

COMUNE DI ARESE COMUNE DI LAINATE

PROVINCIA DI MILANO

ACCORDO DI PROGRAMMA EX ALFA ROMEO AMBITO c1/b

Richiedente:

TEA S.p.A.

Via Ponchielli, 7 - Milano(MI) - C.F. 03844300966

Progettista:

Dott. Ing. Roberto Stucchi

Via San Francesco, 1 - Cornate d'Adda (MI)

Progettazione infrastrutturale:



Centro operativo : 20090 TREZZANO S/N (MI) via Cristoforo Colombo n. 23
Tel. 02-48400557 (r.a.)-Fax 02-48400429 e-mail:tufficlotecnico@errevia.com

Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la progettazione dell'opera
Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la realizzazione dell'opera:

Dott. Arch. Stefano Castronovo

Via Emilia, 124 - Voghera (PV)



via diezza 32 via per busto 9
20144 milano 21058 soalbate obona (va)
italia italia
tel +39 02 48193922 tel +39 0331 677959
fax +39 02 48016628 fax +39 0331 329306

Direttore Lavori:

Dott. Ing. Roberto Stucchi

Via San Francesco, 1 - Cornate d'Adda (MI)

Impresa esecutrice:

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RINATURALIZZAZIONE TORRENTE LURA NORD

OGGETTO:

Relazione idraulica

SCALA:

-

TAVOLA:

1.2

DATA: MAGGIO 2014

AGG:

AGG:

NOTA:

AGG:

AGG:

AGG:

AGG:

::: Sommario :::

1.	Premessa	3
2.	Inquadramento territoriale.....	6
2.1.	Il Torrente Lura	6
2.2.	Contratto di fiume Olona – Bozzente - Lura.....	7
2.3.	Piano particolareggiato di attuazione del Parco Lura.....	8
2.4.	PAI–Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del Po	9
2.5.	Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro-Olona	9
3.	Descrizione delle opere in progetto	11
3.1.	Sezioni tipo e particolari costruttivi.....	19
4.	Caratteristiche del Torrente Lura	21
4.1.	Caratterizzazione dell’asta fluviale.....	21
4.1.1.	Generalità	21
4.1.2.	Tipologia e geometria dell’alveo	21
4.1.3.	Sistema difensivo	22
4.1.4.	Opere interferenti	22
4.1.5.	Caratteristiche territoriali	22
4.1.6.	Piena di riferimento	22
4.2.	Valutazione delle condizioni di sicurezza dell’asta fluviale	23
4.2.1.	Capacità di deflusso dell’alveo.....	23
4.2.2.	Condizioni di protezione fornite dalle opere idrauliche presenti.....	23
4.2.3.	Compatibilità idraulica delle opere interferenti.....	24
4.2.4.	Domanda e grado di sicurezza della regione fluviale	24
4.3.	Criticità complessive lungo l’asta	24
4.4.	Livelli idrici e portate di piena	25
4.5.	Perimetrazione delle aree di allagamento.....	26
5.	Studio di compatibilità idraulica	28
5.1.	Assetto geometrico dell’alveo.....	28
5.2.	Caratteristiche morfologiche dell’alveo.....	29
5.3.	Caratteristiche granulometriche del materiale d’alveo.....	29
5.4.	Portate di piena	30
5.5.	Opere di difesa idraulica	30
5.6.	Manufatti interferenti	30
5.7.	Modalità di deflusso in piena	31
5.7.1.	Metodo di calcolo	31
5.7.2.	Condizioni al contorno.....	31
5.7.3.	Condizioni fisiche di riferimento	31
5.7.4.	Coefficienti di scabrezza	31
5.8.	Risultati delle elaborazioni di calcolo	32
5.8.1.	Stato di fatto.....	32
5.8.2.	Assetto di progetto	34
5.9.	Effetti degli interventi in progetto.....	43
5.9.1.	E.1. Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena	43

5.9.2	E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo	43
5.9.3	E.3. Interazione con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti	43
5.9.4	E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito di intervento	43
5.9.5	E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico e planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena	43
5.9.6	E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale	43
5.9.7	E.7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena	44

6. Manutenzione delle opere..... 45

APPENDICE 46

A.1 -	DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO	47
A.1.1.	Calcolo del profilo di corrente	48
A.1.2.	A.2 Calcolo del profilo di corrente in presenza di un attraversamento.....	54
A.1.3.	Deflusso sommerso	61

Simulazione idraulica in moto permanente 65

A.2 -	STATO DI FATTO - $Q_{TR 10}$ e 100 anni (attuale)	66
A.2.1.	Planimetria con individuazione sezioni	67
A.2.2.	Ponte sulla SP 119 esistente	68
A.2.3.	Profilo di inviluppo del colmo di piena	69
A.2.4.	Tabelle	70
A.2.5.	Sezioni	71
A.2.6.	Prospettiva.....	72
A.3 -	ASSETTO DI PROGETTO - $Q_{TR 10}$ anni (attuale)	73
A.3.1.	Profilo di inviluppo del colmo di piena.....	74
A.3.2.	Tabelle	75
A.3.3.	Sezioni.....	76
A.3.4.	Prospettiva.....	77
A.4 -	ASSETTO DI PROGETTO - $Q_{TR 100}$ anni (attuale).....	78
A.4.1.	Profilo di inviluppo del colmo di piena.....	79
A.4.2.	Tabelle	80
A.4.3.	Sezioni.....	81
A.4.4.	Prospettiva.....	82
A.5 -	ASSETTO DI PROGETTO - $Q_{TR 100}$ anni (FUTURA)	83
A.5.1.	Profilo di inviluppo del colmo di piena.....	84
A.5.2.	Tabelle	85
A.5.3.	Sezioni.....	86
A.5.4.	Prospettiva.....	87
A.6 -	ASSETTO DI PROGETTO - Q_{MAGRA}	88
A.6.1.	Profilo di inviluppo del colmo di piena.....	89
A.6.2.	Tabelle	90
A.6.3.	Sezioni.....	91
A.6.4.	Prospettiva.....	92

1. **PREMESSA**

Con D.G.R. n. 9/1156 del 29 dicembre 2010 è stato promosso l'Accordo di Programma per la riperimetrazione, riqualificazione e la reindustrializzazione dell'area Fiat Alfa Romeo, a cui hanno aderito Regione Lombardia e Provincia di Milano, i Comuni di Arese e di Lainate; tale accordo di programma è stato sottoposto a procedura di Valutazione Ambientale Strategica che si è conclusa con parere ambientale motivato dell'Autorità competente (Decreto n. 9194 del 17/10/2012).

Successivamente le società A.G.La.R S.p.A. e T.E.A. s.r.l. hanno presentato istanza di compatibilità ambientale relativamente agli "Interventi di realizzazione di un centro commerciale localizzato nell'Ambito di Trasformazione denominato C1/B e interventi sulla Rete Viaria, nell'ambito dell'accordo di programma per la riperimetrazione, riqualificazione e la reindustrializzazione dell'area Fiat Alfa Romeo" sopra citato che si è conclusa con giudizio positivo (Decreto Direzione Generale Ambiente, Energia e Reti – U.O. Sviluppo Sostenibile e Valutazioni Ambientali n.9935 del 07/11/2012).

Nell'ambito del procedimento di VIA sono state proposte le opere per la sistemazione dell'area del torrente Lura ricompresa tra l'ambito C1/B e la pista prove, con relativa rinaturalizzazione e sistemazione con valenza eco sistemica di connessione tra Parco Lura e Parco Groane; tale intervento è stato esteso anche all'area perimetrale dell'ambito b2 dell'Accordo di Programma e introduce soluzioni di deframmentazione delle barriere esistenti, costituite dalla SP 119 e dalla Via Alfa Romeo, mediante l'introduzione di manufatti di continuità delle strade stesse e sottopassaggio del sistema del verde e dei percorsi ciclabili mediante rimodellazione del terreno e sistemazioni a verde; analogamente sono state previste tali soluzioni di continuità rispetto alla viabilità di progetto di accesso merci prevista a nord dell'ambito della pista prove.

La Società TEA Srl ha conferito alla Società LAND Milano Srl l'incarico per lo sviluppo delle linee guida per la componente paesaggistica dell'area Ex-Alfa Romeo di Arese, oggetto di Accordo di Programma. Il contributo Paesaggistico Ambientale mira alla definizione dell'assetto d'insieme degli spazi aperti oggetto di Accordo di Programma, per garantire la continuità del sistema del verde, la permeabilità ciclo-pedonale degli ambiti funzionali, e la connessione dei sistemi ad alta valenza ecologico - ambientale che caratterizzano il contesto oggetto di studio. Il contributo è finalizzato allo sviluppo della visione generale di riqualificazione paesaggistica del contesto di intervento.

In merito alla compatibilità paesaggistico-ambientale è stata illustrata e consegnata agli atti la proposta di sistemazione del 'corridoio' costituito dall'asta del torrente Lura con funzione di connessione ecosistemica tra Parco del Lura e Parco delle Groane (tavolo tecnico del 12/09/2012) quale proposta mitigativa e compensativa nell'ambito dell'istruttoria di Valutazione di Impatto Ambientale per l'Accordo di Programma e frutto del lavoro del tavolo tecnico avviato con i rappresentanti del PLIS del Lura e del Comune di Lainate.

Nel corso della progettazione sono stati contemplati tutti gli opportuni accorgimenti per garantire la funzionalità idraulica del reticolo anche durante la fase di realizzazione e sono state previste le necessarie operazioni di controllo e manutenzione degli attraversamenti stessi, al fine di garantire nel tempo la funzionalità idraulica.

Successivamente all'approvazione del progetto, per tutti gli interventi che interessano corsi d'acqua e canali di bonifica saranno attivate le procedure per l'acquisizione dei pareri di competenza e delle concessioni demaniali ai sensi del R.D. 523/1904 e delle Linee Guida di Polizia Idraulica D.g.r. 31 ottobre 2013 - n. X/883 - Reticoli idrici regionali e revisione canoni di occupazione delle aree del demanio idrico, D.G. Reti e servizi di pubblica utilità e sviluppo sostenibile della Regione Lombardia.

Oggetto della presente progettazione risulta pertanto essere l'intervento di rinaturalizzazione del tratto di Torrente Lura compreso tra il perimetro nord dell'accordo di programma e l'attuale ponte della S.P.119; per lo sviluppo della progettazione sono state considerate le specifiche prescrizioni, di seguito riportate, di cui al decreto di compatibilità ambientale della Regione Lombardia citato:

9.12 Compensazioni

9.12.1 *Gli interventi di riqualificazione e rinaturazione del Torrente Lura lungo il lato ovest del comparto dell' area ex Fiat Alfa-Romeo dovranno essere realizzati quale compensazione diretta della realizzazione del Centro Commerciale e della nuova viabilità. Pertanto le autorizzazioni e la realizzazione dei lavori dovranno essere il più possibile contestuali alla realizzazione delle opere oggetto della presente procedura. Il termine dei lavori per la rinaturalizzazione del Lura dovrà essere anticipato al 31 dicembre 2014, la suddetta rinaturalizzazione dovrà essere progettata in coordinamento con il PLIS del Lura e dovrà essere estesa al tratto sud del medesimo torrente verso l'attraversamento della A8.*

9.12.2 *Relativamente agli interventi di riqualificazione e rinaturazione del Torrente Lura si evidenzia la necessità di: utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica per il consolidamento e/o rifacimento delle sponde/alveo del corso d'acqua, con riferimento anche al Repertorio delle misure di mitigazione e compensazione allegato al nuovo PTCP; garantire la continuità idraulica e il corretto deflusso delle acque da monte verso valle, nonché il mantenimento delle funzioni ecologico-ambientali proprie dei corsi d'acqua.*

9.12.3 *Gli interventi di riqualificazione di cui al punto precedente dovranno essere realizzati in accordo con i soggetti locali (PLIS del Lura) e, soprattutto, in sinergia con quanto già progettato e finanziato lungo il tratto del Torrente a nord dell'area in questione (Parco Naturale ex-Alfa Romeo) in modo da rafforzare le connessioni ecologiche esistenti e crearne di nuove ove possibile. Tali interventi dovranno in ogni caso prevedere una rimodellazione dell'assetto plano-altimetrico dell'area della pista prove in modo da creare un contesto idraulico-ambientale che favorisca, mediante la realizzazione di aree umide, l'effetto di depurazione naturale delle acque e, in particolari condizioni di regime idraulico, la laminazione di parte della portata di piena al fine di contribuire a limitare i problemi di natura idraulica presenti in corrispondenza delle aree urbanizzate di valle.*

9.12.4 *Il progetto dovrà correlarsi con gli scenari di sviluppo definiti da ciascun AQST con particolare riferimento ai contenuti del Programma delle Azioni e dell'Atlante del sottobacino Lambro/Olona creando nuove occasioni per la mitigazione delle criticità esistenti.*

9.12.5 *la fascia di riqualificazione fluviale a cavallo tra l'ambito C.1/b e C.1/d, estesa verso nord fino al sifone del Canale Villorosi, dovrà essere realizzata secondo una progettualità multiobiettiva in linea con le finalità del Contratto di Fiume e con le Direttive 2000/60 e 2007/60 (IFF, IQM, LIM, ecologia fluviale, valorizzazione paesaggistica, ecc.). Per ottenere tali obiettivi qualitativi del corso d'acqua è comunque necessario che la fascia di competenza fluviale sia superiore ai 10 metri per lato (fascia già vincolata dalla normativa vigente) e tendenzialmente superiore ai 50 metri fluviale, ai fini di una valorizzazione paesaggistica, ecc.).*

Contestualmente per la progettazione degli interventi in esame si considerano inoltre le seguenti ulteriori prescrizioni di cui al suddetto decreto, ed i particolare:

9.2.8 *Si preveda il coordinamento della mobilità ciclabile e pedonale a scala vasta, anche in rapporto al Progetto "MiBici" della Provincia di Milano e al percorso di interesse paesistico individuato dal PTCP lungo il Canale Villorosi.*

9.4.4 *Fermo restando il progetto di rinaturalizzazione del Lura la nuova strada di penetrazione deve essere realizzata ad una distanza non inferiore a 10 metri dal torrente medesimo. La realizzazione della nuova strada di penetrazione e dei due nuovi ponti nella fascia spondale del torrente Lura, ai fini di garantire la non interferenza con le opere di rinaturalizzazione, dovrà essere attentamente valutata, in relazione alle effettive esigenze realizzative e a seguito dello studio di soluzioni di tracciato alternative, nelle successive fasi di progettazione nell'ambito dell'Osservatorio Ambientale. Tale Osservatorio dovrà essere tempestivamente attivato con la sottoscrizione dell'AdP.*

9.4.5 *Si ricorda che tutti gli attraversamenti dei corsi d'acqua dovranno essere realizzati conformemente rispetto a quanto previsto al successivo punto 9.9.4.*

9.9.4 *Il dimensionamento del manufatto di scavalco del torrente Lura dovrà consentire il deflusso delle portate di piena con tempo di ritorno di 100 anni, assicurando la formazione di rialzi idraulici compatibili con le arginature presenti o con arginature adeguate per un tratto sufficiente verso monte, in modo da garantire un franco di sicurezza di metri 1. In ogni caso il manufatto di attraversamento non dovrà prevedere il restringimento della sezione idraulica; tutte le rotonde previste nella fascia di inedificabilità sul Lura dovranno essere poste ad una distanza superiore a metri 10.*

9.9.13 *Si conduca uno studio idraulico, da sottoporre all'Autorità idraulica competente, che verifichi la compatibilità delle opere stradali con il deflusso delle acque nonché la necessità di eventuali interventi atti a mitigare gli effetti di esondazioni del Torrente Lura.*

Di seguito si riporta l'assetto delle opere di mitigazione e compensazione oggetto delle integrazioni nell'ambito della procedura VIA di cui al suddetto decreto:



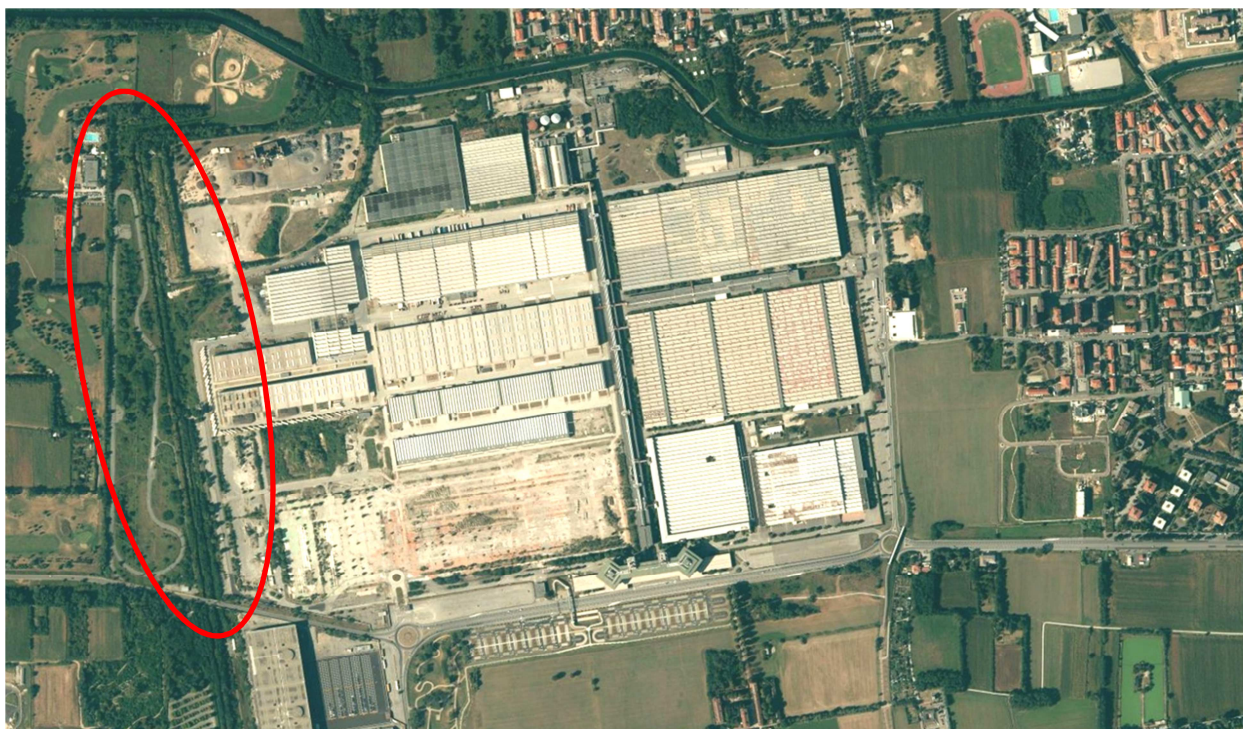
OPERA	DESCRIZIONE OPERA	TERMINE LAVORI	OPERA	DESCRIZIONE OPERA	TERMINE LAVORI
1	Nuovo Centro Polifunzionale (commerciale/artigianato/servizi)	2014/2015	8	Pista di ciclo-cross	GIÀ REALIZZATA
2	Viabilità di collegamento Sp 119-Sp 109	2014/2015	9	Nuovo parcheggio lungo via Alfa Romeo	GIÀ REALIZZATO
3	Abbattimento Ex-Anclafp; spostamento attività nel centro polifunzionale; creazione nuova area di compensazione n° 5	2014/2015	10	Riqualificazione a verde	GIÀ REALIZZATA
4	Rinaturalizzazione ambito Lura e recupero arco ex pista prove	2015	11	Nuovo ambito residenziale	2015/2018
5	Completamento rinaturalizzazione ambito Lura con il Parco delle Groane	2016	12	Compensazione connessa all'ambito residenziale esterna all'AdP	2015/2018
8	Riqualificazione ambito post EXPO	2016/2017			
7	Eventuale compensazione connessa all'area post EXPO	2016/2017			

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto di studio, un tempo occupato dal Polo Alfa Romeo, è oggi fortemente caratterizzato dalla presenza di edifici dismessi e da aree destinate a funzioni logistiche, che ne condizionano la percezione rispetto al contesto territoriale di riferimento.

Le aree ex Alfa Romeo coinvolgono i territori dei Comuni di Arese, Lainate, Rho e Garbagnate Milanese. La vicinanza ad alcune polarità urbane, quali il polo espositivo di Fieramilano e di Expo 2015, e ad alcuni nodi infrastrutturali, quali l'Autostrada Milano-Laghi, l'Autostrada Milano-Torino-Venezia, la Strada del Sempione e la Varesina, la Tangenziale Ovest e le ferrovie dello stato, rendono questo sito strategico per uno sviluppo dell'area metropolitana milanese per cui è necessario impostare un processo di recupero e sviluppo. Il sito rappresenta un fondamentale tassello nella trasformazione territoriale dell'area metropolitana di Milano non solo dal punto di vista urbanistico ma anche e soprattutto da quello ambientale.

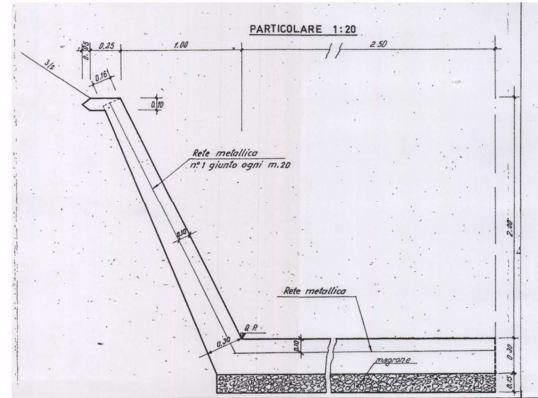
Sull'area d'intervento quindi si darà inizio ad un processo di riqualificazione urbanistica con l'obiettivo di valorizzare gli spazi esistenti e restituire agli abitanti un'area riconvertita, perfettamente integrata con il tessuto urbano circostante e dotata di verde e servizi. Il sito ospiterà funzioni miste: una parte residenziale e industriale, un centro commerciale, un centro guida sicura e un'area parco rientrante nell'ambito del PLIS del Lura.



Inquadramento territoriale

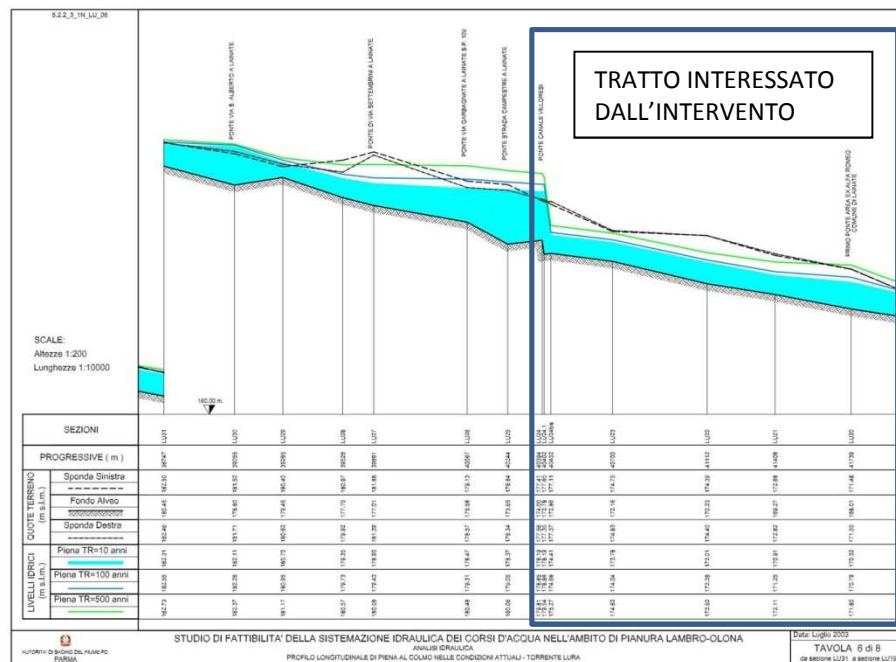
2.1. Il Torrente Lura

Allo stato attuale il corso del Torrente Lura risulta completamente artificializzato, ed è costituito da una sezione trapezia con parte inferiore in c.a. e parte superiore con sponde in terra.



La lunghezza della tratta oggetto d'intervento risulta pari a circa 1.000 m, con andamento rettilineo e pendenza longitudinale media complessiva pari a circa 0,39%. Per lo svolgimento delle attività progettuali sono stati implementati specifici rilievi topografici e di dettaglio sia relativamente al contesto circostante sia relativamente al fondo scorrimento e ai manufatti esistenti d'alveo e di attraversamento.

La sezione idraulica attuale risulta completata da argini in terra, secondo un andamento parzialmente coincidente con il piano campagna circostante, come meglio rappresentato dai profili idraulici di cui al rilievo topografico ed allo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona" relativo al Torrente Lura e redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel 2004.



Stralcio Attività 5.2.2: Analisi idraulica - Prodotto 5.2.2./3: Profilo longitudinale - Elaborato 5.2.2./3/1N/LU: Profilo longitudinale di piena al colmo nelle condizioni attuali dallo Studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino

2.2. Contratto di fiume Olona – Bozzente - Lura

La Regione Lombardia ha promosso, con DGR del 21.11.2003, n. 15121, l'Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale Contratto di fiume Olona – Bozzente - Lura con alcuni Enti Locali, gli Ambiti Territoriali Ottimali di Milano, l'Autorità di Bacino del fiume Po, l'AIPO e l'ARPA. Esso prevede un'azione sinergica delle

amministrazioni coinvolte per garantire: la sicurezza dei territori, il risanamento delle acque e più in generale una riqualificazione del bacino del fiume Olona, Bozzente, Lura.

Gli obiettivi del Contratto di Fiume sono:

- riduzione dell'inquinamento delle acque;
- riduzione del rischio idraulico;
- riqualificazione dei sistemi ambientali e paesistici e dei sistemi insediativi afferenti ai corridoi fluviali;
- condivisione delle informazioni e diffusione della cultura dell'acqua.

Il Contratto di fiume individua anche delle azioni specifiche per i diversi tratti del torrente Lura.

2.3. Piano particolareggiato di attuazione del Parco Lura

Il territorio del Parco del Lura, andando a tutelare un ulteriore tratto del corridoio ecologico del Torrente Lura, che dei 46 km totali del suo corso dalle colline dell'Olgiatese fino alla confluenza con l'Olona, ne vede ben 30 all'interno dei due PLIS "Sorgenti del Lura" (6 km) e "Valle del Torrente Lura" (24 km). Si tratta inoltre di un'azione strategica che garantisce il collegamento fra il "Parco del Lura", la "Dorsale Verde Nord Milano", il Canale Villoresi ed il "Parco Regionale delle Groane".

La valle del torrente Lura è un ambito costituito da una vallata che si snoda, in un ambiente piuttosto antropizzato, tra gli insediamenti urbani e industriali di una zona densamente abitata e urbanizzata, per la quale la presenza di un'area boscata e agricola costituisce un valore primario da tutelare.

Il P.L.I.S. Valle del Torrente Lura interessa le provincie di Milano, Como e Varese e i comuni di Lainate (MI), Caronno Pertusella, Saronno (VA), Rovello P., Rovellasca, Lomazzo, Bregnano, Cermenate, Cadorago, Guanzate, Bulgarograsso e Cassina Rizzardi (CO).

Il P.P.A. del Parco regola la pianificazione del Parco secondo la Delibera di Giunta Regionale 5/24483 del 1992 ed in particolare ha come obiettivi:

- 1) individuazione sul territorio di aree aventi diverso regime di tutela;
- 2) conservazione degli ambienti naturali e semi-naturali esistenti;
- 3) salvaguardia degli ambienti agricoli e del paesaggio agricolo tradizionale;
- 4) individuazione delle emergenze geologiche, in particolare quelle geomorfologiche ed idrologiche, al fine di adottare appropriati strumenti di tutela e miglioramento ambientale;
- 5) recupero delle aree degradate o abbandonate;
- 6) rilievo e contrasto delle attività incompatibili con gli interventi e gli scopi programmati per il territorio;
- 7) rilievo della rete idrica naturale e artificiale, con particolare riferimento alle sorgenti;
- 8) identificazione della rete di viabilità a servizio dell'attività agricola;
- 9) identificazione della rete di viabilità a servizio della fruizione.

2.4. PAI–Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Po

Il "Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico per il bacino idrografico di rilievo nazionale del Fiume Po", di seguito denominato PAI, è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione 26 aprile 2001, n. 18, ed approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 maggio 2001.

Il predetto Piano stralcio, secondo le disposizioni di cui alle relative Norme di Attuazione, definisce all'art. 1, comma 3, si prefigge l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del Fiume Po un livello di sicurezza appropriato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico, anche mediante l'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, per questo motivo individua le seguenti fasce di delimitazione delle aree di allagamento, come definite dall'art. 28 delle NTA del PAI:

- *Fascia di deflusso della piena (Fascia A)*, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento;
- *Fascia di esondazione (Fascia B)*, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento;
- *Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)*, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

Sulle aree oggetto di intervento non sono delimitate fasce fluviali nella specifica cartografia di piano.

All'art.19 "Opere di attraversamento" delle NTA il PAI prevede:

"1. Le nuove opere di attraversamento stradale o ferroviario, o comunque le infrastrutture a rete interessanti il reticolo idrografico non oggetto di delimitazione delle fasce fluviali nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, approvato con D.P.C.M. 24 luglio 1998 e nel presente Piano, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino."

2.5. Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona

L'Autorità di Bacino del Fiume Po ha svolto a partire dal 2002 lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona".

Nell'ambito dello stesso è stata svolta un'analisi idrologica ed idraulica di diversi corsi d'acqua del nord Milano tra cui il Torrente Lura con definizione delle aree di allagamento per eventi con tempo di ritorno 10, 100 e 500 anni e individuazione di un piano complessivo di messa in sicurezza del territorio riferito ad eventi centennali.

Questo studio è stato suddiviso in tre fasi:

- una prima fase avente per oggetto la conoscenza dello stato attuale dei corsi d'acqua naturali ed artificiali all'interno dell'ambito idrografico di interesse tramite rilievi topografici di sezioni trasversali dell'alveo, costruzione di un catasto delle opere idrauliche ed analisi della pianificazione urbana e territoriale e dei vincoli presenti;
- una seconda fase riguardante la definizione delle portate di piena di riferimento e l'analisi idraulica vera e propria dei corsi d'acqua;
- una terza ed ultima fase finalizzata alla valutazione delle condizioni di sicurezza del sistema difensivo e alla definizione dell'assetto di progetto dell'intero sistema fluviale.

Con Deliberazione n.12/2008 del 18/03/2008 del Comitato istituzionale, l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha approvato i dati conoscitivi contenuti negli strumenti predisposti, allo scopo di dare piena attuazione alle disposizioni di cui ai commi 2 e 3 dell'articolo 2 (attività conoscitiva) della legge 18 maggio 1989 n.183 e s.m.i.

Pertanto nelle verifiche di compatibilità di seguito esposte, si sono adottate le risultanze del citato studio relativamente allo stato del corso d'acqua ed alle portate di piena di riferimento.



Stralcio Attività 5.2.2: Analisi idraulica - Prodotto 5.2.2./4: Cartografia dell'analisi idraulica - Elaborato 5.2.2./4/1C/LU: Cartografia della delimitazione delle aree allagate e delle opere interferenti dallo Studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

La proposta progettuale in esame assume alcuni elementi al contorno quali vincoli planimetrici e altimetrici, esistenti e/o pertinenti ad altri progetti; in particolare si considerano:

- L'ambito di trasformazione C1/b, interessato dal permesso di costruire del Centro Commerciale;
- Gli interventi viabilistici connessi all'attuazione dell'ambito di trasformazione C1/b, sia relativamente alla strada di collegamento S.P. 119 – S.P. 109, sia di accessibilità interna (aree a parcheggio e viabilità merci);
- Il Piano Attuativo dell'ambito C1/d ludico ricreativo.

Si rimanda l'esame degli aspetti urbanistici connessi alle delimitazioni dei suddetti ambiti e delle conseguenti definizioni delle relative aree; di seguito si riporta stralcio del master-plan territoriale di riferimento di cui all'esame dell'osservatorio ambientale conferenza planaria del 15 aprile 2014.



L'andamento planimetrico del nuovo corso del Torrente Lura viene proposto secondo una soluzione progettuale che si sviluppa in sinistra orografica rispetto all'esistente, modificando l'attuale giacitura rettilinea

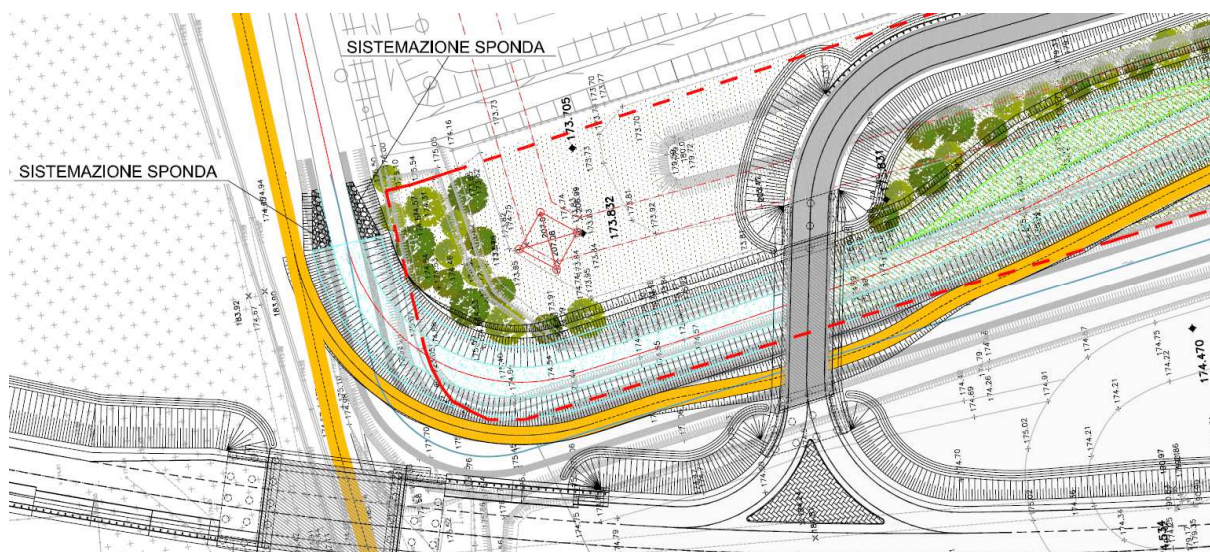
con l'introduzione di curvature flessuose di limitata entità al fine di contenerne lo sviluppo entro limiti di tolleranza al fine di non penalizzare la pendenza esistente.

La sezione di progetto rispetta alcune caratteristiche essenziali e si compone di:

- Alveo a sezione trapezia con fondo di larghezza pari a 5 m e arginature con scarpate naturali al 3/2 per una altezza assunta pari alla quota idraulica con tempo di ritorno 100 anni + 1 m di franco (complessivi circa 3,5 m);
- Formazione di argini di raccordo al piano campagna;
- Creazione di lanche lungo le flessuosità introdotte, con formazione di aree golenali a circa + 0,50 m dal fondo.
- Pista ciclabile in destra orografica, il cui andamento risulta per la gran parte coincidente con la sponda arginale, relativo attraversamento e ulteriore sviluppo in sinistra orografica;

Le quote di riferimento assunte risultano allo stato in favore di sicurezza, riscontrando che la portata con tempo di ritorno 100 anni risulta sempre contenuta nell'altezza dell'alveo a sezione trapezia, in grado di contenere anche le portate con tempo di ritorno di 500 anni.

Da un punto vista planimetrico l'intervento ha inizio prima dell'attuale curva, anticipando la stessa al fine di collocare il nuovo alveo sull'assetto necessario all'introduzione della pista ciclabile lungo la relativa altezza in corrispondenza dell'attraversamento previsto per l'accesso merci al comparto alfa romeo:



La sezione di raccordo tra l'alveo artificiale esistente e quello rinaturalizzato è prevista con rivestimento delle sponde in pietrame con inclinazione variabile tra la pendenza 2/1 attuale e la pendenza 3/2 degli argini in progetto.

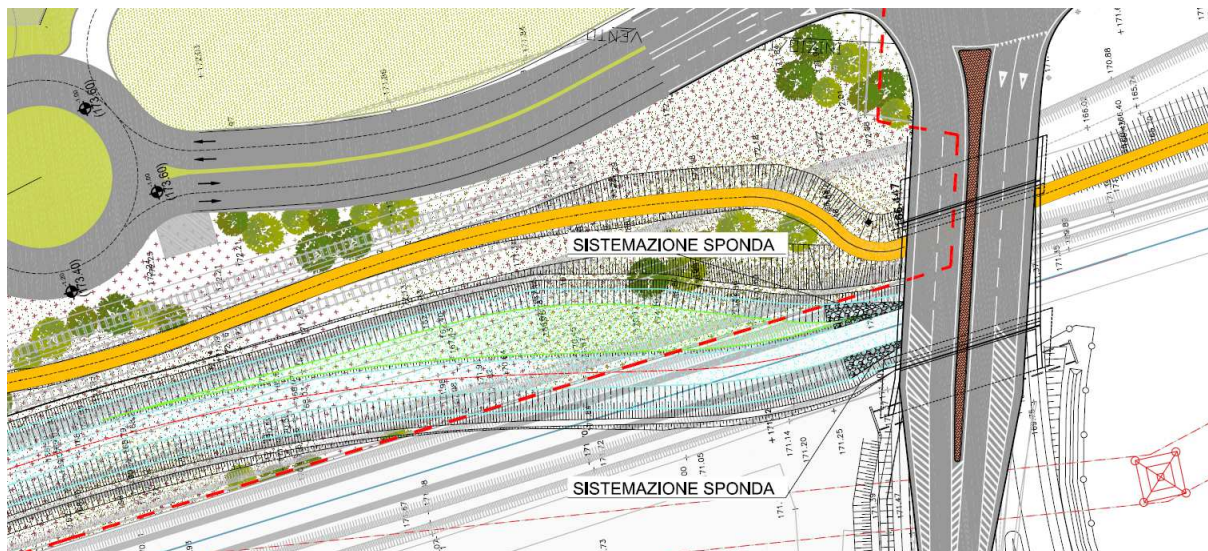
In corrispondenza della vicinanza del traliccio esistente è stato previsto un consolidamento dell'argine in progetto mediante rivestimento in pietrame.



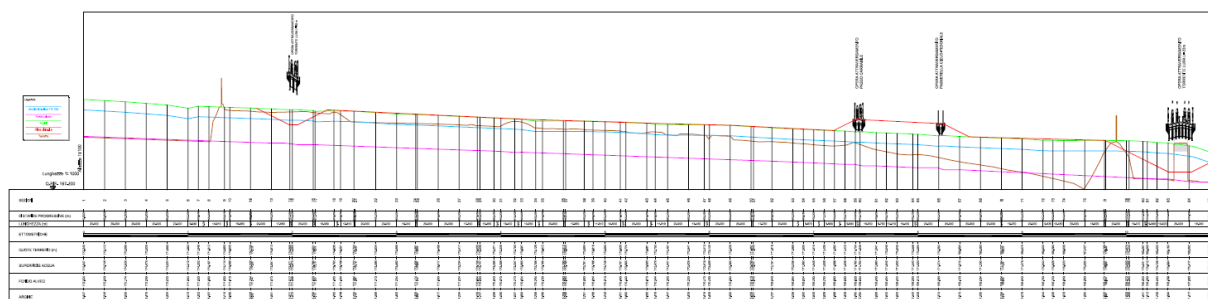
Lungo lo sviluppo della nuova sistemazione dell'alveo sono previsti due attraversamenti per il collegamento tra l'ambito C1/b e l'ambito C1/d, sia autoveicolare che ciclabile:



In corrispondenza del tratto finale dell'intervento è previsto un tratto di raccordo con l'alveo artificiale esistente mediante rivestimento delle arginature in pietrame, allo scopo di adeguare la pendenza degli argini stessi dal 3/2 in progetto al 2/1 dell'esistente manufatto:



Da un punto di vista altimetrico il profilo longitudinale raccorda con una unica pendenza il tratto di inizio con il tratto di fine dell'intervento di rinaturalizzazione; sulle base delle relative quote (sez. 6 171,95 m slm – sez. 85 167,93 m slm) e dello sviluppo (979 m) si determina una pendenza pari al 0,41%.



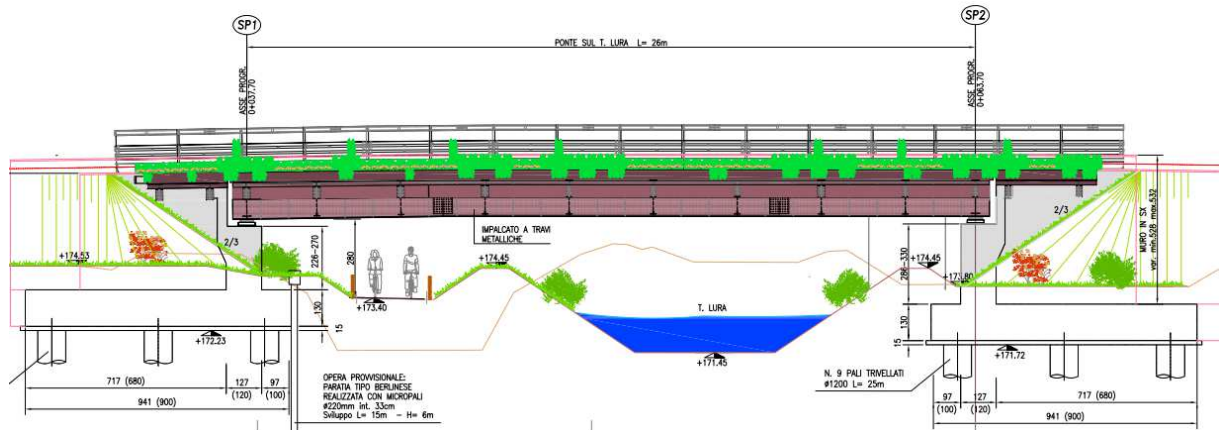
Le arginature di progetto sono state determinate mediante l'applicazione del modello idraulico per la determinazione profilo dell'acqua sulla portata con tempo di ritorno 100 anni, con l'aggiunta di 1 m di franco idraulico. Conseguentemente i ponti di attraversamento sono stati collocati da un punto di vista altimetrico per rispettare il franco idraulico e per rispettare l'altezza necessaria al passaggio della pista ciclopedonale.

La pista ciclopedonale si sviluppa plano-altimetricamente lungo l'argine in progetto, costituendo essa stessa l'alzaia del nuovo alveo rinaturalizzato; la pista ciclabile si discosta dall'argine in corrispondenza del sottopassaggio ai ponti in progetto – accesso merci nord e S.P. 119 sud, mentre in corrispondenza del ponte di collegamento tra l'ambito C1/b e C1/d l'attraversamento della ciclabile rispetto alla strada avviene a raso.

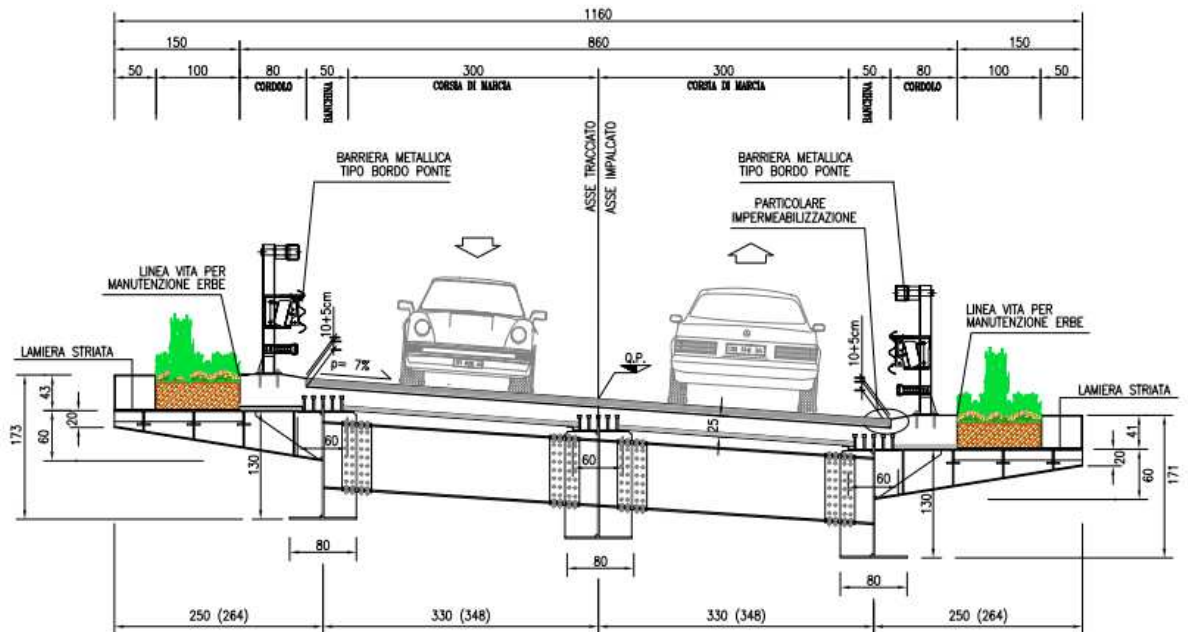
Gli attraversamenti sul Torrente Lura previsti in progetto sono (in ordine da nord verso sud):

- Viabilità di accesso merci: il ponte di sovrappasso del Torrente Lura, necessario per raccordare la viabilità di collegamento tra la S.P. 119 e la S.P. 109, ubicato tra le sezioni 13e 16, si sviluppa ad una quota tale da garantire il sottopassaggio della pista ciclabile con franco di 2,50 m che si sviluppa lungo la sponda del Torrente Lura, pertanto garantisce abbondantemente il franco idraulico richiesto;

PONTE SU TORRENTE LURA L=26.00m - PROSPETTO scala 1:100

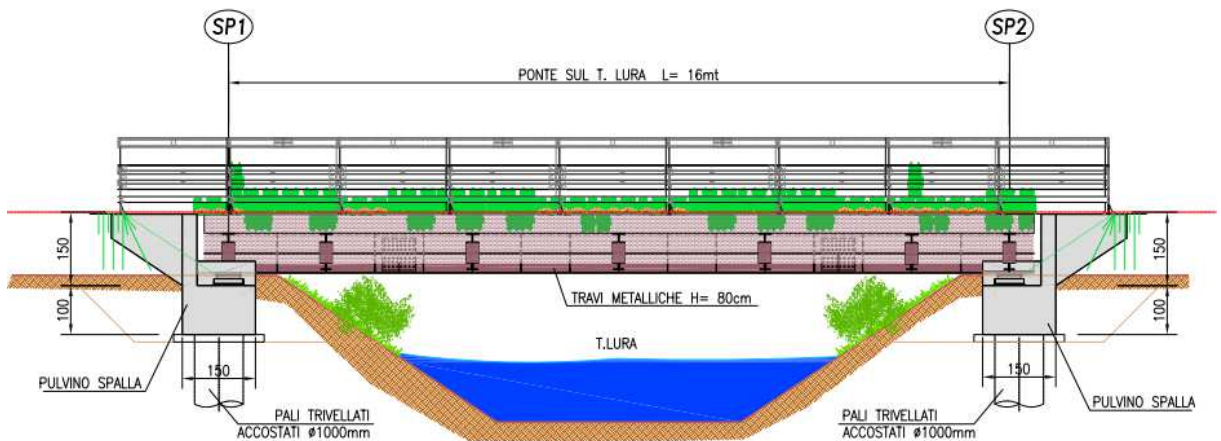


PONTE SU TORRENTE LURA L=26.00m - SEZIONE scala 1:100

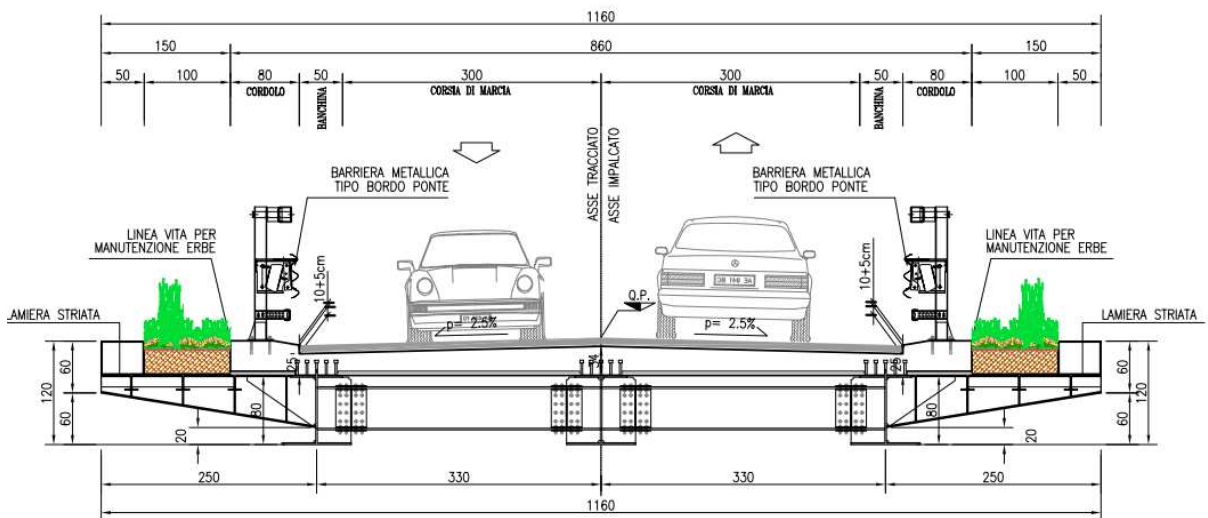


- Viabilità di collegamento al comparto C1/d: il ponte di sovrappasso previsto tra le sezioni 58 e 61 viene ipotizzato alla quota determinata dalla viabilità interna dell'ambito di sviluppo, coerente con i piazzali esistenti; tale quota assunta l'altezza dell'impalcato necessaria, garantisce un franco idraulico pari a 1 m rispetto alla portata con tempo di ritorno 100 anni;

PASSERELLA CARRABILE - PROSPETTO scala 1:100

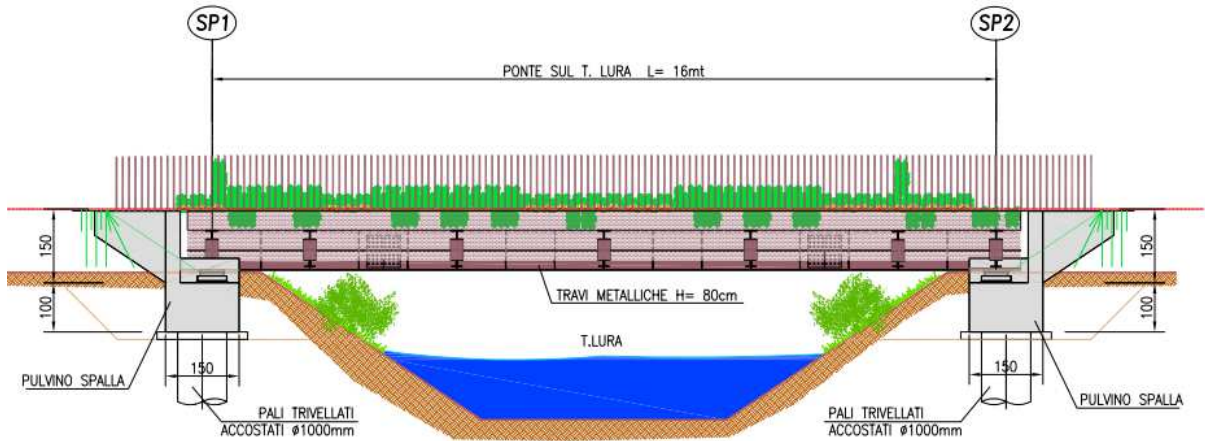


PASSERELLA CARRABILE - SEZIONE TRASVERSALE IN RETTO scala 1:50

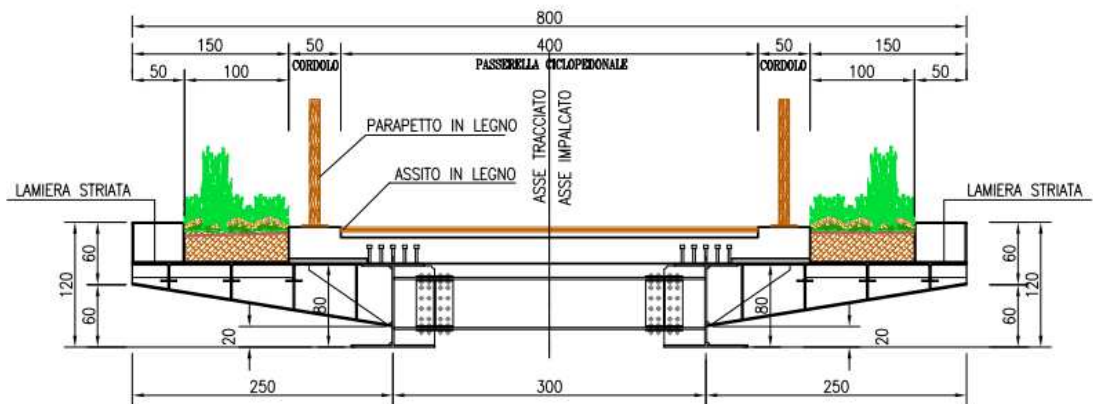


- Pista ciclopedonale: per lo sviluppo del relativo tracciato è previsto un nuovo ponte, tra le sezioni 66 e 67, le cui quote di imposta garantiscono un franco idraulico pari a 1 m rispetto alla portata con tempo di ritorno 100 anni.

PASSERELLA PEDONALE - PROSPETTO scala 1:100

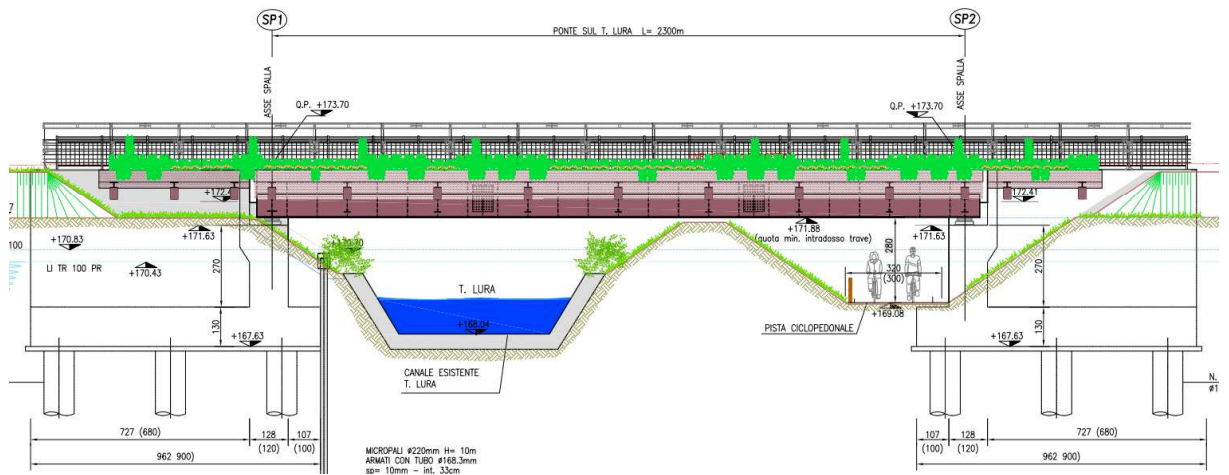


PASSERELLA CICLOPEDNALE - SEZIONE TRASVERSALE IN RETTO scala 1:50

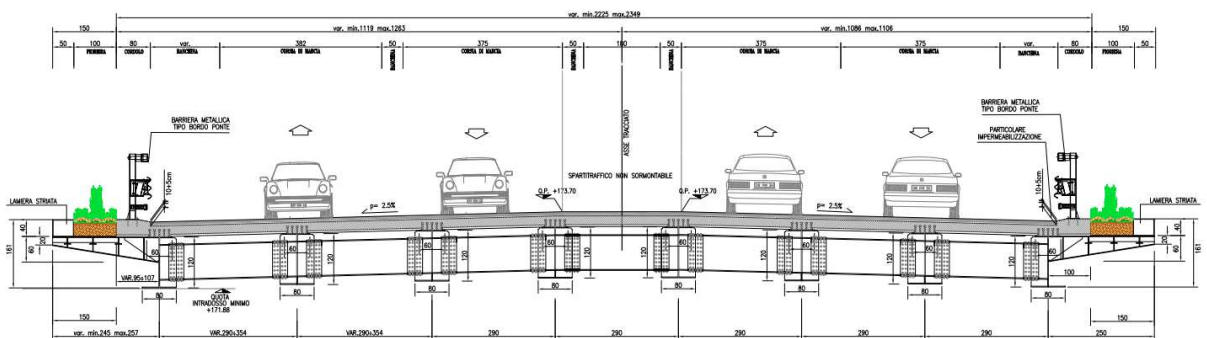


- Allo stato attuale per il manufatto di attraversamento della S.P. 119, tra le sezioni 83 e 84, si riscontra la criticità di un insufficiente franco idraulico, pertanto nell'ambito degli interventi di adeguamento di tale ponte, previsti per le sistemazioni viarie di raccordo alle opere di ampliamento a 5^a corsia dell'autostrada A8/9, sono previste le necessarie modifiche altimetriche e planimetriche.

PONTE SU TORRENTE LURA L=23.00m - PROSPETTO scala 1:100



PONTE SU TORRENTE LURA L=23.00m - SEZIONE scala 1:100



3.1. Sezioni tipo e particolari costruttivi

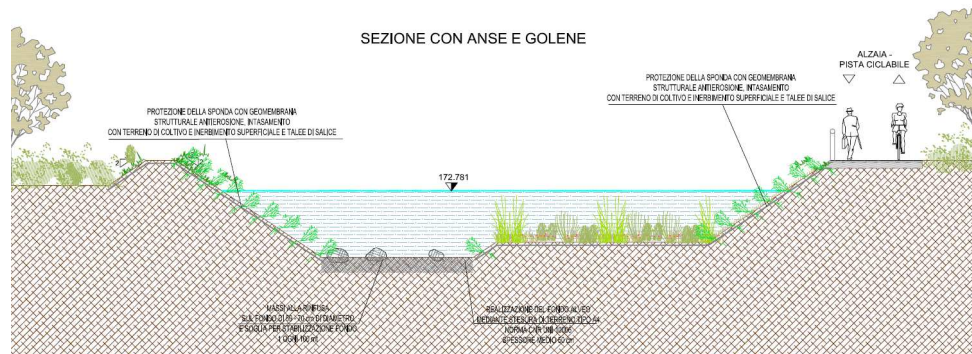
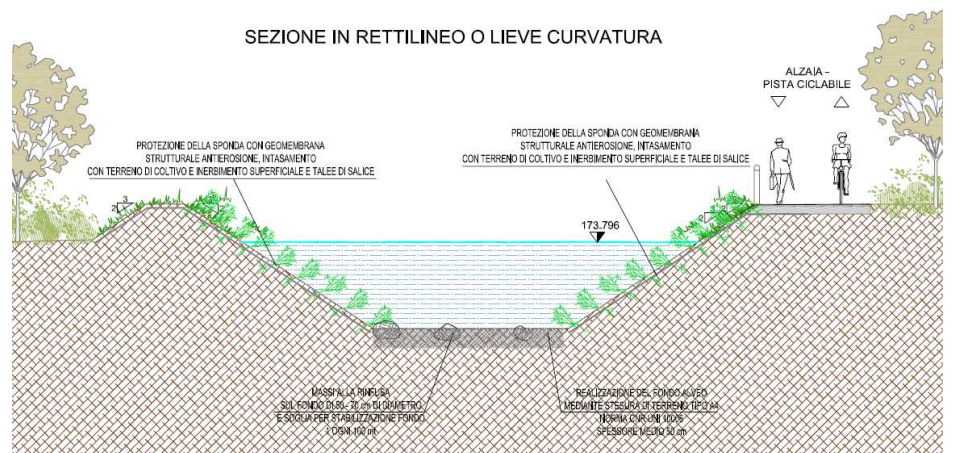
Le sistemazioni spondali previste sono finalizzate all'introduzione di elementi di naturalità al fine di un corretto inserimento ecosistemico e paesaggistico del nuovo corso fluviale.

Le opere idrauliche in progetto hanno lo scopo di risolvere le interferenze con i corsi d'acqua attraversati e di riprofilare i tratti di alveo prossimi all'attraversamento.

Nella progettazione delle opere sono stati tenuti in considerazione i seguenti aspetti fondamentali:

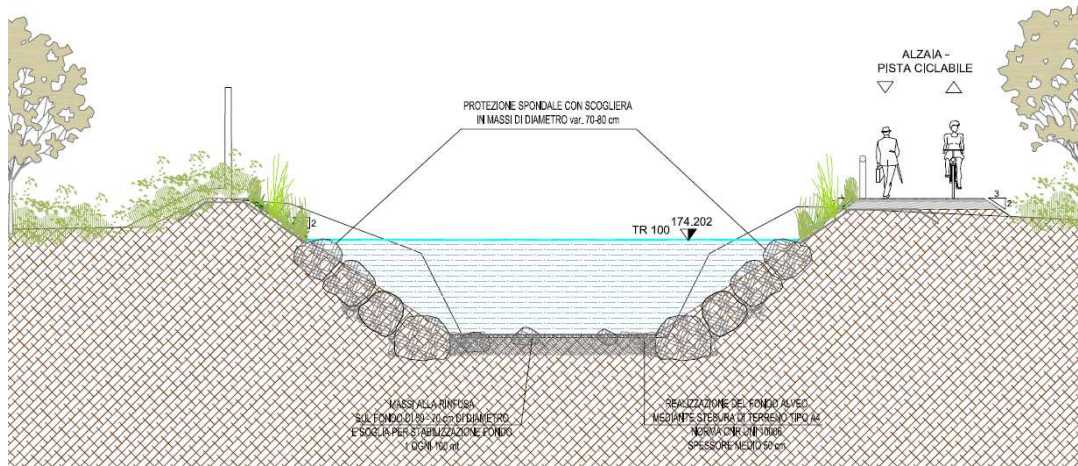
- non modificare in maniera significativa i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale;
- non creare significativo ostacolo al deflusso delle portate e non limitare in modo significativo la capacità di invaso;
- non incrementare il carico insediativo;
- minimizzare gli impatti prodotti dalle opere sul territorio e prevedere il corretto inserimento paesistico delle stesse.

La sistemazione prevalente è costituita da un alveo naturale, composto da uno strato di regolarizzazione dello scavo e posa di talle di salice sulle sponde.



