

Committente:

**REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI TORINO**

Oggetto:

**Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del fiume Po - Area Fioccardo**

Relazione tecnico-illustrativa

SCALA:

DATA:

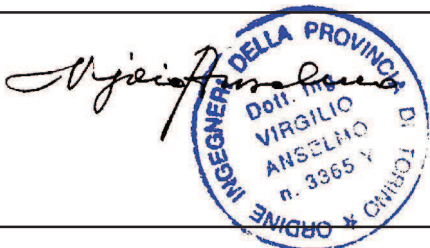
Giugno 2012

Identificazione elaborato IDSF855-1	Ambito		Tipologia		Commessa	n° elaborato H 1
	ID		S	F	855	

Dati Progettisti:

Studio ANSELMO Associati
Via Vittorio Emanuele n° 14
10023 CHIERI (TO)
Tel. 011 9415835 / Fax. 011 0712923
e-mail: info@anselmoassociati.it

Dott. Ing. Virgilio Anselmo
Dott. For. Fulvio Anselmo
Collaboratori:
Dott. For. Davide Spada
Dott. Ing. Donato Vittore

Rev.	Redatto	Controllato	Approvato	Data	Timbri e Firme
0	Ing. V. Anselmo	Ing. V. Anselmo	Ing. V. Anselmo	06-2012	

Il Responsabile del procedimento:

FIRMA

File : IDSF855_1.doc

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

Sommario

1	PREMESSA.....	1
2	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA	1
3	MODELLO IDRAULICO	3
3.1	Geometria del modello	3
3.2	La modellazione idraulica.....	5
3.3	Portate di riferimento.....	5
3.4	Condizioni al contorno.....	5
3.5	Scabrezza.....	6
3.6	Risultati.....	7
3.6.1	Stato attuale	7
3.6.2	Stato di progetto.....	13
4	VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO.....	14
4.1	I riferimenti normativi.....	14
4.2	I riferimenti normativi.....	18
4.3	La documentazione esistente	18
5	ANALISI IDRAULICA	18
5.1	Modellazione idraulica	19
5.1.1	Metodo di calcolo	19
5.1.2	Geometria impiegata.....	19
5.1.3	Condizioni al contorno e settaggi di calcolo.....	21
5.1.3.1	Portata in ingresso	21
5.1.3.2	Scabrezza	23
5.1.3.3	Condizione in uscita	24
5.1.4	Il modello idraulico predisposto.....	25
5.1.5	La condizione attuale.....	25
5.1.6	La condizione a progetto realizzato.....	28
5.2	Interazioni con l'assetto idraulico del Fiume Po.....	29
5.2.1	Modifiche indotte alla dinamica dell'onda di piena.....	29
5.2.2	Modifiche indotte alle aree allagabili	32
6	CONCLUSIONI.....	33
7	ELENCO ELABORATI.....	34
8	RIFERIMENTI	34
	APPENDICE - A - Caratteristiche del codice di calcolo bidimensionale SOBEK-RURAL.....	36
	APPENDICE - B - Planimetria sezioni modello idraulico	39
	APPENDICE - C – Risultati modellazione idraulica - stato attuale	40
	APPENDICE - D – Risultati modellazione idraulica - stato di progetto.....	47
	APPENDICE - E - Sezioni trasversali – stato attuale	53
	APPENDICE - F – Sezioni trasversali – stato di progetto	54
	APPENDICE - G - Descrizione dello schema di calcolo adottato dal modello numerico Hec-Ras attivato in moto permanente (verifiche idrauliche)	55

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del progetto "Opere di mitigazione rischio idraulico – Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo" finalizzato alla realizzazione di un'opera di contenimento delle piene catastrofiche del Po in zona Fioccardo avente coronamento alla quota 220.50 m s.l.m.

L'obiettivo principale della verifica è duplice:

- individuare, in corrispondenza del Circolo ricreativo-sportivo denominato Master Club della borgata Fioccardo, i battenti d'acqua in regime di piena del Fiume Po allo scopo di verificare la funzionalità dell'intervento di mitigazione proposto;
- verificare la compatibilità dell'intervento di mitigazione proposto nell'ambito delle linee guida della direttiva PAI.

2 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA

Per la verifica dell'opera di mitigazione del Fioccardo si prendono in considerazione i valori di portata di piena di progetto contenuti nei documenti del PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) riferiti al fiume Po. In particolare la sezione di monte più prossima alla borgata Fioccardo è la numero 279 (Figura 2-1). Ad essa viene associata una portata di piena duecentennale pari a 2600 m³/s, corrispondente a quella della sezione numero 281 collocata più a monte presso il concentrico di Moncalieri (Tabella 2-2).

Il PAI riporta le portate di riferimento per diversi tempi di ritorno come di seguito elencato insieme con il valore della variabile ridotta secondo la distribuzione EV1.

Tabella 2-1 – Portate di riferimento indicate dal PAI per il tronco di Po in Torino.

Tr (anni)	y	Q (m ³ /s)
20	2.970	1730
100	4.600	2350
200	5.296	2600
500	6.214	2950

Il modello numerico è stato attivato con la portata con tempo di ritorno di 200 anni, per la quale il PAI fornisce le quote del profilo in varie sezioni (si veda lo specchietto in Tabella 2-2).

Ai fini della verifica dell'attendibilità dei risultati forniti dal modello numerico, si prende in considerazione l'evento dell'anno 2000 che ha coinvolto il bacino del Po piemontese e di cui sono noti alcuni dati (per esempio, la quota idrometrica raggiunta dalla piena in prossimità della passerella pedonale Maratona ed in C.so Moncalieri 18). In base a quanto citato nella Variante n. 100 al P.R.G.C. del Comune di Torino - *Relazione conclusiva* – Capitolo 4 – Aspetti idrologici e idraulici: "Non risultano dati ufficiali circa i valori delle portate verificatesi nel corso

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

dell'evento nei corsi d'acqua interessanti il centro urbano, eccettuato il valore fornito per il Po ai Murazzi di Torino di 2300 m³/s, riferito in Tab. 5 del rapporto della Regione Piemonte (¹)".

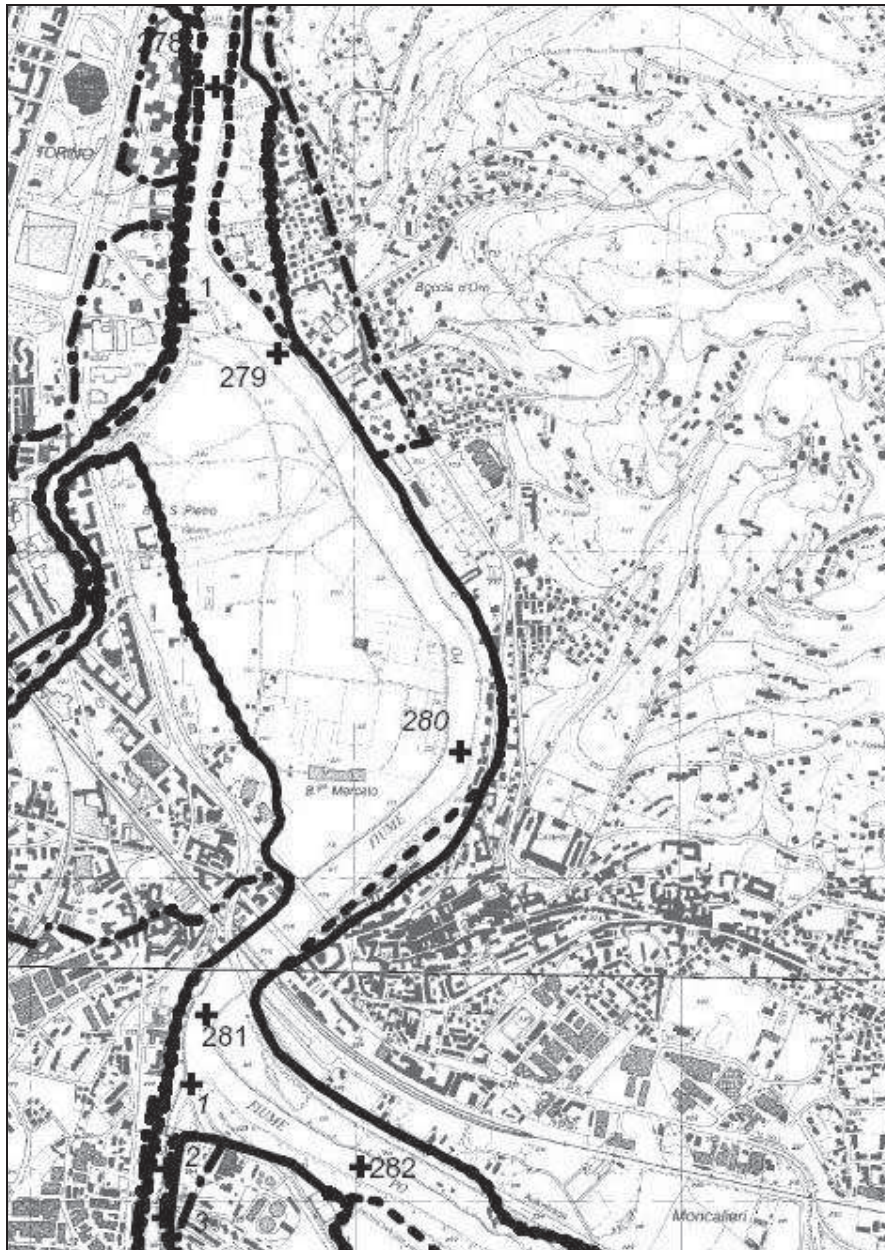


Figura 2-1 – PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) - Tavole di delimitazione delle fasce fluviali - Fogli 156 sez. III e 174 sez. IV (non in scala).

(¹) Nello stesso rapporto, più avanti, si riferisce il valore di 2350 m³/s confrontato con quello di 2230 m³/s osservato nel 1949, merita far presente che il secondo valore si riferisce alla stazione di Moncalieri, collocata a monte della confluenza del Sangone.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

Tabella 2-2 - Portate di piena di progetto duecentennale riferite alle sezioni del PAI sul Fiume Po. La prima colonna indica la sezione, la seconda la progressiva chilometrica a partire dalla sorgente, la terza la quota del pelo libero della piena di progetto e la quarta la portata di piena di progetto duecentennale. Alla quota nella sezione 278 viene pertanto associata una portata di 2600 m³/s.

283	95.874	224.58	
282	97.361	223.03	
281	98.051	222.36	2600
280	99.426	221.32	
279	100.800	221.03	
278	101.690	220.75	
277	103.267	220.09	
276	104.845	219.41	
275	105.590	218.90	
274	106.290	218.49	

3 MODELLO IDRAULICO

Lo scopo del modello idraulico è la determinazione dei battenti idrici in occasione delle piene di riferimento del Fiume Po in corrispondenza della borgata Fioccardo per determinare l'altezza dell'opera di contenimento.

La prima versione del modello idraulico è stato realizzato per conto del comune di Torino nel 1996 nell'ambito degli *Studi idrogeomorfologici di supporto del PRGC di Torino*. Il modello tiene conto di tutta l'asta fluviale del Fiume Po dal ponte diga della centrale AEM fino al confine comunale con Moncalieri. Il modello è stato successivamente aggiornato e revisionato e sono state inserite alcune batimetrie effettuate sempre dalla città di Torino posteriori all'evento alluvionale del 2000. Una successiva revisione del modello ha interessato tutta la porzione a monte del Ponte Umberto I, nella quale le precedenti sezioni sono state sostituite con quelle del "Rilievo alveo del Fiume Po del tratto navigabile – anno 2004" fornite dal Civico Ufficio Tecnico.

Per verificare la bontà dei risultati derivanti dalla modellazione idraulica e della sua taratura si prende in considerazione l'evento del 2000 e si vanno a confrontare i livelli idrometrici raggiunti dalla piena in due siti dove si hanno informazioni circa il livello raggiunto dalla corrente, quali la passerella pedonale Maratona e i Murazzi all'altezza di C.so Moncalieri n. 18.

3.1 Geometria del modello

Le sezioni della geometria della prima versione del modello idraulico sono state ricavate dal DTM della città di Torino realizzato per la descrizione delle regioni fluviali.

La successiva revisione ha aggiunto alcune sezioni contenenti alcune batimetrie effettuate dalla città di Torino posteriori all'evento alluvionale del 2000.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

Nell'ultima integrazione del modello le sezioni collocate a monte del ponte Umberto I sono state sostituite e/o aggiunte dalle più recenti sezioni fornite dal Comune di Torino facenti parte del "Rilievo alveo del Fiume Po del tratto navigabile – anno 2004" per l'estensione relativa all'alveo del corso d'acqua, mentre per il restante piano campagna il profilo è stato tracciato dall'elaborazione tridimensionale del LIDAR fornito dall'Autorità di Bacino fiume Po realizzato nell'anno 2004 per tutta l'asta fluviale del Po e che associa le informazioni altimetriche (DTM) con maglia dei punti quotati 2 m x 2 m e breaklines 3D.

In definitiva, la geometria contiene 108 sezioni e sono riprodotti i ponti e le traverse sul Po.

La Figura 3-1 mostra un estratto planimetrico con l'indicazione della posizione delle sezioni utilizzate nel modello presso la borgata Fioccardo, mentre la Figura 3-2 mostra la posizione delle sezioni del modello in corrispondenza della passerella pedonale Maratona.

Le sezioni sono state adeguatamente infittite allo scopo di documentare al meglio il profilo idraulico in corrispondenza dell'area oggetto dell'intervento.



Figura 3-1 – Estratto dell'Allegato 4: posizione delle sezioni del modello idraulico in prossimità della borgata Fioccardo (scala non rappresentativa).

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo



Figura 3-2 – Estratto dell'4: posizione delle sezioni del modello idraulico in prossimità della passerella pedonale Maratona (scala non rappresentativa).

3.2 La modellazione idraulica

La modellazione idraulica è stata effettuata in moto permanente mediante il codice di calcolo monodimensionale denominato HEC-RAS (si veda l'APPENDICE - G per maggiori informazioni sulla procedura di calcolo).

Sono state prodotte due geometrie che riproducono sia lo stato attuale (stato di fatto) che lo stato di progetto (presenza delle opere di contenimento in sponda destra di fronte alla borgata Fioccardo previste nel presente progetto e in sponda sinistra di fronte al Compensorio B.I.T. facenti parte del progetto "Opere di mitigazione di rischio idraulico – Sponda sinistra del Fiume Po – Compensorio B.I.T.").

In particolare, nella geometria dello stato di progetto le opere di contenimento sono state inserite come elementi "obstruction" (ostruzioni) collocati ad una ventina di metri dal ciglio della sponda e ad essi sono stati associati dei "levees" (livelli) per contenere l'acqua.

3.3 Portate di riferimento

Riassumendo dal Par. 2, in merito alle portate di progetto, si precisa che le stesse sono:

- evento registrato dell'anno 2000: $Q_{2000} = 2300 \text{ m}^3/\text{s}$
- PAI: $Q_{Tr200\text{anni}} = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$

3.4 Condizioni al contorno

In corrispondenza della prima sezione di valle è stata assunta la condizione di quota assegnata dalla scala di deflusso a paratoie sollevate in corrispondenza della traversa dell'impianto AEM di San Mauro Torinese a Torino tratta dallo *Studio idraulico e proposte di interventi finalizzati alla teleconduzione dell'impianto* (AEM; 1992) (Figura 3-3).

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

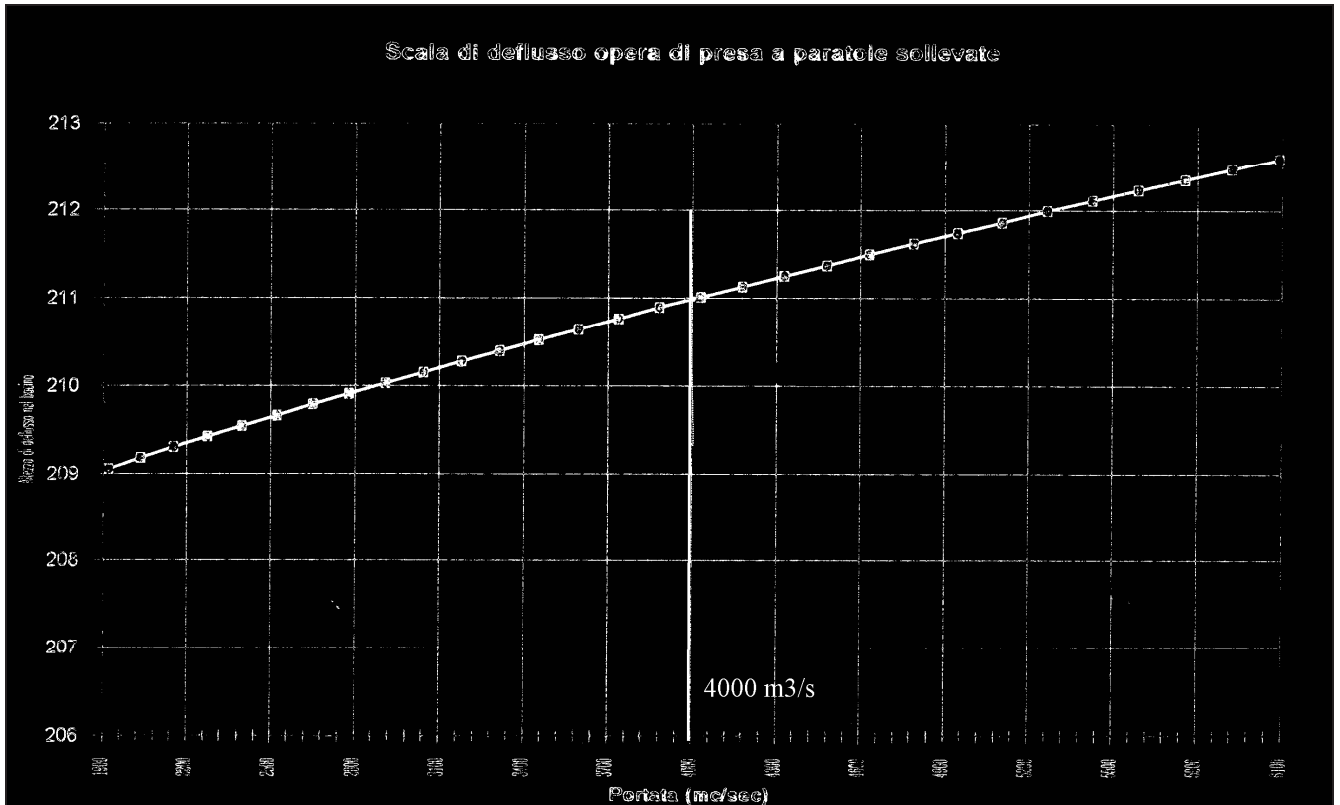


Figura 3-3 – Scala delle portate della traversa AEM riprodotta da un documento dell’Azienda Energetica Metropolitana. La linea pone in evidenza la posizione della portata con tempo di ritorno 200 anni assunta quale valore di riferimento (4000 m³/s a quota 211.00).

La variazione delle condizioni idrometriche di deflusso della portata attraverso lo sbarramento è soggetta alle modalità di azionamento delle paratoie. Le relative aperture e chiusure permettono di regolare l’altezza nel bacino di monte al variare della portata e consentono di mantenere costante la quota di invaso di esercizio pari a 209.80 m s.l.m.

Si fa, comunque, notare che la presenza della traversa Michelotti posta a valle del Ponte Vittorio Emanuele libera il profilo longitudinale dalle condizioni di valle rendendo di fatto ininfluenti le condizioni al contorno di valle.

A monte si assegna come condizione al contorno che la pendenza della linea dell’energia abbia una pendenza pari a 0.005.

Il motore di calcolo è stato impostato in corrente mista, condizione in cui la corrente si svolge sia al di sopra che al di sotto dell’altezza critica in modo tale da poter valutare al meglio le soglie e i restringimenti di sezione dovuti ai ponti.

3.5 Scabrezza

La scabrezza è stata determinata seguendo le tabelle riportate nei manuali tecnici. Pertanto si assegnano rispettivamente a:

- a) alveo $n = 0.020 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$;
- b) sponde/piano campagna $n = 0.040 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$.

Anselmo associati

Via Vittorio Emanuele, 14 – 10023 Chieri (Torino)

Tel. 011 9415835 – fax. 011 0712923 – e-mail. info@anselmoassociati.it

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

Si è deciso di utilizzare un valore così basso per la scabrezza dell'alveo in quanto l'altezza del battente idrico di piena è risultata elevata (superiore a 10 m) e quindi meno sensibile alle irregolarità del fondo.

3.6 Risultati

Si prende in considerazione il tronco di monte a salire dalla traversa Michelotti (sez. 300) del modello idraulico del fiume Po per le motivazioni contenute nel Par. 3.4.

3.6.1 STATO ATTUALE

I risultati numerici della simulazione idraulica allo stato attuale sono riportati nella tabella in APPENDICE - C.

Le sezioni trasversali sono riportate in APPENDICE - E.

Per la verifica della bontà e della taratura della modellazione idraulica si confrontano i livelli idrici di piena in alcuni punti documentati nella Variante n. 100 al P.R.G.C. del Comune di Torino - *Relazione conclusiva* – Capitolo 4 – Aspetti idrologici e idraulici, dalla quale si stralciano la Tabella 3-1 e la Figura 3-4.

Tabella 3-1 – Altezze idrometriche rilevate dall'Ufficio Tecnico della Città di Torino (Tabella 2-14 nel documento originale).

	Po C.so Moncalieri 18	Sangone C.so Unione Sovietica	Dora Riparia Ponte Bologna	Stura di Lanzo Ponte Ferdinando di Savoia	Stura di Lanzo Ponte Amedeo VIII
Zero idrometrico	212.70	231.24	222.51	215.26	209.77
Hmax precedente	217.20	234.44	225.71	218.96	
Novembre 1994	217.08	Non rilevato	224.51	218.66	
Ottobre 2000	217.70 ore 0.00 – 15/10 ore 13.00 – 16/10	Non rilevato	"livello struttura" ore 10.30 – 15/10 ore 12.00 – 16/10	<i>Non rilevato</i> (+)	Sopra idrometro Ore 22.00 – 15/10

(+) Da rilievo topografico successivo alla piena, le tracce della corrente sono state individuate alla quota 218.75 m

In grassetto viene evidenziato il valore dell'altezza idrometrica relativo all'evento del 2000 all'altezza di Corso Moncalieri n. 18.

La figura successiva mostra il livello della stessa piena raggiunta in corrispondenza delle spalle della passerella pedonale Maratona.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo



Figura 3-4 - Fiume Po – Livello della piena dell'ottobre 2000 contro il paramento di monte della Passerella Maratona di Torino. La quota della piena è stata attribuita pari a 219.79 m (Figura 4-64 nel documento originale).

La Figura 3-5 mostra la sezione 410 del modello numerico ubicata all'incirca all'altezza di Corso Moncalieri n. 18. L'altezza idrometrica calcolata per la piena dell'evento del 2000 è a quota 217.54 m s.l.m., discostandosi dal valore osservato 217.70 m s.l.m. di 16 cm. Lo scostamento è ritenuto accettabile a fronte delle incertezze insite sia nel modello, sia nella attribuzione del segno al livello.

La Figura 3-6 raffigura la sezione 730 del modello numerico corrispondente alla passerella pedonale Maratona. Il battente idrico calcolato relativo alla piena dell'evento del 2000 si trova a quota 220.01 m s.l.m., discostandosi dal valore osservato 219.79 m s.l.m. di 22 cm.

In questo sito il pelo libero calcolato risulta essere più alto rispetto a quello osservato, quindi a favore di sicurezza, mentre in quello precedente l'altezza d'acqua calcolata risulta essere più bassa rispetto a quella osservata.

L'altezza del battente idrico calcolato presso la borgata Fioccardo è 221.24 m s.l.m. circa. La Figura 3-7 rappresenta la sezione 805 del modello numerico collocata in corrispondenza della confluenza del Rio Sappone nel Fiume Po. La quota del ciglio della sponda destra è 219.35 m s.l.m. circa, pertanto si ha un'altezza d'acqua dal piano campagna di circa 1.90 m.

Il profilo del tronco indagato di fiume Po è riportato in Figura 3-8.

Si può notare come la traversa Michelotti (sez. 300) costituisca la separazione dei tronchi di monte e di valle del modello idraulico rendendoli, di fatto, indipendenti.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

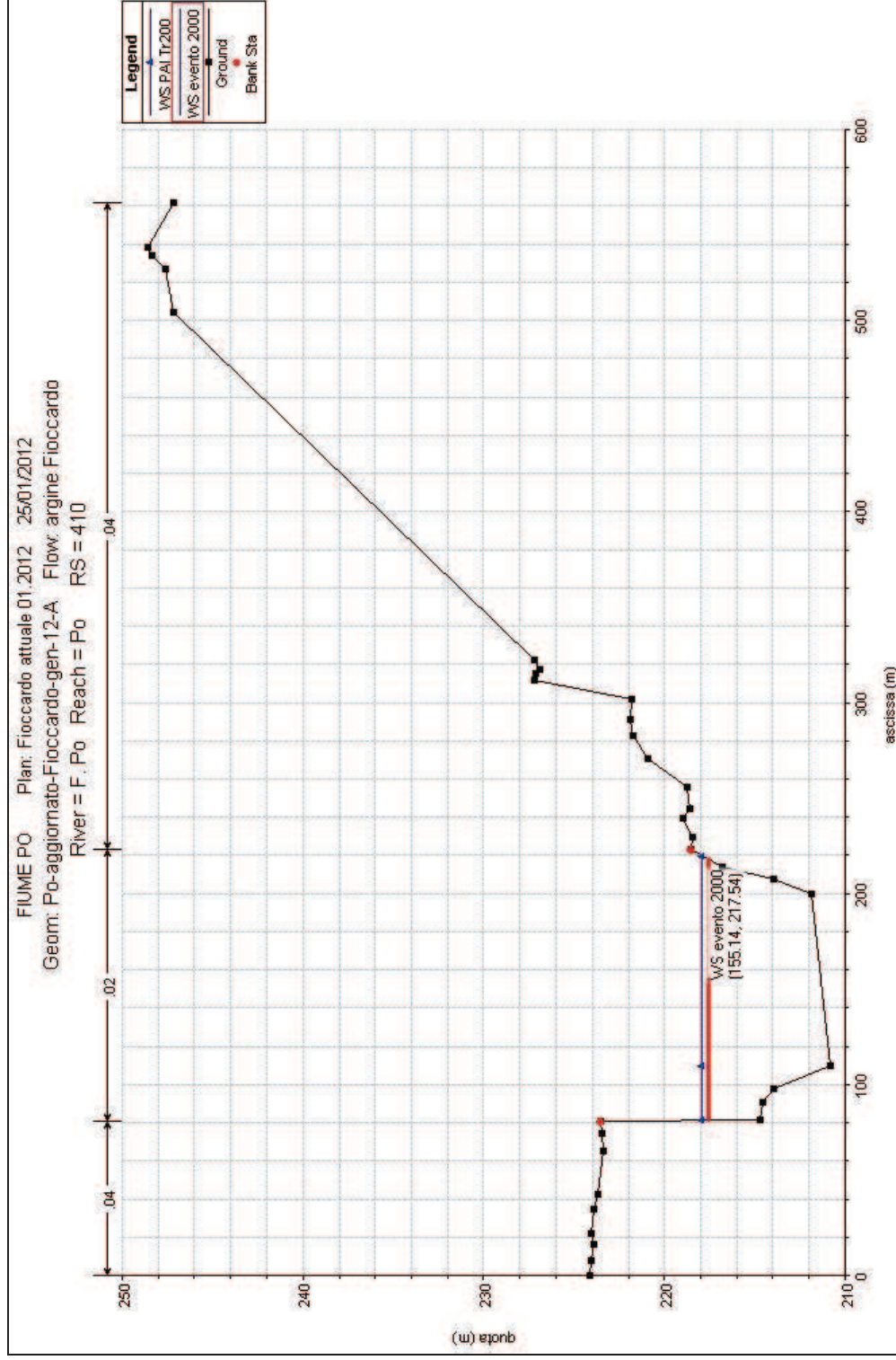


Figura 3-5 – Sezione 410 del modello numerico – La quota dell'altezza idrica calcolata relativa all'evento di piena del 2000 è 217.54 m s.l.m.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

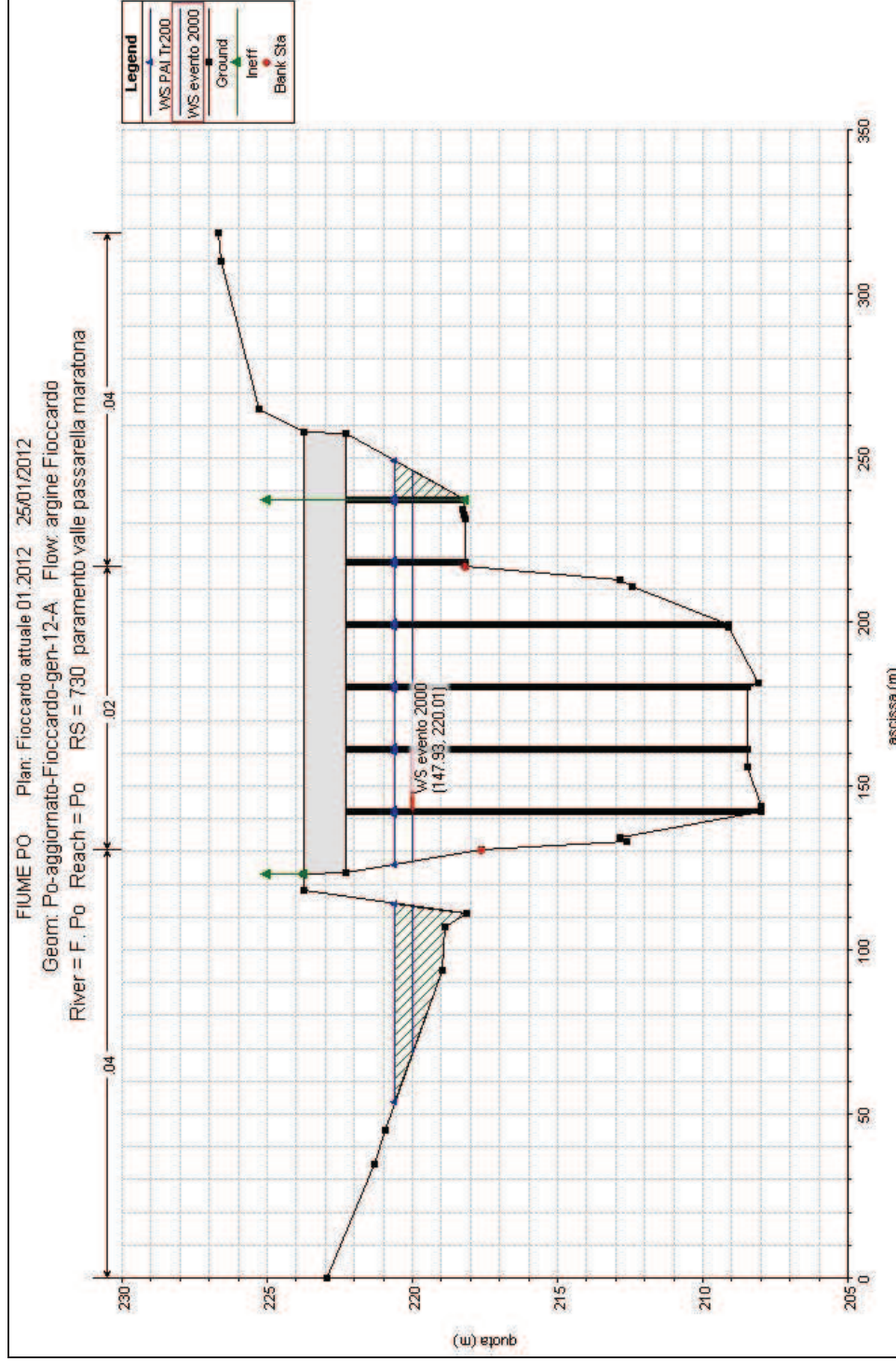


Figura 3-6 – Sezione 730 del modello numerico – La quota dell’altezza idrica calcolata relativa all’evento di piena del 2000 è 220.01 m s.l.m.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

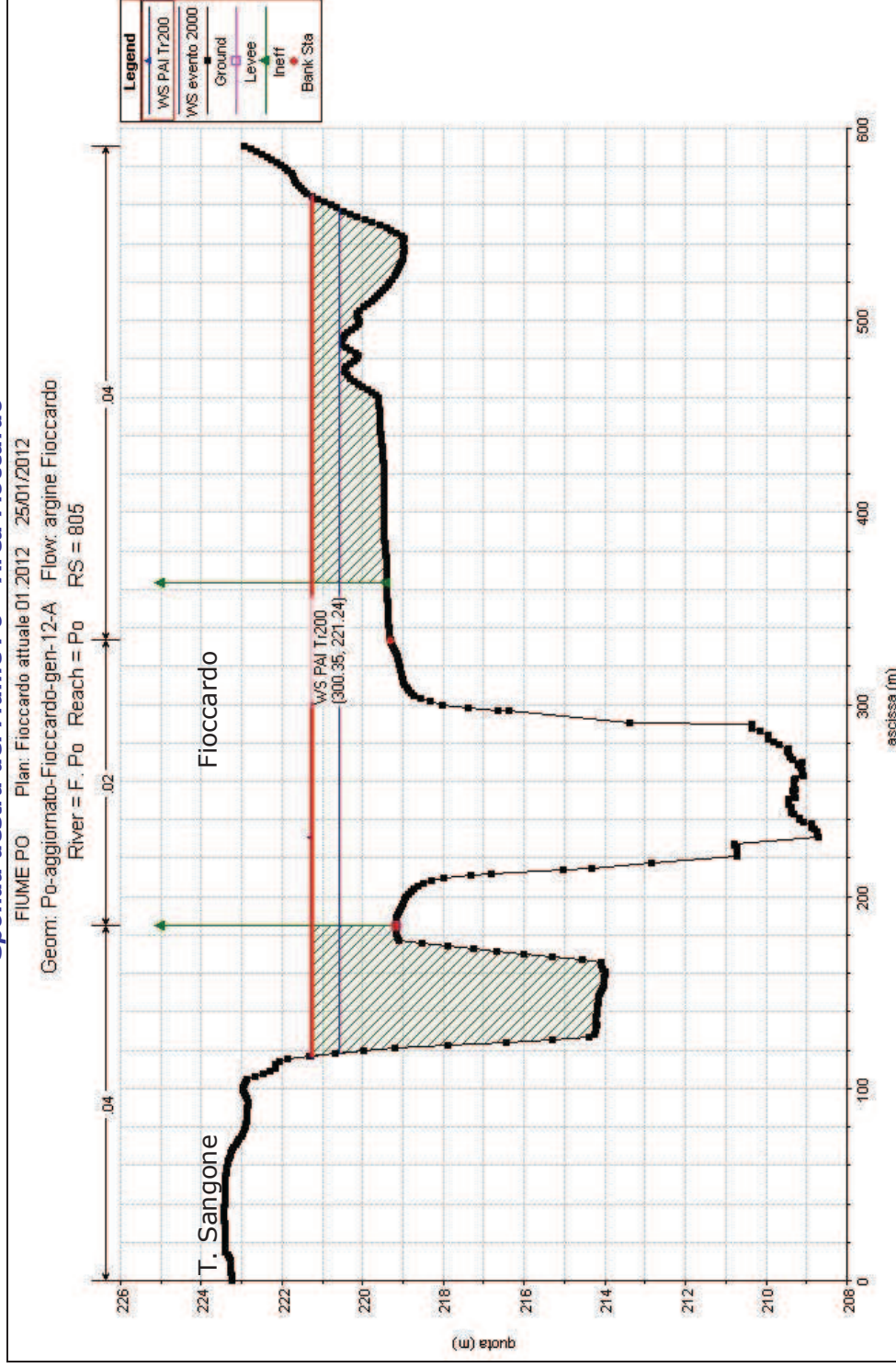


Figura 3-7 – Sezione 3-7 – Sezione 805 del modello numerico – Il livello del pelo libero di piena bicentennale supera la quota della sponda destra (219.35 m s.l.m.) allagando la borgata Fioccardo.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

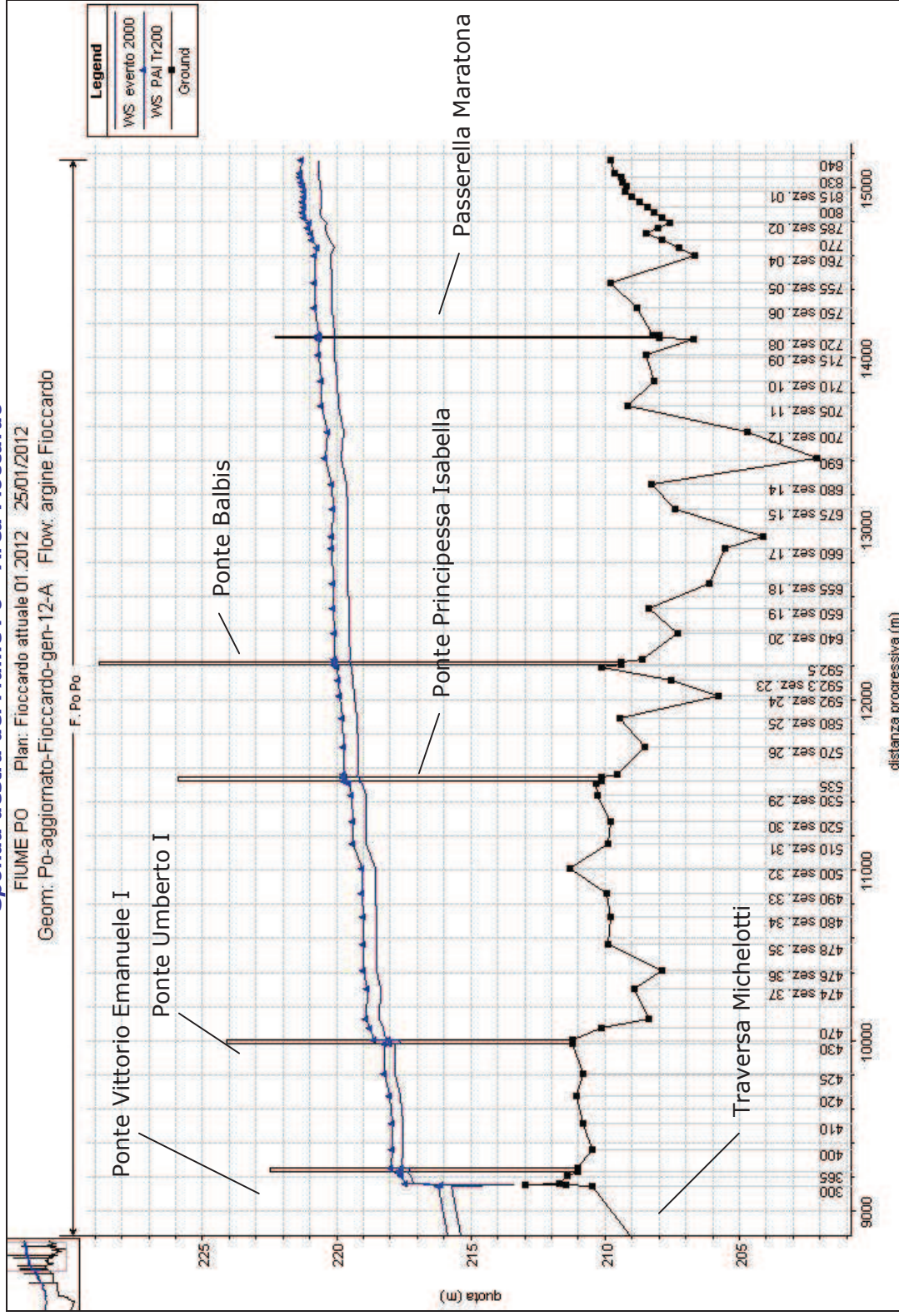


Figura 3-8 – Profilo del pelo libero riferito alle portate di piena considerate (Q_{200} secondo il PAI, $2300 \text{ m}^3/\text{s}$ attribuita all'evento del 2000) per il tronco di fiume Po dal Fioccardo alla traversa Michelotti.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

3.6.2 STATO DI PROGETTO

I risultati numerici della simulazione idraulica allo stato attuale sono riportati nella tabella in APPENDICE - D.

Le sezioni trasversali sono riportate in APPENDICE - F.

L'aggiunta delle opere di contenimento in sponda destra può permettere il transito della corrente di piena nel tratto compreso fra il Fioccardo e la passerella Maratona senza determinare allagamenti al Fioccardo.

La Figura 3-9 rappresenta la sezione del modello idraulico interessata dall'opera contenimento con indicazione del pelo libero per le due portate assunte come riferimento (paragrafo 3.3).

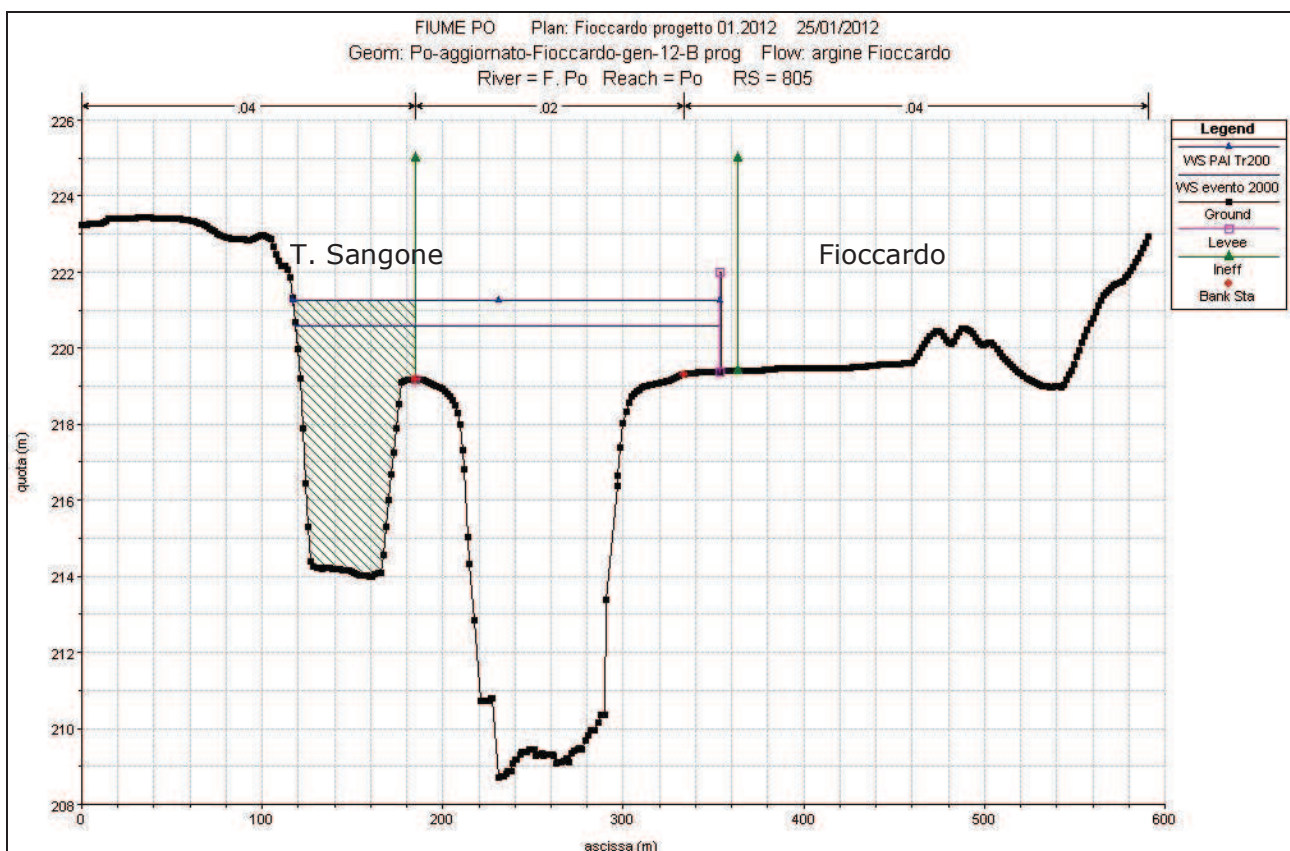


Figura 3-9 – Sezione 805 del modello idraulico - L'argine in sponda destra in fregio alla pista ciclabile permette alla piena di defluire interamente in alveo.

Il battente idrico della piena duecentennale risulta essere in corrispondenza della borgata Fioccardo a quota 221.24 m s.l.m., di conseguenza rispetto al piano campagna si ha un'altezza dell'acqua di circa 2.30 m. Tali valori fanno riferimento ai punti più depressi della zona (in prossimità del ciglio della sponda). Con riferimento ai valori di livello indicati dal PAI (riportati in Tabella 2-1 dove le sezioni citate sono indicate nella Figura 2-1) si osserva che alla sezione 279 del PAI, ubicata a monte della borgata Fioccardo in corrispondenza grosso modo della sezione 840 del modello il livello fornito dal PAI risulta 221.03 a fronte di un valore 221.30

fornito dalla modellazione numerica (Appendice D). La modellazione risulta attendibile quindi sia nei confronti della simulazione dell'evento dell'ottobre 2000, sia della portata di riferimento del PAI.

Non si riporta il profilo del pelo libero di piena nello stato di progetto in quanto la situazione differisce rispetto allo stato attuale con variazioni minori del centimetro.

4 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO

L'intervento proposto è stato inserito nella modellazione idraulica estesa al tronco di Po a valle del Fioccardo allo scopo di valutarne gli effetti sui parametri idraulici della corrente. Si tratta infatti di valutare, anche ai sensi della direttiva del PAI, se l'opera, realizzata all'interno della Fascia B, comporta variazioni sensibili nella regione fluviale.

4.1 I riferimenti normativi

Il tronco di Fiume Po indagato, è oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali sulla base dei seguenti documenti:

- 1) L'originario Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (1998) prevedeva, nell'area oggetto di interesse, la sovrapposizione di Fascia B e Fascia C in posizione intermedia tra la sponda del Fiume Po ed il piede di Corso Moncalieri (vedi Figura 4-1).
- 2) Durante l'evento di piena del 13 - 16 ottobre 2000, l'area del Fioccardo è stata inondata fino al piede delle salite che portano a Corso Moncalieri creando seri problemi agli insediamenti residenziali (vedi Figura 4-3).
- 3) Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico attualmente vigente (2001 e successive integrazioni), prevede la presenza di una Fascia B di progetto in corrispondenza del tracciato delle Fasce B e C del PSFF. La Fascia C è stata arretrata in corrispondenza del limite morfologico individuato con il ciglio interno del Corso Moncalieri fino alla passerella pedonale Maratona di Torino (vedi Figura 4-2).

A seguito dei nuovi contenuti del PAI e del vivace dibattito sulla necessità di proteggere l'area contro le inondazioni sorte a seguito del citato evento del 2000, l'Amministrazione provinciale si è fatta carico di una indagine finalizzata a definire gli aspetti fisici ed idraulici dell'area proponendo, in via preliminare, un intervento *"finalizzato alla riduzione della vulnerabilità degli insediamenti esistenti nei confronti di una piena pari a quella verificatasi nel corso dell'evento dell'ottobre 2000"* (PROVINCIA DI TORINO- HYDRODATA, 2001). L'intervento proposto consiste in un *"argine di lunghezza pari a circa 220-250 m ed altezza circa 2 m [...] con alcune difficoltà legate alla spinta urbanizzazione dell'area ed alla necessità di garantire gli accessi stradali esistenti"* ed è rappresentato in Figura 4-4.

Con uno studio apposito, il COMUNE DI TORINO (2009) ha inteso verificare la possibilità di realizzare un intervento di mitigazione (vedi Figura 4-5) i cui risultati sono di seguito riferiti.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

Scopo dello studio era specifico: determinare il grado di interferenza che potrebbe avere la realizzazione dell'intervento sulla dinamica del transito dell'onda di piena con tr 200 anni. Il dimensionamento dell'opera vero e proprio (caratteristiche geometriche, quote, ecc.) era stata rimandata al Progetto Preliminare che ha sviluppato l'intervento qui illustrato.



Figura 4-1. Posizione delle Fasce fluviali secondo quanto previsto dall'originario PSFF. In rosso l'area oggetto di interesse (tratto da "Delimitazione delle fasce fluviali" Foglio 156 SEZ. III – Torino Est PO Tav. 42).

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

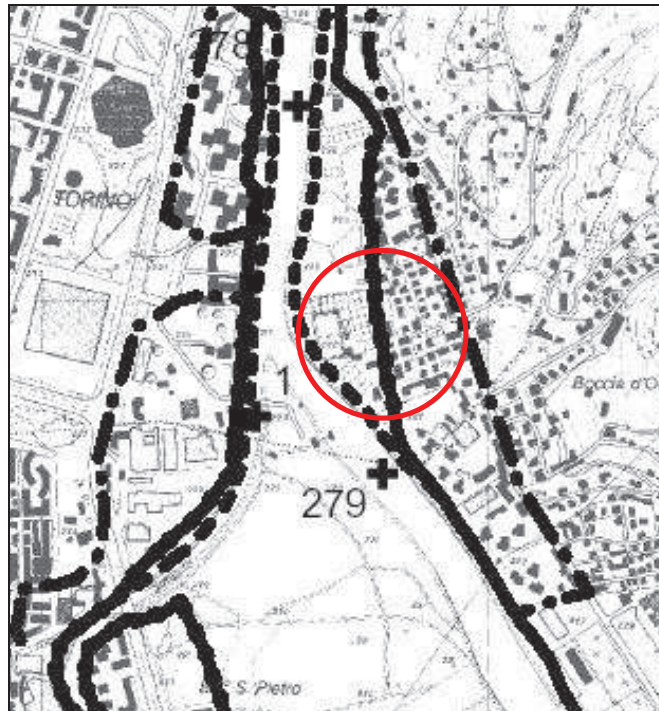


Figura 4-2. Posizione delle Fasce fluviali secondo quanto previsto dal PAI vigente. In rosso l'area oggetto di interesse (tratto da "Delimitazione delle fasce fluviali" Foglio 156 SEZ. III – Torino Est PO Tav. 45).

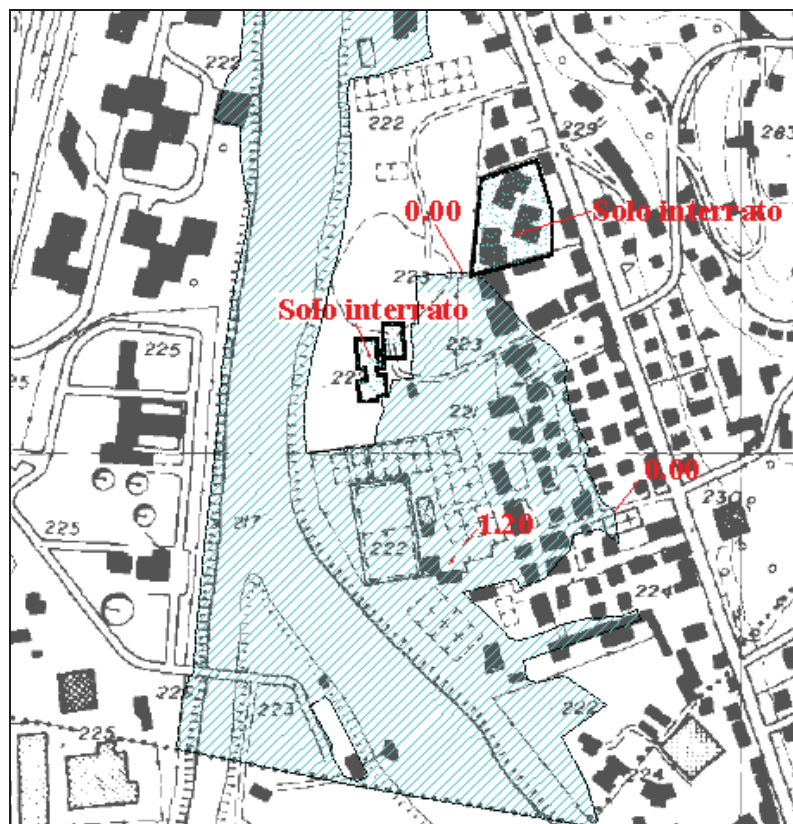


Figura 4-3. Aree inondate a seguito dell'evento di piena del 13-16 ottobre 2000 in prossimità dell'area oggetto di interesse (tratto da CITTA' DI TORINO (1999-2003) "Aree inondate nell'ottobre 2000" Allegato 4.4-1 (2/2) degli Studi idrogeomorfologici di supporto alla Variante del PRG del Comune di Torino).

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo



Figura 4-4. In rosso l'intervento proposto sulla base dello studio effettuato dalla Provincia di Torino (tratto da PROVINCIA DI TORINO- HYDRODATA (2001): *Alluvione ottobre 2000 - Fiume Po nel tratto di confluenza con il Torrente Sangone - Aspetti geomorfologici, idrologici e idraulici - Definizione preliminare degli interventi Fig.5*).

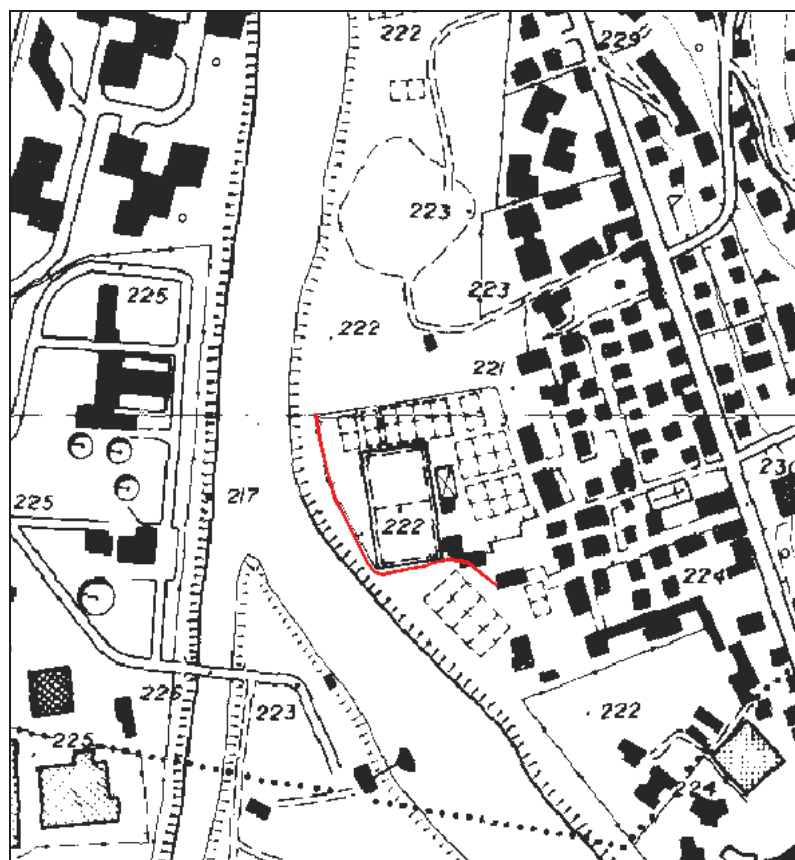


Figura 4-5. In rosso il tracciato del dispositivo di mitigazione oggetto del presente studio di fattibilità.

4.2 I riferimenti normativi

Le indagini sono state condotte in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente, in particolare:

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali – PSFF (1998);
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI – 2001);
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Addendum 3 – Progetto di delimitazione delle fasce fluviali: T. Sangone (2001).

4.3 La documentazione esistente

Ai fini della redazione del presente studio si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

- *"Alluvione ottobre 2000 - Fiume Po nel tratto di confluenza con il Torrente Sangone - Aspetti geomorfologici, idrologici e idraulici – Definizione preliminare degli interventi"* (2001) redatto da Hydrodata per la Provincia di Torino;
- *"Variante al PRG della Città di Torino – studi idrogeomorfologici"* redatto da Anselmo, Carraro, Grasso, Zanella per la Città di Torino,

5 ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica del tronco di Fiume Po in prossimità delle aree oggetto di interesse, è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente in condizioni di piena, in modo da evidenziare e quantificare gli effetti della realizzazione dell'intervento in progetto e le possibili interferenze con l'assetto fluviale previsto dal PAI.

La modellazione idraulica viene condotta secondo le modalità indicate al par. 2.8 della Direttiva *"Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B"*. La quantificazione delle caratteristiche idrauliche della corrente in condizioni di piena (livelli idrici e delle velocità della corrente all'interno dell'alveo inciso e delle aree golenali inondabili) e dell'eventuale modificazione della capacità di laminazione, avviene tramite l'implementazione di un modello in moto vario bidimensionale agli elementi finiti.

Lo studio è redatto mediante una procedura che prevede quanto segue:

- 1) La portata di riferimento ha tempo di ritorno 200 anni;
- 2) Verifica idraulica della condizione attuale, volta a determinare la propagazione dell'onda di piena in condizioni "indisturbate";
- 3) Esame dei risultati e determinazione della geometria (tracciato e altezza) del dispositivo posto a protezione dell'area oggetto di interesse;
- 4) Verifica idraulica a progetto ultimato, volta a quantificare eventuali alterazioni dei parametri idraulici al transito dell'onda di piena.

5.1 Modellazione idraulica

La modellazione idraulica viene condotta tramite l'implementazione di un modello in moto vario bidimensionale agli elementi finiti, con lo scopo di quantificare le caratteristiche idrauliche del moto della corrente con particolare riferimento a:

- evoluzione della sommersione del piano campagna;
- identificazione delle aree inondabili;
- profondità della corrente;
- velocità della corrente.

La verifica idraulica è stata predisposta per il tronco compreso tra le sezioni 281 (immediatamente a monte del ponte ferroviario di Moncalieri) e 276 (immediatamente a valle del Ponte Isabella), secondo quanto riportato in "Delimitazione delle fasce fluviali" Foglio 156 SEZ. III e Foglio 174 SEZ. I, per un tronco di estensione pari a circa 6 km.

5.1.1 METODO DI CALCOLO

Il modello idraulico bidimensionale in moto vario utilizzato è il SOBEK-Rural, sviluppato dalla WL | Delft Hydraulics (vedi descrizione in APPENDICE - A). Il codice di calcolo SOBEK è uno strumento di modellazione di corsi d'acqua naturali in aree di pianura. Una tipica applicazione del programma è la simulazione della progressione di un evento di piena in un'area inondabile inizialmente asciutta, tenendo conto dell'influenza di infrastrutture esistenti e/o pianificate. Il modello è in grado di simulare condizioni di moto, sub o supercritiche ed il passaggio da un regime all'altro. Il modello è particolarmente adatto per le indagini legate all'analisi delle aree inondabili.

Nel caso in esame la modellazione è stata effettuata in moto vario puramente bidimensionale (2D), al fine di determinare l'evoluzione della corrente nella regione fluviale e l'estensione dell'esondazione sul piano campagna.

5.1.2 GEOMETRIA IMPIEGATA

Le verifiche idrauliche a corredo del presente studio sono state implementate sulla base di un Modello Digitale del Terreno (DTM) interpolato sulla base di un rilievo plano-altimetrico aerofotogrammetrico.

Il rilievo plano-altimetrico impiegato per le presenti verifiche idrauliche ha le seguenti caratteristiche:

- i dati e le informazioni fanno riferimento allo studio "*Esecuzione di rilievi Laser-scan del Fiume Po da confluenza Pellice a confluenza Ticino*" (2004) e sono di proprietà dell'Autorità di bacino del fiume Po;
- il rilievo è stato prodotto per usi specifici dell'Autorità di bacino del fiume Po. L'utilizzo per le presenti verifiche è compatibile con la funzione originaria del rilievo;
- il rilievo è stato eseguito mediante laser – scanner aviotrasportato;

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

- i dati grezzi sono espressi nel sistema UTM WGS84 fuso 32 e quota ellissoidica;
- sono stati impiegati i sensori modello OPTECH ALTM 3033 e modello Toposys Falcon II. Entrambi i sistemi sono stati calibrati attraverso appositi voli effettuati su un poligono di punti determinati con metodologia GPS;
- le riprese sono state realizzate nell'anno 2004, alla quota relativa di 1500 m rilevando punti sul terreno ad una distanza media variabile tra 0.5 e 1.6 m. La tolleranza altimetrica del rilievo è pari a ± 0.30 m, mentre la tolleranza planimetrica è di ± 0.75 m;
- i dati grezzi sono stati depurati dai punti anomali (molto alti o molto bassi) mediante il codice di calcolo Terrascan secondo una procedura semiautomatica. La conversione delle quote ellissoidiche in geoidiche è avvenuta mediante il codice ConVerTo utilizzando le griglie dell'IGM;
- il dato piano – altimetrico è stato fornito sotto forma di DEM con files *.ASCII che descrivono l'area di interesse con celle di dimensione 2 x 2 m. Sono in oltre state fornite le breaklines 3D a rappresentazione delle più importanti discontinuità lineari (base e sommità sponde, argini, edifici, strade, scarpate, ponti, ecc.).

Il dato impiegato non comprende batimetrie. Il fondo dell'alveo di Po e Sangone è stato descritto mediante "l'abbassamento" delle breaklines che descrivono il pelo libero al momento della ripresa aerea. La quota a cui adagiare il fondo è stata estrapolata dalle sezioni impiegate per la redazione degli studi idrogeomorfologici di supporto alla variante del PRG di Torino.

Il modello idraulico è stato implementato mediante un modello digitale delle elevazioni (DEM in formato ASCII) comprendente circa 70000 celle con dimensione 10 x 10 m, derivante da un TIN elaborato con il metodo della rete di triangolazione irregolare (Triangulated Irregular Network), con la funzione di descrivere l'alveo principale, le aree golenali, il piano campagna, i rilevati stradali ed i manufatti circostanti (muri, scarpate, recinzioni ed altre discontinuità).

Lo stato finale dei luoghi (intervento realizzato) è stato descritto mediante l'inserimento di apposite breaklines.

Poiché la modellazione è stata effettuata in moto vario puramente bidimensionale (2D), in questa fase dell'analisi della fattibilità è stato trascurato l'inserimento dei manufatti di attraversamento.

Ciò premesso, si precisa che la base altimetrica ed i risultati ottenuti (profondità e quota idrometrica) fanno riferimento alla restituzione precedentemente citata e potranno essere sovrapposti ad altre cartografie solo dopo accertamenti.

In sede di Progetto Preliminare, la topografia dovrà essere integrata con un certo numero di batimetrie del fondo del fiume Po e con un rilievo a terra di dettaglio della sponda, al fine di definire in dettaglio la geometria dell'alveo per la predisposizione del modello idraulico definitivo (1D2D) e delle quote di riferimento.

5.1.3 CONDIZIONI AL CONTORNO E SETTAGGI DI CALCOLO

Il Fiume Po è oggetto di delimitazione delle fasce fluviali pertanto, al fine di rispettare la congruenza con quanto riportato nel PAI, le condizioni al contorno per il tronco in parola sono tratte dalla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica", sia in termini di portata in ingresso che di livelli idrometrici in uscita. La verifica idraulica è stata predisposta per il tronco compreso tra le sezioni 281 e 276, secondo quanto riportato in "Delimitazione delle fasce fluviali" Foglio 156 SEZ. III e Foglio 174 SEZ. I.

I settaggi del codice numerico SOBEK, sono stati impostati con time-step di calcolo pari a 10 minuti per una durata totale pari a 23 h.

5.1.3.1 Portata in ingresso

Le verifiche idrauliche sono state condotte in moto vario. Al fine delle presenti verifiche idrauliche le condizioni al contorno di monte sono rappresentate dagli idrogrammi del Fiume Po e del T. Sangone con tempo di ritorno 200 anni.

