

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
VIADOTTI E PONTI  
VIADOTTO FIBBIO DAL KM 9+957,92 AL KM 10+035,92 – L=78,00 m  
INTERFERENZE E SISTEMAZIONI IDRAULICHE  
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli Ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Giugno 2021	Consorzio Iricav Due inc. Paolo Carmona Data: Giugno 2021			-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	V	I	0	1	D	8	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	Giugno 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	PRIMA EMISSIONE	E. GENNARO	Giugno 2021	E. MARCHETTO	Giugno 2021	P. MARTINI	Giugno 2021	  Data: Giugno 2021

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E9100000009

File: IN1712EI2RHVI01D8001A.DOCX

Cod. origine: IN1711EI2RHVI02A8001A



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 2 di 45

## INDICE

1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO .....	4
3	ASSETTO GEOMETRICO FIBBIO .....	5
3.1	STATO DI FATTO.....	5
3.2	STATO DI PROGETTO .....	7
4	STUDIO IDRAULICO .....	9
4.1	CRITERI DI VERIFICA .....	9
4.2	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO.....	10
4.2.1	COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-RAS .....	11
4.2.2	IL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO: HEC-RAS .....	11
4.2.2.1	CALCOLO DEL PROFILO IN MOTO PERMANENTE .....	11
4.2.2.2	PROCEDURA DI CALCOLO .....	14
4.3	STATO DI FATTO.....	15
4.3.1	COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	15
4.3.2	PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA .....	16
4.3.2.1	SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI .....	17
4.3.2.2	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI .....	19
4.4	STATO DI PROGETTO .....	21
4.4.1	COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	21
4.4.2	PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA .....	22
4.4.2.1	SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI .....	23
4.5	VERIFICA DEL FRANCO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO.....	26
4.6	VERIFICA DELLE OPERE PROVVISORIALI .....	28
5	CONCLUSIONI.....	31
	Bibliografia .....	32
App 1.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI FATTO.....	33
a.	STATO DI FATTO PER TR PARI A 100 ANNI.....	33
b.	STATO DI FATTO PER TR PARI A 300 ANNI.....	35
c.	STATO DI FATTO PER TR PARI A 100/300 ANNI AL NETTO DELLE ESONDAZIONI (REALE) .....	37
App 2.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI PROGETTO .....	39
a.	STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 100 ANNI .....	39
b.	STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 300 ANNI .....	41
c.	STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 100/300 ANNI AL NETTO DELLE ESONDAZIONI (REALE).....	43

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 3 di 45

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.1 Torrente Fibbio.....	6
Figura 3.2 Schematizzazione bacino idrografico del Fibbio. ....	7
Figura 3.3 Torrente Fibbio - Rivestimento spondale.....	8
Figura 3.4 Torrente Fibbio - Stralcio planimetrico post operam.....	8
Figura 4.1 Schematizzazione classica di una sezione. ....	14
Figura 4.2 Torrente Fibbio – Stralcio planimetrico stato di fatto con l’indicazione delle sezioni. ....	16
Figura 4.3 Geometria stato di fatto della modellazione con HEC-RAS.....	18
Figura 4.4 Torrente Fibbio– Stralcio planimetrico stato di progetto con l’indicazione delle sezioni.....	22
Figura 4.5 Geometria stato di progetto della modellazione con HEC-RAS. ....	23
Figura 4.6 Interpolazione delle portate idrologiche del Fibbio. ....	29
Figura 4.7 Sezione 5 del Fibbio, parzializzata dalla presenza del palancoolato. ....	30

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4.1 Valori di portata per i diversi tempi di ritorno forniti dall'Autorità di bacino del fiume Adige.....	17
Tabella 4.2 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di fatto. ....	19
Tabella 4.3 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di fatto. ....	20
Tabella 4.4 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100/300 reale allo stato di fatto. ....	21
Tabella 4.5 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di progetto.....	24
Tabella 4.6 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di progetto.....	25
Tabella 4.7 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100/300 reale allo stato di progetto. ....	26
Tabella 4.8 Verifica del franco in corrispondenza del viadotto sul Fibbio. ....	28
Tabella 4.9 Portate idrologiche interpolate del Fibbio per vari tempi di ritorno.....	29

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 4 di 45

## PREMESSA

Il presente documento illustra la soluzione progettuale relativamente alle interferenze in viadotto, VI01-viadotto sul torrente Fibbio, sistemazione alveo del torrente Fibbio, previsto all'interno del 1° Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza ricompreso tra le progressive pk. 0+000 e pk. 44+250.

La soluzione sviluppata a livello di PE prevede la realizzazione di rivestimenti di sponda, in accordo con quanto redatto a livello di PD.

Nella presente relazione, dopo un breve quadro introduttivo del torrente Fibbio, si procede con la descrizione della configurazione geometrica del tratto del corso d'acqua immediatamente a monte e valle dell'attraversamento della linea A.V./A.C.

Lo scopo della presente relazione è la verifica idraulica del corso d'acqua per il tratto a cavallo dell'attraversamento. Sono state analizzate due distinte situazioni: la situazione dello stato attuale e quella relativa allo stato di progetto.

## 1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Planimetria ante operam e aree di esondazione Tav 1/2, codice "IN1712EI2P7VI01D8001A"
- Profilo e sezioni ante operam Tav 2/2, codice "IN1712EI2FZVI01D8001A";
- Planimetria post operam e aree di esondazione Tav 1/2, codice "IN1712EI2P7VI01D8002A"
- Profilo e sezioni post operam Tav 2/2, codice "IN1712EI2FZVI01D8002A";
- Particolari costruttivi delle sezioni di sponda, codice "IN1712EI2DZVI01D8001A"

## 2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Presidenza del Consiglio dei ministri – Dipartimento della Protezione Civile – Commissario Delegato per l’Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto. OPCM n.3621 del 18/10/2007 – Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 5 di 45

- Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento. Riferimento allo studio redatto da Nordest Ingegneria S.r.l. per Unione Veneta Bonifiche.
- Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta – Interferenze con la rete idrografica - Ipotesi di Ubicazione Opere Idrauliche Per Smaltimento Acque Meteoriche del 28/04/2015.
- Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta – PIANO GENERALE DI BONIFICA E DI TUTELA DEL TERRITORIO - L.R. 12/2009 ART. 23 - D.G.R. 102/2010
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Distretto Idrografico delle Alpi.
- Piano Territoriale di Coordinamento e Pianificazione della Provincia di Verona approvato con deliberazione di Giunta Regionale n. 236 del 3 marzo 2015.
- RFI – Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 3 – Corpo stradale, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017
- RFI – Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 – Ponti e strutture, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017
- RFI – Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II -Sezione 9 – Opere di difesa della sede ferroviaria, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017.

### 3 ASSETTO GEOMETRICO FIBBIO

#### 3.1 STATO DI FATTO

Il torrente Fibbio convoglia le acque di un bacino imbrifero che si sviluppa su una superficie di circa 125 km<sup>2</sup>. La sua asta nasce dal Monte Tomba, prende inizialmente il nome di Vaio di Squaranto e scende in direzione nord-sud con carattere torrentizio sino a Montorio.

Fino a qui il corso d'acqua raccoglie numerosi rivi, i quali sono alimentati da modestissime sorgenti che si esauriscono durante la stagione estiva. Da Montorio invece si sviluppa un complesso sistema di risorgive che alimentano con continuità il corso d'acqua con portate elevate. In prossimità dell'immissione nel Canale Sava (quindi nel Fiume Adige) il Fibbio riceve in sinistra orografica l'apporto del suo principale affluente, Torrente Illasi, al quale si unisce il Progno di Mezzane.

Le piene del Fibbio sono impetuose e di breve durata tali da provocare esondazioni, producendo danni al territorio urbanizzato circostante. La lunghezza della sua asta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 6 di 45

principale è di circa 42.4 km e la pendenza media naturale del corso d'acqua è circa pari al del 3.3 %.



Figura 3.1 Torrente Fibbio.

L'area interessata del nuovo attraversamento ferroviario in oggetto comprende la porzione terminale dell'asta del Fiume Fibbio, incisa sull'ampia pianura veneta.

Di seguito si riporta la schematizzazione del bacino idrografico del torrente oggetto di studio.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 12	<b>Codifica Documento</b> EI2 RH VI01D8 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 7 di 45

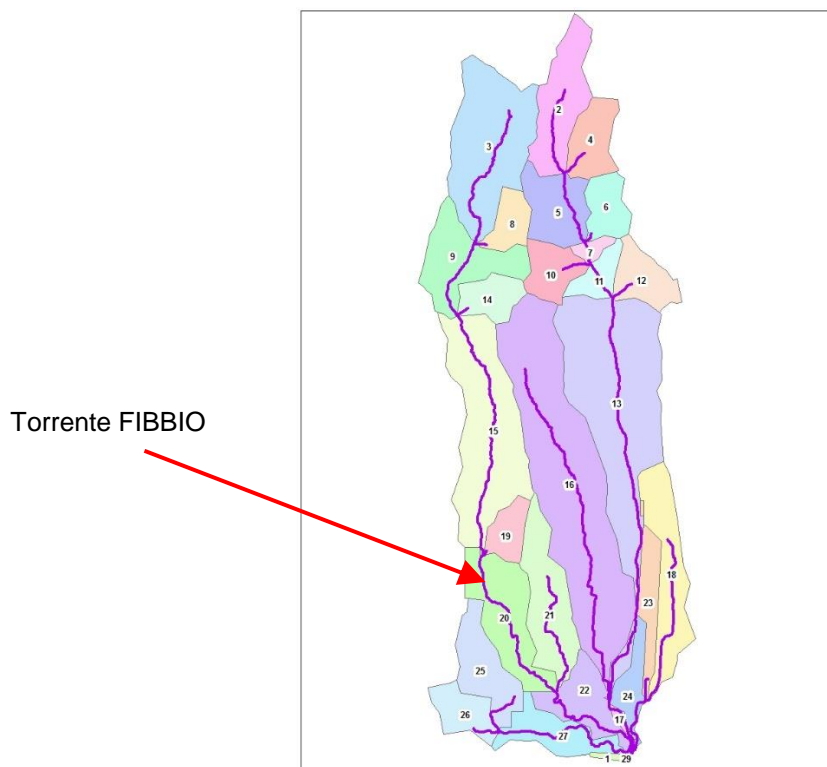


Figura 3.2 Schematizzazione bacino idrografico del Fabbio.

### 3.2 STATO DI PROGETTO

La linea in progetto attraversa il torrente Fabbio in prossimità della progressiva km 9+996.64. Qui, il tracciato, si sviluppa in viadotto e lo scavalco del corso d'acqua in esame avviene tramite un impalcato ad arco con luce pari a 78 metri.

L'attraversamento in aereo della nuova linea in progetto non interferisce con il deflusso naturale del corso d'acqua e quindi la sua sezione di deflusso non viene modificata.

In fase di progetto è previsto il rivestimento delle sponde del canale con pietrame di cava in lastre di spessore di 20 cm intasato con malta cementizia e immersato al piede con riempimento in massi intasati con calcestruzzo magro. La sistemazione appena descritta si sviluppa per un tratto di lunghezza totale pari a 40 metri, ricoprendo il tratto in ombra in corrispondenza della linea AV/AC.

La stabilità del rivestimento nei confronti della velocità della corrente è naturalmente verificata. A monte il rivestimento è presidiato da un voltatesta per evitare aggiramenti durante le piene. Il rivestimento delle sponde è esteso sotto l'attuale fondale con la pendenza della sponda per consentire espurghi manutentivi del fondo (fino ad 1m) senza esporre il cordolo di base alla corrente.

Si riporta una sezione caratteristica della sistemazione adottata.

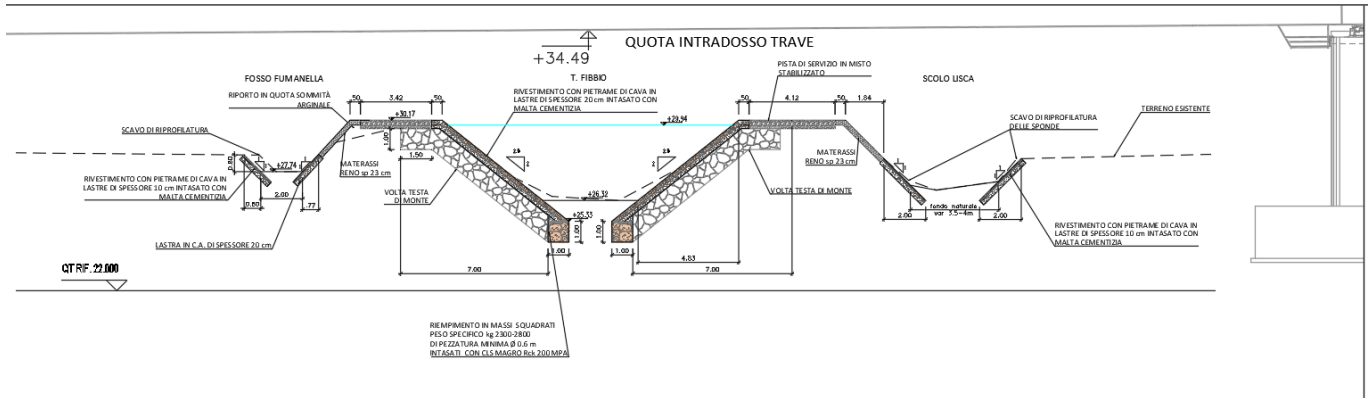


Figura 3.3 Torrente Fibbio – Sezione tipologica con rivestimento spondale di progetto.

