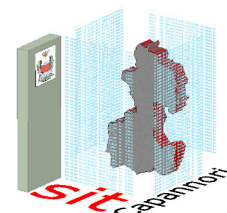




# Comune di Capannori

Servizio  
Servizi alla città



Ufficio Urbanistica e Ambiente

Piazza A.Moro 1 - 55012 Capannori (LU) tel. 0583-4281 www.comune.capannori.lu.it

## REGOLAMENTO URBANISTICO

Variante Generale adottata con Delibera C.C. n° 11 del 20/03/2014  
approvata con Delibera C.C. n° 69 del 27/11/2015

### QUADRO CONOSCITIVO

Relazione Idrogeologica-idraulica del rio di Vorno  
e rio di Coselli

All. 3

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Sindaco              | Assessora Urbanistica      |
| <b>Luca Menesini</b> | <b>Silvia Maria Amadei</b> |

|                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Garante della Comunicazione | <b>Dott. Giuseppe Marianetti</b> |
|-----------------------------|----------------------------------|

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| Progettisti                  | Responsabile del Procedimento |
| <b>Ing. Massimo Lucchesi</b> | <b>Arch. Stefano Modena</b>   |
| <b>Ing. Marino Nieri</b>     |                               |
|                              |                               |

|   |   |
|---|---|
| Gruppo di Progettazione interno   | Collaborazioni Esterne  |
| Geol. Gianluca Bucci<br>Arch. Michele Nucci<br>Geom. Giovanni Del Frate<br>Arch. Silvia Giorgi<br>Dott.ssa Alessia Pieraccini<br>Arch. Valeria Timpanidis | Studio di Geologia Barsanti<br>Sani e Associati<br>Consorzio di Bonifica 1<br>Toscana Nord<br>Dott.ssa Antonella Grazzini<br>Dott.ssa Alessandra Sani |







**Consorzio di Bonifica Auser-Bientina**



**Studio idrologico ed idraulico a supporto  
della variante al Regolamento Urbanistico  
del Comune di Capannori  
Rio di Vorno e Rio di Coselli**

|  |   |                             |  |
|--|---|-----------------------------|--|
|  |   | <b>ELABORATO N.</b>         |  |
|  | <b>Studio idraulico - integrazione</b>                          | <b>unico</b>                |  |
|  | <i>NOME FILE: RIO VORNO E COSELLI - INTEGRAZIONE 04-02-2014</i> |                             |  |
|  | <b>R.U.P.:</b> F.to Ing. Massimo Lucchesi                       |                             |  |
| <b>PROGETTISTI :</b><br><br>F.to Ing. Marino Nieri     | <b>COLLABORATORI:</b>   | <b>CON IL CONTRIBUTO DI</b> |  |
| <b>COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE :</b><br><br>..... |   |                             |  |
|  |   | <b>Data: Febbraio 2014</b>  |  |

REV. 0



## INDICE

|  |    |
|--|----|
| Premessa.....  | 3  |
| Dati idrologici di riferimento.....  | 4  |
| Studio idraulico .....   | 5  |
| Ipotesi alla base dei calcoli.....   | 5  |
| Risultati dei calcoli idraulici – Rio di Vorno .....                               | 6  |
| Risultati dei calcoli idraulici – Rio di Coselli.....                              | 7  |
| Allegati dei calcoli idraulici .....   | 8  |
| Rio di Vorno – Stato Attuale .....   | 9  |
| Rio di Vorno – Stato Progetto.....   | 20 |
| Rio di Coselli – Stato Attuale .....   | 31 |
| Rio di Coselli – Stato Progetto .....  | 37 |
| Rio di Vorno e Rio di Coselli.....   | 43 |
| Carta degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico duecentennale..... | 43 |
| Rio di Vorno e Rio di Coselli.....   | 45 |
| Stima di massima degli interventi .....  | 45 |

## Premessa

Il presente studio idraulico è stato redatto al fine di rispondere alle richieste d'integrazione anticipate dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio in sede di riunione interlocutoria del 21 Gennaio 2014, confermate con il parere espresso in sede di Conferenza dei Servizi del 31 Gennaio 2014. Le richieste di approfondimento riguardano in particolare il rischio idraulico e relativi interventi di mitigazione, per eventi meteorici con tempo di ritorno stimato in 200 anni, sui rii di Vorno e Coselli ubicati nella porzione sud-occidentale del Comune di Capannori.

I rispettivi tratti studiati sono individuati a tratto rosso nella planimetria di seguito riportata, al fine di determinare quanto sopra specificato relativamente alla porzione di territorio comprendente l'area commerciale di Guamo e la frazione di Badia di Cantignano.

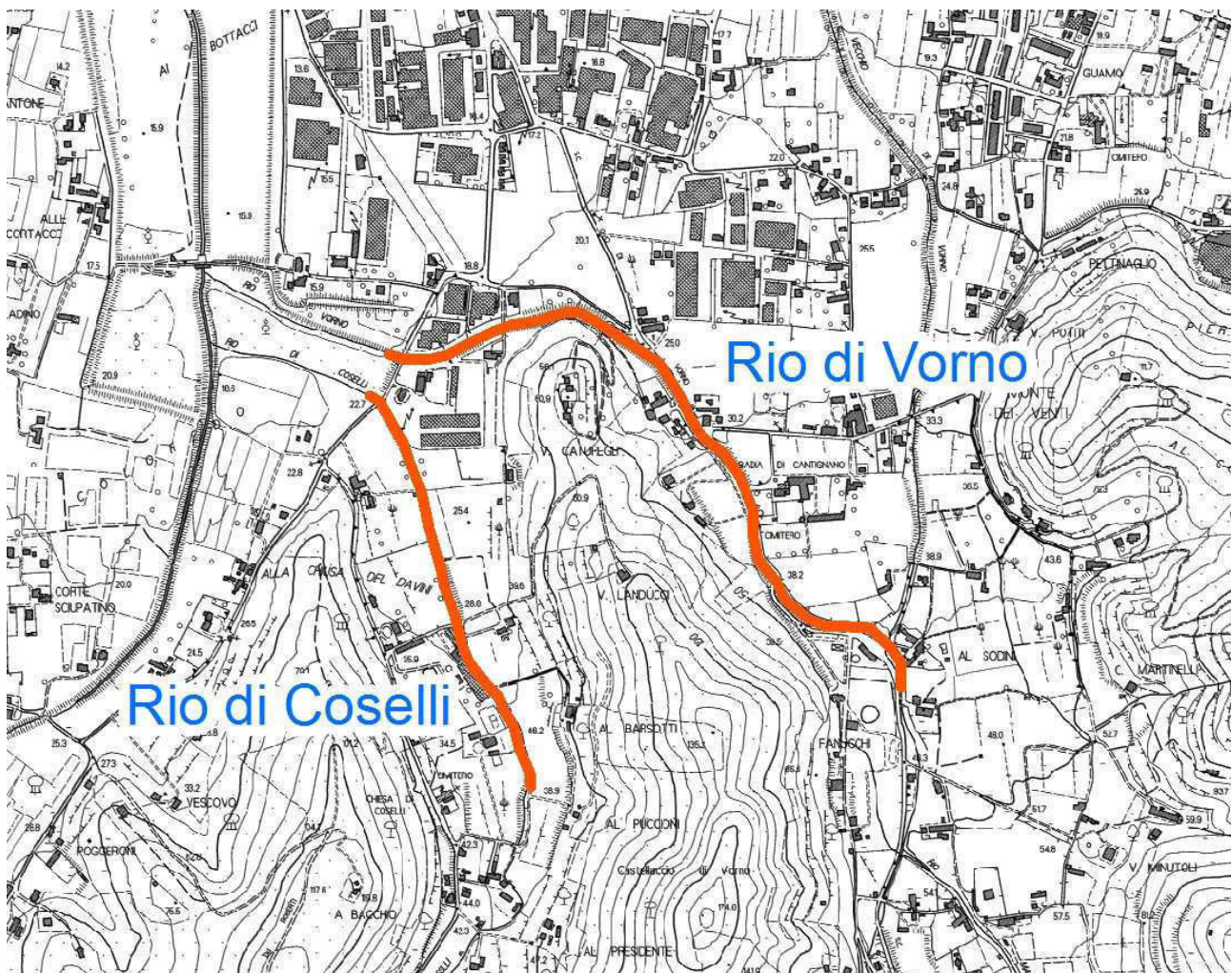


Figura 1. Planimetria dei tratti di Rio di Vorno e Rio di Coselli oggetto dello studio

Entrambi i rii sono recettori principali di un porzione del versante nord del Monte Pisano, dove sono ubicate le omonime frazioni e scaricano le proprie acque all'interno delle casse di espansione in linea denominate "Bottacci" (nelle quali conferisce anche il Rio Guappero) ubicate al confine con il Comune di Lucca.

Senza entrare nel dettaglio illustrativo relativo alla geologia, geomorfologia e uso del suolo dei bacini afferenti, in quanto i dati di portata di progetto sono stati forniti direttamente dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio, si precisa che il tratto di Rio di

Vorno studiato è quello compreso tra lo sbocco nelle casse di espansione e la diversione del Rio Vecchio di Vorno, mentre il Rio di Coselli è stato studiato nel tratto tra lo sbocco nelle stesse casse fino a 800 metri a monte.

I tratti di corso d'acqua sono stati studiati allo stato attuale al fine di individuare le rispettive carenze strutturali e a livello preliminare di progetto al fine di individuare gli interventi di mitigazione del rischio idraulico duecentennale e relativa fattibilità.

## **Dati idrologici di riferimento**

Come accennato in premessa i dati idrologici relativi alle massime portate al colmo di progetto stimate per un evento con tempo di ritorno 200 anni, sono stati forniti direttamente dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio e corrispondono rispettivamente a:

**89 mc/s** per il Rio di Vorno

**26 mc/s** per il Rio di Coselli

I valori di portata indicati sono stati utilizzati per la modellazione idraulica dell'intero tratto dei rispettivi rii, così come individuato in premessa.



# Studio idraulico

## *Ipotesi alla base dei calcoli*

I calcoli idraulici sono stati elaborati con il codice HEC-RAS 4.1 del US Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center, simulando i transiti delle massime piene al colmo per i tratti di corso d'acqua studiati, al fine di valutare possibili fenomeni di esondazione per sormonto arginale determinati da insufficienze geometriche strutturali, così come risultanti dal rilievo topografico utilizzato.

Non sono stati calcolati gli effetti di eventuali rotture/collassi/intasamenti di opere o parti di esse, possibili durante un fenomeno di piena, ma non individuabili e computabili scientificamente in sede di simulazione d'evento.

Evidenziate con i criteri di cui sopra le rispettive criticità, si è provveduto ad elaborare una modellazione idraulica di livello preliminare finalizzata all'illustrazione e valutazione di fattibilità degli interventi di mitigazione del rischio idraulico lungo i tratti di Rio di Vorno e Rio di Coselli oggetto del presente studio.

Le ulteriori ipotesi adottate ai fini di cui sopra sono le seguenti:

- *Geometria delle sezioni e del profilo dei corsi d'acqua: i dati sono stati acquisiti da un rilievo topografico eseguito da Italian Topographic Survey S.a.s. di Lucca nell'anno 2004 per conto dello studio tecnico Ing. Renzo Bessi di Capannori (LU), all'epoca incaricato dell'elaborazione degli studi idraulici a supporto del piano strutturale del Comune di Capannori (LU). I rilievi, nonostante risalgano all'anno 2004, sono stati valutati e ritenuti idonei alle finalità del presente studio, in quanto dal 2004 ad oggi sia sul Rio di Vorno che sul Rio di Coselli non sono stati realizzati interventi strutturali che ne abbiano modificato la geometria e l'efficienza idraulica complessiva nei confronti di una piena con tempo di ritorno stimato in 200 anni. Eventuali depositi e/o erosioni di materiale solido in tratti localizzati dei corsi d'acqua, che si fossero verificate dal periodo d'esecuzione dei rilievi ad oggi, non risultano significative per le finalità del presente studio.*
- *Il liquido transitante nei corsi d'acqua e/o esondato è stato considerato acqua senza addizioni di materiale solido (materiali sospesi e/o galleggianti). Le sezioni delle opere idrauliche (ponti etc.) sono state considerate libere da ogni ostacolo eventualmente depositabile.*
- *Gli argini e sponde dei tratti di corso d'acqua simulati sono stati ipotizzati indistruttibili e conformati secondo quanto riportato sugli elaborati del rilievo topografico.*
- *I calcoli idraulici sono stati elaborati a moto permanente per eventi meteorici con tempo di ritorno stimato rispettivamente in 200 anni utilizzando i dati di portata così come indicato al paragrafo precedente.*
- *La scabrezza dei tratti di corso d'acqua simulati è stata determinata con la teoria di Manning, assumendo come coefficiente relativo **0,042** lungo tutto lo sviluppo di entrambi i tratti di rio oggetto di studio.*



- *I tratti di corso d'acqua sono stati calcolati con condizione al contorno di monte corrispondente a quella di moto uniforme, mentre la condizione a contorno di valle è stata assunta dallo studio idraulico elaborato dall'Ing. Renzo Bessi nell'anno 2005, già trasmesso in sede di Conferenza dei Servizi, corrispondente al massimo livello d'acqua stimato nella cassa di monte dei "Bottacci" per un evento con tempo di ritorno stimato in 200 anni e corrispondente a **20,31** metri sul L.M.M.*

Nelle pagine seguenti sono riportati i risultati dei calcoli idraulici elaborati e le relative conclusioni

### **Risultati dei calcoli idraulici – Rio di Vorno**

Per quanto riguarda il Rio di Vorno i calcoli idraulici relativi allo stato attuale evidenziano che:

- La massima portata al colmo con tempo di ritorno stimato in 200 anni transita, lungo il tratto di corso d'acqua simulato, al di sotto dei cigli di sponda nel tratto a monte del ponte denominato "Al Lavatoio" ad eccezione del primo tratto a monte dello stesso ponte e del tratto a valle, fino all'immissione nei "Bottacci", dove supera i cigli destro o sinistro in vari tratti meglio identificati negli elaborati grafici allegati.
- La fuoriuscita d'acqua per sormonto di sponda dal Rio, nei tratti indicati al punto precedente, è determinata dall'insufficienza strutturale dei ponti denominati: "via di Coselli", "Passerella Asilo", "Al Lavatoio" e delle strutture arginali/spondali a contenere la massima piena con tempo di ritorno stimato in 200 anni
- Nel tratto a monte del ponte "Al Lavatoio", come meglio si evince dagli allegati grafici, i ponti non sono comunque adeguati a garantire il transito della portata al colmo duecentennale con un franco di sicurezza di 1 metro, così come non lo sono le strutture spondali in vari tratti in destra o sinistra idraulica.

Allegati alla presente sono riportati i calcoli idraulici preliminari relativi allo stato di progetto del Rio di Vorno, dove sono evidenziati i dimensionamenti di massima dei ponti e delle quote spondali al fine di garantire il transito della massima piena con tempo di ritorno stimato in 200 anni e franco di sicurezza pari ad 1 metro sia sugli intradossi delle solette degli attraversamenti che sui cigli di sponda.

I calcoli di progetto eseguiti evidenziano che:

- La maggiore criticità relativamente al rischio idraulico determinato dal Rio di Vorno è rappresentata dalla deficienza strutturale dei ponti denominati: "via di Coselli", "Passerella Asilo", "Al Lavatoio"
- Gli adeguamenti spondali comunque necessari anche in seguito all'adeguamento dei ponti, al fine del garantire il metro di franco di sicurezza, sono di modesta entità e riguardano rialzamenti/rinforzi di muri o rialzi/ringrossi di argini in terra
- L'adeguamento dei ponti denominati: "via di Coselli", "Passerella Asilo", "Al Lavatoio" risulta fattibile così come le relative opere accessorie prevedendo opportune opere di raccordo con i punti d'imbarco e di sbarco, così come

l'eventuale adeguamento al franco di sicurezza del ponte denominato: "Via di Vorno". L'eventuale adeguamento al franco dei ponti denominati: "Strada Comunale di Vorno" e "Via Vecchia di Vorno" risulta invece più complesso per la presenza di corpi di fabbrica in prossimità dei punti d'imbarco e di sbarco agli stessi

### ***Risultati dei calcoli idraulici – Rio di Coselli***

Per quanto riguarda il Rio di Coselli i calcoli idraulici relativi allo stato attuale evidenziano che:

- La massima portata al colmo con tempo di ritorno stimato in 200 anni transita, lungo il tratto di corso d'acqua simulato, al di sotto dei cigli di sponda nel tratto a monte del ponte denominato "Strada Campestre" ad eccezione del primo tratto a monte dello stesso ponte e del tratto a valle, fino all'immissione nei "Bottacci", dove supera i cigli destro o sinistro in vari tratti meglio identificati negli elaborati grafici allegati.
- La fuoriuscita d'acqua per sormonto di sponda dal Rio, nei tratti indicati al punto precedente, è determinata dall'insufficienza strutturale dei ponti denominati: "Strada Campestre", "Via di Coselli" e delle strutture arginali/spondali a contenere la massima piena con tempo di ritorno stimato in 200 anni
- Nel tratto a monte del ponte "Strada Campestre", come meglio si evince dagli allegati grafici, le strutture spondali non sono comunque adeguate a garantire il transito della portata al colmo duecentennale con un franco di sicurezza di 1 metro

Allegati alla presente sono riportati i calcoli idraulici preliminari relativi allo stato di progetto del Rio di Coselli, dove sono evidenziati i dimensionamenti di massima dei ponti e delle quote spondali al fine di garantire il transito della massima piena con tempo di ritorno stimato in 200 anni e franco di sicurezza pari ad 1 metro sia sugli intradossi delle solette degli attraversamenti che sui cigli di sponda.