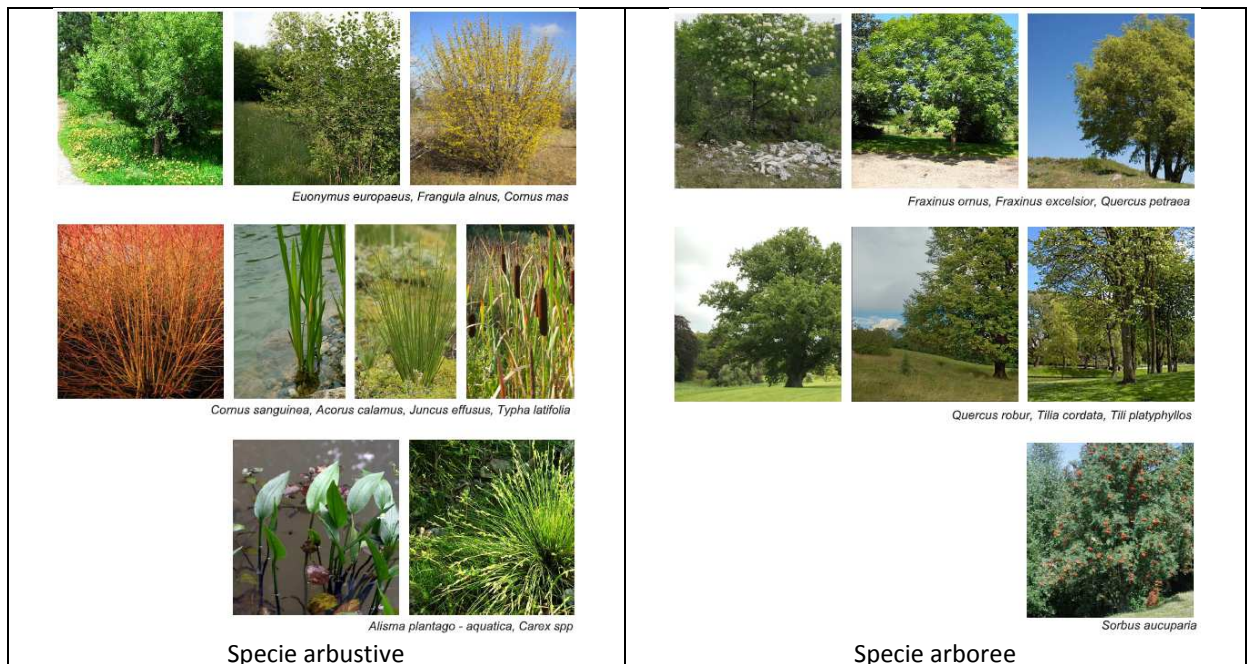
In corrispondenza dei tratti di possibile erosione, sono stati previsti interventi di consolidamento e difesa spondale con posa di blocchi di cava a formazione di scogliera:

TRANSIZIONE ALVEO ARTIFICIALE ESISTENTE-ALVEO RINATURALIZZATO



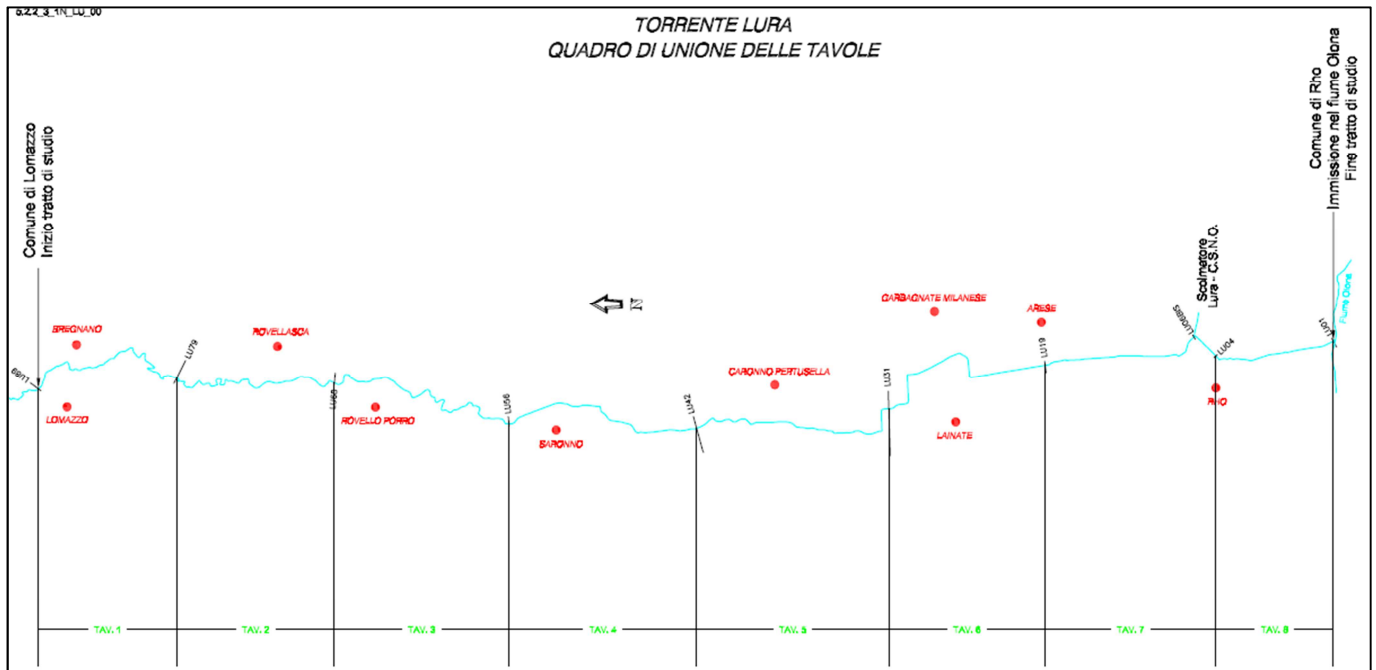
I tratti interessati da difese spondali sono: i raccordi al manufatto esistente, a monte e a valle e la curva di inizio deviazione a nord nonché i tratti adiacenti agli elementi infrastrutturali esistenti e in progetto.

Le opere a verde previste a completamento dell'intervento di rinaturalizzazione, sono state articolate anche in relazione al contesto e alla coerenza con gli adiacenti interventi di trasformazione di cui all'ambito C1/b e C1/d, al fine di definire un disegno organico e coerente; le specie arbustive e arboree individuate nell'ambito del progetto preliminare sono qui riconfermate e precisamente sono le seguenti:



4. CARATTERISTICHE DEL TORRENTE LURA

Si riportano di seguito le principali caratteristiche del Torrente Lura come desunte dallo Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.



4.1. Caratterizzazione dell'asta fluviale

4.1.1 Generalità

Il torrente Lura nasce ad un'altitudine di 450 m s.l.m. tra Como e Varese; si sviluppa da Nord verso Sud, ha una lunghezza totale, fino alla confluenza nel fiume Olona a Rho, in località Campagna Bastaia, di circa 44 km. Il bacino del Lura, che ha una superficie complessiva di circa 130 km² alla confluenza in Olona, ha caratteristiche territoriali differenti nella sua parte montana e nella parte valliva, da cui dipendono le modalità di formazione e di propagazione delle piene.

Sino a Saronno il Lura è caratterizzato da bacini afferenti prevalentemente naturali, anche se non sono trascurabili gli apporti di alcune aree urbanizzate, da un alveo prevalentemente naturale e da assenza di allagamenti per la piena di riferimento; mentre da Saronno in poi è caratterizzato da un elevato livello di antropizzazione, da bacini afferenti prevalentemente urbani e da alveo prevalentemente canalizzato e con numerosi tratti tombinati (a Saronno, Passirana e Rho), tranne che per un tronco compreso tra Saronno e Lainate (tra le sezioni LU47bis e LU24) ove tanto i bacini afferenti quanto l'alveo hanno caratteristiche prevalentemente naturali.

4.1.2 Tipologia e geometria dell'alveo

Fino a Saronno il torrente Lura scorre in un alveo naturale con andamento sinuoso, con sezioni caratterizzate da alveo di magra molto ben incassato e definito (largo mediamente 6+8 m per un'altezza che raramente supera i 2 metri) e costeggiato da ampi spazi golenali ben incassati rispetto al piano campagna circostante, mentre per tutta la restante parte d'alveo del Lura risulta canalizzato con andamento rettilineo, generalmente

privo di argini laterali, tranne che tra le sezioni LU47bis e LU24, dove l'alveo è prevalentemente naturale. Come per altri corsi d'acqua del Nord – Milano anche il Lura presenta una conformazione d'alveo a imbuto, con sezioni progressivamente più strette procedendo da monte verso valle.

4.1.3 Sistema difensivo

Fino a Saronno l'alveo è naturale e generalmente privo di opere di difesa; fino a Rovellasca il sistema difensivo è costituito da sporadiche difese di sponda in calcestruzzo e in gabbioni.

A valle di Rovellasca l'alveo del torrente è ancora generalmente privo di opere di difesa e solo per brevi tratti è costeggiato da muri di edifici costruiti direttamente a ridosso dell'alveo stesso, e da opere di difesa locali in calcestruzzo, in gabbioni o in massi. Alcuni brevi tratti del torrente sono stati anche regolarizzati, per quanto riguarda la pendenza trasversale, mediante piccoli salti di fondo e protezioni spondali in massi. Per un breve tratto prima dell'imbocco della tombinatura di Saronno l'alveo è ancora costeggiato da muri di edifici.

A valle di Saronno, dopo la tombinatura lunga circa 500 m, il Lura scorre incanalato per circa 1,0 km all'interno dei muri degli edifici a ridosso dell'alveo, quindi dopo un tratto di alveo naturale lungo circa 3,7 km con sporadiche opere di contenimento rappresentate da muri di fabbricati industriali, il Lura per circa 2,0 km scorre nel tratto di alveo integralmente rivestito a ridosso dei fabbricati dell'Alfa Romeo. Dopo aver attraversato la tombinatura di Passirana (lunga circa 300 m), il Lura entra a Rho dove l'alveo è interamente rivestito fino alla confluenza in Olona per circa 3,5 km, dei quali circa 1,5 tombinati. Alcuni dei tratti canalizzati sono stati coperti applicandovi, per motivazioni di natura prevalentemente igienica, delle coperture in policarbonato. nel tratto di valle (sezioni LU11 e LU7) il rivestimento dell'alveo è delimitato per circa 650 metri da delle arginature in froldo lungo entrambe le sponde, alte circa 2,0 metri sul piano campagna.

In località Storta del Lura (appena a monte di Rho, tra le sezioni LU6 e LU5) è stato realizzato il manufatto di presa per lo scolmo verso il C.S.N.O.; è costituito da una paratoia che intercetta i deflussi sul Lura, favorendo lo sfioro attraverso una soglia mista (parte libera lunga circa 10 m, parte mobile costituita da due paratoie a ventola per una luce totale di circa 6 m) posta in sponda sinistra. L'opera è anche munita di un canale di by-pass per la pulizia e la manutenzione e di uno sgrigliatore meccanico per l'intercettazione dei materiali grossolani trasportati dalla corrente.

4.1.4 Opere interferenti

Complessivamente il Lura nel tratto di studio è attraversato da 41 attraversamenti; l'elevato livello di urbanizzazione è confermato anche dall'elevata frequenza con cui si susseguono i ponti, mediamente uno ogni 500 metri. Tratti tombinati Complessivamente le tombinature sul torrente Lura ammontano a circa 2,1 km, distribuiti tra Saronno (circa 500 metri), Passirana (circa 300 metri) e Rho (per complessivi 1300 metri).

4.1.5 Caratteristiche territoriali

Fino a Saronno il livello di urbanizzazione è basso, solo nell'attraversamento dei comuni di Rovellasca e Rovello Porro il territorio è interessato da aree residenziali e da attività produttive, mentre per il resto prevalgono le attività agricole e le zone destinate a verde, come il territorio del Parco Lura, tra le sezioni LU70 e LU67. Da Saronno fino alla confluenza in Olona il territorio attraversato è densamente urbanizzato, con prevalenza di aree residenziali, produttive e destinate a servizi; solo tra le sezioni LU42 e LU39 e tra le sezioni LU35 e LU32 ci sono dei territori destinati a uso agricolo.

4.1.6 Piena di riferimento

La piena di riferimento assunta come base di progetto per il Lura è quella con tempo di ritorno pari a **100 anni**, che l'Autorità di Bacino ha convenuto essere la più adeguata, tenuto conto delle caratteristiche fisiche del bacino e dell'asta fluviale, al fine di garantire la sicurezza.

Il Lura è alimentato da bacini prevalentemente naturali fino a Saronno, e tra le sezioni LU41 e LU24 (Canale Villorosi) mentre per tutta la restante parte da bacini prevalentemente urbani.

A partire dalla condizione di monte all'inizio del tratto (in corrispondenza della sezione LU89 a Lomazzo), in cui l'analisi idraulica ha valutato una portata al colmo per $T_R=100$ anni di $58,8 \text{ m}^3/\text{s}$, la portata al colmo ha una variabilità molto limitata fino a Saronno (valore massimo di circa $68,0 \text{ m}^3/\text{s}$). All'imbocco della tombinatura di Saronno la portata si riduce drasticamente a circa $40 \text{ m}^3/\text{s}$, valore compatibile con il funzionamento in pressione della predetta tombinatura. A valle di Saronno, in corrispondenza del rientro in alveo dei volumi esondati precedentemente, la portata in alveo si riattesta al valore di circa $63 \text{ m}^3/\text{s}$, per continuare a crescere fino a circa $68,0 \text{ m}^3/\text{s}$. La portata diminuisce nuovamente attraversando i comuni di Caronno Pertusella e Lainate, assumendo valori non superiori a $35 \text{ m}^3/\text{s}$. Procedendo ancora verso valle, avvicinandosi a Rho la portata dell'alveo diminuisce ancora, fino ad arrivare a $20 \text{ m}^3/\text{s}$ all'imbocco della tombinatura di Passirana. A valle della tombinatura la portata è di circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$, che corrisponde al valore che si presenta alla presa per il C.S.N.O., a valle della quale transitano $17 \text{ m}^3/\text{s}$, che si mantengono pressoché costanti fino alla confluenza nell'Olonà.

4.2. Valutazione delle condizioni di sicurezza dell'asta fluviale

4.2.1 Capacità di deflusso dell'alveo

Fino a Saronno l'alveo inciso del torrente Lura è generalmente sufficiente al contenimento delle piene sia per $T_R=10$ anni che per $T_R=100$, e laddove si verificano delle insufficienze, gli allagamenti sono prevalentemente contenuti negli spazi golenali che costeggiano il torrente.

Come per altri corsi d'acqua del Nord Milano, il torrente Lura presenta una conformazione d'alveo a imbuto, con una capacità idraulica che va progressivamente diminuendo da monte verso valle.

Da Saronno verso valle, l'alveo risulta essere quasi ovunque insufficiente al deflusso della piena di riferimento, che solo in poche sezioni viene contenuta in alveo, e in genere questo accade con franchi inferiori a 50 cm ; in alcuni casi, a fronte di una capacità di deflusso sufficiente dell'alveo, i terreni limitrofi al corso d'acqua sono comunque allagati per effetto del deflusso lungo i rami laterali che si sono creati per effetto delle esondazioni da monte. Gli unici tratti in cui l'alveo è sufficiente al deflusso della corrente anche nel rispetto dei franchi di 50 cm e non si hanno neanche rami di deflusso laterale, sono quelli tra le sezioni LU47bis e LU43 a Saronno e tra le sezioni LU24 e LU20 a Lainate.

Si verificano inoltre delle esondazioni anche in corrispondenza della confluenza del Lura nel fiume Olona, dovute essenzialmente all'incapacità del recettore finale di smaltire la portata in arrivo, che quindi viene rigurgitata; gli allagamenti, che si verificano soprattutto in sponda sinistra, si vanno ad appoggiare alle arginature dell'Olonà e a quelle del C.S.N.O..

Anche la piena per $T_R=10$ anni causa esondazioni localizzate, soprattutto tra Origgio e Garbagnate (sezioni LU35 e LU24.1) e dall'attraversamento della A8 (sezione LU16) fino alla confluenza nel fiume Olona. Un grosso ostacolo al deflusso della corrente è rappresentato dai numerosi ponti, che rappresentano spesso un restringimento dell'alveo; ben venticinque dei quarantuno ponti presenti funzionano in pressione o vengono addirittura tracimati, dei restanti solo sei funzionano con un franco di almeno un metro, e la maggior parte di questi sono localizzati a monte di Saronno. Saronno (che ha una capacità di trasporto di circa $30 \text{ m}^3/\text{s}$ a fronte di un colmo di piena in arrivo relativo all'evento di riferimento di circa $65 \text{ m}^3/\text{s}$) funziona in pressione, quelle di Passirana (che ha una capacità di trasporto di circa $20 \text{ m}^3/\text{s}$ a fronte di un colmo di piena in arrivo relativo all'evento di riferimento $42 \text{ m}^3/\text{s}$) e di Rho (che ha una capacità di smaltimento non superiore a $15 \text{ m}^3/\text{s}$) vengono tracimate.

4.2.2 Condizioni di protezione fornite dalle opere idrauliche presenti

Le difese spondali esistenti risultano in genere strutturalmente e idraulicamente adeguate a svolgere la loro funzione difensiva; occorre solo segnalare un fenomeno di dissesto localizzato per una lunghezza di circa 25 metri , in corrispondenza di un muro arginale a monte del confine tra Saronno e Rovello Porro (sezione LU60).

Per quanto riguarda le opere di contenimento, il muro arginale a valle della sezione LU58 in sponda destra risulta inadeguata al deflusso della corrente; da Saronno in poi, tutte le opere di contenimento esistenti vengono aggirate dalla corrente, dal momento che le numerose esondazioni generano dei rami di deflusso

laterale nei quali la portata in transito scorre per lunghi tratti a tergo di tali opere, che pertanto possono considerarsi inadeguate. Le opere trasversali esistenti lungo il corso d'acqua non presentano situazioni di inadeguatezza.

4.2.3 Compatibilità idraulica delle opere interferenti

La compatibilità idraulica dei ponti in questione, valutata in funzione di quanto prescritto per i "ponti esistenti" dalla Direttiva Infrastrutture dell'Autorità di Bacino del Po, e valutata anche in funzione dell'altezza del rigurgito prodotto dal manufatto, nonché dall'assetto territoriale dell'area interessata dall'allagamento, è quella indicata nel prospetto che segue:

	1° tratto	2° tratto	Intera asta
Ponti non adeguati e incompatibili	3	12	15
Ponti non adeguati, ma compatibili	4	16	20
Ponti adeguati	5	1	6
Totale	12	29	41

4.2.4 Domanda e grado di sicurezza della regione fluviale

La domanda di sicurezza è generalmente moderata fino alla sezione LU75 in Comune di Lomazzo, salvo alcune zone residenziali lungo le due sponde ai margini dei limiti d'indagine nei centri abitati di Lomazzo e Bregnano; dalla sezione LU75 alla sezione LU70, nell'attraversamento del centro abitato di Rovellasca, è invece generalmente elevata, mentre è adeguata fino alla sezione LU67, in corrispondenza del territorio del parco del Lura; dalla sezione LU67 alla sezione LU63, nell'attraversamento del centro abitato di Rovello Porro, la domanda di sicurezza è nuovamente elevata; fino alla sezione LU63 è generalmente adeguata, salvo alcune zone in sponda destra in località Cascina Costa di Rovello, ove insistono delle aree residenziali; dalla sezione LU63 fino alla confluenza in Olona la domanda di sicurezza è ovunque elevata, dal momento che il Lura attraversa numerosi centri abitati, come Saronno, Caronno Pertusella, Lainate e Rho; fanno eccezione alcuni brevi tratti in cui la domanda di sicurezza è moderata.

Per quanto riguarda il grado di sicurezza, fino a Saronno si mantiene almeno adeguato, se non in alcuni casi addirittura molto elevato; da Saronno in poi invece sono numerosi i tratti in cui si hanno delle situazioni di insufficienza, in particolare a Saronno tra le sezioni LU53 e LU47bis, a Caronno Pertusella tra le sezioni LU41 e LU35 (ove insistono anche delle zone con grado di sicurezza molto insufficiente) e tra la sezione LU15 e LU9bis; infine, inoltre, tra le sezioni LU32bis e LU25 a Lainate, tra le sezioni LU20 e LU15 a monte dell'autostrada A8 Milano – Laghi e a Rho tra le sezioni LU9bis e LU4.6 il grado di sicurezza risulta essere molto insufficiente.

4.3. **Criticità complessive lungo l'asta**

Alla luce delle considerazioni di cui sopra, l'Autorità di Bacino riassume come segue le condizioni attuali di criticità dell'asta fluviale del torrente Lura:

- fino a Saronno non si registrano particolari situazioni di criticità, essendo le piene generalmente contenute in alveo o nelle aree di espansione golenale;
- da Saronno fino alla confluenza in Olona il Lura presenta una conformazione d'alveo ad imbuto, e la capacità di deflusso del corso d'acqua diminuisce drasticamente passando da 65 a 20 m³/s, di conseguenza l'alveo è generalmente incapace di contenere la piena di riferimento, spesso anche a causa di numerosi manufatti di attraversamento incompatibili con la suddetta piena. Gli allagamenti spesso interessano zone urbanizzate nei comuni di Saronno, Caronno Pertusella, Lainate e Rho, quindi sono numerose le zone in questo secondo tratto caratterizzate da grado di sicurezza insufficiente o addirittura gravemente insufficiente;
- è necessario inoltre limitare il più possibile i valori delle portate massime nel tratto terminale del Lura, non solo per le ridotte capacità di trasporto del tratto stesso e della tombinatura di Rho, ma anche per limitare quanto più possibile l'entità delle portate massime scaricabili dal Lura nel suo recettore finale (il

fiume Olona). Questa necessità deriva dall'esigenza di non sovraccaricare l'Olona più dello strettamente necessario, considerando che l'Olona riceve i contributi dei torrenti Bozzente, Guisa più Nirone e Pudiga e considerando anche le consistenti limitazioni di portata nell'attraversamento di Milano;

- sono presenti 41 ponti di cui 35 non adeguati, 20 dei quali sono comunque compatibili idraulicamente con la piena di riferimento, mentre i restanti 15 sono incompatibili;
- tutte le tombinature sono inadeguate al trasporto della piena di riferimento, in particolare quella di Saronno funziona in pressione, mentre quelle di Passirana e di Rho vengono addirittura tracimate.

Vista la generale insufficienza dell'alveo al trasporto della piena di riferimento, ed anche per quella con tempi di ritorno decennali, è evidente che la presenza dello scolmatore in C.S.N.O. ricopre un ruolo importante nell'assetto del corso d'acqua, essendo in grado di dimezzare la portata in arrivo nella condizione attuale (da 28 a 14 mc/s).

4.4. Livelli idrici e portate di piena

Tramite la modellazione l'Autorità di Bacino individua gli idrogrammi di piena che nello stato attuale si formano in tutte le sezioni dell'asta principale del Lura e, contemporaneamente, dei profili idrici di moto lungo tutti i tratti dell'asta medesima, per tempi di ritorno di 10, 100 e 500 anni.

In generale si riscontra la notevole influenza dei manufatti di attraversamento sulla dinamica fluviale. In tutto il tratto oggetto di studio da parte dell'Autorità di Bacino (25 km) si contano 45 attraversamenti, di cui solo 8 con franco adeguato e ben 25 con funzionamento in pressione o con sormonto. Tale caratteristica determina per ampi tratti il profilo idrico con regimi di rigurgito che spesso inducono un effetto di crisi catena: il ponte a valle con il proprio effetto di rigurgito porta alla crisi il ponte a monte.

Tutti i tombotti modellati (Saronno e Rho) presentano funzionamento in pressione e livelli idrici di sormonto della struttura con attivazione dei deflussi laterali.

A livello di dettaglio si ha il seguente assetto idraulico:

- una generale compatibilità dell'alveo dalla sezione LU 89 alla sezione LU 59 per portate centennali o superiori, con locali insufficienze determinate per lo più da manufatti di attraversamento (sezione LU 67) o tendenza ad esondazione nel fondovalle non urbanizzato;
- una tendenza ad esondazioni nel tratto urbano di Saronno dalla sezione LU 58 alla sezione LU 47ter per effetto del limite imposto dal tratto tombinato con capacità di deflusso assai più limitante rispetto al restante assetto d'alveo;
- un breve tratto canalizzato con livelli contenuti in alveo e manufatti con scarsa interferenza ad eccezione di situazioni puntuali tra la sezione LU 47ter e la sezione LU 40bis (passaggio da zona ad alveo inciso a zona ad alveo pseudo-pensile);
- un ampio tratto con effetto significativo di laminazione della portata ed invaso nelle aree golenali caratterizzate da zone agricole e/o boschive in prevalenza e da zone localizzate urbane (Caronno Pertusella, Lainate, ecc.). E' sintomatico come la portata al colmo alla sezione LU 40bis si ritrovi pressoché dimezzata in valore assoluto alla sezione LU 24.1. Tale capacità di laminazione in parte "naturale" dell'asta è già efficace per il corretto equilibrio fluviale e necessita unicamente di adeguamenti a monte;
- un breve tratto canalizzato con livelli contenuti in alveo e manufatti con scarsa interferenza dal canale Villorresi alla sede della A8¹;
- il tratto vallivo di Rho ove i tiranti idrici superano abbondantemente i livelli spondali ed i manufatti si presentano generalmente insufficienti.

¹ tratto oggetto di rinaturalizzazione nel presente progetto

4.5. Perimetrazione delle aree di allagamento

Dal confronto tra il valore del livello idrico calcolato nelle diverse sezioni, la morfologia delle sezioni rilevate e le cartografie aerofotogrammetriche comunali a scala 1:2.000, l'Autorità di Bacino ha perimetrato le aree di allagamento per tempi di ritorno di 10, 100 e 500 anni. La perimetrazione ha tenuto conto di tutte le informazioni acquisite tramite sopralluoghi diretti, nonché delle informazioni storiche.

Come già evidenziato, infatti, lungo l'asta del torrente Lura si susseguono tratti a diverso regime idraulico (alveo in attraversamento urbano, alveo naturale con poche golene, alveo canalizzato, alveo inciso limitato con piano campagna che non presenta limiti morfologici certi all'esondazione). Ciascun tratto ha richiesto pertanto un apposito schema di modellazione che potesse tener conto sia dei fenomeni di invasione sia del fatto che durante una piena si possono formare filoni di corrente che si muovono nelle piane inondabili. I risultati di ciascuno schema modellistico sono quindi stati interpretati al fine di individuare le varie aree di allagamento:

- le zone direttamente allagate per fuoriuscita di acqua di piena dall'alveo;
- le zone interessate da correnti fuori alveo nelle quali l'allagamento è dovuto a un'esondazione avvenuta più a monte;
- le zone interessate da allagamento da valle per effetto del rigurgito indotto da manufatti e dal superamento delle sponde in tratti a valle con risalita a tergo delle difese;
- le zone protette da strutture ma comunque soggiacenti al livello delle acque di piena che possono essere inondate a causa della presenza di elementi di connessione idraulica (es. sottopassi, rigurgiti tramite la rete fognaria, ecc.).

In generale, per eventi di tempo di ritorno 100 anni, si evidenzia che:

- nel primo tratto il Lura presenta caratteristiche di alveo confinato in attraversamento dei centri urbani (Lurate Caccivio e Bulgarograsso) con esondazioni localizzate per insufficienza d'alveo e/o manufatti. Tali informazioni derivano dall'analisi speditiva sulle sezioni del rilievo '97 della Regione Lombardia;
- su tutto il tratto intermedio in cui il Lura presenta le caratteristiche di alveo naturale, da Guanzate a Saronno, si hanno esondazioni poco diffuse a causa delle buone dimensioni dell'alveo inciso e della scarsa presenza di manufatti che ostacolano il deflusso. In tale tratto pertanto non si manifestano evidenti fenomeni di laminazione naturale dell'onda;
- nella parte da Saronno al canale Villoresi, in cui l'alveo è praticamente canalizzato in zone urbane o arginate nelle zone extra-urbane, si riscontrano allagamenti diffusi con effetti sensibili di laminazione dell'onda di piena e limite alle portate al colmo a valle. La situazione presenta sia elementi di criticità (attraversamento di Saronno) sia elementi positivi (spogliamento naturale nella zona tra Caronno Pertusella e Lainate);
- la situazione che si riscontra infine nell'attraversamento di Rho (dalla sede della A8 all'Olonza), è critica a causa della presenza di allagamenti diffusi lungo tutto il corrispondente tronco fluviale. In queste zone non si può definire quale sia il manufatto (ponte) determinante le maggiori limitazioni e definire se, una volta che questo venisse adeguato, si possano determinare significative riduzioni dei livelli di piena del Lura, in quanto tutto il sistema torrente, confinato dalla pressione antropica sulle sponde, risulta in stato deficitario. Sicuramente in tale tratto sono stati posti i maggiori limiti al deflusso anche mediante la realizzazione di successivi tratti tominati tutti di capacità nettamente inferiore (circa 20 m³/s) alle esigenze.

Nell'attuale assetto del Torrente Lura in corrispondenza dell'area oggetto di intervento, di cui al presente progetto, la piena centennale risulta sempre contenuta all'interno dell'alveo inciso, in caso di piene con Tr 500 anni si verificano allagamenti in destra idrografica, in corrispondenza della pista prove.



Stralcio Attività 5.2.2: Analisi idraulica - Prodotto 5.2.2./4: Cartografia dell'analisi idraulica - Elaborato 5.2.2./4/1C/LU: Cartografia della delimitazione delle aree allagate e delle opere interferenti dallo Studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino

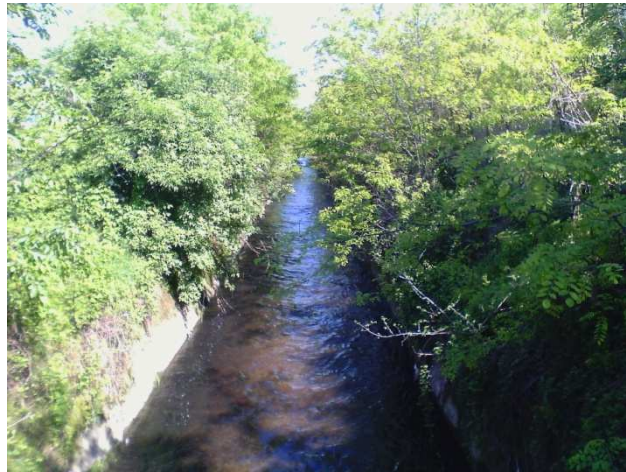
5. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Nel presente capitolo viene sviluppato lo studio di compatibilità idraulica così come previsto alla Direttiva di Piano n.4 (Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B") dell'Autorità di Bacino per il Fiume Po.

5.1. Assetto geometrico dell'alveo

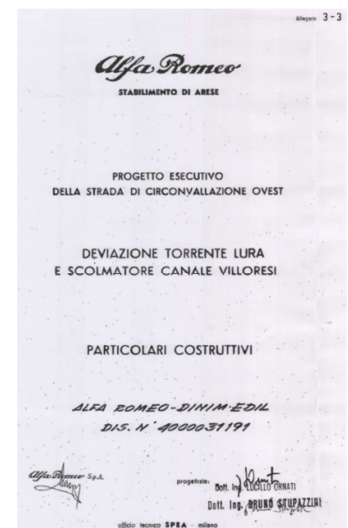
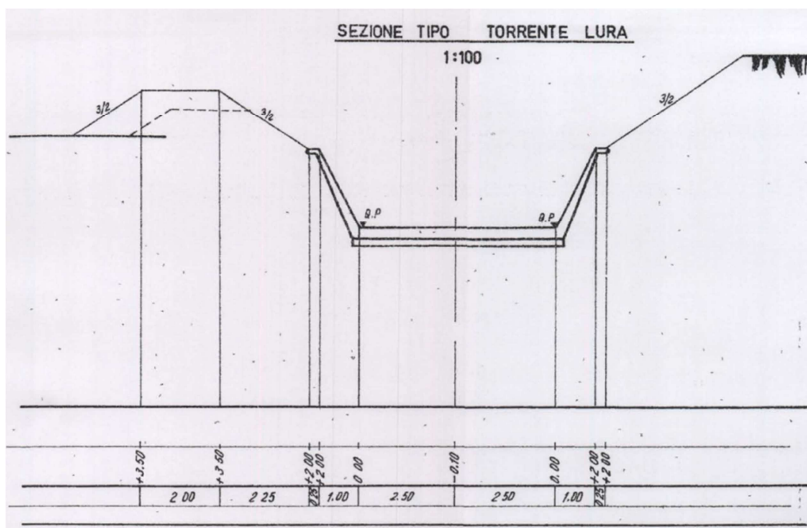
Stato di fatto

I sopralluoghi in loco ed i rilievi topografici di dettaglio hanno permesso di ricostruire l'andamento plano-altimetrico del corso d'acqua nel tratto di interesse nonché di valutare con esattezza la geometria delle sezioni fluviali, sia relativamente al contesto circostante che al fondo scorrimento e ai manufatti esistenti d'alveo e di attraversamento.



Nel tratto oggetto di intervento il Torrente Lura presenta un alveo artificiale costituito da una parte inferiore a forma trapezia in cls con base di 5 metri e sponde con pendenza 1/2 alte 2 m e da una parte superiore con scarpate in terra alte 1,5 m con pendenza 3/2.

La lunghezza della tratta oggetto d'intervento risulta pari a circa 1.000 m, con andamento rettilineo e pendenza longitudinale media complessiva pari a circa 0,39%.



Assetto di progetto

L'andamento planimetrico del nuovo corso del Torrente Lura viene proposto secondo una soluzione progettuale che si sviluppa in sinistra orografica rispetto all'esistente, modificando l'attuale giacitura rettilinea con l'introduzione di curvature flessuose di limitata entità al fine di contenerne lo sviluppo entro limiti di tolleranza al fine di non penalizzare la pendenza esistente.

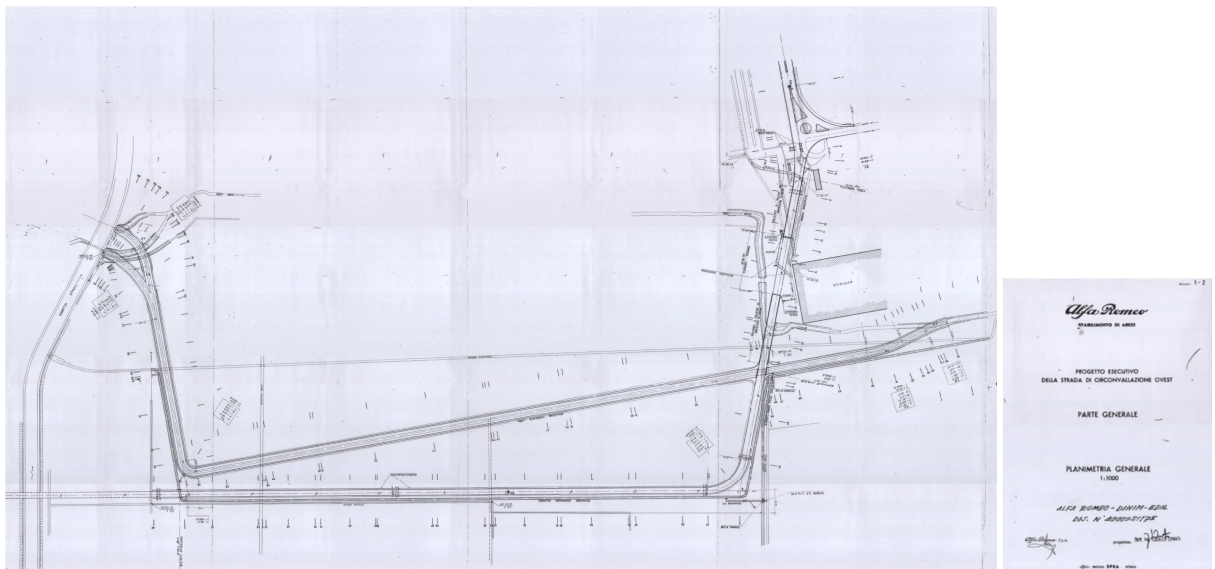
La sezione di progetto rispetta alcune caratteristiche essenziali e si compone di:

- alveo a sezione trapezia con fondo di larghezza pari a 5 m e arginature con scarpate naturali con pendenza 3/2 per una altezza complessiva di circa 3,5 m, tale da garantire 1 m di franco rispetto alla quota idraulica del profilo con tempo di ritorno 100 anni;
- formazione di argini di raccordo al piano campagna;
- creazione di lanche lungo le flessuosità introdotte, con formazione di aree golenali a circa + 0,50 m dal fondo per ridare un carattere di naturalità al corso d'acqua;
- pista ciclabile in destra orografica, il cui andamento risulta per la gran parte coincidente con la sponda arginale, relativo attraversamento e ulteriore sviluppo in sinistra orografica.

La sezione di raccordo tra l'alveo artificiale esistente e quello rinaturalizzato è prevista con rivestimento delle sponde in pietrame con inclinazione variabile tra la pendenza 2/1 attuale e la pendenza 3/2 degli argini in progetto.

5.2. Caratteristiche morfologiche dell'alveo

Nel tratto oggetto di intervento il Torrente Lura presenta un alveo completamente artificiale, risultato degli interventi di "Deviazione Torrente Lura e scolmatore Canale Villoresi" eseguiti dallo stabilimento di Arese della Alfa Romeo negli anni '60-'70.



Stralcio dal Progetto esecutivo della strada di circonvallazione ovest

Il tracciato originario del Torrente Lura non risulta riattivabile nemmeno in tempo di piena.

5.3. Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo

Sul fondo dell'alveo non si evidenzia la presenza di ciottoli che possano indicare l'attivazione di fenomeni di trasporto solido in tempo di piena.

Nell'ambito dell'analisi idraulica non si ritiene necessario effettuare valutazioni sulla capacità di trasporto solido nel tratto interessato in quanto dai rilievi effettuali non si sono evidenziati importanti fenomeni erosivi locali.

5.4. Portate di piena

Per le portate di piena di riferimento si sono utilizzati i dati contenuti nello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona", redatto dalla società di ingegneria C.Lotti & Associati di Roma per conto dell'Autorità di bacino del Fiume Po nel 2003, che risultano i seguenti:

Q_{TR} 10 anni (attuale)	32 mc/s
Q_{TR} 100 anni (attuale)	42 mc/s
Q_{TR} 100 anni (progetto ²)	34 mc/s

Per la portata di magra si è assunto un valore pari a 5 mc/s che costituisce il valore minimo necessario per evidenziare il funzionamento delle lanche previste nell'ipotesi progettuale.

5.5. Opere di difesa idraulica

Nel tratto di corso d'acqua di interesse non sono presenti allo stato dei luoghi opere di difesa idraulica significative: come già esposto, l'alveo risulta completamente artificiale e caratterizzato da un rivestimento in calcestruzzo.

5.6. Manufatti interferenti

Nel tratto d'alveo di interesse è presente il già citato attraversamento sul Torrente Lura della S.P. 119. Quest'opera nella situazione attuale, come evidenziato nello Studio Lambro-Olona (*Attività 5.3.1 – 5.4.1: Valutazione delle condizioni di sicurezza del sistema difensivo e definizione dell'assetto di progetto sistema fluviale - Prodotto 5.3.1-5.4.1/2: Relazione descrittiva - Elaborato 5.3.1-5.4.1/2/1R/LU: Relazione descrittiva*), seppur con quota di impalcato non interessata dalla corrente, induce un innalzamento, per contrazione della corrente, del pelo libero a monte di circa 70 cm. Pertanto l'attraversamento nello stato attuale per un evento con tempo di ritorno 100 anni, seppur caratterizzato da un funzionamento a pelo libero, risulta avere un franco non adeguato e provocare un rigurgito a monte non adeguato.

Nel medesimo elaborato dello studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino viene proposto l'adeguamento di tale ponte: tale indicazione è stata recepita dal presente progetto in cui, nell'ambito delle sistemazioni varie di raccordo alle opere di ampliamento a 5^a corsia dell'autostrada A8/9, sono previste le necessarie modifiche altimetriche e planimetriche tali da garantire 1 m di franco idraulico tra l'intradosso dell'attraversamento e la piena centennale.

Nell'ambito delle opere di cui al presente accordo di programma viene inoltre prevista la realizzazione di ulteriori 3 nuove opere di attraversamento del Torrente Lura:

- ponte di sovrappasso del Torrente Lura necessario per la viabilità di accesso merci, per raccordare la viabilità di collegamento tra la S.P. 119 e la S.P. 109;
- ponte di sovrappasso del Torrente Lura necessario per la viabilità di collegamento al comparto C1/d;

² L'assetto di progetto è quello a seguito della realizzazione degli interventi previsti dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona"

- ponte di sovrappasso del Torrente Lura necessario per la viabilità di collegamento della pista ciclopedonale.

Tutte le opere sono state dimensionate e progettate al fine di garantire 1 m di franco idraulico tra l'intradosso di ciascun ponte e la piena centennale.

5.7. Modalità di deflusso in piena

Lo studio idraulico è stato effettuato con l'ausilio di un noto modello di calcolo monodimensionale: il codice HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers, data infatti l'estensione del tratto in esame e la sua conformazione topografica si ritiene accettabile l'ipotesi che la componente longitudinale della quantità di moto sia preponderante rispetto a quella trasversale.

5.7.1 Metodo di calcolo

Per il tracciamento dei profili di moto permanente monodimensionale si è utilizzato il codice di calcolo Hec-Ras; le specifiche di calcolo del modello sono riportate in Appendice, alla quale si rimanda.

5.7.2 Condizioni al contorno

La simulazione è stata effettuata ipotizzando a monte e valle l'altezza di stato critico.

5.7.3 Condizioni fisiche di riferimento

I calcoli idraulici sono stati condotti considerando l'assetto idraulico attuale del corso d'acqua ed inserendo le opere previste nell'ambito del presente progetto.

5.7.4 Coefficienti di scabrezza

I parametri di scabrezza adottati corrispondono ad un coefficiente di Manning n pari a

- $0,02 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per l'alveo rivestito in calcestruzzo;
- $0,035 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per l'alveo inciso naturale e, a favore di sicurezza, per i tratti rivestiti con blocchi di cava;
- $0,08 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per le aree golenali;

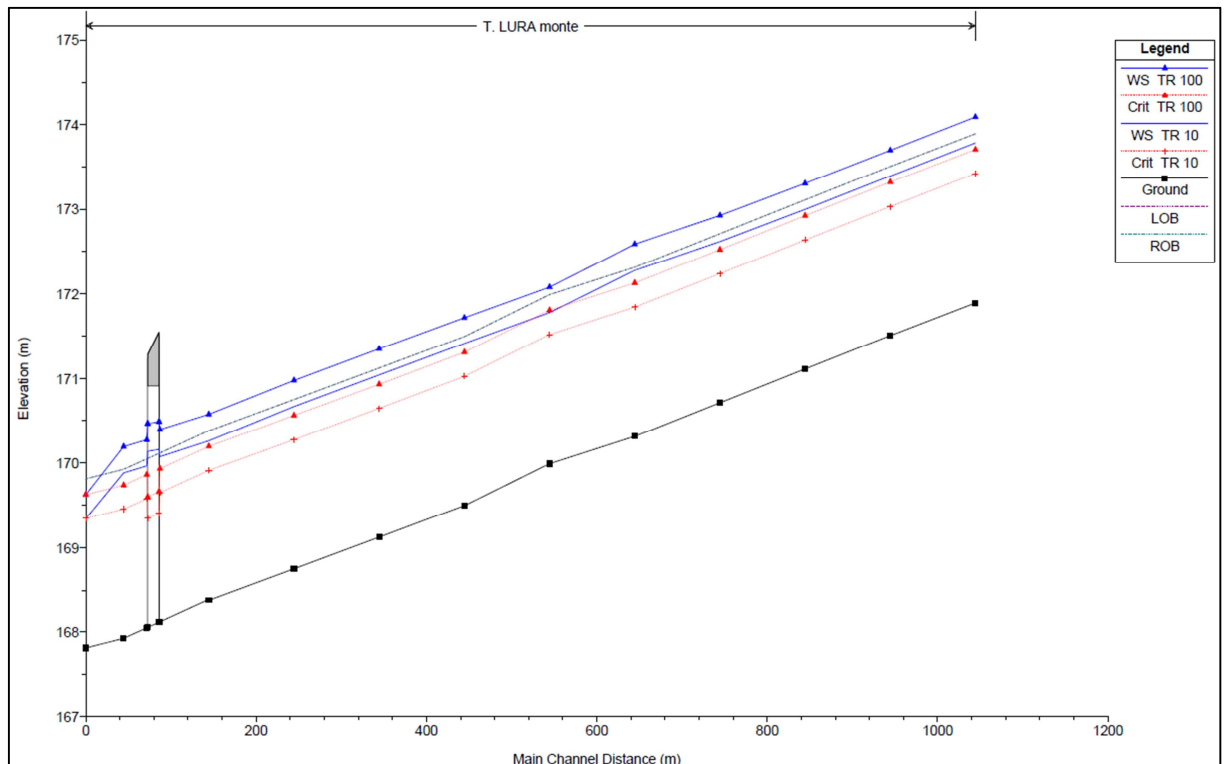
conformemente ai valori riportati in letteratura e nel manuale di utilizzo del software.

5.8. Risultati delle elaborazioni di calcolo

Si illustrano di seguito i risultati delle simulazioni in moto permanente ottenuti con il codice di calcolo Hec-Ras, in particolare gli schemi grafici delle sezioni trasversali con l'indicazione dei relativi livelli idrici per il tratto di torrente oggetto di intervento.

5.8.1 Stato di fatto

Dalle simulazioni idrauliche effettuate emerge che in condizioni attuali l'attraversamento della SP 119 esistente sul Torrente Lura è insufficiente a smaltire la portata di piena con tempo di ritorno pari 100 anni con un franco idraulico di 1 m, confermando le risultanze dello studio dell'Autorità di bacino.



Profilo di inviluppo del colmo di piena per la simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di stato di fatto con portata Tr 10 e 100 anni in condizioni attuali.

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni di moto permanente del Torrente Lura nella configurazione di stato di fatto con portata Tr 100 attuale.

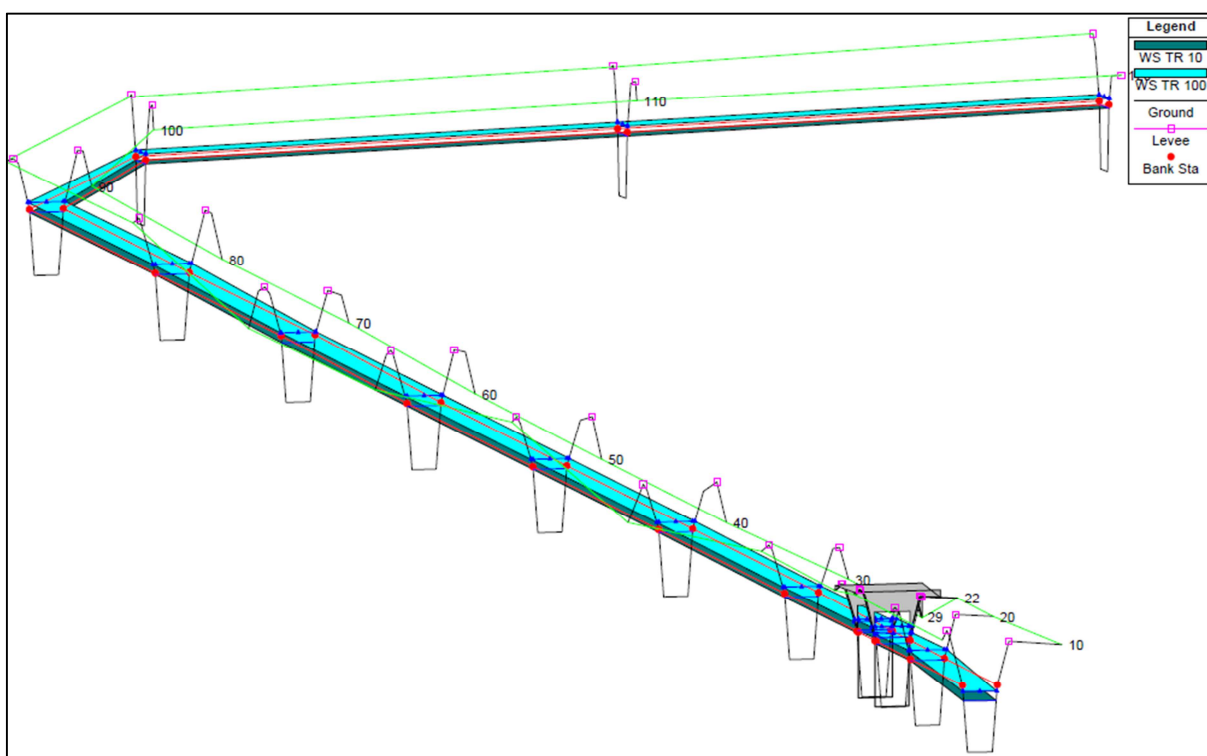
Nella tabelle seguenti sono riportati, per ciascuna sezione di calcolo, i seguenti dati caratteristici:

- River Sta = il numero della sezione;
- Q Total = la portata [m^3/s]
- Min Ch El = la quota di fondo alveo [m s.l.m.m.];
- W.S. Elev = la quota del pelo libero [m s.l.m.m.];
- Crit W.S. = la quota dell'altezza critica [m s.l.m.m.];
- E.G. Elev = la quota della linea dell'energia [m s.l.m.m.];
- Vel Chnl = la velocità media della corrente [m/s];
- Flow Area = l'area bagnata [m^2]
- Froude # Chl = il numero di Froude.

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
120	42,00	171,89	174,09	173,70	174,59	3,14	13,46	0,72
110	42,00	171,50	173,69	173,32	174,20	3,15	13,39	0,73
100	42,00	171,11	173,30	172,92	173,81	3,15	13,41	0,73
90	42,00	170,71	172,93	172,53	173,42	3,11	13,57	0,71
80	42,00	170,31	172,59	172,13	173,05	3,02	14,06	0,68
70	42,00	169,99	172,08	171,81	172,64	3,33	12,64	0,79
60	42,00	169,49	171,72	171,31	172,20	3,10	13,65	0,71
50	42,00	169,12	171,34	170,93	171,83	3,09	13,67	0,71
40	42,00	168,75	170,97	170,56	171,46	3,09	13,67	0,71
30	42,00	168,38	170,58	170,20	171,08	3,14	13,43	0,73
29	42,00	168,12	170,40	169,93	170,86	3,01	14,12	0,68
28	42,00	168,11	170,49	169,66	170,81	2,52	16,94	0,52
25	Bridge							
22	42,00	168,05	170,47	169,59	170,78	2,48	17,19	0,51
21	42,00	168,05	170,28	169,86	170,76	3,09	13,67	0,71
20	42,00	167,92	170,19	169,73	170,66	3,02	14,01	0,69
10	42,00	167,81	169,62	169,62	170,41	3,93	10,70	1,00

Tabella dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di stato di fatto con portata Tr 100 anni in condizioni attuali.

Per ulteriori dettagli in merito alle risultanze della simulazione idraulica effettuata ottenuti con il codice di calcolo Hec-Ras, in particolare per gli schemi grafici delle sezioni trasversali con l'indicazione dei relativi livelli idrici per il tratto di torrente oggetto di intervento nonché per la planimetria con l'ubicazione delle sezioni trasversali adottate, si rimanda all'allegato A.2.



Risultati della simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di stato di fatto con portata Tr 10 e 100 anni in condizioni attuali.

5.8.2 Assetto di progetto

Nella configurazione idraulica di progetto il nuovo tratto del Torrente Lura di cui al presente progetto sarà compatibile con le piene relative ad eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni sia nella configurazione dell'asta attuale ($Q = 42 \text{ m}^3/\text{s}$) che una volta realizzate tutte le opere di difesa idraulica previste nell'ambito dello Studio di fattibilità dell'Autorità di Bacino ($Q = 34 \text{ m}^3/\text{s}$).

Tutte le nuove opere di attraversamento sono state dimensionate in modo da garantire 1 m di franco idraulico rispetto alla piena centennale più gravosa.

Per quanto riguarda le sezioni idrauliche dell'alveo adottate nelle simulazioni idrauliche si rimanda alle tavole allegate al presente progetto.

Si riportano di seguito i risultati delle simulazioni idrauliche in moto permanente del nuovo tratto di Torrente Lura effettuate con il software Hec-Ras e relative a:

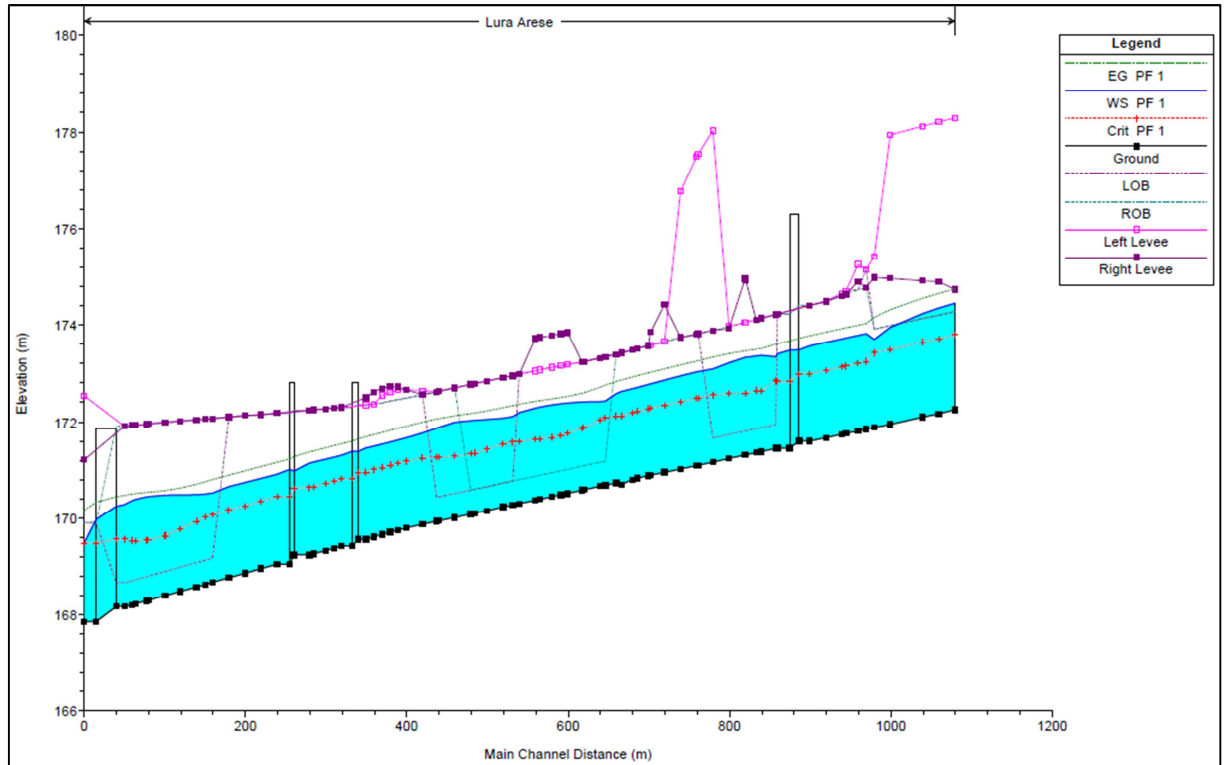
- portata con tempo di ritorno 10 anni – configurazione attuale dell'asta;
- portata con tempo di ritorno 100 anni – configurazione attuale dell'asta;
- portata con tempo di ritorno 100 anni – configurazione futura dell'asta, una volta realizzate tutte le opere di difesa idraulica previste dall'Autorità di Bacino;
- portata di magra, assunta pari a $5 \text{ m}^3/\text{s}$, per evidenziare il funzionamento delle aree golenali previste in progetto.

Nella tabelle sono riportati, per ciascuna sezione di calcolo, i seguenti dati caratteristici:

- River Sta = il numero della sezione;
- Q Total = la portata [m^3/s]
- Min Ch El = la quota di fondo alveo [m s.l.m.m.];
- W.S. Elev = la quota del pelo libero [m s.l.m.m.];
- Crit W.S. = la quota dell'altezza critica [m s.l.m.m.];
- E.G. Elev = la quota della linea dell'energia [m s.l.m.m.];
- Vel Chnl = la velocità media della corrente [m/s];
- Flow Area = l'area bagnata [m^2]
- Froude # Chl = il numero di Froude.

Nella simulazione con la portata di magra è stata esplicitata anche la velocità media della corrente che si verifica nella golena in sinistra (Vel Left) e nella golena in destra (Vel Right) per evidenziare il funzionamento delle golene e le diverse velocità che si instaurano a causa dei diversi rivestimenti del fondo rispetto al canale principale. In condizioni di piena il rapporto tra superficie bagnata e perimetro bagnato è tale per cui il profilo di piena non risente più delle differenti condizioni di scabrezza.

Portata con tempo di ritorno 10 anni – configurazione attuale dell'asta



Profilo di inviluppo del colmo di piena per la simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di progetto con portata Tr 10 anni attuale.

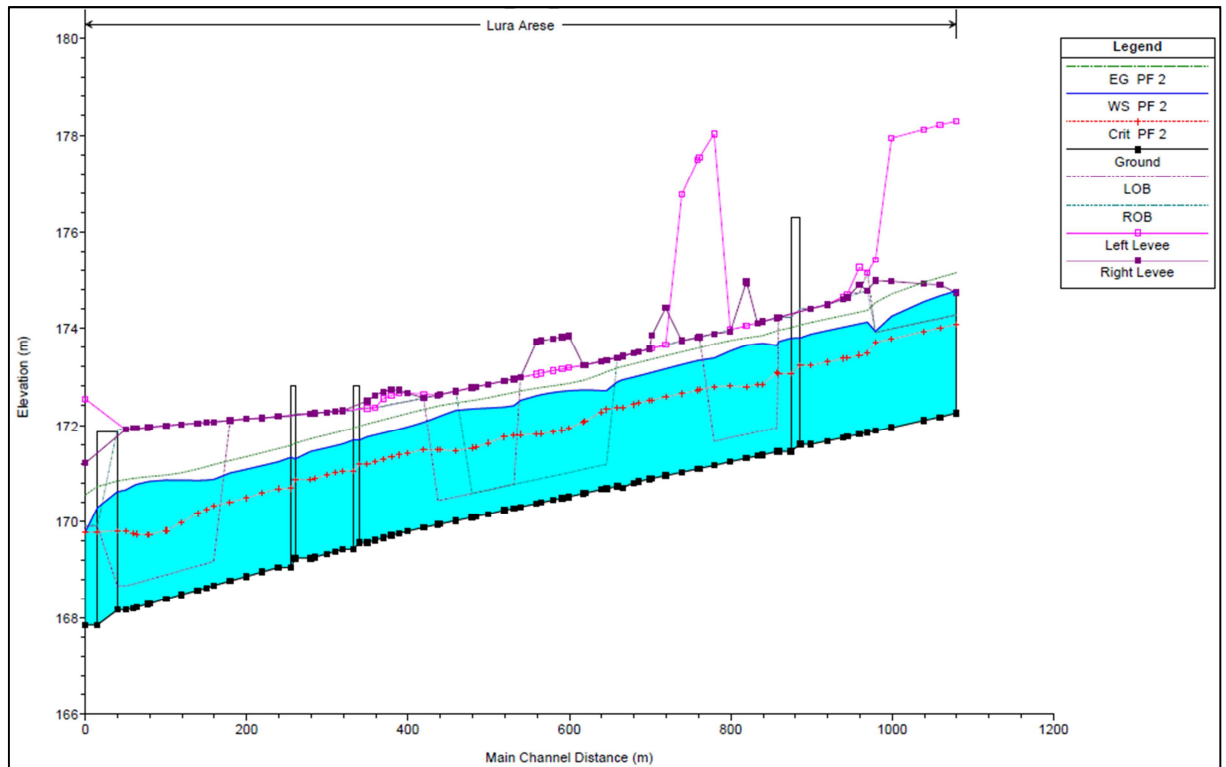
River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
830	32,00	172,25	174,45	173,79	174,75	2,42	13,27	0,56
820	32,00	172,17	174,35	173,71	174,66	2,44	13,13	0,57
810	32,00	172,10	174,24	173,64	174,56	2,50	12,81	0,59
800	32,00	171,95	173,95	173,49	174,32	2,70	11,87	0,66
790	32,00	171,88	173,70	173,42	174,16	3,01	10,63	0,77
780	32,00	171,85	173,82	173,24	174,03	2,04	15,66	0,54
770	32,00	171,81	173,78	173,20	174,00	2,04	15,72	0,54
760	32,00	171,76	173,73	173,15	173,94	2,04	15,68	0,54
750	32,00	171,74	173,71	173,13	173,92	2,04	15,69	0,54
740	32,00	171,67	173,64	173,06	173,85	2,04	15,68	0,54
730	32,00	171,67	173,64	173,06	173,85	2,04	15,67	0,54
720	32,00	171,60	173,56	172,99	173,78	2,05	15,61	0,55
705	Bridge							
690	32,00	171,45	173,40	172,83	173,61	2,04	15,72	0,54
680	32,00	171,45	173,34	172,85	173,60	2,31	15,31	0,59
670	32,00	171,38	173,37	172,64	173,51	1,82	23,02	0,46
660	32,00	171,36	173,35	172,64	173,49	1,81	23,39	0,45
650	32,00	171,31	173,33	172,59	173,46	1,78	23,73	0,44
640	32,00	171,31	173,32	172,59	173,46	1,79	23,59	0,45
630	32,00	171,24	173,22	172,58	173,40	2,02	19,18	0,51
620	32,00	171,16	173,09	172,55	173,33	2,24	15,91	0,57
610	32,00	171,10	173,03	172,49	173,26	2,09	15,29	0,56
600	32,00	171,09	173,03	172,48	173,25	2,09	15,31	0,56
590	32,00	171,02	172,94	172,41	173,17	2,11	15,16	0,57
580	32,00	170,95	172,86	172,34	173,09	2,13	15,04	0,57
570	32,00	170,89	172,78	172,28	173,02	2,15	14,86	0,58
560	32,00	170,88	172,77	172,27	173,01	2,16	14,83	0,58
550	32,00	170,83	172,71	172,22	172,95	2,18	14,69	0,59

540	32,00	170,80	172,68	172,19	172,92	2,18	14,70	0,59
530	32,00	170,70	172,63	172,12	172,86	2,16	14,83	0,58
520	32,00	170,73	172,58	172,12	172,83	2,23	14,37	0,61
510	32,00	170,68	172,43	172,08	172,76	2,58	13,36	0,68
500	32,00	170,66	172,42	172,03	172,71	2,46	14,81	0,65
490	32,00	170,59	172,41	171,88	172,60	2,08	20,00	0,54
480	32,00	170,58	172,41	171,87	172,59	2,04	20,61	0,53
470	32,00	170,51	172,39	171,76	172,52	1,83	24,27	0,47
460	32,00	170,48	172,37	171,72	172,50	1,78	25,19	0,46
450	32,00	170,44	172,35	171,68	172,47	1,76	25,59	0,45
440	32,00	170,39	172,30	171,64	172,44	1,80	24,58	0,46
430	32,00	170,37	172,28	171,63	172,42	1,83	23,85	0,47
420	32,00	170,30	172,19	171,60	172,36	1,98	20,88	0,51
410	32,00	170,27	172,11	171,58	172,33	2,27	19,35	0,54
400	32,00	170,23	172,08	171,54	172,29	2,26	20,26	0,54
390	32,00	170,15	172,05	171,43	172,23	2,08	23,11	0,49
380	32,00	170,10	172,03	171,35	172,18	1,96	25,24	0,46
370	32,00	170,08	172,03	171,33	172,17	1,93	25,75	0,45
360	32,00	170,01	171,99	171,28	172,13	1,78	24,14	0,45
350	32,00	169,94	171,88	171,26	172,07	2,02	19,65	0,51
340	32,00	169,93	171,87	171,27	172,06	2,05	19,09	0,52
330	32,00	169,87	171,77	171,25	172,00	2,11	15,14	0,57
320	32,00	169,79	171,67	171,18	171,91	2,18	14,70	0,59
310	32,00	169,75	171,62	171,14	171,87	2,19	14,63	0,59
300	32,00	169,71	171,58	171,10	171,82	2,19	14,59	0,60
290	32,00	169,66	171,54	171,05	171,78	2,18	14,68	0,59
280	32,00	169,61	171,50	171,00	171,74	2,17	14,76	0,59
270	32,00	169,56	171,46	170,95	171,69	2,16	14,85	0,58
255	Bridge							
240	32,00	169,42	171,31	170,81	171,55	2,17	14,77	0,59
230	32,00	169,38	171,27	170,77	171,51	2,17	14,75	0,59
220	32,00	169,33	171,22	170,72	171,46	2,15	14,85	0,58
210	32,00	169,26	171,16	170,65	171,40	2,14	14,94	0,58
200	32,00	169,24	171,14	170,63	171,38	2,14	14,95	0,58
190	Bridge							
180	32,00	169,05	170,91	170,44	171,16	2,20	14,52	0,60
170	32,00	168,96	170,82	170,35	171,07	2,20	14,55	0,60
160	32,00	168,86	170,74	170,25	170,98	2,18	14,67	0,59
150	32,00	168,86	170,74	170,25	170,98	2,18	14,65	0,59
140	32,00	168,77	170,65	170,16	170,89	2,17	14,73	0,59
130	32,00	168,68	170,52	170,08	170,80	2,39	14,67	0,62
120	32,00	168,63	170,50	170,01	170,75	2,30	15,76	0,59
110	32,00	168,58	170,48	169,93	170,70	2,16	17,59	0,55
100	32,00	168,49	170,48	169,77	170,62	1,82	23,09	0,46
90	32,00	168,40	170,48	169,63	170,57	1,56	29,06	0,38
80	32,00	168,40	170,48	169,63	170,57	1,55	29,18	0,38
70	32,00	168,30	170,45	169,54	170,54	1,52	29,43	0,37
60	32,00	168,29	170,44	169,54	170,53	1,53	28,95	0,37
50	32,00	168,23	170,39	169,53	170,51	1,68	24,78	0,41
40	32,00	168,21	170,36	169,53	170,50	1,76	22,74	0,43
30	32,00	168,17	170,28	169,56	170,47	1,99	18,17	0,48
15	Bridge							
1	32,00	167,86	169,49	169,49	170,16	3,64	8,80	1,00

Tabella dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di stato di fatto con portata Tr 10 anni in condizioni attuali.

