

Studio Associato d'Ingegneria
Ing. Antonio Pellegrini - Ing. Dario Pagni
via Ho Chi Min 50 - 56029 Santa Croce sull'Arno - PI
tel. 0571 366557 - fax 0571 1979179

Dott. Ing. Antonio Pellegrini
cell. 335 6227723
mail: antonio.pellegrini@ordineingegneripisa.it
pec: antonio.pellegrini@ingpec.eu

COMUNE DI CASTELFRANCO DI SOTTO (Pisa)



Elaborato
UNICO

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO RIO TRE FONTINE
(Prescrizioni scheda norma Er16 R.U. comunale)
INTEGRAZIONE

Il Tecnico:
Ing. Antonio Pellegrini
Collaboratore:
Geol. Vito Bruno

Ubicazione:
S.P. Valdinievole - Fraz. Staffoli
Committenti:
BOZZOLINI IVANO
PIERACCI DONATELLA

Data:
Aprile 2015

Scala:

Indice rev.	Data	Oggetto
0	26/01/2015	Prima emissione

Indice rev.	Data	Oggetto

Progettista:

Committente:

Indice

1. PREMESSA	2
2. DETERMINAZIONE DELLE LSPP TR200 E TR30.....	2
3. TEMPO DI CORRIVAZIONE BACINO RIO TRE FONTINE.....	3
4. PORTATE DI MASSIMA PIENA DEL RIO TRE FONTINE/BOTRA AMARA	4
5. MODELLAZIONE IDRAULICA ED ANALISI MEDIANTE SOFTWARE HEC-RAS	5
6. CONCLUSIONI	21

Appendici

Appendice 1. Planimetria scala 1:1.000 (con perimetrazione delle zone allagate $Tr= 30$ e $Tr = 200$)

Appendice 2. Vista schematica tridimensionale modelli idraulici $Tr = 30$ anni e $Tr = 200$ anni (da modello HEC-RAS)

ALLEGATI

Tavola rilievo topografico e sezioni

1. PREMESSA

In questa relazione tecnica, costituente un elaborato integrativo della documentazione agli atti, sono contenute le risposte alle osservazioni conseguenti all'istruttoria effettuata dagli uffici del Genio Civile sullo studio idrologico-idraulico del Fosso Tre Fontine, al cui esito è legata la fattibilità del P.d.R. disciplinato dalla scheda norma Er16 del R.U. del comune di Castelfranco di Sotto.

A seguito dell'incontro avuto con i tecnici istruttori si è provveduto ad impostare una nuova verifica delle condizioni di rischio idraulico del sito per gli eventi trentennale e duecentennale basata sulle LSPP determinate a scala regionale con la modellazione idrologica effettuata nell'ambito dell'Accordo di collaborazione scientifica tra la Regione Toscana e l'Università di Firenze e pubblicata nel Marzo 2014. In aggiunta le portate di massima piena al colmo sono state ricalcolate determinando il tempo di corrivazione con una equazione matematica più consona ai piccoli bacini, mentre il modello del tratto di fosso analizzato è stato implementato con quattro sezioni topografiche sufficientemente estese in destra e sinistra idrografica. I risultati sono discussi nella seguente trattazione.

1. DETERMINAZIONE DELLE LSPP Tr200 E Tr30

Per la determinazione delle LSPP degli eventi considerati i dati pluviometrici della stazione di Staffoli (Cod. TOS10001900, coord. U.T.M. 637120 E, 4846115 N, quota 27,96 m s.l.m.), utilizzati nella prima stesura dello studio, sono stati sostituiti con quelli derivati dall'analisi di frequenza regionale effettuata nello studio citato in premessa. Per quanto attiene la pioggia di durata 1-24 ore, significativa per lo studio, l'analisi di frequenza si basa sulla trattazione statistica dei dati pluviometrici di 404 stazioni di rilevamento con continuità di registrazione superiore ai 30 anni.

Le grandezze sono state trattate con metodo basato sulla legge di distribuzione probabilistica TCEV (Two Component Extreme Value) pervenendo infine alla determinazione di aree omogenee all'interno delle quali sono state ricercate le relazioni tra la pioggia indice e le caratteristiche geografiche del sito. L'intero territorio regionale è stato così diviso in quattro regioni, NoRD-TIRRENICA, NoRD-OVEST, APPENNINO-AMIATA e CENTRO-SUD per ciascuna delle quali è stata determinata una curva di crescita per le precipitazioni giornaliere. Le stime delle altezze di pioggia per le diverse durate caratteristiche (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e i diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni) sono state ottenute come prodotto dei valori della pioggia indice μ per il fattore di crescita adimensionale K_T .

I dati desunti dall'analisi di frequenza regionale sono stati rappresentati in forma digitale mediante file raster in formato ASCII-GRID con griglia di risoluzione 1 km spazializzati a scala regionale.

Per la determinazione delle LSPP necessarie all'integrazione e implementazione di questo studio idrologico-idraulico sono stati acquisiti i file raster delle grandezze "a" e "n"

della equazione di potenza della “curva di Gumbel” per gli eventi con ricorrenza statistica $Tr = 200$ e $Tr = 30$ anni. I suddetti file sono stati caricati su QGis 2.6 e sovrapposti alla base cartografica CTR in scala 1:10.000 per l’acquisizione dei valori all’interno del piccolo bacino imbrifero del Rio Tre Fontine. Per ciascuna grandezza sono poi stati determinati i valori medi relativi alle maglie della griglia che ricadono interamente o parzialmente all’interno del bacino.

Posto che la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica è caratterizzata dalla equazione sotto riportata:

$$(1) \quad h_T(t) = at^n$$

una volta determinate le grandezze “a” e “n” per i due eventi $Tr = 200$ anni e $Tr = 30$ anni sono state ottenute le seguenti relazioni rappresentative delle LSPP:

$$(2) \quad h_{Tr30} = 56,723 t^{0.2422}$$

$$(3) \quad h_{Tr200} = 83,713 t^{0.2178}$$

con t espresso in ore e h in mm di pioggia.

2. TEMPO DI CORRIVAZIONE BACINO RIO TRE FONTINE

Il calcolo del tempo di corrivazione delle acque del bacino imbrifero del rio Tre Fontine fino alla sezione di chiusura, bacino che naturalmente rimane invariato nelle sue grandezze principali elencate nello studio idraulico agli atti (superfici bacino e sottobacini, lunghezza delle aste e quote) è stato eseguito con la relazione di Pezzoli (1970).

L’equazione, comunemente utilizzata per piccoli bacini di superficie inferiore ai 10 km², è la seguente:

$$(4) \quad Tc = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}}$$

dove:

Tc = Tempo di corrivazione (in ore)

L = Lunghezza del percorso idraulico più lungo (5,3 km)

i = Pendenza media asta principale (0,016)

Sostituendo i parametri del fosso Tre Fontine nella (4) si quantifica il tempo di corrivazione in **Tc = 2,33 ore** alla sezione di chiusura considerata. Sostituendo questo valore nelle relazioni (2) e (3) si quantificano le seguenti altezze di pioggia per gli eventi trentennale e duecentennale:

$$h_{Tr30} = 69,4 \text{ mm} \quad Tr = 30 \text{ anni}$$

$$h_{Tr200} = 104,1 \text{ mm} \quad Tr = 200 \text{ anni}$$

3. PORTATE DI MASSIMA PIENA DEL RIO TRE FONTINE/BOTRA AMARA

La portata di massima piena al colmo relativa agli eventi con tempi di ritorno $Tr = 30$ e $Tr = 200$ è stata determinata mediante la relazione analitica di Turazza o metodo razionale espresso dalla seguente equazione:

$$(5) \quad Q_{\max} = \frac{\Psi (h_{tc}/T_c) S}{3.6}$$

ove :

Q_{\max} = Portata di massima piena (in m^3/sec)

Ψ = coefficiente di deflusso (uguale a 0,6 per bacino coperto integralmente a bosco)

h_{tc} = altezza di pioggia corrispondente al T_c

T_c = Tempo corrivazione

S = Superficie bacino

Note le altezze pluviometriche ed il tempo di corrivazione del bacino alla sezione di chiusura, tempo che può essere ritenuto congruo anche per la sezione al ponte della s.p. Valdinievole, presso la quale si uniscono i fossi Tre Fontine e Botra Amara o Bottaccio, sostituendo le superfici dei due sottobacini nella (5) si determinano le seguenti portate di massima piena al colmo:

➤ Evento $Tr = 30$ anni

$Q_{30_{\max}} = 26,9 \text{ m}^3/sec$	Botra Amara (affluente)
$Q_{30_{\max}} = 26,3 \text{ m}^3/sec$	Tre Fontine (tronco 1 monte s.p. Valdinievole)
$Q_{30_{\max}} = 53,2 \text{ m}^3/sec$	Tre Fontine (tronco 2 valle s.p. Valdinievole)

➤ Evento $Tr = 200$ anni

$Q_{200_{\max}} = 40,4 \text{ m}^3/sec$	Botra Amara (affluente)
$Q_{200_{\max}} = 39,5 \text{ m}^3/sec$	Tre Fontine (tronco 1 monte s.p. Valdinievole)
$Q_{200_{\max}} = 79,9 \text{ m}^3/sec$	Tre Fontine (tronco 2 valle s.p. Valdinievole)

Con la medesima metodologia è stata valutata la portata di transito per la sezione 6 del tronco 1 del fosso Tre Fontine, ubicata circa 385 metri a monte della confluenza con l'affluente. Essa è risultata la seguente:

$Q_{30_{\max}} = 22,7 \text{ m}^3/sec$	Sez. 6 (tronco 1 monte s.p. Valdinievole)
$Q_{200_{\max}} = 34,1 \text{ m}^3/sec$	Sez. 6 (tronco 1 monte s.p. Valdinievole)

4. MODELLAZIONE IDRAULICA ED ANALISI MEDIANTE SOFTWARE HEC-RAS

In ottemperanza alle osservazioni contenute nell'istruttoria del Genio Civile il modello elaborato nella prima stesura dello studio idraulico è stato integrato con ulteriori tre sezioni topografiche rilevate nel tronco 2 del Fosso Tre Fontine a valle della s.p. Valdinievole. Queste sezioni aggiuntive sono identificate in HEC-RAS dagli indici 1.2, 1.3. e 1.4 procedendo da valle verso monte e sono interposte tra le sezioni 1 e 2.

