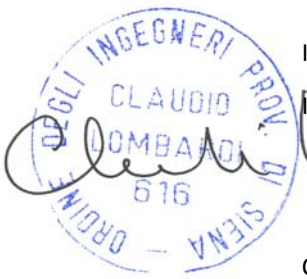
COMUNI DI MONTERONI D'ARBIA E BUONCONVENTO

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE DEL PONTE SUL TORRENTE SORRA IN LOCALITÀ PONTE D'ARBIA A CONFINE TRA I COMUNI DI BUONCONVENTO E MONTERONI D'ARBIA

Bb- Verifiche idrauliche

Marzo 2017



Il tecnico

Ing. CLAUDIO LOMBARDI

Collaboratori

Ing. ALESSIO MAGAZZINI

Ing. ALBERTO NASTASI

Studio Tecnico Ing. CLAUDIO LOMBARDI

Strada di Busseto 18, 53100 SIENA (Italy) T-F: +39 0577 47463 E: claudio.lombardi@sitingegneria.it

Indice

PREMESSA **3**

INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI SUL PONTE DELLA STRADA COMUNALE DI PIANA SUL T. SORRA AI FINI IDRAULICI **4**

QUADRO CONOSCITIVO DEL BACINO DEL F. OMBRONE **8**

SCENARI IDROLOGICI DI RIFERIMENTO PER LE VERIFICHE IDRAULICHE **10**

VERIFICHE IDRAULICHE **12**

SOFTWARE DI CALCOLO HEC RAS 5.0.1 13

Il codice di calcolo *13*

Equazioni alla base del modello *13*

Ipotesi di calcolo *15*

Scabrezze *17*

Coefficienti di espansione e di contrazione *17*

Modellazione degli attraversamenti *17*

Sfioratori laterali (Lateral structures) *18*

Modellazione 2D, Aree 2D di potenziale esondazione e modellazione del terreno *19*

RILIEVI TOPOGRAFICI UTILIZZATI PER LE VERIFICHE IDRAULICHE 24

MODELLO IDRAULICO DELLA CONFLUENZA DEL T. ARBIA E DEL T. SORRA 25

Scabrezze, idrogrammi di piena in ingresso e condizioni al contorno *27*

RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE DELLO STATO MODIFICATO DI PROGETTO 28

PARAMETRI IDRAULICI PER LA DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONE IDRAULICHE SUL PONTE 30

ALLEGATI DI CALCOLO APPLICATIVO HEC-RAS **31**

Premessa

Il presente studio riguarda le verifiche idrauliche dell'intervento dello stato di progetto degli interventi di consolidamento strutturale del ponte sul Torrente Sorra in località Ponte d'Arbia, collocato a monte della confluenza con il T.Arbia, al confine tra i comuni di Buonconvento e Monteroni d'Arbia.

Le verifiche idrauliche sono svolte con riferimento alla progettazione esecutiva dell'opera dell'Ing. G. Zanchi, secondo il progetto strutturale dell'Ing. Andrea Pannini di Siena.

Lo studio risulta articolato nei seguenti capitoli:

- definizione degli scenari idrologici per le verifiche idrauliche;
- verifiche idrauliche allo stato modificato di progetto, con confronto degli effetti idraulici indotti dagli interventi sull'opera esistente (variazioni dei livelli, delle velocità, dei picchi di piena a valle ecc. rispetto lo stato attuale);
- determinazione dei parametri idrodinamici (livelli e velocità a monte e a valle dell'attraversamento) per la definizione delle sollecitazioni idrauliche ai fini della progettazione strutturale.

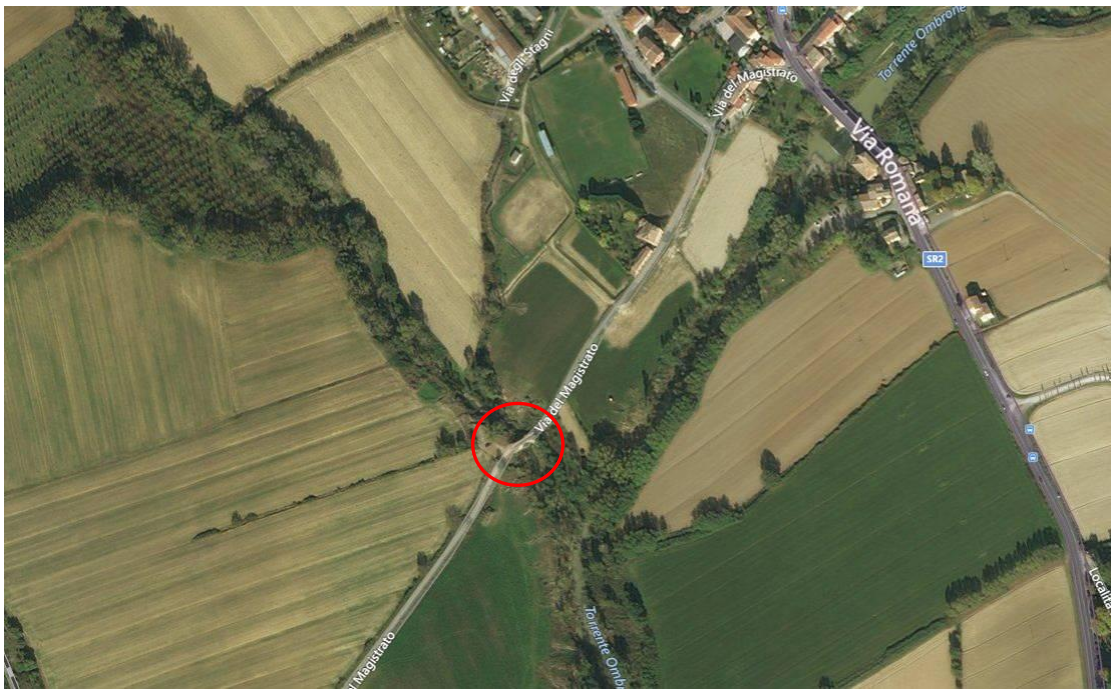


Figura 1 - Ubicazione dell'attraversamento esistente della SC di Piana sul T. Sorra (Google Maps)

Inquadramento degli interventi sul ponte della strada comunale di Piana sul T. Sorra ai fini idraulici

L'intervento strutturale sul ponte esistente non modifica il paramento esterno in muratura portante del manufatto originario, intervenendo esclusivamente sulla soletta di impalcato con relativa nuova strutturale di sostegno, non visibile esternamente a meno del nuovo cordolo, che risulta impostato pressoché alla stessa quota dell'esistente, oltre alla sostituzione della barriera esistente di classe H2 ma di altezza ridotta rispetto all'esistente, oltre che di minore sviluppo.

Si riportano di seguito le planimetria e le sezioni a monte e valle del manufatto allo stato attuale, modificato di progetto e sovrapposto, basate su rilievo topografico di dettaglio eseguito dall'Ing. Zanchi e dal Geol. Notari.

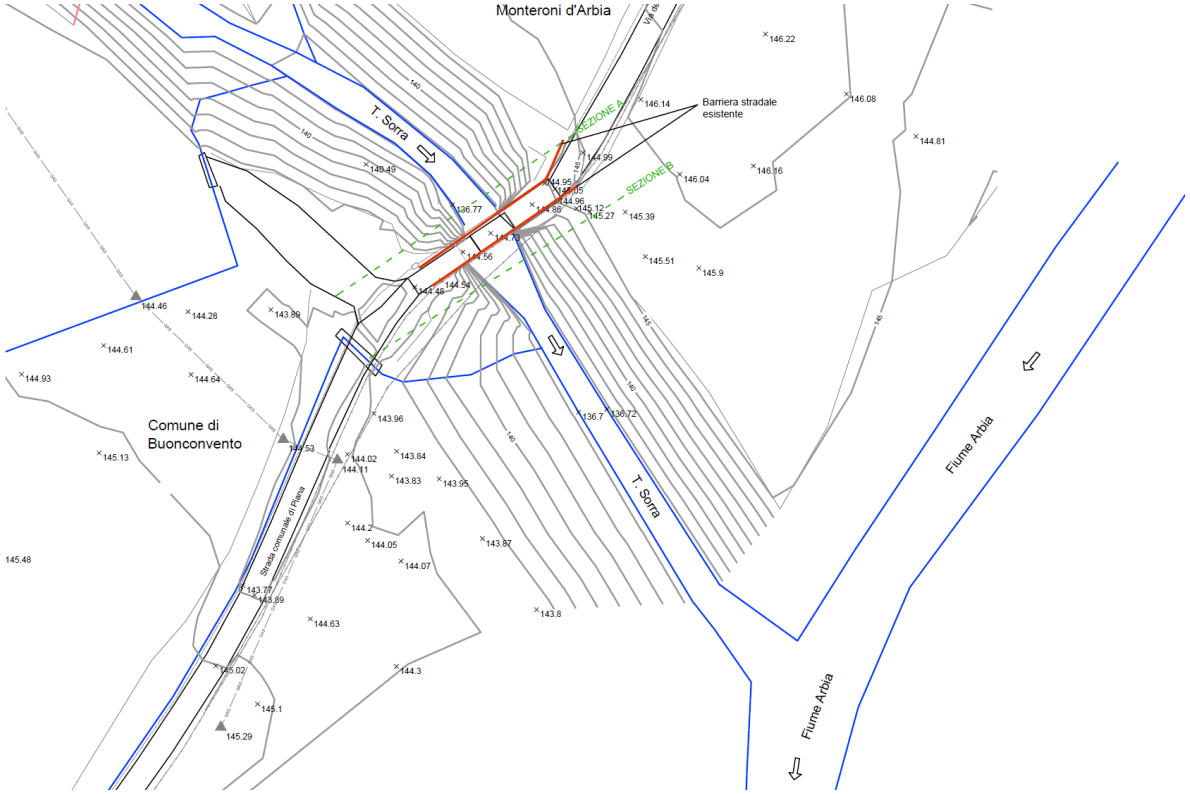


Figura 2 - Planimetria Ponte su Torrente Sorra - Stato Attuale

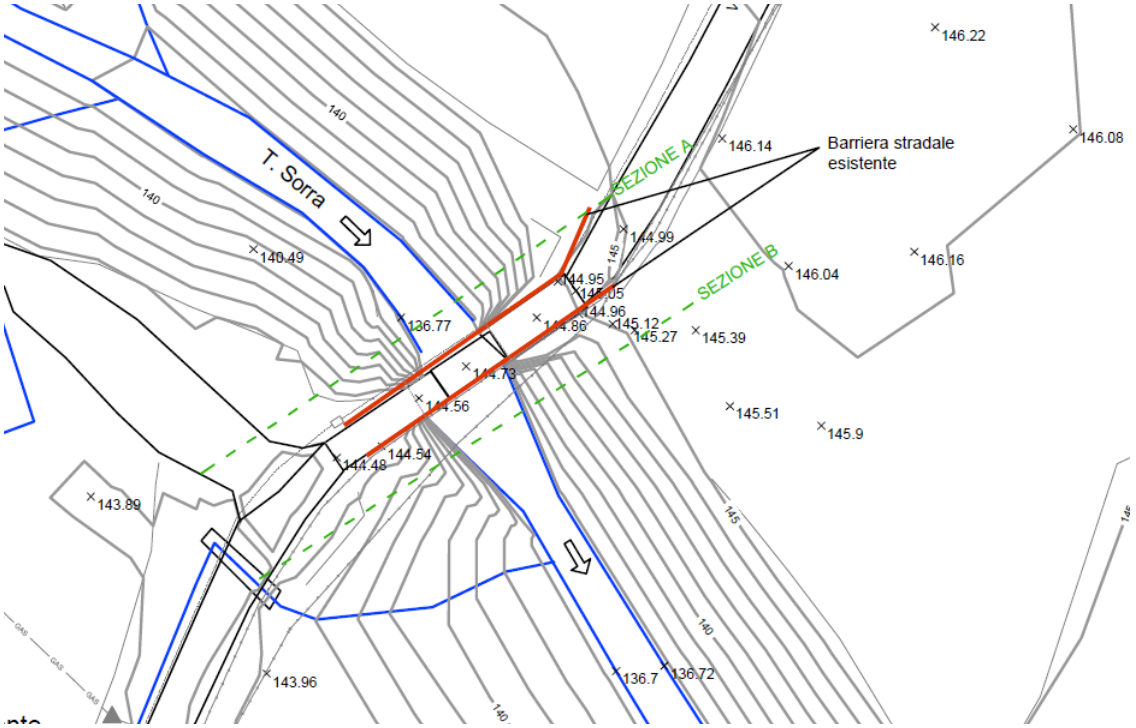


Figura 3 - Planimetria Ponte su Torrente Sorra - Stato Attuale

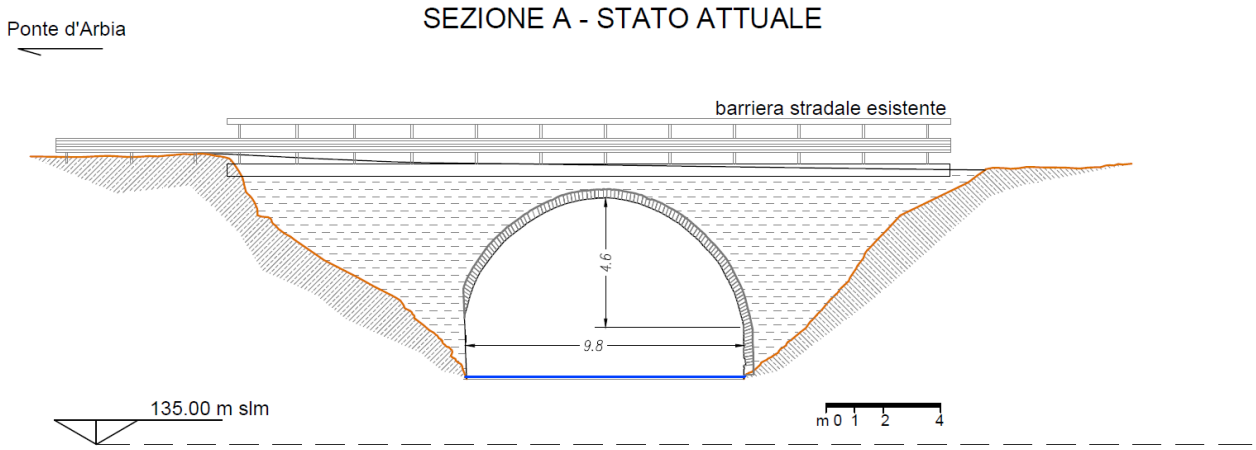


Figura 4 - Sezione di monte Ponte Torrente Sorra - Stato Attuale

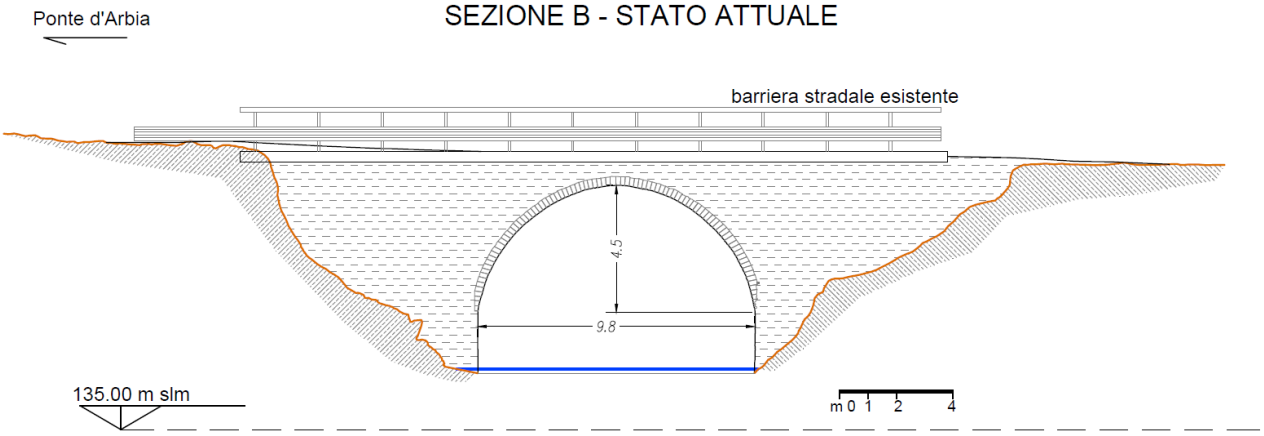


Figura 5 - Sezione di valle Ponte Torrente Sorra - Stato Attuale

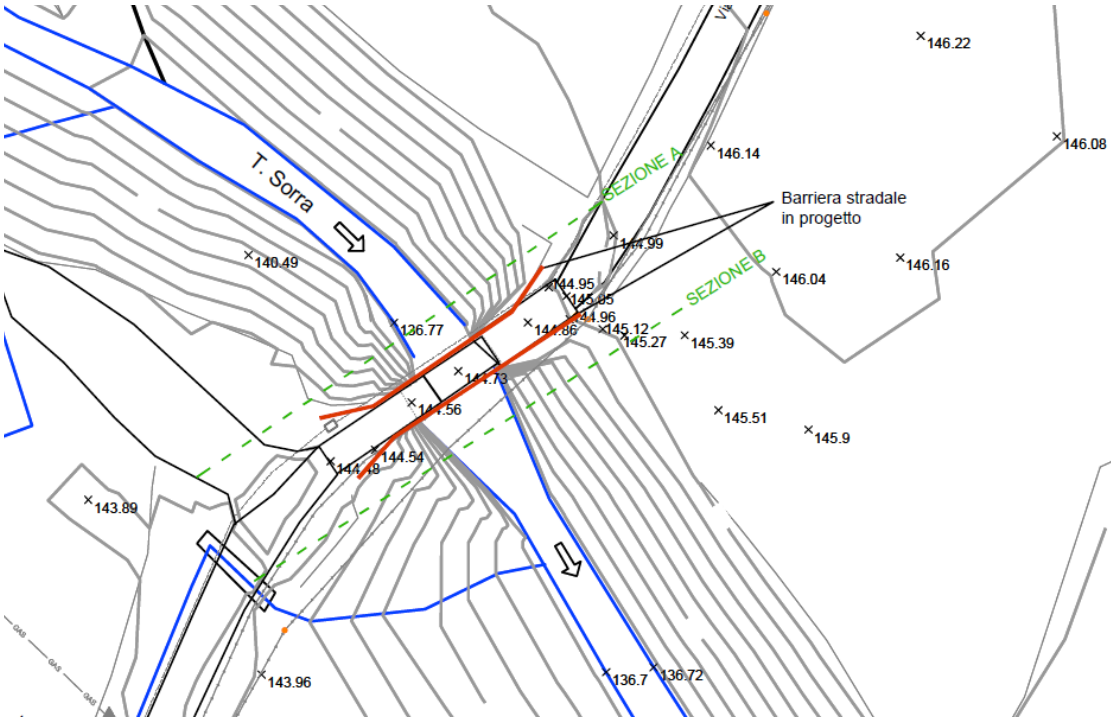


Figura 6 - Planimetria Ponte su Torrente Sorra - Stato di Progetto

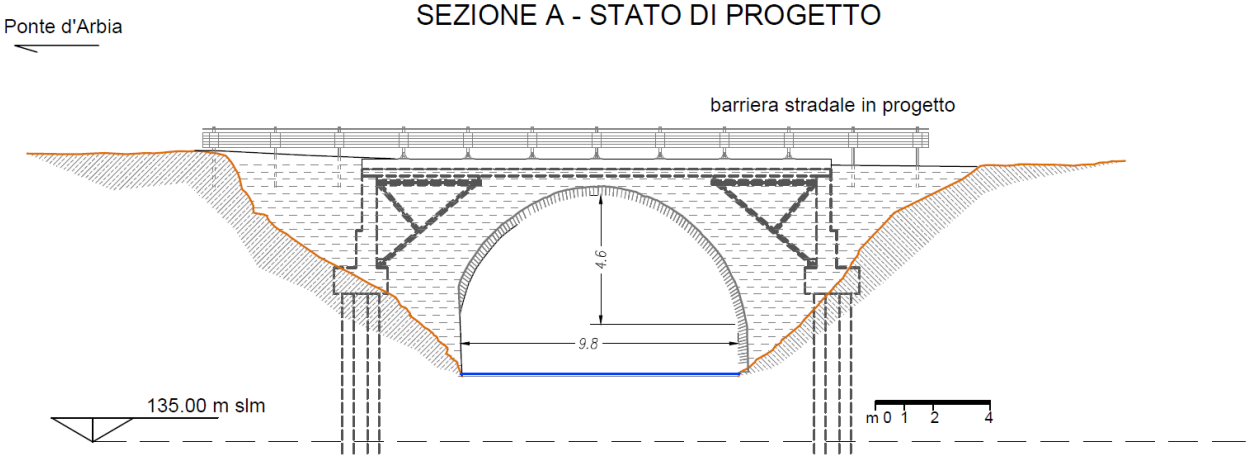


Figura 7 - Sezione di monte Ponte Torrente Sorra - Stato di Progetto

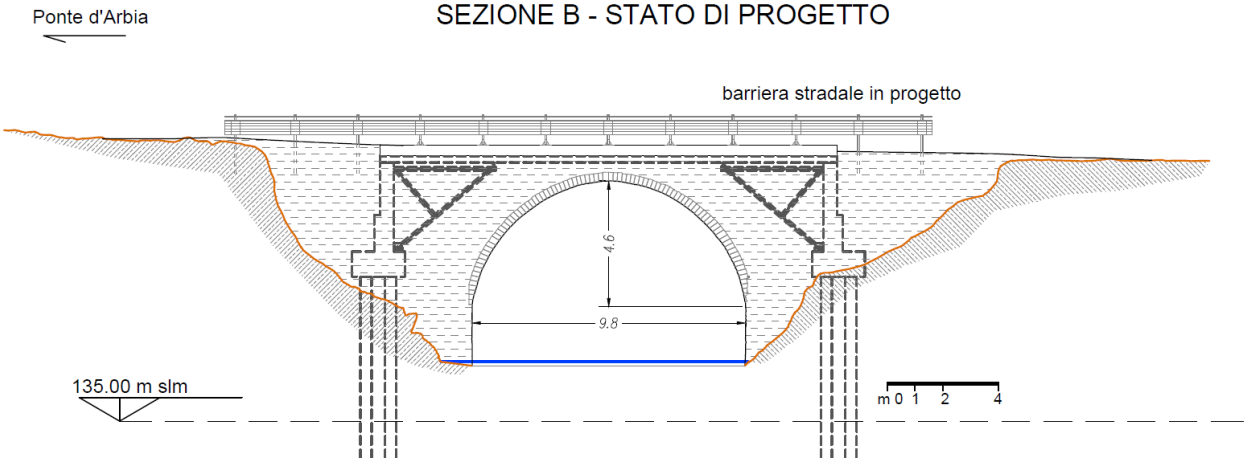


Figura 8 - Sezione di valle Ponte Torrente Sorra - Stato modificato di progetto

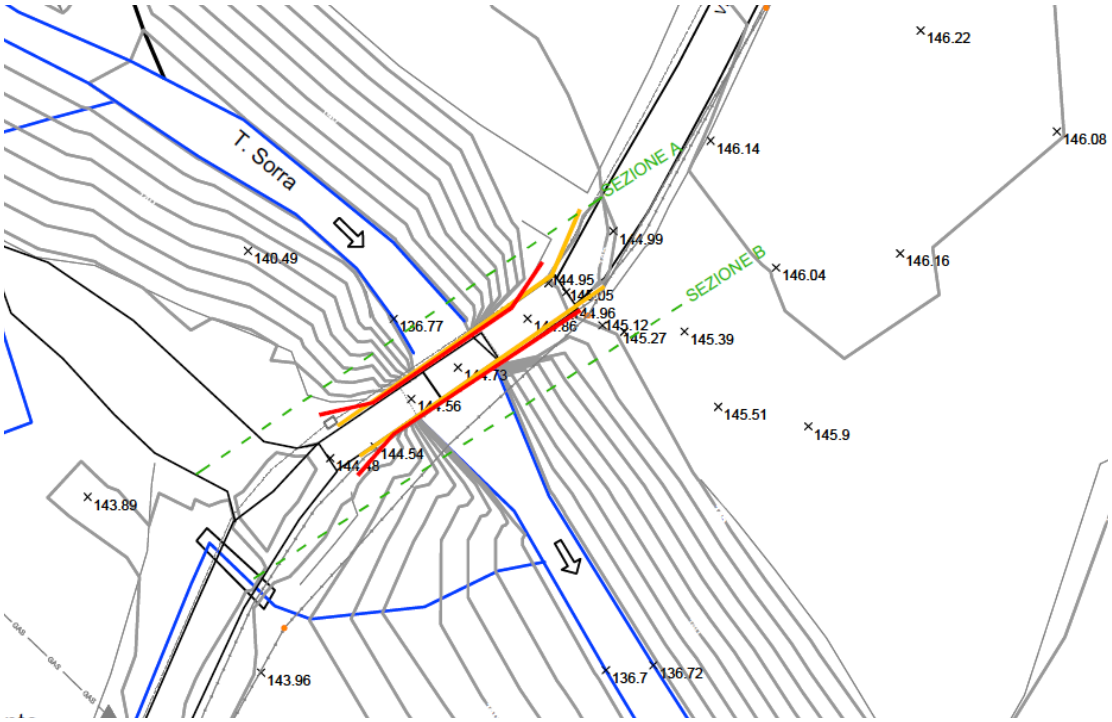


Figura 9 - Planimetria Ponte su Torrente Sorra - Sovrapposto

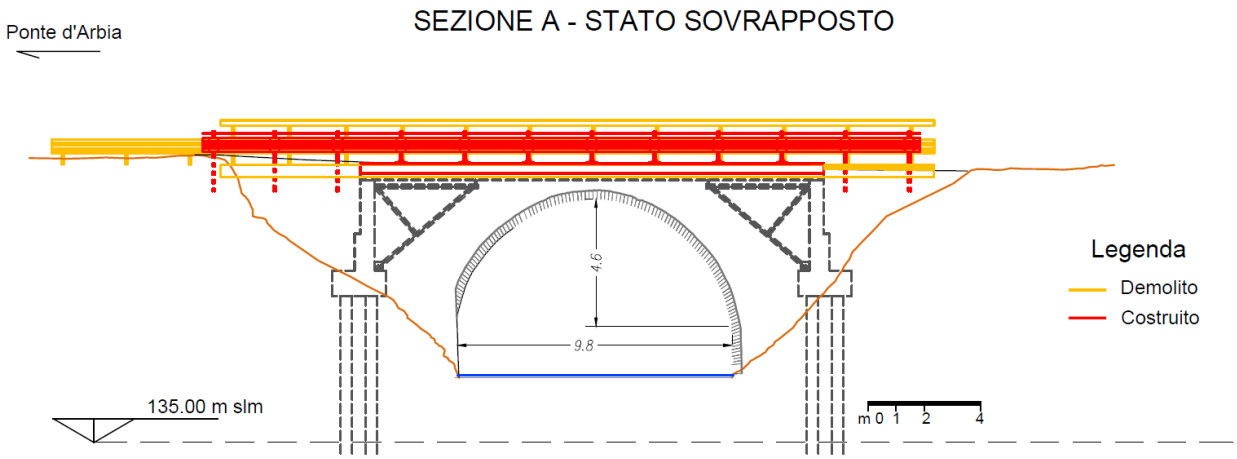


Figura 10 - Sezione di monte Ponte Torrente Sorra - Sovrapposto

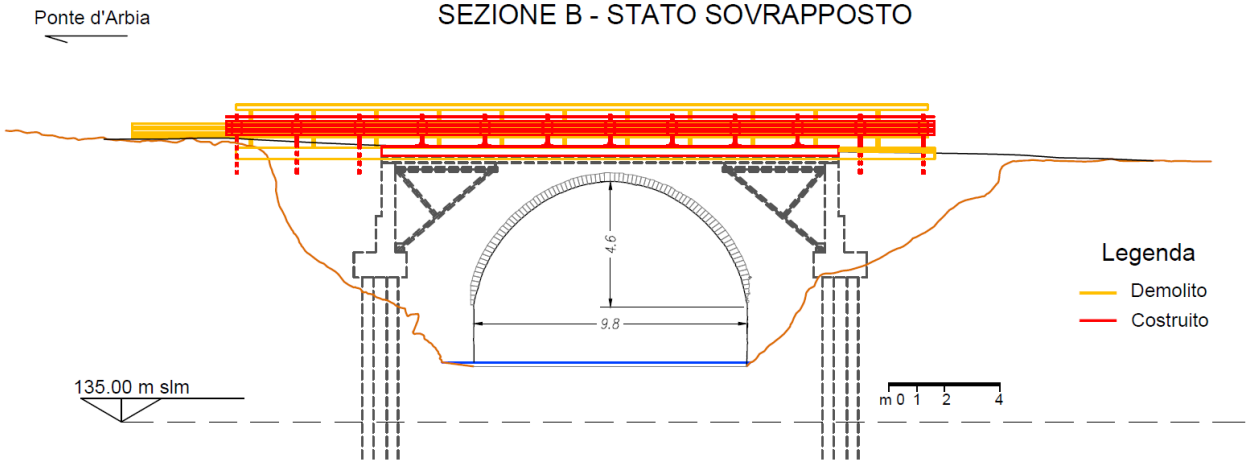


Figura 11 - Sezione di valle Ponte Torrente Sorra - Sovrapposto

Quadro conoscitivo del Bacino del F. Ombrone

Si elencano di seguito gli studi idrologici idraulici che hanno interessato il tratto del T. Arbia oggetto delle presenti verifiche, facenti parte del quadro conoscitivo del Bacino del F. Ombrone:

1. “ANALISI DELLA PERICOLOSITA’ IDRAULICA DEL T. ARBIA DALLA CONFLUENZA DEL T. MASSELLONE A BUONCONVENTO E DEL FIUME OMBRONE NELL’INTORNO DELLA CONFLUENZA CON IL T. ARBIA”, Studio IDeA 2005;
2. “STUDIO IDRAULICO DEL T. SORRA IN CORRISPONDENZA DELLA CONFLUENZA CON IL T. ARBIA”,Lombardi 2006;
3. "STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO - OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO DELL'ABITATO DI PONTE D'ARBIA (SI) - PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO", Lombardi 2016[1].

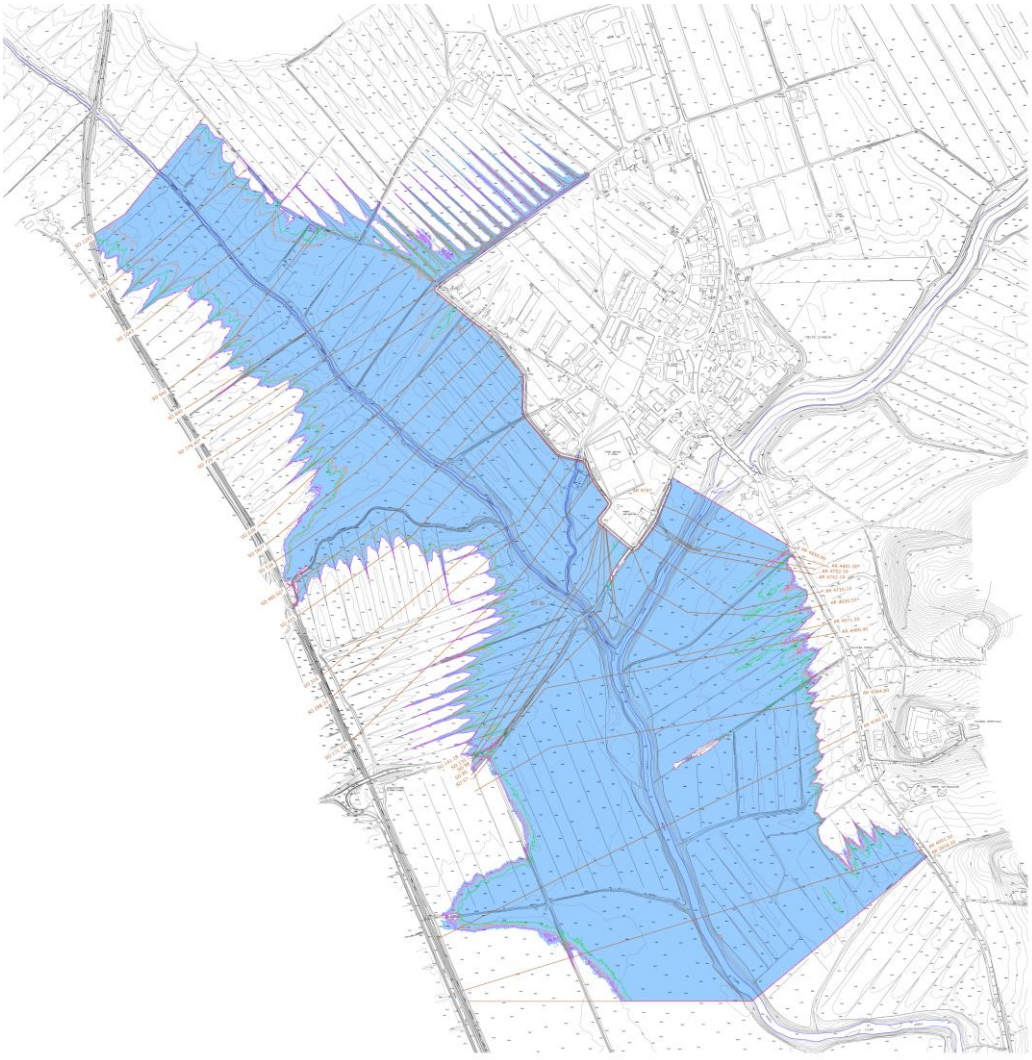


Figura 12 - planimetria delle aree allagabili : studio idrologico idraulico della confluenza T. Sorra - T. Arbia (Lombardi 2016)

[1] Lo studio idrologico e idraulico a corredo della progettazione esecutiva del completamento del sistema arginale (Novembre 2016), contiene anche gli eventi alluvionali verificatisi negli anni 2013 e 2015.