I calcoli di progetto eseguiti evidenziano che:

- La maggiore criticità relativamente al rischio idraulico determinato dal Rio di Coselli è rappresentata dalla deficienza strutturale dei ponti denominati: "Strada Campestre" e "Via di Coselli"
- Gli adeguamenti spondali comunque necessari anche in seguito all'adeguamento dei ponti, al fine del garantire il metro di franco di sicurezza, riguardano rialzamenti/rinforzi di muri o rialzi/ringrossi di sponde/argini in terra. Lungo il Rio di Coselli, al fine di abbassare le quote dei cigli di sponda e degli intradossi dei ponti di progetto, è possibile procedere al contestuale allargamento della sezione di deflusso
- L'adeguamento dei ponti denominati: "Strada Campestre" e "Via di Coselli" risulta fattibile così come le relative opere accessorie prevedendo opportune opere di raccordo con i punti d'imbarco e di sbarco.

## **Allegati dei calcoli idraulici**

Nelle pagine seguenti sono riportati gli elaborati risultanti dai calcoli idraulici eseguiti relativamente al Rio di Vorno e al Rio di Coselli allo stato attuale e in quello di progetto preliminare.

Gli allegati, per ciascuno dei rii sia allo stato attuale che di progetto, sono costituiti da:

- Planimetria del modello idraulico
- Profilo longitudinale del modello idraulico
- Sezioni trasversali del modello idraulico
- Tabella numerica risultante dai calcoli idraulici

In calce è rappresentata infine la planimetria dove sono indicati i tratti studiati del Rio di Vorno e Rio di Coselli e i relativi interventi di progetto finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico duecentennale, oltre la stima di massima del costo di tali interventi.

Santa Margherita 05/02/2014

F.to Il Dirigente  
Ing. Massimo Lucchesi

F.to Il Quadro Tecnico  
Ing. Marino Nieri

## ***Rio di Vorno – Stato Attuale***

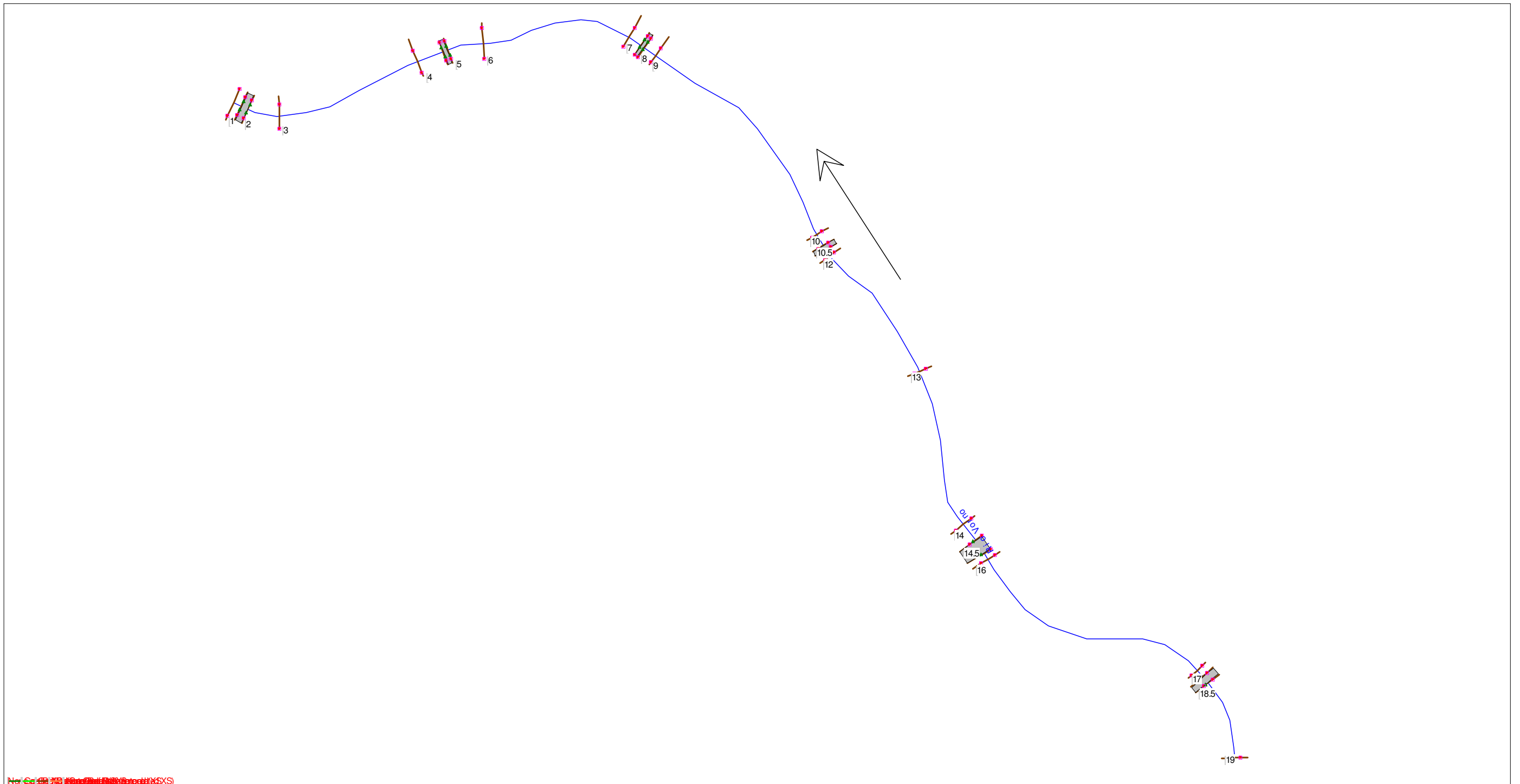


Figura 2. Rio di Vorno, planimetria del modello idraulico

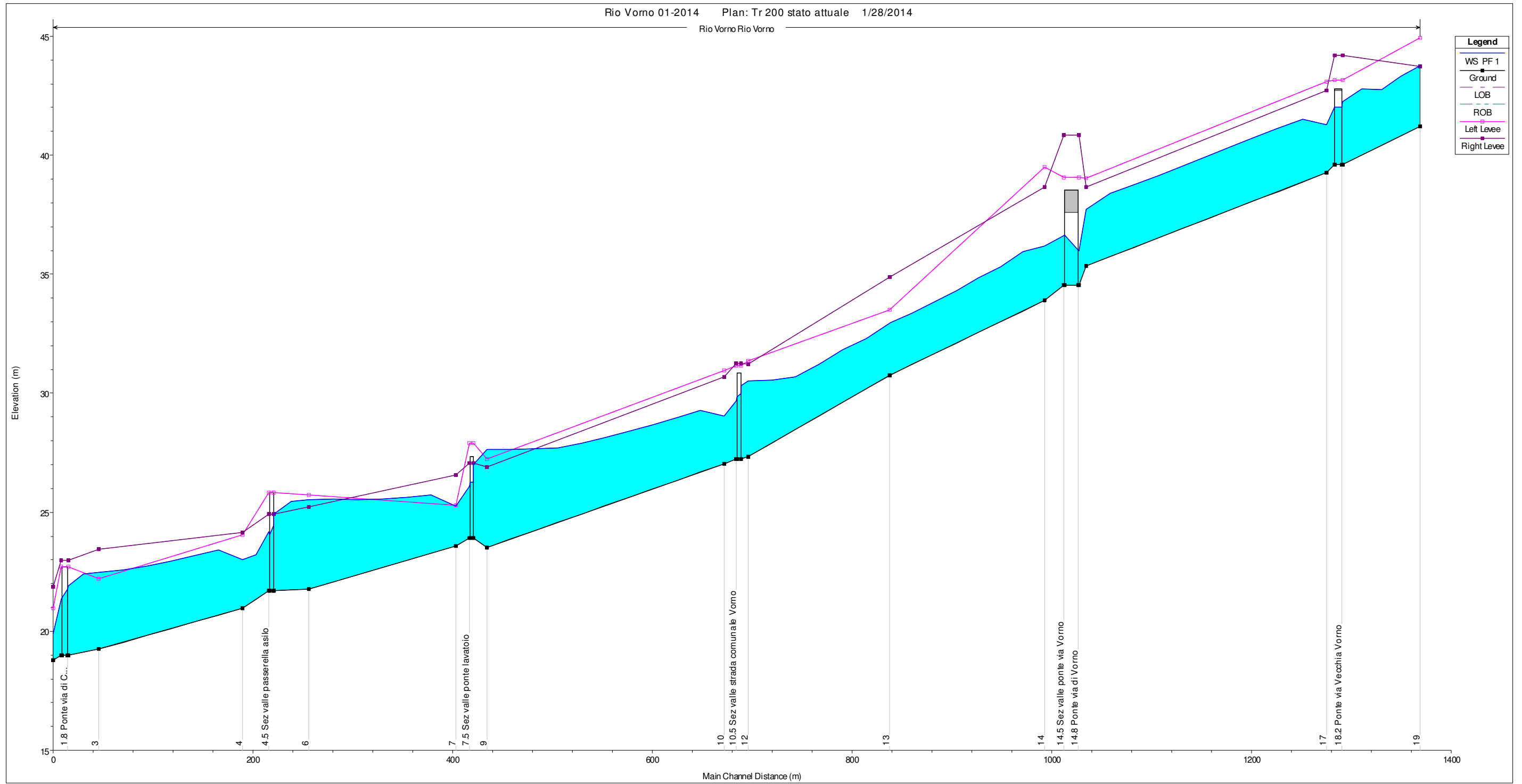
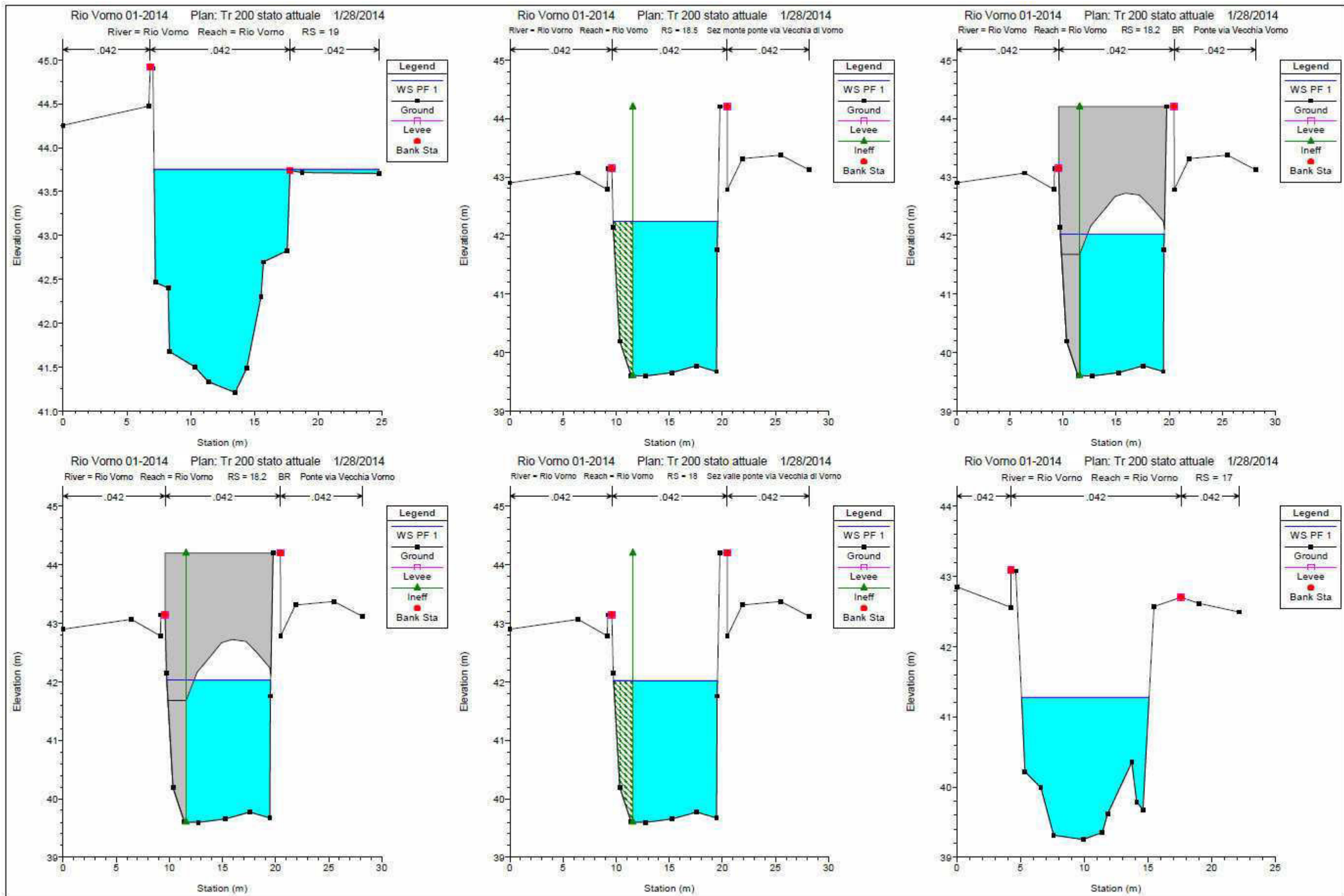
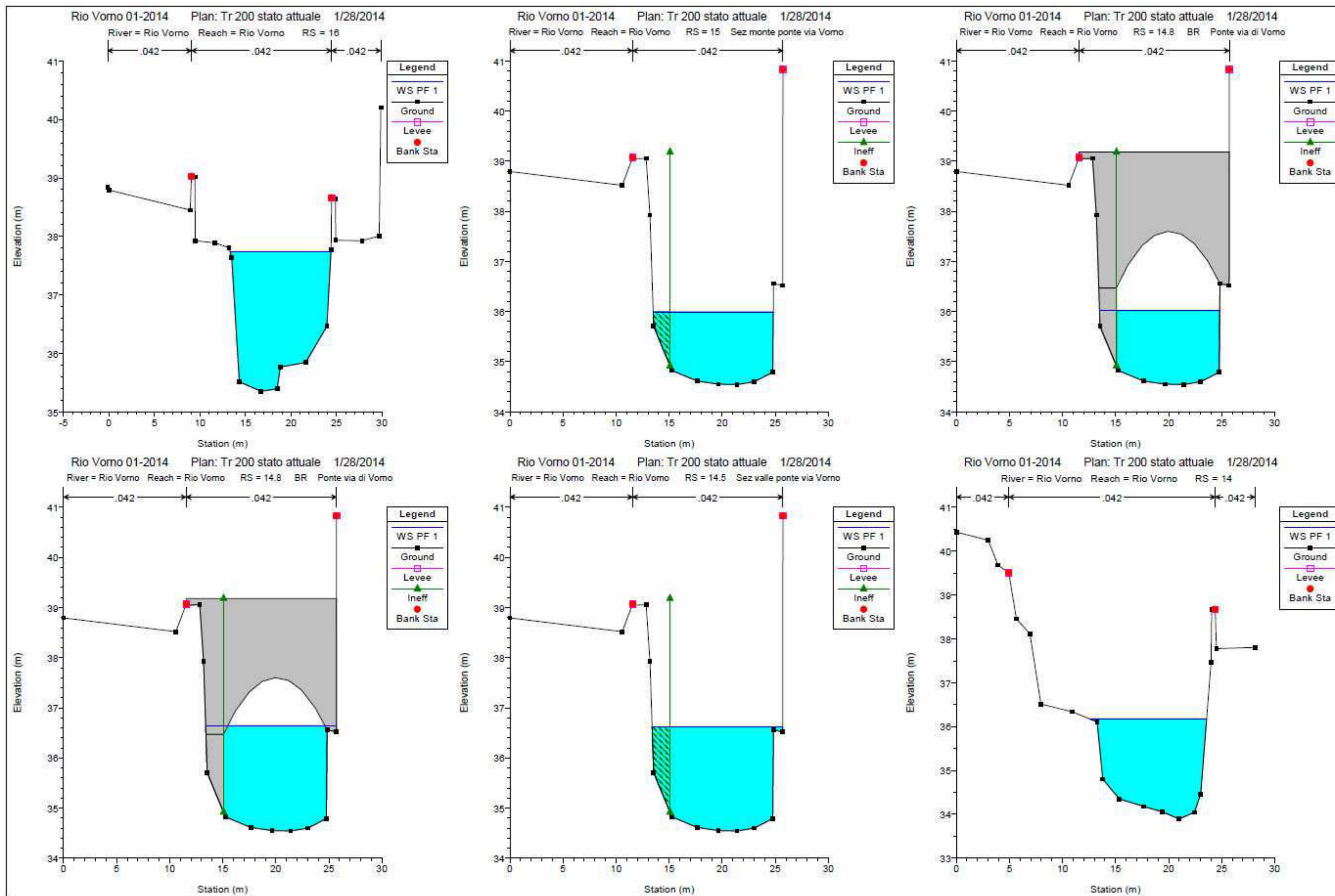
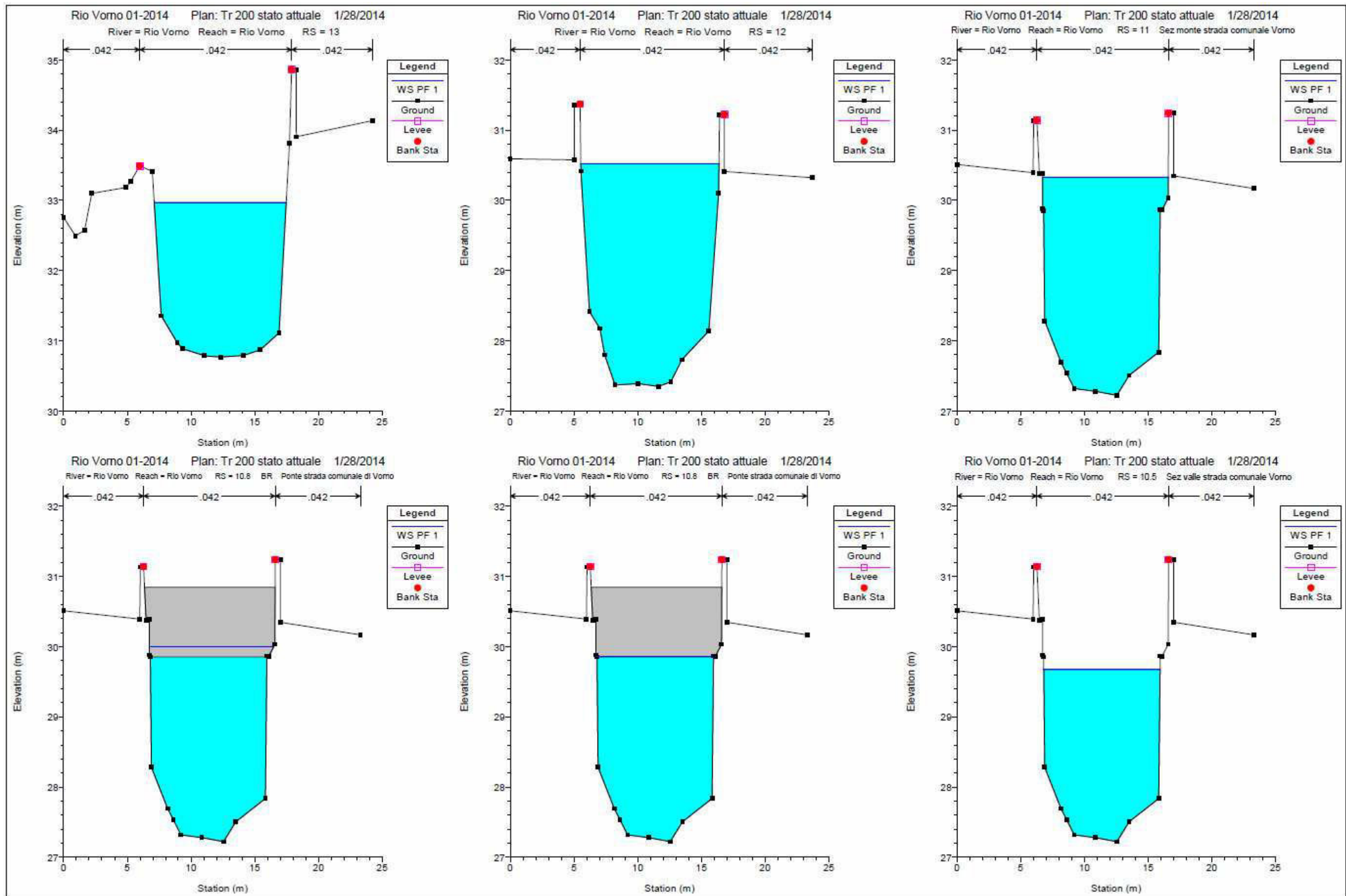


