



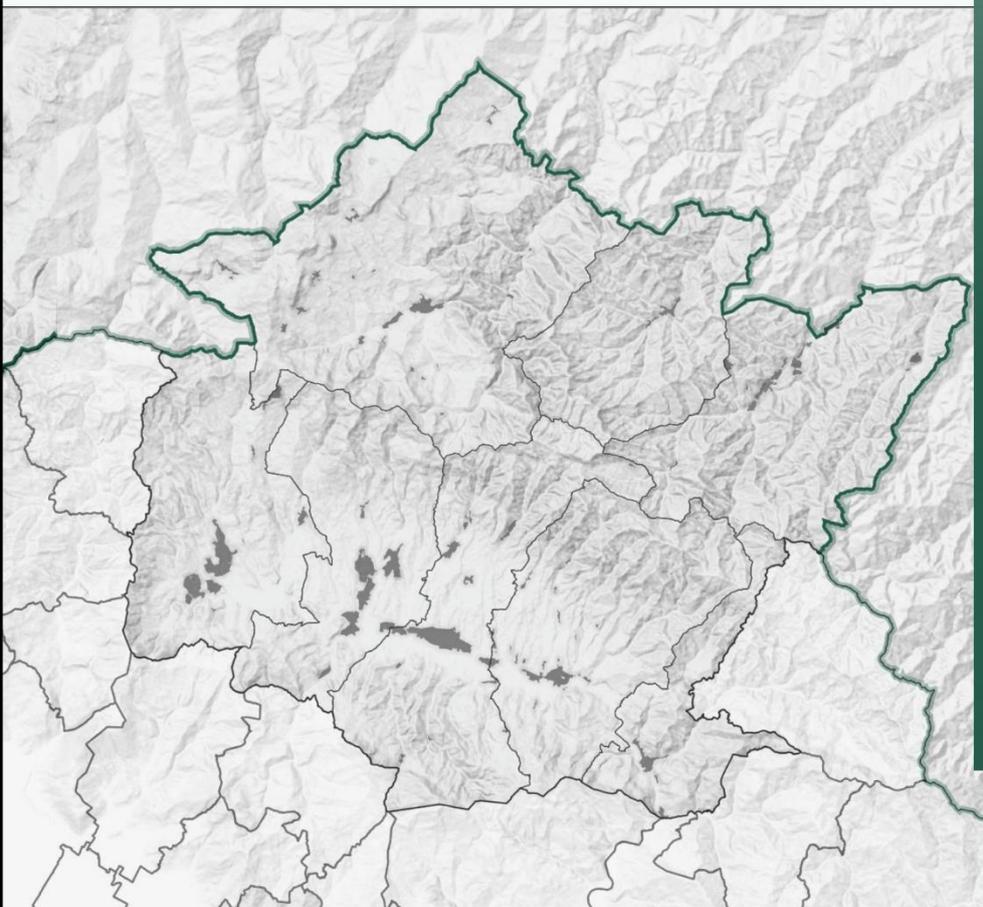
## PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE MUGELLO

### B. aspetti geologici, idraulici e sismici

Elaborato:

# REL03.01

## RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA



#### COMUNI DEL MUGELLO

##### Sindaco del Comune di Barberino di Mugello

Giampiero Mongatti

##### Sindaco del Comune di Borgo San Lorenzo fino a settembre 2019

Presidente dell'Unione Montana dei Comuni del Mugello  
Paolo Omoboni

##### Sindaco del Comune di Dicomano

Stefano Passiatore

##### Sindaco del Comune di Firenzuola

Claudio Scarpelli fino a maggio 2019  
Giampaolo Buti da maggio 2019

##### Sindaco del Comune di Marradi

Tommaso Triberti

##### Sindaco del Comune di Palazzuolo Sul Senio

Cristian Menghetti fino a maggio 2019  
Gian Piero Philip Moschetti da maggio 2019 e da settembre 2019

##### Presidente dell'Unione Montana dei Comuni del Mugello

##### Sindaco del Comune di Scarperia e San Piero

Federico Ignesi

##### Sindaco del Comune di Vicchio

Roberto Izzo fino a maggio 2019  
Filippo Carlà Campa da maggio 2019

#### UNIONE MONTANA DEI COMUNI DEL MUGELLO

##### Dirigente del servizio economia, ambiente, territorio e forestazione

Vincenzo Massaro

##### Responsabile del procedimento

Giuseppe Rosa

#### UFFICIO UNICO DI PIANO

Alessandro Bertaccini (Comune di Barberino del Mugello)

Romano Chiocci (Comune di Borgo San Lorenzo)

Valter Bendoni (Comune di Dicomano)

Paolo del Zanna fino a aprile 2020 Giulia Gianassi da aprile 2020  
(Comune di Firenzuola)

Renato Rossi (Comune di Marradi)

Rodolfo Albisani fino a ottobre 2019 Dante Albisani da ottobre 2019  
(Comune di Scarperia e San Piero)

Rodolfo Albisani fino a luglio 2018 Paolo Scalini da luglio 2018  
(Comune di Palazzuolo sul Senio)

Riccardo Sforzi fino a giugno 2019 Sabrina Solito da gennaio 2020  
(Comune di Vicchio)

#### PROFESSIONALITA' ESTERNE

##### Coordinamento generale

Gianfranco Gorelli

##### Aspetti urbanistici

###### Gruppo di progetto

Gianfranco Gorelli, Michela Chiti, Chiara Nostrato

###### Collaboratori

Alessio Tanganelli, Marina Visciano

##### Aspetti paesaggistici

Luciano Piazza

PAESAGGIO2000 studio associato - Antonella Valentini, Paola Venturi

##### Aspetti socio economici

Pin soc. cons. a r.l. servizi didattici e scientifici per  
l'Università di Firenze - Mauro Lombardi, Marika Macchi

##### Aspetti archeologici

Cristina Felici

##### Aspetti forestali

Ilaria Scatarzi

##### Aspetti geologici e sismici

GEOTECNO Consulenza e servizi geologici -  
Luciano Lazzeri, Nicolò Sbolci

##### Aspetti idraulici

Chiarini Associati - Ingegneria Civile e Ambientale  
Remo Chiarini, Alessandro Berni, Luigi Bigazzi

##### Valutazione Ambientale Strategica

SINERGIA srls Progettazione e consulenza ambientale -  
Luca Gardone, Ilaria Scatarzi, Alessandra Pacciani, Gaia Paggetti

##### Comunicazione e partecipazione

Michela Chiti, Maddalena Rossi

##### Aspetti giuridico amministrativi

Agostino Zanelli Quarantini

##### Aspetti energetici del territorio

iBioNet srl - Alessandro Tirinnanzi, Claudio Fagarazzi,  
Federico Guasconi, Marielena Iraci

##### Aspetti del sistema della mobilità

TAGES COOP s.c. - Massimo Ferrini, Buffoni Andrea

##### Vulnerabilità Sismica

S2R srl - coord. Emanuele Del Monte

##### Pubblicazione S.I.T.

Linea Comune S.p.A.

#### Data adozione:

- Comune di Barberino di Mugello - D.C.C. n. 14 del 20/03/2019  
- Comune di Borgo San Lorenzo - D.C.C. n. 14 del 20/03/2019  
- Comune di Dicomano - D.C.C. n. 17 del 20/03/2019  
- Comune di Firenzuola - D.C.C. n. 6 del 06/03/2019  
- Comune di Marradi - D.C.C. n. 13 del 25/03/2019  
- Comune di Palazzuolo sul Senio - D.C.C. n. 7 del 23/03/2019  
- Comune di Scarperia e San Piero - D.C.C. n. 17 del 28/03/2019  
- Comune di Vicchio - D.C.C. n. 14 del 28/02/2019

#### Data di approvazione:

#### PRESA D'ATTO ADOZIONE:

- Unione Montana dei Comuni del Mugello - D.G. n. 34 del 09/04/2019



## Sommario

<b>1</b>	<b>Introduzione</b> .....	<b>4</b>
1.1	1.1 Criteri operativi e obiettivi dello studio.....	5
<b>2</b>	<b>Quadro normativo di riferimento</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Analisi idrologica</b> .....	<b>12</b>
3.1	3.1 Considerazioni generali circa la stima degli idrogrammi di piena .....	12
3.2	3.2 Definizione degli afflussi meteorici .....	13
3.3	3.3 Determinazione dello ietogramma di progetto.....	16
3.4	3.4 Stima delle perdite idrologiche mediante il metodo del Curve Number.....	17
3.4.1	3.4.1 Caratterizzazione del parametro di assorbimento CN per i bacini idrografici in esame .....	18
3.5	3.5 La trasformazione afflussi – deflussi .....	19
3.5.1	3.5.1 Il metodo dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH).....	19
3.5.2	3.5.2 Il Metodo Cinematico (Kinematic Wave) .....	21
3.5.3	3.5.3 La propagazione delle onde di piena .....	21
3.6	3.6 Stima della portata di progetto, analisi preliminari e scelta del modello idrologico .....	23
3.6.1	3.6.1 Relazioni matematiche .....	23
3.6.2	3.6.2 Modelli matematici.....	26
3.7	3.7 Parametri idrologici dei modelli Hec-Hms.....	34
3.7.1	3.7.1 Modello idrologico "Sieve" (S = 836 km <sup>2</sup> , n°262 elementi).....	35
3.7.2	3.7.2 Modello idrologico "Firenzuola" (S = 218 km <sup>2</sup> , n°106 elementi).....	42
3.7.3	3.7.3 Modello idrologico "Palazzuolo sul Senio" (S = 54 km <sup>2</sup> , n°23 elementi) .....	45
3.7.4	3.7.4 Modello idrologico "Marradi" (S = 180 km <sup>2</sup> , n°60 elementi) .....	46
3.8	3.8 Taratura e verifica del modello idrologico della Sieve.....	49
3.8.1	3.8.1 Taratura sulla base dell'evento 2-10 febbraio 2017 .....	49
3.8.2	3.8.2 Validazione del modello idrologico: evento 2-8 marzo 2017.....	53
3.8.3	3.8.3 Validazione del modello idrologico: evento 2-8 marzo 2017 con metodo IDW.....	58
3.8.4	3.8.4 Validazione del modello idrologico: evento 5-14 febbraio 2014 con metodo IDW.....	61
3.8.5	3.8.5 Validazione del modello idrologico: portate di picco della Sieve a Fornacina .....	64
<b>4</b>	<b>Risultati dell'analisi idrologica</b> .....	<b>68</b>
4.1	4.1 Modello idrologico "Sieve".....	68
4.2	4.2 Modello idrologico "Firenzuola" .....	72
4.3	4.3 Modello idrologico "Palazzuolo sul Senio" .....	75
4.4	4.4 Modello idrologico "Marradi".....	76
4.5	4.5 Confronto tra le portate al colmo di piena stimate nel presente studio e quelle desunte da studi pregressi validati .....	80
<b>5</b>	<b>Analisi idraulica</b> .....	<b>83</b>
5.1	5.1 Il modello numerico di simulazione idraulica .....	83
5.2	5.2 Principi teorici della modellazione numerica.....	83
5.2.1	5.2.1 Assegnazione dei parametri di scabrezza .....	85
5.2.2	5.2.2 Condizioni al contorno.....	86
<b>6</b>	<b>Perimetrazione delle aree a pericolosità da alluvioni e a diversa "magnitudo" ..</b>	<b>88</b>
<b>7</b>	<b>Risultati della modellazione idraulica</b> .....	<b>89</b>
7.1	7.1 Firenzuola.....	90
7.1.1	7.1.1 Modello "Santerno (Firenzuola)".....	90
7.1.2	7.1.2 Modello "Santerno (Località San Pellegrino)" .....	94
7.1.3	7.1.3 Modello "Santerno (Località Scheggianico e Camaggiore)" .....	96
7.1.4	7.1.4 Modello "Violla – Cerbolaccio – Prato" .....	97
7.1.5	7.1.5 Modello "Rio Badini – MV866".....	99
7.1.6	7.1.6 Modello "Bruscoli – Mattarello – Tabina" .....	101



7.1.7	Modello "Sillaro – Poggio" .....	102
7.2	Palazzuolo sul Senio.....	104
7.2.1	Modello "Senio" .....	104
7.3	Barberino di Mugello .....	107
7.3.1	Modello "Sieve – Mulinaccia – Scopicci - Visano" .....	107
7.3.2	Modello "Sorcella – Tavaiano" .....	109
7.3.3	Modello "Lora – Stura – BMF" .....	111
7.3.4	Modello "BMF1_Cassa di espansione fosso Terzalla" .....	116
7.4	Scarperia e San Piero.....	118
7.4.1	Modello "Romiccioli – Cornocchio" .....	118
7.4.2	Modello "SCF1-MV49951" .....	120
7.4.3	Modello "Sorcella – SCF3" .....	121
7.5	Borgo San Lorenzo.....	123
7.5.1	Modello "Borgo San Lorenzo (in sx)" .....	123
7.5.2	Modello "Borgo San Lorenzo (in destra)" .....	130
7.5.3	Modello "Carza" .....	133
7.5.4	Modello "Elsa" .....	135
7.5.5	Modello "Faltona" .....	136
7.5.6	Modello "Salaiole – Fistona" .....	137
7.5.7	Modello "Fosso del Lago e del Fondaccio" .....	139
7.5.8	Modello "Rimotoso" .....	141
7.6	Dicomano .....	142
7.6.1	Modello "Rimaggio" .....	142
7.6.2	Modello "San Godenzo (Località Vicolagna)" .....	144
7.6.3	Modello "San Godenzo Carbonile" .....	144
7.6.4	Modello "Celle" .....	145
7.6.5	Modello "Salvaticolle" .....	147
7.6.6	Modello "Moscia" .....	148
7.7	Marradi .....	150
7.7.1	Modello "Lamone (Marradi)" .....	150
7.7.2	Modello "Lamone (Località Crespino sul Lamone)" .....	153
7.7.3	Modello "Acerreta (Località Lutirano)" .....	155
<b>8</b>	<b>Elaborati cartografici.....</b>	<b>156</b>
<b>9</b>	<b>Integrazioni e chiarimenti in ottemperanza alla richiesta della Regione Toscana - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile - Settore Genio Civile Valdarno Superiore. ....</b>	<b>158</b>
9.1	Aspetti idrologici.....	158
9.2	Aspetti idraulici.....	160
<b>10</b>	<b>Considerazioni conclusive .....</b>	<b>164</b>
-	<b>Allegato 1</b> – Analisi sul rigurgito indotto dal fiume Sieve su reticolo secondario.	
-	<b>REL03.02 Appendice 1</b> (SU DVD-ROM) - Outputs grafici e numerici delle simulazioni effettuate in regime di moto vario con il software Hec-Ras;	
-	<b>REL03.03 Appendice 2</b> (SU DVD-ROM) - Outputs in formato raster relativi ai battenti, ai livelli, alle velocità e alla magnitudo. Elaborazioni in formato .shp file relative alla pericolosità idraulica, alle aree presidiate dai sistemi arginali e alle aree di fondovalle fluviale.	

## 1 Introduzione

La presente relazione documentata ed illustra lo studio idrologico – idraulico redatto per conto dell’Unione Montana dei Comuni del Mugello a supporto del Piano Strutturale Intercomunale. In particolare, suddividendo il territorio di interesse in Bacini “Toscani” (BT, afferenti al Fiume Sieve e comprendenti i comuni di Barberino del Mugello, Scarperia e San Piero, Borgo San Lorenzo, Vicchio, Dicomano) e Bacini “Romagnoli” (BR, afferenti ai sistemi idrografici posti a Nord dell’Appennino Tosco-Emiliano e comprendenti i comuni di Firenzuola, Palazzuolo sul Senio, Marradi) sono state condotte analisi e verifiche di sussistenza del rischio idraulico di allagamento in relazione alle previsioni del nuovo strumento urbanistico in prossimità dei seguenti corsi d'acqua:

<b>BACINI TOSCANI (BT)</b>	
<b>AG</b>	Torrente Aglio
<b>AM</b>	Torrente Argomenna
<b>AN</b>	Torrente Anquidola
<b>AR</b>	Torrente Arsella
<b>BA</b>	Torrente Bagnone
<b>BD</b>	Fosso Badia
<b>BO</b>	Fosso di Bossola
<b>BR</b>	Fosso di Bricciana
<b>BS</b>	Torrente Bosso
<b>BT</b>	Torrente Botena
<b>CA</b>	Torrente Cale
<b>CC</b>	Torrente Calecchia
<b>CE</b>	Fosso di Celle
<b>CL</b>	Fosso del Carlone
<b>CO</b>	Fosso Corolla
<b>CR</b>	Torrente Cornocchio
<b>CZ</b>	Torr. Carza
<b>DO</b>	Fosso Donnino
<b>EN</b>	Torrente Enza
<b>FA</b>	Torr. Faltona
<b>FG</b>	Fosso di Fontegianni
<b>FI</b>	Fistona
<b>FM</b>	Rio Fiumicello
<b>FN</b>	Torrente Farnetino
<b>FO</b>	Il Fossatino
<b>FR</b>	Fosso Farfaretta
<b>LB</b>	Lago di Bilancino
<b>LE</b>	Torrente Levisone
<b>LO</b>	Torrente Lora

<b>MC</b>	Torrente Muccione
<b>MO</b>	Fosso di Montefari
<b>MS</b>	Torrente Moscia
<b>MU</b>	Fosso Mulinaccia
<b>NA</b>	Torrente Navale
<b>PA</b>	Fosso Pallico
<b>PE</b>	Torrente Pesciola
<b>RA</b>	Fosso Rabatta
<b>RB</b>	Borro di Rimaggio (sx Sieve)
<b>RC</b>	Torrente Romiccioli
<b>RF</b>	Fosso di Rimaggio (sx Sieve)
<b>RG</b>	Fosso di Rimaggio (Dicomano, sx Sieve)
<b>RI</b>	Fosso Rimorelli
<b>RM</b>	Torrente Rimotoso
<b>RO</b>	Fosso di Romignano
<b>RU</b>	Torrente Rufina
<b>SA</b>	Borro Salvaticolle
<b>SC</b>	Fosso Scopicci
<b>SG</b>	Torrente San Godenzo
<b>SI</b>	Sieve
<b>SO</b>	Torrente Sorcella
<b>SR</b>	Fosso di Strulla
<b>ST</b>	Torrente Stura
<b>TV</b>	Torrente Taviano
<b>US</b>	Fosso degli Uscioni
<b>VI</b>	Fosso Vigiano
<b>VS</b>	Fosso Visano



<b>BACINI ROMAGNOLI (BR)</b>	
<b>AL</b>	Alberaccio (senza nome)
<b>BA</b>	Rio Badini (Pietramala)
<b>BD</b>	Fosso Rio Barondoli
<b>BR</b>	Fossodi Bruscoli
<b>CE</b>	Fosso Cerbolaccio
<b>DI</b>	Diaterna
<b>MA</b>	Fosso Mantigno
<b>MT</b>	Torrente Mattarello
<b>PN</b>	P. Nuovo (senza nome)
<b>PO</b>	Fosso del Poggio
<b>PR</b>	Fosso del Prato
<b>RO</b>	Torrente Rovigo
<b>SA</b>	Fiume Santerno
<b>SE</b>	Senio
<b>SI</b>	Torrente Sillaro
<b>SL</b>	Fosso Salecchio
<b>TA</b>	Rio di Tabina
<b>VI</b>	Fosso di Visano
<b>VL</b>	Torrente Viola

<b>MARRADI (BR)</b>	
<b>AB</b>	Fosso di Albero
<b>AC</b>	Torrente Acerreta
<b>AD</b>	Fosso di Sant'Adriano
<b>BB</b>	Rio di Salto (o della Badia del Borgo)
<b>BE</b>	Fosso della Bedena
<b>CA</b>	Fosso Campigno
<b>CM</b>	Rio Campodosio
<b>CP</b>	Fosso della Cappellina
<b>FO</b>	Fosso della Fogare
<b>FR</b>	Fosso del Frassino
<b>GA</b>	Fosso di Gamberaldi
<b>LA</b>	Torrente Lamone
<b>LG</b>	Fosso del Lago
<b>PZ</b>	Fosso del Pozzo
<b>RI</b>	Fosso di Rineto
<b>TE</b>	Fosso di Monte del Tesoro
<b>VA</b>	Fosso di Valvitello

## 1.1 Criteri operativi e obiettivi dello studio

Il presente studio idrologico-idraulico, conformemente a quanto prescritto dal quadro normativo di riferimento descritto nei paragrafi seguenti, si è posto l'obiettivo di valutare l'effettivo livello di rischio idraulico sussistente allo stato attuale nelle aree interessate da previsioni urbanistiche in relazione ai potenziali fronti di esondazione del reticolo idrografico circostante per eventi di piena con tempo di ritorno pari a 30 e 200 anni.

Le analisi idrologico-idrauliche e le conseguenti pericolosità nel territorio comunale di Vicchio sono state desunte dai recenti studi condotti a supporto degli strumenti urbanistici comunali rispettivamente in fase di approvazione e adozione. Ad essi si rimanda per maggiori dettagli.

Per quanto concerne l'asta principale del Fiume Sieve nel tratto compreso tra la diga di Bilancino e la confluenza nel Fiume Arno, gli scriventi hanno effettuato l'analisi idrologica mentre l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale sta conducendo autonomamente l'analisi idraulica e la conseguente perimetrazione delle aree

a pericolosità idraulica. In attesa di tale nuova perimetrazione nelle tavole allegate, relativamente alle aree contermini al Fiume Sieve sono state assunte le vigenti perimetrazioni di PGRA.

Per poter redigere le carte delle aree allagabili, è stato necessario valutare preliminarmente gli idrogrammi di piena attesi nei tratti dei corsi d'acqua esaminati corrispondenti ad eventi meteorici estremi (rispettivamente con tempo di ritorno trentennale e duecentennale) di durata critica tale da massimizzare la portata al colmo nelle sezioni di interesse. L'ambito di studio è rappresentato in Figura 1-1.

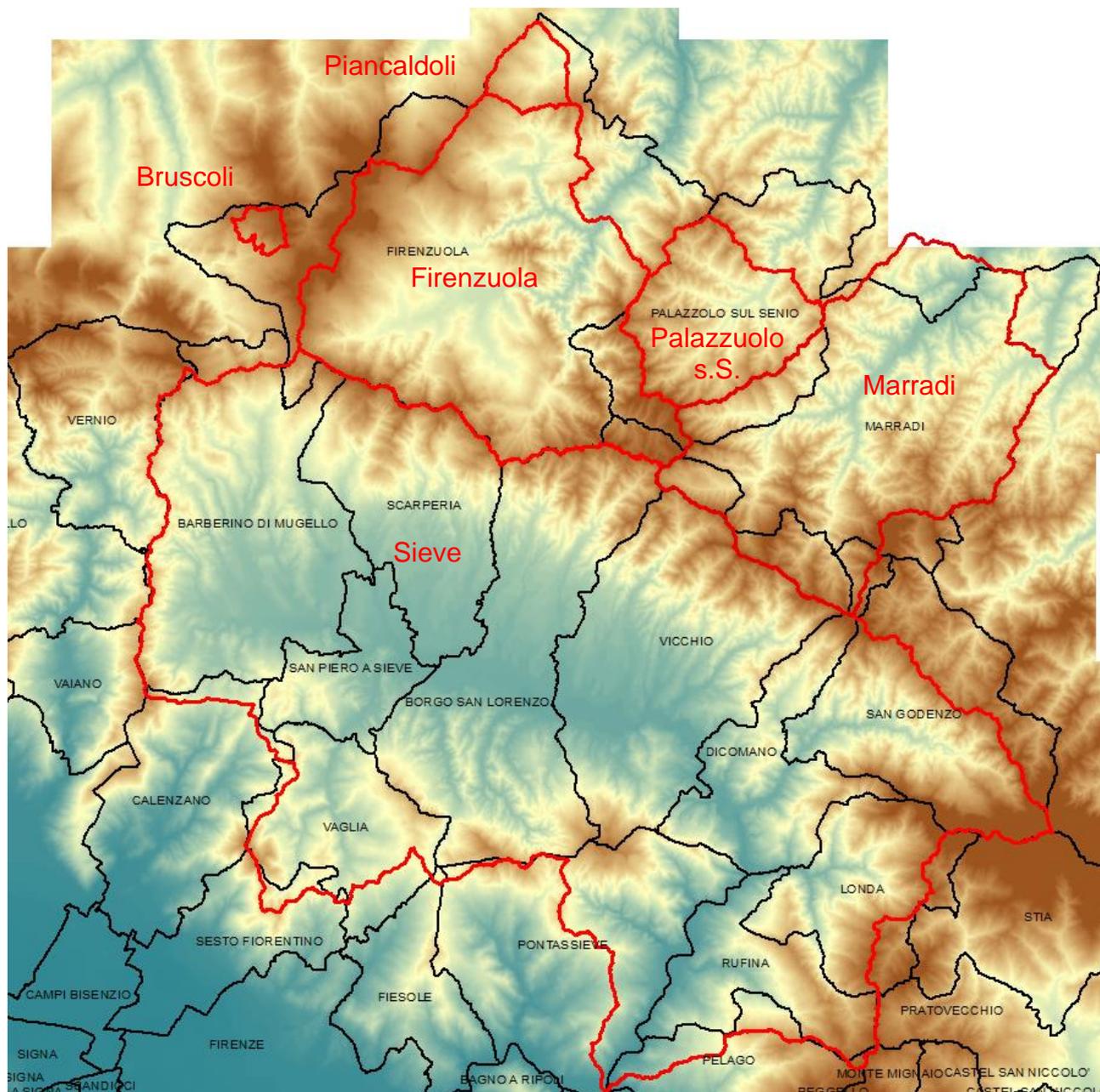


Figura 1-1: Ambito idrologico analizzato nel presente studio (in rosso i macro-bacini idrografici investigati).



In base alle diverse configurazioni idrauliche, geomorfologiche e territoriali dei singoli corsi d'acqua, per effettuare le simulazioni numeriche inerenti agli eventi di piena considerati sono stati allestiti i seguenti modelli matematici di propagazione dell'onda di piena, in alveo ed extra-alveo, in regime di moto vario:

	COMUNE	SIGLA	MODELLO HEC-RAS
<i>ALTO MUGELLO (BR)</i>	Firenzuola	San	Santerno (Firenzuola)
		SSP	Santerno San Pellegrino
SSC		Santerno Scheggianico e Camaggiore	
Vio		Violla - fosso Cerbolaccio - fosso del Prato	
Bad		rio Badini - MV866	
Bmt		Bruscoli - Mattarello - rio Tabina	
Sil		Sillaro - fosso del Poggio	
	Palazzuolo sul Senio	Sen	Senio (Palazzuolo)
<i>BASSO MUGELLO (BT)</i>	Barberino di Mugello	Sie	Sieve - Mulinaccia - Scopiacchi - Visano
		Sor	Sorcella - Tavaiano
		Str	Lora - Strulla - Badia - Aglio - Fiumicello - BMF
	Scarperia e San Piero	Rom	Romiccioli - Cornocchio
		SCF1	SCF1 - MV49951
		SCF3	Sorcella - SCF3
	Borgo San Lorenzo	Bsx	Borgo san Lorenzo (in sx)
		Bdx	Borgo san Lorenzo (in dx)
		Car	Carza
		Els	Elsa
		Fal	Faltona
		Sal	Salaiole - Fistona
FLF		fosso del Lago e del Fondaccio	
Rim	Rimotoso		
Dicomano	Rma	Rimaggio	
	SGV	San Godenzo Vicolagna	
	SGC	San Godenzo Carbonile	
	Cel	fosso di Celle	
	Salv	Salvaticolle	
	Mos	Moscia	
<i>MARRADI</i>	Marradi	LaM	Lamone (Marradi)
		LaC	Lamone (Località Crespino sul Lamone)
		Ace	Acerreta (Località Lutirano)

Si rimanda alla specifica sezione della presente relazione per la descrizione di ciascun modello idraulico implementato.

Per le analisi idrauliche è stato utilizzato il software HEC-RAS vers. 5.0.5 (Firenzuola, Palazzuolo sul Senio, Barberino di Mugello, Scarperia e San Piero, Borgo San Lorenzo e Dicomano) e vers. 5.0.7 (per i soli corsi d'acqua ricadenti nel comune di Marradi) nella opzione relativa al regime di moto vario, con schematizzazione accoppiata 1-D in alveo e puramente 2-D extra-alveo, in modo da poter valutare opportunamente gli effetti di



laminazione delle portate di piena legati alle aree di naturale esondazione del corso d'acqua.

La perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica per eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni (definite dalla normativa come “*aree a pericolosità per alluvioni frequenti*”) e minore o uguale a 200 anni (definite dalla normativa come “*aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti*”), nonché delle aree a diversa “*magnitudo idraulica*” (combinazione del battente e della velocità della corrente associata allo scenario relativo alle alluvioni poco frequenti, definita nella l.r. 41/2018), è stata infine condotta con strumenti CAD/GIS sulla base dei risultati raster forniti direttamente dal modulo RAS Mapper del software HEC-RAS.

Giova comunque precisare che la procedura adottata ha assunto alcune irrinunciabili ipotesi di lavoro circa la non trattazione di fenomeni collaterali che possono aver luogo contestualmente agli eventi di piena, ma aventi carattere di ulteriore eccezionalità rispetto al mero evento idrologico estremo.

In sostanza si assumono ipotesi di regolare operatività e comportamento della rete drenante, forzate dall'imponderabilità spaziale e temporale dei casi di anomalo funzionamento delle difese o delle altre infrastrutture idrauliche coinvolte, o addirittura di totale perdita di funzionalità (distruzione) delle stesse. Eventi, questi, che peraltro, non essendo in generale obbligatoriamente causati dal mero accadimento dell'evento meteorologico estremo, se considerati avvenire contestualmente ad esso determinerebbero una sicura diminuzione della probabilità congiunta dell'evento combinato<sup>1</sup> portando a risultati, in termini di allagabilità e di tiranti idraulici, corrispondenti in realtà ad eventi più rari di quelli di riferimento imposti dalla normativa. In ragione delle suddette considerazioni si assume dunque che:

- a) le strutture idrauliche di contenimento (argini, muri di sponda, ecc.) siano considerate tracimabili ma senza collasso della struttura. Analogamente non si considerano fenomeni di collasso dovuti a processi di mobilità dell'alveo o a moti di filtrazione;
- b) per altre strutture di contenimento non idrauliche (rilevati stradali e ferroviari), non è previsto il collasso anche in caso di tracimazione, valutandone nel contempo il grado di permeabilità macroscopico dovuto agli attraversamenti;
- c) si esclude la possibilità di ostruzione delle opere d'arte interferenti per trasporto in flottazione;

<sup>1</sup> Ad esempio: piena e collasso arginale; piena e occlusione della luce di un ponte; piena e frana che limita una sezione di deflusso; ecc.



d) non si considera l'influenza di allagamenti o ristagni dal reticolo scolante minore o da altri sistemi di drenaggio.

## 2 Quadro normativo di riferimento

L'attività conoscitiva, di verifica e prescrittiva, sviluppata nel seguente lavoro è stata uniformata al quadro normativo di riferimento vigente a livello nazionale e regionale ed in particolare alle seguenti norme:

- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale di cui alla Direttiva 2007/60/CE, D.Lgs. 152/2006 e D.Lgs. 49/2010, approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) di cui alla Direttiva 2007/60/CE, D.Lgs. 152/2006 e D.Lgs. 49/2010 per il territorio della Regione Emilia-Romagna ricadente nei distretti idrografici padano e dell'Appennino Settentrionale;
- Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio, Revisione Generale, Autorità di Bacino del Reno, approvato con D.G.R. Emilia Romagna n. 857 del 17/06/2014;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, Autorità di Bacino del Reno, approvato con D.G.R. Emilia Romagna n. 857 del 17/06/2014;
- Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli, approvato con D.G.R. Emilia Romagna n. 350 del 17/03/2003 e successive varianti;
- Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche. DPGR Toscana del 30/01/2020, n.5/R;
- L.R. 41 del 24/07/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014".
- D.P.G.R. del 30 gennaio 2020, n. 5/R Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

### 3 Analisi idrologica

#### 3.1 Considerazioni generali circa la stima degli idrogrammi di piena

Per individuare la pericolosità idraulica è stato necessario preliminarmente valutare gli idrogrammi di piena di riferimento per i corsi d'acqua elencati in premessa (analisi "idrologica").

Come meglio specificato nei paragrafi seguenti, gli idrogrammi stimati con riferimento ai tempi di ritorno 30 e 200 anni sono stati utilizzati come input idrologico nei successivi modelli di simulazione numerica delle correnti di piena.

La stima degli idrogrammi di progetto associati ai diversi tempi di ritorno per i bacini idrografici in esame, che risultano essere non strumentati, è stata eseguita mediante una modellistica idrologica afflussi-deflussi di tipo semidistribuito e considerando valida l'ipotesi che la portata defluente associata ad uno specifico tempo di ritorno sia determinata da una sollecitazione meteorica di pari probabilità di accadimento. In particolare, la trasformazione afflussi-deflussi, a meno del deflusso di base ritenuto trascurabile, viene descritta da un approccio idrologico costituito da tre componenti in serie: un modello di infiltrazione basato sul metodo SCS-CN, due modelli di formazione della piena basati sull'idrogramma unitario istantaneo (IUH) adimensionale e sul metodo cinematico ed, infine, il modello di Muskingum-Cunge (Cunge, 1969) per il trasferimento dell'onda di piena lungo i corsi d'acqua.

I passi per determinare l'idrogramma di piena di progetto per ogni assegnato tempo di ritorno sono:

- stima delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP);
- ragguglio all'area delle LSPP;
- determinazione dello ietogramma di progetto: scelta della durata critica dell'evento e della distribuzione temporale delle precipitazioni;
- stima della pioggia effettiva;
- stima della portata di progetto.

Di seguito verranno analizzati i seguenti elementi:

- a) **Definizione degli afflussi meteorici:** determinazione della relazione tra altezze e durata di pioggia di assegnato tempo di ritorno per i bacini idrografici in esame (LSPP) e operazione di ragguaglio all'area;
- b) **Determinazione dello ietogramma di progetto:** scelta della durata critica dell'evento e della distribuzione temporale delle precipitazioni;
- c) **Stima delle perdite idrologiche:** determinazione della quantità di precipitazione trattenuta dal terreno (perdite), con la conseguente determinazione della pioggia effettiva (o pioggia netta) che rappresenta il volume d'acqua che raggiunge per ruscellamento superficiale la rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura, determinando l'evento di piena;
- d) **Trasformazione afflussi-deflussi:** schematizzazione della risposta del singolo bacino idrografico alle sollecitazioni meteoriche, in funzione delle proprie caratteristiche fisiografiche e combinazione di tale risposta con la pioggia netta per stimare gli idrogrammi di piena.
- e) **Propagazione delle onde di piena:** modellazione del fenomeno di trasferimento dell'onda di piena lungo il corso d'acqua.

### 3.2 Definizione degli afflussi meteorici

La forzante data dall'evento meteorico è schematizzata attraverso uno ietogramma sintetico ad intensità costante nel tempo e nello spazio, la cui frequenza viene stimata a partire dalle curve di possibilità pluviometrica ricavate con l'adattamento delle serie storiche reali alla distribuzione TCEV ("Two Components Extreme Value").

Dette curve sono espresse, per ciascun tempo di ritorno, nella classica equazione di forma monomia nella quale l'altezza di pioggia totale  $h$  [mm] è espressa in funzione della durata  $d$  [ore] dell'evento:

$$h = a \cdot d^n$$

dove i parametri  $a$  e  $n$  sono desunti dallo studio promosso dalla Regione Toscana con DGRT 1133/2012 al fine di procedere ad un'implementazione e un aggiornamento del quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano, con il quale si è provveduto ad aggiornare l'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012 compreso (Referente: Prof. Enrica Caporali, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze). I dati pluviometrici sono liberamente consultabili nel sito della Regione Toscana nella sezione dedicata alla Difesa del Suolo

(Figura 3-1). Ad oggi le nuove LSPP sono state ricavate per durate di precipitazione  $d \geq 1$  ora ma, secondo le indicazioni fornite dagli estensori dello studio, sono estrapolabili con buona attendibilità fino a  $d \geq 0.5$  ore.

The screenshot shows the website of the Regione Toscana. At the top left is the logo of the region, a white horse on a red background. Below it is the text 'Regione Toscana'. A navigation bar contains links for 'Home', 'Regione', 'Cittadini', 'Imprese', 'Enti e associazioni', and 'Uffici'. On the right of the navigation bar is the text 'ServiziOnline'. Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail: 'Sei in: Regione Toscana | Cittadini | Ambiente | Difesa del suolo'. The main content area is titled 'Difesa del suolo' and 'Nuovi dati sulla regionalizzazione delle precipitazioni'. On the left side, there is a sidebar menu with categories like 'Alimentazione', 'Ambiente', 'Acqua', 'Boschi', 'Caccia e pesca', 'Difesa del suolo', 'Energia', 'Inquinamento', 'Mare e balneazione', 'Parchi e aree protette', 'Rifiuti', 'Stato dell'ambiente', 'Bandi', 'Cultura', 'Diritti e cittadinanza', 'Educazione, istruzione e ricerca', 'Formazione', and 'Lavoro'. The main text describes the collaboration between the Regione Toscana and the University of Florence for the implementation and update of the hydrological framework of the Tuscany territory. It mentions the use of extreme precipitation frequency analysis up to 2012. A map of Tuscany is shown with contour lines representing precipitation frequency. Below the map, there is a link to the 'relazione finale dell'attività' and 'presentazione', and a link to download 'parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a ed n'. It also mentions that for elaborations at a basin/station/pluviometric area scale, an application is available at the provided address.

Figura 3-1: Sezione del sito della Regione Toscana dedicato ai nuovi dati di regionalizzazione delle precipitazioni.

Dal sito della Regione Toscana è possibile scaricare l'andamento spaziale dei parametri  $a$  e  $n$  con griglia di 1 km x 1 km per ciascuno dei tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni, desunto a partire dall'analisi TCEV delle altezze di pioggia osservate. I risultati resi disponibili in formato ASCII Grid. La Figura 3-2 mostra, a titolo di esempio, le griglie dei parametri  $a$  e  $n$  per il tempo di ritorno di 200 anni nell'intera regione.

I valori delle altezze di pioggia così calcolati sono validi, a rigore, solo per precipitazioni estreme puntuali, essendo stati calibrati a partire dai dati puntuali di pioggia (le LSPP sono tarate sulla base dei massimi annui misurati puntualmente in una determinata stazione pluviometrica).

All'aumentare dell'area interessata dalla precipitazione la probabilità di ottenere un'intensità media dell'evento estremo pari a quella puntuale diminuisce sensibilmente, soprattutto per eventi brevi che sono tendenzialmente più localizzati. Solitamente risulta quindi opportuno introdurre un coefficiente riduttivo da applicare alle altezze di pioggia che

prende il nome di coefficiente di ragguaglio areale, tuttavia nel presente studio si è cautelativamente assunto di non introdurre il predetto coefficiente.

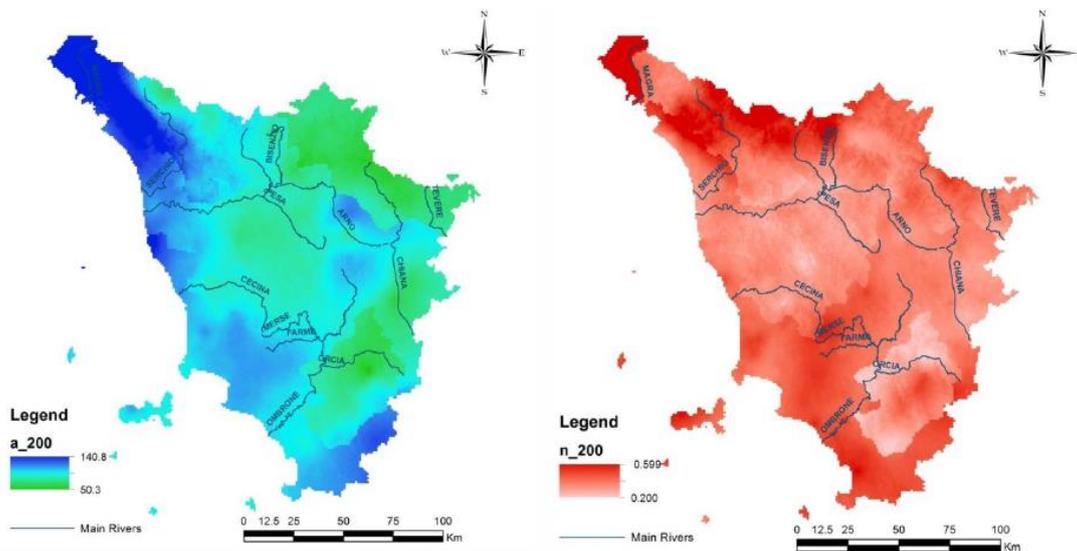


Figura 3-2: Spazializzazione sull'intera regione dei parametri "a" (a sinistra) e "n" (a destra) della Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica LSPP per il Tempo di ritorno 200 anni.

Per poter stimare gli afflussi meteorici sono stati innanzi tutto individuati i bacini idrografici (in particolare i sottobacini e gli interbacini del modello idrologico semidistribuito che sarà descritto in seguito) separati dalle linee di spartiacque desunte dal modello digitale del terreno.

Successivamente, l'analisi dei dati pluviometrici regionali precedentemente descritti ha portato gli scriventi a individuare porzioni di territorio omogenee, rappresentate graficamente in Figura 1-1. Sono stati quindi calcolati, per ciascuna area omogenea e per i tempi di ritorno investigati (30 e 200 anni), i valori dei parametri  $a$  e  $n$  delle LSPP.

Nella tabella seguente si riportano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica caratteristici dei macro-bacini di interesse.

Tabella 3-1: parametri delle curve di possibilità pluviometrica impiegate nel modello idrologico

<b>Zona omogenea</b>	<b>TR 30 anni (<math>d &gt; 0.5</math> ore)</b>		<b>TR 200 anni (<math>d &gt; 0.5</math> ore)</b>	
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
<i>Sieve</i>	47.0862	0.27642	59.3565	0.30777
<i>Firenzuola</i>	50.8342	0.31147	63.9015	0.34299
<i>Piancaldoli (Firenzuola)</i>	52.0203	0.32594	65.3924	0.35747
<i>Bruscoli (Firenzuola)</i>	50.9525	0.36140	64.0502	0.39292
<i>Palazzuolo sul Senio</i>	49.8014	0.30573	62.6034	0.33726
<i>Marradi</i>	48.1616	0.30178	60.5419	0.33331



### 3.3 Determinazione dello ietogramma di progetto

La determinazione dello ietogramma di progetto per un prefissato tempo di ritorno richiede l'individuazione della durata dello ietogramma (durata critica) nonché della distribuzione temporale degli spessori di pioggia stimati dalla corrispondente linea segnalatrice di possibilità pluviometrica areale.

La durata della pioggia viene determinata assumendo che la portata al colmo con assegnato tempo di ritorno,  $T_r$ , sia la maggiore tra le portate al colmo determinate da tutti gli eventi di pioggia a intensità costante ricavati dalla linea di possibilità pluviometrica areale. E' possibile determinare la durata critica utilizzando diverse metodologie in funzione della modellistica afflussi-deflussi impiegata. In particolare, nel caso dei metodi empirici tradizionali che si basano sul metodo razionale tale durata è data dal tempo di corrivazione del bacino, mentre nel caso di uso di modelli idrologici in grado di descrivere la trasformazione afflussi-deflussi, essa può essere stimata mediante un insieme di simulazioni. Nel presente studio è stato seguito il secondo approccio, utilizzando il primo, per una prima stima attorno alla quale determinare il corretto valore di durata critica.

In particolare, sulla base del concetto di evento critico, la determinazione della durata critica mediante simulazione idrologica consiste nell'effettuare un insieme di simulazioni con un modello afflussi-deflussi avente come dati di ingresso una serie di ietogrammi di pioggia di durata crescente, ottenuti distribuendo in modo uniforme nel tempo lo spessore di pioggia ricavato dalla LSPP areale relativa ad un determinato tempo di ritorno. All'aumentare della durata dell'evento, si ottengono idrogrammi di piena il cui picco assume valori crescenti fino ad un valore massimo, per poi decrescere. La durata dell'evento che corrisponde all'idrogramma con il massimo valore della portata di picco viene assunta come durata critica.

A titolo di esempio, vengono di seguito riportati i risultati delle simulazioni effettuate per un generico bacino idrografico, considerando, a parità di tempo di ritorno, ietogrammi di pioggia uniforme di differenti durate. Come si può vedere dalla Figura 3-3, la durata che massimizza la portata al colmo è quella pari a 1 ora che pertanto è assunta come durata critica del bacino.

Nota la pioggia areale, per la determinazione del deflusso diretto è necessario valutare la pioggia effettiva e, quindi, la quantità di pioggia che viene assorbita dal suolo e quella intercettata dalla vegetazione, mentre la quantità di pioggia persa per

evapotraspirazione è trascurabile per eventi meteorici particolarmente intensi (Maione, 1977). Per effettuare tale stima, è stato applicato il metodo del Curve Number proposto dal Soil Conservation Service (1972).

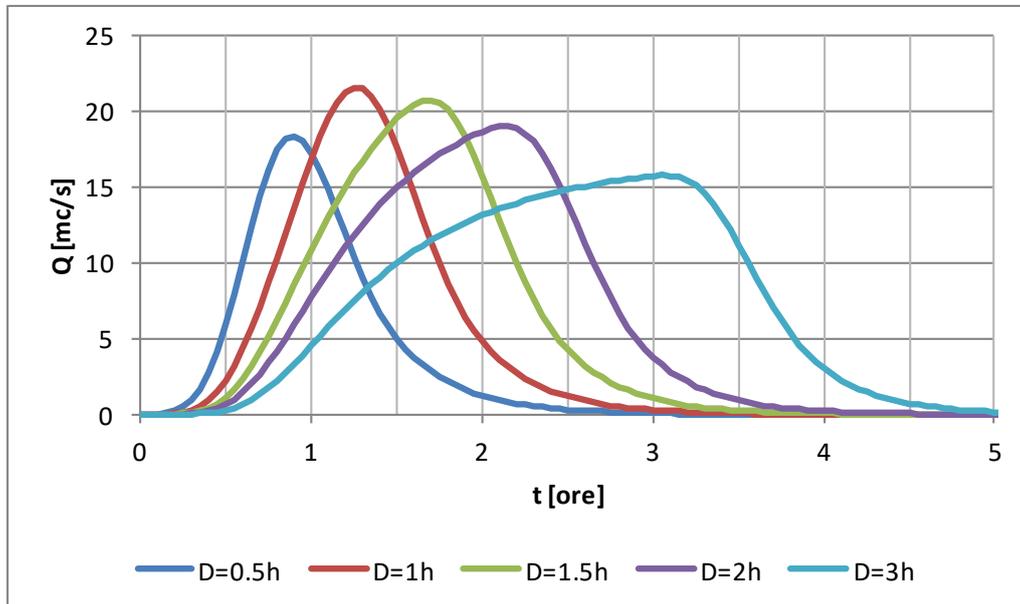


Figura 3-3: Simulazioni con ietogramma costante e diverse durate per la scelta della durata critica di un generico bacino idrografico

### 3.4 Stima delle perdite idrologiche mediante il metodo del Curve Number

La stima delle perdite idrologiche è stata effettuata con il metodo del Curve Number del SCS (*Soil Conservation Service*).

Questo metodo considera il deflusso superficiale come differenza fra le precipitazioni e le perdite, dove in queste ultime si inglobano, oltre alle perdite per infiltrazione, anche quelle per intercettazione da parte delle piante, quelle per accumulo sulle depressioni superficiali e quelle per l'imbibizione iniziale del terreno. L'ipotesi di base del metodo è che il rapporto fra il volume defluito ed il volume di pioggia depurato delle perdite iniziali rimanga, in ogni istante, uguale al rapporto fra il volume infiltrato ed il volume massimo teorico delle perdite:

$$\frac{P_e}{P - I} = \frac{F_a}{S}$$

dove  $P_e$  è la precipitazione efficace per il deflusso,  $P$  la precipitazione lorda,  $I_a$  le perdite iniziali,  $F_a$  il volume specifico infiltrato ed  $S$  il volume specifico di saturazione del terreno. L'equazione di continuità si può riscrivere per questo modello come segue:

$$P = P_e + I_a + F_a$$

nella quale le perdite iniziali (o *Initial Abstraction*) è possibile stimarle in funzione del volume specifico di saturazione tramite la relazione:

$$I_a = \beta \cdot S$$

dove si pone normalmente  $\beta = 0.2$ . Dalla combinazione delle due equazioni di continuità precedentemente scritte si ottiene l'espressione della precipitazione efficace:

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

nella quale il volume specifico di saturazione  $S$  dipende dalla natura geologica del terreno e dall'uso del suolo, caratteristiche esprimibili in funzione del coefficiente Curve Number  $CN$  secondo la relazione:

$$S = 254 \cdot \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Il coefficiente  $CN$  può assumere valori compresi tra 0 (suolo completamente permeabile) e 100 (suolo completamente impermeabile) ed è stimabile tramite delle tabelle elaborate dalla US Soil Conservation Service a partire dalle caratteristiche geologiche, di uso del suolo e del livello di umidità antecedente l'inizio delle precipitazioni. Quest'ultimo fattore è schematizzabile in tre condizioni: terreno ben asciutto ( $CN I$ ), terreno mediamente umido ( $CN II$ ) e terreno molto umido ( $CN III$ ).

Nel modello idrologico del Fiume Sieve finalizzato a fornire i dati di input (dall'invaso di Bilancino fino alla confluenza in Arno) per la modellazione idraulica dell'asta principale ad opera dell'Autorità di Bacino Distrettuale, sono state assunte inizialmente condizioni intermedie di umidità del terreno ( $CN II$ ), per poi procedere alla taratura del modello sulla base di dati pluviometrici e idrometrici osservati (vedi § 0).

Per quanto riguarda invece l'analisi idrologica del reticolo secondario, in via cautelativa e per non discostarsi eccessivamente dai risultati di studi pregressi validati, nei bacini in cui il parametro  $CN$  non è stato oggetto di calibrazione sono state assunte condizioni iniziali di suolo fortemente imbibito ( $CN III$ ).

### **3.4.1 Caratterizzazione del parametro di assorbimento $CN$ per i bacini idrografici in esame**

La determinazione del parametro di assorbimento  $CN$  (U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972) è stata raggiunta attraverso l'analisi degli aspetti litologici, pedologici, vegetazionali e di uso del suolo del bacino.

Per la determinazione del CN si è utilizzato lo shape file predisposto per l'intero territorio regionale dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli studi di Firenze (DICEA, referente Prof. Fabio Castelli), liberamente consultabile all'indirizzo <http://www.regione.toscana.it/-/implementazione-di-modello-idrologico-distribuito-per-il-territorio-toscano>.

Nel caso in cui nel bacino siano presenti differenti tipi di terreno o questo sia utilizzato in differenti modi, si ricorre ad un valore medio di CN. Come suggerito da Mancini e Rosso (1989), si utilizza il valore medio a scala di bacino del parametro S, mediante un'integrazione spaziale dei valori puntuali, anziché un'integrazione dei valori di CN a causa della non linearità dell'equazione che lega i due parametri.

Quindi si ha:

$$\bar{S} = \frac{S_1 A_1 + S_2 A_2 + \dots + S_i A_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i} \quad (3.6)$$

dove  $S_i$  rappresenta il valore di S per l'area omogenea  $A_i$

L'andamento spaziale del parametro CN-// nell'area di interesse è rappresentato graficamente in Figura 3-14.

### 3.5 La trasformazione afflussi – deflussi

#### 3.5.1 Il metodo dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH)

Nel vasto panorama dei modelli di formazione dei deflussi, che si propongono di rappresentare matematicamente i processi idrologici che si manifestano in un bacino idrografico descrivendone il comportamento con un operatore che lega la funzione di distribuzione temporale delle piogge effettive (ingresso al sistema) ed il corrispondente idrogramma dei deflussi diretti (risposta del sistema), è stata scelta la metodologia basata sull'idrogramma unitario istantaneo (IUH). Il metodo si basa sulle ipotesi di linearità e stazionarietà del bacino ed effettua la combinazione tra pioggia in ingresso e IUH per il calcolo della portata diretta. In altre parole, la risposta  $Q(t)$  ad una sollecitazione meteorica di intensità  $p(t)$  variabile nel tempo, ma supposta costante su tutti i punti del bacino, è data dall'integrale di convoluzione:

$$Q(t) = \int_0^t p(\tau) h(t - \tau) d\tau$$

dove  $p(t)=A i(t)$  è la portata di afflusso meteorico al generico tempo  $t$  e la funzione  $h(t)$ , che prende il nome di IUH, è definita come l'idrogramma dei deflussi generato da un'ipotetica pioggia efficace di altezza unitaria ed intensità costante, distribuita uniformemente sul bacino, e caduta in un intervallo di tempo unitario (immissione di tipo impulsivo).

La funzione  $h(t)$  può essere stimata mediante numerosi approcci, tra cui il metodo dell'invaso lineare, il metodo di Nash, il metodo geomorfologico oppure facendo ricorso all'idrogramma unitario del SCS.

### 3.5.1.1 L'idrogramma unitario del Soil Conservation Service (IUH-SCS)

L'idrogramma SCS è un idrogramma adimensionale definito dal SCS in base all'analisi di idrogrammi di piena in uscita dalla sezione di chiusura di numerosi bacini idrografici strumentati, di dimensioni grandi e piccole. Esso ha un vasto campo di applicazioni pratiche nel campo delle trasformazioni afflussi deflussi per la sua semplicità d'uso e per la sua generalità. Questo IUH presenta il 37.5% del suo volume prima dell'istante di picco; inoltre, i valori della portata di picco e dell'istante  $T_p$  sono stati ricavati adottando un modello semplificato di idrogramma triangolare di base  $2.67 T_p$  (Figura 3-4).

Per la definizione dell'idrogramma unitario adimensionale del SCS per è necessario specificare il tempo di ritardo  $T_l$  del bacino idrografico, che può essere valutato separatamente mediante relazioni empiriche valide per l'area in esame oppure, in assenza di esse, a partire dal tempo di corrivazione secondo la relazione:

$$T_l = \frac{3}{5} T_c$$

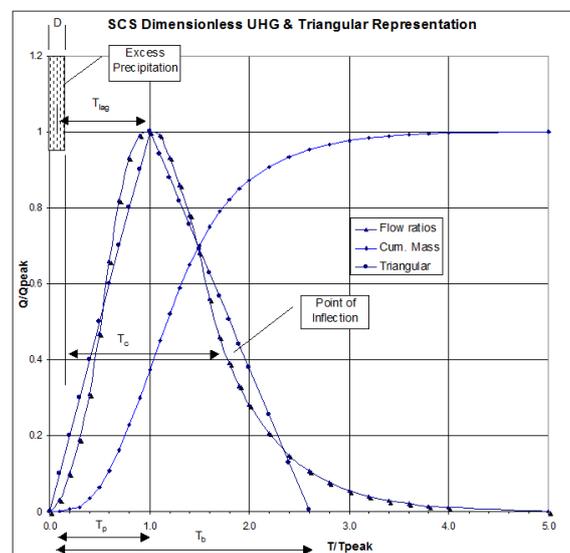


Figura 3-4: IUH-SCS

### 3.5.2 Il Metodo Cinematico (Kinematic Wave)

Il metodo cinematico utilizza l'equazione di continuità e l'approssimazione cinematica delle equazioni complete di De Saint Venant per trasformare la precipitazione efficace in deflusso superficiale. Il bacino viene rappresentato tramite un modello concettuale in cui possono essere definiti due piani rettangolari, percorsi dal deflusso superficiale (*overland flow planes*) e canali che raccolgono il deflusso proveniente dai piani rettangolari (Figura 3-5).

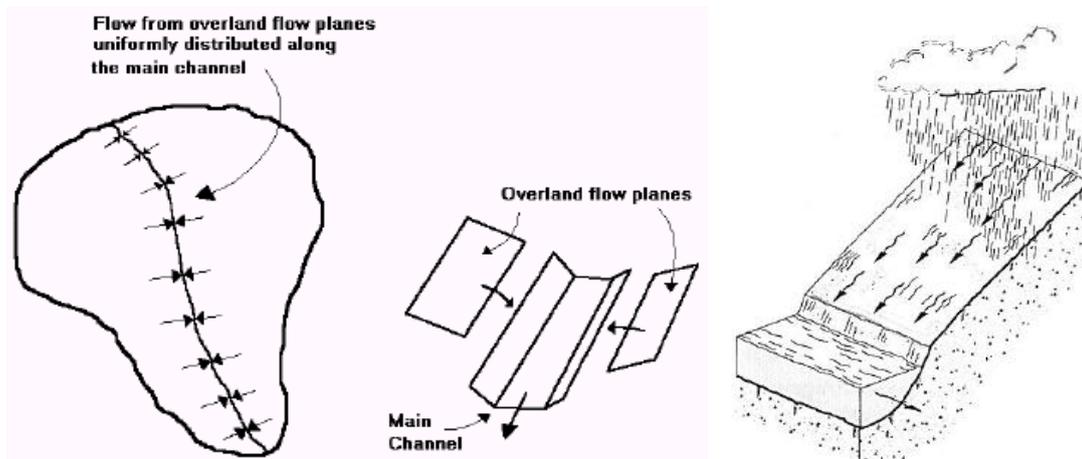


Figura 3-5: schematizzazione cinematica di un interbacino in canali e aree di drenaggio

L'equazione che modella il fenomeno di trasferimento della massa liquida sia sui versanti che nell'alveo del corso d'acqua è l'equazione dell'onda cinematica:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \alpha mA^{(m-1)} \frac{\partial A}{\partial x} = q$$

dove  $A$  è l'area liquida della sezione di deflusso,  $q$  la portata continua in ingresso lungo l'ascissa  $x$  del corso d'acqua,  $a$  ed  $m$  due parametri univocamente determinati dalla geometria e dalla scabrezza della sezione di deflusso, essendo per ipotesi, nel metodo cinematico,  $Q = aA^m$ .

Il coefficiente di scabrezza di Manning relativo al moto sui versanti è maggiore rispetto quello utilizzato negli alvei naturali e può essere ricavato da specifiche tabelle disponibili in letteratura.

### 3.5.3 La propagazione delle onde di piena

Una onda di piena che percorre un corso d'acqua viene laminata per effetto degli attriti e dei fenomeni di invaso nell'alveo e nelle zone golenali.

Il tempo di percorrenza e le caratteristiche di laminazione della portata al colmo variano a seconda del tipo di corso d'acqua considerato. In particolare, il processo di propagazione dipende dalla pendenza, dalla lunghezza del tratto, dalla scabrezza e dall'altezza d'acqua. In generale lo studio della propagazione dei deflussi può essere effettuato mediante:

- **modelli idraulici**, basati sulle equazioni di De Saint Venant , in forma completa o semplificata.
- **modelli idrologici**, basati sull'equazione di continuità e su relazioni tra portata e volumi liquidi invasati in un dato tratto di un corso d'acqua.

### 3.5.3.1 Il Metodo di Muskingum

Nel presente metodo l'invaso in un tratto di corso d'acqua viene considerato come somma di un termine di immagazzinamento prismatico e di un termine di immagazzinamento a cuneo. Durante la fase di crescita della portata defluente l'invaso a cuneo è positivo e viene aggiunto all'invaso prismatico, mentre durante la fase calante dell'onda di piena l'invaso a cuneo è negativo e viene sottratto dall'invaso prismatico.

Nel metodo di Muskingum si pone:

$$V = K[XQ_i + (1 - X)Q_u]$$

dove  $Q_i$  rappresenta la portata in ingresso,  $Q_u$  la portata in uscita,  $K$  il tempo che impiega l'acqua a propagarsi nel tratto di corso d'acqua in esame (cioè tra la sezione di monte e quella di valle) ed  $X$  è un fattore peso, variabile tra 0 e 0.5. Generalmente i valori di  $X$  sono prossimi a 0 per canali con ampie aree golenali, prossimi a 0.5, invece, per canali a forte pendenza. Valori tipici di  $X$  sono compresi tra 0.2 e 0.3.

### 3.5.3.2 Il Metodo di Muskingum-Cunge

Il metodo di Muskingum-Cunge è basato sull'equazione di continuità e sull'approssimazione parabolica delle equazioni complete di De Saint Venant. Cunge (1969) dimostrò che quando  $K$  e  $\Delta t$  sono assunti come costanti, rappresentano un'approssimazione dell'equazione dell'onda cinematica, ed in particolare dell'equazione di diffusione del momento. Definita  $c$  la celerità di traslazione dell'onda corrispondente a  $Q$  e  $B$  ( $c = \frac{dQ}{dA} = \frac{dx}{dt}$ ) dove  $B$  è la larghezza dell'alveo in superficie ed  $A$  l'area liquida, i coefficienti del metodo di Muskingum vengono calcolati in base alle caratteristiche del corso d'acqua mediante le relazioni:

$$K = \frac{\Delta x}{c} \quad X = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{Q}{BS_0 c \Delta x} \right)$$

in cui  $\Delta x$  è l'intervallo di discretizzazione spaziale,  $\Delta t$  il passo temporale di calcolo e  $S_0$  la pendenza di fondo.

### 3.6 Stima della portata di progetto, analisi preliminari e scelta del modello idrologico

La scelta del tipo di schematizzazione per rappresentare la risposta di un bacino idrografico sollecitato da un evento meteorico è condizionata sia dall'obiettivo dell'analisi che si vuole effettuare sia dalla disponibilità dei dati. Le metodologie comunemente utilizzate per rappresentare la trasformazione afflussi-deflussi possono essere distinte in relazioni matematiche e modelli matematici. Le relazioni matematiche, nelle quali il tempo non compare come variabile, sono comunemente usate quando non è necessario descrivere l'andamento temporale delle grandezze. I modelli matematici, viceversa, si usano quando le quantità in gioco sono funzioni del tempo e non è possibile trascurare l'influenza esercitata sui valori di una grandezza da quelli che la stessa ha assunto in precedenza.

#### 3.6.1 Relazioni matematiche

Le relazioni matematiche forniscono solo alcune caratteristiche dell'idrogramma di progetto quali l'istante della portata al colmo, la portata al colmo o la durata. I vari metodi utilizzati nella pratica idrologica per la schematizzazione della trasformazione afflussi-deflussi si basano su alcune ipotesi semplificative che sono quelle su cui si fonda il metodo razionale e, in particolare, sono:

- per un fissato tempo di ritorno il massimo della portata al colmo di piena è prodotto dall'evento di pioggia, uniforme nello spazio e nel tempo, ricavato dalla corrispondente curva di possibilità pluviometrica ed avente una durata uguale al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco dell'idrogramma di piena si osserva all'istante in cui cessa la pioggia;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione della piena nel bacino ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di significativi invasi.

Tra le varie relazioni matematiche, si ricorda quella di Ghirardelli che assume l'idrogramma di piena di forma triangolare, con tempo di risalita e di discesa pari al tempo di corrivazione. Il valore della portata al colmo è quindi dato da:

$$Q_c = \frac{1}{3.6} \frac{EA}{T_c}$$

dove  $E$  è la pioggia areale netta, denominata anche eccesso di pioggia, espressa in mm;  $T_c$  è il tempo di corrivazione, espresso in ore; e  $A$  è la superficie del bacino espressa in km<sup>2</sup>.

Nel caso di bacini idrografici strumentati, se si dispone delle osservazione relative ad alcuni idrogrammi di piena salienti, il calcolo del tempo di corrivazione,  $T_c$ , può essere effettuato mediante lo ietogramma di pioggia effettiva e l'idrogramma di deflusso diretto. In particolare, i metodi di stima più ricorrenti per  $T_c$  sono (Singh, 1988):

- il tempo che intercorre tra il centroide della pioggia effettiva e il punto di inflessione del ramo decrescente dell'idrogramma di portata diretta;
- il tempo tra la fine della pioggia effettiva e il punto di inflessione del ramo decrescente dell'idrogramma di portata diretta.

Per bacini idrografici non strumentati, invece, la stima del tempo di corrivazione dipende da relazioni empiriche che esprimono il legame tra  $T_c$  ed alcune grandezze caratteristiche del bacino di facile determinazione. Tra le relazioni empiriche maggiormente utilizzate, ricordiamo la formula di Giandotti (1934), ricavata attraverso dati relativi a diversi bacini italiani (Dora Baltea, Trebbia, Taro, Panaro, Reno Tevere, Arno, Po), che stima  $T_c$  in ore come:

$$T_c = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{0.8H^{0.5}}$$

con  $A$  area del bacino in km<sup>2</sup>,  $L$  lunghezza dell'asta fluviale principale in km e  $H$  altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura espressa in metri. L'altezza media del bacino può essere stimata mediante un modello digitale del terreno.

Altre formule disponibili per la stima del tempo di corrivazione e ottenute su bacini aventi diverse caratteristiche fisiografiche sono quelle di Kirpich, Viparelli, Pezzoli, Aronica e Paltrinieri, Watt & Chow, Chow, NCRS-Lag method, Tournon, Puglisi e Zanframundo, Fattorelli e Marchi:

- **Kirpich**, analizzando sei piccoli bacini americani di area compresa tra 0.0051 e 0.433 Km<sup>2</sup>, ha ricavato la seguente relazione, successivamente corretta da Rowe e Thomas:

$$t_c = 0.000325 \left( \frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.77}$$

in cui  $t_c$  è espresso in ore, e  $L$  è la lunghezza dell'asta principale, a partire dallo spartiacque, espressa in metri e  $i_a$  è la sua pendenza.

- **Viparelli** calcola il tempo di corrivazione  $t_c$  come il rapporto tra la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo che deve seguire la particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura e stabilire una velocità media di trasferimento  $V$  della particella nel suddetto percorso:

$$t_c = \frac{L}{V}$$

e suggerisce di utilizzare valori della velocità  $V$  caratteristica per correnti di piena variabili tra 1 e 1.3 m/s, specie per corsi d'acqua pedemontani.

- **Pezzoli** propone invece la seguente espressione del tempo di corrivazione, dedotta da misure su piccoli bacini piemontesi:

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i_a}}$$

in cui  $t_c$  è espresso in ore,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale espressa in Km e  $i_a$  è la pendenza media (m/m) dell'asta principale.

- Una formula analoga è quella di **Watt e Chow**, ottenuta utilizzando dati relativi a 44 bacini canadesi di area compresa tra 0.01 e 5840 Km<sup>2</sup> e caratterizzati da valori della pendenza  $i_a$  variabili tra 0.00121 e 0.0978:

$$t_L = a \left( \frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^b$$

in cui  $t_L$  (tempo di ritardo o Lag) è espresso in ore,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale espressa in m, e le costanti  $a$  e  $b$  assumono rispettivamente il valore 0.000326 e 0.79.

- **Chow** ha proposto anche la stessa formula con i coefficienti  $a=0.00116$  e  $b=0.64$ , studiando venti piccoli bacini americani di superficie variabile tra 0.0051 e 18.5 Km<sup>2</sup>.
- la formula del **NCRS – Lag method** propone, per bacini con superficie compresa tra 0.004 e 8.1 km<sup>2</sup>:

$$t_c = \frac{l^{0.8} (S + 1)^{0.7}}{0.6 \cdot 1900 \sqrt{i_v}}$$

in cui  $t_c$  è espresso in ore,  $l$  è la lunghezza idraulica del bacino espressa in piedi,  $S$  è la ritenzione potenziale espressa in mm e  $i_v$  è la pendenza media dei versanti espressa in percentuale.

- la formula di **Tournon** propone, per bacini con superficie compresa tra 30 e 170 km<sup>2</sup>:

$$T_c = 0.369 \frac{L}{\sqrt{i_a}} \left( \frac{A \sqrt{i_a}}{L^2 \sqrt{i_v}} \right)^{0.72}$$

in cui  $t_c$  è espresso in ore,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale in km,  $A$  è la superficie del bacino espressa in km<sup>2</sup>,  $i_a$  è la pendenza media (m/m) dell'asta principale e  $i_v$  è la pendenza media (m/m) dei versanti.

- **Puglisi e Zanframundo** hanno proposto, per bacini con superficie compresa tra 43 e 94 km<sup>2</sup>:

$$t_c = C_p \frac{L^{2/3}}{d^{1/3}}$$

in cui  $t_c$  è espresso in ore,  $d$  è il dislivello dell'asta principale valutato come differenza tra l'altitudine massima del bacino e la quota della sezione di chiusura, espresso in m,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale espressa in km, mentre  $C_p$  è una costante numerica pari a 6. **Fattorelli e Marchi**, per bacini con superficie compresa tra 7 e 200 km<sup>2</sup>, hanno applicato la formula pervenendo ad un valore di  $C_p$  pari a 5.13.

### 3.6.2 Modelli matematici

La modellistica idrologica si prefigge di creare modelli matematici di tipo afflussi-deflussi, capaci di riprodurre l'andamento della portata in una o più sezioni del reticolo idrografico di un bacino, in funzione della distribuzione sia spaziale che temporale delle



piogge. In letteratura sono descritti differenti tipi di modelli idrologici, che possono essere classificati in funzione della complessità della trattazione del problema (Maione, 1977). Tra questi, i più appropriati per gli scopi del presente studio sono i cosiddetti modelli di piena di tipo concettuale che utilizzano rappresentazioni semplificate dei processi fisici in gioco, che vengono comunque esplicitamente presi in considerazione. Inoltre, tali modelli incorporano parametri che sono fisicamente basati riducendo così l'arbitrarietà in fase di calibrazione del modello stesso. In particolare, essi rappresentano con semplicità le perdite, mentre cercano di descrivere in modo più dettagliato la trasformazione della pioggia netta in portata diretta. Quest'ultima viene assunta pari alla portata totale, poiché in eventi salienti di piena il deflusso di base è tipicamente trascurabile.

Possono essere sviluppati modelli aventi diversi gradi di complessità, da particolarmente semplici a molto dettagliati; tuttavia, per scopi di tipo ingegneristico, è consigliabile l'uso di modelli che rispondano ad alcune particolari esigenze, quali:

- la dipendenza da un numero limitato di parametri, che ne consenta il controllo in fase di calibrazione;
- la semplicità di schematizzazione dei processi fisici, che permetta un'agevole implementazione;
- la sensibilità sufficientemente limitata alla variabilità dei parametri stessi.

I **modelli semi-distribuiti** consentono di soddisfare l'esigenza di impiegare un numero limitato di parametri che ne permetta il controllo in fase di calibrazione e nello stesso tempo utilizzano l'informazione geomorfologica distribuita, la variabilità spaziale delle piogge e delle caratteristiche del suolo, che costituiscono gli aspetti fondamentali nell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino. I modelli semi-distribuiti si possono, quindi, considerare come una valida alternativa sia ai modelli a parametri concentrati che incorporano un numero ridotto di parametri a scapito della descrizione dei processi fisici, sia ai modelli distribuiti che, pur effettuando una schematizzazione dettagliata dei fenomeni, restano vincolati a troppi parametri. La scelta è stata quindi dettata dalla necessità di utilizzare un numero limitato di parametri, da stimare attraverso pochi eventi di piena deducibili da bacini "simili" appartenenti alla stessa area geografica, e che sia in grado di fornire gli idrogrammi di piena in qualsiasi sezione del tratto fluviale investigato.



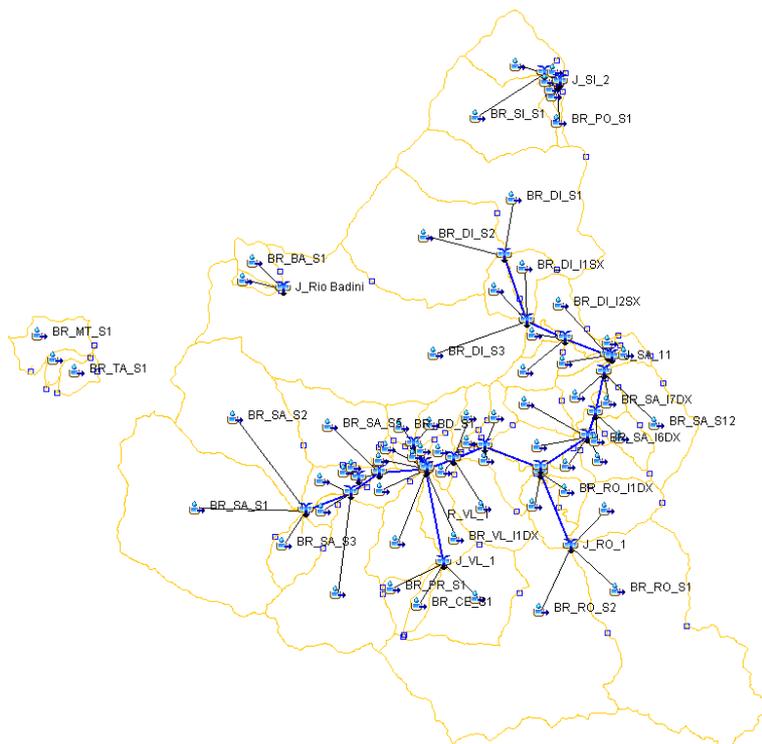


Figura 3-7: Modello idrologico semidistribuito “Firenzuola”, implementato mediante il software HEC-HMS.

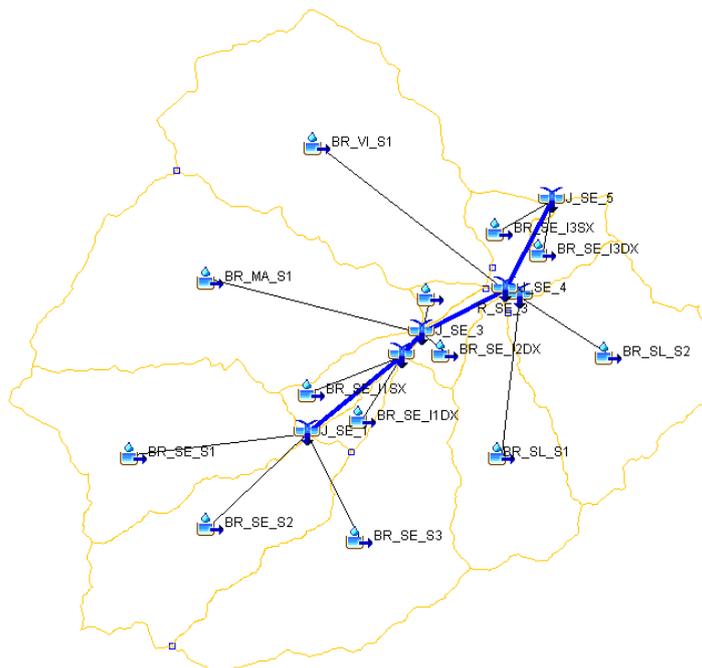


Figura 3-8: Modello idrologico semidistribuito “Palazzuolo sul Senio”, implementato mediante il software HEC-HMS.

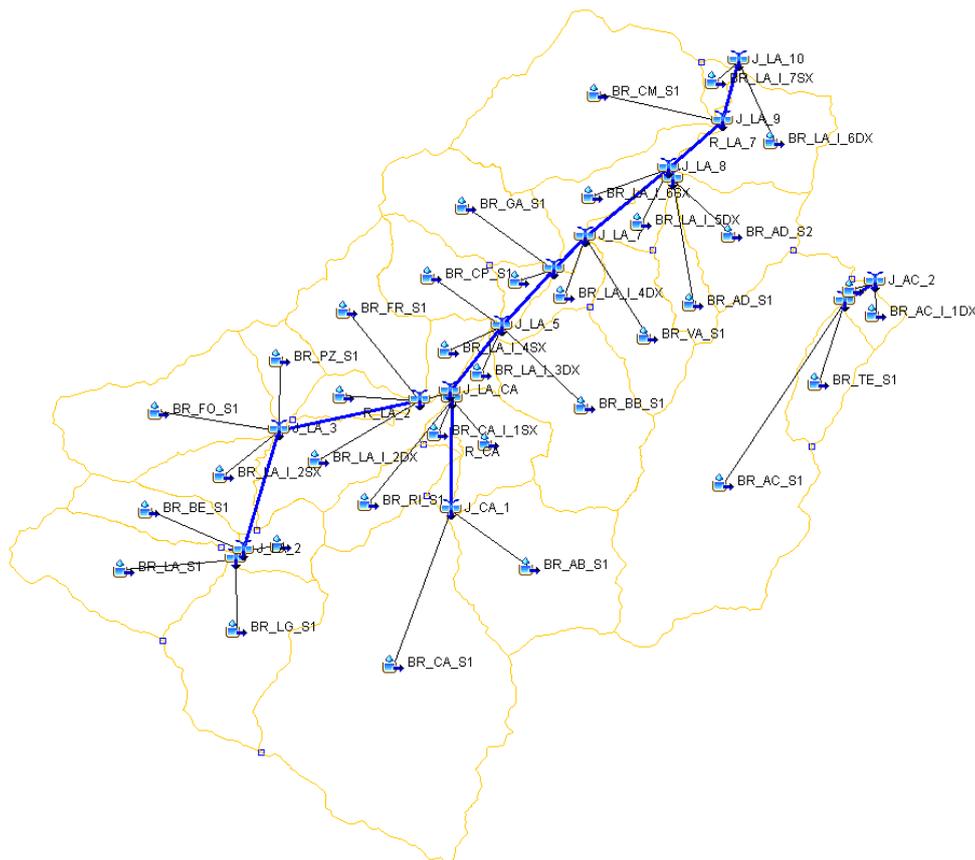


Figura 3-9: Modello idrologico semidistribuito "Marradi", implementato mediante il software HEC-HMS.

La Figura 3-11 illustra in maniera schematica e concettuale gli elementi del modello e le loro connessioni per il j-esimo segmento fluviale.

È opportuno sottolineare che nel modello idrologico della Sieve implementato con il software HMS l'invaso e la diga di Bilancino sono stati schematizzati tramite lo strumento "Reservoir", inserendone i dati tra cui la curva quota-volumi invasati e le caratteristiche geometriche e idrauliche dello sfioratore di superficie (Figura 3-10).

Il modello idrologico scelto è in sintesi un **modello di simulazione dell'evento critico** avente le seguenti caratteristiche:

- dati di pioggia da LSPR Regione Toscana (agg. dati 2012);
- durata critica assunta in prima istanza pari al tempo di corrivazione e infine determinata con procedimento iterativo in modo da massimizzare il valore della portata al colmo;
- riduzione del tasso di pioggia in base alla superficie del bacino sotteso e della durata dello scroscio secondo la formulazione di Raudkivi, 1970 (riduzione non applicata in via cautelativa);
- ietogramma costante;

- stima dell'infiltrazione mediante metodo SCS-CN (adottando il CN-III per i modelli Sieve, Firenzuola e Marradi e CN-II per Palazzuolo sul Senio);
- trasformazione afflussi deflussi basata sull'IUH del SCS per i sottobacini (con tempo di ritardo valutato a partire dal tempo di corrivazione) e sul metodo dell'onda cinematica per gli interbacini.

trasferimento dell'onda di piena lungo il reticolo idrografico principale basato sul metodo di Muskingum-Cunge.

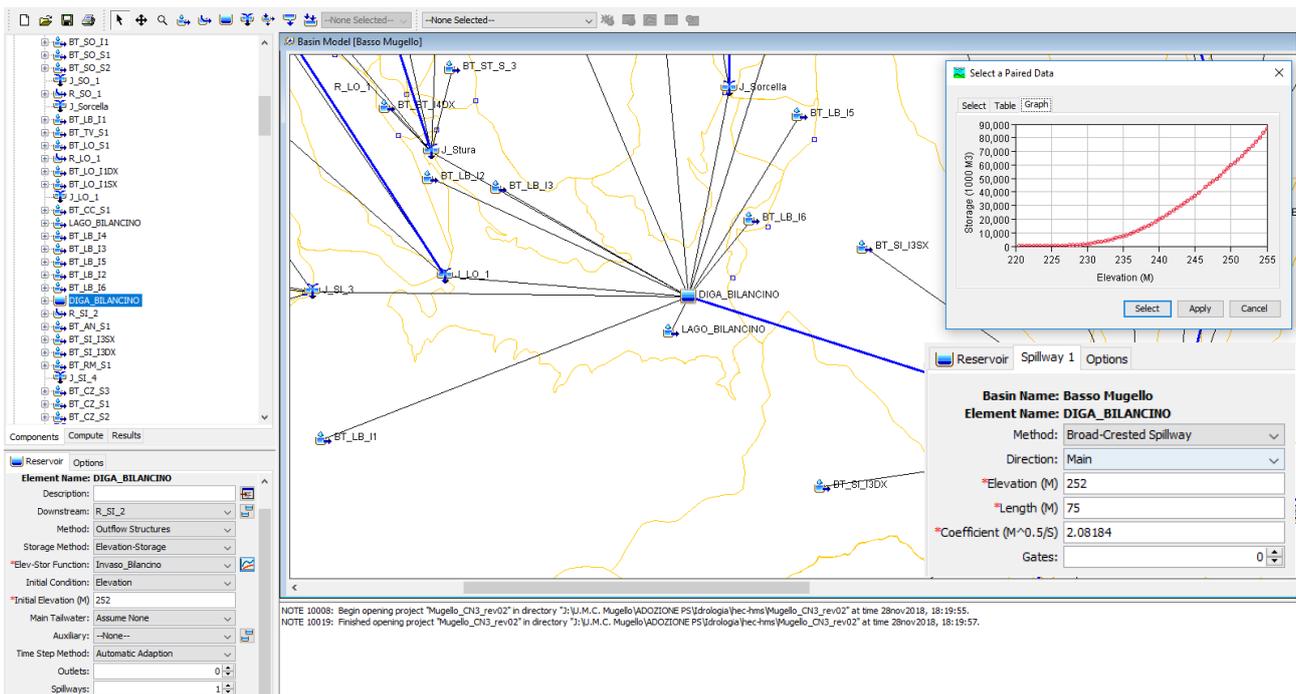


Figura 3-10: Schematizzazione idrologica dell'invaso e della della diga di Bilancino con HEC-HMS.

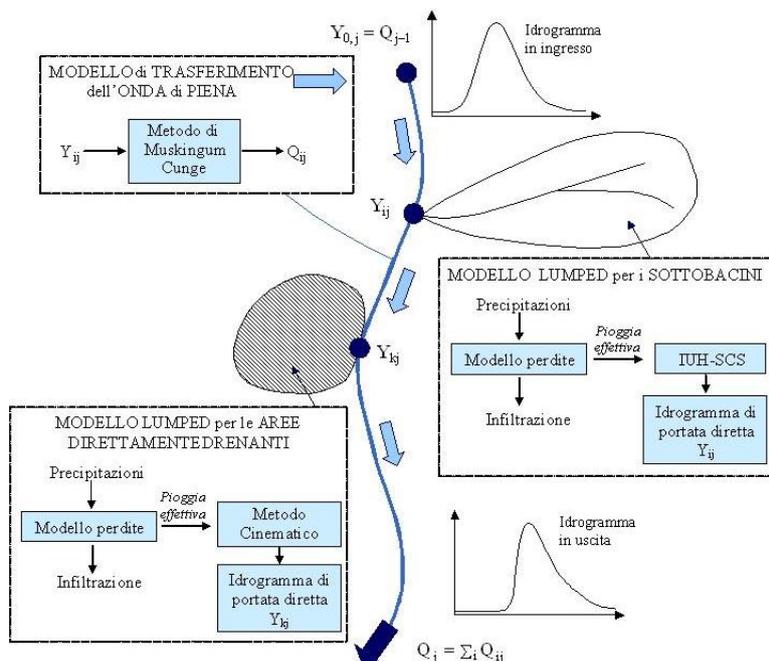


Figura 3-11: Diagramma schematico degli elementi del modello idrologico e delle loro connessioni.

Le caratteristiche morfometriche e di permeabilità dei singoli sottobacini e interbacini necessarie per le analisi idrologiche sono rappresentate in Figura 3-12, Figura 3-13 e Figura 3-14.

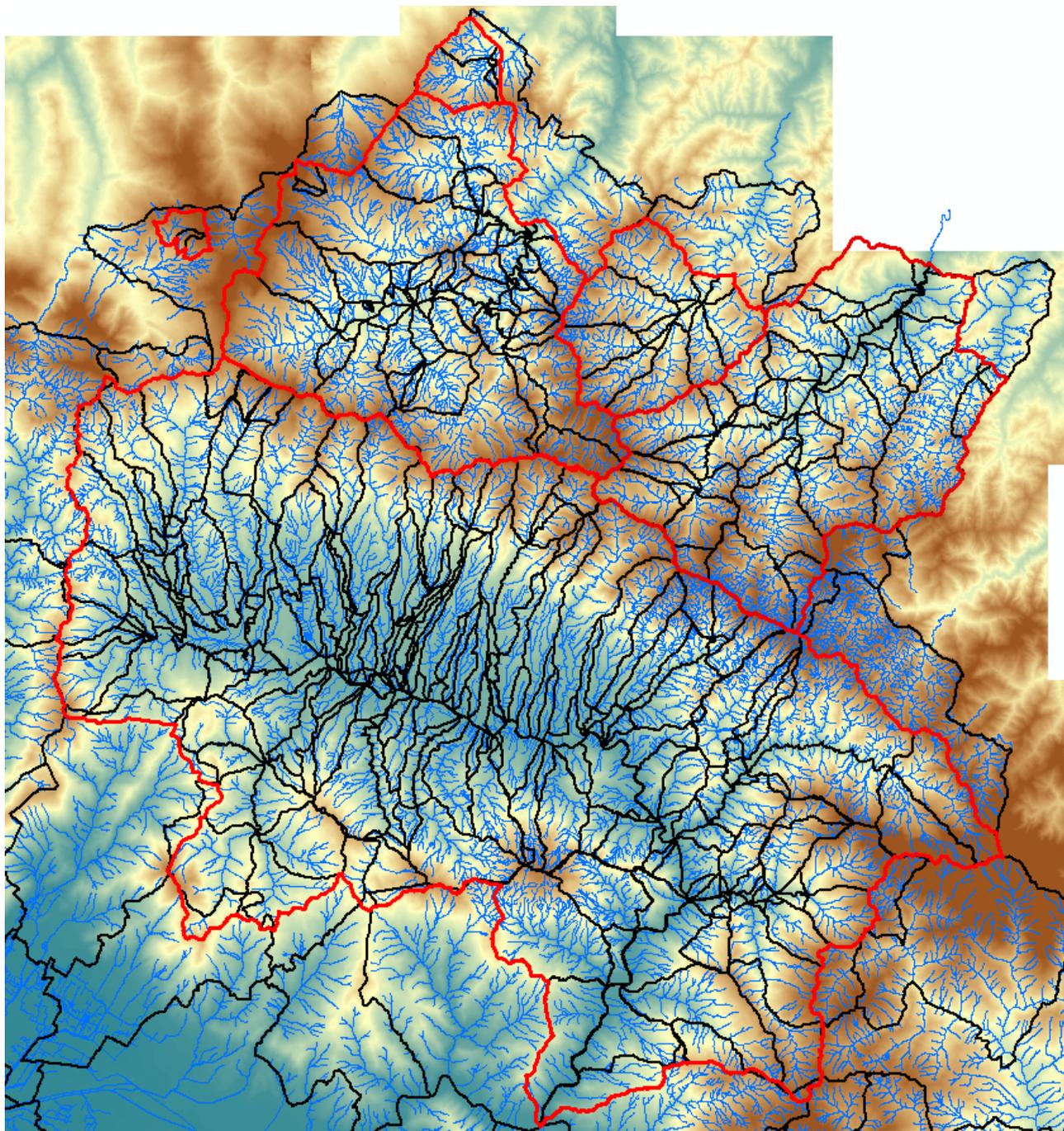


Figura 3-12: Morfologia dell'area di indagine e suddivisione in sottobacini/interbacini.

