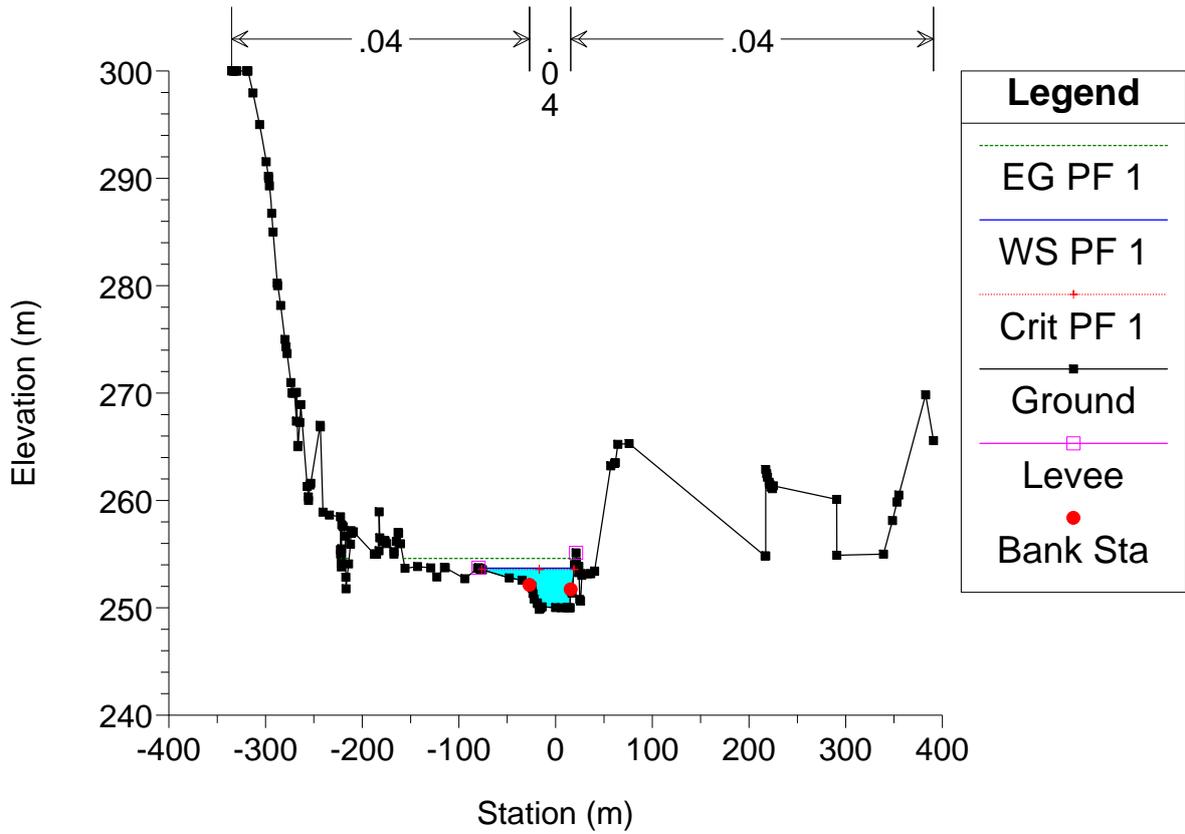
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



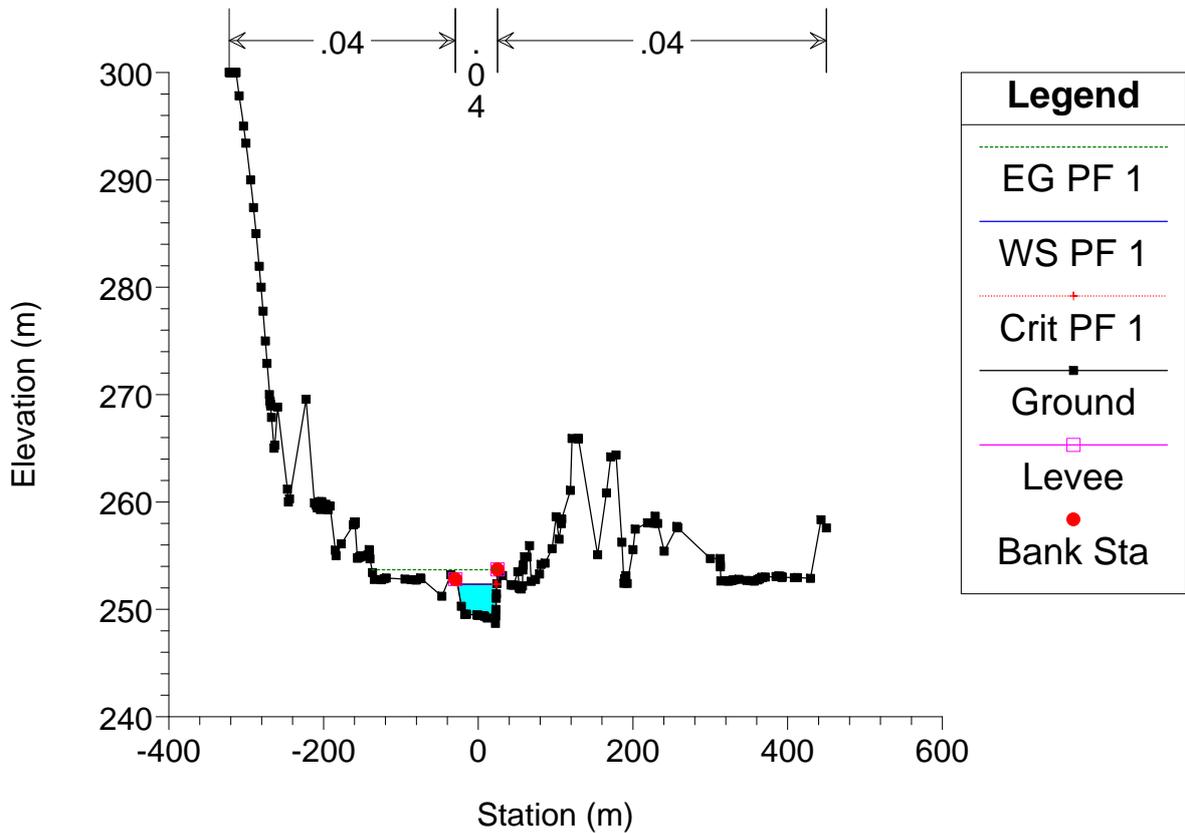
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



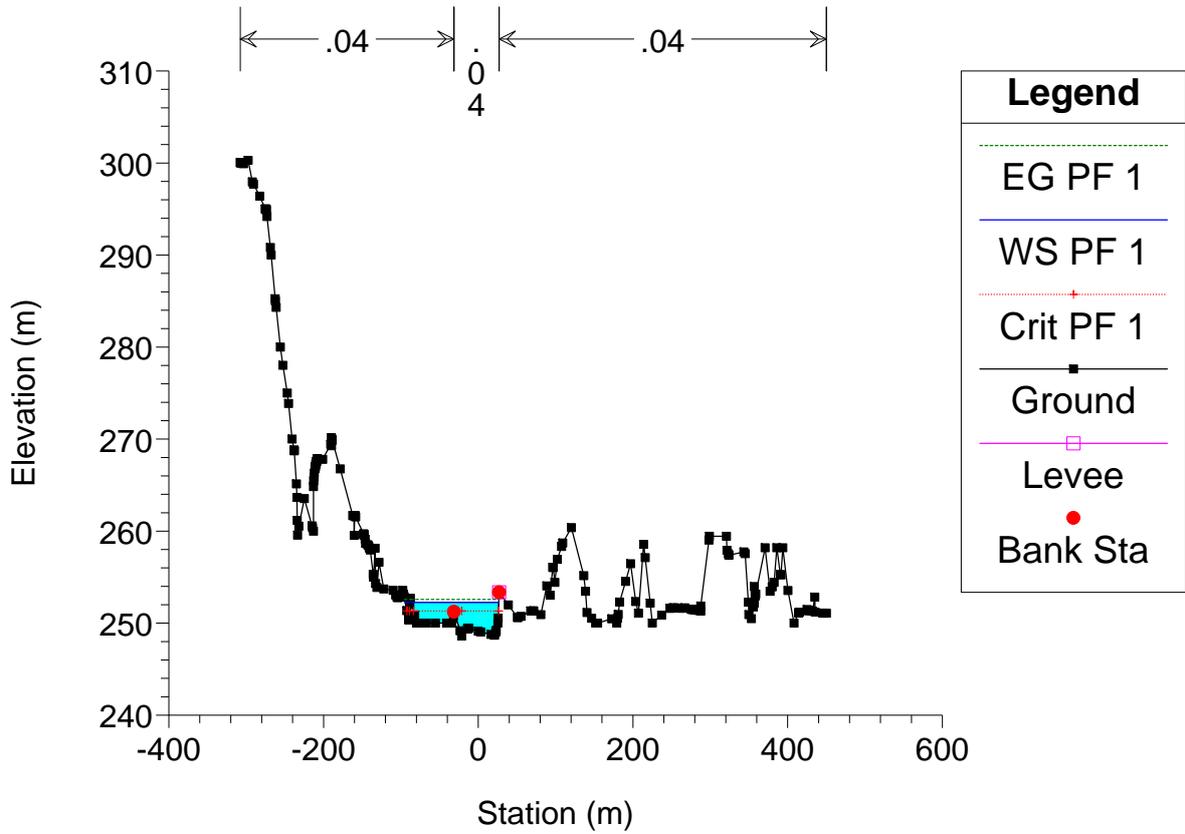
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



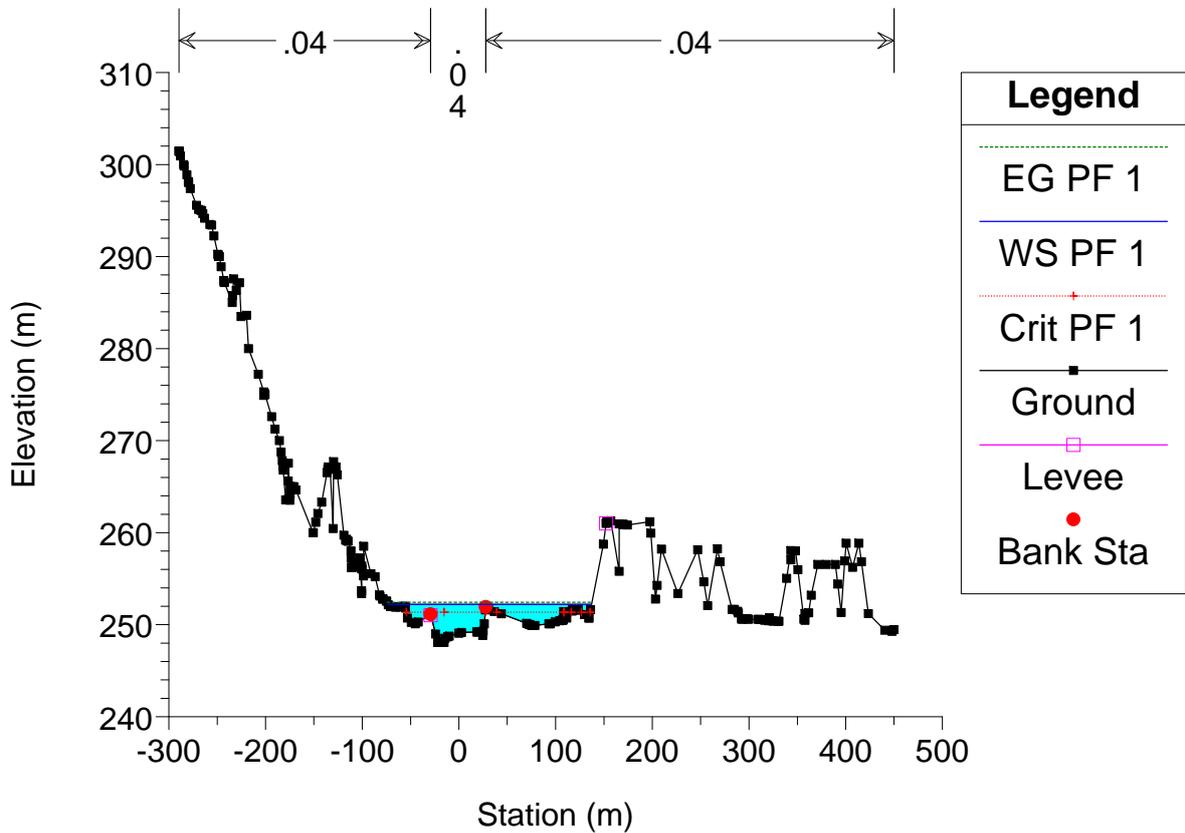
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



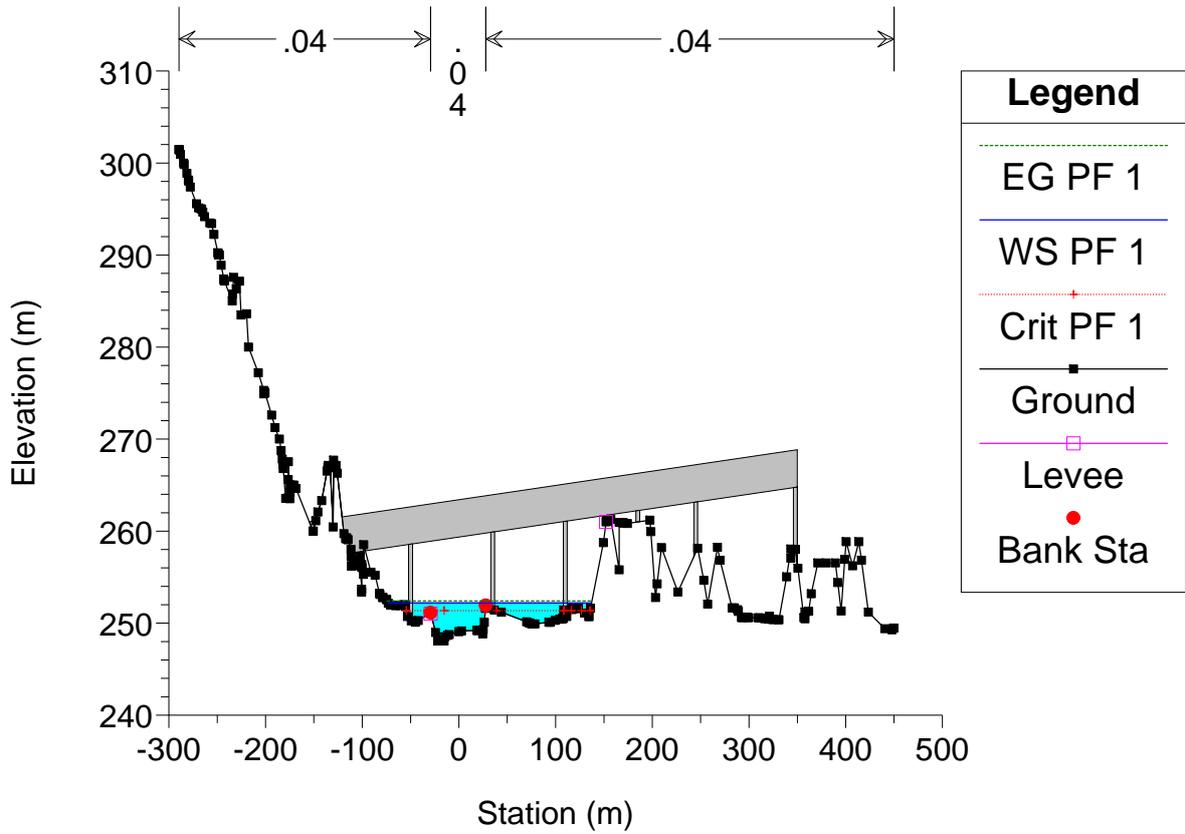
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



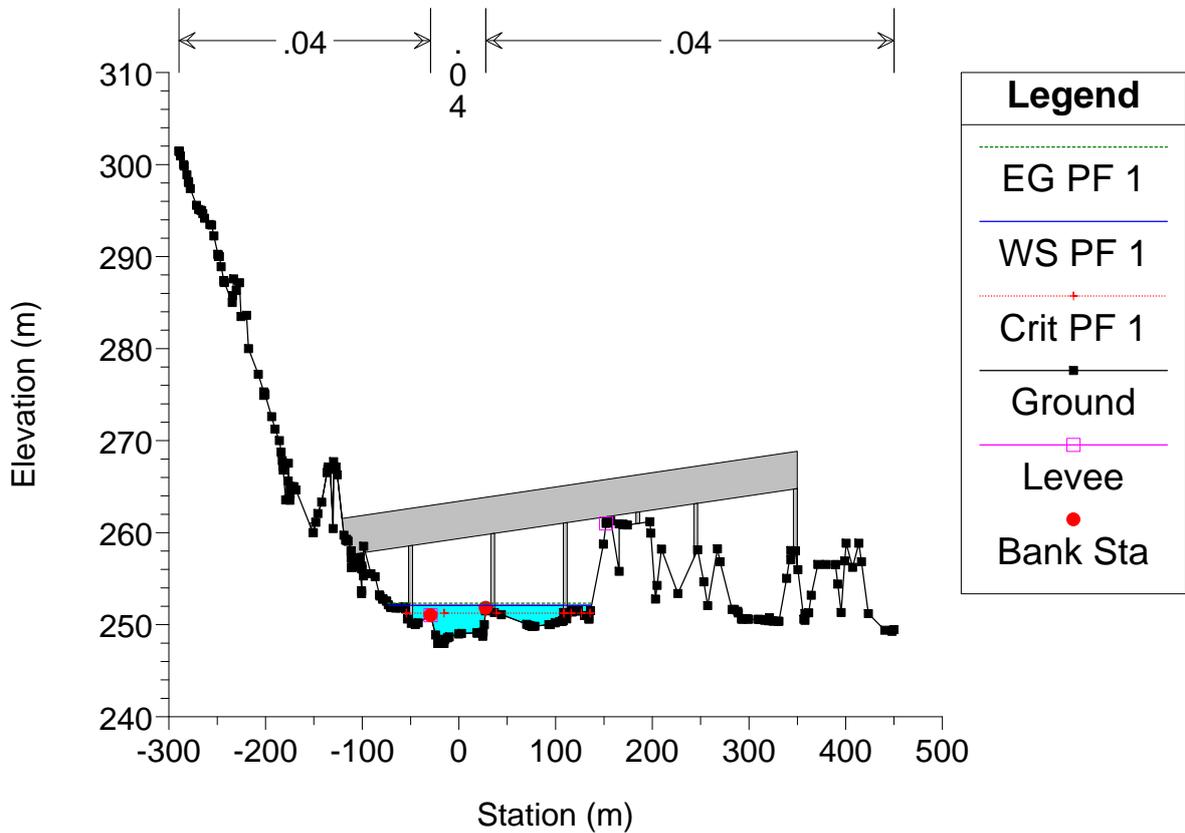
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



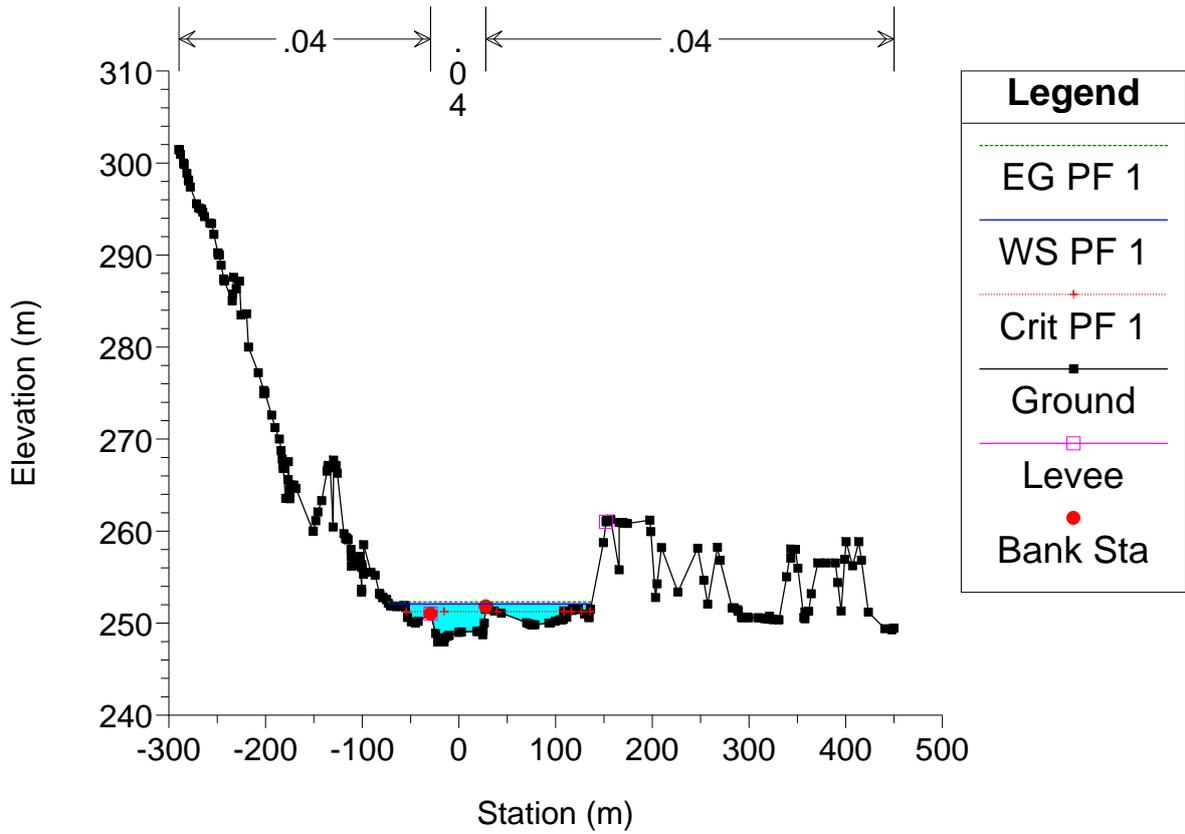
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



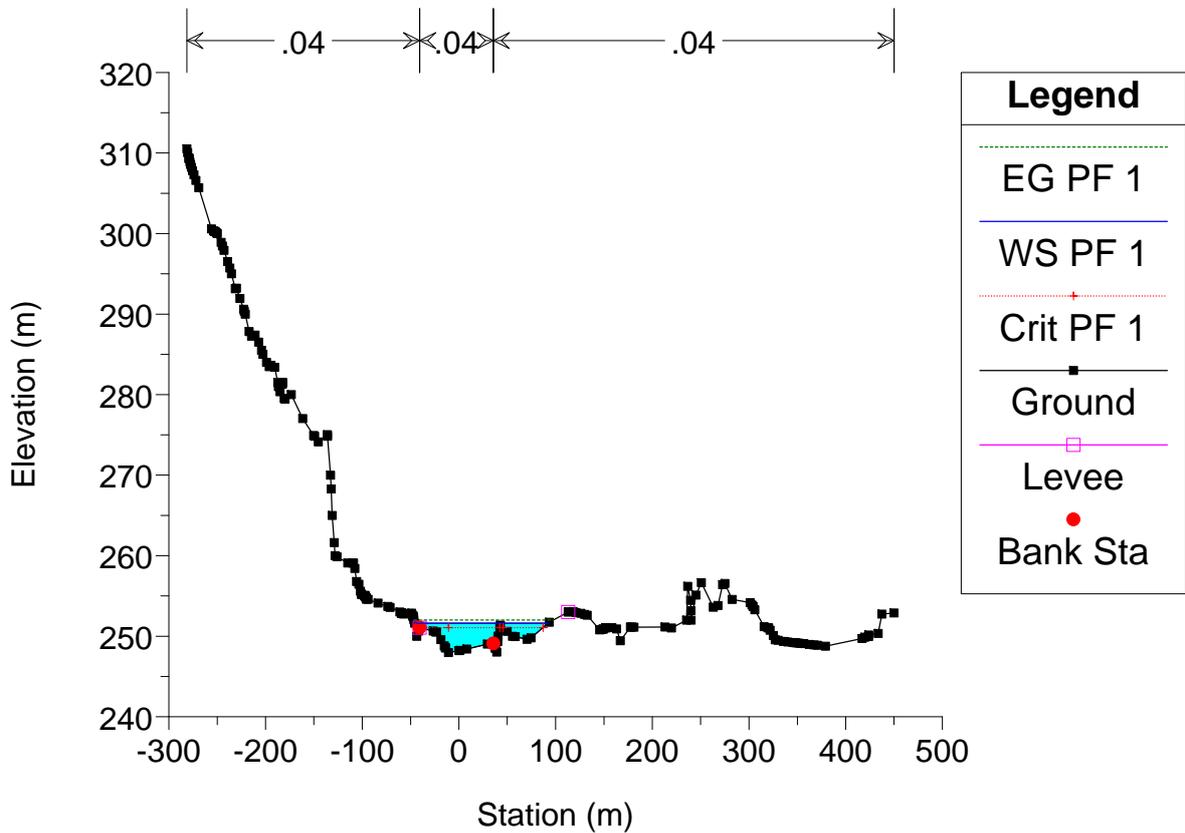
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



