



REGIONE LAZIO

Via Capitan Bavastro, 108 - ROMA

Assessorato Politiche dei Trasporti e Lavori Pubblici

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (art.7 Legge 109/94 e succ. mod. int.) Dott. Ing. **BERNARDO MARIA FABRIZIO**



ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

VARIANTE ALLA S.S. n. 7 APPIA in Comune di FORMIA

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO D'IMPRESA TRA :
POLITECNICA Srl, MANDATARIA, Dott. UMBERTO MAZZINI E SATPI Srl, MANDANTE, Ing. EDMONDO TORDI



RESPONSABILE PROGETTO
E DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. A. De Fazio

PROGETTAZIONE TRACCIATO

Ing. A. De Fazio

Geom. M. Losacco

Ing. B. Rugiero

Ing. F. Serrau

PROGETTAZIONE STRUTTURE
E GEOTECNICA

Ing. A. Lucarelli

Ing. M. Nunzi

Ing. M. Pirrello

SICUREZZA CANTIERI D.Lgs. 494/96

Geom. M. Pungetti

IDRAULICA ED IDROLOGIA

Ing. B. Rugiero

Ing. S. Tronconi

PROGETTAZIONE IMPIANTI

P.I. M. Cavazzuti

Ing. F. Federzoni

Ing. F. Frassinetti

RESPONSABILE
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Arch. F. Alagna

CONSULENTI

GALLERIE

Ing. G. Guiducci - Studio SINTESI

Ing. S. Fuoco - Studio S.W.S.

GEOLOGIA

Dott. M. Mantovani - GEOTER Srl

ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE	SCALA:				
GGI	XX	RG02	/	1-0	-	FILE NAME: GGL_XXRG0210 . doc			
					CARTELLA: GGL_002	PLOT: 1=1			
					FOGLIO: A4V	PROT.: 3165A			
3									
2									
1									
0	EMISSIONE				15 MAG 2004	-	TRONCONI	DE FAZIO	
REV.		DESCRIZIONE			DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. COMPATIBILITA' IDRAULICA	3
3. STUDIO IDROLOGICO	6
4. ASPETTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA.....	9
5. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO.....	11
6. DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	15
6.1 TIPOLOGIA DELLE OPERE.....	16
6.1.1 <i>Sezioni in rilevato</i>	16
6.1.2 <i>Sezioni in trincea</i>	16
6.1.3 <i>Sezioni su viadotto e ponte</i>	17
6.1.4 <i>Recapiti finali</i>	17
7. DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO PER LO STUDIO DEI PROFILI IDRICI.....	18
8. DESCRIZIONE DEI MANUFATTI PRINCIPALI	21
8.1 DEVIAZIONE FOSSO DELLA PIRLA.....	21
8.2 PONTE SCATOLARE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. N. 232-233	26
8.3 PONTE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. N. 238.....	29
8.4 PONTE SUL TORRENTE BALZORILE.....	35
8.5 PONTE SUL TORRENTE ACQUALONGA	42
8.6 PONTE SUL TORRENTE ACQUATRAVERSA.....	47
8.7 PONTE SUL TORRENTE MARMORANO	52

1. PREMESSA

La presente relazione affronta gli aspetti idraulici del progetto per la realizzazione della variante alla S.S. n. 7 Appia in comune di Formia.

Il progetto, in parte in galleria ed in parte in superficie, è interessato dall'attraversamento di diversi corsi d'acqua significativi.

Il seguente studio idraulico si propone di indicare i criteri per la definizione ed il dimensionamento di tutte le opere idrauliche che si rendono necessarie per la risoluzione delle interferenze tra il reticolo idraulico superficiale ed i manufatti stradali, oltre alla progettazione dei manufatti necessari allo smaltimento delle acque meteoriche di drenaggio della piattaforma stradale.

Tali opere garantiscono la salvaguardia sia dalle acque direttamente ricadenti sul corpo stradale che dalle acque di deflusso superficiale provenienti dalle aree esterne.

In particolare le elaborazioni riguardano le seguenti opere:

- cunette di drenaggio della piattaforma stradale;
- opere di raccolta e scarico delle acque affluenti al piede del rilevato;
- fossi di guardia al piede del rilevato;
- opere d'attraversamento del manufatto stradale.

Nel seguito si riportano i calcoli relativi alla determinazione della portata di progetto, con tempo di ritorno 100 e 200 anni, di tutti i corsi d'acqua che interessano la strada, sia che siano attraversati in galleria, sia con tombini o ponti e le tipologie di opere previste per il drenaggio per la piattaforma stradale.

2. COMPATIBILITA' IDRAULICA

I criteri per la sicurezza dell'opera adottati si traducono in una serie di prescrizioni, che costituiscono condizioni da rispettare, e di indirizzi alle scelte di natura progettuale, finalizzati ad orientare il progetto per il migliore inserimento dell'opera stessa all'interno del corso d'acqua. Tali prescrizioni integrano le norme esistenti per quanto riguarda gli aspetti di carattere tecnico in relazione, sia ai metodi di calcolo impiegati che ai criteri progettuali adottati; inoltre, sono finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ed alla corretta utilizzazione delle acque.

In particolare, le attività svolte sono mirate alla valutazione dell'interferenza degli attraversamenti idraulici in progetto ed alle precauzioni necessarie per la messa in sicurezza degli stessi con un adeguato coefficiente di sicurezza.

Nel caso particolare degli attraversamenti minori, le prescrizioni e gli indirizzi individuati sono rivolti a garantire:

- che l'inserimento della struttura sia coerente con l'assetto idraulico del corso d'acqua e non comporti (se non in minima parte) alterazione di rischio idraulico;
- che siano valutate in modo adeguato le sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l'opera in rapporto alla sicurezza della stessa.

Lo studio di compatibilità idraulica deve identificare e quantificare gli effetti dell'intervento in progetto sul corso d'acqua rispetto alle condizioni fisiche ed idrologiche precedenti alla realizzazione degli stessi.

Gli effetti principali da considerare sono i seguenti:

- modifiche indotte sul profilo di piena;
- riduzione della capacità di invaso dell'alveo,
- interazioni con le opere di difesa idraulica (opere di sponda e argini) esistenti;
- opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento;

- modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo di inciso e di piena;
- modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale;
- condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Per quanto riguarda i manufatti interferenti vanno rilevati gli elementi conoscitivi utili all'individuazione dello stato di rischio idraulico attuale e delle modificazioni dello stesso eventualmente conseguenti alla realizzazione dell'intervento.

Nel caso di una nuova opera le prescrizioni e gli indirizzi individuati sono rivolti a garantire:

- che l'inserimento della struttura sia coerente con l'assetto idraulico del corso d'acqua e non comporti alterazioni delle condizioni di rischio idraulico;
- che siano valutate in modo adeguato le sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l'opera, in rapporto alla sicurezza della stessa.

La scelta delle tipologie di opere per il drenaggio della rete idrografica si basa sul criterio generale di minimizzare le azioni di artificializzazione e di costrizione del corso d'acqua, consentendo il più possibile la sua naturale evoluzione planimetrica. Si è, pertanto, operato cercando di limitare le azioni che potrebbero compromettere la conservazione della sicurezza del territorio, cioè di limitare le interferenze antropiche (insediamenti abitativi, produttivi, rilevati di accesso ai manufatti di attraversamento) con la dinamica evolutiva dei corsi d'acqua, non solo nell'ottica di garantire la sicurezza di tali infrastrutture, ma anche allo scopo di evitare l'instaurarsi di condizioni peggiorative al transito della piena (recupero - mantenimento dell'ambiente fluviale).

Il valore della portata di piena da assumere per le verifiche idrauliche con la rete idrografica è fissata pari a quella con periodo di ritorno di 100 e 200 anni.

I progetti degli attraversamenti dovranno garantire franchi adeguati, ai fini della sicurezza delle stesse strutture.

Dovrà essere inoltre verificato che la presenza dell'attraversamento non provochi costruzioni e condizionamenti delle modalità di deflusso dell'alveo di piena incompatibili con le condizioni di sicurezza dell'area circostante e con le caratteristiche delle opere di difesa esistenti. Dovrà pertanto essere condotta la valutazione della compatibilità dei manufatti con l'assetto dell'alveo in termini di:

- effetti di restringimento dell'alveo e/o di indirizzamento della corrente;
- effetti di rigurgito a monte.

Per le opere minori di attraversamento (scatolari), il dimensionamento idraulico dei manufatti dovrà considerare e definire i seguenti elementi essenziali:

- condizioni di deflusso in funzione della portata liquida di progetto;
- condizioni di deflusso in funzione del trasporto solido;
- effetti di erosione allo sbocco e relative protezioni.

3. STUDIO IDROLOGICO

La determinazione della portata di progetto, con tempo di ritorno assegnato, si basa sull'analisi dei dati riguardanti le piogge intense che anno interessato nel passato la località in studio.

Per far questo si fa riferimento ai dati presenti sugli Annali Idrologici per le località vicine alla zona interessata dal progetto. Esse sono le seguenti:

- Esperia
- Cassino
- Sessa
- Suio
- Cervaro
- Itri

Complessivamente sono stati studiati 21 anni di pioggia dal 1970 al 1991. Sono stati quindi selezionati gli eventi di breve durata e forte intensità, e gli eventi di durata 1 ora, 3 ore e 6 ore. Periodi maggiori non sono stati considerati in quanto sarebbero risultati di durata molto superiore al tempo di corrvazione dei bacini studiati.

I dati riportati nella tabella seguente sono stati ricavati dagli Annali Idrologici per i periodi e le località prima citate:

Tabella 1 – Altezze di pioggia per diverse durate

ANNO	Durata pioggia								
	10 min	15 min	20 min	30 min	40 min	50 min	1 ora	3 ore	6 ore
1970	12		15	21	10	18	25	55	85.4
	11.6		11.8	14	24	13.4	39.4	44.6	57
	11.6		14	15	17.8	21.4	23	40	60.6
	19		15.8			13.6			
	30		20			15			
	19		12			17			
	10					20.6			
					25.4				

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

						36 27			
1971			16	25.2		15.2	33 14 23.8	64 30.2 40	111.8 34.6 67
1972			13	35.4 33.6			60 34.2 23	83 37.4 45.6	102 56.2 64
1973				19.4 11.2 38.4			28 24.2 40.6	36.4 25 40.6	54.4 37.4 40.8
1974		9.6	16.8 16.4 14.4	36			20 16.4 57 24	35 22 61 31	60 29 61 39
1975	12.2		18.4	35			21 26 36	42 42 68	62 62 81
1976		15	21.4	14			25 26 21 41.2	42.6 60 30.4 41.4	70 95.6 33.6 44.2
1977	22 12	19					22 30 24	35 46 25.8	40 47.4 32
1978	22 12	19					32.4 27.4 21	40 27.4 26	65 60.8 42
1979			16 24.6 3				24 55 48	50 67 68.6	60 87 69
1980	8		14 20				40 37.2 39	59.6 62 41.4	87 73.8 46.4
1981	12	20			44		44.6 27	76 29	77 33
1982	11						20	37.4	53.4
1983	14 11						52 14	60 15	76 18
1984			45				60	85	114
1988		20					41.2	75.8	79.8
1989	15 13.8	17.6 20 15.4		21.6 25.6 26			29.8 38.6	57.8 45.4	81 61.2
1990	15.8 12		33.4	45 35 26.8			36.8 79.6 26.8	61.8 84.2 35	62.6 92.6 60.4
1991							24.2 25.6	49.6 27.8	71.8 31.6

Per l'analisi delle altezze di pioggia si è adottata la legge di Gumbel:

$$P(h \leq \bar{h}) = e^{-e^{-\alpha(\bar{h}-u)}}$$

La linea segnalatrice di possibilità pluviometrica ha la seguente forma:

$$h = a \cdot t^n \quad [h \text{ in mm, } t \text{ in ore}]$$

parametri a ed n per i diversi tempi di ritorno assumono i seguenti valori:

Tempo di ritorno	a (mm)	n
20	50.5	0.413
30	54.1	0.414
50	58.6	0.416
100	64.7	0.417
200	70.7	0.419

4. ASPETTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA

Dalla relazione geologica si evincono alcuni aspetti inerenti le caratteristiche di permeabilità dei suoli dell'area in studio che vengono di seguito riportate. Per un inquadramento più ampio si rimanda comunque alla relazione geologica del progetto.

Nell'area studiata si individuano quattro complessi idrogeologici che sono:

1. **Complesso Calcereo-dolomitico:** nel quadro regionale, le unità carbonatiche del Mesozoico che affiorano nell'area oggetto di questo studio, costituiscono il complesso idrogeologico dei M. Aurunci Occidentali (CASMEZ). Tale complesso, costituito da calcari, calcari dolomitici e dolomie in facies di piattaforma carbonatica ristretta, è limitato a W dalla faglia di Itri, a direzione N-S. I limiti N e E sono marcati dall'accavallamento tettonico del massiccio sui sedimenti silicoclastici delle Valli del Liri e dell'Ausente. A S, invece, il contatto tra la struttura carbonatica e i depositi terrigeni (Argille con gessi, Argille caotiche e Flysch argilloso-arenaceo) avviene per faglia diretta; lungo lo stesso margine meridionale la struttura viene a contatto con sedimenti molto permeabili, costituiti da conglomerati pliocenici e da depositi detritico-alluvionali piuttosto grossolani (piana di Formia). La permeabilità è elevata e legata alla fratturazione ed al carsismo. Secondo i dati di bilancio esistenti in letteratura, circa il 70 % delle acque meteoriche che cadono sull'idrostruttura degli Aurunci occidentali si infiltra attraverso le fratture e le cavità carsiche per raggiungere lentamente in profondità la falda di base, caratterizzata da un deflusso veloce, con acque circolanti all'interno di circuiti carsici. Per quanto riguarda l'andamento della falda di base che definisce la zona satura dell'acquifero, in buono accordo con l'andamento teorico delle falde acquifere nei massicci carbonatici laziali e campani, il gradiente idraulico calcolato è pari al 4 – 5 ‰.
2. **Complesso Argilloso:** le "Argille caotiche" presentano una scarsa permeabilità, comunque condizionata dalla notevole eterogeneità litologica e dalla giacitura caotica dei vari termini. Date le scarse caratteristiche di permeabilità della matrice argillo-siltosa, le infiltrazioni si esplicano unicamente all'interno dei blocchi lapidei (olistoliti) fratturati, a permeabilità medio-bassa. Le "Argille con gessi" sono composte da argille

gessifere molto sovraconsolidate e fessurate, aventi scarse caratteristiche di permeabilità che le rendono virtualmente impermeabili; il loro spessore varia da alcune decine a qualche centinaio di metri. Queste sono appoggiate in trasgressione sulle Argille caotiche, che costituiscono il substrato impermeabile della piana di Formia, ed insieme contribuiscono a tamponare lateralmente i rilievi carbonatici prospicienti la piana, costituendo una cintura impermeabile, nei cui punti topograficamente più bassi si verifica lo sfioro della falda circolante nei carbonati.