Figura 3. Rio di Vorno, profilo del modello idraulico

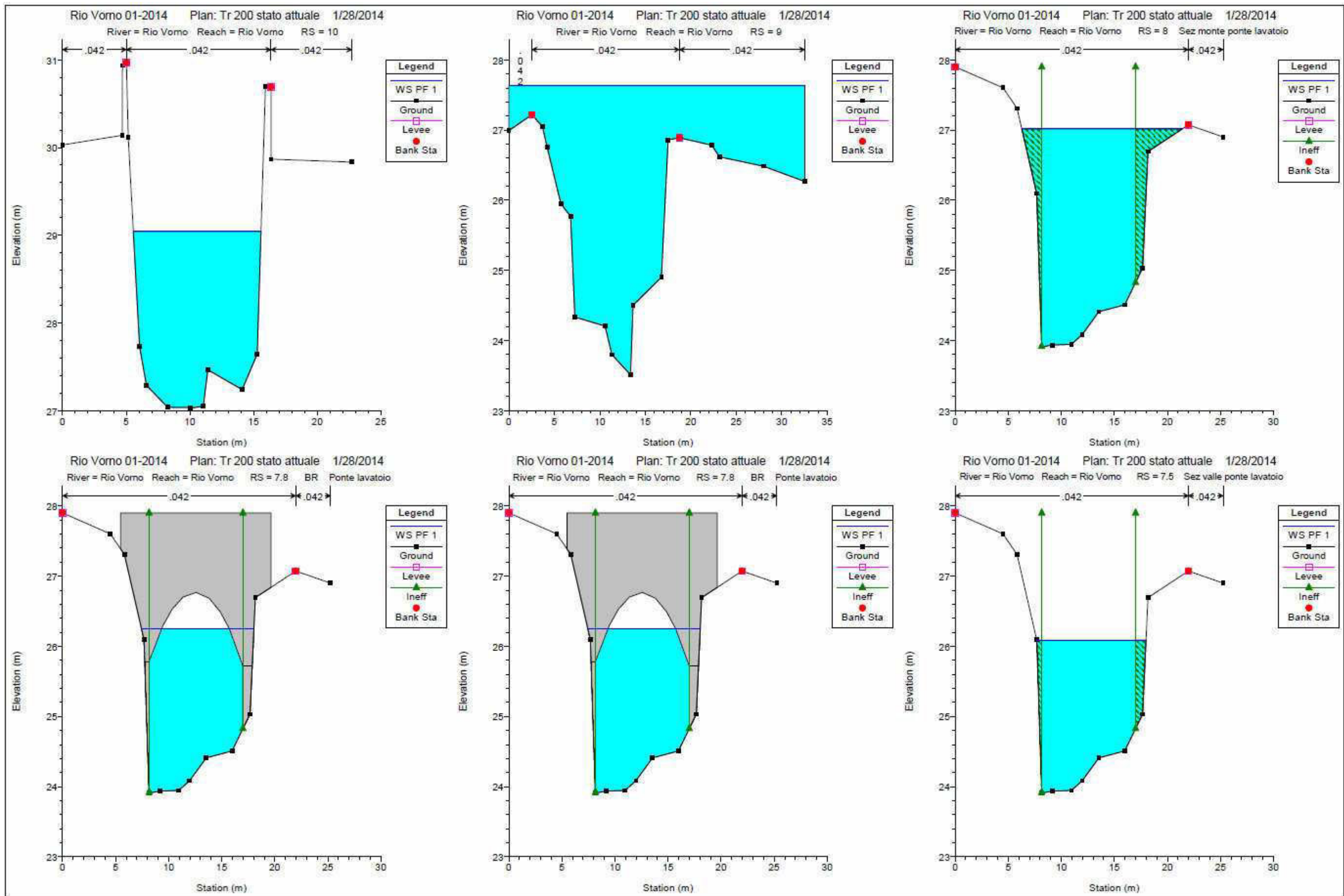


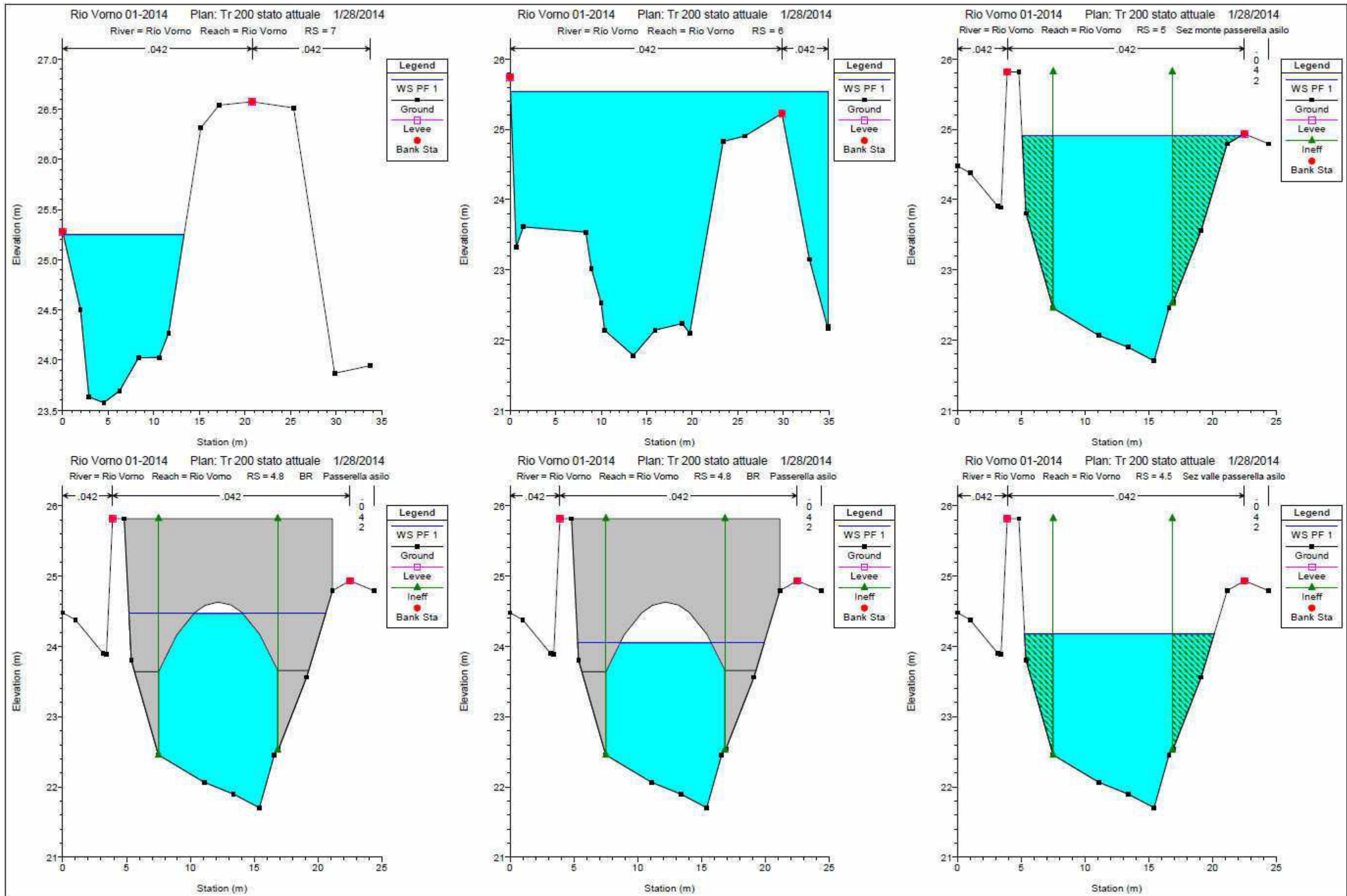




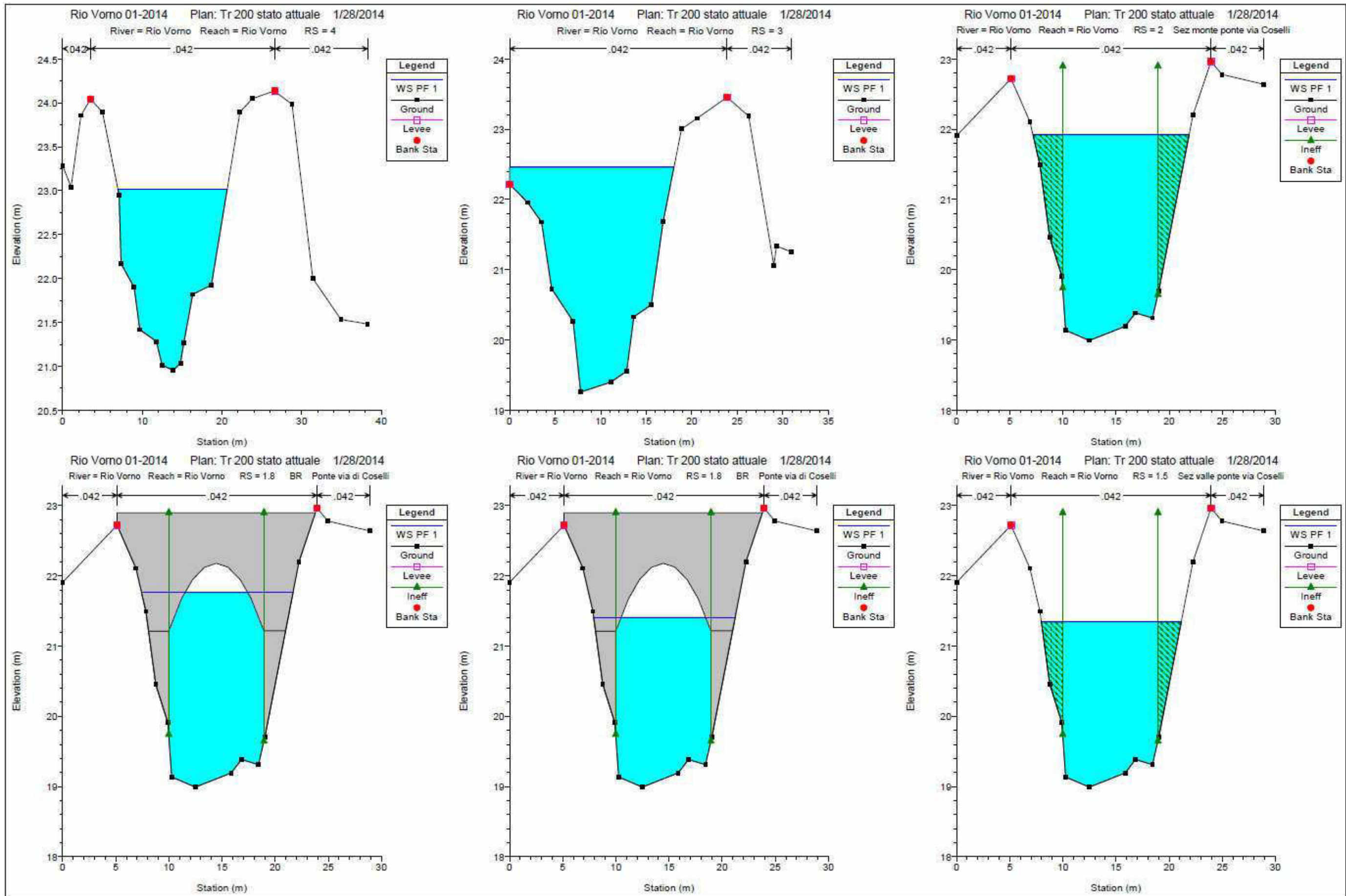












Rio Vorno 01-2014 Plan: Tr 200 stato attuale 1/28/2014

River = Rio Vorno Reach = Rio Vorno RS = 1

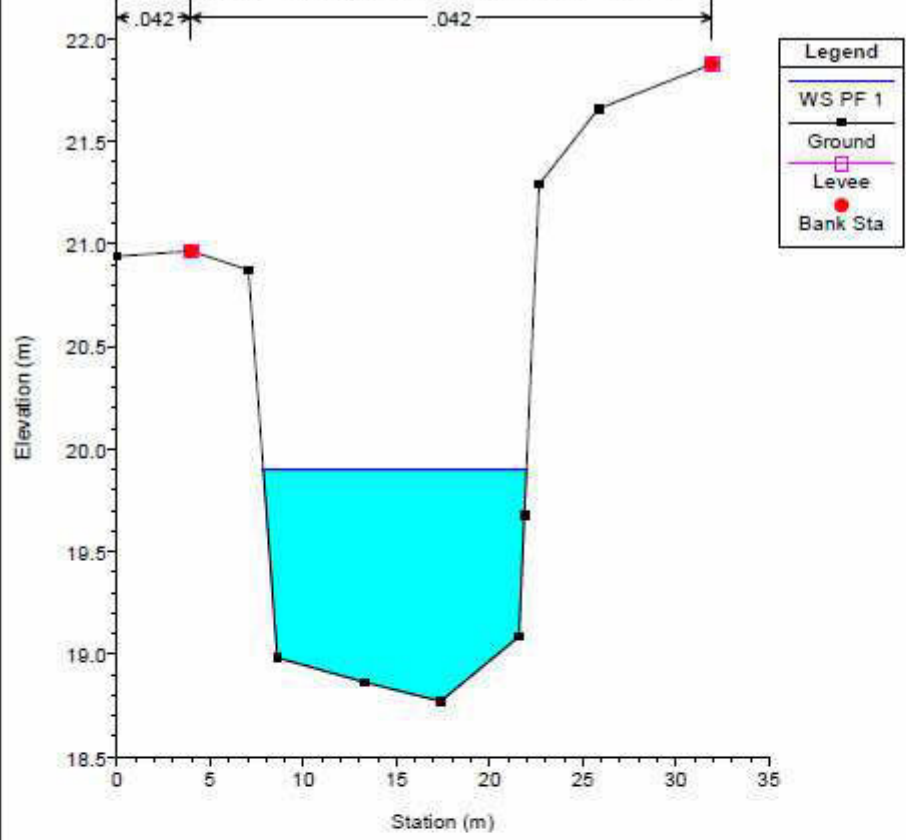


Tabella 1. Rio di Vorno stato attuale, tabella numerica dei calcoli idraulici

| Reach     | River Sta | Profile | Q Total | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl |
|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|--------------|
|           |           |         | (m3/s)  | (m)       | (m)       | (m)       | (m)       | (m/m)      | (m/s)    | (m2)      | (m)       |              |
| Rio Vorno | 19        | PF 1    | 89      | 41.21     | 43.76     | 43.97     | 44.75     | 0.021019   | 4.43     | 20.35     | 17.63     | 1.03         |
| Rio Vorno | 18.5      | PF 1    | 89      | 39.6      | 42.24     | 42.02     | 43.22     | 0.0139     | 4.38     | 20.34     | 9.85      | 0.87         |
| Rio Vorno | 18.2      |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Vorno | 18        | PF 1    | 89      | 39.6      | 42.02     | 42.02     | 43.19     | 0.018227   | 4.79     | 18.59     | 9.78      | 1            |
| Rio Vorno | 17        | PF 1    | 89      | 39.25     | 41.28     | 41.73     | 42.93     | 0.043634   | 5.69     | 15.65     | 10.01     | 1.45         |
| Rio Vorno | 16        | PF 1    | 89      | 35.35     | 37.74     | 37.74     | 38.67     | 0.018634   | 4.29     | 20.76     | 11.09     | 1            |
| Rio Vorno | 15        | PF 1    | 89      | 34.54     | 35.99     | 36.72     | 38.31     | 0.062655   | 6.75     | 13.18     | 11.32     | 1.85         |
| Rio Vorno | 14.8      |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Vorno | 14.5      | PF 1    | 89      | 34.54     | 36.62     | 36.72     | 37.7      | 0.020677   | 4.59     | 19.38     | 12.31     | 1.09         |
| Rio Vorno | 14        | PF 1    | 89      | 33.9      | 36.18     | 36.47     | 37.27     | 0.023518   | 4.64     | 19.17     | 11.02     | 1.12         |
| Rio Vorno | 13        | PF 1    | 89      | 30.77     | 32.97     | 32.98     | 33.96     | 0.018891   | 4.4      | 20.24     | 10.36     | 1            |
| Rio Vorno | 12        | PF 1    | 89      | 27.35     | 30.52     | 29.73     | 31.01     | 0.006745   | 3.09     | 28.81     | 10.84     | 0.6          |
| Rio Vorno | 11        | PF 1    | 89      | 27.22     | 30.33     | 29.67     | 30.94     | 0.009615   | 3.45     | 25.76     | 9.87      | 0.68         |
| Rio Vorno | 10.8      |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Vorno | 10.5      | PF 1    | 89      | 27.22     | 29.67     | 29.67     | 30.74     | 0.020348   | 4.58     | 19.45     | 9.13      | 1            |
| Rio Vorno | 10        | PF 1    | 89      | 27.03     | 29.04     | 29.34     | 30.41     | 0.030954   | 5.18     | 17.19     | 10.03     | 1.26         |
| Rio Vorno | 9         | PF 1    | 89      | 23.51     | 27.63     | 26.34     | 27.78     | 0.002196   | 1.79     | 56.22     | 32.52     | 0.36         |
| Rio Vorno | 8         | PF 1    | 89      | 23.91     | 27.02     | 26.4      | 27.68     | 0.005938   | 3.61     | 24.67     | 15.13     | 0.69         |
| Rio Vorno | 7.8       |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Vorno | 7.5       | PF 1    | 89      | 23.91     | 26.09     | 26.4      | 27.58     | 0.022902   | 5.41     | 16.46     | 10.3      | 1.27         |
| Rio Vorno | 7         | PF 1    | 89      | 23.58     | 25.25     | 25.81     | 27.06     | 0.058044   | 5.97     | 14.91     | 13.25     | 1.8          |
| Rio Vorno | 6         | PF 1    | 89      | 21.78     | 25.53     | 23.98     | 25.61     | 0.001103   | 1.24     | 74.94     | 34.86     | 0.27         |
| Rio Vorno | 5         | PF 1    | 89      | 21.7      | 24.91     | 24.18     | 25.49     | 0.005154   | 3.36     | 26.47     | 17.21     | 0.64         |
| Rio Vorno | 4.8       |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Vorno | 4.5       | PF 1    | 89      | 21.7      | 24.18     | 24.18     | 25.23     | 0.01397    | 4.53     | 19.63     | 14.86     | 1            |
| Rio Vorno | 4         | PF 1    | 89      | 20.95     | 23.02     | 23.34     | 24.21     | 0.031631   | 4.85     | 18.36     | 13.71     | 1.34         |
| Rio Vorno | 3         | PF 1    | 89      | 19.26     | 22.46     | 21.78     | 22.81     | 0.006247   | 2.64     | 33.66     | 18.04     | 0.62         |
| Rio Vorno | 2         | PF 1    | 89      | 18.99     | 21.92     | 21.34     | 22.59     | 0.006552   | 3.63     | 24.52     | 14.7      | 0.7          |
| Rio Vorno | 1.8       |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Vorno | 1.5       | PF 1    | 89      | 18.99     | 21.34     | 21.34     | 22.42     | 0.01446    | 4.6      | 19.33     | 13.16     | 1            |
| Rio Vorno | 1         | PF 1    | 89      | 18.77     | 19.9      | 20.54     | 22.08     | 0.086547   | 6.54     | 13.61     | 14.14     | 2.13         |



