

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA - CATENANUOVA MODIFICA ATTRAVERSAMENTO VIARIO VALLONE DELLE ROSE

RELAZIONE

NVW8 – VIADOTTO STRADALE SU VALLONE DELLE ROSE
RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	VALIDO PER LA COSTRUZIONE
DIRETTORE TECNICO Ing. M. RUFFO	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing.G. TANZI	DIRETTORE LAVORI

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

R	S	3	9	1	0	V	Z	Z	R	I	I	D	0	0	0	0	0	0	3	B	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F.Ricci	9/2020	C.Beltrami	9/2020	G.Tanzi	9/2020	Ing. G. Tanzi
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITF	F.Ricci	11/2020	C.Beltrami	11/2020	G.Tanzi	11/2020	
								09/2020
File: RS39-10-V-ZZ-RI-ID0000-003_B.docx								n. Elab.:

APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA							
   	  								
APPALTATORE: Mandatario:		Mandante:		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA				RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	2 di 57

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	Elenco elaborati annessi	3
2	DESCRIZIONE INTERVENTO	4
2.1	Inquadramento generale dell'area.....	4
3	ANALISI IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI	6
3.1	Metodologia di calcolo	6
3.1.1	Manuale di progettazione ferroviario.....	6
3.1.2	NTC 2008 e relativa Circolare Esplicativa	7
3.1.3	Criteri di verifica.....	8
3.1.4	Metodologia di verifica idraulica mediante simulazioni idrauliche su modello matematico in schema di moto permanente.....	9
3.2	Verifica idraulica opere	19
3.2.1	Geometria degli alvei.....	19
3.2.2	Portate di progetto.....	20
3.2.3	Definizione dei coefficienti di scabrezza	20
3.2.4	Condizioni al contorno.....	23
3.3	Criteri di dimensionamento delle protezioni del fondo e delle sponde.....	23
3.4	Vallone della Rosa – Progressiva km 1+440.....	28
3.4.1	Descrizione simulazione numerica ante operam.....	28
3.4.2	Verifica del franco	41
3.4.3	Sistemazione e protezione.....	41
4	COMPATIBILITA' IDRAULICA	45
5	FASI COSTRUTTIVE.....	50
5.1	Scelta del tempo di ritorno.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
5.2	Fasi idrauliche di progetto	Errore. Il segnalibro non è definito.
6	BIBLIOGRAFIA.....	56

APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
   							
APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:						
	 						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 3 di 57

1 PREMESSA

Il presente documento è parte integrante della progettazione esecutiva dell'intervento di raddoppio della linea ferroviaria Palermo - Catania, nella tratta che si sviluppa tra Bicocca e Catenanuova. La tratta della linea ferroviaria interessata dal presente studio è compresa tra la stazione di Catenanuova e quella di Bicocca, per uno sviluppo complessivo di circa 38 km tra la progressiva km 0+500 e la km 37+926.

La finalità del presente studio idraulico è il dimensionamento e la verifica del funzionamento di un manufatto stradale di attraversamento del torrente Vallone della Rosa, posto in parallelo al manufatto di attraversamento ferroviario, questo relativo al progetto di raddoppio della linea ferroviaria Palermo - Catania, nella tratta che si sviluppa tra Bicocca e Catenanuova. Tale opera è stata individuata sulla base sia di analisi geomorfologiche dei bacini idrografici afferenti la linea ferroviaria, sia di valutazioni visive condotte durante una serie di sopralluoghi estesi a tutte le opere esistenti lungo la tratta ferroviaria.

Nel dettaglio l'analisi effettuata ha seguito le seguenti fasi:

- verifica idraulica dello stato di fatto del torrente Vallone delle Rose mediante elaborazione di simulazione idraulica su modello matematico in schema di moto permanente;
- redazione delle planimetrie di esondazione, dei profili di moto permanente e delle sezioni con livelli idrici ed energetici relativamente alle opere di attraversamento;
- valutazione del franco idraulico della nuova opera;
- analisi di compatibilità idraulica;
- analisi idraulica delle fasi costruttive.

1.1 Elenco elaborati annessi

Tabella 1: Elenco elaborati annessi

ID	CODIFICA	ELABORATI	SCALA
ID00	RS39-10-V-ZZ-RI-ID0000-001_A	Relazione idrologica-Idraulica	-
ID00	RS39-10-V-ZZ-RI-ID0000-002_A	Relazione di compatibilità idraulica	-
ID00	RS39-10-V-ZZ-CZ-ID0000-001_A	Corografia	1:10'000
ID00	RS39-10-V-ZZ-FX-ID0000-001_A	Profili idrici ante e post operam	varie
ID00	RS39-10-V-ZZ-WZ-ID0000-001_A	Sezioni ante operam	1:200

APPALTAZIONE: Mandataria: salini impregilo Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
APPALTAZIONE: Mandataria: TECH PROJECT Mandante: Lombardi SETECO	
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39 LOTTO 10.V. ZZ CODIFICA RI DOCUMENTO ID.0000.003 REV. B PAGINA 4 di 57

ID	CODIFICA	ELABORATI	SCALA
ID00	RS39-10-V-ZZ-WZ-ID0000-002_A	Sezioni post operam	1:200
ID00	RS39-10-V-ZZ-PZ-ID0000-001_A	Planimetria e sezioni sistemazione Vallone della Rosa	varie
ID00	RS39-10-V-ZZ-PZ-ID0000-002_A	Planimetria fasi di realizzazione	varie

2 DESCRIZIONE INTERVENTO

2.1 Inquadramento generale dell'area

Il progetto prevede la realizzazione di un attraversamento stradale sul torrente Vallone della Rosa parallelo all'attraversamento ferroviario ricadente nel progetto esecutivo di raddoppio della linea ferroviaria Palermo - Catania, nella tratta che si sviluppa tra Bicocca e Catenanuova (alla pk 1+440 VI02).

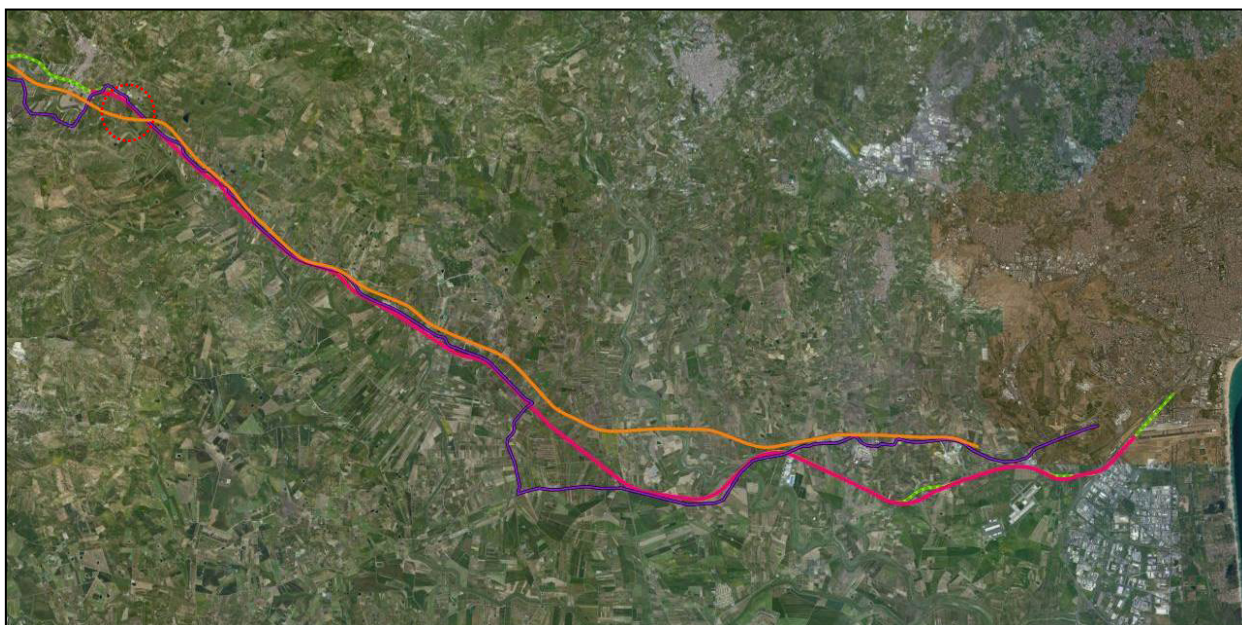








Figura 1: Inquadramento geografico attraversamento stradale di progetto

Dell'attraversamento di progetto è stata eseguita la verifica idraulica mediante elaborazione su modello matematico monodimensionale in schema di moto permanente. Nella figura seguente è riportato un inquadramento geografico su ortofoto del tracciato del raddoppio della linea ferroviaria, evidenziando

APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  salini impregilo </div> <div style="text-align: center;">  ASTALDI </div> <div style="text-align: center;">  Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. </div> <div style="text-align: center;">  S.I.F.E.L. </div> </div>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  TECH PROJECT <small>ingegneria integrata</small> </div> <div style="text-align: center;">  Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti</small> </div> <div style="text-align: center;">  SETECO <small>Ingegneria S.r.l.</small> </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">5 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	5 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	5 di 57								

in colore azzurro l'ubicazione dell'attraversamento stradale di progetto.

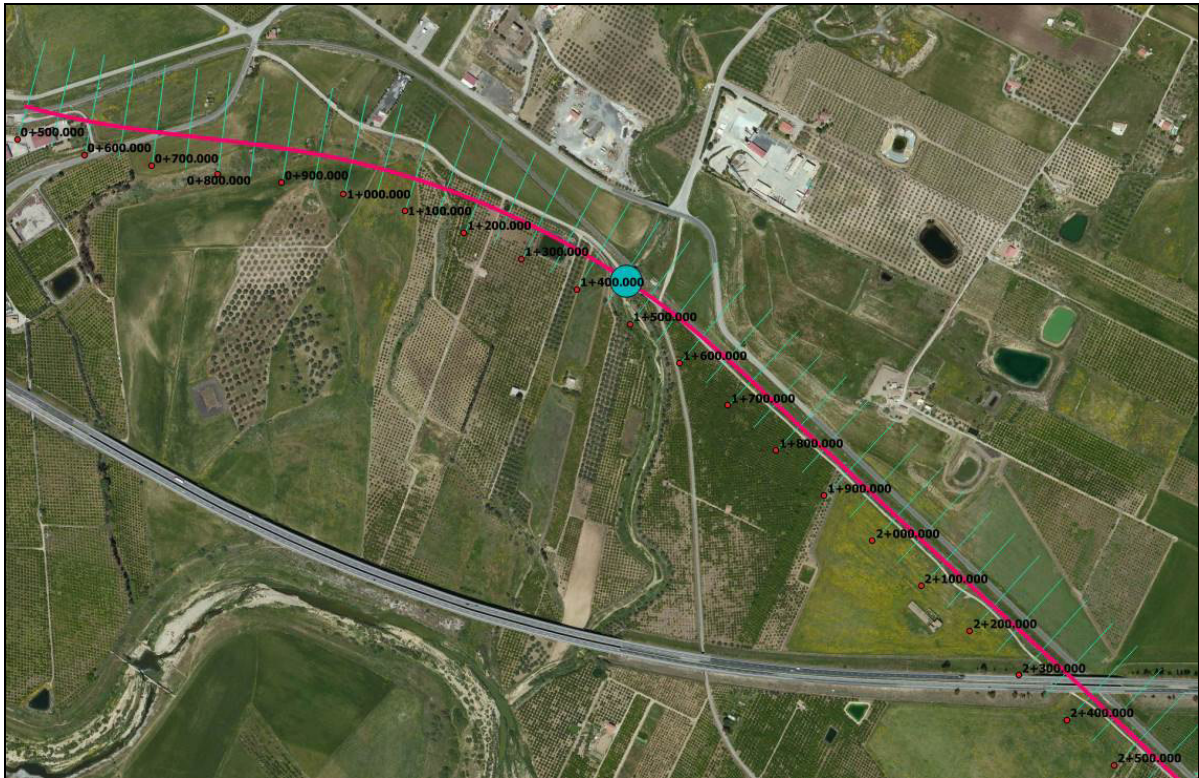


Figura 2: Inquadramento geografico nuovo attraversamento stradale sul torrente Vallone della Rosa

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>6 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	6 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	6 di 57								

3 ANALISI IDRAULICA ATTRAVERSAMENTI MAGGIORI

3.1 Metodologia di calcolo

3.1.1 Manuale di progettazione ferroviario

Come previsto dal Manuale di Progettazione ferroviario ogni tipo di manufatto idraulico verrà verificato utilizzando i seguenti tempi di ritorno T_r :

...omississ...

c) Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):

- linea ferroviaria $T_r = 300$ anni per $S > 10 \text{ km}^2$
- linea ferroviaria $T_r = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$
- deviazioni stradali $T_r = 200$ anni

...omississ...

Per la verifica idraulica delle opere di attraversamento principali il manuale prevede quanto segue:

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

- *franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, calcolato come precedentemente descritto, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1.5 m sul livello idrico;*
- *posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena;*
- *posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed in alveo;*
- *il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni delle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme più tozze dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto considerando le dimensioni del plinto invece che quelle della pila.”*

Per la verifica idraulica delle opere di attraversamento secondarie il manuale prevede quanto segue:

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:  PROJECT  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>7 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	7 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	7 di 57								

“Le tipologie ammesse sono:

- tombini circolari in c.a. con diametro minimo 1.5m;
- tombini scatolari in c.a. con dimensione minima 2m;

Sono ammessi fino a due tombini affiancati.

In nessun caso saranno ammessi attraversamenti con opere a sifone.

La pendenza longitudinale del fondo dell’opera non dovrà essere inferiore al 2‰ e ciò al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato.

La sezione di deflusso complessiva del tombino dovrà consentire lo smaltimento della portata massima di piena con un grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale.

Dovranno essere previsti gli opportuni accorgimenti per evitare, in corrispondenza delle fondazioni del manufatto, fenomeni di scalzamento o erosione.”

3.1.2 NTC 2008 e relativa Circolare Esplicativa

Come previsto dalla Norme Tecniche per le Costruzione e la relativa circolare Applicativa, tutti gli attraversamenti maggiori dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- NTC 2008: 5.2.1.2 Compatibilità idraulica

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

L’ampiezza e l’approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all’importanza del problema.

Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d’acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall’Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>8 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	8 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	8 di 57								

dell'alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

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

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

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

- Circolare applicativa: C5.1.2.4 Compatibilità idraulica

Le questioni idrauliche, da trattare con ampiezza e grado di approfondimento commisurati alla natura dei problemi ed al grado di elaborazione del progetto, devono essere oggetto di apposita relazione idraulica, che farà parte integrante del progetto stesso...omissis...

La quota idrometrica ed il franco devono essere posti in correlazione con la piena di progetto anche in considerazione della tipologia dell'opera e delle situazioni ambientali.

*In tal senso può ritenersi normalmente che il valore della portata massima e del relativo franco siano riferiti ad un tempo di ritorno non inferiore a **200 anni**; è di interesse stimare i valori della frequenza probabile di ipotetici eventi che diano luogo a riduzioni del franco stesso. Nel caso di corsi di acqua arginati, la quota di sottotrave deve essere comunque non inferiore alla quota della sommità arginale. A titolo di indicazione, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.*

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco previsto deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m...omissis

3.1.3 Criteri di verifica

Sulla base di quanto riportato nei due precedenti paragrafi, le nuove opere di attraversamento sono state progettate secondo i seguenti criteri:

APPALDATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA							
   	  								
APPALDATORE: Mandataria:		Mandante:		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		RS39		10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	9 di 57	

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2008 e relativa circolare applicativa
Manufatti di attraversamento principali (ponti e viadotti)	<ul style="list-style-type: none"> - linea ferroviaria $Tr = 300$ anni per $S > 10 \text{ km}^2$ - linea ferroviaria $Tr = 200$ anni per $S < 10 \text{ km}^2$ - deviazioni stradali $Tr = 200$ anni 	$Tr = 200$ anni
Verifica Franco di Progetto ponti.	<i>Franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, pari a 0.50 m e comunque non inferiore ad 1.5 m sul livello idrico.</i>	$1,50 \div 2,00 \text{ m}$
Dislivello tra fondo e sottotrave		<i>Non inferiore a $6 \div 7 \text{ m}$ quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto</i>
Posizione spalle	<i>Posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena;</i>	<i>Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali.</i>

3.1.4 Metodologia di verifica idraulica mediante simulazioni idrauliche su modello matematico in schema di moto permanente

Le simulazioni numeriche sono state condotte utilizzando un programma di calcolo monodimensionale a moto permanente che fornisce un'adeguata rappresentazione del fenomeno, descrivendo le principali grandezze fisiche per ogni sezione idraulica di calcolo. Per la determinazione del profilo idrico nella situazione attuale e di progetto è stato utilizzato il codice denominato HEC – RAS 5.0.6 River Analysis System, sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, i cui fondamenti concettuali sono riportati in seguito.

APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
   	  						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 10 di 57

3.1.4.1 Caratteristiche del modello matematico

Di seguito vengono esposti i fondamenti teorici alla base della modellazione idraulica monodimensionale, effettuata mediante il codice di calcolo HEC-RAS RIVER ANALYSYS SYSTEM versione 4.1.0 del gennaio 2010, utilizzata per il calcolo dei livelli di piena e conseguenti aree d'esondazione.

La determinazione del livello del pelo libero in ogni sezione è computata, nel caso di correnti lente, a partire dalla sezione di valle, risolvendo per via iterativa l'equazione dell'energia, ossia:

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

Dove: Y1 e Y2 rappresentano rispettivamente le profondità del pelo libero della sezione di valle e di monte, Z1 e Z2 rappresentano rispettivamente l'elevazione sul medio mare del fondo del canale della sezione di valle e di monte, V1 e V2 rappresentano rispettivamente le velocità medie nella sezione di valle e di monte, α_1 e α_2 i rispettivi coefficienti di Coriolis, g l'accelerazione di gravità e h_e le perdite di energia tra le due sezioni.

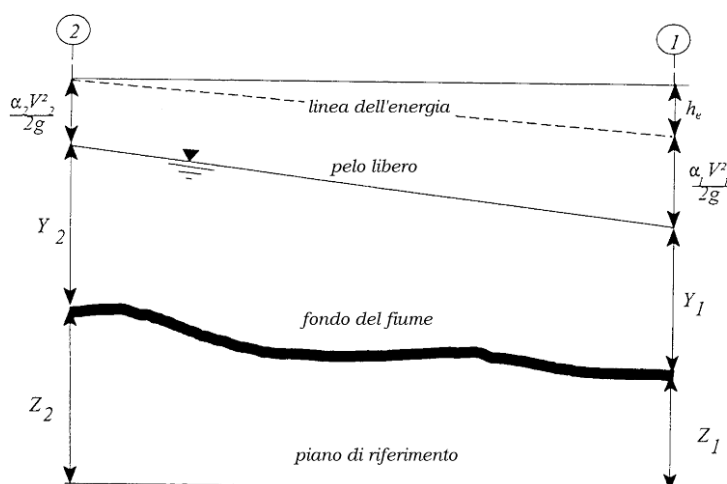


Figura 3: Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua.

La Figura 3 mostra lo schema del bilancio di energia tra la sezione di valle e quella di monte; nella figura sono indicati i singoli termini di bilancio in accordo all'equazione (1).

Le perdite di energia complessive h_e tra le due sezioni sono dovute alle perdite continue ed a quelle

APPALTATORE: Mandatario: salini 	Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
APPALTATORE: Mandatario: TECH 	Mandante:  					
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 11 di 57

localizzate dovute a fenomeni di espansione e contrazione della vena fluida; in particolare si ha:

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

dove, con L è indicata la distanza tra le due sezioni, con \bar{J} le perdite di carico medie distribuite tra le due sezioni mentre il C correla le perdite, dovute all'espansione ed alla contrazione della vena in funzione dell'andamento piano – altimetrico del corso d'acqua, alla differenza dei carichi cinetici delle due sezioni.

Per la valutazione delle perdite di carico è utilizzata la formula di Manning, ossia:

$$Q = \frac{1}{n} AR_h^{2/3} \sqrt{J} \quad (3)$$

dove: Q rappresenta la portata, A l'area bagnata, R_h il raggio idraulico, n il coefficiente di scabrezza secondo Manning e J le perdite di energia per unità di lunghezza.

Nel caso di sezioni composte, tipiche dei corsi d'acqua naturali, è necessario suddividere la sezione in parti in modo da trattare separatamente sezioni in cui la velocità media può essere ritenuta, ai fini pratici, costante (Figura 4).

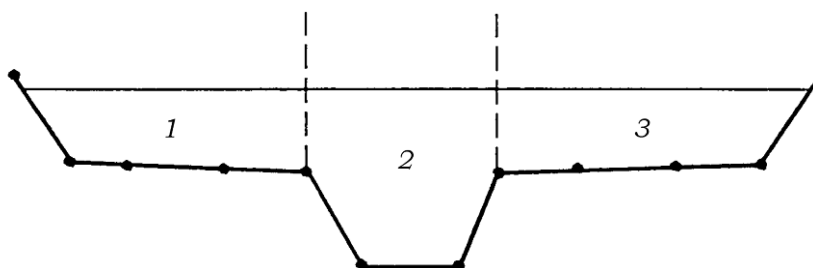


Figura 4: Sezione schematica di un corso d'acqua naturale

Con riferimento alla Figura 4 indicata con $K_i = Q_i / \sqrt{J}$ la capacità di portata di ogni singola parte i -esima in cui è stata suddivisa la sezione, si ha, in accordo alla formula di Manning:

$$K_i = \frac{1}{n_i} A_i R_{h,i}^{2/3} \quad (4)$$

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>12 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	12 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	12 di 57								

Calcolata la capacità di portata per ogni singola parte in cui è stata suddivisa la sezione, la perdita di carico per unità di lunghezza J risulta pari a:

$$J = \left(\frac{Q}{\sum_i K_i} \right)^2 \quad (5)$$

Questo risultato può essere facilmente ricavato osservato che, per la costanza di J , la portata di ogni singola area $Q_i = K_i \sqrt{J}$ è proporzionale al rispettivo coefficiente di portata e che la portata totale vale $Q = \sum_i Q_i$.

Calcolata la perdita di carico in corrispondenza della sezione 1 e della sezione 2 la pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni è fornita dalla seguente equazione:

$$\bar{J} = \frac{J_1 + J_2}{2} \quad (6)$$

Calcolata la capacità di portata di ogni singola sezione, è possibile, da queste, valutare il coefficiente di Coriolis. Questo coefficiente è pari al rapporto tra l'energia cinetica reale della corrente, proporzionale a $\sum_i Q_i^3 / A_i^2$, e l'energia cinetica calcolata facendo uso del valore medio della velocità, proporzionale a Q^3 / A^2 .

Esprese le portate delle singole parti i -esime in funzione del rispettivo coefficiente di portata si perviene con qualche semplice passaggio alla seguente espressione:

$$\alpha = \frac{\left(\sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2} \right) \left(\sum_i A_i \right)^2}{\left(\sum_i K_i \right)^3} \quad (7)$$

dal cui calcolo è possibile ottenere α , il coefficiente di Coriolis.

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:   Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>13 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	13 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	13 di 57								

Calcolate tramite le rispettive equazioni le perdite di energia h_e ed il coefficiente di Coriolis α la (1), associata all'equazione di continuità, permette di calcolare la quota del pelo libero, $Y_2 + Z_2$, nella sezione di monte a partire dal valore dell'energia totale, $Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g$ noto in corrispondenza della sezione di valle.

Essendo la (1) un'equazione non lineare, la soluzione è ottenuta con ciclo iterativo, a partire da una soluzione iniziale, approssimata, di primo tentativo.

Ogni volta che la corrente passa attraverso la condizione critica l'equazione dell'energia non viene considerata applicabile e viene utilizzata l'equazione del momento. All'interno di Hec-Ras l'equazione del momento può essere applicata ai seguenti problemi: formazione di un risalto idraulico, sovrizzo determinato dai ponti e intersezioni di corsi d'acqua.

L'equazione della conservazione del momento è definita partendo dalla seconda legge di Newton $\sum F_x = ma$ con x la direzione del moto, applicata ad un elemento di fluido racchiuso tra due generiche sezioni 1-2, Figura 5.

Per equilibrio si ottiene:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \quad (8)$$

dove

- P_i , risultante della pressione idrostatica;
- W_x , componente della forza peso nella direzione del moto;
- F_f , forza d'attrito tra le due sezioni;
- Q , portata complessiva;
- ρ , densità del fluido;
- ΔV_x , variazione della velocità tra le due sezioni.

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
APPALTATORE: Mandataria: TECH	Mandante: Lombardi						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 14 di 57

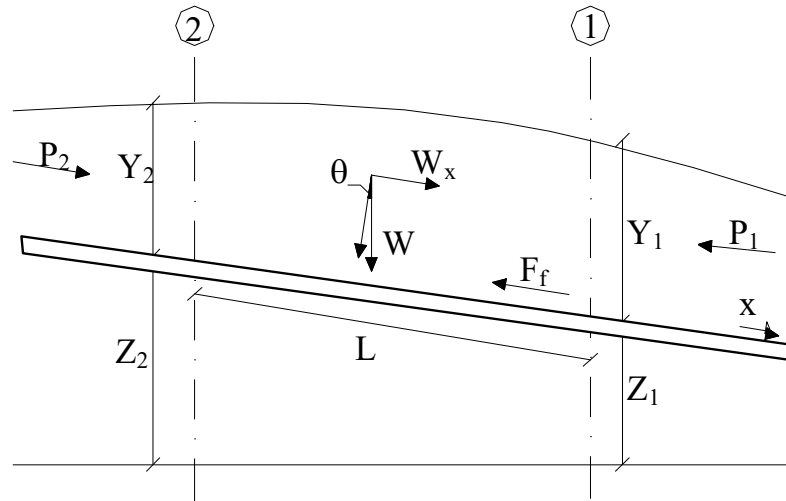


Figura 5: Sezione schematica di un corso d'acqua naturale

La risultante della pressione idrostatica per pendenze dell'ordine di 1 a 10 è valutabile come:

$$P = \gamma \cdot A \cdot \bar{Y} \cdot \cos \theta \cong \gamma \cdot A \cdot \bar{Y} \quad (9)$$

potendo porre, per le pendenze in esame, $\cos \theta = 1$.

Nella relazione (9) γ corrisponde al peso specifico del fluido, A l'area della sezione ed \bar{Y} l'altezza del pelo libero nel baricentro della sezione.

La componente della forza peso, noto il peso specifico del fluido, la lunghezza L del tronco e l'area totale di fluido presente, è valutata nel modo seguente:

$$W = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \Rightarrow W_x = W \cdot \sin \theta \quad (10)$$

La forza d'attrito F_f è funzione delle caratteristiche del fluido come la densità dell'acqua, l'azione tangenziale che si esplica sul fondo e la cadente piezometrica J.

In particolare:

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
   						
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:					
   						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 15 di 57

$$F_f = \tau PL$$

$$\tau = \gamma RJ \Rightarrow F_f = \gamma \frac{A}{P} JPL = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot JL \quad (11)$$

dove P e R sono rispettivamente il perimetro bagnato ed il raggio idraulico della sezione.

La soluzione dell'equazione (8) è ottenuta per iterazioni successive.

Le equazioni (1) e (8) sono applicate anche alle sezioni caratterizzate dalla presenza di un ponte. È sufficiente suddividere il tratto interessato in più sezioni e ripetere per la successione di esse l'analisi svolta per il tratto delimitato da sole due sezioni.

Prendendo un tratto caratterizzato dalla presenza di un ponte, Figura 6 e Figura 7, si evidenziano 3 zone:

- una zona di contrazione in cui arriva la corrente;
- una zona intermedia interessata dalla presenza del ponte;
- una zona di espansione in cui esce la corrente.

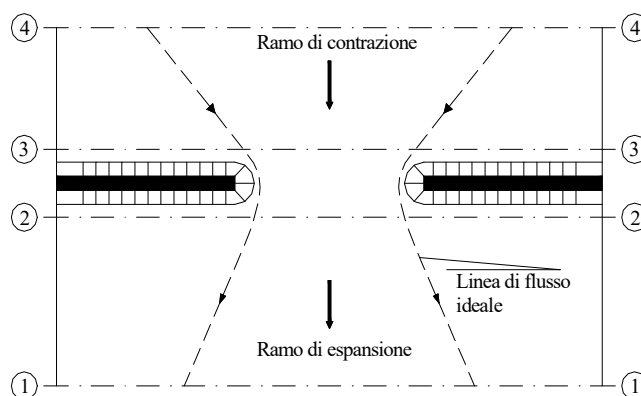


Figura 6: Pianta schematica di un attraversamento fluviale

L'applicazione dell'equazione della conservazione del momento tra le sezioni 1-2 e 3-4 è del tutto analoga alla situazione vista in precedenza mentre la presenza del ponte comporta termini nuovi nella valutazione dell'equilibrio tra le sezioni 2-BD (Step 1), BD-BU (Step 2) e BU-3 (Step 3), rappresentate in Figura 7.

Step 1; definendo con A_{pi} l'area ostruita e con Y_{pi} la distanza verticale che intercorre tra il baricentro delle pile e la superficie libera WS nella zona di valle, l'espressione del bilancio è scritta come:

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
APPALTATORE: Mandataria: TECH PROJECT	Mandante: Lombardi SETECO					
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 16 di 57

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{gA_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} = \frac{Q_2^2 \beta_2}{gA_2} + A_2 Y_2 - A_{P_{BD}} Y_{P_{BD}} + F_f - W_x$$

Step 2; equilibrio tra BU e BD

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{gA_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} + F_f - W_x = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{gA_{BU}} + A_{BU} Y_{BU}$$

Step 3; equilibrio tra BU e 3

$$\frac{Q_3^2 \beta_3}{gA_3} + A_3 Y_3 = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{gA_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} - A_{P_{BU}} Y_{P_{BU}} + F_f - W_x + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{P_{BU}} Q_3^2}{gA_3^2}$$

con CD coefficiente di resistenza idrodinamica intorno alla pila ricavabile dalla Tabella 2 in funzione del tipo di pila presente.

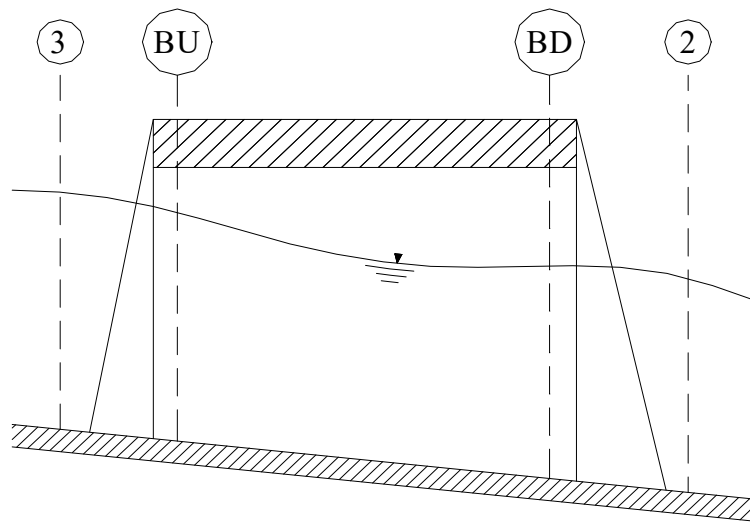


Figura 7: Sezione schematica di un attraversamento fluviale

Tabella 2: Coefficiente di resistenza idrodinamico CD

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>17 di 57</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	17 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	17 di 57								

TIPO DI PILA	C _D
Pila circolare	1.2
Pila allungata con punta semicircolare	1.33
Pila ellittica con rapporto assi 2 :1	0.6
Pila ellittica con rapporto assi 4 :1	0.32
Pila ellittica con rapporto assi 8 :1	0.29
Pila rettangolare	2.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 30^\circ$	1.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 60^\circ$	1.39
Pila triangolare con apertura $\alpha = 90^\circ$	1.60
Pila triangolare con apertura $\alpha = 120^\circ$	1.72

In alternativa all'equazione della conservazione del momento è utilizzata l'equazione di Yarnell che permette di valutare le perdite di energia localizzate in corrispondenza di un ponte.