3. **Complesso dei conglomerati neritici:** è rappresentato da conglomerati poligenici cementati, aventi un elevato grado di permeabilità per fratturazione e carsismo. Laddove poggiano sul complesso argilloso impermeabile, originano piccole emergenze sorgive (al piede del versante meridionale di M. Campese ed a sud di Maranola), per la maggior parte legate al deflusso superficiale. Lo spessore massimo in affioramento nell'area studiata varia da alcune a diverse decine di metri.
4. **Complesso detritico-alluvionale:** questo comprende le unità quaternarie (depositi alluviali-colluviali, fluviali, dunari e di spiaggia), caratterizzate da permeabilità per porosità, variabile con la granulometria ed eventuale grado di cementazione, che complessivamente risulta scarsa o nulla. Contribuisce a tamponare l'acquifero carbonatico, poggiando sul complesso argilloso. Inoltre parte delle acque dell'acquifero carbonatico giungono fino al mare attraverso il complesso detritico-alluvionale. Le strumentazioni piezometriche installate nei fori di sondaggio unitamente al censimento dei pozzi presenti lungo il tracciato evidenzia l'assenza di falde superficiali significative nel tratto compreso tra Balzorile e Fosso Acquatraversa, ad esclusione di locali falde sospese all'interno della conoide. I livelli misurati nei piezometri sono da riferire prevalentemente al livello di attestazione delle acque di falde sospese effimere, di contenuta estensione e capacità, ovvero di acque d'infiltrazione superficiali in depositi poco o nulla permeabili. Nella Carta idrogeologica sono state distinte le isopieze relative all'acquifero permeabile dei conglomerati, riferite cioè alla falda acquifera che alimenta le sorgenti poste alla base del M.Campese, dalle isopieze nell'acquifero costituito dai depositi detritico-alluvionali, dotati nel complesso di scarsa permeabilità e sede, come predetto, di falde superficiali effimere e di scarsa importanza.

5. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

Il calcolo della portata massima viene eseguito ancora mediante il metodo cinematico dove la portata si determina dalla relazione:

$$Q = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

dove:

- Q portata massima [m^3/h];
- φ coefficiente di afflusso (assunto pari a 0,7);
- A area del bacino [m^2];
- a, n parametri della linea segnalatrice [m];
- t_c tempo di corrivazione [ore].

Il tempo di corrivazione che sarà funzione delle caratteristiche morfologiche del bacino. Per valutarlo si adottano le due formule empiriche:

Formula di Pezzoli:
$$t_c = 0,055 \cdot \frac{L}{i^{0,5}}$$

Formula di Pasini:
$$t_c = 0,108 \cdot \frac{(S \cdot L)^{1/3}}{i^{0,5}}$$

dove:

- t_c tempo di corrivazione del bacino (ore)
- S superficie (km^2);
- L lunghezza dell'asta principale (km);
- i pendenza media dell'asta principale (m/m);

Il tempo di corrivazione risulterà pertanto dalla media dei tempi calcolati con le due formule sopra riportate.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

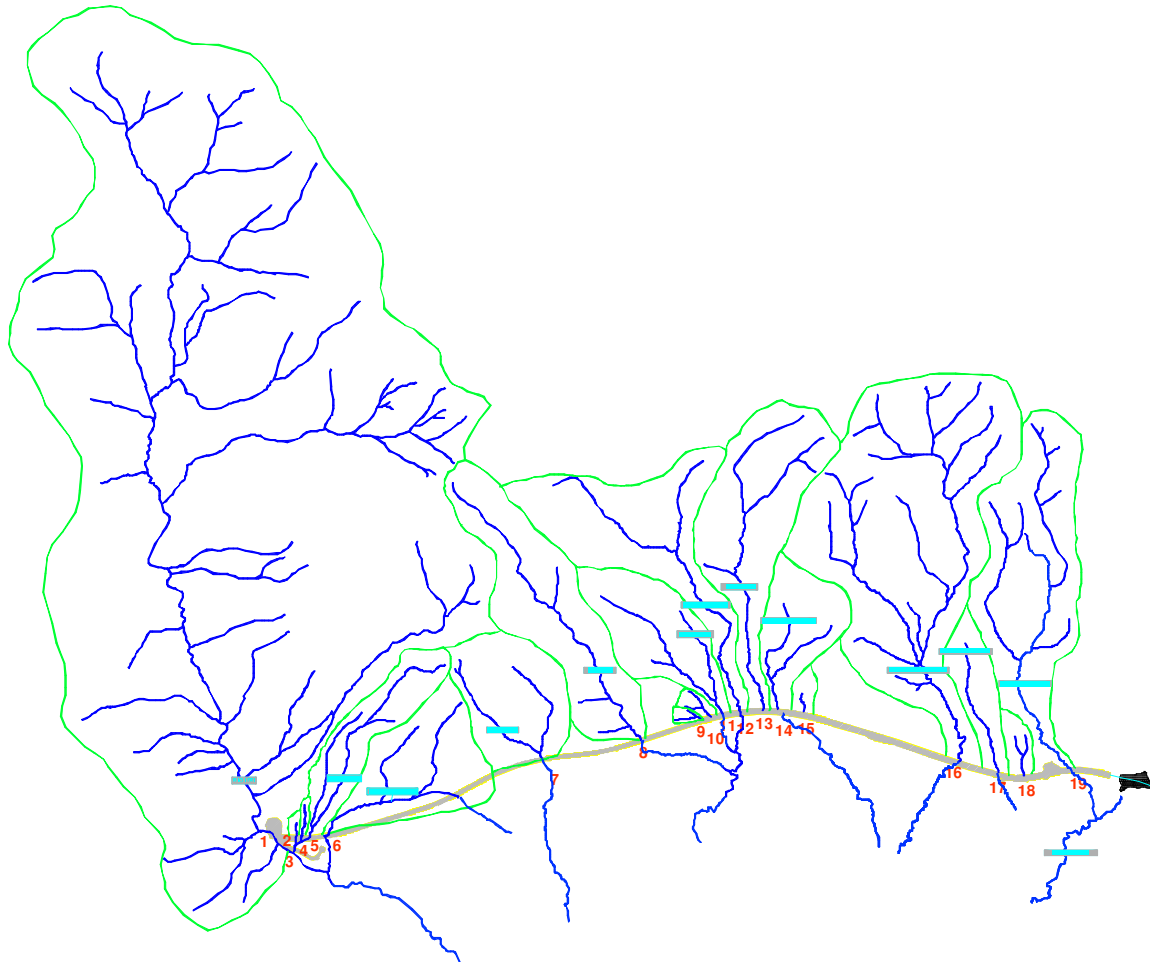


Figura 1 – Schema dei corsi d'acqua e dei relativi bacini idrografici che interessano l'area di studio

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Tabella 2 – Calcolo delle portate di progetto

Id.	Progressiva (m)	Sezioni	Nome	Area (kmq)	Lunghezza asta (m)	Pendenza media asta (m/m)	Pezzoli (ore)	Pasini (ore)	Tc medio (ore)	Tc corretto (min)	Q (mc/s) (TR 100)	Q (mc/s) (TR 200)
1	-50	-2	Rio Itri	44.247	12300	0.073	2.501	3.260	2.880	172.820	300.50	327.58
2	210	9-10		0.041	300	0.100	0.052	0.079	0.065	15.000	1.15	1.25
4	275	12		0.051	500	0.100	0.087	0.101	0.094	15.000	1.44	1.56
3	0	0		1.620	3050	0.236	0.345	0.379	0.362	21.719	36.82	40.01
5	375	16	Fosso della Pirla	1.528	3050	0.241	0.341	0.367	0.354	21.261	35.17	38.21
6	610	24-27	Fosso di Costamezza	1.725	2300	0.247	0.255	0.344	0.299	17.961	43.81	47.59
7	3550	143	Fosso Rialto	2.176	2000	0.258	0.217	0.347	0.282	16.911	57.23	62.16
8	4850	195	Fossatello Bonaluro	3.246	4200	0.237	0.474	0.530	0.502	30.125	60.99	66.31
9	5660	227-228		0.279	600	0.208	0.072	0.130	0.101	15.000	7.86	8.53
10	5780	232-233		0.214	500	0.242	0.056	0.104	0.080	15.000	6.04	6.56
11	5925	238		1.696	2500	0.248	0.276	0.351	0.314	18.814	41.93	45.55
12	6160	247-248	Fosso di Balzorile	4.101	4300	0.157	0.597	0.710	0.654	39.231	66.07	71.86
13	6460	259-260	Fosso del Tuoro	0.904	2100	0.139	0.310	0.359	0.335	20.089	21.51	23.37
14	6720	269-270	Torrente Acqualonga	0.710	1500	0.121	0.237	0.316	0.277	16.596	18.89	20.51
15	7020	281-282		0.210	700	0.163	0.095	0.141	0.118	15.000	5.92	6.43
16	9010	361-362	Torrente Acquatraversa	8.650	6400	0.210	0.768	0.898	0.833	49.990	121.01	131.66
17	9580	384-385	Fosso di Marmorano	1.170	2075	0.099	0.363	0.461	0.412	24.721	24.67	26.81
18	9910	397-398		0.137	450	0.068	0.095	0.164	0.129	15.000	3.86	4.20
19	10540	422-423	Torrente La Marmorana	4.710	4800	0.192	0.602	0.697	0.650	38.983	76.16	82.83

LEGENDA

Id.	Numero identificativo del corso d'acqua.
Progressiva	Progressiva che identifica la posizione dell'attraversamento (m).
Sezioni	Sezione stradali che identificano la posizione dell'attraversamento.
Nome	Nome del corso d'acqua quando è definito.
Area	Area del bacino idrografico (kmq).
Lunghezza asta	Lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua (m).
Pendenza media asta	Pendenza media asta principale del corso d'acqua (m/m)
Pezzoli	Tempo di corrivazione calcolato con la formula di Pezzoli (ore).
Pasini	Tempo di corrivazione calcolato con la formula di Pasini (ore).
Tc medio	Tempo di corrivazione calcolato come media delle formule precedenti
Tc corretto	Tempo di corrivazione pari a quello medio salvo il caso in cui sia inferiori a 15 minuti, infatti quest'ultimo costituisce il valore minimo ritenuto accettabile (min).
Q1	Portata di progetto con Tempo di Ritorno pari a 100 anni (m ³ /s).
Q2	Portata di progetto con Tempo di Ritorno pari a 200 anni (m ³ /s).

6. DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere che saranno previste per lo smaltimento delle acque dalla piattaforma stradale.

Lo schema di smaltimento delle acque incidenti sulle superfici stradali della viabilità principale prevede un sistema di drenaggio, raccolta ed allontanamento delle acque di piattaforma mediante embrici, distribuiti ad una distanza di circa 20 metri. In generale lo smaltimento è realizzato in modo da intercettare le acque e convogliarle lateralmente nei fossi rivestiti posti al piede dei rilevati stradali.

Lo schema di smaltimento delle acque incidenti sulle superfici stradali della viabilità secondaria prevede, invece, che le acque raccolte dalla pavimentazione vengano trasferite, per mezzo di caditoie a bocca di lupo, ad un sottostante collettore circolare in cls, che ha il compito di collettare la portata fino al recapito finale costituito dal collettore fognario esistente; ad intervalli regolari è previsto l'inserimento di pozzetti ispezionabili.

In merito al dimensionamento, si è ritenuto opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, assumere dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio.

Nel caso del calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione idrologica assunta alla base del progetto, è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 20 anni; per essa si verificherà che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo pari al 70%.

I criteri progettuali ai quali ci si è ispirati sono i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;
- protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;

- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

6.1 TIPOLOGIA DELLE OPERE

Nel seguito vengono delineate le principali tipologie di opere di drenaggio in relazione alle specifiche applicazioni.

6.1.1 Sezioni in rilevato

La soluzione adottata per la viabilità principale consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso gli embrici, in fossi rivestiti collocati al piede dei rilevati. La geometria del manufatto è di tipo trapezoidale, di dimensioni 50 x 50 x 50 cm con le scarpate del fosso aventi pendenza pari a 1/1.

Si è fatto, invece, ricorso alla soluzione di drenaggio dell'acqua di piattaforma per mezzo di bocche di lupo laddove sia previsto l'inserimento di marciapiedi lungo la viabilità secondaria. Il sistema previsto si articola mediante tubazioni in calcestruzzo, connessi ai collettori fognari esistenti, ad essi paralleli, che hanno il compito di collettare la portata fino al recapito finale.

6.1.2 Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in calcestruzzo di larghezza pari a 1 metro.

Le acque raccolte dalla cunetta, che provengono sia dal versante che dalla pavimentazione, saranno trasferite per mezzo di caditoie, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, ad un sottostante collettore circolare di diametro opportuno, che ha il compito di collettare la portata fino al recapito finale; inoltre ad intervalli regolari è previsto l'inserimento di pozzetti ispezionabili.

6.1.3 Sezioni su viadotto e ponte

Nel caso di viadotti e ponti sono previste delle caditoie stradali munite di griglie carrabili in corrispondenza di ogni pila, mediante un pluviale in PVC, scaricano al piede in un pozzetto dissipatore.

Nei tratti in curva la carreggiata interna sarà drenata mediante canalette, con griglie carrabili in ghisa sferoidale, che scaricheranno, ad intervalli regolari, mediante pluviali in PVC al piede delle pile in pozzetti dissipatori.

6.1.4 Recapiti finali

Prima dell'immissione nei recapiti finali saranno previsti opportuni disoleatori atti a trattenere sia gli oli dilavati dalle acque meteoriche dalla piattaforma stradale durante gli eventi di pioggia sia di controllare eventuali sversamenti accidentali durante incidenti che si possono verificare sulla sede stradale.

I punti di recapito della rete di drenaggio nella rete idrografica naturale opportunamente individuati, saranno protetti con strutture per il controllo dall'erosione, adeguate a garantire la sicurezza del territorio a valle.

In particolare i corsi d'acqua interessati dallo smaltimento delle acque di piattaforma saranno:

- Fosso della Pirla
- Fosso di Balzorile
- Torrente Acqualonga
- Torrente Acquatraversa
- Fosso di Mormorano
- Torrente La Marmorana

7. DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO PER LO STUDIO DEI PROFILI IDRICI

Il codice di calcolo utilizzato per la determinazione del profilo idraulico in condizioni di moto permanente, denominato HEC-RAS, è stato elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineers ed ha ormai trovato ampie e soddisfacenti applicazioni in campo nazionale ed internazionale nello studio di problemi di idraulica fluviale.

Il codice di calcolo è basato sostanzialmente sull'integrazione, in termini finiti, dell'equazione dell'energia di una corrente:

$$\frac{\Delta E}{\Delta S} = i - j$$

dove:

- E = variazione dell'energia della corrente tra due sezioni di calcolo
- S = distanza tra le due sezioni di calcolo
- i = pendenza del fondo alveo
- j = cadente della linea dell'energia

In particolare HEC-RAS utilizza lo "standard step method" per integrare la precedente equazione discretizzata nella forma seguente:

$$Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \Delta H$$

dove:

- Z_2 (m) = quota assoluta del pelo libero nella sezione 2 (incognita)
- α_2 = coefficiente di velocità alla sezione 2 (incognito)
- V_2 (m/s) = velocità media nella sezione 2 (incognita)
- g (m/s²) = accelerazione di gravità
- H (m) = perdita di carico tra le sezioni 1 e 2

- le grandezze con pedice 1 hanno analogo significato, ma con riferimento alla sezione 1 e sono tutte quantità note.

