

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO ALTERNATIVE AI SITI DI DEPOSITO

(Richieste CTVA del 22/12/2011 Prot. CTVA/2011/453 e del 16/03/2012 Prot. CTVA/2012/1012)

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A.
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A.
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L.
SACYR S.A.U.
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE

<p>IL PROGETTISTA Dott. Ing. A. La Spada Ordine Ingegneri Prov. Messina n° 330</p>	<p>IL CONTRAENTE GENERALE PROJECT MANAGER Ing. P.P. Marcheselli</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale Ing. G. Fiammenghi</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato Dott. P.Ciucci</p>
 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Prov. Milano n° 15408			

Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art.21 del D.Lgs. 82/2005"

AMV0725_F0

<i>Unità Funzionale</i>	GENERALE
<i>Tipo di sistema</i>	AMBIENTE
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE
<i>Titolo del documento</i>	INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA - RELAZIONE IDRAULICA

CODICE

C G 0 7 0 0 P R I V G A M I A Q 2 0 0 0 0 0 2 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	08/06/2012	EMISSIONE FINALE	ZORZIN	SERAFINI	A. LA SPADA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

INDICE

INDICE.....	3
Interventi di sistemazione idraulica - Relazione Idraulica	5
1 Premesse.....	5
2 Analisi della propagazione delle piene – stato di fatto.....	9
2.1 Propagazione delle piene nei torrenti Guardia e Curcuraci.....	9
2.1.1 Tratto a valle della confluenza con il T. Curcuraci fino alla foce	11
2.1.2 Tratto a monte della confluenza con il T. Curcuraci	16
2.1.3 Tratto torrente Curcuraci a monte della confluenza con il torrente Guardia.....	18
2.2 Propagazione delle piene nel Torrente Pace	21
2.3 Propagazione delle piene nel Torrente Annunziata	30
2.3.1 Torrente Annunziata.....	33
2.3.2 Torrente Ciaramita	36
2.3.3 Torrente Ciccia	39
2.4 Propagazione delle piene nel Torrente San Filippo	41
3 Analisi della propagazione delle piene – stato di progetto.....	53
3.1 Analisi idraulica in moto uniforme.....	53
3.2 Determinazione del diametro stabile di rivestimento del fondo e sagomatura delle sezioni d'alveo 54	
3.3 Torrente Guardia.....	55
3.3.1 Interventi a valle della Sez. 3_Gv a valle della Strada Panoramica dello Stretto fino alla spiaggia.....	55
3.3.2 Interventi nel tratto a valle della confluenza con il T. Curcuraci fino alla Sez. 1_Gv (ponte M2_G).....	57
3.3.3 Interventi alla confluenza dei Torrenti Guardia e Curcuraci	58
3.3.4 Interventi sul Torrente Guardia a monte della confluenza.....	61
3.3.5 Interventi sul Torrente Curcuraci a monte della confluenza	68
3.4 Torrente Pace.....	70
3.5 Torrente Annunziata.....	79
3.5.1 Torrente Ciccia	81
3.5.2 Torrente Ciaramita	83
3.6 Torrente San Filippo.....	85

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA</p>		<p><i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 08/06/2012</p>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Interventi di sistemazione idraulica - Relazione Idraulica

1 Premesse

Nell'ambito dell'iter approvativo del progetto definitivo del Ponte sullo Stretto di Messina e, più precisamente, in esito alla conferenza dei servizi, con particolare riguardo alla illustrazione delle opere di collegamento al ponte sullo stretto di Messina che insistono sul versante siciliano, sono state rappresentate notevoli perplessità da parte dell'Ufficio del Genio Civile di Messina e del Ministero dell'Ambiente sia sulla scelta di realizzare i cosiddetti Siti di Recupero Ambientale (SRA) sia sugli studi idrologici-idraulici già condotti, soprattutto per quanto riguarda il rischio di colate detritiche per tutti i bacini interferenti con le opere di collegamento.

In tale contesto, la EUROLINK SCpA ha chiesto la collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Catania (DICA), al fine di ottenere contributi metodologici nell'ambito del progetto definitivo delle opere di collegamento al ponte sullo stretto di Messina che insistono sul versante siciliano. In particolare è stato chiesto di individuare e proporre alcune soluzioni volte a mitigare gli impatti idraulici e insiti nella realizzazione delle opere di collegamento al Ponte sul versante siciliano. In particolare il DICA doveva fornire supporto metodologico volto all'approfondimento di due problematiche:

- la prima relativa alla possibilità di re-impiego dei materiali di scavo per il ripascimento di tratti di costa in prossimità delle aree di lavoro; valutando in particolare la compatibilità del suddetto materiale con tale destinazione funzionale;
- la seconda relativa agli impatti di dette opere di collegamento sui bacini interessati dalle stesse, in particolare sui tratti autostradali interferenti con le aste esistenti e le aree in cui sono previsti i siti di stoccaggio e di recupero ambientale, con particolare riguardo agli aspetti legati alla possibilità di piene improvvise e di innesco di colate detritiche.

Il DICA nell'ambito degli "Studi propedeutici relativi alla possibilità di impiego dei materiali di scavo per il ripascimento delle coste e analisi rischio idraulico dei bacini interessati dalle opere previste nel Progetto Definitivo del Collegamento Stabile dello Stretto di Messina sul versante Sicilia", ha redatto il documento CZV0762 "Analisi della propagazione di piene improvvise e di colate detritiche nei bacini interferenti con le opere di collegamento autostradale e ferroviario", approfondendo gli aspetti idrologici e idraulici relativi agli impatti delle opere di collegamento al ponte sul versante siciliano sui bacini interferenti, con particolare riferimento agli aspetti legati alla possibilità di piene improvvise e di innesco di colate detritiche, con riguardo ai tratti autostradali

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

interferenti con le incisioni fluviali e i torrenti esistenti e alle aree in cui sono previsti i siti di stoccaggio e di recupero ambientale.

Il presente Progetto Preliminare riguarda alcune opere compensative previste su alcuni torrenti ioni nel territorio nel Comune di Messina e più precisamente gli interventi finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico sui seguenti torrenti: Guardia-Curcuraci, Pace, Annunziata e San Filippo.

Il Progetto Preliminare di tali interventi idraulici è stato redatto tenendo conto in primo luogo delle indicazioni del precitato documento CZV0762 “Analisi della propagazione di piene improvvise e di colate detritiche nei bacini interferenti con le opere di collegamento autostradale e ferroviario” redatto dall’Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale a firma del Prof. E. Foti, studio che per semplicità e brevità verrà nel seguito indicato come “Studio DICA”.

Il Progetto Preliminare allegato è stato redatto in conformità alla vigente normativa in materia di lavori pubblici contemplata dagli artt. 17+22 del DPR 207/2010 e s.m.i., definendo tutti gli aspetti della progettazione previsti per tale fase progettuale, propedeutica alle successive fasi di progettazione definitiva ed esecutiva.

La presente relazione idraulica analizza le soluzioni progettuali proposte per la risoluzione delle problematiche idrauliche rilevate dallo Studio DICA, in particolare per seguenti corsi d’acqua:

- Torrente Guardia e l’affluente di sinistra Torrente Curcuraci;
- Torrente Pace;
- Torrente Annunziata, l’affluente di sinistra Torrente Ciaramita e l’affluente di destra Torrente Ciccìa, in particolare con un intervento su un affluente del suddetto Torrente Ciccìa;
- Torrente San Filippo.

I dati idrologici relativi ai bacini dei singoli corsi d’acqua sono stati assunti dallo Studio DICA, tenendo conto della suddivisione in sottobacini e quindi delle portate nelle sezioni di chiusura dei medesimi ivi previste.

