



OPERE: Attuazione degli interventi a seguito delle eccezionali precipitazioni nevose del febbraio 2012, finanziati con L. n. 228 del 24/12/2012, art. 1 comma 290 (legge di stabilità 2013).

PROGETTO: 12323 - Comune di Maiolo (RN) - Sistemazione ponte/guado torrente Rio Maggio, in località Cavallara, per il ripristino della viabilità in sicurezza.

IMPORTO : € 285.666,42

PROGETTO ESECUTIVO



PROGETTISTI - SERVIZIO AREA ROMAGNA:

Ing. SANZIO SAMMARINI _____

Ing. UMBERTO UGUCCIONI _____

Ing. DAVIDE SORMANI _____

Dott. Geol. CORRADO CLAUDIO LUCENTE _____

Geom. GESSICA CAMPANILE _____

COLLABORATORE ALLA PROGETTAZIONE:

Geom. MAURO CORBELLI _____

RESPONSABILE DEL SERVIZIO:

Ing. MAURO VANNONI _____

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO - COMUNE DI MAIOLO: Geom. SAURO FATTORI _____

PROTOCOLLO	RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA E QUADRO ECONOMICO E RELAZIONE IDRAULICA	ELABORATO 1

INDICE

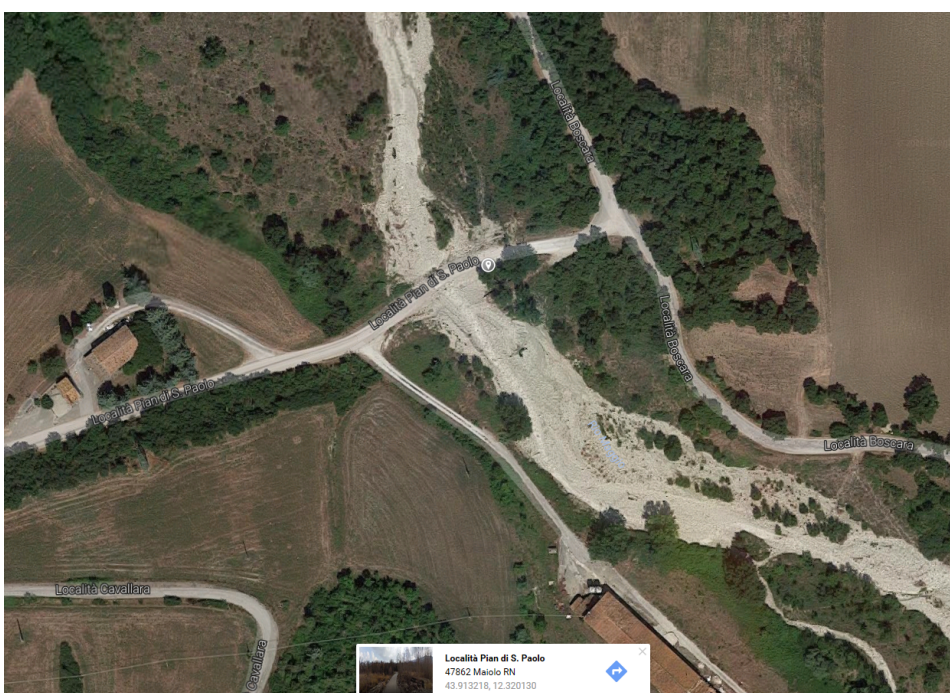
1. INTRODUZIONE E UBICAZIONE DELL'INTERVENTO
2. INTERVENTI IN PROGETTO
3. QUADRO ECONOMICO
4. RELAZIONE IDRAULICA

1. INTRODUZIONE E UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un'opera di attraversamento del Rio Maggio su strada comunale in località Piegia a confine fra i Comuni di S-Leo e Talamello, commissionata dal Comune di Maiolo.

Attualmente è presente un guado su tubi ed una strada carraia bianca, in sostituzione del vecchio ponte (ora gravemente danneggiato ma ancora parzialmente visibile), che rappresenta una situazione di pericolo e disagio per il traffico nei periodi in cui il torrente ha gli apporti idraulici maggiori.

Di seguito alcune immagini di inquadramento della zona.



Attualmente è presente un guado su tubi ed una carraia bianca come collegamento alle proprietà e capannoni posti in destra idraulica del fiume Marecchia, come mostrano le seguenti immagini.



VISTA GUADO DA MONTE



VISTA GUADO DA VALLE

2. INTERVENTI IN PROGETTO

Le condizioni precarie di tale guado esistente e la sua influenza sulla morfologia e sul profilo di fondo del rio Maggio (con accumuli di materiale, depositi di materiale flottante ed erosioni indesiderate) hanno reso necessario la realizzazione di un nuovo attraversamento, costituito da un ponte di II cat. officioso alle piene "duecentennali", che permetta inoltre di far transitare il materiale ghiaioso a valle.

Preliminarmente allo sviluppo della progettazione e quindi degli opportuni calcoli idraulici, si è eseguito un rilievo plano-altimetrico dell'area in oggetto, che si inserisce come aggiornamento all'interno del rilievo generale del rio Maggio eseguito dall'AdB Marecchia; inoltre sono stati eseguiti sopralluoghi al fine di inquadrare, morfologicamente e dal punto di vista delle scabrezze in alveo, il tratto di rio in oggetto.

Il progetto idraulico (a cui si rimanda nel seguito per maggiori dettagli) ha visto l'esecuzione di simulazioni della situazione esistente, che ha mostrato una palese evidenza della inofficiosità del guado/ponte esistente, e simulazioni della situazione di progetto formulate per varie ipotesi di larghezza e altezza dell'impalcato del nuovo ponte. Le calcolazioni hanno portato all'ottimizzazione del dimensionamento delle opere, tenendo conto anche di valutazioni costi benefici sugli aspetti strutturali e di fattibilità delle opere da realizzare, che si riporta schematicamente di seguito:

- luce del ponte netta: 23 mt.;
- lunghezza travate: 25 mt.;
- quota di fondo di progetto: 259,00 m.s.l.m.;
- quota intradosso impalcato minimo: 262,50 m.s.l.m.

Si fa notare che, pur essendo il rio Maggio un corso d'acqua minore vista la dinamica dello stesso, è stato ritenuto opportuno portare in quota la strada al fine di garantire il sufficiente franco idraulico, nel pieno rispetto del par.5.1.2.4 delle NTC2008 e C5.1.2.4 della Circ. n.617/09.

E' prevista inoltre una riprofilatura del fondo alveo, con abbassamento massimo in prossimità della sezione del guado esistente di circa 1,00 mt. ed azzeramento a monte di circa 45 mt. ed a valle di circa 15 mt. Il materiale asportato per ridare l'officiosità idraulica richiesta, sarà movimentato a lato con dolci morfologie e sempre all'interno dell'ambito demaniale, oppure utilizzato in parte per i rilevati delle rampe di accesso e come riempimento delle spalle in c.a..

Completeranno il progetto, viste le velocità della corrente in gioco ed i possibili urti di materiale al fondo (ciottoli) e flottante (tronchi), alcune difese in massi ciclopici di adeguata pezzatura a protezione delle spalle sia a monte che a valle, al fine anche di raccordare la sezione rettangolare sotto al ponte con quella più allargata e stesa a monte e valle dello stesso. Altre opere minori di ingegneria naturalistica saranno da eseguirsi per stabilizzare alcune scarpate fluviali limitrofe, tramite opere in pietrame o pietrame e palificate in legno.

Le rampe di accesso e collegamento alle strade esistenti saranno dimensionate in funzione dello spessore della travata e del pacchetto sovrastante individuati, contenendo le pendenze stradali negli standard da normativa.

3. QUADRO ECONOMICO

Lavori in appalto

A1) Lavori a base d'asta	€	250.384,50
A2) Per la sicurezza	€	<u>4.113,02</u>
Totale lavori in appalto	€	254.497,52

Somme a disposizione dell'Amministrazione

B1) Premio per la polizza assicurativa progettisti interni, ex art. 90 DLGS 163/06 (premio minimo)	€	201,71
B2) Premio per la polizza assicurativa verificatore, ex art. 112 DLGS 163/06 e art. 49.4 DPR 207/10 (premio minimo)	€	201,71
B3) Contributo ANAC	€	225,00
B4) Fondo incentivante (2,00 %)	€	5.089,95
B5) Arrotondamenti	€	0,78
B6) Per I.V.A. al 10% sui lavori	€	<u>25.449,75</u>
Totale somme a disposizione	€	31.168,90
Importo complessivo	€	285.666,42