Il termine ΔH rappresenta la perdita di carico che si genera nella corrente tra una sezione e l'altra ed è calcolato come somma del termine relativo alle perdite distribuite e del termine relativo alle perdite concentrate per contrazione o espansione dovute alla variazione di larghezza della sezione trasversale:

$$\Delta H = LJ + K \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

- L (m) = distanza fra le due sezioni
- J (m/m) = cadente della linea dell'energia
- K = coefficiente di espansione o contrazione

La cadente J è calcolata utilizzando la ben nota espressione di Chézy:

$$J = \frac{V^2}{C^2 R}$$

che, utilizzando per l'indice di resistenza "C" la forma proposta da Manning, si trasforma nella:

$$J = n^2 \frac{V^2}{R^{4/3}}$$

dove:

- n = coefficiente di scabrezza secondo Manning
- V (m/s) = velocità media nella sezione
- R (m) = raggio idraulico della sezione

Per il coefficiente K di contrazione e di espansione, si sono utilizzati i valori riportati nella tabella seguente, con riferimento alla situazione di graduale variazione di larghezza tra una sezione e l'altra e a quella di variazione generalmente più brusca dovuta alla presenza di ponti e/o restringimenti o allargamenti del canale.

	Contrazione	Espansione
Variazione graduale	0.15	0.35
Variazione brusca	0.3	0.5

Per la schematizzazione dei ponti, si è fatto riferimento al cosiddetto "Normal Bridge Method", che consente di tener conto delle perdite di carico concentrate per espansione e contrazione dovute sia alle spalle del ponte che, eventualmente, all'impalcato.

Le simulazioni effettuate hanno consentito di individuare il profilo idraulico che si genererebbe nel tronco d'alveo in questione in corrispondenza di differenti valori di portata transitante.

8. DESCRIZIONE DEI MANUFATTI PRINCIPALI

Di seguito si riporta la descrizione e la verifica idraulica dei principali manufatti previsti nel progetto.

In particolare gli interventi più significativi sono i seguenti:

- Deviazione Fosso della Pirla
- Ponte scatolare in corrispondenza della sez. n. 232-233
- Ponte sul Torrente Balzorile
- Ponte sul Torrente Acqualonga
- Ponte sul Torrente Acquatraversa
- Ponte sul Torrente Marmorano

8.1 Deviazione Fosso della Pirla

La realizzazione di questa opera si rende necessaria per l'attraversamento del Fosso della Pirla in corrispondenza delle sezioni 12 - 14.

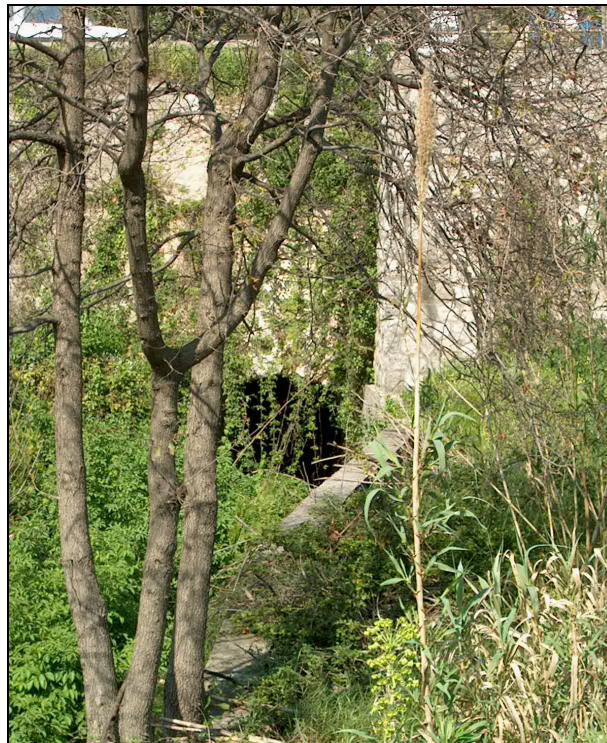
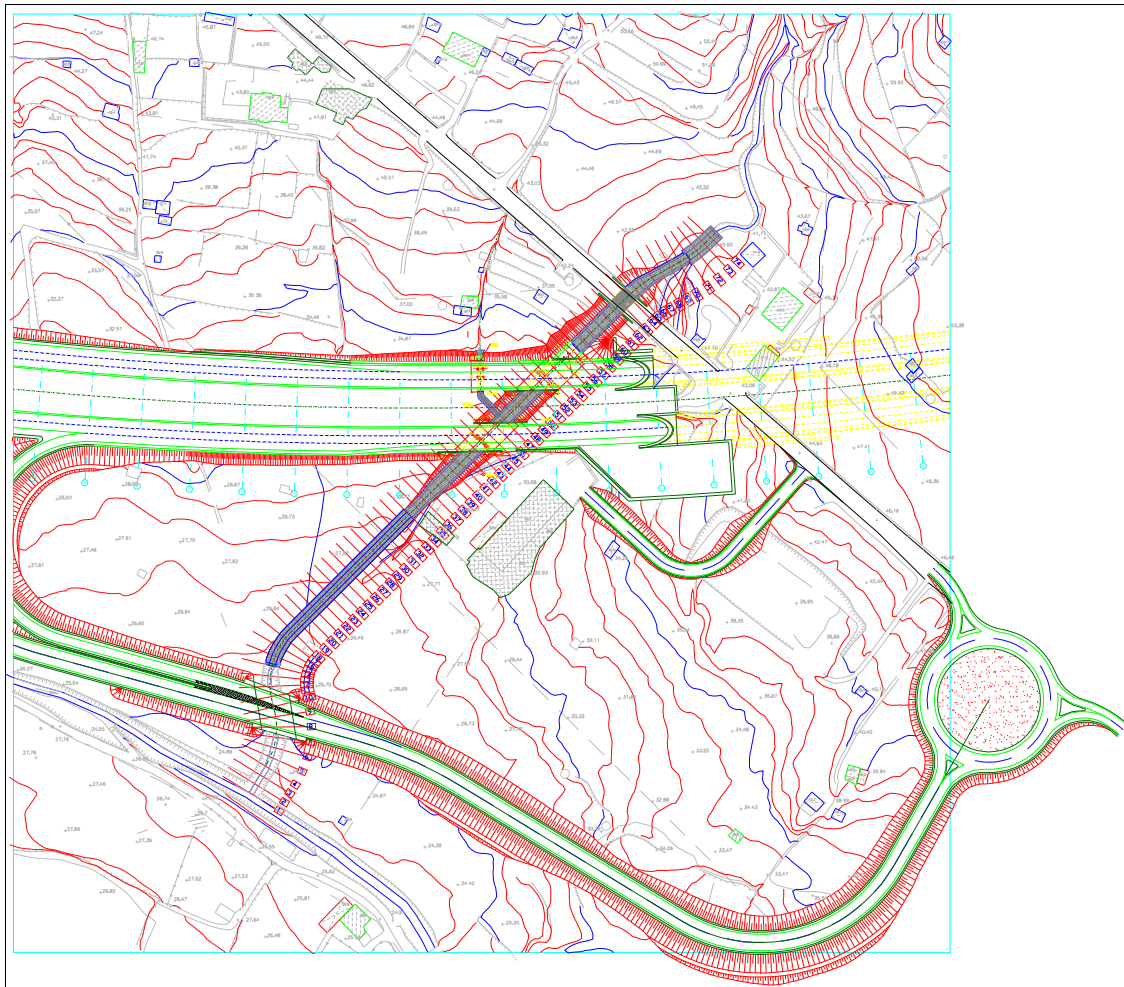


Foto del manufatto esistente che attraversa l'Appia

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

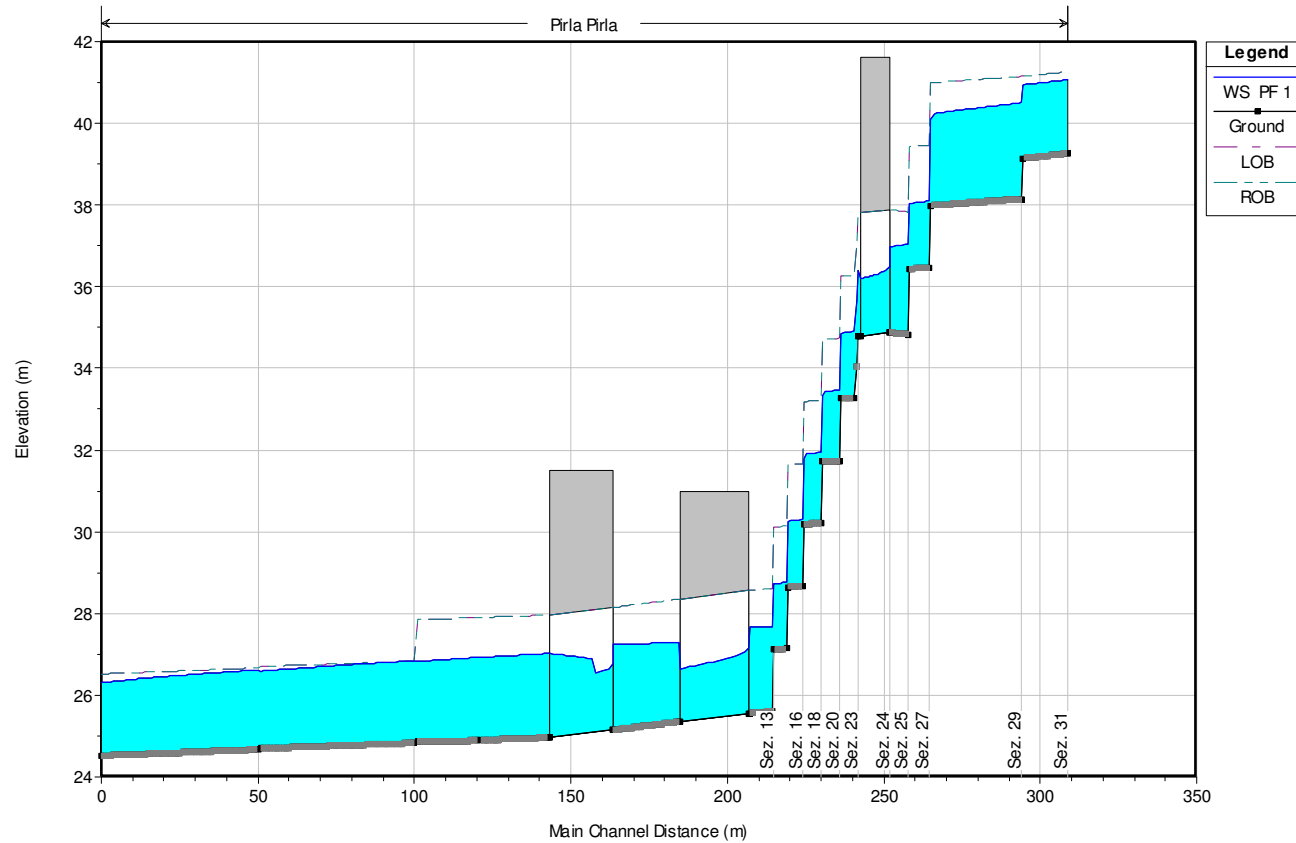


Planimetria di progetto dell'intervento previsto

Mediante il codice di calcolo HEC-RAS si è ricostruito il profilo idraulico del pelo libero in condizioni di moto permanente e con portata di Tempo di Ritorno pari a 200 anni.

Nella pagina seguente si è riportato tale risultato.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Profilo del pelo libero ricostruito con HEC-RAS

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

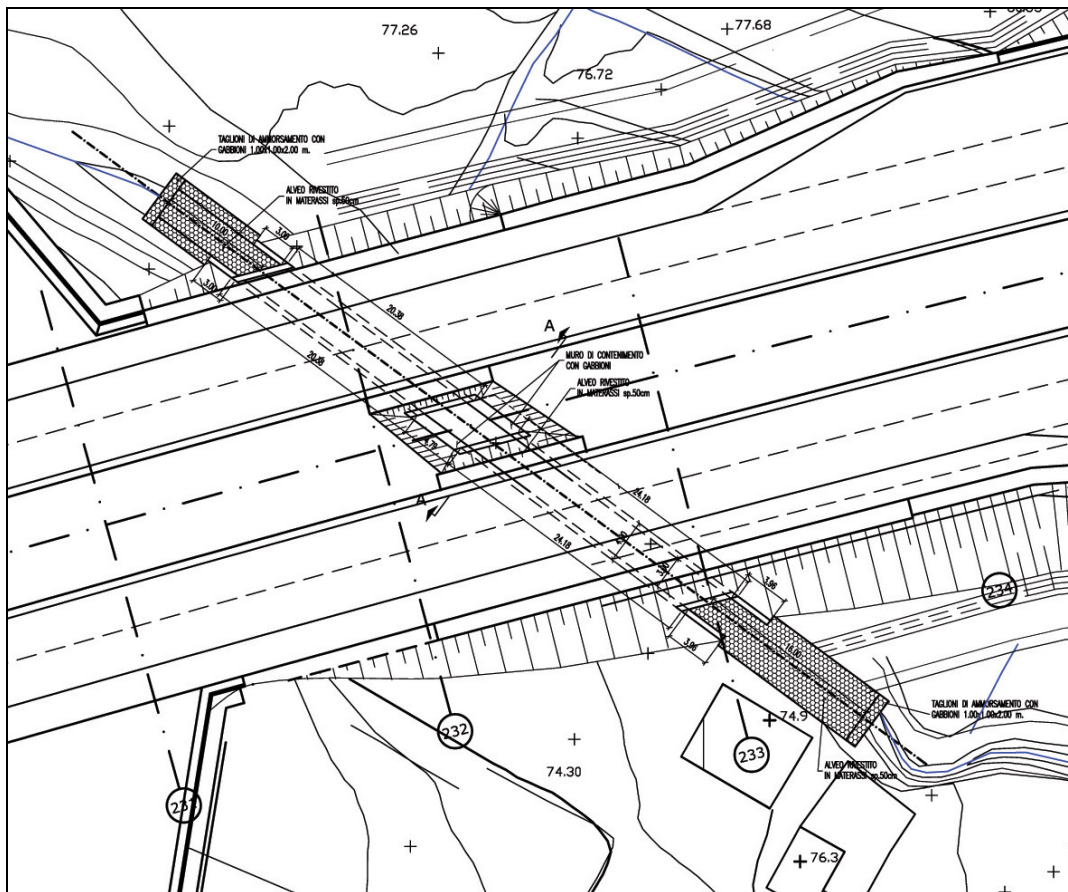
Sezione	Portata (m ³ /s)	Quota fondo (m)	Q. pelo libelo (m)	Velocità max (m/s)	Area liquida (m ²)
31	38.21	39.26	41.06	3.66	10.44
30	38.21	39.15	40.95	3.66	10.43
29	38.21	38.15	40.5	4.06	9.42
28	38.21	37.99	40.09	4.55	8.41
27	38.21	36.47	38.1	3.9	9.8
26	38.21	36.44	38.05	3.97	9.63
25	38.21	34.83	37.04	2.88	13.28
24	38.21	34.88	36.98	3.04	12.59
23.1	Ponte				
23	38.21	34.8	36.41	3.97	9.63
22	38.21	33.28	34.9	3.92	9.74
21	38.21	33.26	34.87	3.97	9.63
20	38.21	31.74	33.47	3.68	10.39
19	38.21	31.72	33.33	3.97	9.63
18	38.21	30.21	31.95	3.67	10.41
17	38.21	30.19	31.8	3.97	9.63
16	38.21	28.67	30.3	3.91	9.78
15	38.21	28.65	30.26	3.97	9.63
14	38.21	27.14	28.76	3.93	9.72
13	38.21	27.12	28.72	3.97	9.63
12	38.21	25.61	27.68	3.08	12.42
11	38.21	25.56	27.66	3.04	12.59
10.1	Ponte				
10	38.21	25.35	27.29	3.28	11.64
9	38.21	25.15	27.25	3.04	12.59
8.1	Ponte				
8	38.21	24.96	27.02	3.1	12.33
7	38.21	24.9	26.93	3.14	12.16
6	38.21	24.89	26.92	3.13	12.21
5	38.21	24.86	26.83	3.24	11.8
4	38.21	24.83	26.84	3.16	12.11
3	38.21	24.7	26.59	3.43	11.14
2	38.21	24.67	26.62	3.3	11.59
1	38.21	24.52	26.31	3.69	10.37

Principali risultati della simulazione idraulica

Dai risultati emerge come il pelo libero in corrispondenza dell'opera abbia un franco superiore al metro e pertanto l'opera risulta verificata.