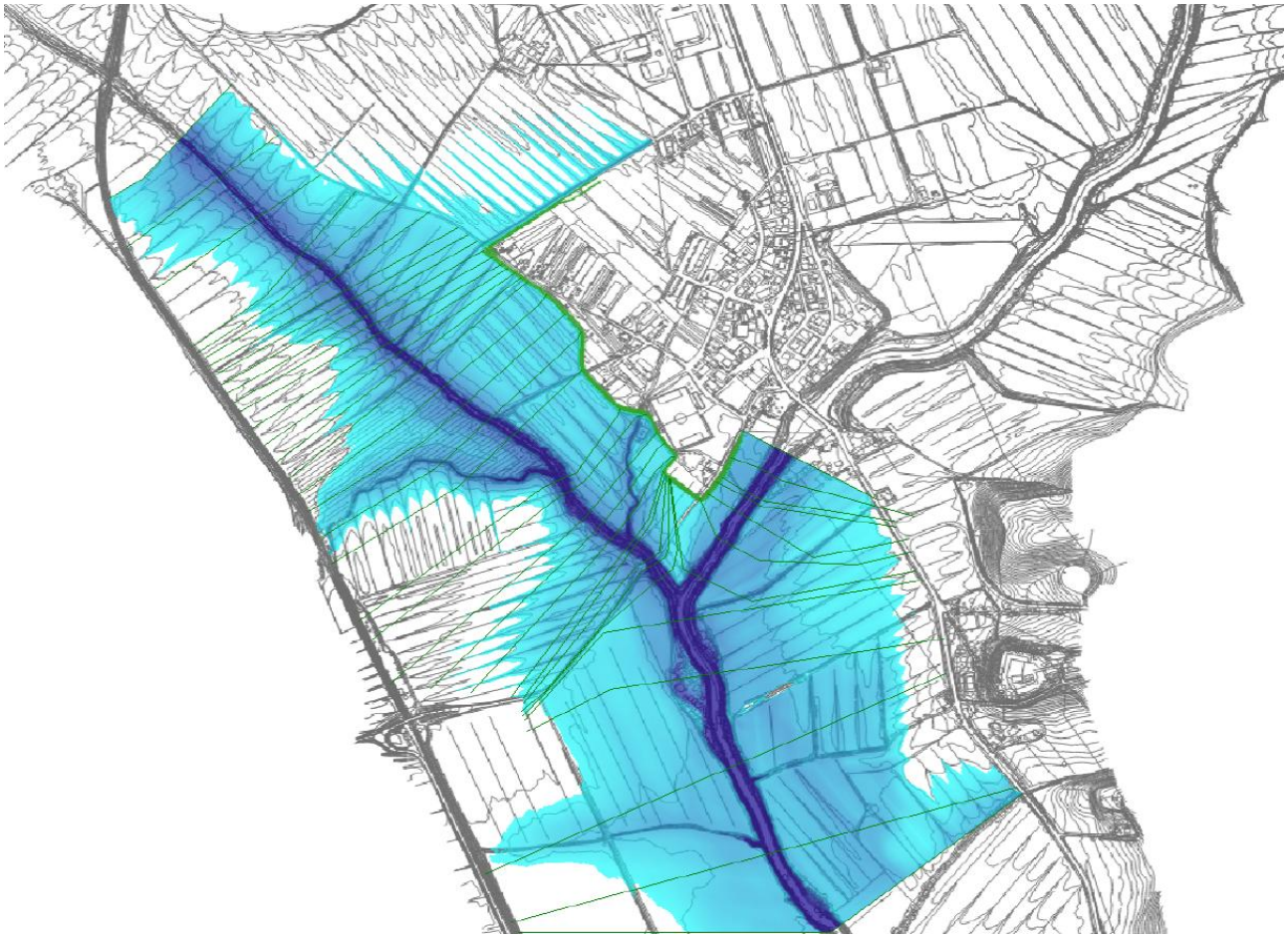


Figura 13 - planimetria di battenti idraulici :studio idrologico idraulico della confluenza T. Sorra - T. Arbia (Lombardi 2016)

Scenari idrologici di riferimento per le verifiche idrauliche

Per l'individuazione degli idrogrammi di progetto da utilizzare nelle verifiche idrauliche si fa riferimento agli scenari idrologici individuati dallo studio Lombardi Novembre 2016.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena al colmo per il T. Sorra e il T. Arbia a monte e a valle della confluenza per Tr 200, per le durate critiche che massimizzano rispettivamente il T. Sorra (pari a 5 ore) e il T. Arbia (pari a 11 ore):

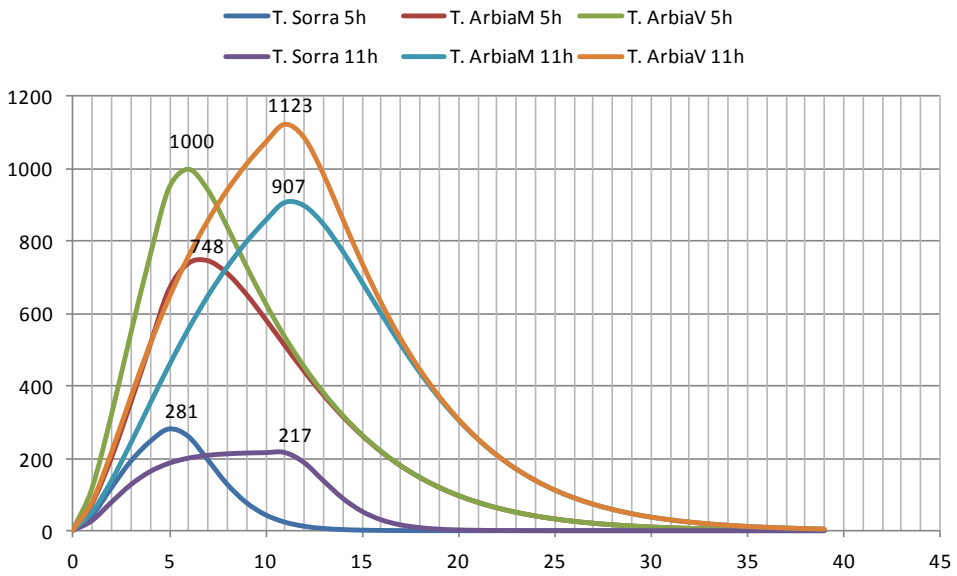


Figura 14 - idrogrammi di piena Tr 200 anni

Nell'ambito di tale studio sono stati ricostruiti inoltre gli idrogrammi di piena l'evento del 21 ottobre 2013 e del 24 Agosto 2015 nei vari tratti studiati (T. Sorra e T. Arbia a monte della confluenza, e T. Arbia immediatamente a valle della confluenza), che vengono riportati di seguito:

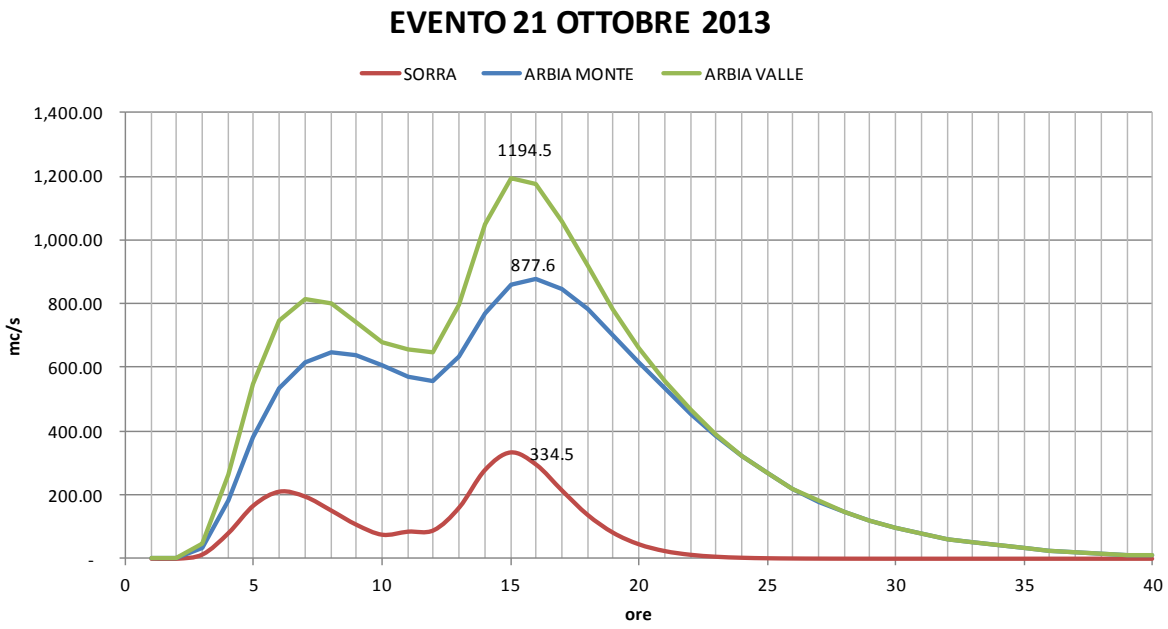


Figura 15 – idrogrammi di piena ricostruiti per l'evento del 21 ottobre 2013

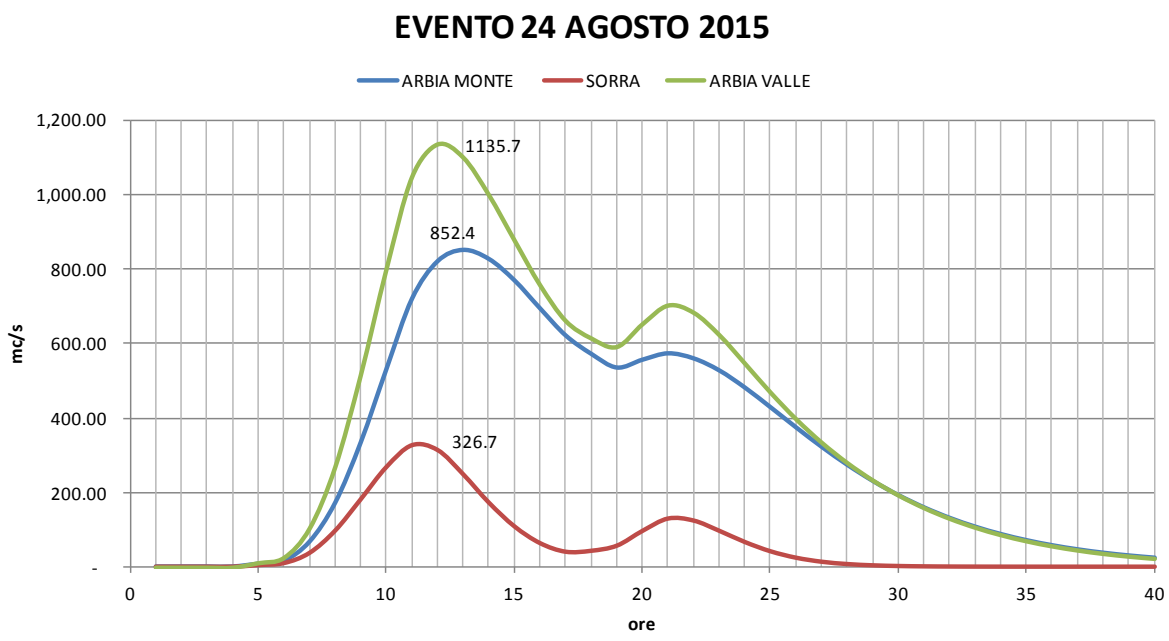


Figura 16 – idrogrammi di piena ricostruiti per l'evento del 24 agosto 2015

Verifiche idrauliche

Sulla base dello studio Lombardi 2016, la simulazione che massimizza i livelli idraulici in corrispondenza dell'attraversamento sul T. Sorra risulta quella con:

- geometria aggiornata con il completamento dell'argine previsto nel suddetto progetto esecutivo;
- idrogramma con Tr 200 anni che massimizza la portata sul T. Arbia (D=11h)[2]. Come geometria per lo stato attuale relativa agli interventi sull'attraversamento sul T. Sorra si è ritenuto opportuno scegliere quella che comprenda anche gli interventi di completamento della arginatura in sinistra idraulica al T. Sorra, che comunque producevano una sostanziale invarianza dei livelli idraulici rispetto allo stato di fatto.

Una ulteriore valutazione fra lo stato attuale e di progetto è stata effettuata considerando l'idrogramma ricostruito per l'evento meteorico del 21 ottobre 2013 (superiore all'evento del 24 agosto 2015), che ha comportato livelli idraulici maggiori rispetto l'evento normale di progetto con tempo di ritorno duecentennale.

Per le verifiche idrauliche oggetto del presente studio si utilizza pertanto il modello idraulico implementato nello studio Lombardi Novembre 2016, inserendo per lo stato di progetto le modifiche indotte dagli interventi in corrispondenza dell'attraversamento stradale.

Per la modellazione idraulica verrà utilizzato l'applicativo HEC-RAS 5.0.1 dell'US Corps of Engineers, in regime di moto vario bidimensionale, inserendo le portate di progetto individuate nello studio idrologico.

Verranno quindi simulati i seguenti scenari:

1) **SA Q200**: simulazione con la geometria con il completamento dell'argine, con l'idrogramma per Tr 200 anni che massimizza la portata sul T. Arbia (D=11h);
2) **SA Ev2013**: simulazione con la geometria con il completamento dell'argine, con l'idrogramma ricostruito per l'evento verificatosi il 21 Ottobre 2013;
3) **SP Q200**: simulazione con la geometria con il completamento dell'argine e gli interventi sull'attraversamento sul T. Sorra, con l'idrogramma per Tr 200 anni che massimizza la portata sul T. Arbia (D=11h);
4) **SP Ev2013**: simulazione con la geometria con il completamento dell'argine e gli interventi sull'attraversamento sul T. Sorra con l'idrogramma ricostruito per l'evento verificatosi il 21 Ottobre 2013;

[2] In considerazione della vicinanza dell'attraversamento stradale sul T. Sorra alla confluenza fra il T. Arbia, i livelli idraulici massimi sono individuati dallo scenario idrologico che massimizza la portata sul T. Arbia (evento con durata critica della pioggia pari a 11 ore) rispetto a quello che massimizza il T.Sorra (evento con durata critica della pioggia pari a 5 ore).

Software di calcolo HEC RAS 5.0.1

Il codice di calcolo

Il codice di calcolo HEC-RAS è un programma sviluppato dal Corpo degli ingegneri dell'esercito U.S.A. presso l'Hydrologic Engineering Centre (HEC) utilizzato per la modellazione mono e bidimensionale di reti di canali naturali e artificiali, River Analisys System (RAS)

Il software HEC RAS permette di:

- Effettuare simulazioni in condizioni stazionarie (steady flow) in corrente lenta, veloce o mista, calcolando i corrispettivi profili di corrente.
- Effettuare simulazioni in condizioni non stazionarie (unsteady flow).
- Effettuare simulazioni per la classificazione e quantificazione di processi di idrodinamica del trasporto solido relativi a fenomeni di erosione o deposizione generalizzata e/o localizzata.

Nella versione di HEC RAS 5.0.1. è stata aggiunta la possibilità di effettuare simulazioni idrauliche bidimensionali all'interno dell'analisi in moto vario. Gli utenti possono ora eseguire sia simulazioni con modelli monodimensionali e bidimensionali in moto vario, sia modelli monodimensionali integrati con modelli 2D nelle aree inondabili.

Di seguito vengono riportati degli esempi di come le Aree 2D implementate nella nuova versione possono essere utilizzate come supporto alla modellazione di HEC-RAS:

- dettagliata modellazione 2D del canale;
- dettagliata modellazione 2D del canale e delle aree golenali;
- combinazione tra canale 1D e aree golenali 2D;
- combinazione tra canale 1D e aree inondabili esterne agli argini;
- connessione diretta del corpo idrico 1D all'interno delle aree inondabili 2D;
- connessione diretta tramite l'ausilio di strutture idrauliche tra aree inondabili 2D e aree di accumulo 1D;
- aree inondabili 2D multiple all'interno di una singola geometria;
- connessione diretta multipla di aree 2D con strutture idrauliche;
- simulazione dettagliata delle breccie in presenza di dighe;
- simulazione dettagliata delle breccie in presenza di argini;
- modellazione mono e bidimensionale in grado di gestire moto supercritico e subcritico e passaggio attraverso risalti idraulici.

Equazioni alla base del modello

La procedura di calcolo di HEC-RAS si basa sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale, andando analizzare solamente la componente della velocità diretta secondo la direzione prevalente del moto (longitudinale).

Il calcolo dei profili di corrente viene effettuato all'interno del software attraverso la risoluzione dell'equazione dell'energia tra due sezioni consecutive, mediante un processo iterativo (*standard step method*).

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove:

Y_1 ,Y_2 sono i tiranti idrici;

Z_1 ,Z_2 sono le quote geodetiche;

V_1 ,V_2 sono le velocità medie;

a_1 ,a_2 sono i coefficienti di ragguaglio delle altezze cinetiche;

g è l'accelerazione di gravità;

h_e è la perdita di carico totale nel tratto considerato;

Il valore di *he* è definito dalla somma delle perdite dovute all'attrito *(perdite distribuite)* e delle perdite di carico dovute alla contrazione o all'espansione della vena liquida *(perdite localizzate)*.

$$h_e = L \cdot S_f + C\left|\frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g}\right|$$

con:

L è la lunghezza del tratto fluviale mediata sulle portate, calcolata come segue:

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{rob} Q_{rob} + L_{ch} Q_{lch}}{Q_{lob} + Q_{rob} + Q_{ch}}$$

Dove il pedice *lob*, *rob* e *ch* indica la golena sinistra, destra e il canale centrale, relativamente alle lunghezze e alle portate;

Sf è la cadente della linea dei carichi totali;

C è il coefficiente di espansione/contrazione compreso tra 0 e 1, che tiene conto delle perdite di carico dovute all'espansione e alla contrazione della vena fluida.

Tramite la formula di Chezy è possibile calcolare il valore delle perdite di carico considerando le singole porzioni di flusso (in golena destra e sinistra e nel canale centrale).

$$Q = K \cdot S_f^{1/2} \quad \text{e} \quad K = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3}$$

con:

K conveyance espressa in m^3/s ;

n coefficiente di scabrezza di Manning espressa in $m^{1/3}/s$;

A area relativa al deflusso espressa in m^2;

R raggio idraulico espresso in m .

Il valore della conveyance viene calcolato per le singole sezioni di deflusso, ottenendo quindi un valore totale della stessa, come somma dei contributi di K_{rob}, K_{lob} e K_{ch}.

Infine il coefficiente di ragguaglio α viene calcolato considerando che l'altezza cinetica deriva dal valore medio pesato sulla portata sulle singole sezioni (golenali e centrale):

$$\frac{a\overline{V}^2}{2g} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i \frac{V_i^2}{2g}}{Q_{tot}} \qquad \text{con} \qquad \alpha = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i^2 Q_i}{Q_{tot}\overline{V}^2}$$

Il valore relativo all'altezza della superficie libera incognita viene determinato in maniera iterativa a partire dai dati assegnati di portata e dalle caratteristiche geometriche delle singole sezioni.

Ipotesi di calcolo

Per la modellazione in moto vario vengono adottate le seguenti ipotesi, ottenendo a partire dalle equazioni differenziali di continuità e di conservazione della massa per moto monodimensionale, le equazioni di De Saint Venant:

- la distribuzione delle pressioni è di tipo idrostatico (ipotesi valida se le linee di flusso non presentano curvatura accentuata);
- la pendenza del fondo alveo è minima, tale che la sezione trasversale normale alla corrente si confonda con la sezione verticale;
- alveo prismatico, laddove le variazioni nella sezione trasversale e nella pendenza di fondo possono essere prese in considerazione approssimando il corso d'acqua con una serie di tratti prismatici;
- le perdite di carico possono essere espresse tramite una delle classiche formule adottate per il moto uniforme (si utilizza l'equazione di Manning); con questa ipotesi si assume che in regime di moto vario ad una data velocità V della corrente si abbiano le stesse perdite di carico che si avrebbero in moto uniforme con la stessa velocità;
- la velocità e le accelerazioni lungo la verticale sono trascurabili rispetto alle analoghe grandezze in direzione del moto;
- le variazioni della densità del fluido sono trascurabili;

- moto 1-D e gradualmente variato, e 2-D per aree di laminazione;
- argini integri anche se tracimati;
- dinamica sedimentologica trascurabile (fondo fisso ed acqua chiara);
- dffetti secondari trascurabili.

In regime di moto vario le equazioni di continuità e di moto (o dell'energia), scritte nella forma indefinita per una corrente gradualmente variata monodimensionale, sono le seguenti:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} + q(x) = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA\left(\frac{\partial Q}{\partial x} + S_f\right) = 0$$

dove:

A	è l'area della sezione liquida [m^2]
Q	è la portata [m^3/s]
q(x)	è la portata laterale [m^2/s], positiva se entrante
H	è il carico totale della corrente [m]
g	è l'accelerazione di gravità [m/s^2]
V	è la velocità media della corrente [m/s]
Sf	è la cadente della linea dei carichi totali;
x	è l'ascissa lungo l'alveo [m]
t	è il tempo [s]

La modalità di calcolo è strutturata in quattro moduli:

- *Pre-processor* dei dati geometrici, in modo da ottenere una serie di tabelle e curve contenenti le caratteristiche idrauliche del corso d'acqua. Tale operazione velocizza le operazioni di calcolo, poiché permette di evitare il calcolo di tali grandezze durante ciascuna iterazione di calcolo, interpolando invece le variabili idrauliche dalle tabelle ottenute;
- *Motore di calcolo di moto vario*, che esegue la simulazione mediante una versione modificata del software UNET (*Un steady NETwork model*) sviluppata da Barkau(1992);
- *Post-processor*, utilizzato per calcolare le informazioni idrauliche dettagliate in corrispondenza di specifiche sezioni. In generale, infatti, il software calcola solamente la quota del pelo libero e la portata defluente, mentre il post-processor consente di ottenere tutte le grandezze idrauliche ed i grafici, normalmente prodotti per le simulazioni di moto permanente;
- *Floodplain Mapping*, utilizzato per la modellazione e restituzione dei battenti idraulici sulle casse 2D

Scabrezze

La scabrezza, ossia il parametro di resistenza che determina le perdite per attrito durante il moto della corrente, è introdotta nel modello utilizzando il parametro di Manning (*n*, in $m^{1/3}/s$)[3].

A maggiori scabrezze corrispondono maggiori perdite per attrito e quindi minori velocità e maggiori profondità di moto. Sono state consultate varie pubblicazioni in materia (vedi "Open-Channel Flow, M.H. Chaudhry 1993), oltre ai valori riportati nell'"Hydraulic Reference Manual di HEC RAS, Chapter 3 – Energy loss Coefficients – Manning's n".

Coefficienti di espansione e di contrazione

I coefficienti utilizzati corrispondono ai valori riportati nell'Hydraulic Reference Manual di HEC – RAS, Chapter 3 – Energy loss Coefficients – Contraction and Expansion Coefficients, pari a:

- Contrazioni 0,1 (con 0,3 in corrispondenza di *Bridge*)
- Espansioni 0,3 (con 0,5 in corrispondenza di *Bridge)*

Modellazione degli attraversamenti

Le perdite di carico in prossimità degli attraversamenti sono costituite da due componenti:

- perdite di carico immediatamente a valle (monte) della struttura, per effetto di un allargamento (restringimento);
- perdite di carico per effetto della struttura stessa, comprendente sia le perdite per attrito che quelle dovute alle pile.

Il deflusso nell'attraversamento può avvenire a pelo libero, in pressione, a stramazzo con sormonto dell'impalcato o in condizioni ibride tra le precedenti. Il comportamento della corrente in corrispondenza degli attraversamenti è stato valutato utilizzando la modellazione prevista dal programma HEC RAS, che consente di applicare più metodi (metodo dell'energia e metodo della quantità di moto) e di considerare il risultato che produce i maggiori livelli idraulici. Per le portate maggiori, che producono l'innesco del funzionamento in pressione, è stato utilizzato il metodo basato sulla quantità di moto (*Momentum Balance Method*), poiché consente di simulare l'entrata in pressione del manufatto in modo più adeguato (quota pelo libero della corrente superiore all'altezza dell'impalcato).

Le sezioni che caratterizzano un ponte nel programma HEC-RAS sono 4, due a monte e a valle, come riportato nello schema seguente, ed individuano i limiti della perturbazione indotta del ponte per effetto della riduzione della sezione di deflusso.

[3] Il coefficiente di Manning corrisponde all'inverso del coefficiente di scabrezza di Gauckler Strickler (vedi anche Sistemazione dei Corsi d'acqua, L.Da Deppo, C.Datei e P.Salandin, Ed.ni Cortina 1997).

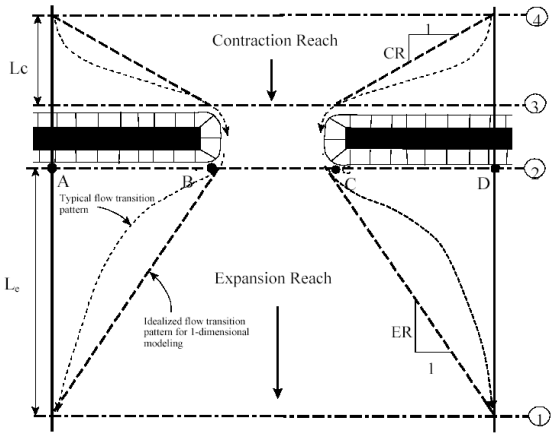


Figura 17 - Schema della modellazione idraulica di un ponte

Nelle sezioni a monte e a valle degli attraversamenti, sono state inserite aree di moto ineffettivo (*ineffective flow area*), per simulare correttamente il restringimento della sezione e le conseguenti perdite di energia della corrente (contrazione ed espansione).

Sfioratori laterali (*Lateral structures*)

Nel caso di esondazione dall'alveo principale, i cigli arginali o di sponda possono essere assimilati a sfioratori laterali (*Lateral Structures*) connessi a aree di potenziale esondazione (*Storage Areas*) o a sezioni idrauliche (*cross sections*) di corsi d'acqua limitrofi non arginati, per la modellazione extra alveo.

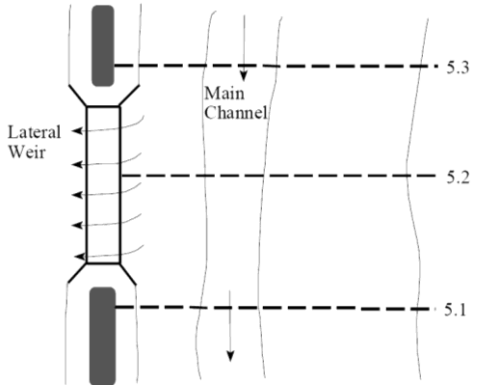


Figura 18 - schema di un sfioratore laterale

L'equazione generale della connessioni tra alveo e aree di potenziale esondazione mediante sfioratore laterale (stramazzo laterale in parete grossa) è derivata dall'equazione classica di stramazzo libero, in funzione delle pendenze della superficie libera e della soglia della stramazzo e delle altezze idriche iniziali:

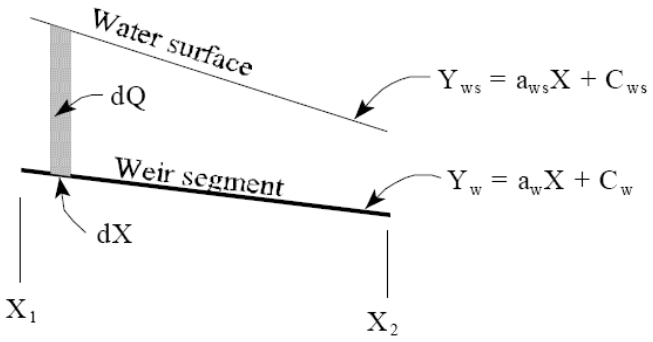


Figura 19 - discretizzazione longitudinale dell'equazione di stramazzo

Modellazione 2D, Aree 2D di potenziale esondazione e modellazione del terreno

Il software HEC-RAS versione 5.0.1.permette la simulazione dei deflussi combinando il modello monodimensionale dell'asta fluviale principale con il modello bidimensionale delle zone esterne (*2D Flow Area*).

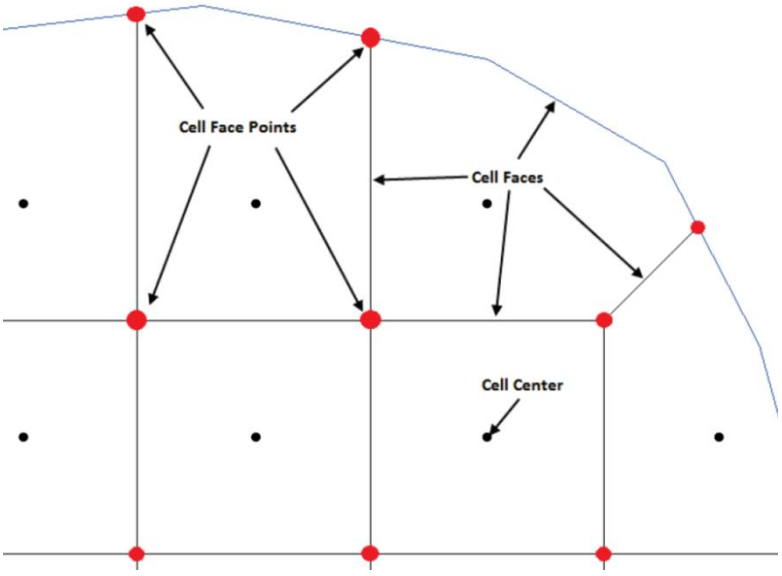


Figura 20 - terminologia della modellazione delle celle di calcolo

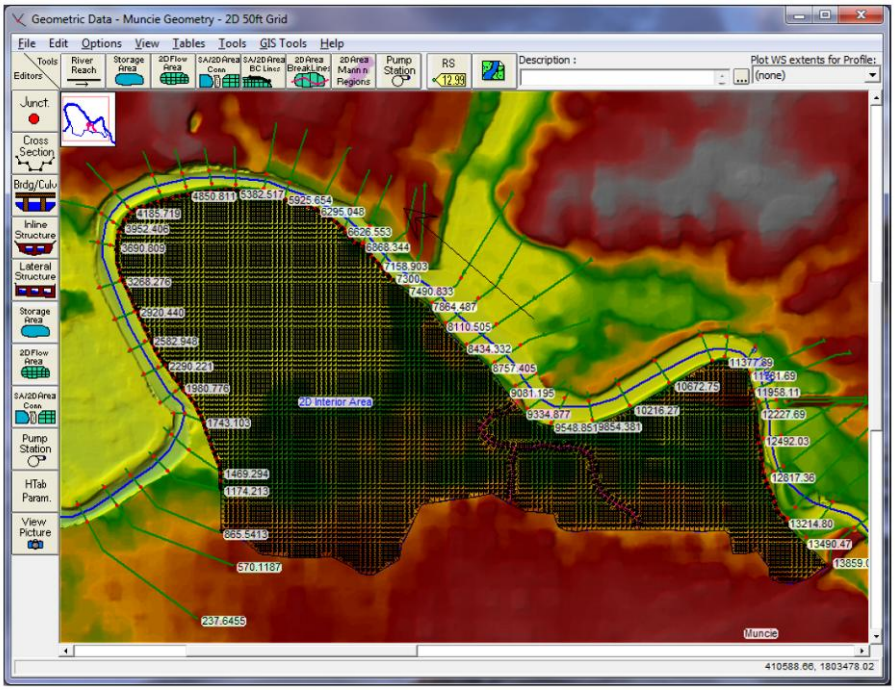


Figura 21 - esempio di area 2D

Le caratteristiche principali dell'algoritmo di modellazione sono le seguenti:

- *Modellazione combinata 1D e 2D* che prevede la possibilità di eseguire una simulazione combinata 1D e 2D all'interno dello stesso modello in regime di moto vario che permettendo di lavorare su schemi fluviali più complessi, utilizzando come sopra descritto la modellazione 1D per l'alveo, e la modellazione 2D aree inondabili esterne.

- *Equazioni complete di Saint Venant o di diffusione dell'onda in 2D:* Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda o quelle complete di Saint Venant. Questa opzione è selezionabile dall'utente, offrendo quindi una maggiore flessibilità. In generale, le equazioni di diffusione dell'onda in 2D consentono al software di funzionare più velocemente garantendo inoltre una maggiore stabilità. Le equazioni 2D in forma completa di Saint Venant sono applicabili a una gamma più ampia di problemi, ma la grande maggioranza delle situazioni può essere modellata con sufficiente precisione con le equazioni di diffusione dell'onda.

- *Algoritmo di soluzione ai volumi finiti*: Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volumi finiti. L'algoritmo di soluzione consente di utilizzare step temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti. L'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi agli elementi finiti.

- *Algoritmo per la soluzione accoppiata dei modelli 1D e 2D*: Gli algoritmi di soluzione 1D e 2D sono strettamente accoppiati nello stesso passo temporale di calcolo permettendo una perfetta coerenza a ogni step tra i modelli 1D e 2D. Ad esempio, se un fiume è modellato in 1D, ma l'area dietro un argine è modellata in 2D, il deflusso al di sopra dell'argine o eventualmente attraverso una breccia nell'argine è valutato

utilizzando come carico di monte il livello nel fiume 1D e come carico di valle il livello nell'area 2D. L'equazione dello stramazzo è utilizzata per calcolare il deflusso al di sopra dell'argine o attraverso la breccia.

- *Maglie computazionali strutturate e non strutturate*: Il software è stato progettato per utilizzare mesh computazionali strutturati o non strutturati. Ciò significa che le cellule computazionali possono essere triangoli, quadrati, rettangoli o anche elementi a cinque e sei facce. La maglia può essere una miscela di forme e dimensioni delle celle. Il contorno esterno della maglia computazionale è definito con un poligono.
- *Tabella dettagliata delle proprietà idrauliche per le celle di calcolo*: All'interno di HEC-RAS le celle e le facce delle celle si basano sui dati del terreno sottostante (DTM). Ogni cella della maglia computazionale è pre-elaborato per sviluppare dei grafici dettagliati sulle proprietà idrauliche basate sul terreno sottostante che vengono utilizzati nella modellazione di HEC. Inoltre, ogni faccia delle celle viene valutata come una sezione trasversale dove vengono elaborate in tabelle che descrivono le proprietà idrauliche. Il flusso si muove in tutta la faccia (tra le celle) basandosi su questi dati. Questo permette agli utenti di utilizzare delle celle molti grandi senza però perdere troppo il dettaglio del terreno sottostante che governa il movimento del flusso. Il vantaggio è un minor numero di calcoli e quindi tempi di esecuzione molto più veloci.
- *Dettagliata mappatura dello scenario degli allagamenti con animazioni:* La perimetrazione delle aree allagabili così come le animazioni dello scenario degli allagamenti in funzione del tempo può essere fatta all'interno di HEC-RAS utilizzando le funzionalità di RAS-Mapper. La mappatura delle aree allagate si basa sul DTM, ciò significa che la reale superficie bagnata sarà basata sui dettagli della morfologia del terreno sottostante e non sulla dimensione della cella di calcolo. Le celle quindi possono anche essere parzialmente bagnate/asciutte.
- *Algoritmo di calcolo basato su sistemi Multi-Processore:* Il modello di calcolo 2D è stato programmato per sfruttare i sistemi multi-processore presenti sui computer moderni (architettura parallela). In questo l'algoritmo di soluzione presenta una maggiore velocità e quindi i computer dotati di più processori saranno in grado di eseguire la modellazione 2D più velocemente rispetto ai computer a singolo processore.
- *Motori di calcolo a 64 bit:* HEC-RAS è ora dotato di motori di calcolo a 64 bit.

Ai fini di una corretta modellazione idraulica in campo bidimensionale il primo step fondamentale è la generazione di un corretto e dettagliato modello del terreno, che sarà la discriminante principale degli output relativi all'estensione delle aree inondabili e ai livelli raggiunti dall'acqua in queste ultime.

Il software prevede una sezione dedicata per l'inserimento dei file che descrivono il modello del terreno, il *RAS Mapper.*

Il primo passo è adottare uno specifico sistema di riferimento spaziale nella sezione *Set Projection* all'interno dei *Tools*, inserendo un file con estensione *".prj"*.

Successivamente vengono caricati i files relativi al terreno scegliendo tra i formati *FLT, GeoTiff* o *ESRI* sempre all'interno dei *Tools* nella sezione *New Terrain Layer.*

Dopo aver generato e implementato all'interno del *RAS Mapper* il terreno digitalizzato, esso dovrà essere condizionato, ovvero "agganciato" alle sezioni fluviali creando un nuovo *Terrain Layer* dato dalla combinazione del *Tiff* del terreno ed il *Tiff* del canale.

Definito e generato lo "sfondo" per il progetto in analisi, cioè l'andamento digitale del terreno e del corpo idrico, si passa alla creazione del grigliato di calcolo che costituirà il corpo dell'area 2D, per lo sviluppo della simulazione vera e propria.

Lo schema risolutivo della versione HEC-RAS 5.0.1. è basato su un algoritmo ai volumi finiti che permette di utilizzare per il calcolo una maglia computazionale strutturata e non strutturata che può essere composta da celle con 3, 4, 5, 6 lati fino ad un massimo di 8.

Per la creazione delle aree 2D si deve per prima cosa tracciare il poligono di contorno, nell'apposita sezione dell'*Editor*. Il contorno dell'area 2D può essere modificato in ogni momento e, per una più accurata simulazione può essere anche georeferenziato mediante l'utilizzo dei *GIS Tools* nella sezione *StorageArea/2D Flow Area Outlines Table*.

Definito il poligono delle aree 2D si passa alla creazione della maglia di calcolo all'interno delle aree stesse.

Selezionando l'area cliccando sull'*Edit* si può scegliere la dimensione della griglia di calcolo impostando il valore del *dx* e del *dy.* Ovviamente i tempi computazionali per effettuare la simulazione sono direttamente legati alle dimensioni della mesh di calcolo e all'estensione del poligono dell'area 2D.