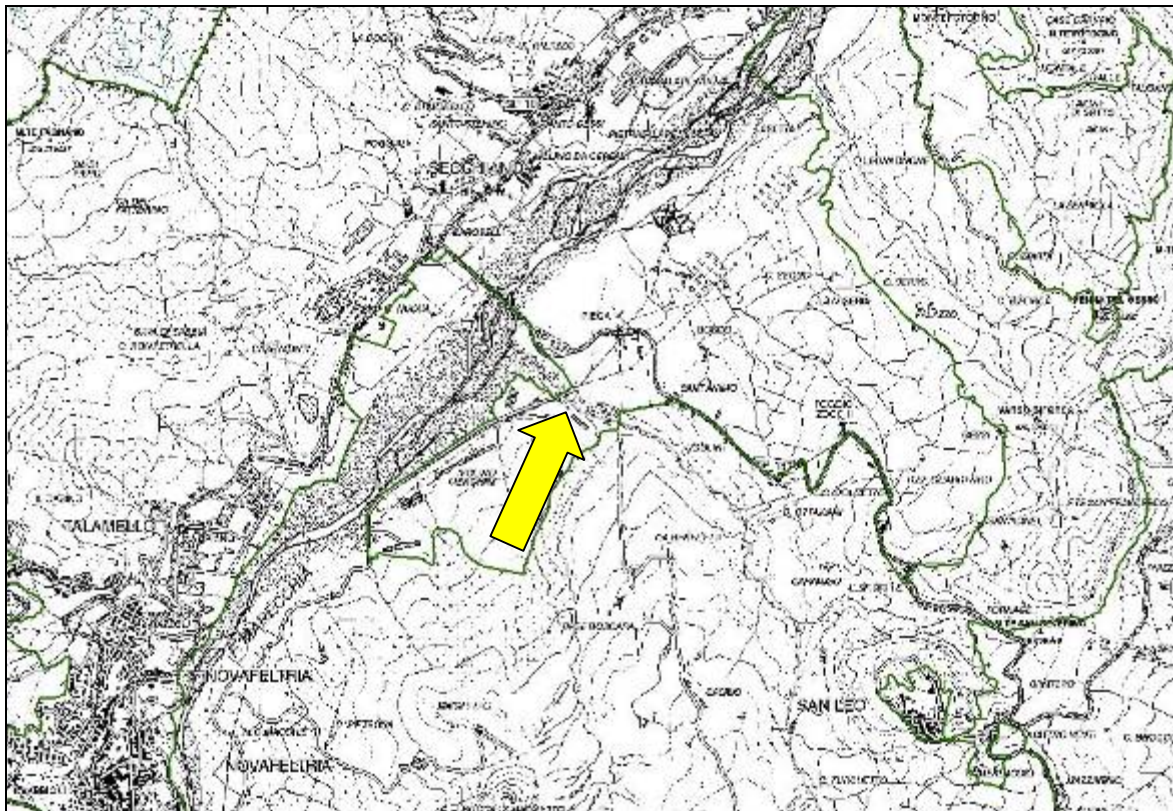
RELAZIONE IDRAULICA

1. Premessa

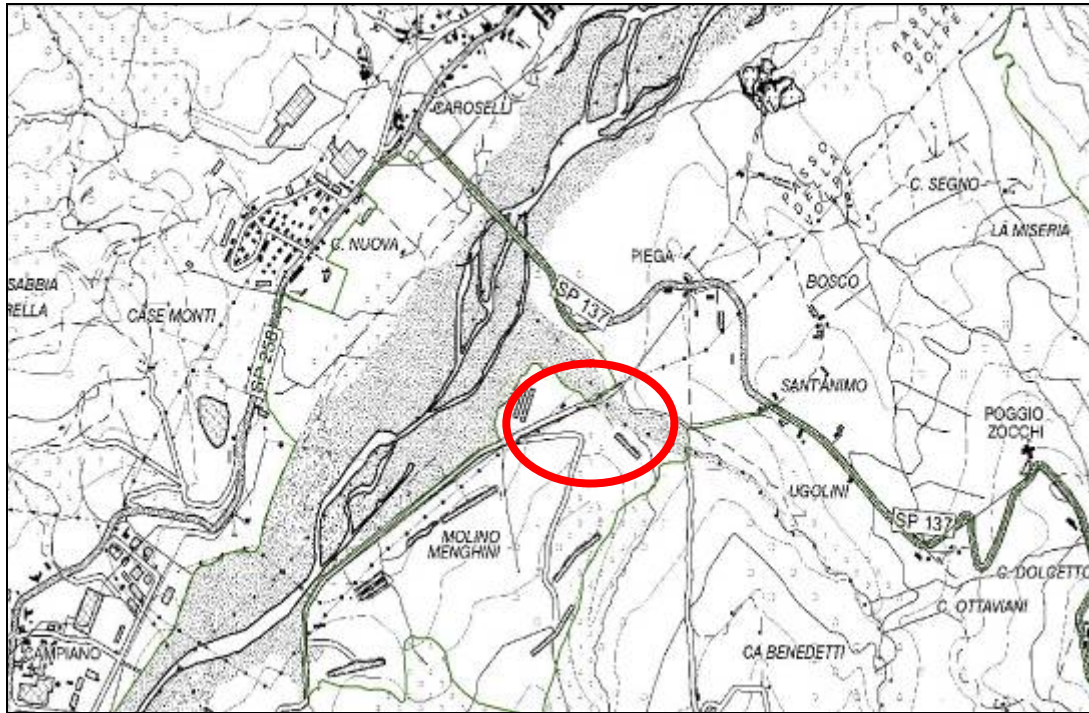
La presente relazione è propedeutica alla redazione del progetto di un'opera di attraversamento del rio Maggio in località Piega a confine fra i Comuni di S-Leo e Talamello. Si veda l'ubicazione nelle seguenti immagini.

Attualmente è presente un guado su tubi ed una carraia bianca come collegamento alle proprietà e capannoni posti in destra idraulica del fiume Marecchia. Le condizioni precarie di tale guado esistente e la sua influenza sulla morfologia e sul profilo di fondo del rio Maggio (con accumuli di materiale, depositi di materiale flottante ed erosioni indesiderate) hanno reso necessaria tale progettazione, che sarà quella di realizzare un ponte officioso alle piene "duecentennali" con anche possibilità di far transitare il materiale ghiaioso a valle.

Si predispongono nel seguito le valutazioni idrologiche ed idrauliche del caso.



PLANIMETRIA CTR 1: 25000 CON LOCALIZZAZIONE AREA INTERVENTO



PLANIMETRIA CTR 1: 10000 CON LOCALIZZAZIONE AREA INTERVENTO



VISTA GUADO DA MONTE



VISTA GUADO DA VALLE



FASCIA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

2. Valutazioni idrologiche

Un aspetto molto importante che deve essere considerato è la determinazione delle portate di progetto ai vari tempi di ritorno (di cui $T=30$ e $T=200$ sono i valori caratteristici per le progettazioni). Al momento attuale, è stata definita con buona precisione e con risultati soddisfacenti la modalità di calcolo delle portate regionalizzate. Il metodo dell'AdB Marecchia-Conca è valido per i bacini di dimensioni superiori ai 10 kmq, e quindi è affidabile per tutte le sezioni dei corsi d'acqua principali di interesse pratico. Per i bacini minori, si può pensare di determinare la portata di progetto a partire dalle precipitazioni, di cui si è effettuata la regionalizzazione come descritto nel medesimo allegato, utilizzando un metodo

“razionale”. Questo, come ben noto, esprime la portata di progetto come prodotto dell’intensità critica della pioggia, I , per un coefficiente di deflusso, c , e per l’area drenata, A :

$$Q = c I A$$

In questa formula, il coefficiente di deflusso è un parametro molto “pesante” e di difficile determinazione. Si possono ritenere valori di progetto che vanno da 0.3 a 0.8 anche in base a tabella da bibliografia comparate al bacino imbrifero in esame o tramite valutazioni *Curve Number*, con gli opportuni margini di variazione. L’intensità critica, in accordo con il modello cinematico e nell’ipotesi di linearità della curva aree drenate-tempi di corrivazione del bacino, è quella media corrispondente alla durata pari al tempo di corrivazione dell’intero bacino. Quest’ultimo può essere determinato dividendo la lunghezza del percorso di corrivazione più lungo del bacino per una velocità compresa fra 1 e 1.5 m/s. Il percorso idraulicamente più lungo può essere determinato a partire da un modello digitale del terreno con un’operazione di “flow length” su mappa raster, ed è disponibile su tutto il territorio in automatico. Ovviamente, nei casi di maggiore impegno, potranno essere svolte analisi più accurate riproducendo non più il solo picco di portata, ma l’intero idrogramma, p.es. con il metodo cinematico, ed utilizzando ietogrammi più complessi e cautelativi, come ad es. il “Chicago”. Si rinvia alla letteratura specifica per ogni dettaglio al riguardo. Le indagini previste per la determinazione dei coefficienti di deflusso (prove di infiltrazione e determinazione del tipo idrologico di suolo secondo le specifiche dell’USDA-SCS) potranno consentire di effettuare il calcolo con maggiore supporto fisico. Resta comunque il fatto che la procedura per il calcolo della portata di progetto ha carattere convenzionale. Tuttavia, la definizione di una procedura univoca dovrebbe consentire di pervenire alla definizione di valori di progetto coerenti con le finalità generali del piano di bacino (cioè sufficientemente cautelativi e non deformabili soggettivamente) e omogenei su tutto il territorio, in base ai quali le autorità competenti potranno valutare i progetti ed assentire o meno alla loro realizzazione.

Sono in corso di completamento e collaudo alcuni programmi di calcolo, messi a punto dall’Autorità di Bacino e dall’Agenzia scrivente, con i quali automatizzare l’interrogazione sulle portate di piena di assegnato tempo di ritorno, da calcolarsi in modo interattivo con i metodi di regionalizzazione e cinematico, in modo da poter fornire ai progettisti il valore delle portate di progetto in linea con quanto considerato nella pianificazione di bacino alla luce delle analisi idrologiche recenti.

In generale, si intende realizzare strumenti che servano alla gestione in continuo dei bacini idrografici, come supporto alle decisioni non solo del piano, ma anche dei singoli progetti che dovranno essere armonici rispetto alle finalità del piano stesso. Il modello operativo che si persegue è quello di un affinamento costante delle conoscenze sui sistemi idrologici del territorio, in modo da mantenere il piano nelle sue caratteristiche di fluidità e di aderenza alle reali esigenze del territorio, ai sensi della L. 183/89.

Si veda nell'immagine seguente l'estensione del bacino imbrifero del rio Maggio alla sezione di interesse (pari a **10,98 Km²**) e la lunghezza dell'asta dalla sorgente alla sezione stessa (**7,65 Km**). Si veda nella tabella di calcolo seguente i valori di portata calcolati tramite metodo cinematico che portano a valori di portata trentennale di **78 mc/sec** e duecentennale di **107 mc/sec**.

CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO (Q_{200_s}, Q_{30_s}) Rio Maggio

Si adotta il metodo razionale introdotto da Turazza:

$$Q = k \cdot C \cdot i_p \cdot A$$

ove:
k = fattore di correzione delle unità di misura = 0,278
C = coefficiente di afflusso
i_p = intensità della pioggia di progetto (mm/h)
A = Superficie del bacino (km²)

Stima del coefficiente di afflusso (C)

Dall'analisi della tavola di G. Benini ("Sistemazioni idraulico forestal" - 1990)

Vegetazione e pendenza		Tipo di suolo		
		Terreno leggero	Terreno di medio impasto	Terreno compatto
Boschi	< 10 %	0,13	0,18	0,25
	> 10 %	0,16	0,21	0,36
Pascoli	< 10 %	0,16	0,16	0,22
	> 10 %	0,22	0,42	0,62
Colture agrarie	< 10 %	0,40	0,60	0,70
	> 10 %	0,52	0,72	0,82

Si assume C= **0.50**

Calcolo del tempo di corrivazione

Per i bacini di montagna si adotta la formula di Pezzoli (1970):

$$t_c = 0,055 \frac{L}{i^{0,5}}$$

ove:
t_c = tempo di corrivazione (ore)
L = lunghezza dell'asta principale estesa fino allo spartiacque (Km)
i = pendenza media dell'asta principale

Per i canali di pianura si adotta la formula di Ongaro (A₃₀ < 1,0 Km²)

$$t_c = 0,18 \sqrt[3]{A_{30} L}$$

t_c = tempo di corrivazione (ore)
L = lunghezza dell'asta principale estesa allo spartiacque (Km)
A₃₀ = estensione bacino idrografico (Km²)
i₃₀ = pendenza media dell'intera asta principale (m/m)

Tipologia bacino (n/p):

A₃₀ = **10.976 km²**
L = **7.650 Km**
i₃₀ = **0.2000**
t_c = **0.94 ore**

Stima dell'intensità di precipitazione critica (i_c)

Si considerano le leggi di possibilità climatica costruite a partire dall'analisi statistica regionale del PAI - stralcio dell'Autorità dei bacini regionali romagnoli (2001)
Le leggi sono espresse nella consueta forma:

$$h(TR) = a(TR) \cdot d^{n(TR)}$$

$$i(TR) = h(TR) / d$$

ove:

h = altezza di precipitazione (mm)

i = intensità di precipitazione (mm/h)

d = durata della precipitazione (ore)

$a - n$ = parametri desunti dall'interpolazione dei valori sperimentali

TR = tempo di ritorno

Per fissati valori del tempo di ritorno si è ottenuto:

		A	N	
T=30 <u>anni</u>	$h = 49 d^{0.32}$	49	0.32	<u>Autorità di bacino</u>
T=200 <u>anni</u>	$h = 67 d^{0.31}$	67	0.32	<u>Autorità di bacino</u>

Si assume che la precipitazione critica sia quella con durata pari al tempo di corruzione.
Ponendo $d = t_c$ nelle leggi precedenti, si ottengono i seguenti valori dell'altezza critica h_c
e della intensità critica i_c :

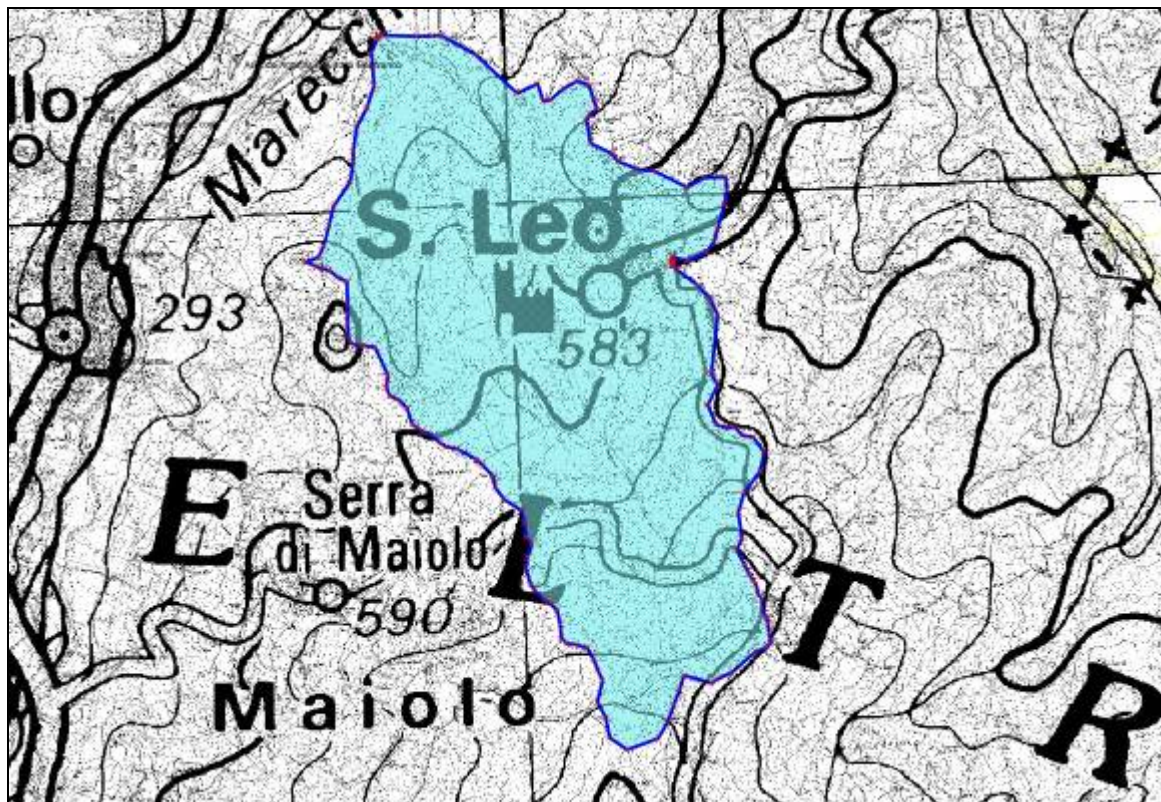
TR=30 <u>anni</u>	<u>h_c</u> =	48.05 mm	<u>i_c</u> =	51.08 mm/h
TR=200 <u>anni</u>	<u>h_c</u> =	65.70 mm	<u>i_c</u> =	69.84 mm/h

Calcolo della portata di progetto alla sezione terminale dello scolo

$$Q = k \cdot C \cdot i_c \cdot A_{tot}$$

$Q_{30, TOT} =$	77.92 m ³ /sec	$q_{30} =$	7.0994 m ³ /sec/Km ²
$Q_{200, TOT} =$	106.55 m ³ /sec	$q_{200} =$	9.7074 m ³ /sec/Km ²

Zanichelli Vol. 1 pag. 338 o Supino pag. 184	0.06 ore	VENTURA	$t_c = \frac{0.127 \sqrt{A}}{\sqrt{I}}$	t _c ore A Km ² L Km	area bacino lunghezza asta principale
Studio Martinello, Zanichelli e Supino	0.07 ore	Pasini	$t_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{AL}}{\sqrt{I} \cdot 100} = \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{AL}}{\sqrt{I}}$	t _c ore A Km ² L Km	area bacino lunghezza asta principale
Studio Brath per Canale Leonardo pag. 24	0.05 ore	Pasini ricalibrato su rete CBSR	$t_c = 0.8 \cdot \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{AL}}{\sqrt{I}}$	t _c ore A Km ² L Km	area bacino lunghezza asta principale
Benini	0.06 ore	PEZZOLI	$t_c = 0.055 \frac{L}{I^{0.5}}$	t _c ore A Km ² L Km	area bacino lunghezza asta principale
Supino pag. 184	5.49 ore	TURAZZA	$t_c = 1.085 \sqrt{A}$	t _c giorni A Km ²	area bacino
Zanichelli Vol. 1 pag. 338	1.59 ore	VENTURA-TURAZZA	$t_c = 7.56 \sqrt{A}$	t _c ore A Km ² L Km	area bacino lunghezza asta principale
Libro di Alberto Zanella	1.22 ore	VENTURA-ONGARO	$t_c = 0.18 \sqrt[3]{AL}$	t _c giorni A Km ² L Km	area bacino lunghezza asta principale
Zanichelli Vol. 1 pag. 338	H(m)= 77.5 0.22630452 ore	GIANDOTTI	$t_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1.5L}{0.8 \sqrt{H}}$	t _c ore A Km ² L Km H m	area bacino lunghezza asta principale altitudine media bacino su sezione di chiusura



BACINO IMBRIFERO RIO MAGGIO

3. Valutazioni idrauliche

3.1 Dati e rilievi

Al fine delle opportuni calcoli idraulici si è eseguito un rilievo plano-altimetrico dell'area in oggetto di cui si riporta una immagine planimetrica sotto. Inoltre tale rilievo di aggiornamento si inserisce all'interno del rilievo generale del rio Maggio eseguito dall'AdB Marecchia-Conca (si veda le seguenti immagini e gli elaborati progettuali).



RILIEVO 2016



RILIEVO AdB 2006

Inoltre sono stati eseguiti sopralluoghi al fine di inquadrare, morfologicamente e dal punto di vista delle scabrezze in alveo, il tratto di rio in oggetto. Si veda alcune immagini qui sotto.



