



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI  
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA  
 ACQUEDOTTISTICO DEL PESCHIERA PER  
 L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO  
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA  
 IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA  
 SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

**aceq**  
 acqua  
 ACEA ATO 2 SPA



**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**  
 Ing. PhD Alessia Delle Site

**SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**  
 Dott. Avv. Vittorio Gennari  
 Sig.ra Claudia Iacobelli  
 Ing. Barnaba Paglia

**aceq**  
 ingegneria  
 e servizi



**CONSULENTE**  
 Ing. Biagio Eramo

ELABORATO  
**A254PDS R004 1**

Progetto di sicurezza e ammodernamento  
 dell'approvvigionamento della città  
 metropolitana di Roma  
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema  
 idrico del Peschiera",  
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV

COD. ATO2 ROM11105

DATA **MARZO 2022** SCALA ----

**Sottoprogetto**  
**ADDUTTRICE OTTAVIA – TRIONFALE**  
 (con il finanziamento dell'Unione  
 europea – Next Generation EU)  European Union

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	04/2022	AGGIORNAMENTO ELABORATI UVP	
2			
3			
4			
5			
6			

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA  
 ED ECONOMICA**

**TEAM DI PROGETTAZIONE**

**RESPONSABILE PROGETTAZIONE** Hanno collaborato:  
 Ing. Angelo Marchetti Ing. Geol. Eliseo Paolini

**CAPO PROGETTO**  
 Ing. Viviana Angeloro Ing. Matteo Botticelli

**IDRAULICA**  
 Ing. Eugenio Benedini Ing. Emiliano Alimonti

**GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA**  
 Geol. Stefano Tosti Ing. Francesca Giorgi  
 Paes. Fabiola Gennaro

**GEOTECNICA E STRUTTURE**  
 Ing. Angelo Marchetti Ing. Roberto Biagi

**ASPETTI AMBIENTALI**  
 Ing. PhD Nicoletta Stracqualursi Ing. Claudio Lorusso  
 Ing. Nunziata Venuto

**ATTIVITA' TECNICHE DI SUPPORTO**  
 Geom. Stefano Francisci Geol. PhD Paolo Caporossi

**ATTIVITA' PATRIMONIALI**  
 Geom. Fabio Pompei Geol. Filippo Arsie

  
**RELAZIONE IDROLOGICA**

Geom. Mirco Firinu  
 Arch. Simone Nicastro

## RELAZIONE IDROLOGICA

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Inquadramento territoriale.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Analisi idrologica .....</b>	<b>7</b>
3.1	Caratteristiche dei bacini imbriferi di riferimento .....	8
3.2	Aspetti climatici .....	14
3.3	Stima dei deflussi superficiali.....	24
3.4	Analisi della portata al colmo .....	29
<b>4</b>	<b>Verifica idraulica .....</b>	<b>34</b>
4.1	Descrizione dei punti di recapito dell'acquedotto di progetto .....	34
4.2	Modellazione idraulica in HEC – RAS .....	36
4.2.1	Le portate .....	38
4.2.2	Coefficiente di scabrezza di Manning.....	40
4.2.3	Risultati del calcolo .....	40
<b>5</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>Allegati Ante Operam .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Allegati Post Operam.....</b>	<b>46</b>

## 1 PREMESSA

La presente Relazione Idrologico – Idraulica, facente parte del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) dell’Adduttrice Ottavia - Trionfale, è redatta in conformità a quanto stabilito dal D.Lgs n.50 del 18 aprile 2016 e regolamenti attuativi collegati e nel rispetto delle Linee Guida per la redazione del PFTE approvate dal C.S.LL.PP. in data 29/07/2021 (par. 3.2 – punto 1). Tale relazione è tesa a svolgere un’analisi idrologica dei bacini idrografici interessati dagli interventi ed a verificare la compatibilità idraulica dei punti scarico dell’acquedotto di progetto.

L’analisi idrologica-idraulica riguarda in particolare il confronto tra la situazione teorica “ante-operam”, intesa come assenza degli scarichi di emergenza/sicurezza dell’acquedotto e pertanto contributo nullo al deflusso nell’alveo dei corsi d’acqua di interesse, e la situazione “post-operam”, ossia condizione di progetto con gli scarichi realizzati ed in funzione.

Per il confronto delle due situazioni e la verifica della compatibilità della portata scaricata dallo scarico, sono state determinate le massime portate calcolate con l’applicazione del modello di regionalizzazione VAPI, considerando vari scenari descritti nella relazione considerando come scenario più gravoso l’evento critico con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Nelle pagine che seguono sono dunque illustrati la metodologia adottata ed i risultati dei calcoli.

**Si segnala che tutte le opere di restituzione illustrate nella presente relazione sono di emergenza e/o di manutenzione straordinaria.**

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di studio investigata per la nuova opera si sviluppa nella zona Ovest di Roma, estendendosi tra la via Trionfale e la via Aurelia Antica, nelle zone interne al Grande Raccordo Anulare. In particolare l'intervento interessa il municipio XIV (ex XIX) del Comune di Roma.

Nell'ambito del territorio del Comune di Roma esistono diversi corsi d'acqua, alcuni dei quali interessano l'area di studio oggetto del presente documento e ricadono all'interno del Bacino del Fosso della Magliana, affluente in destra idraulica del Fiume Tevere. Di seguito è riportata la corografia di inquadramento dei principali sottobacini dei fossi che compongono l'idrografia della città di Roma. In questa il bacino del Fosso della Magliana è indicato con il numero 8.

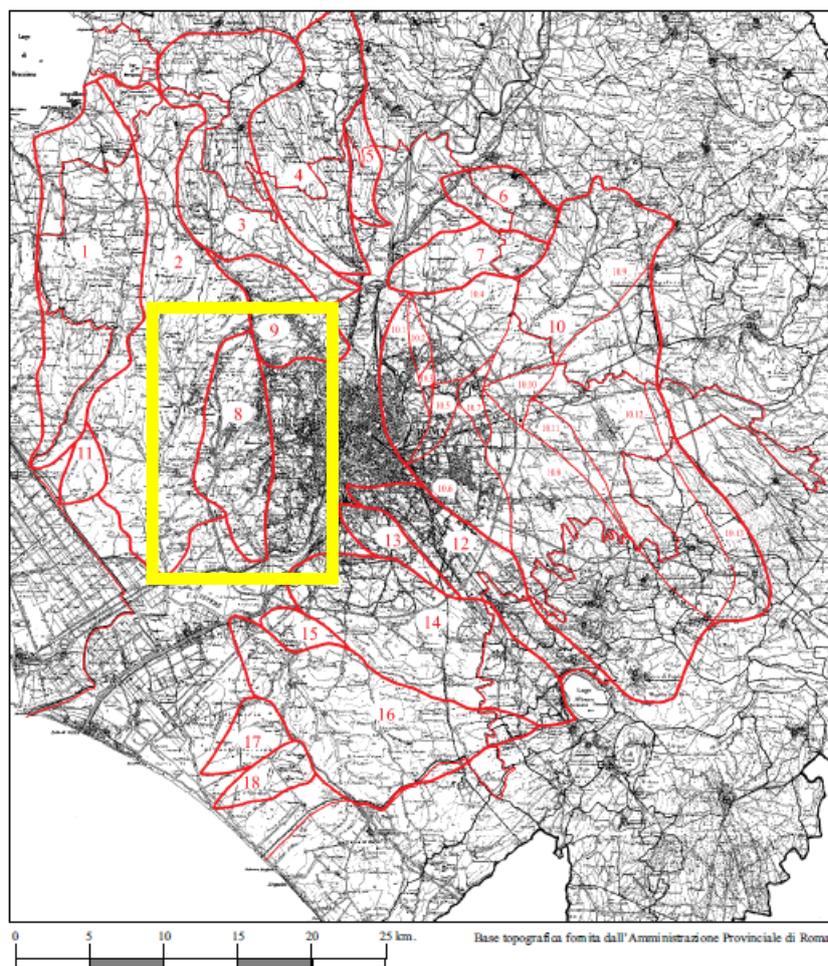


Figura 1 – Principali sottobacini della Città di Roma (fonte: Ventriglia)

Il bacino del fosso della Magliana ha inizio a circa 1 km a sud ovest dall'abitato di Ottavia, a circa m. 110 s.l.m., con il fosso della Palmarola. Al suo inizio si dirige verso sud per poi ricevere dopo circa 2 di km, come affluente di sinistra, il fosso della Polledrara, proveniente invece da nord est, a una quota di circa 67 m s.l.m..

A valle di questa confluenza il corso d'acqua assume la denominazione di fosso della Maglianella e prosegue verso sud per circa 8 km, fino alla confluenza con il fosso di Acquafredda, a circa 20 m s.l.m..

In questa tratta il fosso della Maglianella riceve in destra alcuni piccoli affluenti, mentre in sinistra idraulica ne riceve alcuni di maggiore entità. Tra questi (da monte a valle) si segnalano: il fosso di Marmo Nuovo (confluenza a m. 60 s.l.m.), il fosso Mimmoli (confluenza a m. 48 s.l.m.) ed il fosso di Montespaccato (confluenza a m. 36 s.l.m.).

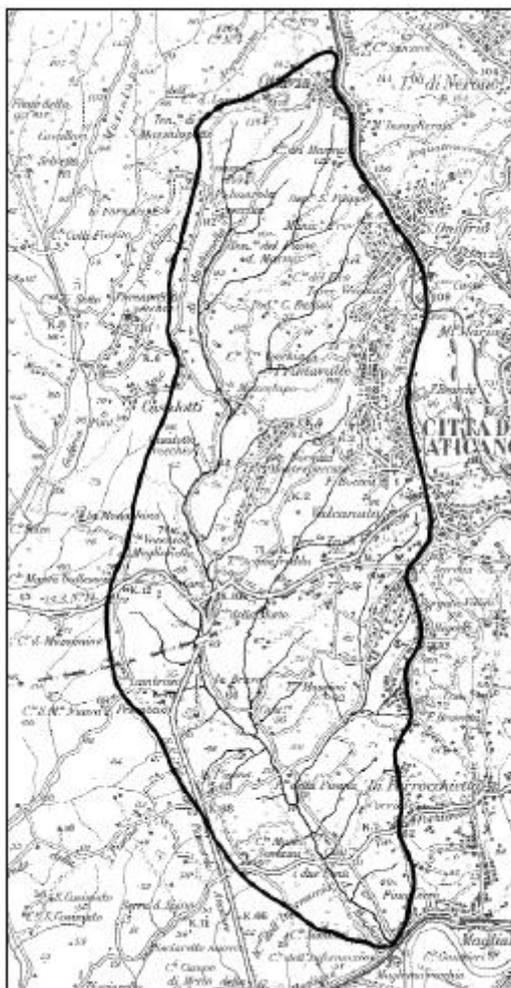
A valle della confluenza con il fosso di Acquafredda il corso d'acqua principale assume la denominazione di fosso della Magliana e scende verso valle con direzione da nord ovest a sud est e dopo circa 5 km raggiunge il Tevere.

In quest'ultimo tratto il fosso della Magliana riceve un solo affluente importante: il fosso di Bravetta, affluente di sinistra, con confluenza a m. 14 s.l.m.

Il bacino imbrifero del fosso della Magliana ha forma allungata da nord a sud ed è di larghezza pressoché costante e pari a circa 5 km nella sua parte centrale e molto più ristretta alle due estremità. La sua lunghezza è di 16 km.

La superficie del bacino è di 56,4 kmq; la sua altitudine media è di m. 76 s.l.m.; il suo fattore di forma è 2,4. La lunghezza d'asta del fosso è di km 18 e la sua pendenza media è dello 0,55%.

Il 10% della superficie del bacino è lasciato a pascolo; il rimanente è coltivato a seminativo.



Scala 1:100.000  
*Figura 2 Bacino del Fosso della Magliana (fonte: Ventriglia)*

In particolare, all'interno del bacino della Magliana, i corsi d'acqua interessati dagli scarichi dell'acquedotto sono il fosso del Marmo Nuovo e due dei suoi affluenti ed il Fosso delle Campanelle.

Nell'immagine seguente viene riportato il tracciato dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale con i punti di scarico ed i sottobacini interessati da quest'ultimi.

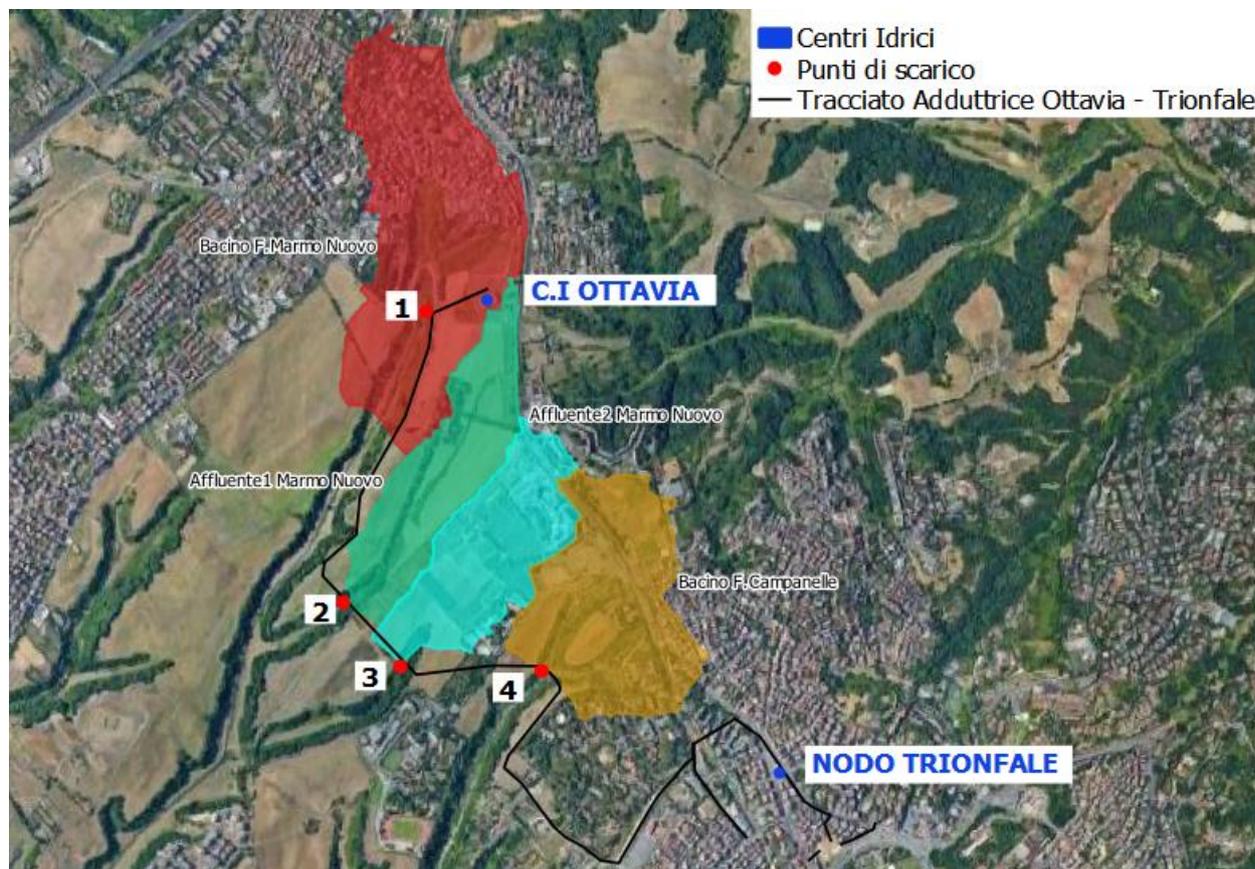


Figura 3 Tracciato Adduttrice Ottavia – Trionfale con indicazione dei bacini idrografici di interesse

Macrotratta	Punto di scarico	Corpo idrico recettore
T1	1	Fosso del Marmo Nuovo
T2	2	Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo
T2	3	Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo
T2	4	Fosso delle Campanelle

### **3 ANALISI IDROLOGICA**

Nell'ambito della progettazione dell'Adduttrice Ottavia - Trionfale in provincia di Roma, si è reso necessario svolgere uno studio di compatibilità idraulica per gli scarichi del progetto.

La verifica di compatibilità idraulica ha quindi lo scopo di analizzare le interferenze che gli interventi in progetto potranno determinare sul naturale deflusso del sistema fluviale interessato.

Per la verifica della compatibilità idraulica degli alvei di ricevere i contributi di portata scaricati dalla infrastruttura è stato svolto uno studio idrologico sui bacini idrografici sottesi alle sezioni di chiusura corrispondente all'ubicazione degli scarichi nella soluzione progettuale al fine di determinare le portate di naturale deflusso con vari tempi di ritorno.

Lo studio idrologico è stato articolato nelle seguenti fasi:

- analisi delle caratteristiche morfologiche del bacino idrografico;
- individuazione del tempo di corrivazione in funzione delle suddette caratteristiche morfologiche del bacino;
- elaborazione dei dati di precipitazione disponibili per giungere all'individuazione delle curve di probabilità pluviometrica per i tempi di ritorno fissati;
- verifica di compatibilità idrologica con la portata di massima piena nell'alveo ricettore integrata con la portata massima di scarico prevista.

Sulla base dei risultati ottenuti si è quindi potuta valutare l'incidenza degli scarichi di progetto sul regime idraulico dei fossi interessati.

### 3.1 Caratteristiche dei bacini imbriferi di riferimento

L'analisi morfometrica dei sottobacini sottesi dalla sezione di valle del tronco oggetto di studio è agevolata da processi automatici in ambiente GIS. Dal modello digitale di elevazione disponibile per la l'intera zona con risoluzione 5 m (idoneo quindi per caratterizzazioni di natura idrologica) è possibile delimitare i bacini idrografici, mediante un'analisi delle direzioni di drenaggio basata sulla differenza di quota tra una singola cella e quelle adiacenti. Tale elaborazione consente di individuare da un lato le direzioni di deflusso e dall'altro le linee spartiacque. Inoltre, fissando una soglia sull'area drenata, è possibile estrarre il reticolo idrografico ed i relativi sottobacini. Si riportano di seguito i dati morfometrici dei quattro bacini di studio.

#### DATI MORFOMETRICI BACINO DEL FOSSO DEL MARMO NUOVO

Area	Quota media del bacino	Quota massima del bacino	Quota sezione chiusura	Pendenza media dei versanti	Lughezza asta principale	Pendenza media asta principale
km <sup>2</sup>	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	%	km	%
0.69	125.3	146.2	92.3	13%	1.59	3

#### DATI MORFOMETRICI BACINO AFFLUENTE 1 DEL FOSSO DEL MARMO NUOVO

Area	Quota media del bacino	Quota massima del bacino	Quota sezione chiusura	Pendenza media dei versanti	Lughezza asta principale	Pendenza media asta principale
km <sup>2</sup>	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	%	km	%
0.32	115.7	138.1	89.04	6.7	1.40	3

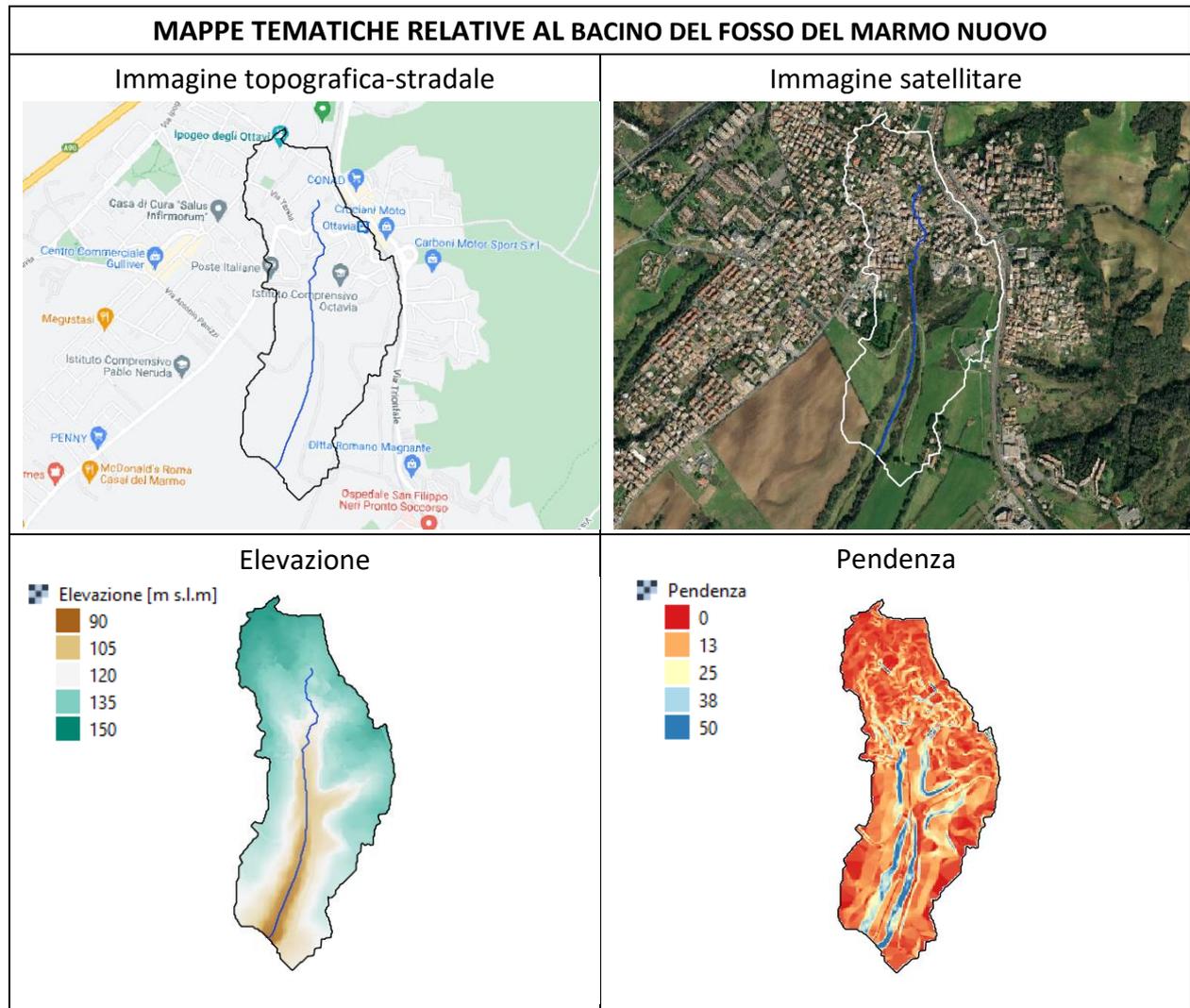
#### DATI MORFOMETRICI BACINO AFFLUENTE 2 DEL FOSSO DEL MARMO NUOVO

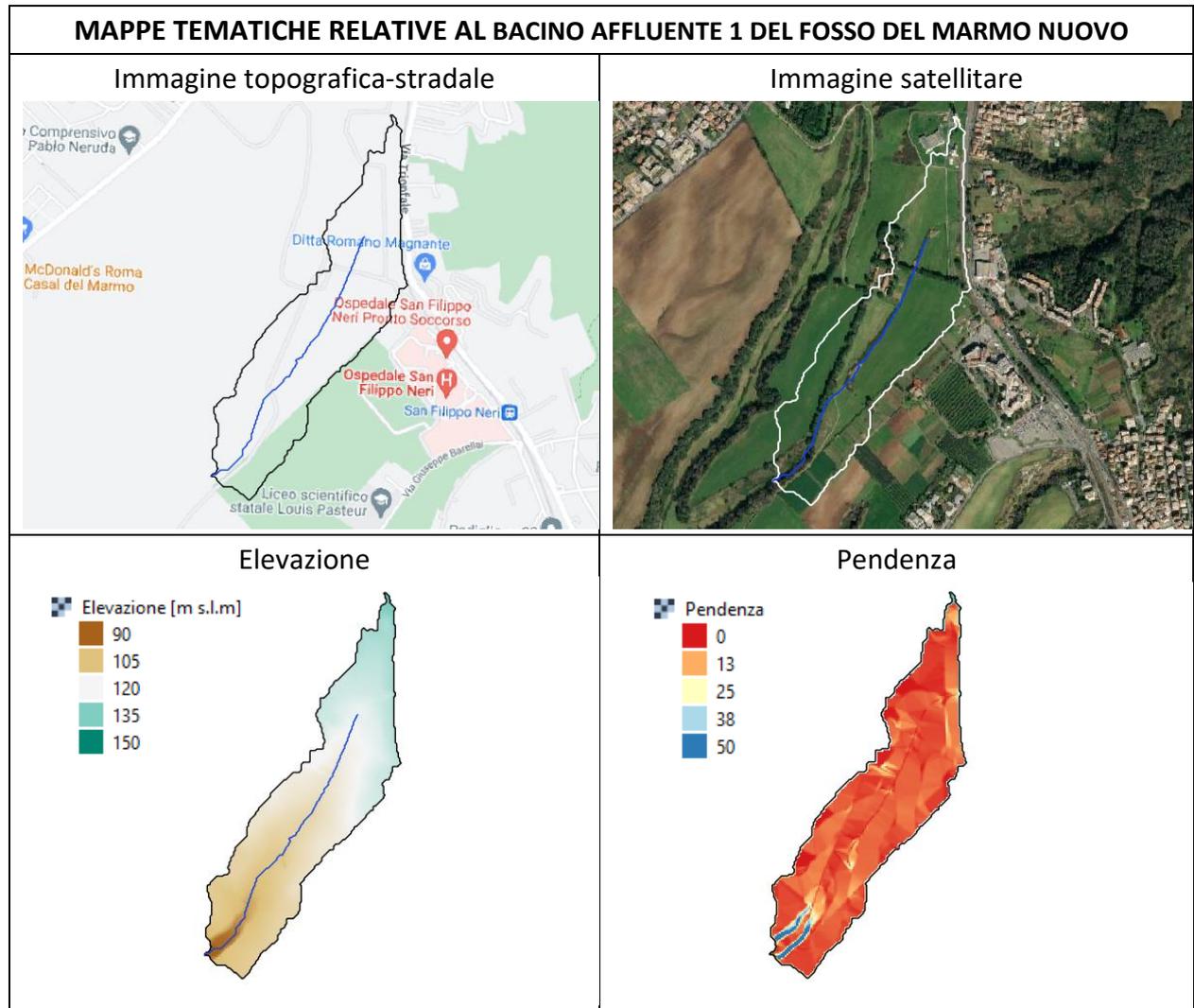
Area	Quota media del bacino	Quota massima del bacino	Quota sezione chiusura	Pendenza media dei versanti	Lughezza asta principale	Pendenza media asta principale
km <sup>2</sup>	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	%	km	%
0.32	114.9	128.5	95	5.43	1.23	2