Per ulteriori dettagli in merito alle risultanze della simulazione idraulica effettuata ottenuti con il codice di calcolo Hec-Ras, in particolare per gli schemi grafici delle sezioni trasversali con l'indicazione dei relativi livelli idrici per il tratto di torrente oggetto di intervento nonché per la planimetria con l'ubicazione delle sezioni trasversali adottate, si rimanda all'allegato A.3.

Portata con tempo di ritorno 100 anni – configurazione attuale dell'asta



Profilo di inviluppo del colmo di piena per la simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di progetto con portata Tr 100 anni attuale.

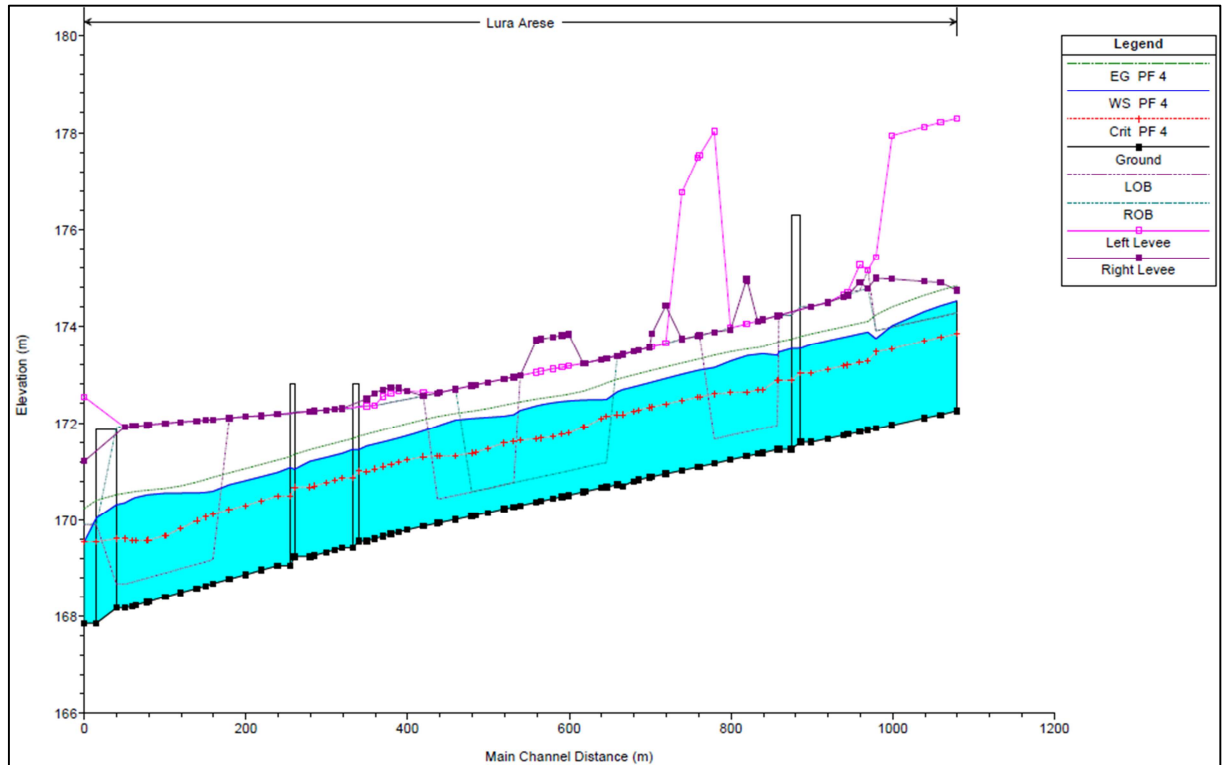
River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
830	42,00	172,25	174,77	174,08	175,15	2,71	16,04	0,58
820	42,00	172,17	174,67	174,01	175,05	2,74	15,67	0,59
810	42,00	172,10	174,55	173,93	174,95	2,80	15,28	0,61
800	42,00	171,95	174,25	173,78	174,71	3,01	14,08	0,68
790	42,00	171,88	173,94	173,71	174,54	3,42	12,27	0,82
780	42,00	171,85	174,13	173,48	174,37	2,19	19,17	0,55
770	42,00	171,81	174,09	173,44	174,34	2,18	19,24	0,55
760	42,00	171,76	174,04	173,39	174,28	2,19	19,21	0,55
750	42,00	171,74	174,02	173,37	174,27	2,18	19,23	0,55
740	42,00	171,67	173,95	173,30	174,19	2,18	19,24	0,55
730	42,00	171,67	173,95	173,30	174,19	2,18	19,23	0,55
720	42,00	171,60	173,88	173,23	174,12	2,19	19,18	0,55
705	Bridge							
690	42,00	171,45	173,72	173,06	173,96	2,16	19,41	0,54
680	42,00	171,45	173,64	173,09	173,95	2,50	18,81	0,60
670	42,00	171,38	173,69	172,84	173,85	1,97	28,07	0,46
660	42,00	171,36	173,67	172,84	173,83	1,95	28,67	0,46
650	42,00	171,31	173,65	172,79	173,80	1,92	29,02	0,45
640	42,00	171,31	173,65	172,79	173,80	1,93	28,86	0,45
630	42,00	171,24	173,53	172,81	173,74	2,19	23,42	0,52
620	42,00	171,16	173,38	172,79	173,67	2,45	19,32	0,58
610	42,00	171,10	173,33	172,73	173,59	2,25	18,66	0,57
600	42,00	171,09	173,33	172,72	173,58	2,25	18,67	0,57
590	42,00	171,02	173,24	172,65	173,51	2,27	18,51	0,57
580	42,00	170,95	173,16	172,58	173,43	2,28	18,40	0,58
570	42,00	170,89	173,09	172,52	173,36	2,30	18,23	0,59
560	42,00	170,88	173,07	172,51	173,34	2,31	18,19	0,59
550	42,00	170,83	173,01	172,46	173,29	2,32	18,08	0,59

540	42,00	170,80	172,99	172,43	173,26	2,32	18,09	0,59
530	42,00	170,70	172,93	172,36	173,20	2,30	18,23	0,59
520	42,00	170,73	172,89	172,36	173,17	2,36	17,78	0,61
510	42,00	170,68	172,71	172,33	173,10	2,79	16,41	0,69
500	42,00	170,66	172,71	172,27	173,05	2,65	18,26	0,65
490	42,00	170,59	172,72	172,09	172,93	2,22	24,79	0,54
480	42,00	170,58	172,72	172,07	172,92	2,17	25,55	0,53
470	42,00	170,51	172,71	171,94	172,86	1,95	30,03	0,47
460	42,00	170,48	172,69	171,90	172,84	1,90	31,15	0,45
450	42,00	170,44	172,67	171,86	172,81	1,87	31,62	0,45
440	42,00	170,39	172,63	171,82	172,77	1,92	30,37	0,46
430	42,00	170,37	172,61	171,81	172,76	1,95	29,46	0,46
420	42,00	170,30	172,51	171,80	172,71	2,12	25,81	0,51
410	42,00	170,27	172,40	171,79	172,67	2,51	23,69	0,56
400	42,00	170,23	172,37	171,75	172,63	2,49	24,83	0,55
390	42,00	170,15	172,36	171,63	172,56	2,29	28,28	0,50
380	42,00	170,10	172,34	171,55	172,52	2,15	30,84	0,47
370	42,00	170,08	172,34	171,52	172,51	2,12	31,44	0,46
360	42,00	170,01	172,31	171,47	172,46	1,92	29,49	0,45
350	42,00	169,94	172,19	171,48	172,40	2,19	23,93	0,52
340	42,00	169,93	172,17	171,48	172,39	2,23	23,22	0,53
330	42,00	169,87	172,06	171,48	172,33	2,27	18,47	0,58
320	42,00	169,79	171,96	171,42	172,24	2,34	17,97	0,60
310	42,00	169,75	171,92	171,38	172,20	2,35	17,89	0,60
300	42,00	169,71	171,88	171,34	172,16	2,35	17,86	0,60
290	42,00	169,66	171,83	171,29	172,11	2,34	17,97	0,60
280	42,00	169,61	171,79	171,24	172,07	2,32	18,07	0,59
270	42,00	169,56	171,75	171,19	172,03	2,31	18,17	0,59
255	Bridge							
240	42,00	169,42	171,61	171,05	171,88	2,32	18,12	0,59
230	42,00	169,38	171,57	171,01	171,84	2,32	18,12	0,59
220	42,00	169,33	171,53	170,96	171,80	2,30	18,24	0,59
210	42,00	169,26	171,47	170,89	171,74	2,29	18,36	0,58
200	42,00	169,24	171,45	170,87	171,72	2,28	18,38	0,58
190	Bridge							
180	42,00	169,05	171,24	170,68	171,51	2,32	18,12	0,59
170	42,00	168,96	171,16	170,59	171,43	2,30	18,24	0,59
160	42,00	168,86	171,08	170,48	171,34	2,27	18,47	0,58
150	42,00	168,86	171,08	170,48	171,34	2,28	18,45	0,58
140	42,00	168,77	171,01	170,40	171,26	2,25	18,66	0,57
130	42,00	168,68	170,87	170,32	171,18	2,51	18,66	0,60
120	42,00	168,63	170,86	170,25	171,13	2,41	20,05	0,57
110	42,00	168,58	170,85	170,16	171,09	2,26	22,38	0,53
100	42,00	168,49	170,86	169,98	171,01	1,90	29,24	0,44
90	42,00	168,40	170,86	169,81	170,96	1,63	36,52	0,37
80	42,00	168,40	170,86	169,81	170,96	1,62	36,68	0,37
70	42,00	168,30	170,83	169,73	170,93	1,60	36,80	0,36
60	42,00	168,29	170,82	169,72	170,93	1,61	36,19	0,36
50	42,00	168,23	170,77	169,73	170,90	1,77	30,98	0,40
40	42,00	168,21	170,74	169,75	170,89	1,86	28,45	0,42
30	42,00	168,17	170,65	169,80	170,87	2,11	22,82	0,48
15	Bridge							
1	42,00	167,86	169,77	169,77	170,55	3,92	10,72	1,00

Tabella dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di progetto con portata Tr 100 anni attuale.

Per ulteriori dettagli in merito alle risultanze della simulazione idraulica effettuata ottenuti con il codice di calcolo Hec-Ras, in particolare per gli schemi grafici delle sezioni trasversali con l'indicazione dei relativi livelli idrici per il tratto di torrente oggetto di intervento nonché per la planimetria con l'ubicazione delle sezioni trasversali adottate, si rimanda all'allegato A.4.

Portata con tempo di ritorno 100 anni – configurazione futura dell'asta, una volta realizzate tutte le opere di difesa idraulica previste dall'Autorità di Bacino



Profilo di involuppo del colmo di piena per la simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di progetto con portata Tr 100 anni futura.

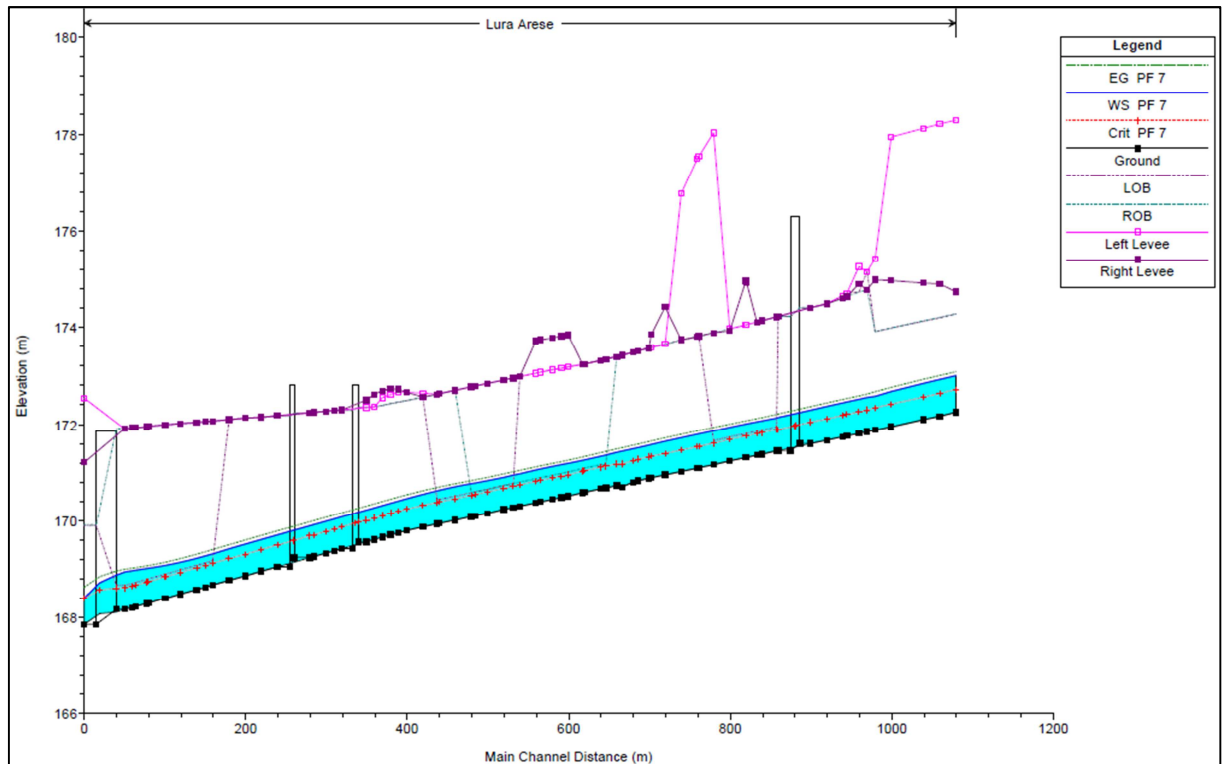
River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
830	34,00	172,25	174,52	173,85	174,84	2,48	13,79	0,56
820	34,00	172,17	174,42	173,77	174,74	2,51	13,64	0,57
810	34,00	172,10	174,31	173,71	174,64	2,56	13,31	0,59
800	34,00	171,95	174,02	173,54	174,40	2,76	12,32	0,66
790	34,00	171,88	173,75	173,47	174,24	3,10	10,98	0,78
780	34,00	171,85	173,88	173,29	174,10	2,08	16,38	0,55
770	34,00	171,81	173,85	173,25	174,07	2,07	16,44	0,54
760	34,00	171,76	173,79	173,20	174,01	2,07	16,40	0,54
750	34,00	171,74	173,78	173,18	174,00	2,07	16,41	0,54
740	34,00	171,67	173,71	173,11	173,92	2,07	16,40	0,54
730	34,00	171,67	173,70	173,11	173,92	2,07	16,39	0,55
720	34,00	171,60	173,63	173,04	173,85	2,08	16,34	0,55
705	Bridge							
690	34,00	171,45	173,47	172,88	173,69	2,06	16,47	0,54
680	34,00	171,45	173,40	172,89	173,67	2,35	16,03	0,59
670	34,00	171,38	173,43	172,68	173,58	1,85	24,07	0,46
660	34,00	171,36	173,42	172,69	173,57	1,84	24,48	0,45
650	34,00	171,31	173,40	172,63	173,53	1,81	24,82	0,44
640	34,00	171,31	173,39	172,64	173,53	1,82	24,68	0,45
630	34,00	171,24	173,28	172,63	173,48	2,06	20,05	0,51
620	34,00	171,16	173,15	172,60	173,40	2,28	16,61	0,57
610	34,00	171,10	173,10	172,54	173,33	2,13	15,98	0,56
600	34,00	171,09	173,09	172,53	173,32	2,13	16,00	0,56
590	34,00	171,02	173,01	172,46	173,24	2,15	15,85	0,57
580	34,00	170,95	172,92	172,39	173,16	2,16	15,72	0,58
570	34,00	170,89	172,85	172,33	173,09	2,19	15,55	0,58
560	34,00	170,88	172,83	172,32	173,08	2,19	15,51	0,59

550	34,00	170,83	172,77	172,27	173,02	2,21	15,38	0,59
540	34,00	170,80	172,74	172,24	172,99	2,21	15,39	0,59
530	34,00	170,70	172,69	172,17	172,93	2,19	15,52	0,58
520	34,00	170,73	172,64	172,17	172,90	2,26	15,06	0,61
510	34,00	170,68	172,49	172,14	172,83	2,62	13,98	0,68
500	34,00	170,66	172,48	172,08	172,78	2,50	15,51	0,65
490	34,00	170,59	172,48	171,92	172,67	2,11	20,98	0,54
480	34,00	170,58	172,48	171,91	172,66	2,07	21,63	0,53
470	34,00	170,51	172,46	171,79	172,59	1,86	25,46	0,47
460	34,00	170,48	172,44	171,76	172,57	1,81	26,42	0,46
450	34,00	170,44	172,42	171,71	172,54	1,78	26,83	0,45
440	34,00	170,39	172,37	171,68	172,51	1,82	25,77	0,46
430	34,00	170,37	172,35	171,67	172,49	1,86	25,01	0,47
420	34,00	170,30	172,26	171,64	172,44	2,01	21,89	0,51
410	34,00	170,27	172,17	171,62	172,41	2,32	20,24	0,55
400	34,00	170,23	172,14	171,58	172,37	2,31	21,20	0,54
390	34,00	170,15	172,12	171,47	172,30	2,12	24,18	0,49
380	34,00	170,10	172,10	171,40	172,26	2,00	26,40	0,46
370	34,00	170,08	172,09	171,38	172,24	1,97	26,94	0,45
360	34,00	170,01	172,06	171,32	172,20	1,81	25,26	0,45
350	34,00	169,94	171,95	171,31	172,14	2,05	20,53	0,51
340	34,00	169,93	171,93	171,31	172,13	2,09	19,94	0,52
330	34,00	169,87	171,83	171,30	172,07	2,15	15,82	0,57
320	34,00	169,79	171,73	171,23	171,98	2,21	15,37	0,59
310	34,00	169,75	171,69	171,19	171,94	2,22	15,30	0,60
300	34,00	169,71	171,64	171,15	171,90	2,23	15,26	0,60
290	34,00	169,66	171,60	171,10	171,85	2,22	15,35	0,59
280	34,00	169,61	171,56	171,05	171,81	2,20	15,44	0,59
270	34,00	169,56	171,52	171,00	171,76	2,19	15,52	0,58
255	Bridge							
240	34,00	169,42	171,37	170,86	171,62	2,20	15,45	0,59
230	34,00	169,38	171,33	170,82	171,58	2,20	15,43	0,59
220	34,00	169,33	171,29	170,77	171,53	2,19	15,53	0,58
210	34,00	169,26	171,23	170,70	171,47	2,18	15,63	0,58
200	34,00	169,24	171,21	170,68	171,45	2,17	15,64	0,58
190	Bridge							
180	34,00	169,05	170,98	170,49	171,23	2,23	15,24	0,60
170	34,00	168,96	170,89	170,40	171,14	2,22	15,28	0,60
160	34,00	168,86	170,81	170,30	171,06	2,20	15,43	0,59
150	34,00	168,86	170,81	170,30	171,06	2,21	15,40	0,59
140	34,00	168,77	170,73	170,21	170,97	2,19	15,51	0,59
130	34,00	168,68	170,59	170,13	170,88	2,42	15,47	0,62
120	34,00	168,63	170,57	170,06	170,83	2,32	16,62	0,59
110	34,00	168,58	170,56	169,98	170,78	2,18	18,56	0,55
100	34,00	168,49	170,56	169,82	170,70	1,84	24,34	0,45
90	34,00	168,40	170,56	169,67	170,65	1,57	30,59	0,38
80	34,00	168,40	170,55	169,67	170,65	1,57	30,71	0,38
70	34,00	168,30	170,53	169,58	170,62	1,54	30,94	0,37
60	34,00	168,29	170,52	169,58	170,62	1,55	30,43	0,37
50	34,00	168,23	170,47	169,57	170,59	1,70	26,04	0,40
40	34,00	168,21	170,44	169,58	170,58	1,78	23,90	0,42
30	34,00	168,17	170,36	169,61	170,55	2,01	19,10	0,48
15	Bridge							
1	34,00	167,86	169,55	169,55	170,24	3,70	9,20	1,00

Tabella dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di progetto con portata Tr 100 anni futura.

Per ulteriori dettagli in merito alle risultanze della simulazione idraulica effettuata ottenuti con il codice di calcolo Hec-Ras, in particolare per gli schemi grafici delle sezioni trasversali con l'indicazione dei relativi livelli idrici per il tratto di torrente oggetto di intervento nonché per la planimetria con l'ubicazione delle sezioni trasversali adottate, si rimanda all'allegato A.5.

Portata di magra, assunta pari a $5 \text{ m}^3/\text{s}$



Profilo di inviluppo del colmo di piena per la simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di progetto con portata di magra.

River Sta	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Flow Area (m ²)	Froude # Chl
830	5,00	172,25	173,00	172,72	173,08		1,26		3,95	0,48
820	5,00	172,17	172,92	172,63	173,00		1,26		3,98	0,48
810	5,00	172,10	172,84	172,56	172,93		1,27		3,93	0,49
800	5,00	171,95	172,68	172,42	172,76		1,30		3,85	0,50
790	5,00	171,88	172,58	172,34	172,67		1,35		3,69	0,53
780	5,00	171,85	172,55	172,30	172,62		1,17		4,27	0,48
770	5,00	171,81	172,52	172,26	172,59		1,16		4,30	0,48
760	5,00	171,76	172,47	172,21	172,54		1,17		4,28	0,48
750	5,00	171,74	172,45	172,19	172,52		1,16		4,30	0,48
740	5,00	171,67	172,38	172,11	172,45		1,16		4,30	0,48
730	5,00	171,67	172,38	172,11	172,45		1,16		4,29	0,48
720	5,00	171,60	172,31	172,05	172,38		1,17		4,28	0,48
705	Bridge									
690	5,00	171,45	172,14	171,89	172,21		1,18		4,24	0,49
680	5,00	171,45	172,13	171,90	172,20	0,20	1,23		4,15	0,51
670	5,00	171,38	172,08	171,84	172,14	0,29	1,09		5,63	0,44
660	5,00	171,36	172,05	171,81	172,12	0,23	1,15		5,14	0,47
650	5,00	171,31	172,01	171,76	172,07	0,24	1,13		5,26	0,46
640	5,00	171,31	172,01	171,76	172,07	0,24	1,14		5,20	0,46
630	5,00	171,24	171,94	171,69	172,00	0,23	1,17		4,67	0,48
620	5,00	171,16	171,87	171,61	171,94	0,21	1,17		4,38	0,47
610	5,00	171,10	171,80	171,54	171,87		1,18		4,25	0,49
600	5,00	171,09	171,80	171,53	171,87		1,17		4,27	0,48
590	5,00	171,02	171,72	171,46	171,79		1,18		4,25	0,49
580	5,00	170,95	171,65	171,40	171,72		1,19		4,22	0,49
570	5,00	170,89	171,58	171,33	171,65		1,20		4,16	0,50
560	5,00	170,88	171,57	171,33	171,64		1,20		4,16	0,50
550	5,00	170,83	171,51	171,28	171,59		1,21		4,13	0,51

540	5,00	170,80	171,49	171,25	171,56		1,20		4,17	0,50
530	5,00	170,70	171,45	171,18	171,51		1,15		4,34	0,47
520	5,00	170,73	171,41	171,18	171,49		1,21		4,12	0,51
510	5,00	170,68	171,36	171,13	171,44		1,23	0,14	4,09	0,51
500	5,00	170,66	171,33	171,11	171,41		1,23	0,22	4,23	0,51
490	5,00	170,59	171,26	171,04	171,33		1,21	0,23	4,76	0,50
480	5,00	170,58	171,25	171,03	171,32		1,20	0,23	4,85	0,50
470	5,00	170,51	171,19	170,95	171,25		1,16	0,23	5,34	0,48
460	5,00	170,48	171,16	170,93	171,22		1,15	0,23	5,45	0,47
450	5,00	170,44	171,12	170,89	171,19		1,15	0,23	5,48	0,47
440	5,00	170,39	171,07	170,83	171,14		1,16	0,23	5,31	0,48
430	5,00	170,37	171,05	170,82	171,12		1,16	0,23	5,23	0,48
420	5,00	170,30	170,97	170,75	171,04		1,20	0,23	4,79	0,50
410	5,00	170,27	170,94	170,71	171,01	0,13	1,19	0,22	4,75	0,48
400	5,00	170,23	170,90	170,68	170,97	0,22	1,22	0,22	4,74	0,50
390	5,00	170,15	170,83	170,60	170,90	0,23	1,17	0,21	5,16	0,47
380	5,00	170,10	170,78	170,55	170,85	0,23	1,16	0,19	5,37	0,47
370	5,00	170,08	170,77	170,53	170,83	0,23	1,15	0,18	5,49	0,46
360	5,00	170,01	170,70	170,46	170,77	0,23	1,14		5,27	0,47
350	5,00	169,94	170,63	170,39	170,70	0,23	1,18		4,70	0,48
340	5,00	169,93	170,62	170,38	170,69	0,23	1,18		4,65	0,48
330	5,00	169,87	170,55	170,31	170,62		1,21		4,13	0,51
320	5,00	169,79	170,46	170,24	170,54		1,25		4,01	0,53
310	5,00	169,75	170,41	170,20	170,49		1,26		3,96	0,53
300	5,00	169,71	170,37	170,16	170,45		1,28		3,92	0,54
290	5,00	169,66	170,32	170,11	170,40		1,26		3,96	0,54
280	5,00	169,61	170,28	170,06	170,36		1,25		4,01	0,53
270	5,00	169,56	170,24	170,01	170,31		1,23		4,07	0,52
255	Bridge									
240	5,00	169,42	170,10	169,87	170,17		1,23		4,07	0,52
230	5,00	169,38	170,06	169,83	170,13		1,23		4,07	0,52
220	5,00	169,33	170,02	169,78	170,09		1,21		4,15	0,50
210	5,00	169,26	169,96	169,70	170,03		1,17		4,26	0,48
200	5,00	169,24	169,95	169,68	170,02		1,17		4,28	0,48
190	Bridge									
180	5,00	169,05	169,70	169,50	169,79		1,28		3,91	0,54
170	5,00	168,96	169,61	169,40	169,69		1,29		3,87	0,55
160	5,00	168,86	169,51	169,31	169,60		1,28		3,91	0,54
150	5,00	168,86	169,51	169,31	169,60		1,28		3,90	0,55
140	5,00	168,77	169,42	169,22	169,50		1,30		3,86	0,55
130	5,00	168,68	169,31	169,13	169,40	0,19	1,33		3,80	0,57
120	5,00	168,63	169,27	169,08	169,35	0,21	1,32		3,91	0,56
110	5,00	168,58	169,22	169,03	169,30	0,22	1,31		4,06	0,55
100	5,00	168,49	169,13	168,94	169,21	0,22	1,29		4,44	0,55
90	5,00	168,40	169,05	168,84	169,12	0,22	1,22		5,05	0,51
80	5,00	168,40	169,04	168,85	169,12	0,22	1,24		4,97	0,52
70	5,00	168,30	168,97	168,74	169,04	0,23	1,18		5,25	0,49
60	5,00	168,29	168,96	168,74	169,03	0,23	1,18		5,20	0,49
50	5,00	168,23	168,91	168,68	168,98	0,23	1,18		4,86	0,49
40	5,00	168,21	168,89	168,65	168,96	0,23	1,19		4,69	0,49
30	5,00	168,17	168,85	168,62	168,93	0,21	1,21		4,23	0,50
15	Bridge									
1	5,00	167,86	168,41	168,41	168,63		2,09		2,39	1,00

Tabella dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Lura in moto permanente nella configurazione di progetto con portata di magra.

Per ulteriori dettagli in merito alle risultanze della simulazione idraulica effettuata ottenuti con il codice di calcolo Hec-Ras, in particolare per gli schemi grafici delle sezioni trasversali con l'indicazione dei relativi livelli idrici per il tratto di torrente oggetto di intervento nonché per la planimetria con l'ubicazione delle sezioni trasversali adottate, si rimanda all'allegato A.6.

5.9. Effetti degli interventi in progetto

Con riferimento alla Direttiva di Piano n.4 (Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B") dell'Autorità di bacino del Fiume Po valgono le seguenti considerazioni conclusive.

5.9.1 E.1. Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena

Le opere in progetto modificano il profilo dell'inviluppo di piena infatti la nuova ricalibratura del corso d'acqua e il nuovo viadotto di sovrappasso previsti in progetto consentono di sottopassare la SP119 con adeguato franco idraulico, eliminando le criticità provocate dal manufatto esistente.

5.9.2 E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo

Le aree golenali previste in progetto non potranno che avere un effetto positivo, seppur di limitata consistenza, sulla capacità di invaso del corso d'acqua.

La configurazione plano-altimetrica delle aree oggetto di intervento nonché il Masterplan delle opere previste nell'Accordo di Programma sottoscritto non hanno consentito di prevedere la creazione di ulteriori volumi di invaso significativi, peraltro non previsti nelle aree di interesse dalla pianificazione dell'Autorità di Bacino in questo tratto del Torrente Lura, della tipologia a cielo libero e con funzionamento a gravità.

5.9.3 E.3. Interazione con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti

Le opere in progetto alterano le modalità di deflusso della piena eliminando le criticità presenti.

Nel tratto di corso d'acqua oggetto di intervento non sono presenti opere di difesa idraulica che possano essere influenzate in maniera negativa dalle opere in progetto.

5.9.4 E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito di intervento

L'intervento in progetto, come già descritto, comporta la necessità di ricalibrare la sezione idraulica del corso d'acqua nonché di modificarne il tracciato.

La risagomatura del Torrente Lura è stata dimensionata in modo da garantire il deflusso della portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni.

Le opere sono compatibili con le opere idrauliche presenti e in progetto.

5.9.5 E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico e planimetrico e altimetrico dell'alveo di inciso e di piena

Le opere in progetto prevedono modifiche all'assetto morfologico planimetrico di un tratto del tracciato dell'alveo del Torrente Lura, tali però da non indurre ad una sensibilizzazione dei fenomeni erosivi, anche a fronte del fatto che si eliminano precedenti criticità e sono previsti interventi di protezione delle sponde dell'alveo. Dal punto di vista altimetrico vengono mantenute le quote di scorrimento esistenti e non verranno alterate le tendenze evolutive dell'alveo.

Non si rilevano inoltre vie di deflusso preferenziali durante la piena incompatibili con l'assetto attuale e di progetto del corso d'acqua e con le relative opere idrauliche.

5.9.6 E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale

Emergono modifiche sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale, derivanti dalla rinaturalizzazione del corso d'acqua, tali modifiche però non si riflettono in maniera significativa a scala globale sulle modalità di deflusso della piena.

5.9.7 E.7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena

Le opere in progetto sono in condizioni di sicurezza rispetto al deflusso della piena del Torrente Lura.

I ponti in progetto e le relative spalle e fondazioni sono state dimensionate dal punto di vista statico in modo da sopportare il massimo scalzamento prevedibile. La risagomatura dell'alveo con il rivestimento in massi di cava assicura poi una ulteriore protezione delle spalle dalla possibile erosione.

La funzionalità delle opere è assicurata anche durante eventi di piena in quanto viene garantito un franco minimo di oltre m 1,00 tra l'intradosso dei nuovi ponti e la quota idrometrica relativa all'involuppo del colmo di piena.

6. **MANUTENZIONE DELLE OPERE**

Si ritiene opportuno evidenziare che sebbene non sia garantita la distanza minima di 10 m, così come prevista dal R.D. 523/1904, tra le sponde incise del Torrente Lura e tutte le spalle dei ponti stradali in progetto è comunque assicurata l'accessibilità alle opere per le necessarie manutenzioni infatti l'accessibilità delle opere è garantita dalla nuova pista ciclopedonale, prevista in progetto e posta in fregio al corso d'acqua, nonché dalla luci di passaggio sotto i ponti che risultano compatibili con i piccoli mezzi d'opera necessari per eventuali future manutenzioni della sistemazione spondale.

Si segnala inoltre che essendo il Torrente Lura caratterizzato da lunghi periodi a deflusso trascurabile, è possibile programmare le operazioni di manutenzione ordinaria in tempo asciutto accedendo direttamente coi mezzi d'opera nell'alveo del corso d'acqua stesso.

I PROGETTISTI

(dott.ing. Caterina Aliverti)

(dott.arch. Michela Di Mento)

APPENDICE

A.1 - DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO

A.1.1. Calcolo del profilo di corrente

L'equazione fondamentale per il tracciamento dei profili di corrente in moto permanente è rappresentata dall'equazione di bilancio dell'energia.

L'equazione di bilancio dell'energia (equazione 1) mette in relazione l'energia totale posseduta da una corrente in una generica sezione 2 disposta lungo l'alveo con l'energia totale di una sezione 1 disposta ad una distanza Δs :

$$z_2 + y_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} + h_f + \text{perdite localizzate} \quad (1)$$

dove:

z quota di fondo (m);

y altezza idrica (m);

α coefficiente di ragguglio dell'energia cinetica;

v velocità media di portata (m/s);

h_f perdite di carico continue (m);

g accelerazione di gravità = 9,81 m/s².

Le perdite di carico continue possono essere valutate mediante la classica formula di resistenza di Manning:

$$h_f = n^2 \cdot R^{-4/3} \cdot v^2 \cdot \Delta s \quad (2)$$

in cui R è il raggio idraulico e n è il coefficiente di resistenza Manning.

La linea del carico totale è la linea che unisce le quote del carico totale associate nelle diverse sezioni alla relativa altezza idrica.

I termini contenuti nell'equazione dell'energia sono esplicitati nella FIG..1.

In sintesi, i dati necessari per l'effettuazione dei calcoli richiedono, oltre alla conoscenza delle sezioni trasversali, le seguenti informazioni:

- distanza della sezione considerata da quella immediatamente a valle, misurata lungo l'asse dell'alveo ordinario;
- indicazione delle sponde nella sezione trasversale;
- eventuale presenza di argini, intesi a individuare la parte attiva del corso d'acqua;
- coefficiente di scabrezza di Manning "n" (tale valore può risultare variabile all'interno della sezione);
- coefficienti di contrazione e di espansione della vena liquida per il calcolo delle perdite di carico localizzate.

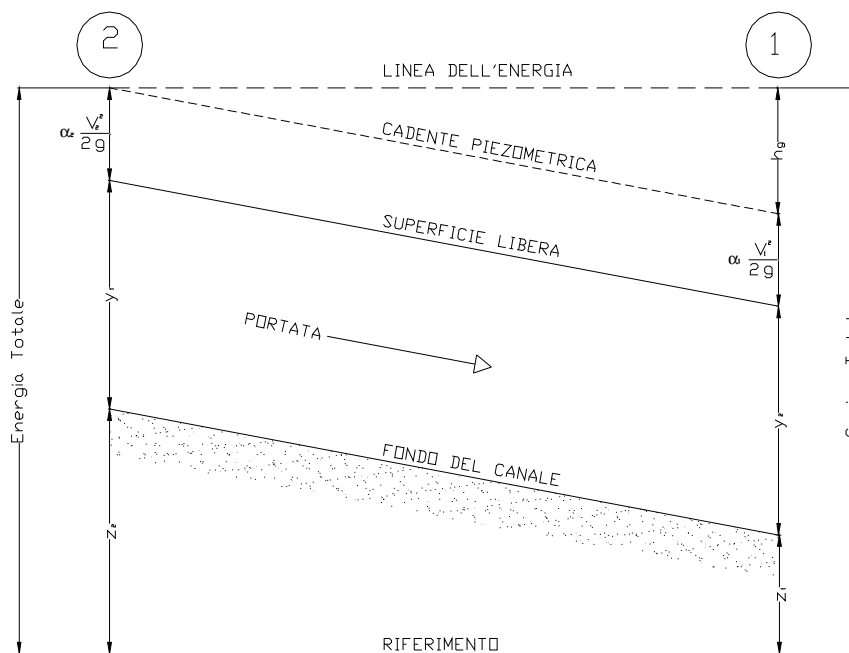


FIG..1 Elementi caratteristici dell'equazione dell'energia

La presenza di un ponte sezione comporta l'inserimento di ulteriori informazioni, tra cui:

- riduzione della sezione bagnata per effetto delle spalle del ponte;
- descrizione geometrica del ponte, con individuazione delle quote di estradosso ed intradosso dell'impalcato;
- la presenza di eventuali pile, specificando per ciascuna pila l'interasse e gli spessori alle varie quote sotto l'impalcato.

La procedura di integrazione numerica per passi successivi dell'equazione (1) consente, una volta che sia nota l'altezza idrica in una sezione, di determinare l'altezza idrica in una sezione posta a valle, nel caso di correnti veloci, o di una sezione posta a monte, nel caso delle correnti lente.

La procedura è sinteticamente descritta nella tabella che segue.

Passo	Azione
1	Selezionare la portata da utilizzare
2	Determinare la sezione di partenza e stabilire l'altezza idrica iniziale y_1 e calcolare tutte le variabili relative alla sezione
3	Assumere un'altezza idrica y_2 nella sezione 2 ed utilizzare questo valore per calcolare le variabili relative alla sezione 2
4	Calcolare le perdite di carico continue (h_f) tra le due sezioni
5	Calcolare i coefficienti di ragguglio α_1 e α_2 dell'energia cinetica

6	Calcolare le perdite concentrate dovute ad eventuali espansioni e/o contrazioni
7	Controllare il bilancio nell'equazione dell'energia
8	Calcolare l'altezza critica e l'altezza di moto uniforme
9	Assegnare l'altezza calcolata e procedere con la sezione successiva 3, in maniera simile a quanto fatto per la sezione 2
10	Ripetere i passi da 2 a 9 passi fino a che tutte le sezioni siano state calcolate

Tabella 1 : Descrizione schematica della procedura di integrazione numerica dell'equazione dell'energia (1)

Si procede di seguito alla descrizione dei singoli passi:

Passo 1:

sulla base dello studio idrologico si seleziona la portata (o le portate) da utilizzare;

Passo 2:

con riferimento alla figura 1, si determina l'altezza idrica iniziale. Nel caso di corrente lenta si parte dall'ultima sezione disposta a valle, nel caso di corrente veloce si parte dalla prima sezione a monte. Al fine di stabilire l'altezza idrica iniziale si utilizza una delle seguenti condizioni:

- altezza idrica misurata;
- scala di deflusso nota;
- condizione di moto uniforme;
- condizione di stato critico.

Una volta assegnata l'altezza idrica nella sezione 1 si calcolano le seguenti variabili:

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} \quad h_1 = \frac{V_1^2}{2g}$$

dove:

Q portata di calcolo (m³/s).

A₁ area della sezione (m²);

V₁ velocità media nella sezione (m/s);

g accelerazione di gravità = 9.81 m/s².

Passo 3:

si assume un'altezza idrica y₂ nella sezione 2 e utilizzando y₂ si calcolano le seguenti variabili:

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} \quad h_2 = \frac{V_2^2}{2g}$$

Passo 4:

si calcolano le perdite di carico continue tra le due sezioni utilizzando le seguenti equazioni:

$$h_f = L \left(\frac{Q}{k_m} \right)^2 \quad (3)$$

$$k_m = \frac{k_1 + k_2}{2}; \quad k_1 = \frac{A_1 R_1^{2/3}}{n}; \quad k_2 = \frac{A_2 R_2^{2/3}}{n} \quad (4)$$

dove:

R raggio idraulico (m);

L distanza tra le sezioni (m).

Passo 5:

si calcolano i coefficienti di ragguaglio dell'energia cinetica (α_1 e α_2)

Passo 6:

quando presenti, si calcolano le perdite di carico per espansione e per contrazione utilizzando le equazioni 5 e 6.

$$h_e = K_e \frac{\Delta V^2}{2g} \quad (5)$$

dove:

$K_e = 0.3$ per espansione graduale;

$K_e = 0.5$ per espansione brusca;

$$h_c = K_c \frac{\Delta V^2}{2g} \quad (6)$$

dove:

$K_c = 0.1$ per contrazione graduale;

$K_c = 0.3$ per contrazione brusca.

Passo 7:

si verifica che sia soddisfatta l'equazione di bilancio dell'energia mediante le equazioni 7 e 8.

$$L = z_2 + y_2 + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} \quad (7)$$

$$R = z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} + h_f + h_e + h_c \quad (8)$$

- se $L = R \pm \delta$, dove δ indica un prefissato valore di tolleranza accettabile, si può assumere che l'altezza idrica assunta per il calcolo sia corretta e si può procedere al passo successivo 8;
- se invece $L \neq \delta$, si ritorna al passo (3) assumendo un nuovo valore dell'altezza idrica y_2 .

Passo 8:

si calcolano l'altezza critica y_c e l'altezza di moto uniforme y_u . L'altezza critica rappresenta il valore dell'altezza idrica in corrispondenza del minimo valore assunto dall'energia specifica per un assegnato valore della portata. Nel caso di una sezione di forma semplice l'altezza idrica è unica, nel caso di sezioni di forma geometrica più complessa, ad esempio a banchina, l'equazione del carico totale può presentare più minimi relativi.

Operativamente l'altezza critica viene determinata risolvendo iterativamente l'equazione 9:

$$\frac{Q^2}{g} = \frac{A_c^3}{L_c} \quad (9)$$

dove:

L_c larghezza in superficie (m);

A_c area della sezione (m^2).

L'altezza di moto uniforme viene calcolata risolvendo iterativamente la formula di resistenza di Manning.

- Se nel corso del calcolo di una corrente lenta (governata da valle) non viene determinata l'altezza y_2 o essa risulta inferiore a quella critica alla sezione 2 viene assegnata il valore dell'altezza critica y_c ;
- Se nel corso del calcolo di una corrente veloce (governata da monte) non viene determinata l'altezza y_2 o essa risulta superiore a quella critica alla sezione 2 viene assegnata il valore dall'altezza critica y_c .

Passo 9:

una volta assegnata l'altezza idrica calcolata ai passi 7 o 8 si ripetono i passi da 2 a 8.

Passo 10:

si ripetono tutti i passi da 1 a 9 fino a completare il calcolo in tutte le sezioni.

La presenza di eventuali sezioni nelle quali siano state assegnate condizioni di stato critico (passo 8) indicano la possibilità che siano presenti dei risalti idraulici. In tale caso il calcolo del profilo di corrente risulta più complesso. È ben noto, infatti, che per la risoluzione del risalto idraulico non si può utilizzare l'equazione dell'energia, bensì bisogna fare ricorso all'equazione globale ed in particolare alla determinazione della spinta totale. In tale condizione i passi della procedura di calcolo risultano i seguenti:

Passo 1:

calcolo, a partire dalla sezione di valle, del profilo di corrente lenta come riportato nella descrizione della procedura standard. Nel corso del calcolo vengono determinate le spinte relative a tutte le sezioni e vengono evidenziate tutte le sezioni in cui si riparte da condizioni di stato critico.

Passo 2:

calcolo, a partire dalla sezione di monte del profilo di corrente veloce con conseguente determinazione del valore della spinta:

- se la spinta della corrente veloce, governata da monte, risulta maggiore della spinta della corrispondente corrente lenta (passo 1), si assume che la corrente sia veloce ed il calcolo prosegue passando alla successiva sezione di valle;
- se la spinta della corrente lenta, governata da valle (passo 1), risulta maggiore della spinta della corrente veloce di monte si assume il valore della altezza idrica corrispondente alla corrente lenta e la procedura di calcolo prevede che si inizi un nuovo calcolo in corrente veloce a partire dalla prima sezione di valle nella quale, nel corso della calcolo in corrente lenta (passo 1), era stata fissata altezza critica.

Passo 3:

a partire dalla nuova sezione in stato critico il calcolo procede verso valle fintanto che in ogni sezione la spinta della corrente veloce di monte risulta maggiore della spinta in corrente lenta. Quando il calcolo raggiunge una sezione in cui la spinta della corrente lenta risulta maggiore della spinta in corrente veloce si presume che tra la sezione data e la precedente si verifichi un risalto idraulico.

Passo 4:

il calcolo procede verso valle passando alla successiva sezione di valle nella quale si è stabilita, nel corso del passo 1, una condizione di stato critico, e ripetendo la procedura indicata al passo 2.

Passo 5:

si reitera il passo 4 fino al completamento di tutte le sezioni nelle quali è stato riportata una condizione di stato critico.

A.1.2. A.2 Calcolo del profilo di corrente in presenza di un attraversamento

La presenza di un attraversamento comporta in generale la riduzione della sezione idrica disponibile per il deflusso della portata. L'influenza di un restringimento della sezione sul profilo di corrente nel corso d'acqua dipende dalle caratteristiche geometriche dell'attraversamento stesso ed in particolare dalla larghezza e dall'altezza della sezione lasciata libera per il deflusso della portata.

Nel seguito vengono brevemente illustrati gli aspetti relativi alla valutazione degli effetti della presenza di un ponte sul profilo di corrente. La FIG.2 mostra una vista planimetrica dell'area di inserimento di un ponte. Si possono riconoscere tre zone:

- zona 1 (a valle);
- zona 2 (in corrispondenza del ponte);
- zona 3 (a monte).

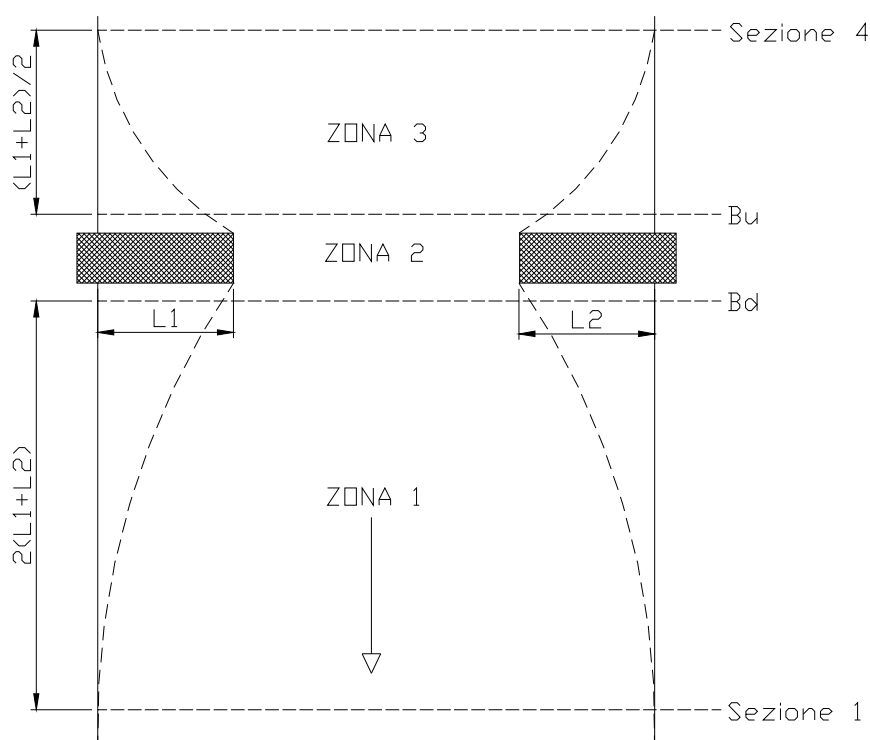


FIG.2: Diverse zone di flusso in corrispondenza di un ponte

La sezione 4 in figura 2 (talvolta indicata come sezione di approccio) rappresenta la geometria della sezione nella quale inizia il fenomeno di contrazione.

Le sezioni Bu e Bd, disposte immediatamente a monte ed a valle del ponte, rappresentano le sezioni geometriche che approssimano l'andamento della sezione ristretta in prossimità del ponte stesso.

La sezione 1 (talvolta indicata come sezione di uscita) rappresenta la geometria della corrente al termine della zona di espansione.

La zona 3 rappresenta la zona, posta a monte del pozzo, all'interno della quale avviene il fenomeno di contrazione. In assenza di altre indicazioni si può assumere una distanza pari alla larghezza della sezione indisturbata diminuita della larghezza del ponte.

La zona 2 rappresenta l'area in prossimità del ponte, in questa sezione si generano notevoli perdite di carico concentrate.

La zona 1 rappresenta la zona posta a valle del ponte nella quale avviene il fenomeno di espansione della corrente. L'estensione di tale zona dipende dalla portata e dal rapporto relativo tra sezione ristretta del ponte e sezione dell'alveo, in assenza di altre indicazioni si può fare riferimento ad un valore di massima pari a 4 volte la larghezza della sezione indisturbata diminuita della larghezza del ponte.

Quando presente, il sopralzo del livello idrico, indotto dalla presenza di un ponte, risulta massimo nella sezione 4. È in ogni caso consigliabile proseguire il tracciamento del profilo di corrente a monte del ponte stesso fino a che la superficie idrica risulta praticamente coincidente con quella ottenuta in condizione di assenza del ponte.

Per quanto riguarda le condizioni idrauliche nella sezione di inserimento del ponte, in via del tutto generale, si possono individuare due condizioni di deflusso:

- deflusso libero;
- deflusso sommerso.

Il termine deflusso libero descrive la condizione idraulica per la quale la superficie idrica nelle zone 1, 2 e 3 è sempre in contatto con l'atmosfera, in altri termini il profilo idrico si trova tutto al di sotto dell'intradosso del ponte.

I possibili profili di corrente in condizioni di deflusso libero sono riportati nella tabella seguente:

Tipo di profilo	Descrizione
I	Corrente lenta in tutte le zone 1, 2 e 3
II A	Corrente lenta nelle zone 1 e 3, condizioni di stato critico nella zona 2
II B	Corrente lenta nella zona 3, condizioni di stato critico nella zona 2, risalto idraulico nella zona 1
III	Corrente veloce in tutte le zone 1, 2 e 3

La condizione di deflusso sommerso si riferisce al caso in cui la corrente interagisce con la sovrastruttura del ponte, in tale condizione, all'aumentare del livello idrico, possono identificarsi i seguenti casi:

- livello idrico a monte del ponte più elevato della quota di intradosso del ponte, ma nel contempo l'intradosso del ponte stesso non risulta completamente a contatto con la superficie idrica. In tale condizione l'efflusso è schematizzabile come un efflusso al di sotto di una paratoia;
- livello idrico a monte del ponte più elevato della quota di intradosso del ponte ed intradosso del ponte completamente a contatto con la superficie idrica, in tale condizione il deflusso può assimilarsi a quello di un efflusso da una luce a battente;
- livello idrico a monte del ponte più elevato della quota di estradosso del ponte stesso con acqua che defluisce attraverso la luce del ponte ed al di sopra del piano stradale, in tale caso:

- se il tirante idrico al di sopra del piano stradale è limitato, l'altezza idrica a monte del ponte può essere valutata sommando i contributi relativi all'efflusso sotto battente, attraverso la luce del ponte, ed alla condizione di efflusso su una soglia al di sopra del piano stradale;
- se l'altezza idrica sul piano stradale eccede l'altezza critica la simulazione come luce a battente risulta inadeguata ed il calcolo può essere effettuato utilizzando l'equazione dell'energia o l'equazione globale all'interno delle quali la presenza del ponte è introdotta attraverso una semplice riduzione della sezione geometrica effettiva ed un incremento del perimetro bagnato.

Per quanto riguarda la procedura da utilizzare per il calcolo del profilo di corrente in prossimità di un ponte sono applicabili 2 approcci:

- equazione di bilancio dell'energia (procedura standard) da applicarsi se il ponte rappresenta un'effettiva contrazione rispetto alla sezione naturale e l'effetto delle pile è inesistente o trascurabile;
- equazione di bilancio della quantità di moto (equazione globale), da applicarsi se la corrente è veloce e la resistenza esercitata dalle pile è significativa.

Il ricorso all'equazione dell'energia richiama gli aspetti già descritti della procedura standard illustrata precedentemente; alcuni aspetti specifici vengono sommariamente descritti di seguito.

La FIG..3 mostra la posizione delle sezioni prossime al ponte da considerare per il calcolo del profilo di corrente; Bd e Bu si riferiscono alla geometria del ponte rispettivamente nella parte a valle ed a monte del ponte.

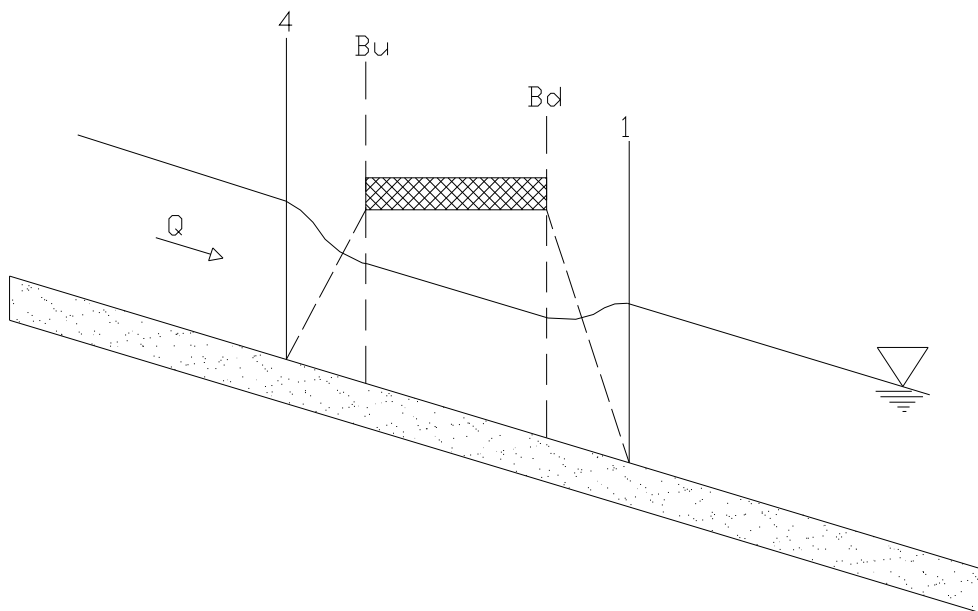


FIG..3: Sezione longitudinale con indicazione delle sezioni utilizzate per il calcolo del profilo di corrente in corrispondenza di un ponte

Procedura standard	
Passo	Azione
1	Risolvere l'equazione dell'energia tra la sezione 1 e la sezione Bd immediatamente a valle del ponte.
2	Procedere nel calcolo passando alla sezione Bu disposta a monte del ponte.
3	Includere, in maniera approssimata l'effetto delle pile e dell'interazione con le spalle.
4	Proseguire con il calcolo valutando l'altezza idrica nella sezione 4.
5	Continuare il tracciamento del profilo di corrente verso monte a partire dalla sezione 4.

Passo 1:

si risolve l'equazione dell'energia tra la sezione 1 e la sezione disposta a valle del ponte (Bd). Si utilizza l'altezza idrica nella sezione 1 calcolata dal calcolo generale del profilo di corrente.

Passo 2:

si procede verso monte sovrapponendo la sezione del ponte sulle sezioni naturali.

Passo 3:

si include l'effetto di eventuali pile riducendo l'area della sezione ed incrementando il perimetro bagnato.

Passo 4:

si include l'eventuale flusso al di sopra del ponte e si procede al calcolo dell'altezza idrica nella sezione a monte del ponte (Bu) e da questa alla sezione 4.

Passo 5:

come descritto precedentemente si prosegue il calcolo verso monte.

L'approccio basato sull'equazione globale calcola il profilo di corrente nella zona 2 della figura 2 bilanciando le forze agenti su tre tronchi di corrente:

- tra la sezione 1 e la sezione a valle del ponte (Bd);
- tra la sezione a valle del ponte (Bd) e la sezione a monte del ponte Bu;
- tra la sezione a monte del ponte (Bu) e la sezione 4.

Nell'ipotesi di distribuzione idrostatica della pressione le forze agenti su un volume di controllo compreso tra due sezioni 1 e 2 sono espresse dalla relazione (10):

$$F_{p1} + F_{m1} = F_{p2} + F_{m2} + F_f + F_d - F_w \quad (10)$$

dove:

F_{p1} , F_{p2} forze dovute alla pressione idrostatica;

- F_m quantità di moto;
 F_f forze dovute all'attrito sulle pareti;
 F_d forze resistenti dovute alla presenza di ostacoli;
 F_w componente della forza peso nella direzione del moto.

La procedura numerica di bilanciamento dell'equazione globale avviene attraverso i seguenti passi:

Passo	Azione
1	Determinare i valori di velocità ed altezza idrica nella sezione 1.
2	Determinare i valori di velocità ed altezza idrica nella sezione Bd.
3	Determinare il coefficiente di ragguglio della quantità di moto
4	Determinare i valori di velocità ed altezza idrica nella sezione Bu.
5	Determinare la quantità di moto tra la sezione di monte e la sezione 4.
6	Completare il calcolo del profilo a partire dalla sezione 4.

Di seguito i passi vengono meglio illustrati:

Passo 1:

nel caso di corrente lenta si determinano, dalla risoluzione dell'equazione del profilo idrico, l'altezza idrica e la velocità nella sezione 1;

Passo 2:

si calcolano, attraverso successive iterazioni dell'equazione (11), l'altezza idrica e la velocità nella sezione Bd:

$$A_{Bd} \bar{y}_{Bd} + \beta_{Bd} \frac{Q^2}{g A_{Bd}} = A_1 \bar{y}_1 - A_{pd} \bar{y}_{pd} + \frac{Q^2}{g A_{Bd}} + \left(\frac{A_1 + A_{Bd}}{2} \right) L S_f - \left(\frac{A_1 + A_{Bd}}{2} \right) L S_0 \quad (11)$$

dove:

il pedice 1 si riferisce alla sezione 1 ed il pedice d alla sezione immediatamente a valle del ponte;

Q portata (m^3/s);

A_1 area della sezione 1 (m^2);

A_{pd} area ostruita dalle pile (m^2);

S_f cadente piezometrica (m/m);

g accelerazione di gravità (m/s^2);

S_0 pendenza dell'alveo (m/m);

β coefficiente di ragguglio della quantità di moto.

Passo 3:

si determina il coefficiente di ragguglio delle quantità di moto.

Passo 4:

a partire dall'altezza idrica nella sezione Bd si ripete la procedura del passo 2 per calcolare l'altezza idrica e la velocità nella sezione Bu utilizzando l'equazione:

$$A_{Bu} \bar{y}_{Bu} + \beta_{Bu} \frac{Q^2}{g A_{Bu}} = A_{Bd} \bar{y}_{Bd} + \frac{Q^2}{g A_{Bd}} + \left(\frac{A_{Bd} + A_{Bu}}{2} \right) L S_f - \left(\frac{A_{Bd} + A_{Bu}}{2} \right) L S_0 \quad (12)$$

Passo 5:

si applica l'equazione (13) di bilancio della quantità di moto tra la sezione Bu e la sezione 4. Valori di riferimento per il calcolo della forza di drag esercitata dalle pile sono riportati nella tabella seguente

$$A_4 \bar{y}_4 + \beta_3 \frac{Q^2}{g A_3} = A_{Bu} \bar{y}_{Bu} - A_{pu} \bar{y}_{pu} + \frac{Q^2}{g A_{Bu}} + \left(\frac{A_{Bu} + A_3}{2} \right) L S_f - \left(\frac{A_{Bu} + A_3}{2} \right) L S_0 + \frac{C_d + A_{pu}}{2g A_3} \quad (13)$$

dove:

il pedice 4 si riferisce alla sezione 4;

A_{pu} area ostruita dalle pile;

C_d coefficiente di drag delle pile.

Valori tipici del coefficiente di drag	
Tipo di pila	Coefficiente di drag, C_d
Circolare	1.20
Allungato con estremità semicircolare	1.33
Ellittica (2:1 rapporto di forma)	0.60
Ellittica (4:1 rapporto di forma)	0.32
Ellittica (8:1 rapporto di forma)	0.29
Forma squadrata	2.00
Triangolare (30 vertice)	1.00
Triangolare (60 vertice)	1.39
Triangolare (90 vertice)	1.60
Triangolare (120 vertice)	1.72

Passo 6:

come già illustrato si procede al calcolo della restante parte di profilo a partire dalla sezione 4.

A.1.3. Deflusso sommerso

La FIG.4 mostra la condizioni di deflusso sommerso, nella quale la superficie idrica tocca, nella sezione di monte, l'estradosso del ponte, ma l'intradosso del ponte non è completamente a contatto con la superficie idrica. Una condizione di flusso di questo tipo può essere simulata come un efflusso al di sotto di una paratoia utilizzando l'equazione (14).

$$Q = C A_b \left[2g \left(y_{Bu} - \frac{D_b}{2} + \frac{\alpha_{Bu} v_{Bu}^2}{2g} \right) \right]^{0.5} \quad (14)$$

dove:

Q portata (m³/s);

C coefficiente di efflusso (valore suggerito 0.5);

A_b area netta al di sotto del ponte (m²);

Y_{Bu} altezza idrica nella sezione Bu (m);

D_b altezza dell'intradosso del ponte valutata rispetto al fondo dell'alveo(m).

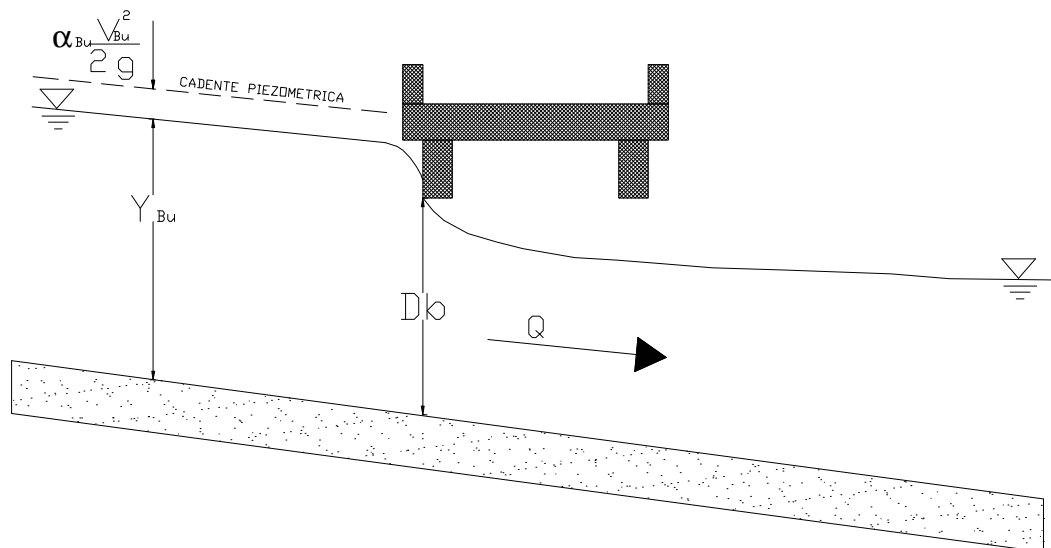


FIG.4: Funzionamento a paratoia

La procedura iterativa consiste nell'assumere valori dell'altezza idrica nella sezione Bu (y_{Bu}) fino a che il valore della portata calcolata con la (14) non risulta uguale, con una ragionevole tolleranza, alla portata di calcolo.

La FIG.5 mostra il caso di un ponte nel quale l'altezza idrica a monte del ponte stesso risulta inferiore alla quota di estradosso. Una situazione del genere è schematizzabile come un efflusso attraverso una luce utilizzando l'equazione (15).

$$Q = C_\mu A_b [2gH]^{0.5} \quad (15)$$

dove:

C_μ coefficiente di efflusso (0.8 valore tipico);

H differenza tra il carico totale nella sezione 3 e l'altezza idrica nella sezione

$$H = y_{Bu} + \alpha_{Bu} \frac{V_{Bu}^2}{2g} - y_{Bd} \quad (16)$$

α_{Bu} coefficiente di ragguglio dell'energia cinetica;

$$C_d = 0.104 \frac{L_c}{b} + 0.7145$$

L_c larghezza del ponte (m).