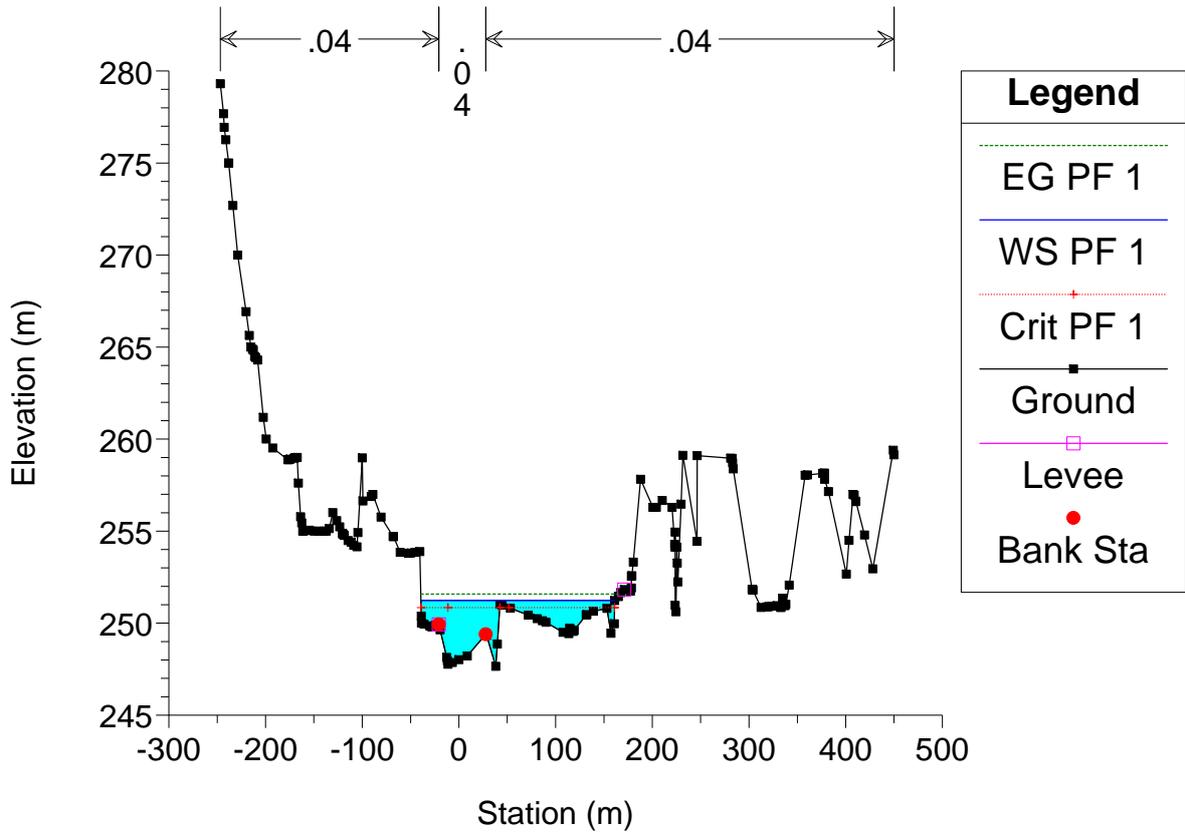
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



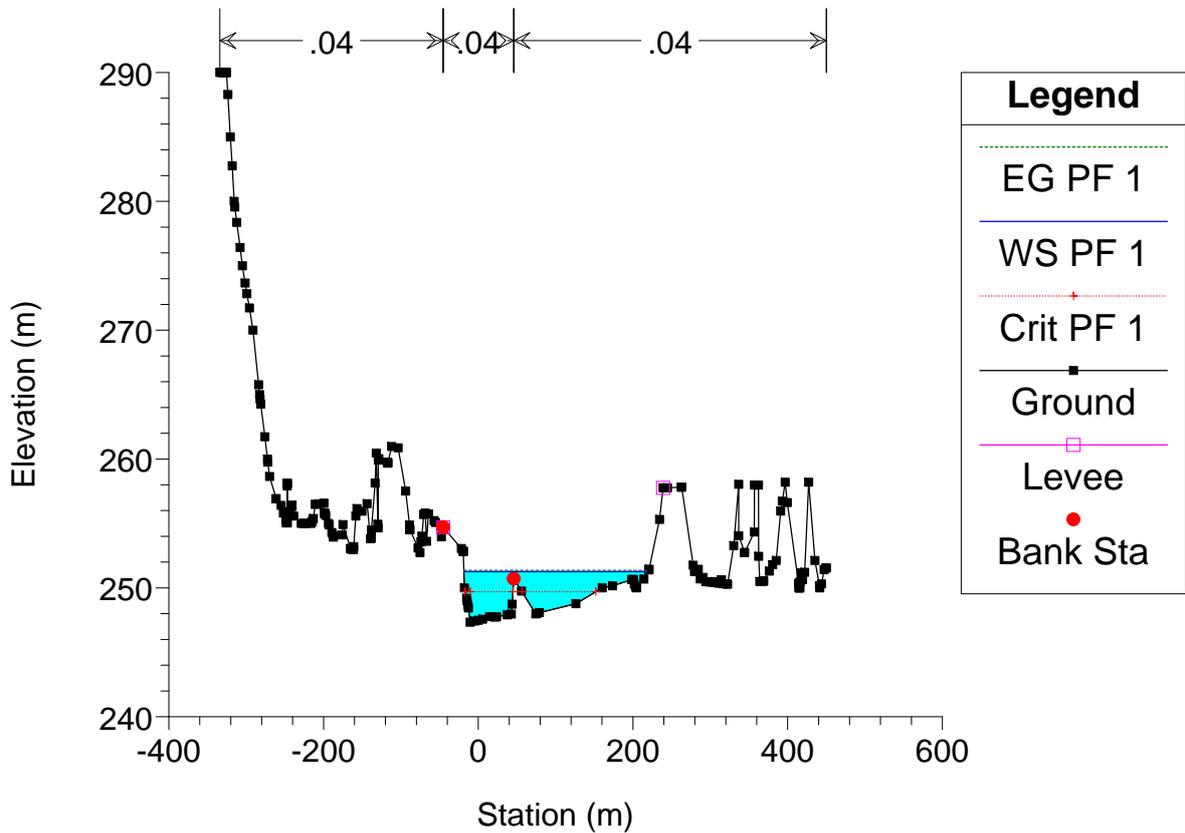
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



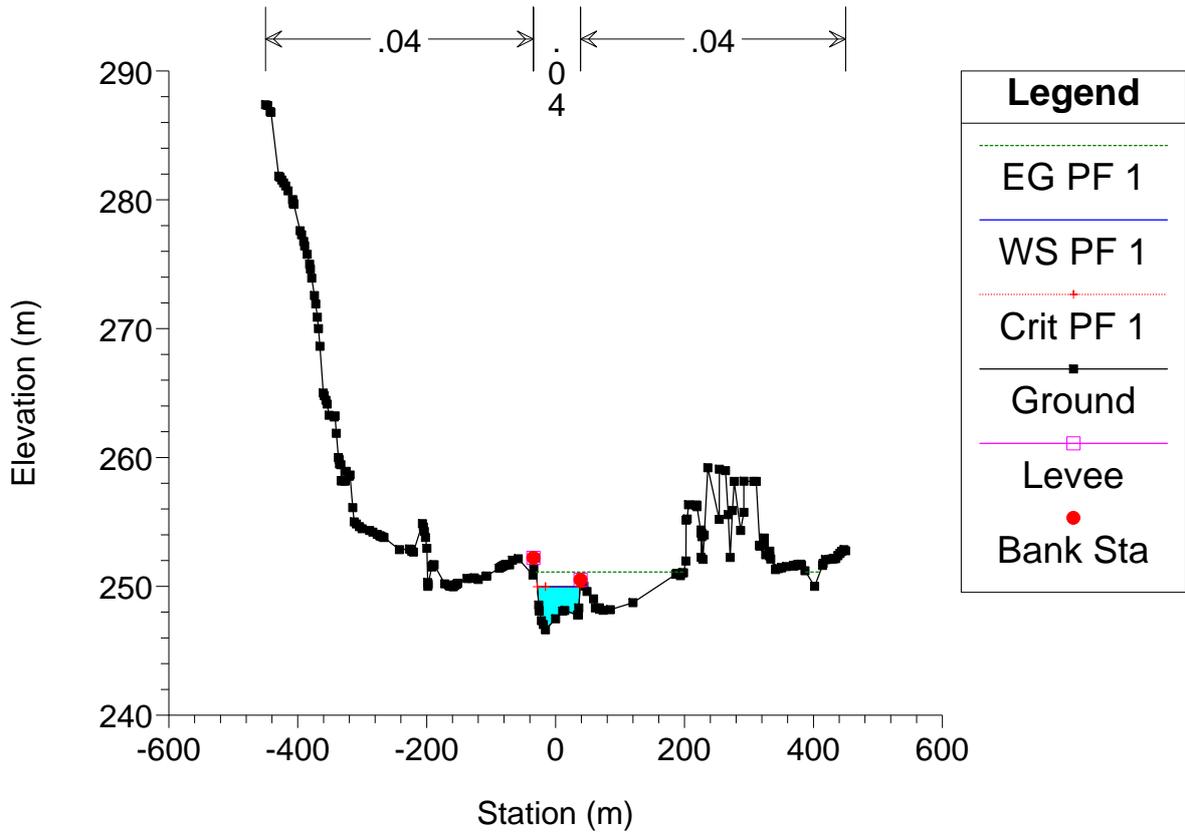
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



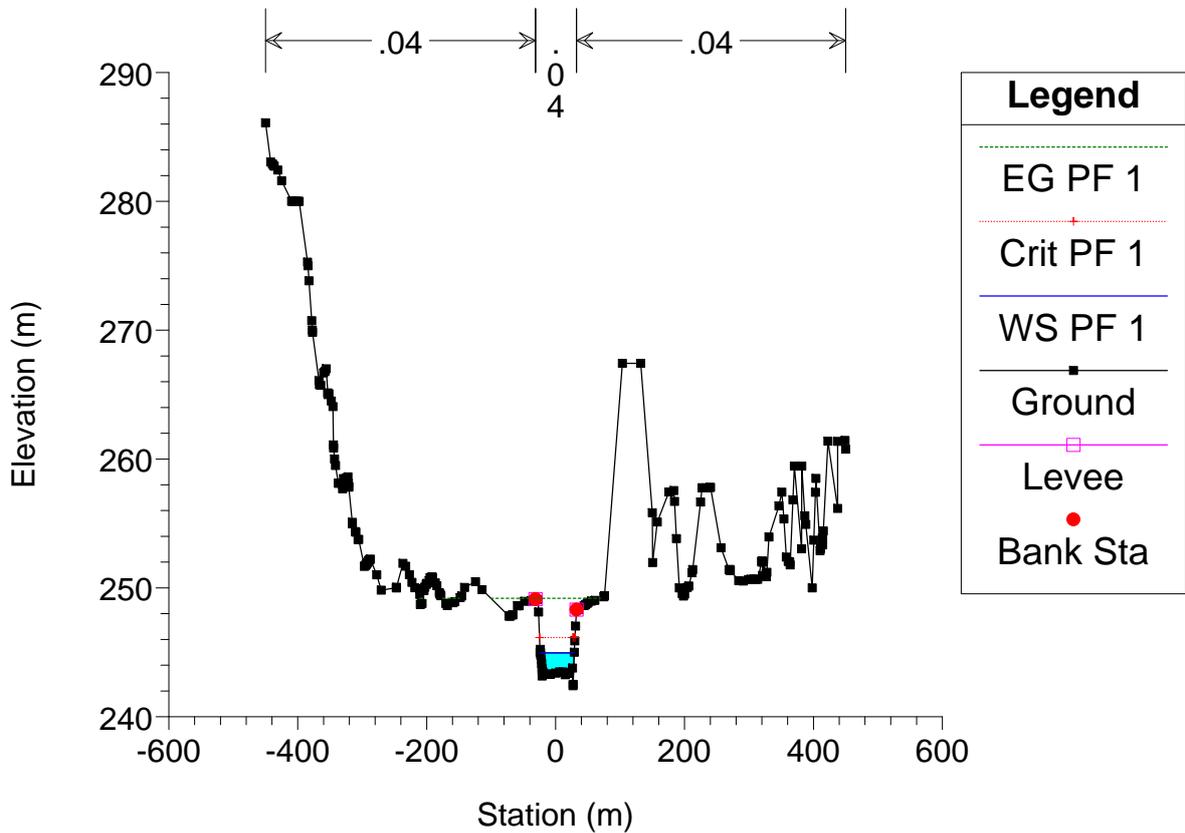
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



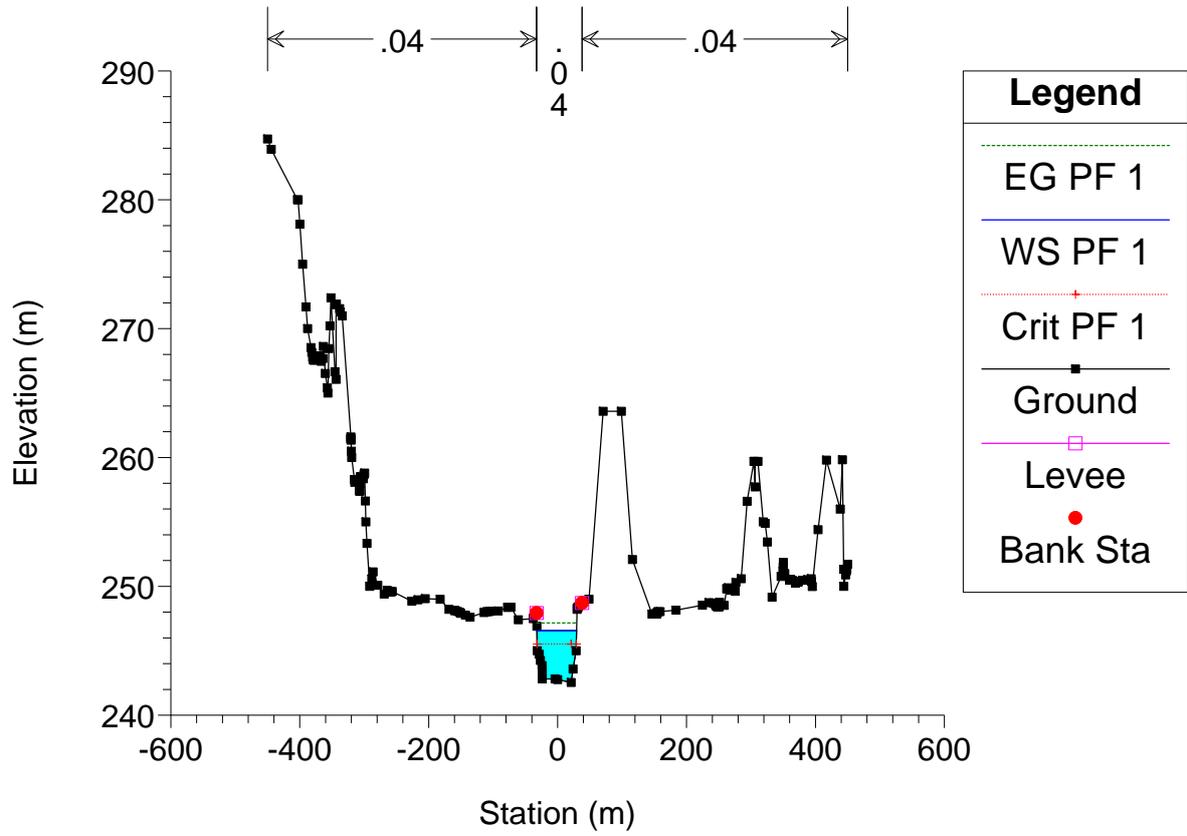
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



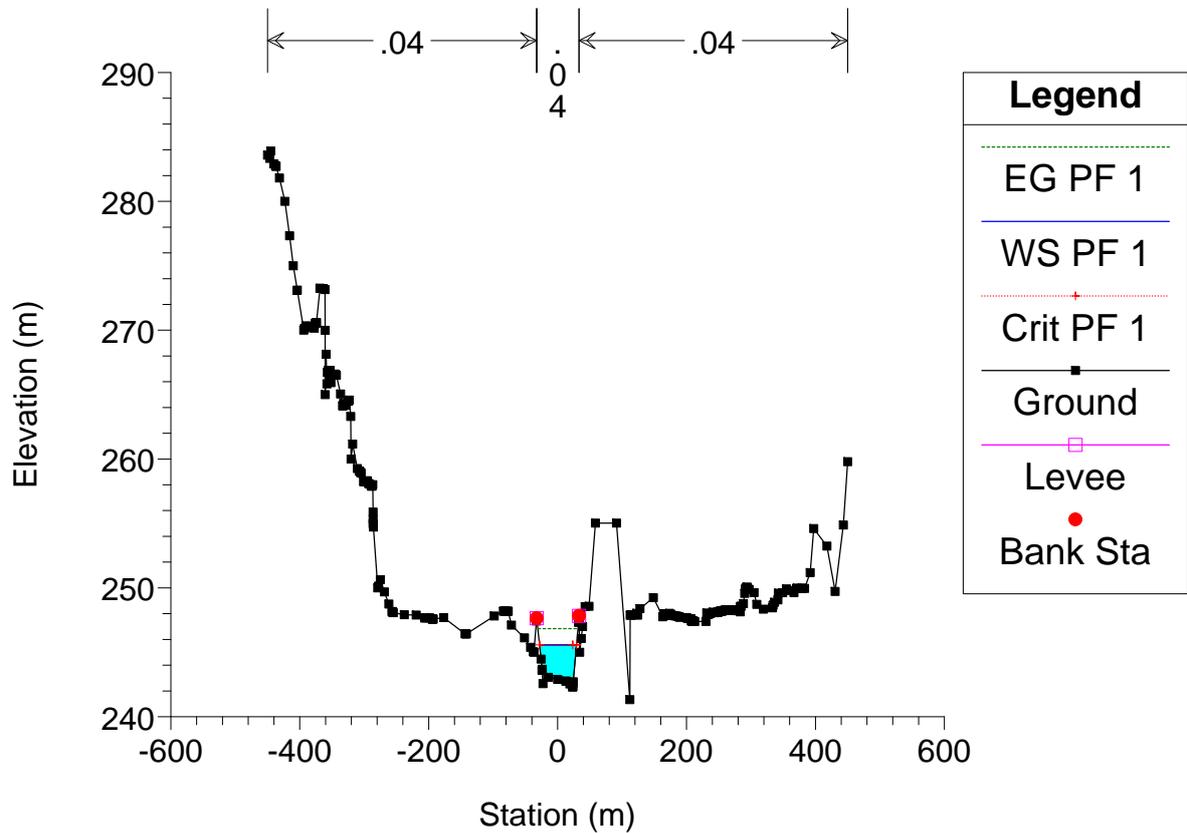
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



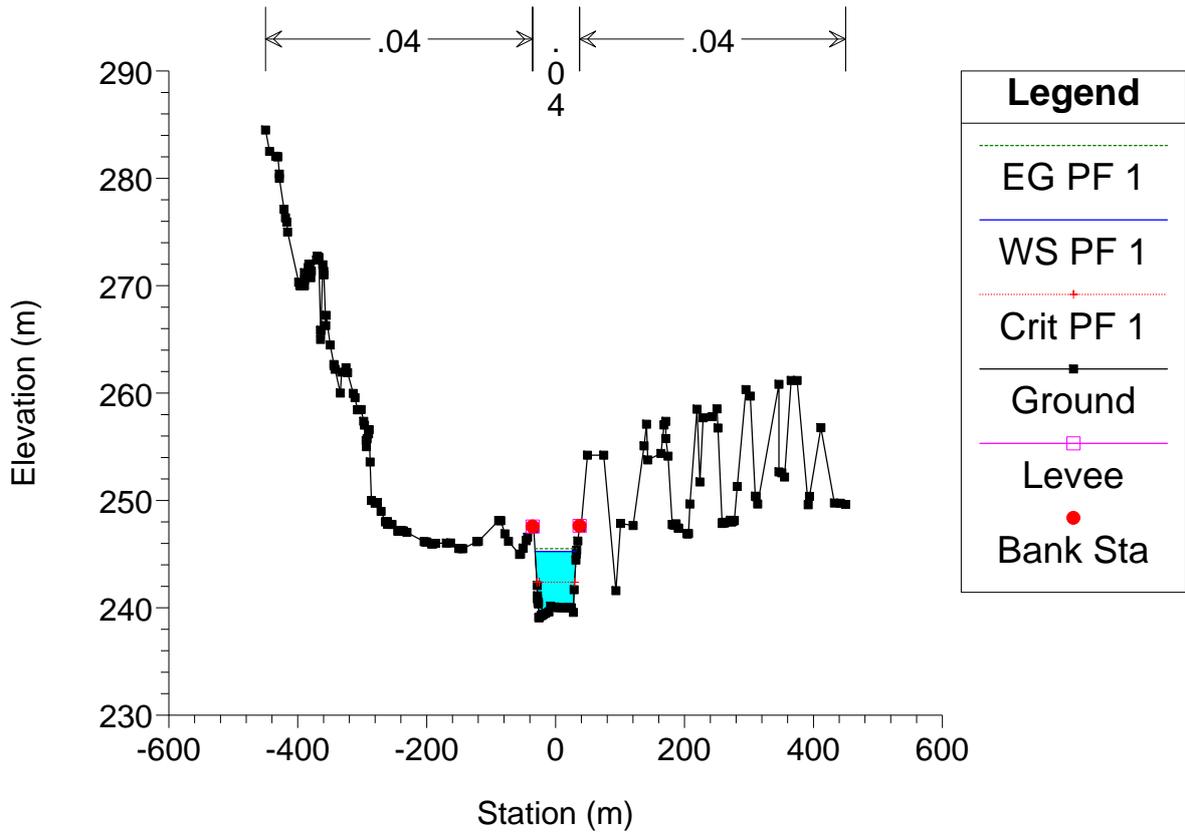
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



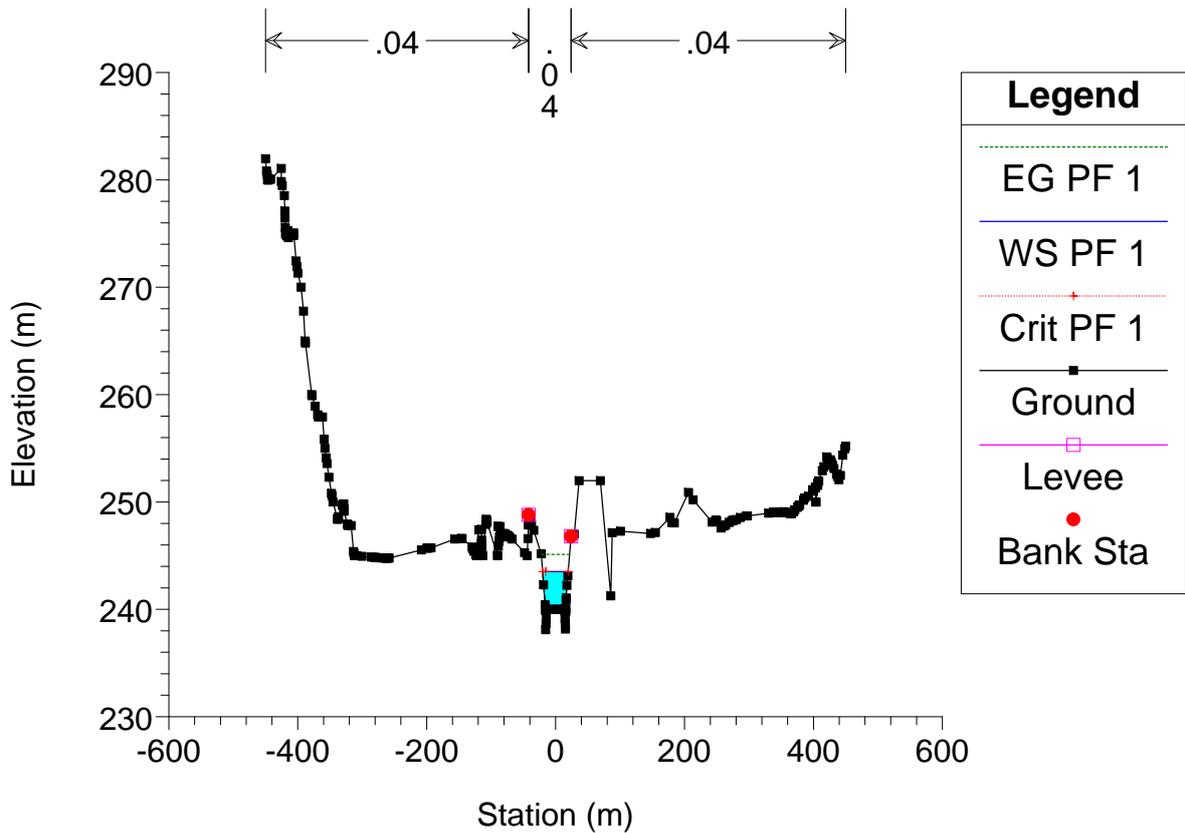
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



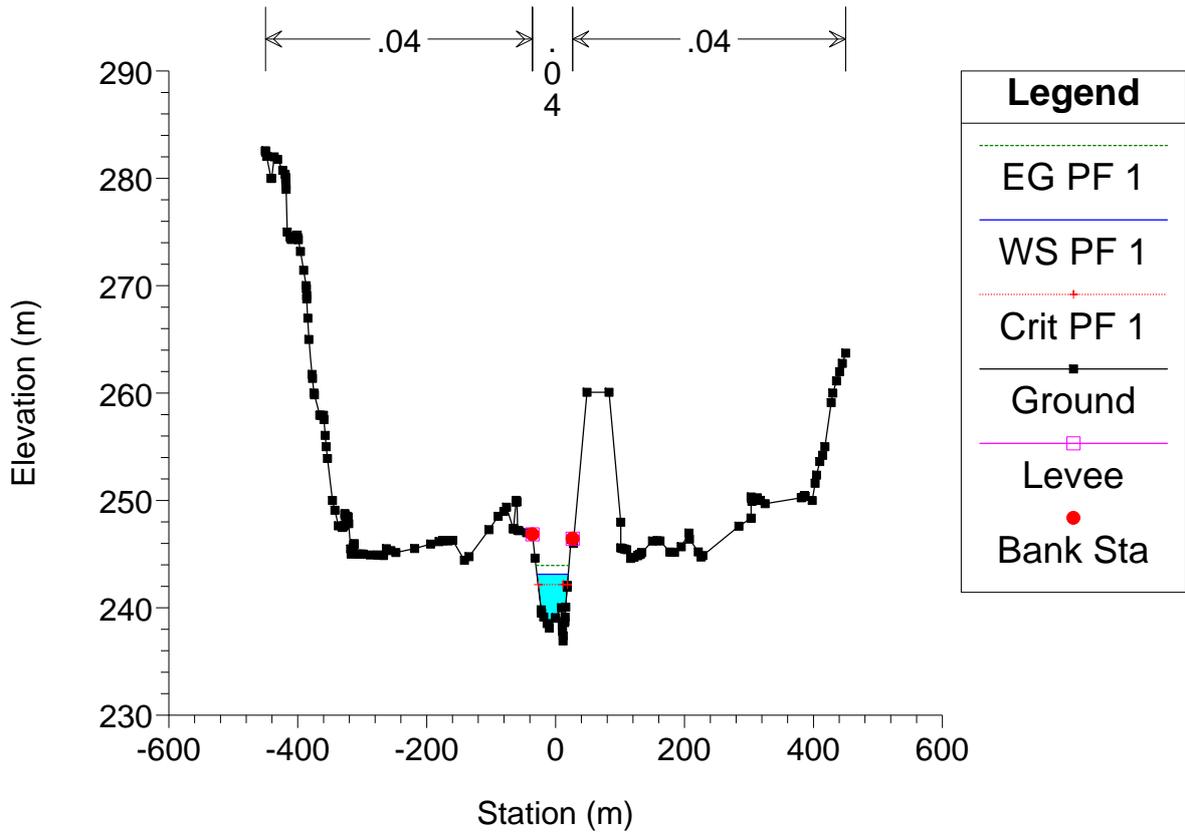
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