VISTA DA MONTE ALVEO IN GHIAIA E CIOTTOLI



VSITA LATERALE ALVEO, GUADO ESISTENTE E PILE VECCHIO PONTE

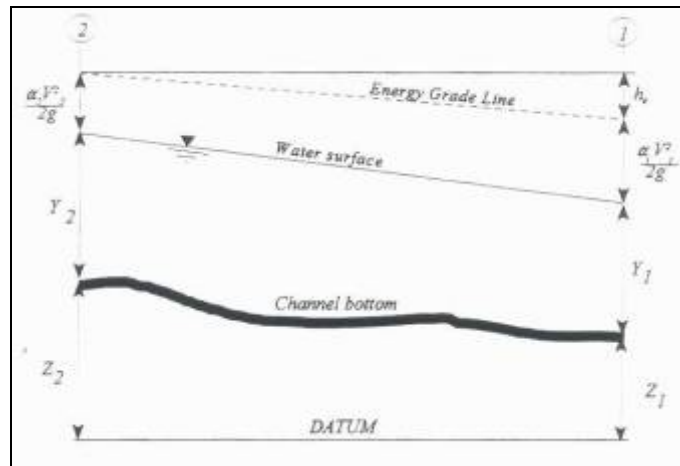
3.2 Breve descrizione del modello idraulico utilizzato

Le simulazioni idrauliche sono state eseguite tramite programma HEC-RAS redatto dal Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers.

Si sono studiati quindi i profili di pelo libero determinabili sulla base dell'integrazione alle differenze finite delle equazioni di De Saint-Venant nel caso di moto permanente. Analiticamente questa operazione è possibile se è possibile integrare l'equazione del moto permanente:

$$\frac{dH}{dx} = -S_f + \frac{q}{gA} \left(U_q - \beta \frac{Q}{A} \right) \quad \Rightarrow \quad \frac{dH}{dx} = -S'_f$$

Nel caso di sezioni irregolari l'equazione non è a variabili separabili, pertanto per la sua integrazione è necessario ricorrere a procedure numeriche.



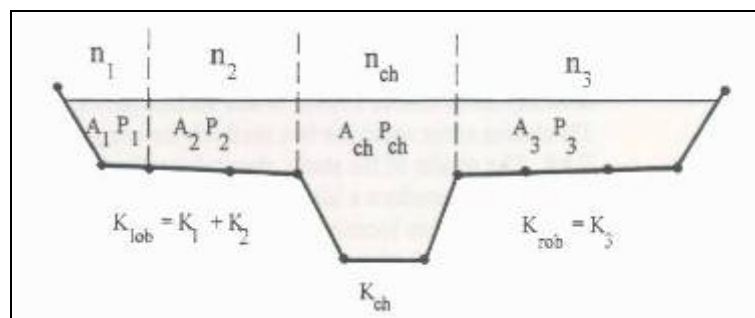
Per i coefficienti di contrazione ed espansione sono stati utilizzati i valori di 0,1 e 0,3 valevoli per graduali transizioni e di 0,3 e 0,5 per le sezioni dei ponti.

Ulteriore punto fondamentale nella comprensione del funzionamento del modello idraulico è la suddivisione della massa liquida defluente in unità elementari per le quali la velocità è distribuita uniformemente.

Individuata la sezione trasversale del corso d'acqua attraverso la griglia dei punti x (distanze progressive dall'ascissa $x = 0$) e y (quote m s.l.m. relative ai punti definiti alle varie progressive), nelle aree golenali le unità elementari di deflusso coincidono con la suddivisione creata dalle progressive all'interno della sezione trasversale.

Nel canale principale di deflusso (o alveo di magra ordinaria) la massa liquida defluente non viene suddivisa tranne nel caso in cui si conferiscano più valori di scabrezza differenti in alveo.

In funzione del numero di differenziazioni del valore della scabrezza saranno individuate corrispondenti unità di deflusso (figura seguente).



I valori dei coefficienti di scabrezza utilizzati sono quelli di Manning; sono stati attribuiti valori tabellati con l'accezione di avere un corso d'acqua la cui scabrezza dipende da più fattori concomitanti: ricoprimento vegetale, la forma dell'alveo, l'andamento planimetrico, il fondo più o meno regolare, l'altezza della lama d'acqua (come evidenziato da studi del "US Agricultural Service" – Chow,

1973) che determina un abbassamento dei coefficienti di scabrezza una volta che la vegetazione risulta completamente sommersa.

Sono stati attribuiti i seguenti valori numerici del coefficiente di Manning:

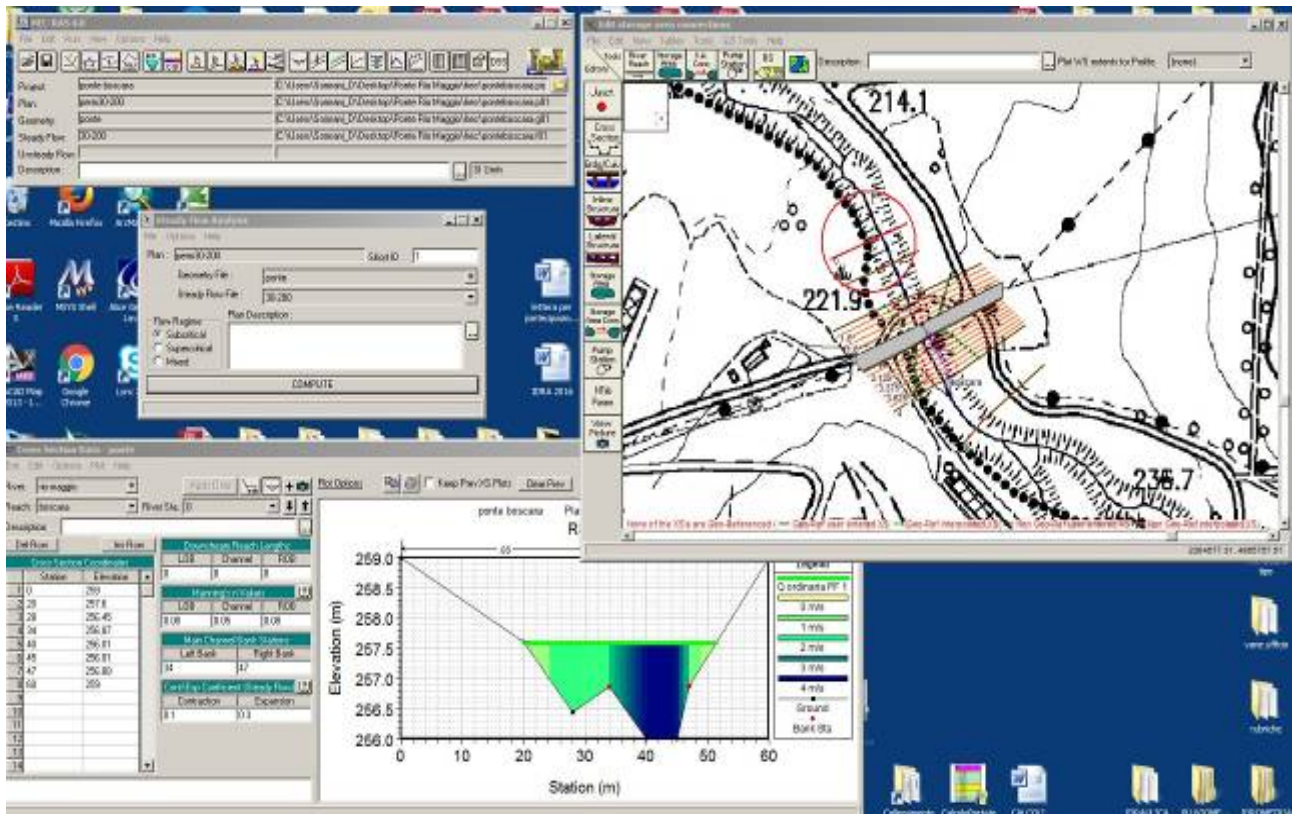
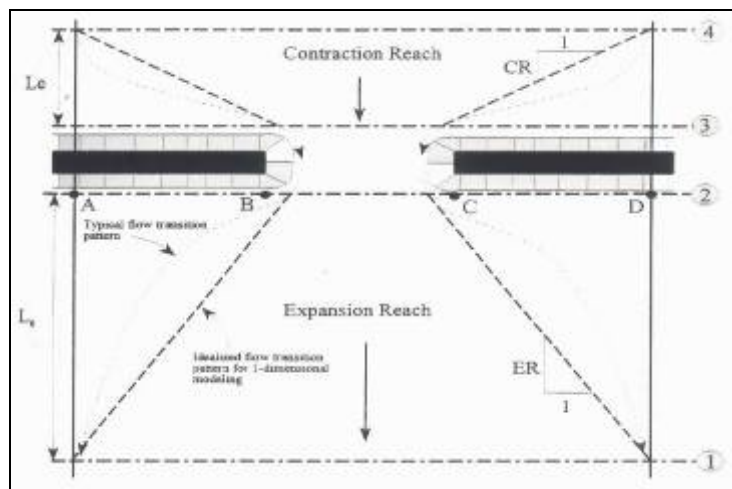
0,060 per le scarpate con ipotesi di fitta vegetazione;

0,035 per l'alveo di magra;

0,050 per le zone golenali;

0,020 per i tratti rivestiti.