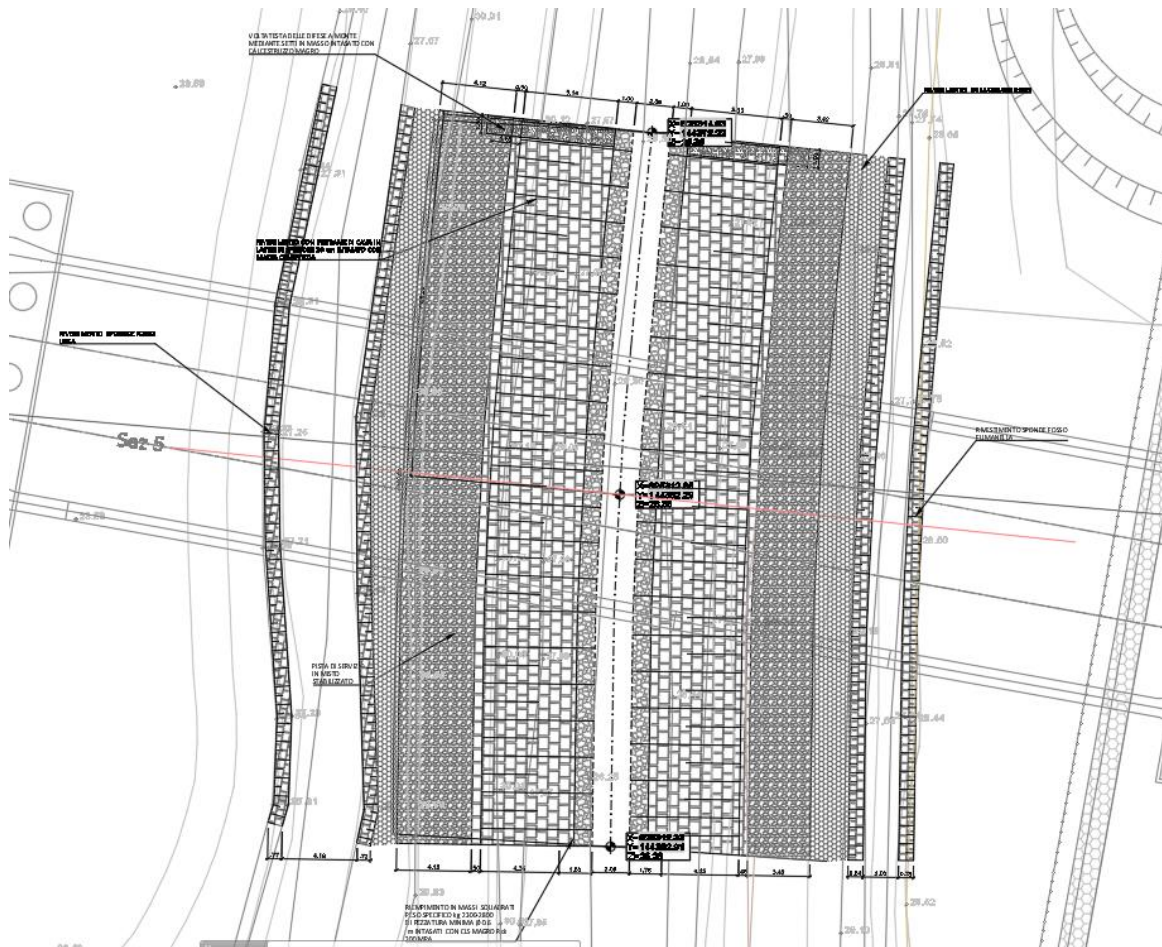


Figura 3.4 Torrente Fibbio - Stralcio planimetrico post operam.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 9 di 45

Per ulteriori dettagli si rimanda ai relativi elaborati grafici, citati tra i documenti di riferimento.

## 4 STUDIO IDRAULICO

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso vanno condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- Assenza dell'opera di progetto (condizioni indisturbate) – **stato attuale**;
- Presenza dell'opera nella configurazione definitiva – **stato di progetto**.

### 4.1 CRITERI DI VERIFICA

La verifica idraulica di tutti gli attraversamenti è stata effettuata in conformità con quanto definito dal MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – RFI.

Nella PARTE II - SEZIONE 3 – CORPO STRADALE del manuale sopra citato, per i corsi d'acqua aventi un bacino afferente di superficie superiore a 10 km<sup>2</sup>, denominati *Attraversamenti Principali*, il tempo di ritorno di riferimento è pari a 300 anni. Si richiama integralmente il contenuto del paragrafo 3.7.2.2.1 del medesimo manuale:

#### *“3.7.2.2.1 Attraversamenti principali*

*Per tali categorie di opere si dovrà verificare la sezione di attraversamento in relazione alle caratteristiche dimensionali del manufatto in modo da minimizzare le modificazioni all'attuale deflusso nelle fasce fluviali, indotte dalla esecuzione delle opere.*

*Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena si specifica quanto segue:*

- *franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, calcolato come precedentemente descritto, pari a 0.50 m e comunque non inferiore a 1.5 m sul livello idrico nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento.*
- *posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena;*
- *posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed in alveo;*
- *Il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni delle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 10 di 45

*venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme più tozze dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto portando in conto la diversa geometria”.*

Come già detto l'impalcato previsto nella fase progettuale non presenta pile in alveo cosicché che il deflusso naturale del corso d'acqua non viene modificato e quindi non è stato considerato l'eventuale scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno.

Inoltre sono stati considerati i criteri di compatibilità idraulica previsti dalle prescrizioni ferroviarie e dalla normativa vigente data la presenza del ponte previsto nel progetto definito. Si richiama integralmente il contenuto del paragrafo 5.2.1.2 del DM 14.1.2008:

#### *“5.2.1.2 Compatibilità idraulica*

*Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.*

*L'ampiezza e l'approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all'importanza del problema. Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall'Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.*

*Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell'alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.*

*La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni.*

*Il franco di sotto-trave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sotto-trave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.*

*Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.”*

#### 4.2 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

Il codice di calcolo utilizzato, illustrato successivamente, per la valutazione dei profili idraulici implementa un modello monodimensionale a moto permanente.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 11 di 45

Il programma calcola profili di rigurgito in moto permanente sia in corrente lenta che veloce, inserisce eventuali risalti, prevede la presenza di attraversamenti e consente di ricavare tutti i parametri idraulici relativi al tratto analizzato.

#### 4.2.1 COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-RAS

Le sezioni di rilievo fornite da IricAV Due sono state utilizzate per il modello idraulico in HEC-RAS 1D.

#### 4.2.2 IL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO: HEC-RAS

Il calcolo dei profili in moto permanente dei tratti di corsi d'acqua analizzati è stato fatto mediante la costruzione di modelli numerici basati sul codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato dall'U.S. ArmyCorps of Engineers – HydrologicEngineeringCenter. La versione del software utilizzata è la 6.0.0.

HEC-RAS è un codice di calcolo monodimensionale che consente la determinazione di profili idrici di canali naturali e artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori ecc.) eventualmente presenti nel sistema. Possono essere modellati sia canali singoli che reti di canali naturali o artificiali, chiusi o aperti, con l'integrazione di profili di corrente lenta, veloce o di tipo "misto".

Per una descrizione dettagliata del modello si rimanda al sito web ufficiale da cui è possibile scaricare il software e relativa documentazione (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>).

##### 4.2.2.1 CALCOLO DEL PROFILO IN MOTO PERMANENTE

Il calcolo del profilo di moto permanente è fatto risolvendo tra due sezioni consecutive l'equazione dell'energia utilizzando una procedura iterativa denominata "standard stepmethod". L'equazione dell'energia risolta è riportata nella seguente formula:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

dove:

$Y_1, Y_2$  tirante d'acqua nelle sezioni 1 e 2;

$Z_1, Z_2$  quota del fondo del canale alla sezione 1 e 2;

$\alpha_1, \alpha_2$  coefficiente di Coriolis nella sezione 1 e 2;

$g$  accelerazione di gravità;

$h_e$  perdita di carico tra la sezione 1 e 2 definita da:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 12 di 45</p>

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

con:

$L$  distanza tra le due sezioni;

$\bar{S}_f$  pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni;

$C$  coefficiente di espansione o contrazione.

Utilizzando la formula di Manning possiamo scrivere:

$$Q = \frac{AR_H^{2/3}}{n} \sqrt{S_f} = K \sqrt{S_f}$$

Dove  $K$  (conveyance) è un parametro geometrico, una volta prefissato un livello, da cui:

$$S_f = \left( \frac{Q}{K} \right)^2$$

In ogni tratto esistono due valori di  $S_f$ , uno per ogni sezione che delimita il tratto, per cui viene calcolato un valore medio nel tratto, questo valore medio può essere calcolato utilizzando diverse formulazioni:

$$\bar{S}_f = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad \text{Conduktività media (default per moto permanente e strutture)}$$

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \quad \text{Media aritmetica (default per moto vario)}$$

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} \cdot S_{f2}} \quad \text{Media geometrica}$$

$$\frac{1}{\bar{S}_f} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{S_{f1}} + \frac{1}{S_{f2}} \right) \quad \text{Media armonica}$$

Nel calcolo il codice suddivide ogni sezione, in base ai valori imposti dall'utente, in tre parti: golena sinistra, canale principale e golena destra. Ad ognuna di queste parti si possono assegnare scabrezze e distanze rispetto alla sezione successiva diverse. Il modello è in grado di calcolare in modo più corretto le perdite di carico dovute all'attrito utilizzando l'effettivo percorso effettuato. Nel caso di moto vario è possibile calcolare con migliore precisione i volumi invasati tra le due sezioni.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 13 di 45

Per ogni sottosezione il programma determina i parametri geometrici ed idraulici per cui si ha:

$$Q = (K_{LOB} + K_{Ch} + K_{ROB}) \cdot \sqrt{S_f} = Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}$$

dove LOB indica la golena sinistra, Ch l'alveo inciso e ROB la golena destra.

La suddivisione in sottosezioni ha come ipotesi che tra una sottosezione ed un'altra non vi sia scambio di quantità di moto, cioè che lungo il piano che le divide non ci sia attrito.

La definizione di una portata per ogni sottosezione permette il calcolo anche di una velocità distinta tra le tre diverse parti della sezione. Non essendo più definita una velocità media per l'intera sezione è necessario valutare il coefficiente di Coriolis per la determinazione univoca del carico cinetico mediante la seguente formula:

$$\alpha \frac{\bar{V}}{2g} = \frac{Q_{LOB} \frac{V_{LOB}^2}{2g} + Q_{Ch} \frac{V_{Ch}^2}{2g} + Q_{ROB} \frac{V_{ROB}^2}{2g}}{Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}}$$

da cui:

$$\alpha = \frac{A_{Tot}^2 \left[ \frac{K_{LOB}^3}{A_{LOB}^2} + \frac{K_{Ch}^3}{A_{Ch}^2} + \frac{K_{ROB}^3}{A_{ROB}^2} \right]}{K_{Tot}^3}$$

La suddivisione delle portate tra le diverse sottosezioni è utilizzata anche come peso nella determinazione della distanza tra due sezioni a partire dalle tre definite:

$$L = \frac{L_{LOB} \overline{Q_{LOB}} + L_{Ch} \overline{Q_{Ch}} + L_{ROB} \overline{Q_{ROB}}}{Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}}$$

La variazione di scabrezza all'interno di una sezione può essere imposta non solo tra golene e alveo inciso, ma anche in qualsiasi altro tratto. In questo caso il codice, per ognuna delle tre sottosezioni, calcola la convayance come somma delle convayancedei tratti con scabrezza diversa, sempre con l'ipotesi che tra essi non vi sia attrito.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 14 di 45</p>

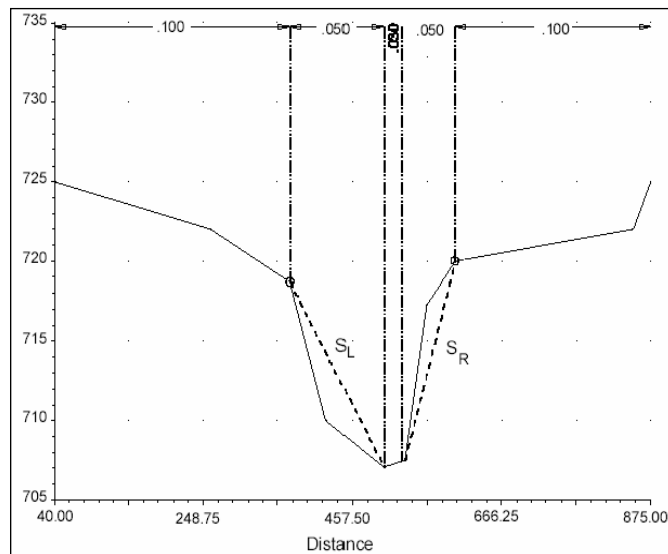


Figura 4.1 Schematizzazione classica di una sezione.

Nel caso  $S_L$  e/o  $S_R$  siano maggiori di 5H:1V all'interno dell'alveo principale è calcolata una scabrezza equivalente con la formula di Einstein:

$$n_c = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N P_i n_i^{3/2}}{P} \right]^{2/3}$$

dove  $P_i$  è il perimetro bagnato individuato da ogni tratto con scabrezza diversa.

#### 4.2.2.2 PROCEDURA DI CALCOLO

Per la determinazione del profilo il programma parte con il calcolo in corrente lenta, cioè a partire dalla condizione al contorno della sezione di valle procede nella valutazione dei livelli nelle sezioni più a monte seguendo la seguente procedura:

1. ipotizza un livello nella sezione più a monte;
2. sulla base del livello ipotizzato calcola la convayance totale e il carico cinetico;
3. dai valori del passo 2 calcola  $\overline{S_f}$  e risolve l'equazione 2 per il calcolo di  $h_e$ ;
4. dai valori del passo 2 e 3 risolve l'equazione 1 e calcola il livello nella sezione di monte;
5. confronta il livello calcolato con quello ipotizzato, se la differenza è maggiore alla tolleranza impostata ripete la procedura, altrimenti passa alla sezione successiva.

Il livello determinato viene confrontato con il livello critico. Se il livello determinato è superiore al livello critico la soluzione è di corrente lenta e quindi valida, se invece è

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 15 di 45

inferiore la corrente non è più lenta, viene imposta sulla sezione il livello critico e il calcolo riprende dall'altezza critica.

Terminato il calcolo in corrente lenta il programma procede con il calcolo del profilo in corrente rapida partendo dalla condizione al contorno della sezione di monte. Innanzitutto viene calcolata la spinta totale con il livello calcolato per la corrente lenta e quello per la corrente rapida. Il calcolo della spinta è fatto con la seguente formula:

$$SF = \beta \frac{Q^2}{gA} + AY_G$$

Se  $SF_{SUB} > SF_{SUP}$  è valida la soluzione di corrente lenta, altrimenti è valida la soluzione di corrente rapida e continua il calcolo del profilo in corrente veloce verso valle con la procedura descritta per la corrente lenta. Se è valida la soluzione di corrente lenta il programma ricerca la prima sezione verso valle in cui la soluzione del profilo in corrente lenta era stata posta  $WS = WS_{CRIT}$ . Da qui ha inizio il calcolo del profilo in corrente veloce verso valle, valido finché non si arriva ad una sezione con una soluzione di corrente lenta alla quale corrisponde  $SF_{SUB} > SF_{SUP}$ . Si assume quindi che tra questa sezione e la precedente si instauri un risalto.

## 4.3 STATO DI FATTO

### 4.3.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Per le simulazioni riguardanti lo stato di fatto è stata effettuata una modellazione del terreno a partire dalle sezioni di rilievo fornite da IricAV Due.