Preso atto della mancanza di dati in merito alla durata ed al volume complessivo degli eventi di riferimento, a causa della cronica mancanza di stazioni per la registrazione del dato idrometrico, occorre provvedere alla stesura degli idrogrammi di progetto. I dati a disposizione consistono in:

- Valori di portata al colmo per gli eventi con tempo di ritorno 50, 200 e 500 riportati nel PAI per le sezioni di Moncalieri e San Mauro (vedi Tabella 5-1) e per il T. Sangone (vedi Tabella 5-2).
- Idrogramma di piena per tempo di ritorno tr 200 anni del Fiume Po a Moncalieri elaborato mediante un modello afflussi – deflussi (MIKE 11) nell'ambito del Sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità degli alvei" dell'Autorità di bacino del fiume Po. Il valore di portata al colmo non coincide con quanto riportato nel PAI vigente (vedi Figura 5-1);
- Ricostruzione del valore di portata al colmo in occasione dell'evento di piena dell'ottobre 2000 "stimato pari a circa 2350 m³/s alla stazione idrometrica dei Murazzi a Torino. A tale valore è stato associato un tempo di ritorno pari o superiore a 100 anni" (citato da PROVINCIA DI TORINO- HYDRODATA (2001).

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

Tabella 5-1. Portate di riferimento tratte da "Portate di piena sui corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali" - Tabella 2 contenute in Direttiva 7 delle Norme di attuazione del PAI (AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 2001).

Denominazione sezione	Portata al colmo (m ³ /s)			
	Q 20	Q 100	Q 200	Q 500
Po a Moncalieri	1730	2350	2600	2950
Po a San Mauro	2600	3600	4000	4600

Tabella 5-2. Valori di portata al colmo del T. Sangone (COMUNE DI MONCALIERI (1997) "Studio idrogeologico e ambientale dell'intero bacino del Torrente Sangone").

Q Tr 20 anni [m ³ /s]	Q Tr 100 anni [m ³ /s]	Q Tr 200 anni [m ³ /s]	Q Tr 500 anni [m ³ /s]
600 (*)	750	820	900
(*) Valore interpolato			

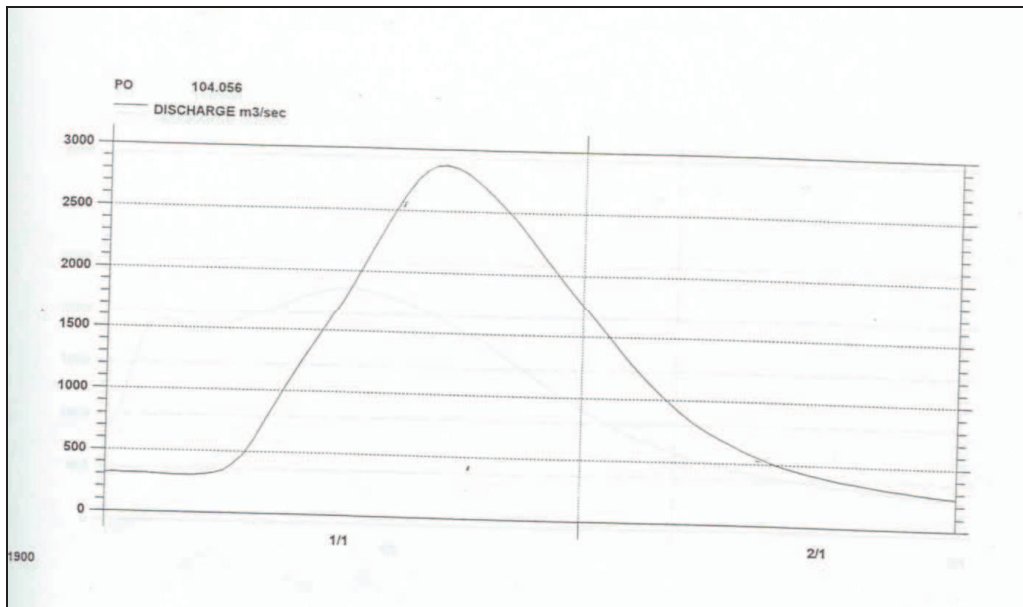


Figura 5-1. Elaborazione dell' idrogramma con tr 200 anni del Po a Moncalieri riportato in Sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità degli alvei" (1995).

A seguito di quanto esposto si assume che gli idrogrammi di progetto con tr 200 anni abbiano le seguenti caratteristiche:

- a) forma e durata pari a quella dell'idrogramma descritto nel Sottoprogetto SP-1;
- b) portata al colmo pari a quella riportata nel PAI. La portata del Po con tr 200, è stimata dal in 2600 m³/s a Moncalieri e in 4000 m³/s a San Mauro;

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

- c) in termini probabilistici non appare lecito supporre che la piena duecentennale del Po si sovrapponga a quella duecentennale del Sangone, né che possa verificarsi la contemporaneità dei colmi di piena ⁽²⁾;
- d) adottando un criterio cautelativo, ai fini dello studio, si è supposto che l'idrogramma con tr 200 del Po si combini con l'idrogramma con tr 200 anni del Sangone in modo tale che la portata al colmo dell'idrogramma risultante sia pari a 3000 m³/s (portata al colmo stimata per l'evento con tr 200 nel tronco urbano, tratto da CITTÀ DI TORINO (1999-2003) *Studi idrogeomorfologici di supporto alla Variante del PRG del Comune di Torino*);
- e) ai fini del presente studio si assumono gli idrogrammi riportati in Figura 5-2.

Le condizioni assunte sono pertanto cautelative a fronte della portata di riferimento assunta per l'intervento in progetto.

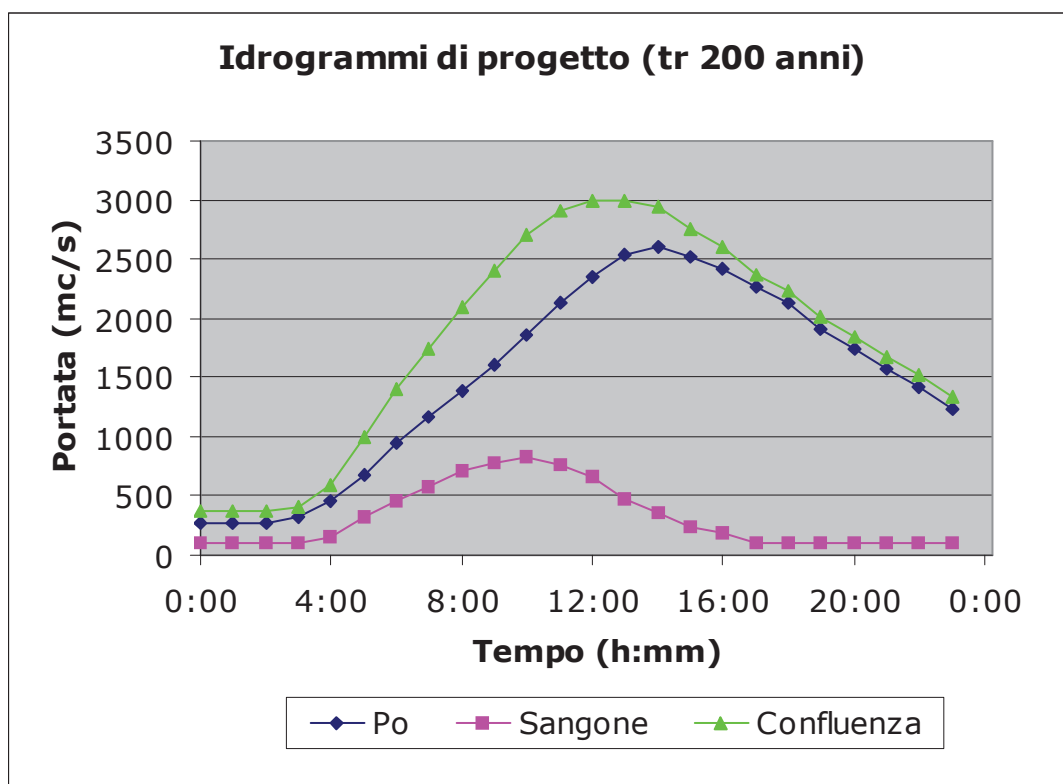


Figura 5-2. Idrogrammi di progetto (tr 200 anni).

5.1.3.2 Scabrezza

Le condizioni di scabrezza sono state fissate con riferimento ai valori n di Manning, utilizzando i dati presenti in letteratura. I valori assegnati sono pari:

⁽²⁾ Si ricorda che nel tronco compreso tra Moncalieri e San Mauro nel Po confluiscono: il Sangone (tr 200 = 820 m³/s), la Dora Riparia (tr 200 = 540 m³/s) e la Stura di Lanzo (tr 200 = 2080 m³/s).

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

- $n = 0.035-0.050 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per l' alveo del Fiume Po e per il piano campagna ipotizzando condizioni siano significativamente uniformi.

Nell'ambito dell'area urbanizzata si trascurano gli effetti locali dovuti alla presenza di edifici, recinzioni, ecc.

5.1.3.3 Condizione in uscita

Il riferimento per la condizione al contorno in uscita, è il livello idrometrico raggiunto in occasione del transito della portata colmo con tr 200 anni indicato dal PAI ⁽³⁾ per la sezione 276 pari a 219.41 m s.l.m..

Al fine di determinare la variazione del livello d'acqua nell'ultima sezione di valle, è stata predisposta una simulazione preventiva di inizializzazione per determinare la relazione tra portata in ingresso ed il corrispondente livello in uscita. Il livello così determinato risulta congruente sia con la scala delle portate che con la scala temporale imposta all'evento.

A conclusione di questo processo, è stato possibile fissare le condizioni al contorno in uscita sotto forma di livello variabile dipendente dalla portata in ingresso (vedi Figura 5-3).

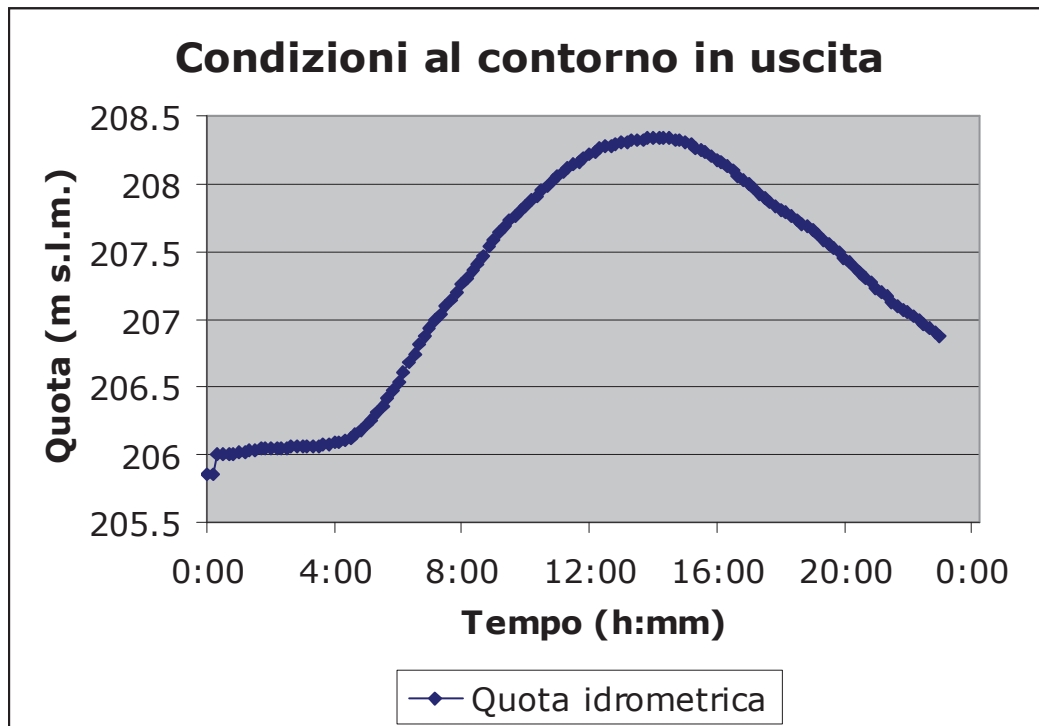


Figura 5-3. Condizioni al contorno in uscita: livello variabile dipendente dalla portata in ingresso. Sulla base delle indicazioni del PAI, il transito della portata al colmo avviene alla quota 219.41.

⁽³⁾ Tabella 53 allegata alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica" (PAI, 2001).

5.1.4 IL MODELLO IDRAULICO PREDISPOSTO

La descrizione dello schema del modello idraulico predisposto è riportata in Figura 5-4.

Le verifiche idrauliche sono finalizzate alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente con particolare riferimento a:

- evoluzione della sommersione del piano campagna;
- identificazione delle aree inondabili;
- profondità della corrente;
- velocità della corrente;
- il confronto tra la condizione del corso d’acqua antecedente e quella successiva alla realizzazione degli interventi.

Ai fini della corretta interpretazione dei risultati ottenibili mediante la verifica idraulica predisposta, si precisa che:

- La base altimetrica fa riferimento alla restituzione aerofotogrammetrica precedentemente citata. I dati di profondità e quota idrometrica sono rigorosamente riferiti al DEM. Si ricorda che la trasformazione delle primitive geometriche (punti e linee) in DEM porta sempre ad uno scadimento puntuale dell’informazione geometrica. I risultati ottenuti devono pertanto essere interpretati considerando tale limitazione. Si suggerisce di considerare la quota relativa rappresentata dalla profondità d’acqua raggiunta.
- La profondità della corrente viene espressa per ognuna delle circa 70000 celle che costituiscono la base geometrica della simulazione. L’output fornito rappresenta il valore medio per l’area rappresentata e non un valore puntuale ed è rappresentato in dipendenza dell’ampiezza delle classi e del loro numero (es. se le classi sono definite come 0.2–0.3 e 0.3–0.4 il valore di 0.32 m verrà segnalato con il valore superiore della classe di appartenenza).

5.1.5 LA CONDIZIONE ATTUALE

I risultati della verifica idraulica sono riportati in Elaborato H-2 ed in Elaborato H-3 e mostrano quanto segue:

- 1) Nell’area oggetto di studio, il limite di esondazione per la portata di riferimento supera l’estensione della Fascia B di progetto, confermando la necessità dell’opera di mitigazione ai fini della difesa idraulica dell’abitato del Fioccardo.
- 2) La verifica idraulica mette in evidenza che l’allagamento del Fioccardo, in stretta analogia con quanto avvenuto nell’ottobre 2000, trae origine dall’intrusione della corrente in una depressione ubicata alla confluenza del Rio Sappone nel Po per uno

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

sviluppo di circa 200 m. L'evoluzione della sommersione è rappresentata nel filmato prodotto dal modello idraulico ⁽⁴⁾.

- 3) La propagazione dell'onda di piena nel tronco esaminato è rappresentato in Figura 5-5. Il ruolo della laminazione appare nel complesso trascurabile in quanto a fronte di una portata al colmo in ingresso pari a 3000 m³/s, la portata in uscita è pari a 2973 m³/s (pari a circa lo 0.9%).
- 4) La distribuzione della profondità della corrente sul piano campagna nell'area del Fioccardo, mostra che l'altezza d'acqua è compresa tra 0.5 e 1.5 m (vedi Elaborato H-2).
- 5) La distribuzione della velocità della corrente mostra quanto segue (vedi Elaborato H-3):
 - la velocità della corrente in alveo nel tronco adiacente è compresa tra 2 e 4 m/s;
 - la velocità della corrente contro la sponda destra contro il tratto di sponda di interesse è pari a circa 3 m/s;
 - la velocità della corrente in corrispondenza della tracimazione in sponda destra, è pari a circa 2 m/s;
 - la velocità della corrente sul piano campagna dell'area del Fioccardo è inferiore a 0.5 m/s.

⁽⁴⁾ Il filmato in formato .avi è contenuto nel CD allegato insieme con la versione .pdf degli elaborati.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

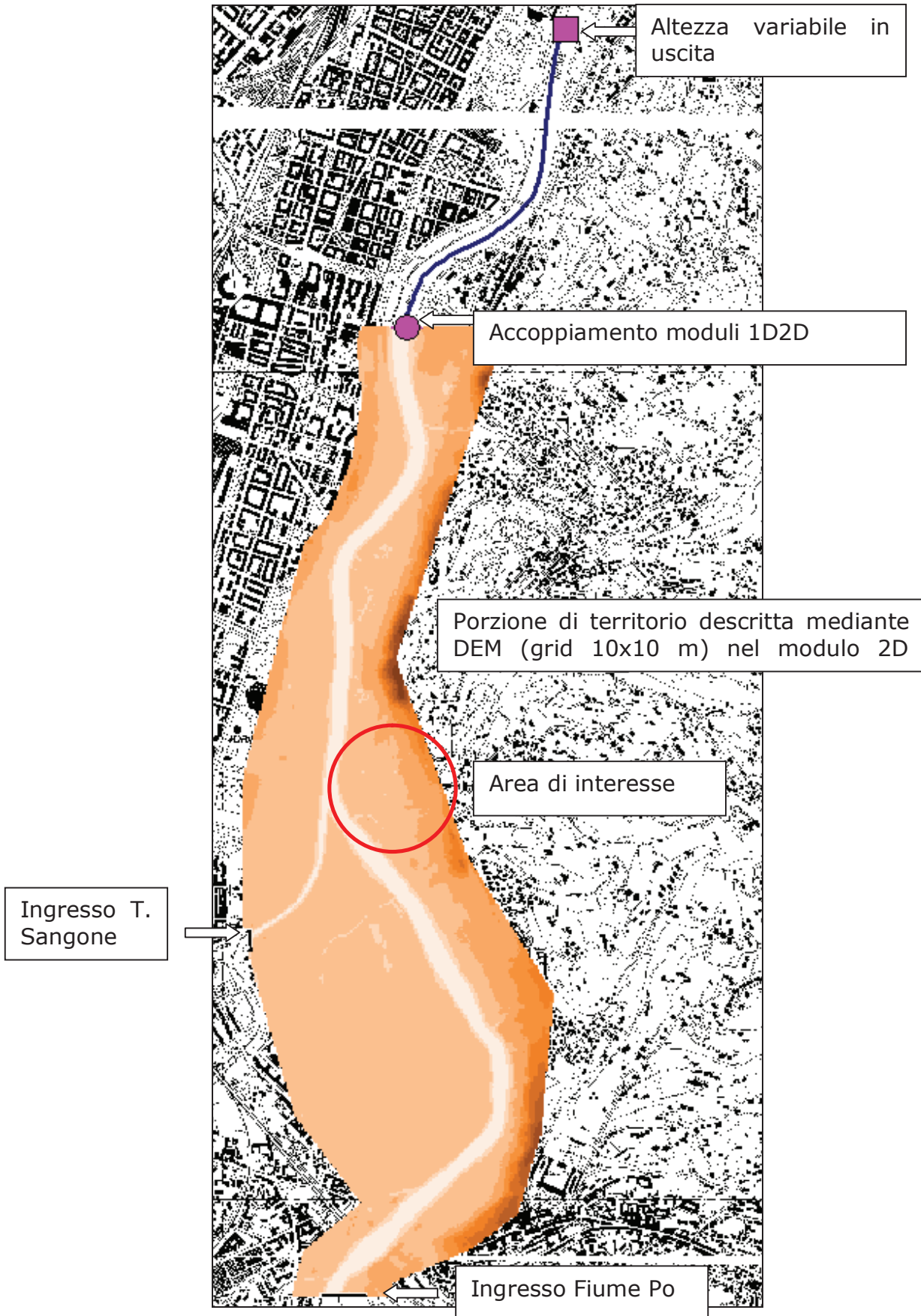


Figura 5-4. Schema logico impiegato per l'attivazione del modello idraulico per la portata assunta come riferimento nella modellazione bidimensionale ($3000 \text{ m}^3/\text{s}$).

- 6) Al fine di proporre una sorta di taratura del modello idraulico, i risultati ottenuti sono stati confrontati con gli effetti documentati per l'evento alluvionale del 2000. I risultati ottenuti testimoniano un buon grado di sovrapposizione; pertanto si ritiene che il modello predisposto possa essere utilmente impiegato per la verifica di compatibilità idraulica degli interventi proposti.

5.1.6 LA CONDIZIONE A PROGETTO REALIZZATO

I risultati della verifica idraulica sono riportati in Elaborato H-4 ed in Elaborato H-5 e mostrano quanto segue:

- 1) L'intervento previsto assolve pienamente la funzione di protezione idraulica in quanto l'area oggetto di interesse non viene più coinvolta dal passaggio della piena di riferimento.
- 2) La propagazione dell'onda di piena nel tronco esaminato è rappresentato in Figura 5-6. Il ruolo della laminazione appare, nel complesso, trascurabile in quanto a fronte di una portata al colmo in ingresso pari a 3000 m³/s, la portata in uscita è pari a 2975 m³/s (pari a circa lo 0.9%). L'aumento di portata, rispetto alla situazione indisturbata, è quindi dell'ordine dello 0.6 per mille
- 3) La distribuzione della velocità della corrente non mostra variazioni di rilievo rispetto alla condizione attuale.

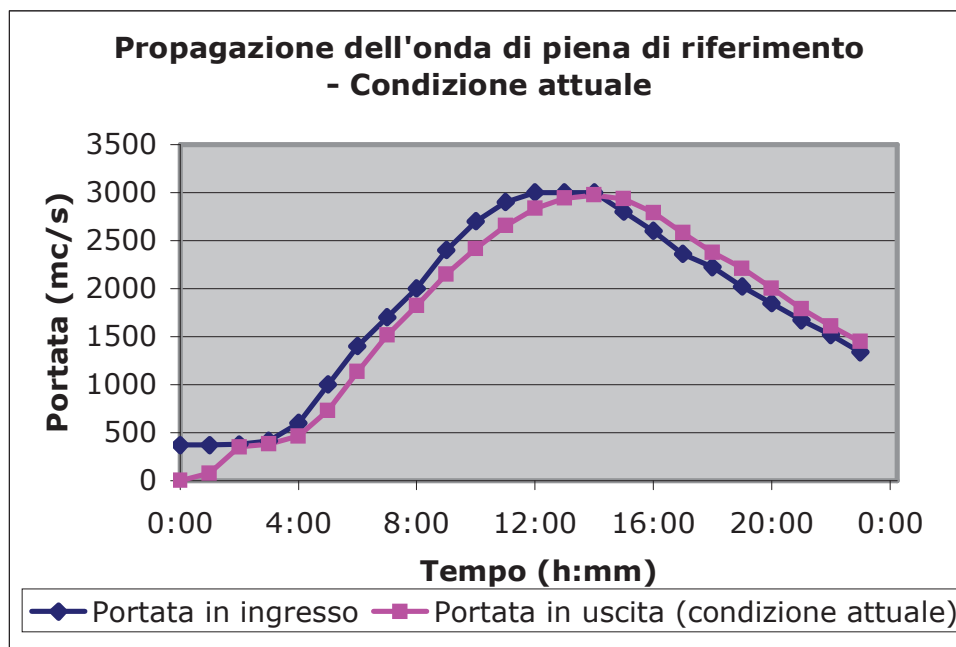


Figura 5-5. Propagazione dell'onda di piena nel tronco oggetto di studio per la portata assunta come riferimento nell'analisi con modello bidimensionale: confronto tra idrogramma in ingresso (input) e idrogramma in uscita (calcolato). Il ruolo della laminazione appare limitato praticamente al solo ritardo nel colmo con una riduzione dell'ordine del 9.0 per mille.

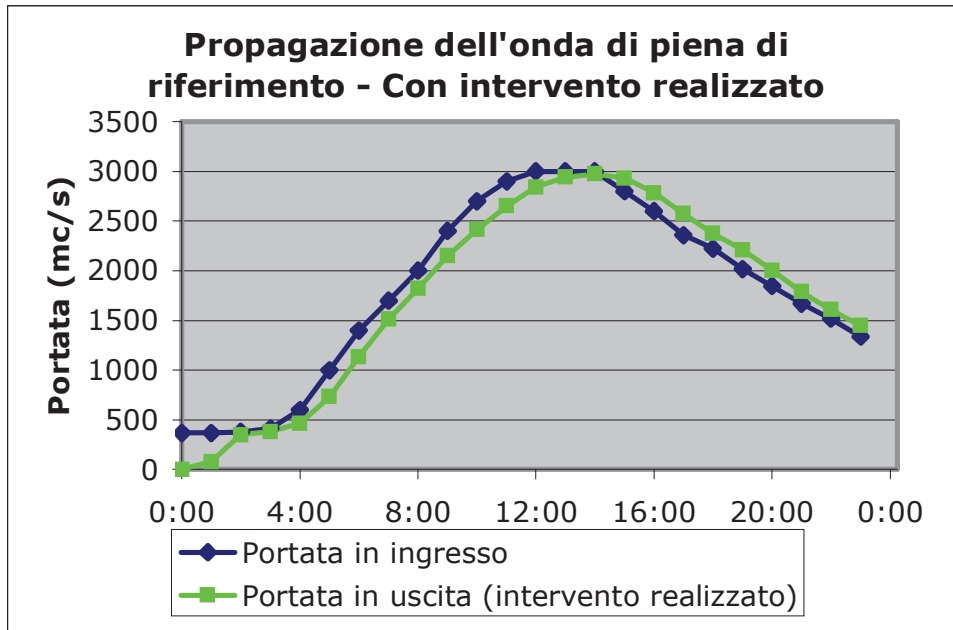


Figura 5-6. Propagazione dell'onda di piena nel tronco oggetto di studio a seguito della realizzazione dell'intervento proposto per la portata assunta come riferimento nell'analisi con modello bidimensionale: confronto tra idrogramma in ingresso (input) e idrogramma in uscita (calcolato). Il ruolo della laminazione appare limitato al solo ritardo del colmo con un riduzione pari a 8.3 per mille. La differenza tra le due portate (situazione di progetto rispetto alla situazione attuale presentata nella Figura 5-5) risulta quindi pari a 0.7 per mille

5.2 Interazioni con l'assetto idraulico del Fiume Po

Nel tronco di interesse l'alveo ha andamento monocursale sub-rettilineo ed ha caratteristiche determinate prevalentemente dalla presenza di opere di sponda, di soglie e di traverse.

La presente verifica di compatibilità idraulica è finalizzata all'accertamento del grado di interferenza provocato dall'eliminazione dell'allagamento del Fioccardo nei confronti del transito della piena di progetto. In particolare la verifica intende accertare che l'intervento non modifichi i fenomeni idraulici naturali che hanno luogo nelle fasce fluviali, che non costituisca ostacolo al transito delle piene e che non limiti in modo significativo la capacità d'invaso del tronco in oggetto (ai sensi della *Direttiva criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B* allegata alle Norme di Attuazione del PAI).

A tale scopo nei paragrafi successivi si propone il confronto delle caratteristiche idrauliche della corrente nelle condizioni attuali e a seguito della realizzazione delle opere proposte.

5.2.1 MODIFICHE INDOTTE ALLA DINAMICA DELL'ONDA DI PIENA

Le verifiche idrauliche condotte hanno mostrato quanto segue:

- 1) la propagazione dell'onda di piena nel tronco oggetto di studio non evidenzia variazioni significative nella forma dell'onda e nella traslazione temporale, tra la condizione

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

attuale e quella successiva all'eliminazione dell'allagamento al Fioccardo (vedi Figura 5-7);

- 2) il profilo di piena non evidenzia variazioni apprezzabili. In Figura 5-8 si propone il confronto dell'andamento dei livelli idrici in prossimità della sezione di chiusura del tronco di alveo soggetto di studio;
- 3) non si evidenziano variazioni della velocità della corrente. In Figura 5-9 si propone il confronto dell'andamento della velocità in prossimità della sezione di chiusura del tronco di alveo soggetto di studio;
- 4) il confronto tra i volumi uscenti dal tronco oggetto di studio non evidenzia variazioni (vedi Figura 5-10).

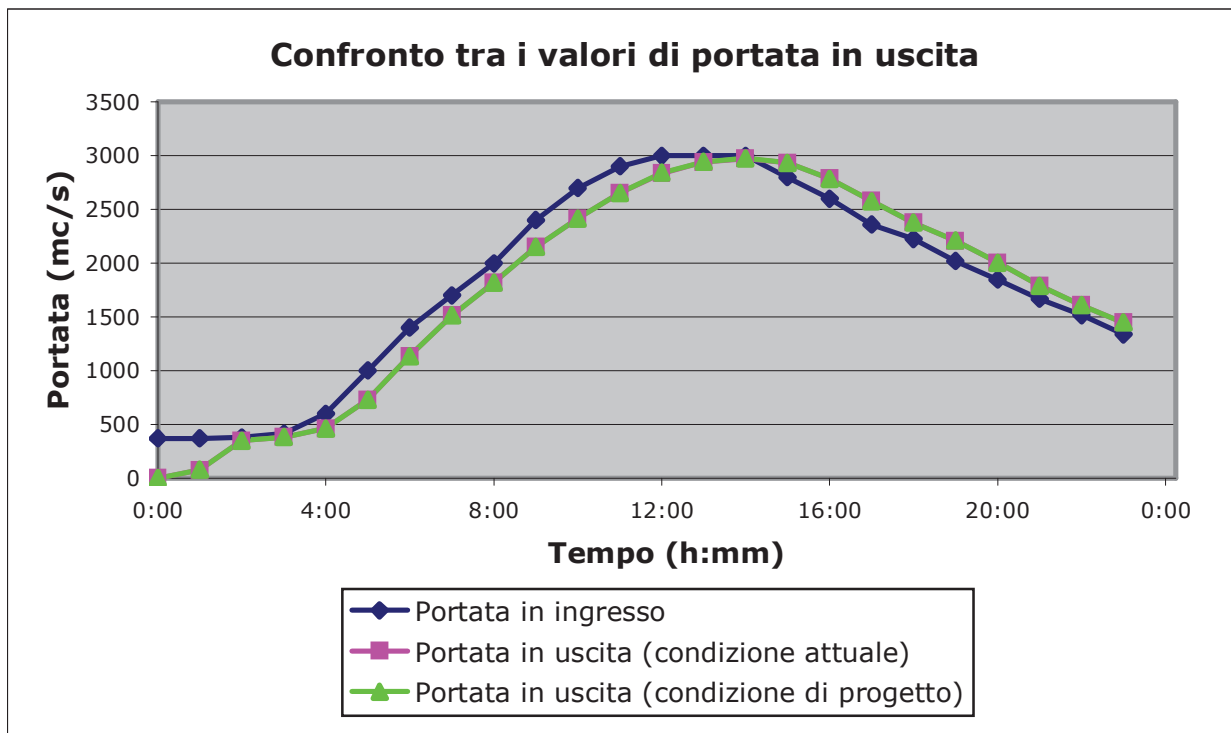


Figura 5-7. Propagazione dell'onda di piena per la portata assunta come riferimento nell'analisi con modello bidimensionale, nelle diverse condizioni progettuali: non si evidenziano variazioni apprezzabili.

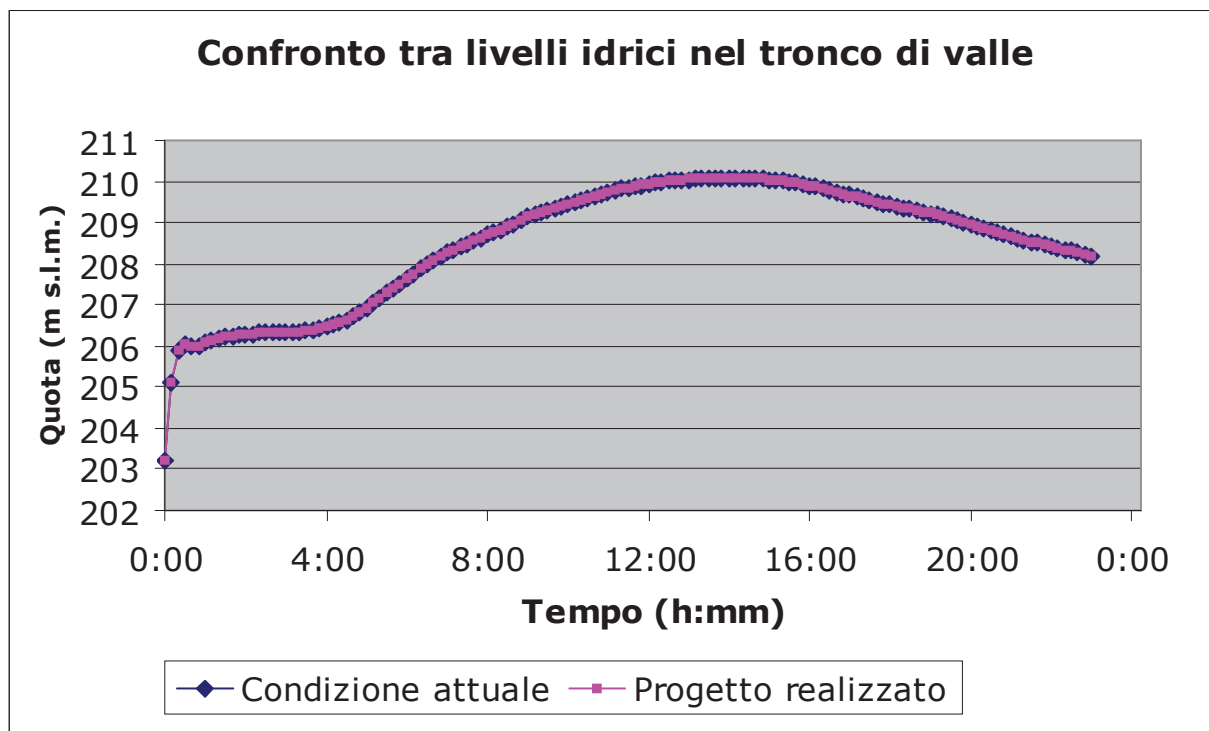


Figura 5-8. Confronto dell'andamento dei livelli idrici in prossimità della sezione di chiusura del tronco di alveo oggetto per la portata assunta come riferimento nell'analisi con modello bidimensionale.

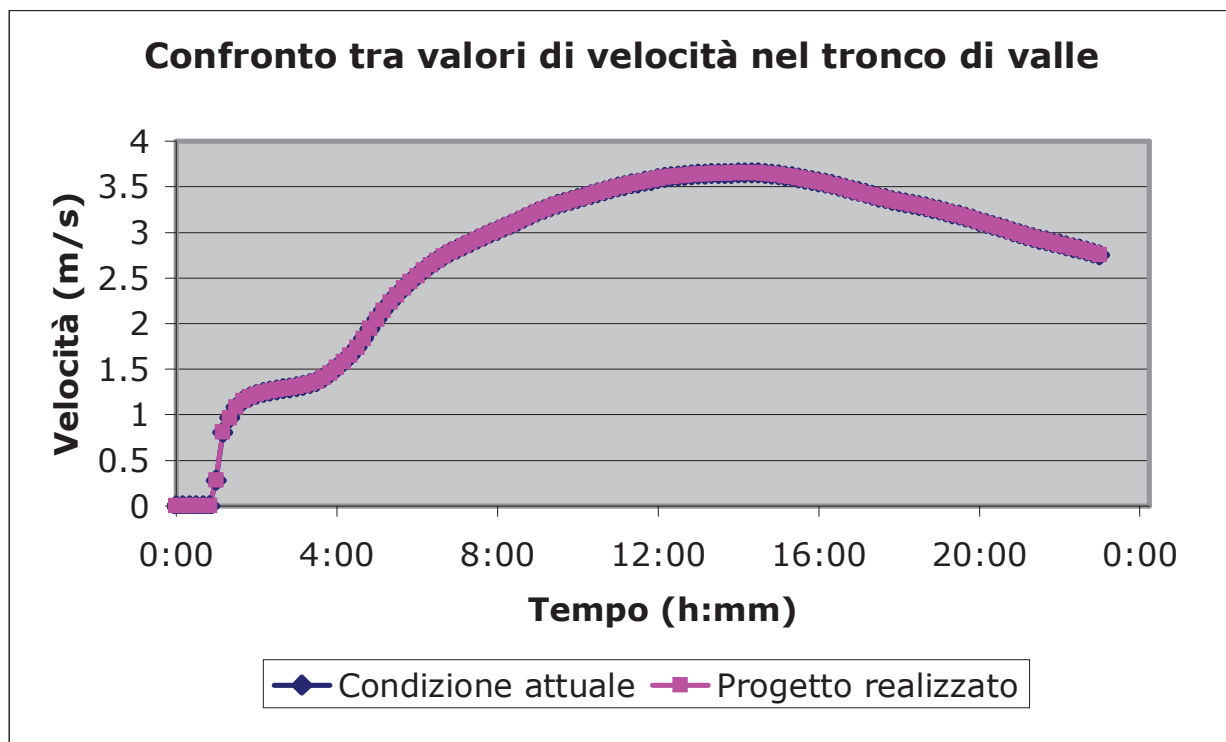


Figura 5-9. Confronto dell'andamento della velocità in prossimità della sezione di chiusura del tronco di alveo oggetto di analisi per la portata assunta come riferimento nell'analisi con modello bidimensionale.

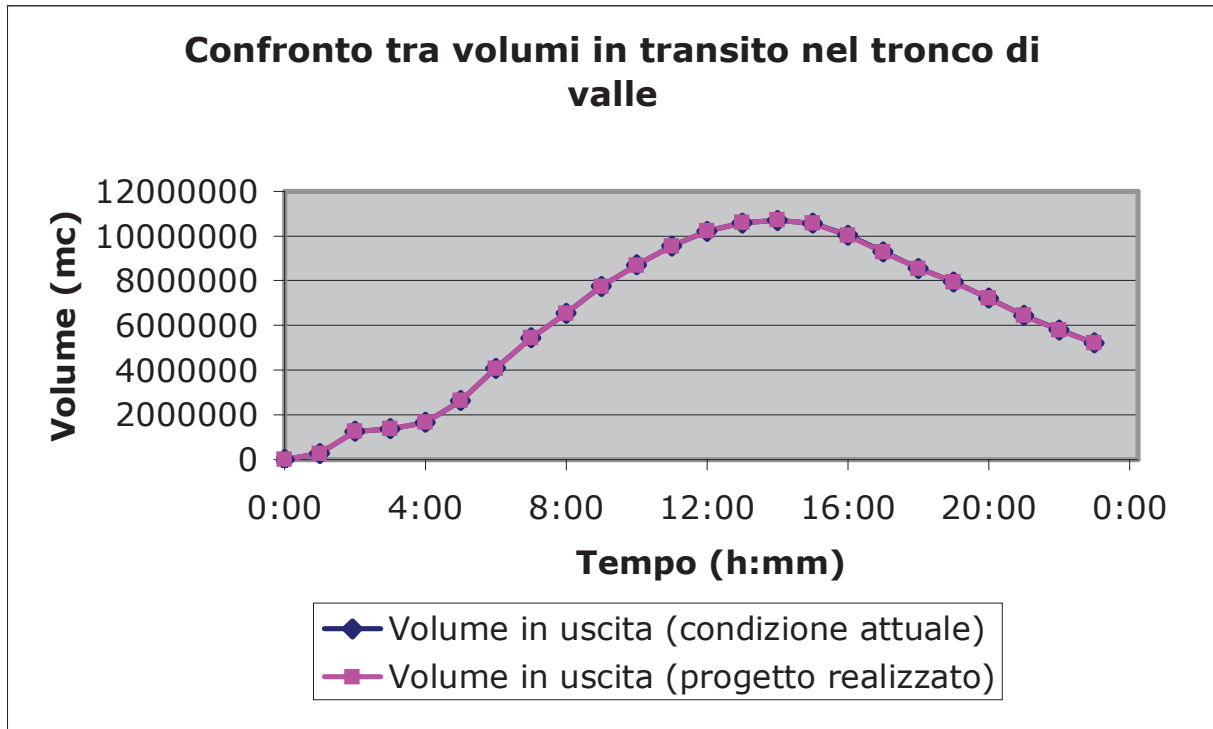


Figura 5-10. Confronto tra i volumi uscenti dal tronco oggetto di studio in prossimità della sezione di chiusura del tronco di alveo oggetto per la portata assunta come riferimento nell'analisi con modello bidimensionale.

In conclusione si riassume quanto segue:

- 1) Il confronto tra le condizioni geometriche di riferimento mostra che non si verificano interazioni più severe tra la condizione attuale e quella di progetto, in quanto non si evidenziano modifiche significative del profilo di piena, sia in termini di portate, che di velocità.
- 2) Non si evidenziano variazioni significative della quota idrometrica.
- 3) Non si evidenziano variazioni significative nella capacità di laminazione.

5.2.2 MODIFICHE INDOTTE ALLE AREE ALLAGABILI

Le modifiche indotte dalla realizzazione dell'intervento proposto sono riportate in Elaborato H-2, 3, 4 e 5.

L'esame dei risultati ottenuti evidenzia quanto segue:

- a) L'area del Fioccardo non viene interessata dal transito dell'onda di piena.
- b) Non si evidenziano variazioni planimetriche degli allagamenti all'esterno dell'area protetta.
- c) L'evoluzione della sommersione del piano campagna non subisce variazioni apprezzabili.

6 CONCLUSIONI

A conclusione dello studio condotto si riassume quanto segue:

- 1) L'area del quartiere Fioccardo è stata allagata in occasione dell'evento dell'ottobre 2000 fino al piede delle salite che portano a Corso Moncalieri con battenti idrici compresi tra 0.5 e 1.5 m.
- 2) Le verifiche idrauliche hanno evidenziato che l'opera proposta è in grado di difendere l'area da una piena con tempo medio di ritorno di 76 anni in base alle portate di riferimento stabilite dal PAI. La portata contenuta dal coronamento dell'opera proposta è dell'ordine di 2240 m³/s ed è confrontabile con le portate attribuite all'evento dell'ottobre 2000 e del maggio 1949 (2239 m³/s alla stazione di Moncalieri). Merita segnalare che i due eventi citati sono stati gli unici casi di allagamento al Fioccardo a memoria d'uomo ed anche segnalare che l'evento dell'ottobre 1839 dovrebbe essere stato dello stesso ordine di grandezza, ma i livelli non possono essere assimilati a causa delle condizioni dell'alveo all'epoca completamente diverse da quelle attuali ⁽⁵⁾. Il livello di riduzione del rischio può pertanto essere ritenuto soddisfacente ai fini della protezione della popolazione e dei beni al Fioccardo.
- 3) La quantificazione del grado di interferenza che potrebbe avere la realizzazione dell'opera sulla dinamica del transito dell'onda di piena assunta come riferimento per questa analisi mostra che non si verificano differenze apprezzabili tra la condizione attuale e quella con l'opera realizzata, in quanto non si evidenziano modifiche significative del profilo di piena, sia in termini di portate, velocità e quota idrometrica.
- 4) Non si evidenziano variazioni significative nella capacità di laminazione del tronco oggetto di studio. Non si evidenziano variazioni planimetriche degli allagamenti all'esterno dell'area difesa. Tali considerazioni meritano adeguata segnalazione in quanto ritenute pregiudiziali ad ogni intervento che riduca gli allagamenti in Fascia B. Nel caso in esame, l'opera proposta risulta ininfluenza sui valori dei parametri idraulici nel tronco di fiume di interesse.

⁽⁵⁾ La piena del 1839 raggiunse la quota 218.11 alla spalla sinistra del ponte napoleonico della Gran Madre confrontabile con quelli pari a 217.97 e 217.58 forniti dal modello numerico rispettivamente per la portata attribuita all'evento duecentennale (2600 m³/s) ed all'evento del 2000 (2300 m³/s) alla sezione 370 (vedi Appendice C ed Appendice E). Mentre i livelli a monte di un ponte rimasto pressochè invariato (soprattutto per quanto riguarda l'alveo a valle, essendovi già la traversa Michelotti, ma non i Murazzi, all'epoca della piena) possono essere confrontati, i livelli raggiunti in alveo dipendono direttamente dalle condizioni delle sponde e dalla geometria dell'alveo stesso e pertanto non possono essere confrontati. Prova di ciò, sono i livelli registrati sul cippo al Valentino dove la piena del 1839 risulta assai più alta di tutte le altre e, in particolare di quella dell'ottobre 2000 principalmente a causa delle sistemazioni ottocentesche che hanno migliorato la capacità di convogliamento dell'alveo.

7 ELENCO ELABORATI

Elaborato H-1: Relazione tecnico-illustrativa.

Elaborato H-2: Risultati delle verifiche idrauliche in moto vario bidimensionale. Evento di riferimento nella condizione attuale: distribuzione della profondità nel tronco considerato (scala 1: 8 000).

Elaborato H-3: Risultati delle verifiche idrauliche in moto vario bidimensionale. Evento di riferimento nella condizione attuale: profondità e velocità dell'acqua. Dettaglio dell'area del Fioccardo (scala 1: 2 000).

Elaborato H-4: Risultati delle verifiche idrauliche in moto vario bidimensionale. Evento di riferimento ad intervento realizzato: distribuzione della profondità nel tronco considerato (scala 1: 8 000).

Elaborato H-5: Risultati delle verifiche idrauliche in moto vario bidimensionale. Evento di riferimento ad intervento realizzato: profondità e velocità dell'acqua. Dettaglio dell'area del Fioccardo (scala 1: 2 000).

8 RIFERIMENTI

AEM - TORINO (1992): *Studio idraulico e proposte di interventi finalizzati alla teleconduzione dell'impianto* (inedito)

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1995): *Sottoprogetto SP1 Piene e Naturalità "alvei fluviali", 1A Fase (Stralcio Piemonte), Attività 1: Aggiornamento e sistematizzazione dell'idrologia di piena, Parma.*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1998): *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, Parma.*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico), Parma.*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico -7- Norme di attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica, Parma.*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico -7- Norme di attuazione - Direttiva criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B, Parma.*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico, Specifica tecnica delle attività – Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua del bacino del Fiume Po, Specifica per l'esecuzione di rilievi topografici e aerofotogrammetrici, Parma.*

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001): *Piano per l'Assetto Idrogeologico, ADDENDUM 3, Progetto di delimitazione delle fasce fluviali, Torrente Sangone, Parma.*

BENINI G. (1990): *Sistemazioni idraulico-forestali*, Utet, Torino.

CHOW V.T. (1959): *Open-Channel Hydraulics*, McGraw-Hill, New York.

COMUNE DI MONCALIERI (1997): *Studio idrogeologico e ambientale dell'intero bacino del Torrente Sangone* redatto da HYDRODATA.

CITTA' DI TORINO (1999-2003): *Area collinare e territorio di pianura, studi idrogeomorfologici di supporto al PRGC*, redatto da Anselmo, Carraro, Grasso, Zanella.

CITTA' DI TORINO (2009): *Mitigazione degli effetti delle piene del Po al Fioccardo*, Torino.

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

FRANK E., OSTAN A., COCCATO M., STELLING G.S. (2001): *Use of an integrated one dimensional-two dimensional hydraulic modelling approach for flood hazard and risk mapping*. Proceedings of the Conference on River Basin Management 2001, 11-13 September 2001, Cardiff, UK.

PROVINCIA DI TORINO (2001): *Risorse idriche superficiali dei principali bacini della provincia di Torino*, Torino.

REGIONE PIEMONTE (2000): *Rapporto sull'evento alluvionale del 13-16 ottobre 2000*, Torino.

STELLING G.S., KERNKAMP H.W.J., LAGUZZI M.M. (1998): *Delft Flooding System: a powerful tool for inundation assessment based upon a positive flow simulation*. In *Hydroinformatics '98*, Babovic and Larsen (eds), 1998 Balkema, Rotterdam.

WL | DELFT HYDRAULICS (2000): *R&D 2000. Annual Report*.

WL | DELFT HYDRAULICS (2003): *SOBEK-Rural Reference Manual*.

APPENDICE - A - CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO BIDIMENSIONALE SOBEK-RURAL.

Il codice di calcolo SOBEK-Rural è uno strumento di modellazione di corsi d'acqua naturali in aree di pianura; una tipica applicazione del programma è la simulazione della progressione di un evento di piena in un'area inondabile inizialmente asciutta, tenendo conto dell'influenza di infrastrutture esistenti e/o pianificate (WL DELFT HYDRAULICS, 2003). Il modello è in grado di simulare ogni tipo di condizioni di deflusso, sub o supercritiche ed il passaggio da un regime all'altro.

Derivato da un originario modello monodimensionale, presenta caratteristiche interessanti di sovrapposizione fra modulo 1D e 2D: permette infatti di operare un passaggio automatico da monodimensionale (moto nell'alveo incanalato) a bidimensionale (sommersione progressiva del piano campagna) e risulta, pertanto, particolarmente promettente per le indagini legate alla delimitazioni delle aree soggette ad esondazione i diverse condizioni progettuali

Il modulo 1D è costituito dalle sezioni trasversali dell'alveo a distanze appropriate l'una dall'altra, mentre il modulo 2D si basa su una griglia di calcolo a maglie quadrate, che rappresenta la regione fluviale: ad ogni cella della griglia sono assegnate la quota s.l.m. e il valore della scabrezza.

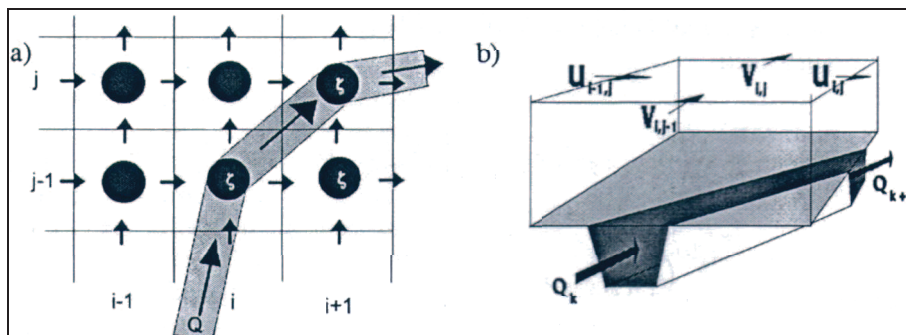
Il modello si basa sulle equazioni di De Saint Venant per il bilancio della quantità di moto e la conservazione della massa. Lo schema di soluzione utilizza il metodo delle differenze finite. Per la conservazione della quantità di moto i moduli 1D e 2D rimangono strettamente separati: le velocità sulla verticale e le forze di taglio tra 1D e 2D sono trascurate. Per la conservazione della massa, gli appropriati volumi 1D e 2D sono combinati in modo da avere congruenza dei livelli idrometrici (

Figura B 1).

Ad ogni *time step* della simulazione i risultati ottenuti nello schema monodimensionale sono usati come condizioni al contorno interne per lo schema bidimensionale, utilizzato per simulare i processi di inondazione delle aree golenali (Stelling et al., 1998; Frank et al., 2001). L'accoppiamento tra 1D e 2D avviene a livello dei punti di calcolo 1D (*calculation points*) quando si trovano sovrapposti alle celle della griglia 2D (

Figura B 2). I modi con cui l'acqua può fuoriuscire dall'alveo 1D e inondare le aree circostanti (griglia 2D) sono due:

- l'acqua entra nella griglia 2D quando il livello idrometrico nell'1D supera la quota della sponda più alta o più bassa (opzione: assume highest/lowest level of embankments). In questo caso le sponde formano una barriera tra l'alveo e la griglia 2D, sia per l'acqua che fuoriesce dall'alveo, sia per l'acqua che rientra nell'alveo (Figura B 3-a).
- l'acqua entra nella griglia 2D non appena il livello idrometrico raggiunge la quota del terreno nella griglia 2D, mentre la parte di sponda al di sopra di tale livello è trascurata (opzione: assume no dikes). Questa opzione è utile quando non sono presenti argini e non si conosce l'esatta connessione locale tra il profilo 1D e il piano campagna (Figura B 3-b).



COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

Figura B 1. Schema del modello idraulico: a) combinazione 1D/2D; b) combinazione dei volumi 1D/2D (da: Frank et al., 2001)

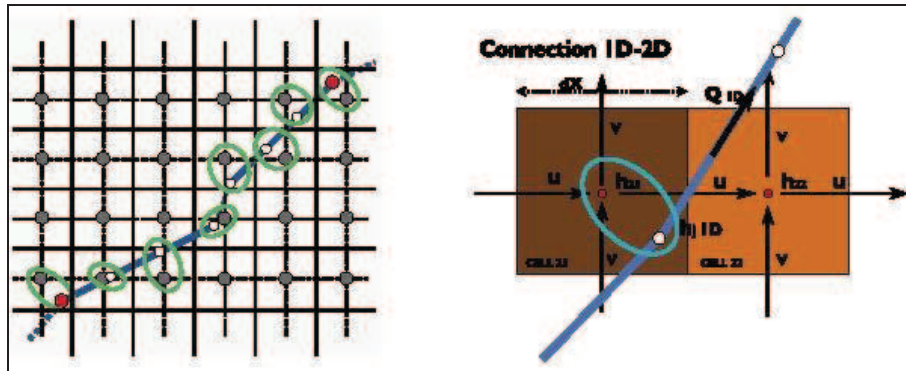


Figura B 2. Accoppiamento tra la rete 1D e le celle 2D (h : livello idrometrico (lo stesso per 1D e 2D); u, v : velocità in direzione x e y ; dX : dimensione della cella; Q : portata nel ramo 1D). (WL DELFT, 2000).

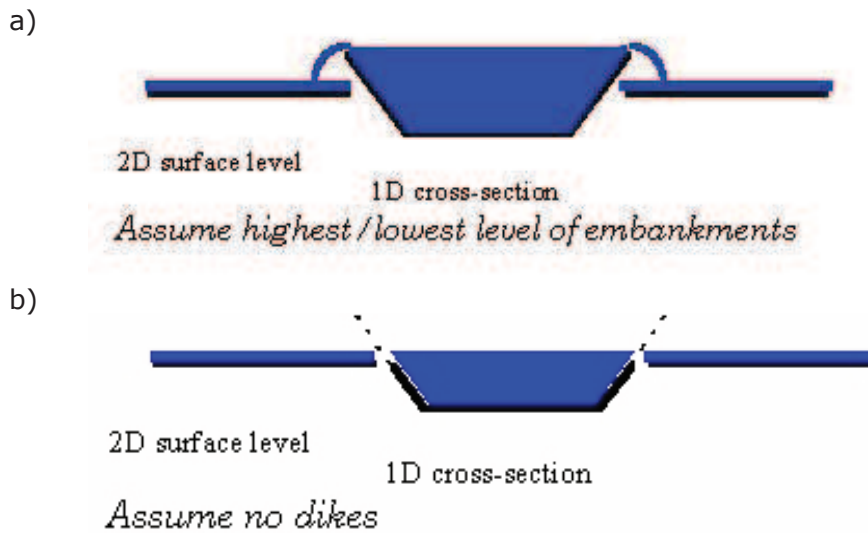


Figura B 3. Opzioni di fuoriuscita dell'acqua dall'alveo 1D alla griglia 2D (figure tratte dalla guida in linea del programma).

Campi di applicazione e risultati ottenibili

Il modello può essere utilizzato in due modalità:

- ACCOPPIAMENTO 1D-2D: particolarmente utile per lo studio dell'allagamento progressivo delle aree vicine all'alveo nel caso di un evento di piena (l'alveo è descritto tramite sezioni trasversali nel modulo 1D, mentre le zone golenali sono descritte dalla griglia 2D) o l'effetto di strutture trasversali (per esempio ponti e traverse, descritte nel modulo 1D)
- SOLO 2D: utile nel caso di alvei molto ampi e ramificati. Sia l'alveo, sia le aree golenali sono descritti dalla griglia 2D. La modellazione mostra la distribuzione della corrente nell'alveo e permette di valutare i punti critici (erosioni di sponda, riattivazione di alvei antichi).

Requisiti minimi dei dati di partenza per l'uso del modello

I dati necessari per allestire il modello sono:

Topografia di dettaglio

- **PUNTI QUOTATI:** sia l'alveo, sia la regione fluviale devono essere descritti da un numero sufficiente di punti quotati. E' importante sia la densità dei punti quotati, sia la

Anselmo associati

Via Vittorio Emanuele, 14 – 10023 Chieri (Torino)

Tel. 011 9415835 – fax. 011 0712923 – e-mail. info@anselmoassociati.it

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

loro accuratezza altimetrica. In generale, si ottengono buoni risultati dall'interpretazioni di ortoimmagini digitali (un punto quotato ogni 25 m², con un'accuratezza altimetrica di $\pm 20-25$ cm).

- **BREAKLINES**: polilinee 3D che descrivono una "rottura" nel rilievo, ossia un brusco cambiamento di pendenza determinato, per esempio, da rilevati stradali e ferroviari, argini, corsi d'acqua.
- **SEZIONI TRASVERSALI**: nel caso di accoppiamento 1D-2D lungo tutto il tronco d'alveo oggetto di studio sono necessarie sezioni trasversali ad una distanza adeguata una dall'altra (il modello interpola la geometria tra una sezione e la successiva). Nel caso di solo 2D, è necessaria almeno una sezione in uscita.
- **EVENTUALI STRUTTURE TRASVERSALI**: ponti, traverse (larghezza, quota del coronamento, ecc.)
- Dall'elaborazione in ambiente G.I.S. di punti quotati e breaklines si ottiene la griglia, a maglie quadrate, delle quote: l'ampiezza del lato delle celle della griglia è scelta in base alla densità dei punti iniziali e al caso di studio (generalmente varia da un minimo di 2-4 m, ad un massimo di 25-50 m).

Condizioni al contorno:

- **IDROGRAMMA/I IN INGRESSO**
- **SCABREZZE** dell'alveo e della regione fluviale
- **LIVELLO IDROMETRICO IN USCITA**: fisso o variabile. E' attualmente in fase di sperimentazione la possibilità di utilizzare come condizione al contorno in uscita, anziché un livello idrometrico, la relazione Q-H (scala delle portate).

Output delle simulazioni

Gli output del modello, per ogni timestep di simulazione, sono:

- livelli idrometrici e velocità della corrente (scalare e vettoriale) nella rete 1D e nella griglia 2D;
- aree inondate e profondità dell'acqua in ogni cella della griglia.

I risultati possono essere agevolmente esportati in ambiente GIS per ulteriori considerazioni, per esempio, sulla massima area inondata e sulle profondità dell'acqua nelle zone inondate.

I risultati sono inoltre esportabili anche sotto forma di filmati che illustrano la progressione dell'evento di piena (si vedano i filmati contenuti nel cd allegato).

Riferimenti

FRANK E., OSTAN A., COCCATO M., STELLING G.S. (2001): *Use of an integrated one dimensional-two dimensional hydraulic modelling approach for flood hazard and risk mapping*. Proceedings of the Conference on River Basin Management 2001, 11-13 September 2001, Cardiff, UK.

GUIOT E. (2004): *Valutazione della pericolosità dei fenomeni torrentizi e fluviali lungo la rete idrografica ai fini della riorganizzazione del territorio*. Tesi di dottorato, Università di Torino.

STELLING G.S., KERNKAMP H.W.J., LAGUZZI M.M. (1998): *Delft Flooding System: a powerful tool for inundation assessment based upon a positive flow simulation*. In Hydroinformatics '98, Babovic and Larsen (eds), 1998 Balkema, Rotterdam.

WL | DELFT HYDRAULICS (2000): *R&D 2000. Annual Report*.


WL | DELFT HYDRAULICS (2003): *SOBEK-Rural Reference Manual*.

APPENDICE - B - PLANIMETRIA SEZIONI MODELLO IDRAULICO

Planimetria su base CTC recante l'indicazione della posizione delle sezioni impiegate nel modello idraulico.