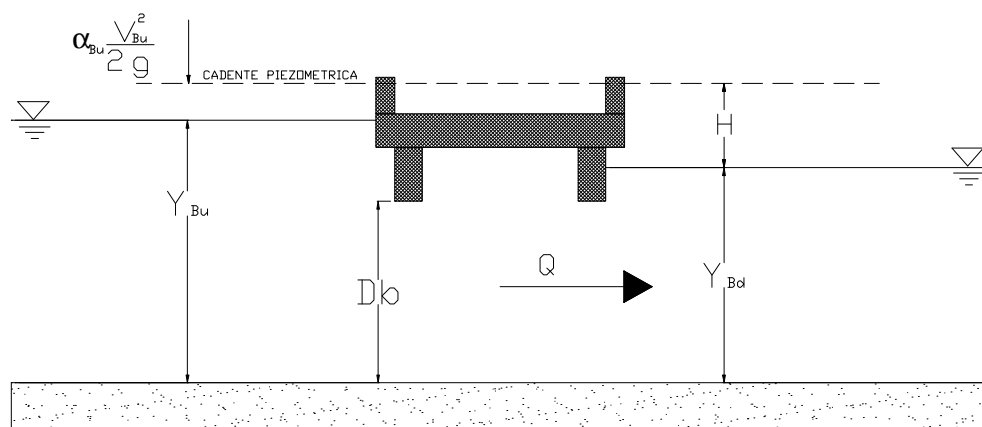


FIG.5: Funzionamento a battente

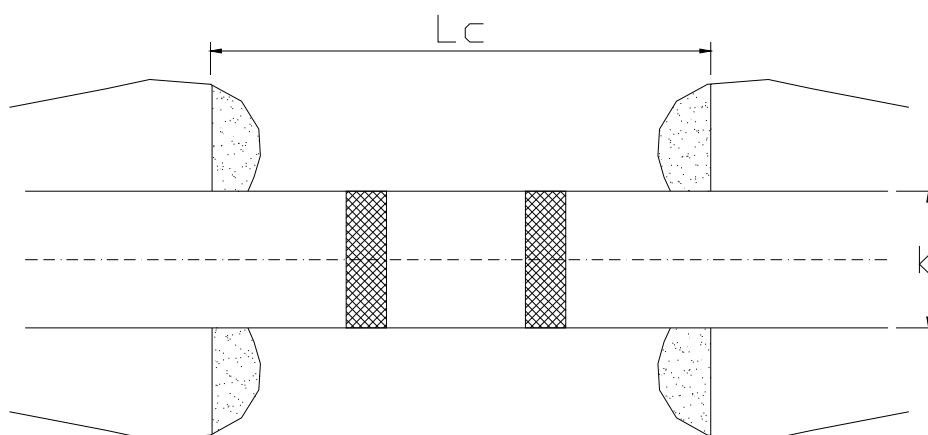


FIG.6: Dimensioni del ponte per il calcolo in pressione

La procedura di calcolo richiede di assumere un'altezza idrica nella sezione Bu (y_{Bu}) fino a che la portata calcolata con la (15) non risulta uguale, con una ragionevole tolleranza, alla portata di calcolo.

Nel caso il ponte risulti sormontato (FIG.7) si possono verificare due condizioni di deflusso.

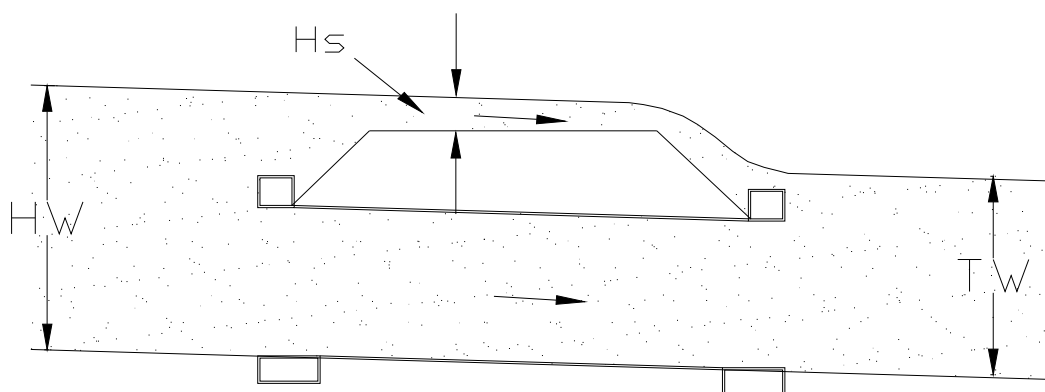


FIG.7: Schema per il calcolo di ponte sormontato.

A seconda dei livelli idrici a monte ed a valle valgono i seguenti schemi:

se altezza d'acqua sul ponte è inferiore all'altezza critica, l'altezza idrica a monte del ponte può essere calcolata considerando le due aliquote: una prima, relative al flusso in pressione al disotto del ponte, calcolata con l'equazione (15) ed una seconda relativa al flusso al di sopra del piano stradale.

La prima aliquota è calcolabile secondo gli schemi in pressione descritti precedentemente, mentre la porzione di portata che defluisce al di sopra del ponte può essere calcolata utilizzando l'equazione (17):

$$Q = CL[H_h]^{1.5} \quad (17)$$

dove:

Q portata (m³/s);

C coefficiente di efflusso (valore suggerito 1,66);

L larghezza della soglia (m);

Hh tirante idrico sulla soglia valutato come differenza tra l'altezza idrica a monte del ponte e la quota del piano stradale;

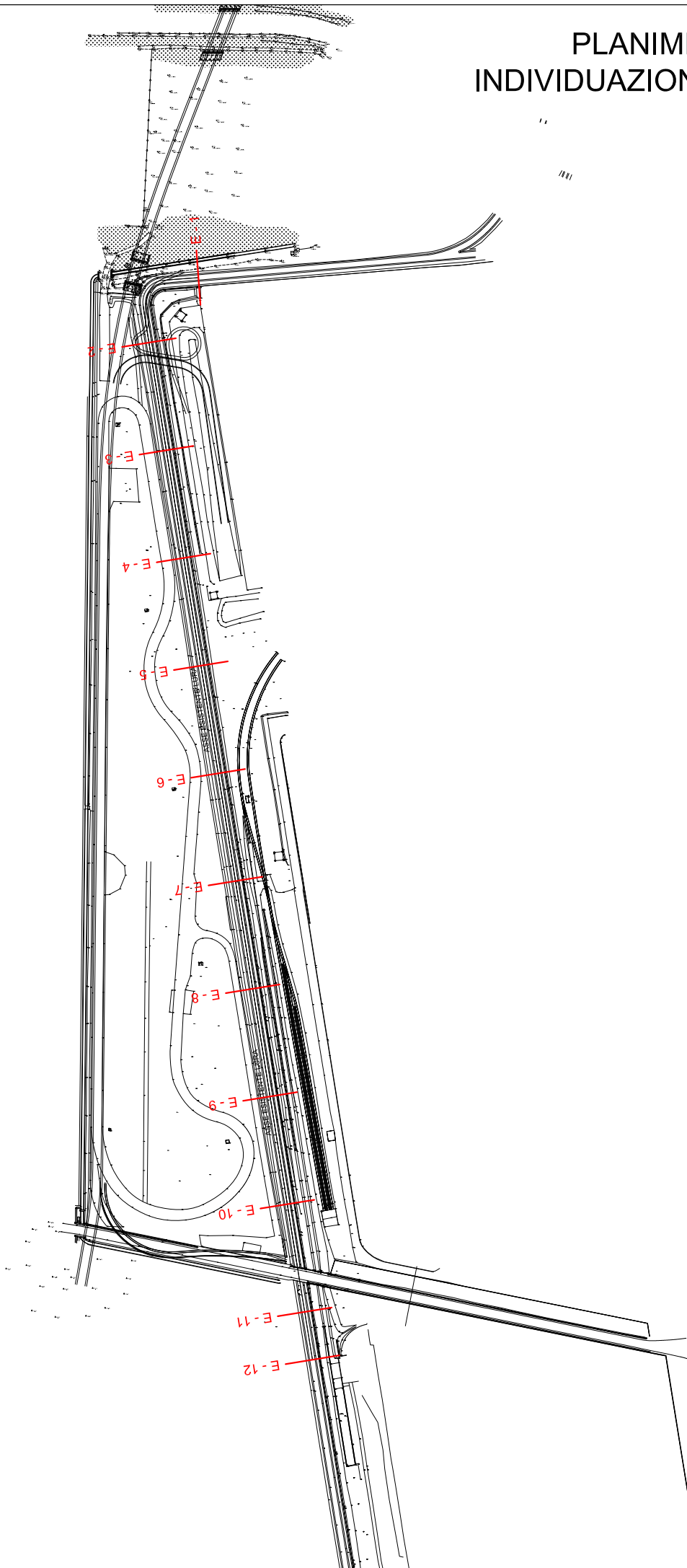
a mano a mano che l'altezza idrica al di sopra del ponte aumenta, la percentuale della portata che defluisce al di sotto del ponte diminuisce progressivamente e le condizioni di deflusso tendono verso quelle di una corrente a superficie libera in cui la presenza del ponte è assimilabile ad una riduzione di sezione idrica ed una perdita di carico localizzata aggiuntiva. In tale caso la procedura di integrazione ritorna allo schema standard.

SIMULAZIONE IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE

A.2 - STATO DI FATTO - Q_{TR} 10 E 100 ANNI (ATTUALE)

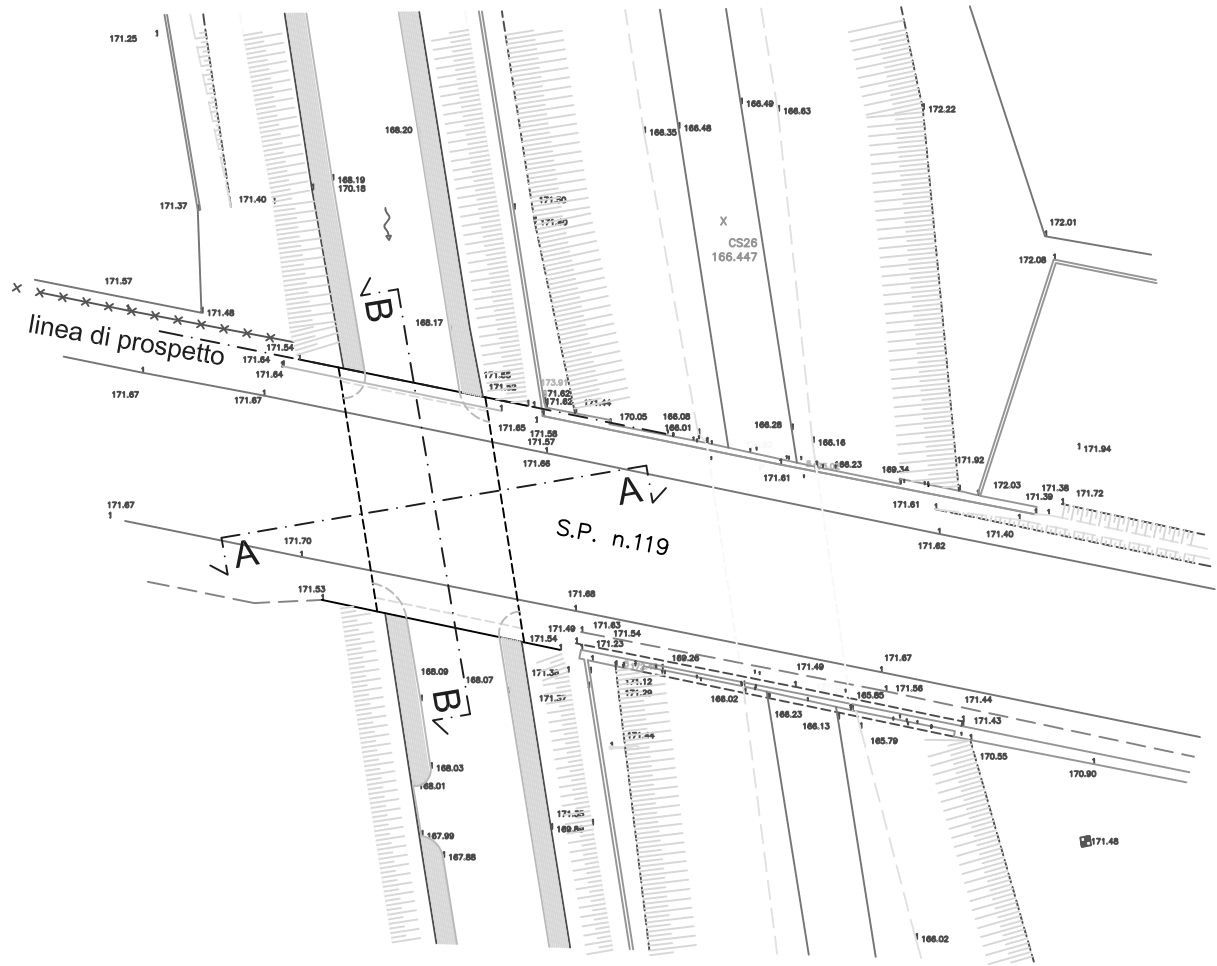
A.2.1. Planimetria con individuazione sezioni

PLANIMETRIA CON INDIVIDUAZIONE SEZIONI

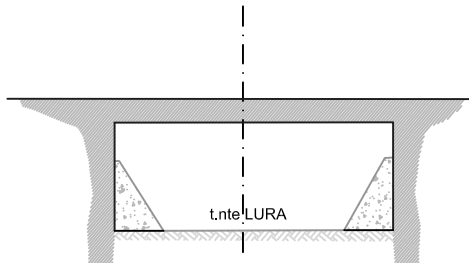


A.2.2. Ponte sulla SP 119 esistente

STRALCIO PLANIMETRICO

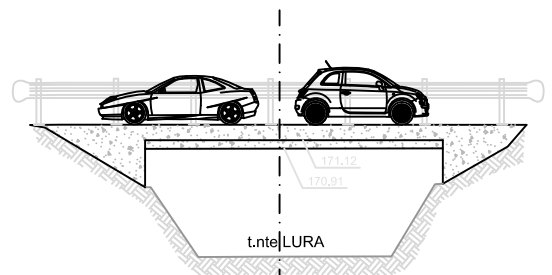


SEZIONE A-A



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PROGRESSIVE	-0.28	-0.34	-0.42	-0.30	-0.22	-0.74	2.08	3.77	4.00	5.95	6.05
PARZIALI	0.34	2.51	1.18	1.37	3.44	1.08	1.57	3.48			
QUOTE	171.89	171.51	169.93	169.92	168.06	168.07	168.08	170.00	170.01	171.00	171.89

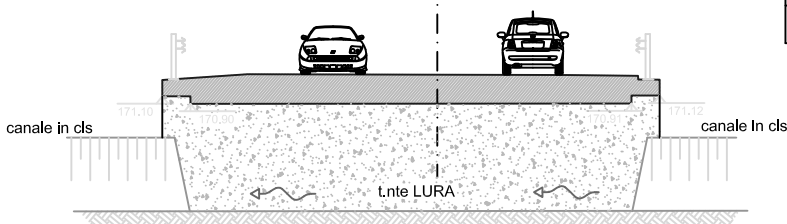
PROSPETTO NORD



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PROGRESSIVE	-0.64	-0.25	-3.58	-3.43	-2.17	-0.66	2.08	4.14	4.35	6.08	6.58
PARZIALI	0.30	2.67	1.26	1.50	3.85	1.16	1.73	3.50			
QUOTE	171.99	171.91	169.92	169.92	168.05	168.07	168.08	170.00	170.02	171.00	171.98

SEZIONE B-B

dir. GARBAGNATE M.se dir. LAINATE



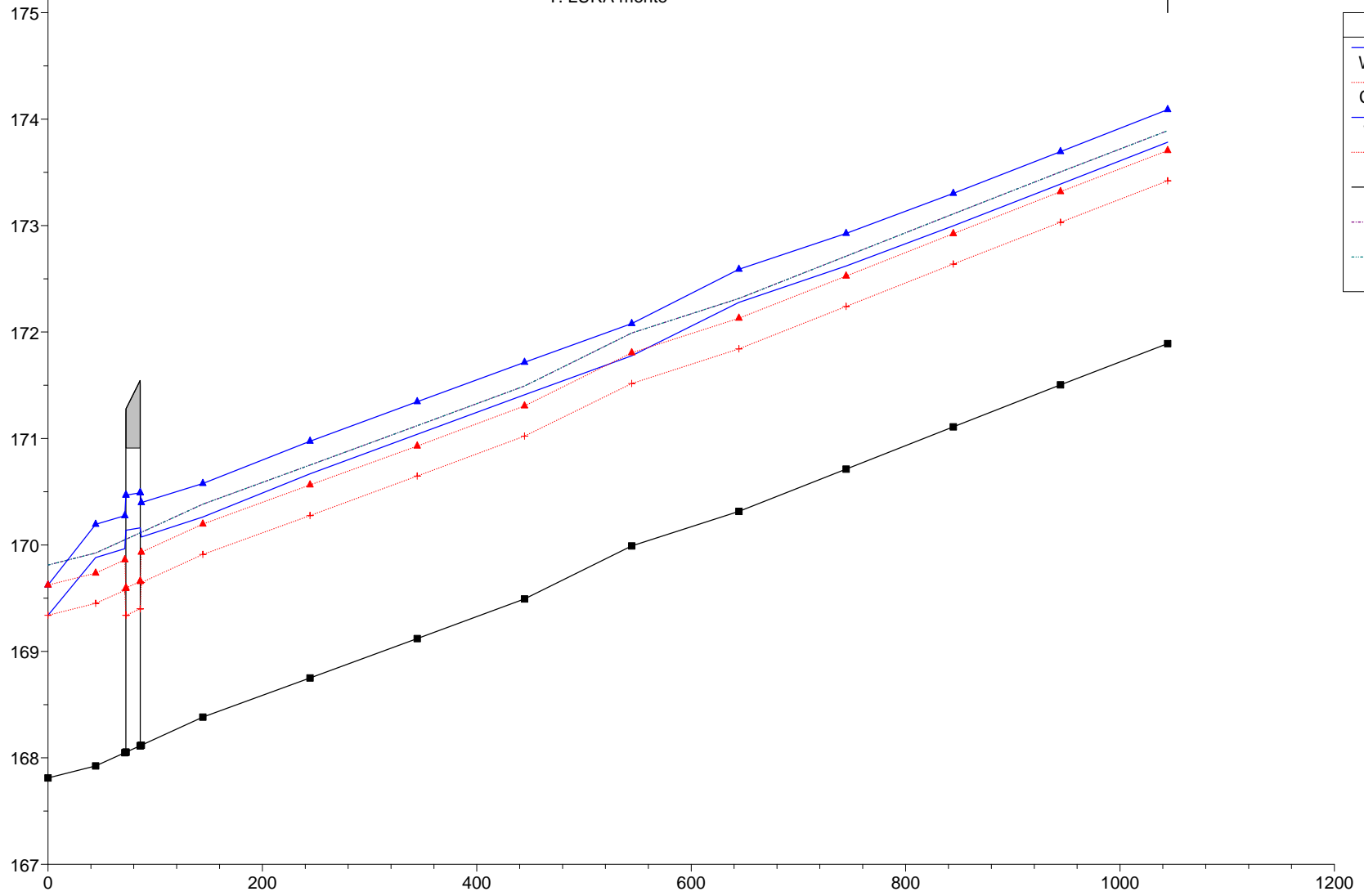
	1	2	3	4	5	6	7	8
PROGRESSIVE	-7.33	-7.32	-5.05	3.49	5.34	5.35	5.92	5.93
PARZIALI	0.01	2.27	8.55	1.85	0.01	0.57	0.01	
QUOTE	168.04	171.54	171.69	171.66	171.65	171.54	168.05	

A.2.3. Profilo di inviluppo del colmo di piena

Lura arese Plan: Plan 04 16/07/2013

T. LURA monte

Elevation (m)



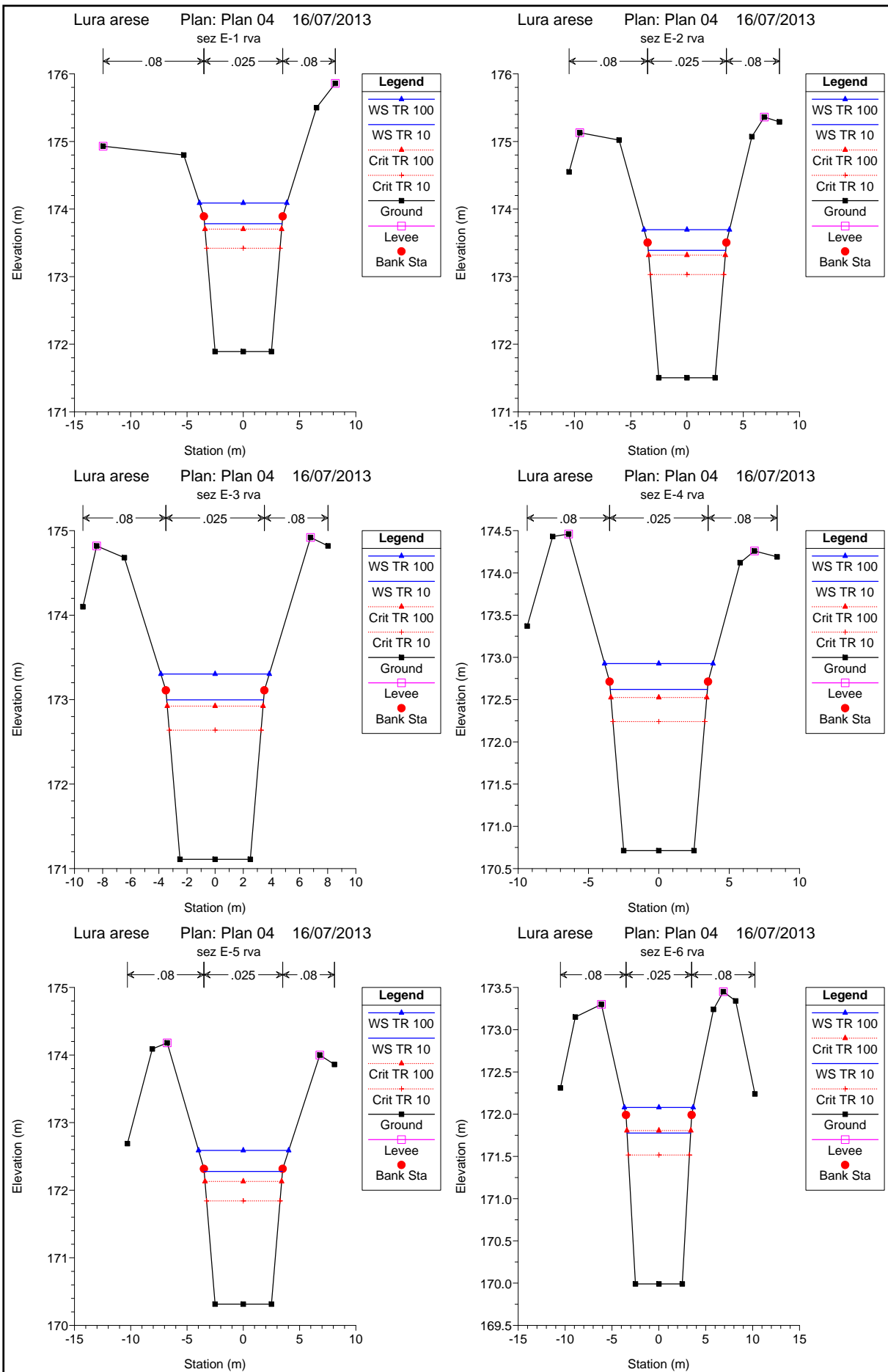
Legend	
WS TR 100	Blue line with triangle markers
Crit TR 100	Red dotted line with triangle markers
WS TR 10	Blue line with triangle markers
Crit TR 10	Red dotted line with triangle markers
Ground	Black solid line with square markers
LOB	Black dashed line
ROB	Black dotted line

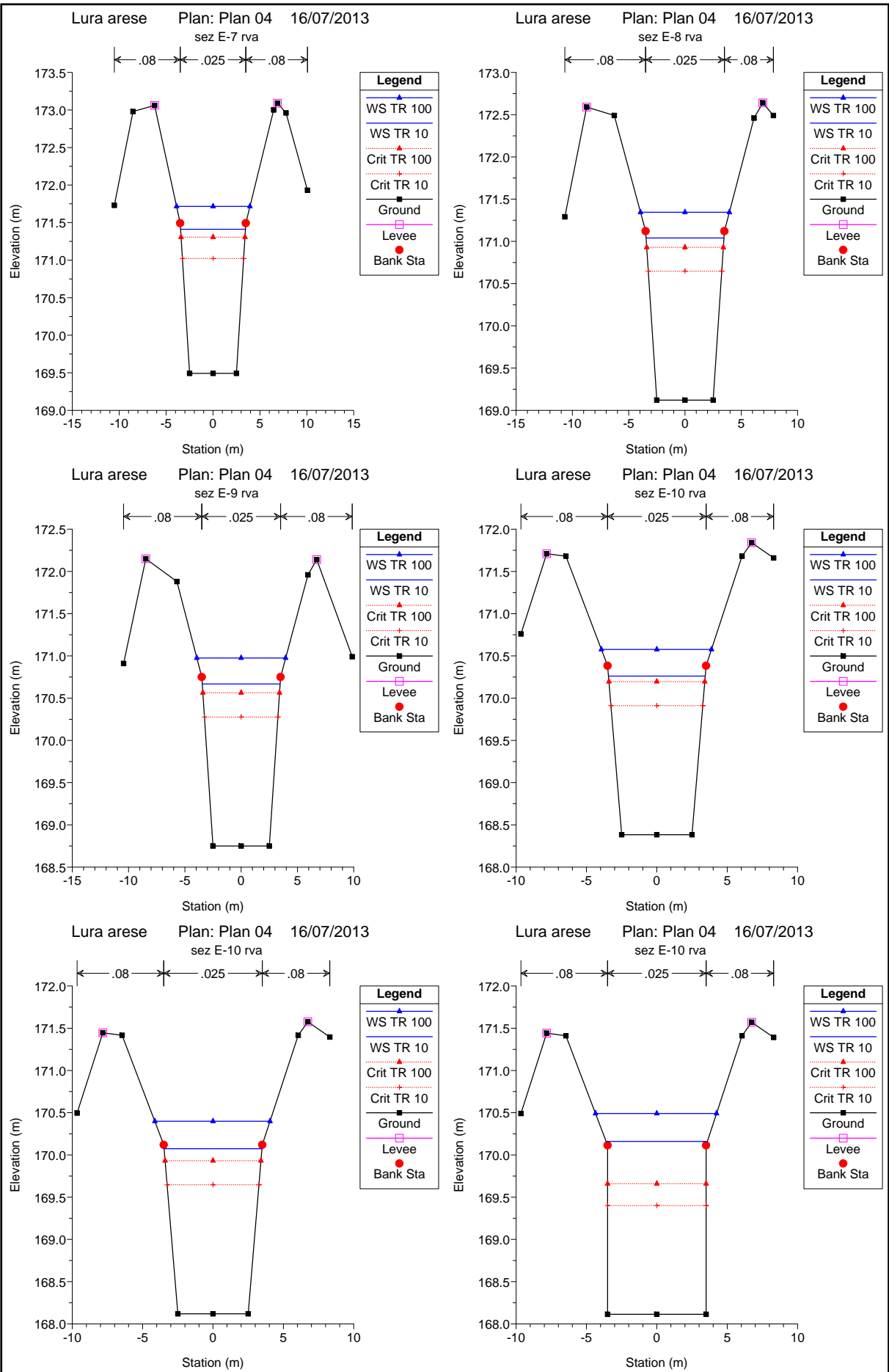
A.2.4. Tabelle

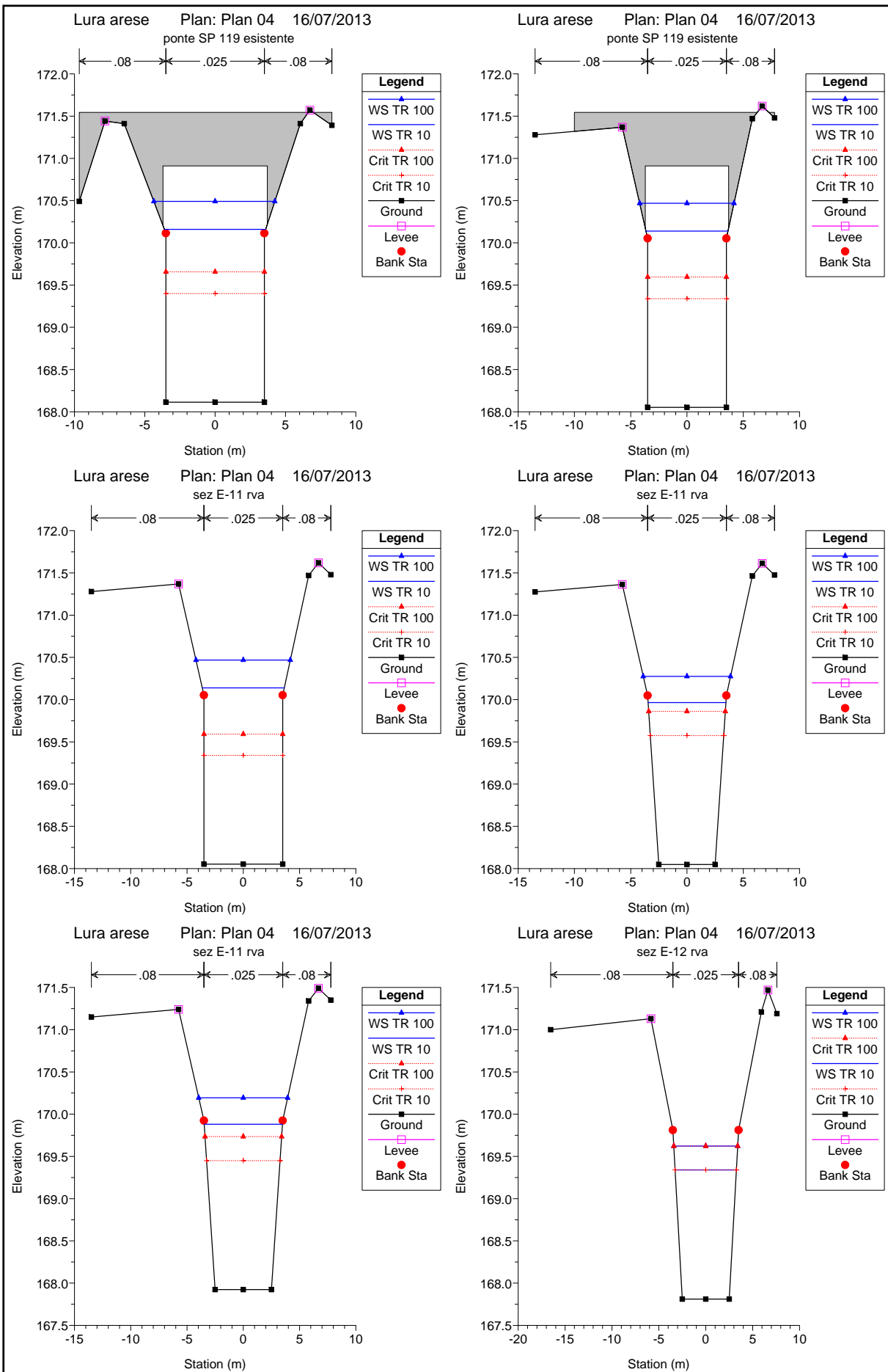
HEC-RAS Plan: Plan 04 River: T. LURA Reach: monte

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
monte	120	TR 10	32.00	171.89	173.78	173.42	174.20	0.003883	2.84	11.25	6.89	0.71
monte	120	TR 100	42.00	171.89	174.09	173.70	174.59	0.003881	3.14	13.46	7.76	0.72
monte	110	TR 10	32.00	171.50	173.39	173.03	173.80	0.003931	2.86	11.20	6.89	0.71
monte	110	TR 100	42.00	171.50	173.69	173.32	174.20	0.003932	3.15	13.39	7.59	0.73
monte	100	TR 10	32.00	171.11	173.00	172.64	173.41	0.003914	2.85	11.22	6.89	0.71
monte	100	TR 100	42.00	171.11	173.30	172.92	173.81	0.003916	3.15	13.41	7.71	0.73
monte	90	TR 10	32.00	170.71	172.62	172.24	173.02	0.003775	2.82	11.36	6.91	0.70
monte	90	TR 100	42.00	170.71	172.93	172.53	173.42	0.003770	3.11	13.57	7.70	0.71
monte	80	TR 10	32.00	170.31	172.28	171.84	172.66	0.003444	2.72	11.74	6.96	0.67
monte	80	TR 100	42.00	170.31	172.59	172.13	173.05	0.003403	3.02	14.06	8.02	0.68
monte	70	TR 10	32.00	169.99	171.78	171.52	172.25	0.004687	3.04	10.52	6.79	0.78
monte	70	TR 100	42.00	169.99	172.08	171.81	172.64	0.004719	3.33	12.64	7.34	0.79
monte	60	TR 10	32.00	169.49	171.41	171.02	171.81	0.003716	2.80	11.43	6.92	0.70
monte	60	TR 100	42.00	169.49	171.72	171.31	172.20	0.003715	3.10	13.65	7.83	0.71
monte	50	TR 10	32.00	169.12	171.04	170.65	171.44	0.003712	2.80	11.43	6.92	0.69
monte	50	TR 100	42.00	169.12	171.34	170.93	171.83	0.003707	3.09	13.67	7.89	0.71
monte	40	TR 10	32.00	168.75	170.67	170.28	171.07	0.003719	2.80	11.43	6.92	0.70
monte	40	TR 100	42.00	168.75	170.97	170.56	171.46	0.003702	3.09	13.67	7.89	0.71
monte	30	TR 10	32.00	168.38	170.26	169.91	170.68	0.003973	2.87	11.16	6.88	0.72
monte	30	TR 100	42.00	168.38	170.58	170.20	171.08	0.003908	3.14	13.43	7.82	0.73
monte	29	TR 10	32.00	168.12	170.07	169.65	170.46	0.003493	2.74	11.68	6.95	0.67
monte	29	TR 100	42.00	168.12	170.40	169.93	170.86	0.003373	3.01	14.12	8.19	0.68
monte	28	TR 10	32.00	168.11	170.16	169.40	170.41	0.002193	2.23	14.33	7.20	0.50
monte	28	TR 100	42.00	168.11	170.49	169.66	170.81	0.002286	2.52	16.94	8.60	0.52
monte	25		Bridge									
monte	22	TR 10	32.00	168.05	170.14	169.34	170.38	0.002059	2.19	14.61	7.29	0.48
monte	22	TR 100	42.00	168.05	170.47	169.59	170.78	0.002170	2.48	17.19	8.39	0.51
monte	21	TR 10	32.00	168.05	169.97	169.57	170.37	0.003722	2.80	11.42	6.92	0.70
monte	21	TR 100	42.00	168.05	170.28	169.86	170.76	0.003688	3.09	13.67	7.76	0.71
monte	20	TR 10	32.00	167.92	169.88	169.45	170.26	0.003479	2.73	11.70	6.96	0.67
monte	20	TR 100	42.00	167.92	170.19	169.73	170.66	0.003428	3.02	14.01	7.90	0.69
monte	10	TR 10	32.00	167.81	169.34	169.34	170.01	0.007756	3.63	8.81	6.53	1.00
monte	10	TR 100	42.00	167.81	169.62	169.62	170.41	0.007704	3.93	10.70	6.81	1.00

A.2.5. Sezioni



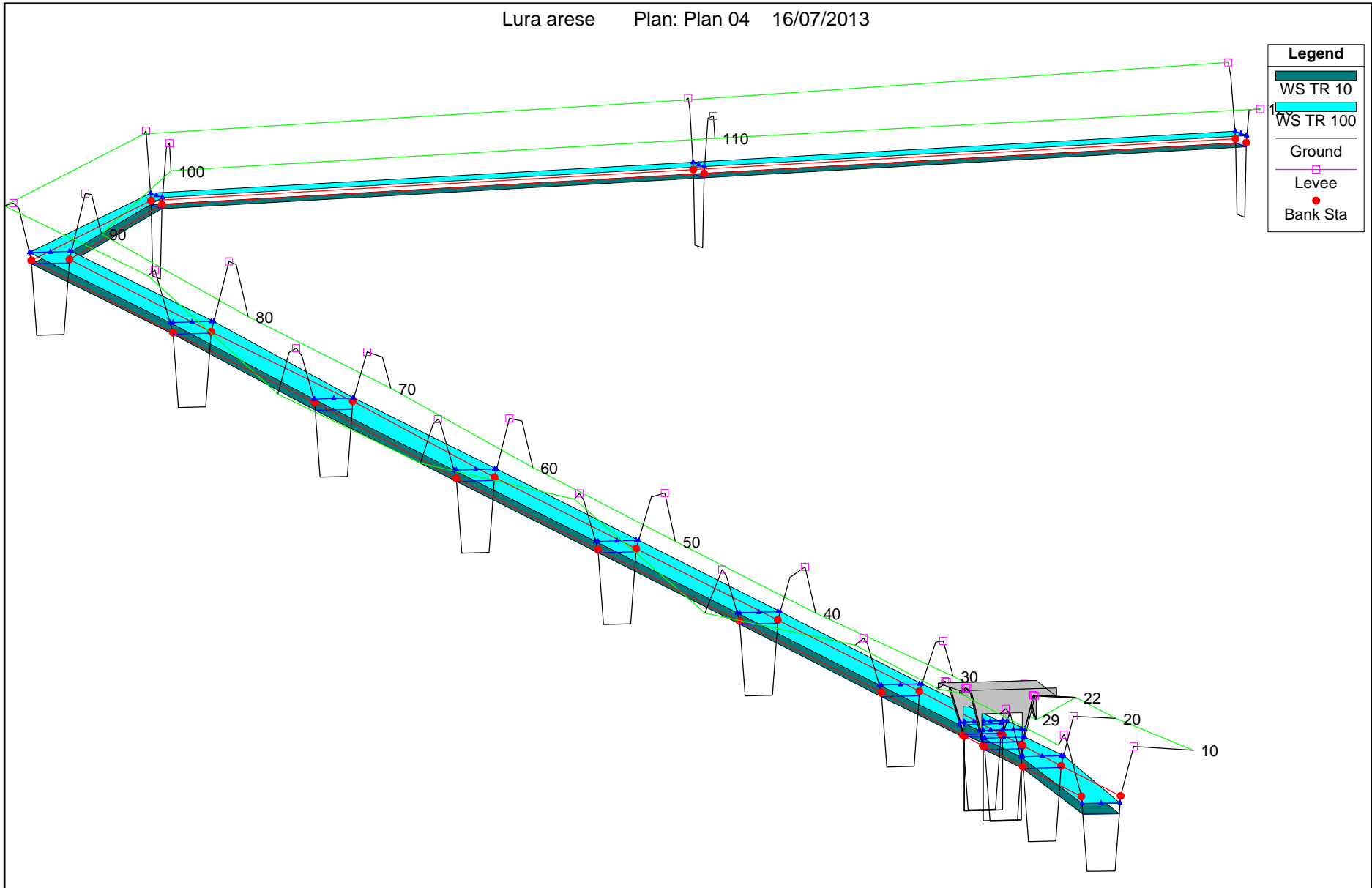




A.2.6. Prospettiva

Lura arese Plan: Plan 04 16/07/2013

Legend	
	WS TR 10
	WS TR 100
	Ground
	Levee
	Bank Sta

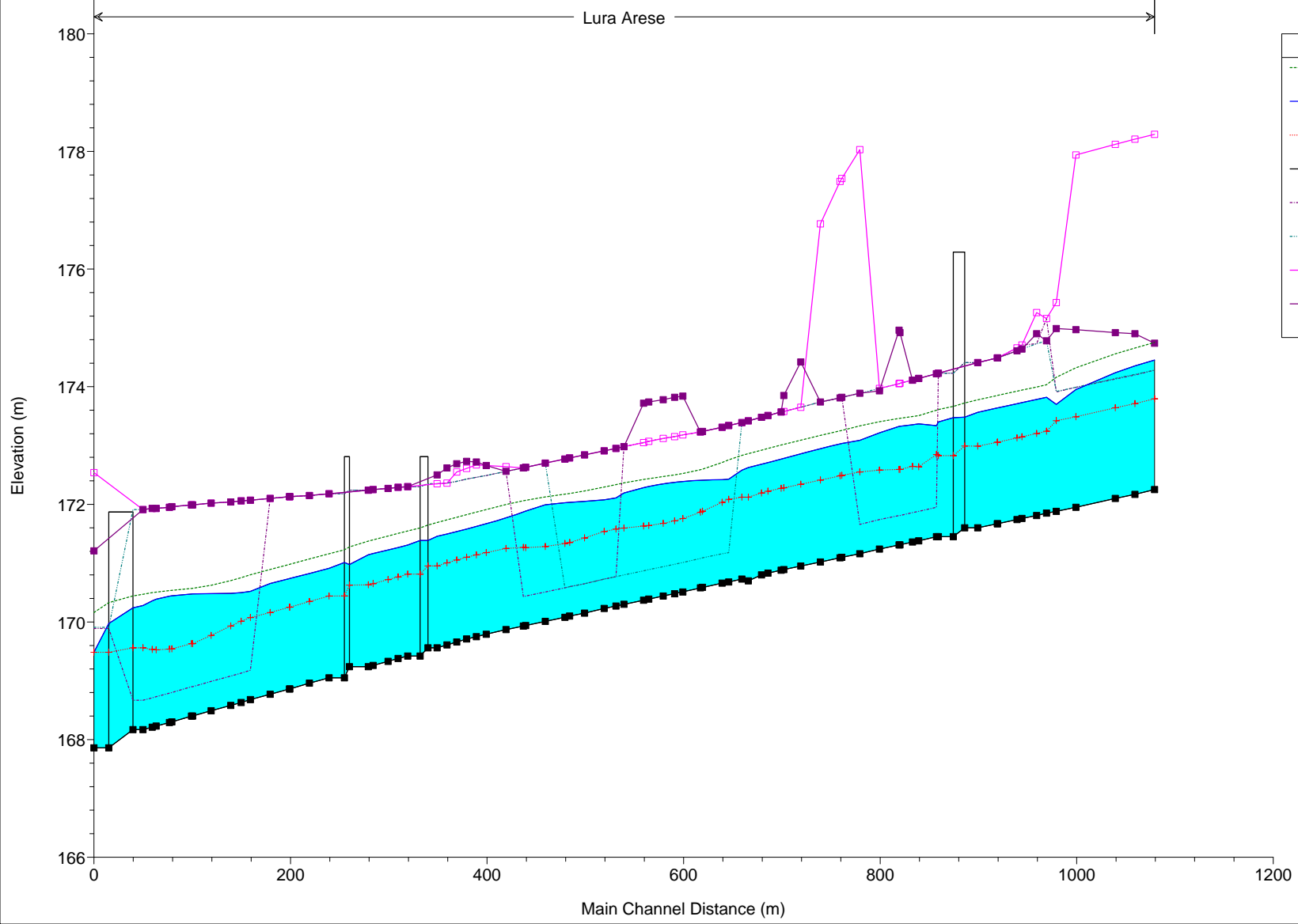


A.3 - ASSETTO DI PROGETTO - Q_{TR} 10 ANNI (ATTUALE)

A.3.1. Profilo di inviluppo del colmo di piena

Lura Arese

Legend	
	EG PF 1
	WS PF 1
	Crit PF 1
	Ground
	LOB
	ROB
	Left Levee
	Right Levee



A.3.2. Tabelle

HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	830	PF 1	32.00	172.25	174.45	173.79	174.75	0.004584	2.42	13.27	7.52	0.56
Arese	820	PF 1	32.00	172.17	174.35	173.71	174.66	0.004745	2.44	13.13	7.45	0.57
Arese	810	PF 1	32.00	172.10	174.24	173.64	174.56	0.005135	2.50	12.81	7.32	0.59
Arese	800	PF 1	32.00	171.95	173.95	173.49	174.32	0.006526	2.70	11.87	6.93	0.66
Arese	790	PF 1	32.00	171.88	173.70	173.42	174.16	0.008904	3.01	10.63	6.75	0.77
Arese	780	PF 1	32.00	171.85	173.82	173.24	174.03	0.003623	2.04	15.66	10.90	0.54
Arese	770	PF 1	32.00	171.81	173.78	173.20	174.00	0.003589	2.04	15.72	10.92	0.54
Arese	760	PF 1	32.00	171.76	173.73	173.15	173.94	0.003618	2.04	15.68	10.92	0.54
Arese	750	PF 1	32.00	171.74	173.71	173.13	173.92	0.003607	2.04	15.69	10.92	0.54
Arese	740	PF 1	32.00	171.67	173.64	173.06	173.85	0.003620	2.04	15.68	10.92	0.54
Arese	730	PF 1	32.00	171.67	173.64	173.06	173.85	0.003624	2.04	15.67	10.92	0.54
Arese	720	PF 1	32.00	171.60	173.56	172.99	173.78	0.003662	2.05	15.61	10.90	0.55
Arese	705		Bridge									
Arese	690	PF 1	32.00	171.45	173.40	172.83	173.61	0.003605	2.04	15.72	11.00	0.54
Arese	680	PF 1	32.00	171.45	173.34	172.85	173.60	0.004030	2.31	15.31	11.05	0.59
Arese	670	PF 1	32.00	171.38	173.37	172.64	173.51	0.002369	1.82	23.02	15.38	0.46
Arese	660	PF 1	32.00	171.36	173.35	172.64	173.49	0.002335	1.81	23.39	15.98	0.45
Arese	650	PF 1	32.00	171.31	173.33	172.59	173.46	0.002239	1.78	23.73	16.01	0.44
Arese	640	PF 1	32.00	171.31	173.32	172.59	173.46	0.002260	1.79	23.59	15.96	0.45
Arese	630	PF 1	32.00	171.24	173.22	172.58	173.40	0.002941	2.02	19.18	13.27	0.51
Arese	620	PF 1	32.00	171.16	173.09	172.55	173.33	0.003708	2.24	15.91	11.27	0.57
Arese	610	PF 1	32.00	171.10	173.03	172.49	173.26	0.003876	2.09	15.29	10.82	0.56
Arese	600	PF 1	32.00	171.09	173.03	172.48	173.25	0.003861	2.09	15.31	10.81	0.56
Arese	590	PF 1	32.00	171.02	172.94	172.41	173.17	0.003962	2.11	15.16	10.76	0.57
Arese	580	PF 1	32.00	170.95	172.86	172.34	173.09	0.004060	2.13	15.04	10.74	0.57
Arese	570	PF 1	32.00	170.89	172.78	172.28	173.02	0.004196	2.15	14.86	10.70	0.58
Arese	560	PF 1	32.00	170.88	172.77	172.27	173.01	0.004221	2.16	14.83	10.68	0.58
Arese	550	PF 1	32.00	170.83	172.71	172.22	172.95	0.004329	2.18	14.69	10.65	0.59
Arese	540	PF 1	32.00	170.80	172.68	172.19	172.92	0.004318	2.18	14.70	10.64	0.59
Arese	530	PF 1	32.00	170.70	172.63	172.12	172.86	0.004208	2.16	14.83	10.64	0.58
Arese	520	PF 1	32.00	170.73	172.58	172.12	172.83	0.004595	2.23	14.37	10.54	0.61
Arese	510	PF 1	32.00	170.68	172.43	172.08	172.76	0.005488	2.58	13.36	10.32	0.68
Arese	500	PF 1	32.00	170.66	172.42	172.03	172.71	0.004960	2.46	14.81	11.37	0.65
Arese	490	PF 1	32.00	170.59	172.41	171.88	172.60	0.003410	2.08	20.00	14.95	0.54
Arese	480	PF 1	32.00	170.58	172.41	171.87	172.59	0.003263	2.04	20.61	15.34	0.53

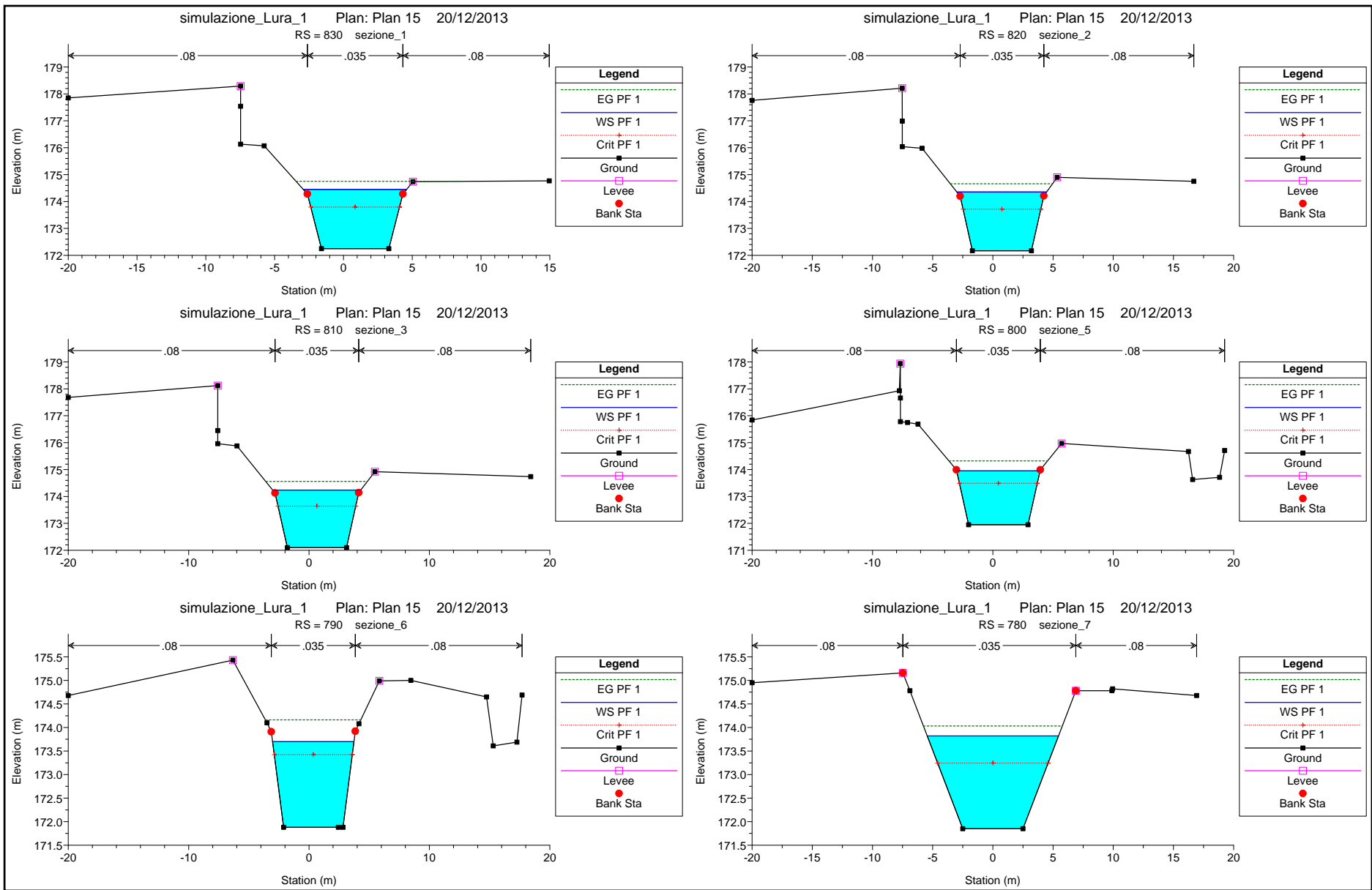
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 1 (Continued)

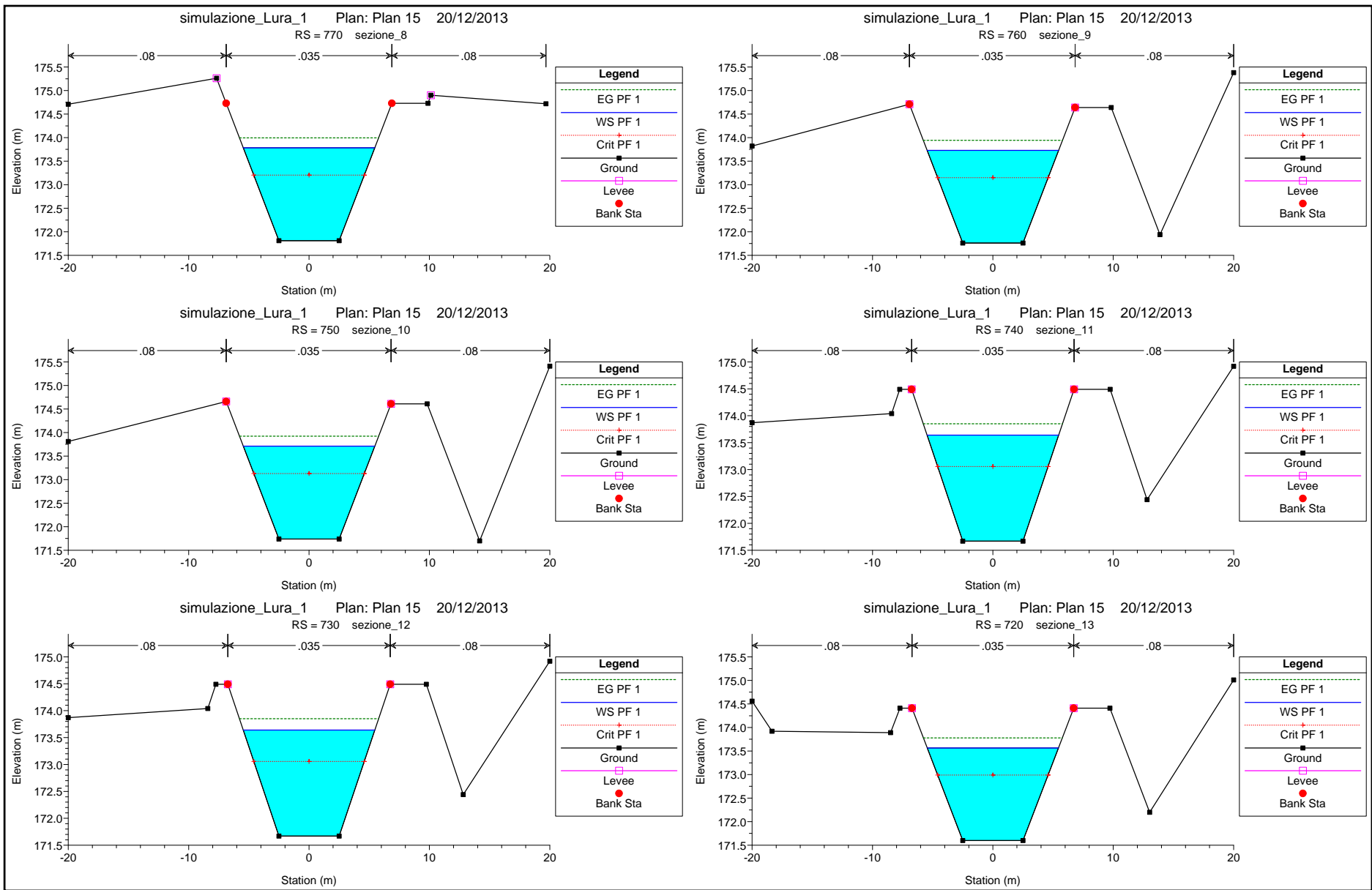
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	470	PF 1	32.00	170.51	172.39	171.76	172.52	0.002558	1.83	24.27	17.58	0.47
Arese	460	PF 1	32.00	170.48	172.37	171.72	172.50	0.002405	1.78	25.19	18.10	0.46
Arese	450	PF 1	32.00	170.44	172.35	171.68	172.47	0.002319	1.76	25.59	18.23	0.45
Arese	440	PF 1	32.00	170.39	172.30	171.64	172.44	0.002415	1.80	24.58	17.46	0.46
Arese	430	PF 1	32.00	170.37	172.28	171.63	172.42	0.002502	1.83	23.85	16.95	0.47
Arese	420	PF 1	32.00	170.30	172.19	171.60	172.36	0.002976	1.98	20.88	15.01	0.51
Arese	410	PF 1	32.00	170.27	172.11	171.58	172.33	0.003112	2.27	19.35	14.29	0.54
Arese	400	PF 1	32.00	170.23	172.08	171.54	172.29	0.003064	2.26	20.26	14.93	0.54
Arese	390	PF 1	32.00	170.15	172.05	171.43	172.23	0.002487	2.08	23.11	16.54	0.49
Arese	380	PF 1	32.00	170.10	172.03	171.35	172.18	0.002159	1.96	25.24	17.74	0.46
Arese	370	PF 1	32.00	170.08	172.03	171.33	172.17	0.002073	1.93	25.75	17.98	0.45
Arese	360	PF 1	32.00	170.01	171.99	171.28	172.13	0.002281	1.78	24.14	16.57	0.45
Arese	350	PF 1	32.00	169.94	171.88	171.26	172.07	0.002981	2.02	19.65	13.78	0.51
Arese	340	PF 1	32.00	169.93	171.87	171.27	172.06	0.003089	2.05	19.09	13.43	0.52
Arese	330	PF 1	32.00	169.87	171.77	171.25	172.00	0.004004	2.11	15.14	10.85	0.57
Arese	320	PF 1	32.00	169.79	171.67	171.18	171.91	0.004318	2.18	14.70	10.64	0.59
Arese	310	PF 1	32.00	169.75	171.62	171.14	171.87	0.004376	2.19	14.63	10.61	0.59
Arese	300	PF 1	32.00	169.71	171.58	171.10	171.82	0.004408	2.19	14.59	10.61	0.60
Arese	290	PF 1	32.00	169.66	171.54	171.05	171.78	0.004342	2.18	14.68	10.64	0.59
Arese	280	PF 1	32.00	169.61	171.50	171.00	171.74	0.004268	2.17	14.76	10.65	0.59
Arese	270	PF 1	32.00	169.56	171.46	170.95	171.69	0.004196	2.16	14.85	10.67	0.58
Arese	255		Bridge									
Arese	240	PF 1	32.00	169.42	171.31	170.81	171.55	0.004261	2.17	14.77	10.65	0.59
Arese	230	PF 1	32.00	169.38	171.27	170.77	171.51	0.004276	2.17	14.75	10.65	0.59
Arese	220	PF 1	32.00	169.33	171.22	170.72	171.46	0.004200	2.15	14.85	10.68	0.58
Arese	210	PF 1	32.00	169.26	171.16	170.65	171.40	0.004129	2.14	14.94	10.70	0.58
Arese	200	PF 1	32.00	169.24	171.14	170.63	171.38	0.004126	2.14	14.95	10.72	0.58
Arese	190		Bridge									
Arese	180	PF 1	32.00	169.05	170.91	170.44	171.16	0.004470	2.20	14.52	10.59	0.60
Arese	170	PF 1	32.00	168.96	170.82	170.35	171.07	0.004451	2.20	14.55	10.61	0.60
Arese	160	PF 1	32.00	168.86	170.74	170.25	170.98	0.004339	2.18	14.67	10.62	0.59
Arese	150	PF 1	32.00	168.86	170.74	170.25	170.98	0.004358	2.18	14.65	10.61	0.59
Arese	140	PF 1	32.00	168.77	170.65	170.16	170.89	0.004294	2.17	14.73	10.64	0.59
Arese	130	PF 1	32.00	168.68	170.52	170.08	170.80	0.004459	2.39	14.67	10.82	0.62
Arese	120	PF 1	32.00	168.63	170.50	170.01	170.75	0.004049	2.30	15.76	11.47	0.59

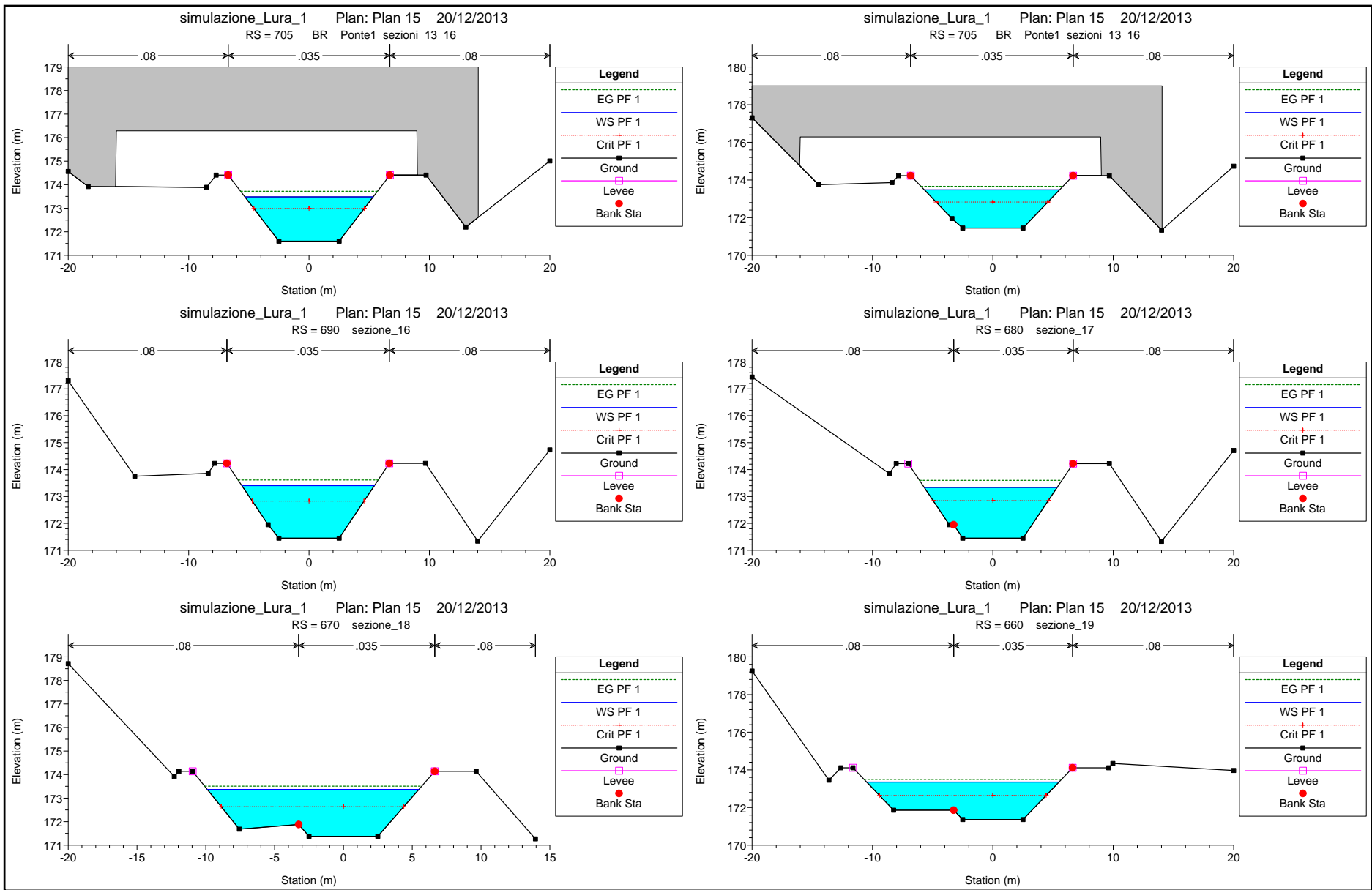
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 1 (Continued)