Conseguentemente per l’analisi della propagazione delle portate di piena nelle condizioni ante operam si è fatto riferimento ai profili idraulici riportati nel cap. 10.2 dello Studio DICA, ottenuti mediante il codice monodimensionale Hec-Ras, tenendo conto della situazione post operam, qualora nel tratto di corso d’acqua esaminato sia previsto un intervento già contemplato nell’ambito del progetto definitivo del Ponte sullo Stretto.

In generale le verifiche idrauliche degli interventi previsti nel presente progetto preliminare,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

essendo questi di carattere puntuale o brevemente esteso, sono state condotte in condizioni di moto uniforme utilizzando le formule di Gaukler-Strikler, ricavando i tiranti idraulici e le velocità della corrente, allo scopo di valutare le altezze libere dei manufatti di attraversamento o le quote delle sommità arginali, prevedendo un franco di almeno 1,00 m.

Soltanto per il Torrente Pace, nel quale l'intervento di sistemazione idraulica previsto in progetto fra il ponte ad arcate P3_P e la foce, a causa dei gravi fenomeni di erosione e dissesto attualmente presenti nel corso d'acqua, è sensibilmente modificativo del profilo longitudinale del fondo alveo, si è condotta una analisi di simulazione idraulica mediante il codice monodimensionale Hec-Ras, che ha consentito di giustificare gli interventi previsti.

Per quanto riguarda i rivestimenti con massi in pietrame si è determinato il diametro minimo e conseguentemente il peso minimo degli elementi lapidei sulla base delle condizioni idrodinamiche (sforzi tangenziali al fondo e sulle sponde) attraverso la "teoria di Shields".

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

2 Analisi della propagazione delle piene – stato di fatto

2.1 Propagazione delle piene nei torrenti Guardia e Curcuraci

Il torrente Guardia si sviluppa per circa 1,75 km in direzione nord-ovest, sud-est. Il suo affluente principale, torrente Curcuraci, ubicato in destra idraulica, si sviluppa per circa 1,40 km con orientamento ovest-est.

Schematicamente, il torrente Guardia e l'affluente Curcuraci possono essere suddivisi in tre differenti tratti:

- Tratto del torrente Guardia a valle della confluenza con l'affluente Curcuraci;
- Tratto del torrente Guardia a monte della confluenza con l'affluente Curcuraci;
- Tratto del torrente Curcuraci a monte della confluenza con il torrente Guardia.

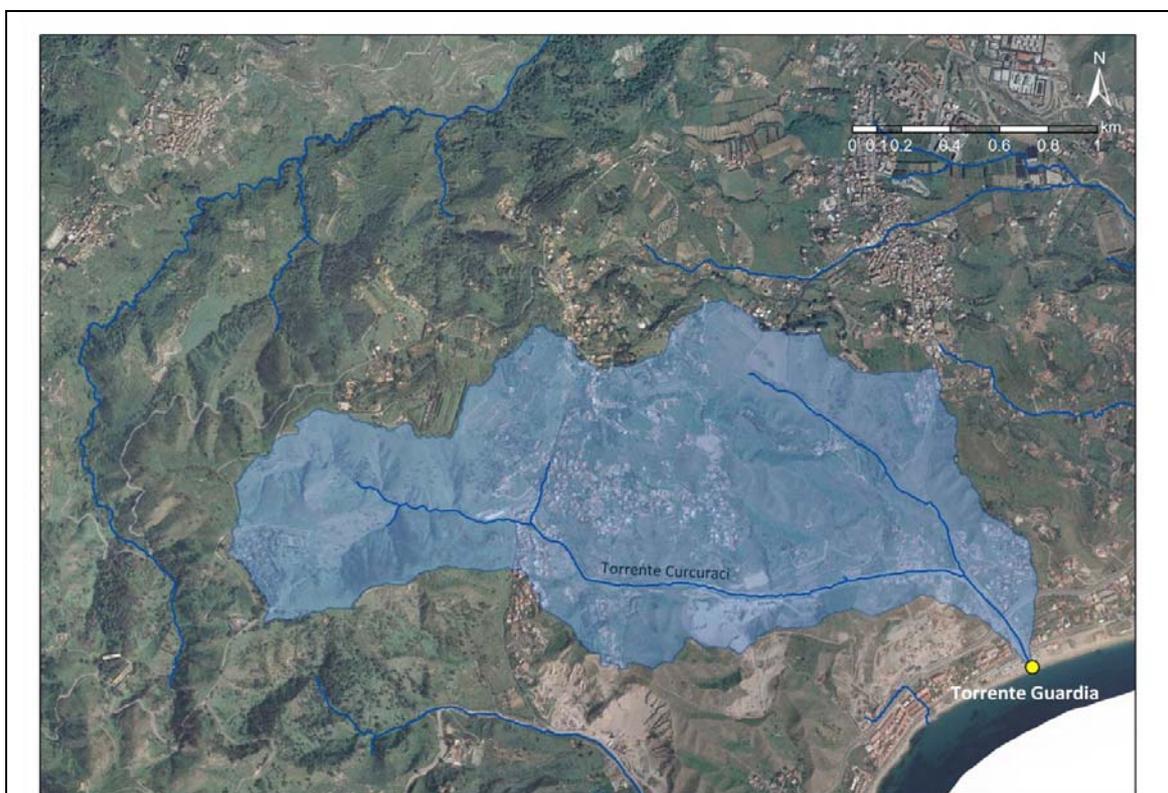


Figura n° 1: Bacino del Torrente Guardia.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

Dallo Studio Dica si sono assunti i valori di portata alla sezione di chiusura per i singoli tratti fluviali, sulla base della suddivisione del bacino scolante in 3 sottobacini, secondo quanto riportato nell'immagine seguente.

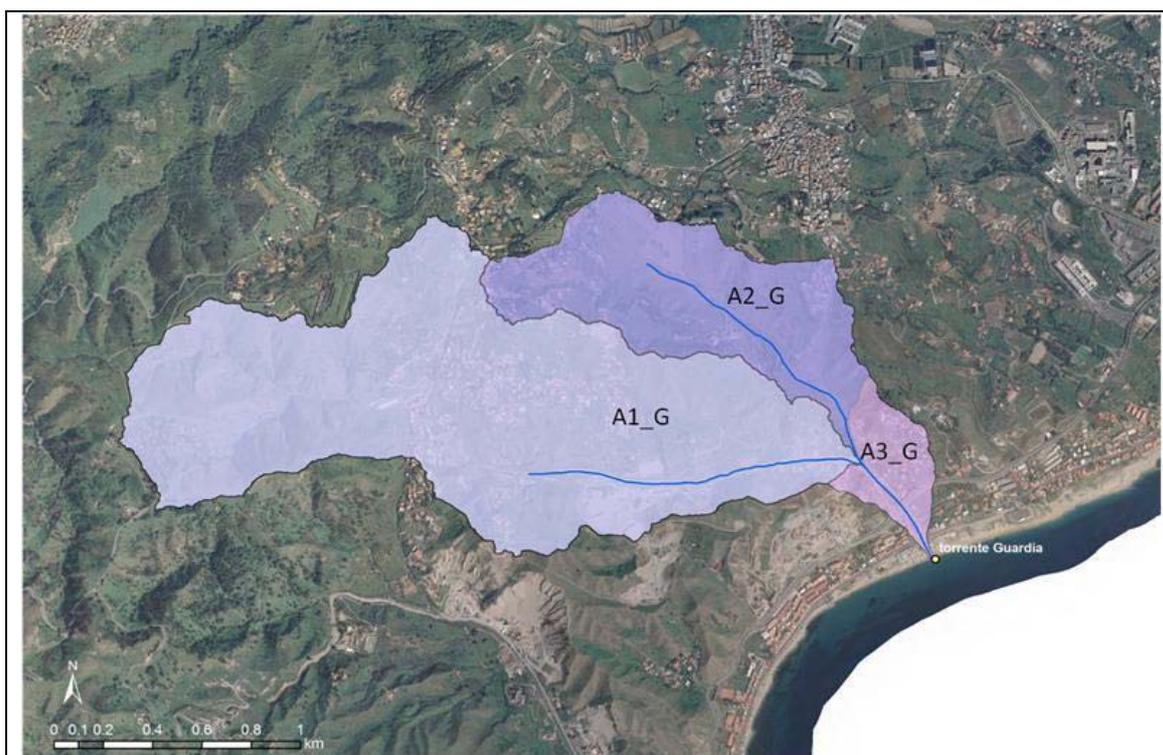


Figura n° 2: Sottobacini del Torrente Guardia.

