

Regione Calabria



Provincia di Reggio Calabria



Comune di Siderno



COMMITTENTE:

REGIONE CALABRIA Dipartimento Ambiente

COMMESSA IRR312

**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI VALORIZZAZIONE E RECUPERO SPINTO DI MATERIE, DA RD E RU RESIDUI, DA AVVIARE ALLA FILIERA DEL RECUPERO, CON ANNESSA PIATTAFORMA DI VALORIZZAZIONE DELLA FRAZIONE ORGANICA (FORSU) DA REALIZZARE IN LOC. "SAN LEO" NEL COMUNE DI SIDERNO (RC), A SERVIZIO DELL'ATO 5.**



**STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO**



NOME FILE: IRR312PDRT018.02\_RLT\_18

ELABORATO: RLT\_18

fase	data	rev.	Descrizione fase	redatto	controllato	approvato
01	04.2021	00	INTEGRAZIONI FASE AUTORIZZATIVA	silenzi	martino	
01	04.2021	01	INTEGRAZIONI FASE AUTORIZZATIVA	silenzi	martino	
01	06.2021	02	INTEGRAZIONI FASE AUTORIZZATIVA	silenzi	martino	



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1 NORME DI RIFERIMENTO .....	4
1.2 LOCALIZZAZIONE INTERVENTO .....	4
<b>2. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI ATTENZIONE (D.S. n. 540 del 13/10/2020)</b> .....	<b>7</b>
<b>3. STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO AREA DI ATTENZIONE 1</b> .....	<b>9</b>
3.1 RILIEVO DELL'AREA IN OGGETTO .....	9
<b>4. STUDIO IDRAULICO BACINO A</b> .....	<b>12</b>
4.1 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO A .....	12
4.2 TEMPI DI CORRIVAZIONE .....	12
4.3 STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI .....	14
4.3.1 <i>Pluviometria area in oggetto</i> .....	15
4.3.2 <i>Modello probabilistico di Gumbel</i> .....	16
4.4 STIMA DELLE MASSIME PORTATE AL COLMO DI PIENA .....	18
4.4.1 <i>Determinazione del coefficiente di deflusso</i> .....	19
4.5 VERIFICA IDRAULICA .....	21
4.5.1 <i>Schematizzazione geometrica del canale esistente</i> .....	21
4.5.2 <i>Condizioni al contorno</i> .....	23
4.5.3 <i>RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IN HEC-RAS – T200 ANNI</i> .....	24
4.6 CONCLUSIONI .....	31
<b>5. STUDIO IDRAULICO BACINO B</b> .....	<b>32</b>
5.1 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO B .....	32
5.2 TEMPI DI CORRIVAZIONE .....	33
5.3 STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI .....	34
5.4 STIMA DELLE MASSIME PORTATE AL COLMO DI PIENA .....	34
5.4.1 <i>Determinazione del coefficiente di deflusso</i> .....	34
5.5 VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE ESISTENTE .....	35
5.5.1 <i>Equazioni per il funzionamento a moto permanente</i> .....	36
5.5.2 <i>Schematizzazione geometrica del canale esistente</i> .....	37
5.5.3 <i>Condizioni al contorno</i> .....	38
5.5.4 <i>Risultati della simulazione in hec-ras – t200 anni</i> .....	39
5.6 CONCLUSIONI .....	48
<b>6. STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO AREA DI ATTENZIONE 2</b> .....	<b>49</b>
6.1 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO C .....	49
6.2 TEMPI DI CORRIVAZIONE .....	50
6.3 STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI .....	51
6.4 STIMA DELLE MASSIME PORTATE AL COLMO DI PIENA .....	51
6.4.1 <i>Determinazione del coefficiente di deflusso</i> .....	51
6.5 VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE DI SCOLO ESISTENTE .....	52
6.5.1 <i>Schematizzazione geometrica del canale esistente</i> .....	52
6.5.2 <i>Condizioni al contorno</i> .....	54
6.5.3 <i>RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IN HEC-RAS – T200 ANNI</i> .....	56
6.6 CONCLUSIONI .....	71
<b>7. CONCLUSIONE ALLO STUDIO IDRAULICO</b> .....	<b>72</b>

## 1. PREMESSA

Il presente studio viene redatto a seguito delle sopraggiunte "Misure di salvaguardia", approvate con il "Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale n. 540 del 13/10/2020.

Il progetto in esame, nel suo complesso, riguarda l'ampliamento dell'attuale impianto di valorizzazione e recupero spinto di materie sito nel comune di Siderno in loc. San Leo.

Gli interventi previsti nell'ambito del predetto progetto ricadono in area classificata come aree di attenzione del Piano di Gestione delle Alluvioni (PGRA), pertanto, su tali aree vigono le richiamate Misure di Salvaguardia (D.S. n. 540 del 13/10/2020)

Ai sensi dell'Art. 4 delle Misure di Salvaguardia- "Disposizioni per le aree di attenzione PGRA delle Misure di Salvaguardia" nelle aree di attenzione PGRA, alla lettera d), sono consentiti esclusivamente:

- la manutenzione, l'**ampliamento** (quale quello di cui trattasi) o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non producano un significativo incremento del valore del rischio idraulico dell'area;

Gli interventi di cui alla lett. d), a esclusione di quelli di manutenzione, devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica, predisposto nel rispetto delle disposizioni del Piano Stralcio territorialmente competente che valuti i livelli di pericolosità e/o rischio della zona d'interesse ante e post operam e garantisca la compatibilità degli interventi con le disposizioni della normativa del Piano Stralcio (P AI).

Le Norme Tecniche di Attuazione del PAI all'art. 21, lett. g) consentono interventi di ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d'interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la sola realizzazione di nuove infrastrutture lineari o a rete non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell'attuale capacità d'invaso, previo parere dell'ABR.

A tal fine è stato redatto il presente studio idrologico-idraulico redatto sulla base dei contenuti indicati redatto in conformità a quanto riportato nel Capitolo 2 - "*Contenuti dello studio idrologico-idraulico*" di cui alle "*Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione*".

### 1.1 NORME DI RIFERIMENTO

- "Misure di salvaguardia", approvate con il "Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale n. 540 del 13/10/2020
- il Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI) Calabria dell'Autorità di Bacino Distrettuale, così come aggiornato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria con la delibera n° 27 del 02/08/2011 e s.m.i., le Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS) e la cartografia allegate;
- il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, redatto ai sensi del D.Lgs. 49/2010, adottato ai sensi dell'art. 66 del D.Lgs 152/2006, con Delibera n. 1 del Comitato Istituzionale Integrato del 17/12/2015 ed approvato;
- il Piano Stralcio per l'Erosione Costiera (PSEC) Calabria dell'Autorità di Bacino Distrettuale, così approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria con la delibera n° 4 del 11/04/2016, le Norme di Attuazione e la cartografia allegate;

### 1.2 LOCALIZZAZIONE INTERVENTO

L'area oggetto d'intervento nel suo insieme, e che attualmente ospita il vecchio impianto TMB, risulta ubicata nel Comune di Siderno ed in particolare è posto a circa 5-6 km a nord-ovest dall'abitato di Siderno, sulla sponda sinistra della Fiumara "Novito". Il sito è attualmente raggiungibile tramite strada sterrata costeggiante la Fiumara "Novito" e collegata alla strada E90 da viabilità interna comunale.

Il polo tecnologico in questione attualmente in esercizio e oggetto di revamping ed ampliamento, risulta ubicato in località "San Leo" ed è censito catastalmente al foglio 28, p.la 363, del catasto fabbricati, aggraffata alle particelle 345, 346, 347, 349, 357, 359 e 360 del foglio 28 del catasto terreni.

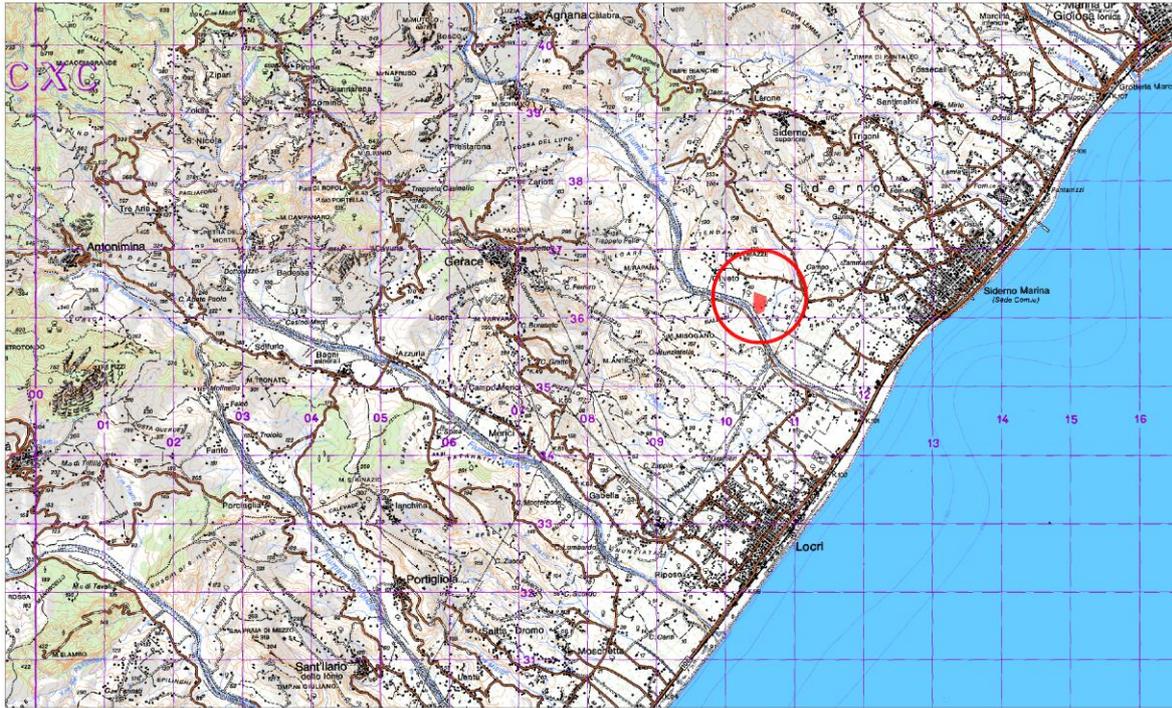


Figura 1 Inquadramento dell'area d'intervento su base cartografica

Nel presente progetto tuttavia si prevede la realizzazione di una nuova viabilità di accesso alternativa a quella attuale, che avverrà dalla viabilità comunale di "San Leo" direttamente collegata alla nuova Strada Statale 106 Jonica, senza interferenze con il sistema abitativo come invece avviene attualmente.



Figura 2 Rappresentazione schematica del nuovo assetto viabile alternativo all'esistente, previsto in progetto

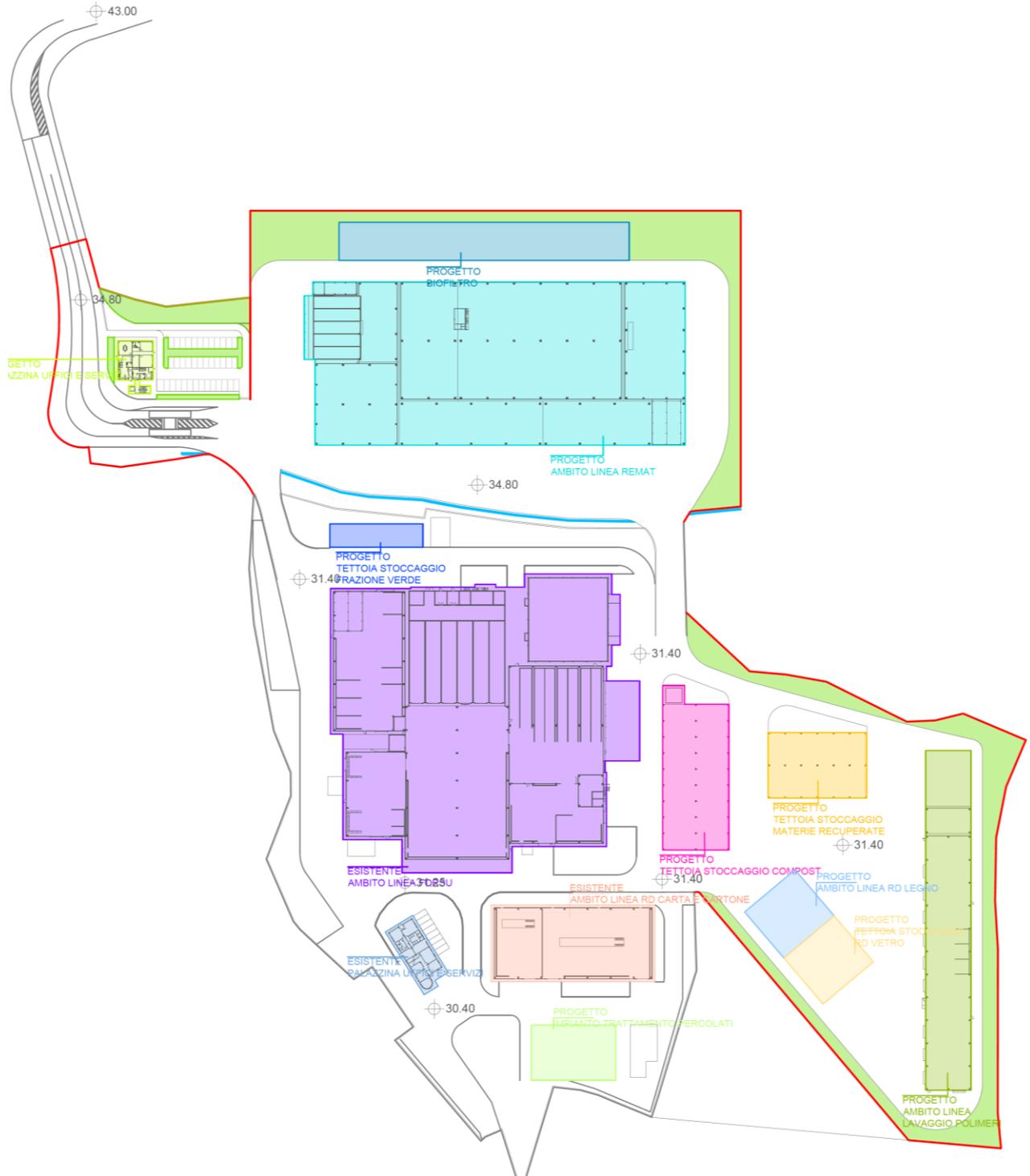


Figura 3 Planimetria generale dell'ambito di intervento

## 2. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI ATTENZIONE (D.S. N. 540 DEL 13/10/2020)

Come individuato nella cartografia di riferimento Regionale, le due aree d'impianto in ampliamento ricadono nelle aree di attenzione del PGRA come meglio evidenziato nella figura seguente.

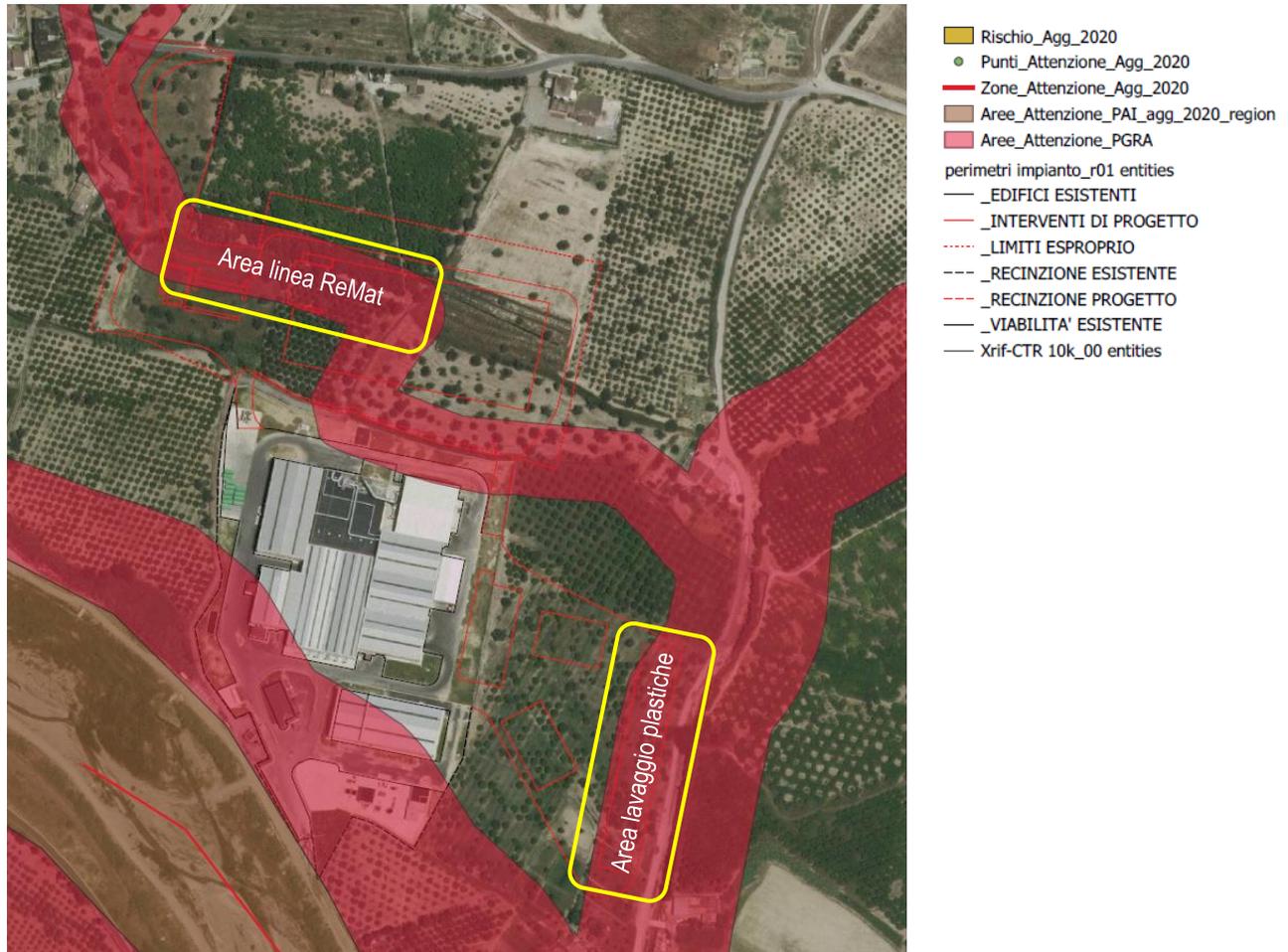


Figura 4 Aree di attenzione (D.S. N. 540 DEL 13/10/2020)

Il presente studio è stato redatto al fine di investigare il potenziale rischio idraulico derivante dall'interferenza tra le due aree in ampliamento dell'impianto esistente e le aree di attenzione del reticolo idrografico secondario della fiumara Novito.

Le due aree di attenzione fanno riferimento a tre bacini distinti che andremo a classificare con la seguente nomenclatura nel presente studio idraulico:

- BACINO A: trattasi del bacino posto a nord-ovest rispetto all'impianto e a monte della strada comunale esistente;
- BACINO B: trattasi del bacino posto a nord dell'impianto e che va ad alimentare il canale ad uso irriguo esistente.
- BACINO C: trattasi del bacino posto a nord rispetto all'impianto e trova compimento nel canale in ca che sottoattraversa la statale 106 Ionica.

Si riporta, nell'immagine seguente, la distinzione dei tre bacini individuati su cartografia GIS tramite utilizzo del rilievo LIDAR dell'area.

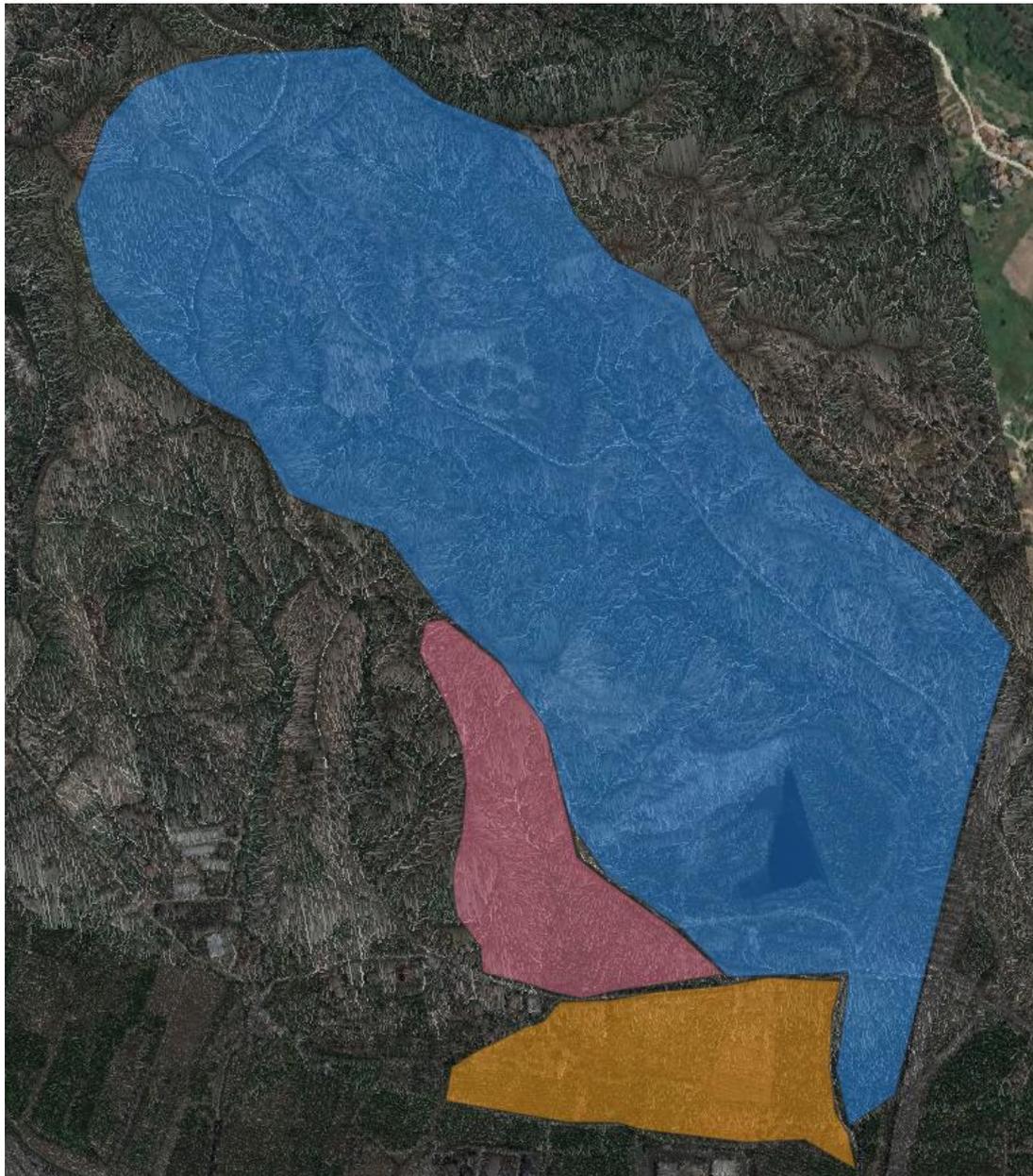


Figura 5 Individuazione dei tre bacini oggetto di studio con individuazione delle linee di deflusso

Lo studio idraulico qui riportato viene suddiviso in due valutazioni separate: una per area di attenzione.

### 3. STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO AREA DI ATTENZIONE 1

La prima interferenza tra le aree di attenzione registrate e l'area in ampliamento dell'impianto TMB esistente avviene nella parte nord, ove si prevede la realizzazione del nuovo ambito Linea ReMat, area nuova palazzina uffici e la realizzazione della nuova viabilità di accesso all'impianto.

#### 3.1 RILIEVO DELL'AREA IN OGGETTO

Dalla lettura della cartografia (immagine successiva) le acque scolanti il bacino a monte della viabilità prospiciente l'area d'impianto in ampliamento, attraversano la strada e si regimano lungo i campi coltivati ove sorgerà l'ambito ReMat, per infine inserirsi in un canale ad uso irriguo esistente che convoglia le acque al canale parallelo alla statale 106 Ionica.



Figura 6 Carta tematica dell'area di attenzione – zona linea ReMat

Da rilievo di dettaglio effettuato in campo, tale rappresentazione risulta in contrasto con quanto invece presente sull'area in oggetto. Nello specifico, le acque scolanti il bacino a monte della viabilità prospiciente l'area d'impianto in ampliamento (bacino A) confluiscono in uno pozzetto al cui interno trova alloggiamento un tubo in ca di diametro nominale DN1000 (2). Tale tubo permette l'attraversamento delle acque sottostrada con successivo sbocco in corrispondenza di un canale in ca (3). Quest'ultimo fa confluire le acque al canale in sinistra dell'impianto di depurazione consortile esistente. Quanto descritto viene sintetizzato nel rilievo fotografico di seguito riportato.



L'area di attenzione in oggetto può quindi essere ristretta agli apporti provenienti dai campi coltivati ad agrumeto di cui al bacino B precedentemente individuato.