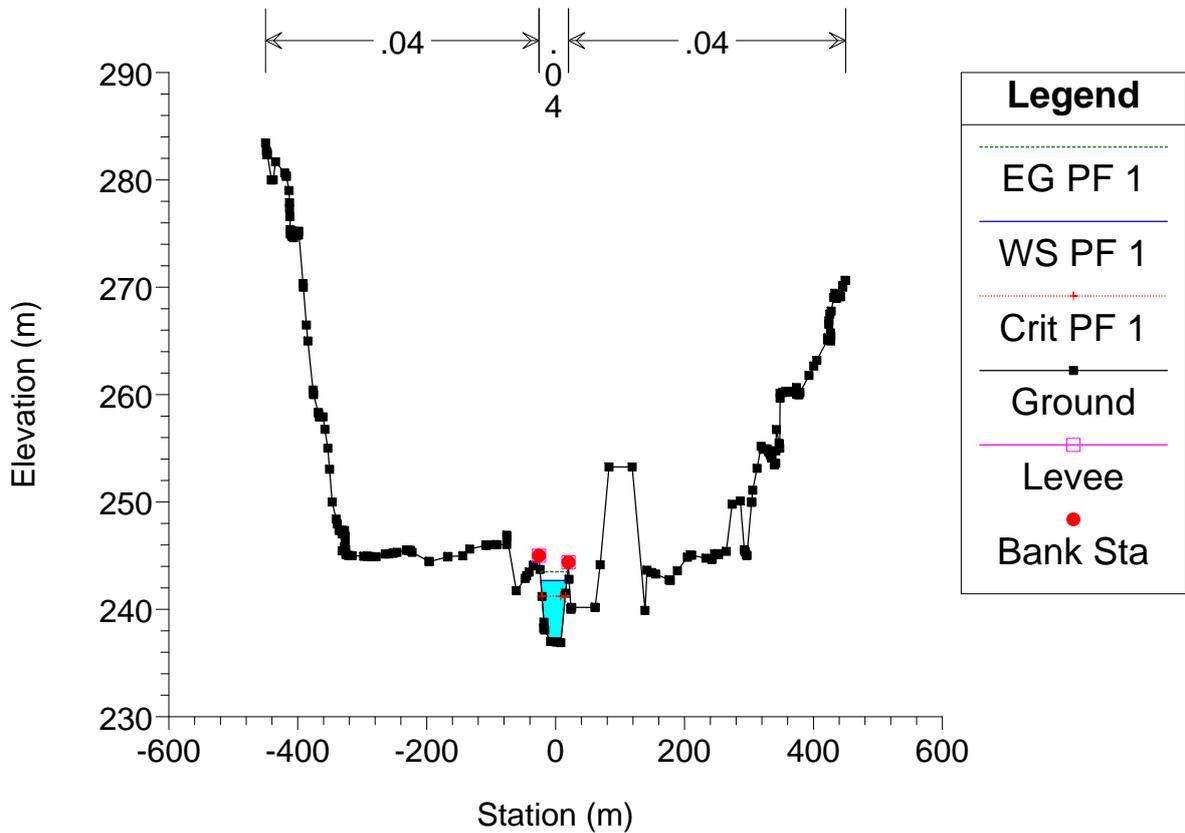
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



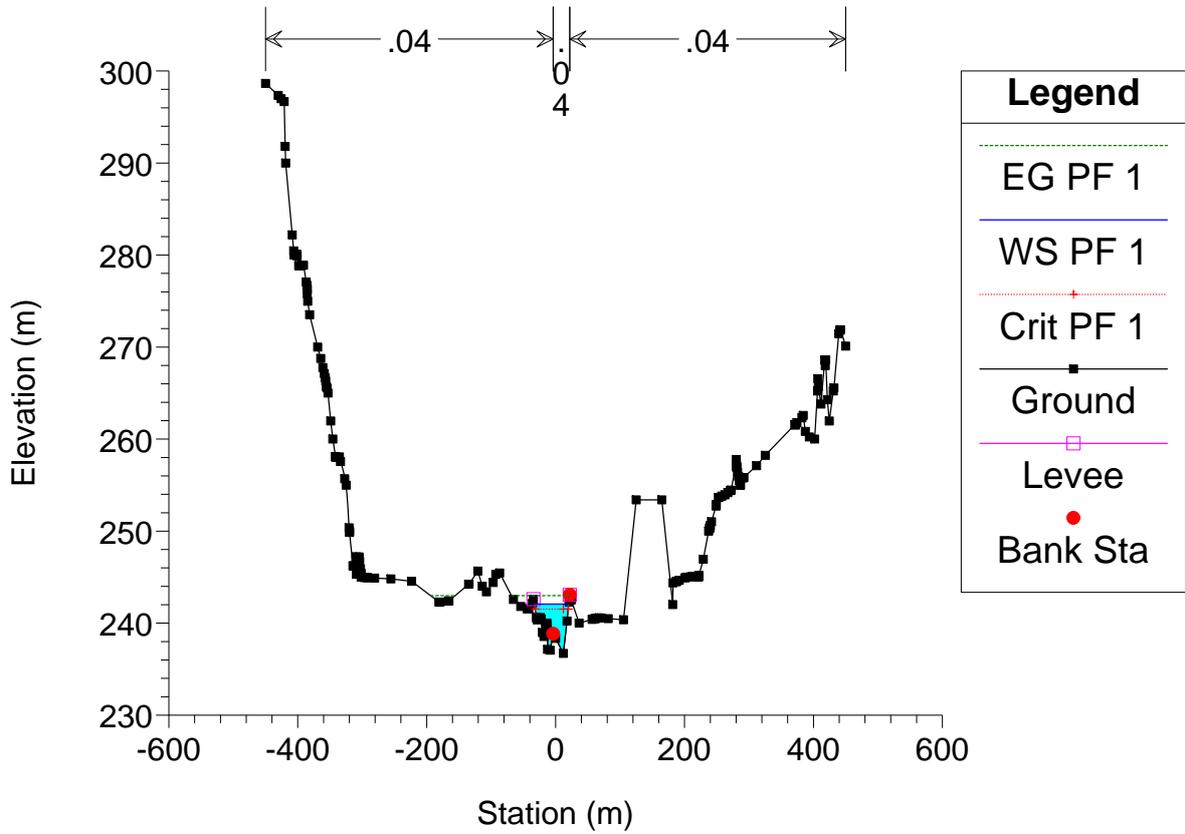
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



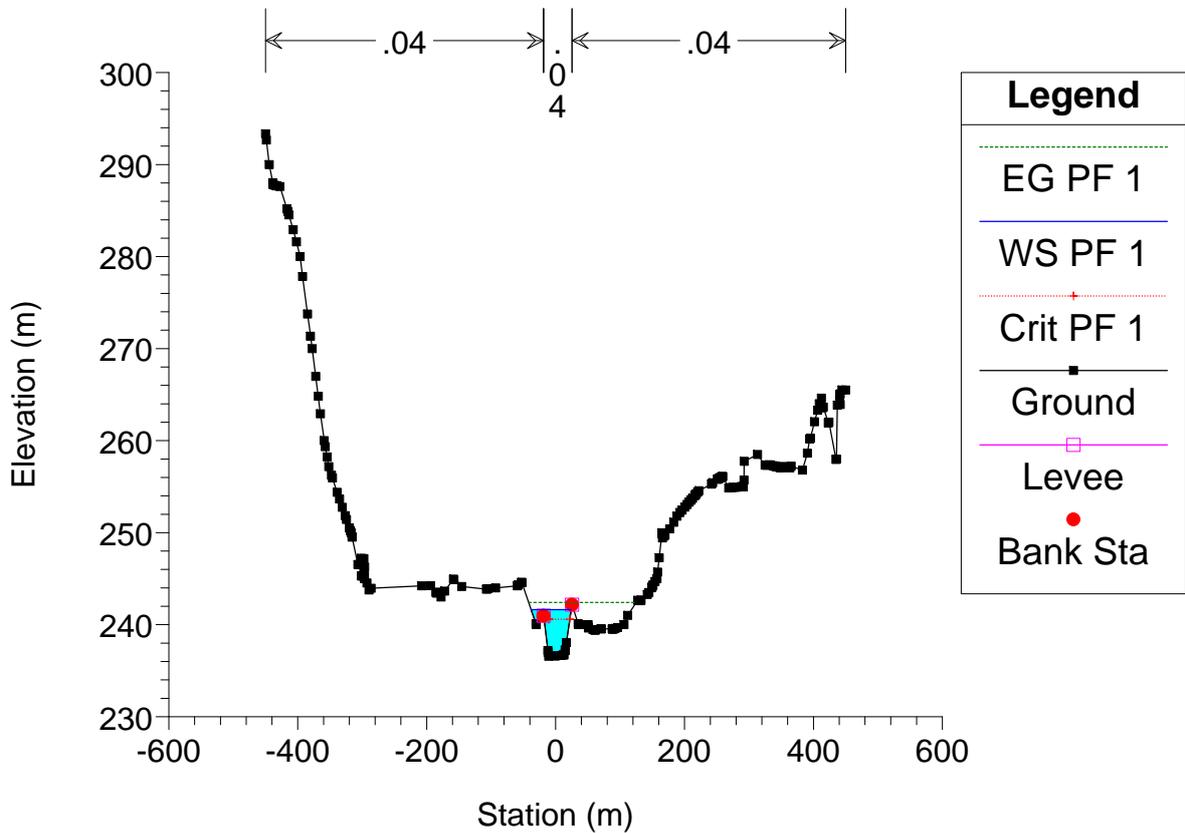
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



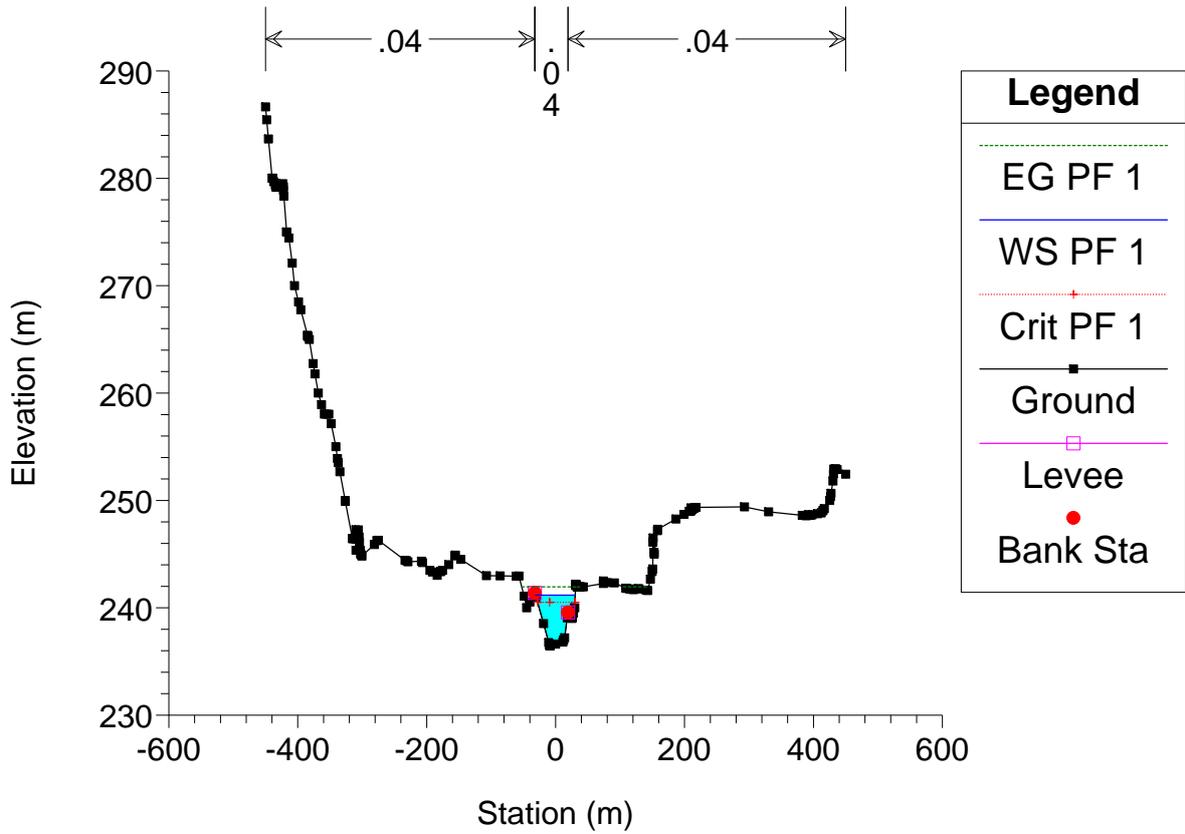
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



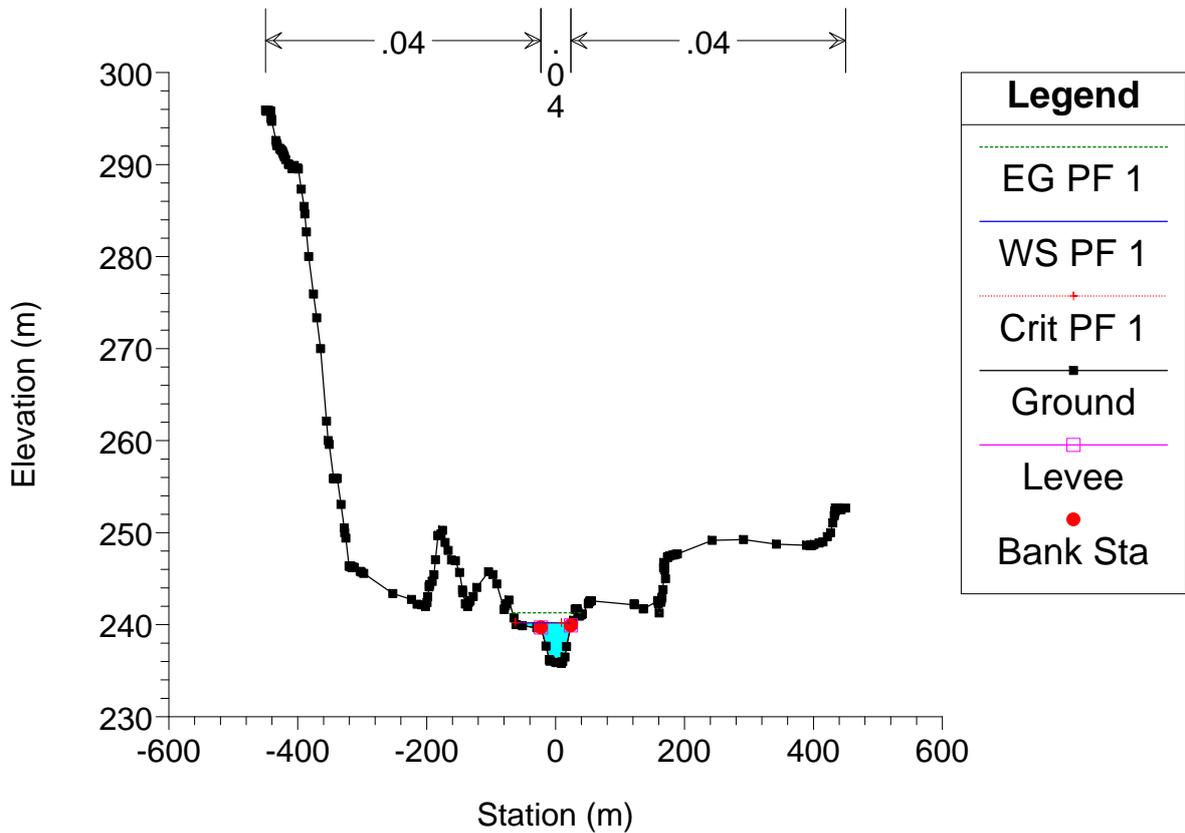
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



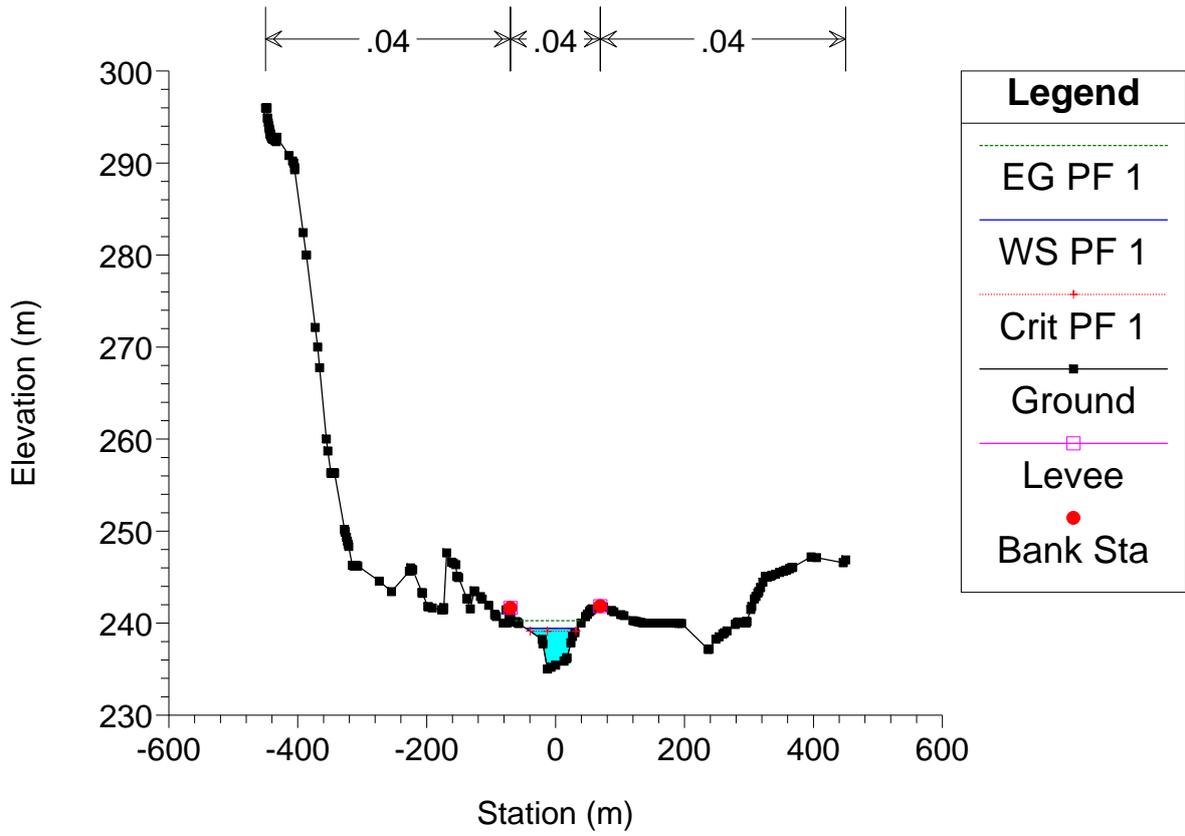
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



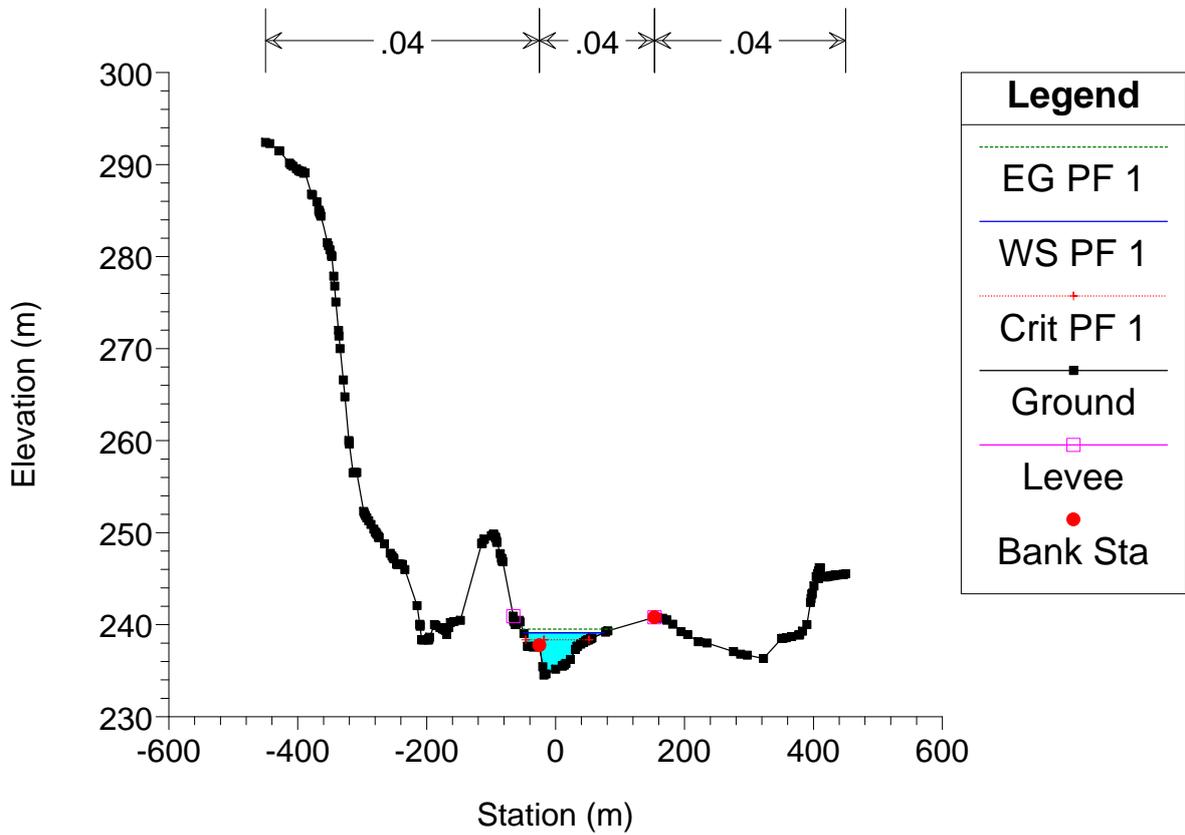
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



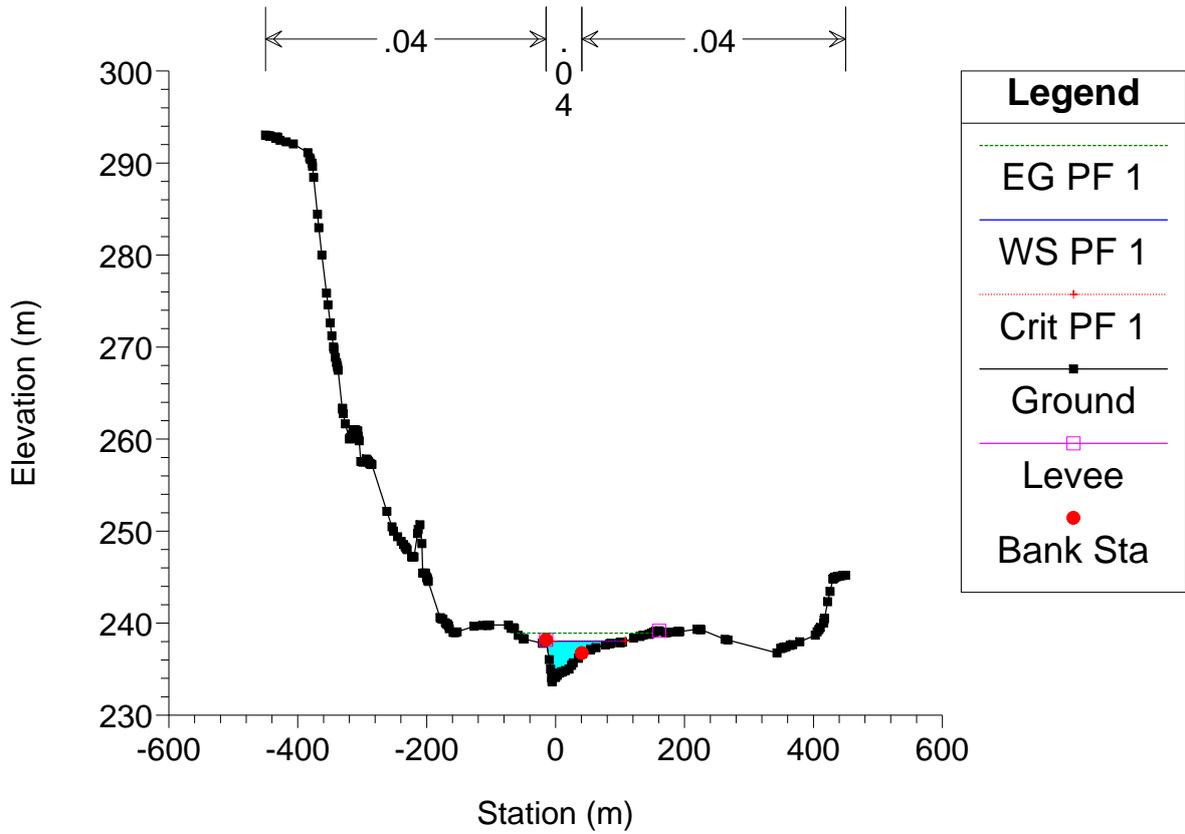
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