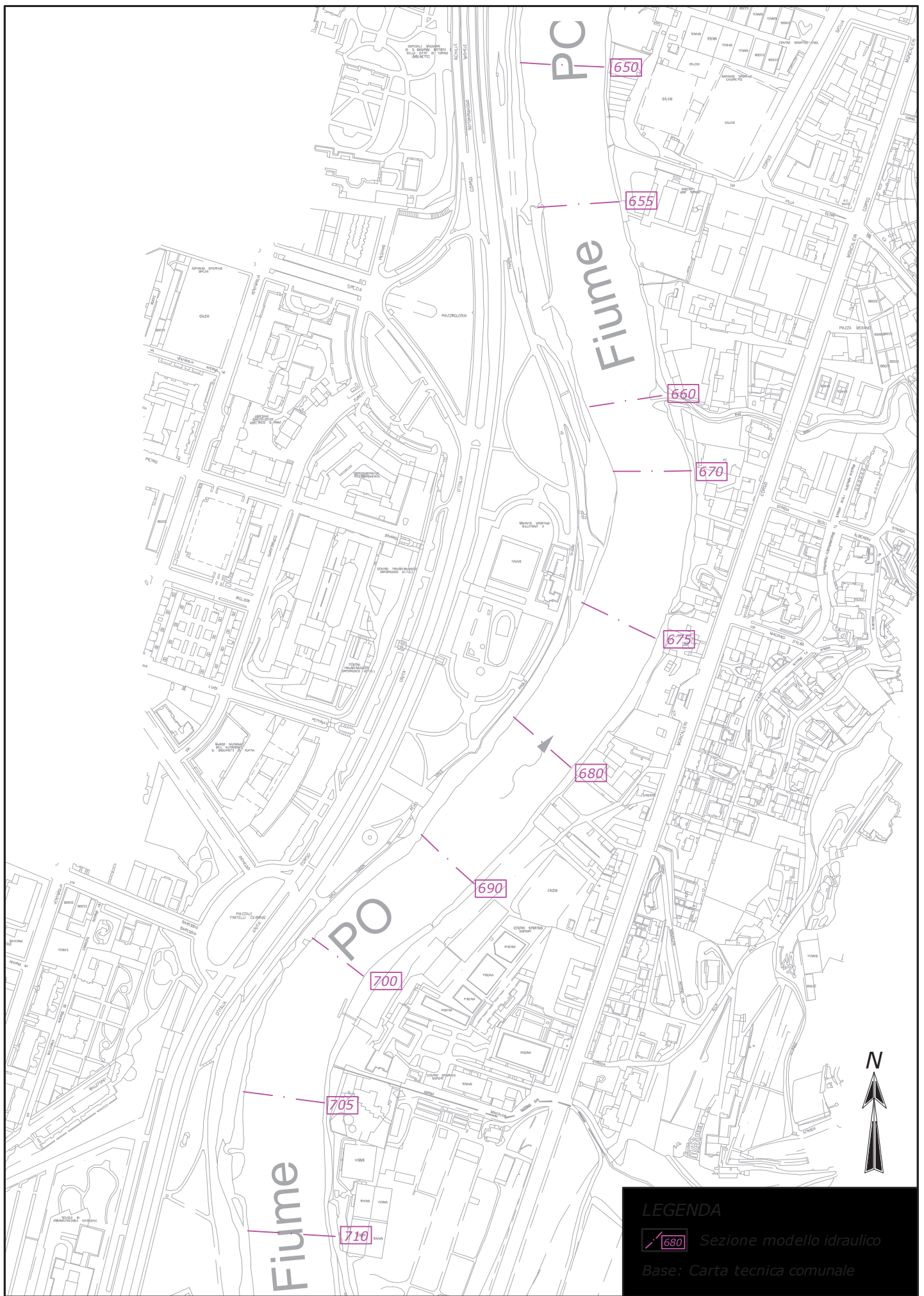
LEGENDA

 Sezione modello idraulico


Base: Carta tecnica comunale

Planimetria sezioni modello idraulico - 1

scala
1:5.000

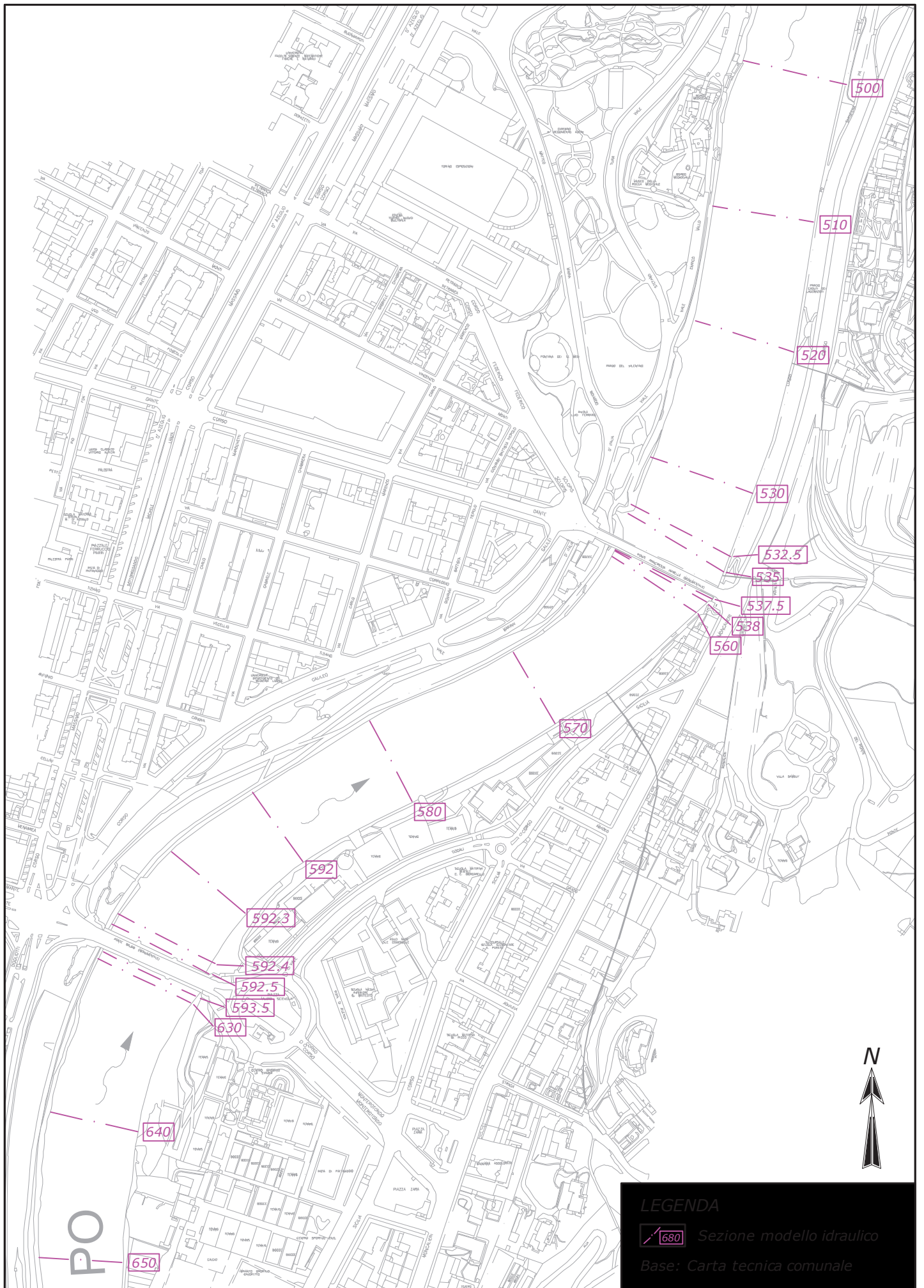


LEGENDA

-  Sezione modello idraulico
- Base: Carta tecnica comunale

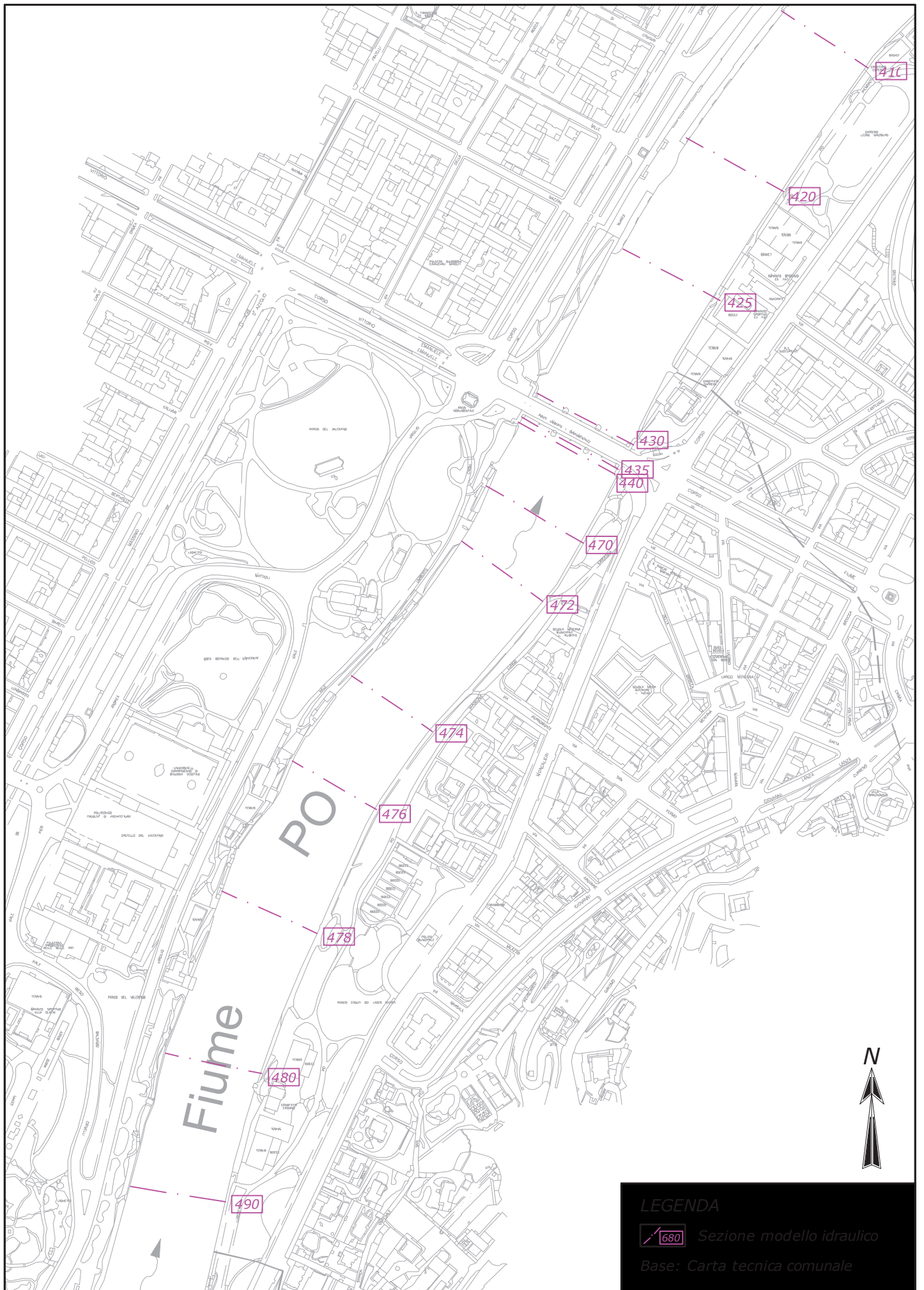
Planimetria sezioni modello idraulico - 2

scala
1:5.000



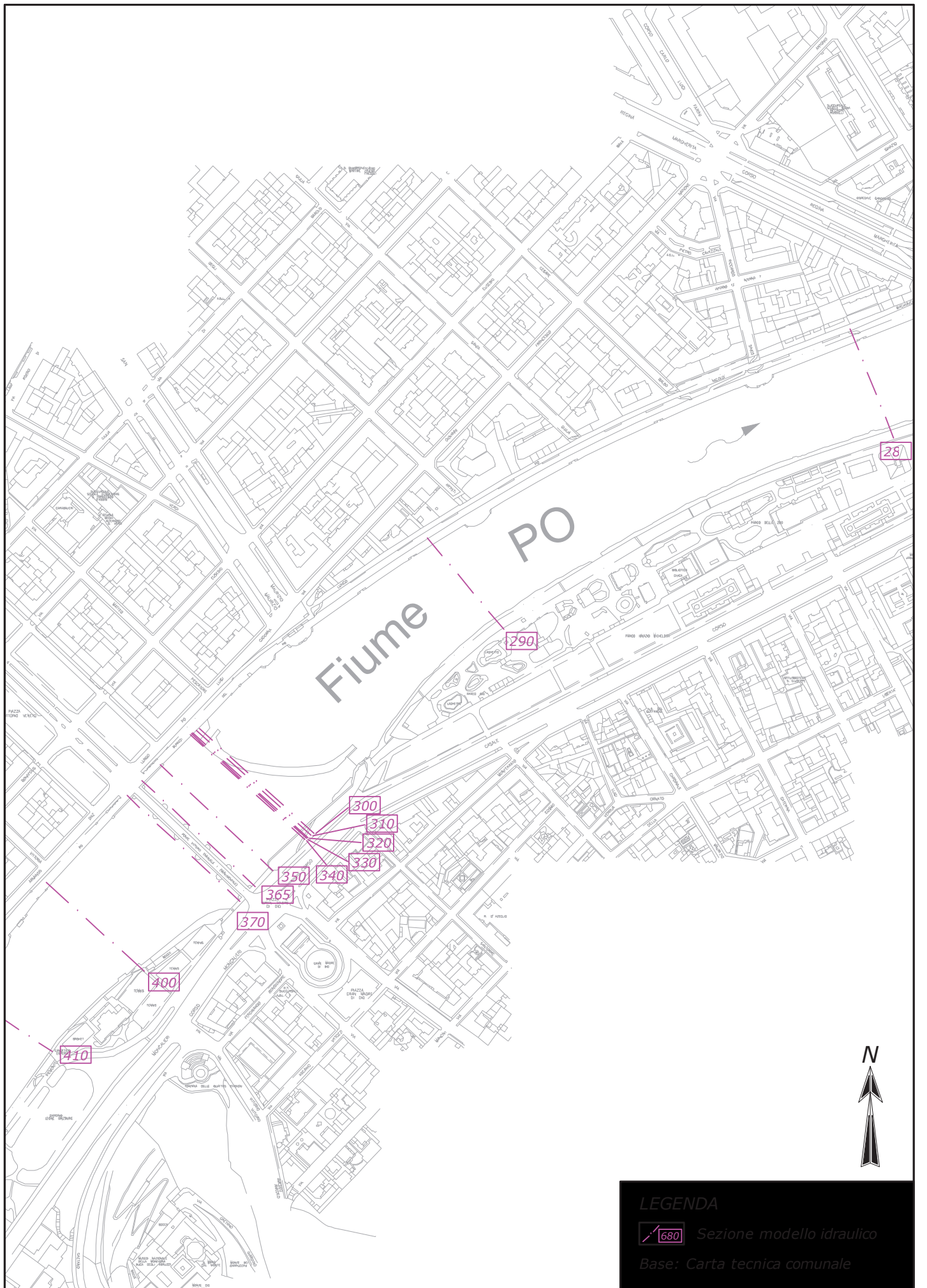
Planimetria sezioni modello idraulico - 3

scala
1:5.000



Planimetria sezioni modello idraulico - 4

scala
1:5.000



Planimetria sezioni modello idraulico - 5

scala
1:5.000

APPENDICE - C – RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA - STATO ATTUALE

Si riporta la tabella dei risultati della modellazione idraulica nella situazione attuale per le portate di piena di progetto considerate.

Si ricorda che la diciture nella tabella hanno il significato seguente:

- River Sta : numero sezione (crescente da valle verso monte)
- Profile : profilo di piena di progetto considerato
- Q total : portata di riferimento
- Min Ch El : quota minima del fondo
- W.S. Elev. : quota del pelo libero
- Crit- W.S. : quota del pelo libero allo stato critico
- E.G. Elev. : quota della linea dell'energia
- E.G. Slope : pendenza "motrice"
- Vel Chnl : velocità media nell'alveo principale
- Flow Area : area bagnata
- Top Width : larghezza del pelo libero
- Froude # Chl : numero di Froude per l'alveo principale (la corrente è "veloce" per numero di Froude > 1)
- Shear total : forza tangenziale di trascinamento del fondo

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
840	evento 2000	2300	209.8	220.65	215.14	220.96	0.000137	2.5	931.73	560.22	0.27
840	PAI Tr200	2600	209.8	221.29	215.49	221.65	0.000139	2.64	1000.39	571.45	0.27
835	evento 2000	2300	209.64	220.68	214.59	220.91	0.000106	2.16	1105.13	543.15	0.23
835	PAI Tr200	2600	209.64	221.33	214.92	221.59	0.000107	2.26	1197.31	571.24	0.23
830	evento 2000	2300	209.42	220.68	214.42	220.9	0.000112	2.08	1145.24	494.05	0.23
830	PAI Tr200	2600	209.42	221.34	214.75	221.58	0.000109	2.16	1260.63	514.22	0.23
825	evento 2000	2300	209.37	220.63	214.48	220.89	0.000122	2.28	1034.83	392.81	0.24
825	PAI Tr200	2600	209.37	221.28	214.84	221.57	0.000122	2.39	1124.27	410.72	0.25
820	evento 2000	2300	209.23	220.6	214.61	220.89	0.000182	2.36	974.46	356.35	0.29

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
820	PAI Tr200	2600	209.23	221.26	215	221.56	0.000172	2.44	1068.74	448.1	0.28
815	evento 2000	2300	209.28	220.57	214.65	220.88	0.000148	2.47	973.7	314.57	0.27
815	PAI Tr200	2600	209.28	221.22	215.02	221.55	0.000147	2.58	1088.57	388.52	0.27
810	evento 2000	2300	209	220.57	214.66	220.88	0.0002	2.47	943.62	471.63	0.3
810	PAI Tr200	2600	209	221.22	215.07	221.55	0.000188	2.54	1041.98	481.28	0.3
805	evento 2000	2300	208.72	220.58	214.38	220.86	0.000188	2.33	1016.41	439.69	0.29
805	PAI Tr200	2600	208.72	221.24	214.79	221.53	0.000173	2.38	1133.93	447.41	0.28
800	evento 2000	2300	208.45	220.55	214.11	220.85	0.000137	2.45	970.24	433.38	0.26
800	PAI Tr200	2600	208.45	221.18	214.52	221.52	0.000139	2.58	1050.27	451.93	0.26
795	evento 2000	2300	208.16	220.62	214.04	220.81	0.000088	1.94	1224.97	412.18	0.21
795	PAI Tr200	2600	208.16	221.27	214.42	221.48	0.00009	2.03	1331.57	423.92	0.21
790	evento 2000	2300	207.88	220.57	214.23	220.81	0.000113	2.18	1078.03	393.32	0.24
790	PAI Tr200	2600	207.88	221.2	214.62	221.47	0.000116	2.28	1166.49	404.3	0.24
785	evento 2000	2300	207.61	220.36	215.13	220.78	0.000221	2.89	856.23	372.89	0.32
785	PAI Tr200	2600	207.61	221	215.57	221.44	0.000221	3	948.32	388.52	0.33
780	evento 2000	2300	208.04	220.43	213.57	220.7	0.000119	2.31	1029.31	365.66	0.24
780	PAI Tr200	2600	208.04	221.07	213.98	221.37	0.000124	2.43	1114.76	392.43	0.25
775	evento 2000	2300	208.46	220.35	214.14	220.69	0.000164	2.58	890.67	339.63	0.28
775	PAI Tr200	2600	208.46	220.98	214.57	221.35	0.000169	2.72	955.22	386.2	0.29
770	evento 2000	2300	207.87	220.29	213.96	220.67	0.000173	2.74	840.43	91.46	0.29
770	PAI Tr200	2600	207.87	220.9	214.42	221.33	0.000185	2.9	896.92	93.68	0.3
765	evento 2000	2300	207.27	220.1	215.6	220.65	0.000307	3.28	701.26	90.99	0.38
765	PAI Tr200	2600	207.27	220.7	216.05	221.3	0.000319	3.43	757.07	94.31	0.39
760	evento 2000	2300	206.68	220.21	214.71	220.58	0.00019	2.71	848.31	103.06	0.3
760	PAI Tr200	2600	206.68	220.82	215.12	221.23	0.000198	2.85	912.17	117.46	0.31
755	evento 2000	2300	209.8	220.19	215.01	220.54	0.000189	2.65	872.39	222.83	0.3
755	PAI Tr200	2600	209.8	220.8	215.38	221.19	0.00019	2.77	943.32	240.25	0.31

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
750	evento 2000	2300	208.8	220.18	214.62	220.5	0.00018	2.49	925.03	277.11	0.29
750	PAI Tr200	2600	208.8	220.8	215.01	221.14	0.000177	2.6	1000.22	291.78	0.29
745	evento 2000	2300	208.25	220.06	214.56	220.45	0.000183	2.75	839.04	173.56	0.3
745	PAI Tr200	2600	208.25	220.66	214.95	221.09	0.000188	2.91	896.39	191.6	0.3
740	evento 2000	2300	208	220.09	213.56	220.41	0.000125	2.53	946.64	168.58	0.25
740	PAI Tr200	2600	208	220.69	213.94	221.05	0.000132	2.69	1012.72	188.44	0.26
735	evento 2000	2300	208	220.01	213.85	220.4	0.000394	2.75	865.09	110.24	0.27
735	PAI Tr200	2600	208	220.6	214.25	221.03	0.000429	2.93	925.29	114.02	0.28
730	evento 2000	2300	208	220.01	213.85	220.39	0.000394	2.75	864.88	110.23	0.27
730	PAI Tr200	2600	208	220.6	214.25	221.03	0.000429	2.93	925.06	114.01	0.28
725	evento 2000	2300	208	220.04	213.56	220.37	0.000127	2.54	940.79	165.11	0.25
725	PAI Tr200	2600	208	220.63	213.94	221	0.000134	2.71	1006.16	184.24	0.26
720	evento 2000	2300	206.71	220.06	212.84	220.34	0.000108	2.35	1039.54	189.95	0.23
720	PAI Tr200	2600	206.71	220.66	213.23	220.97	0.000113	2.5	1120.32	200.33	0.24
715	evento 2000	2300	208.49	220.06	214.22	220.33	0.000134	2.31	1019.8	160.56	0.26
715	PAI Tr200	2600	208.49	220.65	214.58	220.95	0.000136	2.42	1107.41	181.22	0.26
710	evento 2000	2300	208.2	219.98	214.25	220.29	0.000156	2.47	953.2	306.75	0.27
710	PAI Tr200	2600	208.2	220.57	214.64	220.91	0.000157	2.6	1036.54	318.36	0.28
705	evento 2000	2300	209.16	219.95	214.41	220.27	0.000166	2.49	928.48	145.04	0.28
705	PAI Tr200	2600	209.16	220.54	214.8	220.89	0.000166	2.61	1008.6	157.44	0.29
700	evento 2000	2300	204.7	219.74	213.97	220.2	0.000227	3.01	805.47	230.59	0.32
700	PAI Tr200	2600	204.7	220.31	214.42	220.81	0.000237	3.18	874.54	255.63	0.33
690	evento 2000	2300	202.14	219.84	210.47	220.05	0.000078	2.04	1149.98	230.52	0.2
690	PAI Tr200	2600	202.14	220.42	210.96	220.66	0.000085	2.19	1229.74	236.9	0.21
680	evento 2000	2300	208.27	219.61	213.85	219.99	0.000176	2.71	849.73	95.61	0.29
680	PAI Tr200	2600	208.27	220.16	214.26	220.59	0.000191	2.88	903.02	98.27	0.3

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
675	evento 2000	2300	207.39	219.59	214.07	219.96	0.000192	2.71	850.22	103.05	0.3
675	PAI Tr200	2600	207.39	220.14	214.44	220.56	0.000204	2.86	907.6	105.71	0.31
670	evento 2000	2300	204.12	219.61	213.45	219.89	0.000156	2.36	975.97	126.8	0.27
670	PAI Tr200	2600	204.12	220.16	213.83	220.48	0.000163	2.48	1047.29	166.9	0.28
660	evento 2000	2300	205.54	219.6	213.45	219.87	0.00017	2.33	989.05	140.96	0.28
660	PAI Tr200	2600	205.54	220.16	213.87	220.46	0.000181	2.43	1070.61	155.84	0.29
655	evento 2000	2300	206.12	219.57	213.3	219.84	0.000158	2.3	999.62	141.96	0.27
655	PAI Tr200	2600	206.12	220.12	213.65	220.42	0.000162	2.42	1075.02	240.66	0.28
650	evento 2000	2300	208.39	219.55	213.69	219.81	0.000157	2.23	1029.51	147.85	0.27
650	PAI Tr200	2600	208.39	220.11	214.05	220.39	0.00016	2.34	1112.73	151.12	0.27
640	evento 2000	2300	207.3	219.52		219.78	0.000166	2.25	1022.49	151.77	0.28
640	PAI Tr200	2600	207.3	220.08		220.36	0.000166	2.35	1107.95	154.58	0.28
630	evento 2000	2300	208.61	219.5		219.75	0.000137	2.22	1036.44	132.43	0.25
630	PAI Tr200	2600	208.61	220.06		220.34	0.000142	2.34	1110.34	134.02	0.26
593.5	evento 2000	2300	209.4	219.53	213	219.72	0.000087	1.94	1188.41	130.97	0.2
593.5	PAI Tr200	2600	209.4	220.09	213.31	220.31	0.000092	2.07	1261.46	131.99	0.21
593	Bridge										
592.5	evento 2000	2300	209.4	219.53		219.7	0.00007	1.79	1288.8	130.97	0.18
592.5	PAI Tr200	2600	209.4	220.09		220.28	0.000075	1.91	1361.68	131.99	0.19
592.4	evento 2000	2300	210.12	219.43	214.41	219.69	0.000146	2.26	1016.22	130.9	0.26
592.4	PAI Tr200	2600	210.12	219.97	214.7	220.26	0.000151	2.39	1088.42	132.54	0.27
592.3	evento 2000	2300	207.57	219.4	213.89	219.67	0.000147	2.3	998.31	124.89	0.26
592.3	PAI Tr200	2600	207.57	219.95	214.22	220.25	0.000154	2.44	1066.95	127.22	0.27
592	evento 2000	2300	205.77	219.35	213.53	219.65	0.000151	2.43	945.67	110.05	0.26
592	PAI Tr200	2600	205.77	219.88	213.94	220.22	0.000161	2.59	1004.86	111.86	0.28
580	evento 2000	2300	209.46	219.27	214.37	219.61	0.000194	2.6	883.84	111.26	0.29
580	PAI Tr200	2600	209.46	219.8	214.71	220.19	0.000203	2.76	943.12	112.79	0.3

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
570	evento 2000	2300	208.53	219.2	214.12	219.57	0.000208	2.71	850.13	106.75	0.31
570	PAI Tr200	2600	208.53	219.72	214.47	220.14	0.000221	2.87	906.38	108.75	0.32
560	evento 2000	2300	209.54	219.19	214.63	219.51	0.000246	2.49	925.29	153.59	0.32
560	PAI Tr200	2600	209.54	219.72	214.93	220.06	0.000246	2.58	1008.5	158.69	0.33
538	evento 2000	2300	210.15	219.26	213.24	219.43	0.000078	1.8	1279.44	146.74	0.19
538	PAI Tr200	2600	210.15	219.8	213.49	219.98	0.000083	1.91	1357.84	147.48	0.2
537.5		Bridge									
535	evento 2000	2300	210.15	219.19		219.36	0.00008	1.81	1269.01	146.64	0.2
535	PAI Tr200	2600	210.15	219.72		219.91	0.000085	1.93	1345.82	147.37	0.2
532.5	evento 2000	2300	210.35	219.04		219.32	0.000204	2.36	972.61	152.98	0.3
532.5	PAI Tr200	2600	210.35	219.56		219.87	0.000219	2.46	1055.59	165.16	0.31
530	evento 2000	2300	210.27	218.92	215.02	219.28	0.000246	2.68	857.47	129.68	0.33
530	PAI Tr200	2600	210.27	219.42	215.33	219.82	0.00026	2.81	924.07	135.44	0.34
520	evento 2000	2300	209.81	218.89	214.75	219.23	0.000242	2.59	889.12	139.88	0.33
520	PAI Tr200	2600	209.81	219.4	215.07	219.77	0.000241	2.71	964.54	155.34	0.33
510	evento 2000	2300	209.88	218.88		219.18	0.00022	2.42	949.77	154.24	0.31
510	PAI Tr200	2600	209.88	219.39		219.72	0.000222	2.53	1029.03	158.36	0.32
500	evento 2000	2300	211.33	218.55		219.07	0.000474	3.2	718.11	136.45	0.45
500	PAI Tr200	2600	211.33	219.05		219.6	0.000472	3.3	788.69	150.43	0.45
490	evento 2000	2300	209.97	218.55	214.81	218.96	0.000312	2.83	812.31	163.59	0.37
490	PAI Tr200	2600	209.97	219.05	215.11	219.49	0.00031	2.96	878.56	175.23	0.37
480	evento 2000	2300	209.82	218.52		218.9	0.000284	2.74	839.04	136.81	0.35
480	PAI Tr200	2600	209.82	219.02		219.44	0.000299	2.86	913.86	168.18	0.36
478	evento 2000	2300	209.88	218.51		218.83	0.000233	2.52	913.03	145.71	0.32
478	PAI Tr200	2600	209.88	219.01		219.36	0.000246	2.63	987.18	153.6	0.33
476	evento 2000	2300	207.9	218.49		218.79	0.00023	2.45	938.26	154.28	0.32

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
476	PAI Tr200	2600	207.9	218.98		219.32	0.000238	2.56	1016.95	161.28	0.33
474	evento 2000	2300	208.92	218.38		218.76	0.000261	2.73	850.07	145.57	0.34
474	PAI Tr200	2600	208.92	218.86		219.28	0.000266	2.87	921.34	149.1	0.35
472	evento 2000	2300	208.36	218.4		218.7	0.000165	2.4	958.63	126.16	0.28
472	PAI Tr200	2600	208.36	218.89		219.22	0.000175	2.55	1020.13	128.35	0.29
470	evento 2000	2300	210.15	218.28		218.67	0.000298	2.79	825.71	139.47	0.37
470	PAI Tr200	2600	210.15	218.77		219.2	0.000307	2.9	895.06	145.43	0.37
440	evento 2000	2300	211.2	218.15	214.87	218.63	0.000327	3.07	749.62	112.58	0.38
440	PAI Tr200	2600	211.2	218.6	215.18	219.14	0.000339	3.25	801.13	113.2	0.39
435	Bridge										
430	evento 2000	2300	211.2	217.81		218.34	0.000386	3.23	711.13	112.12	0.41
430	PAI Tr200	2600	211.2	218.2		218.8	0.000408	3.44	755.61	112.66	0.42
425	evento 2000	2300	210.81	217.81		218.21	0.000336	2.83	830.74	187.8	0.39
425	PAI Tr200	2600	210.81	218.21		218.66	0.000338	2.97	908.57	192.19	0.39
420	evento 2000	2300	211.05	217.64		218.14	0.000402	3.13	738.9	142.47	0.42
420	PAI Tr200	2600	211.05	218.02		218.58	0.000415	3.31	794.78	149.3	0.43
410	evento 2000	2300	210.85	217.54		218.06	0.000459	3.19	721.44	136.7	0.44
410	PAI Tr200	2600	210.85	217.93		218.5	0.000474	3.36	774.21	138.72	0.45
400	evento 2000	2300	210.49	217.53		217.96	0.000348	2.89	794.5	141.57	0.39
400	PAI Tr200	2600	210.49	217.91		218.39	0.000371	3.06	849.86	146.06	0.4
370	evento 2000	2300	211	217.58	213.85	217.85	0.000192	2.3	1000.14	152.03	0.29
370	PAI Tr200	2600	211	217.97	214.09	218.28	0.000203	2.45	1059.14	152.04	0.3
367.5	Bridge										
365	evento 2000	2300	211	217.37		217.66	0.000213	2.38	968.36	152.03	0.3
365	PAI Tr200	2600	211	217.71		218.04	0.000229	2.55	1020.36	152.03	0.31
350	evento 2000	2300	211.42	217.23		217.62	0.000352	2.78	826.79	155.98	0.39

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
350	PAI Tr200	2600	211.42	217.56		218	0.00037	2.96	878.36	156.37	0.4
340	evento 2000	2300	211.72	217.13		217.59	0.000433	2.98	772.61	156.2	0.43
340	PAI Tr200	2600	211.72	217.46		217.97	0.000452	3.16	823.23	156.84	0.44
330	evento 2000	2300	212.97	215.87	215.87	217.29	0.002839	5.28	435.2	153.52	1
330	PAI Tr200	2600	212.97	216.12	216.12	217.65	0.002765	5.5	473.01	154.03	1
320	evento 2000	2300	212.97	215.87	215.87	217.29	0.002841	5.28	435.22	153.68	1
320	PAI Tr200	2600	212.97	216.12	216.12	217.65	0.002764	5.49	473.23	154.21	1
310	evento 2000	2300	211.47	213.42	214.39	216.71	0.010947	8.03	286.25	148.82	1.85
310	PAI Tr200	2600	211.47	216.1	214.64	216.82	0.000787	3.75	693.27	154.62	0.57
300	evento 2000	2300	210.5	215.7	213.55	216.17	0.000456	3.03	757.87	153.9	0.44
300	PAI Tr200	2600	210.5	216.21		216.71	0.000425	3.11	836.94	155.07	0.43

APPENDICE - D – RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA - STATO DI PROGETTO

Si riporta la tabella dei risultati della modellazione idraulica nella situazione di progetto.

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
840	evento 2000	2300	209.8	220.65	215.14	220.97	0.000137	2.5	932	560.26	0.27
840	PAI Tr200	2600	209.8	221.3	215.49	221.65	0.000139	2.64	1000.9	571.53	0.27
835	evento 2000	2300	209.64	220.68	214.59	220.92	0.000106	2.16	1105.49	543.26	0.23
835	PAI Tr200	2600	209.64	221.34	214.92	221.59	0.000107	2.26	1197.99	571.44	0.23
830	evento 2000	2300	209.42	220.69	214.42	220.9	0.000112	2.07	1145.69	494.15	0.23
830	PAI Tr200	2600	209.42	221.34	214.75	221.58	0.000109	2.16	1261.47	514.32	0.23
825	evento 2000	2300	209.37	220.63	214.48	220.9	0.000121	2.28	1035.19	392.84	0.24
825	PAI Tr200	2600	209.37	221.28	214.84	221.57	0.000122	2.39	1124.94	410.9	0.25
820	evento 2000	2300	209.23	220.61	214.61	220.89	0.000182	2.36	974.84	356.5	0.29
820	PAI Tr200	2600	209.23	221.26	215	221.57	0.000171	2.44	1069.45	450.59	0.28
815	evento 2000	2300	209.28	220.58	214.65	220.88	0.000148	2.47	974.13	314.71	0.27
815	PAI Tr200	2600	209.28	221.22	215.02	221.56	0.000146	2.58	1089.47	389.13	0.27
810	evento 2000	2300	209	220.57	214.66	220.88	0.0002	2.47	944.03	302.71	0.3
810	PAI Tr200	2600	209	221.22	215.07	221.55	0.000188	2.54	1042.74	306.55	0.3
805	evento 2000	2300	208.72	220.59	214.38	220.86	0.000188	2.34	1004.38	234.74	0.29
805	PAI Tr200	2600	208.72	221.24	214.79	221.53	0.000174	2.39	1115.27	236.24	0.28
800	evento 2000	2300	208.45	220.55	214.11	220.85	0.000138	2.45	966.27	187.59	0.26
800	PAI Tr200	2600	208.45	221.19	214.52	221.52	0.00014	2.59	1044.64	197.18	0.26
795	evento 2000	2300	208.16	220.63	214.03	220.82	0.000088	1.94	1225.45	164.17	0.21
795	PAI Tr200	2600	208.16	221.27	214.42	221.48	0.00009	2.03	1332.47	166.59	0.21
790	evento 2000	2300	207.88	220.57	214.23	220.81	0.000113	2.18	1078.44	137.51	0.24
790	PAI Tr200	2600	207.88	221.21	214.62	221.47	0.000116	2.28	1167.23	139.91	0.24

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
785	evento 2000	2300	207.61	220.36	215.13	220.79	0.000222	2.9	840.86	133.64	0.32
785	PAI Tr200	2600	207.61	220.99	215.57	221.45	0.000223	3.02	925.69	135.42	0.33
780	evento 2000	2300	208.04	220.43	213.57	220.7	0.000119	2.31	1029.34	134.22	0.24
780	PAI Tr200	2600	208.04	221.07	213.98	221.37	0.000124	2.43	1114.81	135.99	0.25
775	evento 2000	2300	208.46	220.35	214.15	220.69	0.000164	2.58	890.71	103.1	0.28
775	PAI Tr200	2600	208.46	220.98	214.57	221.35	0.000171	2.72	955.31	104.51	0.29
770	evento 2000	2300	207.87	220.29	213.96	220.67	0.000173	2.74	840.46	91.47	0.29
770	PAI Tr200	2600	207.87	220.9	214.42	221.33	0.000185	2.9	896.99	93.69	0.3
765	evento 2000	2300	207.27	220.1	215.6	220.65	0.000307	3.28	701.3	91	0.38
765	PAI Tr200	2600	207.27	220.7	216.05	221.3	0.000319	3.43	757.15	94.31	0.39
760	evento 2000	2300	206.68	220.21	214.71	220.58	0.00019	2.71	848.35	103.06	0.3
760	PAI Tr200	2600	206.68	220.82	215.12	221.24	0.000198	2.85	912.26	117.48	0.31
755	evento 2000	2300	209.8	220.19	215.01	220.54	0.000189	2.65	872.44	115	0.3
755	PAI Tr200	2600	209.8	220.8	215.38	221.19	0.00019	2.77	943.4	116.13	0.31
750	evento 2000	2300	208.8	220.18	214.63	220.5	0.00018	2.49	925.08	231.38	0.29
750	PAI Tr200	2600	208.8	220.8	215.01	221.14	0.000178	2.6	1000.31	233.8	0.29
745	evento 2000	2300	208.25	220.06	214.56	220.45	0.000183	2.75	839.02	129.6	0.3
745	PAI Tr200	2600	208.25	220.66	214.95	221.09	0.000188	2.91	896.36	130.81	0.3
740	evento 2000	2300	208	220.09	213.56	220.41	0.000125	2.53	946.64	168.58	0.25
740	PAI Tr200	2600	208	220.69	213.94	221.05	0.000132	2.69	1012.72	188.44	0.26
735	evento 2000	2300	208	220.01	213.85	220.4	0.000394	2.75	865.09	110.24	0.27
735	PAI Tr200	2600	208	220.6	214.25	221.03	0.000429	2.93	925.29	114.02	0.28
730	evento 2000	2300	208	220.01	213.85	220.39	0.000394	2.75	864.88	110.23	0.27
730	PAI Tr200	2600	208	220.6	214.25	221.03	0.000429	2.93	925.06	114.01	0.28
725	evento 2000	2300	208	220.04	213.56	220.37	0.000127	2.54	940.79	165.11	0.25
725	PAI Tr200	2600	208	220.63	213.94	221	0.000134	2.71	1006.16	184.24	0.26

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
720	evento 2000	2300	206.71	220.06	212.84	220.34	0.000108	2.35	1039.54	189.95	0.23
720	PAI Tr200	2600	206.71	220.66	213.23	220.97	0.000113	2.5	1120.32	200.33	0.24
715	evento 2000	2300	208.49	220.06	214.22	220.33	0.000134	2.31	1019.8	160.56	0.26
715	PAI Tr200	2600	208.49	220.65	214.58	220.95	0.000136	2.42	1107.41	181.22	0.26
710	evento 2000	2300	208.2	219.98	214.25	220.29	0.000156	2.47	953.2	306.75	0.27
710	PAI Tr200	2600	208.2	220.57	214.64	220.91	0.000157	2.6	1036.54	318.36	0.28
705	evento 2000	2300	209.16	219.95	214.41	220.27	0.000166	2.49	928.48	145.04	0.28
705	PAI Tr200	2600	209.16	220.54	214.8	220.89	0.000166	2.61	1008.6	157.44	0.29
700	evento 2000	2300	204.7	219.74	213.97	220.2	0.000227	3.01	805.47	230.59	0.32
700	PAI Tr200	2600	204.7	220.31	214.42	220.81	0.000237	3.18	874.54	255.63	0.33
690	evento 2000	2300	202.14	219.84	210.47	220.05	0.000078	2.04	1149.98	230.52	0.2
690	PAI Tr200	2600	202.14	220.42	210.96	220.66	0.000085	2.19	1229.74	236.9	0.21
680	evento 2000	2300	208.27	219.61	213.85	219.99	0.000176	2.71	849.73	95.61	0.29
680	PAI Tr200	2600	208.27	220.16	214.26	220.59	0.000191	2.88	903.02	98.27	0.3
675	evento 2000	2300	207.39	219.59	214.07	219.96	0.000192	2.71	850.22	103.05	0.3
675	PAI Tr200	2600	207.39	220.14	214.44	220.56	0.000204	2.86	907.6	105.71	0.31
670	evento 2000	2300	204.12	219.61	213.45	219.89	0.000156	2.36	975.97	126.8	0.27
670	PAI Tr200	2600	204.12	220.16	213.83	220.48	0.000163	2.48	1047.29	166.9	0.28
660	evento 2000	2300	205.54	219.6	213.45	219.87	0.00017	2.33	989.05	140.96	0.28
660	PAI Tr200	2600	205.54	220.16	213.87	220.46	0.000181	2.43	1070.61	155.84	0.29
655	evento 2000	2300	206.12	219.57	213.3	219.84	0.000158	2.3	999.62	141.96	0.27
655	PAI Tr200	2600	206.12	220.12	213.65	220.42	0.000162	2.42	1075.02	240.66	0.28
650	evento 2000	2300	208.39	219.55	213.69	219.81	0.000157	2.23	1029.51	147.85	0.27
650	PAI Tr200	2600	208.39	220.11	214.05	220.39	0.00016	2.34	1112.73	151.12	0.27
640	evento 2000	2300	207.3	219.52		219.78	0.000166	2.25	1022.49	151.77	0.28
640	PAI Tr200	2600	207.3	220.08		220.36	0.000166	2.35	1107.95	154.58	0.28
630	evento 2000	2300	208.61	219.5		219.75	0.000137	2.22	1036.44	132.43	0.25

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
630	PAI Tr200	2600	208.61	220.06		220.34	0.000142	2.34	1110.34	134.02	0.26
593.5	evento 2000	2300	209.4	219.53	213	219.72	0.000087	1.94	1188.41	130.97	0.2
593.5	PAI Tr200	2600	209.4	220.09	213.31	220.31	0.000092	2.07	1261.46	131.99	0.21
593	Bridge										
592.5	evento 2000	2300	209.4	219.53		219.7	0.00007	1.79	1288.8	130.97	0.18
592.5	PAI Tr200	2600	209.4	220.09		220.28	0.000075	1.91	1361.68	131.99	0.19
592.4	evento 2000	2300	210.12	219.43	214.41	219.69	0.000146	2.26	1016.22	130.9	0.26
592.4	PAI Tr200	2600	210.12	219.97	214.7	220.26	0.000151	2.39	1088.42	132.54	0.27
592.3	evento 2000	2300	207.57	219.4	213.89	219.67	0.000147	2.3	998.31	124.89	0.26
592.3	PAI Tr200	2600	207.57	219.95	214.22	220.25	0.000154	2.44	1066.95	127.22	0.27
592	evento 2000	2300	205.77	219.35	213.53	219.65	0.000151	2.43	945.67	110.05	0.26
592	PAI Tr200	2600	205.77	219.88	213.94	220.22	0.000161	2.59	1004.86	111.86	0.28
580	evento 2000	2300	209.46	219.27	214.37	219.61	0.000194	2.6	883.84	111.26	0.29
580	PAI Tr200	2600	209.46	219.8	214.71	220.19	0.000203	2.76	943.12	112.79	0.3
570	evento 2000	2300	208.53	219.2	214.12	219.57	0.000208	2.71	850.13	106.75	0.31
570	PAI Tr200	2600	208.53	219.72	214.47	220.14	0.000221	2.87	906.38	108.75	0.32
560	evento 2000	2300	209.54	219.19	214.63	219.51	0.000246	2.49	925.29	153.59	0.32
560	PAI Tr200	2600	209.54	219.72	214.93	220.06	0.000246	2.58	1008.5	158.69	0.33
538	evento 2000	2300	210.15	219.26	213.24	219.43	0.000078	1.8	1279.44	146.74	0.19
538	PAI Tr200	2600	210.15	219.8	213.49	219.98	0.000083	1.91	1357.84	147.48	0.2
537.5	Bridge										
535	evento 2000	2300	210.15	219.19		219.36	0.00008	1.81	1269.01	146.64	0.2
535	PAI Tr200	2600	210.15	219.72		219.91	0.000085	1.93	1345.82	147.37	0.2
532.5	evento 2000	2300	210.35	219.04		219.32	0.000204	2.36	972.61	152.98	0.3
532.5	PAI Tr200	2600	210.35	219.56		219.87	0.000219	2.46	1055.59	165.16	0.31
530	evento 2000	2300	210.27	218.92	215.02	219.28	0.000246	2.68	857.47	129.68	0.33

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
530	PAI Tr200	2600	210.27	219.42	215.33	219.82	0.00026	2.81	924.07	135.44	0.34
520	evento 2000	2300	209.81	218.89	214.75	219.23	0.000242	2.59	889.12	139.88	0.33
520	PAI Tr200	2600	209.81	219.4	215.07	219.77	0.000241	2.71	964.54	155.34	0.33
510	evento 2000	2300	209.88	218.88		219.18	0.00022	2.42	949.77	154.24	0.31
510	PAI Tr200	2600	209.88	219.39		219.72	0.000222	2.53	1029.03	158.36	0.32
500	evento 2000	2300	211.33	218.55		219.07	0.000474	3.2	718.11	136.45	0.45
500	PAI Tr200	2600	211.33	219.05		219.6	0.000472	3.3	788.69	150.43	0.45
490	evento 2000	2300	209.97	218.55	214.81	218.96	0.000312	2.83	812.31	163.59	0.37
490	PAI Tr200	2600	209.97	219.05	215.11	219.49	0.00031	2.96	878.56	175.23	0.37
480	evento 2000	2300	209.82	218.52		218.9	0.000284	2.74	839.04	136.81	0.35
480	PAI Tr200	2600	209.82	219.02		219.44	0.000299	2.86	913.86	168.18	0.36
478	evento 2000	2300	209.88	218.51		218.83	0.000233	2.52	913.03	145.71	0.32
478	PAI Tr200	2600	209.88	219.01		219.36	0.000246	2.63	987.18	153.6	0.33
476	evento 2000	2300	207.9	218.49		218.79	0.00023	2.45	938.26	154.28	0.32
476	PAI Tr200	2600	207.9	218.98		219.32	0.000238	2.56	1016.95	161.28	0.33
474	evento 2000	2300	208.92	218.38		218.76	0.000261	2.73	850.07	145.57	0.34
474	PAI Tr200	2600	208.92	218.86		219.28	0.000266	2.87	921.34	149.1	0.35
472	evento 2000	2300	208.36	218.4		218.7	0.000165	2.4	958.63	126.16	0.28
472	PAI Tr200	2600	208.36	218.89		219.22	0.000175	2.55	1020.13	128.35	0.29
470	evento 2000	2300	210.15	218.28		218.67	0.000298	2.79	825.71	139.47	0.37
470	PAI Tr200	2600	210.15	218.77		219.2	0.000307	2.9	895.06	145.43	0.37
440	evento 2000	2300	211.2	218.15	214.87	218.63	0.000327	3.07	749.62	112.58	0.38
440	PAI Tr200	2600	211.2	218.6	215.18	219.14	0.000339	3.25	801.13	113.2	0.39
435	Bridge										
430	evento 2000	2300	211.2	217.81		218.34	0.000386	3.23	711.13	112.12	0.41
430	PAI Tr200	2600	211.2	218.2		218.8	0.000408	3.44	755.61	112.66	0.42

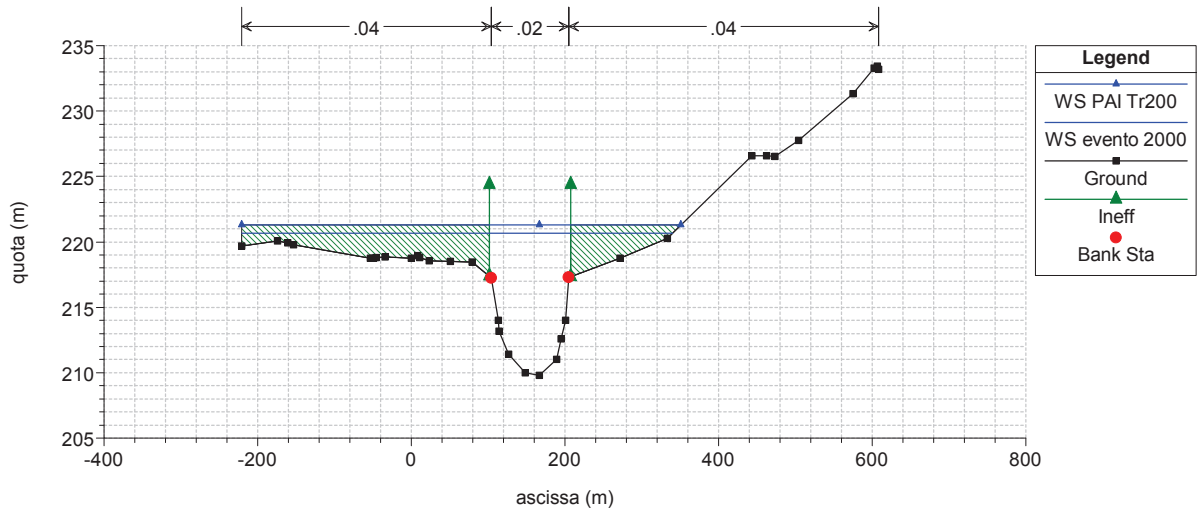
COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
425	evento 2000	2300	210.81	217.81		218.21	0.000336	2.83	830.74	187.8	0.39
425	PAI Tr200	2600	210.81	218.21		218.66	0.000338	2.97	908.57	192.19	0.39
420	evento 2000	2300	211.05	217.64		218.14	0.000402	3.13	738.9	142.47	0.42
420	PAI Tr200	2600	211.05	218.02		218.58	0.000415	3.31	794.78	149.3	0.43
410	evento 2000	2300	210.85	217.54		218.06	0.000459	3.19	721.44	136.7	0.44
410	PAI Tr200	2600	210.85	217.93		218.5	0.000474	3.36	774.21	138.72	0.45
400	evento 2000	2300	210.49	217.53		217.96	0.000348	2.89	794.5	141.57	0.39
400	PAI Tr200	2600	210.49	217.91		218.39	0.000371	3.06	849.86	146.06	0.4
370	evento 2000	2300	211	217.58	213.85	217.85	0.000192	2.3	1000.14	152.03	0.29
370	PAI Tr200	2600	211	217.97	214.09	218.28	0.000203	2.45	1059.14	152.04	0.3
367.5		Bridge									
365	evento 2000	2300	211	217.37		217.66	0.000213	2.38	968.36	152.03	0.3
365	PAI Tr200	2600	211	217.71		218.04	0.000229	2.55	1020.36	152.03	0.31
350	evento 2000	2300	211.42	217.23		217.62	0.000352	2.78	826.79	155.98	0.39
350	PAI Tr200	2600	211.42	217.56		218	0.00037	2.96	878.36	156.37	0.4
340	evento 2000	2300	211.72	217.13		217.59	0.000433	2.98	772.61	156.2	0.43
340	PAI Tr200	2600	211.72	217.46		217.97	0.000452	3.16	823.23	156.84	0.44
330	evento 2000	2300	212.97	215.87	215.87	217.29	0.002839	5.28	435.2	153.52	1
330	PAI Tr200	2600	212.97	216.12	216.12	217.65	0.002765	5.5	473.01	154.03	1
320	evento 2000	2300	212.97	215.87	215.87	217.29	0.002841	5.28	435.22	153.68	1
320	PAI Tr200	2600	212.97	216.12	216.12	217.65	0.002764	5.49	473.23	154.21	1
310	evento 2000	2300	211.47	213.42	214.39	216.71	0.010947	8.03	286.25	148.82	1.85
310	PAI Tr200	2600	211.47	216.1	214.64	216.82	0.000787	3.75	693.27	154.62	0.57
300	evento 2000	2300	210.5	215.7	213.55	216.17	0.000456	3.03	757.87	153.9	0.44
300	PAI Tr200	2600	210.5	216.21		216.71	0.000425	3.11	836.94	155.07	0.43

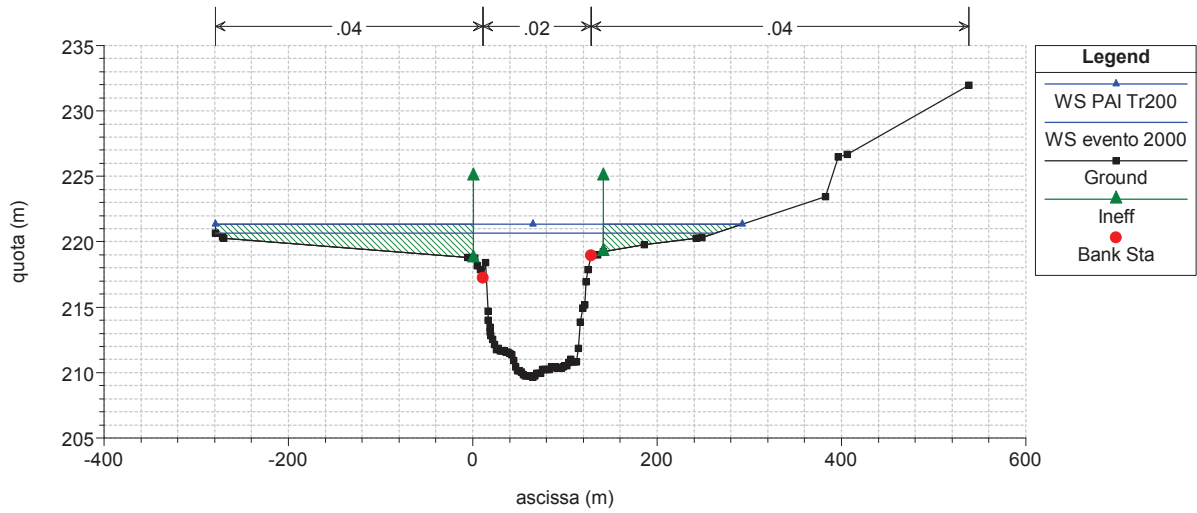
APPENDICE - E - SEZIONI TRASVERSALI – STATO ATTUALE

I grafici seguenti rappresentano le sezioni trasversali allo stato attuale con l'indicazione del pelo libero corrispondente all'evento dell'anno 2000 (2300 m³/s) e del PAI con tempo di ritorno di 200 anni (2600 m³/s).

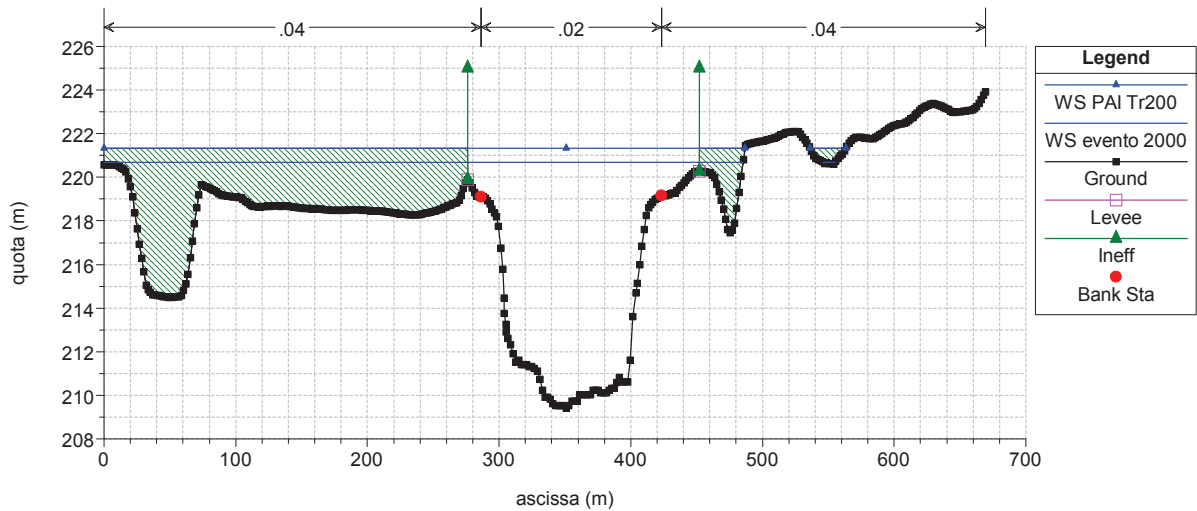
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 840



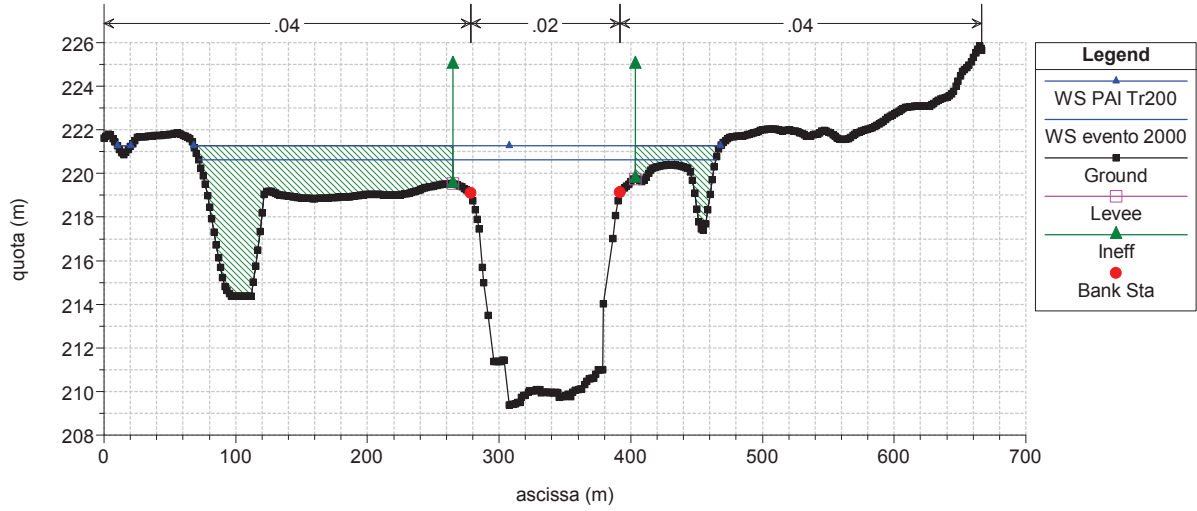
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 835 Bat 46



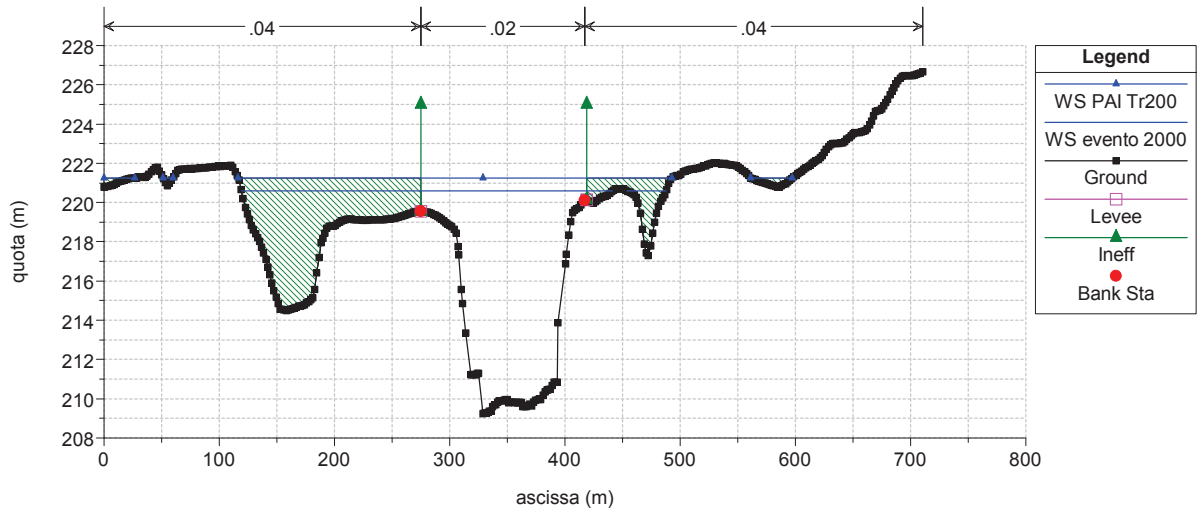
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 830



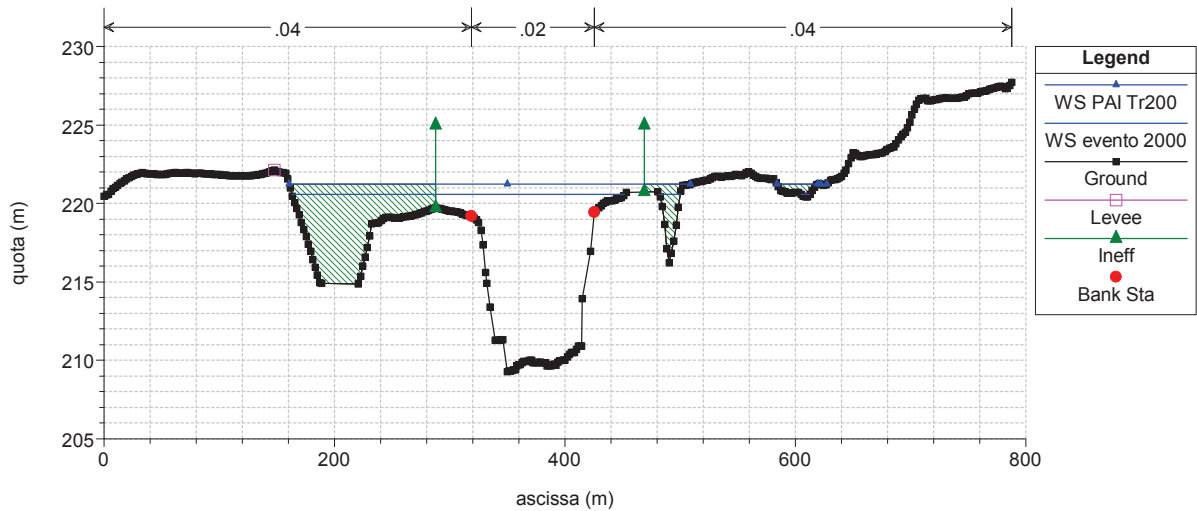
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 825



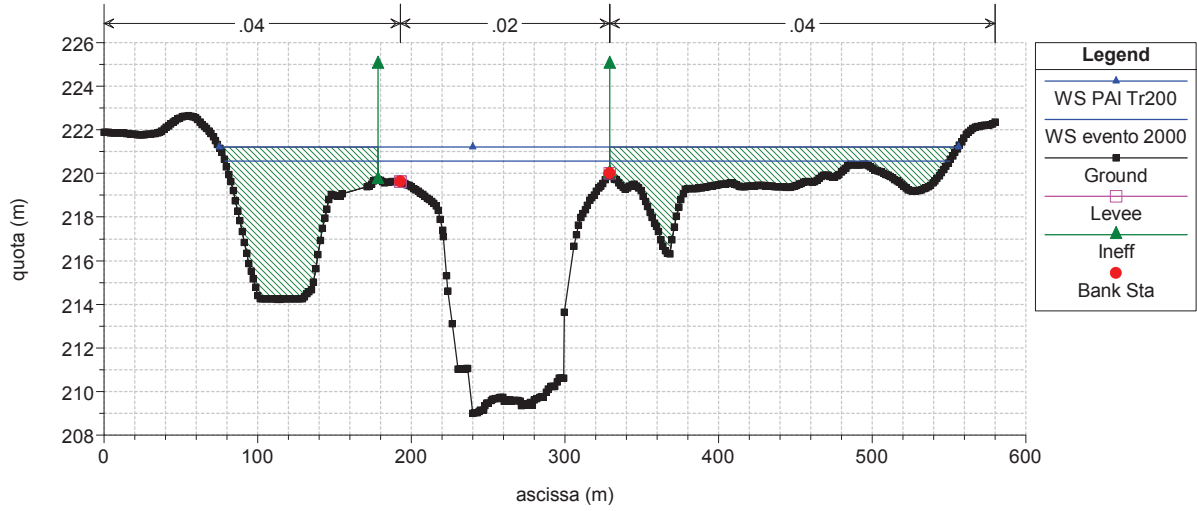
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 820



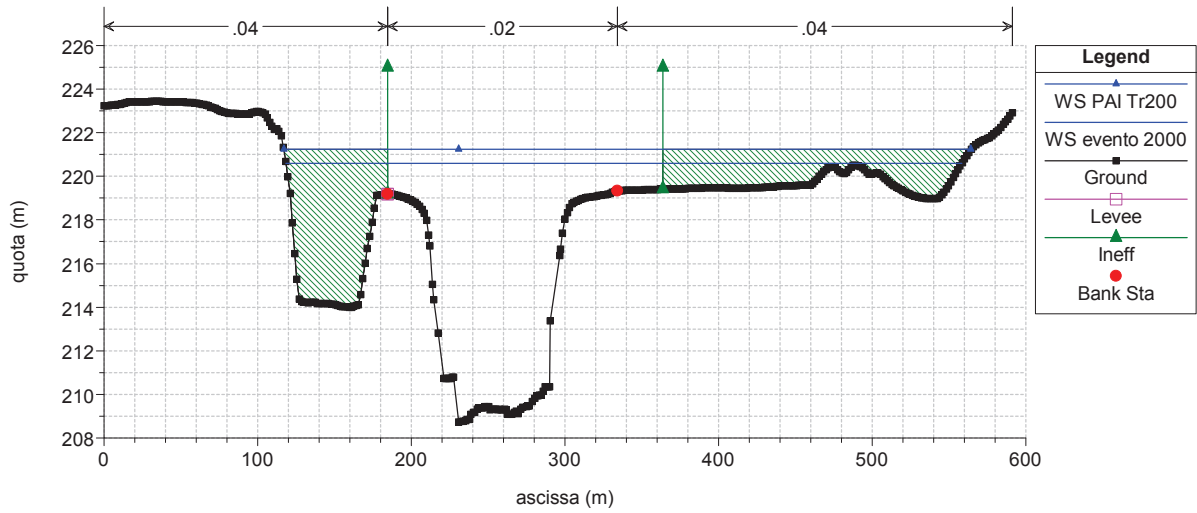
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 815 sez. 01



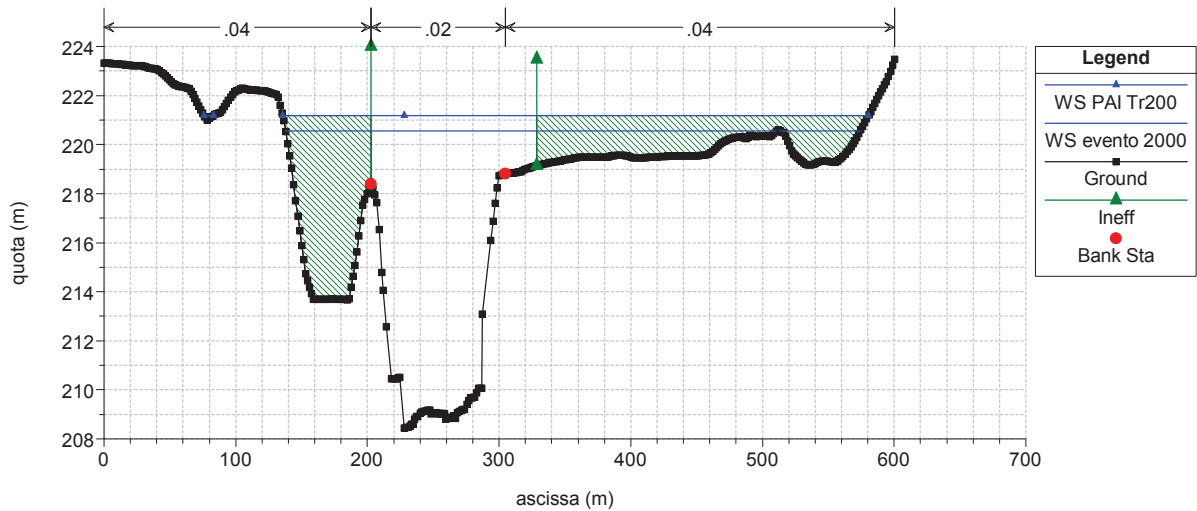
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 810