Attraverso il programma HEC-RAS è stata costruita la geometria del modello inserendo le sezioni trasversali disponibili. Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico del tratto di torrente modellato con le sezioni rilevate.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 16 di 45</p>

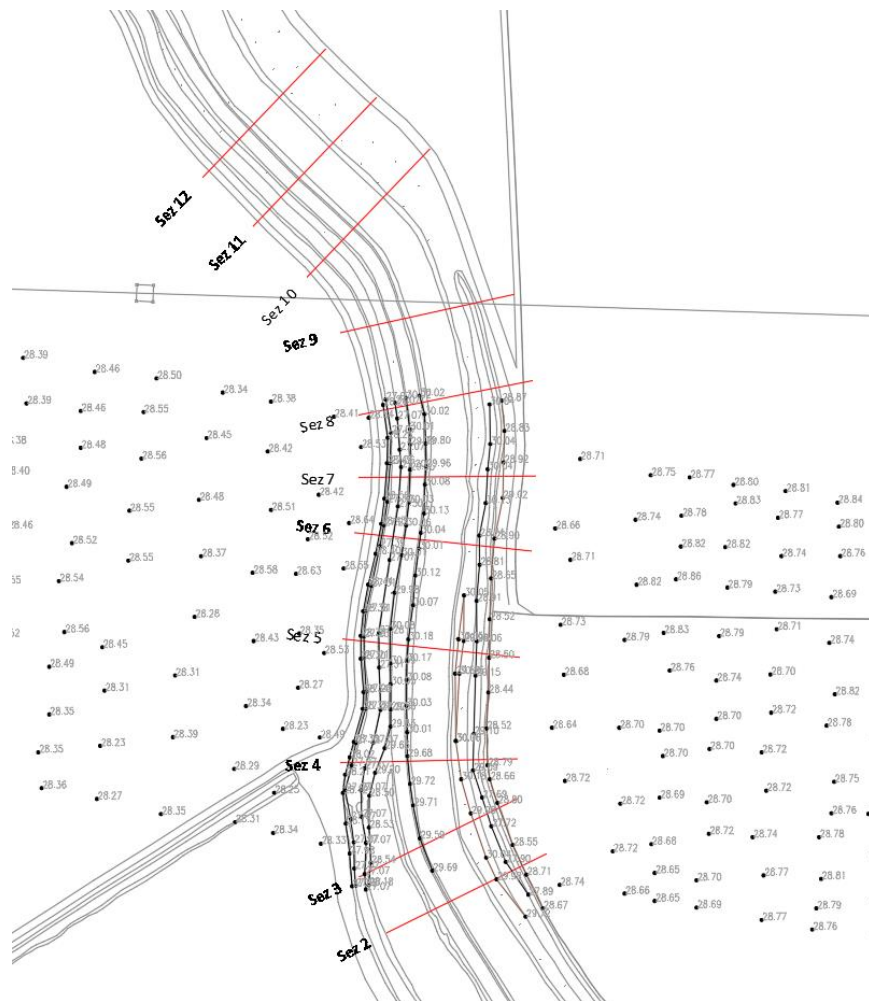


Figura 4.2 Torrente Fibbio – Stralcio planimetrico stato di fatto con l'indicazione delle sezioni.

#### 4.3.2 PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA

Le portate utilizzate nelle verifiche idrauliche sono quelle corrispondenti ai valori al colmo di piena degli idrogrammi forniti dall'Autorità di Bacino del fiume Adige relativi alle elaborazioni eseguite per il PGRA. Gli idrogrammi a disposizione considerati sono associati a tempi di ritorno pari a 100 e 300 anni.

È da considerare inoltre che la portata reale in arrivo nelle sezioni considerate non è pari alla portata risultate dal calcolo idrologico, in quanto una porzione non trascurabile di tale portata viene esondata a monte del tratto in esame. La portata netta risultati è quella che successivamente verrà chiamata relativa a un TR100/300 REALE (vedi elaborato IN1712EI2N7VI01D8001A).



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 17 di 45

Tabella 4.1 Valori di portata per i diversi tempi di ritorno forniti dall'Autorità di bacino del fiume Adige.

	Q [m³/s]		
	TR100	TR300	TR100/300 REALE
Torrente Fibbio	213	251.33	30.96

Le verifiche sono state effettuate considerando tutte e tre le portate di Tabella 4.1.

Come condizione al contorno di valle degli scenari TR100 e TR300, è stata considerata una pendenza della linea dell'energia pari a quella media del fondo. Per TR100/300 reale è stato invece imposto il valore noto della quota del pelo libero nella sezione di valle calcolata da modellazione idraulica 1D/2D (vedi elaborato IN1712EI2N7VI01D8001A), pari a 29,95 m s.l.m., e una pendenza della linea dell'energia pari a quella media del fondo come condizione al contorno a monte.

Le scabrezze sono state considerate secondo la formulazione di Manning e il valore di resistenza utilizzato per la modellazione è pari a  $n=0.035$  corrispondente ad alvei naturali con presenza di vegetazione e massi di diverse dimensioni. I coefficienti di contrazione ed espansione delle sezioni sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3. Per determinare con accuratezza il gradiente di energia, necessaria per calcolare un valore attendibile delle perdite di attrito e di quelle di espansione e contrazione, è stato necessario incrementare in fase di calcolo le sezioni trasversali andando ad interpolare le sezioni importate.

#### 4.3.2.1 SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI

I risultati della simulazione a moto permanente per la situazione attuale per i tre scenari considerati, sono riportati in App 1.

I risultati di questa simulazione mostrano come nel tratto analizzato il torrente Fibbio risulti avere una sezione non adeguata a contenere tali valori di portata.

Analizzando lo scenario con portata per TR100/300 reale, si può notare come in questo caso l'esondazione è localizzata principalmente dal lato dell'argine in sinistra idraulica, coerentemente con il modello 1D/2D per l'identificazione delle aree allagabili.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 18 di 45</p>

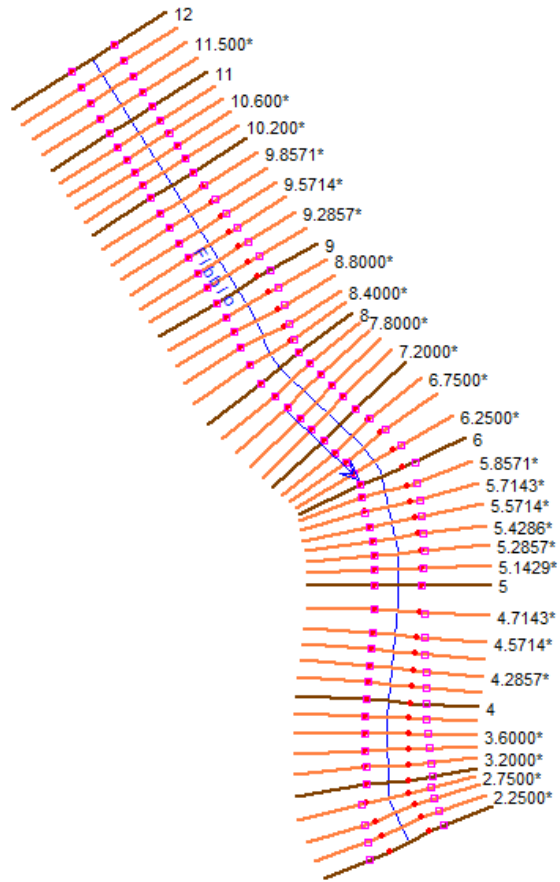


Figura 4.3 Geometria stato di fatto della modellazione con HEC-RAS.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 19 di 45

#### 4.3.2.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI SIMULAZIONE PER TR 100

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato attuale con tempo di ritorno di 100 anni sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 4.2 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di fatto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
1	12	TR100	213	26.98	31.12	30.25	31.24	0.001039	1.83	139.78	58.49	0.32
1	11	TR100	213	26.78	31.11	30.24	31.22	0.000852	1.72	147.31	57.18	0.3
1	10	TR100	213	26.57	31.09	30.29	31.2	0.000796	1.67	150.64	57.29	0.28
1	9	TR100	213	26.4	31.09	30.12	31.17	0.000601	1.47	170.66	62.72	0.24
1	8	TR100	213	26.31	31.03	30.06	31.15	0.000842	1.77	147.02	55.95	0.3
1	7	TR100	213	26.33	31.03	30.03	31.13	0.000744	1.63	158.05	61.34	0.28
1	6	TR100	213	26.37	31.01	30.05	31.11	0.000791	1.6	156.45	62.28	0.28
1	5	TR100	213	26.32	31	30.05	31.09	0.000632	1.46	171.06	66.6	0.25
1	4	TR100	213	26.26	30.99	30.03	31.07	0.000602	1.43	172.98	65.37	0.24
1	3	TR100	213	26.29	30.98	29.7	31.05	0.000531	1.34	182.11	69	0.23
1	2	TR100	213	26.34	30.97	29.66	31.04	0.000499	1.27	188.69	71.81	0.23

#### SIMULAZIONE PER TR 300

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato attuale con tempo di ritorno di 300 anni sono riportati nella seguente tabella:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 20 di 45

Tabella 4.3 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di fatto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
1	12	TR300	251.33	26.98	31.4	30.25	31.54	0.001018	1.91	156.22	58.49	0.32
1	11	TR300	251.33	26.78	31.39	30.24	31.51	0.000856	1.82	163.35	57.18	0.3
1	10	TR300	251.33	26.57	31.37	30.29	31.49	0.000804	1.76	166.71	57.29	0.29
1	9	TR300	251.33	26.4	31.37	30.12	31.46	0.000612	1.56	188.34	62.72	0.25
1	8	TR300	251.33	26.31	31.31	30.06	31.44	0.000855	1.87	162.56	55.95	0.3
1	7	TR300	251.33	26.33	31.31	30.07	31.42	0.000747	1.72	175.19	61.34	0.28
1	6	TR300	251.33	26.37	31.29	30.05	31.4	0.000786	1.68	173.87	62.28	0.28
1	5	TR300	251.33	26.32	31.29	30.05	31.38	0.000631	1.54	189.77	66.6	0.26
1	4	TR300	251.33	26.26	31.27	30.03	31.36	0.000607	1.52	191.32	65.37	0.25
1	3	TR300	251.33	26.29	31.26	29.76	31.34	0.000534	1.42	201.52	69	0.24
1	2	TR300	251.33	26.34	31.26	29.72	31.33	0.000501	1.35	208.92	71.81	0.23

#### SIMULAZIONE PER TR 100/300 REALE

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato attuale con tempo di ritorno di 100/300 reale sono riportati nella seguente tabella:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 21 di 45

Tabella 4.4 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100/300 reale allo stato di fatto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
1	12	REALE	30.96	26.98	30.03	28.43	30.06	0.000354	0.83	46.57	36.7	0.18
1	11	REALE	30.96	26.78	30.03	28.19	30.05	0.000252	0.73	51.57	36.09	0.15
1	10	REALE	30.96	26.57	30.02	28.1	30.04	0.000232	0.71	52.26	33.46	0.14
1	9	REALE	30.96	26.4	30	27.84	30.03	0.000311	0.84	36.64	13.98	0.17
1	8	REALE	30.96	26.31	29.99	27.72	30.03	0.000273	0.8	38.59	16.71	0.16
1	7	REALE	30.96	26.33	29.98	27.76	30.02	0.000312	0.84	36.88	14.79	0.17
1	6	REALE	30.96	26.37	29.95	28.13	30.01	0.000612	1.1	28.15	12.11	0.23
1	5	REALE	30.96	26.32	29.94	27.97	29.99	0.00044	0.96	32.3	14.18	0.2
1	4	REALE	30.96	26.26	29.93	27.79	29.97	0.000378	0.91	34.1	13.54	0.18
1	3	REALE	30.96	26.29	29.95	27.84	29.96	0.000103	0.47	75.55	41.55	0.1
1	2	REALE	30.96	26.34	29.95	27.84	29.96	0.000094	0.43	80.95	46.37	0.09

#### 4.4 STATO DI PROGETTO – TORRENTE FIBBIO

##### 4.4.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Nella situazione di progetto sono stati modellati sia l'impalcato di luce pari a 78 metri che la sistemazione fluviale adottata per le sponde del torrente. Il ponte previsto nella progettazione definitiva è stato modellato inserendo i dati geometrici come *Lid* all'interno della sezione corrispondente (sezione 5) e nelle sezioni interpolate adiacenti per una larghezza corrispondente alla larghezza del ponte. La larghezza della sezione considerata è inferiore alla luce del viadotto e le spalle non rientrano nella sezione estratta. Il valore della scabrezza cambia rispetto allo stato di fatto per via del rivestimento di sponda ma, a favore di sicurezza, è stato mantenuto il valore di scabrezza di Manning pari a quello dello stato di fatto. Per la simulazione dello stato di progetto è stato quindi costruito il modello del terreno a partire dallo stato di fatto e inserendo poi su questo gli interventi di progetto.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 22 di 45</p>

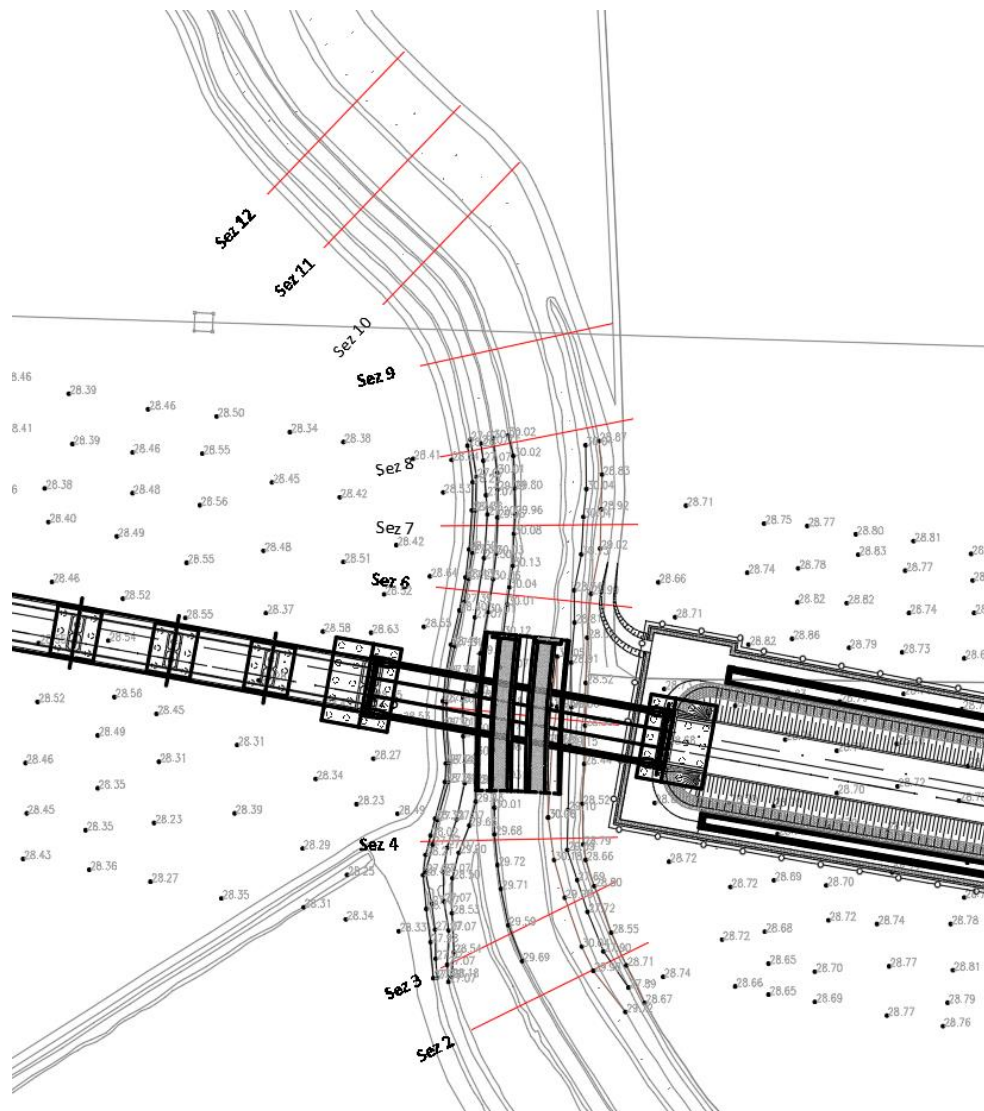


Figura 4.4 Torrente Fibbio– Stralcio planimetrico stato di progetto con l’indicazione delle sezioni.