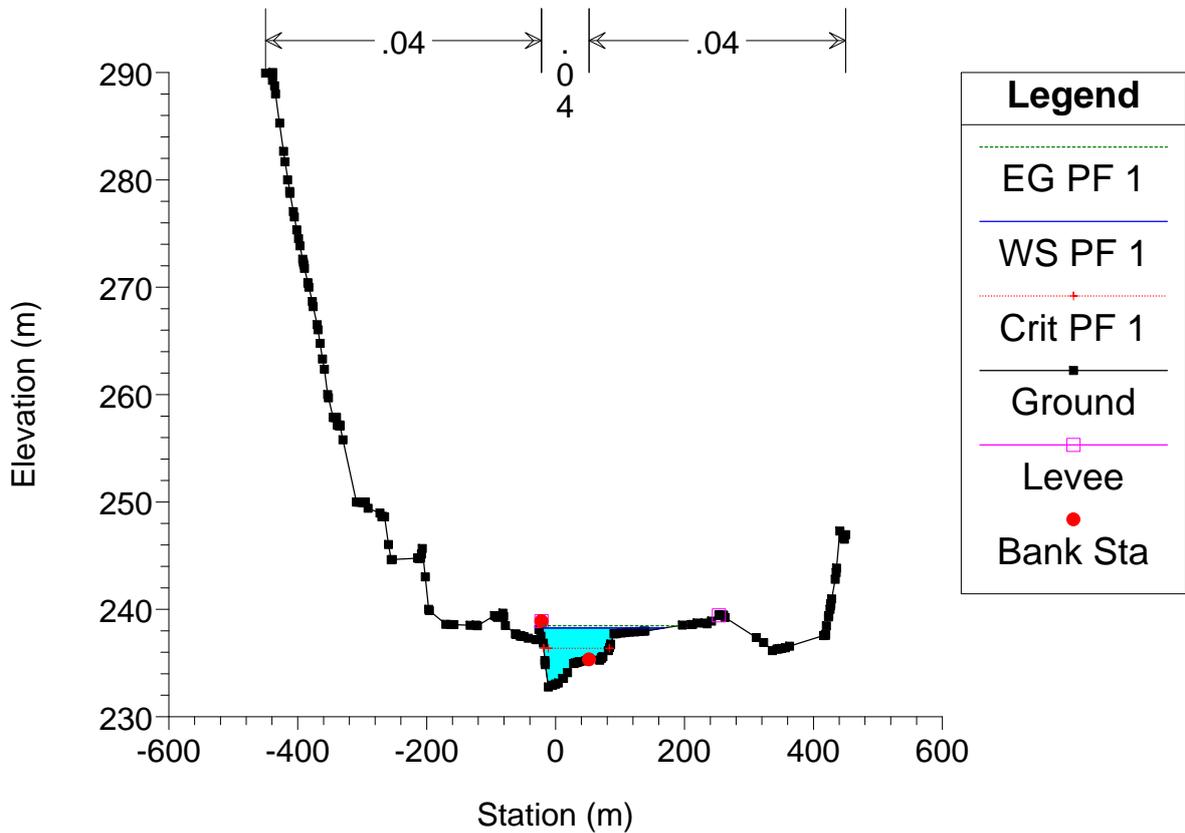
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



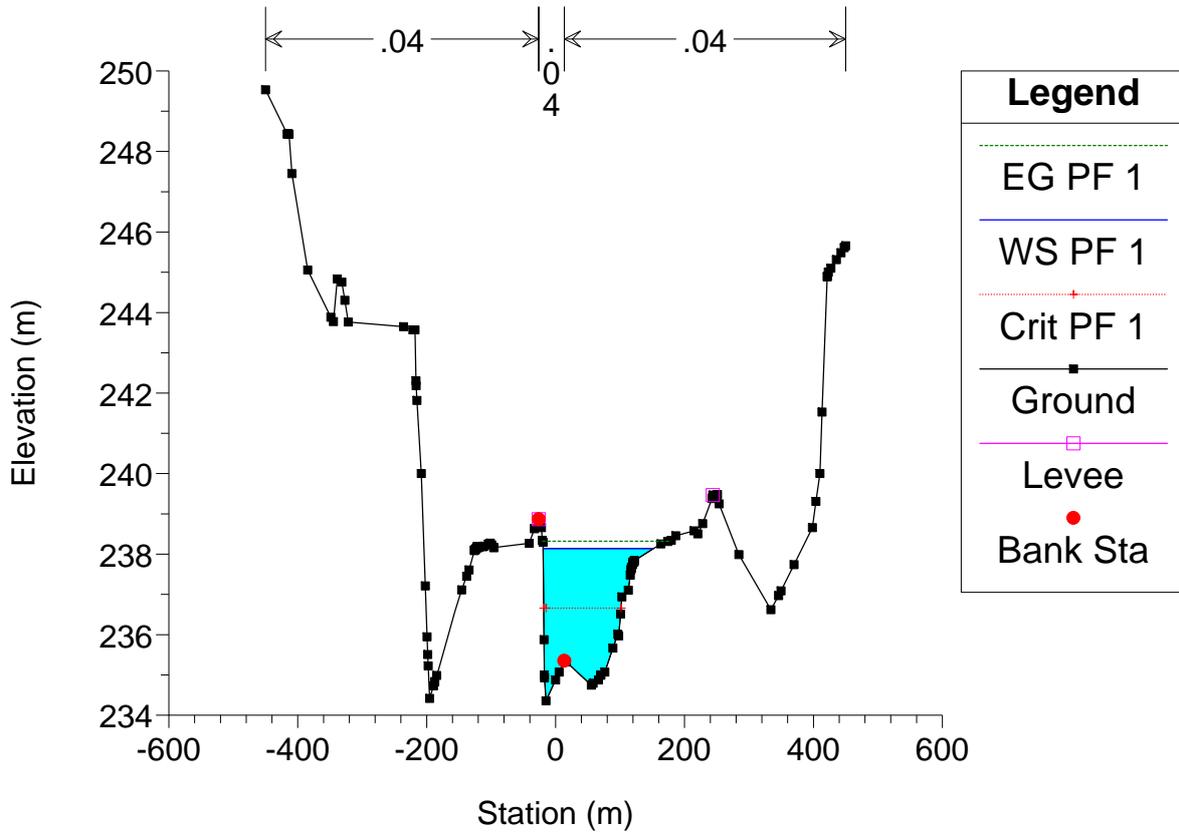
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



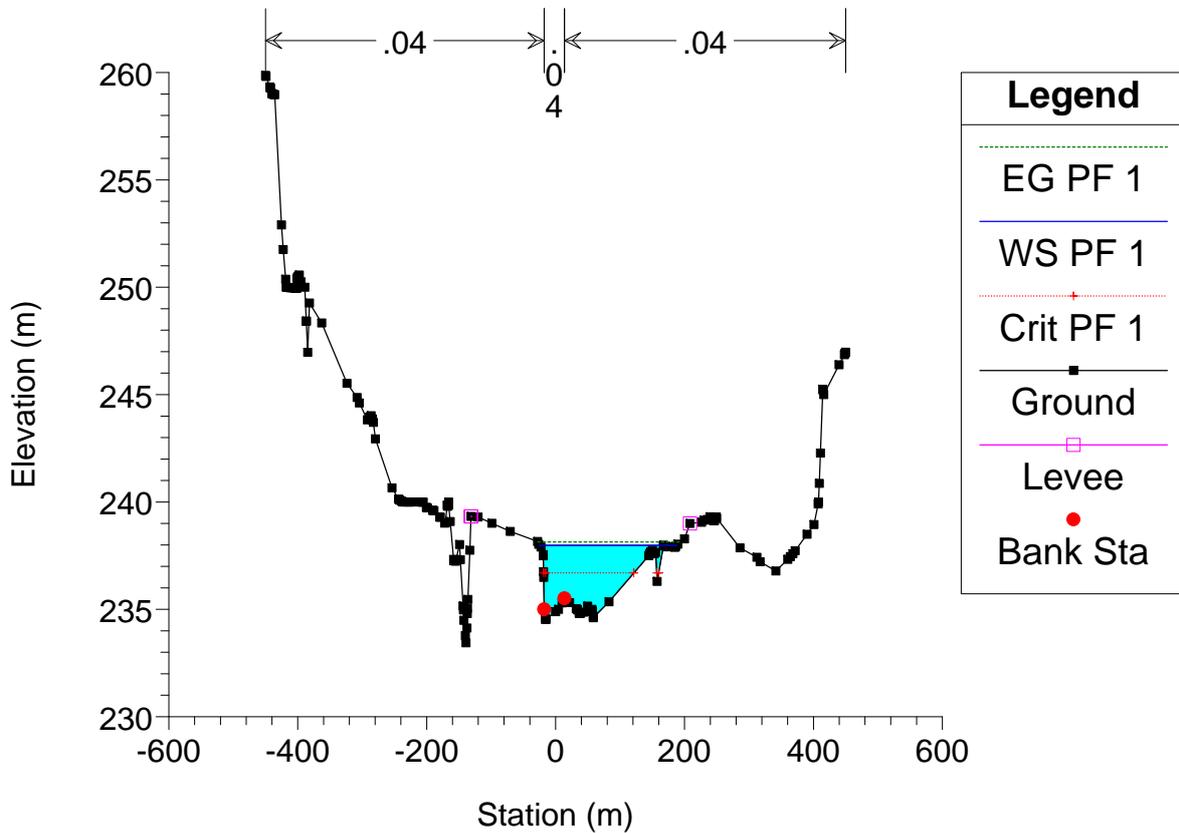
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



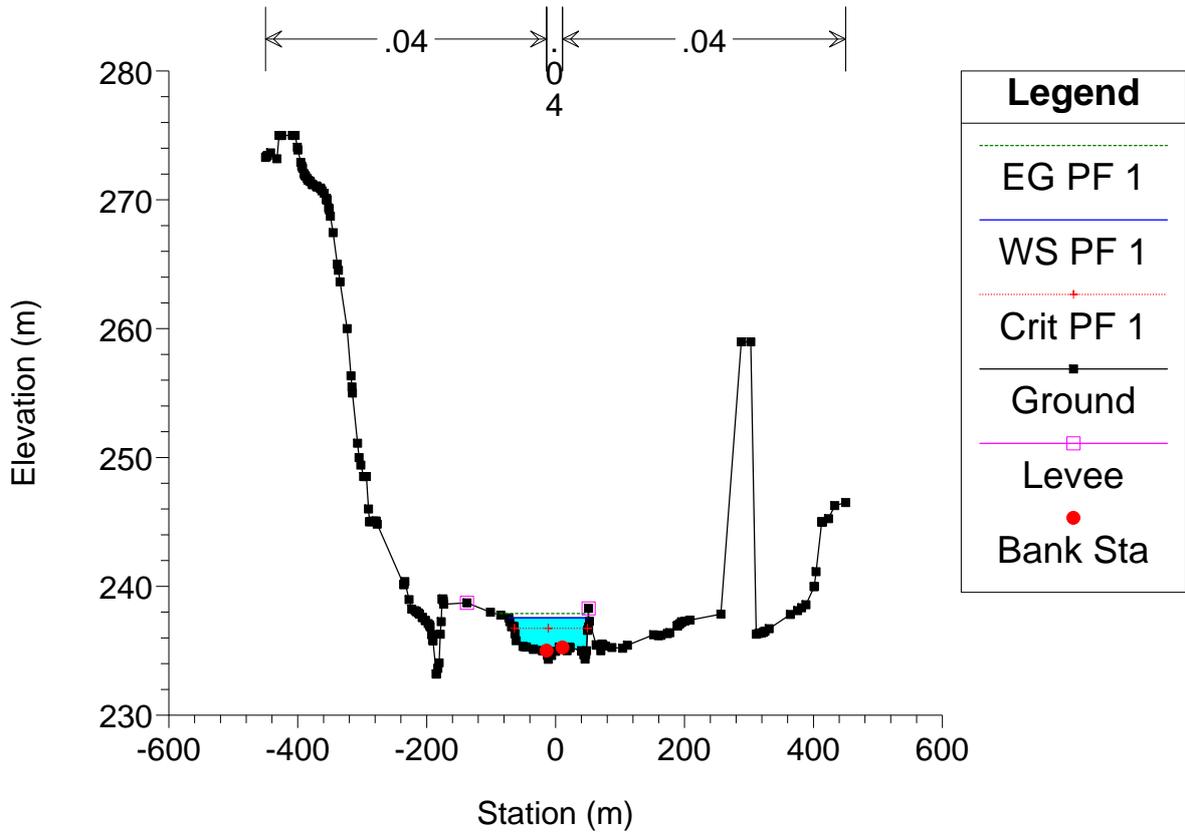
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



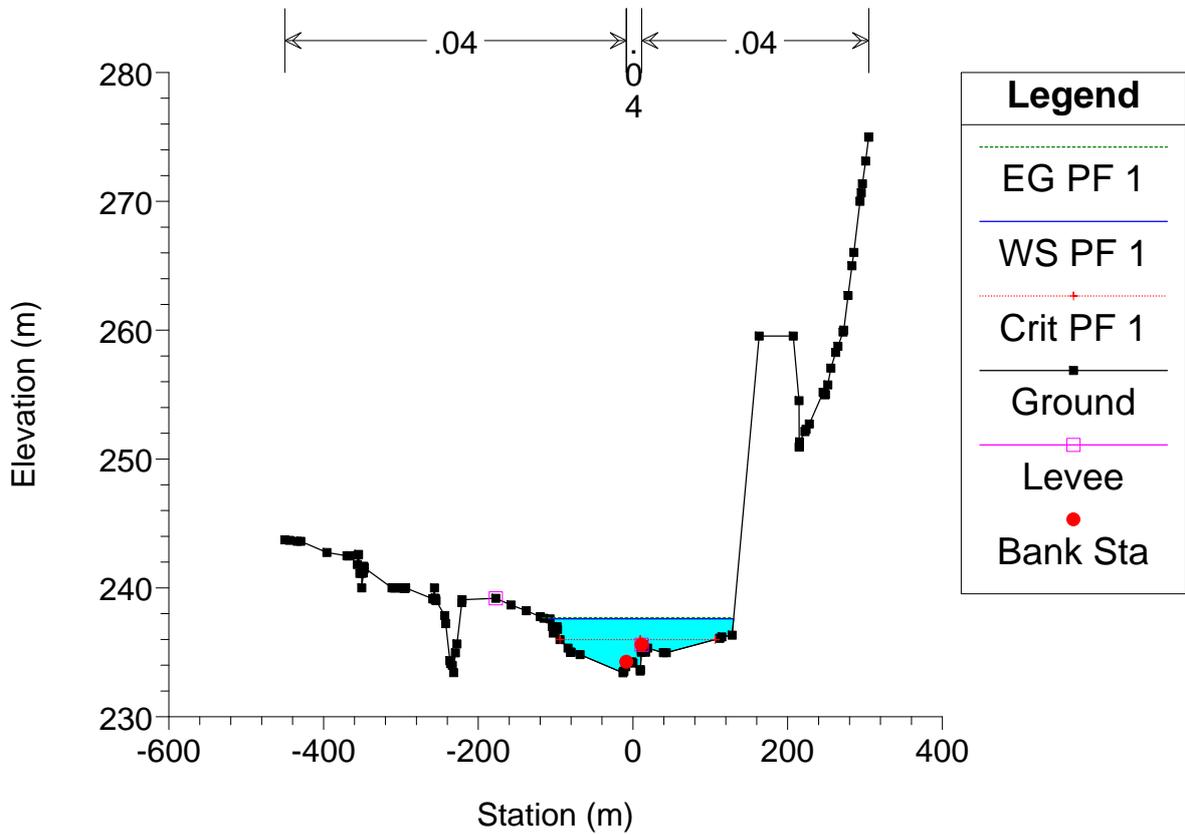
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



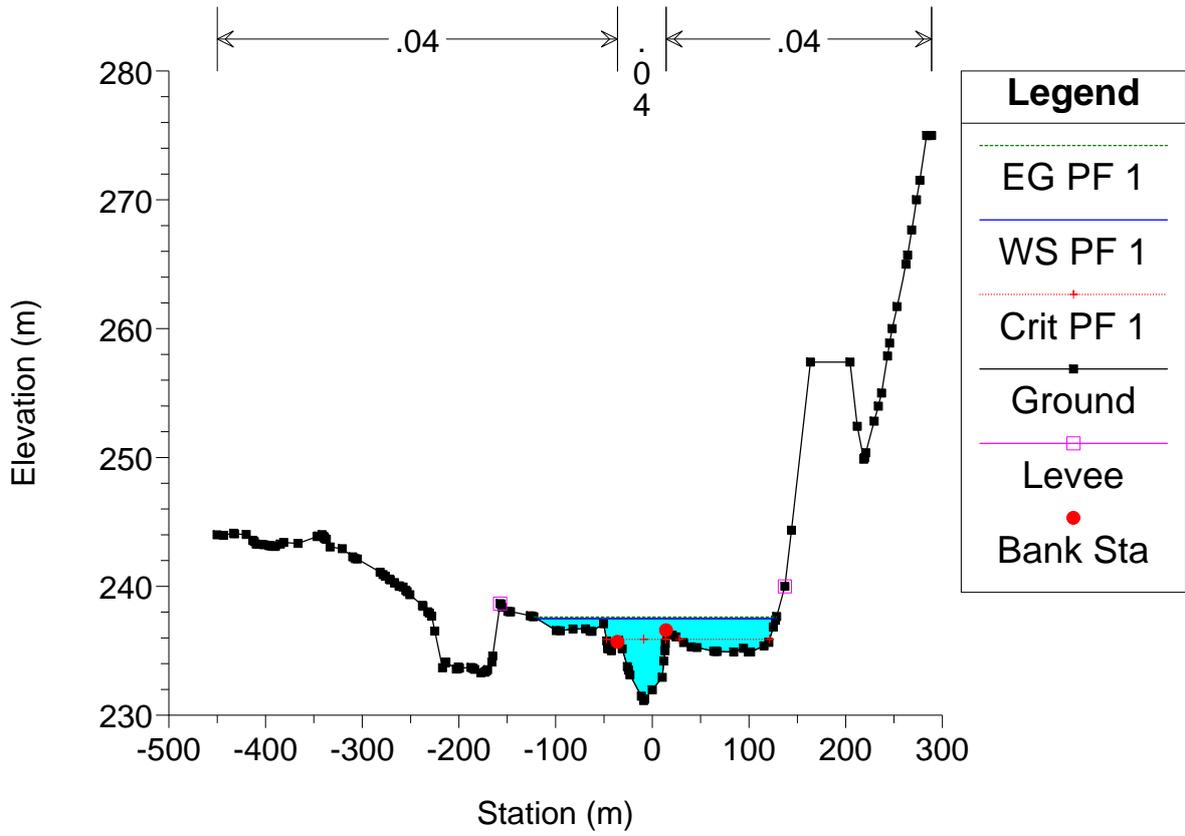
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



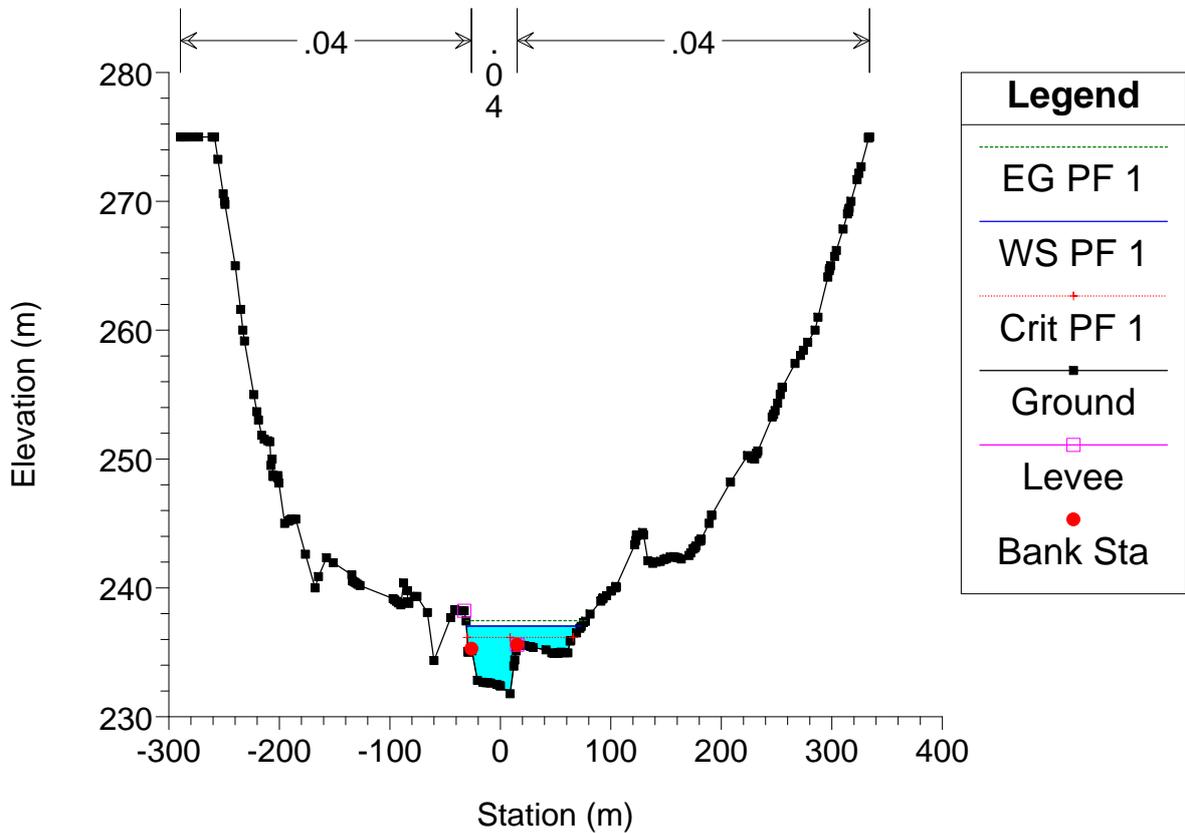
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



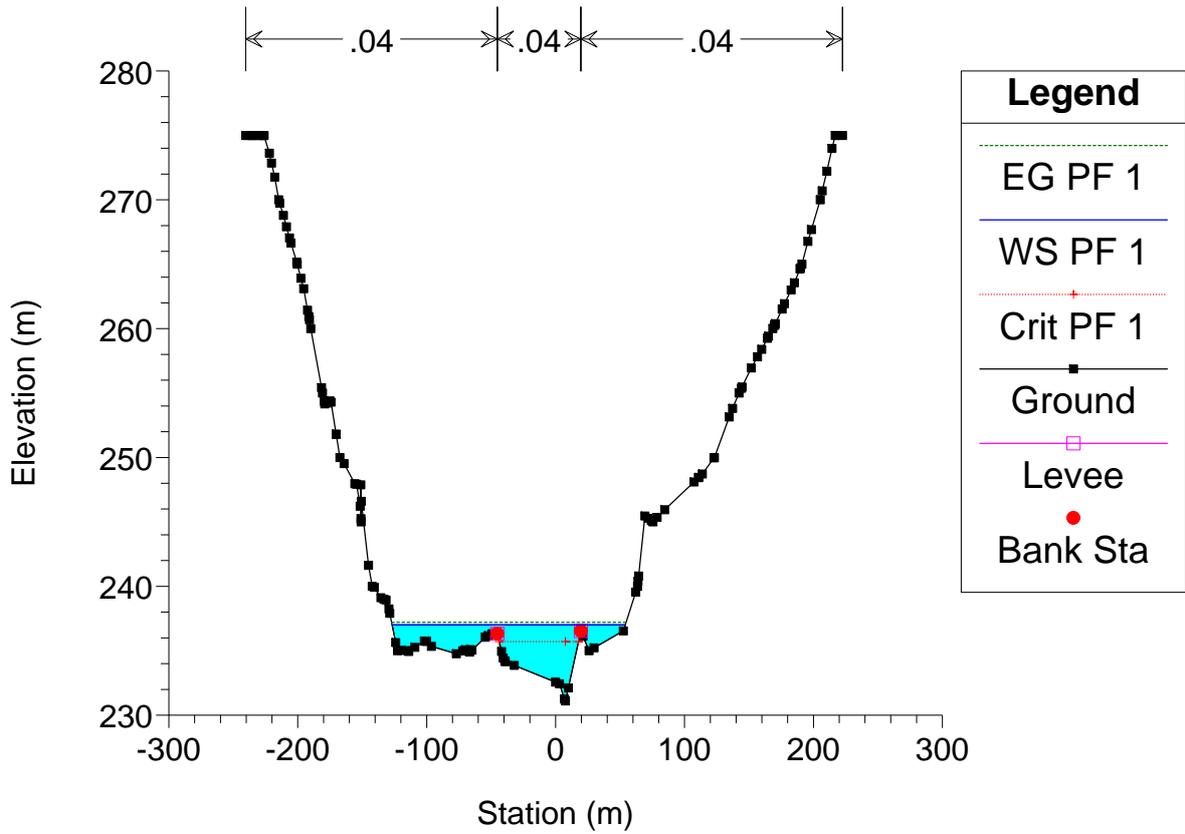
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