#### DATI MORFOMETRICI BACINO DEL FOSSO DELLE CAMPANELLE

Area	Quota media del bacino	Quota massima del bacino	Quota sezione chiusura	Pendenza media dei versanti	Lughezza asta principale	Pendenza media asta principale
km <sup>2</sup>	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	m s.l.m.m.	%	km	%
0.44	115.5	130.4	90.8	11.6	0.75	4

Si riportano di seguito le mappe tematiche relative ai bacini di studio:





**MAPPE TEMATICHE RELATIVE AL BACINO AFFLUENTE 2 DEL FOSSO DEL MARMO NUOVO**

Immagine topografica-stradale

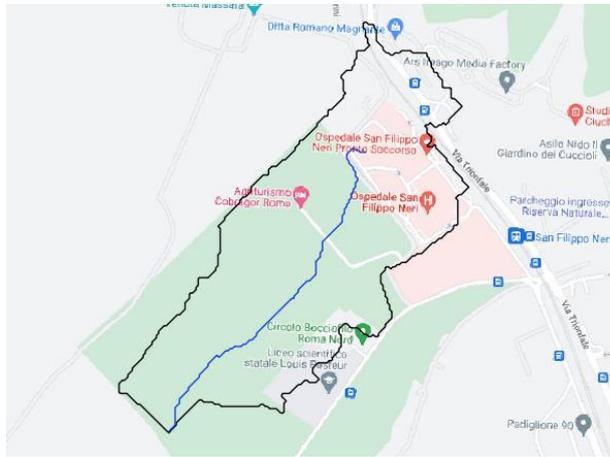
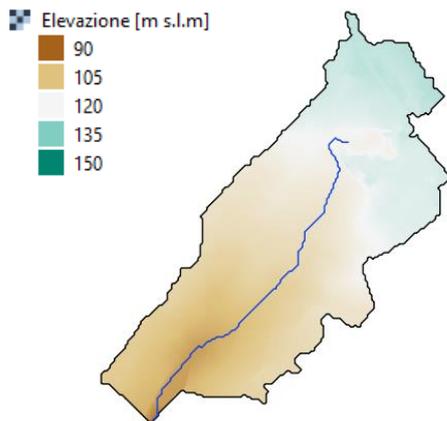


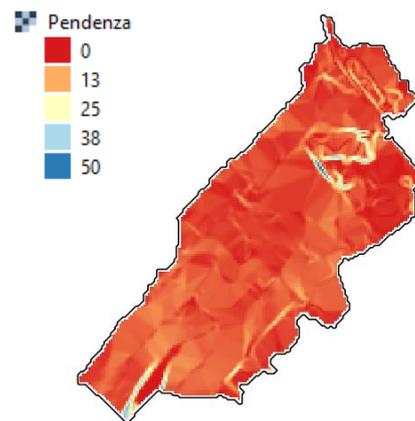
Immagine satellitare

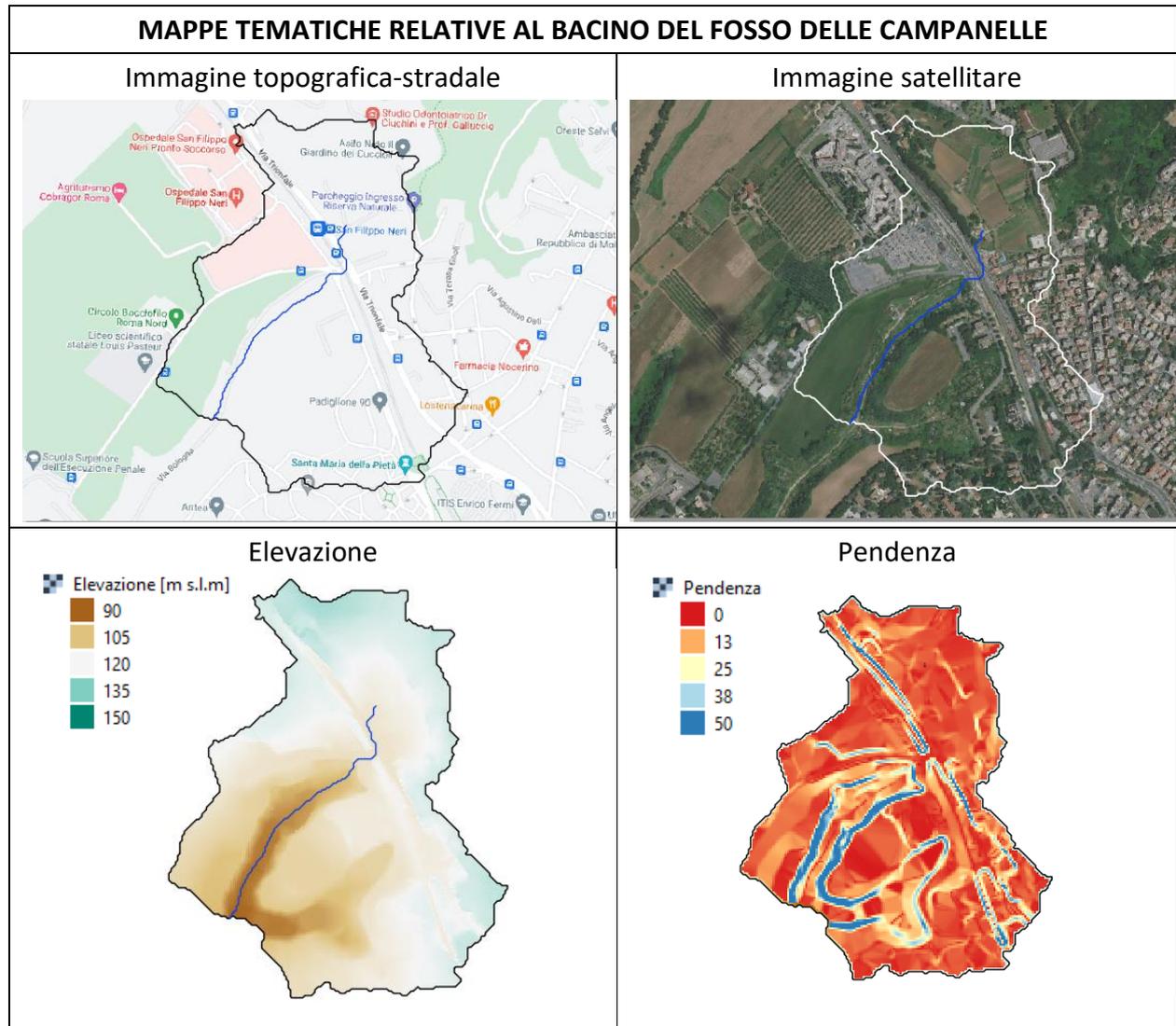


Elevazione



Pendenza





Tenendo conto delle caratteristiche geomorfologiche e geometriche dei bacini scolanti, al fine di determinare il/i coefficiente/i di afflusso e le aree che contribuiscono alla generazione degli afflussi sono state analizzate le tipologie di suoli presenti e la distribuzione dell'uso del suolo relativo.

Le caratteristiche di copertura e uso del territorio possono essere valutate utilizzando la Carta di Uso del Suolo (CUS) e la Carta Geologica della Regione Lazio informatizzata. La prima è la carta tematica che rappresenta lo stato di utilizzo del territorio e si inquadra all'interno del progetto Corine Land Cover (CLC) dell'Unione

Europea, basato su immagini satellitari SPOT-4 HRVIR, SPOT 5 HRG e/o IRS P6 LISS III, la seconda è invece organizzata in tre principali campi gerarchici: classe orogenica, ambito deposizionale e litologia.

Nelle seguenti immagini ne vengono riportati gli estratti relativi alle aree di interesse.

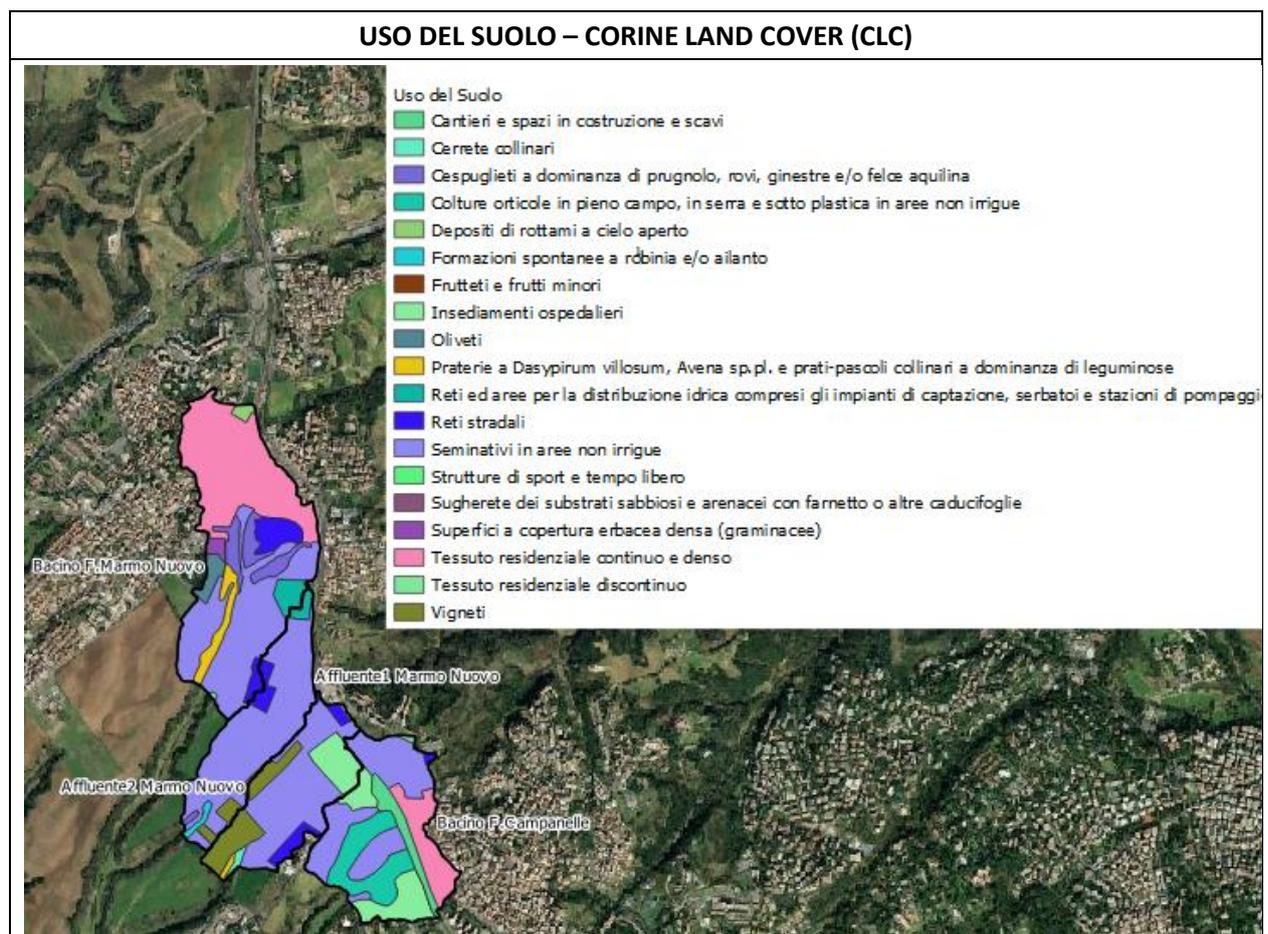
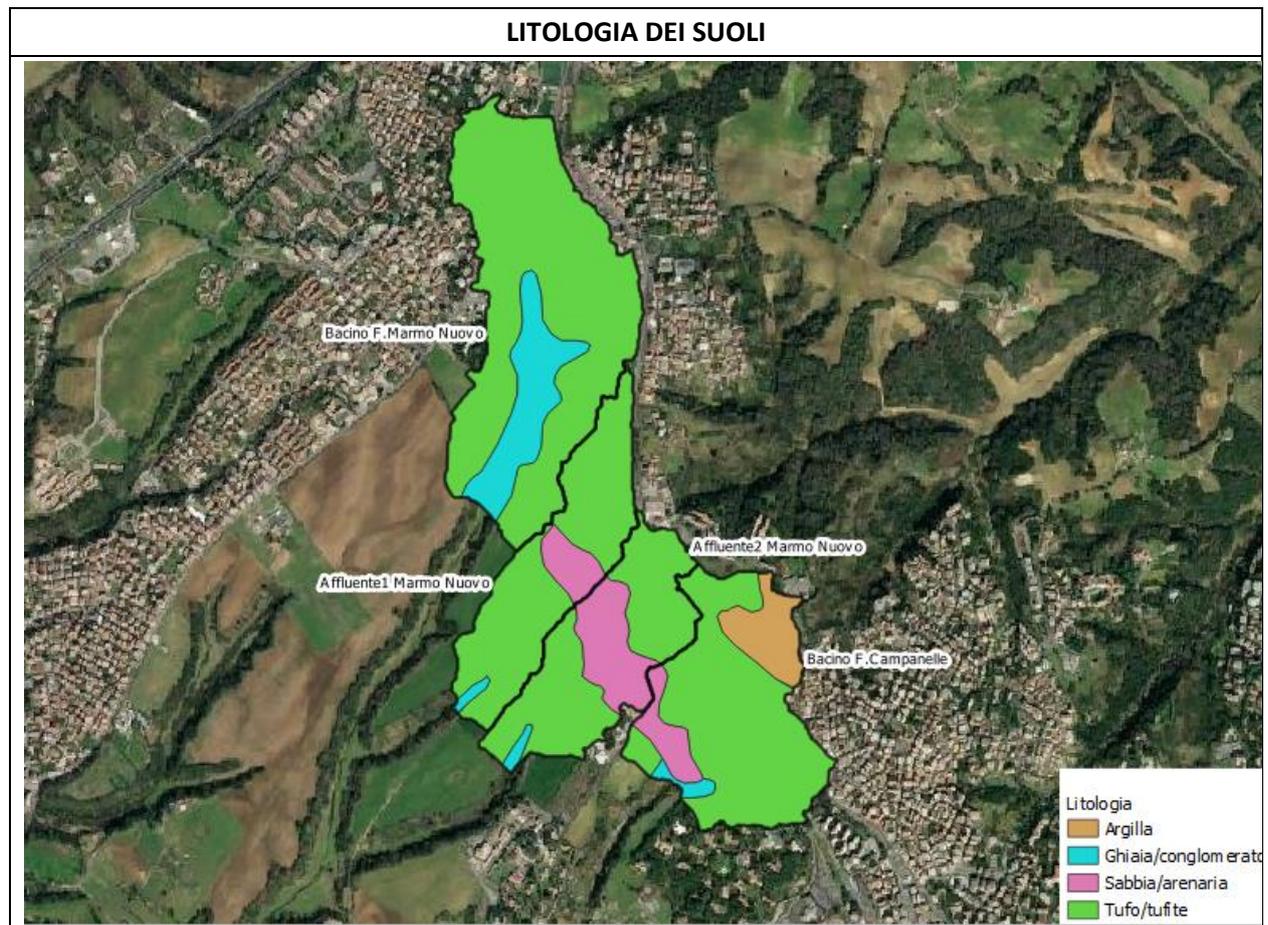


Figura 4 - Uso del suolo nei bacini di studio



### 3.2 Aspetti climatici

Dopo aver individuato le caratteristiche morfologiche dei bacini di studio, ai fini dell'individuazione delle curve di probabilità pluviometrica ai vari i tempi di ritorno si è proceduto alla valutazione degli eventi piovosi estremi mediante la procedura VA.PI. (Valutazione Piene) elaborata dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GGNDICI) del CNR.

Per garantire l'omogeneità e la confrontabilità dei risultati a livello nazionale viene adottato il modello regionale TCEV, modificato al terzo livello attraverso

l'introduzione di un modello a tre parametri per la valutazione delle piogge intense.

La distribuzione di probabilità delle massime altezze di pioggia giornaliera,  $h_d$ , viene espressa nella forma:

$$P(h_d) = e^{-\Lambda_1} e^{-\beta \frac{h_d}{\mu_{hd}} - \Lambda^* \Lambda_1^{\frac{1}{\Theta^*}} e^{-\frac{\beta h_d}{\Theta^* \mu_{hd}}}}$$

Dove  $\mu_{hd}$  è la media di  $h_d$ ,  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  sono due parametri da cui dipende il coefficiente di asimmetria della distribuzione,  $\Lambda_1$  è un parametro che insieme ai due precedenti determina il coefficiente di variazione, e  $\beta$  è una funzione dei tre precedenti parametri.

Sostituendo nell'equazione precedente il *coefficiente di crescita*:

$$k = \frac{h_d}{\mu_{hd}}$$

Si ottiene

*Equazione 1*

$$P(k) = e^{-\Lambda_1} e^{-\beta k - \Lambda^* \Lambda_1^{\frac{1}{\Theta^*}} e^{-\frac{\beta k}{\Theta^*}}}$$

che in forma implicita fornisce la curva di crescita  $k(T)$  della variabile  $h_d$ , dove  $T$  è il tempo di ritorno di  $h_d$ :

$$T = \frac{1}{1 - P(k)}$$

Le elaborazioni relative all'applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri sono stati valutati per scale regionali differenti.

Al primo e al secondo livello di regionalizzazione si identificano tre regioni omogenee, in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente di asimmetria può essere accettata:

- zona A (Tirrenica), che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;

- zona B (Appenninica), che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- zona C (Adriatica), che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

I parametri  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  determinati al primo livello di regionalizzazione per le tre zone sono indicati nella tabella Tabella 1:

*Tabella 1 - Parametri del primo livello di regionalizzazione*

Zona	$\Lambda^*$	$\Theta^*$
<b>A</b>	0.174	3.49
<b>B</b>	0.762	1.241
<b>C</b>	0.795	2.402

Il parametro  $\Lambda_1$ , determinato al secondo livello di regionalizzazione per le tre zone, e la corrispondente funzione  $\beta$  sono indicati nella Tabella 2.

*Tabella 2 - Parametri al secondo livello di regionalizzazione*

Zona	$\Lambda_1$	$\beta$
<b>A</b>	29.31	4.48
<b>B</b>	22.02	4.359
<b>C</b>	27.81	5.301

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della Equazione 1 per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita  $K_T$ . Per la distribuzione TCEV tale relazione non è

analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, nella Tabella , i valori di  $K_T$  ottenuti numericamente dalla Equazione 1 per alcuni valori del periodo di ritorno.

Tabella 6 - Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le piogge giornaliere, per alcuni valori del periodo di ritorno T.

Tabella 6- Parametri al secondo livello di regionalizzazione

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
<b><math>K_T</math> (SZOA)</b>	0.8	1.2	1.4	1.8	1.9	2.2	2.4	2.9	3.5	4.2	4.77
<b><math>K_T</math> (SZOB)</b>	0.9	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	2.0	2.2	2.5	2.70
<b><math>K_T</math> (SZOC)</b>	0.9	1.2	1.5	1.9	2.0	2.2	2.3	2.6	2.9	3.3	3.70

Considerata la relativa limitatezza dei dati pluviografici rispetto alla quantità di dati pluviometrici, il modello probabilistico proposto impiega l’informazione regionale stabilita per i massimi annuali delle piogge giornaliere relative alle piogge brevi. Per impiegare l’informazione regionale, si è assunta l’ipotesi che la curva di crescita, stabilita per i massimi delle piogge giornaliere, sia valida anche per rappresentare la distribuzione di probabilità dei coefficienti probabilistici di crescita dei massimi annuali delle piogge di durata inferiore. Al terzo livello di regionalizzazione sono individuate delle zone omogenee in cui è accettabile l’ipotesi che la media del massimo annuale dell’altezza giornaliera  $\mu_{hd}$ , che prende il nome di pioggia indice, dipenda linearmente dalla sola quota z della stazione.

Equazione 2

$$\mu_{hd} = CZ + D$$

I parametri di tale equazione sono univoci nell’ambito di aree pluviometriche omogenee (APO). Le APO sono in totale 78. I sottobacini oggetto di studio

ricadono all'interno della APO A10, i cui parametri della regressione assumono i valori indicati nella Tabella 3.



Figura 6 – Area pluviometrica omogenea per l'area di interesse

Tabella 3 - Terzo livello di regionalizzazione: parametri della regressione della media sulla quota per la sottozona A10

Sottozona	C	D
	(mm/m)	(mm)
A10	0,06	67,82

Per ottenere le leggi di probabilità pluviometrica, si considera una relazione durata-intensità-frequenza, attraverso una legge del tipo:

Equazione 3

$$i_t(T) = \frac{a(T)}{(b + t)^m}$$

Dove:

*b* è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla

durata  $t$ , sia dal tempo di ritorno;

$m$  è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno;

$a(T)$  è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata

L' Equazione 3 può essere messa nella forma:

Equazione 4

$$i_t(T) = i_0(T) \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

Dove  $i_0(T)$  è l'intensità istantanea con tempo di ritorno  $T$ . La pioggia indice è data dalla media di  $i_t$ , che risulta:

Equazione 5

$$\mu_{it}(T) = \mu_{i0}(T) \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

Il coefficiente di crescita da introdurre nella Equazione 1 è quindi:

Equazione 6

$$k = \frac{i_t}{\mu_{i0}} \left( \frac{b+t}{b} \right)^m$$

Da cui, infine

Equazione 7

$$i_t = k \mu_{i0} \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

Utile per il calcolo dell'intensità di pioggia in dipendenza della durata e del tempo di ritorno.