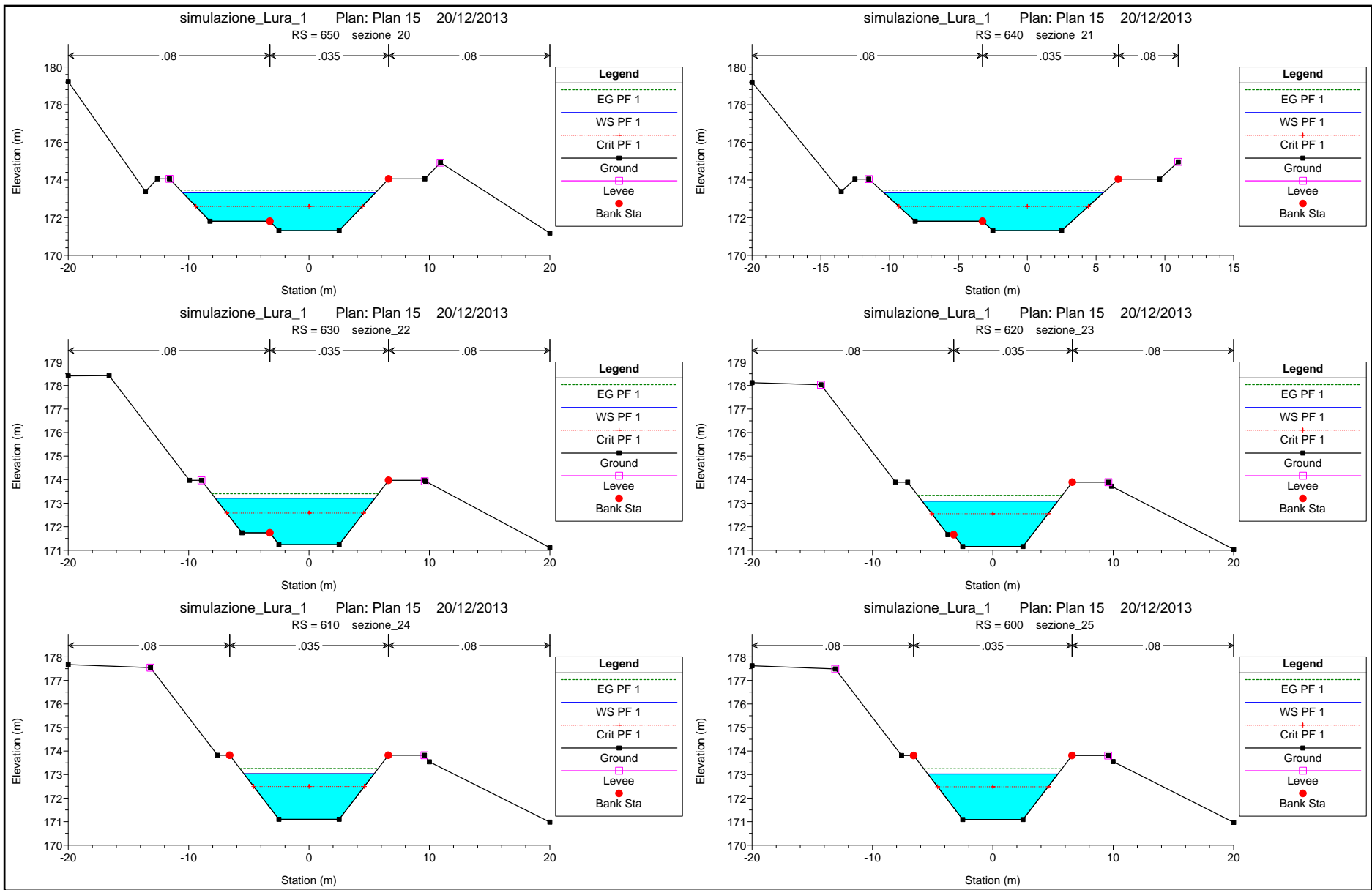
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Arese	110	PF 1	32.00	168.58	170.48	169.93	170.70	0.003493	2.16	17.59	12.58	0.55
Arese	100	PF 1	32.00	168.49	170.48	169.77	170.62	0.002377	1.82	23.09	15.80	0.46
Arese	90	PF 1	32.00	168.40	170.48	169.63	170.57	0.001653	1.56	29.06	18.97	0.38
Arese	80	PF 1	32.00	168.40	170.48	169.63	170.57	0.001647	1.55	29.18	19.07	0.38
Arese	70	PF 1	32.00	168.30	170.45	169.54	170.54	0.001517	1.52	29.43	18.61	0.37
Arese	60	PF 1	32.00	168.29	170.44	169.54	170.53	0.001543	1.53	28.95	18.29	0.37
Arese	50	PF 1	32.00	168.23	170.39	169.53	170.51	0.001836	1.68	24.78	15.71	0.41
Arese	40	PF 1	32.00	168.21	170.36	169.53	170.50	0.002032	1.76	22.74	14.51	0.43
Arese	30	PF 1	32.00	168.17	170.28	169.56	170.47	0.002639	1.99	18.17	11.92	0.48
Arese	15		Bridge									
Arese	1	PF 1	32.00	167.86	169.49	169.49	170.16	0.015174	3.64	8.80	6.54	1.00

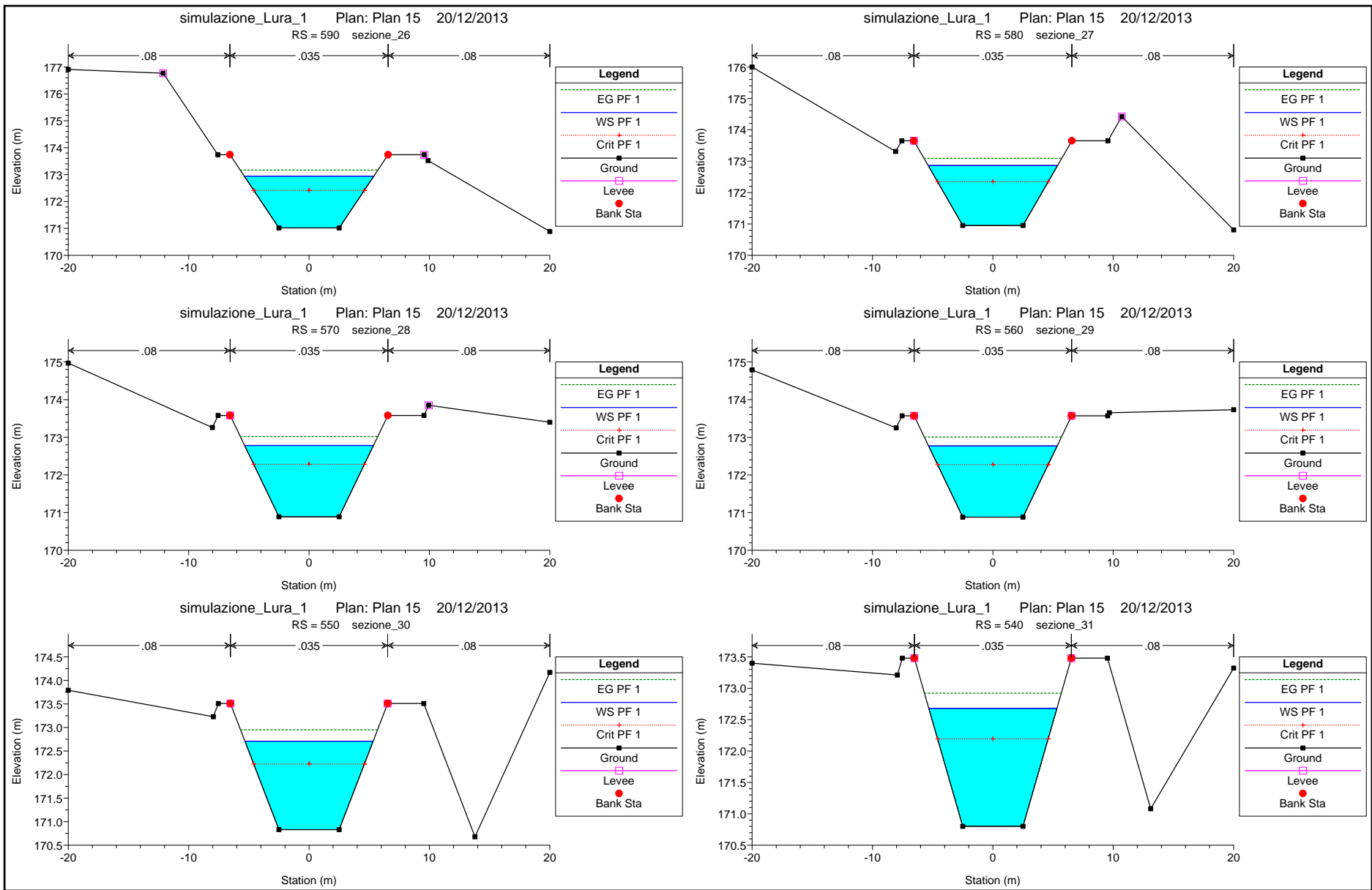
A.3.3. Sezioni

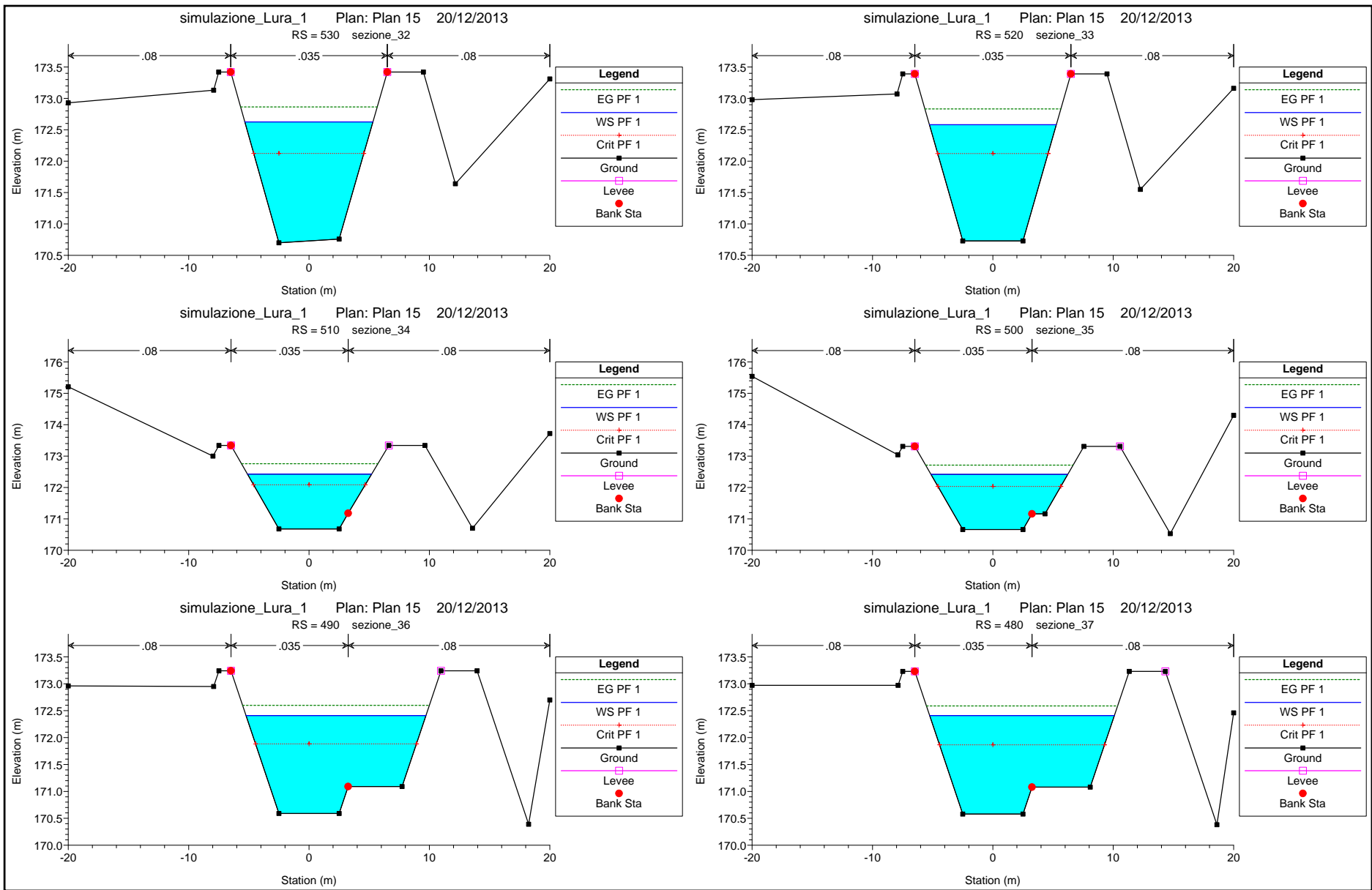


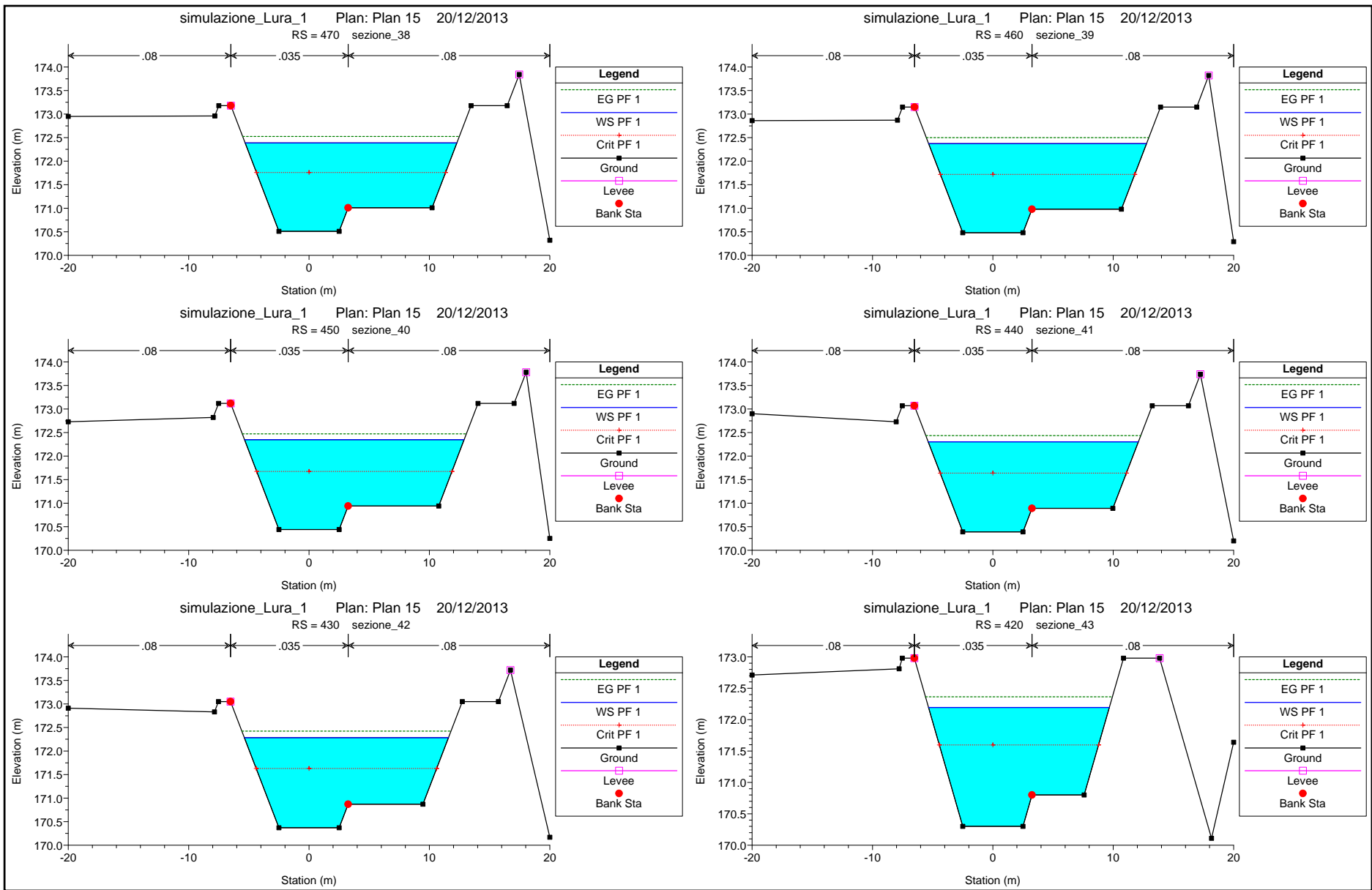


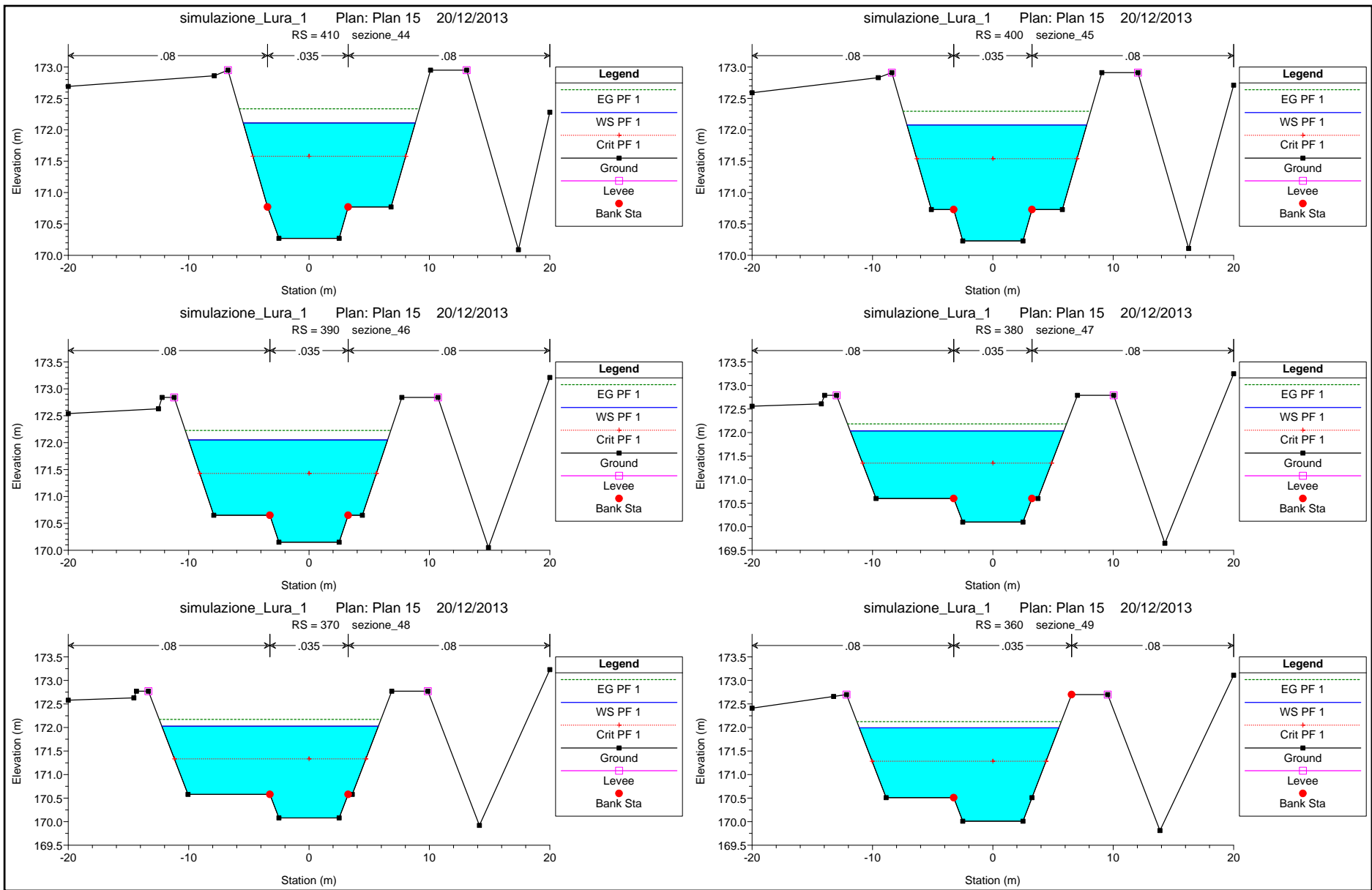


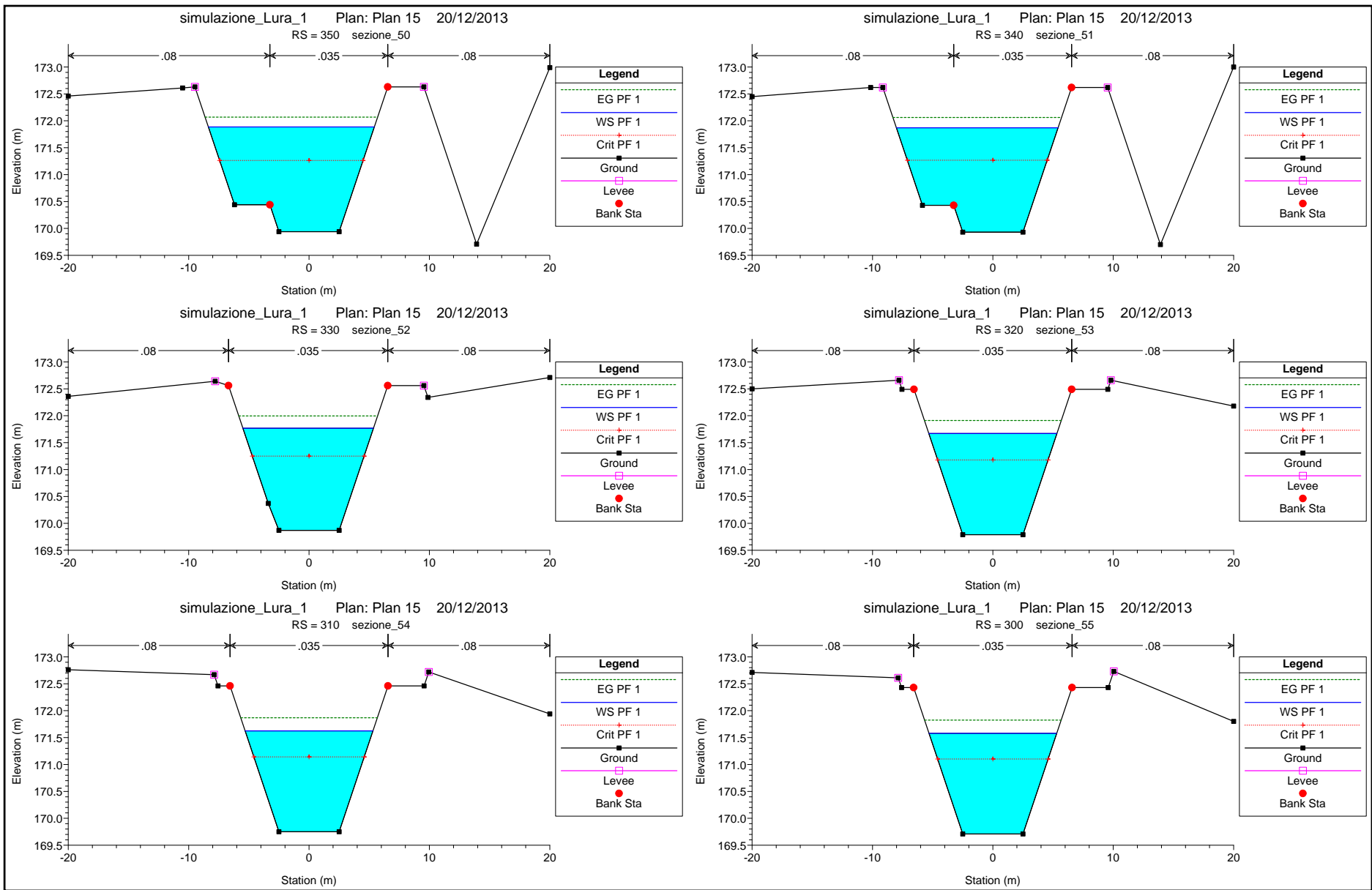


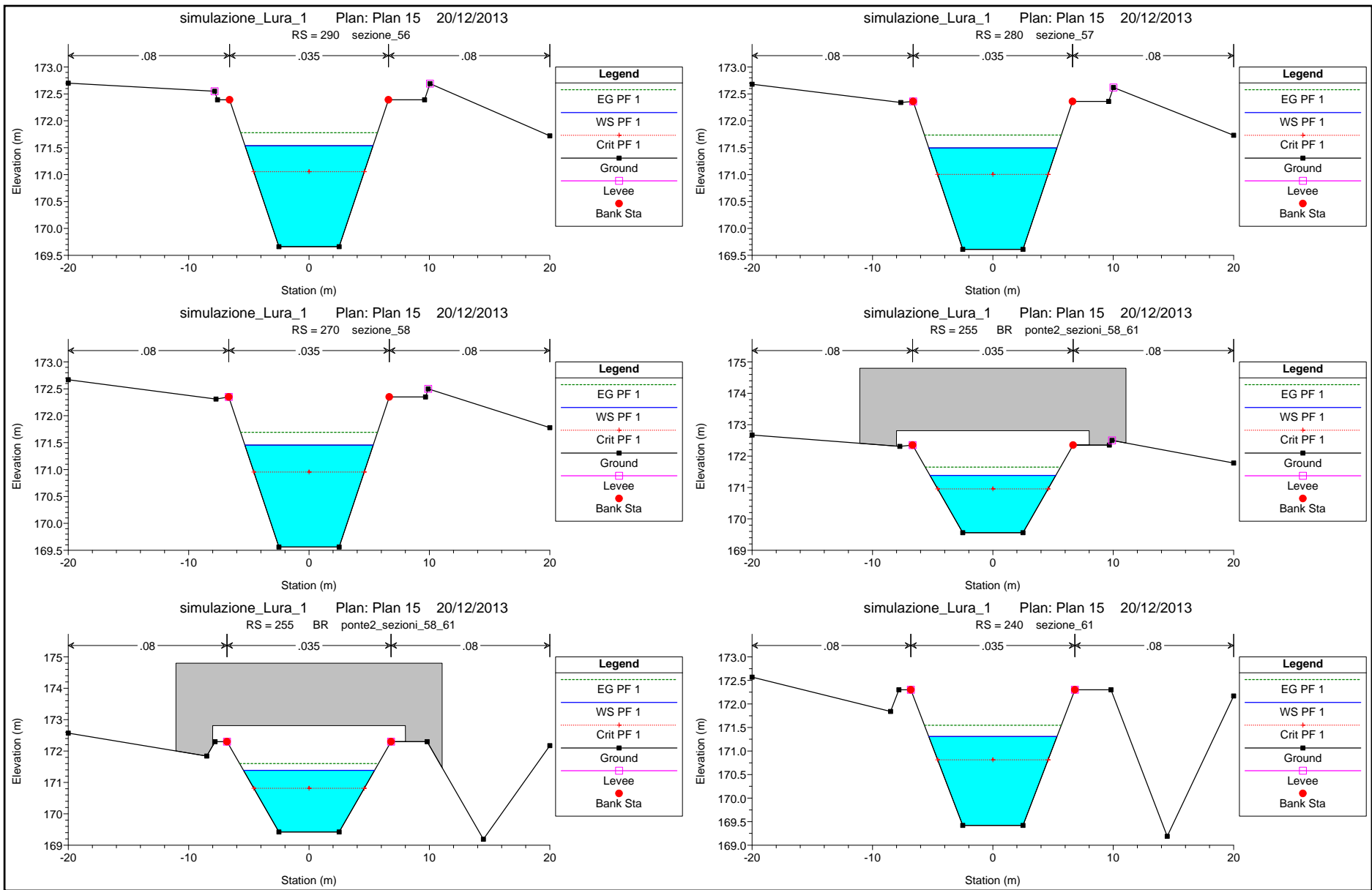


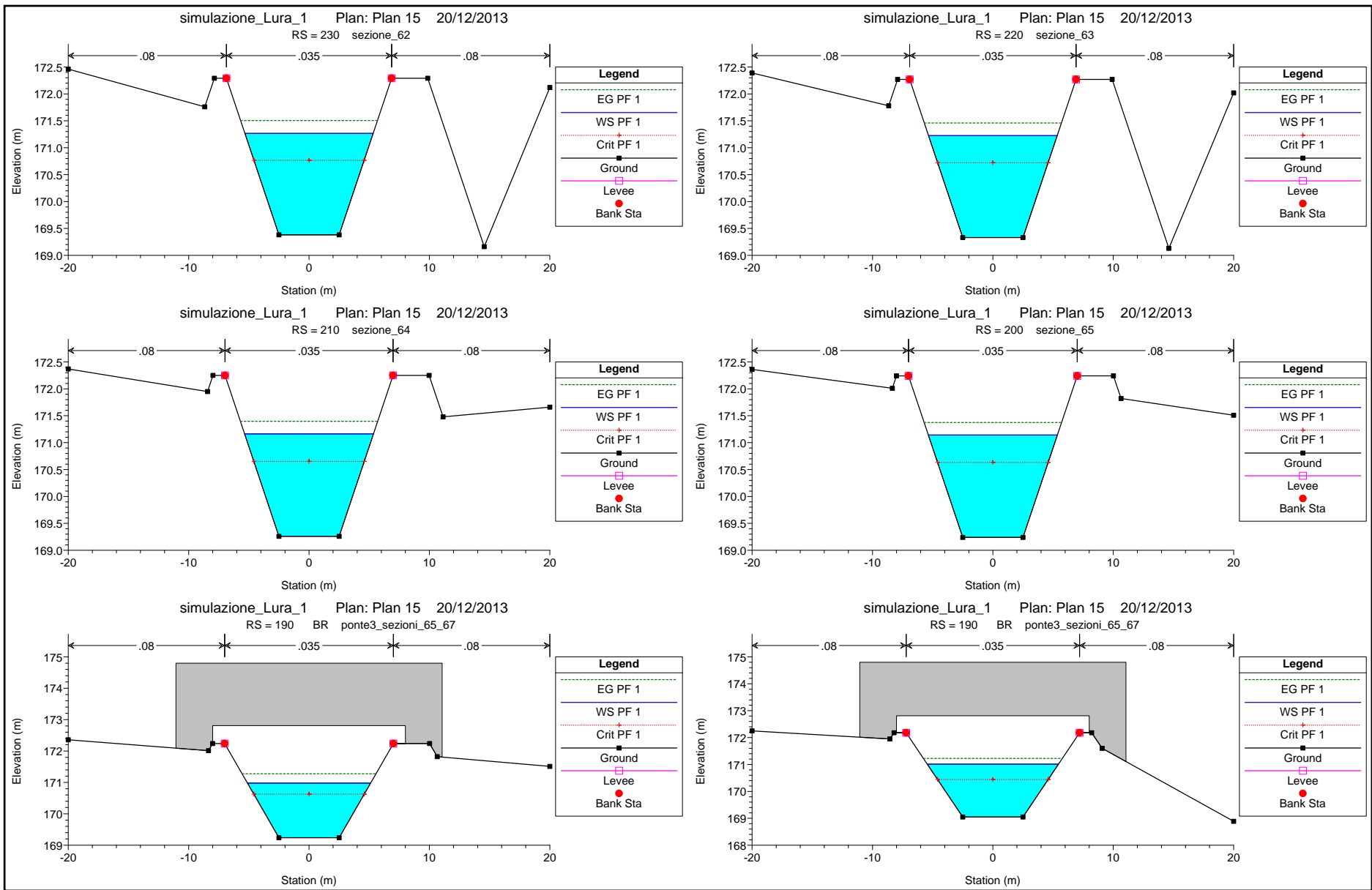


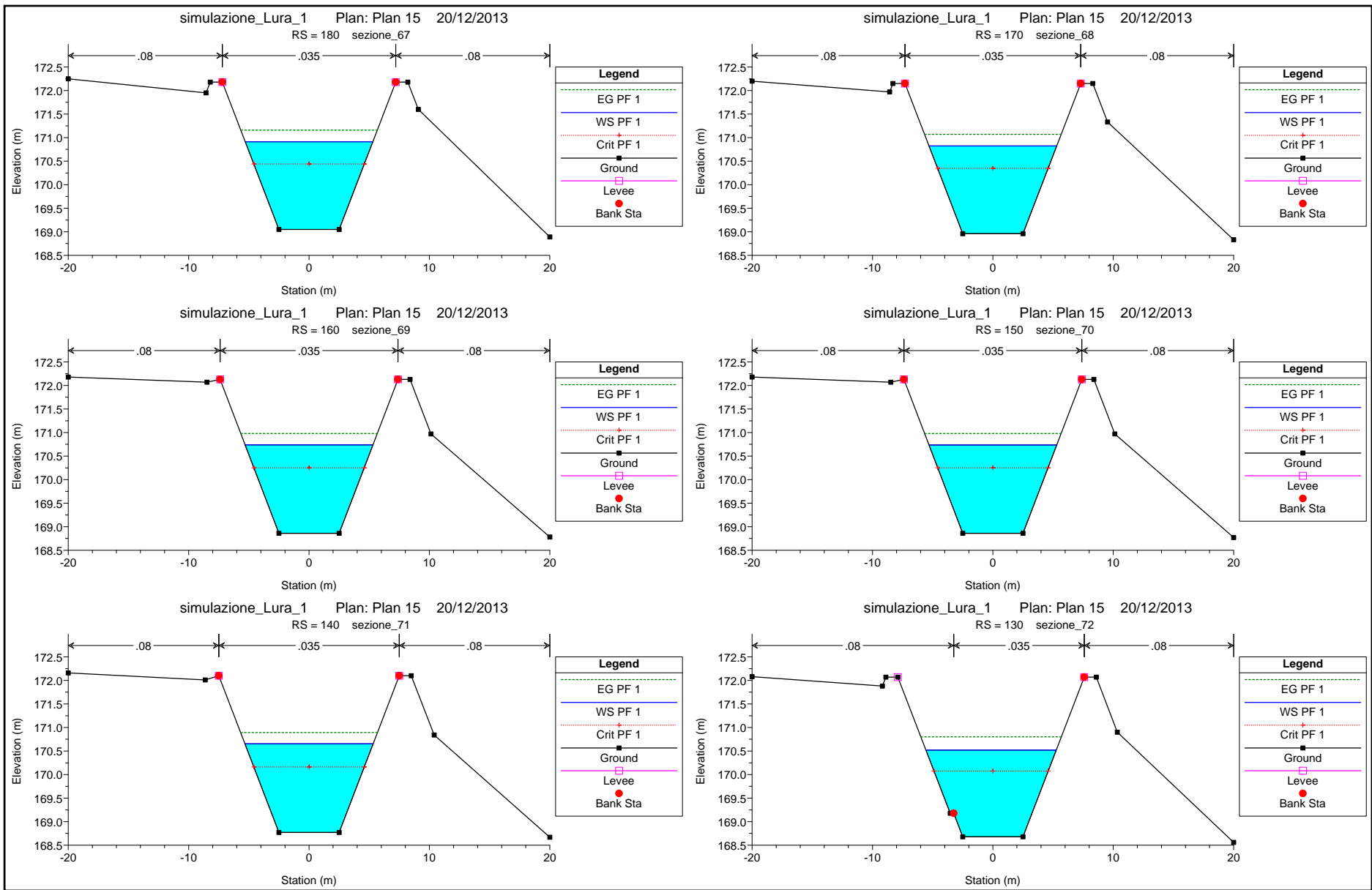


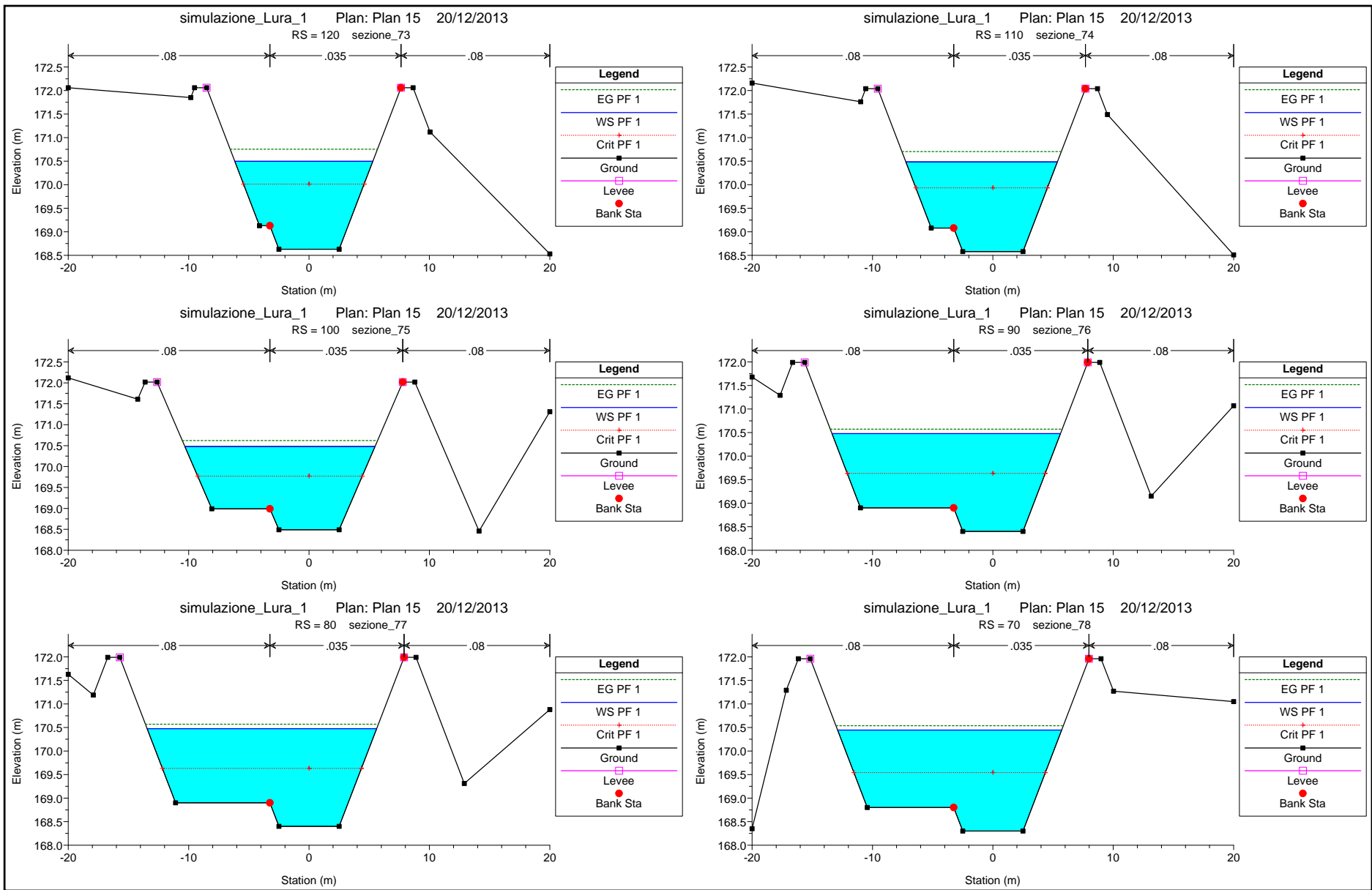


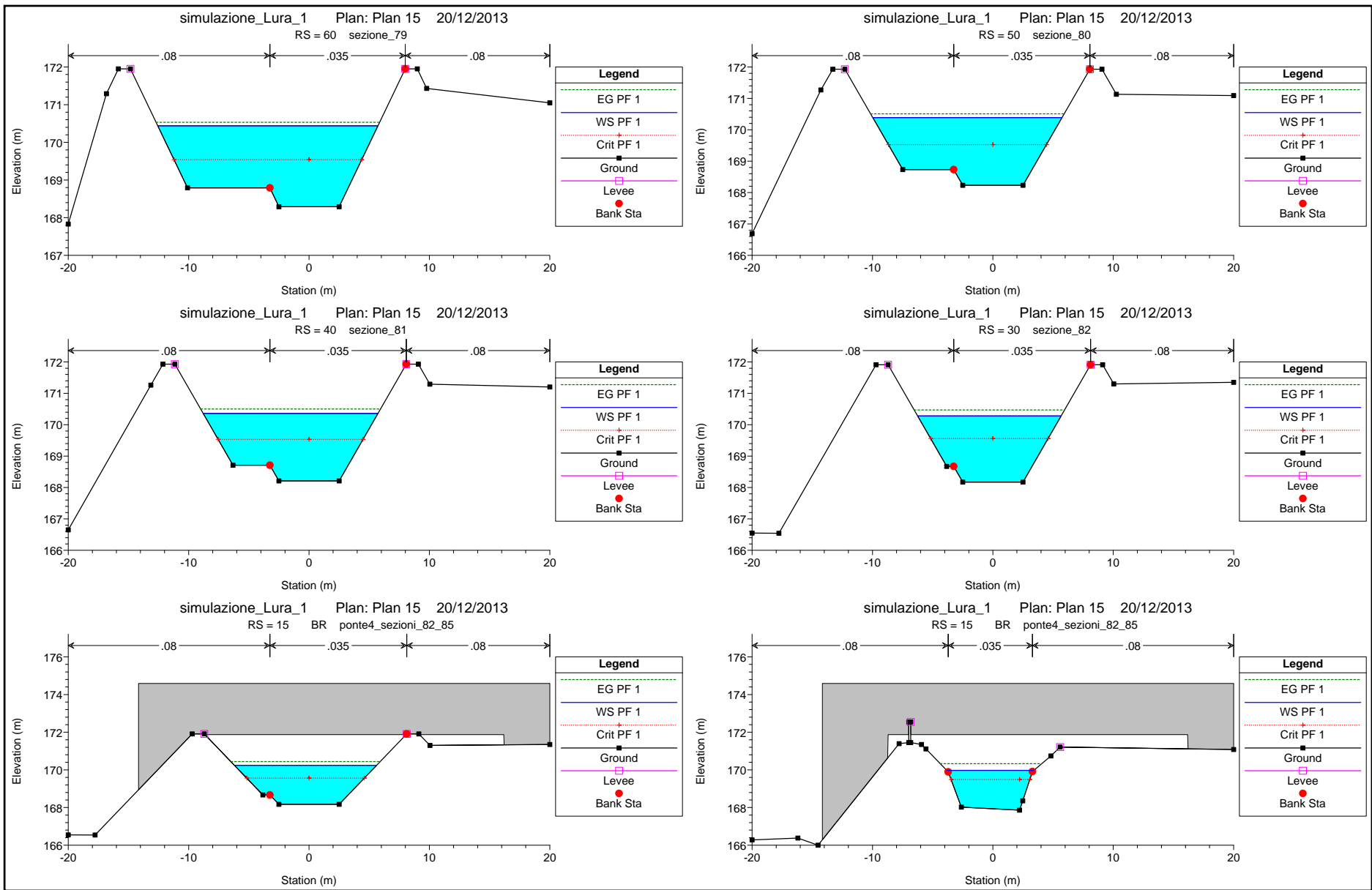






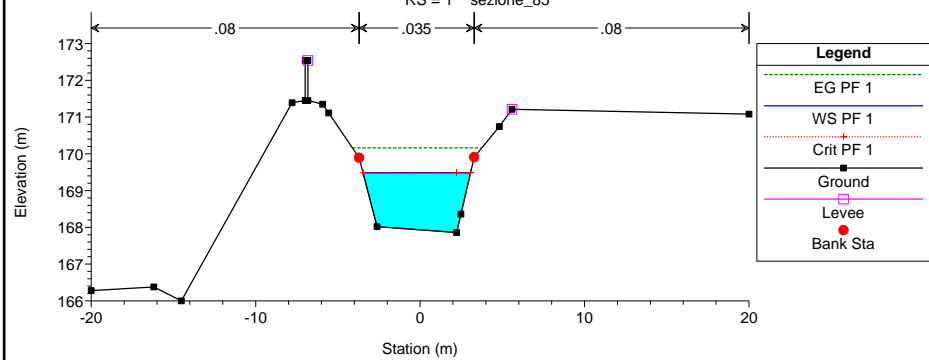










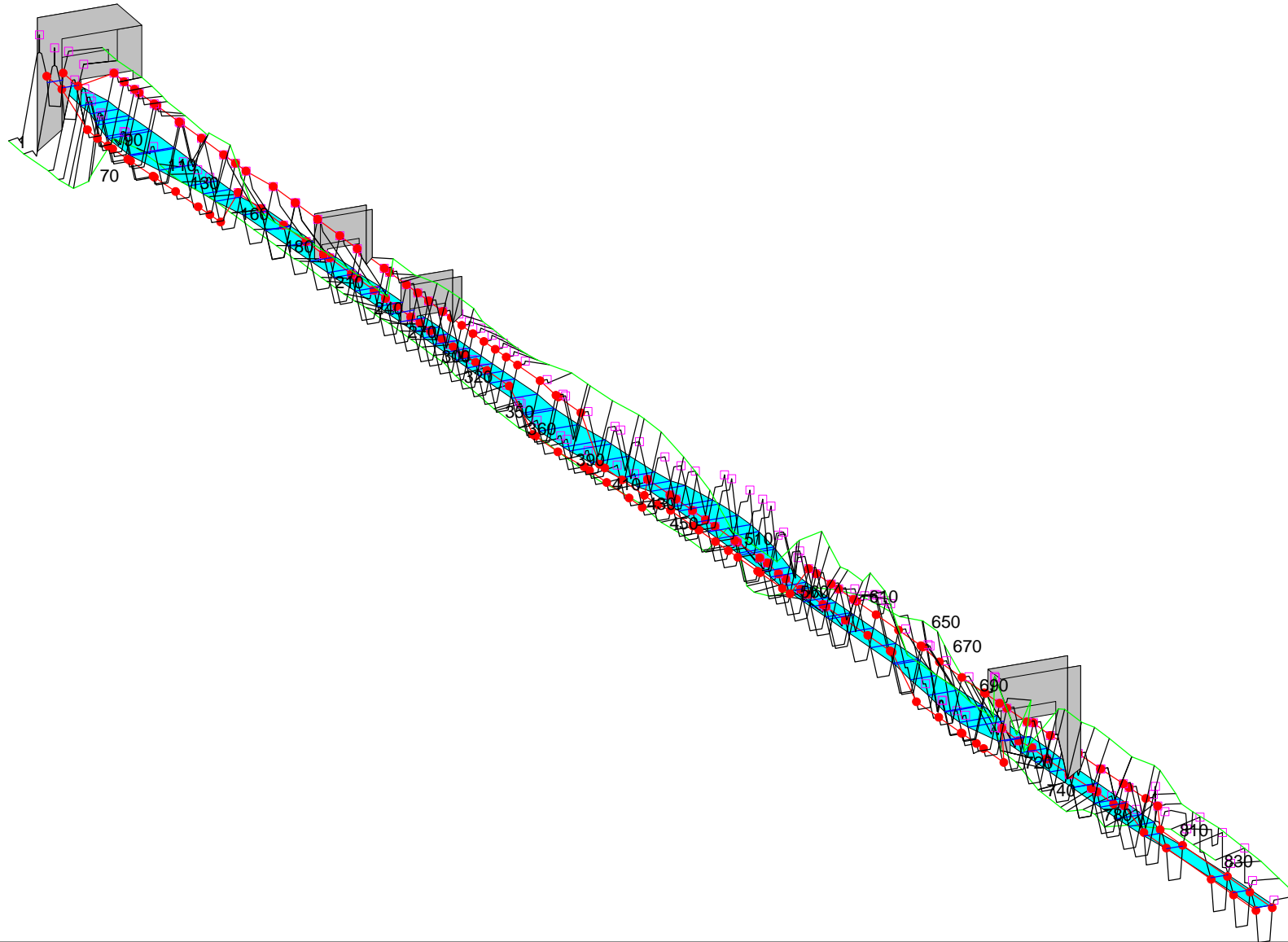
simulazione_Lura_1 Plan: Plan 15 20/12/2013

RS = 1 sezione_85



A.3.4. Prospettiva

Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Levee
	Bank Sta

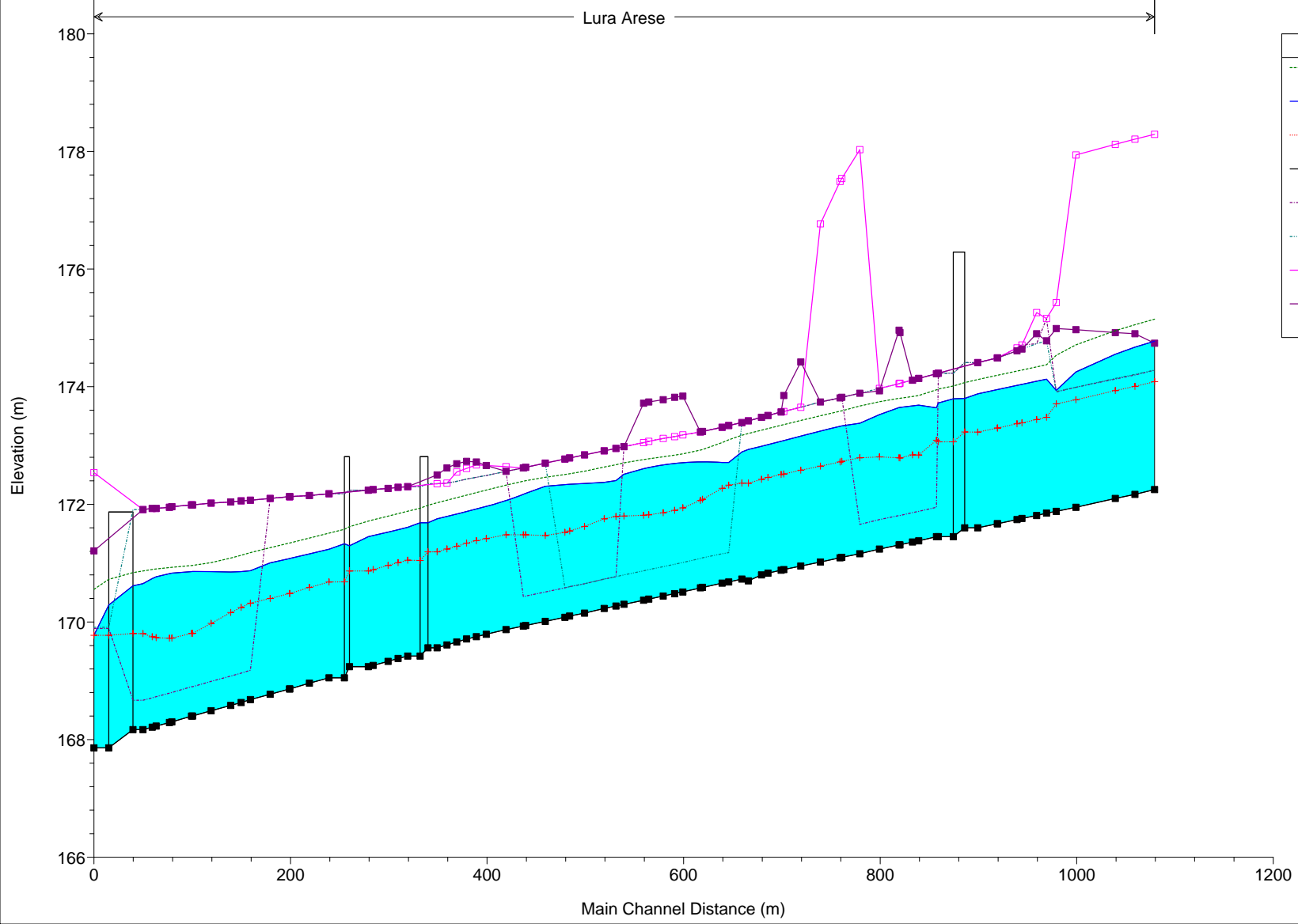


A.4 - ASSETTO DI PROGETTO - Q_{TR} 100 ANNI (ATTUALE)

A.4.1. Profilo di inviluppo del colmo di piena

Lura Arese

Legend	
EG PF 2	--- (green dashed line)
WS PF 2	— (blue solid line)
Crit PF 2	--- (red dotted line with '+' markers)
Ground	— (black solid line with '■' markers)
LOB	--- (purple dotted line)
ROB	--- (green dotted line)
Left Levee	— (magenta solid line with '□' markers)
Right Levee	— (purple solid line with '■' markers)



A.4.2. Tabelle

HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 2

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	830	PF 2	42.00	172.25	174.77	174.08	175.15	0.004679	2.71	16.04	18.45	0.58
Arese	820	PF 2	42.00	172.17	174.67	174.01	175.05	0.004831	2.74	15.67	8.53	0.59
Arese	810	PF 2	42.00	172.10	174.55	173.93	174.95	0.005206	2.80	15.28	8.43	0.61
Arese	800	PF 2	42.00	171.95	174.25	173.78	174.71	0.006629	3.01	14.08	7.93	0.68
Arese	790	PF 2	42.00	171.88	173.94	173.71	174.54	0.010182	3.42	12.27	7.06	0.82
Arese	780	PF 2	42.00	171.85	174.13	173.48	174.37	0.003576	2.19	19.17	11.83	0.55
Arese	770	PF 2	42.00	171.81	174.09	173.44	174.34	0.003543	2.18	19.24	11.85	0.55
Arese	760	PF 2	42.00	171.76	174.04	173.39	174.28	0.003560	2.19	19.21	11.85	0.55
Arese	750	PF 2	42.00	171.74	174.02	173.37	174.27	0.003549	2.18	19.23	11.85	0.55
Arese	740	PF 2	42.00	171.67	173.95	173.30	174.19	0.003548	2.18	19.24	11.86	0.55
Arese	730	PF 2	42.00	171.67	173.95	173.30	174.19	0.003552	2.18	19.23	11.86	0.55
Arese	720	PF 2	42.00	171.60	173.88	173.23	174.12	0.003575	2.19	19.18	11.84	0.55
Arese	705		Bridge									
Arese	690	PF 2	42.00	171.45	173.72	173.06	173.96	0.003470	2.16	19.41	11.97	0.54
Arese	680	PF 2	42.00	171.45	173.64	173.09	173.95	0.004008	2.50	18.81	11.96	0.60
Arese	670	PF 2	42.00	171.38	173.69	172.84	173.85	0.002344	1.97	28.07	16.29	0.46
Arese	660	PF 2	42.00	171.36	173.67	172.84	173.83	0.002290	1.95	28.67	16.94	0.46
Arese	650	PF 2	42.00	171.31	173.65	172.79	173.80	0.002208	1.92	29.02	16.98	0.45
Arese	640	PF 2	42.00	171.31	173.65	172.79	173.80	0.002227	1.93	28.86	16.92	0.45
Arese	630	PF 2	42.00	171.24	173.53	172.81	173.74	0.002947	2.19	23.42	14.20	0.52
Arese	620	PF 2	42.00	171.16	173.38	172.79	173.67	0.003801	2.45	19.32	12.15	0.58
Arese	610	PF 2	42.00	171.10	173.33	172.73	173.59	0.003859	2.25	18.66	11.71	0.57
Arese	600	PF 2	42.00	171.09	173.33	172.72	173.58	0.003848	2.25	18.67	11.71	0.57
Arese	590	PF 2	42.00	171.02	173.24	172.65	173.51	0.003936	2.27	18.51	11.65	0.57
Arese	580	PF 2	42.00	170.95	173.16	172.58	173.43	0.004009	2.28	18.40	11.65	0.58
Arese	570	PF 2	42.00	170.89	173.09	172.52	173.36	0.004114	2.30	18.23	11.61	0.59
Arese	560	PF 2	42.00	170.88	173.07	172.51	173.34	0.004135	2.31	18.19	11.59	0.59
Arese	550	PF 2	42.00	170.83	173.01	172.46	173.29	0.004210	2.32	18.08	11.56	0.59
Arese	540	PF 2	42.00	170.80	172.99	172.43	173.26	0.004196	2.32	18.09	11.56	0.59
Arese	530	PF 2	42.00	170.70	172.93	172.36	173.20	0.004095	2.30	18.23	11.55	0.59
Arese	520	PF 2	42.00	170.73	172.89	172.36	173.17	0.004401	2.36	17.78	11.46	0.61
Arese	510	PF 2	42.00	170.68	172.71	172.33	173.10	0.005446	2.79	16.41	11.19	0.69
Arese	500	PF 2	42.00	170.66	172.71	172.27	173.05	0.004848	2.65	18.26	12.24	0.65
Arese	490	PF 2	42.00	170.59	172.72	172.09	172.93	0.003245	2.22	24.79	15.88	0.54
Arese	480	PF 2	42.00	170.58	172.72	172.07	172.92	0.003102	2.17	25.55	16.28	0.53

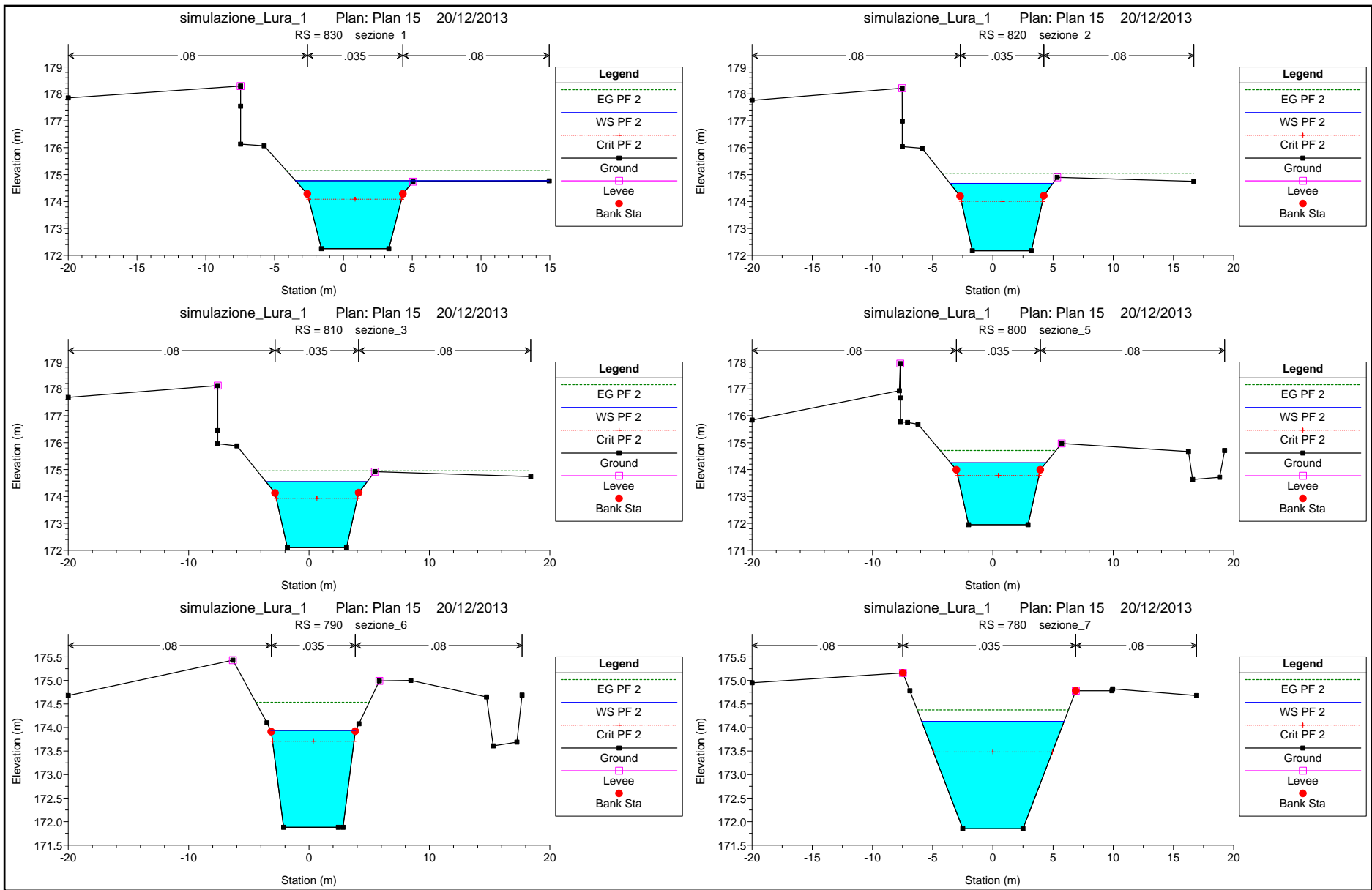
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 2 (Continued)

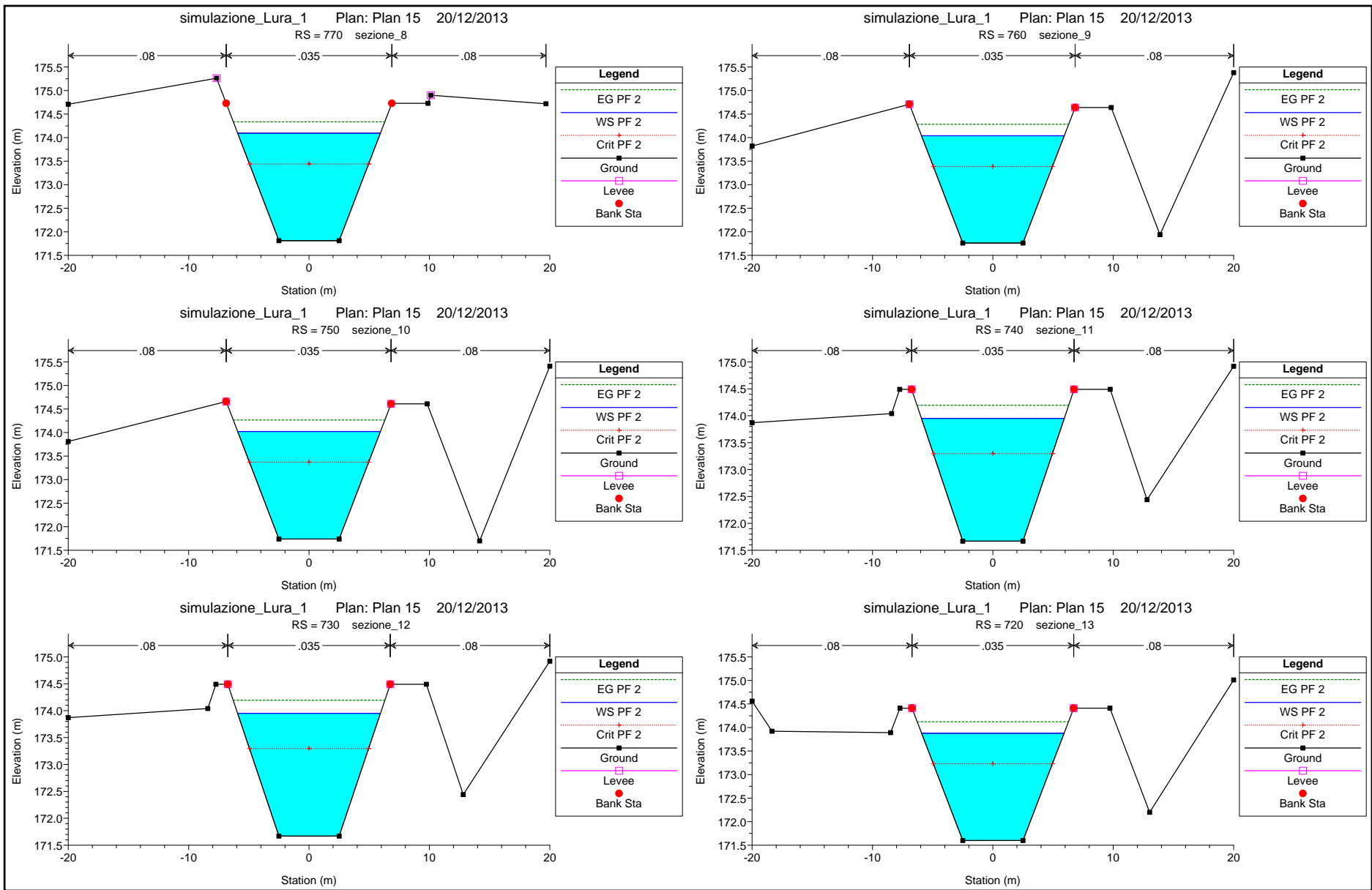
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	470	PF 2	42.00	170.51	172.71	171.94	172.86	0.002423	1.95	30.03	18.54	0.47
Arese	460	PF 2	42.00	170.48	172.69	171.90	172.84	0.002277	1.90	31.15	19.06	0.45
Arese	450	PF 2	42.00	170.44	172.67	171.86	172.81	0.002199	1.87	31.62	19.20	0.45
Arese	440	PF 2	42.00	170.39	172.63	171.82	172.77	0.002298	1.92	30.37	18.43	0.46
Arese	430	PF 2	42.00	170.37	172.61	171.81	172.76	0.002387	1.95	29.46	17.92	0.46
Arese	420	PF 2	42.00	170.30	172.51	171.80	172.71	0.002855	2.12	25.81	15.97	0.51
Arese	410	PF 2	42.00	170.27	172.40	171.79	172.67	0.003086	2.51	23.69	15.17	0.56
Arese	400	PF 2	42.00	170.23	172.37	171.75	172.63	0.003029	2.49	24.83	15.83	0.55
Arese	390	PF 2	42.00	170.15	172.36	171.63	172.56	0.002457	2.29	28.28	17.46	0.50
Arese	380	PF 2	42.00	170.10	172.34	171.55	172.52	0.002131	2.15	30.84	18.67	0.47
Arese	370	PF 2	42.00	170.08	172.34	171.52	172.51	0.002051	2.12	31.44	18.91	0.46
Arese	360	PF 2	42.00	170.01	172.31	171.47	172.46	0.002252	1.92	29.49	17.52	0.45
Arese	350	PF 2	42.00	169.94	172.19	171.48	172.40	0.002999	2.19	23.93	14.69	0.52
Arese	340	PF 2	42.00	169.93	172.17	171.48	172.39	0.003124	2.23	23.22	14.32	0.53
Arese	330	PF 2	42.00	169.87	172.06	171.48	172.33	0.003980	2.27	18.47	11.74	0.58
Arese	320	PF 2	42.00	169.79	171.96	171.42	172.24	0.004279	2.34	17.97	11.52	0.60
Arese	310	PF 2	42.00	169.75	171.92	171.38	172.20	0.004325	2.35	17.89	11.50	0.60
Arese	300	PF 2	42.00	169.71	171.88	171.34	172.16	0.004346	2.35	17.86	11.50	0.60
Arese	290	PF 2	42.00	169.66	171.83	171.29	172.11	0.004274	2.34	17.97	11.53	0.60
Arese	280	PF 2	42.00	169.61	171.79	171.24	172.07	0.004206	2.32	18.07	11.55	0.59
Arese	270	PF 2	42.00	169.56	171.75	171.19	172.03	0.004140	2.31	18.17	11.56	0.59
Arese	255		Bridge									
Arese	240	PF 2	42.00	169.42	171.61	171.05	171.88	0.004177	2.32	18.12	11.55	0.59
Arese	230	PF 2	42.00	169.38	171.57	171.01	171.84	0.004180	2.32	18.12	11.56	0.59
Arese	220	PF 2	42.00	169.33	171.53	170.96	171.80	0.004104	2.30	18.24	11.60	0.59
Arese	210	PF 2	42.00	169.26	171.47	170.89	171.74	0.004032	2.29	18.36	11.62	0.58
Arese	200	PF 2	42.00	169.24	171.45	170.87	171.72	0.004019	2.28	18.38	11.64	0.58
Arese	190		Bridge									
Arese	180	PF 2	42.00	169.05	171.24	170.68	171.51	0.004183	2.32	18.12	11.57	0.59
Arese	170	PF 2	42.00	168.96	171.16	170.59	171.43	0.004106	2.30	18.24	11.61	0.59
Arese	160	PF 2	42.00	168.86	171.08	170.48	171.34	0.003961	2.27	18.47	11.64	0.58
Arese	150	PF 2	42.00	168.86	171.08	170.48	171.34	0.003974	2.28	18.45	11.63	0.58
Arese	140	PF 2	42.00	168.77	171.01	170.40	171.26	0.003851	2.25	18.66	11.70	0.57
Arese	130	PF 2	42.00	168.68	170.87	170.32	171.18	0.004042	2.51	18.66	11.87	0.60
Arese	120	PF 2	42.00	168.63	170.86	170.25	171.13	0.003652	2.41	20.05	12.54	0.57