Constatato che le quote del terreno in sponda sinistra erano per un buon tratto più basse di quelle in sponda destra tanto le sezioni aggiuntive quanto le sezioni 1 e 2 sono state prolungate in sinistra idrografica fino a raggiungere quote sufficienti a chiudere le aree allagabili attese. Una quarta sezione è stata rilevata nel bosco circa 9 metri a monte della sezione 5 ed è stata denominata con l'indice 5.1. Tutte le nuove sezioni sono state allacciate, come le precedenti, alla quota C.T.R. della s.p. Valdinievole localizzata all'imbocco della strada bianca privata accedente al fabbricato di proprietà Bozzolini (+14,9 m s.l.m.).

Le sezioni rilevate sono state poi aggiunte nel software HEC-RAS 4.1.0 attraverso il quale è stato implementato il modello idraulico (cfr. Fig. 1) per il quale sono stati determinati i profili di rigurgito delle portate trentennale e duecentennale.

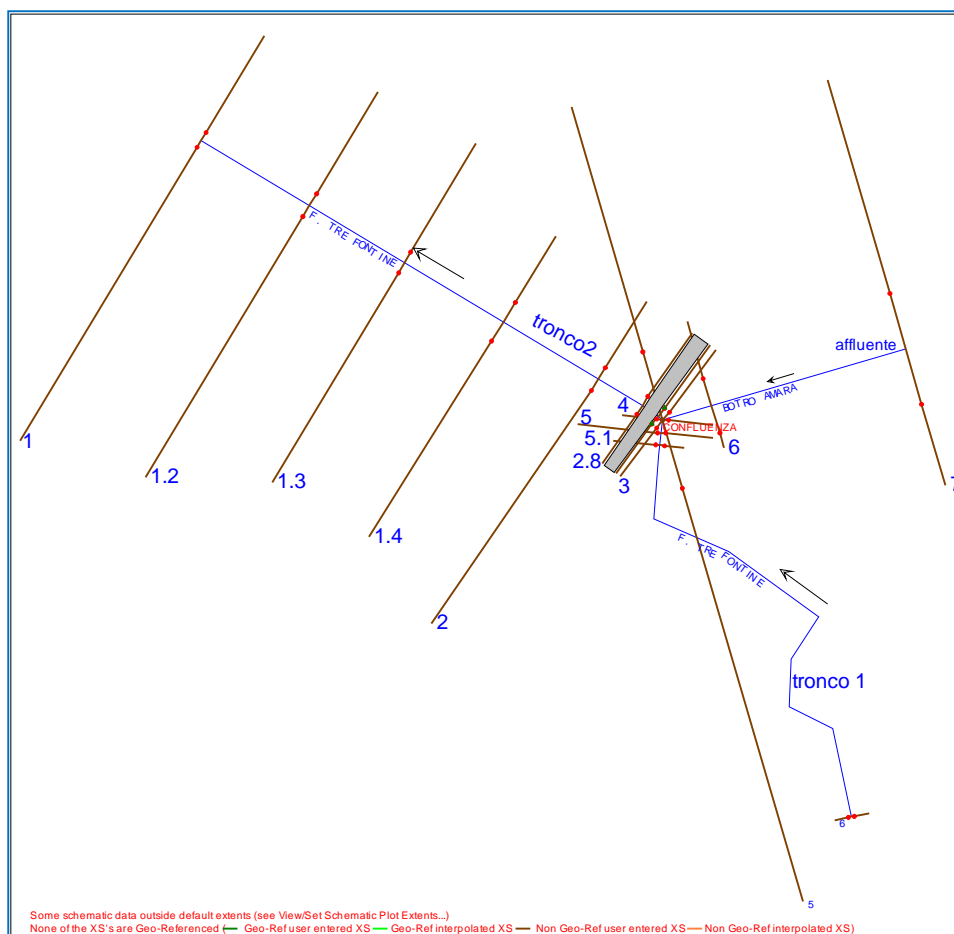


Fig. 1 – Schema del modello idraulico sull'editor dei dati geometrici di HEC-RAS

In relazione alla composizione del modello idraulico in HEC-RAS sono state apportate le seguenti modifiche:

▪ **Coefficienti di scabrezza di Manning,**

Il valore del coefficiente in alveo è rimasto immutato (0,033) mentre alla fascia esterna ai cigli di sponda (o *bank stations in HEC-RAS*) è stato attribuito un valore del coefficiente di scabrezza pari a 0,050 nel tronco 1 (bosco) e 0,030 nel tronco 2 a valle della s.p. Valdinievole, dove si trovano campi coltivati in sponda sinistra e prato curato con erba bassa in sponda destra (lato proprietà Bozzolini).

CORSI D'ACQUA MINORI (LARGHEZZA A PIENE RIVE < 30 m)

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
ALVEI DI PIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
GOLENE E PIANE INONDABILI			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

Fig. 2 – Valori del coefficiente di resistenza di Manning (s/m^{1/3}), da Chow V.T., 1959

▪ **Condizioni al contorno**

Il software HEC-RAS richiede di operare la scelta tra quattro differenti opzioni:

- 1) *Known water surface elevation* o valore noto dell'altezza d'acqua nella sezione

- 2) *Critical depth* o altezza critica che il programma calcola per ciascuno dei profili
- 3) *Normal depth* corrispondente alla pendenza dei carichi totali, che può essere approssimata con la pendenza media dell'alveo a monte della sezione
- 4) *Rating Curve*: in questo caso occorre inserire una serie di valori noti di altezza d'acqua e delle relative portate

Nel caso in oggetto la scelta è stata orientata sull'opzione *normal depth* in quanto il programma ne prevede automaticamente il calcolo con metodo parabolico senza la necessità di inserire informazioni aggiuntive. La scelta è legata al fatto di non conoscere l'altezza dell'acqua nel fosso in nessun tratto a monte ed a valle della s.p. Valdinievole.

In aggiunta alle condizioni al contorno il modulo HEC-RAS richiede la definizione di un regime di flusso nelle condizioni di moto permanente. Nella prima stesura dello studio idraulico si era optato per un regime sub-critico, ossia per una condizione di corrente lenta per l'intero tratto di fosso analizzato. In questa successiva analisi, accogliendo le osservazioni del Genio Civile, si è ritenuto più corretto e rispondente alla situazione reale optare per un regime di flusso misto (*mixed flow*).

Relativamente al criterio di modellazione utilizzato per simulare il deflusso attraverso il tombino o ponticello della s.p. Valdinievole, ritenendo assai probabile che la sezione del tombino ed il terrapieno stradale, situati pochi metri a valle della confluenza con il botra Amara, potessero ostacolare il deflusso delle acque nelle fasi di piena eccezionale ed attivare quindi un transito in pressione, dopo una simulazione con esito negativo che contemplasse anche la possibilità di stramazzo, è stata scelta la configurazione *Energy Only* del metodo High Flow.

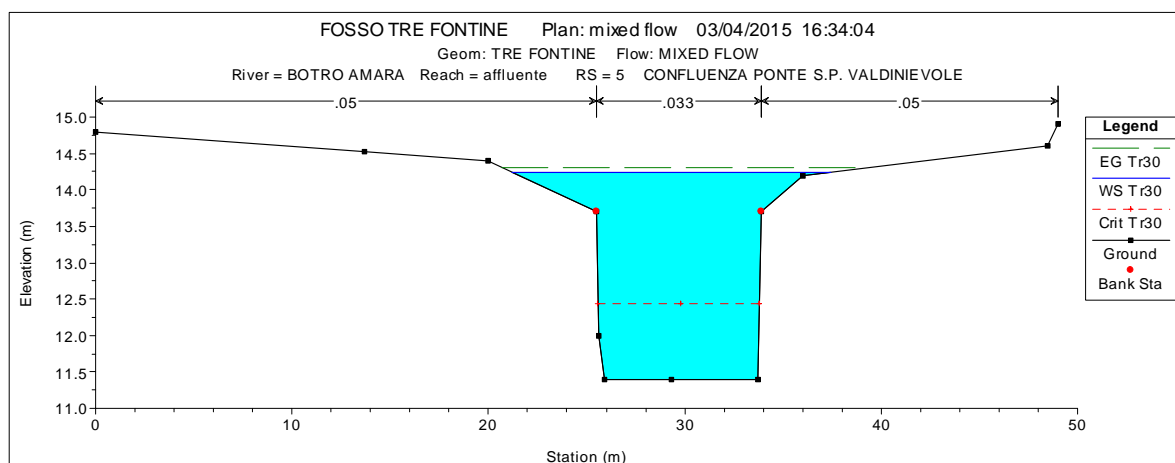
I risultati della modellazione in regime di flusso misto sono rappresentati nelle sezioni e tabelle di output più significative contenute nelle pagine seguenti.