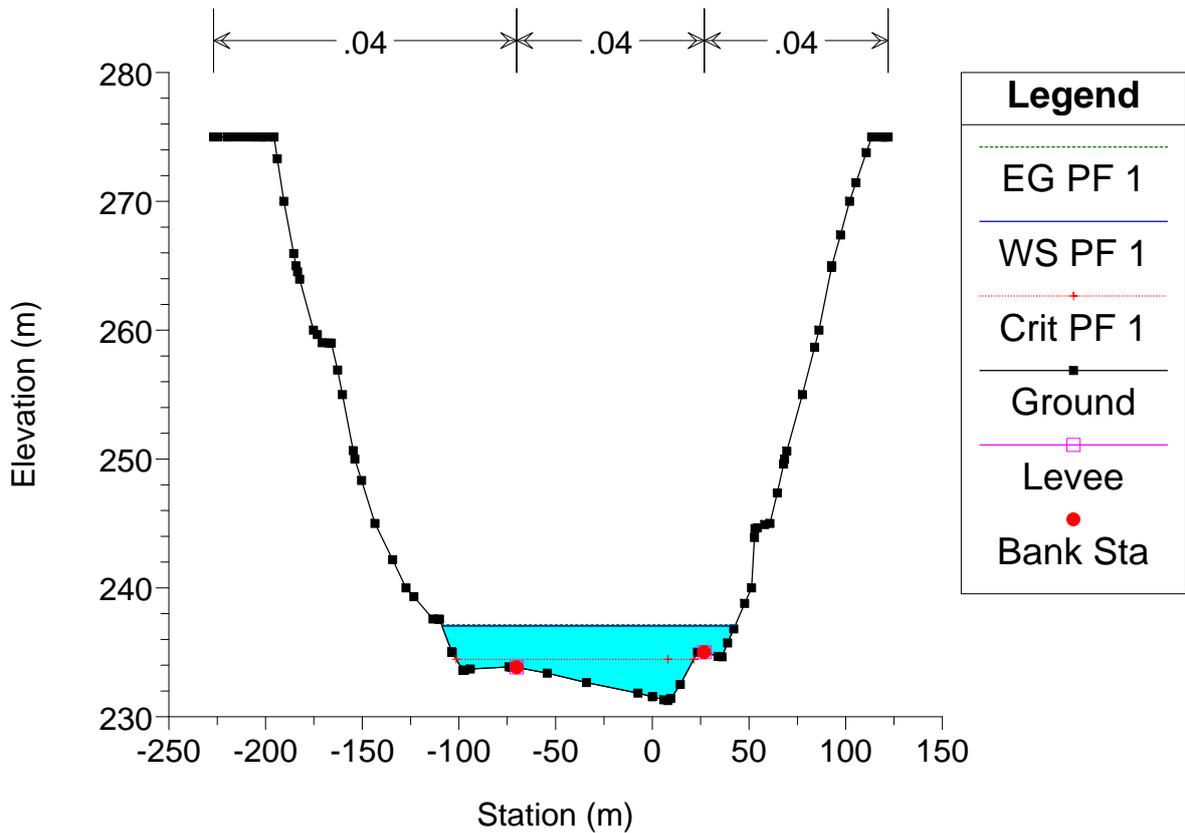
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



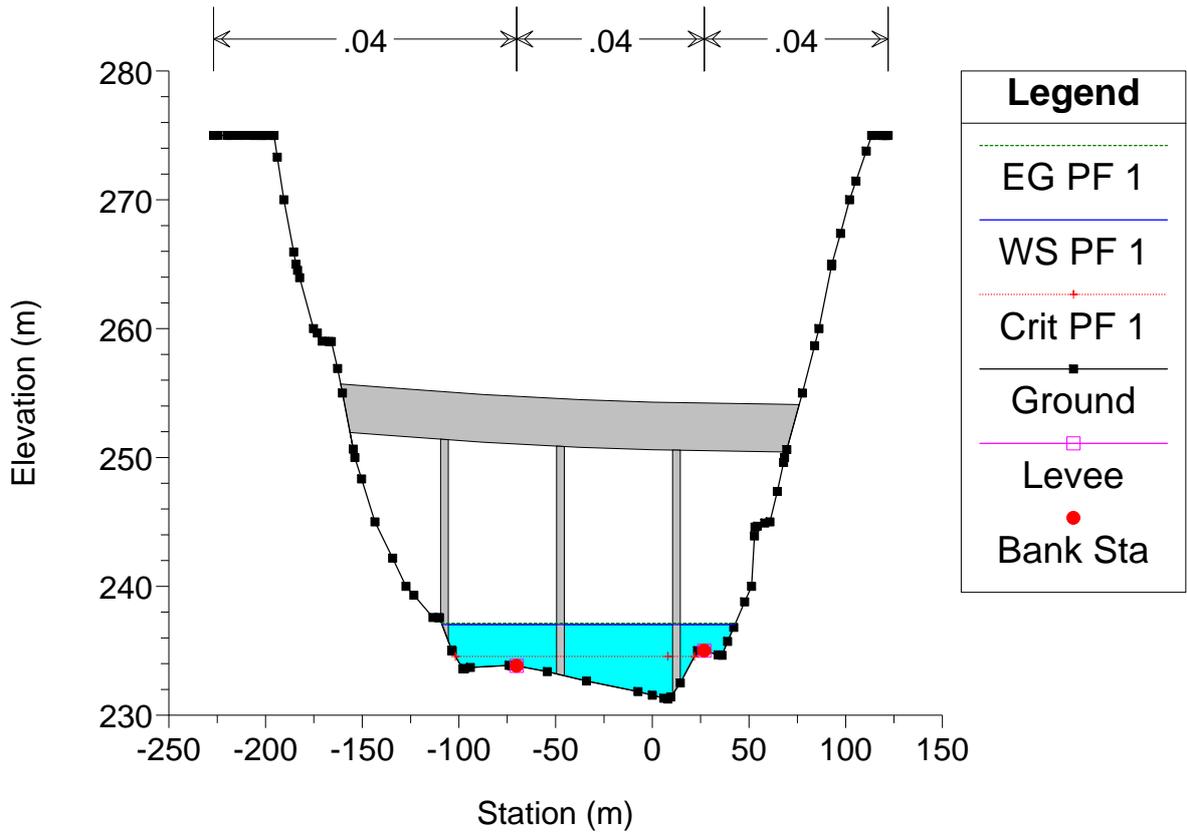
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



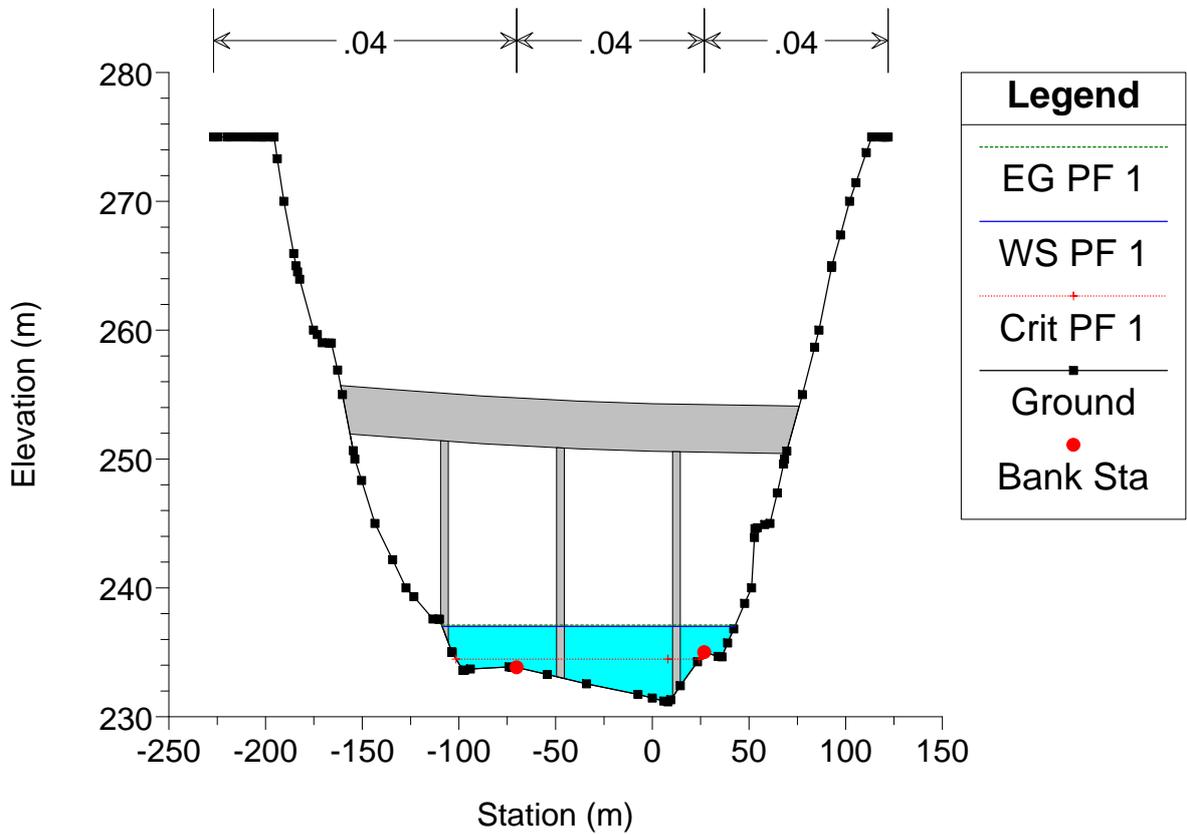
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



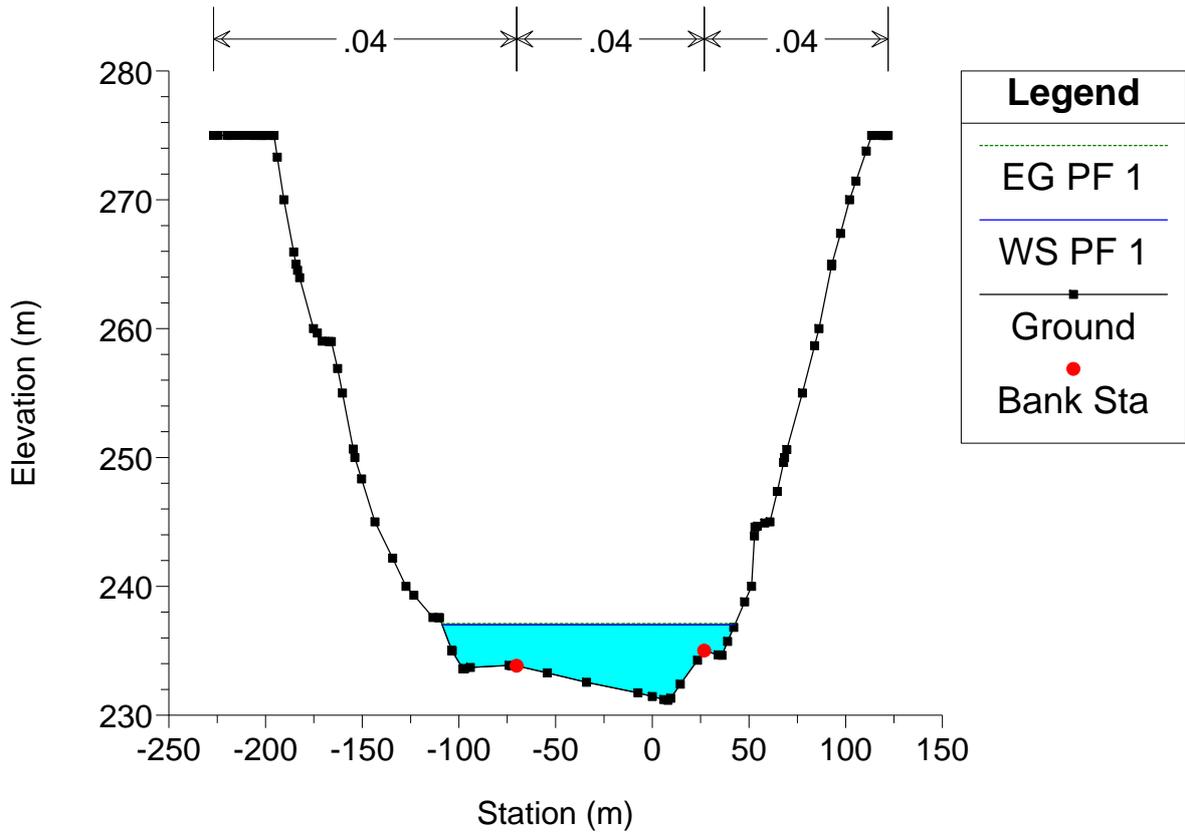
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



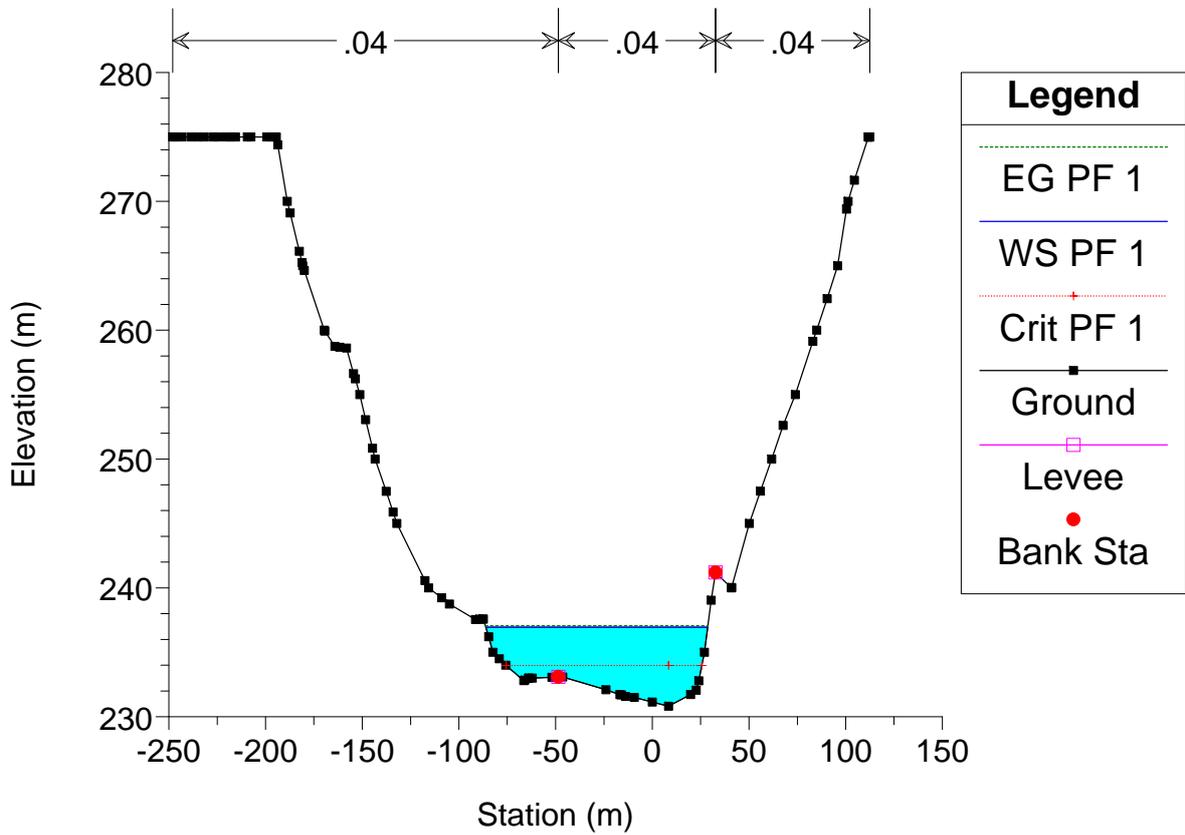
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



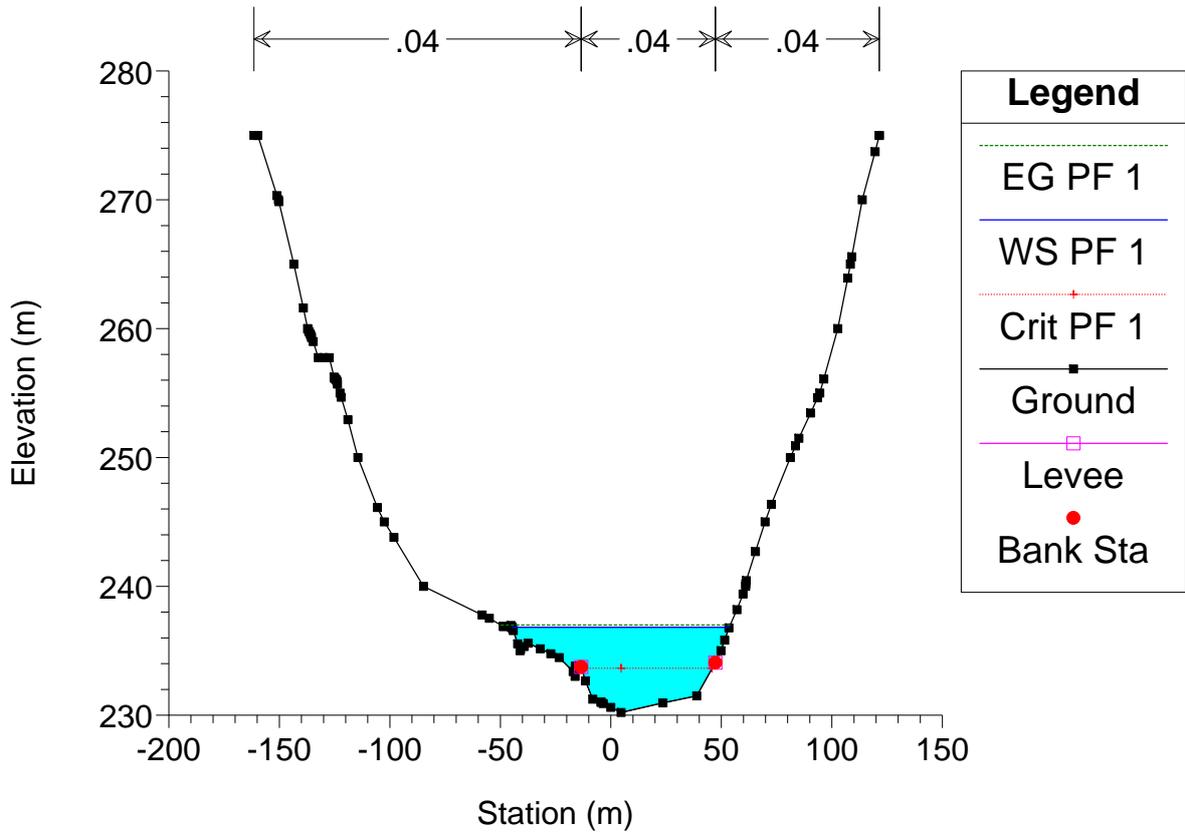
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



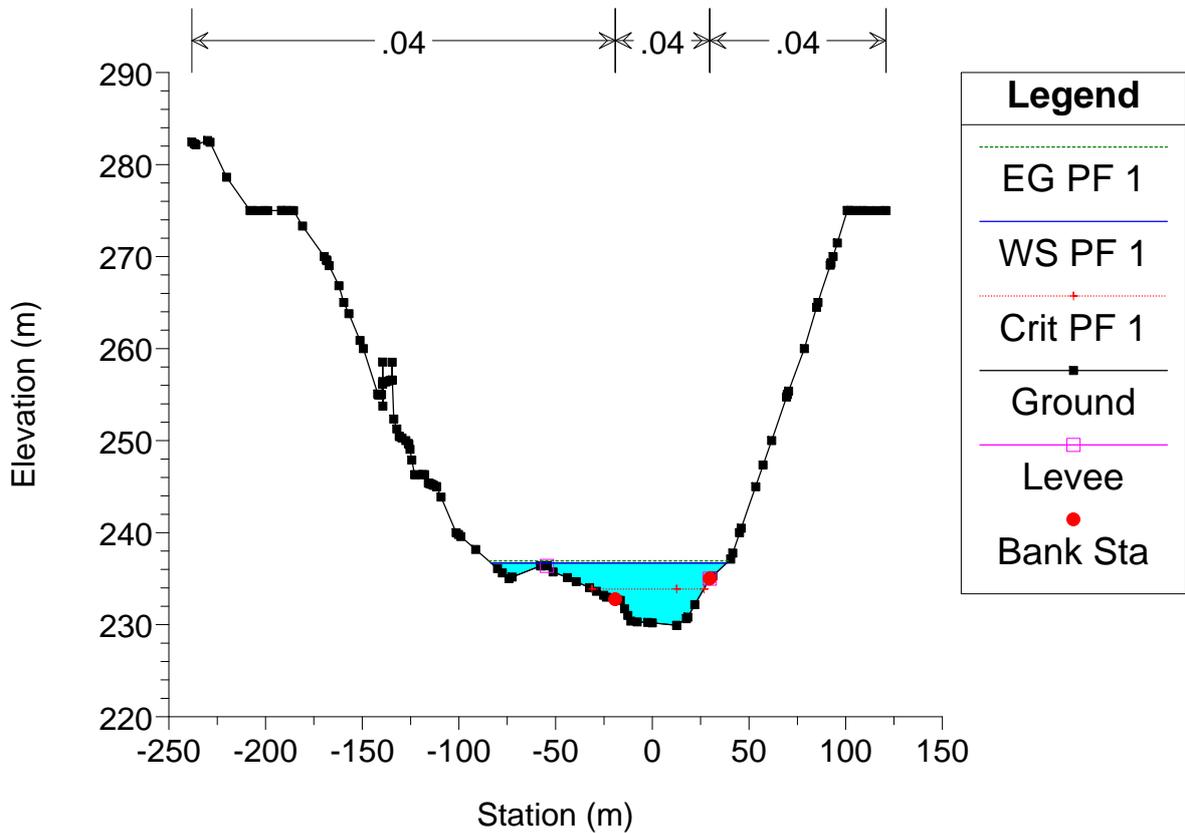
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



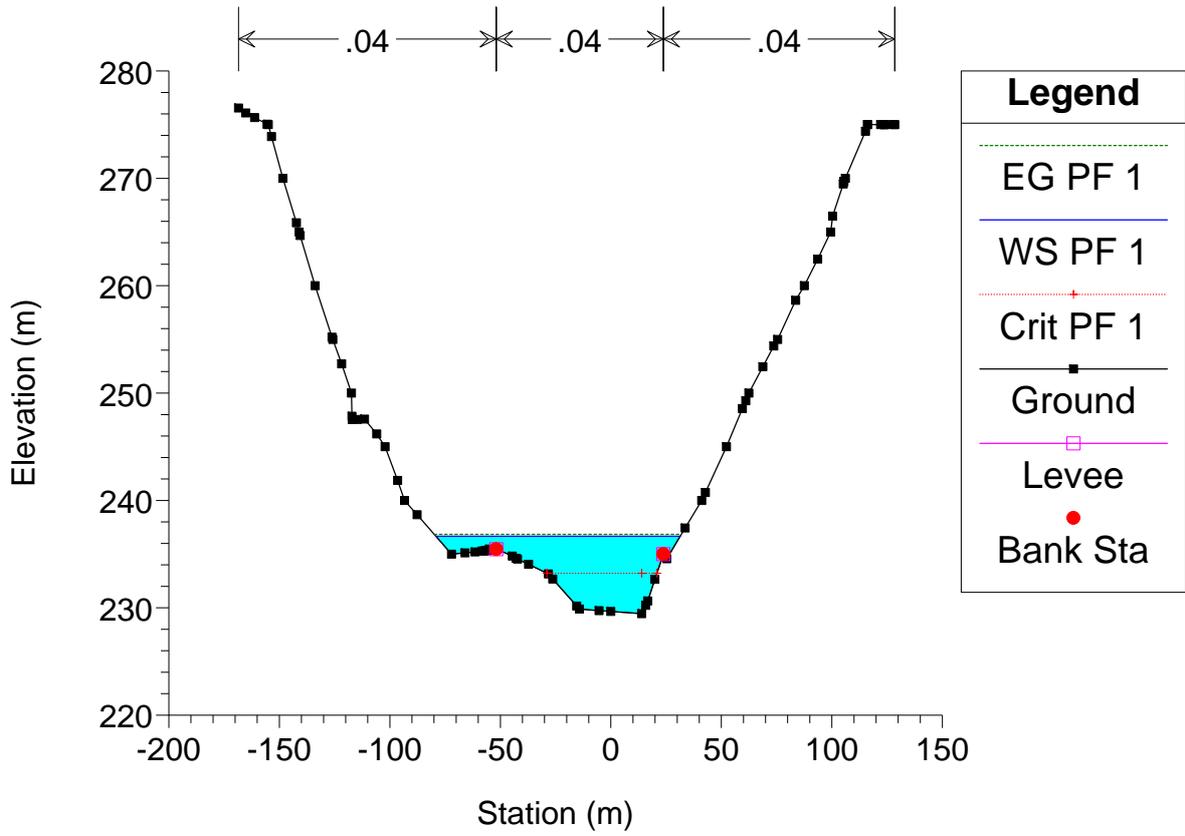
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



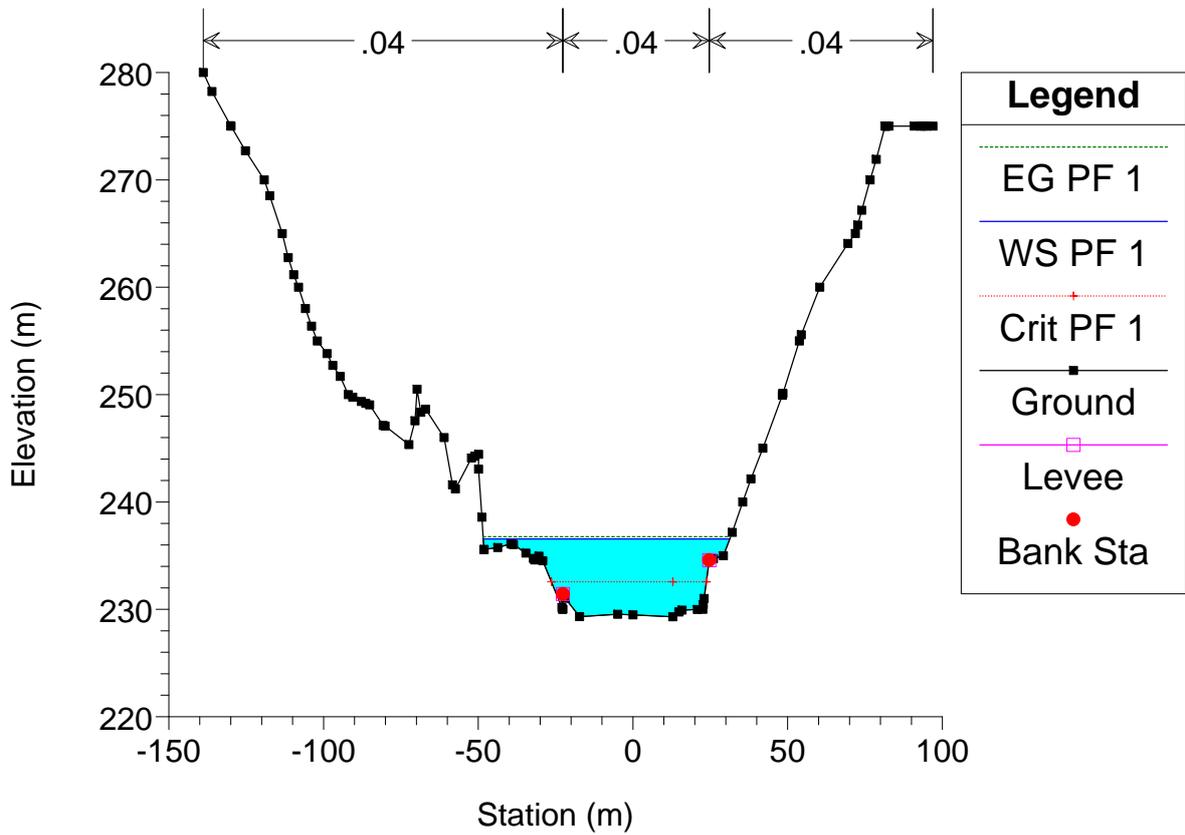
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