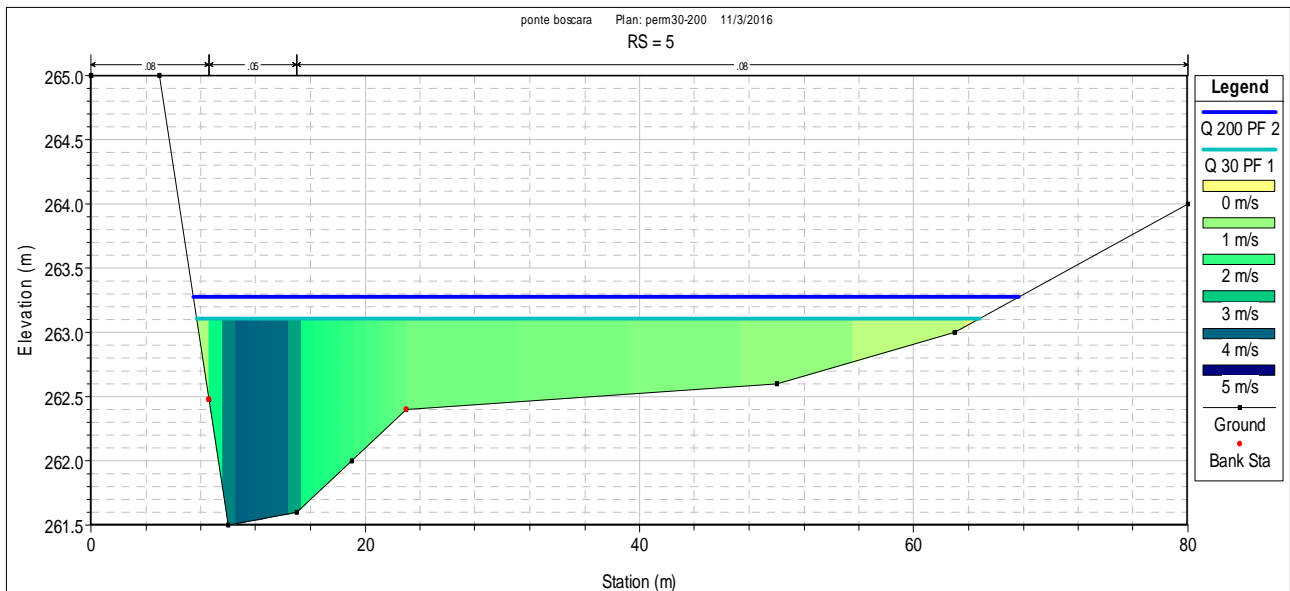
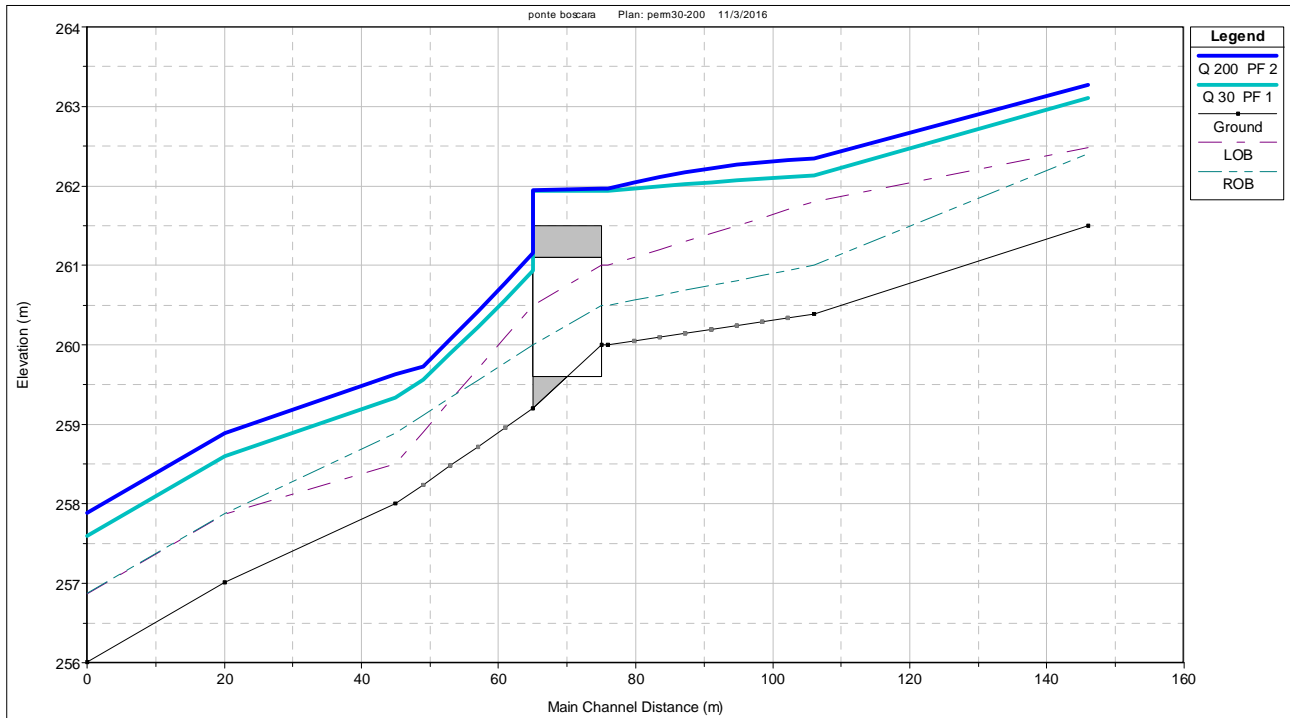
Per valutare l'effetto dei ponti o guadi è necessario raffittire le sezioni in prossimità degli stessi come da figura seguente con l'opzione di attribuire alle sezioni 2 e 3 l'area effettivamente partecipi al deflusso; il modello ottempera la possibilità di inserire le eventuali pile e le spalle del ponte.

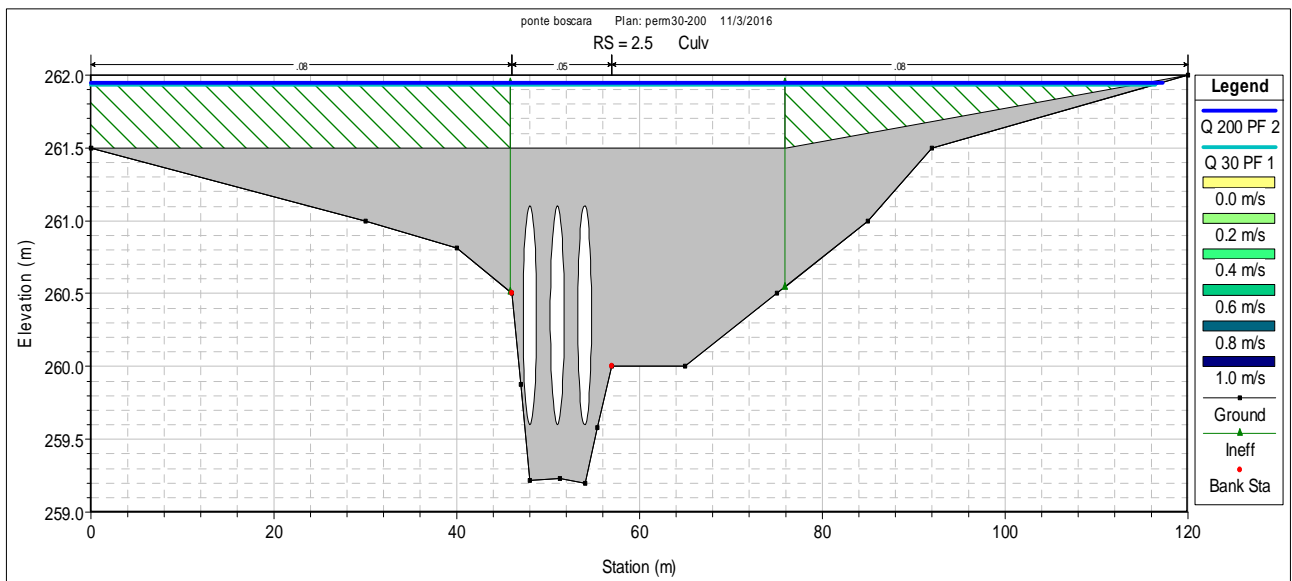
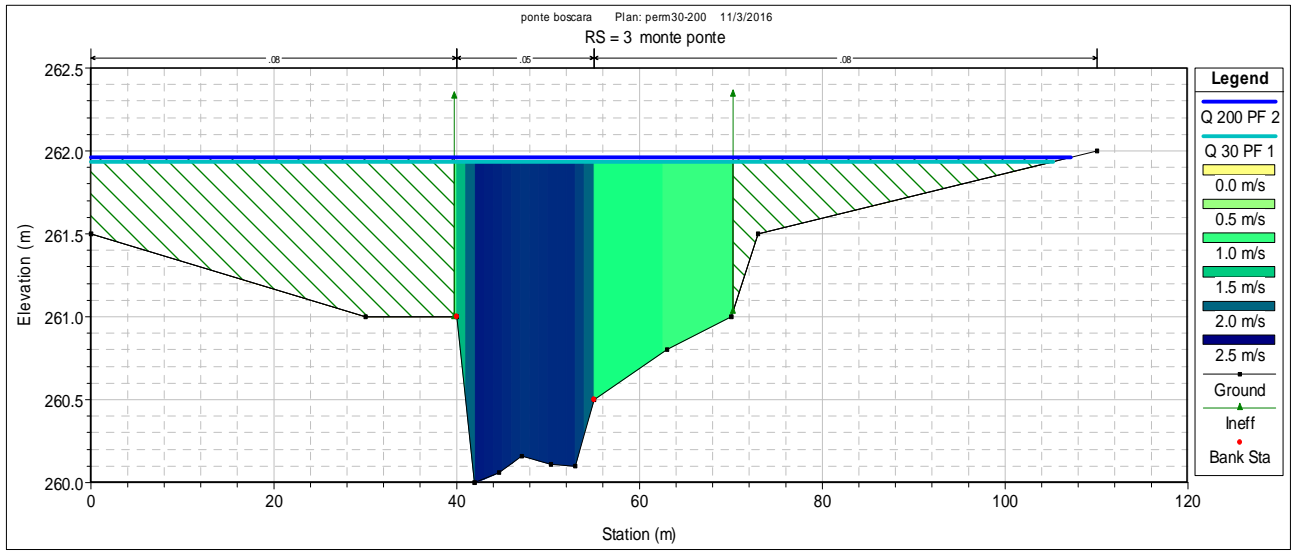
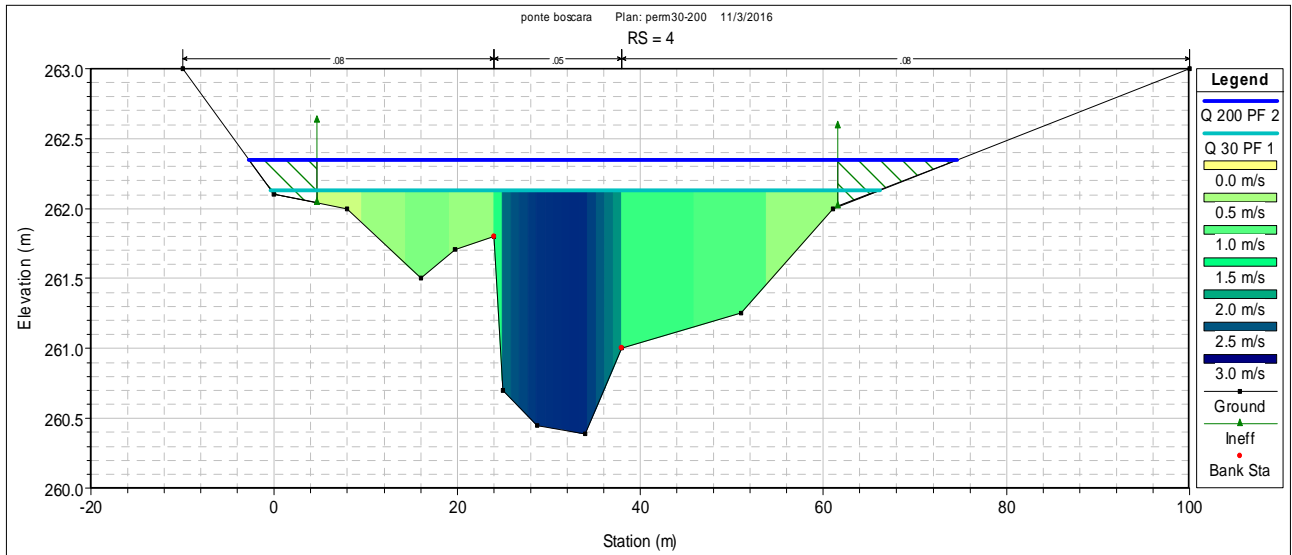


