

**COMUNE DI BRESCIA** - *Assessorato all'Urbanistica e Pianificazione per lo sviluppo sostenibile - Area Pianificazione urbana e Mobilità - Settore Urbanistica*

SINDACO

*Dott. Emilio Del Bono*

ASSESSORE

*Prof. Ing. Michela Tiboni*

DIRIGENTE

*Arch. Gianpiero Ribolla*

UFFICIO DI PIANO

*Arch. Fabio Gavazzi*

*Arch. Laura Treccani*

CONSULENTI

*Dott. Geol. Davide Gasparetti*

*Dott. Geol. Gianantonio Quassoli*

*Ing. Giuseppe Rossi*

**ADEGUAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT AL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.)** *(D.G.R. 19 GIUGNO 2017 N. 9/6738)*



**V.I.-ALALL  
04L-01D**

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA  
(MELLA NORD)**

*Scala*

*Data*

**GENNAIO 2018**

Elaborazioni eseguite mediante l'uso di dati geografici ottenuti tramite rilievo LIDAR di proprietà del MATTM

**SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AMBITO TERRITORIALE</b> .....	<b>3</b>
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E IDROGRAFICO.....	3
2.2	PIANIFICAZIONE DI BACINO .....	6
2.3	CARATTERISTICHE DELLA RETE IDROGRAFICA E DEL BACINO .....	7
2.4	INDIVIDUAZIONE E CARATTERISTICHE DEL TRONCO FLUVIALE OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO .....	10
2.5	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO.....	11
<b>3</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA</b> .....	<b>14</b>
3.1	PROCEDIMENTO .....	14
3.2	TEMPO DI RITORNO .....	14
3.3	DATI IDROLOGICI .....	14
<b>4</b>	<b>STUDIO IDRAULICO</b> .....	<b>20</b>
4.1	PREMESSA .....	20
4.2	MODELLO DI CALCOLO.....	20
4.3	SCABREZZE E COEFFICIENTI DI EFFLUSSO .....	23
4.4	CONDIZIONI AL CONTORNO. FLUSSI IN INGRESSO.....	23
4.5	MODELLAZIONE IDRAULICA.....	24
4.6	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI .....	29
<b>5</b>	<b>ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ</b> .....	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>ZONAZIONE DEL RISCHIO</b> .....	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA - F. MELLA</b> .....	<b>32</b>

## **1 INTRODUZIONE**

La presente relazione illustra l'analisi idrologica e lo studio idraulico compiuti nell'ambito territoriale del Comune di Brescia – Zona Ovest, Quartiere Urago, interessato dalle possibili esondazione delle piene del fiume Mella, lungo il tronco dalla località Pendolina fino al ponte di via Risorgimento, al fine di accertare il livello di pericolosità idraulica esistente nelle aree esondabili ed il rischio idraulico cui sono soggette le zone edificate.

L'analisi idrologica e lo studio idraulico sono svolti secondo il procedimento illustrato nella relazione di inquadramento metodologico (all. V.I.-Alall041-00). Nel seguito di questa relazione, si riportano gli sviluppi delle varie fasi degli studi, in forma sintetica e schematica, riassuntiva delle numerose e complesse elaborazioni eseguite.

## **2 AMBITO TERRITORIALE**

### **2.1 Inquadramento territoriale e idrografico**

Il presente studio riguarda la parte del territorio comunale di Brescia, Zona Ovest – Quartiere Urago (Rif. *Fig. 2.1.1 – Planimetria d'inquadramento*).

Il tronco del fiume Mella interessato è quello immediatamente seguente la sezione di chiusura del bacino montano ed a valle della confluenza del canale scaricatore delle piene del t. Garza. (Rif. Carta della rete idrografica e dei bacini - allegato V.I.-ALall041-02b).

Figura n° 2.1.1 - Planimetria d'inquadramento

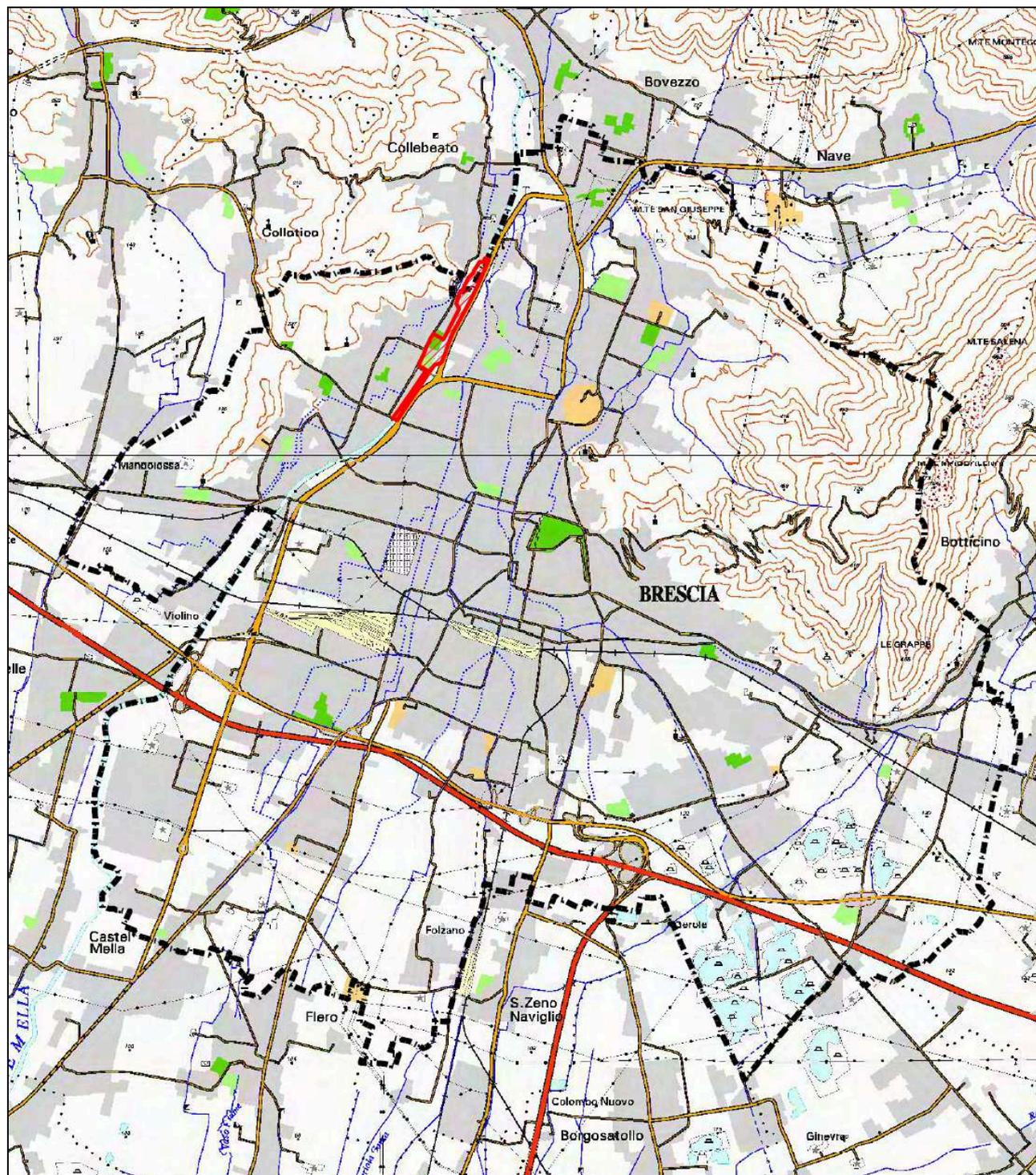
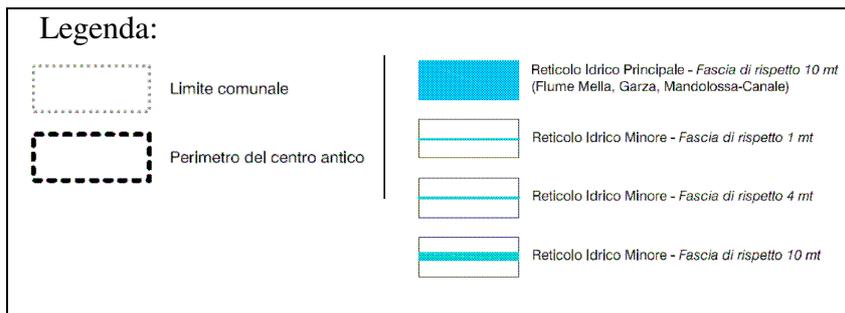
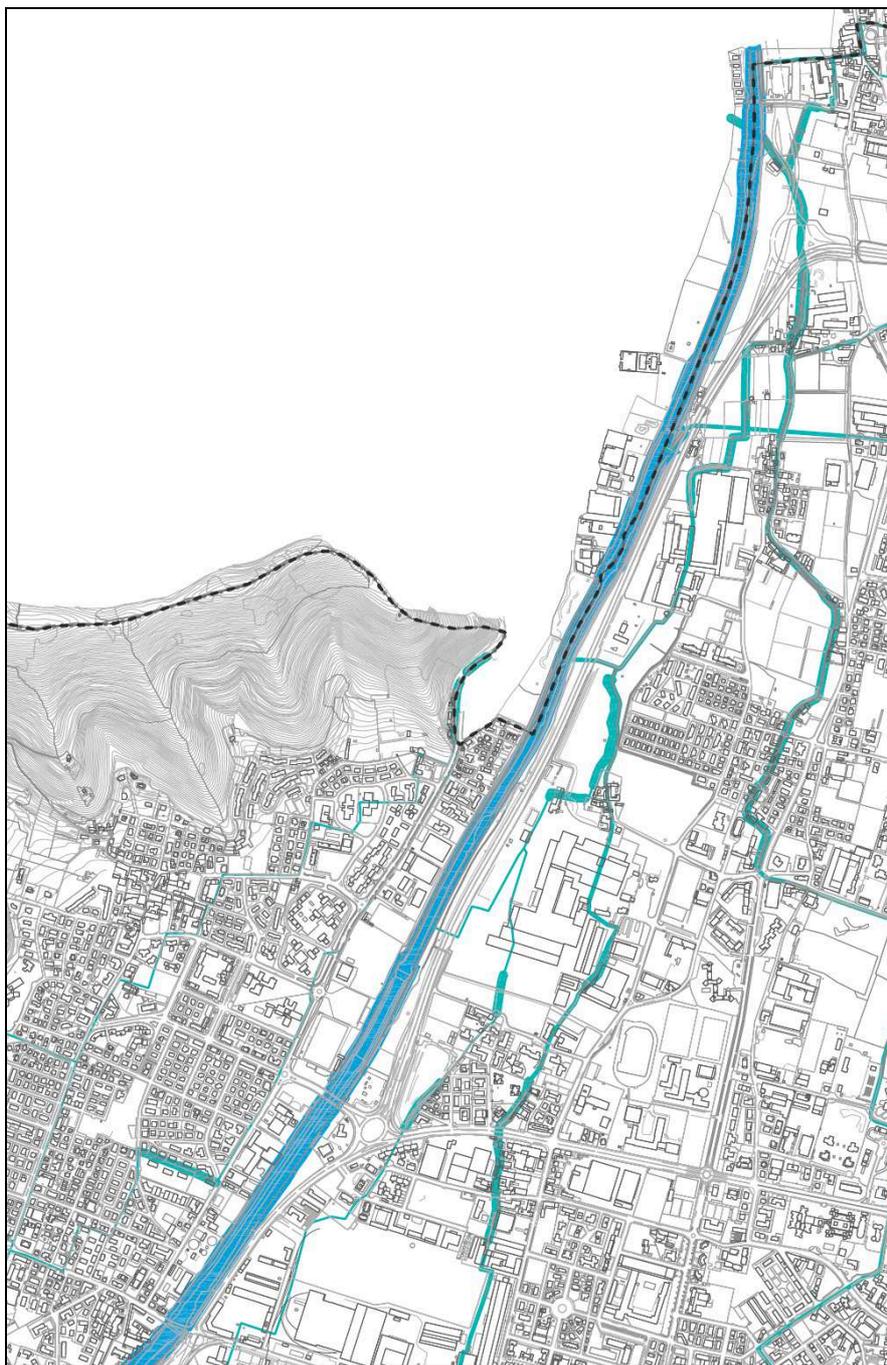


Figura n° 2.1.2 – Stralcio carta rete idrografica locale



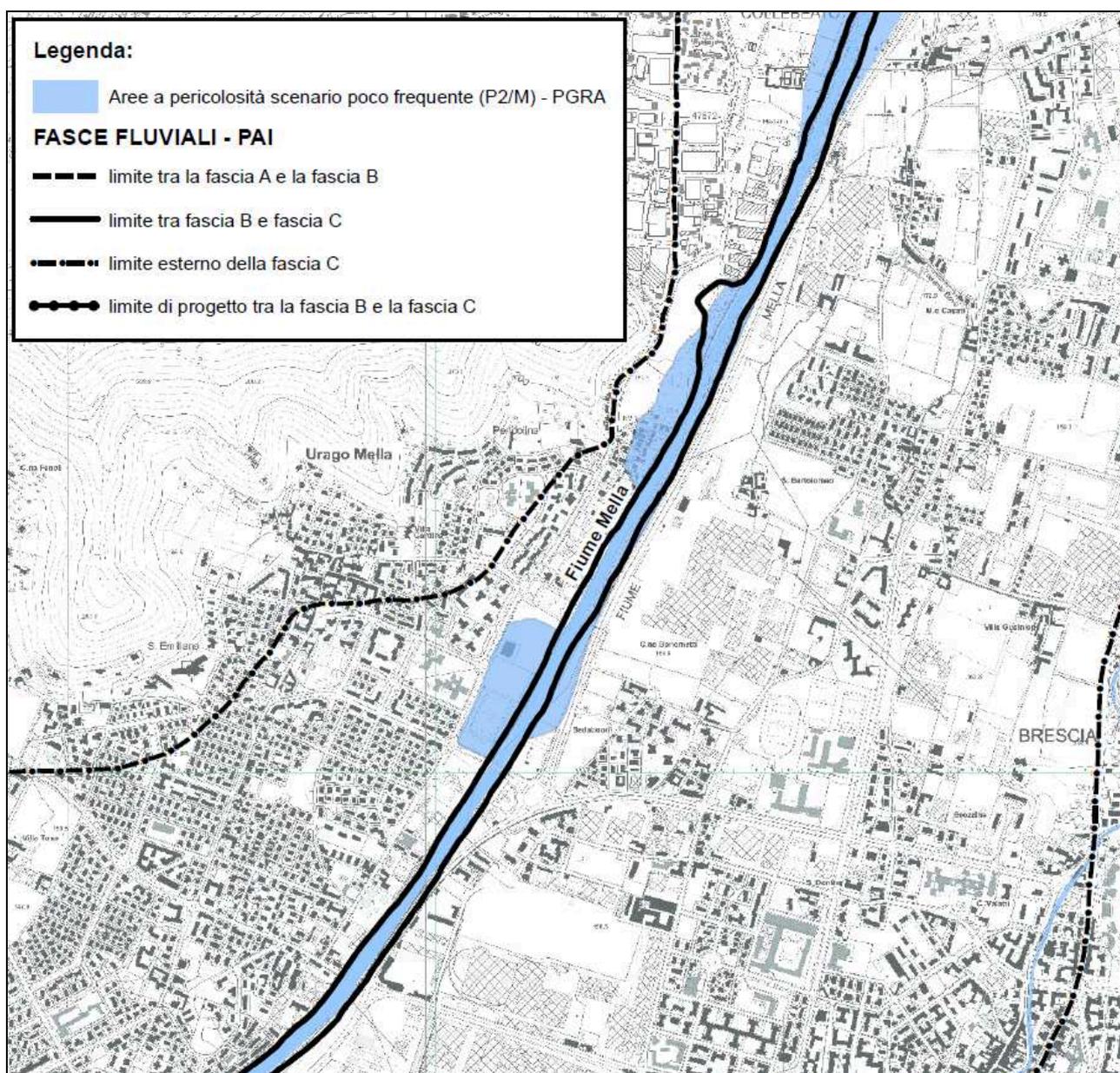
## 2.2 Pianificazione di bacino

Nella pianificazione di bacino vigente, il f. Mella appartiene al Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP), interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali.

Il tempo di ritorno della piena di riferimento è quello corrispondente allo scenario di pericolosità poco frequente (P2), come definito nel PGRA, con tempo di ritorno TR 200 anni.

Nel seguente stralcio planimetrico (figura 2.2.1) sono rappresentati i limiti delle fasce fluviali del PAI, sovrapposte alle aree classificate a pericolosità P2 nelle mappe del PGRA.

Figura n° 2.2.1 Fasce fluviali del PAI e aree a pericolosità P2 del PGRA



### 2.3 Caratteristiche della rete idrografica e del bacino

Il Fiume Mella trae origine dal Monte Crestoso, in alta Valle Trompia, a quota 2215 m e termina confluendo nel Fiume Oglio, dalla sponda sinistra, in Comune di Seniga, a quota 34 m, dopo un percorso di circa 104 km.

#### Bacino montano

Il bacino imbrifero montano del Mella, chiuso alla sezione di Ponte Stocchetta, all'estremo Nord del Comune di Brescia a quota 185 m, misura 311 km<sup>2</sup>. Esso è interamente compreso nel territorio della Provincia di Brescia, fra i bacini del Sebino ad Ovest, della Valle Canonica a Nord e della Valle Sabbia a Est.

Le maggiori quote del bacino si riscontrano lungo lo spartiacque al confine con il bacino della Valle Canonica, ove superano di poco i 2000 metri.

La rete idrografica si compone di un gran numero di convalli, tra le quali le maggiori sono quelle dei Torrenti Mella di Sarle e di Zerlo (26,25 km<sup>2</sup>), Valle Morina (26,55 km<sup>2</sup>), Valle di Inzino (17,85 km<sup>2</sup>), e Valle di Gombio (15,10 km<sup>2</sup>), affluenti di destra e delle Valli di Marmentino (13,60 km<sup>2</sup>), di Lodrino (16,10 km<sup>2</sup>), e del Torrente Faidana (30,20 km<sup>2</sup>), affluenti di sinistra.

Il regime pluviometrico è di tipo Subcontinentale alpino, caratterizzato da due periodi annuali di massima precipitazione, in primavera ed in autunno, e due minimi, in inverno ed in estate.

Non si trovano nel bacino ghiacciai o nevai perenni, né invasi rilevanti che possano influire sulla formazione dei deflussi.

Le precipitazioni nevose, alle quote maggiori, non sono in genere rilevanti, per cui il disgelo primaverile, anche se rapido, non produce di per sé eventi di piena preoccupanti.

Sono invece particolarmente temibili gli eventi piovosi di forte intensità e di durata limitata, verificandosi i quali, in passato, si sono prodotte veloci ed irruente ondate di piena, causa di diffusi allagamenti e rotte di argini ed opere idrauliche, lungo tutto il corso del Mella.

Dalle origini al Ponte Stocchetta, questo fiume percorre complessivamente circa 44 km.

Dal punto di vista geologico, la parte settentrionale del bacino è caratterizzata dalla presenza di rocce metamorfiche e scistose (Micascisti del Maniva), notevolmente fratturate ed alterate in superficie.

Sul basamento cristallino si trovano le formazioni di rocce sedimentarie, a volte anche notevolmente estese, la cui permeabilità varia a seconda del litotipo.

Complessivamente, la parte settentrionale del bacino presenta bassa permeabilità, la quale, unita alla forte acclività dei versanti, produce eventi di piena rilevanti nelle convalli del Mella, in occasione di piogge intense, specialmente se persistenti, a causa della rapida saturazione dei micascisti.

La parte mediana, fino a Gardone Val Trompia, è caratterizzata dall'affioramento di formazioni rocciose diverse, fra le quali prevalgono quelle calcaree e dolomitiche. I depositi superficiali sono diffusi, costituiti da falde e conoidi di detrito.

In questa zona la permeabilità del bacino è medio alta e la morfologia è caratterizzata dalla presenza di valli incise e profonde, con versanti ripidi, per effetto della resistenza della roccia agli agenti endogeni.