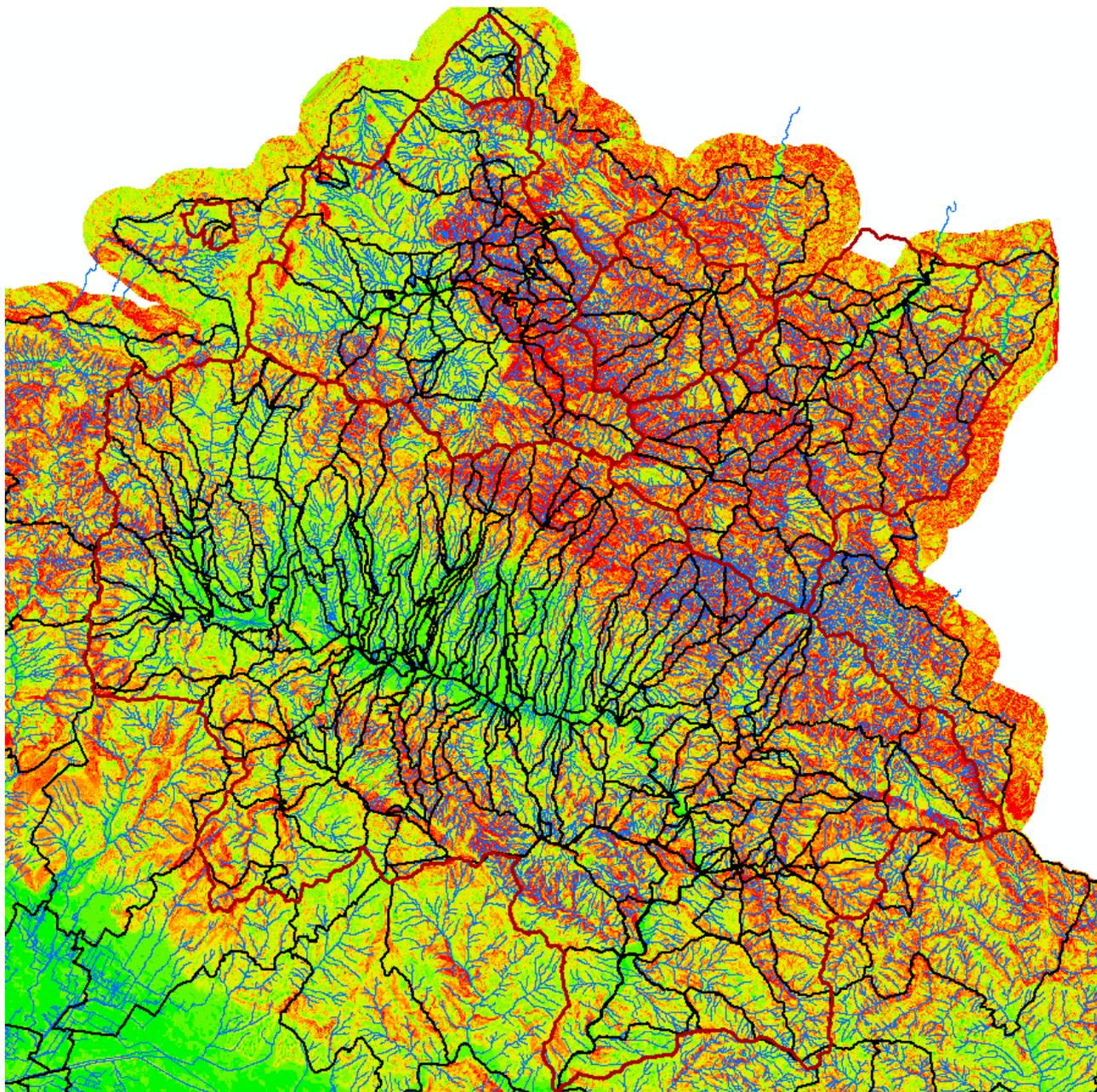


Figura 3-13: Mappa delle pendenze dell'area di indagine e suddivisione in sottobacini/interbacini.

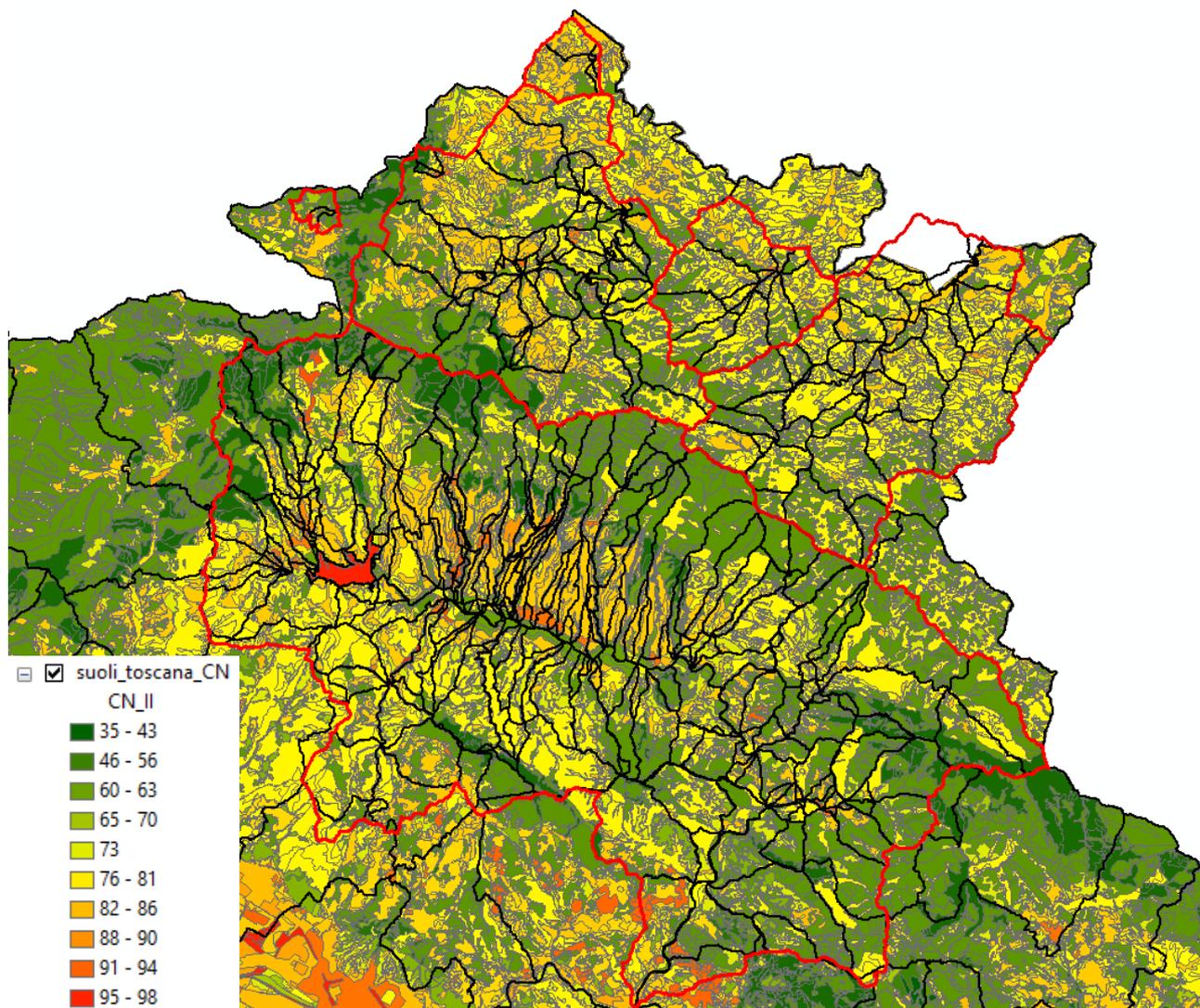


Figura 3-14: Andamento spaziale del parametro  $CN-II$  nell'area di interesse: la gradazione cromatica da verde a rosso indica aree rispettivamente da molto permeabili a sostanzialmente impermeabili. Le linee di colore rosso indicano i macro-bacini idrografici analizzati, le linee nere la suddivisione in sottobacini/interbacini.

### 3.7 Parametri idrologici dei modelli Hec-Hms

Per ciascuno dei modelli idrologici implementati, nei paragrafi seguenti si riporta il dettaglio dei parametri stimati per ciascun sottobacino ed interbacino.

In particolare, per ciascun elemento si riportano i valori di area del bacino  $S$  e Curve Number,  $CN$  ( $CN-III$  per i modelli Sieve, Firenzuola e Marradi,  $CN-II$  per Palazzuolo sul Senio). Inoltre, per ciascun sottobacino è indicato il valore del tempo di ritardo  $Tr$  (il cosiddetto "Lag") calcolato a partire dal tempo di corrivazione  $tc$ , a sua volta stimato con le formulazioni di letteratura descritte al § 3.6.1 applicabili all'elemento in esame.

Per ciascun interbacino, invece, sono riportati i valori dei parametri caratteristici per l'applicazione del modello Kinematic Wave (onda cinematica) accoppiato al modello di propagazione di Muskingum-Cunge: la superficie ideale rettangolare inclinata è definita dai

parametri lunghezza, pendenza e scabrezza; il deflusso nel canale (channel flow) da lunghezza, pendenza del corso d'acqua, scabrezza di Manning ( $n$ ), larghezza al fondo e pendenza delle sponde della sezione trasversale.

Infine, per gli elementi “reach” adottati per la propagazione dell’onda di piena lungo il reticolo idrografico principale mediante il metodo di Muskingum-Cunge, si riportano i seguenti parametri: lunghezza, pendenza del corso d'acqua, scabrezza di Manning ( $n$ ), larghezza al fondo e pendenza delle sponde della sezione trasversale.

### 3.7.1 Modello idrologico “Sieve” ( $S = 836 \text{ km}^2$ , n°262 elementi)

Elemento	Area (km2)	CN			
BT_ST_S1	17.86	85	LAGO_BILANCINO	4.35	99
BT_NA_S1	9.05	85	BT_LB_I4	2.05	89.44
BT_AG_S1	8.34	85	BT_LB_I3	1.33	91.84
BT_FM_S1	2.21	85	BT_LB_I5	0.46	89.66
BT_ST_I2SX	0.54	86.56	BT_LB_I2	0.16	85
BT_ST_I1SX	0.53	89.06	BT_LB_I6	0.15	85
BT_ST_I2DX	0.45	89.95	BT_AN_S1	12.12	95
BT_ST_I1DX	0.15	87.7	BT_SI_I3SX	7.21	95
BT_ST_I3DX	1.04	90.78	BT_SI_I3DX	5.81	95
BT_ST_S2	0.9	90.3	BT_RM_S1	5.4	95.318
BT_ST_I3SX	0.78	93.09	BT_CZ_S3	14.92	86.4
BT_ST_S_3	0.38	92.38	BT_CZ_S1	9.63	85
BT_BD_S1	0.35	92.82	BT_CZ_S2	8.78	86.5
BT_ST_I4DX	0.22	90.83	BT_CZ_S4	11.54	88.3
BT_SI_S2	6.82	85	BT_CZ_I1SX	5.09	87.74
BT_SI_S1	3.85	89.8	BT_CZ_I1DX	4.42	87.5
BT_MU_S1	7.86	89.6	BT_CZ_I2DX	6.19	87.99
BT_SC_S1	2.26	89.9	BT_CZ_I2SX	6.03	90.37
BT_SI_I1DX	0.39	91.98	BT_LE_S1	17.45	75.3
BT_SI_I1SX	0.33	93.7	CR_S1	7.08	64.3
BT_VS_S1	0.95	91.3	RC_S1	2.33	80.4
BT_SI_I2DX	0.39	87.9	BT_CR_I1SX	1.13	91.84
BT_SI_I2SX	0.03	91.16	BT_CR_I1DX	0.99	92.56
BT_SO_I1	15.53	85	BT_LE_S2	0.41	92.5
BT_SO_S1	2.11	85	BT_LE_I1DX	0.88	87.56
BT_SO_S2	2.1	85	BT_LE_I1SX	0.85	86.29
BT_LB_I1	18.75	88.5	BT_FA_I1SX	10.43	79.57
BT_TV_S1	15.12	85	BT_FA_S1	8.63	78.6
BT_LO_S1	8.48	85	BT_FA_S3	0.64	65.2
BT_LO_I1DX	3.13	85	BT_FA_S2	0.19	60.9
BT_LO_I1SX	2.2	88.61	BT_FA_I1DX	1.61	88.72
BT_CC_S1	8	86.6	BT_FA_I2DX	1.61	84.85
			BT_FA_I2SX	0.66	82.74



BT_BA_S1	8.48	79.5
BT_BA_S2	0.67	74.4
BT_BA_S3	4.27	77
BT_BA_I1DX	1.2	82.03
BT_BA_I1SX	0.58	89.5
BT_BA_I2DX	2.78	90.39
BT_BA_S4	0.85	90.7
BT_BA_I2SX	0.6	84.59
BT_BA_I3SX	0.14	85.45
BT_BA_I3DX	0.13	87.41
BT_BS_S2	4.16	78.1
BT_BS_S1	2.92	80.2
BT_BS_S3	1.13	81
BT_BS_I1DX	3.05	83.41
BT_BS_I1SX	1.94	82.81
BT_GA_S1	5.1	88.1
BT_SI_I4DX	4.33	86.45
BT_FG_S1	3.17	87.5
BT_FO_S1	1.76	90.3
BT_FO_I1	0.16	78.57
BT_DO_S1	1.75	91.6
BT_SI_S3	1.17	88.7
BT_SI_I4.5	0.25	83.43
BT_SI_I4SX	0.85	82.91
BT_FI_S1	12.48	82.8
BT_FI_S2	1.38	88.9
BT_FI_I1SX	2.83	87.69
BT_FI_I1DX	2.47	87.4
BT_CA_S1	7.86	82
BT_SI_I5SX	4.96	86.49
BT_RA_S1	2.67	90.7
BT_SI_I5DX	2.1	84.73
BT_VI_S1	2.04	92.3
BT_RI_S1	1.83	92.8
BT_SI_S_4	1.18	92.4
BT_EN_S2	5.9	79.2
BT_EN_S1	3.11	78.9
BT_EN_I1SX	2.51	77.73
BT_EN_I1DX	1.11	76.4
BT_EN_I2SX	11.12	79
BT_EN_I2DX	6.3	84.21
BT_CO_S1	7.76	84.1
BT_SR_S1	7.14	86.6
BT_SI_S5	1.41	90.1

BT_BO_S1	0.91	81.2
BT_RO_S1	0.29	87.4
BT_MO_S1	0.11	86.5
BT_MC_S1	20.63	78.8
BT_PE_S1	10.64	76.2
BT_RB_S1	8.41	78.5
BT_RF_S1	4.71	80.3
BT_PA_S1	1.72	89.4
BT_FN_S1	1.38	90.6
BT_AR_S1	10.23	81.2
BT_AR_S2	6.24	83
BT_AR_S3	2.2	71.9
BT_AR_I1	0.47	85.66
BT_SI_I6DX	7.36	81.57
BT_SI_I6SX	1.63	88.24
BT_BT_S3	4.39	80.2
BT_BT_S1	3.37	78.9
BT_BT_S2	2.78	78.6
BT_BT_I1SX	8.05	87.82
BT_BT_S4	5.12	87.9
BT_BT_I1DX	3.11	84.58
BT_BT_I2SX	0.89	87.12
BT_BT_I2DX	0.74	85.16
BT_SI_I7SX	0.4	85.47
BT_SG_S2	12.37	79
BT_SG_S1	9.95	70.8
BT_SG_I1DX	22.1	82.28
BT_SG_I1SX	13.68	76.42
BT_SG_S4	12.35	84.1
BT_SG_S3	5.31	80.6
BT_SG_I2DX	3.44	82.13
BT_SG_I2SX	6.72	76.92
BT_SG_I3SX	2.04	81.47
BT_SG_I3DX	1.59	83.81
BT_SI_I8SX	8	85.71
BT_BR_S1	7.52	84.1
BT_SI_I8DX	7.36	82.96
BT_RG_S1	4.67	84.9
BT_SI_I9SX	0.84	85.85
BT_CE_S1	0.84	89.3
BT_SI_I9DX	0.67	87.78
BT_MS_S1	9.61	69.7
BT_MS_I1DX	0.75	85.51
BT_MS_S4	9.51	74.7



BT_MS_S2	6.82	79.4
BT_MS_I1SX	0.68	78.21
BT_MS_S3	5.19	81.5
BT_MS_S5	21.76	79.6
BT_MS_S6	3.98	82.8
BT_MS_I3DX	1.7	86.01
BT_MS_I2DX	0.54	90.78
BT_MS_I3SX	0.54	87.77
BT_MS_I2SX	0.37	87.3
BT_MS_I4SX	1.26	84.36
BT_MS_I4DX	0.8	84.3
BT_SI_I10SX	3.17	83.37

BT_SI_I10DX	1.75	86.03
BT_SA_S1	0.63	86.8
BT_RU_S1	21.24	80.8
BT_AM_S1	20.12	83.6
BT_SI_I11SX	12.29	77.67
BT_US_S1	10.1	84.4
BT_SI_I11DX	6.37	84.01
BT_SI_I12SX	18.45	82
BT_SI_I12DX	12.31	87.93

Sottobacino	LAG (min)
BT_ST_S1	84
BT_NA_S1	71
BT_AG_S1	88
BT_FM_S1	34
BT_ST_S2	33
BT_ST_S_3	9
BT_BD_S1	16
BT_SI_S2	52
BT_SI_S1	27
BT_MU_S1	61
BT_SC_S1	39
BT_VS_S1	29
BT_SO_S1	29
BT_SO_S2	17
BT_LB_I1	30
BT_TV_S1	102
BT_LO_S1	60
BT_CC_S1	65
BT_LB_I4	7
BT_LB_I3	5
BT_LB_I5	29
BT_LB_I2	16
BT_LB_I6	2
BT_AN_S1	101
BT_RM_S1	81
BT_CZ_S3	74
BT_CZ_S1	42
BT_CZ_S2	63
BT_CZ_S4	67
BT_LE_S1	117
CR_S1	56

RC_S1	34
BT_LE_S2	22
BT_FA_S1	58
BT_FA_S3	9
BT_FA_S2	6
BT_BA_S1	58
BT_BA_S2	25
BT_BA_S3	60
BT_BA_S4	28
BT_BS_S2	31
BT_BS_S1	26
BT_BS_S3	20
BT_GA_S1	55
BT_FG_S1	49
BT_FO_S1	60
BT_DO_S1	67
BT_SI_S3	40
BT_FI_S1	66
BT_FI_S2	18
BT_CA_S1	91
BT_RA_S1	78
BT_VI_S1	54
BT_RI_S1	62
BT_SI_S_4	40
BT_EN_S2	44
BT_EN_S1	19
BT_CO_S1	62
BT_SR_S1	74
BT_SI_S5	31
BT_BO_S1	25
BT_RO_S1	11
BT_MO_S1	6

BT_MC_S1	152
BT_PE_S1	115
BT_RB_S1	53
BT_RF_S1	51
BT_PA_S1	54
BT_FN_S1	43
BT_AR_S1	85
BT_AR_S2	85
BT_AR_S3	62
BT_BT_S3	40
BT_BT_S1	34
BT_BT_S2	23
BT_BT_S4	47
BT_SG_S2	54
BT_SG_S1	42
BT_SG_S4	67
BT_SG_S3	51
BT_BR_S1	45
BT_RG_S1	39
BT_CE_S1	15
BT_MS_S1	36
BT_MS_S4	49
BT_MS_S2	30
BT_MS_S3	31
BT_MS_S5	86
BT_MS_S6	31
BT_SA_S1	15
BT_RU_S1	88
BT_AM_S1	86
BT_US_S1	47



Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Area (%)
BT_ST_I2SX(Plane 1)	285	0.152	0.3	100
BT_ST_I1SX(Plane 1)	242	0.241	0.3	100
BT_ST_I2DX(Plane 1)	433	0.094	0.3	100
BT_ST_I1DX(Plane 1)	156	0.195	0.3	100
BT_ST_I3DX(Plane 1)	563	0.144	0.3	100
BT_ST_I3SX(Plane 1)	281	0.075	0.3	100
BT_ST_I4DX(Plane 1)	96	0.045	0.3	100
BT_SI_I1DX(Plane 1)	364	0.060	0.3	100
BT_SI_I1SX(Plane 1)	128	0.053	0.3	100
BT_SI_I2DX(Plane 1)	128	0.100	0.3	100
BT_SI_I2SX(Plane 1)	56	0.052	0.3	100
BT_SO_I1(Plane 1)	429	0.190	0.3	52
BT_SO_I1(Plane 2)	391	0.190	0.3	48
BT_LO_I1DX(Plane 1)	322	0.169	0.3	100
BT_LO_I1SX(Plane 1)	226	0.075	0.3	100
BT_SI_I3SX(Plane 1)	1245	0.086	0.3	93
BT_SI_I3SX(Plane 2)	190	0.086	0.3	7
BT_SI_I3DX(Plane 1)	1004	0.190	0.3	100
BT_CZ_I1SX(Plane 1)	626	0.312	0.3	100
BT_CZ_I1DX(Plane 1)	1086	0.234	0.3	100
BT_CZ_I2DX(Plane 1)	1078	0.224	0.3	100
BT_CZ_I2SX(Plane 1)	870	0.243	0.3	100
BT_CR_I1SX(Plane 1)	121	0.050	0.3	100
BT_CR_I1DX(Plane 1)	105	0.072	0.3	100
BT_LE_I1DX(Plane 1)	132	0.034	0.3	100
BT_LE_I1SX(Plane 1)	128	0.053	0.3	100
BT_FA_I1SX(Plane 1)	1226	0.322	0.3	100
BT_FA_I1DX(Plane 1)	231	0.449	0.3	100
BT_FA_I2DX(Plane 1)	352	0.233	0.3	100
BT_FA_I2SX(Plane 1)	161	0.088	0.3	100
BT_BA_I1DX(Plane 1)	383	0.068	0.3	100
BT_BA_I1SX(Plane 1)	107	0.038	0.3	100
BT_BA_I2DX(Plane 1)	1103	0.060	0.3	100
BT_BA_I2SX(Plane 1)	109	0.034	0.3	100
BT_BA_I3SX(Plane 1)	153	0.026	0.3	100
BT_BA_I3DX(Plane 1)	110	0.010	0.3	100
BT_BS_I1DX(Plane 1)	169	0.105	0.3	100
BT_BS_I1SX(Plane 1)	104	0.141	0.3	100
BT_SI_I4DX(Plane 1)	936	0.086	0.3	100
BT_FO_I1(Plane 1)	171	0.018	0.3	75



BT_FO_I1(Plane 2)	43	0.018	0.3	25
BT_SI_I4.5(Plane 1)	93	0.028	0.3	56
BT_SI_I4.5(Plane 2)	181	0.028	0.3	44
BT_SI_I4SX(Plane 1)	359	0.026	0.3	100
BT_FI_I1SX(Plane 1)	236	0.297	0.3	100
BT_FI_I1DX(Plane 1)	207	0.319	0.3	100
BT_SI_I5SX(Plane 1)	307	0.022	0.3	100
BT_SI_I5DX(Plane 1)	711	0.090	0.3	100
BT_EN_I1SX(Plane 1)	375	0.561	0.3	100
BT_EN_I1DX(Plane 1)	331	0.556	0.3	100
BT_EN_I2SX(Plane 1)	555	0.216	0.3	100
BT_EN_I2DX(Plane 1)	315	0.251	0.3	100
BT_AR_I1(Plane 1)	187	0.109	0.3	100
BT_SI_I6DX(Plane 1)	970.41	0.174	0.3	100
BT_SI_I6SX(Plane 1)	671	0.055	0.3	100
BT_BT_I1SX(Plane 1)	971	0.350	0.3	100
BT_BT_I1DX(Plane 1)	971	0.396	0.3	100
BT_BT_I2SX(Plane 1)	291	0.118	0.3	100
BT_BT_I2DX(Plane 1)	264	0.147	0.3	100
BT_SI_I7SX(Plane 1)	223	0.140	0.3	100
BT_SG_I1DX(Plane 1)	1729	0.448	0.3	100
BT_SG_I1SX(Plane 1)	1750	0.419	0.3	100
BT_SG_I2DX(Plane 1)	692	0.427	0.3	100
BT_SG_I2SX(Plane 1)	1089	0.380	0.3	100
BT_SG_I3SX(Plane 1)	606	0.373	0.3	100
BT_SG_I3DX(Plane 1)	598	0.367	0.3	100
BT_SI_I8SX(Plane 1)	1299	0.245	0.3	100
BT_SI_I8DX(Plane 1)	980	0.196	0.3	100
BT_SI_I9SX(Plane 1)	505	0.157	0.3	100
BT_SI_I9DX(Plane 1)	258	0.291	0.3	100
BT_MS_I1DX(Plane 1)	440	0.413	0.3	100
BT_MS_I1SX(Plane 1)	360	0.484	0.3	100
BT_MS_I3DX(Plane 1)	715	0.328	0.3	100
BT_MS_I2DX(Plane 1)	362	0.360	0.3	100
BT_MS_I3SX(Plane 1)	366	0.477	0.3	100
BT_MS_I2SX(Plane 1)	250	0.366	0.3	100
BT_MS_I4SX(Plane 1)	492	0.474	0.3	100
BT_MS_I4DX(Plane 1)	449	0.237	0.3	100
BT_SI_I10SX(Plane 1)	723	0.249	0.3	100
BT_SI_I10DX(Plane 1)	649	0.396	0.3	100
BT_SI_I11SX(Plane 1)	1391	0.252	0.3	100
BT_SI_I11DX(Plane 1)	1059	0.388	0.3	100
BT_SI_I12SX(Plane 1)	1686	0.190	0.3	100
BT_SI_I12DX(Plane 1)	1127	0.219	0.3	100



Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Shape	Manning's n	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
BT_ST_I2SX	954.27	0.0097	Trapezoid	0.06	15.1	0.19
BT_ST_I1SX	1105.63	0.0166	Trapezoid	0.06	13.1	0.99
BT_ST_I2DX	954.27	0.00973	Trapezoid	0.06	15.1	0.19
BT_ST_I1DX	1105.63	0.0166	Trapezoid	0.06	13.1	0.99
BT_ST_I3DX	1524.86	0.007	Trapezoid	0.06	11.1	1.43
BT_ST_I3SX	2050.69	0.007	Trapezoid	0.06	11.1	1.43
BT_ST_I4DX	1126.17	0.0023	Trapezoid	0.06	6.52	2.23
BT_SI_I1DX	1297.56	0.014	Trapezoid	0.06	8.5	0.58
BT_SI_I1SX	1297.56	0.014	Trapezoid	0.06	8.5	0.58
BT_SI_I2DX	509.62	0.008	Trapezoid	0.06	15	0.92
BT_SI_I2SX	426.44	0.008	Trapezoid	0.06	15	0.92
BT_SO_I1	9479.81	0.0199	Trapezoid	0.06	6.75	1.35
BT_LO_I1DX	4863.6	0.016	Trapezoid	0.06	8.2	1.17
BT_LO_I1SX	4863.6	0.016	Trapezoid	0.06	8.2	1.17
BT_SI_I3SX	5563.96	0.0077	Trapezoid	0.06	23.64	1.013
BT_SI_I3DX	4948.54	0.0049	Trapezoid	0.06	23.64	1.013
BT_CZ_I1SX	4064.86	0.0099	Trapezoid	0.06	11	1.75
BT_CZ_I1DX	4064.86	0.0099	Trapezoid	0.06	11	1.75
BT_CZ_I2DX	6226.87	0.0092	Trapezoid	0.06	12.3	1.05
BT_CZ_I2SX	6226.87	0.0092	Trapezoid	0.06	12.3	1.05
BT_CR_I1SX	4971.75	0.0188	Trapezoid	0.06	4.33	1.47
BT_CR_I1DX	4971.75	0.0188	Trapezoid	0.06	4.33	1.47
BT_LE_I1DX	3328.56	0.0087	Trapezoid	0.06	3.2	2.38
BT_LE_I1SX	3328.56	0.0087	Trapezoid	0.06	3.2	2.38
BT_FA_I1SX	7183.05	0.0237	Trapezoid	0.06	6.35	2.09
BT_FA_I1DX	6887.95	0.0237	Trapezoid	0.06	6.35	2.09
BT_FA_I2DX	2477.13	0.0081	Trapezoid	0.06	4.4	1.46
BT_FA_I2SX	2477.13	0.0081	Trapezoid	0.06	4.4	1.46
BT_BA_I1DX	2722.48	0.0172	Trapezoid	0.06	3.9	2.44
BT_BA_I1SX	2722.48	0.0172	Trapezoid	0.06	3.9	2.44
BT_BA_I2DX	2736.43	0.0093	Trapezoid	0.06	4.5	0.74
BT_BA_I2SX	2736.43	0.0093	Trapezoid	0.06	4.5	0.74
BT_BA_I3SX	771.96	0.0087	Trapezoid	0.06	7.15	0.67
BT_BA_I3DX	771.96	0.0087	Trapezoid	0.06	7.8	1.57
BT_BS_I1DX	9049.23	0.0221	Trapezoid	0.06	3.74	0.65
BT_BS_I1SX	9332.77	0.0221	Trapezoid	0.06	3.74	0.65
BT_SI_I4DX	3898.81	0.0026	Trapezoid	0.06	23.9	1.08
BT_FO_I1	473.1	0.0106	Trapezoid	0.06	3.38	1.25
BT_SI_I4.5	724.83	0.0055	Trapezoid	0.06	1.2	1.76
BT_SI_I4SX	2734.79	0.0026	Trapezoid	0.06	23.9	1.08
BT_FI_I1SX	5973.1	0.0126	Trapezoid	0.06	5	1.49



BT_FI_I1DX	5973.1	0.0126	Trapezoid	0.06	5	1.49
BT_SI_I5SX	8078.2	0.00187	Trapezoid	0.06	23.505	2.18
BT_SI_I5DX	1991.8	0.0017	Trapezoid	0.06	26.31	1.06
BT_EN_I1SX	3356.84	0.0621	Trapezoid	0.06	4.5	1
BT_EN_I1DX	3356.84	0.0621	Trapezoid	0.06	4.5	1
BT_EN_I2SX	10090.67	0.0228	Trapezoid	0.06	7.6	1.15
BT_EN_I2DX	10090.67	0.0228	Trapezoid	0.06	7.6	1.15
BT_AR_I1	1869.23	0.0128	Trapezoid	0.06	3.35	3.33
BT_SI_I6DX	4868.72	0.022	Trapezoid	0.06	20.52	2.095
BT_SI_I6SX	2413.16	0.0027	Trapezoid	0.06	20.8	1.67
BT_BT_I1SX	6895.09	0.0392	Trapezoid	0.06	3	2.67
BT_BT_I1DX	6895.09	0.0392	Trapezoid	0.06	3	2.67
BT_BT_I2SX	2149.63	0.0183	Trapezoid	0.06	4.53	1.39
BT_BT_I2DX	2149.63	0.0183	Trapezoid	0.06	4.53	1.39
BT_SI_I7SX	1066.25	0.0059	Trapezoid	0.06	20.8	1.67
BT_SG_I1DX	9581.08	0.0222	Trapezoid	0.06	12.35	1.1
BT_SG_I1SX	9581.08	0.0222	Trapezoid	0.06	12.35	1.1
BT_SG_I2DX	3828.25	0.0123	Trapezoid	0.06	12.35	1.1
BT_SG_I2SX	3828.25	0.0123	Trapezoid	0.06	12.35	1.1
BT_SG_I3SX	1932.92	0.0196	Trapezoid	0.06	13.2	10.7
BT_SG_I3DX	1932.92	0.0196	Trapezoid	0.06	13.2	10.7
BT_SI_I8SX	6504.15	0.002	Trapezoid	0.06	22.37	1.05
BT_SI_I8DX	8179.48	0.002	Trapezoid	0.06	22.37	1.05
BT_SI_I9SX	1968.36	0.002	Trapezoid	0.06	22.37	1.05
BT_SI_I9DX	1563.74	0.002	Trapezoid	0.06	22.37	1.05
BT_MS_I1DX	1911.98	0.0528	Trapezoid	0.06	6	2.98
BT_MS_I1SX	1911.98	0.0528	Trapezoid	0.06	6	2.98
BT_MS_I3DX	1603.76	0.0226	Trapezoid	0.06	6	2.98
BT_MS_I2DX	1428.92	0.0343	Trapezoid	0.06	6	2.98
BT_MS_I3SX	1603.76	0.0226	Trapezoid	0.06	6	2.98
BT_MS_I2SX	1428.92	0.0343	Trapezoid	0.06	6	2.98
BT_MS_I4SX	1604.94	0.0204	Trapezoid	0.06	14.75	0.58
BT_MS_I4DX	1604.94	0.0204	Trapezoid	0.06	14.75	0.58
BT_SI_I10SX	2827.74	0.0036	Trapezoid	0.06	23.12	1.74
BT_SI_I10DX	2850.934	0.0036	Trapezoid	0.06	23.12	1.74
BT_SI_I11SX	6546.14	0.0039	Trapezoid	0.06	23.8	1.4
BT_SI_I11DX	7341.28	0.0039	Trapezoid	0.06	23.8	1.4
BT_SI_I12SX	9301.87	0.0036	Trapezoid	0.06	33.8	1.58
BT_SI_I12DX	8560.8	0.0036	Trapezoid	0.06	33.8	1.58

Reach	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Shape	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
R_ST_1	2059.9	0.011	0.06	Trapezoid	14.1	0.6
R_ST_2	2650.15	0.011	0.06	Trapezoid	7.5	4.47



R_SI_1	1297.56	0.014	0.06	Trapezoid	8.5	0.58
R_SO_1	9479.81	0.0199	0.06	Trapezoid	6.75	1.35
R_LO_1	4863.6	0.016	0.06	Trapezoid	8.2	1.17
R_SI_2	6417.78	0.0067	0.06	Trapezoid	23.64	1.013
R_CZ_1	4064.86	0.0099	0.06	Trapezoid	11	1.75
R_CZ_2	6226.87	0.0092	0.06	Trapezoid	12.3	1.05
R_CR_1	4971.75	0.0188	0.06	Trapezoid	4.33	1.47
R_LE_1	3328.56	0.0087	0.06	Trapezoid	3.2	2.38
R_SI_3	3898.81	0.0026	0.06	Trapezoid	23.9	1.08
R_FA_1	7183.05	0.0237	0.06	Trapezoid	6.35	2.09
R_FA_2	2477.13	0.0081	0.06	Trapezoid	4.4	1.46
R_BA_1	2722.48	0.0172	0.06	Trapezoid	3.9	2.44
R_BA_2	2736.43	0.0093	0.06	Trapezoid	4.5	0.74
R_BS_1	9332.77	0.0221	0.06	Trapezoid	3.74	0.65
R_SI_4	2645.635	0.0017	0.06	Trapezoid	26.31	1.06
R_FI_1	5973.1	0.0126	0.06	Trapezoid	5	1.49
R_SI_5	2646.14	0.00204	0.06	Trapezoid	20.7	3.3
R_EN_1	3356.84	0.0621	0.06	Trapezoid	4.5	1
R_EN_2	10090.67	0.0228	0.06	Trapezoid	7.6	1.15
R_SI_6	2799.12	0.0017	0.06	Trapezoid	20.25	2.72
R_SI_7	2015.05	0.0027	0.06	Trapezoid	20.8	1.67
R_BT_1	6895.09	0.0392	0.06	Trapezoid	3	2.67
R_SI_8	8472.51	0.002	0.06	Trapezoid	22.37	1.05
R_SG_1	9581.08	0.0222	0.06	Trapezoid	12.35	1.1
R_SG_2	3828.25	0.0123	0.06	Trapezoid	12.35	1.1
R_SG_3	1932.92	0.0196	0.06	Trapezoid	13.2	10.7
R_SI_9	3022.43	0.0036	0.06	Trapezoid	23.12	1.74
R_MS_1	3032.68	0.0281	0.06	Trapezoid	6	2.98
R_MS_2	1604.94	0.0204	0.06	Trapezoid	14.75	0.58
R_SI_10	6546.14	0.0039	0.06	Trapezoid	23.8	1.4
R_SI_11	9301.87	0.0036	0.06	Trapezoid	33.8	1.58

### 3.7.2 Modello idrologico "Firenzuola" (S = 218 km<sup>2</sup>, n°106 elementi)

Elemento	Area (km <sup>2</sup> )	CN
BR_SA_S1	19.4	92
BR_SA_S2	10.99	92
BR_SA_S3	2.32	92
BR_SA_S4	9.67	92
BR_SA_I_1SX	1.56	91.37
BR_SA_I_1DX	0.62	81.64
BR_SA_S5	5.34	91

BR_AL_S1	0.07	91.3
BR_AL_S2	0.06	91.3
BR_VL_S1	6.27	88.6
BR_PR_S1	1.19	66.1
BR_CE_S1	0.8	83
BR_VL_I1SX	3.8	84.83
BR_VL_I1DX	2.36	90.19
BR_BD_S2	1.4	91.2
BR_BD_S1	1.06	90.4



BR_BD_I_1SX	0.23	91.93
BR_BD_I_1DX	0.11	89.11
BR_SA_I_2DX	1.23	87.32
BR_SA_I_2SX	0.71	83.49
BR_PN_S1	0.16	92.3
BR_SA_S6	3.9	85.9
BR_SA_S7	1.19	88.7
BR_SA_I3SX	0.58	89.36
BR_SA_I3DX	0.39	88.52
BR_SA_I4DX	1.59	81.15
BR_SA_S8	1.02	89.9
BR_SA_I4SX	0.24	86.62
BR_RO_S2	21.08	92
BR_RO_S1	19.65	92
BR_RO_S3	3.32	86
BR_RO_I1SX	1.96	83.84
BR_RO_I1DX	0.97	87.22
BR_SA_I5DX	2.26	81.63
BR_SA_S9	1.88	89.4
BR_SA_S10	1.54	82.3
BR_SA_I5SX	0.86	87.88
BR_SA_S11	1.44	84.8
BR_SA_I6DX	0.44	85.91
BR_SA_S12	4.44	85
BR_SA_I6SX	1.67	86.85

BR_SA_I7DX	0.77	85.05
BR_DI_S3	27.96	84.5
BR_DI_S1	12.63	89.9
BR_DI_S2	12.23	87.8
BR_DI_I1SX	1.55	89.05
BR_DI_I1DX	1.37	84.5
BR_DI_S4	1.68	85.5
BR_DI_I2DX	0.65	89.46
BR_DI_I2SX	2.37	89.51
BR_SA_I8DX	0.75	82.52
BR_DI_I3DX	0.73	82.98
BR_SA_I8SX	0.21	91.62
BR_MT_S1	2.37	80.5
BR_BR_S1	0.6	85.8
BR_TA_S1	0.91	82.3
BR_BA_S1	1.19	70
BR_BA_S2	0.46	76.1
BR_SI_S1	7.13	89.2
BR_SI_S2	3.29	91.6
BR_PO_S1	0.45	88.8
BR_PO_I1DX	0.21	90.59
BR_PO_I1SX	0.02	92.35
BR_SI_I1SX	0.24	92.03
BR_SI_I1DX	0.09	92.35

Sottobacino	LAG (min)
BR_SA_S1	102
BR_SA_S2	54
BR_SA_S3	26
BR_SA_S4	50
BR_SA_S5	38
BR_AL_S1	11
BR_AL_S2	11
BR_VL_S1	31
BR_PR_S1	29
BR_CE_S1	25
BR_BD_S2	26

BR_BD_S1	22
BR_PN_S1	13
BR_SA_S6	30
BR_SA_S7	17
BR_SA_S8	13
BR_RO_S2	78
BR_RO_S1	74
BR_RO_S3	29
BR_SA_S9	18
BR_SA_S10	17
BR_SA_S11	16
BR_SA_S12	32

BR_DI_S3	103
BR_DI_S1	63
BR_DI_S2	53
BR_DI_S4	26
BR_MT_S1	16
BR_BR_S1	12
BR_TA_S1	11
BR_BA_S1	23
BR_BA_S2	20
BR_SI_S1	36
BR_SI_S2	21
BR_PO_S1	15

Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Area (%)
BR_SA_I_1SX(Plane 1)	269	0.120	0.1	100
BR_SA_I_1DX(Plane 1)	342.46	0.170	0.1	100
BR_VL_I1SX(Plane 1)	833.91	0.200	0.1	100



BR_VL_I1DX(Plane 1)	352	0.160	0.1	100
BR_BD_I_1SX(Plane 1)	214.89	0.110	0.1	100
BR_BD_I_1DX(Plane 1)	62.88	0.050	0.1	100
BR_SA_I_2DX(Plane 1)	242.78	0.170	0.1	100
BR_SA_I_2SX(Plane 1)	249	0.090	0.1	100
BR_SA_I3SX(Plane 1)	374	0.180	0.1	100
BR_SA_I3DX(Plane 1)	312	0.150	0.1	100
BR_SA_I4DX(Plane 1)	483	0.630	0.1	100
BR_SA_I4SX(Plane 1)	194.38	0.680	0.1	100
BR_RO_I1SX(Plane 1)	371	0.750	0.1	100
BR_RO_I1DX(Plane 1)	385	0.590	0.1	100
BR_SA_I5DX(Plane 1)	394	0.610	0.1	100
BR_SA_I5SX(Plane 1)	593.42	0.530	0.1	100
BR_SA_I6DX(Plane 1)	237	0.560	0.1	100
BR_SA_I6SX(Plane 1)	470	0.560	0.1	100
BR_SA_I7DX(Plane 1)	341	0.570	0.1	100
BR_DI_I1SX(Plane 1)	549.38	0.410	0.1	100
BR_DI_I1DX(Plane 1)	278.79	0.500	0.1	100
BR_DI_I2DX(Plane 1)	322	0.550	0.1	100
BR_DI_I2SX(Plane 1)	614	0.510	0.1	100
BR_SA_I8DX(Plane 1)	262	0.480	0.1	100
BR_DI_I3DX(Plane 1)	328.72	0.610	0.1	100
BR_SA_I8SX(Plane 1)	234	0.350	0.1	100
BR_PO_I1DX(Plane 1)	321.3	0.310	0.1	100
BR_PO_I1SX(Plane 1)	25.06	0.160	0.1	100
BR_SI_I1SX(Plane 1)	253.4825	0.220	0.1	100
BR_SI_I1DX(Plane 1)	143.62	0.100	0.1	100

Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Shape	Manning's n	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
BR_SA_I_1SX	2890.78	0.0104	Trapezoid	0.035	30.88	1.52
BR_SA_I_1DX	1544.88	0.0117	Trapezoid	0.035	28.96	1.27
BR_VL_I1SX	3221.03	0.0129	Trapezoid	0.035	23.44	1.37
BR_VL_I1DX	3347.52	0.0131	Trapezoid	0.035	23.44	1.37
BR_BD_I_1SX	838.99	0.0163	Trapezoid	0.035	3.9	1.36
BR_BD_I_1DX	838.99	0.0163	Trapezoid	0.035	3.9	1.36
BR_SA_I_2DX	2529.16	0.0099	Trapezoid	0.035	33.15	1.61
BR_SA_I_2SX	1434.59	0.0091	Trapezoid	0.035	33.5	1.43
BR_SA_I3SX	1097.08	0.0087	Trapezoid	0.035	35.09	1.44
BR_SA_I3DX	814.28	0.0086	Trapezoid	0.035	35.09	1.44
BR_SA_I4DX	3166.76	0.0183	Trapezoid	0.035	39.35	1.08
BR_SA_I4SX	799.13	0.0076	Trapezoid	0.035	38.2	1.48
BR_RO_I1SX	4061.14	0.0221	Trapezoid	0.035	10.9	1.25
BR_RO_I1DX	3062.2	0.0213	Trapezoid	0.035	10.9	1.25
BR_SA_I5DX	2570.87	0.0066	Trapezoid	0.035	39.7	0.67



BR_SA_I5SX	4212.25	0.0252	Trapezoid	0.035	40.1	0.68
BR_SA_I6DX	1793.60	0.0082	Trapezoid	0.035	39.7	0.67
BR_SA_I6SX	4664.71	0.0089	Trapezoid	0.035	39.95	0.88
BR_SA_I7DX	1704.61	0.01	Trapezoid	0.035	40.2	1.09
BR_DI_I1SX	2463.38	0.0187	Trapezoid	0.035	11.4	0.56
BR_DI_I1DX	2463.38	0.0187	Trapezoid	0.035	11.4	0.56
BR_DI_I2DX	2068.94	0.014	Trapezoid	0.035	13.2	0.99
BR_DI_I2SX	3977.62	0.0152	Trapezoid	0.035	17.9	0.74
BR_SA_I8DX	1729.17	0.01	Trapezoid	0.035	50.6	0.93
BR_DI_I3DX	1908.68	0.0165	Trapezoid	0.035	22.6	0.49
BR_SA_I8SX	982.67	0.0094	Trapezoid	0.035	50.6	0.93
BR_PO_I1DX	486.96	0.154	Trapezoid	0.035	3	1
BR_PO_I1SX	403.92	0.1783	Trapezoid	0.035	3	1
BR_SI_I1SX	620.57	0.0274	Trapezoid	0.035	5	1
BR_SI_I1DX	537.52	0.0223	Trapezoid	0.035	5	1

Reach	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Shape	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
R_SA_1	1544.9	0.0117	0.035	Trapezoid	28.96	1.27
R_SA_2	1117.9	0.0224	0.035	Trapezoid	32.8	1.78
R_SA_3	1434.6	0.0091	0.035	Trapezoid	33.5	1.43
R_VL_1	3221.0	0.0129	0.035	Trapezoid	23.44	1.37
R_BD_1	839.0	0.0163	0.035	Trapezoid	3.9	1.36
R_SA_4	814.3	0.0086	0.035	Trapezoid	35.09	1.44
R_SA_5	1105.5	0.0055	0.035	Trapezoid	38.2	1.48
R_SA_6	2061.3	0.024	0.035	Trapezoid	40.5	0.68
R_RO_1	4061.1	0.0221	0.035	Trapezoid	10.9	1.25
R_SA_7	2570.9	0.0066	0.035	Trapezoid	36.97	0.67
R_SA_8	1793.6	0.0082	0.035	Trapezoid	39.7	0.67
R_SA_9	1704.6	0.01	0.035	Trapezoid	39.7	0.67
R_DI_1	2463.4	0.0187	0.035	Trapezoid	11.4	0.56
R_DI_2	2068.9	0.014	0.035	Trapezoid	13.2	0.99
R_DI_3	1908.7	0.0165	0.035	Trapezoid	22.6	0.49

### 3.7.3 Modello idrologico "Palazzuolo sul Senio" (S = 54 km<sup>2</sup>, n°23 elementi)

Elemento	Area (km <sup>2</sup> )	CN
BR_SE_S3	7.98	73.71
BR_SE_S1	5.91	68.06
BR_SE_S2	5.04	70.27
BR_SE_I1SX	1.05	80.05
BR_SE_I1DX	0.48	76.25
BR_MA_S1	9.68	72.75
BR_SE_I2DX	0.75	80.34

BR_SE_I2SX	0.33	80.99
BR_SL_S2	6.18	76.4
BR_SL_S1	4.35	71.7
BR_VI_S1	10.25	75.98
BR_SE_I3DX	1.18	71.89
BR_SE_I3SX	0.91	77.02



Sottobacino	LAG (min)
BR_SE_S3	63
BR_SE_S1	40
BR_SE_S2	39
BR_MA_S1	56
BR_SL_S2	33

BR_SL_S1	32
BR_VI_S1	57

Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Area (%)
BR_SE_I1SX(Plane 1)	419	0.422	0.1	100
BR_SE_I1DX(Plane 1)	211	0.451	0.1	100
BR_SE_I2DX(Plane 1)	394	0.420	0.1	100
BR_SE_I2SX(Plane 1)	279	0.320	0.1	100
BR_SE_I3DX(Plane 1)	369	0.460	0.1	100
BR_SE_I3SX(Plane 1)	386	0.443	0.1	100

Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Shape	Manning's n	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
BR_SE_I1SX	2389.76	0.0271	Trapezoid	0.035	8.52	1.01
BR_SE_I1DX	1877.9	0.0299	Trapezoid	0.035	8.52	1.01
BR_SE_I2DX	1857.93	0.0142	Trapezoid	0.035	8.52	1.01
BR_SE_I2SX	1091.88	0.0133	Trapezoid	0.035	8.52	1.01
BR_SE_I3DX	1594.37	0.0078	Trapezoid	0.035	8.52	1.01
BR_SE_I3SX	1594.37	0.0078	Trapezoid	0.035	8.52	1.01

Reach	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Shape	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
R_SE_1	1877.43	0.0299	0.035	Trapezoid	8.52	1.01
R_SE_2	510.99	0.017	0.035	Trapezoid	8.52	1.01
R_SE_3	1342.85	0.013	0.035	Trapezoid	8.52	1.01
R_SE_4	1594	0.008	0.035	Trapezoid	8.52	1.01

### 3.7.4 Modello idrologico "Marradi" (S = 180 km<sup>2</sup>, n°60 elementi)

Elemento	Area (km <sup>2</sup> )	CN
BR_LG_S1	7.94	85
BR_LA_S1	7.48	87.6
BR_BE_S1	3.15	80.8
BR_LA_I_1	2.14	83.99
BR_FO_S1	8.5	82.5

BR_LA_I_2SX	3.1	83.08
BR_PZ_S1	2.26	84.6
BR_FR_S1	6.28	88.8
BR_LA_I_3SX	1.74	86.52
BR_CA_S1	26.57	83.3
BR_LA_I_2DX	5.37	89.43
BR_AB_S1	9.79	85.5



BR_CA_I_1DX	3.68	90.02
BR_RI_S1	3.01	85.5
BR_CA_I_1SX	0.94	88.77
BR_BB_S1	9.48	88.8
BR_CP_S1	4.02	88.2
BR_LA_I_4SX	1.6	88.46
BR_LA_I_3DX	0.7	88.35
BR_GA_S1	6.2	88.2
BR_LA_I_5SX	1.05	90.03
BR_VA_S1	4.81	89.3
BR_LA_I_4DX	1.82	86.16
BR_AD_S2	5.04	89.5
BR_AD_S1	2.37	88.6
BR_LA_I_6SX	3.54	89.71
BR_LA_I_5DX	1.53	90.37
BR_CM_S1	12.63	89.3
BR_LA_I_6DX	5.6	89.14
BR_LA_I_7SX	0.63	92.35
BR_AC_S1	23.4	87.5
BR_TE_S1	2.94	88.1
BR_AC_I_1DX	0.92	84.06
BR_AC_I_1SX	0.17	91.21

Sottobacino	LAG (min)
BR_LG_S1	46
BR_LA_S1	53
BR_BE_S1	37
BR_FO_S1	55
BR_PZ_S1	19
BR_FR_S1	37
BR_CA_S1	89
BR_AB_S1	49
BR_RI_S1	28
BR_BB_S1	67
BR_CP_S1	30
BR_GA_S1	37
BR_VA_S1	34
BR_AD_S2	32
BR_AD_S1	34
BR_CM_S1	73
BR_AC_S1	93
BR_TE_S1	26

Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Area (%)
BR_LA_I_1	563	0.526	0.1	100
BR_LA_I_2DX	768	0.52	0.1	100
BR_LA_I_2SX	803	0.535	0.1	100
BR_LA_I_3DX	484	0.379	0.1	100
BR_LA_I_3SX	446	0.451	0.1	100
BR_LA_I_4DX	429	0.426	0.1	100
BR_LA_I_4SX	544	0.451	0.1	100
BR_LA_I_5DX	603	0.25	0.1	100
BR_LA_I_5SX	544	0.293	0.1	100
BR_LA_I_6DX	1212	0.318	0.1	100
BR_LA_I_6SX	561	0.342	0.1	100
BR_LA_I_7SX	311	0.335	0.1	100
BR_CA_I_1DX	851	0.43	0.1	100
BR_CA_I_1SX	277	0.46	0.1	100
BR_AC_I_1DX	615	0.314	0.1	100
BR_AC_I_1SX	187	0.261	0.1	100



Interbacino	Length (m)	Slope (m/m)	Shape	Manning's n	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
BR_LA_I_1	950.7	0.0119	Trapezoid	0.04	5	0.75
BR_LA_I_2SX	2913.78	0.0243	Trapezoid	0.04	6	1.30
BR_LA_I_3SX	3568.43	0.0243	Trapezoid	0.04	8	1.30
BR_LA_I_2DX	7625.79	0.0243	Trapezoid	0.04	8	1.30
BR_CA_I_1DX	2988.96	0.0211	Trapezoid	0.04	8	0.80
BR_CA_I_1SX	2988.96	0.0211	Trapezoid	0.04	8	0.80
BR_LA_I_4SX	2615.13	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_LA_I_3DX	1643.29	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_LA_I_5SX	1784.77	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_LA_I_4DX	3312.39	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_LA_I_6SX	5749.61	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_LA_I_5DX	2689.04	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_LA_I_6DX	3502.36	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_LA_I_7SX	1719.1	0.0094	Trapezoid	0.04	15	1.00
BR_AC_I_1DX	781.82	0.0187	Trapezoid	0.04	4	0.40
BR_AC_I_1SX	781.82	0.0187	Trapezoid	0.04	4	0.40

Reach	Length (m)	Slope (m/m)	Manning's n	Shape	Width (m)	Side Slope (xH:1V)
R_LA_1	3710.66	0.0243	0.04	Trapezoid	6	1.30
R_LA_2	4712	0.0243	0.04	Trapezoid	8	1.30
R_CA	2988.96	0.0211	0.04	Trapezoid	8	0.80
R_LA_3	1893.6	0.0094	0.04	Trapezoid	15	1.00
R_LA_4	1784.77	0.0094	0.04	Trapezoid	15	1.00
R_LA_5	1277.31	0.0094	0.04	Trapezoid	15	1.00
R_LA_6	2689.04	0.0094	0.04	Trapezoid	15	1.00
R_LA_7	1783.26	0.0094	0.04	Trapezoid	15	1.00
R_LA_8	1719.1	0.0094	0.04	Trapezoid	15	1.00
R_AC	781.82	0.0187	0.04	Trapezoid	4	0.40

### 3.8 Taratura e verifica del modello idrologico della Sieve

Per i modelli idrologici di Firenzuola, Marradi e Palazzuolo sul Senio non è stato possibile reperire dati idropluviometrici necessari per poter effettuare una calibrazione degli stessi. Viceversa, nel bacino del F. Sieve tale attività è stata possibile: di seguito se ne illustra lo svolgimento e i risultati conseguiti.

#### 3.8.1 Taratura sulla base dell'evento 2-10 febbraio 2017

La calibrazione ha riguardato i seguenti parametri idrologici:

- Parametro concentrato di assorbimento di partenza = CN (II). Ai sottobacini/interbacini afferenti all'invaso di Bilancino è stato assegnato il parametro CN (III) con  $CN \geq 85$ . Ai n°4 sottobacini/interbacini compresi tra la diga di Bilancino e l'idrometro TOS01004621 sul F. Sieve a S. Piero a Sieve (nodo J\_SI\_4) è stato assegnato il parametro  $CN = 95$ .
- Scabrezze interbacini modellati con il metodo "kinematic wave": versanti  $n = 0.3 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ , alvei  $n = 0.06 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- Scabrezza alvei negli elementi "Reach" modellati con il metodo Muskingum-Cunge  $n = 0.06 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

Non si sono rese necessarie modifiche ai tempi di Lag stimati per i sottobacini.

La rete di monitoraggio idrometeorologica regionale disponibile per l'evento è riportata graficamente in Figura 3-15. Si osservi come la porzione di bacino posta a valle di Borgo San Lorenzo presenti una densità di sensori pluviometrici significativamente inferiore, con conseguenti maggiori incertezze nella riproduzione del campo di precipitazioni effettivamente occorso durante l'evento analizzato.

L'assegnazione dei dati di precipitazione misurati presso i singoli sensori regionali ai singoli sottobacini/interbacini è avvenuta manualmente, assegnando ad ogni elemento del modello i dati di pioggia registrati presso un singolo sensore ritenuto più rappresentativo sulla base della sovrapposizione tra le superfici drenanti e le aree di influenza dei sensori determinate con i poligoni di Thiessen<sup>2</sup> (vedi Figura 3-16). Nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati ottenuti distribuendo spazialmente le precipitazioni osservate mediante il metodo automatico IDW (*Inverse Distance Weight*).

<sup>2</sup> Il pluviometro di Monte Giovi non ha registrato dati in occasione dell'evento analizzato: alla propria area di competenza sono state assegnate le precipitazioni registrate c/o il sensore di Dicomano.



### 3.8.1.1 CONFRONTO tra valori simulati e valori osservati

Di seguito sono riportati i confronti tra i valori idrometrici simulati ed osservati.

Come risulterà più evidente per l'evento di validazione del 2-8 marzo 2017, preme sin da ora osservare come la scala dei deflussi relativa alla stazione idrometrica sul T. Carza tenda a sovrastimare le portate (e i volumi) defluenti e necessari di una verifica da parte del servizio idrografico regionale.

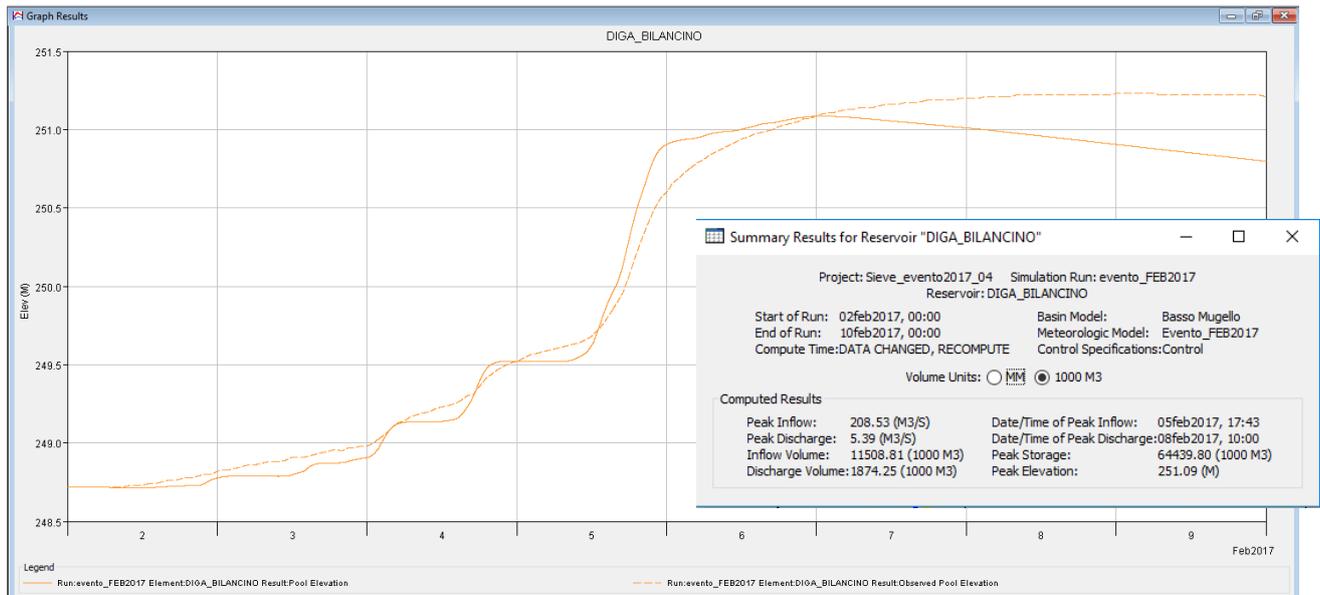


Figura 3-17: Livello nell'invaso di Bilancino: valori simulati (linea continua) vs valori osservati (linea tratteggiata).

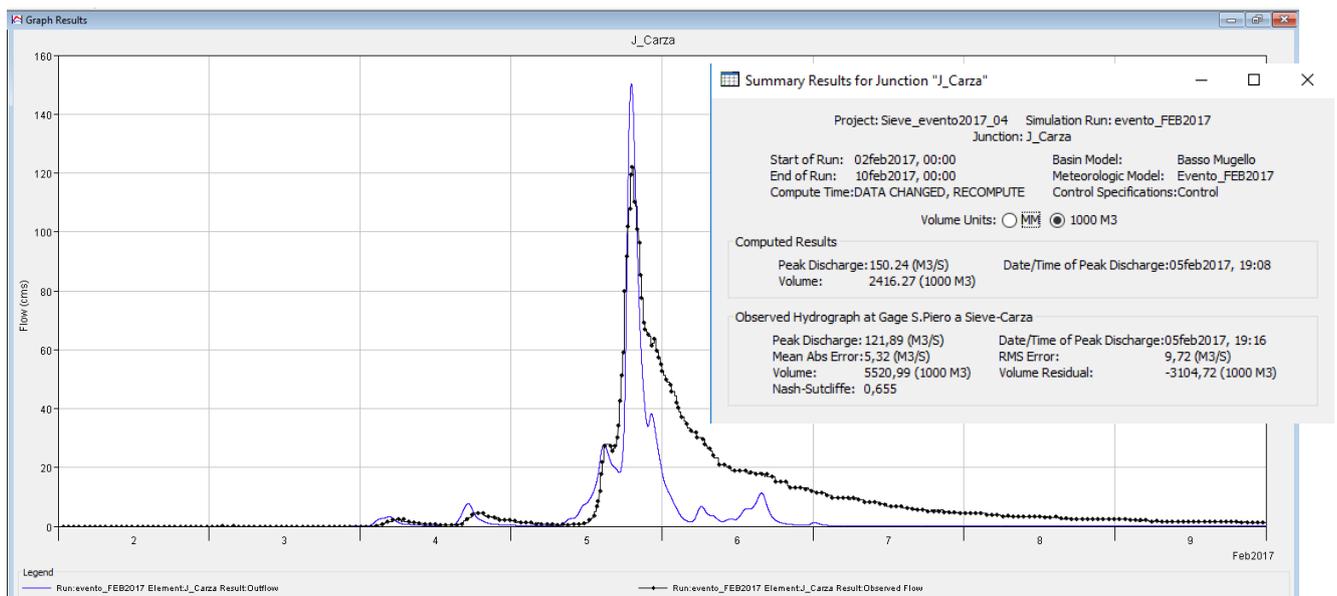


Figura 3-18: Torrente Carza a monte della confluenza nella Sieve: valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

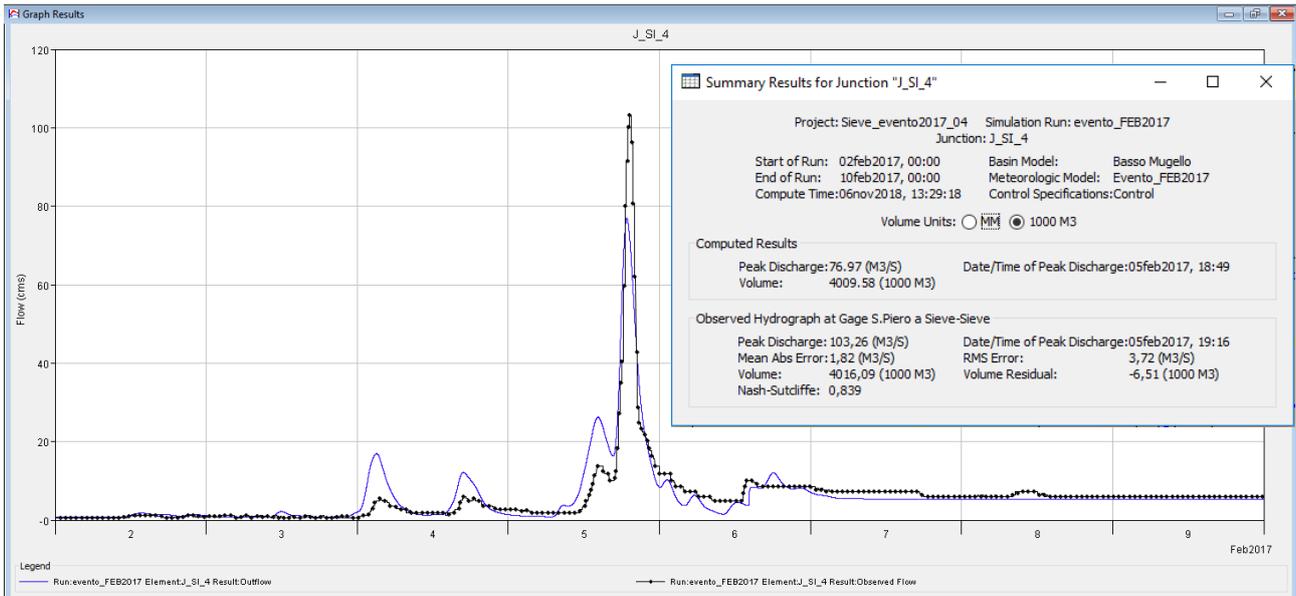


Figura 3-19: Sieve a monte della confluenza del T. Carza (S = 180 km<sup>2</sup>): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

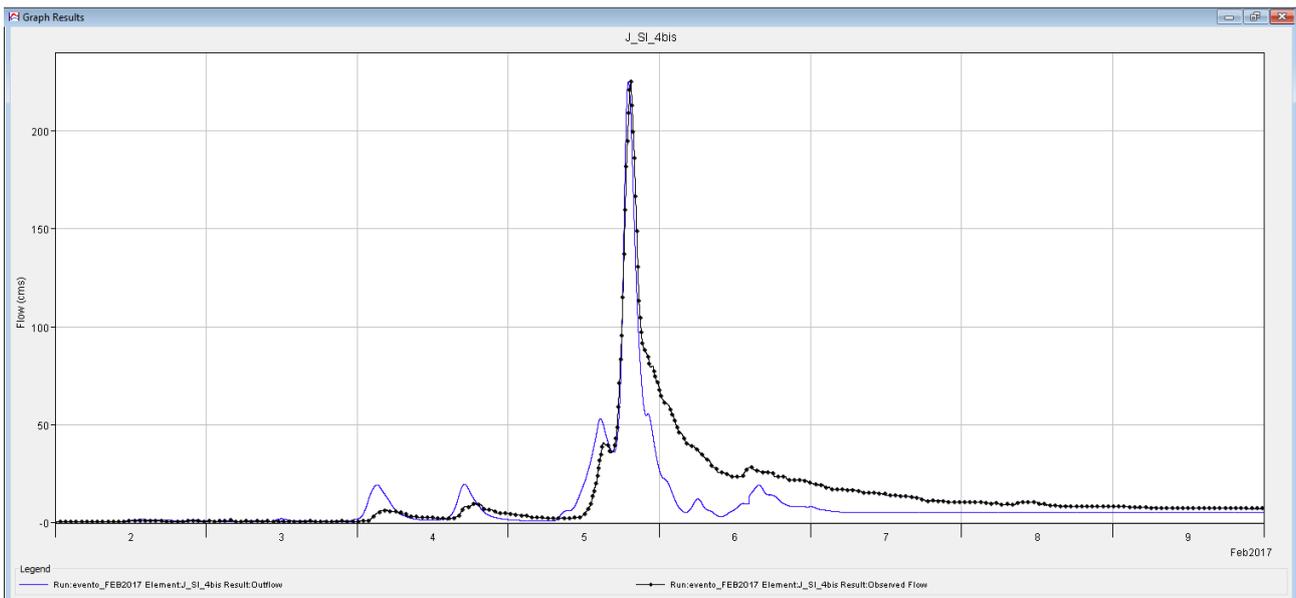


Figura 3-20: Sieve a valle della confluenza del T. Carza (dati "osservati" = somma misure Carza e Sieve a monte della confluenza): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

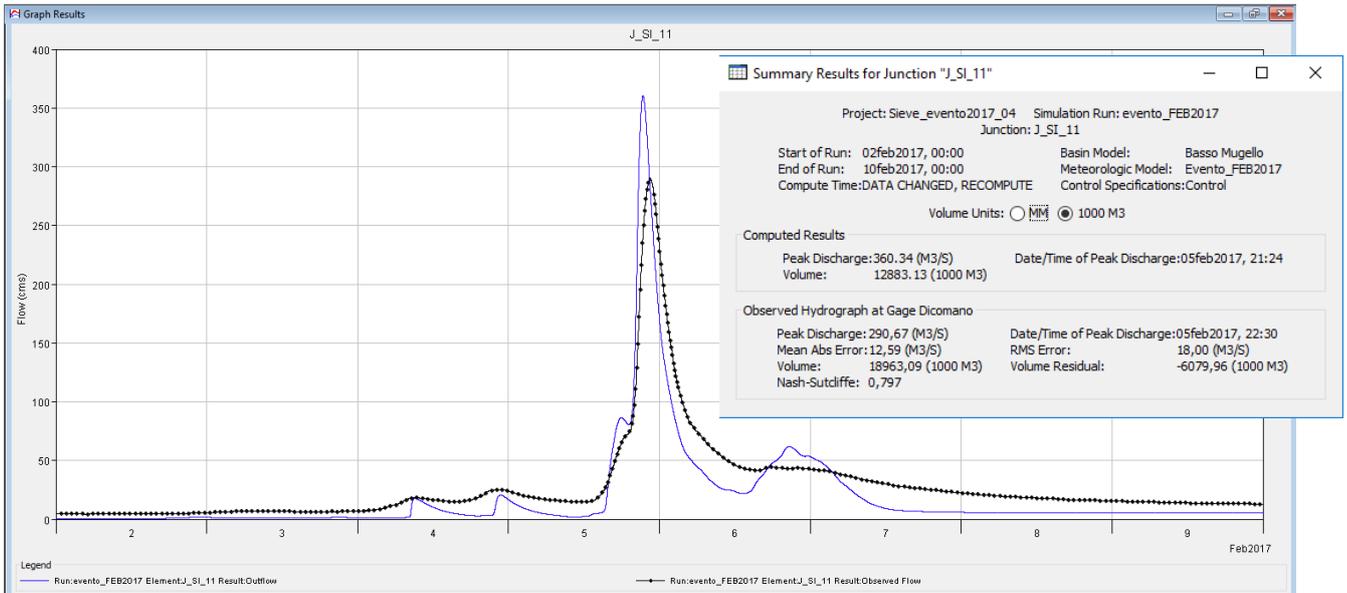


Figura 3-21: Sieve a Dicomano (S = 666 km<sup>2</sup>): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

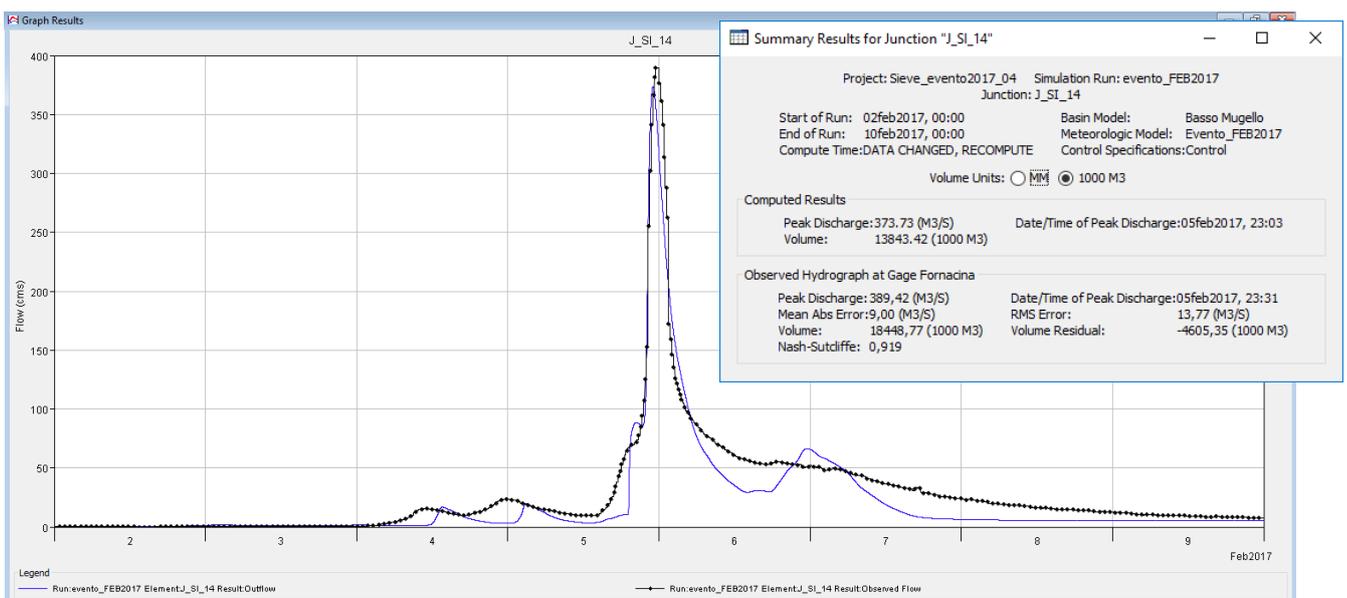


Figura 3-22: Sieve a Fornacina (S ≈ 830 km<sup>2</sup>): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

### 3.8.2 Validazione del modello idrologico: evento 2-8 marzo 2017

La rete di monitoraggio idrometeorologica regionale disponibile per l'evento è riportata graficamente in Figura 3-23. Si osservi come la porzione di bacino posta a valle di Borgo San Lorenzo presenti una densità di sensori pluviometrici significativamente inferiore, con conseguenti maggiori incertezze nella riproduzione del campo di precipitazioni effettivamente occorso durante l'evento analizzato.

L'assegnazione dei dati di precipitazione misurati presso i singoli sensori regionali ai singoli sottobacini/interbacini è avvenuta manualmente, assegnando ad ogni elemento del

modello i dati di pioggia registrati presso un singolo sensore ritenuto più rappresentativo sulla base della sovrapposizione tra le superfici drenanti e le aree di influenza dei sensori determinate con i poligoni di Thiessen (vedi Figura 3-24). Nel paragrafo seguente si riportano i risultati utilizzando l'alternativo metodo automatico di ripartizione spaziale dei dati di precipitazione basato sul metodo IDW (*Inverse Distance Weight*), con esiti sostanzialmente analoghi.

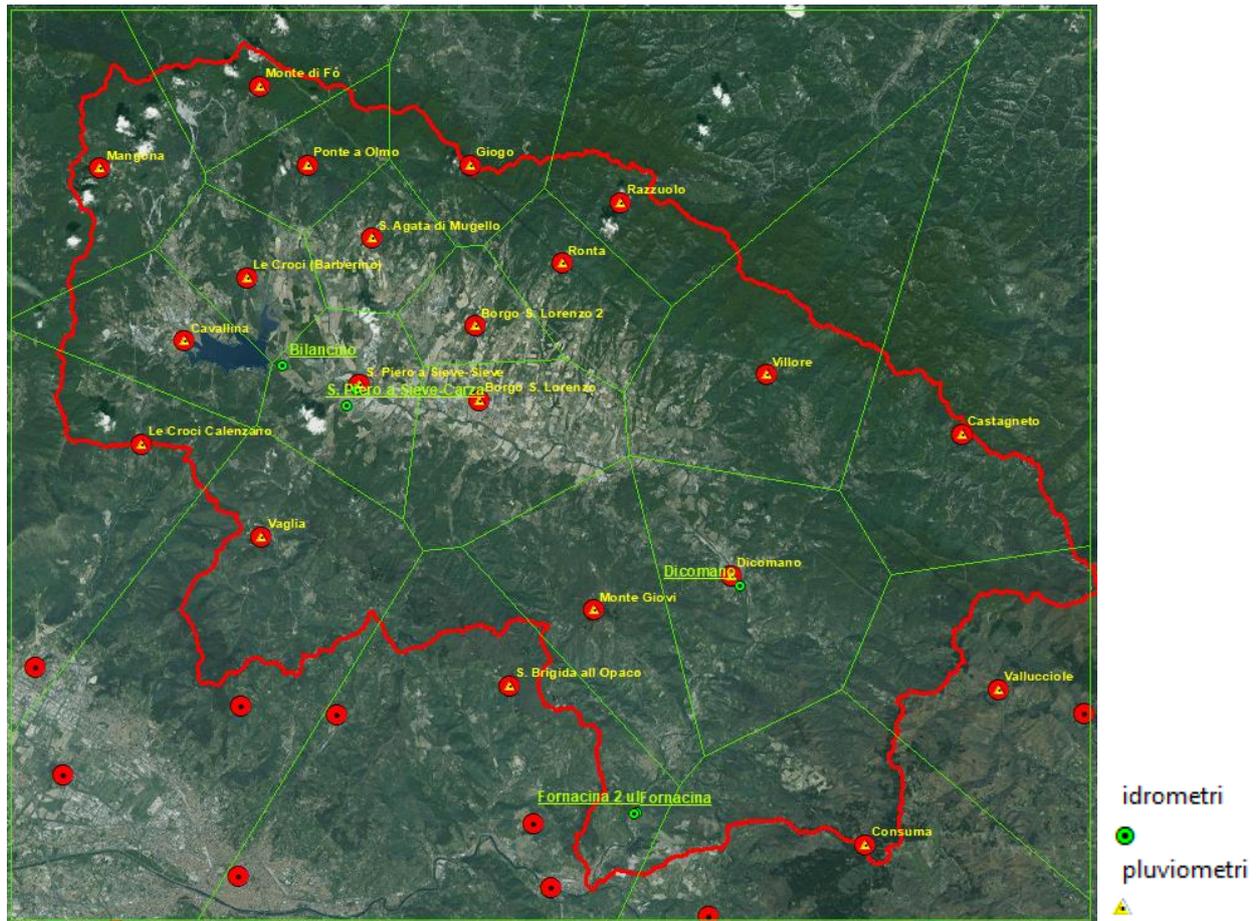


Figura 3-23: Rete di monitoraggio idropluviometrica disponibile per l'evento 2-8 marzo 2017.

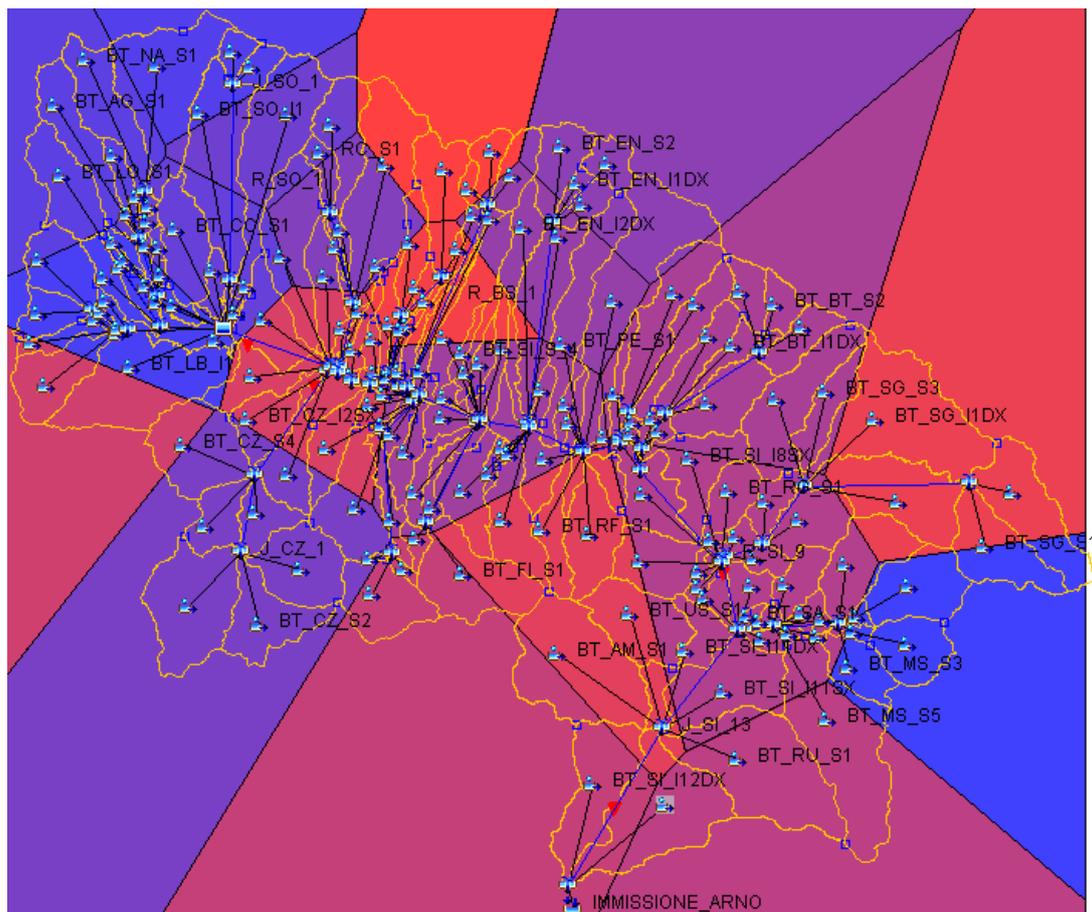


Figura 3-24: sovrapposizione tra superfici drenanti e aree di influenza dei sensori determinate con i poligoni di Thiessen.

### 3.8.2.1 CONFRONTO tra valori simulati e valori osservati

Di seguito sono riportati i confronti tra i valori idrometrici simulati ed osservati.

Si osserva come la scala dei deflussi relativa alla stazione idrometrica sul T. Carza, soprattutto per bassi valori di livello misurato, tenda a sovrastimare le portate (e i volumi) defluenti. Tale affermazione trova conferma nel fatto che il volume dell'onda di piena "osservata" (pari a 7'600'000 m<sup>3</sup>) risulta addirittura superiore (del 40% circa!) rispetto al volume "lordo" di precipitazione sul bacino (pari a 5'455'000 m<sup>3</sup>).

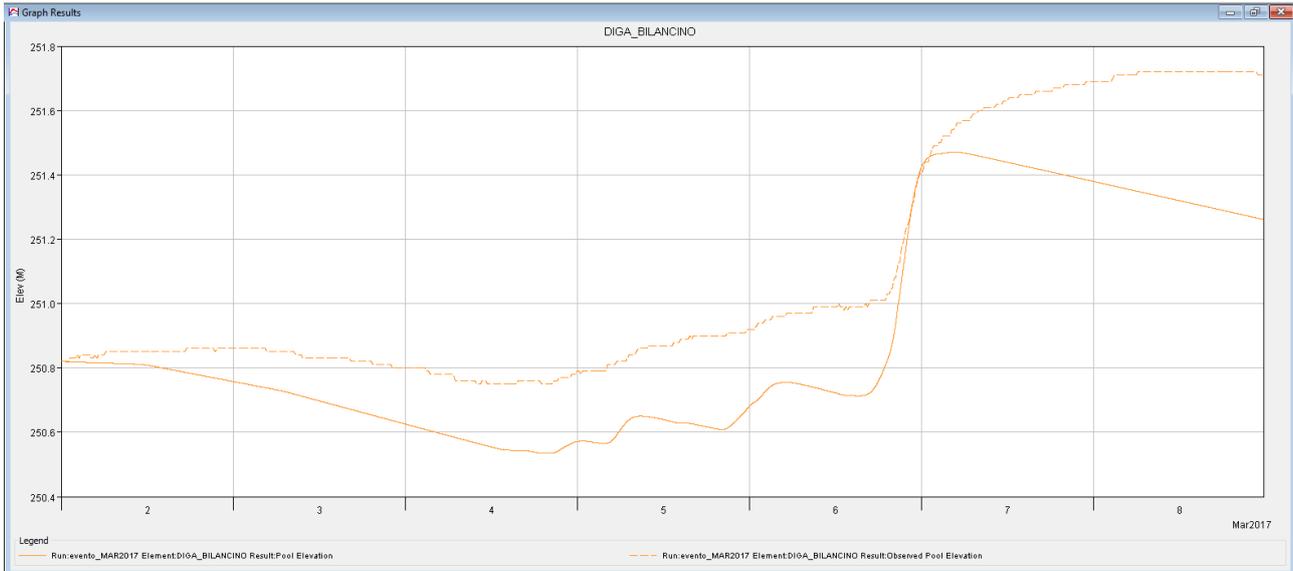


Figura 3-25: Livello nell'invaso di Bilancino: valori simulati (linea continua) vs valori osservati (linea tratteggiata).

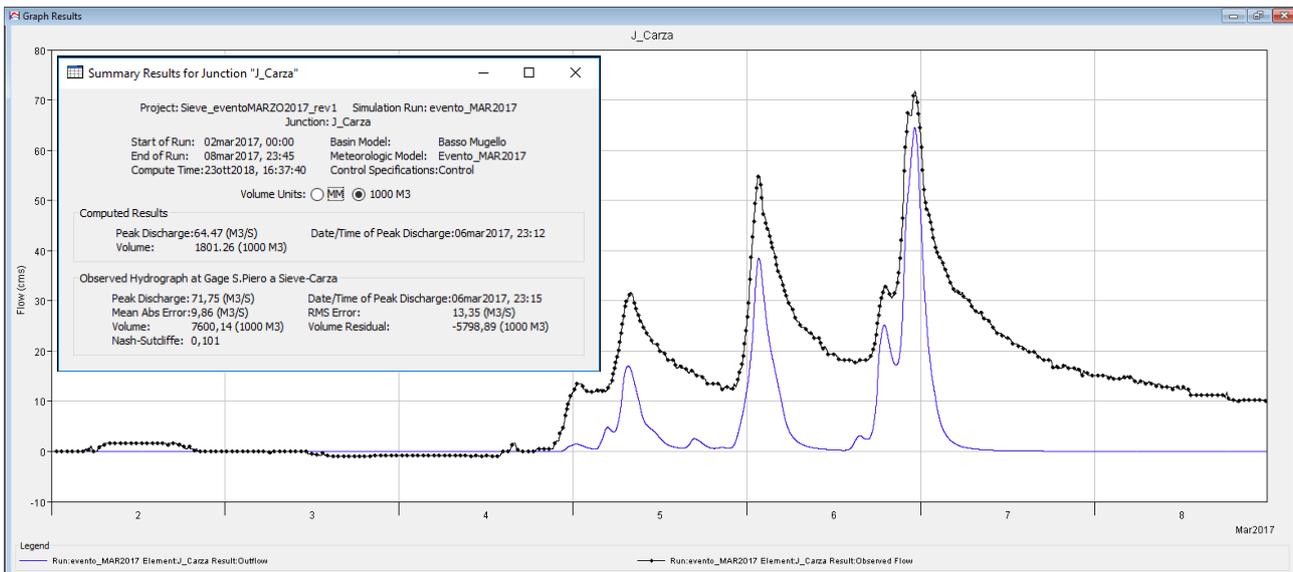


Figura 3-26: Torrente Carza a monte della confluenza nella Sieve: valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a 5.6 m<sup>3</sup>/s.

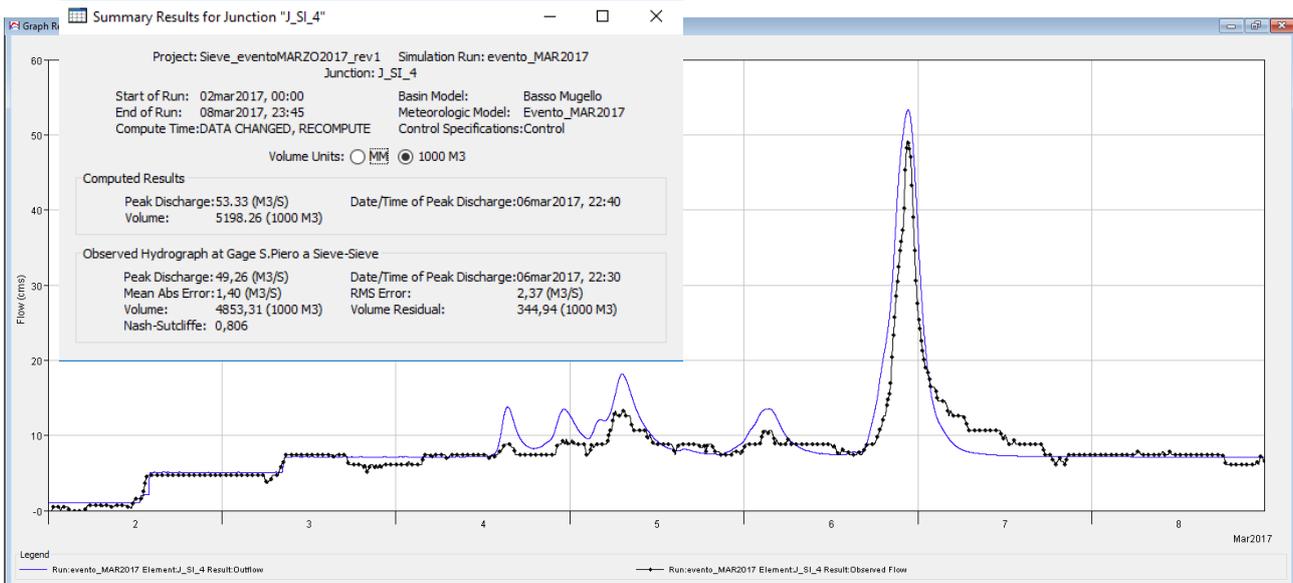


Figura 3-27: Sieve a monte della confluenza del T. Carza (S = 180 km<sup>2</sup>): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a 1.2 m<sup>3</sup>/s.