#### 4.4.2 PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA

Le verifiche sono state effettuate considerando tutte e tre le portate di Tabella 4.1.

Come condizione al contorno di valle degli scenari TR100 e TR300 è stata considerata una pendenza della linea dell’energia pari a quella media del fondo. Per TR100/300 reale è stato invece imposto il valore noto della quota del pelo libero nella sezione di valle calcolato da modello idraulico 1D/2D (vedi elaborato IN1712E12PZVI01D8002A), pari a 29,95 m s.l.m.

Le scabrezze sono state considerate secondo la formulazione di Manning e il valore di resistenza utilizzato per la modellazione è pari a  $n=0.035$  per tutte le sezioni, sia in alveo che sulle sponde. I coefficienti di contrazione ed espansione delle sezioni sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 23 di 45

#### 4.4.2.1 SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI

Le sezioni ed il profilo longitudinale estratti da HEC-RAS sono presenti in App 2. I risultati di questa simulazione mostrano come nel tratto analizzato il torrente Fibbio risulti avere una sezione non adeguata a contenere tali valori di portata per tutti i tempi di ritorno.

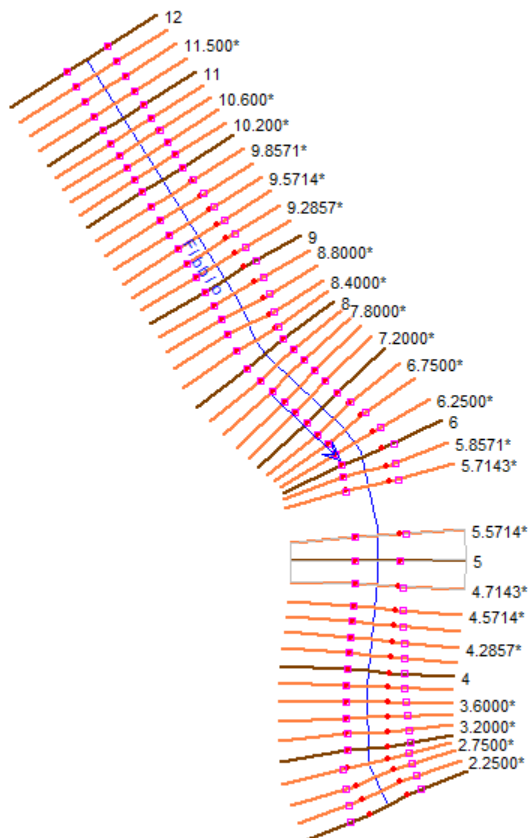


Figura 4.5 Geometria stato di progetto della modellazione con HEC-RAS.

#### SIMULAZIONE PER TR 100 ANNI

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato di progetto con tempo di ritorno di 100 anni sono riportati nella seguente tabella:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 24 di 45

Tabella 4.5 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di progetto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
1	12	TR100	213	26.98	30.74	30.24	30.92	0.001776	2.21	117.91	58.49	0.41
1	11	TR100	213	26.78	30.73	30.25	30.88	0.00141	2.05	125.56	57.18	0.37
1	10	TR100	213	26.57	30.7	30.27	30.85	0.001321	1.98	128.3	57.29	0.36
1	9	TR100	213	26.4	30.69	30.09	30.8	0.000992	1.75	145.69	62.72	0.31
1	8	TR100	213	26.31	30.6	30.01	30.77	0.001478	2.15	122.72	55.95	0.38
1	7	TR100	213	26.33	30.58	30.06	30.73	0.001351	2.01	130.8	61.34	0.37
1	6	TR100	213	26.37	30.56	30.04	30.71	0.001503	1.99	127.97	62.28	0.37
1	5	TR100	213	26.33	30.53	30.12	30.66	0.001332	1.87	136.08	66.59	0.36
1	4	TR100	213	26.26	30.49	30.02	30.62	0.00116	1.81	140.73	65.37	0.33
1	3	TR100	213	26.29	30.48	29.71	30.59	0.001046	1.69	147.45	69	0.32
1	2	TR100	213	26.34	30.47	29.65	30.57	0.000999	1.61	152.09	71.81	0.31

#### SIMULAZIONE PER TR 300 ANNI

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato di progetto con tempo di ritorno di 300 anni sono riportati nella seguente tabella:



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 25 di 45

Tabella 4.6 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di progetto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
1	12	TR300	251.33	26.98	30.97	30.24	31.17	0.00176	2.31	131.35	58.49	0.41
1	11	TR300	251.33	26.78	30.96	30.25	31.13	0.001438	2.17	138.64	57.18	0.38
1	10	TR300	251.33	26.57	30.93	30.27	31.1	0.001353	2.11	141.38	57.29	0.37
1	9	TR300	251.33	26.4	30.92	30.09	31.05	0.001024	1.86	160.1	62.72	0.32
1	8	TR300	251.33	26.31	30.82	30.06	31.01	0.001524	2.28	135.15	55.95	0.39
1	7	TR300	251.33	26.33	30.81	30.08	30.97	0.001373	2.13	144.56	61.34	0.37
1	6	TR300	251.33	26.37	30.78	30.04	30.95	0.001503	2.09	141.95	62.28	0.38
1	5	TR300	251.33	26.33	30.75	30.12	30.9	0.001325	1.96	151.14	66.59	0.36
1	4	TR300	251.33	26.26	30.72	30.02	30.86	0.001175	1.91	155.49	65.37	0.34
1	3	TR300	251.33	26.29	30.7	29.76	30.83	0.001054	1.78	163.09	69	0.33
1	2	TR300	251.33	26.34	30.69	29.72	30.81	0.001001	1.7	168.41	71.81	0.32

#### SIMULAZIONE PER TR 100/300 ANNI-REALE

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato di progetto con tempo di ritorno di 100/300 anni – reale (vedi elaborato IN1712EI2PZVI01D8002A) sono riportati nella seguente tabella:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 26 di 45

Tabella 4.7 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100/300 reale allo stato di progetto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)	
1	12	REALE	30.96	26.98	30.03	28.43	30.06	0.000353	0.83	46.61	36.7	0.18
1	11	REALE	30.96	26.78	30.03	28.2	30.05	0.000252	0.73	51.61	36.09	0.15
1	10	REALE	30.96	26.57	30.02	28.1	30.04	0.000231	0.71	52.3	33.46	0.14
1	9	REALE	30.96	26.4	30	27.84	30.03	0.000311	0.84	36.66	13.99	0.17
1	8	REALE	30.96	26.31	29.99	27.72	30.03	0.000273	0.8	38.61	16.74	0.16
1	7	REALE	30.96	26.33	29.98	27.76	30.02	0.000312	0.84	36.89	14.8	0.17
1	6	REALE	30.96	26.37	29.95	28.13	30.01	0.000612	1.1	28.17	12.11	0.23
1	5	REALE	30.96	26.33	29.94	27.97	29.99	0.000476	0.98	31.45	13.65	0.21
1	4	REALE	30.96	26.26	29.93	27.79	29.97	0.000378	0.91	34.1	13.54	0.18
1	3	REALE	30.96	26.29	29.95	27.84	29.96	0.000103	0.47	75.55	41.55	0.1
1	2	REALE	30.96	26.34	29.95	27.84	29.96	0.000094	0.43	80.95	46.37	0.09

#### 4.5 STATO DI PROGETTO – FOSSO FUMAROLA E SCOLO LISCA

I due fossi in destra ed in sinistra idraulica al t. Fibbio, rispettivamente, lo scolo lisca (consortile) e il fosso Fumanella (privato), appartengono al bacino direttamente drenante nel t. Fibbio, così come rappresentato nella tavola IN1710EI2C5ID0000003A di cui sotto un estratto a grande scala (Figura 4.6).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 27 di 45

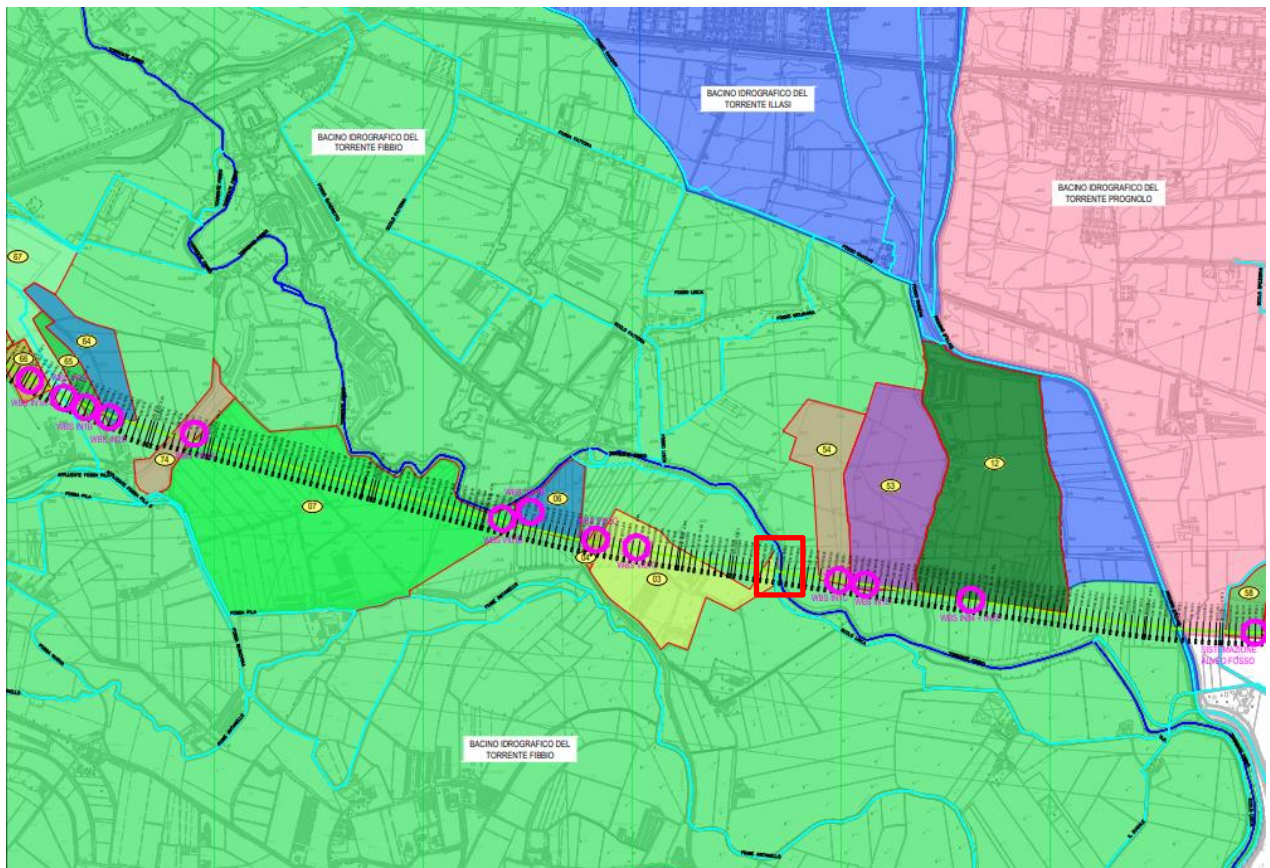


Figura 4.6 Estratto tavola IN1710EI2C5ID0000003A.

In particolare, lo scolo Lisca è una derivazione irrigua dal t. Fiubbio a monte del sostegno Formighe (all'intersezione con la SP20, Via Busolo) e quindi non ha un bacino imbrifero naturale. Al contrario, il fosso Fumanella, in sinistra idraulica, drena un bacino naturale di 120 ha (dato da Consorzio di Bonifica), area situata immediatamente a nord dello stesso fosso, tra il fosso Lisca (quasi omonimo dello scolo in destra idraulica) ed il sottobacino 54 (Figura 4.6).

#### 4.5.1 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA

Lo scolo Lisca, essendo una derivazione irrigua dal f. Fibbio con bacino idrografico nullo e con funzione di capofosso che alimenta fossi irrigui minori a sud, non è possibile definire una portata idrologica di dimensionamento e verifica della sezione in attraversamento alla linea AV/AC. Di conseguenza, il rivestimento viene previsto sull'intera sezione per ragioni cautelative e manutentive.

Per quanto riguarda il fosso Fumanella, la portata idrologica  $Tr=200$  è calcolata in analogia idrologica con il limitrofo sottobacino 03 (cfr. Figura 4.6, di riferimento per la WBS VI01C) avente superficie di 170 ha.

 Consorzio IricAV Due	 ALTA SORVEGLIANZA <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17    Lotto 12    Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001    Rev. A    Foglio 28 di 45

Da modello 2D/1D con allagamenti in destra e sinistra idraulica (pc a circa 28.5m smm), rispettivamente, a circa 29.35 m smm e a circa 30.0m smm, le portate  $Tr=100$  fluenti nello scolo Lisca e nel fosso Fumarella sono di circa  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tabella 4.8 Caratteristiche morfometriche per i sottobacini di riferimento (cfr. Relazione idrologica e idraulica rete secondaria, IN1710EI2RHID0000002A, par. 5.2, pag 18).

Progres.	WBS di progetto	Area	Coord. centroide bacino		Zmin bacino	Zmax bacino	Zmedia bacino	Zchiusura bacino	Lasta	jasta	jmedia bacino
			X	Y							
-	-	(km <sup>2</sup> )	X	Y	(m s.m.m.)	(m s.m.m.)	(m s.m.m.)	(m s.m.m.)	(m)	(m/m)	(m/m)
9+294	VI01C	0,177	1666394,4	5029578,9	28,5	30,4	29,5	28,7	892,9	0,0012	0,0395
9+447	VI01C	0,170	1666667,2	5029451,4	27,7	31,2	29,2	28,0	731,8	0,0009	0,0350
10+223	IN1C	0,110	1667287,9	5029839,0	28,3	32,3	29,7	28,4	667,0	0,0028	0,0320

Tabella 4.9 Portate ottenute con il metodo cinematico per i sottobacini di riferimento (cfr. Relazione idrologica e idraulica rete secondaria, IN1710EI2RHID0000002A, par 5.3.3, pag 27)

Progres.	WBS di progetto	Corso d'acqua	Autorità competente	Tipologia	Q	Q	Q	Q	Q MAX	Q	Direzione di deflusso
					idrologica	risorgiva	derivata	complessiva	PD	PE	
-	-	-	-	-	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	((m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	
9+294	VI01C	Fosso	privato	irriguo	2,76	0,10	-	2,86	-	2,86	SO
9+447	VI01C	Fosso	Privato	-	2,67	-	-	2,67	-	2,67	NO
10+223	IN1C	Fosso	Senza Autorità competente	-	2,11	-	-	2,11	0,54	2,11	S

Si assume per lo scolo Fumanella cautelativamente il medesimo coefficiente udometrico di piena  $Tr=200$  anni pari a  $2.86 \text{ m}^3/\text{s} / 170\text{ha}=17 \text{ l/s/ha}$ , e quindi una portata di piena  $Tr=200$  anni pari a  $2.04 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4.6 VERIFICA DEL FRANCO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO

È stata eseguita la verifica del franco tra pelo libero e intradosso del ponte. Come si evince da Tabella 4.10, il franco è sempre molto maggiore di 1.5 m.