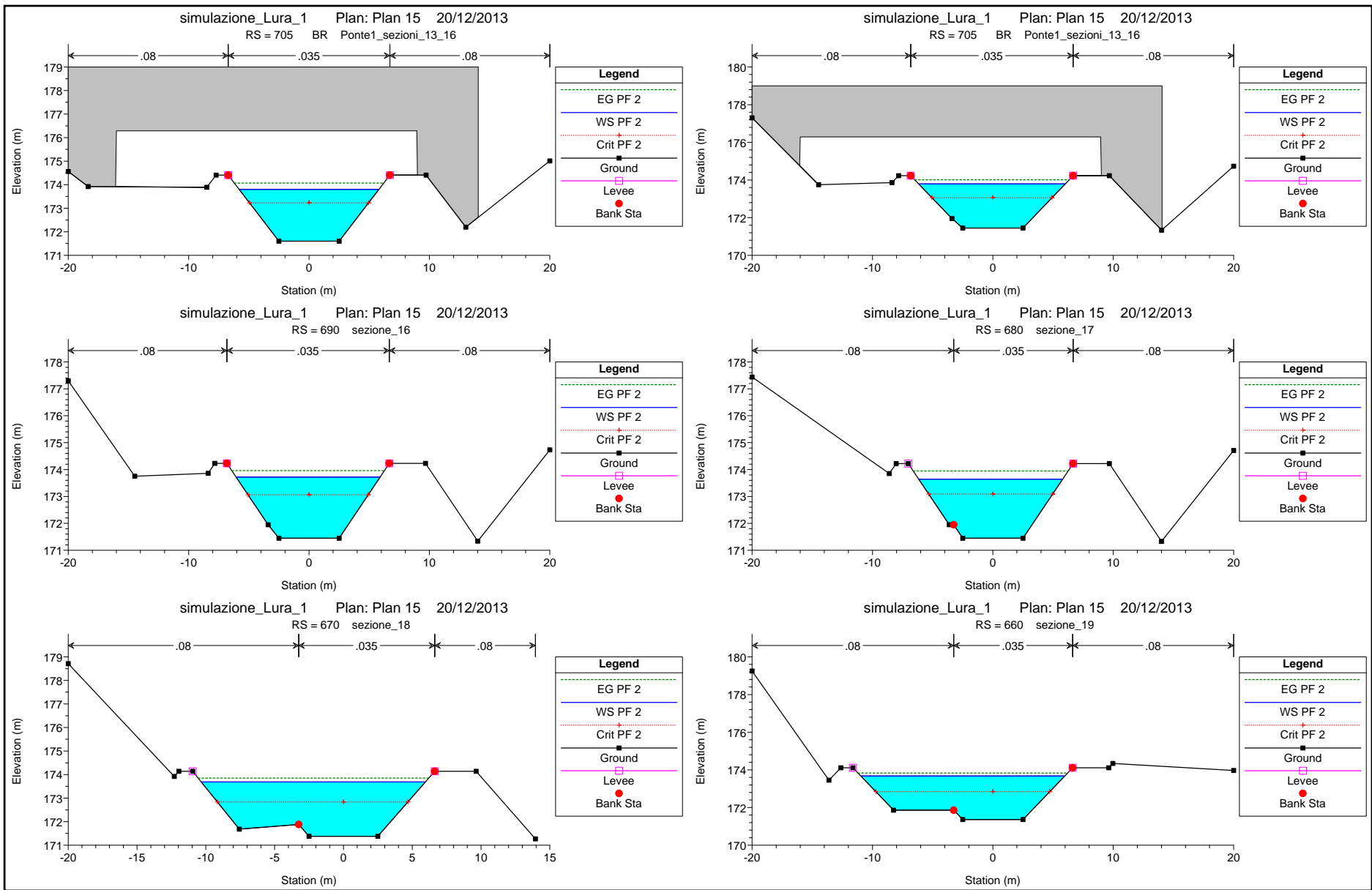
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 2 (Continued)

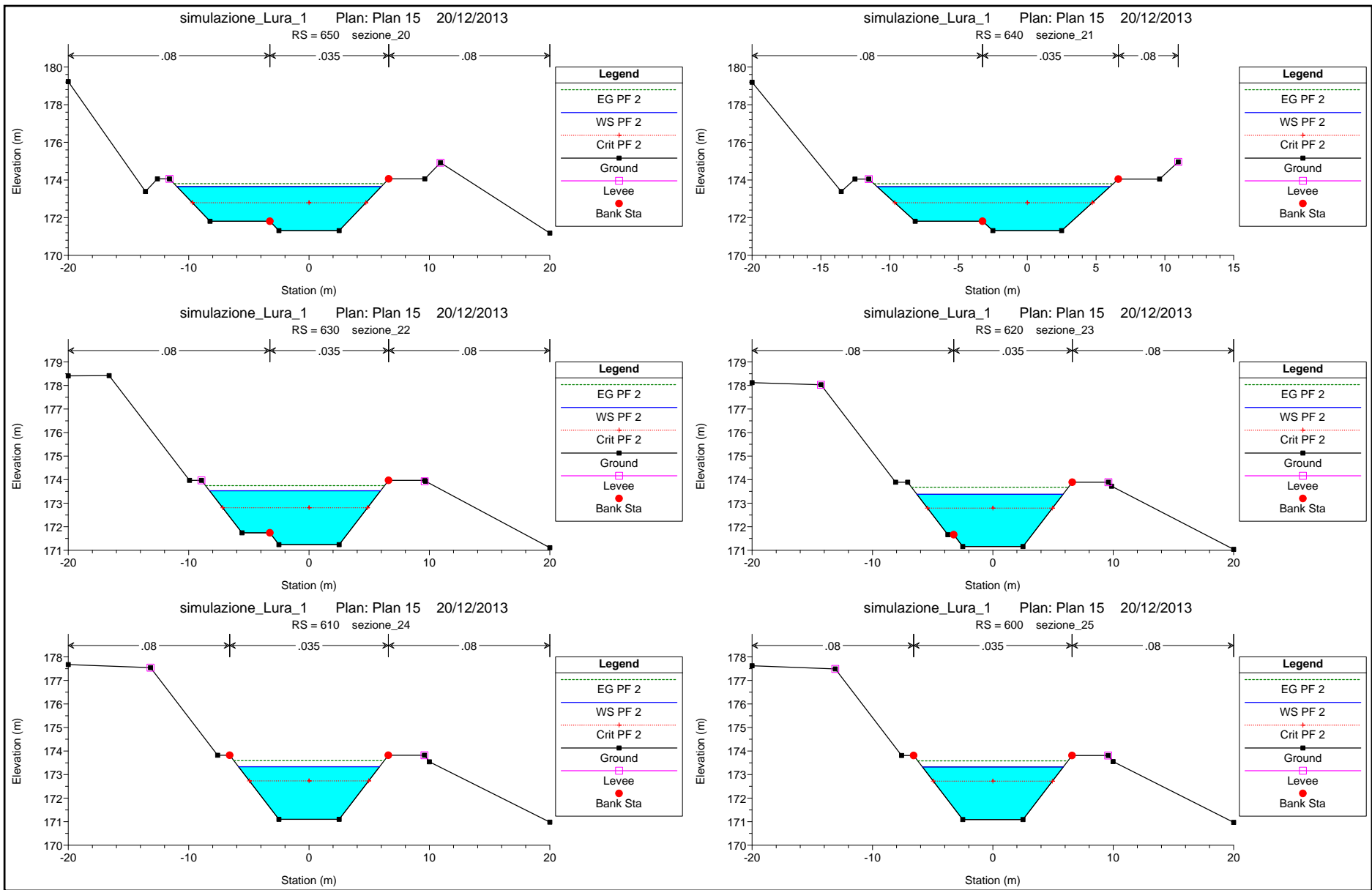
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Arese	110	PF 2	42.00	168.58	170.85	170.16	171.09	0.003137	2.26	22.38	13.68	0.53
Arese	100	PF 2	42.00	168.49	170.86	169.98	171.01	0.002132	1.90	29.24	16.92	0.44
Arese	90	PF 2	42.00	168.40	170.86	169.81	170.96	0.001495	1.63	36.52	20.12	0.37
Arese	80	PF 2	42.00	168.40	170.86	169.81	170.96	0.001487	1.62	36.68	20.21	0.37
Arese	70	PF 2	42.00	168.30	170.83	169.73	170.93	0.001396	1.60	36.80	19.75	0.36
Arese	60	PF 2	42.00	168.29	170.82	169.72	170.93	0.001422	1.61	36.19	19.44	0.36
Arese	50	PF 2	42.00	168.23	170.77	169.73	170.90	0.001712	1.77	30.98	16.86	0.40
Arese	40	PF 2	42.00	168.21	170.74	169.75	170.89	0.001902	1.86	28.45	15.65	0.42
Arese	30	PF 2	42.00	168.17	170.65	169.80	170.87	0.002484	2.11	22.82	13.04	0.48
Arese	15		Bridge									
Arese	1	PF 2	42.00	167.86	169.77	169.77	170.55	0.014956	3.92	10.72	6.86	1.00

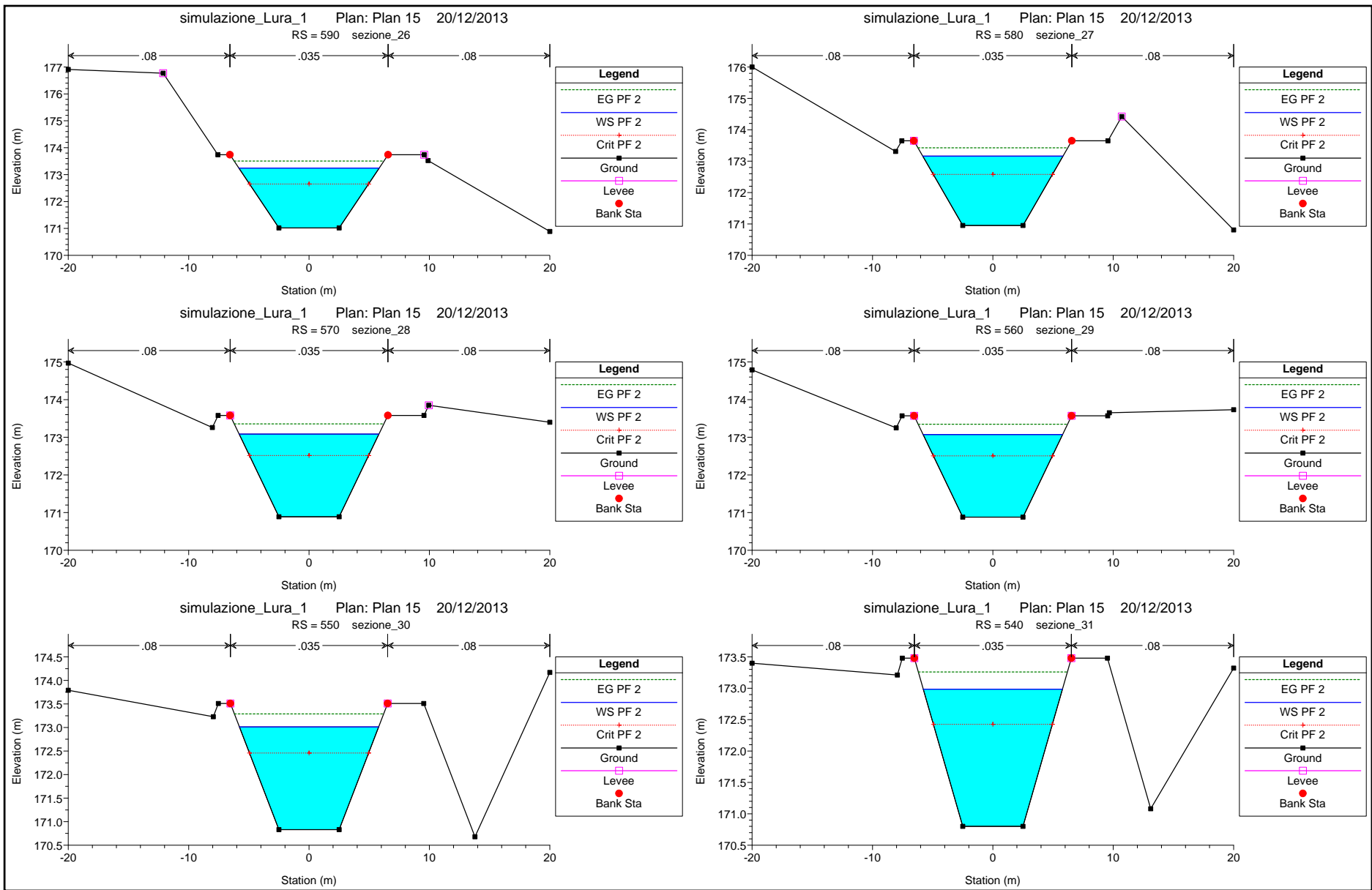
A.4.3. Sezioni

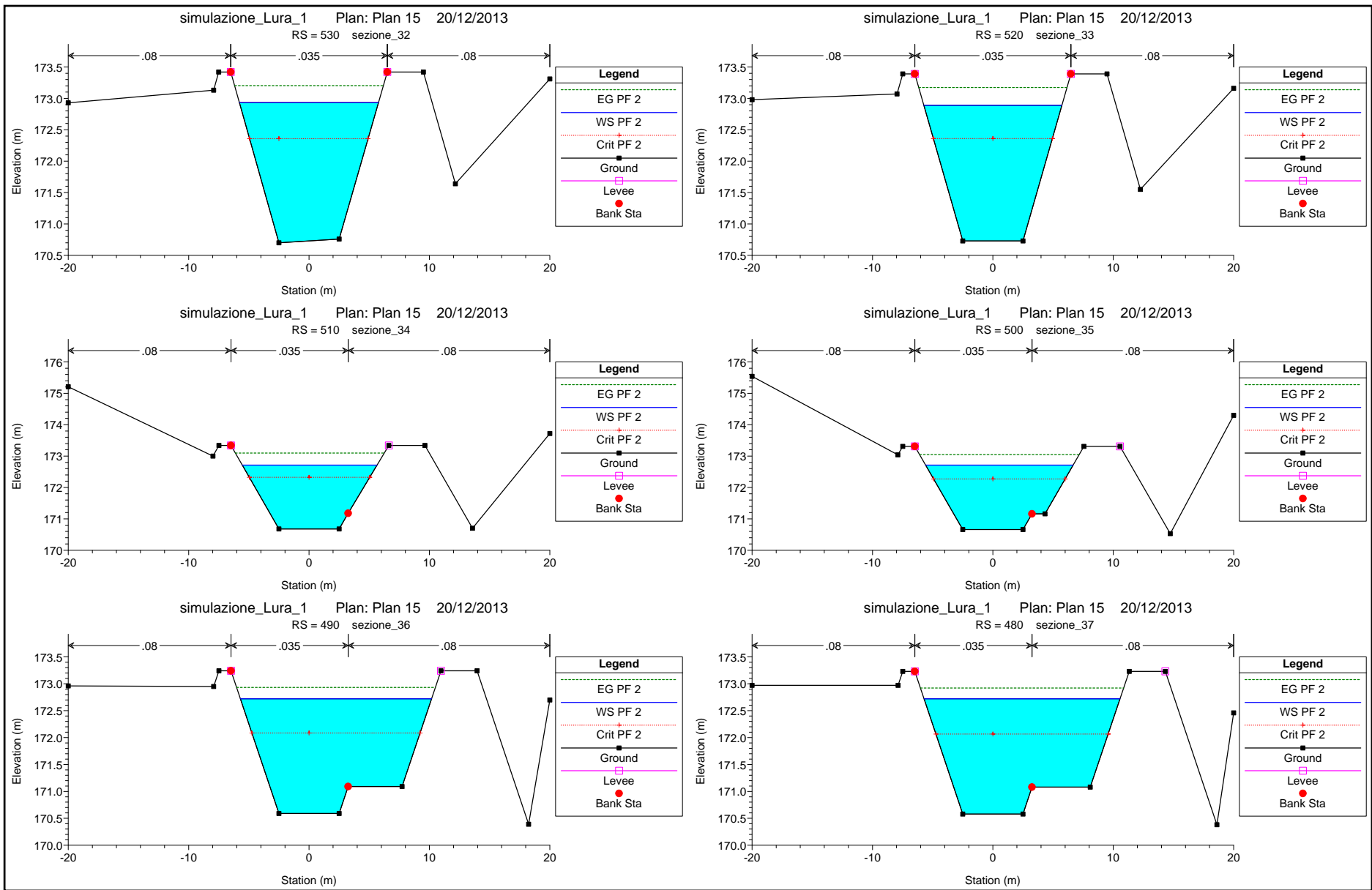


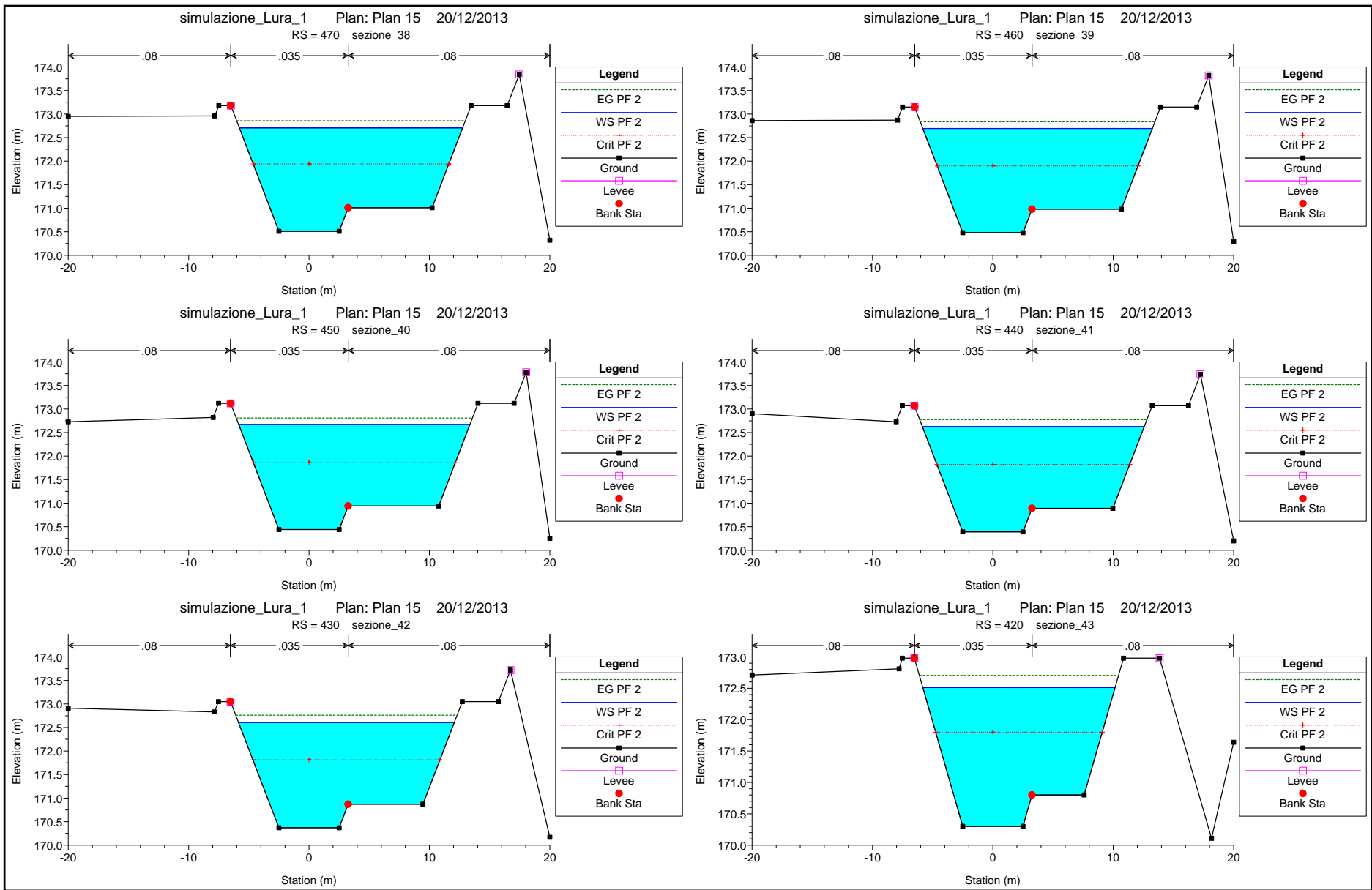


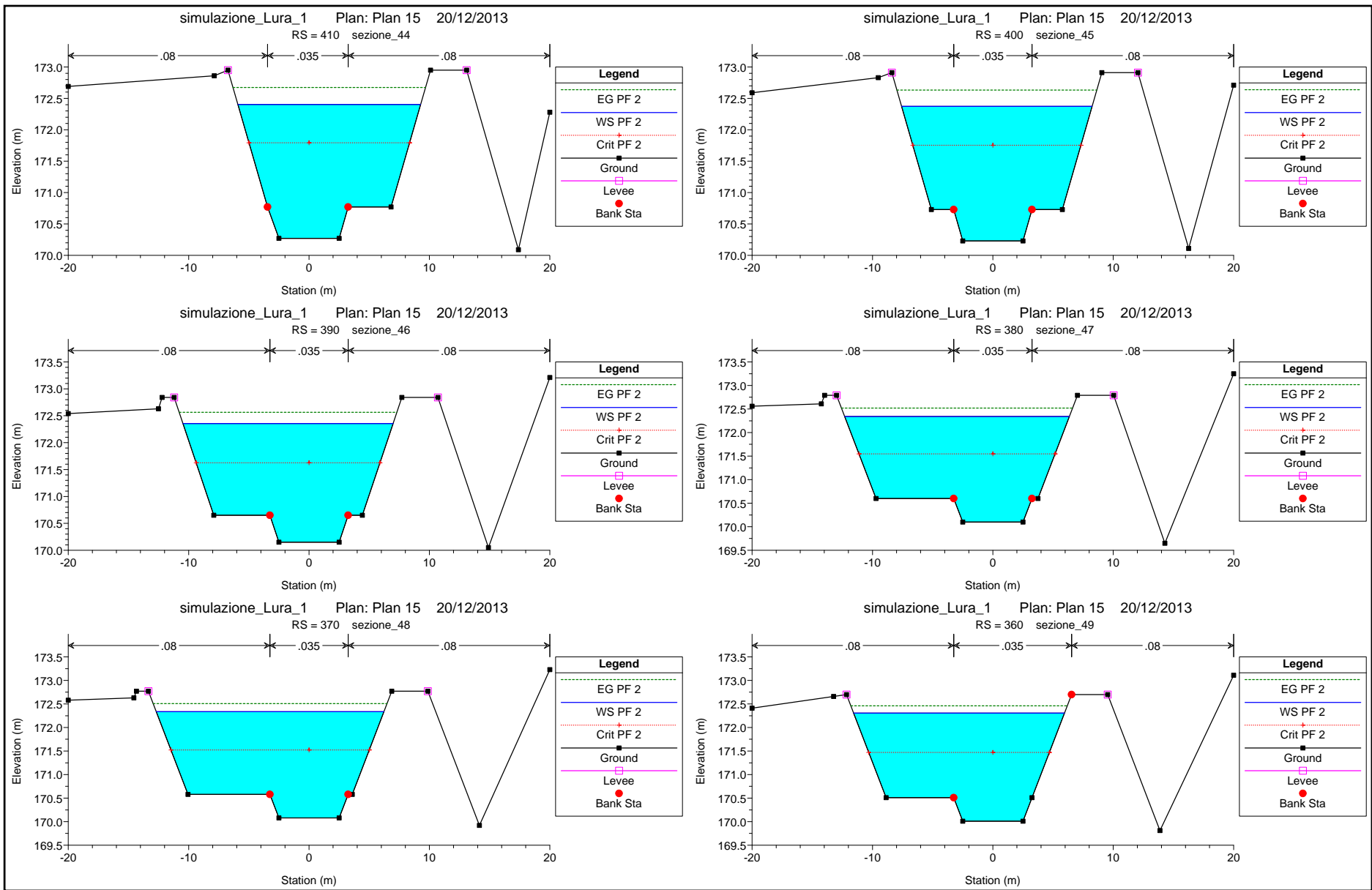


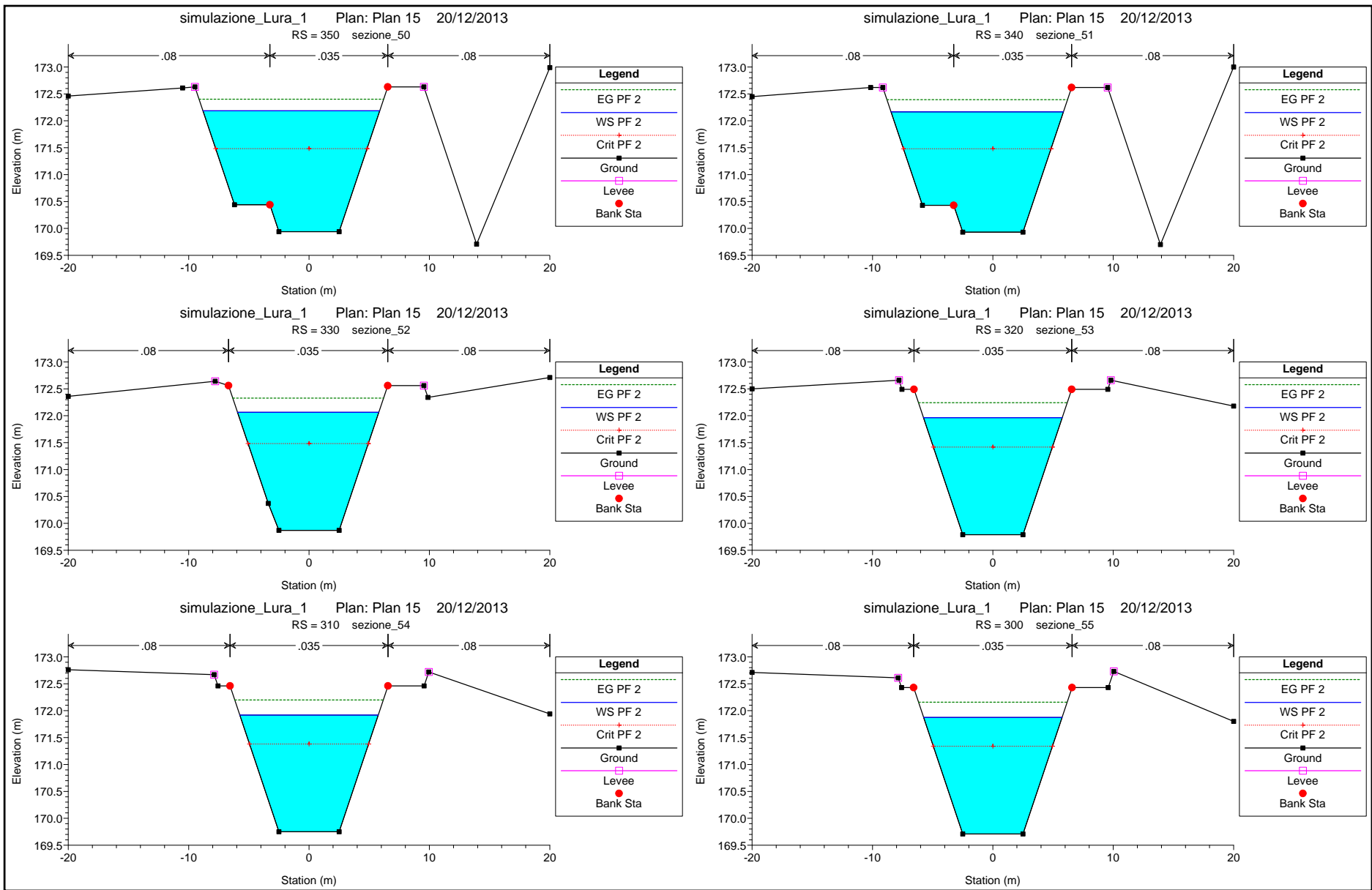


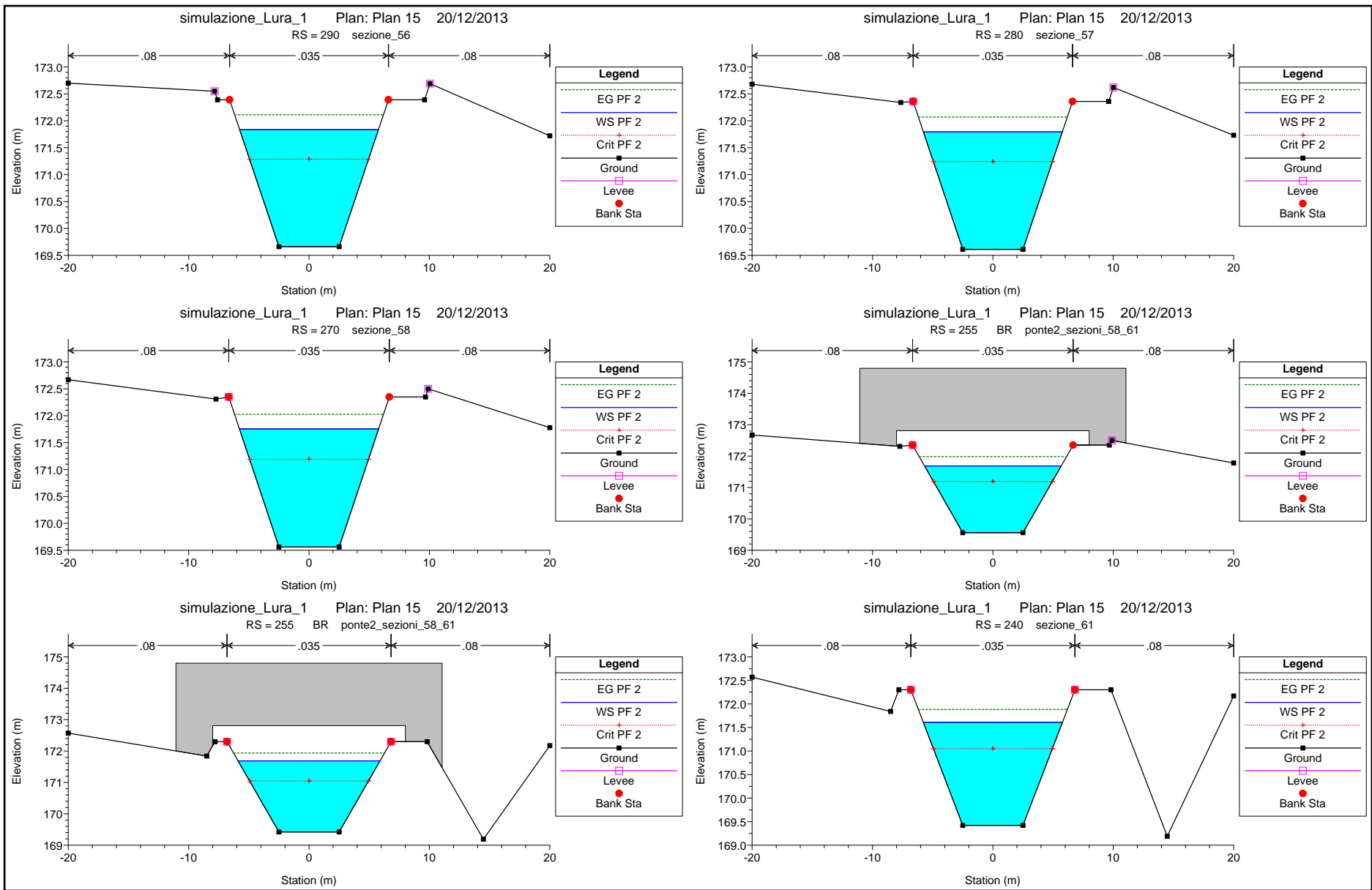


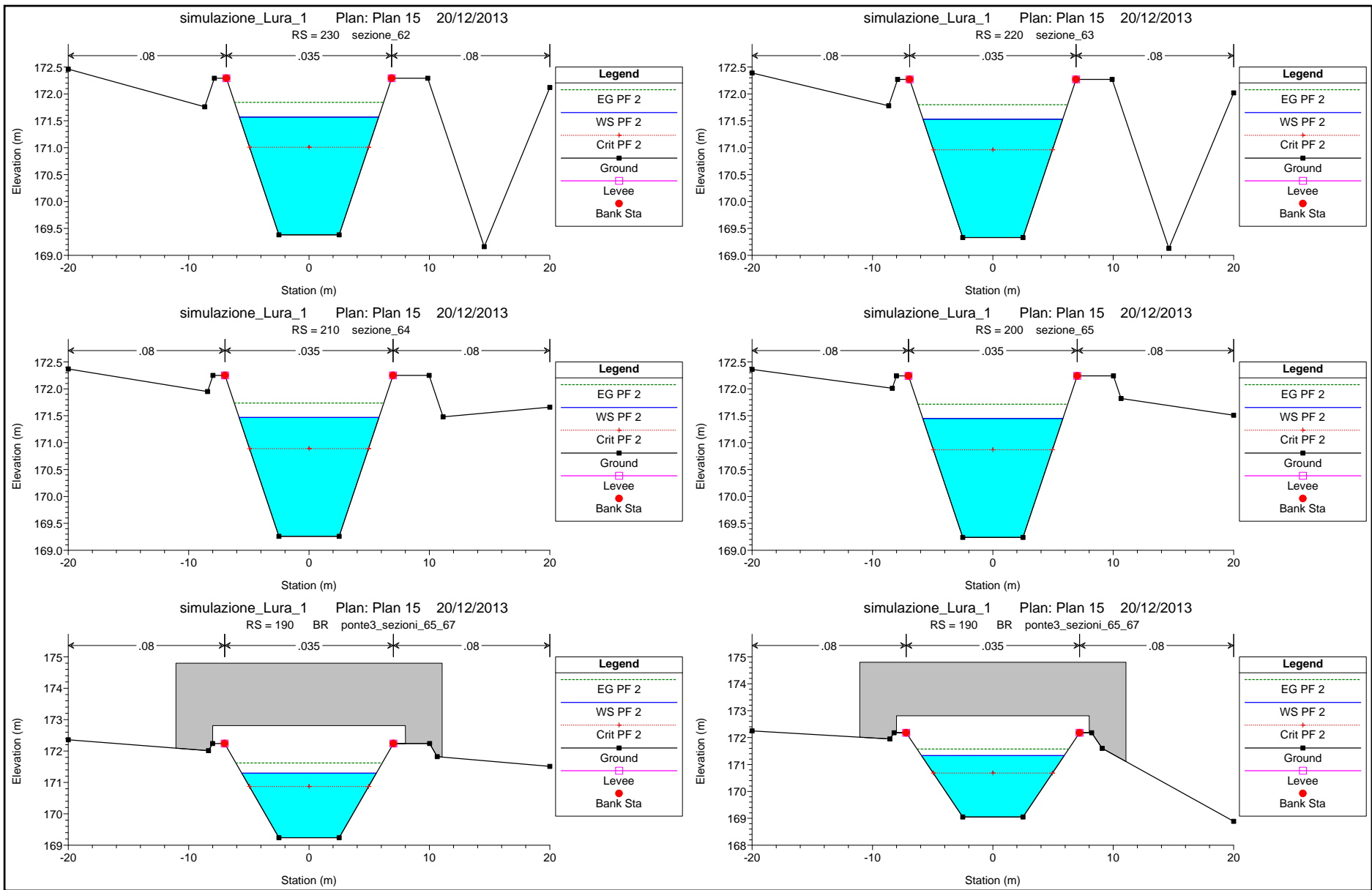


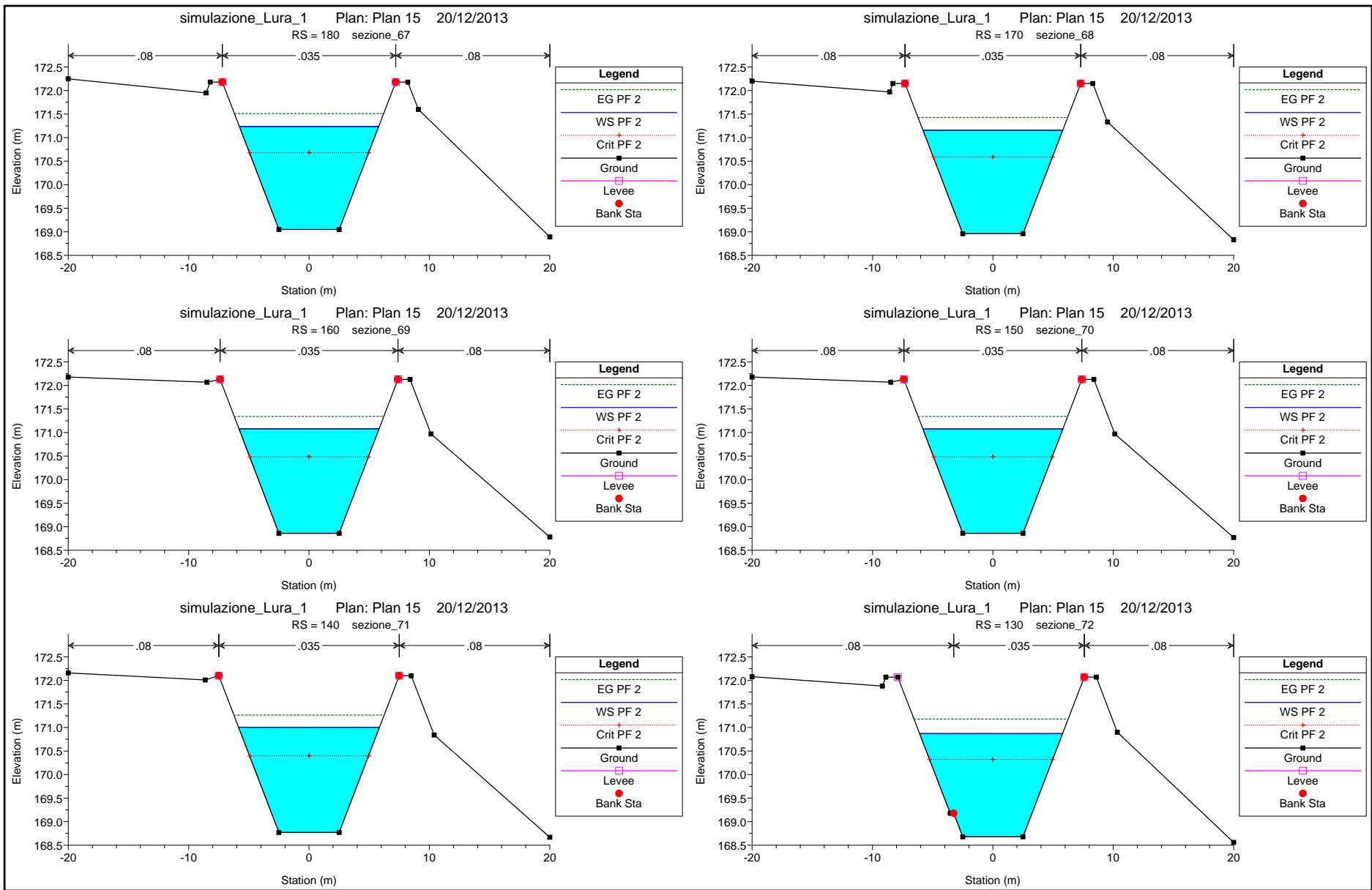


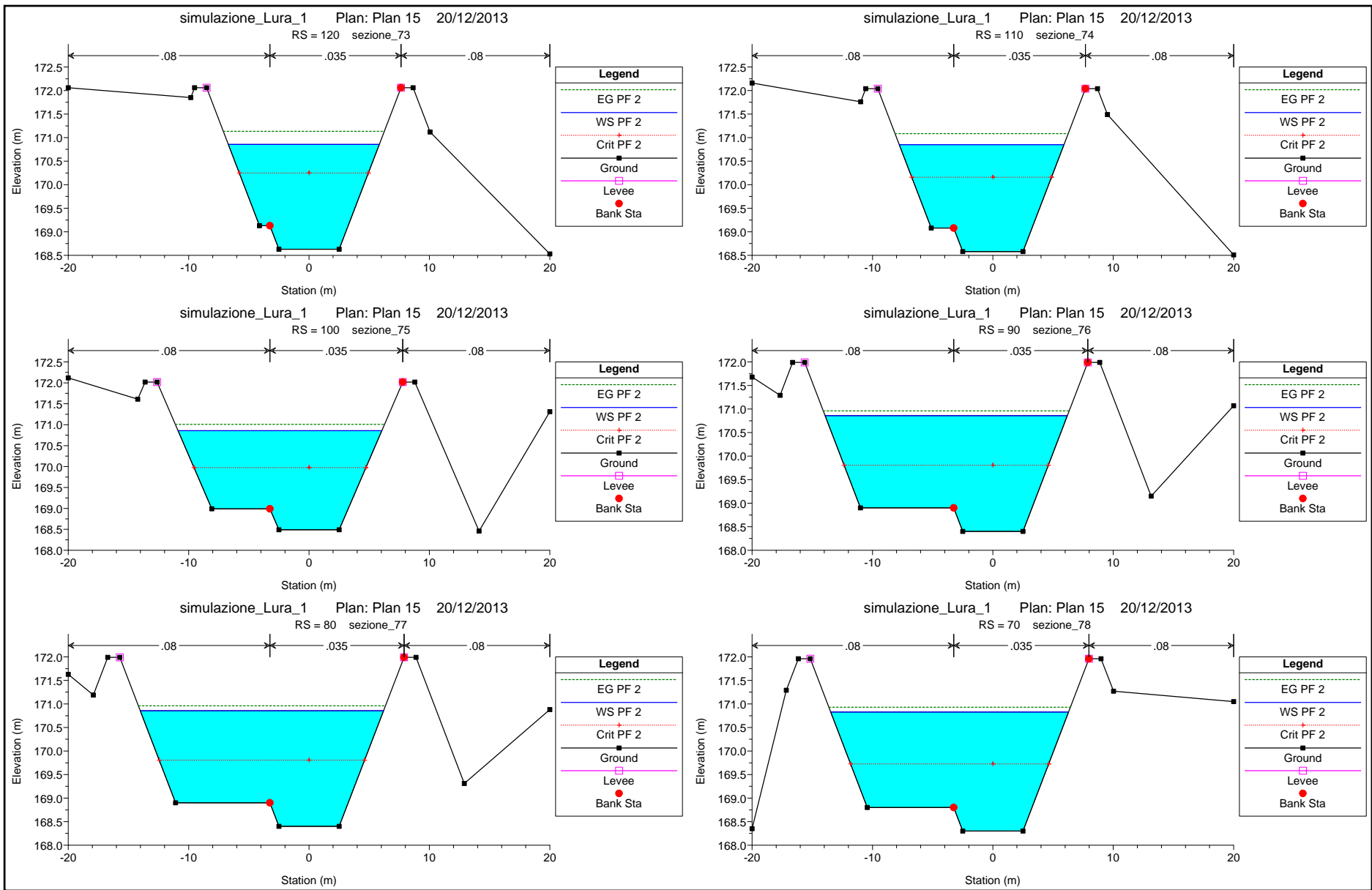


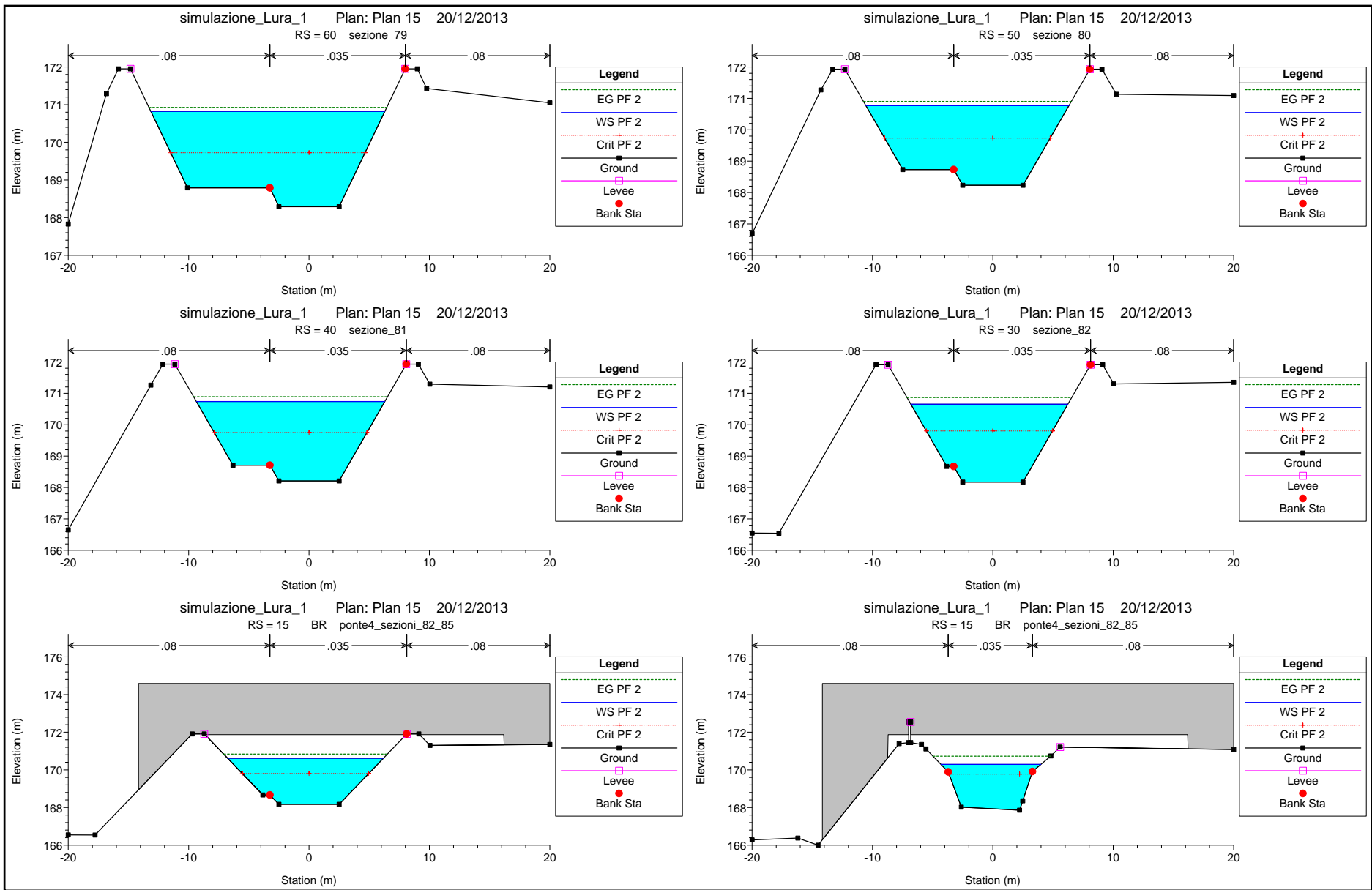






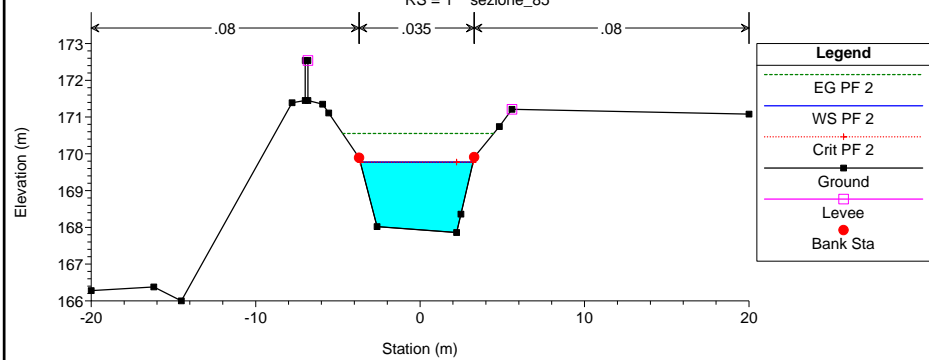









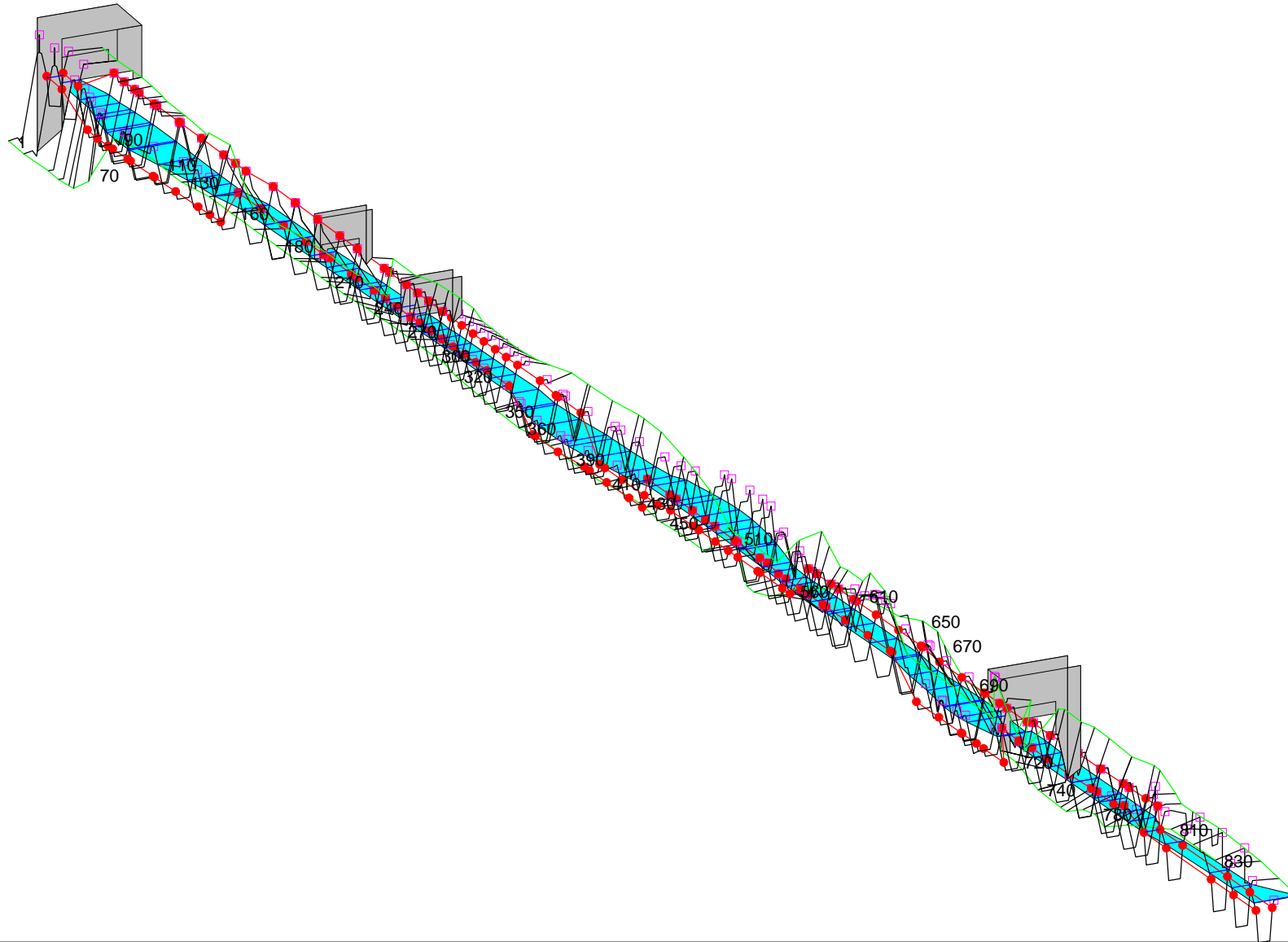
simulazione_Lura_1 Plan: Plan 15 20/12/2013

RS = 1 sezione_85



A.4.4. Prospettiva

Legend	
	WS PF 2
	Ground
	Levee
	Bank Sta

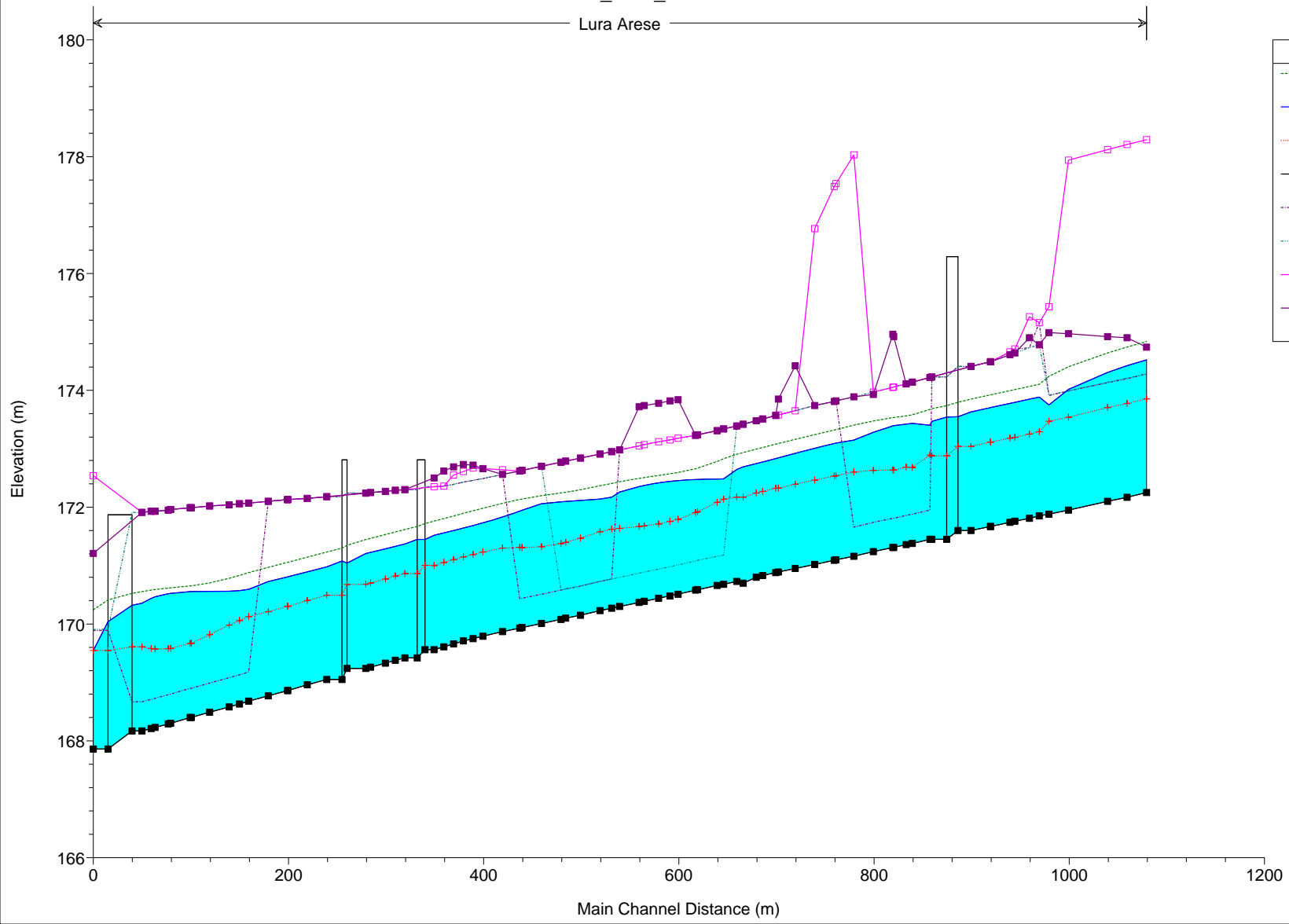


A.5 - ASSETTO DI PROGETTO - Q_{TR} 100 ANNI (FUTURA)

A.5.1. Profilo di inviluppo del colmo di piena

Lura Arese

Legend	
EG PF 4	--- (green dashed line)
WS PF 4	— (blue solid line)
Crit PF 4	--- (red dotted line with '+' markers)
Ground	— (black solid line with '■' markers)
LOB	--- (purple dotted line)
ROB	--- (green dotted line)
Left Levee	— (magenta solid line with '□' markers)
Right Levee	— (purple solid line with '■' markers)



A.5.2. Tabelle

HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 4

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	830	PF 4	34.00	172.25	174.52	173.85	174.84	0.004595	2.48	13.79	7.75	0.56
Arese	820	PF 4	34.00	172.17	174.42	173.77	174.74	0.004754	2.51	13.64	7.68	0.57
Arese	810	PF 4	34.00	172.10	174.31	173.71	174.64	0.005137	2.56	13.31	7.55	0.59
Arese	800	PF 4	34.00	171.95	174.02	173.54	174.40	0.006592	2.76	12.32	7.07	0.66
Arese	790	PF 4	34.00	171.88	173.75	173.47	174.24	0.009175	3.10	10.98	6.81	0.78
Arese	780	PF 4	34.00	171.85	173.88	173.29	174.10	0.003615	2.08	16.38	11.10	0.55
Arese	770	PF 4	34.00	171.81	173.85	173.25	174.07	0.003582	2.07	16.44	11.12	0.54
Arese	760	PF 4	34.00	171.76	173.79	173.20	174.01	0.003608	2.07	16.40	11.12	0.54
Arese	750	PF 4	34.00	171.74	173.78	173.18	174.00	0.003597	2.07	16.41	11.11	0.54
Arese	740	PF 4	34.00	171.67	173.71	173.11	173.92	0.003606	2.07	16.40	11.12	0.54
Arese	730	PF 4	34.00	171.67	173.70	173.11	173.92	0.003610	2.07	16.39	11.12	0.55
Arese	720	PF 4	34.00	171.60	173.63	173.04	173.85	0.003644	2.08	16.34	11.10	0.55
Arese	705		Bridge									
Arese	690	PF 4	34.00	171.45	173.47	172.88	173.69	0.003576	2.06	16.47	11.21	0.54
Arese	680	PF 4	34.00	171.45	173.40	172.89	173.67	0.004025	2.35	16.03	11.24	0.59
Arese	670	PF 4	34.00	171.38	173.43	172.68	173.58	0.002362	1.85	24.07	15.57	0.46
Arese	660	PF 4	34.00	171.36	173.42	172.69	173.57	0.002323	1.84	24.48	16.18	0.45
Arese	650	PF 4	34.00	171.31	173.40	172.63	173.53	0.002230	1.81	24.82	16.22	0.44
Arese	640	PF 4	34.00	171.31	173.39	172.64	173.53	0.002251	1.82	24.68	16.16	0.45
Arese	630	PF 4	34.00	171.24	173.28	172.63	173.48	0.002942	2.06	20.05	13.47	0.51
Arese	620	PF 4	34.00	171.16	173.15	172.60	173.40	0.003729	2.28	16.61	11.46	0.57
Arese	610	PF 4	34.00	171.10	173.10	172.54	173.33	0.003875	2.13	15.98	11.01	0.56
Arese	600	PF 4	34.00	171.09	173.09	172.53	173.32	0.003861	2.13	16.00	11.00	0.56
Arese	590	PF 4	34.00	171.02	173.01	172.46	173.24	0.003959	2.15	15.85	10.95	0.57
Arese	580	PF 4	34.00	170.95	172.92	172.39	173.16	0.004052	2.16	15.72	10.93	0.58
Arese	570	PF 4	34.00	170.89	172.85	172.33	173.09	0.004182	2.19	15.55	10.89	0.58
Arese	560	PF 4	34.00	170.88	172.83	172.32	173.08	0.004206	2.19	15.51	10.87	0.59
Arese	550	PF 4	34.00	170.83	172.77	172.27	173.02	0.004307	2.21	15.38	10.84	0.59
Arese	540	PF 4	34.00	170.80	172.74	172.24	172.99	0.004295	2.21	15.39	10.83	0.59
Arese	530	PF 4	34.00	170.70	172.69	172.17	172.93	0.004187	2.19	15.52	10.83	0.58
Arese	520	PF 4	34.00	170.73	172.64	172.17	172.90	0.004557	2.26	15.06	10.73	0.61
Arese	510	PF 4	34.00	170.68	172.49	172.14	172.83	0.005485	2.62	13.98	10.50	0.68
Arese	500	PF 4	34.00	170.66	172.48	172.08	172.78	0.004938	2.50	15.51	11.55	0.65
Arese	490	PF 4	34.00	170.59	172.48	171.92	172.67	0.003372	2.11	20.98	15.14	0.54
Arese	480	PF 4	34.00	170.58	172.48	171.91	172.66	0.003225	2.07	21.63	15.54	0.53

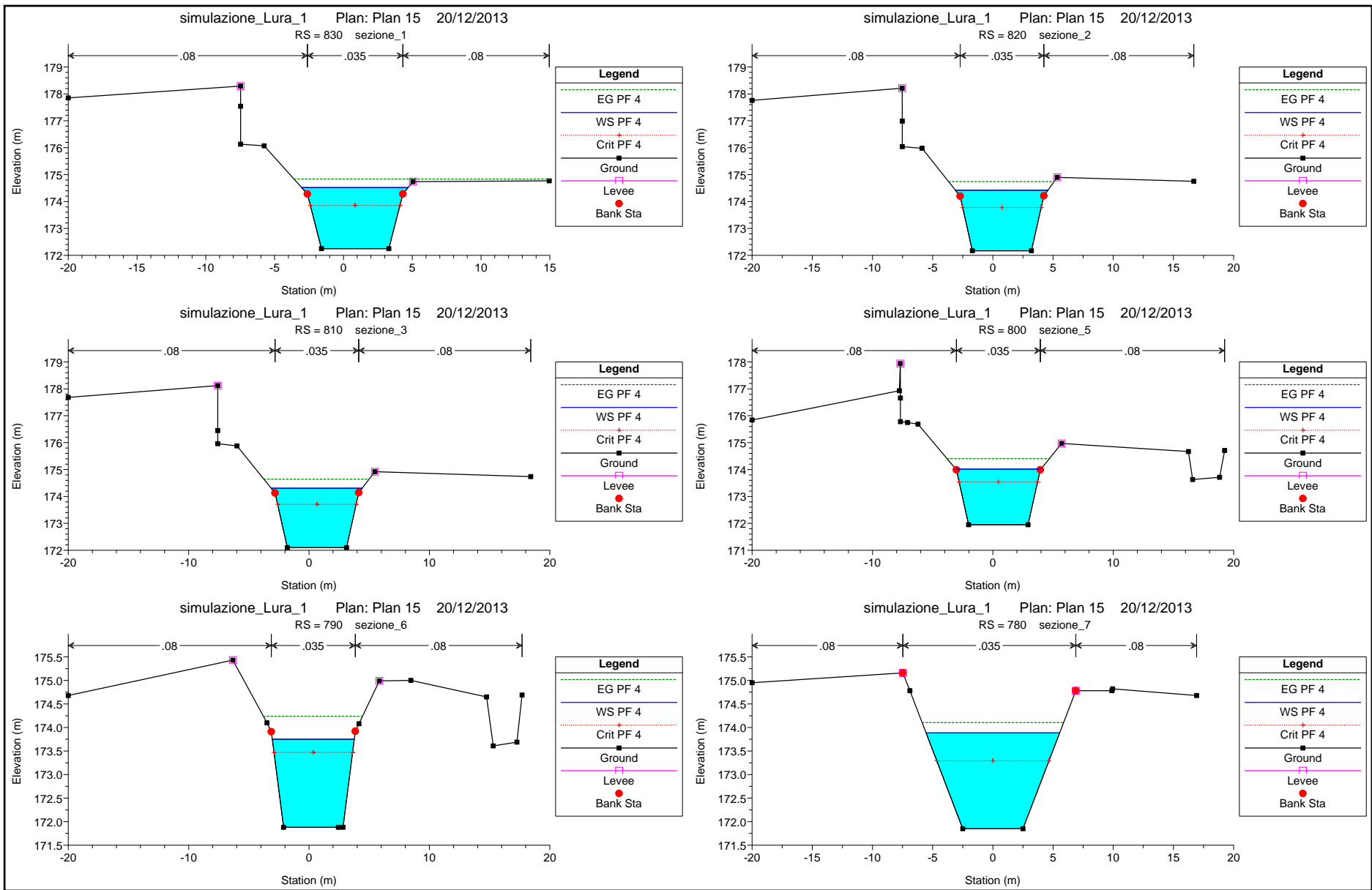
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 4 (Continued)