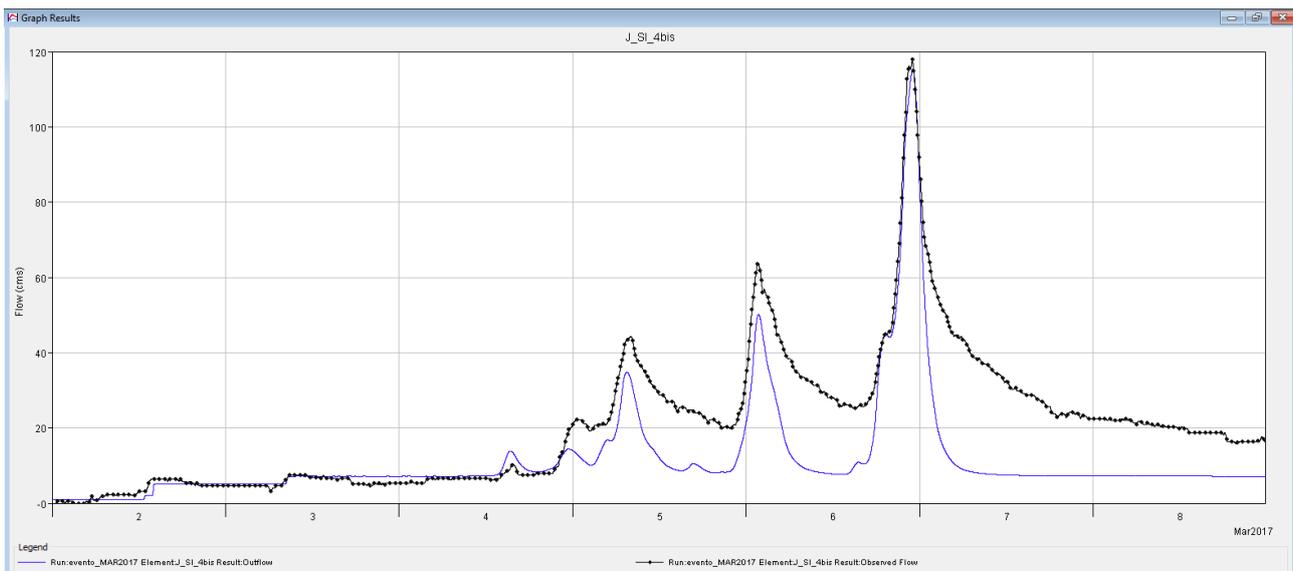


Figura 3-28: Sieve a valle della confluenza del T. Carza (dati "osservati" = somma misure Carza e Sieve a monte della confluenza): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a 6.8 m<sup>3</sup>/s.

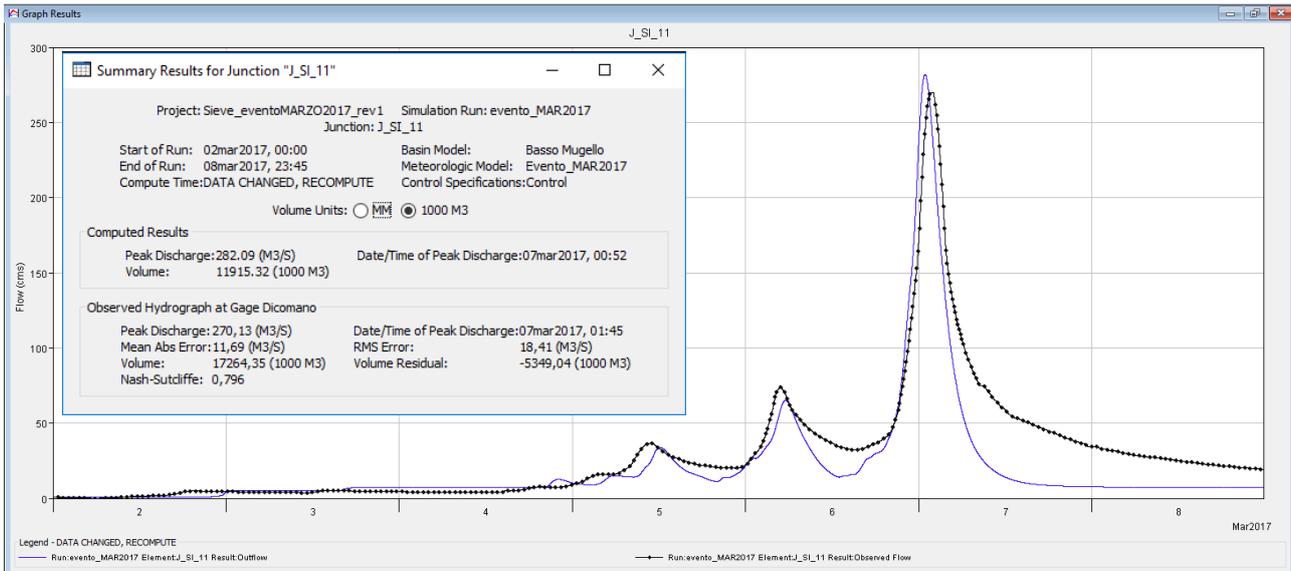


Figura 3-29: Sieve a Dicomano ( $S = 666 \text{ km}^2$ ): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

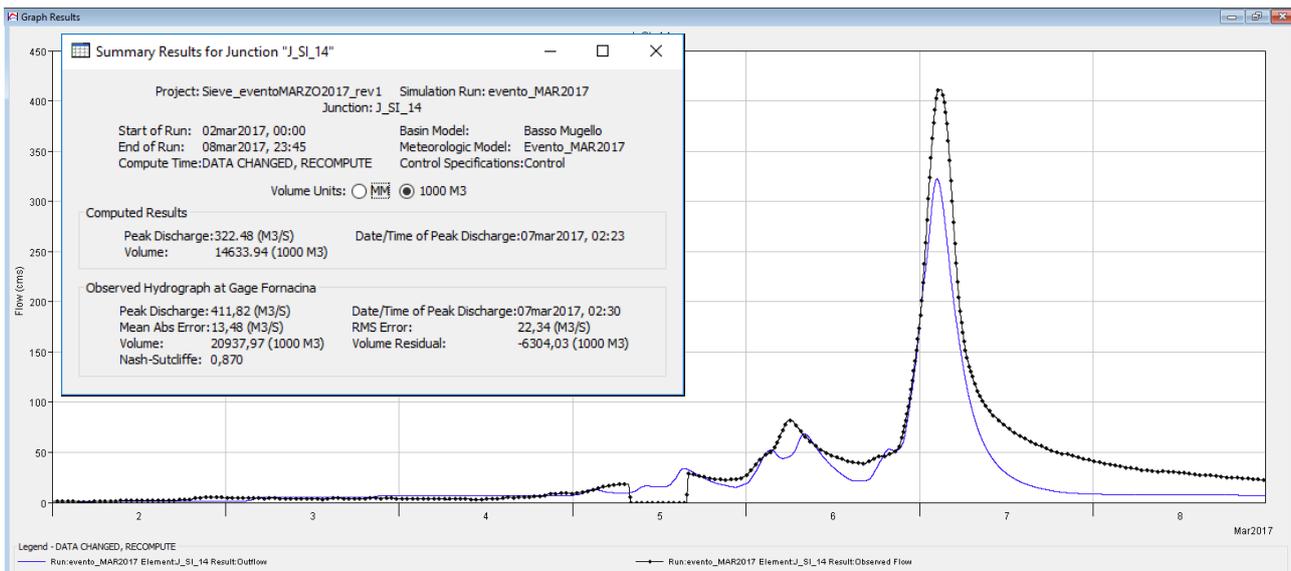


Figura 3-30: Sieve a Fornacina ( $S \approx 830 \text{ km}^2$ ): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a  $25.4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3.8.3 Validazione del modello idrologico: evento 2-8 marzo 2017 con metodo IDW

L'assegnazione dei dati di precipitazione misurati presso i singoli sensori regionali ai singoli sottobacini/interbacini è avvenuta in modo automatico mediante il metodo IDW (*Inverse Distance Weight*) dopo aver assegnato ai sensori e ai centri dei sottobacini/interbacini le rispettive coordinate geografiche (latitudine e longitudine). La distanza massima di "search" è stata impostata pari a 8 km.

#### 3.8.3.1 CONFRONTO tra valori simulati e valori osservati

Di seguito sono riportati i confronti tra i valori idrometrici simulati ed osservati.

Si osserva come la scala dei deflussi relativa alla stazione idrometrica sul T. Carza, soprattutto per bassi valori di livello misurato, tenda a sovrastimare le portate (e i volumi) defluenti.

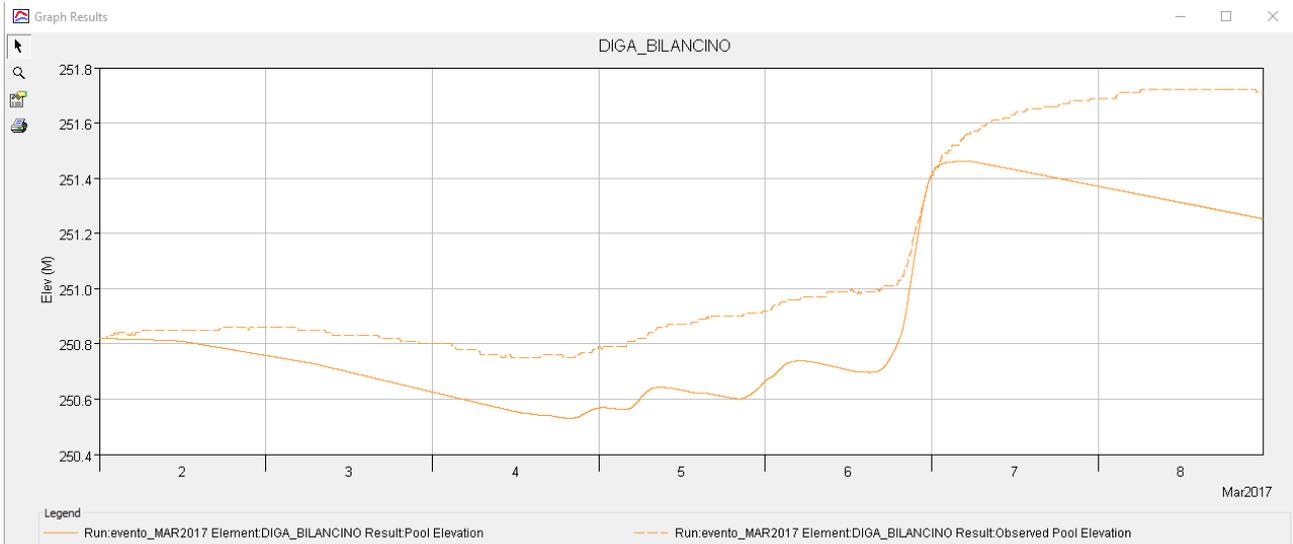


Figura 3-31: Livello nell'invaso di Bilancino: valori simulati (linea continua) vs valori osservati (linea tratteggiata).

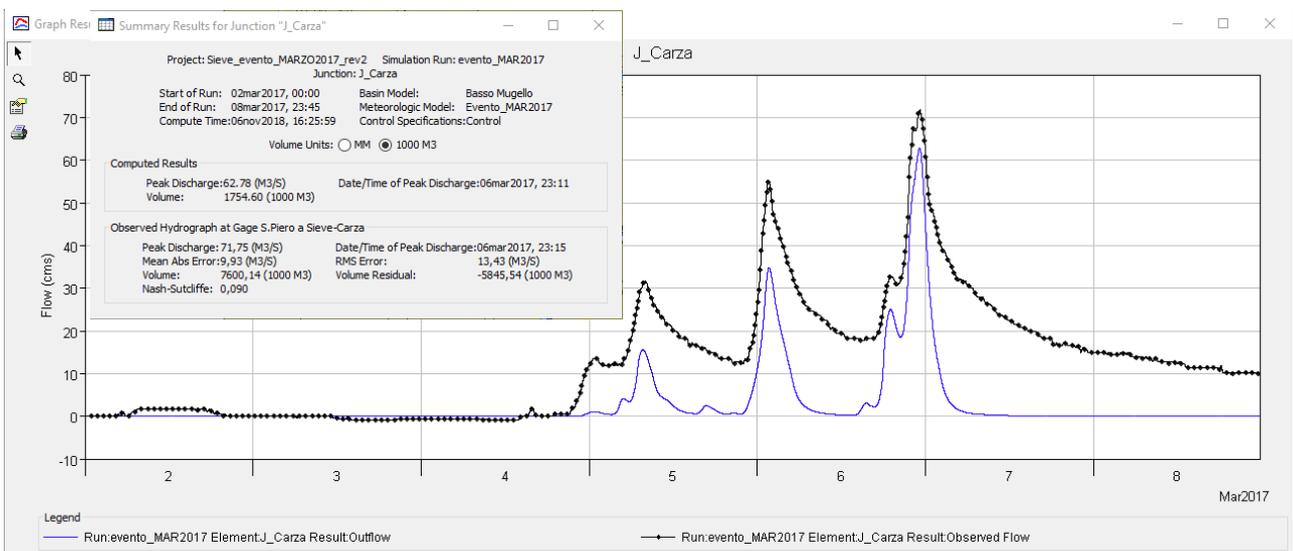


Figura 3-32: Torrente Carza a monte della confluenza nella Sieve: valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a 5.6 m<sup>3</sup>/s.

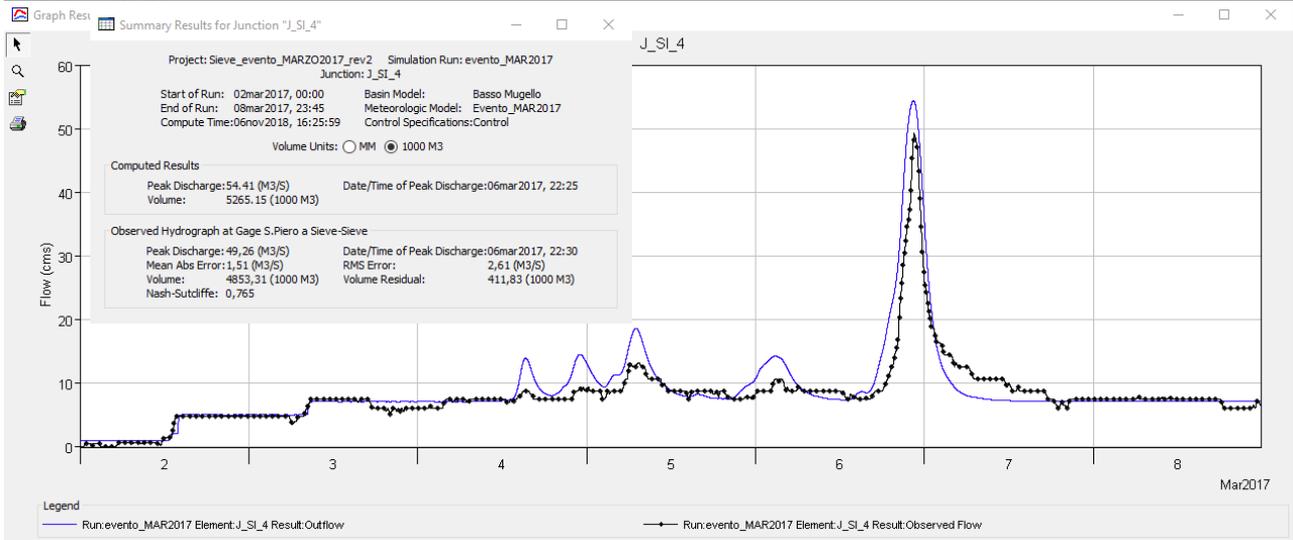


Figura 3-33: Sieve a monte della confluenza del T. Carza (S = 180 km<sup>2</sup>): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a 1.2 m<sup>3</sup>/s.

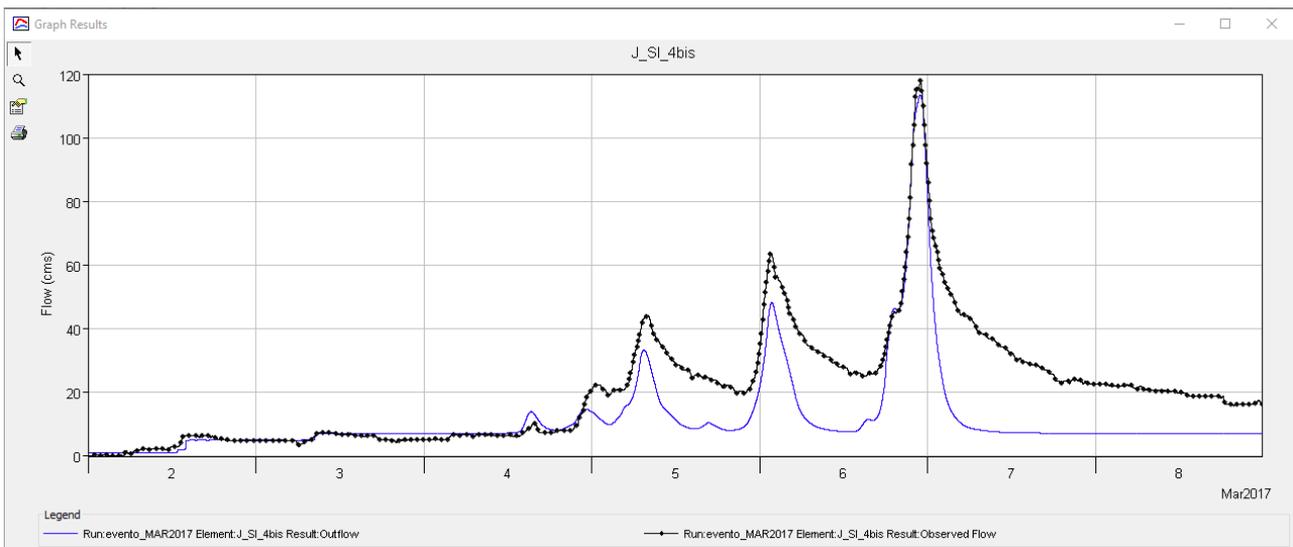


Figura 3-34: Sieve a valle della confluenza del T. Carza (dati "osservati" = somma misure Carza e Sieve a monte della confluenza): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a 6.8 m<sup>3</sup>/s.

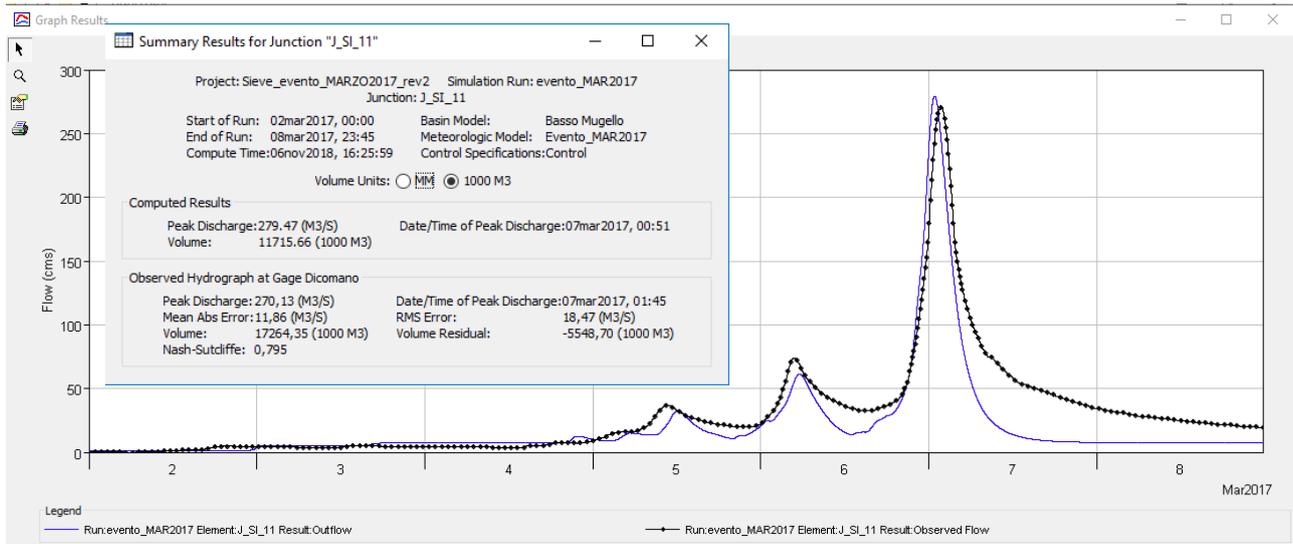


Figura 3-35: Sieve a Dicomano ( $S = 666 \text{ km}^2$ ): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

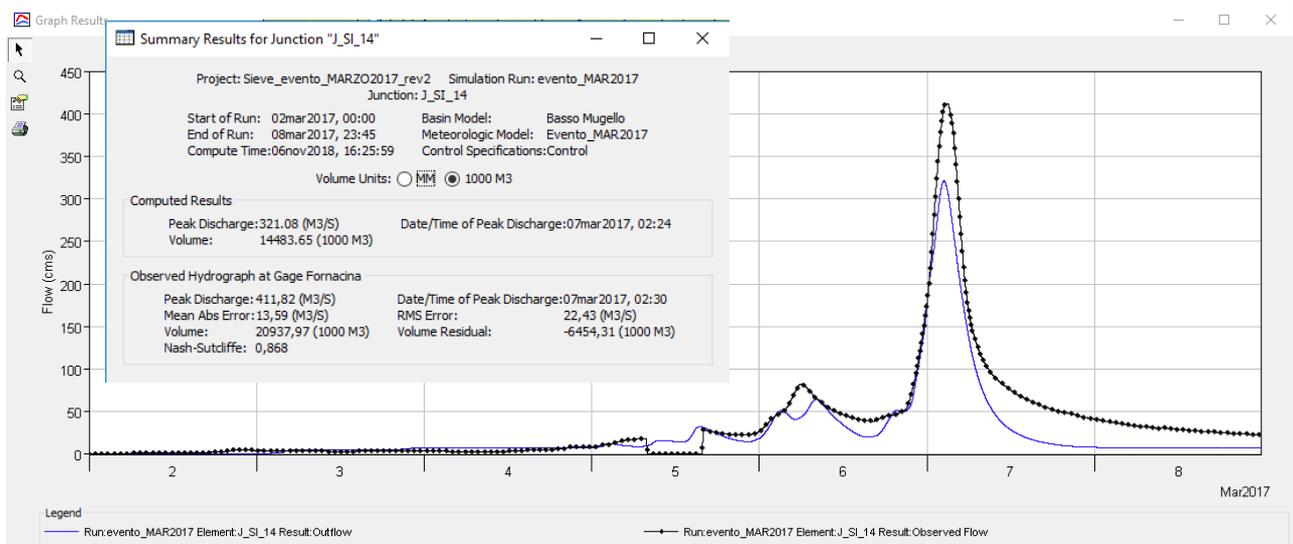


Figura 3-36: Sieve a Fornacina ( $S \approx 830 \text{ km}^2$ ): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a  $25.4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3.8.4 Validazione del modello idrologico: evento 5-14 febbraio 2014 con metodo IDW

L'assegnazione dei dati di precipitazione misurati presso i singoli sensori regionali (vedi Figura 3-37) ai singoli sottobacini/interbacini è avvenuta in modo automatico mediante il metodo IDW (*Inverse Distance Weight*) dopo aver assegnato ai sensori e ai centri dei sottobacini/interbacini le rispettive coordinate geografiche (latitudine e longitudine). La distanza massima di "search" è stata impostata pari a 17 km.

La limitata disponibilità di dati pluviometrici ha permesso di effettuare la validazione nella sola parte alta del bacino, fino alla confluenza del Carza nella Sieve.

Inoltre, i dati forniti di portata in uscita dall'invaso di Bilancino non distinguono scarico di fondo e portata sfiorata. L'uscita quindi è stata imposta in HMS come "additional release" rimuovendo l'elemento "spillway": ne consegue che, mentre a valle della diga le verifiche risultino corrette e non inficiate da tale impostazione, il confronto del livello di invaso non risulta attendibile.

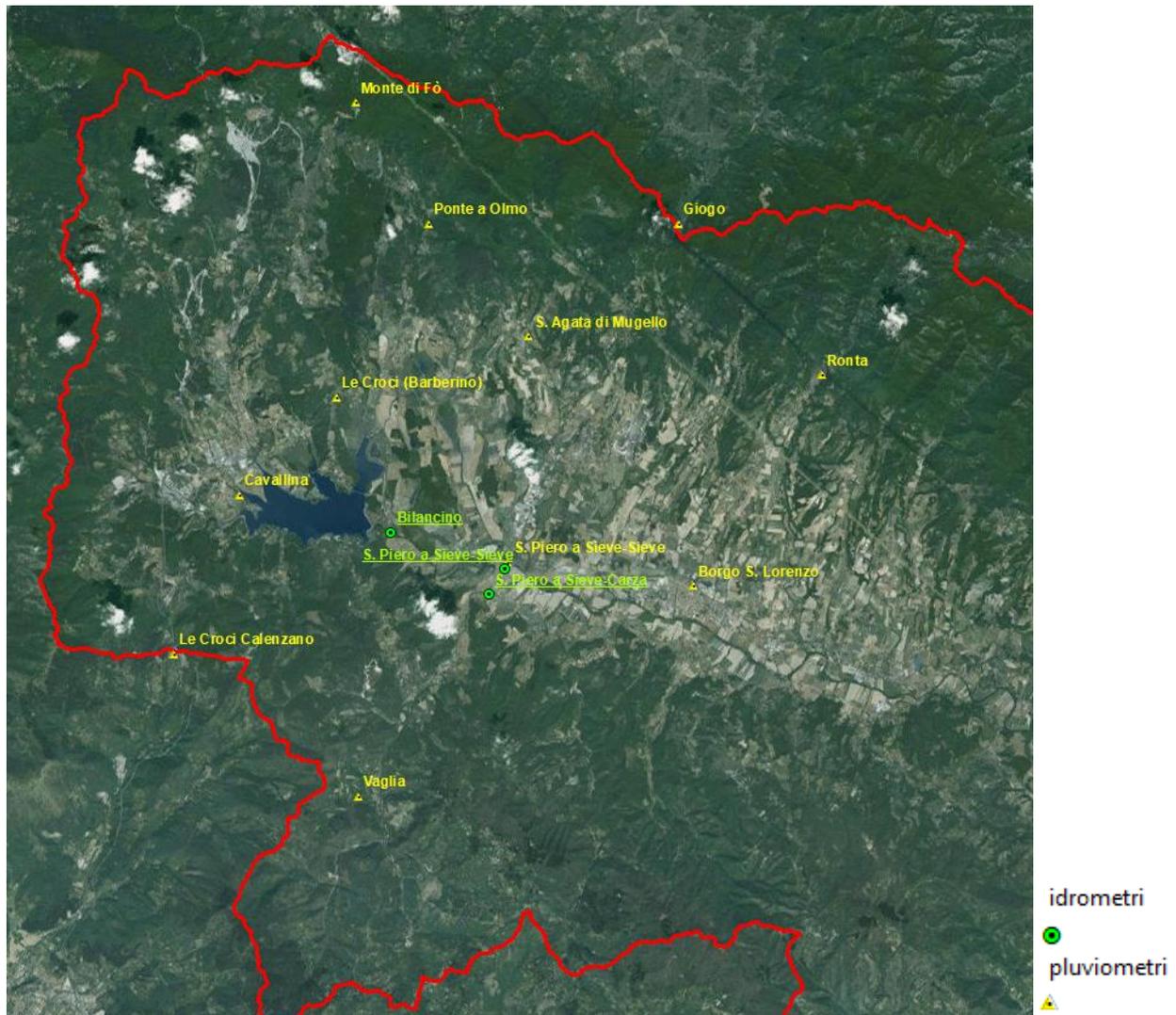


Figura 3-37: Rete di monitoraggio idropluviometrica disponibile per l'evento 5-14 febbraio 2014.

### 3.8.4.1 CONFRONTO tra valori simulati e valori osservati

Di seguito sono riportati i confronti tra i valori idrometrici simulati ed osservati.

Si osserva come la scala dei deflussi relativa alla stazione idrometrica sul T. Carza, soprattutto per bassi valori di livello misurato, tenda a sovrastimare le portate (e i volumi) defluenti.

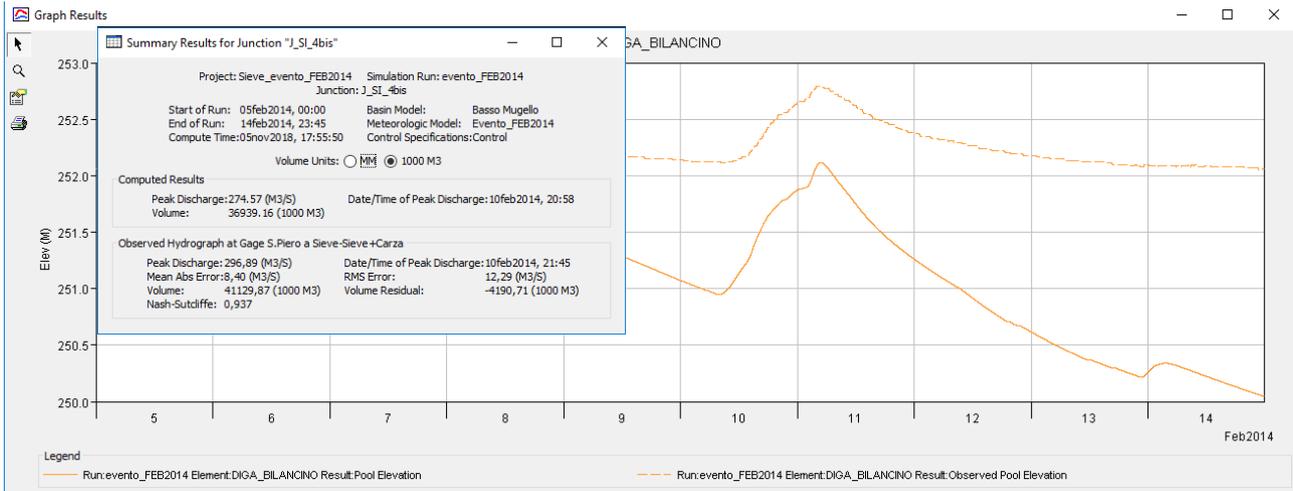


Figura 3-38: Livello nell'invaso di Bilancio: valori simulati (linea continua) vs valori osservati (linea tratteggiata).

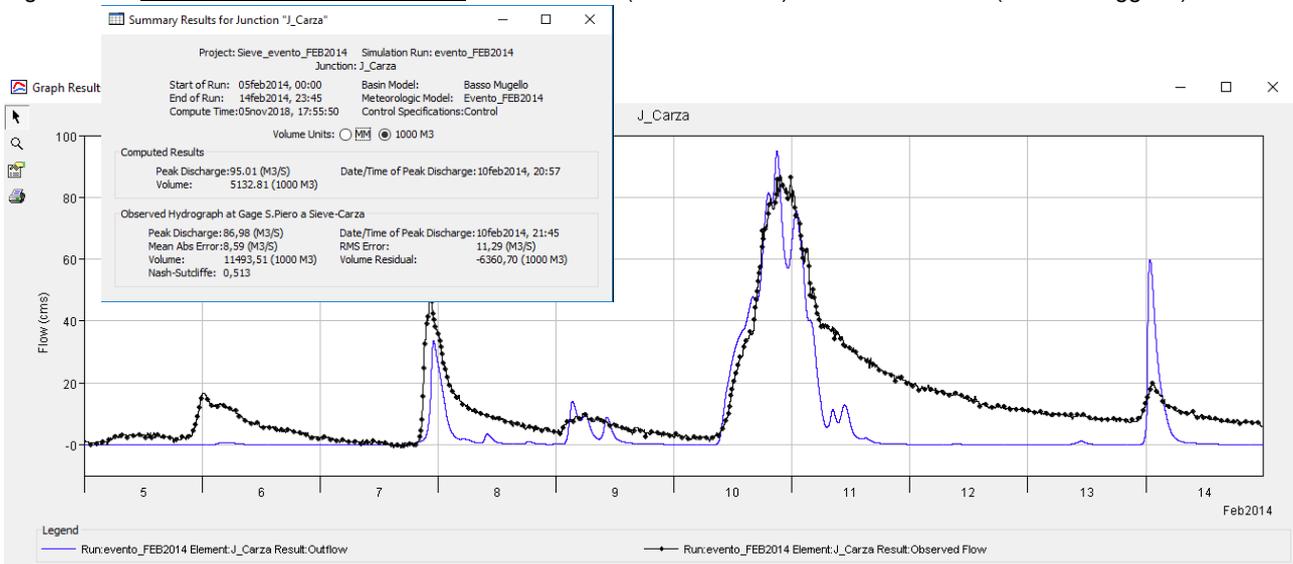


Figura 3-39: Torrente Carza a monte della confluenza nella Sieve: valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a 9.35 m<sup>3</sup>/s.

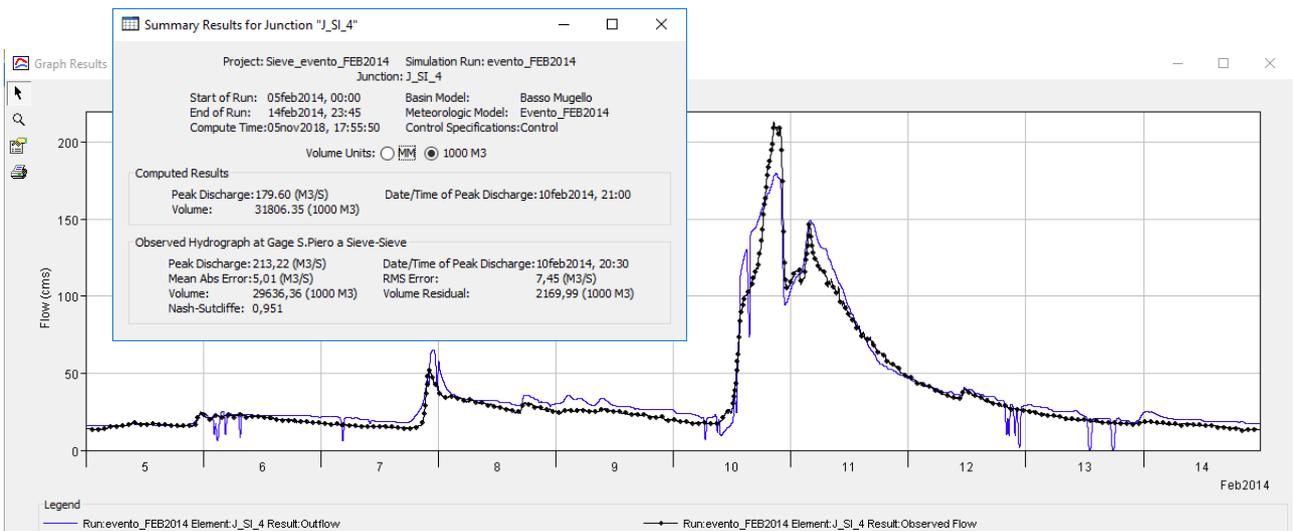


Figura 3-40: Sieve a monte della confluenza del T. Carza (S = 180 km<sup>2</sup>): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata).

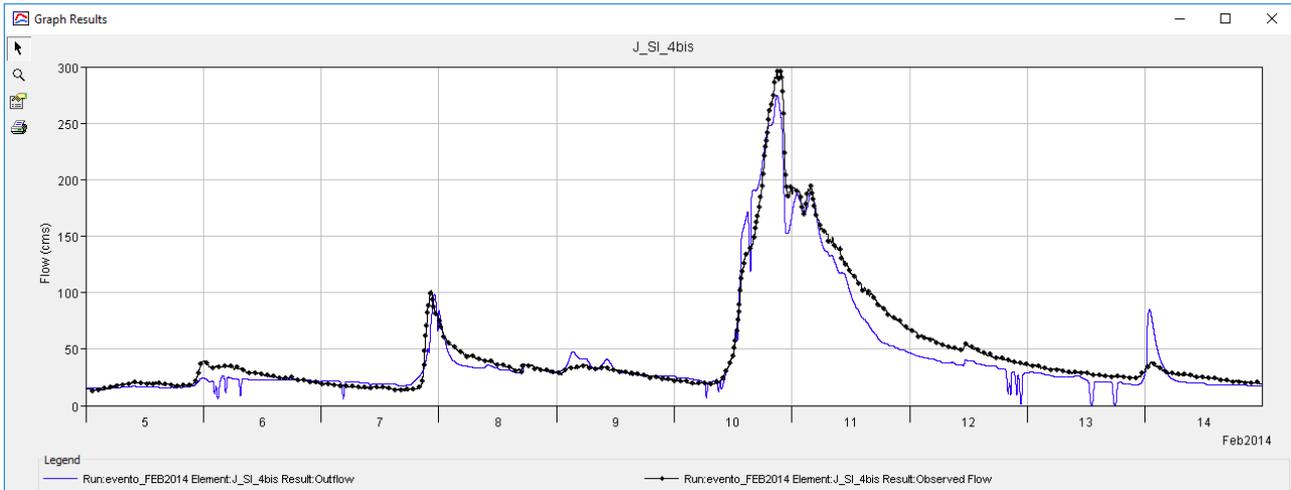


Figura 3-41: Sieve a valle della confluenza del T. Carza (dati “osservati” = somma misure Carza e Sieve a monte della confluenza): valori simulati (linea blu continua) vs valori osservati (linea nera puntinata). Per un corretto confronto tra i valori simulati e osservati all'idrogramma misurato dal sensore idrometrico è stato sottratto il deflusso iniziale di base pari a  $9.35 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3.8.5 Validazione del modello idrologico: portate di picco della Sieve a Fornacina

Inserendo nel modello idrologico calibrato della Sieve gli input idrologici **sintetici** per TR = 30 e 200 anni caratterizzati da:

- LSPP Regione Toscana 2014;
- Ietogrammi costanti;
- Determinazione della durata critica in una data sezione di chiusura condotta per simulazione massimizzando la portata al colmo;

si ottengono, per la sezione di chiusura del Bacino del F. Sieve ( $S \approx 836 \text{ km}^2$ ), i seguenti risultati in termini di portate di picco e durate critiche:

- **$Q_{\max \text{ TR}30} = 810 \text{ m}^3/\text{s}$**  (dc  $\approx 12 \text{ h}$ )
- **$Q_{\max \text{ TR}200} = 1463 \text{ m}^3/\text{s}$**  (dc  $\approx 8 \text{ h}$ )

#### 3.8.5.1 CONFRONTO tra valori simulati e valori osservati

I precedenti valori delle portate di picco stimati mediante il modello idrologico implementato dagli scriventi sono di seguito confrontati con quelli delle portate di picco ottenute dall'elaborazione statistica delle seguenti portate al colmo osservate presso il sensore idrometrico di Fornacina (dati forniti dall'AdB Distrettuale):

Cod. Adb	Cod.SIR	Istante	H max [m szi]	Q max [mc/s]	Note
11067	4640	29/10/1933 00:00	3.75	337	
11067	4640	13/03/1934 00:00	4.46	462	
11067	4640	03/01/1935 00:00	3.83	272	



11067	4640	10/07/1936 00:00	3.71	<b>345</b>	
11067	4640	10/05/1937 00:00	4.50	<b>481</b>	
11067	4640	01/10/1938 00:00	2.29	<b>144</b>	
11067	4640	01/03/1939 00:00	3.72	<b>347</b>	
11067	4640	18/11/1940 00:00	4.35	<b>454</b>	
11067	4640	17/02/1941 00:00	3.98	<b>389</b>	
11067	4640	19/12/1942 00:00	3.96	<b>386</b>	
11067	4640	02/09/1947 00:00	3.00	<b>237</b>	
11067	4640	28/01/1948 00:00	3.80	<b>360</b>	
11067	4640	26/11/1949 00:00	4.88	<b>551</b>	
11067	4640	18/06/1950 00:00	3.22	<b>358</b>	
11067	4640	02/06/1951 00:00	4.54	<b>679</b>	
11067	4640	18/09/1952 00:00	4.28	<b>598</b>	
11067	4640	19/09/1953 00:00	6.06	<b>1084</b>	
11067	4640	05/03/1954 00:00	3.45	<b>402</b>	
11067	4640	18/02/1955 00:00	3.70	<b>457</b>	
11067	4640	20/03/1956 00:00	2.24	<b>173</b>	
11067	4640	04/11/1957 00:00	3.08	<b>322</b>	
11067	4640	23/12/1958 00:00	3.64	<b>445</b>	
11067	4640	24/12/1959 00:00	3.42	<b>398</b>	
11067	4640	17/02/1960 00:00	4.92	<b>763</b>	
11067	4640	01/04/1961 00:00	3.70	<b>458</b>	
11067	4640	27/12/1961 00:00	3.70	<b>458</b>	
11067	4640	04/05/1962 00:00	3.12	<b>334</b>	
11067	4640	01/06/1963 00:00	3.90	<b>504</b>	
11067	4640	28/12/1964 00:00	3.56	<b>427</b>	
11067	4640	06/09/1965 00:00	3.50	<b>414</b>	
11067	4640	11/04/1966 00:00	6.90	<b>1340</b>	
11067	4640	17/05/1967 00:00	4.00	<b>527</b>	
11067	4640	22/02/1968 00:00	3.92	<b>509</b>	
11067	4640	26/11/1969 00:00	3.79	<b>478</b>	
11067	4640	01/05/1970 00:00	3.91	<b>506</b>	
11067	4640	20/03/1971 00:00	4.06	<b>540</b>	
11067	4640	20/11/1972 00:00	3.40	<b>392</b>	



11067	4640	25/09/1973 00:00	2.72	<b>254</b>	
11067	4640	02/06/1974 00:00	2.62	<b>235</b>	
11067	4640	04/06/1975 00:00	3.23	<b>369</b>	
11067	4640	12/07/1976 00:00	3.73	<b>481</b>	
11067	4640	21/02/1977 00:00	4.02	<b>550</b>	
11067	4640	27/04/1978 00:00	3.56	<b>442</b>	
11067	4640	01/10/1979 00:00	3.88	<b>516</b>	
11067	4640	11/04/1980 00:00	3.48	<b>424</b>	
11067	4640	29/12/1981 00:00	3.92	<b>526</b>	
11067	4640	14/11/1982 00:00	4.48	<b>666</b>	
11067	4640	02/06/1983 00:00	3.44	<b>415</b>	
11067	4640	06/05/1984 00:00	4.28	<b>615</b>	
11067	4640	24/01/1985 00:00	3.72	<b>479</b>	
11067	4640	16/04/1986 00:00	2.28	<b>177</b>	
11067	4640	24/11/1987 00:00	3.96	<b>537</b>	
11067	4640	26/01/1988 00:00	2.36	<b>190</b>	
11067	4640	11/06/1989 00:00	2.38	<b>193</b>	
11067	4640	12/10/1990 00:00	4.16	<b>585</b>	
11067	4640	16/11/1991 00:00	5.21	<b>836</b>	
207	4641	05/12/1992 00:00	4.76	<b>780</b>	Inizio funzionamento stazione in telemisura
207	4641	08/11/1993 00:00	3.36	<b>389</b>	
207	4641	01/01/1994 00:00	3.91	<b>528</b>	
207	4641	25/02/1995 00:00	3.83	<b>508</b>	
207	4641	14/12/1996 00:00	3.66	<b>468</b>	
207	4641	04/01/1997 00:00	2.81	<b>252</b>	
207	4641	04/11/1998 00:00	3.80	<b>426</b>	
207	4641	19/11/1999 00:00	4.84	<b>747</b>	
207	4641	06/11/2000 00:00	4.55	<b>655</b>	
207	4641	21/02/2002 15:00	2.14	<b>107</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	04/02/2003 12:30	3.86	<b>454</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	23/02/2004 09:30	2.89	<b>217</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	26/11/2005 18:00	3.00	<b>236</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	05/03/2006 17:45	2.72	<b>185</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	13/02/2007 04:00	2.33	<b>128</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,

207	4641	05/12/2008 17:30	2.32	<b>127</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	23/12/2009 08:00	3.43	<b>341</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	01/12/2010 14:45	2.93	<b>225</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	16/03/2011 16:15	2.25	<b>119</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	28/11/2012 15:00	3.42	<b>339</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	18/03/2013 19:00	3.68	<b>405</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	11/02/2014 02:15	4.79	<b>731</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	30/01/2015 09:30	2.66	<b>174</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	19/11/2016 16:00	2.14	<b>107</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,
207	4641	07/03/2017 02:15	3.80	<b>437</b>	Ricostruito da dati tempo reale, Non ancora validato,

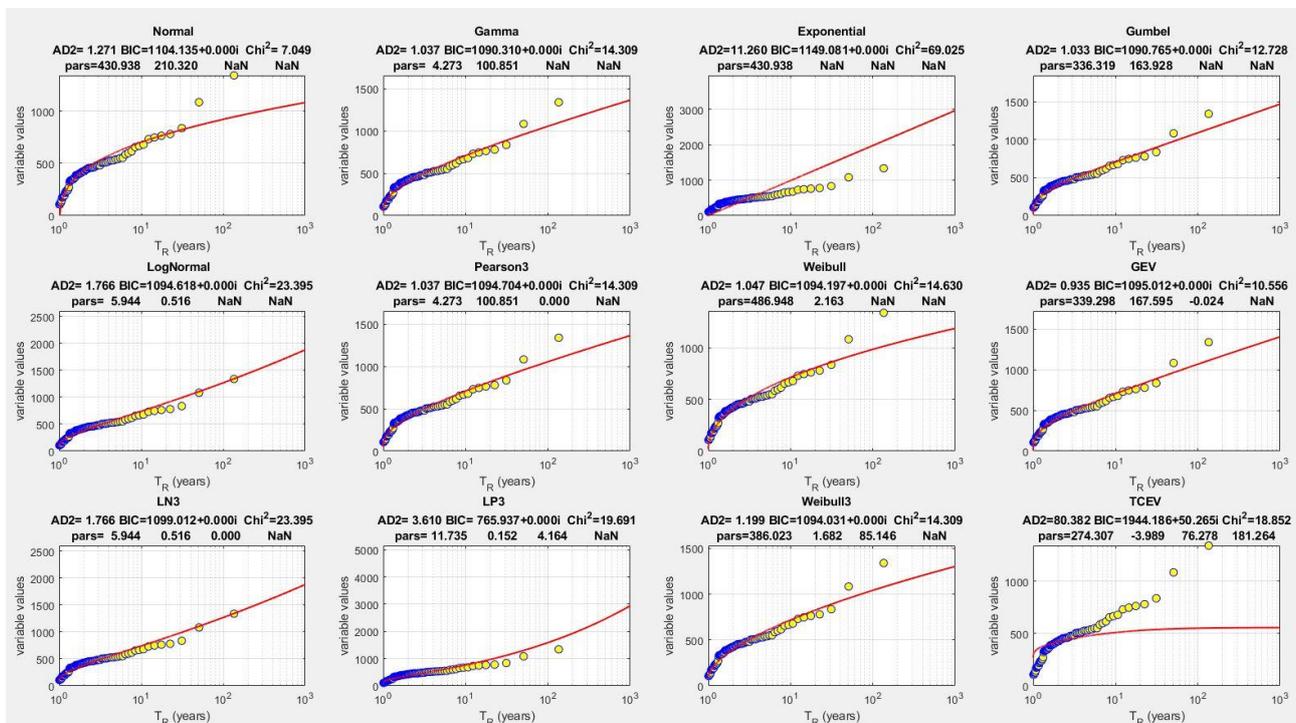


Figura 3-42: Sieve a Fornacina: analisi statistica delle portate al colmo osservate presso il sensore idrometrico.

Con riferimento alla Figura 3-42, l'analisi statistica dei dati osservati, scegliendo le leggi che meglio rappresentano il campione in esame, fornisce i seguenti valori di portata di picco:

- **$Q_{\max TR30} = 891 \text{ m}^3/\text{s}$**  (Gumbel)
- **$Q_{\max TR200} = 1443 \text{ m}^3/\text{s}$**  (Lognormale)

Si osserva un buon accordo tra i risultati del modello e i valori desunti dall'analisi statistica dei dati osservati, con scostamenti percentuali pari a -9% per TR = 30 anni e +1.4% per TR = 200 anni.

## 4 Risultati dell'analisi idrologica

La procedura descritta ha permesso di ricavare, per ogni corso d'acqua analizzato, nelle sezioni di chiusura di interesse ed al variare del tempo di ritorno, le portate di progetto, con evidenziazione delle portate di picco corrispondenti alla durata critica (vedi tabelle seguenti).

### 4.1 Modello idrologico "Sieve"

Tabella 4-1: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 30 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR30							
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Mulinaccia	MU	BT_MU_S1	7.9	27.4	35.5	37.9	34.6	30.7	27.3	24.6	22.4
Scopicci	SC	BT_SC_S1	2.3	12.2	14.5	13.1	11.0	9.4	8.2	7.3	6.6
Sieve	SI	J_SI_1	10.7	39.7	49.0	50.5	45.1	39.7	35.3	31.8	28.9
Sieve	SI	J_SI_2	21.5	76.3	97.7	103.8	93.6	82.5	73.2	65.9	59.9
Sieve	SI	J_SI_3	22.9	82.8	105.0	111.0	99.9	88.0	78.1	70.2	63.9
Visano	VS	BT_VS_S1	1.0	7.4	7.7	6.2	4.9	4.1	3.6	3.1	2.8
Lora	LO	BT_LO_S1	8.5	20.7	28.7	33.1	31.5	28.7	26.1	23.8	21.9
Lora	LO	J_LO_1	13.8	29.4	39.8	48.1	48.7	45.7	42.0	38.5	35.5
Calecchia	CC	BT_CC_S1	8.0	20.7	28.2	32.4	30.8	28.1	25.5	23.2	21.3
Fiumicello	FM	BT_FM_S1	2.2	9.2	11.5	10.9	9.4	8.1	7.2	6.4	5.9
Badia	BD	BT_BD_S1	0.4	4.5	3.7	2.5	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1
Aglione	AG	BT_AG_S1	8.3	14.0	20.0	25.5	26.3	25.3	23.8	22.2	20.7
Stura	ST	J_ST_2	39.1	66.4	94.1	119.1	123.1	119.2	112.3	104.8	97.6
Stura	ST	J_Stura	42.8	69.4	97.6	124.0	130.0	127.6	121.0	113.6	106.3
Sorcella	SO	BT_SO_S1	2.1	10.1	12.1	10.8	9.1	7.8	6.9	6.2	5.6
Sorcella	SO	BT_SO_S2	2.1	15.1	15.1	11.7	9.5	8.0	7.0	6.2	5.7
Sorcella	SO	J_SO_1	4.2	23.0	26.2	22.4	18.5	15.8	13.9	12.4	11.3
Sorcella	SO	J_Sorcella	19.7	52.2	70.6	84.6	78.8	69.6	61.9	55.9	51.1
Tavaiano	TV	BT_TV_S1	15.1	22.0	31.6	41.4	44.0	43.3	41.3	38.9	36.6
Romiccioli	RC	RC_S1	2.3	6.5	9.0	9.3	8.3	7.4	6.6	6.0	5.5
Cornocchio	CR	CR_S1	7.1	1.2	3.4	6.9	8.6	9.2	9.3	9.2	8.9
Cornocchio	CR	J_CR_1	9.4	7.2	11.0	14.6	16.0	16.1	15.7	15.0	14.3
Levisone	LE	J_LE_1	29.4	17.5	26.3	38.6	46.2	49.7	50.4	49.9	48.8
Levisone	LE	BT_LE_S2	0.4	4.3	4.0	2.9	2.2	1.8	1.6	1.4	1.3
Levisone	LE	J_Levisone	31.1	20.8	28.7	40.7	48.6	52.3	53.6	53.4	52.2
Anquidola	AN	BT_AN_S1	12.1	53.2	62.9	66.6	60.9	54.1	47.9	42.8	38.6
Rimotoso	RM	BT_RM_S1	5.4	22.2	27.2	28.9	26.4	23.3	20.7	18.5	16.7
Bosso	BS	J_BS_1	8.2	24.3	32.7	32.8	28.9	25.5	22.9	20.8	19.1
Bosso	BS	BT_BS_S3	1.1	5.2	6.1	5.3	4.4	3.8	3.4	3.0	2.8
Bosso	BS	J_Bosso	13.2	32.0	45.3	46.6	42.8	39.2	35.8	32.9	30.4
Bagnone	BA	BT_BA_S2	0.7	1.3	2.0	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4
Bagnone	BA	BT_BA_S4	0.9	6.5	6.8	5.5	4.4	3.6	3.1	2.8	2.5
Bagnone	BA	J_BA_1	9.2	13.4	20.5	26.3	26.6	25.2	23.5	21.8	20.3



Fossatino	FO	J_Fossatino	1.9	6.7	8.6	9.1	8.3	7.1	6.6	6.0	5.4
Affl. Sieve	SI	J_SI_45	1.4	6.0	7.5	7.2	6.3	5.5	4.9	4.4	4.0
Bagnone	BA	J_Bagnone	19.7	23.8	37.5	51.6	55.9	55.1	51.5	48.2	44.9
Bagnone	BA	J_BA_3	19.4	23.5	37.0	51.0	55.1	54.3	50.9	47.4	44.2
Affl Sieve (S.Giovanni)	SI	BT_SI_S_4	1.2	7.5	8.6	7.5	6.1	5.2	4.5	4.0	3.6
Donnino	DO	BT_DO_S1	1.8	6.5	8.3	8.8	8.0	7.1	6.3	5.7	5.1
Rimorelli	RI	BT_RI_S1	1.8	8.0	9.9	10.1	8.9	7.8	6.8	6.1	5.5
Cale	CA	BT_CA_S1	7.9	9.9	14.8	19.8	21.2	20.9	20.0	18.9	17.8
Vigiano	VI	BT_VI_S1	2.0	9.8	12.0	11.7	10.1	8.7	7.6	6.8	6.1
Ensa	EN	BT_EN_S2	5.9	11.5	17.1	20.0	18.9	17.3	15.8	14.5	13.4
Ensa	EN	J_EN_1	12.6	27.1	40.9	44.6	41.1	37.1	33.6	30.8	28.4
Ensa	EN	BT_EN_S1	3.1	12.4	15.0	13.4	11.3	9.9	8.8	7.9	7.3
Ensa	EN	J_Ensa	30.1	42.8	71.1	89.3	89.6	84.6	78.1	72.1	67.0
Pesciola	PE	BT_PE_S1	10.6	6.0	10.1	15.3	18.1	19.3	19.5	19.2	18.7
Muccione	MC	BT_MC_S1	20.6	11.5	18.5	27.5	32.9	35.7	36.7	36.8	36.3
Pallico	PA	BT_PA_S1	1.7	6.6	8.5	8.7	7.8	6.8	6.0	5.4	4.9
Farnetino	FN	BT_FN_S1	1.4	7.2	8.6	8.0	6.8	5.8	5.0	4.5	4.0
Arsella	AR	J_Arsella	19.1	23.5	35.5	47.8	50.9	50.1	47.8	45.1	42.4
Arsella	AR	BT_AR_S1	10.2	12.8	19.3	25.9	27.6	27.1	25.8	24.3	22.9
Arsella	AR	BT_AR_S3	2.2	1.3	2.5	3.8	4.3	4.3	4.2	4.0	3.8
Arsella	AR	J_AR_1	16.5	21.9	32.8	43.5	45.9	44.8	42.6	40.0	37.6
Botena	BT	J_BT_1	10.5	25.2	36.2	39.5	36.0	32.2	29.0	25.1	24.4
Botena	BT	BT_BT_S3	4.4	10.3	14.8	16.3	15.1	13.6	12.2	11.2	10.3
Botena	BT	J_Botena	28.5	64.7	96.7	115.3	108.6	97.1	87.0	77.7	72.3
San Godenzo	SG	J_SG_3	85.9	66.6	117.5	178.6	205.5	211.5	205.3	194.7	182.6
San Godenzo	SG	J_San Godenzo	89.6	68.2	120.1	182.3	210.7	218.0	212.6	202.0	189.8
Salvaticolle	SA	BT_SA_S1	0.6	5.6	5.2	3.8	3.0	2.5	2.2	1.9	1.8
Moscia	MS	J_MS_2	61.5	82.8	125.1	158.2	163.0	157.1	147.9	138.5	129.7
Moscia	MS	J_Moscia	63.5	86.8	130.4	163.9	168.9	162.9	153.4	143.6	134.5
Carza	CZ	J_CZ_2	54.4	128.8	177.6	210.6	204.4	187.9	171.1	156.4	143.7
Cale	CA	J_Carza	66.6	148.0	207.0	248.7	244.6	226.7	207.3	189.8	174.8
Faltona	FA	BT_FA_S1	8.6	12.2	18.9	24.3	24.6	23.3	21.7	20.1	18.8
Faltona	FA	BT_FA_S2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Faltona	FA	BT_FA_S3	0.6	0.7	1.4	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
Faltona	FA	J_FA_1	9.5	12.2	18.9	24.4	24.6	23.8	22.6	21.2	19.8
Faltona	FA	J_FA_2	21.5	18.2	30.6	46.0	53.8	54.8	52.3	49.1	46.0
Faltona	FA	J_Faltona	23.8	19.1	31.7	48.0	57.5	60.2	58.0	54.5	51.1
Fistona	FI	J_Fistona	19.2	32.3	42.6	57.0	60.0	58.1	54.6	46.8	47.2
Fistona	FI	BT_FI_S1	12.5	23.0	33.4	41.1	40.8	38.2	35.3	32.6	30.2
Salaiole	FI	BT_FI_S2	1.4	12.7	11.9	8.8	6.9	5.8	5.0	4.4	4.0
Fosso del Lago	FA	BT_FA_S1	8.6	12.2	18.9	24.3	24.6	23.3	21.7	20.1	18.8
Fosso del Lago	FA	BT_FA_S2	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Fosso del Fondaccio	FA	BT_FA_S3	0.6	0.7	1.4	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
Strulla	SR	BT_SR_S1	7.1	16.3	22.4	26.7	26.2	24.3	22.3	20.4	18.8
Bosola	BO	BT_BO_S1	0.9	3.6	4.5	4.1	3.5	3.1	2.7	2.4	2.2



Romignano	RO	BT_RO_S1	0.3	3.1	2.6	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8
Montefari	MO	BT_MO_S1	0.1	1.4	1.0	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3
Corolla	CO	BT_CO_S1	7.8	17.0	24.0	28.4	27.5	25.3	23.1	21.2	19.5
Borro di Rimaggio	BR	BT_BR_S1	7.5	22.4	30.3	32.3	29.3	26.0	23.3	21.1	19.3
Fosso di Rimaggio	RF	BT_RF_S1	4.7	8.9	13.1	15.7	15.2	14.0	12.8	11.8	10.9
Fosso di Rimaggio	RG	BT_RG_S1	4.7	17.0	22.0	22.0	19.3	16.9	15.0	13.5	12.3
Fosso di Fontegianni	FG	BT_FG_S1	3.2	11.5	14.9	15.4	13.7	12.0	10.7	9.6	8.7
Fosso di Bricciana	BR	BT_BR_S1	7.5	22.4	30.3	32.3	29.3	26.0	23.3	21.1	19.3
Fosso degli Usignoli	US	BT_US_S1	10.1	29.6	40.2	43.1	39.3	35.1	31.4	28.5	26.1
Celle	CE	BT_CE_S1	0.8	8.8	7.7	5.5	4.3	3.5	3.1	2.7	2.4
Rufina	RU	BT_RU_S1	21.2	24.7	37.7	51.2	55.1	54.5	52.2	49.4	46.6
Argomenna	AM	BT_AM_S1	20.1	30.7	44.8	58.0	60.3	58.4	55.0	51.5	48.1

Tabella 4-2: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 200 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR200							
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
Mulinaccia	MU	BT_MU_S1	7.9	38.8	50.5	53.7	48.7	43.0	38.3	34.4	31.3
Scopicci	SC	BT_SC_S1	2.3	17.2	20.3	18.3	15.2	12.9	11.3	10.1	9.1
Sieve	SI	J_SI_1	10.7	57.3	71.3	72.9	64.6	56.6	50.2	45.1	41.1
Sieve	SI	J_SI_2	21.5	109.1	140.3	148.0	132.5	116.4	103.2	92.7	84.3
Sieve	SI	J_SI_3	22.9	117.6	150.3	157.9	141.3	124.0	109.9	98.8	89.8
Visano	VS	BT_VS_S1	1.0	10.1	10.6	8.4	6.7	5.6	4.9	4.3	3.9
Lora	LO	BT_LO_S1	8.5	31.3	43.4	49.2	46.3	41.9	37.9	34.4	31.6
Lora	LO	J_LO_1	13.8	42.3	57.1	71.6	72.6	67.3	61.3	55.9	51.3
Calecchia	CC	BT_CC_S1	8.0	30.5	41.7	47.4	44.7	40.5	36.6	33.2	30.4
Fiumicello	FM	BT_FM_S1	2.2	13.8	17.1	15.9	13.5	11.6	10.3	9.2	8.4
Badia	BD	BT_BD_S1	0.4	6.0	4.9	3.3	2.6	2.1	1.8	1.6	1.5
Aglione	AG	BT_AG_S1	8.3	21.2	30.4	38.4	39.2	37.4	34.9	32.4	30.1
Stura	ST	J_ST_2	39.1	99.8	141.9	178.7	183.3	176.3	164.9	153.1	142.0
Stura	ST	J_Stura	42.8	103.0	145.9	185.2	193.7	189.0	178.4	166.6	155.1
Sorcella	SO	BT_SO_S1	2.1	15.1	17.8	15.7	13.1	11.2	9.9	8.8	8.0
Sorcella	SO	BT_SO_S2	2.1	22.3	21.9	16.7	13.4	11.4	9.9	8.9	8.1
Sorcella	SO	J_SO_1	4.2	34.3	38.5	32.3	26.5	22.6	19.8	17.7	16.1
Sorcella	SO	J_Sorcella	19.7	83.7	111.3	133.7	117.4	101.9	90.1	81.1	73.9
Tavaiano	TV	BT_TV_S1	15.1	33.3	48.0	62.6	65.9	64.3	61.0	57.2	53.6
Romiccioli	RC	RC_S1	2.3	10.5	14.2	14.2	12.6	11.1	9.9	8.9	8.2
Cornocchio	CR	CR_S1	7.1	3.8	8.6	14.7	16.9	17.4	17.1	16.5	15.8
Cornocchio	CR	J_CR_1	9.4	12.9	19.9	26.7	28.4	27.9	26.6	25.2	23.9



Levisone	LE	J_LE_1	29.4	28.3	43.9	65.8	77.8	82.4	82.8	81.3	78.7
Levisone	LE	BT_LE_S2	0.4	5.7	5.3	3.8	3.0	2.5	2.1	1.9	1.7
Levisone	LE	J_Levisone	31.1	33.3	46.2	68.4	81.1	86.5	87.7	86.4	83.8
Anquidola	AN	BT_AN_S1	12.1	66.6	80.3	86.5	79.9	71.5	63.7	57.1	51.7
Rimotoso	RM	BT_RM_S1	5.4	29.2	36.4	38.9	35.5	31.5	28.0	25.0	22.7
Bosso	BS	J_BS_1	8.2	40.0	52.2	50.4	43.8	38.4	34.2	31.0	28.4
Bosso	BS	BT_BS_S3	1.1	8.3	9.3	7.9	6.5	5.6	5.0	4.5	4.1
Bosso	BS	J_Bosso	13.2	54.0	71.7	71.3	66.3	59.9	54.2	49.5	45.6
Bagnone	BA	BT_BA_S2	0.7	2.5	3.5	3.5	3.1	2.8	2.5	2.3	2.1
Bagnone	BA	BT_BA_S4	0.9	9.0	9.4	7.5	6.0	5.0	4.3	3.8	3.5
Bagnone	BA	J_BA_1	9.2	22.2	33.6	41.9	41.6	38.9	35.8	33.1	30.6
Fossatino	FO	J_Fossatino	1.9	9.4	12.2	12.9	11.7	10.4	9.3	8.4	7.6
Affl. Sieve	SI	J_SI_45	1.4	8.6	10.6	10.3	9.0	7.8	6.8	6.1	5.6
Bagnone	BA	J_Bagnone	19.7	40.0	62.4	84.1	89.0	84.6	78.4	72.4	67.2
Bagnone	BA	J_BA_3	19.4	39.6	61.8	83.2	87.7	83.3	77.2	71.3	66.1
Affl Sieve (San Giovanni)	SI	BT_SI_S_4	1.2	10.3	11.7	10.2	8.3	7.0	6.1	5.4	4.9
Donnino	DO	BT_DO_S1	1.8	9.0	11.5	12.3	11.1	9.8	8.7	7.8	7.1
Rimorelli	RI	BT_RI_S1	1.8	10.9	13.6	13.8	12.2	10.6	9.4	8.3	7.6
Cale	CA	BT_CA_S1	7.9	15.6	23.3	31.0	32.7	31.9	30.2	28.4	26.6
Vigiano	VI	BT_VI_S1	2.0	13.4	16.5	16.0	13.8	11.9	10.4	9.3	8.4
Ensa	EN	BT_EN_S2	5.9	19.2	27.9	31.3	29.2	26.3	23.9	21.8	20.1
Ensa	EN	J_EN_1	12.6	48.1	66.5	69.9	63.5	56.7	51.1	46.5	42.8
Ensa	EN	BT_EN_S1	3.1	20.4	23.6	20.3	17.1	14.7	13.1	11.8	10.8
Ensa	EN	J_Ensa	30.1	81.4	124.9	148.9	144.8	132.3	120.3	110.1	101.6
Pesciola	PE	BT_PE_S1	10.6	10.6	17.5	26.1	30.3	31.7	31.6	30.9	29.8
Muccione	MC	BT_MC_S1	20.6	19.3	30.8	45.3	53.6	57.5	58.7	58.3	57.0
Pallico	PA	BT_PA_S1	1.7	9.4	12.1	12.3	10.9	9.5	8.4	7.5	6.9
Farnetino	FN	BT_FN_S1	1.4	10.1	12.1	11.1	9.3	8.0	6.9	6.2	5.6
Arsella	AR	J_Arsella	19.1	37.6	56.6	75.1	78.9	76.8	72.7	68.2	63.8
Arsella	AR	BT_AR_S1	10.2	20.5	30.9	40.8	42.8	41.5	39.2	36.7	34.4
Arsella	AR	BT_AR_S3	2.2	2.7	4.8	6.8	7.3	7.2	6.9	6.5	6.1
Arsella	AR	J_AR_1	16.5	34.8	51.8	67.8	70.6	68.2	64.3	60.1	56.1
Botena	BT	J_BT_1	10.5	41.7	58.3	61.3	54.9	48.6	43.6	39.6	36.4
Botena	BT	BT_BT_S3	4.4	16.8	23.6	25.2	22.9	20.4	18.3	16.7	15.3
Botena	BT	J_Botena	28.5	109.0	159.1	178.3	161.4	142.4	127.0	114.7	104.9
San Godenzo	SG	J_SG_3	85.9	128.4	222.5	324.5	355.7	348.3	325.6	301.8	269.7
San Godenzo	SG	J_San Godenzo	89.6	130.9	226.0	330.9	365.7	360.5	338.1	313.7	281.5
Salvaticolle	SA	BT_SA_S1	0.6	8.0	7.3	5.3	4.2	3.5	3.1	2.7	2.5
Moscia	MS	J_MS_2	61.5	140.2	205.5	253.8	257.2	244.8	228.4	212.5	198.1
Moscia	MS	J_Moscia	63.5	146.1	212.6	261.8	265.9	253.3	236.5	220.1	205.1
Carza	CZ	J_CZ_2	54.4	191.9	264.1	308.6	296.5	271.4	246.3	224.4	205.8
Cale	CA	J_Carza	66.6	222.7	308.0	364.6	355.9	328.1	298.7	272.8	250.7



Faltona	FA	BT_FA_S1	8.6	20.6	31.3	39.0	38.6	36.0	33.3	30.7	28.5
Faltona	FA	BT_FA_S2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4
Faltona	FA	BT_FA_S3	0.6	2.0	2.8	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6
Faltona	FA	J_FA_1	9.5	20.6	31.3	39.0	38.8	37.6	35.2	32.7	30.4
Faltona	FA	J_FA_2	21.5	32.7	55.8	82.2	91.2	87.9	81.9	76.0	70.6
Faltona	FA	J_Faltona	23.8	33.7	56.9	86.8	99.7	97.3	90.7	84.1	78.2
Fistona	FI	J_Fistona	19.2	47.2	62.7	85.8	90.3	86.9	80.8	74.7	69.1
Fistona	FI	BT_FI_S1	12.5	36.0	52.0	62.9	61.5	57.1	52.4	48.1	44.4
Salaiole	FI	BT_FI_S2	1.4	17.9	16.6	12.1	9.5	8.0	6.9	6.1	5.6
Fosso del Lago	FA	BT_FA_S1	8.6	20.6	31.3	39.0	38.6	36.0	33.3	30.7	28.5
Fosso del Lago	FA	BT_FA_S2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4
Fosso del Fondaccio	FA	BT_FA_S3	0.6	2.0	2.8	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6
Strulla	SR	BT_SR_S1	7.1	24.0	33.2	39.3	38.1	35.2	32.1	29.3	27.0
Bosola	BO	BT_BO_S1	0.9	5.7	6.9	6.2	5.2	4.5	4.0	3.6	3.3
Romignano	RO	BT_RO_S1	0.3	4.4	3.6	2.5	2.0	1.6	1.4	1.3	1.2
Montefari	MO	BT_MO_S1	0.1	1.9	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
Corolla	CO	BT_CO_S1	7.8	26.1	36.7	42.7	40.8	37.3	33.8	30.9	28.4
Borro di Rimaggio	BR	BT_BR_S1	7.5	34.2	46.0	47.9	42.9	37.9	33.8	30.5	27.9
Fosso di Rimaggio	RF	BT_RF_S1	4.7	14.5	21.1	24.5	23.2	21.2	19.3	17.6	16.3
Fosso di Rimaggio	RG	BT_RG_S1	4.7	25.6	32.9	32.2	27.9	24.3	21.5	19.4	17.6
Fosso di Fontegianni	FG	BT_FG_S1	3.2	16.8	21.7	22.1	19.5	17.1	15.1	13.6	12.4
Fosso di Bricciana	BR	BT_BR_S1	7.5	34.2	46.0	47.9	42.9	37.9	33.8	30.5	27.9
Fosso degli Usignoli	US	BT_US_S1	10.1	45.1	60.8	64.0	57.6	51.0	45.5	41.2	37.6
Celle	CE	BT_CE_S1	0.8	12.3	10.7	7.5	5.9	4.9	4.2	3.8	3.4
Rufina	RU	BT_RU_S1	21.2	40.0	60.6	81.2	85.9	84.0	79.8	75.0	70.4
Argomenna	AM	BT_AM_S1	20.1	47.5	69.1	88.7	91.2	87.4	81.9	76.2	70.9

## 4.2 Modello idrologico "Firenzuola"

Tabella 4-3: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 30 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR30						
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
<b>FIRENZUOLA</b>										
Badini	BA	BR_BA_S1	1.2	1.8	3.2	3.8	3.6	3.3	3.1	2.9
Badini	BA	BR_BA_S2	0.5	1.6	2.1	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3
Santerno	SA	BR_SA_S1	19.4	53.6	72.1	87.8	88.3	83.4	77.2	71.2
Santerno	SA	BR_SA_S2	11.0	56.0	70.7	70.7	62.0	53.8	47.4	42.4



Santerno	SA	BR_SA_S3	2.3	22.3	22.8	17.7	14.1	11.8	10.2	9.1
Santerno	SA	J_SA_1	32.7	94.8	125.9	152.6	154.8	145.4	133.4	122.0
Santerno	SA	J_SA_2	44.6	146.1	193.2	222.4	218.1	201.3	183.2	166.8
Alberaccio	AL	BR_AL_S1	0.1	1.0	0.8	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3
Alberaccio	AL	BR_AL_S2	0.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2
Rovigo	RO	J_Rovigo	47.0	152.9	202.9	235.7	230.0	212.1	192.6	175.1
Santerno	SA	BR_SA_I_1SX	1.6	13.9	16.6	11.8	9.3	7.7	6.7	6.0
Santerno	SA	BR_SA_I_2SX	0.7	3.3	5.0	4.3	3.5	3.0	2.7	2.4
P. Nuovo	PN	BR_PN_S1	0.2	2.4	1.9	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6
Santerno	SA	BR_SA_S5	5.3	34.9	41.3	37.0	30.9	26.3	22.9	20.5
Santerno	SA	BR_SA_S4	9.7	52.9	65.8	64.0	55.3	47.7	41.8	37.4
Santerno	SA	J_SA_3	50.0	172.9	227.0	256.4	248.1	227.6	206.4	187.6
Barondoli	BD	BR_BD_S1	1.1	10.3	10.3	7.9	6.3	5.3	4.6	4.1
Barondoli	BD	BR_BD_S2	1.4	12.7	13.2	10.4	8.3	7.0	6.1	5.4
Barondoli	BD	J_BD_1	2.5	22.8	23.5	18.3	14.6	12.3	10.6	9.5
Barondoli	BD	J_Barondoli	2.8	24.0	25.4	20.7	16.6	13.9	12.1	10.8
Barondoli	BD	BR_BD_I_1DX	0.1	1.7	1.2	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4
Barondoli	BD	BR_BD_I_1SX	0.2	3.9	2.8	1.8	1.4	1.2	1.0	0.9
Violla	VL	J_Violla	14.4	67.1	86.1	84.7	72.7	62.9	55.5	50.0
Fosso del Prato (Violla)	PR	BR_PR_S1	1.2	0.8	1.8	2.7	2.8	2.7	2.6	2.5
Cerbolaccio	CE	BR_CE_S1	0.8	4.1	5.0	4.6	3.9	3.4	3.0	2.7
Violla	VL	BR_VL_S1	6.3	41.1	48.0	42.0	34.8	29.7	26.0	23.3
Santerno	SA	J_SA_4	69.4	247.0	322.6	357.0	340.3	310.4	280.7	255.0
Santerno	SA	J_SA_5	75.4	264.5	349.6	390.0	370.8	337.5	304.8	276.7
Santerno	SA	J_SA_7	125.2	392.6	527.9	625.3	610.8	560.5	507.4	460.9
Santerno	SA	J_SA_8	131.8	397.2	535.5	640.7	631.9	582.8	529.1	481.5
Santerno	SA	BR_SA_S7	1.2	12.2	11.6	8.6	6.8	5.8	5.0	4.5
Santerno	SA	BR_SA_S9	1.9	19.5	18.6	13.8	10.9	9.2	8.0	7.1
Santerno	SA	J_SA_10	140.5	405.3	550.6	669.8	665.3	615.7	560.1	510.3
Diaterna	DI	J_Diaterna	61.2	127.4	178.0	220.2	232.2	228.3	215.9	201.8
Santerno	SA	J_Santerno	202.7	532.4	727.4	889.0	900.6	847.2	779.1	715.0

BRUSCOLI				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Bruscoli	BR	BR_BR_S1	0.6	5.8	5.6	4.3	3.5	3.0	2.7	2.4
Mattarello	MT	BR_MT_S1	2.4	13.0	15.7	14.0	12.0	10.5	9.5	8.7
Tabina	TA	BR_TA_S1	0.9	7.2	7.3	5.9	4.9	4.3	3.8	3.5

PIANCALDOLI				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Fosso del Poggio	PO	J_po_1	0.7	7.9	7.3	5.3	4.2	3.2	3.1	2.7
Fosso del Poggio	PO	BR_PO_S1	0.5	5.1	4.7	3.4	2.7	2.1	2.0	1.8
Sillaro	SI	BR_SI_S2	3.3	36.5	35.3	26.3	20.8	15.7	15.2	13.5
Sillaro	SI	BR_SI_S1	7.1	43.8	53.6	49.3	41.6	31.9	31.4	28.2



Sillaro	SI	J_SI_1	10.4	71.4	84.4	75.0	62.3	47.6	46.6	41.7
Sillaro	SI	J_Sillaro	11.4	76.0	90.7	81.9	68.4	52.3	51.1	45.7

Tabella 4-4: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 200 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR200						
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
<b>FIRENZUOLA</b>										
Badini	BA	BR_BA_S1	1.2	3.6	5.8	6.3	5.8	5.3	4.9	4.5
Badini	BA	BR_BA_S2	0.5	2.6	3.4	3.2	2.8	2.4	2.2	2.0
Santerno	SA	BR_SA_S1	19.4	73.0	99.3	121.5	121.9	115.1	106.5	98.1
Santerno	SA	BR_SA_S2	11.0	76.2	96.7	96.4	84.3	73.2	64.5	57.7
Santerno	SA	BR_SA_S3	2.3	30.1	30.7	23.7	18.9	15.8	13.8	12.3
Santerno	SA	J_SA_1	32.7	129.1	173.2	211.0	213.8	200.1	183.3	167.5
Santerno	SA	J_SA_2	44.6	197.8	264.3	305.6	299.7	276.4	251.3	228.8
Alberaccio	AL	BR_AL_S1	0.1	1.4	1.1	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
Alberaccio	AL	BR_AL_S2	0.1	1.2	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
Rovigo	RO	J_Rovigo	47.0	208.2	278.8	325.0	317.0	292.6	265.5	241.2
Santerno	SA	BR_SA_I_1SX	1.6	22.3	23.1	15.9	12.5	10.5	9.1	8.1
Santerno	SA	BR_SA_I_2SX	0.7	6.2	8.0	6.2	5.0	4.3	3.8	3.4
P. Nuovo	PN	BR_PN_S1	0.2	3.1	2.5	1.7	1.3	1.1	1.0	0.9
Santerno	SA	BR_SA_S5	5.3	47.9	56.7	50.5	42.0	35.7	31.3	28.0
Santerno	SA	BR_SA_S4	9.7	72.0	90.0	87.1	75.1	64.8	56.9	50.9
Santerno	SA	J_SA_3	50.0	235.1	311.3	352.7	341.0	312.4	283.2	257.4
Barondoli	BD	BR_BD_S1	1.1	14.2	14.0	10.6	8.5	7.1	6.2	5.6
Barondoli	BD	BR_BD_S2	1.4	17.4	18.0	14.1	11.3	9.5	8.3	7.4
Barondoli	BD	J_BD_1	2.5	31.2	31.9	24.7	19.7	16.6	14.5	12.9
Barondoli	BD	J_Barondoli	2.8	32.5	34.5	28.0	22.4	18.9	16.5	14.7
Barondoli	BD	BR_BD_I_1DX	0.1	2.3	1.6	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6
Barondoli	BD	BR_BD_I_1SX	0.2	5.3	3.7	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2
Violla	VL	J_Violla	14.4	96.1	125.0	121.1	102.6	88.4	78.1	70.3
Fosso del Prato (Violla)	PR	BR_PR_S1	1.2	1.9	3.7	4.9	4.9	4.6	4.3	4.0
Cerbolaccio	CE	BR_CE_S1	0.8	6.2	7.5	6.6	5.6	4.8	4.3	3.8
Violla	VL	BR_VL_S1	6.3	58.0	67.2	58.1	48.0	40.9	35.9	32.2
Santerno	SA	J_SA_4	69.4	337.3	443.5	495.1	471.7	429.2	387.7	352.0
Santerno	SA	J_SA_5	75.4	365.2	485.8	544.3	515.3	467.3	421.4	382.3
Santerno	SA	J_SA_7	125.2	532.0	724.6	869.5	848.4	775.8	701.1	636.5
Santerno	SA	J_SA_8	131.8	537.4	735.8	897.0	882.6	810.0	733.6	666.7
Santerno	SA	BR_SA_S7	1.2	17.0	15.9	11.7	9.3	7.9	6.9	6.1
Santerno	SA	BR_SA_S9	1.9	27.0	25.4	18.7	14.9	12.5	10.9	9.8
Santerno	SA	J_SA_10	140.5	550.6	762.2	946.0	933.8	858.7	778.6	708.1
Diaterna	DI	J_Diaterna	61.2	181.7	254.7	315.6	334.7	327.9	308.7	287.3
Santerno	SA	J_Santerno	202.7	729.1	1009.8	1259.0	1273.1	1191.2	1091.7	999.6

BRUSCOLI				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Bruscoli	BR	BR_BR_S1	0.6	8.3	7.8	5.9	4.8	4.2	3.7	3.3
Mattarello	MT	BR_MT_S1	2.4	20.3	23.5	20.3	17.2	15.1	13.6	12.4
Tabina	TA	BR_TA_S1	0.9	10.8	10.6	8.3	6.9	6.0	5.4	4.9

PIANCALDOLI				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
Fosso del Poggio	PO	J_po_1	0.7	10.8	9.9	7.1	5.7	4.8	4.2	3.7
Fosso del Poggio	PO	BR_PO_S1	0.5	7.1	6.4	4.6	3.7	3.1	2.7	2.5
Sillaro	SI	BR_SI_S2	3.3	49.3	47.3	35.2	27.9	23.5	20.5	18.3
Sillaro	SI	BR_SI_S1	7.1	61.5	74.8	67.9	57.1	49.0	43.1	38.7
Sillaro	SI	J_SI_1	10.4	98.7	116.6	102.5	84.9	72.5	63.6	57.1
Sillaro	SI	J_Sillaro	11.4	104.8	124.9	112.1	93.2	79.5	69.8	62.6

### 4.3 Modello idrologico “Palazzuolo sul Senio”

Tabella 4-5: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 30 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR30					
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h
Senio	SE	BR_SE_S1	5.9	3.6	8.0	12.5	13.4	13.2	12.6
Senio	SE	BR_SE_S2	5.0	4.4	8.8	12.6	13.0	12.5	11.8
Senio	SE	BR_SE_S3	8.0	6.8	12.5	18.6	20.4	20.3	19.5
Senio	SE	J_SE_1	18.9	13.7	27.2	41.9	46.0	45.6	43.7
Senio	SE	J_SE_2	20.5	14.6	28.5	44.1	49.0	49.1	47.4
Senio	SE	BR_SE_I1SX	1.1	4.4	6.7	5.6	4.6	4.0	3.5
Senio	SE	BR_SE_I1DX	0.5	1.6	2.6	2.2	1.9	1.6	1.5
Senio	SE	BR_SE_I2DX	0.8	3.3	4.8	4.0	3.3	2.9	2.5
Senio	SE	BR_SE_I2SX	0.3	1.9	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1
Senio	SE	BR_SE_I3DX	1.2	1.5	3.6	4.3	3.8	3.4	3.1
Senio	SE	BR_SE_I3SX	0.9	2.5	4.6	4.2	3.6	3.1	2.8
Senio	SE	J_SE_3	31.2	23.5	44.8	68.6	76.0	76.4	73.8
Senio	SE	J_SE_4	52.0	46.8	85.7	128.0	139.1	136.9	130.5
Senio	SE	J_SE_5	54.1	48.0	87.2	130.8	143.0	141.3	134.9
Mantigno	MA	BR_MA_S1	9.7	8.3	15.5	23.0	24.8	24.5	23.4
Salecchio	SL	BR_SL_S1	4.4	5.6	10.1	13.0	12.7	11.9	11.0
Salecchio	SL	BR_SL_S2	6.2	13.2	20.6	23.5	22.0	20.0	18.3
Visano	VI	BR_VI_S1	10.3	12.4	21.2	29.3	30.5	29.5	27.8

Tabella 4-6: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 200 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR200					
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h
Senio	SE	BR_SE_S1	5.9	8.2	16.0	22.4	23.0	22.1	20.8
Senio	SE	BR_SE_S2	5.0	9.1	16.5	21.7	21.6	20.4	19.0



Senio	SE	BR_SE_S3	<b>8.0</b>	12.6	22.0	31.3	<b>33.3</b>	32.5	30.9
Senio	SE	J_SE_1	<b>18.9</b>	27.6	50.7	72.9	<b>76.8</b>	74.4	70.4
Senio	SE	J_SE_2	<b>20.5</b>	28.5	52.3	75.8	<b>81.2</b>	79.9	76.2
Senio	SE	BR_SE_I1SX	<b>1.1</b>	8.9	<b>10.7</b>	8.2	6.8	5.8	5.1
Senio	SE	BR_SE_I1DX	<b>0.5</b>	3.5	<b>4.3</b>	3.4	2.8	2.5	2.2
Senio	SE	BR_SE_I2DX	<b>0.8</b>	6.5	<b>7.7</b>	5.9	4.9	4.2	3.7
Senio	SE	BR_SE_I2SX	<b>0.3</b>	<b>3.6</b>	<b>3.6</b>	2.7	2.2	1.9	1.6
Senio	SE	BR_SE_I3DX	<b>1.2</b>	4.1	<b>7.7</b>	7.1	6.1	5.4	4.9
Senio	SE	BR_SE_I3SX	<b>0.9</b>	5.6	<b>8.0</b>	6.5	5.4	4.7	4.2
Senio	SE	J_SE_3	<b>31.2</b>	44.8	80.9	116.6	<b>125.3</b>	123.6	117.9
Senio	SE	J_SE_4	<b>52.0</b>	87.0	152.1	214.8	<b>226.0</b>	218.1	205.3
Senio	SE	J_SE_5	<b>54.1</b>	88.2	153.8	218.8	<b>232.2</b>	225.0	212.3
Mantigno	MA	BR_MA_S1	<b>9.7</b>	15.8	27.8	39.0	<b>40.7</b>	39.4	37.2
Salecchio	SL	BR_SL_S1	<b>4.4</b>	10.9	18.2	<b>21.6</b>	20.5	18.9	17.4
Salecchio	SL	BR_SL_S2	<b>6.2</b>	22.7	33.9	<b>36.9</b>	33.8	30.4	27.6
Visano	VI	BR_VI_S1	<b>10.3</b>	21.8	35.8	47.5	<b>48.2</b>	45.9	42.9

#### 4.4 Modello idrologico "Marradi"

Tabella 4-7: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 30 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR30							
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h
Fosso del Lago	LG	BR_LG_S1	<b>7.9</b>	15.55	24.63	<b>29.65</b>	28.42	26.11	23.89	21.98	19.01
Torrente Lamone	LA	BR_LA_S1	<b>7.5</b>	16.63	25.19	<b>29.96</b>	28.63	26.20	23.88	21.87	18.78
Torrente Lamone	LA	J_LA_1	<b>15.4</b>	31.95	49.54	<b>59.50</b>	57.03	52.31	47.77	43.85	37.79
Fosso della Bedena	BE	BR_BE_S1	<b>3.2</b>	4.77	8.27	<b>10.27</b>	9.95	9.23	8.51	7.89	6.91
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_1	<b>2.1</b>	6.46	<b>12.03</b>	10.05	8.46	7.37	6.57	5.97	5.10
Torrente Lamone	LA	J_LA_2	<b>20.7</b>	37.80	59.45	<b>73.59</b>	73.06	68.01	62.44	57.50	49.71
Torrente Lamone	LA	R_LA_1	<b>20.7</b>	37.77	59.40	<b>73.57</b>	73.03	67.98	62.42	57.48	49.70
Fosso della Fogare	FO	BR_FO_S1	<b>8.5</b>	10.73	18.62	<b>25.34</b>	<b>25.96</b>	24.77	23.20	21.66	19.05
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_2SX	<b>3.1</b>	5.59	12.69	<b>13.43</b>	11.62	10.23	9.20	8.38	7.20
Fosso del Pozzo	PZ	BR_PZ_S1	<b>2.3</b>	9.19	<b>11.54</b>	10.47	8.98	7.87	7.05	6.41	5.48
Torrente Lamone	LA	J_LA_3	<b>34.6</b>	52.13	83.84	113.79	<b>116.29</b>	109.12	100.84	93.26	81.10
Torrente Lamone	LA	R_LA_2	<b>34.6</b>	52.09	83.77	113.70	<b>116.22</b>	109.08	100.81	93.25	81.08
Fosso del Frassino	FR	BR_FR_S1	<b>6.3</b>	21.87	30.00	<b>30.47</b>	26.93	23.70	21.15	19.16	16.27
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_3SX	<b>1.7</b>	6.21	<b>10.12</b>	8.74	7.30	6.33	5.62	5.09	4.32
Torrente Lamone	LA	J_LA_4	<b>48.0</b>	73.76	128.00	<b>169.74</b>	168.44	156.55	143.96	132.73	114.95
Fosso Campigno	CA	BR_CA_S1	<b>26.6</b>	22.89	40.17	60.58	68.07	<b>69.07</b>	67.29	64.45	58.29
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_2DX	<b>5.4</b>	18.63	<b>30.91</b>	29.23	24.18	20.79	18.37	16.54	13.96
Fosso di Albergo	AB	BR_AB_S1	<b>9.8</b>	19.02	30.00	<b>36.48</b>	35.20	32.43	29.71	27.33	23.63
Fosso Campigno	CA	J_CA_1	<b>36.4</b>	35.49	59.84	87.81	98.25	<b>98.98</b>	95.72	91.10	81.68
Fosso Campigno	CA	R_CA	<b>36.4</b>	35.47	59.82	87.79	98.22	<b>98.96</b>	95.70	91.09	81.68