Tabella 4.10 Verifica del franco in corrispondenza del viadotto sul Fibbio.

	Quota intradosso viadotto [m.s.l.m.]	h TR100 [m.s.l.m.]	h TR300 [m.s.l.m.]	h REALE [m.s.l.m.]
Torrente Fibbio	34.49	30.53	30.75	29.94
FRANCO [m]		3.96	3.74	4.55

#### 4.7 VERIFICA DELLE OPERE PROVVISORIALI

Le portate del sistema Fibbio risentono di un contributo di risorgiva medio di  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$  (Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta) e, in piena, della presenza di numerosi fossi scolmatori.

Tra Ferrazze e Cengia (a nord di S. Martino Buon Albergo), la maggiore portata derivata è dovuta alla fossa Rosella, che da sola deriva fino a  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Contando l'insieme dei fossi Rosella, Pozza, Cergetta, Fattora, Nuova e Draga, si arriva ad una portata scolmata

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 29 di 45

massima di circa 40 m<sup>3</sup>/s. Si ritiene che negli scenari considerati almeno 30 m<sup>3</sup>/s vengano deviate dalle fosse.

Al fine di verificare le opere provvisionali, una portata pari a TR 1 anno è stata considerata. Un'interpolazione a partire dai dati già noti delle portate idrologiche per TR30, TR100, TR 200 e TR300 (RFI, ITALFERR, Consorzio IricAV Due, Marzo 2021), ha permesso di ricavare gli scenari per TR inferiori.

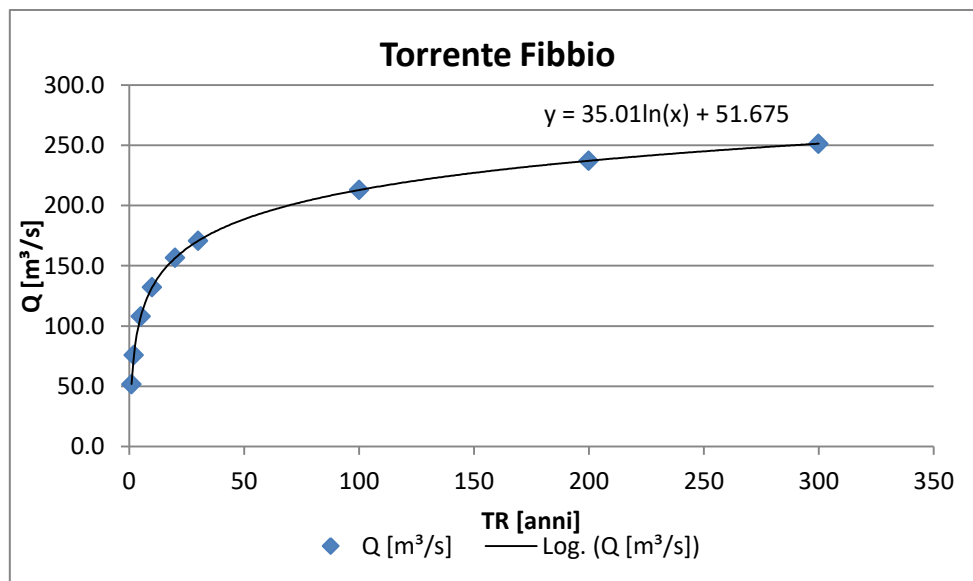


Figura 4.7 Interpolazione delle portate idrologiche del Fibbio.

Tabella 4.11 Portate idrologiche interpolate del Fibbio per vari tempi di ritorno.

TR	Q [m³/s]
1	51.7
2	75.9
5	108.0
10	132.3
20	156.6
30	170.7
100	213
200	237.18
300	251.3

Utilizzando una portata idrologica  $Q = 51.7$  m<sup>3</sup>/s pari a un TR 1 anno, al netto delle derivazioni dei fossi a monte di S. Martino Buon Albergo, alla sezione corrispondente al viadotto AV/AC arriva all'incirca una portata di 22 m<sup>3</sup>/s. Si suppone che durante la cantierizzazione, il sostegno di derivazione della roggia Baldi rimanga aperto.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 30 di 45

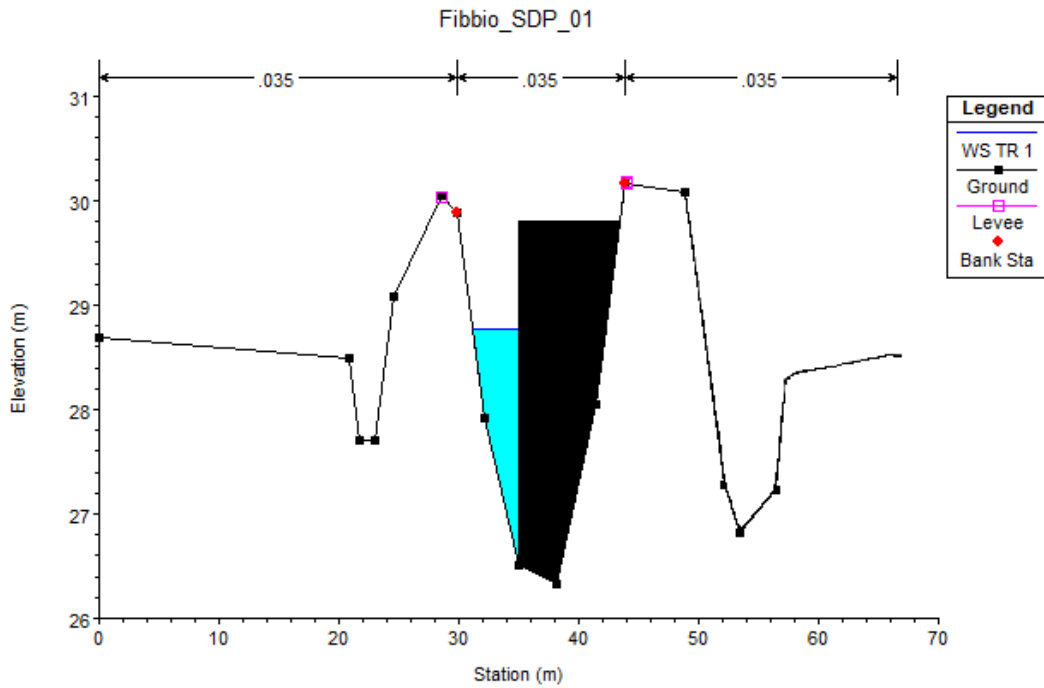


Figura 4.8 Sezione 5 del Fibbio, parzializzata dalla presenza del palancolato.

Parzializzando lungo l'asse mediano con un palancolato la sezione 5, in corrispondenza del rifacimento dei rivestimenti di sponda di progetto, la quota del pelo libero risulta di 28.76 m s.l.m. da modello HEC-RAS. Quindi, affinché il franco idraulico di 1 m sia rispettato, questa deve avere la sommità ad almeno 29.80 m s.l.m.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 31 di 45

## 5 CONCLUSIONI

Per le portate relative ai tre scenari considerati: TR100, TR300 e TR100/300 reale, come già accennato, il torrente non ha una sezione adeguata a contenere tale valore di portata sia nello stato di fatto che in quello di progetto.

Nella situazione di progetto in corrispondenza del ponte il livello idrico arriva ad una quota al massimo di 31.53 m s.l.m. per TR 300 anni. L'intradosso dell'impalcato si trova ad una quota minima di 34.30 m s.l.m. rispettando così il franco idraulico richiesto dalle prescrizioni ferroviarie e dalla normativa vigente.

Si specifica che è stata effettuata una modellazione monodimensionale cautelativa, dato che ai lati del torrente sono presenti anche lo scolo Lisca e quello Fumarella e le campagne adiacenti, in grado di convogliare portate nel caso di esondazione del Fibbio.

Lo stato di fatto si differenzia dallo stato di progetto solamente per la realizzazione del rivestimento spondale con pietrame di cava in lastre di spessore di 20 cm intasato con malta cementizia e immersato al piede con riempimento in massi intasati con calcestruzzo magro. Dal confronto delle simulazioni svolte dello stato di fatto e dello stato di progetto si può notare come i risultati siano praticamente gli stessi.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI01D8 001	Rev. A	Foglio 32 di 45

## Bibliografia

Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta. (s.d.). *Rilevamento della rete idraulica consorziale lungo il tracciato della TAV. Osservazioni e interferenze.*

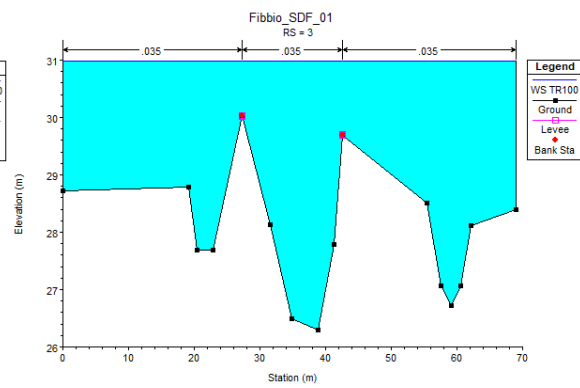
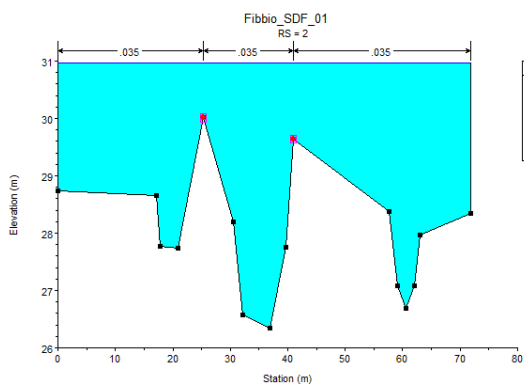
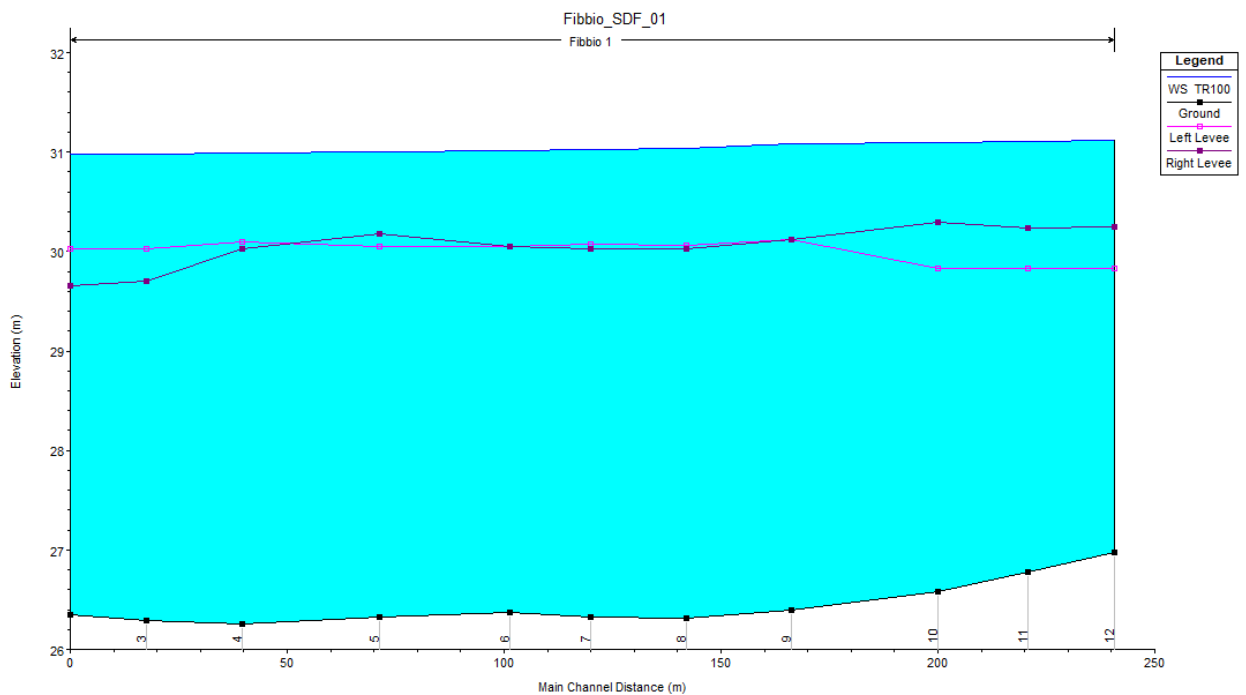
RFI, ITALFERR, Consorzio IricAV Due. (Marzo 2021). *Relazione idrologica e idraulica attraversamenti secondari - Progetto esecutivo - LINEA A.V. /A.C. TORINO-VENEZIA Tratta VERONA-PADOVA - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.*