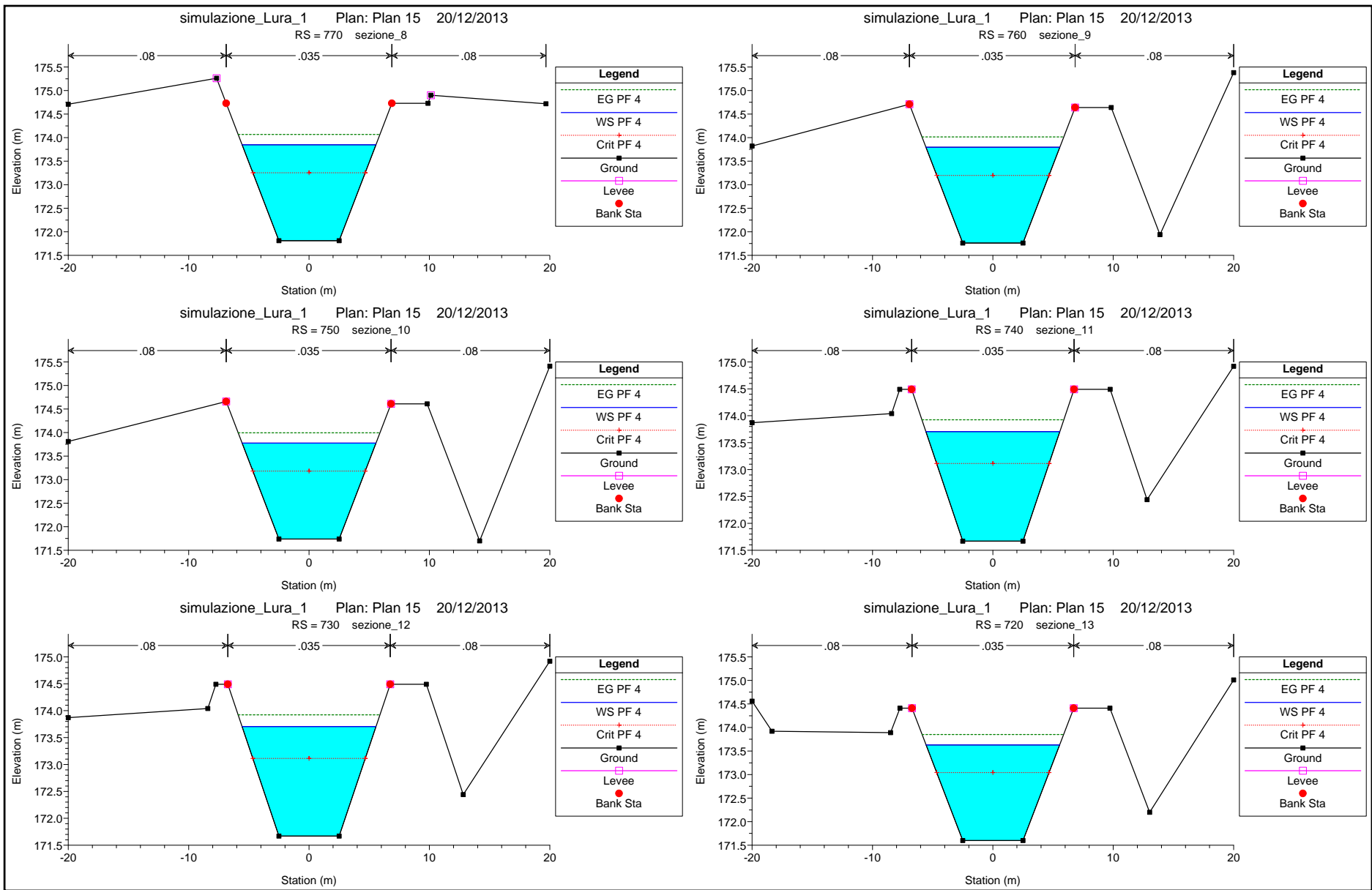
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	470	PF 4	34.00	170.51	172.46	171.79	172.59	0.002525	1.86	25.46	17.78	0.47
Arese	460	PF 4	34.00	170.48	172.44	171.76	172.57	0.002374	1.81	26.42	18.31	0.46
Arese	450	PF 4	34.00	170.44	172.42	171.71	172.54	0.002289	1.78	26.83	18.44	0.45
Arese	440	PF 4	34.00	170.39	172.37	171.68	172.51	0.002386	1.82	25.77	17.67	0.46
Arese	430	PF 4	34.00	170.37	172.35	171.67	172.49	0.002474	1.86	25.01	17.16	0.47
Arese	420	PF 4	34.00	170.30	172.26	171.64	172.44	0.002946	2.01	21.89	15.21	0.51
Arese	410	PF 4	34.00	170.27	172.17	171.62	172.41	0.003103	2.32	20.24	14.47	0.55
Arese	400	PF 4	34.00	170.23	172.14	171.58	172.37	0.003053	2.31	21.20	15.12	0.54
Arese	390	PF 4	34.00	170.15	172.12	171.47	172.30	0.002477	2.12	24.18	16.74	0.49
Arese	380	PF 4	34.00	170.10	172.10	171.40	172.26	0.002149	2.00	26.40	17.94	0.46
Arese	370	PF 4	34.00	170.08	172.09	171.38	172.24	0.002065	1.97	26.94	18.18	0.45
Arese	360	PF 4	34.00	170.01	172.06	171.32	172.20	0.002272	1.81	25.26	16.77	0.45
Arese	350	PF 4	34.00	169.94	171.95	171.31	172.14	0.002984	2.05	20.53	13.97	0.51
Arese	340	PF 4	34.00	169.93	171.93	171.31	172.13	0.003096	2.09	19.94	13.61	0.52
Arese	330	PF 4	34.00	169.87	171.83	171.30	172.07	0.004000	2.15	15.82	11.04	0.57
Arese	320	PF 4	34.00	169.79	171.73	171.23	171.98	0.004311	2.21	15.37	10.83	0.59
Arese	310	PF 4	34.00	169.75	171.69	171.19	171.94	0.004367	2.22	15.30	10.80	0.60
Arese	300	PF 4	34.00	169.71	171.64	171.15	171.90	0.004397	2.23	15.26	10.80	0.60
Arese	290	PF 4	34.00	169.66	171.60	171.10	171.85	0.004331	2.22	15.35	10.83	0.59
Arese	280	PF 4	34.00	169.61	171.56	171.05	171.81	0.004259	2.20	15.44	10.84	0.59
Arese	270	PF 4	34.00	169.56	171.52	171.00	171.76	0.004188	2.19	15.52	10.85	0.58
Arese	255		Bridge									
Arese	240	PF 4	34.00	169.42	171.37	170.86	171.62	0.004249	2.20	15.45	10.84	0.59
Arese	230	PF 4	34.00	169.38	171.33	170.82	171.58	0.004262	2.20	15.43	10.84	0.59
Arese	220	PF 4	34.00	169.33	171.29	170.77	171.53	0.004186	2.19	15.53	10.87	0.58
Arese	210	PF 4	34.00	169.26	171.23	170.70	171.47	0.004115	2.18	15.63	10.89	0.58
Arese	200	PF 4	34.00	169.24	171.21	170.68	171.45	0.004110	2.17	15.64	10.91	0.58
Arese	190		Bridge									
Arese	180	PF 4	34.00	169.05	170.98	170.49	171.23	0.004415	2.23	15.24	10.80	0.60
Arese	170	PF 4	34.00	168.96	170.89	170.40	171.14	0.004383	2.22	15.28	10.82	0.60
Arese	160	PF 4	34.00	168.86	170.81	170.30	171.06	0.004262	2.20	15.43	10.83	0.59
Arese	150	PF 4	34.00	168.86	170.81	170.30	171.06	0.004280	2.21	15.40	10.82	0.59
Arese	140	PF 4	34.00	168.77	170.73	170.21	170.97	0.004200	2.19	15.51	10.86	0.59
Arese	130	PF 4	34.00	168.68	170.59	170.13	170.88	0.004369	2.42	15.47	11.04	0.62
Arese	120	PF 4	34.00	168.63	170.57	170.06	170.83	0.003962	2.32	16.62	11.69	0.59

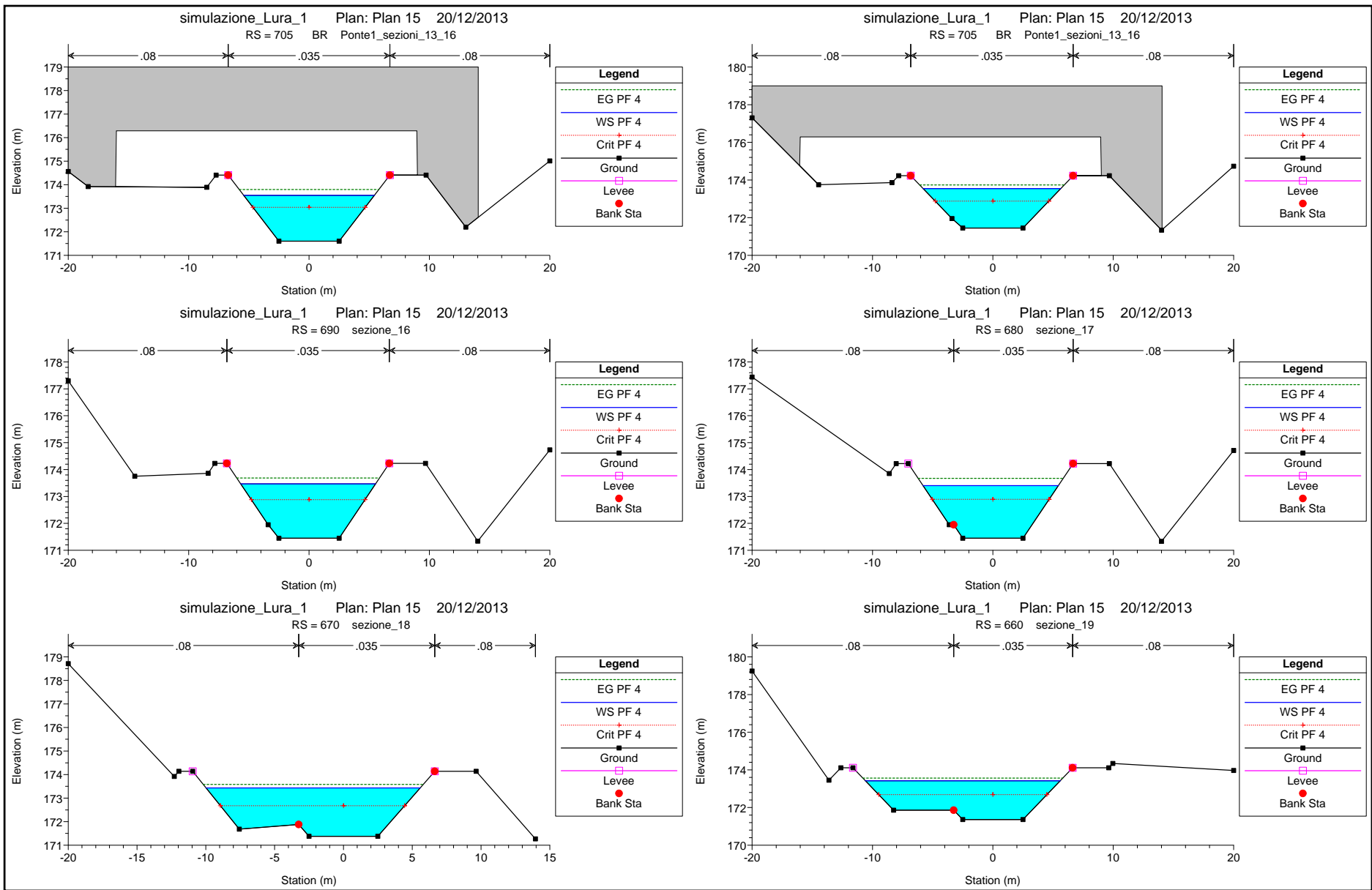
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 4 (Continued)

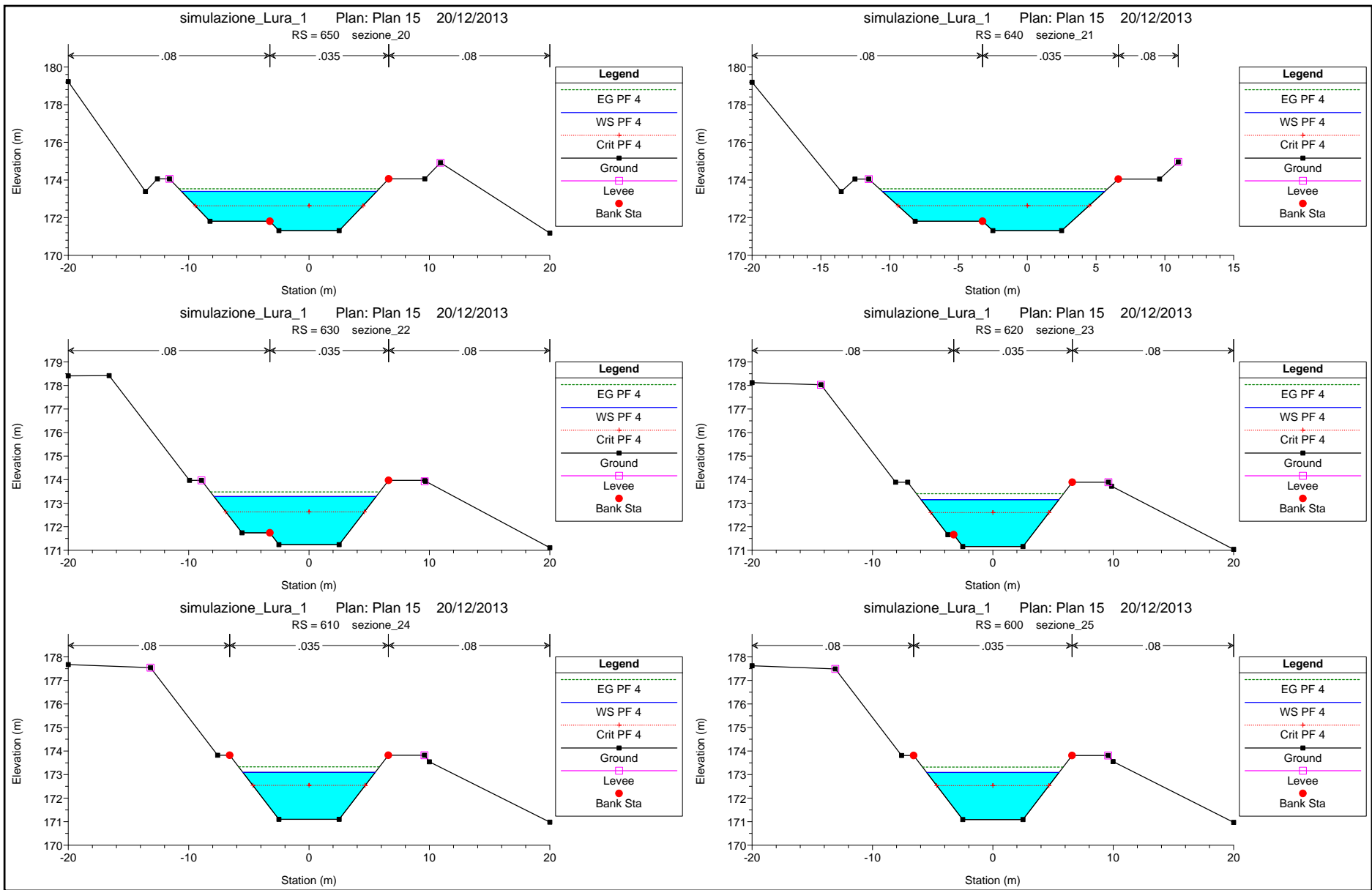
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Arese	110	PF 4	34.00	168.58	170.56	169.98	170.78	0.003412	2.18	18.56	12.81	0.55
Arese	100	PF 4	34.00	168.49	170.56	169.82	170.70	0.002319	1.84	24.34	16.03	0.45
Arese	90	PF 4	34.00	168.40	170.56	169.67	170.65	0.001615	1.57	30.59	19.21	0.38
Arese	80	PF 4	34.00	168.40	170.55	169.67	170.65	0.001609	1.57	30.71	19.30	0.38
Arese	70	PF 4	34.00	168.30	170.53	169.58	170.62	0.001489	1.54	30.94	18.85	0.37
Arese	60	PF 4	34.00	168.29	170.52	169.58	170.62	0.001514	1.55	30.43	18.53	0.37
Arese	50	PF 4	34.00	168.23	170.47	169.57	170.59	0.001808	1.70	26.04	15.95	0.40
Arese	40	PF 4	34.00	168.21	170.44	169.58	170.58	0.002003	1.78	23.90	14.75	0.42
Arese	30	PF 4	34.00	168.17	170.36	169.61	170.55	0.002607	2.01	19.10	12.15	0.48
Arese	15		Bridge									
Arese	1	PF 4	34.00	167.86	169.55	169.55	170.24	0.015104	3.70	9.20	6.61	1.00

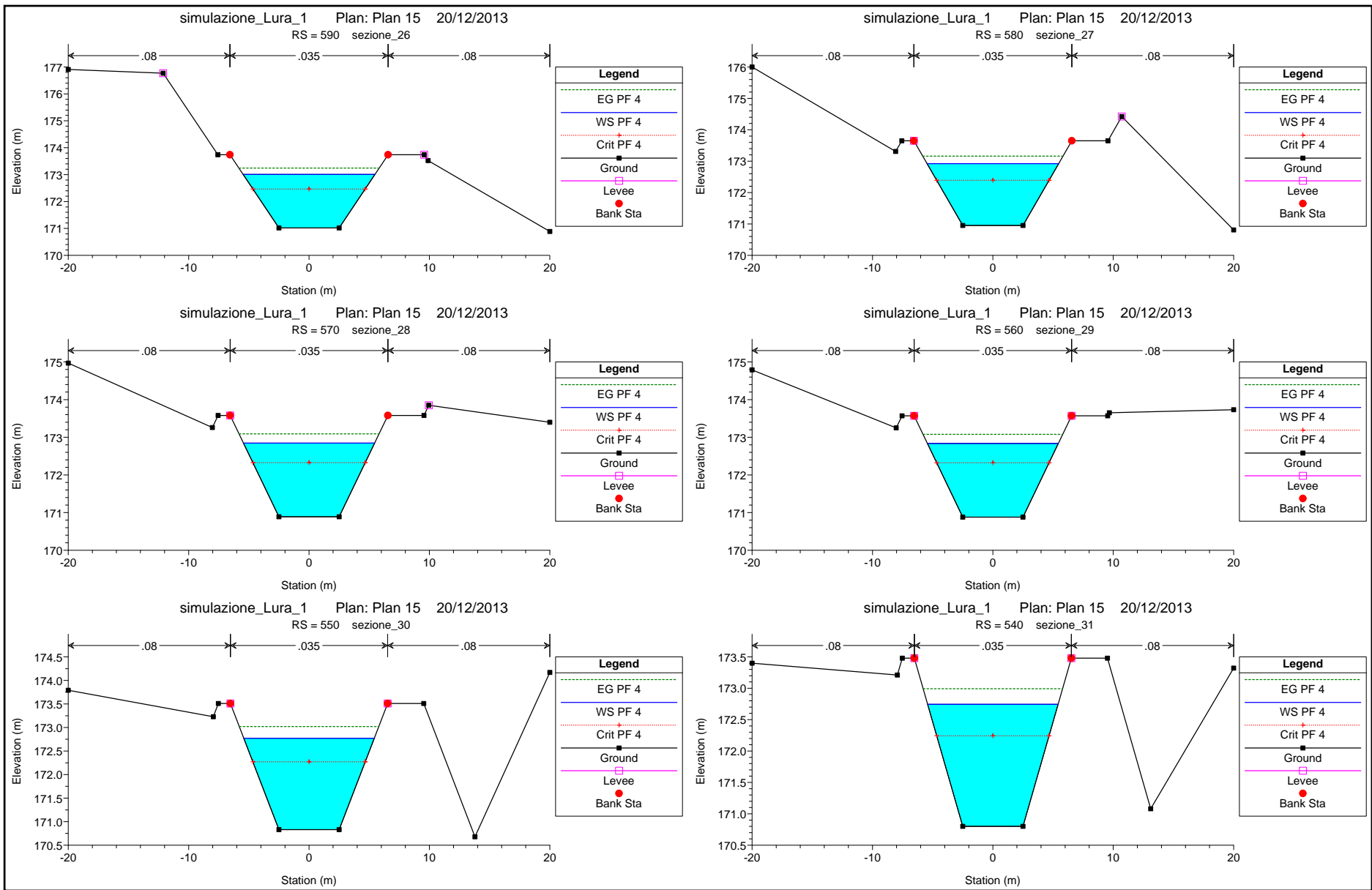
A.5.3. Sezioni

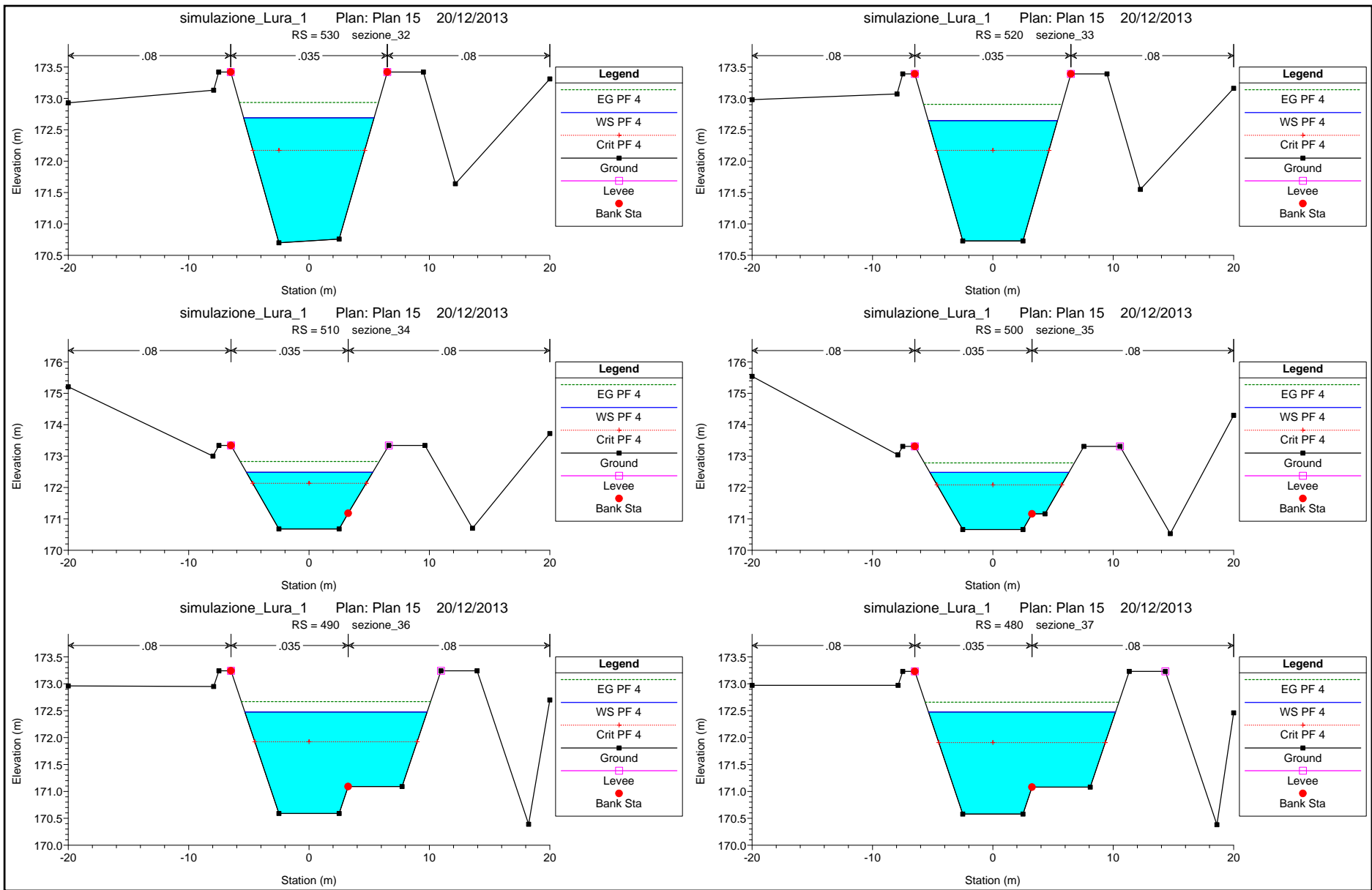


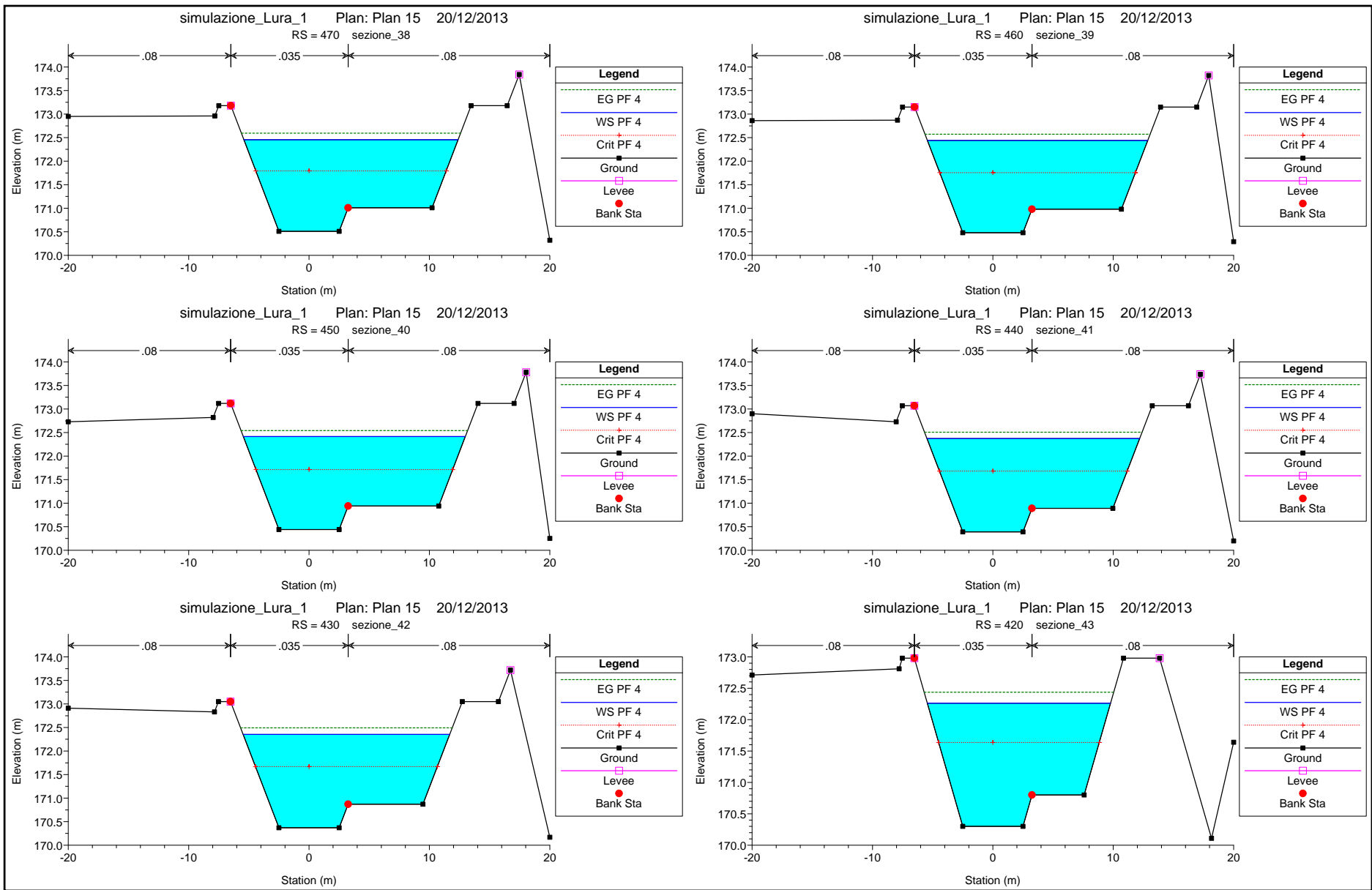


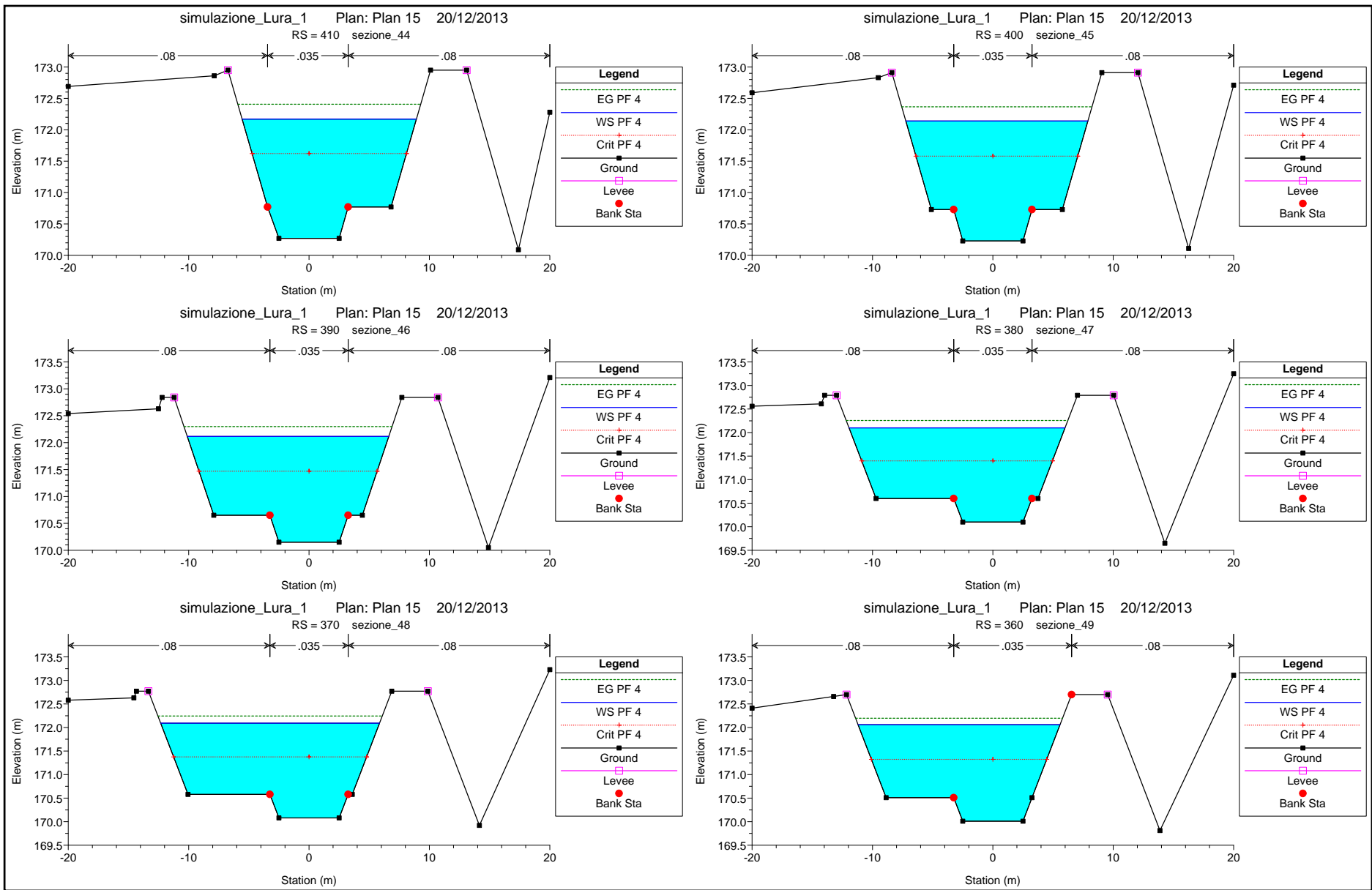


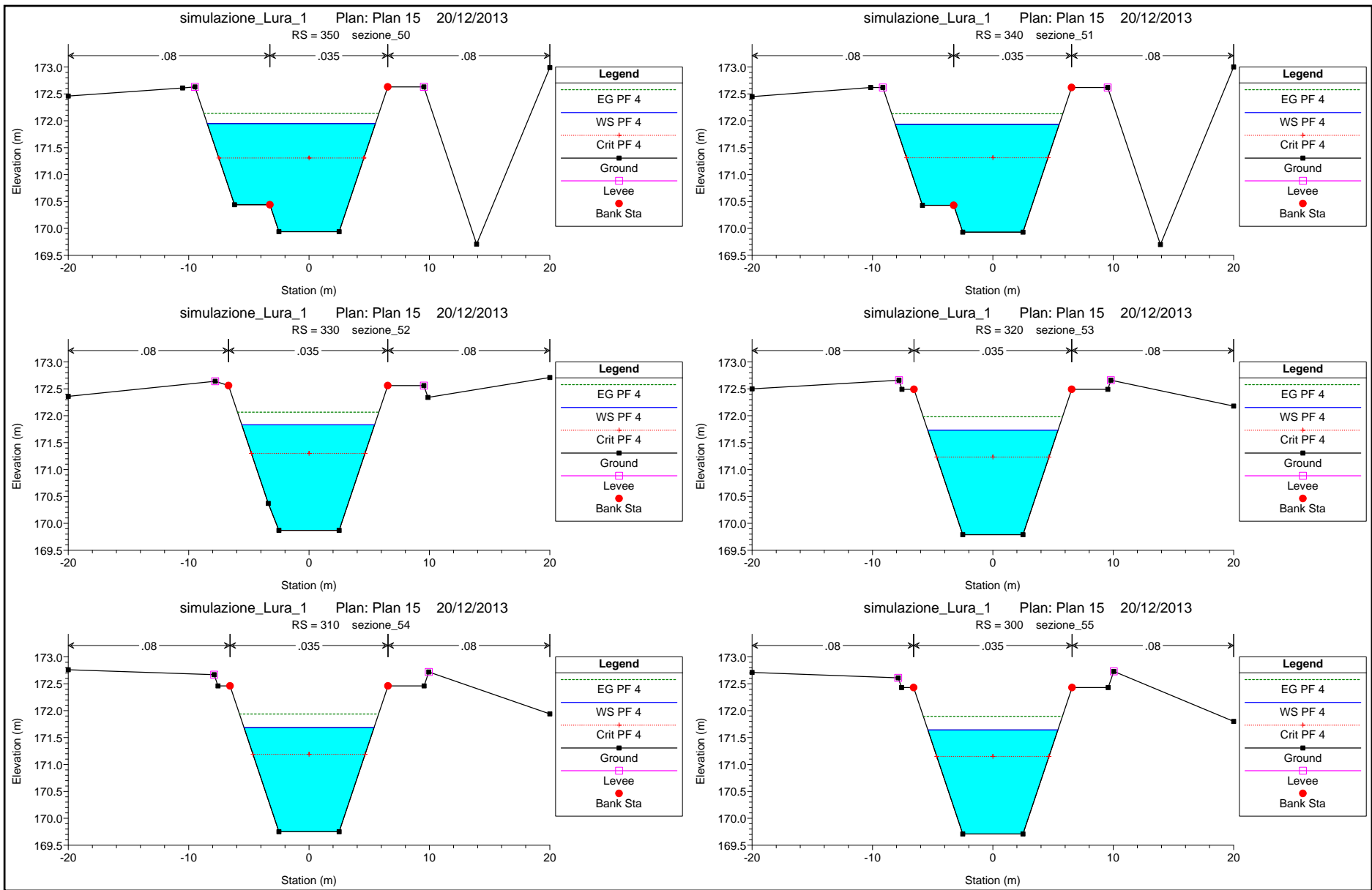


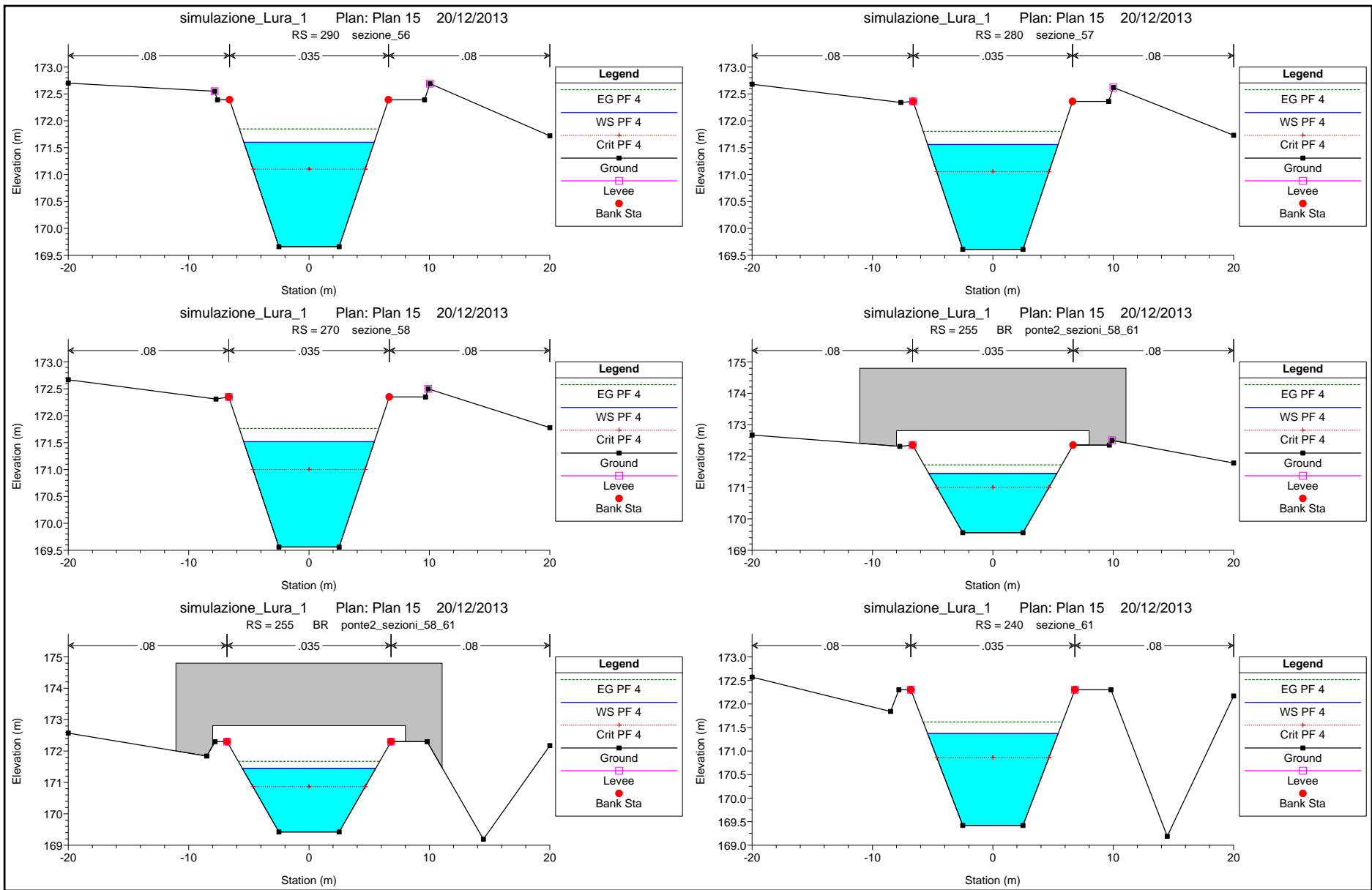


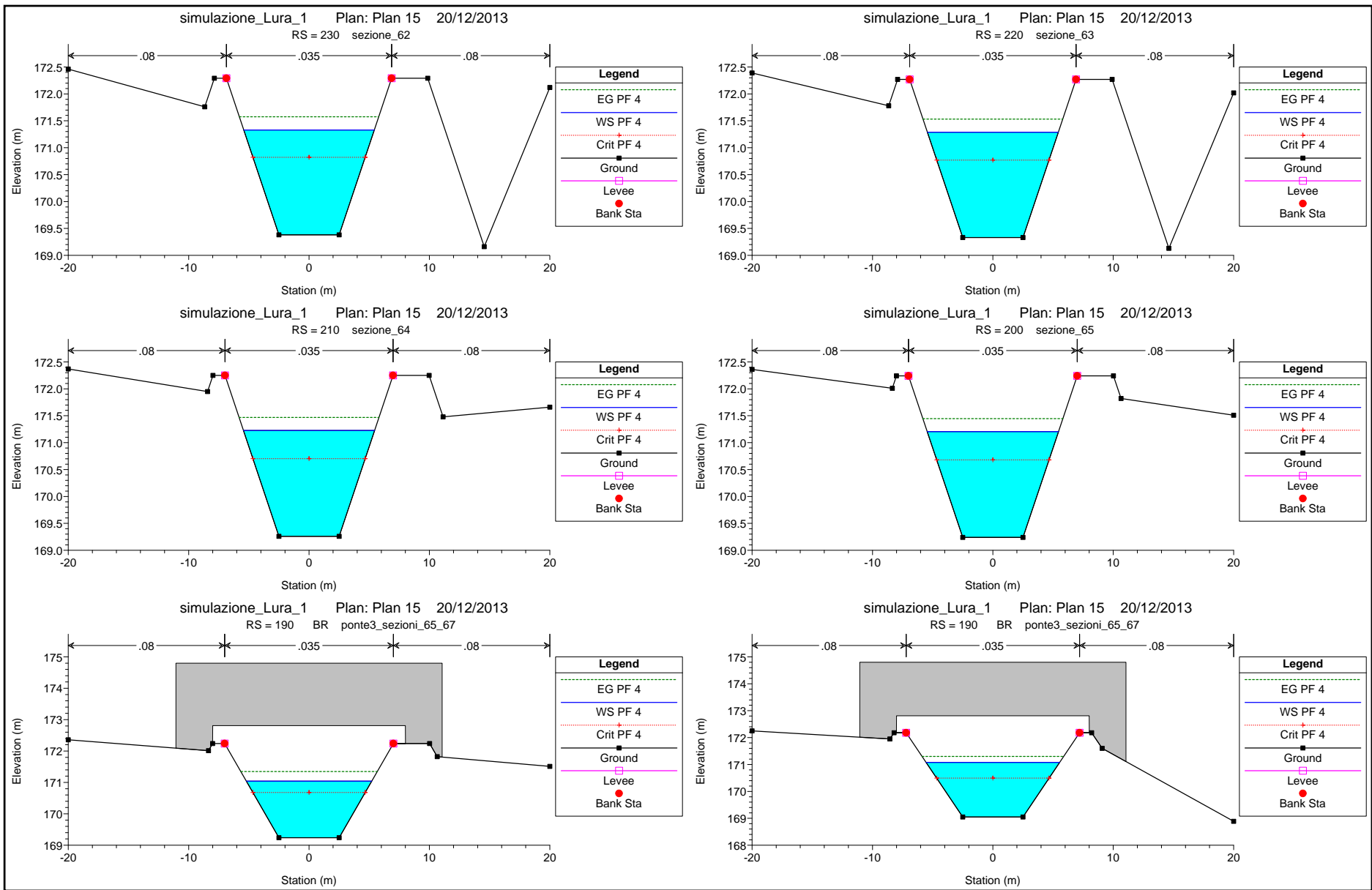


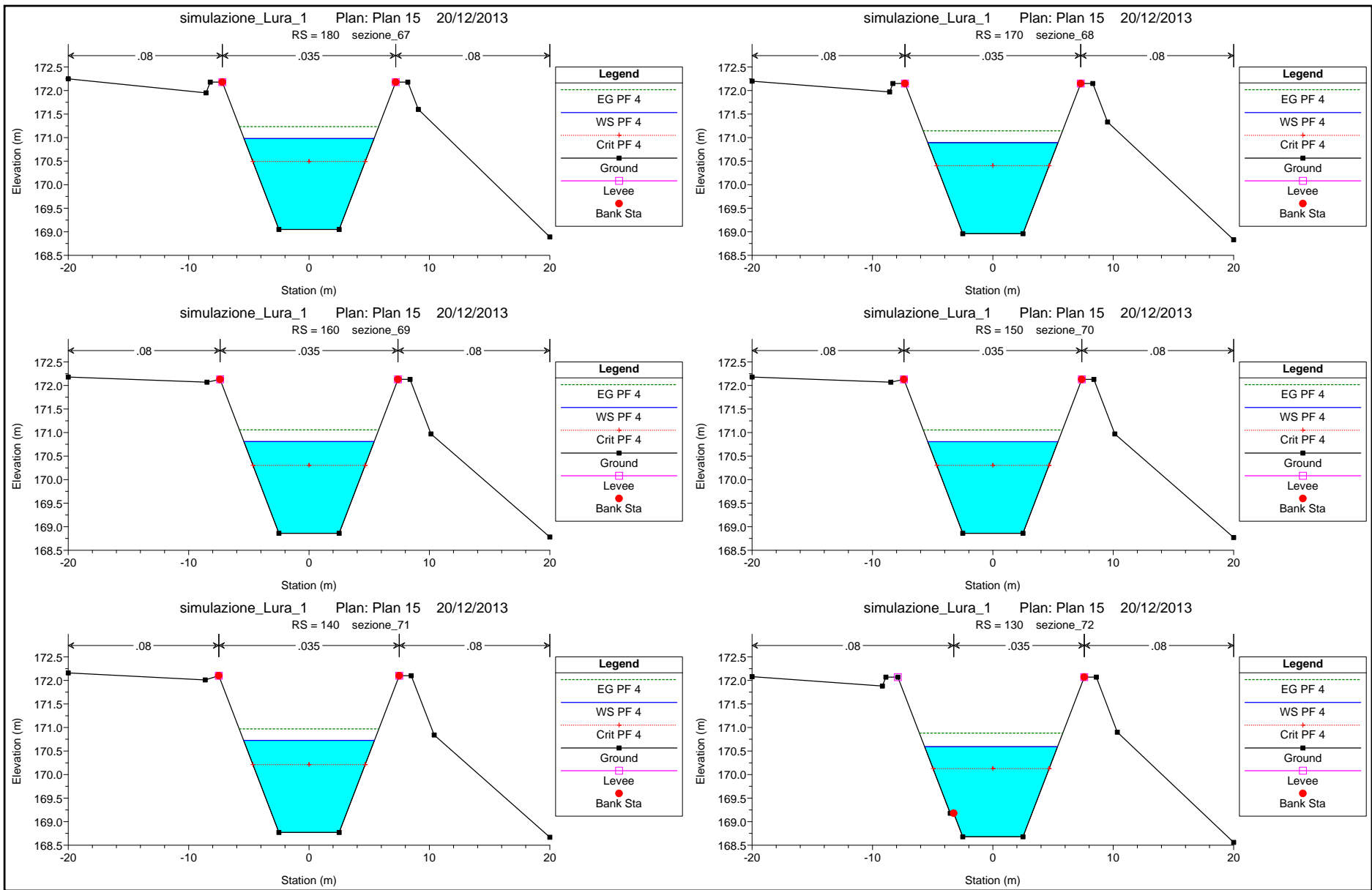


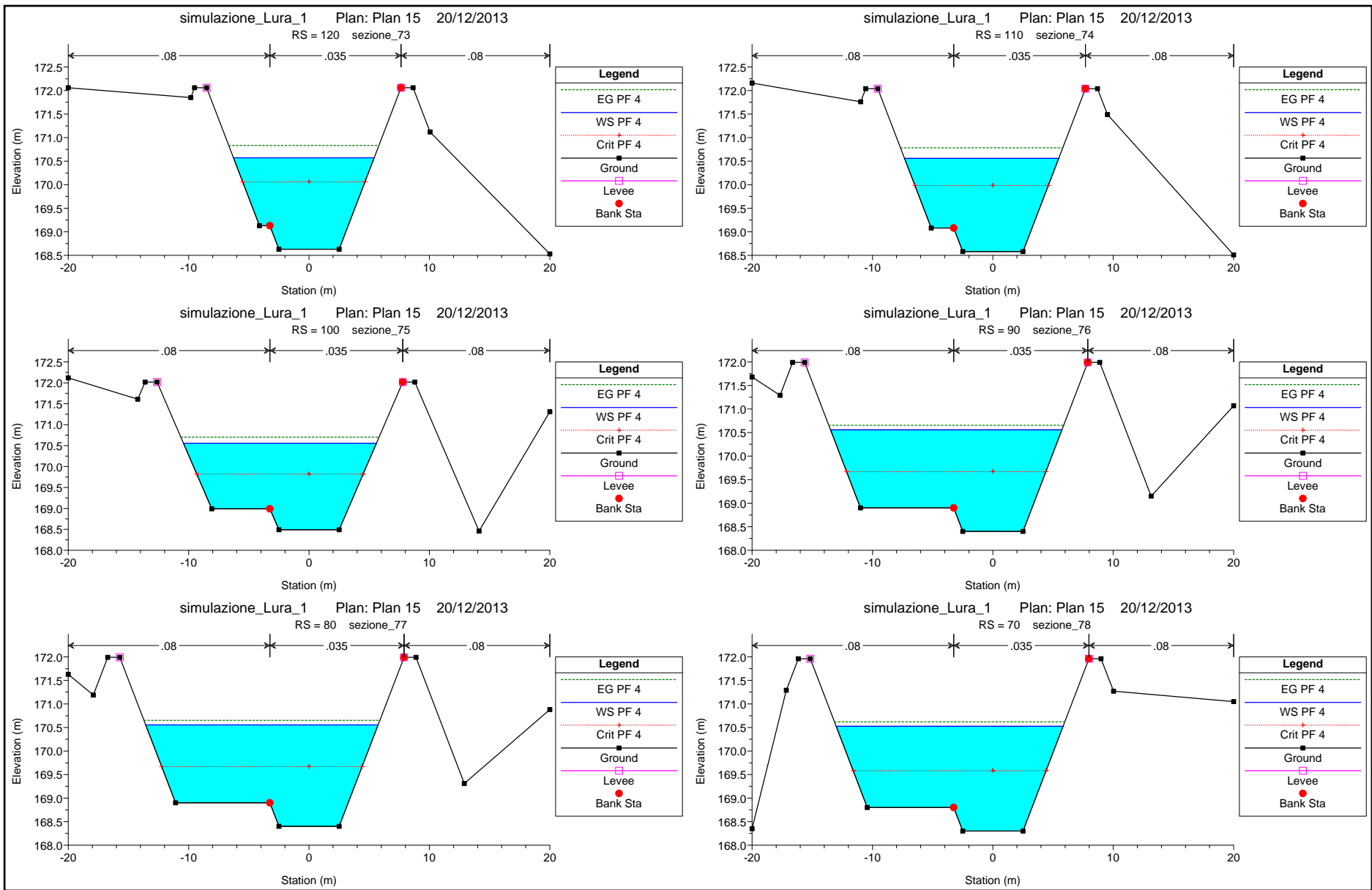


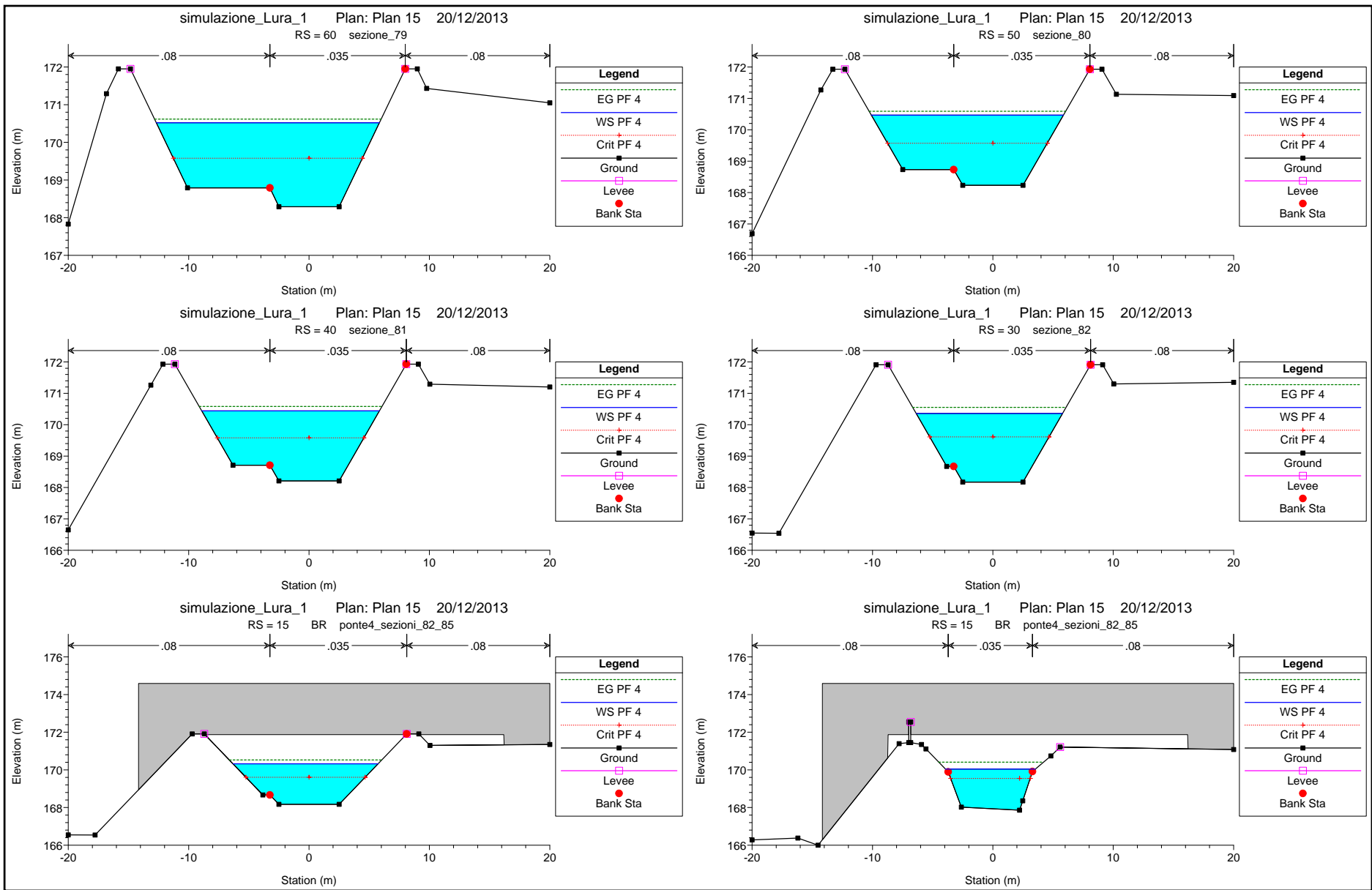






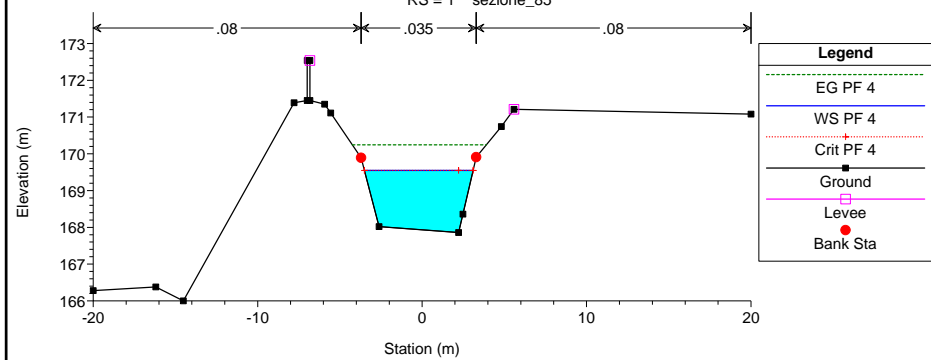










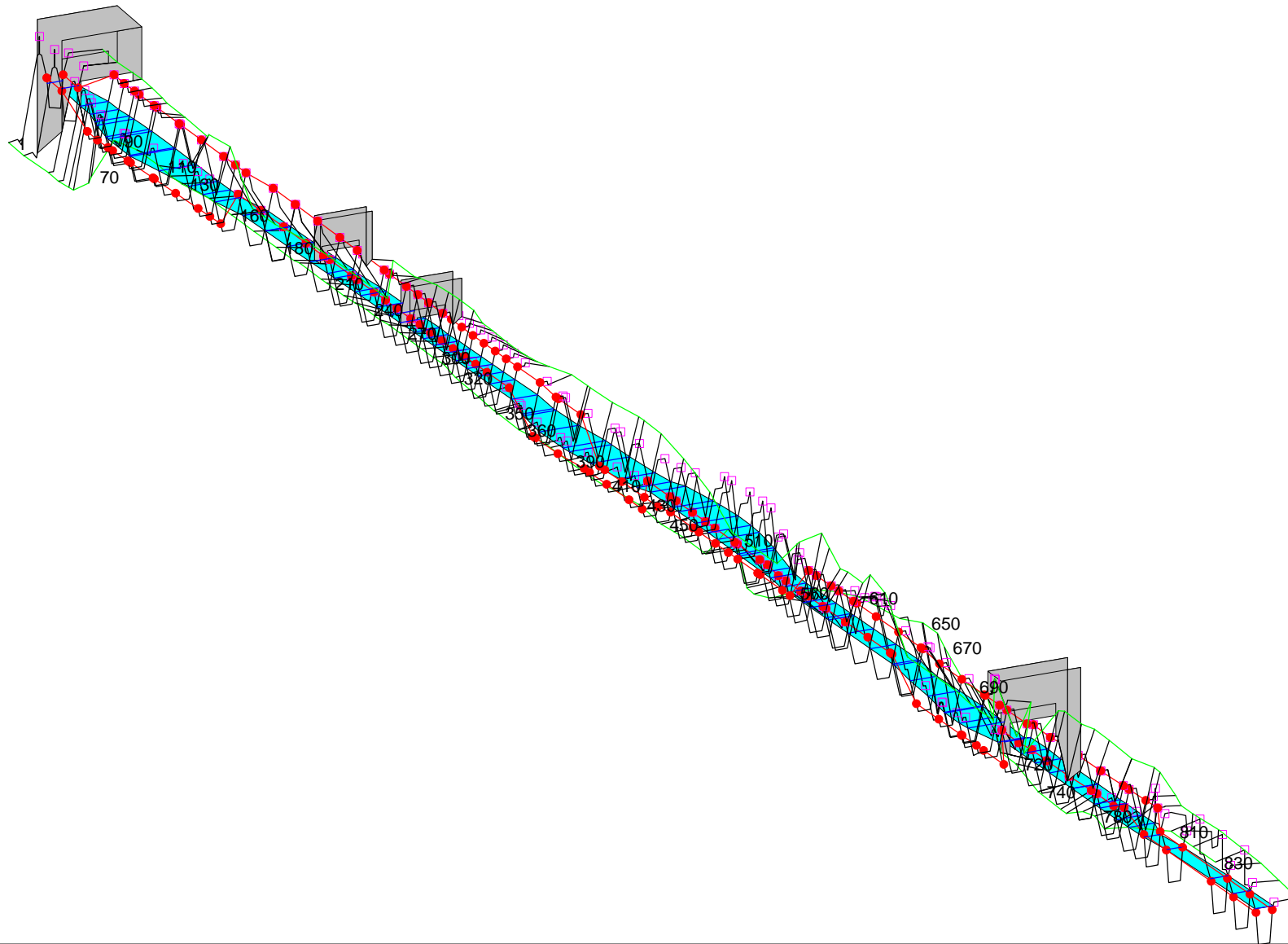
simulazione_Lura_1 Plan: Plan 15 20/12/2013

RS = 1 sezione_85



A.5.4. Prospettiva

Legend	
	WS PF 4
	Ground
	Levee
	Bank Sta

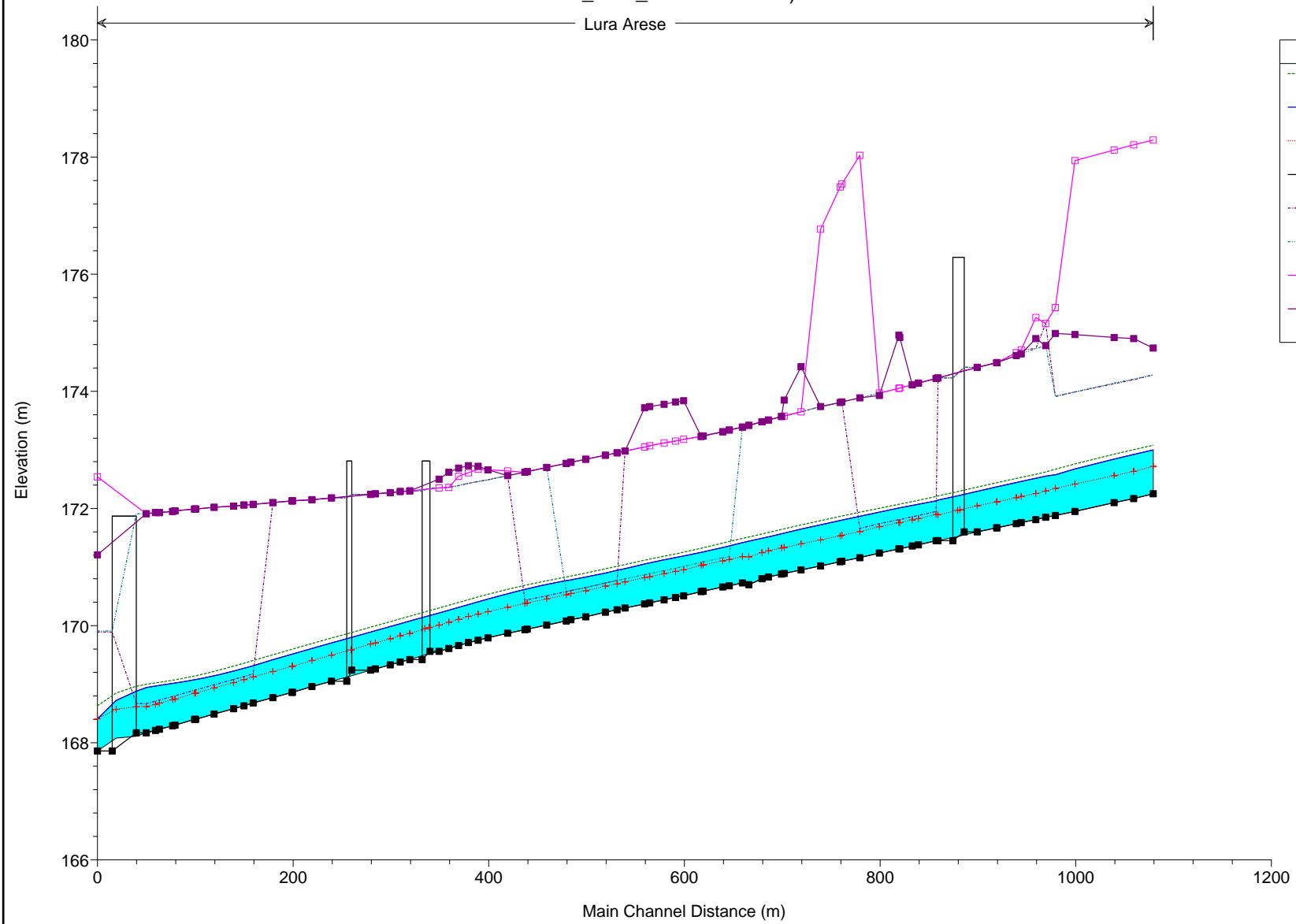


A.6 - ASSETTO DI PROGETTO - Q_{MAGRA}

A.6.1. Profilo di inviluppo del colmo di piena

simulazione_Lura_1 Plan: 1) Plan 12 20/12/2013

Lura Arese



Legend	
EG PF 7	(Green dashed line with circles)
WS PF 7	(Blue solid line)
Crit PF 7	(Red dotted line with crosses)
Ground	(Black solid line with squares)
LOB	(Purple dotted line)
ROB	(Green dotted line)
Left Levee	(Magenta solid line with squares)
Right Levee	(Magenta solid line with squares)