8.2 Ponte scatolare in corrispondenza della sez. n. 232-233

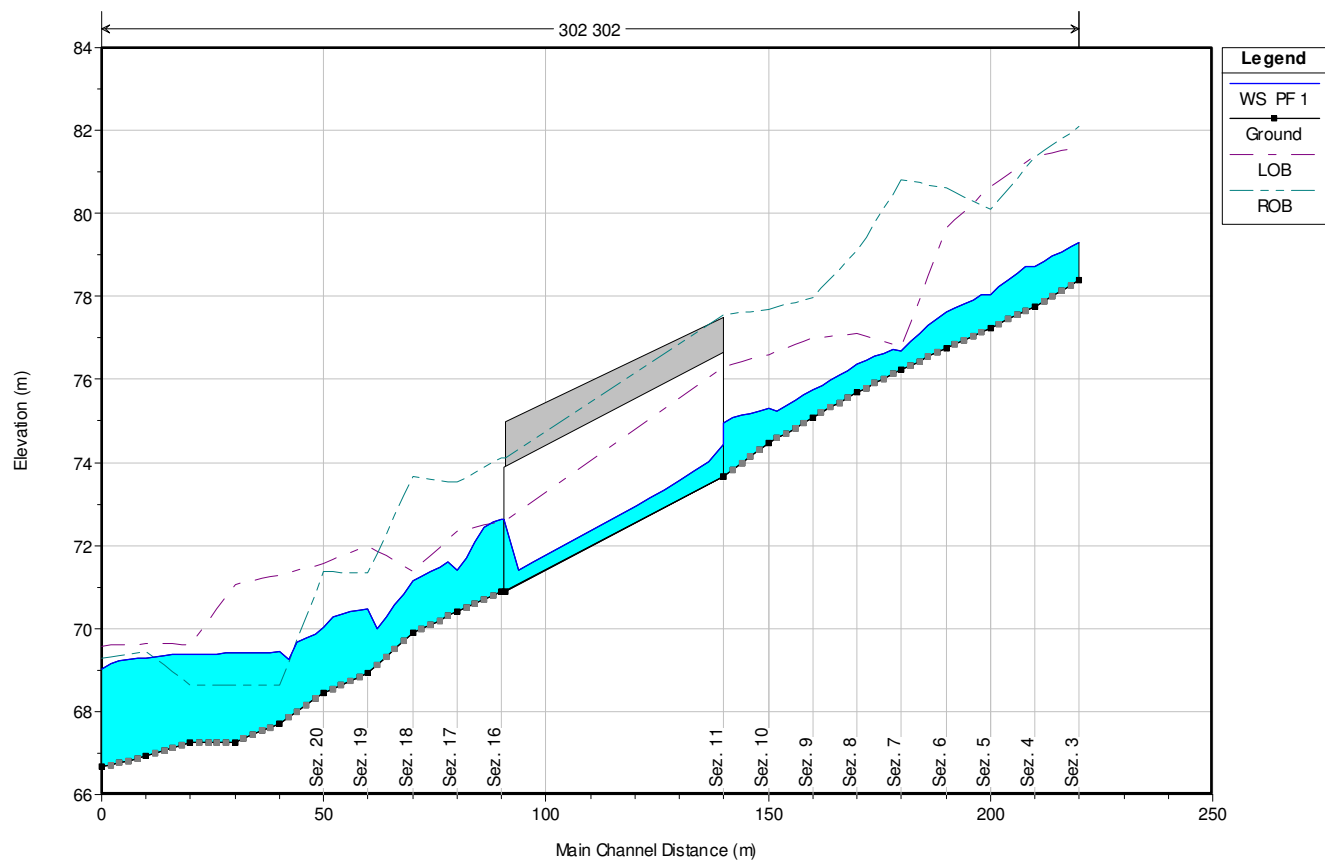
La realizzazione di questa opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al km 5+789. L'attraversamento avviene per il tramite due ponti scatolari di cui quello in SX ubicato alla progressiva 5+778 e quello in DX alla progressiva 5+800. L'opera strutturale si compone di uno scatolare in c.a. gettato in opera di dimensioni interne pari a 3.00 x 3.00 m.



Schema del Ponte scatolare per l'attraversamento del corso d'acqua

Mediante il codice di calcolo HEC-RAS si è ricostruito il profilo idraulico del pelo libero in condizioni di moto permanente e con portata di Tempo di Ritorno pari a 200 anni. Nella pagina seguente si è riportato tale risultato.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Profilo del pelo libero ricostruito con HEC-RAS

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sezione	Portata	Quota fondo	Q. pelo libelo	Velocità max	Area liquida
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)
23	6.56	78.41	79.38	2.22	2.95
22	6.56	77.75	78.81	2.31	2.84
21	6.56	77.25	78.19	2.15	3.05
20	6.56	76.75	77.7	2.05	3.19
19	6.56	76.24	76.84	1.43	4.59
18	6.56	75.69	76.38	1.85	3.54
17	6.56	75.08	75.81	1.92	3.43
16	6.56	74.46	75.3	1.5	4.37
15	6.56	73.65	74.95	2.1	3.12
10.9	Ponte				
10	6.56	70.9	72.62	1.29	5.07
9	6.56	70.4	71.69	2.34	2.81
8	6.56	69.9	71.21	2.59	2.54
7	6.56	68.93	70.48	1.59	4.13
6	6.56	68.46	70.03	2.79	2.35
5	6.56	67.71	69.43	0.95	6.9
4	6.56	67.26	69.4	0.69	9.54
3	6.56	67.27	69.39	0.55	11.89
2	6.56	66.92	69.29	1.01	6.48
1	6.56	66.67	69.01	1.88	3.49

Principali risultati della simulazione idraulica

Dai risultati emerge come il pelo libero in corrispondenza dell'opera abbia un franco superiore al metro e pertanto l'opera risulta verificata.

8.3 Ponte in corrispondenza della sez. n. 238

La realizzazione di questa opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 5+925. Più propriamente l'attraversamento avviene per il tramite di due ponti gemelli di cui quello in SX ubicato alla progressiva 5+920 e quello in DX alla progressiva 5+930.

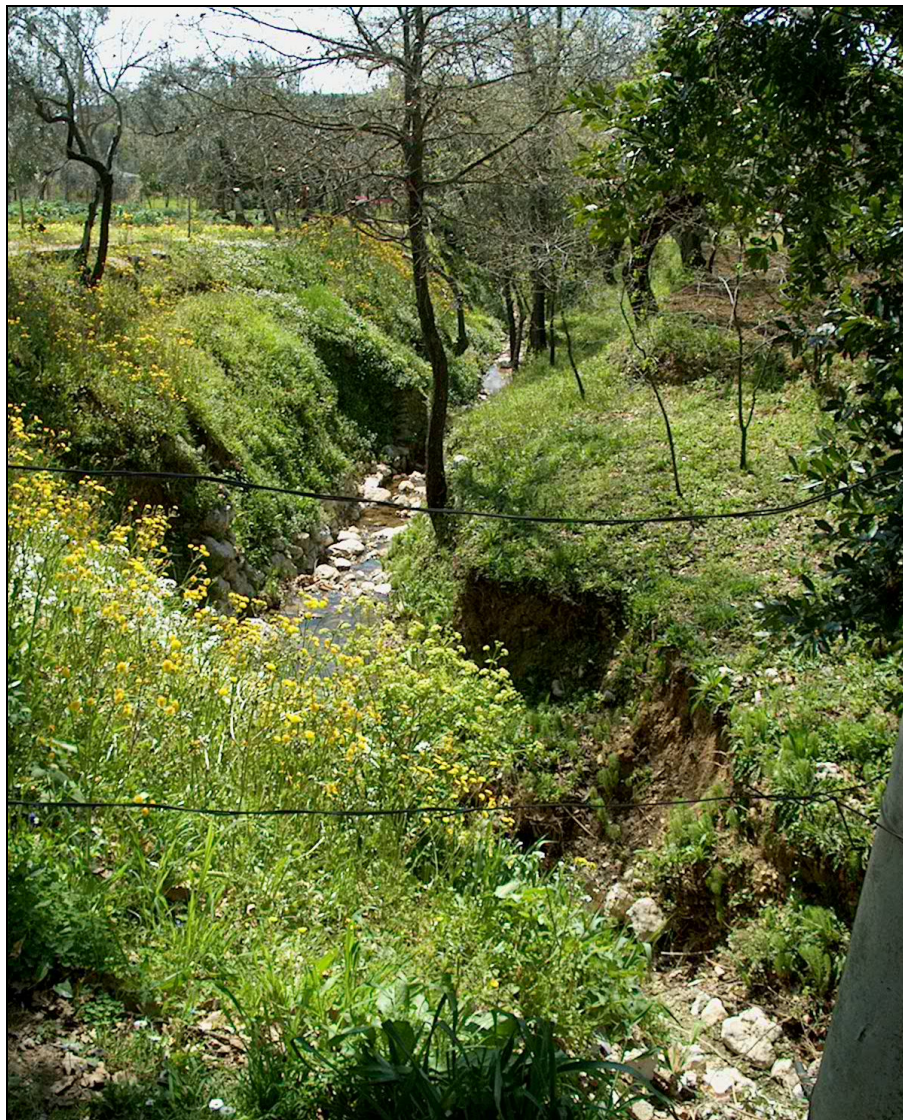
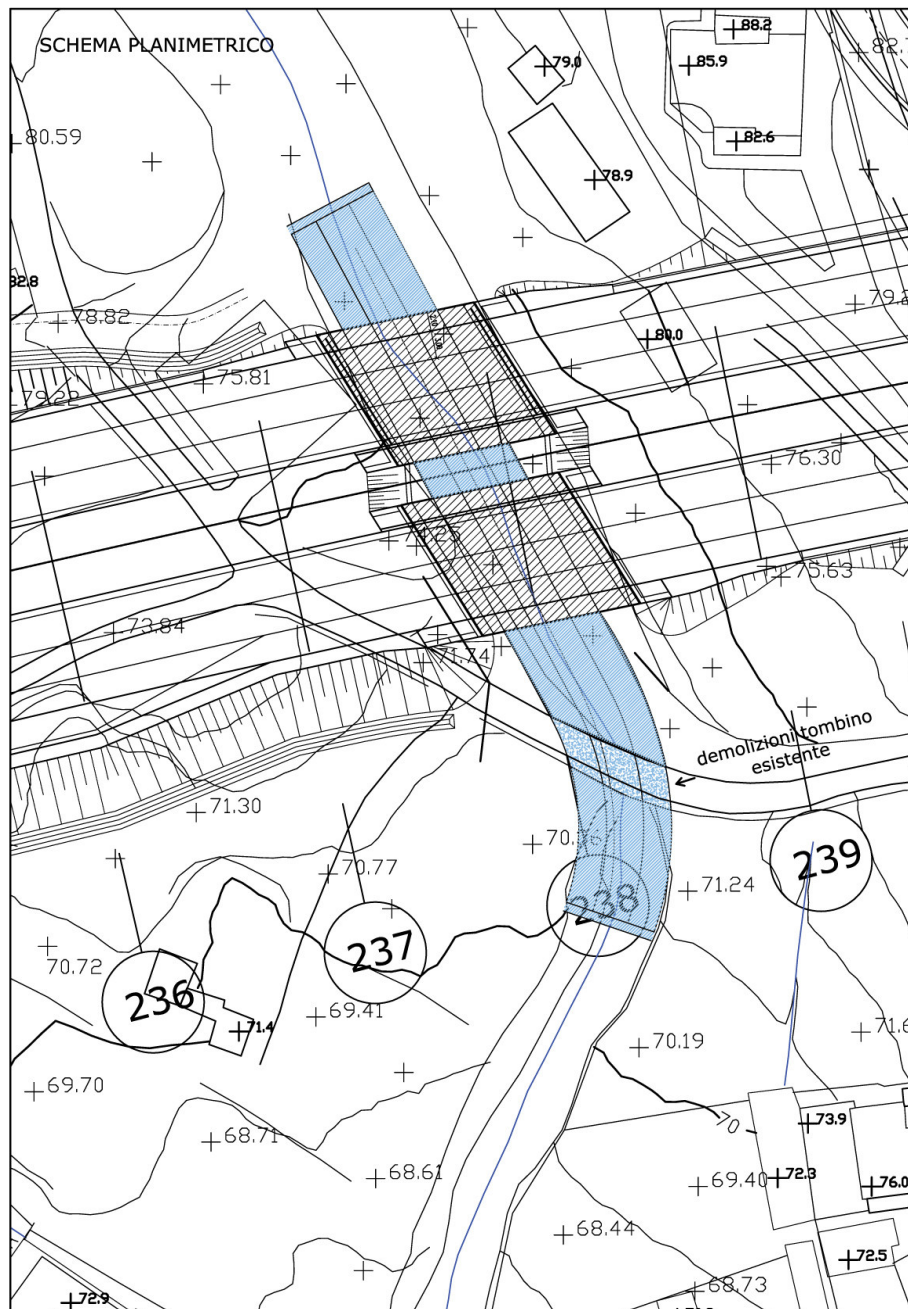


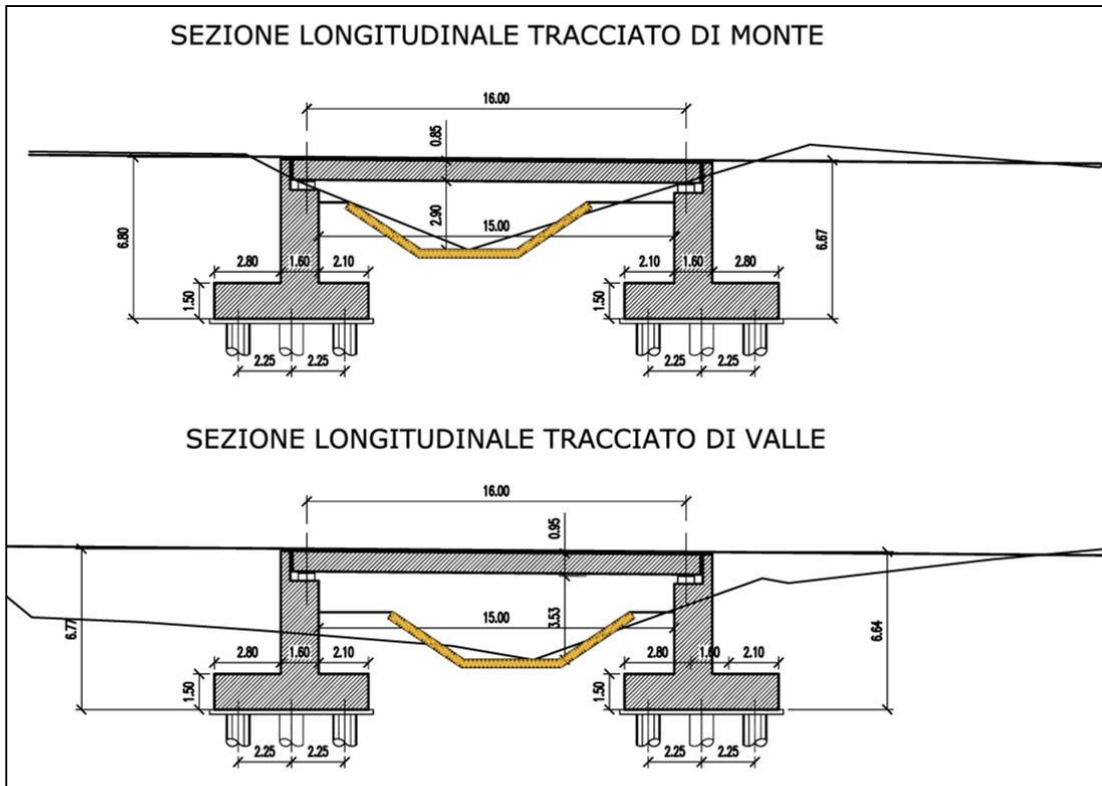
Foto del torrente a valle della strada in progetto

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

L'alveo nello stato attuale si presenta fortemente inciso con presenza di pietrame di discrete dimensioni e con la presenza di vegetazione lungo le sponde.