Ogni singola cella che compone le aree 2D è descritta dalle seguenti caratteristiche:

- *Cell Center*: è dove il pelo idrico è computato;
- *Cell Face*: sono le linee di contorno. Le facce sono generalmente segmenti lineari eccetto lungo il bordo dove possono essere spezzate;
- *Cell Face Point*: questi *face point* saranno il punto di collegamento tra le *lateral structures* e l'area 2D.

Prima delle generazione della griglia di calcolo (*computation mesh*) è possibile inserire nella geometria dell'area 2D alcune linee di delimitazione, chiamate *breaklines*, per forzare la generazione delle celle allineandole ad esse; in generale le *breaklines* vengono utilizzate per localizzare impedimenti al flusso, quali rilevati stradale, arginali, ecc...

Le aree 2D sopra descritte possono essere collegate con il modello monodimensionale dell'alveo mediante le *lateral structures.*

HEC-RAS permette inoltre di inserire all'interno delle aree 2D generate, delle strutture di connessione idraulica (*SA/2D Area Connection), che* devono essere disposte lungo le facce delle celle 2D e vengono modellate in HEC-RAS come le *lateral structures* prima descritte.

Tali strutture consentono ad esempio la valutazione previsionale degli effetti di una nuova arginatura.

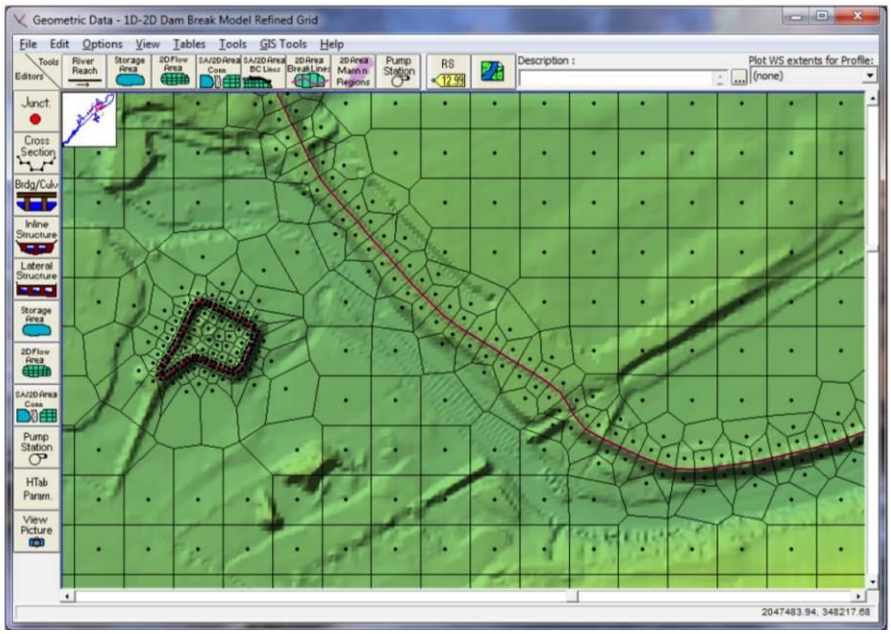


Figura 22 - esempio di inserimento di breaklines in area 2D

Rilievi topografici utilizzati per le verifiche idrauliche

Il modello idraulico è supportato da rilievi topografici disponibili per i tratti in studio (T. Sorra e T. Arbia) elencati di seguito:

- rilievo aerofotogrammetrico del Geom. Alighiero Barbucci (anno 2002) per la progettazione del progetto preliminare dell'adeguamento della SR 2 Cassia e altre progettazioni del progetto PRUSST Terre Senesi del Comune di Siena; tale rilievo, con restituzione in scala 1:1000, presentava un'accuratezza delle quote dell'ordine di +- 10 cm. In aggiunta furono rilevate n.2 sezioni idrauliche in corrispondenza del ponte della SC di Piana sul T. Sorra, necessarie per lo studio idraulico Lombardi Febbraio 2006;
- rilievo del coronamento dell'arginatura di contenimento della confluenza del T. Sorra e del T. Arbia; tale rilievo, eseguito dal Geom. Silvio Baldo con strumentazione GPS (Settembre 2016), è restituito in coordinate Gauss Boaga e quota assoluta appoggiata ai grigliati dei capisaldi IGM
- rilievo del T. Sorra a monte del T. Arbia e del ponte attuale della SC di Piana, eseguito con strumentazione GPS dall'ing. Zanchi e dal Geol. Notari.

In aggiunta ai dati suddetti è stata utilizzato il Lidar disponibile per il T. Arbia (2008-2009), ritagliato sui fogli della CTR 1:2000, di cui si riporta un estratto dal SITA - Cartoteca Regione Toscana, che copre anche il tratto in studio del T. Sorra, disponibile in formato DTM e DSM.

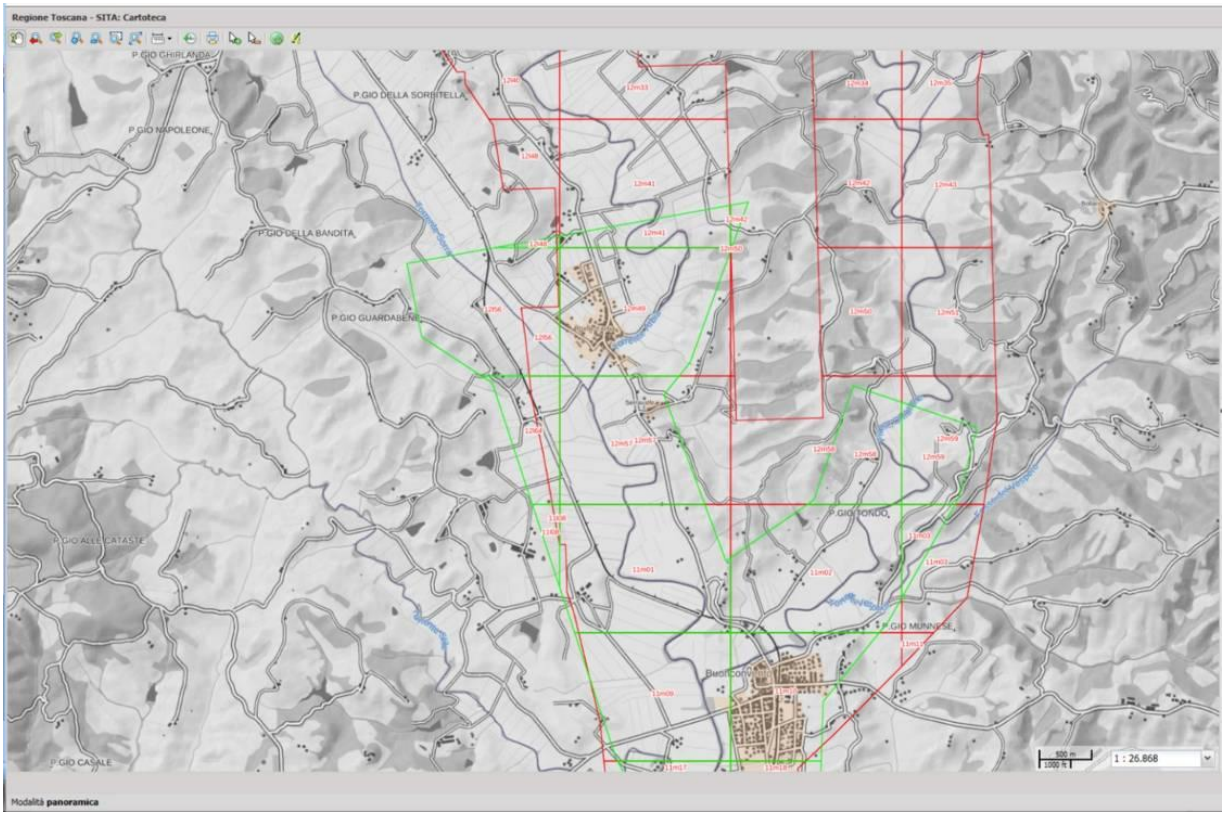


Figura 23 - copertura Lidar disponibile per la zona in studio

Modello idraulico della confluenza del T. Arbia e del T. Sorra

Per la valutazione degli effetti degli interventi di consolidamento dell'attraversamento della SC di Piana sul T. Sorra è stato utilizzato il modello idraulico 2D in moto con l'applicativo Hec Ras v. 5.0.1 dell'US Corps og Engineers, già utilizzato per la progettazione del completamento del sistema arginale in sinistra idraulica al T. Sorra (Lombardi Novembre 2016), a cui si rimanda, e che è basato sul Lidar disponibile per l'asta del T. Arbia, integrati con il rilievo topografico effettuato in occasione del presente studio.

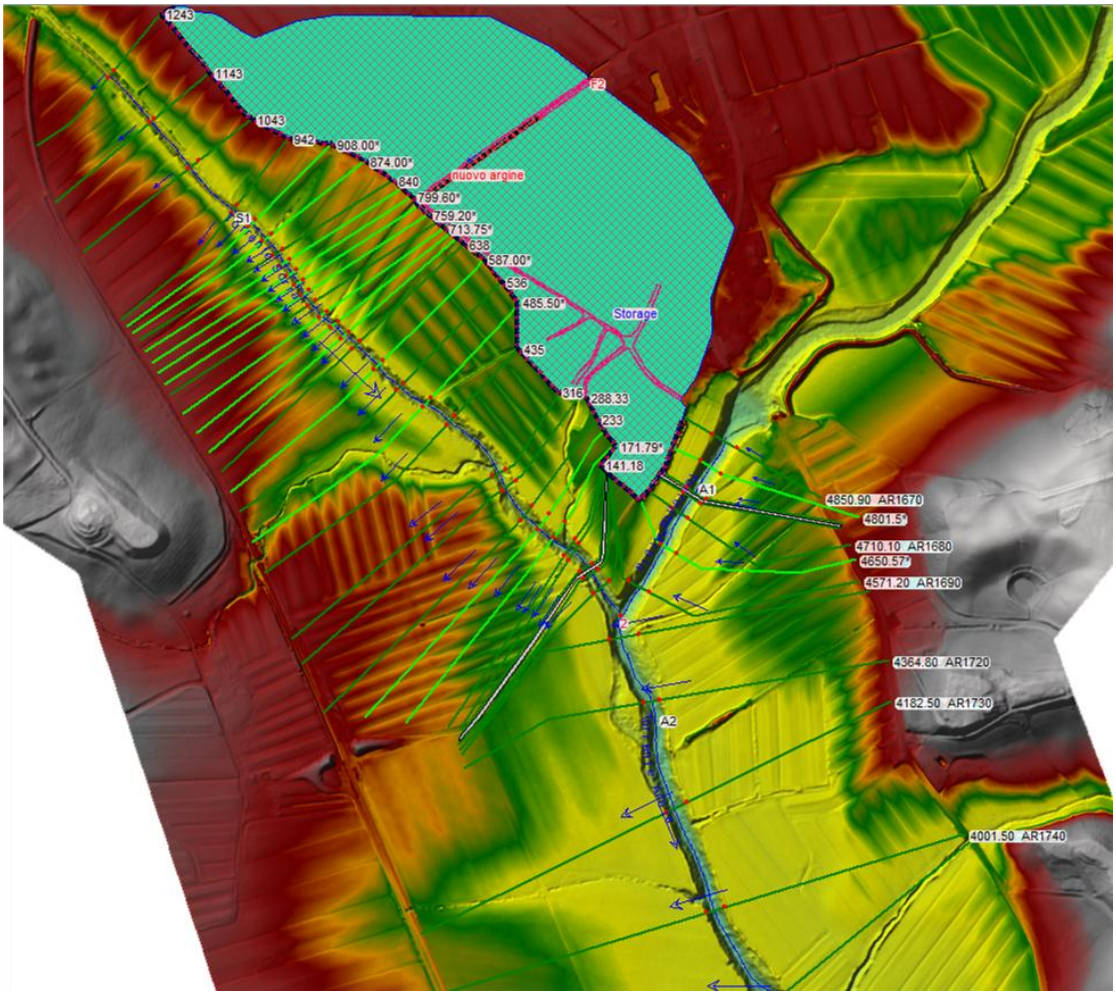


Figura 24 - sovrapposizione del modello idraulico su modello digitale del terreno (Terrain)

Nel modello idraulico sono inseriti il ponte sulla SC di piana sul T. Sorra e la passerella ciclo-pedonale sul T. Arbia.

L'area rispettivamente in sinistra idraulica a T. Sorra e in destra idraulica al T. Arbia è stata modellata mediante un'area di potenziale esondazione 2D, connessa mediante alcune *lateral structures* che identificano il rilevato arginale.

Per lo stato di progetto, nella sezione dell'attraversamento sul T. Sorra (sez SO 90BR), è stato aggiornata la geometria di progetto comprendente il nuovo impalcato completo di barriera stradale, considerandone il prospetto verticale completamente chiuso a favore di sicurezza, come per le verifiche allo stato attuale.

La nuova barriera stradale, di classe H2 (tipo bordo ponte su cordolo impalcato e tipo da rilevato sui brevi tratti esterni di invito al ponte), presenta un'altezza inferiore (105 cm rispetto 160 cm della barriera attuale), fattore non trascurabile ai fini della potenziale trattenuta del materiale flottante trasportato dalla corrente di piena, in ragione del completo sormonto con battenti superiori a 2,50 metri osservati in occasione della piena dell'Ottobre 2015.



Foto 1 - vista del ponte sul T. Sorra a seguito del passaggio della piena del 21 Ottobre 2013



Foto 2 – vista del ponte sul T. Sorra a seguito del passaggio della piena del 21 Ottobre 2013 (zona di monte)

Scabrezze, idrogrammi di piena in ingresso e condizioni al contorno

In caso di presenza di eventi meteorologici registrati, con la rilevazione del battente idraulico in alcuni punti di taratura, è possibile calibrare i suddetti parametri del modello di trasformazione afflussi-deflussi. In particolar modo viene lasciato libero il parametro "n" (coefficiente di *Manning*), caratteristico della scabrezza, ossia il parametro di resistenza che determina le perdite per attrito durante il moto della corrente.

Nell'ambito della progettazione del completamento del sistema arginale dell'abitato di Ponte Arbia sono state effettuate le calibrazioni di tale parametro, che hanno consentito di individuare i seguenti valori di scabrezza, confrontabili con gli usuali valori di riferimento [4]:

- *alveo principale del T. Sorra* — 0.08 $m^{1/3}/s$
- *aree golenali del T. Sorra* — 0.14 $m^{1/3}/s$
- *alveo principale del T. Arbia* — 0.057 - 0.062 $m^{1/3}/s$
- *aree golenali del T. Arbia* — 0.10 $m^{1/3}/s$
- *area di potenziale espansione 2D* — 0.10 $m^{1/3}/s$

Le condizioni al contorno per le varie simulazioni sono costituite dagli idrogrammi di piena in ingresso assunti come condizione di monte (T. Sorra e T. Arbia), come contributo laterale sull'area 2D mediante l'idrogramma del Fosso 2 (Fosso che si immette sul T. Sorra a monte dell'abitato) e dalle pendenze di moto uniforme assunte come condizione di valle sul T. Arbia (i = 0.18%).

Tabella 1 - Condizioni al contorno per le varie simulazioni

Corso d'acqua	tratto	Condizione di monte	Condizione interna	Condizione di valle
T. Sorra	1	FH = T. Sorra, sez. SO 1243		
T. Arbia	1	FH T.Arbia, sez. AR 4850.90		
Storage 2D	-		BCline= Fosso 2	
T.Arbia	2			P=0.18%

[4] Vedi "Open-Channel Flow, M.H. Chaudhry 1993), oltre ai valori riportati nell'"*Hydraulic Reference Manual - HEC RAS*, Chapter 3 – Energy loss Coefficients – Manning's n".

Risultati delle verifiche idrauliche dello stato modificato di progetto

Dai risultati delle simulazioni idrauliche (vedi allegati Hec-Ras), per portate con tempo di ritorno pari a 200 anni e per le portate ricostruite per l'evento dell'Ottobre 2013, gli interventi sull'attraversamento stradale del T. Sorra, secondo le ipotesi assunte, mantengono praticamente immutati rispetto lo stato attuale i livelli idraulici a monte e a valle dell'attraversamento (si osserva dai livelli riportati nella tabella seguente un decremento dei battenti idraulici massimi pari circa 1 cm).

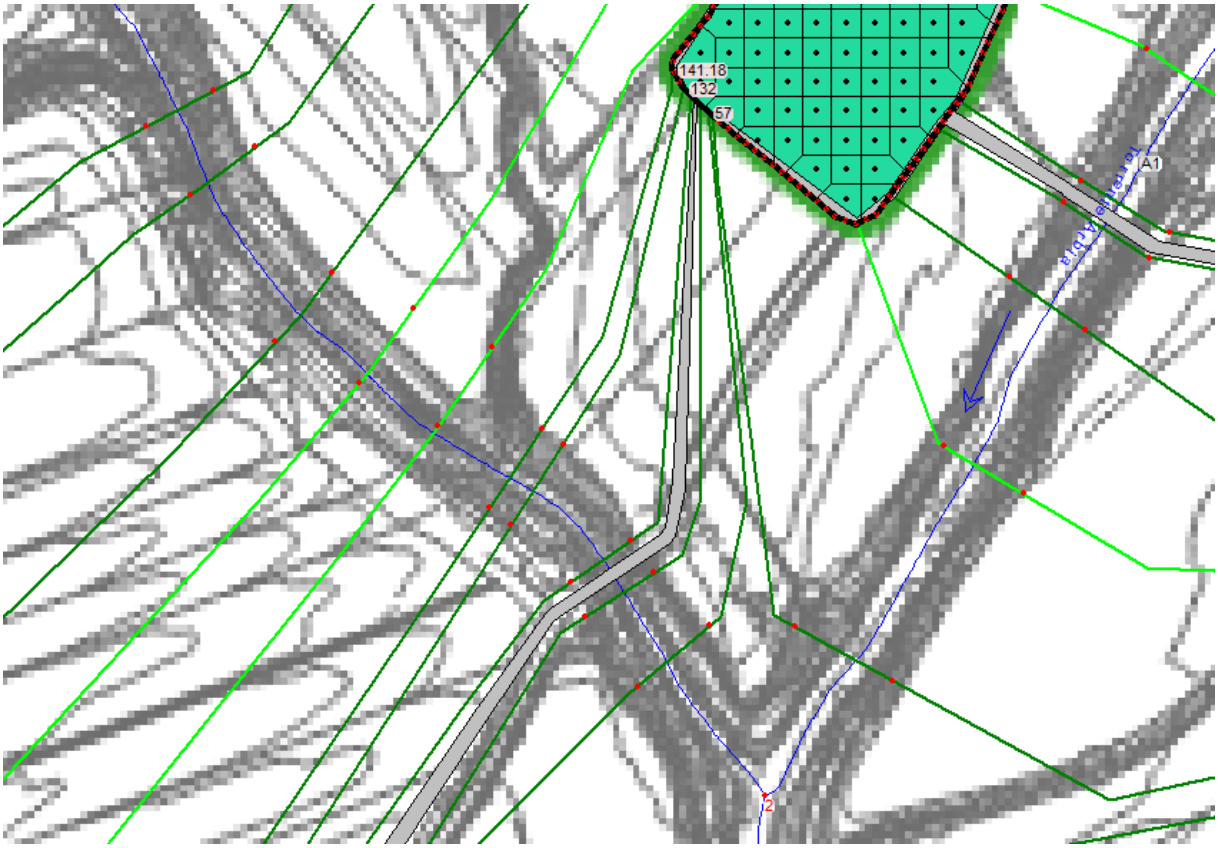


Figura 25 - estratto della geometria del modello idraulico in corrispondenza dell'attraversamento della SC di Piana sul T. Sorra

Tabella 2 - Confronto livelli e velocità fra stato attuale e stato di progetto per Tr 200 anni

Sezioni idrauliche	STATO ATTUALE (SA)			STATO PROGETTO(SP)			VARIAZIONI (SP-SA)		
T. Sorra	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s
141,18	147.12	0.27	0.63	147.12	0.27	0.63	0.00	0.00	0.00
132	147.11	0.26	0.61	147.11	0.26	0.61	0.00	0.00	0.00
98	147.11	0.27	0.70	147.10	0.27	0.70	-0.01	0.00	0.00
90 Attr. monte	147.11	0.33	0.55	147.11	0.32	0.57	0.00	-0.01	+0.02
90 Attr. valle	147.10	0.36	0.64	147.10	0.36	0.66	0.00	0.00	+0.02
85	147.08	0.29	0.69	147.08	0.29	0.69	0.00	0.00	0.00
57	147.07	0.29	0.65	147.07	0.29	0.65	0.00	0.00	0.00

Tabella 3 - Confronto livelli e velocità fra stato attuale e stato di progetto per le portate ricostruite per l'evento dell'Ottobre 2013

Sezioni idrauliche T. Sorra	STATO ATTUALE (SA)			STATO PROGETTO(SP)			VARIAZIONI (SP-SA)		
	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s
141,18	147.56	0.32	0.77	147.55	0.32	0.77	-0.01	0.00	0.00
132	147.55	0.31	0.75	147.54	0.31	0.75	-0.01	0.00	0.00
98	147.54	0.32	0.84	147.53	0.32	0.84	-0.01	0.00	0.00
90 Attr. monte	147.25	0.44	0.75	147.25	0.44	0.77	0.00	0.00	+0.02
90 Attr. valle	147.23	0.48	0.88	147.23	0.48	0.91	0.00	0.00	+0.03
85	147.20	0.40	0.97	147.20	0.40	0.97	0.00	0.00	0.00
57	147.19	0.40	0.92	147.19	0.40	0.92	0.00	0.00	0.00

In riferimento ai picchi di piena, l'intervento in progetto mantiene praticamente inalterati gli idrogrammi piena portata a valle (vedi figure seguenti).

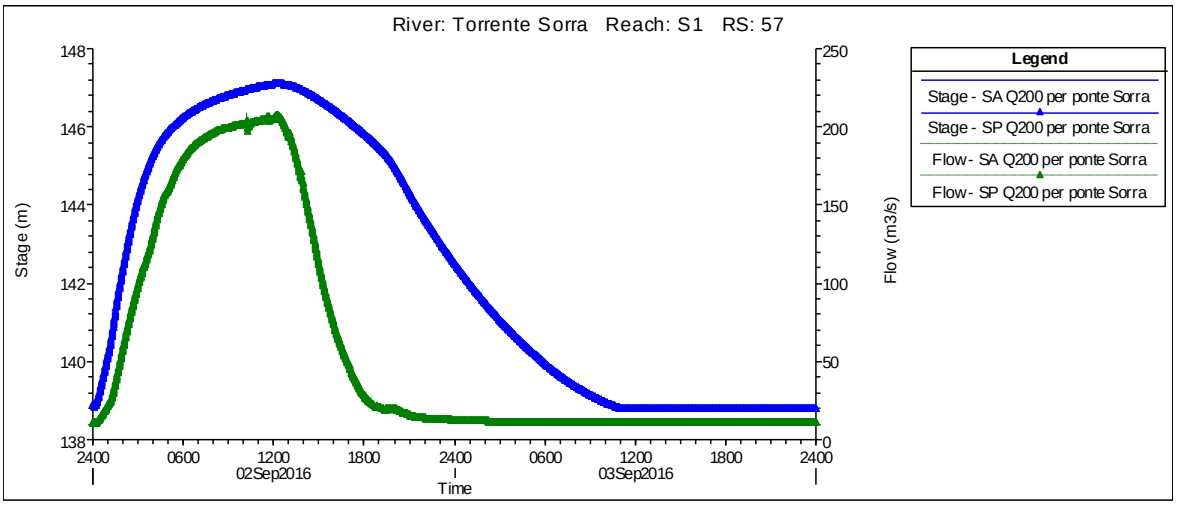


Figura 26 – Idrogrammi allo stato attuale e di progetto (simulazioni Tr 200 anni) alla sezione SO57 (a valle dell'attraversamento e a monte della confluenza con il T. Arbia

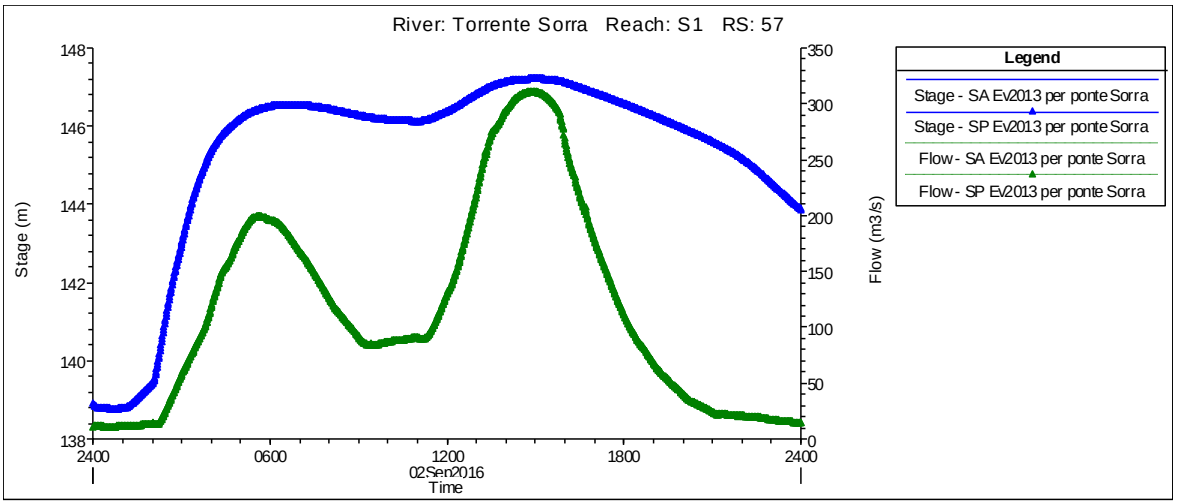


Figura 27 – Idrogrammi allo stato attuale e di progetto (simulazioni Evento Ottobre 2013) alla sezione SO57 (a valle dell'attraversamento e a monte della confluenza con il T. Arbi

Sulla base dei risultati esposti è possibile quindi concludere la **piena compatibilità ai fini idraulici dell'intervento in progetto**, in considerazione anche del beneficio indotto dalla riduzione di altezza di circa 50 cm dell'altezza della barriera stradale installata in corrispondenza del ponte e della riduzione dello sviluppo lineare di circa 5 metri rispetto i 30 metri dello stato attuale, con riferimento alla riduzione della trattenuta potenziale di materiale flottante trasportato in condizioni di piena.

Parametri idraulici per la determinazione delle sollecitazione idrauliche sul ponte

Ai fini del calcolo della spinta idrostatica e della spinta idrodinamica della corrente che si esercitano sulle nuove strutture del ponte (impalcato e barriera stradale) si riportano di seguito i livelli idraulici a monte e valle del ponte e le velocità dell'alveo inciso.

Tabella 4 - Livelli e velocità stato di progetto per Tr 200 anni e per le portate ricostruite per l'evento dell'Ottobre 2013

Sezioni idrauliche T. Sorra	STATO PROGETTO (SP) - Tr 200 anni			STATO PROGETTO (SP) - Ev 2013		
	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s	Livello (m slm)	Velocità media m/s	Velocità alveo m/s
90 Attr. monte	147.11	0.32	0.57	147.25	0.44	0.77
90 Attr. valle	147.10	0.36	0.66	147.23	0.48	0.91

Allegati di calcolo applicativo Hec-Ras

Stato attuale e di progetto - TR 200 ANNI

Tabelle di output, Profili longitudinali, Sezioni idrauliche

Stato attuale e di progetto - idrogrammi evento Ottobre 2013

Tabelle di output, Profili longitudinali, Sezioni idrauliche

HEC-RAS Profile: Max WS

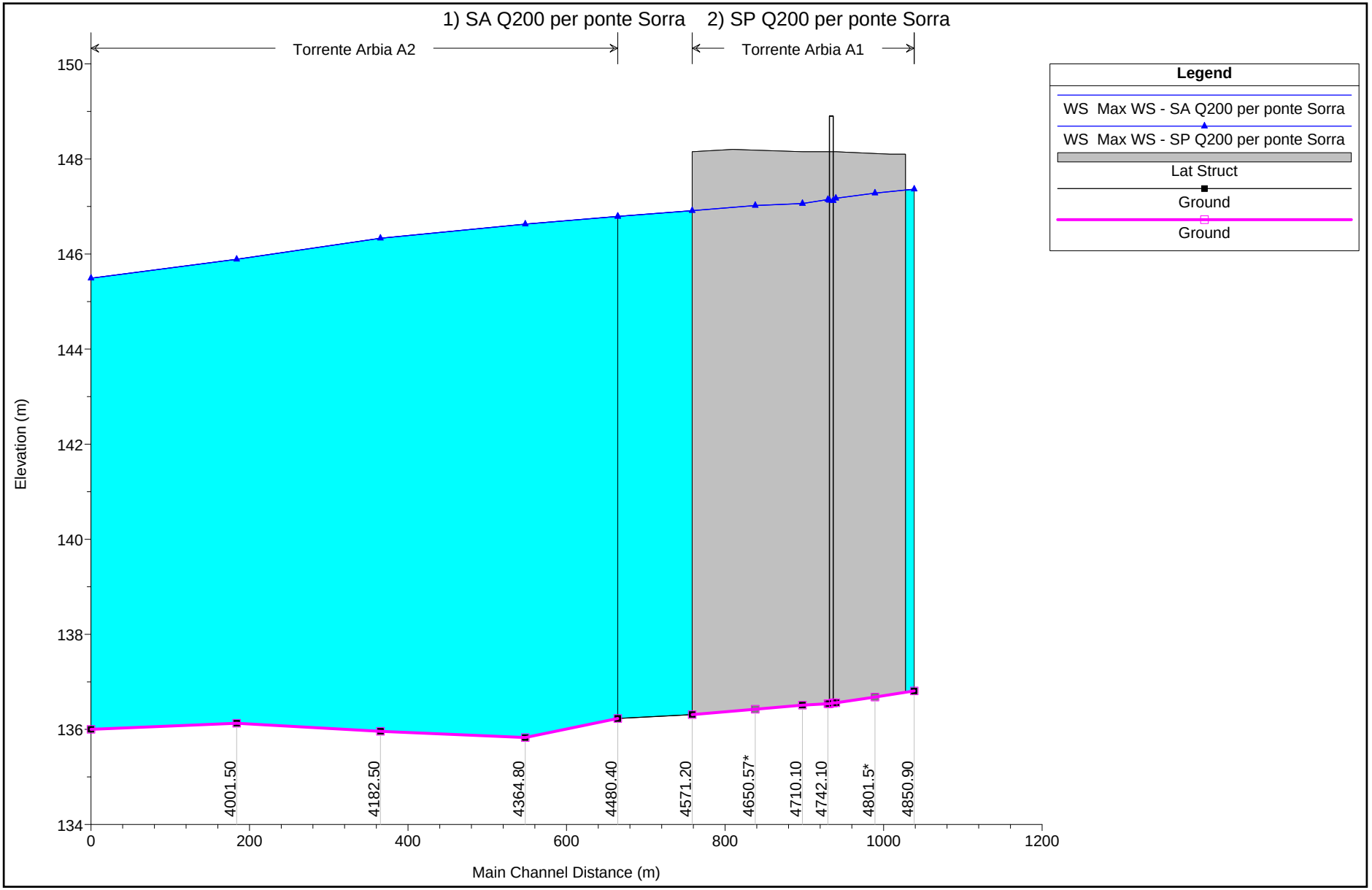
River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Q Left	Q Channel	Q Right	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # XS	Froude # Chl
					(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m/s)	(m2)	(m)		
Torrente Sorra	S1	1243	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.90	52.41	103.37	51.13	142.36	148.59		148.66	0.003183	0.69	1.65	298.01	223.83	0.33	0.25
Torrente Sorra	S1	1243	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.90	52.41	103.38	51.11	142.36	148.59		148.66	0.003184	0.69	1.65	297.94	223.81	0.33	0.25
Torrente Sorra	S1	1241			Lat Struct														
Torrente Sorra	S1	1143	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.82	44.16	67.43	95.23	142.08	148.31		148.35	0.002135	0.56	1.39	371.75	226.62	0.22	0.20
Torrente Sorra	S1	1143	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.81	44.16	67.43	95.22	142.08	148.31		148.35	0.002135	0.56	1.39	371.69	226.60	0.22	0.20
Torrente Sorra	S1	1043	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.69	50.15	126.12	30.42	142.00	148.09		148.16	0.002037	0.67	1.38	308.58	198.23	0.28	0.21
Torrente Sorra	S1	1043	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.67	50.14	126.12	30.41	142.00	148.09		148.16	0.002038	0.67	1.38	308.52	198.19	0.28	0.21
Torrente Sorra	S1	942	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.43	50.56	115.45	40.42	141.88	147.88		147.96	0.002753	0.72	1.65	285.66	201.67	0.34	0.25
Torrente Sorra	S1	942	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.41	50.55	115.46	40.40	141.88	147.88		147.96	0.002755	0.72	1.65	285.54	201.56	0.34	0.25
Torrente Sorra	S1	840	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	205.82	35.92	100.20	69.70	141.43	147.68		147.71	0.001296	0.46	1.12	445.22	346.18	0.23	0.17
Torrente Sorra	S1	840	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	205.88	35.92	100.24	69.72	141.43	147.68		147.71	0.001297	0.46	1.12	445.11	346.17	0.23	0.17
Torrente Sorra	S1	739	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	207.19	68.59	103.70	34.91	140.95	147.53		147.57	0.001422	0.51	1.28	407.90	317.87	0.26	0.18
Torrente Sorra	S1	739	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	207.15	68.55	103.70	34.90	140.95	147.53		147.57	0.001422	0.51	1.28	407.71	317.81	0.26	0.18
Torrente Sorra	S1	638	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.87	47.68	106.55	52.65	140.47	147.44		147.47	0.000907	0.40	1.07	520.75	390.17	0.22	0.15
Torrente Sorra	S1	638	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.92	47.66	106.61	52.65	140.47	147.44		147.47	0.000908	0.40	1.07	520.51	390.15	0.22	0.15
Torrente Sorra	S1	588			Lat Struct														
Torrente Sorra	S1	536	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.66	25.14	105.87	75.66	139.53	147.34		147.37	0.000787	0.34	1.02	606.84	544.24	0.23	0.13
Torrente Sorra	S1	536	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.66	25.11	105.93	75.62	139.53	147.34		147.37	0.000788	0.34	1.02	606.34	544.23	0.23	0.13
Torrente Sorra	S1	435	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.58	14.00	124.03	68.54	139.25	147.25		147.28	0.000727	0.44	1.00	471.78	319.51	0.21	0.13
Torrente Sorra	S1	435	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.57	13.98	124.07	68.52	139.25	147.25		147.28	0.000728	0.44	1.00	471.49	319.49	0.21	0.13
Torrente Sorra	S1	316	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.50	38.86	150.46	17.18	138.60	147.17		147.20	0.000580	0.48	0.94	431.94	261.28	0.20	0.12
Torrente Sorra	S1	316	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.50	38.83	150.50	17.18	138.60	147.17		147.20	0.000581	0.48	0.94	431.70	261.11	0.20	0.12
Torrente Sorra	S1	288.33	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.50	49.42	145.31	11.77	138.43	147.16		147.19	0.000513	0.42	0.87	491.83	305.75	0.19	0.11
Torrente Sorra	S1	288.33	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.51	49.39	145.36	11.76	138.43	147.16		147.19	0.000513	0.42	0.87	491.55	305.63	0.19	0.11
Torrente Sorra	S1	233	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.50	58.65	138.02	9.83	138.10	147.14		147.16	0.000391	0.37	0.75	565.36	361.81	0.16	0.10
Torrente Sorra	S1	233	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.50	58.62	138.08	9.81	138.10	147.14		147.16	0.000392	0.37	0.75	564.92	361.47	0.16	0.10
Torrente Sorra	S1	141.18	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.48	25.57	134.56	46.35	137.21	147.12		147.13	0.000249	0.27	0.63	759.71	468.18	0.13	0.08
Torrente Sorra	S1	141.18	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.49	25.55	134.61	46.32	137.21	147.12		147.13	0.000249	0.27	0.63	759.14	468.03	0.13	0.08
Torrente Sorra	S1	132	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.48	23.59	132.24	50.65	137.12	147.11		147.13	0.000231	0.26	0.61	787.91	468.74	0.12	0.08
Torrente Sorra	S1	132	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.49	23.57	132.30	50.61	137.12	147.11		147.12	0.000231	0.26	0.61	787.34	468.71	0.12	0.08
Torrente Sorra	S1	98	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.48	29.54	121.01	55.92	136.40	147.11	141.08	147.12	0.000307	0.27	0.70	753.44	478.08	0.14	0.08
Torrente Sorra	S1	98	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.48	29.52	121.06	55.90	136.40	147.10	141.08	147.12	0.000307	0.27	0.70	752.86	477.86	0.14	0.08
Torrente Sorra	S1	90 BR U	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.48	57.81	36.19	112.48	136.40	147.11	141.24	147.11	0.001413	0.33	0.55	626.66	489.67	0.04	0.04
Torrente Sorra	S1	90 BR U	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.48	56.84	42.39	107.25	136.40	147.11	141.24	147.11	0.001279	0.32	0.57	639.49	489.36	0.04	0.04
Torrente Sorra	S1	90 BR D	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.48	45.51	44.33	116.64	136.76	147.10	141.02	147.11	0.001859	0.36	0.64	566.03	525.21	0.04	0.04
Torrente Sorra	S1	90 BR D	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.48	43.54	53.33	109.61	136.76	147.10	141.02	147.11	0.001640	0.36	0.66	579.00	524.99	0.04	0.04
Torrente Sorra	S1	85	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.48	18.96	137.82	49.70	136.76	147.08		147.10	0.000277	0.29	0.69	717.14	511.63	0.15	0.08
Torrente Sorra	S1	85	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.48	18.96	137.82	49.70	136.76	147.08		147.10	0.000277	0.29	0.69	717.14	511.63	0.15	0.08
Torrente Sorra	S1	57	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.48	11.49	153.42	41.56	136.60	147.07		147.09	0.000234	0.29	0.65	721.39	530.48	0.15	0.08
Torrente Sorra	S1	57	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.48	11.49	153.42	41.56	136.60	147.07		147.09	0.000234	0.29	0.65	721.39	530.48	0.15	0.08