Le superfici scolanti ed i valori di portata alla sezione di chiusura del singolo sottobacino ed alla sezione di chiusura del corso principale sono riportati nella successiva tabella.

	A [m²]	A/A_{tot} [%]	Q [m³/s]				
A1_G	2160000	71,11	28,44	35,55	49,77	64,00	78,22
A2_G	720000	23,69	9,48	11,85	16,59	21,32	26,06
A3_G	160000	0,052	2,08	2,60	3,64	4,68	5,72
tot	3040000	100	40	50	70	90	110

Tabella n° 1: Valore delle portate alle sezioni di chiusura dei sottobacini.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

2.1.1 Tratto a valle della confluenza con il T. Curcuraci fino alla foce

Il primo tratto, a valle della confluenza, si sviluppa per una lunghezza pari a circa 494m e in esso sono presenti attraversamenti stradali, salti di fondo, bruschi restringimenti delle sezioni idrauliche e assenza di muri d'argine (soprattutto in sinistra idraulica del torrente). La parte d'alveo subito a valle della confluenza è interessata da un notevole trasporto solido di materiale proveniente dalla zona a monte del bacino, mentre la zona valliva è per lo più caratterizzata dalla presenza di rifiuti provenienti da attività antropiche.

Procedendo da valle, a circa 80m dalla foce, è presente l'attraversamento della SP48b (manufatto M0_G) costituito da un ponte ad arco caratterizzato da una sezione utile pari a $B=12,40m$ ed $h=2,40m$, con piedritti pari ad $h_{piedr}=1,00m$.

Ad una distanza pari a circa 11,20m a monte dell'attraversamento della SP48b la sezione utile dell'alveo subisce un brusco restringimento, passando da 12,50m a 6m con altezza dei muri d'argine pari a circa 1,70m per quello sinistro e 1,00m per quello destro.

Subito a monte del restringimento l'alveo è caratterizzato dalla presenza di un ponte a soletta piana (manufatto M1_G) che collega due strade laterali al corso d'acqua, dotato di una sezione utile $B=6,00m$ x $h=2,00m$, soletta pari a circa 0,50m e delimitato da muri d'argine pari a circa 2,50m. Ad una distanza di circa 2,00m a monte del manufatto M1_G, per l'intera larghezza del ponte, è presente un salto di fondo di altezza pari a circa 1,90m.

Subito a monte del salto per uno sviluppo di circa 8,90m l'alveo presenta un tratto praticamente privo di muri d'argine. In particolare in destra è presente un piccolo argine avente $h=0,50m$, mentre in sinistra il corso d'acqua è assolutamente privo di argini di contenimento; pertanto l'assenza di tale argine agevola un deflusso idrico indisciplinato, che tende a riversarsi sulla viabilità provocandone l'allagamento.

Alla fine del tratto di alveo privo di argini il corso d'acqua è caratterizzato dal ponte ad arco della Panoramica dello Stretto (manufatto M1''_G), avente una sezione utile pari a $B=9,00m$, $h=13,00m$ ed $h_{piedr}=8,00m$; al suo interno la sezione risulta parzializzata, con una larghezza utile di 4,00m circa. Il corso d'acqua dal manufatto M0_G al manufatto M1''_G risulta interamente rivestito in calcestruzzo.

Procedendo a monte dell'attraversamento della Panoramica dello Stretto (manufatto M1''_G) per circa 114m l'alveo presenta una conformazione ad "imbuto", ed in particolare la sezione utile continua con una larghezza di 4,00m (per circa 100m a monte) sino a raggiungere una larghezza pari a circa 22,00m, in corrispondenza della sezione utile del ponte a soletta piana (manufatto M2_G) di collegamento delle due strade comunali parallele ai torrenti Guardia e Curcuraci. In

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

corrispondenza di quest'ultimo manufatto si è riscontrato un notevole accumulo di materiale detritico proveniente dal bacino a monte, tale da ridurre significativamente l'altezza utile.

Ad una distanza di circa 5,00m a monte dell'attraversamento M2_G è presente un salto di fondo (manufatto M2'_G) avente B=22,00m ed h=1,50m, a monte del quale e sino alla zona di confluenza, la larghezza dell'alveo continua ad ampliarsi. In tale tratto sono presenti alcune briglie di circa 0,50m di altezza ed in sinistra manca un tratto di muretto arginale.

In sintesi:

- pur essendo presenti 6 sezioni critiche il modello idraulico conferma che tutte le sezioni risultano idraulicamente sufficienti (Tab. 10.IV pag. 204 – Studio DICA);
- è opportuno arretrare il salto di fondo M1'G immediatamente a monte del manufatto M1G (ponte a soletta piana) per evitare ostruzioni potenziali dovuti a trasporto di tronchi e/o materiali vari in occasione delle piene; l'intervento dovrebbe essere completato con la realizzazione del muro d'argine sinistro, oggi mancante, che è causa di esondazioni già con portate di 40 m³/s;
- a monte di M1" G (ponte ad arco sulla Panoramica dello Stretto) fino a M2G (ponte a soletta piana) non vi sono problemi di parzializzazione delle sezione, ma solo depositi di materiale detritico proveniente dal bacino di monte che dovrebbero essere rimossi;
- a monte di M2G c'è un salto di fondo H=1,50 m B=22,00 m poi l'alveo si allarga con presenza di briglie H=0,50 m fino alla confluenza con il T. Curcuraci; localmente sono presenti arginature parziali da completare e immediatamente a valle delle briglie sono presenti fenomeni erosivi da eliminare.

Si riportano per completezza estratti del profilo idraulico ricavato dallo studio DICA mediante simulazione in moto permanente con il codice monodimensionale Hec-Ras:

- in corrispondenza del manufatto M2_G e salto di fondo M'2_G;
- in corrispondenza del salto di fondo a monte dal manufatto M1_G con evidenziazione della vicinanza del salto di fondo al manufatto di attraversamento;
- in corrispondenza del restringimento di sezione a valle del ponte a soletta piana M1_G.

Le criticità idrauliche non sono particolarmente gravi e non riguardano i franchi di sicurezza in corrispondenza dei manufatti di attraversamento bensì l'assenza o la parziale presenza dei muri d'argine e dissesti locali dovuti alla mancanza di manutenzione delle sistemazioni idrauliche esistenti.