Fosso Campigno	CA	BR_CA_I_1DX	<b>3.7</b>	17.66	26.49	20.99	17.08	14.56	12.81	11.51	9.68
Fosso di Rineto	RI	BR_RI_S1	<b>3.0</b>	9.75	13.56	13.53	11.93	10.55	9.48	8.63	7.38
Fosso Campigno	CA	BR_CA_I_1SX	<b>0.9</b>	5.07	6.70	5.18	4.23	3.62	3.19	2.88	2.43
Fosso Campigno	CA	J_CA_2	<b>44.0</b>	39.56	65.91	99.16	115.92	119.62	116.78	111.53	100.08
Torrente Lamone	LA	J_LA_CA	<b>92.0</b>	112.02	188.98	267.65	284.19	276.12	260.72	244.26	215.03
Torrente Lamone	LA	R_LA_3	<b>92.0</b>	111.95	188.66	267.37	283.98	275.98	260.60	244.16	214.96
Rio di Salto (o della Badia del Borgo)	BB	BR_BB_S1	<b>9.5</b>	18.91	28.63	35.80	35.42	33.05	30.42	28.02	24.13
Fosso della Cappellina	CP	BR_CP_S1	<b>4.0</b>	15.93	20.92	20.03	17.32	15.13	13.47	12.19	10.35
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_4SX	<b>1.6</b>	5.92	9.65	8.50	7.04	6.05	5.36	4.83	4.08
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_3DX	<b>0.7</b>	2.90	4.46	3.74	3.08	2.65	2.34	2.11	1.79
Torrente Lamone	LA	J_LA_5	<b>107.8</b>	138.31	233.98	325.97	342.90	331.12	311.28	290.73	255.00
Torrente Lamone	LA	R_LA_4	<b>107.8</b>	138.23	233.54	325.67	342.67	330.95	311.12	290.62	254.92
Fosso di Gamberaldi	GA	BR_GA_S1	<b>6.2</b>	20.40	28.41	29.29	26.06	23.02	20.59	18.69	15.90
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_5SX	<b>1.1</b>	5.17	7.40	5.94	4.84	4.13	3.64	3.27	2.75
Torrente Lamone	LA	J_LA_6	<b>115.0</b>	151.66	259.03	355.62	371.05	356.74	334.51	311.97	273.21
Torrente Lamone	LA	R_LA_5	<b>115.0</b>	151.50	258.58	355.35	370.86	356.58	334.39	311.88	273.16
Fosso di Valvitello	VA	BR_VA_S1	<b>4.8</b>	18.93	25.04	24.40	21.19	18.49	16.44	14.86	12.58
Torrente Lamone	LA	J_LA_7	<b>121.6</b>	162.91	279.78	381.55	395.94	379.52	355.27	331.02	289.64
Torrente Lamone	LA	R_LA_6	<b>121.6</b>	162.67	278.86	380.96	395.49	379.20	355.05	330.86	289.56
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_4DX	<b>1.8</b>	4.28	8.31	8.69	7.41	6.46	5.77	5.23	4.45
Fosso di Sant'Adriano	AD	BR_AD_S2	<b>5.0</b>	21.31	27.55	26.15	22.48	19.54	17.34	15.66	13.24
Fosso di Sant'Adriano	AD	BR_AD_S1	<b>2.4</b>	8.74	11.78	11.66	10.21	8.95	7.98	7.22	6.13
Fosso di Sant'Adriano	AD	J_AD	<b>7.4</b>	30.01	39.27	37.81	32.68	28.49	25.32	22.88	19.37
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_6SX	<b>3.5</b>	9.46	17.02	18.84	15.80	13.62	12.05	10.86	9.17
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_5DX	<b>1.5</b>	6.19	9.71	8.62	7.05	6.03	5.31	4.77	4.02
Torrente Lamone	LA	J_LA_8	<b>134.1</b>	187.32	313.61	427.27	440.66	421.13	393.67	366.56	320.61
Torrente Lamone	LA	R_LA_7	<b>134.1</b>	186.93	313.08	426.80	440.30	420.91	393.54	366.48	320.56
Rio Campodosio	CM	BR_CM_S1	<b>12.6</b>	24.32	36.70	46.58	46.67	43.89	40.58	37.46	32.32
Torrente Lamone	LA	J_LA_9	<b>146.7</b>	209.94	348.53	472.43	486.80	464.80	434.11	403.91	352.85
Torrente Lamone	LA	R_LA_8	<b>146.7</b>	209.62	348.01	471.97	486.47	464.59	433.97	403.82	352.80
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_6DX	<b>5.6</b>	14.30	26.89	29.49	24.71	21.35	18.90	17.05	14.41
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_7SX	<b>0.6</b>	4.81	5.37	3.87	3.08	2.61	2.28	2.04	1.71
Torrente Lamone	LA	J_LA_10	<b>153.0</b>	219.32	360.11	488.26	503.74	481.76	450.65	419.83	367.29
Torrente Acerreta	AC	BR_AC_S1	<b>23.4</b>	29.85	47.54	66.38	71.61	70.79	67.70	63.93	56.67
Fosso di Monte del Tesoro	TE	BR_TE_S1	<b>2.9</b>	13.02	16.37	15.00	12.79	11.11	9.88	8.93	7.57
Torrente Acerreta	AC	J_AC_1	<b>26.3</b>	30.23	48.24	68.00	75.96	78.10	75.85	72.02	63.97
Torrente Acerreta	AC	R_AC	<b>26.3</b>	30.23	48.23	67.99	75.95	78.09	75.84	72.01	63.97
Torrente Acerreta	AC	BR_AC_I_1DX	<b>0.9</b>	1.99	4.72	4.28	3.62	3.16	2.83	2.57	2.19
Torrente Acerreta	AC	BR_AC_I_1SX	<b>0.2</b>	1.88	1.48	1.04	0.82	0.70	0.61	0.55	0.46
Torrente Acerreta	AC	J_AC_2	<b>27.4</b>	30.42	48.45	68.40	77.54	80.16	78.14	74.47	66.38



Tabella 4-8: portate di picco di progetto per tempo di ritorno TR = 200 anni ricavate dall'analisi idrologica

Nome	Codice	Sezione chiusura HMS	S (kmq)	Q picco (mc/s) - TR200							
				0.5h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h
Fosso del Lago	LG	BR_LG_S1	7.9	24.45	37.83	44.12	41.61	37.87	34.46	31.61	27.28
Torrente Lamone	LA	BR_LA_S1	7.5	24.96	37.38	43.49	41.05	37.29	33.83	30.92	26.53
Torrente Lamone	LA	J_LA_1	15.4	49.05	74.78	87.48	82.63	75.15	68.29	62.53	53.80
Fosso della Bedena	BE	BR_BE_S1	3.2	8.21	13.50	15.94	15.10	13.83	12.67	11.69	10.19
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_1	2.1	13.96	18.53	14.67	12.22	10.59	9.46	8.58	7.33
Torrente Lamone	LA	J_LA_2	20.7	58.13	89.89	108.80	107.29	98.70	90.04	82.59	71.25
Torrente Lamone	LA	R_LA_1	20.7	58.08	89.81	108.78	107.23	98.63	89.99	82.56	71.23
Fosso della Fogare	FO	BR_FO_S1	8.5	17.79	29.91	39.16	39.28	36.99	34.35	31.90	27.90
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_2SX	3.1	12.52	22.90	20.11	17.04	14.92	13.37	12.16	10.44
Fosso del Pozzo	PZ	BR_PZ_S1	2.3	14.31	17.24	15.17	12.90	11.27	10.07	9.16	7.83
Torrente Lamone	LA	J_LA_3	34.6	80.57	127.70	172.65	172.46	159.89	146.74	135.13	117.10
Torrente Lamone	LA	R_LA_2	34.6	80.50	127.60	172.45	172.38	159.84	146.70	135.10	117.08
Fosso del Frassinio	FR	BR_FR_S1	6.3	32.10	43.35	43.14	37.77	33.10	29.51	26.73	22.74
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_3SX	1.7	11.68	15.82	12.53	10.37	8.95	7.94	7.19	6.11
Torrente Lamone	LA	J_LA_4	48.0	120.35	195.59	253.21	247.05	227.28	207.69	190.79	164.76
Fosso Campigno	CA	BR_CA_S1	26.6	37.37	64.10	94.36	104.11	104.25	100.60	95.68	85.77
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_2DX	5.4	32.60	49.19	41.00	33.63	28.84	25.48	22.98	19.44
Fosso di Albero	AB	BR_AB_S1	9.8	29.63	45.81	54.10	51.38	46.91	42.73	39.20	33.82
Fosso Campigno	CA	J_CA_1	36.4	56.79	94.09	135.62	149.14	148.23	141.95	134.20	119.36
Fosso Campigno	CA	R_CA	36.4	56.77	94.05	135.58	149.10	148.20	141.94	134.18	119.36
Fosso Campigno	CA	BR_CA_I_1DX	3.7	31.07	38.83	28.98	23.49	20.04	17.68	15.91	13.42
Fosso di Rineto	RI	BR_RI_S1	3.0	15.10	20.31	19.66	17.13	15.07	13.50	12.28	10.51
Fosso Campigno	CA	BR_CA_I_1SX	0.9	8.87	9.68	7.21	5.87	5.02	4.44	4.00	3.38
Fosso Campigno	CA	J_CA_2	44.0	61.61	101.74	151.32	175.32	178.72	172.72	163.73	145.65
Torrente Lamone	LA	J_LA_CA	92.0	173.93	287.26	402.38	422.15	405.92	380.37	354.50	310.41
Torrente Lamone	LA	R_LA_3	92.0	173.41	286.73	402.01	421.88	405.71	380.18	354.34	310.30
Rio di Salto (o della Badia del Borgo)	BB	BR_BB_S1	9.5	27.85	41.93	51.65	50.57	46.86	42.94	39.44	33.92
Fosso della Cappellina	CP	BR_CP_S1	4.0	23.53	30.27	28.35	24.30	21.15	18.83	17.05	14.50
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_4SX	1.6	10.68	15.12	11.97	9.84	8.45	7.47	6.74	5.72
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_3DX	0.7	5.18	6.80	5.26	4.30	3.69	3.27	2.95	2.50
Torrente Lamone	LA	J_LA_5	107.8	217.11	353.82	487.37	506.52	484.06	451.78	419.95	366.63
Torrente Lamone	LA	R_LA_4	107.8	216.46	353.24	486.91	506.17	483.78	451.56	419.78	366.54
Fosso di	GA	BR_GA_S1	6.2	30.23	41.41	41.72	36.75	32.30	28.85	26.17	22.30



Gamberaldi											
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_5SX	<b>1.1</b>	8.86	10.95	8.22	6.67	5.69	5.01	4.52	3.81
Torrente Lamone	LA	J_LA_6	<b>115.0</b>	243.2 <sub>1</sub>	394.07	531.12	546.96	520.39	484.55	449.88	392.31
Torrente Lamone	LA	R_LA_5	<b>115.0</b>	242.6 <sub>9</sub>	393.59	530.74	546.66	520.18	484.40	449.77	392.24
Fosso di Valvitello	VA	BR_VA_S1	<b>4.8</b>	27.53	35.87	34.27	29.52	25.69	22.83	20.65	17.53
Torrente Lamone	LA	J_LA_7	<b>121.6</b>	264.4 <sub>1</sub>	428.99	569.58	582.87	552.84	514.00	476.86	415.56
Torrente Lamone	LA	R_LA_6	<b>121.6</b>	263.4 <sub>2</sub>	427.86	568.71	582.19	552.39	513.71	476.67	415.47
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_4DX	<b>1.8</b>	8.37	14.35	12.67	10.60	9.19	8.18	7.42	6.33
Fosso di Sant'Adriano	AD	BR_AD_S2	<b>5.0</b>	30.87	39.27	36.59	31.22	27.08	24.03	21.72	18.42
Fosso di Sant'Adriano	AD	BR_AD_S1	<b>2.4</b>	12.85	17.02	16.50	14.31	12.50	11.13	10.08	8.57
Fosso di Sant'Adriano	AD	J_AD	<b>7.4</b>	43.65	56.24	53.08	45.53	39.57	35.16	31.80	26.99
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_6SX	<b>3.5</b>	16.86	28.43	26.66	22.00	18.90	16.72	15.08	12.77
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_5DX	<b>1.5</b>	10.69	15.09	11.95	9.71	8.30	7.32	6.59	5.57
Torrente Lamone	LA	J_LA_8	<b>134.1</b>	298.9 <sub>3</sub>	488.09	637.72	647.74	612.41	568.68	527.36	459.42
Torrente Lamone	LA	R_LA_7	<b>134.1</b>	298.7 <sub>9</sub>	487.19	637.00	647.22	612.14	568.54	527.26	459.36
Rio Campodosio	CM	BR_CM_S1	<b>12.6</b>	35.54	53.42	67.01	66.49	62.12	57.19	52.65	45.34
Torrente Lamone	LA	J_LA_9	<b>146.7</b>	331.6 <sub>5</sub>	535.42	701.95	713.41	674.25	625.72	579.89	504.69
Torrente Lamone	LA	R_LA_8	<b>146.7</b>	331.3 <sub>7</sub>	534.51	701.27	712.91	673.96	625.54	579.78	504.62
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_6DX	<b>5.6</b>	26.54	45.51	41.87	34.60	29.73	26.32	23.73	20.12
Torrente Lamone	LA	BR_LA_I_7SX	<b>0.6</b>	7.63	7.35	5.21	4.16	3.52	3.09	2.78	2.33
Torrente Lamone	LA	J_LA_10	<b>153.0</b>	343.8 <sub>5</sub>	552.20	724.05	737.43	698.63	649.66	602.90	525.41
Torrente Acerreata	AC	BR_AC_S1	<b>23.4</b>	44.98	71.15	98.21	104.75	102.66	97.56	91.72	80.87
Fosso di Monte del Tesoro	TE	BR_TE_S1	<b>2.9</b>	19.23	23.62	21.16	17.90	15.52	13.79	12.48	10.60
Torrente Acerreata	AC	J_AC_1	<b>26.3</b>	45.55	72.21	100.77	112.32	113.99	109.61	103.40	91.25
Torrente Acerreata	AC	R_AC	<b>26.3</b>	45.54	72.19	100.76	112.31	113.97	109.59	103.39	91.25
Torrente Acerreata	AC	BR_AC_I_1DX	<b>0.9</b>	4.41	7.78	6.27	5.24	4.56	4.06	3.69	3.15
Torrente Acerreata	AC	BR_AC_I_1SX	<b>0.2</b>	2.64	2.00	1.40	1.12	0.95	0.83	0.75	0.63
Torrente Acerreata	AC	J_AC_2	<b>27.4</b>	45.73	72.40	101.23	114.47	116.87	113.06	107.11	94.79

#### 4.5 Confronto tra le portate al colmo di piena stimate nel presente studio e quelle desunte da studi pregressi validati

Nelle tabelle seguenti sono stati messi a confronto i valori delle portate al colmo di piena stimati nel presente studio con quelli desunti da pregressi studi validati dall'autorità idraulica competente (Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume PO, Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, Regione Toscana Genio Civile).

Tabella 4-9: bacino idrografico del torrente Senio

Corso d'acqua	Studi pregressi		Studio a supporto del PSI	
	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Portata al colmo Tr 200	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Portata al colmo Tr 200
Senio (AITo)	46	267	52.0	226.0
Senio (Arno)	46	150	52.0	226.0
Mantigno	9.7	39.53	9.7	40.7
Visano	10.3	36.49	10.3	48.2
Salecchio	6.2	25.15	6.2	36.9
Lozzole	8.0	36.45	8.0	33.3
Aghezzola	5.0	22.8	5.0	21.7

Tabella 4-10: bacino idrografico del torrente Santerno

Corso d'acqua	Studi pregressi			Studio a supporto del PSI		
	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Q30 [Km <sup>2</sup> ]	Q200 [Km <sup>2</sup> ]	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Q30 [Km <sup>2</sup> ]	Q200 [Km <sup>2</sup> ]
Santerno valle Riateri	-	-	330	44.6	222	306
Santerno valle Riccianico	-	-	385	50.0	256	353
Santerno valle Viola	69.4	353	520	69.4	357	495
Santerno valle Frena	-	-	540	75.4	390	544
Riateri	9.6	65	99	9.7	66	90
Risano	11.0	72	112	11.0	71	97
Riccianico	5.4	35	46	5.3	41	57
Viola	14.5	97	150	14.4	86	125
Frena	3.9	25	33	3.9	26	38
Rovigo	47.1	227	340	47.0	236	325
Diaterna	61.5	240	382	61.2	232	335
Barondoli	2.6		22	2.8	25	35



Tabella 4-11: affluenti del fiume Sieve

Corso d'acqua	Studi pregressi			Studio a supporto del PSI		
	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Q30 [Km <sup>2</sup> ]	Q200 [Km <sup>2</sup> ]	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Q30 [Km <sup>2</sup> ]	Q200 [Km <sup>2</sup> ]
San Godenzo (Carbonile)	83.2	142.9	232.3	75.8	190.2	321.3
San godenzo (Vicolagna)	90.2	145.2	234.4	85.9	211.5	355.7
Moscia	65.7	190.1	304.0	63.5	168.9	265.9
Rimaggio	5.4	29.0	45.7	4.7	22.0	32.9
Salvaticolle	0.5	5.5	8.6	0.6	5.6	8.0
Celle	0.8	9.2	13.7	0.8	8.8	12.3
Stura	-	104.1	161.5	42.8	130.0	193.7
Fiumicello	-	23.0	38.7	2.2	11.5	17.1
Aglio	-	48.4	76.7	8.3	26.3	39.2
Sieve	-	59.9	94.3	22.9	111.0	157.9
Mulinaccia	-	42.3	80.9	7.9	37.9	53.7
Scopicci	-	20.0	30.8	2.3	14.5	20.3
Lora	-	71.1	108.6	13.8	48.7	72.6
Taviano	-	57.5	87.8	15.1	44.0	65.9
Sorcella	-	69.4	104.8	19.7	84.6	133.7
Badia	0.3	1.6	2.7	0.4	4.5	6.0
Sieve a Bilancino	150.2	353.6	524.6	277.9	226.1	349.0
Cale	8.1	52.9	69.7	7.9	21.2	32.7
Vigiano	2.2	27.0	35.3	2.0	12.0	16.5
Bagnone	18.6	78.1	119.1	19.4	55.1	87.7
Bagnone	19.5	81.3	123.9	19.7	55.9	89.0
Bagnone_Affluente	0.9	15.5	23.6	0.9	6.8	9.4
Bosso	13.4	54.9	83.0	13.2	46.6	71.7
San Donnino	2.1	27.6	42.4	1.8	8.8	12.3
Faltona	356.6	593.2	889.4	353.1	635.5	985.6
San Giovanni	1.8	24.8	37.7	1.2	8.6	11.7
Rimorelli	1.8	22.5	33.0	1.8	10.1	13.8
Fistona	390.8	632.0	948.2	394.9	730.5	1139.2
Strulla	402.2	641.5	963.8	394.9	730.5	1139.2
Corolla	410.3	648.9	974.8	442.5	822.1	1290.5

Tabella 4-12: Bacino idrografico del Fiume Lamone

Corso d'acqua	Studi pregressi			Studio a supporto del PSI		
	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Q30 [Km <sup>2</sup> ]	Q200 [Km <sup>2</sup> ]	Superficie [Km <sup>2</sup> ]	Q30 [Km <sup>2</sup> ]	Q200 [Km <sup>2</sup> ]
Lamone (Loc. Popolano)	120.5	357.00	526.50	121.63	395.94	582.87



Come si desume dalle tabelle precedenti le portate al colmo di piena stimate nel presente studio idrologico-idraulico risultano confrontabili con quelle risultanti dagli studi pregressi.

Relativamente agli studi pregressi si precisa che:

- per il bacino del torrente Senio si è fatto riferimento al rispettivo Piano Stralcio e agli studi idrologici idraulici redatti a supporto del Piano Strutturale Comunale (Geodinamica 2002);
- per il bacino del torrente Santerno è stato esaminato il rispettivo Piano Stralcio, nonché lo "Studio idraulico del fiume Santerno nel tratto compreso tra il ponte dell'Alberaccio e il ponte sulla Comunale per Frena in Comune di Forenzuola (FI)" e lo "Studio idraulico del rio Barondoli" entrambi redatti dal Consorzio della Bonifica della Romagna Occidentale;
- per i bacini affluenti del fiume Sieve sono stati presi in considerazione gli studi idrologici idraulici redatti a supporto degli strumenti urbanistici comunali;
- per i bacini del fiume Lamone è stato preso a riferimento il relativo "Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli"<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> L'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli è confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

## 5 Analisi idraulica

### 5.1 Il modello numerico di simulazione idraulica

Come già anticipato, il presente studio idrologico - idraulico persegue l'obiettivo di individuare allo stato attuale i potenziali fronti di esondazione che potrebbero interessare le previsioni urbanistiche.

Le modalità di allagamento delle aree golenali di un corso d'acqua possono risultare molto differenti da caso a caso. Un allagamento può, infatti, verificarsi per libera espansione nelle golene non protette da difese spondali o per tracimazione degli argini o dei muri di sponda. Il volume esondato può, a sua volta, accumularsi in una determinata area oppure può trasferirsi più a valle, allagando, magari, un territorio non interessato da un fronte di esondazione diretto.

Per descrivere compiutamente il fenomeno di propagazione delle onde di piena sono stati allestiti dei modelli matematici accoppiati 1D per gli alvei incisi e puramente 2D per le aree golenali extra-alveo implementati mediante il software Hec-Ras<sup>4</sup> (rel.5.0.5).

### 5.2 Principi teorici della modellazione numerica

Rimandando all'indirizzo internet <http://www.hec.usace.army.mil> per l'esautiva trattazione dei principi teorici sui quali si basa la soluzione numerica delle equazioni di moto e di continuità che regolano il processo di moto (in particolare alle pubblicazioni "*Hydraulic Reference Manual*", "*User's Manual*" e "*Two-Dimensional Modeling User's Manual*"), si riportano di seguito alcuni brevi cenni di come viene effettuata la modellazione numerica 2D dal software Hec-Ras v.5.

Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda o quelle complete di Saint Venant. Questa opzione è selezionabile dall'utente in base al tipo di problema da analizzare: le equazioni 2D in forma completa (Full Momentum) sono tuttavia applicabili a alla più ampia gamma di applicazioni e sono state adottate nel presente studio.

Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volume finiti. Tale algoritmo di soluzione, oltre a consentire passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti, presenta miglioramenti in termini di stabilità e

---

<sup>4</sup> Hydrologic Engineering Center – River Analysis System – US Army Corps of Engineers, Davis CA.

robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti.

Il software è stato progettato per utilizzare mesh computazionali strutturate o non strutturate. Ciò significa che le celle computazionali possono essere variabili e presentare forme triangolari, quadrate, rettangolari, pentagonali, esagonali, ettagonali oppure ottagonali.

Ogni cella e ogni faccia della cella, per tutta la maglia di calcolo, è pre-processata al fine di calcolare le tabelle di proprietà idrauliche basate sul DTM di base, che mantiene la propria risoluzione spaziale generalmente, come in questo caso, superiore a quella della mesh (Figura 5-1).

Nella Figura 5-1 è illustrato uno schema della maglia di calcolo sovrapposta ad un DTM avente maggior risoluzione spaziale della mesh. Le celle computazionali sono rappresentate dalle linee nere spesse. Il centro delle celle di calcolo è rappresentato dai nodi neri e sono i punti in cui vengono calcolati per ogni cella il livello idrico e la portata. La curva altezza/volume viene calcolata nella fase di pre-processing per ogni cella sulla base del DTM sottostante. Ogni faccia della cella è una sezione trasversale dettagliata basata anch'essa sul terreno sottostante. Questo metodo di rappresentazione delle celle permette all'acqua di spostarsi tra celle contigue in base ai dati morfologici sottostanti. Pertanto, un piccolo canale che attraversa le celle e le cui dimensioni sono molto più piccole della dimensione della mesh viene comunque rappresentato tramite le curve altezza/volume oltreché dalle proprietà idrauliche delle facce. Ciò significa che l'acqua scorre tra le celle più grandi ma comunque il deflusso si concentra inizialmente nelle zone più depresse.

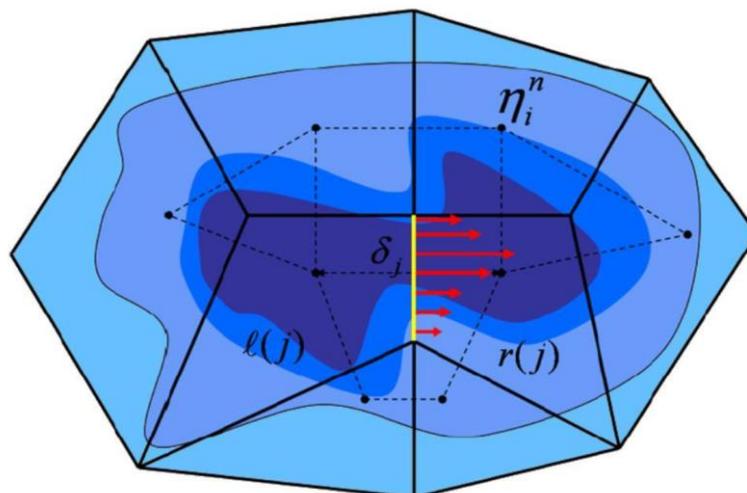


Figura 5-1: schema concettuale dell'algoritmo a volumi finiti adottato dal software Hec-Ras v.5.



Nell'ambiente RAS Mapper, il software Hec-Ras consente di effettuare la perimetrazione delle aree allagabili, la mappatura delle varie grandezze idrauliche (tra cui velocità, sforzi tangenziali, ecc...) l'animazione della propagazione della piena nel tempo. La mappatura delle aree allagate si basa sul DTM e ne mantiene la risoluzione: ciò significa che la reale superficie bagnata sarà basata sui dettagli morfologici del terreno sottostante e non sulla dimensione della cella di calcolo. Le celle quindi possono anche essere parzialmente bagnate/asciutte.

### **5.2.1 Assegnazione dei parametri di scabrezza**

Per quanto riguarda le scabrezze medie attribuibili ai singoli corsi d'acqua analizzati si rimanda ai successivi paragrafi relativi a ciascun modello numerico implementato, con riferimento ai valori medi del coefficiente  $n$  di Manning rappresentativi della regolarità dei corsi d'acqua e della presenza di vegetazione, coerentemente ai normali valori proposti in letteratura<sup>5</sup>:

- 0.025 m<sup>-1/3</sup>s corrisponde a :*"terra con erba sul fondo. Corsi d'acqua naturali regolari"*.
- 0.030 m<sup>-1/3</sup>s corrisponde a :*"terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia"*.
- 0.035 m<sup>-1/3</sup>s corrisponde a: *"Canali in abbandono con grande vegetazione"*

Analogamente, per quanto riguarda le scabrezza extra-alveo da utilizzare per la modellazione idraulica bidimensionale del cosiddetto "overland flow", si è fatto riferimento alla tabella seguente, sempre tratta dalla letteratura di settore.

---

<sup>5</sup> Manuale di Ingegneria Civile - Volume I .Ed.Zanichelli/Esac.

Tabella 5-1: valori di scabrezza al variare del tipo di copertura per "overland flow"

<b>Table 1. Overland Flow Manning's n Roughness Values<sup>1</sup></b>	
Surface	n-value
Dense turf	0.17 - 0.80
Bermuda and dense grass, dense vegetation	0.17 - 0.48
Shrubs and forest litter, pasture	0.30 - 0.40
Average grass cover	0.20 - 0.40
Poor grass cover on rough surface	0.20 - 0.30
Short prairie grass	0.10 - 0.20
Sparse vegetation	0.05 - 0.13
Sparse rangeland with debris	
0% cover	0.09 - 0.34
20 % cover	0.05 - 0.25
Plowed or tilled fields	
Fallow - no residue	0.008 - 0.012
Conventional tillage	0.06 - 0.22
Chisel plow	0.06 - 0.16
Fall disking	0.30 - 0.50
No till - no residue	0.04 - 0.10
No till (20 - 40% residue cover)	0.07 - 0.17
No till (60 - 100% residue cover)	0.17 - 0.47
Open ground with debris	0.10 - 0.20
Shallow glow on asphalt or concrete (0.25" to 1.0")	0.10 - 0.15
Fallow fields	0.08 - 0.12
Open ground, no debris	0.04 - 0.10
Asphalt or concrete	0.02 - 0.05

<sup>1</sup>Adapted from COE, HEC-1 Manual, 1990 and the COE, Technical Engineering and Design Guide, No. 19, 1997 with modifications.

### 5.2.2 Condizioni al contorno

Per svolgere la simulazione e calcolare il livello del pelo libero in una data sezione, è necessario conoscere la medesima grandezza in una sezione prossima a questa, a monte o a valle a seconda del regime di corrente.

Il programma provvede automaticamente al riconoscimento per tratti del regime di corrente che si può effettivamente instaurare per la portata assegnata e, se in un tratto la corrente ad esempio è veloce, esso adotterà quale altezza di riferimento quella fornita in input per l'estremo di monte; viceversa, se la corrente del tratto è lenta, quale altezza di controllo sarà adottata quella fornita in input per la sezione terminale di valle. Nei tratti intermedi il programma adotta analoghi criteri ed è in grado di processare situazioni in cui i due regimi si susseguono in qualsiasi ordine.



Per effettuare la simulazione è quindi necessario imporre delle condizioni al contorno a monte e a valle dei tratti in esame. Com'è noto questa condizione può essere imposta in vari modi: livello idrico noto, altezza critica, altezza di moto uniforme, scala di deflusso.

A questo proposito va tuttavia osservato che il metodo d'integrazione numerica adottato dal software ("Standard step method") è intrinsecamente autoregolante, ovvero, dopo pochi step spaziali (sezioni), l'altezza della corrente risulta invariante rispetto alla condizione al contorno adottata. Per questo motivo, eventuali imprecisioni nella valutazione delle altezze di controllo diventano inessenziali se si dispone di un numero di sezioni in eccesso rispetto a quelle strettamente occorrenti per l'estensione del tratto da indagare.

Trattandosi di analisi in regime di moto vario, quali condizioni al contorno di monte sono stati assunti gli idrogrammi di piena; per la condizione di valle, invece, rimandando ai successivi paragrafi relativi a ciascun modello numerico implementato per ulteriori dettagli, si è generalmente optato per l'altezza di moto uniforme.

## 6 Perimetrazione delle aree a pericolosità da alluvioni e a diversa "magnitudo"

L'inviluppo dei risultati ottenuti per ciascun tempo di ritorno (in particolare in termini di livelli idrometrici massimi raggiunti in alveo e nelle aree di esondazione) ha costituito la base numerica per il tracciamento delle aree allagabili, con riferimento al DTM Lidar.

In ambiente Ras Mapper, il software ha fornito direttamente l'inviluppo delle aree allagabili per ogni scenario analizzato, cioè relativamente ad un tempo di ritorno e a una durata di precipitazione. Successivamente, gli scriventi hanno creato, in ambiente GIS, per ciascun tempo di ritorno investigato, l'inviluppo delle aree allagabili relative a più durate di precipitazione.

Pertanto il territorio è stato caratterizzato, in funzione del tempo di ritorno, secondo le seguenti fasce:

- Aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $TR = 30$  anni (aree a pericolosità per **alluvioni frequenti**);
- Aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $TR = 200$  anni (aree a pericolosità per **alluvioni poco frequenti**);

Inoltre facendo riferimento alla L.R. 41/2018, si è determinata per l'area di studio la "magnitudo idraulica". La magnitudo idraulica è definita per lo scenario per **alluvioni poco frequenti** attraverso la combinazione del battente e della velocità della corrente, così come di seguito indicato:

- "*magnitudo idraulica moderata*": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 m/s. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiori a 0,3 m;
- "*magnitudo idraulica severa*": valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 m/s oppure battente superiore a 0,5 m e inferiore o uguale a 1 m e velocità inferiore o uguale a 1 m/s. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 m e inferiore o uguale a 0,5 m;
- "*magnitudo idraulica molto severa*": battente superiore a 0,5 m e inferiore o uguale a 1 m e velocità superiore a 1 m/s oppure battente superiore a 1 m. Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battenti superiori a 0,5 metri.



## 7 Risultati della modellazione idraulica

Le simulazione numerica delle correnti di piena condotte per eventi meteorici duecentennali e trentennali, implementati con il programma Hec-Ras, hanno consentito di individuare, per i corsi d'acqua oggetto di studio, i tratti dove si verificano le esondazioni, gli idrogrammi corrispondenti ai volumi esondati da ciascun fronte di esondazione e la relativa propagazione extra-alveo di detti volumi idrici.

Nelle tavole grafiche allegate sono indicate le relative aree a pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti da cui si evincono le criticità idrauliche presenti nel territorio.

Per ulteriori dettagli si rimanda alle Appendici 1 e 2 contenenti gli outputs delle simulazioni numeriche 1D+2D effettuate in regime di moto vario.

I modelli implementati e che saranno descritti in maggior dettaglio nei successivi paragrafi, sono riassunti nella seguente tabella.

Tabella 7-1: tabella riassuntiva dei modelli numerici implementati con Hec-Ras ver. 5.0.5

<i>ALTO MUGELLO (BR)</i>		
Firenzuola	San	Santerno (Firenzuola)
	SSP	Santerno San Pellegrino
	SSC	Santerno Scheggianico e Camaggiore
	Vio	Violla - fosso Cerbolaccio - fosso del Prato
	Bad	rio Badini - MV866
	Bmt	Bruscoli - Mattarello - rio Tabina
	Sil	Sillaro - fosso del Poggio
Palazzuolo sul Senio	Sen	Senio (Palazzuolo)
<i>BASSO MUGELLO (BT)</i>		
Barberino di Mugello	Sie	Sieve - Mulinaccia - Scopicci - Visano
	Sor	Sorcella - Tavaiano
	Str	Lora - Strulla - Badia - Aglio - Fiumicello - BMF
S. Piero e Scarperia	Rom	Romiccioli - Cornocchio
	SCF1	SCF1 - MV49951
	SCF3	Sorcella - SCF3
Borgo San Lorenzo	Bsx	Borgo san Lorenzo (in sx)
	Bdx	Borgo san Lorenzo (in dx)
	Car	Carza
	Els	Elsa
	Fal	Faltona
	Sal	Salaiole - Fistona
	FLF	fosso del Lago e del Fondaccio
	Rim	Rimotoso
Dicomano	Rma	Rimaggio
	SGV	San Godenzo Vicolagna
	SGC	San Godenzo Carbonile
	Cel	fosso di Celle
	Salv	Salvaticolle
	Mos	Moscia
<i>MARRADI</i>		
Marradi	LaM	Lamone (Marradi)
	LaC	Lamone (Crespino sul Lamone)
	Ace	Acerreta

Infine, per quanto riguarda il territorio del comune di **Vicchio**, il presente studio recepisce integralmente quanto elaborato a supporto del Piano Operativo Comunale, attualmente adottato ed in fase di approvazione.

## 7.1 Firenzuola

### 7.1.1 Modello “Santerno (Firenzuola)”

#### 7.1.1.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fiume Santerno:** dalla sez. 56, posta circa 140 m a monte dell'attraversamento di Via Cornacchiaia Razzaiole, alla sez. 1 posta a circa 115 m a valle dell'attraversamento della SS del Passo del Giogo, per una lunghezza complessiva

di 5.96 Km ed un numero di sezioni pari a 112. Le sezioni comprendono 19 strutture di attraversamento.

- **Fosso del Fossato:** dalla sez.15, posta a circa 40 m a monte del centro abitato di località Cornacchiaia, alla sez. 0.79852 posta alla confluenza con il Fiume Santerno, per una lunghezza complessiva di 0.59 Km ed un numero di sezioni pari a 30. Le sezioni comprendono 7 strutture di attraversamento.
- **Fosso Riccianico:** dalla sez. 8, posta circa 35 m a monte dell'attraversamento della SP503, alla sez. 0.5 posta alla confluenza con il Fiume Santerno, per una lunghezza complessiva di 0.45 Km ed un numero di sezioni pari a 20. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.
- **Fosso FR2-MV2663:** dalla sez. 6, posta circa a 75 m a monte dell'attraversamento della SP503, alla sez. 0.1 posta alla confluenza con il Fiume Santerno, per una lunghezza complessiva di 0.42 Km ed un numero di sezioni pari a 27. Le sezioni comprendono 2 strutture di attraversamento.
- **Fosso Rio di Barondoli:** dalla sez. 18, posta all'altezza dell'inizio del centro abitato di Firenzuola, alla sez. 0.1 posta alla confluenza con il Fiume Santerno, per una lunghezza complessiva di 1.03 Km ed un numero di sezioni pari a 37. Le sezioni comprendono 4 strutture di attraversamento.
- **Fosso di Casa Rossa:** dalla sez. 3, posta all'altezza del km0+300 della SP117, alla sez. 0.9 posta alla confluenza con il Fosso di Rio Barondoli, per una lunghezza complessiva di 0.12 Km ed un numero di sezioni pari a 6. Le sezioni comprendono 1 struttura di attraversamento.

#### 7.1.1.2 Scabrezze

- **Fiume Santerno:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  e  $0.045 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso del Fossato:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso Riccianico:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso FR2-MV2663:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso Rio di Barondoli:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

- **Fosso di Casa Rossa:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$ .

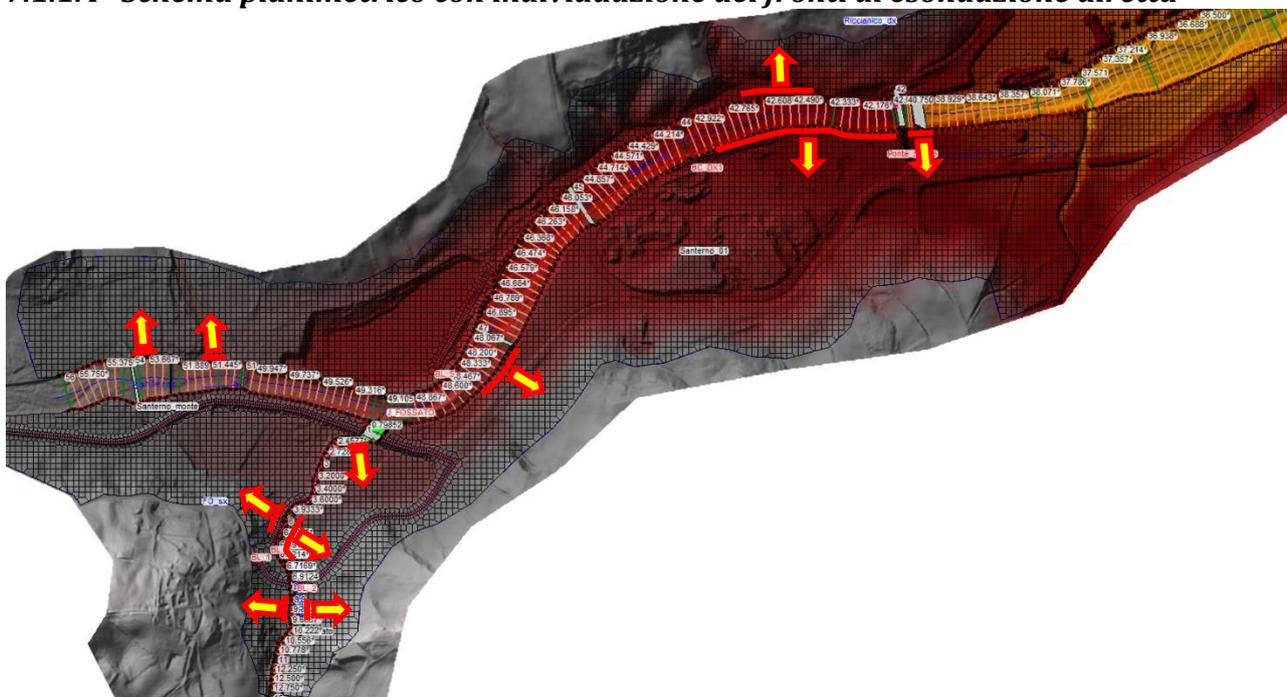
### 7.1.1.3 *Durate critiche e durate simulate*

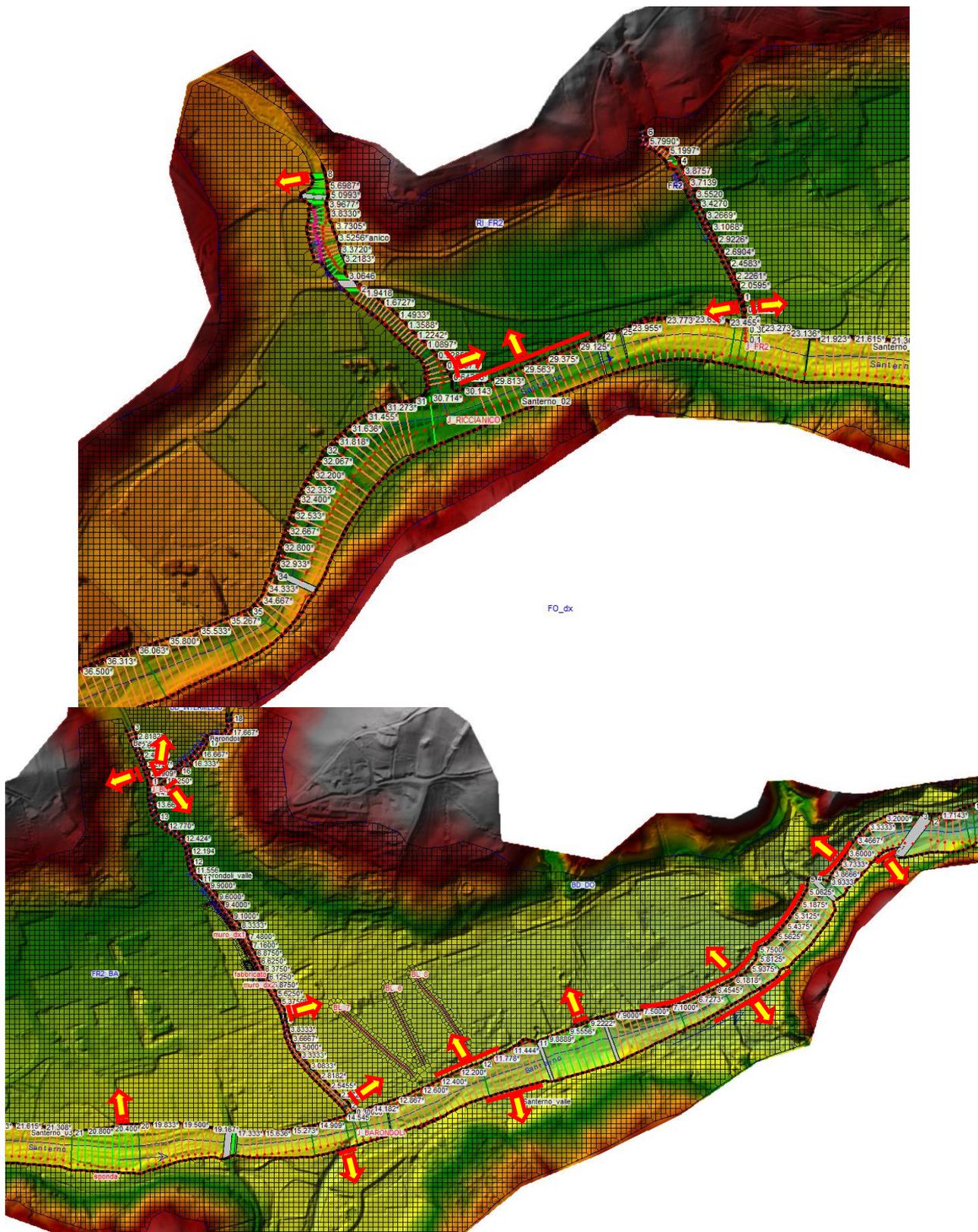
Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua costituenti il modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 1 ora, 2 ore e 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 1 ora, 2 ore e 3 ore.

### 7.1.1.4 *Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta*







## **7.1.2 Modello “Santerno (Località San Pellegrino)”**

### **7.1.2.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati**

- **Torrente Santerno:** dalla sez. 10, posta circa a 140 m a monte dell’attraversamento di Via San Pellegrino Cà di Balduccio, alla sez. 1 posta circa 200 m a valle del cimitero di San Pellegrino (Firenzuola), per una lunghezza complessiva di 1.23 Km ed un numero di sezioni pari a 17. Le sezioni comprendono 2 strutture di attraversamento.

### **7.1.2.2 Scabrezze**

- **Torrente Santerno:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

### **7.1.2.3 Durate critiche e durate simulate**

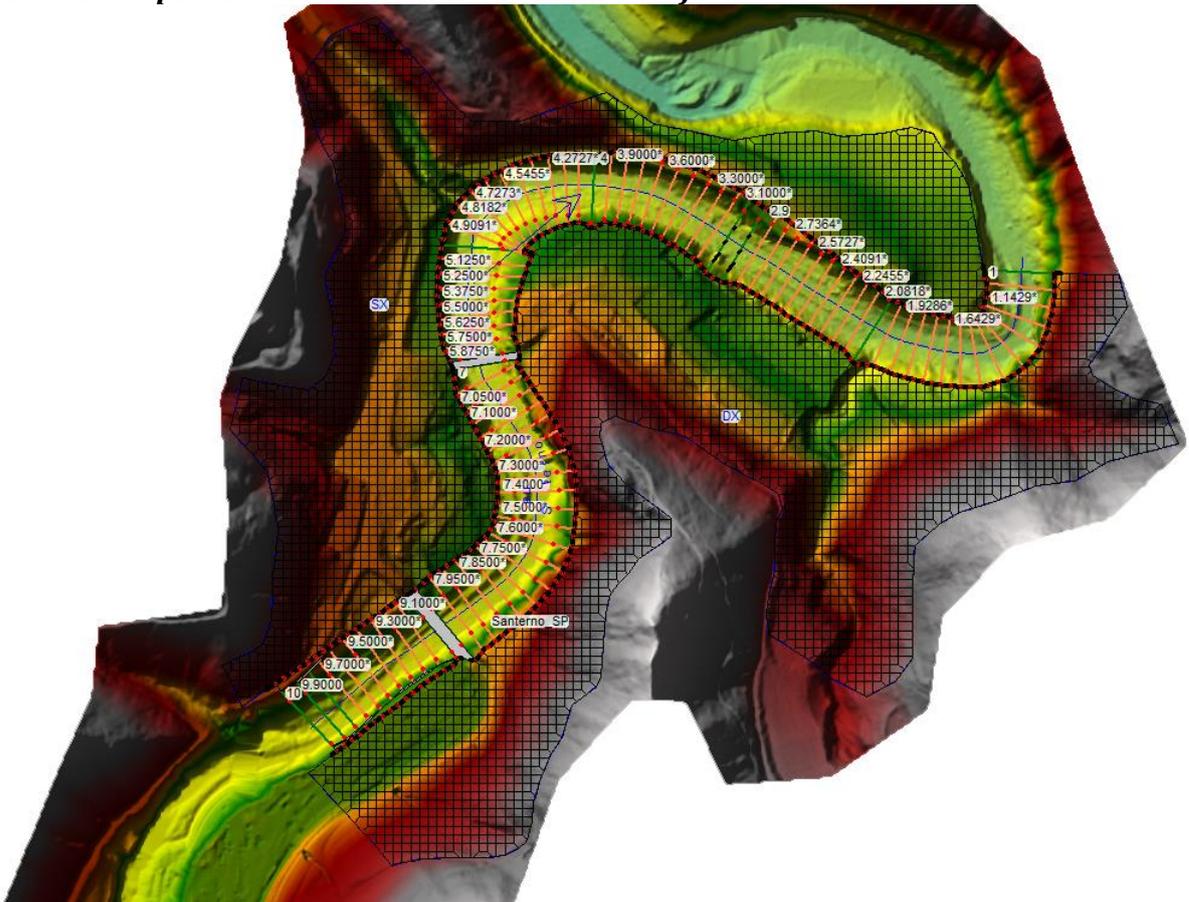
Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d’acqua costituenti il modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ore e 1 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 1 ora e 2 ore.



### 7.1.2.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta





### **7.1.3 Modello “Santerno (Località Scheggianico e Camaggiore)”**

#### **7.1.3.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati**

- **Torrente Santerno:** dalla sez. 10, posta all’altezza dell’inizio del centro abitato in località Scheggianico (Firenzuola), alla sez. 0 posta circa all’altezza del km 67+400 della SS Imolese, per una lunghezza complessiva di 1.54 Km ed un numero di sezioni pari a 17. Le sezioni comprendono 2 strutture di attraversamento.

#### **7.1.3.2 Scabrezze**

- **Torrente Santerno:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

#### **7.1.3.3 Durate critiche e durate simulate**

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d’acqua costituenti il modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 2 ore e 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 2 ore e 3 ore.

### 7.1.3.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



### 7.1.4 Modello “Violla – Cerbolaccio – Prato”

#### 7.1.4.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Torrente Violla:** dalla sez. 4, posta in prossimità della S.S. del Passo del Giogo a monte del centro abitato (località Molinuccio, Firenzuola), alla sez. 1 posta subito a valle dello stesso, per una lunghezza complessiva di circa 0.36 km ed un numero di sezioni pari a 10.
- **Fosso Cerbolaccio:** dalla sez. 5 (località Molinuccio, Firenzuola), alla sez. 0.5 posta in corrispondenza della confluenza con il Torrente Violla, per una lunghezza complessiva di circa 0.2 km ed un numero di sezioni pari a 8. Le sezioni comprendono due strutture di attraversamento.



- **Fosso del Prato:** dalla sez. 5 (località Molinuccio, Firenzuola), alla sez. 0.5 posta in corrispondenza della confluenza con il Torrente Viola, per una lunghezza complessiva di circa 0.19 km ed un numero di sezioni pari a 8. Le sezioni comprendono due strutture di attraversamento.

#### 7.1.4.2 *Scabrezze*

- **Torrente Viola:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso Cerbolaccio:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso del Prato:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

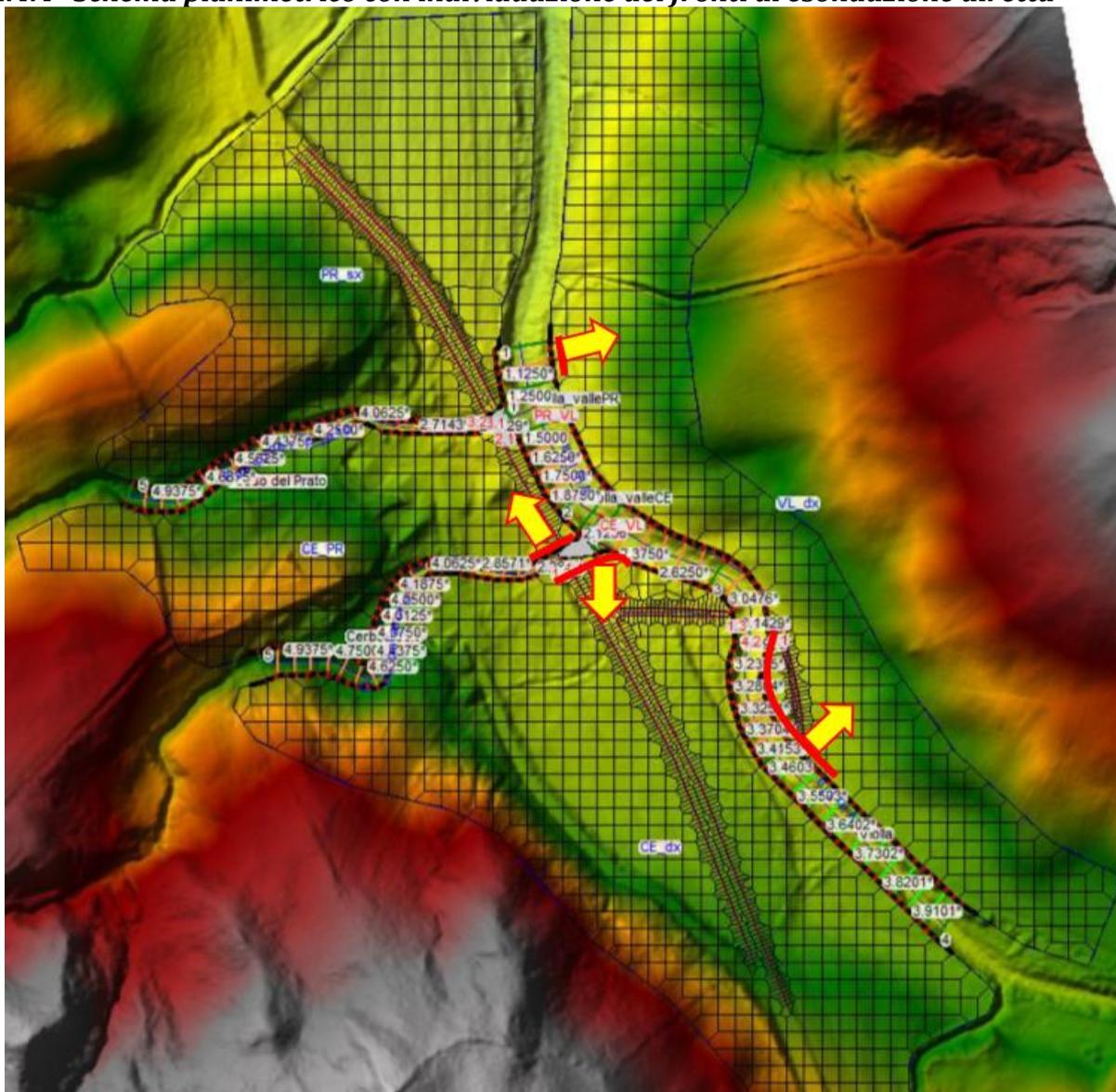
#### 7.1.4.3 *Durate critiche e durate simulate*

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1, 2 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1, 3 ore.

#### 7.1.4.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.1.5 Modello “Rio Badini – MV866”

##### 7.1.5.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Rio Badini:** dalla sez. 7, posta circa 150 m a monte della S.R.65 Via Pietramala (località Pietramala, Firenzuola), alla sez. 1 posta circa 55 m a valle di Via Pietramala Mulino, per una lunghezza complessiva di circa 0.25 km ed un numero di sezioni pari a 14. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.
- **Fosso PTF1 MV866:** dalla sez. 5, posta circa 90 m a monte del centro abitato (località Pietramala, Firenzuola) alla sez. 0.1 posta subito a valle dello stesso, per una lunghezza complessiva di circa 0.57 km ed un numero di sezioni pari a 17. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento, tra cui due tratti tombati estesi rispettivamente 255 m (tra la sez.4 e la sez.3) e 110 m (tra la sez.1 e la sez. 0.2).

### 7.1.5.2 Scabrezze

- **Rio Badini:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso PTF1 MV866:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

### 7.1.5.3 Durate critiche e durate simulate

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello non costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto per il Rio Badini sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2 ore.

Per il Fosso PTF1 MV866:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora.

### 7.1.5.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 7.1.6 Modello “Bruscoli – Mattarello – Tabina”

### 7.1.6.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Mattarello:** dalla sez. 5.1, posta circa 10 m a monte della S.P.59 Via di Bruscoli nell'intorno del km 10 (località Bruscoli, Firenzuola), alla sez. 1 posta circa 50 m a valle della stessa, per una lunghezza complessiva di circa 0.07 km ed un numero di sezioni pari a 11. Le sezioni comprendono due strutture di attraversamento.
- **Fosso di Bruscoli:** dalla sez. 8, posta circa 74 m a monte di Via Bruscoli Casenuove, alla sez. 1 posta circa 68 m a valle della S.P.59 Via di Bruscoli (località Bruscoli, Firenzuola), per una lunghezza complessiva di circa 0.23 km ed un numero di sezioni pari a 16. Le sezioni comprendono 4 strutture di attraversamento, una delle quali è un tratto tombato che si estende per 80 m e termina a valle della S.P.59 Via Bruscoli.
- **Rio di Tabina:** dalla sez. 2, posta circa 70 m a monte della S.P.59 Via di Bruscoli alla fine del centro abitato (località Bruscoli, Firenzuola), alla sez. 1 posta subita a valle della stessa, per una lunghezza complessiva di circa 0.09 km ed un numero di sezioni pari a 10. Le sezioni comprendono due strutture di attraversamento.

### 7.1.6.2 Scabrezze

- **Torrente Mattarello:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$ .
- **Fosso di Bruscoli:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$ .
- **Rio di Tabina:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$ .

### 7.1.6.3 Durate critiche e durate simulate

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello non costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto per il Torrente Mattarello sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora.

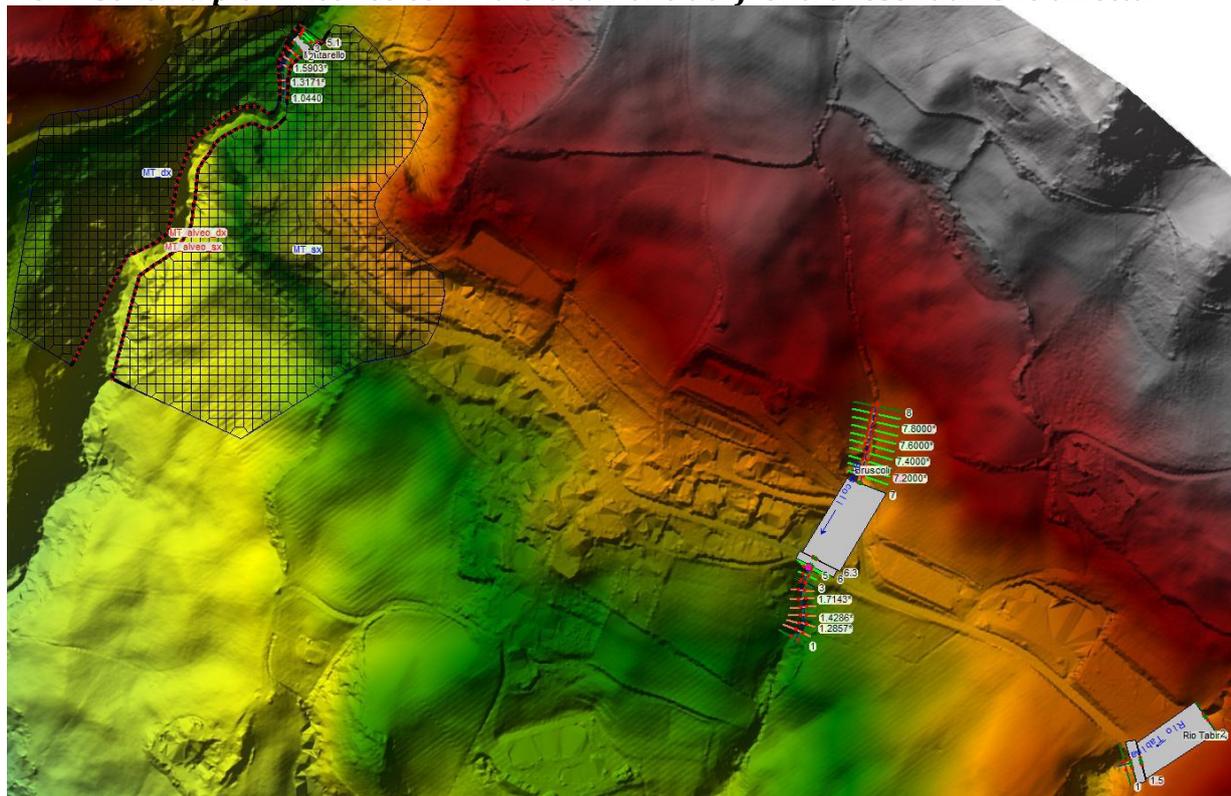
Per il Fosso di Bruscoli:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ora.

Per il Rio di Tabina:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora.

#### 7.1.6.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.1.7 Modello “Sillaro – Poggio”

##### 7.1.7.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Sillaro:** dalla sez. 9 alla sez. 1 in località Piancaldoli, Firenzuola, per una lunghezza complessiva di circa 0.72 km ed un numero di sezioni pari a 19. Il tratto investigato comprende 3 strutture di attraversamento.
- **Fosso del Poggio:** dalla sez. 12, posta subito a monte della S.P.58 Piancaldose nell'intorno del km 11, alla sez. 1 posta circa 50 m a valle della confluenza con il Torrente Sillaro, per una lunghezza complessiva di circa 0.4 km ed un numero di sezioni pari a 29. Le sezioni comprendono 6 strutture di attraversamento.



### **7.1.7.2 Scabrezze**

- **Torrente Sillaro e Fosso del Poggio:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

### **7.1.7.3 Durate critiche e durate simulate**

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello non costituiscono un sistema interconnesso.

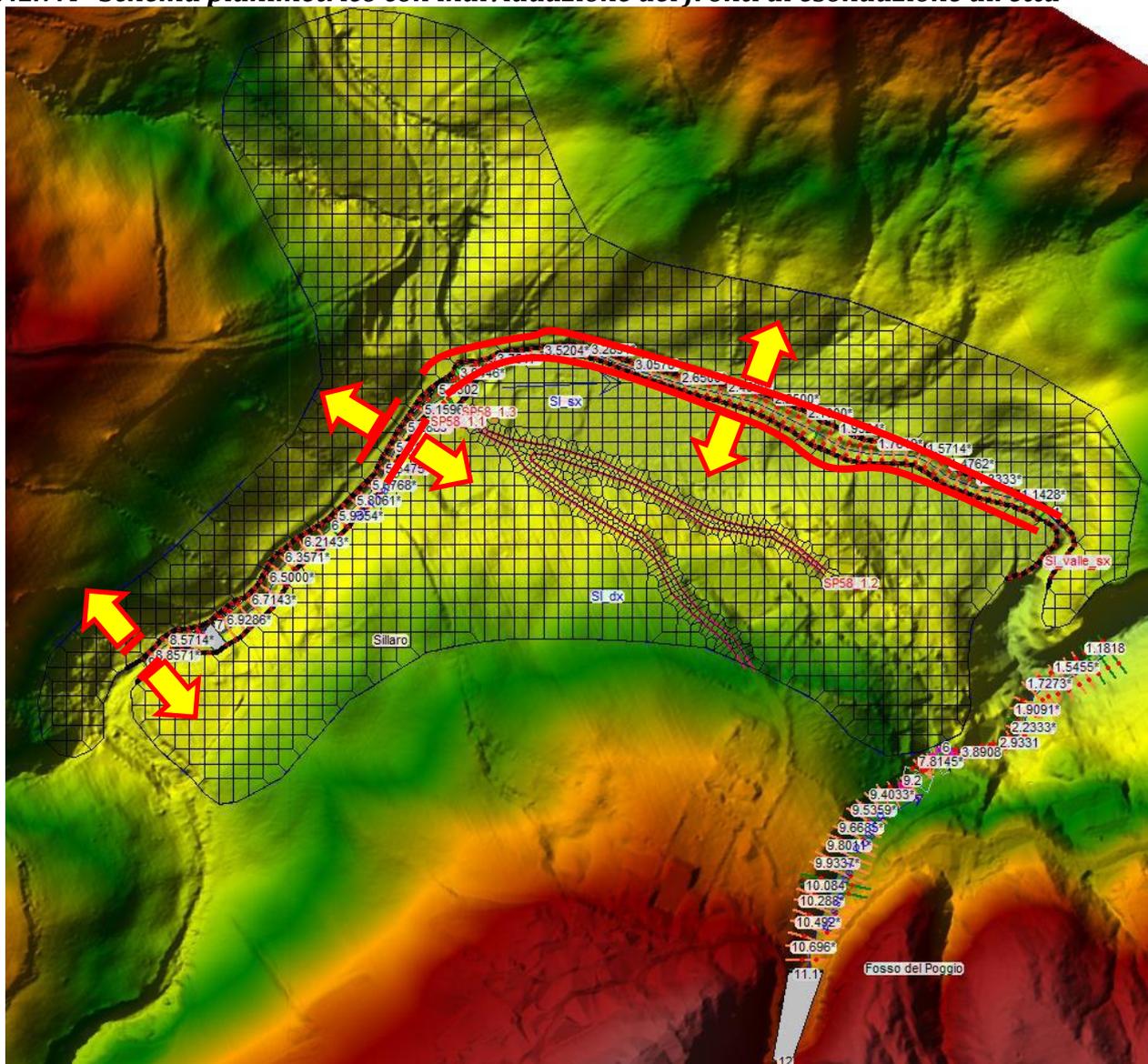
Pertanto per il Torrente Sillaro sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora.

Per il Fosso del Poggio:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ora.

#### 7.1.7.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 7.2 Palazzuolo sul Senio

### 7.2.1 Modello "Senio"

#### 7.2.1.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fiume Senio:** dalla sez. 44, posta circa 90 m a monte della S.P.477 (località Quadalto, Palazzuolo sul Senio), alla sez. 1 posta circa 700 m a valle della zona industriale di Palazzuolo sul Senio, per una lunghezza complessiva di circa 3.53 km ed un numero di sezioni pari a 98. Le sezioni comprendono 18 strutture di attraversamento.
- **Fosso di Mantigno:** dalla sez. 5, posta circa 110 m a monte della S.P.477 (località Mantigno, Palazzuolo sul Senio), alla sez. 0.5 posta in corrispondenza della

confluenza con il Fiume Senio, per una lunghezza complessiva di circa 0.14 km ed un numero di sezioni pari a 14. Le sezioni comprendono due strutture di attraversamento.

- **Fosso di Visano:** dalla sez. 14.1, posta in prossimità del km 17 della S.P. della Faggiola (Palazzuolo sul Senio), alla sez. 0.2 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Senio, per una lunghezza complessiva di circa 0.6 km ed un numero di sezioni pari a 34. Le sezioni comprendono 7 strutture di attraversamento.
- **Fosso di Salecchio:** dalla sez. 6.1, posta circa 240 m a monte della S.P.306 Casolana – Riolese (Palazzuolo sul Senio), alla sez. 0.20031 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Senio, per una lunghezza complessiva di circa 0.31 km ed un numero di sezioni pari a 24. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.

#### 7.2.1.2 Scabrezze

- **Fiume Senio:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso di Mantigno:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso di Visano:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso di Salecchio:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

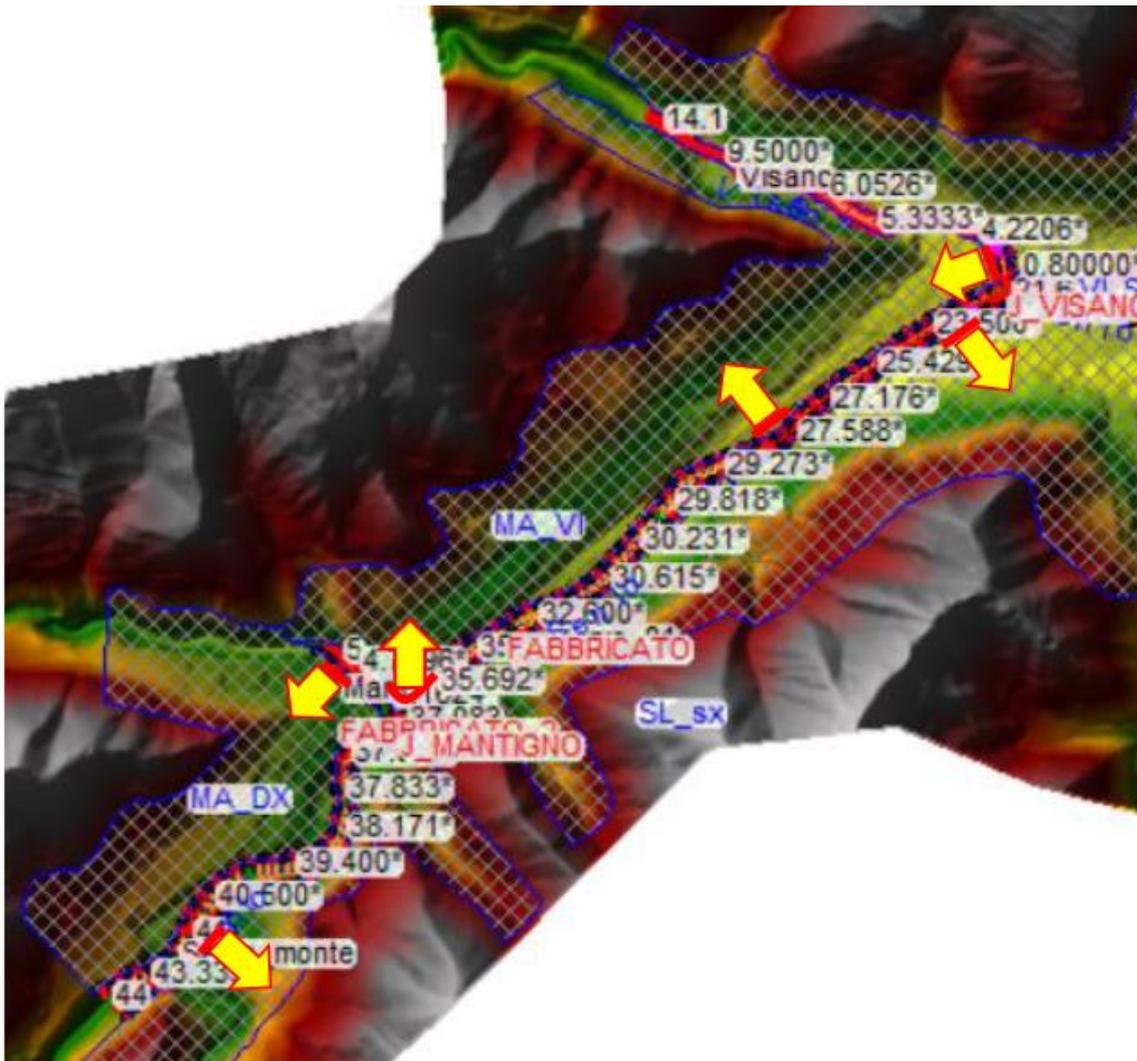
#### 7.2.1.3 Durate critiche e durate simulate

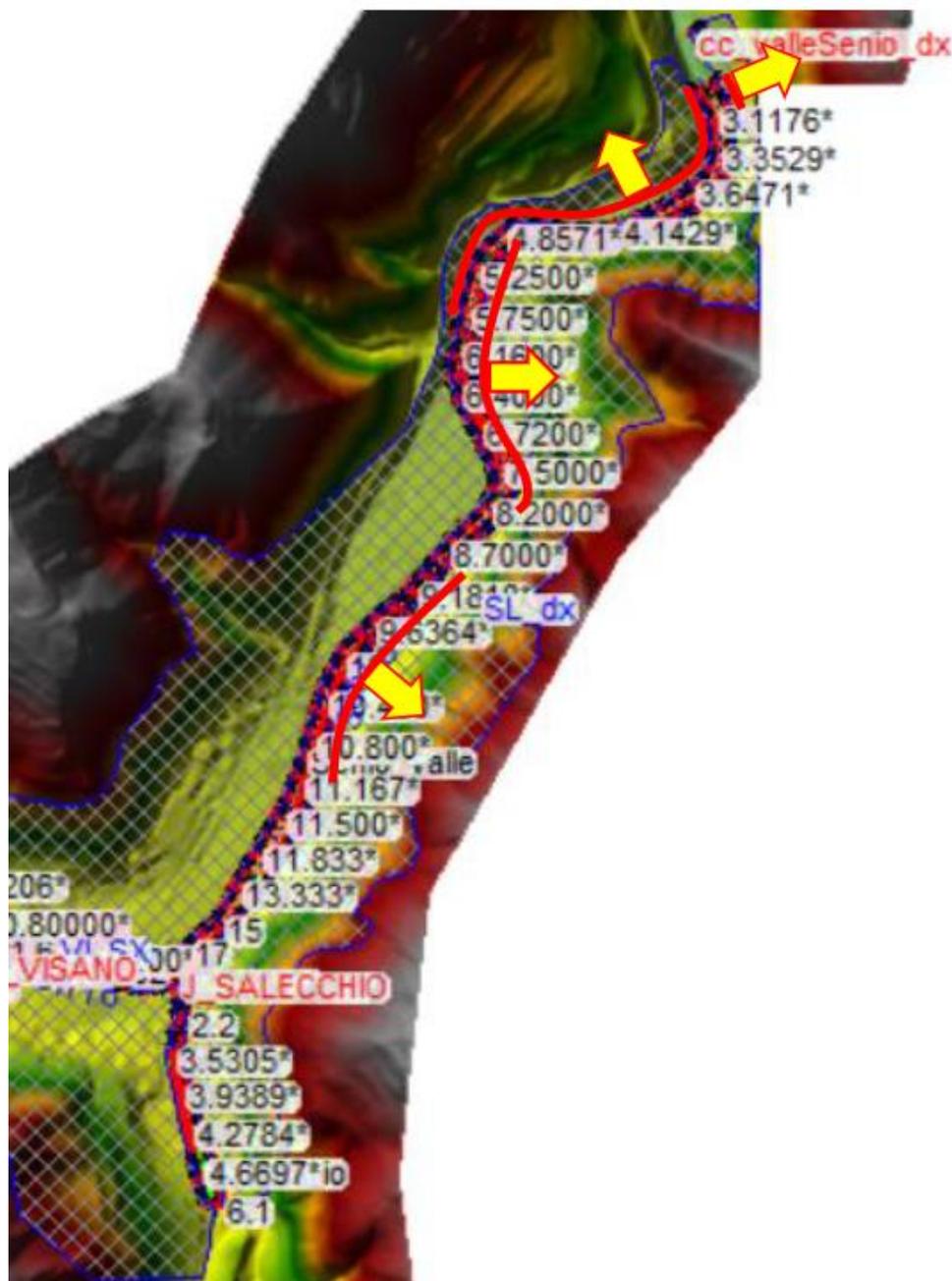
Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1, 2, 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1, 2, 3 ore.

#### 7.2.1.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta





## 7.3 Barberino di Mugello

### 7.3.1 Modello "Sieve – Mulinaccia – Scopicci - Visano"

#### 7.3.1.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fiume Sieve:** dalla sez. 21, posta circa 35 m a monte dell'Autostrada del Sole A1 nell'intorno del km 261, alla sez. 1 posta circa 293 m a valle della S.P.8 in località Cavallina (Barberino di Mugello), per una lunghezza complessiva di circa 1.78 km ed un numero di sezioni pari a 74. Le sezioni comprendono 13 strutture di attraversamento.

- **Fosso Scopicci:** dalla sez. 20, posta poco a valle dell'Autostrada del Sole A1 nell'intorno del km 261.9, alla sez. 0.5 posta circa 14 m a monte della confluenza con il Fosso della Mulinaccia, per una lunghezza complessiva di circa 0.97 km ed un numero di sezioni pari a 46. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento.
- **Fosso della Mulinaccia:** dalla sez. 19, posta 300 m a valle dell'Autostrada del Sole A1 nell'intorno del km 262.5, alla sez. 0.4 posta 40 m a monte della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.99 km ed un numero di sezioni pari a 59. Le sezioni comprendono 10 strutture di attraversamento.
- **Fosso di Visano:** dalla sez. 29, posta circa 44 m a valle dell'Autostrada del Sole A1 nell'intorno del km 260.6, alla sez. 0.9 posta circa 18 m a monte della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 1.57 km ed un numero di sezioni pari a 51. Le sezioni comprendono 10 strutture di attraversamento.

#### 7.3.1.2 Scabrezze

- **Fiume Sieve:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso Scopicci:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso della Mulinaccia:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso di Visano:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

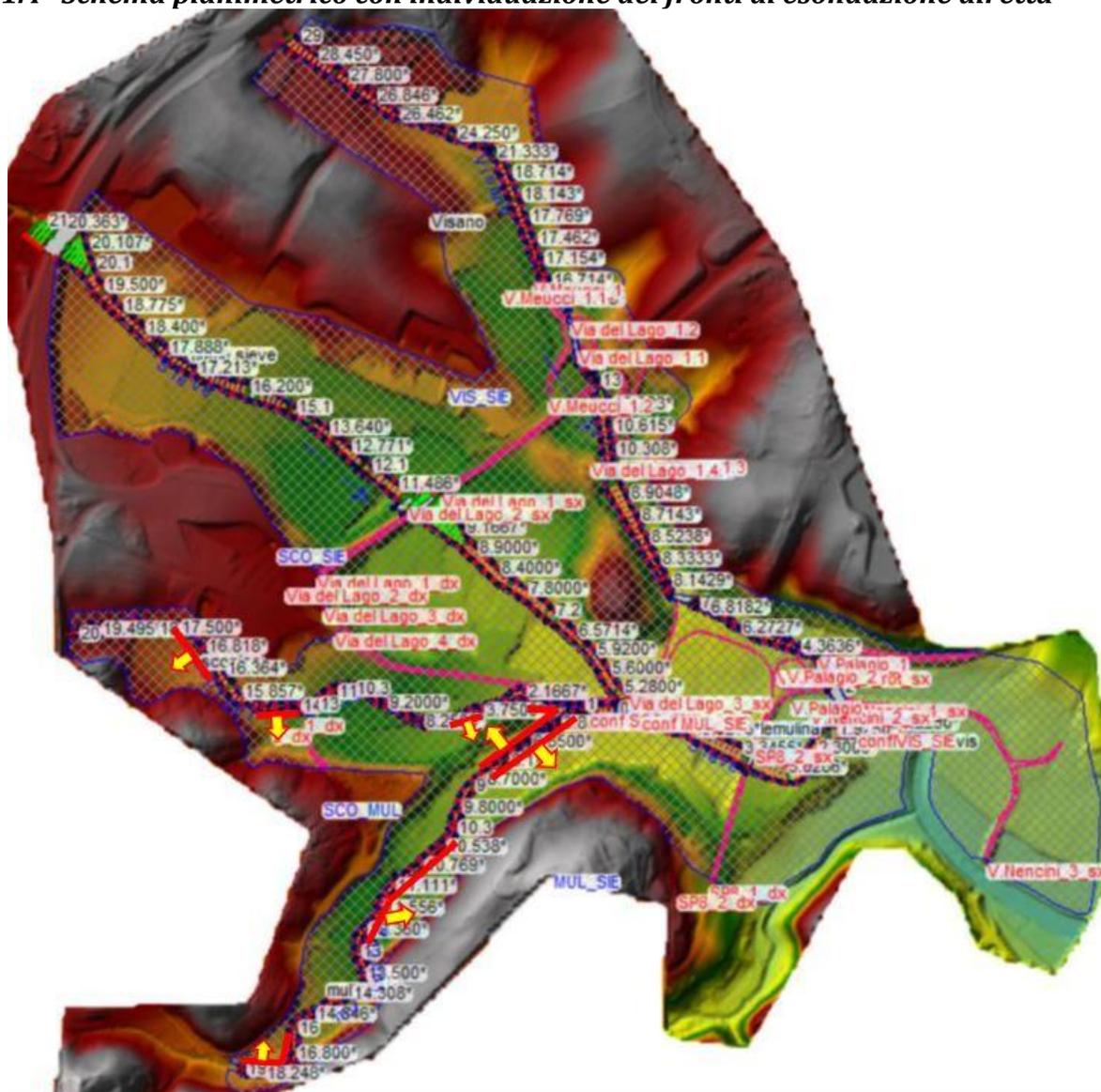
#### 7.3.1.3 Durate critiche e durate simulate

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1, 2 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1, 2 ore.

### 7.3.1.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



### 7.3.2 Modello “Sorcella – Tavaiano”

#### 7.3.2.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Torrente Sorcella:** dalla sez. 10, posta presso loc. Fattoria Benelli, alla sez. 1 posta in corrispondenza del Lago di Bilancino, per una lunghezza complessiva di circa 1.09 km ed un numero di sezioni pari a 35. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento.
- **Torrente Tavaiano:** dalla sez. 31, posta poco a monte del centro abitato di Galliano, alla sez. 0.8 posta subito a valle della S.P.37 Via di Galliano, per una lunghezza complessiva di circa 3.14 km ed un numero di sezioni pari a 91. Le sezioni comprendono 15 strutture di attraversamento.



### 7.3.2.2 *Scabrezze*

- **Torrente Sorcella:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}$ s ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}$ s.
- **Torrente Tavaiano:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}$ s ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}$ s.

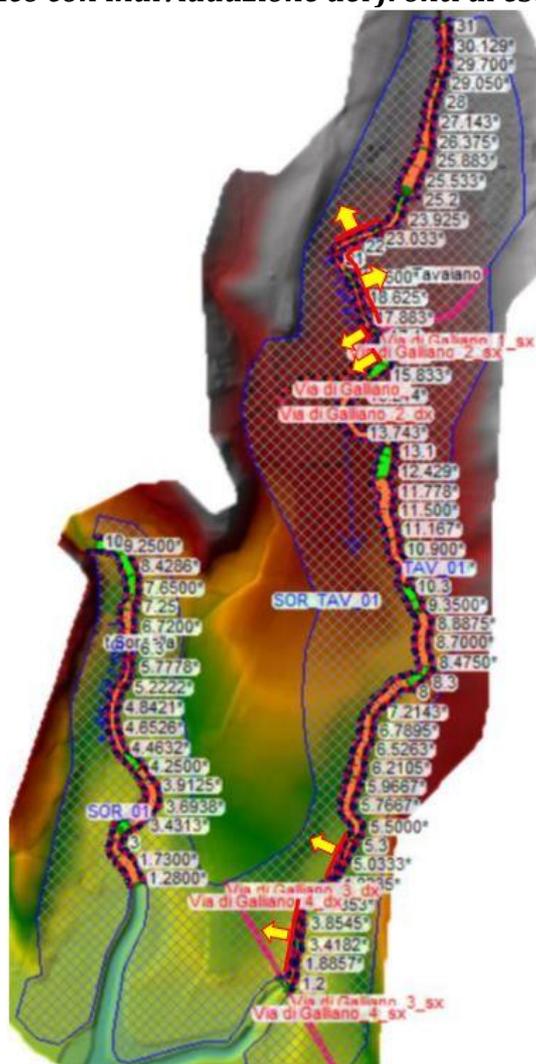
### 7.3.2.3 *Durate critiche e durate simulate*

Le analisi sono state effettuate considerando che sia il Torrente Sorcella che il Torrente Tavaiano siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2, 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2, 3 ore.

### 7.3.2.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



### 7.3.3 Modello “Lora – Stura – BMF”

#### 7.3.3.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Torrente Lora:** dalla sez. 35, posta circa 650 m a monte dell’attraversamento della carreggiata Nord dell’autostrada A1, alla sez. 1 posta circa 22 m a valle dall’attraversamento di Viale Don Minzoni, per una lunghezza complessiva di 3.57 Km ed un numero di sezioni pari a 87. Le sezioni comprendono 12 strutture di attraversamento, di cui 6 ponti e 6 briglie.
- **Torrente Stura:** dalla sez. 48, posta circa 45 m a valle dell’attraversamento della strada proveniente da Via Casaglia, alla sez. 1 posta in corrispondenza del Lago di Bilancino, per una lunghezza complessiva di 4.68 Km ed un numero di sezioni pari a 142. Le sezioni comprendono 16 strutture di attraversamento, di cui 10 briglie e 6 ponti.



- **Rio Il Fiumicello:** dalla sez. 12, posta circa a 325 m a monte dell'attraversamento della Strada Cistella, alla sez. 0.5 posta in corrispondenza della confluenza con il Torrente Stura, per una lunghezza complessiva di 0.85 Km ed un numero di sezioni pari a 43. Le sezioni comprendono 8 strutture di attraversamento, di cui 6 briglie e 2 ponti.
- **Torrente Aglio:** dalla sez. 17, posta 140 m a monte dell'attraversamento della SP36 di Montepiano in Loc. Cirignano, alla sez. 0.5 posta alla confluenza con il Torrente Stura, per una lunghezza complessiva di 1.1 Km ed un numero di sezioni pari a 60. Le sezioni comprendono 10 strutture di attraversamento, di cui 5 briglie e 5 ponti.
- **Fosso Badia-MV14382:** dalla sez. 5.4, posta circa a 250 m a monte dell'attraversamento in corrispondenza della Badia di S. Maria a Vigesimo nel comune di Barberino, alla sez. 0.5 posta alla confluenza con il Torrente Stura, per una lunghezza complessiva di 0.84 Km ed un numero di sezioni pari a 28. Le sezioni comprendono 4 strutture di attraversamento (3 briglie e 1 ponte) e un tratto tombato che si sviluppa dalla sez. 2 alla sezione finale.
- **Fosso BMF1-MV13481:** dalla sez. 4, posta a monte dell'attraversamento della SP8, alla sez. 0.1 posta alla confluenza con il Torrente Stura, per una lunghezza complessiva di 0.71 Km ed un numero di sezioni pari a 17. Le sezioni comprendono 1 struttura di attraversamento e un tratto tombato che si sviluppa dalla sez. 1 alla sezione finale.
- **Fosso BMF2-MV14968:** dalla sez. 2, posta circa a 92 m da Via del Molino Vecchio, alla sez. 0.3 posta alla confluenza con il Fosso BMF1-MV13481, per una lunghezza complessiva di 0.33 Km ed un numero di sezioni pari a 7. Le sezioni comprendono un tratto tombato che si sviluppa dalla sez. 1 alla sez. 0.3.