Planimetria di progetto

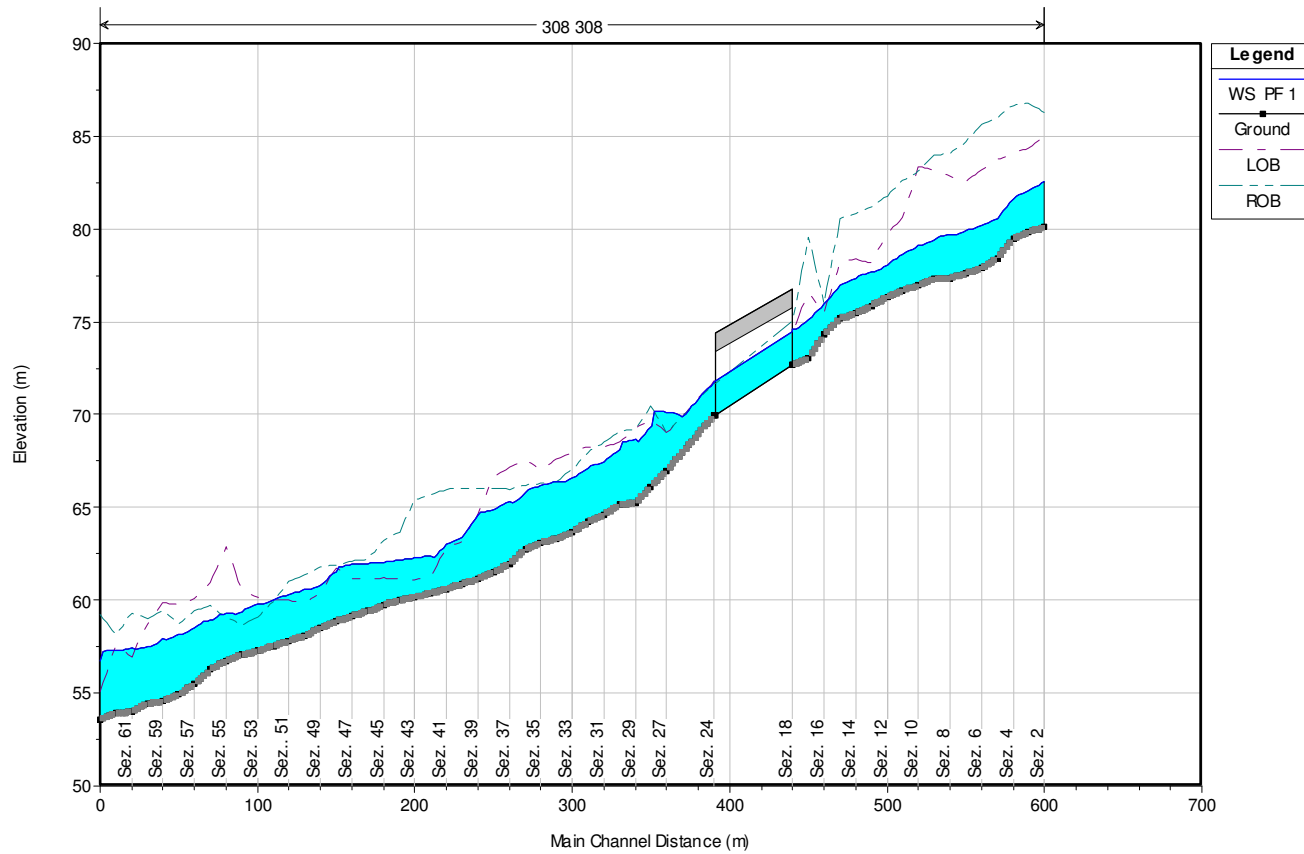


Sezioni di progetto

Mediante il codice di calcolo HEC-RAS si è ricostruito il profilo idraulico del pelo libero in condizioni di moto permanente e con portata di Tempo di Ritorno pari a 200 anni.

Nella pagina seguente si è riportato tale risultato.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Profilo del pelo libero ricostruito con HEC-RAS

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sezione	Portata (m ³ /s)	Quota fondo (m)	Q. pelo libelo (m)	Velocità max (m/s)	Area liquida (m ²)
61	45.55	80.14	82.54	3.4	13.38
60	45.55	79.82	82.09	3.4	13.41
59	45.55	79.51	81.65	3.29	13.86
58	45.55	78.44	80.56	3.34	13.63
57	45.55	77.89	80.22	3.41	13.36
56	45.55	77.6	79.88	3.38	13.47
55	45.55	77.37	79.72	2.76	16.49
54	45.55	77.35	79.4	3.19	14.27
53	45.55	77	79.09	3.26	13.98
52	45.55	76.67	78.66	3.14	14.53
51	45.55	76.34	78.07	3.07	14.84
50	45.55	75.84	77.66	2.67	17.06
49	45.55	75.45	77.32	3.04	14.96
48	45.55	75.19	76.97	3.07	14.84
47	45.55	74.3	75.98	3.3	14.9
46	45.55	73.05	75.13	3.17	14.39
45	45.55	72.67	74.59	3.14	14.54
40.9	Ponte				
40	45.55	69.95	71.72	3.07	19.4
37	45.55	66.98	70.12	1.77	28.54
36	45.55	66.13	69.42	3.8	11.97
35	45.55	65.24	68.66	2.98	15.28
34	45.55	65.17	68.1	3.9	11.68
33	45.55	64.6	67.46	3.73	12.21
32	45.55	64.21	67.12	3.01	15.16
31	45.55	63.68	66.58	2.87	15.88
30	45.55	63.34	66.41	1.99	22.92
29	45.55	63.11	66.17	2.24	20.32
28	45.55	62.74	65.78	2.83	16.11
27	45.55	61.95	65.32	2.3	19.84
26	45.55	61.52	64.89	3.14	14.53
25	45.55	61.16	64.62	2.75	16.55
24	45.55	60.88	63.35	2.71	16.82
23	45.55	60.62	62.99	2.76	16.53
22	45.55	60.39	62.4	2.03	22.46
21	45.55	60.16	62.29	2	22.82
20	45.55	60.02	62.16	2.07	22.02
19	45.55	59.72	62.05	2.01	22.72
18	45.55	59.41	61.98	1.78	25.57
17	45.55	59.16	61.93	1.64	27.73
16	45.55	58.85	61.55	2.73	16.69
15	45.55	58.52	60.81	2.59	17.55
14	45.55	58.09	60.56	2.28	20.02

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

13	45.55	57.82	60.32	2.32	19.65
12	45.55	57.53	60.04	2.39	19.07
11	45.55	57.28	59.77	2.03	22.44
10	45.55	57.05	59.41	2.5	18.23
9	45.55	56.74	59.3	1.6	28.44
8	45.55	56.27	58.95	2.45	18.61
7	45.55	55.5	58.52	3.17	14.39
6	45.55	54.92	58.13	2.99	15.24
5	45.55	54.55	57.91	2.37	19.2
4	45.55	54.44	57.48	2.66	17.13
3	45.55	54.01	57.41	1.86	24.47
2	45.55	53.91	57.3	1.78	25.66
1	45.55	53.56	56.71	3.48	13.09

Principali risultati della simulazione idraulica

Dai risultati emerge come il pelo libero in corrispondenza dell'opera abbia un franco superiore al metro e pertanto l'opera risulta verificata.

8.4 Ponte sul Torrente Balzorile

La realizzazione di questa opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 6+162. Più propriamente l'attraversamento avviene per il tramite di due ponti gemelli di cui quello in SX ubicato alla progressiva 6+158 e quello in DX alla progressiva 6+167.



Foto che mostra il ponte esistente guardando verso monte

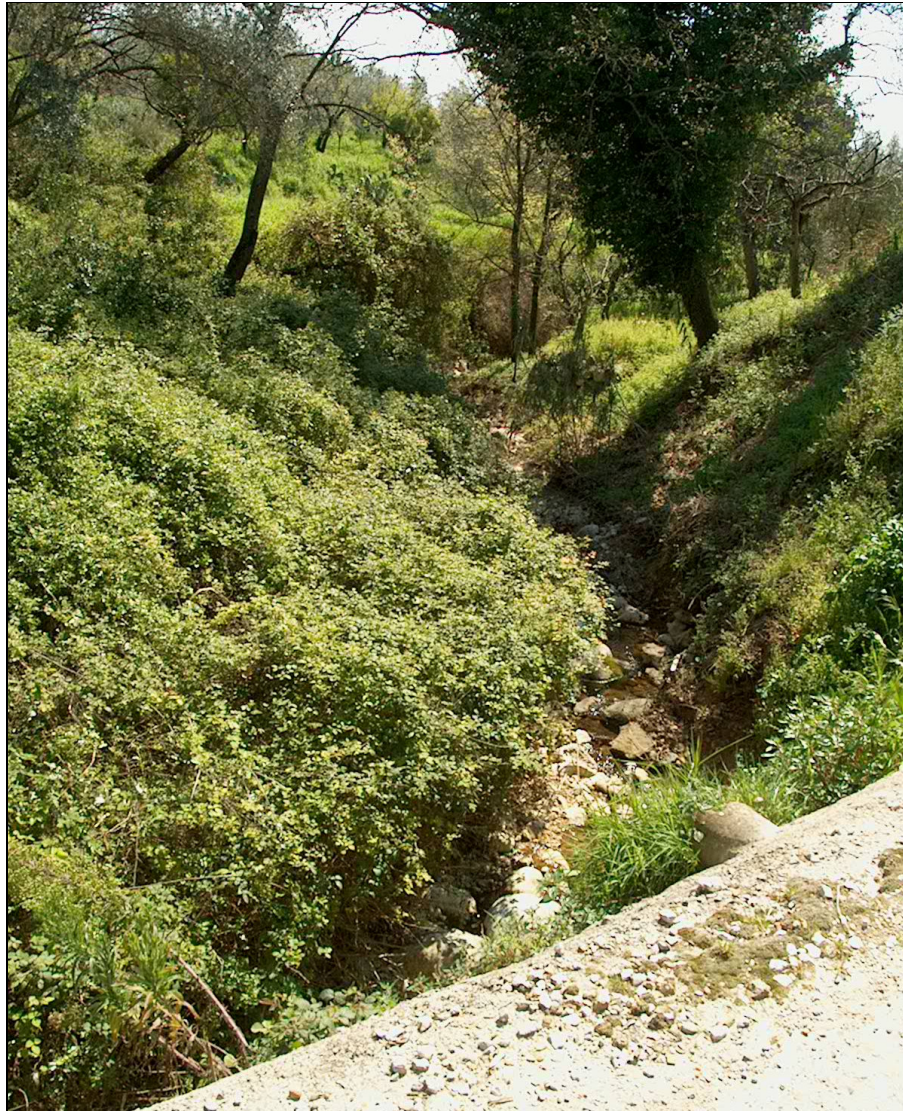


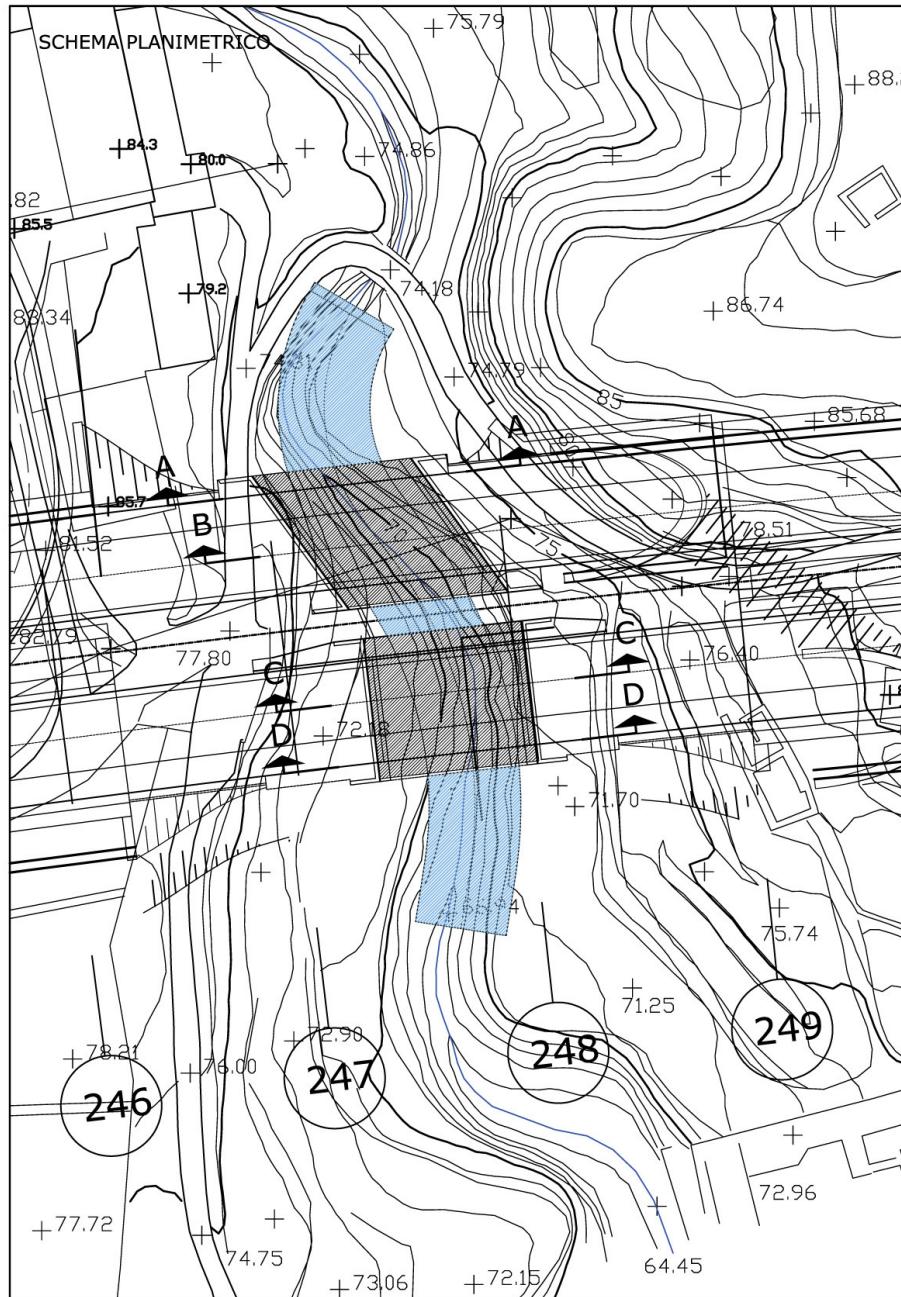
Foto dal ponte esistente che guarda verso valle