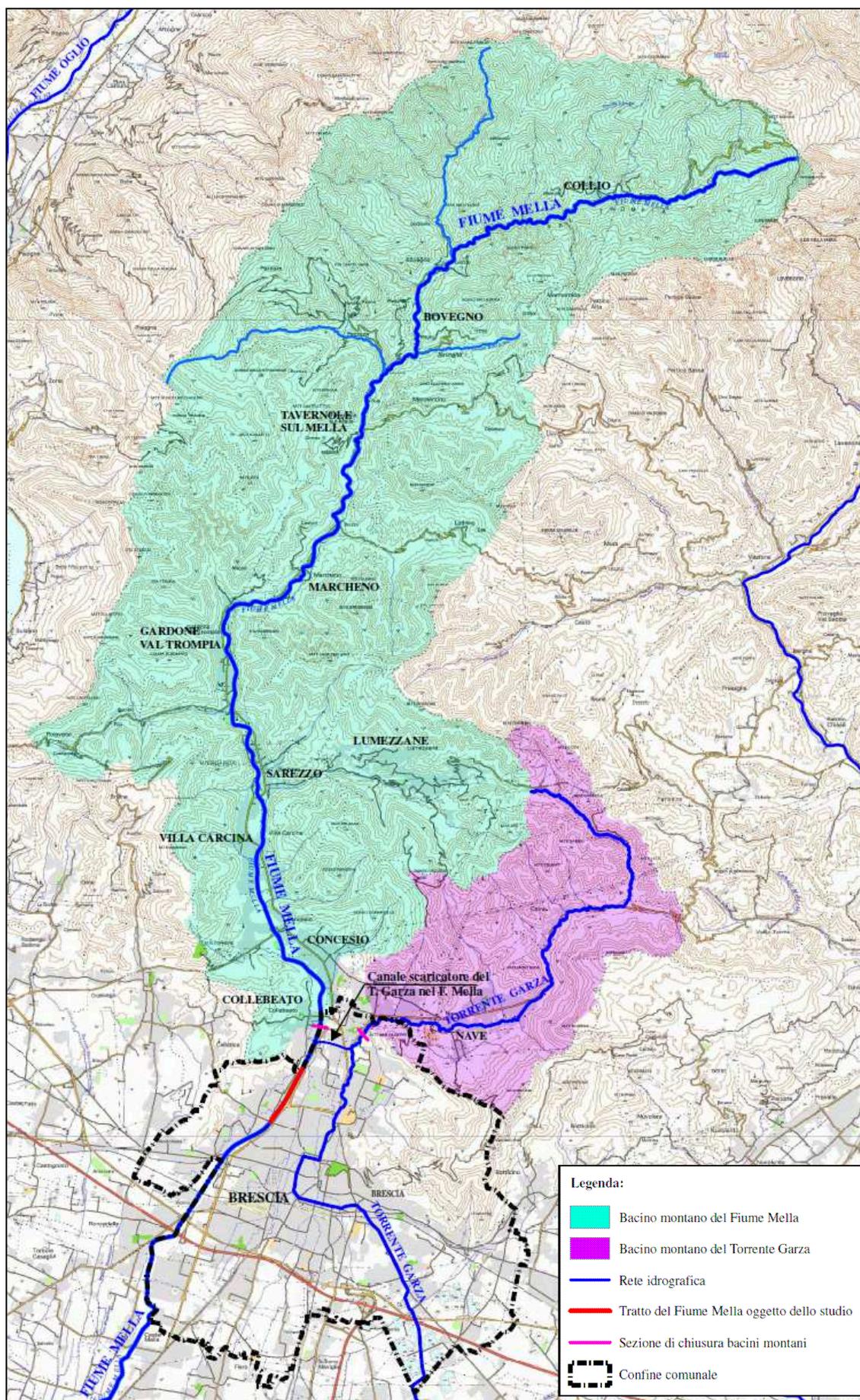
La parte bassa del bacino presenta rocce calcaree, calcareo-marnose e silicee stratificate. La permeabilità, variabile a seconda del litotipo, è complessivamente media, mentre il reticolo idrografico è ben sviluppato.

#### Posizione del tratto fluviale allo studio

Dalla località Stocchetta il Mella inizia il percorso di pianura, della lunghezza complessiva di circa 60 km fino alla foce nell'Oglio, in comune di Seniga.

Il tratto fluviale oggetto del presente studio, si trova all'inizio del primo tronco di pianura del Mella, in ambiente urbano (Rif. Fig. 2.3.1 – *Stralcio carta della rete idrografica e dei bacini*). Il corso fluviale è completamente antropizzato, con alveo monocursale rettilineo, arginato con opere idrauliche classificate nella terza categoria ai sensi del R.D. 523/1904..

Figura n° 2.3.1 - Stralcio carta della rete idrografica e dei bacini



## 2.4 Individuazione e caratteristiche del tronco fluviale oggetto dello studio idraulico

Il tronco fluviale oggetto della modellazione 1/D inizia circa 1300 metri a valle del ponte della Stocchetta, ove le mappe del PGRA evidenziano l'inizio dell'esondazione delle acque dall'alveo fluviale arginato, e termina a monte del ponte di via Crotte, dopo un percorso di 2317 metri, tale da sottendere le aree di allagamento allo studio con ampio margine, sia a monte che a valle.

Rispetto alla documentazione del PGRA e dello Studio di fattibilità dell'AdBPo, questo tronco inizia in corrispondenza della sezione n. 066.01S del PAI, e termina alla sezione PAI n. 064.01P.

Partendo dal ponte della Stocchetta, inizialmente il Mella segue il confine con il Comune di Collebeato, fino alla località Pendolina, per la lunghezza di circa 1,8 Km, successivamente scorre interamente nel territorio comunale di Brescia, fino al ponte della Ferrovia Brescia – Iseo, per la lunghezza di circa 3,8 Km, oltre il quale, per i successivi 6,0 Km, fino alla località Fornaci, delimita il confine con i Comuni di Roncadelle e Castelmella.

La regione fluviale del Mella, nel tronco d'interesse per il Comune di Brescia, dalla Stocchetta alle Fornaci, si limita all'alveo inciso monocursale, privo di golene e zone d'espansione per le acque. Esso è dotato di argini in froldo, sui quali le vie alzaie consentono ovunque il transito pedonale e solo localmente, per brevi tratti, anche il transito carraio.

L'andamento planimetrico vede l'alternarsi di tratti rettilinei a curve regolari ad ampio raggio.

Le sezioni trasversali hanno ampiezza variabile dai 40 ai 50 metri. L'alveo presenta generalmente fondo regolare e piano, con qualche accumulo consistente di materiale alluvionale solamente in corrispondenza degli slarghi, presso i ponti o le cascate e nelle zone interne delle curve. L'ossatura del fondo e degli accumuli è costituita da ciottoli e sassi di medie e grosse dimensioni nel deposito fine.

Gli argini sono dotati di difese radenti, originariamente costituite da mantellate di ciottoli a formazione di un rivestimento continuo delle superfici delle scarpate, sostenute al piede da muri d'unghia in calcestruzzo, localmente ma diffusamente sostituite, nel corso del tempo, da rivestimenti e scogliere di fondazione in massi di pietrame, lungo i tratti oggetto di numerosi interventi di consolidamento e di ripresa delle corrosioni.

In senso longitudinale l'alveo è regimato da numerose traverse e briglie in muratura, situate principalmente in corrispondenza dei ponti d'attraversamento stradale e ferroviario, le quali riducono la pendenza del piano di scorrimento a valori attorno allo 0,6 %.

Dai documenti relativi agli eventi alluvionali verificatisi negli ultimi trent'anni, non si riscontrano episodi di allagamento del Mella in Comune di Brescia, né di insufficienza del franco

delle quote degli argini rispetto al livello delle piene, se non solo localmente lungo il breve tratto della lunghezza di circa 60 metri, compreso fra il ponte della Stocchetta e la successiva briglia Sifone. Si sono registrati, invece, numerosi episodi di cedimento delle difese radenti degli argini e delle briglie, a causa delle elevate velocità delle piene e dalla tendenza del fiume all'erosione ed all'approfondimento del fondo.

Attualmente le opere di difesa idraulica del Mella in Comune di Brescia sono efficienti ed in discreto stato di conservazione, non rilevandosi particolari situazioni critiche.

## **2.5 Individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico**

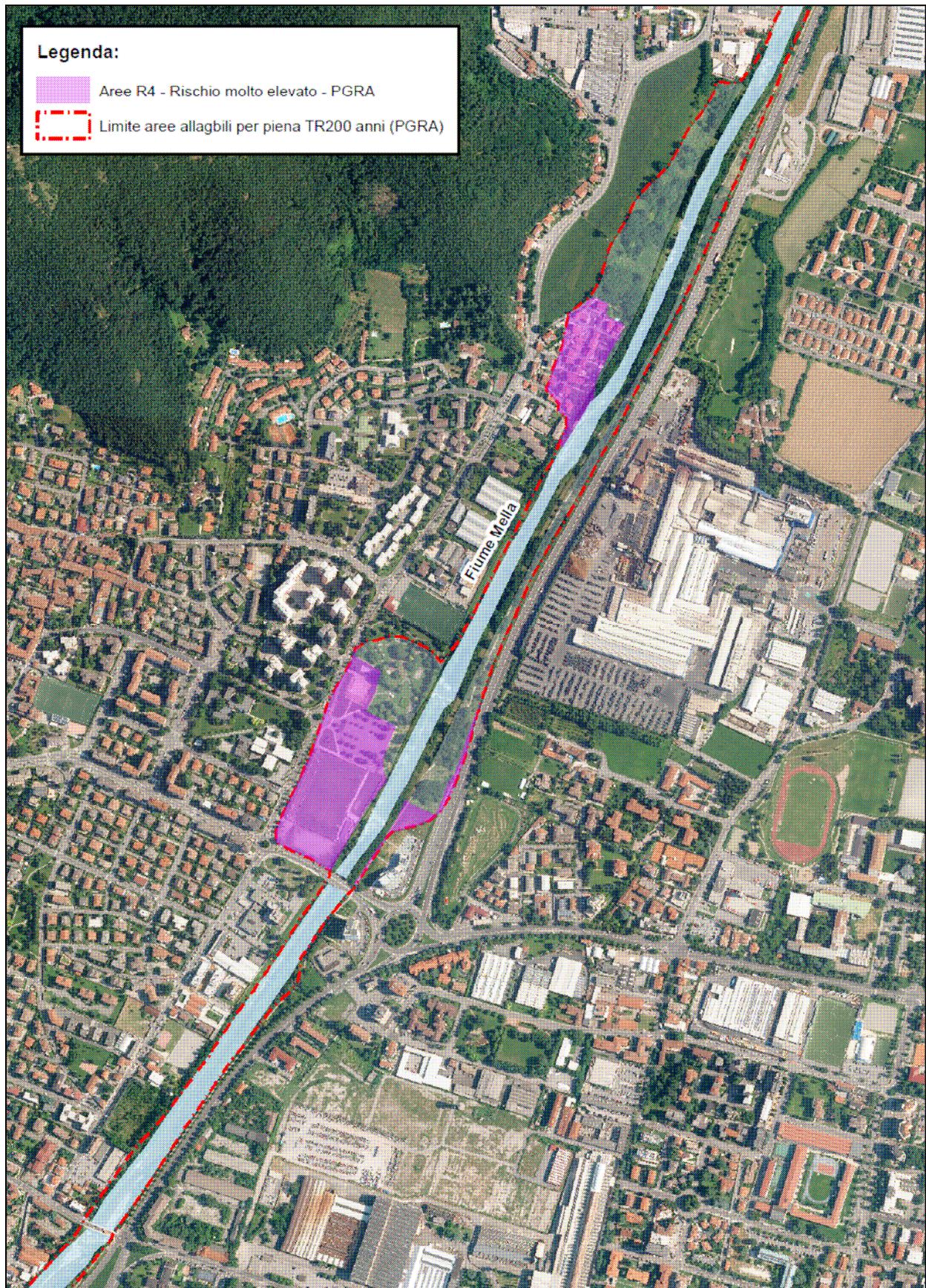
Il territorio interessato dalle esondazione del Mella, lungo il tronco in oggetto, è suddiviso in n. 3 aree di allagamento collegate all'asta fluviale, fra loro fisicamente indipendenti nei riguardi dei fenomeni di scorrimento superficiale e di espansione delle acque esondate.

Le aree allagabili, considerate nel calcolo idraulico, sono quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 200 anni, secondo la delimitazione del PGRA.

Figura n°2.4.1 - Planimetria di individuazione delle aree allagabili oggetto dello studio idraulico - fiume Mella località Pendolina (BS)



Figura n°2.4.1 - Planimetria di individuazione delle aree oggetto dello studio idraulico - fiume Mella località Pendolina (BS)



### **3 ANALISI IDROLOGICA**

#### **3.1 Procedimento**

I dati della piena di riferimento per il calcolo idraulico sono ottenuti dalla documentazione contenuta nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio*”, predisposto dall’Autorità di Bacino, come illustrato nel seguito.

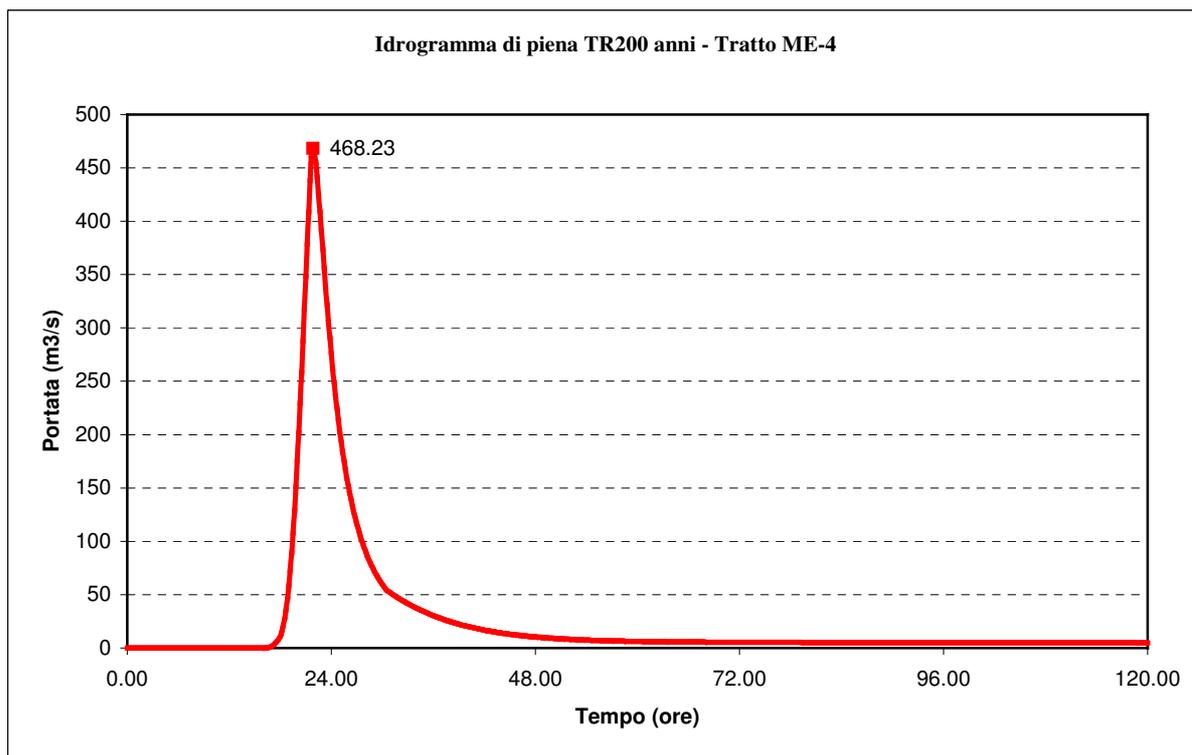
#### **3.2 Tempo di ritorno**

Il tempo di ritorno della piena di riferimento è pari a 200 anni, come già stabilito per la delimitazione della Fascia A del PAI e la mappatura delle aree di allagamento per alluvioni poco frequenti (aree P2/M) della Direttiva Alluvioni.

#### **3.3 Dati idrologici**

Si fa riferimento allo schema idrologico contenuto nella relazione descrittiva dell’attività del Fiume Mella dello Studio di fattibilità (elaborato n. 3.2.2.2/2/1R) ed agli idrogrammi dell’elaborato 3.1.2.1/1/1R - 3.2.2.1/1/1R – allegato 5 “Relazione descrittiva dell’attività di definizione delle portate di piena di riferimento” del medesimo Studio.

Come condizione al contorno di monte, in corrispondenza della sezione del modello di calcolo n. 2317,00 (sezione AdBPo n. 066.01.S), si applica l’idrogramma TR 200 del tronco “ME-4” (da Brescia a Castel Mella).



**1) Idrogramma tabellare del tronco GR 3-4 con TR100 anni**

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)
0.00	<b>0</b>		5.33	<b>0.01</b>		10.67	<b>0.02</b>
0.17	<b>0</b>		5.50	<b>0.01</b>		10.83	<b>0.02</b>
0.33	<b>0</b>		5.67	<b>0.01</b>		11.00	<b>0.03</b>
0.50	<b>0</b>		5.83	<b>0.01</b>		11.17	<b>0.03</b>
0.67	<b>0</b>		6.00	<b>0.01</b>		11.33	<b>0.03</b>
0.83	<b>0</b>		6.17	<b>0.01</b>		11.50	<b>0.03</b>
1.00	<b>0</b>		6.33	<b>0.01</b>		11.67	<b>0.03</b>
1.17	<b>0</b>		6.50	<b>0.01</b>		11.83	<b>0.03</b>
1.33	<b>0</b>		6.67	<b>0.01</b>		12.00	<b>0.03</b>
1.50	<b>0</b>		6.83	<b>0.01</b>		12.17	<b>0.03</b>
1.67	<b>0</b>		7.00	<b>0.02</b>		12.33	<b>0.03</b>
1.83	<b>0</b>		7.17	<b>0.02</b>		12.50	<b>0.03</b>
2.00	<b>0</b>		7.33	<b>0.02</b>		12.67	<b>0.03</b>
2.17	<b>0</b>		7.50	<b>0.02</b>		12.83	<b>0.03</b>
2.33	<b>0</b>		7.67	<b>0.02</b>		13.00	<b>0.03</b>
2.50	<b>0</b>		7.83	<b>0.02</b>		13.17	<b>0.03</b>
2.67	<b>0</b>		8.00	<b>0.02</b>		13.33	<b>0.03</b>
2.83	<b>0</b>		8.17	<b>0.02</b>		13.50	<b>0.03</b>
3.00	<b>0</b>		8.33	<b>0.02</b>		13.67	<b>0.03</b>
3.17	<b>0.01</b>		8.50	<b>0.02</b>		13.83	<b>0.03</b>
3.33	<b>0.01</b>		8.67	<b>0.02</b>		14.00	<b>0.03</b>
3.50	<b>0.01</b>		8.83	<b>0.02</b>		14.17	<b>0.03</b>
3.67	<b>0.01</b>		9.00	<b>0.02</b>		14.33	<b>0.03</b>
3.83	<b>0.01</b>		9.17	<b>0.02</b>		14.50	<b>0.03</b>
4.00	<b>0.01</b>		9.33	<b>0.02</b>		14.67	<b>0.03</b>
4.17	<b>0.01</b>		9.50	<b>0.02</b>		14.83	<b>0.03</b>
4.33	<b>0.01</b>		9.67	<b>0.02</b>		15.00	<b>0.03</b>
4.50	<b>0.01</b>		9.83	<b>0.02</b>		15.17	<b>0.03</b>
4.67	<b>0.01</b>		10.00	<b>0.02</b>		15.33	<b>0.03</b>
4.83	<b>0.01</b>		10.17	<b>0.02</b>		15.50	<b>0.03</b>
5.00	<b>0.01</b>		10.33	<b>0.02</b>		15.67	<b>0.03</b>