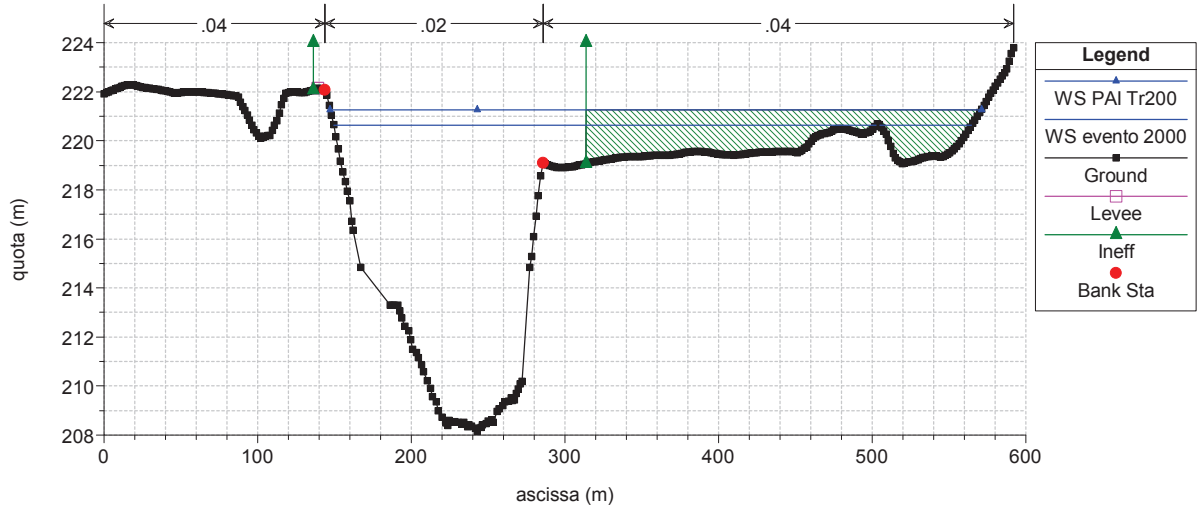
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 805



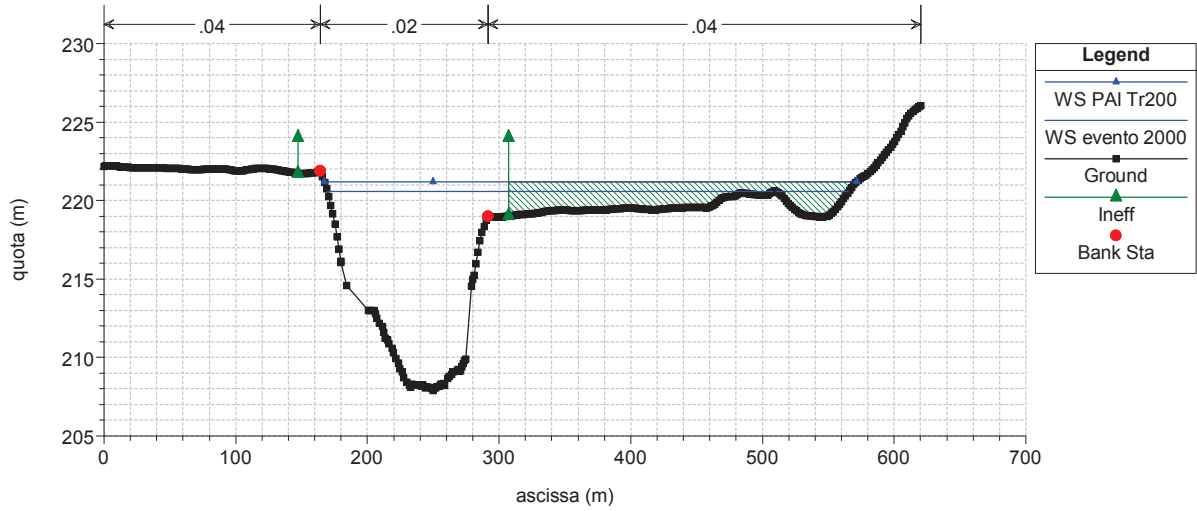
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 800



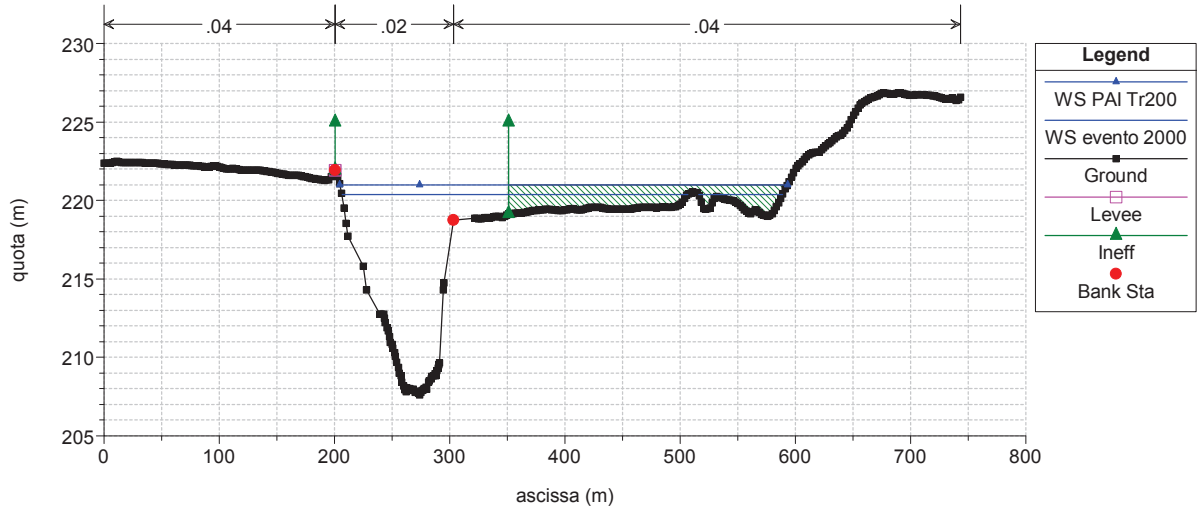
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 795



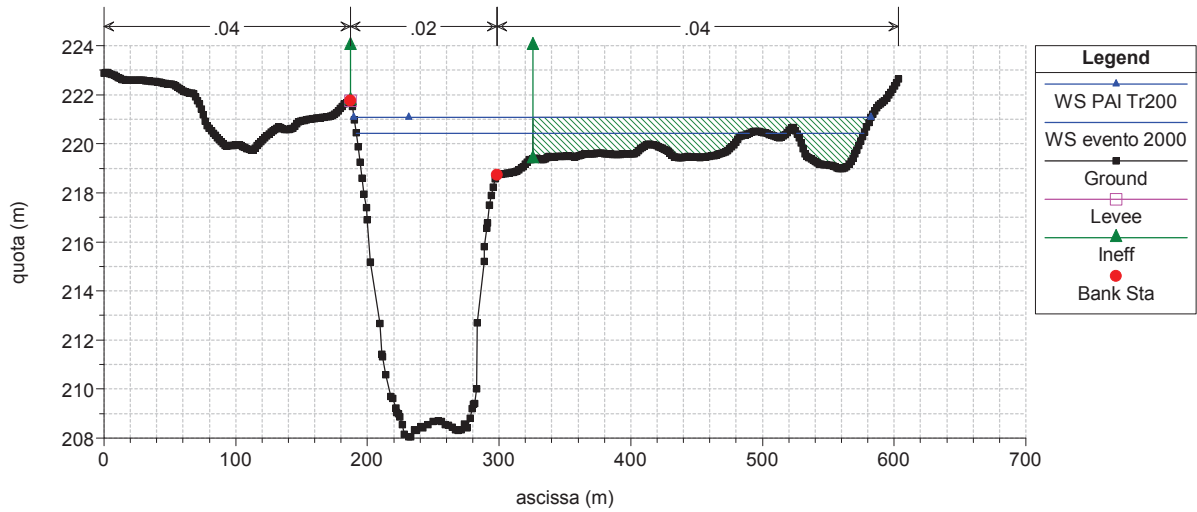
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 790



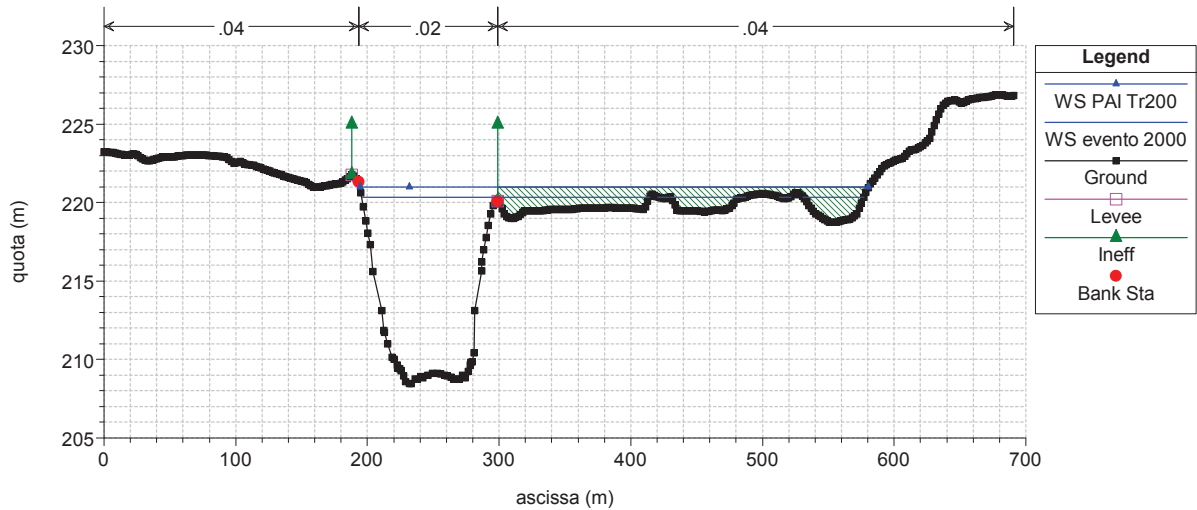
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 785 sez. 02



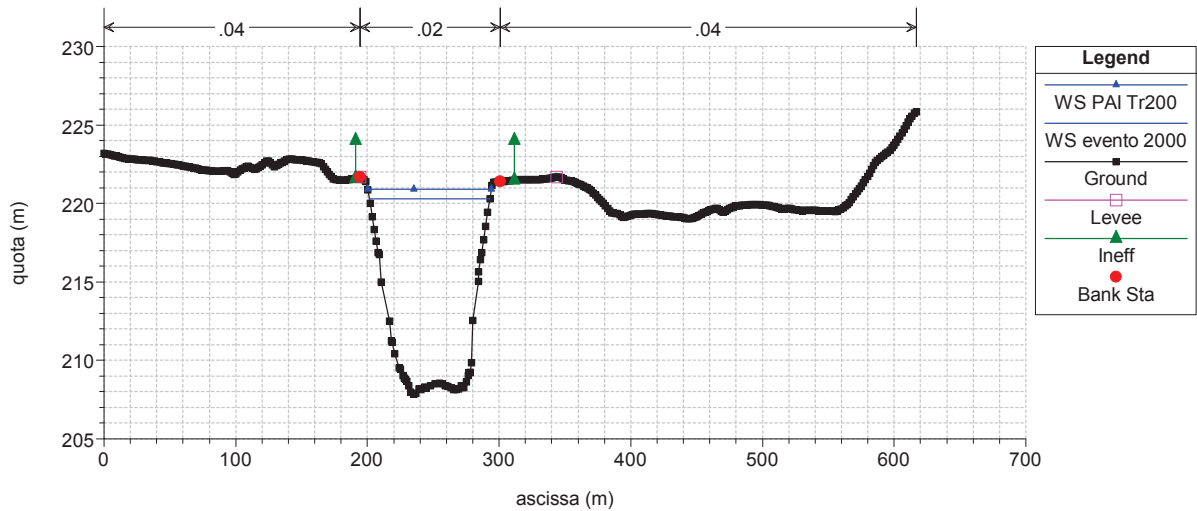
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 780



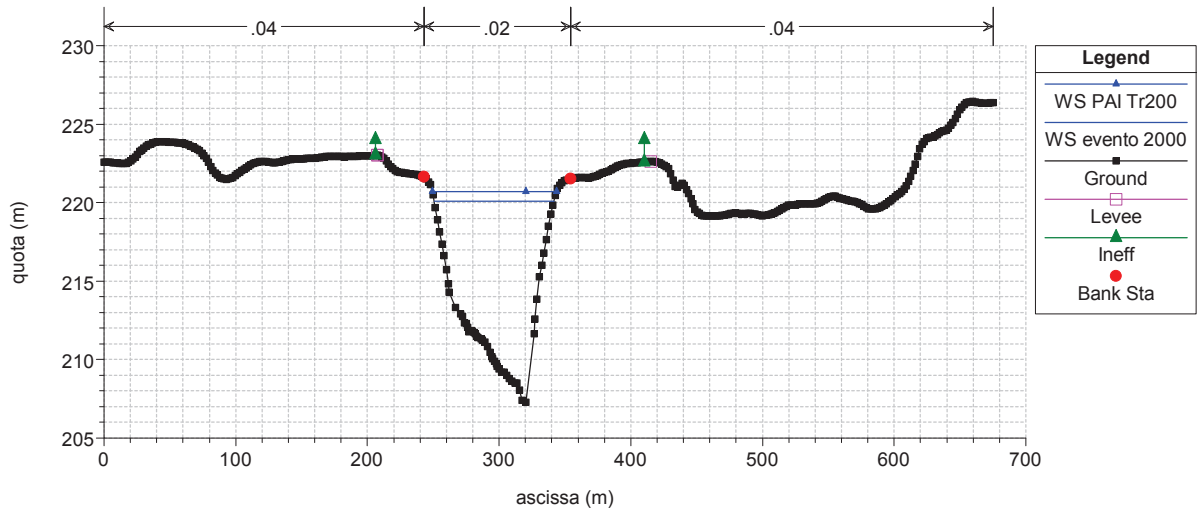
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 775 sez. 03



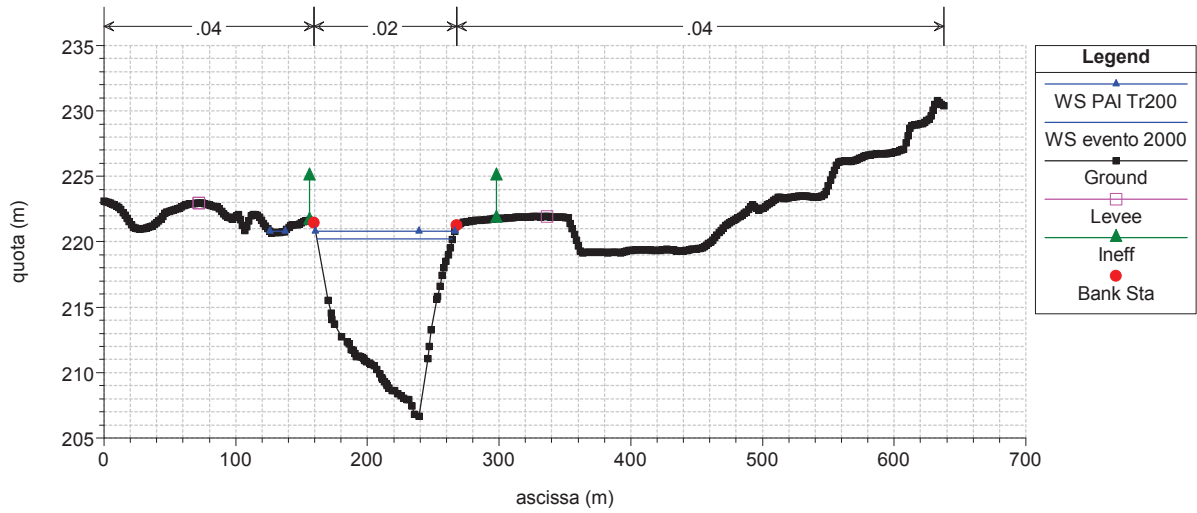
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 770



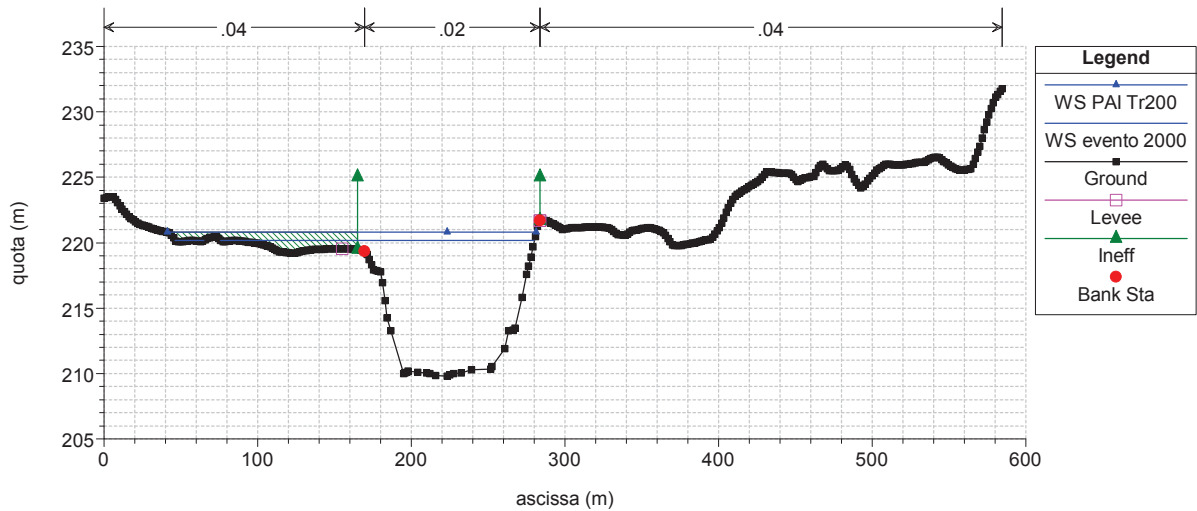
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 765



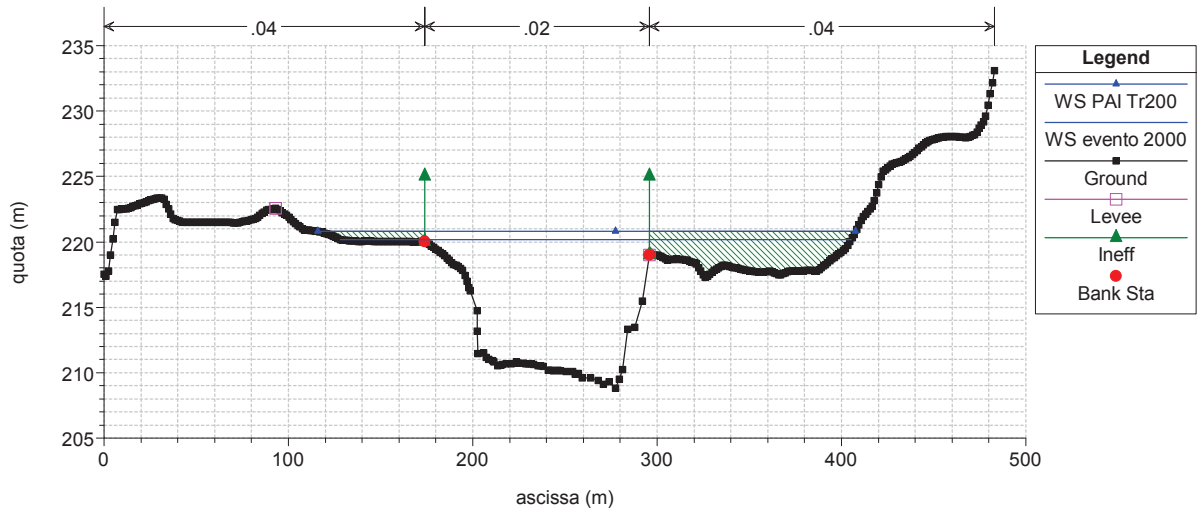
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 760 sez. 04



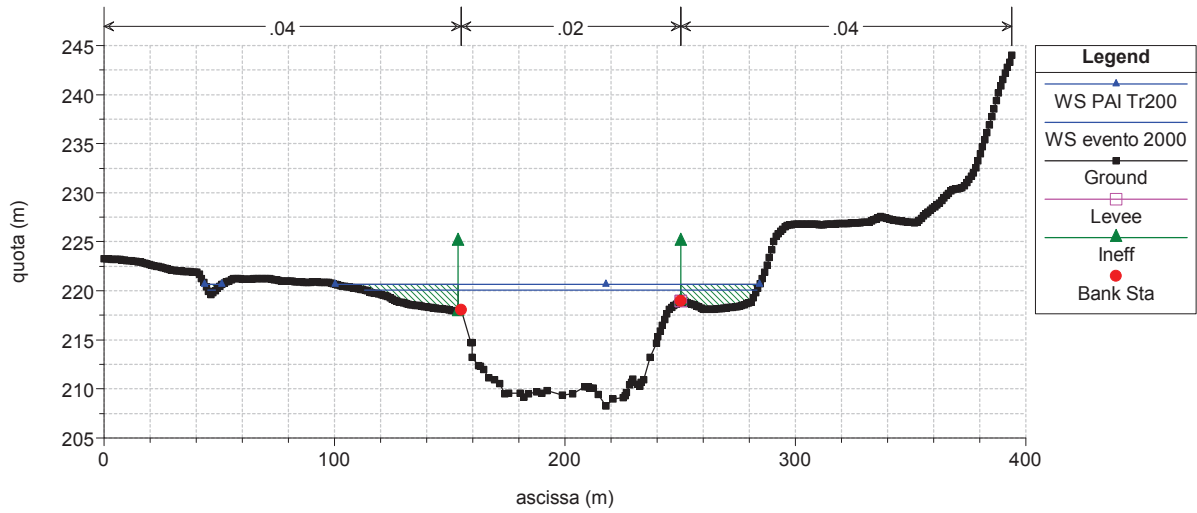
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 755 sez. 05



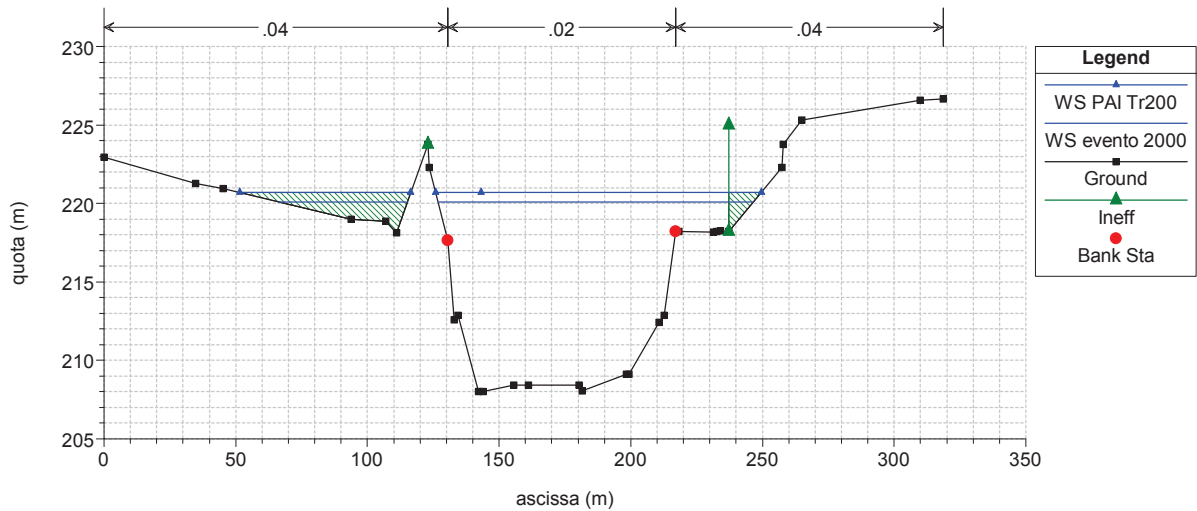
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 750 sez. 06



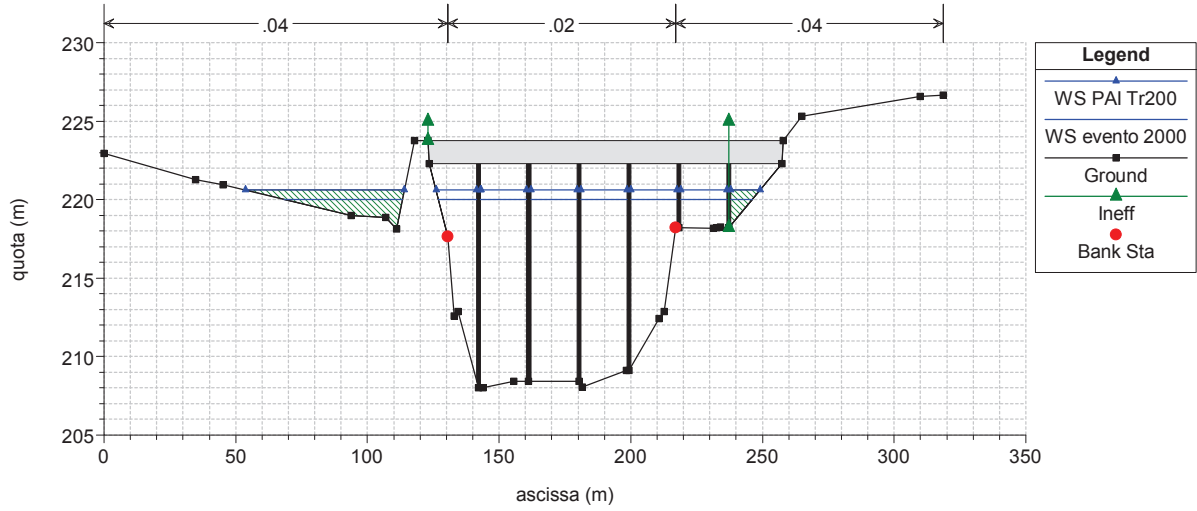
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 745 sez. 07



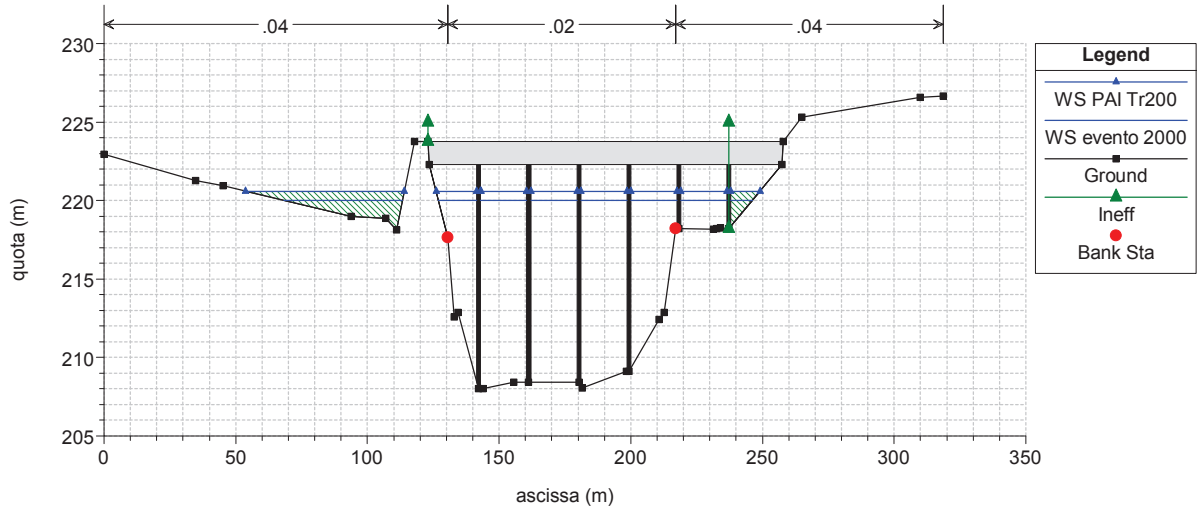
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 740



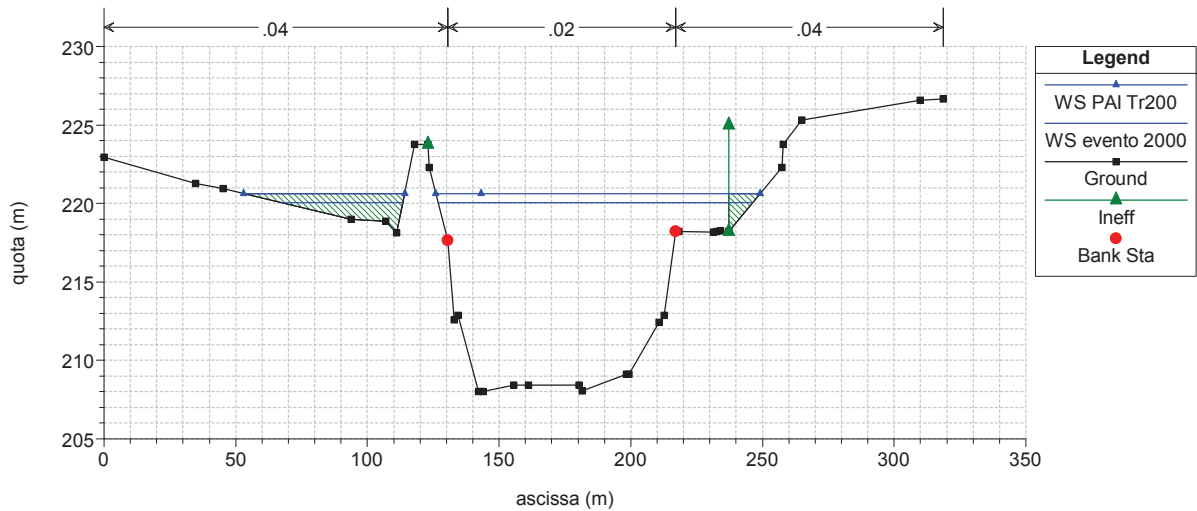
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 735 paramento monte passarella maratona



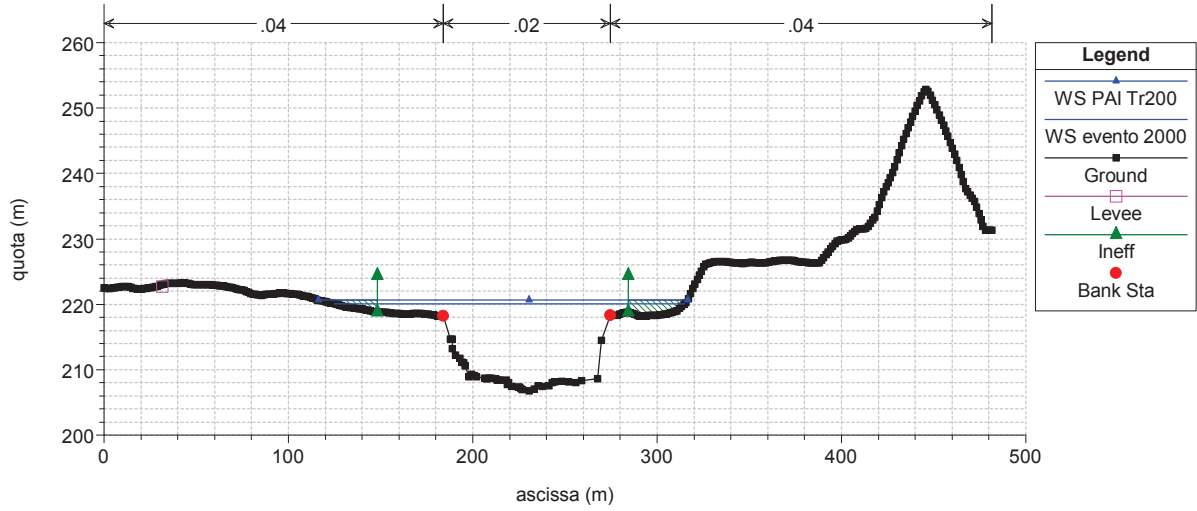
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 730 paramento valle passarella maratona



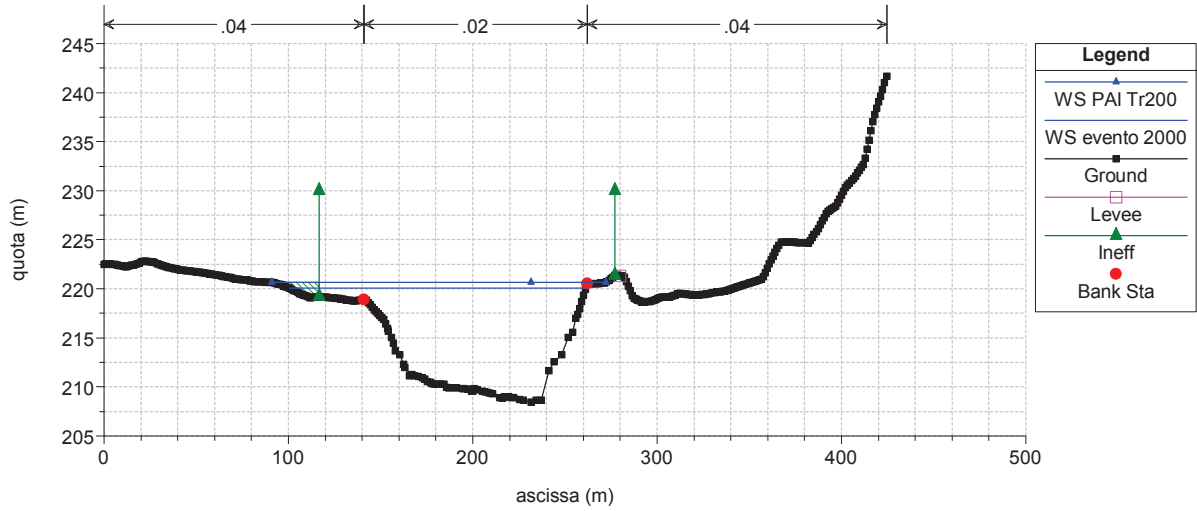
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 725



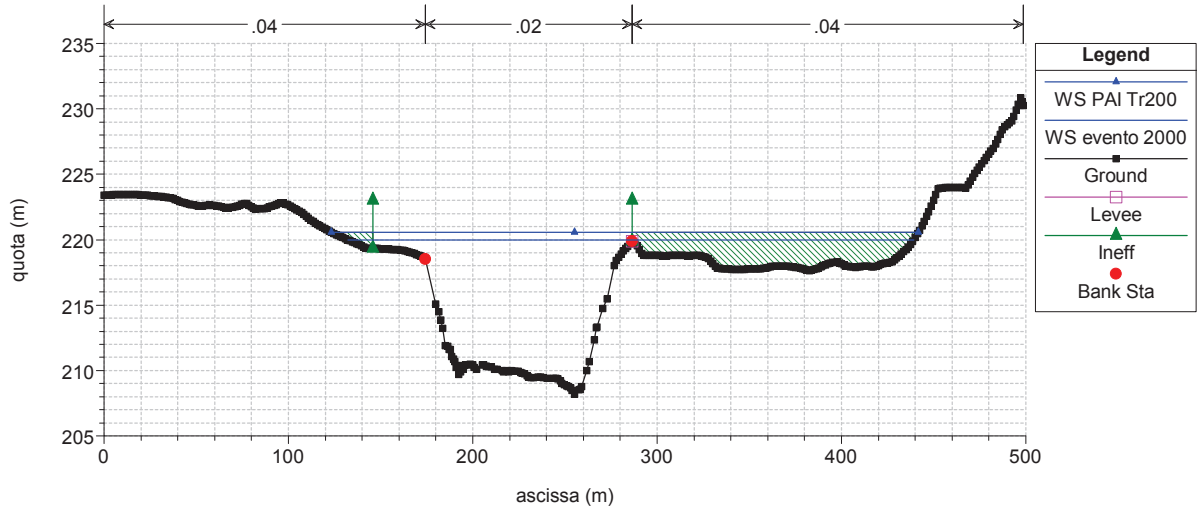
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 720 sez. 08



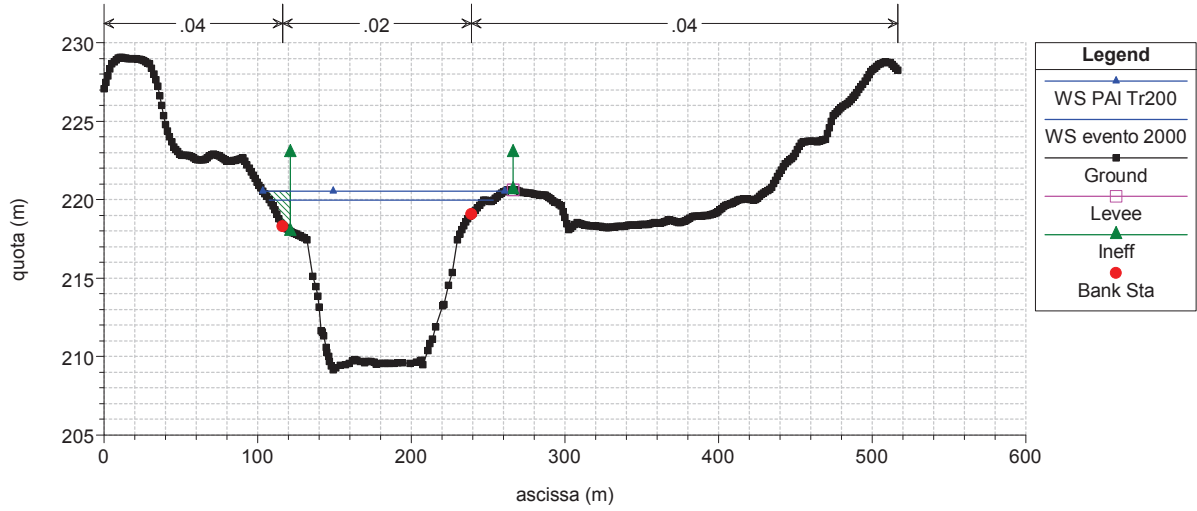
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 715 sez. 09



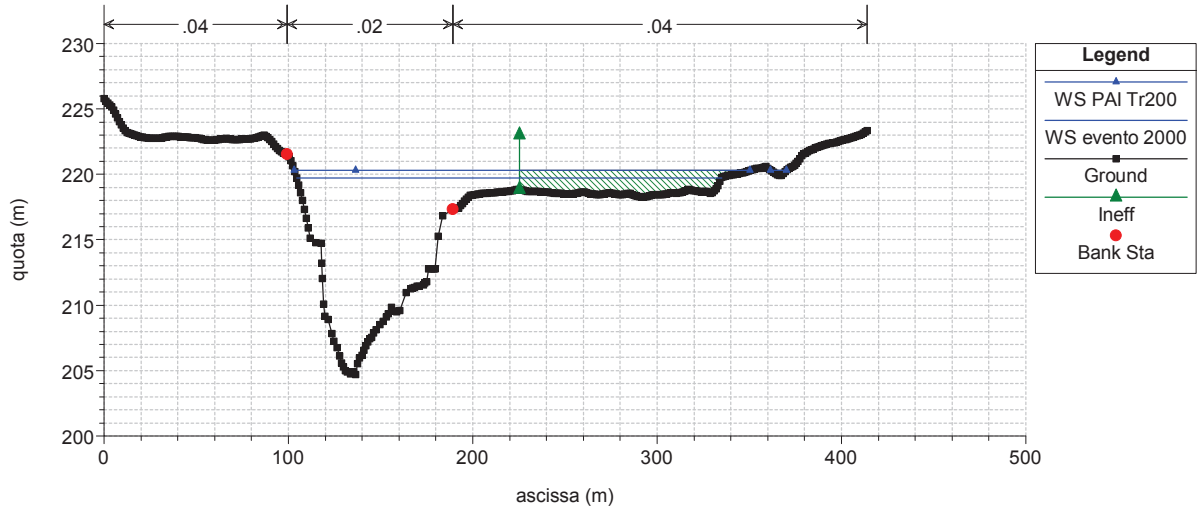
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 710 sez. 10



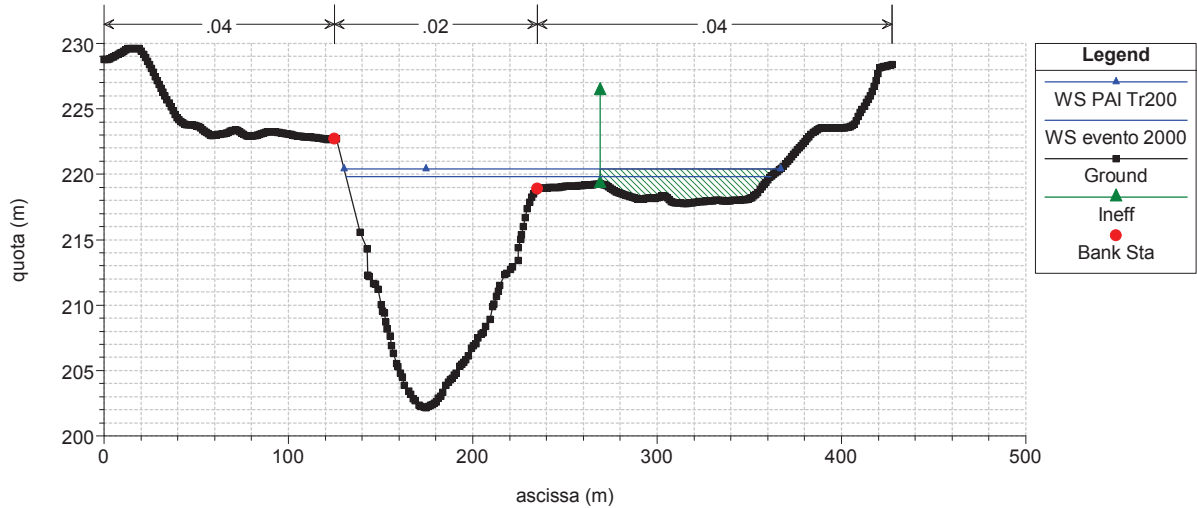
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 705 sez. 11



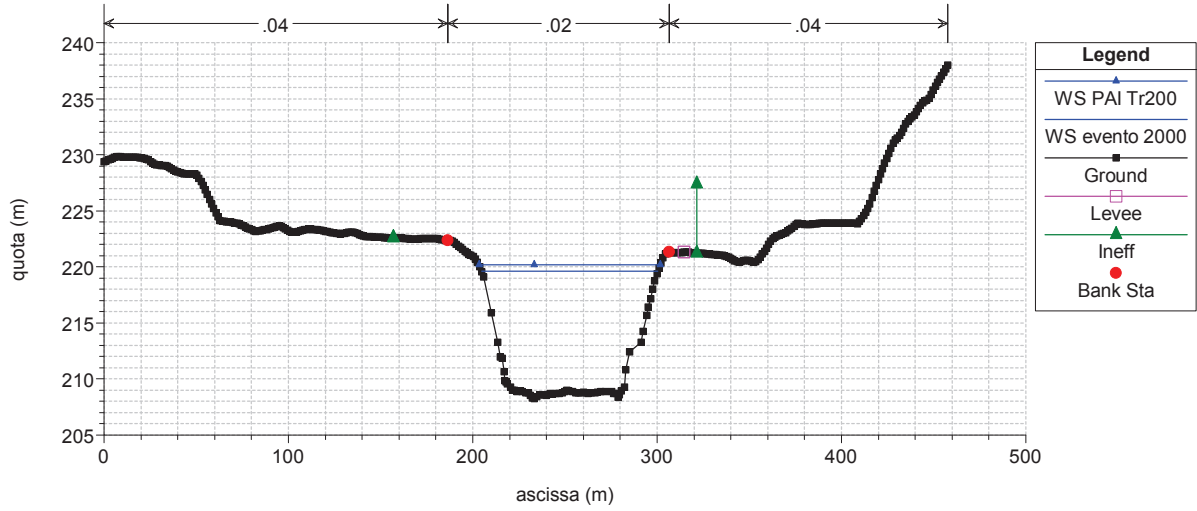
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 700 sez. 12



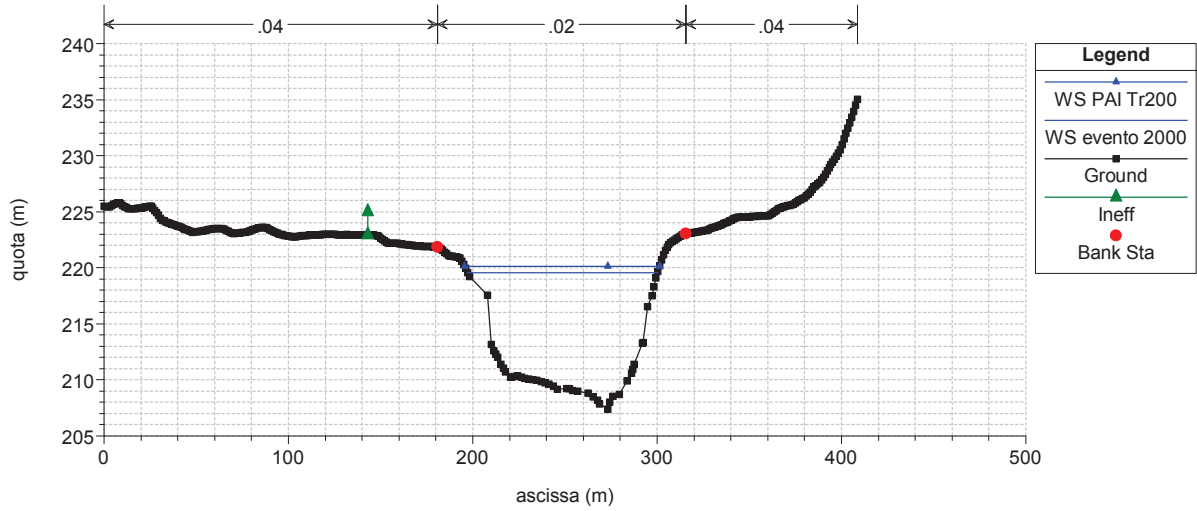
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 690 sez. 13



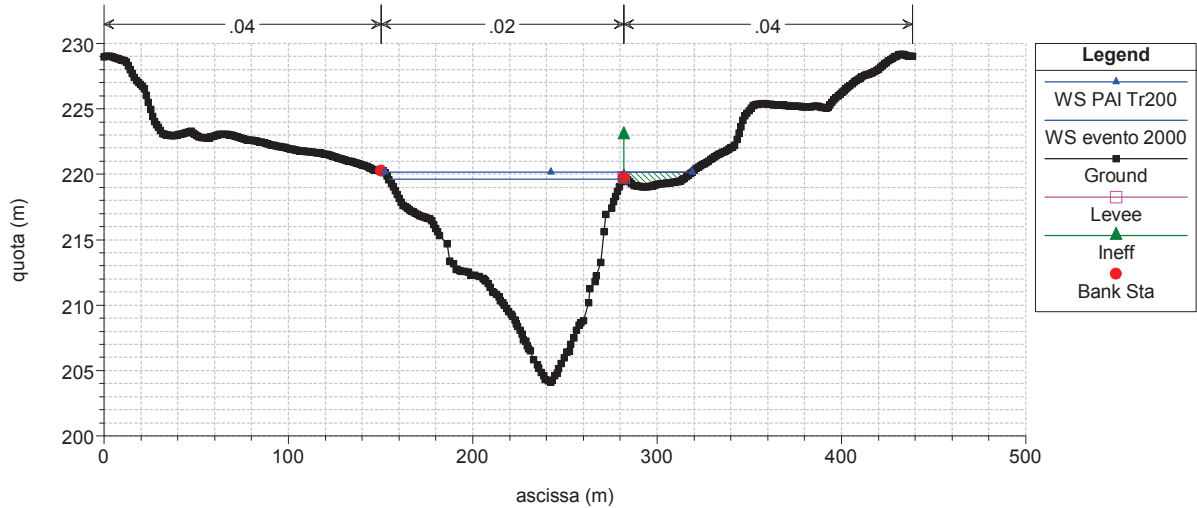
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 680 sez. 14



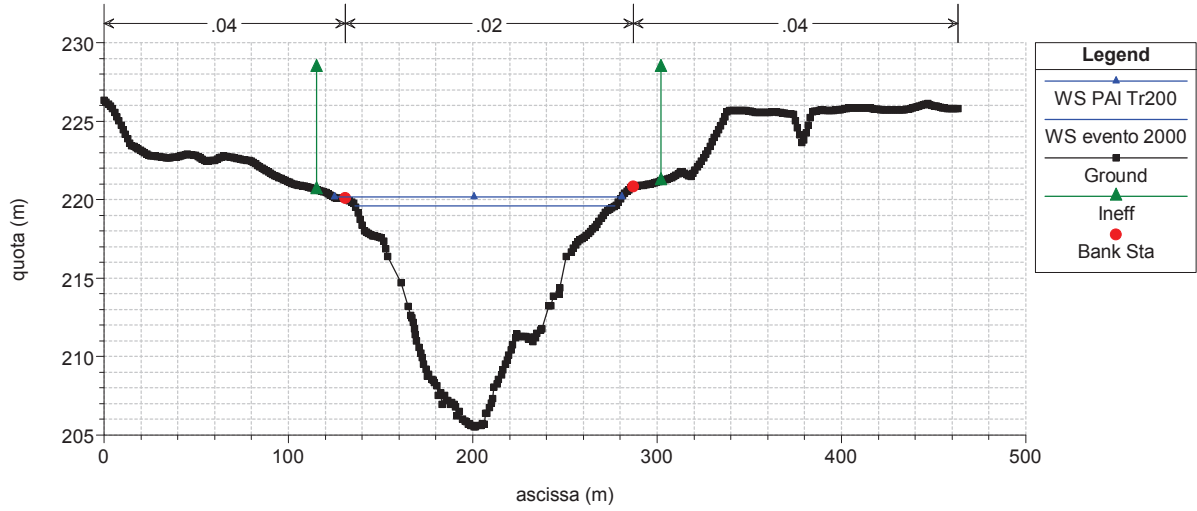
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 675 sez. 15



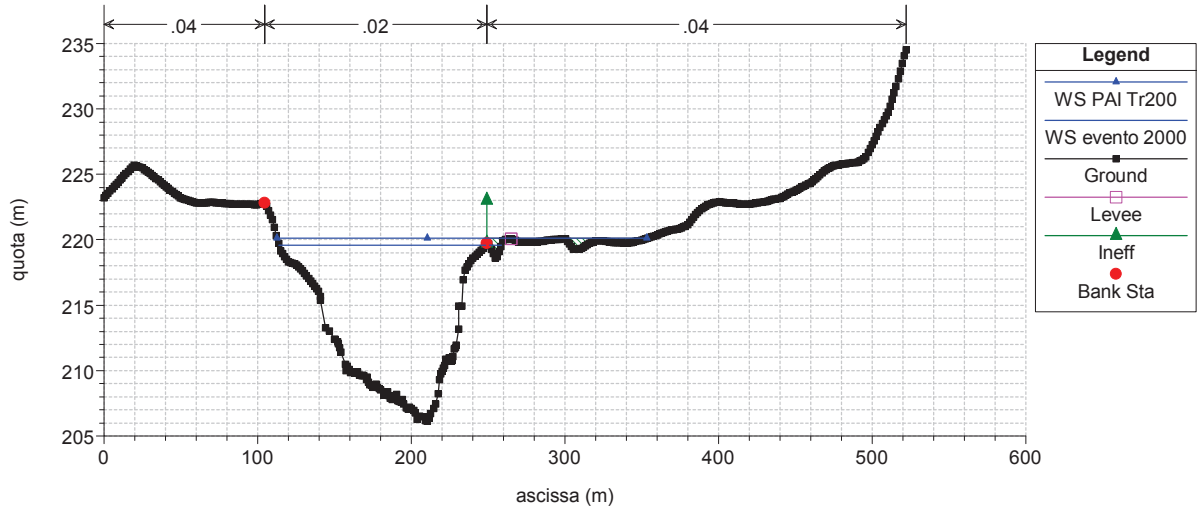
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 670 sez. 16



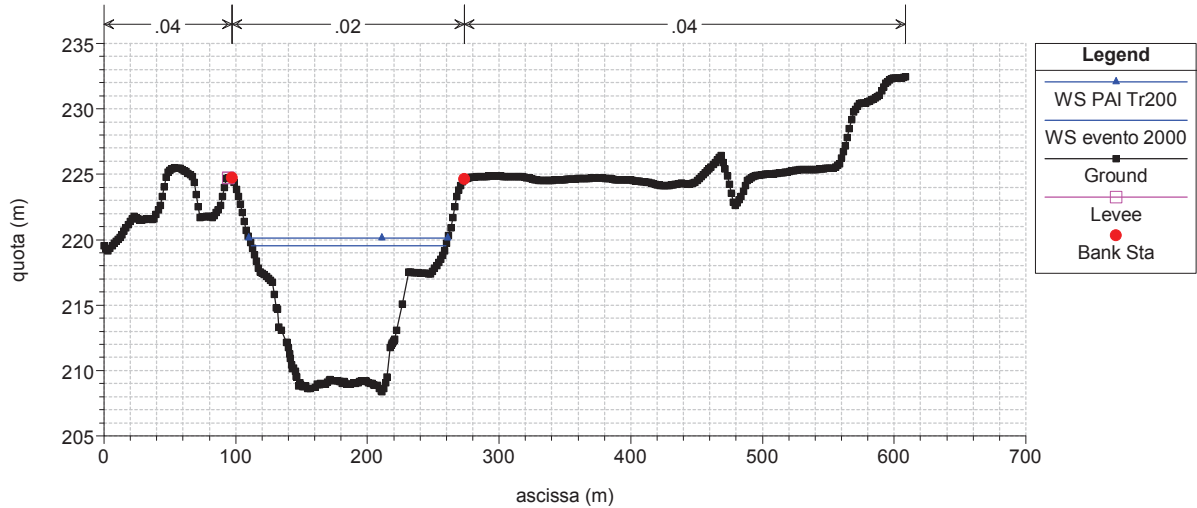
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 660 sez. 17



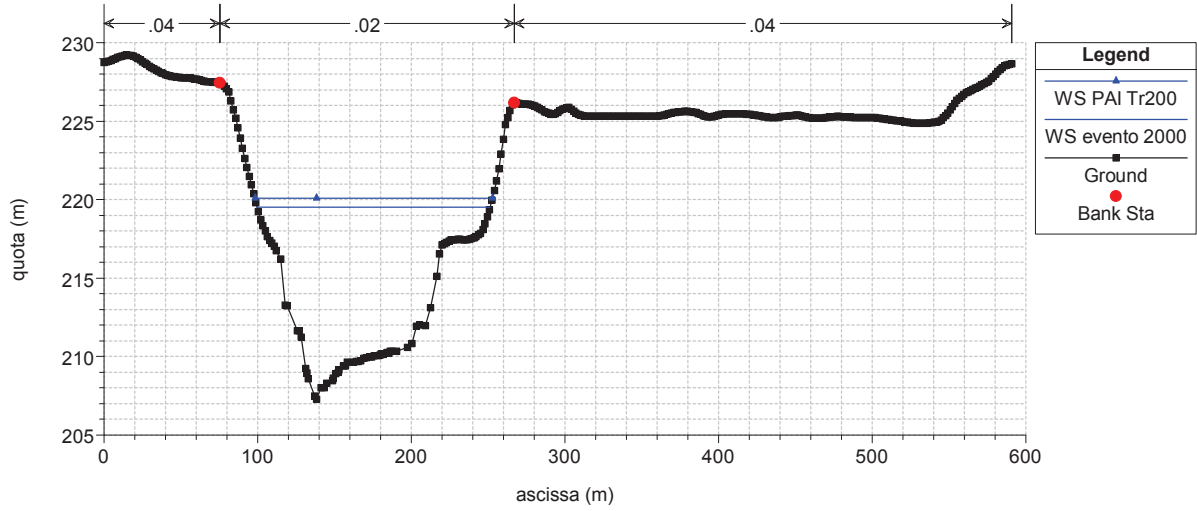
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 655 sez. 18



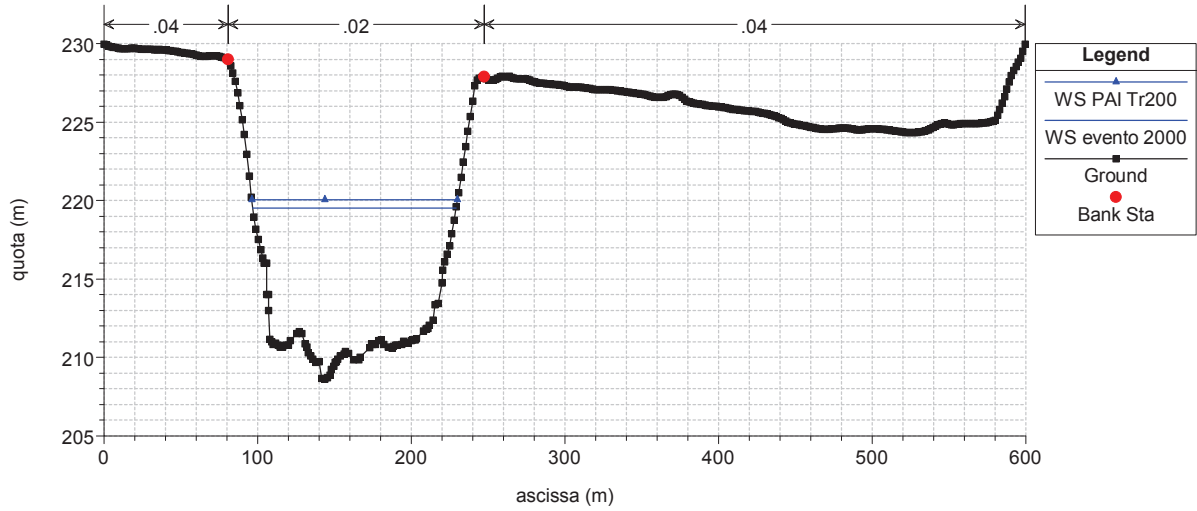
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 650 sez. 19



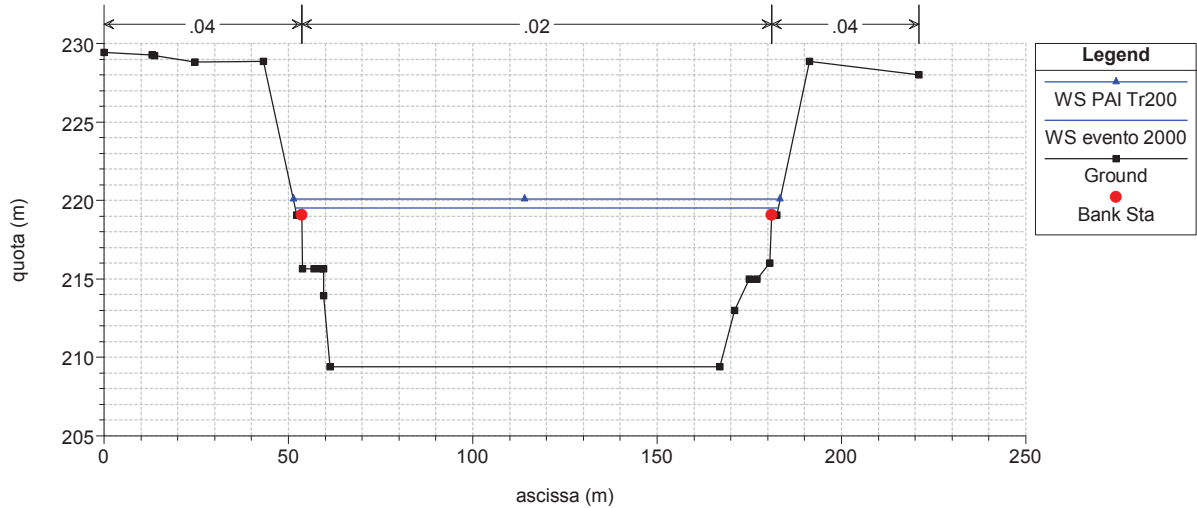
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 640 sez. 20



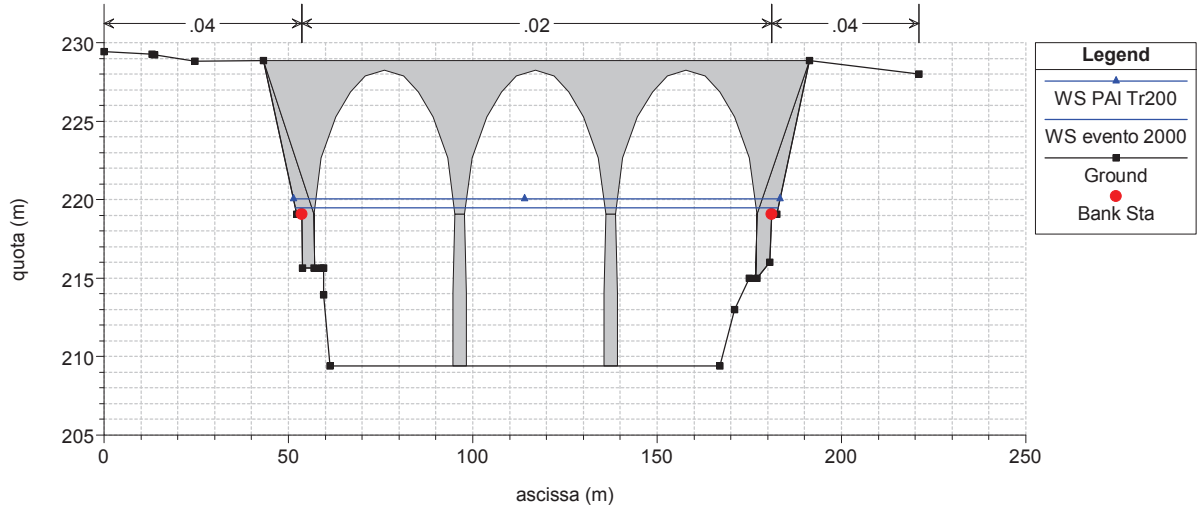
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 630 sez. 21



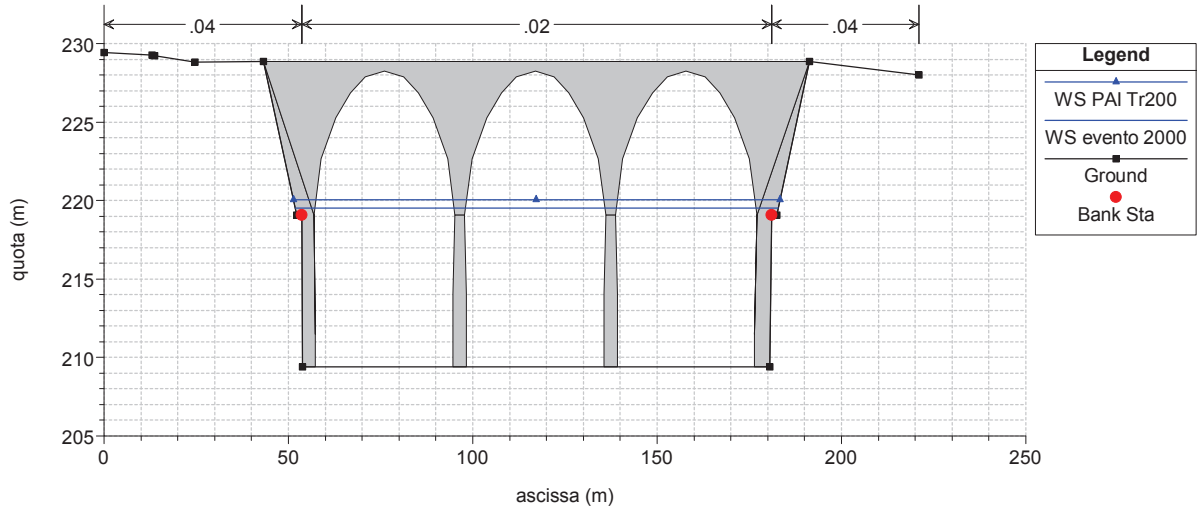
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 593.5