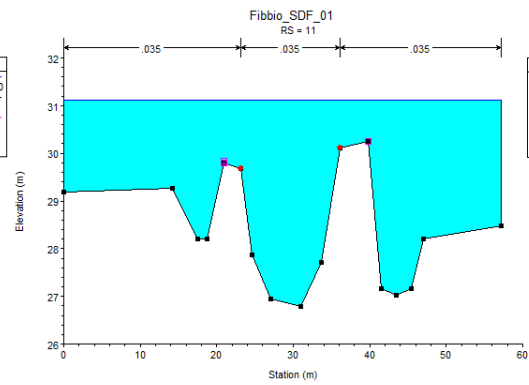
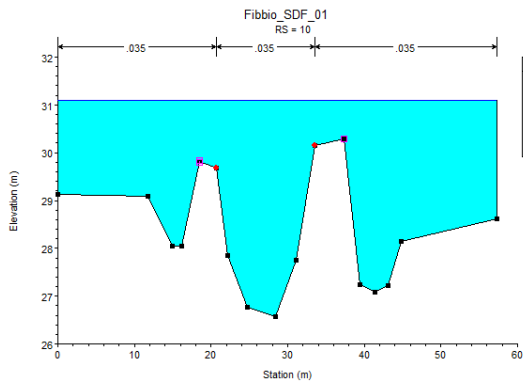
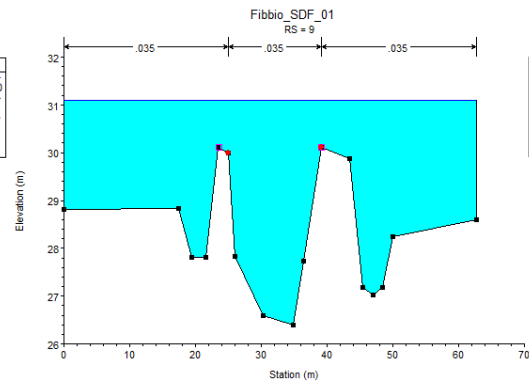
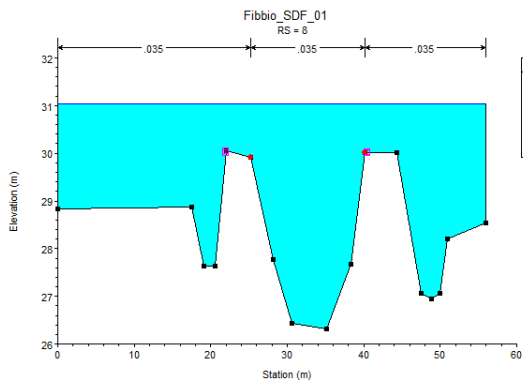
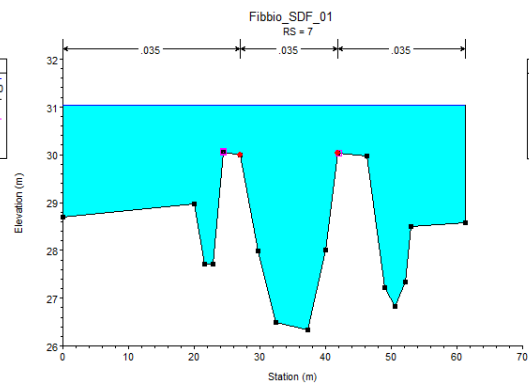
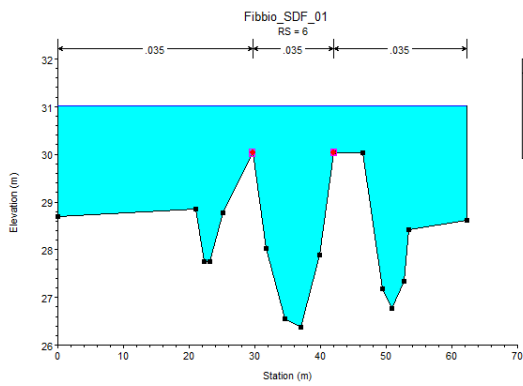
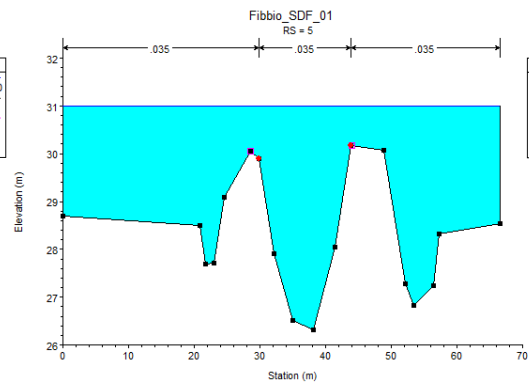
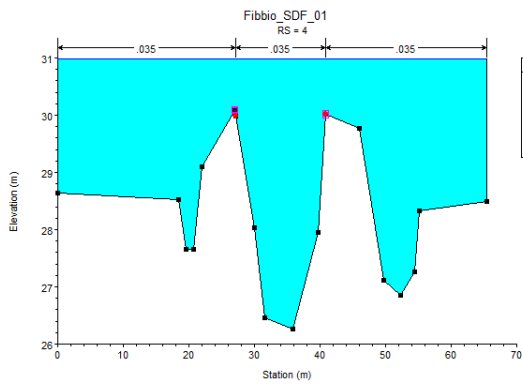


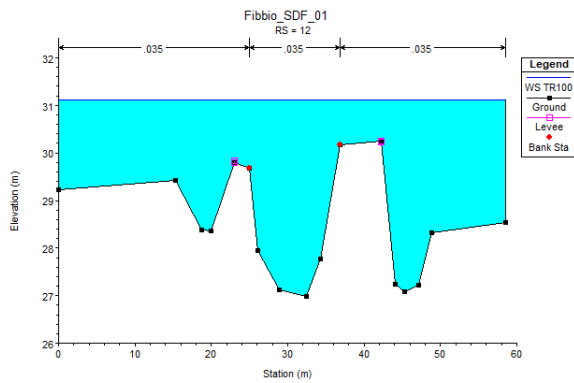
## App 1. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI FATTO

Si riportano gli output relativi a tutte le simulazioni effettuate, che comprendono i valori al colmo di tutti gli idrogrammi disponibili forniti dall’Autorità di bacino competente.

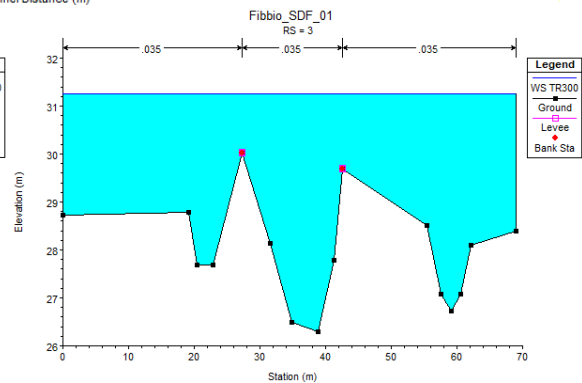
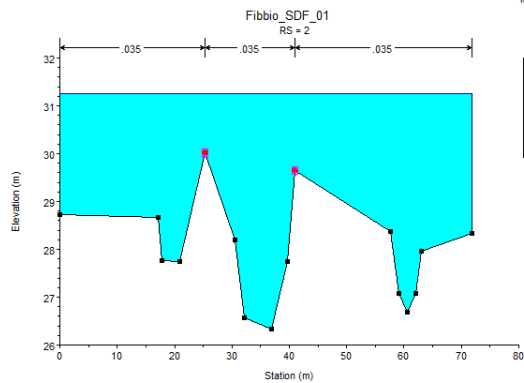
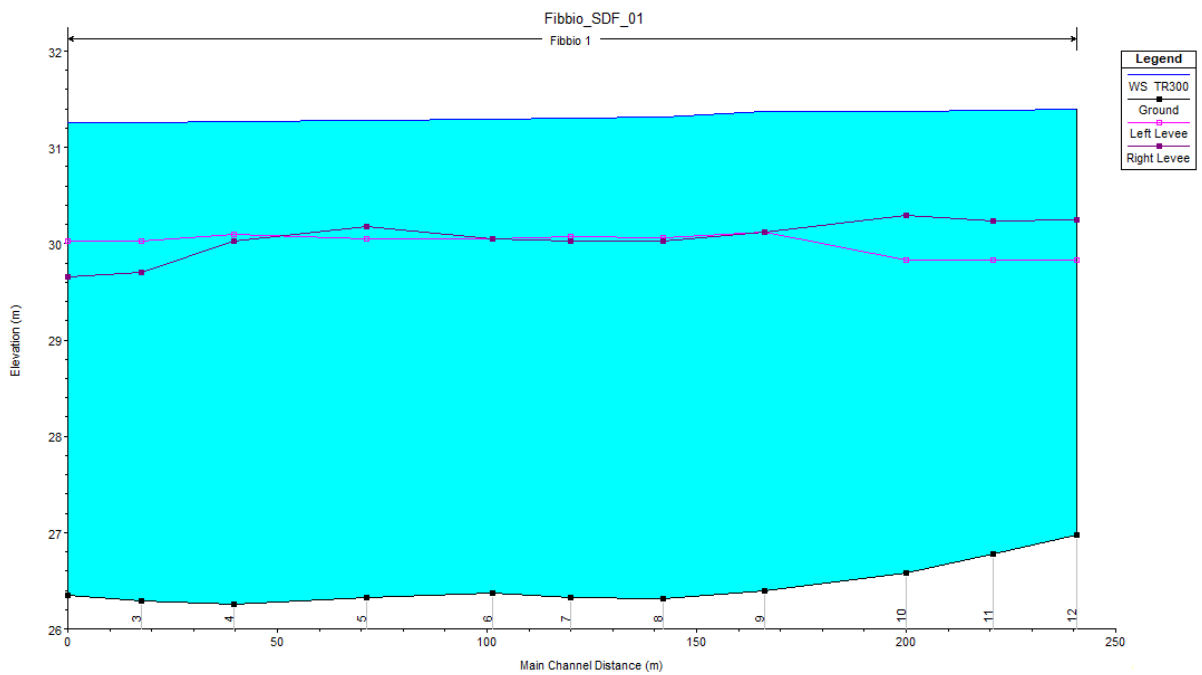
### a. STATO DI FATTO PER TR PARI A 100 ANNI

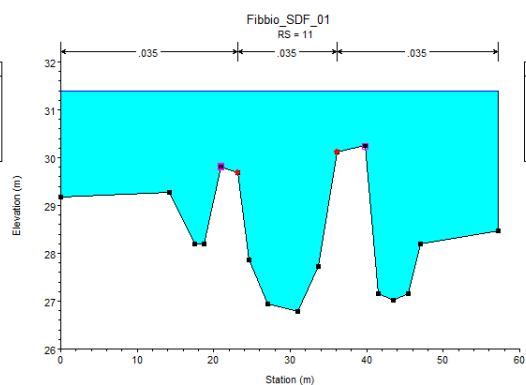
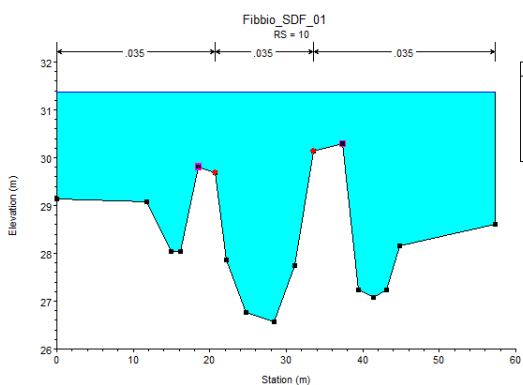
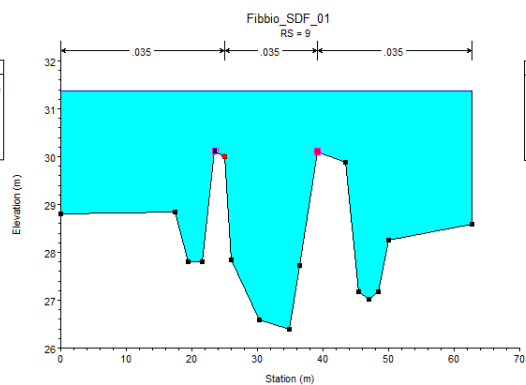
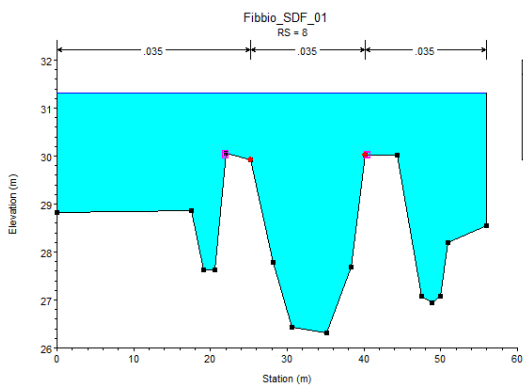
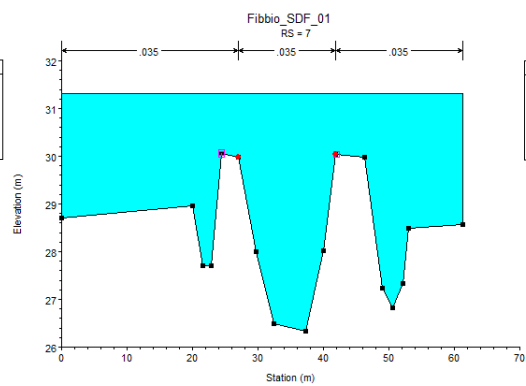
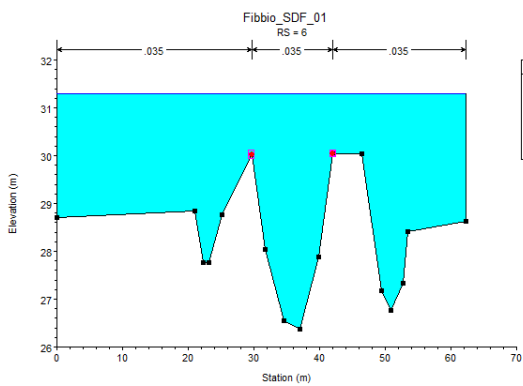
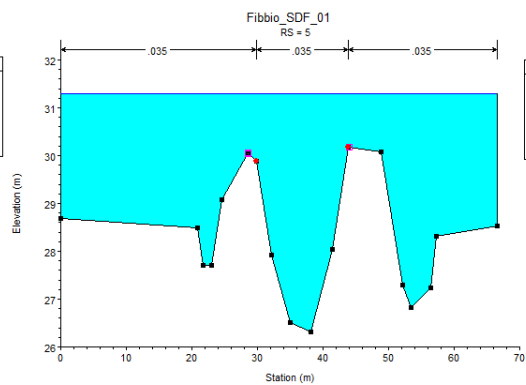
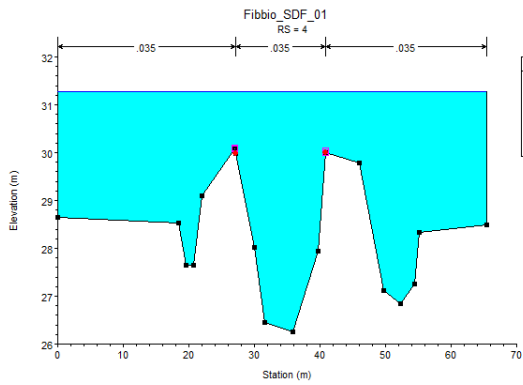