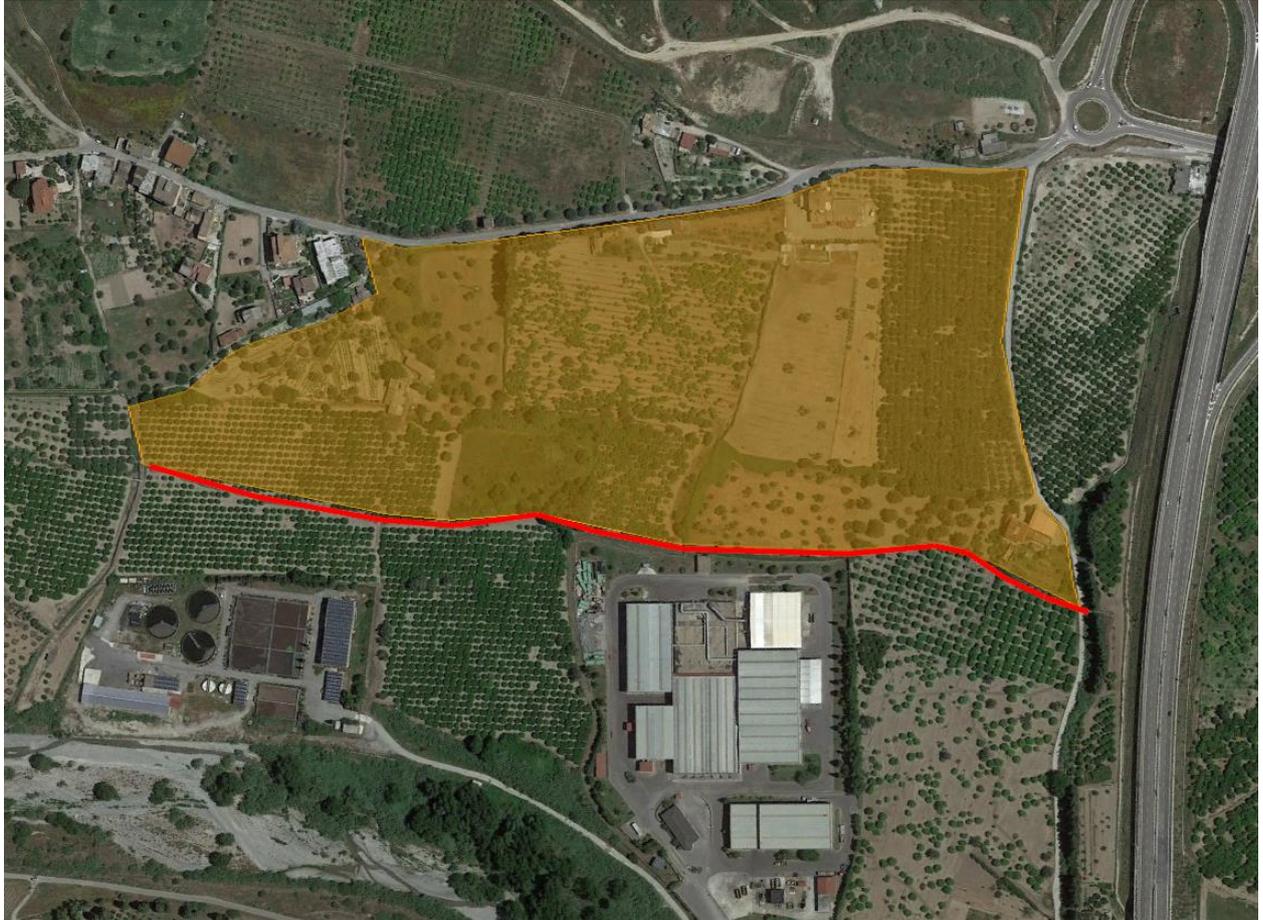


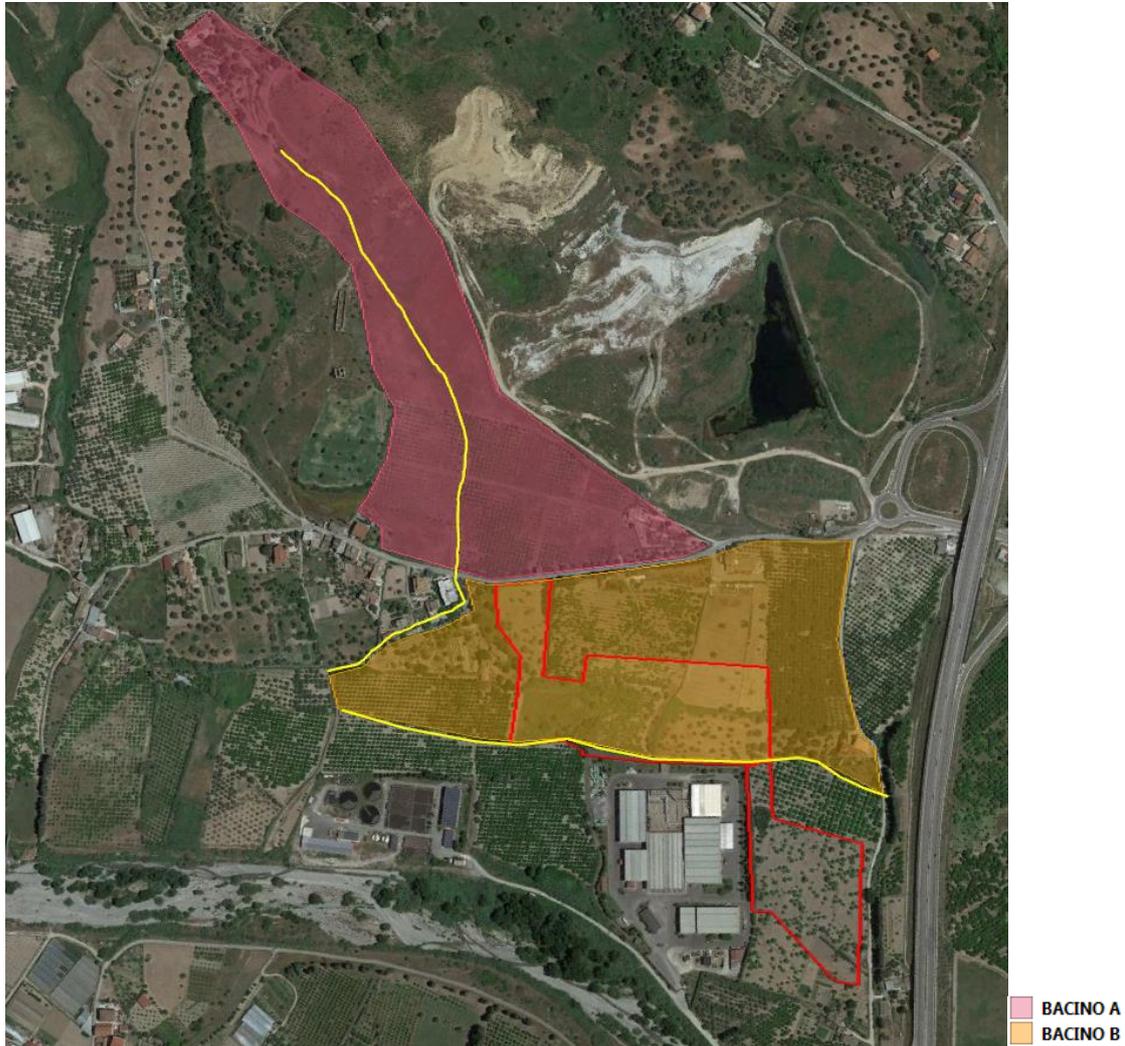
Figura 7 Individuazione del Bacino B

Le acque di detto bacino confluiscono in un canale in ca (dim. 80x70) adibito alla raccolta e distribuzione delle acque ad uso irriguo. Il canale, evidenziato in rosso nell'immagine precedente, trova compimento nel canale parallelo alla strada statale Jonica.



Si può quindi concludere che il reale deflusso delle acque nella zona di attenzione individuata è limitato a quello relativo al bacino B regimentato dal canale in ca ad uso irriguo esistente.

La configurazione della regimentazione delle acque relativa alla zona di attenzione A individuata è quindi riassumibile e modificata secondo quanto riportato nell'immagine seguente.



Al fine di verificare l'efficienza del sistema esistente, si procederà alle seguenti verifiche idrauliche:

- Bacino A: verrà effettuata la verifica idraulica relativa all'attraversamento stradale con tubo del DN1000 esistente e successiva verifica del canale di allontanamento anch'esso esistente;
- Bacino B: verrà effettuata la verifica idraulica relativa al canale in ca ad uso irriguo esistente fino all'immissione nel canale parallelo alla strada statale Jonica.

## 4. STUDIO IDRAULICO BACINO A

### 4.1 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO A

Questa fase dello studio ha riguardato la caratterizzazione geometrica, geomorfologica, idrologica e idraulica del bacino in oggetto, utilizzando come sezione di chiusura del bacino il punto di compluvio prospiciente la viabilità comunale.

La caratterizzazione è stata eseguita mediante rilievi LIDAR, analisi della topografia pregressa, fotointerpretazione delle immagini aeree derivanti da voli eseguiti in anni diversi confrontati con le attuali carte tecniche regionali.

I dati ricavati dall'analisi cartografica e fotografica sono stati controllati in sito mediante sopralluoghi diretti estesi a tutti gli impluvi studiati.

In generale, l'estensione planimetrica del bacino in oggetto è molto piccola (inferiore al Km<sup>2</sup>) con pendenza media nell'ordine del 10% con una prima parte più accentuata per poi svilupparsi in ambiente pressoché pianeggiante. Il fondo dell'impluvio principale è esclusivamente in terra. Lo stato generale testimonia il carattere stagionale dell'impluvio in esame. Le sezioni risultano fittamente occupate da vegetazione brulla e campi coltivati a frutteto.

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche morfometriche del bacino. Tutte le informazioni sono state desunte dal modello digitale del terreno (DTM) creato partendo da tutte le informazioni topografiche disponibili e caratterizzato da maglie quadrate di 1 m di lato.

I valori sopra indicati sono stati determinati, nello specifico, per via analitica tramite il rilievo LIDAR reso disponibile dal Ministero dell'Ambiente e analizzati con il software Autodesk Civil 3D. I valori determinati sono sintetizzati nella tabella seguente.

DATI MORFOLOGICI - BACINO A							
BACINO	DESCRIZIONE	SUP (Km <sup>2</sup> )	L percorso idraulico	Hmin (mt)	Hmax (mt)	Hmed (mt)	Pendenza media asta principale
A	nord impianto	0.110	0.50	43.00	104.00	60.0	0.090



Figura 8 Dati morfologici Bacino A

### 4.2 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Prima di effettuare l'analisi statistica delle piogge è necessario conoscere il tempo di corrivazione del bacino (tempo che impiega la particella più "sfavorita" a raggiungere la sezione di chiusura).

A tale fine si possono utilizzare differenti formule:

- Kirpich, Watt -Chow e Pezzoli:

$$t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$$

- formula di Giandotti è modificata da Aronica e Paltrinieri per consentirne l'applicazione a bacini di piccole dimensioni:

$$T_c = \frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b$$

$$0.8 \cdot \sqrt{H_m}$$

Dove M e d sono costanti numeriche che assumono in funzione del tipo di suolo e della permeabilità dei terreni i valori riportati in tabella.

Tipo di copertura	M
Terreno nudo	0,667
Terreni coperti con erbe rade	0,250
Terreni coperti da bosco	0,200
Terreni coperti da prato permanente	0,167
Permeabilità	d
Terreni semi-impermeabili	1,270
Terreni poco permeabili	0,960
Terreni mediamente permeabili	0,810
Terreni molto permeabili	0,690

Altre formule utilizzate per i bacini di collina sono:

- Viparelli (che ipotizza una velocità media di deflusso pari a 1 m/s):

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

Con:

Tc espresso in ore;

L = lunghezza asta principale estesa fino allo spartiacque (km)

- Pasini:

$$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i \cdot 100}}$$

Con:

Tc espresso in ore;

L = lunghezza asta principale estesa fino allo spartiacque (km)

A = area bacino idrografico (km<sup>2</sup>);

i = pendenza media dell'asta principale.

- Ventura:

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i}}$$

Con:

Tc espresso in ore;

A = area bacino idrografico (km<sup>2</sup>);

i = pendenza media dell'asta principale.

Per la stima del tempo di corrivazione del bacino si considerano le formule empiriche sopra elencate che si adattano al contesto in esame.

Tempi di corrivazione - BACINO A		
Metodo	formula	Tc (ore)
Kirpich, Watt - Chow e Pezzoli	$t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$	0.14
Giandotti modificata da Aronica e Paltrinieri	$T_c = \frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b$ $0.8 \cdot \sqrt{H_m}$	0.39
Viparelli	$t_c = \frac{L}{V}$	0.33
Pasini	$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i} \cdot 100}$	0.14
Ventura	$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i}}$	0.14
<b>media</b>		<b>0.23</b>

Per i successivi calcoli degli ideogrammi di piena si è assunto il valore medio delle diverse stime al quale è stato aggiunto un tempo T<sub>0</sub>, calcolato con la formula di Singh, che è il tempo di afflusso per arrivare dai versanti all'asta principale.

$$T_0 = 0.116 \cdot \frac{L_v^{0.6} \cdot 0.05^{0.6}}{2.4^{0.4} \cdot (A \cdot 10)^{0.3}}$$

Con:

- T<sub>0</sub> espresso in ore;  
 A area bacino idrografico (km<sup>2</sup>);  
 L<sub>v</sub> lunghezza versanti (m).

	formula	Tc (ore)
T <sub>0</sub>	$T_0 = 0.116 \cdot \frac{L_v^{0.6} \cdot 0.05^{0.6}}{2.4^{0.4} \cdot (A \cdot 10)^{0.3}}$	0.10

Il tempo di corrivazione effettivamente utilizzato nei calcoli, dato dalla somma di T<sub>c</sub> e T<sub>0</sub>, è quello riportato nella tabella seguente:

	formula	Tc (ore)
T <sub>c</sub> TOT	T <sub>c</sub> + T <sub>0</sub>	<b>0.33</b>

#### 4.3 STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI

I metodi di stima della portata di progetto possono essere molteplici, a seconda che la zona di interesse sia o meno "strumentata":

- caso A: è possibile utilizzare serie di rilevamenti dei livelli idrometrici del corso d'acqua in esame dal quale estrapolare, mediante elaborazioni statistiche opportune, le associate curve di possibilità idrometrica;
- **caso B: analisi statistica delle osservazioni pluviometriche** relative al bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse e nell'impiego di modelli di trasformazione afflussi-deflussi per la trasformazione in portate;
- caso C: impiego di modelli di regionalizzazione del dato idrometrico, costruiti tramite l'analisi statistica dei dati idrologici disponibili relativi ad una porzione di territorio omogenea rispetto ai fenomeni in esame, per ottenere, in genere mediante l'impiego di leggi di regressione statistica, la stima della distribuzione di probabilità della grandezza idrologica in studio.

Non avendo a disposizione stazioni di rilevamento dei livelli idrici di alcun corso d'acqua o fosso interferente con l'opera in progetto, si è deciso di svolgere le analisi idrologiche attraverso l'uso dei metodi indiretti (caso B) precedentemente descritti. Vista la dimensione molto ridotta del bacino, si è ritenuto più valido applicare un modello basato sulle osservazioni pluviometriche locali invece che l'uso di un modello regionalizzato (VAPI).

In linea generale, il metodo adottato stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- il bacino idrografico è considerato come una singola unità e la precipitazione è uniformemente distribuita;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- l'intensità di pioggia critica ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione del bacino tc.

Per una stima puntuale delle caratteristiche delle precipitazioni intense (caso B) e la definizione più specifica delle curve di possibilità climatica dell'area d'interesse sono state prese a riferimento le misure di altezza di precipitazione registrate presso il pluviografo di Gioiosa Ionica n. 2160. Più specificatamente sono state elaborate statisticamente la serie storiche delle altezze di pioggia, riferite alle massime altezze di pioggia negli intervalli temporali di 1, 3, 6, 12, 24 ore. Per l'inferenza statistica delle piogge, secondo il caso C, sono stati considerati i criteri e le procedure descritte nel "Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Calabria" (VAPI), pubblicato nel 1989 a cura del CNR-IRPI, nell'ambito del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). Tale procedura prevede l'impiego di modelli afflussi-deflussi che utilizzano come ingresso pluviometrico una regionalizzazione delle piogge intense, elaborate nella forma di leggi di probabilità pluviometrica (relazioni Intensità-Durata-Frequenza o IDF) espresse tramite la legge asintotica del massimo valore tipo 1 a due componenti o TCEV (Two Component Extreme Value).

#### 4.3.1 Pluviometria area in oggetto

Il primo passo è stato l'individuazione di una stazione significativa per l'analisi dei dati ovvero quella del pluviografo di Gioiosa Ionica n. 2160.

STAZIONE DI GIOIOSA IONICA N°2160					
ANNO DI RIFERIMENTO	INTERVALLO DI ORE				
	1	3	6	12	24
1939	29.80	56.00	59.60	102.50	119.30
1940	54.00	66.00	67.20	68.00	71.60
1941	40.00	61.00	78.20	90.80	91.20
1943	61.80	91.00	110.10	168.10	208.90
1945	47.00				
1947	63.00	77.00	87.00	95.20	133.70
1948	55.00	68.00	72.80	79.00	105.10
1951	52.00	114.10	140.10	237.10	306.10
1952	18.00	42.00	54.60	56.80	56.80
1953	57.00	101.70	110.10	112.50	169.10
1954	23.80	37.00	41.80	62.80	88.00
1955	31.00	38.00	50.00	69.20	120.50
1958	20.00	34.00	40.00	47.60	64.60
1960	29.00	35.40	38.00	40.20	54.20
1962	26.20	29.60	32.80	37.20	43.00
1963	28.00	32.20	37.00	59.00	62.00
1964	21.80	31.00	41.60	53.40	67.00
1965	56.80	108.80	115.10	121.30	140.50
1966	38.80	43.80	44.00	44.80	56.20
1967	24.00	30.60	50.60	61.40	79.80
1969	21.00	70.30	72.00	72.10	102.80
1972	30.00	54.00	92.60	115.60	162.10
1974	25.80	47.00	58.80	77.00	79.20
1975	20.80	34.80	52.20	96.80	110.10
1977	39.60	43.60	52.20	57.40	60.80
1978	34.40	55.80	56.20	72.20	83.20
1979	9.20	20.60	22.80	38.00	38.60
1982	14.60	34.20	53.40	73.20	81.80
1983	19.20	40.00	56.00	71.00	76.80
1984	15.40	23.00	34.40	46.60	49.00
1985	34.20	79.40	81.00	81.00	81.00
1986	25.40	38.00	45.40	79.00	81.00
1990	23.80	31.40	36.40	41.60	70.60
1993	7.60	12.20	15.60	18.60	36.80
1994	30.60	46.60	52.00	84.60	97.20
1995	27.60	39.80	53.60	90.80	92.40

1996	31.40	44.40	46.60	75.40	120.80
1997	15.80	38.20	38.20	46.80	60.00
2000	69.20	90.00	123.00	185.60	255.20
2001	39.00	49.40	54.80	57.40	69.00
2002	21.60	26.20	29.60	32.40	42.20
2003	32.60	39.20	47.40	67.00	76.80
2004	32.40	35.40	45.00	45.40	76.80
2005	9.40	15.40	23.40	26.20	41.80
2009	31.20	52.00	76.60	95.40	113.40
2010	43.00	77.80	85.80	85.80	104.80
2011	29.00	34.80	44.60	65.60	78.00
2012	41.60	71.40	100.20	122.60	136.80
2013	24.60	43.20	45.60	45.80	48.00
2014	22.40	35.40	39.00	44.80	51.40
2015	25.20	51.00	76.80	101.40	145.20

#### 4.3.2 Modello probabilistico di Gumbel

L'analisi probabilistica delle precipitazioni per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica viene condotta con l'utilizzo della distribuzione di probabilità asintotica di Gumbel (distribuzione doppia esponenziale) espressa dalla seguente formulazione:

$$\Phi(h) = e^{-e^{-\alpha(h-\epsilon)}}$$

ove per una durata prefissata:

$\Phi(h)$  rappresenta la probabilità di non superamento del valore  $h$ ;  
 $\alpha$  ed  $\epsilon$  rappresentano i parametri caratteristici della distribuzione.

Si ricorda che il completamento dell'unità  $\Phi(h)$ , pari ad  $1 - \Phi(h)$ , rappresenta la probabilità di superamento.

Introducendo la grandezza:

$$Y = \alpha(h - \epsilon)$$

come variabile ridotta della distribuzione, i parametri  $\alpha$  e  $\epsilon$  vengono determinati attraverso le relazioni:

$$\alpha = \frac{1,28255}{\sigma}$$

$$\epsilon = \bar{h} - 0,45\sigma$$

Nelle quali:

- $\bar{h}$  rappresenta la media dei valori relativi alle altezze di pioggia nel periodo di osservazione:

$$\bar{h} = \frac{\sum h_i}{n}$$

- $\sigma$  rappresenta lo scarto quadratico medio i parametri della distribuzione:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}}$$

Valutati i parametri si è procede alla stima delle altezze di pioggia di assegnata durata  $t$  attraverso la relazione:

$$h_t(\Phi) = \epsilon - \frac{1}{\alpha} \ln[-\ln \Phi]$$

Ricordando che il tempo di ritorno rappresenta il numero di anni durante i quali l'evento ha la probabilità di verificarsi almeno una volta ed è definito come il reciproco della probabilità di superamento dell'evento  $1-\Phi$ , ossia  $T = 1/(1-\Phi)$ , ed esprimendo la probabilità in funzione del tempo di ritorno  $T$  nella precedente equazione, si perviene a:

$$h_r(T) = \varepsilon - \frac{1}{\alpha} \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

I valori di  $h(T)$  così calcolati sono stati riportati su un grafico bi-logaritmo, ed interpretati dalla retta detta curva di possibilità pluviometrica esprimibile attraverso la relazione:

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

I calcoli sono stati implementati con l'ausilio di un foglio di calcolo EXCEL e di seguito se ne riportano i risultati ottenuti:

**Tabella 1** Elaborazioni serie pluviometrica con il metodo di Gumbel

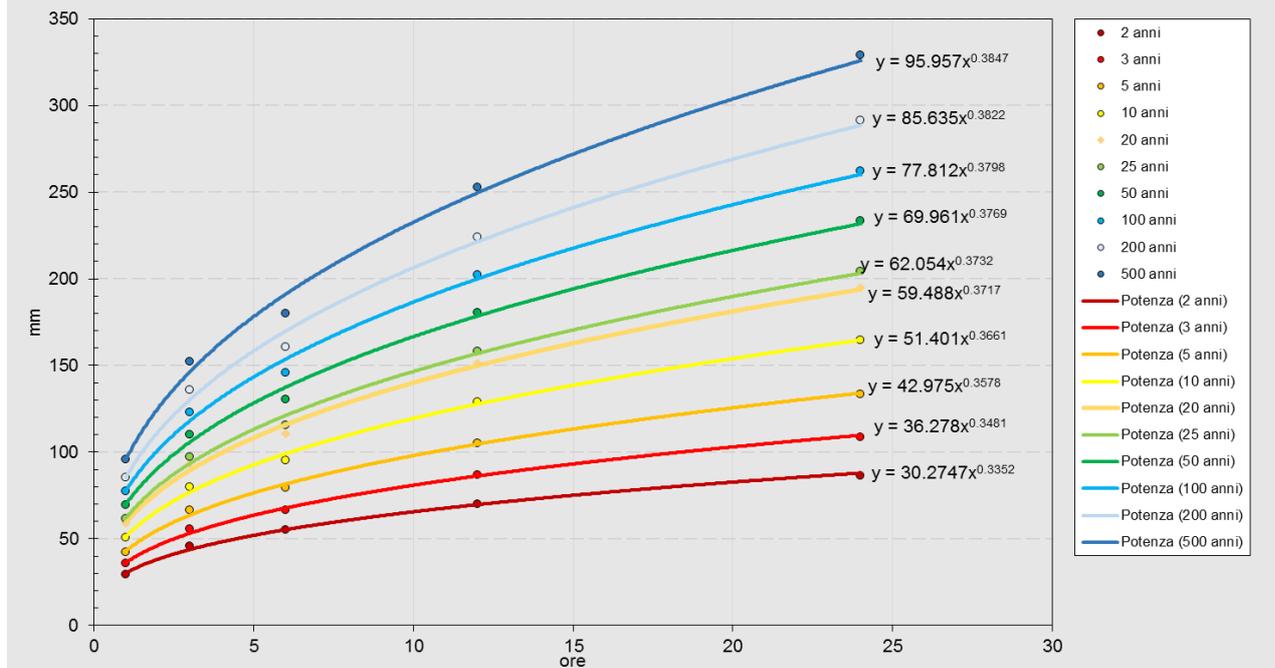
**Tabella 2**

ELABORAZIONI STATISTICHE DI GUMBEL						
n=51		INTERVALLO DI ORE				
		1	3	6	12	24
media	$\bar{h} = \frac{\sum h_i}{n}$	31.85	49.43	59.64	76.40	95.22
deviazione standard	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (h_i - \bar{h})^2}{n-1}}$	14.53	23.43	27.40	40.09	53.27
	$\frac{1}{\alpha} = 0.7797 \cdot \sigma$	11.33	18.27	21.36	31.26	41.54
	$N = M - 0.45 \cdot \sigma$	25.32	38.89	47.31	58.36	71.25

**Tabella 3** Precipitazioni regolarizzate metodo di Gumbel

Tempi di ritorno (anni)	$x(T_r) = N + \frac{1}{\alpha} y$ con $y = -\ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_r} \right) \right]$					y
2	29.47	45.59	55.14	69.82	86.48	0.37
3	35.54	55.38	66.59	86.58	108.75	0.90
5	42.31	66.29	79.35	105.25	133.55	1.50
10	50.81	80.00	95.38	128.70	164.72	2.25
20	58.96	93.15	110.76	151.21	194.62	2.97
25	61.55	97.32	115.64	158.34	204.11	3.20
50	69.52	110.17	130.67	180.33	233.32	3.90
100	77.43	122.93	145.59	202.16	262.32	4.60
200	85.31	135.64	160.45	223.90	291.22	5.30
500	95.70	152.40	180.06	252.59	329.34	6.21

**Figura 9** Curva di probabilità pluviometrica



Nello specifico sono stati quindi ricavati i valori dei parametri "a" e "n" delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) per i differenti tempi di ritorno (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni).

Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	a(T)	n
2	29.936	0.4351
3	35.011	0.4558
5	40.692	0.4717
10	47.852	0.4855
20	54.735	0.4948
25	56.920	0.4973
50	63.654	0.5037
100	70.344	0.5087
200	77.012	0.5128
500	85.813	0.5171

Tabella 4 Parametri curva di possibilità pluviometrica metodo di Gumbel

#### 4.4 STIMA DELLE MASSIME PORTATE AL COLMO DI PIENA

Al punto 3 dell'appendice A le Linee Guida del PAI forniscono indicazioni per la stima della massima portata al colmo. In conclusione si consiglia "di considerare, ai fini dello studio idraulico per la delimitazione di aree inondabili, le stime della massima portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno derivanti dal modello afflussi-deflussi SCS-CN, con cui sostanzialmente concorda il metodo razionale".

È noto che i metodi comunemente adottati per il calcolo delle portate di piena di bacini di piccole dimensioni sono stati sviluppati per bacini con superficie compresa tra alcuni km<sup>2</sup> e alcune decine di km<sup>2</sup>, mentre nel caso in esame i bacini hanno superficie inferiore a 1,5 km<sup>2</sup>. Una possibile alternativa è offerta da alcuni metodi basati sulle evidenze geomorfologiche conseguenti ad eventi di piena verificatisi nel punto di attraversamento o in impluvi limitrofi con caratteristiche simili. Tali metodi, già ampiamente utilizzati da diversi anni in alcuni stati nord americani (U.S.A., Canada, etc.) possono costituire un interessante riferimento anche nella realtà italiana, nonostante non siano ancora stati recepiti dalla normativa di settore.

L'evapotraspirazione risulta in genere irrilevante rispetto agli altri termini del bilancio idrologico, mentre la componente superficiale assume un'importanza preponderante rispetto alle altre forme di deflusso. In questa visione il fenomeno di piena risulta dovuto essenzialmente a quella parte di precipitazione (pioggia netta), che non essendosi infiltrata dà luogo allo scorrimento sui versanti (scorrimento superficiale) e raggiunge la rete idrografica. Il volume di controllo con cui si identifica il bacino si riduce a quello che comprende la rete idrografica ed ha base coincidente con la superficie del suolo.

Si effettuerà, pertanto, il calcolo della portata per fissati tempi di ritorno con il metodo razionale con prefissato coefficiente di deflusso.

Il metodo razionale si basa sull'uso delle LSPP (linee segnalatrici di possibilità pluviometrica) e sulle seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha durata pari a quella del tempo di corrivazione.

Il Metodo Razionale, per le portate al colmo di massima piena ( $Q_{max}$ ), è determinabile dalla seguente formula:

$$Q_{max} = \frac{ch(t, T)S}{3.6t_c}$$

Dove:

- c coefficiente di deflusso
- $h(t, T)$  altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- $T_c$  tempo di corrivazione (ore)
- 3,6 fattore di conversione che permette di ottenere la  $Q_{max}$  in m<sup>3</sup>/sec

Nel nostro caso, le ipotesi introdotte con l'adozione del metodo razionale non comportano semplificazioni eccessive. Infatti, con bacini molto poco estesi e tempi di corrivazione di circa 30 minuti si può ritenere che il picco di pioggia si distribuisca uniformemente nello spazio e nel tempo senza perdere di precisione.