L'esponente  $m$  e il parametro di deformazione temporale  $b$  vengono assunti indipendenti dal tempo di ritorno  $T$ , in modo da imporre il parallelismo sul piano logaritmico delle leggi IDF (intensità durata frequenza) relative a diversi tempi di ritorno. Per ricavare tali parametri sono state fatte le seguenti ipotesi:

**1)** su tutto il territorio considerato:

a) l'intensità media di 24 ore  $\mu_{i24}$  è proporzionale all' intensità media giornaliera  $\mu_{id}$  e quindi  $\mu_{i24} = \delta\mu_{id}$  dove il coefficiente di proporzionalità è assunto costante su tutto il territorio considerato, con valore  $\delta=1.15$ ; dall'ipotesi a) discende che anche per  $\mu_{i24}$  vale una relazione lineare con la quota:

Equazione 8

$$\mu_{i24} = \delta \frac{cz + d}{24}$$

b) il rapporto tra l'intensità media della pioggia di 5' e quella della pioggia oraria è costante su tutta l'area esaminata, assunto pari al valore ottenuto dallo studio delle piogge intense della stazione pluviometrica di Roma (Macao):  $r = \frac{\mu_{i5'}}{\mu_{i1}} = \left( \frac{b+1}{b+0.0833} \right)^m$  da cui si ricava per ciascuna zona

omogenea il coefficiente di trasformazione temporale:  $b = \frac{1-0.0833r^{\frac{1}{m}}}{r^{1/m}-1}$

**2)** sulle zone omogenee identificate per i massimi giornalieri dell'anno:

a) l'intensità istantanea media  $\mu_{i0}$  è dipendente dalla quota z della stazione pluviometrica secondo la relazione:  $\frac{\mu_{i0}(z)}{\bar{\mu}_{i0}} = \frac{\mu_{hd}(z)}{\bar{\mu}_{hd}}$  dove  $\bar{\mu}_{i0}$  e  $\bar{\mu}_{hd}$  sono la media sulla zona omogenea di  $\mu_{i0}$  e  $\mu_{hd}$ .

Da queste ipotesi si ricava per ciascuna zona omogenea l'esponente m:

Equazione 9

$$m = \frac{\ln\left(\frac{\bar{\mu}_{i0}}{\bar{\mu}_{i24}}\right)}{\ln\left[1 + \frac{24(r^{1/m} - 1)}{1 - 0.0833r^{1/m}}\right]}$$

I valori regionali dei parametri b, m e  $\bar{\mu}_{i0}/\bar{\mu}_{i24}$  che compaiono nella Equazione 9 e relativi alla sottozona A10 sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 4 – Parametri regionali delle relazioni IDF

Sottozona	b	m	$\frac{\mu_{i0}}{\mu_{124}}$
A10	0,1415	0,7414	45,18

Dall’equazione 8 è possibile ottenere il valore dell’intensità istantanea media  $\mu_{i0}$  mediante il parametro di regionalizzazione  $\frac{\mu_{i0}}{\mu_{124}}$ :

Tabella 5 – Intensità istantaneo media

Nome Bacino	$\frac{\mu_{i0}}{\mu_{124}}$	$\mu_{i0}$ [mm/h]
Fosso del Marmo Nuovo		163.93
Affluente 1 del Fosso Marmo Nuovo	45,18	162.61
Affluente 1 del Fosso Marmo Nuovo		162.50
Fosso delle Campanelle		162.59

### **Tempo di corrivazione ed intensità di pioggia**

Per la determinazione del valore della pioggia totale P da inserire nella Equazione 11 è necessario dapprima calcolare il valore del tempo di corrivazione  $t_c$  così da ottenere un valore della pioggia critica mediante l’Equazione 7, cioè quella pioggia, supposta anche uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell’idrogramma di piena di tempo di ritorno T. La stima del tempo di corrivazione viene effettuata mediante il seguente metodo VAPI:

#### **FORMULE ADOTTATE PER LA STIMA DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**

Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\bar{h} - h_s}}$$

$t_c$ : Tempo di corrivazione in ore

A: area del bacino in km<sup>2</sup>

L: lunghezza asta principale in km

$\bar{h}$ : quota media del bacino

$h_s$ : quota della sezione di chiusura

Kirpich	$t_c = 0.93 \left( \frac{L}{\sqrt{\frac{h_{max} - h_{min}}{L}}} \right)^{0.77}$	<p><math>t_c</math>: Tempo di corrivazione in ore  <math>L</math>: lunghezza asta principale in km  <math>h_{max}</math>: quota massima del bacino  <math>h_{min}</math>: quota minima del bacino</p>
VAPI	$t_c = \begin{cases} t_{bK}, & \text{per } A < 1 \text{ km}^2 \\ t_{bG} \frac{(A-1)}{74} + t_{bK} \frac{(75-A)}{74}, & \text{per } 1 \leq A \leq 75 \text{ km}^2 \\ t_{bG}, & \text{per } A > 75 \text{ km}^2 \end{cases}$	<p><math>t_{bK}</math>: Tempo di corrivazione con Kirpich  <math>t_{bG}</math>: Tempo di corrivazione con Giandotti  <math>A</math>: area del bacino in km<sup>2</sup></p>

Di fatto si tratta di una interpolazione tra la formula di Giandotti e quella di Kirpich. Tale formula è ritenuta valida per bacini di estensione maggiore di 1 Km<sup>2</sup> e minore di 75 Km<sup>2</sup>. Per bacini minori vale la formulazione di Kirpich mentre per quelli maggiori di 75 Km<sup>2</sup> deve essere adottata la formula di Giandotti.

Per ogni bacino di studio si riporta il valore del tempo di corrivazione che assieme al CN definisce l'evento piovoso di riferimento:

Tabella 6 – Tempi di corrivazione

Nome Bacino	$t_c$ [h]
Fosso del Marmo Nuovo	0.34
Affluente 1 del Fosso Marmo Nuovo	0.31
Affluente 1 del Fosso Marmo Nuovo	0.31
Fosso delle Campanelle	0.16

Inserendo nell'equazione 7 tutti i parametri finora individuati e considerando i valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita KT per le piogge giornaliere, è possibile determinare i seguenti valori di intensità per diversi tempi di ritorno per la durata pari al tempo di corrivazione.

Tabella 7 – Intensità di pioggia per diversi TR – Bacino del Fosso del Marmo Nuovo

<b>Tr(i)</b>	<b>i<sub>tb</sub></b>
2	58.61
3	68.25
5	80.13
10	98.11
20	121.10
30	137.83
50	161.73
100	196.56
200	232.09
300	252.94
500	279.20
1000	314.82

Tabella 8 – Intensità di pioggia per diversi TR – Bacino Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo

<b>Tr(i)</b>	<b>i<sub>tb</sub></b>
2	61.52
3	71.64
5	84.11
10	102.97
20	127.11
30	144.66
50	169.76
100	206.31
200	243.61
300	265.49
500	293.05
1000	330.44

Tabella 9 – Intensità di pioggia per diversi TR – Bacino Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo

<b>Tr(i)</b>	<b>i<sub>tb</sub></b>
2	61.56
3	71.68
5	84.16
10	103.03
20	127.18
30	144.74
50	169.85
100	206.42
200	243.74
300	265.63
500	293.21
1000	330.62

Tabella 10 – Intensità di pioggia per diversi TR – Bacino del Fosso delle Campanelle

Tr(i)	i <sub>tb</sub>
2	82.37
3	95.92
5	112.62
10	137.88
20	170.20
30	193.70
50	227.30
100	276.24
200	326.18
300	355.47
500	392.38
1000	442.44

### 3.3 Stima dei deflussi superficiali

Per il calcolo della portata che defluisce in alveo in seguito all'evento di pioggia è stato adottato il metodo del Curve Number (CN), sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS) del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti, un metodo empirico che prevede l'attivazione del processo di ruscellamento al superamento della capacità di infiltrazione del suolo. Tale metodo permette di determinare il deflusso diretto o pioggia efficace ( $P_e$ ) cioè la frazione della pioggia totale ( $P$ ) che direttamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena.

Per il calcolo della pioggia efficace, il metodo SCS propone la seguente equazione:

Equazione 10

$$P_e = \frac{P_n^2}{P_n + S}$$

Dove:

$P_e$  Pioggia efficace o deflusso diretto (mm)

$P_n = P - I_A$	Pioggia netta (mm)
$P$	Pioggia totale (mm)
$S$	Capacità idrica massima del suolo o volume specifico di saturazione (mm)
$I_A = k_{ia} \cdot S$	Perdite iniziali (mm)
$k_{ia}$	Coefficiente di perdite iniziali

Da cui

Equazione 11

$$P_e = \frac{(P - k_{ia}S)^2}{(P - k_{ia}S) + S}$$

Le perdite iniziali ( $I_A$ ) sono costituite da alcuni processi quali l'intercettazione della pioggia da parte delle chiome della vegetazione, dall'accumulo nelle locali depressioni del terreno e dall'imbibizione iniziale del terreno. Dai dati sperimentali tale parametro risulta correlato al volume specifico di saturazione o capacità idrica massima del suolo ( $S$ ). La procedura proposta dal SCS, per l'ambiente agrario degli Stati Uniti, stima le perdite iniziali uguali ad un quinto del volume specifico di saturazione del terreno ( $S$ ). Per la realtà italiana, si adotta un valore delle perdite iniziali tale che  $0,1 \leq k_{ia} \leq 0,3$

Per i calcoli seguenti verrà utilizzato  $k_{ia} = 0,2$

Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura litologica e pedologica del terreno e dall'uso del suolo. L'equazione proposta dal S.C.S è rappresentabile sul piano  $P - P_e$ , con un numero infinito di curve comprese tra la bisettrice dove  $S$  è uguale a zero, e l'asse delle ascisse dove  $S$  assume il teorico valore infinito. Data la notevole variabilità del parametro  $S$ , si fa ricorso ad un artificio con il quale si determina il Curve Number (CN) utilizzando la seguente equazione che rappresenta sul piano  $P - P_e$  una famiglia di curve:

Equazione 12

$$CN = \frac{25400}{254 + S}$$

Dove S è espresso in mm.

Esplicitando S si ha

Equazione 13

$$S = 25.4 * \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Il parametro CN è un fattore decrescente della permeabilità e risulta legato:

- alla tipologia litologica del suolo;
- all'uso del suolo;
- al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato.

Per quanto riguarda la natura del suolo, l'SCS ha classificato i tipi di suolo in quattro gruppi:

<b>CLASSIFICAZIONE DEI TIPI IDROLOGICI DI SUOLO SECONDO IL METODO SCS-CN</b>	
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Nella tabella sottostante sono riportati, per tali gruppi, valori caratteristici del parametro CN anche con riferimento al tipo di copertura (uso del suolo).

VALORI CARATTERISTICI DEL PARAMETRO CN				
CN	Tipo idrologico Suolo			
Tipologie di uso del suolo	A	B	C	D
Suoli coltivati	67	76	83	86
Pascoli	54	70	80	85
Prati	30	58	71	78
Boschi e foreste con copertura modesta	45	66	77	83
Boschi e foreste con buona copertura dall'erosione e sottobosco	25	55	70	77
Aree a parco e di fruizione ricreativa				
-con copertura erbacea superiore al 75%	39	61	74	80
-con copertura erbacea dal 50 al 75%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabili per l'85%)	89	92	94	95
Aree Industriali (impermeabili per il 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali con percentuale media impermeabile				
-65%	77	85	90	92
-38%	61	75	83	87
-30%	57	72	81	86
-25%	54	70	80	85
-20%	51	68	79	84
Parcheggi, aree coperte (impermeabili)	98	98	98	98
Strade				
-asfaltate	98	98	98	98
-inghiaiate	76	85	89	91

Sovrapponendo gli elementi uso e tipo di suolo si può attribuire un valore di CN per ogni “incrocio o sovrapposizione”. Utilizzando poi come peso l’estensione di ciascuno di queste diverse sovrapposizioni si può determinare il CN, definito come valore medio pesato, per i bacini in esame.

Per quanto riguarda l'influenza dello stato di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico, l'SCS individua tre classi, AMC I, AMC II e AMC III, caratterizzate da differenti condizioni iniziali (AMC=Antecedent Moisture Condition) a seconda del valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico. L’attribuzione della classe AMC si basa sui criteri riportati nella Tabella 11.

Tabella 11 - Attribuzione della classe AMC

Classe AMC	Stagione di riposo della vegetazione	Stagione di crescita della vegetazione
I	< 12.7 mm	<35.5 mm
II	12.7-28.0 mm	35.5-53.3 mm
III	>28.0 mm	>53.3 mm

I valori nella tabella precedente si riferiscono ad una condizione media di umidità del terreno all'inizio della precipitazione (classe II). Il CN così individuato può essere adattato a diverse condizioni di umidità attraverso le seguenti formule di conversione:

Equazione 14

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013CN(II)}$$

Equazione 15

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057CN(II)}$$

Per lo studio dei bacini in esame si farà riferimento alla **classe AMC II**.

Infine si precisa che il metodo proposto per la determinazione del CN è applicabile su pendii con acclività non superiori al 5% pertanto per pendii con pendenze superiori è stata introdotto il calcolo di un CN modificato (CN<sub>2</sub>)

Equazione 16

$$CN_2 = \frac{CN_{sat} - CN}{3} \cdot [1 - 2 \cdot \exp(-13.86 \cdot acclività)] + CN$$

dove:

Equazione 17

$$CN_{sat} = CN \cdot \exp[0.00673 \cdot (100 - CN)]$$

Considerate le tipologie di suolo presenti nei bacini di studio individuate tramite la carta dell'Uso del Suolo e la Carta Geologica regionale e considerando la media pesata in base all'area coperta dalle singole superfici, si perviene alle seguenti determinazioni del CN:

Tabella 12 – Tabella valori Curve Number

Nome Bacino	Tipo idrologico	Curve Number CN
Fosso del Marmo Nuovo	B	75.0
Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo	B	77.7
Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo	B	78.9
Fosso delle Campanelle	C	87.2

### 3.4 Analisi della portata al colmo

La valutazione delle portate al colmo di piena viene effettuata mediante il metodo SCS (Soil Conservation Service). La piena viene semplificata con un idrogramma triangolare asimmetrico. Infatti nelle numerose piene che costituiscono la base sperimentale il SCS ha rilevato che mediamente i 3/8 (ovvero il 37.5%) del deflusso diretto transitano durante la fase di concentrazione della portata (ramo ascendente dell'idrogramma) e i restanti 5/8 durante la fase di esaurimento.

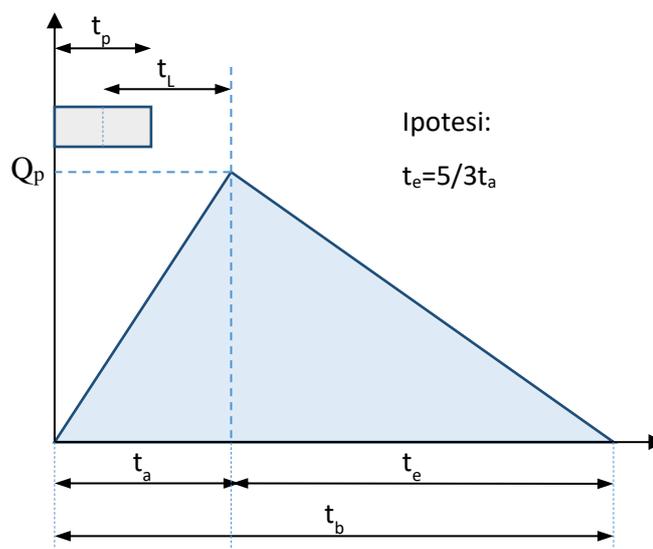


Figura 7 - Esempificazione della piena nel metodo SCS

Equazione 18

$$Q_p = 0,208 \frac{P_e A}{t_a}$$

Dove

$Q_p$  Portata al colmo di piena in  $m^3s^{-1}$

$P_e$  Pioggia efficace in mm

$A$  Area del bacino in  $km^2$

$t_a$  Tempo di accumulo in ore

Nell'ipotesi di una pioggia di intensità costante,  $t_a$  vale

*Equazione 19* 
$$t_a = 0,5t_p + t_L$$

Dove

$t_p$  Durata dell'evento meteorico in ore

$t_L$  Tempo di ritardo in ore (distanza fra il baricentro dello ietogramma e il picco dell'idrogramma triangolare)

Per  $t_L \geq 1,67$  e

*Equazione 20* 
$$t_a = t_p$$

Per  $t_L < 1,67$

Per la determinazione del tempo di ritardo, espresso in ore, si utilizza la formula seguente:

*Equazione 22* 
$$t_L = 0,6t_c$$

Per determinare la durata critica della precipitazione, si è scelto di considerarla cautelativamente pari al tempo di corrivazione del bacino  $t_c$  :

*Equazione 23* 
$$t_p = t_c$$

Per il calcolo della pioggia efficace da inserire nella Equazione 18 si usa l'Equazione 11 ricordando che la pioggia totale  $P$  (mm) è data dalla

Equazione 21

$$P = i_{c,T} t_c$$

Dove

$i_{c,T}$  E' l'intensità di pioggia critica di durata pari al tempo di corrivazione e con tempo di ritorno T, espressa in mm/h e determinata dall'Equazione 7

$t_c$  Tempo di corrivazione in ore

Per ogni bacino di studio, mediante la metodologia precedentemente descritta, si ottengono i seguenti risultati:

Tabella 13 – Tabelle risultati

Bacino del Fosso del Marmo Nuovo	TR50	TR100	TR200
$i_c$ (intensità) [mm/h]	161.7	196.6	232.1
P (pioggia cumulata) [mm]	55.3	67.2	79.3
S (capacità idrica max suolo) [mm]	84.7	84.7	84.7
Pe (efficace) [mm]	21.8	29.7	38.4
$Q_p$ (m3/s)	9.2	12.5	16.1

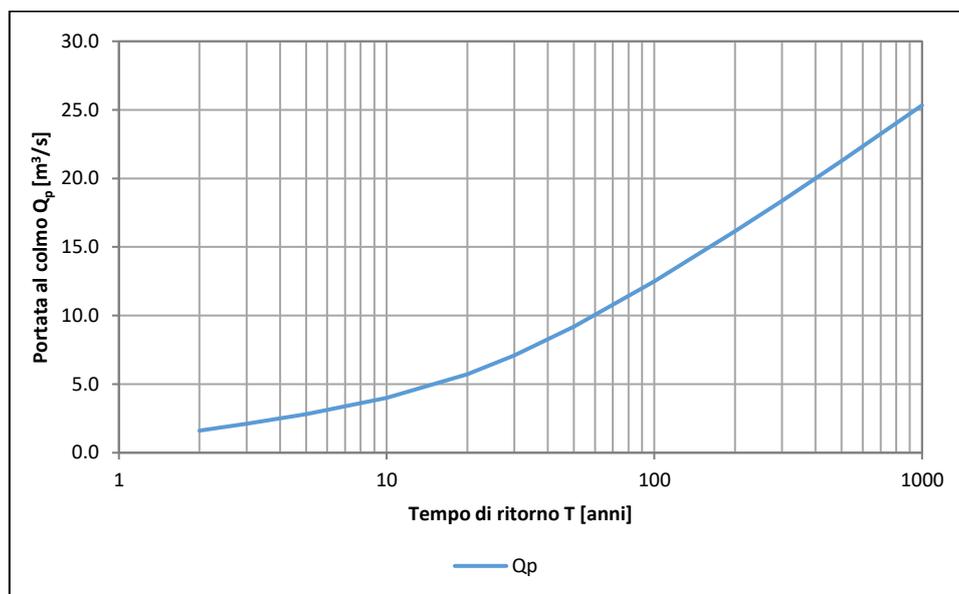


Figura 8 - Grafico della portata al colmo  $Q_p$  per differenti valori del tempo di ritorno T - Bacino del Fosso del Marmo Nuovo

Tabella 14 – Tabelle risultati

<b>Bacino Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo</b>	<b>TR50</b>	<b>TR100</b>	<b>TR200</b>
$i_c$ (intensità) [mm/h]	169.8	206.3	243.6
P (pioggia cumulata) [mm]	52.0	63.2	74.6
S (capacità idrica max suolo) [mm]	73.0	73.0	73.0
Pe (efficace) [mm]	21.6	29.3	37.7
$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	4.6	6.3	8.1

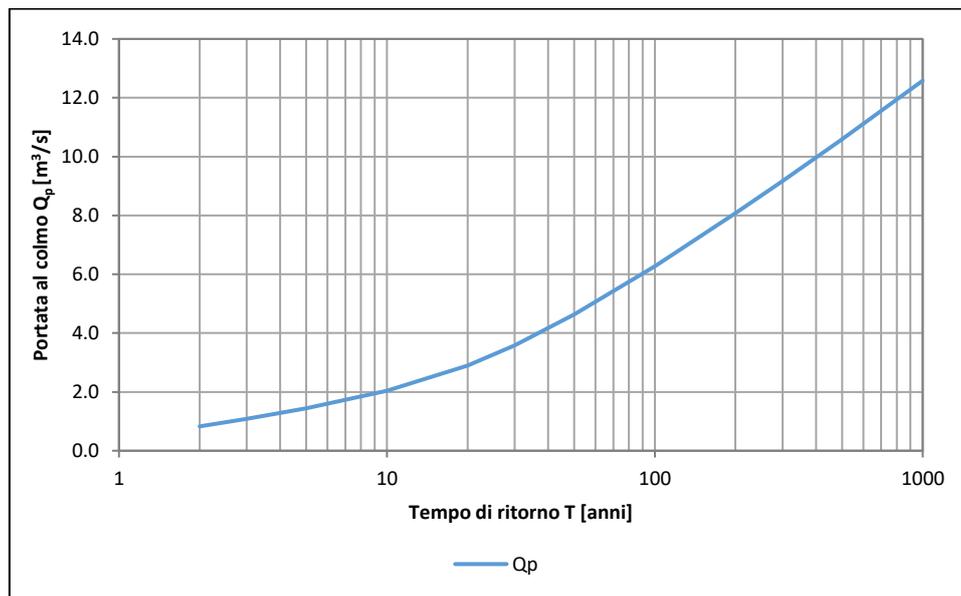


Figura 9 - Grafico della portata al colmo  $Q_p$  per differenti valori del tempo di ritorno T - Bacino Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo

Tabella 15 – Tabelle risultati

<b>Bacino Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo</b>	<b>TR50</b>	<b>TR100</b>	<b>TR200</b>
$i_c$ (intensità) [mm/h]	169.9	206.4	243.7
P (pioggia cumulata) [mm]	51.9	63.1	74.5
S (capacità idrica max suolo) [mm]	67.9	67.9	67.9
Pe (efficace) [mm]	22.5	30.4	39.0
$Q_p$ [m <sup>3</sup> /s]	4.9	6.6	8.5

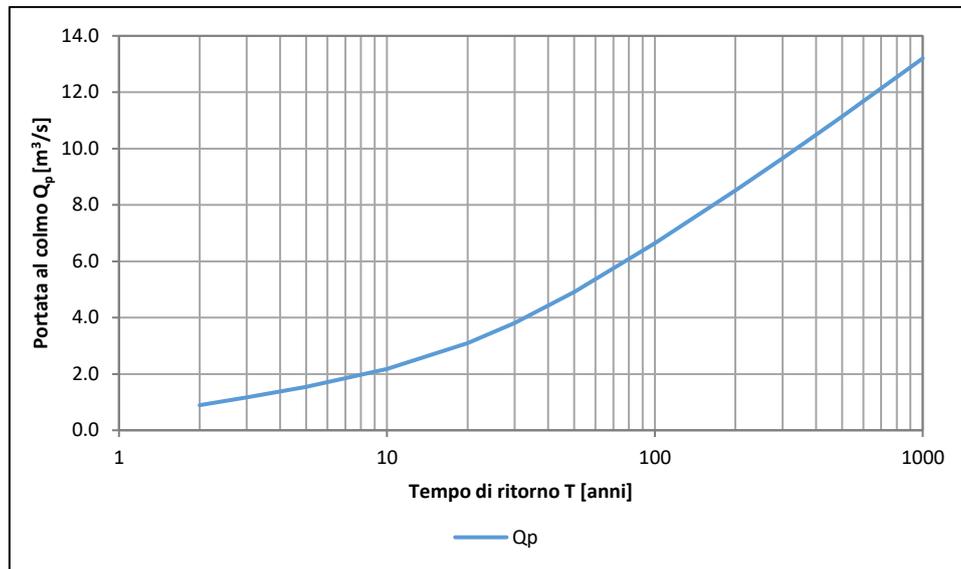


Figura 10 - Grafico della portata al colmo  $Q_p$  per differenti valori del tempo di ritorno  $T$  - Bacino Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo

Tabella 16 – Tabelle risultati

<b>Bacino del Fosso delle Campanelle</b>	<b>TR50</b>	<b>TR100</b>	<b>TR200</b>
ic (intensità) [mm/h]	227.3	276.2	326.2
P (pioggia cumulata) [mm]	36.5	44.4	52.4
S (capacità idrica max suolo) [mm]	37.1	37.1	37.1
Pe (efficace) [mm]	18.1	24.1	30.6
$Q_p$ (m3/s)	10.4	13.8	17.5

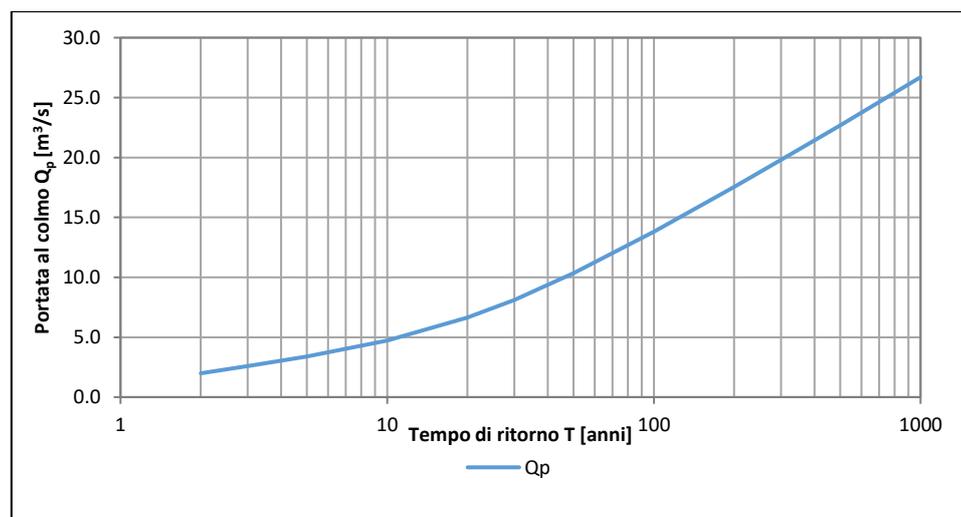


Figura 11 - Grafico della portata al colmo  $Q_p$  per differenti valori del tempo di ritorno  $T$  - Bacino del Fosso delle Campanelle

## 4 VERIFICA IDRAULICA

Una volta stimate le portate transitanti in alveo si è proceduto con la valutazione dei livelli idrici in corrispondenza dei tratti dei corsi d'acqua interessati dagli scarichi dell'acquedotto con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

Si è svolta una verifica della capacità di deflusso, sia in condizioni naturali (ante operam), sia con il contributo degli scarichi (post operam) valutando l'incidenza delle portate massime scaricate dai punti di scarico in relazione al deflusso naturale dei corsi d'acqua ricettori.