### 7.3.3.2 Scabrezze

- **Torrente Stura:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ ;
- **Rio Il Fiumicello:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$
- **Torrente Aglio:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$



- **Fosso Badia-MV14382:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$
- **Fosso BMF1-MV13481:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$
- **Fosso BMF2-MV14968:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

### 7.3.3.3 *Durate critiche e durate simulate*

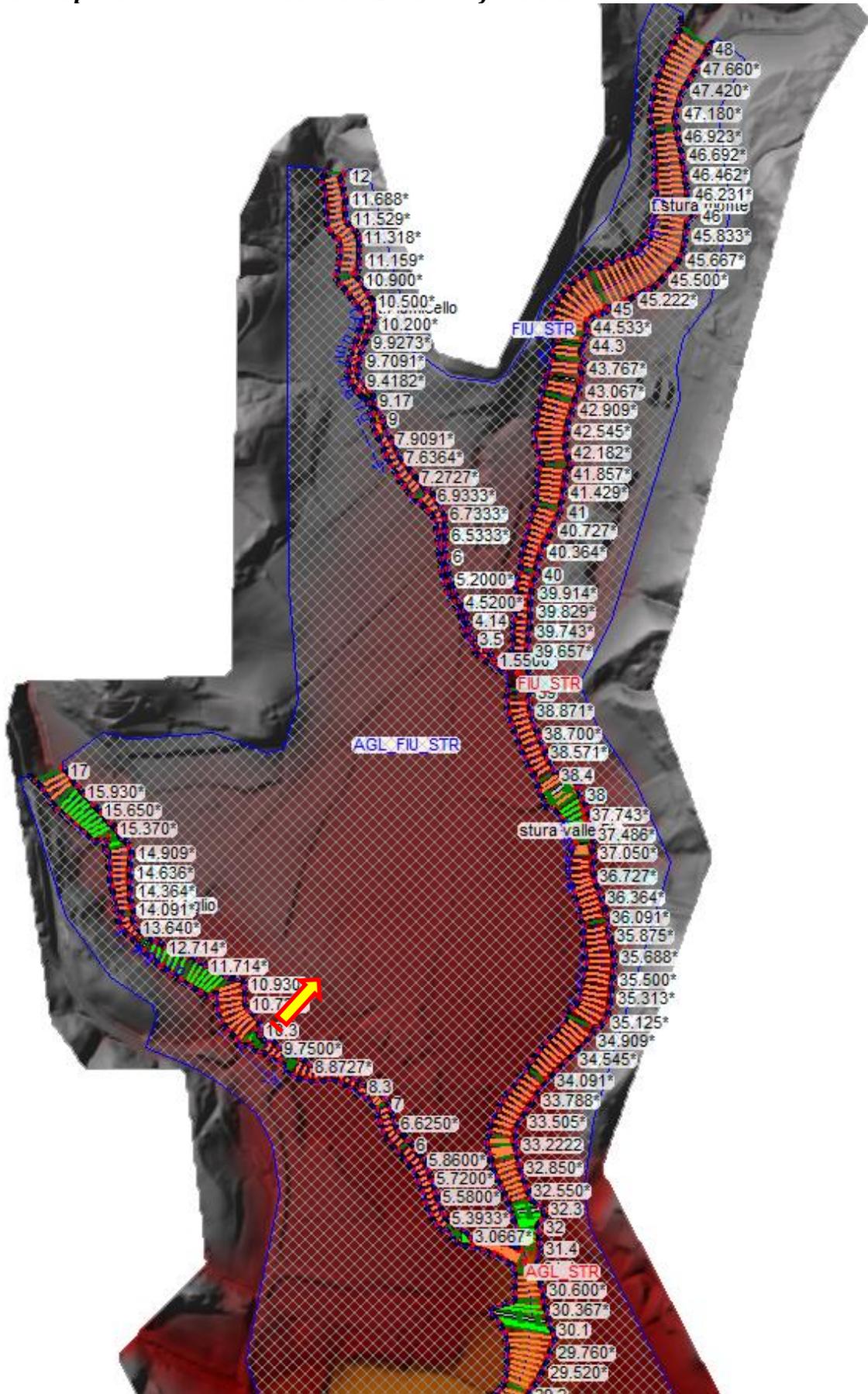
Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua costituenti il modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

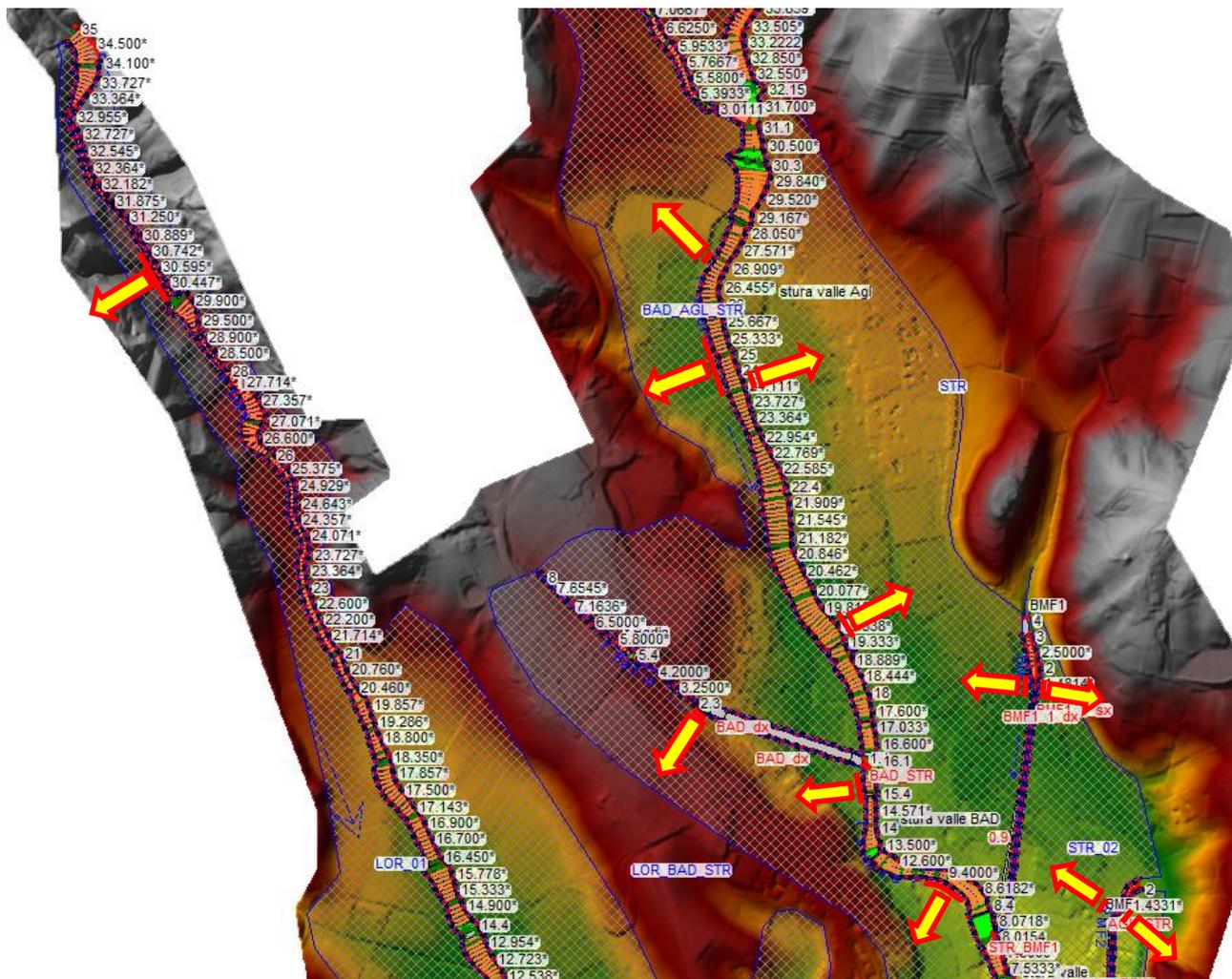
Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

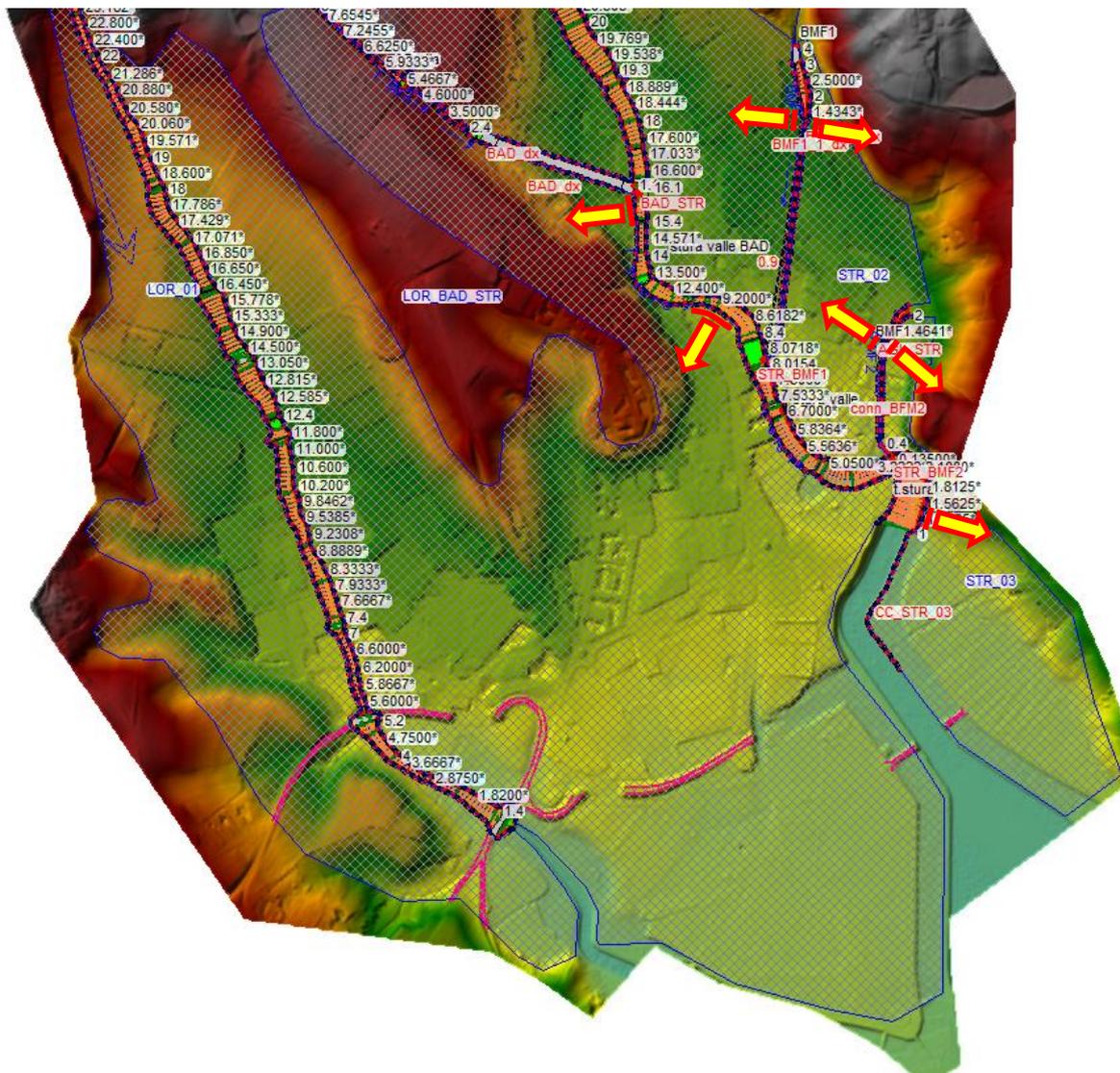
- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 1 ora e 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 1 ora e 3 ore.



### 7.3.3.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta







### 7.3.4 Modello “BMF1\_Cassa di espansione fosso Terzalla”

Il modello monodimensionale del Fosso Terzalla è stato realizzato per valutare gli effetti della laminazione dovuta alla cassa di espansione in derivazione ubicata in destra idraulica. La cassa di espansione è stata modellata con un elemento “Storage Area”, al quale è stata assegnata la relazione tra livelli idrometrici e volume invasato (Figura 7-1).

Gli idrogrammi risultanti nella sezione 30 del presente modello sono stati utilizzati come condizioni al contorno per il corso d’acqua BMF1 nel modello “Lora - Stura - BMF”.

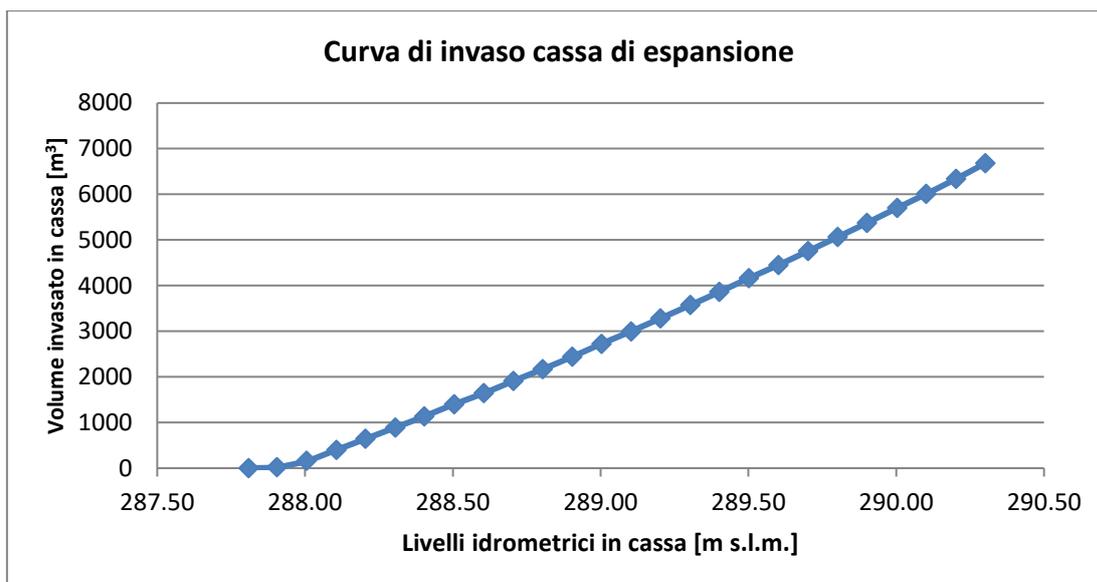


Figura 7-1: Curva di invaso della cassa di espansione sul Fosso di Terzalla

#### 7.3.4.1 *Tratti dei corsi d'acqua modellati*

- **Fosso Terzalla (BMF1)**: dalla sez. 107, posta in corrispondenza dell'attraversamento di una strada bianca circa 120 m a monte della cassa di espansione, alla sez. 30 posta circa 100 m a monte dall'attraversamento della SP8, per una lunghezza complessiva di 0.78 Km ed un numero di sezioni pari a 12. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.

#### 7.3.4.2 *Scabrezze*

- **Fosso Terzalla (BMF1)**: coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ ;

#### 7.3.4.3 *Durate critiche e durate simulate*

Sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 1 ora e 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ore, 1 ora e 3 ore.

### 7.3.4.4 Schema planimetrico



## 7.4 Scarperia e San Piero

### 7.4.1 Modello "Romiccioli – Cornocchio"

#### 7.4.1.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Cornocchio:** dalla sez. 22, posta poco a monte del centro abitato di Sant'Agata (frazione di Scarperia e San Piero), alla sez. 0.5 posta circa 18 m a



valle della S.P.37 Via S. Francesco, per una lunghezza complessiva di circa 0.78 km ed un numero di sezioni pari a 40. Le sezioni comprendono 9 strutture di attraversamento.

- **Torrente Romiccioli:** dalla sez. 12, posta circa 130 m a monte di Via Montepoli, alla sez. 0.9 posta circa 24 m a monte della confluenza con il Torrente Cornocchio, per una lunghezza complessiva di circa 0.43 km ed un numero di sezioni pari a 22. Le sezioni comprendono 4 strutture di attraversamento.

#### **7.4.1.2 Scabrezze**

- **Torrente Cornocchio:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.08  $m^{-1/3}s$ .
- **Torrente Reniccioli:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.08  $m^{-1/3}s$ .

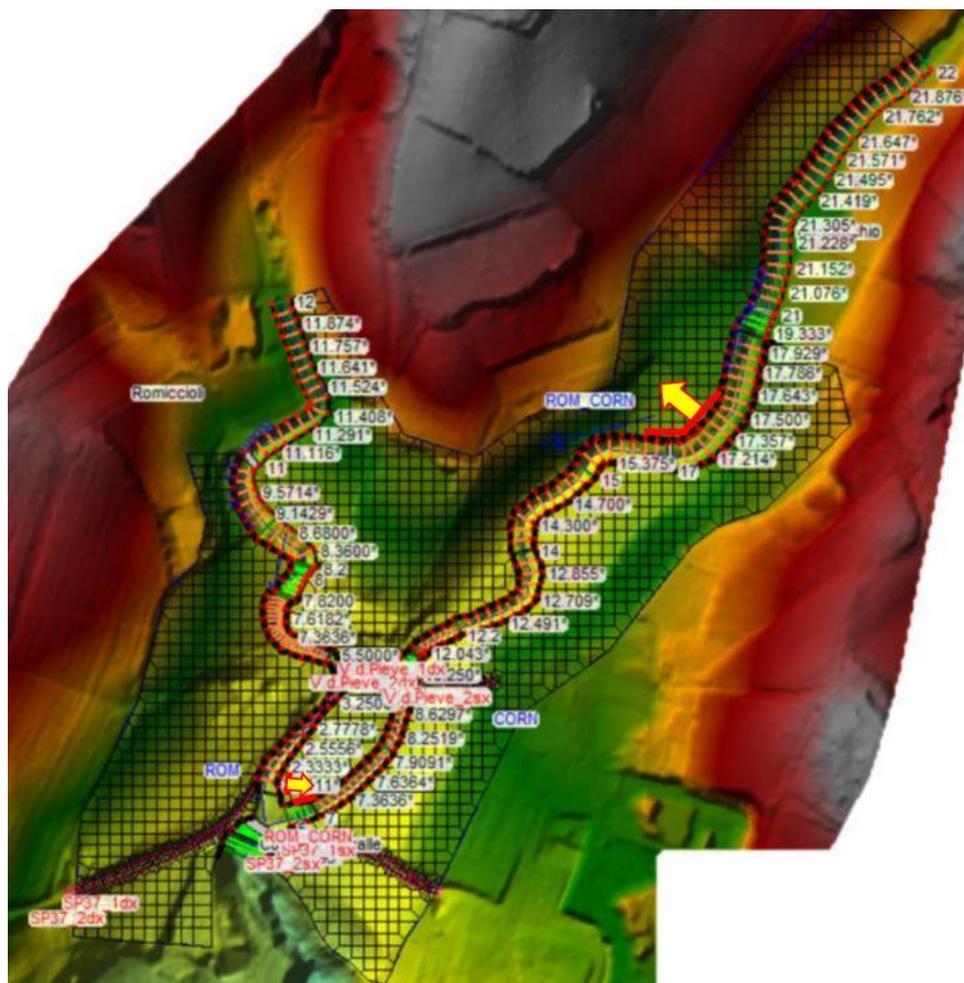
#### **7.4.1.3 Durate critiche e durate simulate**

Le analisi sono state effettuate considerando che sia il Torrente Cornocchio che il Torrente Reniccioli siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2, 4 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2, 5 ore.

#### 7.4.1.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.4.2 Modello “SCF1-MV49951”

##### 7.4.2.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fosso SCF1-MV49951**: dalla sez. 8, posta a valle dell'attraversamento di Via della Resistenza, alla sez. 1, per una lunghezza complessiva di 0.57 Km ed un numero di sezioni pari a 16. Le sezioni comprendono 2 strutture di attraversamento.

##### 7.4.2.2 Scabrezze

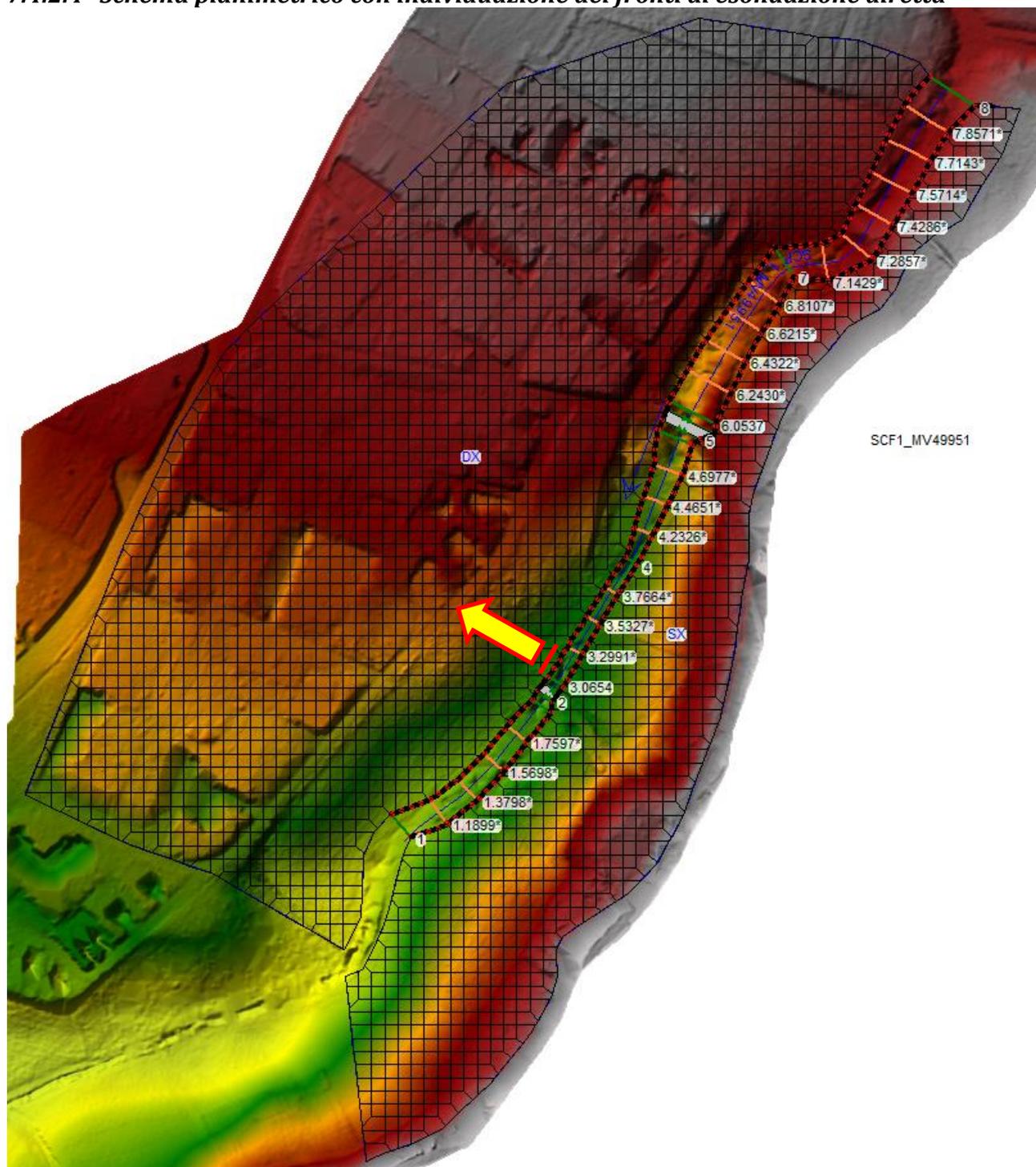
- **Fosso SCF1-MV49951**: coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ ;

##### 7.4.2.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Fosso MV49951 sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ore.

#### 7.4.2.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.4.3 Modello “Sorcella – SCF3”

##### 7.4.3.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Torrente Sorcella:** dalla sez. 21, posta circa 40 m a valle della S.P.39 Via di Panna (località Panna), alla sez. 0.9, per una lunghezza complessiva di circa 0.67 km ed un numero di sezioni pari a 41. Le sezioni comprendono 10 strutture di attraversamento.



- **Fosso SCF3 MV7090:** dalla sez. 5, posta subito a monte della S.P.39 Via di Panna (località Panna), alla sez. 0.1, posta 1 m a monte della confluenza con il Torrente Sorcella, per una lunghezza complessiva di circa 0.25 km ed un numero di sezioni pari a 11. Le sezioni comprendono 2 strutture di attraversamento.

#### 7.4.3.2 *Scabrezze*

- **Torrente Sorcella:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.05 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso SCF3 MV7090:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.05 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

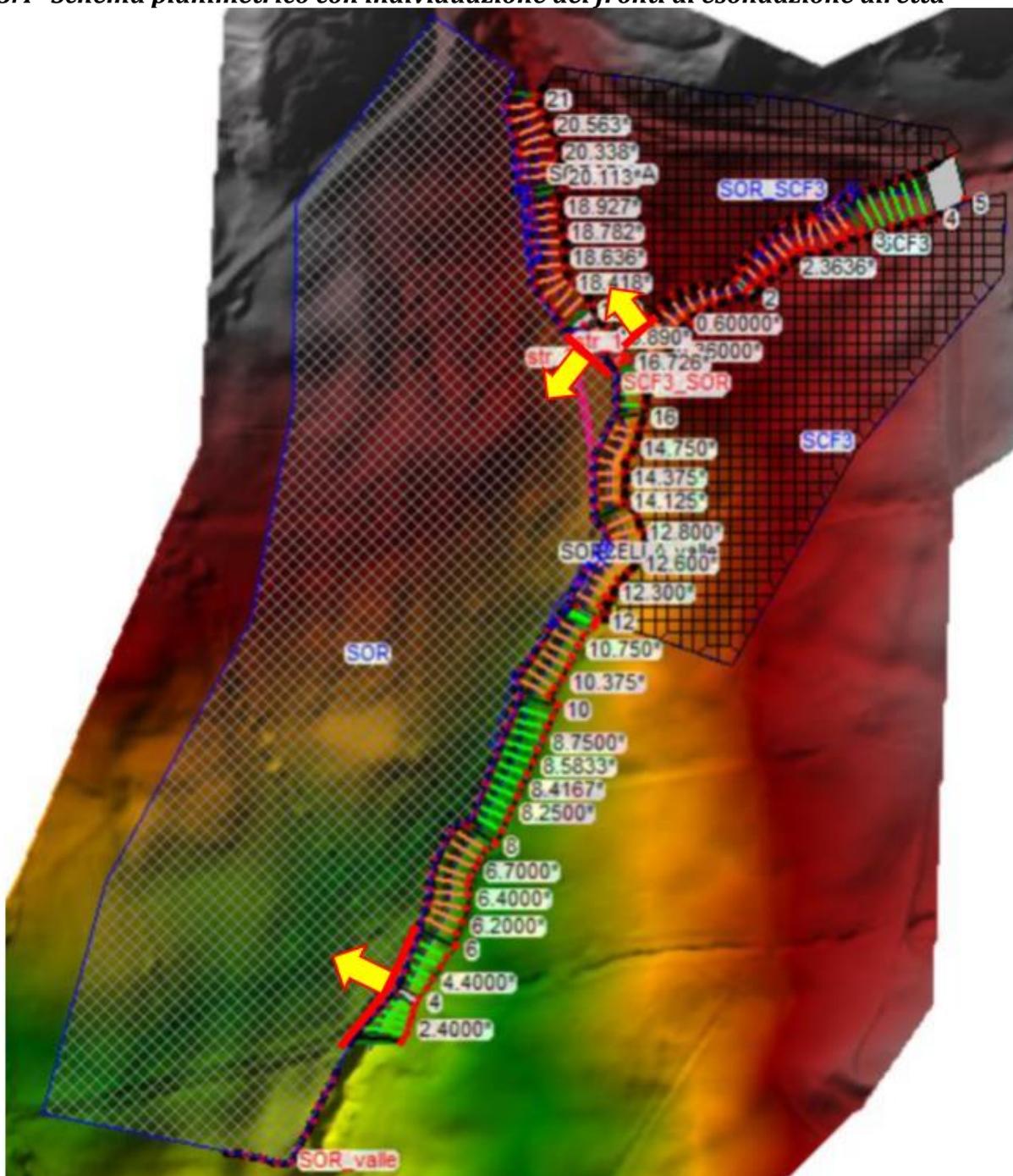
#### 7.4.3.3 *Durate critiche e durate simulate*

Le analisi sono state effettuate considerando che sia il Torrente Sorcella che il Fosso SCF3 MV7090 siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5, 1 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora.

#### 7.4.3.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 7.5 Borgo San Lorenzo

### 7.5.1 Modello "Borgo San Lorenzo (in sx)"

#### 7.5.1.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Il Fossatino:** dalla sez. 11.1, posta circa a 190 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria in località Petrona (Scarperia e San Piero), alla sez. 01 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 0.68 Km ed



- un numero di sezioni pari a 27. Le sezioni comprendono 4 strutture di attraversamento.
- **Fosso MV20231**: dalla sez. 11, posta circa 160 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria in località La Torre (Scarperia e San Piero), alla sez. 1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 0.89 Km ed un numero di sezioni pari a 21. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.
  - **Torrente Bagnone**: dalla sez. 21, posta circa 200 a monte dell'attraversamento ferroviario in località Senni (Scarperia e San Piero), alla sez. 1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 1.12 Km ed un numero di sezioni pari a 34. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.
  - **Fosso MV19870 (affluente in sinistra idraulica del Torrente Bagnone)**: dalla sez. 11, posta circa 295 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria in località Senni (Scarperia e San Piero), alla sez. 0.9 posta alla confluenza con il Torrente Bagnone, per una lunghezza complessiva di 0.44 Km ed un numero di sezioni pari a 24. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.
  - **Fosso LCF1-MV14730**: dalla sez. 6.1, posta in corrispondenza di Via Don Dino Margheri in località Luco di Mugello (Borgo San Lorenzo), alla sez. 1 posta circa 70 m a monte della confluenza con il Fosso Fontanazza, per una lunghezza complessiva di 0.96 Km ed un numero di sezioni pari a 19. Le sezioni comprendono l'iniziale tratto tombato che si sviluppa dalla sez. 6.1 alla sez. 5.3 e ulteriori 2 strutture di attraversamento.
  - **Torrente Bosso**: dalla sez. 103, posta in località Le Case di Risolaia, alla sez. 1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 9.23 Km ed un numero di sezioni pari a 225. Le sezioni comprendono 43 strutture di attraversamento.
  - **Fosso di Donnino**: dalla sez. 19, posta circa 115 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria in Borgo San Lorenzo, alla sez. 1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 0.94 Km ed un numero di sezioni pari a 42. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento e un tratto tombato che si sviluppa dalla sez. 7.75 alla sez. 7.5.
  - **Torrente Le Cale**: dalla sez. 42, posta circa 190 m a monte dell'abitato di Borgo San Lorenzo, alla sez. 1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una

lunghezza complessiva di 1.27 Km ed un numero di sezioni pari a 63. Le sezioni comprendono 7 strutture di attraversamento.

- **Fosso di S. Giovanni:** dalla sez. 26, posta circa 180 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria, alla sez. 1, per una lunghezza complessiva di 0.98 Km ed un numero di sezioni pari a 57. Le sezioni comprendono 6 strutture di attraversamento e un tratto tombato che si sviluppa dalla sez. 4 alla sez.1.
- **Fosso Rimorelli:** dalla sez. 55, posta all'altezza dell'area commerciale di Via dei Ponti, alla sez. 1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 1.49 Km ed un numero di sezioni pari a 79. Le sezioni comprendono 10 strutture di attraversamento.
- **Fosso Vigiano:** dalla sez. 25, posta circa a 140 m a monte dell'attraversamento di Via Rimorelli, alla sez. 1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 1.14 Km ed un numero di sezioni pari a 47. Le sezioni comprendono 6 strutture di attraversamento.

#### 7.5.1.2 Scabrezze

- **Il Fossatino:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$
- **Fosso MV20231:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$
- **Torrente Bagnone:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso MV19870:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso LCF1-MV14730:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Torrente Bosso:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso di Donnino:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Torrente Le Cale:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

- **Fosso di S. Giovanni:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$ .
- **Fosso Rimorelli:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$ .
- **Fosso Vigiano:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a 0.035  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$

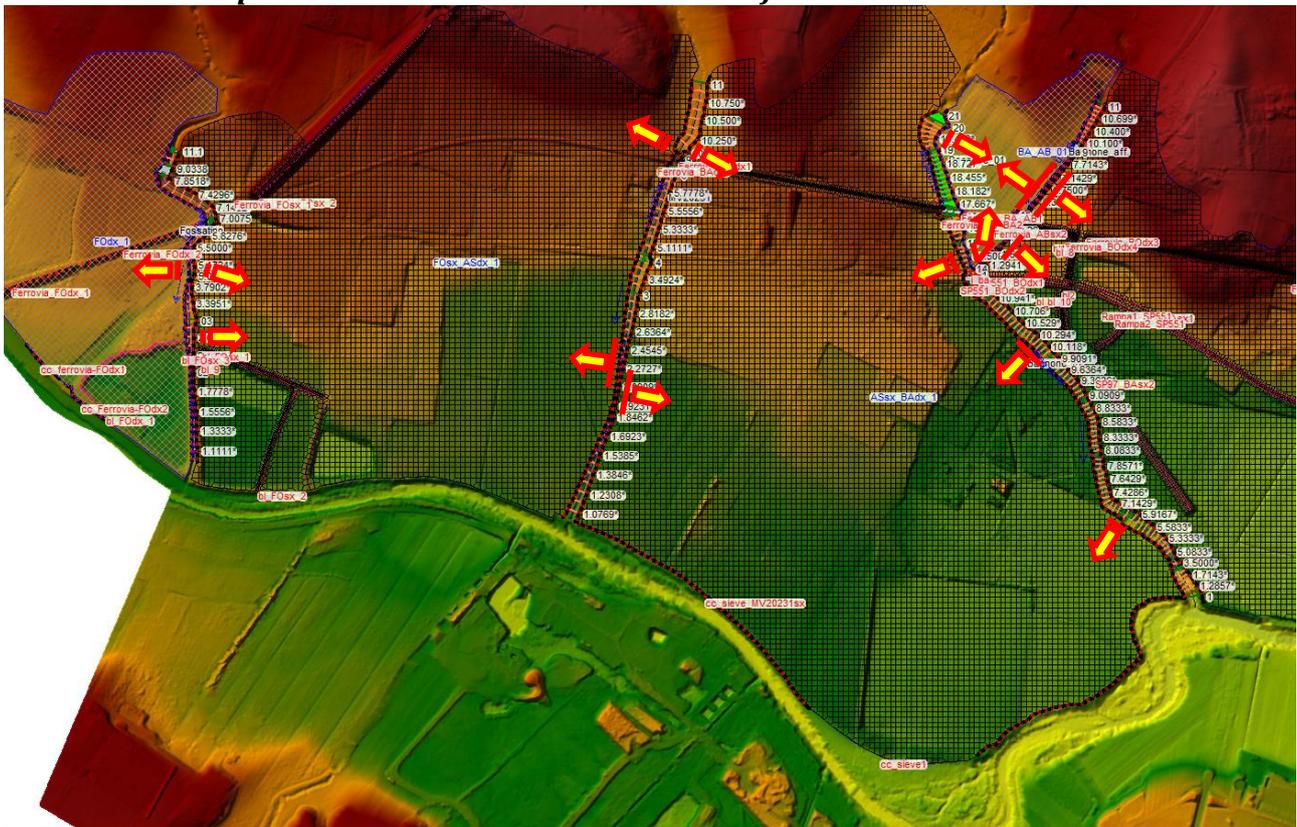
### 7.5.1.3 Durate critiche e durate simulate

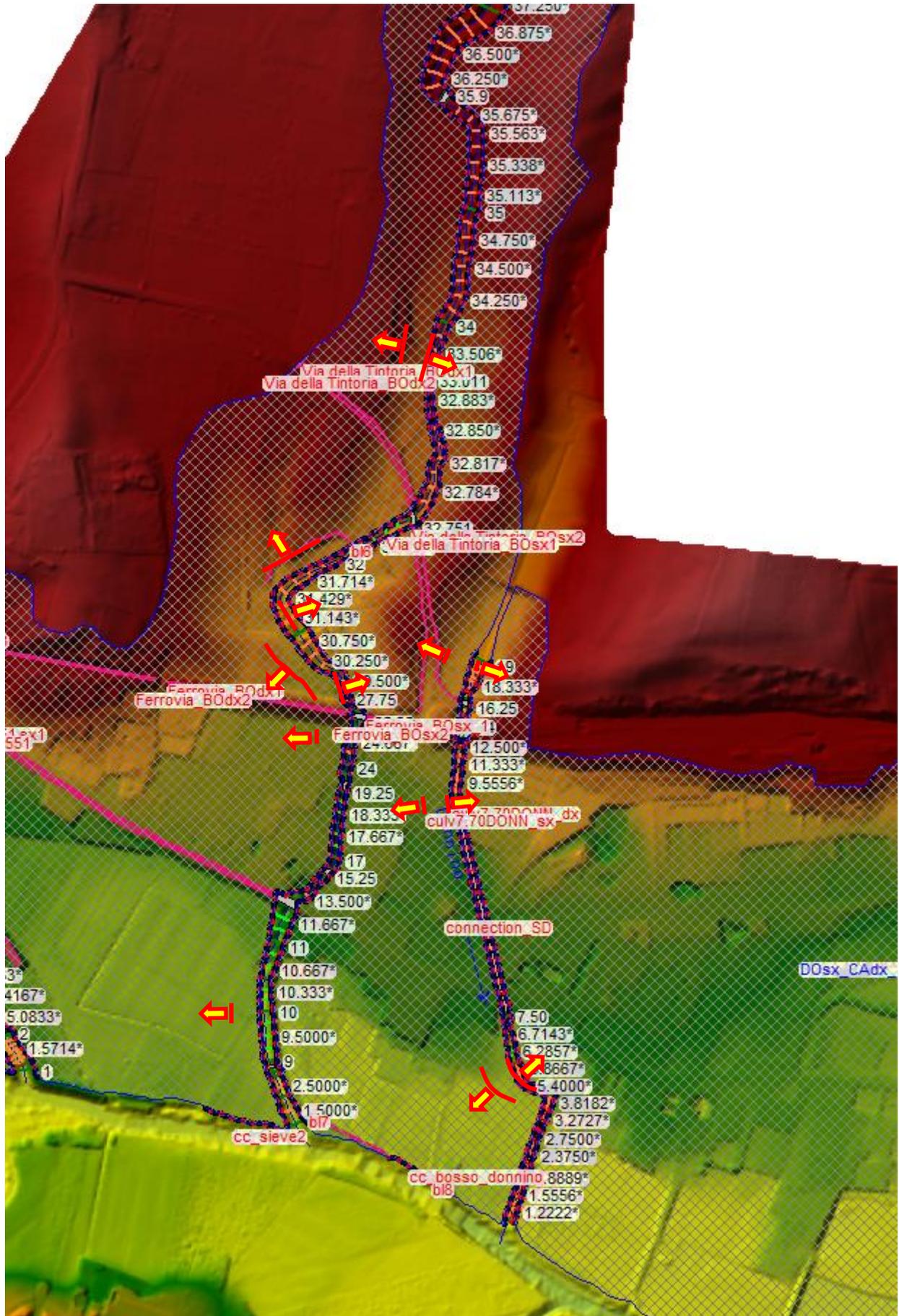
Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua costituenti il modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

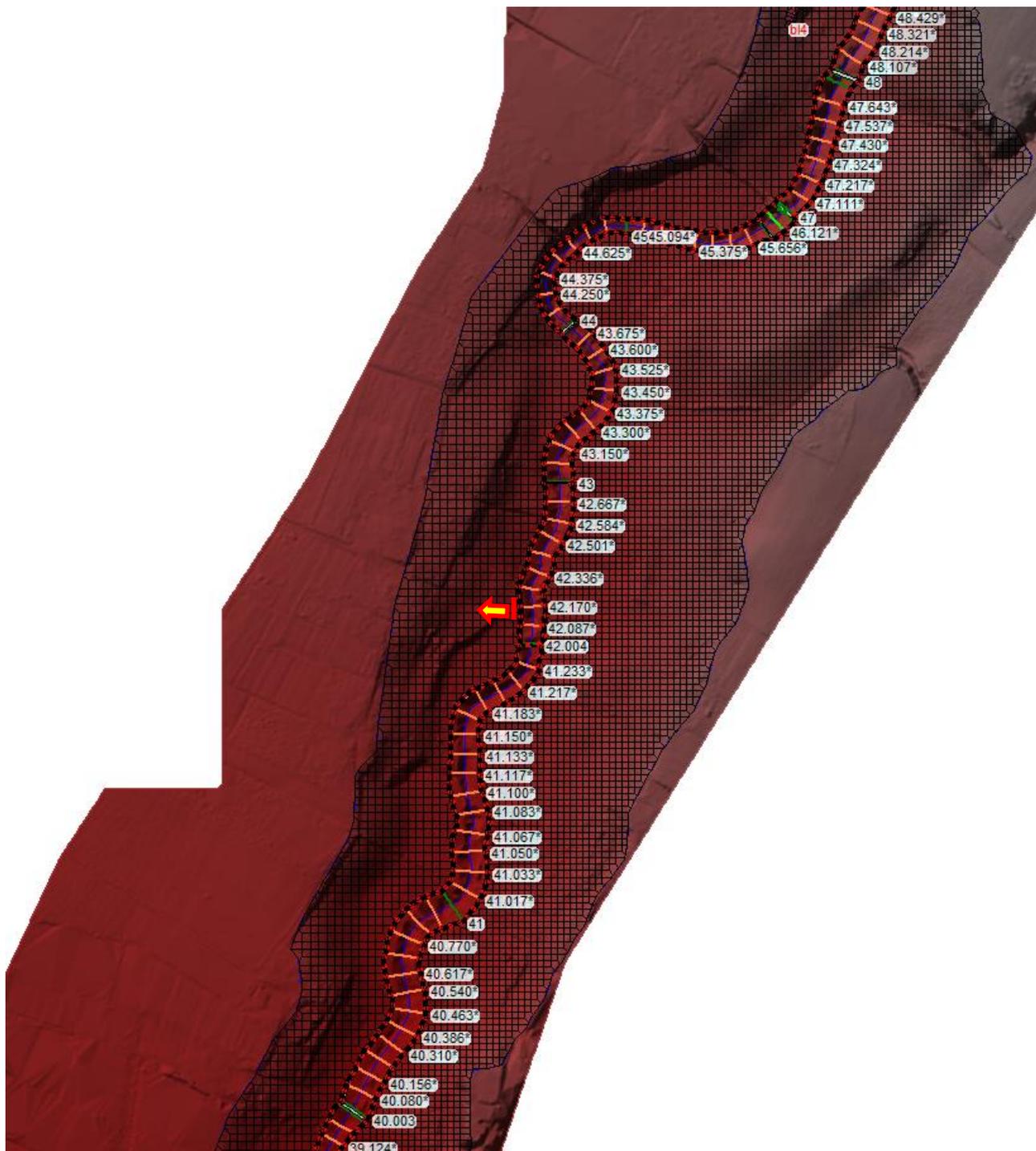
Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

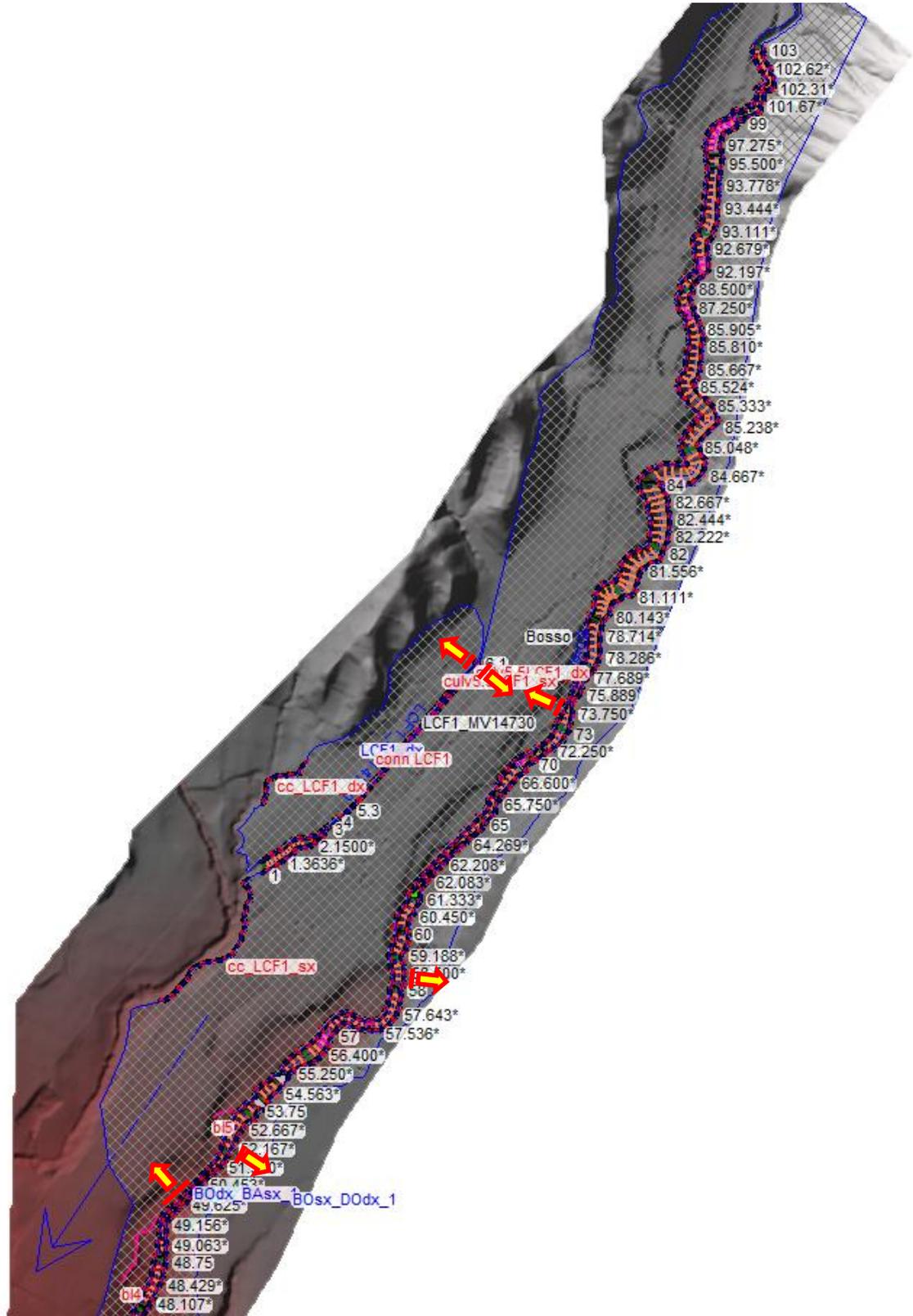
- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1 ora, 2 ore e 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora, 2 ore e 3 ore.

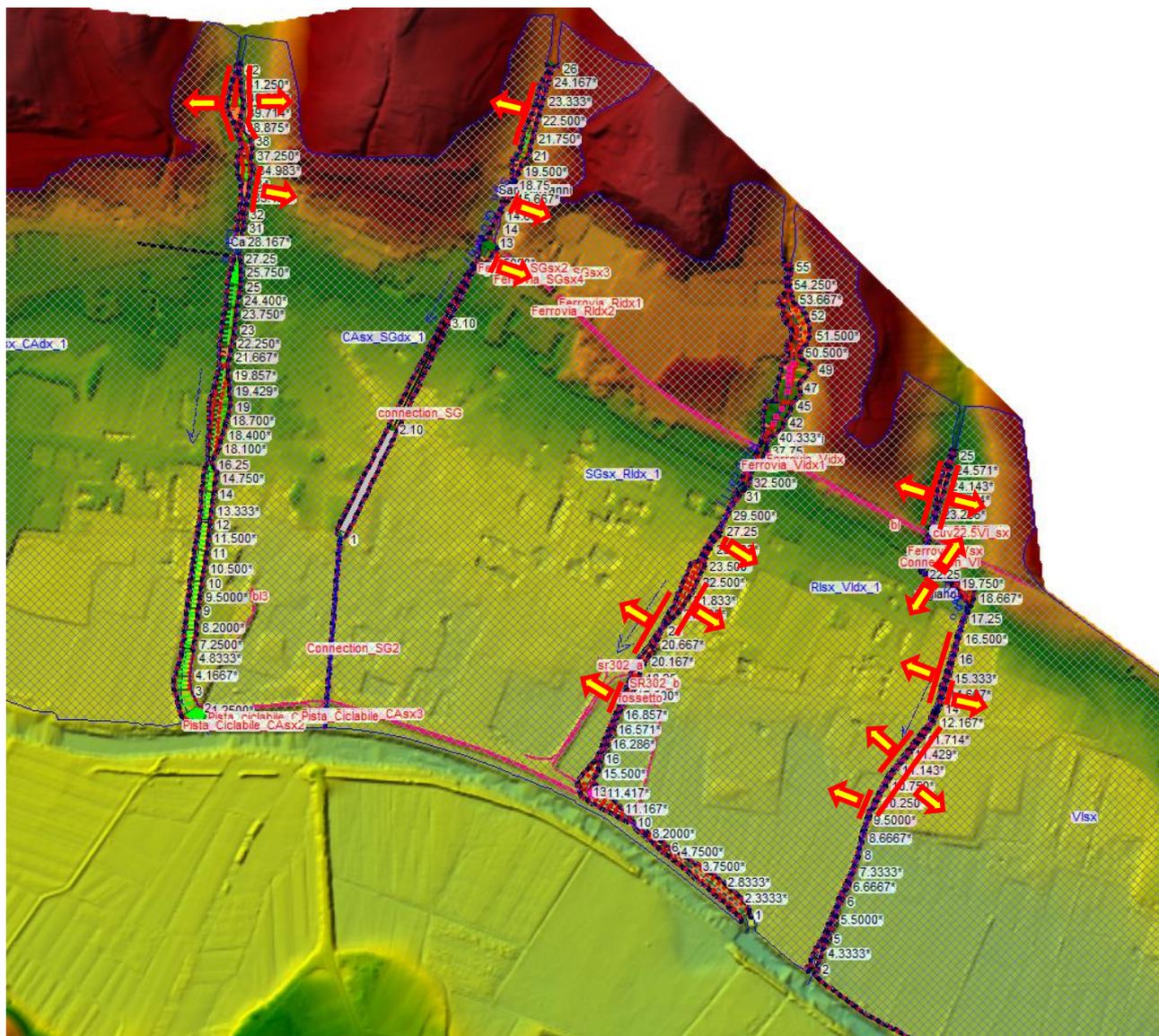
### 7.5.1.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta











## 7.5.2 Modello "Borgo San Lorenzo (in destra)"

### 7.5.2.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fosso di Strulla:** dalla sez. 12, posta circa 97 m a monte della S.P.41 di Sagginale (località Sagginale), alla sez. 01 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.69 km ed un numero di sezioni pari a 17. Le sezioni comprendono una struttura di attraversamento.
- **Fosso di Bosola:** dalla sez. 15, posta circa 82 m a monte della S.P.41 di Sagginale (località Sagginale), alla sez. 0.5 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.62 km ed un numero di sezioni pari a 35. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento.
- **Fosso MV22828:** dalla sez. 08, posta circa 123 m a monte della S.P.41 di Sagginale (località Sagginale), alla sez. 01 posta in corrispondenza della

confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.38 km ed un numero di sezioni pari a 25. Le sezioni comprendono 4 strutture di attraversamento, tra cui un tratto tombato che si estende per circa 78 m a monte della S.P.41 di Sagginale e termina a valle della stessa.

- **Fosso MV22475:** dalla sez. 09, posta circa 47 m a monte di Via del Poggiolo (località Sagginale), alla sez. 00.5 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.28 km ed un numero di sezioni pari a 24. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento, tra cui un tratto tombato che si estende per circa 117 m lungo Via del Poggiolo e termina a valle della S.P.41 di Sagginale.
- **Fosso di Corolla:** dalla sez. 13, posta circa 213 m a monte della S.P.41 di Sagginale (località Sagginale), alla sez. 01 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.37 km ed un numero di sezioni pari a 26. Le sezioni comprendono 2 strutture di attraversamento.

#### 7.5.2.2 Scabrezze

- **Fosso di Strulla:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso di Bosola:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso MV22828:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso MV22475:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso di Corolla:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

#### 7.5.2.3 Durate critiche e durate simulate

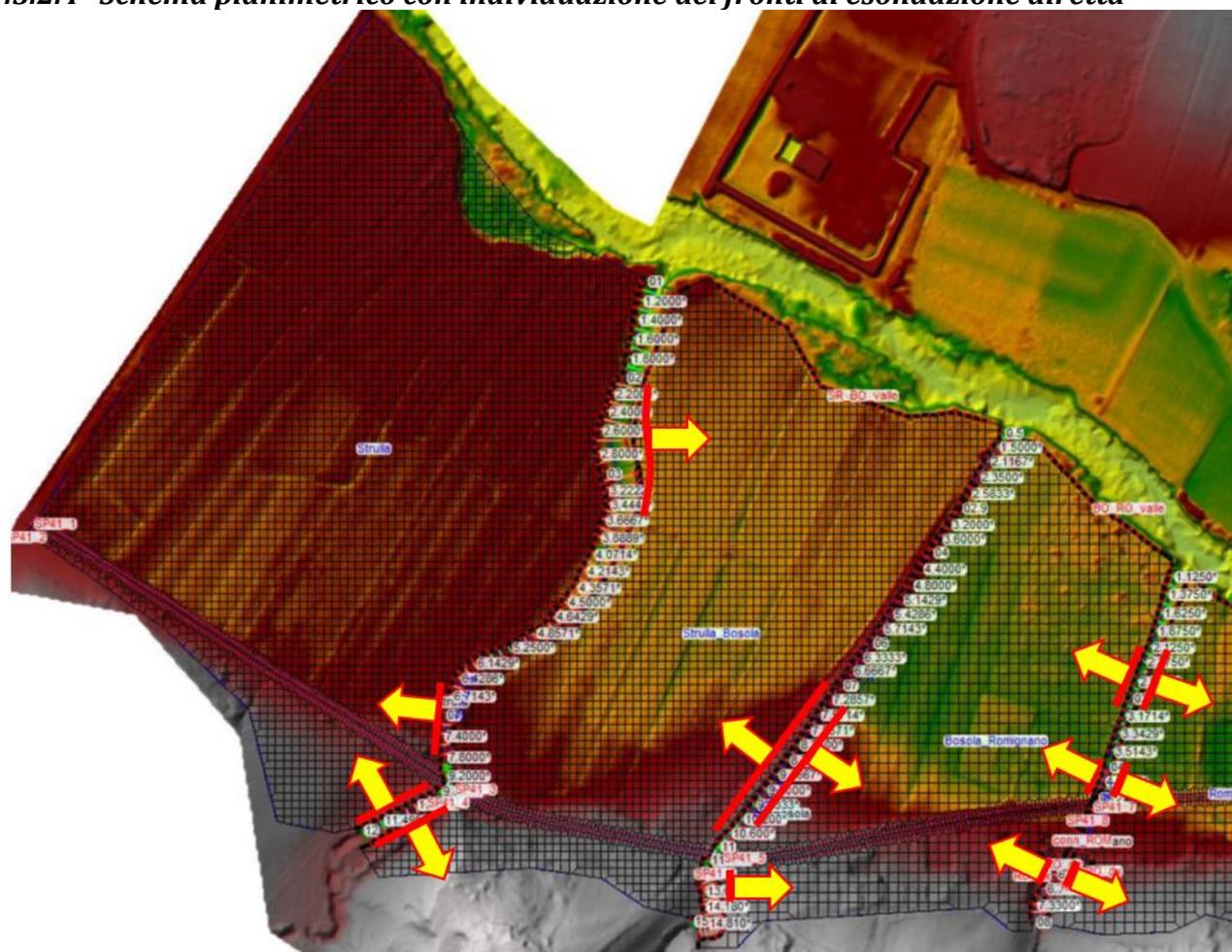
Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

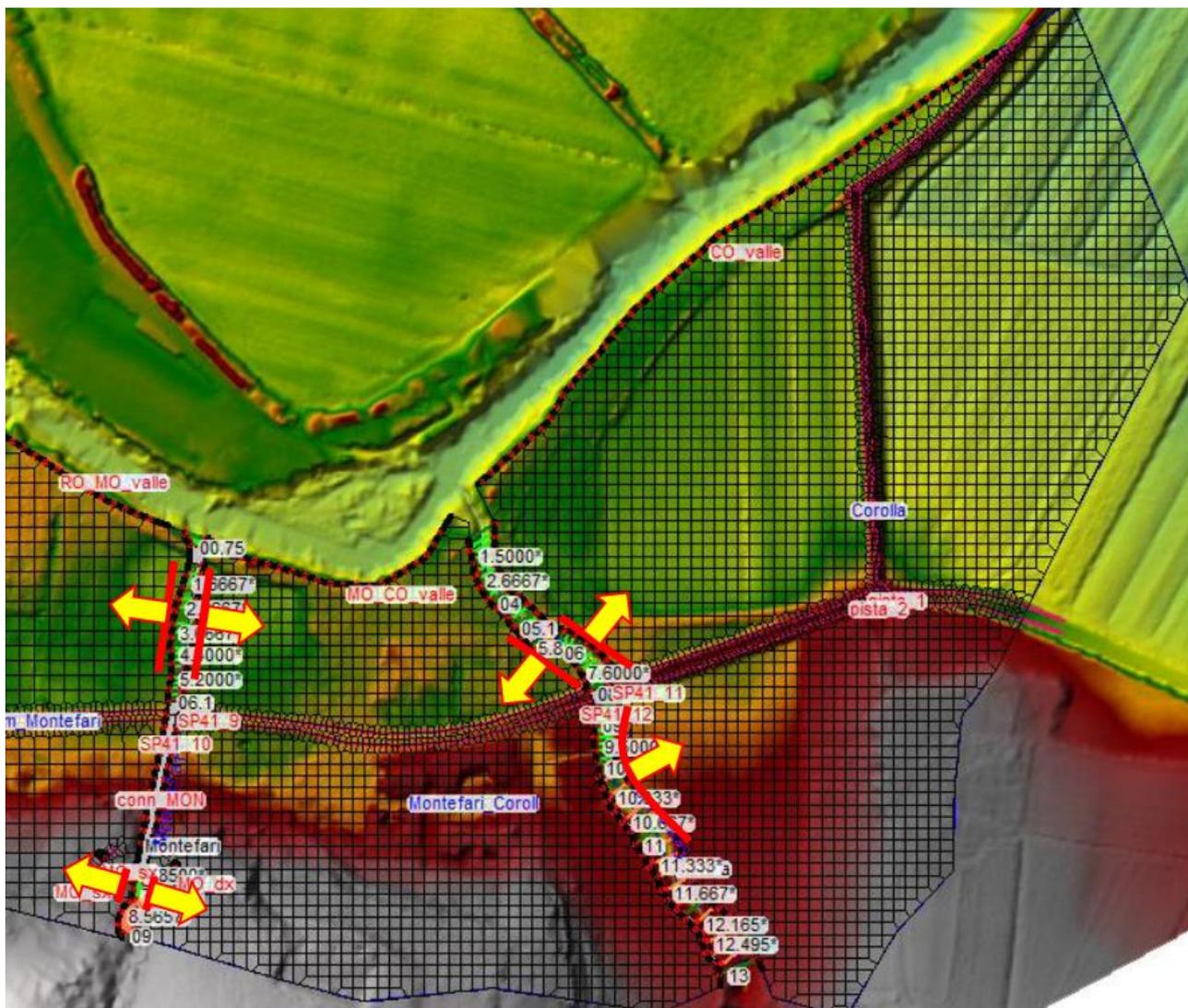
Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5, 1, 2 ore;

- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5, 1, 2 ore.

#### 7.5.2.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta





### 7.5.3 Modello “Carza”

#### 7.5.3.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Carza:** dalla sez. 51.2, posta in prossimità della S.R.65 in località Ponte del Carlone (Scarperia e San Piero), alla sez. 0.9 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 6.37 km ed un numero di sezioni pari a 113. Le sezioni comprendono 20 strutture di attraversamento.

#### 7.5.3.2 Scabrezze

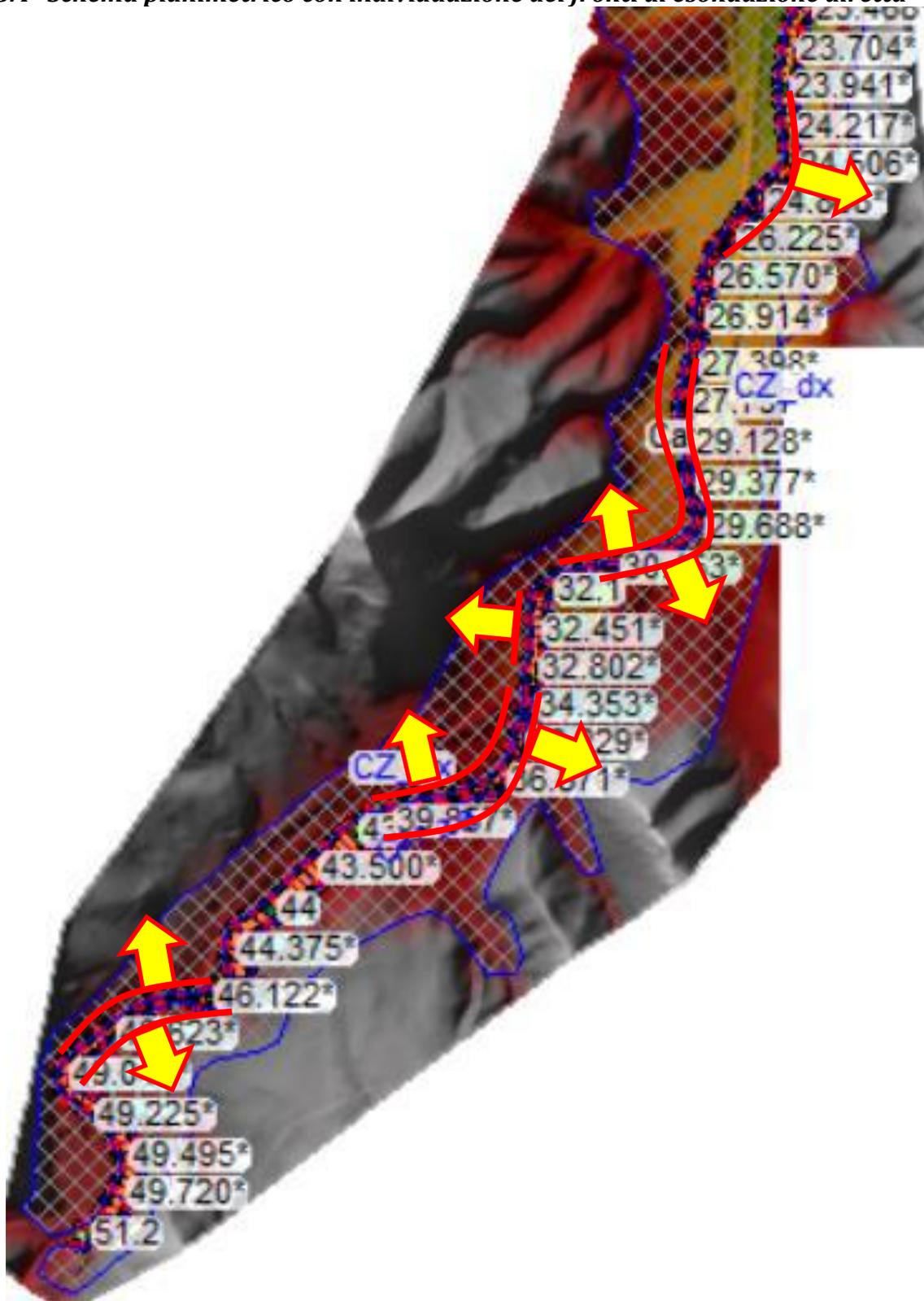
- **Torrente Carza:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo ed extra alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

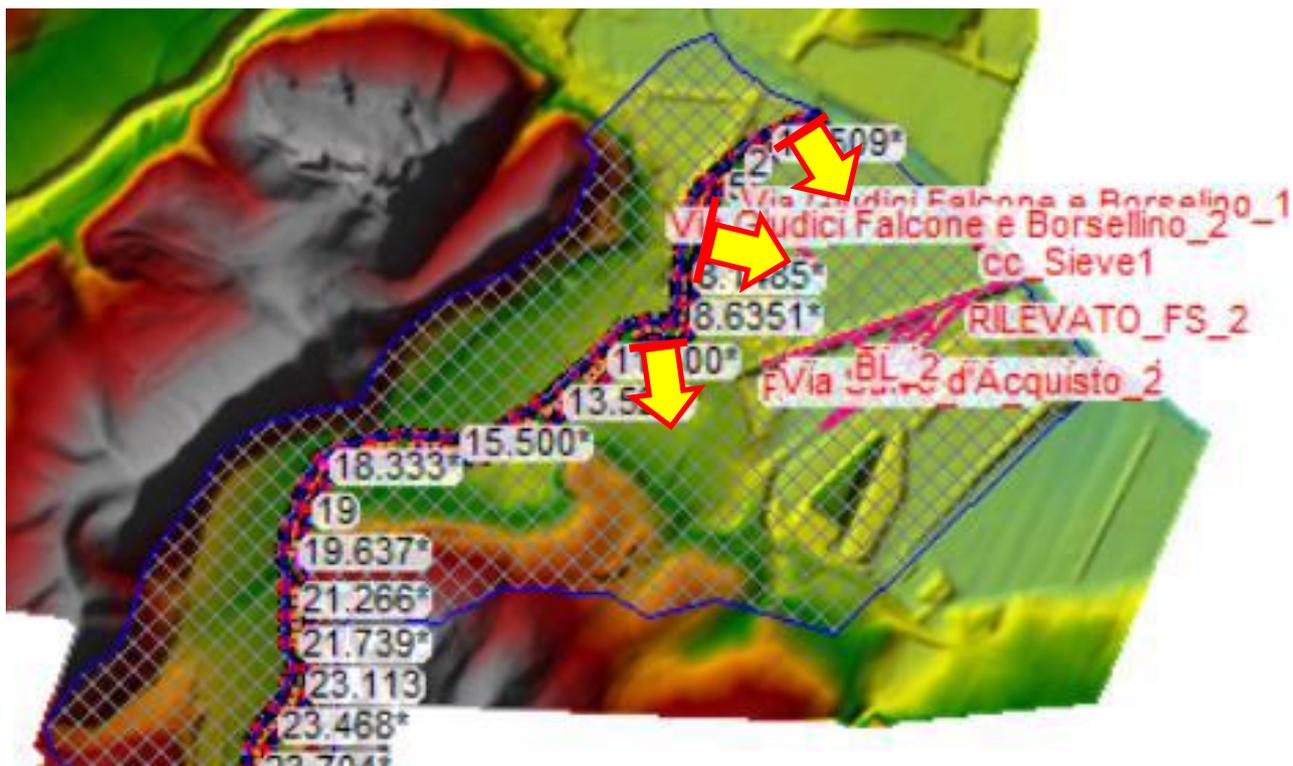
#### 7.5.3.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Torrente Carza sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2 ore.

**7.5.3.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta**





#### 7.5.4 Modello "Elsa"

##### 7.5.4.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Elsa:** dalla sez. 10, posta circa 140 m a monte della S.R.302 all'inizio del centro abitato di Razzuolo (Borgo San Lorenzo), alla sez. 1 posta subito a valle dello stesso, per una lunghezza complessiva di circa 0.58 km ed un numero di sezioni pari a 16. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.

##### 7.5.4.2 Scabrezze

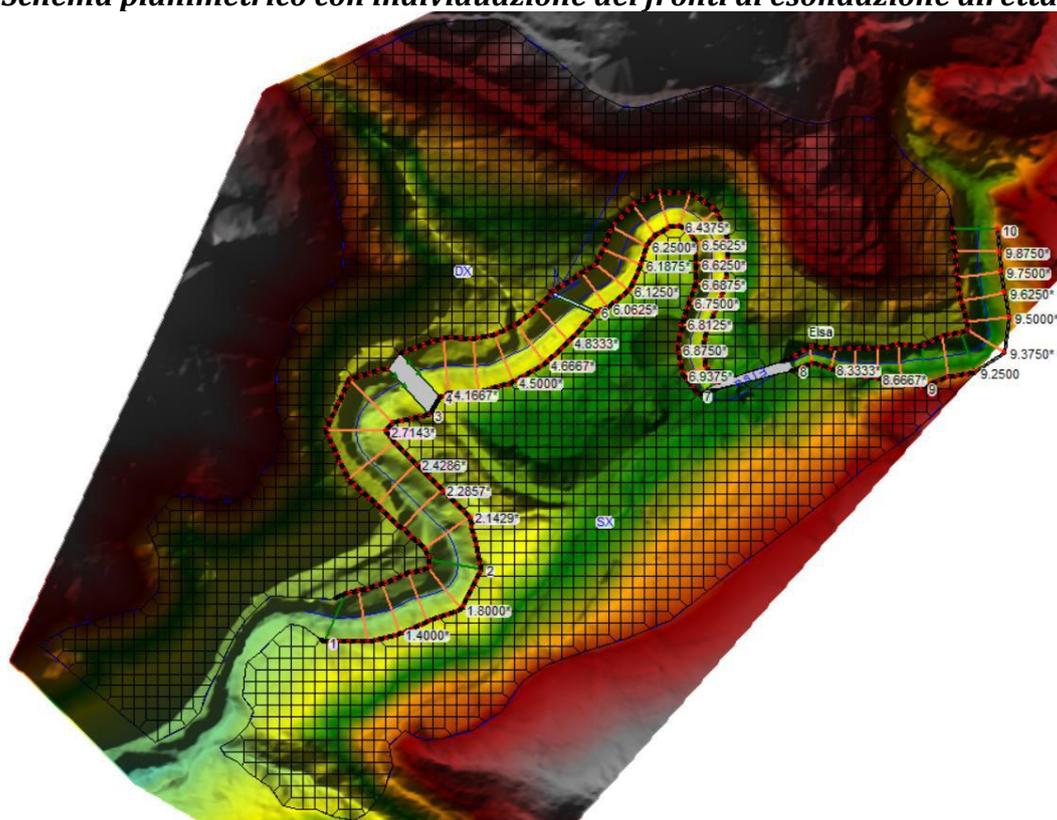
- **Torrente Elsa:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo ed extra alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$ .

##### 7.5.4.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Torrente Elsa sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora.

#### 7.5.4.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.5.5 Modello "Faltona"

##### 7.5.5.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Faltona:** dalla sez. 15, posta in località Faltona (Borgo San Lorenzo), alla sez. 1 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 2.37 km ed un numero di sezioni pari a 37. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento.

##### 7.5.5.2 Scabrezze

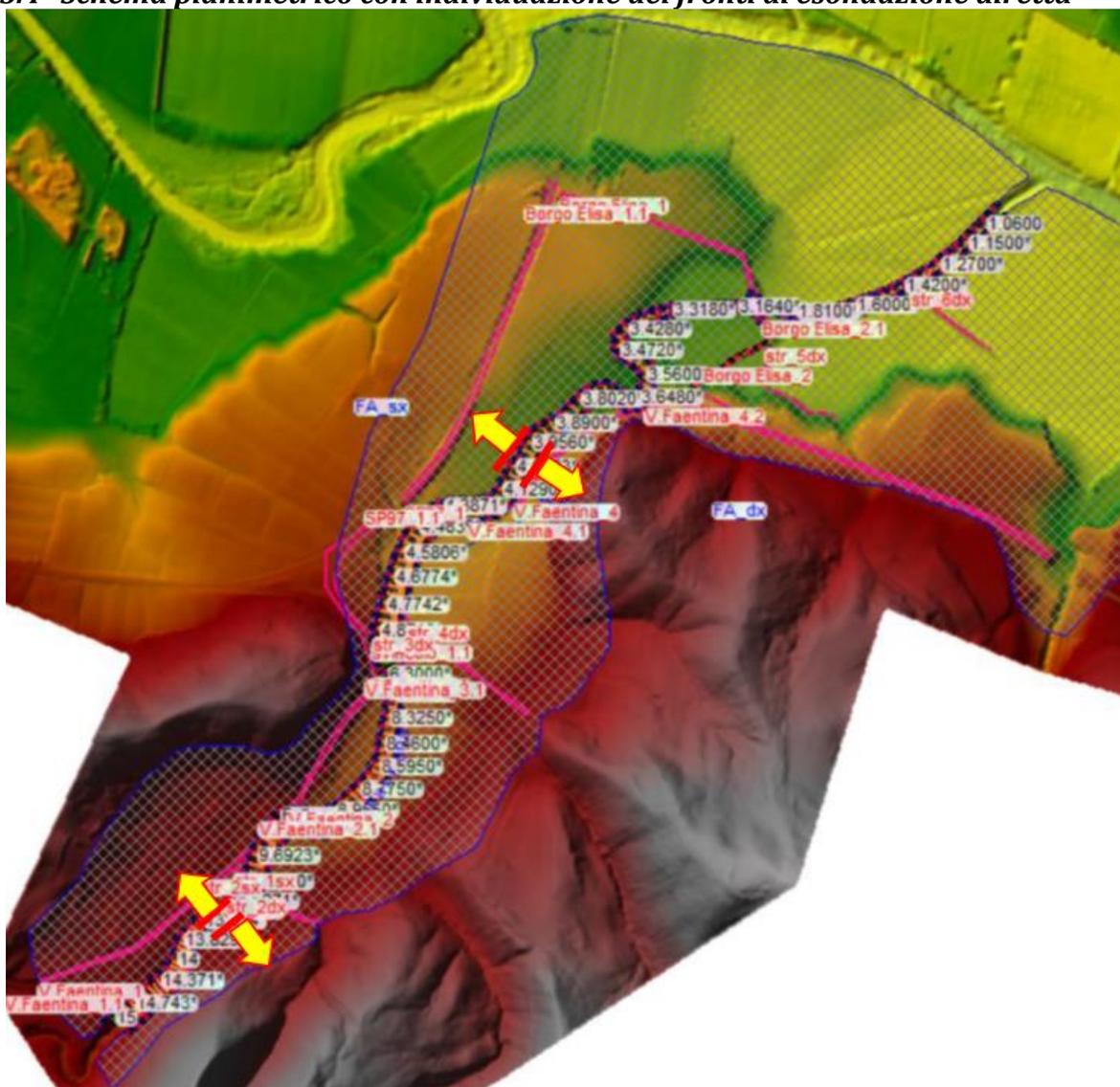
- **Torrente Faltona:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}$ , ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}$ .

##### 7.5.5.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Torrente Faltona sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 4 ore.

#### 7.5.5.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.5.6 Modello "Salaiole – Fistona"

##### 7.5.6.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Fistona:** dalla sez. 10, posta circa 240 m a monte del centro abitato di Poggiolo – Salaiole (Borgo San Lorenzo), alla sez. 1 posta circa 250 m a valle dello stesso, per una lunghezza complessiva di circa 0.65 km ed un numero di sezioni pari a 15. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.
- **Fosso delle Salaiole:** dalla sez. 3, posta circa 100 m a monte del centro abitato di Poggiolo – Salaiole (Borgo San Lorenzo), alla sez. 0.5 posta in corrispondenza della confluenza con il Torrente Fistona, per una lunghezza complessiva di circa 0.3 km ed un numero di sezioni pari a 10. Le sezioni comprendono due strutture di



attraversamento, una delle quali è un tratto tombato che si estende per circa 178 m e termina poco a monte della confluenza.

#### 7.5.6.2 *Scabrezze*

- **Torrente Fistona:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso delle Salaiole:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

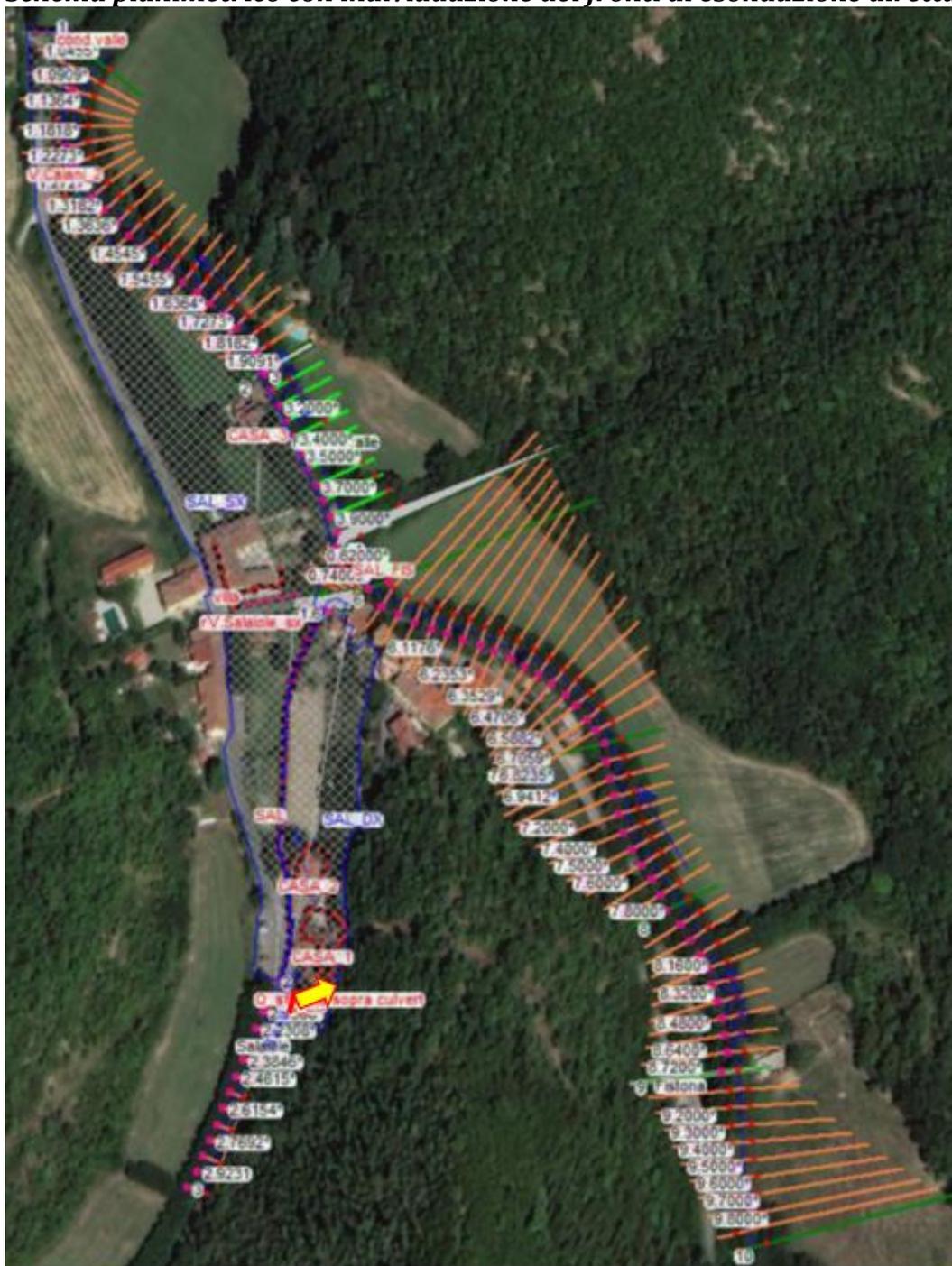
#### 7.5.6.3 *Durate critiche e durate simulate*

Le analisi sono state effettuate considerando che sia il Torrente Fistona che il Fosso delle Salaiole siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5, 2, 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5, 2, 3 ore.

#### 7.5.6.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.5.7 Modello “Fosso del Lago e del Fondaccio”

##### 7.5.7.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fosso del Lago:** dalla sez. 4, posta subito a monte del centro abitato di Polcanto (Borgo San Lorenzo), alla sez. 1 posta a valle dello stesso, per una lunghezza complessiva di circa 0.44 km ed un numero di sezioni pari a 8.
- **Fosso del Fondaccio:** dalla sez. 3, posta circa 8 m a monte della S.R.302 Via Faentina (località Polcanto, Borgo San Lorenzo), alla sez. 0.5 posta in



corrispondenza della confluenza con il Fosso del Lago, per una lunghezza complessiva di circa 30 m ed un numero di sezioni pari a 8. Le sezioni comprendono una struttura di attraversamento.

#### 7.5.7.2 *Scabrezze*

- **Fosso del Lago:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fosso del Fondaccio:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

#### 7.5.7.3 *Durate critiche e durate simulate*

Le analisi sono state effettuate considerando che sia il Fosso del Lago che il Fosso del Fondaccio siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2, 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2, 3 ore.

#### 7.5.7.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.5.8 Modello “Rimotoso”

##### 7.5.8.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Torrente Rimotoso:** dalla sez. 6, posta circa 255 m a monte della S.P.129 di Masso Rondinaio (località San Piero a Sieve, Scarperia e San Piero), alla sez. 1 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.44 km ed un numero di sezioni pari a 14. Le sezioni comprendono due strutture di attraversamento.

##### 7.5.8.2 Scabrezze

- **Torrente Rimotoso:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}$ s, ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}$ s.

### 7.5.8.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Torrente Rimotoso sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2 ore.

### 7.5.8.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 7.6 Dicomano

### 7.6.1 Modello "Rimaggio"

#### 7.6.1.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fosso di Rimaggio:** dalla sez. 110, posta circa 460 m a monte della S.P.551 Via Vittorio Veneto (Dicomano), alla sez. 1 posta in corrispondenza della confluenza

con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di circa 0.74 km ed un numero di sezioni pari a 24. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento.

#### 7.6.1.2 Scabrezze

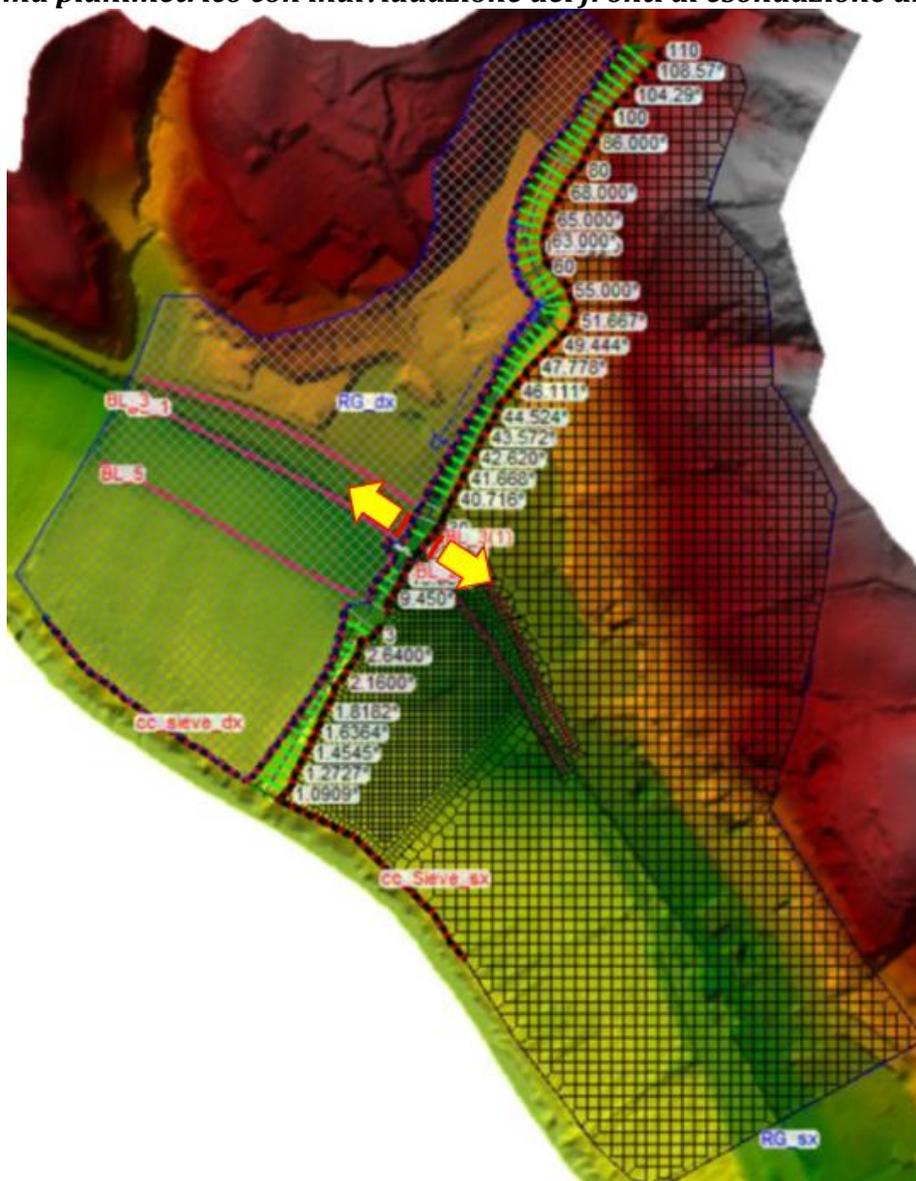
- **Fosso di Rimaggio**: coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}$ , ed extra alveo pari a  $0.05 \text{ m}^{-1/3}$ .

#### 7.6.1.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Fosso di Rimaggio sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 1 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 1 ora.

#### 7.6.1.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 7.6.2 Modello “San Godenzo (Località Vicolagna)”

### 7.6.2.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Torrente San Godenzo:** dalla sez. 90, posta all’altezza di località Passerini, alla sez. 0.9 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 1.9 Km ed un numero di sezioni pari a 29. Le sezioni comprendono 6 strutture di attraversamento.

### 7.6.2.2 Scabrezze

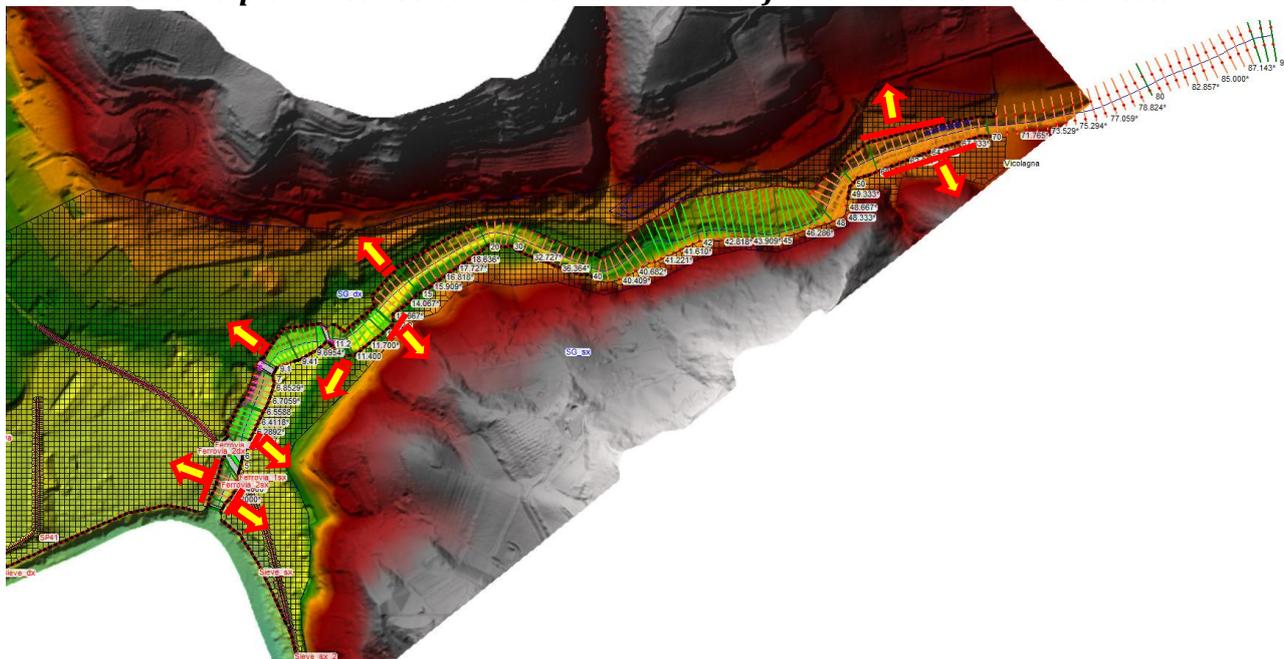
- **Torrente San Godenzo:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a 0.04  $m^{-1/3}s$  ed extra alveo pari a 0.05  $m^{-1/3}s$ ;

### 7.6.2.3 Durate critiche e durate simulate

Le analisi sono state effettuate esaminando i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2 ore e 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2 ore e 4 ore.

### 7.6.2.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 7.6.3 Modello “San Godenzo Carbonile”

### 7.6.3.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Torrente San Godenzo:** dalla sez. 90, posta subito a monte del centro abitato di Carbonile (Dicomano), alla sez. 5 posta circa 450 m a valle della S.S.67 Tosco

Romagnola, per una lunghezza complessiva di circa 0.73 km ed un numero di sezioni pari a 21. Le sezioni comprendono una struttura di attraversamento.

### 7.6.3.2 Scabrezze

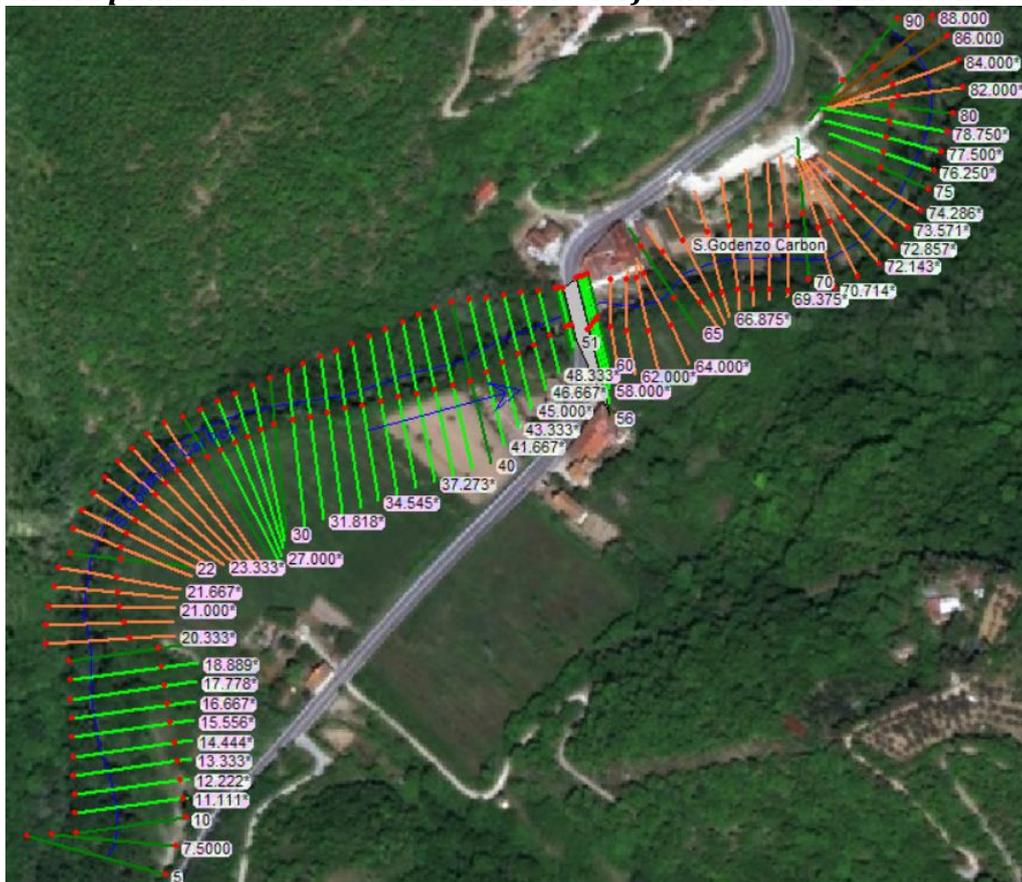
- **Torrente San Godenzo:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.045 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ , ed extra alveo pari a  $0.07 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

### 7.6.3.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Torrente San Godenzo sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2, 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2, 4 ore.