#### 4.4.1 Determinazione del coefficiente di deflusso

Per una corretta valutazione della portata di piena di un corso d'acqua è basilare una stima attendibile e reale del coefficiente di deflusso che tenga conto delle seguenti caratteristiche del bacino:

- morfologia e acclività
- permeabilità e natura dei terreni
- copertura vegetale
- uso suolo
- regime climatico

Per tale ragione, invece di applicare valori tabellari, si predilige per bacini piccoli di natura collinare l'applicazione del metodo Kennessey (Kennessey 1930, Tardi & Vittorini 1977, Colombetti & Mattioli 1991) che tiene conto delle caratteristiche climatiche del bacino, attraverso un indice di aridità ( $I_a$ ):

$$I_a = \frac{\left[ \frac{P}{T+10} + \frac{12p}{t} \right]}{2}$$

P = precipitazione annua (mm)

T = temperatura media annua

p = precipitazione media mese più arido

t = temperatura media mese più arido

sulla base delle quali si discretizzano classi di tre parametri:

Ca : acclività dei versanti

Cp: permeabilità terreni

Cv: copertura vegetale

Coefficiente di Acclività (Ca)		la < 25	25 ≤ la ≤ 40	la > 40
Ca 1	> 35%	0.22	0.26	0.30
Ca 2	10% - 35%	0.12	0.16	0.20
Ca 3	3.5% - 10%	0.01	0.03	0.05
Ca 4	< 3.5%	0.00	0.01	0.03
Coefficiente di Permeabilità (Cp)		la < 25	25 ≤ la ≤ 40	la > 40
Cp 1	Molto bassa	0.21	0.26	0.30
Cp 2	Bassa	0.17	0.21	0.25
Cp 3	Mediocre	0.12	0.16	0.20
Cp 4	Buona	0.06	0.08	0.10
Cp 5	Elevata	0.03	0.04	0.05
Coefficiente di copertura Vegetale (Cv)		la < 25	25 ≤ la ≤ 40	la > 40
Cv 1	Roccia nuda	0.26	0.28	0.30
Cv 2	Pascoli	0.17	0.21	0.25
Cv 3	Terra coltivata, boscata	0.07	0.11	0.15
Cv 4	Bosco d'alto fusto	0.03	0.04	0.05

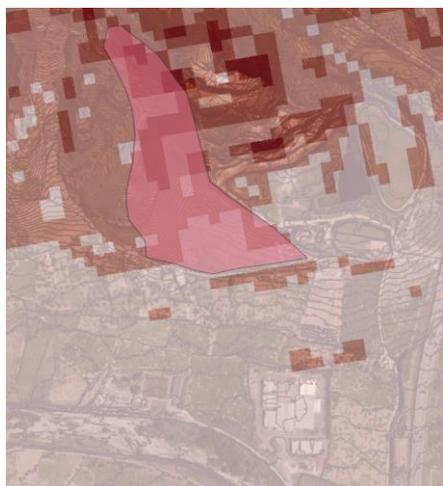
Individuate le classi di riferimento le si discretizza sul bacino determinando la percentuale di superficie del bacino che rientra in ciascuna classe ed ottenendo un valore mediato sull'intero bacino di Ca, Cv e Cp.

Il metodo Kennessey, seppure di formulazione non modernissima (1930) presenta indubbi vantaggi, alla luce specialmente della disponibilità delle tecniche informatiche applicate al territorio e della aumentata fruibilità e facilità di reperimento di elaborati di base in forma digitale:

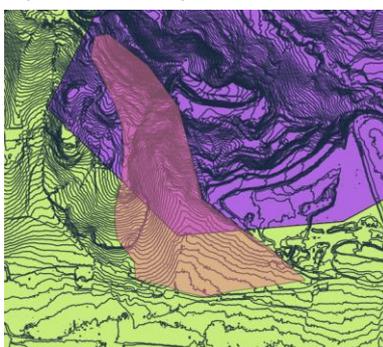
- è facilmente adattabile ai sistemi GIS;
- sfrutta la disponibilità di modelli digitali del terreno (DTM);
- consente un utilizzo ottimale di foto aeree e satellitari;
- ha una buona applicabilità nei piccoli bacini collinari;
- consente di tenere conto degli elementi geologici e geomorfologici

Nella figura seguente vengono illustrate le immagini da GIS da cui sono state desunte le percentuali per la determinazione dei coefficienti sopra richiamati.

Ca - coefficiente di acclività



Cp - coefficiente di permeabilità



Cv - coefficiente di vegetazione



R7 - Sabbie e conglomerati (Pleistocene)  
R12 - Argille (Pleistocene e Pliocene)

Si riportano nella tabella seguente i tre coefficienti determinati per il bacino in oggetto:

Calcolo del coefficiente di deflusso Cd				
Metodo	range	la	%	
<b>Ca</b> coefficiente di acclività	> 35 %	0.26	5%	0.013
	10 - 35 %	0.16	8%	0.013
	3,5 - 10 %	0.03	62%	0.019
	< 3,5 %	0.01	25%	0.003
				<b>100% 0.047</b>
<b>Cp</b> coefficiente di permeabilità	molto bassa	0.26	45%	0.117
	mediocre	0.16	55%	0.088
	buona	0.08	0%	0.000
	elevata	0.04	0%	0.000
				<b>100% 0.205</b>
<b>Cv</b> coefficiente di vegetazione	molto bassa	0.28	32%	0.090
	mediocre	0.21	48%	0.101
	buona	0.11	10%	0.011
	elevata	0.04	10%	0.004
				<b>100% 0.205</b>

$$Cd = 0.46$$

A favore di sicurezza, per il bacino in esame, viene applicato un coefficiente di deflusso Cd pari a 0,50

Noti valori di  $hr(tc, T)$  [mm], (altezza di pioggia di durata  $t_c$  con tempo di ritorno  $T$ ), si ottengono i valori di portata da applicare per il calcolo dei profili idrici:

Portata massima con Metodo Razionale		
Metodo	formula	Q (mc/s)
t=5	$Q_{max} = \frac{ch(t, T)S}{3.6t_c}$	1.360
t=10		1.567
t=20		1.768
t=25		1.832
<b>t=50</b>		<b>2.029</b>
t=100		2.226
<b>t=200</b>		<b>2.422</b>
t=500		2.681

#### 4.5 VERIFICA IDRAULICA

Nella verifica idraulica sono stati utilizzati i dati geometrici relativi in situ, determinati interpolando le informazioni ricavate dal rilievo Lidar e dalle misure rilevate in campo.

##### 4.5.1 Schematizzazione geometrica del canale esistente

Per l'attraversamento stradale che sottende il bacino in oggetto è presente una tubazione in attraversamento sotterraneo rispetto alla pavimentazione stradale di tipo in cemento armato e con diametro nominale DN 1000.

Lo sbocco del condotto di attraversamento stradale è connesso ad un canale in cls esistente che farà confluire le acque del Bacino A al canale di scolo esistente che costeggia il lato ovest dell'impianto di depurazione.



Il canale in cls è realizzato perimetralmente all'area abitata e ha le seguenti caratteristiche idrauliche:

- Lunghezza: 177 ml;
- Quota di partenza: 42.5 mslm;
- Quota di arrivo: 38 mslm;
- Pendenza media: 2.54 %;
- Sezione del canale: 100 x 100 x100 cm

Nella verifica idraulica della situazione attuale sono stati utilizzati i dati geometrici relativi alle 9 sezioni trasversali d'alveo, rappresentate nella immagine successiva. Le sezioni geometriche sono state desunte dal modello tridimensionale del terreno e dal rilievo in campo del canale.



Figura 10 Geometric Data del tratto di canale d'interesse per la modellistica idraulica

Per la determinazione del coefficiente di Manning è stato valutato, a titolo cautelativo, un discreto stato manutentivo del canale con relativo coefficiente di scabrezza del Manning per il canale centrale e le sponde pari a 0.03.

Impostando il codice di calcolo HEC-RAS vers. 6.0 con i dati descritti nei paragrafi precedenti si è proceduto alla simulazione dello stato per il moto stazionario (*steady flow*).

#### 4.5.2 Condizioni al contorno

Il software HEC-RAS, in ambito dell'analisi a moto permanente, propone diversi tipi di condizioni al contorno tra cui:

- Known Water Surface Elevations ( quota nota del pelo libero )
- Critical Depth ( altezza critica )
- Rating Curve ( scala di deflusso )
- Normal Depth (altezza di moto uniforme )

La condizione al contorno di monte e di valle è stata assunta pari alla pendenza media misurata tra le sezioni di monte e di valle pari a circa 0.006.

È stato inoltre modellato l'attraversamento stradale in tubazione in ca come riportato nella figura seguente.

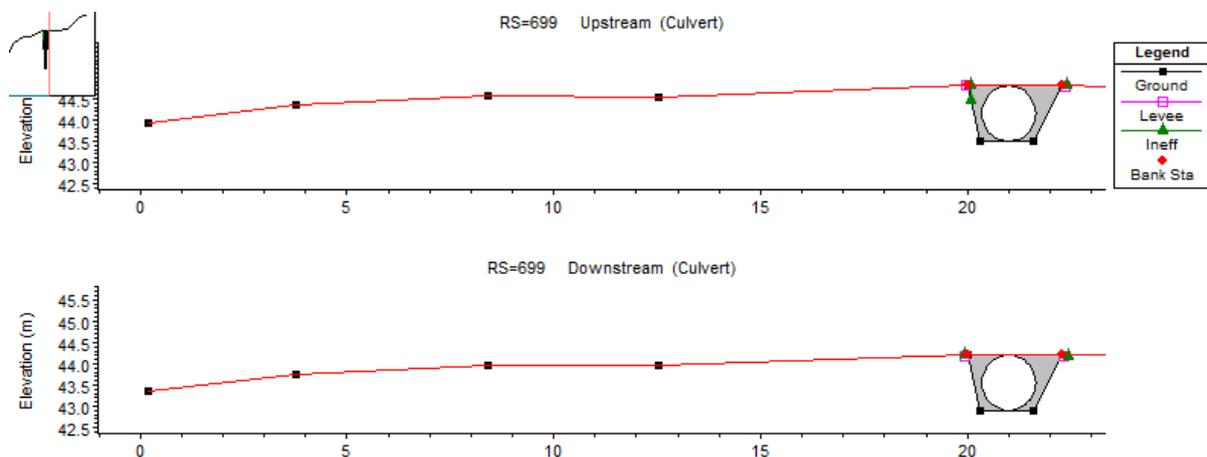
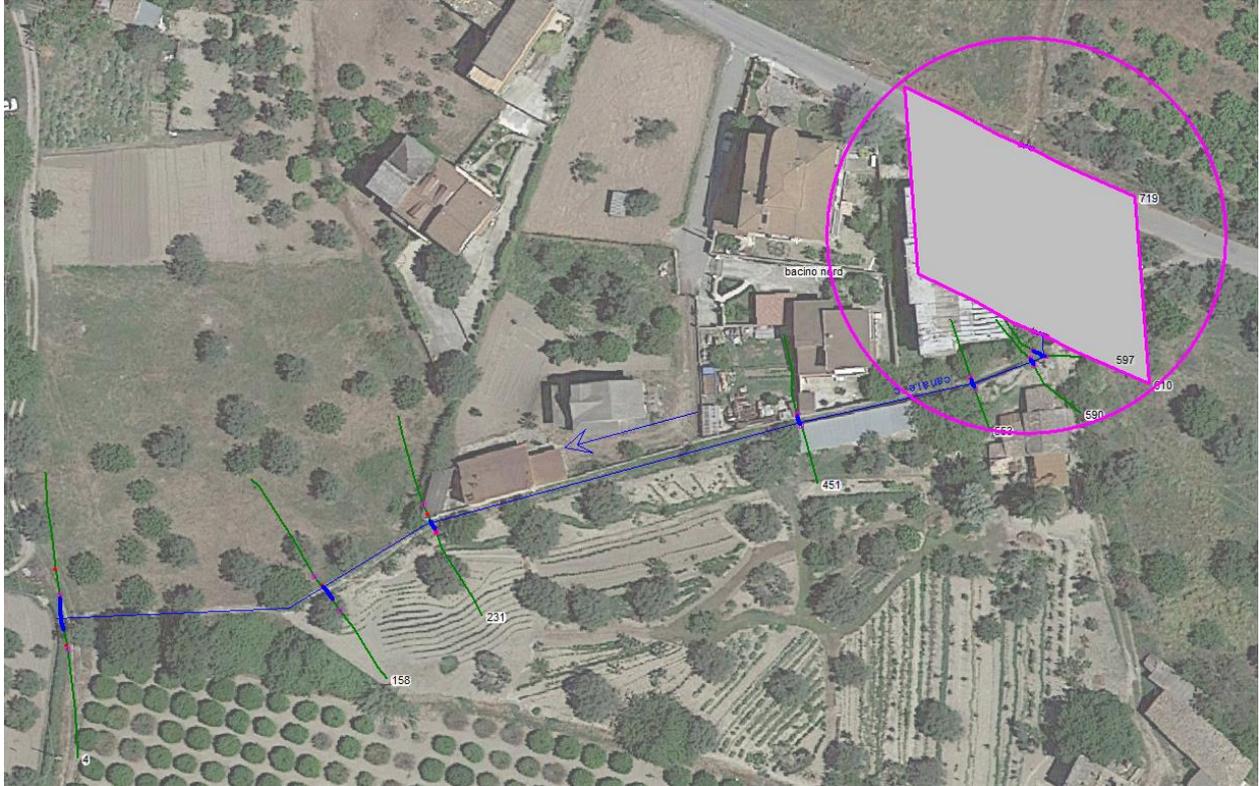


Figura 11 Individuazione dell'attraversamento del canale in tubazione

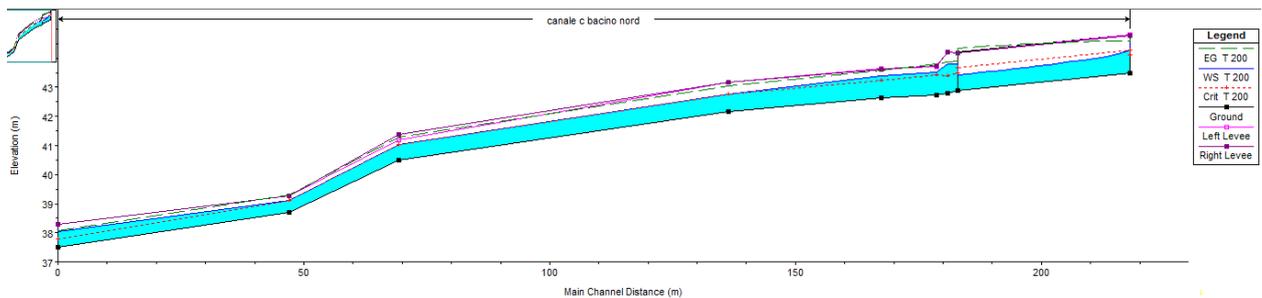
Come portata per il moto stazionario da inserire nel codice di calcolo HEC-RAS, si è proceduto come precedentemente esposto.

**4.5.3 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IN HEC-RAS – T200 ANNI**

Si riportano di seguito graficamente i risultati della simulazione idraulica effettuata per verificare l'assenza o meno di pericolo di esondazione nei confronti dell'area d'impianto. Preliminarmente si evidenzia l'assoluta assenza di esondazioni in corrispondenza dell'area d'impianto

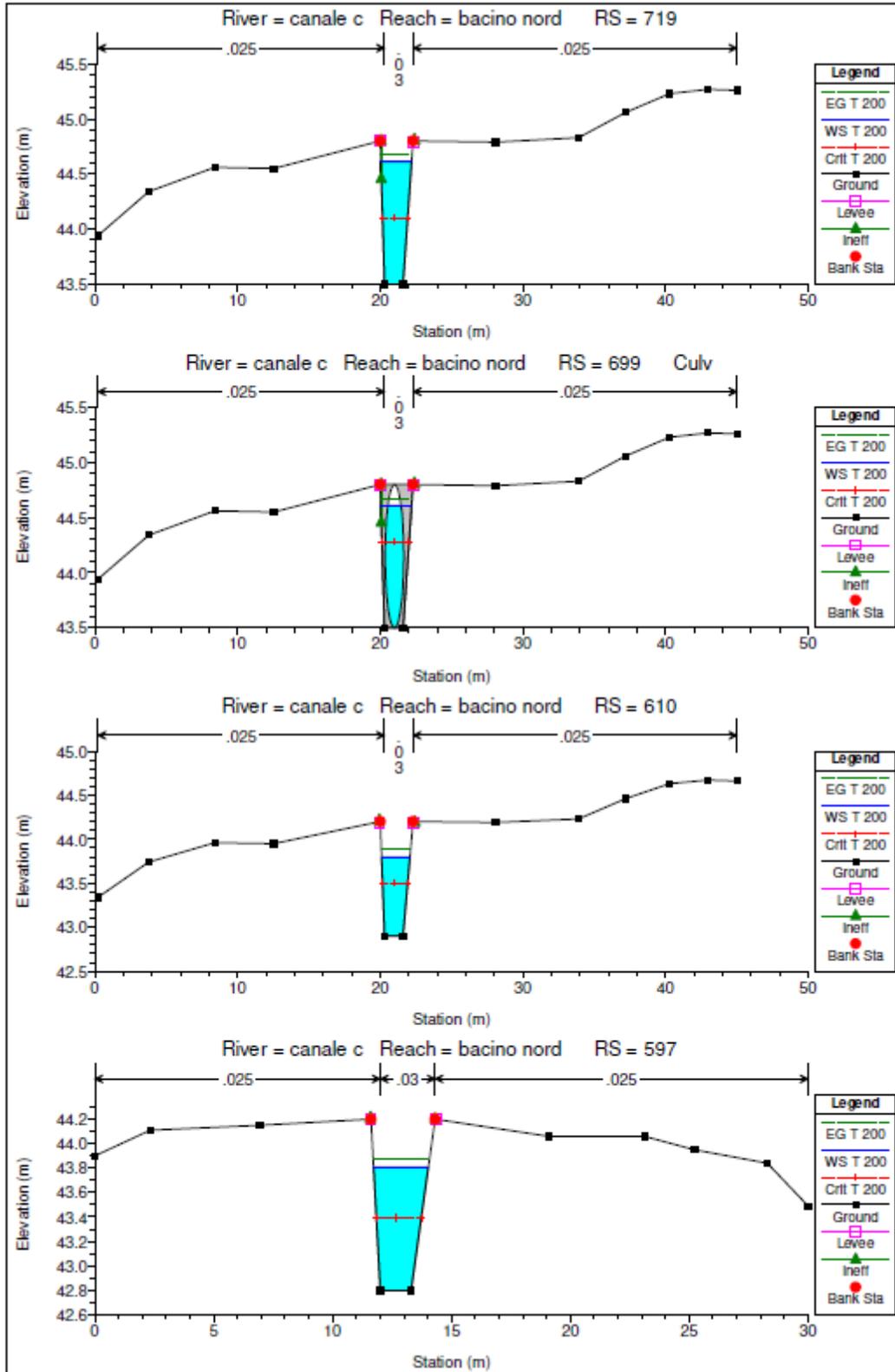


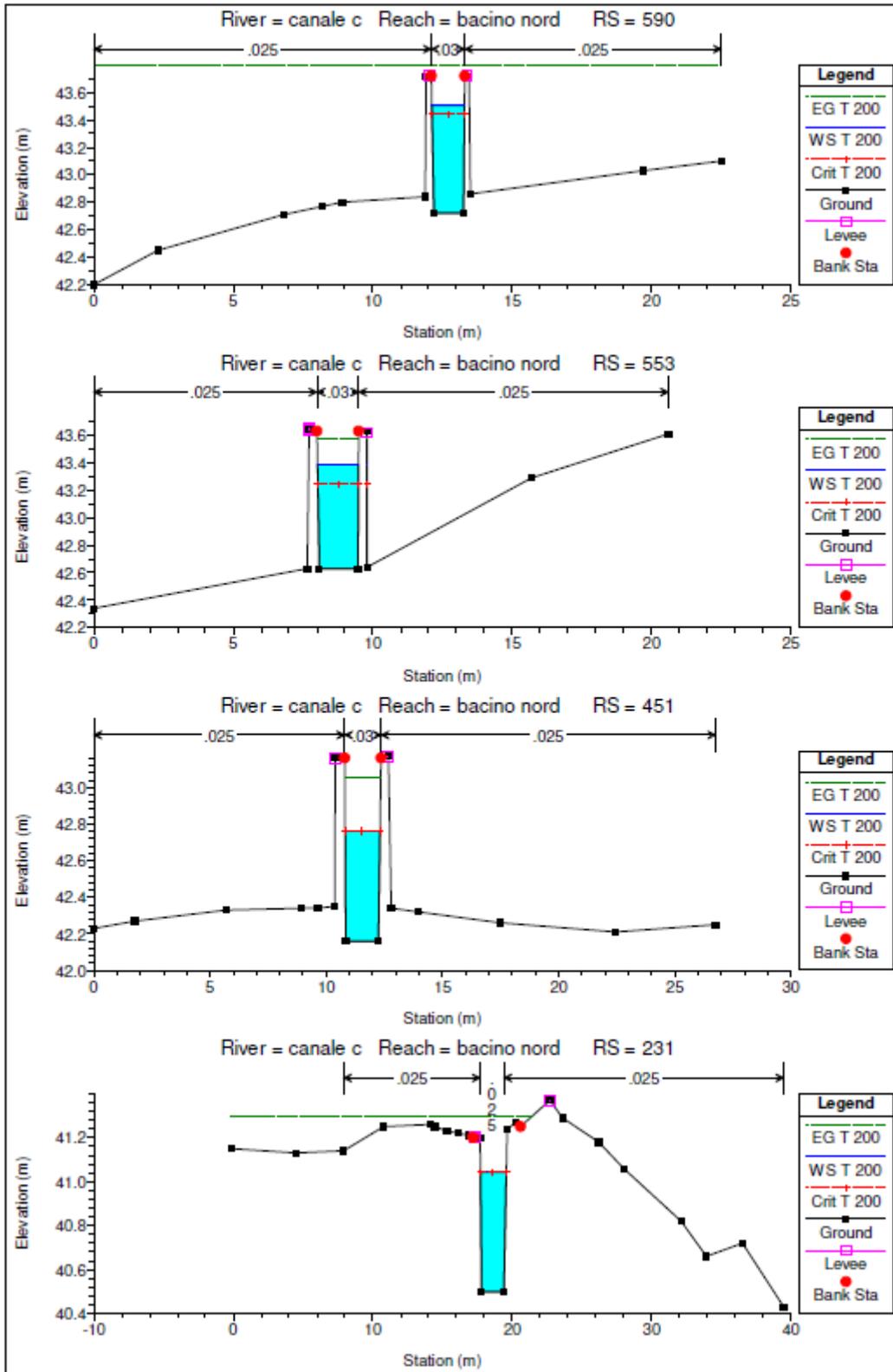
**Figura 12** Risultato della simulazione idraulica per T200

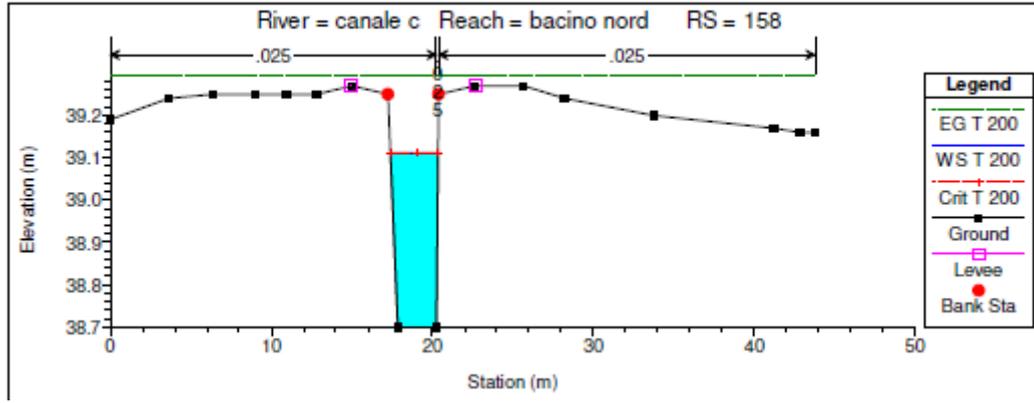


**Figura 13** Profilo del risultato della simulazione idraulica per T200

Per maggiore dettaglio di seguito si evidenziano i risultati delle modellazioni effettuate in corrispondenza delle sezioni .







Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 719 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	44.79	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.		0.029	
W.S. Elev (m)	44.73	Reach Len. (m)	35.10	35.10	35.10
Crit W.S. (m)	44.16	Flow Area (m2)		2.16	
E.G. Slope (m/m)	0.002057	Area (m2)		2.17	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	2.24	Top Width (m)		2.24	
Vel Total (m/s)	1.11	Avg. Vel. (m/s)		1.11	
Max Chl Dpth (m)	1.23	Hydr. Depth (m)		0.99	
Conv. Total (m3/s)	52.9	Conv. (m3/s)		52.9	
Length Wtd. (m)	35.10	Wetted Per. (m)		3.67	
Min Ch El (m)	43.50	Shear (N/m2)		11.88	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		13.19	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)		0.27	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		0.56	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 610 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	44.00	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.02	Wt. n-Val.		0.027	
W.S. Elev (m)	43.97	Reach Len. (m)	2.00	2.00	2.00
Crit W.S. (m)	43.30	Flow Area (m2)		3.80	
E.G. Slope (m/m)	0.000466	Area (m2)		3.80	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	4.08	Top Width (m)		4.08	
Vel Total (m/s)	0.63	Avg. Vel. (m/s)		0.63	
Max Chl Dpth (m)	1.06	Hydr. Depth (m)		0.93	
Conv. Total (m3/s)	111.2	Conv. (m3/s)		111.2	
Length Wtd. (m)	2.00	Wetted Per. (m)		5.43	
Min Ch El (m)	42.91	Shear (N/m2)		3.19	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2.02	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)		0.25	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		0.45	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 597 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	43.98	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.		0.029	
W.S. Elev (m)	43.91	Reach Len. (m)	2.20	2.20	2.20
Crit W.S. (m)	43.44	Flow Area (m2)		2.06	
E.G. Slope (m/m)	0.002528	Area (m2)		2.06	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	2.41	Top Width (m)		2.41	
Vel Total (m/s)	1.17	Avg. Vel. (m/s)		1.17	
Max Chl Dpth (m)	1.11	Hydr. Depth (m)		0.85	
Conv. Total (m3/s)	47.7	Conv. (m3/s)		47.7	
Length Wtd. (m)	2.20	Wetted Per. (m)		3.82	
Min Ch El (m)	42.80	Shear (N/m2)		13.36	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		15.58	
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)		0.24	
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)		0.45	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 590 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	43.89	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.32	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	43.58	Reach Len. (m)	11.30	11.30	11.30
Crit W.S. (m)	43.51	Flow Area (m2)		0.96	
E.G. Slope (m/m)	0.022986	Area (m2)		0.96	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	



Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 590 Profile: T 200 (Continued)

Top Width (m)	1.18	Top Width (m)		1.18	
Vel Total (m/s)	2.49	Avg. Vel. (m/s)		2.49	
Max Chl Dpth (m)	1.38	Hydr. Depth (m)		0.82	
Conv. Total (m3/s)	15.8	Conv. (m3/s)		15.8	
Length Wtd. (m)	11.30	Wetted Per. (m)		2.79	
Min Ch El (m)	42.72	Shear (N/m2)		77.96	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		194.14	
Frctn Loss (m)	0.19	Cum Volume (1000 m3)		0.24	
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)		0.44	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 553 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	43.67	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	43.46	Reach Len. (m)	31.00	31.00	31.00
Crit W.S. (m)	43.30	Flow Area (m2)		1.19	
E.G. Slope (m/m)	0.012887	Area (m2)		1.19	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	1.48	Top Width (m)		1.48	
Vel Total (m/s)	2.02	Avg. Vel. (m/s)		2.02	
Max Chl Dpth (m)	1.12	Hydr. Depth (m)		0.80	
Conv. Total (m3/s)	21.1	Conv. (m3/s)		21.1	
Length Wtd. (m)	31.00	Wetted Per. (m)		3.05	
Min Ch El (m)	42.63	Shear (N/m2)		49.30	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		99.59	
Frctn Loss (m)	0.52	Cum Volume (1000 m3)		0.23	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		0.43	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 451 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	43.14	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.32	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	42.82	Reach Len. (m)	67.10	67.10	67.10
Crit W.S. (m)	42.82	Flow Area (m2)		0.96	
E.G. Slope (m/m)	0.022567	Area (m2)		0.96	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	1.51	Top Width (m)		1.51	
Vel Total (m/s)	2.50	Avg. Vel. (m/s)		2.50	
Max Chl Dpth (m)	0.66	Hydr. Depth (m)		0.64	
Conv. Total (m3/s)	16.0	Conv. (m3/s)		16.0	
Length Wtd. (m)	67.10	Wetted Per. (m)		2.73	
Min Ch El (m)	42.16	Shear (N/m2)		77.95	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		194.69	
Frctn Loss (m)	1.12	Cum Volume (1000 m3)		0.19	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		0.38	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 231 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	41.37	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.27	Wt. n-Val.		0.025	
W.S. Elev (m)	41.09	Reach Len. (m)	22.20	22.20	22.20
Crit W.S. (m)	41.09	Flow Area (m2)		1.03	
E.G. Slope (m/m)	0.012903	Area (m2)		1.03	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	1.88	Top Width (m)		1.88	
Vel Total (m/s)	2.32	Avg. Vel. (m/s)		2.32	
Max Chl Dpth (m)	0.66	Hydr. Depth (m)		0.55	
Conv. Total (m3/s)	21.1	Conv. (m3/s)		21.1	
Length Wtd. (m)	22.20	Wetted Per. (m)		2.83	
Min Ch El (m)	40.50	Shear (N/m2)		46.23	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 231 Profile: T 200 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		107.35	
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)		0.12	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		0.27	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 158 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	39.35	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.20	Wt. n-Val.		0.025	
W.S. Elev (m)	39.15	Reach Len. (m)	47.10	47.10	47.10
Crit W.S. (m)	39.15	Flow Area (m2)		1.21	
E.G. Slope (m/m)	0.010371	Area (m2)		1.21	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	3.01	Top Width (m)		3.01	
Vel Total (m/s)	1.99	Avg. Vel. (m/s)		1.99	
Max Chl Dpth (m)	0.45	Hydr. Depth (m)		0.40	
Conv. Total (m3/s)	23.6	Conv. (m3/s)		23.6	
Length Wtd. (m)	47.10	Wetted Per. (m)		3.53	
Min Ch El (m)	38.70	Shear (N/m2)		34.74	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		69.15	
Frctn Loss (m)	0.11	Cum Volume (1000 m3)		0.10	
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)		0.21	

Plan: Plan 04 canale c bacino nord RS: 4 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	38.11	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.03	Wt. n-Val.		0.025	
W.S. Elev (m)	38.08	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	37.80	Flow Area (m2)		3.04	
E.G. Slope (m/m)	0.001001	Area (m2)		3.04	
Q Total (m3/s)	2.40	Flow (m3/s)		2.40	
Top Width (m)	6.05	Top Width (m)		6.05	
Vel Total (m/s)	0.79	Avg. Vel. (m/s)		0.79	
Max Chl Dpth (m)	0.58	Hydr. Depth (m)		0.50	
Conv. Total (m3/s)	75.9	Conv. (m3/s)		75.9	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		6.46	
Min Ch El (m)	37.50	Shear (N/m2)		4.62	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		3.64	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

#### 4.6 CONCLUSIONI

Il canale studiato, secondo il profilo liquido, è così verificato nelle sezioni studiate. In conclusione, l'area oggetto d'intervento, nelle condizioni di piena con  $T_r=200$  anni, non risulta interessata da esondazioni nella configurazione d'alveo attuale.

## 5. STUDIO IDRAULICO BACINO B

### 5.1 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO B

Questa fase dello studio ha riguardato la caratterizzazione geometrica, geomorfologica, idrologica e idraulica del bacino in oggetto, utilizzando come sezione di chiusura del bacino il punto di innesto del canale irriguo con il fosso parallelo alla strada statale Jonica.

La caratterizzazione è stata eseguita mediante rilievi LIDAR, analisi della topografia pregressa, fotointerpretazione delle immagini aeree derivanti da voli eseguiti in anni diversi confrontati con le attuali carte tecniche regionali nonché da un rilievo di dettaglio eseguito in loco.

I dati ricavati dall'analisi cartografica e fotografica sono stati controllati in sito mediante sopralluoghi diretti estesi a tutti gli impluvi studiati.



Figura 14 Inquadramento bacino B

In generale, l'estensione planimetrica del bacino in oggetto è molto piccola (inferiore al Km<sup>2</sup>) e pressoché pianeggiante, con pendenza media nell'ordine del 5%. I terreni sono complessivamente impiegati ad uso agricolo con campi a coltivazione e prevalenza di frutteti. Le acque di ruscellamento vengono fatte confluire in canale in ca di sezione 80x70 che confluisce nel fosso perimetrale alla statale Jonica. Lo stato generale del canale risulta non in ottime condizioni. Nello specifico si denota un accumulo di materiale erbaceo all'interno del canale stesso e alcune parti del canale risultano ammalorate come si evince dalle foto di seguito riportate.



Figura 15 Stato di consistenza del canale di raccolta acque bacino B

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche morfometriche del bacino. Tutte le informazioni sono state desunte dal modello digitale del terreno (DTM) creato partendo da tutte le informazioni topografiche disponibili e caratterizzato da maglie quadrate di 1 m di lato.

I valori sopra indicati sono stati determinati, nello specifico, per via analitica tramite il rilievo LIDAR reso disponibile dal Ministero dell'Ambiente e analizzati con il software Autodesk Civil 3D. I valori determinati sono sintetizzati nella tabella seguente.

DATI MORFOLOGICI - BACINO B							
BACINO	DESCRIZIONE	SUP (KmQ)	L percorso idraulico	Hmin (mt)	Hmax (mt)	Hmed (mt)	Pendenza media asta principale
B	nord impianto	0.10	0.35	35.00	48.00	40.0	0.040



Figura 16 Dati morfologici Bacino B

## 5.2 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Per la stima del tempo di corrivazione del bacino si considerano le formule empiriche sopra elencate che si adattano al contesto in esame.

Tempi di corrivazione - BACINO A		
Metodo	formula	Tc (ore)
Kirpich, Watt - Chow e Pezzoli	$t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$	0.14
Giandotti modificata da Aronica e Paltrinieri	$T_c = \frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b$ $0.8 \cdot \sqrt{H_m}$	0.40
Viparelli	$t_c = \frac{L}{V}$	0.23
Pasini	$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i \cdot 100}}$	0.16
Ventura	$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i}}$	0.19
media		0.23

Per i successivi calcoli degli ideogrammi di piena si è assunto il valore medio delle diverse stime al quale è stato aggiunto un tempo T<sub>0</sub>, calcolato con la formula di Singh, che è il tempo di afflusso per arrivare dai versanti all'asta principale.

$$T_0 = 0.116 \cdot \frac{L_v^{0.6} \cdot 0.05^{0.6}}{2.4^{0.4} \cdot (A \cdot 10)^{0.3}}$$

Con:

- T<sub>0</sub> espresso in ore;
- A area bacino idrografico (km<sup>2</sup>);
- L<sub>v</sub> lunghezza versanti (m).

	formula	Tc (ore)
T0	$T_0 = 0.116 \cdot \frac{L_v^{0.6} \cdot 0.05^{0.6}}{2.4^{0.4} \cdot (A \cdot 10)^{0.3}}$	0.10

Il tempo di corrivazione effettivamente utilizzato nei calcoli, dato dalla somma di Tc e T0, è quello riportato nella tabella seguente:

	formula	Tc (ore)
Tc TOT	Tc + T0	<b>0.33</b>

### 5.3 STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI

L'analisi statistica delle osservazioni pluviometriche sono quelle riportate al cap. 3.2.3 a cui si rimanda per la parte analitica. Si riportano i valori dei parametri "a" e "n" delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) per i differenti tempi di ritorno (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni).

Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	a(T)	n
2	29.936	0.4351
3	35.011	0.4558
5	40.692	0.4717
10	47.852	0.4855
20	54.735	0.4948
25	56.920	0.4973
50	63.654	0.5037
100	70.344	0.5087
200	77.012	0.5128
500	85.813	0.5171

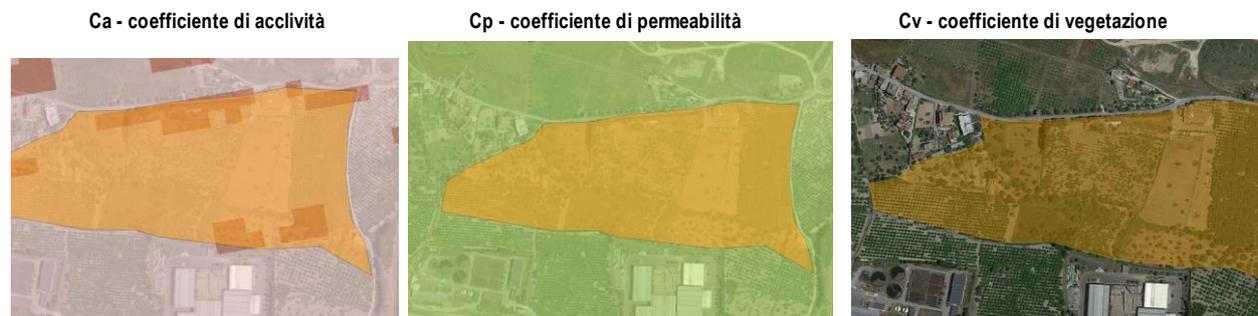
Tabella 5 Parametri curva di possibilità pluviometrica metodo di Gumbel

### 5.4 STIMA DELLE MASSIME PORTATE AL COLMO DI PIENA

Per la stima delle massime portate verrà applicato il metodo razionale.

#### 5.4.1 Determinazione del coefficiente di deflusso

Nella figura seguente vengono illustrate le immagini da GIS da cui sono state desunte le percentuali per la determinazione dei coefficienti per il calcolo del coefficiente di deflusso per il bacino b.



Si riportano nella tabella seguente i tre coefficienti determinati per il bacino in oggetto:

Calcolo del coefficiente di deflusso Cd				
Metodo	range	la	%	
Ca coefficiente di acclività	> 35 %	0.26	0%	0.000
	10 - 35 %	0.16	0%	0.000
	3,5 - 10 %	0.03	20%	0.006
	< 3,5 %	0.01	80%	0.008
				100% 0.014
Cp coefficiente di permeabilità	molto bassa	0.26	0%	0.000
	mediocre	0.16	90%	0.144
	buona	0.08	10%	0.008
	elevata	0.04	0%	0.000
				100% 0.152
Cv coefficiente di vegetazione	molto bassa	0.28	5%	0.014
	mediocre	0.21	35%	0.074
	buona	0.11	35%	0.039
	elevata	0.04	25%	0.010
				100% 0.136

$$Cd = 0.30$$

A favore di sicurezza, per il bacino in esame, viene applicato un coefficiente di deflusso Cd pari a 0,35

Noti valori di  $hr(tc,T)$  [mm], (altezza di pioggia di durata  $t_c$  con tempo di ritorno T), si ottengono i valori di portata da applicare per il calcolo dei profili idrici:

Portata massima con Metodo Razionale		
Metodo	formula	Q (mc/s)
t=5	$Q_{max} = \frac{ch(t,T)S}{3.6t_c}$	0.870
t=10		1.002
t=20		1.130
t=25		1.171
t=50		1.297
t=100		1.423
t=200		1.548
t=500		1.714

## 5.5 VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE ESISTENTE

Nota la portata in gioco, si passati alla fase delle verifiche idrauliche delle sezioni oggetto di studio; ovvero alla valutazione della presenza o meno di fenomeni di esondazione.

Per la modellazione è stato usato il dato di portata **1,55 m<sup>3</sup>/s**. Si evidenzia come tale **valore sia estremamente cautelativo** per la verifica del canale esistente. Tale valore, infatti, viene applicato alla sezione di monte anche se lo stesso viene a determinarsi nella sezione di chiusura del canale esistente.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante l'ausilio del software HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Service - River Analysis System*) distribuito dal WRCS (*Water Resources Consulting Service*) per conto dell' US Army Corps of Engineers, che consente il calcolo del pelo libero una volta stabiliti i valori massimi di portata nei vari corsi d'acqua. È stato costruito, quindi, un modello idraulico del reticolo idrografico tenendo conto delle sezioni dei corsi d'acqua, delle pendenze, della scabrezza dei vari tratti e si è proceduto alla simulazione dell'andamento delle acque all'interno della rete idrografica.

Se in un certo tratto la sezione del corso d'acqua non è sufficiente al deflusso della portata di progetto il livello del pelo libero non appena supera la quota del rilevato arginale provoca l'esondazione del corso d'acqua e gli argini funzionano come sfioratori laterali. Le sezioni per le quali i livelli liquidi sono tali da non permettere il deflusso all'interno degli alvei con il rispetto dei franchi prestabiliti, si ritengono insufficienti e necessitano di interventi: questi potranno essere di varia natura (innalzamento degli argini, diminuzione della scabrezza, riduzione a monte della portata e così via).

Modellando in tal modo lo "stato attuale" del fiume si trovano i profili nei vari canali del reticolo idrografico (relativi alle portate massime generate da eventi centennali) e si evidenziano le zone di crisi che dovranno essere oggetto di sistemazione.

Per quanto riguarda le operazioni di determinazione del modello, il software permette di eseguire i calcoli sia in regime di moto permanente che vario. Il regime adottato è quello di moto permanente e qui sotto si descrivono brevemente le equazioni che il software utilizza.

5.5.1 Equazioni per il funzionamento a moto permanente

La procedura di calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione del moto permanente con un metodo alle differenze finite. L'equazione differenziale del profilo liquido di una corrente in moto permanente risulta la seguente:

$$\frac{dH}{ds} = -S_f \quad (1)$$

Con:

$$S_f = \frac{V^2 * n^2}{R_m^{\frac{4}{3}}} \quad (2)$$

$S_f$  perdita di carico distribuita;  
 $V$  velocità media della corrente;  
 $n$  coefficiente di scabrezza;  
 $R_m$  raggio idraulico della sezione (rapporto tra l'area liquida ed il contorno bagnato).

E con:

$$H = z + \frac{V^2}{2 * g} \quad (3)$$

in cui :

$H$  carico totale della corrente nella sezione generica di ascissa  $s$  misurato rispetto ad un riferimento orizzontale;  
 $z$  quota del pelo liquido misurato rispetto ad un riferimento orizzontale;  
 $V$  velocità media della corrente nella sezione generica di ascissa  $s$ ;  
 $g$  accelerazione di gravità.

Considerando che in letteratura tecnica la portata della corrente liquida può essere rappresentata dalla seguente espressione:

$$Q = k * S_f^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

dove il termine  $K$  definito conveyance (esso misura l'attitudine di una data sezione a far defluire le portate) diviene, tenendo conto della formula di Manning e introducendo l'area  $A$  della sezione liquida

$$K = \frac{1}{n} * A * R_m^{\frac{2}{3}} \quad (5)$$

Passando alle differenze finite la (1), applicata tra due sezioni distanti  $\Delta s$ , può essere scritta come:

$$H_2 - H_1 = -S_{fm} * \Delta s \quad (6)$$

$H_1$  carico totale della corrente nella sezione iniziale;  
 $H_2$  carico totale della corrente nella sezione finale;  
 $S_{fm}$  perdita di carico unitaria dovuta alle resistenze continue media tra le due sezioni.

Tenendo conto della (3) ed indicando con i pedici 1 e 2 rispettivamente le grandezze relative alla sezione iniziale e quelle relative alla sezione finale la (6) diviene:

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2 * g} - z_2 - \frac{V_2^2}{2 * g} + \frac{J_1 + J_2}{2} * \Delta s \quad (7)$$

ovvero:

$$z_1 + \frac{Q^2}{2 * g * A_1^2} - z_2 - \frac{Q^2}{2 * g * A_2^2} + \frac{1}{2} * \left( \frac{Q^2 * n^2}{A_1^2 * R_{m1}^{\frac{4}{3}}} + \frac{Q^2 * n^2}{A_2^2 * R_{m2}^{\frac{4}{3}}} \right) * \Delta s \quad (8)$$

in cui:

$Q$  = portata;  
 $A_1$  = area liquida della corrente nella sezione iniziale;  
 $A_2$  = area liquida della corrente nella sezione finale.

Essendo le caratteristiche geometriche di una data sezione funzione della sola altezza liquida la (8) permette di determinare la quota liquida nella sezione terminale di un tratto di corrente di lunghezza  $\Delta s$  una volta che sia nota la quota liquida in corrispondenza della sezione iniziale (condizione al contorno).

L'equazione (8) rappresenta quindi un'equazione non lineare in cui l'incognita è rappresentata dal valore  $z_2$  della quota liquida finale. Per la determinazione del profilo liquido relativo ad un dato tronco di un corso d'acqua, occorre suddividere tale tronco in una successione di tratti delimitati da sezioni di cui sia nota la geometria. Partendo quindi da una delle sezioni estreme, in cui deve essere noto il valore della quota liquida (condizione al contorno), l'applicazione reiterata della (1) permette di determinare le quote liquide nelle sezioni successive. Il modello permette la determinazione del profilo liquido secondo tre schemi di calcolo e precisamente:

Corrente lenta (subcritical flow)  
Corrente veloce (supercritical flow)  
Corrente mista (mixed flow)

Il primo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque lenta e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida maggiore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di valle del tratto considerato. Il secondo schema, che è applicabile quando la corrente è ovunque veloce e presenta quindi in tutte le sezioni di calcolo un'altezza liquida minore dell'altezza critica, richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione estrema di monte del tratto considerato. Il terzo schema, deve essere utilizzato quando nel tratto in esame si possono verificare transizioni da un tipo di corrente all'altro, dando luogo ad una successione di tronchi con differenti caratteristiche di moto, che nel caso di transizione da corrente veloce a lenta porteranno alla formazione di risalti idraulici. Tale schema richiede che siano definite due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato.

Nel caso di simulazioni in moto permanente sarà dunque sufficiente fornire il valore della portata in ingresso nella stazione di monte, eventuali cambiamenti della stessa dovuti a immissioni localizzate o distribuite, e le condizioni al contorno per le sezioni di chiusura del tronco in esame.

Per la soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia le perdite di carico sono determinate, come detto in precedenza, tramite l'equazione di Manning e, in corrispondenza di brusche variazioni di velocità dovute ad irregolarità d'alveo, tramite appositi coefficienti di espansione/contrazione. Irregolarità idrauliche (salti di fondo, confluenze, sbarramenti, etc.) nelle quali si viene a determinare un brusca variazione nel profilo del pelo libero della corrente, sono modellate attraverso la conservazione della spinta totale.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro  $n$  di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombature (*culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

#### 5.5.2 Schematizzazione geometrica del canale esistente

Nella verifica idraulica della situazione attuale sono stati utilizzati i dati geometrici relativi alle 8 sezioni trasversali d'alveo, rappresentate nella immagine successiva. Le sezioni geometriche sono state desunte dal modello tridimensionale del terreno e dal rilievo in campo del canale a sezione costante.

Il numero di sezioni individuate si ritiene idoneo e sufficiente per la tipologia di canale oggetto di studio. Infatti, il canale in ca ha una sezione costante lungo tutta la sua lunghezza e le pendenze in gioco risultano pressoché costanti anch'esse.

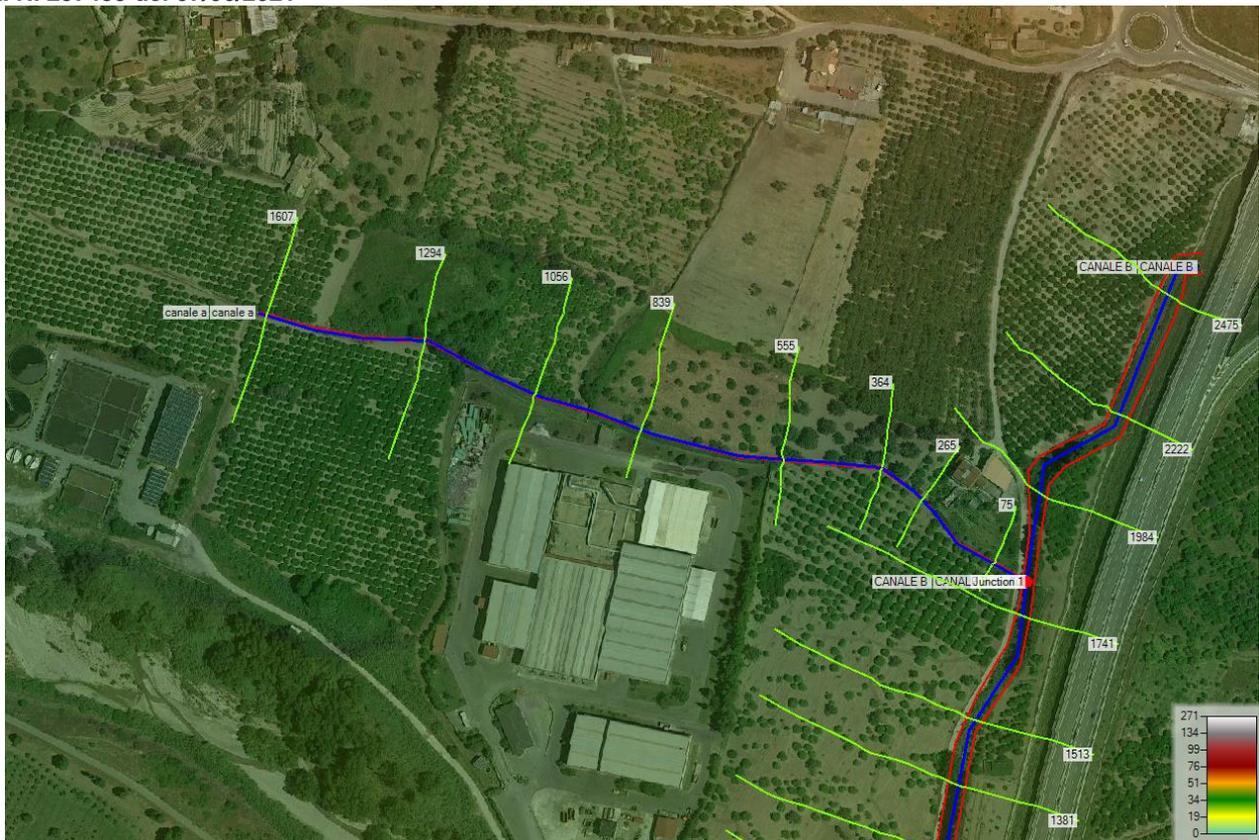


Figura 17 Geometric Data del tratto di canale d'interesse per la modellistica idraulica

Per la determinazione del coefficiente di Manning è stato valutato, a titolo cautelativo, un pessimo stato manutentivo del canale in cemento con relativo coefficiente di scabrezza del Manning pari a 0.03.

Impostando il codice di calcolo HEC-RAS vers. 6.0 con i dati descritti nei paragrafi precedenti si è proceduto alla simulazione dello stato per il moto stazionario (*steady flow*).

### 5.5.3 Condizioni al contorno

Il software HEC-RAS, in ambito dell'analisi a moto permanente, propone diversi tipi di condizioni al contorno tra cui:

- Known Water Surface Elevations ( quota nota del pelo libero )
- Critical Depth ( altezza critica )
- Rating Curve ( scala di deflusso )
- Normal Depth ( altezza di moto uniforme )

La condizione al contorno di monte è stata assunta pari alla pendenza media misurata tra le sezioni di monte e di valle pari a circa 0.006.

Measure Line	
Length:	467.73
Area:	0.00
<b>Measure Line Extents</b>	
Delta X:	467.72
Delta Y:	2.89
dy/dx:	0.00617

La condizione al contorno di valle è stata invece impostata pari a quella determinata per la Giunzione con il canale B anche se, il canale in oggetto attraversa in sopraelevazione il canale B e trova sfocio nella cassa di espansione del canale B stesso. Tale soluzione risulta cautelativa.



Figura 18 Dettaglio attraversamento canale B e deflusso in cassa di espansione canale B

Come portata per il moto stazionario da inserire nel codice di calcolo HEC-RAS, si è proceduto come precedentemente esposto.