Plan: corrente mista BOTRO AMARA affluente RS: 5 Profile: Tr200

E.G. Elev (m)	14.74	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.64	Reach Len. (m)	0.00	0.00	0.00
Crit W.S. (m)	12.77	Flow Area (m2)	4.72	26.77	4.48
E.G. Slope (m/m)	0.000800	Area (m2)	4.72	26.77	4.48
Q Total (m3/s)	40.40	Flow (m3/s)	1.11	38.15	1.14
Top Width (m)	40.67	Top Width (m)	17.60	8.40	14.67
Vel Total (m/s)	1.12	Avg. Vel. (m/s)	0.23	1.43	0.26
Max Chl Dpth (m)	3.24	Hydr. Depth (m)	0.27	3.19	0.31
Conv. Total (m3/s)	1428.3	Conv. (m3/s)	39.2	1348.7	40.5
Length Wtd. (m)	0.00	Wetted Per. (m)	17.65	12.48	14.75
Min Ch El (m)	11.40	Shear (N/m2)	2.10	16.82	2.38
Alpha	1.52	Stream Power (N/m s)	2346.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)			

Plan: corrente mista BOTRO AMARA affluente RS: 5 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	14.31	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.25	Reach Len. (m)	0.00	0.00	0.00
Crit W.S. (m)	12.45	Flow Area (m2)	1.17	23.43	0.65
E.G. Slope (m/m)	0.000604	Area (m2)	1.17	23.43	0.65
Q Total (m3/s)	26.90	Flow (m3/s)	0.24	26.56	0.10
Top Width (m)	16.20	Top Width (m)	4.28	8.40	3.51
Vel Total (m/s)	1.07	Avg. Vel. (m/s)	0.21	1.13	0.16
Max Chl Dpth (m)	2.85	Hydr. Depth (m)	0.27	2.79	0.19
Conv. Total (m3/s)	1094.6	Conv. (m3/s)	9.8	1080.6	4.2
Length Wtd. (m)	0.00	Wetted Per. (m)	4.32	12.48	3.57
Min Ch El (m)	11.40	Shear (N/m2)	1.60	11.12	1.08
Alpha	1.12	Stream Power (N/m s)	2346.01	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)			



Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 6 Profile: Tr200

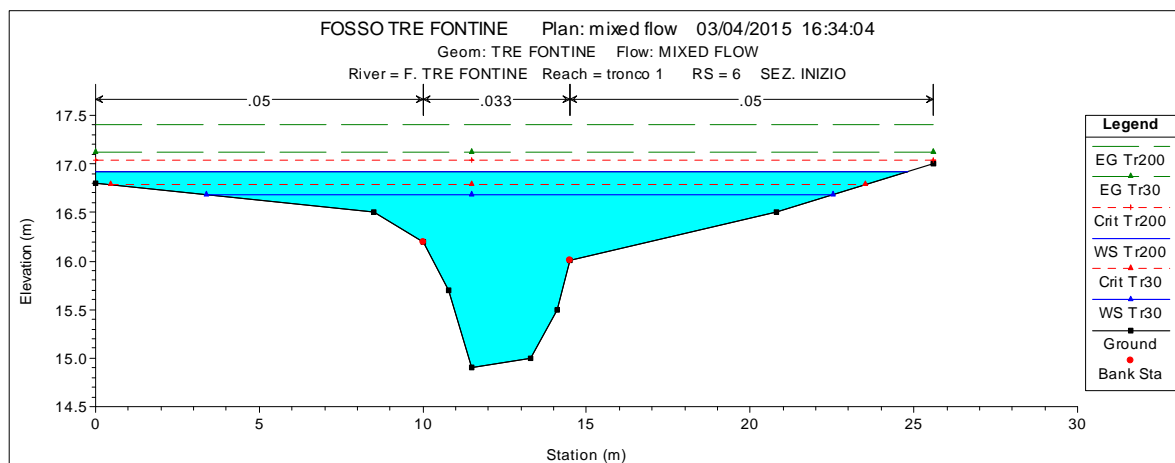
E.G. Elev (m)	17.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.48	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	16.92	Reach Len. (m)	366.00	366.00	366.00
Crit W.S. (m)	17.04	Flow Area (m2)	3.14	7.26	5.06
E.G. Slope (m/m)	0.009003	Area (m2)	3.14	7.26	5.06
Q Total (m3/s)	34.10	Flow (m3/s)	2.73	25.42	5.95
Top Width (m)	24.82	Top Width (m)	10.00	4.50	10.32
Vel Total (m/s)	2.21	Avg. Vel. (m/s)	0.87	3.50	1.18
Max Chl Dpth (m)	2.02	Hydr. Depth (m)	0.31	1.61	0.49
Conv. Total (m3/s)	359.4	Conv. (m3/s)	28.7	268.0	62.7
Length Wtd. (m)	366.00	Wetted Per. (m)	10.15	5.39	10.37
Min Ch El (m)	14.90	Shear (N/m2)	27.31	118.78	43.08

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 6 Profile: Tr200 (Continued)

Alpha	1.94	Stream Power (N/m s)	1225.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	3.60	3.76	3.03
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	7.55	2.01	4.79

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 6 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	17.12	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	16.68	Reach Len. (m)	366.00	366.00	366.00
Crit W.S. (m)	16.78	Flow Area (m2)	0.96	6.18	2.87
E.G. Slope (m/m)	0.009006	Area (m2)	0.96	6.18	2.87
Q Total (m3/s)	22.70	Flow (m3/s)	0.50	19.47	2.73
Top Width (m)	19.14	Top Width (m)	6.61	4.50	8.03
Vel Total (m/s)	2.27	Avg. Vel. (m/s)	0.52	3.15	0.95
Max Chl Dpth (m)	1.78	Hydr. Depth (m)	0.14	1.37	0.36
Conv. Total (m3/s)	239.2	Conv. (m3/s)	5.3	205.2	28.8
Length Wtd. (m)	366.00	Wetted Per. (m)	6.64	5.39	8.06
Min Ch El (m)	14.90	Shear (N/m2)	12.71	101.24	31.42
Alpha	1.68	Stream Power (N/m s)	1225.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	0.82	2.94	1.34
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	4.01	2.01	3.54

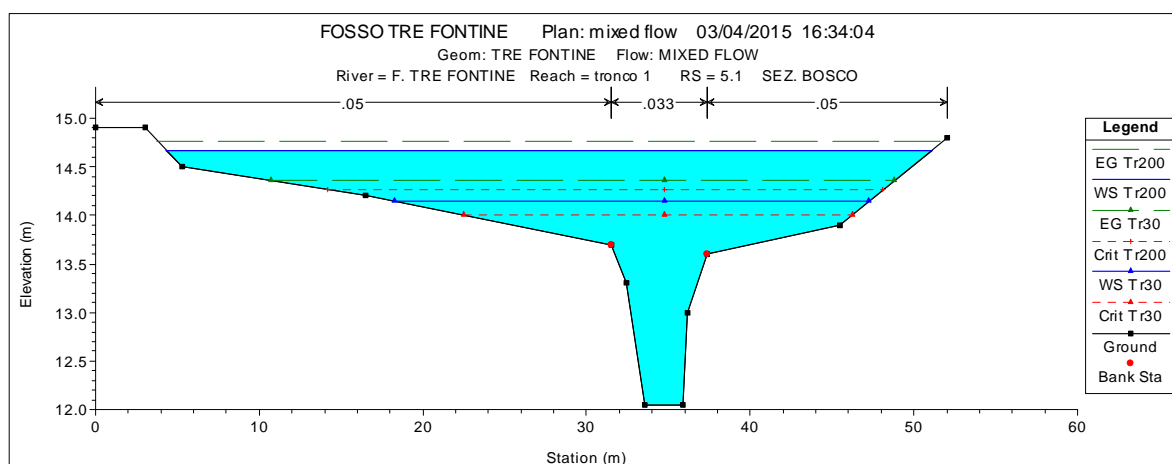


Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 5.1 Profile: Tr200

E.G. Elev (m)	14.77	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.67	Reach Len. (m)	9.00	9.00	9.00
Crit W.S. (m)	14.26	Flow Area (m2)	14.54	11.70	9.68
E.G. Slope (m/m)	0.001695	Area (m2)	14.54	11.70	9.68
Q Total (m3/s)	34.10	Flow (m3/s)	7.89	19.92	6.29
Top Width (m)	46.78	Top Width (m)	27.19	5.85	13.73
Vel Total (m/s)	0.95	Avg. Vel. (m/s)	0.54	1.70	0.65
Max Chl Dpth (m)	2.62	Hydr. Depth (m)	0.53	2.00	0.70
Conv. Total (m3/s)	828.2	Conv. (m3/s)	191.5	483.8	152.9
Length Wtd. (m)	9.00	Wetted Per. (m)	27.22	7.34	13.79
Min Ch El (m)	12.05	Shear (N/m2)	8.88	26.50	11.67
Alpha	2.04	Stream Power (N/m s)	2489.65	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	0.37	0.29	0.34
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.74	0.12	0.38

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 5.1 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	14.36	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.14	Reach Len. (m)	9.00	9.00	9.00
Crit W.S. (m)	14.00	Flow Area (m2)	2.91	8.59	3.39
E.G. Slope (m/m)	0.004371	Area (m2)	2.91	8.59	3.39
Q Total (m3/s)	22.70	Flow (m3/s)	1.40	19.10	2.20
Top Width (m)	28.96	Top Width (m)	13.22	5.85	9.89
Vel Total (m/s)	1.52	Avg. Vel. (m/s)	0.48	2.22	0.65
Max Chl Dpth (m)	2.09	Hydr. Depth (m)	0.22	1.47	0.34
Conv. Total (m3/s)	343.4	Conv. (m3/s)	21.2	288.9	33.2
Length Wtd. (m)	9.00	Wetted Per. (m)	13.23	7.34	9.91
Min Ch El (m)	12.05	Shear (N/m2)	9.44	50.14	14.68
Alpha	1.82	Stream Power (N/m s)	2489.65	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	0.11	0.24	0.19
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.38	0.12	0.26