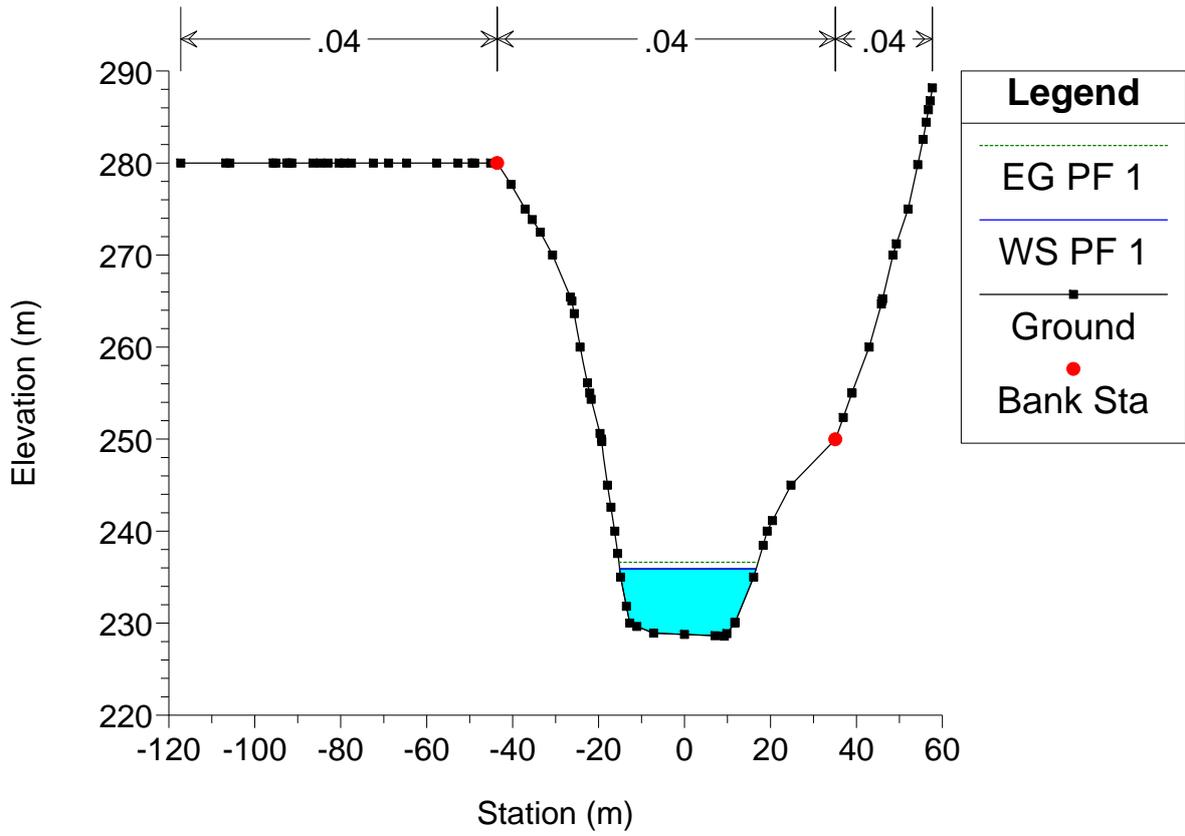
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



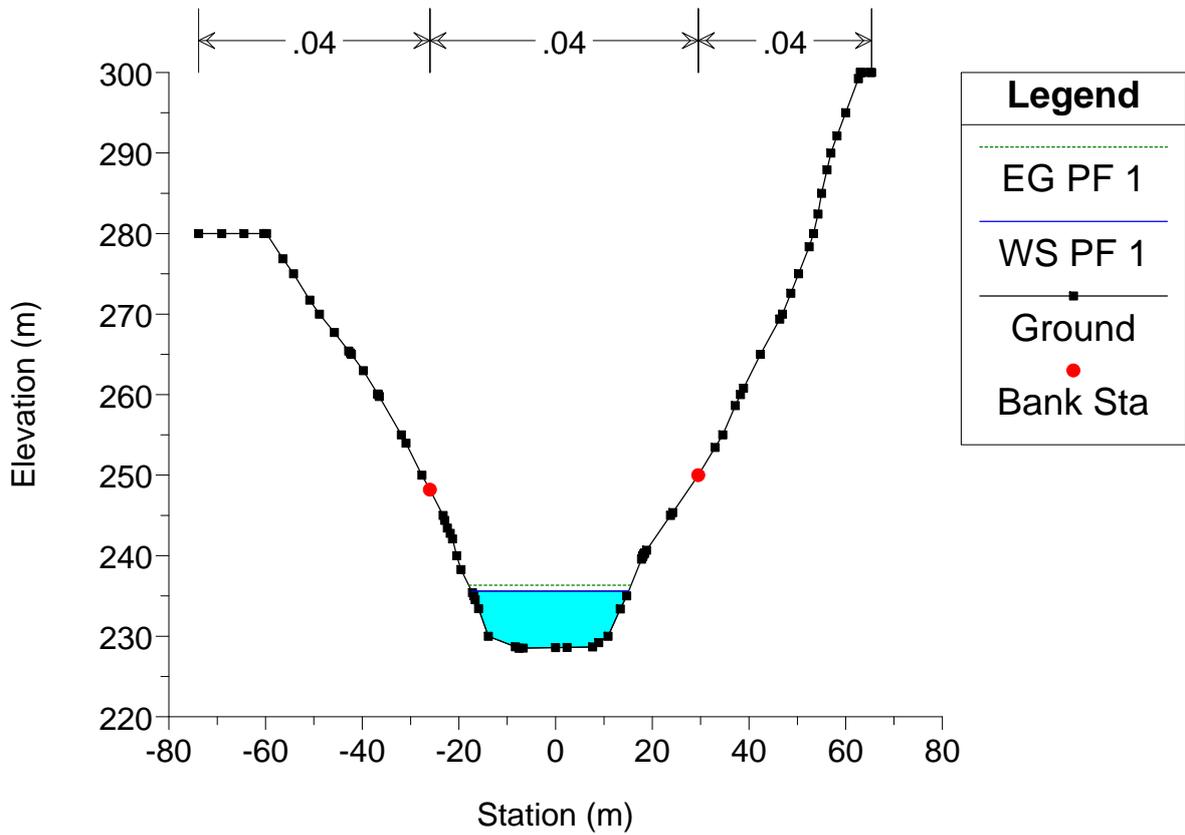
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



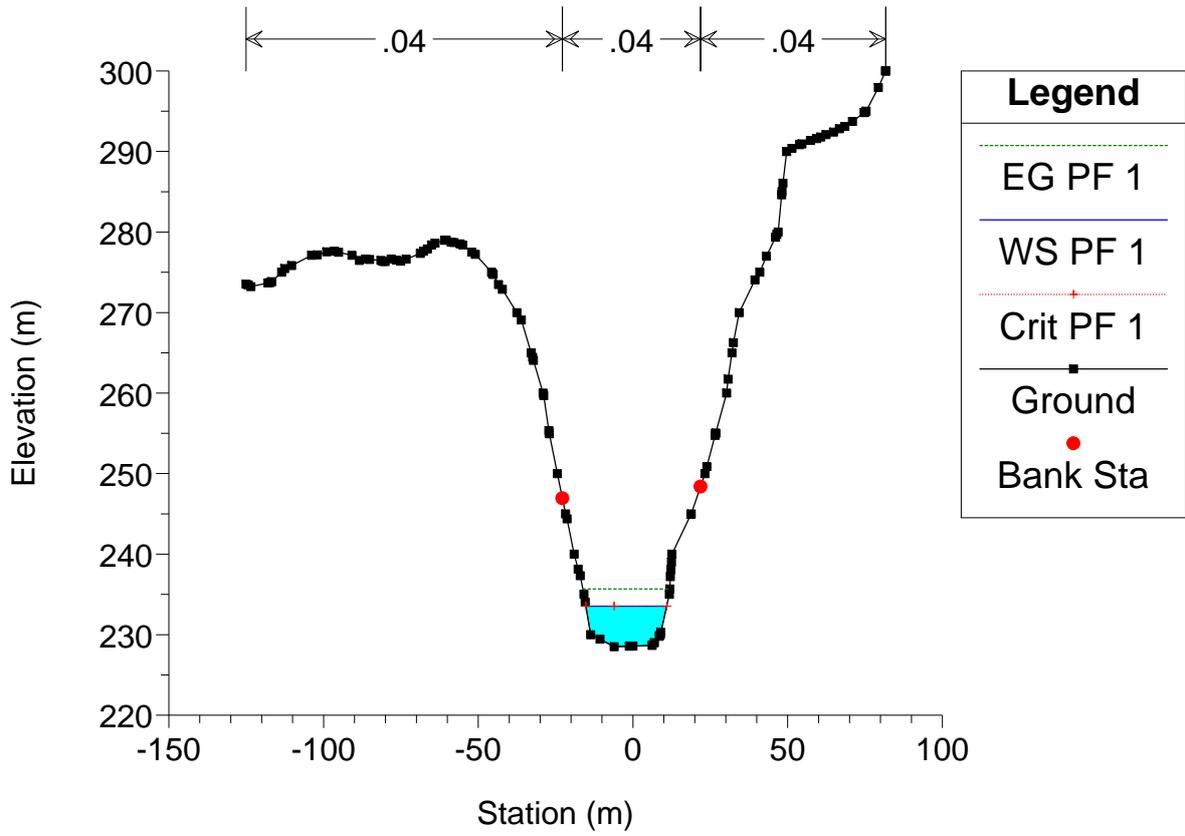
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



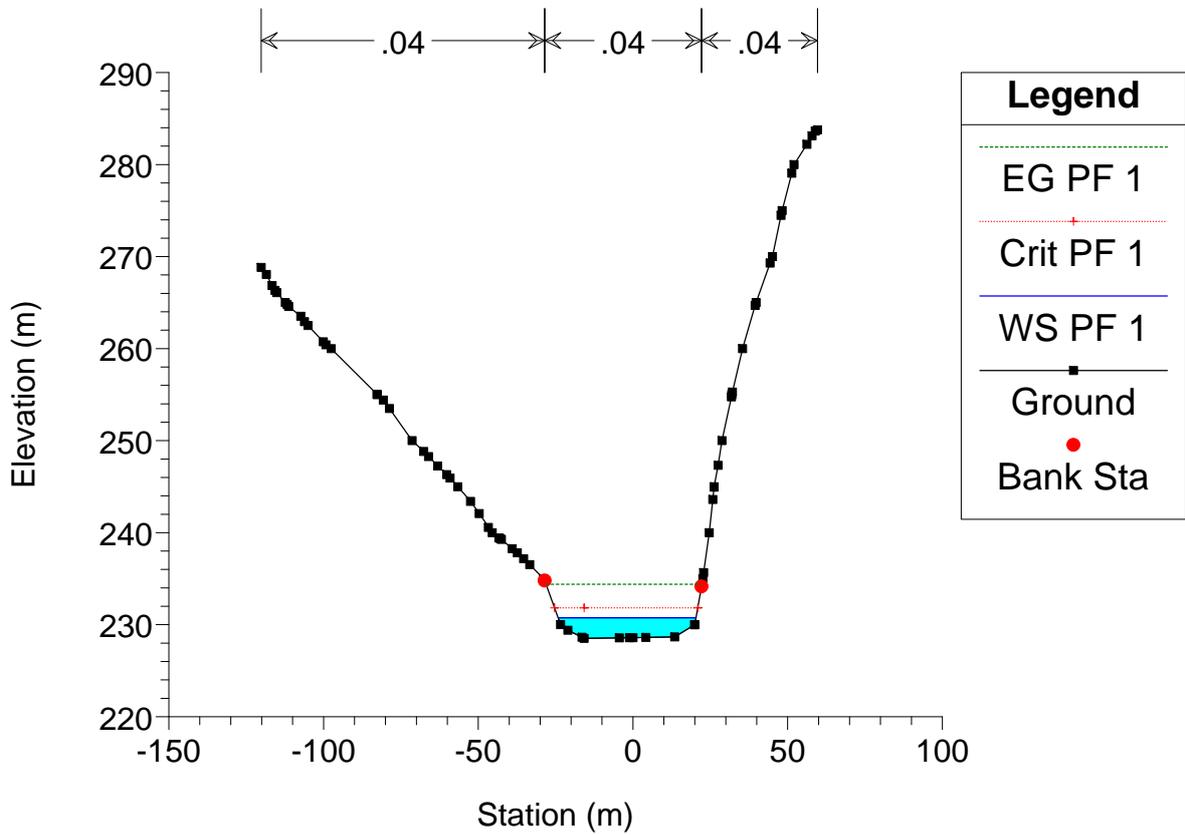
Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



Astico_TR5 Plan: Plan 02 21/07/2011



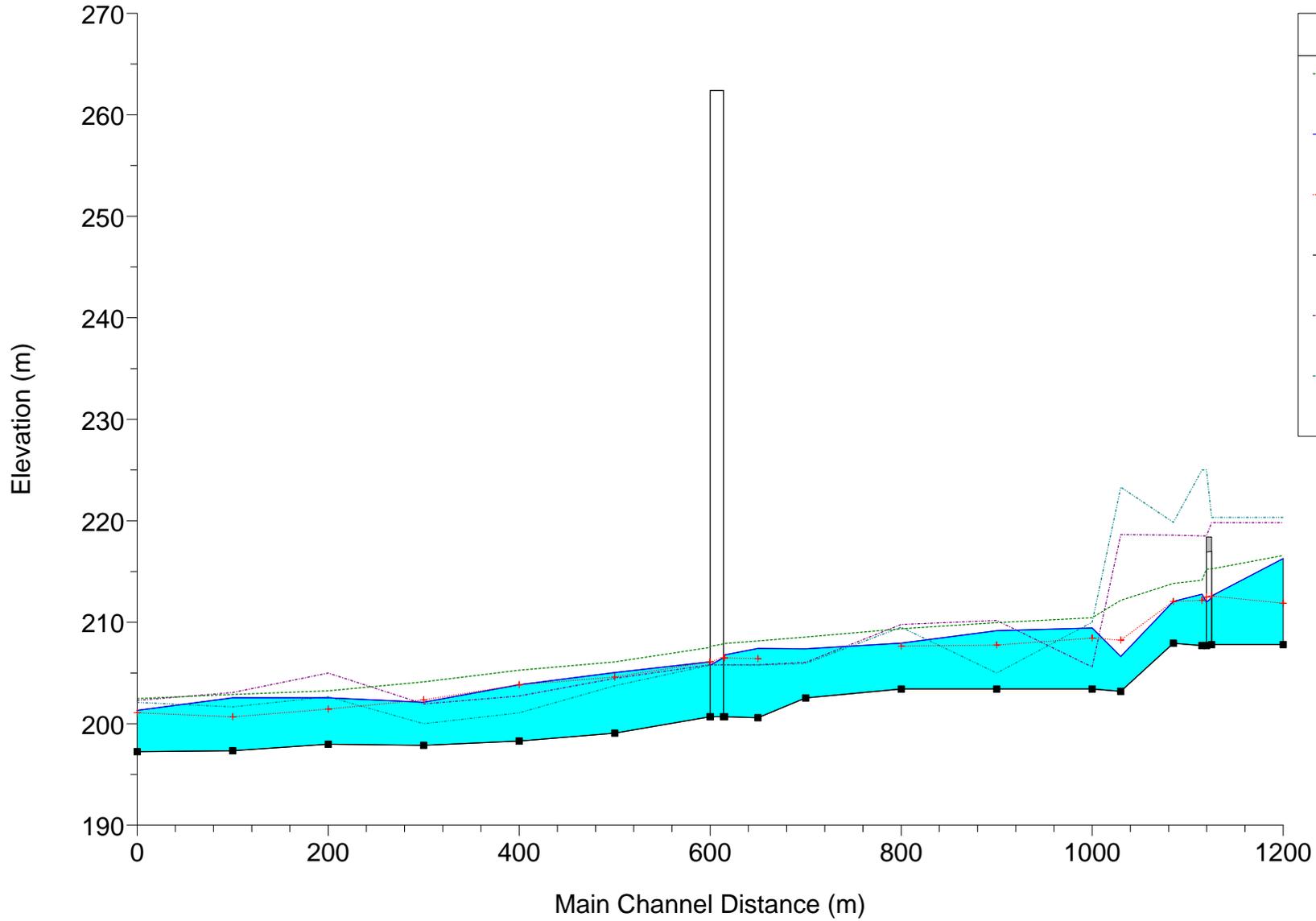
Torrente Astico – Stato di progetto – Tratto 6

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Astico Reach: TR6 Profile: PF 1

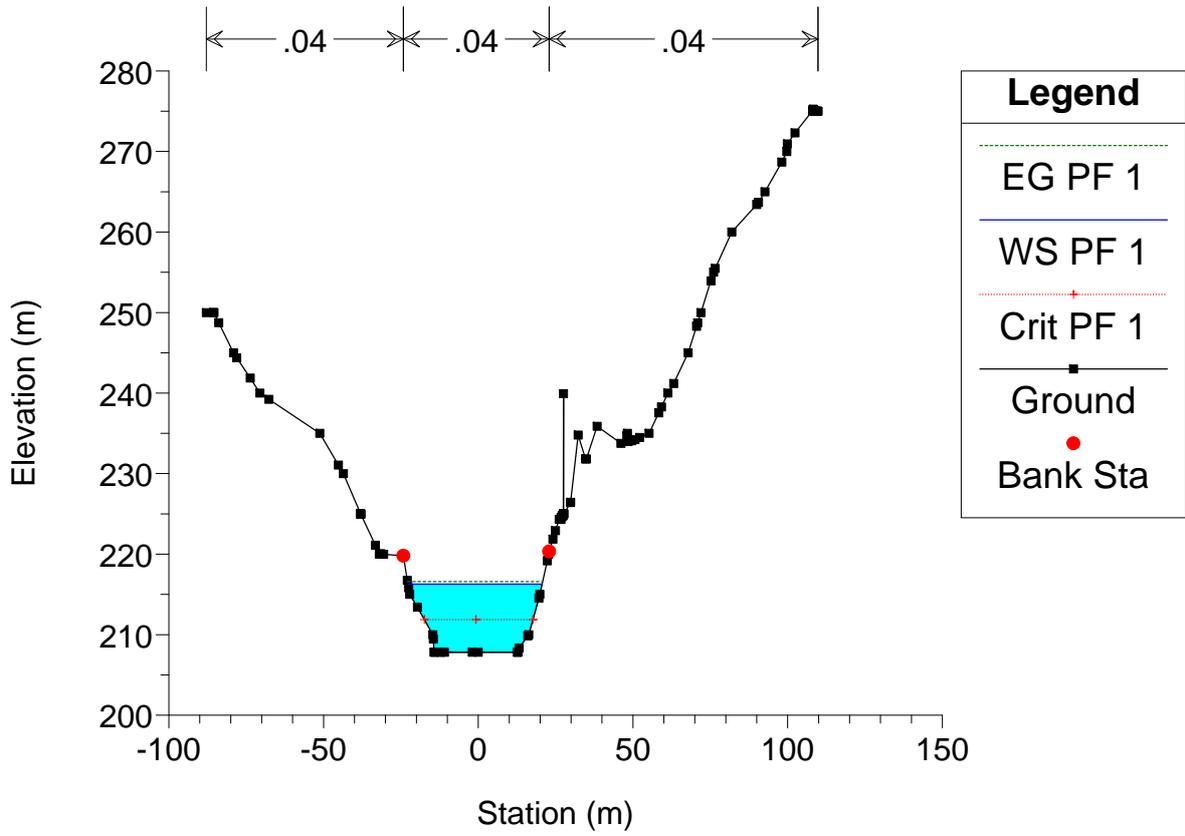
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)
TR6	-1	PF 1	741.98	207.80	216.27	211.87	2.47	0.30		
TR6	-1.5		Culvert							
TR6	-2	PF 1	741.98	207.70	212.77	212.15	5.18	0.81	218.50	225.00
TR6	-3	PF 1	741.98	207.93	212.05	212.05	5.90	1.00	218.59	219.84
TR6	-4	PF 1	741.98	203.20	206.63	208.24	10.43	2.28	218.63	223.31
TR6	-5	PF 1	741.98	203.42	209.44	208.44	4.47	0.68	205.59	210.00
TR6	-6	PF 1	741.98	203.42	209.17	207.75	4.01	0.59	210.18	205.00
TR6	-7	PF 1	741.98	203.42	207.94	207.65	5.27	0.89	209.78	209.52
TR6	-8	PF 1	741.98	202.54	207.38		4.84	0.76		
TR6	-8.5	PF 1	741.98	200.59	207.42	206.41	3.94	0.62	205.81	205.77
TR6	-8.75	PF 1	741.98	200.69	206.78	206.49	4.86	0.85	205.81	205.77
TR6	-8.90		Bridge							
TR6	-9	PF 1	741.98	200.69	206.11	206.11	5.39	0.98	205.81	205.77
TR6	-10	PF 1	741.98	199.08	205.05	204.60	4.62	0.77	204.47	203.74
TR6	-11	PF 1	741.98	198.29	203.85	203.85	5.67	0.92		
TR6	-12	PF 1	741.98	197.87	202.12	202.35	6.29	1.10		
TR6	-13	PF 1	741.98	197.99	202.56	201.44	3.68	0.61		
TR6	-14	PF 1	741.98	197.33	202.56	200.68	2.59	0.40		201.67
TR6	-15	PF 1	741.98	197.25	201.32	201.09	4.76	0.89	202.31	202.11

Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011

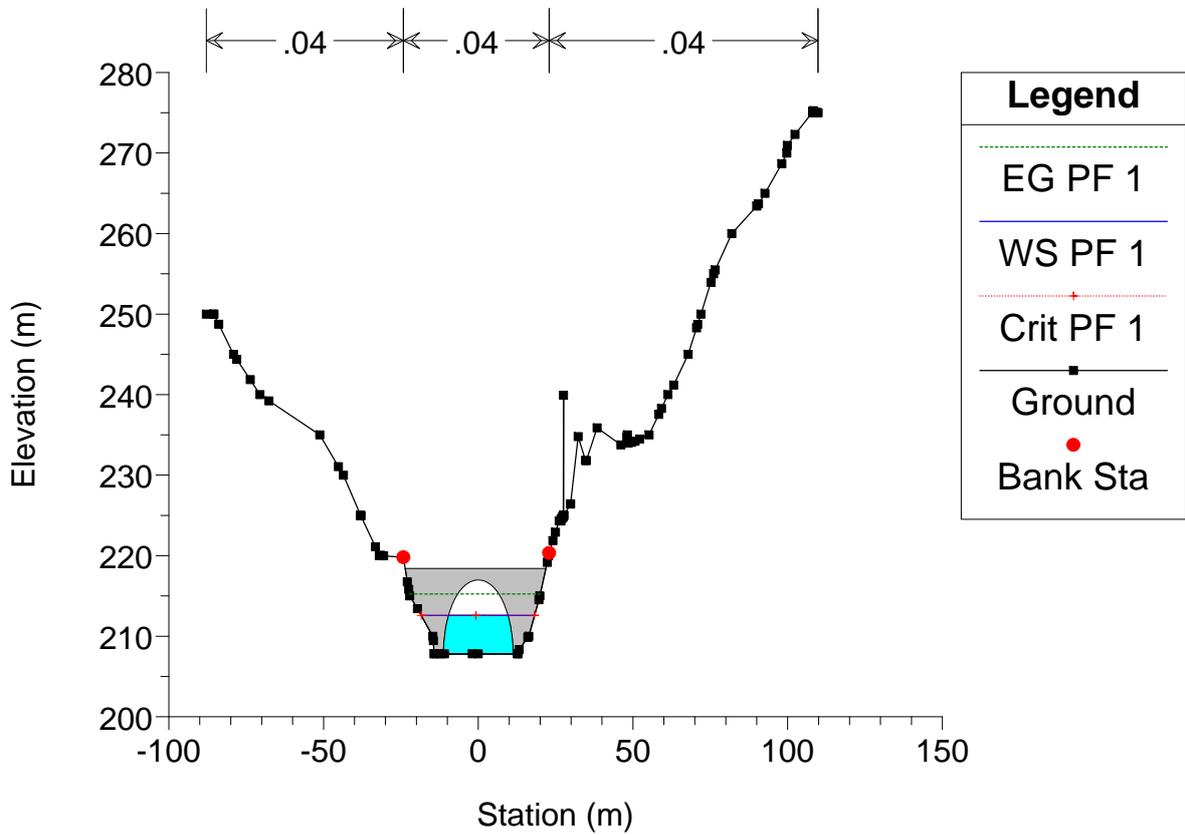
Legend	
EG PF 1
WS PF 1
Crit PF 1
Ground
LOB
ROB