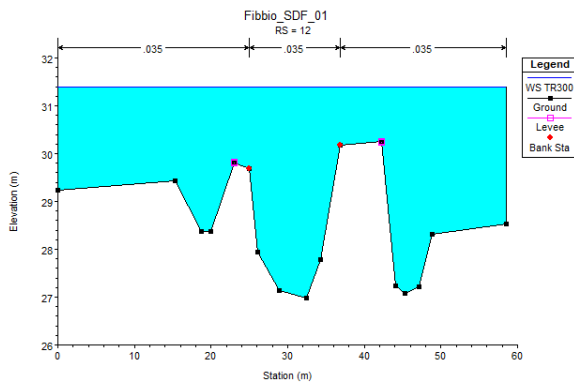




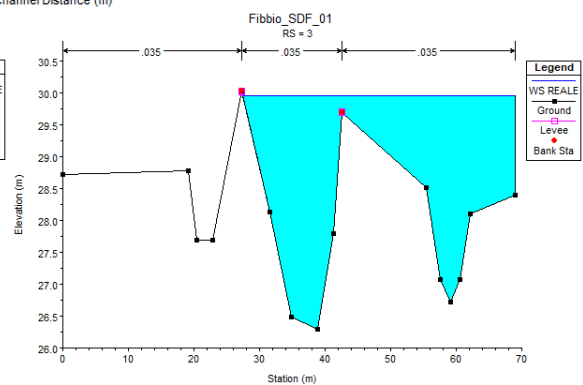
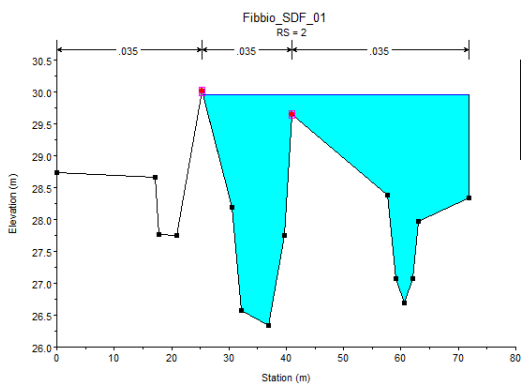
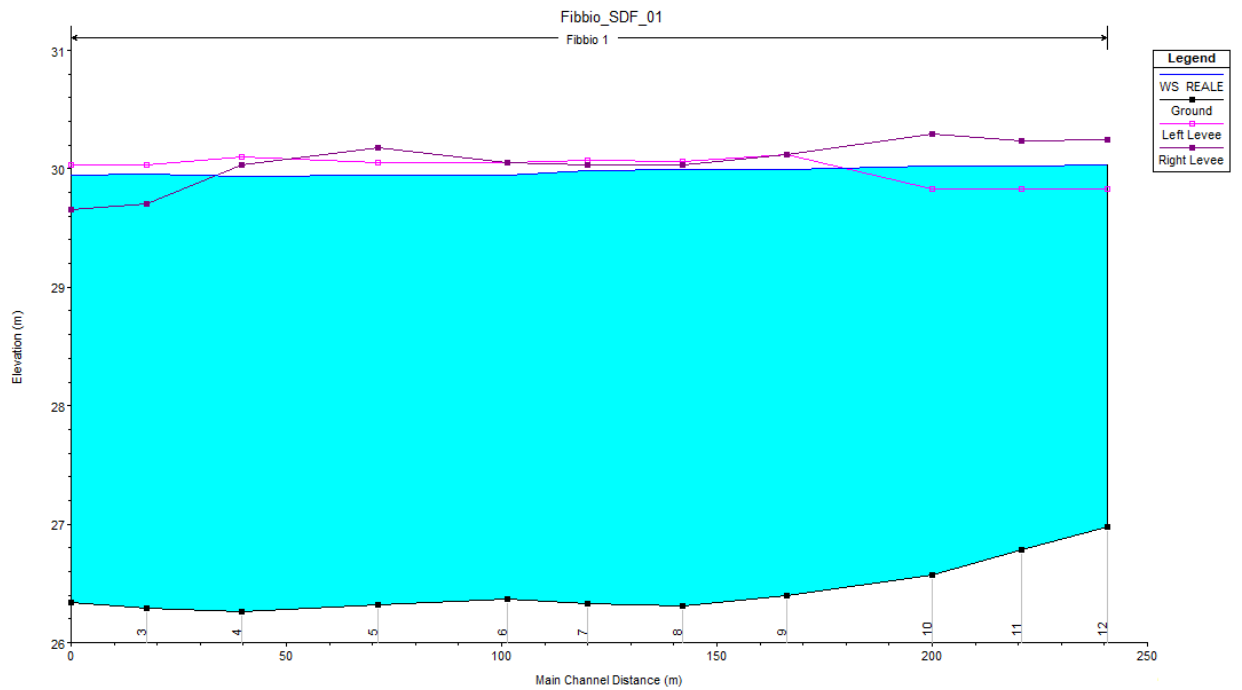
b. STATO DI FATTO PER TR PARI A 300 ANNI

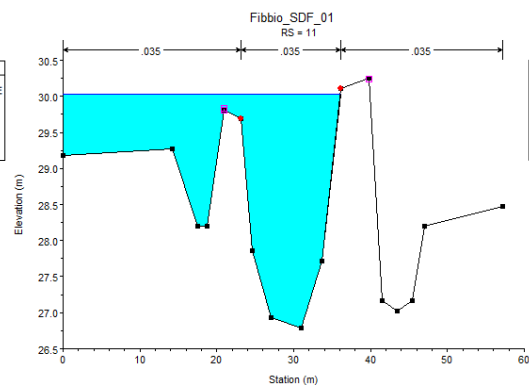
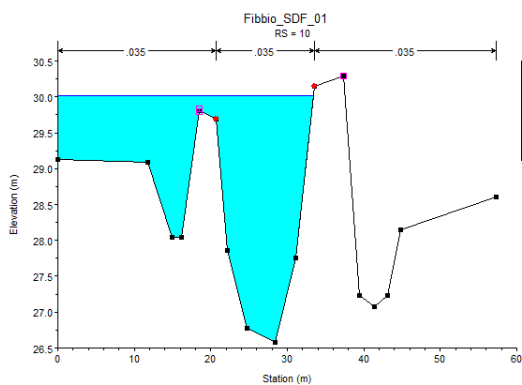
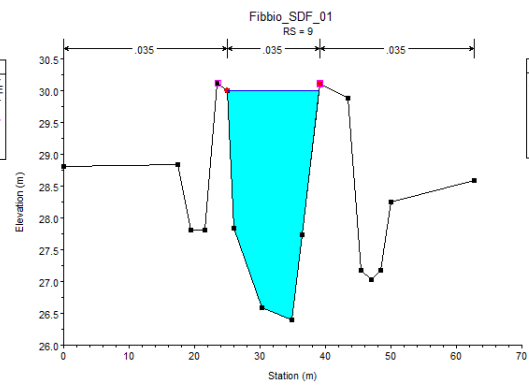
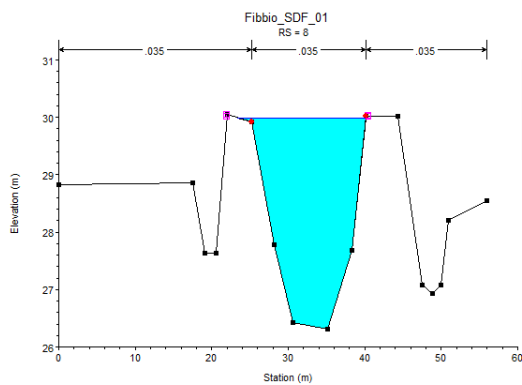
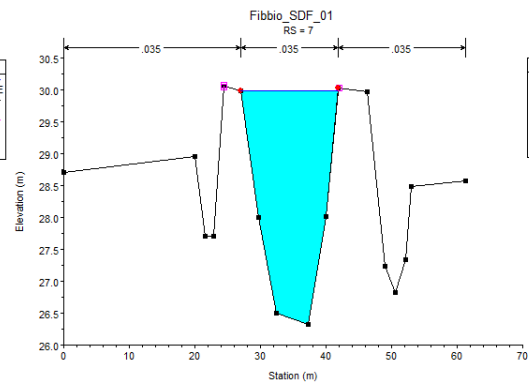
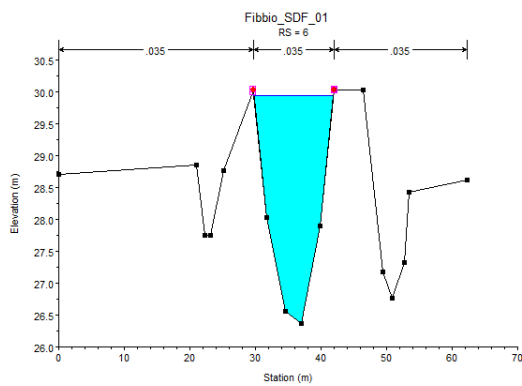
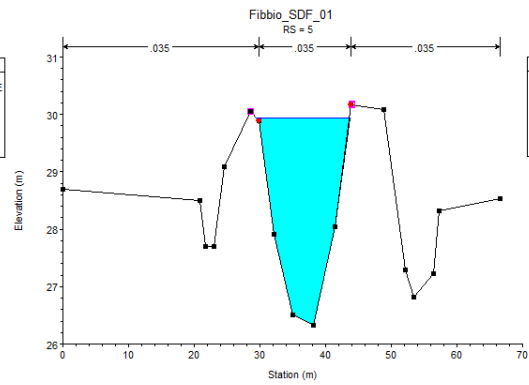
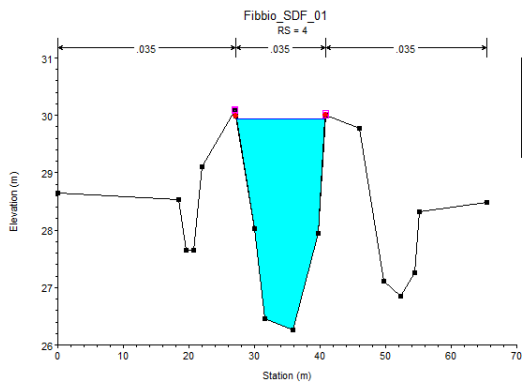


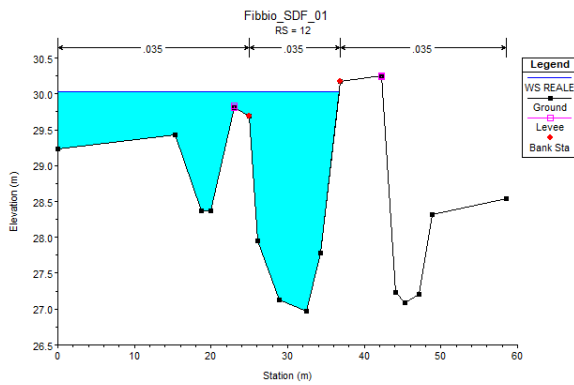




c. STATO DI FATTO PER TR PARI A 100/300 ANNI AL NETTO DELLE  
ESONDAZIONI (REALE)

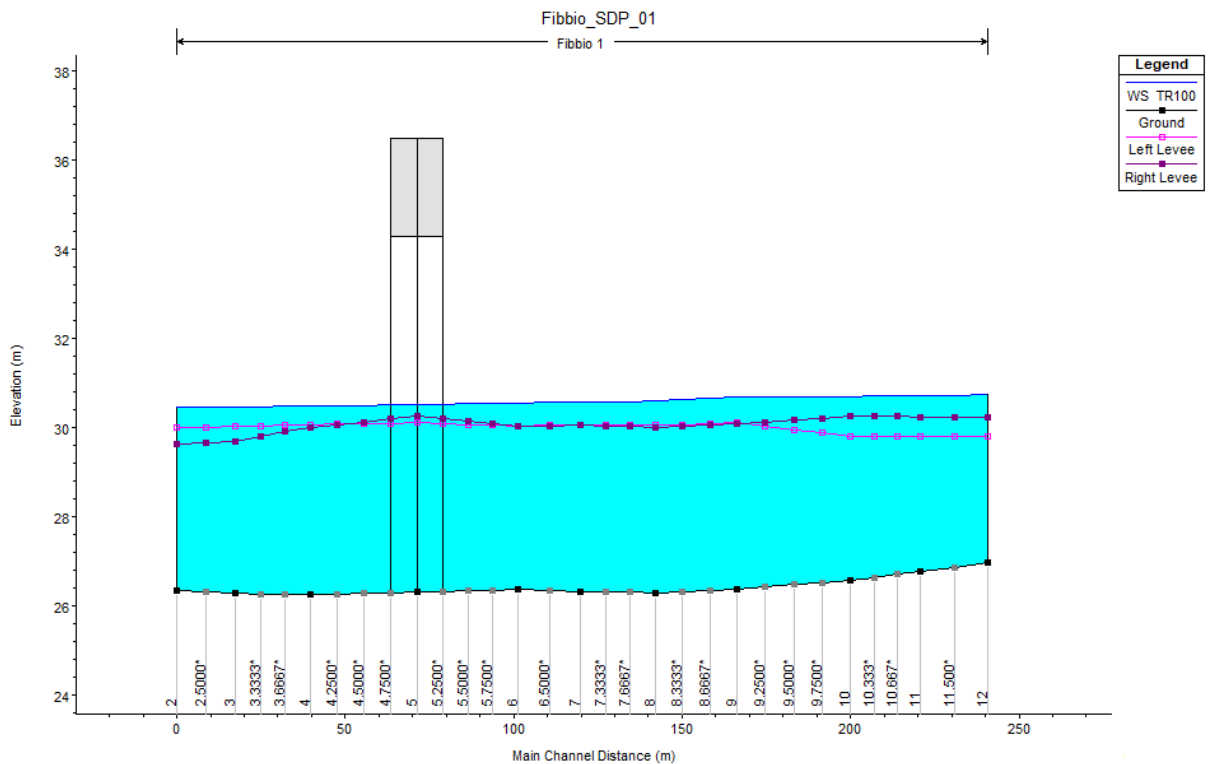


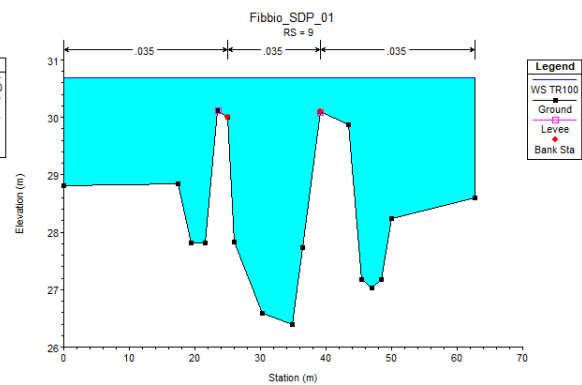
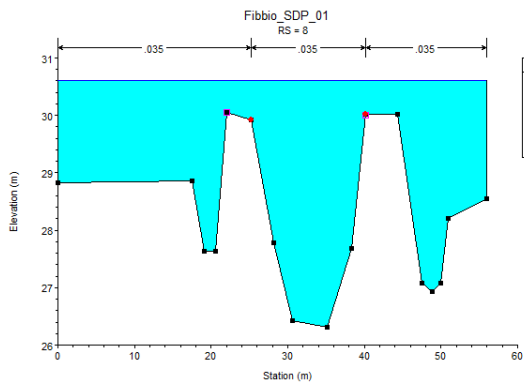
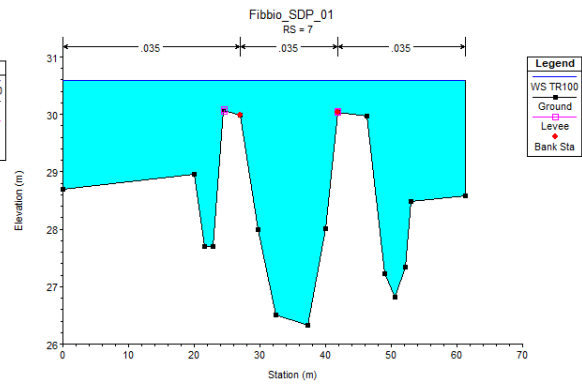
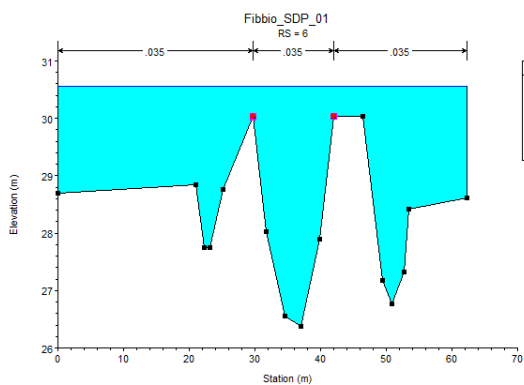
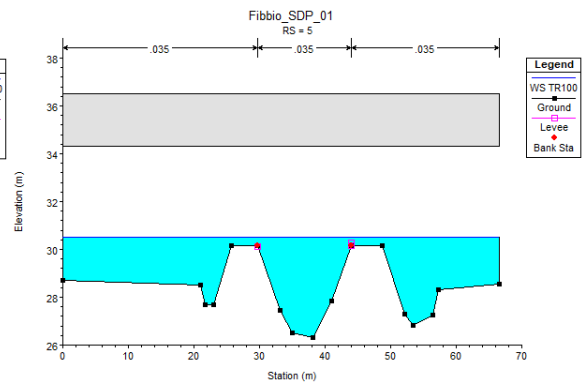
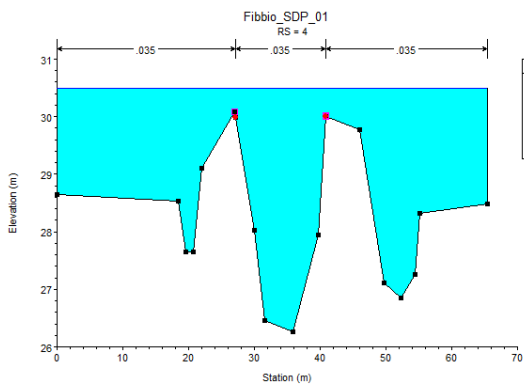
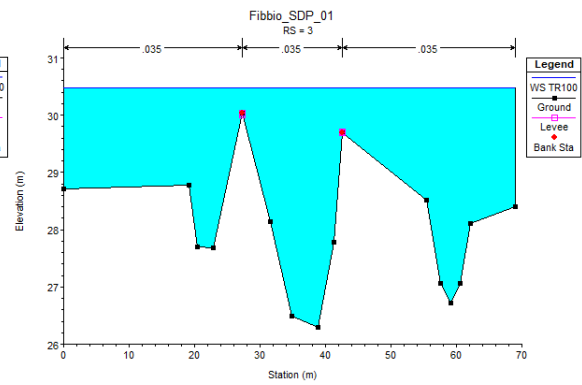
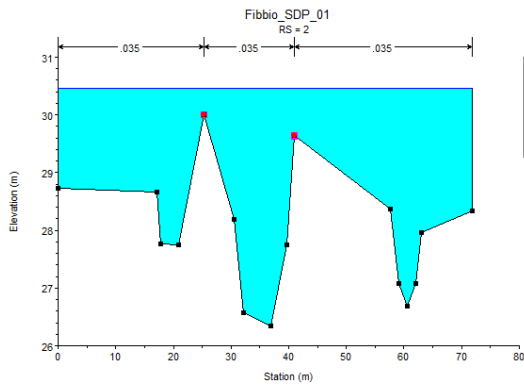