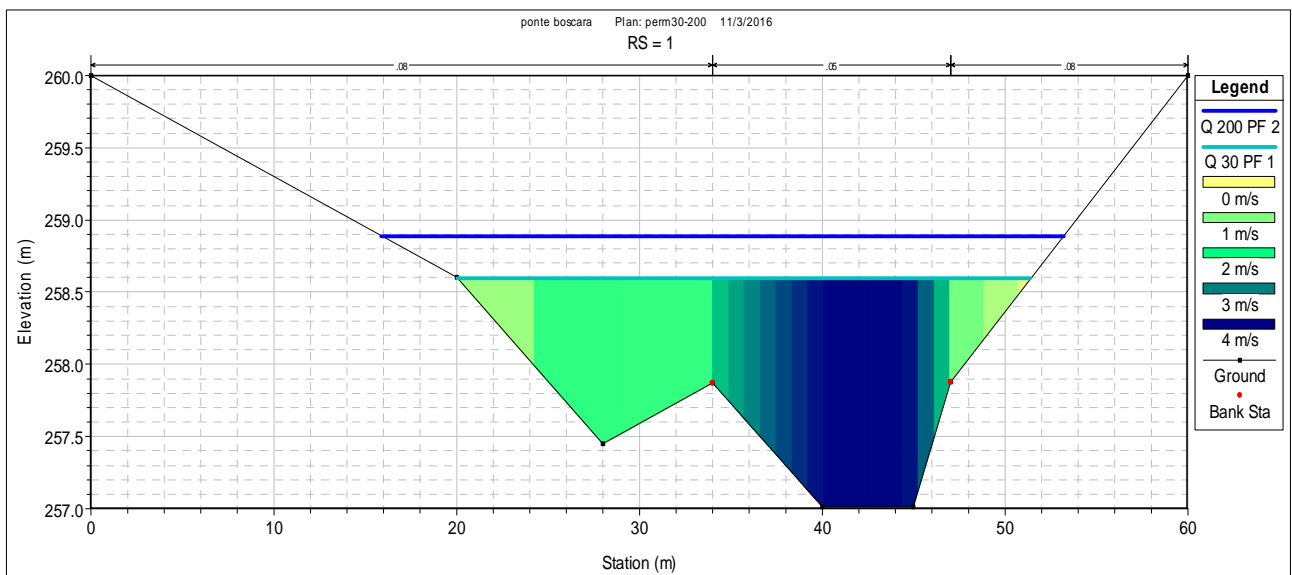
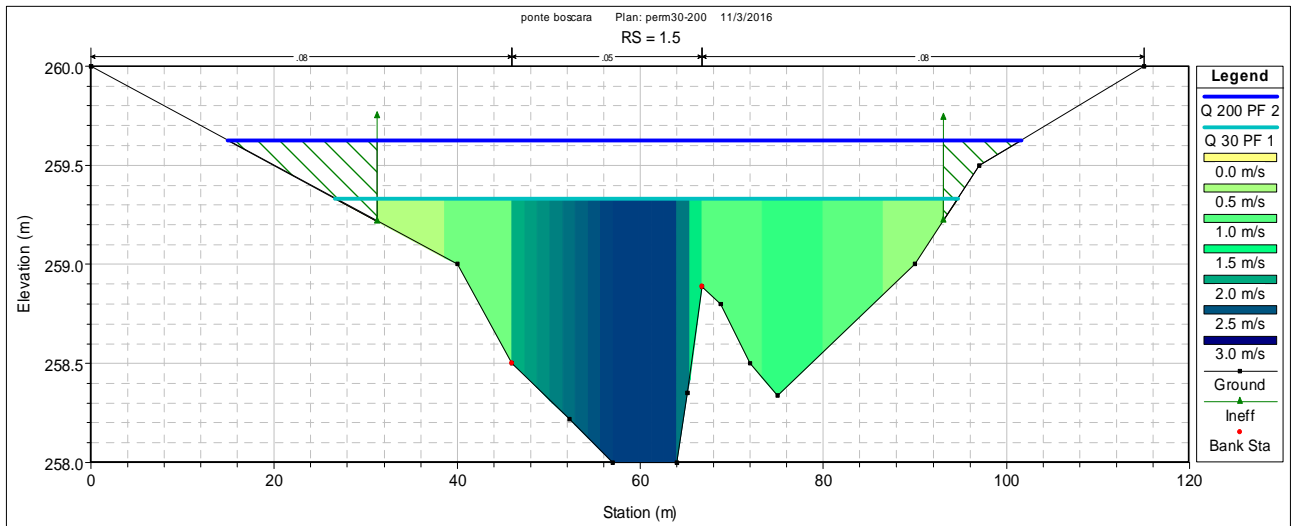
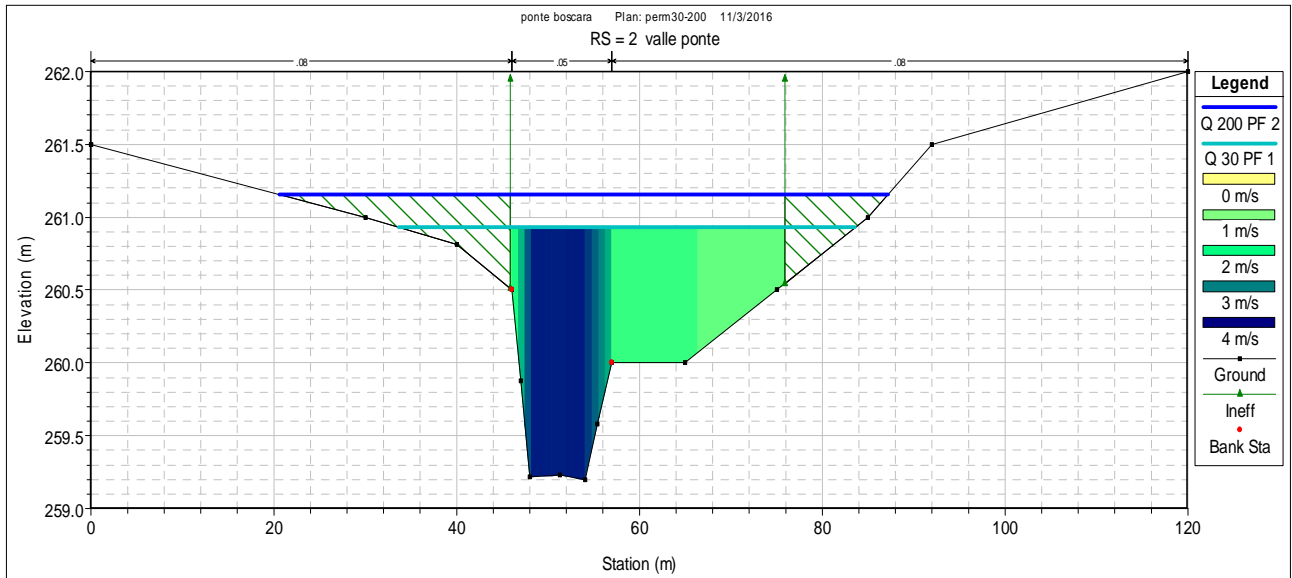
MODELLO HEC-RAS APPLICATO AL TRATTO FLUVIALE IN ESAME

3.3 Simulazioni allo stato di fatto

Si sono eseguite le simulazioni della situazione esistente, con palese evidenza della inefficienza del guado/ponte esistente, come si può notare dai profili di piena seguenti. Si sono inserite nel seguito anche le sezioni (con le velocità della corrente in gioco, suddivise per bande orizzontali) e la tabella dei risultati di calcolo.