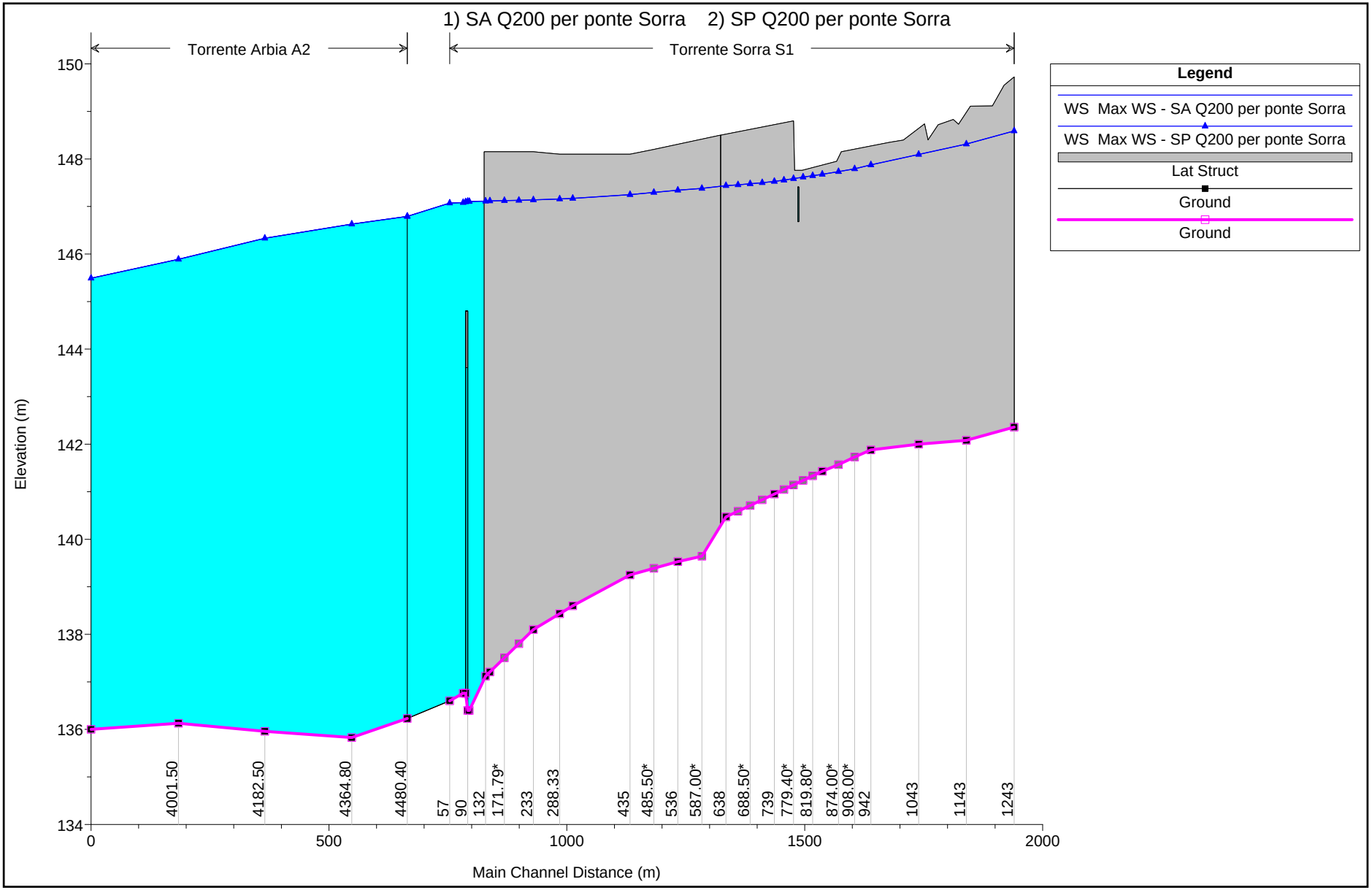
HEC-RAS Profile: Max WS (Continued)

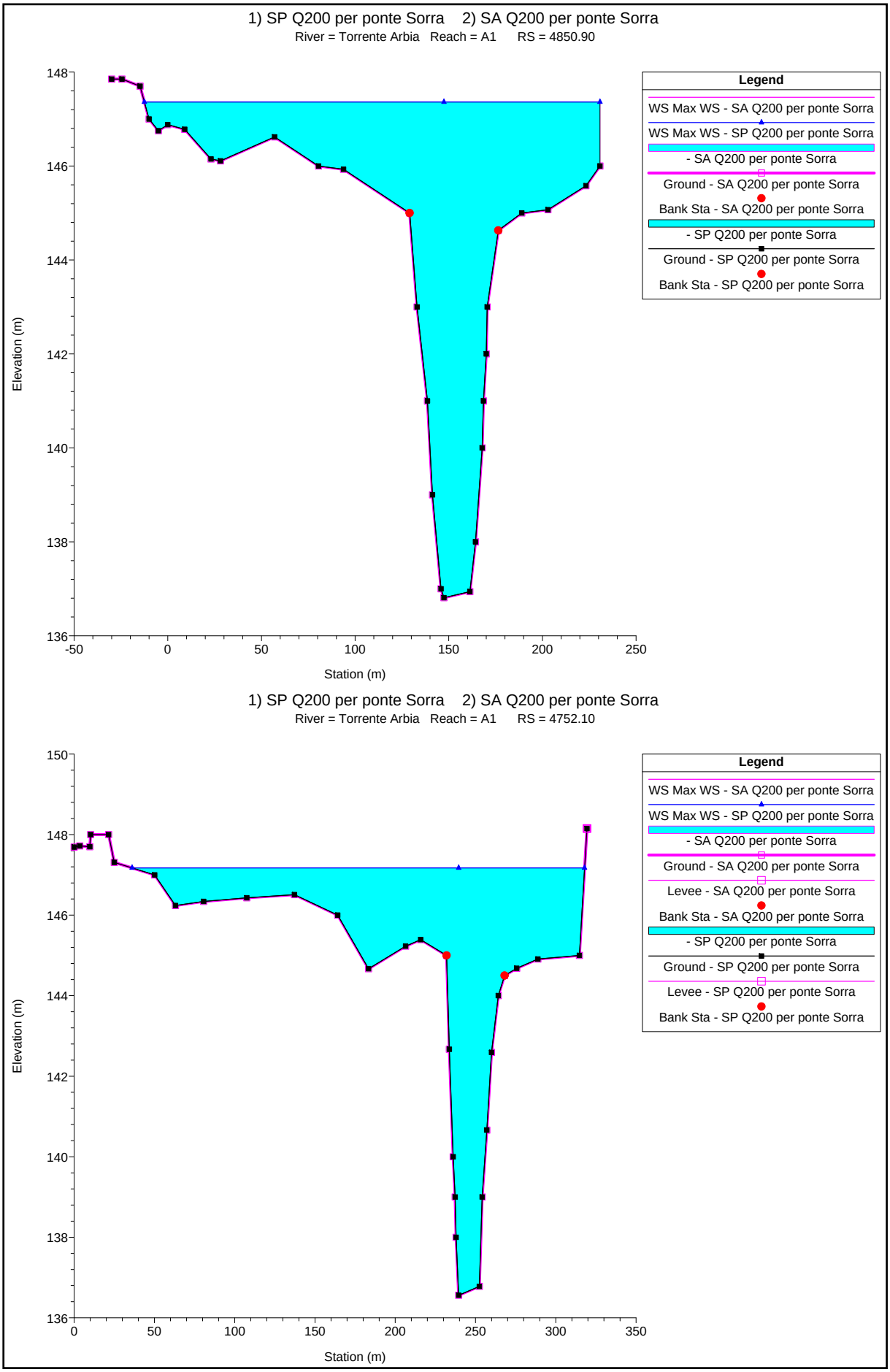
River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Q Left	Q Channel	Q Right	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # XS	Froude # Chl
					(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m/s)	(m2)	(m)		
Torrente Arbia	A1	4850.90 AR1670	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	903.75	62.77	776.74	64.24	136.81	147.36		147.57	0.001100	1.39	2.14	649.59	243.22	0.39	0.25
Torrente Arbia	A1	4850.90 AR1670	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	904.50	62.82	777.39	64.29	136.81	147.36		147.57	0.001102	1.39	2.14	649.59	243.22	0.39	0.25
Torrente Arbia	A1	4804			Lat Struct														
Torrente Arbia	A1	4752.10	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	903.19	110.57	708.79	83.83	136.56	147.17	143.35	147.46	0.001957	1.49	2.65	605.76	281.84	0.52	0.31
Torrente Arbia	A1	4752.10	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	903.17	110.57	708.78	83.83	136.56	147.17	143.35	147.46	0.001957	1.49	2.65	605.76	281.84	0.52	0.31
Torrente Arbia	A1	4747 BR U	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	903.19	104.91	729.66	68.62	136.56	147.12	143.35	147.45	0.002714	1.60	2.81	563.99	264.53	0.25	0.25
Torrente Arbia	A1	4747 BR U	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	903.17	104.91	729.64	68.62	136.56	147.12	143.35	147.45	0.002714	1.60	2.81	563.99	264.53	0.25	0.25
Torrente Arbia	A1	4747 BR D	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	903.19	114.31	725.96	62.92	136.54	147.13	143.00	147.43	0.002427	1.52	2.70	593.29	272.21	0.24	0.24
Torrente Arbia	A1	4747 BR D	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	903.17	114.31	725.95	62.91	136.54	147.13	143.01	147.43	0.002427	1.52	2.70	593.29	272.21	0.24	0.24
Torrente Arbia	A1	4742.10	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	903.10	117.42	707.90	77.78	136.54	147.15		147.42	0.001790	1.44	2.59	626.53	286.39	0.50	0.30
Torrente Arbia	A1	4742.10	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	903.06	117.41	707.87	77.78	136.54	147.15		147.42	0.001790	1.44	2.59	626.53	286.39	0.50	0.30
Torrente Arbia	A1	4710.10 AR1680	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	902.87	108.63	725.87	68.37	136.51	147.06		147.37	0.001819	1.45	2.74	622.29	341.63	0.58	0.30
Torrente Arbia	A1	4710.10 AR1680	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	902.80	108.62	725.82	68.36	136.51	147.06		147.37	0.001819	1.45	2.74	622.29	341.63	0.58	0.30
Torrente Arbia	A1	4571.20 AR1690	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	902.67	164.44	710.40	27.83	136.31	146.91		147.15	0.001492	1.17	2.44	768.92	525.71	0.57	0.28
Torrente Arbia	A1	4571.20 AR1690	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	902.62	164.43	710.36	27.83	136.31	146.91		147.15	0.001492	1.17	2.44	768.92	525.71	0.57	0.28
Torrente Arbia	A2	4480.40 AR1710	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	1109.04	154.82	860.18	94.04	136.23	146.79		147.01	0.001415	1.11	2.35	999.87	646.97	0.53	0.28
Torrente Arbia	A2	4480.40 AR1710	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	1108.94	154.81	860.10	94.03	136.23	146.79		147.01	0.001414	1.11	2.35	999.87	646.97	0.53	0.28
Torrente Arbia	A2	4364.80 AR1720	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	1108.72	222.72	638.10	247.90	135.83	146.63		146.83	0.001621	0.99	2.59	1125.53	601.16	0.47	0.27
Torrente Arbia	A2	4364.80 AR1720	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	1108.75	222.73	638.11	247.91	135.83	146.63		146.83	0.001621	0.99	2.59	1125.53	601.16	0.47	0.27
Torrente Arbia	A2	4182.50 AR1730	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	1108.48	226.92	637.05	244.51	135.96	146.33		146.50	0.001798	0.92	2.34	1200.94	749.20	0.46	0.28
Torrente Arbia	A2	4182.50 AR1730	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	1108.47	226.92	637.04	244.51	135.96	146.33		146.50	0.001798	0.92	2.34	1200.94	749.20	0.46	0.28
Torrente Arbia	A2	4001.50 AR1740	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	1108.28	350.79	636.62	120.86	136.13	145.89		146.13	0.002764	1.11	2.81	1002.77	667.54	0.57	0.33
Torrente Arbia	A2	4001.50 AR1740	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	1108.28	350.79	636.62	120.87	136.13	145.89		146.13	0.002764	1.11	2.81	1002.77	667.54	0.57	0.33
Torrente Arbia	A2	3818.10 AR1750	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	1108.22	305.85	688.48	113.89	136.00	145.49	142.47	145.67	0.001810	0.99	2.36	1114.98	679.55	0.47	0.28
Torrente Arbia	A2	3818.10 AR1750	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	1108.21	305.85	688.48	113.89	136.00	145.49	142.47	145.67	0.001810	0.99	2.36	1114.98	679.55	0.47	0.28

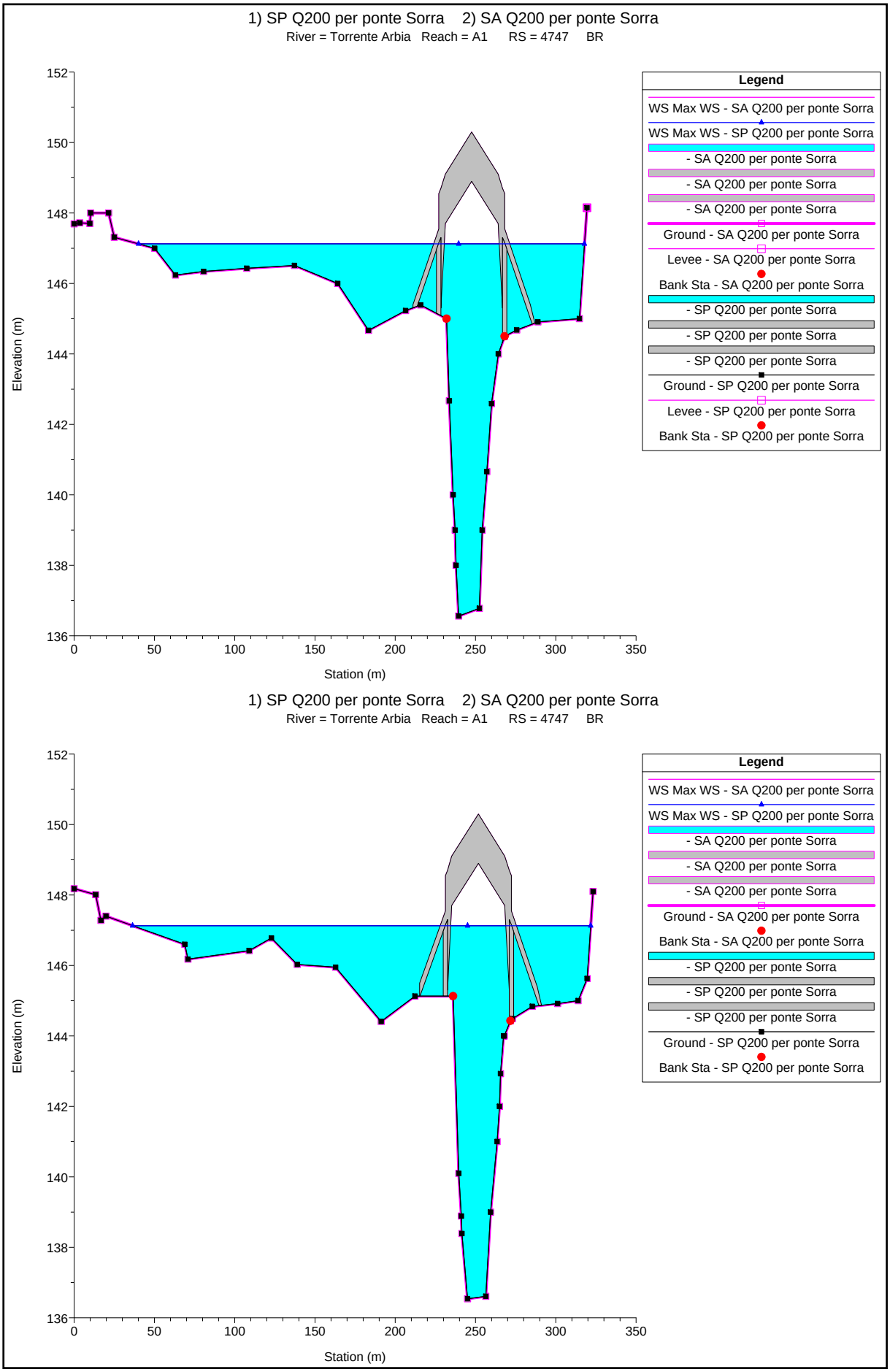
HEC-RAS Profile: Max WS

River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q US	Q Leaving Total	Q DS	Q Weir	Q Gates	Wr Top Wdth	Weir Max Depth	Weir Avg Depth	Min El Weir Flow	E.G. US.	W.S. US.	E.G. DS	W.S. DS
					(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Torrente Sorra	S1	1241	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.90	-1.81	206.79	0.00					147.76	148.66	148.59	147.46	147.43
Torrente Sorra	S1	1241	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.90	-1.80	206.75	0.00					147.76	148.66	148.59	147.46	147.43
Torrente Sorra	S1	588	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	206.87	0.00	206.48	0.00					148.10	147.46	147.43	147.12	147.11
Torrente Sorra	S1	588	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	206.92	0.00	206.48	0.00					148.10	147.46	147.42	147.12	147.11
Torrente Arbia	A1	4804	Max WS	SA Q200 per ponte Sorra	903.75	0.00	902.67	0.00					148.10	147.56	147.35	147.15	146.91
Torrente Arbia	A1	4804	Max WS	SP Q200 per ponte Sorra	904.50	0.00	902.62	0.00					148.10	147.56	147.35	147.15	146.91

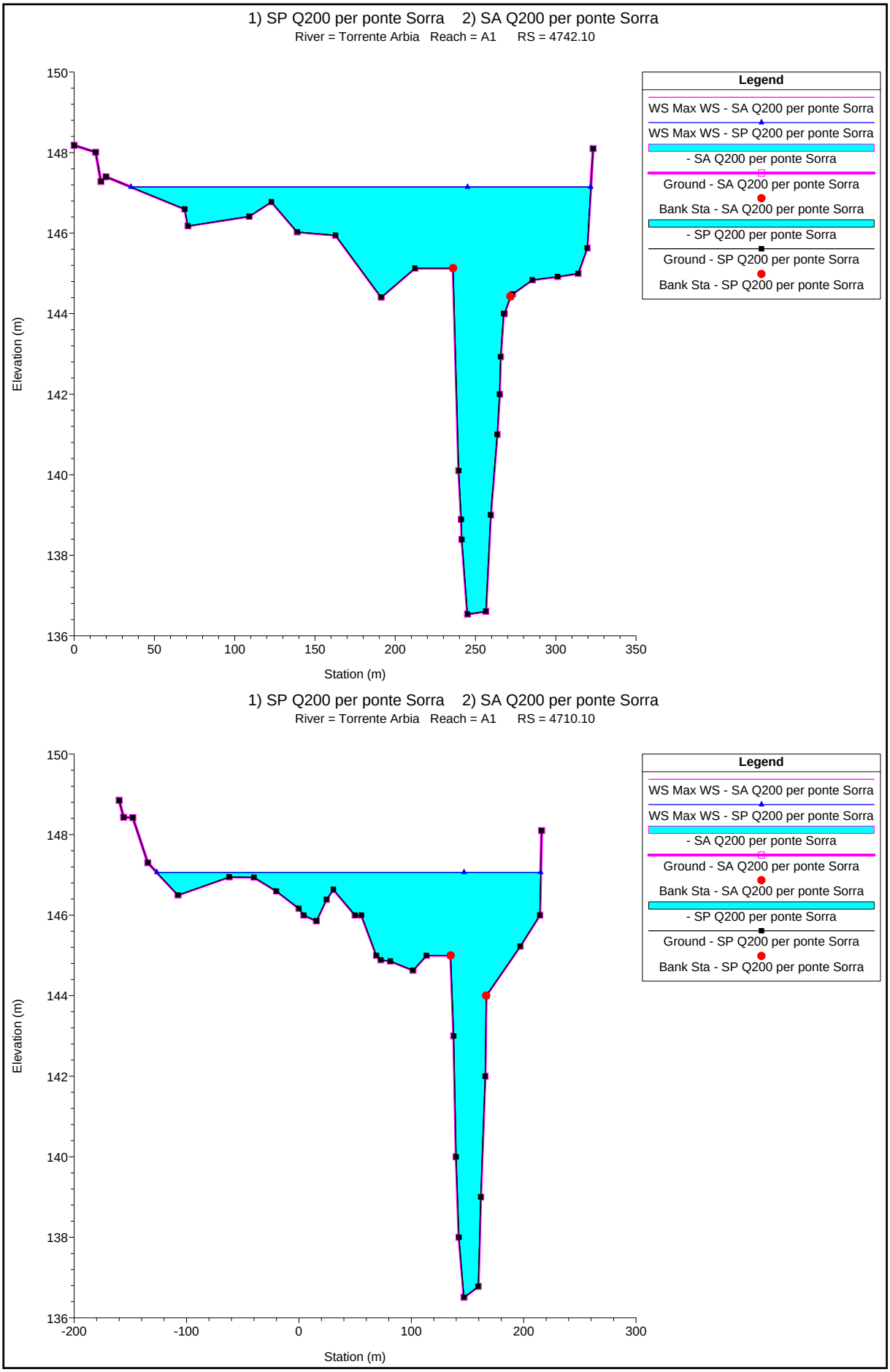

1) SA Q200 per ponte Sorra
2) SP Q200 per ponte Sorra
Torrente Arbia A2
Torrente Arbia A1
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
Lat Struct
Ground
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
200
400
600
800
1000
1200
4001.50
4182.50
4364.80
4480.40
4571.20
4650.57*
4710.10
4742.10
4801.5*
4850.90

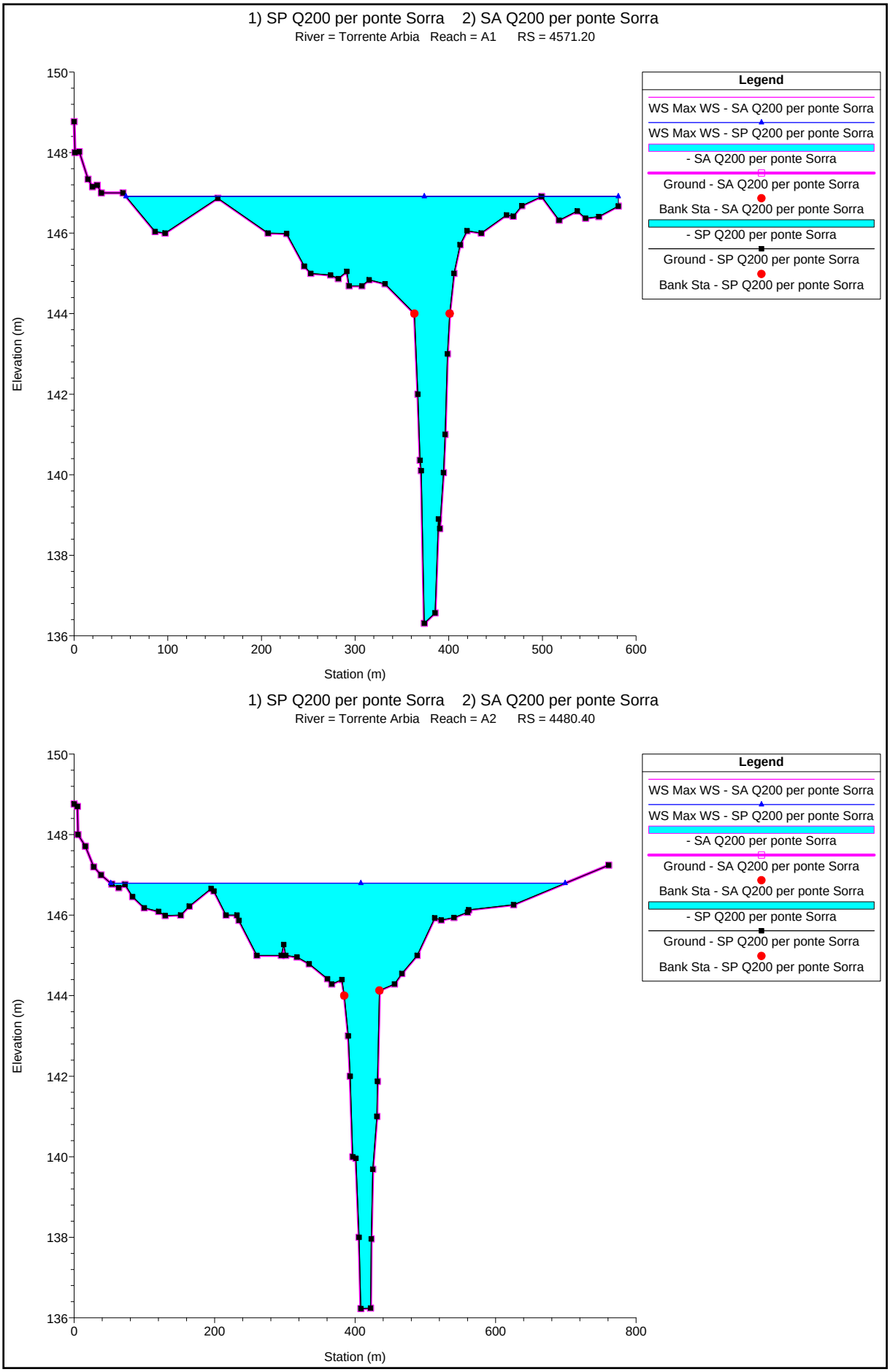

1) SA Q200 per ponte Sorra 2) SP Q200 per ponte Sorra
Torrente Arbia A2
Torrente Sorra S1
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
Lat Struct
Ground
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
500
1000
1500
2000
4001.50
4182.50
4364.80
4480.40
57
90
132
171.79*
233
288.33
435
485.50*
536
587.00*
638
688.50*
739
779.40*
819.80*
874.00*
908.00*
942
1043
1143
1243

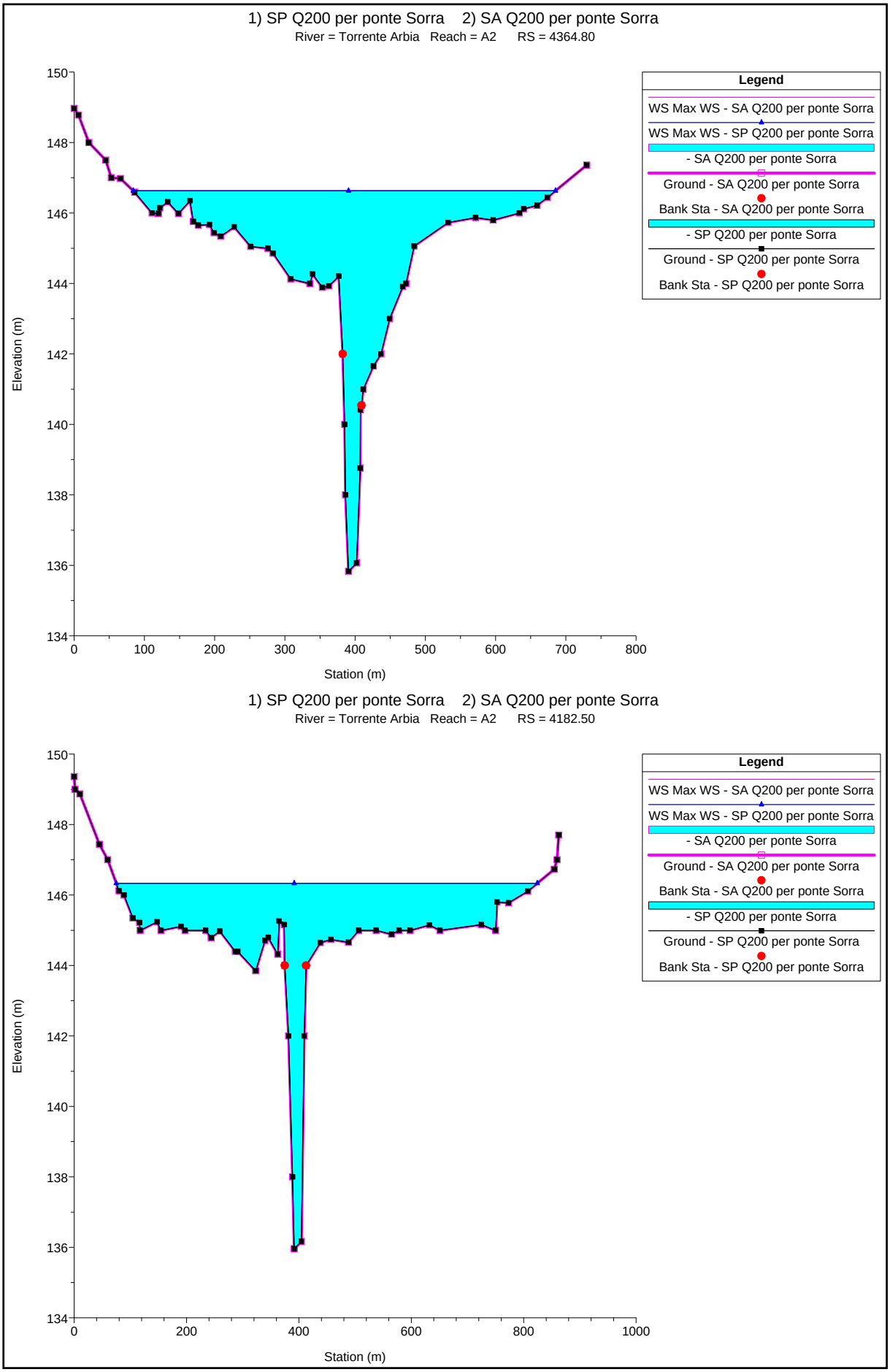

1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4850.90
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
-50
0
50
100
150
200
250
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4752.10
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Levee - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Levee - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
0
50
100
150
200
250
300
350
Station (m)

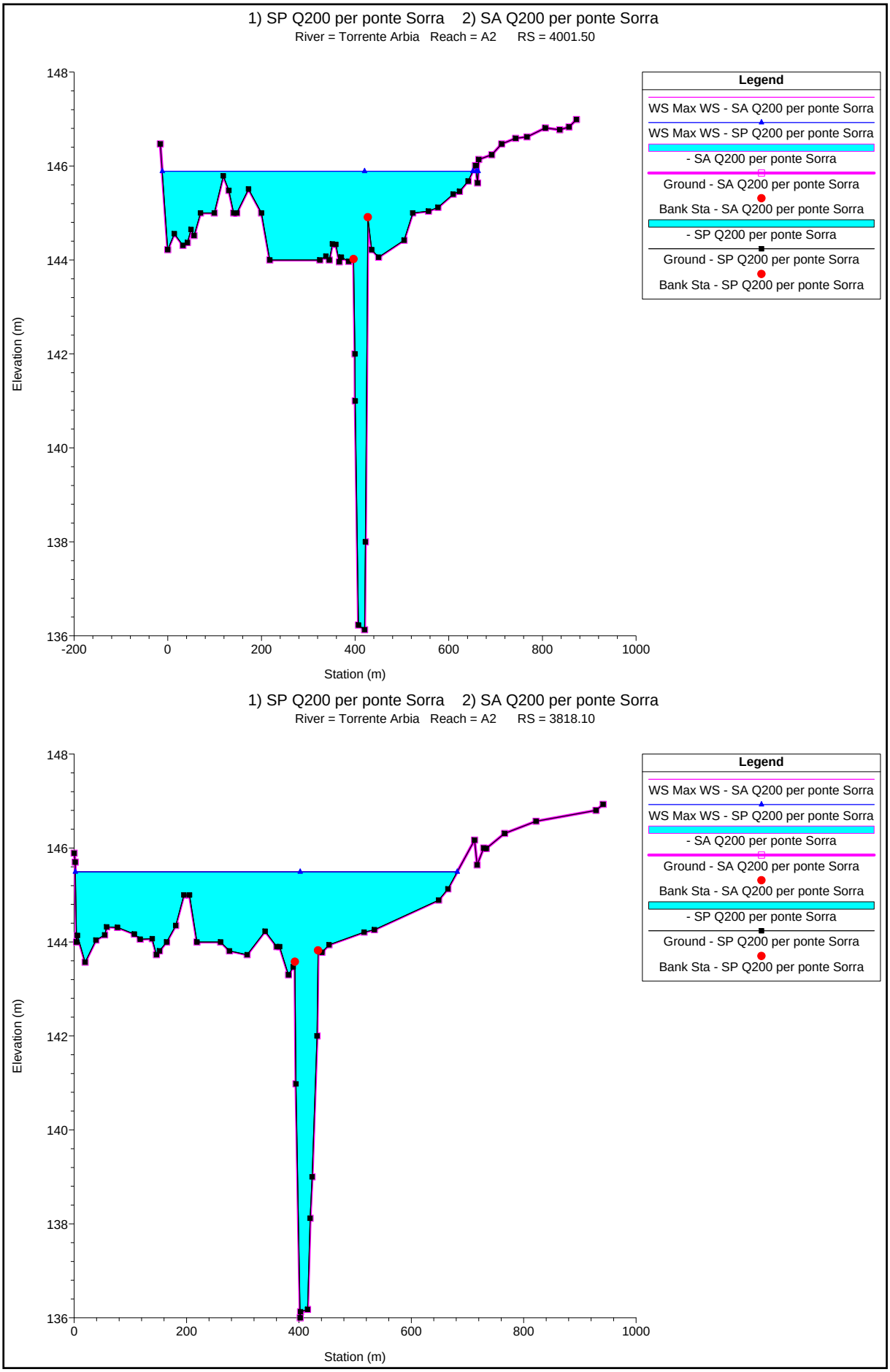


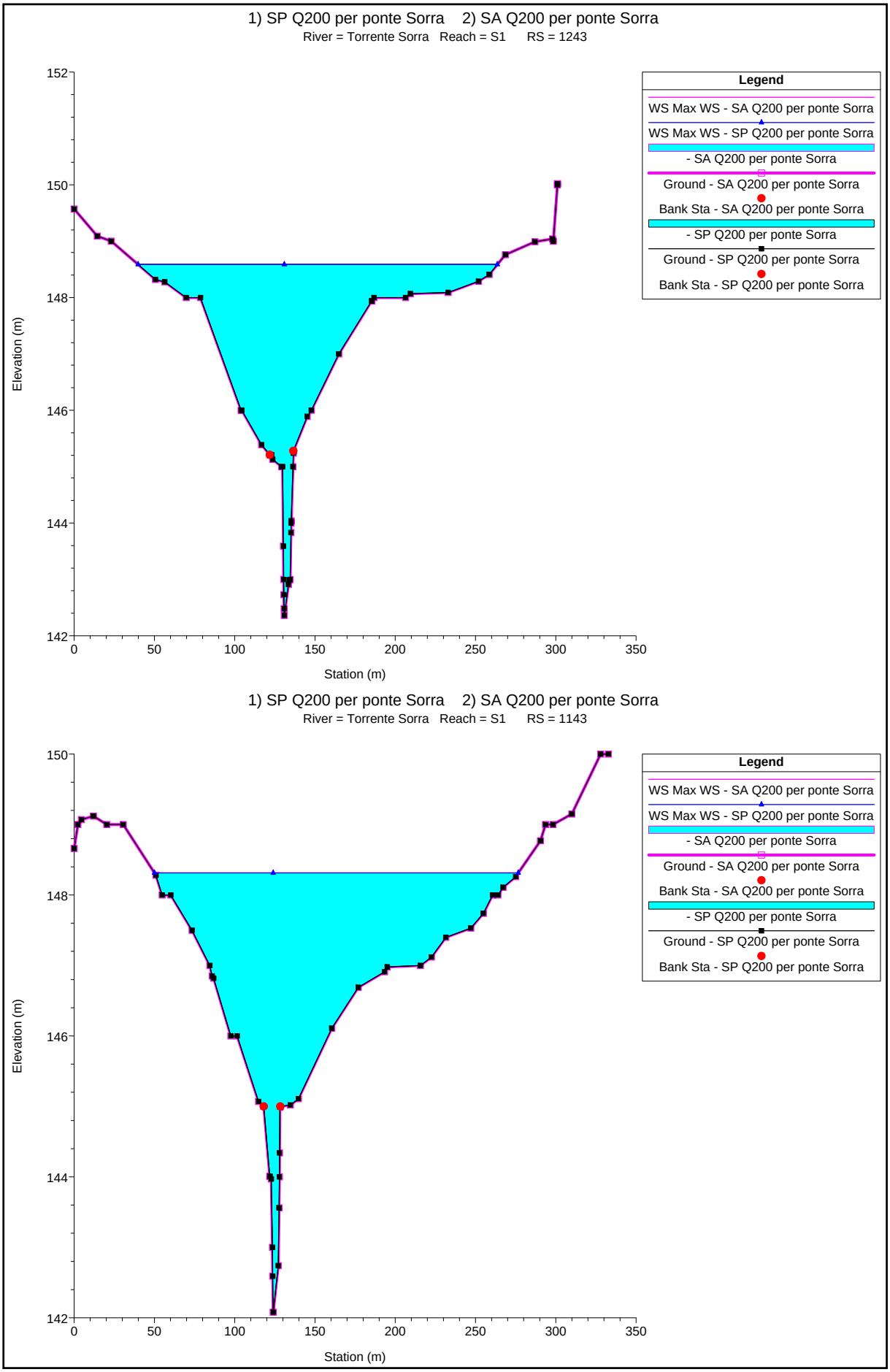
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4747 BR
Elevation (m)
Station (m)
152
150
148
146
144
142
140
138
136
0
50
100
150
200
250
300
350
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4742.10
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
0
50
100
150
200
250
300
350
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4710.10
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
-200
-100
0
100
200
300
Station (m)