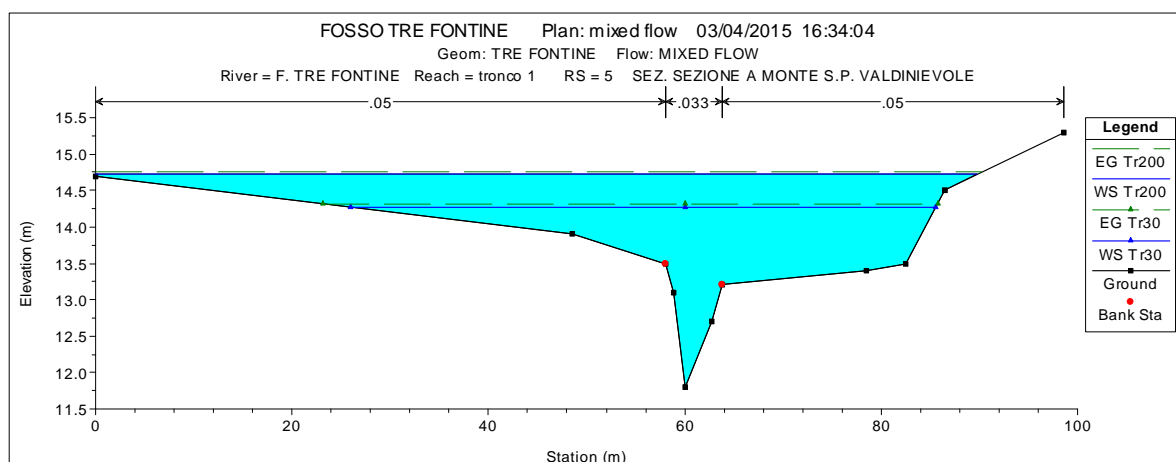


Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 5 Profile: Tr200

E.G. Elev (m)	14.75	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.03	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.72	Reach Len. (m)	9.50	9.50	9.50
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	30.01	12.37	29.18
E.G. Slope (m/m)	0.000627	Area (m2)	30.01	12.37	29.18
Q Total (m3/s)	39.50	Flow (m3/s)	9.68	14.10	15.72
Top Width (m)	89.81	Top Width (m)	58.00	5.80	26.01
Vel Total (m/s)	0.55	Avg. Vel. (m/s)	0.32	1.14	0.54
Max Chl Dpth (m)	2.92	Hydr. Depth (m)	0.52	2.13	1.12
Conv. Total (m3/s)	1577.4	Conv. (m3/s)	386.6	563.0	627.8
Length Wtd. (m)	9.50	Wetted Per. (m)	58.03	6.71	26.15
Min Ch El (m)	11.80	Shear (N/m2)	3.18	11.33	6.86
Alpha	1.99	Stream Power (N/m s)	4720.76	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	0.17	0.19	0.16
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.36	0.07	0.21

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 5 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	14.32	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.05	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.27	Reach Len. (m)	9.50	9.50	9.50
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	9.63	9.77	18.77
E.G. Slope (m/m)	0.001065	Area (m2)	9.63	9.77	18.77
Q Total (m3/s)	26.30	Flow (m3/s)	2.82	12.42	11.06
Top Width (m)	59.65	Top Width (m)	32.06	5.80	21.79
Vel Total (m/s)	0.69	Avg. Vel. (m/s)	0.29	1.27	0.59
Max Chl Dpth (m)	2.47	Hydr. Depth (m)	0.30	1.69	0.86
Conv. Total (m3/s)	805.8	Conv. (m3/s)	86.4	380.4	338.9
Length Wtd. (m)	9.50	Wetted Per. (m)	32.07	6.71	21.89
Min Ch El (m)	11.80	Shear (N/m2)	3.14	15.21	8.96
Alpha	1.93	Stream Power (N/m s)	4720.76	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	0.05	0.16	0.09
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.17	0.07	0.12



Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 4 Profile: Tr200

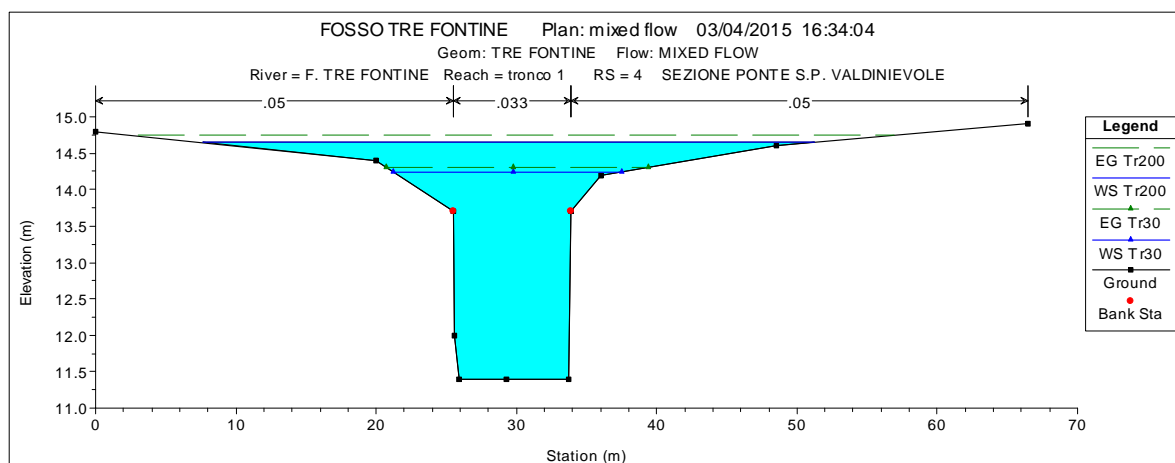
E.G. Elev (m)	14.74	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.65	Reach Len. (m)	0.00	0.00	0.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	4.80	26.80	4.60
E.G. Slope (m/m)	0.000763	Area (m2)	4.80	26.80	4.60
Q Total (m3/s)	39.50	Flow (m3/s)	1.10	37.35	1.05
Top Width (m)	43.59	Top Width (m)	17.82	8.40	17.38
Vel Total (m/s)	1.09	Avg. Vel. (m/s)	0.23	1.39	0.23
Max Chl Dpth (m)	3.25	Hydr. Depth (m)	0.27	3.19	0.26
Conv. Total (m3/s)	1429.6	Conv. (m3/s)	39.9	1351.8	37.9
Length Wtd. (m)	0.00	Wetted Per. (m)	17.86	12.48	17.44
Min Ch El (m)	11.40	Shear (N/m2)	2.01	16.08	1.98
Alpha	1.54	Stream Power (N/m s)	3183.88	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)			

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 4 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	14.31	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.050	0.033	0.050
W.S. Elev (m)	14.25	Reach Len. (m)	0.00	0.00	0.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	1.18	23.46	0.66
E.G. Slope (m/m)	0.000575	Area (m2)	1.18	23.46	0.66
Q Total (m3/s)	26.30	Flow (m3/s)	0.24	25.96	0.10

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco 1 RS: 4 Profile: Tr30 (Continued)

Top Width (m)	16.32	Top Width (m)	4.31	8.40	3.61
Vel Total (m/s)	1.04	Avg. Vel. (m/s)	0.20	1.11	0.15
Max Chl Dpth (m)	2.85	Hydr. Depth (m)	0.27	2.79	0.18
Conv. Total (m3/s)	1096.8	Conv. (m3/s)	9.9	1082.7	4.2
Length Wtd. (m)	0.00	Wetted Per. (m)	4.34	12.48	3.67
Min Ch El (m)	11.40	Shear (N/m2)	1.53	10.60	1.02
Alpha	1.12	Stream Power (N/m s)	3183.88	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)			

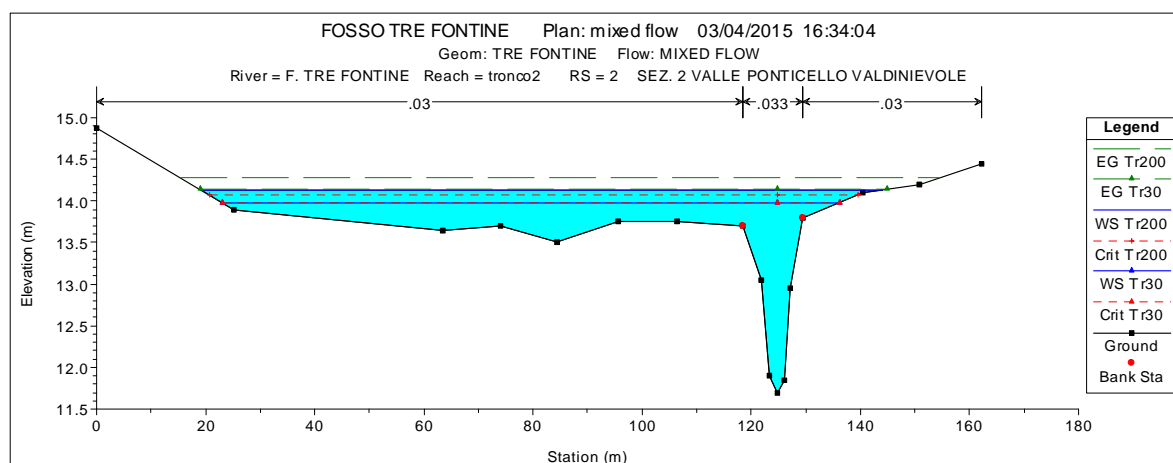


Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 2 Profile: Tr200

E.G. Elev (m)	14.28	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.030	0.033	0.030
W.S. Elev (m)	14.13	Reach Len. (m)	46.30	46.30	46.30
Crit W.S. (m)	14.07	Flow Area (m2)	39.54	15.09	2.07
E.G. Slope (m/m)	0.004015	Area (m2)	39.54	15.09	2.07
Q Total (m3/s)	79.90	Flow (m3/s)	45.19	33.51	1.20
Top Width (m)	124.77	Top Width (m)	99.30	11.05	14.42
Vel Total (m/s)	1.41	Avg. Vel. (m/s)	1.14	2.22	0.58
Max Chl Dpth (m)	2.43	Hydr. Depth (m)	0.40	1.37	0.14
Conv. Total (m3/s)	1261.0	Conv. (m3/s)	713.2	528.9	18.9
Length Wtd. (m)	46.30	Wetted Per. (m)	99.31	12.13	14.43
Min Ch El (m)	11.70	Shear (N/m2)	15.67	48.97	5.65
Alpha	1.42	Stream Power (N/m s)	7767.23	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.23	Cum Volume (1000 m3)	6.20	3.05	0.15
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	17.56	1.91	1.12

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 2 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	14.14	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.16	Wt. n-Val.	0.030	0.033	0.030
W.S. Elev (m)	13.98	Reach Len. (m)	46.30	46.30	46.30
Crit W.S. (m)	13.98	Flow Area (m2)	24.66	13.40	0.60
E.G. Slope (m/m)	0.004753	Area (m2)	24.66	13.40	0.60
Q Total (m3/s)	53.20	Flow (m3/s)	23.01	29.92	0.28
Top Width (m)	113.03	Top Width (m)	95.37	11.05	6.61
Vel Total (m/s)	1.38	Avg. Vel. (m/s)	0.93	2.23	0.46
Max Chl Dpth (m)	2.28	Hydr. Depth (m)	0.26	1.21	0.09
Conv. Total (m3/s)	771.6	Conv. (m3/s)	333.7	433.9	4.0
Length Wtd. (m)	46.30	Wetted Per. (m)	95.37	12.13	6.62
Min Ch El (m)	11.70	Shear (N/m2)	12.05	51.50	4.20
Alpha	1.68	Stream Power (N/m s)	7767.23	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.24	Cum Volume (1000 m3)	3.59	2.72	0.06
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	14.93	1.84	0.44



Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.4 Profile: Tr200

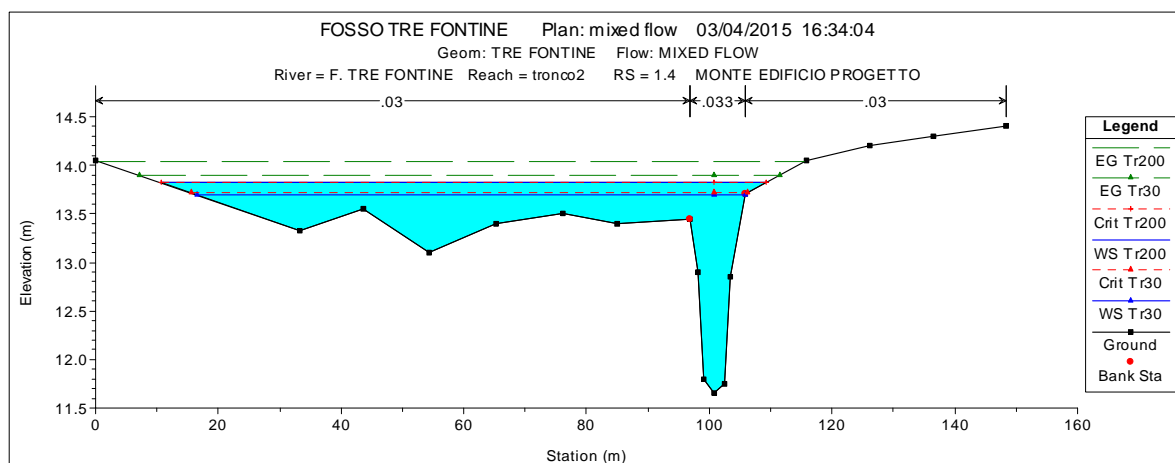
E.G. Elev (m)	14.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.22	Wt. n-Val.	0.030	0.033	0.030
W.S. Elev (m)	13.82	Reach Len. (m)	48.50	48.50	48.50
Crit W.S. (m)	13.82	Flow Area (m2)	32.84	12.27	0.20
E.G. Slope (m/m)	0.006491	Area (m2)	32.84	12.27	0.20
Q Total (m3/s)	79.90	Flow (m3/s)	46.38	33.44	0.08
Top Width (m)	98.60	Top Width (m)	86.12	9.10	3.38
Vel Total (m/s)	1.76	Avg. Vel. (m/s)	1.41	2.72	0.41
Max Chl Dpth (m)	2.17	Hydr. Depth (m)	0.38	1.35	0.06
Conv. Total (m3/s)	991.7	Conv. (m3/s)	575.7	415.0	1.0
Length Wtd. (m)	48.50	Wetted Per. (m)	86.14	10.41	3.39
Min Ch El (m)	11.65	Shear (N/m2)	24.27	75.06	3.77
Alpha	1.37	Stream Power (N/m s)	7100.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)	4.53	2.42	0.10
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	13.27	1.44	0.71

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.4 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	13.89	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.20	Wt. n-Val.	0.030	0.033	
W.S. Elev (m)	13.69	Reach Len. (m)	48.50	48.50	48.50
Crit W.S. (m)	13.71	Flow Area (m2)	22.16	11.10	
E.G. Slope (m/m)	0.006395	Area (m2)	22.16	11.10	
Q Total (m3/s)	53.20	Flow (m3/s)	25.06	28.14	

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.4 Profile: Tr30 (Continued)

Top Width (m)	89.26	Top Width (m)	80.19	9.07	
Vel Total (m/s)	1.60	Avg. Vel. (m/s)	1.13	2.54	
Max Chl Dpth (m)	2.04	Hydr. Depth (m)	0.28	1.22	
Conv. Total (m3/s)	665.3	Conv. (m3/s)	313.3	351.9	
Length Wtd. (m)	48.50	Wetted Per. (m)	80.21	10.38	
Min Ch El (m)	11.65	Shear (N/m2)	17.33	67.10	
Alpha	1.56	Stream Power (N/m s)	7100.30	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.25	Cum Volume (1000 m3)	2.50	2.15	0.05
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	10.86	1.37	0.29

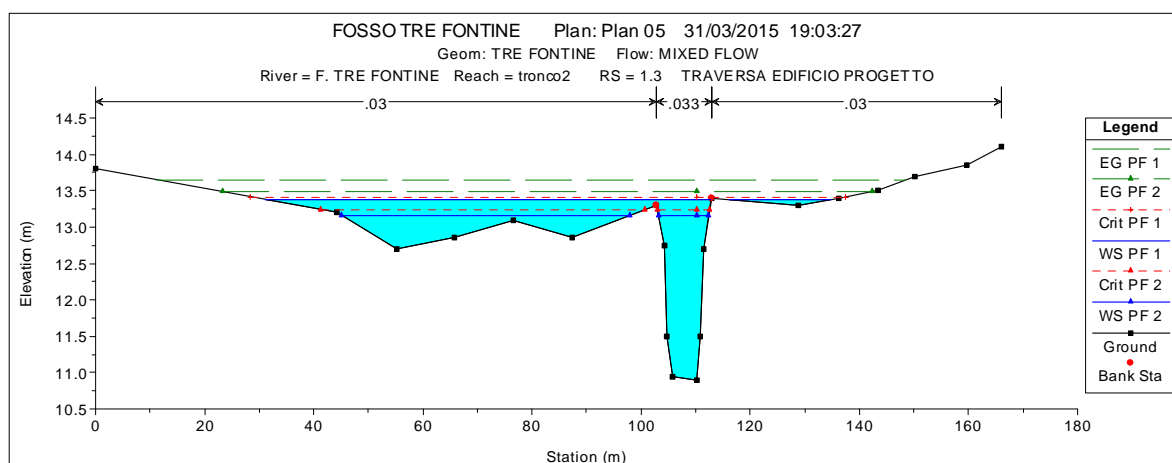


Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.3 Profile: Tr200

E.G. Elev (m)	13.68	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.37	Wt. n-Val.	0.030	0.033	0.030
W.S. Elev (m)	13.31	Reach Len. (m)	46.30	46.30	46.30
Crit W.S. (m)	13.42	Flow Area (m2)	20.93	16.25	0.01
E.G. Slope (m/m)	0.007524	Area (m2)	20.93	16.25	0.01
Q Total (m3/s)	79.90	Flow (m3/s)	27.95	51.94	0.00
Top Width (m)	79.06	Top Width (m)	66.65	9.93	2.48
Vel Total (m/s)	2.15	Avg. Vel. (m/s)	1.34	3.20	0.09
Max Chl Dpth (m)	2.41	Hydr. Depth (m)	0.31	1.64	0.01
Conv. Total (m3/s)	921.1	Conv. (m3/s)	322.3	598.8	0.0
Length Wtd. (m)	46.30	Wetted Per. (m)	66.68	12.13	2.48
Min Ch El (m)	10.90	Shear (N/m2)	23.16	98.91	0.39
Alpha	1.57	Stream Power (N/m s)	7945.33	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	3.22	1.72	0.09
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	9.56	0.98	0.57

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.3 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	13.53	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.030	0.033	
W.S. Elev (m)	13.09	Reach Len. (m)	46.30	46.30	46.30
Crit W.S. (m)	13.24	Flow Area (m2)	8.50	14.18	
E.G. Slope (m/m)	0.007864	Area (m2)	8.50	14.18	
Q Total (m3/s)	53.20	Flow (m3/s)	8.19	45.01	
Top Width (m)	57.07	Top Width (m)	48.14	8.93	
Vel Total (m/s)	2.35	Avg. Vel. (m/s)	0.96	3.17	
Max Chl Dpth (m)	2.19	Hydr. Depth (m)	0.18	1.59	
Conv. Total (m3/s)	599.9	Conv. (m3/s)	92.3	507.6	
Length Wtd. (m)	46.30	Wetted Per. (m)	48.16	11.04	
Min Ch El (m)	10.90	Shear (N/m2)	13.61	99.04	
Alpha	1.58	Stream Power (N/m s)	7945.33	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	1.76	1.54	0.05
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	7.75	0.93	0.29



Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.2 Profile: Tr200

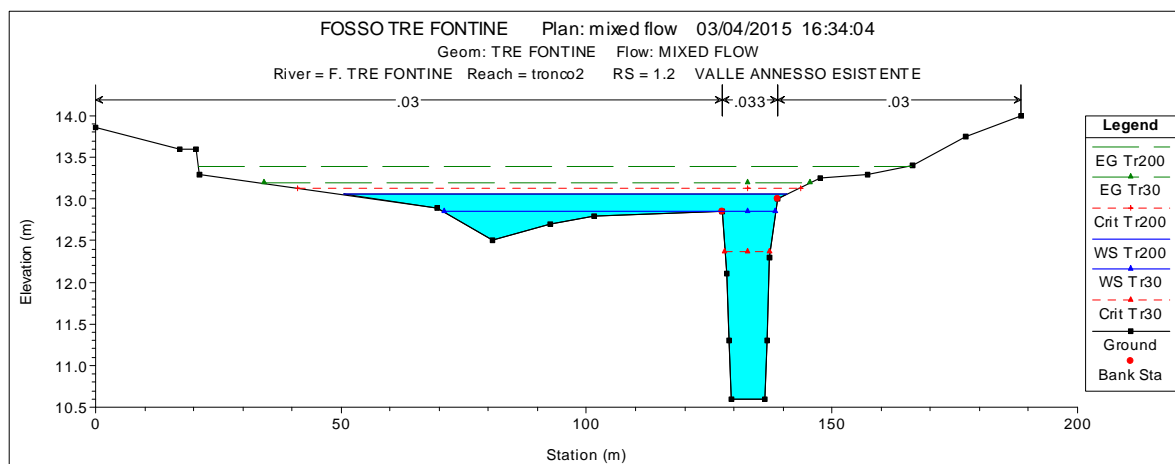
E.G. Elev (m)	13.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.34	Wt. n-Val.	0.030	0.033	0.030
W.S. Elev (m)	13.06	Reach Len. (m)	52.90	52.90	52.90
Crit W.S. (m)	13.13	Flow Area (m2)	19.75	21.00	0.06
E.G. Slope (m/m)	0.005042	Area (m2)	19.75	21.00	0.06
Q Total (m3/s)	79.90	Flow (m3/s)	18.84	61.04	0.01
Top Width (m)	90.40	Top Width (m)	77.16	11.20	2.04
Vel Total (m/s)	1.96	Avg. Vel. (m/s)	0.95	2.91	0.22
Max Chl Dpth (m)	2.46	Hydr. Depth (m)	0.26	1.87	0.03
Conv. Total (m3/s)	1125.3	Conv. (m3/s)	265.4	859.7	0.2
Length Wtd. (m)	52.90	Wetted Per. (m)	77.17	13.37	2.04
Min Ch El (m)	10.60	Shear (N/m2)	12.65	77.66	1.43