Con riferimento alle Figura 6 e Figura 7, le perdite di energia tra le sezioni 2 e 3 sono valutate nel modo seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15\alpha^4) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad (12)$$

dove H_{i-j} rappresenta appunto la perdita di energia nel passaggio della corrente attraverso la sezione ostruita e K , coefficiente di Yarnell, tiene conto delle differenti sagome di pila esistenti; ω rappresenta il rapporto tra la velocità e l'altezza della sezione 2; α il rapporto tra l'area ostruita dalle pile e l'area totale ed infine V_2 la velocità a valle della sezione.

Tabella 3: Coefficiente di Yarnell

TIPO DI PILA	K
Pila semicircolare in punta	0.9
Pila cilindrica doppia collegata con diaframma	0.95
Pila cilindrica doppia senza diaframma	1.05
Pila con punta triangolare $\alpha = 90^\circ$	1.05
Pile rettangolari	1.25
Dieci pile a cavalletto inclinate	2.5

Il modello elaborato prevede una corrente con un'altezza idrica minore dell'altezza di intradosso del ponte. Nel caso di correnti con altezza idrica superiore o eguale alla quota di intradosso dell'attraversamento fluviale, la valutazione delle perdite di energia è effettuata attraverso il calcolo della portata che attraversa la sezione. In particolare, in riferimento ad un caso generico, la portata è calcolata

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandataria: TECH PROJECT Mandante: Lombardi Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti SETECO													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">18 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	18 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	18 di 57								

nel modo seguente:

$$Q = C_d A_1 \left[2g \left(Y_1 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) \right]^{1/2} \quad (13)$$

Dove:

C_d , coefficiente di deflusso il cui andamento è riportato nel grafico di Figura 9, assumendo valori tra 0.27 e 0.5;

A_1 , area della luce nella sezione di monte;

Y_1 , altezza idrica della sezione di monte;

α , coefficiente correttivo cinetico;

V_1 , velocità della corrente a monte.

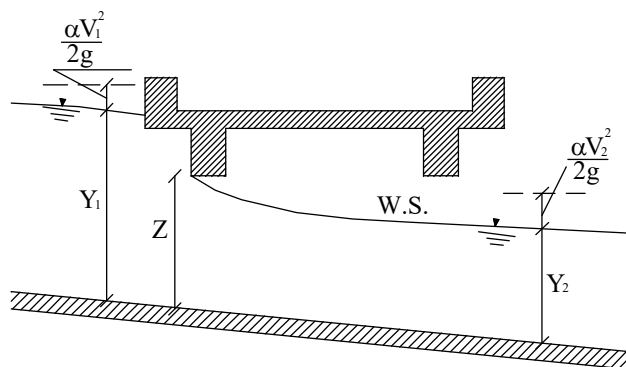


Figura 8: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

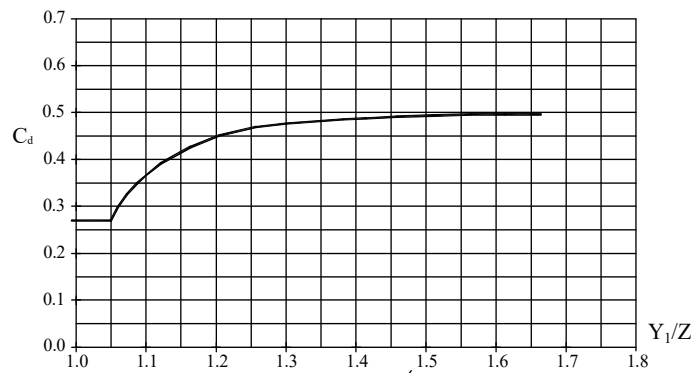


Figura 9: Diagramma per la stima del coefficiente di deflusso C_d

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
	  						
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:						
	 						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 19 di 57

Se il ponte è in pressione sia a monte che a valle l'equazione (10) è corretta nel modo seguente:

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

dove C assume il valore di 0.8 ed H coincide con la perdita di energia totale tra la sezione di monte e di valle del ponte come indicato in Figura 10.

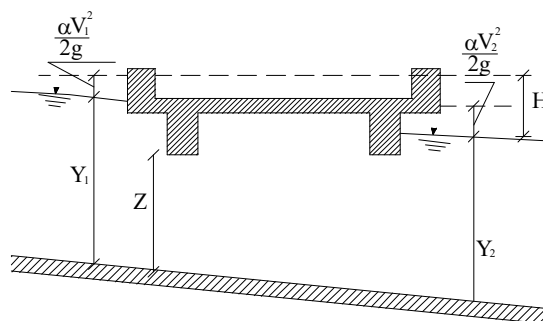


Figura 10: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

Infine se il ponte è superato dalla corrente di piena, Figura 11, la portata si calcola nel modo seguente:

$$Q = CLH^{2/3}$$

con C si indica un coefficiente correttivo della portata, L la lunghezza del ponte ed H la differenza di energie tra monte e valle.

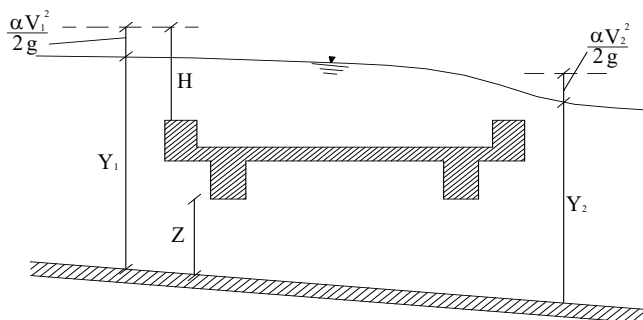


Figura 11: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

3.2 Verifica idraulica opere

3.2.1 Geometria degli alvei

I modelli matematici sono stati sviluppati riproducendo la geometria degli alvei naturali mediante le sezioni trasversali dei corsi d'acqua, ricavate da un rilievo topografico di dettaglio realizzato nell'ambito

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">PROGETTO</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">PAGINA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">20 di 57</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	20 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	20 di 57								

del presente progetto esecutivo. In taluni casi le sezioni di rilievo sono state implementate con sezioni ricavate dal rilievo aerofotogrammetrico alla base del progetto.

Ulteriori informazioni sono state reperite mediante specifici sopralluoghi, effettuati da personale Italferr, nel corso dei quali sono state acquisite informazioni sullo stato degli alvei nell'area di studio e sulla geometria degli attraversamenti esistenti.

3.2.2 Portate di progetto

Le portate utilizzate nel modello numerico sono state desunte dalla relazione idrologica allegata al presente progetto (RS39-10-E-ZZ-RI-ID0000-001_A). In accordo con il manuale di progettazione ferroviario e le Norme Tecniche delle Costruzioni (NTC 2008), sono stati considerati eventi con tempo di ritorno pari a 200.

La portata duecentennale rappresenta l'evento minimo di riferimento per le verifiche previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e dal manuale di progettazione ferroviario per gli attraversamenti stradali.

Lo studio idrologico riportato nella relazione allegata al presente progetto è tratto dalla relazione idrologica del progetto definitivo del raddoppio della linea ferroviaria Palermo - Catania, nella tratta che si sviluppa tra Bicocca e Catenanuova (RS3910VZZRIID0000001A). Nello studio idrologico le portate di calcolo sono state ottenute dall'applicazione del metodo razionale a partire da altezze di pioggia calcolate con due metodologie diverse (VAPI e Gumbel). Nelle verifiche idrauliche è stata considerata come portata di calcolo del corso d'acqua quella massima tra quelle ottenute applicando le due metodologie.

In Tabella 4 sono riportati i valori di portata massimi ottenuti dalle analisi idrologiche, per il tempo di ritorno pari a 200 anni.

Tabella 4: Valori portate di calcolo

Superficie bacino [km ²]	Denominazione	Q ₂₀₀ [m ³ /s]
15.7	V. della Rosa	68.5

3.2.3 Definizione dei coefficienti di scabrezza

La stima dei coefficienti di scabrezza delle superfici è caratterizzata da un notevole grado di

APPALTATORE: Mandatario: salini impregilo Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: TECH PROJECT Mandante: Lombardi SETECO <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti</small>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>21 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	21 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	21 di 57								

incertezza dal momento che questi parametri presentano un ampio spettro di valori in dipendenza dello stato dell'alveo, dal grado di manutenzione e pulizia detto stesso, dalla presenza e dal tipo di vegetazione, dai cicli stagionali, dalla granulometria del fondo, ecc.

La relazione di piano del PAI dell'Autorità di Bacino della Sicilia riporta una tabella riepilogativa (Chow, 1959) per la scelta del coefficiente di Manning in funzione delle condizioni dell'alveo.

Nella valutazione dei coefficienti di scabrezza occorre tener presente che questi sono comunque suscettibili di modificazioni per tenere conto degli effetti dissipativi legati a:

- perdite localizzate prodotte dall'interazione della corrente con irregolarità geometriche come presenza di ostacoli di vario genere, espansioni brusche, incisioni nelle golene, brusche variazioni di larghezza;
- perdite energetiche dovute alla modificazione del fondo dell'alveo, alla risospensione e trasporto solido, allo sradicamento e al trasporto di materiale vegetale.

Si preferisce dunque optare per dei coefficienti di scabrezza che tengano mediamente conto (vista la grande variabilità dei parametri) delle condizioni ambientali e restino a favore di sicurezza.

I sopralluoghi e le analisi di foto satellitari in diversi periodi hanno evidenziato la presenza di una folta vegetazione in corrispondenza dell'alveo principale con un certo deposito di ciottoli e ghiaia, oltre che una certa tortuosità dei corsi d'acqua trattati. Le aree esterne all'alveo risultano invece prive di vegetazione o coltivate.

Pertanto i coefficienti di Manning utilizzati nella modellazione sono:

- 0.045 s/m^{1/3} per l'alveo inciso;
- 0.035 s/m^{1/3} per le aree golenali.

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA						
	  							
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:							
	 	PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 22 di 57

Tabella 5: Tabella riepilogativa per la scelta del coefficiente di Manning(Chow,1959)

A.	CORSI D'ACQUA NATURALI			
	<i>Corsi d'acqua minori (tirante inferiore a 3,5m)</i>			
1.	Corsi d'acqua di pianura			
a.	Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati	0.025	0.030	0.033
b.	Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati, con sassi e sterpaglia	0.030	0.035	0.040
c.	Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi	0.033	0.040	0.045
d.	Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e pietre	0.035	0.045	0.050
e.	Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, in magra	0.040	0.048	0.055
f.	Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e più pietrame	0.045	0.050	0.060
g.	Tratti lenti, sterpaglia e buche profonde	0.050	0.070	0.080
h.	Tratti molto erbosi, buche profonde e grossi arbusti e cespugli	0.070	0.100	0.150
2.	Aree golenali			
a.	A pascolo senza vegetazione arbustiva	0.025	0.030	0.050
b.	Aree coltivate	0.020	0.035	0.050
c.	Con vegetazione arbustiva spontanea	0.035	0.070	0.160
d.	Con vegetazione arborea coltivata	0.030	0.060	0.120
3.	Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene			
a.	Fondo: ghiaia, ciottoli e massi sparsi	0.030	0.040	0.050
b.	Fondo: ciottoli e massi grossi	0.040	0.050	0.070
B.	CANALI ARTIFICIALI			
1.	Canali in terra lisciata ed uniforme			
a.	Puliti, scavata di recente	0.016	0.018	0.020
b.	Puliti, dopo prolungata esposizione	0.018	0.022	0.025
c.	Ghiaia, sezione uniforme, pulita	0.022	0.025	0.030
d.	Erba corta, pochi cespugli	0.022	0.027	0.033
2.	Canali in terra con ondulazioni o irregolari			
a.	Senza vegetazione	0.023	0.025	0.030
b.	Con erba e pochi cespugli	0.025	0.030	0.033
c.	Cespugli o piante acquatiche in canali profondi	0.030	0.035	0.040
d.	Fondo in terra e sponde in pietrisco	0.028	0.030	0.035
e.	Fondo in pietrame e sponde in cespugli	0.025	0.035	0.040
f.	Fondo in ciottoli e sponde pulite	0.030	0.040	0.050
3.	Canali scavati o dragati			
a.	Senza vegetazione	0.025	0.028	0.033
b.	Cespugli sparsi sulle sponde	0.035	0.050	0.060
4.	Canali in roccia			
a.	Lisci ed uniformi	0.025	0.035	0.040
b.	Frastagliati ed irregolari	0.035	0.040	0.050
5.	Canali senza manutenzione, sterpaglia e cespugli			
a.	Sterpaglia densa, alta quanto il tirante idrico	0.040	0.050	0.080
b.	Fondo pulito cespugli sulle sponde	0.045	0.070	0.110
c.	Fondo pulito, cespugli sulle sponde, in piena	0.050	0.080	0.120
d.	Cespugli densi ed acque profonde	0.080	0.100	0.140

APPALTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
APPALTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  					
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 23 di 57

3.2.4 Condizioni al contorno

Il torrente Vallone della Rosa confluisce nel fiume Dittaino, la linea ferroviaria è situata poco a monte della confluenza e quindi anche l'attraversamento stradale di progetto.

Per tale ragione, al fine di operare in sicurezza, per la verifica del franco è stata assunta la contemporaneità di eventi con i medesimi tempi di ritorno nel singolo corso d'acqua e nel fiume maggiore.

Pertanto è stata imposta come condizione al contorno il livello ottenuto dal modello bidimensionale del fiume Dittaino nella sezione di valle del corso d'acqua.

E' da precisare che, essendo la superficie del bacino del torrente Vallone della Rosa completamente diverso da quello del bacino maggiore, lo saranno anche i tempi di formazione delle piene. Non è quindi da escludere che l'evento di progetto nel corso d'acqua minore possa realizzarsi con bassi livelli nel fiume principale. In tal caso i livelli e le velocità, che si realizzano effettivamente potrebbero essere diversi da quelli ottenuti considerando il profilo rigurgitato.

Per tale ragione le simulazioni sono state condotte imponendo anche la condizione di moto uniforme nella sezione di valle. Tale ulteriore simulazione è stata utilizzata per il dimensionamento delle protezioni al fondo in prossimità delle opere.

La tabella seguente riporta i livelli imposti nella sezione di valle per il torrente Vallone della Rosa estrapolati dai risultati del modello bidimensionale del fiume principale Dittaino.

Tabella 6: Condizioni al contorno – livelli a valle nel fiume principale Dittaino

Superficie bacino [km ²]	Denominazione	Livello 2D Tr=200 anni [m.s.m.]
15.7	V. della Rosa	116.30

3.3 Criteri di dimensionamento delle protezioni del fondo e delle sponde

Stante il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di attraversamenti esistenti a ridosso

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
   							
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:						
   							
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 24 di 57

delle nuove opere, è stato previsto di proteggere l'alveo e le sponde in prossimità dei manufatti di progetto mediante massi sciolti intasati con calcestruzzo, proseguendo più a valle la sistemazione già prevista nel progetto esecutivo del raddoppio linea ferroviaria, in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario VI02.

Il diametro dei massi è stato scelto verificando che il rapporto tra la tensione tangenziale critica dei medesimi e la tensione tangenziale massima derivante dalle modellazioni monodimensionali fosse sempre superiore a 1. Nelle verifiche i massi sono stati considerati sciolti, operando in tal modo in favore di sicurezza.

È da precisare che la distribuzione delle tensioni tangenziali è strettamente legata alla forma della sezione. Infatti è prossima a quella media solo quando la sezione è larga rispetto al tirante idrico e approssimativamente rettangolare. Un esempio della distribuzione delle tensioni tangenziali per una sezione trapezia, di dimensioni modeste, è raffigurato nella figura seguente, dove τ_0 rappresenta la tensione tangenziale media nella sezione.