### 7.6.3.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 7.6.4 Modello "Celle"

### 7.6.4.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Fosso di Celle:** dalla sez. 7, posta subito a monte del centro abitato in prossimità di Via Arcangelo Giani (località Chiesa di Celle, Dicomano), alla sez. 0.1 posta in corrispondenza della confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza

complessiva di circa 0.25 km ed un numero di sezioni pari a 13. Le sezioni comprendono una struttura di attraversamento, corrispondente ad un tratto tombato che si estende per 120 m da Via Luca Landucci alla confluenza con il Fiume Sieve.

#### 7.6.4.2 Scabrezze

- **Fosso di Celle:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3s}$ , ed extra alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3s}$ .

#### 7.6.4.3 Durate critiche e durate simulate

Per il Fosso di Celle sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ora;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ora.

#### 7.6.4.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta





## **7.6.5 Modello “Salvaticolle”**

### **7.6.5.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati**

- **Borro di Salvaticolle:** dalla sez. 14, posta all’altezza dell’inizio dell’abitato di località Sandetole, alla sez. 0.1 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 0.43 Km ed un numero di sezioni pari a 22. Le sezioni comprendono 1 struttura di attraversamento e un tratto tombato che si sviluppa dalla sez. 1.5 alla sez. 1.

### **7.6.5.2 Scabrezze**

- **Borro di Salvaticolle** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ ;

### **7.6.5.3 Durate critiche e durate simulate**

Le analisi sono state effettuate esaminando i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 0.5 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 0.5 ore.

#### 7.6.5.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



#### 7.6.6 Modello "Moscia"

##### 7.6.6.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Moscia:** dalla sez. 140, posta, alla sez. 2 posta alla confluenza con il Fiume Sieve, per una lunghezza complessiva di 1.56 Km ed un numero di sezioni pari a 37. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento.

##### 7.6.6.2 Scabrezze

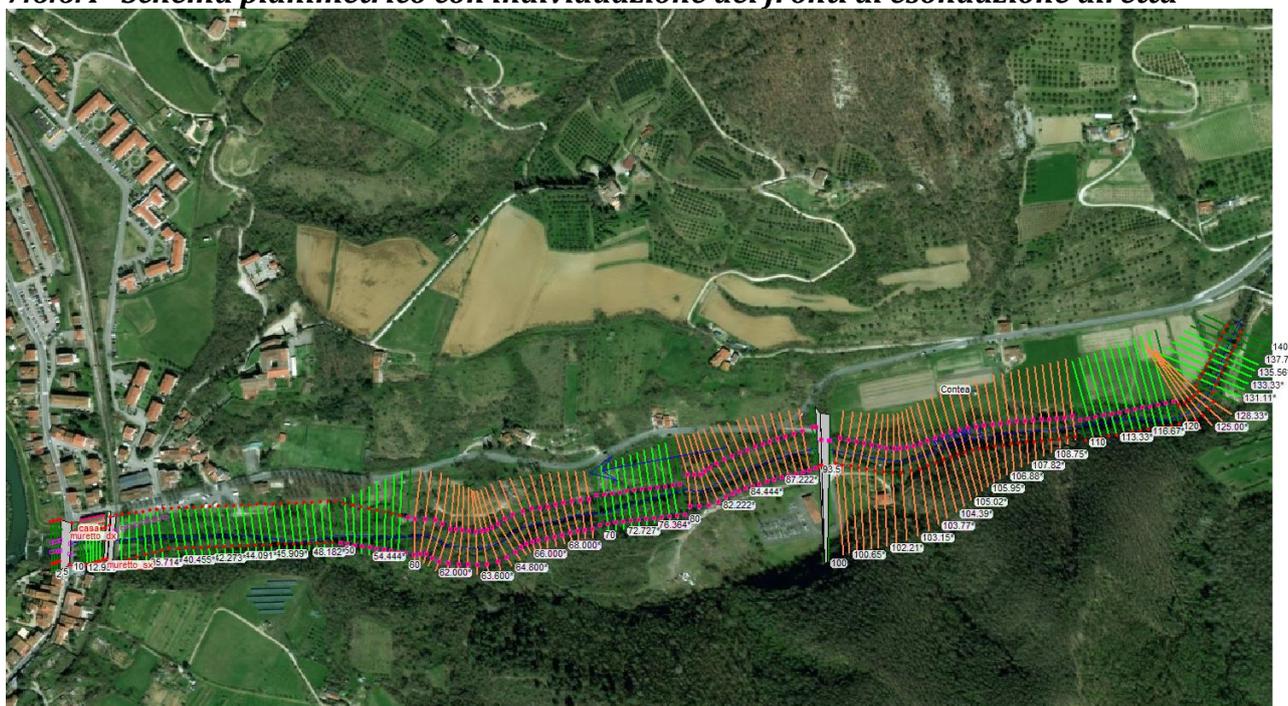
- **Torrente Moscia:** coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning in alveo pari a  $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.05 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ ;

### 7.6.6.3 *Durate critiche e durate simulate*

Le analisi sono state effettuate esaminando i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2 ore e 3 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2 ore e 3 ore.

### 7.6.6.4 *Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta*



## 7.7 Marradi

### 7.7.1 Modello “Lamone (Marradi)”

#### 7.7.1.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Fiume Lamone:** dalla sez. 49660.73, posta circa 530 m a monte della confluenza con il Fosso Campigno, alla sez. 37625.69 posta circa 770 m a valle dell’attraversamento della SP 302 Ravennate Brisighellese, per una lunghezza complessiva di circa 11.5 km ed un numero di sezioni pari a 221. Le sezioni comprendono 10 strutture di attraversamento.
- **Fosso Campigno:** dalla sez. 08, posta circa 50 m a monte della briglia in località Biforco, alla sez.1, situata a valle dell’attraversamento di Via del Castellaccio, per una lunghezza complessiva di circa 11.5 km ed un numero di sezioni pari a 11. Le sezioni comprendono 3 strutture di attraversamento.

#### 7.7.1.2 Scabrezze

- **Fiume Lamone da sez. 49660.73 a sez. 49094.08:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .
- **Fiume Lamone da sez. 49085.20 a sez. 37625.69:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.05 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.07 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$
- **Fosso Campigno:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

#### 7.7.1.3 Durate critiche e durate simulate

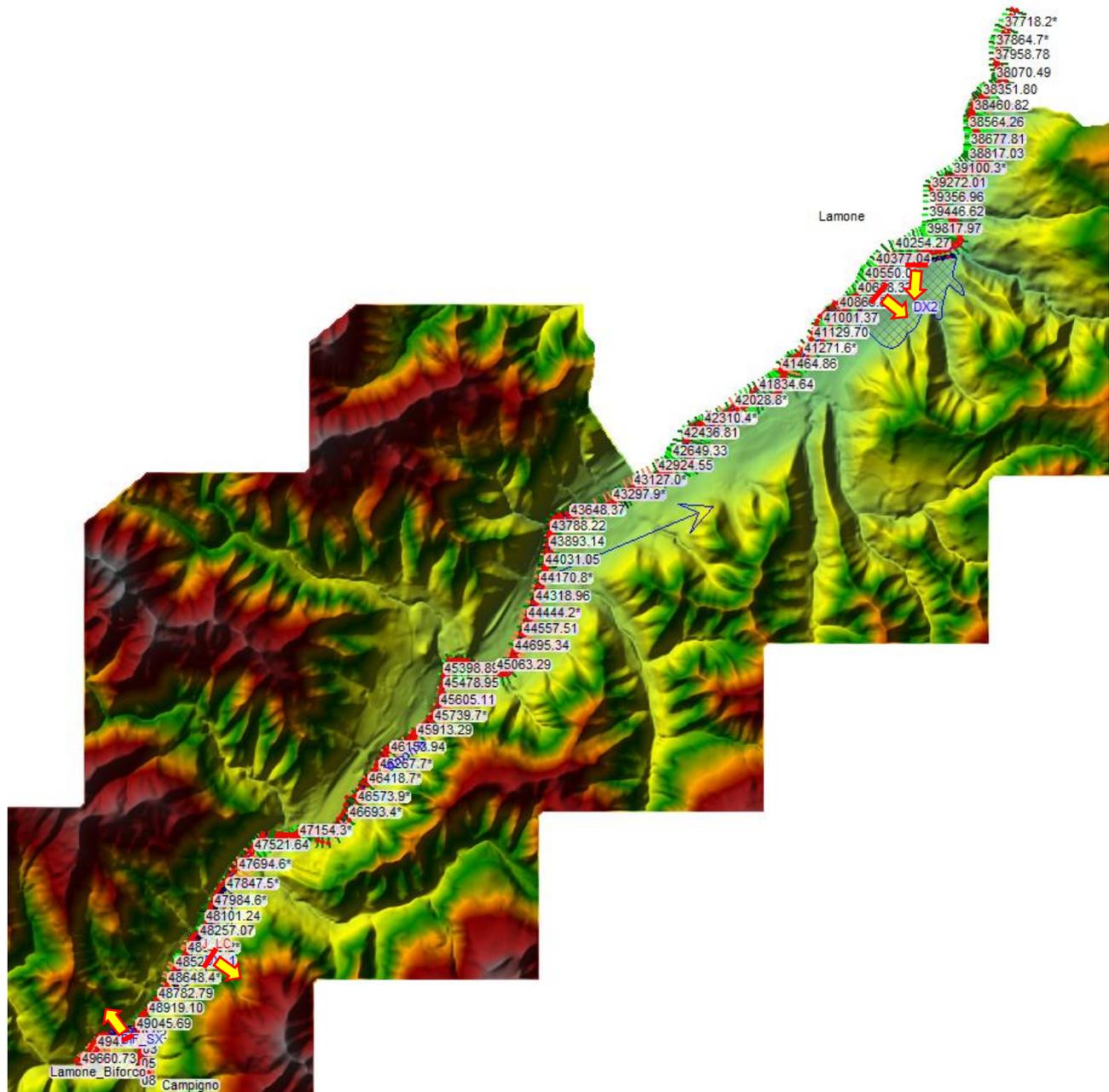
Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d’acqua presenti nel modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

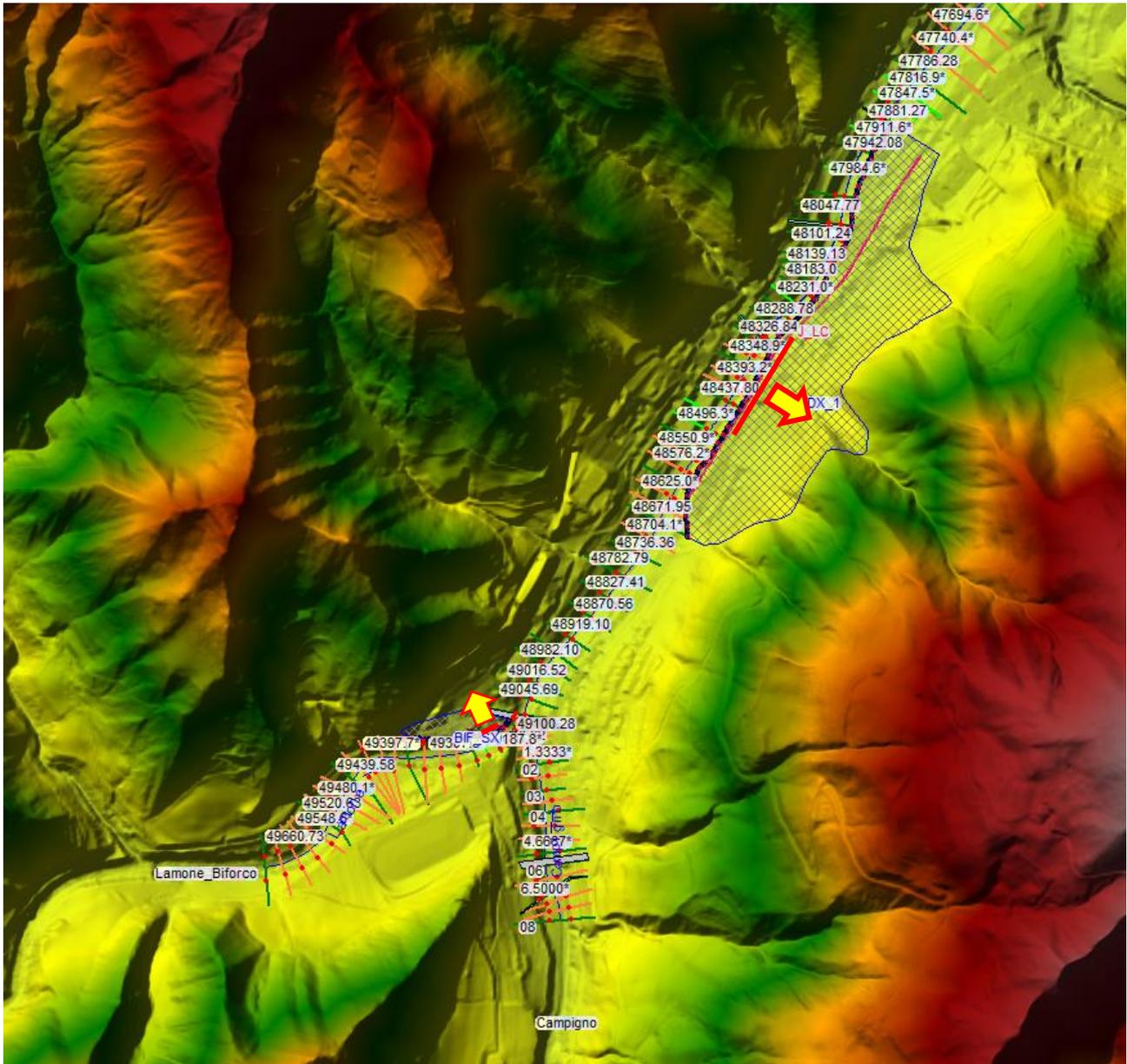
Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

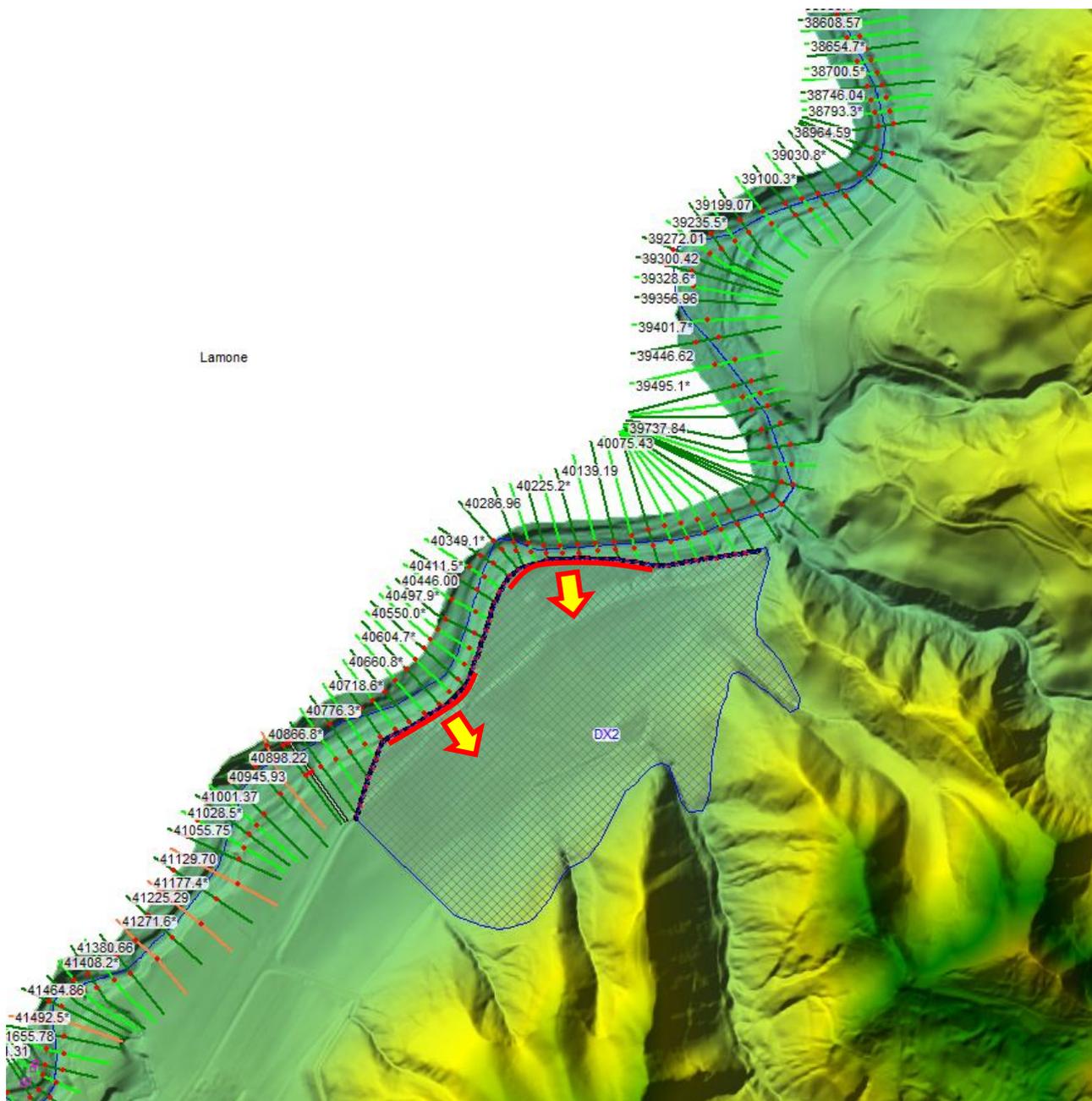
- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2, 3, 4 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2, 3, 4 ore.



### 7.7.1.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta







## 7.7.2 Modello “Lamone (Località Crespino sul Lamone)”

### 7.7.2.1 Tratti dei corsi d’acqua modellati

- **Fiume Lamone:** dalla sez. 15, posta a monte dell’attraversamento per la Fonte del Sette, alla sez. 1.14 posta subito a valle dell’abitato di Loc. Ghiacciaia, per una lunghezza complessiva di circa 0.85 km ed un numero di sezioni pari a 23. Le sezioni comprendono 5 strutture di attraversamento.

### 7.7.2.2 Scabrezze

- **Fiume Lamone:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ .

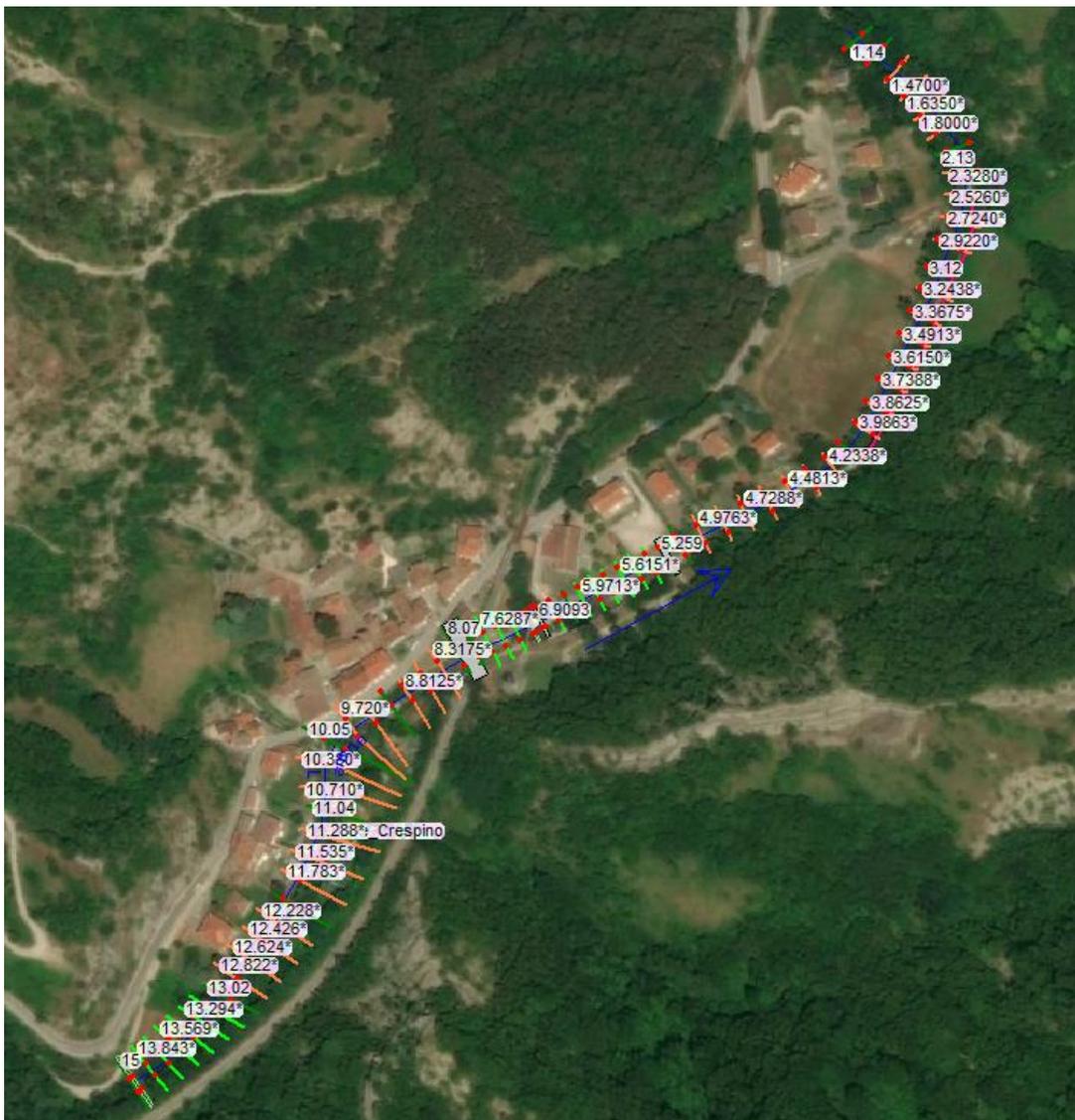
### 7.7.2.3 Durate critiche e durate simulate

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 2 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 2 ore.

### 7.7.2.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



### 7.7.3 Modello “Acerreta (Località Lutirano)”

#### 7.7.3.1 Tratti dei corsi d'acqua modellati

- **Torrente Acerreta:** dalla sez. 13.01, posta circa 70 m a monte del guado situato all'inizio del centro abitato di Lutirano, alla sez. 1.13 posta circa a 440 m a valle dell'attraversamento di Via Provinciale di Lutirano, per una lunghezza complessiva di circa 0.66 km ed un numero di sezioni pari a 21. Le sezioni comprendono 4 strutture di attraversamento.

#### 7.7.3.2 Scabrezze

- **Torrente Acerreta:** coefficiente di scabrezza di Manning  $n$  in alveo pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3}$  ed extra alveo pari a  $0.08 \text{ m}^{-1/3}$ .

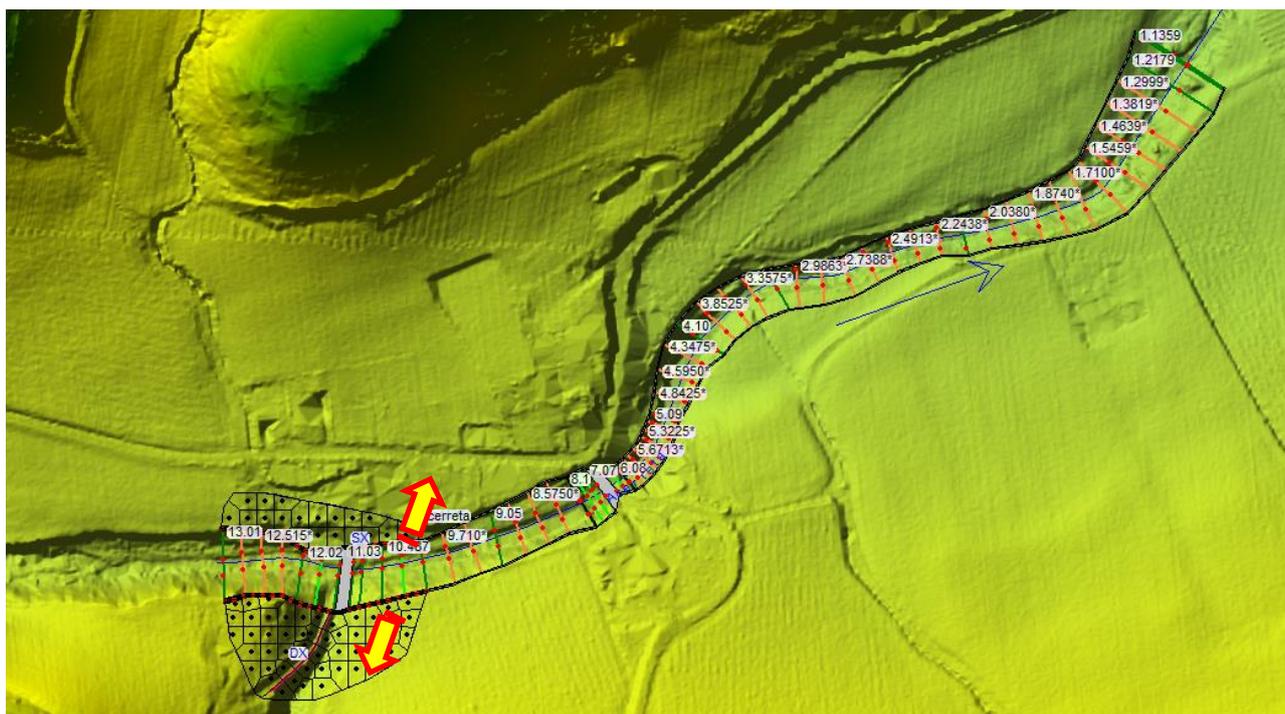
#### 7.7.3.3 Durate critiche e durate simulate

Le analisi sono state effettuate considerando che i corsi d'acqua presenti nel modello siano simultaneamente interessati da eventi meteorici aventi lo stesso tempo di ritorno e la stessa durata di pioggia, in quanto costituiscono un sistema interconnesso.

Pertanto sono stati esaminati i seguenti scenari meteorici:

- evento meteorico 200ennale di durata critica pari a 3, 4 ore;
- evento meteorico 30ennale di durata critica pari a 3, 4 ore.

#### 7.7.3.4 Schema planimetrico con individuazione dei fronti di esondazione diretta



## 8 Elaborati cartografici

Ai sensi delle Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche (Allegato A - D.P.G.R Toscana del 30/01/2020, n.5/R) il presente studio è stato corredato anche dai seguenti elaborati cartografici:

- Carta della pericolosità da alluvioni;
- Carta della magnitudo idraulica;
- Carta dei battenti;
- Carta delle velocità della corrente;
- Carta delle aree presidiate da sistemi arginali comprensiva delle aree di fondovalle fluviale.

Come già descritto al § 6, a cui si rinvia per maggiori dettagli, l'involuppo dei risultati ottenuti per ciascun tempo di ritorno (in particolare in termini di livelli idrometrici massimi, battenti e velocità raggiunti in alveo e nelle aree di esondazione) ha costituito la base numerica per il tracciamento della Carte di pericolosità da alluvioni, della Carta della magnitudo idraulica, della Carta dei battenti e della Carta della velocità della corrente.

È però opportuno precisare che le analisi numeriche descritte nella presente relazione sono state condotte per il reticolo secondario mentre per il fiume Sieve, che appartiene al reticolo principale, si è fatto riferimento ai risultati forniti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Il limite che separa la pericolosità da alluvione della Sieve con quella derivante dalle analisi numeriche di cui al presente studio è stato individuato intersecando con strumenti Gis la superficie costituita dai massimi livelli idrici della Sieve<sup>6</sup> con il DTM delle limitrofe aree golenali.

Per la redazione delle predette carte si è operato come di seguito descritto:

- *carta della pericolosità da alluvioni*: all'interno dell'areale sopra definito si è assunta la pericolosità da PGRA mentre all'esterno è stata definita sulla scorta delle analisi condotte nel presente studio sul reticolo secondario. Relativamente ai bacini di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, la carta riporta sia le pericolosità da alluvione calcolate nel presente studio sia le pericolosità di PGRA;

<sup>6</sup> I livelli del pelo libero nell'alveo del fiume Sieve sono stati forniti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.



- *carta della magnitudo idraulica*: all'interno dell'areale sopra definito, la magnitudo è stata assunta cautelativamente come molto severa<sup>7</sup>, mentre all'esterno di esso è stata definita sulla scorta delle analisi condotte nel presente studio sul reticolo secondario;
- *carta dei battenti e carte della velocità della corrente*: a differenza delle aree esterne, all'interno dell'areale sopra definito non sono stati indicati valori relativi al battente o alla velocità;
- nella *Carta delle aree presidiate da sistemi arginali, comprensiva delle aree di fondovalle* sono rappresentati i seguenti tematismi:
  - o al di fuori del territorio urbanizzato, in presenza di aree non riconducibili alle mappe di pericolosità da alluvione ed in assenza di studi idrologici idraulici, sono stati definiti gli ambiti territoriali di fondovalle posti in situazione morfologicamente sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda (vedasi punto B.4 dell'Allegato A del D.P.G.R Toscana del 30/01/2020, n.5/R);
  - o le aree presidiate da sistemi arginali sono definite come le aree situate a quote altimetriche inferiori alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine. Il limite esterno di tali aree è determinato calcolando mediante strumenti Gis i punti di intersezione tra il buffer di larghezza massima 300 m dei piedi esterni degli argini, rialzato in quota di 2 m, con il DTM delle aree contermini (v. lett. s) comma 1 art. 2 della l.r. 41/2018);
  - o su richiesta del Genio Civile, nel comune di Firenzuola, nelle aree golenali in sinistra idrografica del fiume Santerno in prossimità del capoluogo, sono state altresì individuate le aree potenzialmente soggette a ristagno per obliterazione del reticolo minore di drenaggio. Tali aree dovranno essere opportunamente normate in sede di P.O.C.

<sup>7</sup> Non essendo noti i battenti nelle aree golenali del fiume Sieve, ai sensi della let. b) comma 2 dell'art. 18 si è assunto un battente pari a 2 m e pertanto una magnitudo idraulica molto severa. Dettagliare valori diversi di magnitudo all'interno dell'area di competenza del fiume Sieve avrebbe comportato l'assunzione di scelte discrezionali da parte degli scriventi di competenza esclusiva dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

## 9 Integrazioni e chiarimenti in ottemperanza alla richiesta della Regione Toscana - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile - Settore Genio Civile Valdarno Superiore.

Il presente paragrafo riporta le integrazioni e i chiarimenti al presente studio idrologico idraulico richiesti dal Settore Genio Civile Valdarno Superiore, nell'ambito del procedimento relativo al Piano Strutturale Intercomunale del Mugello.

Per chiarezza espositiva si riportano di seguito, per ciascuna osservazione pervenuta, i relativi chiarimenti.

### 9.1 Aspetti idrologici

- a) **Domanda:** di effettuare una specifica valutazione riguardo alle durate critiche di alcuni bacini di piccole dimensioni, che apparentemente risultano essere elevate, motivandone la scelta;

#### **Risposta**

Come descritto al § 3, a cui si rinvia per maggiori dettagli, le caratteristiche morfologiche dei bacini così come quelle di assorbimento (CN) sono state estratte con strumenti Gis a partire da tematismi "ufficiali" liberamente consultabili sul sito della Regione Toscana così da ridurre al minimo assunzioni arbitrarie.

Le durate critiche di alcuni bacini di piccole dimensioni potrebbero apparentemente risultare elevate se confrontate con quelle desumibili dal modello AITo ma ciò dipende dal fatto che nel presente studio le perdite idrologiche sono state stimate con il metodo del Curve Number mentre Alto adotta l'approccio basato sui parametri  $I_a$  (assorbimento iniziale) e  $K_s$  (velocità di infiltrazione a saturazione).

È esperienza comune che il metodo del Curve Number tende ad elevare le durate critiche rispetto ad Alto laddove  $K_s$  assume valori di infiltrazione particolarmente ridotti o addirittura pari a zero<sup>8</sup>.

Dato che, a parità di bacino, a tempi di risposta più lunghi competono portate di picco inferiori, questo fatto (unitamente all'impiego di differenti curve di possibilità pluviometrica e ad una differente metodologia per la stima delle perdite idrologiche), da

<sup>8</sup> A titolo esemplificativo ma non esaustivo, si indicano i corsi d'acqua Rimorelli, Vigiano e Strulla nel Comune di Borgo San Lorenzo, per i quali  $K_s$  nel modello AITo è pari a zero.

giustificazione a quei casi in cui è stata rilevata una diminuzione delle portate di picco rispetto a quelle indicate in studi pregressi.

Va inoltre evidenziato che, come meglio dettagliato al § 3.8, il modello idrologico della Sieve è stato calibrato e successivamente validato sulla base di eventi pluviometrici reali dei quali erano disponibili misure pluviometriche ed idrometriche attraverso il confronto tra gli idrogrammi calcolati e i corrispondenti idrogrammi osservati in alcune sezioni di controllo. Dalla predetta analisi è emerso come il modello idrologico implementato sia in grado di riprodurre con ottima accuratezza gli idrogrammi di piena osservati sia in termini di valori di portata di picco sia in termini di tempi di occorrenza dei picchi (cioè gli idrogrammi calcolati sono risultati “in fase” con quelli osservati). Tale circostanza conferma pertanto l’adeguatezza della stima dei tempi di risposta dei singoli bacini effettuata nel presente studio: infatti, in caso contrario, si sarebbero evidenziati significativi sfasamenti tra gli idrogrammi simulati e quelli osservati.

In aggiunta a quanto detto occorre infine evidenziare che il presente studio utilizza un criterio omogeneo su tutto il territorio di interesse e pertanto è inevitabile che si manifestino delle differenze nei risultati rispetto a studi più localizzati condotti con approcci metodologici differenti (basti pensare ai differenti approcci adottati per la stima delle portate al colmo di piena che nel tempo sono stati assunti per i bacini idrografici ricadenti nel territorio di competenza dell’Autorità di Bacino Distrettuale del PO rispetto a quelli utilizzati per quelli di interesse dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale).

Riassumendo, si può asserire che le differenze che si possono riscontrare nelle presenti analisi idrologiche rispetto agli studi pregressi validati (in termini di portata al colmo di piena, durata critica, ecc.), sono ascrivibili principalmente alle seguenti assunzioni dettagliatamente descritte al § 3: utilizzo curve di possibilità pluviometrica aggiornate, stima delle perdite idrologiche effettuata con il metodo del Curve Number del SCS, modellistica idrologica afflussi-deflussi di tipo semidistribuito. Si rileva tuttavia che, laddove è stato possibile effettuare dei confronti tra eventi simulati ed eventi reali, la modellistica idrologica implementata ha consentito di ricostruire eventi reali con ottima accuratezza (v. § 3.8).

- b) Domanda:** effettuare una verifica di coerenza rispetto al quadro conoscitivo per quanto concerne le risultanze idrologiche del F. Lamone.

## **Risposta**

La presente relazione è stata integrata con l'analisi idrologica relativa ai corsi d'acqua di interesse ricadenti nel Comune di Marradi: fiume Lamone, fosso Campigno e torrente Acerreta. Per maggiori dettagli sulle analisi svolte si rinvia al § 3.7.4 e 4.4.

In particolare, si osserva che, confrontando le portate al colmo di piena per TR 200 anni e TR 30 anni in località Popolano emerge che i predetti valori, così come stimati nel presente studio, sono confrontabili con i corrispondenti valori desumibili dal "*Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico dell'ex Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli*".

## **9.2 Aspetti idraulici**

- a) **Domanda:** per gran parte dei corsi d'acqua modellati idraulicamente, gli scenari utilizzati si limitano agli eventi che determinano le portate di picco, ma non quelli che potrebbero determinare i massimi volumi esondabili.

## **Risposta**

Per esperienze pregresse, la giusta osservazione trova applicazione su contesti idrografici più vallivi o in aree di bonifica. Gli scriventi, ad esempio, nei numerosi studi condotti in Valdichiana hanno applicato nelle analisi idrologico-idrauliche durate di precipitazione anche molto superiori alle durate critiche dei singoli corsi d'acqua in esame, proprio perché in tali contesti la massimizzazione dei volumi costituiva l'aspetto predominante per la perimetrazione delle aree a diversa pericolosità.

Viceversa, nel caso specifico la conformazione geometrica degli alvei e delle aree perfluviali rende tale aspetto meno significativo perché fa sì che i volumi di esondazione ruscellino verso valle senza che si producano significativi accumuli intermedi. Detti volumi di esondazione tendono invece ad accumularsi nelle aree di fondovalle contermini al fiume Sieve, dove prevale la pericolosità idraulica determinata da detto corso d'acqua principale.

In altre parole, in un contesto morfologico come quello in esame, analizzare il reticolo secondario con scenari critici che massimizzino i picchi di esondazione consente di massimizzare le pericolosità idrauliche lungo le aste minori, mentre analisi relative a durate superiori a quella critica sarebbero significative per massimizzare le pericolosità idrauliche nelle aree di accumulo di fondovalle dove tuttavia prevale nettamente la pericolosità idraulica legata al fiume Sieve, connessa a volumi di

esondazione e a durate di precipitazione decisamente superiori rispetto a quelli del reticolo secondario.

Lungo le aste secondarie che non confluiscono sulla Sieve non si verificano significativi accumuli a causa della morfologia del territorio.

- b) Domanda:** laddove disponibili e ove possibile, utilizzare, come condizioni al contorno di valle, gli stage hydrographs del reticolo principale del Fiume Sieve, i cui valori devono essere forniti dalle Autorità di Distretto competenti;

### **Risposta**

È opportuno segnalare che le differenti caratteristiche geomorfologiche ed idrologiche del bacino del fiume Sieve (reticolo principale) rispetto ai bacini del reticolo secondario affluente sono tali che mentre la durata critica della Sieve nel tratto di interesse risulta variabile tra 6÷9 ore, nella maggior parte dei suoi affluenti oggetto di analisi essa risulta pari a poche ore. Pertanto i colmi di piena lungo l'asta della Sieve non si verificano in fase con quelli del reticolo secondario.

Ipotizzando in via precauzionale che i colmi di piena siano in fase è stata effettuata l'analisi di seguito descritta, le cui risultanze sono riportate in Allegato1.

Ai profili del pelo libero relativi agli eventi critici (duecentennali e trentennali) dei corsi d'acqua del reticolo secondario oggetto di modellazione sono state sovrapposte due linee orizzontali corrispondenti al massimo livello (duecentennale e trentennale) della Sieve alla confluenza.

Sulla scorta di tale sovrapposizione sono stati individuati planimetricamente i punti di intersezione tra i predetti profili idrici (Sieve e corsi d'acqua del reticolo secondario). Questi punti rappresentano planimetricamente, nelle cautelative ipotesi adottate, il limite dell'influenza del rigurgito della Sieve sugli affluenti di interesse per eventi duecentennali e trentennali.

Da detta analisi è emerso che il rigurgito indotto dalla Sieve negli affluenti di interesse rimane confinato all'interno delle aree a pericolosità per alluvioni indotte dalla Sieve stessa.

Considerato che le aree a pericolosità da alluvioni indotte dalla Sieve non sono oggetto di modifica nel presente studio, l'analisi condotta risponde automaticamente alla richiesta di chiarimento in quanto l'inserimento, come condizioni al contorno di valle, degli

stage hydrographs del reticolo principale del Fiume Sieve non modificherebbe in alcun modo i risultati già ottenuti.

- c) **Domanda:** sia effettuata la modellazione idraulica sul F. Lamone nel territorio comunale di Marradi, integrando ed armonizzando le modellazioni esistenti effettuati per brevi tratti (es. Crespino, Biforco e Luterano);

### **Risposta**

Le modellazioni richieste sono state effettuate. Per maggiori dettagli si rinvia al § 7.7 e all'Appendice 1.

- d) **Domanda:** si richiede che venga inoltre esplicitato il confronto delle portate di picco sui bacini ricadenti nel territorio comunale di Marradi, F. Lamone e T. Acerreta.

### **Risposta**

Il confronto tra le portate al colmo di piena stimate nel presente studio per il fosso Lamone e quelle desunte dal "Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli" è riportato al § 4.5 a cui si rinvia per maggiori dettagli.

- e) **Domanda:** si rileva inoltre come non siano state perimetrare le aree a diversa pericolosità in aggiunta a quelle soggette a modellazione idraulica. Così come previsto dal punto C.2 dell'Allegato A del DPGR 53/R/11, si richiede di estendere tale perimetrazione su base morfologica e storico inventariale anche agli altri tratti dei corsi d'acqua non modellati, con particolare riferimento ai corsi d'acqua elencati nel PIT.

### **Risposta**

Con l'entrata in vigore del D.P.G.R. n. 5/R del 30/01/2020 è stato abrogato l'allegato A del D.P.G.R. 53/R del 25/10/2011.

Il nuovo regolamento prevede un diverso elaborato denominato "*Carta delle aree presidiate da sistemi arginali, comprensiva delle aree di fondovalle*" che è stato opportunamente redatto. Per maggiori dettagli si rinvia al § 8.

In ogni caso come richiesto dal Genio Civile Valdarno Superiore, con nota trasmessa al R.U.P. in data 14/09/2020, è stato riprodotto il tematismo riportato nella



“Carta delle aree presidiate dai sistemi arginali” e denominato “Aree di fondovalle fluviale” anche nella carta della pericolosità idraulica. A tali aree è stata attribuita una pericolosità idraulica elevata I3 in accordo con quanto indicato al punto C2 secondo capoverso, punto b) dell’allegato A al D.P.G.R n° 53/R

- f) **Domanda:** alle aree di pianura, a titolo cautelativo è opportuno attribuire comunque la classe di pericolosità I2 anche a quelle che risulterebbero dai calcoli idraulici in I1 con la prescrizione generale di verifica e sistemazione del reticolo idraulico locale. Nelle aree di fondovalle del capoluogo sia ipotizzata comunque una quota di sicurezza minima senza necessità di compenso idraulico.

### **Risposta**

Con l’entrata in vigore del D.P.G.R. n. 5/R del 30/01/2020 è stato abrogato il Regolamento emanato con D.P.G.R. 53/R del 25/10/2011.

Nel nuovo Regolamento (D.P.G.R. n. 5/R) non sono più definite le aree a pericolosità media I.2 e le aree a pericolosità bassa I.1.

In ogni caso, come richiesto del Genio Civile, in corrispondenza di alcune aree golenali in sinistra idrografica del fiume Santerno in prossimità del capoluogo di Firenzuola nella “*Carta delle aree presidiate da sistemi arginali, comprensiva delle aree di fondovalle*”, è stato individuato il seguente tematismo: aree potenzialmente soggette a ristagno per oblitterazione del reticolo minore di drenaggio.

Tali aree dovranno essere opportunamente normate in sede di P.O.C. di concerto con l’autorità idraulica.



## 10 Considerazioni conclusive

È opportuno precisare che i risultati ottenuti con le presenti verifiche idrologiche ed idrauliche sono naturalmente basati sulle conoscenze attuali del sistema idrografico e dei dati idrologici disponibili, nonché sull'ipotesi fondamentale che le sezioni idrauliche dei corsi d'acqua oggetto di verifica siano mantenute in futuro almeno nelle medesime condizioni di officiosità idraulica.

Infatti, i risultati esposti nel presente studio sono vincolati alla sussistenza delle attuali condizioni e assetti del reticolo idrografico idraulicamente rilevante: eventuali future modifiche di tali assetti, ovvero la modifica del quadro conoscitivo indotto da futuri eventi meteorologici estremi, imporranno adeguate revisioni dei risultati qui ottenuti ed esposti.

Inoltre, in relazione anche alla futura evoluzione del processo di espansione edilizia, a variazioni significative dell'assetto dell'uso del suolo o delle reti idrauliche naturali o artificiali interferenti con le aree investigate, le analisi qui svolte dovranno essere aggiornate.

Infine, occorre evidenziare che i risultati qui esposti in termini di aree allagabili e pericolosità idraulica si riferiscono alle sole porzioni di territorio contermini ai tratti di corsi d'acqua investigati con appositi rilievi topografici e specifica analisi idrologico-idraulica.

I tecnici incaricati

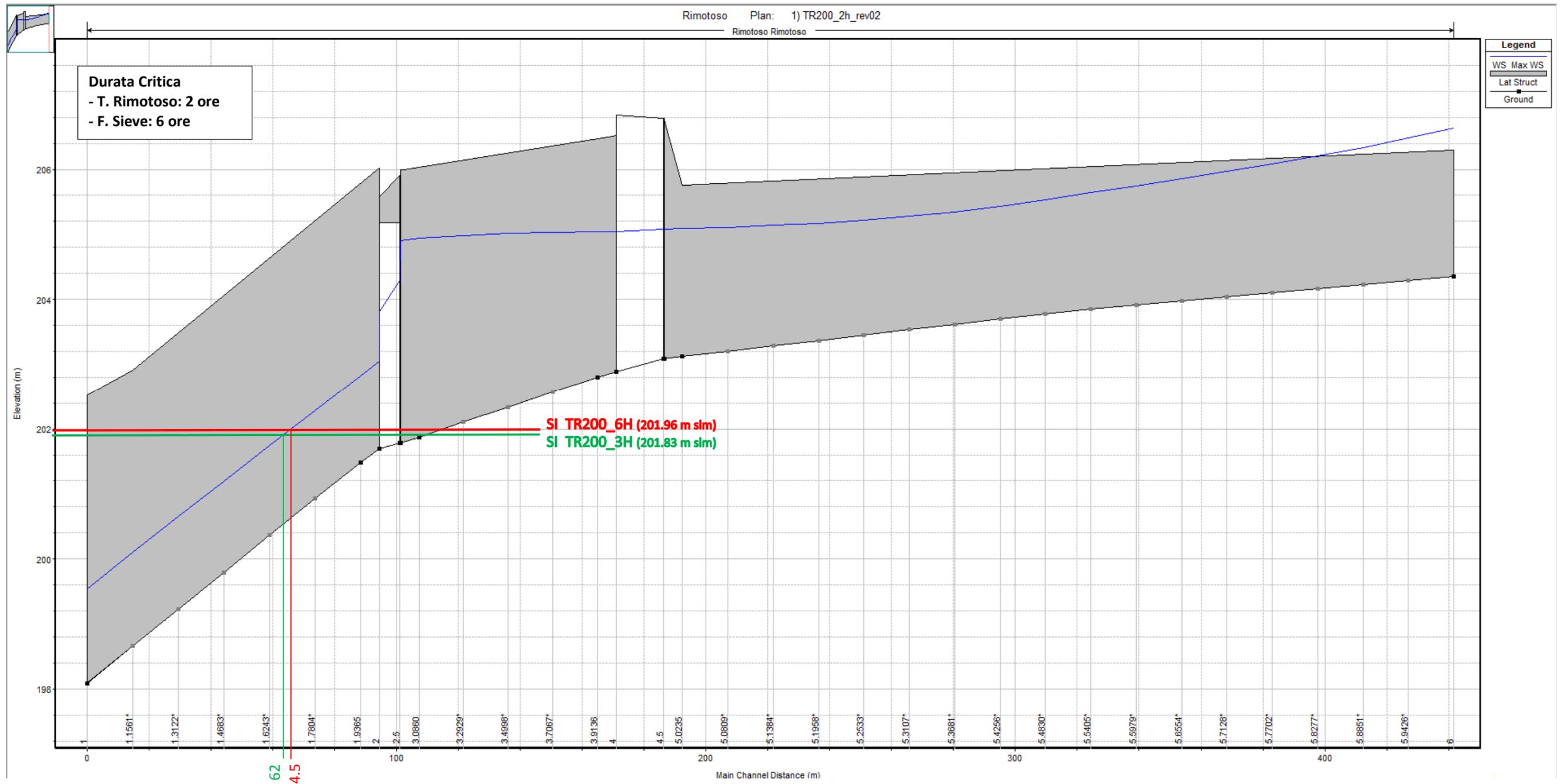
Ing. Remo Chiarini

Ing. Alessandro Berni

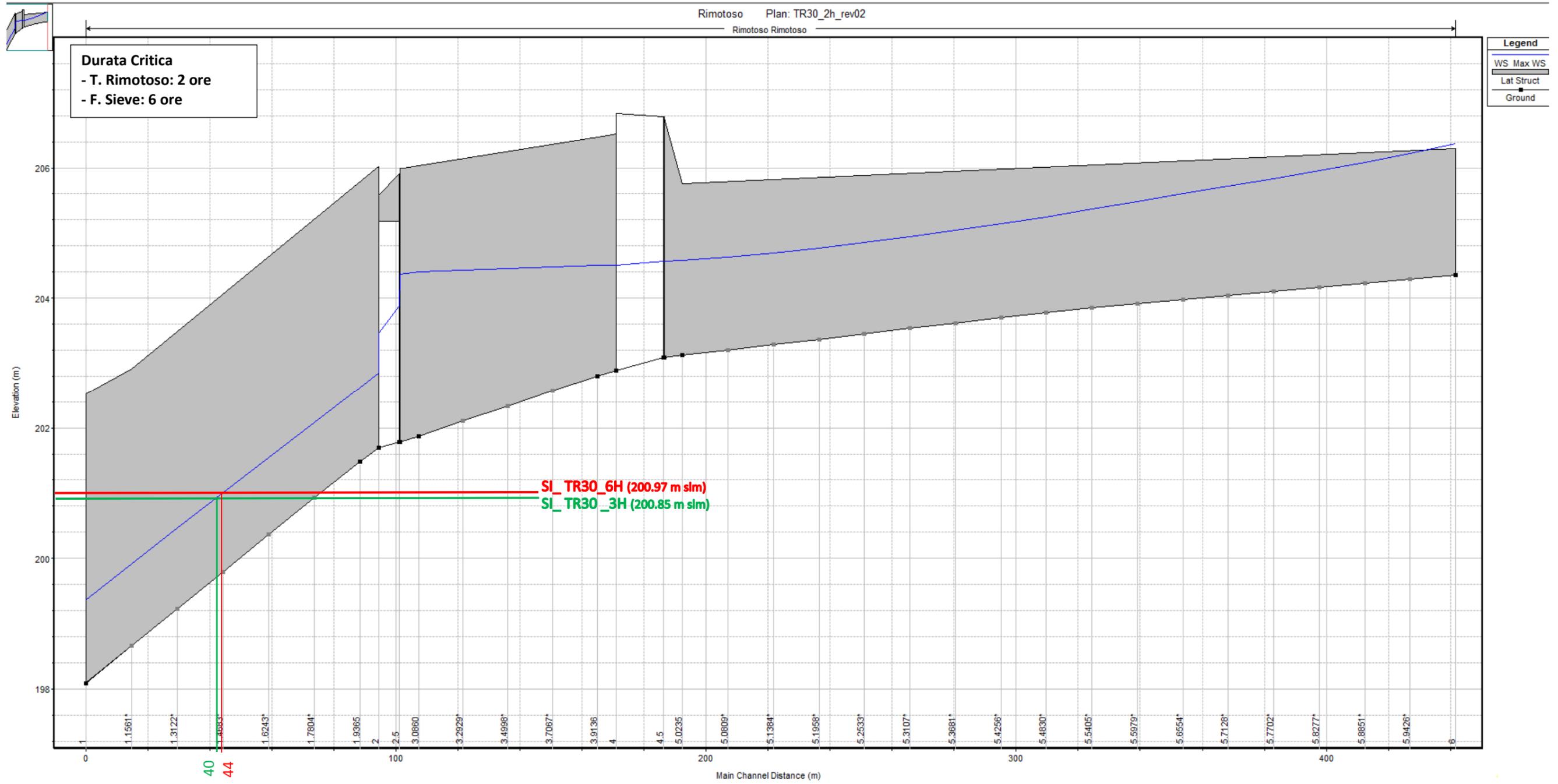
Ing. Luigi Bigazzi

## **Allegato 1**

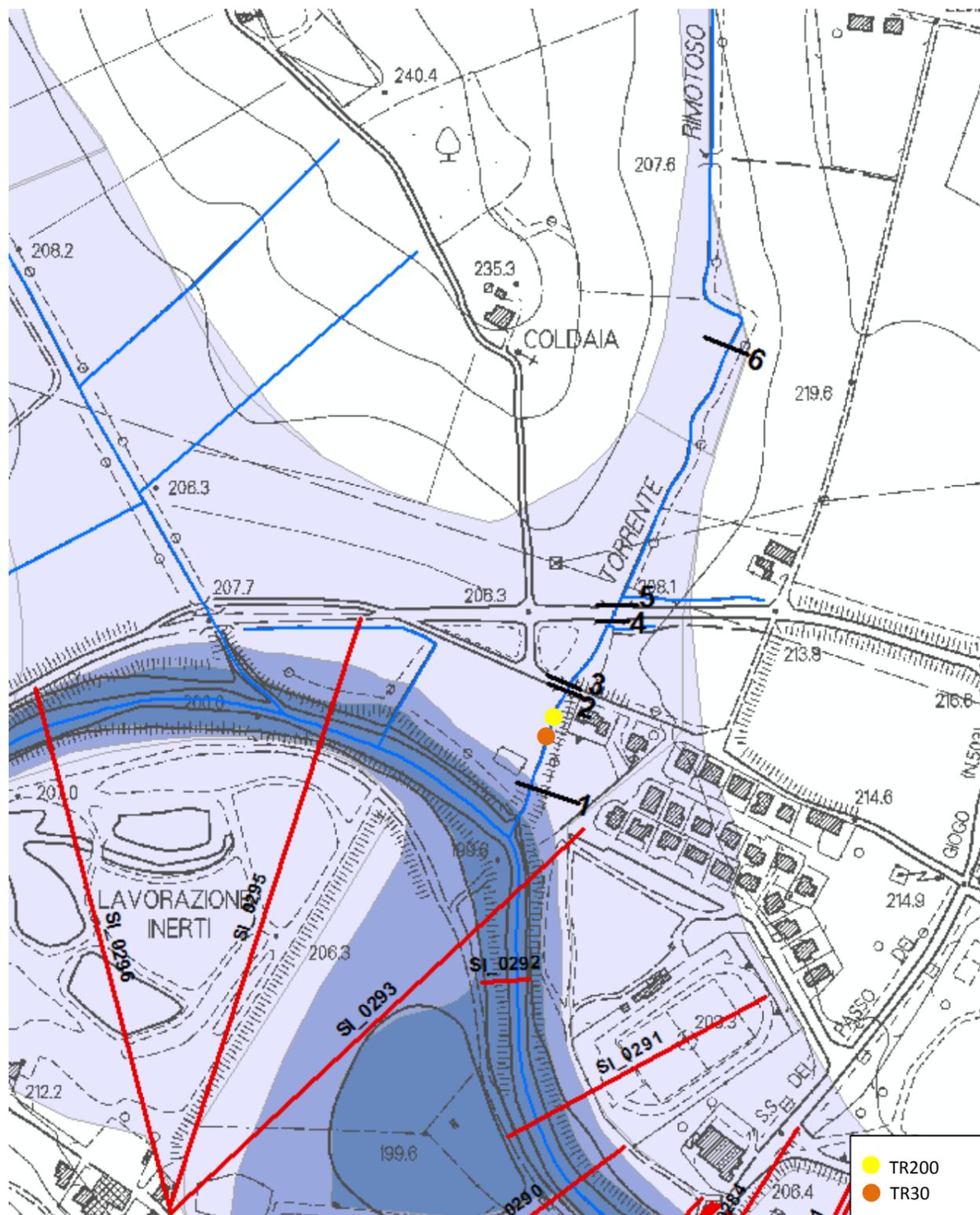
Analisi sul rigurgito indotto dal fiume Sieve su reticolo secondario.



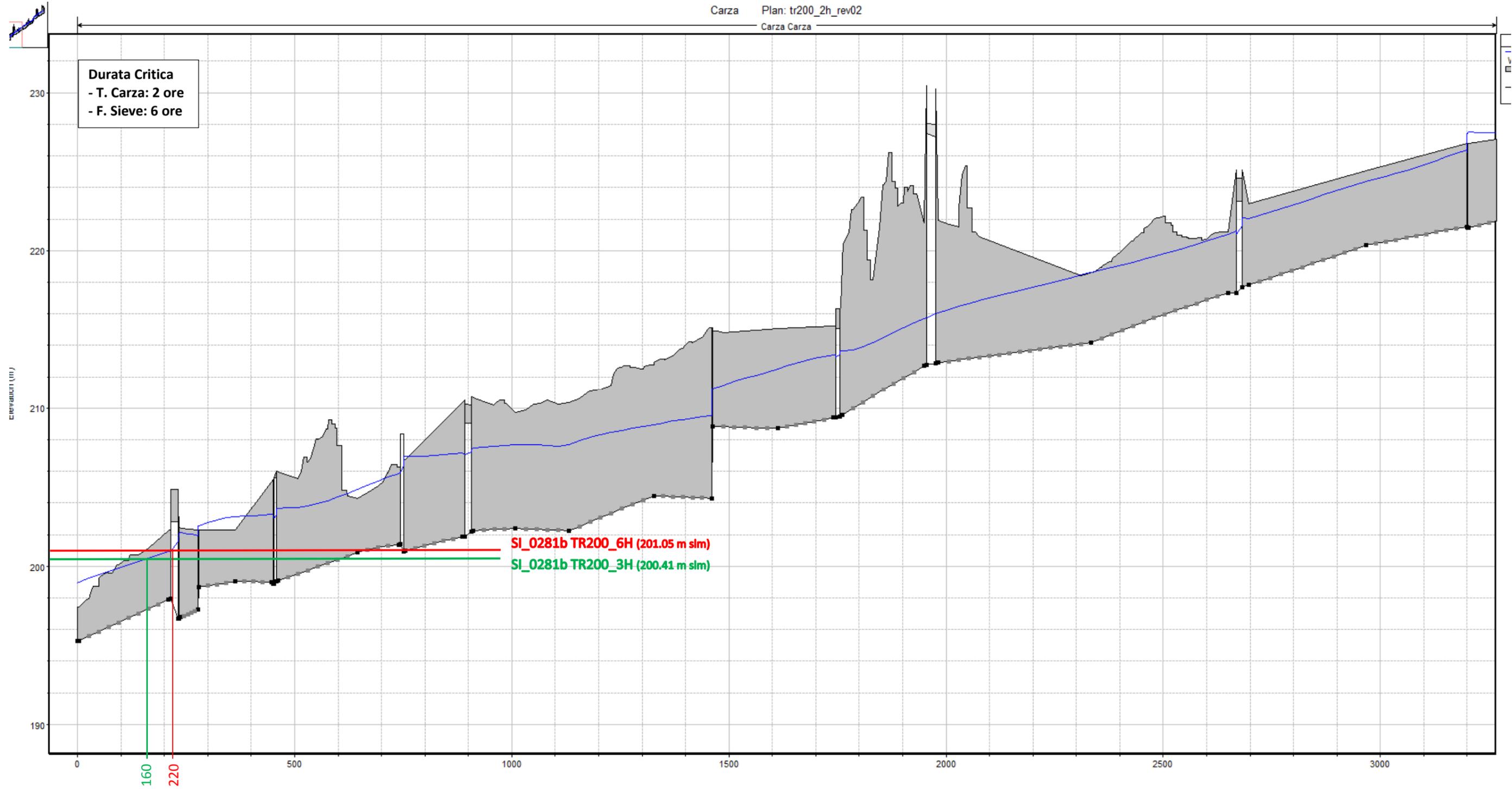
Profilo longitudinale del Torrente Rimotoso con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Rimotoso per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Rimotoso per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



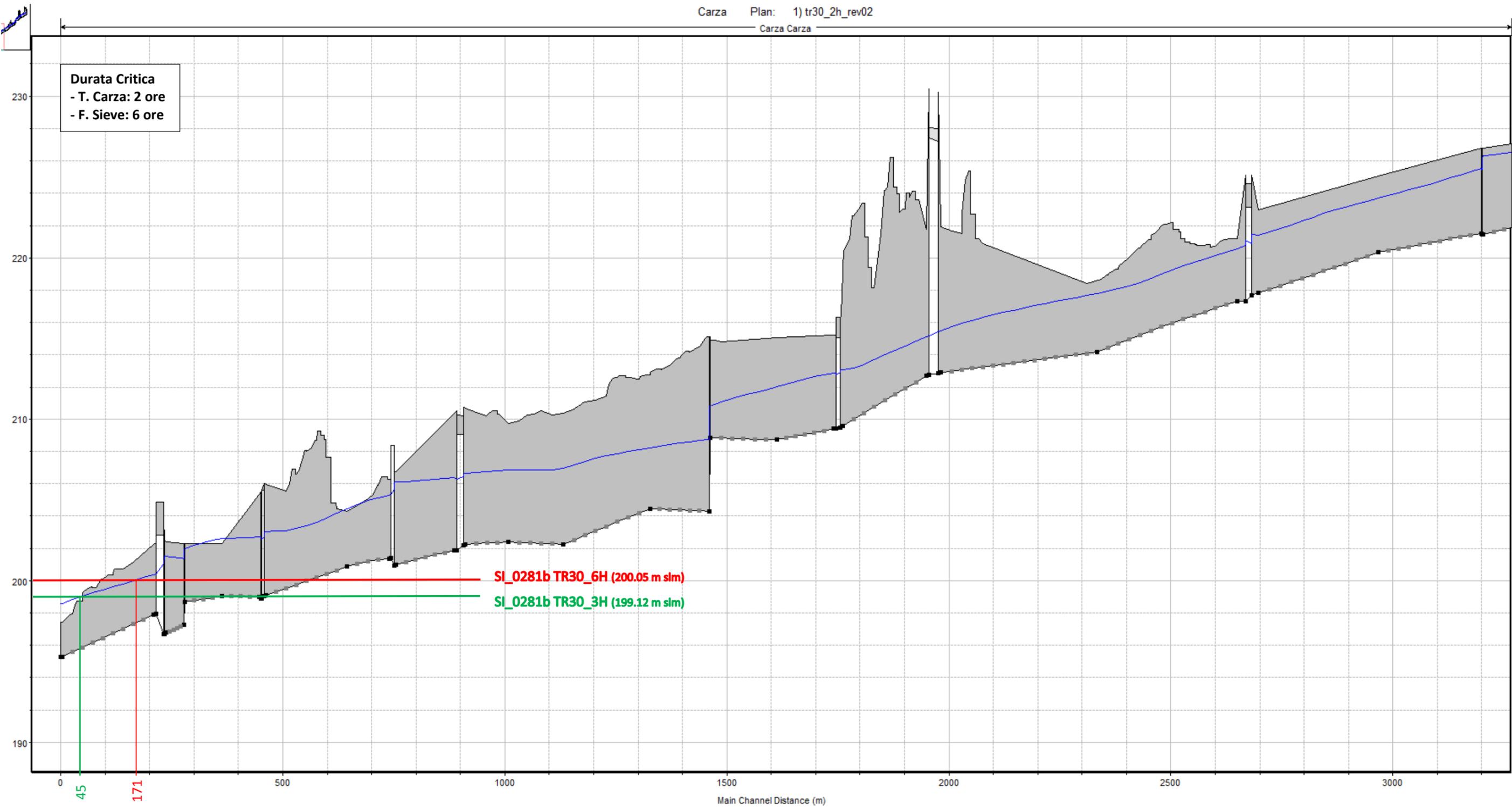
Profilo longitudinale del Torrente Rimotoso con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Rimotoso per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Rimotoso per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



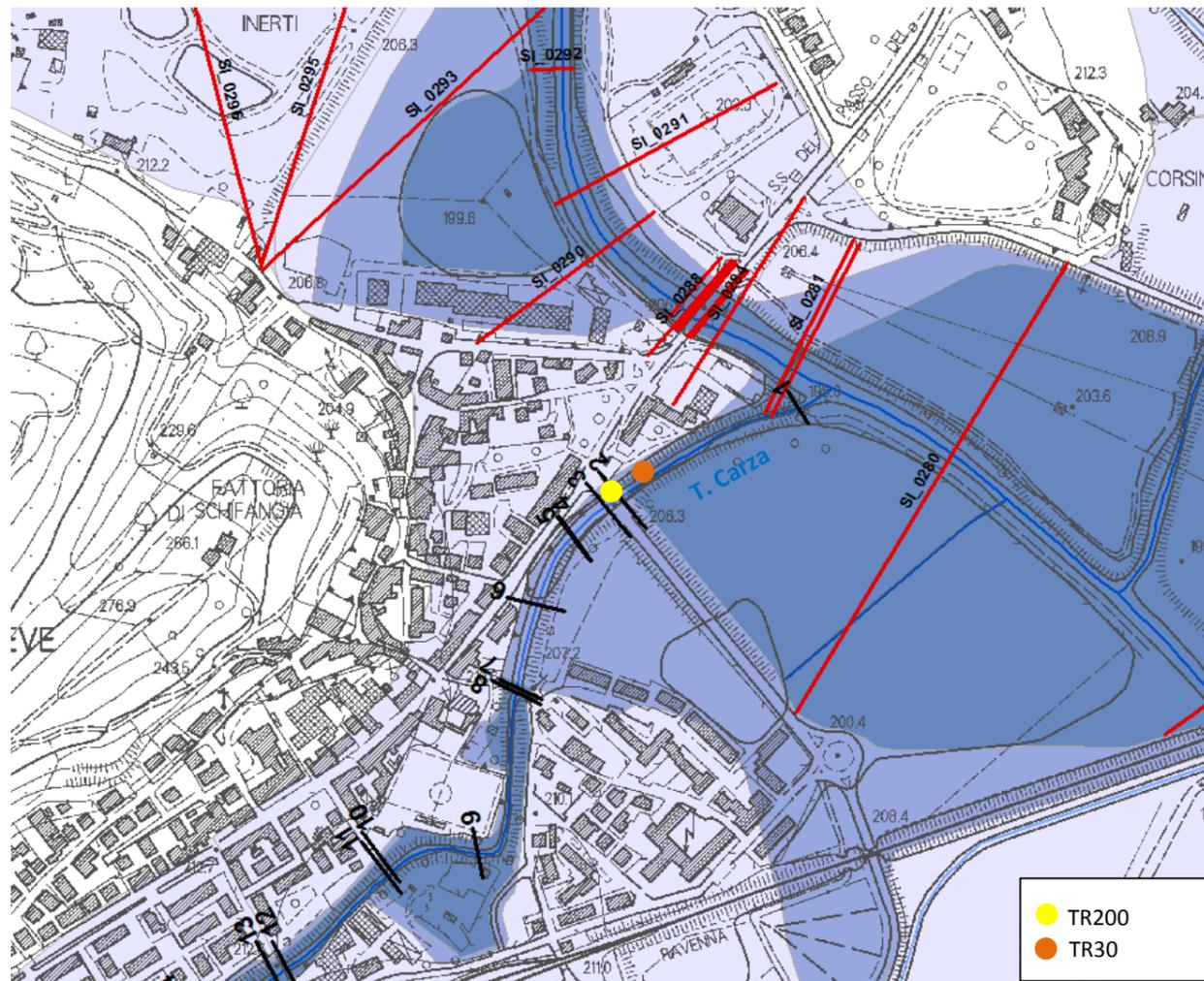
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Torrente Rimotoso per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



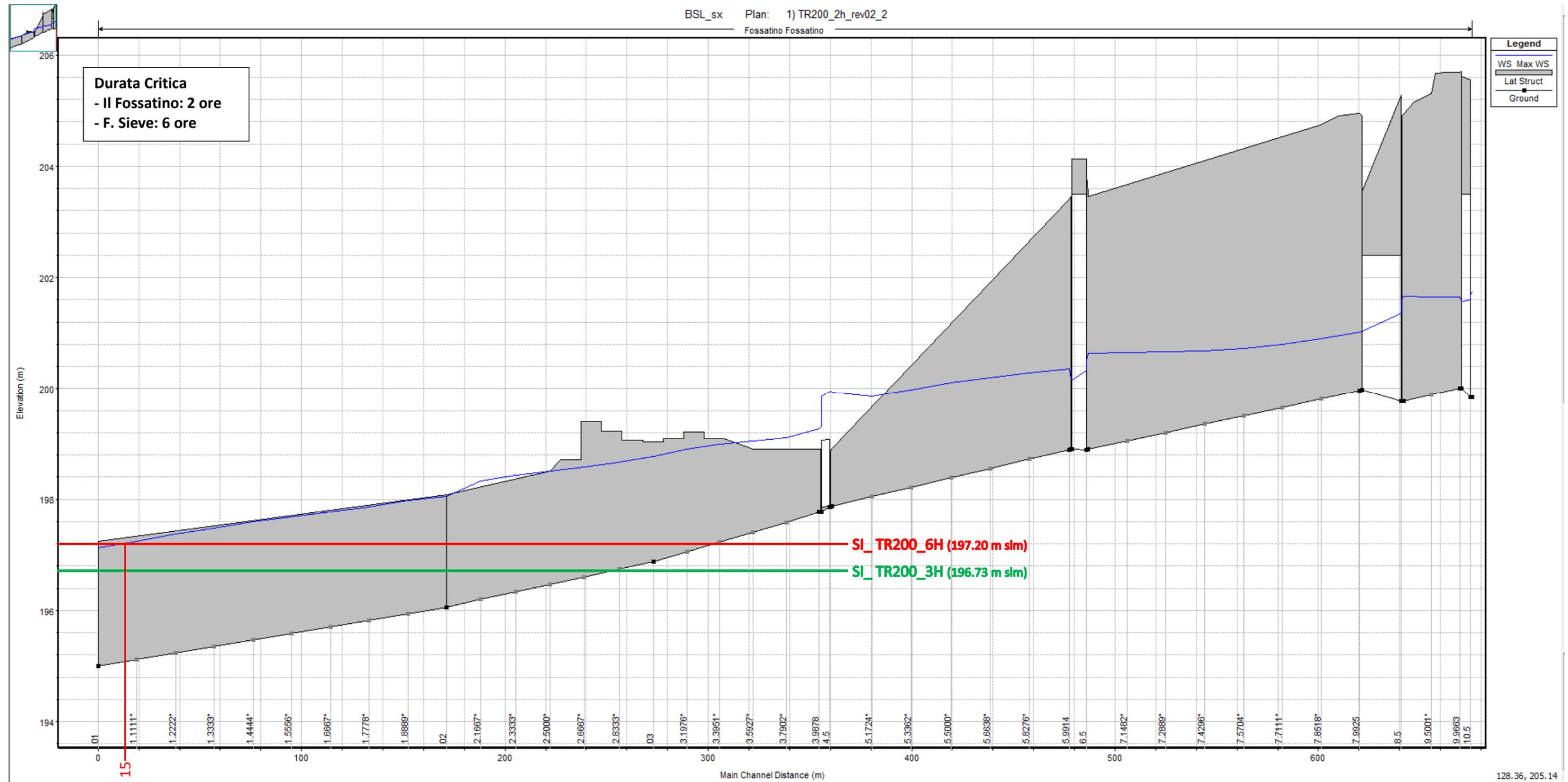
Profilo longitudinale del Torrente Carza con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Carza per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Carza per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



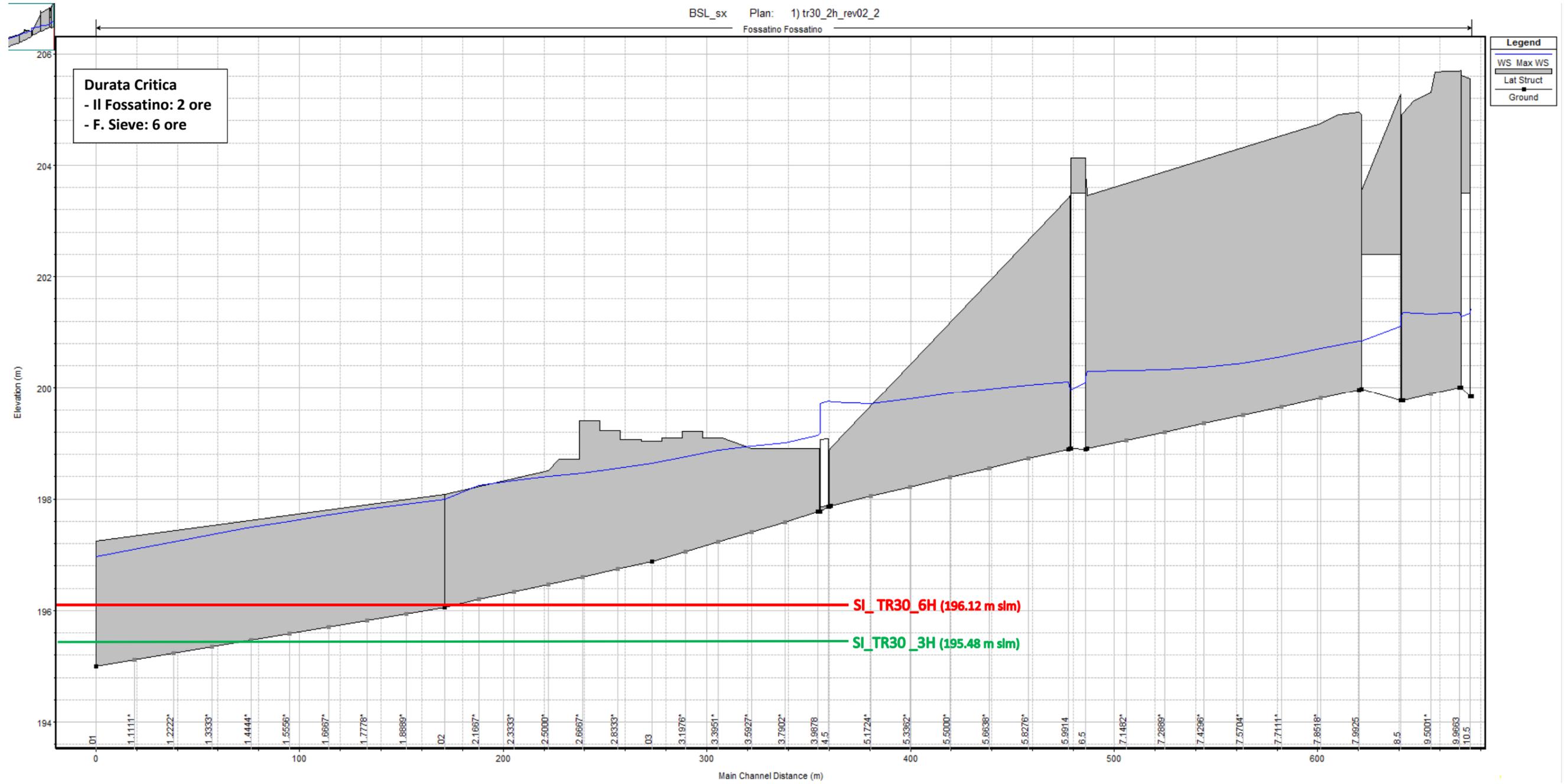
Profilo longitudinale del Torrente Carza con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Carza per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Carza per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



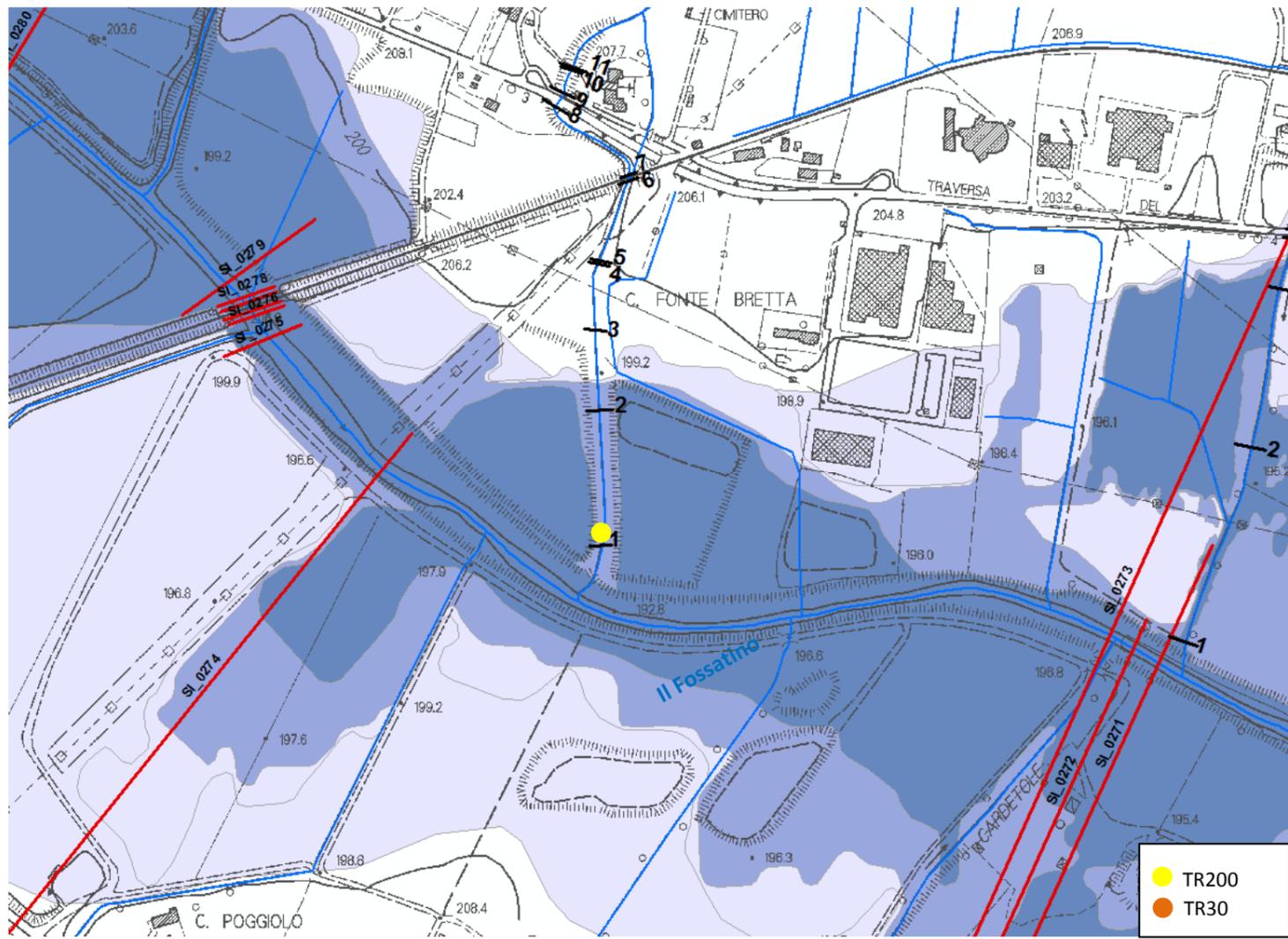
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Torrente Carza per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



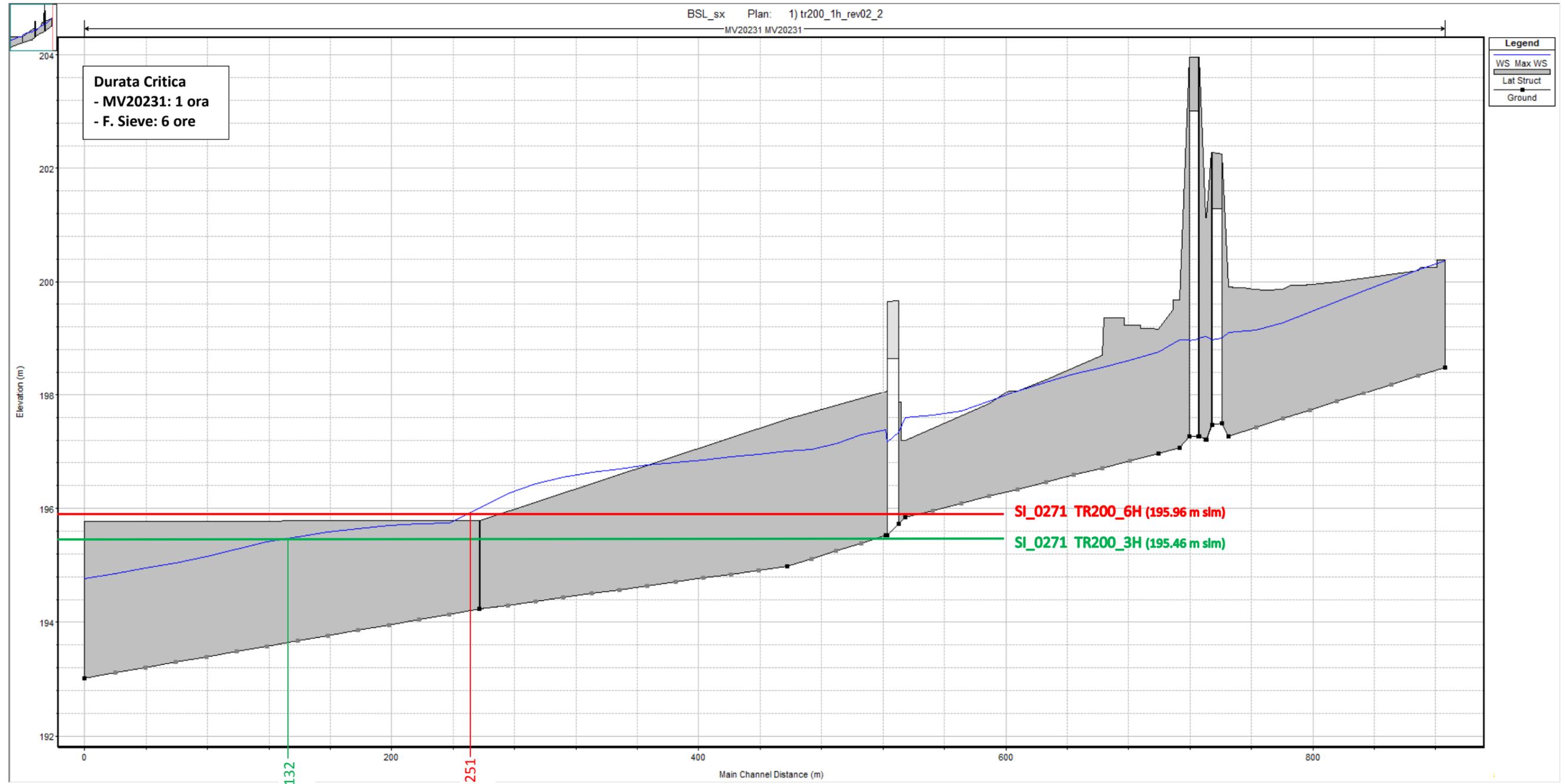
Profilo longitudinale de Il Fossatino con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Il Fossatino per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Il Fossatino per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



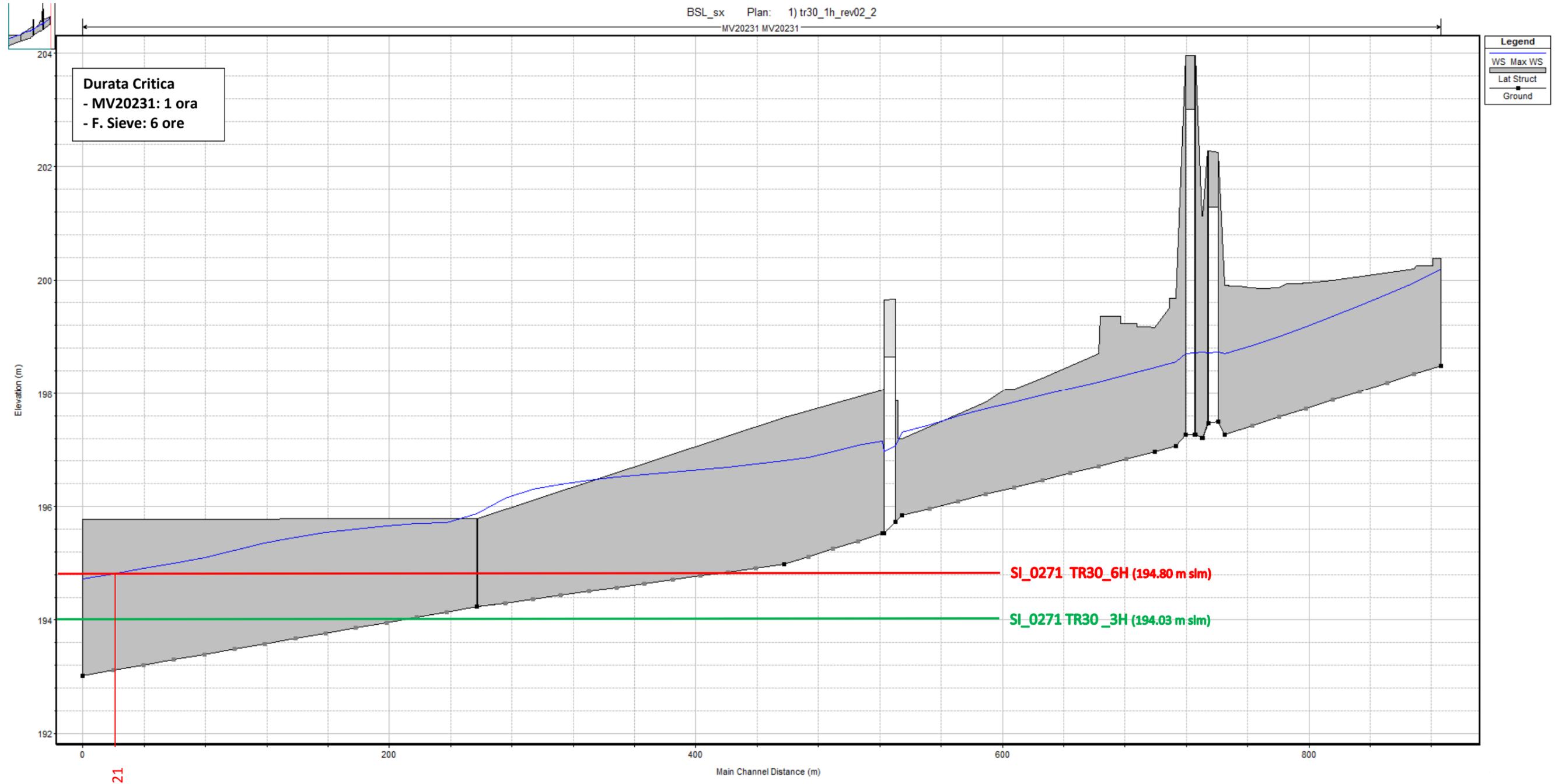
Profilo longitudinale de Il Fossatino con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Il Fossatino per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Il Fossatino per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



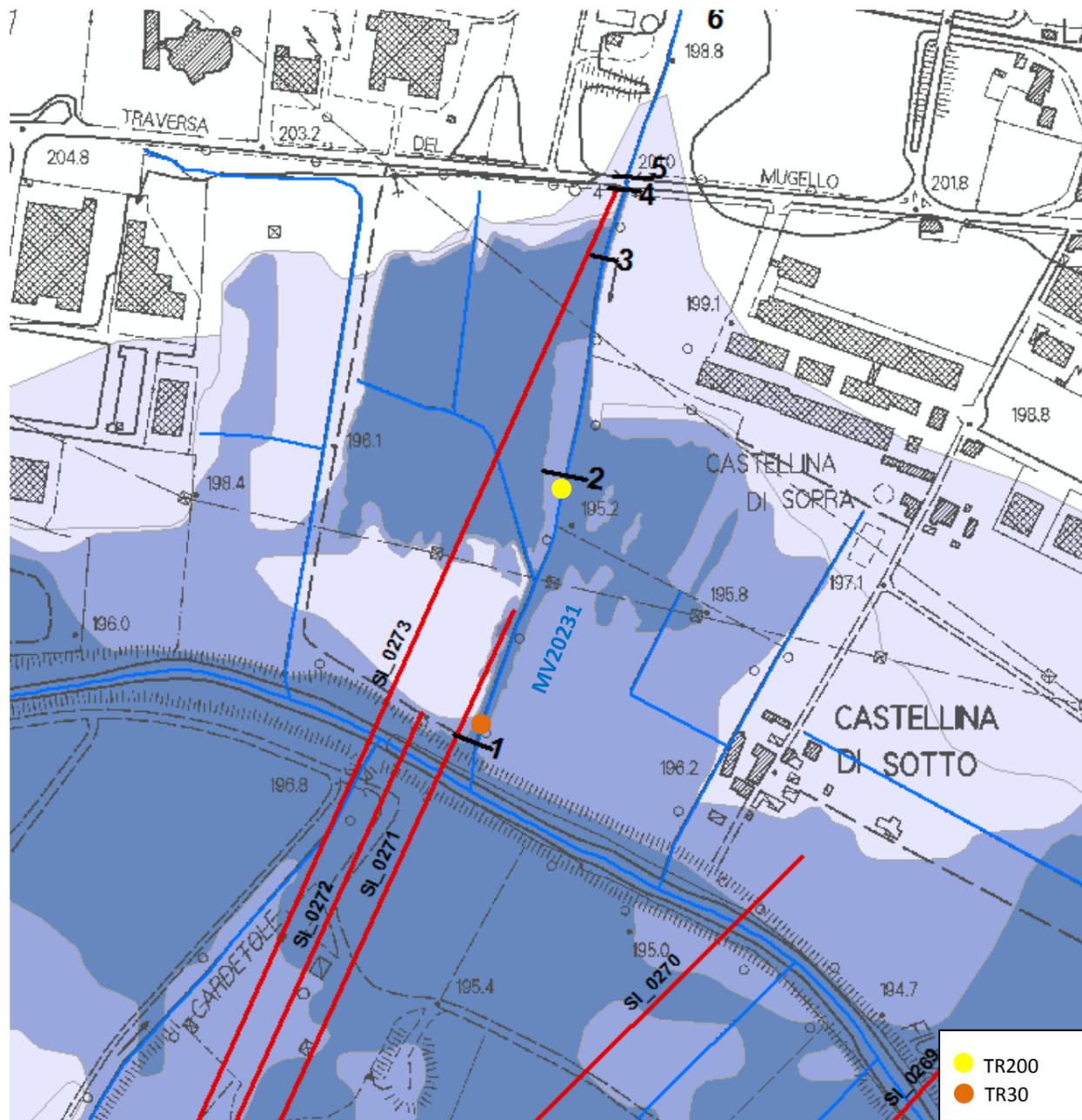
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo de Il Fossatino per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



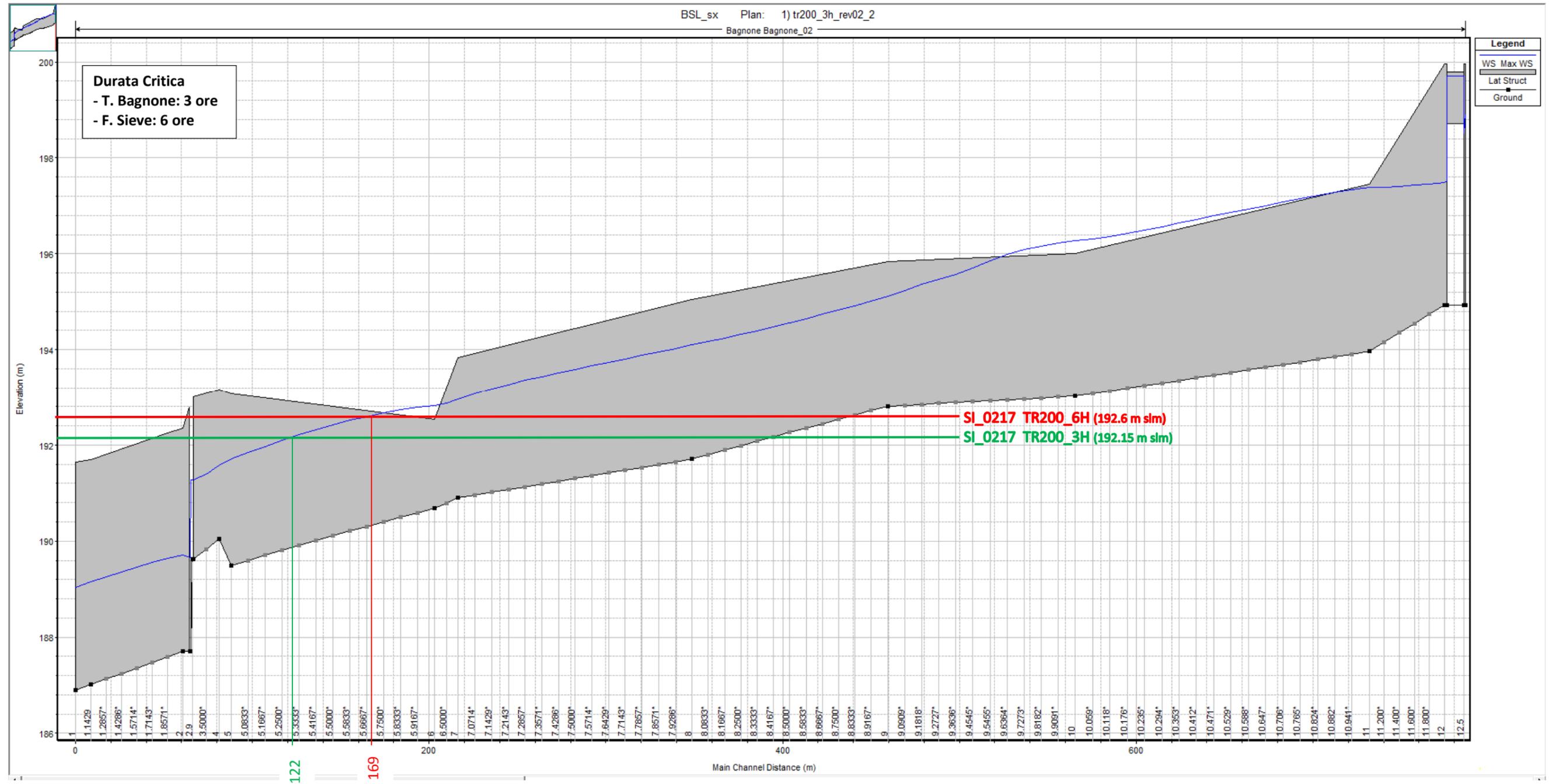
Profilo longitudinale del Fosso MV20231 con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV20231 per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV20231 per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



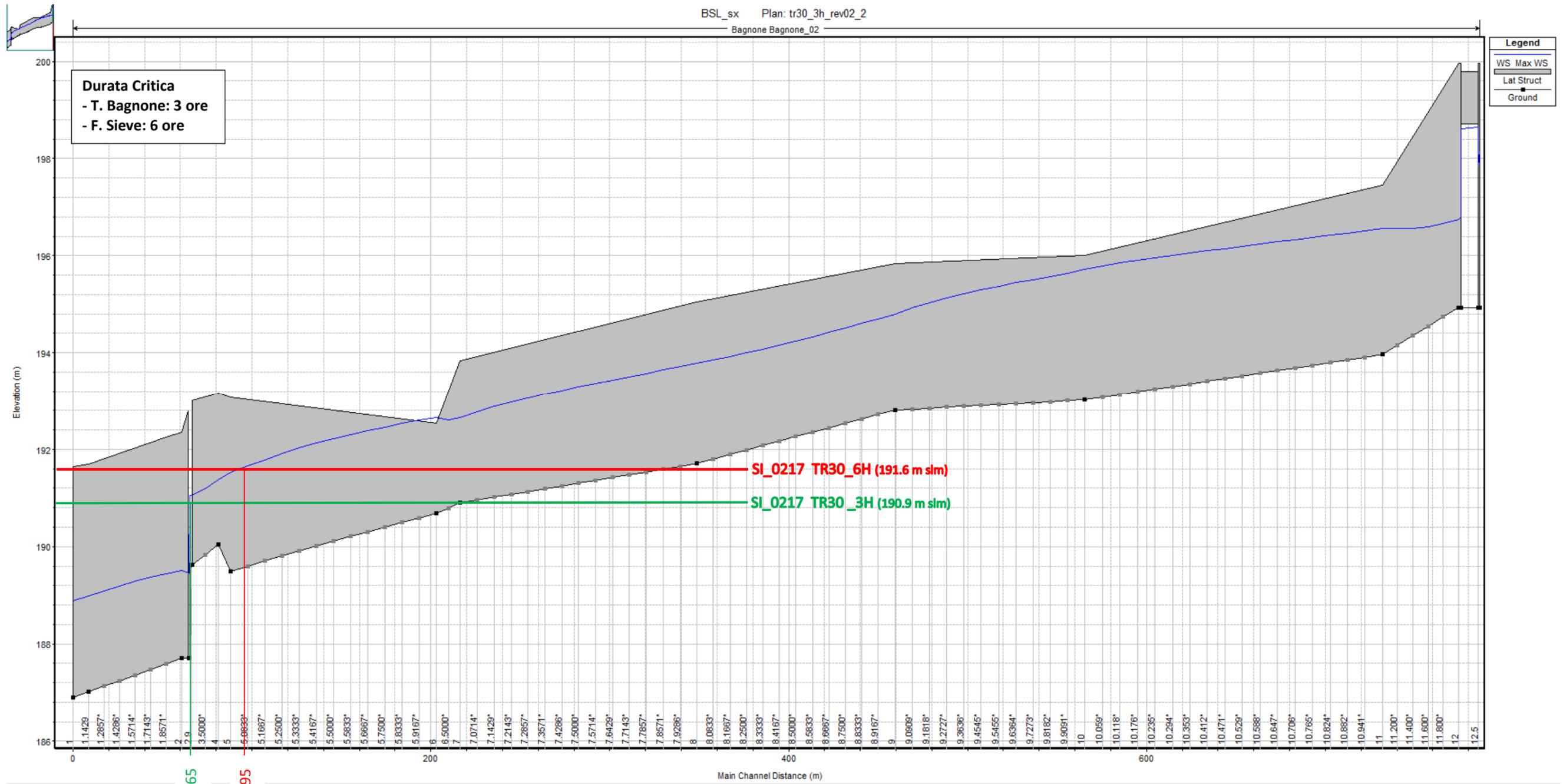
Profilo longitudinale del Fosso MV20231 con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV20231 per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV20231 per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso MV20231 per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).