***Rio di Vorno – Stato Progetto***

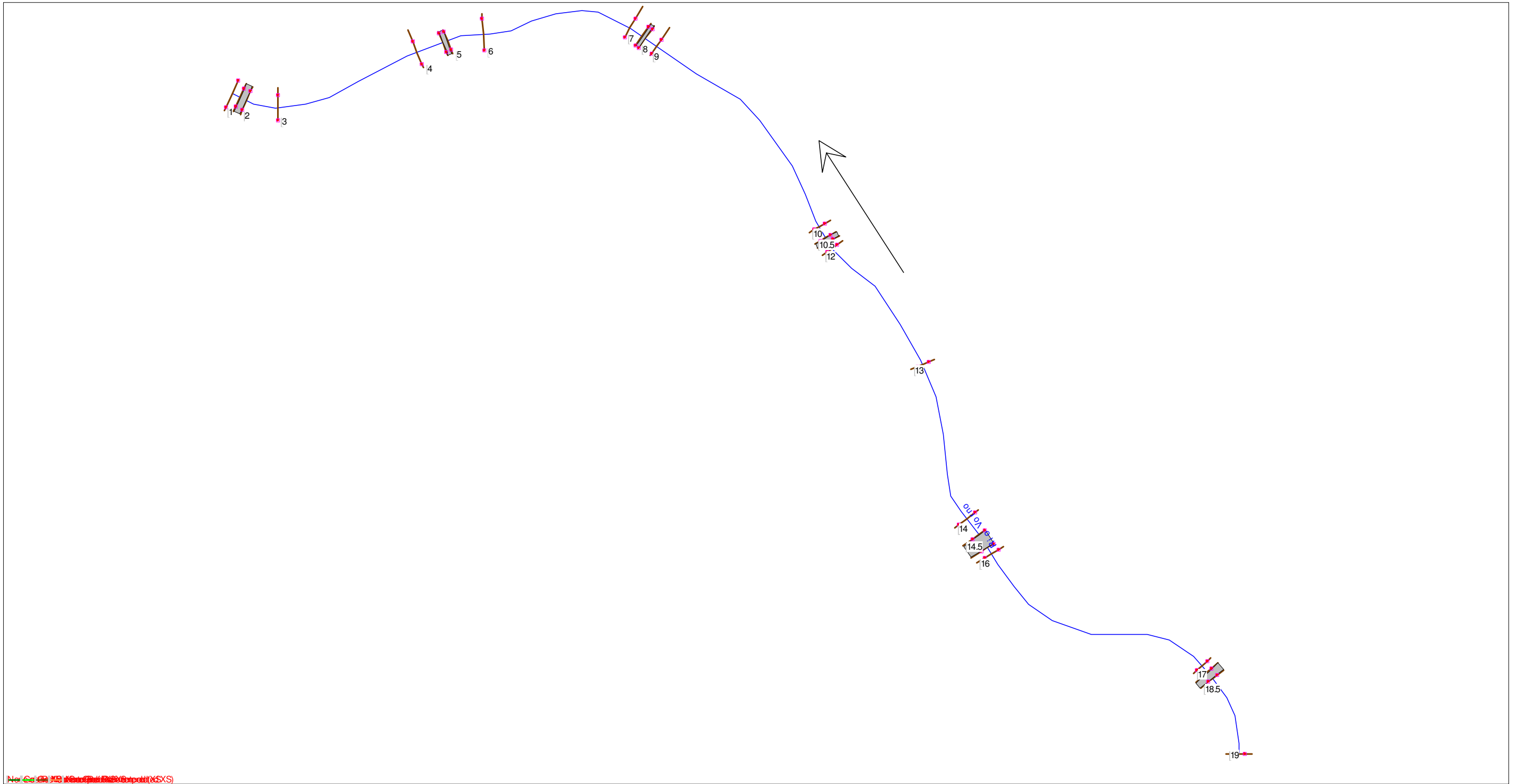


Figura 4. Rio di Vorno, planimetria del modello idraulico

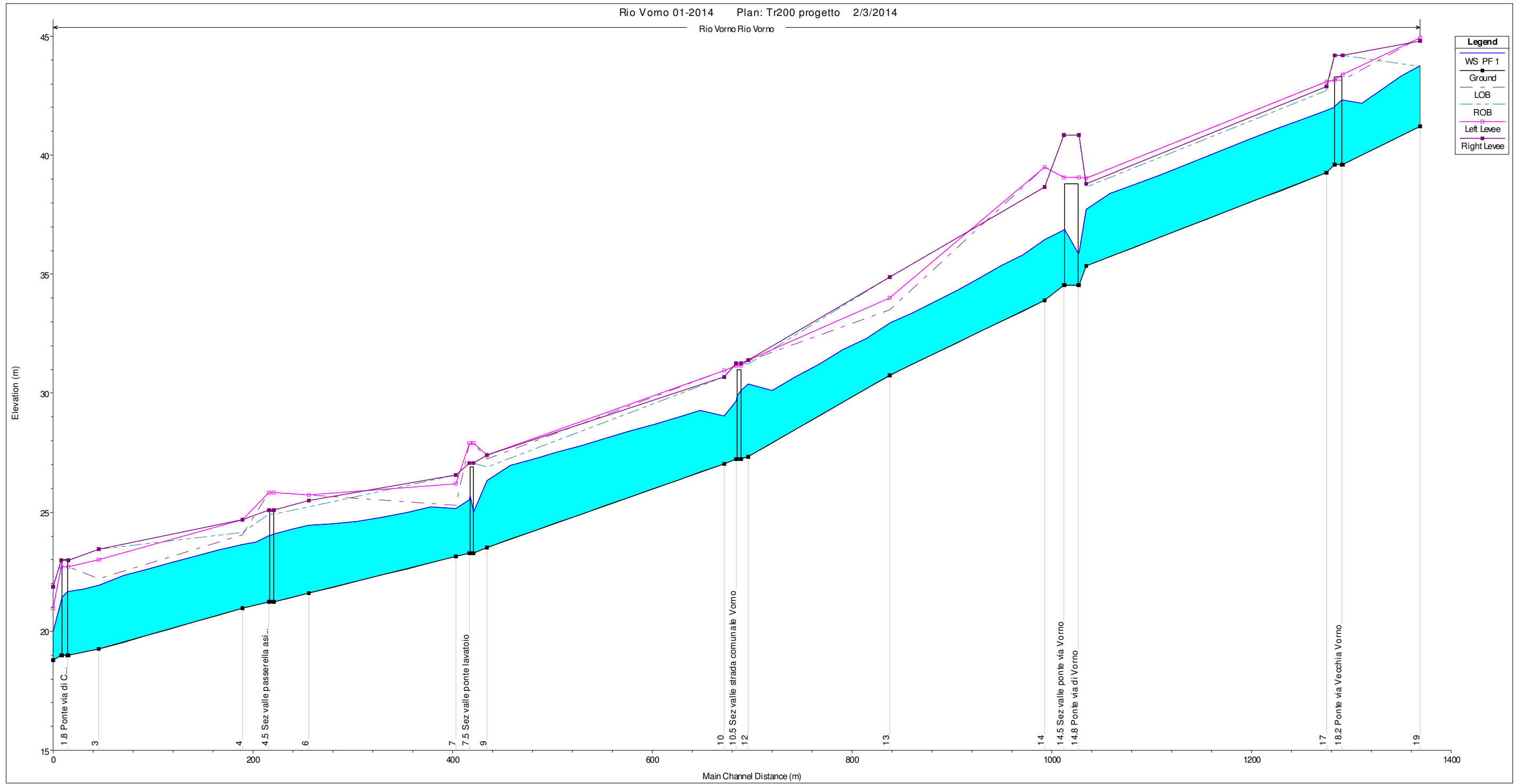
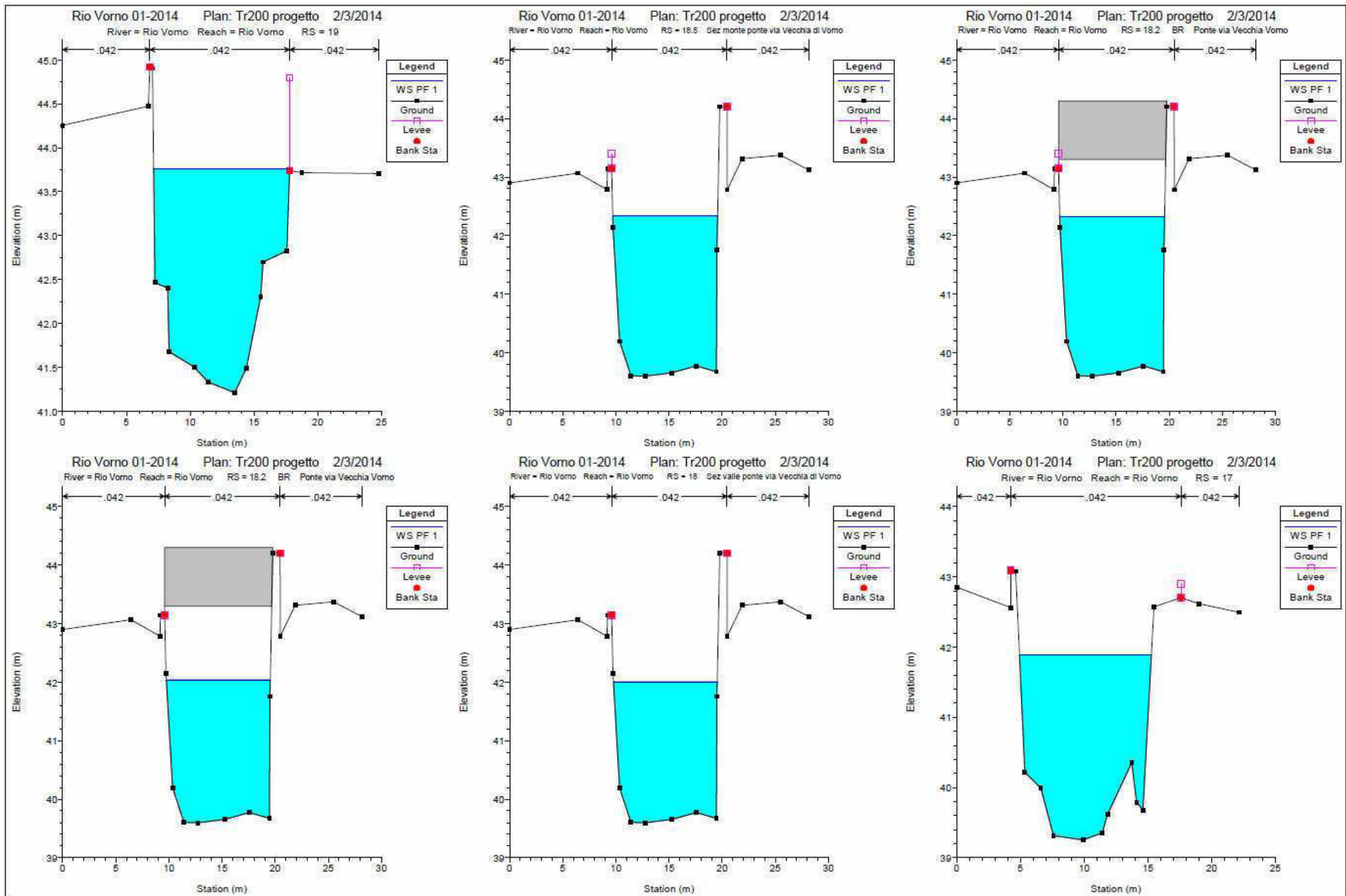