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4571.20
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4480.40
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
0
200
400
600
800
Station (m)

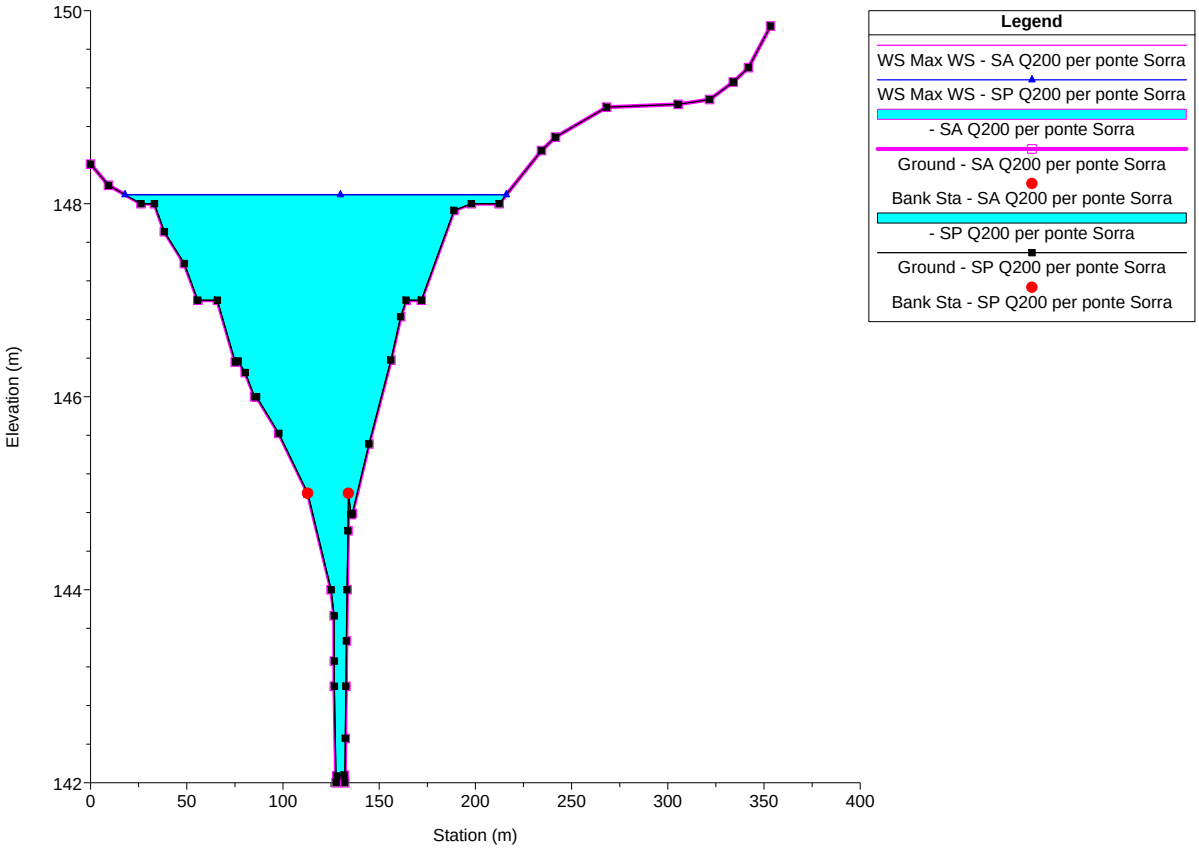

1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4364.80
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
100
200
300
400
500
600
700
800
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4182.50
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
200
400
600
800
1000
Station (m)


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4001.50
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
-200
0
200
400
600
800
1000
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 3818.10
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
200
400
600
800
1000
Station (m)


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 1243
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
152
150
148
146
144
142
0
50
100
150
200
250
300
350
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 1143
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
0
50
100
150
200
250
300
350
Station (m)

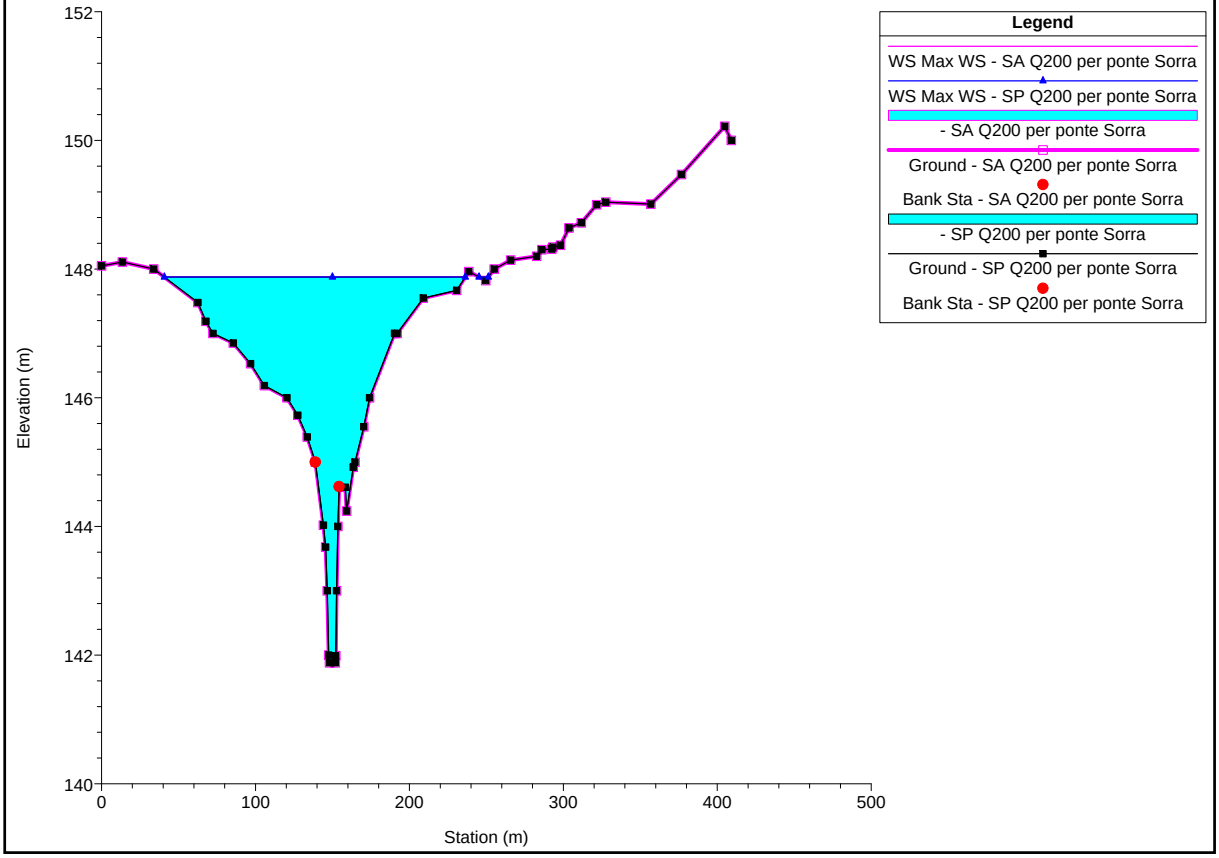
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 1043



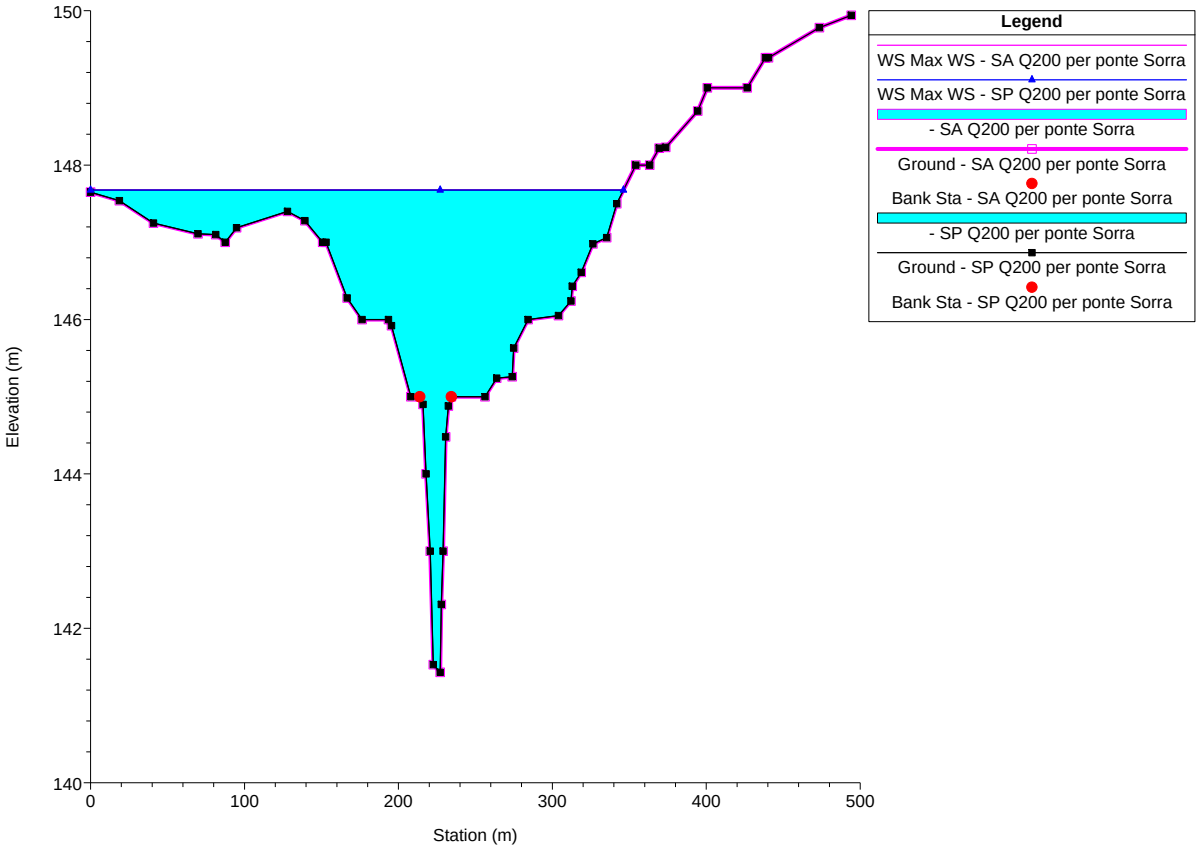
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 942



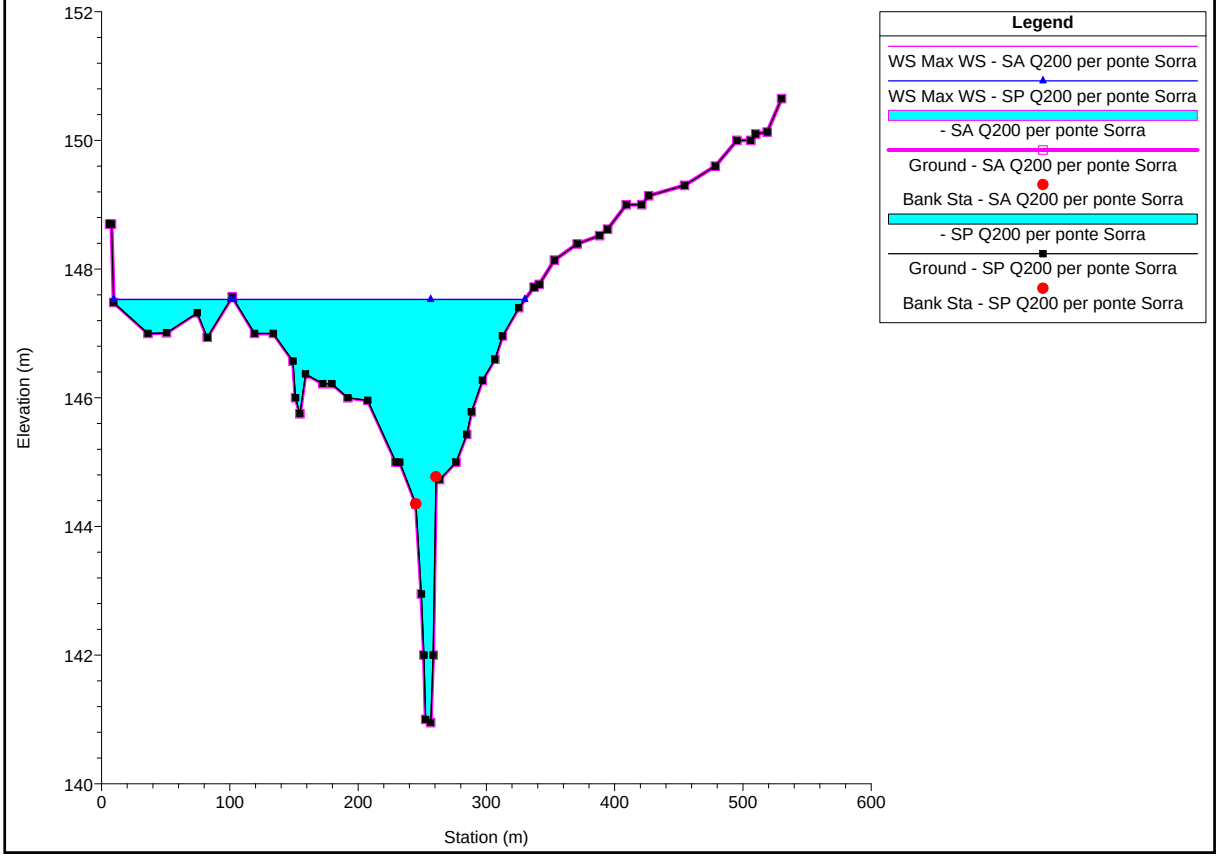
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

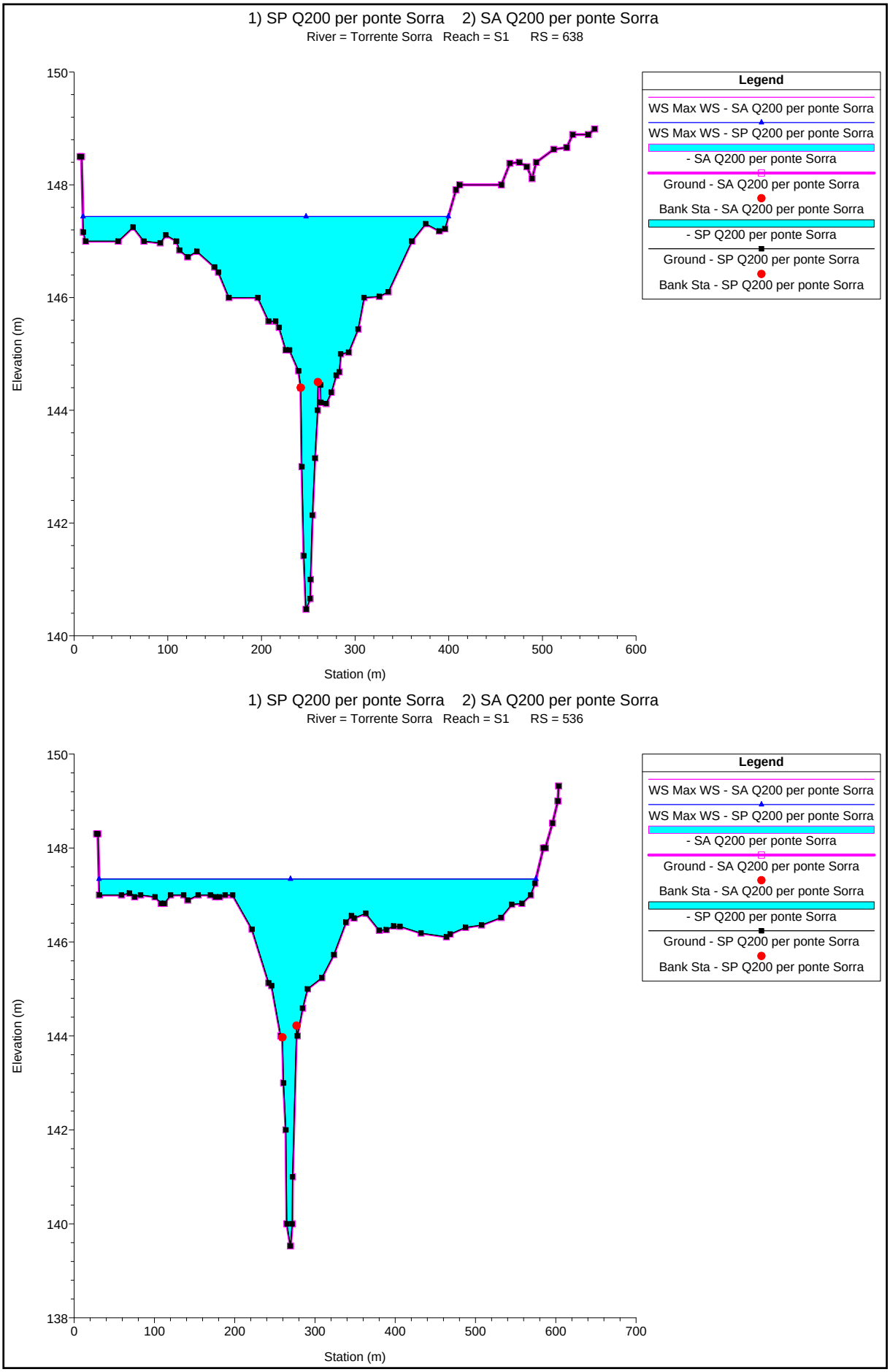
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 840

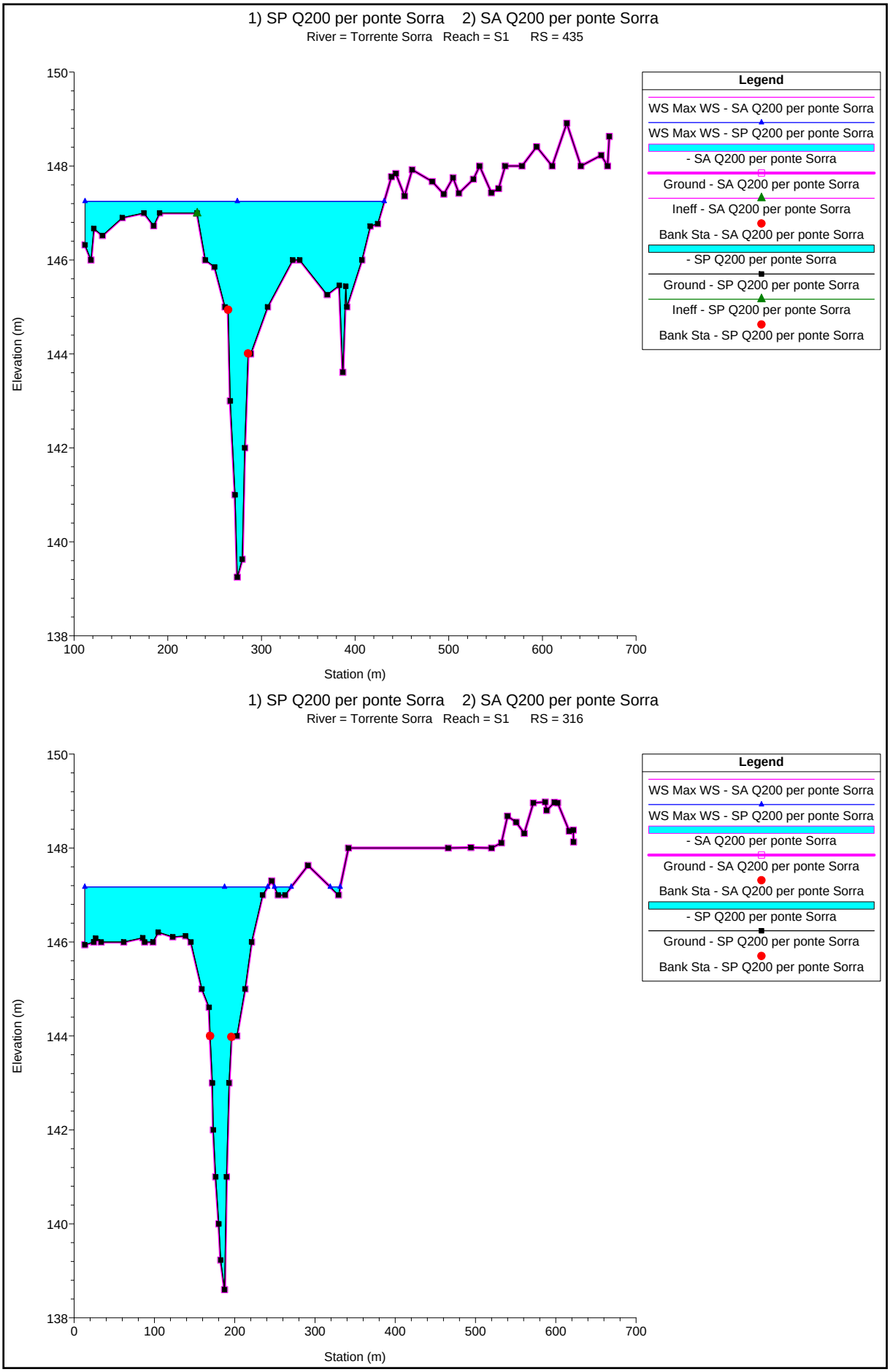


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 739

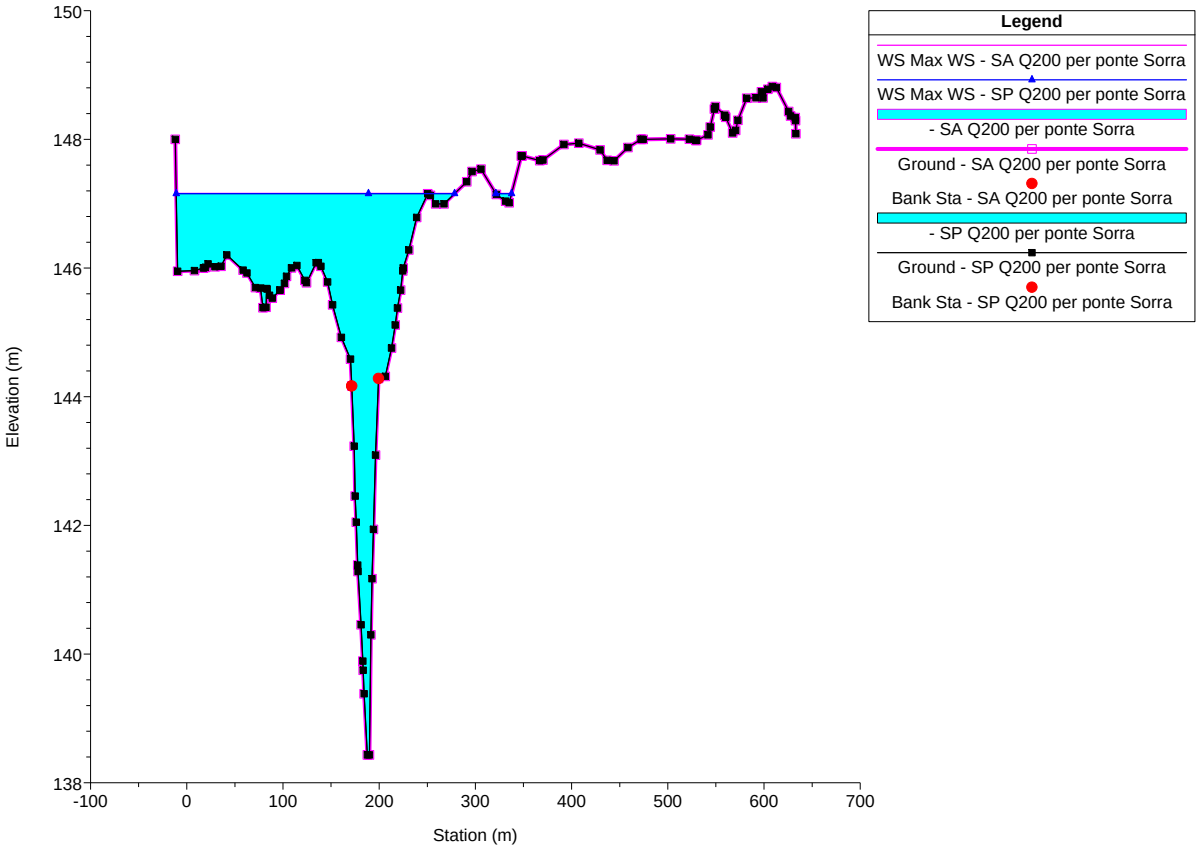



1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 638
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 536
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
0
100
200
300
400
500
600
700
Station (m)


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 435
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Ineff - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Ineff - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
138
100
200
300
400
500
600
700
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 316
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
138
0
100
200
300
400
500
600
700

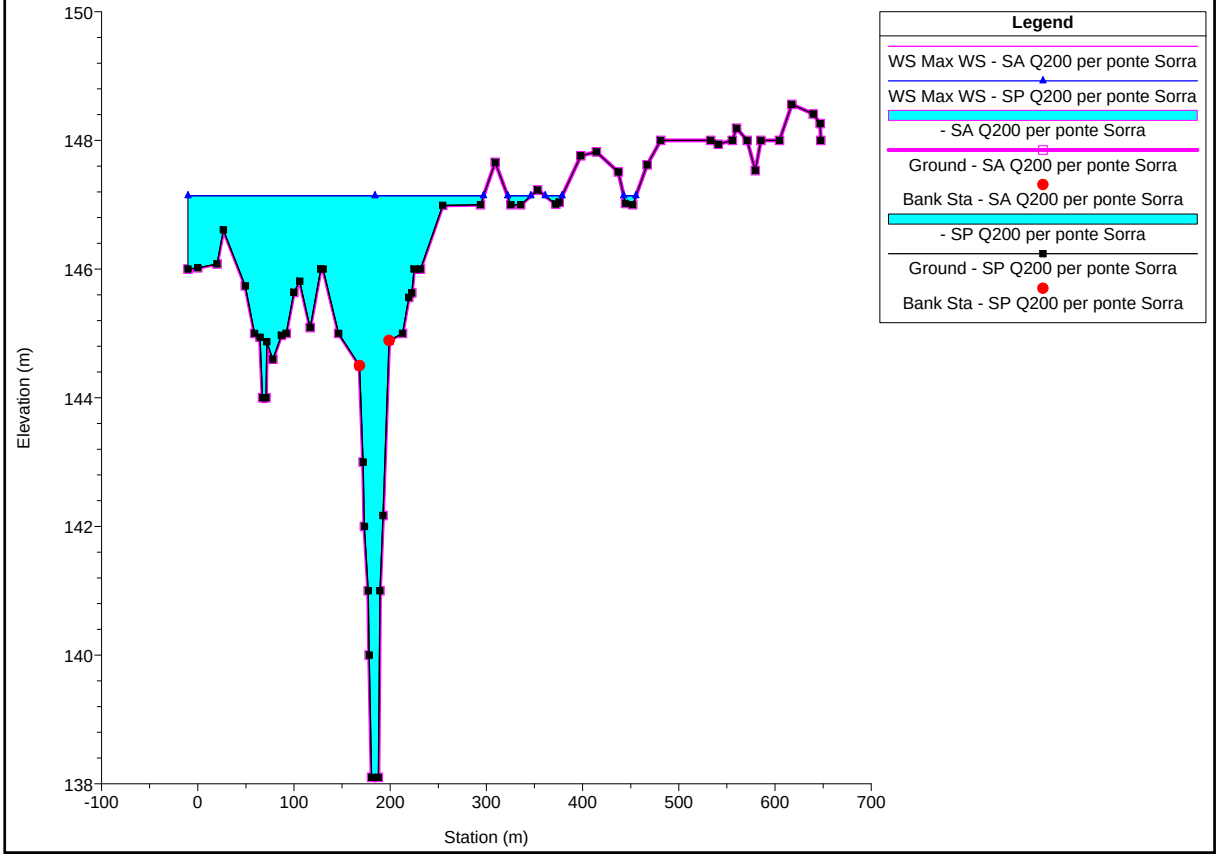
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

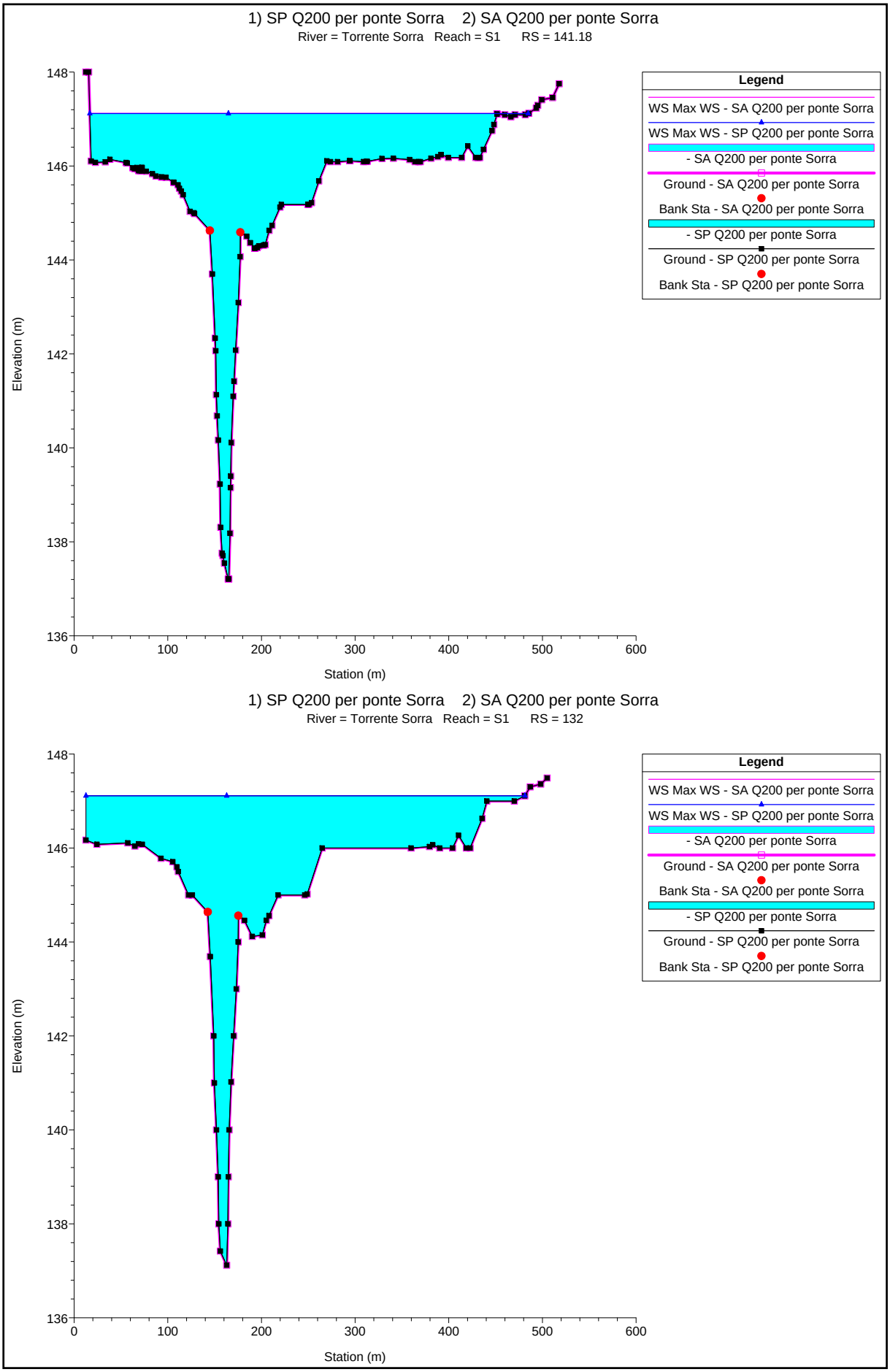
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 288.33