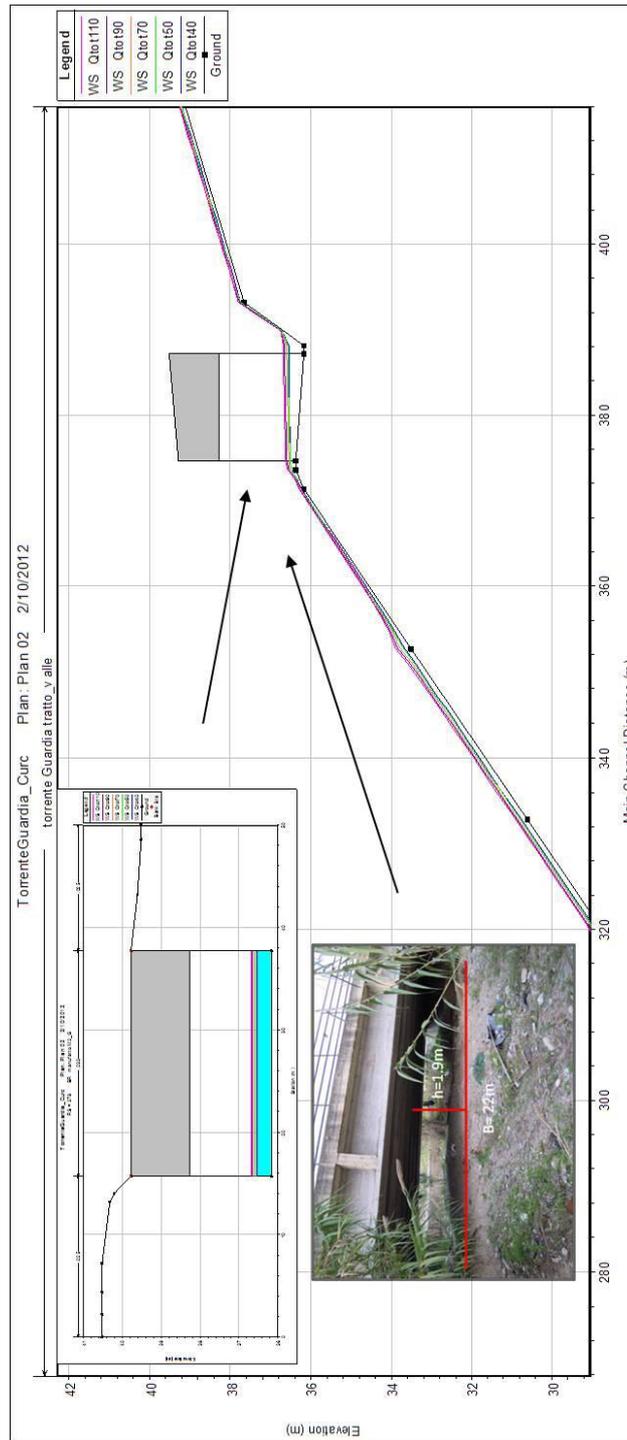


Figura n°3: Torrente Guardia (zona a valle della confluenza): profilo e sezione trasversale al variare delle portate in corrispondenza del ponte a soletta piana (manufatto M2_G) in condizioni ante-operam

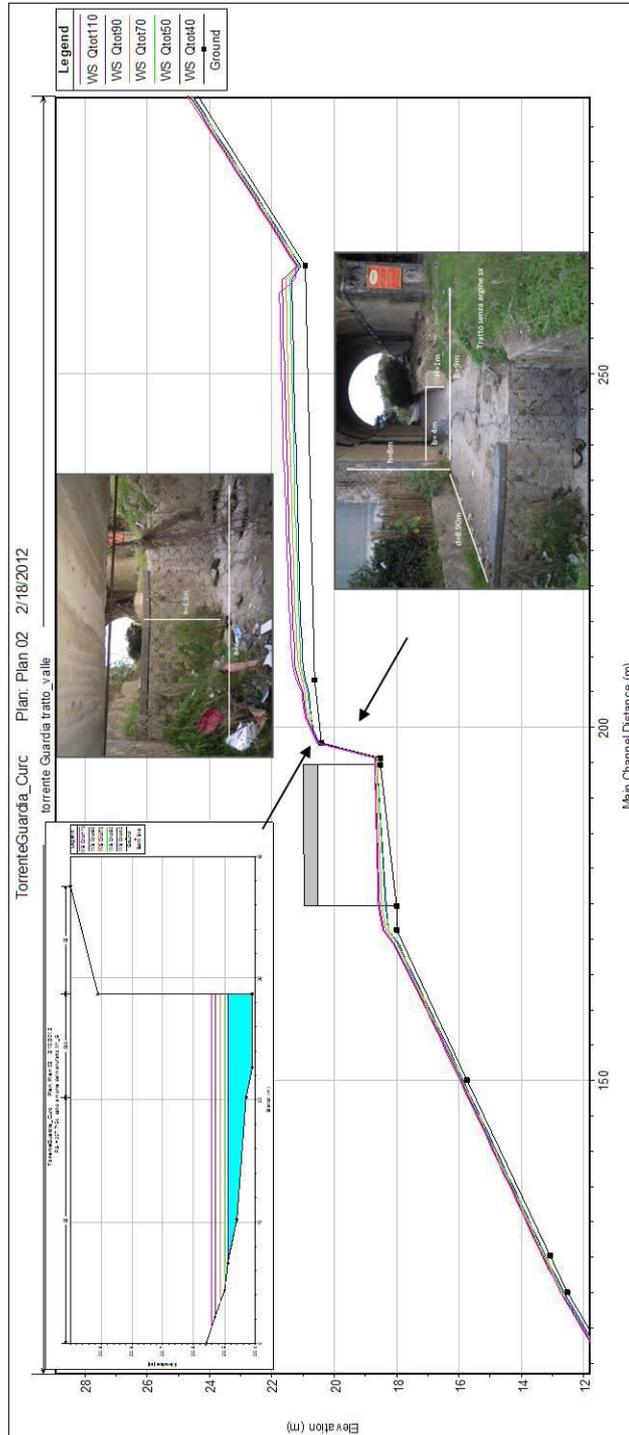


Figura n°4: Torrente Guardia (zona a valle della confluenza): profilo e sezione trasversale al variare delle portate in corrispondenza del salto (Sez3_Gv) a monte del ponte a soletta piana in condizioni ante-operam