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)
16.00	<b>0.03</b>		26.00	<b>151.91</b>		36.00	<b>30.37</b>
16.17	<b>0.06</b>		26.17	<b>145.07</b>		36.17	<b>29.85</b>
16.33	<b>0.16</b>		26.33	<b>138.63</b>		36.33	<b>29.34</b>
16.50	<b>0.37</b>		26.50	<b>132.56</b>		36.50	<b>28.83</b>
16.67	<b>0.72</b>		26.67	<b>126.84</b>		36.67	<b>28.34</b>
16.83	<b>1.23</b>		26.83	<b>121.44</b>		36.83	<b>27.86</b>
17.00	<b>1.93</b>		27.00	<b>116.35</b>		37.00	<b>27.38</b>
17.17	<b>2.83</b>		27.17	<b>111.54</b>		37.17	<b>26.92</b>
17.33	<b>3.95</b>		27.33	<b>107.00</b>		37.33	<b>26.46</b>
17.50	<b>5.29</b>		27.50	<b>102.71</b>		37.50	<b>26.01</b>
17.67	<b>6.86</b>		27.67	<b>98.65</b>		37.67	<b>25.57</b>
17.83	<b>8.68</b>		27.83	<b>94.81</b>		37.83	<b>25.14</b>
18.00	<b>11.43</b>		28.00	<b>91.18</b>		38.00	<b>24.72</b>
18.17	<b>15.35</b>		28.17	<b>87.74</b>		38.17	<b>24.31</b>
18.33	<b>20.59</b>		28.33	<b>84.47</b>		38.33	<b>23.90</b>
18.50	<b>27.32</b>		28.50	<b>81.38</b>		38.50	<b>23.51</b>
18.67	<b>35.75</b>		28.67	<b>78.44</b>		38.67	<b>23.12</b>
18.83	<b>46.02</b>		28.83	<b>75.66</b>		38.83	<b>22.73</b>
19.00	<b>58.29</b>		29.00	<b>73.01</b>		39.00	<b>22.36</b>
19.17	<b>72.65</b>		29.17	<b>70.49</b>		39.17	<b>21.99</b>
19.33	<b>89.15</b>		29.33	<b>68.10</b>		39.33	<b>21.63</b>
19.50	<b>107.81</b>		29.50	<b>65.83</b>		39.50	<b>21.28</b>
19.67	<b>128.55</b>		29.67	<b>63.66</b>		39.67	<b>20.94</b>
19.83	<b>151.29</b>		29.83	<b>61.59</b>		39.83	<b>20.60</b>
20.00	<b>175.85</b>		30.00	<b>59.63</b>		40.00	<b>20.27</b>
20.17	<b>202.05</b>		30.17	<b>57.75</b>		40.17	<b>19.94</b>
20.33	<b>229.63</b>		30.33	<b>55.96</b>		40.33	<b>19.63</b>
20.50	<b>258.33</b>		30.50	<b>54.25</b>		40.50	<b>19.31</b>
20.67	<b>287.88</b>		30.67	<b>53.20</b>		40.67	<b>19.01</b>
20.83	<b>317.97</b>		30.83	<b>52.29</b>		40.83	<b>18.71</b>
21.00	<b>348.31</b>		31.00	<b>51.38</b>		41.00	<b>18.42</b>
21.17	<b>378.63</b>		31.17	<b>50.50</b>		41.17	<b>18.13</b>
21.33	<b>408.67</b>		31.33	<b>49.62</b>		41.33	<b>17.85</b>
21.50	<b>438.19</b>		31.50	<b>48.76</b>		41.50	<b>17.57</b>
21.67	<b>461.84</b>		31.67	<b>47.92</b>		41.67	<b>17.31</b>
21.83	<b>468.23</b>		31.83	<b>47.08</b>		41.83	<b>17.04</b>
22.00	<b>464.49</b>		32.00	<b>46.27</b>		42.00	<b>16.78</b>
22.17	<b>454.70</b>		32.17	<b>45.46</b>		42.17	<b>16.53</b>
22.33	<b>441.23</b>		32.33	<b>44.67</b>		42.33	<b>16.28</b>
22.50	<b>425.56</b>		32.50	<b>43.89</b>		42.50	<b>16.04</b>
22.67	<b>408.62</b>		32.67	<b>43.13</b>		42.67	<b>15.80</b>
22.83	<b>391.06</b>		32.83	<b>42.38</b>		42.83	<b>15.57</b>
23.00	<b>373.32</b>		33.00	<b>41.64</b>		43.00	<b>15.34</b>
23.17	<b>355.74</b>		33.17	<b>40.91</b>		43.17	<b>15.12</b>
23.33	<b>338.53</b>		33.33	<b>40.20</b>		43.33	<b>14.90</b>
23.50	<b>321.84</b>		33.50	<b>39.50</b>		43.50	<b>14.69</b>
23.67	<b>305.78</b>		33.67	<b>38.81</b>		43.67	<b>14.48</b>
23.83	<b>290.41</b>		33.83	<b>38.13</b>		43.83	<b>14.28</b>
24.00	<b>275.76</b>		34.00	<b>37.47</b>		44.00	<b>14.08</b>
24.17	<b>261.84</b>		34.17	<b>36.81</b>		44.17	<b>13.88</b>
24.33	<b>248.67</b>		34.33	<b>36.17</b>		44.33	<b>13.69</b>
24.50	<b>236.21</b>		34.50	<b>35.54</b>		44.50	<b>13.50</b>
24.67	<b>224.45</b>		34.67	<b>34.92</b>		44.67	<b>13.32</b>
24.83	<b>213.36</b>		34.83	<b>34.32</b>		44.83	<b>13.14</b>
25.00	<b>202.91</b>		35.00	<b>33.72</b>		45.00	<b>12.96</b>
25.17	<b>193.07</b>		35.17	<b>33.14</b>		45.17	<b>12.79</b>
25.33	<b>183.81</b>		35.33	<b>32.56</b>		45.33	<b>12.62</b>
25.50	<b>175.10</b>		35.50	<b>32.00</b>		45.50	<b>12.46</b>
25.67	<b>166.90</b>		35.67	<b>31.45</b>		45.67	<b>12.30</b>

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m <sup>3</sup> /s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m <sup>3</sup> /s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m <sup>3</sup> /s)
46.00	<b>11.98</b>		56.00	<b>6.94</b>		66.00	<b>5.64</b>
46.17	<b>11.83</b>		56.17	<b>6.90</b>		66.17	<b>5.63</b>
46.33	<b>11.69</b>		56.33	<b>6.86</b>		66.33	<b>5.62</b>
46.50	<b>11.54</b>		56.50	<b>6.82</b>		66.50	<b>5.61</b>
46.67	<b>11.40</b>		56.67	<b>6.79</b>		66.67	<b>5.60</b>
46.83	<b>11.26</b>		56.83	<b>6.75</b>		66.83	<b>5.59</b>
47.00	<b>11.13</b>		57.00	<b>6.71</b>		67.00	<b>5.58</b>
47.17	<b>10.99</b>		57.17	<b>6.68</b>		67.17	<b>5.58</b>
47.33	<b>10.86</b>		57.33	<b>6.65</b>		67.33	<b>5.57</b>
47.50	<b>10.74</b>		57.50	<b>6.61</b>		67.50	<b>5.56</b>
47.67	<b>10.61</b>		57.67	<b>6.58</b>		67.67	<b>5.55</b>
47.83	<b>10.49</b>		57.83	<b>6.55</b>		67.83	<b>5.54</b>
48.00	<b>10.37</b>		58.00	<b>6.52</b>		68.00	<b>5.53</b>
48.17	<b>10.26</b>		58.17	<b>6.49</b>		68.17	<b>5.53</b>
48.33	<b>10.15</b>		58.33	<b>6.46</b>		68.33	<b>5.52</b>
48.50	<b>10.03</b>		58.50	<b>6.43</b>		68.50	<b>5.51</b>
48.67	<b>9.93</b>		58.67	<b>6.41</b>		68.67	<b>5.50</b>
48.83	<b>9.82</b>		58.83	<b>6.38</b>		68.83	<b>5.50</b>
49.00	<b>9.72</b>		59.00	<b>6.35</b>		69.00	<b>5.49</b>
49.17	<b>9.62</b>		59.17	<b>6.33</b>		69.17	<b>5.48</b>
49.33	<b>9.52</b>		59.33	<b>6.30</b>		69.33	<b>5.48</b>
49.50	<b>9.42</b>		59.50	<b>6.28</b>		69.50	<b>5.47</b>
49.67	<b>9.33</b>		59.67	<b>6.25</b>		69.67	<b>5.46</b>
49.83	<b>9.23</b>		59.83	<b>6.23</b>		69.83	<b>5.46</b>
50.00	<b>9.14</b>		60.00	<b>6.21</b>		70.00	<b>5.45</b>
50.17	<b>9.05</b>		60.17	<b>6.18</b>		70.17	<b>5.44</b>
50.33	<b>8.97</b>		60.33	<b>6.16</b>		70.33	<b>5.44</b>
50.50	<b>8.88</b>		60.50	<b>6.14</b>		70.50	<b>5.43</b>
50.67	<b>8.80</b>		60.67	<b>6.12</b>		70.67	<b>5.43</b>
50.83	<b>8.72</b>		60.83	<b>6.10</b>		70.83	<b>5.42</b>
51.00	<b>8.64</b>		61.00	<b>6.08</b>		71.00	<b>5.41</b>
51.17	<b>8.56</b>		61.17	<b>6.06</b>		71.17	<b>5.41</b>
51.33	<b>8.49</b>		61.33	<b>6.04</b>		71.33	<b>5.40</b>
51.50	<b>8.41</b>		61.50	<b>6.02</b>		71.50	<b>5.40</b>
51.67	<b>8.34</b>		61.67	<b>6.00</b>		71.67	<b>5.39</b>
51.83	<b>8.27</b>		61.83	<b>5.98</b>		71.83	<b>5.39</b>
52.00	<b>8.20</b>		62.00	<b>5.97</b>		72.00	<b>5.38</b>
52.17	<b>8.13</b>		62.17	<b>5.95</b>		72.17	<b>5.38</b>
52.33	<b>8.07</b>		62.33	<b>5.93</b>		72.33	<b>5.37</b>
52.50	<b>8.00</b>		62.50	<b>5.91</b>		72.50	<b>5.37</b>
52.67	<b>7.94</b>		62.67	<b>5.90</b>		72.67	<b>5.36</b>
52.83	<b>7.88</b>		62.83	<b>5.88</b>		72.83	<b>5.36</b>
53.00	<b>7.82</b>		63.00	<b>5.87</b>		73.00	<b>5.36</b>
53.17	<b>7.76</b>		63.17	<b>5.85</b>		73.17	<b>5.35</b>
53.33	<b>7.70</b>		63.33	<b>5.84</b>		73.33	<b>5.35</b>
53.50	<b>7.64</b>		63.50	<b>5.82</b>		73.50	<b>5.34</b>
53.67	<b>7.59</b>		63.67	<b>5.81</b>		73.67	<b>5.34</b>
53.83	<b>7.53</b>		63.83	<b>5.80</b>		73.83	<b>5.34</b>
54.00	<b>7.48</b>		64.00	<b>5.78</b>		74.00	<b>5.33</b>
54.17	<b>7.43</b>		64.17	<b>5.77</b>		74.17	<b>5.33</b>
54.33	<b>7.38</b>		64.33	<b>5.76</b>		74.33	<b>5.32</b>
54.50	<b>7.33</b>		64.50	<b>5.74</b>		74.50	<b>5.32</b>
54.67	<b>7.28</b>		64.67	<b>5.73</b>		74.67	<b>5.32</b>
54.83	<b>7.24</b>		64.83	<b>5.72</b>		74.83	<b>5.31</b>
55.00	<b>7.19</b>		65.00	<b>5.71</b>		75.00	<b>5.31</b>
55.17	<b>7.15</b>		65.17	<b>5.70</b>		75.17	<b>5.31</b>
55.33	<b>7.10</b>		65.33	<b>5.68</b>		75.33	<b>5.30</b>
55.50	<b>7.06</b>		65.50	<b>5.67</b>		75.50	<b>5.30</b>
55.67	<b>7.02</b>		65.67	<b>5.66</b>		75.67	<b>5.30</b>

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)
76.00	<b>5.29</b>		86.00	<b>5.16</b>		96.00	<b>5.08</b>
76.17	<b>5.29</b>		86.17	<b>5.16</b>		96.17	<b>5.08</b>
76.33	<b>5.28</b>		86.33	<b>5.16</b>		96.33	<b>5.08</b>
76.50	<b>5.28</b>		86.50	<b>5.16</b>		96.50	<b>5.08</b>
76.67	<b>5.28</b>		86.67	<b>5.15</b>		96.67	<b>5.08</b>
76.83	<b>5.27</b>		86.83	<b>5.15</b>		96.83	<b>5.08</b>
77.00	<b>5.27</b>		87.00	<b>5.15</b>		97.00	<b>5.07</b>
77.17	<b>5.27</b>		87.17	<b>5.15</b>		97.17	<b>5.07</b>
77.33	<b>5.27</b>		87.33	<b>5.15</b>		97.33	<b>5.07</b>
77.50	<b>5.26</b>		87.50	<b>5.15</b>		97.50	<b>5.07</b>
77.67	<b>5.26</b>		87.67	<b>5.14</b>		97.67	<b>5.07</b>
77.83	<b>5.26</b>		87.83	<b>5.14</b>		97.83	<b>5.07</b>
78.00	<b>5.25</b>		88.00	<b>5.14</b>		98.00	<b>5.07</b>
78.17	<b>5.25</b>		88.17	<b>5.14</b>		98.17	<b>5.07</b>
78.33	<b>5.25</b>		88.33	<b>5.14</b>		98.33	<b>5.07</b>
78.50	<b>5.25</b>		88.50	<b>5.14</b>		98.50	<b>5.06</b>
78.67	<b>5.24</b>		88.67	<b>5.14</b>		98.67	<b>5.06</b>
78.83	<b>5.24</b>		88.83	<b>5.13</b>		98.83	<b>5.06</b>
79.00	<b>5.24</b>		89.00	<b>5.13</b>		99.00	<b>5.06</b>
79.17	<b>5.24</b>		89.17	<b>5.13</b>		99.17	<b>5.06</b>
79.33	<b>5.23</b>		89.33	<b>5.13</b>		99.33	<b>5.06</b>
79.50	<b>5.23</b>		89.50	<b>5.13</b>		99.50	<b>5.06</b>
79.67	<b>5.23</b>		89.67	<b>5.13</b>		99.67	<b>5.06</b>
79.83	<b>5.23</b>		89.83	<b>5.13</b>		99.83	<b>5.05</b>
80.00	<b>5.23</b>		90.00	<b>5.13</b>		100.00	<b>5.05</b>
80.17	<b>5.22</b>		90.17	<b>5.12</b>		100.17	<b>5.05</b>
80.33	<b>5.22</b>		90.33	<b>5.12</b>		100.33	<b>5.05</b>
80.50	<b>5.22</b>		90.50	<b>5.12</b>		100.50	<b>5.05</b>
80.67	<b>5.22</b>		90.67	<b>5.12</b>		100.67	<b>5.05</b>
80.83	<b>5.21</b>		90.83	<b>5.12</b>		100.83	<b>5.05</b>
81.00	<b>5.21</b>		91.00	<b>5.12</b>		101.00	<b>5.05</b>
81.17	<b>5.21</b>		91.17	<b>5.12</b>		101.17	<b>5.05</b>
81.33	<b>5.21</b>		91.33	<b>5.12</b>		101.33	<b>5.04</b>
81.50	<b>5.21</b>		91.50	<b>5.11</b>		101.50	<b>5.04</b>
81.67	<b>5.20</b>		91.67	<b>5.11</b>		101.67	<b>5.04</b>
81.83	<b>5.20</b>		91.83	<b>5.11</b>		101.83	<b>5.04</b>
82.00	<b>5.20</b>		92.00	<b>5.11</b>		102.00	<b>5.04</b>
82.17	<b>5.20</b>		92.17	<b>5.11</b>		102.17	<b>5.04</b>
82.33	<b>5.20</b>		92.33	<b>5.11</b>		102.33	<b>5.04</b>
82.50	<b>5.20</b>		92.50	<b>5.11</b>		102.50	<b>5.04</b>
82.67	<b>5.19</b>		92.67	<b>5.11</b>		102.67	<b>5.04</b>
82.83	<b>5.19</b>		92.83	<b>5.10</b>		102.83	<b>5.04</b>
83.00	<b>5.19</b>		93.00	<b>5.10</b>		103.00	<b>5.03</b>
83.17	<b>5.19</b>		93.17	<b>5.10</b>		103.17	<b>5.03</b>
83.33	<b>5.19</b>		93.33	<b>5.10</b>		103.33	<b>5.03</b>
83.50	<b>5.18</b>		93.50	<b>5.10</b>		103.50	<b>5.03</b>
83.67	<b>5.18</b>		93.67	<b>5.10</b>		103.67	<b>5.03</b>
83.83	<b>5.18</b>		93.83	<b>5.10</b>		103.83	<b>5.03</b>
84.00	<b>5.18</b>		94.00	<b>5.10</b>		104.00	<b>5.03</b>
84.17	<b>5.18</b>		94.17	<b>5.09</b>		104.17	<b>5.03</b>
84.33	<b>5.18</b>		94.33	<b>5.09</b>		104.33	<b>5.03</b>
84.50	<b>5.17</b>		94.50	<b>5.09</b>		104.50	<b>5.02</b>
84.67	<b>5.17</b>		94.67	<b>5.09</b>		104.67	<b>5.02</b>
84.83	<b>5.17</b>		94.83	<b>5.09</b>		104.83	<b>5.02</b>
85.00	<b>5.17</b>		95.00	<b>5.09</b>		105.00	<b>5.02</b>
85.17	<b>5.17</b>		95.17	<b>5.09</b>		105.17	<b>5.02</b>
85.33	<b>5.17</b>		95.33	<b>5.09</b>		105.33	<b>5.02</b>
85.50	<b>5.16</b>		95.50	<b>5.08</b>		105.50	<b>5.02</b>
85.67	<b>5.16</b>		95.67	<b>5.08</b>		105.67	<b>5.02</b>

Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)		Tempo (ore)	Idrogramma di piena (Q m3/s)
106.00	<b>5.01</b>		110.83	<b>4.98</b>		115.67	<b>4.95</b>
106.17	<b>5.01</b>		111.00	<b>4.98</b>		115.83	<b>4.95</b>
106.33	<b>5.01</b>		111.17	<b>4.98</b>		116.00	<b>4.95</b>
106.50	<b>5.01</b>		111.33	<b>4.98</b>		116.17	<b>4.95</b>
106.67	<b>5.01</b>		111.50	<b>4.98</b>		116.33	<b>4.95</b>
106.83	<b>5.01</b>		111.67	<b>4.98</b>		116.50	<b>4.95</b>
107.00	<b>5.01</b>		111.83	<b>4.98</b>		116.67	<b>4.95</b>
107.17	<b>5.01</b>		112.00	<b>4.98</b>		116.83	<b>4.95</b>
107.33	<b>5.01</b>		112.17	<b>4.98</b>		117.00	<b>4.94</b>
107.50	<b>5.00</b>		112.33	<b>4.97</b>		117.17	<b>4.94</b>
107.67	<b>5.00</b>		112.50	<b>4.97</b>		117.33	<b>4.94</b>
107.83	<b>5.00</b>		112.67	<b>4.97</b>		117.50	<b>4.94</b>
108.00	<b>5.00</b>		112.83	<b>4.97</b>		117.67	<b>4.94</b>
108.17	<b>5.00</b>		113.00	<b>4.97</b>		117.83	<b>4.94</b>
108.33	<b>5.00</b>		113.17	<b>4.97</b>		118.00	<b>4.94</b>
108.50	<b>5.00</b>		113.33	<b>4.97</b>		118.17	<b>4.94</b>
108.67	<b>5.00</b>		113.50	<b>4.97</b>		118.33	<b>4.94</b>
108.83	<b>5.00</b>		113.67	<b>4.97</b>		118.50	<b>4.94</b>
109.00	<b>5.00</b>		113.83	<b>4.96</b>		118.67	<b>4.93</b>
109.17	<b>4.99</b>		114.00	<b>4.96</b>		118.83	<b>4.93</b>
109.33	<b>4.99</b>		114.17	<b>4.96</b>		119.00	<b>4.93</b>
109.50	<b>4.99</b>		114.33	<b>4.96</b>		119.17	<b>4.93</b>
109.67	<b>4.99</b>		114.50	<b>4.96</b>		119.33	<b>4.93</b>
109.83	<b>4.99</b>		114.67	<b>4.96</b>		119.50	<b>4.93</b>
110.00	<b>4.99</b>		114.83	<b>4.96</b>		119.67	<b>4.93</b>
110.17	<b>4.99</b>		115.00	<b>4.96</b>		119.83	<b>4.93</b>
110.33	<b>4.99</b>		115.17	<b>4.96</b>		120.00	<b>4.93</b>
110.50	<b>4.99</b>		115.33	<b>4.96</b>			
110.67	<b>4.98</b>		115.50	<b>4.95</b>			

## 4 STUDIO IDRAULICO

### 4.1 Premessa

Lo studio è condotto conformemente alle metodologie definite nell'Allegato 4 alla DGR 30 novembre 2011, n. IX/2616 e nella direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazione n. 2/99 del 11 maggio 1999 e n. 10/06 del 5 aprile 2006.

La valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali, all'interno delle aree allagabili, è basata sui risultati della modellazione idraulica bidimensionale del deflusso delle acque esondate dal Fiume Mella durante il transito della piena di riferimento.

La modellazione idraulica è stata eseguita mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS versione 5.0.3 e dei più recenti rilievi topografici ad alta precisione, ottenuti con tecnologia Laser Scanning LiDAR- Light Detection And Ranging, resi disponibili dal MATTM tramite Regione Lombardia.

Si procede al calcolo del profilo della piena di progetto, limitatamente al tronco interessato dallo studio, utilizzando la medesima geometria rappresentata dalle sezioni del PAI e dello Studio di fattibilità, aggiornate ed infittite ove necessario con nuovo rilievo topografico, eseguito nello scorso mese di settembre.

Il procedimento dello studio e la spiegazione delle basi teoriche del programma di modellazione idraulica utilizzato, sono illustrati nell'allegato V.I.-Alall041-00 Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico.

### 4.2 Modello di calcolo

Il modello geometrico implementato nel programma di calcolo HEC-RAS ver. 5.0.3, per ciascuno dei due corsi d'acqua, è composto come segue:

#### Geometria del corso d'acqua

- Fiume Mella:
  - lunghezza 2317 m, da inizio modellazione (sezione n. 2317,00) in corrispondenza di una briglia al termine del tratto fluviale a fianco della zona industriale di Collebeato, e termina a monte del ponte di via Crotte (sezione n. 0.00)
  - sezioni del modello: n. 17
  - Strutture trasversali: n. 1 ponte (bridge) (ponte di via del Risorgimento rif. sez. 720), n. 4 briglie (inline structure) (rif. sez. 2009IS - 1662IS - 1116IS - 854IS).

### Aree di allagamento e collegamenti idraulici

Le aree allagabili, considerate nel calcolo idraulico, sono quelle relative allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M) per la piena di riferimento con TR 200 anni, secondo la delimitazione fornita dalle mappe del PGRA.