È stato inoltre valutato e modellato il tratto di canale in sottoattraversamento in prossimità dell'impianto come meglio rappresentato nell'immagine seguente:

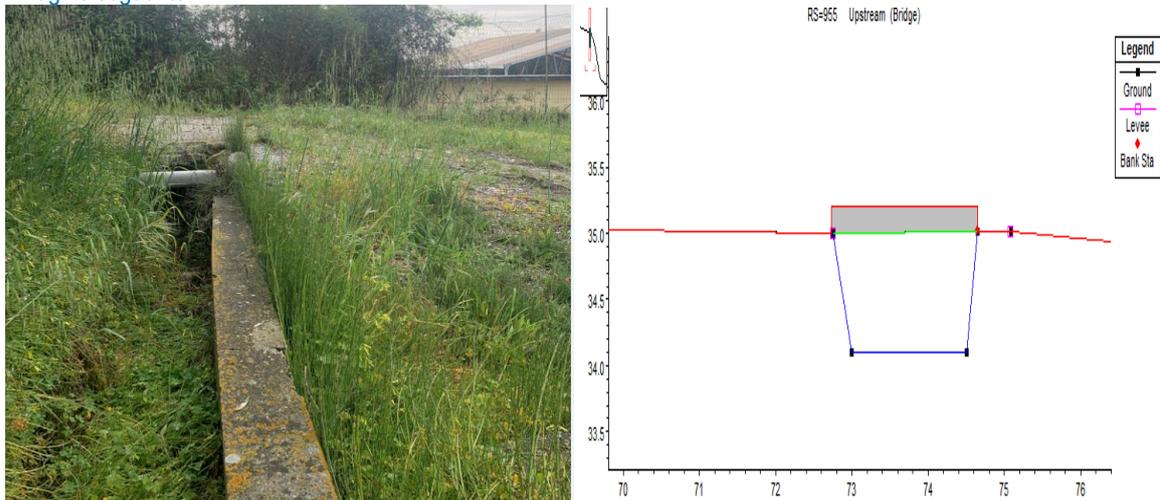


Figura 19 Tratto di canale interrato

#### 5.5.4 Risultati della simulazione in hec-ras – t200 anni

Si riportano di seguito graficamente i risultati della simulazione idraulica effettuata per verificare l'assenza o meno di pericolo di esondazione nei confronti dell'area d'impianto. Preliminarmente si evidenzia l'assoluta assenza di esondazioni in corrispondenza dell'area d'impianto



Figura 20 Risultato della simulazione idraulica per T200

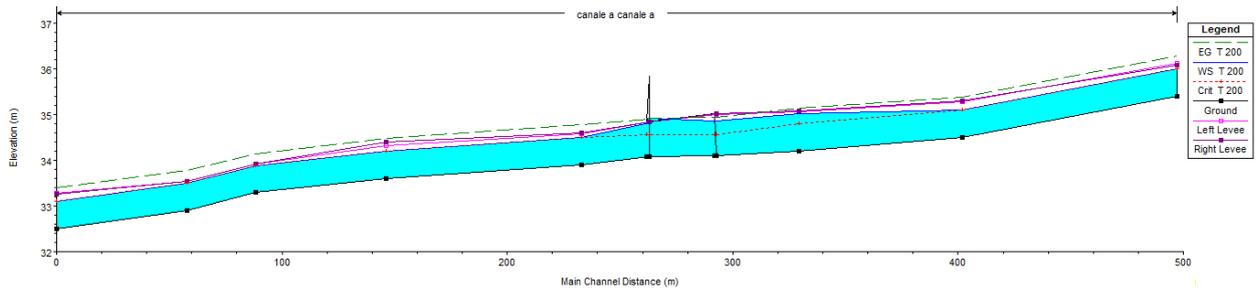
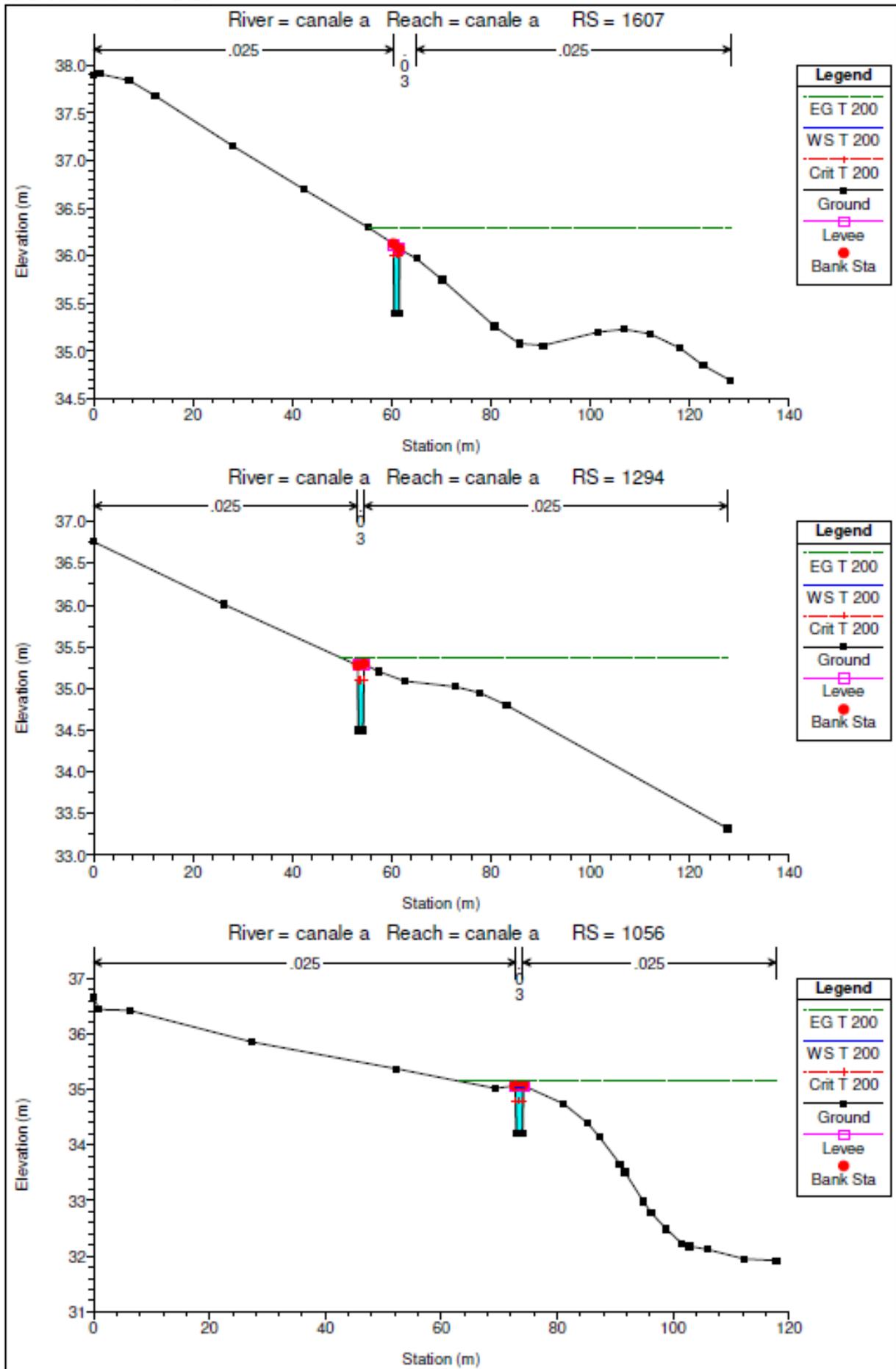
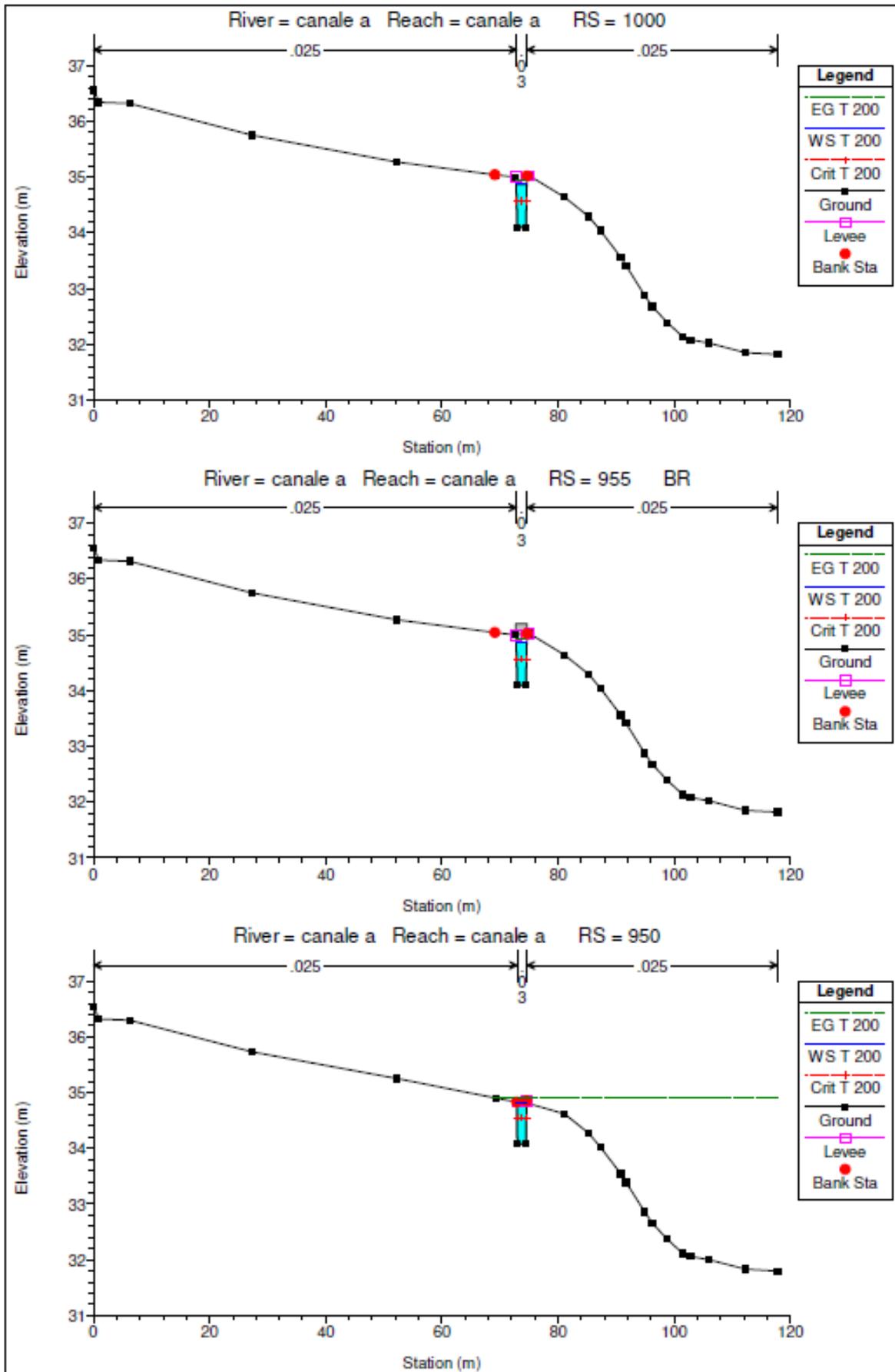
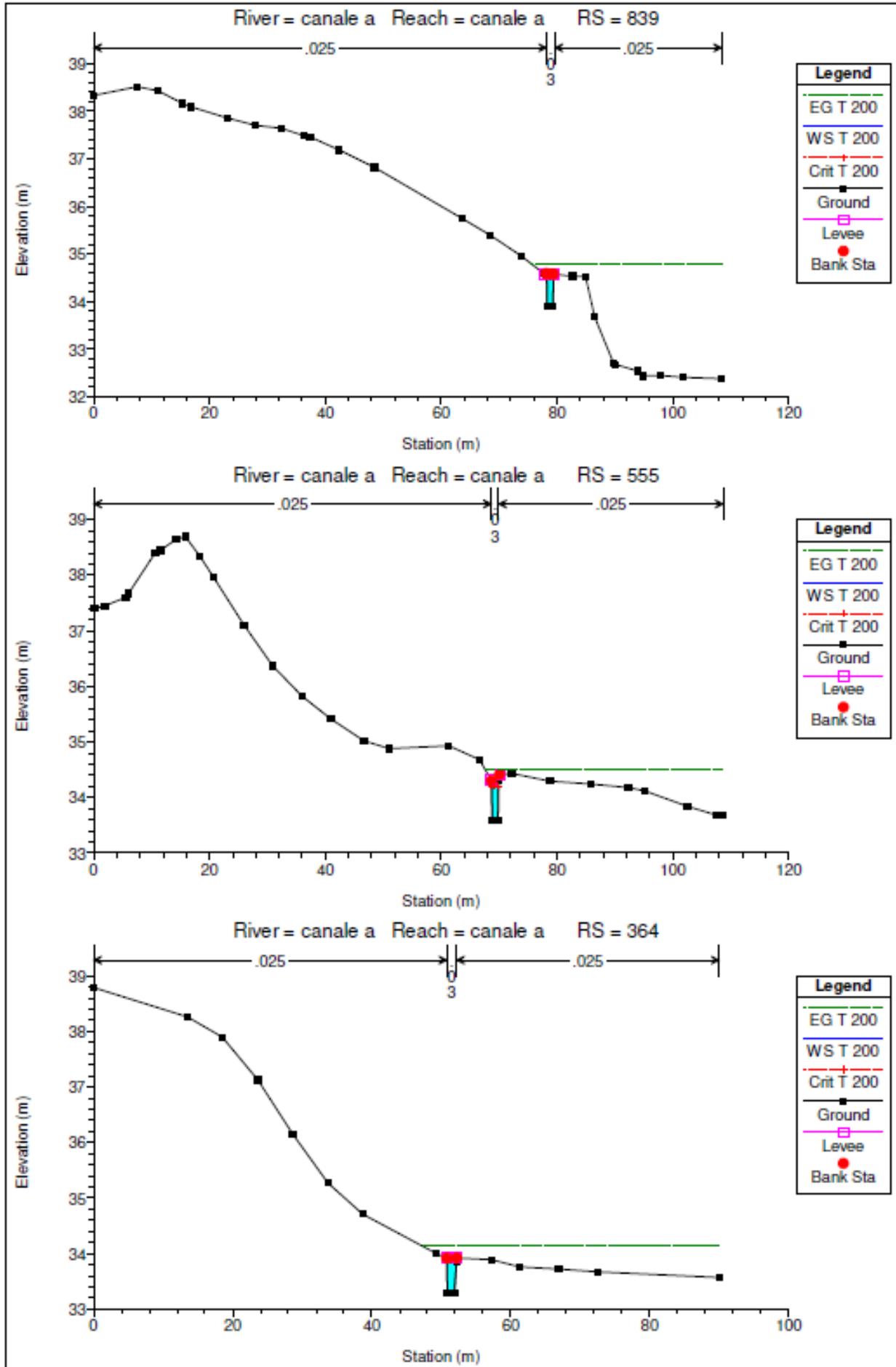


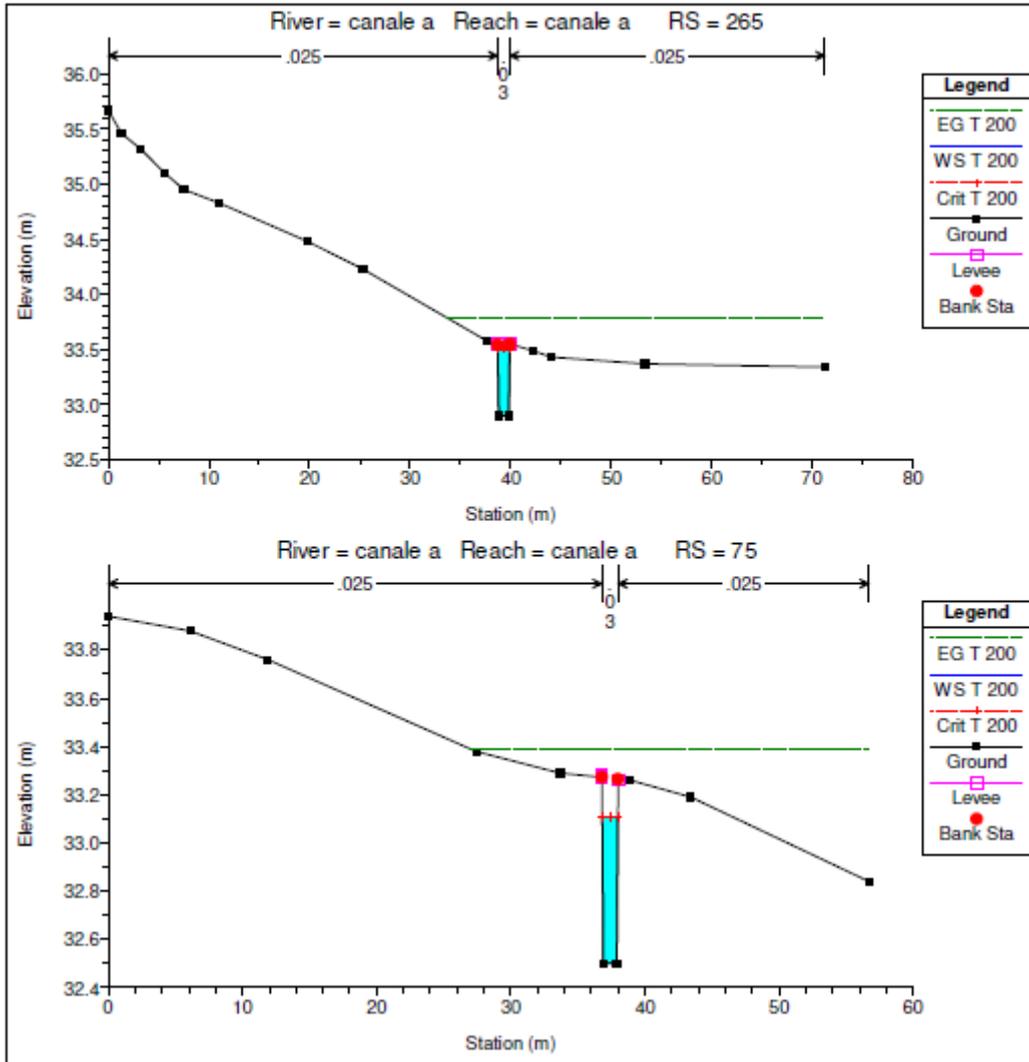
Figura 21 Profilo del risultato della simulazione idraulica per T200

Per maggiore dettaglio di seguito si evidenziano i risultati delle modellazioni effettuate in corrispondenza delle sezioni .









Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 1607 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	36.29	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	36.01	Reach Len. (m)	95.40	95.40	95.40
Crit W.S. (m)	36.01	Flow Area (m2)		0.66	
E.G. Slope (m/m)	0.025097	Area (m2)		0.66	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.17	Top Width (m)		1.17	
Vel Total (m/s)	2.35	Avg. Vel. (m/s)		2.35	
Max Chl Dpth (m)	1.32	Hydr. Depth (m)		0.56	
Conv. Total (m3/s)	9.8	Conv. (m3/s)		9.8	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		2.23	
Min Ch El (m)	35.40	Shear (N/m2)		72.96	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		171.29	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	0.00	0.49	1.17
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	0.06	0.65	0.63

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 1294 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	35.38	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.27	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	35.10	Reach Len. (m)	72.60	72.60	72.60
Crit W.S. (m)	35.10	Flow Area (m2)		0.67	
E.G. Slope (m/m)	0.024112	Area (m2)		0.67	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.22	Top Width (m)		1.22	
Vel Total (m/s)	2.32	Avg. Vel. (m/s)		2.32	
Max Chl Dpth (m)	1.78	Hydr. Depth (m)		0.55	
Conv. Total (m3/s)	10.0	Conv. (m3/s)		10.0	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		2.23	
Min Ch El (m)	34.50	Shear (N/m2)		70.94	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		164.57	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	0.00	0.43	1.17
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	0.06	0.54	0.63

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 1056 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	35.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.		0.028	
W.S. Elev (m)	35.03	Reach Len. (m)	36.30	36.30	36.30
Crit W.S. (m)	34.79	Flow Area (m2)		1.00	
E.G. Slope (m/m)	0.007284	Area (m2)		1.00	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.43	Top Width (m)		1.43	
Vel Total (m/s)	1.55	Avg. Vel. (m/s)		1.55	
Max Chl Dpth (m)	3.11	Hydr. Depth (m)		0.70	
Conv. Total (m3/s)	18.2	Conv. (m3/s)		18.2	
Length Wtd. (m)	36.30	Wetted Per. (m)		2.71	
Min Ch El (m)	34.20	Shear (N/m2)		26.44	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		40.88	
Frctn Loss (m)	0.19	Cum Volume (1000 m3)	0.00	0.37	1.17
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.06	0.44	0.63

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 1000 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	34.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.		0.029	
W.S. Elev (m)	34.87	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	34.57	Flow Area (m2)		1.28	
E.G. Slope (m/m)	0.003994	Area (m2)		1.28	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 1000 Profile: T 200 (Continued)

Top Width (m)	1.84	Top Width (m)		1.84	
Vel Total (m/s)	1.21	Avg. Vel. (m/s)		1.21	
Max Chl Dpth (m)	3.05	Hydr. Depth (m)		0.70	
Conv. Total (m3/s)	24.5	Conv. (m3/s)		24.5	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)		3.07	
Min Ch El (m)	34.10	Shear (N/m2)		16.31	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		19.76	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	0.00	0.33	1.17
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.06	0.38	0.63

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 955 BR U Profile: T 200

E.G. Elev (m)	34.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.08	Wt. n-Val.		0.029	
W.S. Elev (m)	34.86	Reach Len. (m)	30.00	30.00	30.00
Crit W.S. (m)	34.57	Flow Area (m2)		1.27	
E.G. Slope (m/m)	0.004072	Area (m2)		1.27	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.84	Top Width (m)		1.84	
Vel Total (m/s)	1.22	Avg. Vel. (m/s)		1.22	
Max Chl Dpth (m)	0.76	Hydr. Depth (m)		0.69	
Conv. Total (m3/s)	24.3	Conv. (m3/s)		24.3	
Length Wtd. (m)	30.00	Wetted Per. (m)		3.06	
Min Ch El (m)	34.10	Shear (N/m2)		16.57	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		20.21	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	0.00	0.33	1.17
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.06	0.38	0.63

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 955 BR D Profile: T 200

E.G. Elev (m)	34.91	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.00	Wt. n-Val.	0.025	0.029	0.025
W.S. Elev (m)	34.91	Reach Len. (m)	-1.00	-1.00	-1.00
Crit W.S. (m)	34.55	Flow Area (m2)	0.18	1.24	80.92
E.G. Slope (m/m)	0.000000	Area (m2)	0.18	1.24	80.92
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)	0.00	0.00	1.54
Top Width (m)	49.23	Top Width (m)	4.31	1.70	43.21
Vel Total (m/s)	0.02	Avg. Vel. (m/s)	0.00	0.00	0.02
Max Chl Dpth (m)	0.83	Hydr. Depth (m)	0.04	0.73	1.87
Conv. Total (m3/s)	4699.1	Conv. (m3/s)	0.9	14.4	4683.8
Length Wtd. (m)	-1.00	Wetted Per. (m)	4.39	6.43	46.55
Min Ch El (m)	34.08	Shear (N/m2)	0.00	0.00	0.00
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	0.00	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)		0.29	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		0.33	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 950 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	34.91	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.		0.029	
W.S. Elev (m)	34.82	Reach Len. (m)	30.00	30.00	30.00
Crit W.S. (m)	34.55	Flow Area (m2)		1.18	
E.G. Slope (m/m)	0.004957	Area (m2)		1.18	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.69	Top Width (m)		1.69	
Vel Total (m/s)	1.31	Avg. Vel. (m/s)		1.31	
Max Chl Dpth (m)	3.02	Hydr. Depth (m)		0.70	
Conv. Total (m3/s)	22.0	Conv. (m3/s)		22.0	
Length Wtd. (m)	30.00	Wetted Per. (m)		2.99	
Min Ch El (m)	34.08	Shear (N/m2)		19.17	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 950 Profile: T 200 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	25.21	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	0.29	
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	0.33	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 839 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	34.79	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	34.51	Reach Len. (m)	86.60	86.60	86.60
Crit W.S. (m)	34.51	Flow Area (m2)		0.66	
E.G. Slope (m/m)	0.025228	Area (m2)		0.66	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.17	Top Width (m)		1.17	
Vel Total (m/s)	2.35	Avg. Vel. (m/s)		2.35	
Max Chl Dpth (m)	2.13	Hydr. Depth (m)		0.56	
Conv. Total (m3/s)	9.8	Conv. (m3/s)		9.8	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		2.23	
Min Ch El (m)	33.90	Shear (N/m2)		73.21	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		172.14	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)		0.26	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		0.28	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 555 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	34.49	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	34.21	Reach Len. (m)	58.10	58.10	58.10
Crit W.S. (m)	34.21	Flow Area (m2)		0.66	
E.G. Slope (m/m)	0.025235	Area (m2)		0.66	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.17	Top Width (m)		1.17	
Vel Total (m/s)	2.35	Avg. Vel. (m/s)		2.35	
Max Chl Dpth (m)	0.61	Hydr. Depth (m)		0.56	
Conv. Total (m3/s)	9.8	Conv. (m3/s)		9.8	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		2.23	
Min Ch El (m)	33.60	Shear (N/m2)		73.28	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		172.39	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)		0.21	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		0.18	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 364 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	34.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.25	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	33.88	Reach Len. (m)	30.30	30.30	30.30
Crit W.S. (m)	33.88	Flow Area (m2)		0.70	
E.G. Slope (m/m)	0.020803	Area (m2)		0.70	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.41	Top Width (m)		1.41	
Vel Total (m/s)	2.21	Avg. Vel. (m/s)		2.21	
Max Chl Dpth (m)	0.58	Hydr. Depth (m)		0.50	
Conv. Total (m3/s)	10.7	Conv. (m3/s)		10.7	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		2.26	
Min Ch El (m)	33.30	Shear (N/m2)		63.37	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		140.19	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)		0.17	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		0.11	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 265 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	33.78	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	33.51	Reach Len. (m)	57.90	57.90	57.90
Crit W.S. (m)	33.51	Flow Area (m2)		0.66	
E.G. Slope (m/m)	0.024459	Area (m2)		0.66	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.20	Top Width (m)		1.20	
Vel Total (m/s)	2.33	Avg. Vel. (m/s)		2.33	
Max Chl Dpth (m)	0.61	Hydr. Depth (m)		0.56	
Conv. Total (m3/s)	9.9	Conv. (m3/s)		9.9	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		2.23	
Min Ch El (m)	32.90	Shear (N/m2)		71.62	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		166.96	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)		0.15	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		0.07	

Plan: Plan 03 canale a canale a RS: 75 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	33.39	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	33.11	Reach Len. (m)	22.80	22.80	22.80
Crit W.S. (m)	33.11	Flow Area (m2)		0.66	
E.G. Slope (m/m)	0.025575	Area (m2)		0.66	
Q Total (m3/s)	1.55	Flow (m3/s)		1.55	
Top Width (m)	1.16	Top Width (m)		1.16	
Vel Total (m/s)	2.36	Avg. Vel. (m/s)		2.36	
Max Chl Dpth (m)	0.61	Hydr. Depth (m)		0.57	
Conv. Total (m3/s)	9.7	Conv. (m3/s)		9.7	
Length Wtd. (m)	22.80	Wetted Per. (m)		2.23	
Min Ch El (m)	32.50	Shear (N/m2)		73.93	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		174.56	
Frctn Loss (m)	0.33	Cum Volume (1000 m3)		0.11	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)			

## 5.6 CONCLUSIONI

Il canale studiato, secondo il profilo liquido, è così verificato nelle sezioni interessanti l'impianto oggetto di intervento. In conclusione, l'area oggetto d'intervento, nelle condizioni di piena con  $T_r=200$  anni, non risulta interessata da esondazioni nella configurazione d'alveo attuale.

Si precisa che la modellazione idraulica è stata effettuata considerando il canale esistente ripulito dal fogliame attualmente ingombrante la sezione del canale stesso. Occorre quindi prevedere degli interventi di pulizia dello stesso per garantire il regolare deflusso delle acque al suo interno.

Come si evince da quanto esposto nei capitoli precedenti, nelle condizioni di piena analizzate, non si hanno fenomeni di esondazione nella zona di attenzione di cui al D.S. n. 540 del 13.10.2020 e che il canale di deflusso esistente e analizzato nel presente capitolo è ampiamente sufficiente a garantire gli interventi di nuova realizzazione da rischi di tipo idraulico.

## 6. STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO AREA DI ATTENZIONE 2

La seconda interferenza tra le aree di attenzione registrate e l'area in ampliamento dell'impianto TMB esistente avviene nella parte est, ove si prevede la realizzazione del nuovo ambito lavaggio plastiche.

Il punto di interferenza concerne il canale in ca realizzato parallelamente alla strada statale 106 Jonica e che scorre prospiciente alla viabilità bianca confinante con l'area d'impianto in ampliamento.