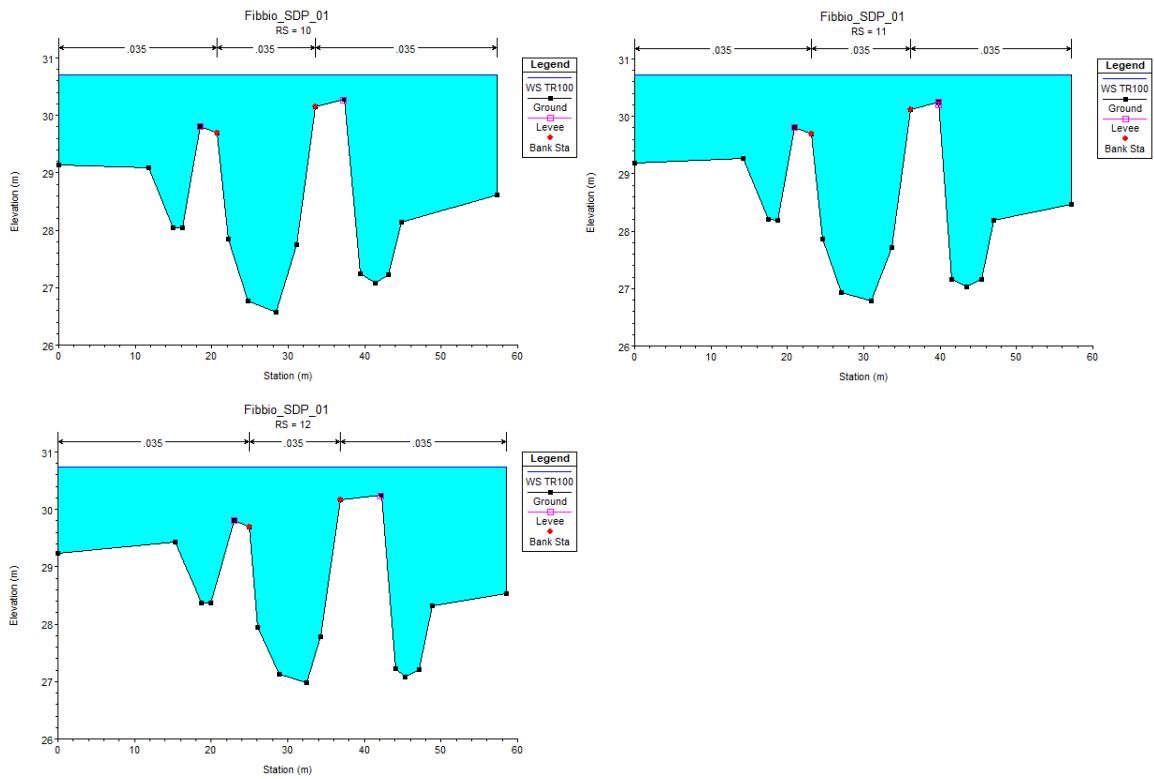
## App 2. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI PROGETTO

### a. STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 100 ANNI

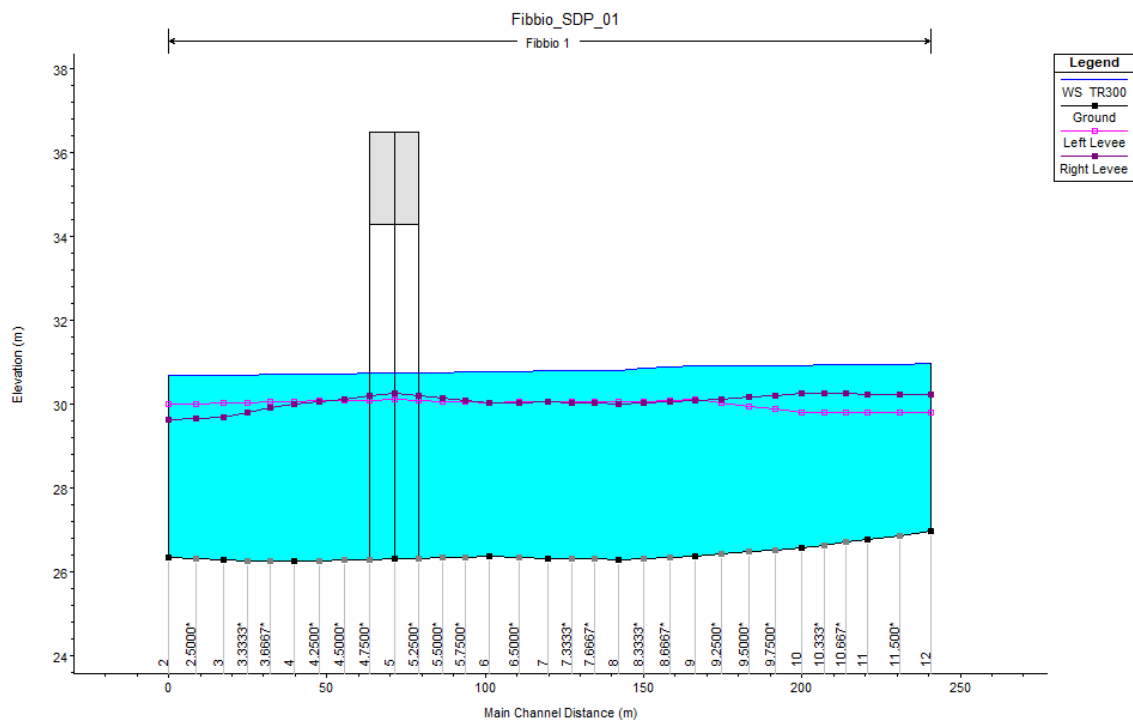


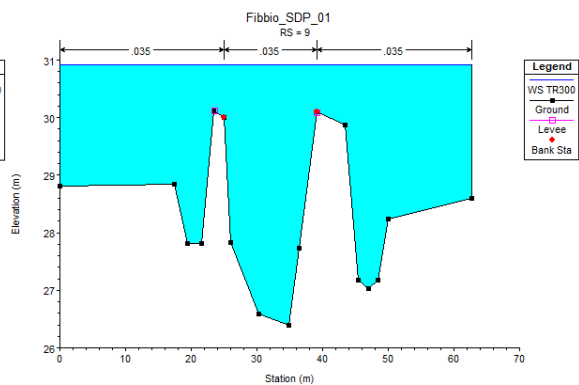
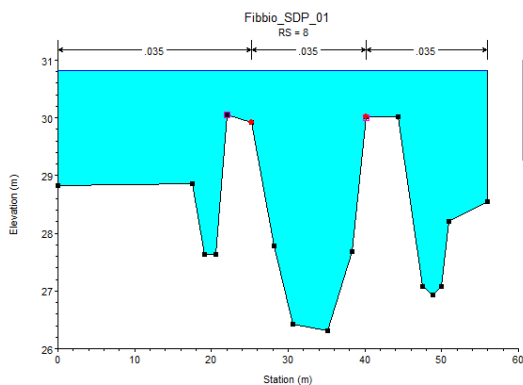
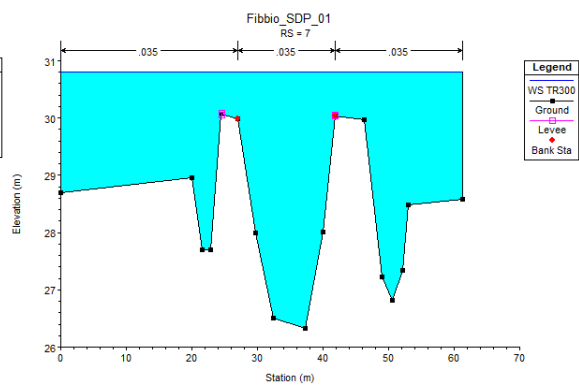
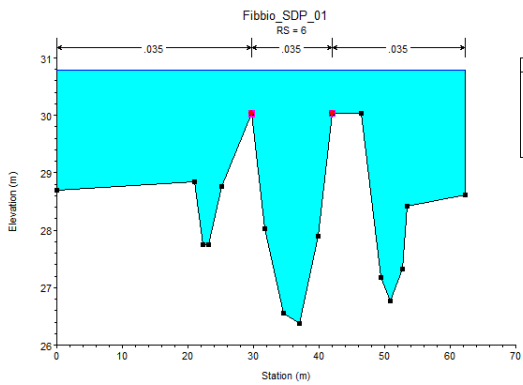
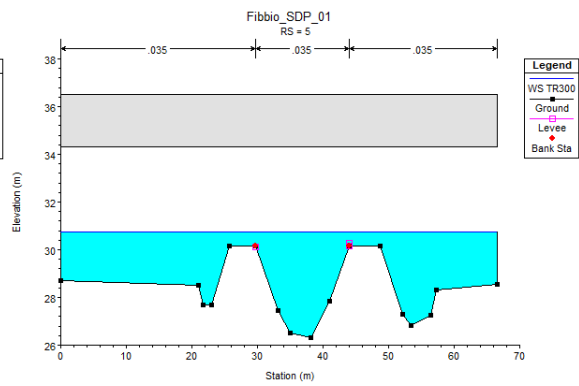
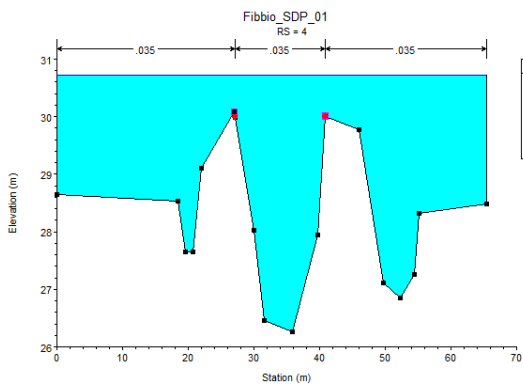
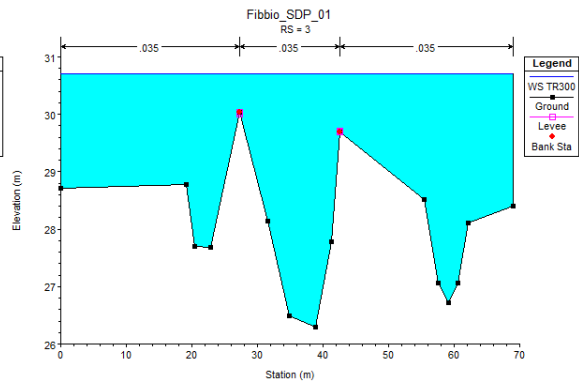
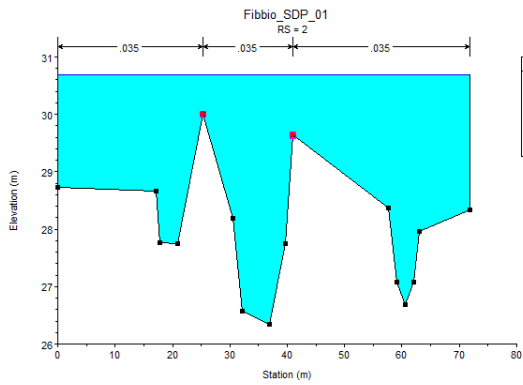


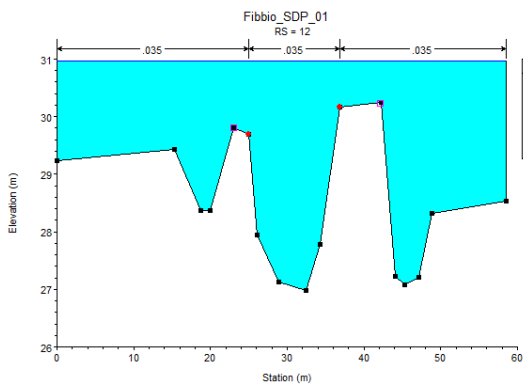
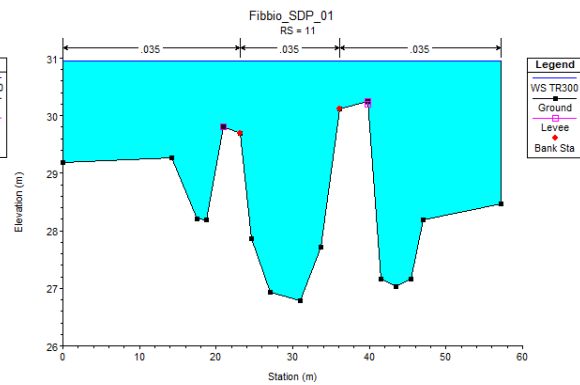
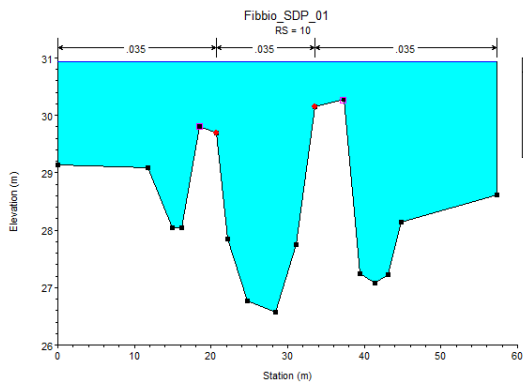




b. STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 300 ANNI







c. STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 100/300 ANNI AL NETTO DELLE ESONDAZIONI (REALE)