#### Area n. 01

- Posizione: a lato della sponda destra del Fiume Mella da inizio modellazione fino a via Collebeato;
- Superficie: 44'160,00m<sup>2</sup>, fascia di terreno avente larghezza media di circa 70 m in sponda destra del fiume fino alla zona residenziale di via Gazzoletti compresa. Stessa perimetrazione del limite aree allagabili con TR200 anni del PGRA.
- Uso del suolo: area a verde nella prima parte e residenziale nella parte finale;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area di allagamento e corso d'acqua (lateral structure):
  - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra, con inizio circa 60m a monte della zona residenziale di via Gazzoletti e termine alla briglia trasversale in corrispondenza della sezione 1663,00 (217,59 m);

#### Area n. 02

- Posizione: a lato della sponda destra del Fiume Mella dal parco pubblico denominato "Parco delle Stagioni" fino a via del Risorgimento;
- Superficie: 54'463,00m<sup>2</sup>, compresa fra la sponda del fiume a ovest e via Collebeato. Stessa perimetrazione del limite aree allagabili con TR200 anni del PGRA;
- Uso del suolo: area parzialmente edificata a destinazione residenziale;
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (lateral structure):
  - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda destra, da inizio del "Parco delle Stagioni" fino a valle della centralina idroelettrica di recente costruzione in corrispondenza della sez. 1097,00 (81,70 m);

#### Area n. 03

- Posizione: a lato della sponda sinistra del fiume Mella, da inizio della modellazione fino alla briglia in corrispondenza della sez. 855,00;
- Superficie: 29'418,00m<sup>2</sup>, compresa fra la sponda sinistra del fiume a est e il rilevato della Tangenziale Monte Lungo. Stessa perimetrazione del limite aree allagabili con TR200 anni del PGRA;
- Uso del suolo: area prevalentemente a verde con la presenza della pista ciclo pedonale "Corridoio ciclo culturale di Valle Trompia";
- Rilievo: copertura LiDAR
- Griglia di calcolo: 2x2 m;
- Collegamenti idraulici fra area esondabile e corso d'acqua (lateral structure):
  - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra del fiume dalla briglia in corrispondenza della sez. 1663,00 per 23,00 m verso monte (23,00 m);
  - n.1 sfioratore laterale lungo la sponda sinistra per 358,40 m, a valle della centralina idroelettrica, con termine in corrispondenza della sez. 1097,00 (358,40 m);

Figura n°4.2.1.1 - Planimetria del modello geometrico di calcolo - Fiume Mella



### 4.3 Scabrezze e coefficienti di efflusso

I coefficienti di scabrezza di Manning ( $n$ ) sono scelti a seguito di accurate ricognizioni dei luoghi e quantificati secondo il metodo contenuto nella Direttiva “*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*” del Piano Stralcio nelle Fasce Fluviali dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, con la seguente relazione:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m_5$$

in cui i vari coefficienti parziali, variano in funzione dei seguenti aspetti:

- Materiali costituenti l’alveo ( $n_0$ )
- Irregolarità della superficie della sezione ( $n_1$ )
- Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale ( $n_2$ )
- Effetto relativo di ostruzioni ( $n_3$ )
- Effetto della vegetazione ( $n_4$ )
- Grado di sinuosità dell’alveo ( $m_5$ )

I valori dei coefficienti utilizzati nel calcolo, per le diverse situazioni riscontrate, sono evidenziati negli schemi grafici dei risultati della modellazione allegati nel successivo capitolo 7

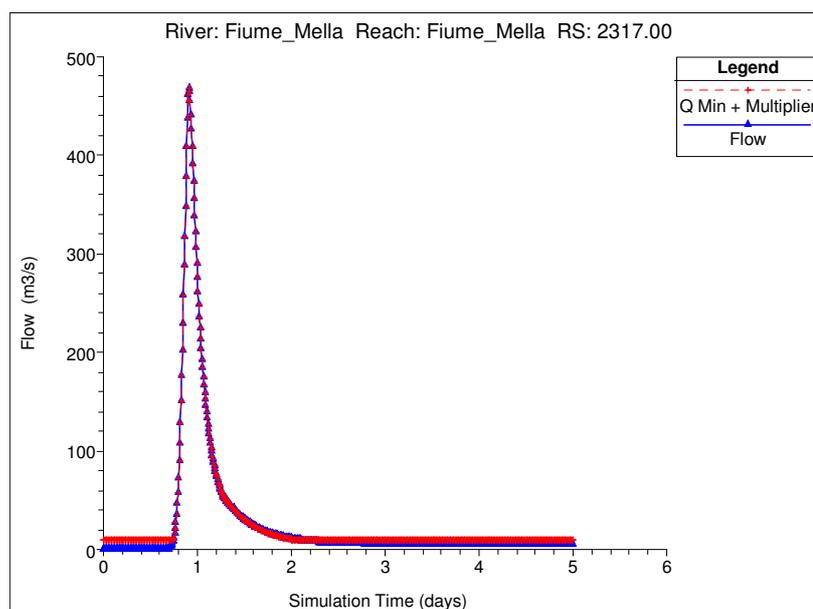
I coefficienti di efflusso, determinati come illustrato nella relazione metodologica (elaborato n. Alall041-00), utilizzati nel calcolo idraulico degli sfioratori laterali e degli altri collegamenti fra gli elementi del modello, sono riportati negli schemi grafici allegati nel successivo capitolo 7

### 4.4 Condizioni al contorno. Flussi in ingresso

I flussi (flow) delle portate d’acqua in ingresso al sistema idrografico del fiume Mella, schematizzati nel modello di calcolo idraulico per la simulazione del deflusso della piena di progetto in regime di moto vario (unsteady flow analysis), sono specificati ed applicati come segue:

- Come condizione al contorno di monte si utilizza l'idrogramma TR 200 del tratto “ME-4” (da Brescia a Castel Mella).

Figura 4.4.1 - Idrogramma della piena con TR200 anni tratto "ME-4" - Fiume Mella



All'estremità di valle del f. Mella, sezione n. 0,00, si è posta la cadente (normal depth) pari a 0,0039 m/m.

#### 4.5 Modellazione idraulica

La durata dell'evento di piena simulato mediante la modellazione idraulica 1D/2D è di 120 ore, sufficiente al fine di ottenere dal programma il calcolo dei flussi nelle aree 2D, per tutta la durata dell'idrogramma di progetto, compresa la fase di esaurimento, e fino al limite estremo delle aree allagabili.

##### Flusso monodimensionale (1/D)- Profili idraulici

I risultati del calcolo idraulico, sono riportati nella seguente tabella, in cui, per ciascuna sezione del modello geometrico, costruito come illustrato nel precedente paragrafo 4.2, sono riportati, i valori dei principali parametri idraulici della corrente (quota del pelo libero, quota dell'altezza critica, quota dell'energia specifica, velocità della corrente nell'alveo, numero di Froude ed altri), relativi al deflusso, in condizioni di moto vario monodimensionale, della portata massima dell'idrogramma di piena di progetto, lungo i singoli tratti del corso d'acqua, nelle condizioni fisiche attuali.

L'andamento e le quote del pelo libero della corrente, risultanti dalla modellazione idraulica eseguita, sono rappresentati negli schemi grafici contenuti nell'allegato capitolo 7, precisando che i profili idraulici rappresentano l'involuppo dei massimi livelli idrici raggiunti dalla piena nelle sezioni, in momenti diversi.

Tabella n° 4.5.1 - Risultati della modellazione idraulica del f. Mella - inviluppo dei massimi livelli idrici raggiunti con TR200 anni

River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Levee El Left (m)	Levee El Right (m)	Max Chl Dpth (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
2317,00	Max WS	468,23	2,00	2317,00	166,58	172,59	173,78	3,24	169,82		170,90	0,009636	4,60	101,68	38,10	0,90
2315,00	Max WS	468,23	305,00	2315,00	166,12	172,59	173,78	3,90	170,02		170,76	0,005278	3,80	123,31	38,24	0,68
2010,00	Max WS	467,90	2,00	2010,00	163,64	169,71	169,41	4,89	168,53	167,57	169,15	0,005272	3,48	134,48	42,34	0,62
2009,00	Inl Struct															
2008,00	Max WS	467,64	345,00	2008,00	162,34	169,71	169,41	5,80	168,14		168,68	0,004216	3,26	143,41	40,93	0,56
1835,00	Lat Struct															
1673,00	Lat Struct															
1663,00	Max WS	467,63	2,00	1663,00	162,12	167,53	166,76	4,55	166,67	165,59	167,19	0,004413	3,22	145,33	45,90	0,58
1662,00	Inl Struct															
1661,00	Max WS	467,56	425,00	1661,00	160,83	167,53	166,76	5,63	166,46		167,00	0,004697	3,27	142,95	43,19	0,57
1389,00	Lat Struct															
1388,00	Lat Struct															
1236,00	Max WS	467,38	119,00	1236,00	159,45	164,14	164,12	4,37	163,82		164,54	0,006953	3,76	124,35	43,57	0,71
1117,00	Max WS	457,88	20,00	1117,00	157,91	162,96	162,79	7,38	163,45	162,45	163,99	0,002474	3,26	140,66	69,90	0,61
1116,00	Inl Struct															
1097,00	Max WS	457,75	242,00	1097,00	156,93	162,58	161,95	6,44	160,49		161,31	0,002340	4,00	114,54	38,38	0,74
855,00	Max WS	463,48	2,00	855,00	155,68	160,10	160,41	4,19	159,87	158,89	160,43	0,004658	3,31	139,88	45,57	0,60
854,00	Inl Struct															
853,00	Max WS	463,44	103,00	853,00	154,06	160,08	160,38	4,95	159,01		159,49	0,003608	3,07	151,15	42,87	0,52
750,00	Max WS	463,43	19,00	750,00	153,01	160,27	160,15	5,65	158,66		159,11	0,003717	2,99	154,82	43,06	0,50
731,00	Max WS	463,43	1,00	731,00	152,83	160,09	159,97	5,79	158,62	156,98	159,05	0,003305	2,87	161,28	43,56	0,48
720,00	Bridge															
710,00	Max WS	463,40	27,00	710,00	152,74	160,00	159,88	5,74	158,48		158,91	0,003439	2,91	159,06	43,39	0,49
683,00	Max WS	463,40	324,00	683,00	152,59	159,85	159,72	5,82	158,41		158,82	0,003234	2,85	162,50	43,65	0,47
359,00	Max WS	463,34	359,00	359,00	150,76	157,42	156,91	4,79	155,55		156,58	0,011622	4,49	103,10	37,12	0,86
0,00	Max WS	463,29			149,97	156,11	156,37	3,12	153,09	152,35	153,69	0,003903	3,45	134,38	46,28	0,65

Flusso bidimensionale (2/D) nelle aree di allagamento

Il funzionamento delle strutture di collegamento fra i corsi d'acqua e le aree di allagamento, è rappresentato nell'allegato capitolo 7, in cui, per ogni struttura, è riportato l'idrogramma dei flussi tracimati e delle portate transitate lungo il corso d'acqua a monte ed a valle della struttura laterale, nel corso della piena, ed il volume massimo tracimato.

Si descrive nel seguito l'andamento dell'allagamento e dello scorrimento delle acque nelle aree esondate, come risulta dalla simulazione eseguita, riportando gli schemi grafici delle situazioni maggiormente significative.

- L'esondazione dall'alveo arginato inizia contemporaneamente da entrambe le sponde, per breve tratto a monte della briglia in corrispondenza della centralina idroelettrica (sezione n. 1097,00), verso l'area di allagamento n.2 in destra e n. 3 in sinistra, presso l'area del campo da rugby "B. Menta" di via Collebeato.
- La durata del fenomeno è breve, limitata al passaggio del colmo della piena. I volumi d'acqua esondati sono pertanto limitati. In nessun altro punto del tronco fluviale si verificano esondazione, anche se, per lungo tratto fra le sezioni n. 1236,00 e n. 2008,00, a monte del tratto esondato, il franco delle sommità arginali rispetto alla quota del colmo massimo della piena è molto limitato, dell'ordine dei 30 cm. .
- Nell'area di esondazione in destra, verso il centro sportivo, l'allagamento non interessa l'intera superficie, bensì la fascia di terreno a lato della sponda fluviale, con bassi valori del battente e della velocità, con andamento condizionato dai muri di recinzione. In particolare, l'attuale campo da rugby risulta allagato a causa dell'entrata dell'acqua dall'apertura del cancello d'ingresso, situato nel muro di recinzione nord dell'area.
- In sinistra, l'esondazione interessa una striscia di terreno a verde, parallela al fiume, della lunghezza di circa 400m, compresa fra la sponda fluviale e la strada Tangenziale Monte Lungo.
- Al termine della simulazione, in destra Mella, l'allagamento ristagna nell'area verde depressa a sud del centro sportivo, con battente massimo di 80cm, ed in destra permane in buona parte dell'area di allagamento, rimanendo esclusa la zona centrale a maggiore quota del piano campagna.

Gli schemi planimetrici seguenti mostrano l'espansione massima raggiunta dalle acque nelle varie aree di allagamento e l'andamento dei flussi in un istante significativo della simulazione.

Figura n°4.5.2 - Planimetria dell'espansione massima dell'allagamento



*Figura n°4.5.3 - Flussi nelle aree di allagamento n°2 e n°3*



#### 4.6 Rappresentazione grafica dei risultati

Per l'ambito del Quartiere Urago, interessato dalle possibili esondazione delle piene del fiume Mella, i risultati dello studio idraulico sono rappresentati nelle allegate carte tematiche, elencate e descritte nel seguito:

Tavola n. V.I. - ALall041-03d – Carta delle aree esondabili – Battente (Mella nord)

Contenente la delimitazione delle aree esondabili, corrispondente alla massima espansione dell'allagamento risultante dalla modellazione idraulica dell'evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni, per il fiume Mella, e la mappatura delle altezze massime del battente d'acqua, mediante cromatismo, al fine di distinguere, all'interno delle aree allagate, i valori massimi del battente, espresso in metri, nei seguenti insiemi, per la zonazione della pericolosità, come stabilito nella DGR IX/2616/2011 All. 4, paragrafo 3.4.

$h \leq 0,20$  m

$0,20 < h \leq 0,30$

$0,30 < h \leq 0,50$

$0,50 > h \leq 0,70$

$h > 0,70$  m

Tavola n. V.I. - ALall041-04d – Carta delle aree esondabili – Velocità (Mella nord)

Contenente la delimitazione delle aree esondabili, corrispondente alla massima espansione dell'allagamento risultante dalla modellazione idraulica dell'evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni, per il fiume Mella, e la mappatura delle velocità massime dei flussi d'acqua, mediante cromatismo, al fine di distinguere, all'interno delle aree allagate, i valori massimi delle velocità, espressi in metri/secondo, nei seguenti insiemi, per la zonazione della pericolosità, come stabilito nella DGR IX/2616/2011 All. 4, paragrafo 3.4.

$h \leq 0,40$  m/s

$0,40 < h \leq 0,60$

$0,60 < h \leq 1,50$

$h > 1,50$  m/s

## 5 ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

La zonazione della pericolosità, all'interno delle aree allagabili, è eseguita secondo il procedimento illustrato nel capitolo 4 dell'allegato n. V.I. - ALall041-00 - Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico, mediante l'analisi del battente e della velocità del flusso idrico, ottenuti dai risultati della modellazione idraulica in ogni punto significativo del terreno, in combinazione con i rispettivi valori massimi, secondo lo schema di cui al paragrafo 3.4 dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616/2011, e della loro distribuzione planimetrica.

Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di pericolosità:

- H2 o H1 – Media o moderata
- H3 – Elevata
- H4 – Molto elevata

Come rappresentato nella tavola grafica dell'allegato V.I. - ALall041-05d – Carta della pericolosità (Mella nord)

### Casi particolari

La modellazione idraulica 2D mostra che alcune parti delle aree esondabili rappresentate nelle mappe del PGRA, relativamente allo scenario di pericolosità poco frequente (P2/M), non risultano interessate dagli allagamenti.

Per dette aree, si procede ad una valutazione della pericolosità di tipo qualitativo, che consideri i vari aspetti locali specifici inerenti la difesa idraulica (tipologia, consistenza e vulnerabilità degli argini, franco idraulico della piena rispetto alla sommità degli argini, distanza dell'area dal corso d'acqua, quota del piano terra dell'area rispetto al livello della piena, ecc.).

Le aree individuate in tale situazione e le valutazioni compiute sono illustrate nel seguito.

- Area edificata in via Antonio Gazzoletti in destra del Mella fra le sezioni di calcolo n. 2010,00 e n. 1661,00.

Caratteristiche dell'area: area pianeggiante interamente edificata, adiacente al corso del Mella, fra la sponda destra fluviale e via Collebeato;

Difesa idraulica: argine in terra di altezza pari a circa 2,50m rispetto al p.c. adiacente;

Franco idraulico (rif. sez. 1663): livello massimo della piena rispetto alla sommità dell'argine -0,09m, livello massimo della piena rispetto al terreno edificato 2,44m.

Valutazione pericolosità: H3

## 6 ZONAZIONE DEL RISCHIO

La zonazione del rischio, all'interno delle aree allagabili, è eseguita secondo il procedimento illustrato nel capitolo 4 dell'allegato n. V.I. - ALall041-00 - Relazione idrologica e idraulica – Inquadramento metodologico, mediante un'analisi effettuata mettendo in relazione la pericolosità (H) e il danno potenziale (E) temuto per gli elementi a rischio presenti, considerando massima la vulnerabilità, secondo le classi di danno e lo schema di cui al paragrafo 3.5 dell'Allegato 4 alla DGR IX/2616/2011.

Le aree allagate sono così suddivise nelle quattro classi di rischio decrescente: R4, R3, R2, R1, come rappresentato nella tavola grafica dell'allegato V.I. - ALall041-06d – Carta del rischio (Mella nord).