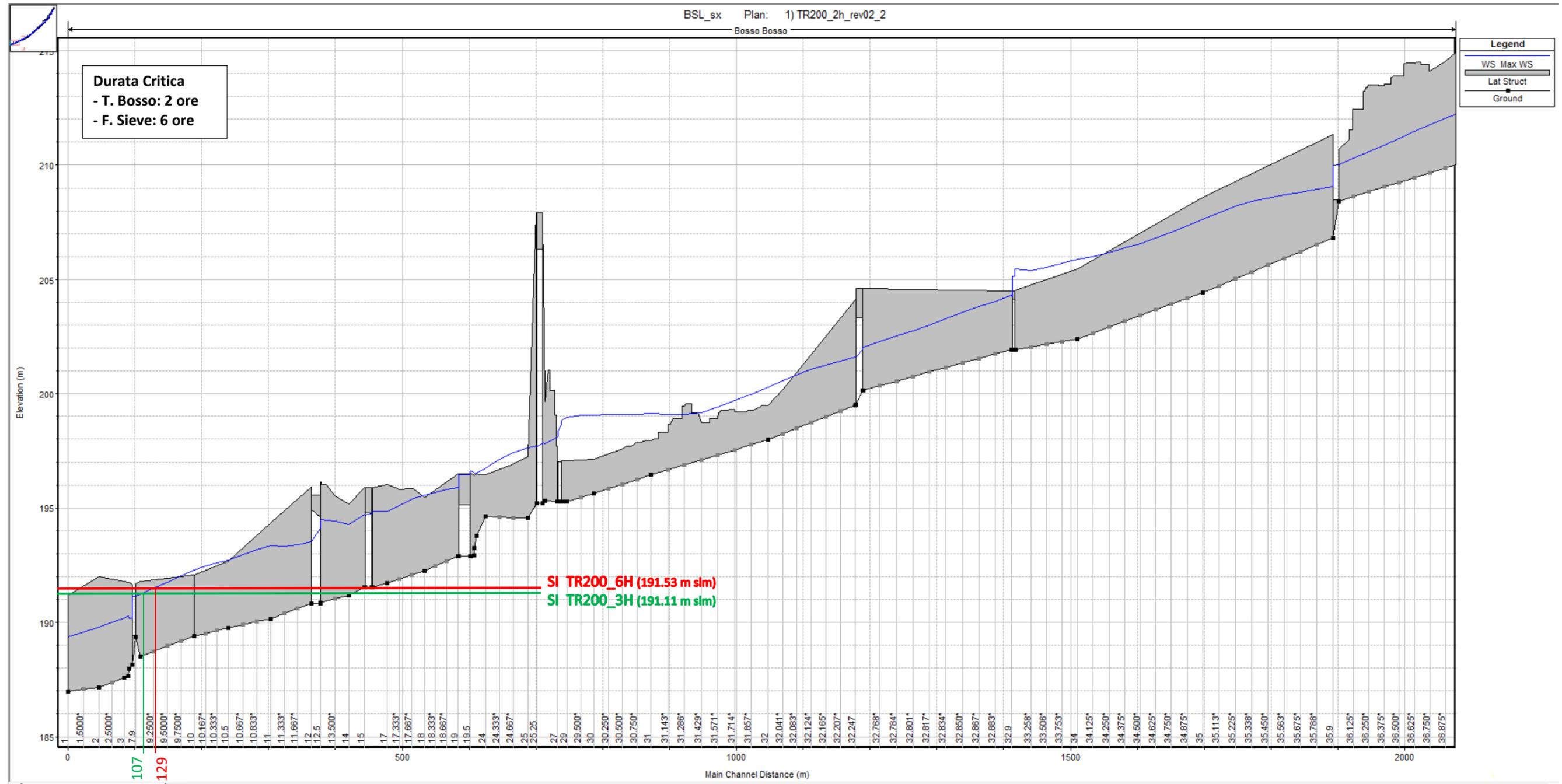


Profilo longitudinale del Torrente Bagnone con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bagnone per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bagnone per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.

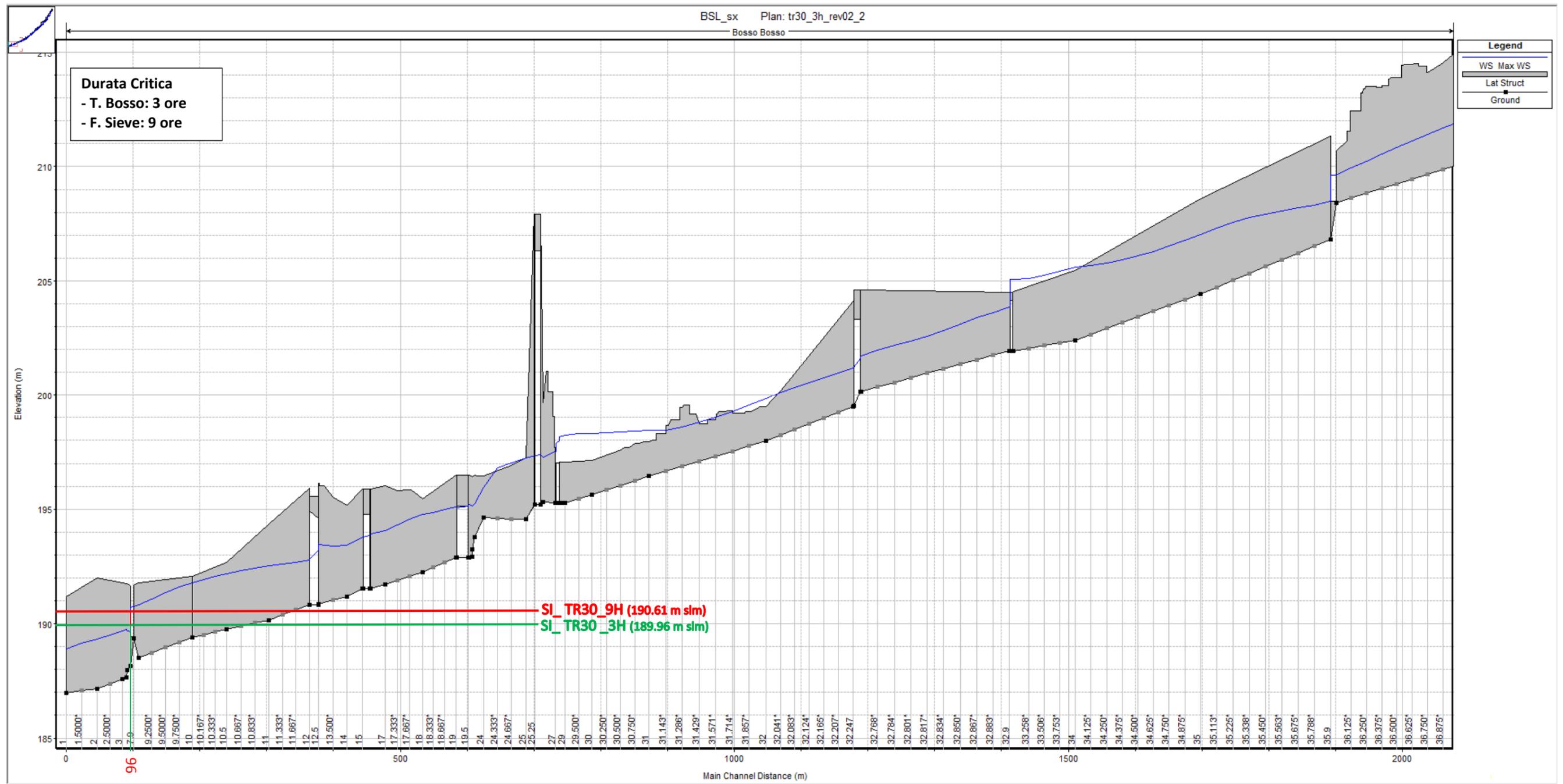


Profilo longitudinale del Torrente Bagnone con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bagnone per TR= 30 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bagnone per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.

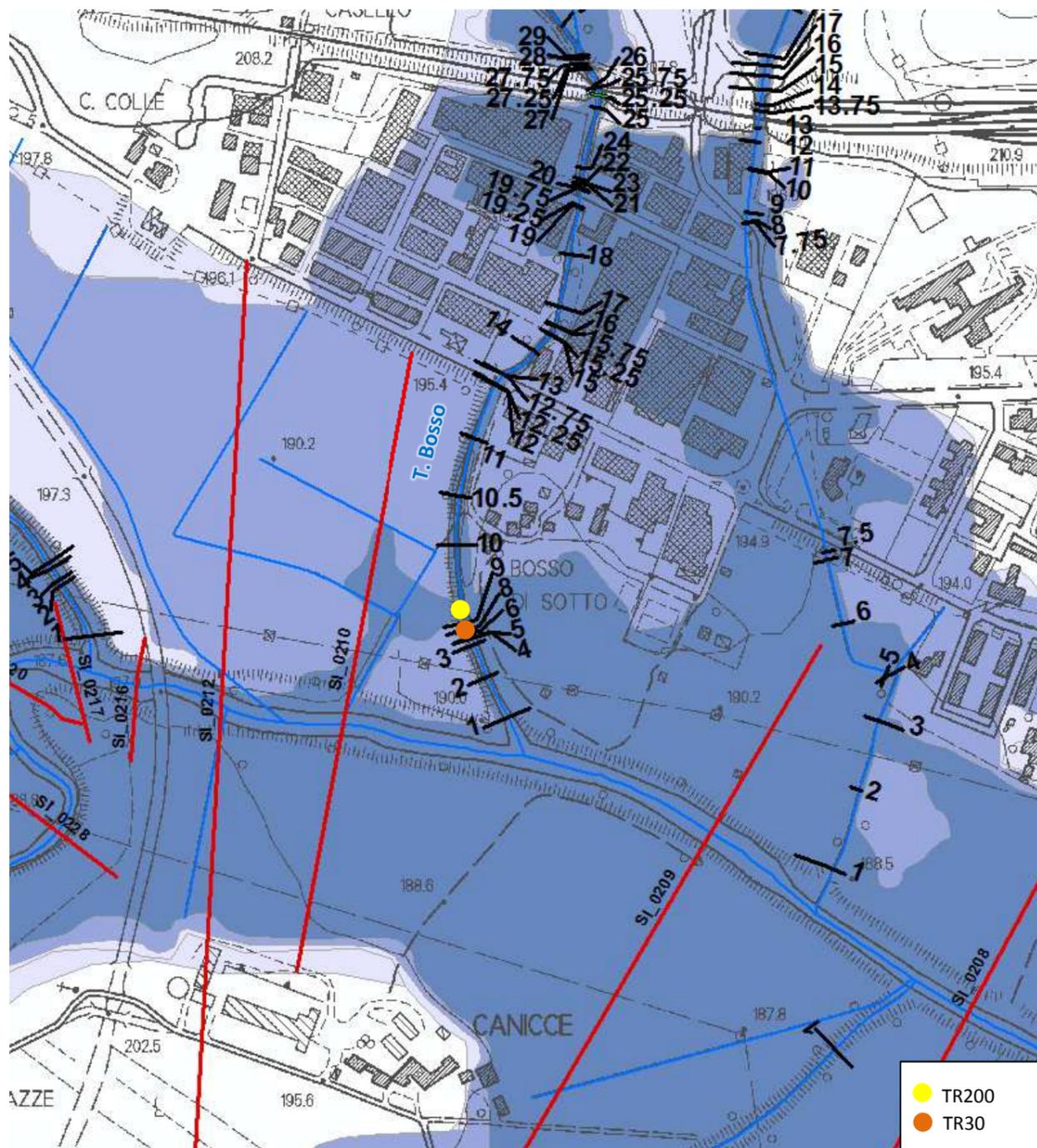




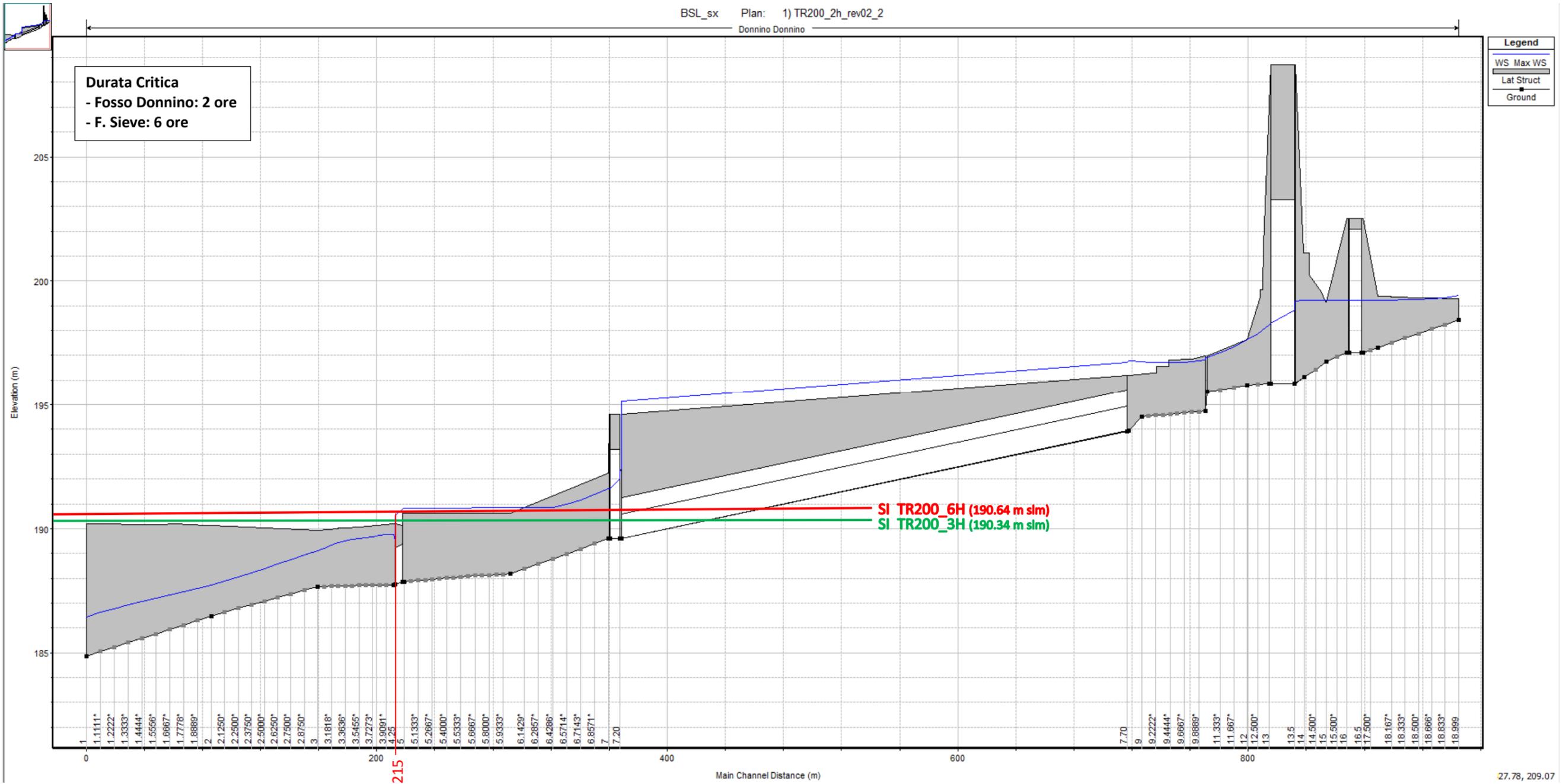
Profilo longitudinale del Torrente Bosso con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bosso per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bosso per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



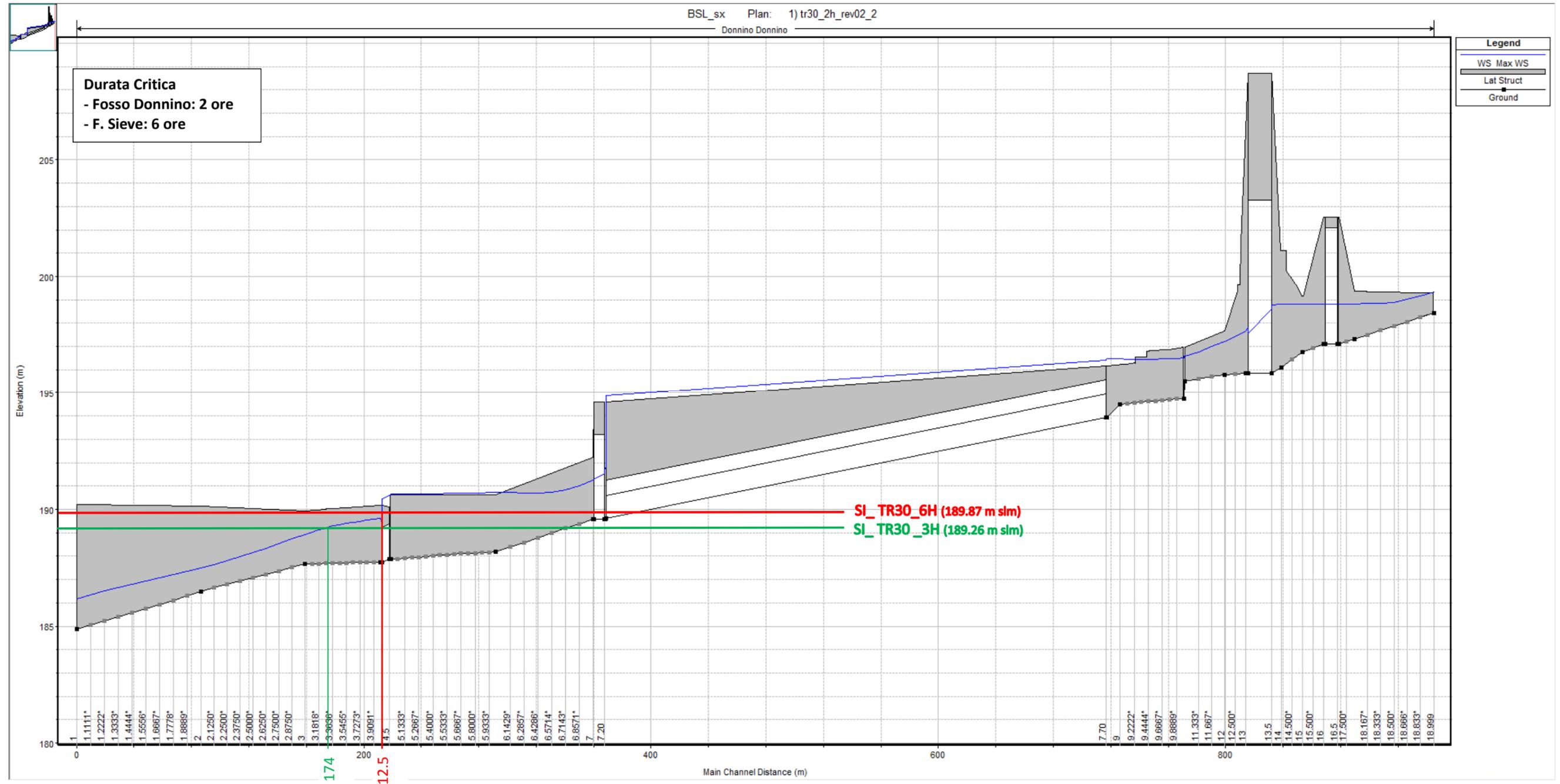
Profilo longitudinale del Torrente Bosso con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bosso per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bosso per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



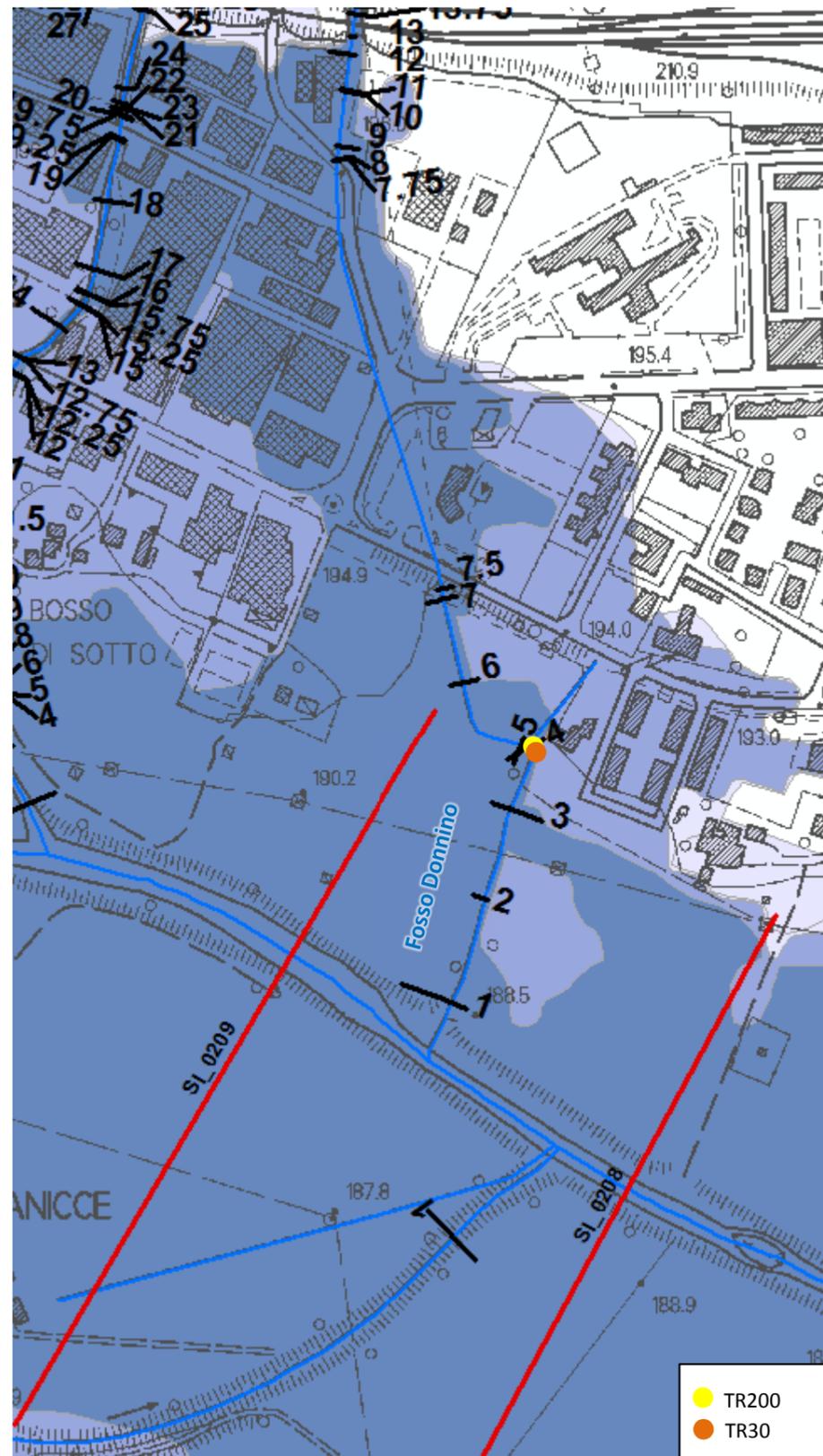
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Torrente Bosso per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



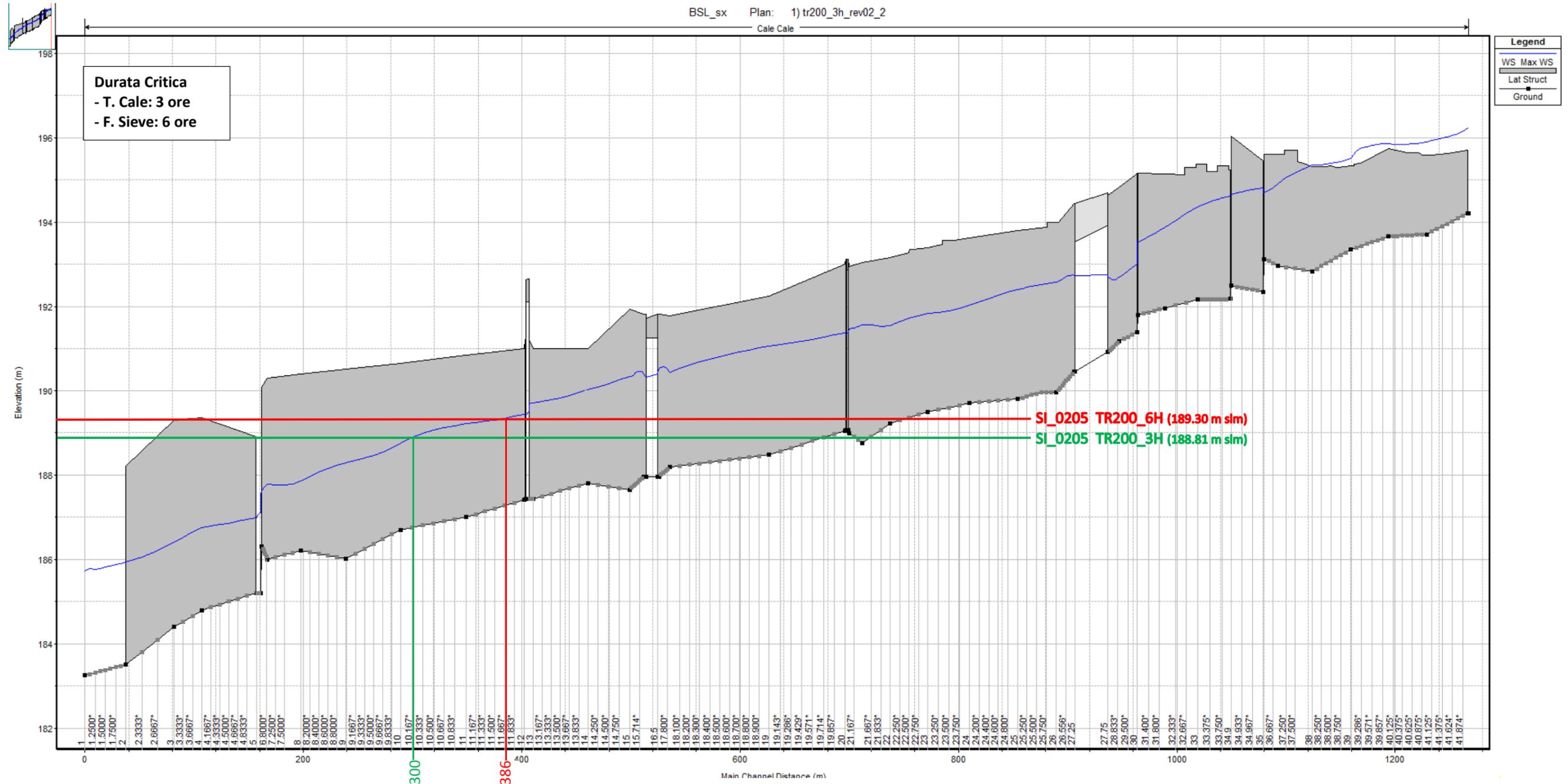
Profilo longitudinale del Fosso Donnino con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Donnino per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Donnino per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



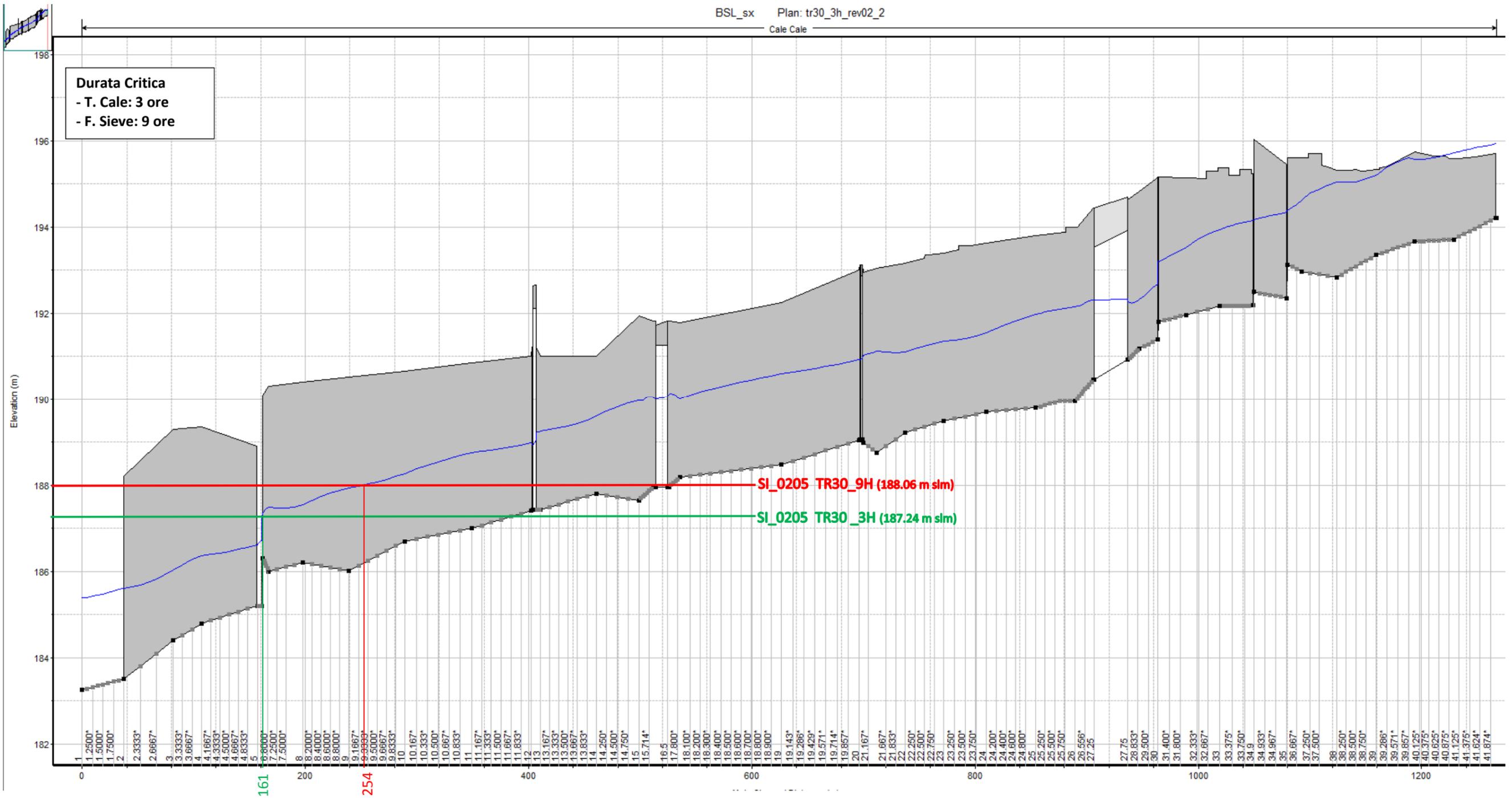
Profilo longitudinale del Fosso Donnino con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Donnino per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Donnino per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



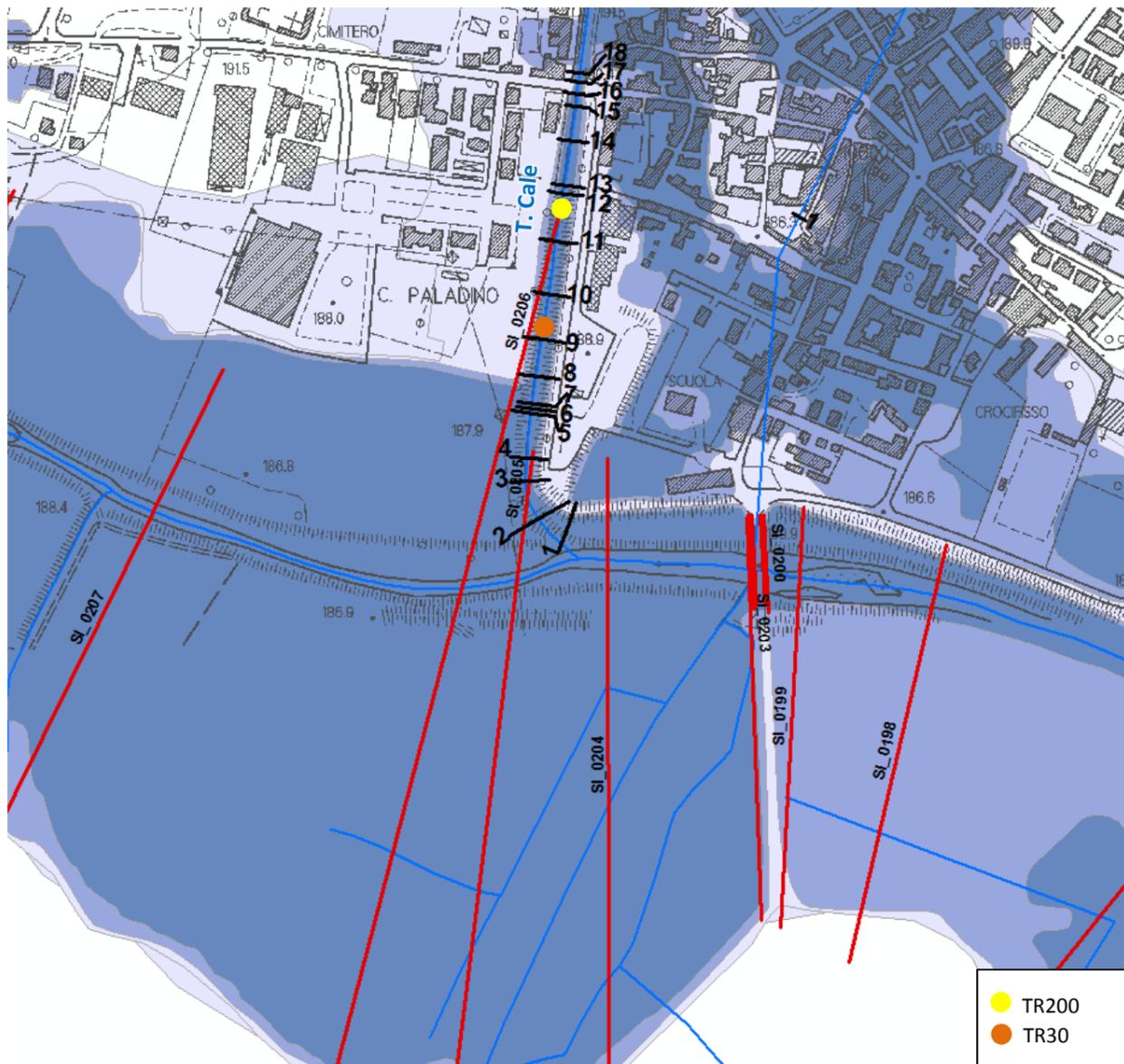
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso Donnino per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



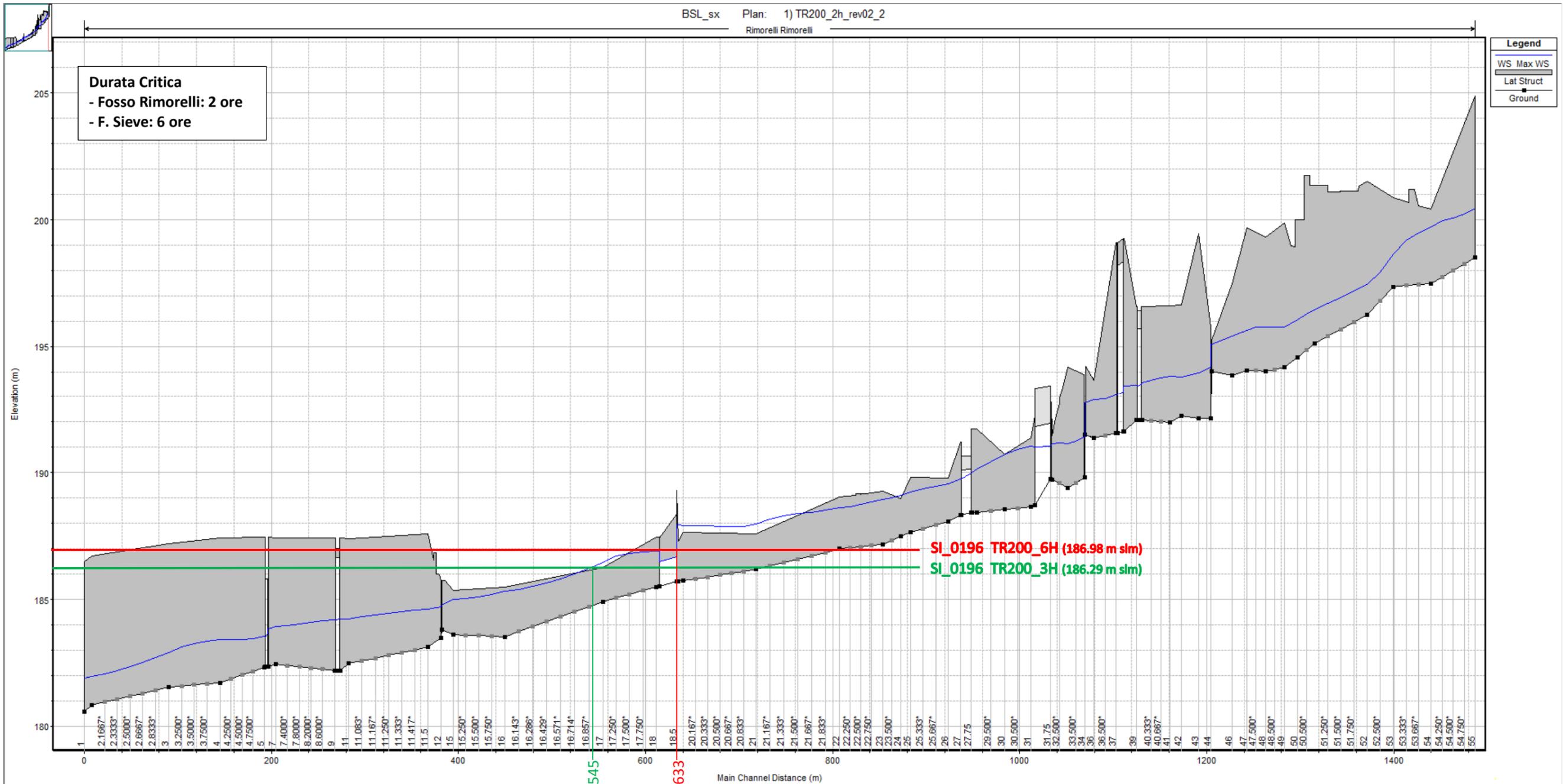
Profilo longitudinale del Torrente Cale con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Cale per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Cale per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



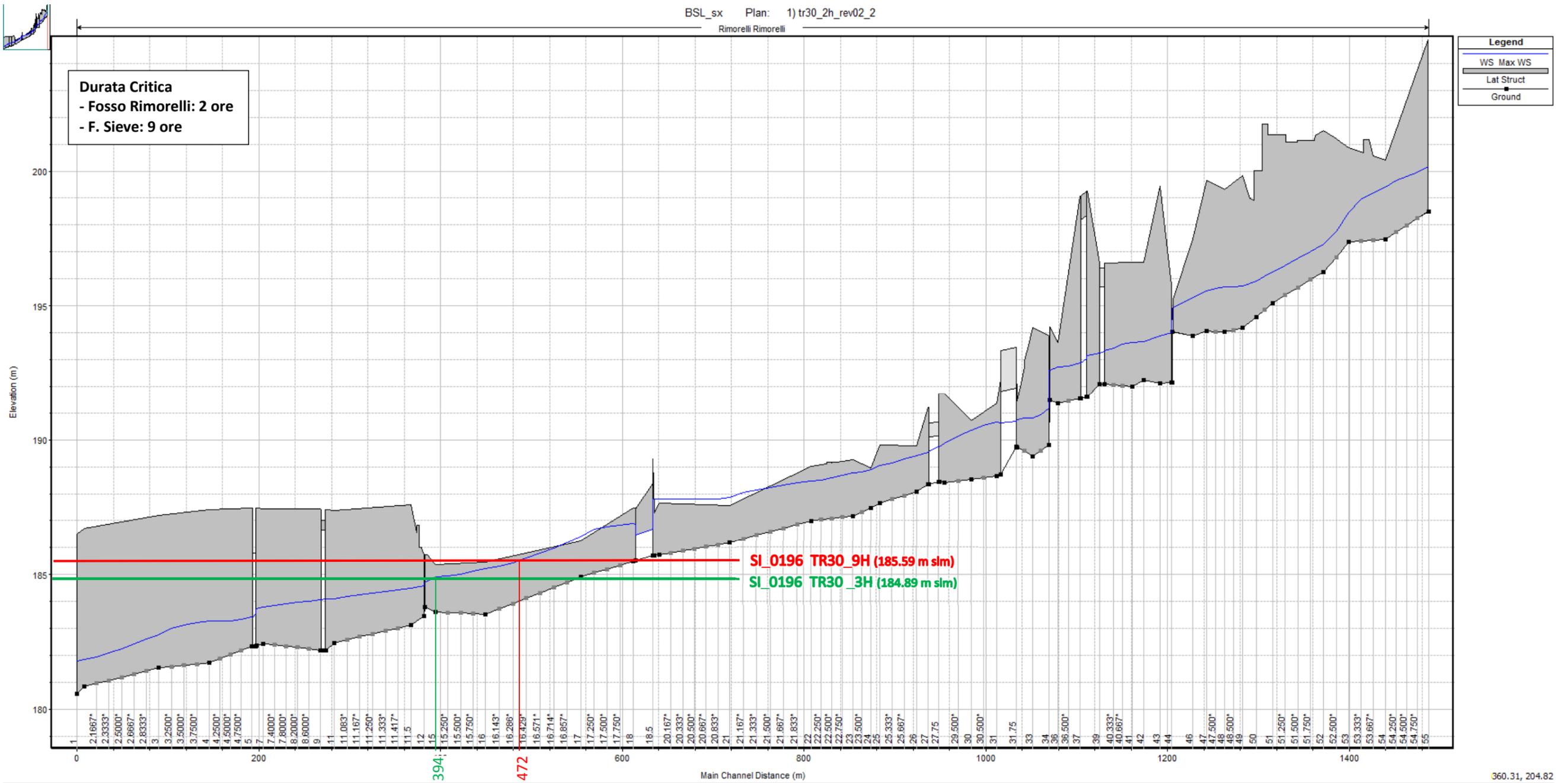
Profilo longitudinale del Torrente Cale con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Cale per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Cale per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



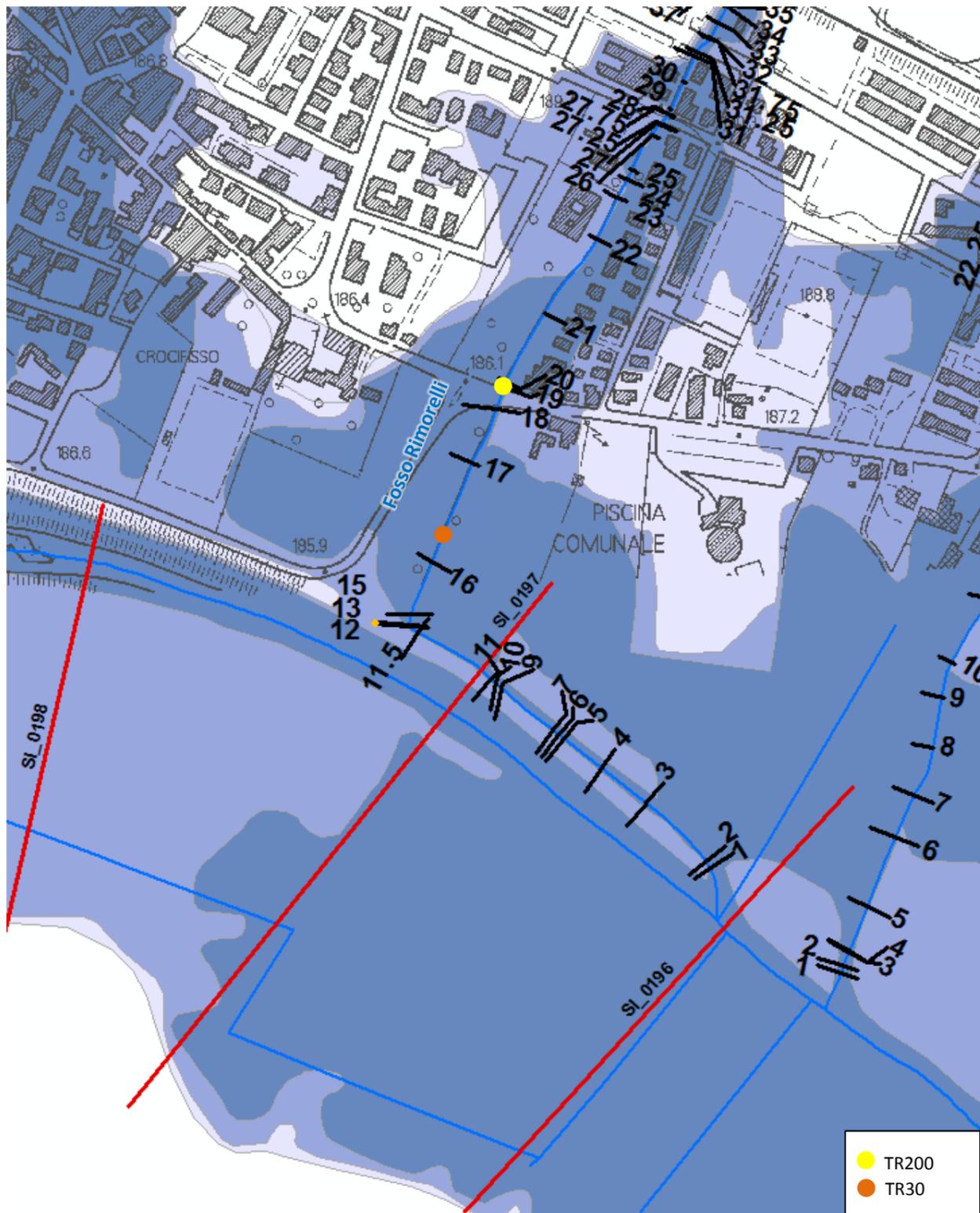
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Torrente Cale per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



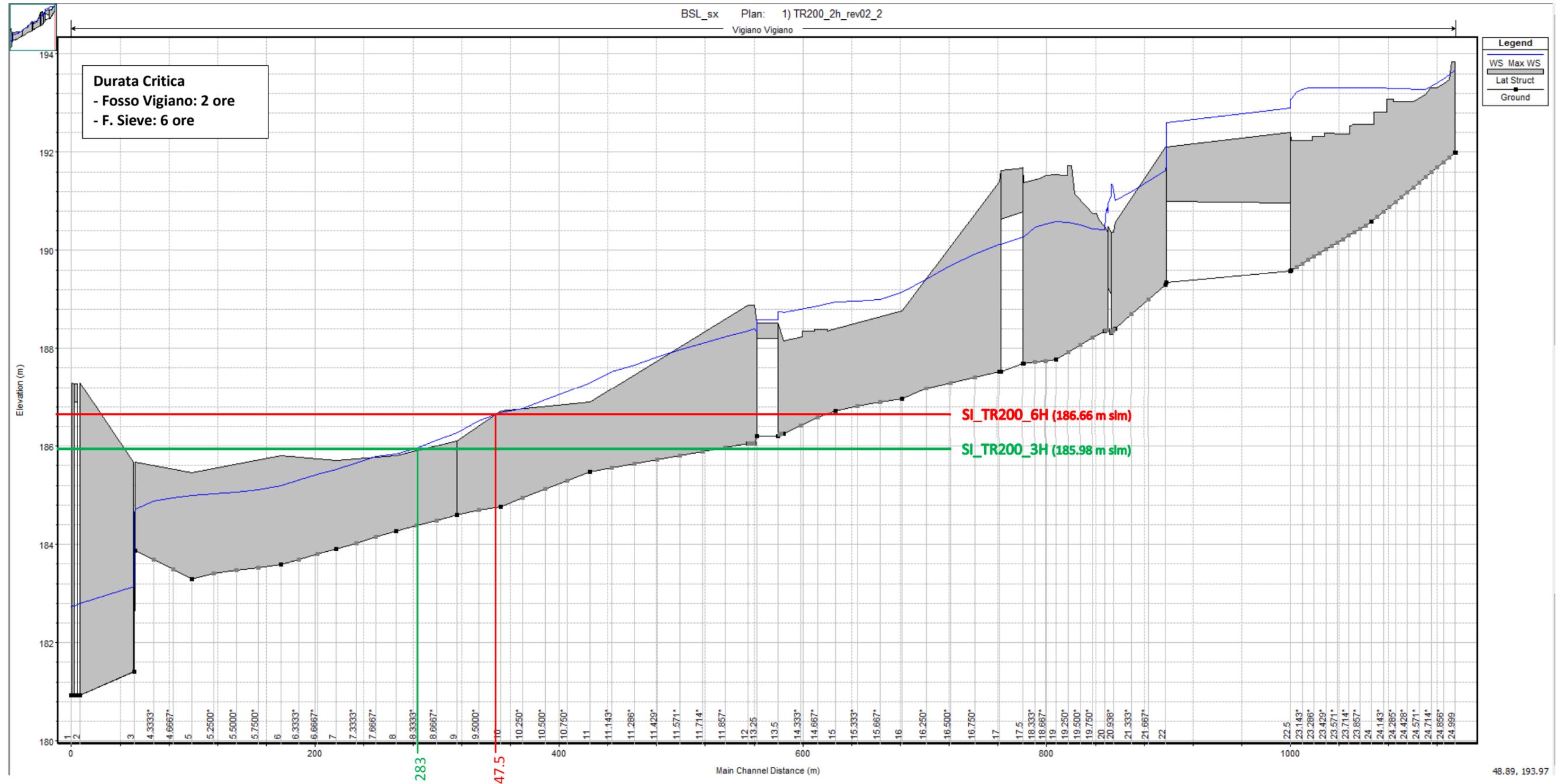
Profilo longitudinale del Fosso Rimorelli con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Rimorelli per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Rimorelli per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



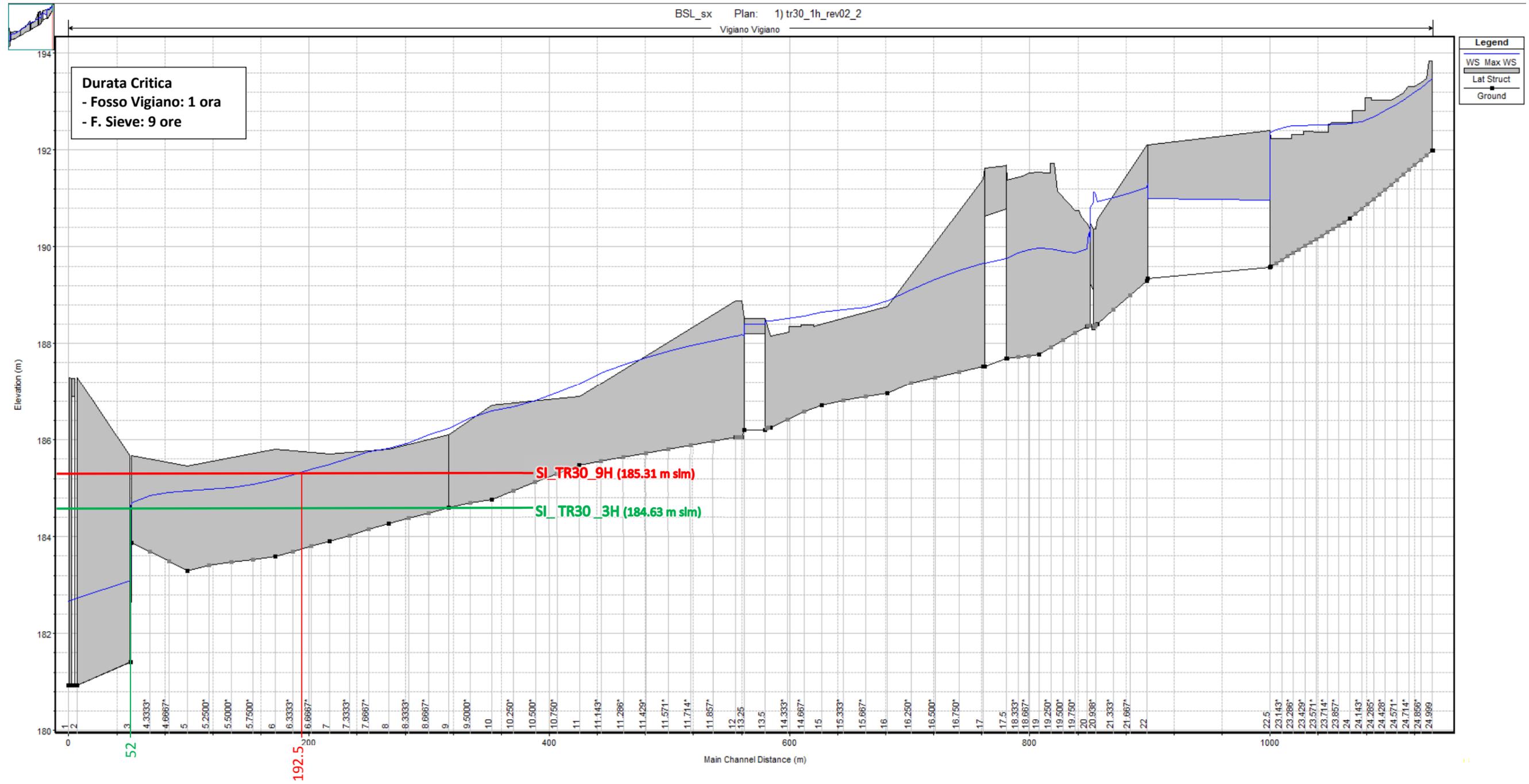
Profilo longitudinale del Fosso Rimorelli con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Rimorelli per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Rimorelli per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



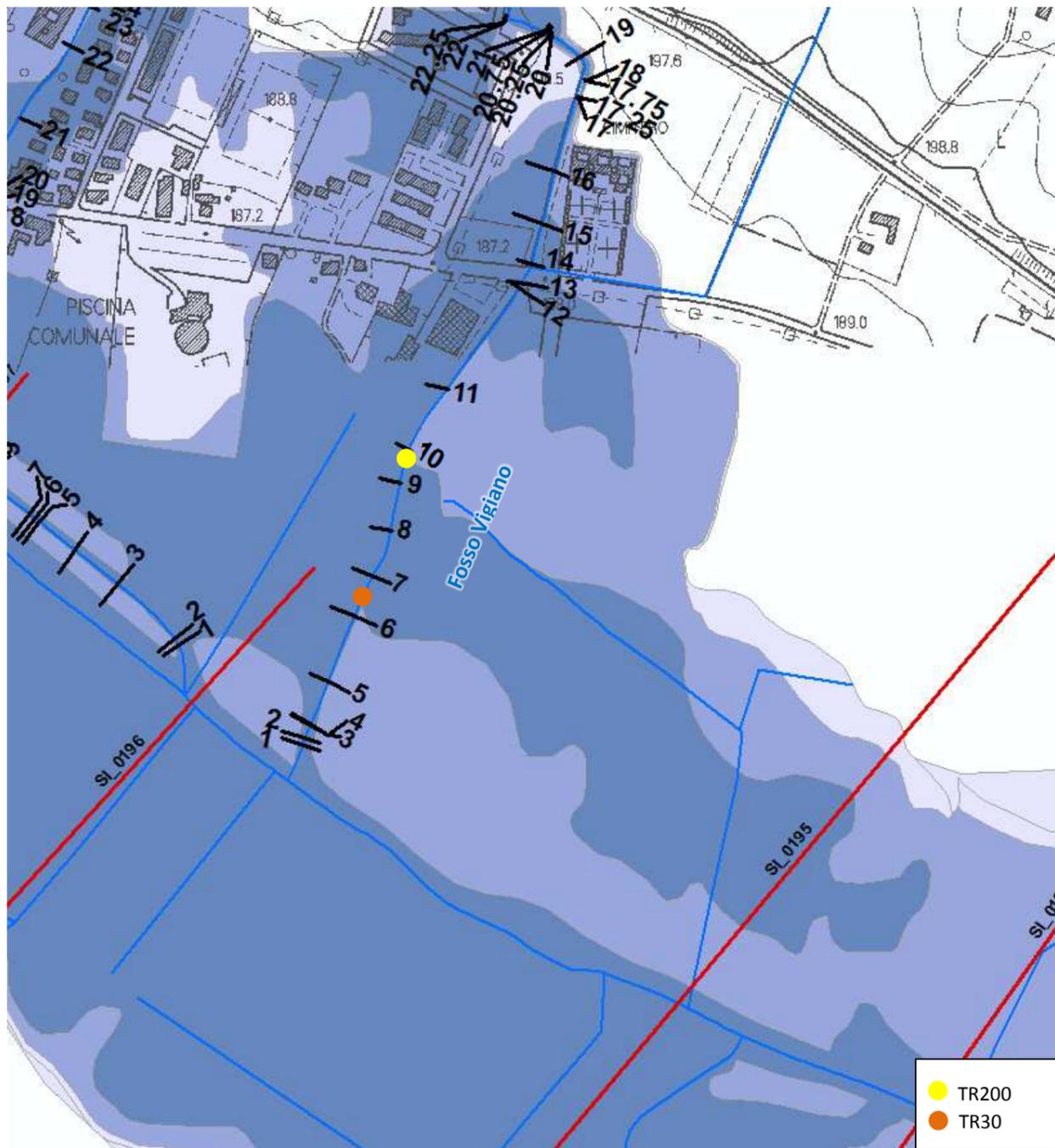
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso Rimorelli per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



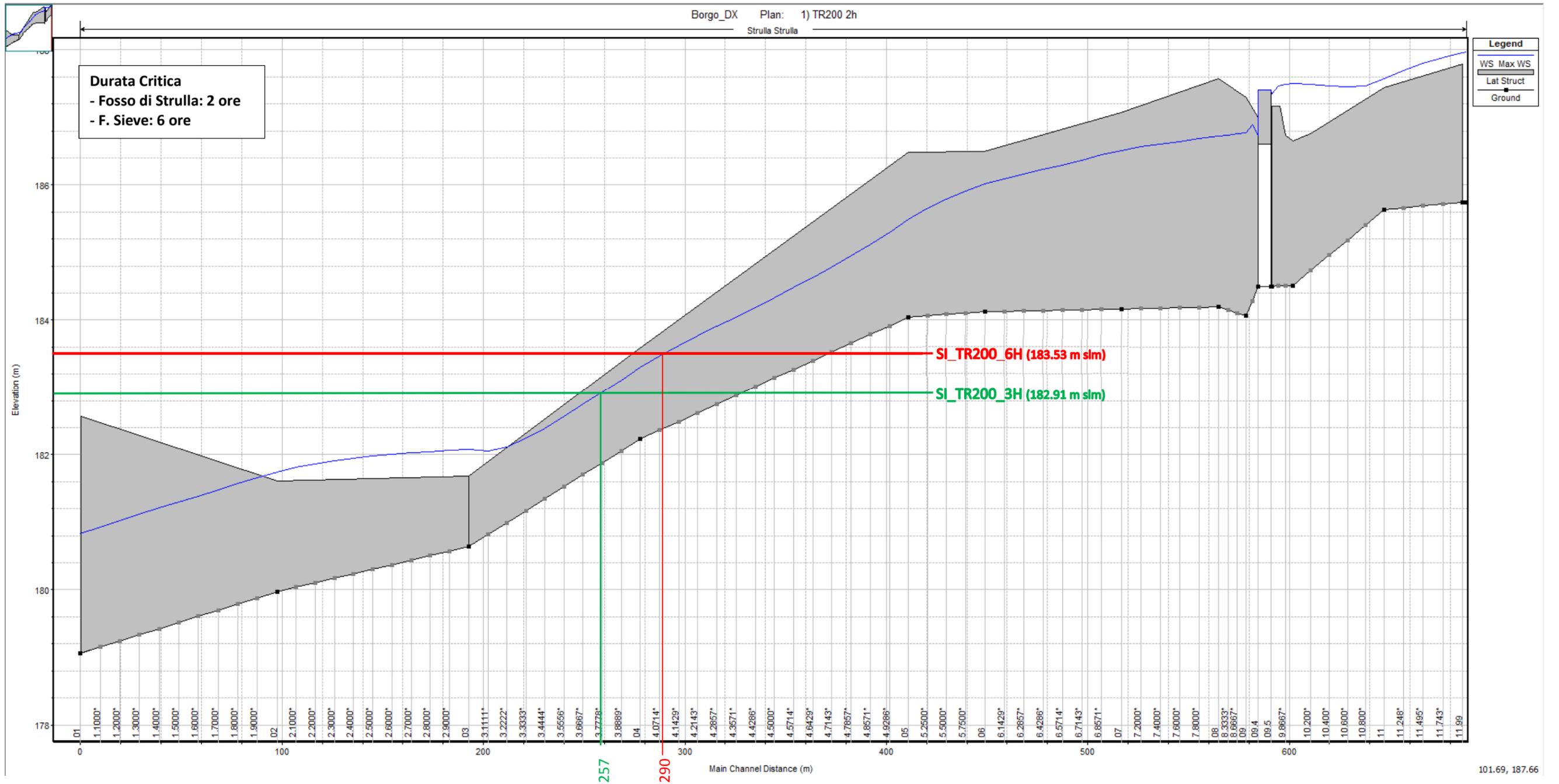
Profilo longitudinale del Fosso Vigiano con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Vigiano per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Vigiano per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



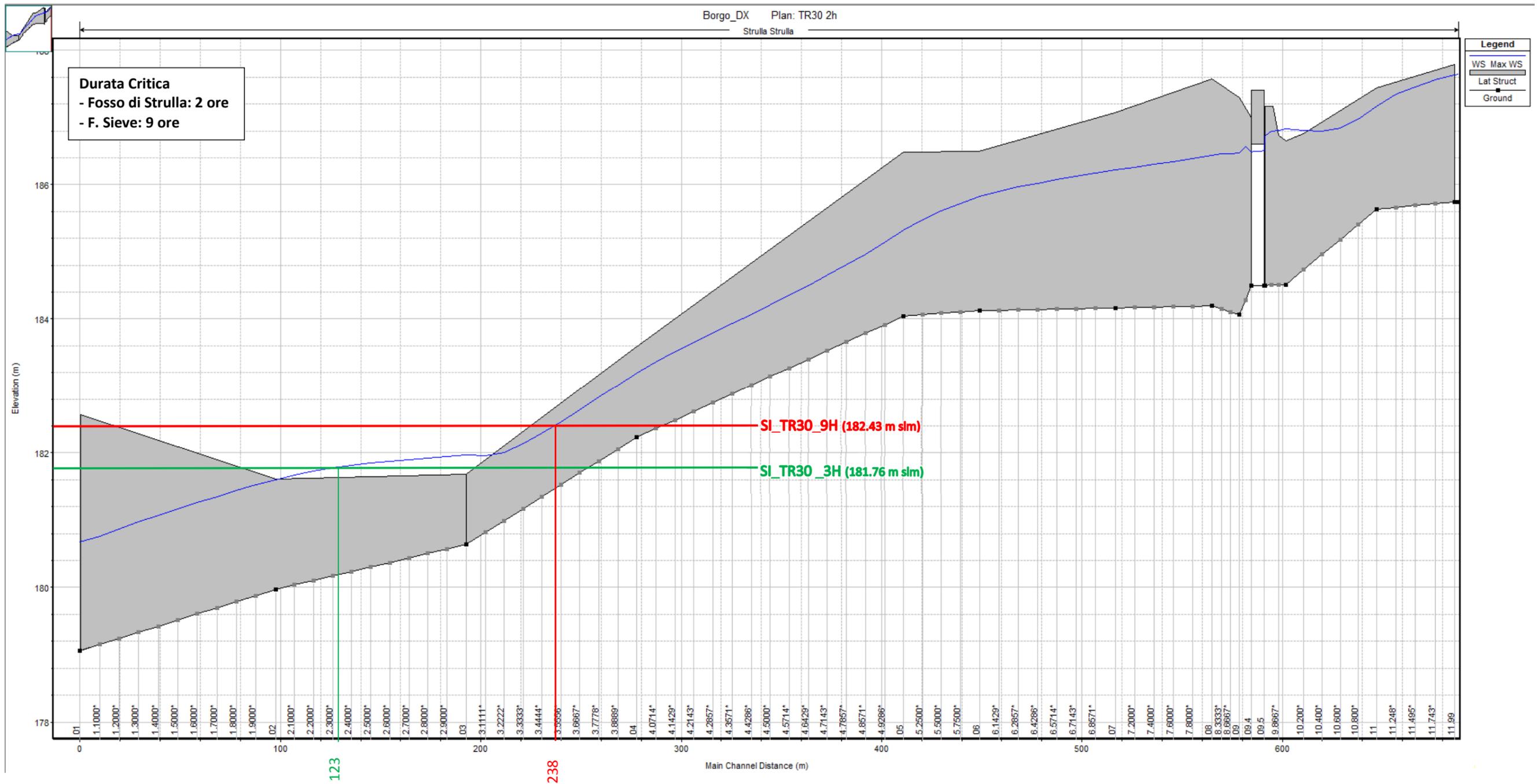
Profilo longitudinale del Fosso Vigiano con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Vigiano per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso Vigiano per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



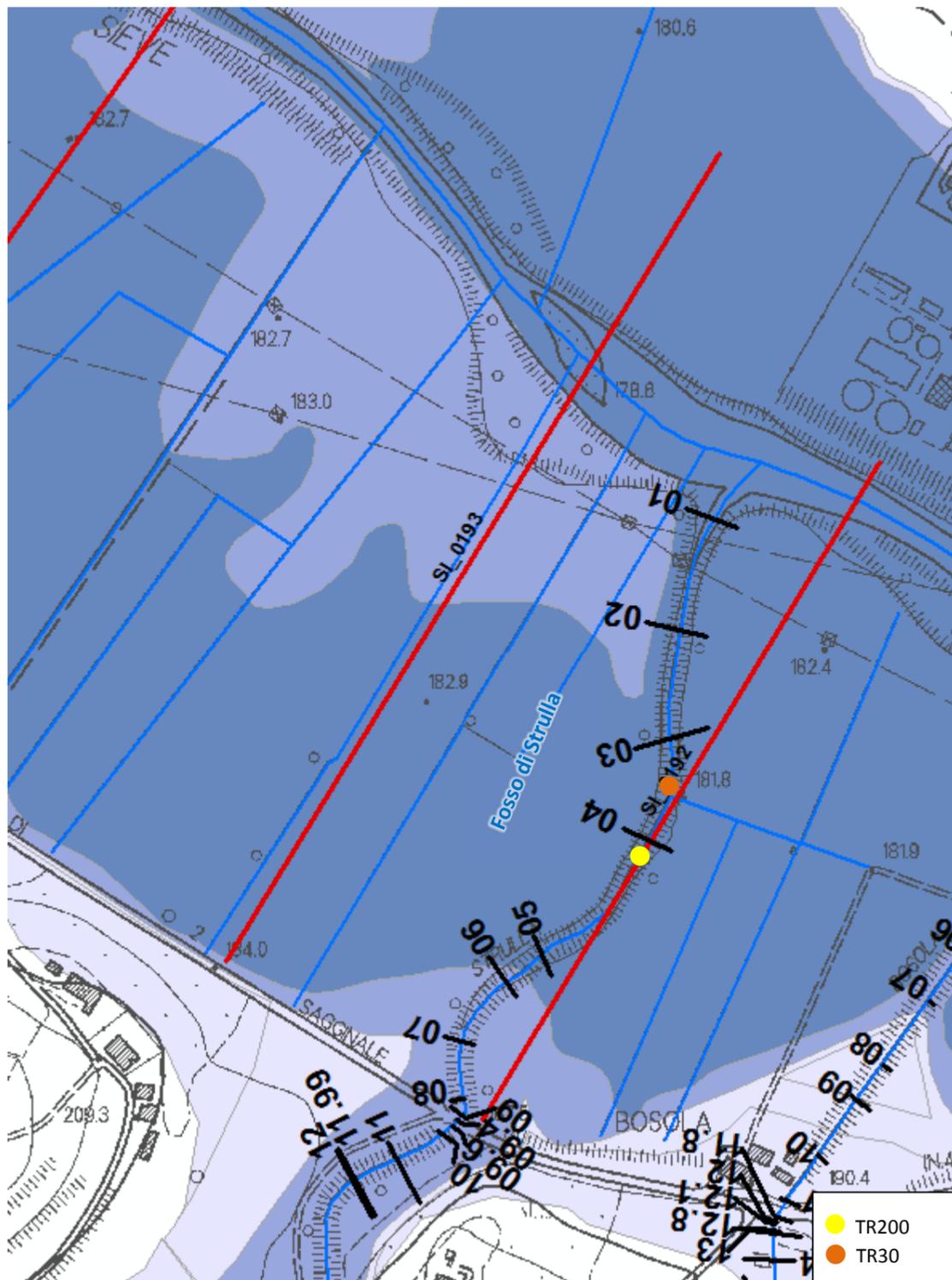
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso Vigiano per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



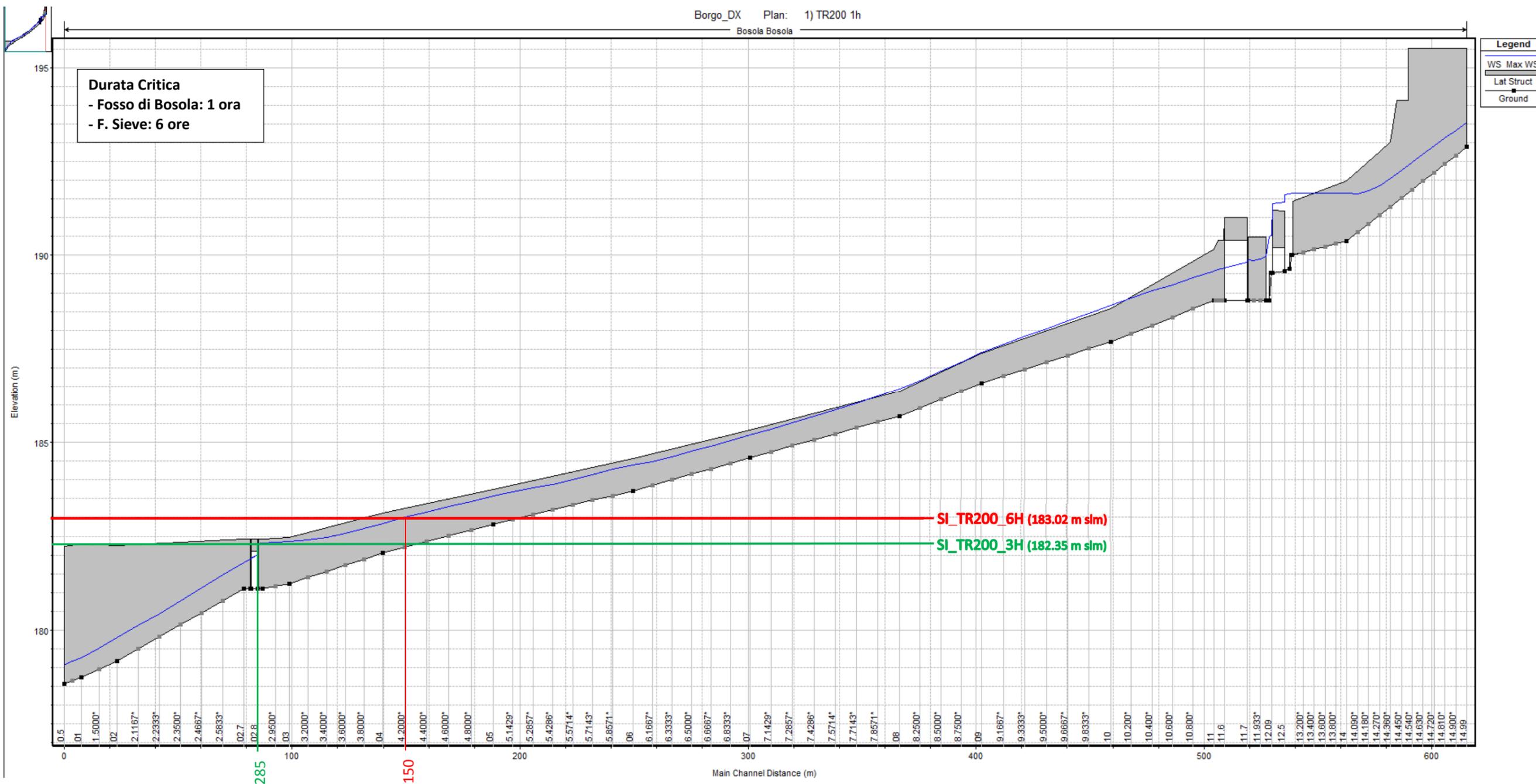
Profilo longitudinale del Fosso di Strulla con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Strulla per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Strulla per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



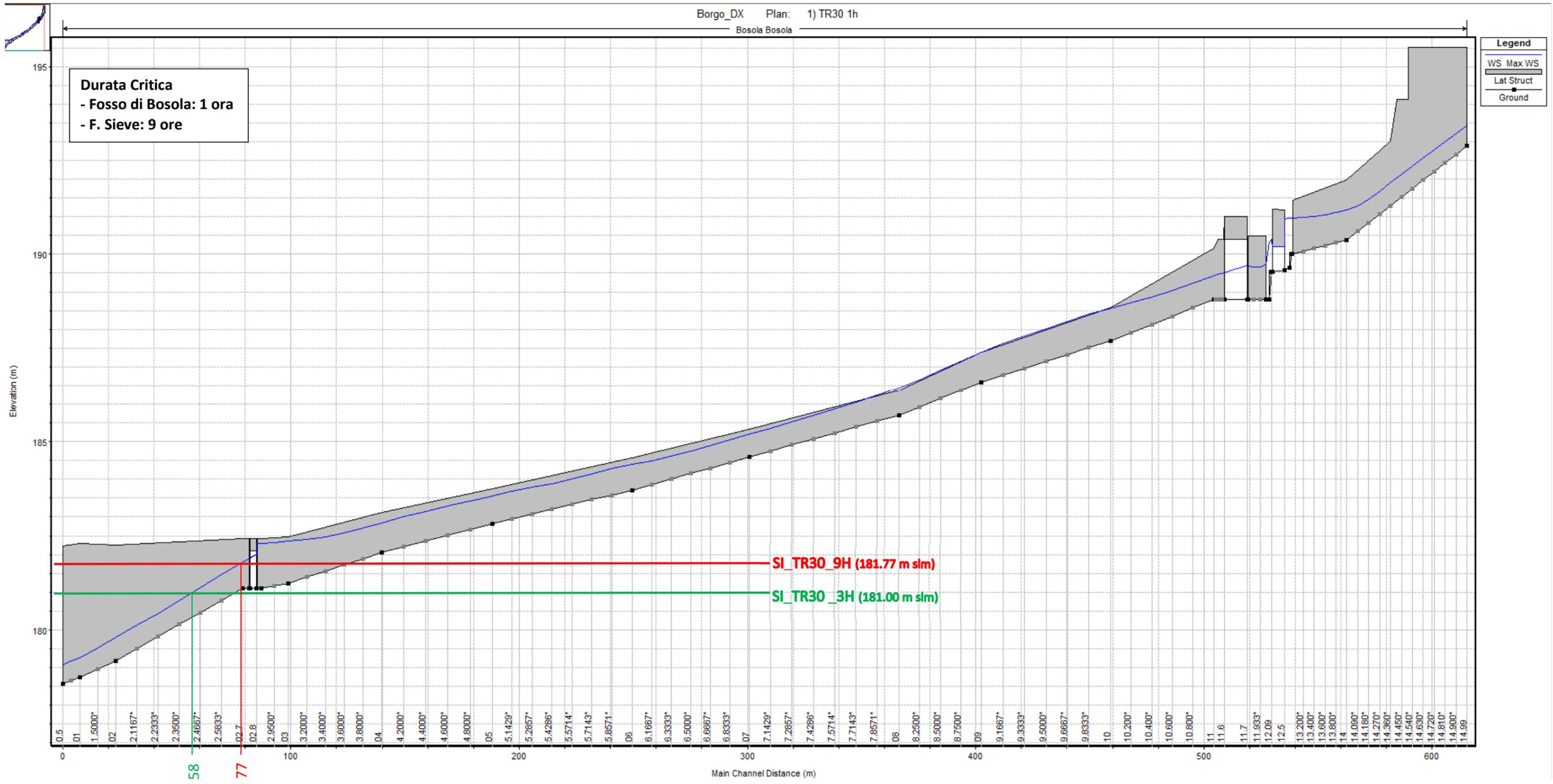
Profilo longitudinale del Fosso di Strulla con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Strulla per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Strulla per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso di Strulla per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



Profilo longitudinale del Fosso di Bosola con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Bosola per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Bosola per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