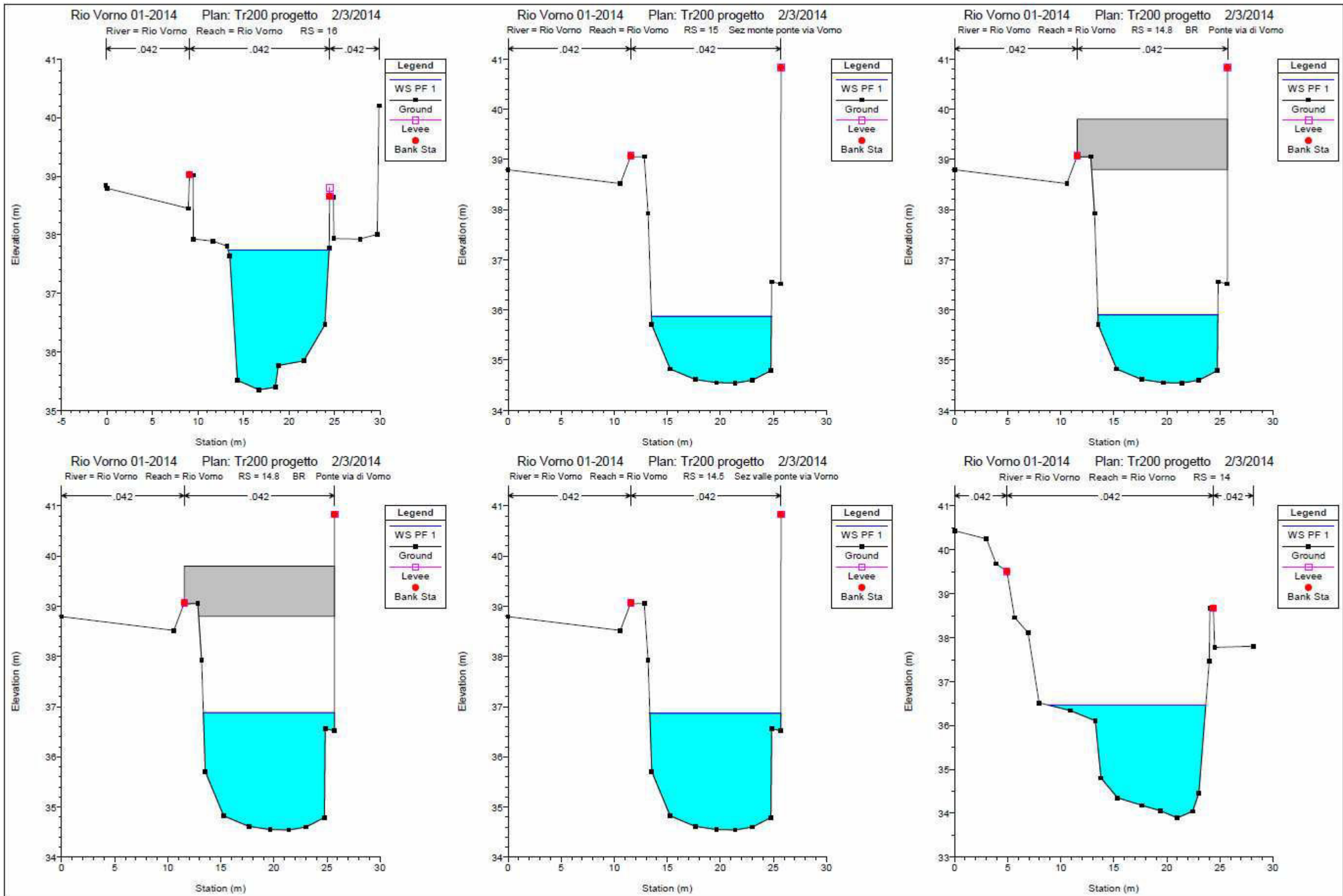
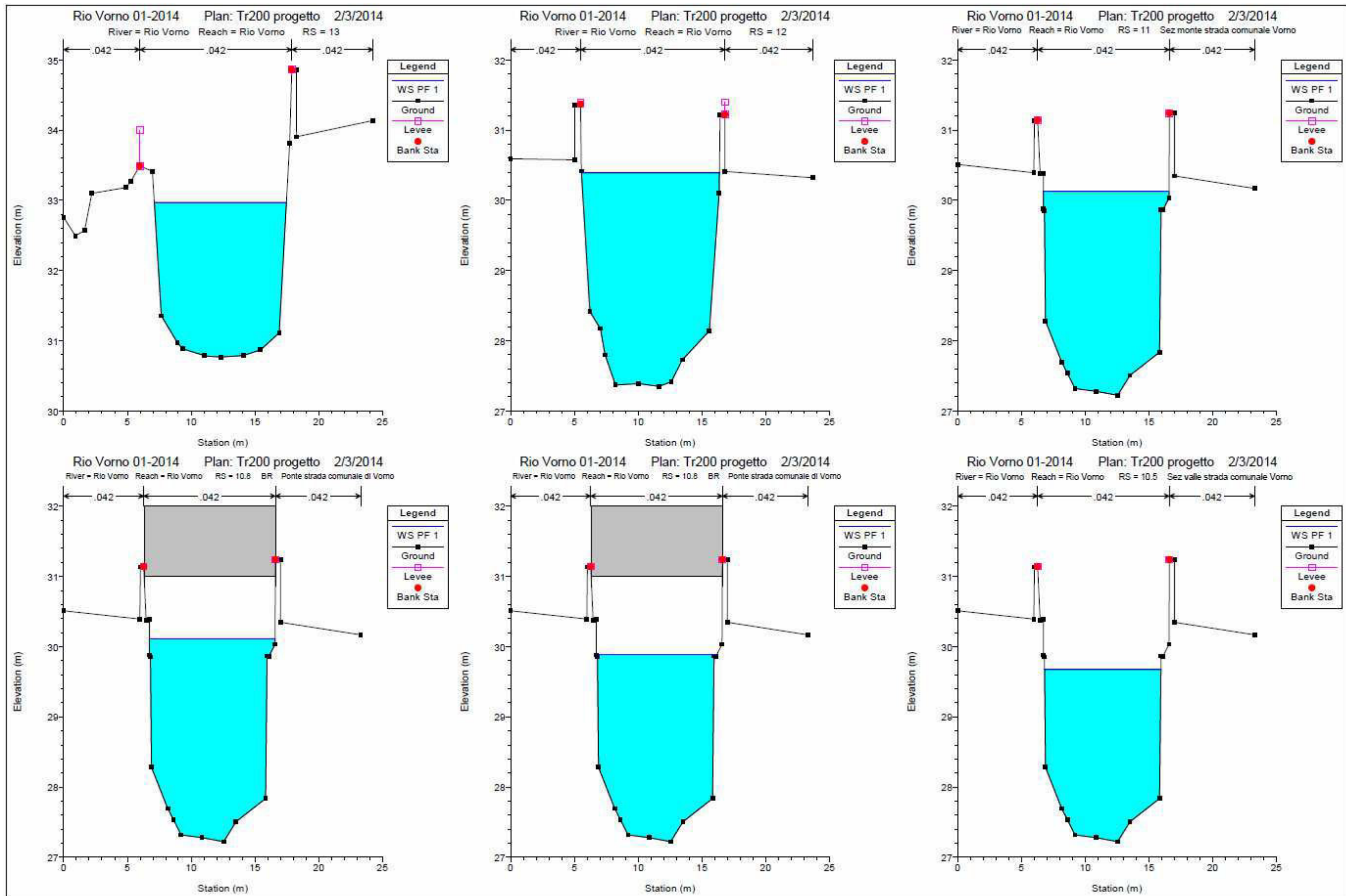


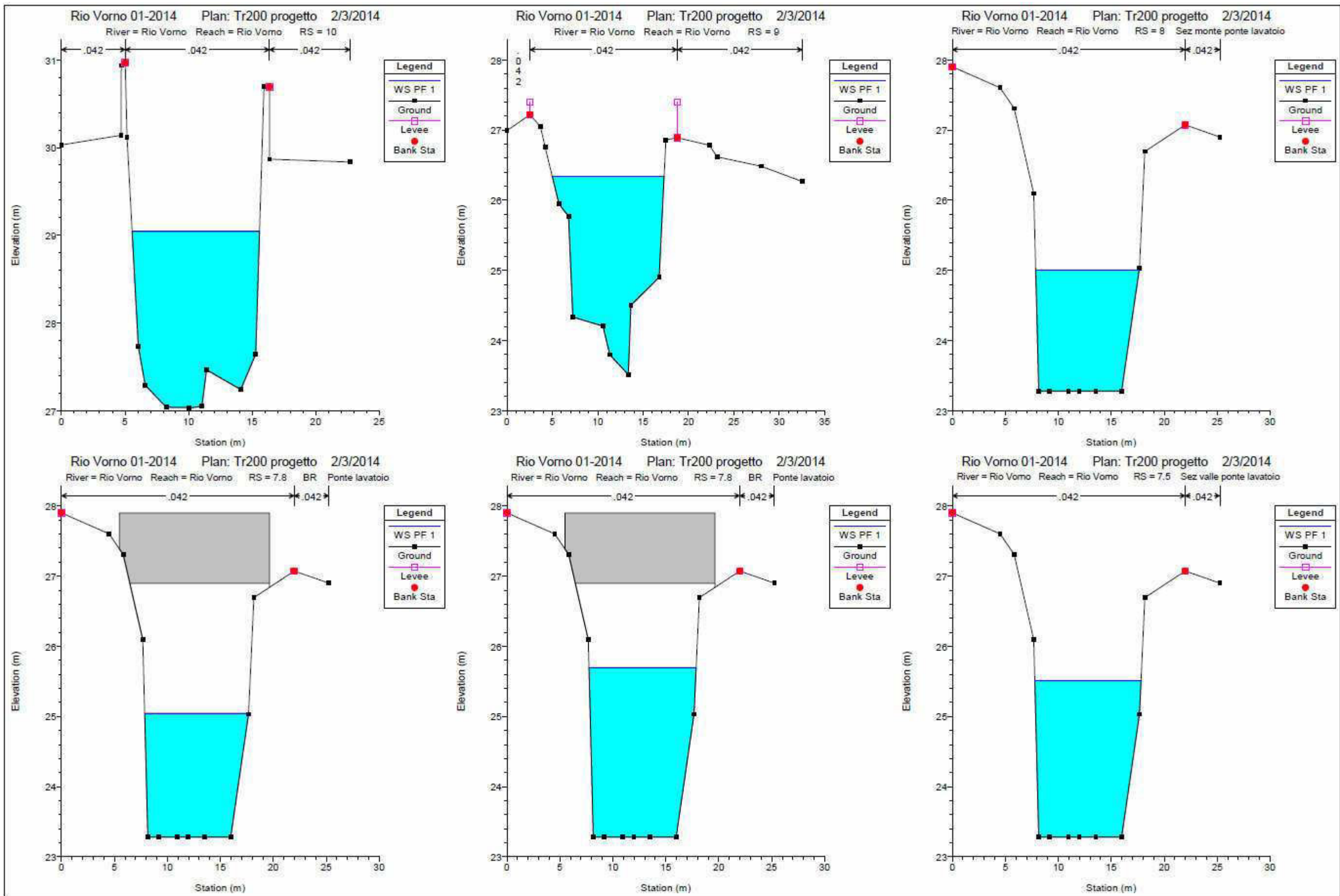
Figura 5. Rio di Vorno, profilo del modello idraulico