7 SCHEMI GRAFICI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA - F. MELLA

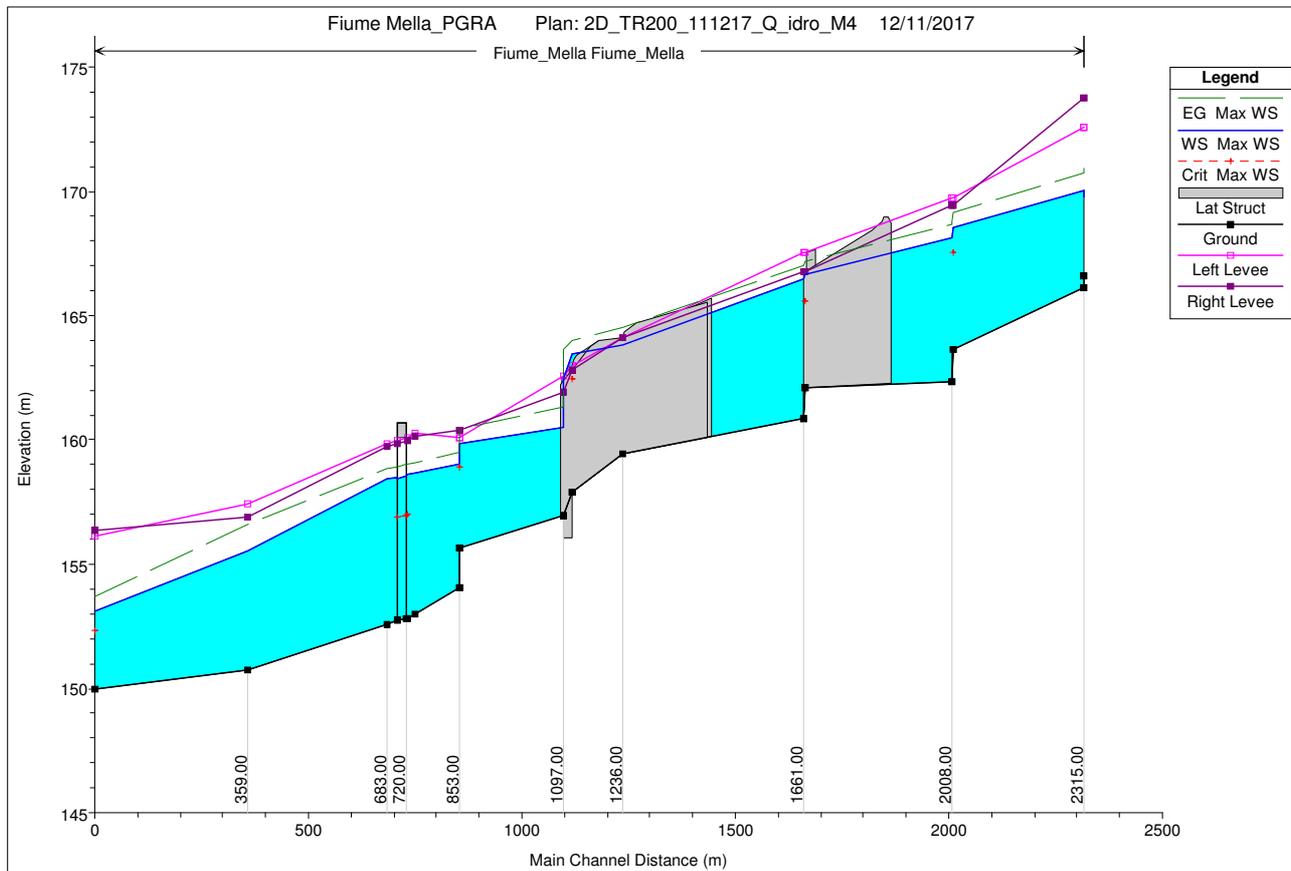
PLANIMETRIA



### PROFILO IDRAULICO

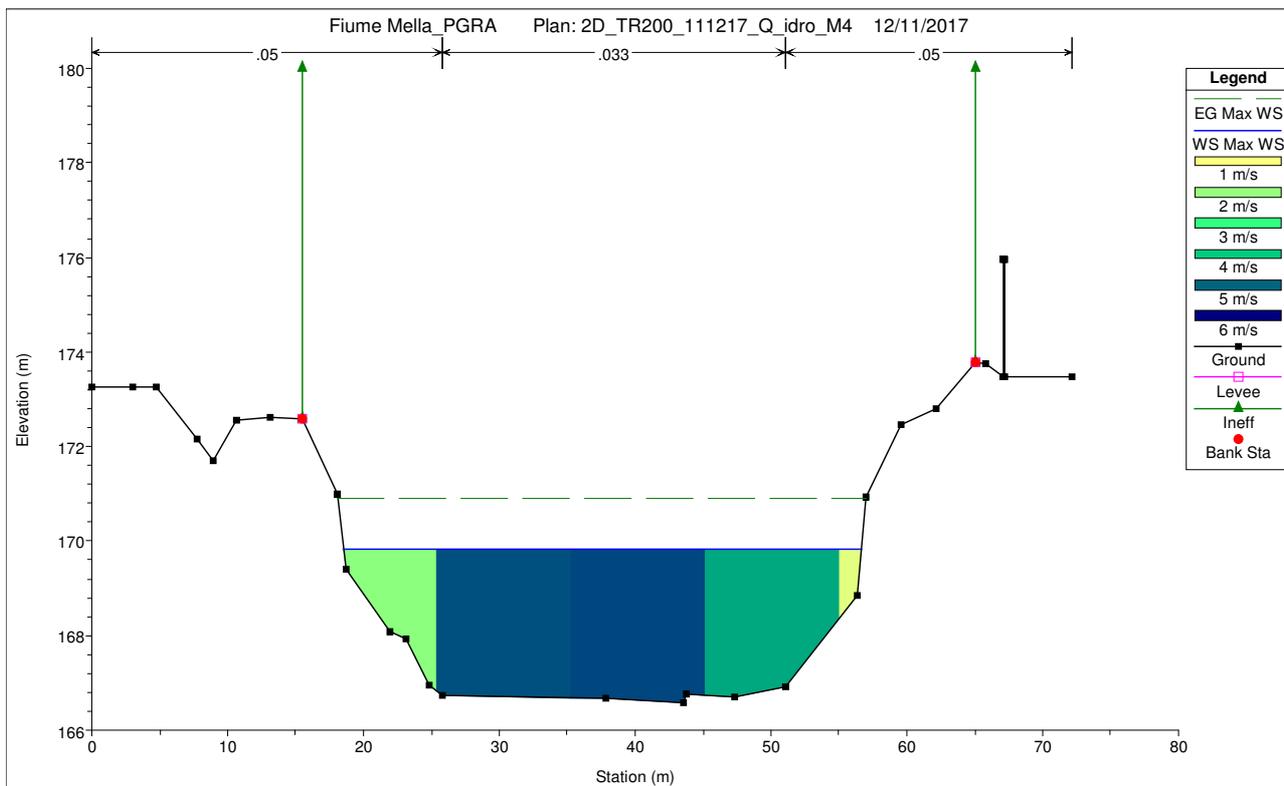
#### Inviluppo delle altezze massime della piena per TR200 nelle sezioni