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.2 Profile: Tr200 (Continued)

Alpha	1.74	Stream Power (N/m s)	9024.98	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.28	Cum Volume (1000 m3)	2.28	0.86	0.09
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.23	0.49	0.46

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1.2 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	13.19	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.34	Wt. n-Val.	0.030	0.033	
W.S. Elev (m)	12.85	Reach Len. (m)	52.90	52.90	52.90
Crit W.S. (m)	12.37	Flow Area (m2)	6.32	18.71	
E.G. Slope (m/m)	0.004750	Area (m2)	6.32	18.71	
Q Total (m3/s)	53.20	Flow (m3/s)	3.37	49.83	
Top Width (m)	67.52	Top Width (m)	56.66	10.86	
Vel Total (m/s)	2.13	Avg. Vel. (m/s)	0.53	2.66	
Max Chl Dpth (m)	2.25	Hydr. Depth (m)	0.11	1.72	
Conv. Total (m3/s)	771.9	Conv. (m3/s)	48.8	723.1	
Length Wtd. (m)	52.90	Wetted Per. (m)	56.67	13.00	
Min Ch El (m)	10.60	Shear (N/m2)	5.20	67.07	
Alpha	1.48	Stream Power (N/m s)	9024.98	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	1.42	0.78	0.05
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	5.32	0.48	0.29

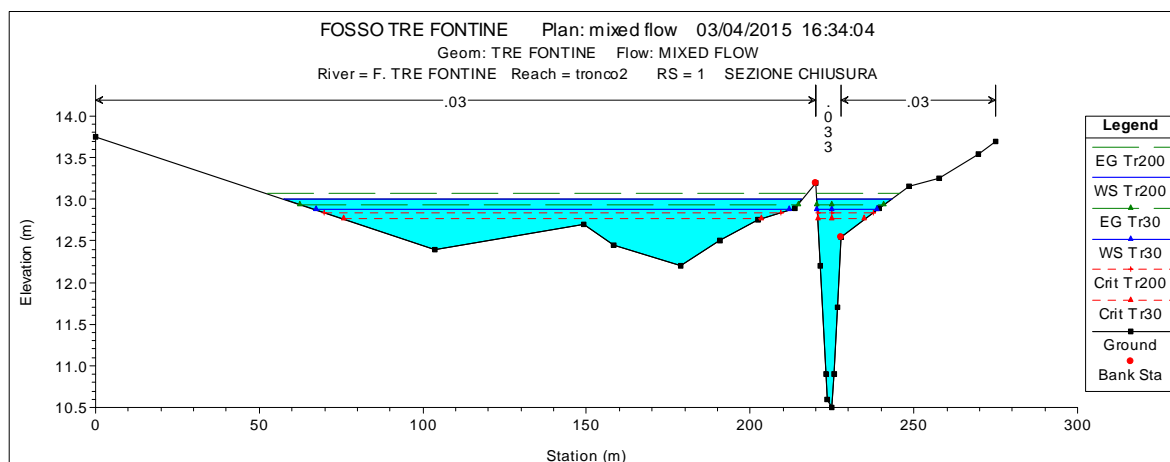


Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1 Profile: Tr200

E.G. Elev (m)	13.07	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.030	0.033	0.030
W.S. Elev (m)	13.00	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	12.84	Flow Area (m2)	66.53	11.55	3.44
E.G. Slope (m/m)	0.002201	Area (m2)	66.53	11.55	3.44
Q Total (m3/s)	79.90	Flow (m3/s)	58.34	19.59	1.97
Top Width (m)	181.29	Top Width (m)	158.43	7.35	15.51
Vel Total (m/s)	0.98	Avg. Vel. (m/s)	0.88	1.70	0.57
Max Chl Dpth (m)	2.50	Hydr. Depth (m)	0.42	1.57	0.22
Conv. Total (m3/s)	1703.3	Conv. (m3/s)	1243.6	417.7	42.0
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	158.45	8.87	15.51
Min Ch El (m)	10.50	Shear (N/m2)	9.06	28.11	4.78
Alpha	1.33	Stream Power (N/m s)	13156.84	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

Plan: corrente mista F. TRE FONTINE tronco2 RS: 1 Profile: Tr30

E.G. Elev (m)	12.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.030	0.033	0.030
W.S. Elev (m)	12.87	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	12.76	Flow Area (m2)	47.23	10.63	1.77
E.G. Slope (m/m)	0.002200	Area (m2)	47.23	10.63	1.77
Q Total (m3/s)	53.20	Flow (m3/s)	35.02	17.36	0.82
Top Width (m)	162.71	Top Width (m)	144.65	7.16	10.90
Vel Total (m/s)	0.89	Avg. Vel. (m/s)	0.74	1.63	0.47
Max Chl Dpth (m)	2.37	Hydr. Depth (m)	0.33	1.48	0.16
Conv. Total (m3/s)	1134.1	Conv. (m3/s)	746.6	370.1	17.5
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	144.66	8.64	10.90
Min Ch El (m)	10.50	Shear (N/m2)	7.05	26.55	3.50
Alpha	1.55	Stream Power (N/m s)	13156.84	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			



I profili di piena derivanti dall'involuppo dei livelli lungo l'asse longitudinale del corso d'acqua, sono invece riassunti dal punto di vista analitico nelle tabelle seguenti e graficamente rappresentati nelle figure sottostanti.