Foto dal ponte esistente che guarda verso monte

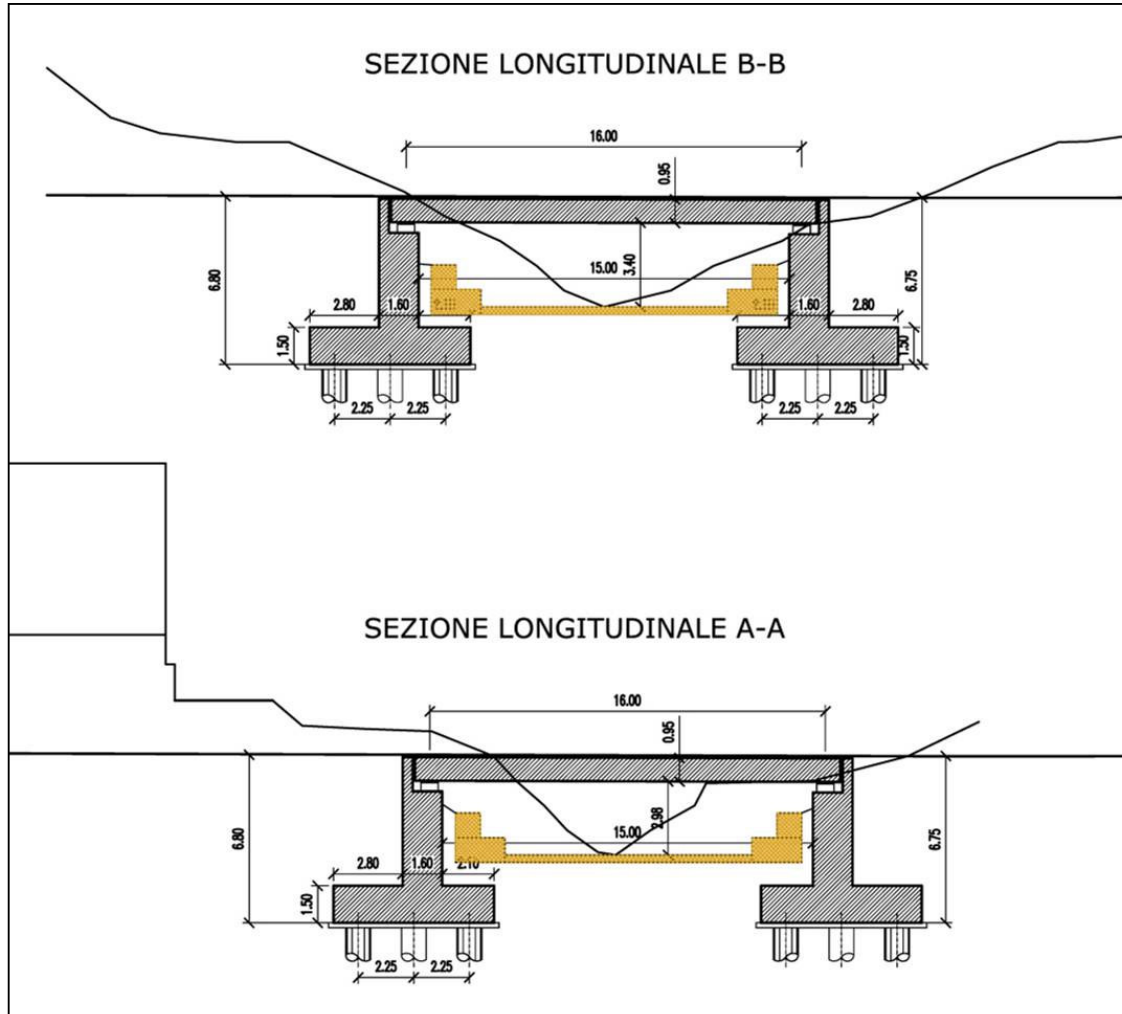
L'alveo nello stato attuale si presenta fortemente inciso con presenza di pietrame di discrete dimensioni e con la presenza di molta vegetazione lungo le sponde.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Planimetria di progetto

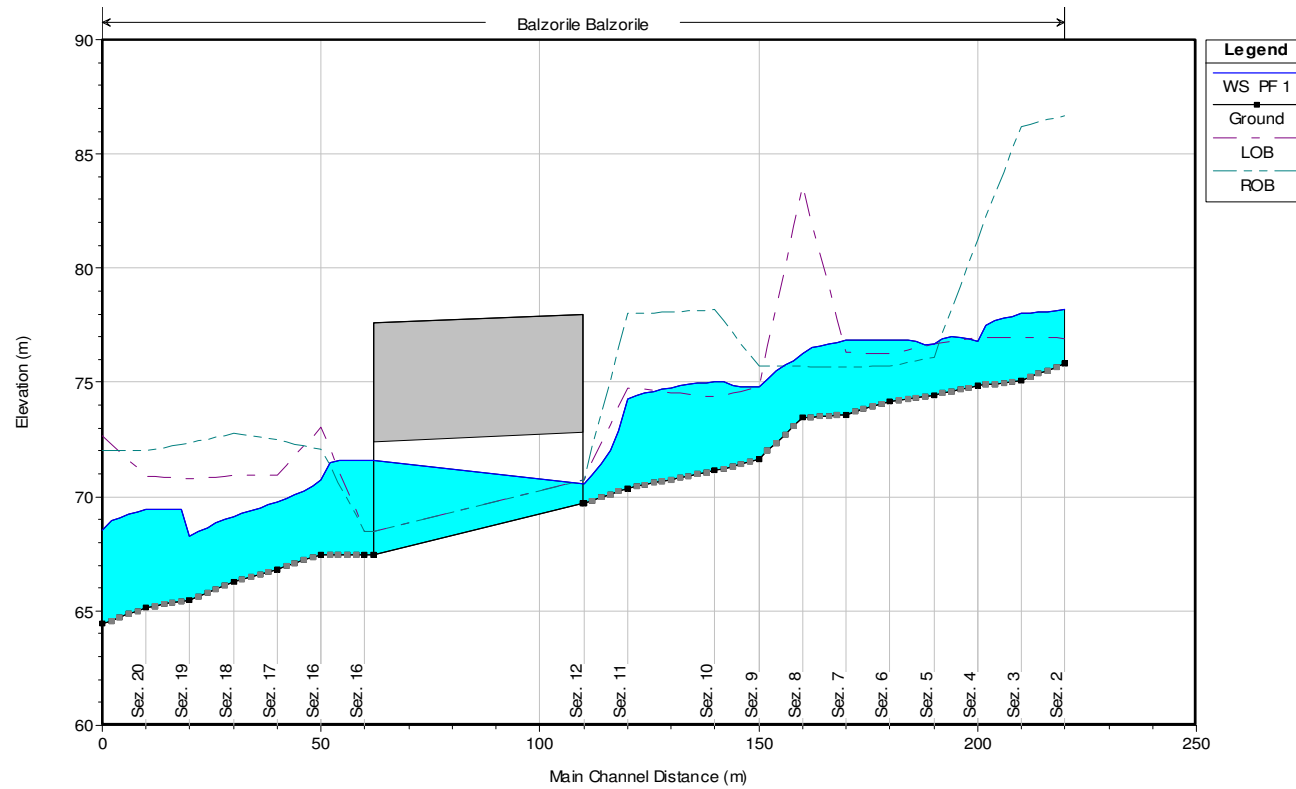
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Mediante il codice di calcolo HEC-RAS si è ricostruito il profilo idraulico del pelo libero in condizioni di moto permanente e con portata di Tempo di Ritorno pari a 200 anni.

Nella pagina seguente si è riportato tale risultato.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Profilo del pelo libero ricostruito con HEC-RA

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sezione	Portata (m ³ /s)	Quota fondo (m)	Q. pelo libelo (m)	Velocità max (m/s)	Area liquida (m ²)
20	71.86	75.83	78.21	3.44	20.87
19	71.86	75.09	78.01	3.16	22.72
18	71.86	74.85	76.79	5	14.36
17	71.86	74.45	76.68	3.58	20.08
16	71.86	74.16	76.84	1.85	38.85
15	71.86	73.6	76.83	1.52	47.13
14	71.86	73.47	76.25	3.3	21.74
13	71.86	71.63	74.8	5.18	13.87
12	71.86	71.14	75.04	2.53	28.41
11	71.86	70.37	74.26	3.64	19.74
10.9	71.86	69.71	70.58	8.28	8.68
10.8	Ponte				
6.1	71.86	67.48	71.6	1.38	67.88
6	71.86	67.48	70.76	4.03	17.82
5	71.86	66.83	69.79	5.13	14.01
4	71.86	66.29	69.13	5.35	13.44
3	71.86	65.49	68.28	5.75	12.51
2	71.86	65.16	69.44	2.32	31.02
1	71.86	64.44	68.56	4.31	16.67

Principali risultati della simulazione idraulica

Dai risultati emerge come il pelo libero in corrispondenza dell'opera abbia un franco di circa 80 cm e pertanto l'opera risulta verificata.

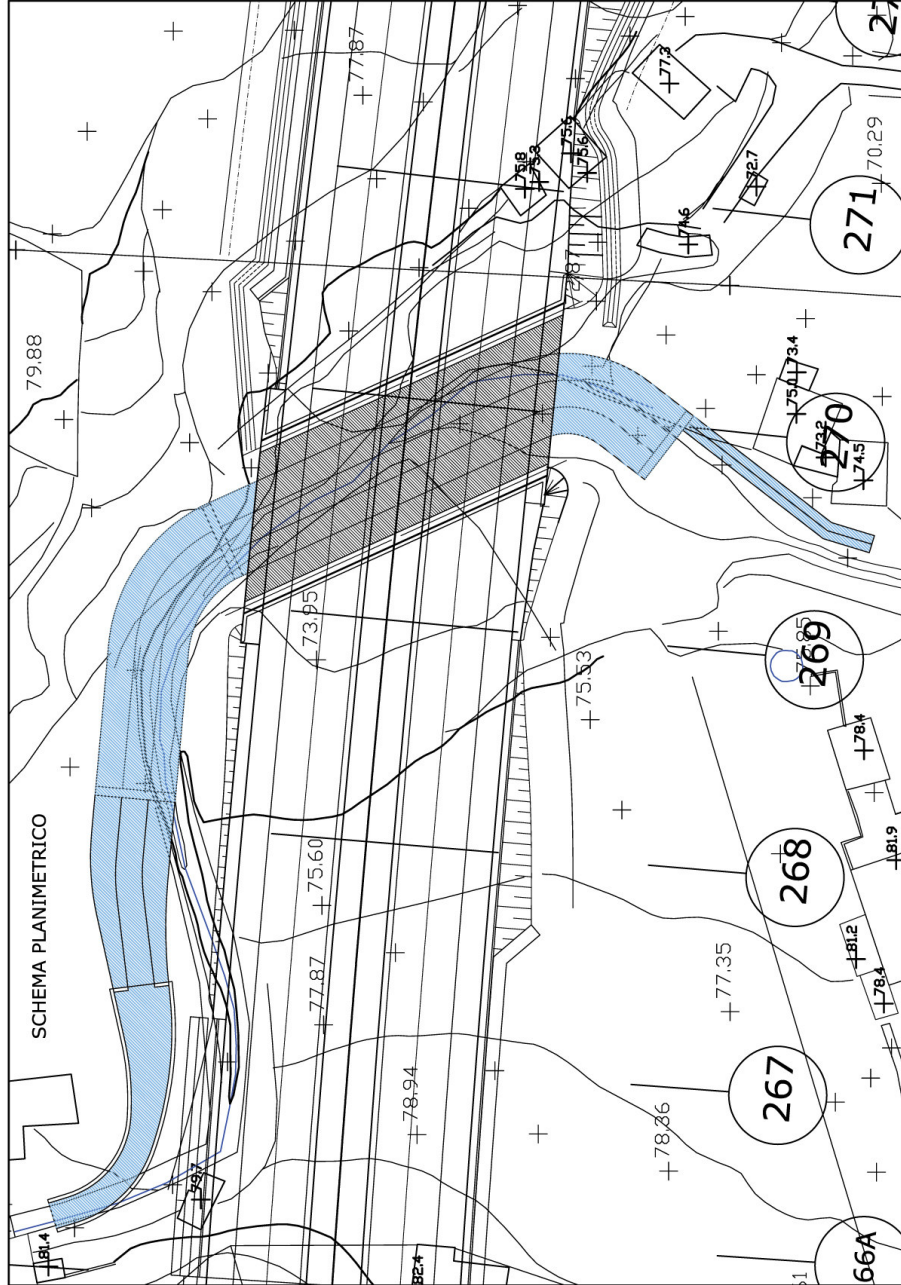
8.5 Ponte sul Torrente Acqualonga

La realizzazione di questa opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 6+720. Più propriamente l'attraversamento avviene per il tramite di due ponti gemelli di cui quello in SX ubicato alla progressiva 6+710 e quello in DX alla progressiva 6+730.