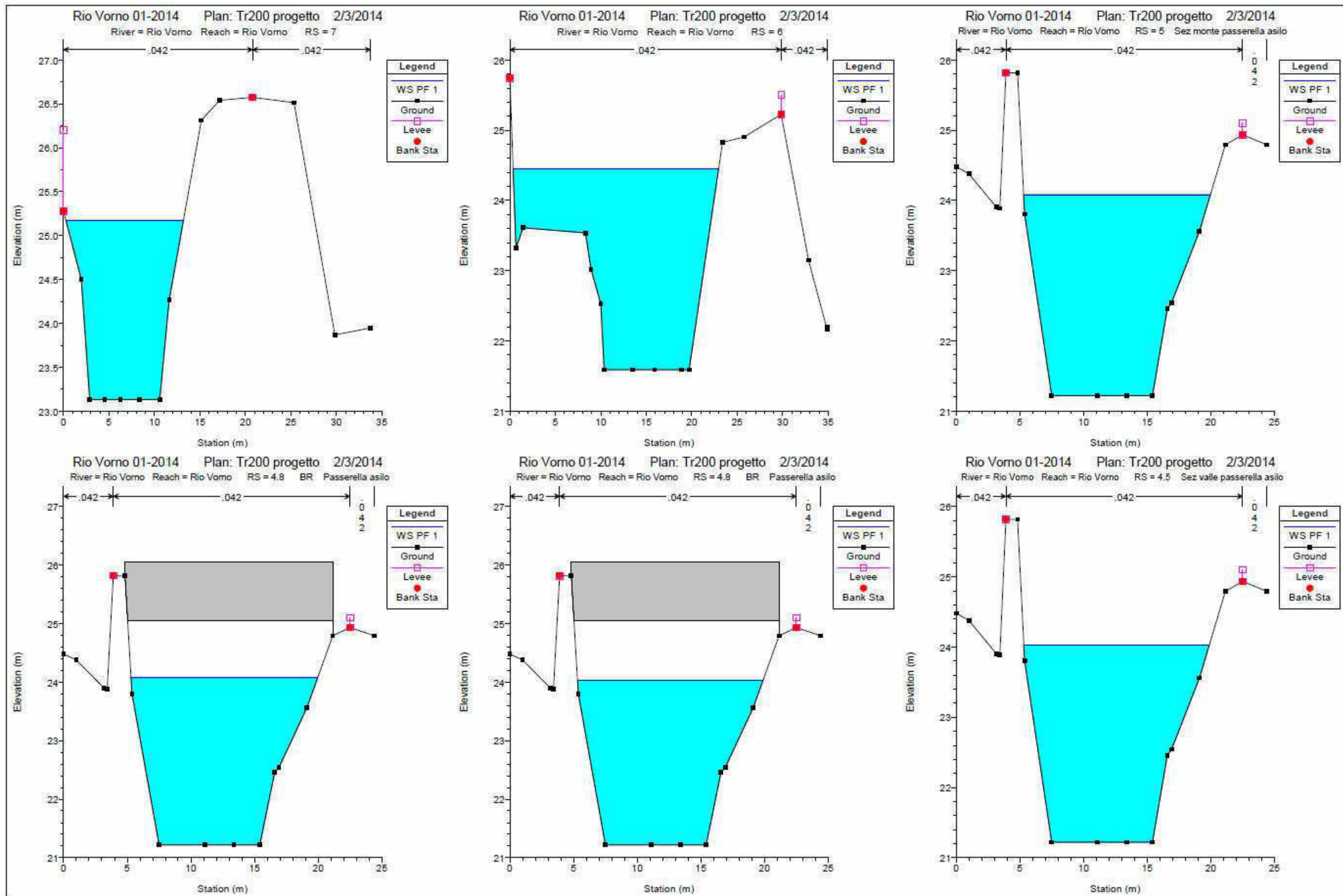


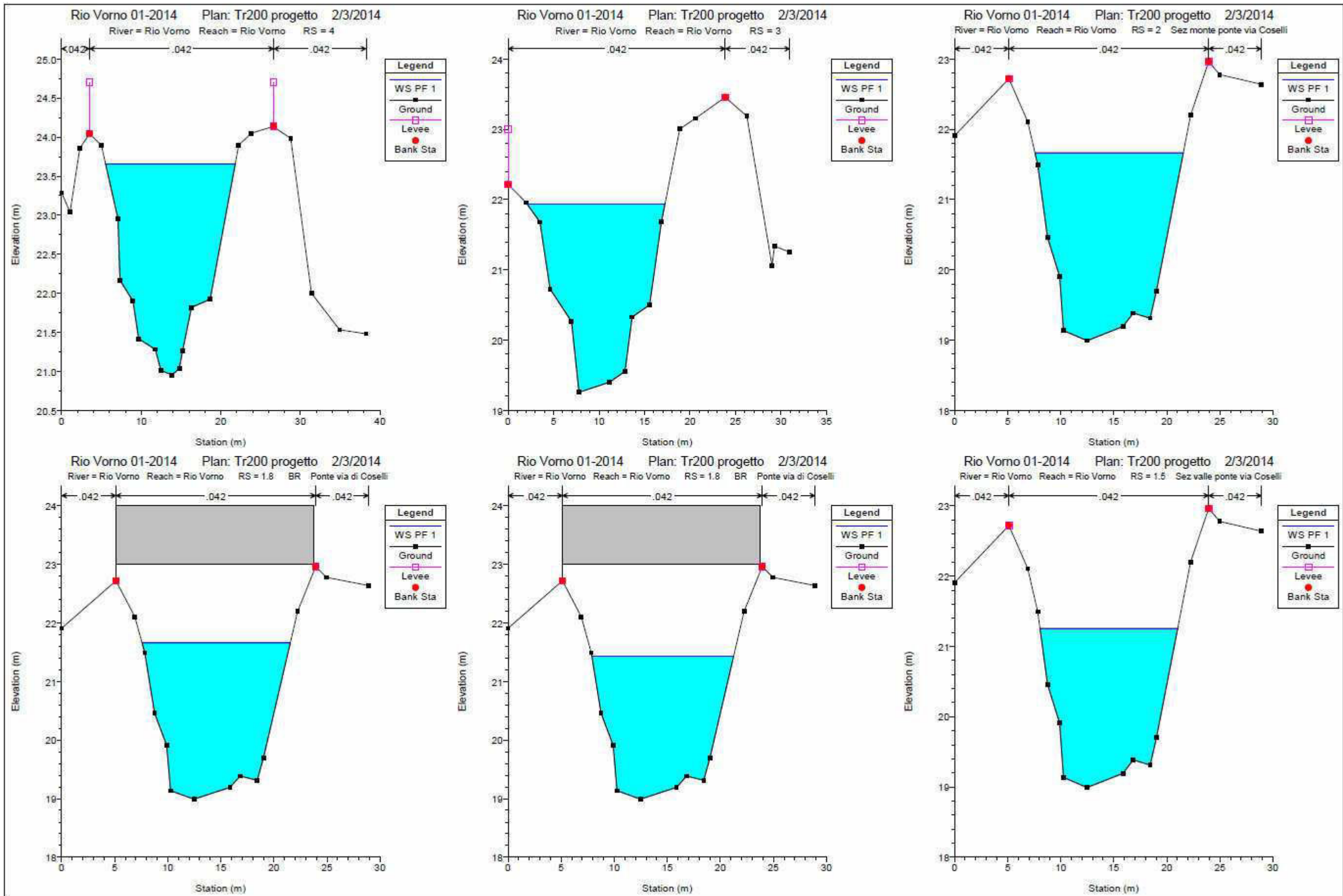












Rio Vorno 01-2014 Plan: Tr200 progetto 2/3/2014

River = Rio Vorno Reach = Rio Vorno RS = 1

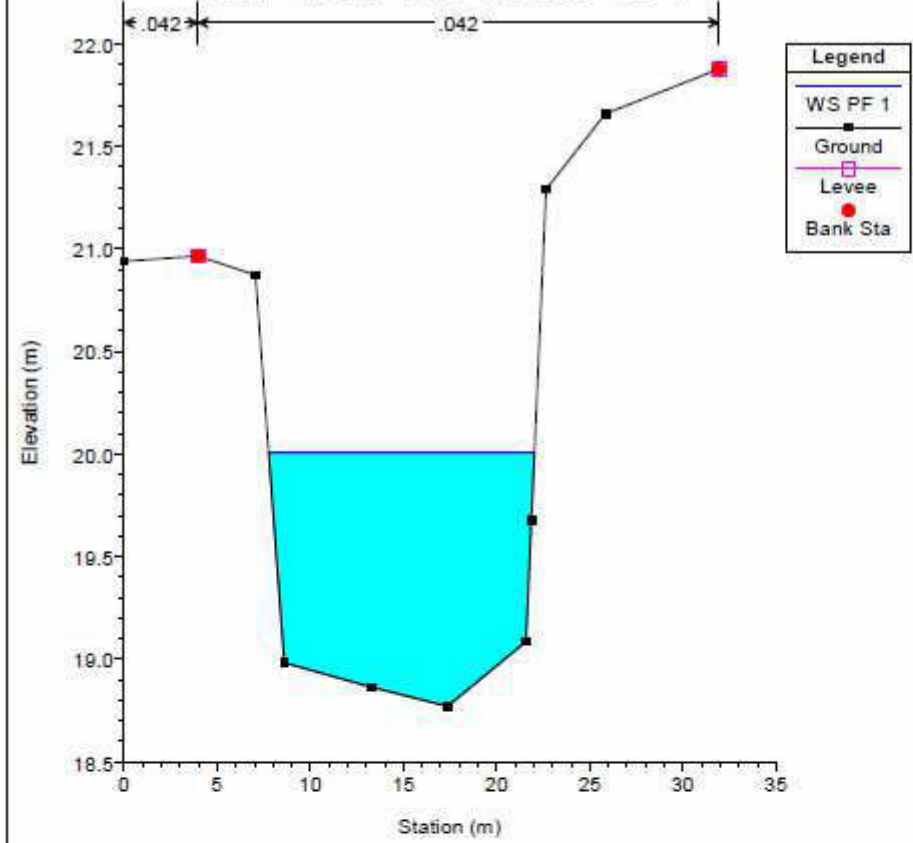


Tabella 2. Rio di Vorno stato progetto, tabella numerica dei calcoli idraulici

| Reach     | River Sta | Profile | Q Total<br>(m3/s) | Min Ch El<br>(m) | W.S. Elev<br>(m) | Crit W.S.<br>(m) | E.G. Elev<br>(m) | E.G. Slope<br>(m/m) | Vel Chnl<br>(m/s) | Flow Area<br>(m2) | Top Width<br>(m) | Froude # Chl |
|-----------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Rio Vorno | 19        | PF 1    | 89                | 41.21            | 43.76            | 43.8             | 44.76            | 0.021               | 4.43              | 20.09             | 10.65            | 1.03         |
| Rio Vorno | 18.5      | PF 1    | 89                | 39.6             | 42.33            | 41.82            | 42.99            | 0.010682            | 3.58              | 24.86             | 9.87             | 0.72         |
| Rio Vorno | 18.2      |         | Bridge            |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| Rio Vorno | 18        | PF 1    | 89                | 39.6             | 42.01            | 41.82            | 42.87            | 0.015905            | 4.11              | 21.64             | 9.77             | 0.88         |
| Rio Vorno | 17        | PF 1    | 89                | 39.25            | 41.89            | 41.73            | 42.73            | 0.016203            | 4.07              | 21.87             | 10.34            | 0.89         |
| Rio Vorno | 16        | PF 1    | 89                | 35.35            | 37.74            | 37.74            | 38.67            | 0.018623            | 4.29              | 20.77             | 11.09            | 1            |
| Rio Vorno | 15        | PF 1    | 89                | 34.54            | 35.88            | 36.62            | 38.29            | 0.081445            | 6.87              | 12.95             | 11.29            | 2.05         |
| Rio Vorno | 14.8      |         | Bridge            |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| Rio Vorno | 14.5      | PF 1    | 89                | 34.54            | 36.87            | 36.62            | 37.54            | 0.012804            | 3.63              | 24.48             | 12.35            | 0.82         |
| Rio Vorno | 14        | PF 1    | 89                | 33.9             | 36.47            | 36.47            | 37.24            | 0.018635            | 3.89              | 22.85             | 14.86            | 1            |
| Rio Vorno | 13        | PF 1    | 89                | 30.77            | 32.97            | 32.98            | 33.96            | 0.018912            | 4.4               | 20.23             | 10.36            | 1            |
| Rio Vorno | 12        | PF 1    | 89                | 27.35            | 30.39            | 29.73            | 30.93            | 0.0078              | 3.25              | 27.38             | 10.82            | 0.65         |
| Rio Vorno | 11        | PF 1    | 89                | 27.22            | 30.13            | 29.67            | 30.84            | 0.01214             | 3.75              | 23.75             | 9.87             | 0.77         |
| Rio Vorno | 10.8      |         | Bridge            |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| Rio Vorno | 10.5      | PF 1    | 89                | 27.22            | 29.67            | 29.67            | 30.74            | 0.020348            | 4.58              | 19.45             | 9.13             | 1            |
| Rio Vorno | 10        | PF 1    | 89                | 27.03            | 29.04            | 29.34            | 30.41            | 0.030975            | 5.18              | 17.19             | 10.03            | 1.26         |
| Rio Vorno | 9         | PF 1    | 89                | 23.51            | 26.34            | 26.34            | 27.21            | 0.019256            | 4.14              | 21.51             | 12.32            | 1            |
| Rio Vorno | 8         | PF 1    | 89                | 23.28            | 25               | 25.5             | 26.76            | 0.044244            | 5.87              | 15.17             | 9.77             | 1.5          |
| Rio Vorno | 7.8       |         | Bridge            |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| Rio Vorno | 7.5       | PF 1    | 89                | 23.28            | 25.51            | 25.5             | 26.5             | 0.019175            | 4.41              | 20.16             | 10.02            | 0.99         |
| Rio Vorno | 7         | PF 1    | 89                | 23.13            | 25.17            | 25.35            | 26.2             | 0.023558            | 4.49              | 19.8              | 12.92            | 1.16         |
| Rio Vorno | 6         | PF 1    | 89                | 21.59            | 24.45            | 23.73            | 24.68            | 0.004181            | 2.14              | 41.67             | 22.59            | 0.5          |
| Rio Vorno | 5         | PF 1    | 89                | 21.22            | 24.08            | 23.38            | 24.48            | 0.006116            | 2.81              | 31.62             | 14.67            | 0.61         |
| Rio Vorno | 4.8       |         | Bridge            |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| Rio Vorno | 4.5       | PF 1    | 89                | 21.22            | 24.03            | 23.38            | 24.45            | 0.006567            | 2.89              | 30.84             | 14.57            | 0.63         |
| Rio Vorno | 4         | PF 1    | 89                | 20.95            | 23.66            | 23.34            | 24.17            | 0.009849            | 3.18              | 27.95             | 16.29            | 0.78         |
| Rio Vorno | 3         | PF 1    | 89                | 19.26            | 21.94            | 21.78            | 22.6             | 0.013718            | 3.6               | 24.75             | 15.15            | 0.9          |
| Rio Vorno | 2         | PF 1    | 89                | 18.99            | 21.67            | 21.26            | 22.21            | 0.009056            | 3.25              | 27.39             | 13.98            | 0.74         |
| Rio Vorno | 1.8       |         | Bridge            |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| Rio Vorno | 1.5       | PF 1    | 89                | 18.99            | 21.26            | 21.26            | 22.1             | 0.017095            | 4.07              | 21.87             | 12.98            | 1            |
| Rio Vorno | 1         | PF 1    | 89                | 18.77            | 20.01            | 20.54            | 21.77            | 0.062412            | 5.89              | 15.12             | 14.28            | 1.83         |