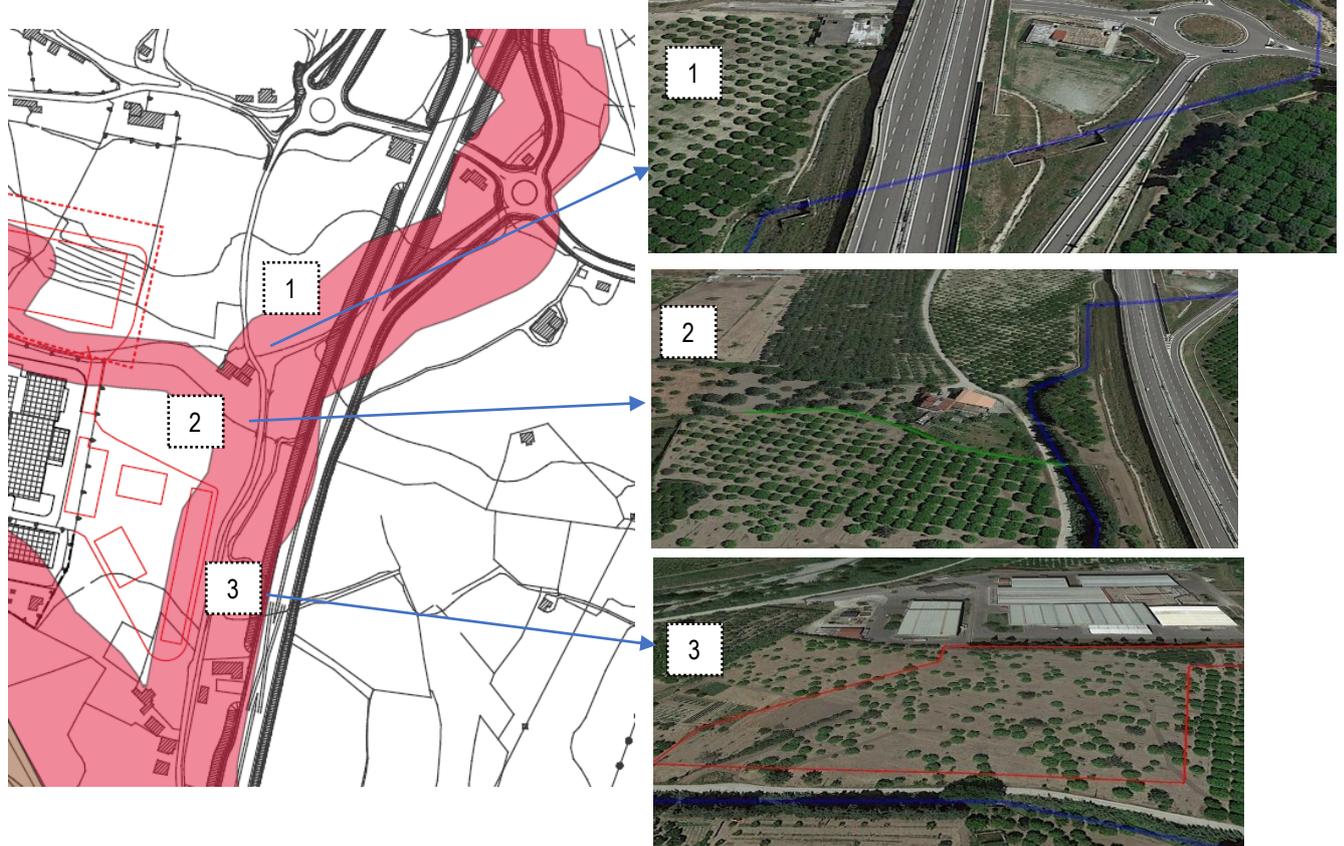


Figura 22 Rilievo fotografico dell'area di attenzione

Scopo della presente parte di studio è quello di verificare il canale perimetrale alla strada bianca adiacente al confine dell'impianto in ampliamento (3) valutando le portate provenienti dal Bacino C confluyente nel sottopasso stradale della Statale Ionica 106 (1) con l'incremento della portata derivante dall'afflusso delle acque provenienti dal canale esistente (2) di cui al capitolo precedente del presente studio.

### 6.1 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO C

Questa fase dello studio ha riguardato la caratterizzazione geometrica, geomorfologica, idrologica e idraulica del bacino afferente il canale in ca presente nel sottopasso della strada statale Jonica 106 esistente, utilizzando come sezione di chiusura del bacino il punto di compluvio prospiciente la viabilità stessa.

La caratterizzazione è stata eseguita mediante rilievi LIDAR, analisi della topografia pregressa, fotointerpretazione delle immagini aeree derivanti da voli eseguiti in anni diversi confrontati con le attuali carte tecniche regionali.

I dati ricavati dall'analisi cartografica e fotografica sono stati controllati in sito mediante sopralluoghi diretti estesi a tutti gli impluvi studiati.

In generale, l'estensione planimetrica del bacino in oggetto è molto piccola (inferiore al Km<sup>2</sup>) con pendenza media nell'ordine del 20%. Il bacino si sviluppa principalmente all'interno del Vallone Capofilippo. Il fondo dell'impluvio principale è esclusivamente in terra. Lo stato generale testimonia il carattere esclusivamente stagionale dell'impluvio in esame. Le sezioni risultano fittamente occupate da vegetazione brulla con qualche arbusto maggiormente sviluppato.

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche morfometriche del bacino. Tutte le informazioni sono state desunte dal modello digitale del terreno (DTM) creato partendo da tutte le informazioni topografiche disponibili e caratterizzato da maglie quadrate di 1 m di lato

I valori sopra indicati sono stati determinati, nello specifico, per via analitica tramite il rilievo LIDAR reso disponibile dal Ministero dell' Ambiente e analizzati con il software Autodesk Civil 3D. I valori determinati sono sintetizzati nella tabella seguente.

DATI MORFOLOGICI - BACINO C							
BACINO	DESCRIZIONE	SUP (KmQ)	L percorso idraulico	Hmin (mt)	Hmax (mt)	Hmed (mt)	Pendenza media asta principale
B	a monte della strada statale Jonica 106	1.130	2.16	45	211	92	0.15



Figura 23 Dati morfologici Bacino C

## 6.2 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Per la stima del tempo di corrvazione del bacino si considerano le formule empiriche elencate ai capitoli precedenti che si adattano al contesto in esame.

Tempi di corrvazione - BACINO C		
Metodo	formula	Tc (ore)
Kirpich, Watt-Chow e Pezzoli	$t_c = 0.022221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$	0.37
Giandotti modificata da Aronica e Paltrinieri	$T_c = \frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A_b} + 1.5 \cdot L_b$ $0.8 \cdot \sqrt{H_m}$	1.11
Viparelli	$t_c = \frac{L}{V}$	1.44
Pasini	$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i \cdot 100}}$	0.38
Ventura	$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i}}$	0.35

media 0.73

Per i successivi calcoli degli ideogrammi di piena si è assunto il valore medio delle diverse stime al quale è stato aggiunto un tempo T<sub>0</sub>, calcolato con la formula di Singh, che è il tempo di afflusso per arrivare dai versanti all'asta principale.

$$T_0 = 0.116 \cdot \frac{L_v^{0.6} \cdot 0.05^{0.6}}{2.4^{0.4} \cdot (A \cdot 10)^{0.3}}$$

Con:

$T_0$  espresso in ore;  
 $A$  area bacino idrografico (km<sup>2</sup>);  
 $L_v$  lunghezza versanti (m).

	formula	Tc (ore)
$T_0$	$T_0 = 0.116 \cdot \frac{L_v^{0.6} \cdot 0.05^{0.6}}{2.4^{0.4} \cdot (A \cdot 10)^{0.3}}$	0.08

Il tempo di corrivazione effettivamente utilizzato nei calcoli, dato dalla somma di Tc e T0, è quello riportato nella tabella seguente:

	formula	Tc (ore)
Tc TOT	$T_c + T_0$	<b>0.81</b>

### 6.3 STIMA DELLE MASSIME PRECIPITAZIONI

L'analisi statistica delle osservazioni pluviometriche sono quelle riportate al cap. 3.2.3 a cui si rimanda per la parte analitica. Si riportano i valori dei parametri "a" e "n" delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) per i differenti tempi di ritorno (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni).

Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	a(T)	n
2	29.936	0.4351
3	35.011	0.4558
5	40.692	0.4717
10	47.852	0.4855
20	54.735	0.4948
25	56.920	0.4973
50	63.654	0.5037
100	70.344	0.5087
200	77.012	0.5128
500	85.813	0.5171

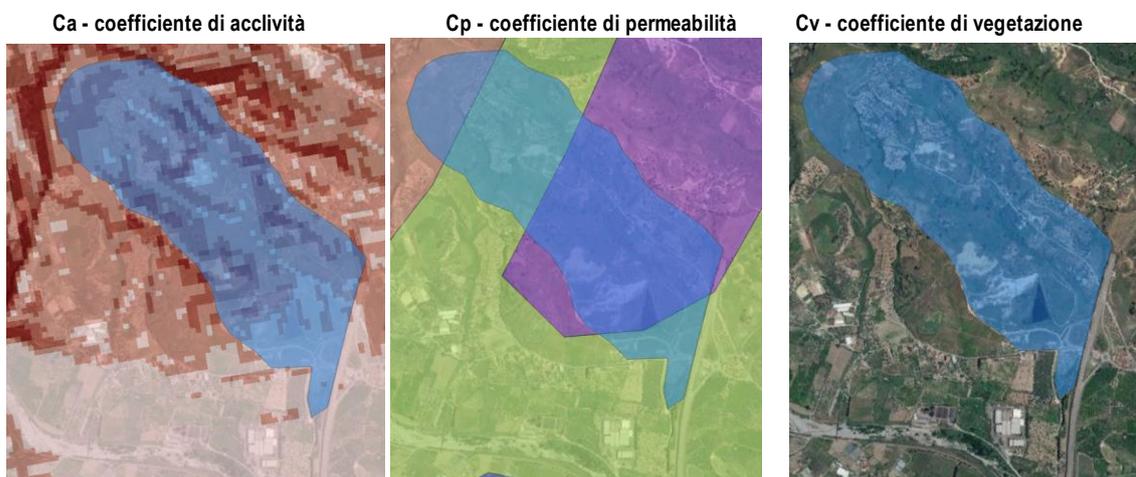
Tabella 6 Parametri curva di possibilità pluviometrica metodo di Gumbel

### 6.4 STIMA DELLE MASSIME PORTATE AL COLMO DI PIENA

Per la stima delle massime portate verrà applicato il metodo razionale.

#### 6.4.1 Determinazione del coefficiente di deflusso

Nella figura seguente vengono illustrate le immagini da GIS da cui sono state desunte le percentuali per la determinazione dei coefficienti per il calcolo del coefficiente di deflusso per il bacino C.



Si riportano nella tabella seguente i tre coefficienti determinati per il bacino in oggetto:

Calcolo del coefficiente di deflusso Cd				
Metodo	range	la	%	
Ca coefficiente di acclività	> 35 %	0.26	25%	0.065
	10 - 35 %	0.16	45%	0.072
	3,5 - 10 %	0.03	20%	0.006
	< 3,5 %	0.01	10%	0.001
				<b>100% 0.144</b>
Cp coefficiente di permeabilità	molto bassa	0.26	70%	0.182
	mediocre	0.16	20%	0.032
	buona	0.08	10%	0.008
	elevata	0.04	0%	0.000
				<b>100% 0.222</b>
Cv coefficiente di vegetazione	molto bassa	0.28	30%	0.084
	mediocre	0.21	45%	0.095
	buona	0.11	20%	0.022
	elevata	0.04	5%	0.002
				<b>100% 0.203</b>

$$Cd = 0.57$$

A favore di sicurezza, per il bacino in esame, viene applicato a favore di sicurezza un coefficiente di deflusso Cd pari a 0,70.

Noti valori di  $hr(tc,T)$  [mm], (altezza di pioggia di durata  $t_c$  con tempo di ritorno T), si ottengono i valori di portata da applicare per il calcolo dei profili idrici:

Portata massima con Metodo Razionale		
Metodo	formula	Q (mc/s)
t=5	$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$	10.576
t=10		12.382
t=20		14.121
t=25		14.673
t=50		<b>16.376</b>
t=100		18.068
t=200		<b>19.755</b>
t=500		21.983

## 6.5 VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE DI SCOLO ESISTENTE

Il canale di scolo posto tra il rilevato della strada statale Jonica 106 e la viabilità bianca perimetrale all'area in ampliamento dell'impianto ha la funzione di collettare le acque alla Fiumara Novito.

Nella verifica idraulica sono stati utilizzati i dati geometrici relativi al canale, determinati interpolando le informazioni ricavate dal rilievo Lidar e dalle misure rilevate in campo.

### 6.5.1 Schematizzazione geometrica del canale esistente

Il canale in oggetto è caratterizzato in un primo tratto, subito a valle dell'attraversamento sottostrada della statale, da sponde in ca e larghezza di circa 8 ml.

In questo primo tratto, il canale risulta completamente inerbito con anche arbusti di medie dimensioni. Al fine di garantire un regolare deflusso delle acque si prevede la riqualificazione di detto tratto. La condizione di studio prevederà quindi condizioni del canale già con alveo libero dagli impedimenti registrati.



Figura 24 Rilievo fotografico primo tratto di canale

Il secondo tratto, che costeggia la strada bianca parallela alla statale Jonica, risulta caratterizzato da un canale in terra avente come argine in destra idraulica la strada bianca stessa e in sinistra si ritrova un'area depressa (rispetto alla strada bianca), caratteristica questa che resiste fin oltre l'area di realizzazione del nuovo impianto rifiuti.



Figura 25 Rilievo fotografico secondo tratto di canale

Le acque della scarpata della statale Jonica vengono invece intercettate da un canale prefabbricato che costeggia il piede della scarpata stessa e vengono fatte confluire indipendentemente alla Fiumara Novito.



Figura 26 Canaletta di intercetto acque di scarpata strada statale Jonica

Nella verifica idraulica della situazione attuale sono stati utilizzati i dati geometrici relativi alle 11 sezioni trasversali d'alveo, rappresentate nella immagine successiva. Le sezioni geometriche sono state desunte dal modello tridimensionale del terreno e dal rilievo in campo del canale.

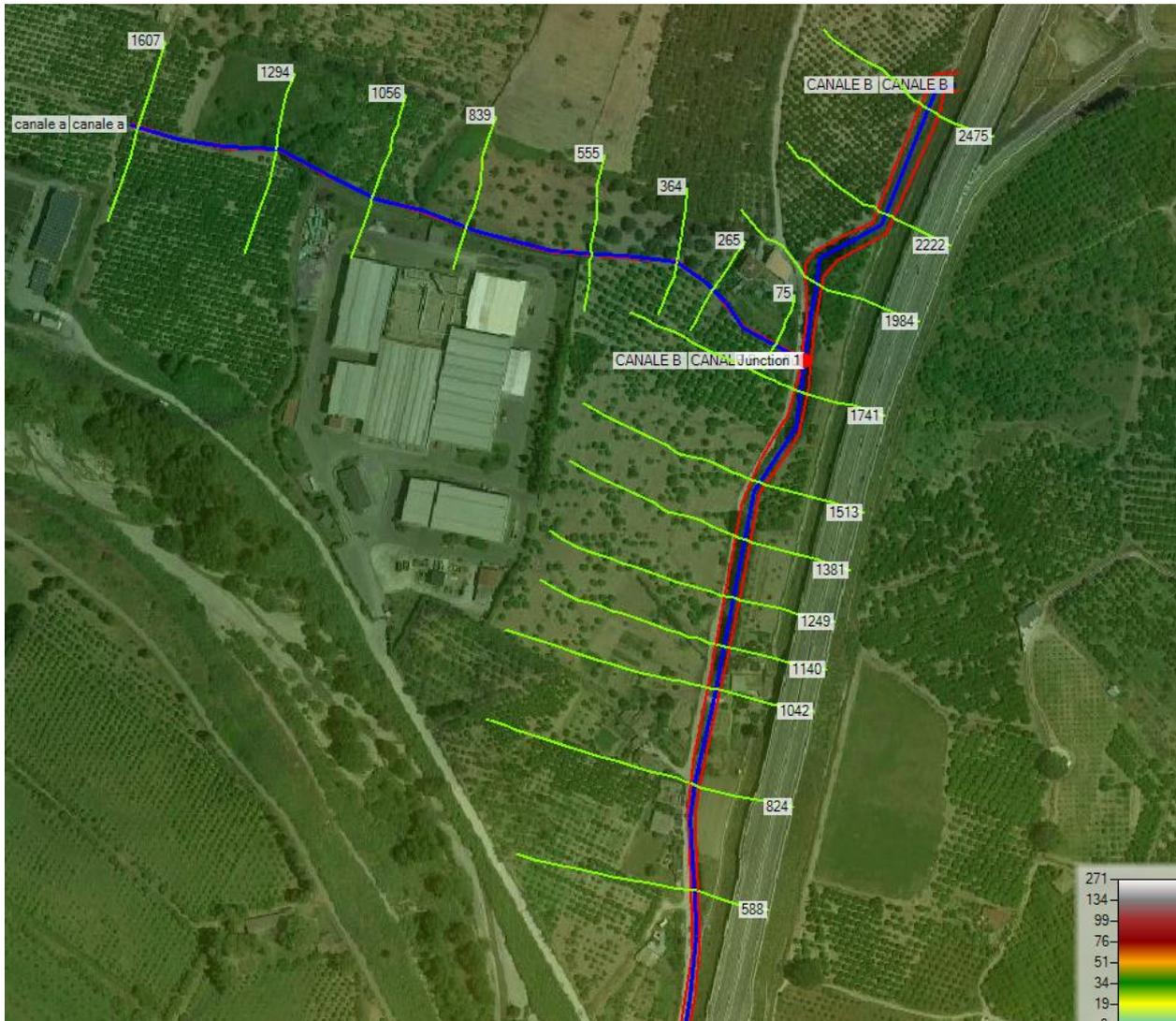


Figura 27 Geometric Data del tratto di canale d'interesse per la modellistica idraulica

Per la determinazione del coefficiente di Manning è stato valutato, a titolo cautelativo, un pessimo stato manutentivo (ancorché rimosse le piantumazioni principali) del canale con relativo coefficiente di scabrezza del Manning per il canale centrale e le sponde pari a 0.05.

Impostando il codice di calcolo HEC-RAS vers. 6.0 con i dati descritti nei paragrafi precedenti si è proceduto alla simulazione dello stato per il moto stazionario (*steady flow*).

#### 6.5.2 Condizioni al contorno

Il software HEC-RAS, in ambito dell'analisi a moto permanente, propone diversi tipi di condizioni al contorno tra cui:

- Known Water Surface Elevations ( quota nota del pelo libero )
- Critical Depth ( altezza critica )
- Rating Curve ( scala di deflusso )
- Normal Depth (altezza di moto uniforme )

La condizione al contorno di monte e di valle è stata assunta pari alla pendenza media misurata tra le sezioni di monte e di valle pari a circa 0.006.

È stato inoltre modellato l'attraversamento stradale in corrispondenza dell'abitazione in sinistra idraulica come riportato nella figura seguente.

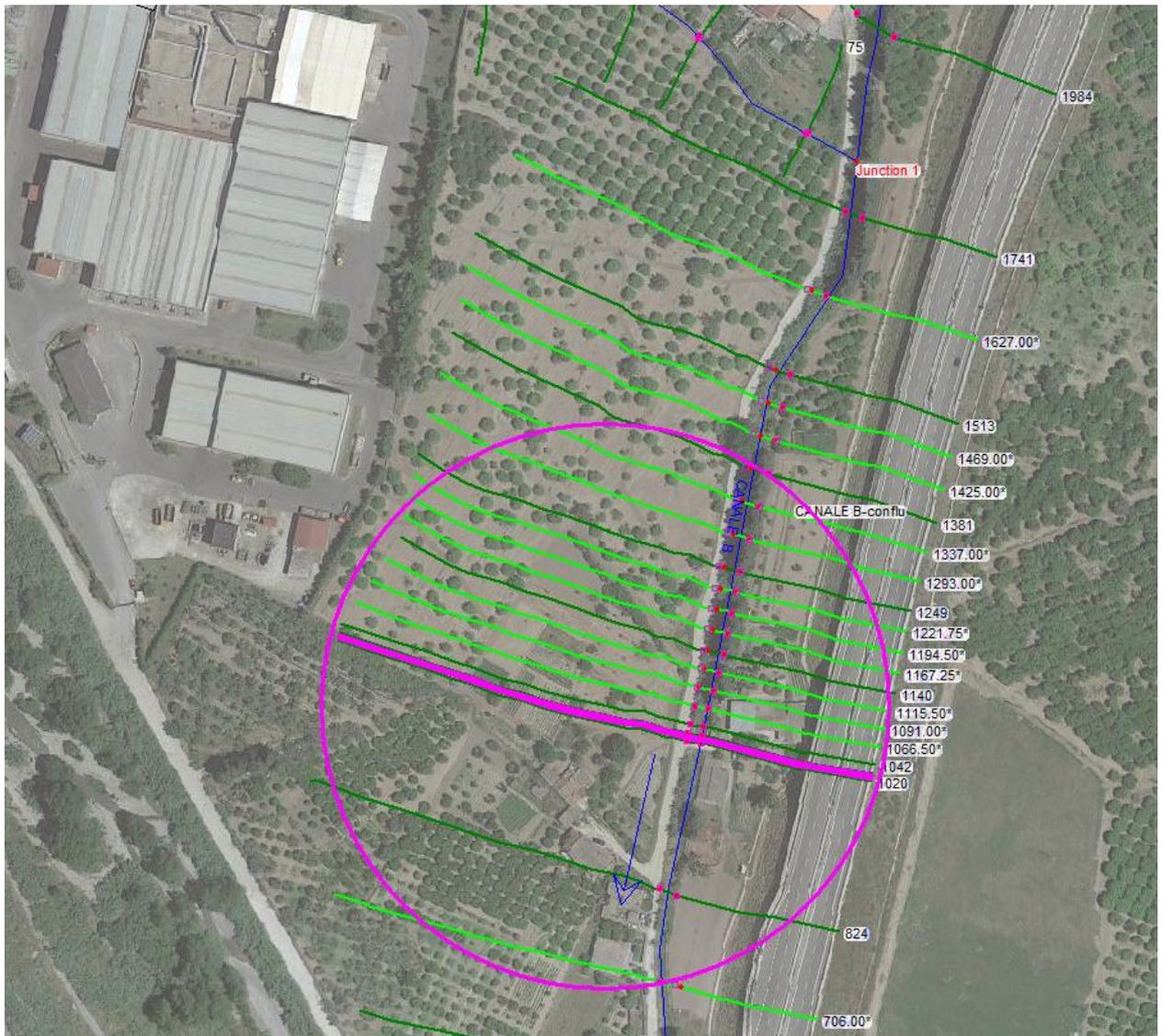
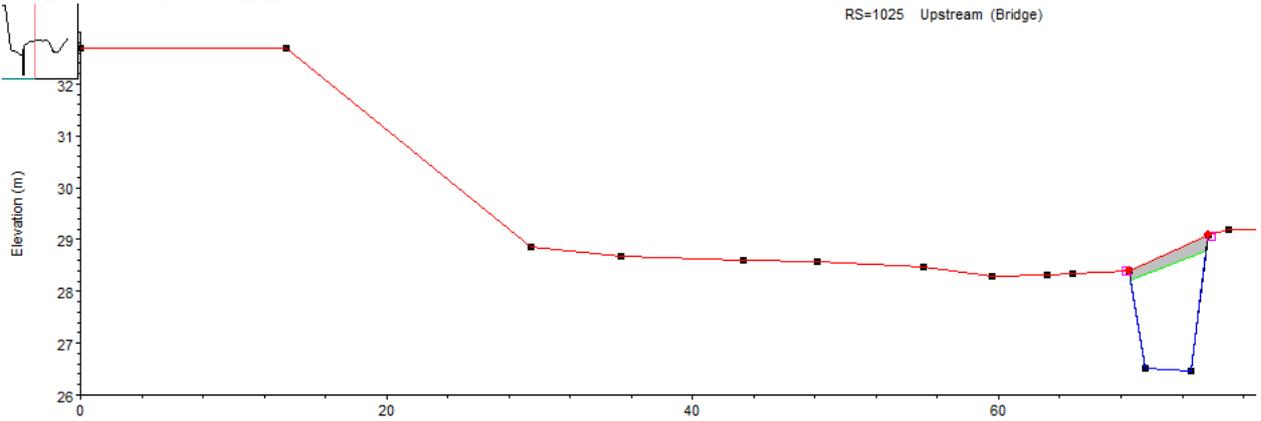


Figura 28 Individuazione dell'attraversamento del canale B

Come portata per il moto stazionario da inserire nel codice di calcolo HEC-RAS, si è proceduto come precedentemente esposto. In corrispondenza dell'immissione del canale A viene aggiunta la portata determinata ai cap. precedenti e pari a 1,55 m<sup>3</sup>/s.