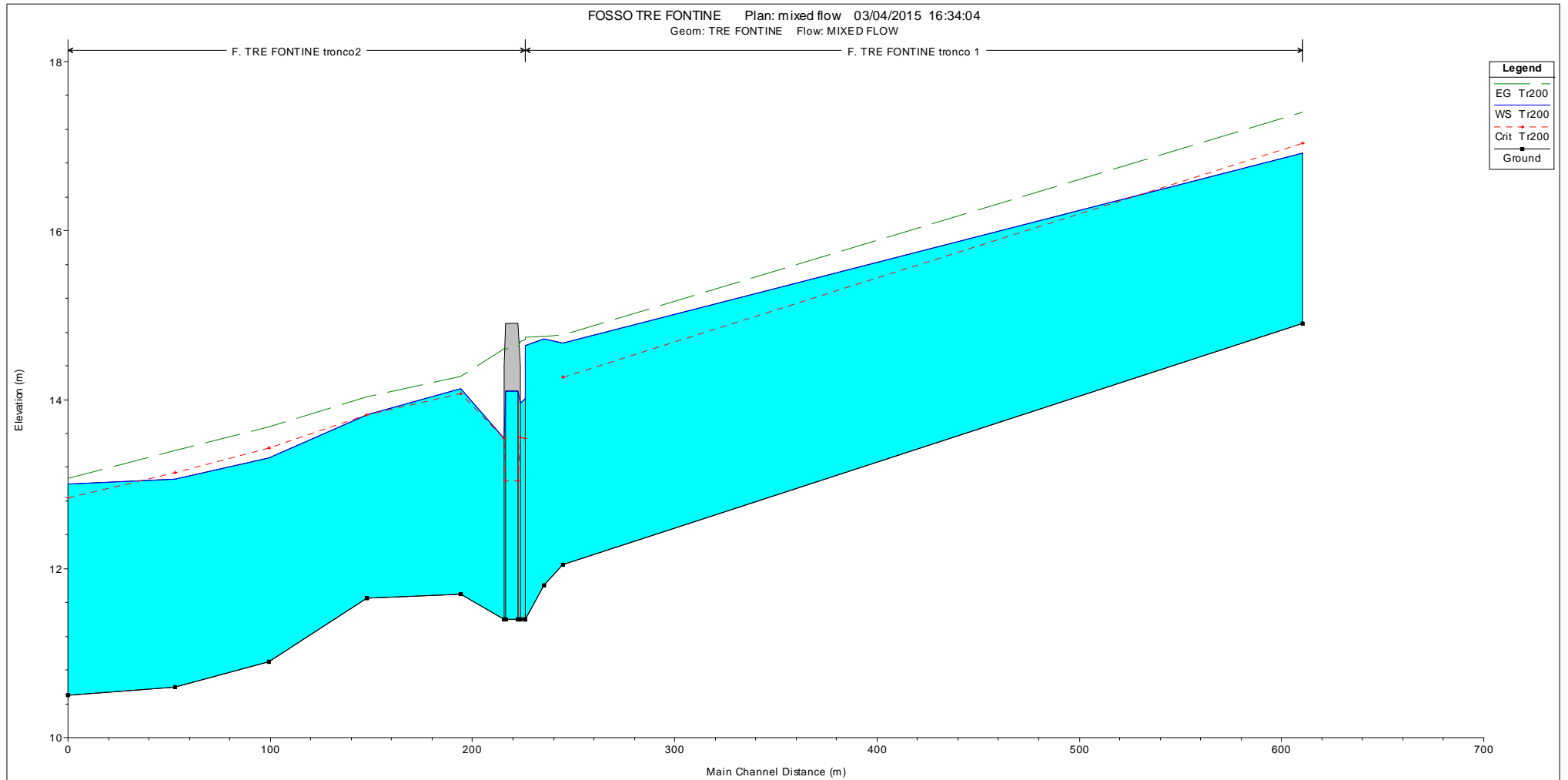
TABELLA PROFILO PF1 Tr = 200 anni

River	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
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)
F. TRE FONTINE	tronco 1	6	Tr200	34.10	14.90	16.92	17.04	17.40	0.009003	3.50	15.45	24.82
F. TRE FONTINE	tronco 1	5.1	Tr200	34.10	12.05	14.67	14.26	14.77	0.001695	1.70	35.92	46.78
F. TRE FONTINE	tronco 1	5	Tr200	39.50	11.80	14.72		14.75	0.000627	1.14	71.55	89.81
F. TRE FONTINE	tronco 1	4	Tr200	39.50	11.40	14.65		14.74	0.000763	1.39	36.20	43.59
F. TRE FONTINE	tronco2	3	Tr200	79.90	11.40	14.01	13.54	14.71	0.007278	3.71	22.04	12.14
F. TRE FONTINE	tronco2	2.9	Tr200	79.90	11.40	13.96	13.55	14.69	0.007840	3.80	21.40	11.48
F. TRE FONTINE	tronco2	2.85		Culvert								
F. TRE FONTINE	tronco2	2.8	Tr200	79.90	11.40	13.54	13.54	14.60	0.013923	4.56	17.52	8.38
F. TRE FONTINE	tronco2	2	Tr200	79.90	11.70	14.13	14.07	14.28	0.004015	2.22	56.70	124.77
F. TRE FONTINE	tronco2	1.4	Tr200	79.90	11.65	13.82	13.82	14.04	0.006491	2.72	45.32	98.60
F. TRE FONTINE	tronco2	1.3	Tr200	79.90	10.90	13.31	13.42	13.68	0.007524	3.20	37.20	79.06
F. TRE FONTINE	tronco2	1.2	Tr200	79.90	10.60	13.06	13.13	13.40	0.005042	2.91	40.80	90.40
F. TRE FONTINE	tronco2	1	Tr200	79.90	10.50	13.00	12.84	13.07	0.002201	1.70	81.53	181.29
BOTRO AMARA	affluente	7	Tr200	40.40	12.00	15.24	14.56	15.51	0.003432	2.46	21.26	22.73
BOTRO AMARA	affluente	6	Tr200	40.40	11.80	14.26	14.26	15.39	0.017828	4.85	9.20	4.46
BOTRO AMARA	affluente	5	Tr200	40.40	11.40	14.64	12.77	14.74	0.000800	1.43	35.96	40.67

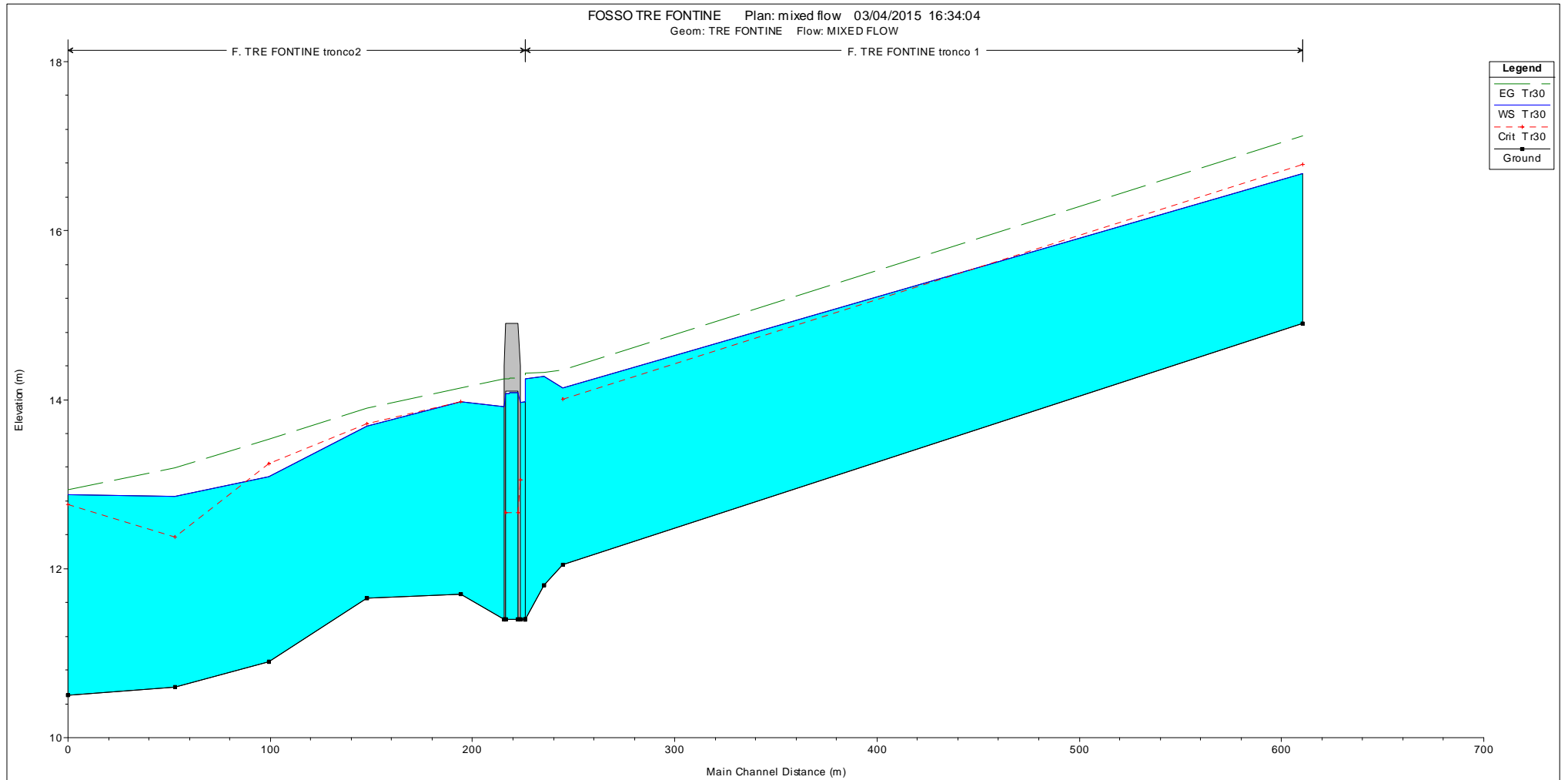
TABELLA PROFILO PF2 Tr = 30 anni

River	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
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)
F. TRE FONTINE	tronco 1	6	Tr30	22.70	14.90	16.68	16.78	17.12	0.009006	3.15	10.00	19.14
F. TRE FONTINE	tronco 1	5.1	Tr30	22.70	12.05	14.14	14.00	14.36	0.004371	2.22	14.89	28.96
F. TRE FONTINE	tronco 1	5	Tr30	26.30	11.80	14.27		14.32	0.001065	1.27	38.18	59.65
F. TRE FONTINE	tronco 1	4	Tr30	26.30	11.40	14.25		14.31	0.000575	1.11	25.30	16.32
F. TRE FONTINE	tronco2	3	Tr30	53.20	11.40	13.98		14.30	0.003368	2.50	21.66	11.76
F. TRE FONTINE	tronco2	2.9	Tr30	53.20	11.40	13.97	13.05	14.29	0.003422	2.52	21.53	11.62
F. TRE FONTINE	tronco2	2.85		Culvert								
F. TRE FONTINE	tronco2	2.8	Tr30	53.20	11.40	13.91		14.25	0.003677	2.57	20.92	10.98
F. TRE FONTINE	tronco2	2	Tr30	53.20	11.70	13.98	13.98	14.14	0.004753	2.23	38.66	113.03
F. TRE FONTINE	tronco2	1.4	Tr30	53.20	11.65	13.69	13.71	13.89	0.006395	2.54	33.26	89.26
F. TRE FONTINE	tronco2	1.3	Tr30	53.20	10.90	13.09	13.24	13.53	0.007864	3.17	22.68	57.07
F. TRE FONTINE	tronco2	1.2	Tr30	53.20	10.60	12.85	12.37	13.19	0.004750	2.66	25.03	67.52
F. TRE FONTINE	tronco2	1	Tr30	53.20	10.50	12.87	12.76	12.94	0.002200	1.63	59.64	162.71
BOTRO AMARA	affluente	7	Tr30	26.90	12.00	14.11	14.11	14.78	0.014192	3.62	7.42	5.63
BOTRO AMARA	affluente	6	Tr30	26.90	11.80	13.74	13.74	14.59	0.016878	4.20	6.97	4.26
BOTRO AMARA	affluente	5	Tr30	26.90	11.40	14.25	12.45	14.31	0.000604	1.13	25.25	16.20

INTEGRAZIONE STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO FOSSO TRE FONTINE
COMMITTENTI: BOZZOLINI IVANO PIERACCI DONATELLA



INTEGRAZIONE STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO FOSSO TRE FONTINE
COMMITTENTI: BOZZOLINI IVANO PIERACCI DONATELLA



5. CONCLUSIONI

Nella presente integrazione è stato implementato il modello elaborato nel precedente studio idrologico-idraulico già depositato agli atti osservando le indicazioni espresse nell'istruttoria compiuta dal Genio Civile.