### 4.1 Descrizione dei punti di recapito dell'acquedotto di progetto

Di seguito vengono descritte brevemente le caratteristiche e le condizioni di funzionalità degli scarichi di vuotatura presenti lungo il tracciato dell'Adduttrice Ottavia – Trionfale. Per una trattazione più completa si rimanda all'elaborato A254 PDS R005 – Relazione idraulica e sugli aspetti tecnico – funzionali.

#### Punto di scarico n°1

Il punto di restituzione n°1 si trova nella macrotratta T1 compresa tra il C.I Ottavia ed il Manufatto Casal del Marmo e recapita le acque nel corpo idrico ricettore costituito dal Fosso del Marmo Nuovo nel punto individuato dalle coordinate 2305164.73 E 4647966.78 N nel sistema di riferimento Monte Mario (EPSG 3004) ad una quota di 104 m s.l.m. Lo scarico viene realizzato con una condotta De500 in PVC e sarà attivato esclusivamente in condizioni di emergenza e/o manutenzione straordinaria. L'invio delle acque verso i punti di restituzione avviene per una portata massima di uscita di circa 416 l/s.

#### Punto di scarico n° 2

Il punto di restituzione n°2 si trova nella macrotratta T2 compresa tra il Manufatto Casal del Marmo ed il Partitore Monte Mario e recapita le acque in un corpo idrico

costituito da un'incisione valliva del reticolo idrografico di interesse in sinistra idraulica del Fosso del Marmo Nuovo nel punto individuato dalle coordinate 2304851.9 E 4646861.1 N nel sistema di riferimento Monte Mario (EPSG 3004) ad una quota di 91 m s.l.m.

Il manufatto di scarico viene realizzato con una condotta De500 in PVC e sarà attivato solo in condizioni di emergenza e/o manutenzione straordinaria. L'invio delle acque verso il punto di restituzione per una portata massima di uscita di circa 579 l/s.

#### Punto di scarico n°3

Il punto di restituzione n°3 si trova nella macrotratta T2 compresa tra il Manufatto Casal del Marmo ed il Partitore Monte Mario e recapita le acque in un corpo idrico ricettore costituito da un altro affluente in sinistra idraulica del Fosso del Marmo Nuovo nel punto individuato dalle coordinate 2305068.0 E 4646616.5 N nel sistema di riferimento Monte Mario (EPSG 3004) ad una quota di 93 m s.l.m.

Il manufatto di scarico viene realizzato con una condotta De500 in PVC e sarà attivato solo in condizioni di emergenza e/o manutenzione straordinaria.

L'invio delle acque verso il punto di restituzione per una portata massima di uscita di circa 557 l/s.

#### Punto di scarico n°4

Il punto di restituzione n°4 si trova nella macrotratta T2 compresa tra il Manufatto Casal del Marmo ed il Partitore Monte Mario e recapita le acque nel corpo idrico ricettore costituito dal Fosso delle Campanelle nel punto individuato dalle coordinate 2305600.5 E 4646600.6 N nel sistema di riferimento Monte Mario (EPSG 3004) ad una quota di 91.5 m s.l.m.

Il manufatto di scarico viene realizzato con una condotta De500 in PVC e sarà attivato solo in condizioni di emergenza e/o manutenzione straordinaria.

L'invio delle acque verso il punto di restituzione per una portata massima di uscita di circa 567 l/s.

Si precisa che in corrispondenza di tali aree di vuotatura dell'acquedotto verranno impiegati dei materassi tipo "Reno" per impedire l'erosione del fondo alveo. Per la sistemazione spondale si può far riferimento all'elaborato A254PDS D013.

## 4.2 Modellazione idraulica in HEC – RAS

La verifica idraulica è stata eseguita utilizzando il software HEC-RAS 5.0.7, un software 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 Analysis System (RAS).

Lo studio è stato condotto inserendo in HEC –RAS le sezioni trasversali ai corsi d'acqua interessati dai punti di scarico ottenute da un rilievo LiDAR eseguito sull'area di progetto.

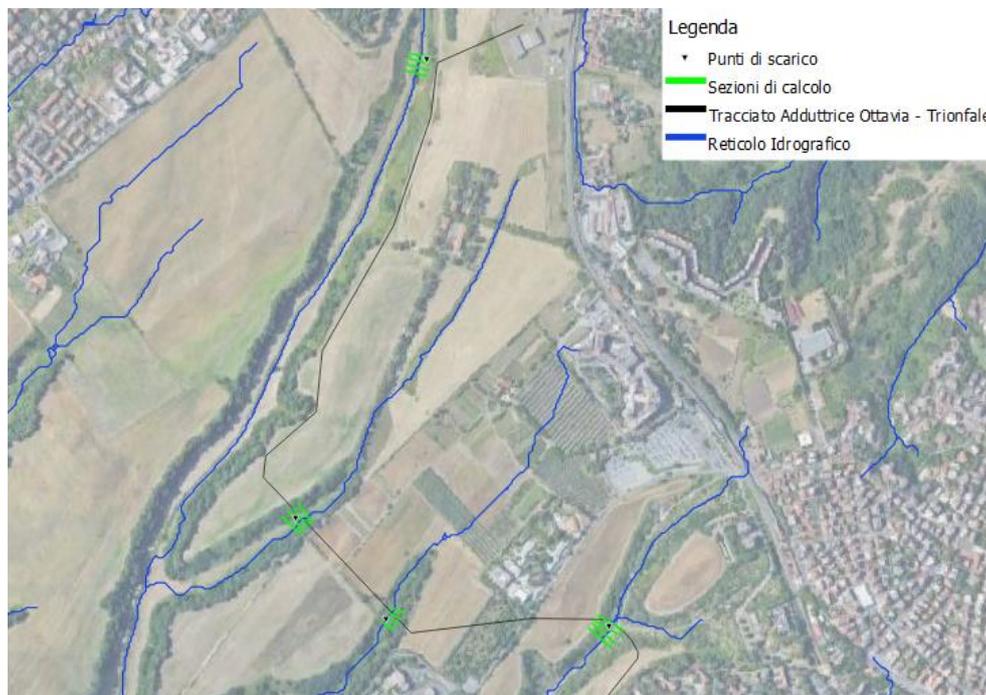


Figura 12 – Sezioni ottenute da rilievo LiDAR utilizzate nella modellazione idraulica nel software HEC-RAS

Si riporta di seguito una sintesi delle ipotesi di calcolo e delle formule alla base degli algoritmi di HEC-RAS. Per maggiori dettagli si invita alla consultazione del manuale liberamente disponibile.

Le principali caratteristiche della corrente (livello idrico e velocità media) vengono calcolate a partire da una sezione alla successiva, posta a monte o a valle, a seconda che il regime sia rispettivamente supercritico o subcritico, risolvendo, con la procedura iterativa dello standard step method, l'equazione che esprime il bilancio di energia della corrente tra le medesime sezioni:

$$z_1 + h_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} + \Delta H$$

dove i pedici 1 e 2 si riferiscono alle due sezioni che individuano il volume di controllo:

- $h_1$  e  $h_2$  sono le altezze idriche;
- $z_1$  e  $z_2$  sono le quote del fondo alveo rispetto ad un riferimento prefissato;
- $V_1$  e  $V_2$  sono le velocità medie;
- $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  sono i coefficienti di ragguglio delle potenze cinetiche o coefficienti di Coriolis;
- $\Delta H$  è la perdita di carico tra le due sezioni.

La perdita di carico tra le due sezioni viene valutata come la somma di due termini: una componente di attrito  $h_f$ , dovuta alla scabrezza di fondo, calcolata per mezzo dell'equazione di Manning, e una componente  $h_0$  che rappresenta le perdite dovute a contrazioni ed espansioni della vena fluida, calcolata come frazione del carico cinetico:

$$\Delta H = h_f + h_0 = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right|$$

con

$\bar{S}_f$ : cadente della linea dei carichi totali;

C: coefficiente di contrazione/espansione.

HEC-RAS possiede quattro diverse modalità per la valutazione della cadente media:

1. Trasporto medio valutato tra le sezioni 1,2:  $\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)$  (utilizzata nella presente relazione di calcolo);

2. Media aritmetica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni 1,2;
3. Media geometrica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni 1,2;
4. Media armonica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni;

Tramite la formula di Chezy viene infine calcolato il valore delle conveyance K (Capacità di deflusso):

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

Con

- K conveyance espressa in m<sup>3</sup>/s;
- n coefficiente di scabrezza di Manning espressa in m<sup>1/3</sup>/s;
- A area relativa al deflusso espressa in m<sup>2</sup>;
- R raggio idraulico espresso in m.

Nel caso in esame, ipotizzate le condizioni di moto permanente con portata costante, sono state inserite le sezioni dei tratti di fiume ricavate dal rilievo piano altimetrico. Le condizioni al contorno assegnate sono quelle proprie di moto permanente, calcolate in automatico dal programma mediante le formule di Manning. Non essendo noto a priori il tipo di corrente che si instaura nei tratti oggetto della verifica si sono inseriti i valori di "Normal depth" ovvero della pendenza del fondo del fosso sia nella sezione di monte che nella sezione di valle. Nei vari scenari di calcolo della verifica idraulica per i corsi d'acqua interessati viene assegnata la portata valutata nei paragrafi precedenti.

Successivamente, dall'analisi dei risultati e in particolare dal valore assunto dal Numero di Froude si può riconoscere se, il regime che si instaura nel particolare tratto di compluvio verificato, è di corrente lenta o di corrente veloce a seconda che il suddetto coefficiente assuma rispettivamente un valore inferiore o superiore all'unità.

#### **4.2.1 Le portate**

Di seguito sono riportati i valori di portata adottati nei diversi scenari analizzati per i quattro corsi d'acqua interessati dagli scarichi.

*Tabella 17 – Scenari di riferimento - Fosso del Marmo Nuovo*

<b>Ipotesi di calcolo</b>	<b>Portata (m3/s)</b>	<b>Descrizione</b>
TR50	9.2	Portata con tempo di ritorno T=50 anni
TR50+ S	9.6	Portata con tempo di ritorno T=50 anni incrementata del contributo dello scarico 1
TR100	12.5	Portata con tempo di ritorno T=100 anni
TR100+ S	12.9	Portata con tempo di ritorno T=100 anni incrementata del contributo dello scarico 1
TR200	16.1	Portata con tempo di ritorno T=200 anni
TR200+ S	16.6	Portata con tempo di ritorno T=200 anni incrementata del contributo dello scarico 1

*Tabella 18 – Scenari di riferimento – Affluente 1 Fosso del Marmo Nuovo*

<b>Ipotesi di calcolo</b>	<b>Portata (m3/s)</b>	<b>Descrizione</b>
TR50	4.6	Portata con tempo di ritorno T=50 anni
TR50+ S	5.2	Portata con tempo di ritorno T=50 anni incrementata del contributo dello scarico 2
TR200	6.3	Portata con tempo di ritorno T=100 anni
TR200+ S	6.9	Portata con tempo di ritorno T=100 anni incrementata del contributo dello scarico 2
TR200	8.1	Portata con tempo di ritorno T=200 anni
TR200+ S	8.6	Portata con tempo di ritorno T=200 anni incrementata del contributo dello scarico 2

*Tabella 19 – Scenari di riferimento – Affluente 2 Fosso del Marmo Nuovo*

<b>Ipotesi di calcolo</b>	<b>Portata (m3/s)</b>	<b>Descrizione</b>
TR50	4.9	Portata con tempo di ritorno T=50 anni
TR50+ S	5.5	Portata con tempo di ritorno T=50 anni incrementata del contributo dello scarico 3
TR200	6.6	Portata con tempo di ritorno T=100 anni
TR200+ S	7.2	Portata con tempo di ritorno T=100 anni incrementata del contributo dello scarico 3
TR200	8.5	Portata con tempo di ritorno T=200 anni
TR200+ S	9.1	Portata con tempo di ritorno T=200 anni incrementata del contributo dello scarico 3

*Tabella 20 – Scenari di riferimento - Fosso delle Campanelle*

<b>Ipotesi di calcolo</b>	<b>Portata (m3/s)</b>	<b>Descrizione</b>
TR50	10.4	Portata con tempo di ritorno T=50 anni
TR50+ S	10.9	Portata con tempo di ritorno T=50 anni incrementata del contributo dello scarico 4
TR200	13.8	Portata con tempo di ritorno T=100 anni
TR200+ S	14.4	Portata con tempo di ritorno T=100 anni incrementata del contributo dello scarico 4
TR200	17.5	Portata con tempo di ritorno T=200 anni
TR200+ S	18.1	Portata con tempo di ritorno T=200 anni incrementata del contributo dello scarico 4

### 4.2.2 Coefficiente di scabrezza di Manning

Per il coefficiente di scabrezza di Manning è stato adottato un valore pari a  $n=0,025$  in alveo e pari a  $n=0,033$  in area golenale per tutti gli scenari di calcolo analizzati.

### 4.2.3 Risultati del calcolo

Dalle simulazioni condotte sono stati estrapolati i risultati d’interesse, in particolare i tiranti idrici, le velocità di flusso e l’incidenza della portata scaricata sul deflusso naturale su tutte le sezioni di interesse. Si riportano di seguito i risultati per alcune sezioni significative in corrispondenza delle aree d’intervento.

Tabella 21 – Tabella riassuntiva output di calcolo - Fosso del Marmo Nuovo

Nome ipotesi calcolo	Portata	Sezione bagnata	Velocità	Quota pelo libero	Quota fondo canale	Battente idrico	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Numero di Froude	Incidenza scarico
	$m^3/s$	$m^2$	$m/s$	$m s.l.m$	$m s.l.m$	$m$	$m$	$m$	-	%
TR 50	9.2	2.30	4.00	103.25	102.49	0.76	6.20	0.37	2.06	
TR 50 + S	9.6	2.37	4.05	103.27	102.49	0.78	6.30	0.38	2.08	4.33%
TR 200	12.5	2.85	4.38	103.34	102.49	0.85	6.91	0.41	2.14	
TR200 + S	12.9	2.92	4.42	103.35	102.49	0.86	6.99	0.42	2.15	3.22%
TR 200	16.1	3.41	4.73	103.42	102.49	0.93	7.55	0.45	2.21	
TR 200 + S	16.6	3.48	4.76	103.43	102.49	0.94	7.64	0.46	2.22	2.51%

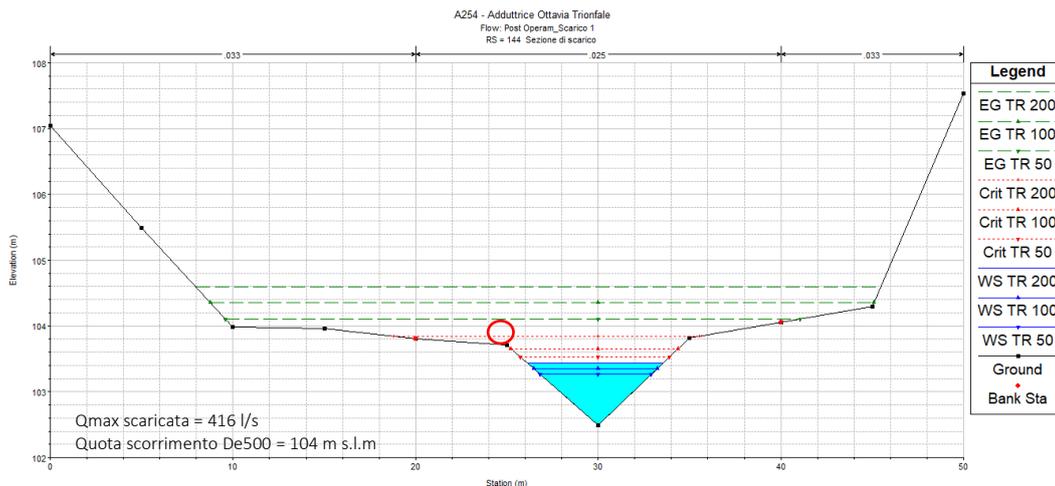


Figura 13 – Sezione in corrispondenza dello scarico 1 nel Fosso del Marmo Nuovo nelle condizioni post operam

Tabella 22 – Tabella riassuntiva output di calcolo – Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo

Nome ipotesi calcolo	Portata	Sezione bagnata	Velocità	Quota pelo libero	Quota fondo canale	Battente idrico	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Numero di Froude	Incidenza scarico
	$m^3/s$	$m^2$	$m/s$	$m \text{ s.l.m}$	$m \text{ s.l.m}$	$m$	$m$	$m$	-	%
TR 50	4.6	4.75	0.97	90.24	89.46	0.78	17.14	0.28	0.58	
TR 50 + S	5.2	4.07	1.28	90.32	89.68	0.64	10.89	0.37	0.67	11.13%
TR 200	6.3	6.36	0.99	90.33	89.46	0.87	19.12	0.33	0.55	
TR200 + S	6.9	4.78	1.44	90.38	89.68	0.70	11.63	0.41	0.72	8.39%
TR 200	8.1	7.35	1.10	90.38	89.46	0.92	20.24	0.36	0.58	
TR 200 + S	8.6	5.31	1.62	90.43	89.68	0.75	12.16	0.44	0.78	6.73%

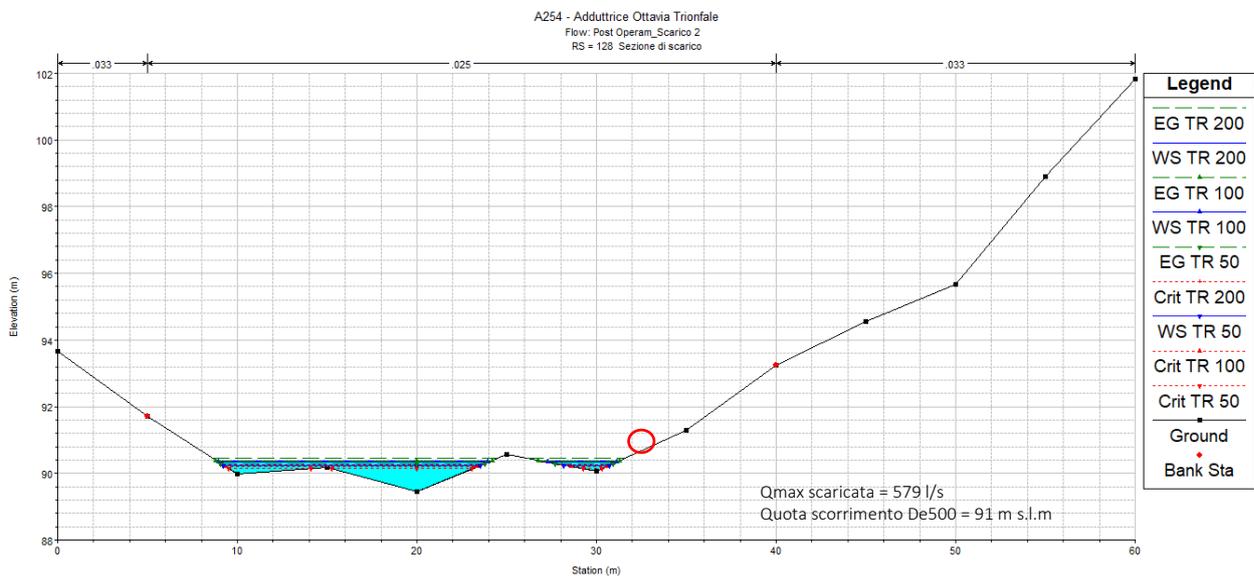


Figura 14 – Sezione in corrispondenza dello scarico 2 nell’Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo nelle condizioni post operam

Tabella 23 – Tabella riassuntiva output di calcolo – Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo

Nome ipotesi calcolo	Portata	Sezione bagnata	Velocità	Quota pelo libero	Quota fondo canale	Battente idrico	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Numero di Froude	Incidenza scarico
	$m^3/s$	$m^2$	$m/s$	$m \text{ s.l.m}$	$m \text{ s.l.m}$	$m$	$m$	$m$	-	%
TR 50	4.9	0.93	5.30	92.47	92.29	0.18	5.71	0.16	4.15	
TR 50 + S	5.5	1.00	5.52	92.48	92.29	0.19	5.76	0.17	4.19	10.13%
TR 200	6.6	1.12	5.91	92.50	92.29	0.21	5.85	0.19	4.25	
TR200 + S	7.2	1.18	6.08	92.51	92.29	0.22	5.89	0.20	4.27	7.74%
TR 200	8.5	1.33	6.42	92.54	92.29	0.25	5.99	0.22	4.29	
TR 200 + S	9.1	1.39	6.56	92.55	92.29	0.26	6.03	0.23	4.30	6.12%

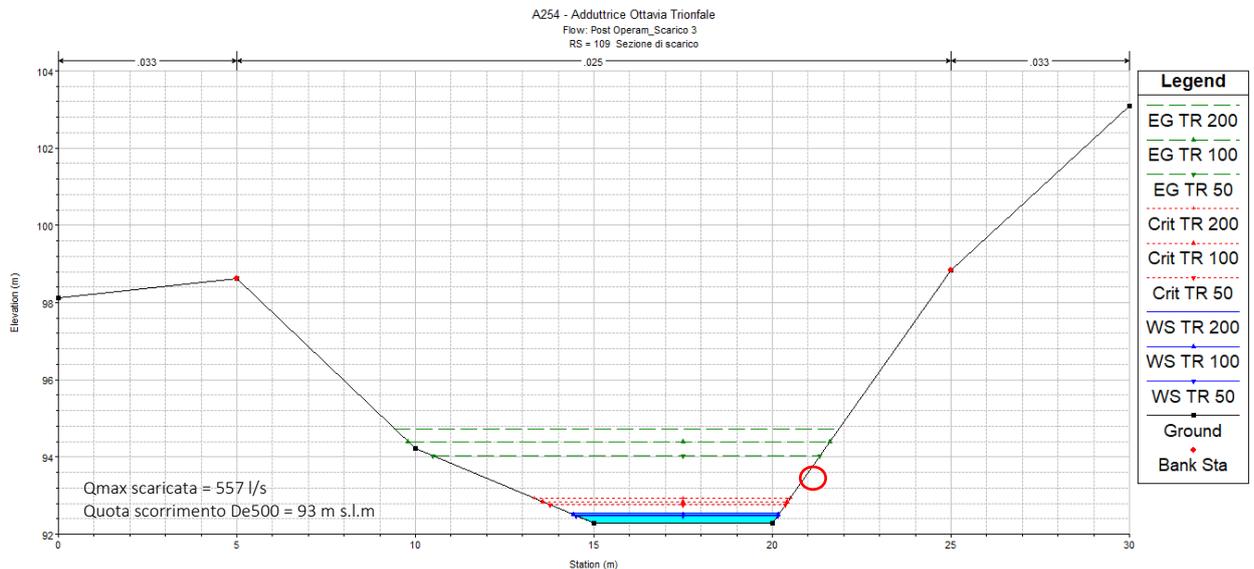


Figura 15 – Sezione in corrispondenza dello scarico 3 nell’Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo nelle condizioni post operam