6.5.3 **RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IN HEC-RAS – T200 ANNI**

Si riportano di seguito graficamente i risultati della simulazione idraulica effettuata per verificare l'assenza o meno di pericolo di esondazione nei confronti dell'area d'impianto. Preliminarmente si evidenzia l'assoluta assenza di esondazioni in corrispondenza dell'area d'impianto

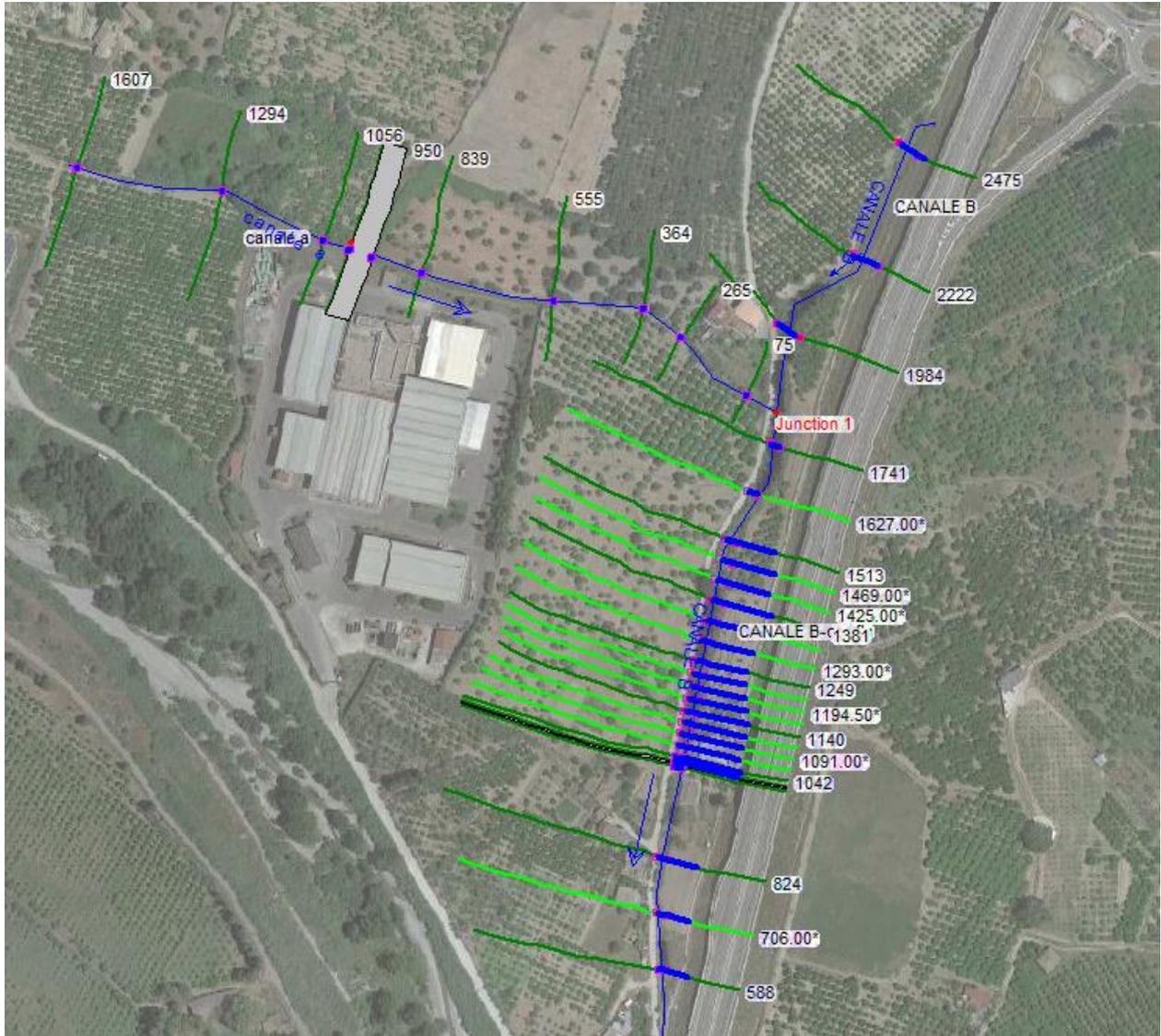


Figura 29 Risultato della simulazione idraulica per T200

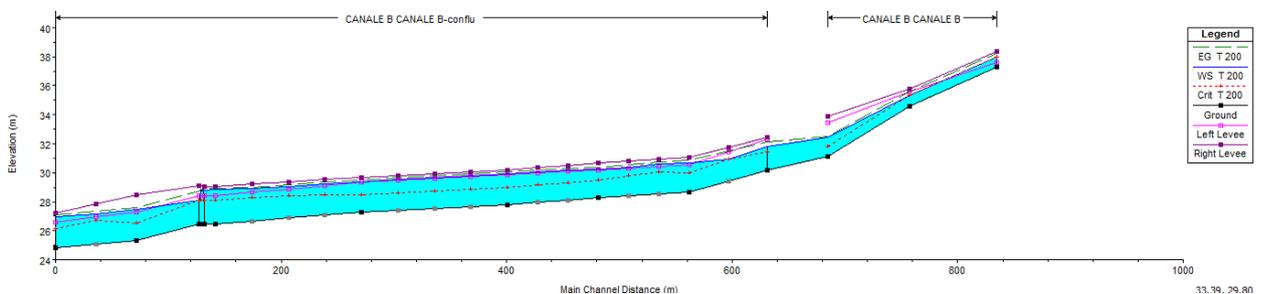
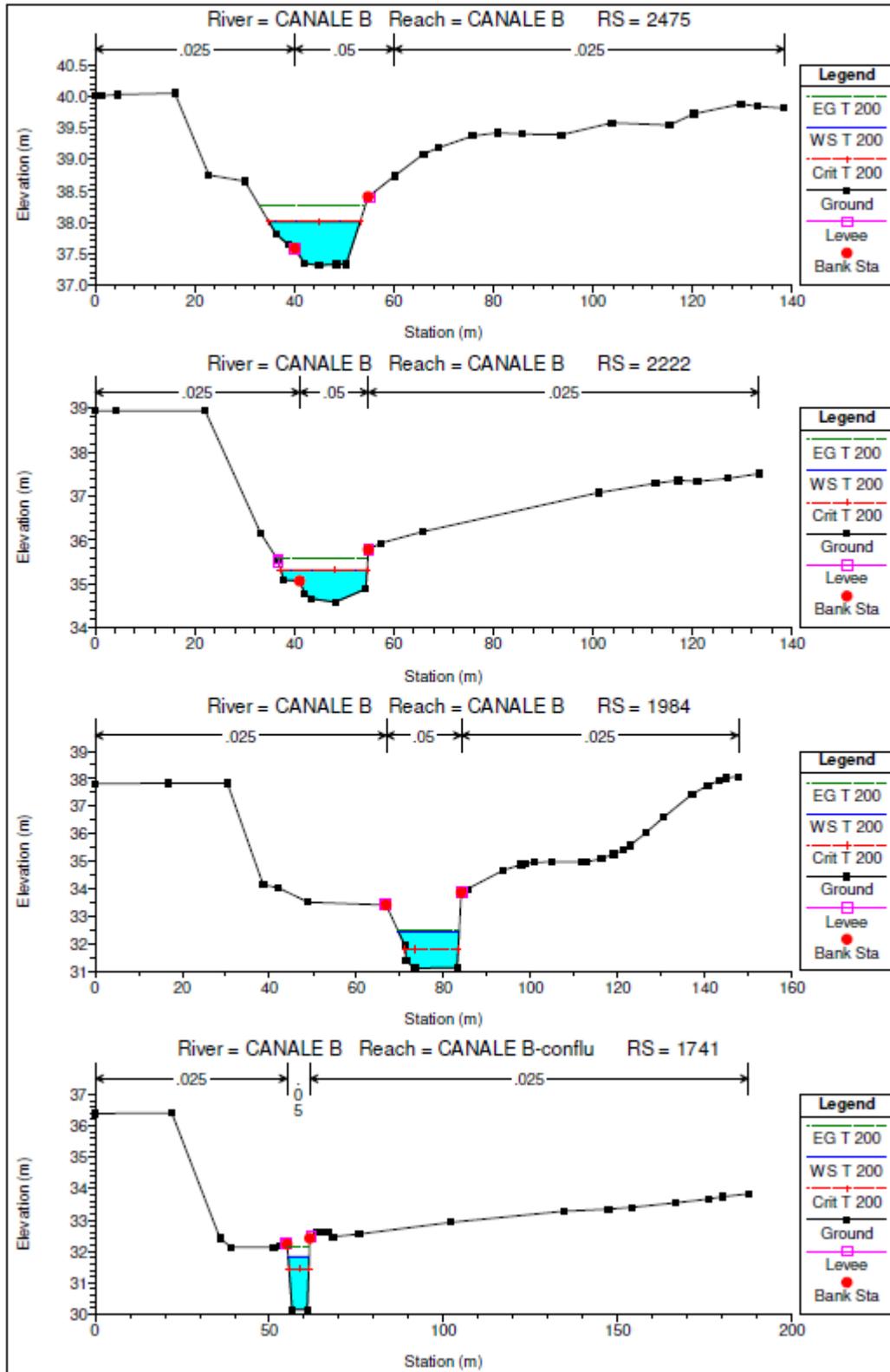
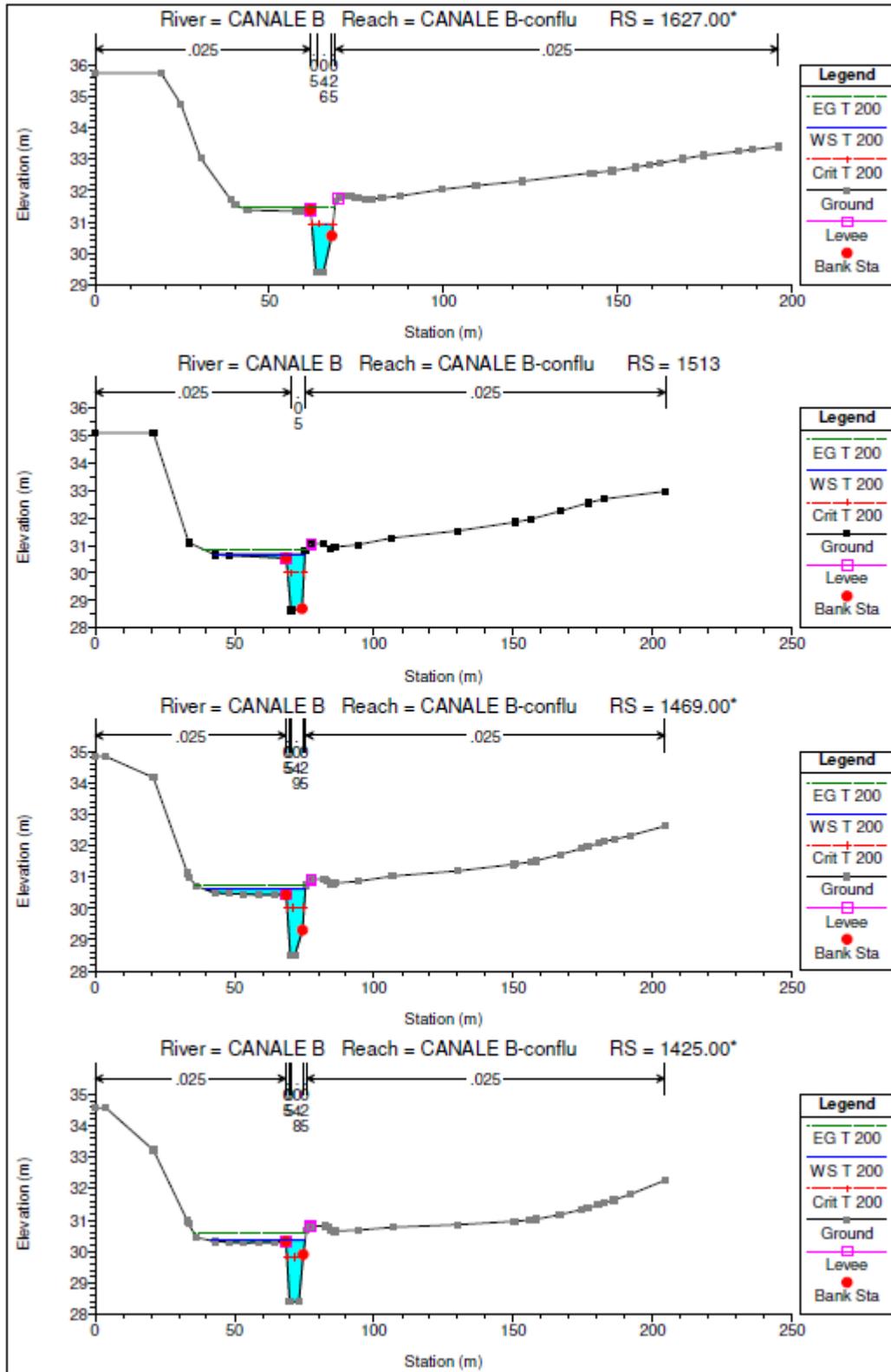
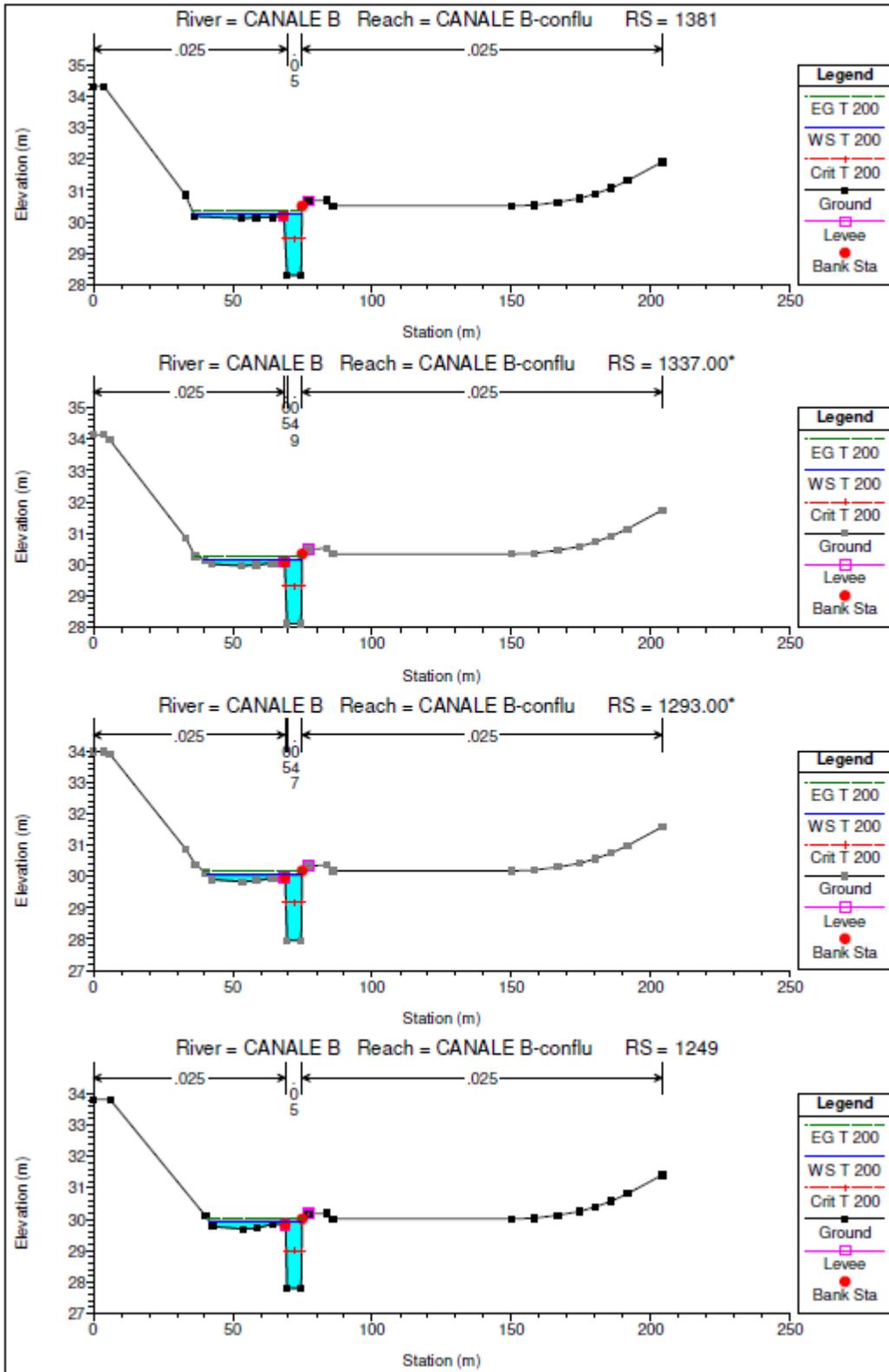


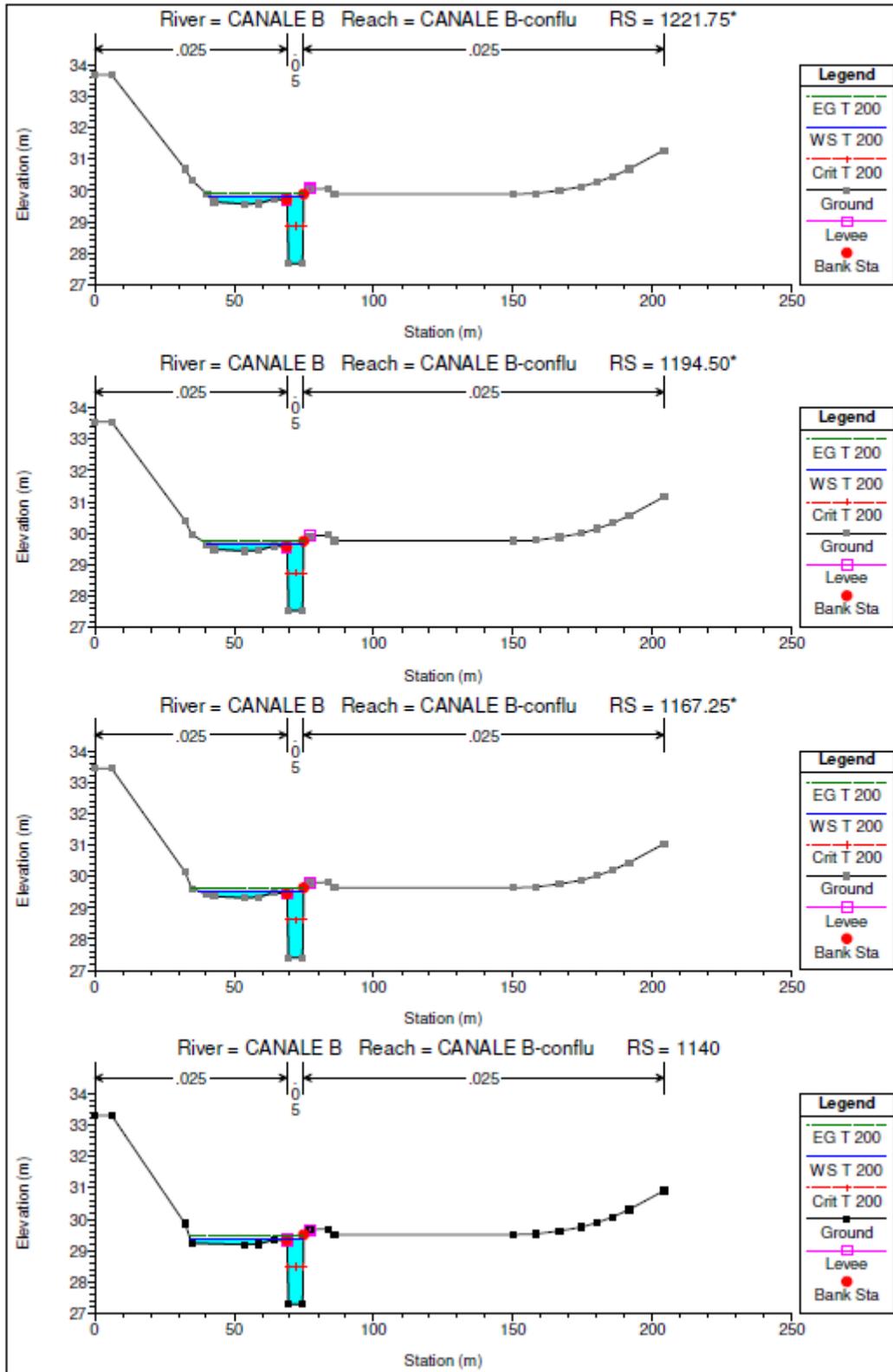
Figura 30 Profilo del risultato della simulazione idraulica per T200

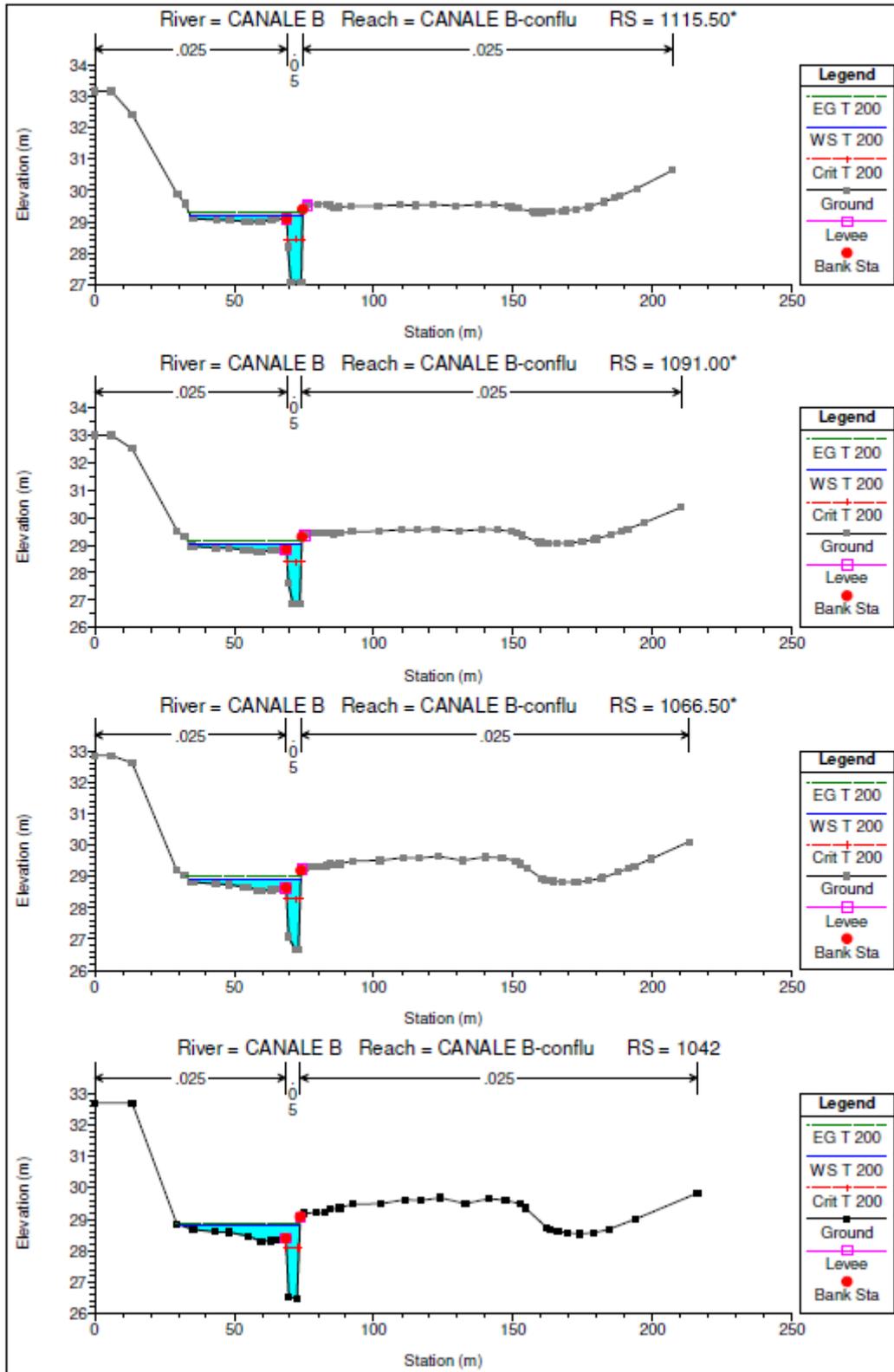
Per maggiore dettaglio di seguito si evidenziano i risultati delle modellazioni effettuate in corrispondenza delle sezioni .

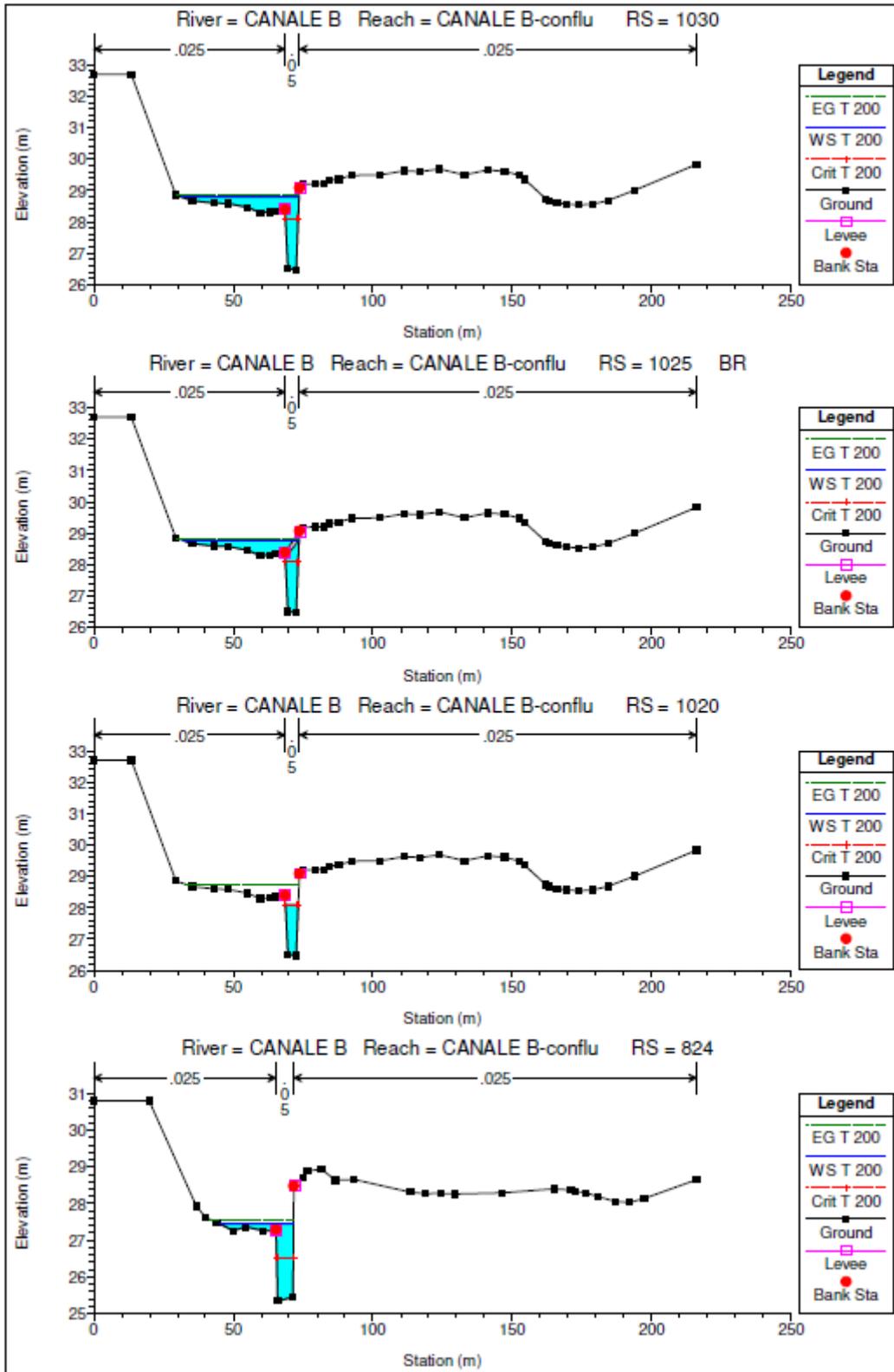


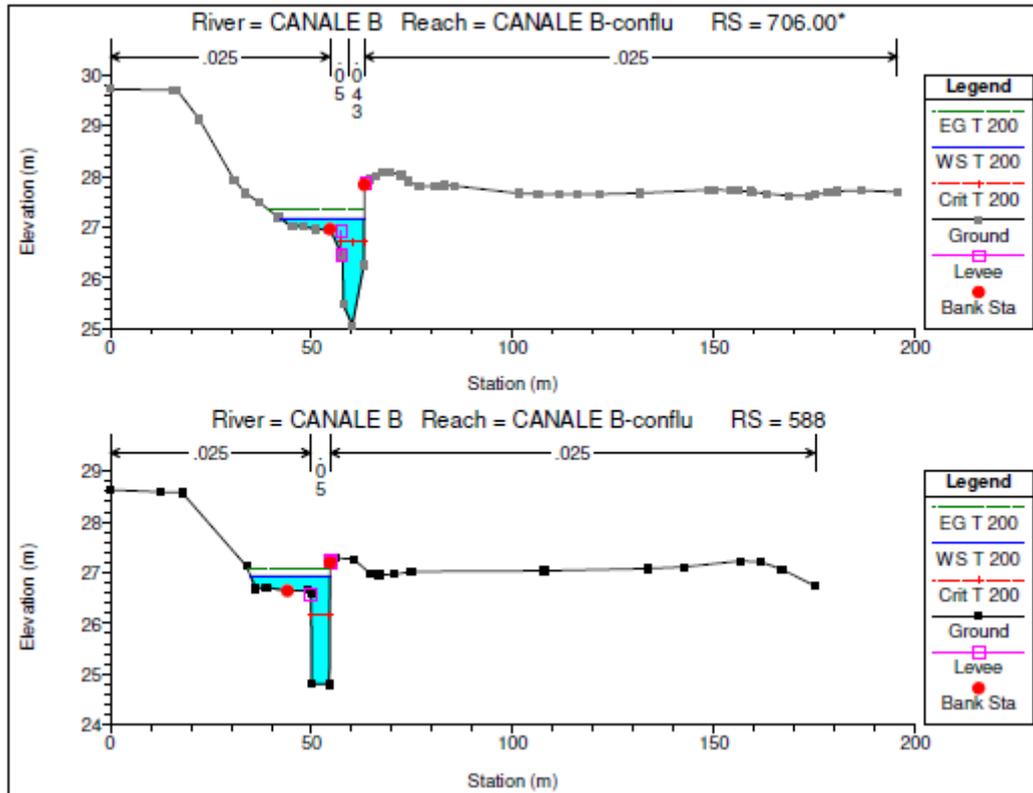












Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B RS: 2475 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	38.26	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.25	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	38.00	Reach Len. (m)	77.10	77.10	77.10
Crit W.S. (m)	38.00	Flow Area (m2)	1.33	7.71	
E.G. Slope (m/m)	0.024047	Area (m2)	1.33	7.71	
Q Total (m3/s)	20.00	Flow (m3/s)	3.33	16.67	
Top Width (m)	18.33	Top Width (m)	5.18	13.15	
Vel Total (m/s)	2.21	Avg. Vel. (m/s)	2.50	2.16	
Max Chl Dpth (m)	0.69	Hydr. Depth (m)	0.26	0.59	
Conv. Total (m3/s)	129.0	Conv. (m3/s)	21.5	107.5	
Length Wtd. (m)	77.10	Wetted Per. (m)	5.20	13.26	
Min Ch El (m)	37.31	Shear (N/m2)	60.39	137.17	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	151.05	296.44	
Frctn Loss (m)	1.92	Cum Volume (1000 m3)	0.11	2.15	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.48	2.02	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B RS: 2222 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	35.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	35.32	Reach Len. (m)	72.40	72.40	72.40
Crit W.S. (m)	35.32	Flow Area (m2)	0.82	8.06	
E.G. Slope (m/m)	0.025906	Area (m2)	0.82	8.06	
Q Total (m3/s)	20.00	Flow (m3/s)	1.89	18.11	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B RS: 2222 Profile: T 200 (Continued)