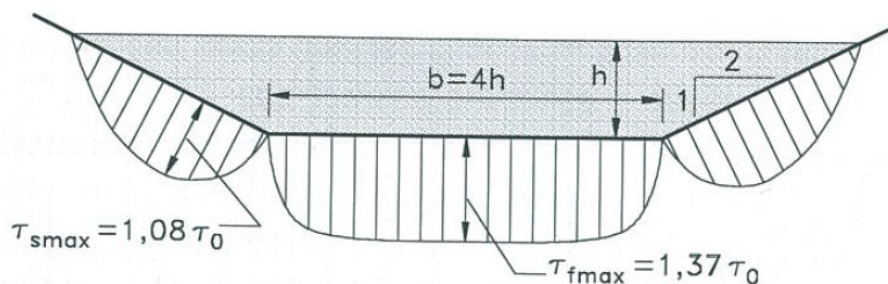


Figura 12: Distribuzione delle tensioni tangenziali in una sezione trapezia

Il valore della tensione tangenziale massima sul fondo e sulle sponde, in una sezione, può essere ottenuto applicando al valore medio i fattori correttivi ricavati dagli abachi sperimentali di Figura 13, in funzione del rapporto tra base della sezione e altezza del tirante idrico (b/h) e dell'inclinazione della sponda. Pertanto, per gli alvei a sezione trapezoidale con un rapporto b/h minore di 8, sono state calcolate le tensioni massime al fondo e sulle sponde applicando i parametri correttivi precedentemente indicati al massimo tra i valori medi ottenuti dalle simulazioni monodimensionali nelle sezioni oggetto di sistemazione.

È da precisare che laddove i fattori correttivi per la determinazione della tensione tangenziale massima sulle sponde risultavano inferiori all'unità, non sono stati applicati in ragione di sicurezza.

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
APPALTATORE: Mandataria: TECH	Mandante: Lombardi						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 25 di 57

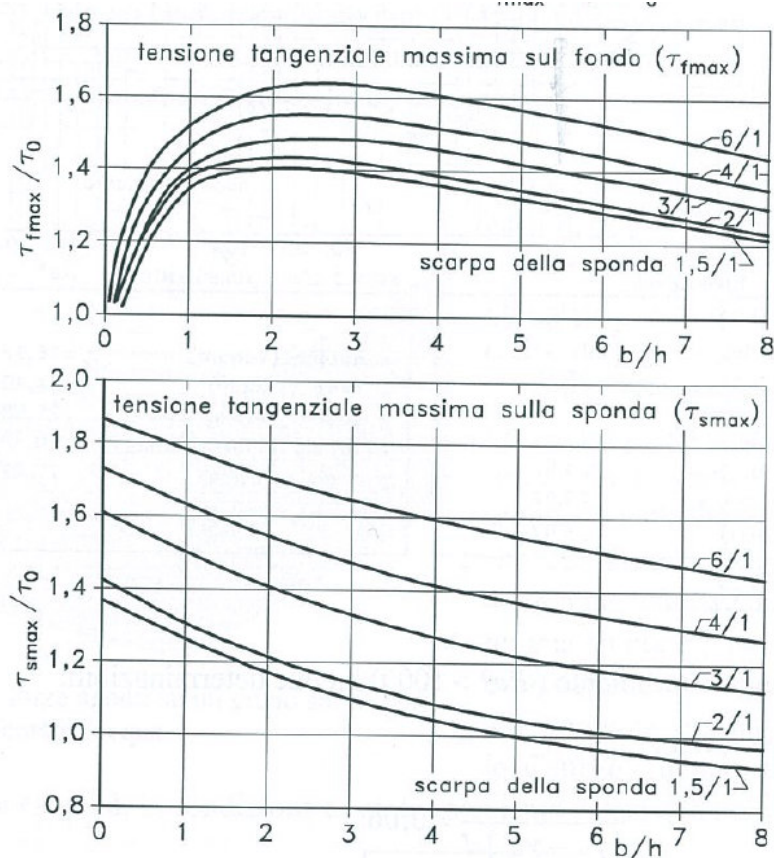


Figura 13: Fattori correttivi per la determinazione della tensione tangenziale massima

Invece, per gli alvei con un rapporto b/h maggiore di 8, la tensione tangenziale è stata assunta pari a quella massima tra i valori medi nelle sezioni oggetto di sistemazione ottenuti dalle simulazioni monodimensionali, sia per l'alveo che per le sponde.

Nel caso in cui le sezioni risultavano larghe, ma con presenza di curve a monte dell'attraversamento o singolarità che potessero far temere incrementi locali di velocità e conseguentemente di tensione tangenziale, la velocità media nella sezione è stata aumentata di un fattore 1.5. Con il nuovo valore di velocità è stata ricalcolata la cadente piezometrica così come la tensione tangenziale al fondo di verifica.

Il calcolo della tensione critica è stato effettuato utilizzando il criterio di Shields, ossia:

$$\tau_{cr} = 0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_r) \cdot d^2$$

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>26 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	26 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	26 di 57								

Con:

γ_s peso specifico dei massi

γ_w peso specifico dell'acqua

d diametro del masso

Nei casi in cui vi era presenza di bassa sommersenza dei massi, ossia il rapporto tra tirante e diametro era inferiore a 6, è stato invece applicato al criterio di Shields il fattore correttivo di Armanini e Scott.

$$\tau_{cr} = 0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w) \cdot d \cdot \left[1 + 0.67 \cdot \left(\frac{d}{h} \right)^{0.5} \right]$$

Con:

h tirante idrico

Poiché le relazioni indicate valgono nel caso di fondo piano, la tensione tangenziale critica sulle sponde è stata calcolata applicando il criterio di Lane, ossia applicando un fattore correttivo pari a:

$$\frac{\tau_{cr}(\alpha)}{\tau_{cr}(0)} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \varphi}}$$

Dove:

$\tau_{cr}(\alpha)$ è la tensione tangenziale critica sulla sponda







$\tau_{cr}(0)$ è la tensione tangenziale critica sul fondo

α l'angolo di inclinazione della sponda rispetto all'orizzontale

φ l'angolo d'attrito dei massi

Per quanto concerne quest'ultimo valore esso è stato assunto ovunque pari a 45°.

Tra il terreno naturale e i massi è prevista la posa di un geotessuto di massa non inferiore ai 400 gr/m², prevedendo uno strato di allettamento in sabbia al fine di non danneggiarlo durante le operazioni di

APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>27 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	27 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	27 di 57								

posa.

Nella figura seguente è riportata una sezione tipo delle sistemazioni previste delle quali si tratterà nel dettaglio nei singoli paragrafi dei vari corsi d'acqua.

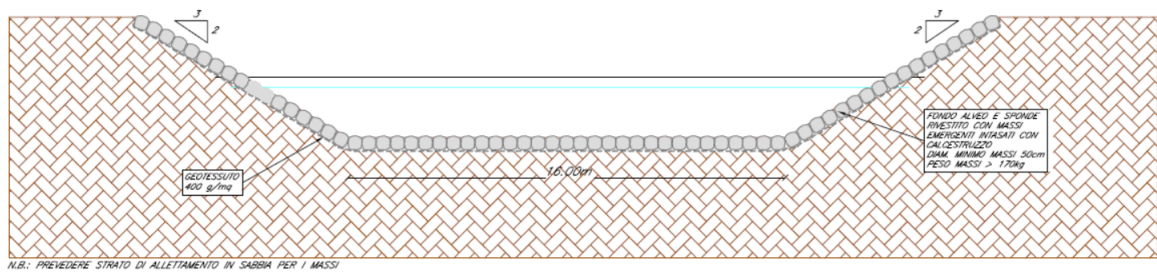







Figura 14: Sezione tipo protezione

APPALDATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA						
   								
APPALDATORE: Mandataria:	Mandante:							
  		PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 28 di 57

3.4 Vallone della Rosa – Progressiva km 1+440

3.4.1 Descrizione simulazione numerica ante operam

Il tratto oggetto di modellazione numerica inizia circa 750 m a monte dell’attraversamento della linea ferroviaria esistente e si estende fino allo sbocco nel fiume Dittaino, per una lunghezza complessiva pari a circa 1500m. Le 15 sezioni di studio sono state estratte dal rilievo di dettaglio (Figura 15). Prima di intersecare il rilevato ferroviario il vallone attraversa la strada statale 192. Invece, poco prima di confluire nel Dittaino attraversa l’autostrada A19.

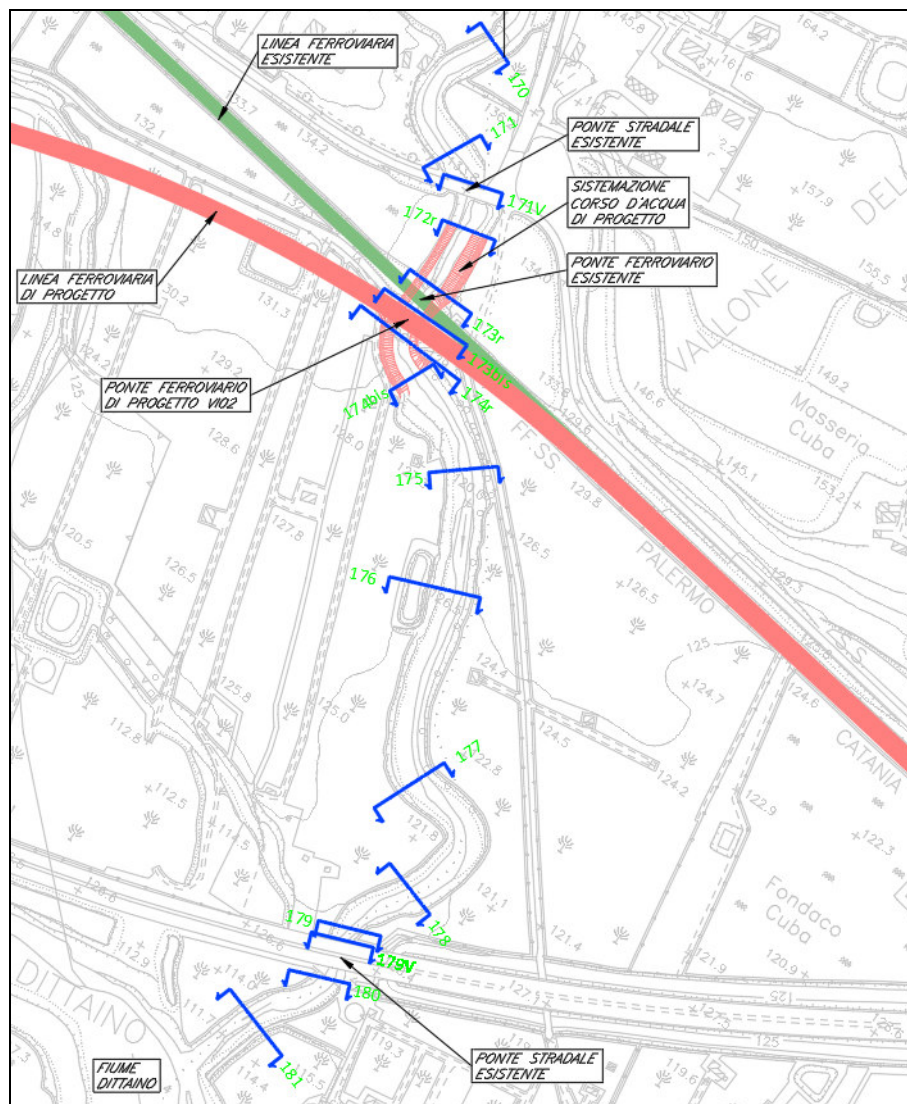


Figura 15: Vallone della Rosa - Configurazione ante operam

APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  salini impregilo </div> <div style="text-align: center;">  ASTALDI </div> <div style="text-align: center;">  <small>Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.</small> </div> <div style="text-align: center;">  S.I.F.E.L. </div> </div>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  TECH PROJECT <small>ingegneria integrata</small> </div> <div style="text-align: center;">  Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti</small> </div> <div style="text-align: center;">  SETECO <small>Ingegneria s.r.l.</small> </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">29 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	29 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	29 di 57								

Il corso d'acqua presenta una pendenza media di circa il 2.5% a monte dell'attraversamento ferroviario, mentre a valle diminuisce all'1.5% con alcuni incrementi locali, soprattutto in prossimità dell'attraversamento autostradale.

L'andamento planimetrico appare tortuoso a monte della linea esistente, mentre diventa più regolare avvicinandosi al Dittaino. L'alveo presenta un fondo con presenza di ciottoli e qualche trovante di maggiori dimensioni.

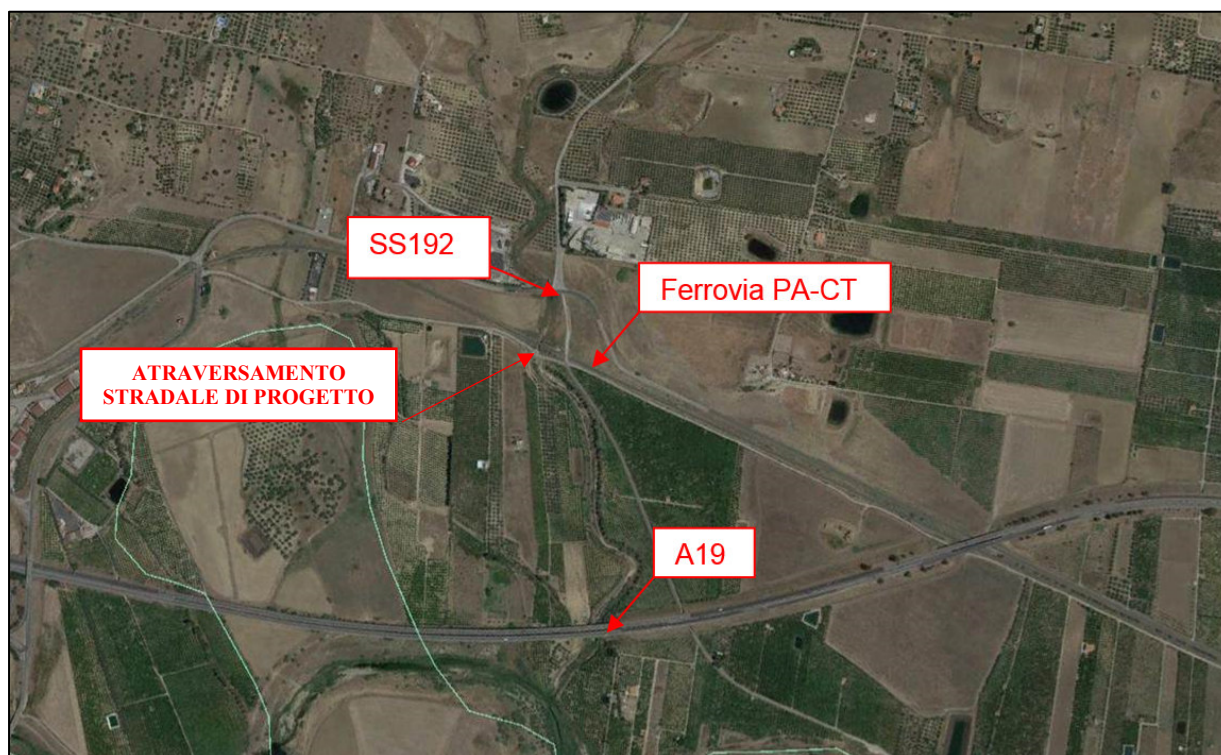


Figura 16: Vallone della Rosa - Foto area

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
   	 						
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 30 di 57
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA							