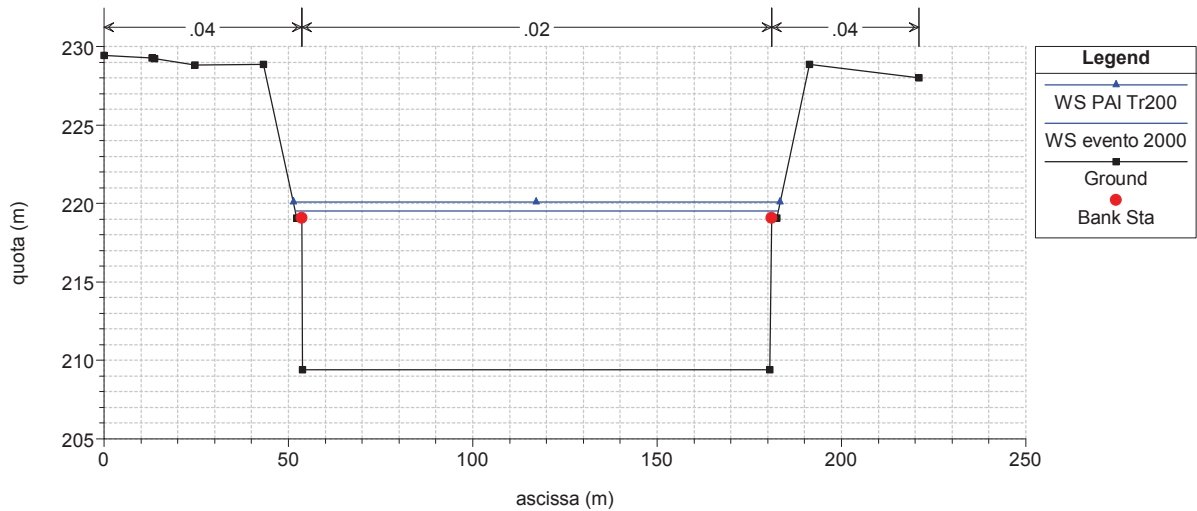
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 593 BR PO07 Ponte Balbis



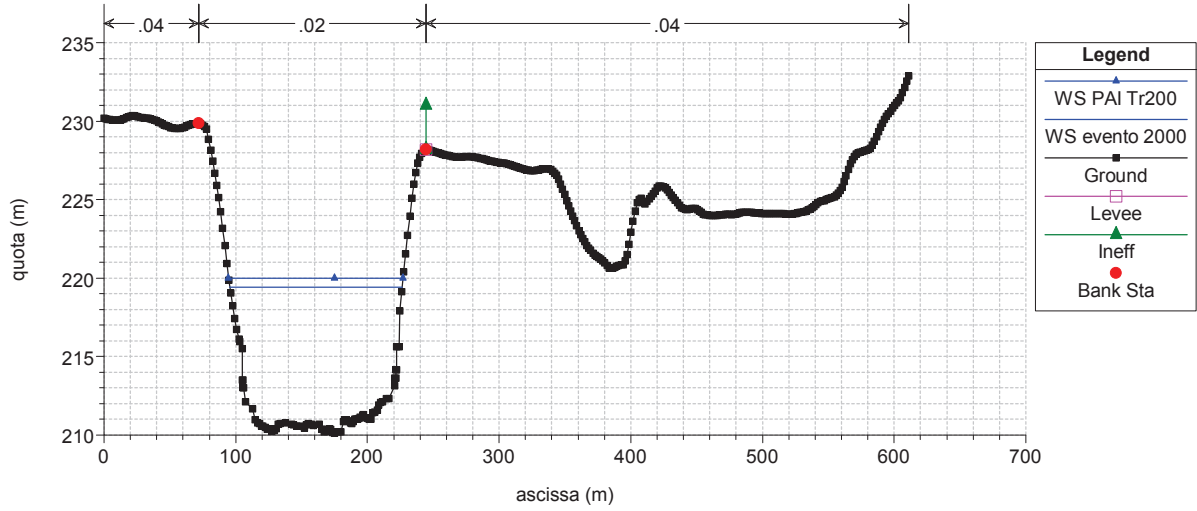
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 593 BR PO07 Ponte Balbis



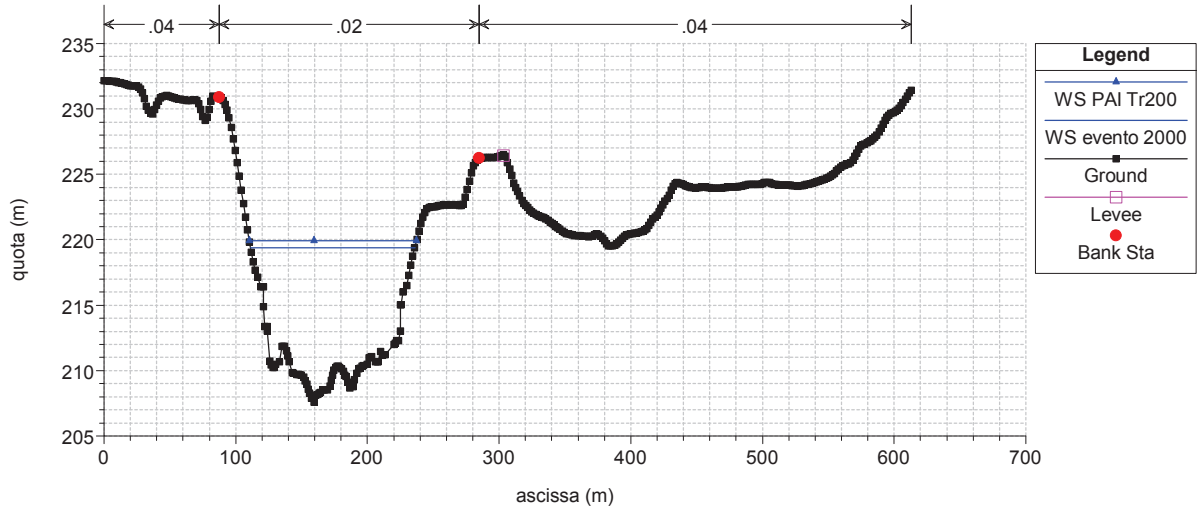
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592.5



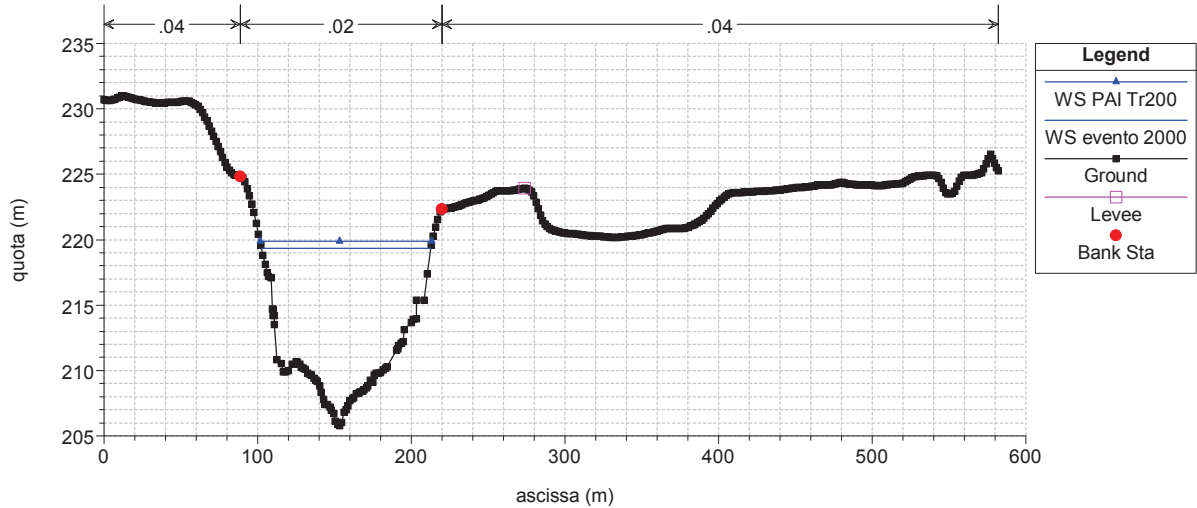
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592.4 sez. 22



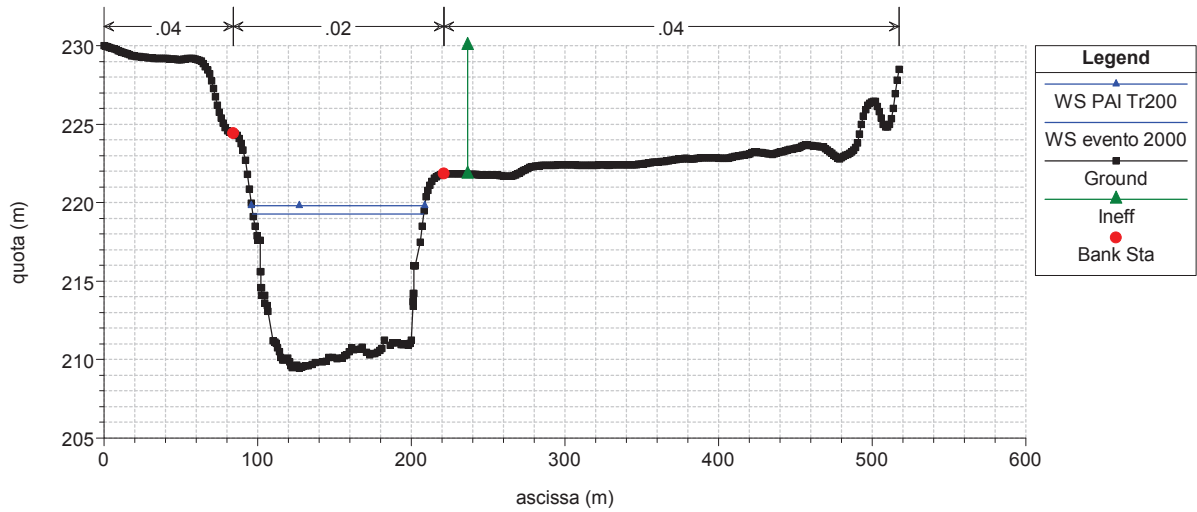
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592.3 sez. 23



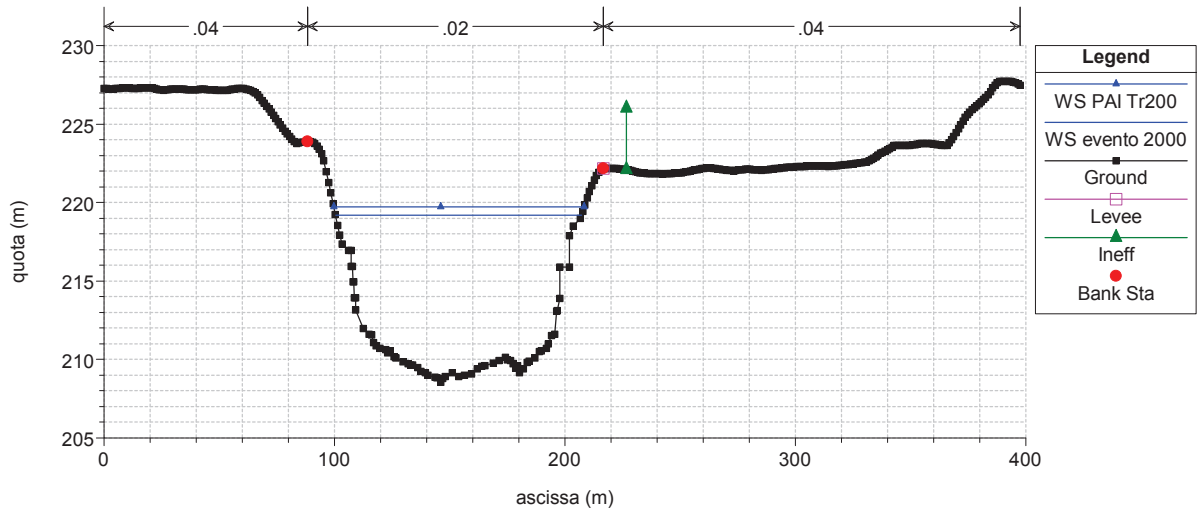
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592 sez. 24



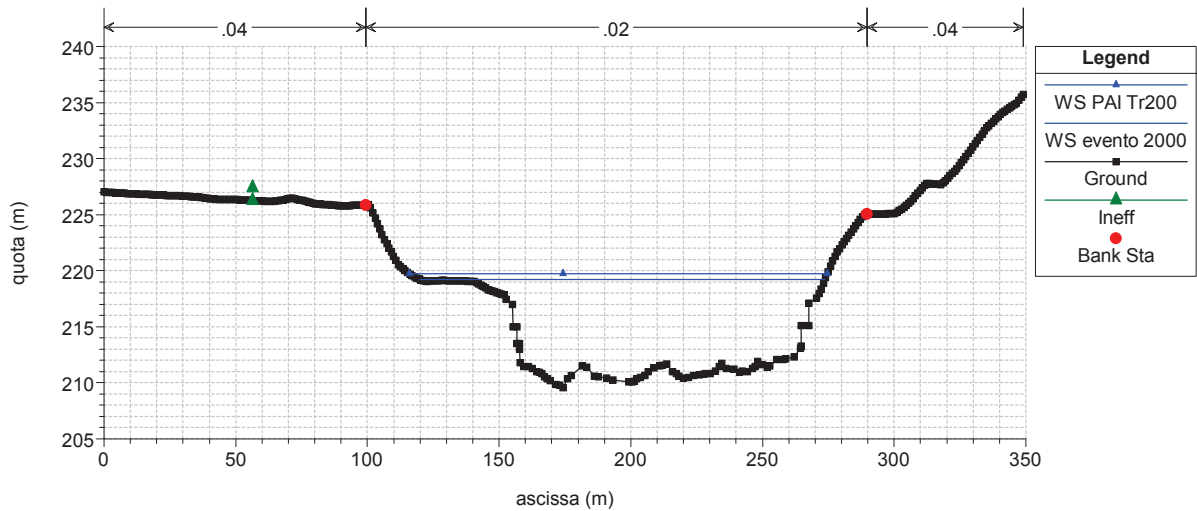
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 580 sez. 25



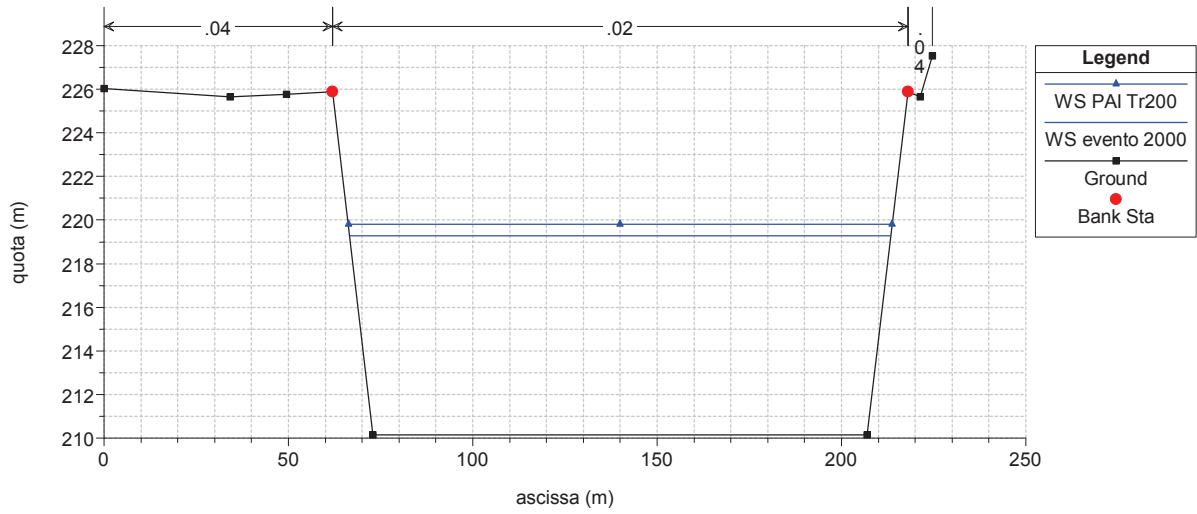
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 570 sez. 26



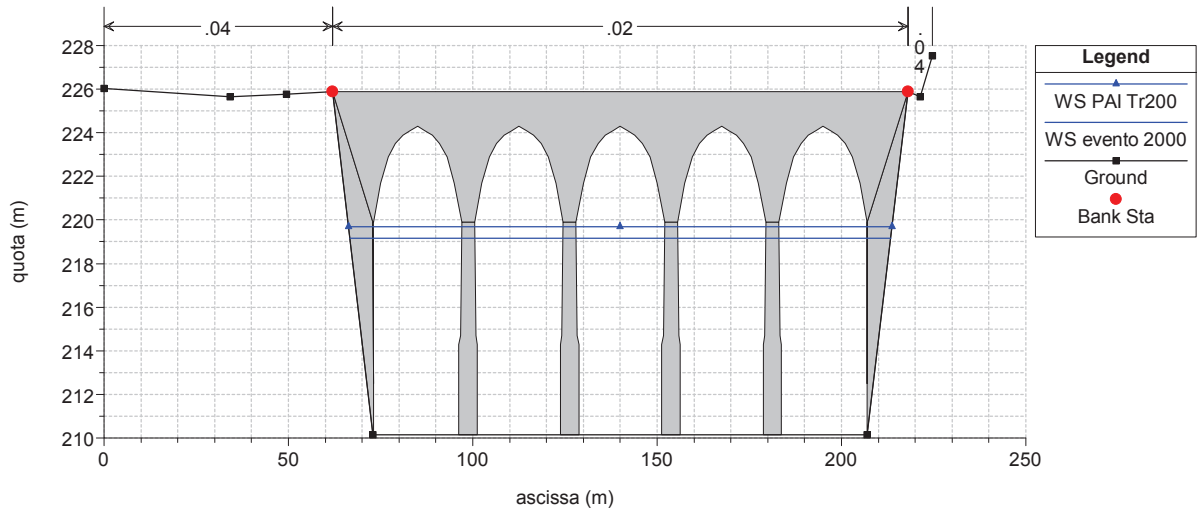
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 560 sez. 27



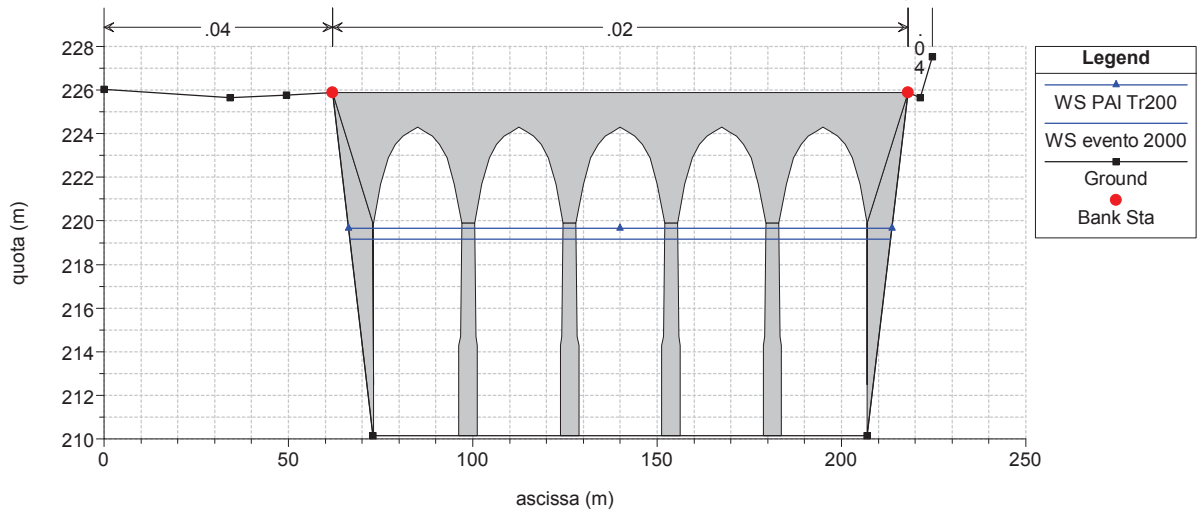
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 538



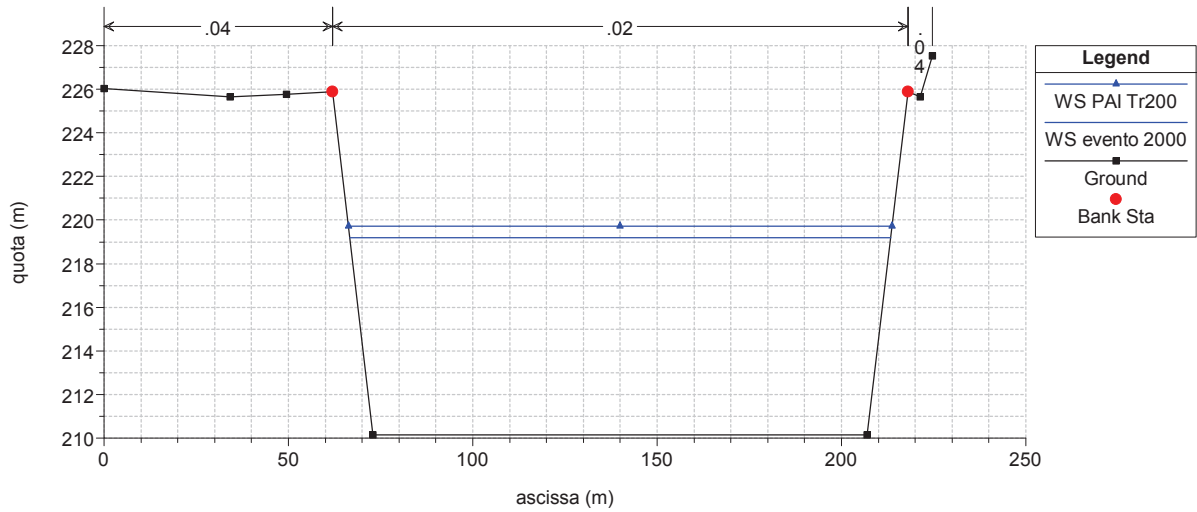
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 537.5 BR PO06 Ponte Principessa Isabella



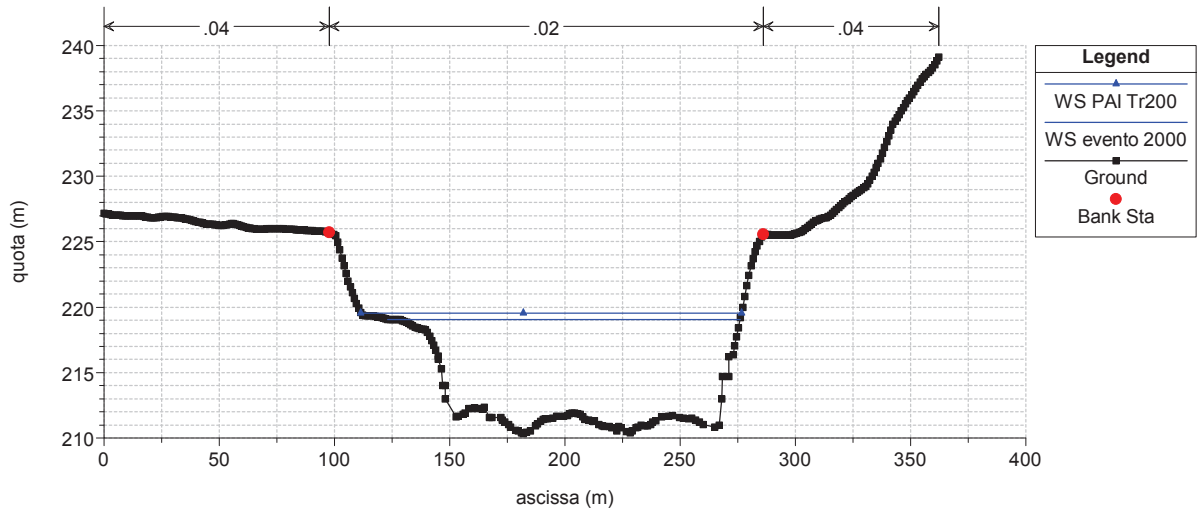
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 537.5 BR PO06 Ponte Principessa Isabella



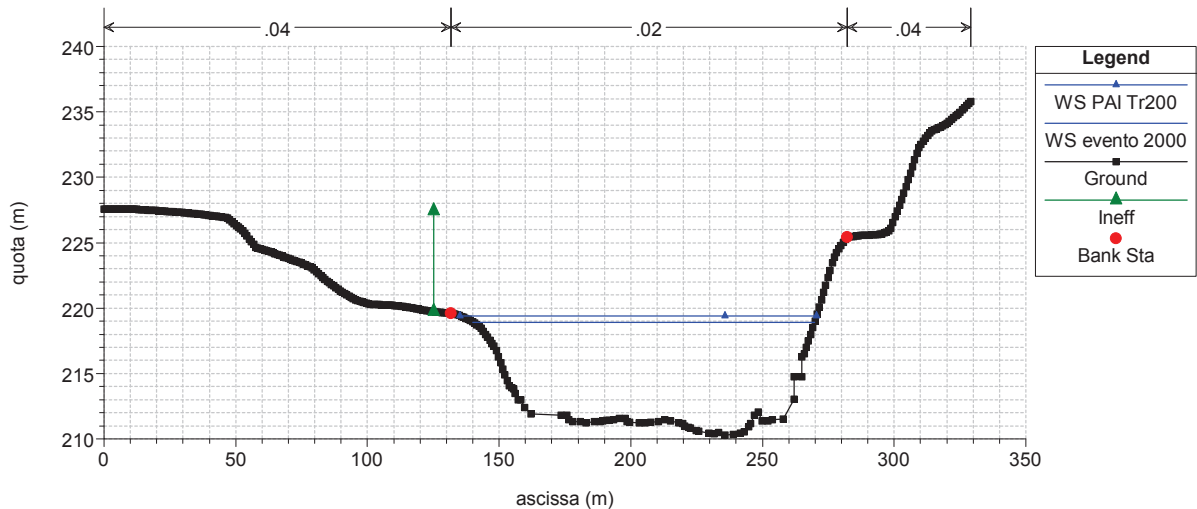
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 535



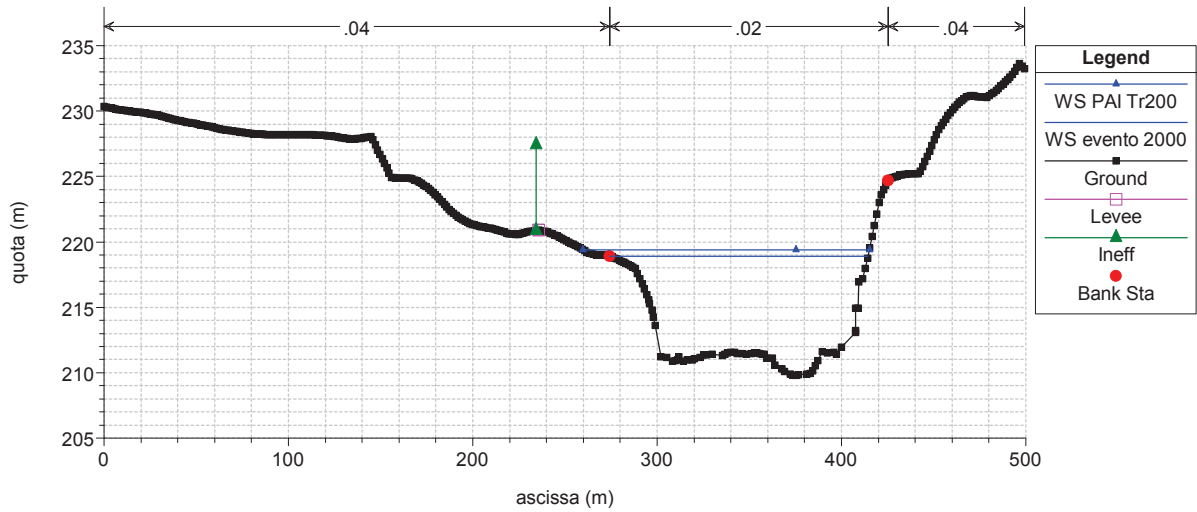
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 532.5 sez. 28



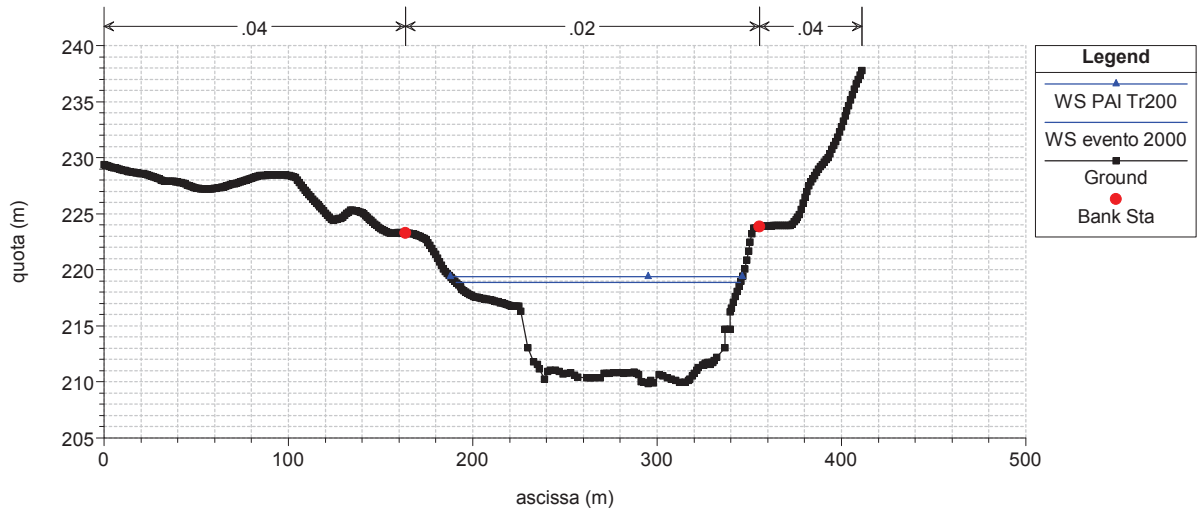
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 530 sez. 29



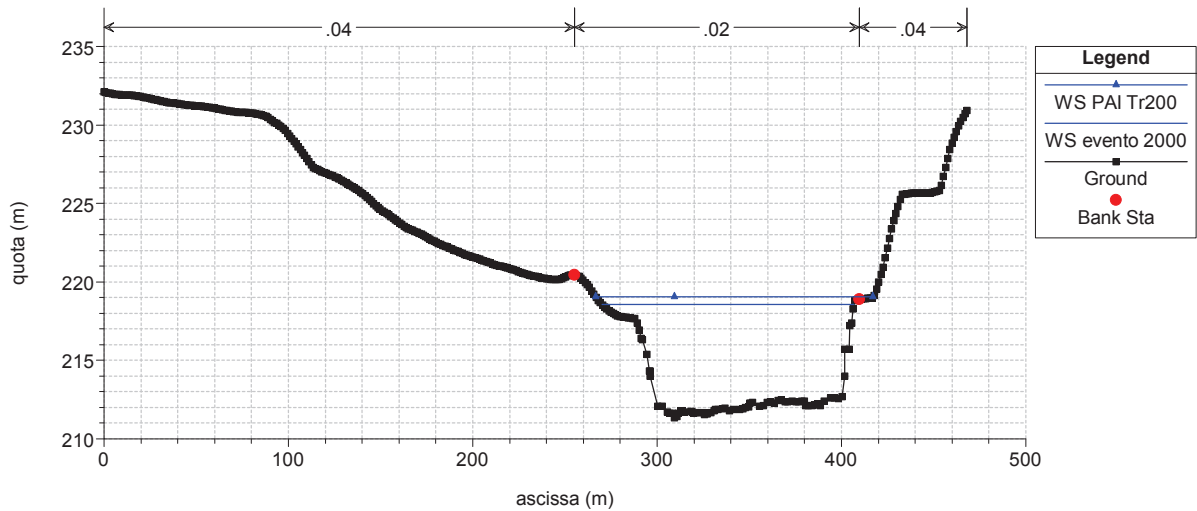
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 520 sez. 30



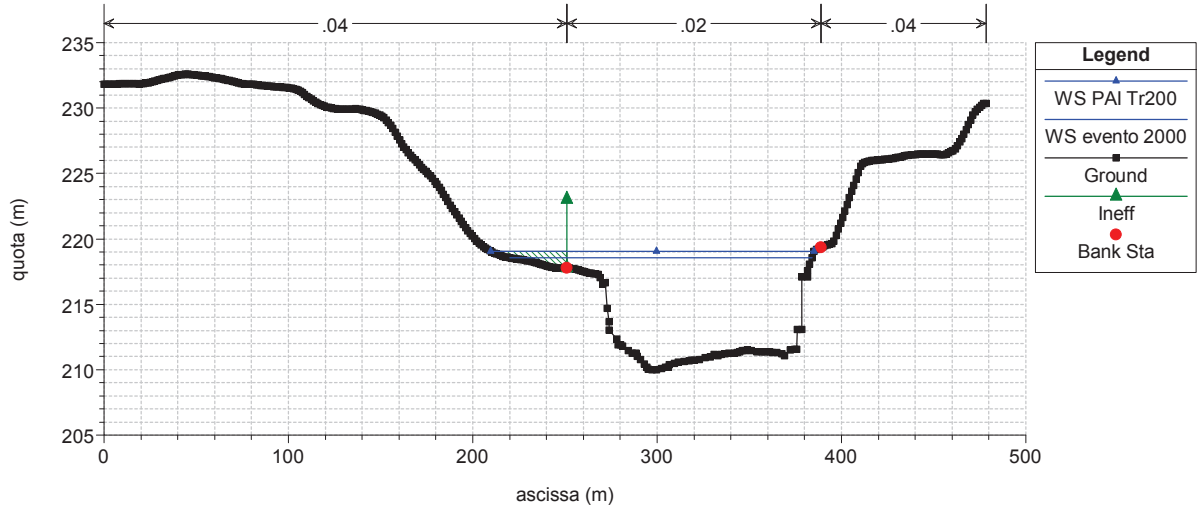
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 510 sez. 31



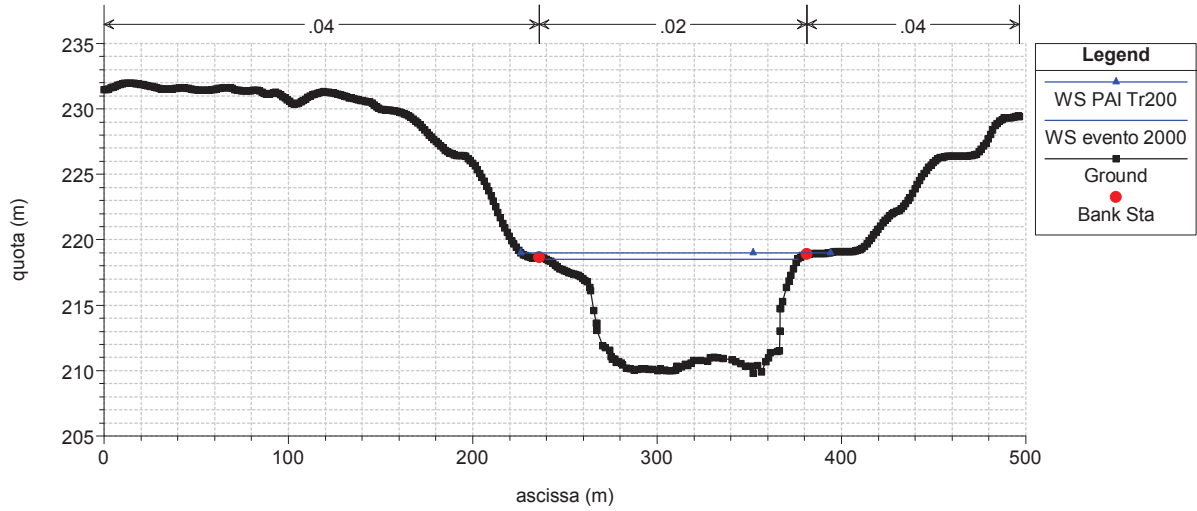
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 500 sez. 32



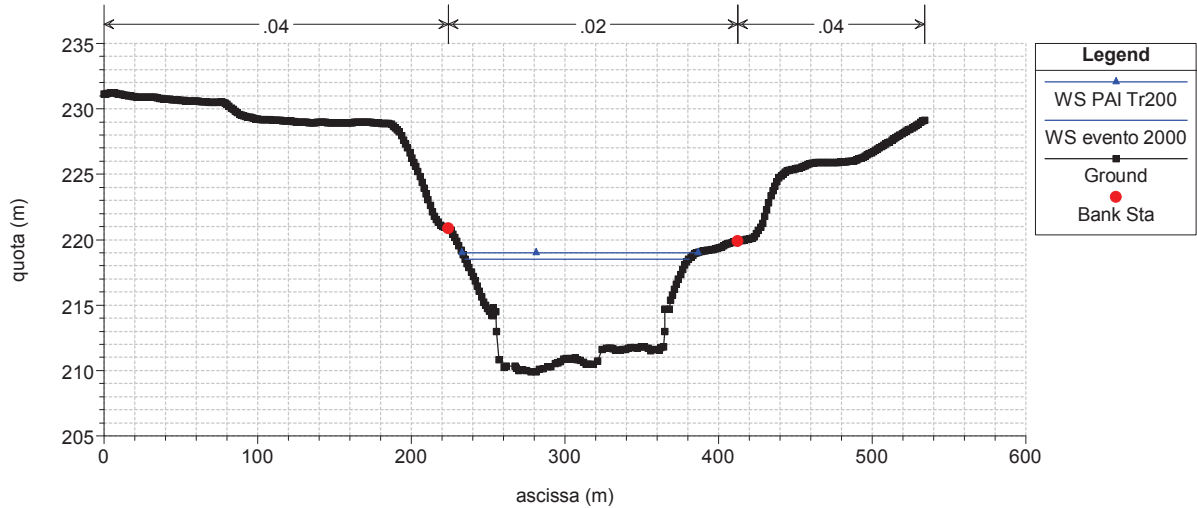
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 490 sez. 33



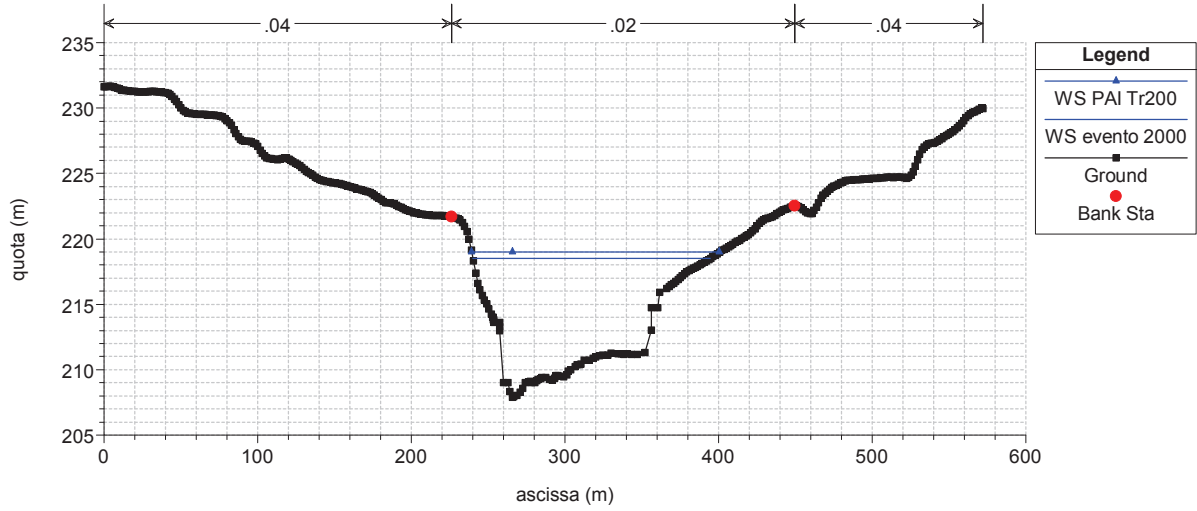
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 480 sez. 34



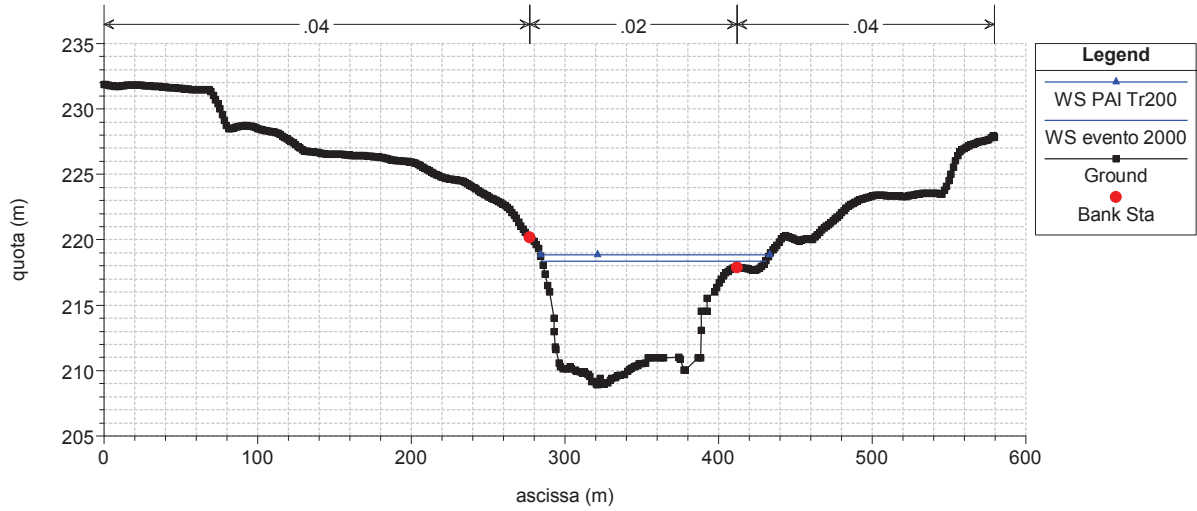
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 478 sez. 35



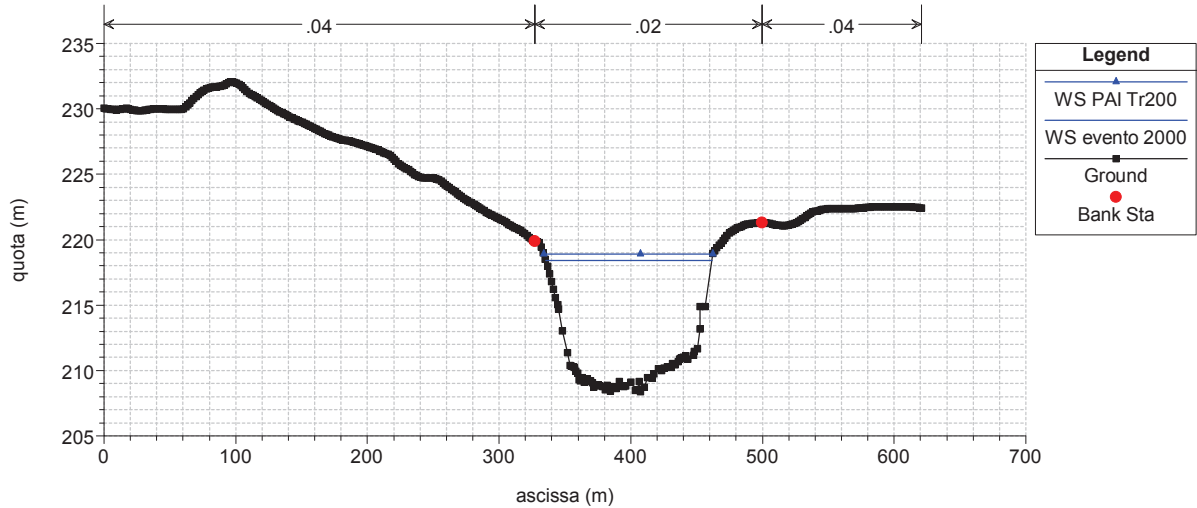
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 476 sez. 36



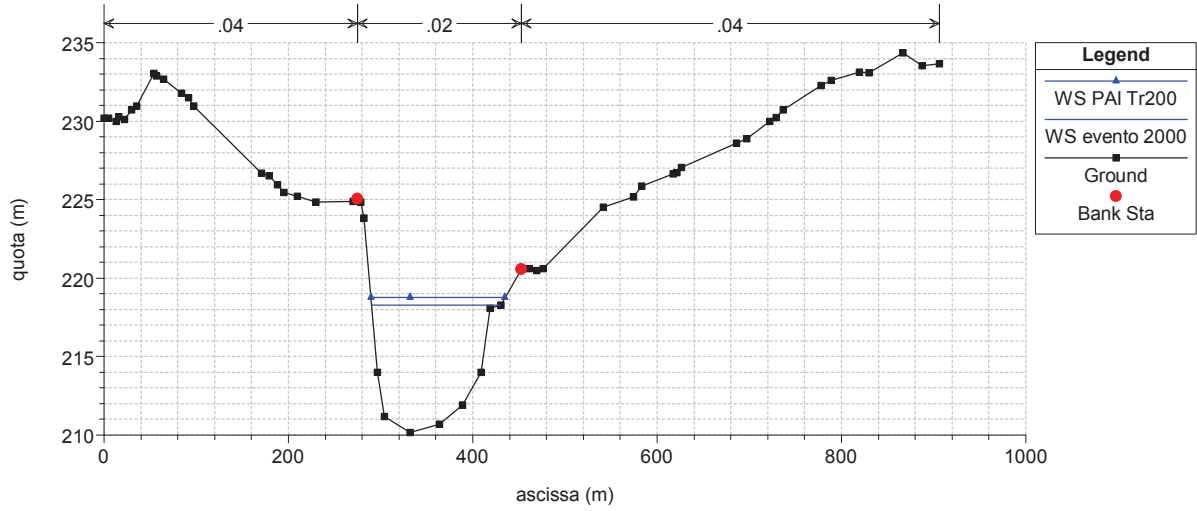
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 474 sez. 37



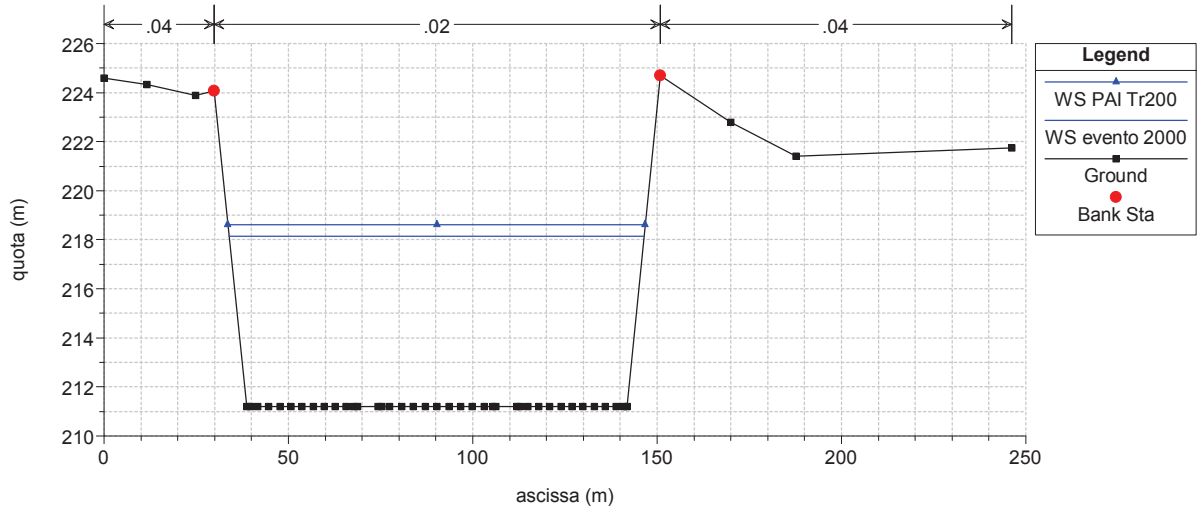
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 472 sez. 38



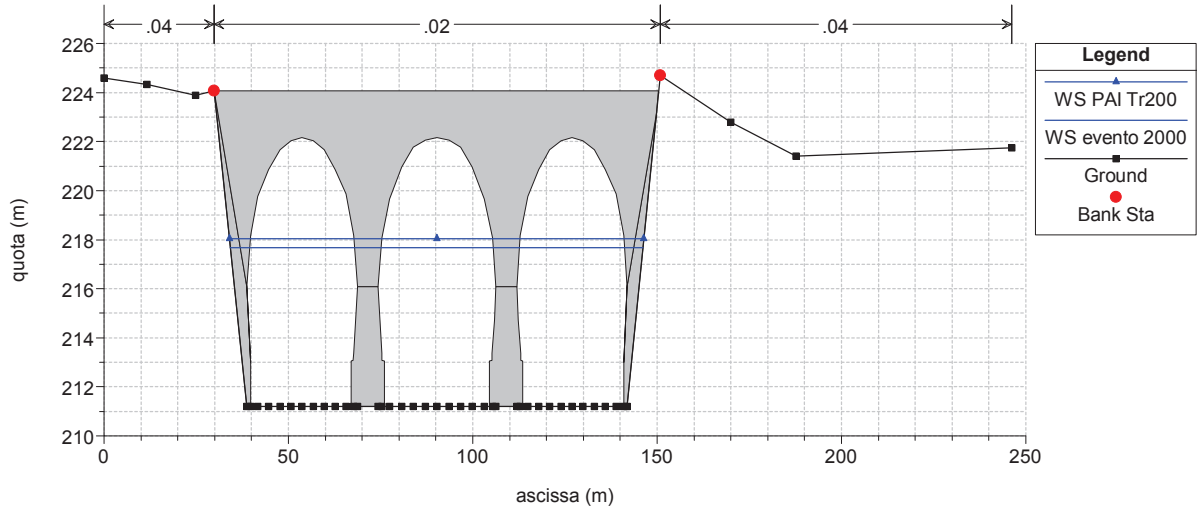
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 470



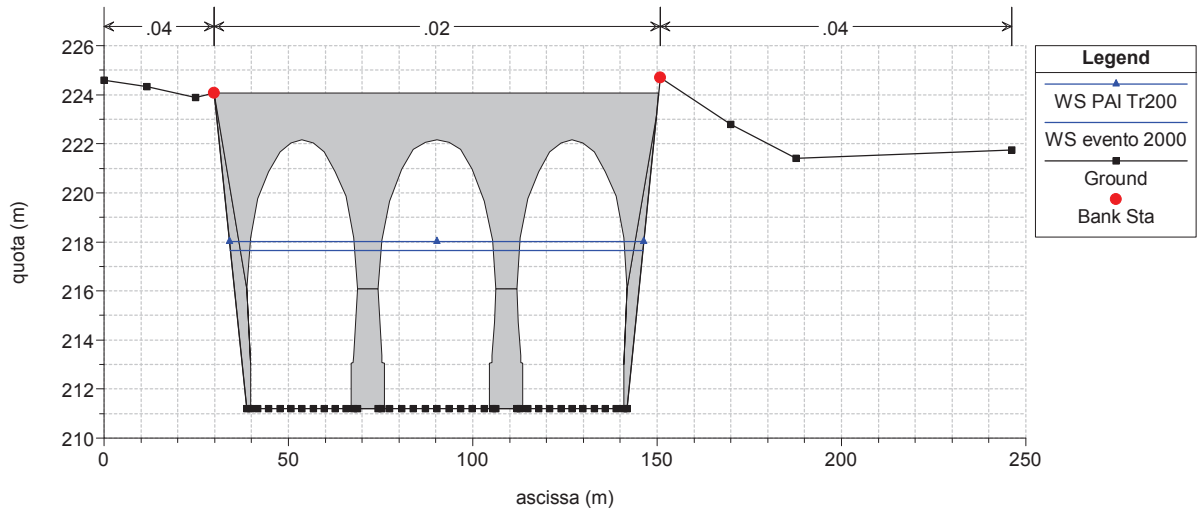
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 440



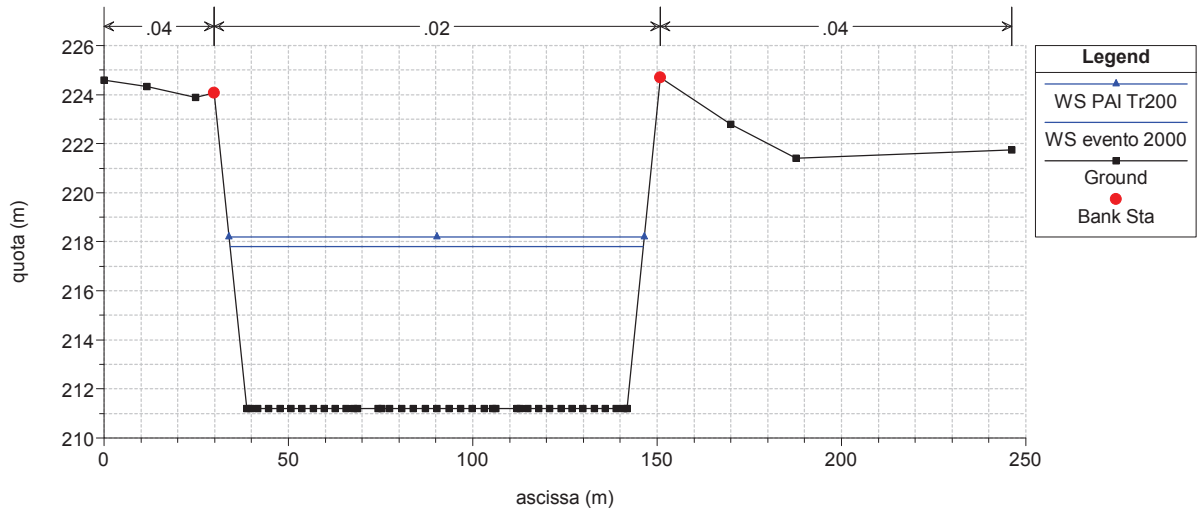
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 435 BR PO05 Ponte Umberto I



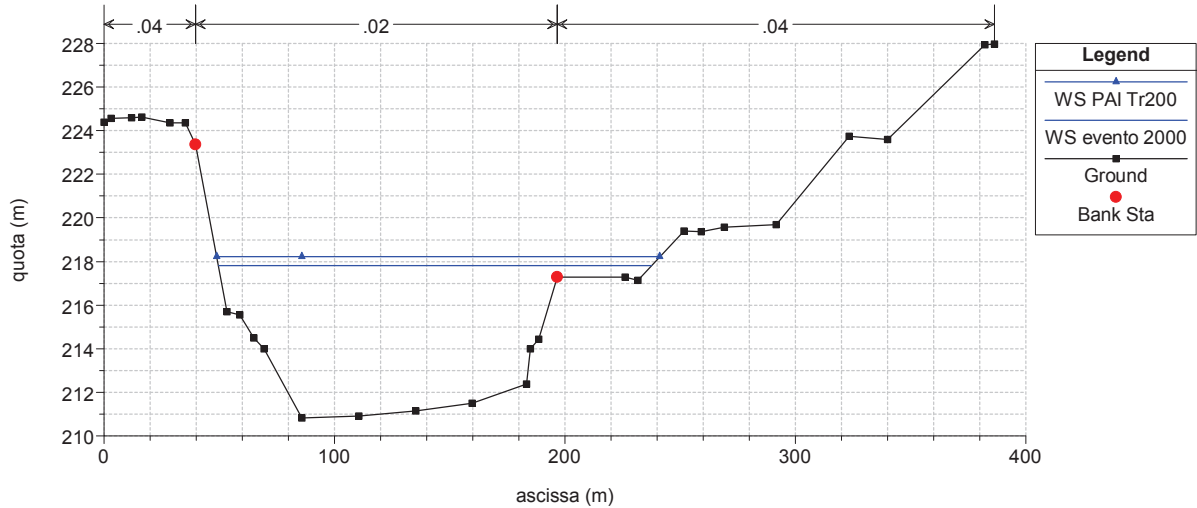
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 435 BR PO05 Ponte Umberto I



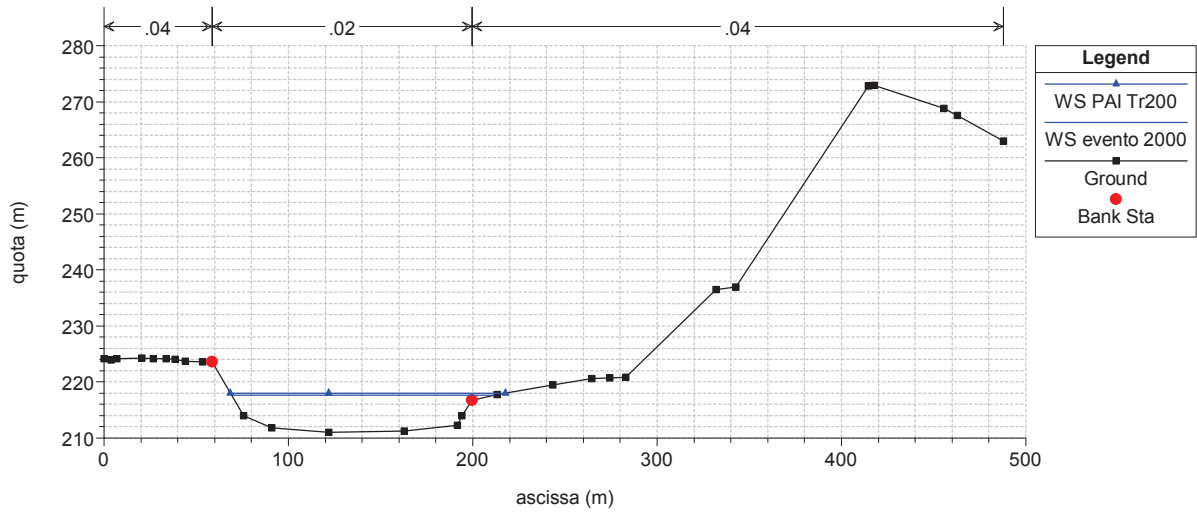
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 430



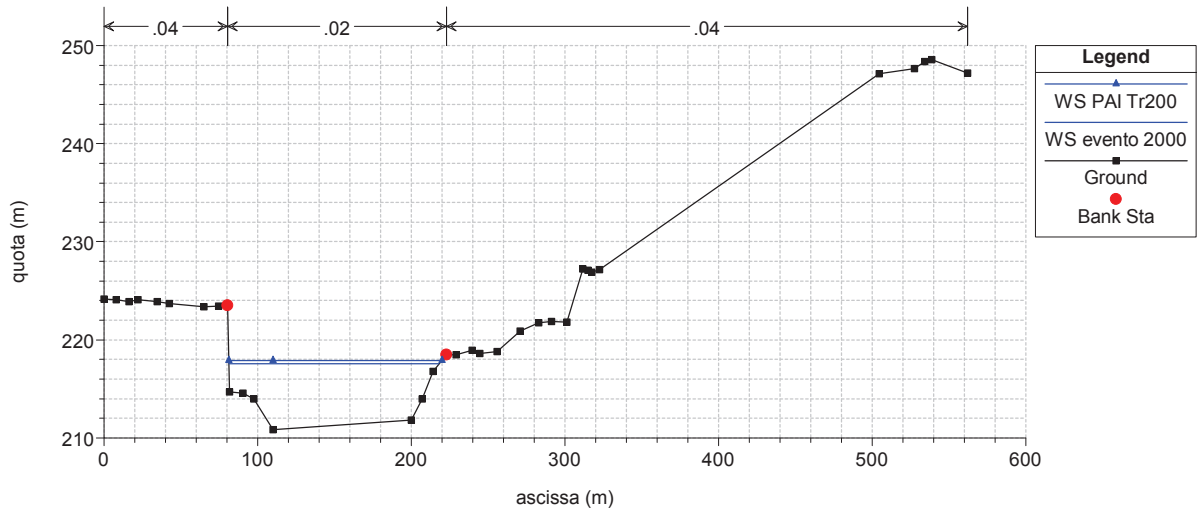
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 425



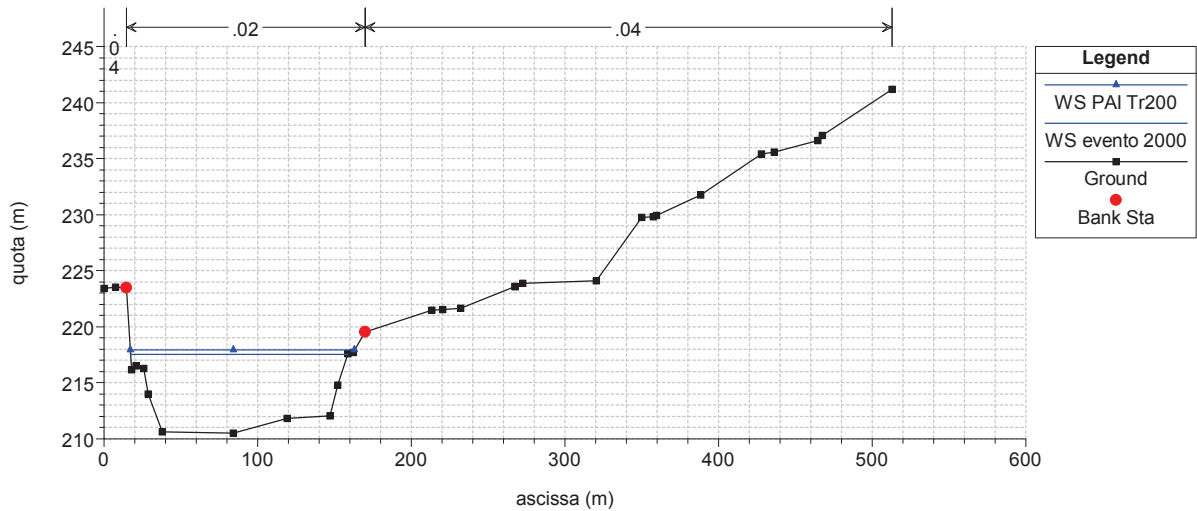
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 420



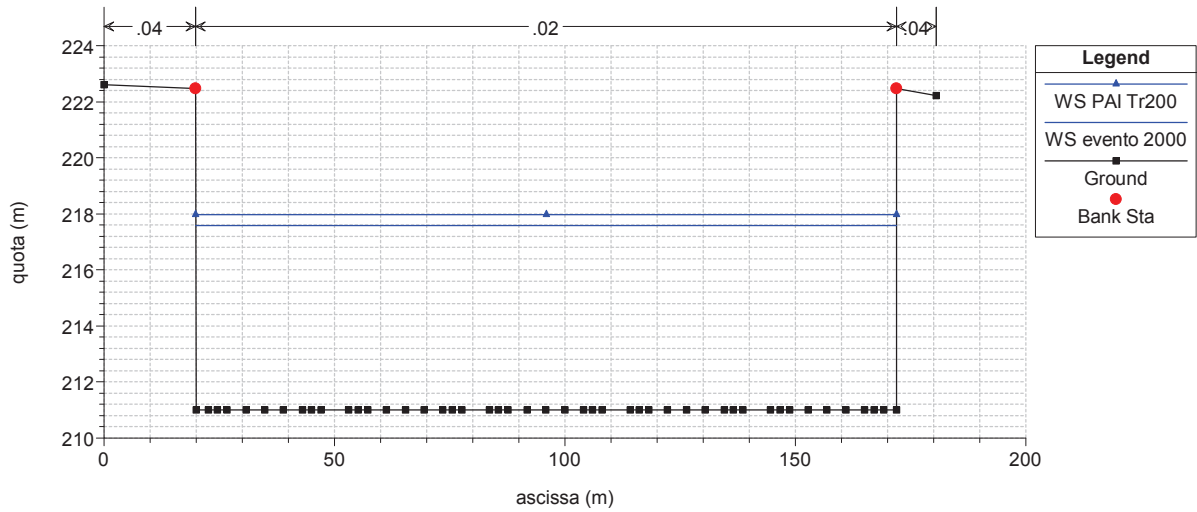
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 410