#### Fiume Mella (loc. Pendolina)

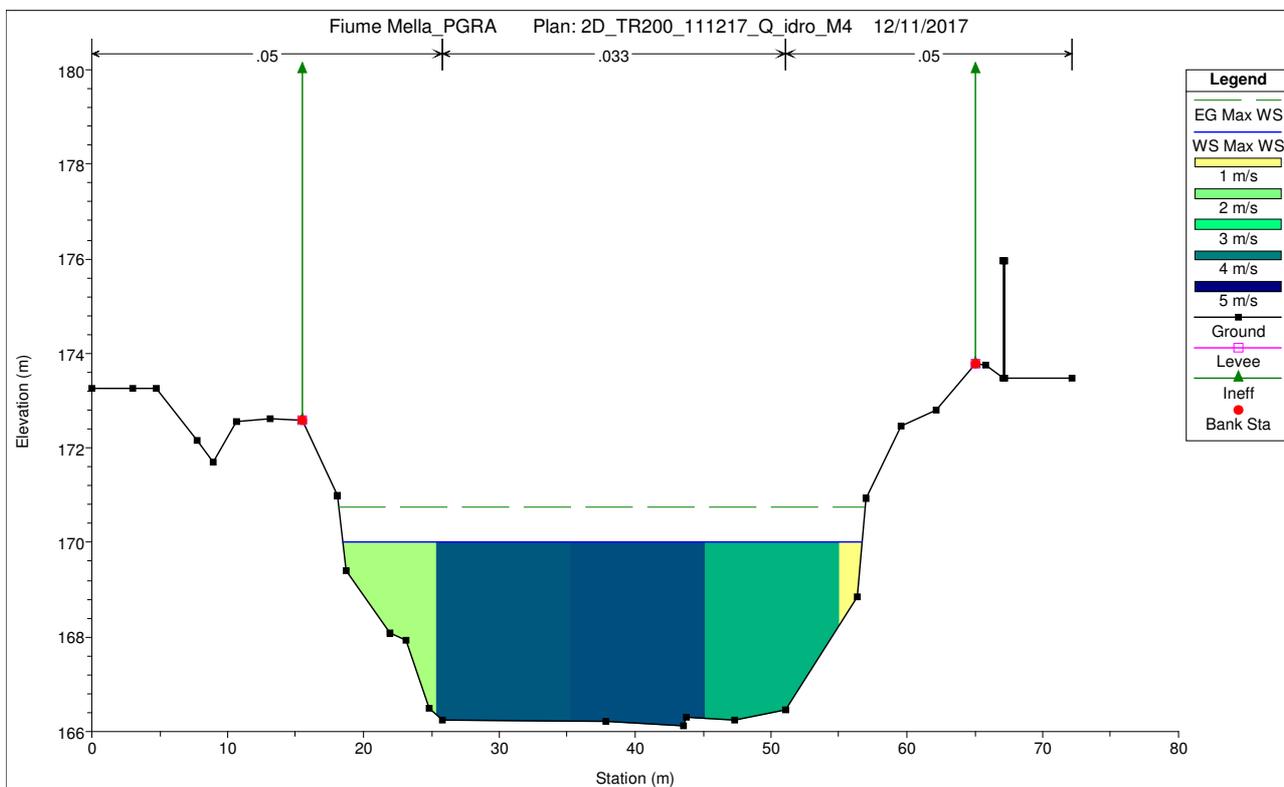


### SEZIONI - Altezze massime della piena con TR 200

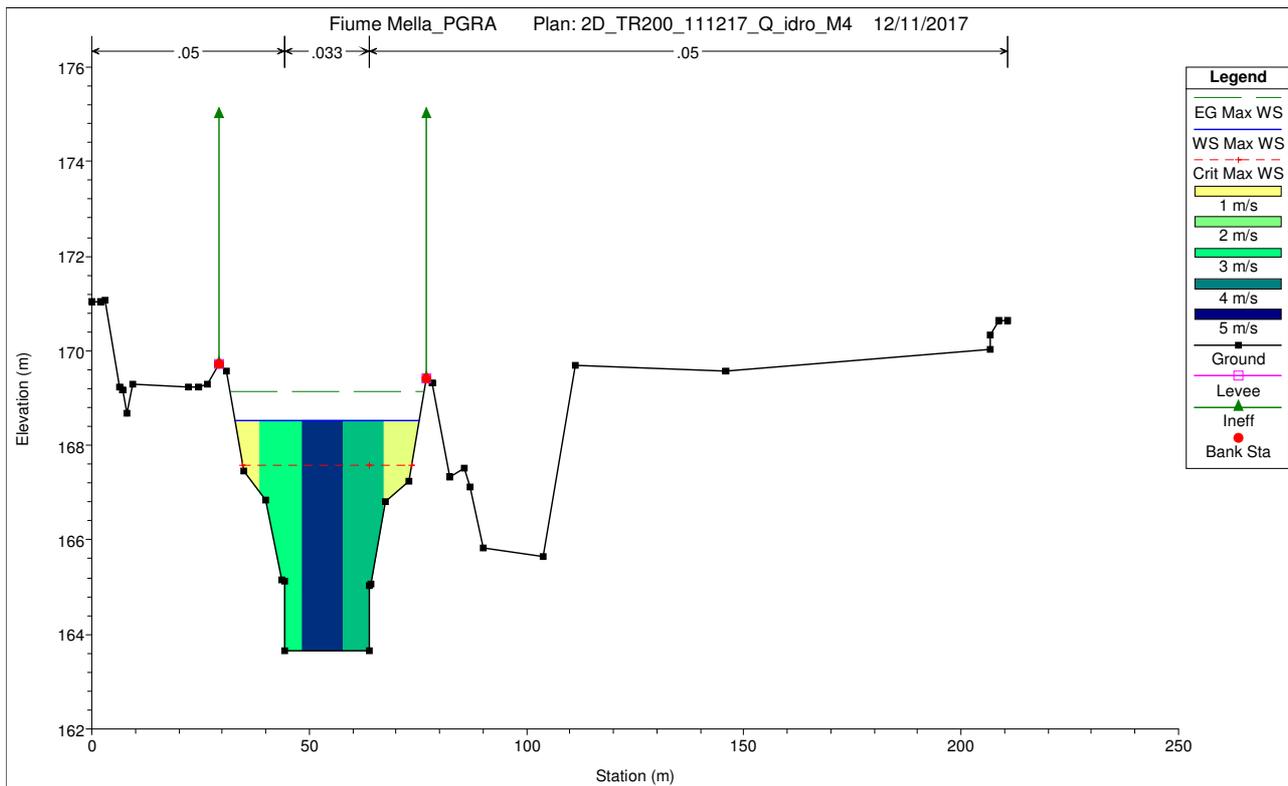
#### SEZIONE n° 2317.00



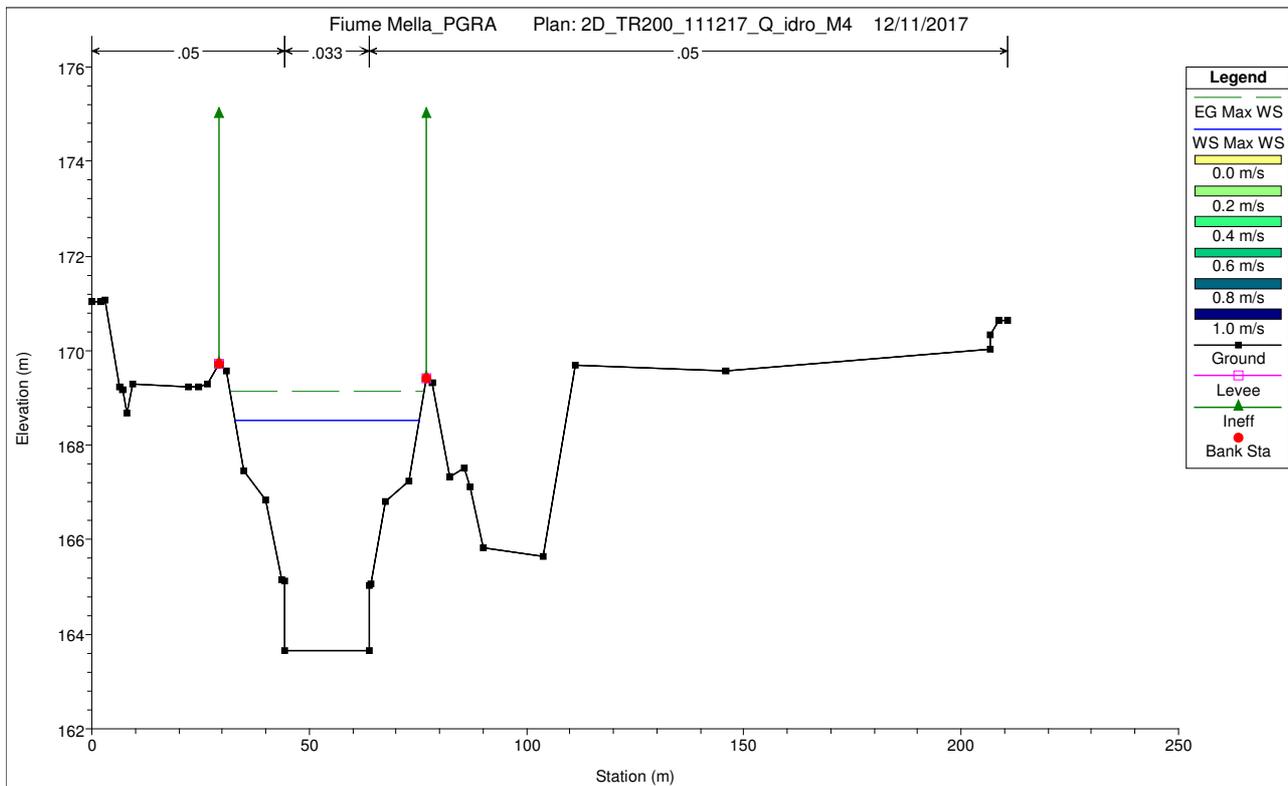
#### SEZIONE n° 2315.00



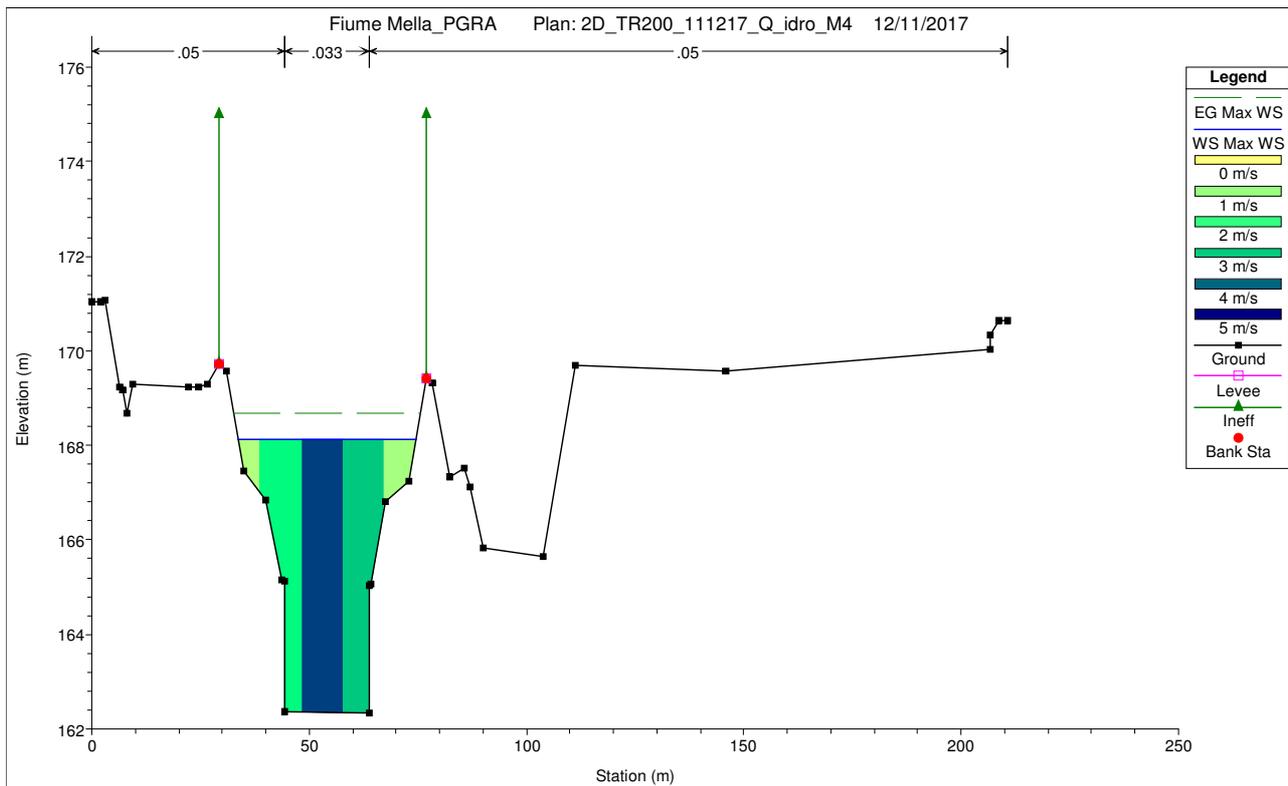
**SEZIONE n° 2010.00**



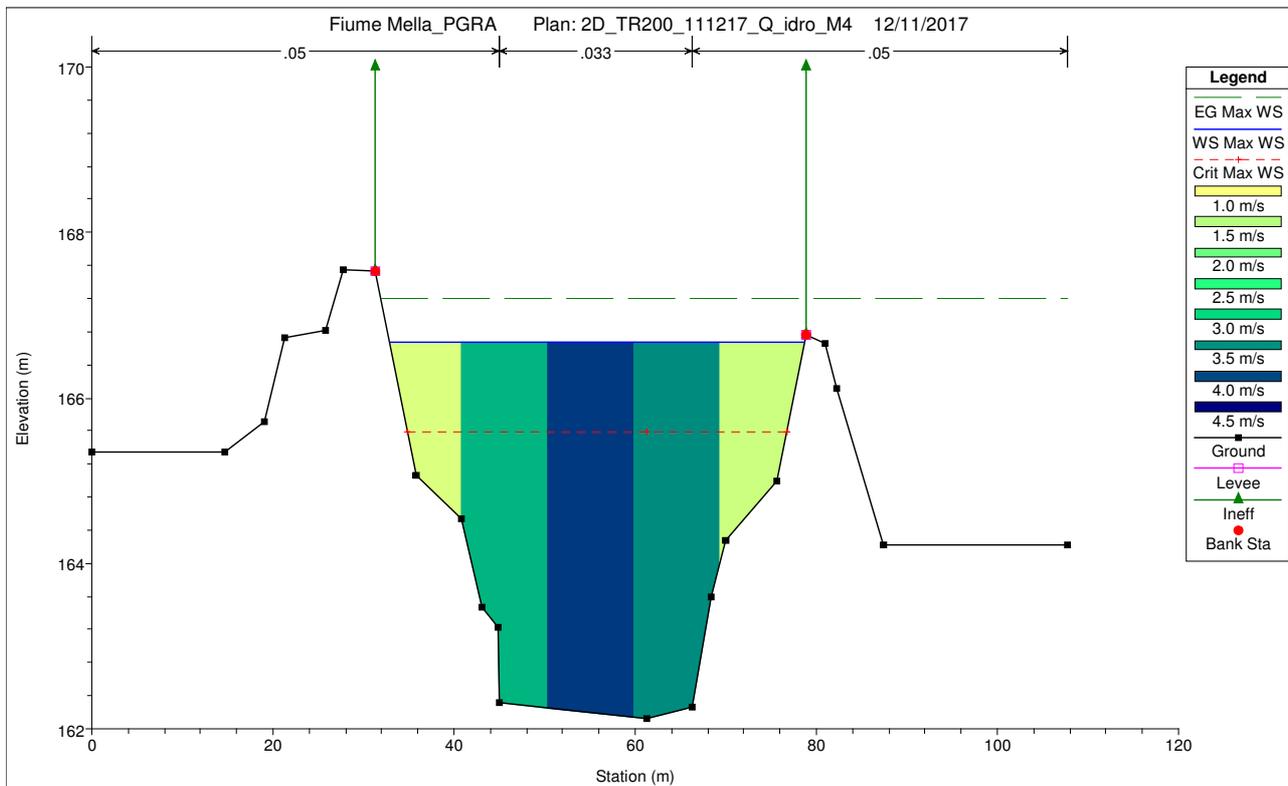
**SEZIONE n° 2009.00 IS briglia**



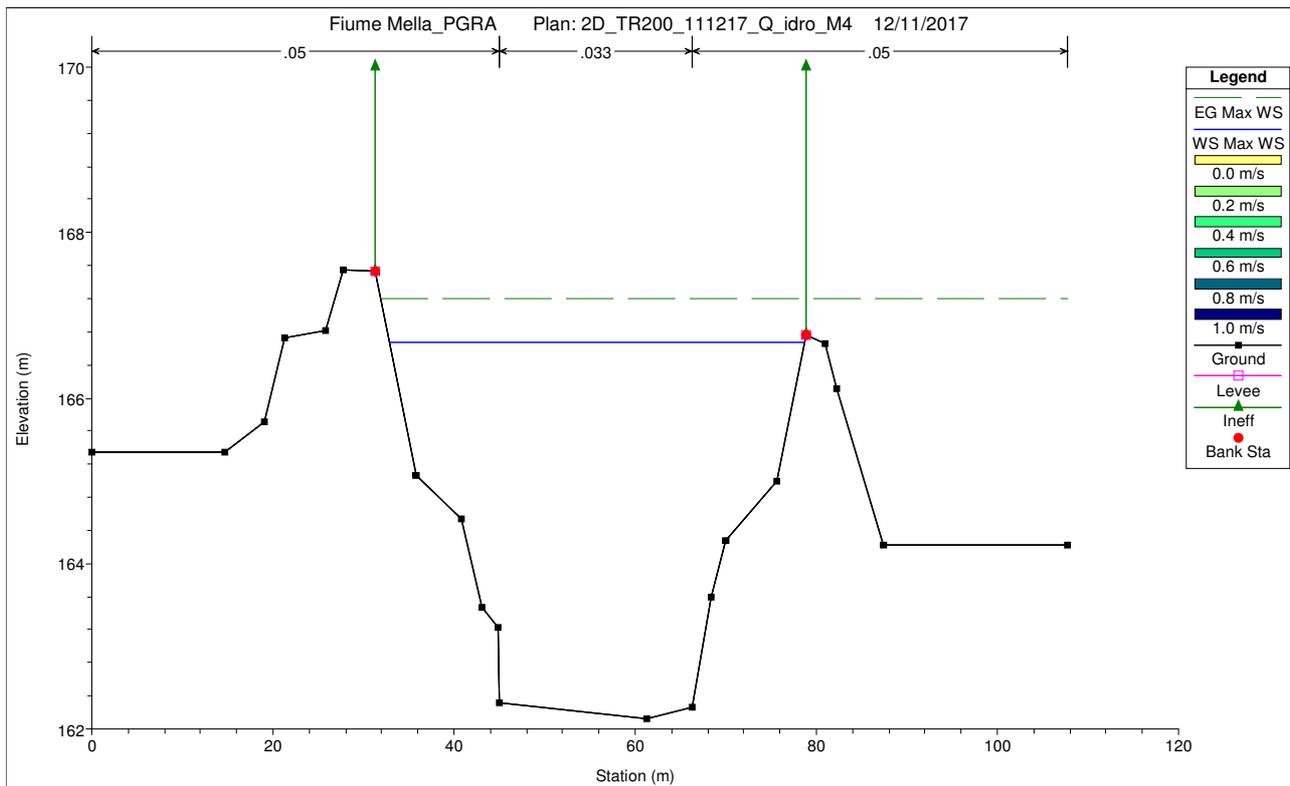
**SEZIONE n° 2008.00**



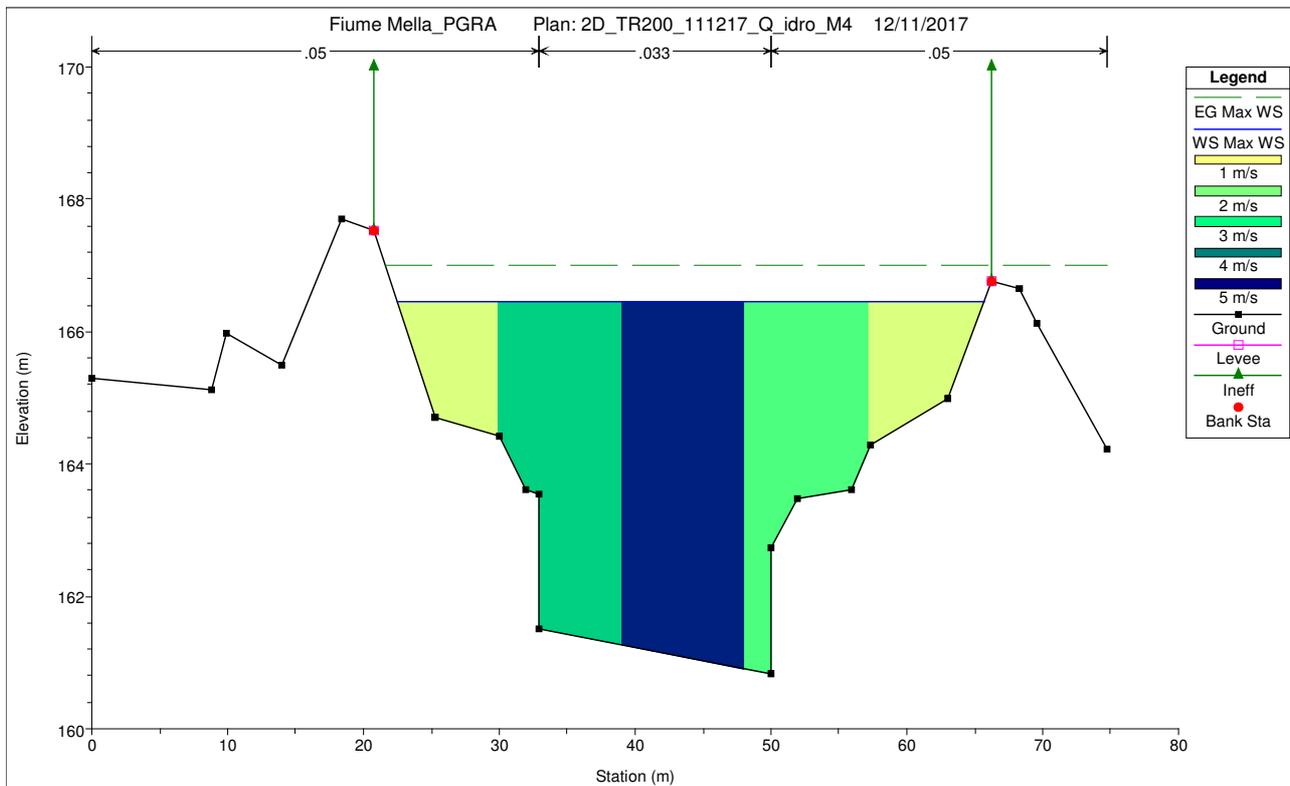
**SEZIONE n° 1663.00**



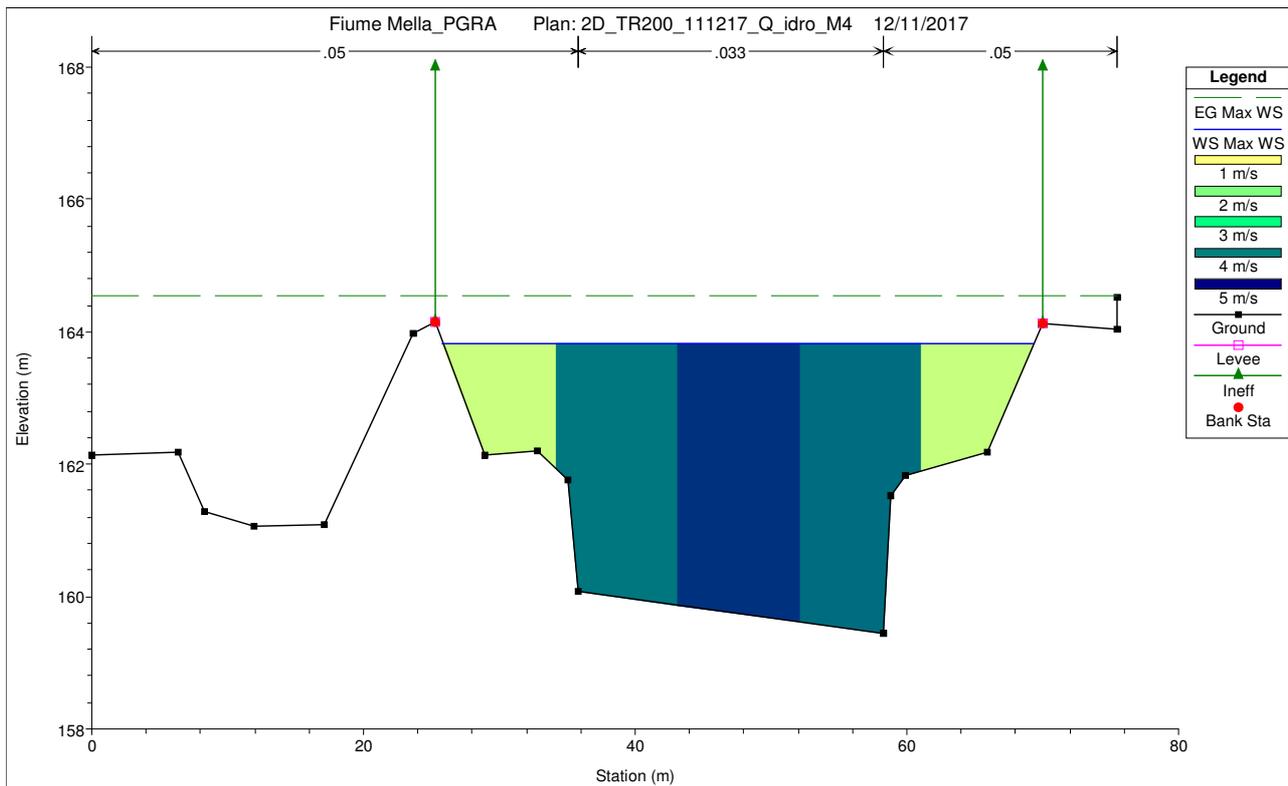
**SEZIONE n° 1662.00 IS briglia**



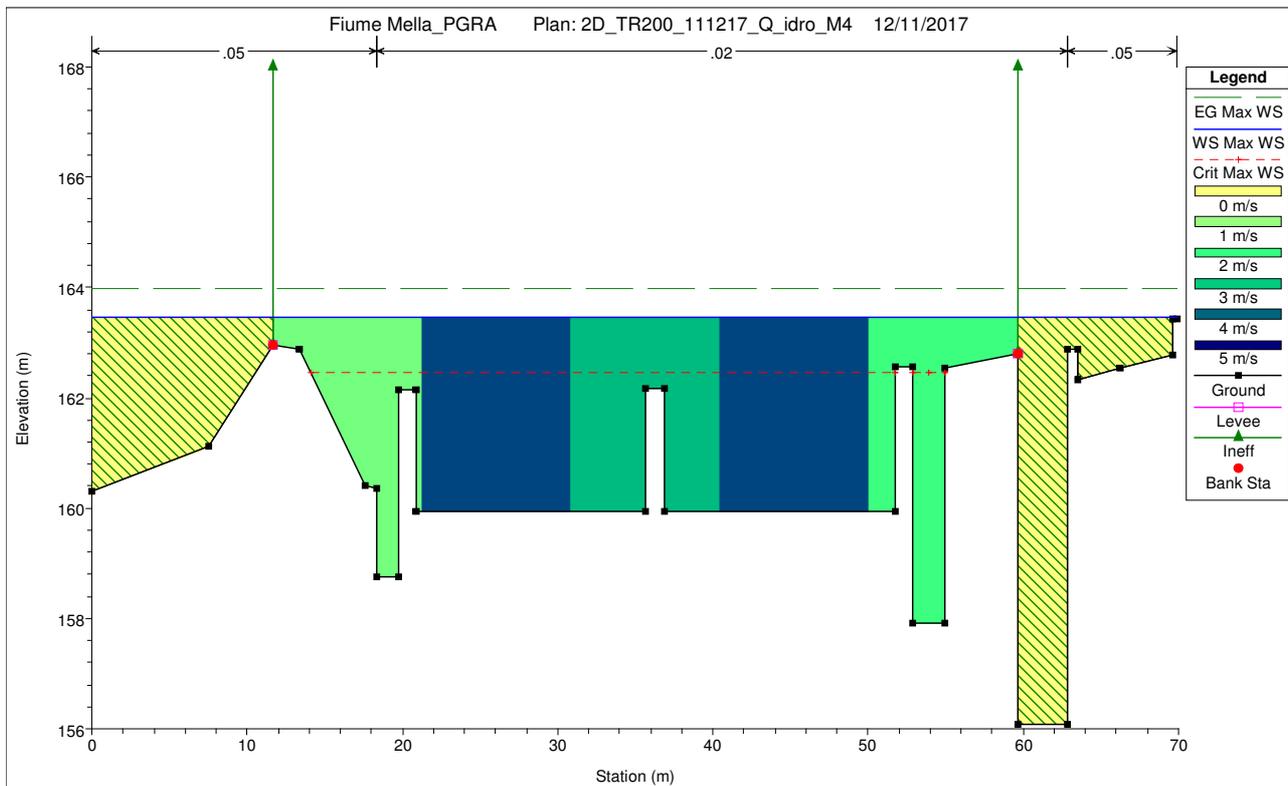
**SEZIONE n° 1661.00**



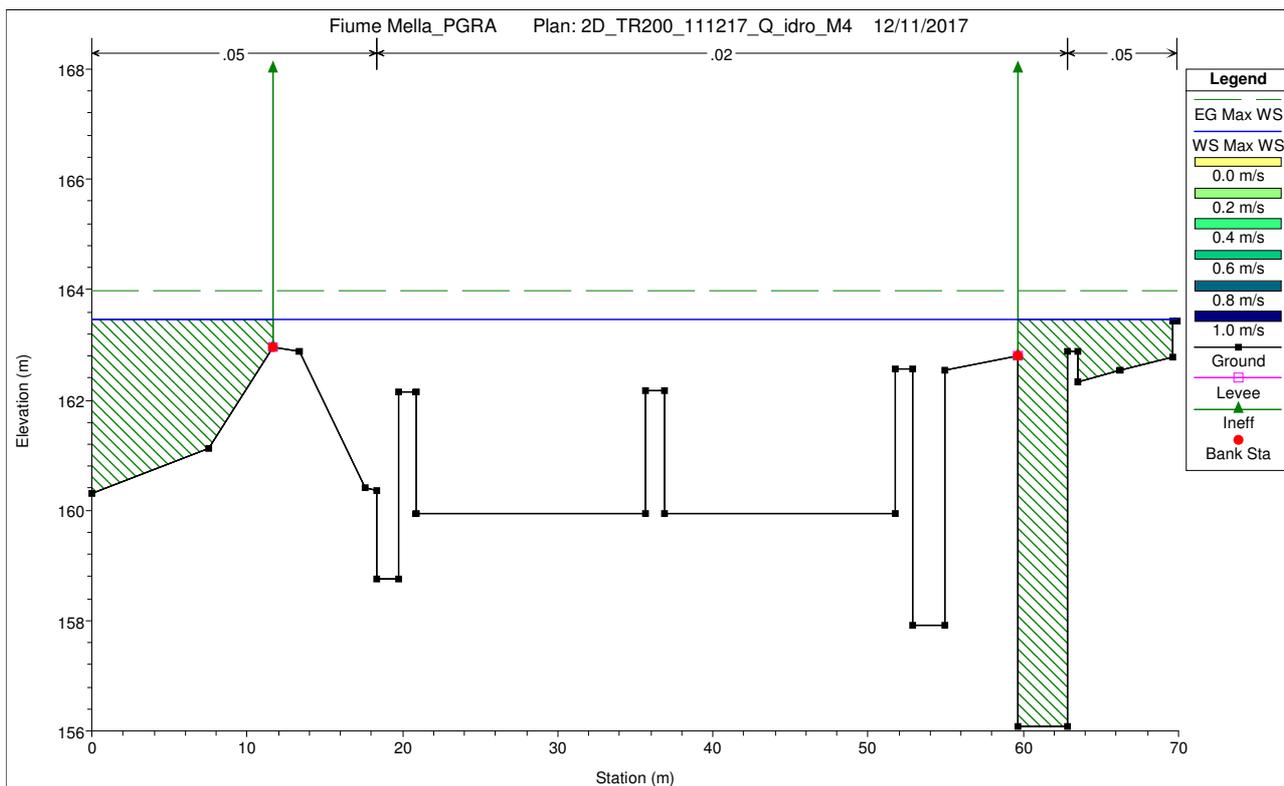