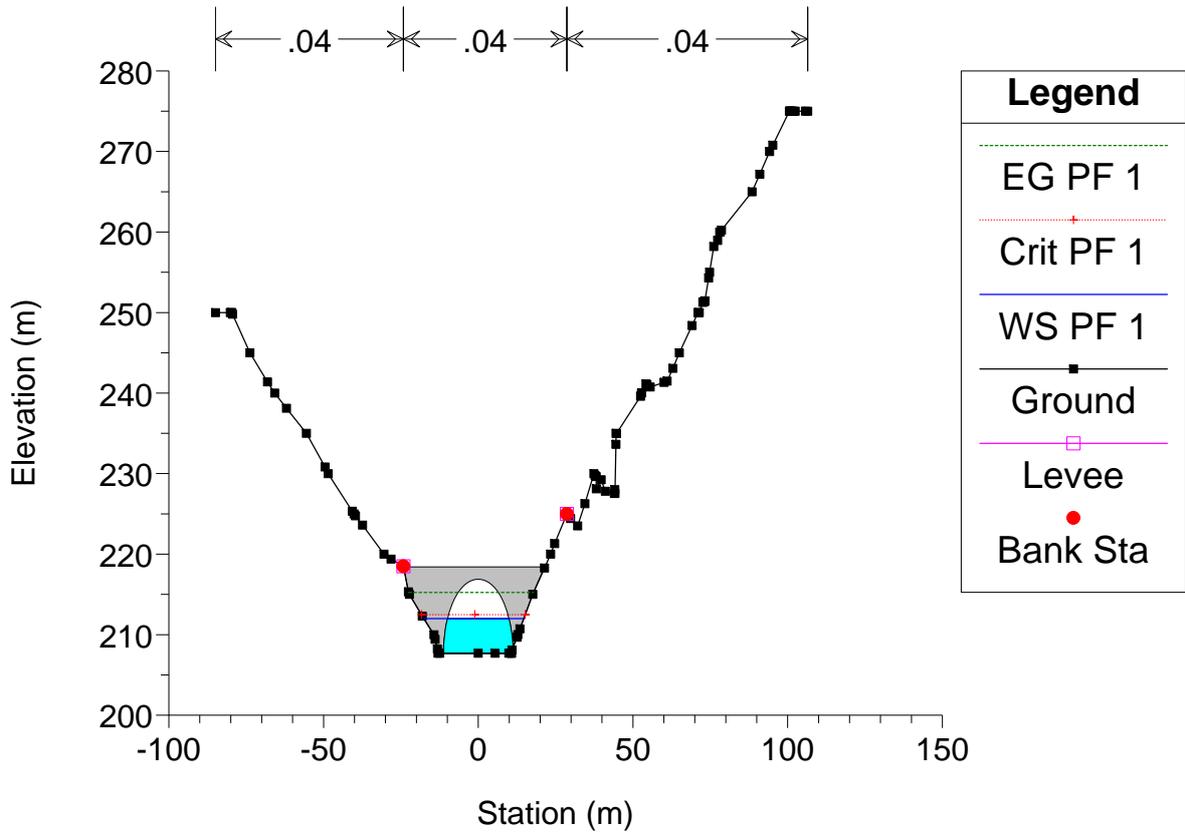
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



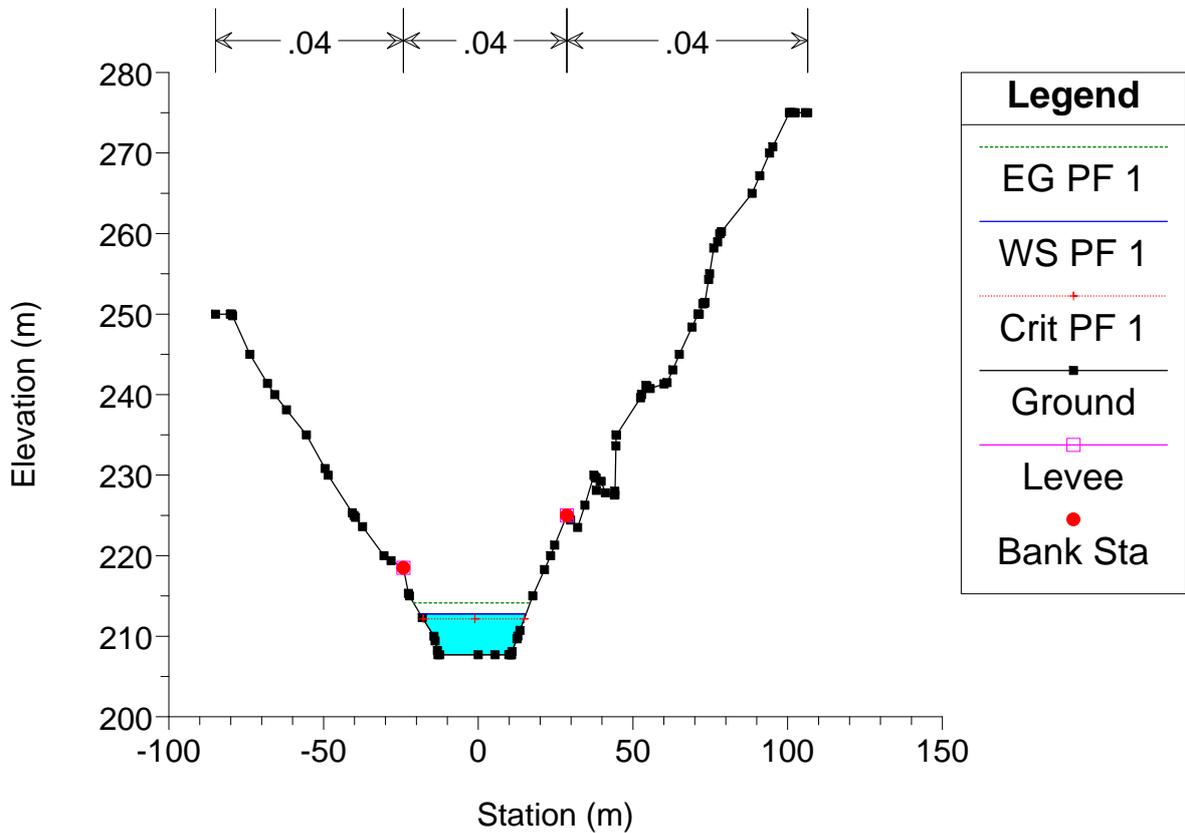
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



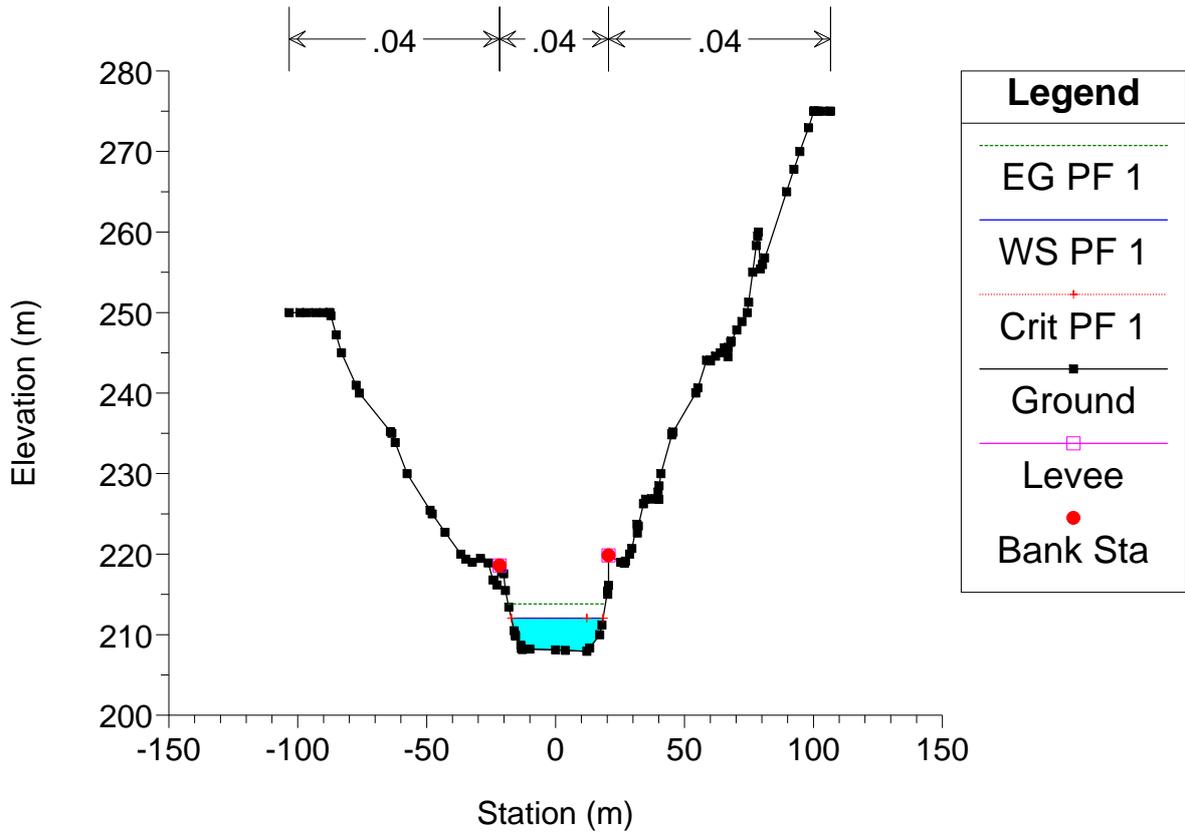
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



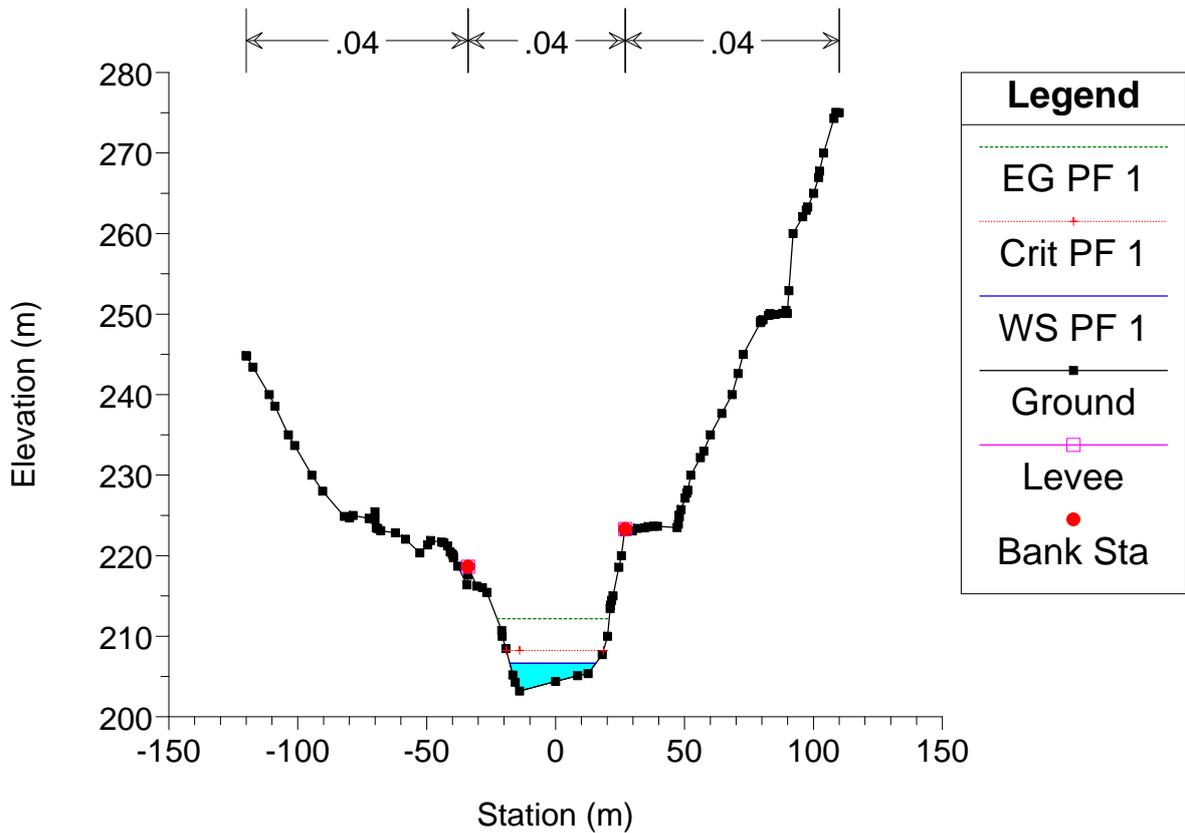
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



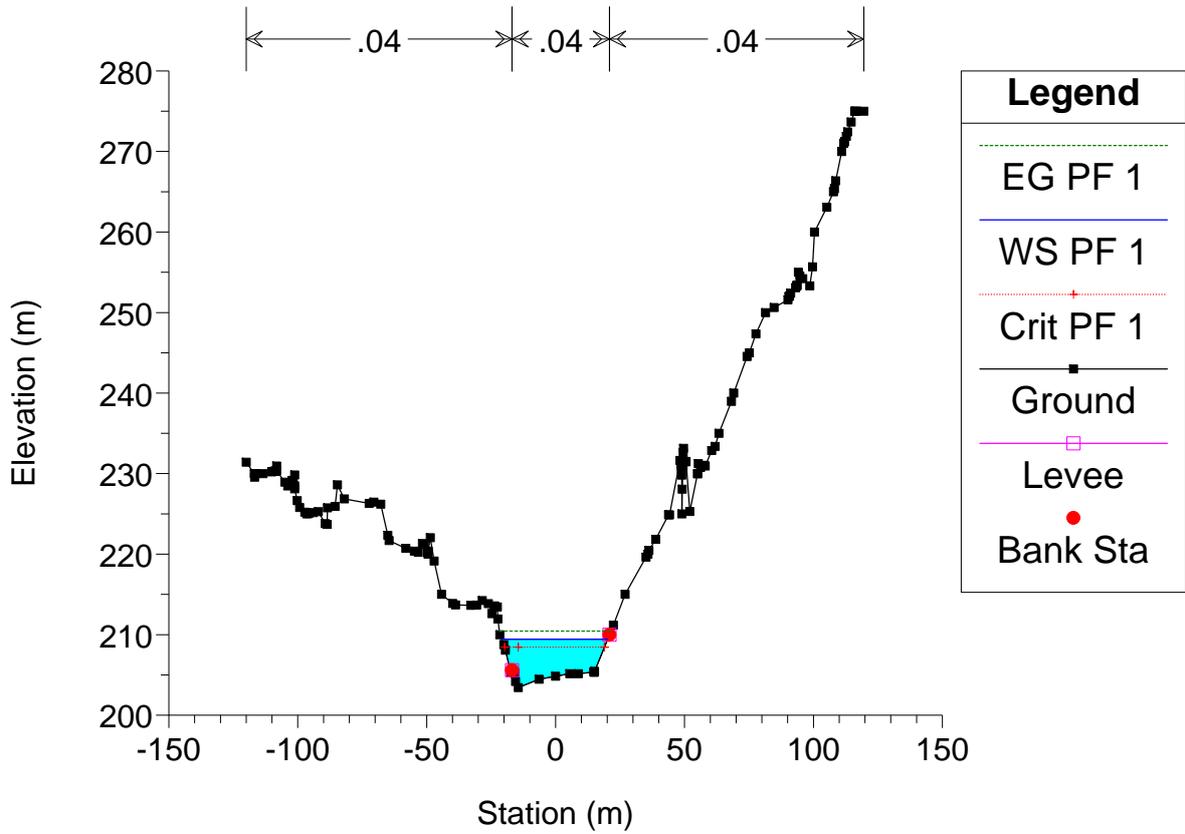
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



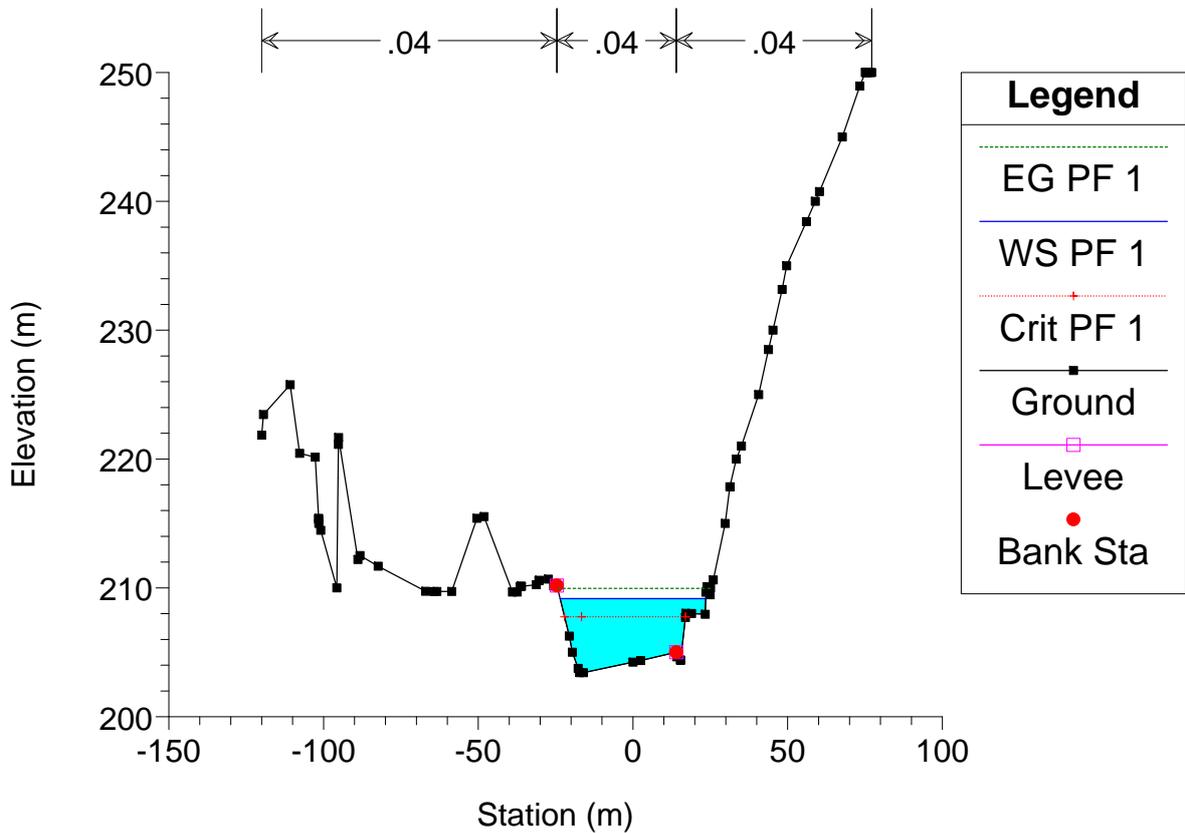
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



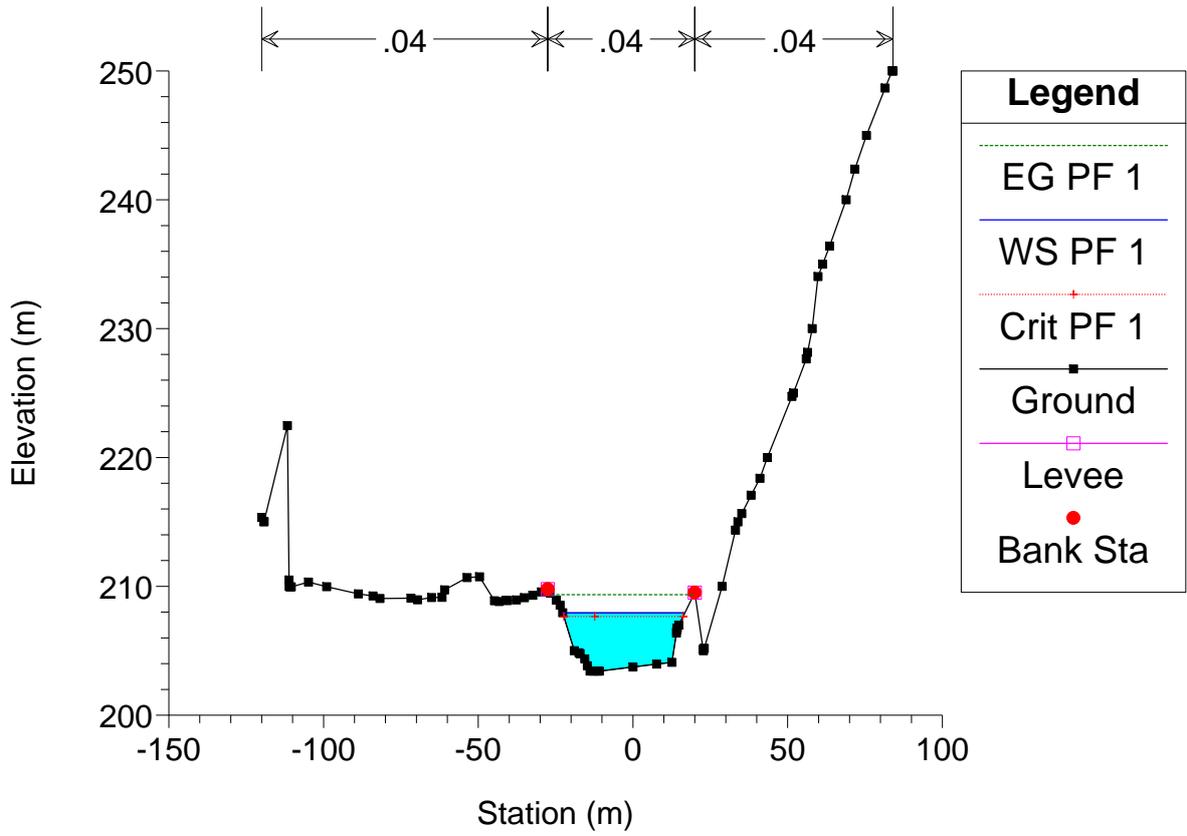
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



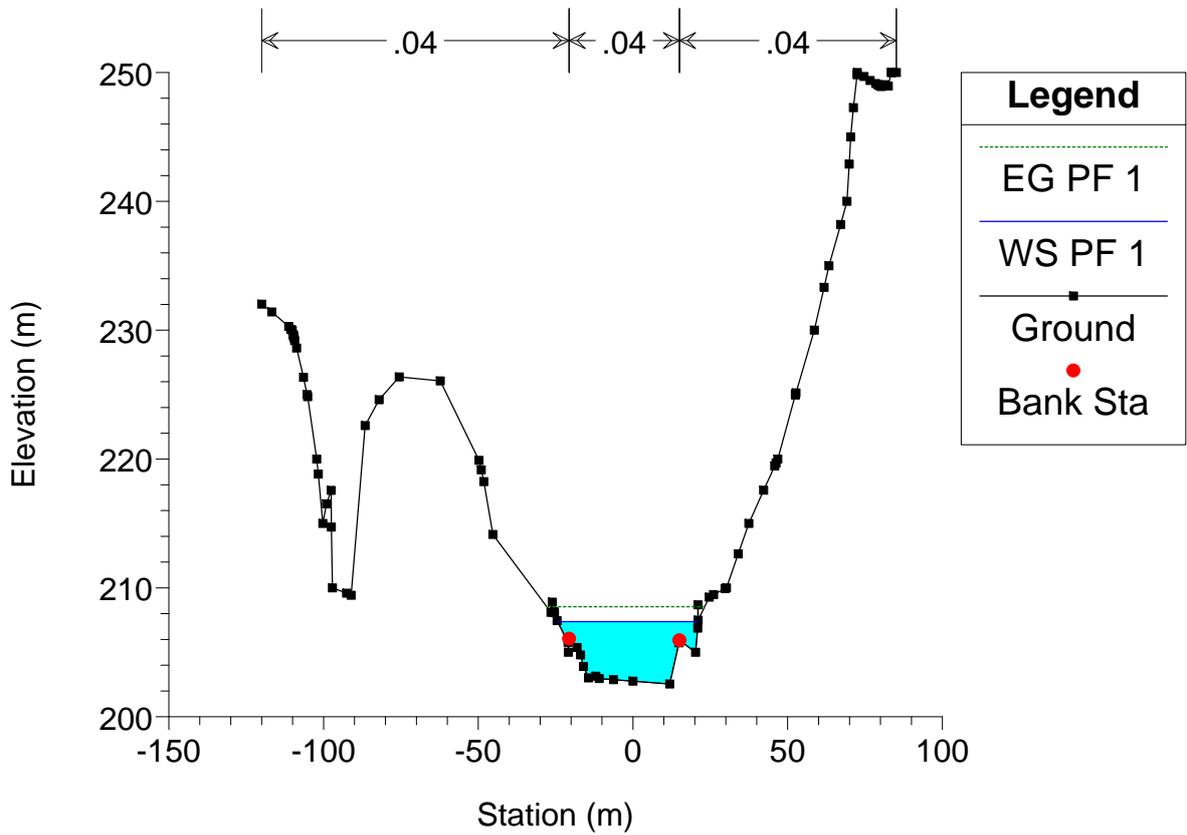
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



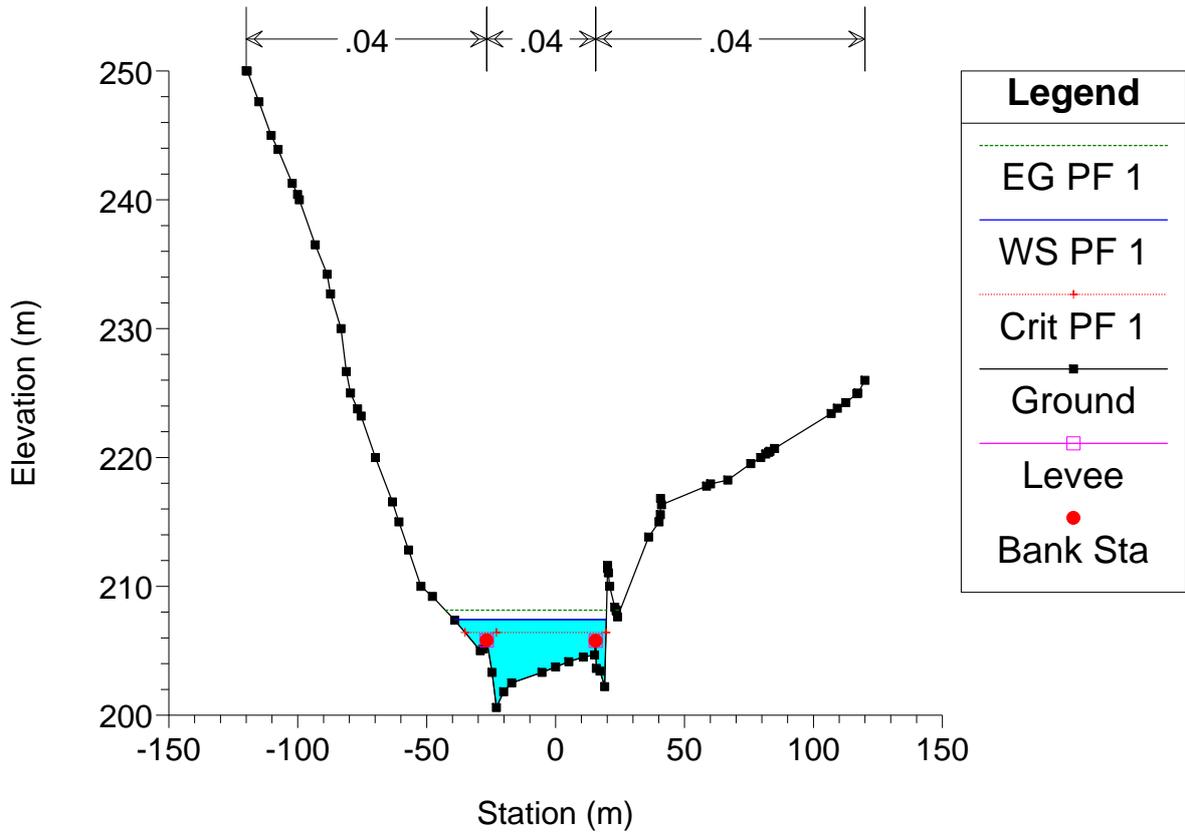
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