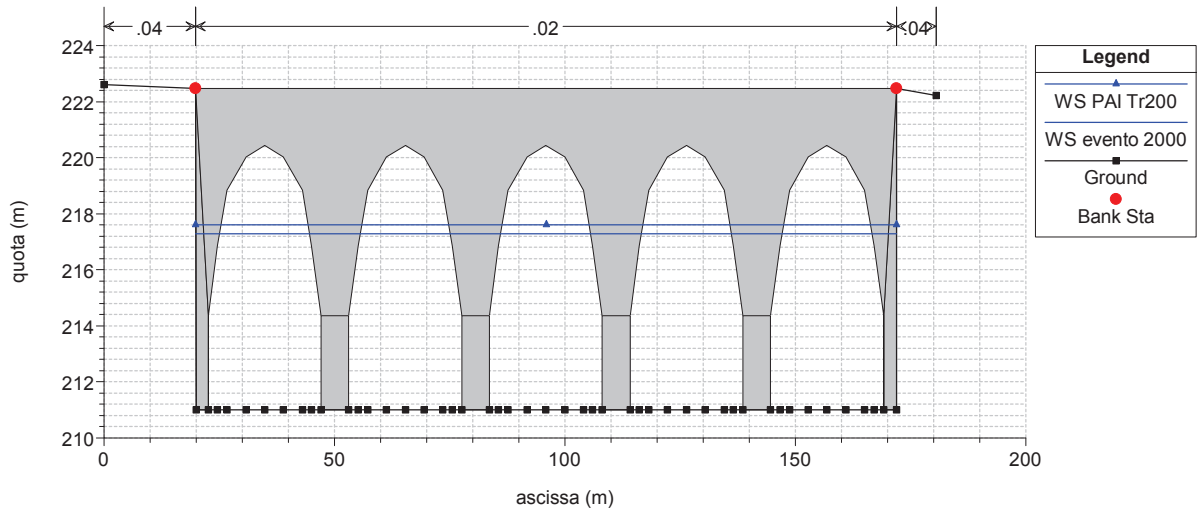
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 400



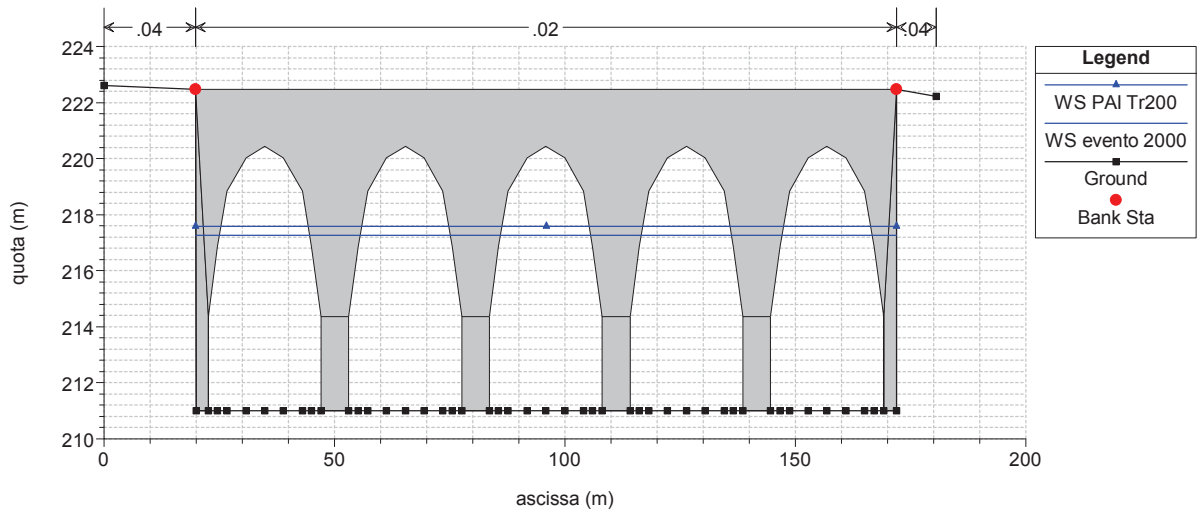
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 370



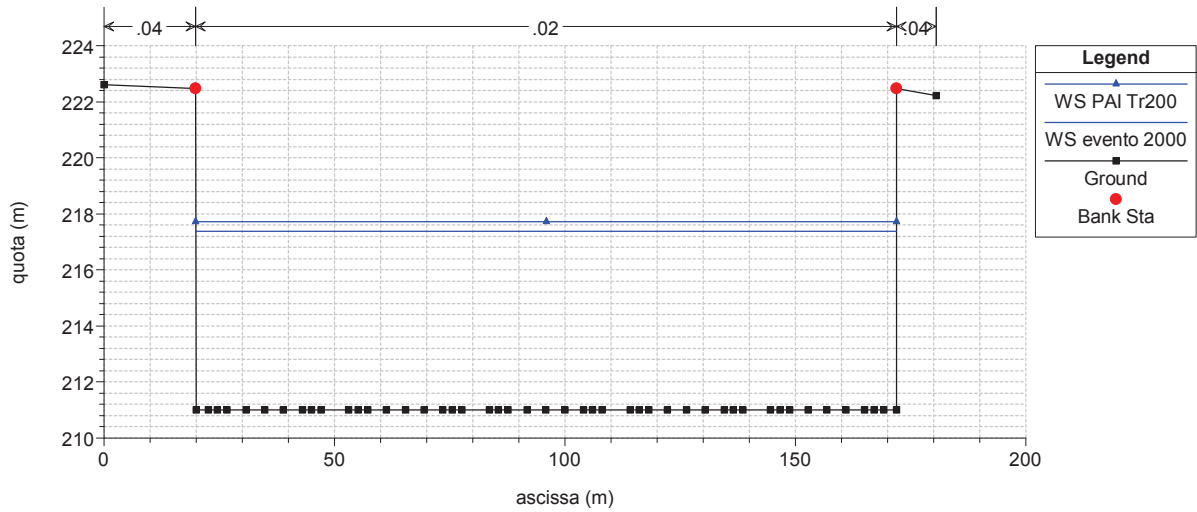
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 367.5 BR PO04 Ponte Vittorio Emanuele I



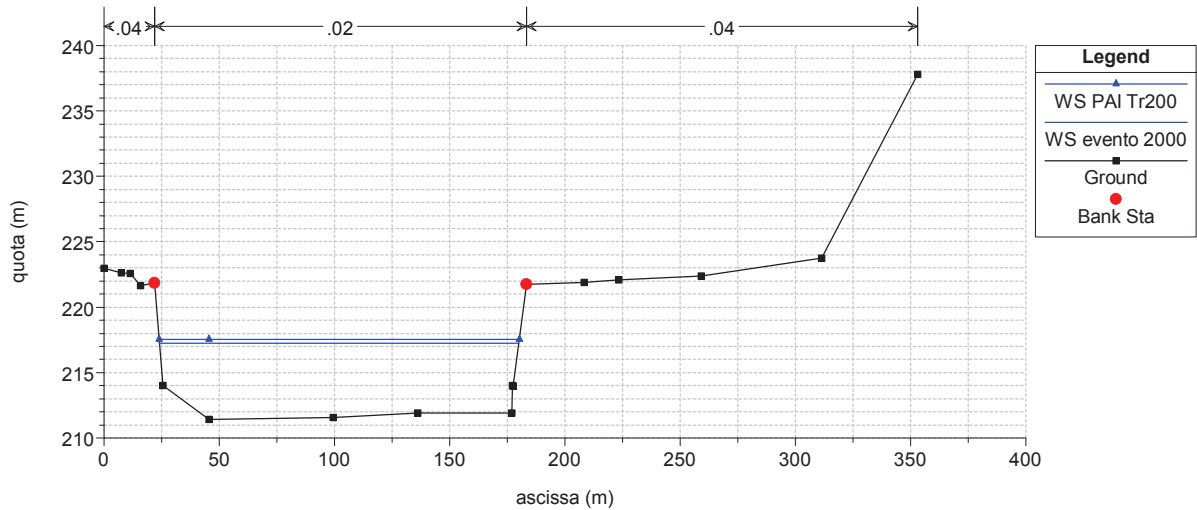
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 367.5 BR PO04 Ponte Vittorio Emanuele I



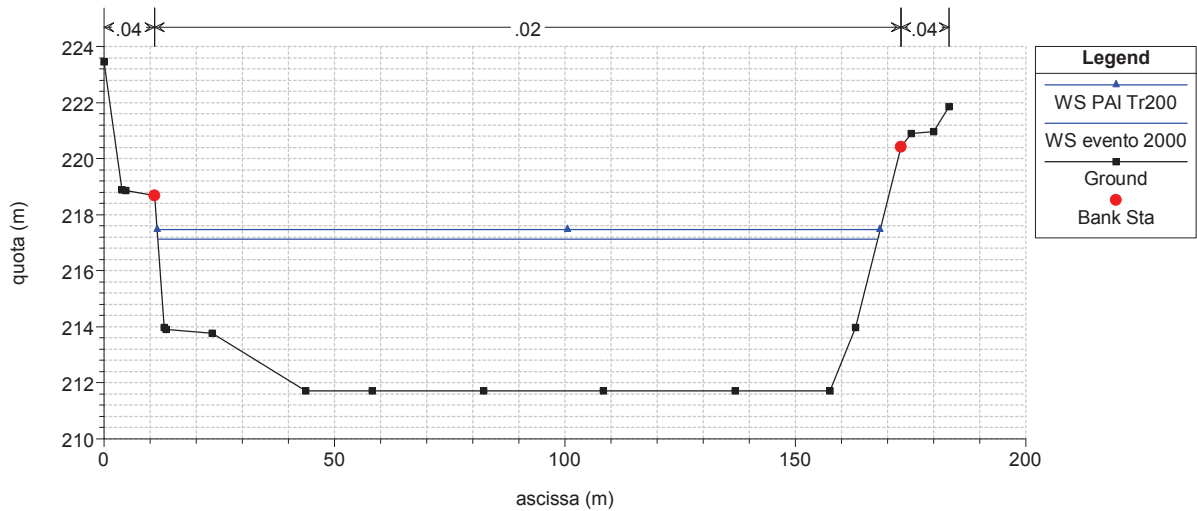
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 365



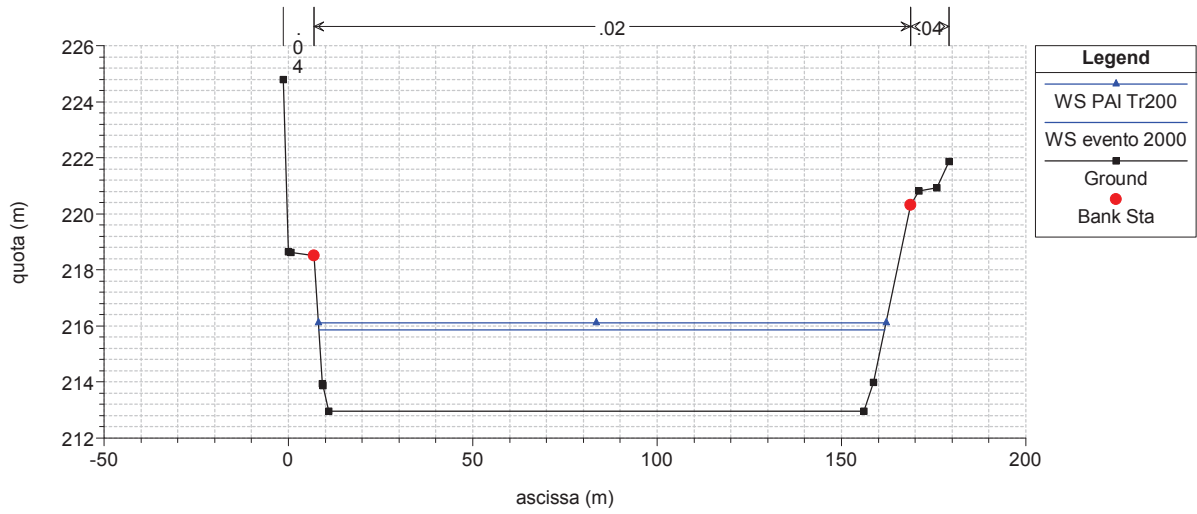
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 350



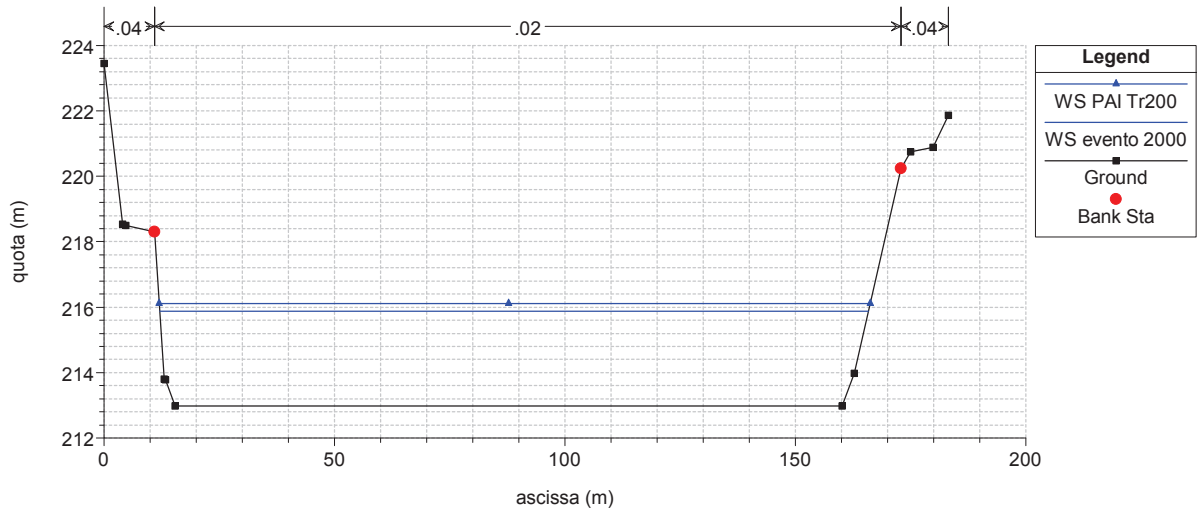
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 340



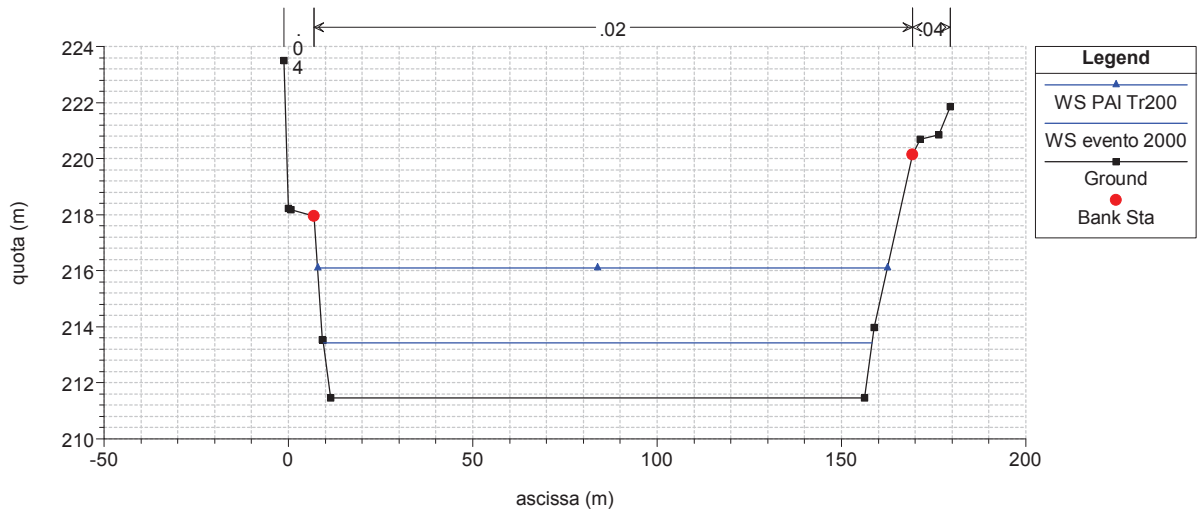
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 330



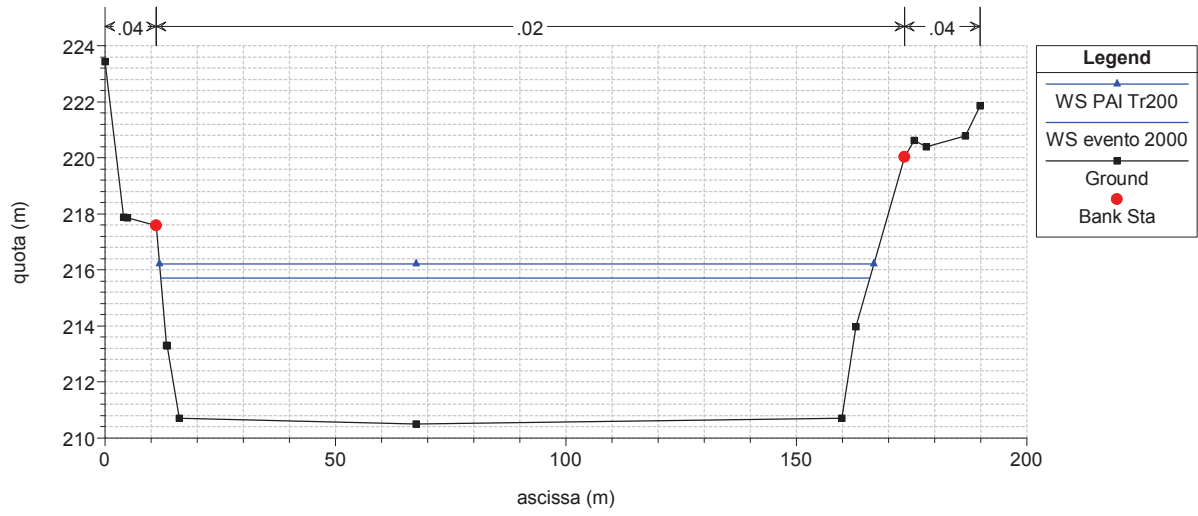
FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 320



FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 310



FIUME PO Plan: Fioccardo attuale 01.2012 25/01/2012
Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-A Flow: argine Fioccardo
River = F. Po Reach = Po RS = 300

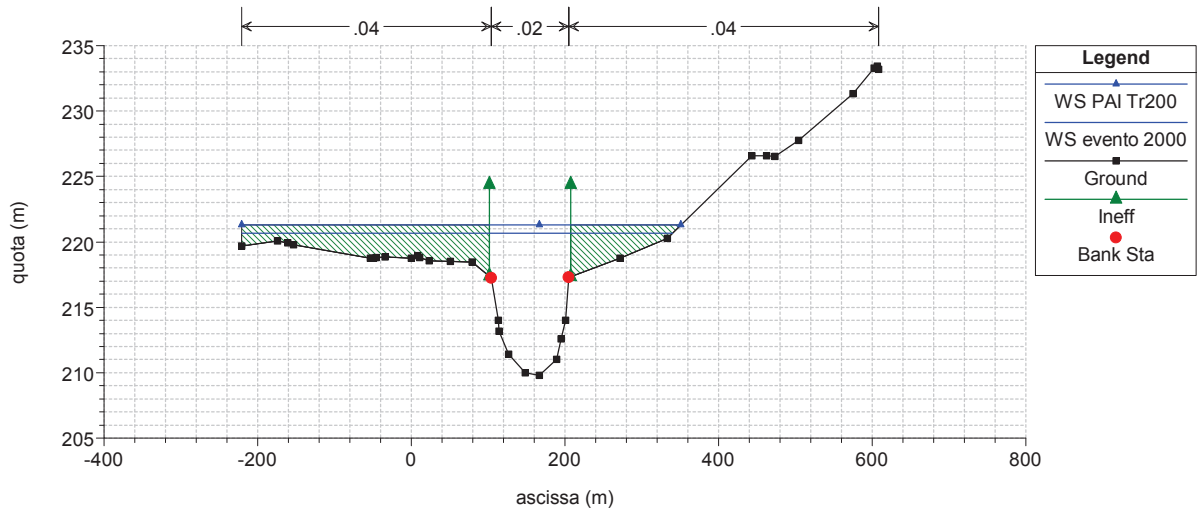


COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

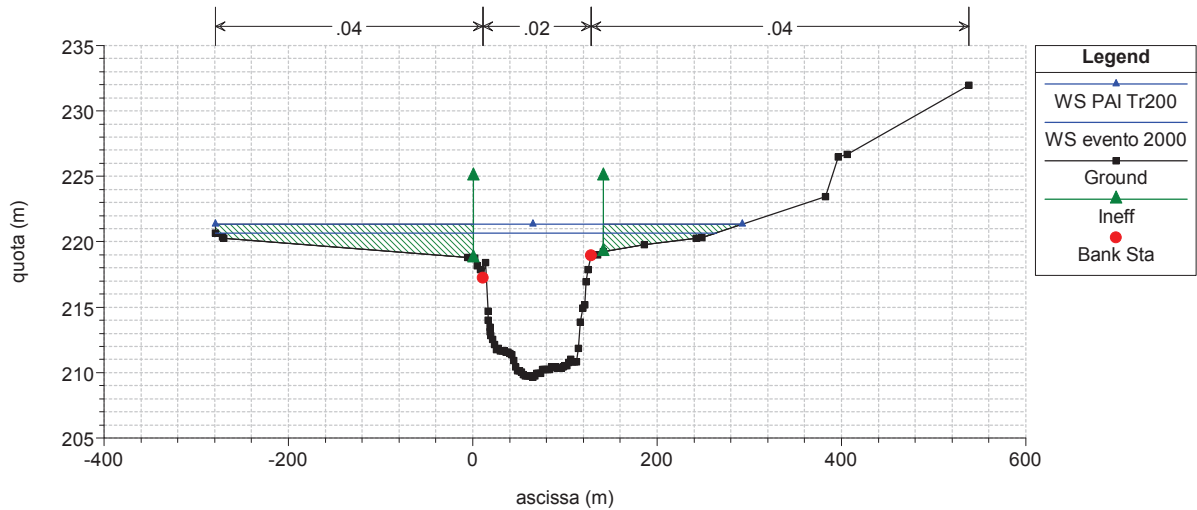
APPENDICE - F – SEZIONI TRASVERSALI – STATO DI PROGETTO

I grafici seguenti rappresentano le sezioni trasversali allo stato di progetto con l'indicazione del pelo libero corrispondente all'evento dell'anno 2000 (2300 m³/s) e del PAI con tempo di ritorno di 200 anni (2600 m³/s).

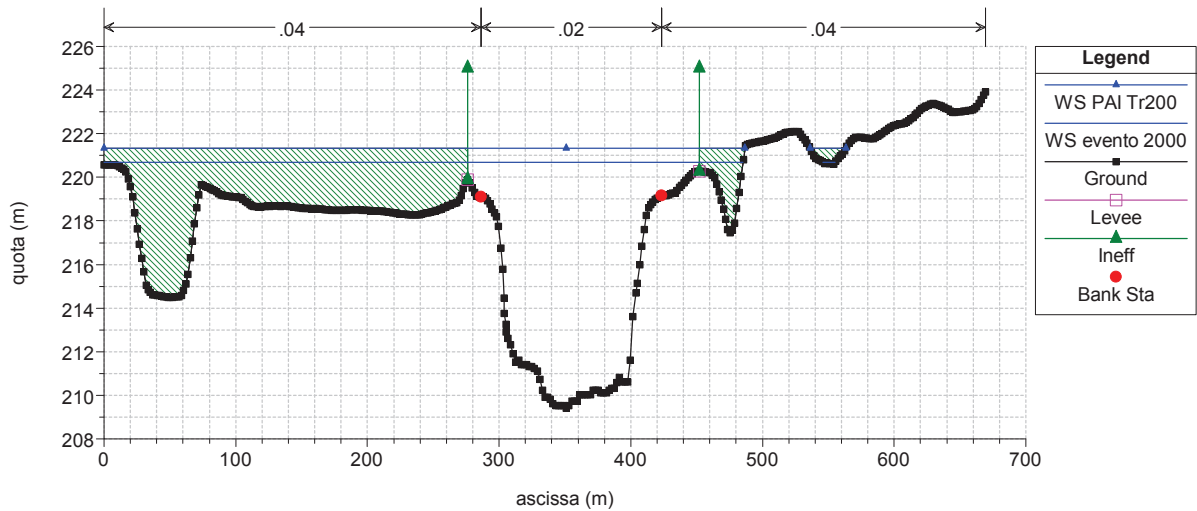
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 840



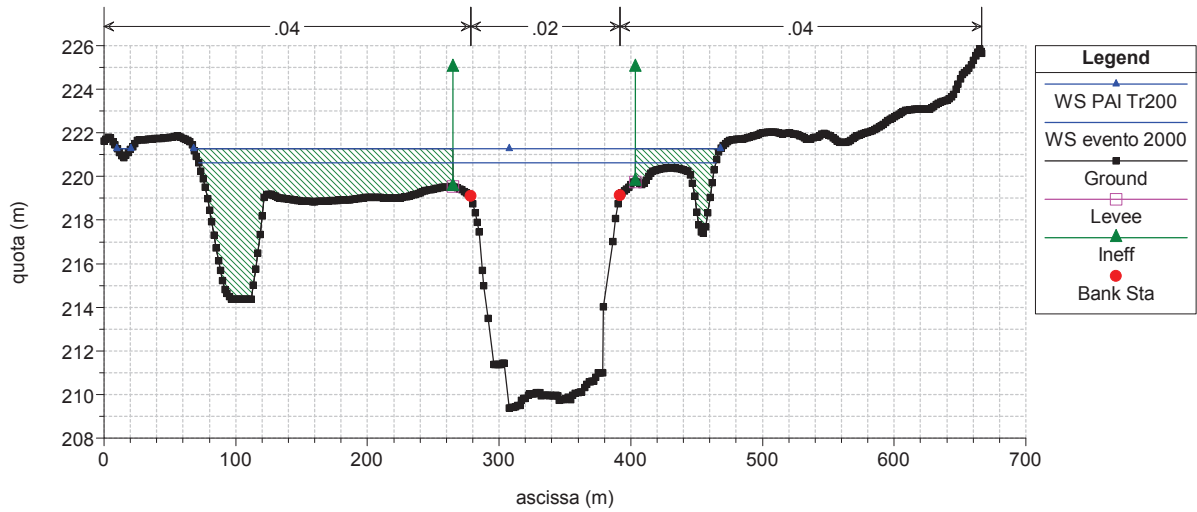
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 835 Bat 46



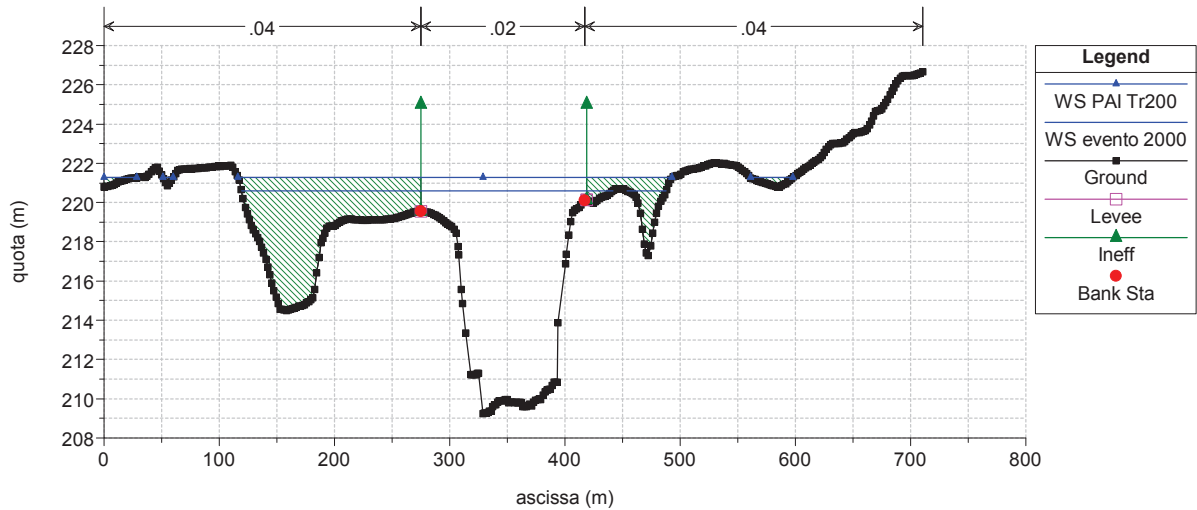
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 830



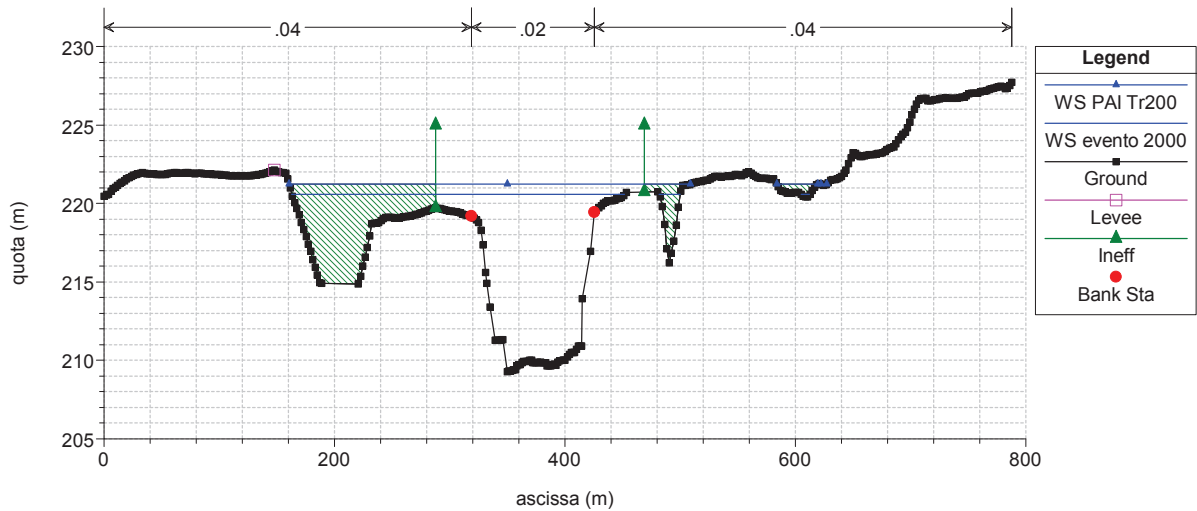
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 825



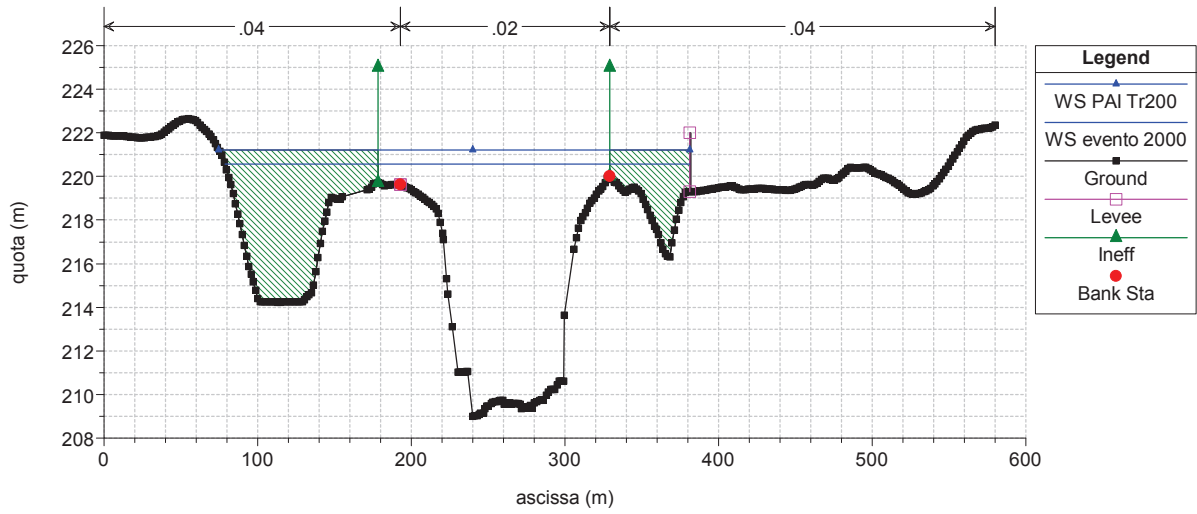
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 820



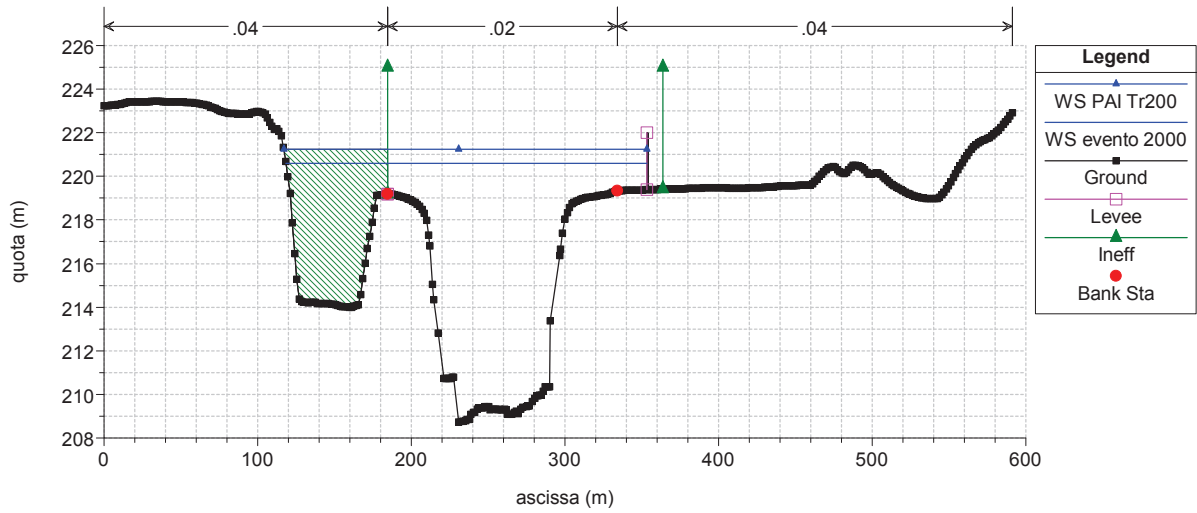
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 815 sez. 01



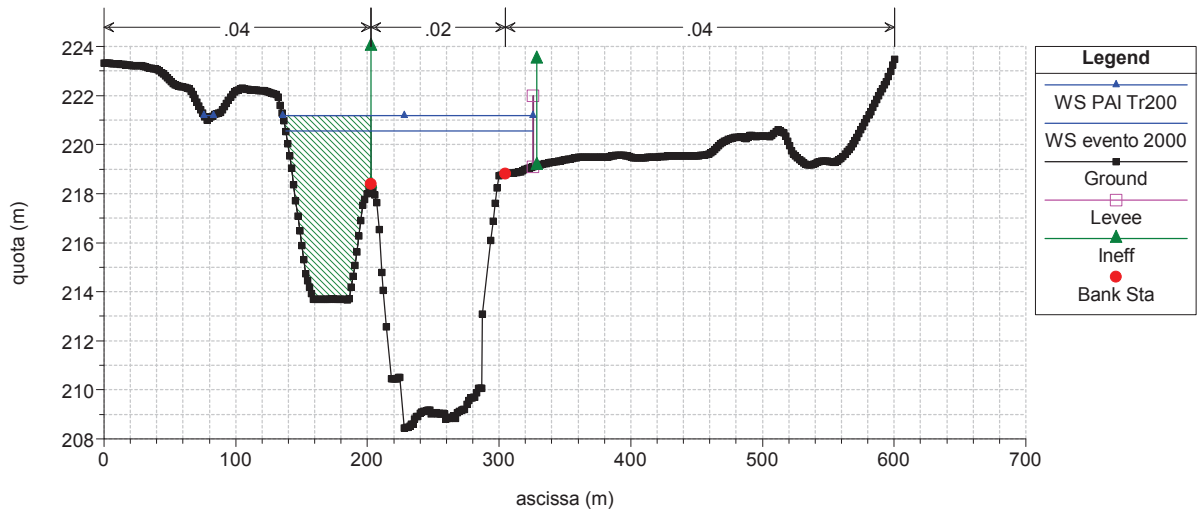
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 810



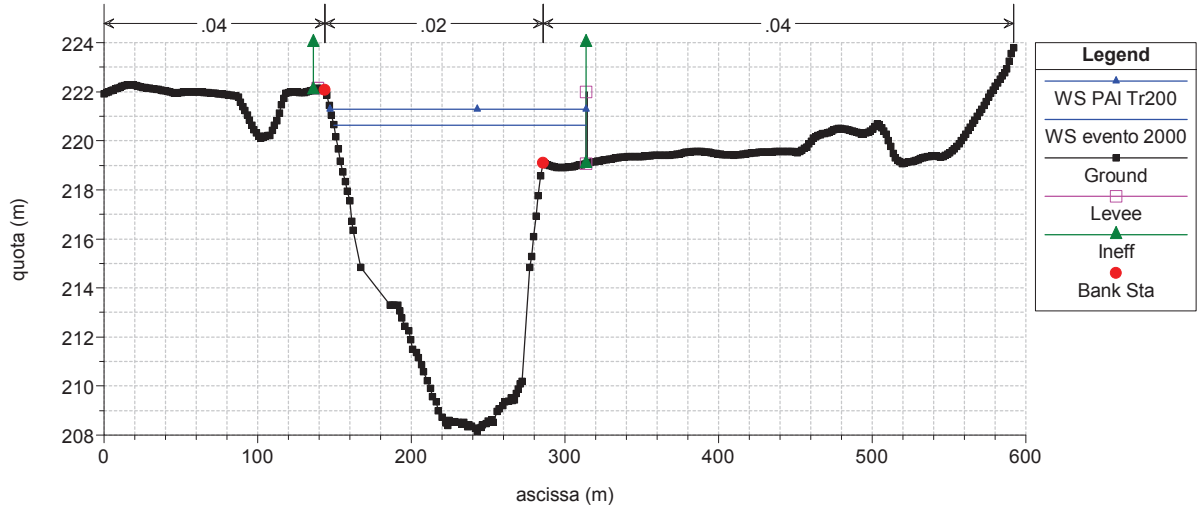
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 805



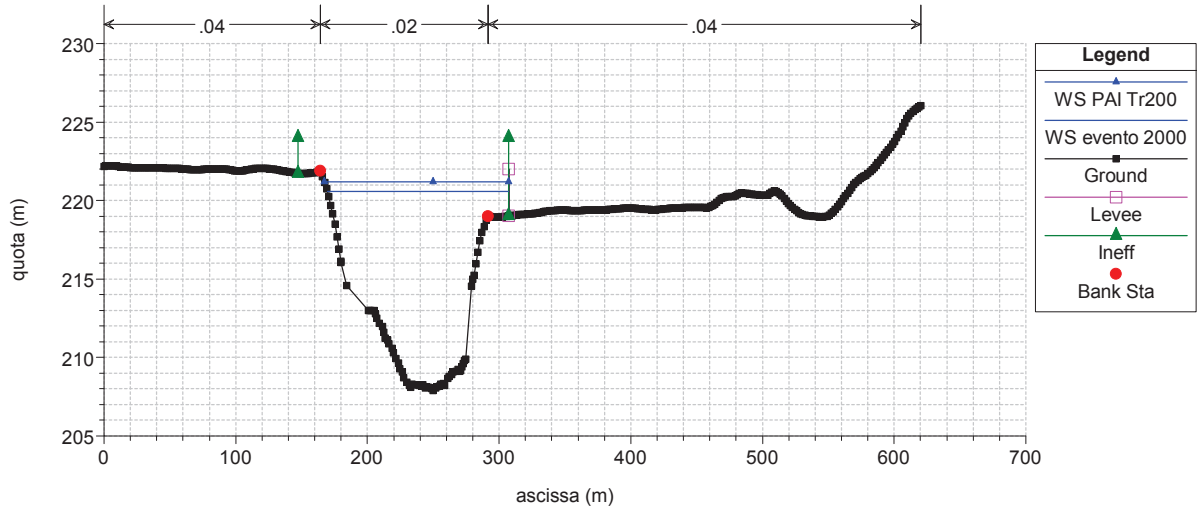
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 800



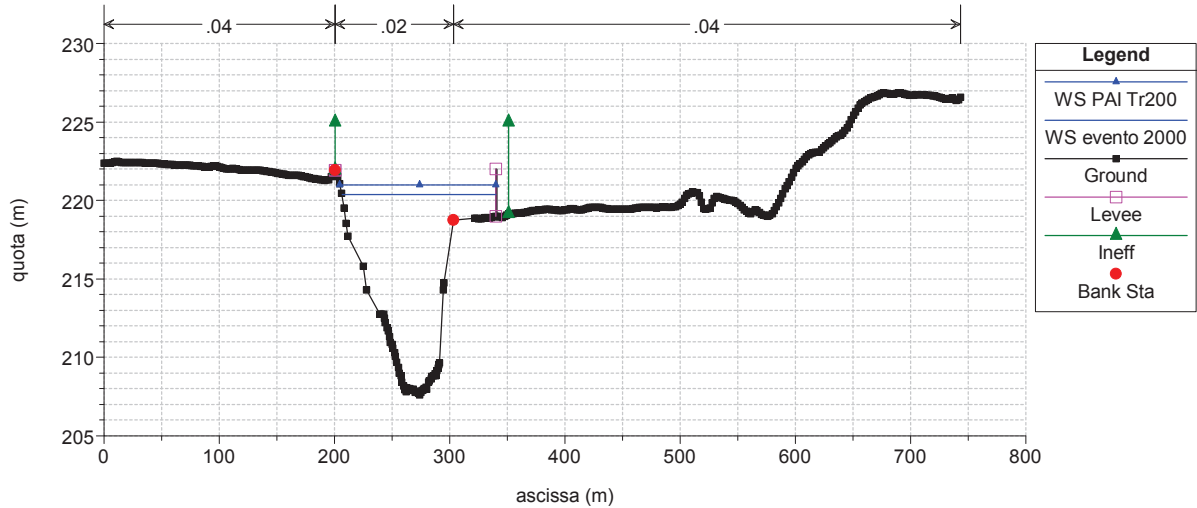
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 795



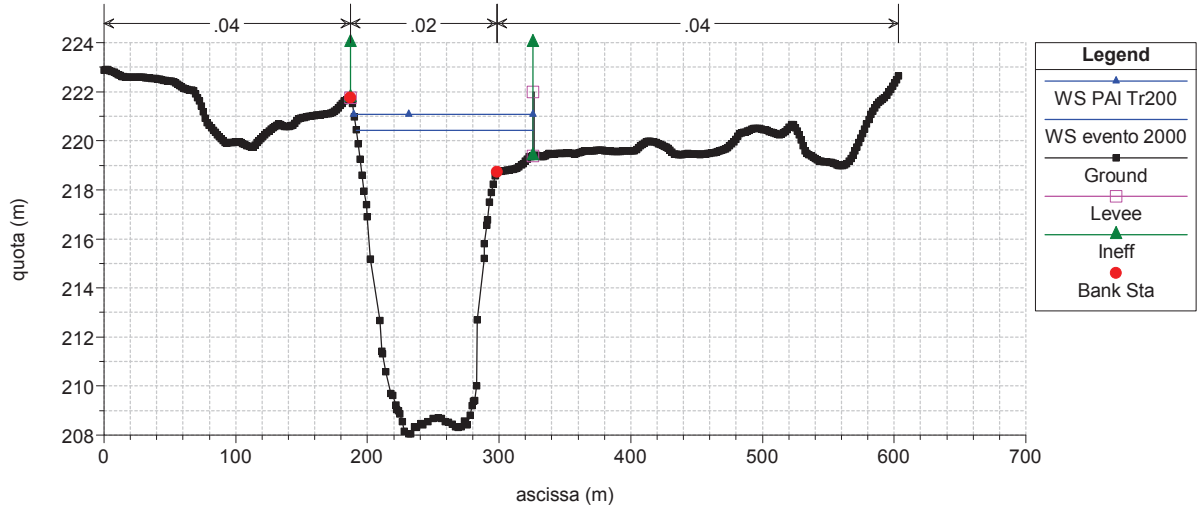
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 790



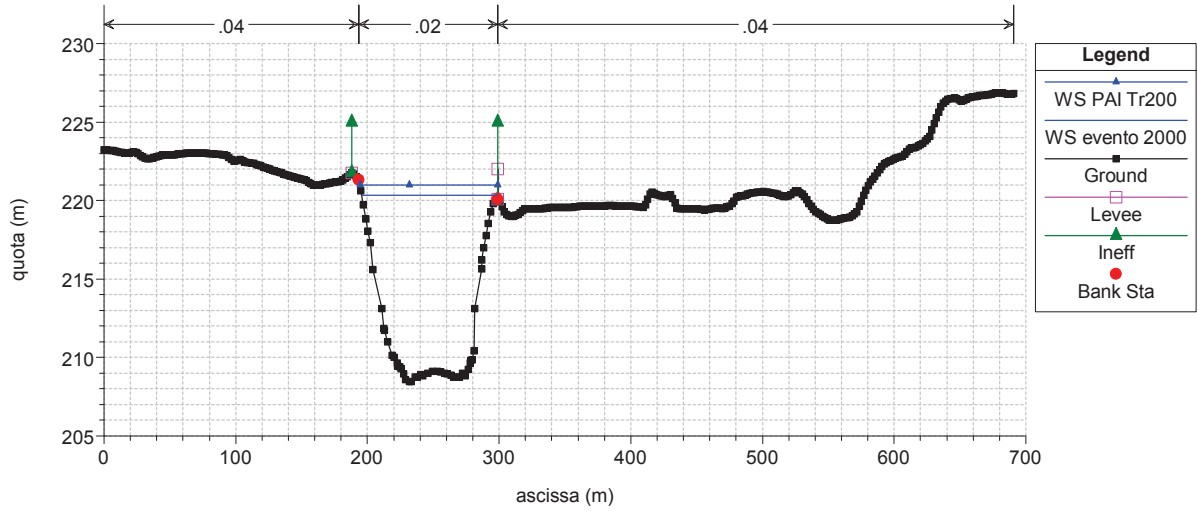
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 785 sez. 02



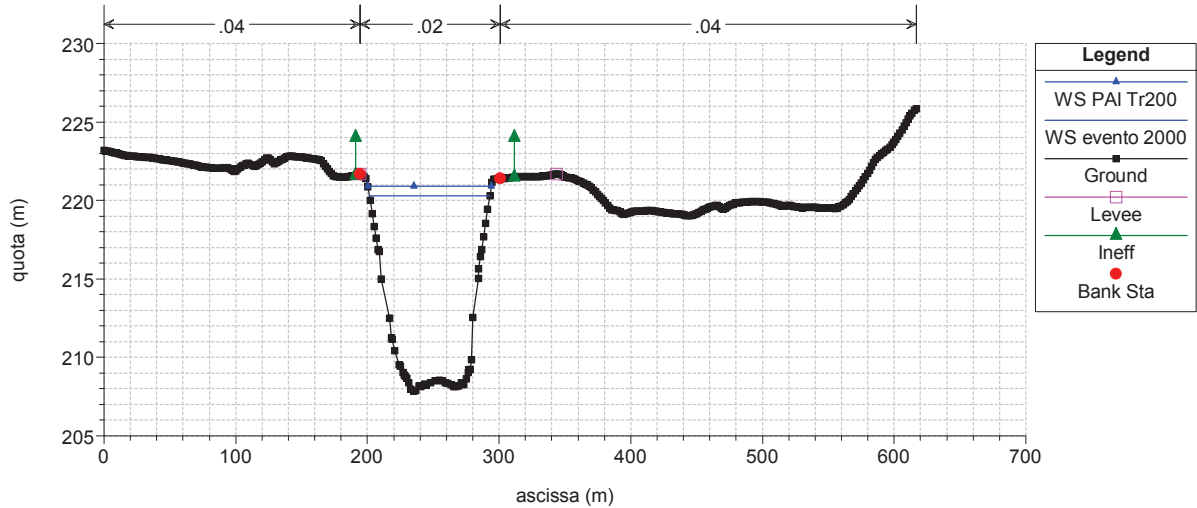
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 780



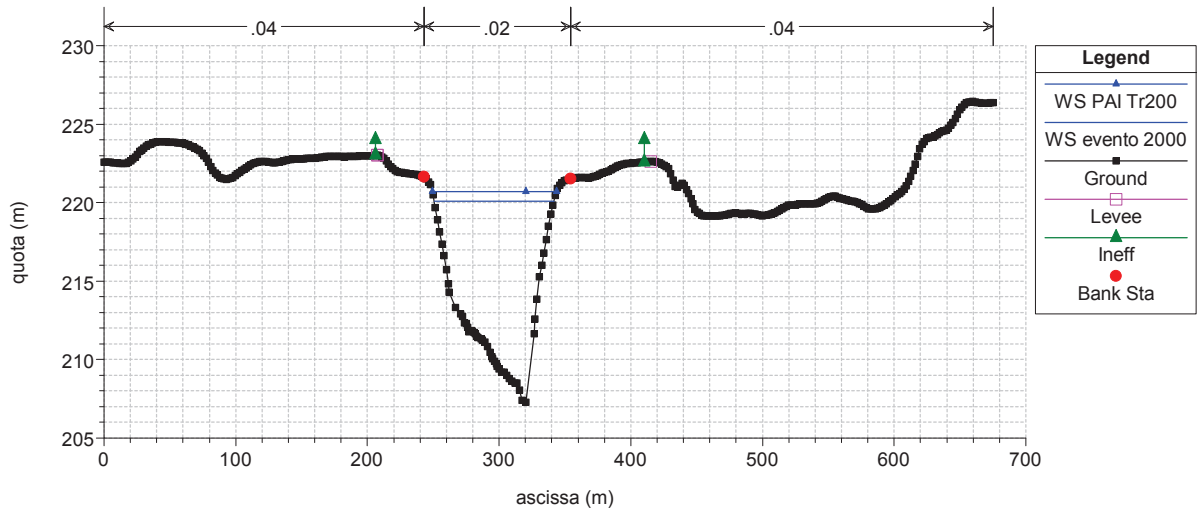
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 775 sez. 03



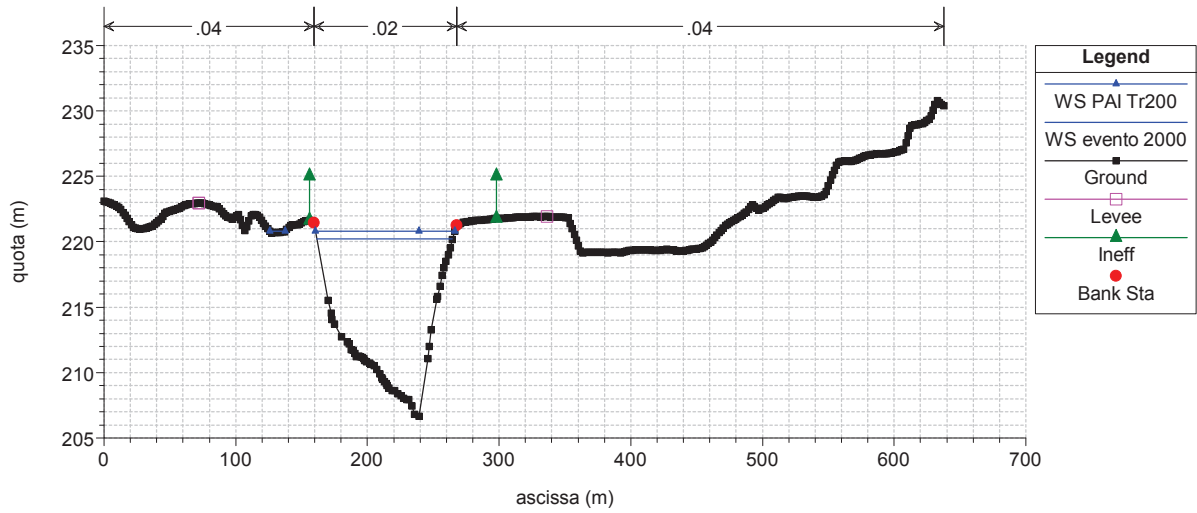
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 770



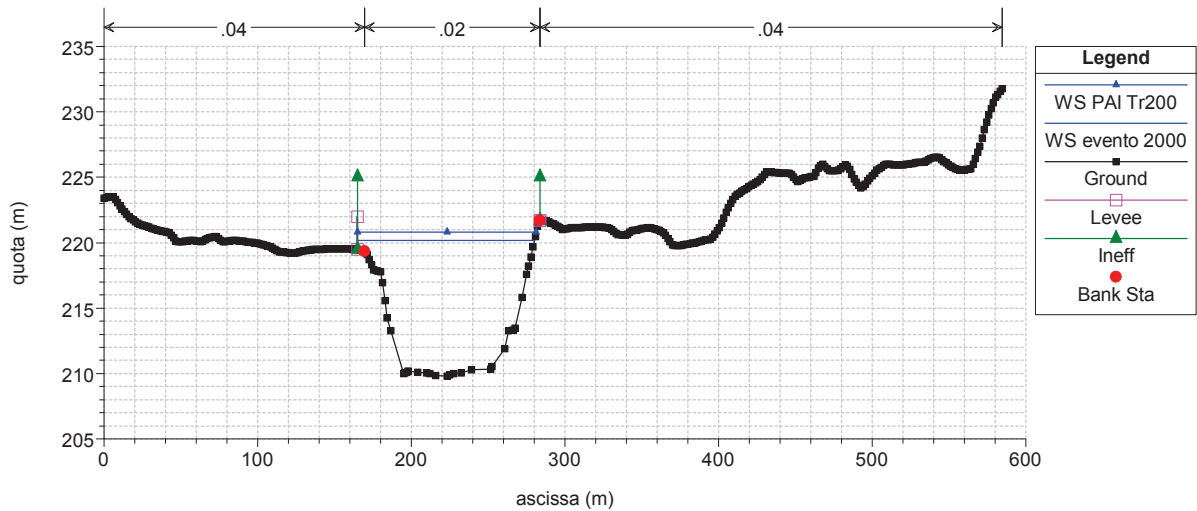
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 765



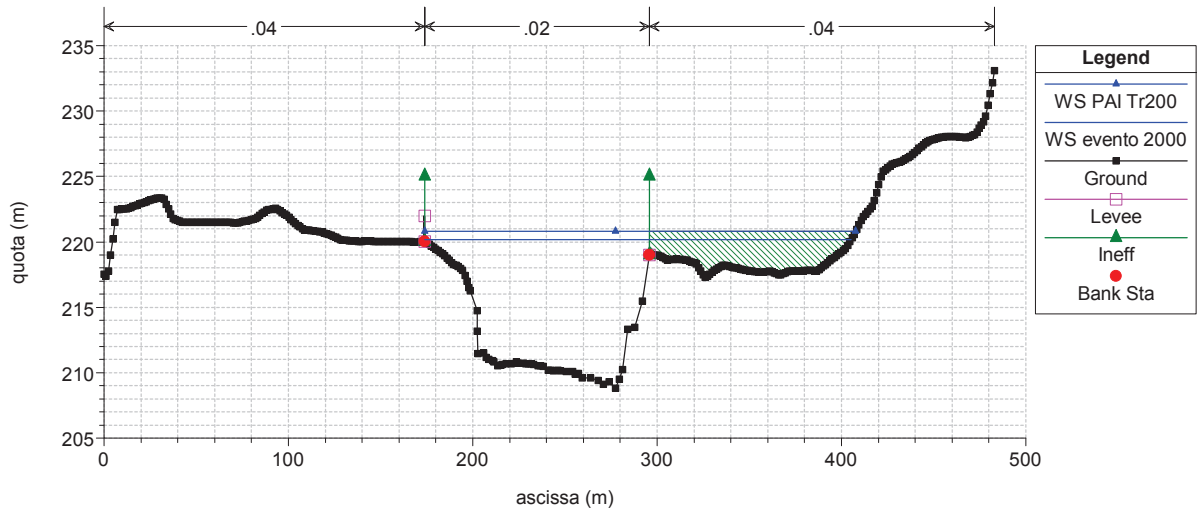
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 760 sez. 04



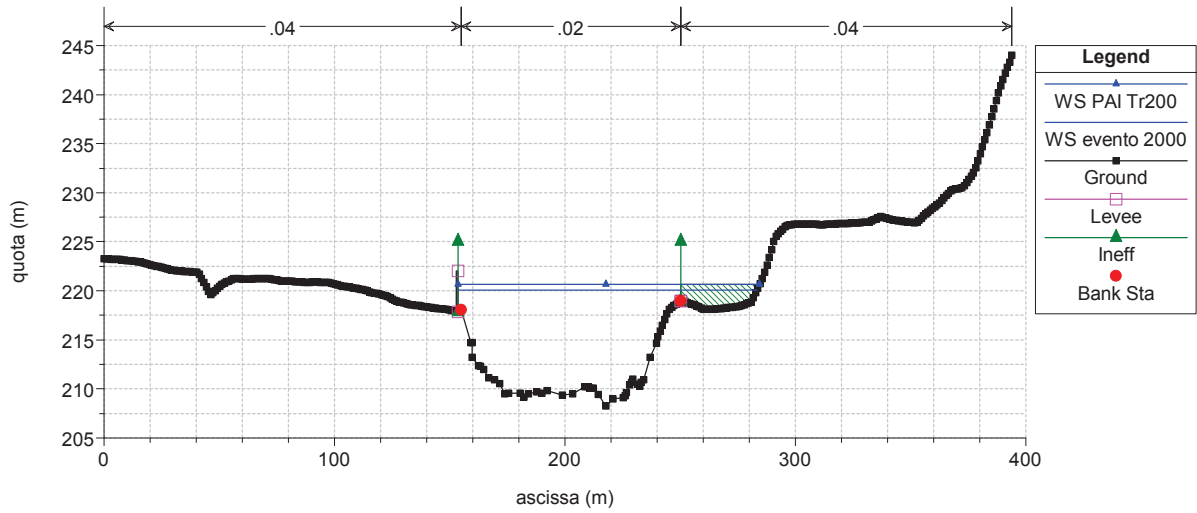
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 755 sez. 05



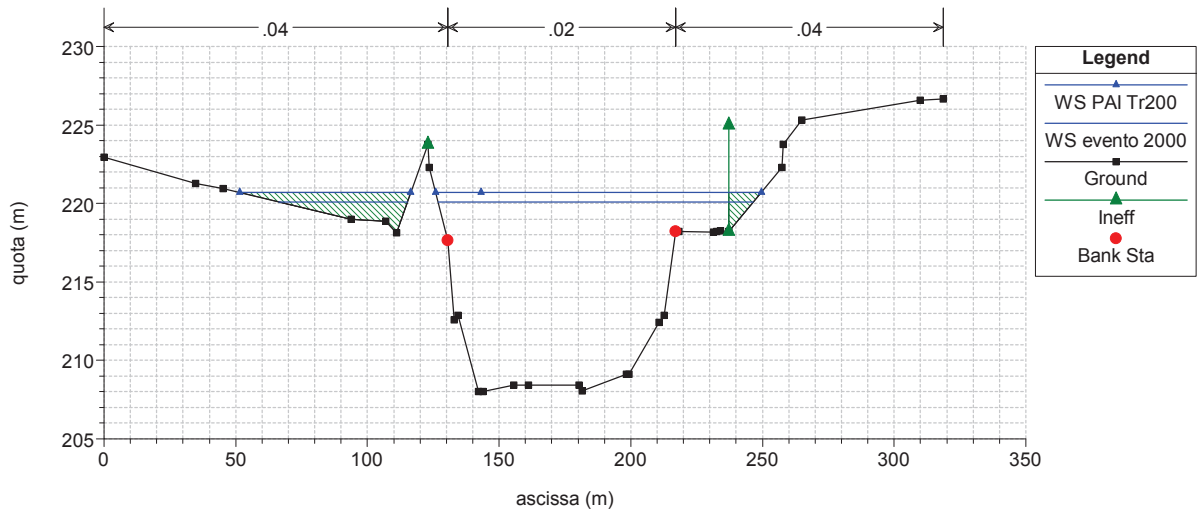
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 750 sez. 06



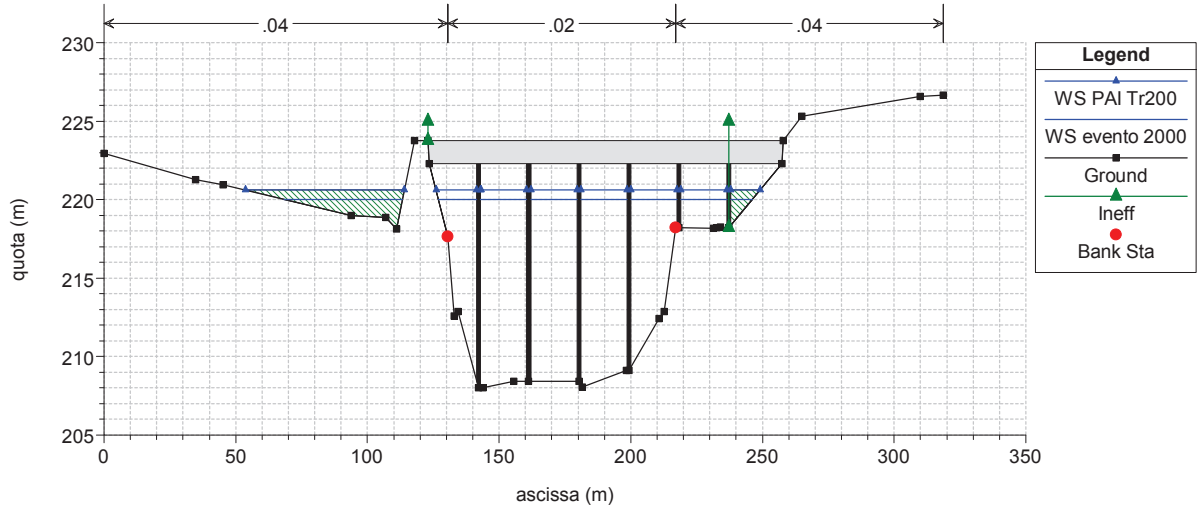
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 745 sez. 07



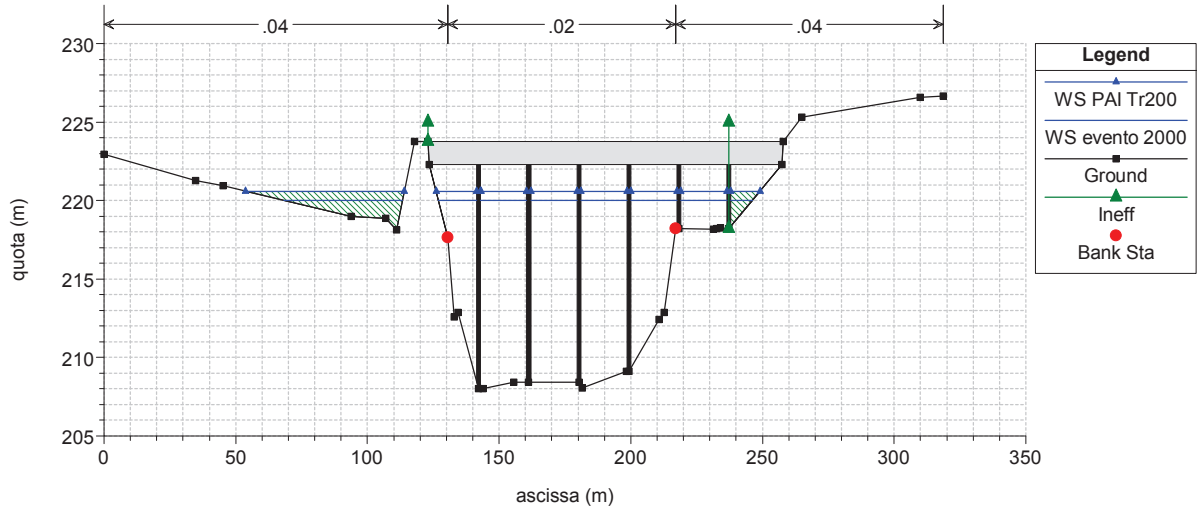
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 740