Figura 17: Vallone della Rosa - Foto attraversamento SS192

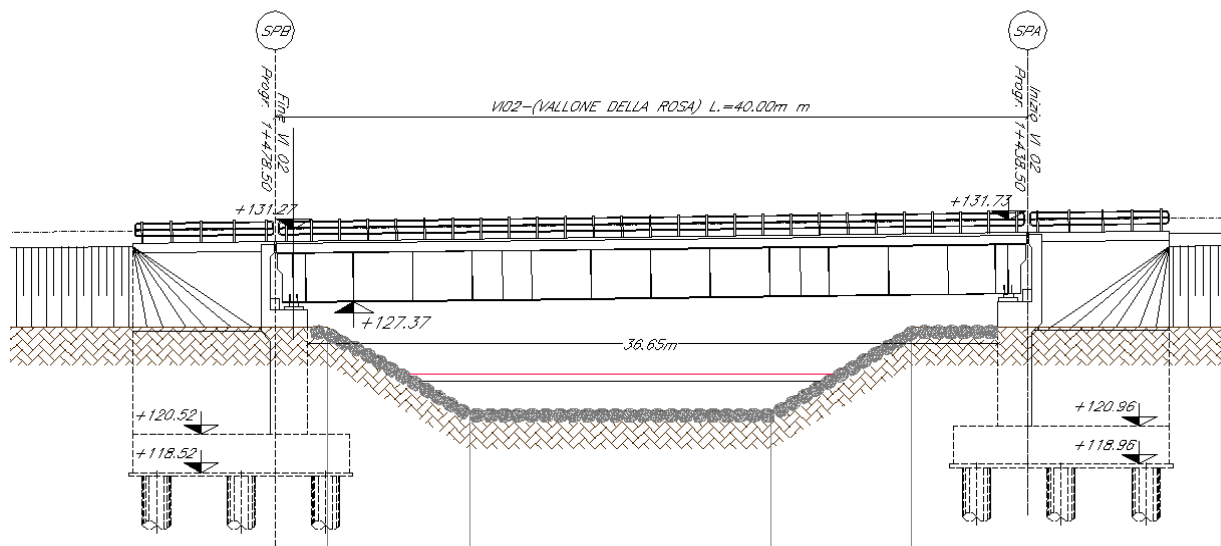


Figura 18: Vallone della Rosa – Sezione ponte ferroviario VI02 (del progetto esecutivo raddoppio linea ferroviaria Palermo – Catania)

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
   							
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:						
  							
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 31 di 57



Figura 19: Vallone della Rosa - Foto da ponte autostradale



Figura 20: Vallone della Rosa - Foto alveo

La portata di calcolo, corrispondente ad un evento con tempo di ritorno duecentennale è pari a 68.5 m³/s. Il livello nel fiume Dittaino per una piena con tempo di ritorno duecentennale, calcolato mediante modello numerico bidimensionale, è pari a 116.30 m.s.m. La simulazione ante operam consiste nello stato di progetto del progetto esecutivo del raddoppio ferroviario, in fase di realizzazione.

3.4.1.1 Risultati simulazione idraulica ante operam TR 200 anni

Le tabelle seguenti riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalle simulazioni, in particolare: la quota del fondo (zf), la quota del pelo libero della corrente (h), il livello critico (hc) ed energetico (H), la velocità media della corrente (U) ed il numero di Froude (Fr). Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

APPALTATORE: Mandataria:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandataria:   Mandante:  		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>32 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	32 di 57								
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA													

Il viadotto ferroviario VI02 di luce netta presenta una luce netta di 36.65m superiore alla larghezza massima dell'alveo, pertanto non sono presenti interferenze con le spalle del medesimo.

APPALTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
APPALTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 33 di 57

Condizione al contorno di valle, livello del Dittaino calcolato con modello bidimensionale

Tabella 7: Vallone della Rosa - Risultati simulazione ante operam TR 200 anni, condizione al contorno livello Dittaino

Sezione	zf	h	hc	H	U	Fr
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[-]
Sez. 168	140.99	142.77	142.77	143.13	2.7	0.9
Sez. 169	135.56	136.87	136.90	137.30	2.9	1.0
Sez. 170	129.70	131.37	131.48	132.11	3.8	1.1
Sez. 171	127.00	129.79	129.06	129.96	1.8	0.4
Sez. monte muri	126.10	129.81	127.96	129.88	1.2	0.3
Sez. 171V - monte ponte stradale esistente	125.82	129.81	127.50	129.87	1.1	0.2
Ponte stradale esistente						
Sez. valle ponte stradale esistente	125.75	126.40	127.00	129.13	7.3	3.4
Sez. 172r	124.10	124.89	125.28	126.15	5.0	1.8
Sez. 173r	122.09	123.53	123.27	123.87	2.6	0.7
Sez. 173bis - monte ponte ferroviario VI02	121.78	123.26	122.98	123.59	2.6	0.7
Ponte ferroviario VI02						
Sez. 173tris - valle ponte ferroviario VI02	121.53	122.91	122.73	123.31	2.8	0.8
Sez. 174r	121.46	122.85	122.65	123.23	2.7	0.8
Sez. 174bis	121.00	122.68	122.18	122.93	2.2	0.6
Sez. 175	119.48	121.52	121.28	121.92	2.8	0.8
Sez. 176	118.59	120.31	120.09	120.67	2.7	0.8
Sez. 177	116.77	118.51	118.24	118.80	2.4	0.7
Sez. 178	115.30	117.30	116.77	117.49	1.9	0.5
Sez. 179	114.16	117.15	116.20	117.27	1.6	0.4
Sez. 179V - monte ponte A19	113.80	117.18	115.76	117.23	1.0	0.2
Ponte A19						

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>34 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	34 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	34 di 57								

Sez. valle ponte A19	112.90	116.29	114.92	116.34	1.0	0.2
Sez. 180	112.66	116.28	114.73	116.33	1.1	0.2
Sez. 181	111.61	116.30	113.21	116.31	0.4	0.1

APPALTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
APPALTAZIONE: Mandataria: 	Mandante:  						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 35 di 57

Condizione al contorno di valle moto uniforme

Tabella 8: Vallone della Rosa - Risultati simulazione ante operam TR 200 anni, condizione al contorno moto uniforme

Sezione	zf	h	hc	H	U	Fr
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[-]
Sez. 168	140.99	142.77	142.77	143.13	2.7	0.9
Sez. 169	135.56	136.87	136.90	137.30	2.9	1.0
Sez. 170	129.70	131.37	131.48	132.11	3.8	1.1
Sez. 171	127.00	129.79	129.06	129.96	1.8	0.4
Sez. monte muri	126.10	129.81	127.96	129.88	1.2	0.3
Sez. 171V - monte ponte stradale esistente	125.82	129.81	127.50	129.87	1.1	0.2
Ponte stradale esistente						
Sez. valle ponte stradale esistente	125.75	126.40	127.00	129.13	7.3	3.4
Sez. 172r	124.10	124.89	125.28	126.15	5.0	1.8
Sez. 173r	122.09	123.53	123.27	123.87	2.6	0.7
Sez. 173bis - monte ponte ferroviario VI02	121.78	123.26	122.98	123.59	2.6	0.7
Ponte ferroviario VI02						
Sez. 173tris - valle ponte ferroviario VI02	121.53	122.91	122.73	123.31	2.8	0.8
Sez. 174r	121.46	122.85	122.65	123.23	2.7	0.8
Sez. 174bis	121.00	122.68	122.18	122.93	2.2	0.6
Sez. 175	119.48	121.52	121.28	121.92	2.8	0.8
Sez. 176	118.59	120.31	120.09	120.67	2.7	0.8
Sez. 177	116.77	118.51	118.24	118.80	2.4	0.7
Sez. 178	115.30	117.07	116.77	117.34	2.3	0.7
Sez. 179	114.16	116.20	116.20	116.73	3.2	1.0
Sez. 179V - monte ponte A19	113.80	116.31	115.76	116.48	1.8	0.5
Ponte A19						

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">PROGETTO</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">PAGINA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">36 di 57</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	36 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	36 di 57								

Sez. valle ponte A19	112.90	114.98	114.92	115.37	2.8	0.9
Sez. 180	112.66	114.73	114.73	115.21	3.1	1.0
Sez. 181	111.61	113.31	113.21	113.72	2.9	0.9

Nella figura seguente è riportato il profilo idrico di calcolo, unitamente ai profili del terreno, dell'energia, del tirante critico e quelli degli argini per le due condizioni al contorno considerate.

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:						
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 37 di 57

**DIRETTRICE FERROVIARIA
 MESSINA - CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO
 PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA
 BICOCCA – CATENANUOVA**

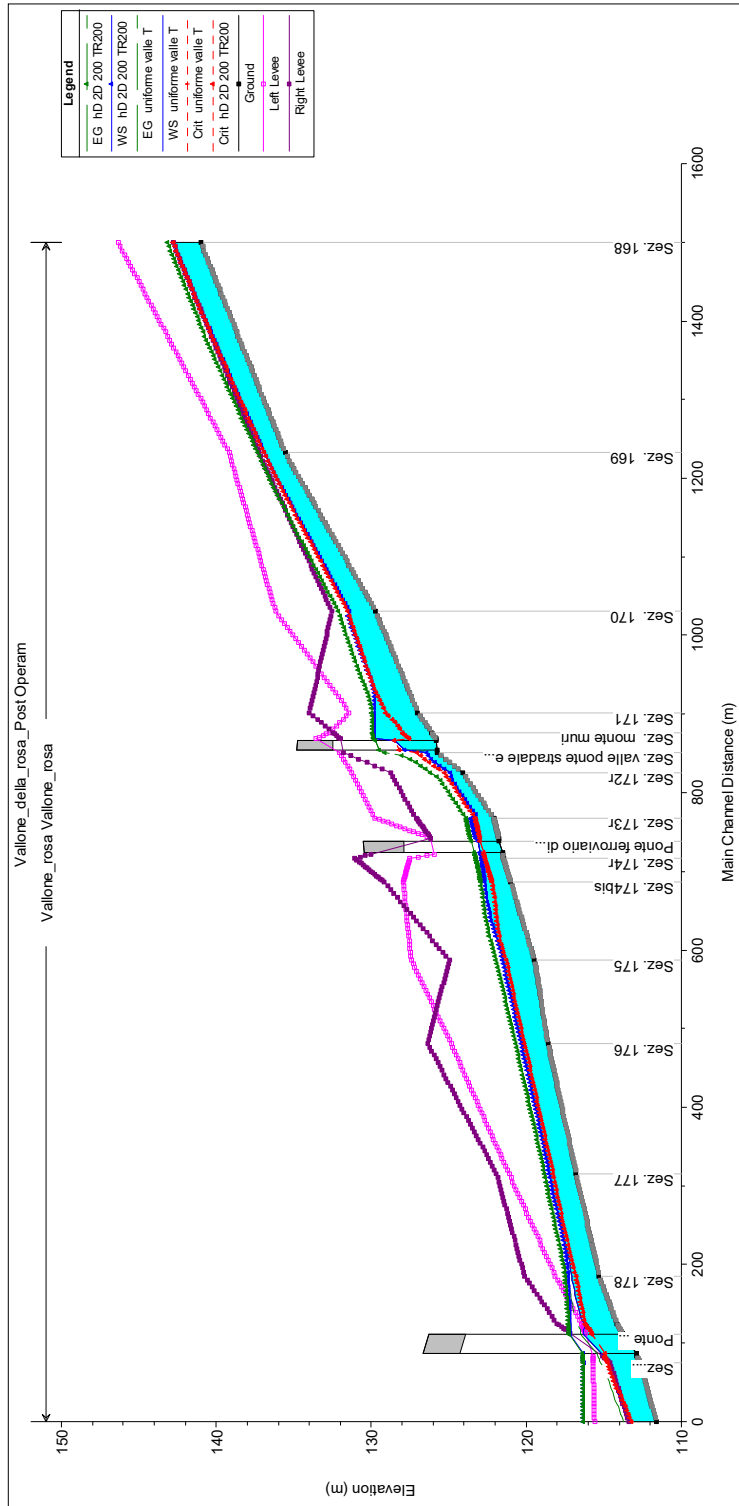


Figura 21: Vallone della Rosa - Profilo idrico ante operam TR 200 anni

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
APPALTATORE: Mandataria: TECH	Mandante: Lombardi					
PROJECT ingegneria integrata	SETECO ingegneria s.r.l.					
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 38 di 57

3.4.1.2 Risultati simulazione idraulica post operam TR 200 anni

Nella configurazione di progetto è stato inserito l'attraversamento stradale, ubicato appena a valle e parallelamente al viadotto ferroviario VI02.

L'inserimento dell'attraversamento di progetto comporta una deviazione del fondo del torrente per poterlo raccordare al fondo esistente. Si prevede l'allungamento della protezione del fondo con massi.

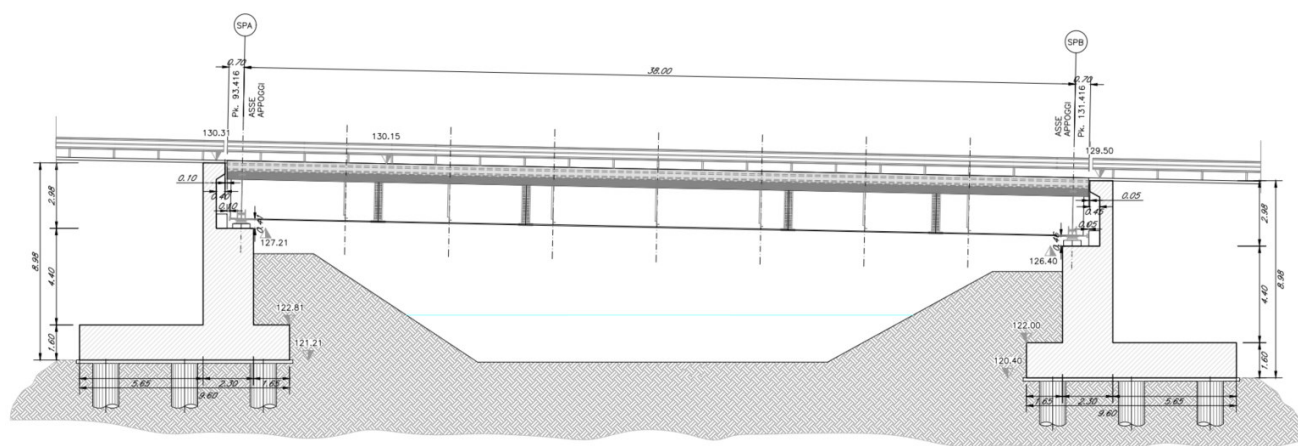


Figura 22: Vallone della Rosa – Ponte stradale di progetto L=38 m.

Il ponte stradale di luce netta presenta una luce netta di 36.65m superiore alla larghezza massima dell'alveo, pertanto non sono presenti interferenze con le spalle del medesimo.