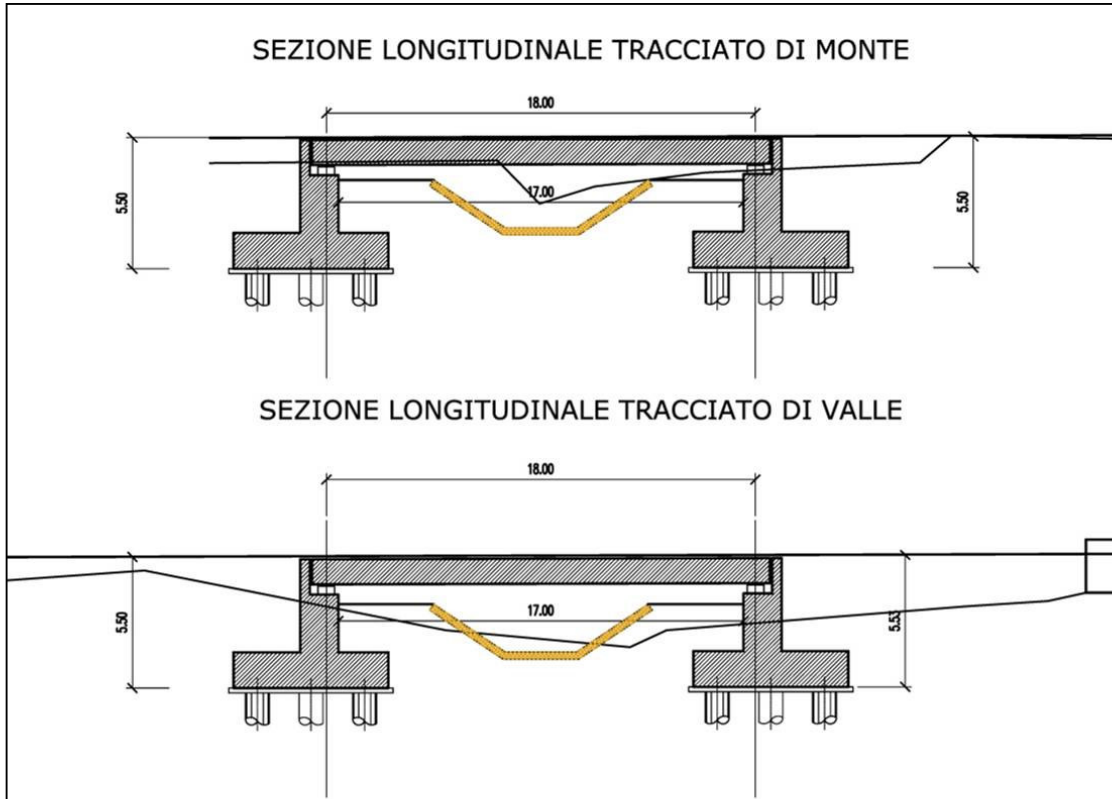


Immagine dell'alveo a monte dell'opera in progetto

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Planimetria di progetto

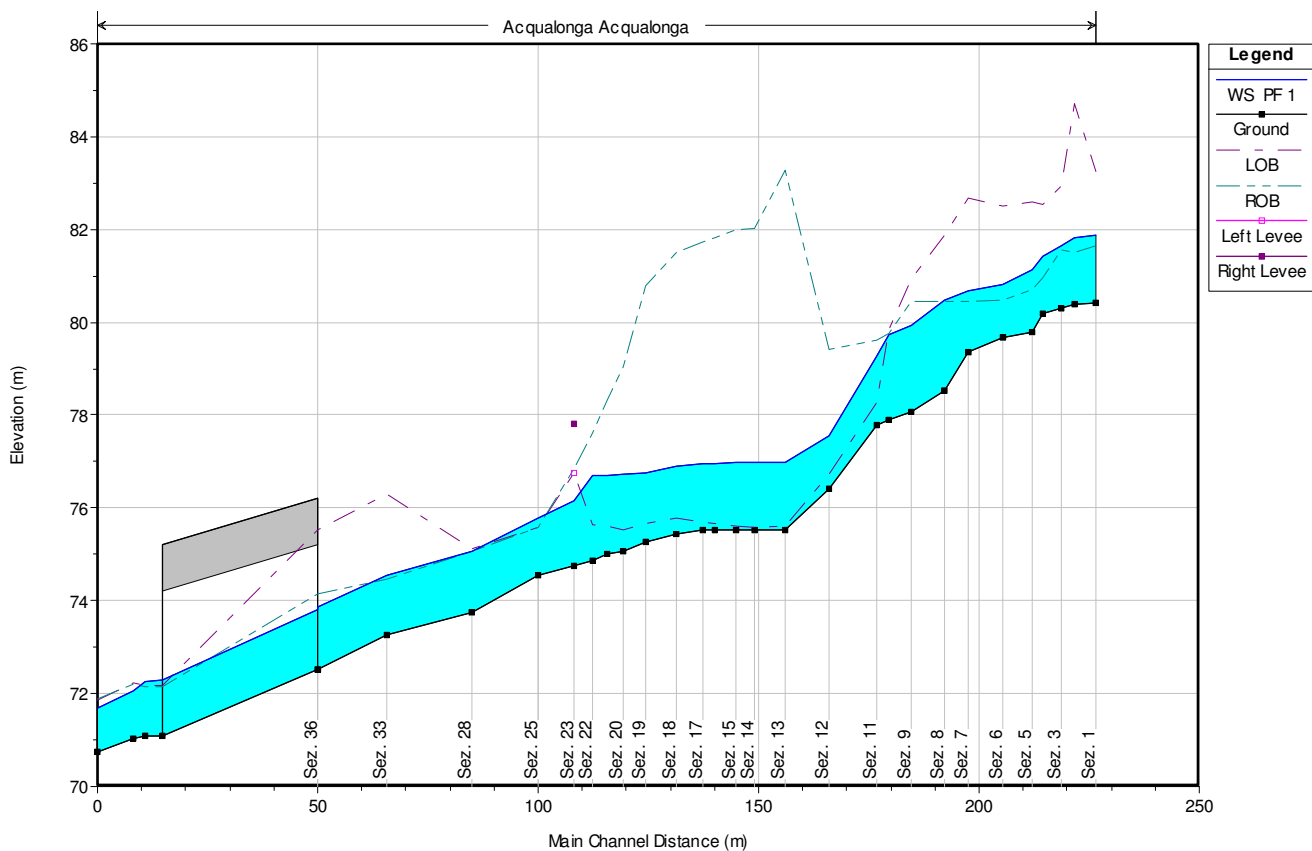


Sezioni di progetto

Mediante il codice di calcolo HEC-RAS si è ricostruito il profilo idraulico del pelo libero in condizioni di moto permanente e con portata di Tempo di Ritorno pari a 200 anni.

Nella pagina seguente si è riportato tale risultato.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Profilo del pelo libero ricostruito con HEC-RAS

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sezione	Portata (m ³ /s)	Quota fondo (m)	Q. pelo libelo (m)	Velocità max (m/s)	Area liquida (m ²)
46	20.51	80.43	81.89	2.13	9.65
45	20.51	80.38	81.82	1.75	11.71
44	20.51	80.3	81.66	2.16	9.51
43	20.51	80.2	81.41	2.19	9.38
42	20.51	79.8	81.13	2.17	9.46
41	20.51	79.67	80.82	2.14	9.6
40	20.51	79.36	80.69	1.6	12.82
39	20.51	78.53	80.47	2.02	10.16
38	20.51	78.06	79.92	1.76	11.67
37	20.51	77.91	79.72	2.02	10.15
36	20.51	77.78	79.27	2.24	9.15
35	20.51	76.41	77.56	2.75	7.46
34	20.51	75.53	77	0.98	21
33	20.51	75.53	76.98	0.98	21.04
32	20.51	75.53	76.98	0.96	21.45
31	20.51	75.53	76.95	1.05	19.56
30	20.51	75.53	76.94	1.08	19.02
29	20.51	75.43	76.89	1.29	15.89
28	20.51	75.27	76.76	1.69	12.14
27	20.51	75.06	76.72	1.51	13.57
26	20.51	75.01	76.7	1.35	15.18
25	20.51	74.86	76.69	1.2	17.12
24	20.51	74.76	76.17	3.21	6.39
22	20.51	74.54	75.79	2.37	11.83
19	20.51	73.74	75.07	2.51	10.41
14	20.51	73.25	74.54	2.51	11.22
11	20.51	72.52	73.86	2.73	7.5
3.9	Ponte				
3	20.51	71.08	72.26	1.63	12.61
2	20.51	71.03	72.05	2.51	8.18
1	20.51	70.74	71.69	2.35	8.74

Principali risultati della simulazione idraulica

Dai risultati emerge come il pelo libero in corrispondenza dell'opera abbia un franco di oltre 1 metro e pertanto l'opera risulta verificata.

8.6 Ponte sul Torrente Acquatraversa

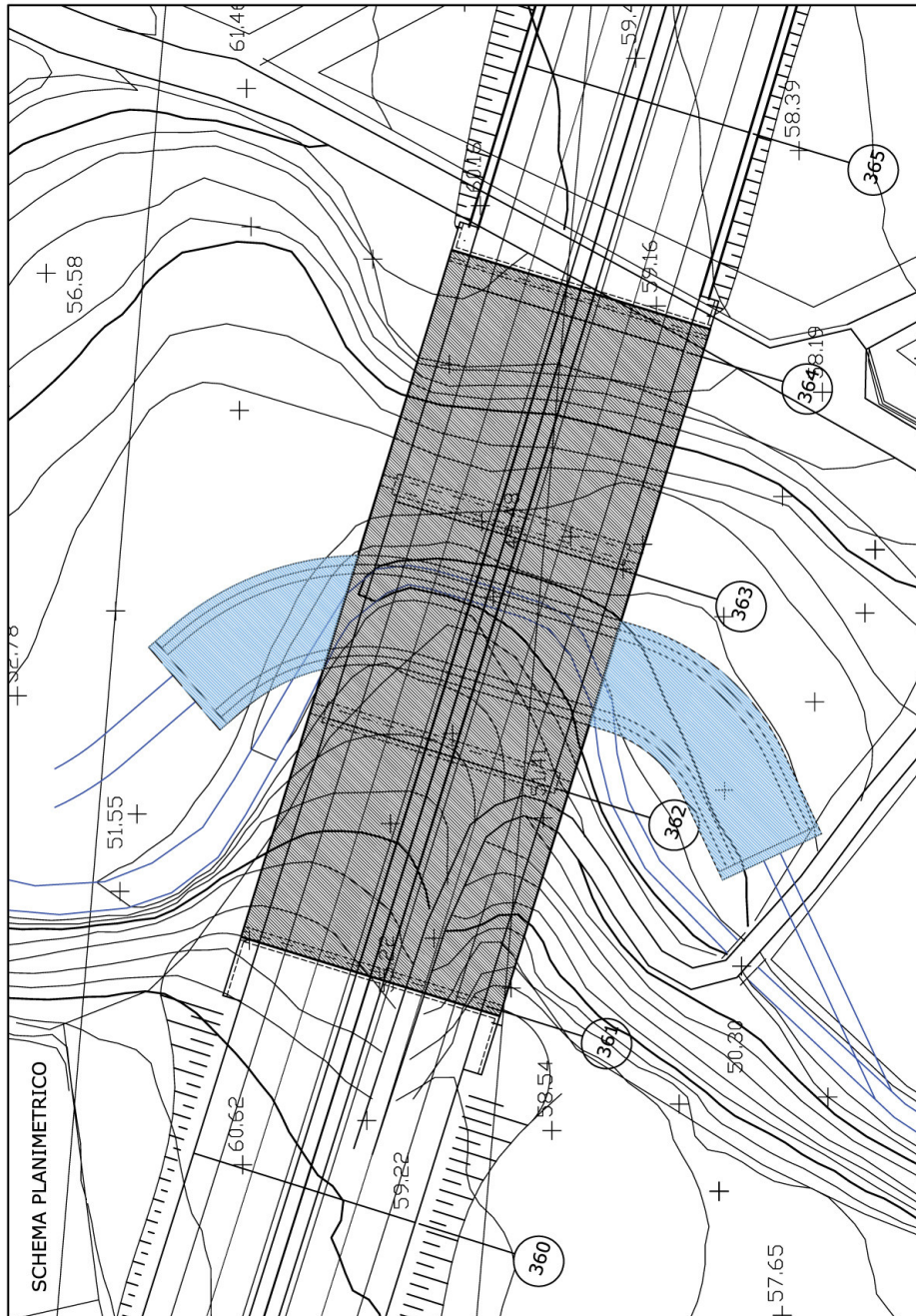
La realizzazione di questa opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 9+036,57.



Immagine dell'alveo in un tratto a monte dell'intervento in progetto.

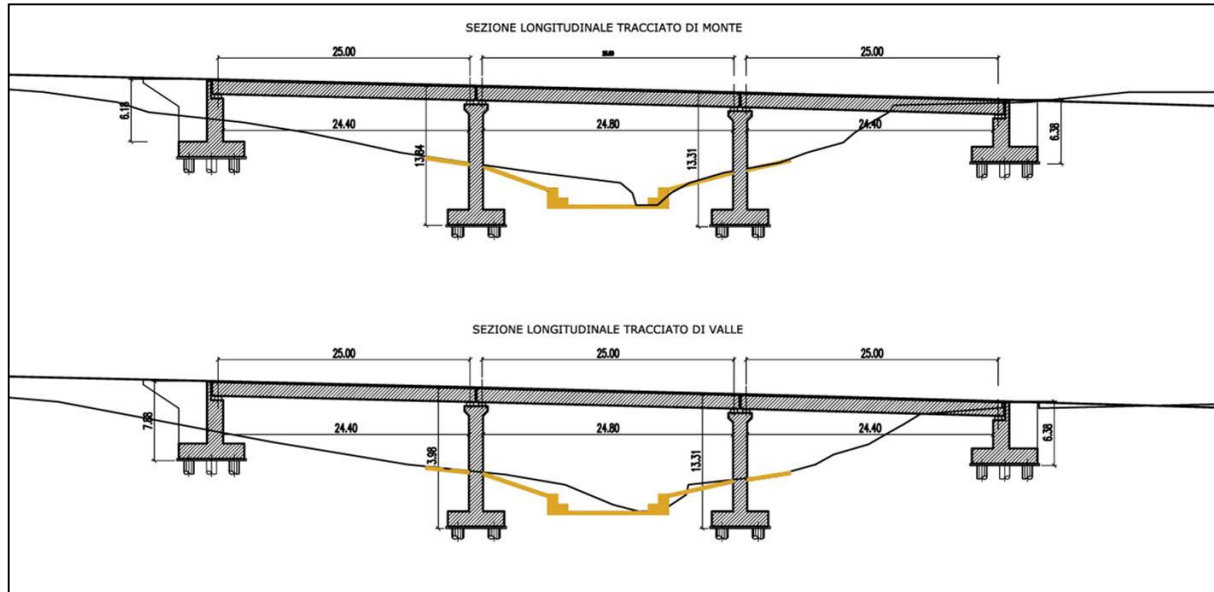
L'alveo nello stato attuale si presenta fortemente inciso con presenza di pietrame di modeste dimensioni e con la presenza di molta vegetazione lungo le sponde.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Planimetria di progetto

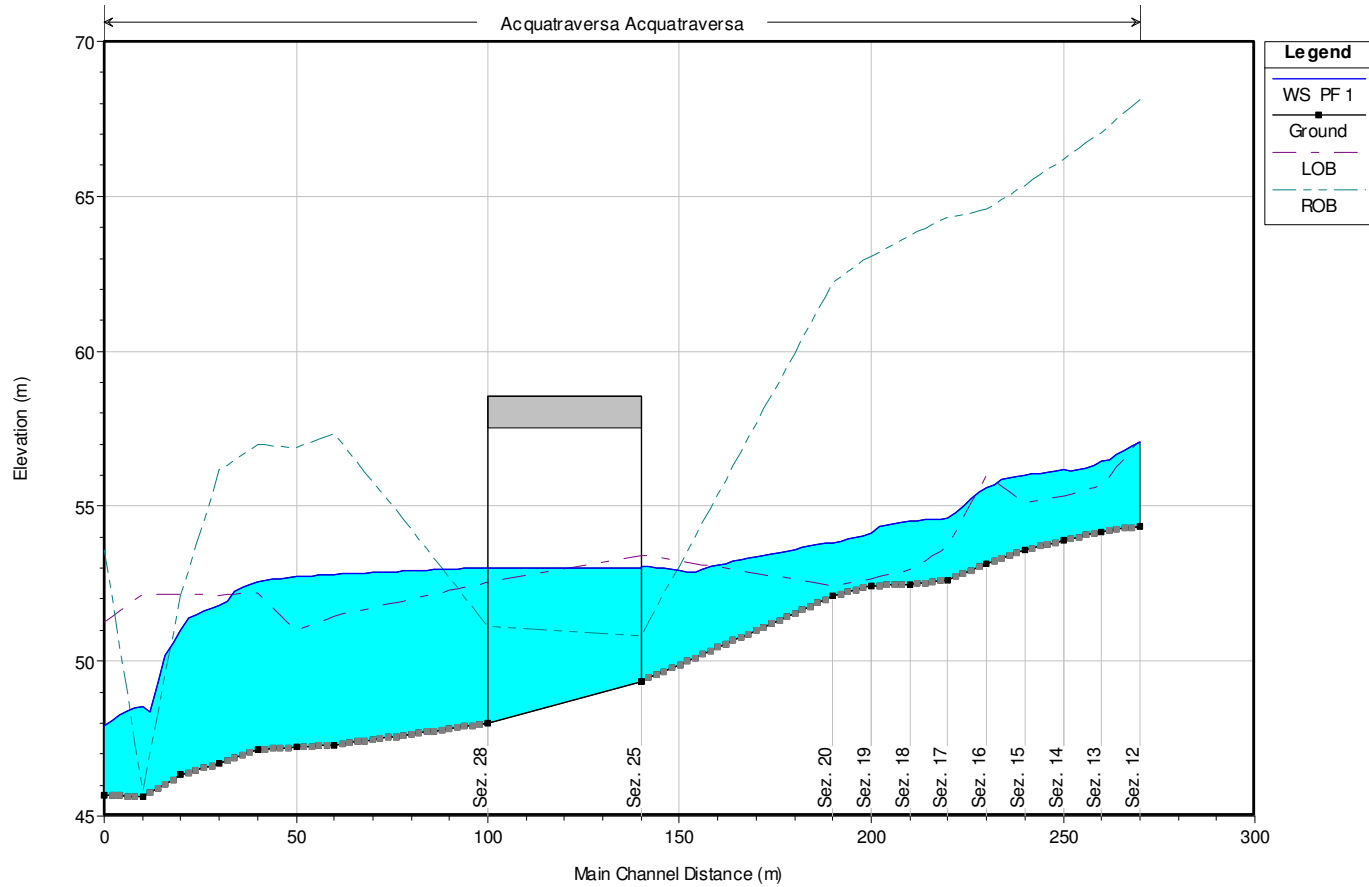
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Mediante il codice di calcolo HEC-RAS si è ricostruito il profilo idraulico del pelo libero in condizioni di moto permanente e con portata di Tempo di Ritorno pari a 200 anni.