***Rio di Coselli – Stato Attuale***

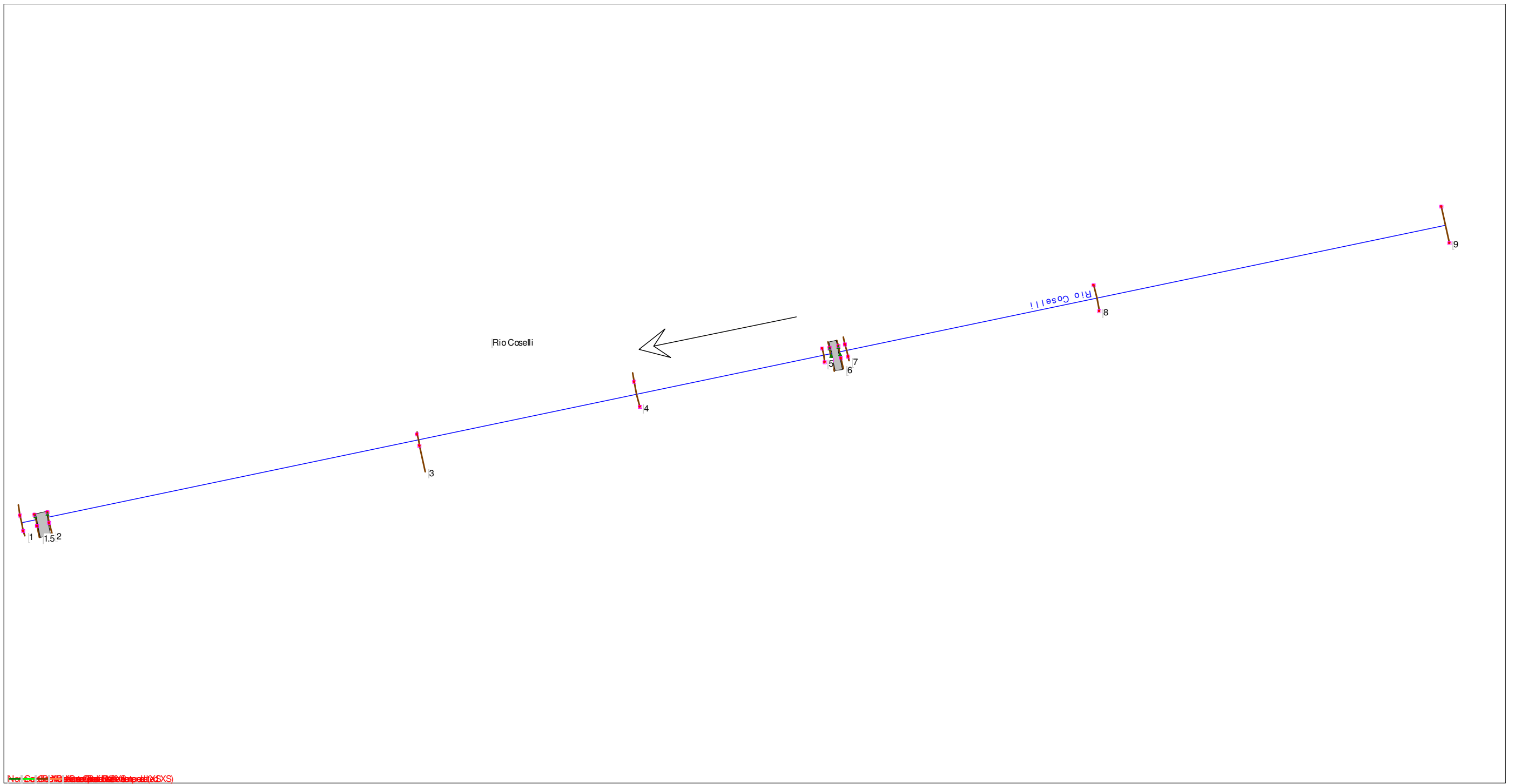


Figura 6. Rio di Vorno, planimetria del modello idraulico

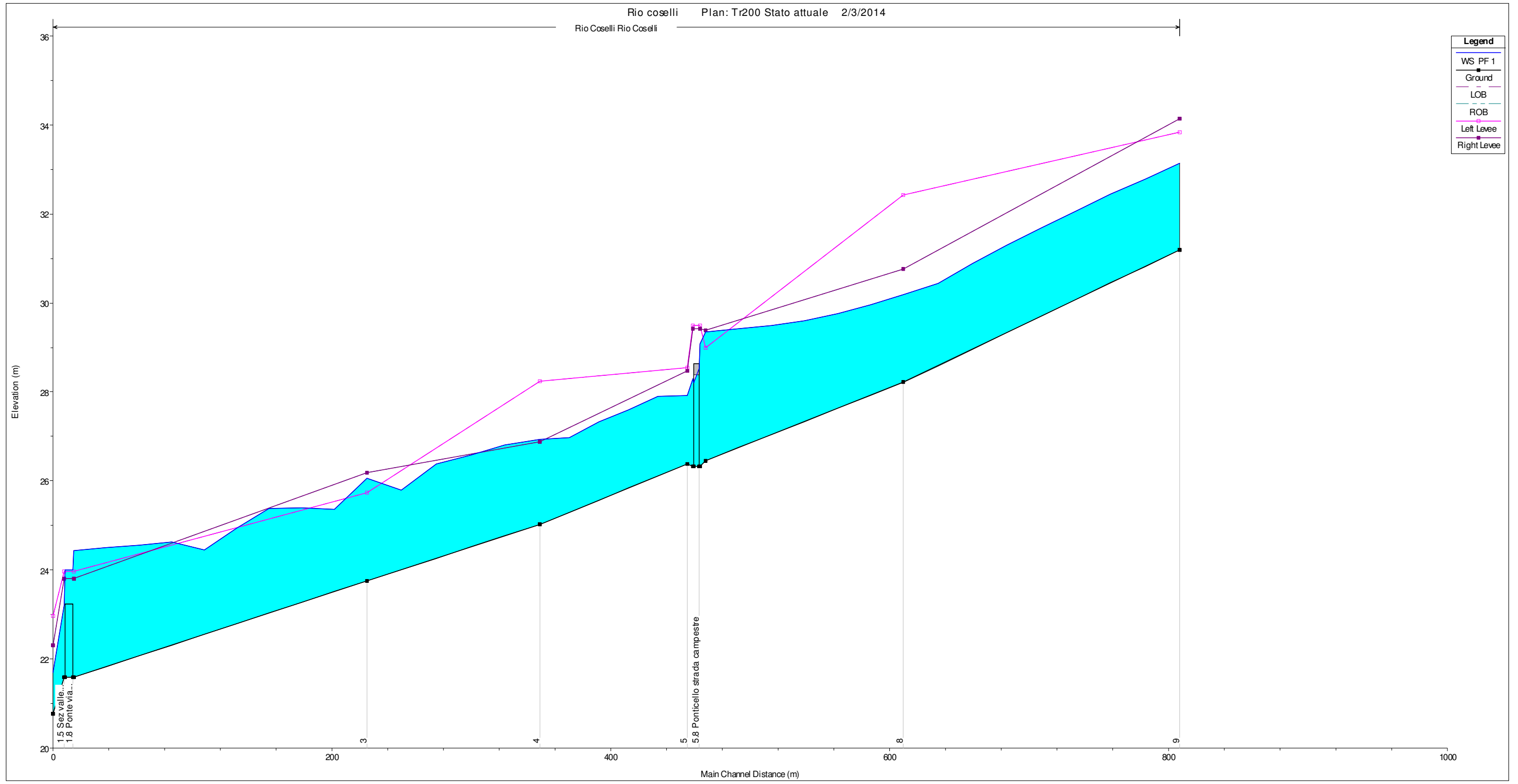
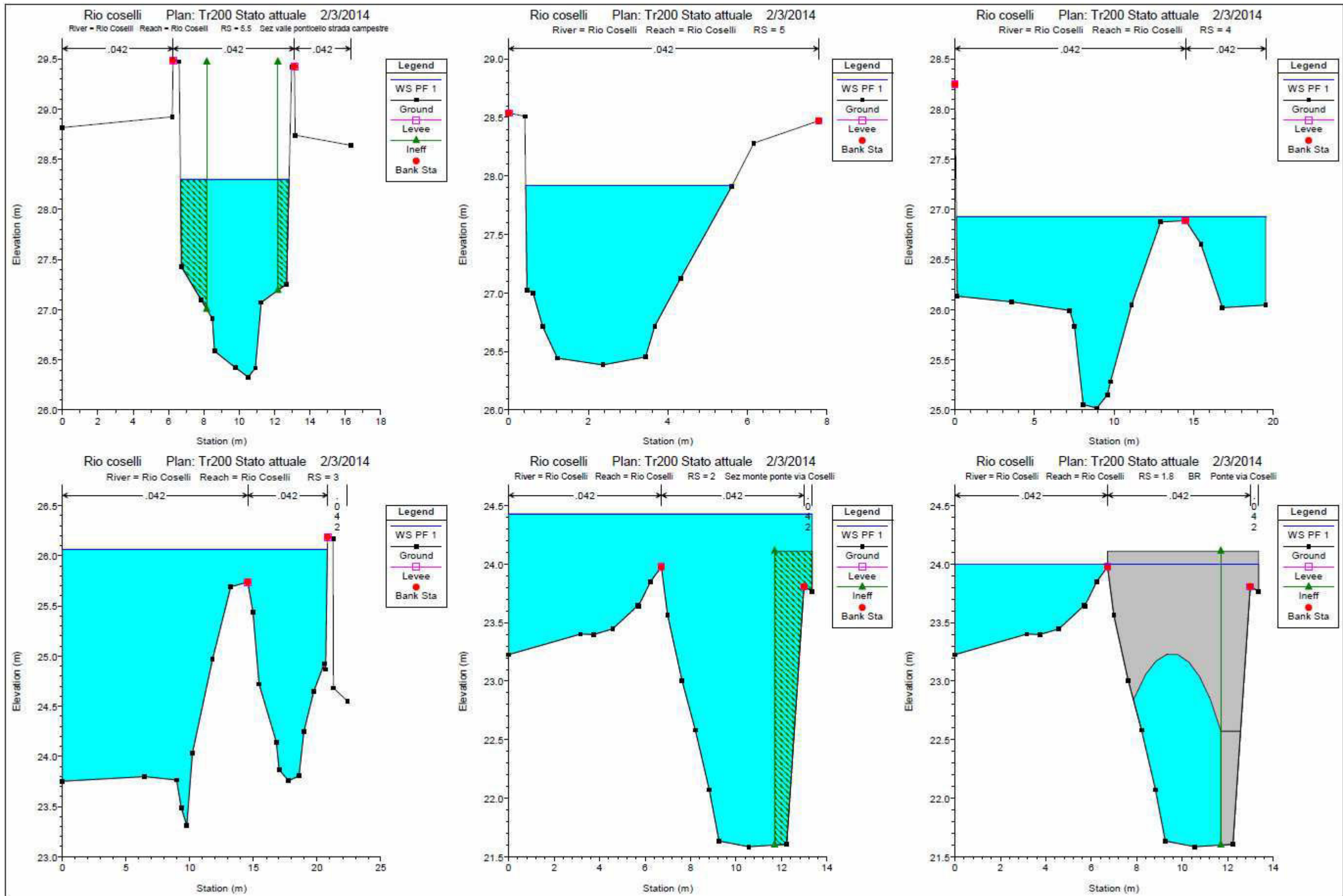
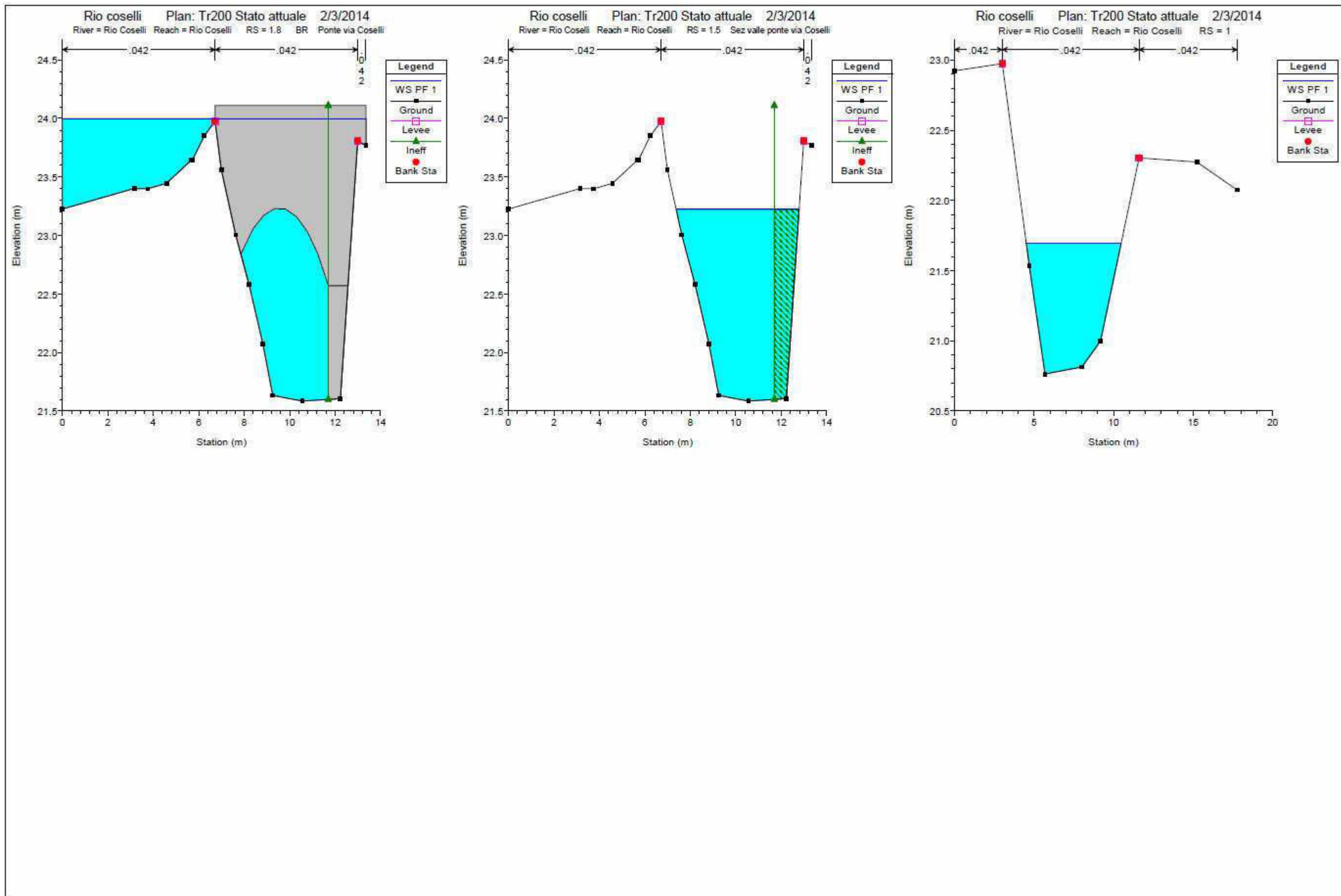


Figura 7. Rio di Coselli, profilo del modello idraulico





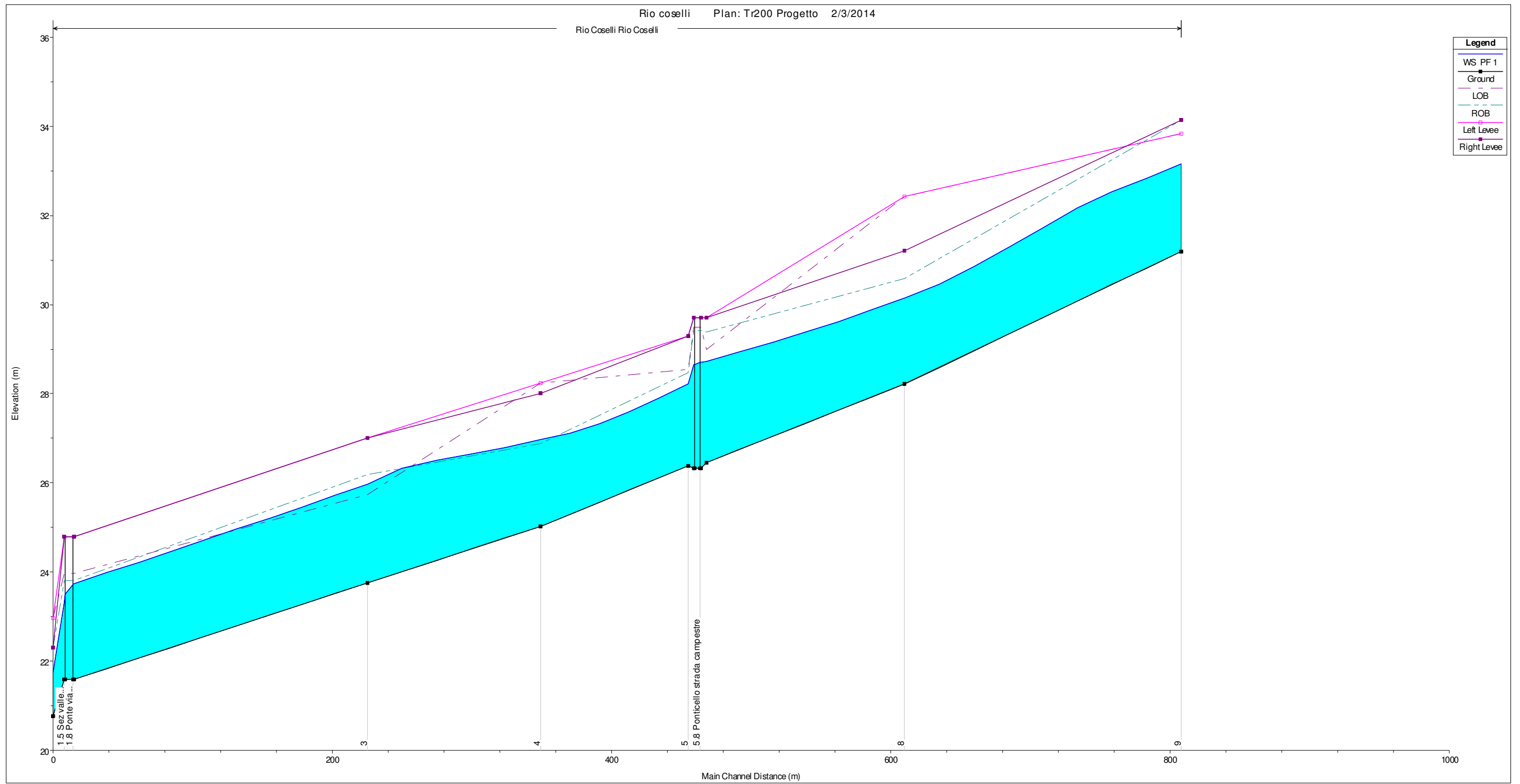


**Tabella 3. Rio di Coselli stato attuale, tabella numerica dei calcoli idraulici**

| Reach       | River Sta | Profile | Q Total | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl |
|-------------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|--------------|
|             |           |         | (m3/s)  | (m)       | (m)       | (m)       | (m)       | (m/m)      | (m/s)    | (m2)      | (m)       |              |
| Rio Coselli | 9         | PF 1    | 26      | 31.2      | 33.14     | 32.95     | 33.58     | 0.014269   | 2.92     | 8.91      | 6.76      | 0.81         |
| Rio Coselli | 8         | PF 1    | 26      | 28.22     | 30.2      | 29.95     | 30.48     | 0.010639   | 2.35     | 11.06     | 10.22     | 0.72         |
| Rio Coselli | 7         | PF 1    | 26      | 26.46     | 29.35     | 28.29     | 29.49     | 0.00293    | 1.64     | 16.75     | 9.4       | 0.36         |
| Rio Coselli | 6         | PF 1    | 26      | 26.33     | 29.07     | 28.3      | 29.45     | 0.004929   | 2.7      | 9.63      | 6.29      | 0.56         |
| Rio Coselli | 5.8       |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Coselli | 5.5       | PF 1    | 26      | 26.33     | 28.3      | 28.3      | 29.11     | 0.018143   | 3.99     | 6.51      | 6.14      | 1            |
| Rio Coselli | 5         | PF 1    | 26      | 26.39     | 27.92     | 28.21     | 28.98     | 0.045738   | 4.56     | 5.71      | 5.19      | 1.39         |
| Rio Coselli | 4         | PF 1    | 26      | 25.02     | 26.93     | 26.66     | 27.06     | 0.006463   | 1.66     | 16.38     | 19.44     | 0.56         |
| Rio Coselli | 3         | PF 1    | 26      | 23.76     | 26.06     | 25.63     | 26.09     | 0.000508   | 0.61     | 37.76     | 20.81     | 0.15         |
| Rio Coselli | 2         | PF 1    | 26      | 21.59     | 24.43     | 23.55     | 24.54     | 0.003061   | 1.59     | 18.28     | 13.35     | 0.37         |
| Rio Coselli | 1.8       |         | Bridge  |           |           |           |           |            |          |           |           |              |
| Rio Coselli | 1.5       | PF 1    | 26      | 21.59     | 23.22     | 23.55     | 24.41     | 0.03623    | 4.82     | 5.39      | 5.41      | 1.38         |
| Rio Coselli | 1         | PF 1    | 26      | 20.76     | 21.7      | 22.4      | 23.81     | 0.137747   | 6.44     | 4.04      | 5.97      | 2.5          |