Le tabelle seguenti riportano tutte le grandezze fondamentali del moto risultanti dalle simulazioni, in particolare: la quota del fondo (zf), la quota del pelo libero della corrente (h), il livello critico (hc) ed energetico (H), la velocità media della corrente (U) ed il numero di Froude (Fr). Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
   						
APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:					
   						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 39 di 57

Condizione al contorno di valle, livello del Dittaino calcolato con modello bidimensionale

Sezione	zf	h	hc	H	U	Fr
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[-]
Sez. 168	140.99	142.77	142.77	143.13	2.73	0.85
Sez. 169	135.56	136.84	136.9	137.31	3.04	1.09
Sez. 170	129.7	131.6	131.48	132.1	3.14	0.88
Sez. 171	127	129.79	129.05	129.96	1.82	0.44
Sez. monte muri	126.1	129.81	127.96	129.88	1.2	0.25
Sez. 171V - monte ponte stradale esistente	125.82	129.81	127.5	129.87	1.1	0.22
Ponte stradale esistente						
Sez. valle ponte stradale esistente	125.75	126.42	127	128.96	7.06	3.23
Sez. 172r	124.1	124.89	125.27	126.14	4.95	1.84
Sez. 173r	122.09	123.53	123.28	123.87	2.58	0.73
Sez. 173bis - monte ponte ferroviario VI02	121.78	123.26	122.98	123.59	2.57	0.72
Ponte ferroviario VI02 – Ponte di progetto						
Sez. 173tris - valle ponte ferroviario VI02	120.99	122.4	122.18	122.77	2.68	0.76
Sez. 174r (ponte stradale)	120.72	122.24	121.91	122.55	2.47	0.68
Sez. 174bis	120.32	122.1	121.51	122.32	2.05	0.53
Sez. 175	119.48	121.64	121.28	121.97	2.57	0.68
Sez. 176	118.63	120.36	120.15	120.73	2.67	0.77
Sez. 177	116.82	118.56	118.29	118.86	2.41	0.71
Sez. 178	115.36	117.09	116.83	117.39	2.43	0.72
Sez. 179	114.25	116.36	116.25	116.78	2.9	0.85
Sez. 179V - monte ponte A19	113.86	116.46	115.82	116.61	1.76	0.45
Sez. 180	112.66	116.28	114.73	116.33	1.1	0.2
Sez. 181	111.61	116.30	113.21	116.31	0.4	0.1

Condizione al contorno di valle moto uniforme

Sezione	zf	h	hc	H	U	Fr
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[-]
Sez. 168	140.99	142.77	142.77	143.13	2.73	0.85
Sez. 169	135.56	136.84	136.9	137.31	3.04	1.09

APPALTATORE: Mandataria: 	Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
APPALTATORE: Mandataria:  	Mandante:  						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 40 di 57

Sez. 170	129.7	131.6	131.48	132.1	3.14	0.88
Sez. 171	127	129.79	129.05	129.96	1.82	0.44
Sez. monte muri	126.1	129.81	127.96	129.88	1.2	0.25
Sez. 171V - monte ponte stradale esistente	125.82	129.81	127.5	129.87	1.1	0.22
Ponte stradale esistente						
Sez. valle ponte stradale esistente	125.75	126.42	127	128.96	7.06	3.23
Sez. 172r	124.1	124.89	125.27	126.14	4.95	1.84
Sez. 173r	122.09	123.53	123.28	123.87	2.58	0.73
Sez. 173bis - monte ponte ferroviario VI02	121.78	123.26	122.98	123.59	2.57	0.72
Ponte ferroviario VI02 – Ponte di progetto						
Sez. 173tris - valle ponte ferroviario VI02	120.99	122.4	122.18	122.77	2.68	0.76
Sez. 174r (ponte stradale)	120.72	122.24	121.91	122.55	2.47	0.68
Sez. 174bis	120.32	122.1	121.51	122.32	2.05	0.53
Sez. 175	119.48	121.64	121.28	121.97	2.57	0.68
Sez. 176	118.63	120.36	120.15	120.73	2.67	0.77
Sez. 177	116.82	118.56	118.29	118.86	2.41	0.71
Sez. 178	115.36	117.09	116.83	117.39	2.43	0.72
Sez. 179	114.25	116.29	116.25	116.77	3.09	0.93
Sez. 179V - monte ponte A19	113.86	116.34	115.82	116.52	1.92	0.51
Sez. 181	111.61	115.76	115.76	116.21	2.98	1

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>41 di 57</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	41 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	41 di 57								

3.4.2 Verifica del franco

Come precedentemente riportato le Norme Tecniche delle Costruzioni prevedono per gli intradossi dei ponti di nuova realizzazione un franco idraulico di almeno 1.5-2.0m.

Le tabelle seguenti riportano le verifiche eseguite relativamente al franco idraulico ed energetico per i due tempi di ritorno considerati.

Entrambi i livelli riportati sono riferiti alla sezione immediatamente a monte dell'attraversamento.

Tabella 9: Vallone della Rosa - Franco idraulico

	Livello idrico Tr=200 anni [m.s.l.m.]	Intradosso [m.s.l.m.]	Franco idraulico Tr=200 anni [m]
Sez. monte viadotto	122.24	126.40	4.16

Tabella 10: Vallone della Rosa - Franco energetico







	Livello energia Tr=200 anni [m.s.l.m.]	Intradosso [m.s.l.m.]	Franco energetico Tr=200 anni [m]
Sez. monte viadotto	122.55	126.40	3.85

Dai risultati riportati si evince che il nuovo manufatto verifica sia le prescrizioni normative.

L'opera in progetto, presenta una luce fondo alveo – intradosso pari a 5.68m (126.40 intradosso opera – 120.72 fondo alveo). Non si ravvisa un rischio di trasporto di alberi d'alto fusto.

3.4.3 Sistemazione e protezione

L'intervento di sistemazione prevede una regolarizzazione minima delle sezioni di deflusso secondo una sezione trapezia di base 16m e pendenza delle sponde 3:2. Si prevede la protezione del fondo e delle sponde con massi intasati con calcestruzzo di diametro minimo pari a 70 cm dalla sezione 172r alla sezione 174r, ossia il tratto a monte dell'attraversamento ed in massi di diametro minimo 0.5 m dalla 174r fino a fine sistemazione.

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
   	 					
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:					
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 42 di 57

SEZIONE TIPO SISTEMAZIONE Scala 1:100

Da sez. 172r a 174r

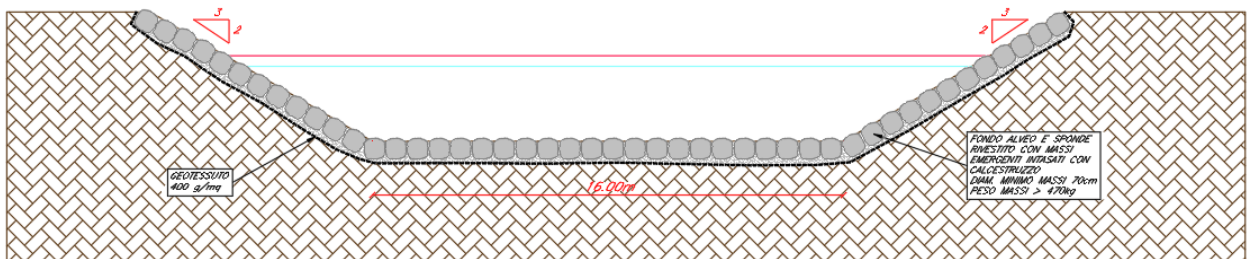


Figura 23: Vallone della Rosa - Sezione tipo sistemazione a monte opera

SEZIONE TIPO SISTEMAZIONE Scala 1:100

Da sez. 174r a fine sistemazione

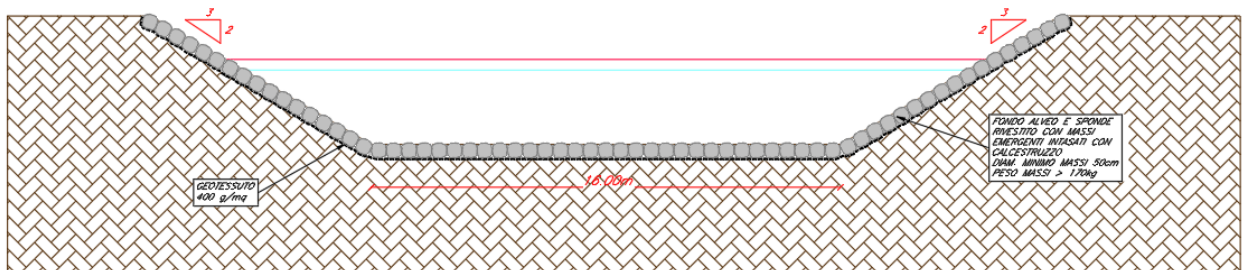


Figura 24: Vallone della Rosa - Sezione tipo sistemazione a valle opera

Le tabelle seguenti riportano i dati caratteristici della simulazione monodimensionale, imponendo come condizione al contorno l'altezza di moto uniforme, necessari alla verifica della stabilità dei massi nelle sezioni oggetto di sistemazione a monte e a valle dell'opera in progetto, in particolare: il raggio idraulico (R_H), La tensione tangenziale media (τ_0), la velocità media (V), il tirante (h).

Tabella 11: Vallone della Rosa - Dati verifica stabilità protezioni a monte opera

Sezione	R_H	T_0	V	h
	[m]	[N/m ²]	[m/s]	[m]
Sezione 172r - inizio sistemazione	0.75	564.7	5.1	14.41
Sezione 173r	1.27	127.0	2.6	27.83
Sez. 173bis - monte opera progetto	1.3	124.9	2.6	27.96
Opera progetto				

Tabella 12: Vallone della Rosa - Dati verifica stabilità protezioni a valle opera

APPALTATORE: Mandataria:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandataria:    													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>43 di 57</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	43 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	43 di 57								

Sezione	R _H	T ₀	V	h
	[m]	[N/m ²]	[m/s]	[m]
Sez. 173tris - valle opera progetto	1.22	150.4	2.85	1.4
Sezione 174r (ponte stradale)	1.24	140.1	2.75	1.5
Sezione 174bis - fine sistemazione	1.46	86.9	2.23	1.8

Il valore della tensione tangenziale per il calcolo della stabilità dei massi a monte dell'opera è quello massimo ottenuta dalla simulazione monodimensionale nel tratto sistemato ed è pari a 565 N/m², riscontrato nella sezione 172r. La sezione interessata dal flusso è molto larga e di forma assimilabile a quella rettangolare, inoltre il tratto è rettilineo, pertanto la tensione tangenziale massima può essere ritenuta, con buona approssimazione, pari a quella media nella sezione.

Per il tratto a valle invece la tensione tangenziale più elevata tra le sezioni considerate è pari a 150 N/m², riscontrata nella sezione 173tris.

Stante la presenza della deviazione planimetrica subito a valle dell'opera è possibile che si possano creare incrementi locali di velocità e conseguentemente di tensione tangenziale al fondo. Al fine di tenere conto di tale eventualità la velocità media della sezione 173tris è stata incrementata applicando un fattore moltiplicativo pari a 1.5, ottenendo in tal modo un valore pari a 4.3 m/s. La cadente piezometrica è stata

ricalcolata secondo la relazione di Gaukler- Strickler $J = \left(\frac{v}{k_s \cdot R_h^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{4.3}{22.2 \cdot 1.22^{2/3}} \right)^2 = 0.03$ e di

conseguenza la tensione tangenziale $\tau = \gamma \cdot R_H \cdot J = 9810 \cdot 1.22 \cdot 0.03 = 347 \text{ N} / \text{m}^2$. Tale valore è stato assunto come valore di riferimento sia per il fondo che per le sponde.

Per il calcolo della tensione critica al fondo ($\tau_{cr(o)}$) è stato utilizzato il criterio di Armanini in quanto il rapporto tra tirante e dimensione del masso pari a 1.2 nel tratto di monte e 3 nel tratto di valle evidenzia una bassa sommergenza della protezione. La tensione tangenziale critica sulle sponde ($\tau_{cr,(\alpha)}$) è invece stata calcolata utilizzando il criterio di Lane, assumendo un angolo di inclinazione delle sponde α pari a 34°, un angolo di attrito dei massi ϕ pari a 45°, un peso specifico dei medesimi pari a 26000 N/m³ ed un peso specifico dell'acqua pari a 9810 N/m³.

Le tabelle seguenti riportano i risultati della verifica di stabilità eseguita, in particolare: il valore della

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo	Mandante: ASTALDI	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
APPALTATORE: Mandataria: TECH	Mandante: Lombardi						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 44 di 57

tensione tangenziale massima (τ_{max}), il valore della tensione tangenziale critica al fondo e sulle sponde ($\tau_{cr(\alpha)}, \tau_{cr,(\alpha)}$), i coefficienti di sicurezza per il fondo e le sponde (F_0 e F_α rispettivamente).

Tabella 13: Vallone della Rosa - Risultati della verifica della stabilità delle protezioni a monte opera

$\tau_{max,fondo}$	$\tau_{cr(0)}$	$\tau_{cr(\alpha)}$	F_0	F_α
[N/m ²]	[N/m ²]	[N/m ²]	[-]	[-]
565	1098	672	2.0	1.2

Tabella 14: Vallone della Rosa - Risultati della verifica della stabilità delle protezioni a valle opera

$\tau_{max,fondo}$	$\tau_{cr(0)}$	$\tau_{cr(\alpha)}$	F_0	F_α
[N/m ²]	[N/m ²]	[N/m ²]	[-]	[-]
347	677	415	1.95	1.20

La tabella evidenzia che le protezioni sufficienti a garantire la stabilità del fondo e delle sponde.

È da precisare che l'intasamento con calcestruzzo garantisce un ulteriore fattore di sicurezza di cui non si è tenuto conto nella verifica appena eseguita.

APPALTATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
APPALTATORE: Mandatario:   Mandante:  						
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 45 di 57

4 COMPATIBILITA' IDRAULICA

Le opere in progetto sono connesse al raddoppio della linea ferroviaria Palermo – Catania nel tratto compreso tra la stazione di Bicocca e di Catenanuova per una lunghezza complessiva di circa 38 km.

Il tracciato della linea si sviluppa su un territorio percorso da vie d'acqua a regime prevalentemente torrentizio con attraversamento in viadotto del Fiume Simeto.

Nello studio effettuato nell'ambito del progetto di raddoppio, cui si rimanda, è stato valutato l'impatto idraulico potenziale dell'infrastruttura ferroviaria di progetto con il territorio ed è stata analizzata la sicurezza del corpo ferroviario, identificando – in termini di funzionalità e sicurezza – i manufatti di presidio idraulico più opportuni, garantendo la minima interferenza delle opere ferroviarie con il normale deflusso delle acque.

Gli strumenti normativi presi a riferimento nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto sono:

- *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, redatto dalla Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente nel 2005.
- *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, redatto dalla Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente nel 2004.

Nella Relazione di Piano sono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'individuazione, la localizzazione e la caratterizzazione degli eventi alluvionali che abbiano prodotto effetti sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento per la delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione. Oltre alle aree a pericolosità idraulica, sono state considerate anche quelle di allagamento per collasso o manovra degli organi di scarico della diga Nicoletti e quelle a valle della traversa Pontebarca per collasso delle dighe di Ancipa e Pozzillo:

Deve essere sottolineato che le norme di Attuazione del PAI non prevedono alcun vincolo per le nuove infrastrutture ricadenti nelle aree potenzialmente interessate da pericolosità idraulica (da intendersi nel senso sopra indicato). Nella redazione del Progetto Definitivo si è proceduto cercando (per quanto

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>46 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	46 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	46 di 57								

possibile) di posizionare il tracciato al di fuori di esse. Per i tratti ricadenti nelle aree di potenziale allagamento lo stesso Progetto Definitivo ha cercato, in accordo con i vincoli presenti sul territorio, di posizionare il piano ferro ad una quota superiore, con adeguato franco di sicurezza, rispetto alla quota di allagamento presumibile dalla cartografia di Piano. Inoltre i tratti ricadenti all'interno di aree a potenziale rischio di allagamento sono stati previsti secondo la tipologia costruttiva a viadotto, al fine di rendere idraulicamente "trasparente" la nuova infrastruttura. Laddove ciò non fosse possibile si è cercato di rendere idraulicamente trasparente il rilevato.

Congiuntamente all'analisi della cartografia del PAI, nell'ambito del Progetto Definitivo è stato realizzato un modello bidimensionale del fiume Dittaino, al fine di verificare con maggior precisione l'effettiva estensione delle aree a potenziale allagamento del fiume nel primo tratto di tracciato.

Il tracciato ferroviario, per come definito dal Progetto Definitivo, è stato verificato alla luce dall'analisi del PAI, dato che il tracciato in questione attraversa zone che lo stesso PAI qualifica a pericolosità idraulica. L'approfondimento dell'analisi per la redazione del Progetto Esecutivo di raddoppio ferroviario, in ottemperanza alla Prescrizione n°3 dell'Allegato 1 all'Ordinanza n°28 di approvazione del Progetto Definitivo, è stata condotta attraverso un modello bidimensionale del fiume Simeto, e dalla stessa sono emersi profili che consigliano una diversa valutazione della rischiosità idraulica per alcuni tratti.