Tabella 24 – Tabella riassuntiva output di calcolo – Fosso delle Campanelle

Nome ipotesi calcolo	Portata	Sezione bagnata	Velocità	Quota pelo libero	Quota fondo canale	Battente idrico	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Numero di Froude	Incidenza scarico
	$m^3/s$	$m^2$	$m/s$	$m s.l.m$	$m s.l.m$	$m$	$m$	$m$	-	%
TR 50	10.4	3.45	3.16	91.06	90.71	0.35	19.11	0.18	2.18	
TR 50 + S	10.9	3.56	3.22	91.07	90.71	0.36	19.31	0.18	2.20	5.20%
TR 200	13.8	4.19	3.53	91.10	90.71	0.39	20.45	0.20	2.25	
TR200 + S	14.4	4.32	3.58	91.10	90.71	0.39	20.67	0.21	2.26	3.94%
TR 200	17.5	4.96	3.84	91.13	90.71	0.42	21.52	0.23	2.29	
TR 200 + S	18.1	5.08	3.89	91.14	90.71	0.43	21.62	0.23	2.29	3.13%

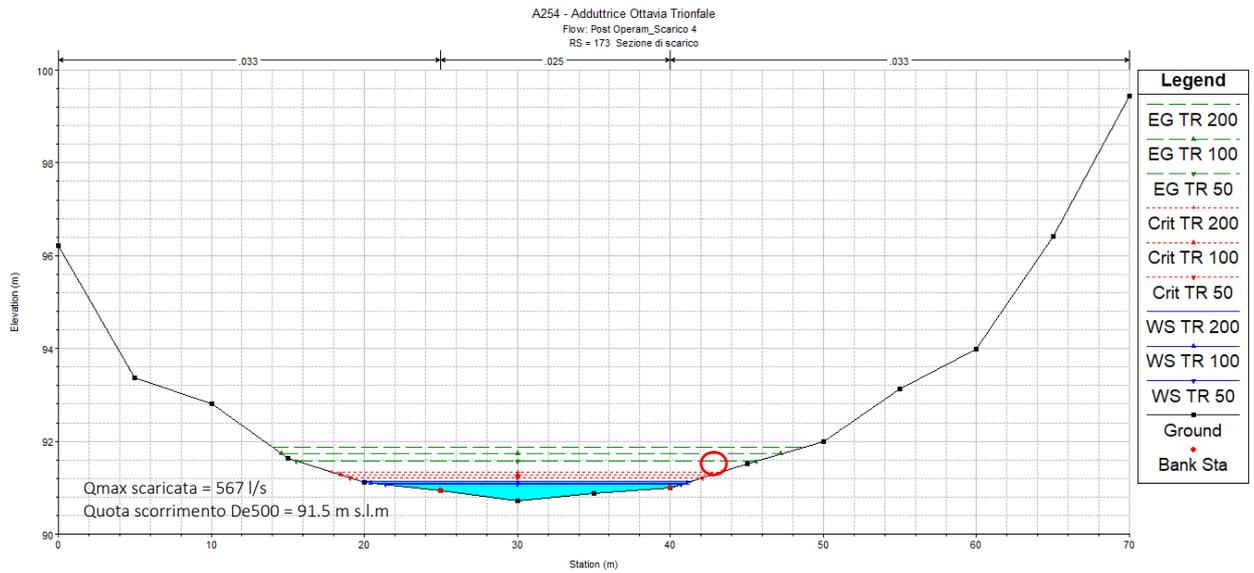


Figura 16 – Sezione in corrispondenza dello scarico 4 nel Fosso delle Campanelle nelle condizioni post operam

## 5 CONCLUSIONI

Dalla verifica preliminare delle portate addotte attraverso i punti di restituzione descritti emerge quanto segue:

- La condotta di scarico nei corsi d'acqua analizzati non interferisce sul regime idraulico del corpo ricettore, infatti non costituisce un'alterazione al naturale deflusso delle portate di piena del fosso.
- Le portate immesse dai punti di restituzione nel corpo ricettore risultano essere compatibili con le portate relative alla piena con TR=200 anni dei fossi interessati infatti in tutti i casi la percentuale del contributo dello scarico sulla portata del corso d'acqua è sempre inferiore al 7 %.
- Inoltre occorre evidenziare che gli scarichi sono di emergenza e/o di manutenzione straordinaria

Si conclude che gli scarichi di emergenza dell'acquedotto di progetto non alterano in nessun modo le dinamiche idrauliche dell'impluvio in esame per i tempi di ritorno considerati.

## 6 ALLEGATI ANTE OPERAM

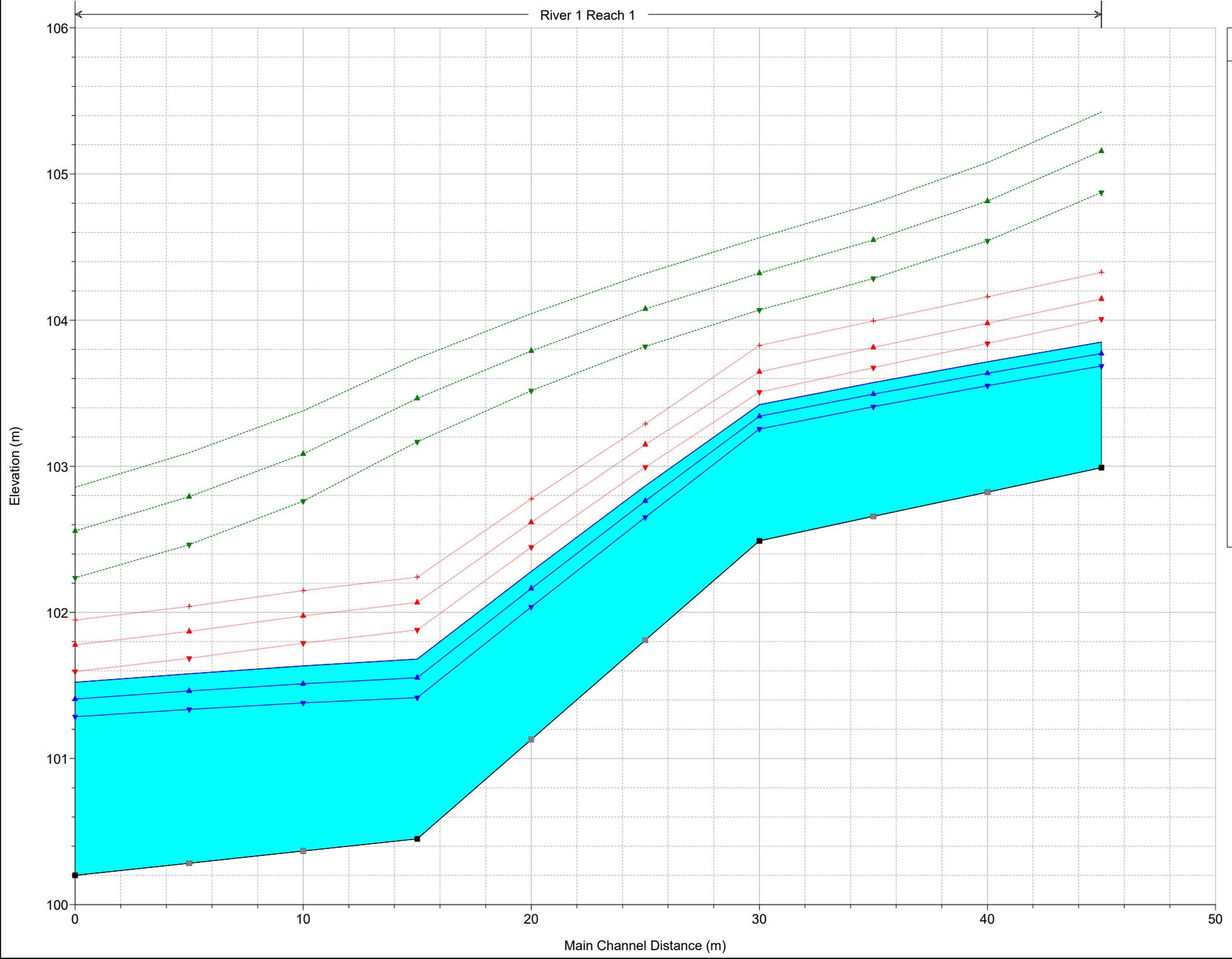




# A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 1

River 1 Reach 1



Legend	
EG TR 200	▲
EG TR 100	▲
EG TR 50	▼
Crit TR 200	+
Crit TR 100	▲
Crit TR 50	▼
WS TR 200	▲
WS TR 100	▲
WS TR 50	▼
Ground	■

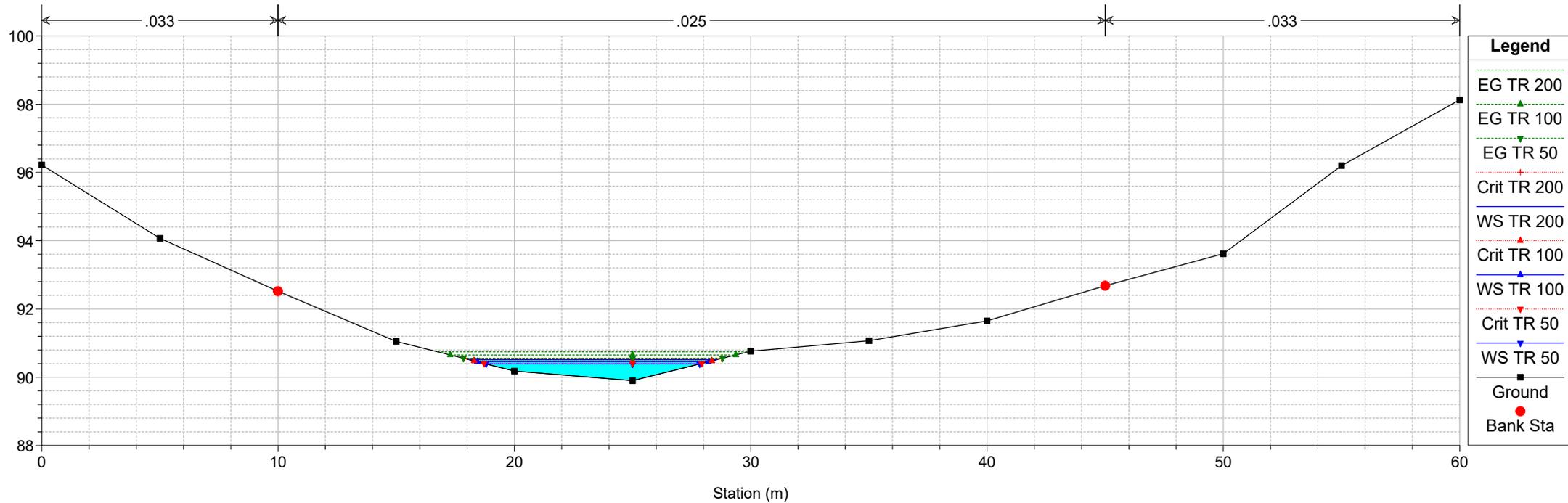
## Risultati ANTE OPERAM - Fosso del Marmo Nuovo

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	193	TR 200	16.14	102.99	103.85	5.56	2.90	6.97	0.42	2.71
Reach 1	193	TR 100	12.50	102.99	103.77	5.21	2.40	6.34	0.38	2.66
Reach 1	193	TR 50	9.19	102.99	103.69	4.83	1.90	5.65	0.34	2.61
Reach 1	144	TR 200	16.14	102.49	103.42	4.73	3.41	7.55	0.45	2.21
Reach 1	144	TR 100	12.50	102.49	103.34	4.38	2.85	6.91	0.41	2.14
Reach 1	144	TR 50	9.19	102.49	103.25	4.00	2.30	6.20	0.37	2.06
Reach 1	95	TR 200	16.14	100.45	101.68	6.35	2.54	4.81	0.53	2.59
Reach 1	95	TR 100	12.50	100.45	101.55	6.12	2.04	4.31	0.47	2.63
Reach 1	95	TR 50	9.19	100.45	101.42	5.86	1.57	3.78	0.42	2.69
Reach 1	46	TR 200	16.14	100.20	101.52	5.12	3.16	5.46	0.58	2.01
Reach 1	46	TR 100	12.50	100.20	101.41	4.75	2.63	4.98	0.53	1.95
Reach 1	46	TR 50	9.19	100.20	101.29	4.32	2.13	4.48	0.47	1.87

### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 2

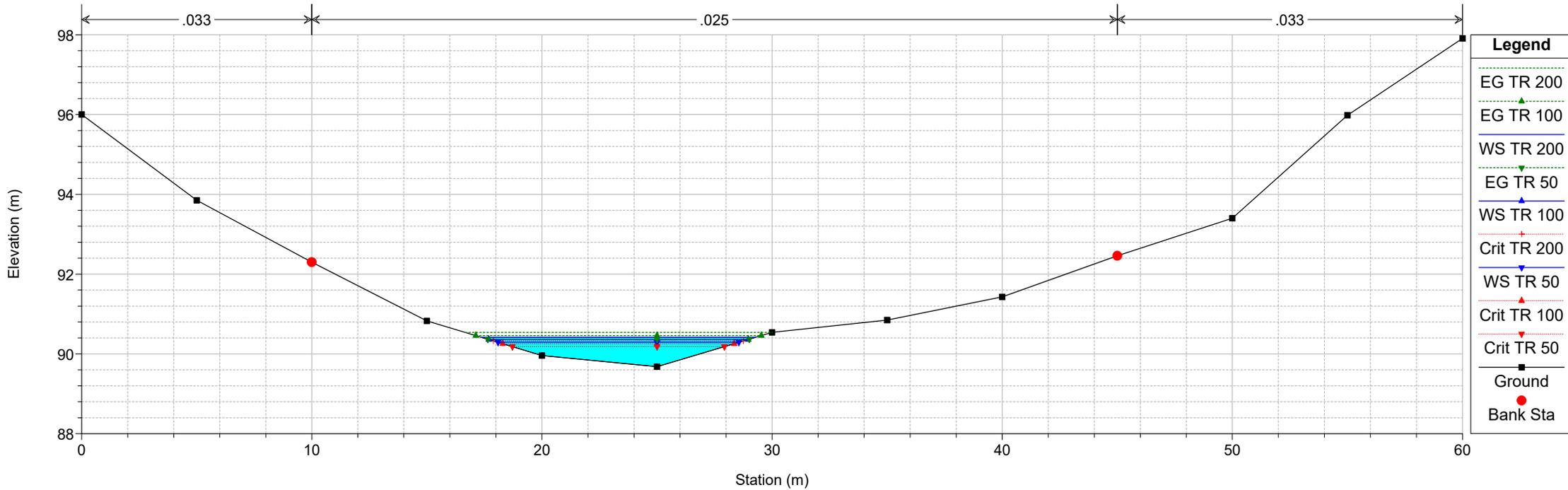
RS = 226 Sezione di monte



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 2

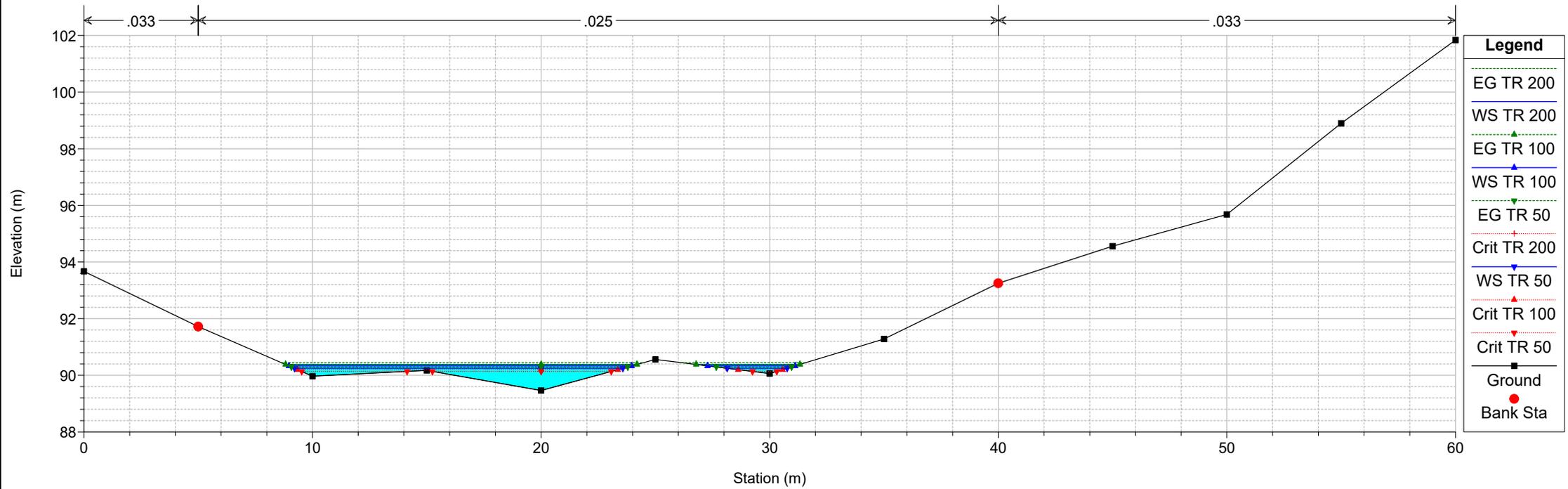
RS = 177



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 2

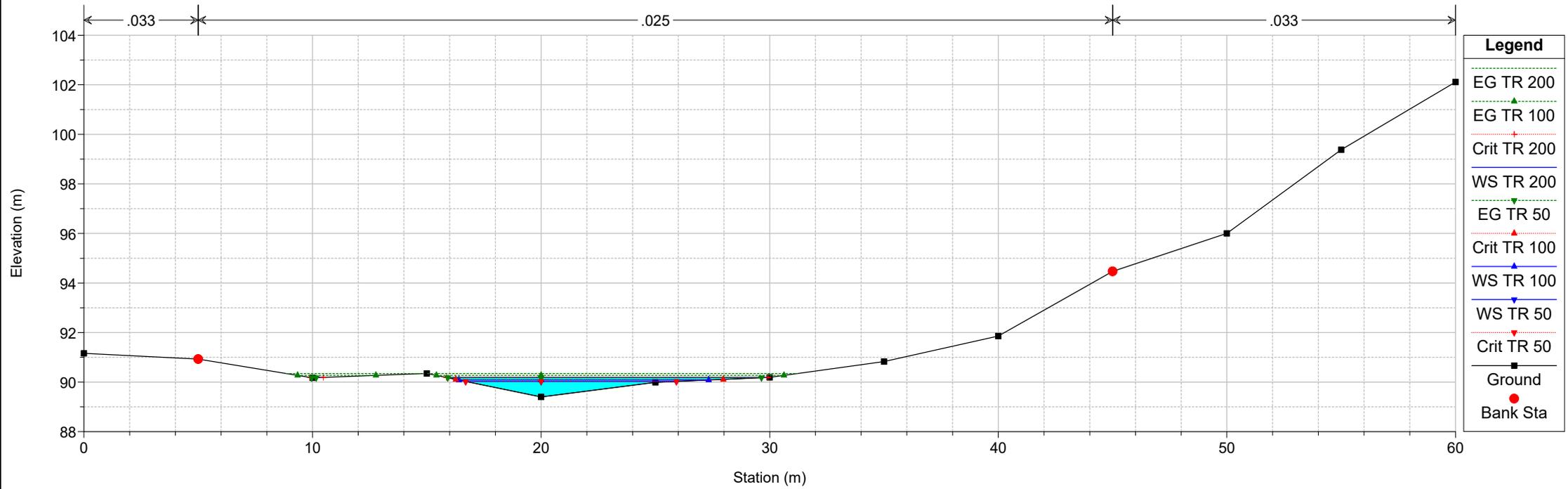
RS = 128 Sezione di scarico



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

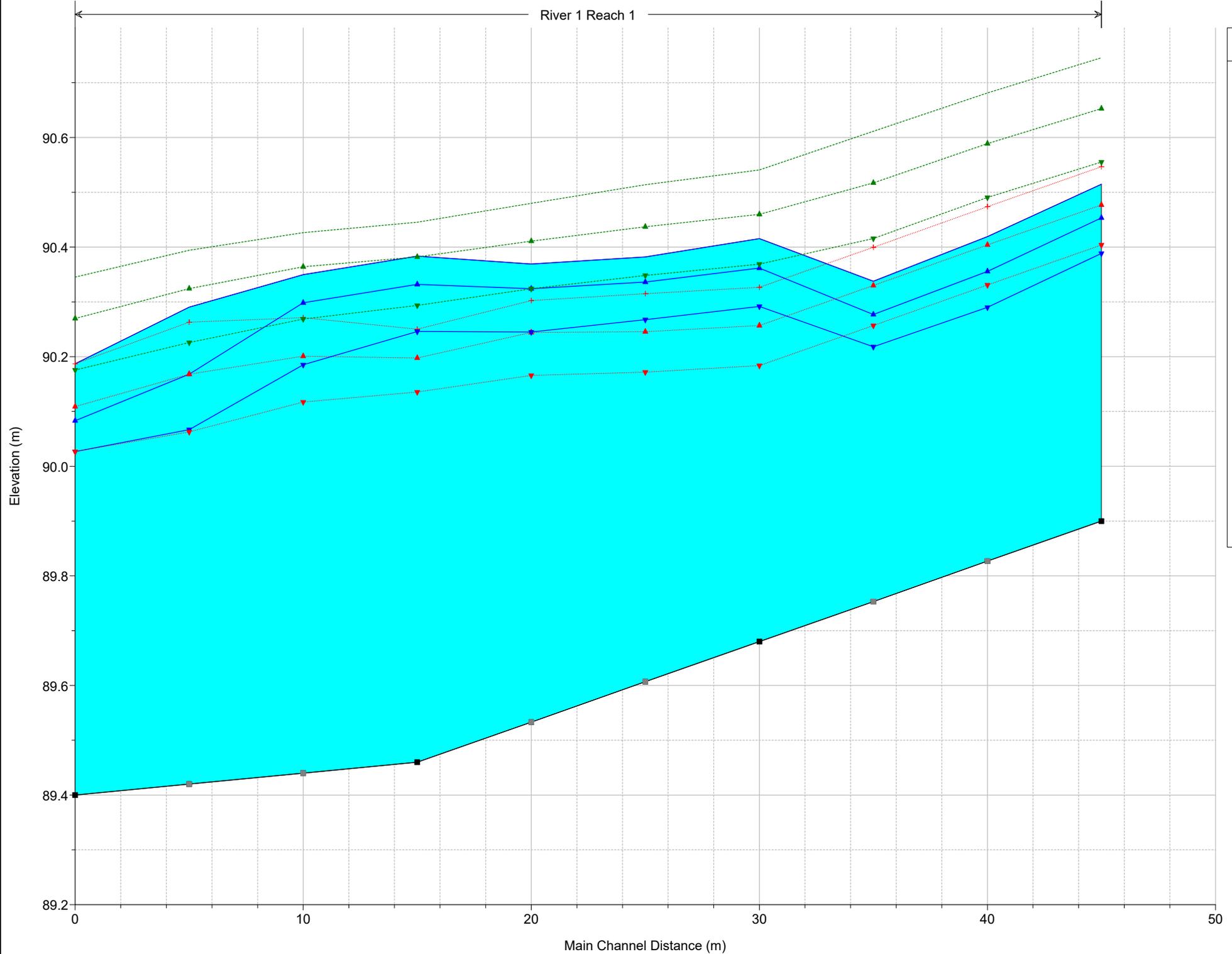
Flow: Ante Operam\_Scarico 2

RS = 79 Sezione di valle



A254 - Addutrice Ottavia Trionfale  
Flow: Ante Operam\_Scarico 2

River 1 Reach 1



Legend	
EG TR 200	
EG TR 100	
Crit TR 200	
WS TR 200	
EG TR 50	
Crit TR 100	
WS TR 100	
WS TR 50	
Crit TR 50	
Ground	