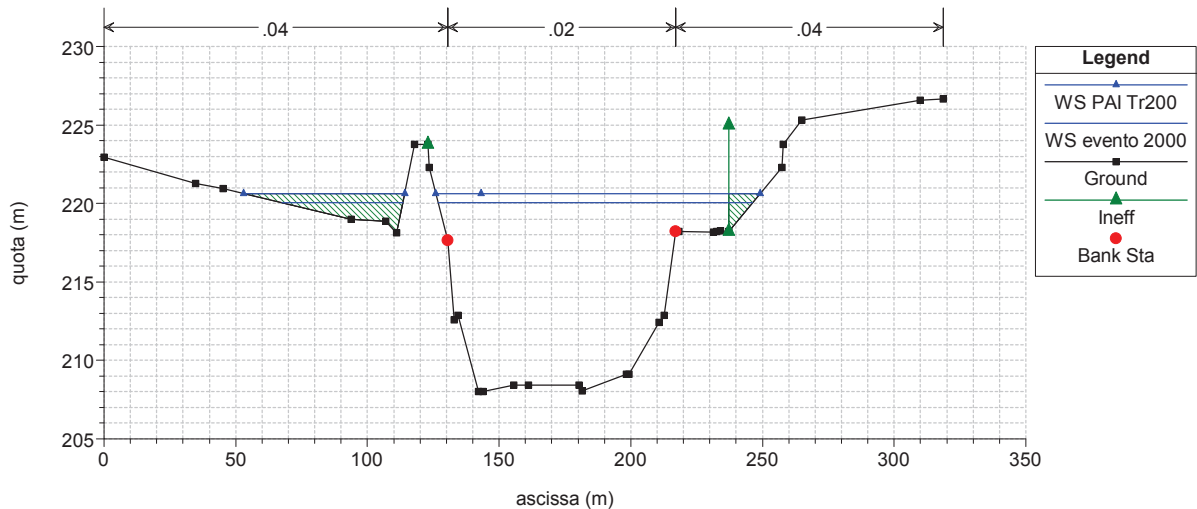
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 735 paramento monte passarella maratona



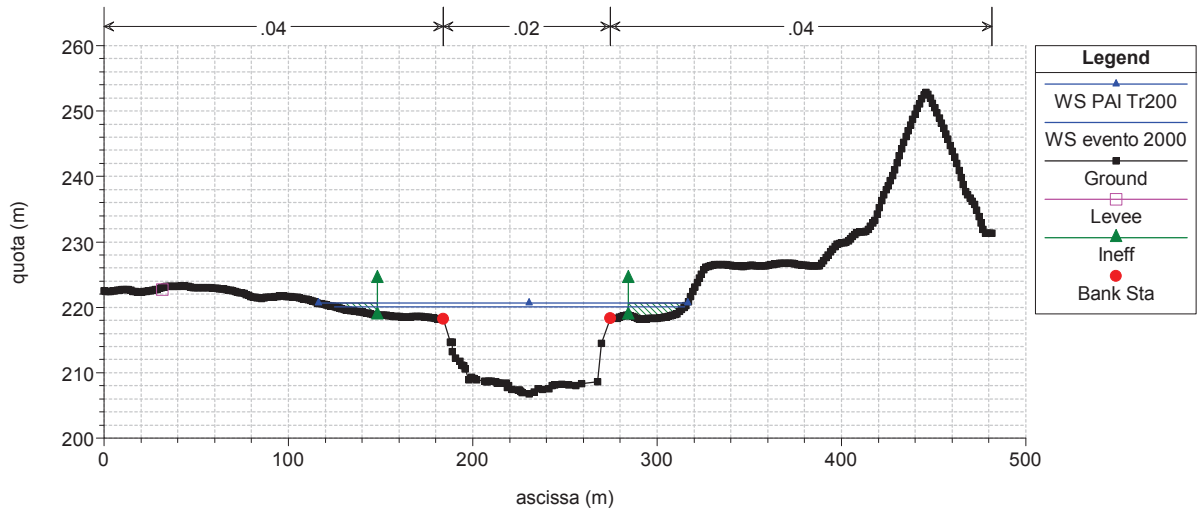
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 730 paramento valle passarella maratona



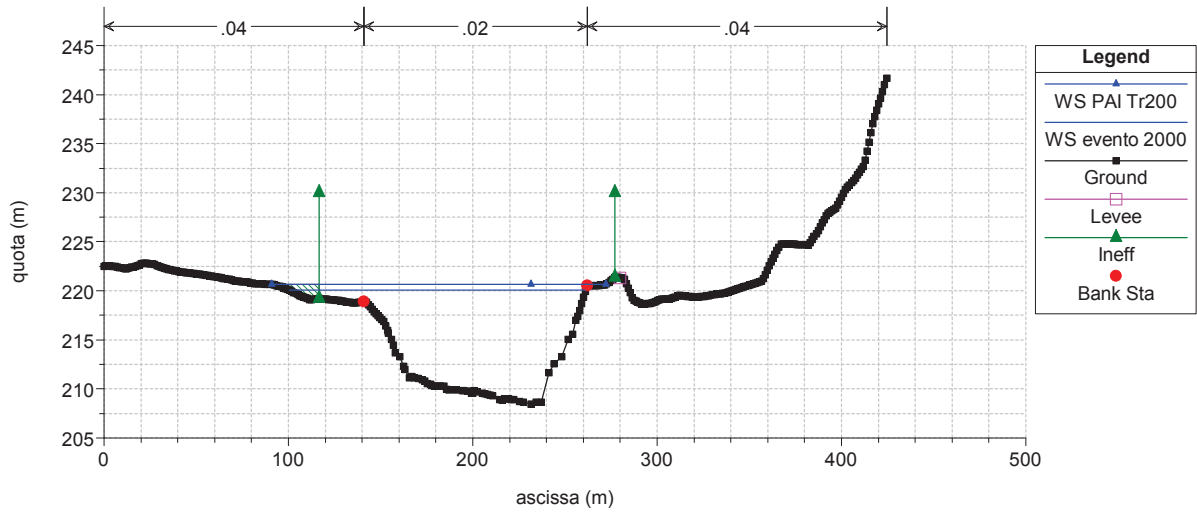
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 725



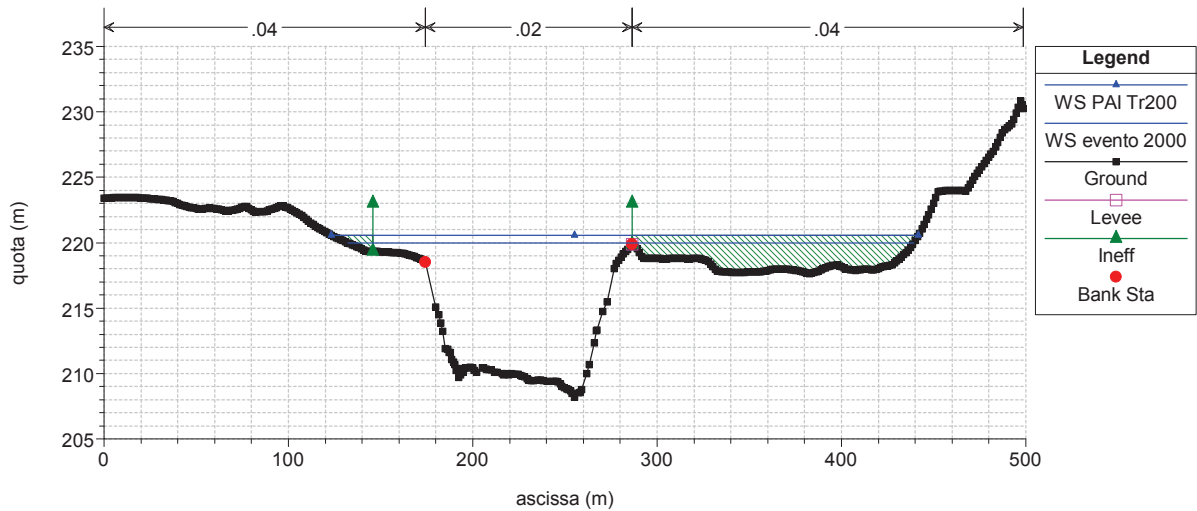
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 720 sez. 08



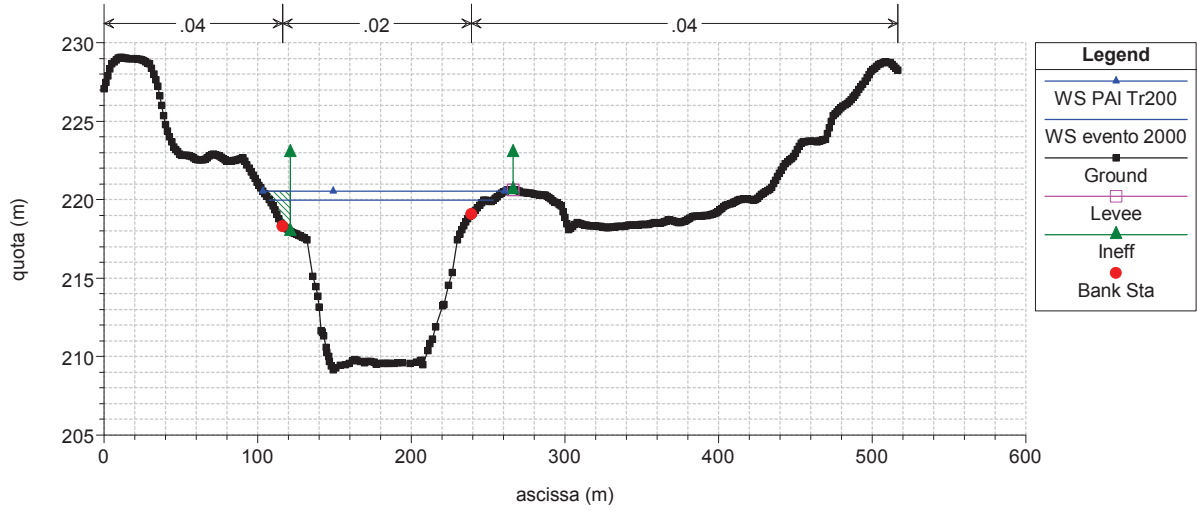
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 715 sez. 09



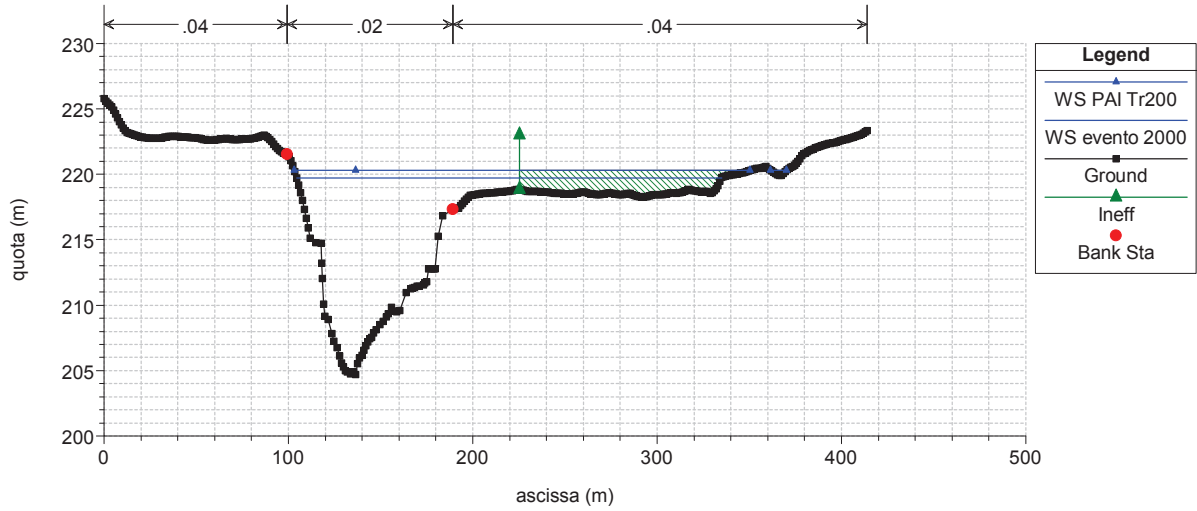
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 710 sez. 10



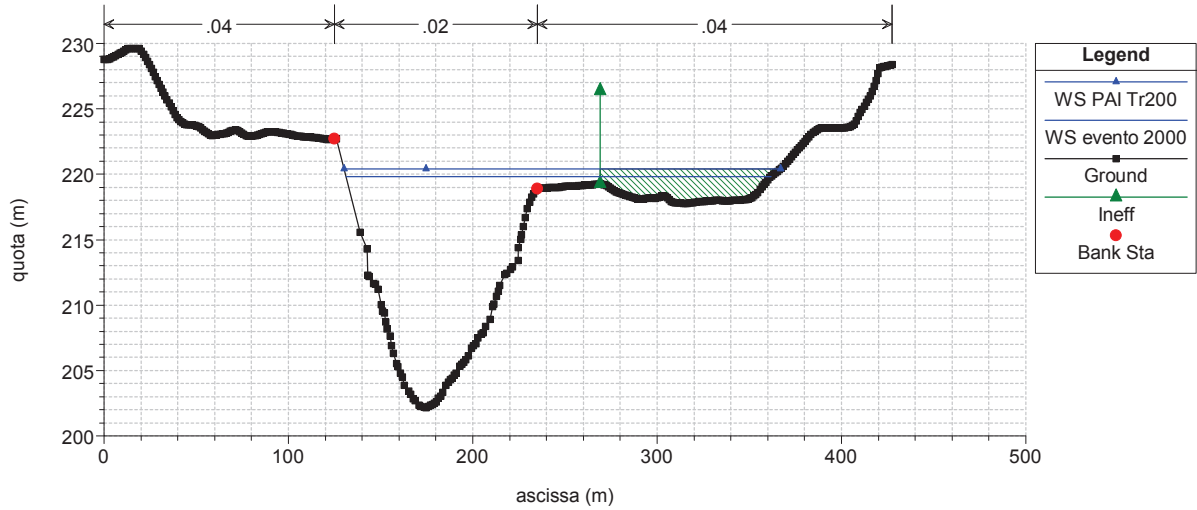
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 705 sez. 11



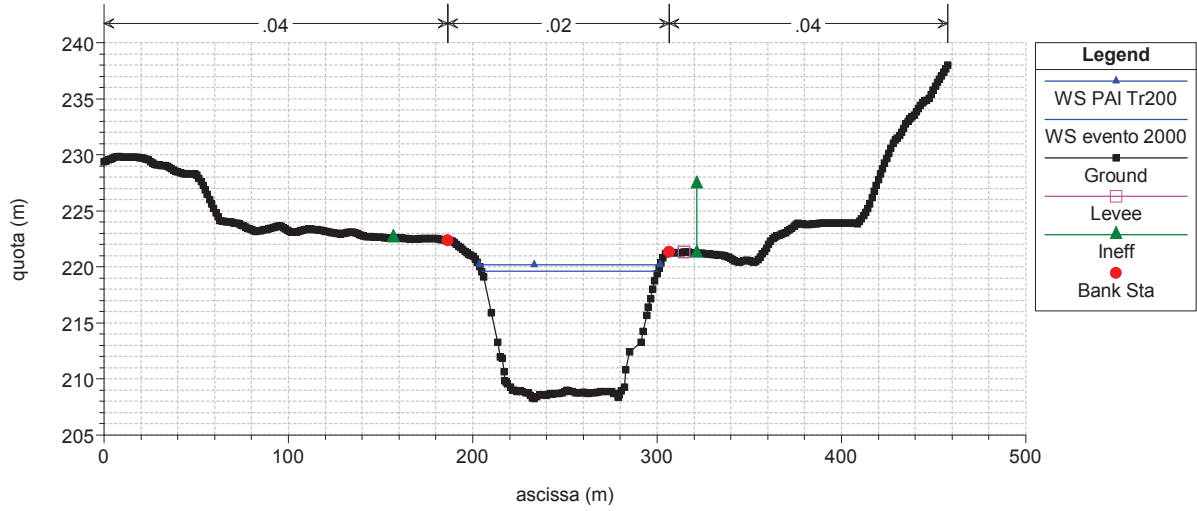
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 700 sez. 12



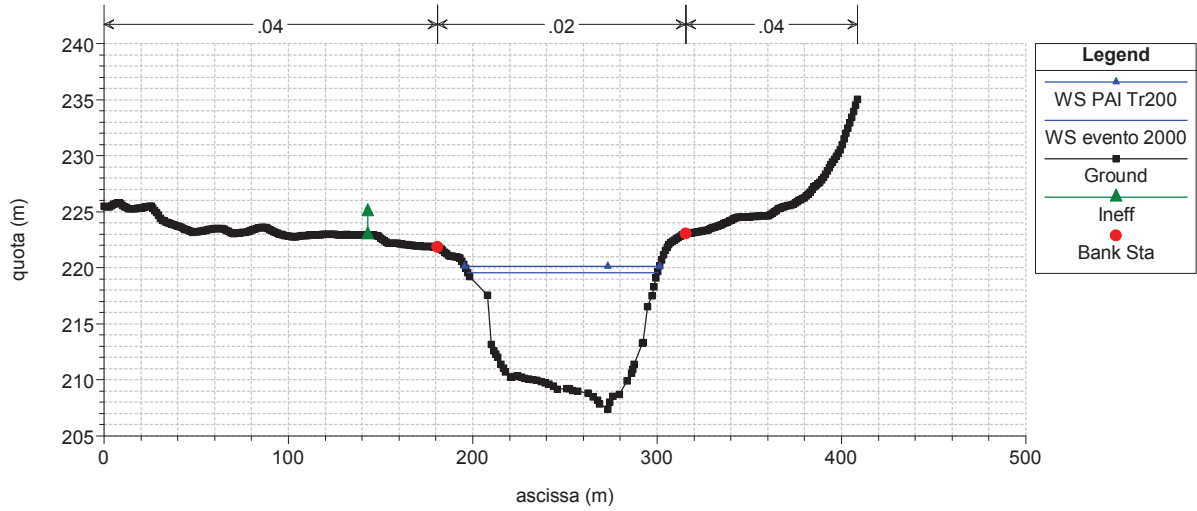
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 690 sez. 13



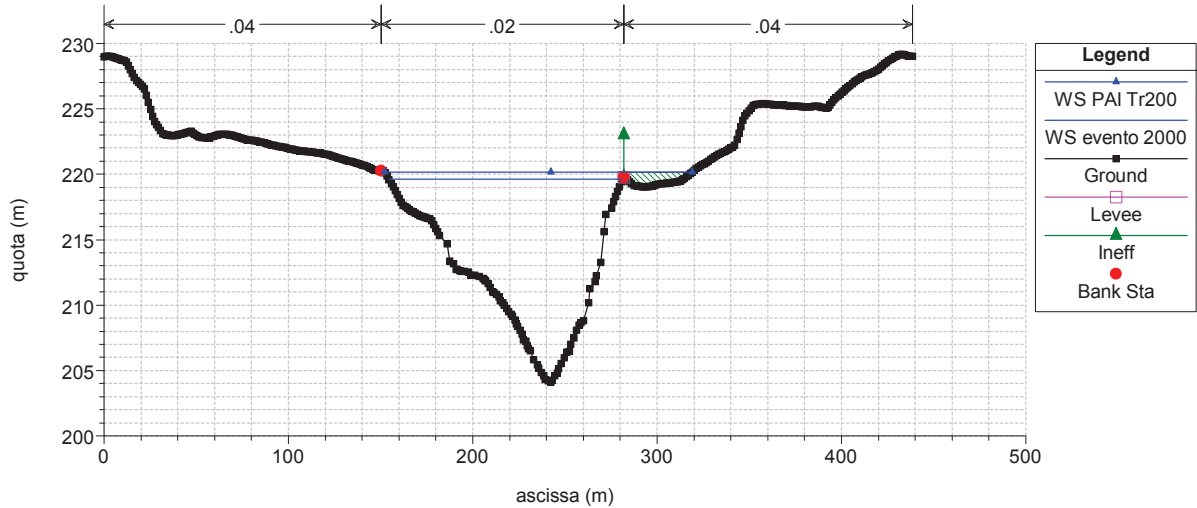
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 680 sez. 14



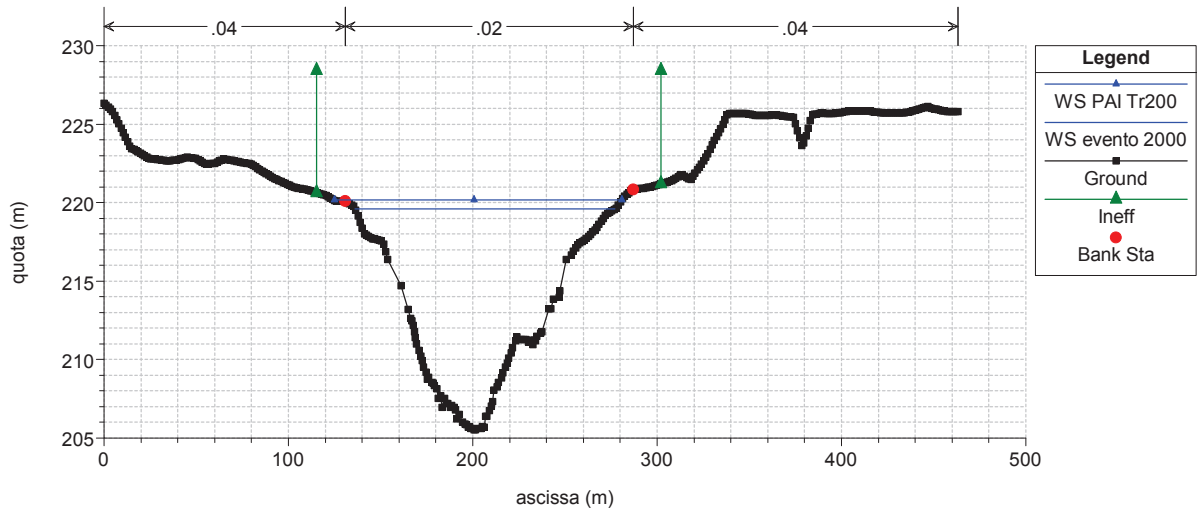
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 675 sez. 15



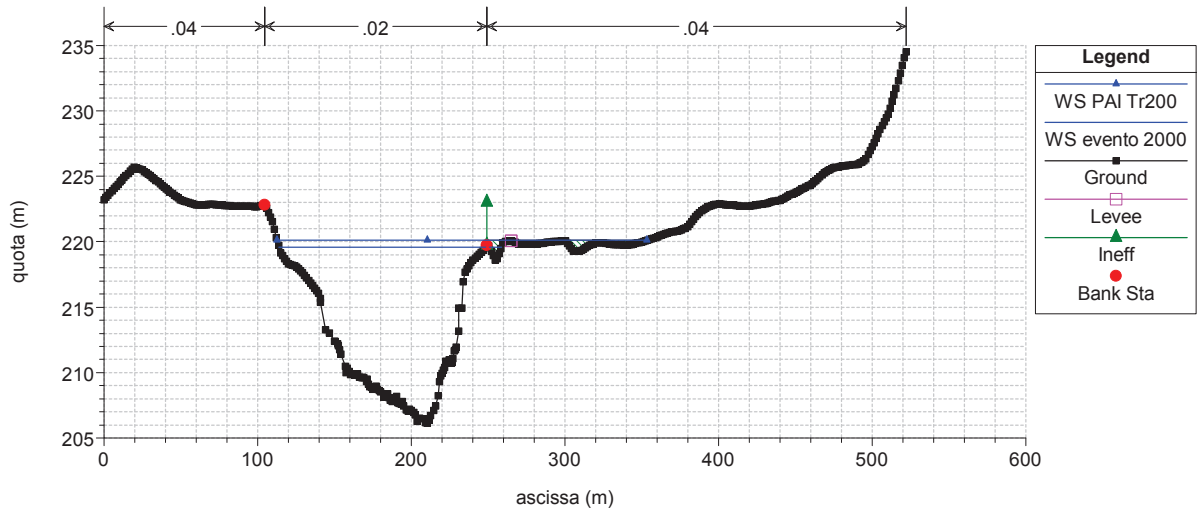
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 670 sez. 16



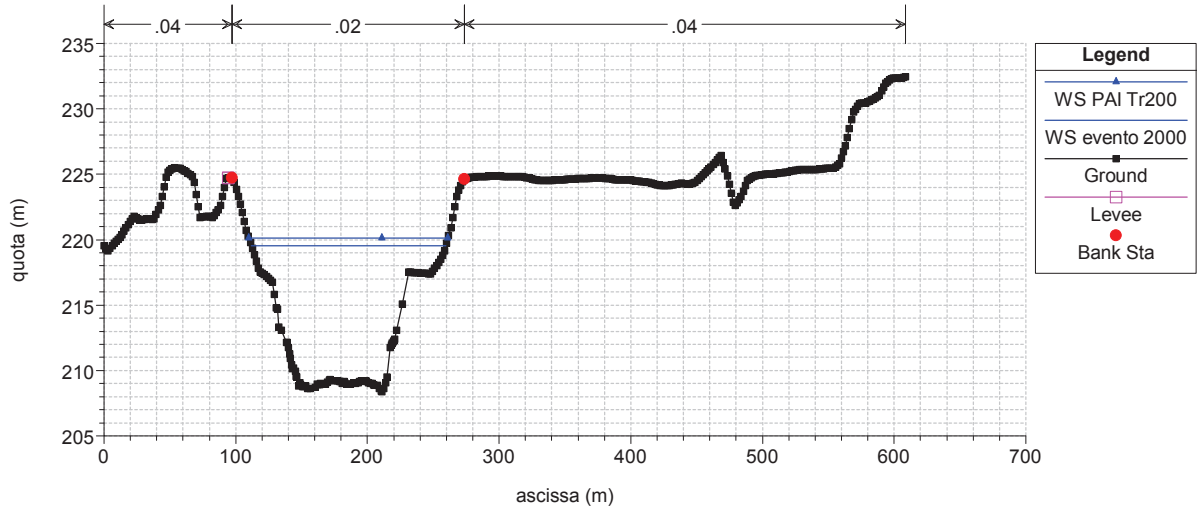
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 660 sez. 17



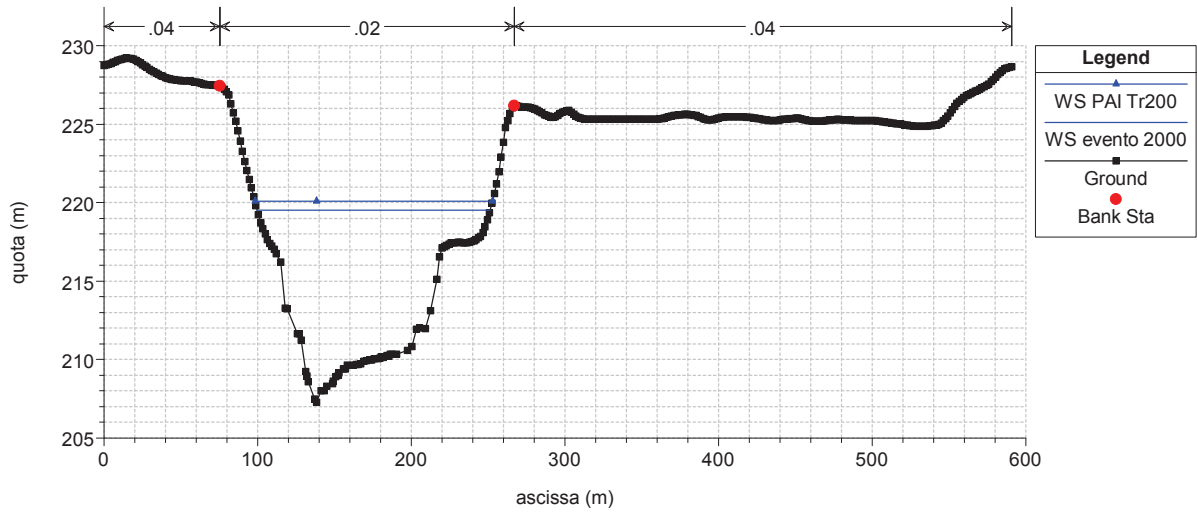
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 655 sez. 18



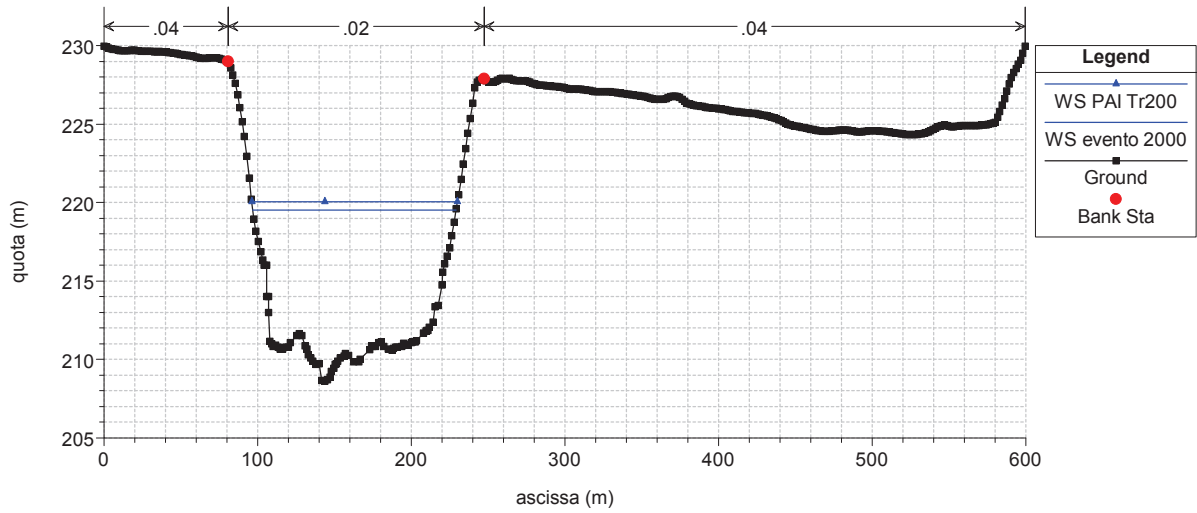
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 650 sez. 19



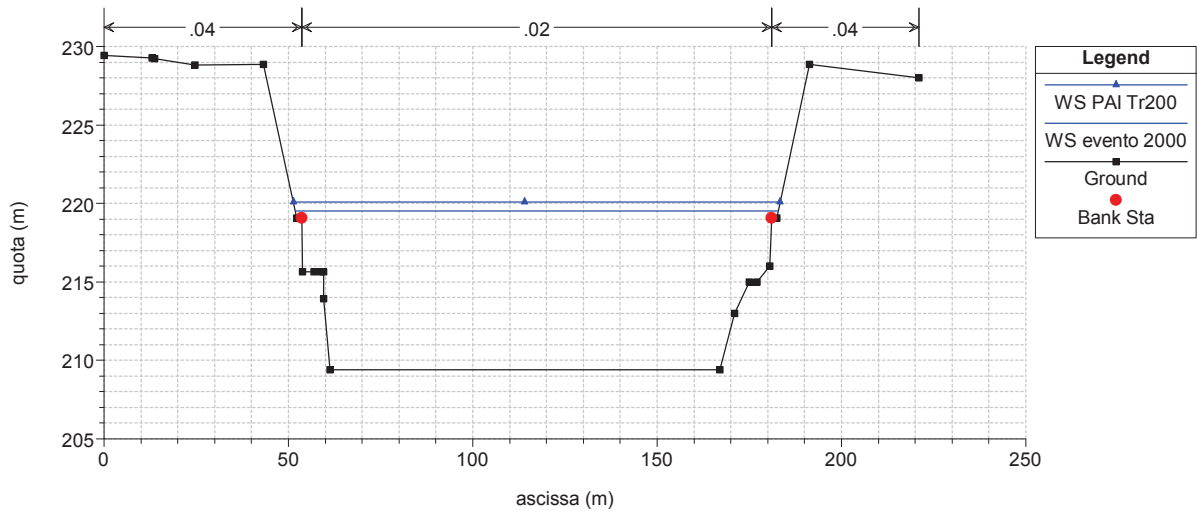
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 640 sez. 20



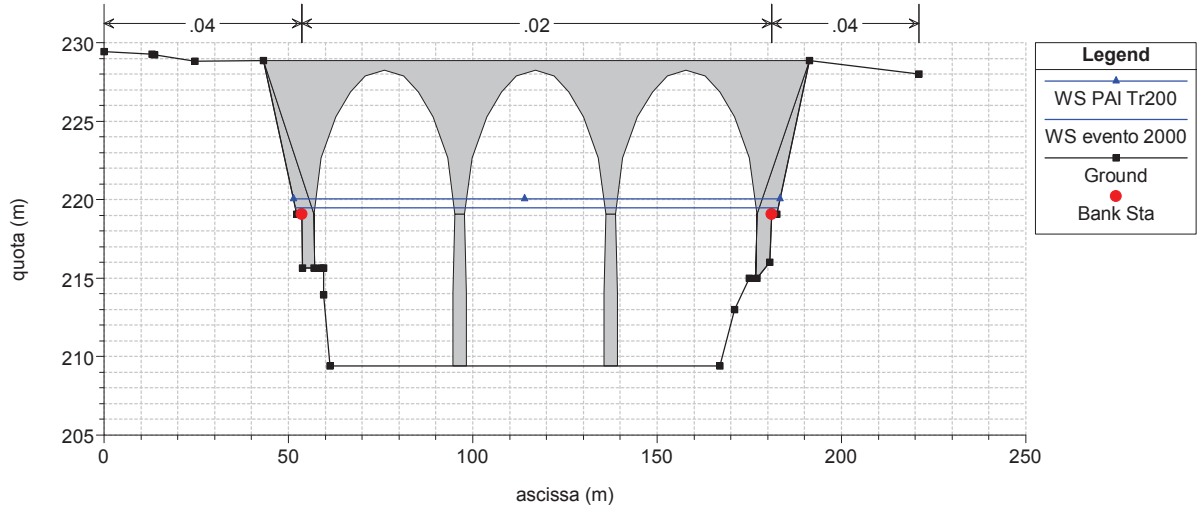
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 630 sez. 21



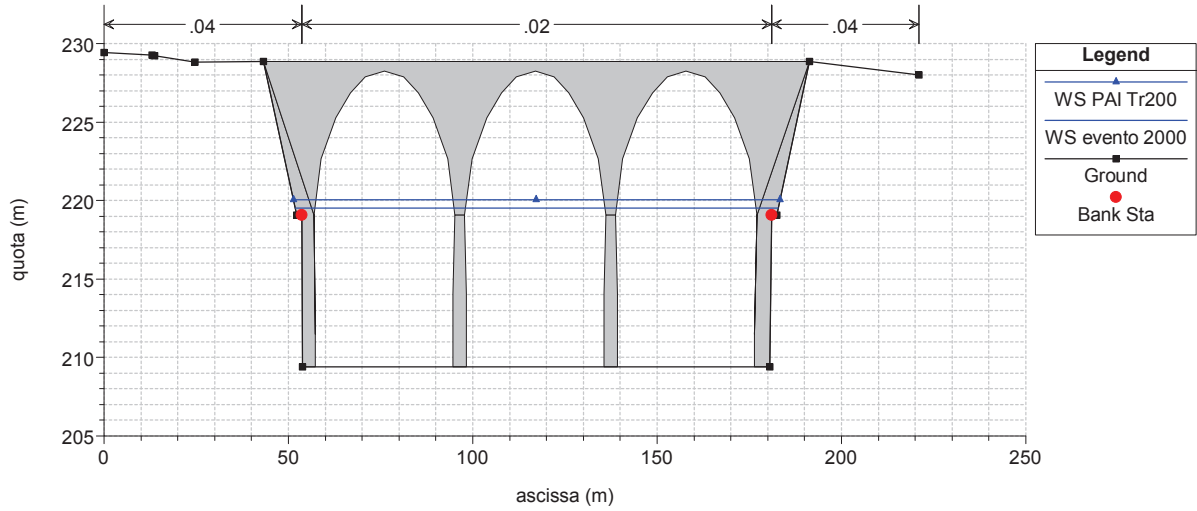
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 593.5



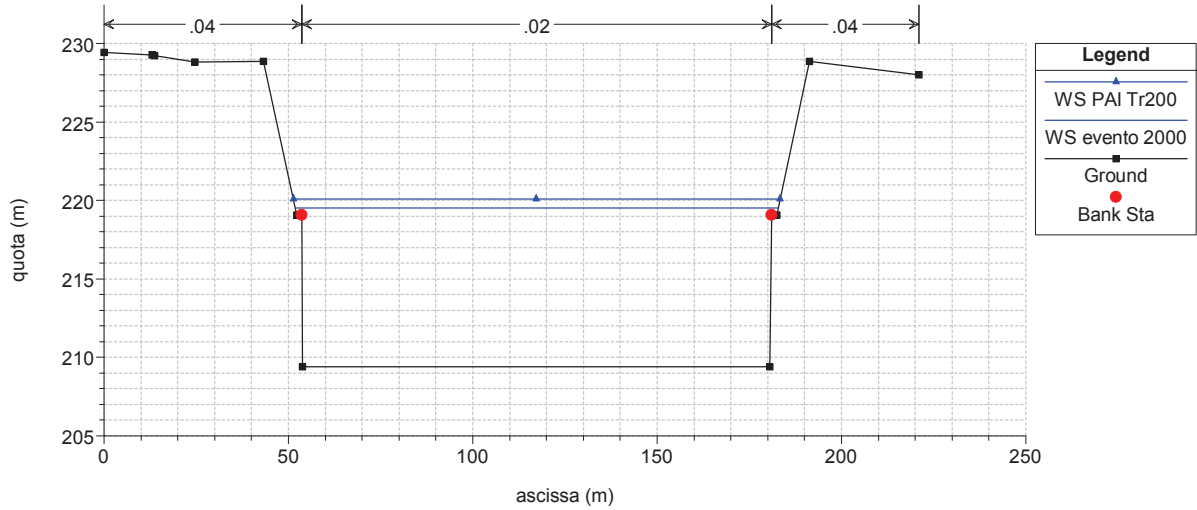
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 593 BR PO07 Ponte Balbis



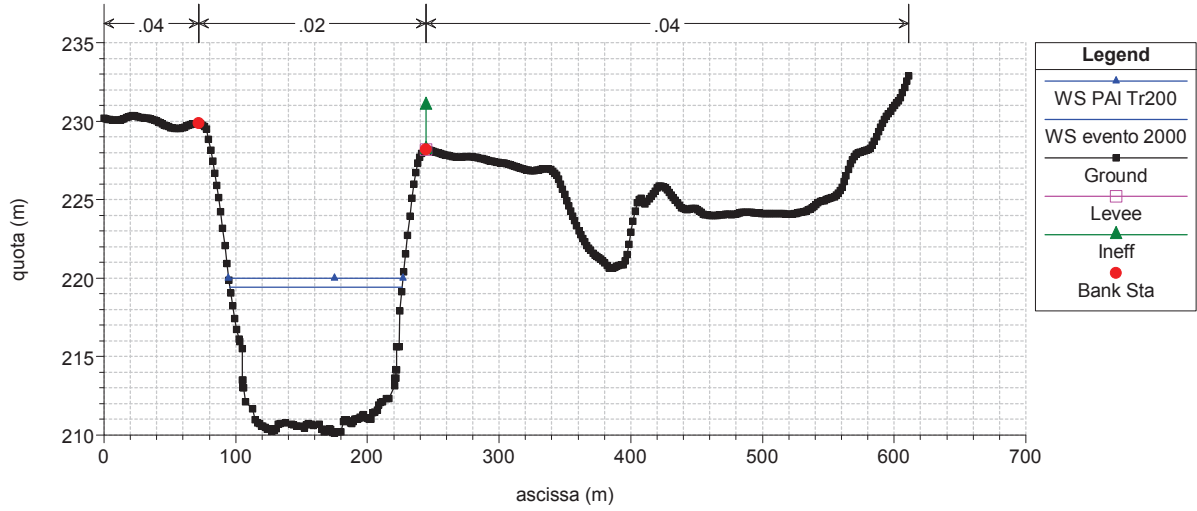
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 593 BR PO07 Ponte Balbis



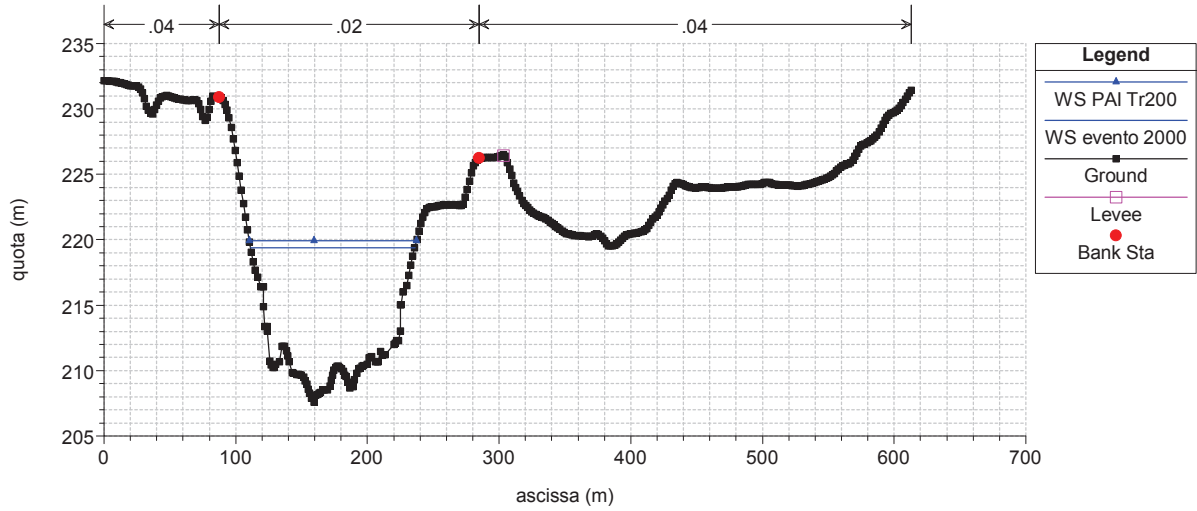
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592.5



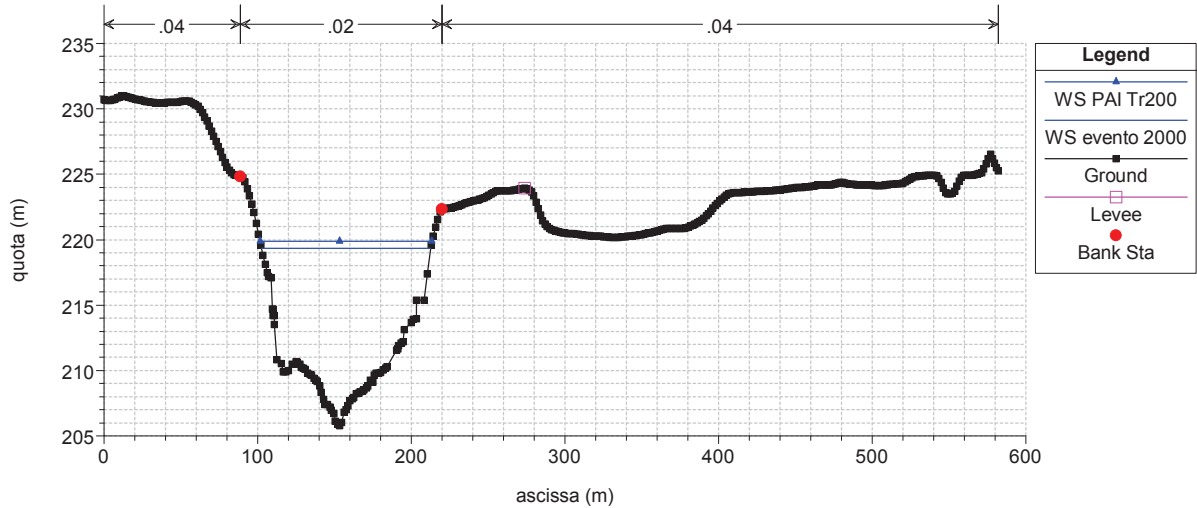
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592.4 sez. 22



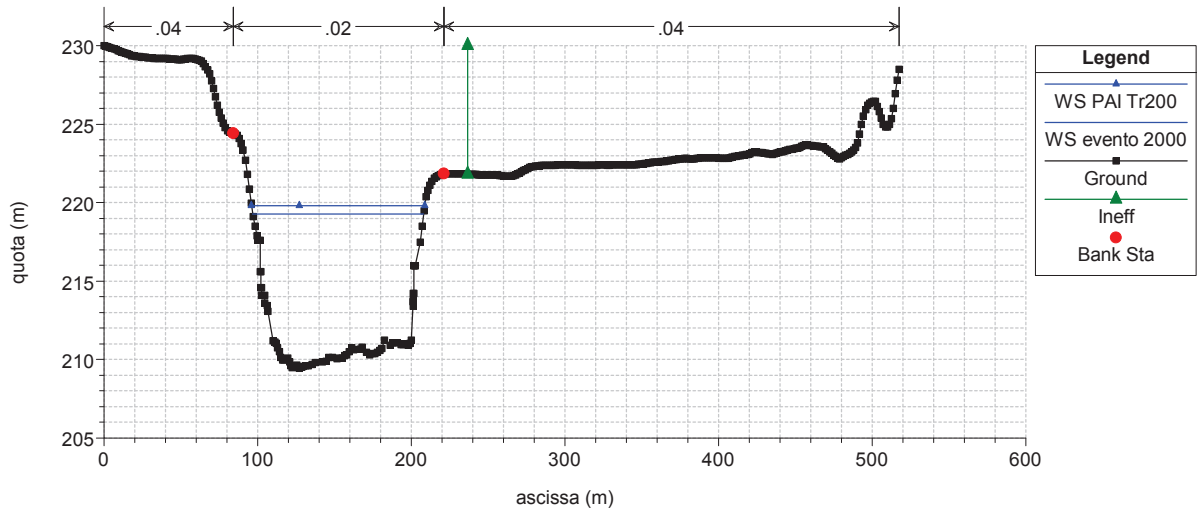
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592.3 sez. 23



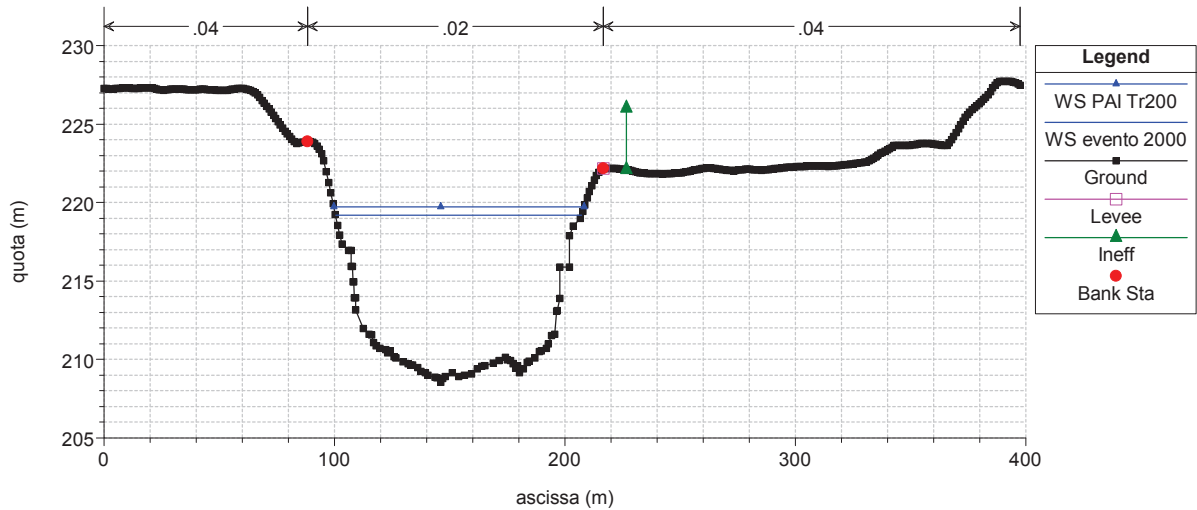
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 592 sez. 24



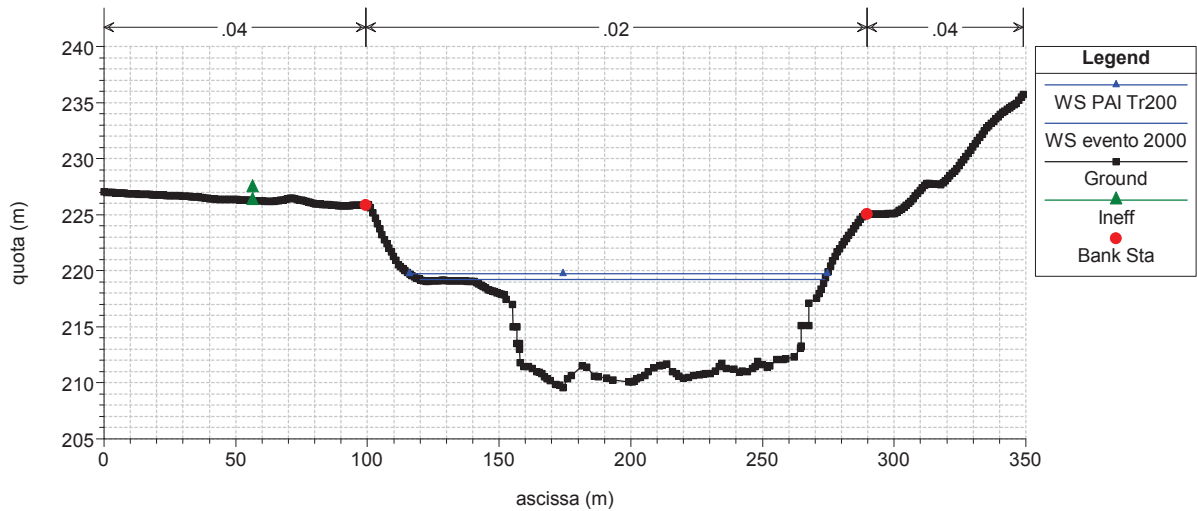
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 580 sez. 25



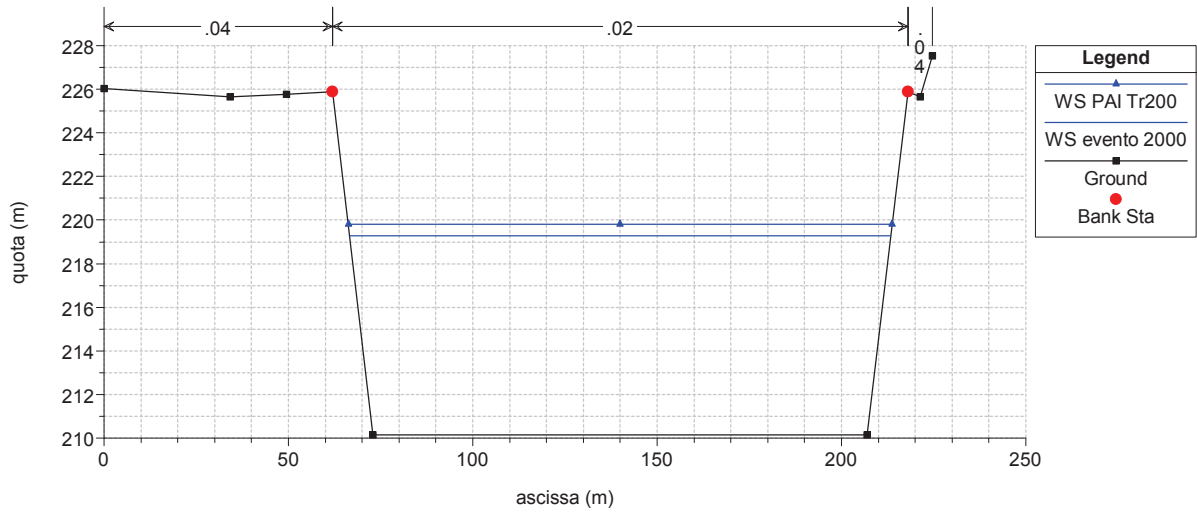
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 570 sez. 26



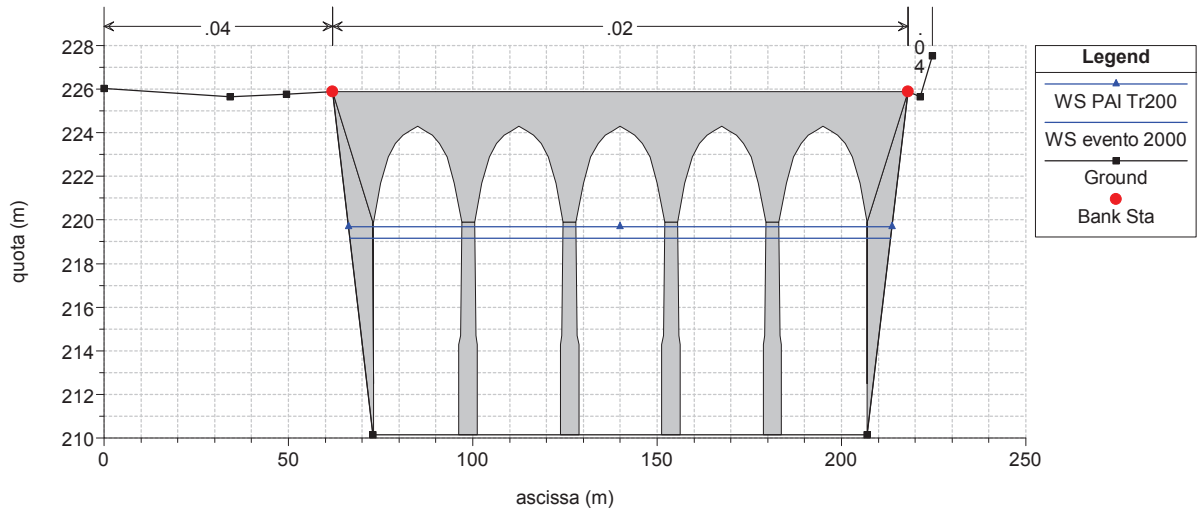
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 560 sez. 27



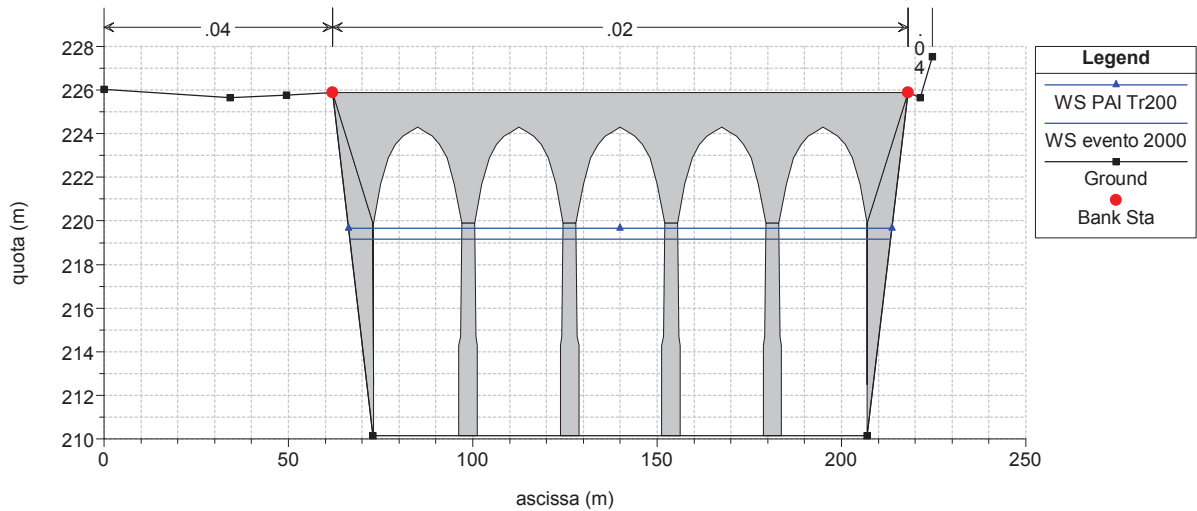
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 538



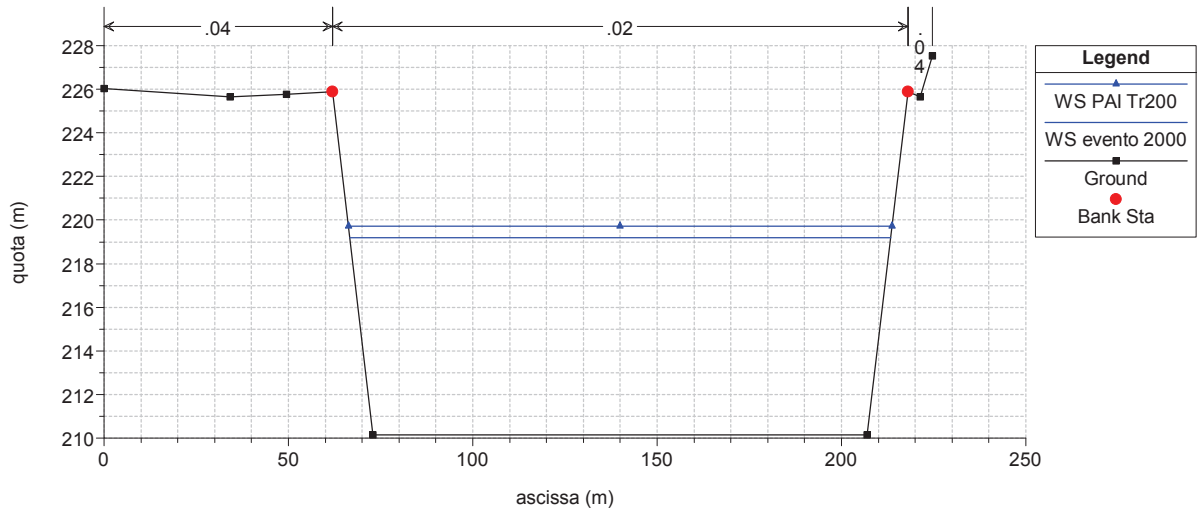
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 537.5 BR PO06 Ponte Principessa Isabella



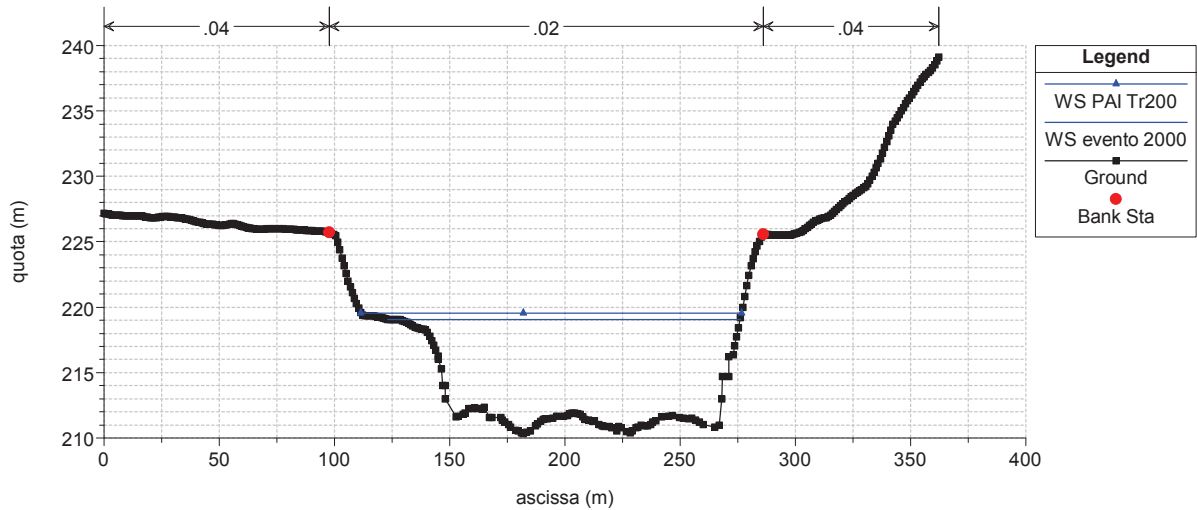
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 537.5 BR PO06 Ponte Principessa Isabella



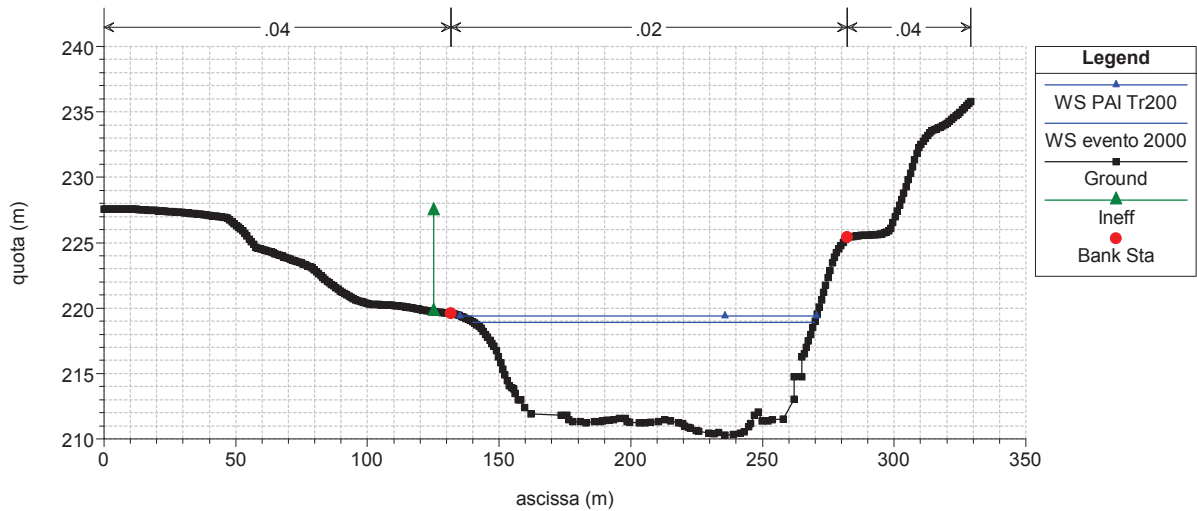
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 535



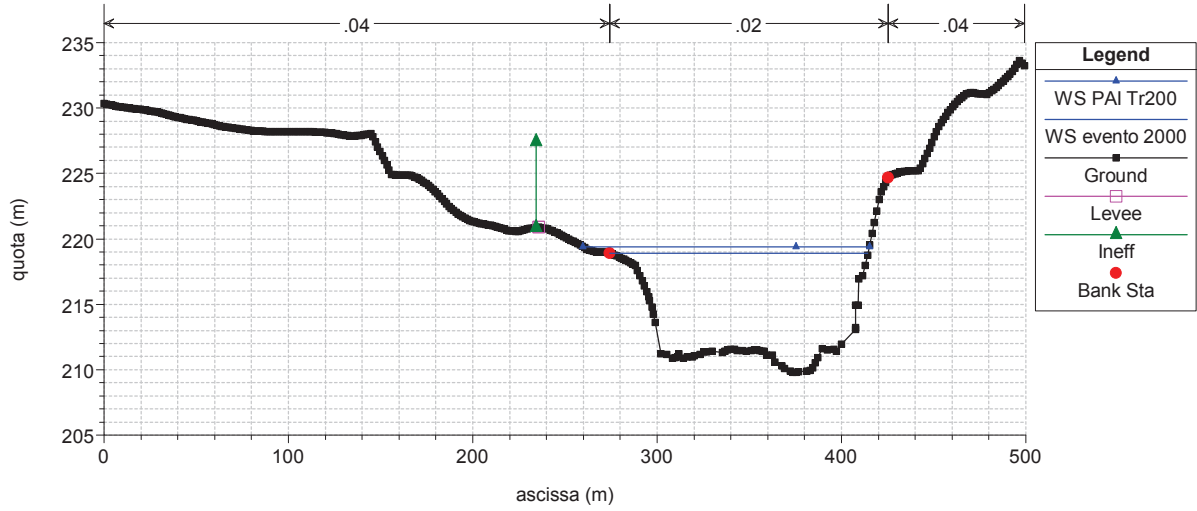
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 532.5 sez. 28