**SEZIONE n° 1236.00**



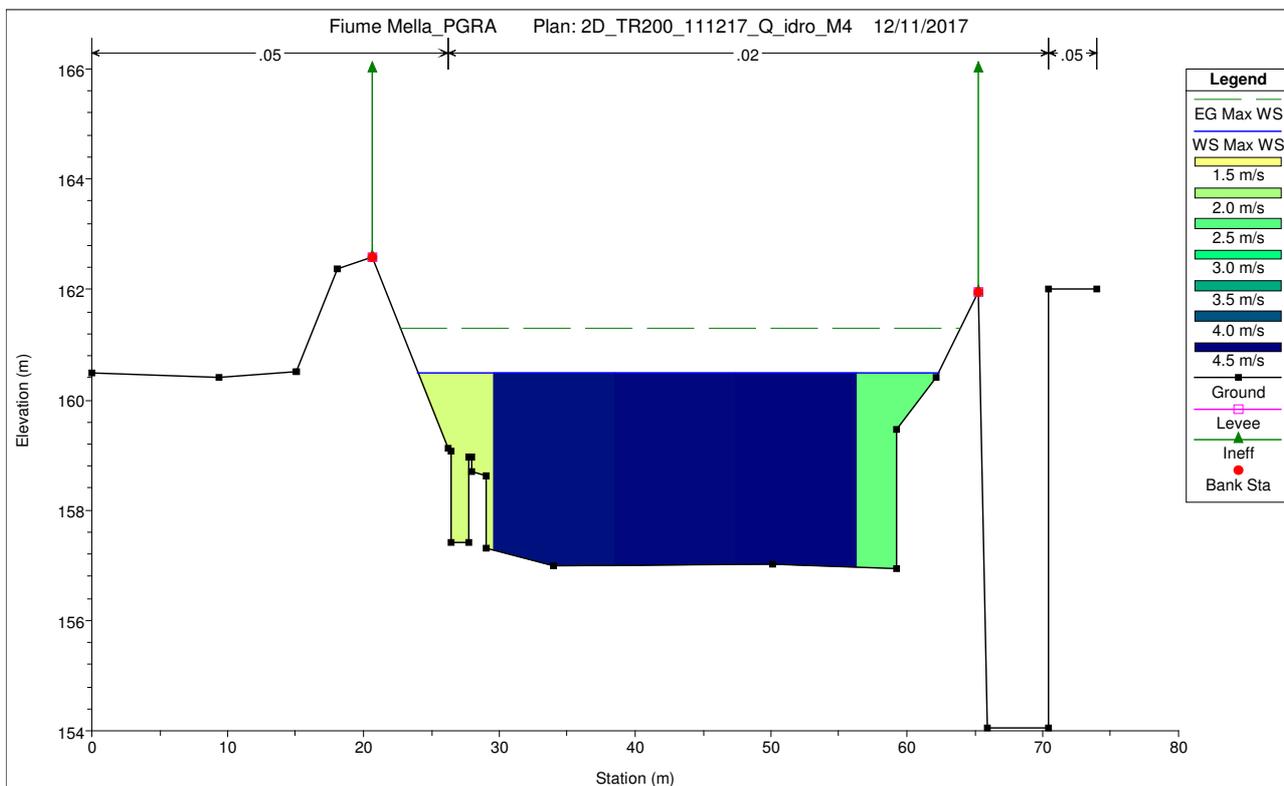
**SEZIONE n° 1117.00**



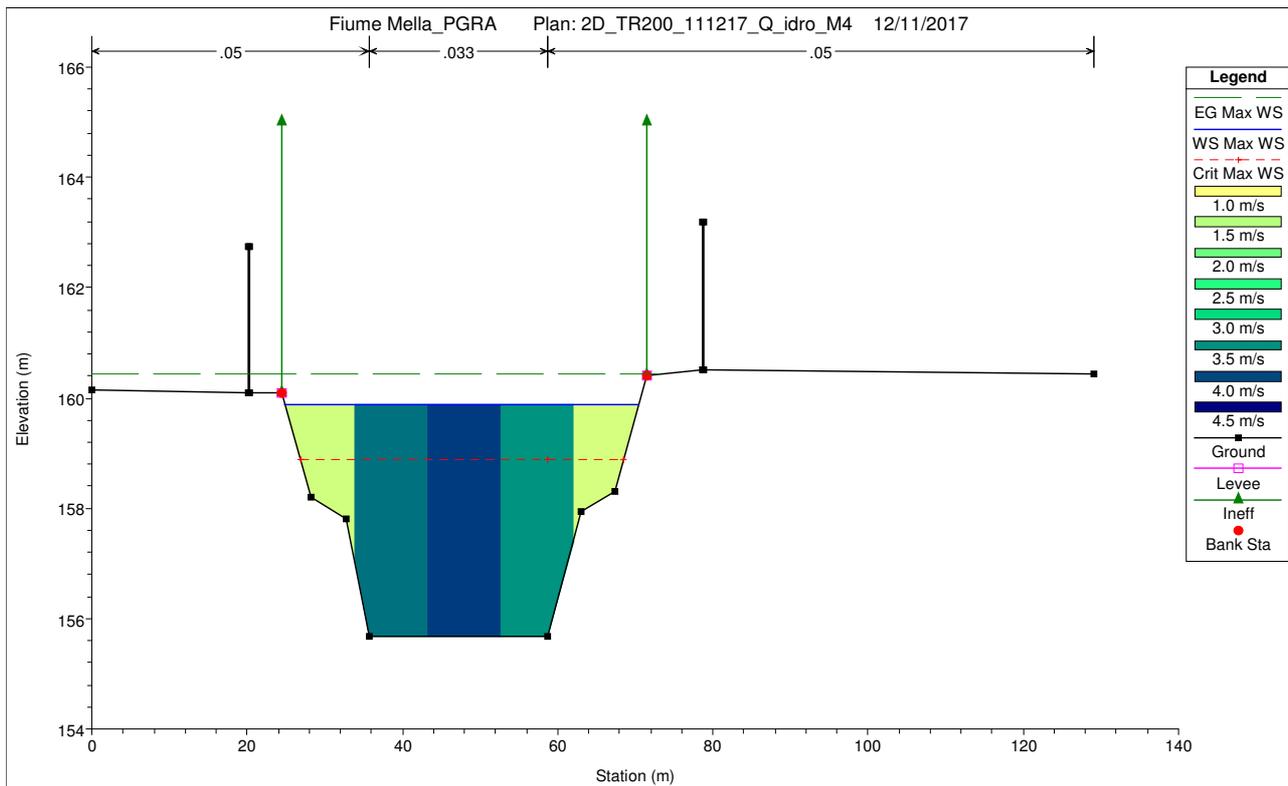
**SEZIONE n° 1116.00 IS briglia**



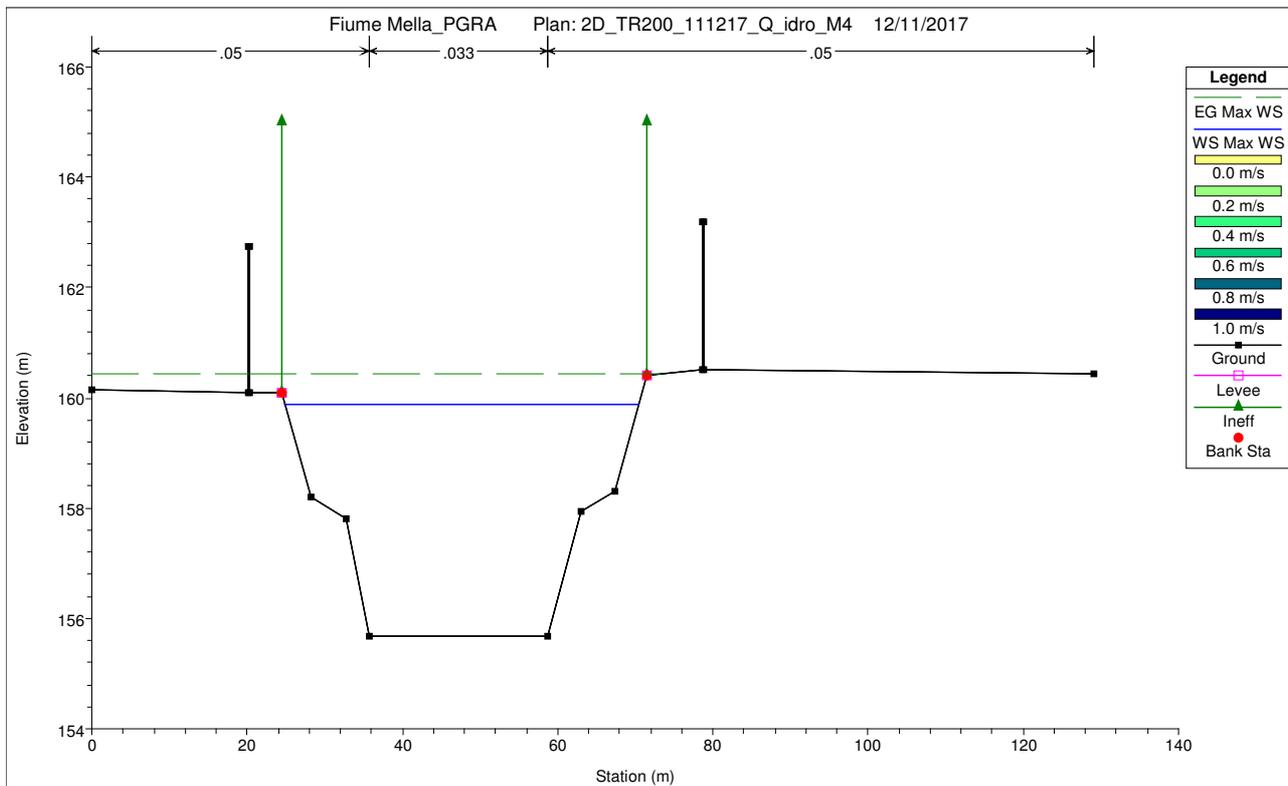
**SEZIONE n° 1097.00**



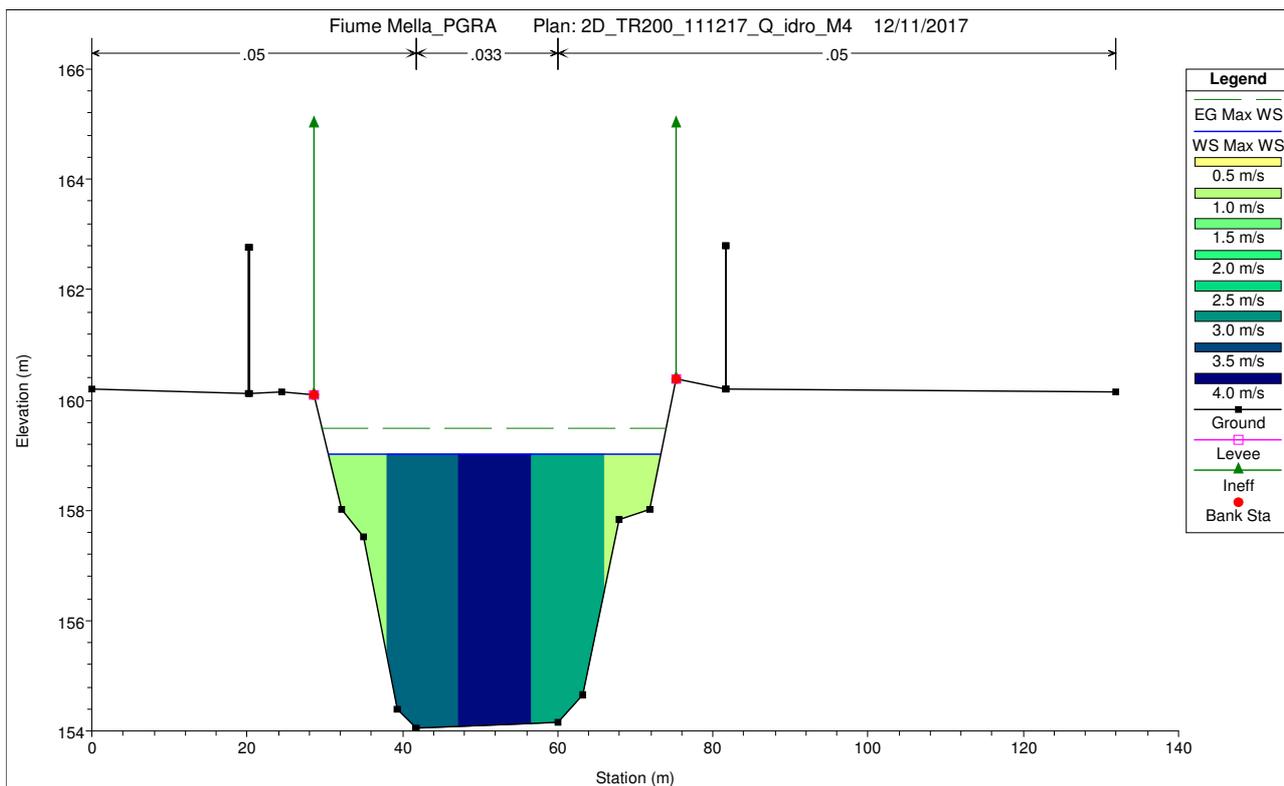
**SEZIONE n° 855.00**



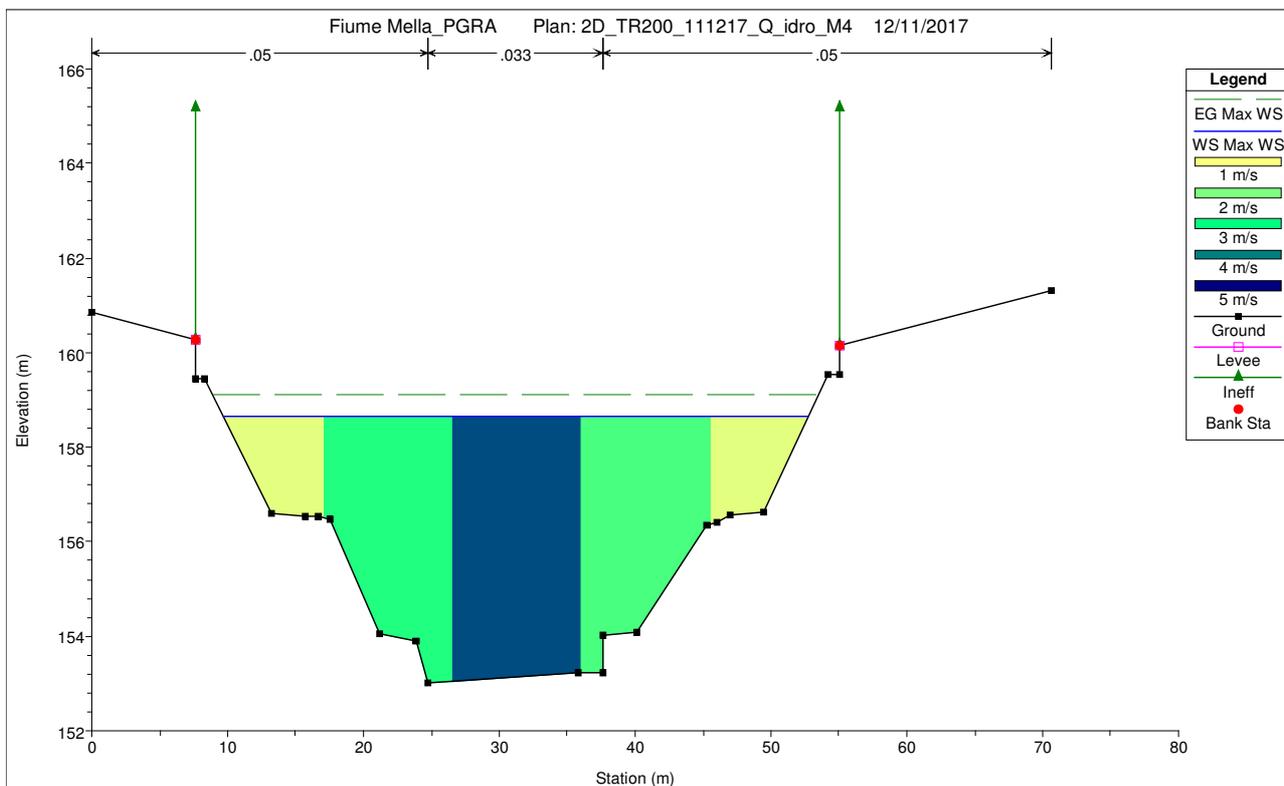
**SEZIONE n° 854.00 IS briglia**



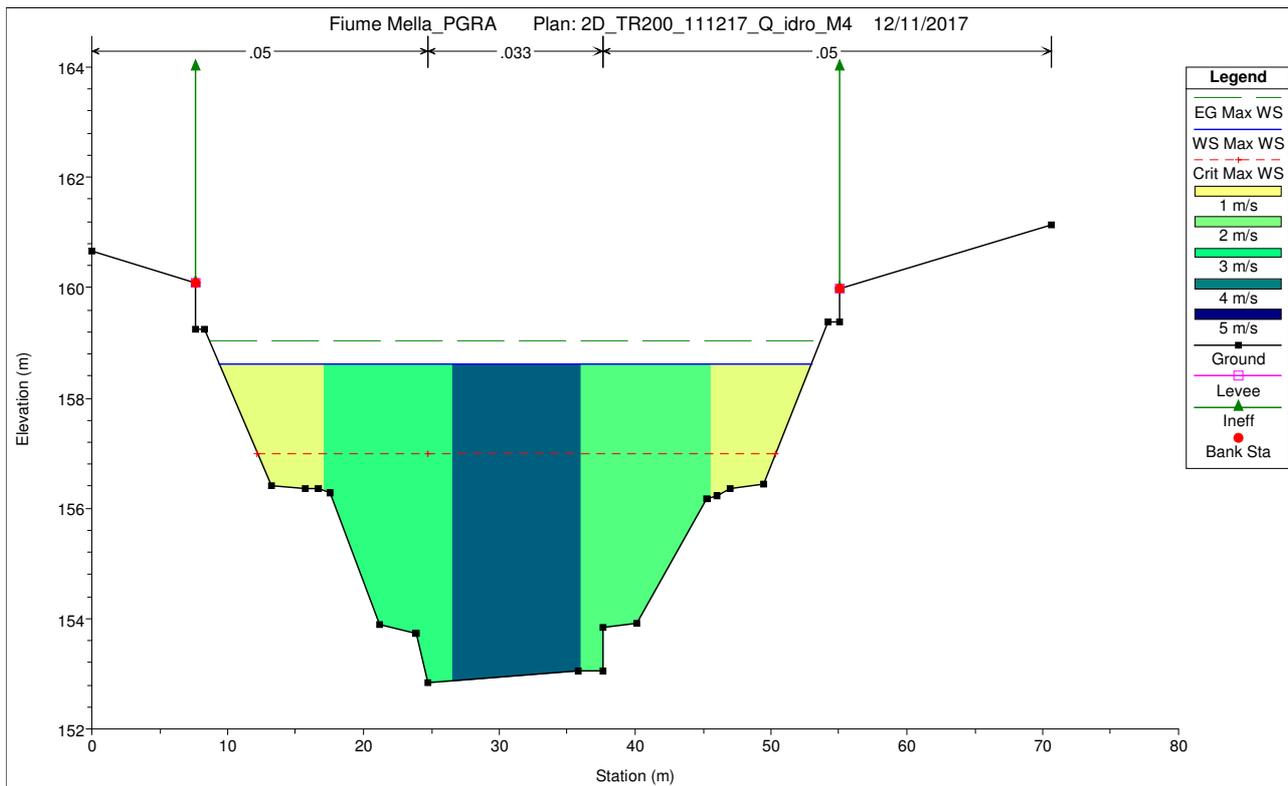
**SEZIONE n° 853.00**



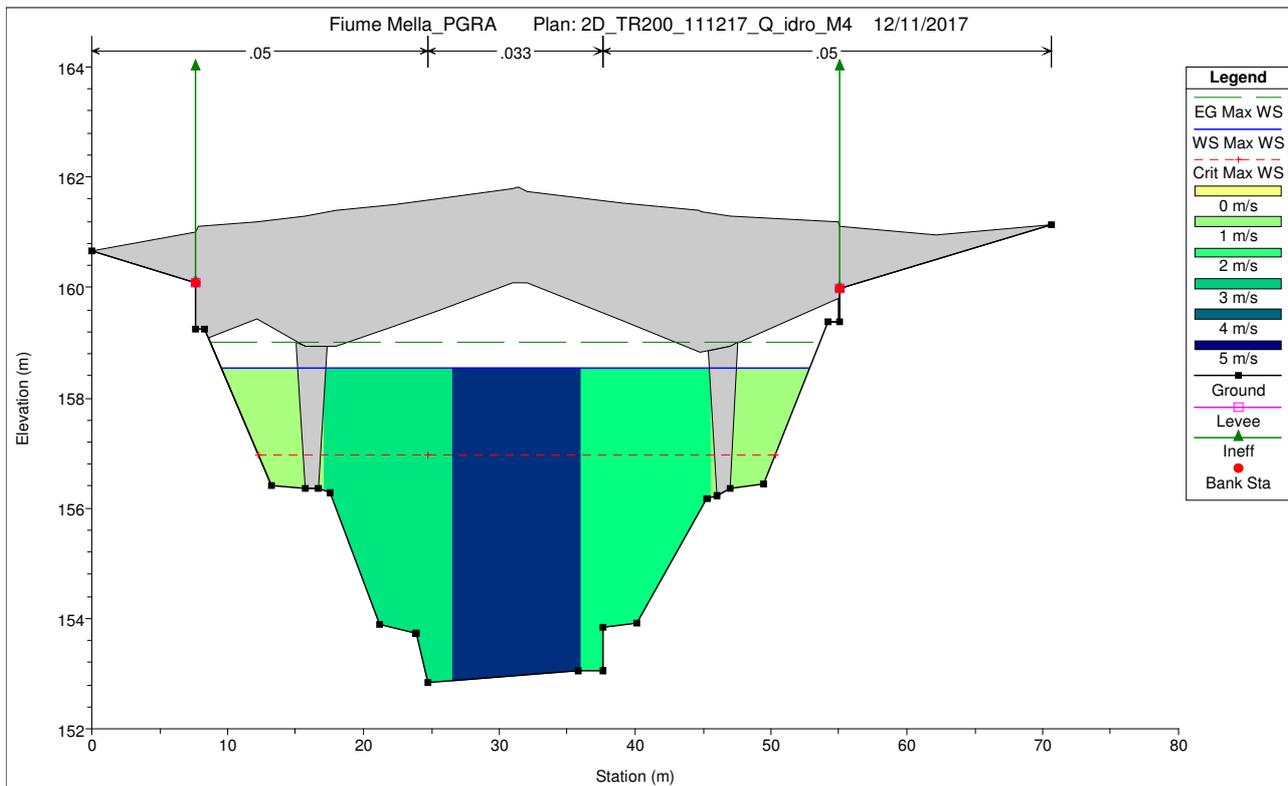
**SEZIONE n° 750.00**



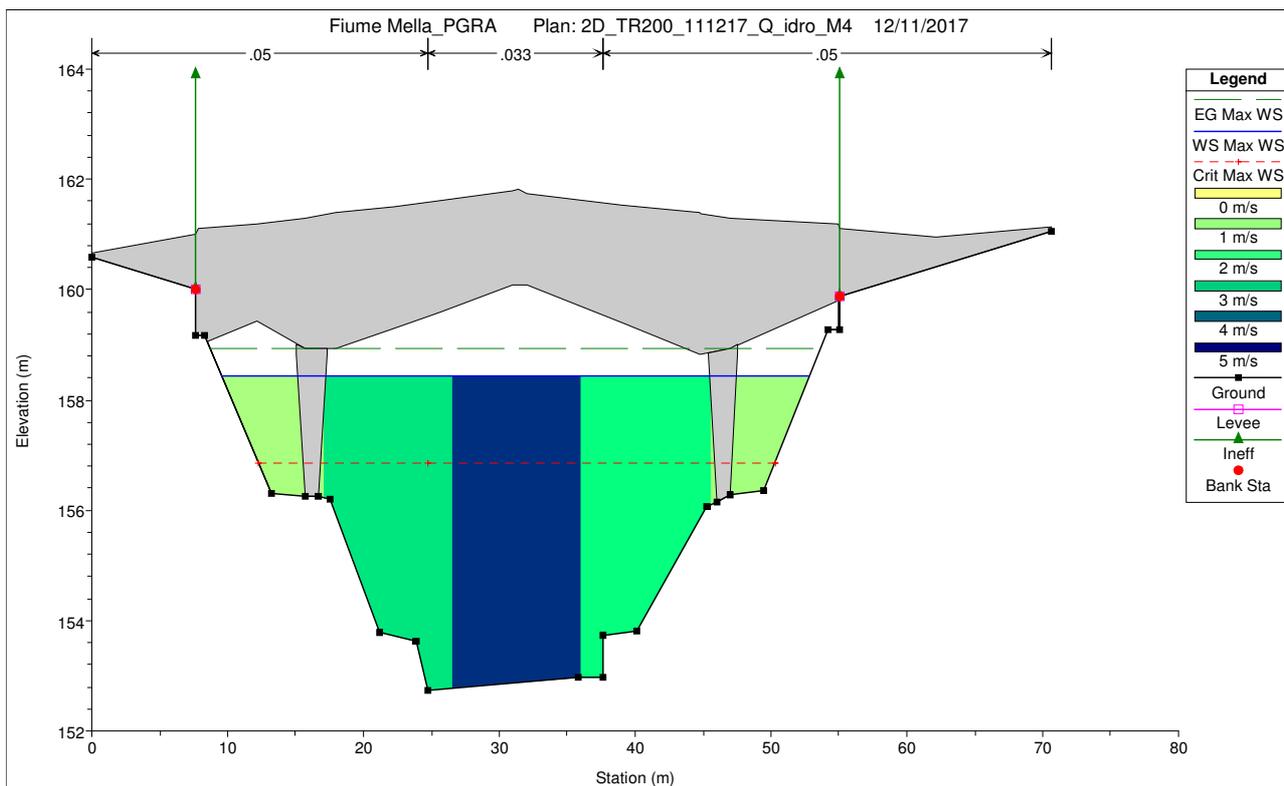
**SEZIONE n° 731.00**



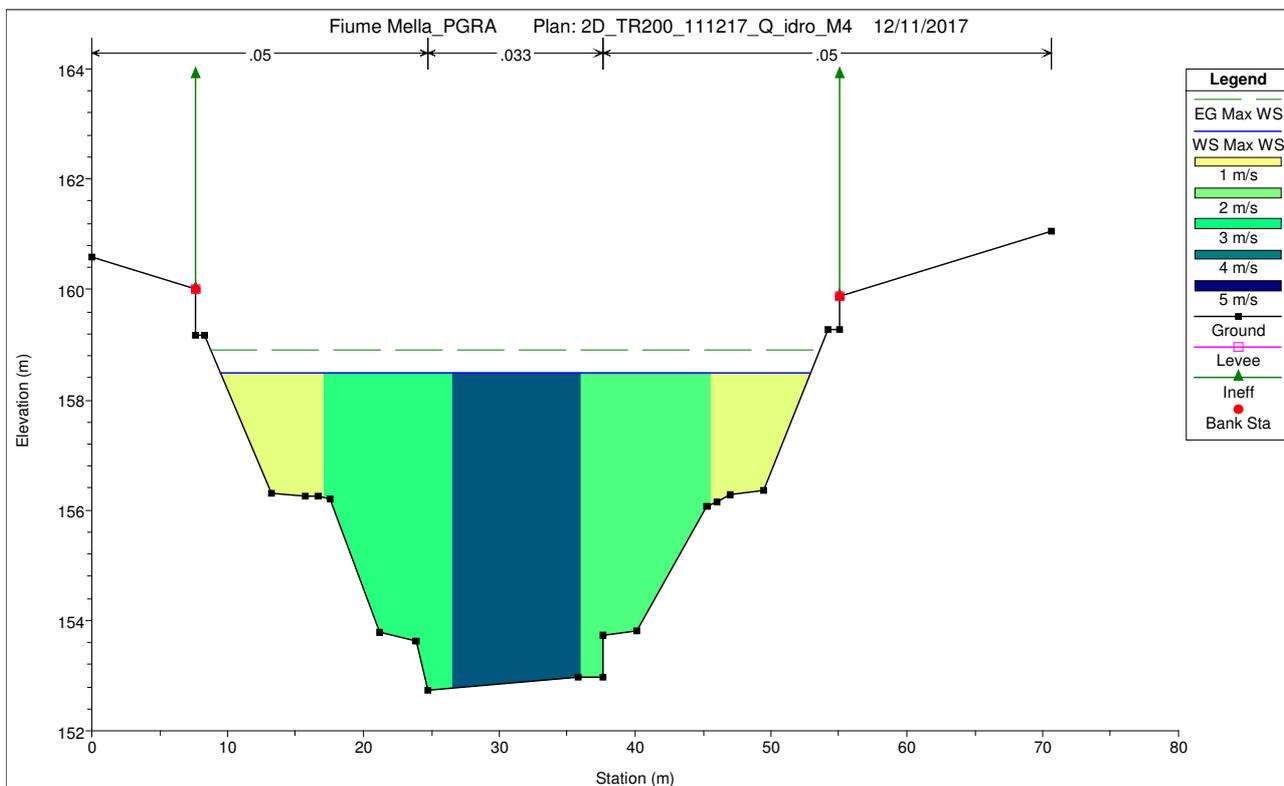
**SEZIONE n° 720.00 Ponte sezione di monte**