Nella pagina seguente si è riportato tale risultato.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Profilo del pelo libero ricostruito con HEC-RAS

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sezione	Portata (m ³ /s)	Quota fondo (m)	Q. pelo libelo (m)	Velocità max (m/s)	Area liquida (m ²)
18	131.66	54.34	57.08	3.77	34.96
17	131.66	54.19	56.46	3.54	37.18
16	131.66	53.88	56.16	3.47	37.9
15	131.66	53.58	56	3.39	38.8
14	131.66	53.15	55.61	3.89	33.83
13	131.66	52.62	54.6	3.64	36.15
12	131.66	52.47	54.54	3.21	41.05
11	131.66	52.44	54.1	3.9	33.79
10	131.66	52.09	53.83	3.74	35.24
9	131.66	49.34	53.04	1.67	79.07
8.9	Ponte				
8	131.66	47.99	53.01	1.13	116.78
7	131.66	47.29	52.79	1.9	69.23
6	131.66	47.22	52.72	2.06	63.98
5	131.66	47.15	52.55	2.51	52.55
4	131.66	46.7	51.79	4.15	31.75
3	131.66	46.32	50.99	5.29	24.89
2	131.66	45.61	48.54	2.28	57.83
1	131.66	45.68	47.9	3.84	34.31

Principali risultati della simulazione idraulica

Dai risultati emerge come il pelo libero in corrispondenza dell'opera abbia un franco di oltre 1 metro e pertanto l'opera risulta verificata.

8.7 Ponte sul Torrente Marmorano

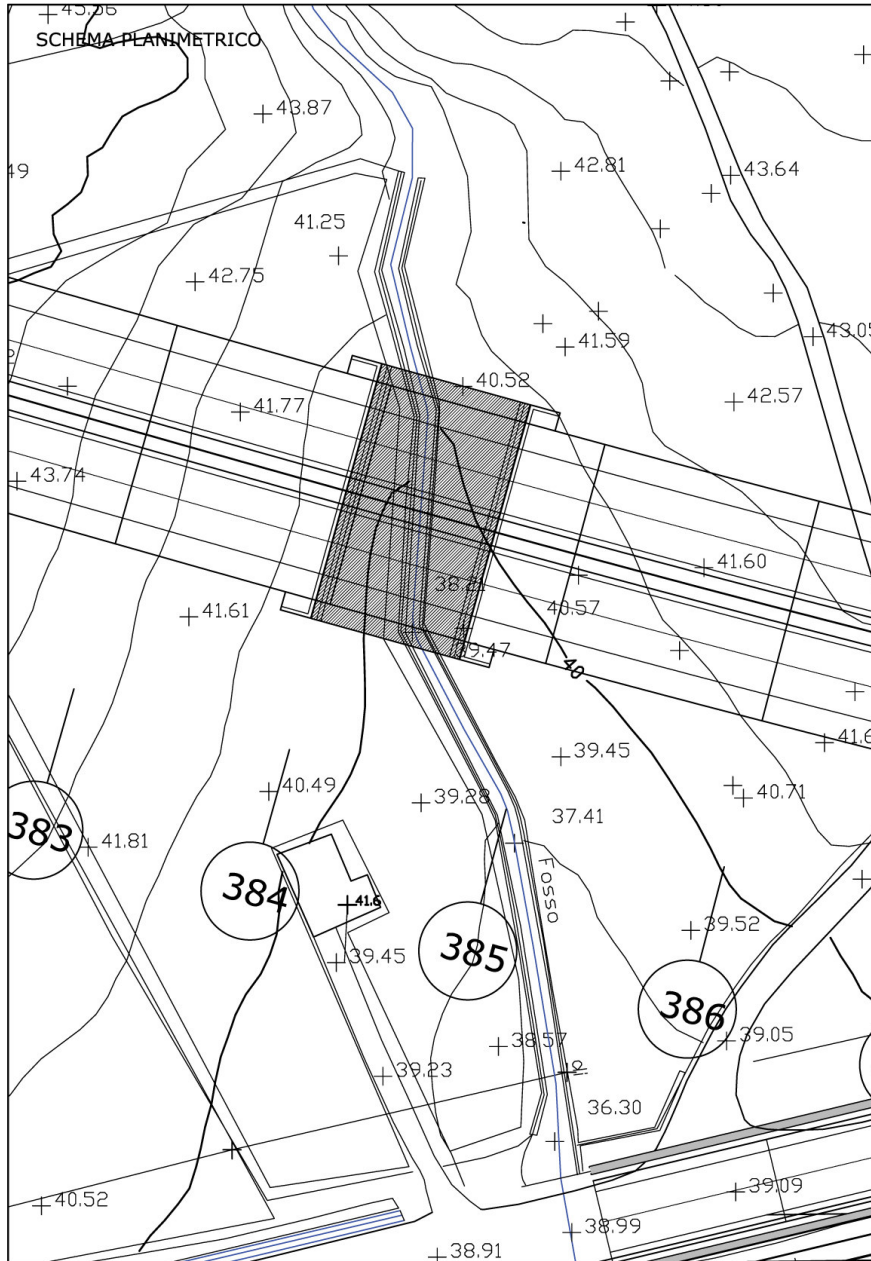
La realizzazione di questa opera si rende necessaria per l'attraversamento del torrente intercettato dall'autostrada al Km 9+581,73.



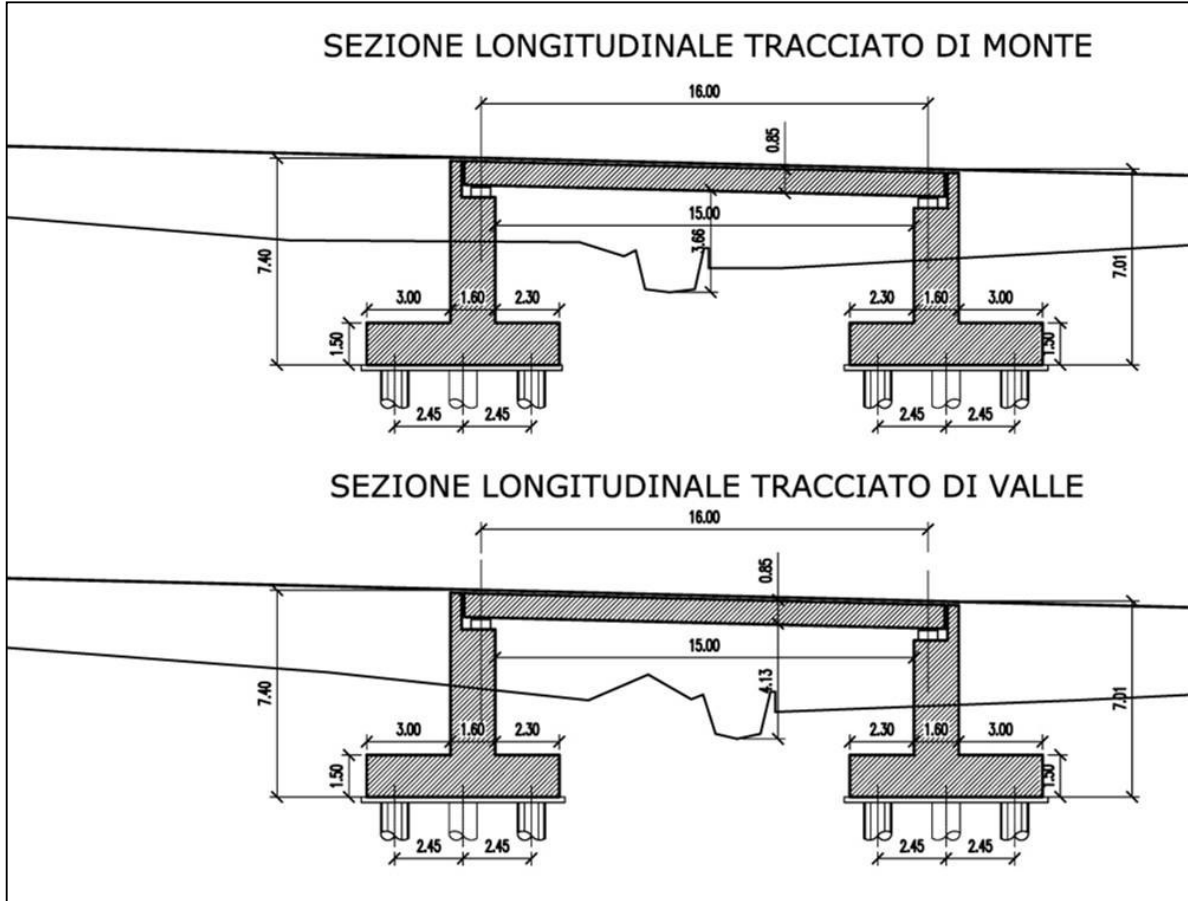
Immagine dell'alveo a monte dell'intervento in progetto

L'alveo presenta una folta vegetazione e la presenza di alcune pareti in calcestruzzo che delimitano la sezione idraulica.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



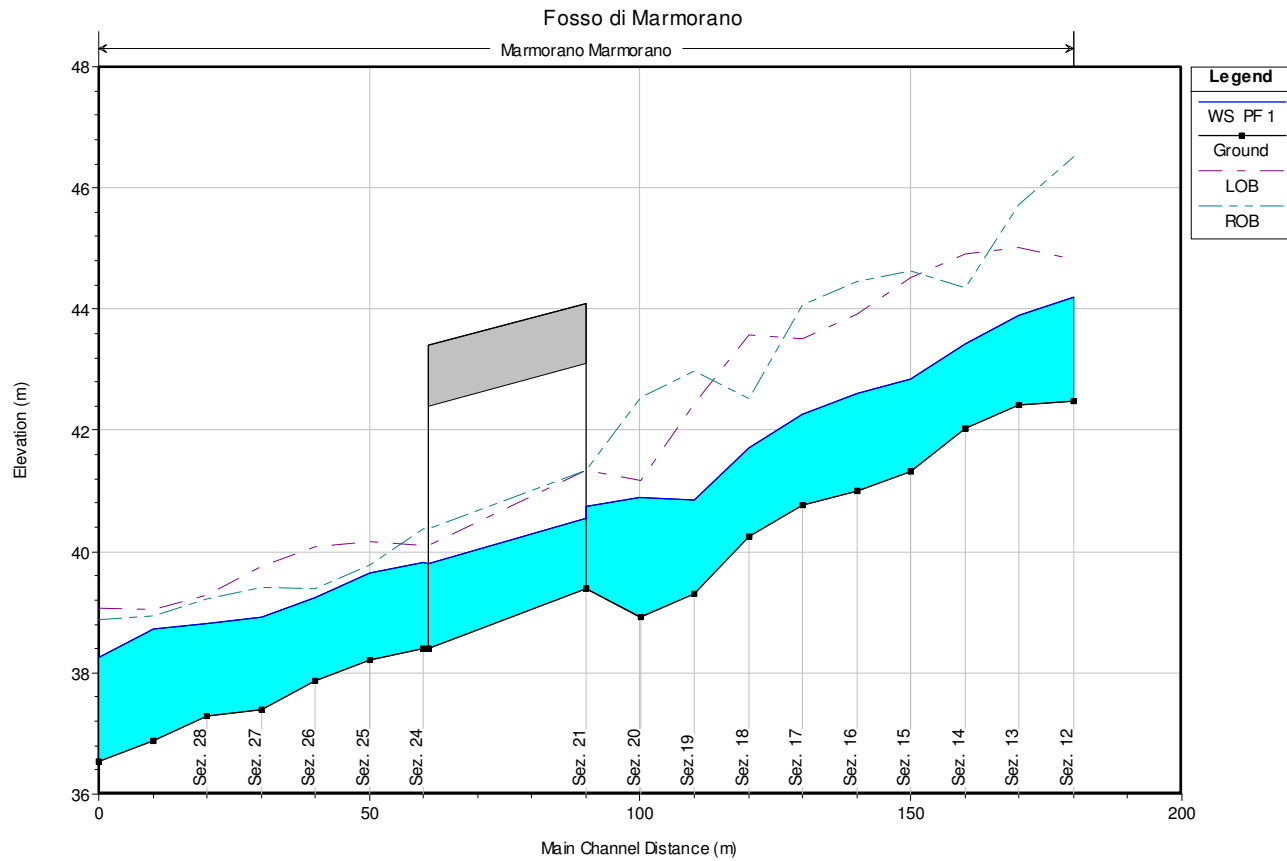
Planimetria di progetto



Mediante il codice di calcolo HEC-RAS si è ricostruito il profilo idraulico del pelo libero in condizioni di moto permanente e con portata di Tempo di Ritorno pari a 200 anni.

Nella pagina seguente si è riportato tale risultato.

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA



Profilo del pelo libero ricostruito con HEC-RAS

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sezione	Portata (m ³ /s)	Quota fondo (m)	Q. pelo libelo (m)	Velocità max (m/s)	Area liquida (m ²)
19	26.81	42.48	44.19	2.49	10.79
18	26.81	42.42	43.9	2.67	10.06
17	26.81	42.03	43.43	2.63	10.19
16	26.81	41.33	42.84	2.77	9.68
15	26.81	41.01	42.61	2.25	11.9
14	26.81	40.76	42.26	2.73	9.84
13	26.81	40.25	41.71	2.53	10.59
12	26.81	39.3	40.86	2.5	10.71
11	26.81	38.92	40.89	1.52	17.58
10	26.81	39.4	40.74	1.83	14.63
7.9	Ponte				
7	26.81	38.4	39.83	1.98	13.54
6	26.81	38.21	39.66	1.92	13.96
5	26.81	37.87	39.25	2.65	10.1
4	26.81	37.39	38.91	2.59	10.35
3	26.81	37.29	38.82	1.91	14.05
2	26.81	36.89	38.73	1.68	15.91
1	26.81	36.54	38.26	2.88	9.3

Principali risultati della simulazione idraulica

Dai risultati emerge come il pelo libero in corrispondenza dell'opera abbia un franco di oltre 1 metro e pertanto l'opera risulta verificata.