## Risultati ANTE OPERAM - Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo

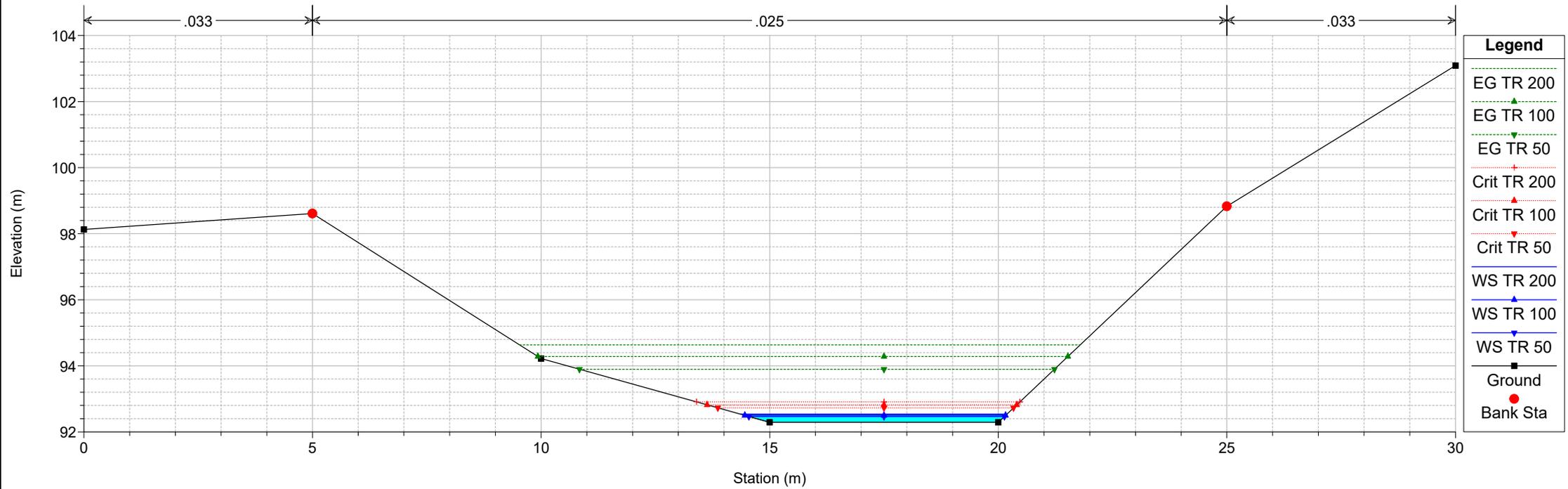
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	226	TR 200	8.07	89.90	90.51	2.13	3.79	10.59	0.36	1.13
Reach 1	226	TR 100	6.27	89.90	90.45	1.98	3.17	9.87	0.32	1.11
Reach 1	226	TR 50	4.63	89.90	90.39	1.81	2.56	9.10	0.28	1.09
Reach 1	177	TR 200	8.07	89.68	90.42	1.57	5.15	12.00	0.43	0.76
Reach 1	177	TR 100	6.27	89.68	90.36	1.39	4.52	11.37	0.40	0.70
Reach 1	177	TR 50	4.63	89.68	90.29	1.23	3.76	10.55	0.36	0.66
Reach 1	128	TR 200	8.07	89.46	90.38	1.10	7.33	20.22	0.36	0.58
Reach 1	128	TR 100	6.27	89.46	90.33	0.99	6.33	19.09	0.33	0.55
Reach 1	128	TR 50	4.63	89.46	90.25	0.97	4.79	17.20	0.28	0.58
Reach 1	79	TR 200	8.07	89.40	90.19	1.76	4.58	14.77	0.31	1.01
Reach 1	79	TR 100	6.27	89.40	90.08	1.91	3.28	11.02	0.30	1.12
Reach 1	79	TR 50	4.63	89.40	90.03	1.71	2.71	9.31	0.29	1.01



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 3

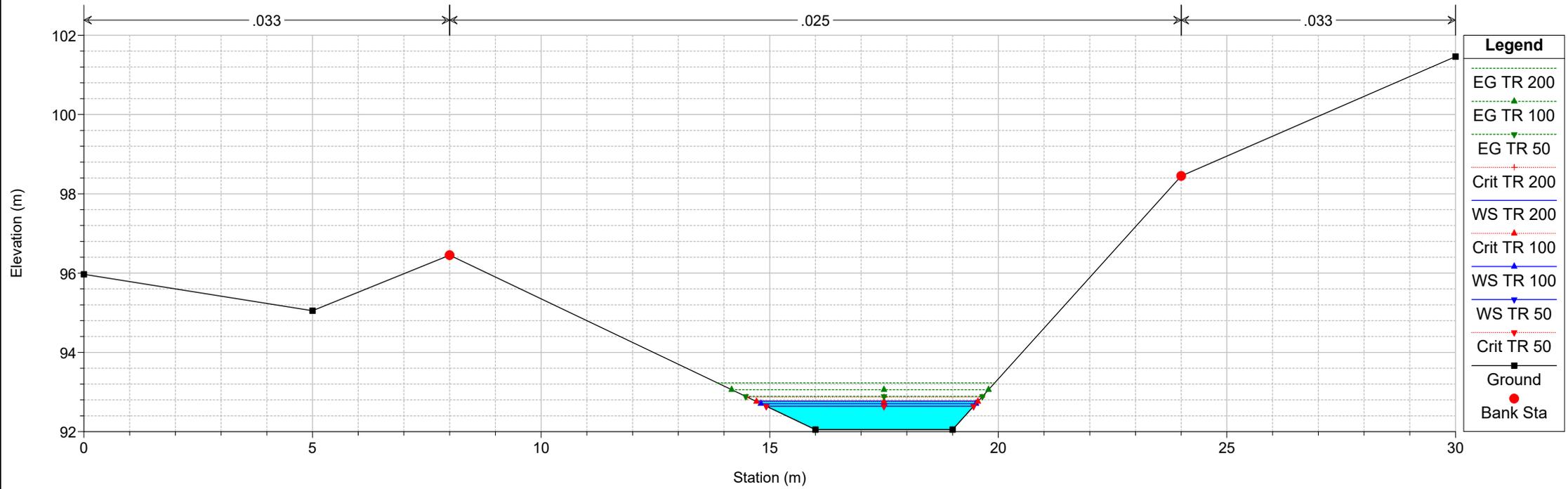
RS = 109 Sezione di scarico



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 3

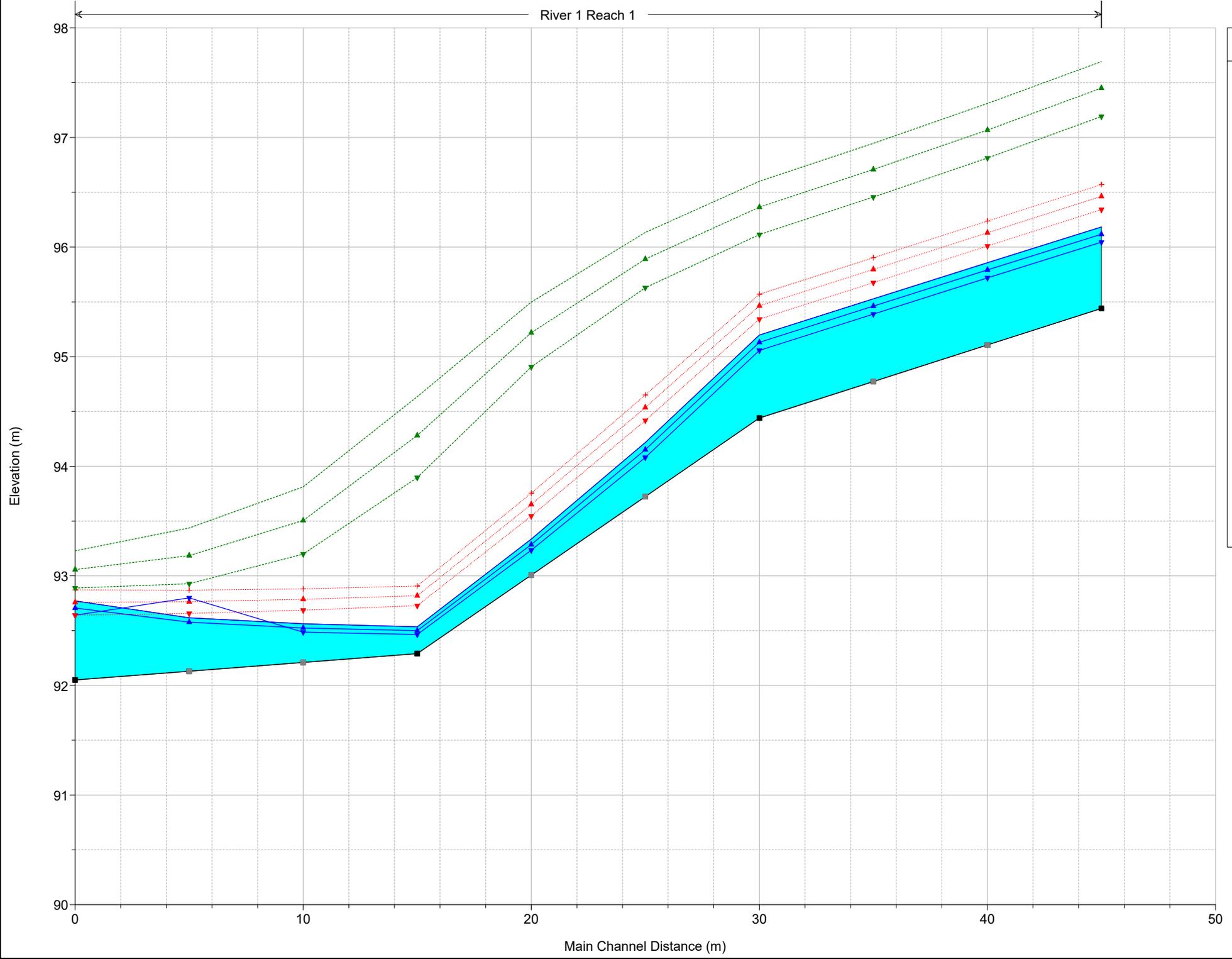
RS = 60 Sezione di valle



# A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 3

River 1 Reach 1



Legend	
EG TR 200	
EG TR 100	
EG TR 50	
Crit TR 200	
WS TR 200	
Crit TR 100	
WS TR 100	
WS TR 50	
Crit TR 50	
Ground	

## Risultati ANTE OPERAM - Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo

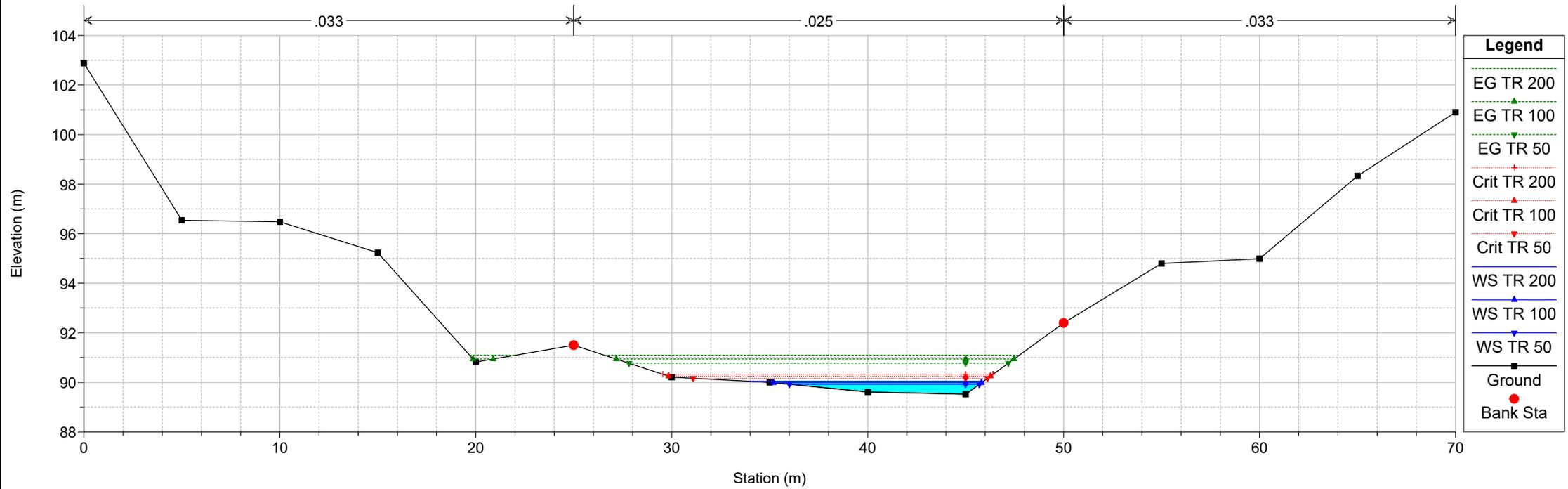
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	207	TR 200	8.51	95.44	96.18	5.44	1.56	4.49	0.35	2.85
Reach 1	207	TR 100	6.64	95.44	96.12	5.11	1.30	4.09	0.32	2.81
Reach 1	207	TR 50	4.91	95.44	96.04	4.74	1.04	3.65	0.28	2.75
Reach 1	158	TR 200	8.51	94.44	95.20	5.25	1.62	4.57	0.36	2.72
Reach 1	158	TR 100	6.64	94.44	95.13	4.92	1.35	4.17	0.32	2.67
Reach 1	158	TR 50	4.91	94.44	95.06	4.55	1.08	3.73	0.29	2.62
Reach 1	109	TR 200	8.51	92.29	92.54	6.42	1.33	5.99	0.22	4.29
Reach 1	109	TR 100	6.64	92.29	92.50	5.91	1.12	5.85	0.19	4.25
Reach 1	109	TR 50	4.91	92.29	92.47	5.30	0.93	5.71	0.16	4.15
Reach 1	60	TR 200	8.51	92.05	92.77	2.99	2.84	5.41	0.53	1.25
Reach 1	60	TR 100	6.64	92.05	92.71	2.62	2.53	5.20	0.49	1.14
Reach 1	60	TR 50	4.91	92.05	92.64	2.21	2.23	4.98	0.45	1.01



### A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 4

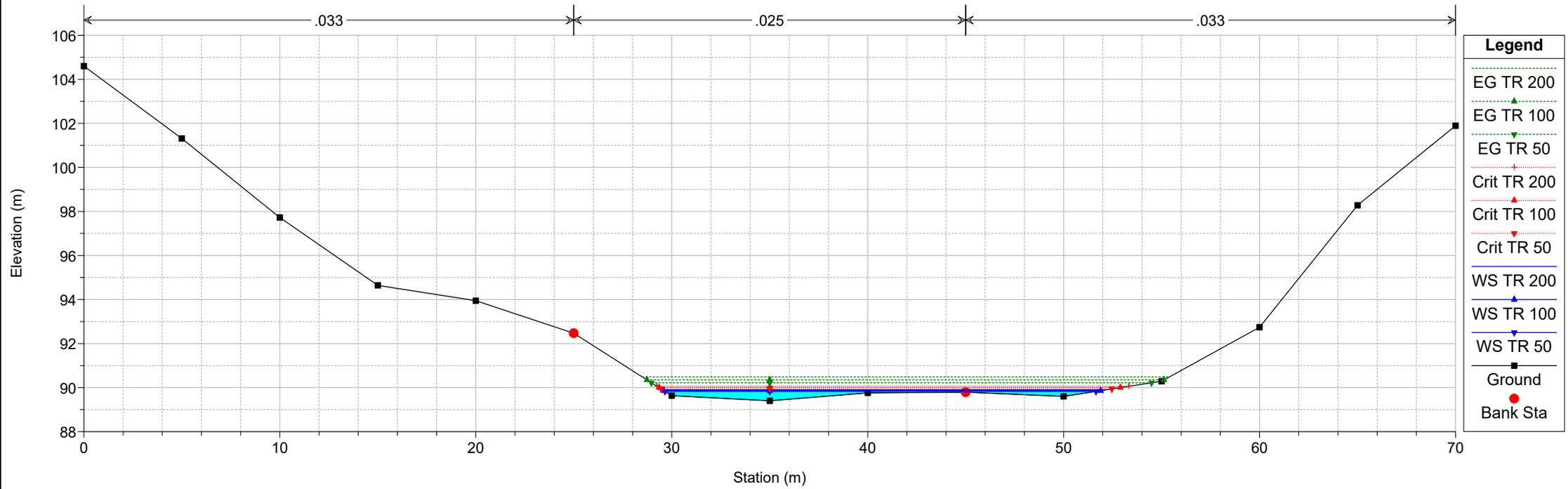
RS = 124



### A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 4

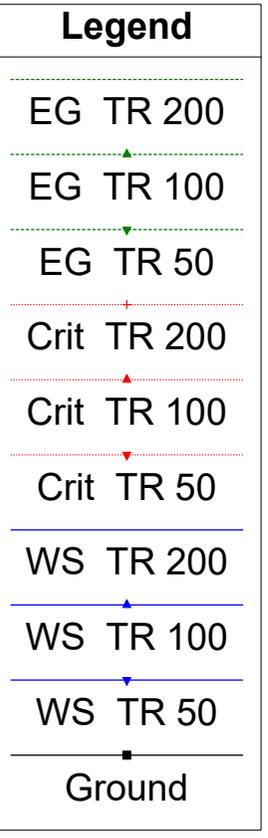
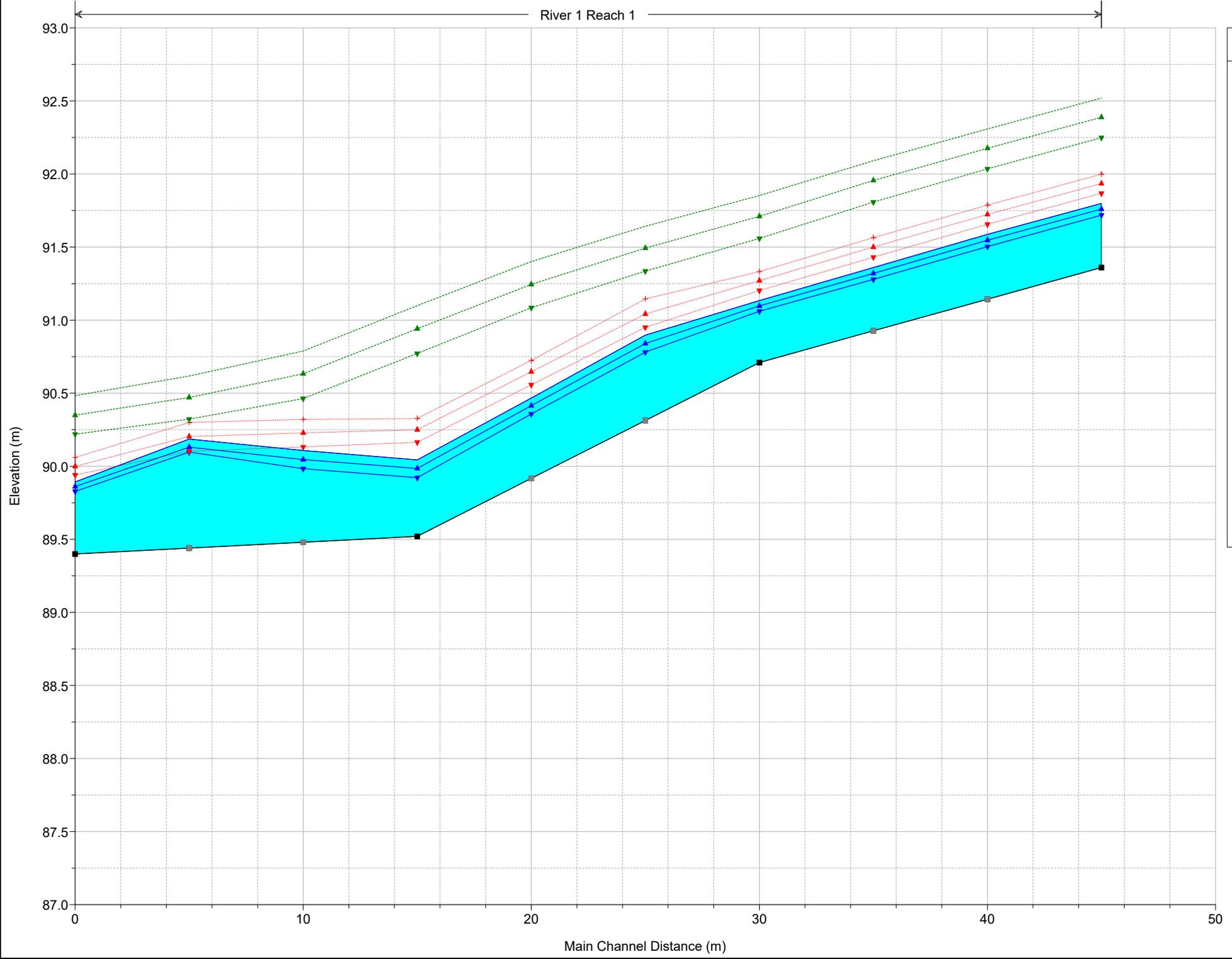
RS = 75 Sezione di valle



# A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Ante Operam\_Scarico 4

River 1 Reach 1



## Risultati ANTE OPERAM - Fosso delle Campanelle

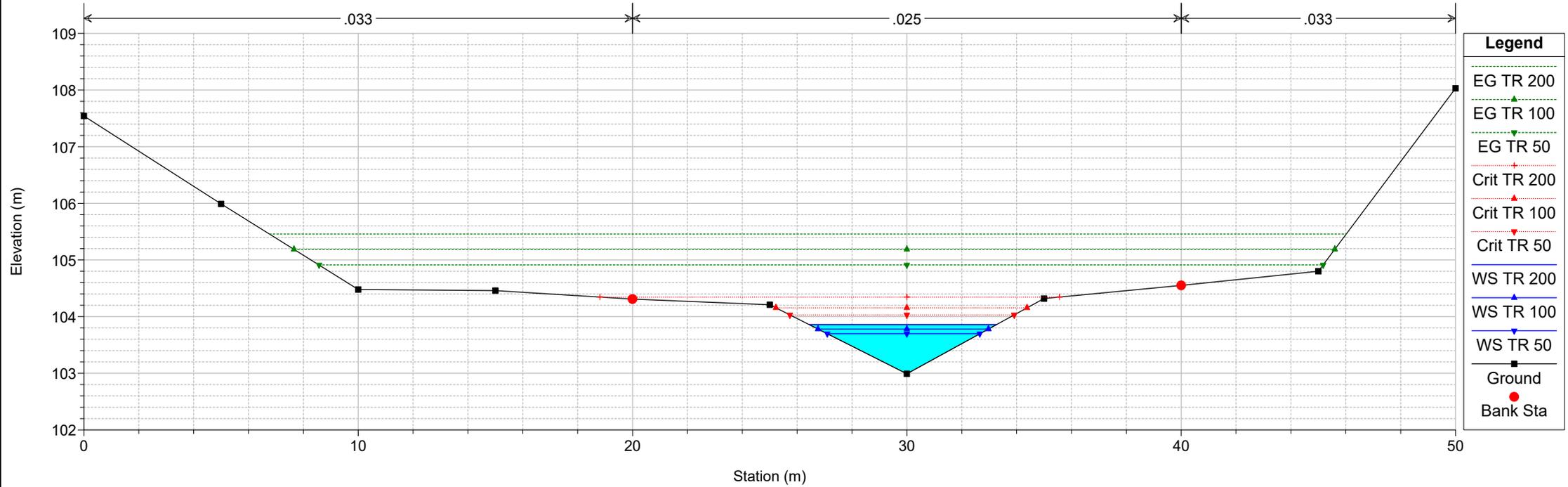
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	222	TR 200	17.50	91.36	91.80	4.09	5.28	21.80	0.24	2.23
Reach 1	222	TR 100	13.80	91.36	91.76	3.77	4.44	20.87	0.21	2.18
Reach 1	222	TR 50	10.40	91.36	91.72	3.42	3.60	19.39	0.19	2.13
Reach 1	173	TR 200	17.50	90.71	91.13	3.84	4.96	21.52	0.23	2.29
Reach 1	173	TR 100	13.80	90.71	91.10	3.53	4.19	20.45	0.20	2.25
Reach 1	173	TR 50	10.40	90.71	91.06	3.16	3.45	19.11	0.18	2.18
Reach 1	124	TR 200	17.50	89.52	90.04	4.55	3.85	12.10	0.32	2.56
Reach 1	124	TR 100	13.80	89.52	89.98	4.33	3.19	10.75	0.30	2.52
Reach 1	124	TR 50	10.40	89.52	89.92	4.08	2.55	9.81	0.26	2.54
Reach 1	75	TR 200	17.50	89.40	89.89	3.59	5.40	22.70	0.24	2.23
Reach 1	75	TR 100	13.80	89.40	89.86	3.26	4.69	22.40	0.21	2.15
Reach 1	75	TR 50	10.40	89.40	89.83	2.91	3.95	22.09	0.18	2.07