Top Width (m)	17.34	Top Width (m)	3.81	13.53	
Vel Total (m/s)	2.25	Avg. Vel. (m/s)	2.30	2.25	
Max Chl Dpth (m)	0.73	Hydr. Depth (m)	0.22	0.60	
Conv. Total (m3/s)	124.3	Conv. (m3/s)	11.7	112.5	
Length Wtd. (m)	72.40	Wetted Per. (m)	3.85	13.83	
Min Ch El (m)	34.59	Shear (N/m2)	54.23	148.08	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	124.69	332.61	
Frctn Loss (m)	0.55	Cum Volume (1000 m3)	0.03	1.54	
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	0.14	1.00	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B RS: 1984 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	32.52	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.08	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	32.44	Reach Len. (m)	53.50	53.50	53.50
Crit W.S. (m)	31.80	Flow Area (m2)		16.13	
E.G. Slope (m/m)	0.003579	Area (m2)		16.13	
Q Total (m3/s)	20.00	Flow (m3/s)		20.00	
Top Width (m)	13.96	Top Width (m)		13.96	
Vel Total (m/s)	1.24	Avg. Vel. (m/s)		1.24	
Max Chl Dpth (m)	1.34	Hydr. Depth (m)		1.16	
Conv. Total (m3/s)	334.3	Conv. (m3/s)		334.3	
Length Wtd. (m)	53.50	Wetted Per. (m)		15.29	
Min Ch El (m)	31.10	Shear (N/m2)		37.03	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		45.92	
Frctn Loss (m)	0.35	Cum Volume (1000 m3)		0.66	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)			

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1741 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	32.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.31	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	31.84	Reach Len. (m)	34.80	34.80	34.80
Crit W.S. (m)	31.45	Flow Area (m2)		8.73	
E.G. Slope (m/m)	0.013921	Area (m2)		8.73	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)		21.55	
Top Width (m)	6.03	Top Width (m)		6.03	
Vel Total (m/s)	2.47	Avg. Vel. (m/s)		2.47	
Max Chl Dpth (m)	1.68	Hydr. Depth (m)		1.45	
Conv. Total (m3/s)	182.6	Conv. (m3/s)		182.6	
Length Wtd. (m)	34.80	Wetted Per. (m)		8.15	
Min Ch El (m)	30.16	Shear (N/m2)		146.14	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		360.88	
Frctn Loss (m)	0.64	Cum Volume (1000 m3)	2.52	6.54	0.06
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	15.54	3.83	0.09

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1627.00° Profile: T 200

E.G. Elev (m)	31.49	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.55	Wt. n-Val.		0.047	0.025
W.S. Elev (m)	30.94	Reach Len. (m)	34.80	34.80	34.80
Crit W.S. (m)	30.94	Flow Area (m2)		6.52	0.07
E.G. Slope (m/m)	0.025319	Area (m2)		6.52	0.07
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)		21.43	0.12
Top Width (m)	6.09	Top Width (m)		5.72	0.37
Vel Total (m/s)	3.27	Avg. Vel. (m/s)		3.29	1.65
Max Chl Dpth (m)	1.54	Hydr. Depth (m)		1.14	0.19
Conv. Total (m3/s)	135.4	Conv. (m3/s)		134.7	0.7
Length Wtd. (m)	34.80	Wetted Per. (m)		6.75	0.53
Min Ch El (m)	29.40	Shear (N/m2)		239.93	32.78

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1627.00° Profile: T 200 (Continued)

Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	788.72	54.10
Frctn Loss (m)	0.28	Cum Volume (1000 m3)	2.52	6.28
C & E Loss (m)	0.11	Cum SA (1000 m2)	15.54	3.63

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1513 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	30.87	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.19	Wt. n-Val.	0.025	0.041	0.050
W.S. Elev (m)	30.68	Reach Len. (m)	26.83	26.83	26.83
Crit W.S. (m)	30.01	Flow Area (m2)	2.07	9.84	1.03
E.G. Slope (m/m)	0.003989	Area (m2)	2.07	9.84	1.03
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	0.97	19.81	0.77
Top Width (m)	32.62	Top Width (m)	25.94	5.64	1.03
Vel Total (m/s)	1.67	Avg. Vel. (m/s)	0.47	2.01	0.75
Max Chl Dpth (m)	2.04	Hydr. Depth (m)	0.08	1.75	0.99
Conv. Total (m3/s)	341.2	Conv. (m3/s)	15.3	313.7	12.2
Length Wtd. (m)	26.83	Wetted Per. (m)	25.96	6.53	2.24
Min Ch El (m)	28.64	Shear (N/m2)	3.12	58.97	17.93
Alpha	1.35	Stream Power (N/m s)	1.46	118.67	13.47
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	2.48	5.99	0.04
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	15.09	3.43	0.06

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1469.00° Profile: T 200

E.G. Elev (m)	30.74	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.025	0.049	0.025
W.S. Elev (m)	30.60	Reach Len. (m)	26.83	26.83	26.83
Crit W.S. (m)	30.02	Flow Area (m2)	4.19	9.87	0.65
E.G. Slope (m/m)	0.004768	Area (m2)	4.19	9.87	0.65
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	3.18	17.40	0.97
Top Width (m)	35.88	Top Width (m)	28.95	5.93	1.00
Vel Total (m/s)	1.47	Avg. Vel. (m/s)	0.76	1.76	1.49
Max Chl Dpth (m)	2.08	Hydr. Depth (m)	0.14	1.66	0.65
Conv. Total (m3/s)	312.1	Conv. (m3/s)	46.1	251.9	14.0
Length Wtd. (m)	26.83	Wetted Per. (m)	28.98	6.98	1.64
Min Ch El (m)	28.52	Shear (N/m2)	6.76	66.17	18.53
Alpha	1.25	Stream Power (N/m s)	5.14	116.63	27.60
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	2.40	5.73	0.01
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	14.35	3.28	0.03

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1425.00° Profile: T 200

E.G. Elev (m)	30.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.22	Wt. n-Val.	0.025	0.049	0.025
W.S. Elev (m)	30.35	Reach Len. (m)	26.83	26.83	26.83
Crit W.S. (m)	29.82	Flow Area (m2)	1.52	9.72	0.15
E.G. Slope (m/m)	0.008001	Area (m2)	1.52	9.72	0.15
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	0.80	20.58	0.17
Top Width (m)	34.08	Top Width (m)	27.21	6.22	0.65
Vel Total (m/s)	1.89	Avg. Vel. (m/s)	0.52	2.12	1.16
Max Chl Dpth (m)	1.94	Hydr. Depth (m)	0.06	1.56	0.22
Conv. Total (m3/s)	240.9	Conv. (m3/s)	8.9	230.1	1.9
Length Wtd. (m)	26.83	Wetted Per. (m)	27.23	7.84	0.79
Min Ch El (m)	28.41	Shear (N/m2)	4.39	97.25	14.51
Alpha	1.20	Stream Power (N/m s)	2.30	206.00	16.85
Frctn Loss (m)	0.15	Cum Volume (1000 m3)	2.32	5.46	0.00
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	13.60	3.11	0.01

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1381 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	30.39	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.025	0.045	
W.S. Elev (m)	30.27	Reach Len. (m)	26.83	26.83	26.83
Crit W.S. (m)	29.48	Flow Area (m2)	4.06	11.48	
E.G. Slope (m/m)	0.004116	Area (m2)	4.06	11.48	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	2.61	18.94	
Top Width (m)	38.98	Top Width (m)	32.50	6.48	
Vel Total (m/s)	1.39	Avg. Vel. (m/s)	0.64	1.65	
Max Chl Dpth (m)	1.98	Hydr. Depth (m)	0.13	1.77	
Conv. Total (m3/s)	335.9	Conv. (m3/s)	40.6	295.3	
Length Wtd. (m)	26.83	Wetted Per. (m)	32.51	9.30	
Min Ch EI (m)	28.29	Shear (N/m2)	5.04	49.81	
Alpha	1.27	Stream Power (N/m s)	3.23	82.18	
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	2.25	5.18	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	12.80	2.94	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1337.00\* Profile: T 200

E.G. Elev (m)	30.27	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.025	0.049	
W.S. Elev (m)	30.15	Reach Len. (m)	26.83	26.83	26.83
Crit W.S. (m)	29.32	Flow Area (m2)	3.97	11.60	
E.G. Slope (m/m)	0.004681	Area (m2)	3.97	11.60	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	2.89	18.66	
Top Width (m)	35.19	Top Width (m)	28.91	6.28	
Vel Total (m/s)	1.38	Avg. Vel. (m/s)	0.73	1.61	
Max Chl Dpth (m)	2.03	Hydr. Depth (m)	0.14	1.85	
Conv. Total (m3/s)	315.0	Conv. (m3/s)	42.2	272.8	
Length Wtd. (m)	26.83	Wetted Per. (m)	28.96	9.30	
Min Ch EI (m)	28.12	Shear (N/m2)	6.29	57.24	
Alpha	1.21	Stream Power (N/m s)	4.58	92.13	
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	2.14	4.87	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	11.97	2.77	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1293.00\* Profile: T 200

E.G. Elev (m)	30.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.	0.025	0.048	
W.S. Elev (m)	30.04	Reach Len. (m)	26.83	26.83	26.83
Crit W.S. (m)	29.15	Flow Area (m2)	4.25	11.68	
E.G. Slope (m/m)	0.004189	Area (m2)	4.25	11.68	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	3.15	18.40	
Top Width (m)	33.80	Top Width (m)	27.72	6.09	
Vel Total (m/s)	1.35	Avg. Vel. (m/s)	0.74	1.58	
Max Chl Dpth (m)	2.08	Hydr. Depth (m)	0.15	1.92	
Conv. Total (m3/s)	333.0	Conv. (m3/s)	48.7	284.3	
Length Wtd. (m)	26.83	Wetted Per. (m)	27.80	9.31	
Min Ch EI (m)	27.96	Shear (N/m2)	6.29	51.54	
Alpha	1.20	Stream Power (N/m s)	4.65	81.17	
Frctn Loss (m)	0.11	Cum Volume (1000 m3)	2.03	4.56	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	11.21	2.61	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1249 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	30.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	29.94	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.99	Flow Area (m2)	5.06	11.86	
E.G. Slope (m/m)	0.003950	Area (m2)	5.06	11.86	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	4.10	17.45	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1249 Profile: T 200 (Continued)

Top Width (m)	33.40	Top Width (m)	27.50	5.89	
Vel Total (m/s)	1.27	Avg. Vel. (m/s)	0.81	1.47	
Max Chl Dpth (m)	2.15	Hydr. Depth (m)	0.18	2.01	
Conv. Total (m3/s)	342.9	Conv. (m3/s)	65.2	277.7	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	27.64	9.36	
Min Ch El (m)	27.79	Shear (N/m2)	7.09	49.07	
Alpha	1.16	Stream Power (N/m s)	5.74	72.20	
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	1.91	4.24	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.47	2.45	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1221.75° Profile: T 200

E.G. Elev (m)	29.91	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	29.81	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.87	Flow Area (m2)	5.07	11.84	
E.G. Slope (m/m)	0.003980	Area (m2)	5.07	11.84	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	4.08	17.47	
Top Width (m)	33.89	Top Width (m)	28.00	5.89	
Vel Total (m/s)	1.27	Avg. Vel. (m/s)	0.81	1.48	
Max Chl Dpth (m)	2.15	Hydr. Depth (m)	0.18	2.01	
Conv. Total (m3/s)	341.6	Conv. (m3/s)	64.7	276.9	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	28.12	9.36	
Min Ch El (m)	27.66	Shear (N/m2)	7.04	49.36	
Alpha	1.16	Stream Power (N/m s)	5.67	72.84	
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	1.74	3.86	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.57	2.25	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1194.50° Profile: T 200

E.G. Elev (m)	29.78	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	29.68	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.74	Flow Area (m2)	5.01	11.79	
E.G. Slope (m/m)	0.004084	Area (m2)	5.01	11.79	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	3.97	17.58	
Top Width (m)	34.85	Top Width (m)	28.96	5.89	
Vel Total (m/s)	1.28	Avg. Vel. (m/s)	0.79	1.49	
Max Chl Dpth (m)	2.14	Hydr. Depth (m)	0.17	2.00	
Conv. Total (m3/s)	337.2	Conv. (m3/s)	62.1	275.1	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	29.06	9.35	
Min Ch El (m)	27.54	Shear (N/m2)	6.91	50.49	
Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	5.47	75.31	
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	1.58	3.48	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	8.65	2.06	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1167.25° Profile: T 200

E.G. Elev (m)	29.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	29.53	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.62	Flow Area (m2)	4.63	11.64	
E.G. Slope (m/m)	0.004499	Area (m2)	4.63	11.64	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	3.44	18.11	
Top Width (m)	37.52	Top Width (m)	31.63	5.89	
Vel Total (m/s)	1.32	Avg. Vel. (m/s)	0.74	1.56	
Max Chl Dpth (m)	2.12	Hydr. Depth (m)	0.15	1.98	
Conv. Total (m3/s)	321.3	Conv. (m3/s)	51.3	270.0	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	31.71	9.32	
Min Ch El (m)	27.41	Shear (N/m2)	6.44	55.09	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1167.25\* Profile: T 200 (Continued)

Alpha	1.21	Stream Power (N/m s)	4.79	85.68	
Frctn Loss (m)	0.15	Cum Volume (1000 m3)	1.42	3.10	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	7.67	1.87	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1140 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	29.49	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	29.37	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.49	Flow Area (m2)	4.59	11.45	
E.G. Slope (m/m)	0.004802	Area (m2)	4.59	11.45	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	3.30	18.25	
Top Width (m)	40.60	Top Width (m)	34.72	5.88	
Vel Total (m/s)	1.34	Avg. Vel. (m/s)	0.72	1.59	
Max Chl Dpth (m)	2.08	Hydr. Depth (m)	0.13	1.95	
Conv. Total (m3/s)	311.0	Conv. (m3/s)	47.6	263.4	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	34.80	9.29	
Min Ch El (m)	27.29	Shear (N/m2)	6.22	58.04	
Alpha	1.24	Stream Power (N/m s)	4.47	92.48	
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	1.27	2.72	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	6.60	1.68	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1115.50\* Profile: T 200

E.G. Elev (m)	29.33	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	29.21	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.46	Flow Area (m2)	5.44	10.43	
E.G. Slope (m/m)	0.005061	Area (m2)	5.44	10.43	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	4.50	17.05	
Top Width (m)	40.36	Top Width (m)	34.68	5.68	
Vel Total (m/s)	1.36	Avg. Vel. (m/s)	0.83	1.63	
Max Chl Dpth (m)	2.13	Hydr. Depth (m)	0.16	1.84	
Conv. Total (m3/s)	302.9	Conv. (m3/s)	63.3	239.6	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	34.74	8.47	
Min Ch El (m)	27.09	Shear (N/m2)	7.78	61.11	
Alpha	1.22	Stream Power (N/m s)	6.43	99.88	
Frctn Loss (m)	0.17	Cum Volume (1000 m3)	1.11	2.37	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	5.47	1.50	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1091.00\* Profile: T 200

E.G. Elev (m)	29.16	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	29.05	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.39	Flow Area (m2)	6.16	9.67	
E.G. Slope (m/m)	0.005249	Area (m2)	6.16	9.67	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	5.64	15.91	
Top Width (m)	40.10	Top Width (m)	34.63	5.48	
Vel Total (m/s)	1.36	Avg. Vel. (m/s)	0.92	1.65	
Max Chl Dpth (m)	2.17	Hydr. Depth (m)	0.18	1.77	
Conv. Total (m3/s)	297.4	Conv. (m3/s)	77.8	219.7	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	34.67	8.00	
Min Ch El (m)	26.88	Shear (N/m2)	9.14	62.27	
Alpha	1.20	Stream Power (N/m s)	8.37	102.44	
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	0.92	2.04	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	4.35	1.31	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1066.50° Profile: T 200

E.G. Elev (m)	29.00	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	28.91	Reach Len. (m)	32.37	32.37	32.37
Crit W.S. (m)	28.27	Flow Area (m2)	7.76	9.34	
E.G. Slope (m/m)	0.004392	Area (m2)	7.76	9.34	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	7.54	14.01	
Top Width (m)	40.16	Top Width (m)	34.89	5.27	
Vel Total (m/s)	1.26	Avg. Vel. (m/s)	0.97	1.50	
Max Chl Dpth (m)	2.23	Hydr. Depth (m)	0.22	1.77	
Conv. Total (m3/s)	325.2	Conv. (m3/s)	113.8	211.4	
Length Wtd. (m)	32.37	Wetted Per. (m)	34.91	7.76	
Min Ch EI (m)	26.67	Shear (N/m2)	9.57	51.84	
Alpha	1.13	Stream Power (N/m s)	9.30	77.75	
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	0.70	1.74	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	3.23	1.14	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1042 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	28.88	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.05	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	28.83	Reach Len. (m)	10.00	10.00	10.00
Crit W.S. (m)	28.09	Flow Area (m2)	11.65	9.59	
E.G. Slope (m/m)	0.002480	Area (m2)	11.65	9.59	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	10.48	11.07	
Top Width (m)	43.43	Top Width (m)	38.34	5.09	
Vel Total (m/s)	1.01	Avg. Vel. (m/s)	0.90	1.15	
Max Chl Dpth (m)	2.36	Hydr. Depth (m)	0.30	1.89	
Conv. Total (m3/s)	432.8	Conv. (m3/s)	210.5	222.3	
Length Wtd. (m)	10.00	Wetted Per. (m)	38.36	7.70	
Min Ch EI (m)	26.47	Shear (N/m2)	7.38	30.31	
Alpha	1.05	Stream Power (N/m s)	6.65	34.97	
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	0.38	1.43	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	2.04	0.97	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1030 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	28.85	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	28.79	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	28.09	Flow Area (m2)	10.10	9.39	
E.G. Slope (m/m)	0.003134	Area (m2)	10.10	9.39	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	9.51	12.04	
Top Width (m)	42.06	Top Width (m)	36.99	5.07	
Vel Total (m/s)	1.11	Avg. Vel. (m/s)	0.94	1.28	
Max Chl Dpth (m)	2.32	Hydr. Depth (m)	0.27	1.85	
Conv. Total (m3/s)	385.0	Conv. (m3/s)	169.9	215.1	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)	37.00	7.65	
Min Ch EI (m)	26.47	Shear (N/m2)	8.38	37.69	
Alpha	1.07	Stream Power (N/m s)	7.90	48.35	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	0.28	1.33	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	1.66	0.92	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1025 BR U Profile: T 200

E.G. Elev (m)	28.85	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	28.77	Reach Len. (m)	2.00	2.00	2.00
Crit W.S. (m)	28.09	Flow Area (m2)	9.67	8.44	
E.G. Slope (m/m)	0.006220	Area (m2)	9.67	8.44	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	12.55	9.00	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1025 BR U Profile: T 200 (Continued)

Top Width (m)	39.55	Top Width (m)	36.60	2.95
Vel Total (m/s)	1.19	Avg. Vel. (m/s)	1.30	1.07
Max Chl Dpth (m)	2.30	Hydr. Depth (m)	0.26	2.86
Conv. Total (m3/s)	273.2	Conv. (m3/s)	159.2	114.1
Length Wtd. (m)	2.00	Wetted Per. (m)	36.62	15.21
Min Ch El (m)	26.47	Shear (N/m2)	16.11	33.87
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	20.91	36.09
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	0.27	1.32
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	1.63	0.92

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1025 BR D Profile: T 200

E.G. Elev (m)	28.83	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.08	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	28.75	Reach Len. (m)	2.00	2.00	2.00
Crit W.S. (m)	28.09	Flow Area (m2)	8.92	8.38	
E.G. Slope (m/m)	0.007120	Area (m2)	8.92	8.38	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	11.88	9.67	
Top Width (m)	38.88	Top Width (m)	35.92	2.96	
Vel Total (m/s)	1.25	Avg. Vel. (m/s)	1.33	1.15	
Max Chl Dpth (m)	2.28	Hydr. Depth (m)	0.25	2.83	
Conv. Total (m3/s)	255.4	Conv. (m3/s)	140.8	114.5	
Length Wtd. (m)	2.00	Wetted Per. (m)	35.94	14.84	
Min Ch El (m)	26.47	Shear (N/m2)	17.33	39.43	
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	23.09	45.46	
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	0.25	1.31	
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)	1.55	0.91	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 1020 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	28.75	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.		0.050	
W.S. Elev (m)	28.09	Reach Len. (m)	55.00	55.00	55.00
Crit W.S. (m)	28.09	Flow Area (m2)		6.01	
E.G. Slope (m/m)	0.036032	Area (m2)		6.01	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)		21.55	
Top Width (m)	4.58	Top Width (m)		4.58	
Vel Total (m/s)	3.59	Avg. Vel. (m/s)		3.59	
Max Chl Dpth (m)	1.62	Hydr. Depth (m)		1.31	
Conv. Total (m3/s)	113.5	Conv. (m3/s)		113.5	
Length Wtd. (m)	55.00	Wetted Per. (m)		6.54	
Min Ch El (m)	26.47	Shear (N/m2)		324.60	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1164.53	
Frctn Loss (m)	0.55	Cum Volume (1000 m3)	0.24	1.29	
C & E Loss (m)	0.16	Cum SA (1000 m2)	1.52	0.90	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-conflu RS: 824 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	27.57	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.12	Wt. n-Val.	0.025	0.050	
W.S. Elev (m)	27.45	Reach Len. (m)	35.90	35.90	35.90
Crit W.S. (m)	26.53	Flow Area (m2)	2.79	12.19	
E.G. Slope (m/m)	0.004629	Area (m2)	2.79	12.19	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	2.04	19.51	
Top Width (m)	26.39	Top Width (m)	20.09	6.30	
Vel Total (m/s)	1.44	Avg. Vel. (m/s)	0.73	1.60	
Max Chl Dpth (m)	2.11	Hydr. Depth (m)	0.14	1.94	
Conv. Total (m3/s)	316.8	Conv. (m3/s)	30.0	286.8	
Length Wtd. (m)	35.90	Wetted Per. (m)	20.13	9.56	
Min Ch El (m)	25.34	Shear (N/m2)	6.30	57.90	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-confiu RS: 824 Profile: T 200 (Continued)

Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	4.60	92.65	
Frctn Loss (m)	0.22	Cum Volume (1000 m3)	0.16	0.79	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.97	0.61	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-confiu RS: 706.00\* Profile: T 200

E.G. Elev (m)	27.34	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.17	Wt. n-Val.	0.025	0.047	
W.S. Elev (m)	27.17	Reach Len. (m)	35.90	35.90	35.90
Crit W.S. (m)	26.71	Flow Area (m2)	2.01	10.31	
E.G. Slope (m/m)	0.008824	Area (m2)	2.01	10.31	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	2.26	19.29	
Top Width (m)	20.71	Top Width (m)	12.28	8.43	
Vel Total (m/s)	1.75	Avg. Vel. (m/s)	1.12	1.87	
Max Chl Dpth (m)	2.10	Hydr. Depth (m)	0.16	1.22	
Conv. Total (m3/s)	229.4	Conv. (m3/s)	24.1	205.3	
Length Wtd. (m)	35.90	Wetted Per. (m)	12.28	11.34	
Min Ch El (m)	25.07	Shear (N/m2)	14.16	78.62	
Alpha	1.07	Stream Power (N/m s)	15.93	147.13	
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)	0.07	0.39	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.38	0.34	

Plan: Plan 03 CANALE B CANALE B-confiu RS: 588 Profile: T 200

E.G. Elev (m)	27.07	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.13	Wt. n-Val.	0.025	0.047	
W.S. Elev (m)	26.94	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	26.16	Flow Area (m2)	2.16	11.39	
E.G. Slope (m/m)	0.006010	Area (m2)	2.16	11.39	
Q Total (m3/s)	21.55	Flow (m3/s)	2.55	19.00	
Top Width (m)	19.75	Top Width (m)	9.17	10.58	
Vel Total (m/s)	1.59	Avg. Vel. (m/s)	1.18	1.67	
Max Chl Dpth (m)	2.14	Hydr. Depth (m)	0.24	1.08	
Conv. Total (m3/s)	278.0	Conv. (m3/s)	32.9	245.1	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	9.19	14.11	
Min Ch El (m)	24.80	Shear (N/m2)	13.84	47.55	
Alpha	1.04	Stream Power (N/m s)	16.33	79.36	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

## 6.6 CONCLUSIONI

Il canale studiato, secondo il profilo liquido, è così verificato nelle sezioni interessanti l'impianto oggetto di intervento. In conclusione, l'area oggetto d'intervento, nelle condizioni di piena con  $T_r=200$  anni, non risulta interessata da esondazioni nella configurazione d'alveo attuale.

Le acque vengono difatti accumulate in sinistra idraulica del canale in oggetto, andando ad interessare l'area individuata tra il canale e la scarpata della strada statale Jonica.

Si precisa che la modellazione idraulica è stata effettuata considerando il canale esistente ripulito dalle alberature principali attualmente insistenti nel primo tratto d'alveo. Occorre quindi prevedere degli interventi di pulizia dello stesso per garantire il regolare deflusso delle acque al suo interno.

Come si evince da quanto esposto nei capitoli precedenti, nelle condizioni di piena analizzate, non si hanno fenomeni di esondazione nella zona di attenzione di cui al D.S. n. 540 del 13.10.2020 e che il canale di deflusso esistente e analizzato nel presente capitolo è ampiamente sufficiente a garantire in sicurezza gli interventi di nuova realizzazione da rischi di tipo idraulico.

## 7. CONCLUSIONE ALLO STUDIO IDRAULICO

Come si evince da quanto esposto nei capitoli precedenti, nelle condizioni di piena analizzate, non si hanno condizioni di esondazione nel sedime futuro d'impianto con T200.

L'esondazione del canale parallelo alla viabilità Jonica avviene in sinistra idraulica dello stesso, in area depressa rispetto al futuro sedime d'impianto. L'area di esondazione determinatasi ha la funzione di cassa di espansione in caso di eventi metereologici estremi.

Si specifica inoltre che, la realizzazione dell'ampliamento impiantistico previsto in progetto, non va a modificare le aree di pertinenza del reticolo esistente e non comporta alcuna variazione alle condizioni di deflusso esistenti.

Per tali ragioni si può quindi concludere che, nelle condizioni di piena analizzate, non si hanno fenomeni di interferenza tra l'impianto di futura realizzazione e le zone di attenzione di cui al D.S. n. 540 del 13.10.2020.

---