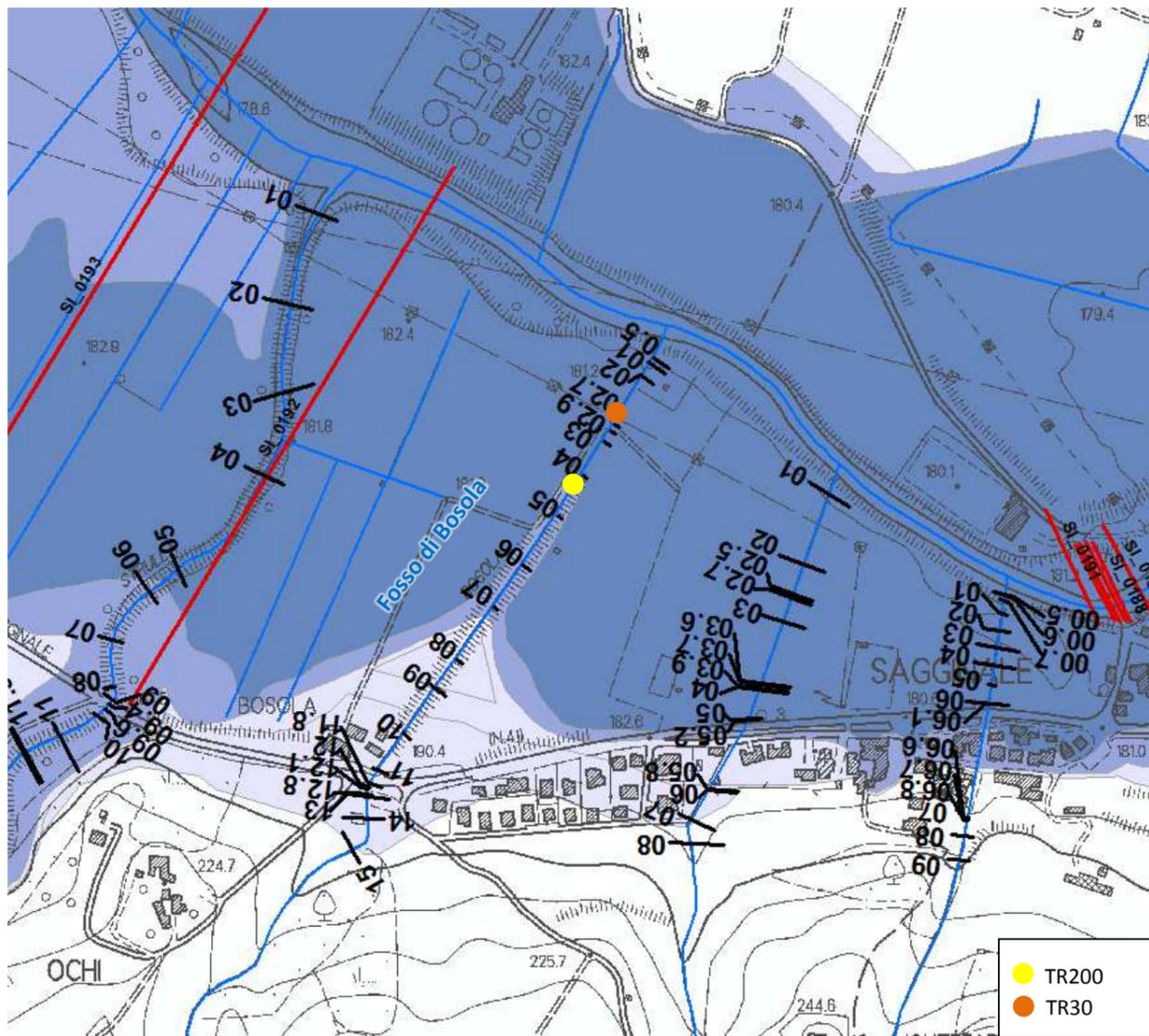
**Durata Critica**  
 - Fosso di Bosola: 1 ora  
 - F. Sieve: 9 ore

**Legend**  
 WS Max WS  
 Lat Struct  
 Ground

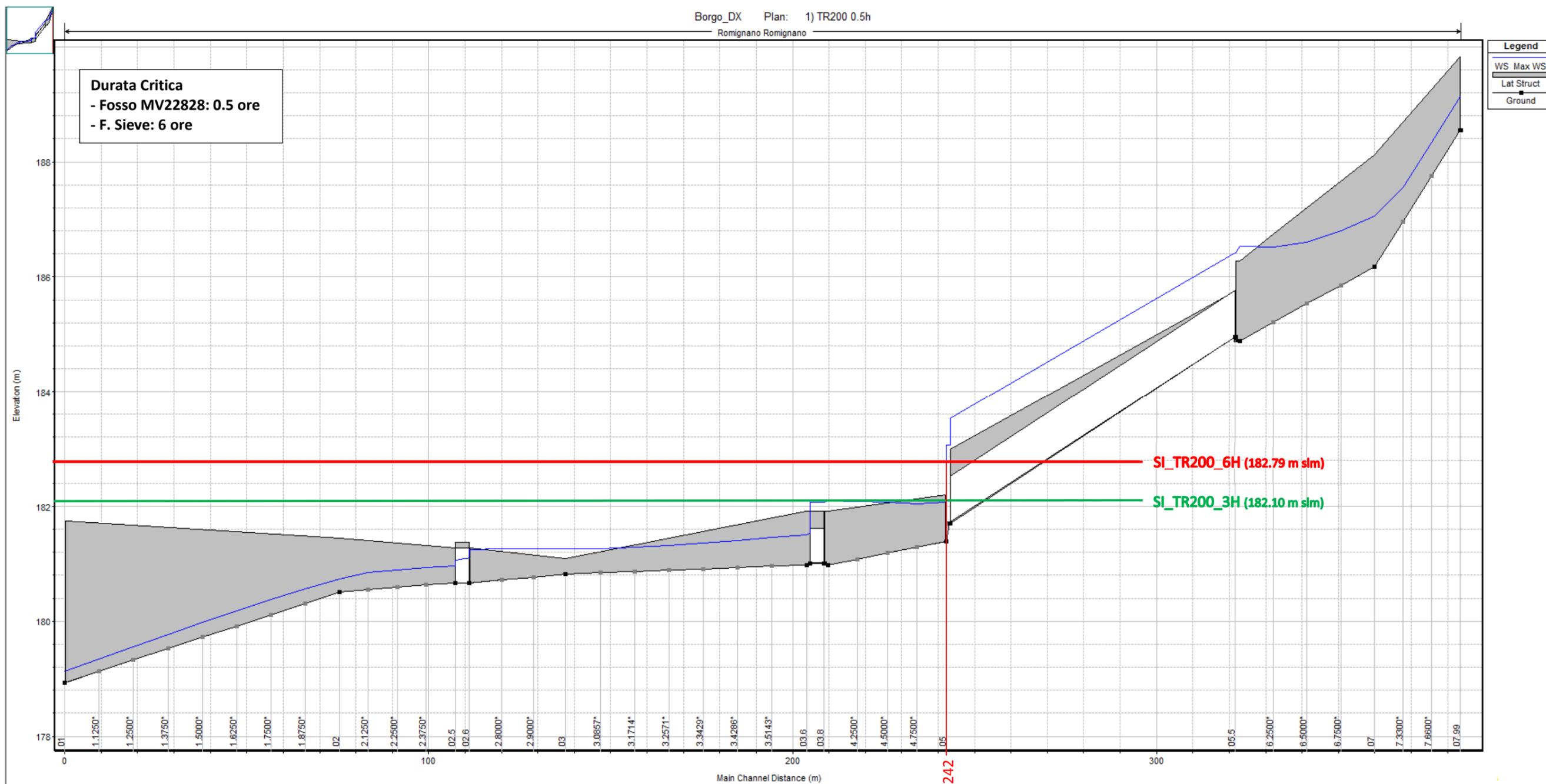
SI\_TR30\_9H (181.77 m slm)

SI\_TR30\_3H (181.00 m slm)

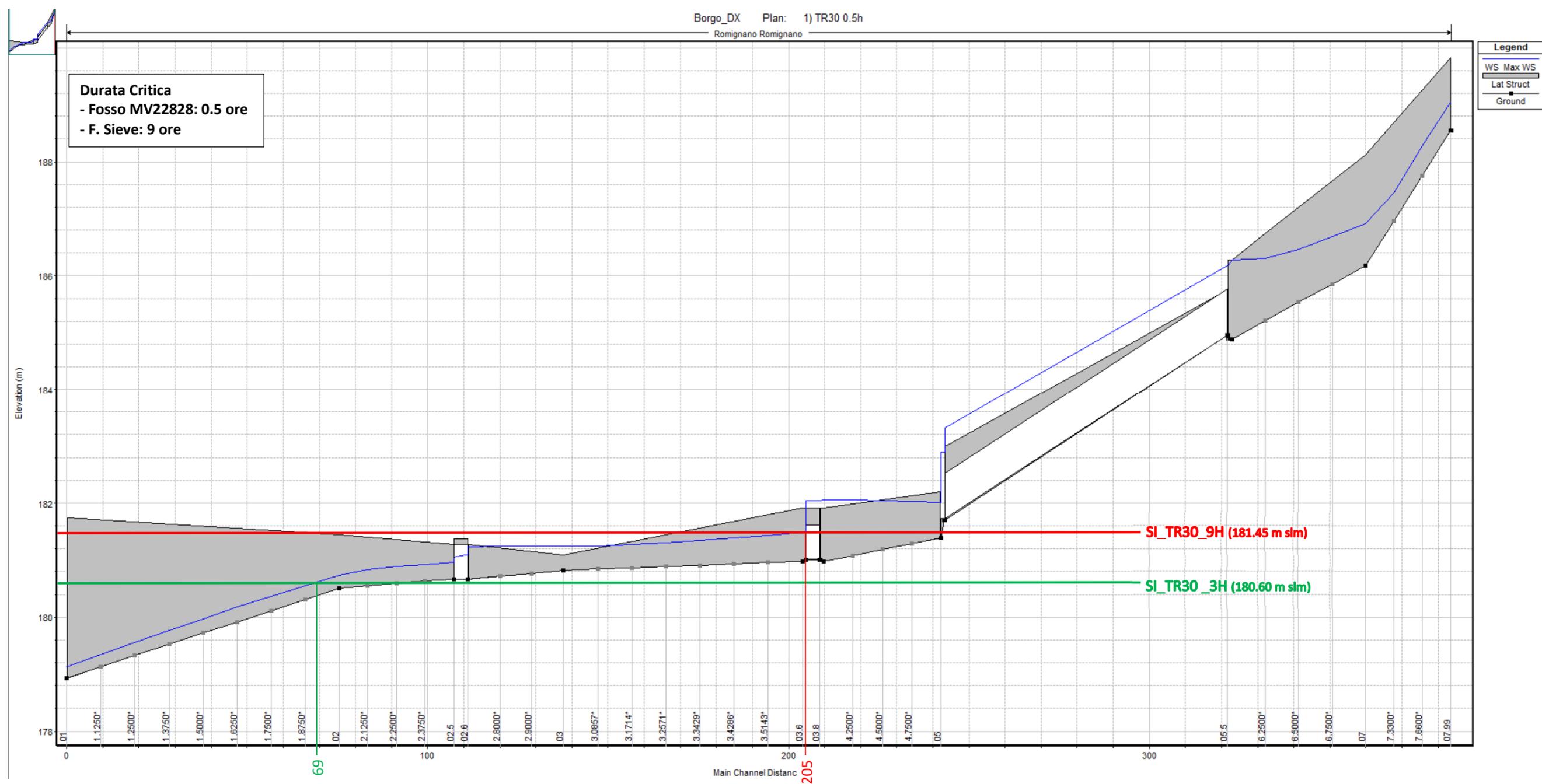
Profilo longitudinale del Fosso di Bosola con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Bosola per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Bosola per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso di Bosola per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



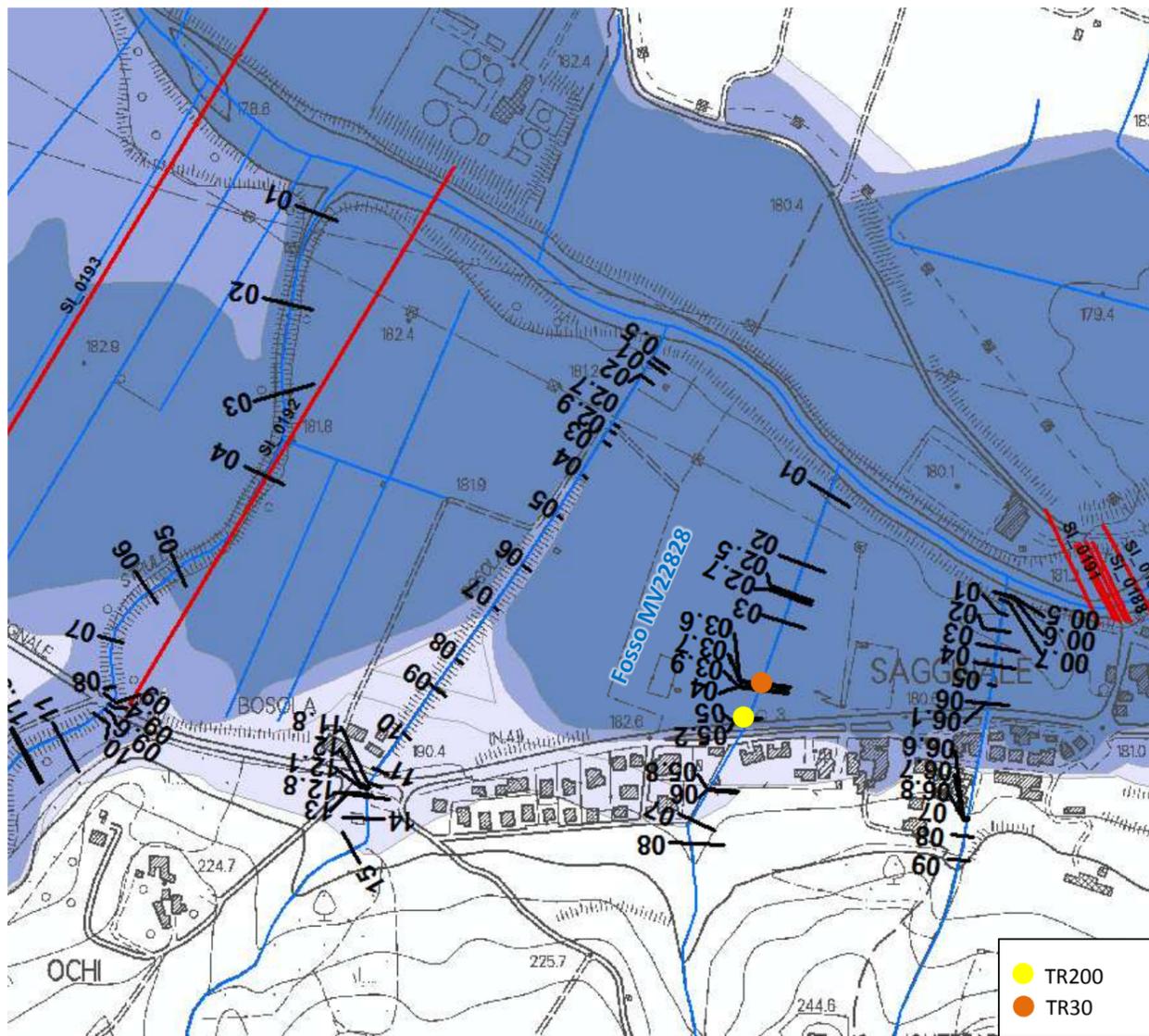
Profilo longitudinale del Fosso MV22828 con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22828 per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22828 per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



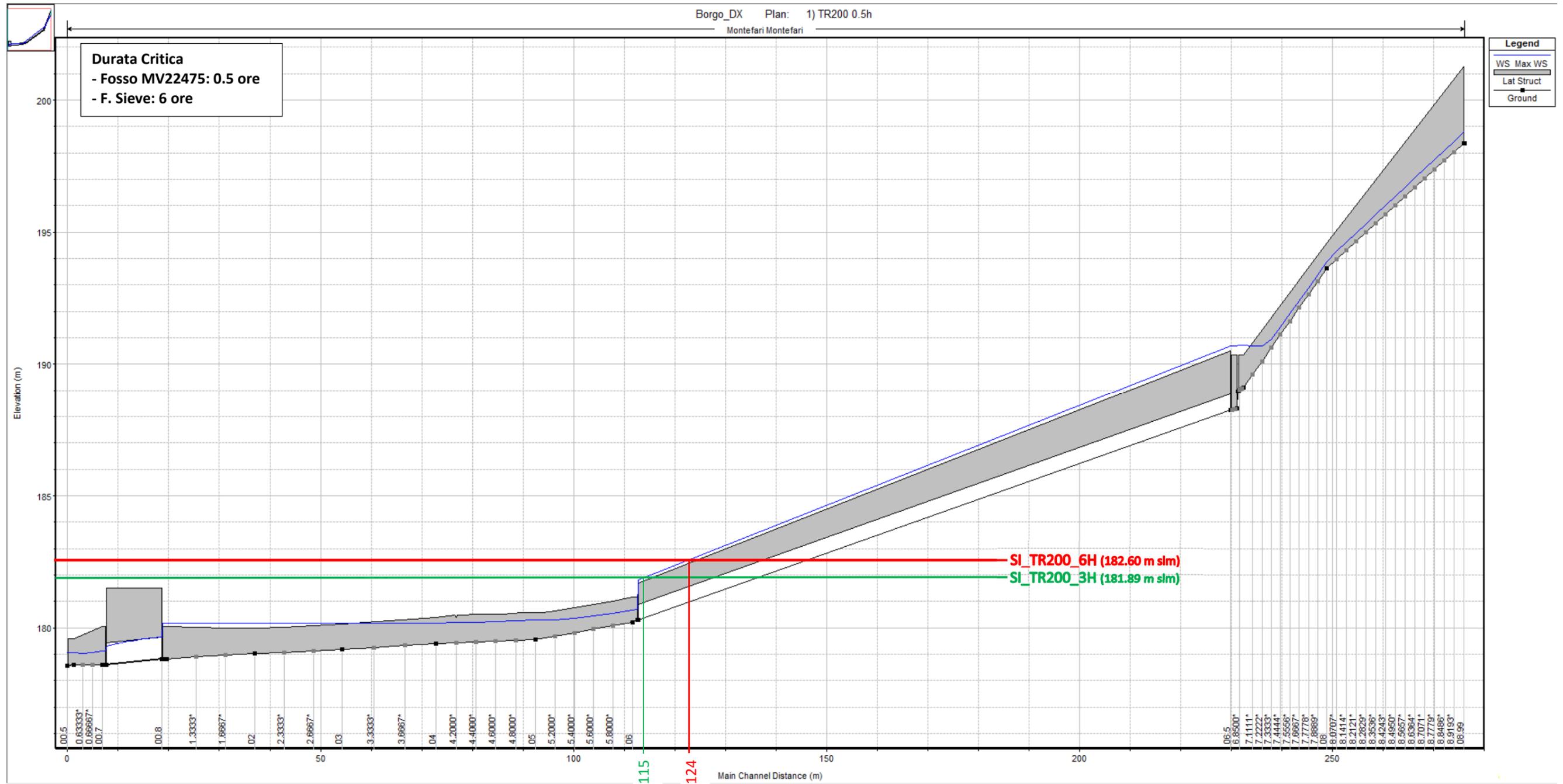
**Durata Critica**  
- Fosso MV22828: 0.5 ore  
- F. Sieve: 9 ore

**Legend**  
WS Max WS  
Lat Struct  
Ground

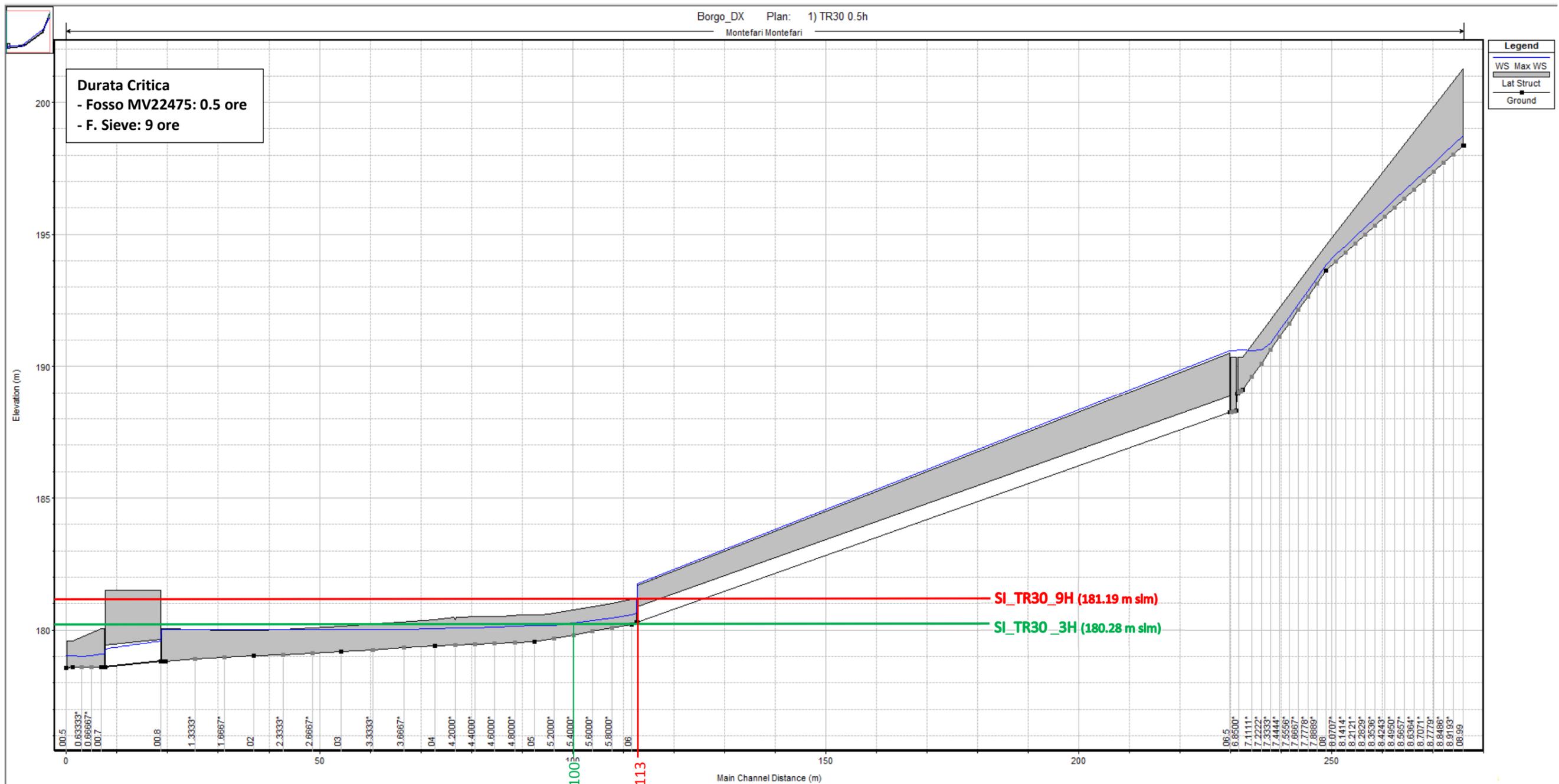
Profilo longitudinale del Fosso MV22828 con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22828 per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22828 per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



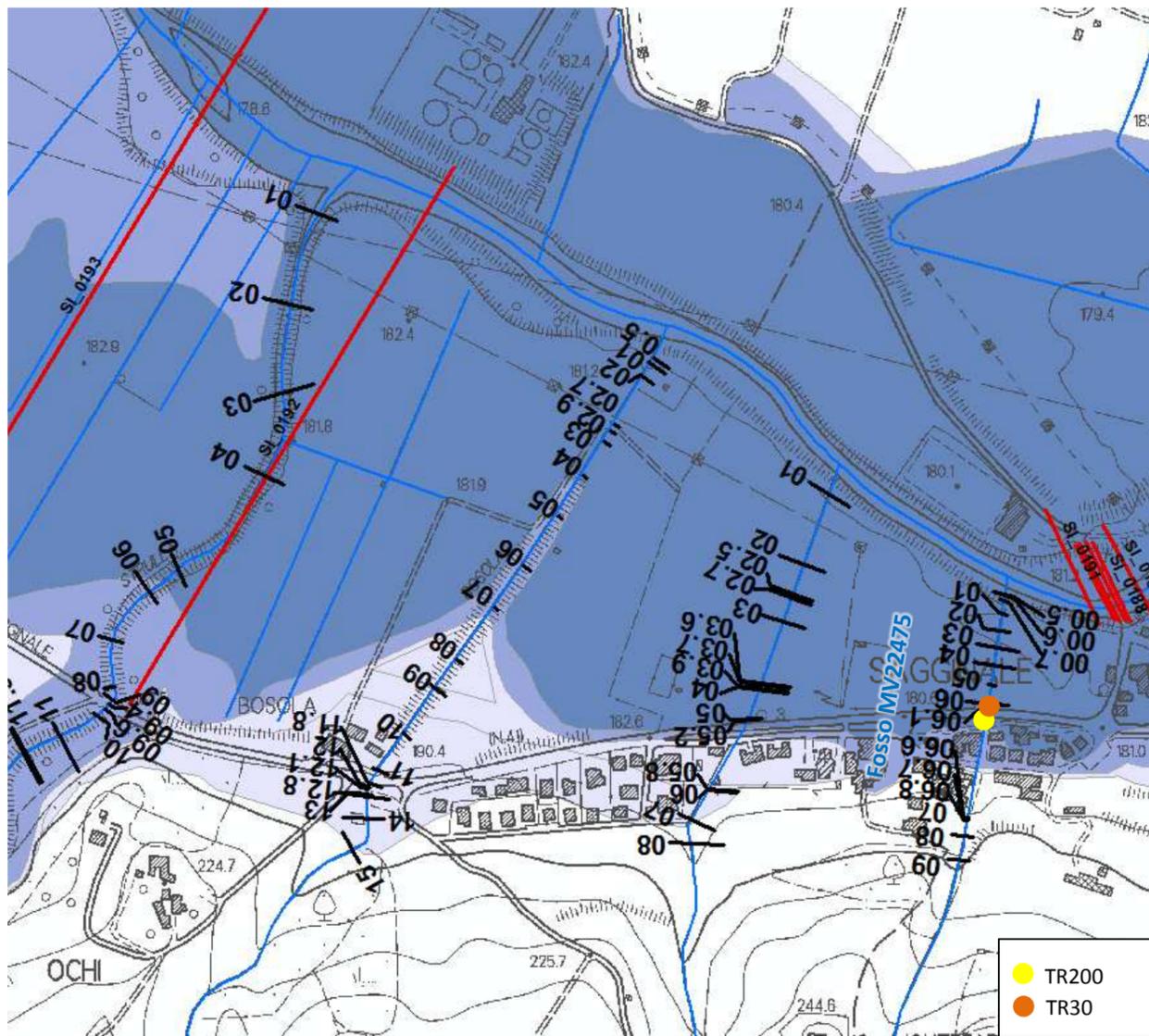
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso MV22828 per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



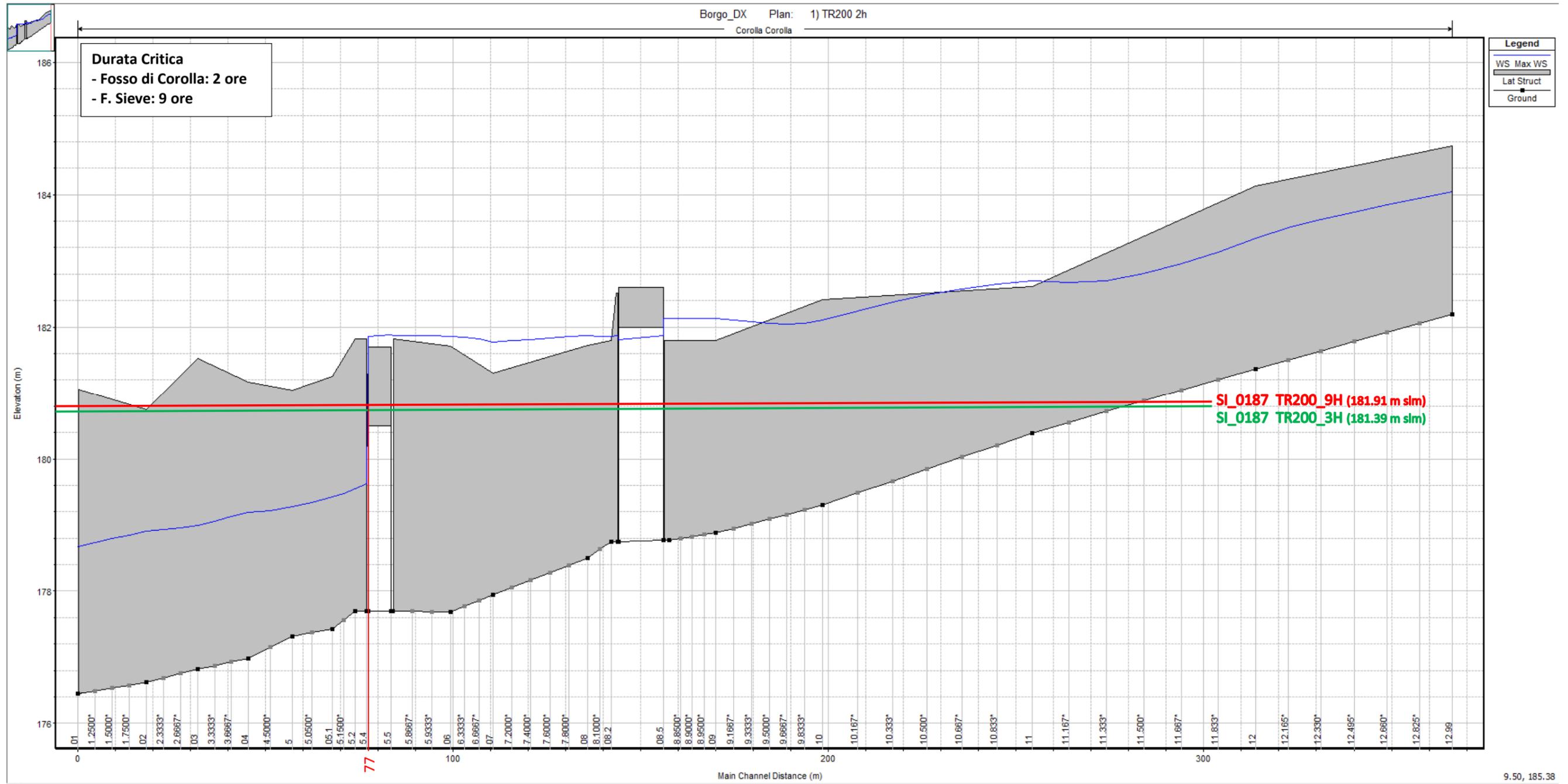
Profilo longitudinale del Fosso MV22475 con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22475 per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 6H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22475 per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



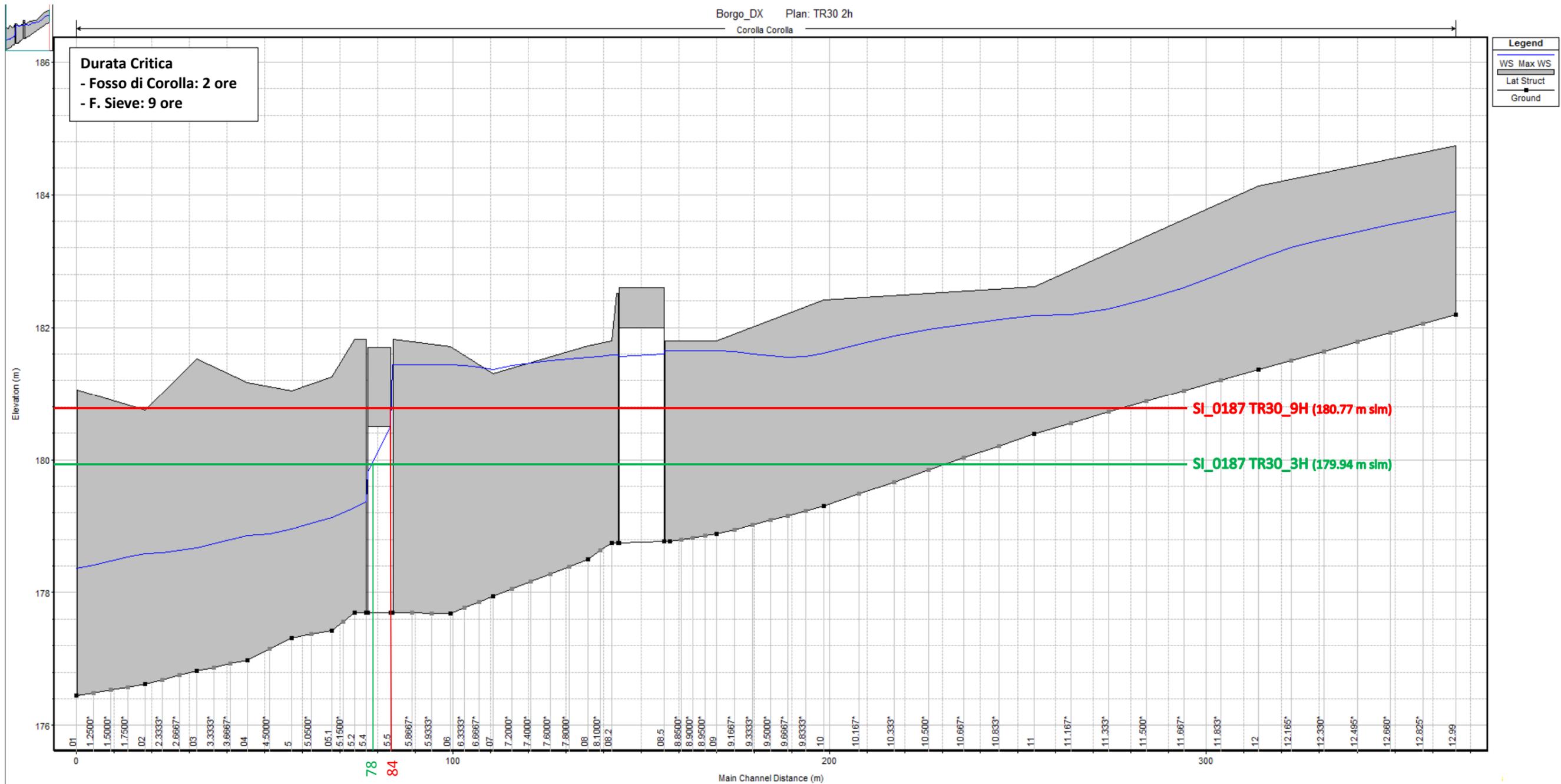
Profilo longitudinale del Fosso MV22475 con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22475 per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso MV22475 per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



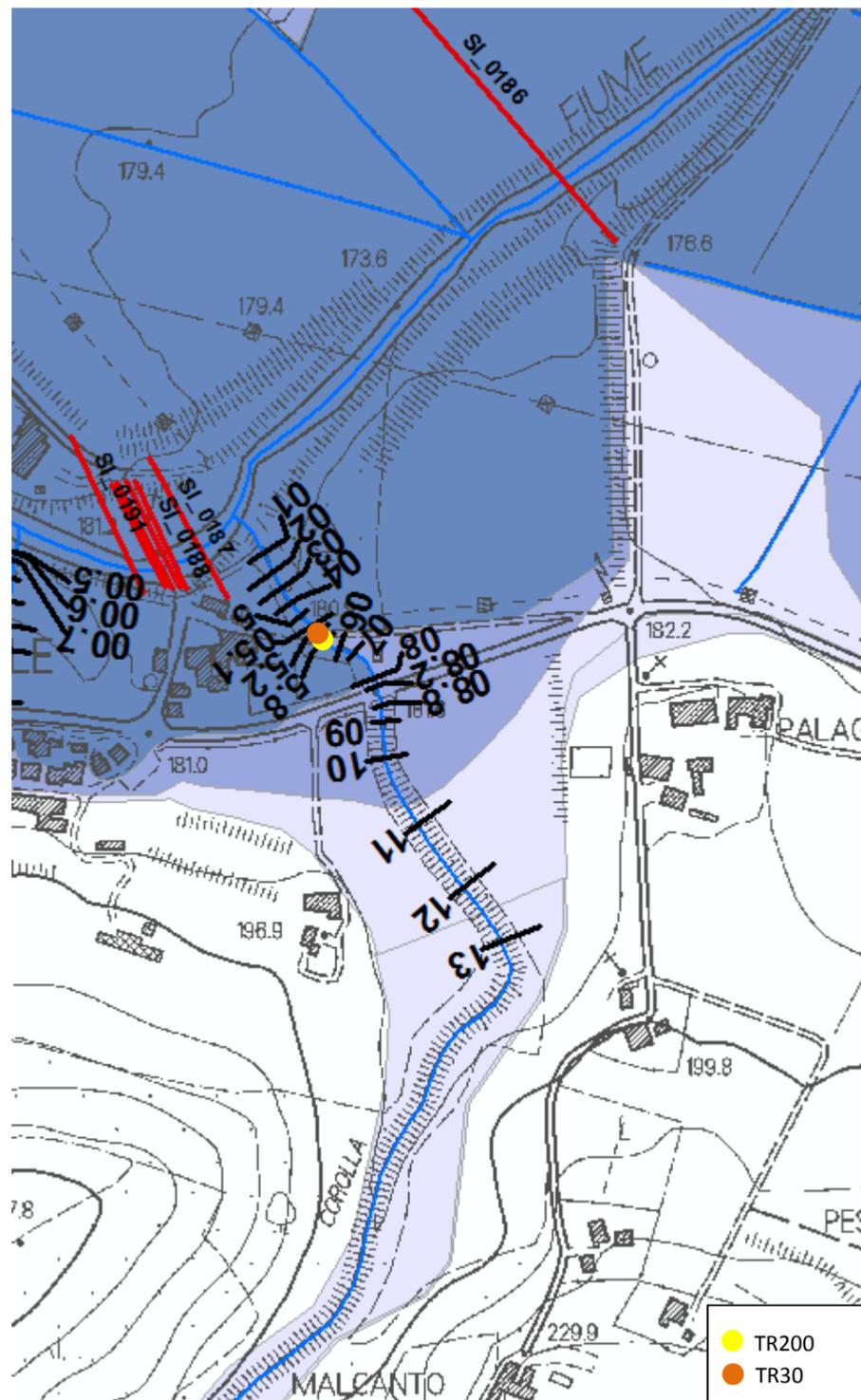
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso MV22475 per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



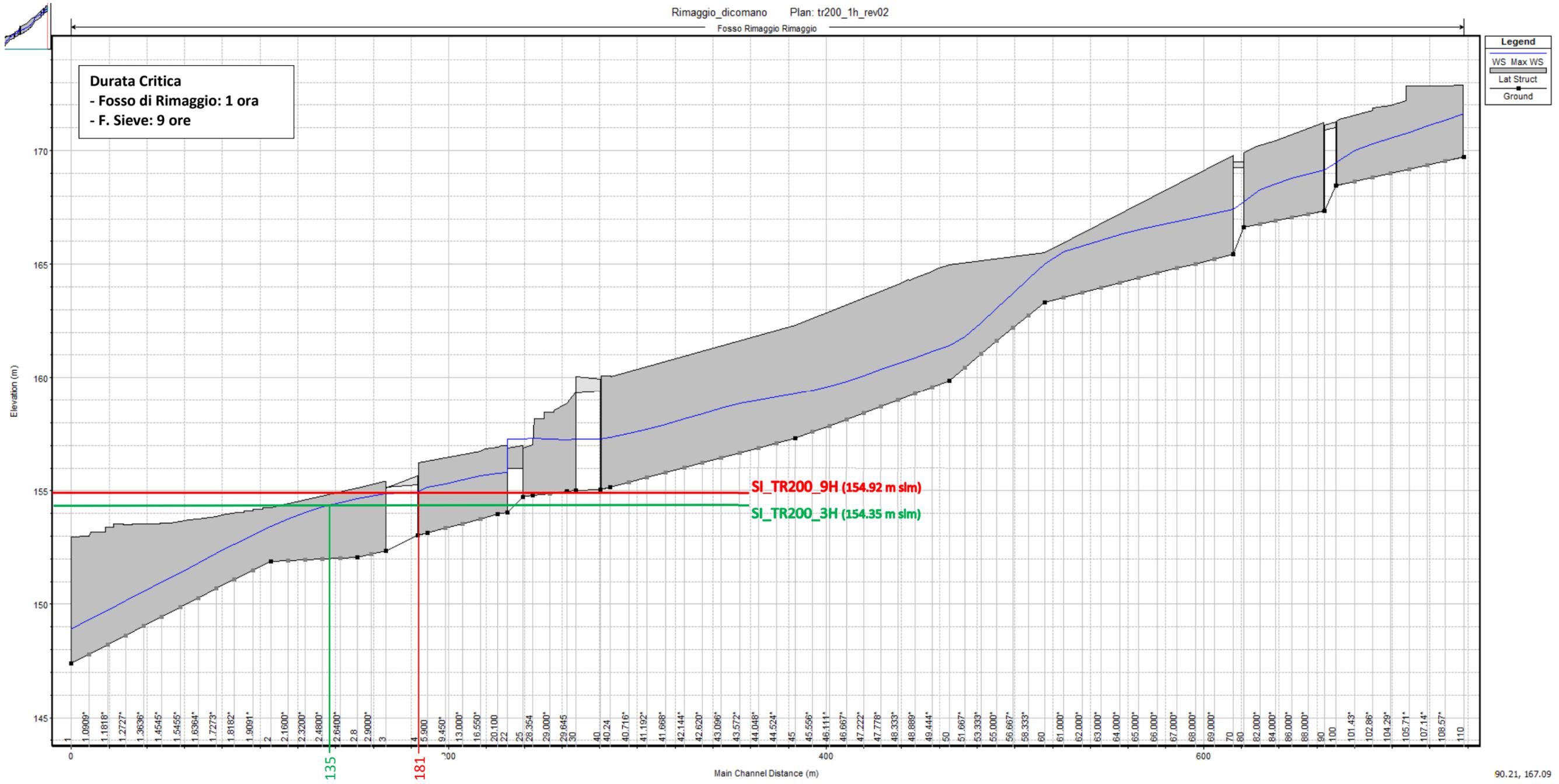
Profilo longitudinale del Fosso di Corolla con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Corolla per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Corolla per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



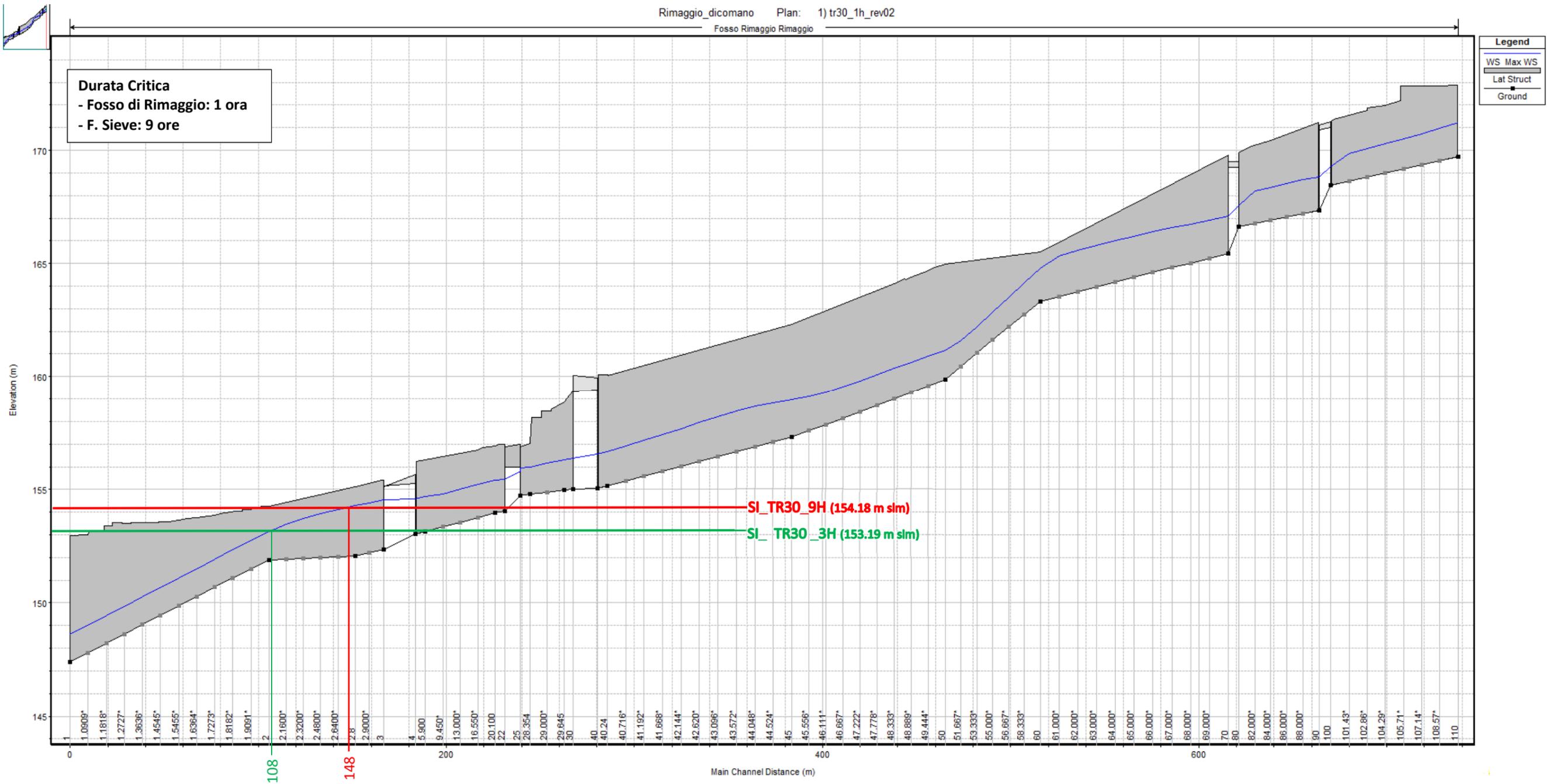
Profilo longitudinale del Fosso di Corolla con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Corolla per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Corolla per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



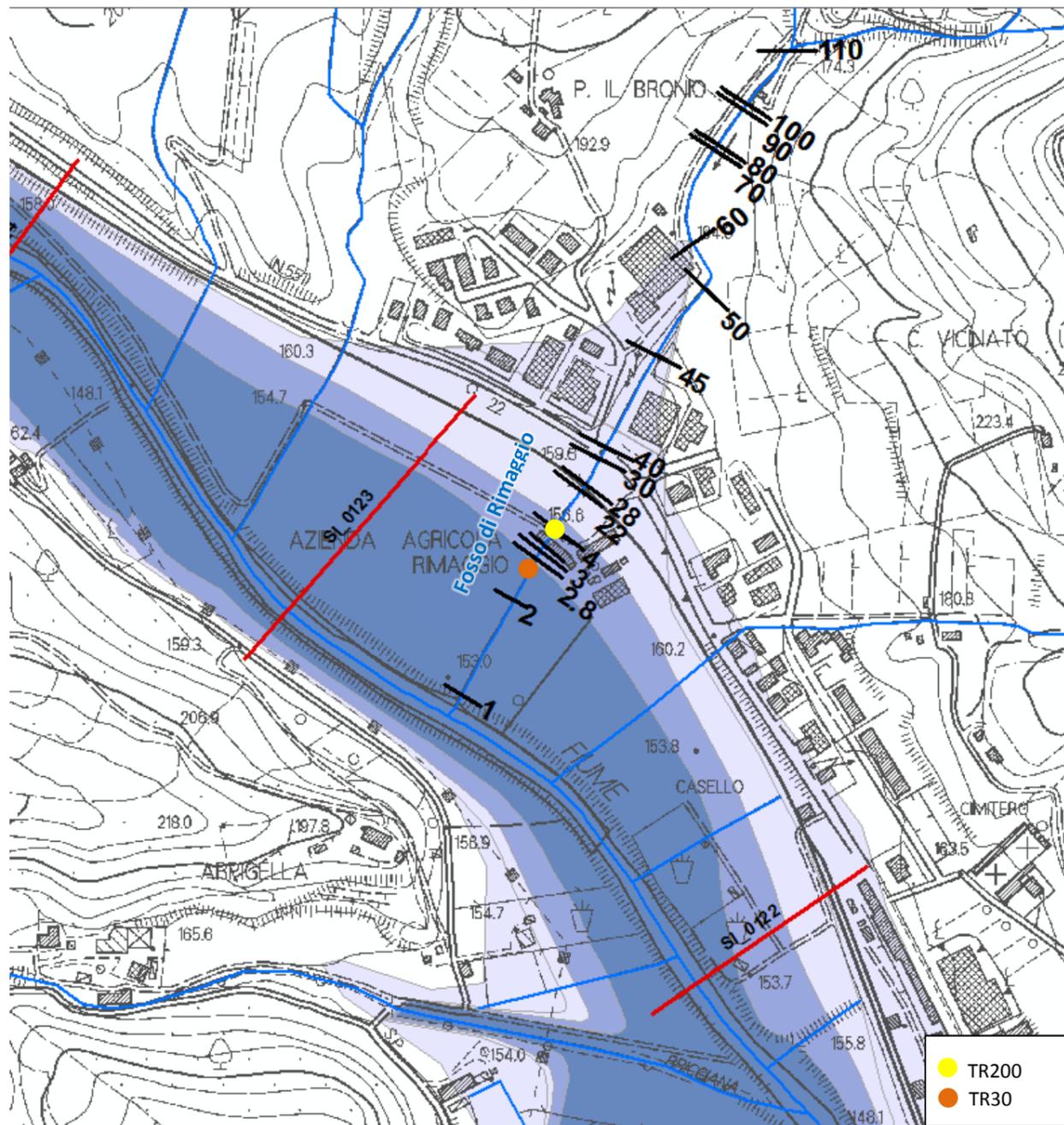
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso di Corolla per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



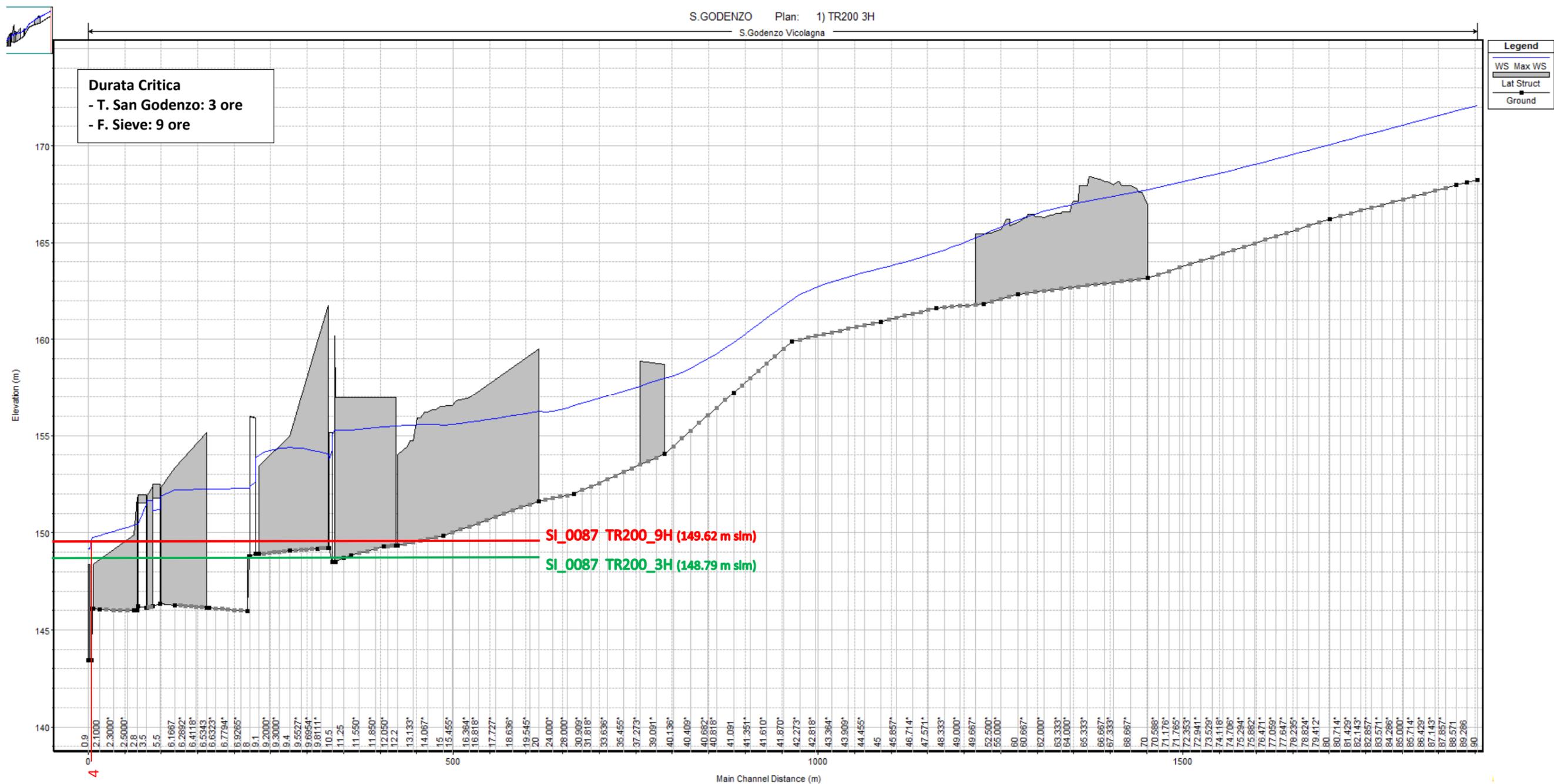
Profilo longitudinale del Fosso di Rimaggio con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Rimaggio per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Rimaggio per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



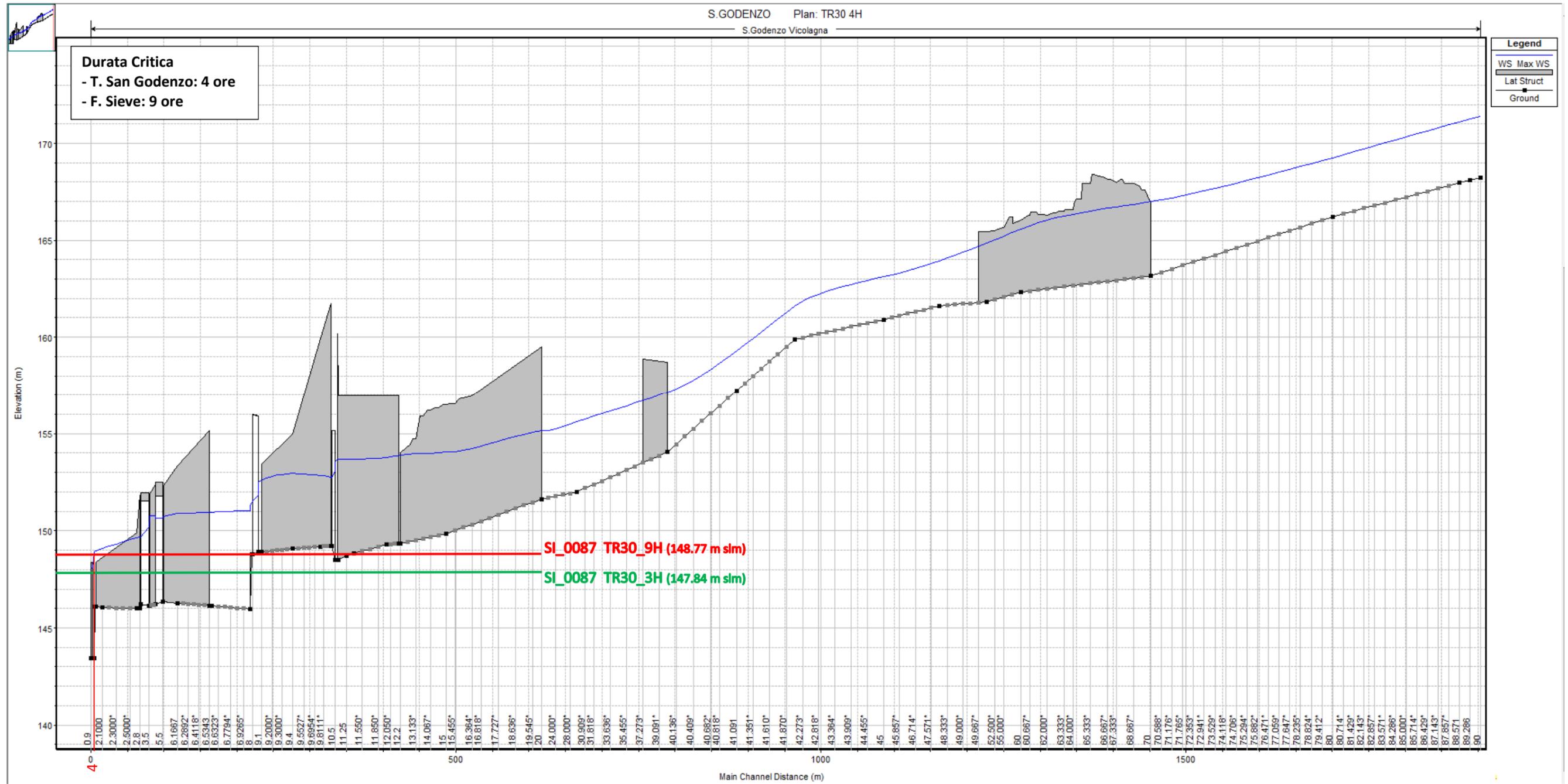
Profilo longitudinale del Fosso di Rimaggio con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Rimaggio per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Rimaggio per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



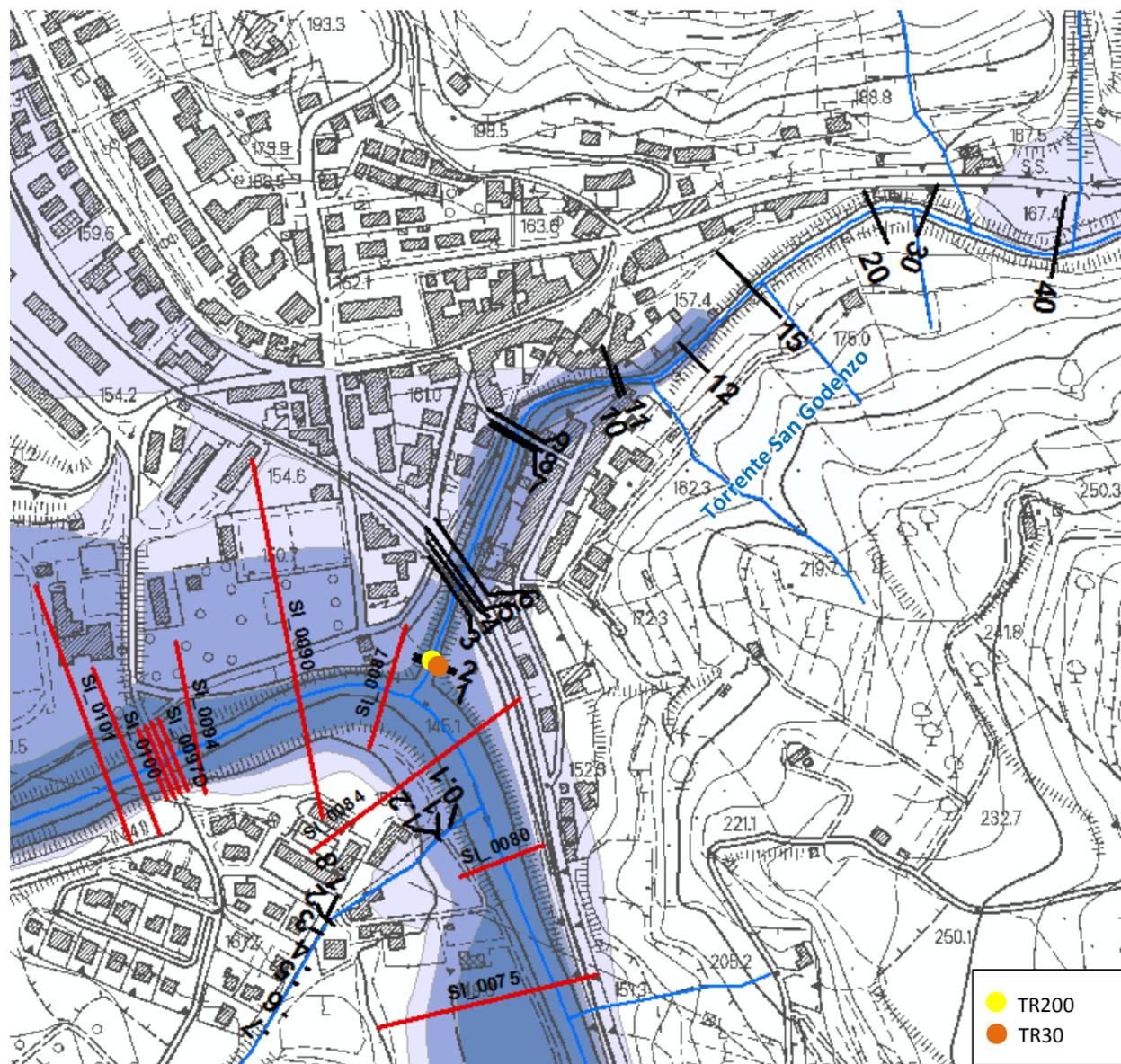
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Fosso di Rimaggio per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



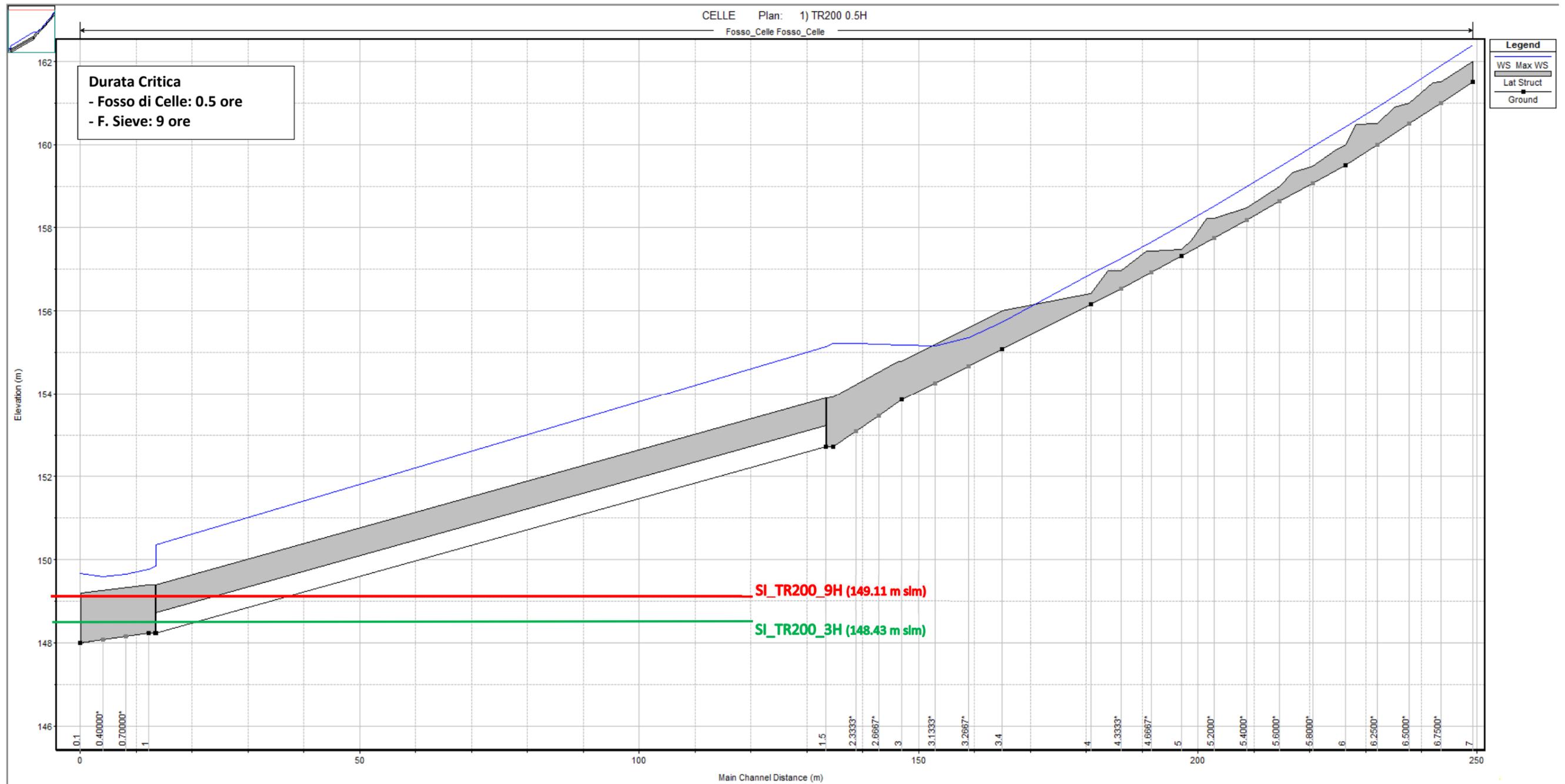
Profilo longitudinale del Torrente San Godenzo con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente San Godenzo per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente San Godenzo per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



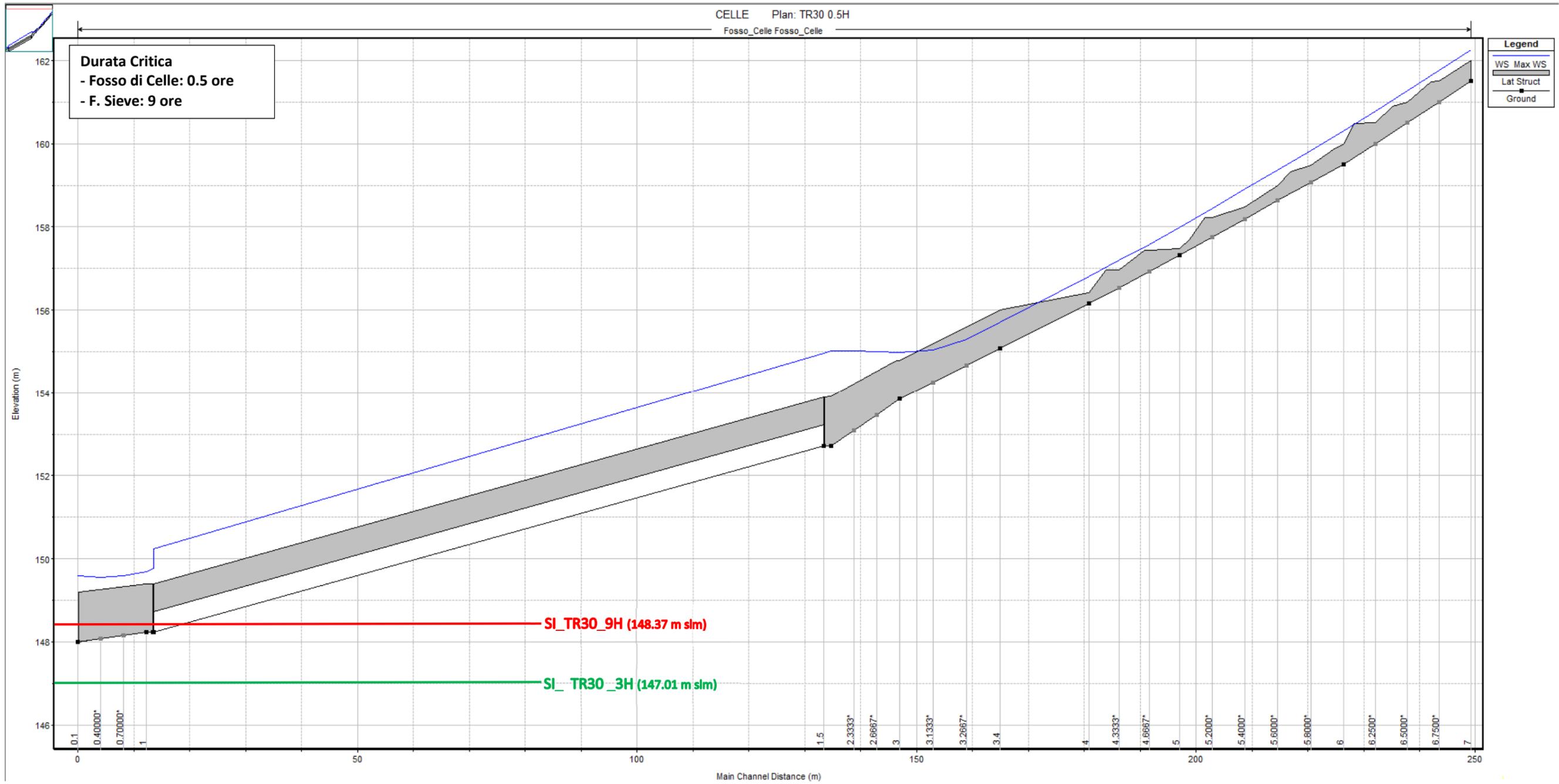
Profilo longitudinale del Torrente San Godenzo con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente San Godenzo per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente San Godenzo per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



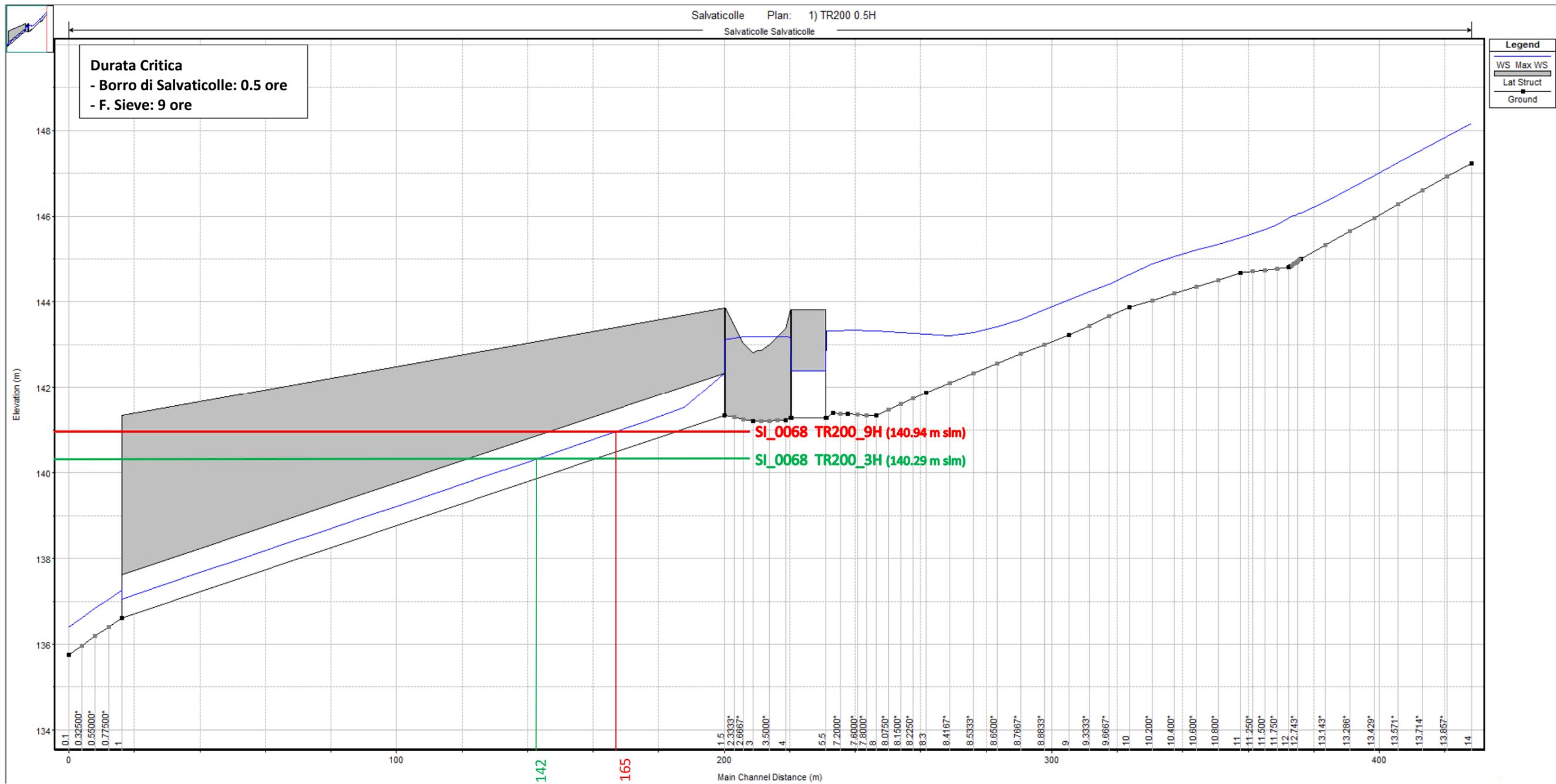
Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Torrente San Godenzo per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



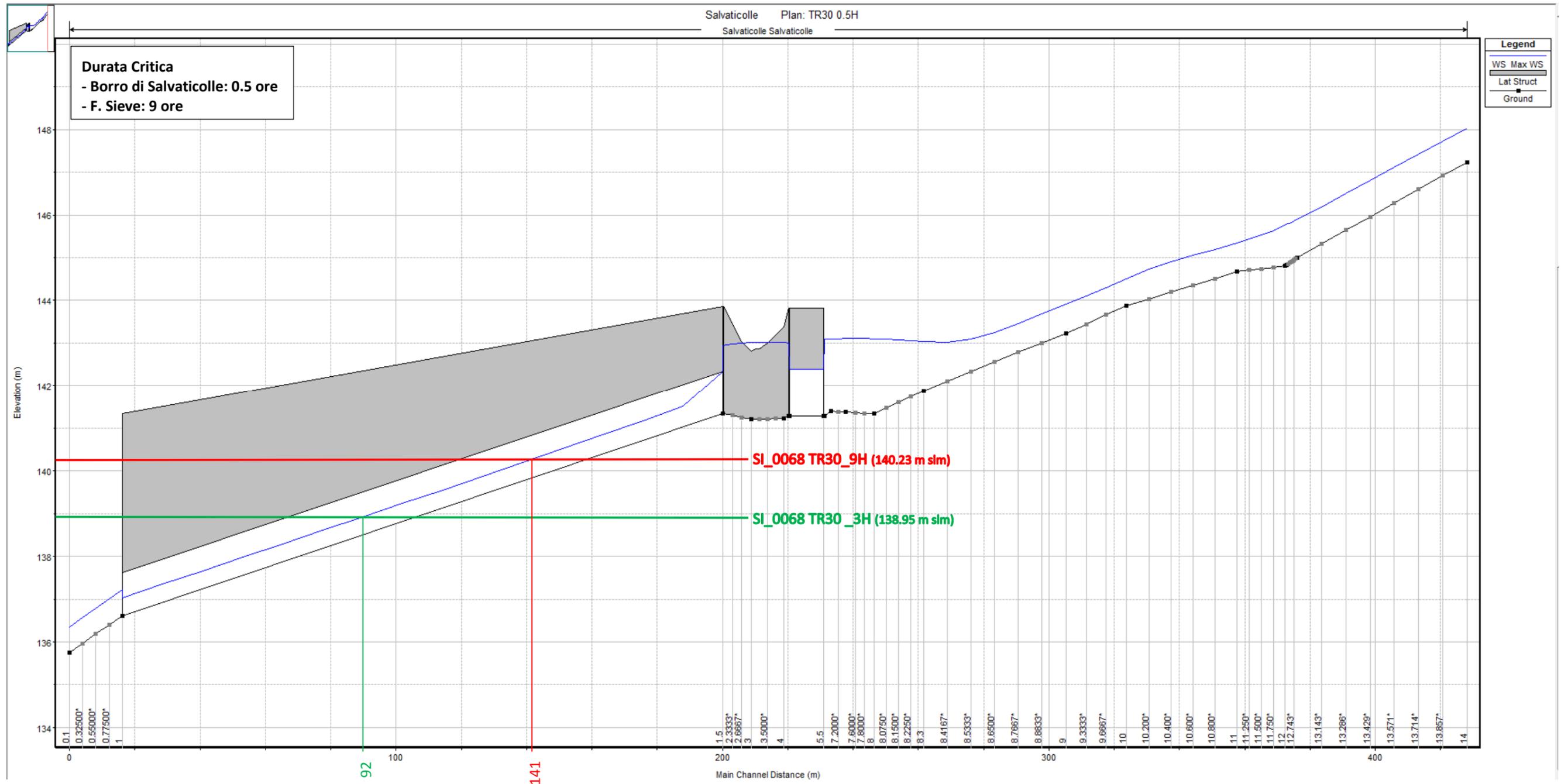
Profilo longitudinale del Fosso di Celle con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Celle per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Celle per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



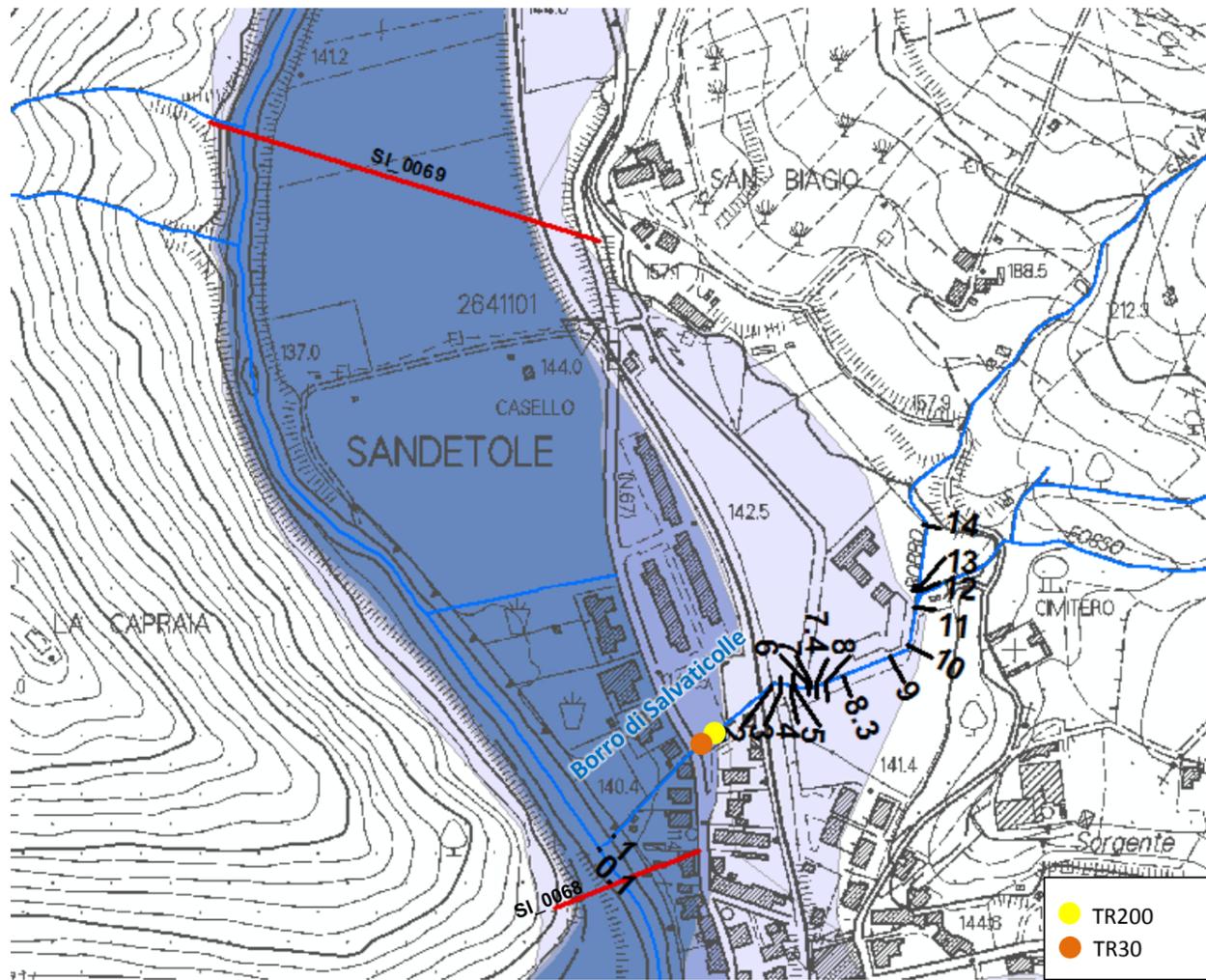
Profilo longitudinale del Fosso di Celle con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Celle per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Fosso di Celle per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



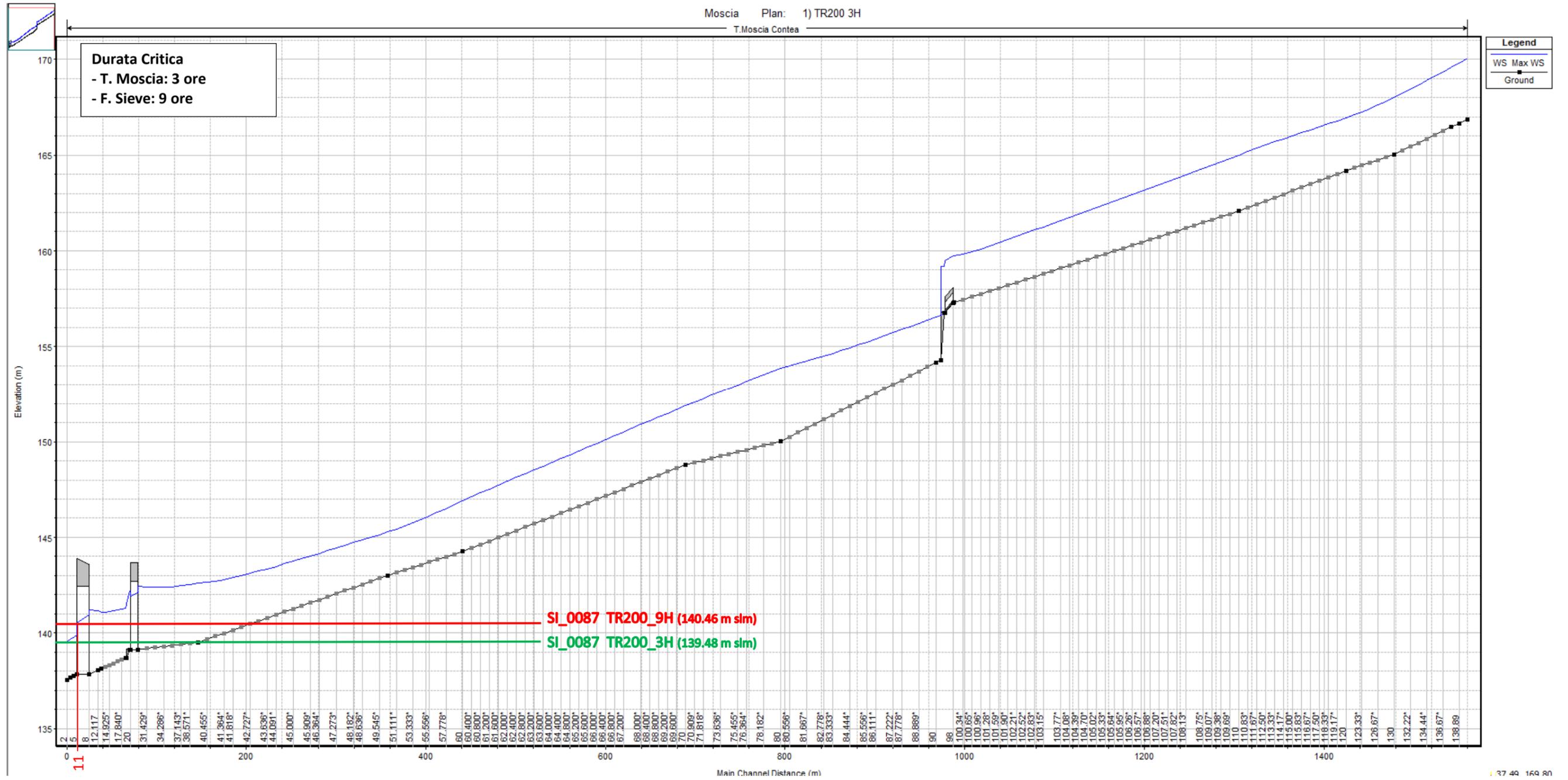
Profilo longitudinale del Borro di Salvaticolle con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Borro di Salvaticolle per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bosso per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



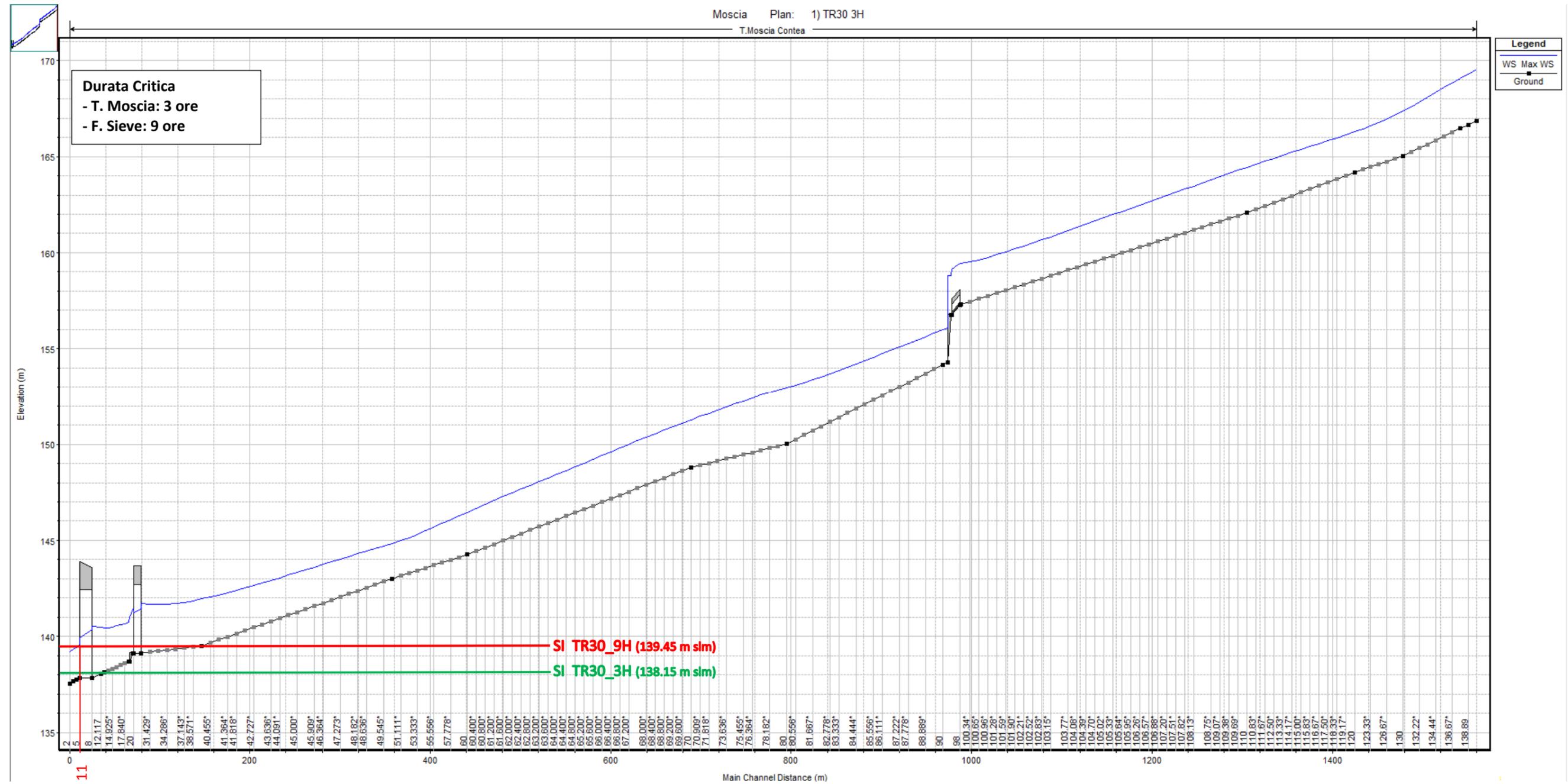
Profilo longitudinale del Borro di Salvaticolle con evidenziata in grigio la sponda in destra idraulica. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Borro di Salvaticolle per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Bosso per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.



Ubicazione planimetrica qualitativa del punto di intersezione tra il massimo livello della Sieve e il profilo massimo del Borro di Salvaticolle per TR = 200 anni (pallino giallo) e TR = 30 anni (pallino arancione).



Profilo longitudinale del Torrente Moscia. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Moscia per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Moscia per TR = 200 anni e durata di pioggia pari a 3H.



Profilo longitudinale del Torrente Moscia. In rosso si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Moscia per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 9H; in verde si riporta il massimo livello del Fiume Sieve in corrispondenza dell'immissione del Torrente Moscia per TR = 30 anni e durata di pioggia pari a 3H.