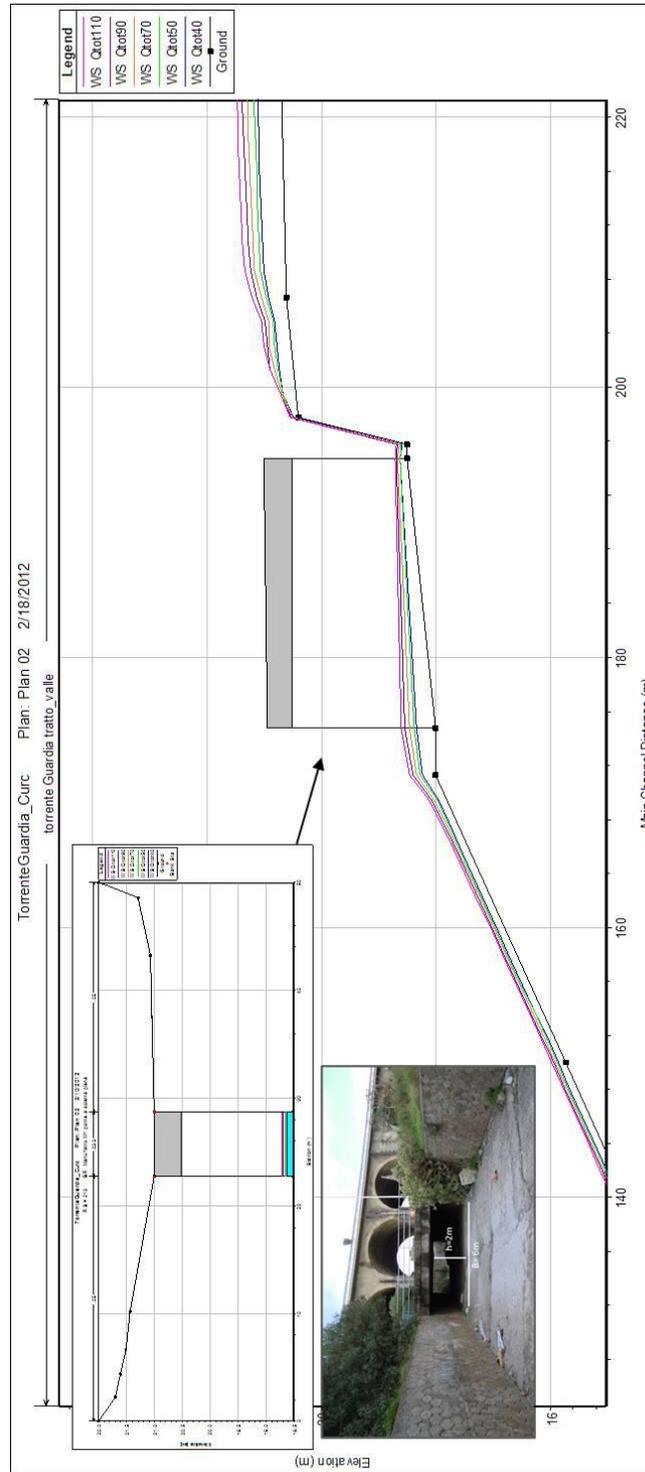


Figura n°5: Torrente Guardia (zona a valle della confluenza): profilo e sezione trasversale al variare delle portate in corrispondenza del ponte a soletta piana (manufatto M1_G) in condizioni ante-operam

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p><i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 08/06/2012</p>	

2.1.2 Tratto a monte della confluenza con il T. Curcuraci

Il torrente Guardia subito a monte della confluenza non presenta alcuna sistemazione idraulica e scorre parallelo o in corrispondenza ad una strada sterrata di accesso ad alcuni edifici. In tale tratto si osserva inoltre la presenza di rifiuti di vario genere.

Procedendo ancora a monte l'alveo presenta segni evidenti di erosione sia sul fondo (a conferma che in situazioni di piena si verificano significative movimentazioni di materiale trasportato) che sui versanti di monte ubicati in sinistra.

Sono inoltre presenti diffusi fenomeni di scalzamento al piede di muri d'argine, di erosione superficiale delle scarpate laterali e cedimenti di vecchi muri d'argine.

Risalendo l'alveo del torrente Guardia ad una distanza di circa 800m dalla confluenza è presente un ponte a soletta piana (manufatto M5_G) avente una sezione utile pari a $B=3,50m$ x $h=2,80m$.

È da tenere presente che in questo tratto è previsto un intervento di estensione 209,40 m nell'ambito del progetto definitivo del Ponte sullo Stretto, costituito da una sistemazione idraulica con briglia selettiva a pettine a monte e successiva risagomatura delle sezioni con gabbioni di sponda e rivestimenti del fondo.

Si riporta per completezza estratto del profilo idraulico ricavato dallo studio DICA per il manufatto M5_G.

Le criticità riguardano principalmente l'assenza di sistemazione idraulica a monte della confluenza, a parte il tratto che sarà oggetto di intervento per le opere connesse allo svincolo autostradale, e la ridotta sezione idraulica in corrispondenza al manufatto M5_G che determina effetto di rigurgito a monte del manufatto, tale da causare esondazioni locali.

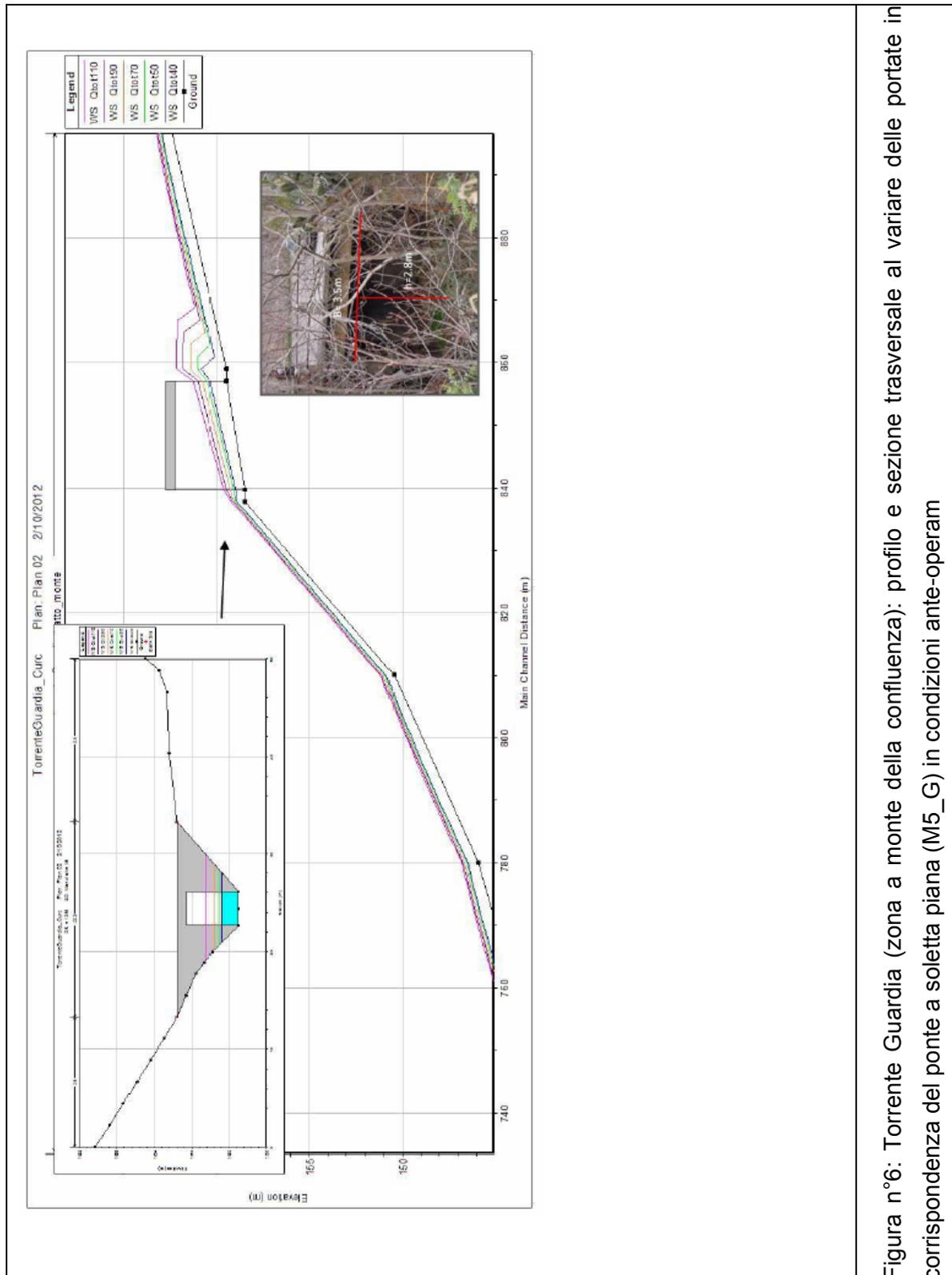


Figura n°6: Torrente Guardia (zona a monte della confluenza): profilo e sezione trasversale al variare delle portate in corrispondenza del ponte a soletta piana (M5_G) in condizioni ante-operam

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

2.1.3 Tratto torrente Curcuraci a monte della confluenza con il torrente Guardia

A monte della confluenza con il T. Guardia, il torrente Curcuraci risulta canalizzato tra muri in c.a. e sistemato idraulicamente mediante briglie in c.a.

Sono presenti un attraversamento a raso nella sezione della confluenza, nella sezione sita a 750 m a monte della confluenza, entrambe senza arginatura, quindi con criticità idraulica significativa per esondazioni in caso di piena; i due attraversamenti a raso andrebbero quindi sostituiti da attraversamenti mediante ponti o manufatti scatolari.