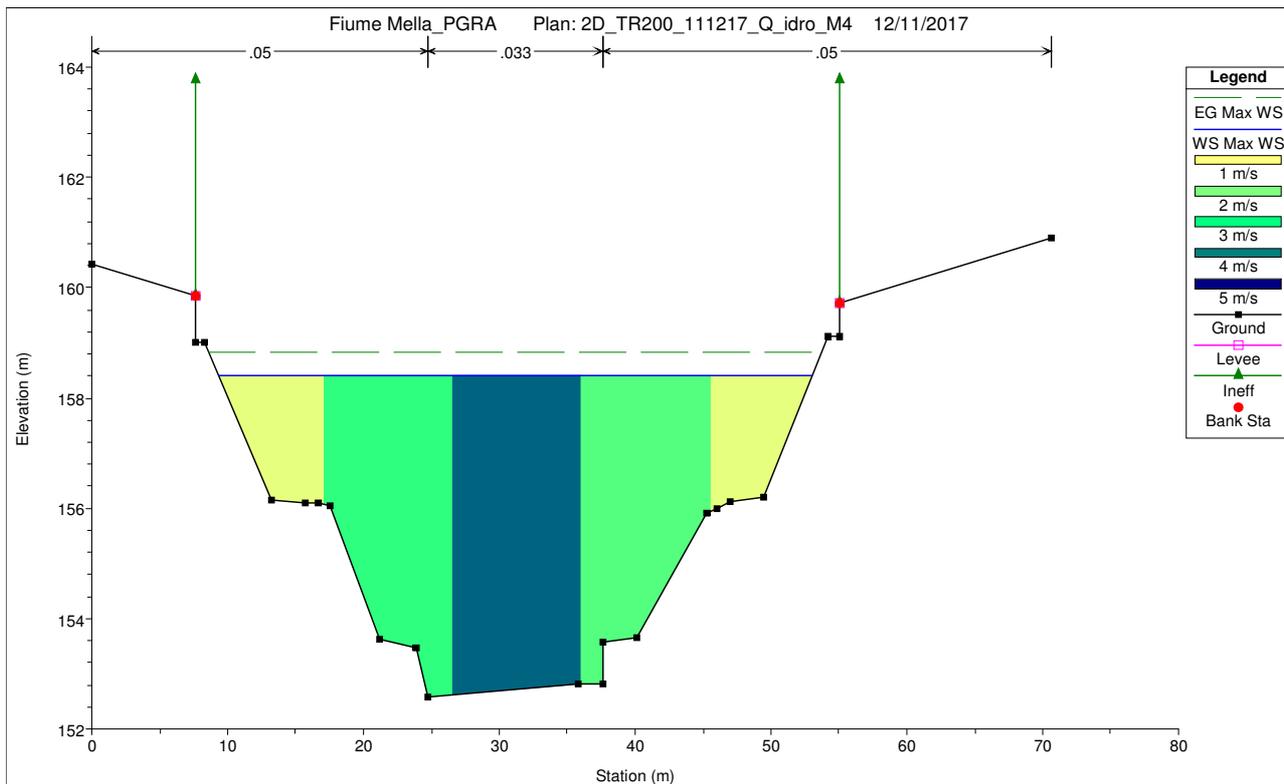
**SEZIONE n° 720.00 Ponte sezione di valle**



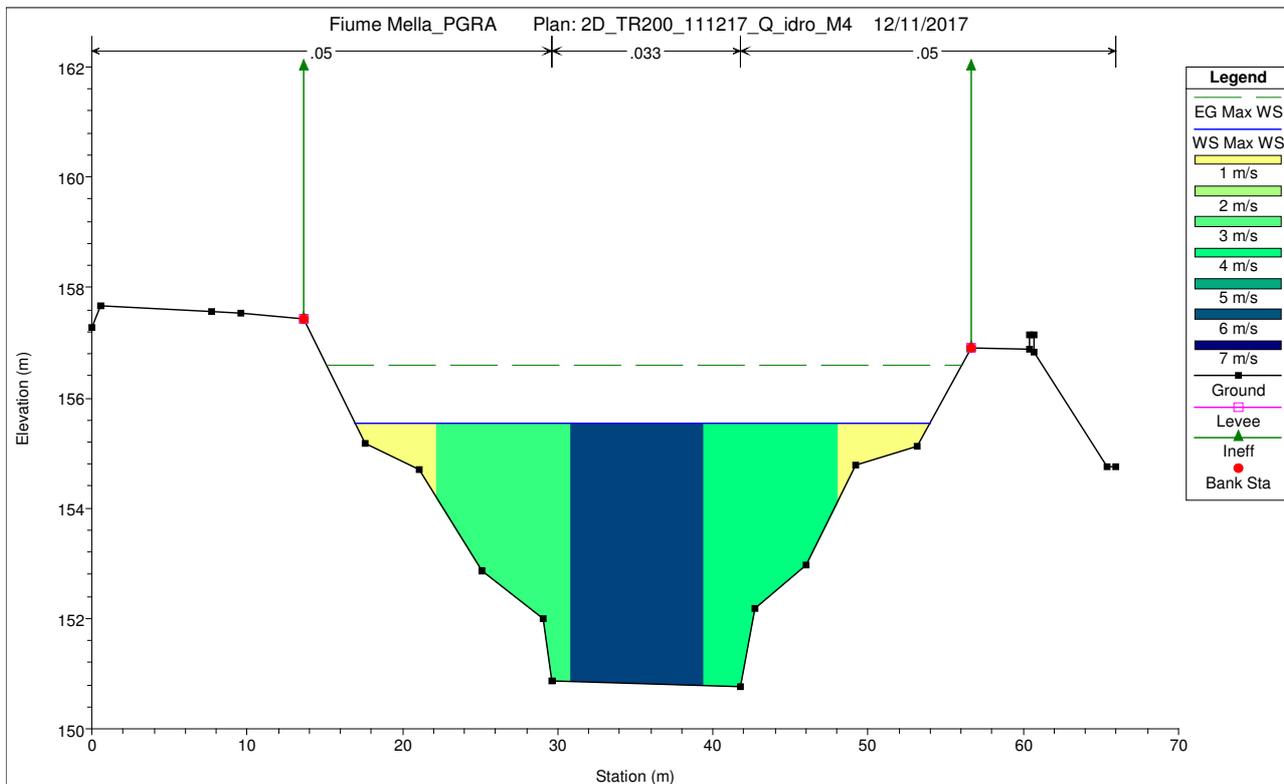
**SEZIONE n° 710.00**



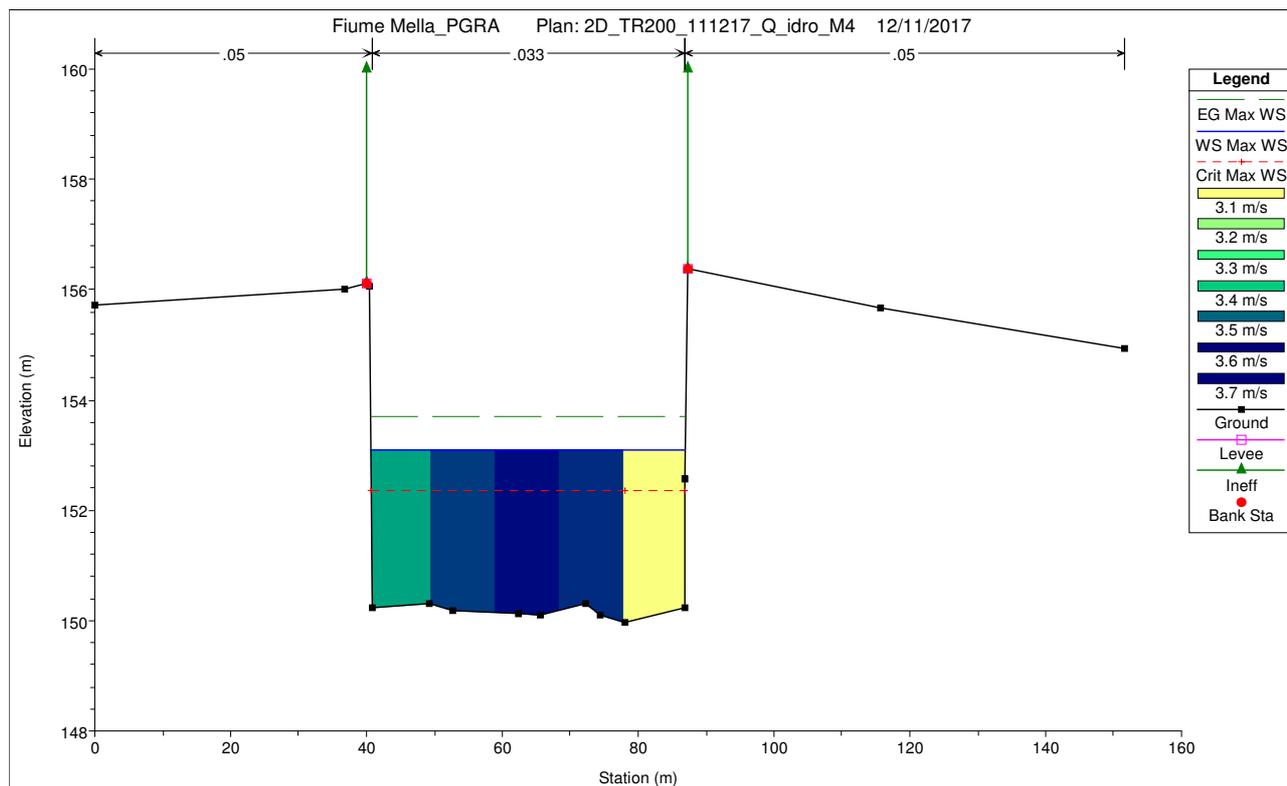
**SEZIONE n° 683.00**



**SEZIONE n° 359.00**



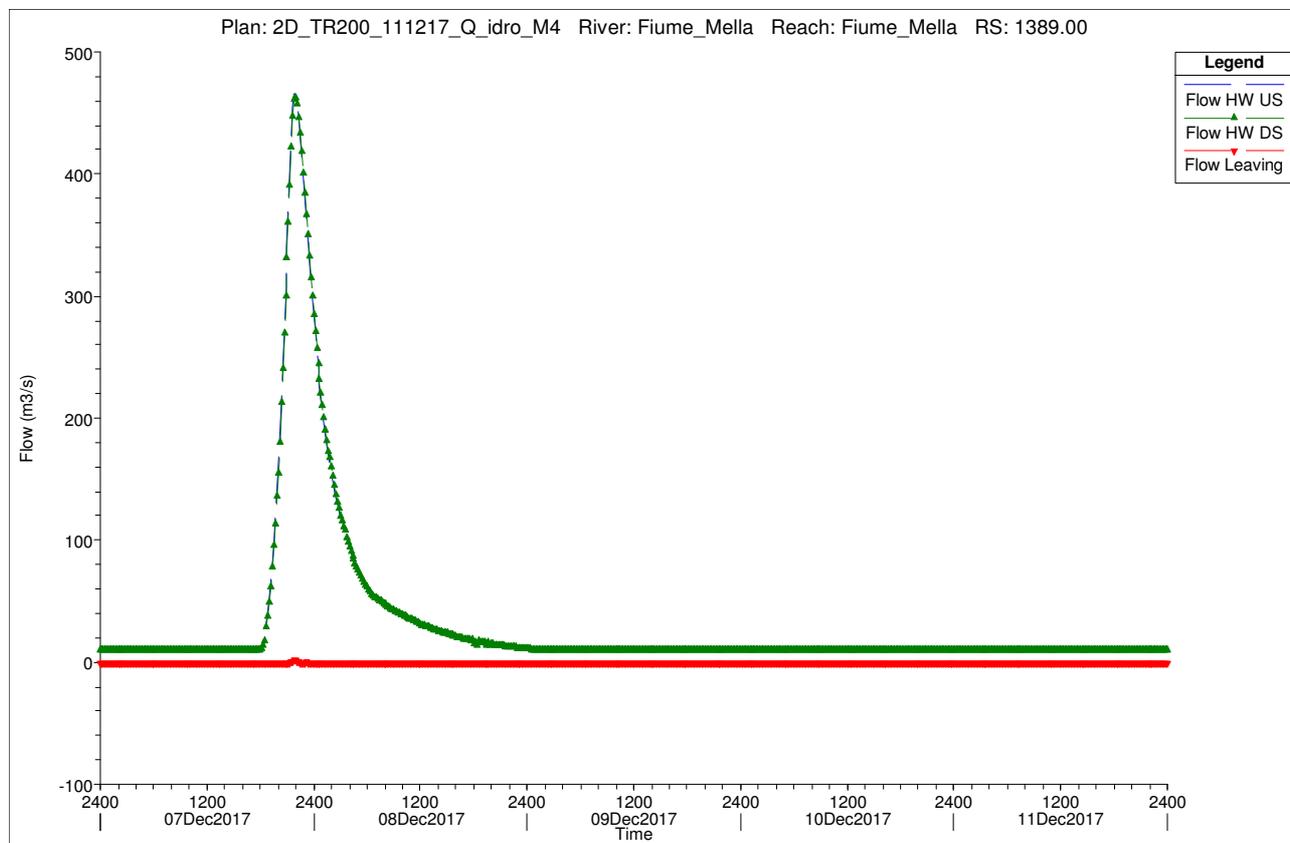
**SEZIONE n° 0.00**



## CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI IDRAULICI

### FIUME MELLA

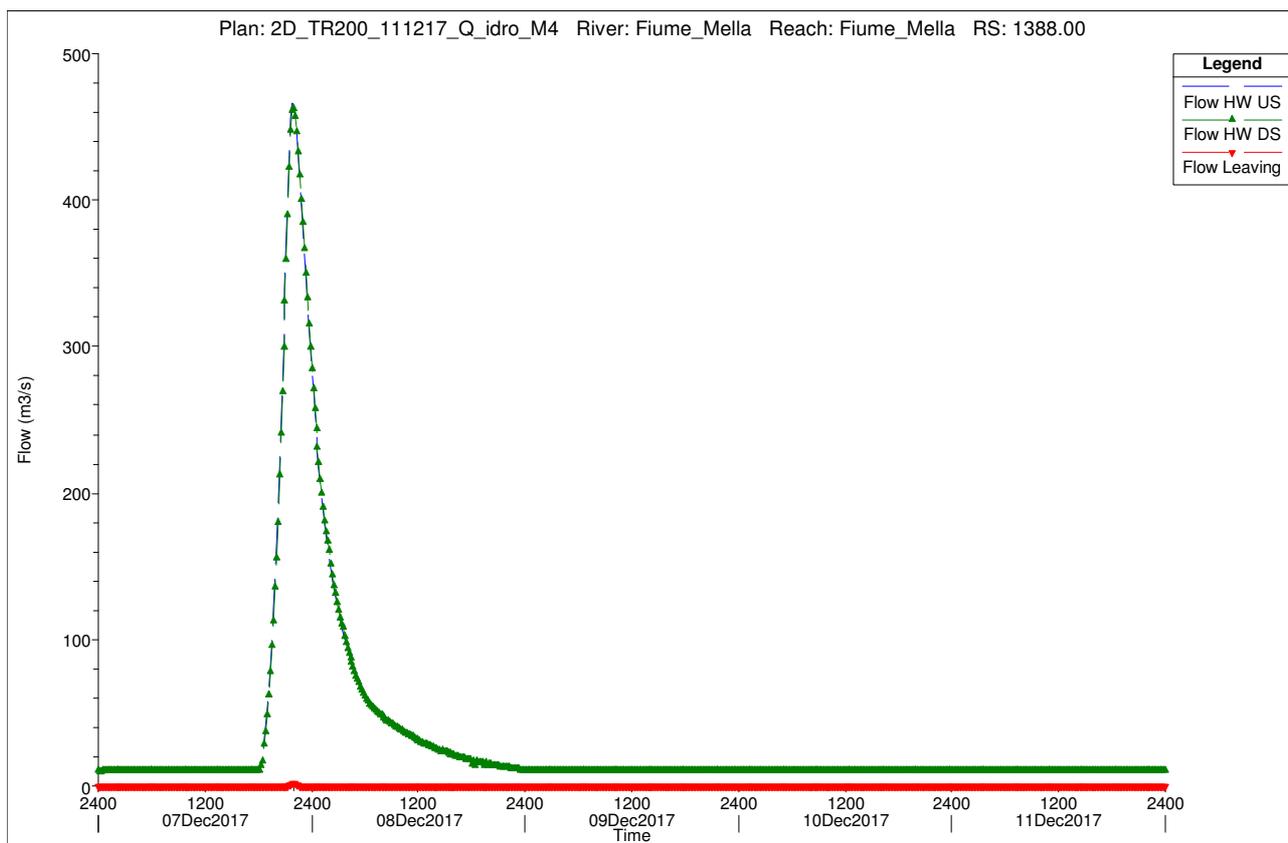
**SFIORATORE** (sponda destra tra sez. 1661.00 e sez. 1236.00)



Dati sfioratore:

- Lunghezza 354,03 m
- Collegato all'area di allagamento n°2
- Coefficiente di efflusso 1,10
- Portata massima tracimata 1,68 m<sup>3</sup>/s (dato ore 22:00)
- Volume totale tracimato 3'550,00 m<sup>3</sup>
- Portata massima transitata a monte 466,53 m<sup>3</sup>/s (dato ore 21:50)
- Portata massima transitata a valle 462,64 m<sup>3</sup>/s (dato ore 22:00)

### SFIORATORE (sponda sinistra tra sez. 1661.00 e sez. 1236.00)



#### Dati sfioratore:

- Lunghezza 358,40 m
- Collegato all'area di allagamento n°3
- Coefficiente di efflusso 1,10
- Portata massima tracimata 2,03 m<sup>3</sup>/s (dato ore 22:00)
- Volume totale tracimato 6' 190,00 m<sup>3</sup>
- Portata massima transitata a monte 466,53 m<sup>3</sup>/s (dato ore 21:50)
- Portata massima transitata a valle 462,64 m<sup>3</sup>/s (dato ore 22:00)