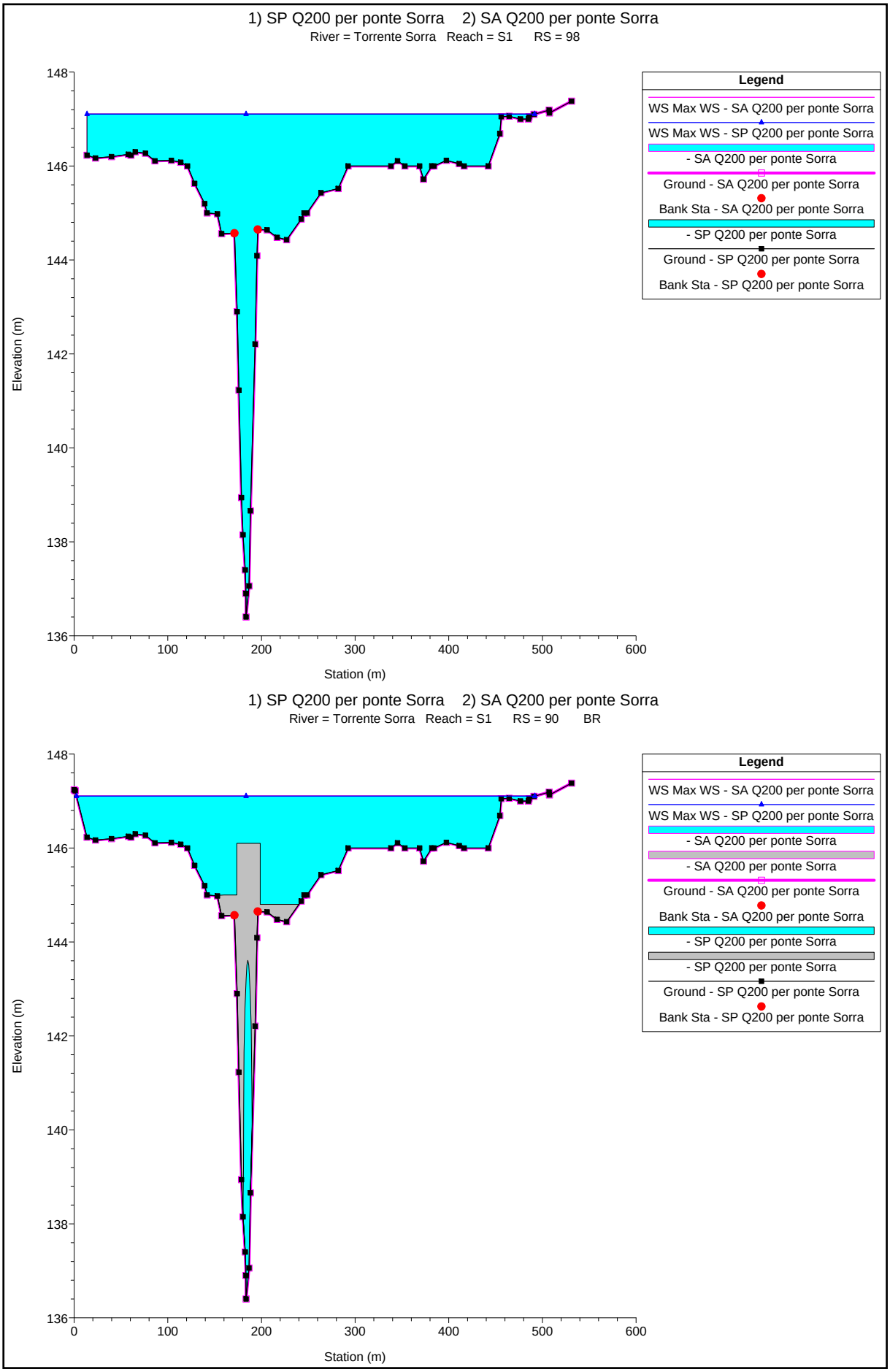


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 233

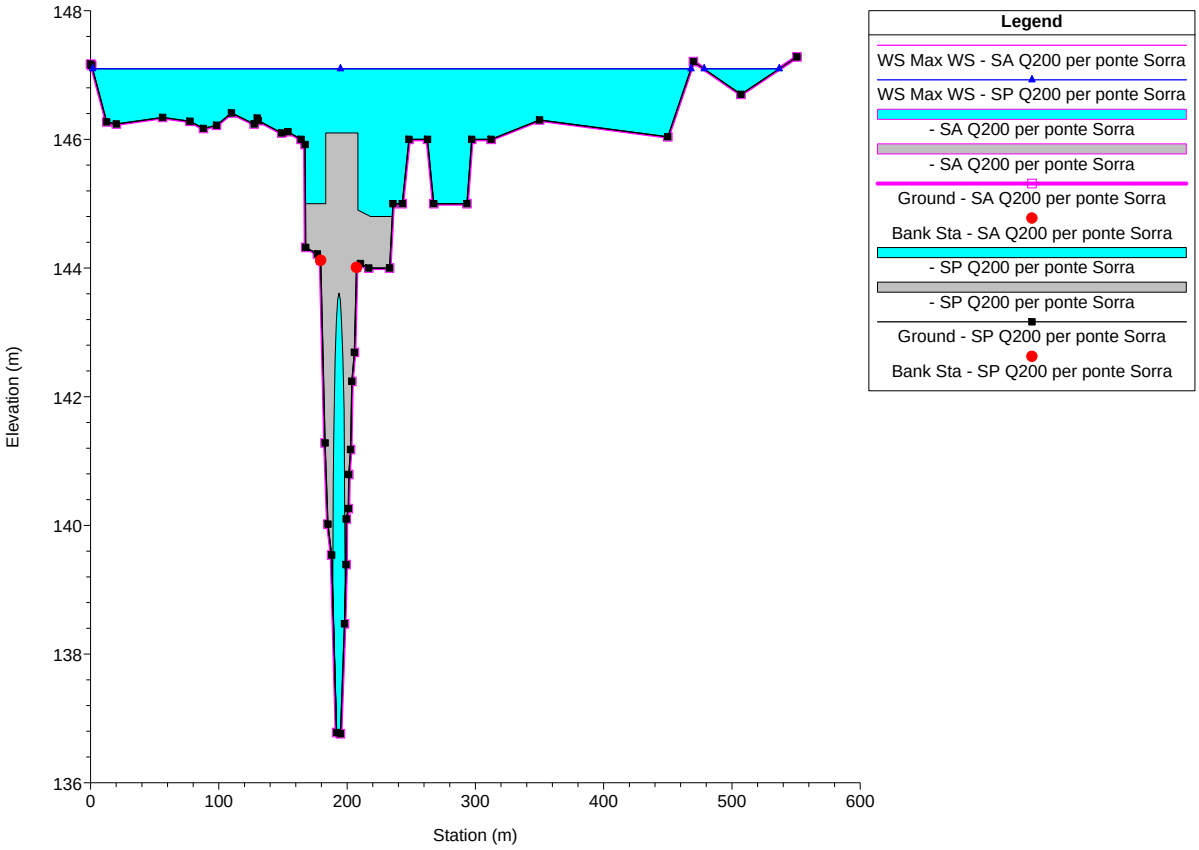



1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 141.18
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 132
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)


1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 98
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 90 BR
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)

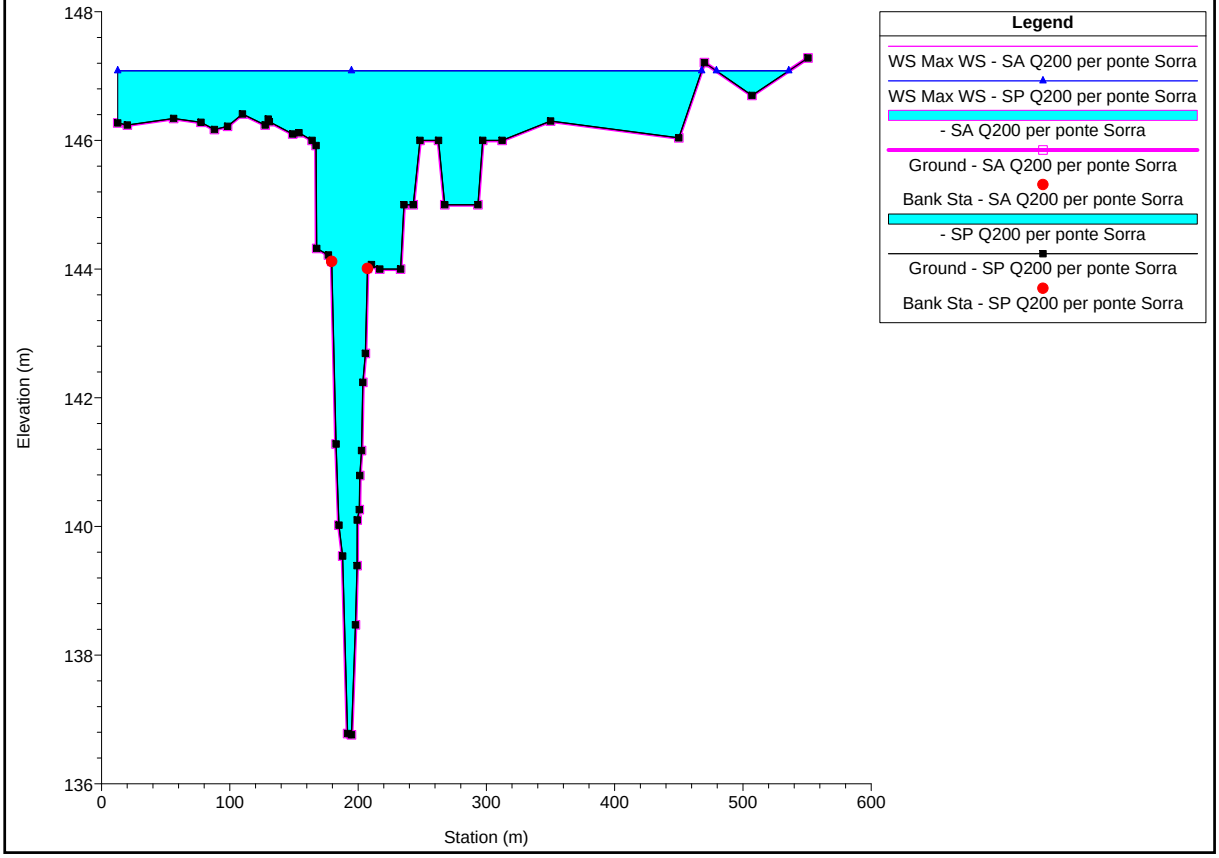
1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

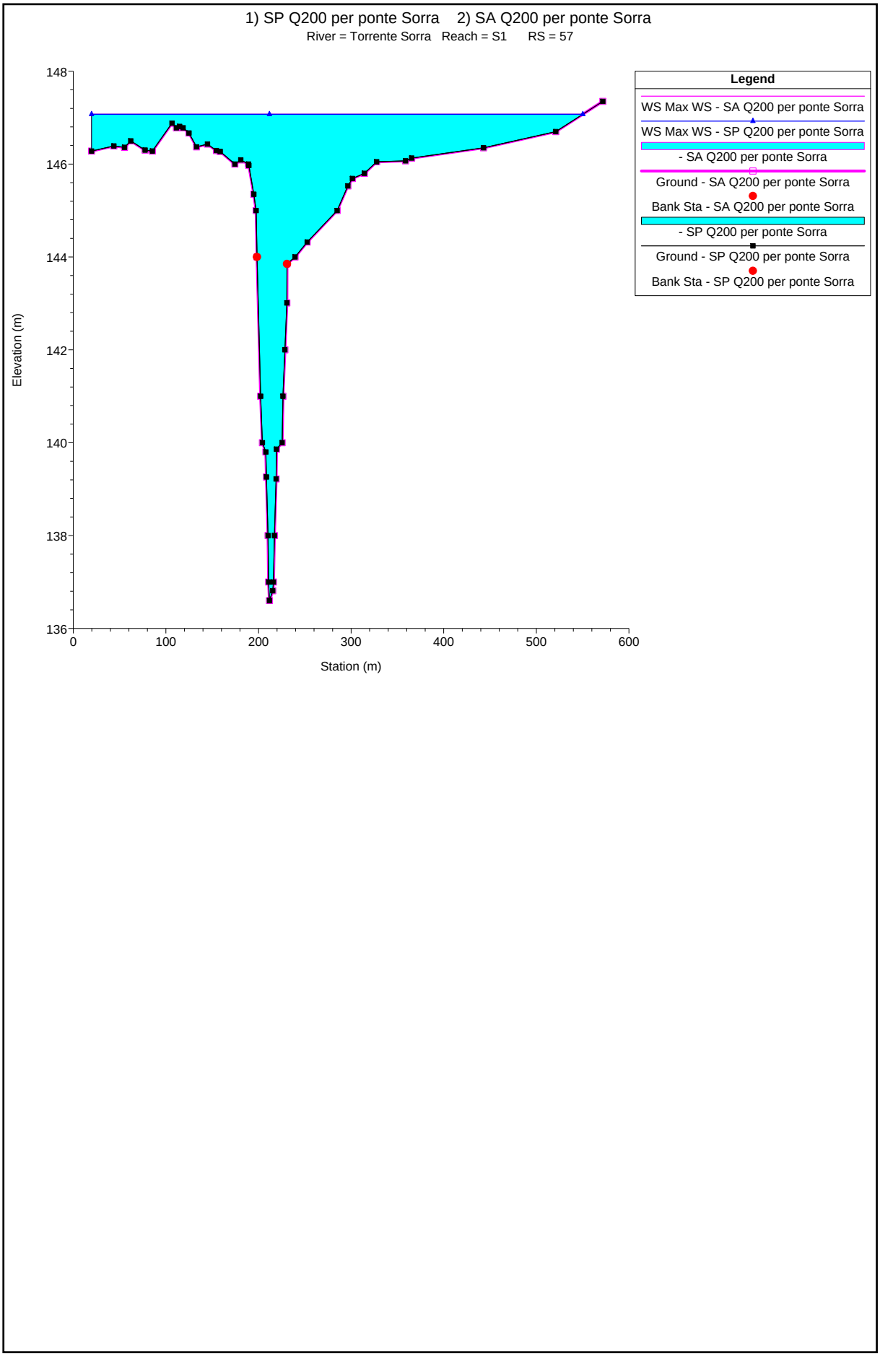
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 90 BR



1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 85




1) SP Q200 per ponte Sorra 2) SA Q200 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 57
Legend
WS Max WS - SA Q200 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Q200 per ponte Sorra
- SA Q200 per ponte Sorra
Ground - SA Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Q200 per ponte Sorra
- SP Q200 per ponte Sorra
Ground - SP Q200 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Q200 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)

Stato attuale e di progetto - idrogrammi evento Ottobre 2013

Tabelle di output, Profili longitudinali, Sezioni idrauliche

HEC-RAS Profile: Max WS

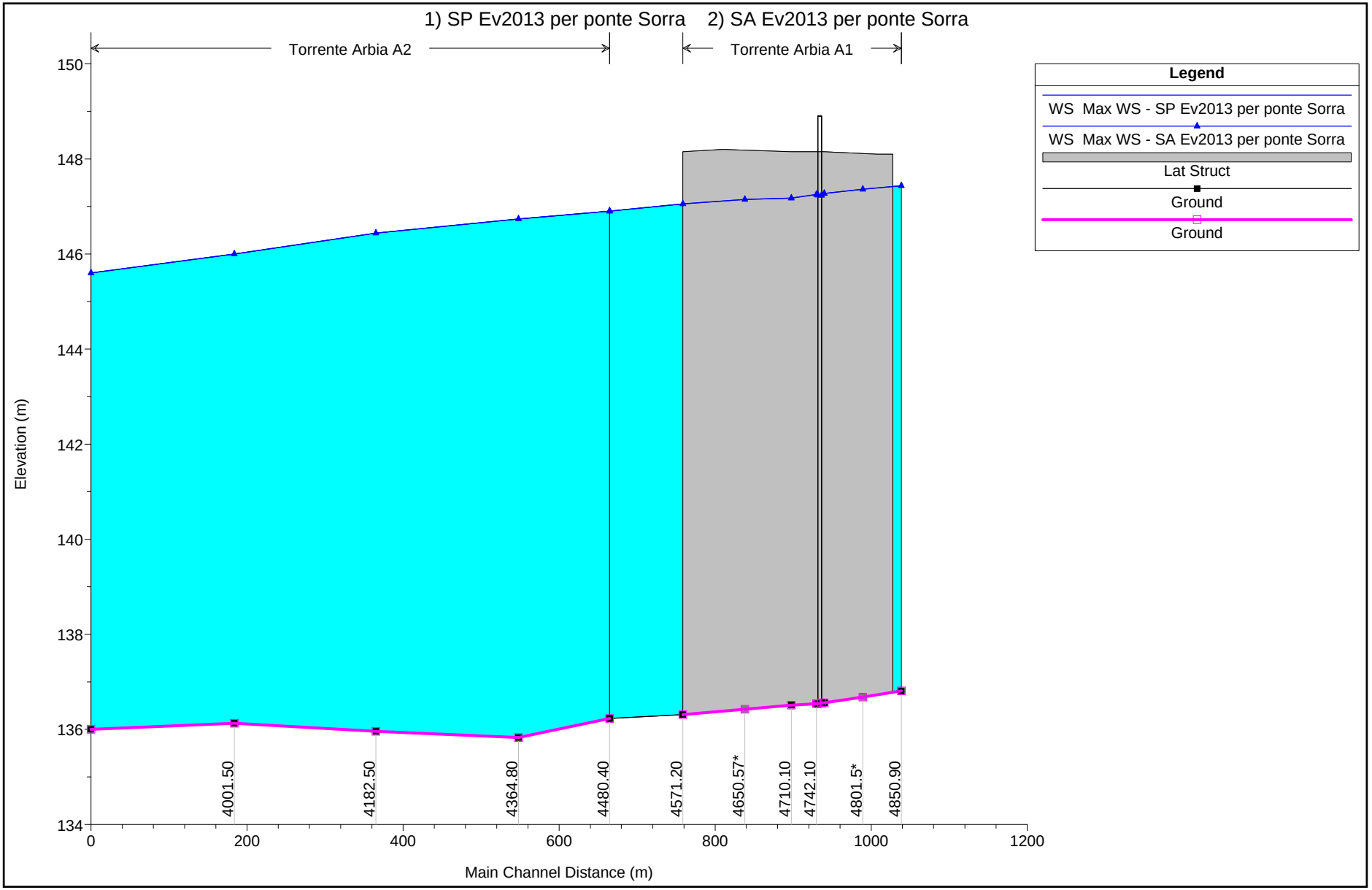
River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Q Left	Q Channel	Q Right	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # XS	Froude # Chl
					(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m/s)	(m2)	(m)		
Torrente Sorra	S1	1243	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	332.51	91.47	131.32	109.72	142.36	149.23		149.31	0.003228	0.72	1.82	463.08	288.89	0.31	0.26
Torrente Sorra	S1	1243	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	332.29	91.41	131.25	109.63	142.36	149.23		149.31	0.003226	0.72	1.82	462.99	288.88	0.31	0.26
Torrente Sorra	S1	1241			Lat Struct														
Torrente Sorra	S1	1143	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	330.16	74.58	85.67	169.91	142.08	148.94		148.99	0.002270	0.63	1.56	526.18	262.55	0.21	0.22
Torrente Sorra	S1	1143	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	330.08	74.56	85.66	169.86	142.08	148.94		148.99	0.002269	0.63	1.56	526.09	262.53	0.21	0.22
Torrente Sorra	S1	1043	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	326.20	95.43	169.01	61.76	142.00	148.69		148.76	0.002388	0.74	1.62	441.15	241.32	0.29	0.23
Torrente Sorra	S1	1043	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	325.56	95.21	168.72	61.62	142.00	148.68		148.76	0.002381	0.74	1.62	440.92	241.27	0.29	0.23
Torrente Sorra	S1	942	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	319.66	94.75	153.46	71.45	141.88	148.43		148.53	0.003325	0.75	1.96	428.20	299.31	0.37	0.28
Torrente Sorra	S1	942	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	321.44	95.26	154.36	71.82	141.88	148.42		148.53	0.003366	0.75	1.97	428.01	299.30	0.38	0.28
Torrente Sorra	S1	840	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	312.58	86.69	123.88	102.01	141.43	148.20		148.24	0.001355	0.49	1.24	631.67	368.86	0.20	0.18
Torrente Sorra	S1	840	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	312.78	86.64	124.06	102.08	141.43	148.20		148.23	0.001361	0.50	1.24	630.88	368.80	0.20	0.18
Torrente Sorra	S1	739	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	313.24	128.51	129.34	55.40	140.95	148.04		148.09	0.001616	0.54	1.46	577.48	341.24	0.24	0.19
Torrente Sorra	S1	739	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	313.66	128.52	129.68	55.46	140.95	148.04		148.09	0.001627	0.54	1.46	576.45	341.15	0.24	0.20
Torrente Sorra	S1	638	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	311.73	97.89	126.55	87.29	140.47	147.94		147.97	0.000953	0.43	1.17	719.71	400.44	0.19	0.15
Torrente Sorra	S1	638	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	311.82	97.75	126.77	87.30	140.47	147.94		147.97	0.000958	0.43	1.17	718.24	400.27	0.19	0.15
Torrente Sorra	S1	588			Lat Struct														
Torrente Sorra	S1	536	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	310.37	59.98	117.73	132.67	139.53	147.84		147.87	0.000742	0.35	1.05	880.85	552.09	0.17	0.13
Torrente Sorra	S1	536	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	310.73	59.88	118.15	132.70	139.53	147.84		147.86	0.000749	0.35	1.05	878.33	552.02	0.17	0.13
Torrente Sorra	S1	435	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.89	39.68	156.79	113.41	139.25	147.74		147.78	0.000890	0.48	1.17	643.20	406.59	0.22	0.15
Torrente Sorra	S1	435	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	310.11	39.52	157.20	113.39	139.25	147.73		147.77	0.000897	0.48	1.17	640.97	405.26	0.22	0.15
Torrente Sorra	S1	316	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.58	78.23	203.71	27.64	138.60	147.63		147.68	0.000835	0.55	1.18	567.33	323.77	0.23	0.15
Torrente Sorra	S1	316	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.75	78.06	204.16	27.53	138.60	147.62		147.67	0.000841	0.55	1.19	565.35	323.05	0.24	0.15
Torrente Sorra	S1	288.33	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.50	93.41	192.70	23.40	138.43	147.61		147.65	0.000708	0.48	1.08	642.62	357.00	0.21	0.14
Torrente Sorra	S1	288.33	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.72	93.27	193.20	23.24	138.43	147.60		147.64	0.000713	0.48	1.08	640.45	356.89	0.21	0.14
Torrente Sorra	S1	233	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.48	101.41	181.42	26.65	138.10	147.59		147.61	0.000533	0.42	0.92	744.50	435.55	0.18	0.12
Torrente Sorra	S1	233	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.68	101.32	181.88	26.48	138.10	147.58		147.61	0.000537	0.42	0.92	741.72	434.22	0.18	0.12
Torrente Sorra	S1	141.18	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.48	46.73	175.00	87.75	137.21	147.56		147.57	0.000339	0.32	0.77	971.05	497.18	0.14	0.09
Torrente Sorra	S1	141.18	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.65	46.65	175.49	87.51	137.21	147.55		147.57	0.000342	0.32	0.77	967.72	497.01	0.14	0.09
Torrente Sorra	S1	132	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.47	43.76	172.47	93.24	137.12	147.55		147.56	0.000318	0.31	0.75	996.69	492.43	0.13	0.09
Torrente Sorra	S1	132	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.65	43.68	172.96	93.00	137.12	147.54		147.56	0.000320	0.31	0.75	993.39	492.43	0.13	0.09
Torrente Sorra	S1	98	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.46	55.18	154.05	100.23	136.40	147.54	141.98	147.56	0.000407	0.32	0.84	972.68	517.33	0.14	0.10
Torrente Sorra	S1	98	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.65	55.08	154.56	100.00	136.40	147.53	141.98	147.55	0.000411	0.32	0.84	969.21	517.33	0.14	0.10
Torrente Sorra	S1	90 BR U	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.46	90.51	51.44	167.51	136.40	147.25	142.20	147.26	0.002393	0.44	0.75	699.23	518.90	0.05	0.05
Torrente Sorra	S1	90 BR U	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.65	89.20	59.95	160.49	136.40	147.25	142.20	147.26	0.002192	0.44	0.77	711.69	518.70	0.05	0.05
Torrente Sorra	S1	90 BR D	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.46	76.30	64.53	168.62	136.76	147.23	141.99	147.25	0.003303	0.48	0.88	638.93	547.13	0.06	0.06
Torrente Sorra	S1	90 BR D	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.65	73.25	77.14	159.26	136.76	147.23	142.00	147.25	0.002952	0.48	0.91	651.45	546.98	0.06	0.06
Torrente Sorra	S1	85	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.12	31.99	197.00	80.12	136.76	147.20		147.23	0.000536	0.40	0.97	780.26	531.59	0.21	0.12
Torrente Sorra	S1	85	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.29	32.02	197.09	80.18	136.76	147.20		147.23	0.000536	0.40	0.97	780.42	531.65	0.21	0.12
Torrente Sorra	S1	57	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	309.08	20.48	221.13	67.47	136.60	147.19		147.22	0.000461	0.40	0.92	781.38	539.25	0.21	0.11
Torrente Sorra	S1	57	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	309.26	20.50	221.26	67.51	136.60	147.19		147.22	0.000462	0.40	0.92	781.38	539.25	0.21	0.11
Torrente Arbia	A1	4850.90 AR1670	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	876.14	65.41	746.57	64.16	136.81	147.44		147.62	0.000985	1.31	2.04	667.25	243.72	0.36	0.23
Torrente Arbia	A1	4850.90 AR1670	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	876.23	65.41	746.65	64.16	136.81	147.44		147.62	0.000985	1.31	2.04	667.25	243.72	0.36	0.23

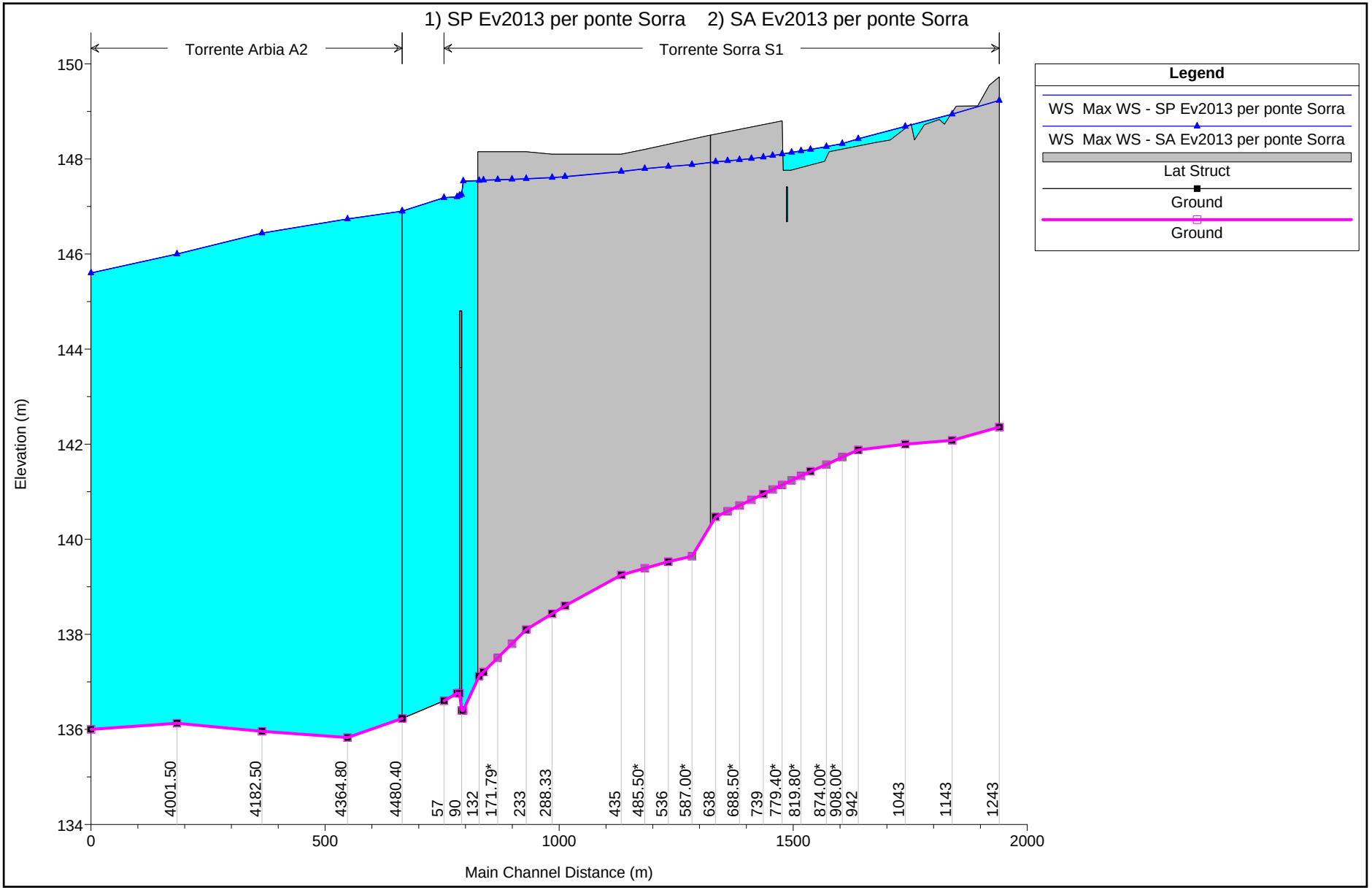
HEC-RAS Profile: Max WS (Continued)

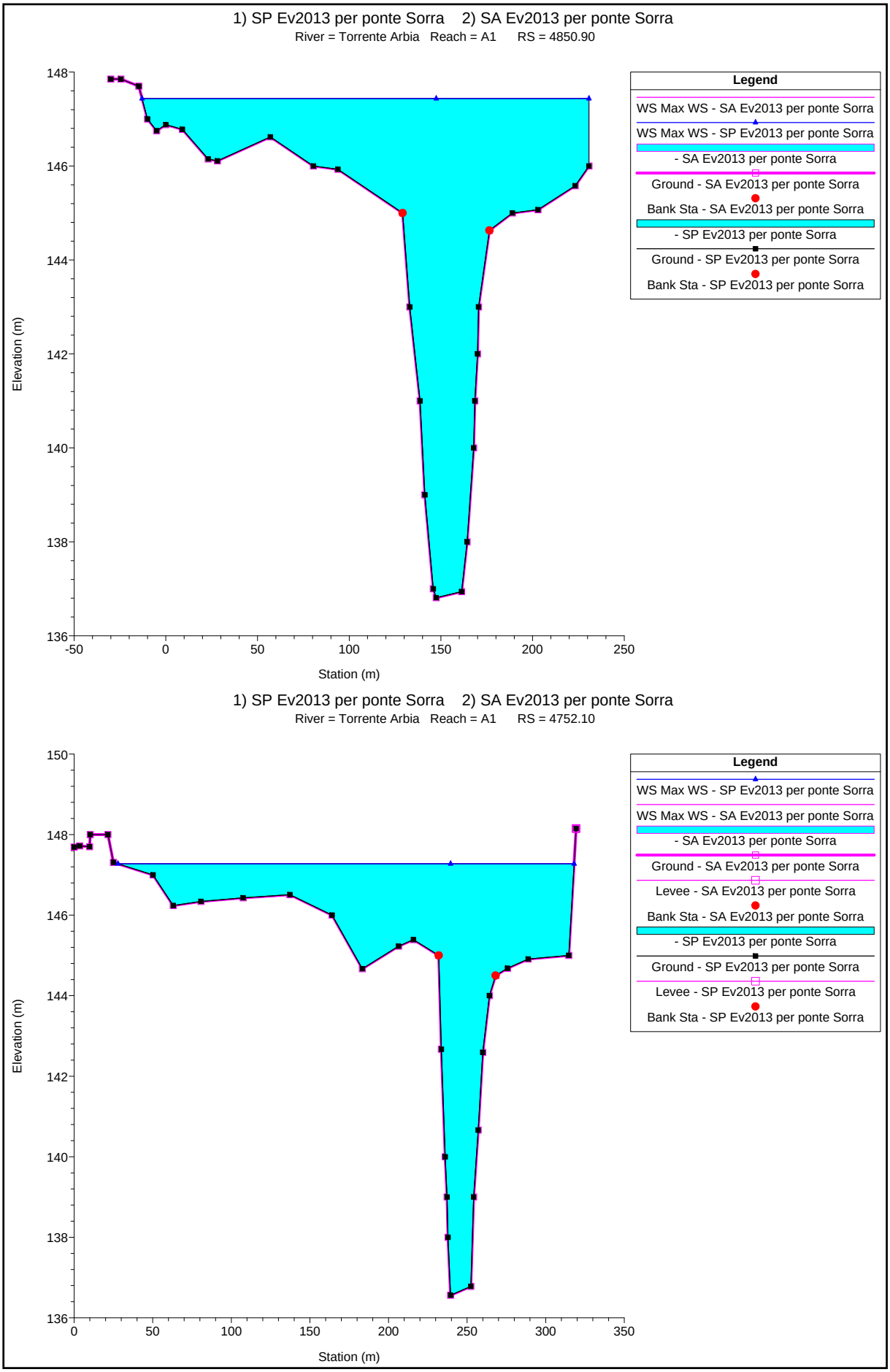
River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Q Left	Q Channel	Q Right	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # XS	Froude # Chl
					(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m/s)	(m2)	(m)		
Torrente Arbia	A1	4804			Lat Struct														
Torrente Arbia	A1	4752.10	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	876.00	115.69	676.34	83.97	136.56	147.27	143.22	147.52	0.001703	1.38	2.50	634.62	290.19	0.48	0.29
Torrente Arbia	A1	4752.10	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	875.96	115.71	676.27	83.97	136.56	147.27	143.23	147.52	0.001702	1.38	2.50	634.70	290.22	0.48	0.29
Torrente Arbia	A1	4747 BR U	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	876.00	112.02	694.46	69.52	136.56	147.23	143.23	147.52	0.002374	1.48	2.63	593.58	275.00	0.23	0.23
Torrente Arbia	A1	4747 BR U	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	875.96	112.05	694.38	69.53	136.56	147.23	143.23	147.52	0.002373	1.48	2.63	593.67	275.03	0.23	0.23
Torrente Arbia	A1	4747 BR D	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	876.00	121.72	690.48	63.80	136.54	147.24	142.90	147.50	0.002123	1.41	2.54	623.43	280.50	0.22	0.22
Torrente Arbia	A1	4747 BR D	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	875.96	121.74	690.40	63.81	136.54	147.24	142.90	147.50	0.002123	1.40	2.54	623.52	280.53	0.22	0.22
Torrente Arbia	A1	4742.10	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	875.96	123.32	674.47	78.17	136.54	147.25		147.49	0.001552	1.33	2.44	657.27	293.07	0.46	0.28
Torrente Arbia	A1	4742.10	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	875.96	123.35	674.43	78.18	136.54	147.25		147.49	0.001551	1.33	2.44	657.36	293.09	0.46	0.28
Torrente Arbia	A1	4710.10 AR1680	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	875.66	119.65	686.92	69.09	136.51	147.18		147.44	0.001558	1.32	2.56	661.45	345.56	0.53	0.28
Torrente Arbia	A1	4710.10 AR1680	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	875.50	119.67	686.75	69.09	136.51	147.18		147.44	0.001557	1.32	2.56	661.56	345.57	0.53	0.28
Torrente Arbia	A1	4571.20 AR1690	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	875.26	171.44	667.20	36.63	136.31	147.06		147.25	0.001238	1.03	2.25	845.69	553.22	0.51	0.26
Torrente Arbia	A1	4571.20 AR1690	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	875.28	171.48	667.15	36.65	136.31	147.06		147.25	0.001238	1.03	2.25	845.86	553.23	0.51	0.26
Torrente Arbia	A2	4480.40 AR1710	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	1184.00	180.53	893.14	110.33	136.23	146.90		147.13	0.001452	1.10	2.40	1072.09	669.44	0.53	0.28
Torrente Arbia	A2	4480.40 AR1710	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	1184.24	180.61	893.25	110.38	136.23	146.90		147.13	0.001452	1.10	2.40	1072.29	669.50	0.53	0.28
Torrente Arbia	A2	4364.80 AR1720	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	1183.63	250.92	657.62	275.08	135.83	146.74		146.94	0.001656	0.99	2.64	1191.05	613.35	0.46	0.28
Torrente Arbia	A2	4364.80 AR1720	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	1183.80	251.00	657.66	275.15	135.83	146.74		146.94	0.001656	0.99	2.64	1191.23	613.38	0.46	0.28
Torrente Arbia	A2	4182.50 AR1730	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	1182.99	254.26	651.64	277.09	135.96	146.44		146.60	0.001792	0.92	2.36	1280.97	759.73	0.44	0.28
Torrente Arbia	A2	4182.50 AR1730	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	1183.27	254.35	651.71	277.20	135.96	146.44		146.60	0.001793	0.92	2.36	1281.20	759.76	0.44	0.28
Torrente Arbia	A2	4001.50 AR1740	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	1182.72	395.94	646.36	140.42	136.13	146.00		146.23	0.002712	1.10	2.82	1076.86	675.46	0.54	0.33
Torrente Arbia	A2	4001.50 AR1740	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	1182.88	396.05	646.36	140.47	136.13	146.00		146.23	0.002712	1.10	2.82	1077.07	675.48	0.54	0.33
Torrente Arbia	A2	3818.10 AR1750	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	1182.65	345.08	704.80	132.77	136.00	145.60	142.69	145.78	0.001801	0.99	2.38	1190.66	684.77	0.45	0.28
Torrente Arbia	A2	3818.10 AR1750	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	1182.84	345.18	704.83	132.83	136.00	145.60	142.69	145.78	0.001801	0.99	2.38	1190.87	684.78	0.45	0.28