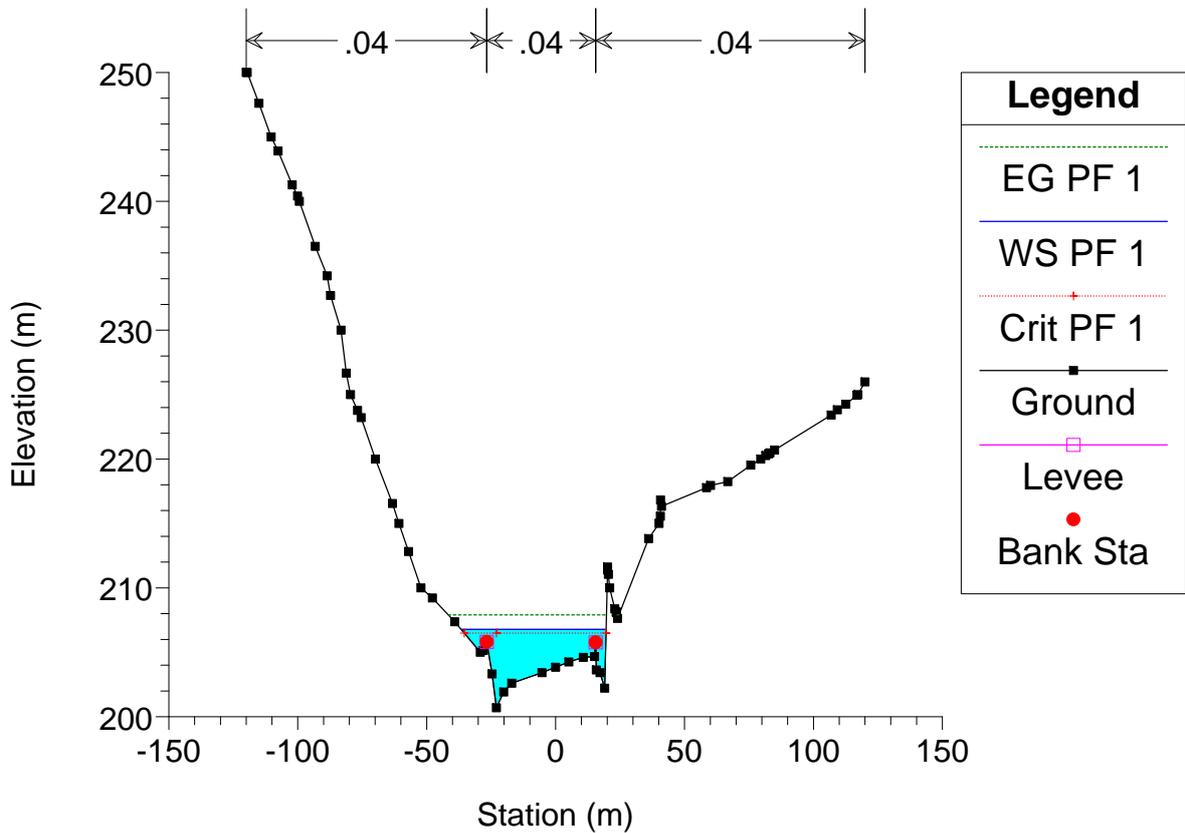
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



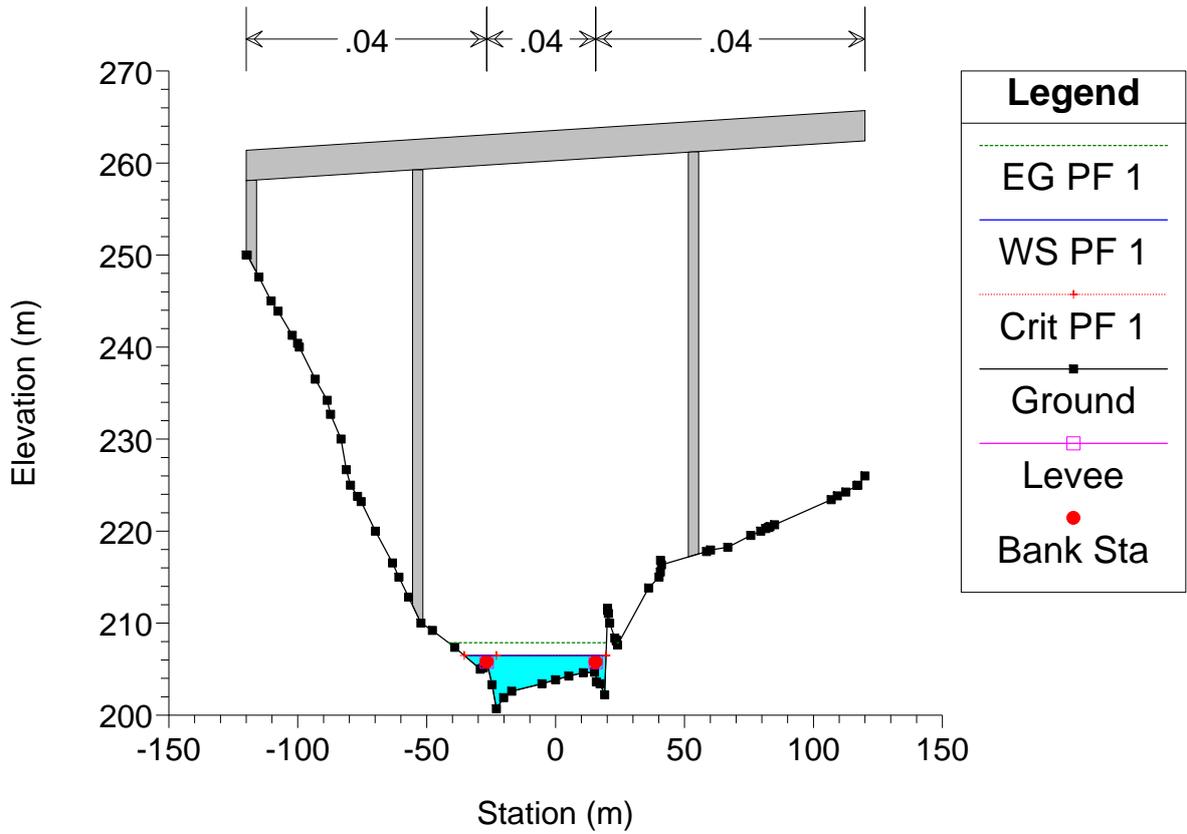
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



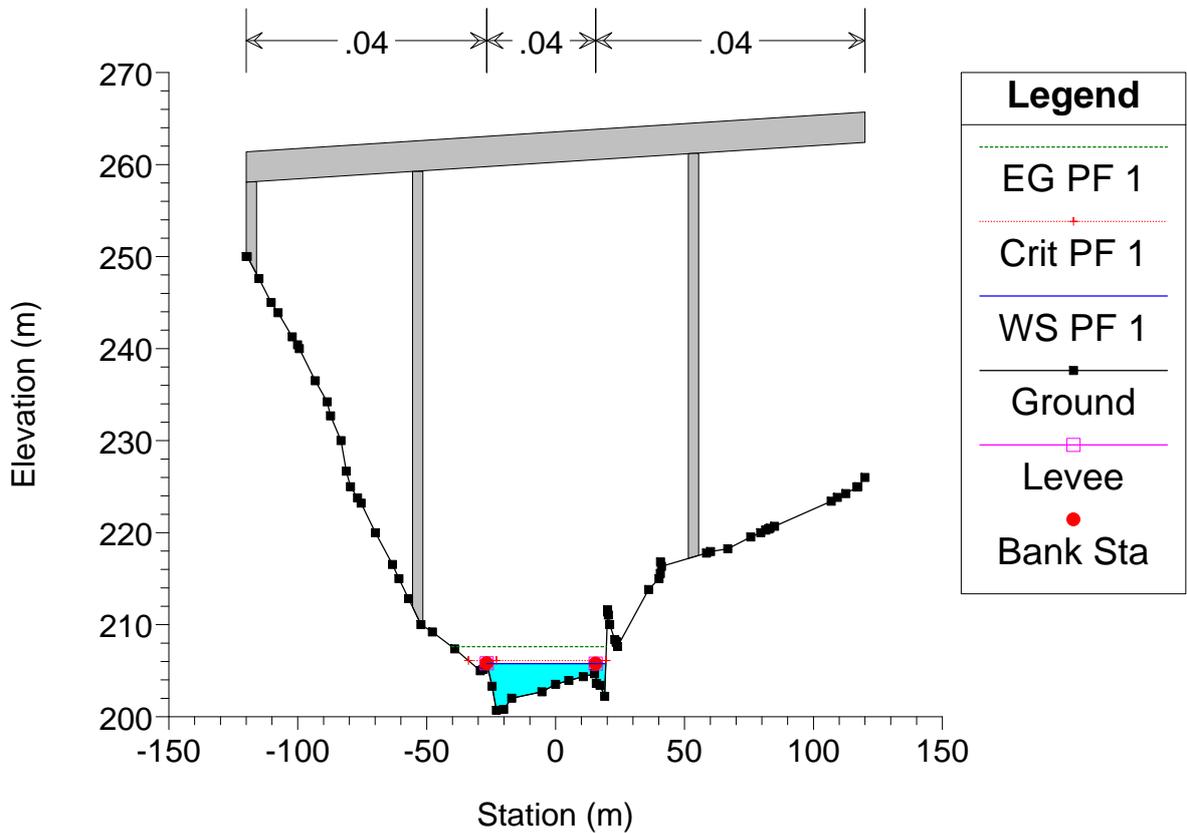
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



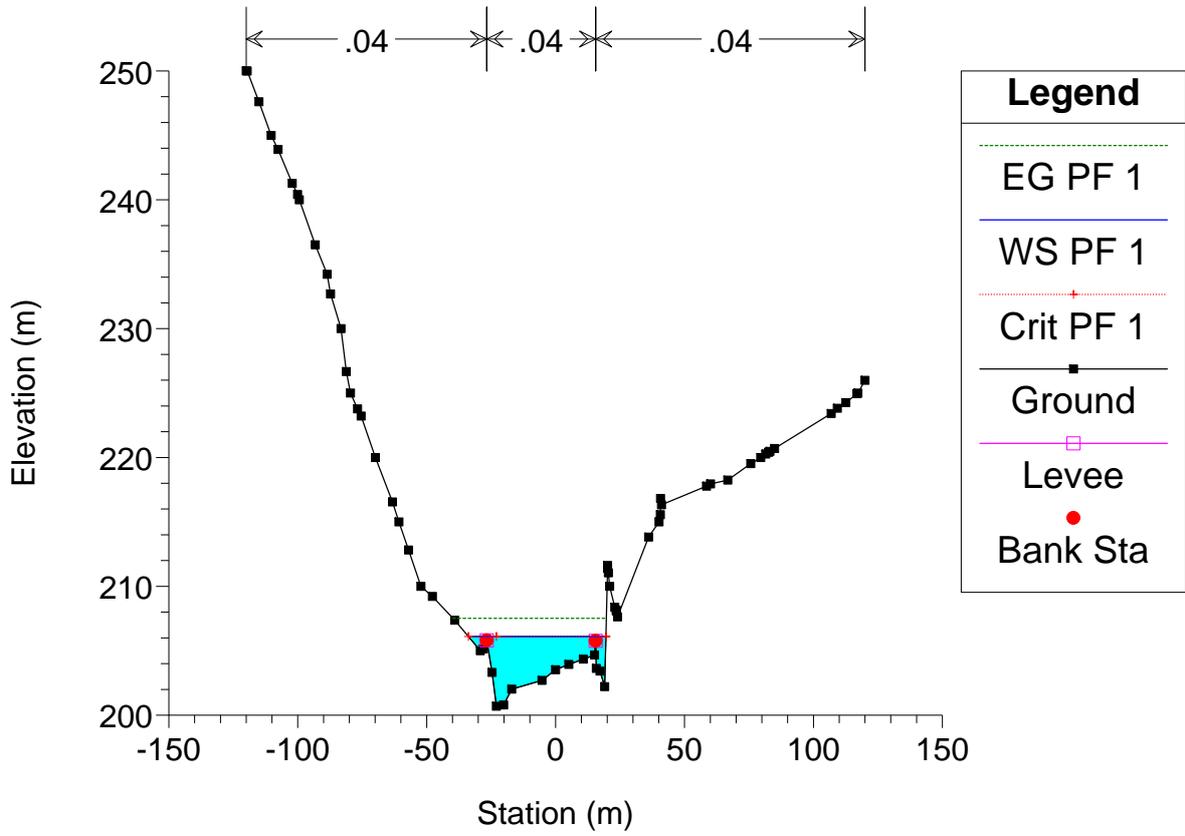
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



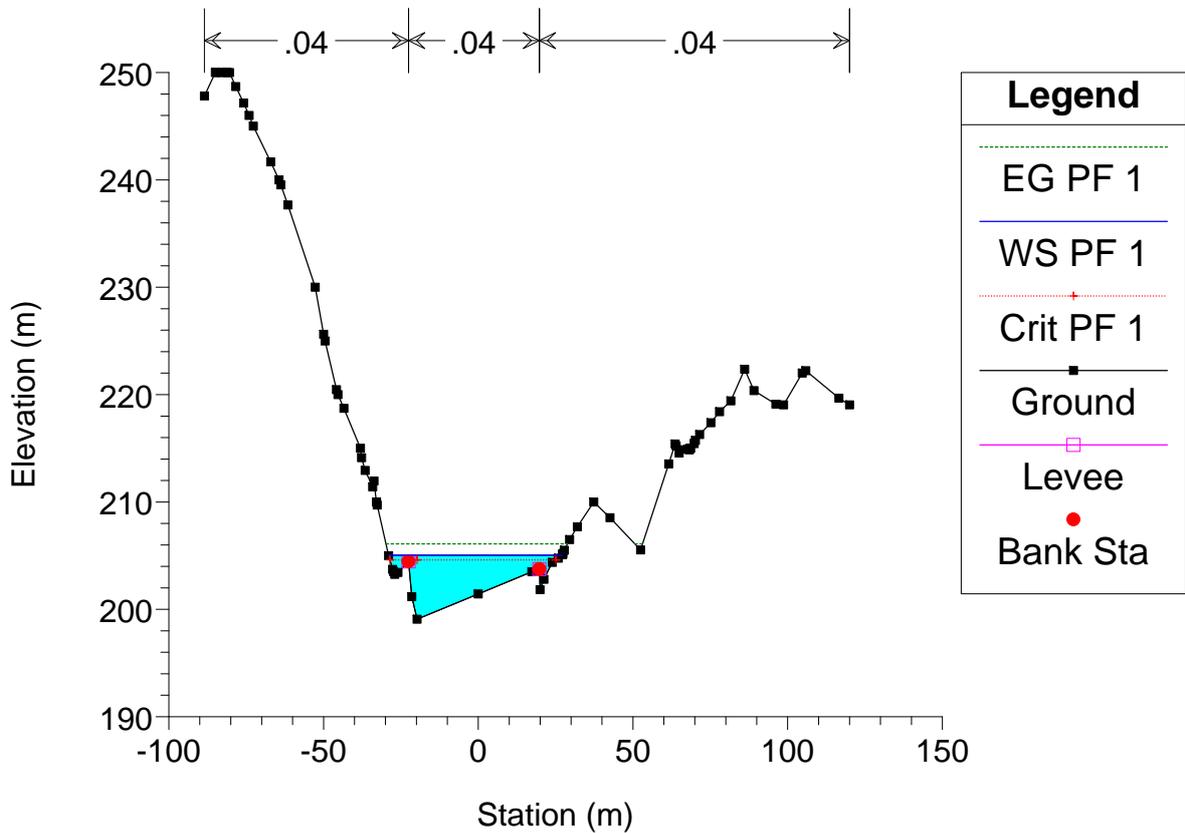
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



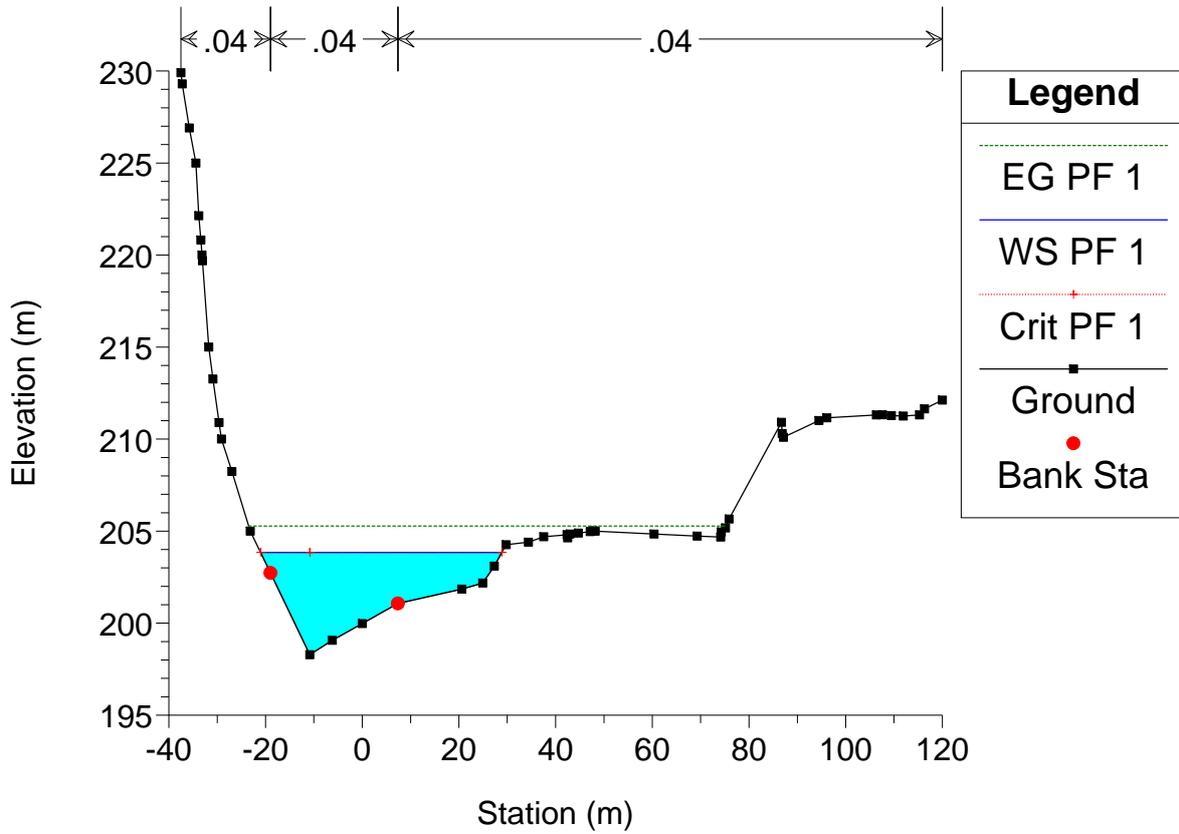
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



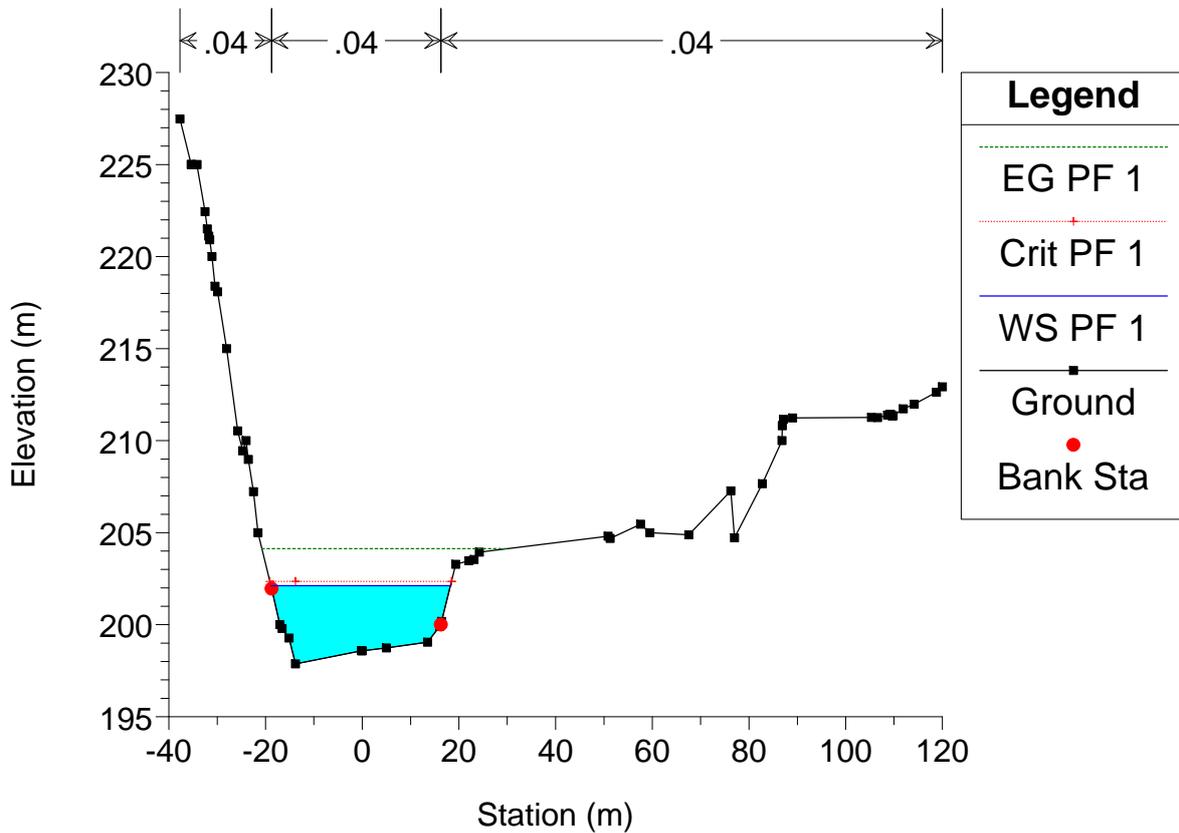
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



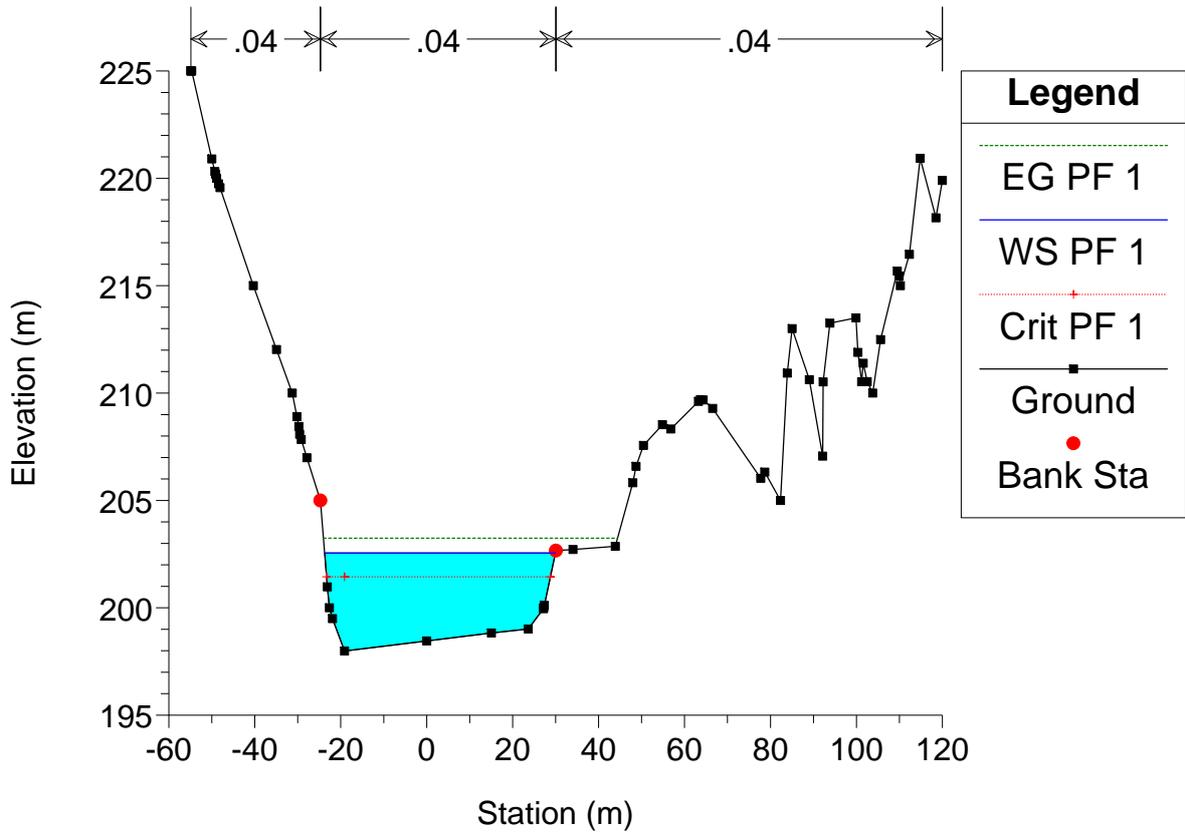
Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011



Astico_TR6 Plan: Plan 02 21/07/2011