River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
5	78	261.5	263.11	263.11	263.43	0.023181	2.94	39.01	57.12	0.83
5	107	261.5	263.27	263.27	263.65	0.024641	3.26	48.7	60.17	0.87
4	78	260.39	262.13	261.94	262.38	0.009663	2.55	46.74	66.54	0.66
4	107	260.39	262.35	262.18	262.63	0.009809	2.8	59.04	77.37	0.68
3.875*	78	260.34	262.12	261.89	262.34	0.008783	2.44	48.42	69.94	0.63
3.875*	107	260.34	262.32	262.11	262.59	0.009275	2.73	59.63	81.18	0.66
3.75*	78	260.29	262.1	261.87	262.3	0.008056	2.36	49.4	73.79	0.6
3.75*	107	260.29	262.3	262.05	262.55	0.008879	2.68	59.51	85.48	0.65
3.625*	78	260.24	262.07	261.8	262.27	0.007529	2.3	49.56	78.15	0.59
3.625*	107	260.24	262.26	261.99	262.52	0.008699	2.67	58.51	90.23	0.64
3.5*	78	260.2	262.05	261.74	262.24	0.00715	2.27	49.06	83.35	0.57
3.5*	107	260.2	262.22	261.93	262.48	0.008859	2.7	56.44	95.19	0.65
3.375*	78	260.15	262.02	261.67	262.21	0.006834	2.25	48.17	89.79	0.56
3.375*	107	260.15	262.17	261.87	262.45	0.009109	2.75	54.02	98.64	0.66
3.25*	78	260.1	261.99	261.6	262.19	0.006497	2.23	47.21	94.85	0.55
3.25*	107	260.1	262.11	261.81	262.41	0.009384	2.81	51.49	101.71	0.67
3.125*	78	260.05	261.97	261.53	262.16	0.006203	2.22	45.97	99.6	0.54
3.125*	107	260.05	262.04	261.74	262.38	0.009866	2.89	48.55	104.64	0.69
3	78	260	261.94	261.46	262.14	0.005997	2.23	44.34	105.28	0.54
3	107	260	261.96	261.68	262.33	0.010678	3	45.13	107.21	0.72
2.5	Culvert									
2	78	259.2	260.93	260.93	261.41	0.01888	3.48	31	49.89	0.91
2	107	259.2	261.16	261.16	261.74	0.019755	3.91	37.83	66.61	0.95
1.9*	78	258.96	260.57	260.57	261	0.018007	3.27	33.1	51.27	0.89
1.9*	107	258.96	260.78	260.78	261.3	0.018785	3.67	40.7	65.41	0.93
1.8*	78	258.72	260.22	260.22	260.62	0.017525	3.11	34.95	53.59	0.87
1.8*	107	258.72	260.42	260.42	260.89	0.018323	3.48	43.16	65.79	0.91
1.7*	78	258.48	259.89	259.89	260.25	0.017418	2.97	36.6	56.51	0.86
1.7*	107	258.48	260.07	260.07	260.5	0.018184	3.33	45.37	67.13	0.9
1.6*	78	258.24	259.56	259.56	259.89	0.017698	2.86	38.12	59.43	0.86
1.6*	107	258.24	259.72	259.72	260.13	0.018455	3.2	47.33	68.9	0.9
1.5	78	258	259.33	259.23	259.56	0.012305	2.41	45.75	68	0.72
1.5	107	258	259.63	259.39	259.84	0.008838	2.38	63.98	86.75	0.63

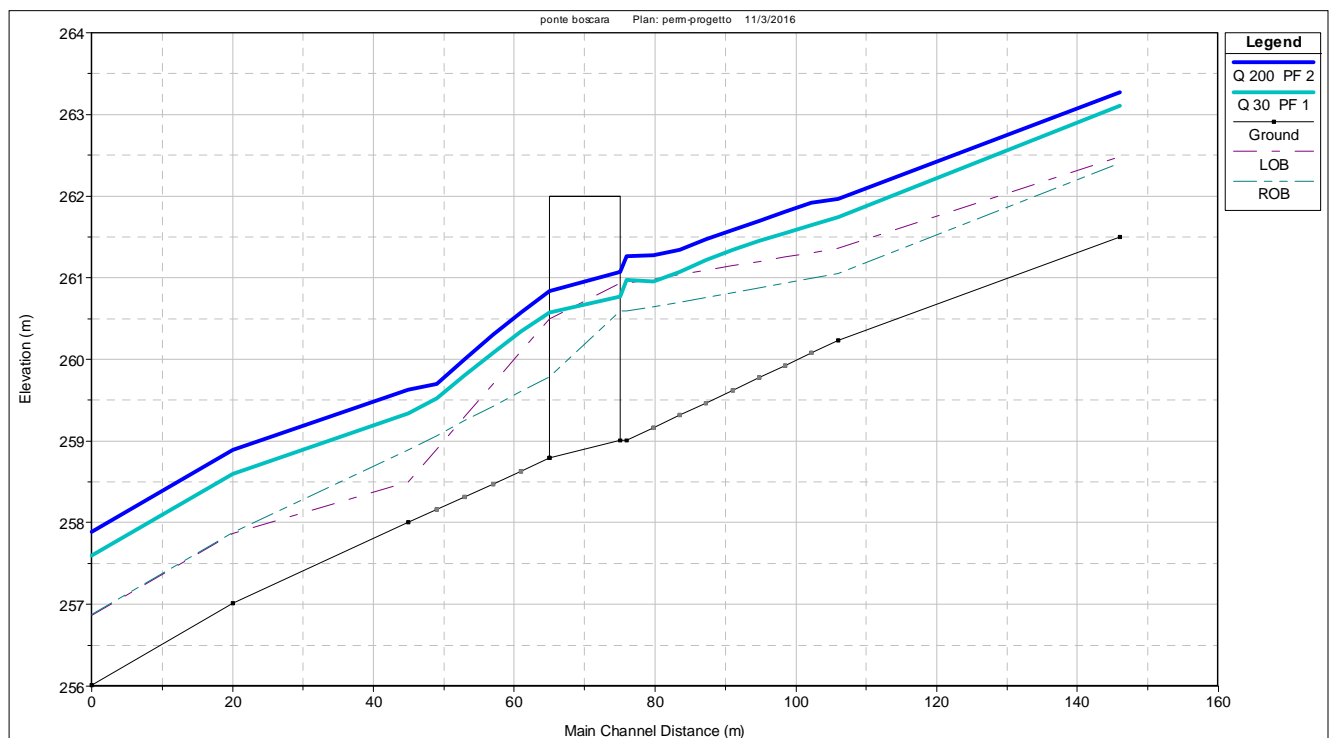
1	78	257.01	258.59	258.59	259.13	0.022559	3.57	28.87	31.34	0.99
1	107	257.01	258.89	258.89	259.48	0.01998	3.84	38.98	37.32	0.97
0	78	256.01	257.59	257.59	258.13	0.022548	3.57	28.87	31.34	0.99
0	107	256.01	257.89	257.89	258.48	0.019982	3.84	38.98	37.31	0.97

3.4 Simulazioni di progetto

Si sono eseguite le simulazioni della situazione di progetto per varie ipotesi di larghezza e altezza dell'impalcato del nuovo ponte; l'ottimizzazione di tale dimensionamento, tenendo conto anche di valutazioni costi benefici sugli aspetti strutturali e di fattibilità delle opere da realizzare, ha portato ad avere le seguenti dimensioni:

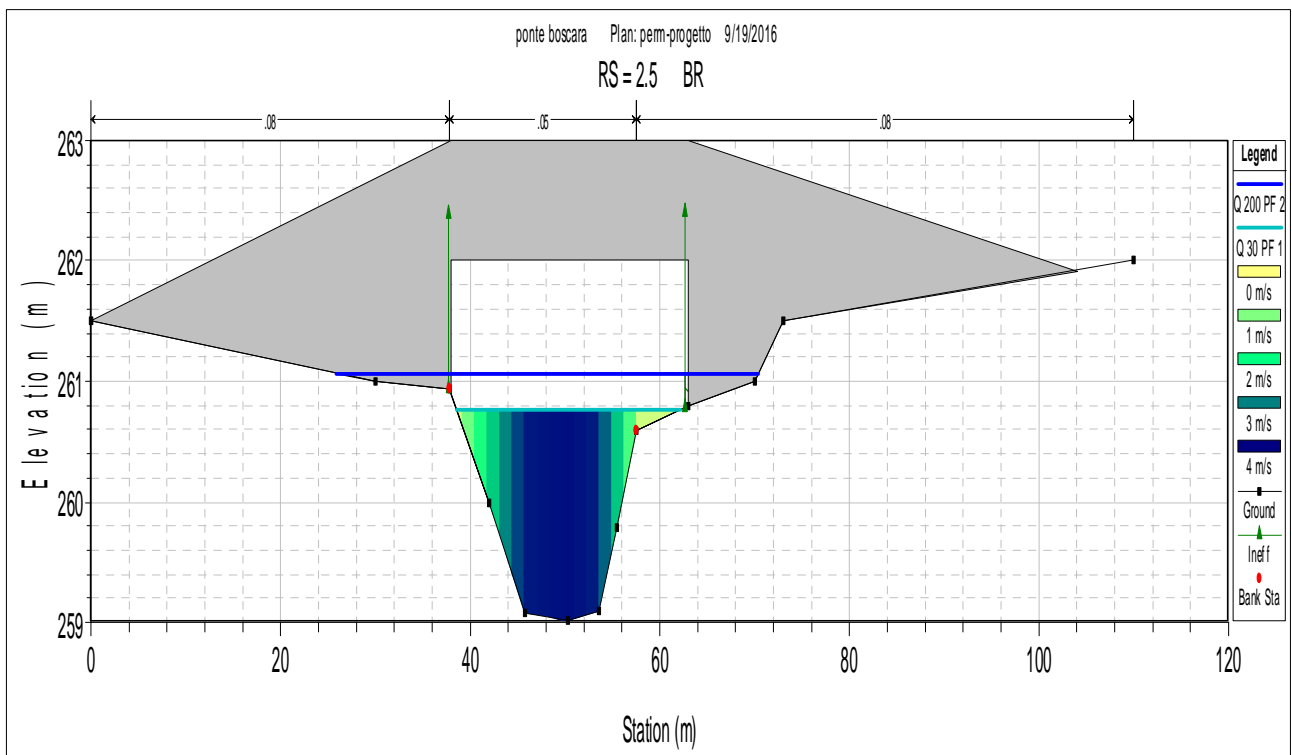
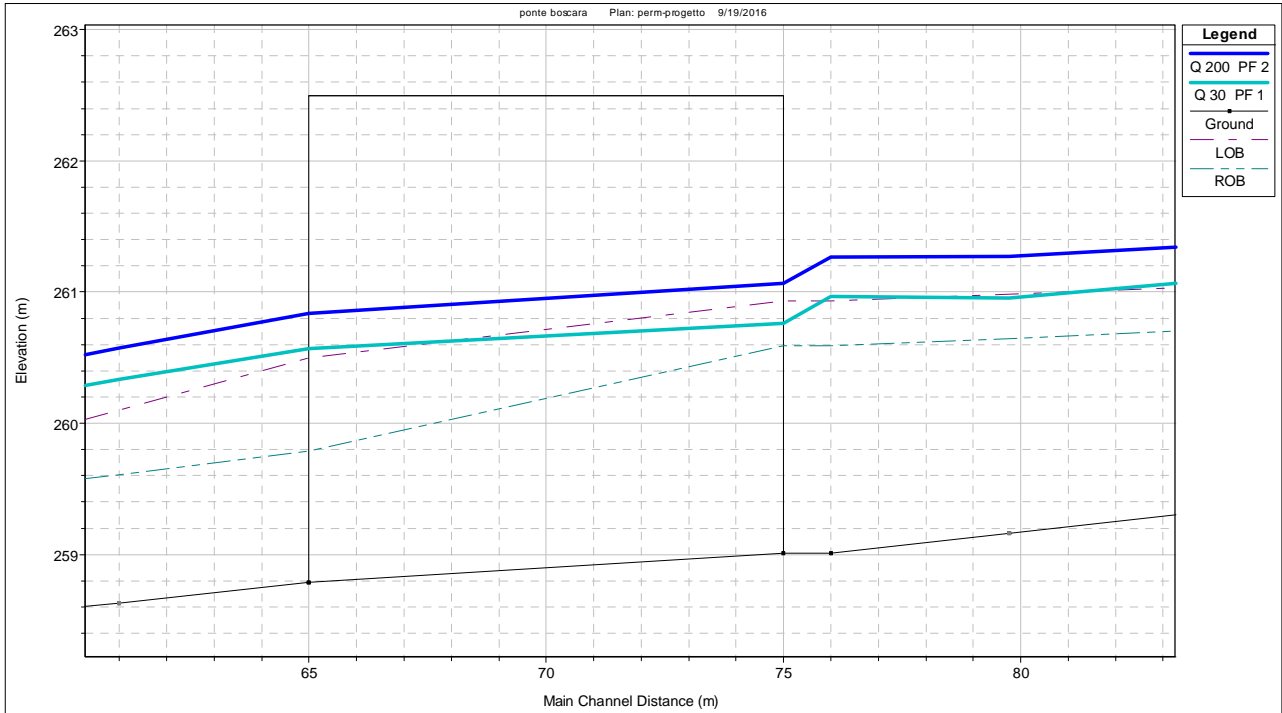
- luce del ponte netta: 23 mt.;
- lunghezza travate: 25 mt.;
- quota di fondo di progetto: 259,00 m.s.l.m.;
- quota intradosso impalcato minimo: 262,50 m.s.l.m.

Si sono inserite nel seguito anche le sezioni (con le velocità della corrente in gioco, suddivise per bande orizzontali) e la tabella dei risultati di calcolo.



River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
5	78	261.5	263.1	263.1	263.43	0.023565	2.96	38.76	57.04	0.84
5	107	261.5	263.27	263.27	263.65	0.024544	3.26	48.77	60.19	0.87
4	78	260.23	261.74	261.74	262.16	0.017501	3.04	32.72	45.34	0.87
4	107	260.23	261.97	261.97	262.45	0.016701	3.32	43.8	52.02	0.87
3.875*	78	260.08	261.64	261.64	262.07	0.017471	3.05	31.99	44.67	0.87
3.875*	107	260.08	261.91	261.91	262.36	0.014861	3.2	45.22	54.28	0.83
3.75*	78	259.92	261.55	261.55	261.98	0.017172	3.04	31.46	44.17	0.86
3.75*	107	259.92	261.81	261.81	262.27	0.01509	3.23	43.73	53.52	0.83
3.625*	78	259.77	261.45	261.45	261.89	0.017252	3.05	30.58	43.37	0.86
3.625*	107	259.77	261.69	261.69	262.18	0.015665	3.28	41.7	51.91	0.85
3.5*	78	259.62	261.35	261.35	261.79	0.016894	3.04	29.91	42.66	0.86
3.5*	107	259.62	261.59	261.59	262.1	0.016116	3.32	39.66	51.32	0.86
3.375*	78	259.47	261.22	261.22	261.69	0.018016	3.11	28.02	40.64	0.88
3.375*	107	259.47	261.47	261.47	262.02	0.016851	3.39	37.34	50.39	0.88
3.25*	78	259.32	261.07	261.07	261.59	0.019843	3.2	25.99	33.52	0.92
3.25*	107	259.32	261.35	261.35	261.93	0.017857	3.47	34.95	49.42	0.9
3.125*	78	259.16	260.96	260.93	261.47	0.019623	3.2	25.47	28.86	0.91
3.125*	107	259.16	261.27	261.21	261.84	0.016554	3.4	34.46	51.02	0.87
3	78	259.01	260.97	260.77	261.38	0.013871	2.86	28.42	35.63	0.78
3	107	259.01	261.26	261.08	261.76	0.013227	3.18	35.73	57.41	0.79
2.5	Bridge									
2	78	258.79	260.57	260.57	261.12	0.018954	3.41	26.22	31.8	0.91
2	107	258.79	260.84	260.84	261.51	0.018761	3.8	32.71	43.33	0.93
1.9*	78	258.63	260.34	260.34	260.82	0.017681	3.22	28.98	38.6	0.88
1.9*	107	258.63	260.58	260.58	261.16	0.017723	3.6	36.56	51.67	0.91
1.8*	78	258.47	260.07	260.07	260.51	0.017378	3.09	31.57	44.1	0.87
1.8*	107	258.47	260.3	260.3	260.81	0.017167	3.42	40.3	58.03	0.89
1.7*	78	258.32	259.81	259.81	260.19	0.017013	2.95	34.52	51.48	0.85
1.7*	107	258.32	260	260	260.46	0.017434	3.29	43.46	63.16	0.89
1.6*	78	258.16	259.52	259.52	259.87	0.017495	2.85	37.07	57.57	0.86
1.6*	107	258.16	259.69	259.69	260.11	0.018167	3.19	46.3	67.4	0.89
1.5	78	258	259.33	259.23	259.56	0.012305	2.41	45.75	68	0.72
1.5	107	258	259.63	259.39	259.84	0.008838	2.38	63.98	86.75	0.63

1	78	257.01	258.59	258.59	259.13	0.022559	3.57	28.87	31.34	0.99
1	107	257.01	258.89	258.89	259.48	0.01998	3.84	38.98	37.32	0.97
0	78	256.01	257.59	257.59	258.13	0.022548	3.57	28.87	31.34	0.99
0	107	256.01	257.89	257.89	258.48	0.019982	3.84	38.98	37.31	0.97



4. Conclusioni

I profili di piena risultanti dalle simulazioni di progetto, con la sezione allargata e la presenza del nuovo ponte, risultano di 261,26 m.s.l.m per portate duecentennali e di 261,97 m.s.l.m. per piene trentennali; pur essendo il rio Maggio un corso d'acqua minore, si ritiene opportuno vista la dinamica dello stesso di garantire un franco di 1,50 mt. come dalle NT2008 e relative circolari esplicative.

Si ribadiscono, in conclusione le caratteristiche dimensionali del nuovo ponte da realizzarsi in maniera tale da avere anche i franchi di sicurezza imposti da normativa:

- luce del ponte netta: **23** mt.;
- lunghezza travate: 25 mt.;
- quota di fondo di progetto: **259,00** m.s.l.m.;
- quota intradosso impalcato minimo: **262,70** m.s.l.m

In funzione dello spessore della travata e del pacchetto sovrastante saranno da dimensionare le rampe di accesso e collegamento alle strade esistenti, contenendo le pendenze stradali negli standard da normativa.

E' previsto inoltre una riprofilatura del fondo alveo, con abbassamento massimo in prossimità della sezione del guado esistente di circa 1,00 mt. ed azzeramento a monte di circa 45 mt. ed a valle di circa 15 mt. Il materiale asportato per ridurre l'officiosità idraulica richiesta, dovrà essere movimentato a lato con dolci morfologie e sempre all'interno dell'ambito demaniale, oppure utilizzato in parte per i rilevati delle rampe di accesso e come riempimento delle spalle in c.a., così da non uscire dal cantiere.

Saranno inoltre da realizzarsi, viste le velocità della corrente in gioco ed i possibili urti di materiale al fondo (ciottoli) e flottante (tronchi), delle difese in massi ciclopici di adeguata pezzatura (minimo II categoria 1000-3000 Kg.) a protezione delle spalle sia a monte (per circa 15 mt. di lunghezza verso monte) che a valle (circa 10 mt.): ciò al fine anche di raccordare la sezione rettangolare sotto al ponte con quella più allargata e stesa a monte e valle dello stesso.

Altre opere minori di ingegneria naturalistica saranno da eseguirsi per stabilizzare alcune scarpate fluviali limitrofe, tramite opere in pietrame o pietrame e palificate in legno.