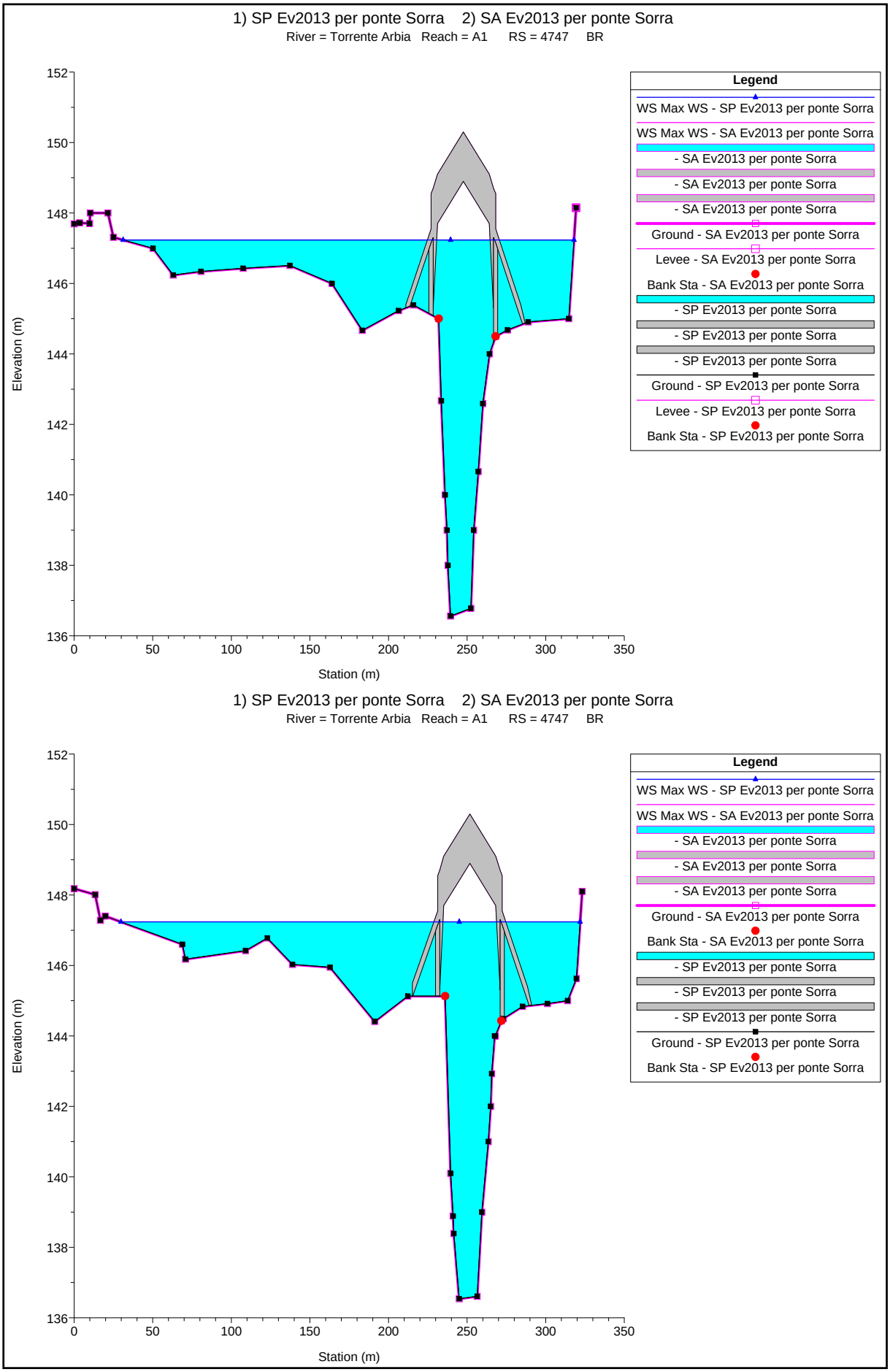
HEC-RAS Profile: Max WS

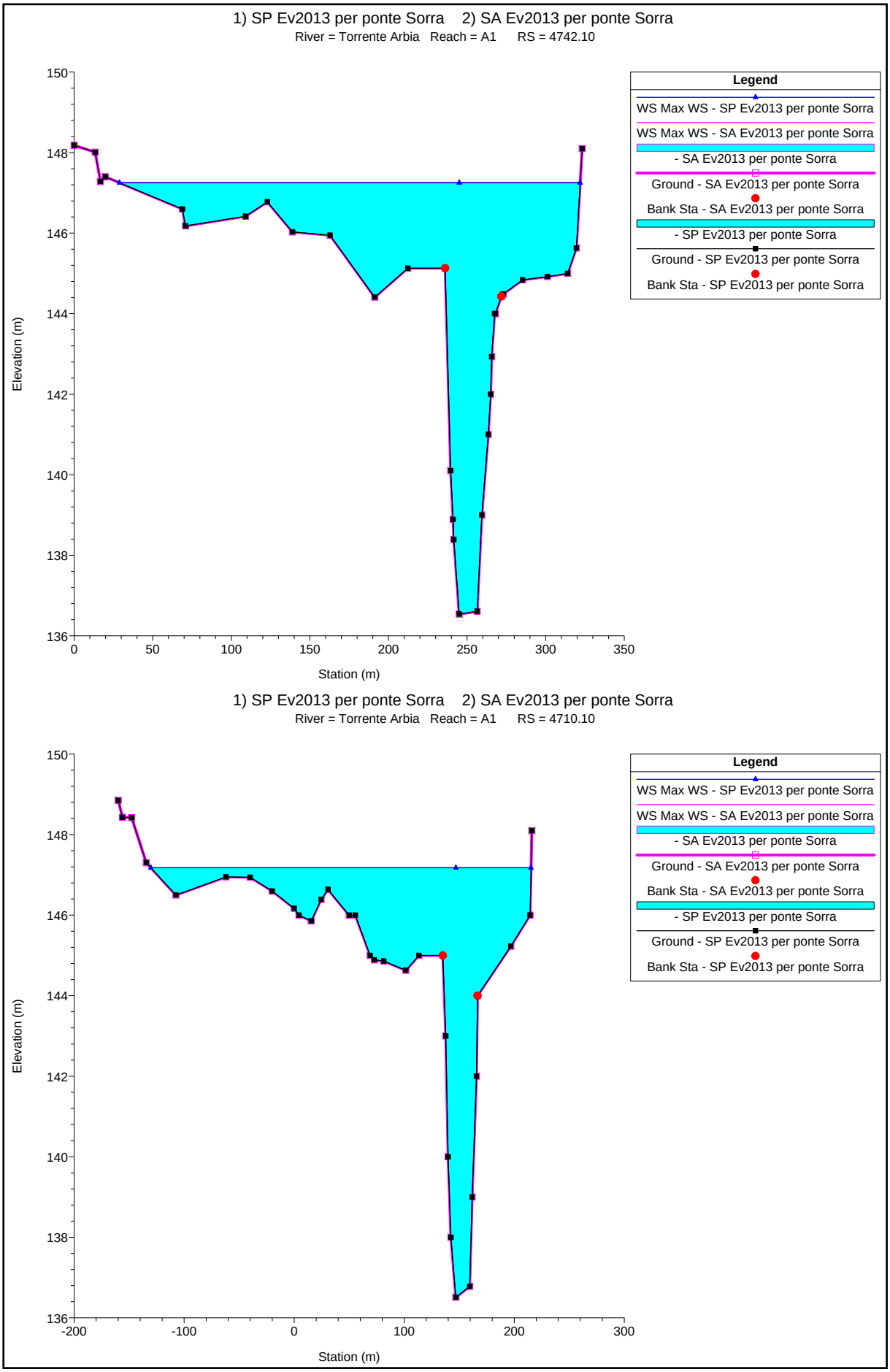
River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q US	Q Leaving Total	Q DS	Q Weir	Q Gates	Wr Top Wdth	Weir Max Depth	Weir Avg Depth	Min El Weir Flow	E.G. US.	W.S. US.	E.G. DS	W.S. DS
					(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Torrente Sorra	S1	1241	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	332.51	-25.49	310.79	-24.52		411.84	0.42	0.20	147.76	149.31	149.23	147.96	147.93
Torrente Sorra	S1	1241	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	332.29	-24.47	310.96	-23.49		411.67	0.42	0.20	147.76	149.31	149.23	147.96	147.93
Torrente Sorra	S1	588	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	311.73	0.00	309.46	0.00					148.10	147.96	147.93	147.56	147.55
Torrente Sorra	S1	588	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	311.82	0.00	309.65	0.00					148.10	147.96	147.92	147.56	147.54
Torrente Arbia	A1	4804	Max WS	SA Ev2013 per ponte Sorra	876.14	0.00	875.26	0.00					148.10	147.61	147.42	147.25	147.06
Torrente Arbia	A1	4804	Max WS	SP Ev2013 per ponte Sorra	876.23	0.00	875.28	0.00					148.10	147.61	147.42	147.25	147.06

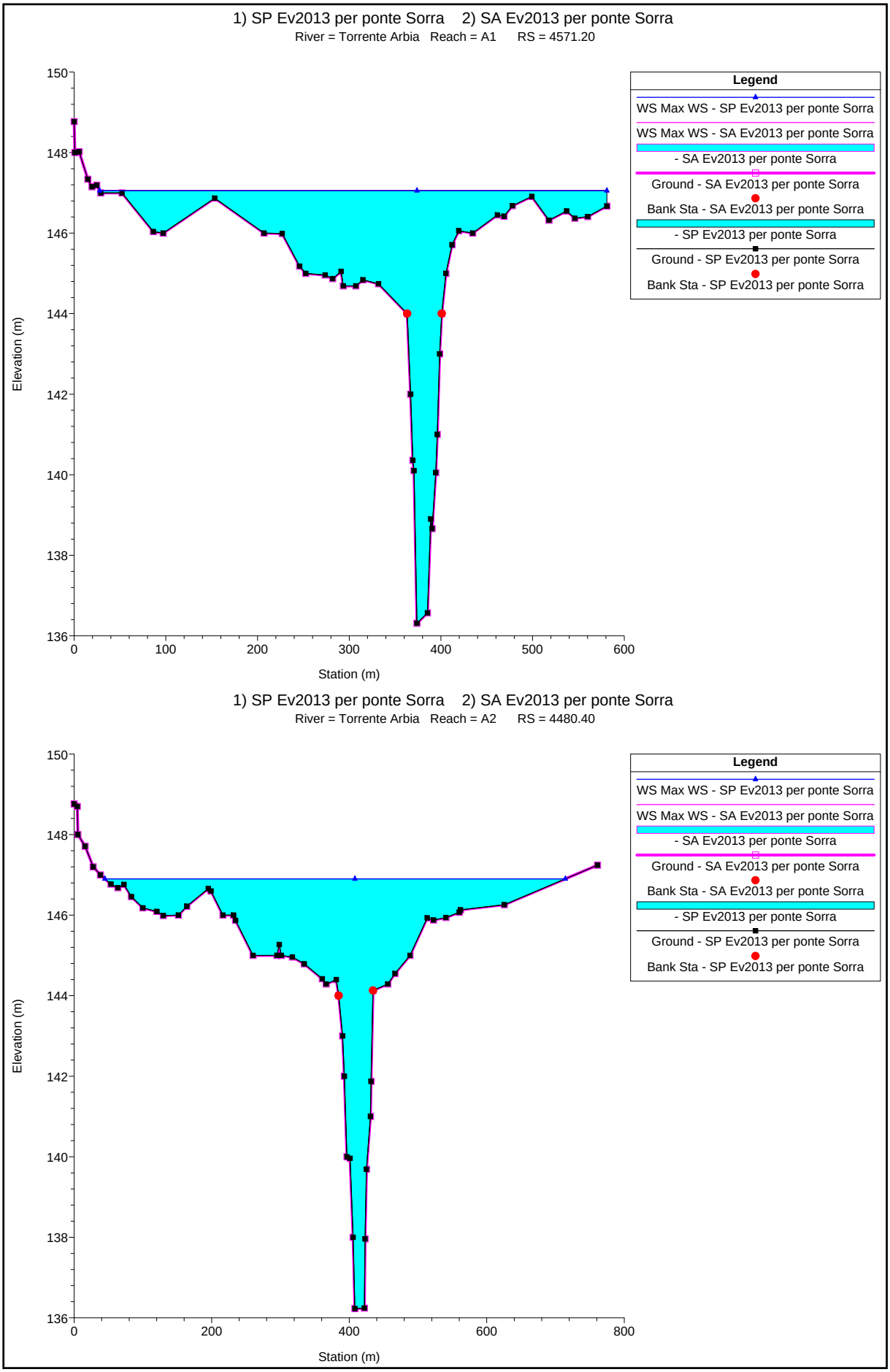

1) SP Ev2013 per ponte Sorra
2) SA Ev2013 per ponte Sorra
Torrente Arbia A2
Torrente Arbia A1
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
Lat Struct
Ground
Ground
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
200
400
600
800
1000
1200
Main Channel Distance (m)
4001.50
4182.50
4364.80
4480.40
4571.20
4650.57*
4710.10
4742.10
4801.5*
4850.90

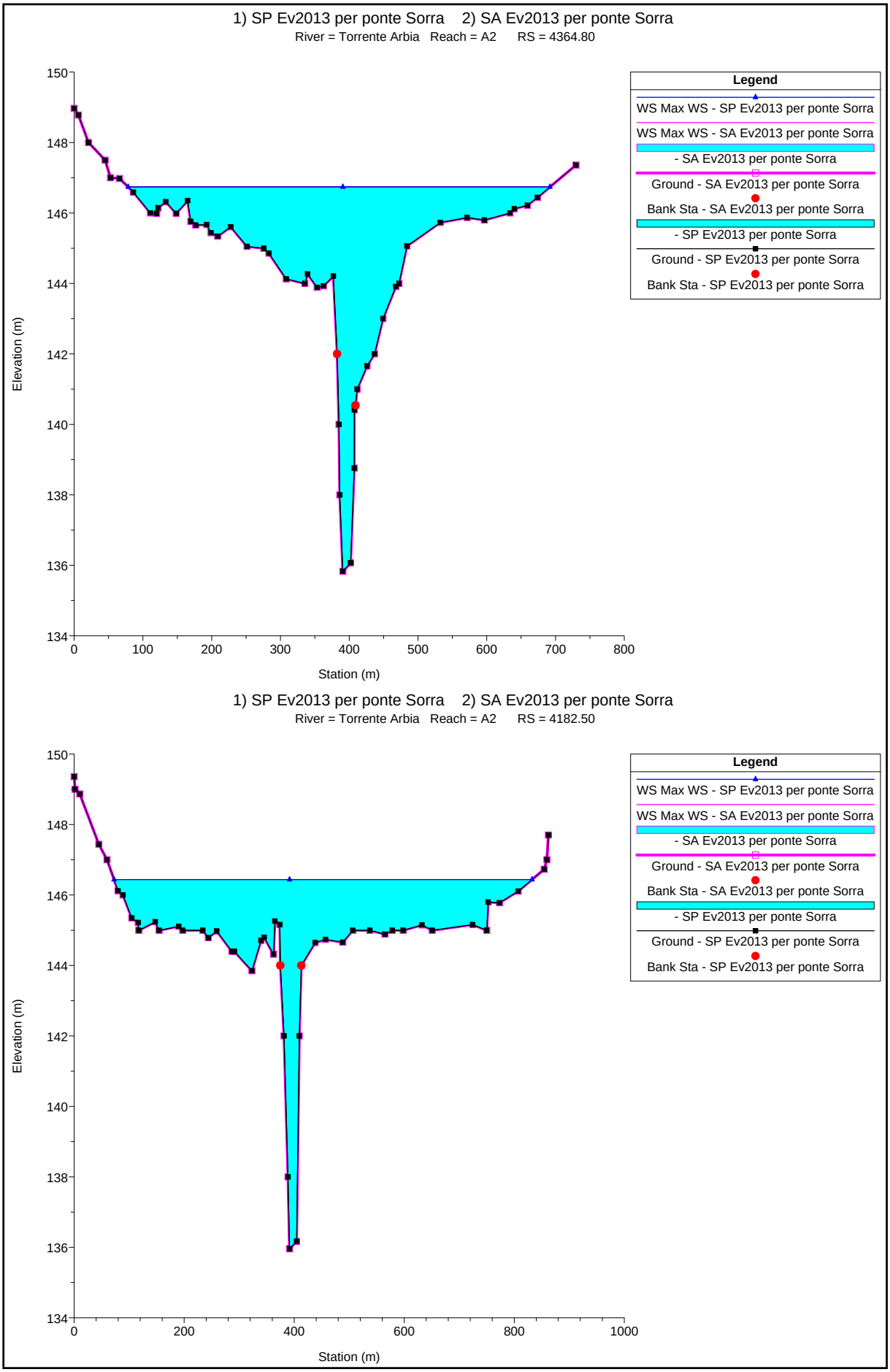

1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
Torrente Arbia A2
Torrente Sorra S1
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
Lat Struct
Ground
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
500
1000
1500
2000
4001.50
4182.50
4364.80
4480.40
57
90
132
171.79*
233
288.33
435
485.50*
536
587.00*
638
688.50*
739
779.40*
819.80*
874.00*
908.00*
942
1043
1143
1243


1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4850.90
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
-50
0
50
100
150
200
250
Station (m)
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4752.10
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Levee - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Levee - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
0
50
100
150
200
250
300
350
Station (m)


1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4747 BR
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Levee - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Levee - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4747 BR
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra

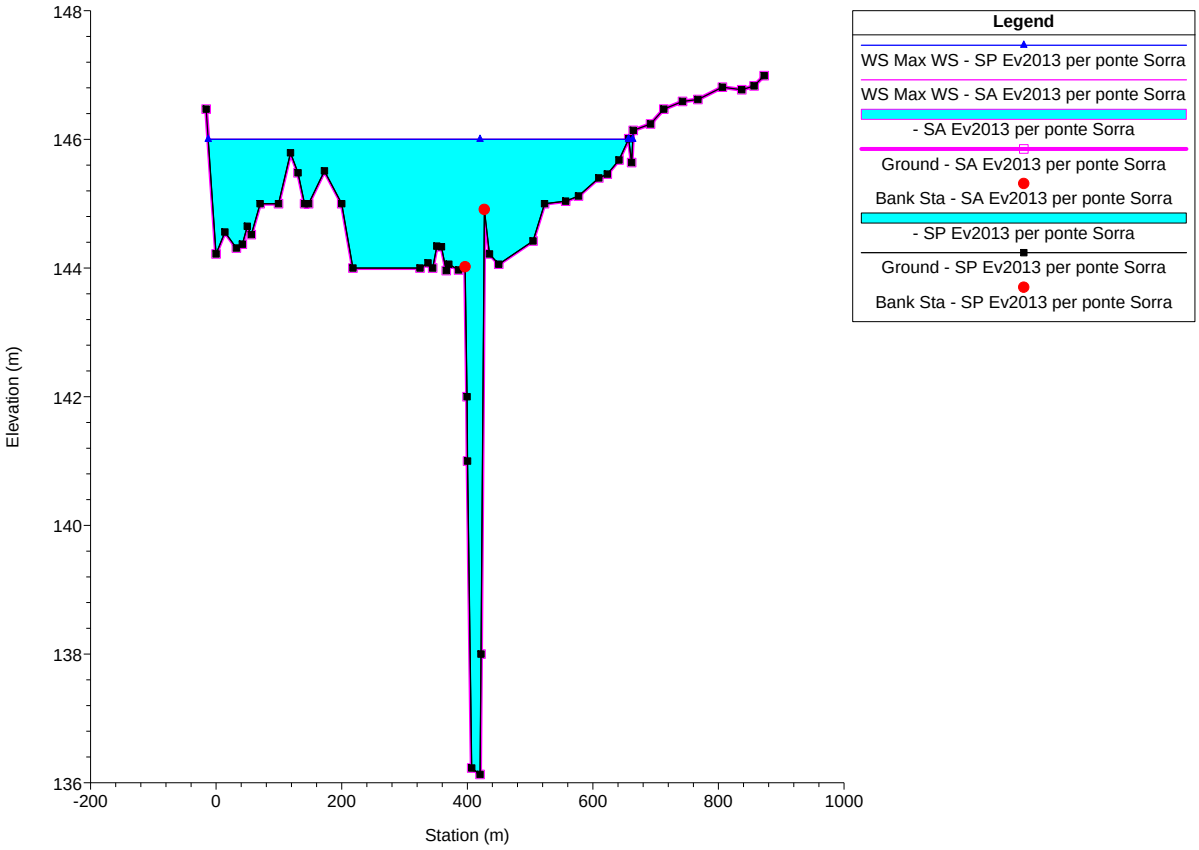

1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4742.10
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4710.10
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)


1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A1 RS = 4571.20
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4480.40
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
0
200
400
600
800


1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4364.80
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
100
200
300
400
500
600
700
800
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4182.50
Legend
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
138
136
134
0
200
400
600
800
1000

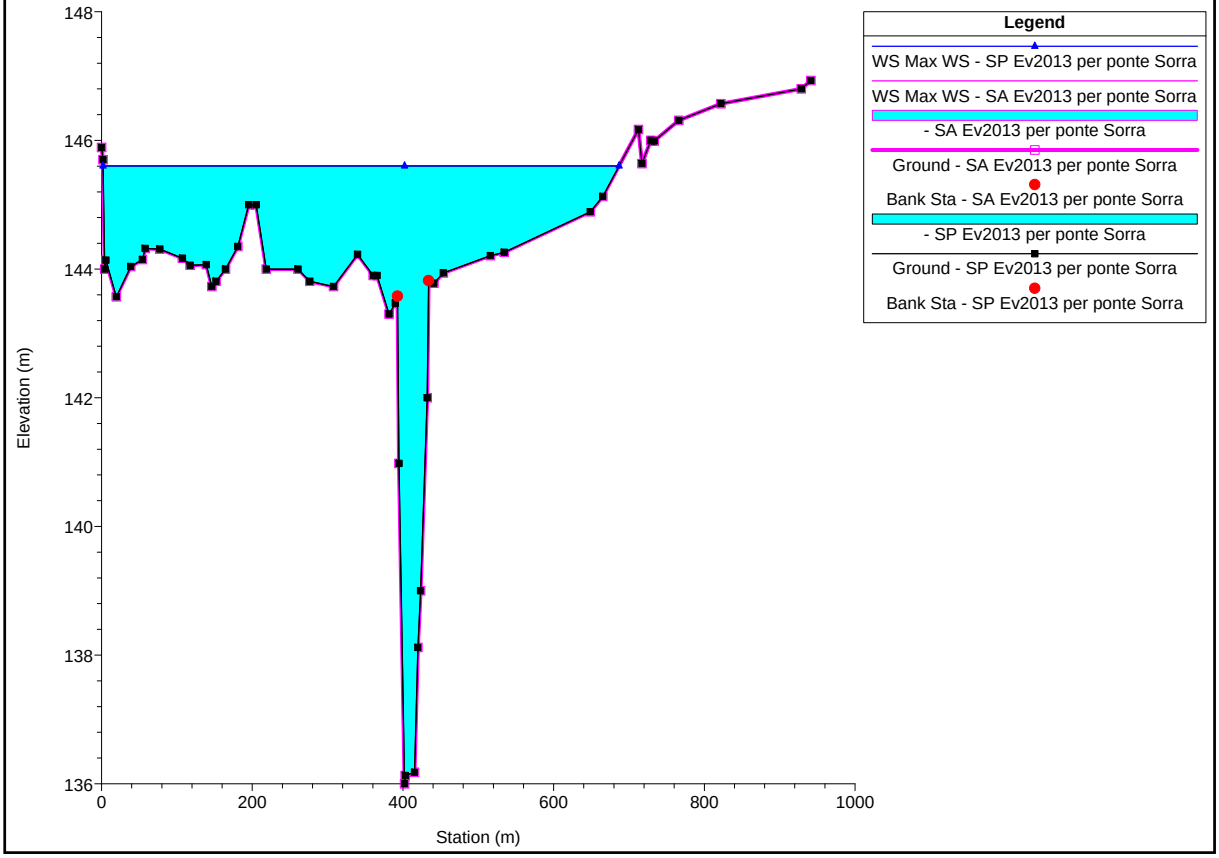
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 4001.50



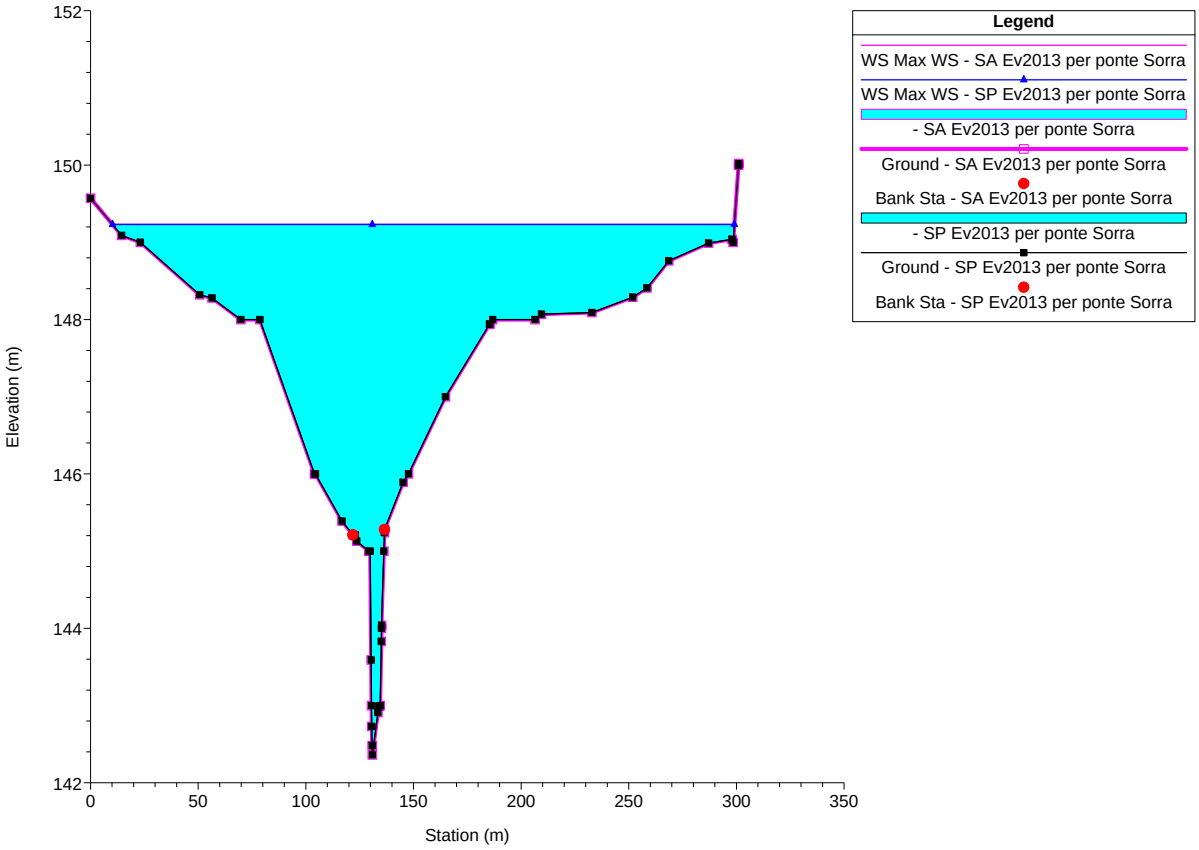
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

River = Torrente Arbia Reach = A2 RS = 3818.10



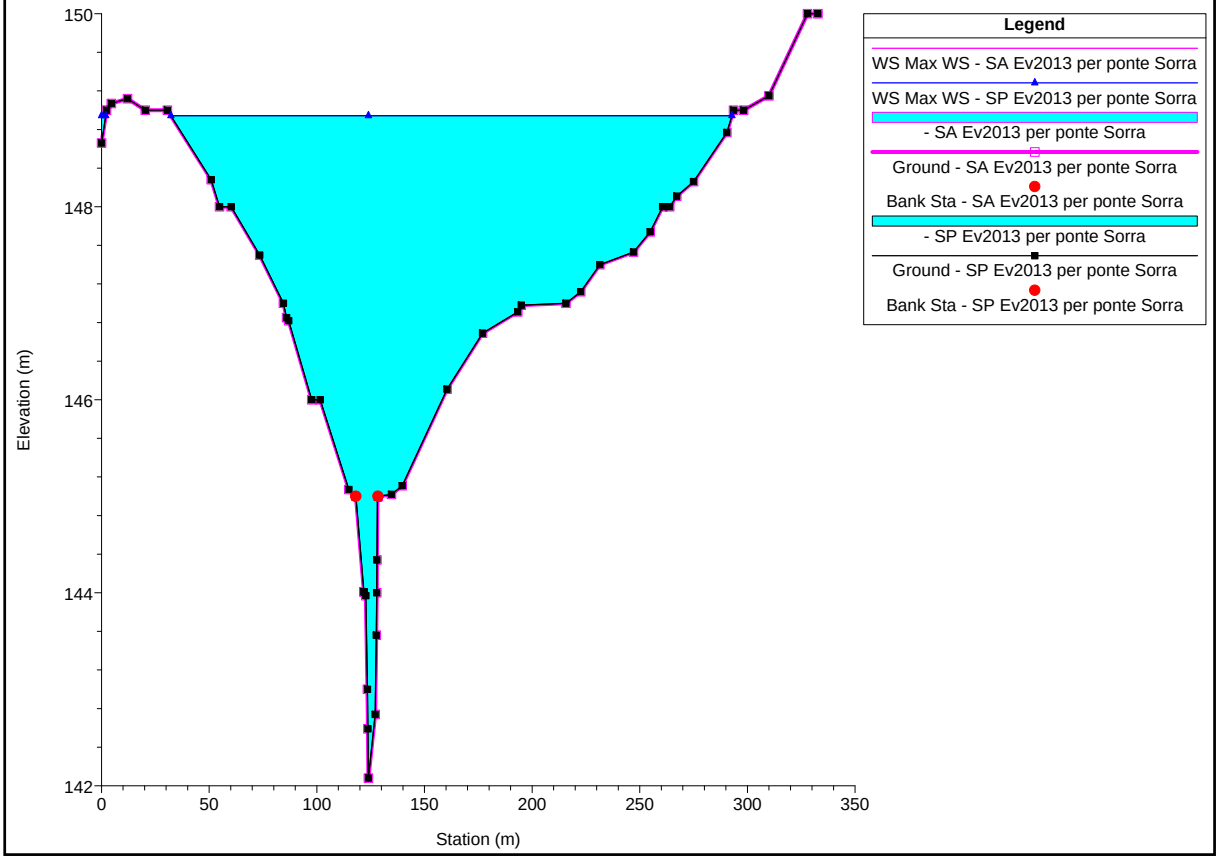
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

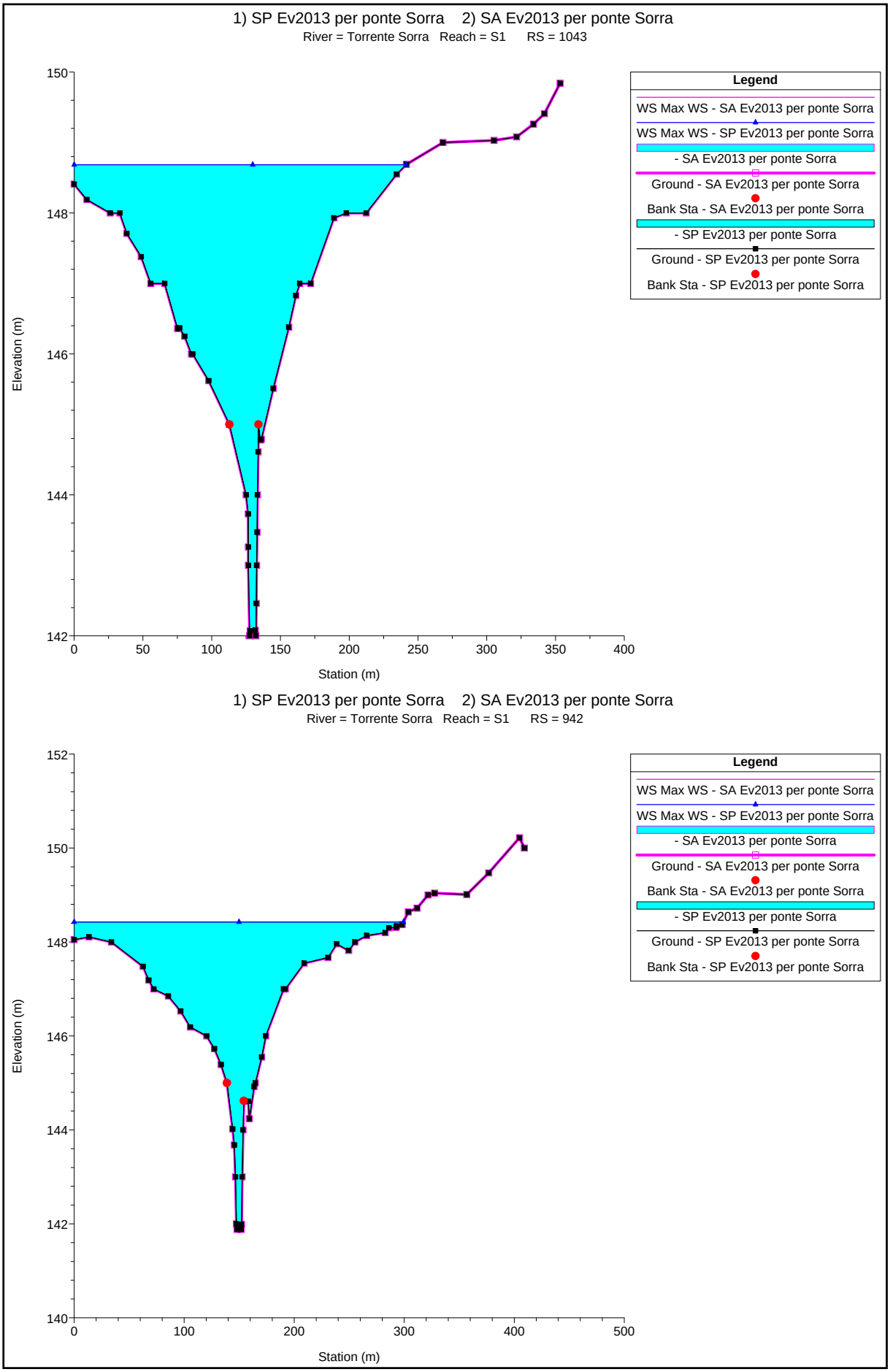
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 1243