Nel dettaglio si è proceduto come segue:

- Ricalcolo delle altezze di pioggia degli eventi trentennale e duecentennale tramite rideterminazione dei parametri "a" e "n" dell'equazione che esprime la LSPP. Detti parametri sono stati determinati come media dei valori ricavabili all'interno del bacino imbrifero dal file raster in formato ASCII-GRID con griglia di 1km prodotto dall'analisi di frequenza regionale effettuata nell'ambito dell'accordo tra Università di Firenze e Regione Toscana. I file in formato digitale sono stati scaricati ed importati in Qgis 2.6 dal sito Difesa del Suolo della Regione Toscana.
- Ridefinizione del tempo di corrivazione delle piogge critiche presso la sezione di chiusura mediante la relazione di Pezzoli (1970), più consona a bacini di piccole dimensioni (<10 km²) rispetto alla relazione di Giandotti utilizzata nello studio precedente.
- Rideterminazione della portata di massima piena relativa agli eventi con tempi di ricorrenza statistica trentennale e duecentennale. Le portate di massima piena al colmo, tenuto conto che le altezze di pioggia sono risultate maggiori, pur essendosi ridotto il tempo di corrivazione, sono risultate più elevate.
- Implementazione del modello idraulico tramite il rilievo e l'inserimento di n. 3 sezioni topografiche nel tronco n. 2 a valle della s.p. Valdinievole e n. 1 sezione nel tronco n.1 a monte del tombino di attraversamento stradale. Le sezioni n. 1 e n. 2, unitamente alle nuove trasversali rilevate, sono state inoltre prolungate sino ai primi contrafforti della collina in sinistra idrografica del fosso, dove l'altimetria del terreno rivela quote più basse che in destra, al fine di permettere la chiusura delle aree esondabili.
- La modellazione degli eventi di piena con il software HEC-RAS è stata inoltre affinata attribuendo alle fasce esterne all'alveo un coefficiente di scabrezza di Manning più preciso in funzione dell'uso del suolo nel bacino imbrifero. Considerato che sussistono differenze di pendenza, non nette ma tuttavia apprezzabili, tra il tronco di monte e quello a valle della s.p. Valdinievole si è optato infine per un regime di flusso misto (mixed flow) adeguando le relative condizioni al contorno per l'analisi operata dal software.

Le considerazioni conclusive che emergono dallo studio idrologico-idraulico sono di seguito esposte:

- 1) La massima piena corrispondente agli eventi di pioggia trentennale e duecentennale NON è contenuta nell'alveo del rio Tre Fontine. Nelle sezioni di output prodotte dal modulo HEC-RAS si nota, infatti, che il tirante idrico sormonta i cigli di sponda sia a monte che a valle della s.p. Valdinievole.
- 2) A monte della via Valdinievole la tracimazione del Fosso Tre Fontine provoca l'allagamento di una porzione di fondovalle occupata dal bosco relativamente limitata, "sbarrata" dal rilevato della strada e dal tombino. Il livello di massima piena, rispettivamente stimato a +14,64 m s.l.m. per $Tr=200$ e +14,25 m s.l.m. per $Tr=30$ anni è 70-80 cm più basso del livello stradale nel caso della piena duecentennale e circa 1,10-1,20 metri nel caso della piena trentennale. La simulazione che contemplasse la possibilità di sormonto della strada e stramazzo ha dato esito negativo in regime di flusso misto.
- 3) Nel tronco a valle del tombino creato dalla s.p. Valdinievole, adiacente all'area del Piano di Recupero, tanto la piena trentennale quanto quella duecentennale causano tracimazioni in alcuni punti dai cigli di sponda del rio. Le ulteriori tre sezioni rilevate 1.2, 1.3 e 1.4, che hanno implementato il modello, evidenziano che *le sponde naturali del fosso Tre Fontine denotano delle lievi ondulazioni in senso longitudinale e soprattutto che l'area agricola sulla sinistra idrografica è quasi ovunque leggermente depressa rispetto alla proprietà Bozzolini.*
- 4) Nel contesto plani-altimetrico descritto il modello idraulico elaborato perviene alla conclusione che le piene del Fosso Tre Fontine possono tracimare e causare allagamenti parziali del fondovalle. *La maggiore laminazione avviene in sponda sinistra dove esiste un'area agricola molto estesa depressa anche 70-80 cm rispetto ai cigli di sponda del fosso. Sulla destra idrografica l'allagamento causato dalla piena trentennale è quasi inesistente, dal momento che è confinato a piccoli avvallamenti del terreno adiacenti l'alveo del rio.* La piena trentennale non coinvolge il sito destinato alla costruzione dei nuovi fabbricati, che è un po' più distante dal fosso.
- 5) Anche *la piena con tempo di ritorno $Tr = 200$ anni si lamina in massima parte nella zona depressa sulla sinistra idrografica e determina limitati allagamenti degli avvallamenti situati sulla destra.* In questo caso *l'acqua arriva a lambire il sito dove è previsto il nuovo fabbricato* ma non coinvolge la strada bianca ed il fabbricato principale posto a monte di essa. Le altezze stimate del battente duecentennale raggiungono alcuni decimetri in corrispondenza delle sponde e si laminano a zero allontanandosi dall'alveo verso le zone altimetricamente più elevate.

- 6) *Nel sito dove è prevista la costruzione del nuovo fabbricato il livello idrometrico stimato per la piena duecentennale si aggira sui +13,30 m s.l.m.* Considerando che il terreno attuale varia in quota tra +13,40 e +13,60 m si conclude ***che il battente della piena duecentennale è nullo o comunque molto vicino allo zero.***

Alla luce dello studio idrologico-idraulico condotto per la messa in sicurezza del fabbricato sarebbe sufficiente un modesto rialzamento del piano terra di 20-30 cm. Considerato, tuttavia, che possono sussistere anche situazioni imponderabili nelle evoluzioni delle piene di un corso d'acqua, sarà mantenuta la condizione di rialzare il livello di calpestio del fabbricato a quota +14,40 m s.l.m., corrispondente ad una elevazione +1,0m dal livello di massima piena duecentennale attesa e ad un rialzamento compreso tra 80 cm e 100 cm rispetto al p.c. locale. Questa misura porterà il piano terra a quota +0,20/+0,25 metri dal livello della strada bianca nel tratto antistante il futuro edificio.

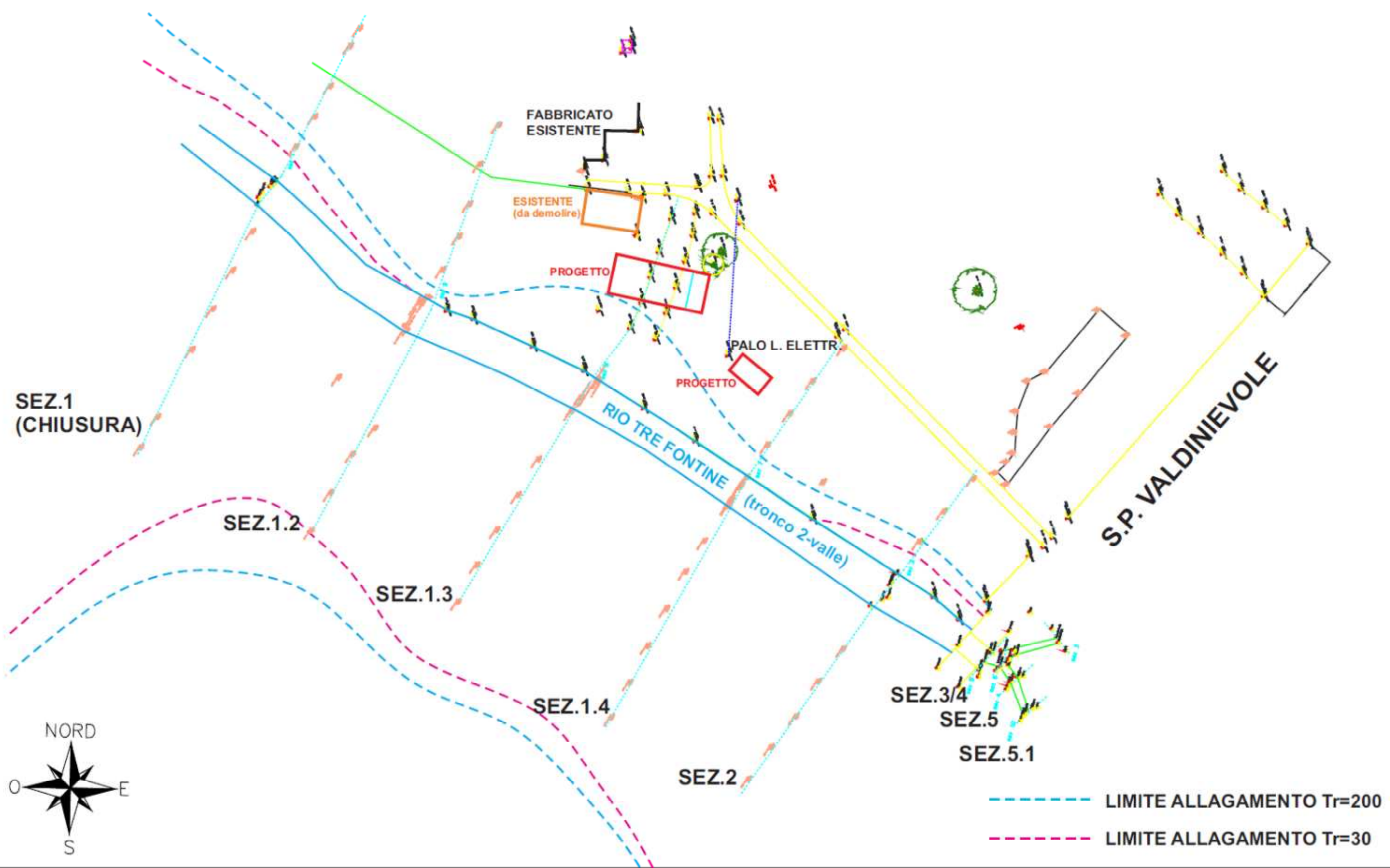
Il dislivello tra il marciapiede esterno al fabbricato in progetto ed il p.c. attuale potrà essere agevolmente colmato con terra di riporto compattata raccordata a dolce pendenza con il suolo senza indurre rischi di stabilità od ostacoli per le aree adiacenti.

Cascina, 3/4/2015

I Tecnici

APPENDICI

PLANIMETRIA SCALA 1:1.000



VISTA TRIDIMENSIONALE

FOSSO TRE FONTINE Plan: mixed flow 03/04/2015 16:34:04
Geom: TRE FONTINE Flow: MIXED FLOW

Legend	
	WS Tr200
	WS Tr30
	Ground
	Bank Sta
	Ineff