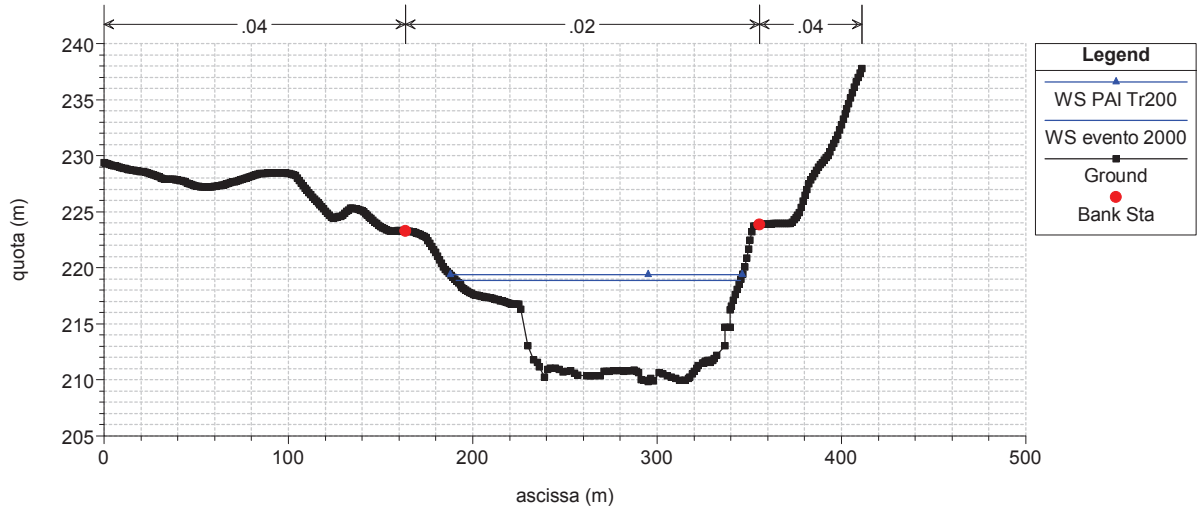
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 530 sez. 29



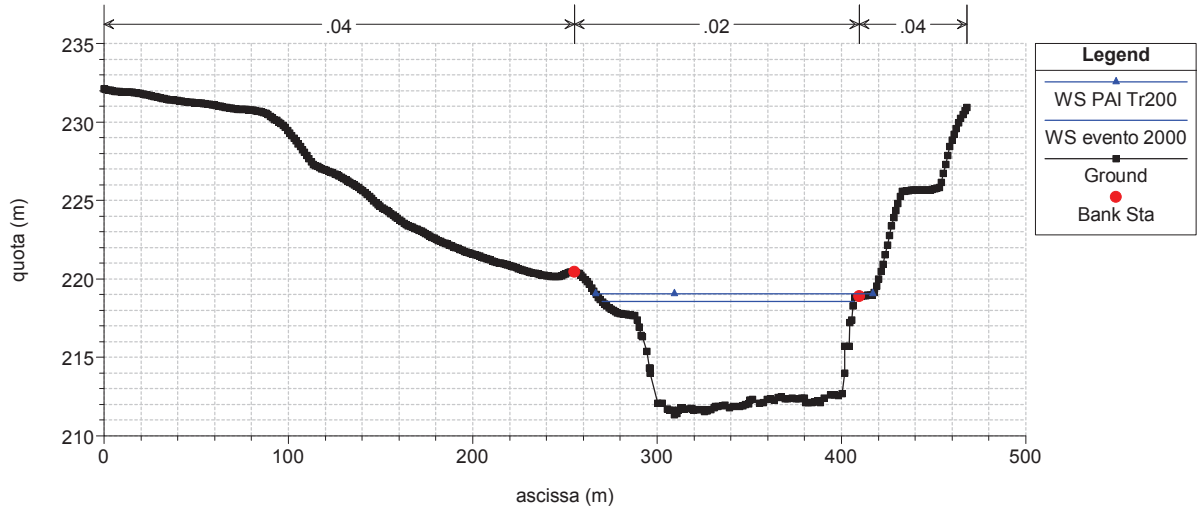
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 520 sez. 30



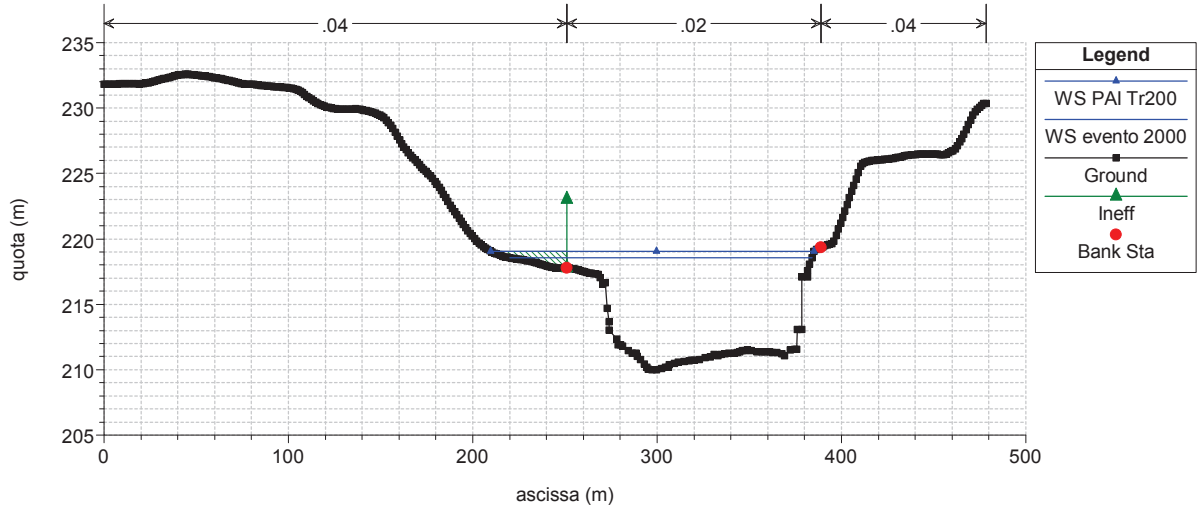
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 510 sez. 31



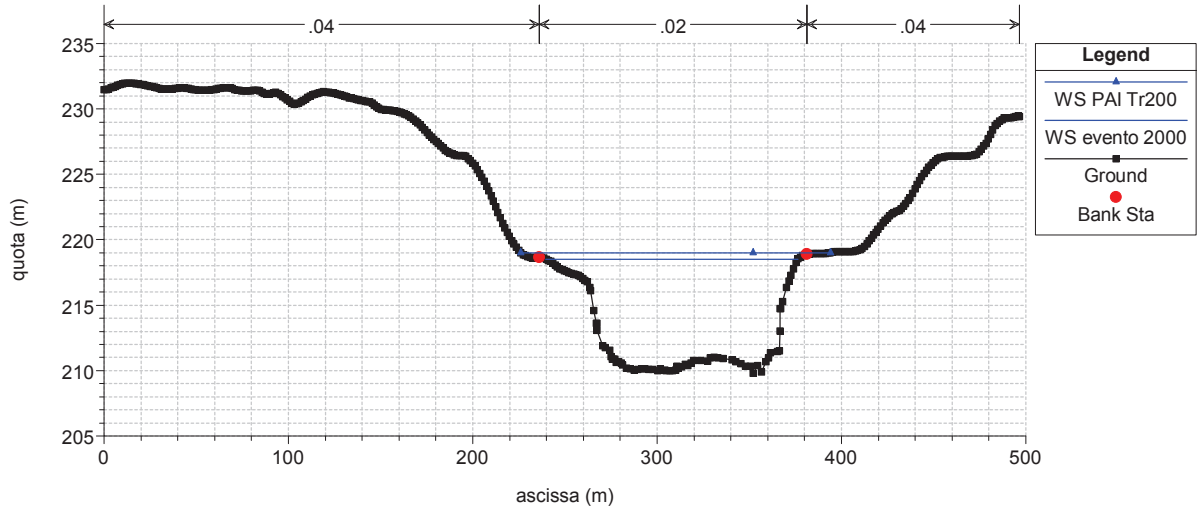
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 500 sez. 32



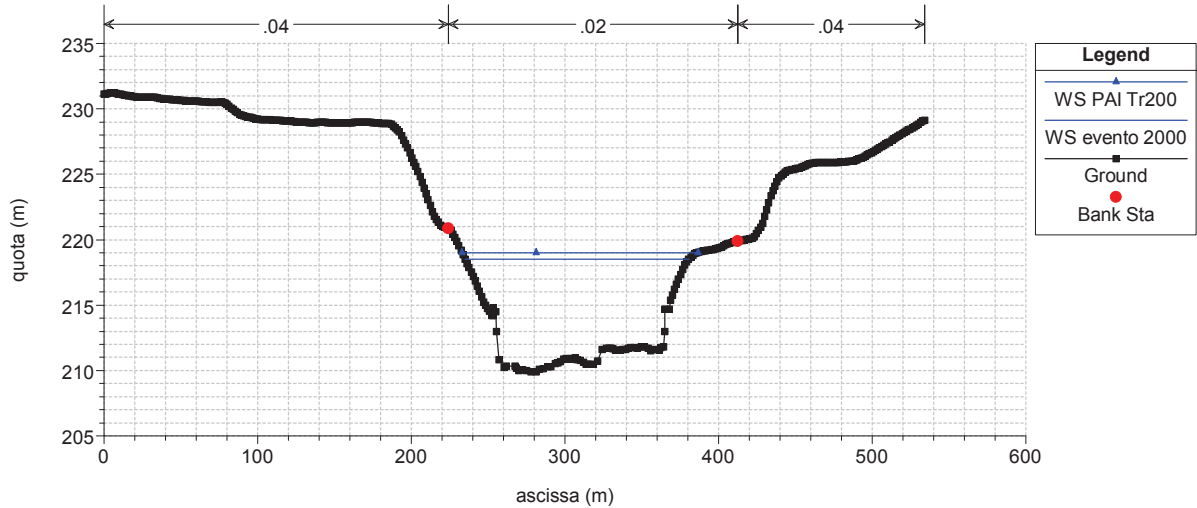
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 490 sez. 33



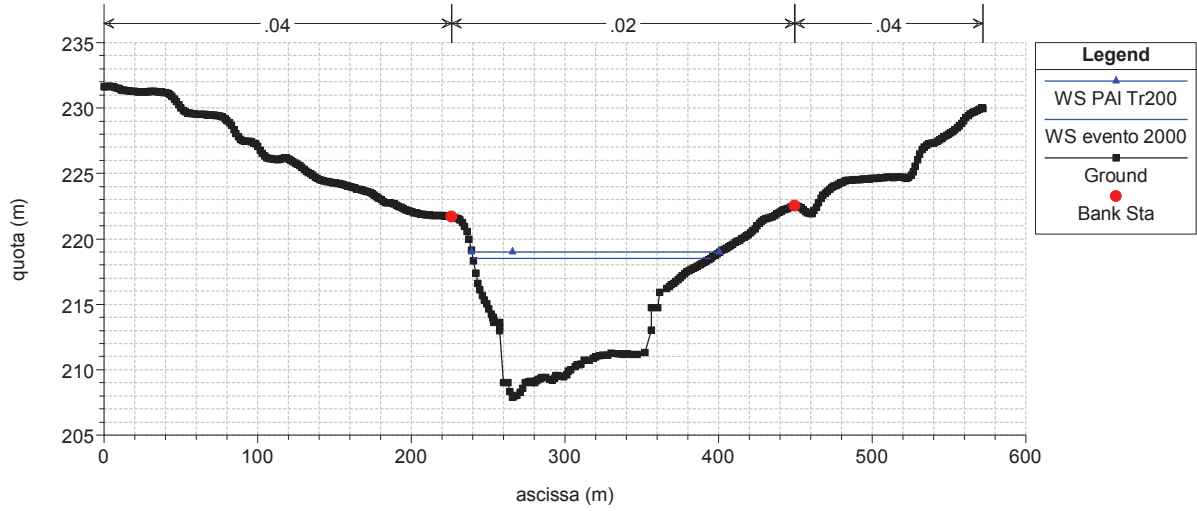
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 480 sez. 34



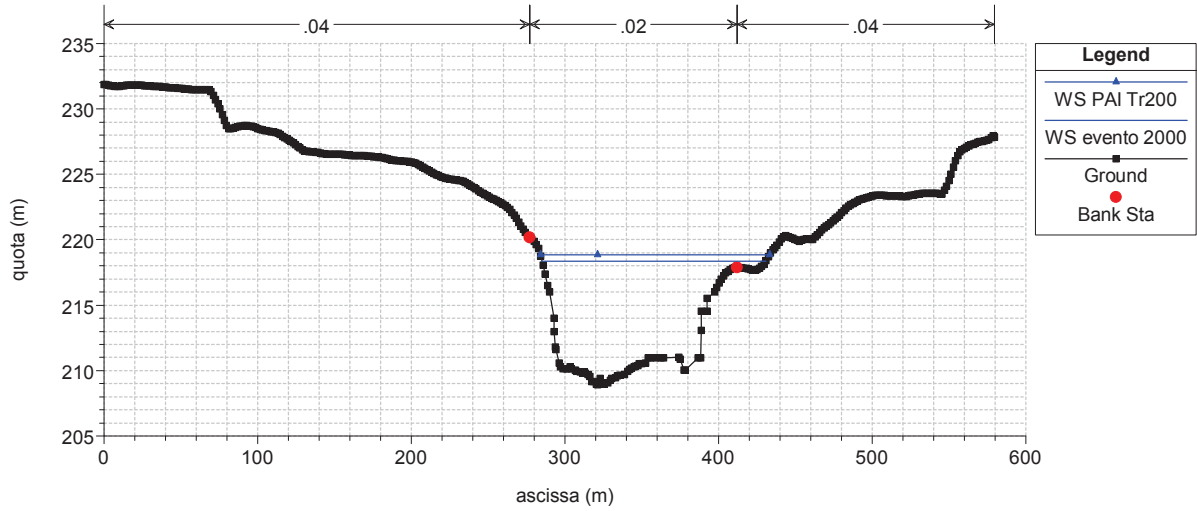
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 478 sez. 35



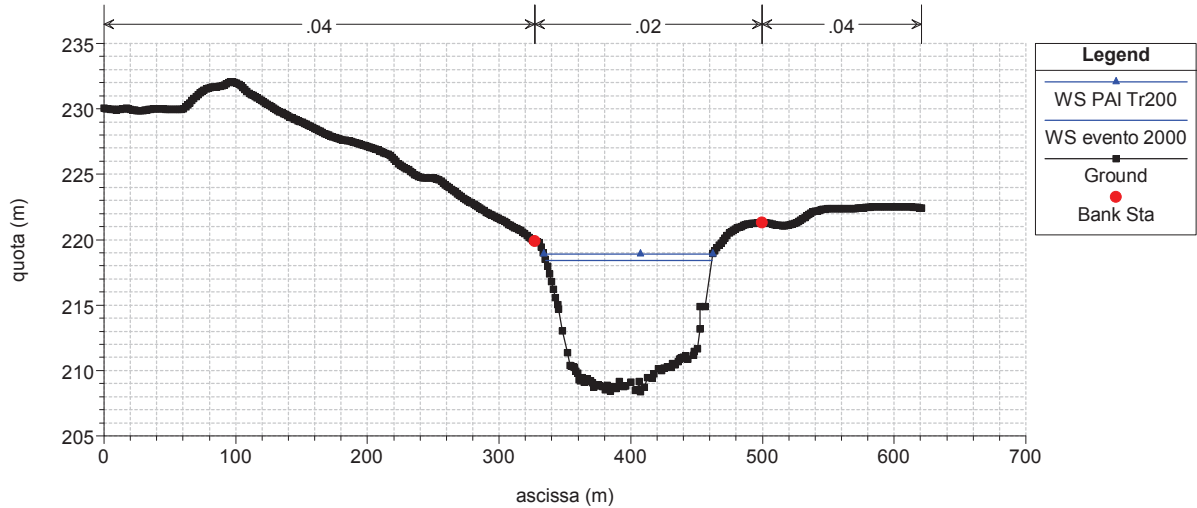
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 476 sez. 36



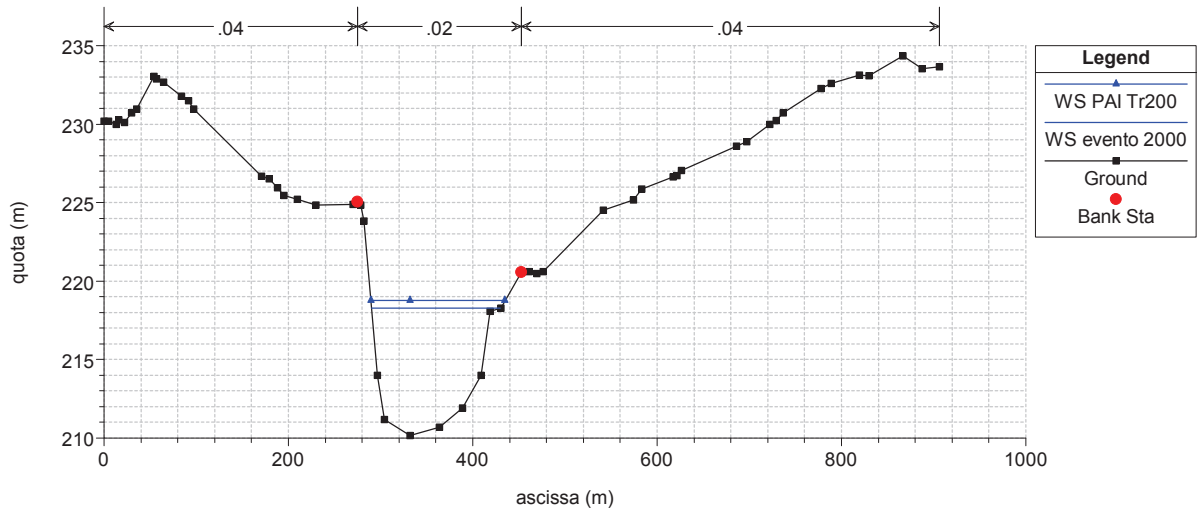
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 474 sez. 37



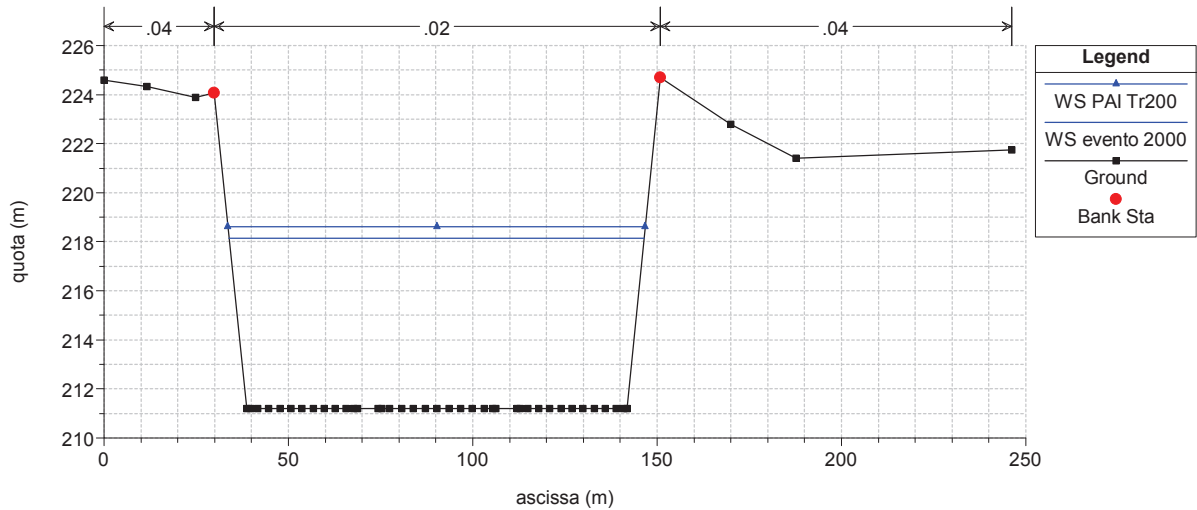
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 472 sez. 38



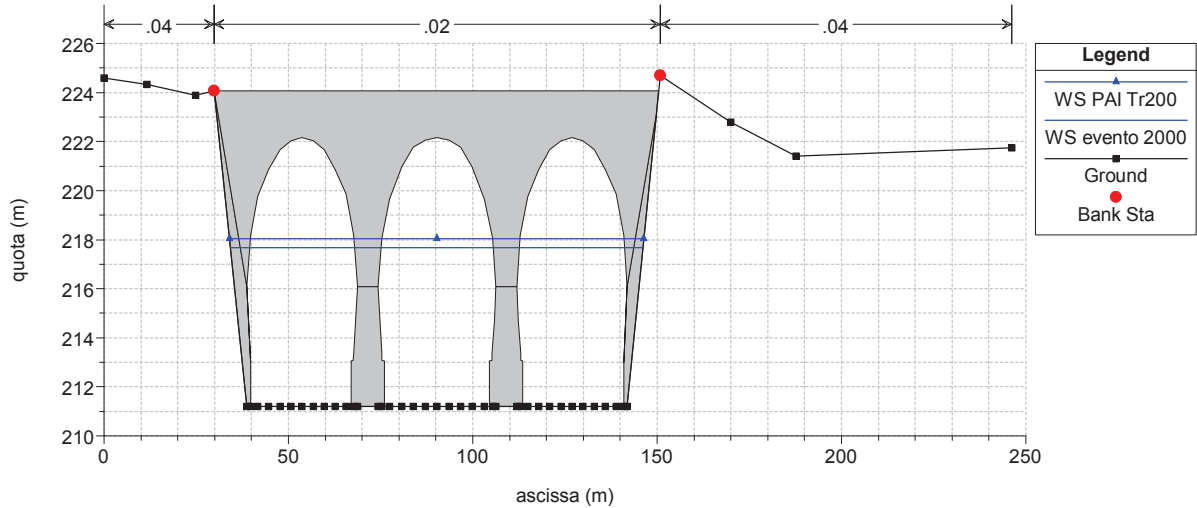
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 470



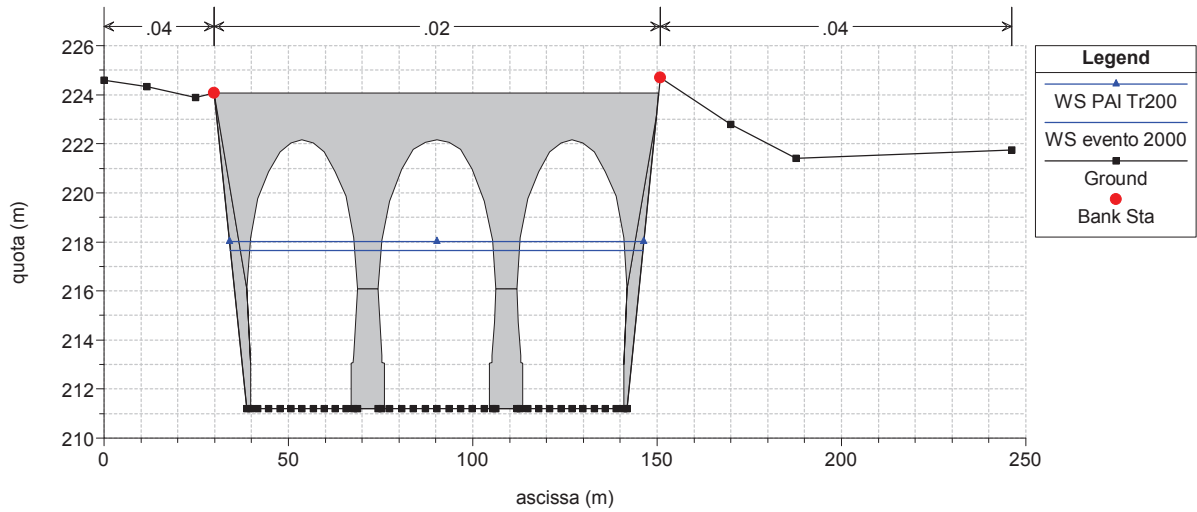
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 440



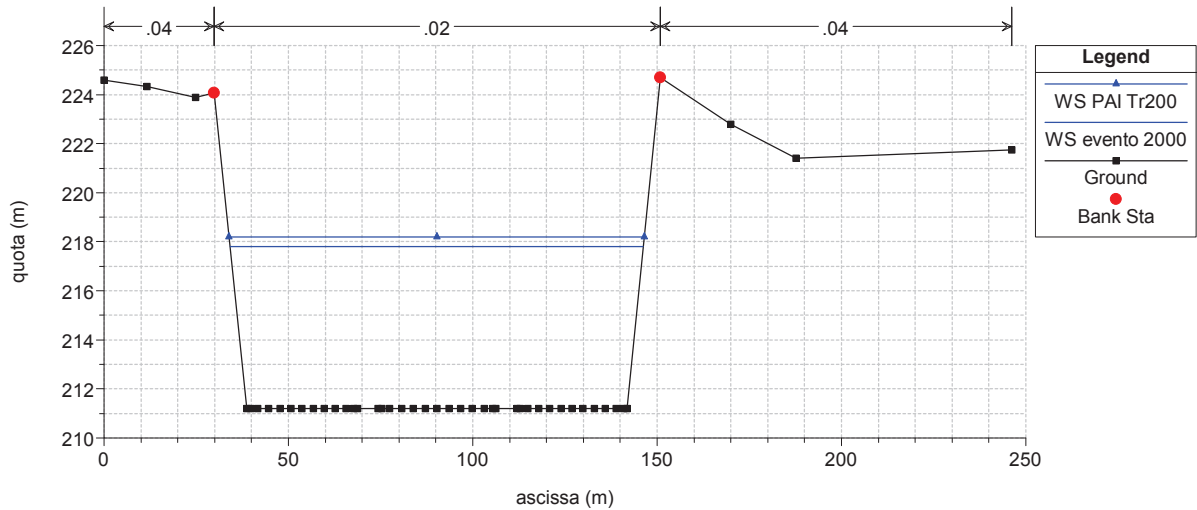
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 435 BR PO05 Ponte Umberto I



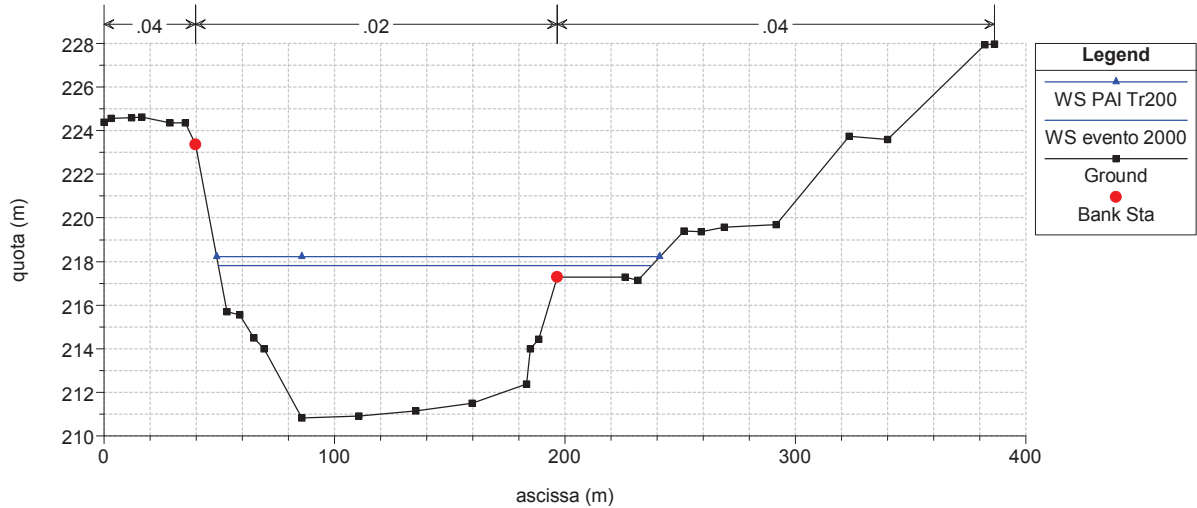
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 435 BR PO05 Ponte Umberto I



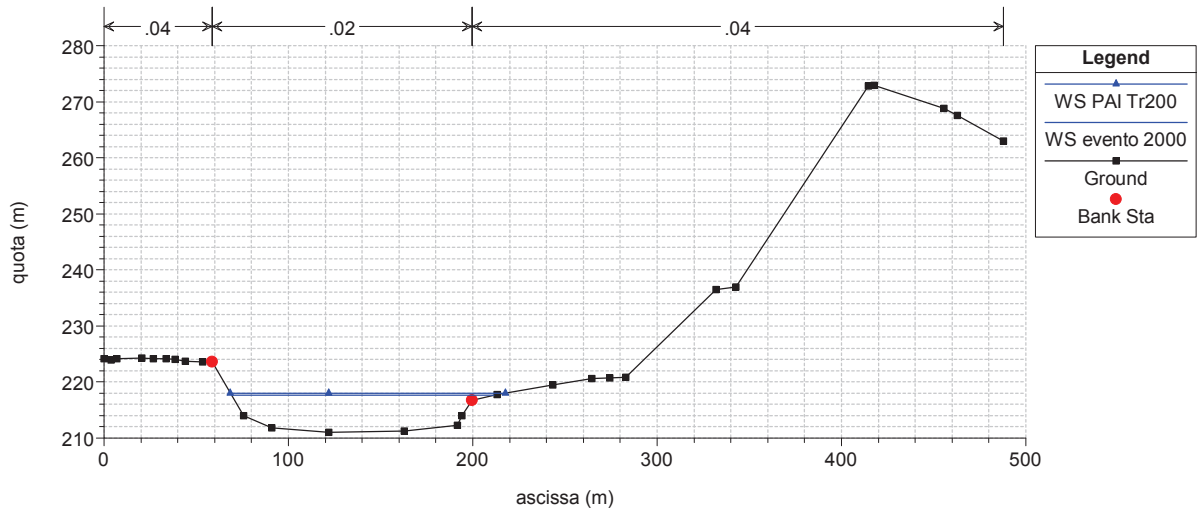
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 430



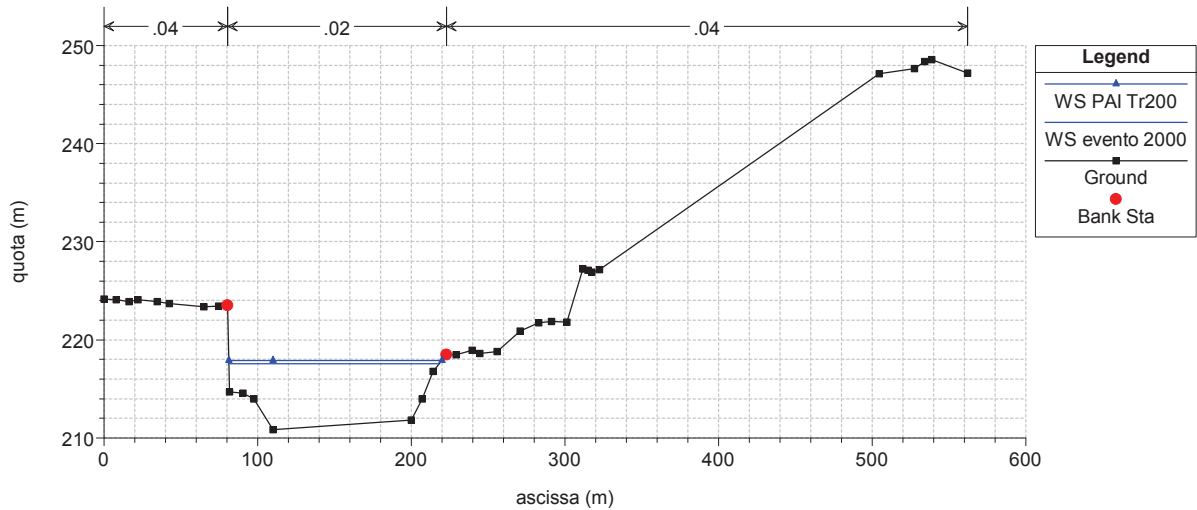
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 425



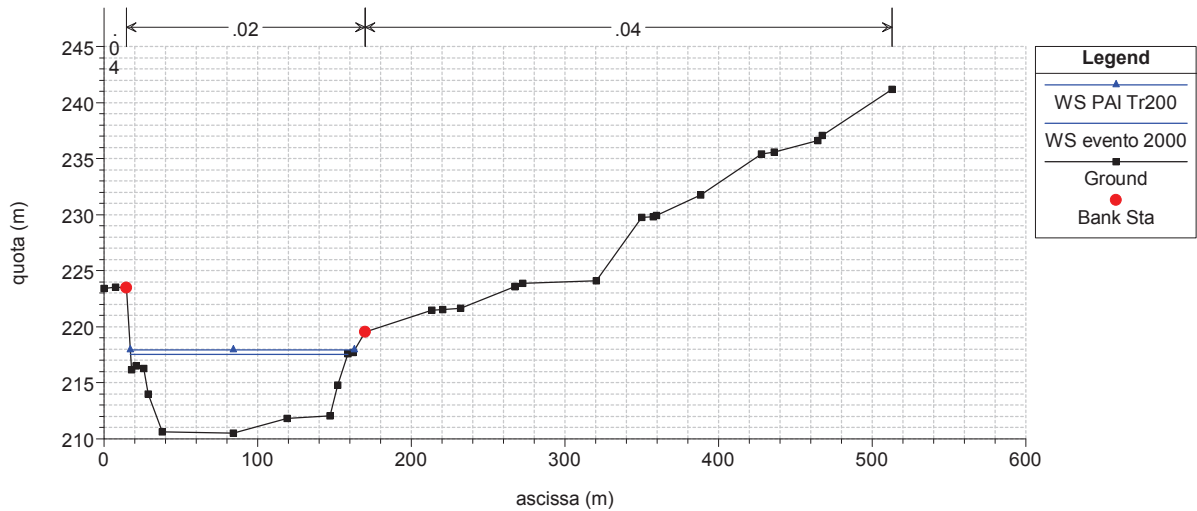
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 420



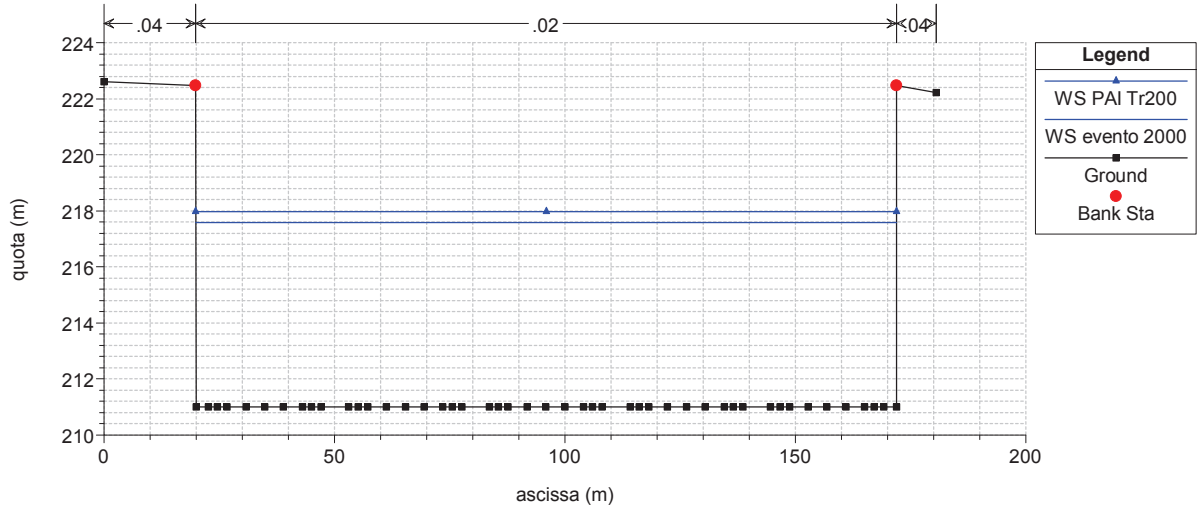
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 410



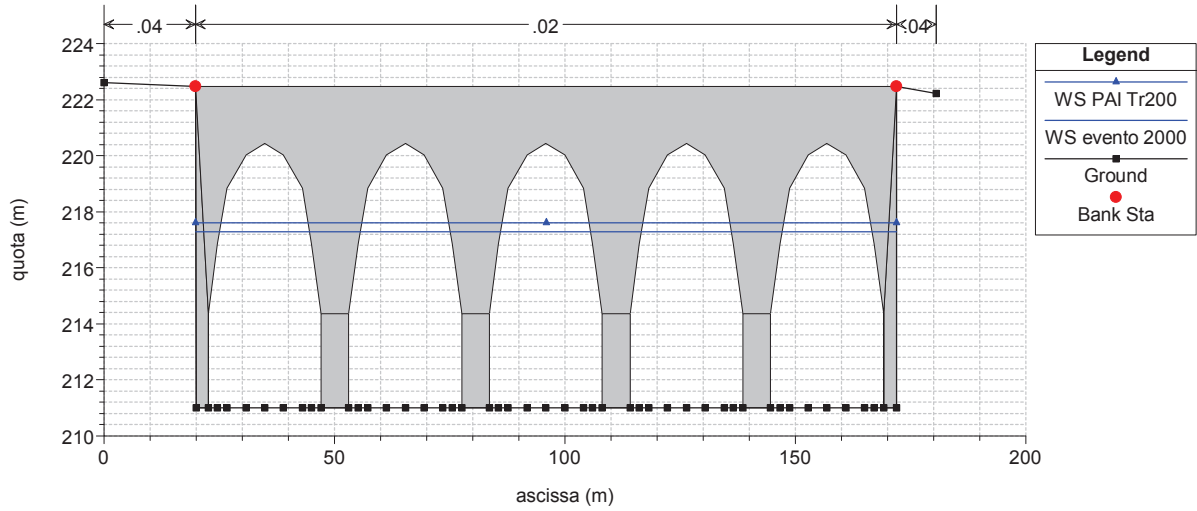
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 400



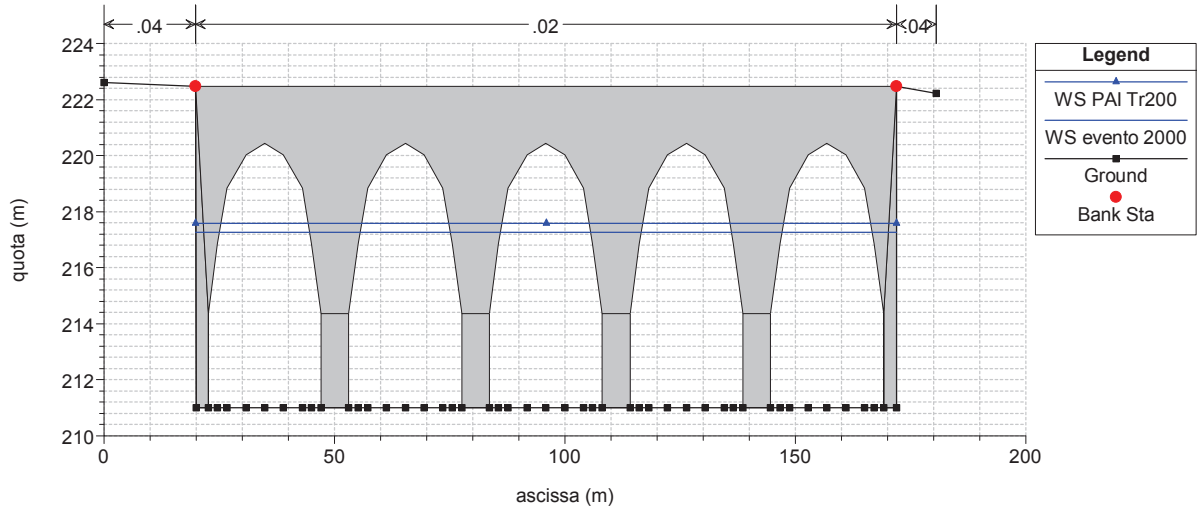
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 370



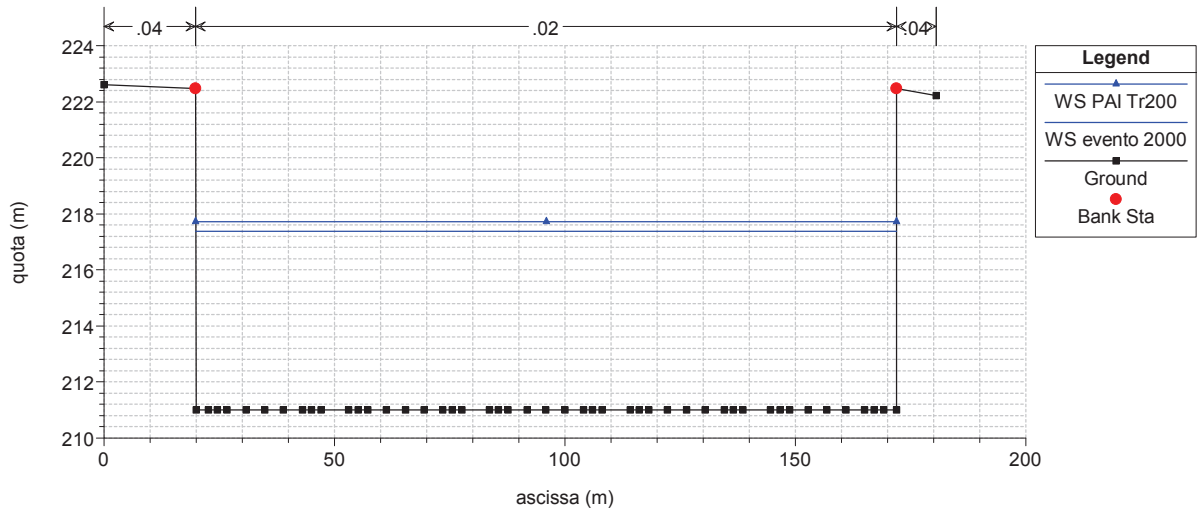
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 367.5 BR PO04 Ponte Vittorio Emanuele I



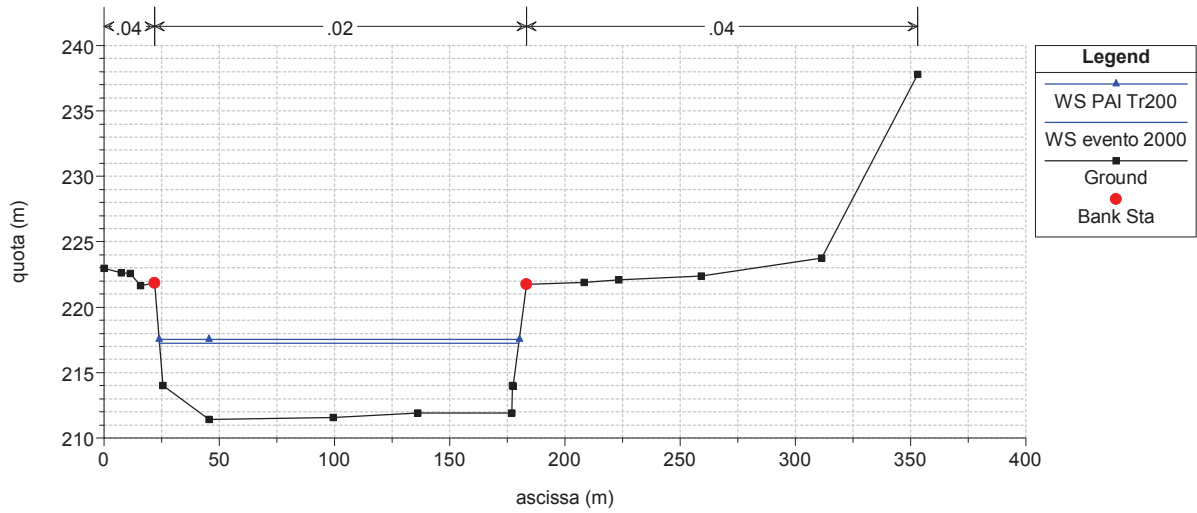
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 367.5 BR PO04 Ponte Vittorio Emanuele I



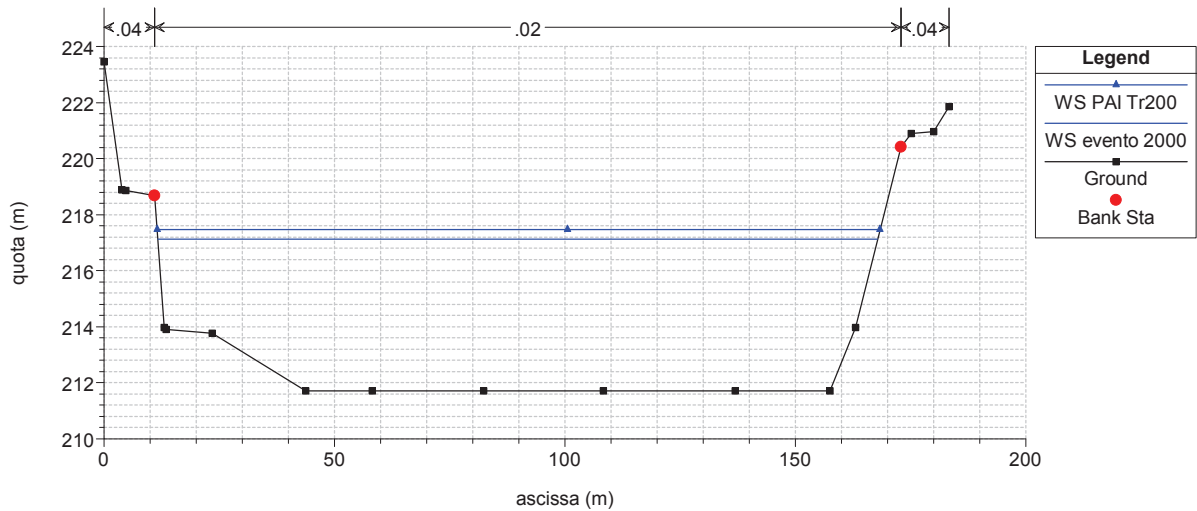
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 365



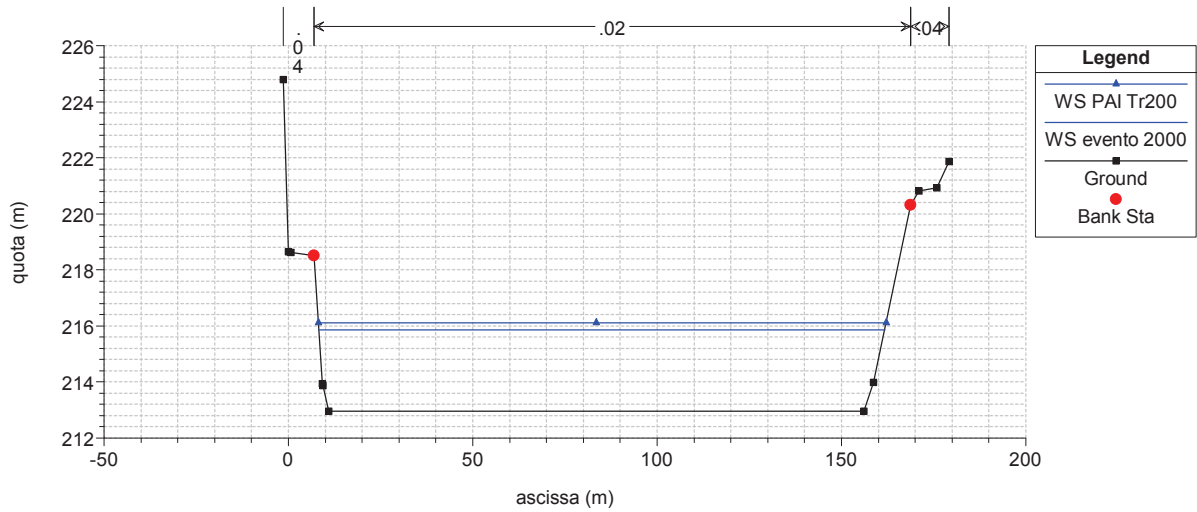
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 350



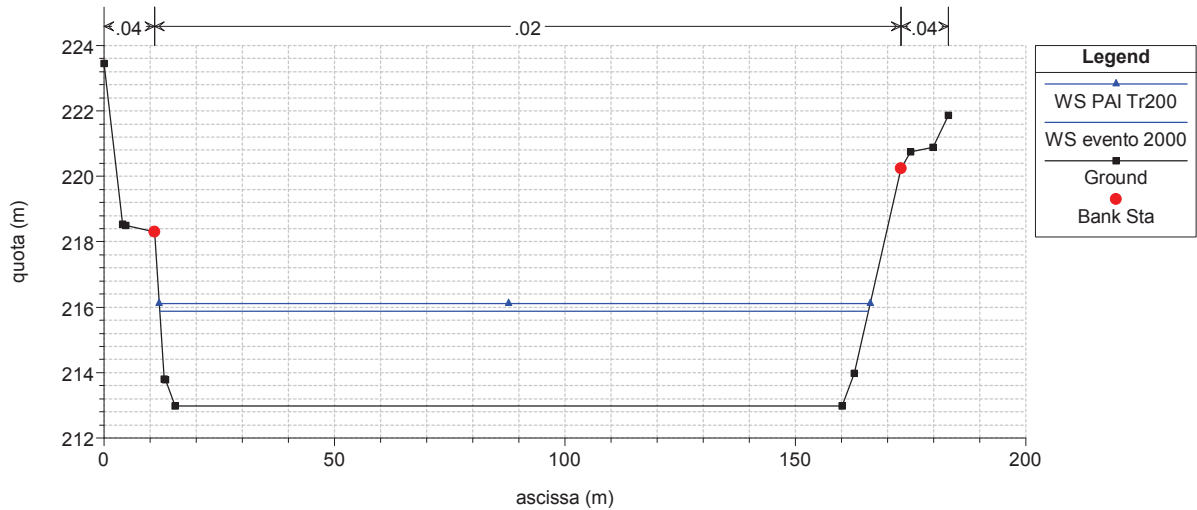
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 340



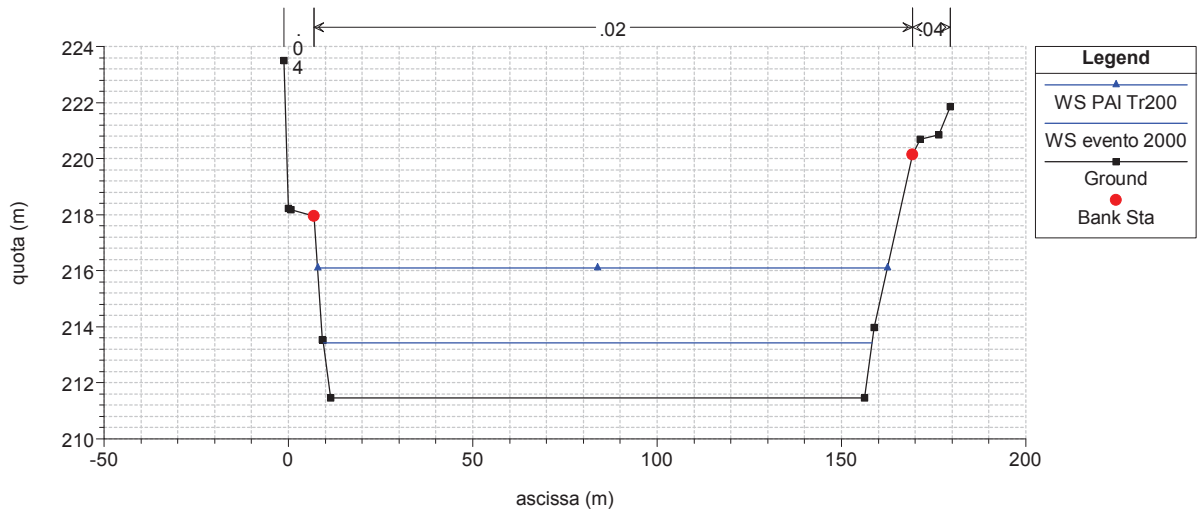
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 330



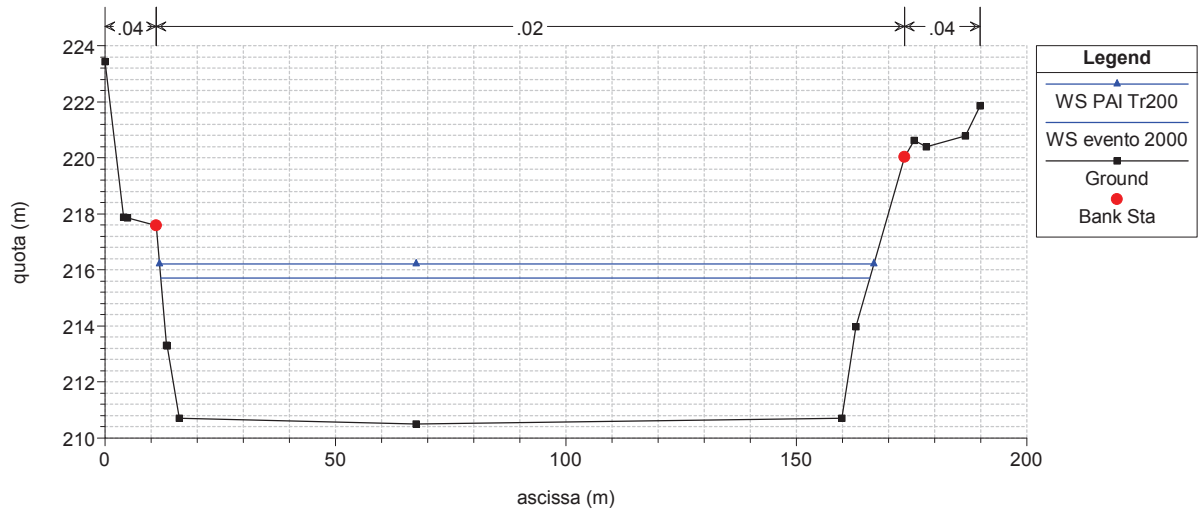
FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 320



FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 310



FIUME PO Plan: Fioccardo progetto 01.2012 25/01/2012
 Geom: Po-aggiornato-Fioccardo-gen-12-B prog Flow: argine Fioccardo
 River = F. Po Reach = Po RS = 300



APPENDICE - G- DESCRIZIONE DELLO SCHEMA DI CALCOLO ADOTTATO DAL MODELLO NUMERICO HEC-RAS ATTIVATO IN MOTO PERMANENTE (VERIFICHE IDRAULICHE)

La determinazione del profilo del pelo libero è stata effettuata mediante modellazione in moto permanente della portata di riferimento tramite il codice numerico HEC-RAS è stato messo a punto dalla Hydrologic Engineering Center (HEC) di Davies, California alla fine degli anni '60 con il nome HEC-2. Adattato all'ambiente Windows® nel 1996 con la nuova denominazione di HEC-RAS (River Analysis System) e dotato d'interfaccia GUI, il codice è attualmente disponibile nella release 3.1 (novembre 2002). Si tratta di un codice di calcolo diffuso a livello internazionale e ampiamente collaudato. Negli USA, in particolare, costituisce l'algoritmo di riferimento per la determinazione dei livelli idrici richiesto dalla FEMA nelle procedure connesse alla copertura assicurativa dei danni alluvionali.

Il codice di calcolo esegue la determinazione del profilo del pelo libero nelle condizioni di moto permanente monodimensionale. La versione 3.0 ha incluso l'analisi in moto vario e si prevede l'estensione all'analisi del trasporto solido su contorno mobile.

Il profilo del pelo libero è calcolato per ogni sezione trasversale risolvendo l'equazione dell'energia con una procedura iterativa denominata standard step method ampiamente descritta nei testi classici dell'idraulica delle correnti a pelo libero.

G.1 Informazioni generali

L'equazione dell'energia fra due sezioni trasversali (1) e (2), con la sezione 1 ubicata a valle della sezione 2, viene scritta nella forma classica, riferita all'unità di peso del liquido:

$$y_2 + z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

- y profondità della corrente nella sezione (m);
- z quota del fondo (m);
- V velocità media della corrente nella sezione (portata totale/area totale);
- α coefficiente di Coriolis che tiene conto della forma della sezione;
- g accelerazione di gravità (9.81 m/s²);
- h_e perdita di energia (m).

Il significato geometrico dei simboli è illustrato nella Figura E 1.

La sezione trasversale del corso d'acqua viene rappresentata mediante ascissa e ordinata dei punti rilevati e schematizzata in tre settori rilevanti ai fini del convogliamento della portata: golena sinistra (indicata con pedice lob), canale principale (pedice ch), golena destra (pedice rob), ritenendo che in ciascuno dei tre settori la distribuzione di velocità sia uniforme (in caso contrario si procederà ad ulteriori suddivisioni, come riferito in seguito).

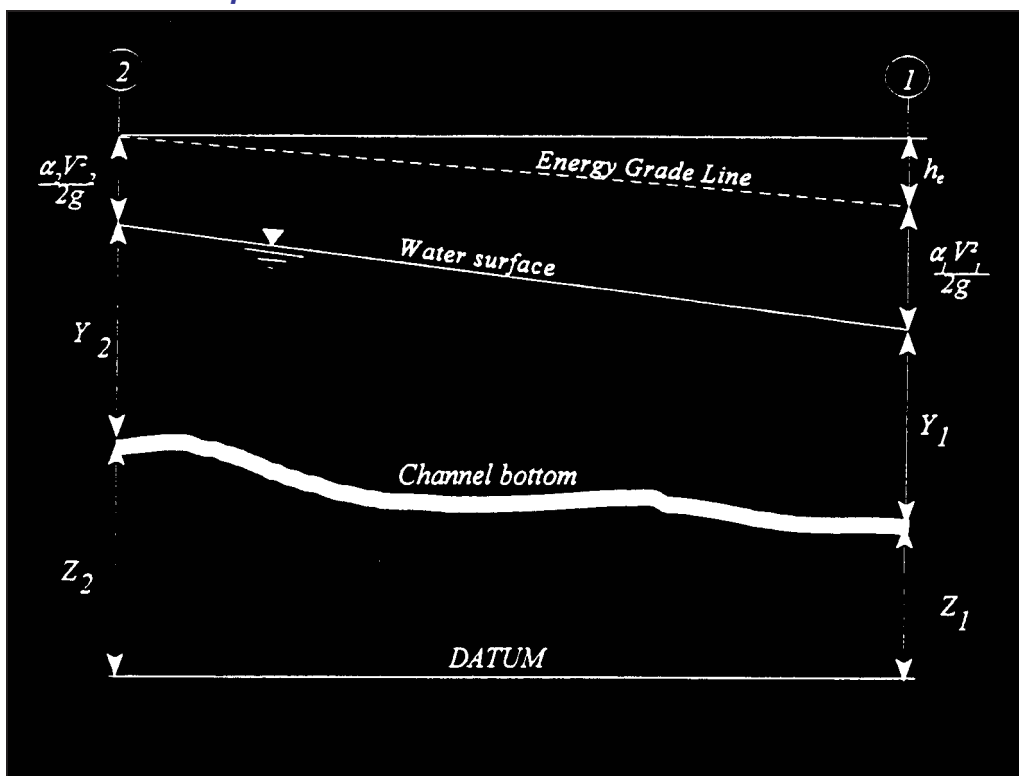


Figura E 1 - Rappresentazione dei termini dell'equazione dell'energia (da HEC, 1997)

La perdita di energia tra due sezioni, espressa dal termine h_e , comprende le perdite dovute alla resistenza distribuita (in funzione della scabrezza) e le perdite localizzate per espansione o restringimento delle sezioni, secondo la relazione:

$$h_e = L \cdot S_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

essendo:

L lunghezza del tronco (in metri), ponderata in funzione della media delle portate defluenti nelle tre porzioni in cui può essere suddivisa ciascuna sezione, secondo quanto detto sopra. La relazione per la ponderazione citata è:

$$L = \frac{L_{lob} \bar{Q}_{lob} + L_{ch} \bar{Q}_{ch} + L_{rob} \bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

dove i simboli L , con il proprio pedice, indicano le distanze dei rispettivi settori in cui è stata divisa ciascuna sezione e i simboli Q le portate defluenti in ciascuna porzione delle due sezioni (in m^3/s);

S_f pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni;

C coefficiente di contrazione o di espansione. Si osservi che per espansione o contrazione non si intende aumento o diminuzione dell'area bagnata tra la sezione di monte e quella di valle, ma diminuzione o aumento del termine cinetico tra monte e valle.

Tipici valori dei coefficienti di contrazione ed espansione sono desumibili dalla Tabella 8-1 (i valori standard sono evidenziati in corsivo).

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

G.2 Parzializzazione delle sezioni

La determinazione della capacità di convogliamento totale della sezione richiede che la sezione trasversale sia suddivisa in settori ove la corrente defluisca con velocità uniformemente distribuita. I settori sono individuati mediante linee di separazione verticali, come illustrato nella Figura E 2, in corrispondenza dei punti della sezione dove si pone la variazione di scabrezza in funzione delle caratteristiche della superficie.

Tabella 8-1. Coefficienti di contrazione ed espansione tra sezioni.

	Contrazione	Espansione
Nessuna variazione	0.0	0.0
Variazione graduale	0.1	0.3
Tipica situazione in corrispondenza di un ponte	0.3	0.5
Brusca variazione	0.6	0.8

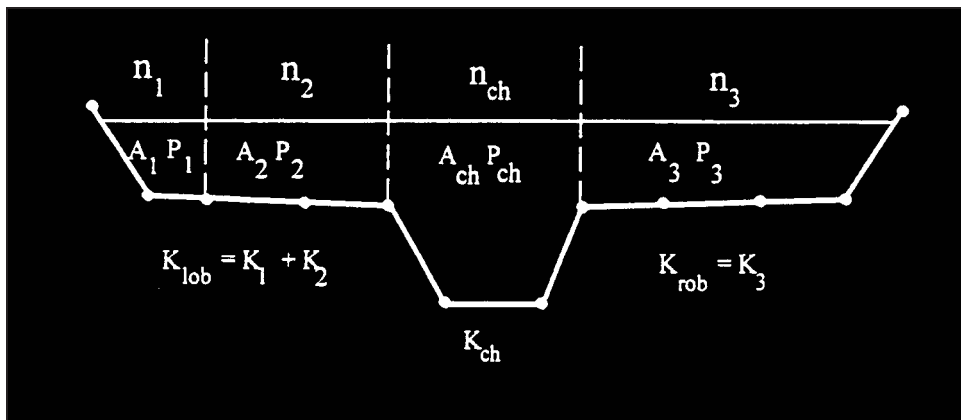


Figura E 2 - Suddivisione di una sezione trasversale in settori con scabrezza uniforme (da HEC, 1997).

G.3 Determinazione della portata

La portata in ciascun settore è calcolata dalla formula:

$$Q = K S_f^{0.5} m^3/s$$

secondo la scrittura tradizionale nella letteratura idraulica anglosassone per cui:

- K capacità di convogliamento di ciascun settore (m^3/s);
- n coefficiente di scabrezza ($m^{-1/3} s$) secondo Manning;
- A area bagnata del settore di area (m^2);
- R raggio idraulico del settore (m).

Il programma provvede a sommare le portate parziali per ciascun settore e determina la portata dell'area golenale sinistra e destra di ciascuna sezione. La portata totale della sezione è data dalla somma di queste due portate e della portata relativa al canale principale, di norma

COMUNE DI TORINO
Opere di mitigazione rischio idraulico
Sponda destra del Fiume Po – Area Fioccardo

considerato come unico settore. Qualora si desideri prendere in esame eventuali differenze di scabrezza nel canale principale, il programma ne deriva la scabrezza equivalente quale unico valore, se la pendenza delle scarpate è maggiore di 1 (verticale) su 5 (orizzontale) con la formula:

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1/5})}{P} \right]^{2/3}$$

con:

- n_c coefficiente di scabrezza equivalente;
- P contorno bagnato dell'intero canale principale;
- P_i contorno bagnato della i -esima suddivisione;
- n_i scabrezza della i -esima suddivisione.

In caso contrario, ossia pendenza delle scarpate minore di 1 (verticale) su 5 (orizzontale), l'alveo principale viene trattato come un'area suddivisa in diversi settori analogamente a quanto avviene per le golene.

Con tali premesse, in caso di variazione della scabrezza nella sezione, viene calcolato il coefficiente di Coriolis secondo la formula generale:

$$\alpha = \frac{Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2 + \dots + Q_N V_N^2}{Q \bar{V}^2}$$

che può essere espressa in termini delle capacità di convogliamento di ciascuno dei tre settori della sezione. la relazione allora diventa:

$$\alpha = \frac{(A_{tot})^2 \left[\frac{(K_{lob})^3}{(A_{lob})^2} + \frac{(K_{ch})^3}{(A_{ch})^2} + \frac{(K_{rob})^3}{(A_{rob})^2} \right]}{(K_{tot})^3}$$

con il significato dei simboli precisato sopra.

Infine, la pendenza della linea dell'energia media fra due sezioni viene determinata nel codice di calcolo, salvo diversa richiesta, con la relazione:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

essendo le due sezioni indicate con il relativo pedice numerico.

ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: eexec

STACK:

/quit
-dictionary-
-mark-