A.6.2. Tabelle

HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 7

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	830	PF 7	5.00	172.25	173.00	172.72	173.08	0.003865		1.26		3.95	5.65	0.48
Arese	820	PF 7	5.00	172.17	172.92	172.63	173.00	0.003792		1.26		3.98	5.66	0.48
Arese	810	PF 7	5.00	172.10	172.84	172.56	172.93	0.003946		1.27		3.93	5.66	0.49
Arese	800	PF 7	5.00	171.95	172.68	172.42	172.76	0.004208		1.30		3.85	5.66	0.50
Arese	790	PF 7	5.00	171.88	172.58	172.34	172.67	0.004775		1.35		3.69	5.63	0.53
Arese	780	PF 7	5.00	171.85	172.55	172.30	172.62	0.003592		1.17		4.27	7.11	0.48
Arese	770	PF 7	5.00	171.81	172.52	172.26	172.59	0.003505		1.16		4.30	7.13	0.48
Arese	760	PF 7	5.00	171.76	172.47	172.21	172.54	0.003563		1.17		4.28	7.12	0.48
Arese	750	PF 7	5.00	171.74	172.45	172.19	172.52	0.003521		1.16		4.30	7.13	0.48
Arese	740	PF 7	5.00	171.67	172.38	172.11	172.45	0.003524		1.16		4.30	7.13	0.48
Arese	730	PF 7	5.00	171.67	172.38	172.11	172.45	0.003533		1.16		4.29	7.13	0.48
Arese	720	PF 7	5.00	171.60	172.31	172.05	172.38	0.003553		1.17		4.28	7.12	0.48
Arese	705		Bridge											
Arese	690	PF 7	5.00	171.45	172.14	171.89	172.21	0.003736		1.18		4.24	7.22	0.49
Arese	680	PF 7	5.00	171.45	172.13	171.90	172.20	0.003919	0.20	1.23		4.15	7.41	0.51
Arese	670	PF 7	5.00	171.38	172.08	171.84	172.14	0.002945	0.29	1.09		5.63	11.68	0.44
Arese	660	PF 7	5.00	171.36	172.05	171.81	172.12	0.003337	0.23	1.15		5.14	12.07	0.47
Arese	650	PF 7	5.00	171.31	172.01	171.76	172.07	0.003155	0.24	1.13		5.26	12.08	0.46
Arese	640	PF 7	5.00	171.31	172.01	171.76	172.07	0.003220	0.24	1.14		5.20	12.00	0.46
Arese	630	PF 7	5.00	171.24	171.94	171.69	172.00	0.003429	0.23	1.17		4.67	9.41	0.48
Arese	620	PF 7	5.00	171.16	171.87	171.61	171.94	0.003369	0.21	1.17		4.38	7.61	0.47
Arese	610	PF 7	5.00	171.10	171.80	171.54	171.87	0.003649		1.18		4.25	7.11	0.49
Arese	600	PF 7	5.00	171.09	171.80	171.53	171.87	0.003578		1.17		4.27	7.12	0.48
Arese	590	PF 7	5.00	171.02	171.72	171.46	171.79	0.003635		1.18		4.25	7.10	0.49
Arese	580	PF 7	5.00	170.95	171.65	171.40	171.72	0.003723		1.19		4.22	7.10	0.49
Arese	570	PF 7	5.00	170.89	171.58	171.33	171.65	0.003869		1.20		4.16	7.08	0.50
Arese	560	PF 7	5.00	170.88	171.57	171.33	171.64	0.003880		1.20		4.16	7.07	0.50
Arese	550	PF 7	5.00	170.83	171.51	171.28	171.59	0.003963		1.21		4.13	7.06	0.51
Arese	540	PF 7	5.00	170.80	171.49	171.25	171.56	0.003854		1.20		4.17	7.07	0.50
Arese	530	PF 7	5.00	170.70	171.45	171.18	171.51	0.003402		1.15		4.34	7.13	0.47
Arese	520	PF 7	5.00	170.73	171.41	171.18	171.49	0.003989		1.21		4.12	7.05	0.51
Arese	510	PF 7	5.00	170.68	171.36	171.13	171.44	0.003915		1.23	0.14	4.09	7.05	0.51
Arese	500	PF 7	5.00	170.66	171.33	171.11	171.41	0.003975		1.23	0.22	4.23	8.10	0.51
Arese	490	PF 7	5.00	170.59	171.26	171.04	171.33	0.003869		1.21	0.23	4.76	11.49	0.50
Arese	480	PF 7	5.00	170.58	171.25	171.03	171.32	0.003800		1.20	0.23	4.85	11.85	0.50
Arese	470	PF 7	5.00	170.51	171.19	170.95	171.25	0.003466		1.16	0.23	5.34	14.00	0.48
Arese	460	PF 7	5.00	170.48	171.16	170.93	171.22	0.003403		1.15	0.23	5.45	14.47	0.47
Arese	450	PF 7	5.00	170.44	171.12	170.89	171.19	0.003378		1.15	0.23	5.48	14.56	0.47

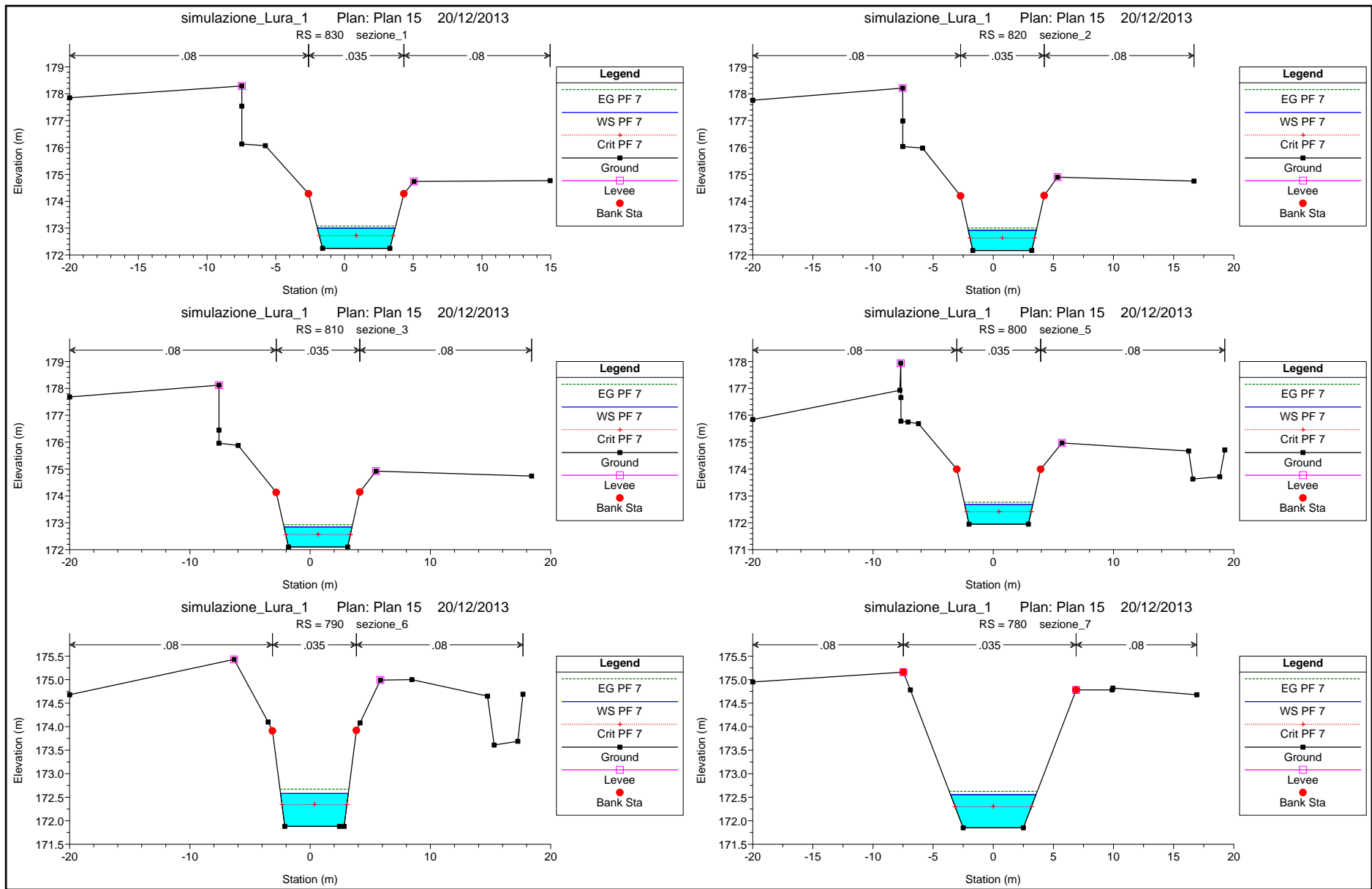
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 7 (Continued)

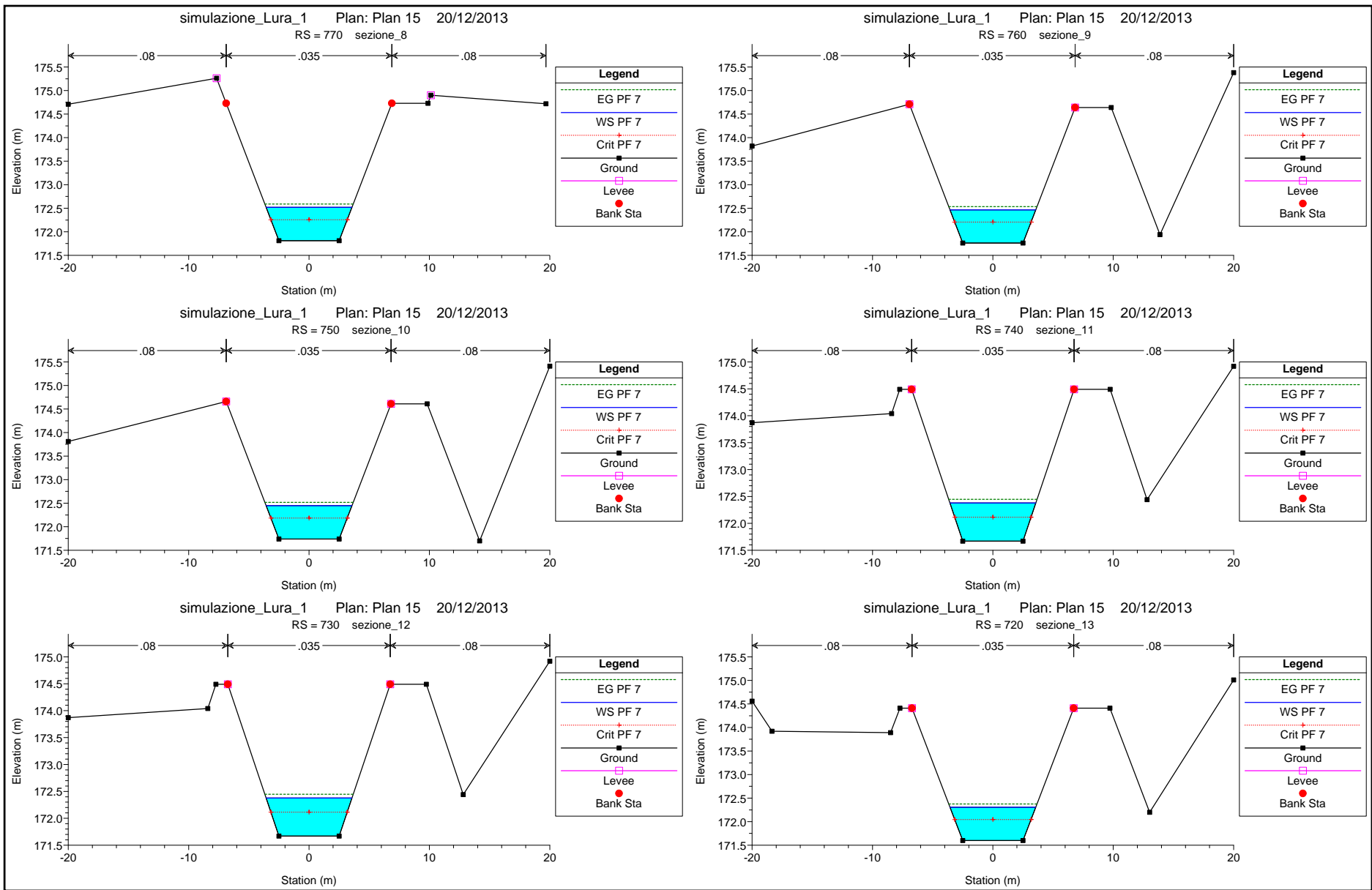
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	440	PF 7	5.00	170.39	171.07	170.83	171.14	0.003462		1.16	0.23	5.31	13.76	0.48
Arese	430	PF 7	5.00	170.37	171.05	170.82	171.12	0.003481		1.16	0.23	5.23	13.25	0.48
Arese	420	PF 7	5.00	170.30	170.97	170.75	171.04	0.003770		1.20	0.23	4.79	11.35	0.50
Arese	410	PF 7	5.00	170.27	170.94	170.71	171.01	0.003515	0.13	1.19	0.22	4.75	10.78	0.48
Arese	400	PF 7	5.00	170.23	170.90	170.68	170.97	0.003736	0.22	1.22	0.22	4.74	11.38	0.50
Arese	390	PF 7	5.00	170.15	170.83	170.60	170.90	0.003366	0.23	1.17	0.21	5.16	12.88	0.47
Arese	380	PF 7	5.00	170.10	170.78	170.55	170.85	0.003284	0.23	1.16	0.19	5.37	14.00	0.47
Arese	370	PF 7	5.00	170.08	170.77	170.53	170.83	0.003163	0.23	1.15	0.18	5.49	14.20	0.46
Arese	360	PF 7	5.00	170.01	170.70	170.46	170.77	0.003285	0.23	1.14		5.27	12.70	0.47
Arese	350	PF 7	5.00	169.94	170.63	170.39	170.70	0.003546	0.23	1.18		4.70	10.01	0.48
Arese	340	PF 7	5.00	169.93	170.62	170.38	170.69	0.003542	0.23	1.18		4.65	9.67	0.48
Arese	330	PF 7	5.00	169.87	170.55	170.31	170.62	0.004023		1.21		4.13	7.17	0.51
Arese	320	PF 7	5.00	169.79	170.46	170.24	170.54	0.004317		1.25		4.01	7.00	0.53
Arese	310	PF 7	5.00	169.75	170.41	170.20	170.49	0.004467		1.26		3.96	6.98	0.53
Arese	300	PF 7	5.00	169.71	170.37	170.16	170.45	0.004614		1.28		3.92	6.97	0.54
Arese	290	PF 7	5.00	169.66	170.32	170.11	170.40	0.004496		1.26		3.96	6.98	0.54
Arese	280	PF 7	5.00	169.61	170.28	170.06	170.36	0.004325		1.25		4.01	7.00	0.53
Arese	270	PF 7	5.00	169.56	170.24	170.01	170.31	0.004137		1.23		4.07	7.02	0.52
Arese	255		Bridge											
Arese	240	PF 7	5.00	169.42	170.10	169.87	170.17	0.004128		1.23		4.07	7.03	0.52
Arese	230	PF 7	5.00	169.38	170.06	169.83	170.13	0.004138		1.23		4.07	7.03	0.52
Arese	220	PF 7	5.00	169.33	170.02	169.78	170.09	0.003912		1.21		4.15	7.06	0.50
Arese	210	PF 7	5.00	169.26	169.96	169.70	170.03	0.003613		1.17		4.26	7.11	0.48
Arese	200	PF 7	5.00	169.24	169.95	169.68	170.02	0.003554		1.17		4.28	7.12	0.48
Arese	190		Bridge											
Arese	180	PF 7	5.00	169.05	169.70	169.50	169.79	0.004645		1.28		3.91	6.96	0.54
Arese	170	PF 7	5.00	168.96	169.61	169.40	169.69	0.004806		1.29		3.87	6.95	0.55
Arese	160	PF 7	5.00	168.86	169.51	169.31	169.60	0.004642		1.28		3.91	6.96	0.54
Arese	150	PF 7	5.00	168.86	169.51	169.31	169.60	0.004689		1.28		3.90	6.95	0.55
Arese	140	PF 7	5.00	168.77	169.42	169.22	169.50	0.004842		1.30		3.86	6.94	0.55
Arese	130	PF 7	5.00	168.68	169.31	169.13	169.40	0.005027	0.19	1.33		3.80	7.19	0.57
Arese	120	PF 7	5.00	168.63	169.27	169.08	169.35	0.004867	0.21	1.32		3.91	7.78	0.56
Arese	110	PF 7	5.00	168.58	169.22	169.03	169.30	0.004785	0.22	1.31		4.06	8.78	0.55
Arese	100	PF 7	5.00	168.49	169.13	168.94	169.21	0.004663	0.22	1.29		4.44	11.74	0.55
Arese	90	PF 7	5.00	168.40	169.05	168.84	169.12	0.004099	0.22	1.22		5.05	14.70	0.51
Arese	80	PF 7	5.00	168.40	169.04	168.85	169.12	0.004269	0.22	1.24		4.97	14.77	0.52
Arese	70	PF 7	5.00	168.30	168.97	168.74	169.04	0.003651	0.23	1.18		5.25	14.19	0.49
Arese	60	PF 7	5.00	168.29	168.96	168.74	169.03	0.003658	0.23	1.18		5.20	13.85	0.49

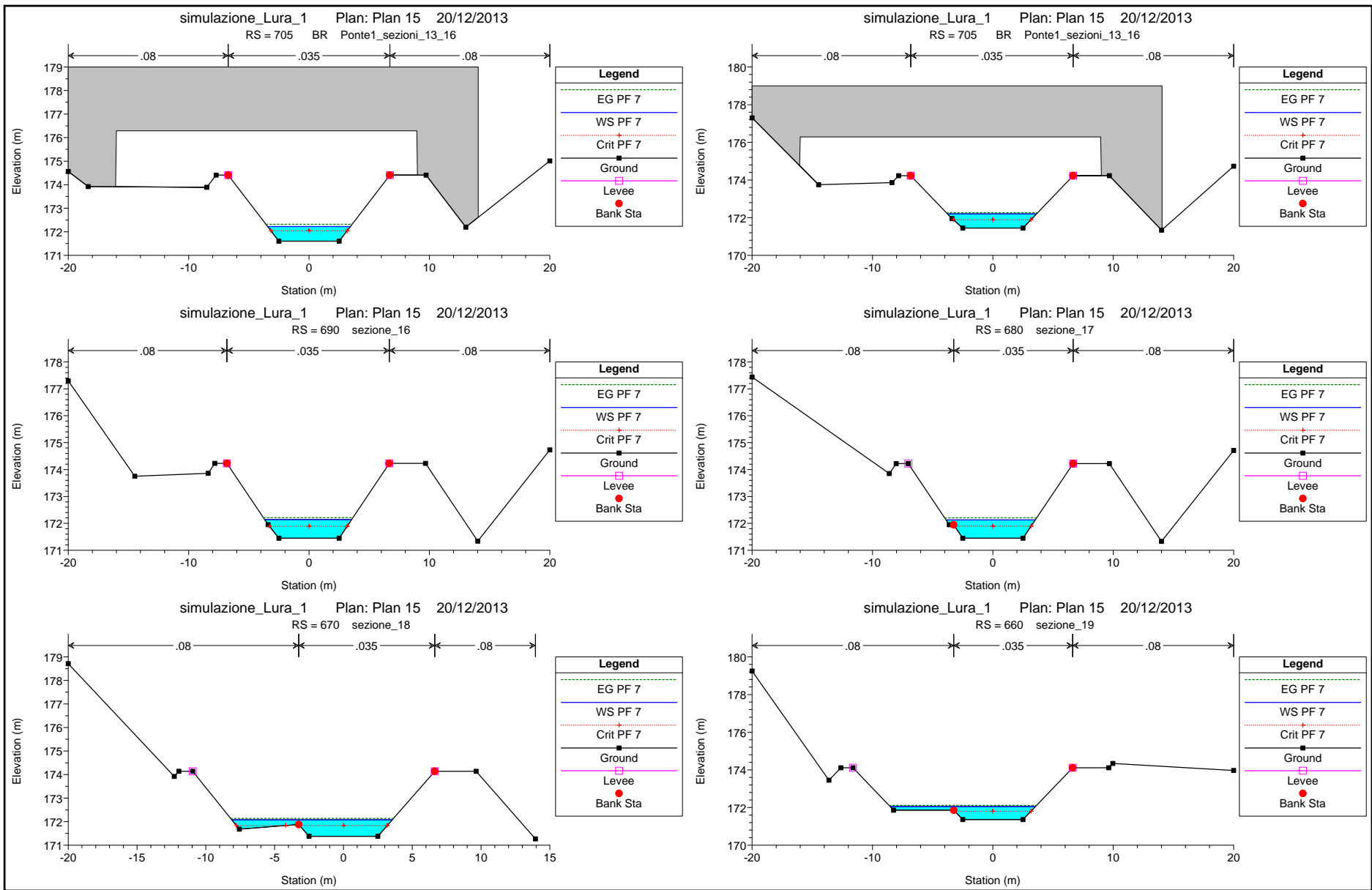
HEC-RAS Plan: Plan 12 River: Lura Reach: Arese Profile: PF 7 (Continued)

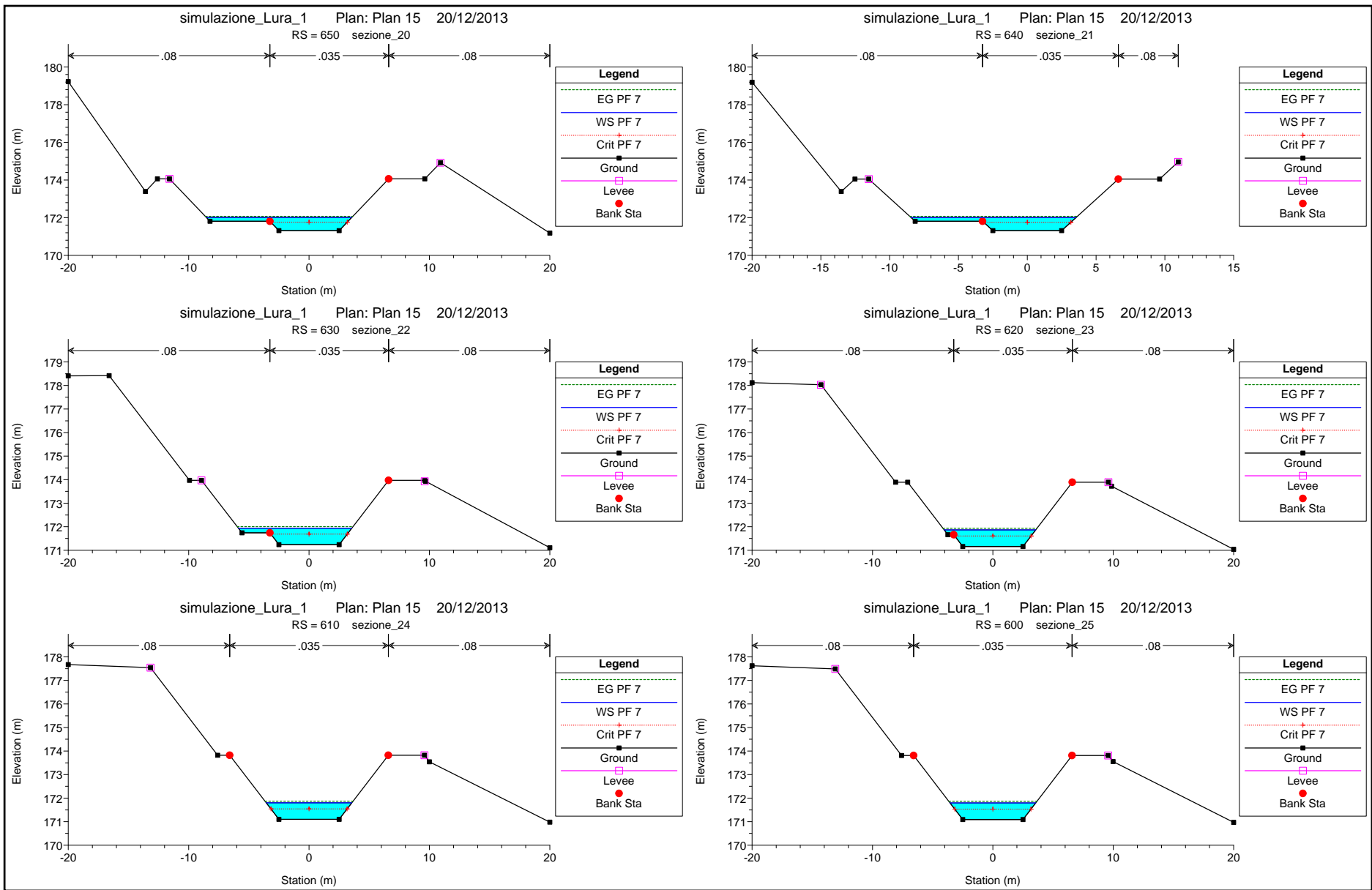
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Arese	50	PF 7	5.00	168.23	168.91	168.68	168.98	0.003619	0.23	1.18		4.86	11.27	0.49
Arese	40	PF 7	5.00	168.21	168.89	168.65	168.96	0.003609	0.23	1.19		4.69	10.12	0.49
Arese	30	PF 7	5.00	168.17	168.85	168.62	168.93	0.003778	0.21	1.21		4.23	7.64	0.50
Arese	15	Bridge												
Arese	1	PF 7	5.00	167.86	168.41	168.41	168.63	0.017875		2.09		2.39	5.35	1.00

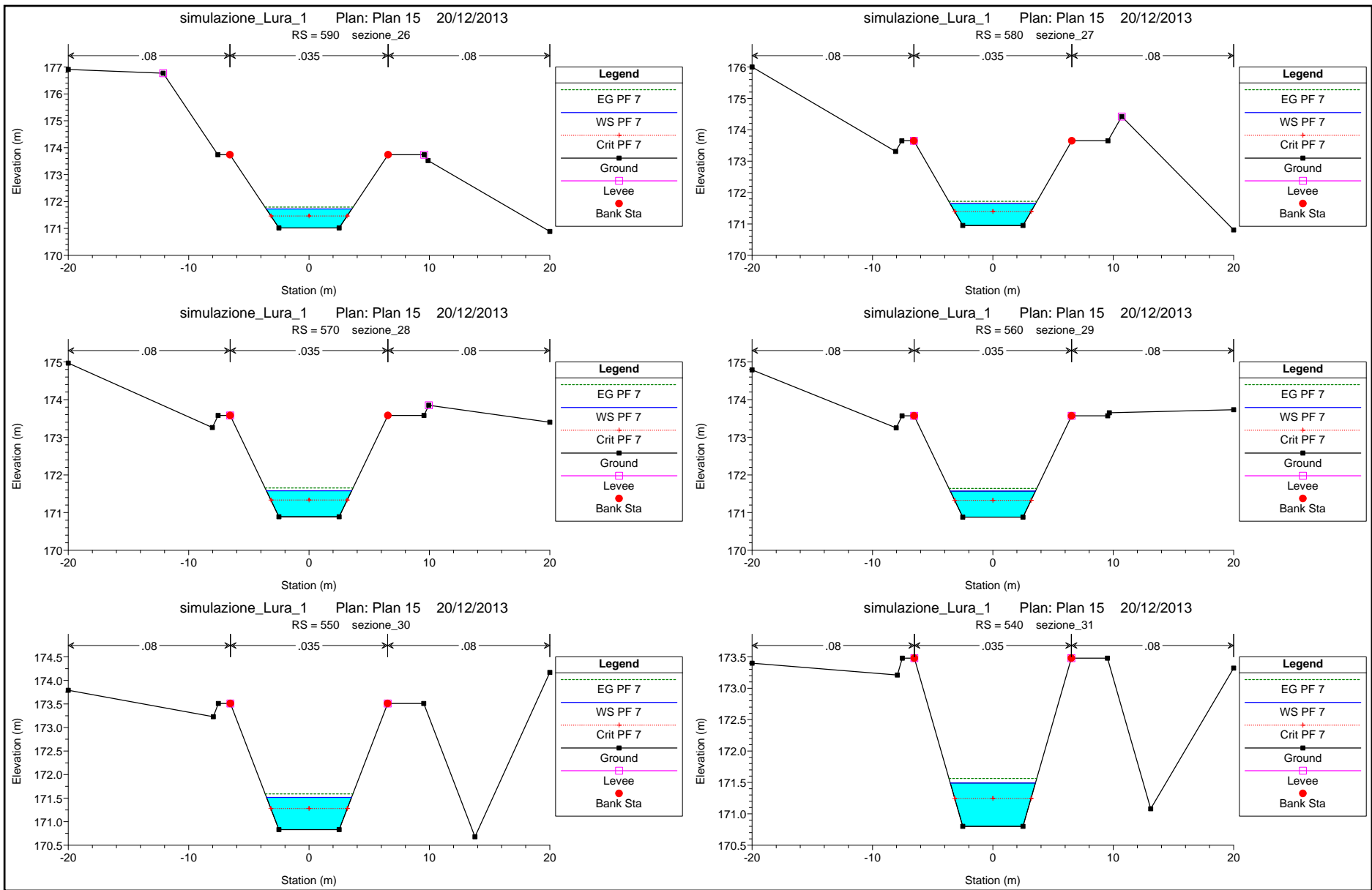
A.6.3. Sezioni

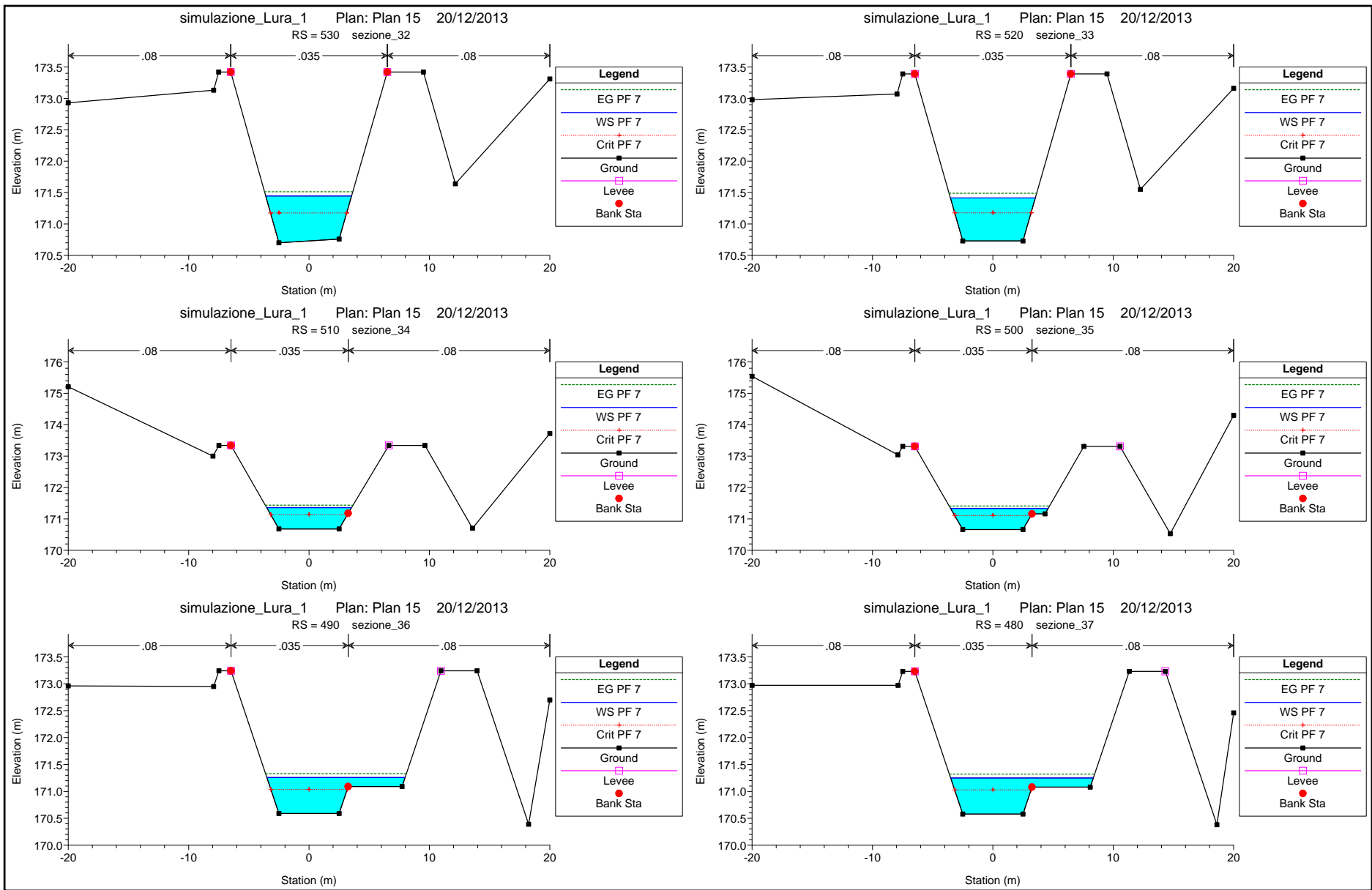


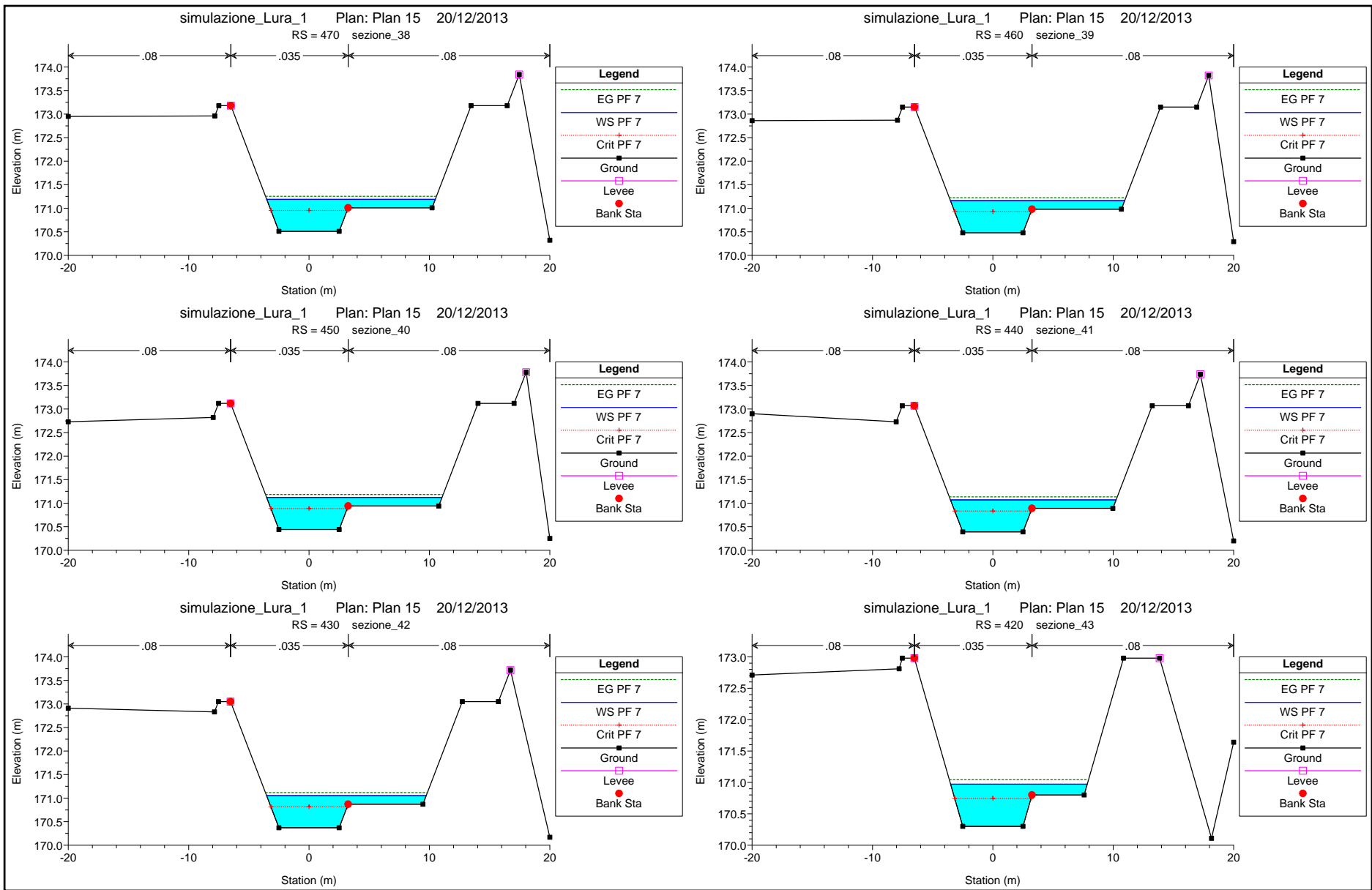


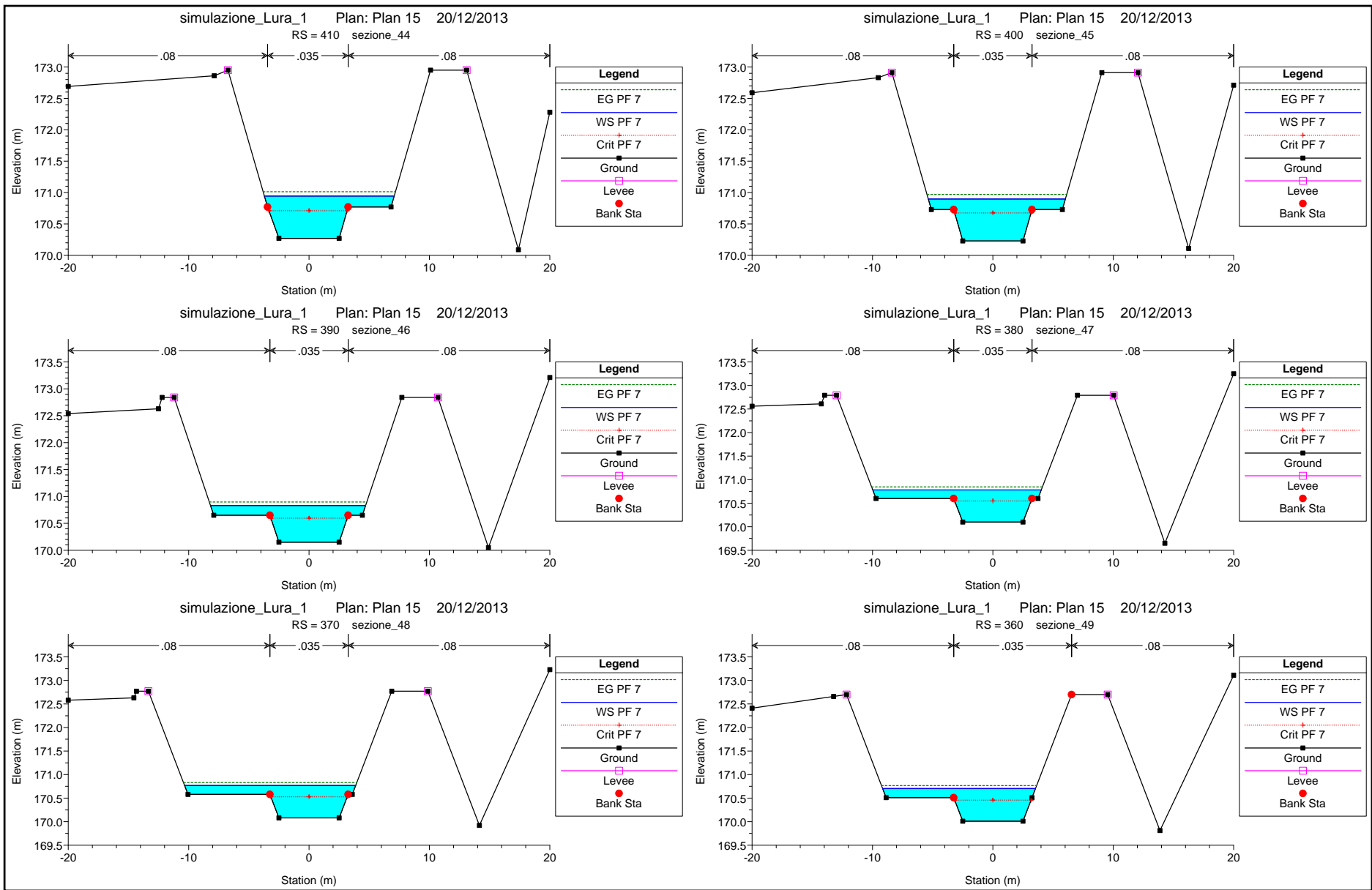


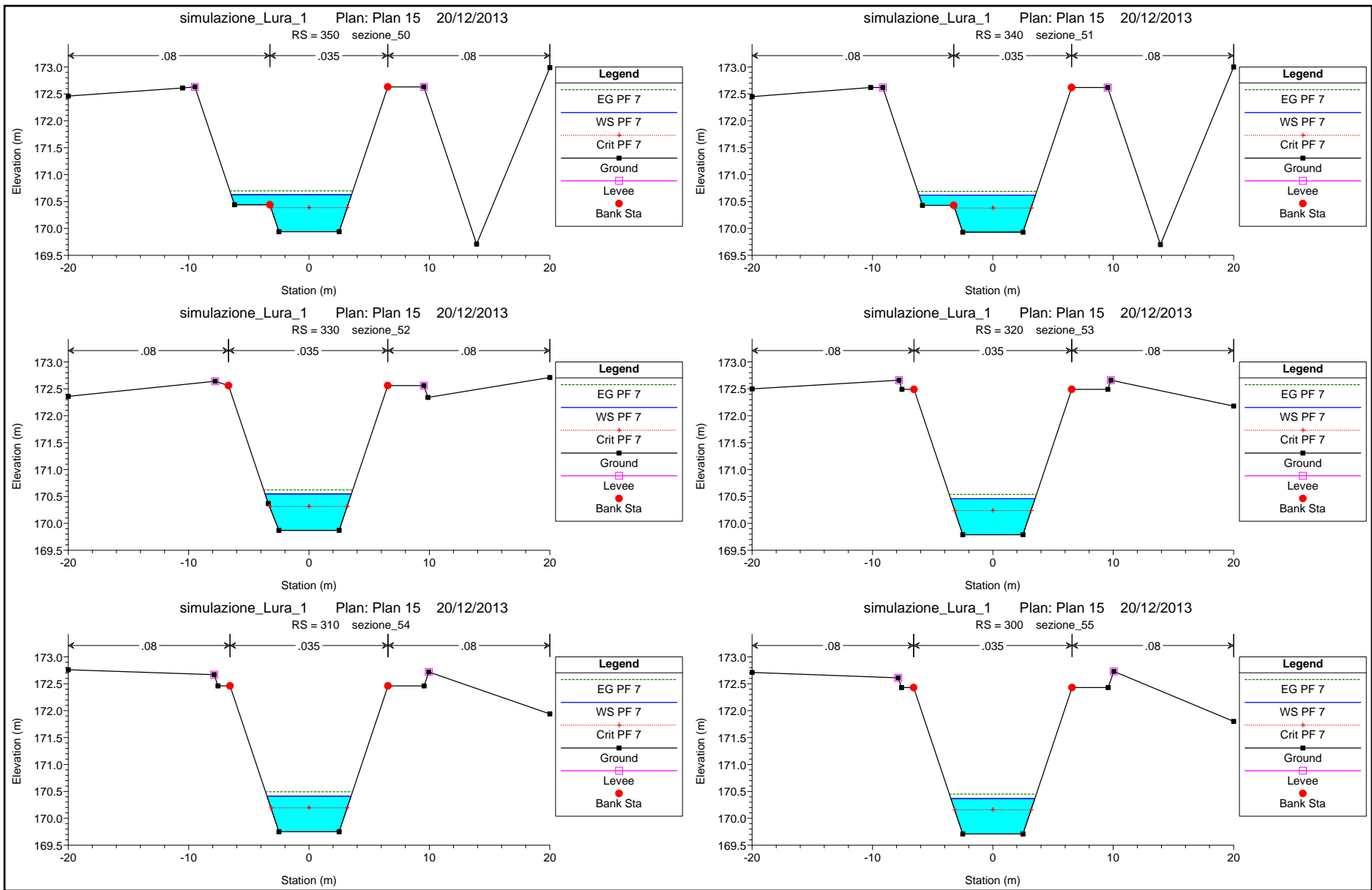


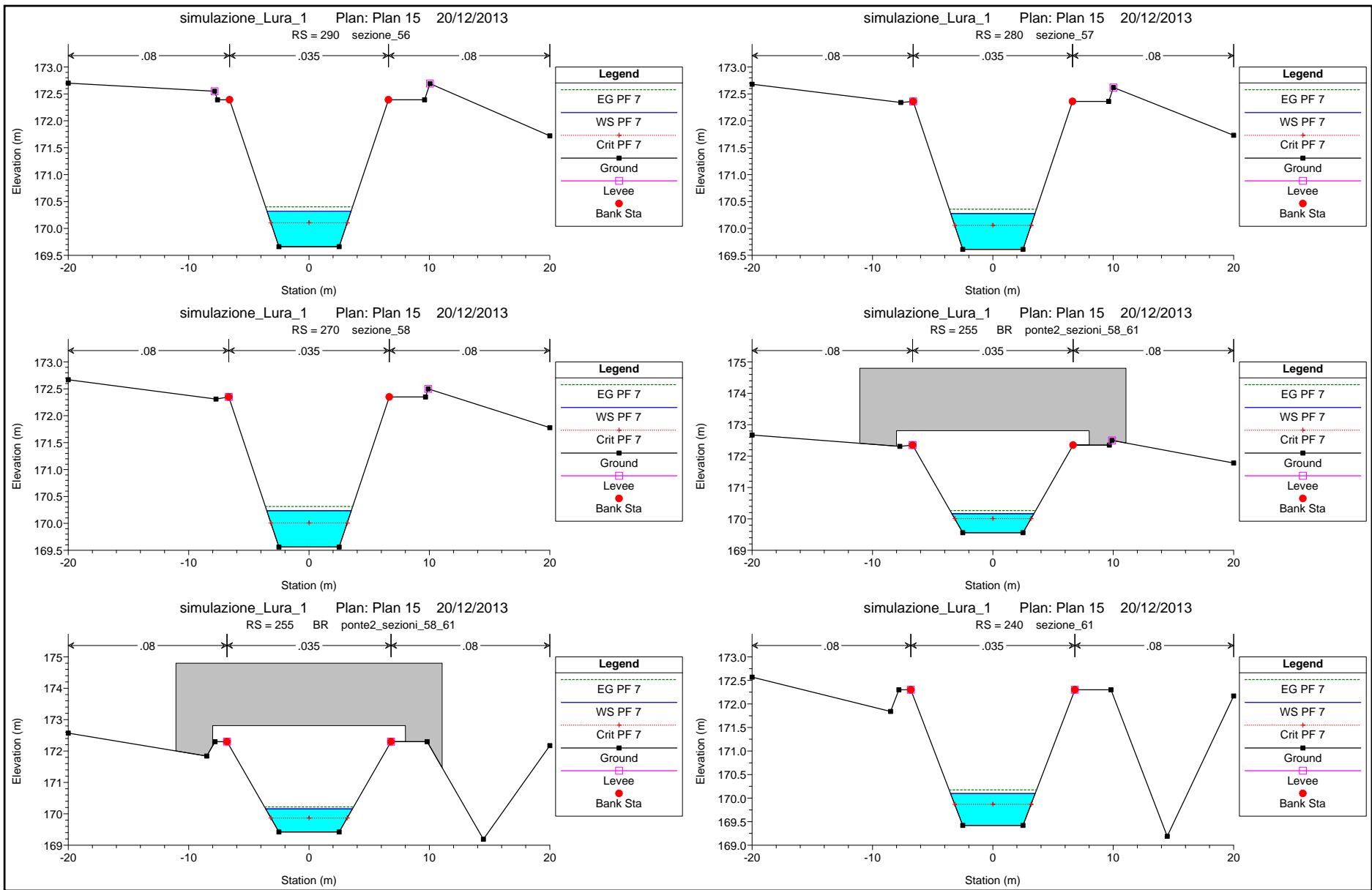


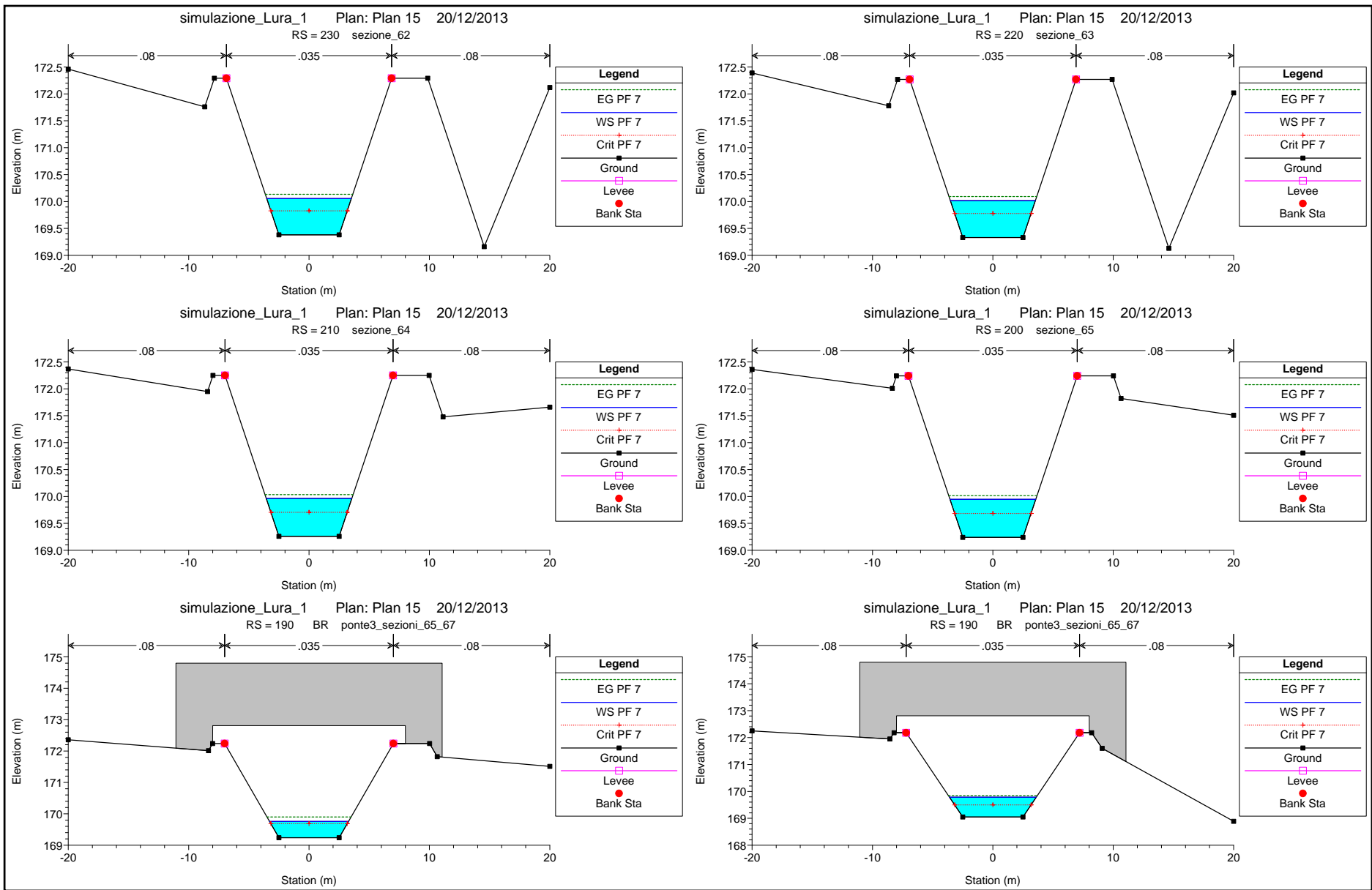


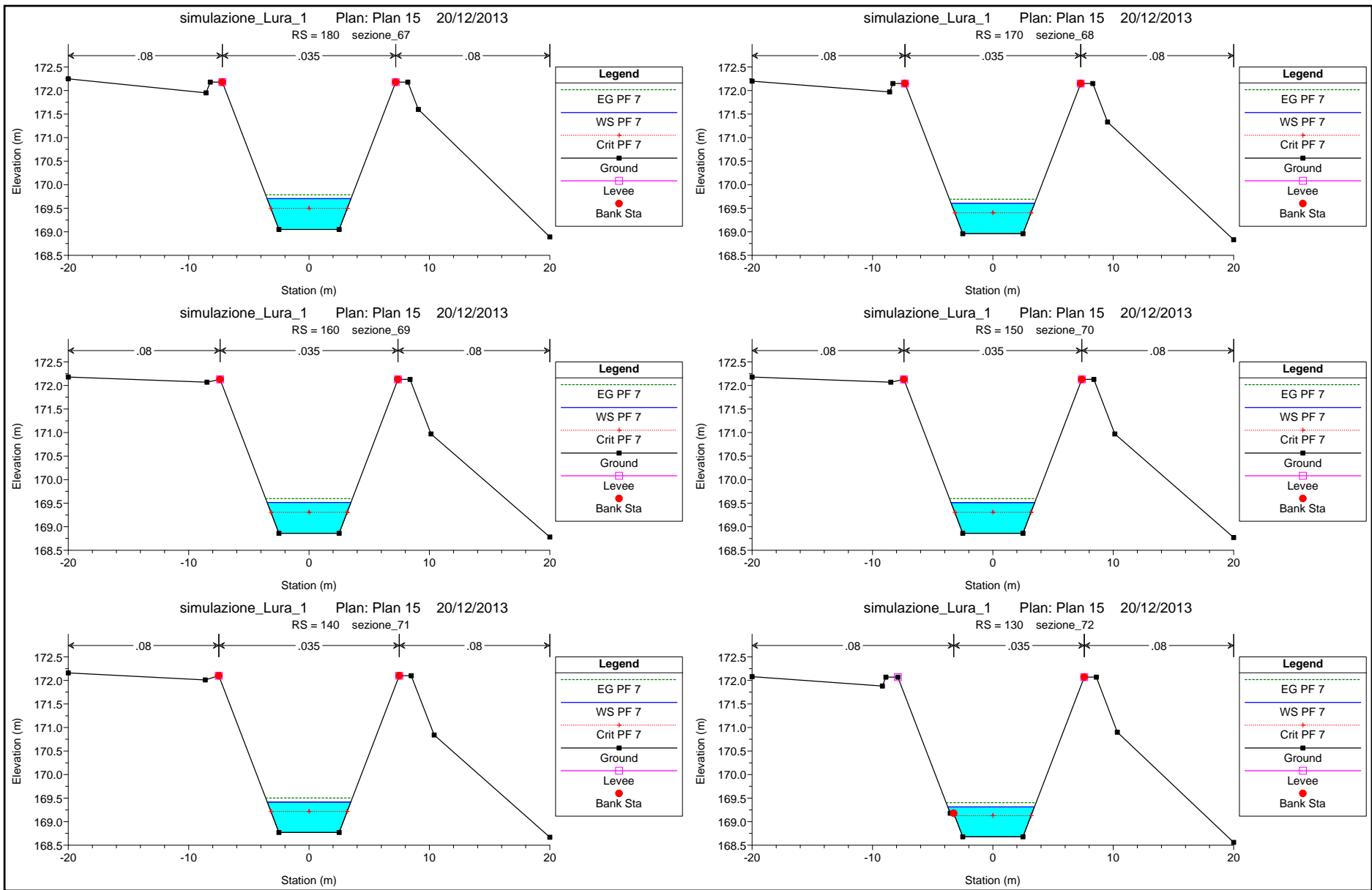


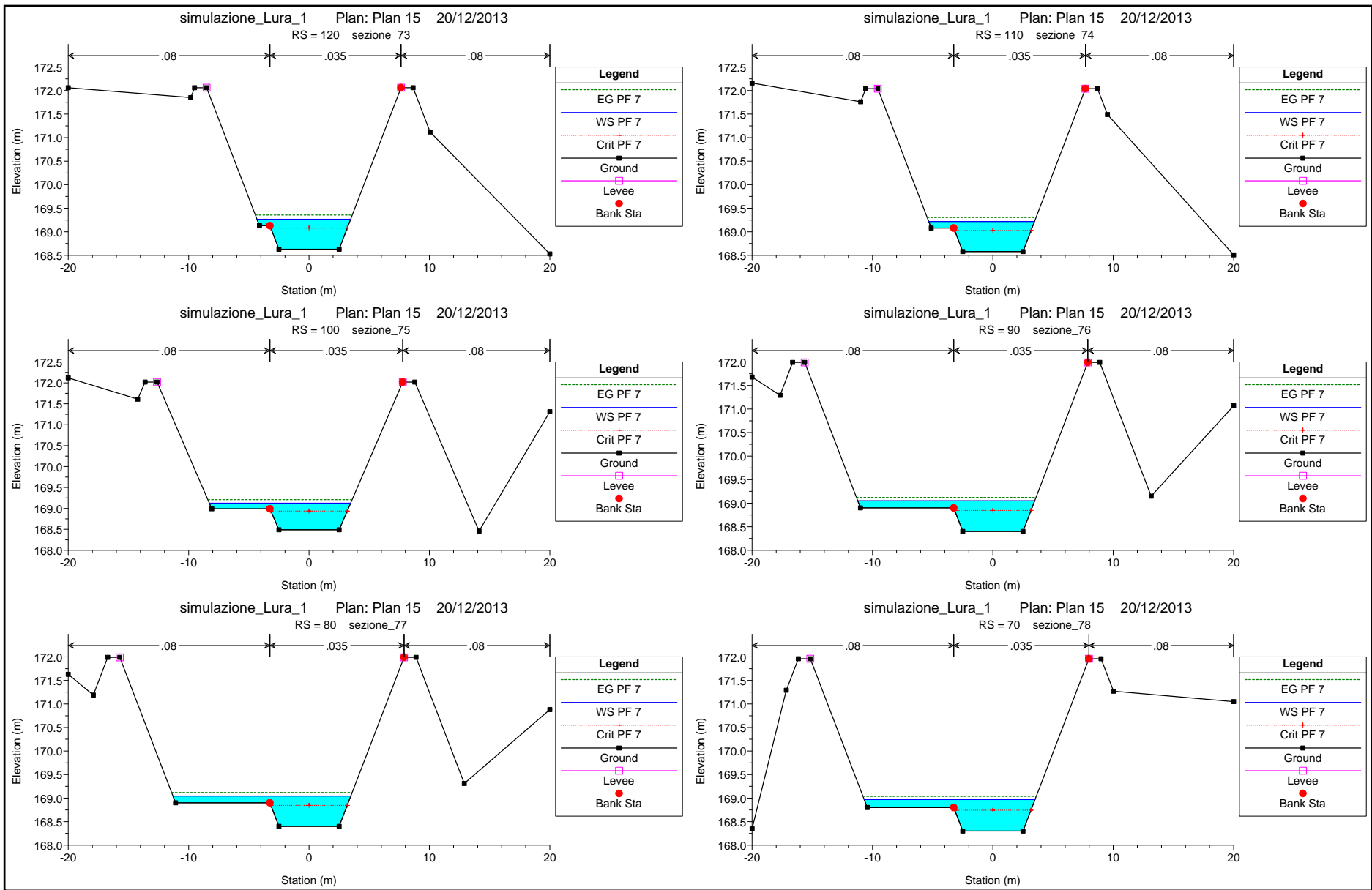


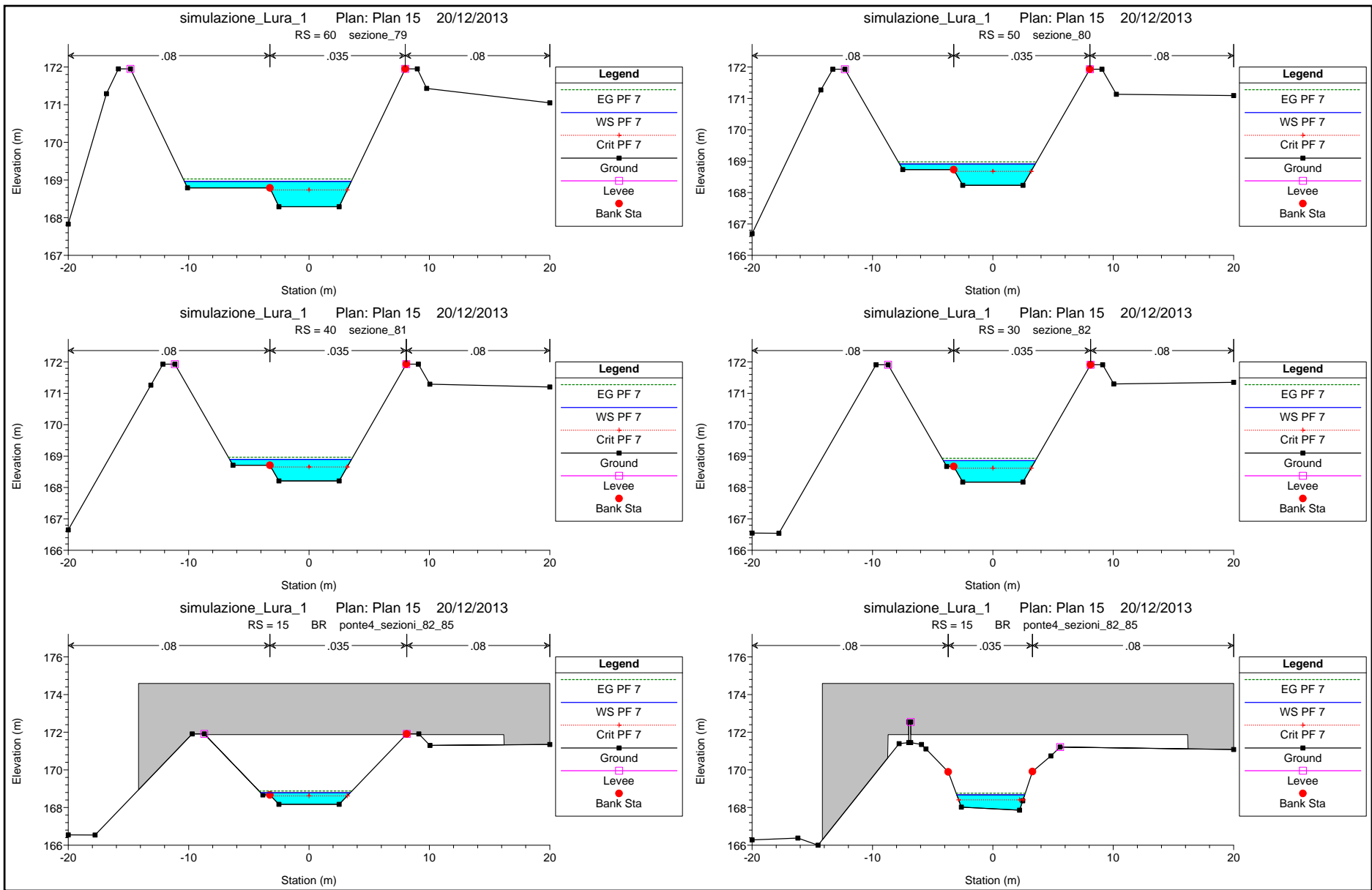






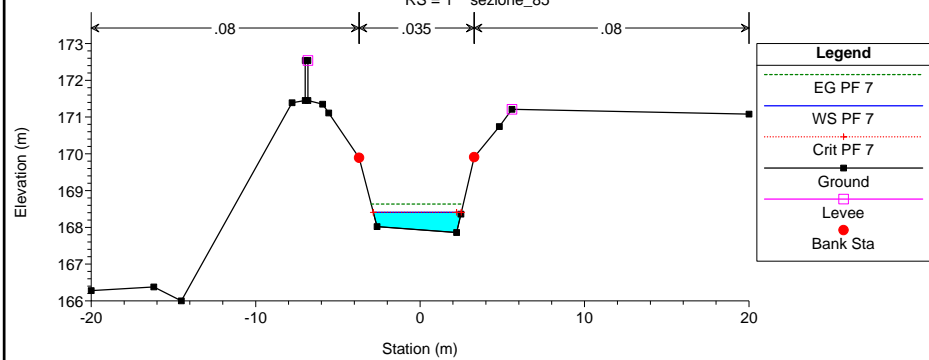





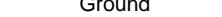



simulazione_Lura_1 Plan: Plan 15 20/12/2013

RS = 1 sezione_85



A.6.4. Prospettiva

Legend	
	WS PF 7
	Ground
	Levee
	Bank Sta