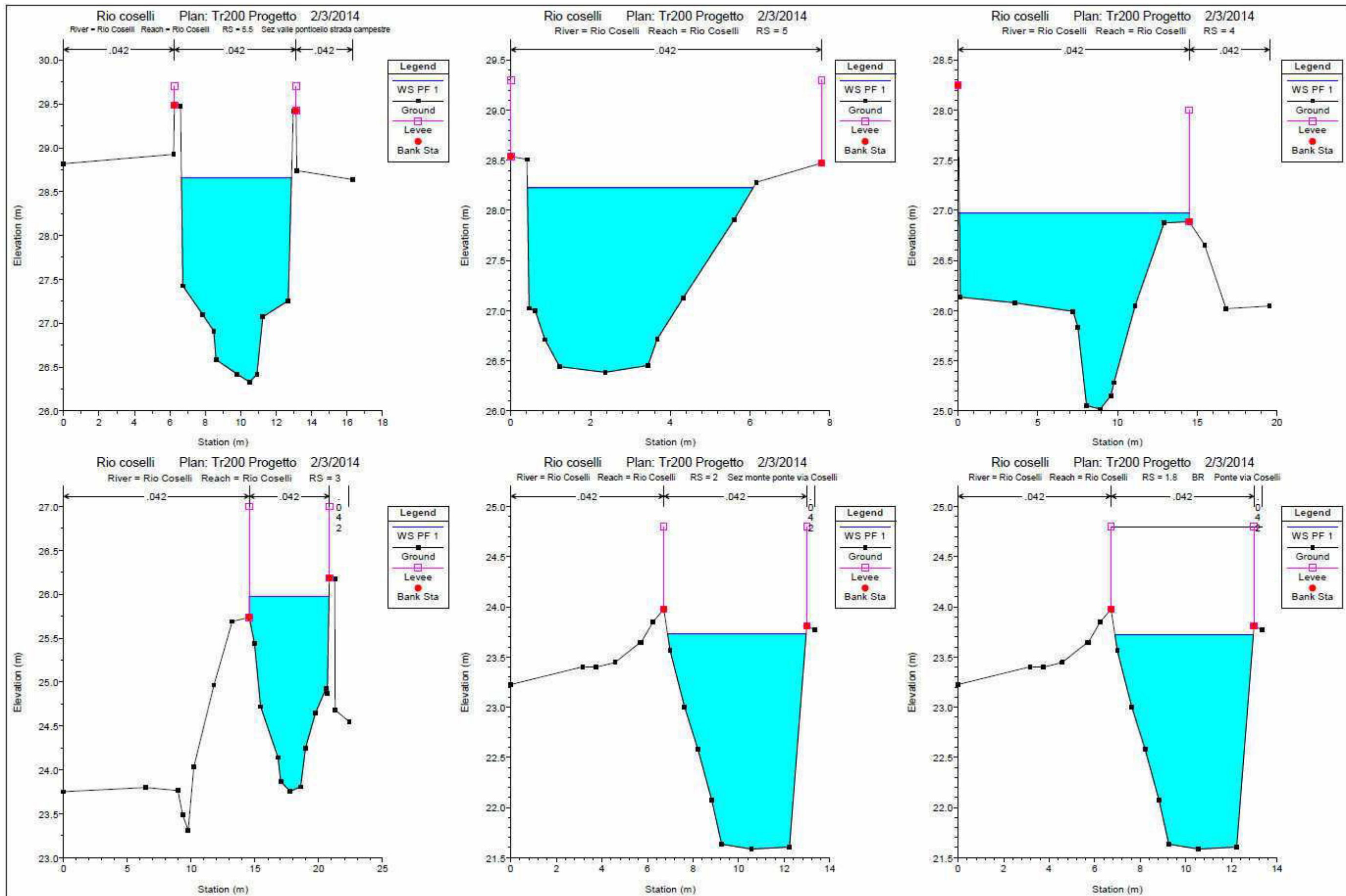
***Rio di Coselli – Stato Progetto***

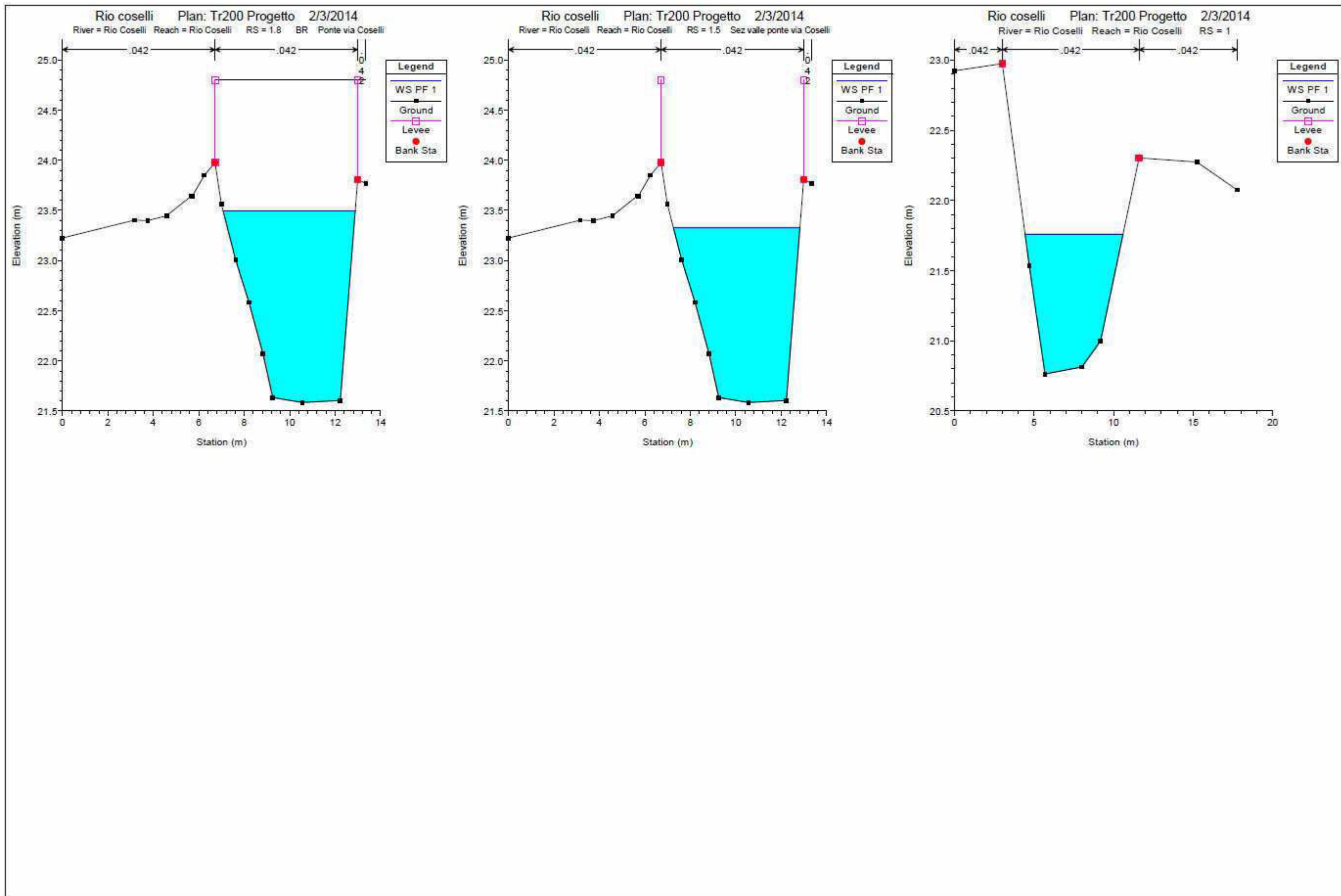




**Figura 9. Rio di Coselli, profilo del modello idraulico**



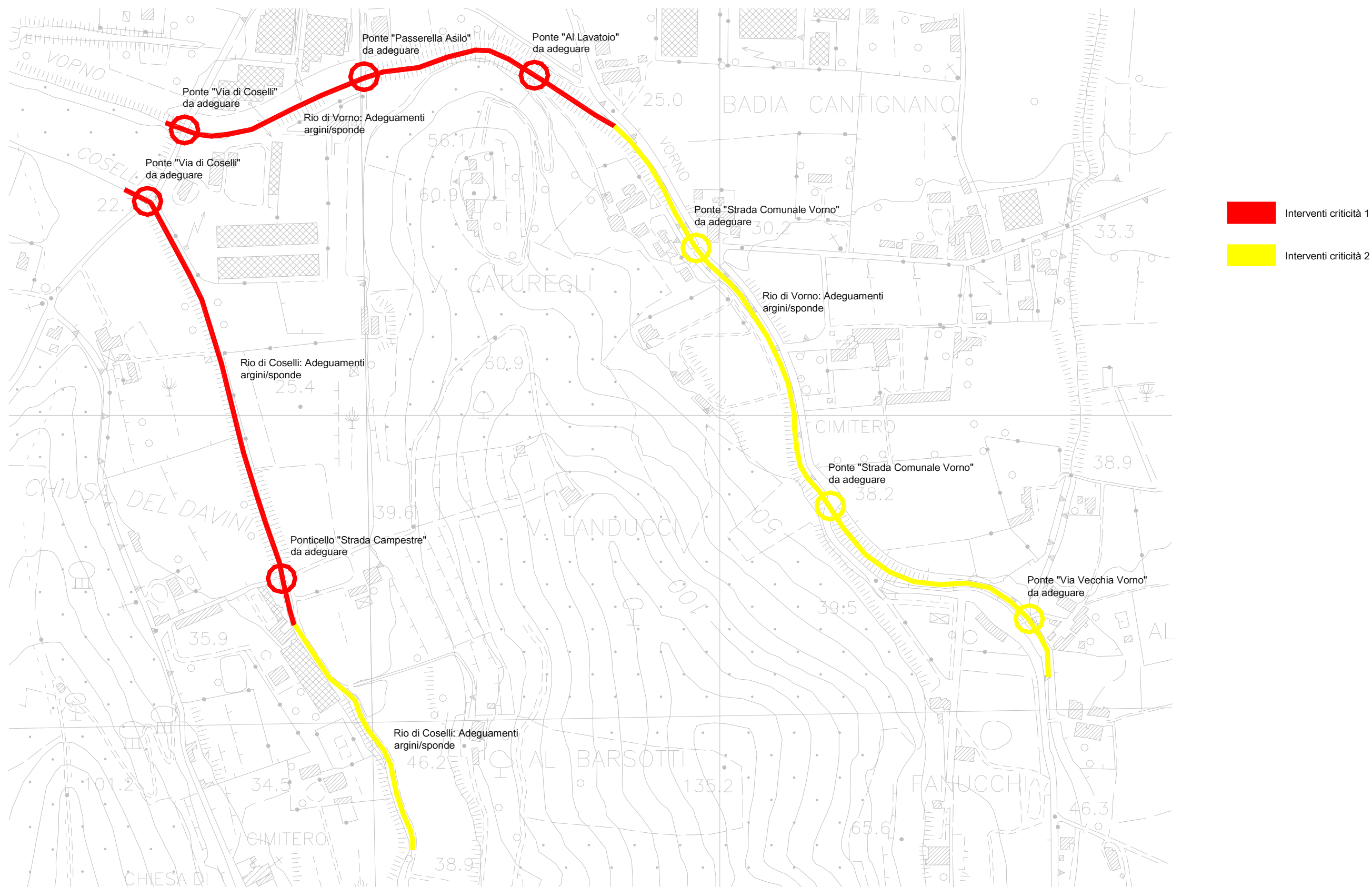




**Tabella 4. Rio di Coselli stato progetto, tabella numerica dei calcoli idraulici**

| Reach       | River Sta | Profile | Q Total             | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area         | Top Width | Froude # Chl |
|-------------|-----------|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-------------------|-----------|--------------|
|             |           |         | (m <sup>3</sup> /s) | (m)       | (m)       | (m)       | (m)       | (m/m)      | (m/s)    | (m <sup>2</sup> ) | (m)       |              |
| Rio Coselli | 9         | PF 1    | 26                  | 31.2      | 33.16     | 32.95     | 33.58     | 0.013687   | 2.87     | 9.05              | 6.8       | 0.79         |
| Rio Coselli | 8         | PF 1    | 26                  | 28.22     | 30.16     | 29.96     | 30.46     | 0.011737   | 2.43     | 10.71             | 10.2      | 0.76         |
| Rio Coselli | 7         | PF 1    | 26                  | 26.46     | 28.73     | 28.29     | 29.03     | 0.008932   | 2.42     | 10.76             | 6.88      | 0.62         |
| Rio Coselli | 6         | PF 1    | 26                  | 26.33     | 28.71     | 28.1      | 28.99     | 0.00745    | 2.31     | 11.25             | 6.22      | 0.55         |
| Rio Coselli | 5.8       |         | Bridge              |           |           |           |           |            |          |                   |           |              |
| Rio Coselli | 5.5       | PF 1    | 26                  | 26.33     | 28.65     | 28.1      | 28.95     | 0.008184   | 2.39     | 10.89             | 6.21      | 0.58         |
| Rio Coselli | 5         | PF 1    | 26                  | 26.39     | 28.22     | 28.21     | 28.86     | 0.022955   | 3.53     | 7.36              | 5.66      | 0.99         |
| Rio Coselli | 4         | PF 1    | 26                  | 25.02     | 26.97     | 26.66     | 27.16     | 0.008077   | 1.91     | 13.62             | 14.41     | 0.63         |
| Rio Coselli | 3         | PF 1    | 26                  | 23.76     | 25.98     | 25.63     | 26.35     | 0.011036   | 2.7      | 9.63              | 6.25      | 0.69         |
| Rio Coselli | 2         | PF 1    | 26                  | 21.59     | 23.73     | 23.33     | 24.1      | 0.010741   | 2.7      | 9.62              | 6.08      | 0.69         |
| Rio Coselli | 1.8       |         | Bridge              |           |           |           |           |            |          |                   |           |              |
| Rio Coselli | 1.5       | PF 1    | 26                  | 21.59     | 23.33     | 23.33     | 23.98     | 0.023231   | 3.58     | 7.26              | 5.56      | 1            |
| Rio Coselli | 1         | PF 1    | 26                  | 20.76     | 21.76     | 22.4      | 23.52     | 0.106652   | 5.88     | 4.42              | 6.16      | 2.22         |

***Rio di Vorno e Rio di Coselli***  
***Carta degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico***  
***duecentennale***



**Figura 10. Rio di Vorno e Rio di Coselli – Carta degli interventi**

***Rio di Vorno e Rio di Coselli***  
***Stima di massima degli interventi***



### Stima di massima degli interventi - Rio di Vorno

| <b>INTERVENTI</b>  | <b>Costo Euro</b> |
|--|-------------------|
| <b>a) Interventi livello di criticità 1</b>                    | <b>Costo Euro</b> |
| Adeguamento ponti n°3  | 700.000           |
| Adeguamento/rinforzo arginature/sponde                         | 400.000           |
| <b>b) Interventi livello di criticità 2</b>                    |                   |
| Adeguamento ponti n°3  | 900.000           |
| Adeguamento/rinforzo arginature/sponde                         | 200.000           |
| <b>c) Somme a disposizione</b>                                 |                   |
| Iva (su a+b)   | 484.000           |
| Altre spese (espropri, spese tecniche, indagini, rilievi etc.) | 180.000           |
| <b>Totale Complessivo</b>                                      | <b>2.864.000</b>  |

### Stima di massima degli interventi - Rio di Coselli

| <b>INTERVENTI</b>  | <b>Costo Euro</b> |
|--|-------------------|
| <b>a) Interventi livello di criticità 1</b>                                | <b>Costo Euro</b> |
| Adeguamento ponti n°2  | 400.000           |
| Adeguamento/rinforzo arginature/sponde –<br>Allargamento sezione idraulica | 400.000           |
| <b>b) Interventi livello di criticità 2</b>                                |                   |
| Adeguamento/rinforzo arginature/sponde –<br>Allargamento sezione idraulica | 300.000           |
| <b>c) Somme a disposizione</b>   |                   |
| Iva (su a+b)   | 242.000           |
| Altre spese (espropri, spese tecniche, indagini, rilievi etc.)             | 220.000           |
| <b>Totale Complessivo</b>  | <b>1.562.000</b>  |