A 890 m a monte delle confluenza è presente un manufatto di attraversamento denominato M3_Cu realizzato con 6 tubi in calcestruzzo D=1,00 m che presenta forte criticità idraulica già per portate con tempi di ritorno inferiori a 5 anni; il manufatto va quindi sostituito con ponte o manufatto scatolare.

Più a monte il torrente è canalizzato tra muri in c.a. e sistemato idraulicamente con briglie, ma sono presenti fenomeni di scalzamento sia di briglie che di muri che dovrebbero essere eliminati con adeguati ripristini.

Infine, ancora più a monte sono in corso da parte del Comune di Messina lavori di tombinatura per un tratto di 600 m mediante uno scatolare di larghezza 3,00 m, altezza 3,50 m e salti di fondo.

Lo studio di propagazione delle piene redatto dal DICA mediante la simulazione in moto permanente con il codice monodimensionale Hec-Ras ha evidenziato criticità idrauliche per alcuni manufatti esistenti ed in particolare per il manufatto di attraversamento denominato M3_Cu, che presenta forte criticità idraulica già per portate con tempi di ritorno inferiori a 5 anni, come evidenziato nella seguente tabella.

	Q=40 [m ³ /s]	Q=50 [m ³ /s]	Q=70 [m ³ /s]	Q=90 [m ³ /s]	Q=110 [m ³ /s]
Sez1_C (manufatto M3_Cu)	-1.6	-1.8	-2.15	-2.43	-2.64
franco [m]					

Tabella n° 2: Valori dei franchi idraulici per le sezioni critiche lungo il Torrente Curcuraci in condizione ante-operam.

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA</p>		<p><i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 08/06/2012</p>

La criticità indotta dal manufatto di attraversamento è causata dall'insufficienza dell'attuale sezione idraulica costituita dai 6 succitati tubi in calcestruzzo che determina un rigurgito della corrente verso monte ed una conseguente esondazione; di seguito si riporta per completezza il profilo idraulico redatto nello studio DICA in corrispondenza del manufatto M3_Cu.

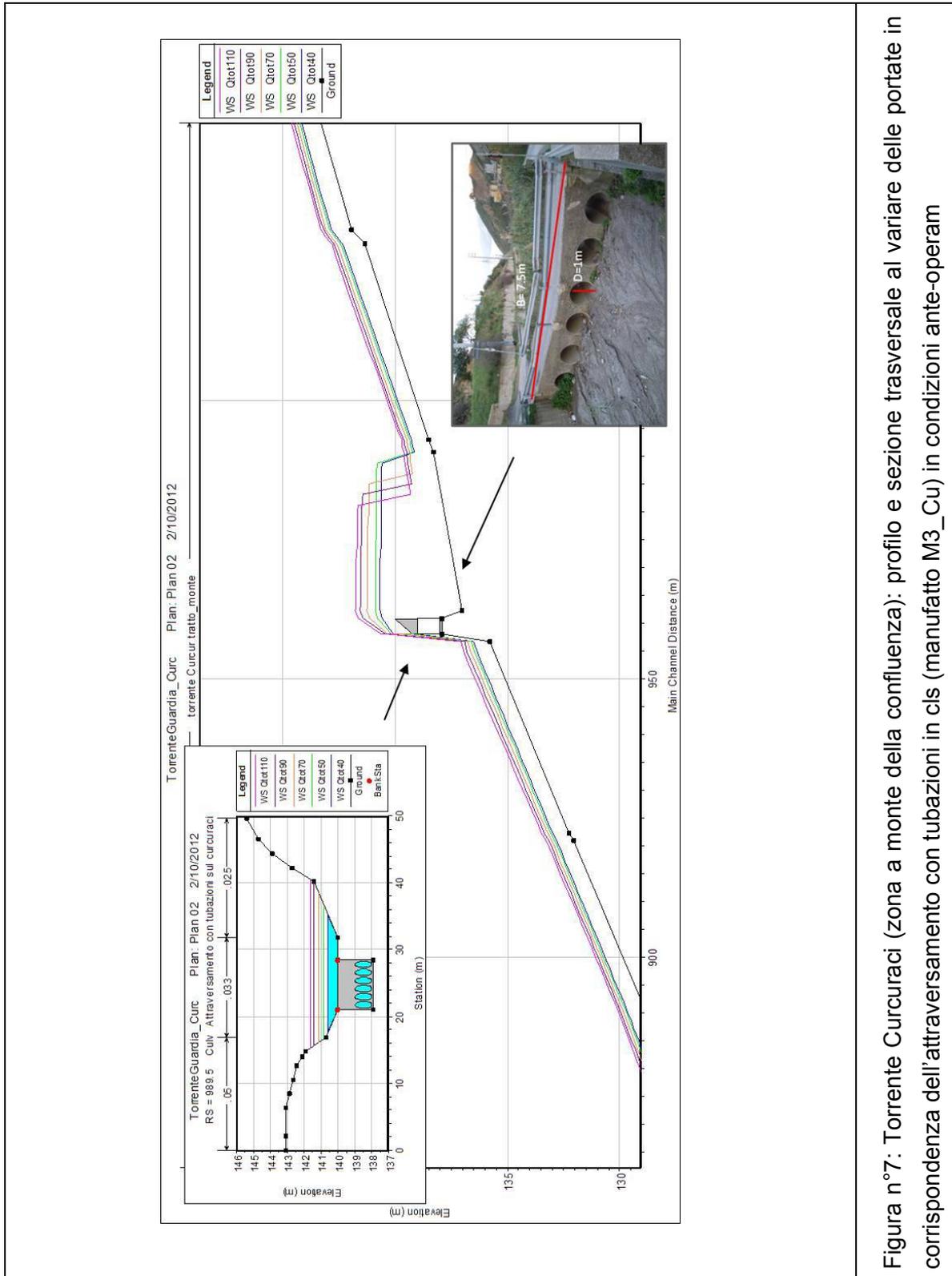


Figura n°7: Torrente Curcuraci (zona a monte della confluenza): profilo e sezione trasversale al variare delle portate in corrispondenza dell'attraversamento con tubazioni in c/s (manufatto M3_Cu) in condizioni ante-operam

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

2.2 Propagazione delle piene nel Torrente Pace

Il torrente Pace ha un orientamento nord-ovest, sud est ed una lunghezza di circa 2,5 km, per una superficie del bacino afferente alla sezione di chiusura alla foce pari a 2.48 km².