## **7 ALLEGATI POST OPERAM**

### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 1

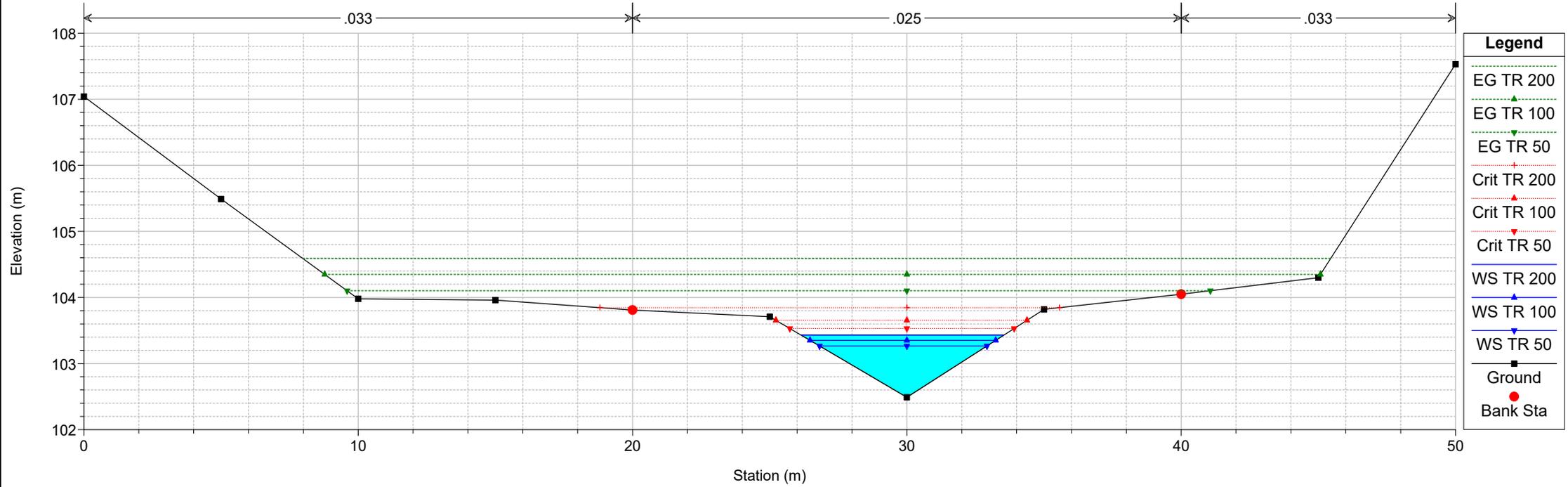
RS = 193 Sezione di monte



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 1

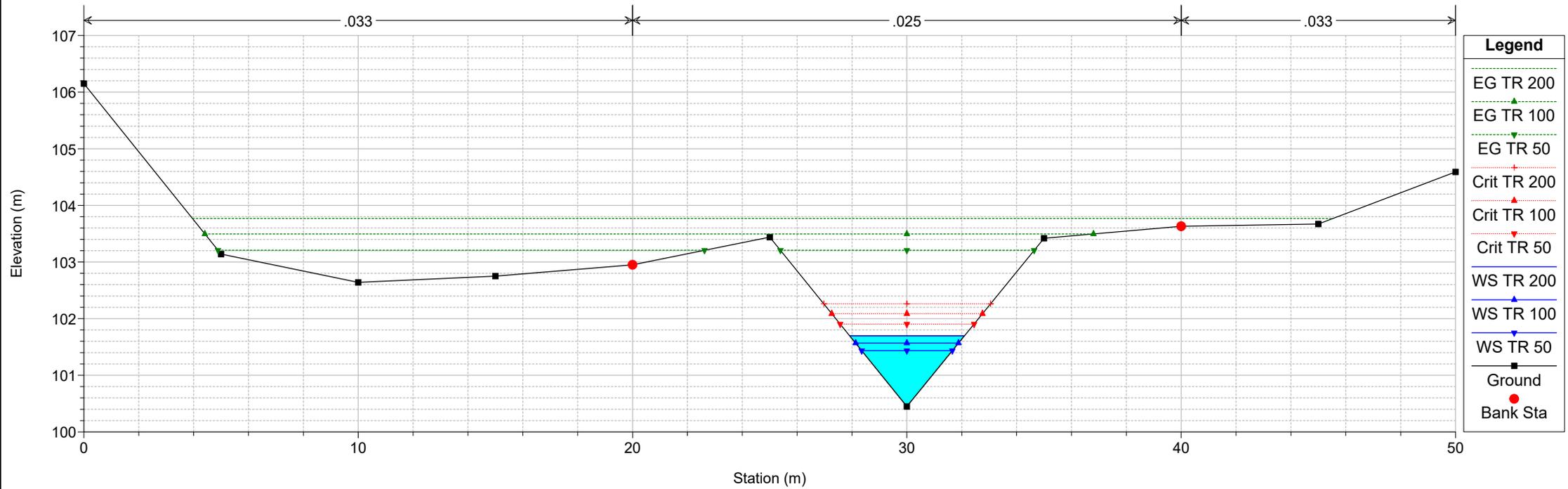
RS = 144 Sezione di scarico



### A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 1

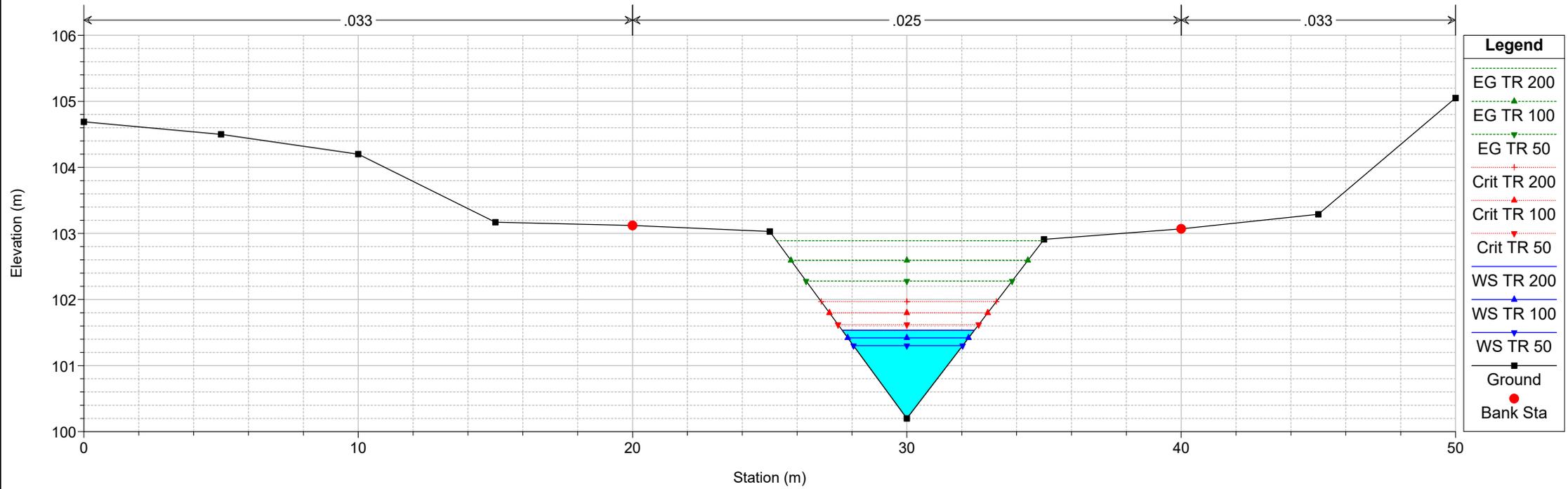
RS = 95



### A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 1

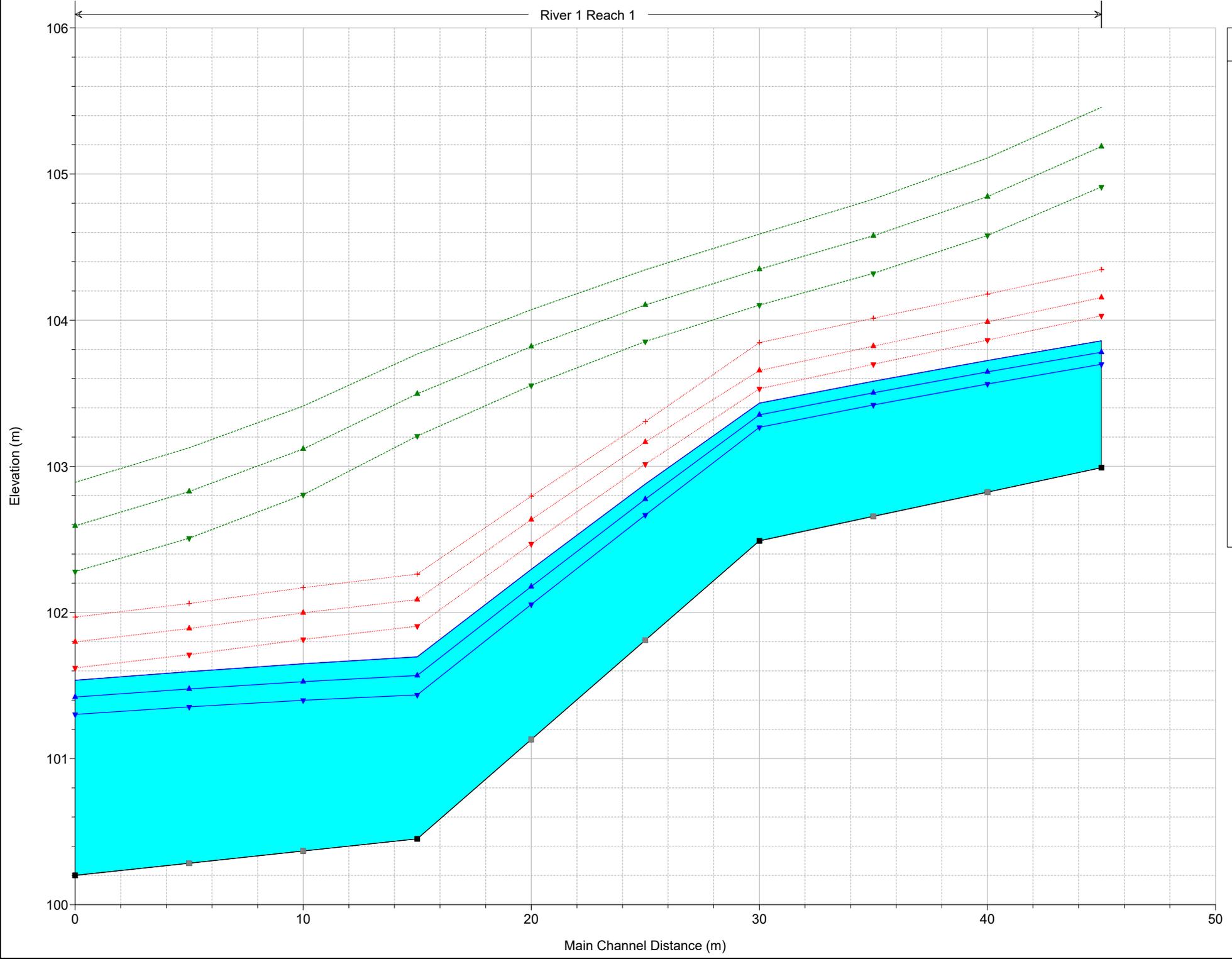
RS = 46 Sezione di valle



A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 1

River 1 Reach 1



**Legend**

- EG TR 200
- EG TR 100
- EG TR 50
- Crit TR 200
- Crit TR 100
- Crit TR 50
- WS TR 200
- WS TR 100
- WS TR 50
- Ground

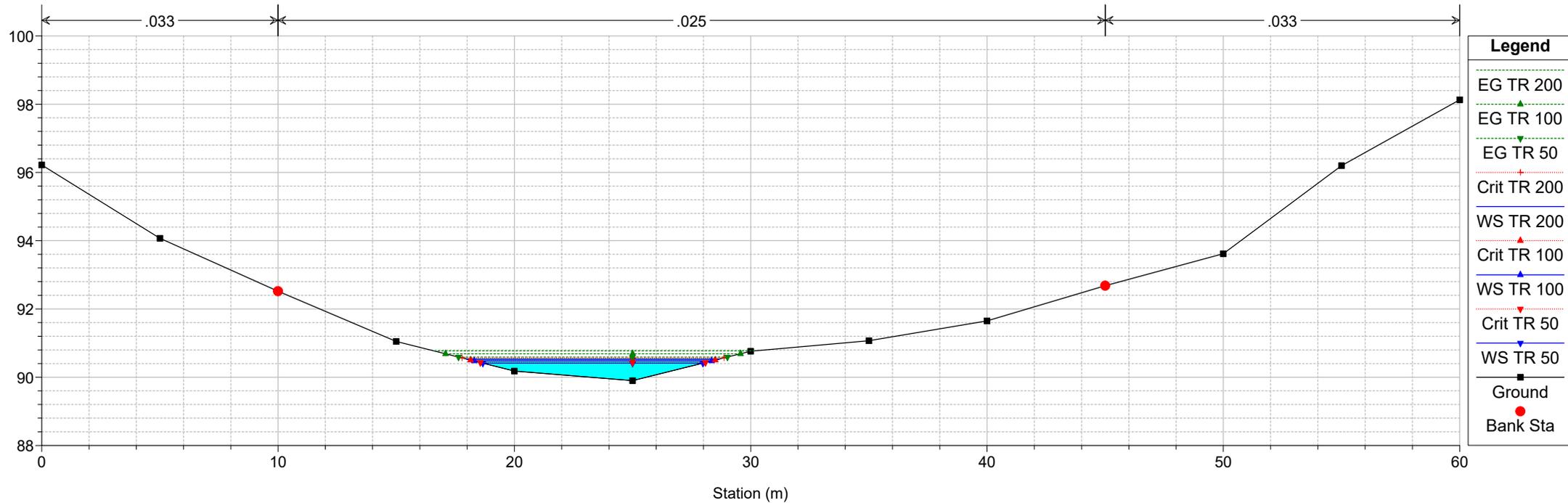
## Risultati POST OPERAM - Fosso del Marmo Nuovo

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	193	TR 200	16.60	102.99	103.86	5.60	2.97	7.05	0.42	2.71
Reach 1	193	TR 100	12.90	102.99	103.78	5.25	2.46	6.41	0.38	2.67
Reach 1	193	TR 50	9.60	102.99	103.70	4.88	1.97	5.74	0.34	2.62
Reach 1	144	TR 200	16.60	102.49	103.43	4.76	3.48	7.64	0.46	2.22
Reach 1	144	TR 100	12.90	102.49	103.35	4.42	2.92	6.99	0.42	2.15
Reach 1	144	TR 50	9.60	102.49	103.27	4.05	2.37	6.30	0.38	2.08
Reach 1	95	TR 200	16.60	100.45	101.70	6.37	2.60	4.87	0.54	2.58
Reach 1	95	TR 100	12.90	100.45	101.57	6.15	2.10	4.37	0.48	2.63
Reach 1	95	TR 50	9.60	100.45	101.44	5.90	1.63	3.85	0.42	2.68
Reach 1	46	TR 200	16.60	100.20	101.54	5.15	3.22	5.51	0.58	2.01
Reach 1	46	TR 100	12.90	100.20	101.42	4.79	2.69	5.04	0.53	1.96
Reach 1	46	TR 50	9.60	100.20	101.30	4.38	2.19	4.55	0.48	1.88

### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 2

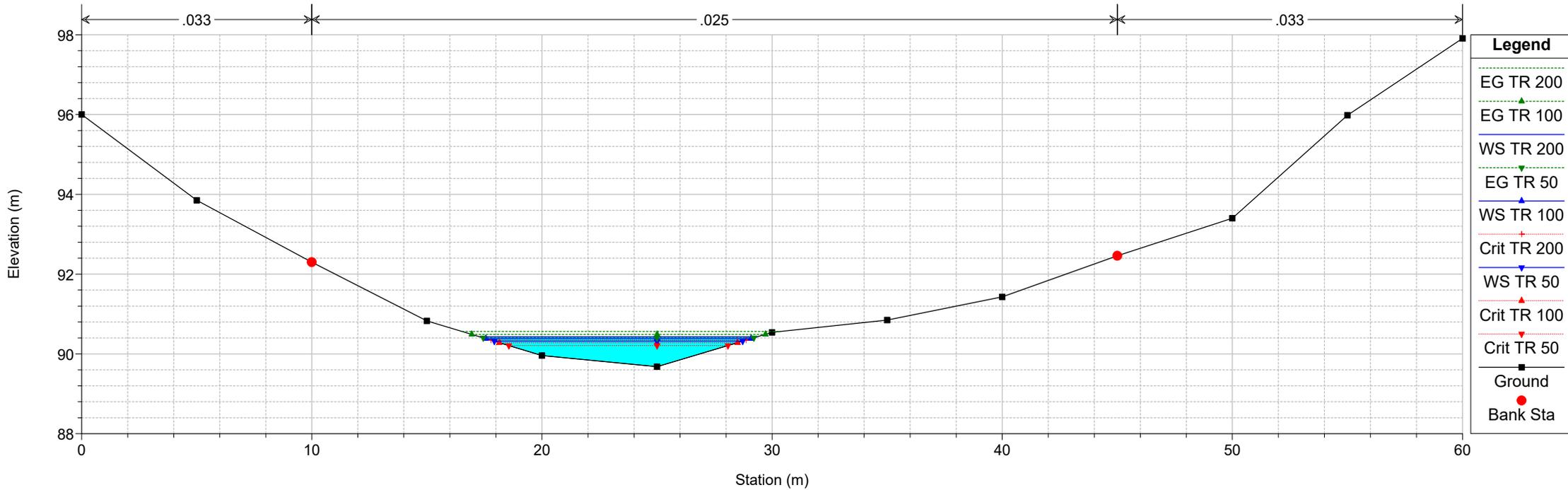
RS = 226 Sezione di monte



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 2

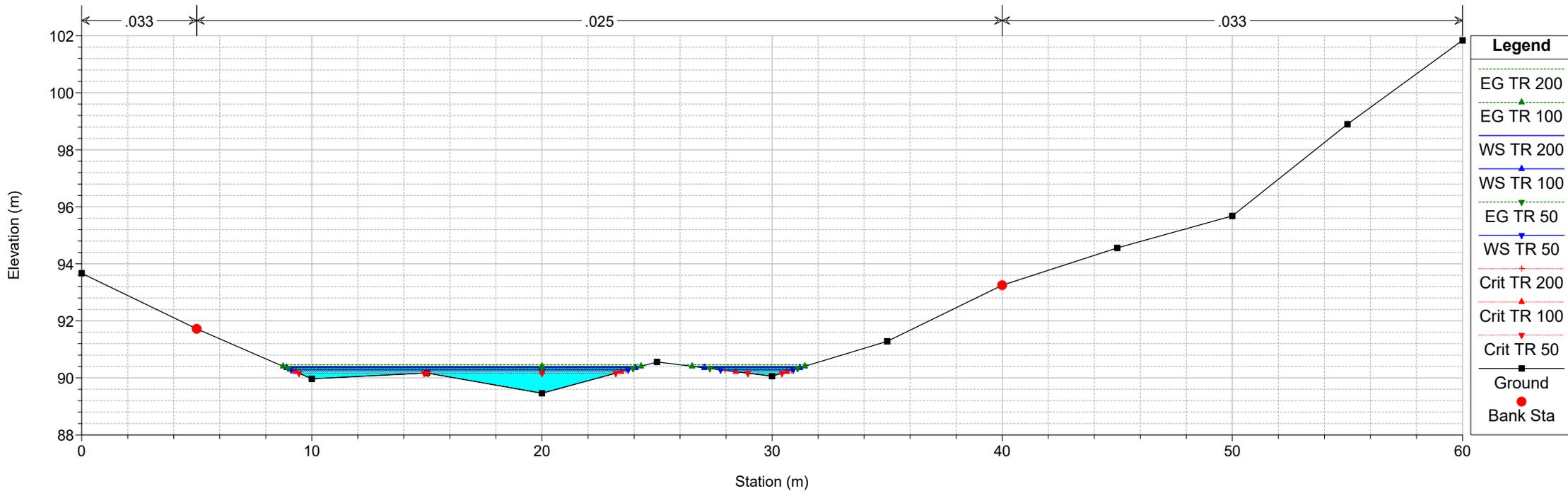
RS = 177



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 2

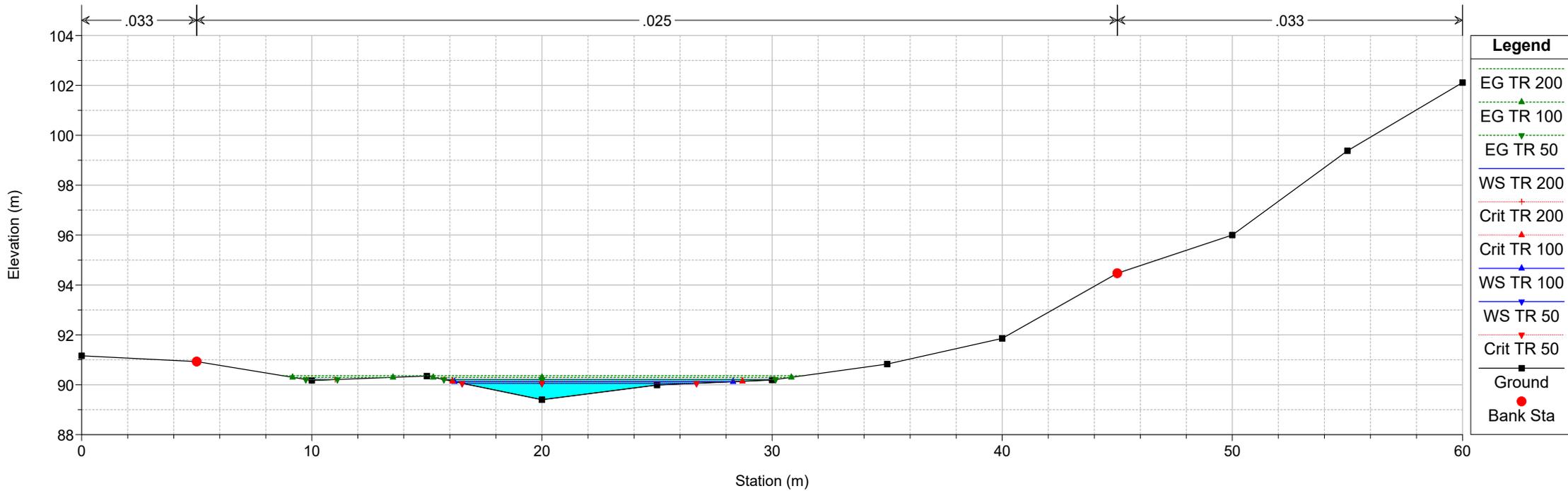
RS = 128 Sezione di scarico



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 2

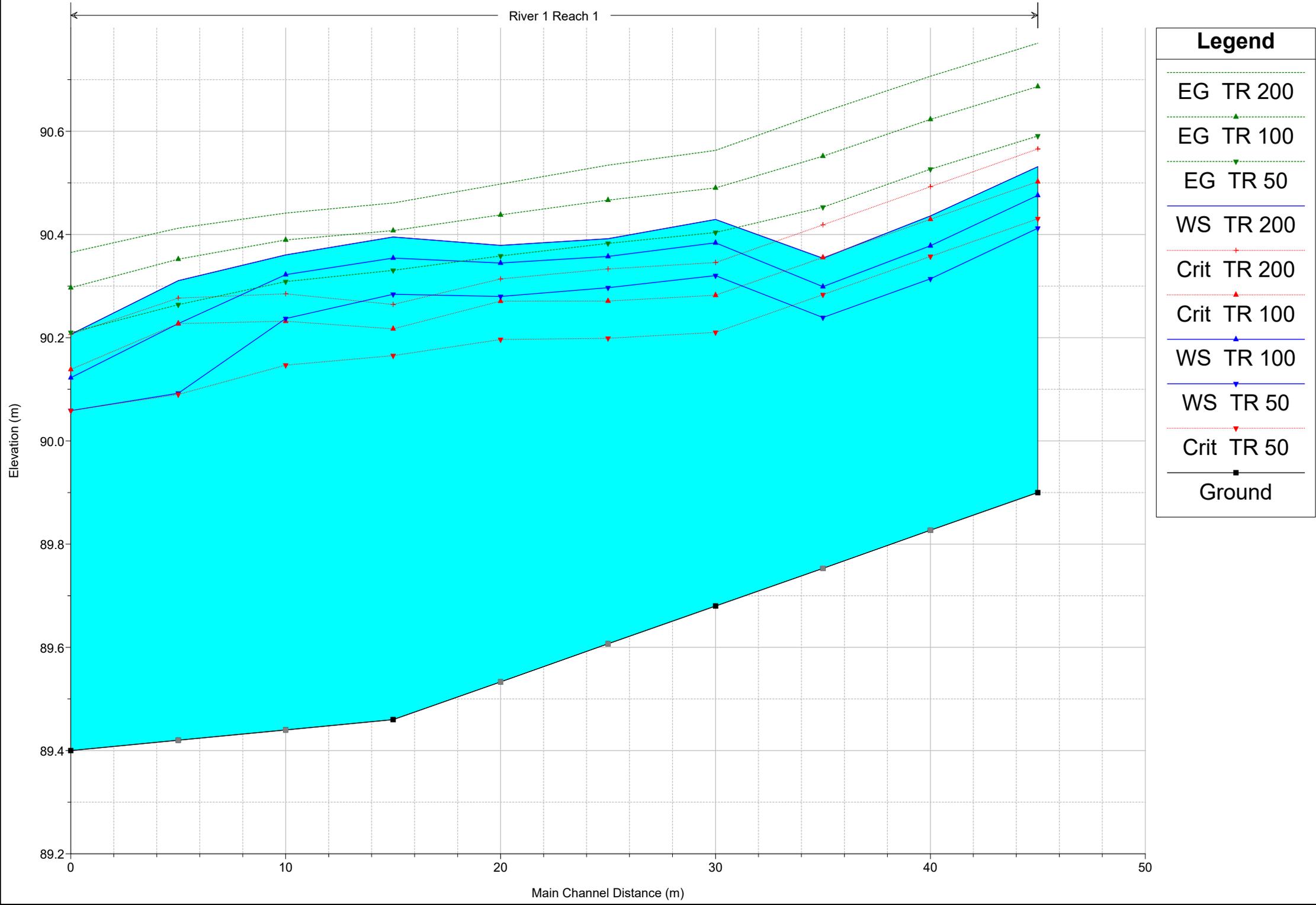
RS = 79 Sezione di valle



# A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 2

River 1 Reach 1



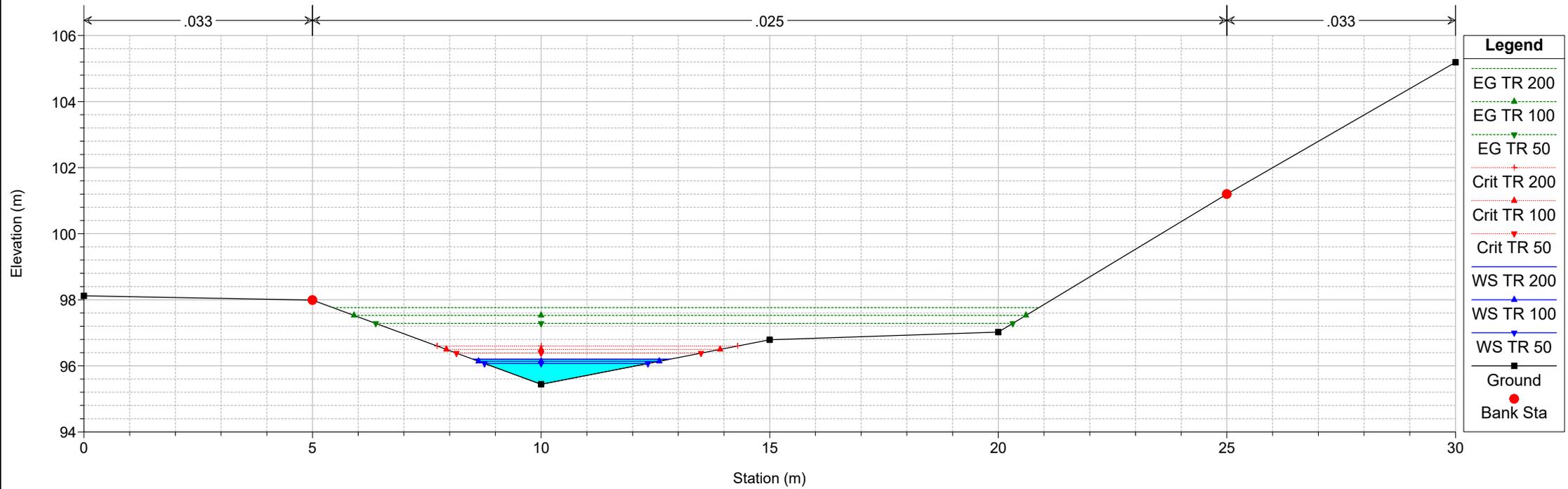
## Risultati POST OPERAM - Affluente 1 del Fosso del Marmo Nuovo

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	226	TR 200	8.60	89.90	90.53	2.17	3.97	10.78	0.37	1.14
Reach 1	226	TR 100	6.90	89.90	90.48	2.03	3.39	10.13	0.33	1.12
Reach 1	226	TR 50	5.20	89.90	90.41	1.87	2.78	9.38	0.30	1.09
Reach 1	177	TR 200	8.60	89.68	90.43	1.62	5.31	12.16	0.44	0.78
Reach 1	177	TR 100	6.90	89.68	90.38	1.44	4.78	11.63	0.41	0.72
Reach 1	177	TR 50	5.20	89.68	90.32	1.28	4.07	10.89	0.37	0.67
Reach 1	128	TR 200	8.60	89.46	90.40	1.14	7.57	20.48	0.37	0.59
Reach 1	128	TR 100	6.90	89.46	90.35	1.02	6.76	19.58	0.35	0.55
Reach 1	128	TR 50	5.20	89.46	90.28	0.95	5.45	18.04	0.30	0.55
Reach 1	79	TR 200	8.60	89.40	90.21	1.76	4.87	15.74	0.31	1.01
Reach 1	79	TR 100	6.90	89.40	90.12	1.85	3.73	12.21	0.31	1.07
Reach 1	79	TR 50	5.20	89.40	90.06	1.72	3.02	10.28	0.29	1.01

### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 3

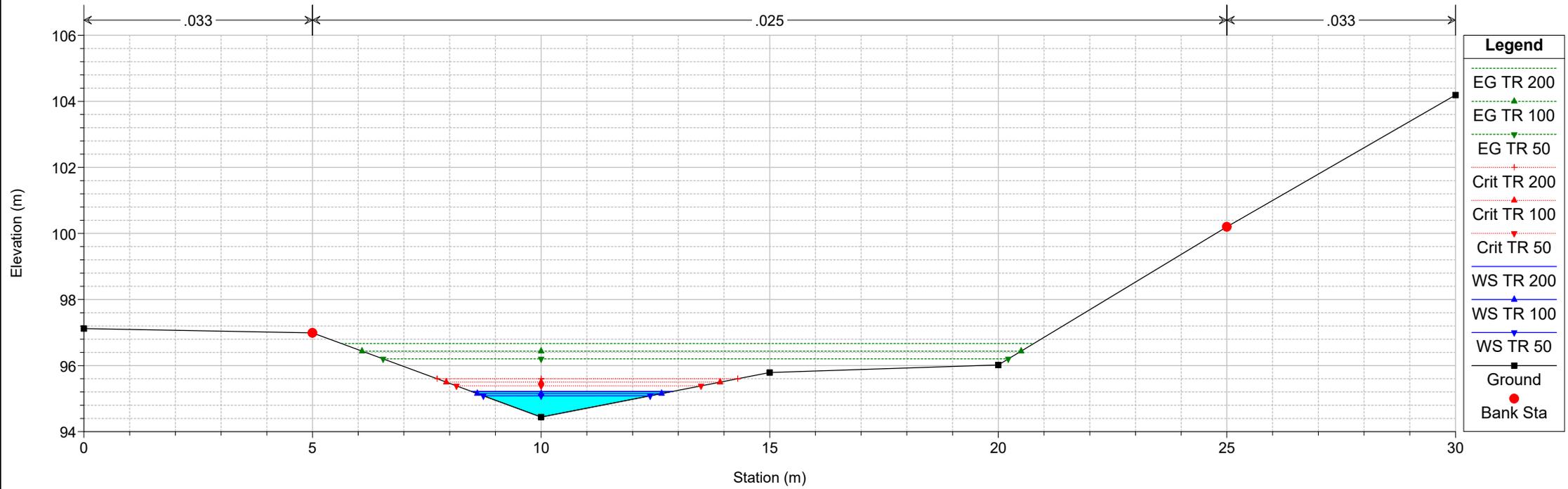
RS = 207 Sezione di monte



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 3

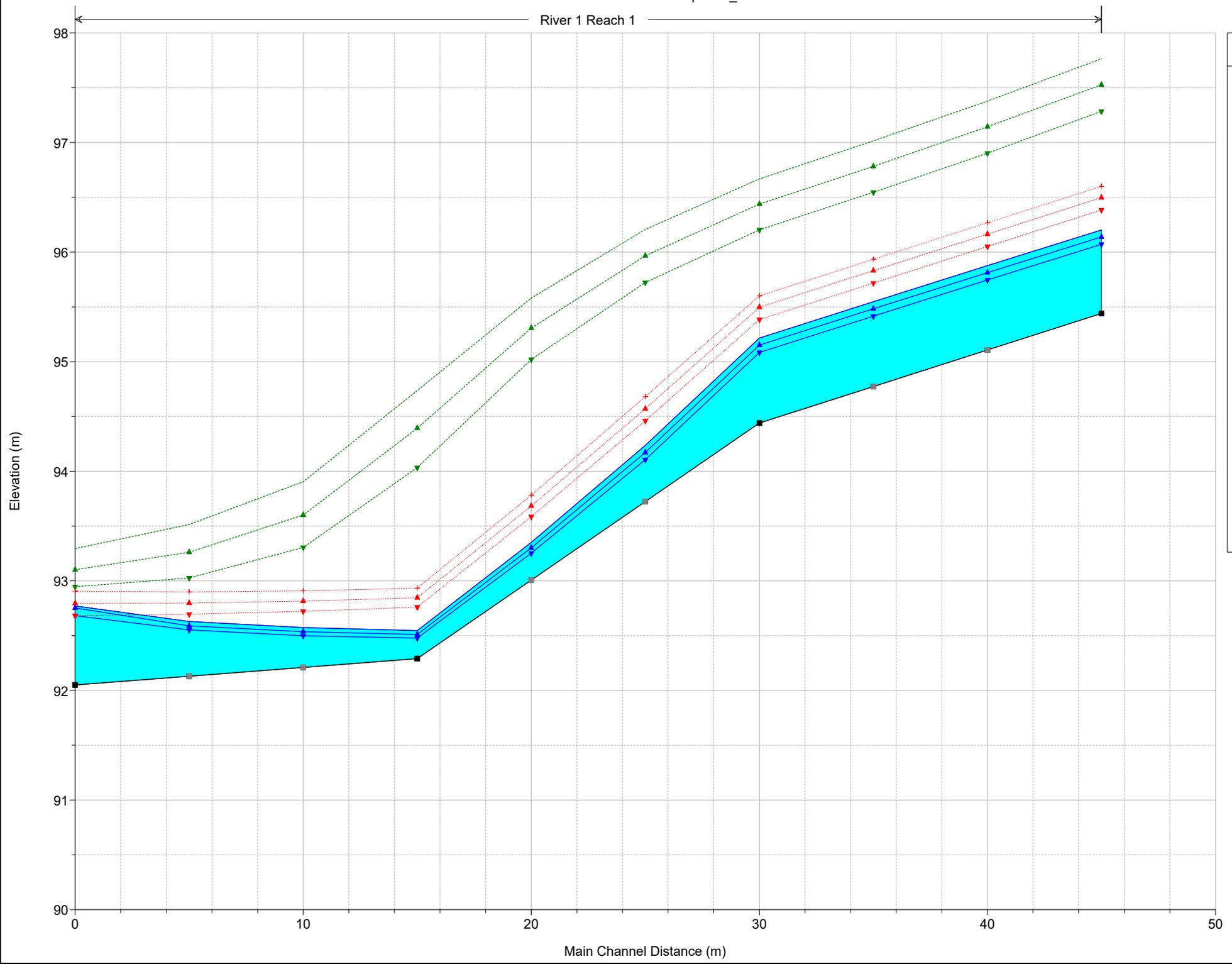
RS = 158





A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale  
 Flow: Post Operam\_Scarico 3

River 1 Reach 1



Legend	
EG TR 200	
EG TR 100	
EG TR 50	
Crit TR 200	
Crit TR 100	
WS TR 200	
WS TR 100	
WS TR 50	
Crit TR 50	
Ground	

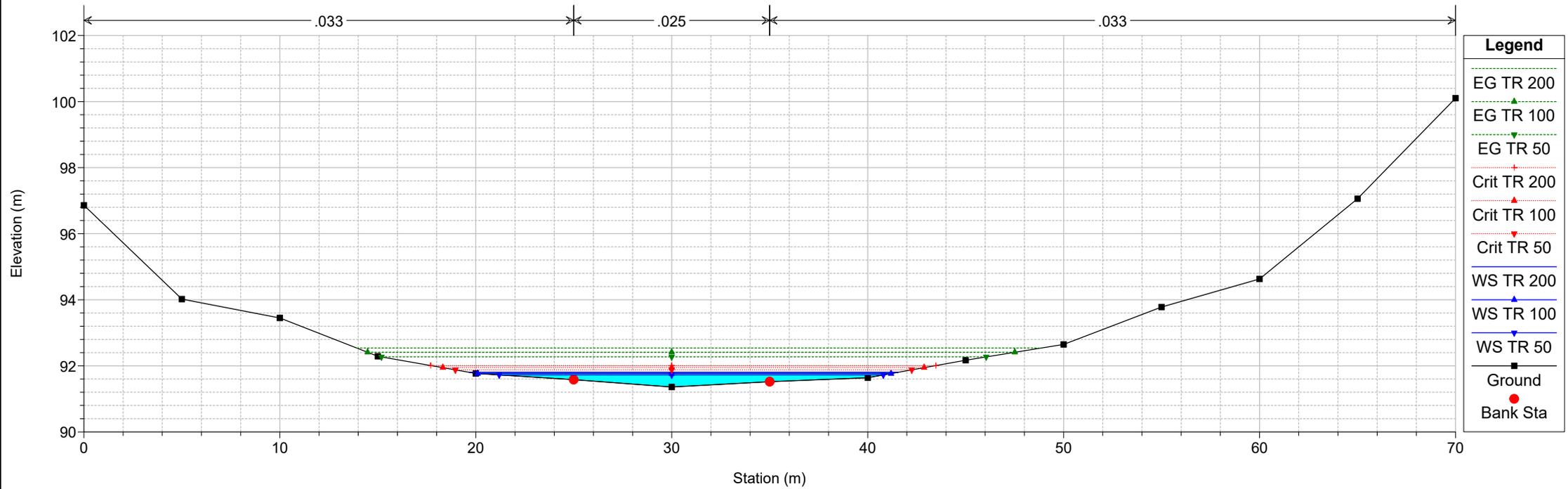
## Risultati POST OPERAM - Affluente 2 del Fosso del Marmo Nuovo

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	207	TR 200	9.10	95.44	96.20	5.53	1.64	4.60	0.36	2.86
Reach 1	207	TR 100	7.20	95.44	96.14	5.22	1.38	4.21	0.33	2.82
Reach 1	207	TR 50	5.50	95.44	96.07	4.88	1.13	3.81	0.30	2.77
Reach 1	158	TR 200	9.10	94.44	95.22	5.34	1.71	4.68	0.36	2.74
Reach 1	158	TR 100	7.20	94.44	95.15	5.02	1.43	4.30	0.33	2.69
Reach 1	158	TR 50	5.50	94.44	95.08	4.68	1.17	3.89	0.30	2.64
Reach 1	109	TR 200	9.10	92.29	92.55	6.56	1.39	6.03	0.23	4.30
Reach 1	109	TR 100	7.20	92.29	92.51	6.08	1.18	5.89	0.20	4.27
Reach 1	109	TR 50	5.50	92.29	92.48	5.52	1.00	5.76	0.17	4.19
Reach 1	60	TR 200	9.10	92.05	92.77	3.21	2.84	5.41	0.52	1.34
Reach 1	60	TR 100	7.20	92.05	92.75	2.62	2.75	5.35	0.51	1.11
Reach 1	60	TR 50	5.50	92.05	92.68	2.27	2.42	5.12	0.47	1.01

### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 4

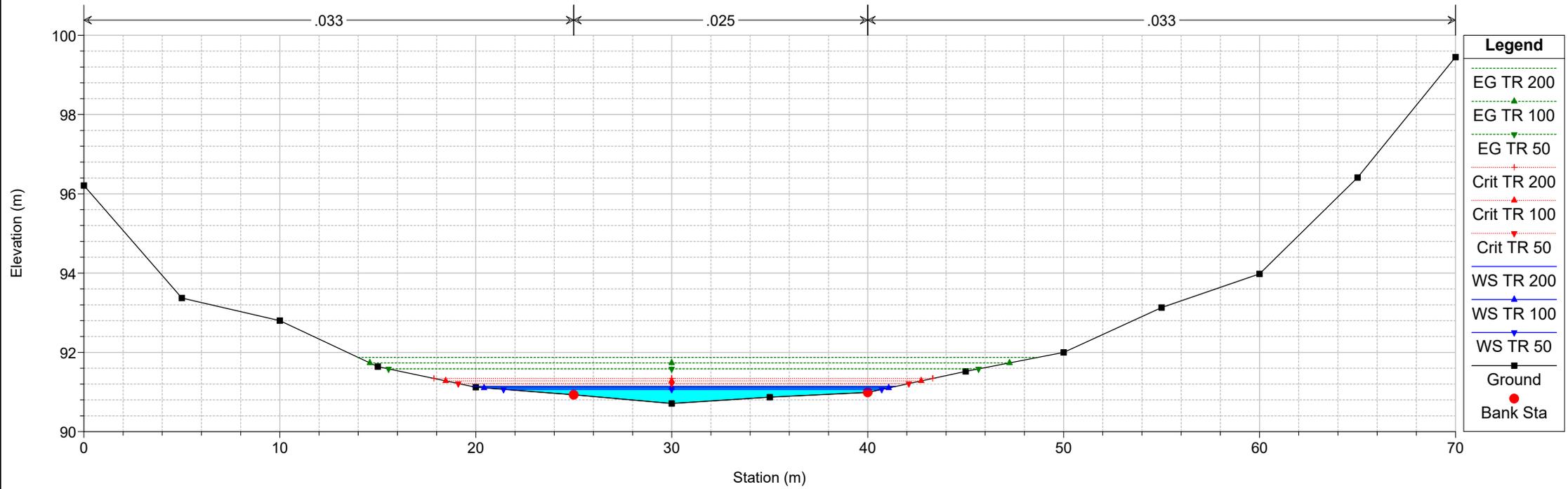
RS = 222 Sezione di monte



### A254 - Adduttrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 4

RS = 173 Sezione di scarico

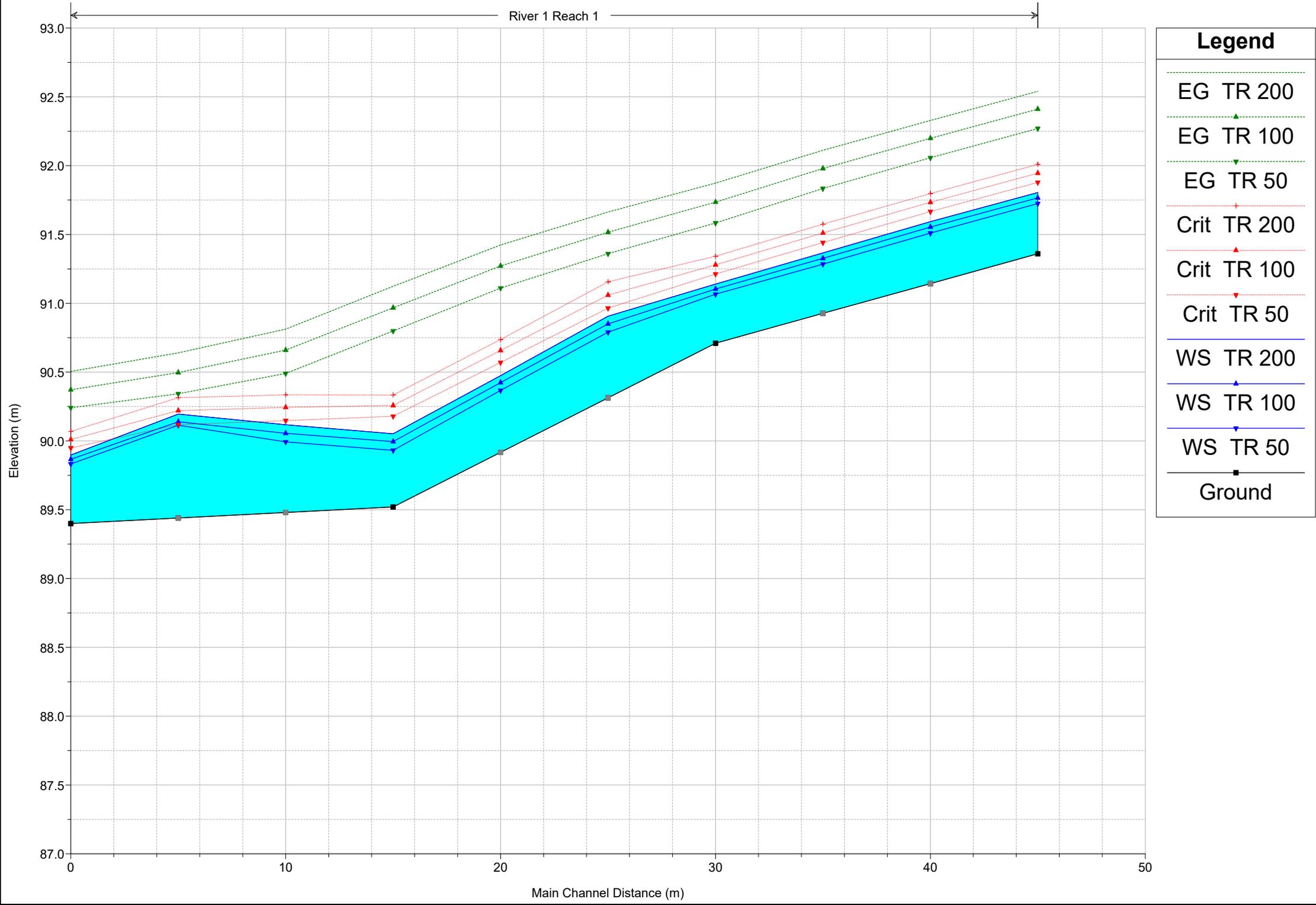




# A254 - Addutrice Ottavia Trionfale

Flow: Post Operam\_Scarico 4

River 1 Reach 1



## Risultati POST OPERAM - Fosso delle Campanelle

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	W.P. Total (m)	Hydr Radius (m)	Froude # Chl
Reach 1	222	TR 200	18.10	91.36	91.80	4.13	5.41	21.91	0.25	2.23
Reach 1	222	TR 100	14.40	91.36	91.77	3.83	4.58	21.12	0.22	2.19
Reach 1	222	TR 50	10.90	91.36	91.72	3.47	3.73	19.62	0.19	2.14
Reach 1	173	TR 200	18.10	90.71	91.14	3.89	5.08	21.62	0.23	2.29
Reach 1	173	TR 100	14.40	90.71	91.10	3.58	4.32	20.67	0.21	2.26
Reach 1	173	TR 50	10.90	90.71	91.07	3.22	3.56	19.31	0.18	2.20
Reach 1	124	TR 200	18.10	89.52	90.05	4.58	3.95	12.32	0.32	2.57
Reach 1	124	TR 100	14.40	89.52	90.00	4.37	3.30	10.90	0.30	2.52
Reach 1	124	TR 50	10.90	89.52	89.93	4.13	2.64	9.96	0.27	2.54
Reach 1	75	TR 200	18.10	89.40	89.90	3.64	5.51	22.74	0.24	2.24
Reach 1	75	TR 100	14.40	89.40	89.87	3.32	4.81	22.45	0.21	2.16
Reach 1	75	TR 50	10.90	89.40	89.83	2.97	4.05	22.13	0.18	2.09