1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

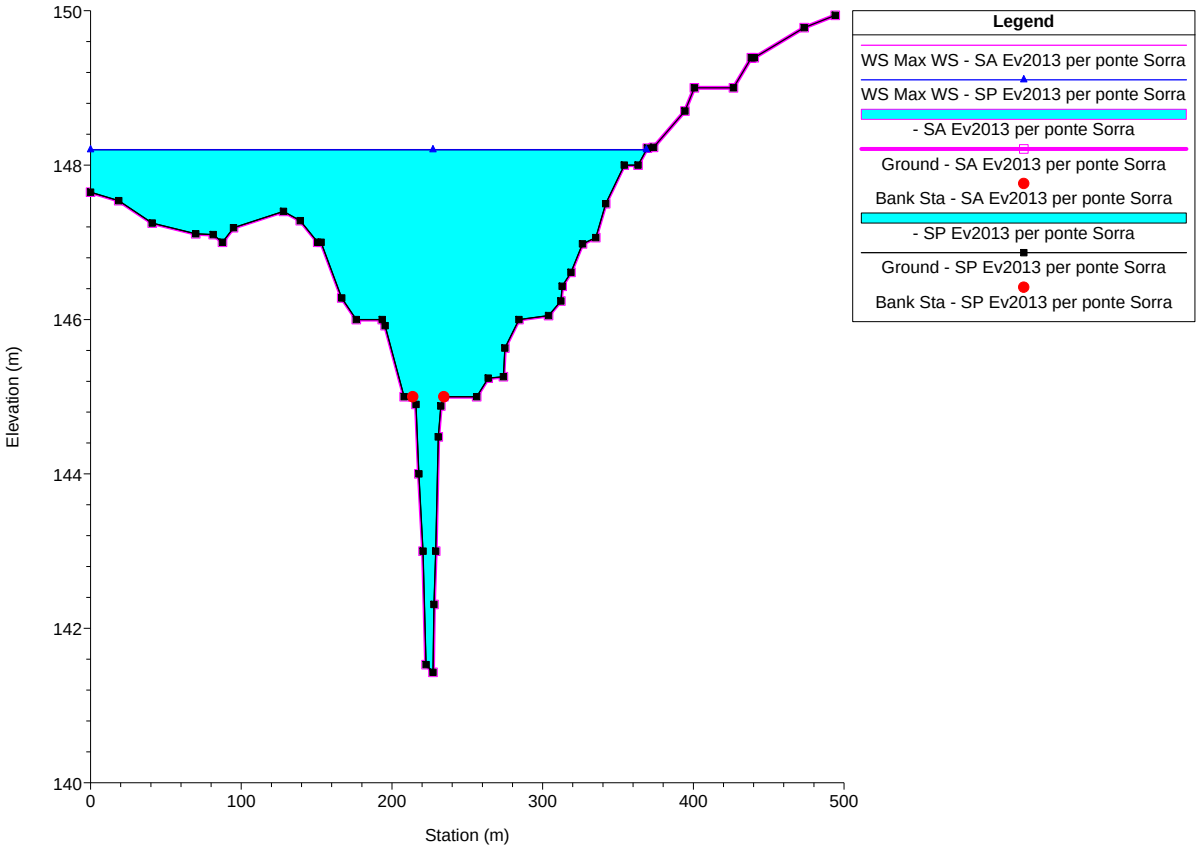
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 1143




1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 1043
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
0
50
100
150
200
250
300
350
400
Station (m)
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 942
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
152
150
148
146
144
142
140
0
100
200
300
400
500
Station (m)

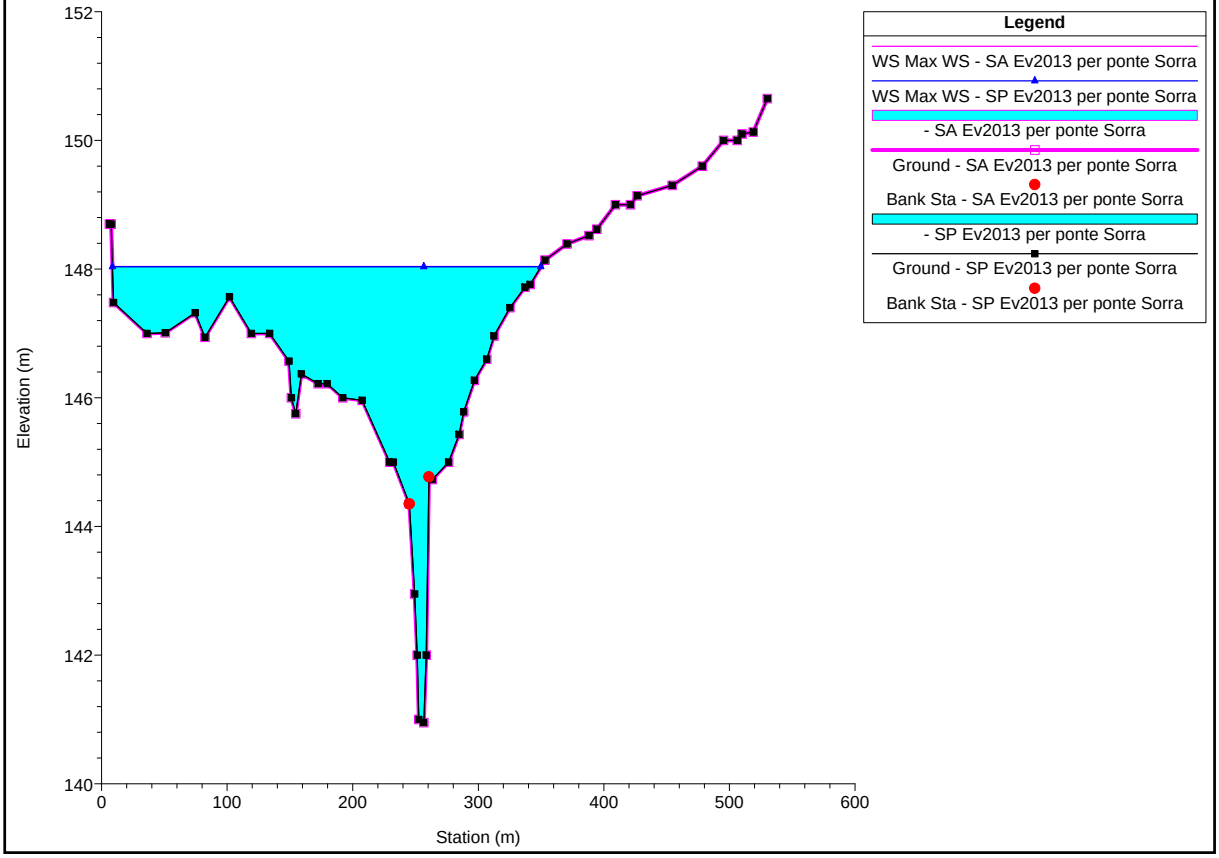
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

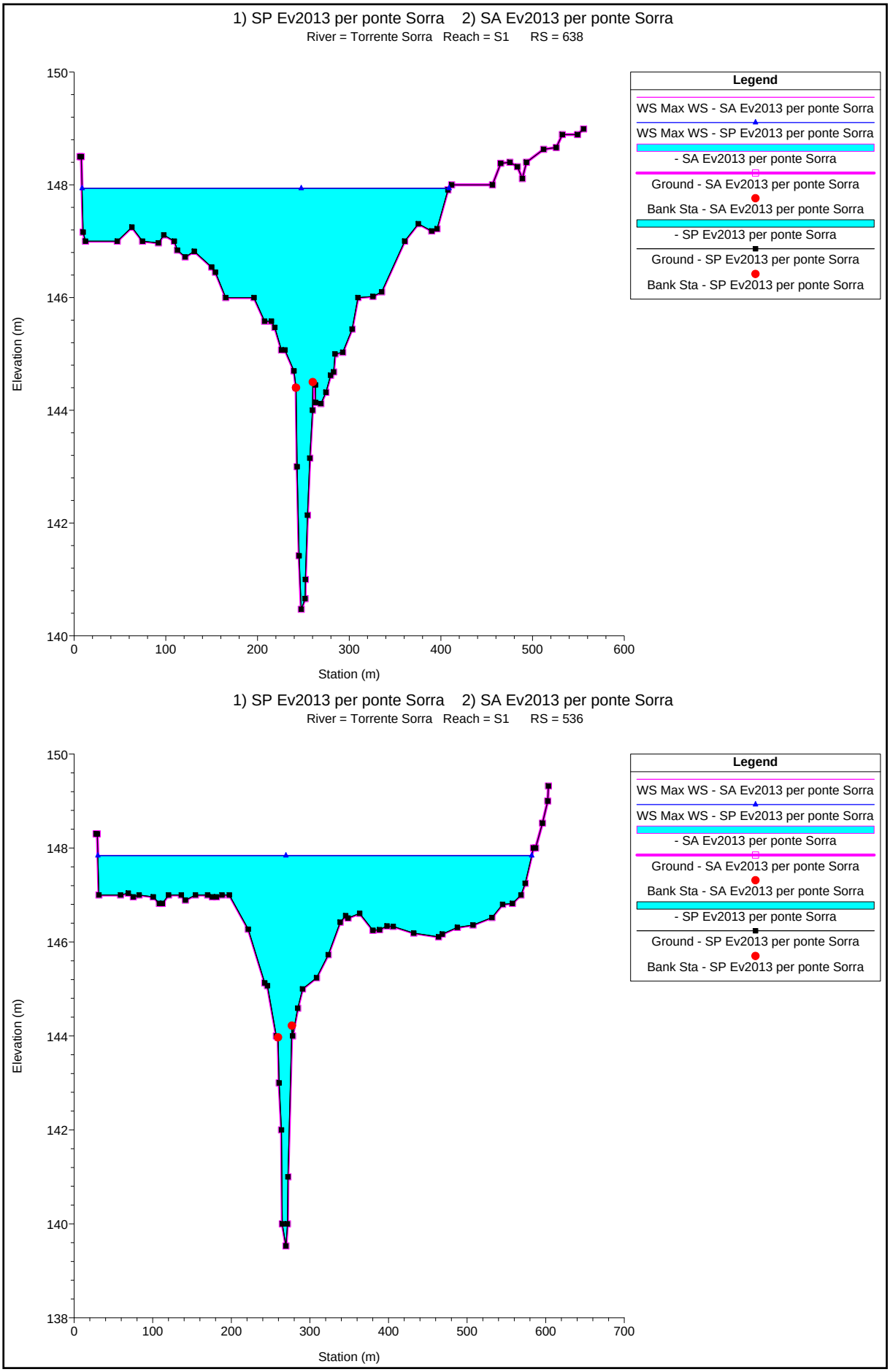
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 840

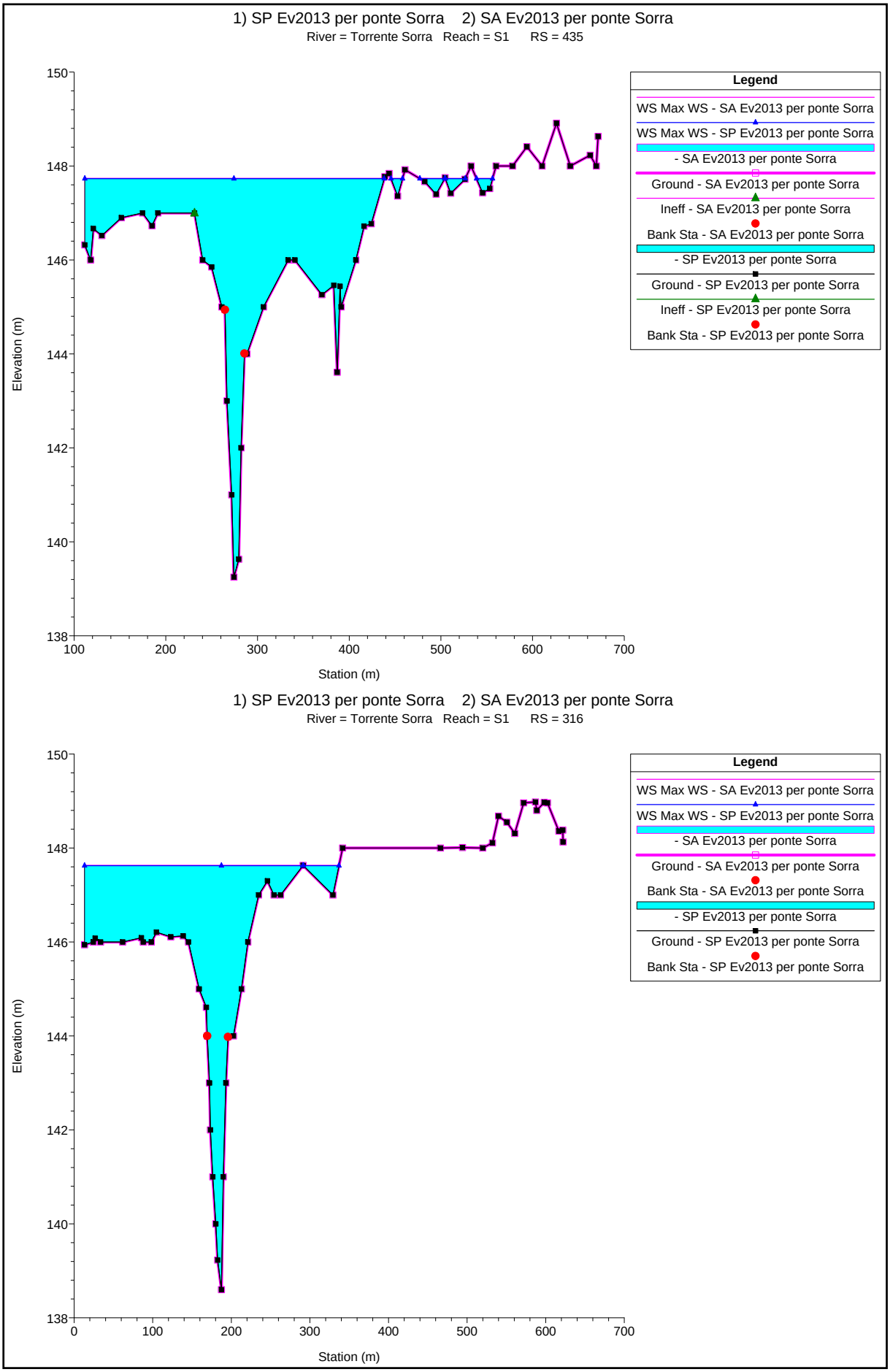


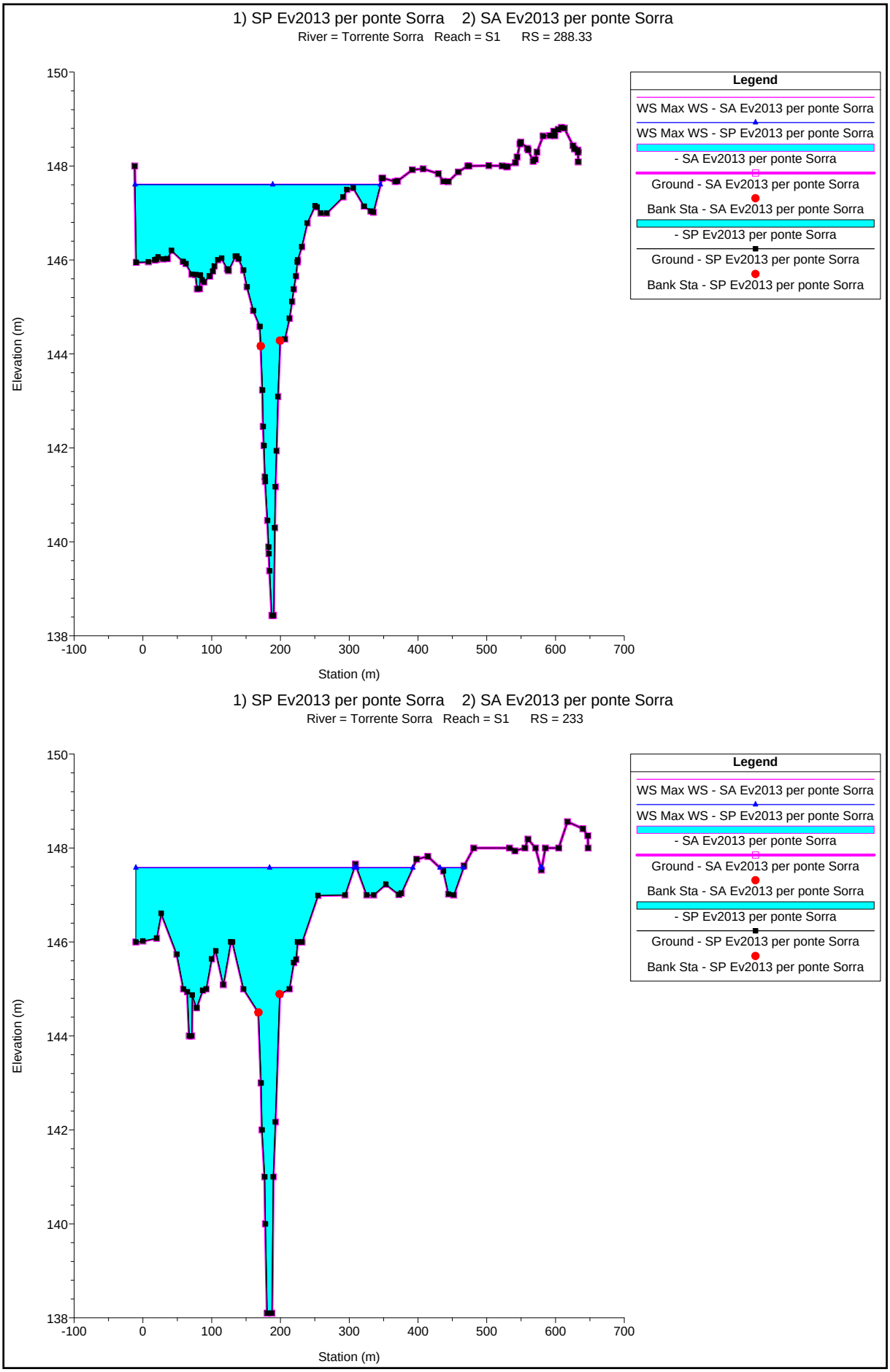
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

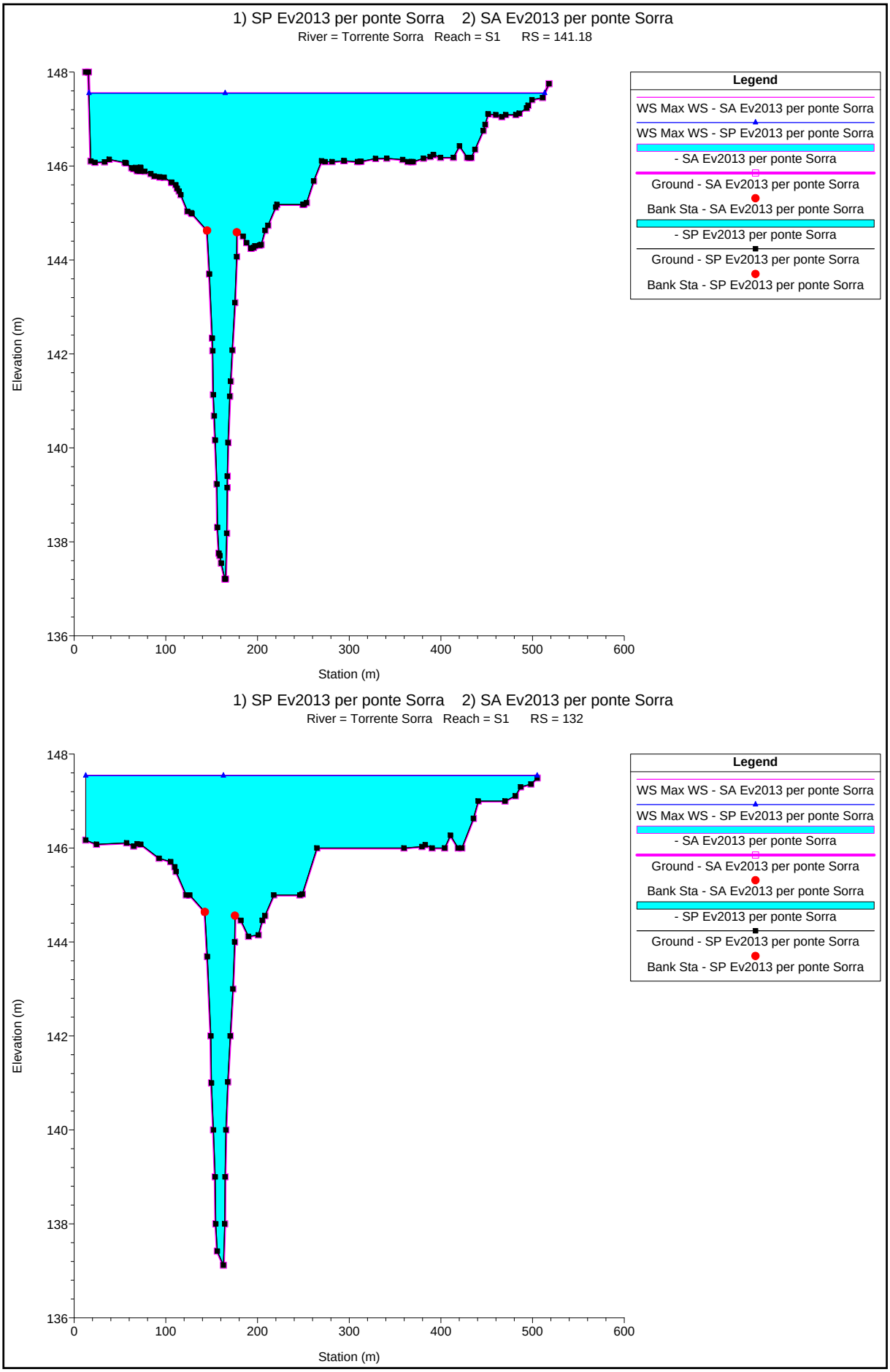
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 739




1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 638
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
0
100
200
300
400
500
600
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 536
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
Station (m)
150
148
146
144
142
140
138
0
100
200
300
400
500
600
700

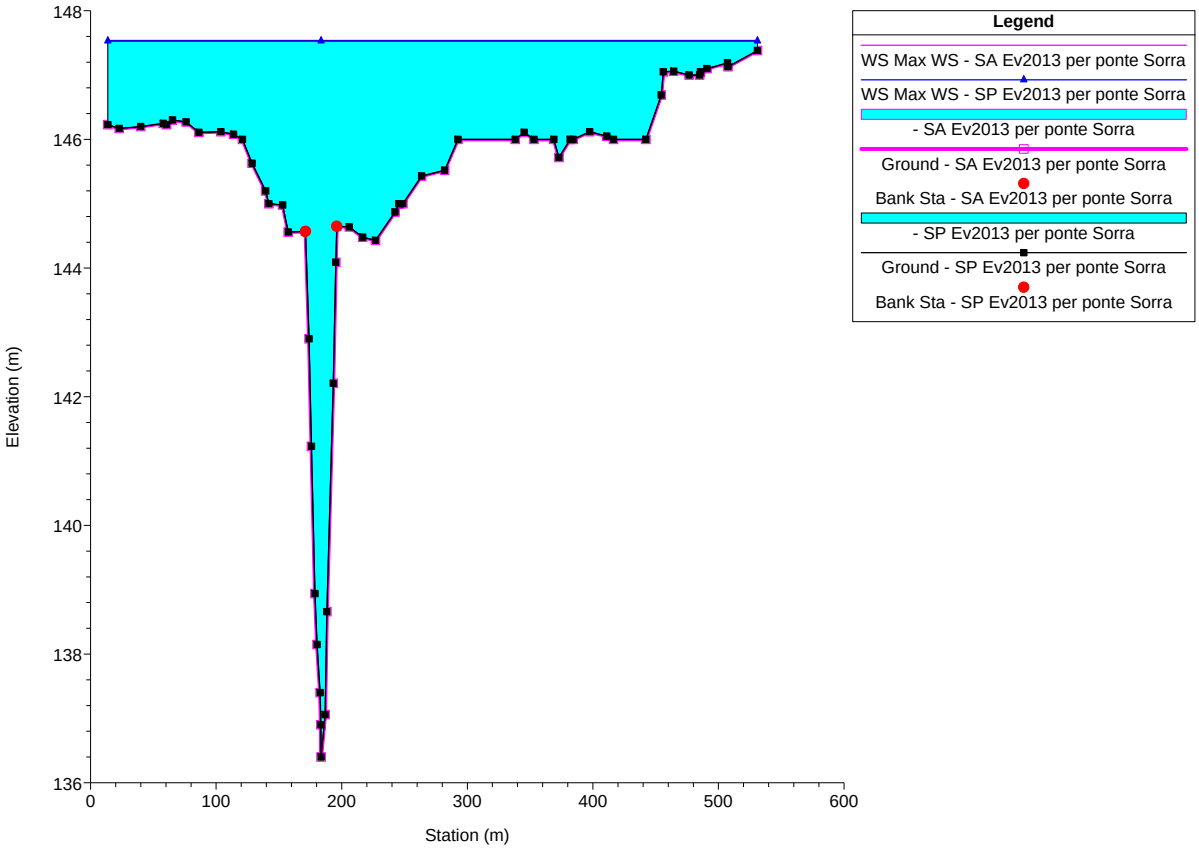

1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 435
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Ineff - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Ineff - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
100
200
300
400
500
600
700
Station (m)
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 316
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
0
100
200
300
400
500
600
700
Station (m)


1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 288.33
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
-100
0
100
200
300
400
500
600
700
Station (m)
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 233
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
150
148
146
144
142
140
138
-100
0
100
200
300
400
500
600
700
Station (m)


1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 141.18
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra
River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 132
Legend
WS Max WS - SA Ev2013 per ponte Sorra
WS Max WS - SP Ev2013 per ponte Sorra
- SA Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SA Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SA Ev2013 per ponte Sorra
- SP Ev2013 per ponte Sorra
Ground - SP Ev2013 per ponte Sorra
Bank Sta - SP Ev2013 per ponte Sorra
Elevation (m)
148
146
144
142
140
138
136
0
100
200
300
400
500
600
Station (m)

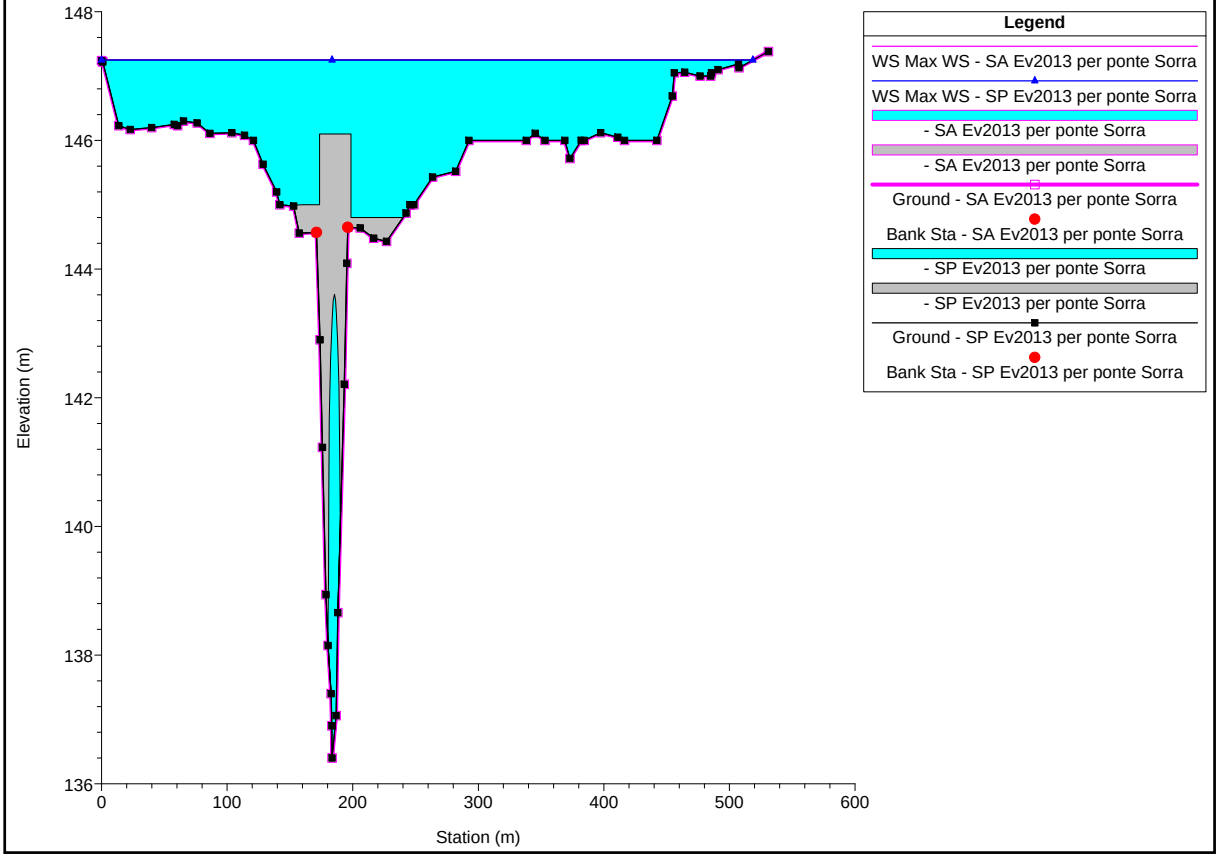
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 98



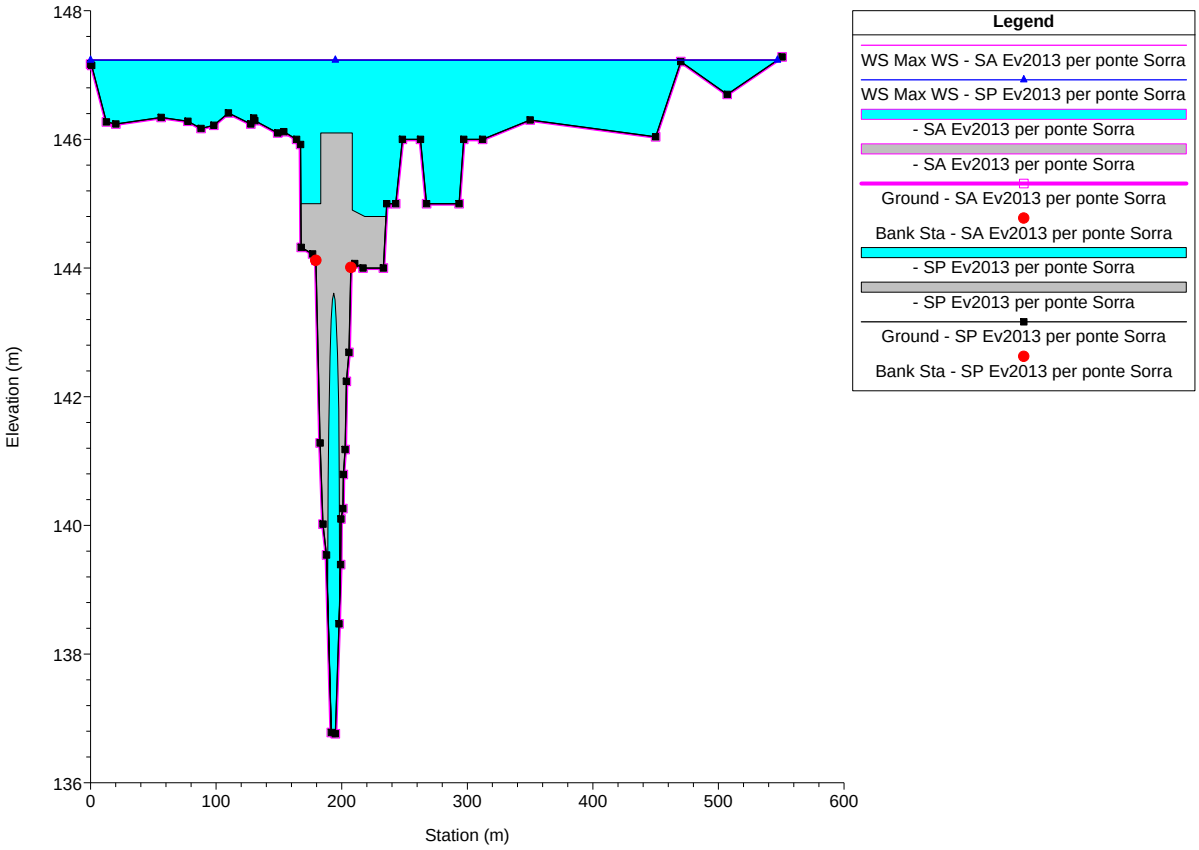
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 90 BR



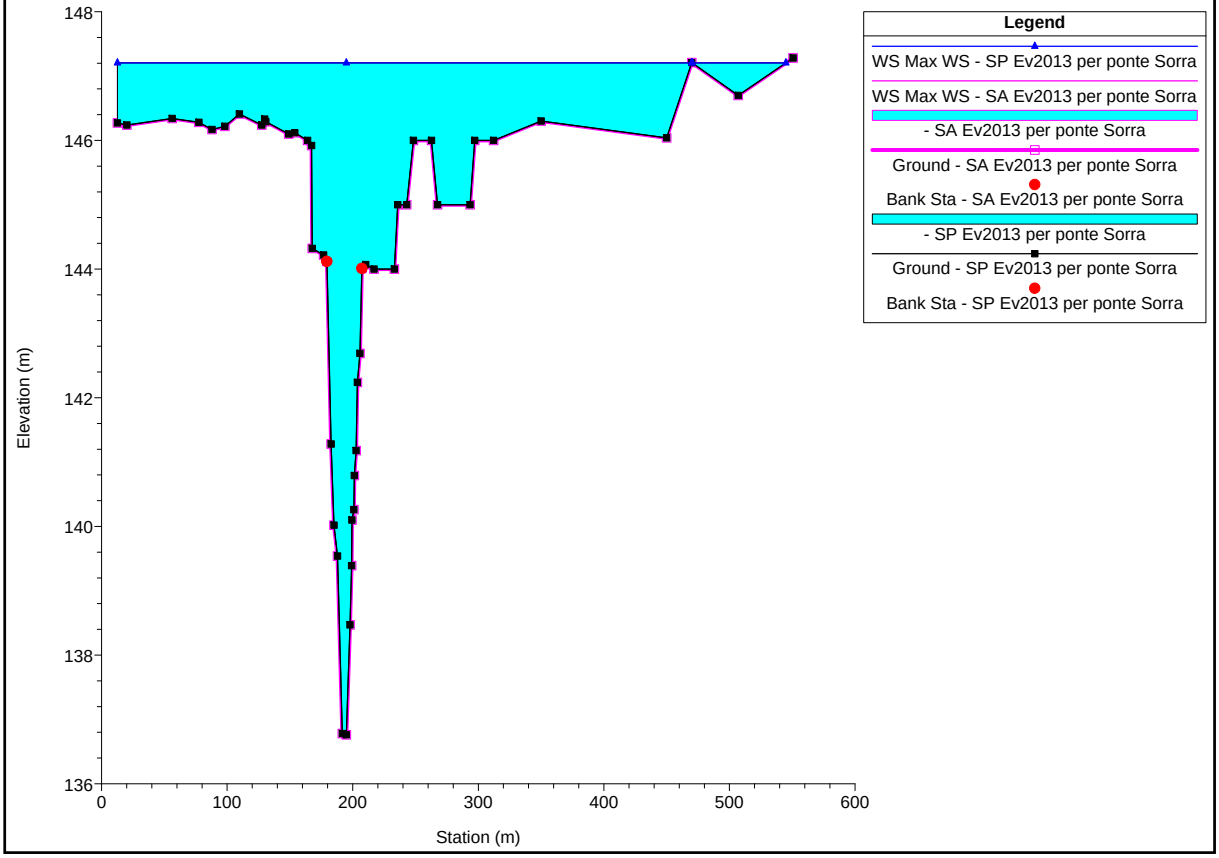
1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 90 BR



1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 85



1) SP Ev2013 per ponte Sorra 2) SA Ev2013 per ponte Sorra

River = Torrente Sorra Reach = S1 RS = 57