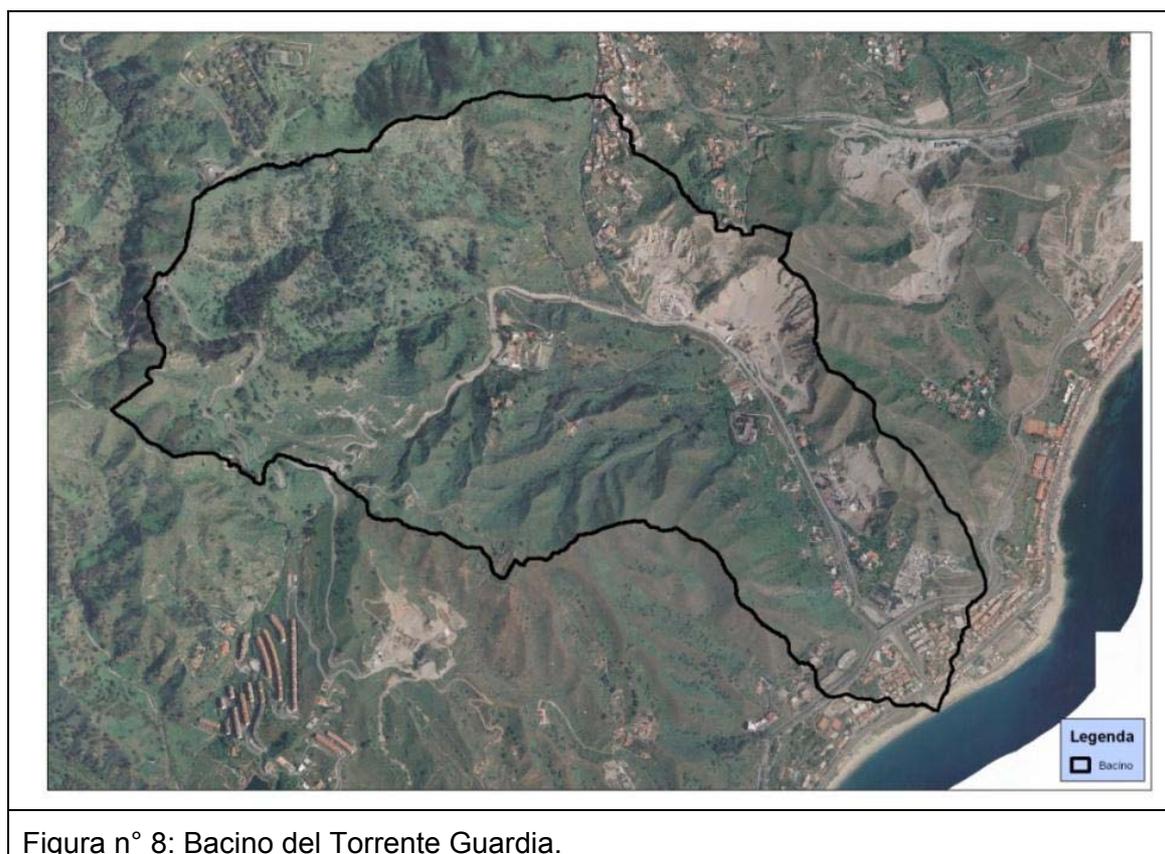


Figura n° 8: Bacino del Torrente Guardia.

I valori di portata alla sezione di chiusura del corso principale alla foce sono riportati nella successiva tabella in funzione del tempo di ritorno.

Tempi di ritorno [anni]	5	10	20	50	100	200	300
Portate [m³/s]	39,98	49,30	59,38	74,34	87,19	101,5	110,8

Tabella n° 3: Valori delle portate alla foce del Torrente Pace

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

Dallo Studio Dica si sono assunti i valori di portata alla sezione di chiusura per i singoli tratti fluviali, sulla base della suddivisione del bacino scolante in sottobacini, secondo quanto riportato nell'immagine seguente.

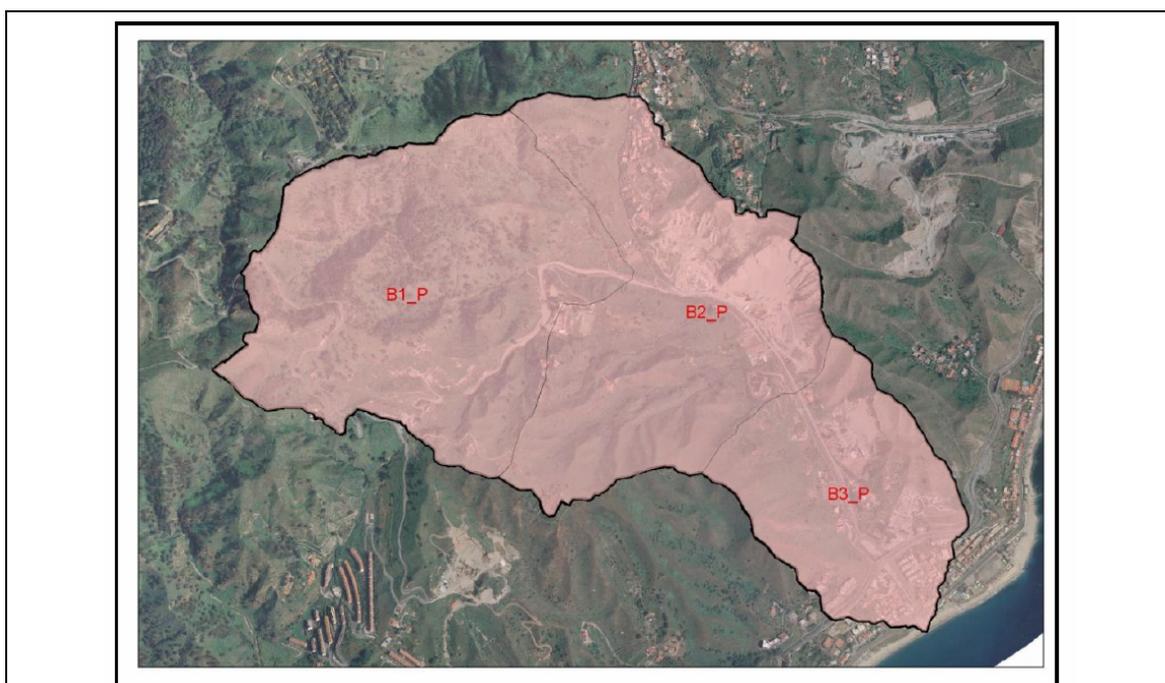


Figura n° 9: Sottobacini del Torrente Pace

Le superfici scolanti ed i valori di portata alla sezione di chiusura del singolo sottobacino ed alla sezione di chiusura del corso principale sono riportati nella successiva tabella.

Bacini	A	A/Atot %	Q=40 m ³ /s	Q=50 m ³ /s	Q=60 m ³ /s	Q=75 m ³ /s	Q=90 m ³ /s	Q=100 m ³ /s	Q=110 m ³ /s
B1_P	1063427	42,96	17,19	21,48	25,78	32,22	38,67	42,96	47,26
B2_P	898303	36,29	14,52	18,15	21,78	27,22	32,66	36,29	39,92
B3_P	513417	20,74	8,30	10,37	12,45	15,56	18,67	20,74	22,82
tot	2475147	100,00	40,00	50,00	60,00	75,00	90,00	100,00	110,00

Tabella n° 4: Valori di portata per i singoli sottobacini

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Lo studio idraulico condotto dal DICA ha riscontrato criticità idrauliche soprattutto in corrispondenza dei manufatti di attraversamento di cui si riporta di seguito una breve descrizione dello stato di fatto.

Lo sbocco sulla spiaggia del torrente avviene dopo l'attraversamento di un ponte con soletta piana e una pila centrale in corrispondenza della strada litoranea (manufatto P3_P). Le due luci sono larghe 12,60 m. A valle, la distanza massima tra il fondo alveo e l'intradosso è 1,90m in destra e 2,50 m in sinistra. Si rileva la presenza di un deposito di materiale, che riduce l'altezza in sinistra dal centro alla sponda fino a 1.9 m. A monte, l'altezza della sezione è di 1,4 m e 1,7 m, rispettivamente in destra e in sinistra.

Subito a monte del manufatto P3_P, a circa 4,5 m si ha un restringimento della sezione, in corrispondenza di un ponte a soletta piana (manufatto P2_P).

Il manufatto P2_P presenta una sezione larga 13,40 m e alta 5,20 m; subito a monte di esso si ha un salto con un profilo sagomato, che lascia a monte una luce libera di altezza pari a 1,20m.

Il tratto compreso tra il manufatto P2_P e il ponte ad arcate P1_P (attraversamento della Panoramica dello Stretto), lungo circa 190 m, è stato oggetto di una sistemazione idraulica, realizzata mediante un rivestimento in calcestruzzo, interrotto da un cordolo centrale e periodici cordoli trasversali in basalto, muri d'argine e salti di fondo. Allo stato attuale l'alveo è in stato di forte dissesto, in particolare il rivestimento in calcestruzzo è crollato, verosimilmente per sifonamento, quasi dappertutto e si sono aperte numerose voragini, profonde circa 4,00 m.