L'area modellata comprende il tratto di fiume Simeto interessato dal nuovo attraversamento ferroviario sino alla confluenza con il fiume Dittaino, e include il tracciato ferroviario dalla progressiva 21+000 alla progressiva 31+000 circa. Tale modello idraulico è stato realizzato al fine di verificare l'effettiva pericolosità dell'area e stimare i tiranti idrici da utilizzare per le opportune verifiche sui rilevati ferroviari in progetto. È stato pertanto modellato lo stato di fatto, ovvero sono state analizzate le criticità presenti nella configurazione *ante operam*, e sono state confrontate con quelle emerse dall'esame del PAI.

La linea ferroviaria in progetto dalla progressiva Km 0+500 alla km 15+400 circa costeggia il Fiume Dittaino senza però mai interessarlo con alcun attraversamento. In particolare la linea di progetto è posta sul lato monte del rilevato ferroviario esistente rispetto al corso d'acqua. Tale scelta ha permesso sia di non interessare le fasce di pericolosità idraulica previste dal PAI per il Fiume Dittaino, sia di non sottrarre eventuali volumi di esondazione al corso d'acqua.

Le aree di esondazione risultanti dalla modellazione bidimensionale del fiume per un evento con

APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  salini impregilo </div> <div style="text-align: center;">  ASTALDI </div> <div style="text-align: center;">  Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.s. </div> <div style="text-align: center;">  S.I.F.E.L. </div> </div>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandataria: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  TECH PROJECT <small>ingegneria integrata</small> </div> <div style="text-align: center;">  Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti</small> </div> <div style="text-align: center;">  SETECO <small>Ingegneria S.r.l.</small> </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">47 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	47 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	47 di 57								

tempo di ritorno 300 anni, non hanno evidenziato interferenze importanti con la linea in progetto (vedi relazione RS3910EZZRIID1400002A).

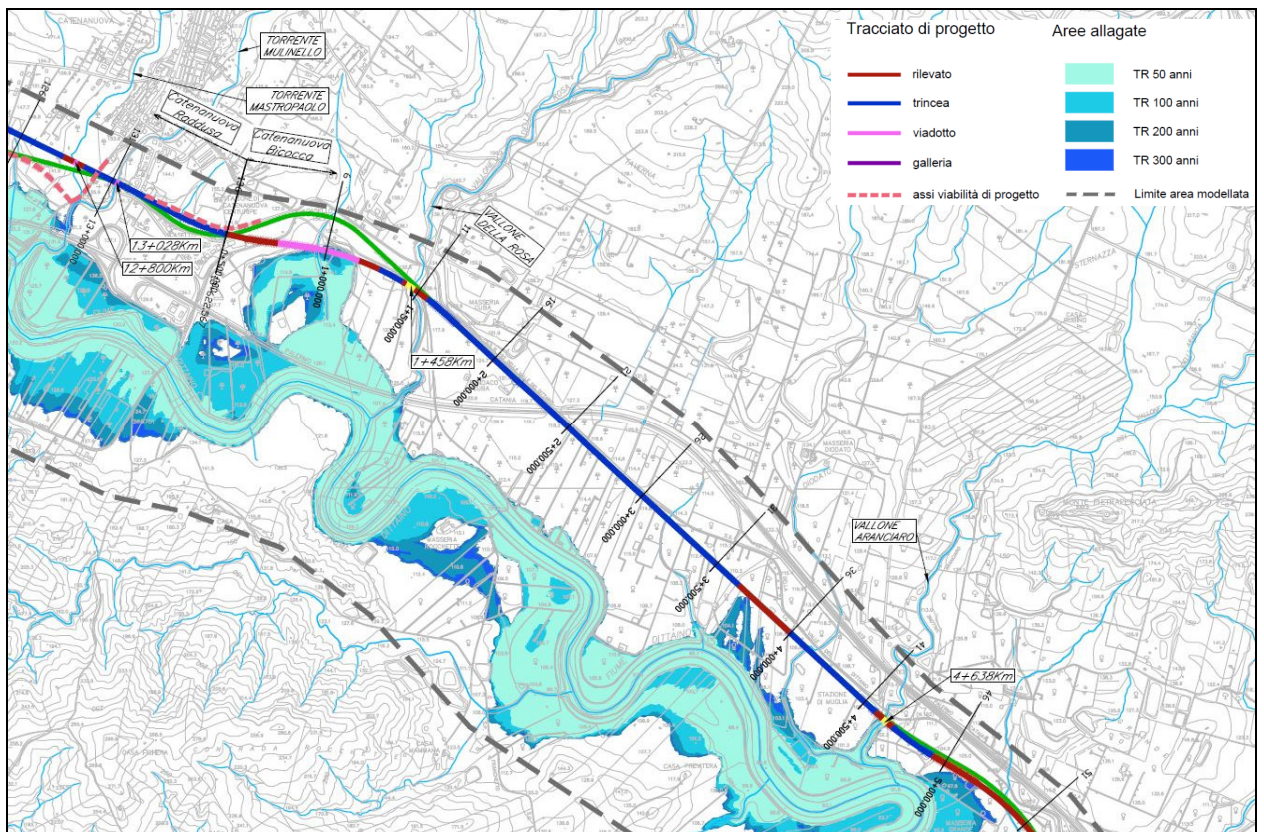


Figura 25: Aree allagabili risultanti dalla modellazione 2D - Progressive da km 0+500 a 5+000

APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:				
salini impregilo	ASTALDI	CF Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a.	S.I.F.E.L.		
APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:				
TECH PROJECT ingegneria integrata	Lombardi Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti	SETECO Ingegneria S.r.l.			
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003

**DIRETTRICE FERROVIARIA
MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO
PALERMO - CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA
BICOCCA - CATENANUOVA**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	48 di 57

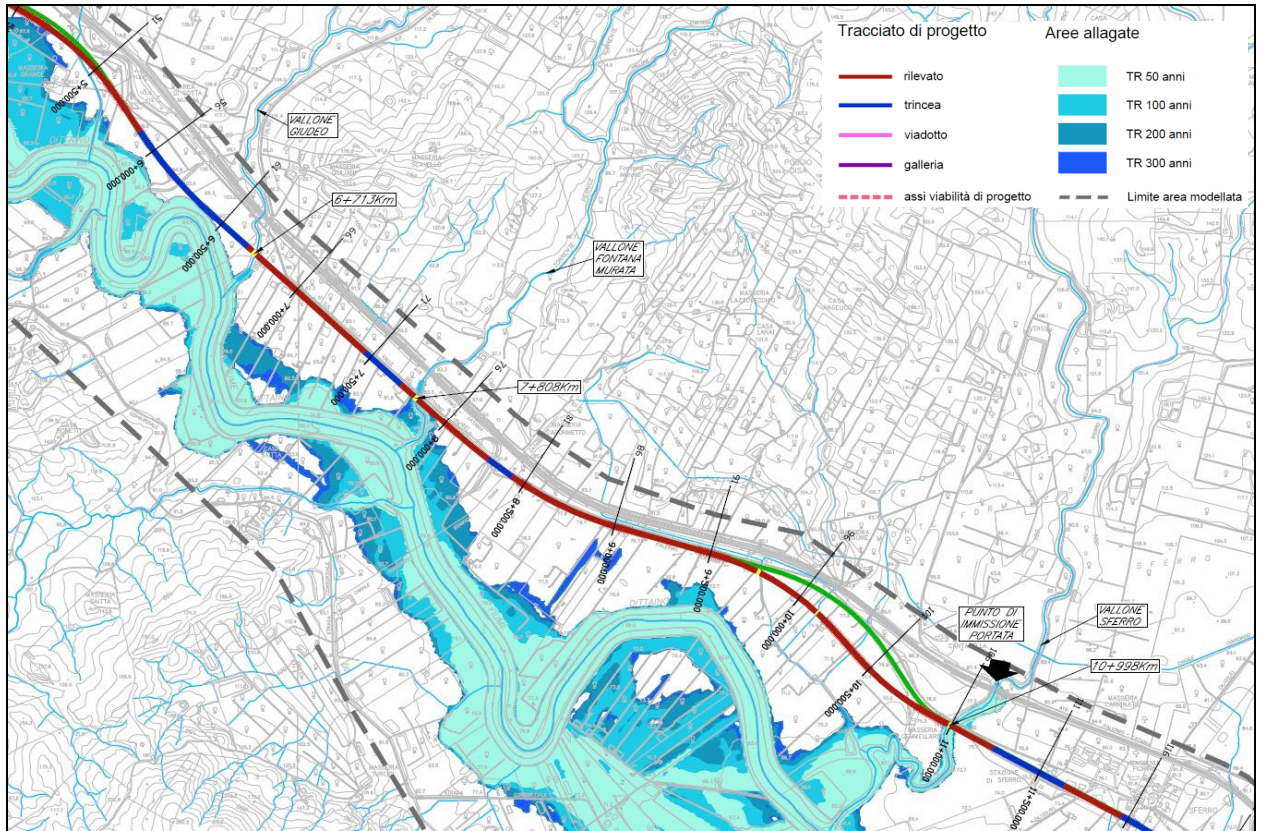


Figura 26: Aree allagabili risultanti dalla modellazione 2D - Progressive da km 5+500 a 11+500

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA						
   	  							
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	PROGETTO RS39	LOTTO 10.V. ZZ	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID.0000.003	REV. B	PAGINA 49 di 57

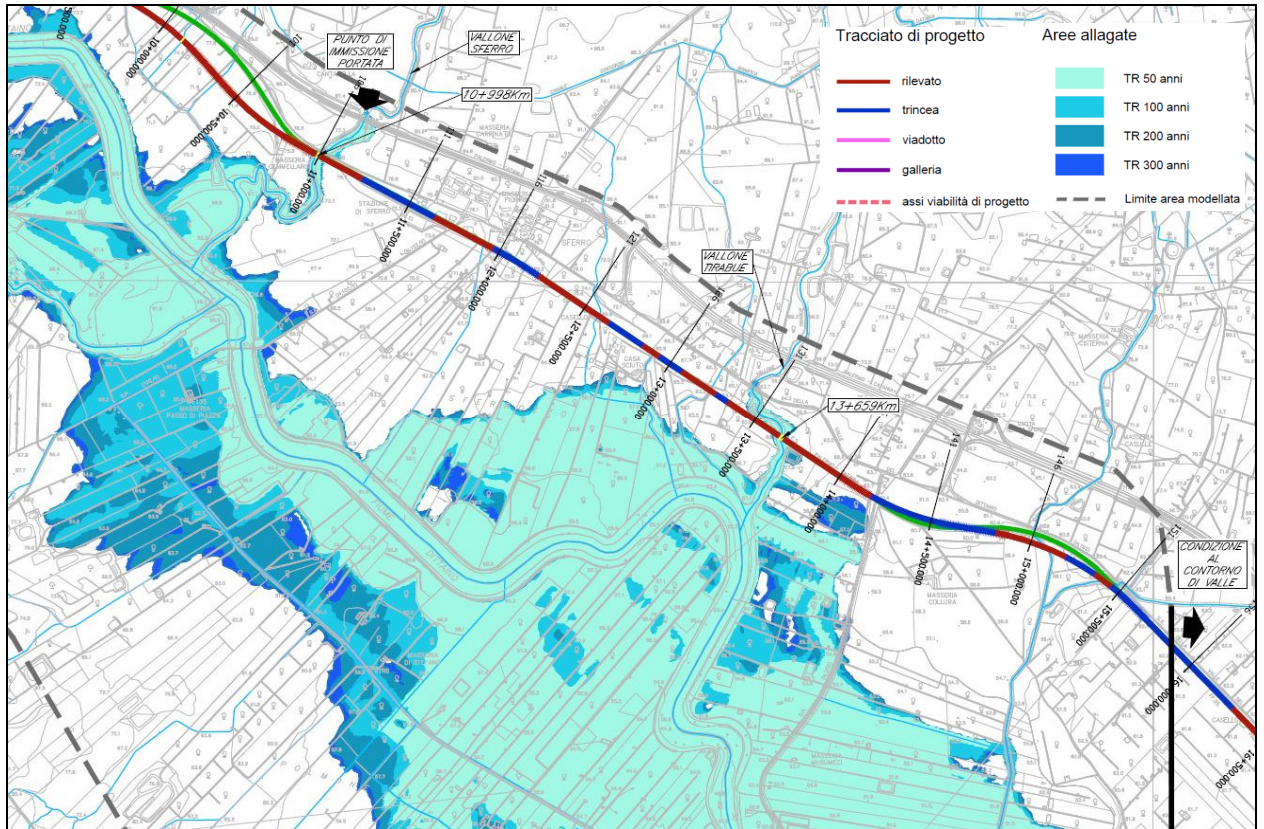


Figura 27: Aree allagabili risultanti dalla modellazione 2D - Progressive da km 10+000 a 16+000

Come descritto nei paragrafi precedenti, la compatibilità idraulica dell'opera oggetto di variante non altera la condizione idraulica già studiata e analizzata in termini idraulici nell'ambito del progetto esecutivo di raddoppio della linea ferroviaria.

L'attraversamento stradale infatti viene verificato anche con le condizioni al contorno derivanti dal modello idraulico bidimensionale sopra citato.

APPALTATORE: Mandataria: salini impregilo Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandataria: TECH PROJECT Mandante: Lombardi SETECO <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti</small>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>50 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	50 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	50 di 57								

5 FASI COSTRUTTIVE

5.1 Verifiche idrauliche








Come illustrato nella Relazione Idrologica (RS39-10-V-ZZ-RI-ID0000-002-B) la portata con tempo di ritorno 5 anni risulta pari a 11.98 m³/s, mentre quella con tempo di ritorno di 10 anni è definita in 22.94 m³/s. Per le verifiche è stato assunto il tempo di ritorno pari a 10 anni, che porta ad avere un rischio di superamento R₃ del 27% con una durata dei lavori pari a 3 anni.

Per definire i livelli idrici nella fase di cantiere si procede alla simulazione Hec-Ras in moto permanente, con riferimento alla portata di piena decennale QTR10 sullo scenario con opera provvisoria.

Per consentire la difesa idraulica dell'area di cantiere, quindi per evitare che le acque si riversino all'interno degli scavi necessari per l'imbasamento delle fondazioni del nuovo viadotto e per consentire i lavori di sistemazione spondale, è stato proposto di incanalare tali acque all'interno di tre condotte tipo Finsider. Le acque incanalate nei Finsider fuoriescono sempre nell'alveo a valle dell'area di scavo e di cantiere. Poiché il progetto comporta uno scavo e una sistemazione spondale in destra e in sinistra idraulica, dovranno essere due successive le fasi tra loro come di seguito è descritto:

Fase 1: realizzazione della sistemazione idraulica in sponda destra e quella della spalla ovest del viadotto stradale in progetto con conseguente realizzazione di ture provvisorie a monte e a valle con installazione di tre Finsider per la difesa idraulica dell'area di cantiere a valle del viadotto (Figura 28 - Fase 1 idraulica);

Fase 2: realizzazione della sistemazione idraulica in sponda sinistra e quella della spalla est del viadotto stradale in progetto con conseguente ricollocamento di ture provvisorie a monte e a valle con installazione di tre Finsider per la difesa idraulica dell'area di cantiere a valle del viadotto (Figura 29 - Fase 2 idraulica).

APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PROGETTO</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">51 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	51 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	51 di 57								

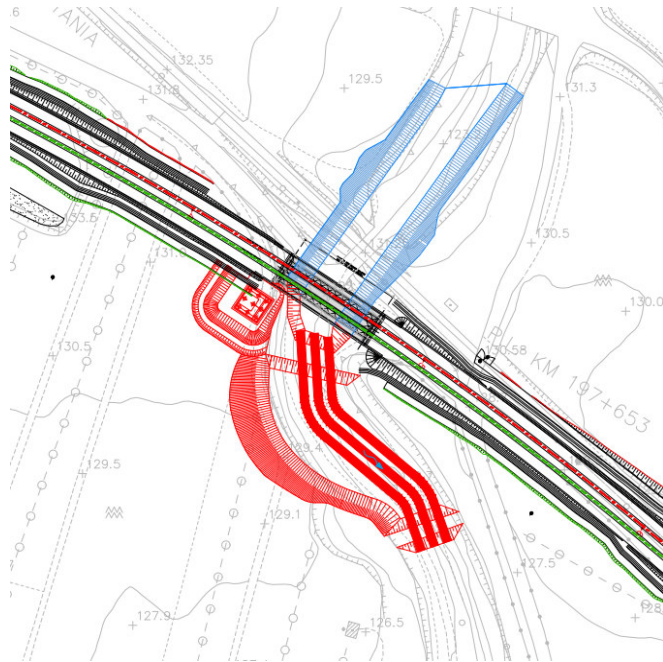


Figura 28 - Fase 1 idraulica

Nella seconda fase, il ricollocamento del bypass consente la realizzazione della sponda sinistra della sistemazione idraulica di progetto e quella della spalla est del viadotto stradale di progetto. Successivamente, si procederà con il varo dell'impalcato e con il completamento della viabilità podereale.

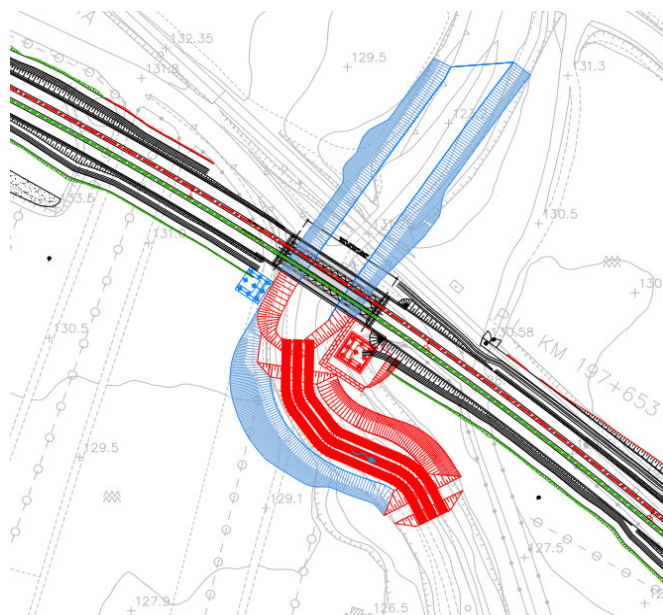


Figura 29 - Fase 2 idraulica

APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  salini impregilo </div> <div style="text-align: center;">  ASTALDI </div> <div style="text-align: center;">  Costruzioni Linee Ferroviarie s.p.a. </div> <div style="text-align: center;">  S.I.F.E.L. </div> </div>	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  TECH PROJECT <small>ingegneria integrata</small> </div> <div style="text-align: center;">  Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneria Consulenti</small> </div> <div style="text-align: center;">  SETECO <small>Ingegneria S.r.l.</small> </div> </div>													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">RS39</td> <td style="text-align: center;">10.V. ZZ</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID.0000.003</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">52 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	52 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	52 di 57								

Di seguito si riportano i risultati, in termini di livelli idrometrici, della simulazione svolta con modello numerico, relativamente alla configurazione con opera provvisoria a valle del viadotto. I risultati della simulazione per la configurazione con opera provvisoria a valle del viadotto dimostrano il convogliamento della portata di progetto con un riempimento inferiore all'80%.

5.2 Verifiche idrauliche

Per definire i livelli idrici nella fase di cantiere si procede alla simulazione con riferimento alla portata di piena decennale QTR10 sullo scenario con opera provvisoria a valle del viadotto. I 3 Finsider modellati sono a sezione ribassata con luce di 3.28m e freccia 2.20m.

Di seguito si riporta il profilo idraulico con opera provvisoria e la tabella riepilogativa dei principali parametri di calcolo.

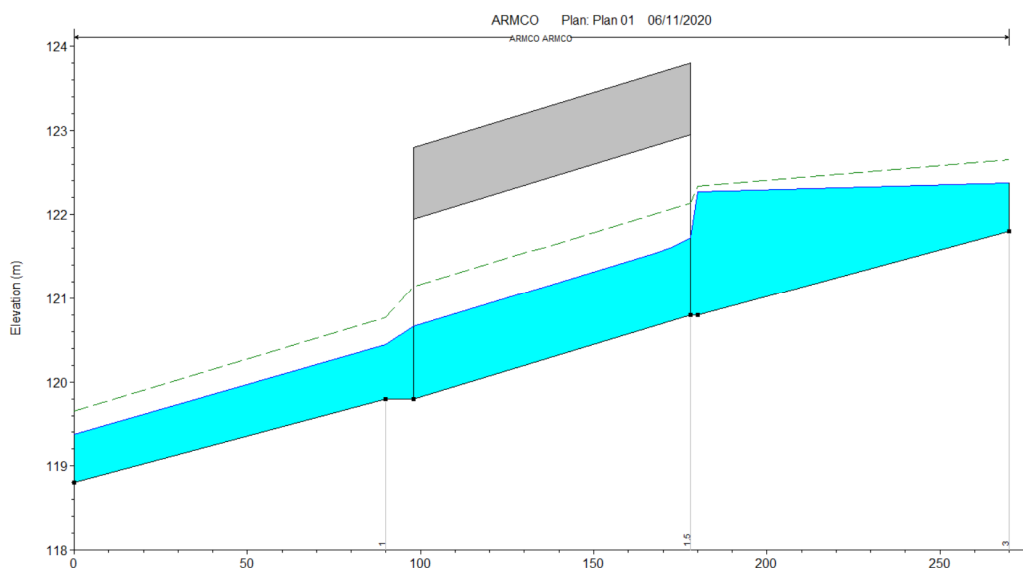


Figura 30 - Profilo di rigurgito nella fase di cantiere

Dalla simulazione emerge che le dimensioni del finsider utilizzato sono adeguate a far defluire una portata di 22.94m³/s inoltre, la parzializzazione dell'alveo conseguente all'inserimento dell'opera provvisoria genera un innalzamento del profilo di rigurgito modesto, di circa 50 cm, per l'intero tratto modellato a monte dell'opera stessa.

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
	  													
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:													
	 													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>53 di 57</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	53 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	53 di 57									

Tabella 15: Vallone della Rosa - Risultati della verifica fase di cantiere

Sez	Energia monte	Energia valle	Tirante monte	Tirante valle	Velocità monte	Velocità valle
Monte Tura	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m/s]
Valle tura	122.34	121.14	1.47	0.87	2.82	3.04

La tubazione ha un riempimento interno di circa il 40% e un rigurgito a monte che presenta un franco di circa 70 cm rispetto al cielo della tubazione.

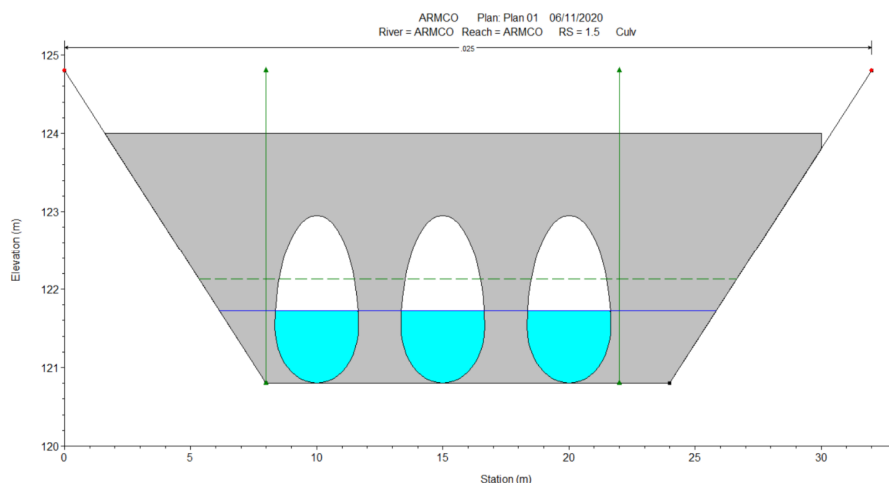






Figura 31 – Sezione in corrispondenza dei tre Finsider

5.3 Progetto delle opere provvisionali

La sequenzialità delle fasi idrauliche studiate nell'ambito di progetto prevede la realizzazione delle opere attraverso la realizzazione di un bypass idraulico provvisoriale in grado di mantenere la continuità idraulica del Vallone delle Rose e di garantire la sicurezza delle lavorazioni.

Nella prima fase, a valle della deviazione dei sottoservizi interferenti, si prevede la realizzazione del bypass con la posa di tre tubazioni a sezione ellittica ribassata per uno sviluppo complessivo di 95m e pendenza di posa pari al 1%. L'area di cantiere viene protetta con la realizzazione di ture provvisoriale a monte e a valle, con altezza di coronamento di circa 3m dal fondo alveo, utilizzabili come guadi. In questa fase si prevedono la realizzazione della sistemazione idraulica, sponda destra, e quella della spalla ovest del viadotto stradale di progetto. Nella seconda fase si prevede la realizzazione della sistemazione idraulica in sponda sinistra e quella della spalla est del viadotto stradale in progetto con conseguente ricollocamento delle ture provvisoriale a monte e a valle.

APPALDATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA							
   	  								
APPALDATORE: Mandataria:		Mandante:		PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA		PROGETTO		RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	54 di 57

Le condotte portanti in lamiera ondulata e zincata con sezione ribassata hanno le seguenti dimensioni: luce 3.28m, freccia 2.20m, spessore ≥ 5.00 mm e lunghezza 95.00 m. I finsider sono collocati all'interno dell'alveo al di sopra di un letto di posa in materiale fine (sabbia) ben costipato con spessore almeno di 15.00 cm. Per garantire la staticità e la resistenza nel tempo dell'opera provvisoria, costringendo tutte le acque a defluire all'interno del finsider, occorre prevedere il rinterro della condotta. Questo dovrà essere realizzato con materiale arido, permeabile ed omogeneo, disposto attorno alla condotta simultaneamente su entrambi i lati in strati di 15.00 cm; la sommità del finsider è da ricoprire per almeno 50.00 cm. Le estremità della condotta dovranno essere tagliate a becco di flauto con inclinazione 1/1 inoltre, il fondo del fiume, all'imbocco e allo sbocco del finsider, è da rivestire con ciottoli di diametro di 20.00 cm/cad per evitare fenomeni erosivi.

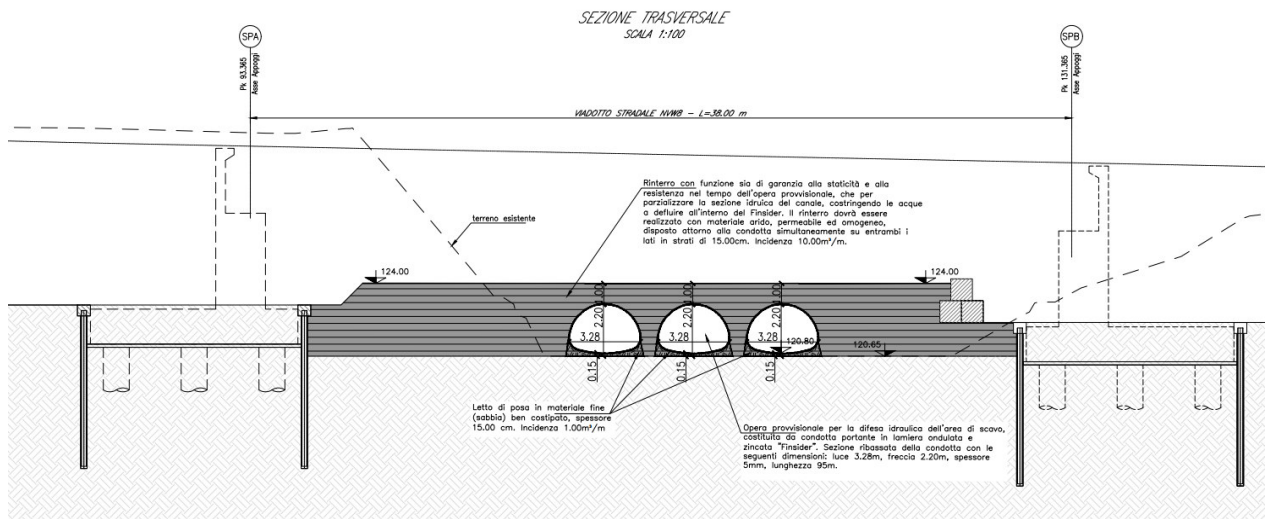


Figura 32 – Sezione trasversale in corrispondenza della tura di monte

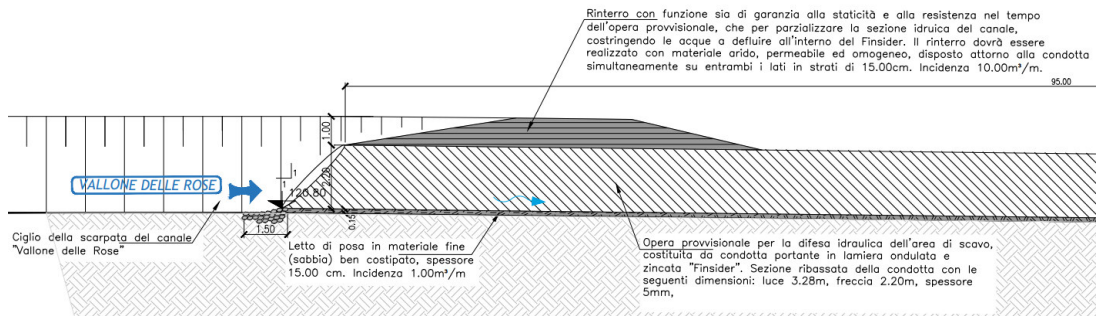


Figura 33 – Profilo in asse Finsider

Si prevede una pompa di aggotamento per l'allontanamento delle acque all'interno dell'area di cantiere, in caso di evento meteorico; la pompa deve essere ubicata all'interno di un fondone di dimensioni

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>55 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	55 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	55 di 57								

opportune per il corretto funzionamento della stessa. La raccolta delle acque all'interno dell'area interclusa di cantiere avviene attraverso tubi in PEAD corrugati fessurati per drenaggio DN200 rivestiti con geotessile, al fine di evitarne l'occlusione.

Analogamente il Piano di Cantierizzazione dell'impresa dovrà prevedere lo sgombero immediato del cantiere non appena il livello delle acque raggiunge i 30cm al di sotto della tura, la presenza di un escavatore fisso per tutta la durata dell'evento di piena ed all'occorrenza, sentita la DL, anche la rottura volontaria della tura.

Al termine dei lavori occorre smantellare le ture e ripristinare le condizioni idrodinamiche originarie del corso d'acqua ed in maniera diligente tutta l'area coinvolta nelle operazioni.

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:    													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>56 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	56 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	56 di 57								

6 BIBLIOGRAFIA

AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.

Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V., *Valutazione delle piene in Sicilia*, Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Palermo, 1993.

Caroni E., D'Alpaos L., Fattorelli S., Rossi F., Ubertini L., Versace P., Marchi E., *Valutazione delle piene*, C.N.R. °165, 1982.

Da Deppo L., Datei C., Salandin P., *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.

G. Ferreri, V. Ferro, Una espressione monomia della curva di probabilità pluviometrica, per durate inferiori all'ora, valida nel territorio siciliano. Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo, 1-2, 1989

Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.

Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.

Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.

Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977

Marani M., *Processi e modelli dell'Idrometeorologia*, Dispense, 2005.

Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).

Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*,

APPALTATORE: Mandatario:    	<p align="center">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI MODIFICA RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILTA' IDRAULICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>10.V. ZZ</td> <td>RI</td> <td>ID.0000.003</td> <td>B</td> <td>57 di 57</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	57 di 57
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	10.V. ZZ	RI	ID.0000.003	B	57 di 57								

2005.

Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, 2004.

Regione Siciliana, Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque (ARRA), *Annali Idrologici*, disponibili presso www.osservatorioacque.it.

Rossi F., Fiorentino M., Versace P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984.

Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"* di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

DM 14 gennaio 2008, *Nuove norme tecniche per le costruzioni*, Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30.