Subito a valle dell'attraversamento della Panoramica dello Stretto, è presente un attraversamento a guado (manufatto G1_P), con uno scivolo di ingresso sulla sponda sinistra, che viene utilizzato dai frontisti anche per il parcheggio di auto all'interno dell'alveo del torrente. L'attraversamento della Panoramica dello Stretto avviene mediante un viadotto in muratura con luci ad arco (manufatto P1_P), di cui due interessano il corso del torrente. In particolare, la luce di sinistra è larga circa 15,00 m, mentre quella di destra è larga 7,60 m. L'altezza al centro della luce è di circa 10,00 m a valle e circa 7,00 m a monte, mentre la lunghezza nella direzione della corrente è di circa 26,00 m. Sono presenti diversi dissesti anche in corrispondenza del fondo alveo al di sotto del viadotto.

Poco a monte della strada provinciale dello Stretto, è presente un ulteriore attraversamento a soletta piana in c.a., di larghezza 13.4 m e altezza 2 m (manufatto M5_P); a monte di esso, a una distanza di circa 40 m, la sezione si restringe e si ha un tratto sistemato in gabbioni (realizzato dal Genio Civile negli anni 2004-2005). La sezione è larga circa 7,00 m e presenta degli argini in gabbioni, di altezza pari a 2,00 m in destra e 2,60 m in sinistra; tale tratto si estende per una

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

lunghezza di circa 450 m.

A monte è presente un attraversamento realizzato con un ponte a soletta piana in c.a., di larghezza 7,50 m, altezza all'intradosso di 3,10 m e all'estradosso di 4,40 m (manufatto M7_P).

Procedendo verso monte, le difese di sponda in gabbioni risultano di altezza compresa tra 3,00 e 4,00 m, con un argine sinistro più alto di circa 0,50-1,00 m rispetto alla difesa in destra e con una modesta area golenale in destra compresa tra la sponda stessa e il vecchio muro d'argine preesistente.

Si ha un ulteriore attraversamento, in corrispondenza dell'inceneritore, che presenta soletta piana in c.a., con larghezza 7,50 m, altezza all'intradosso 2,30 m e all'estradosso 3,60m (manufatto M8_P).

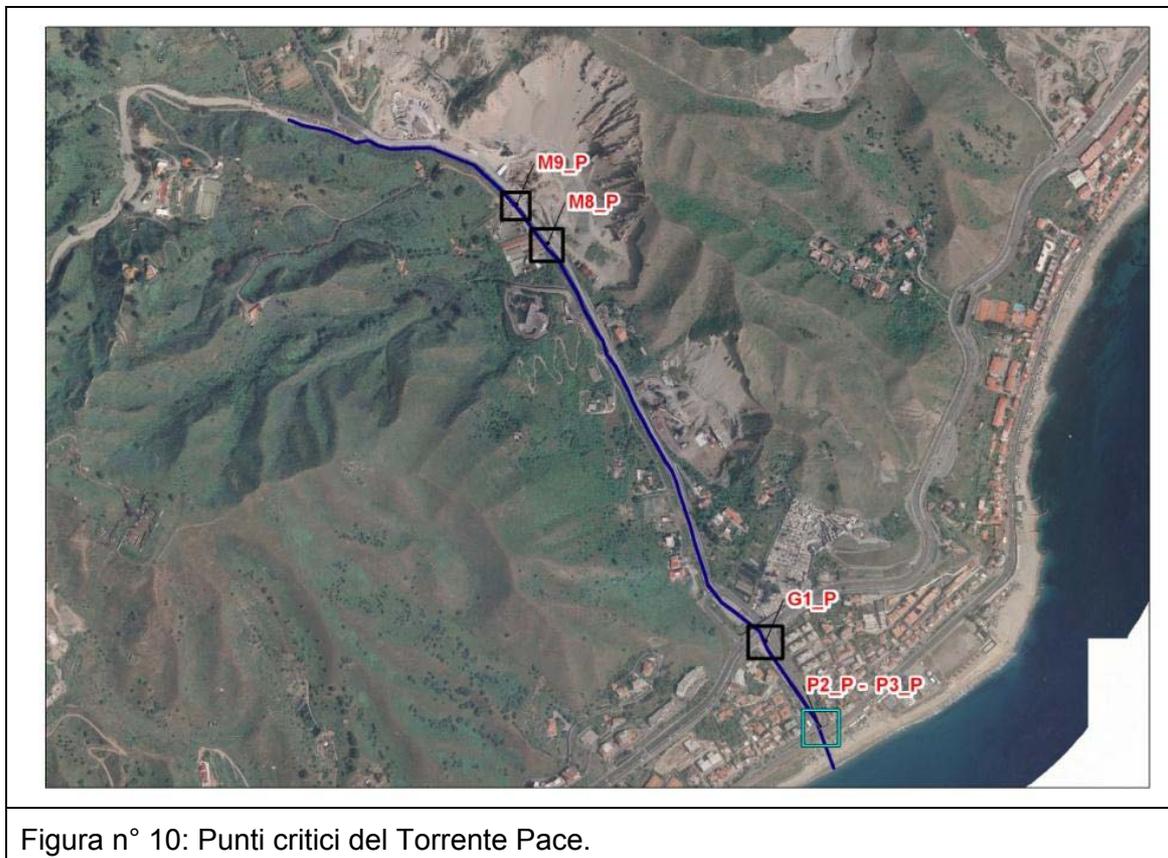
A monte dell'impianto di incenerimento si ha un ulteriore manufatto di attraversamento, costituito da un ponte a soletta piana in c.a., di larghezza 7,50 m, altezza all'intradosso di 1,80 m e all'estradosso di 3,10 (manufatto M9_P). Gli argini in gabbioni presentano altezza uguale su entrambe le sponde, indicativamente pari a 4,00 m.

Dal punto di vista delle criticità idrauliche si rileva quanto segue:

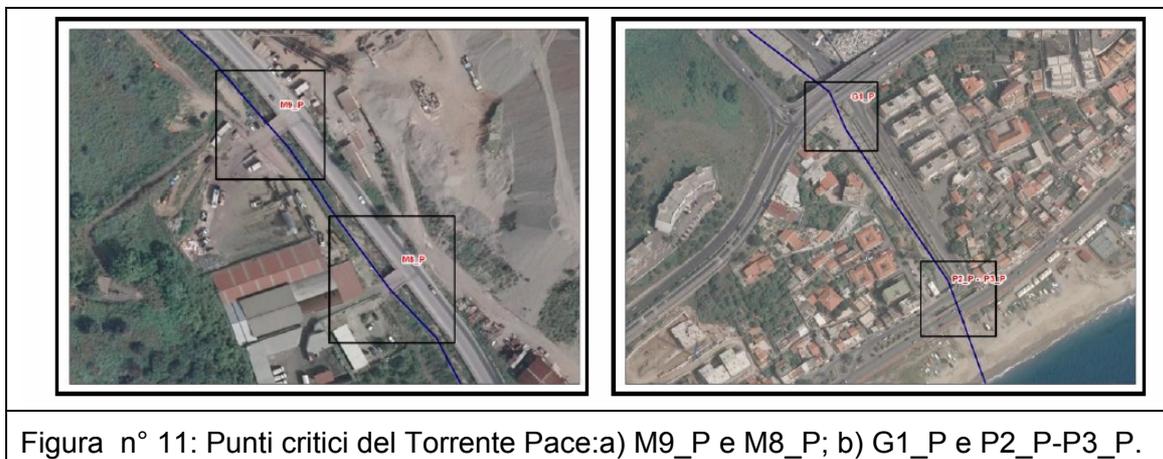
- in prossimità della foce i ponti P3_P e P2_P presentano entrambi franchi idraulici inferiori al metro già con portate di 40 m³/s e tempi di ritorno 5 anni;
- subito a monte del manufatto P2_P è presente il salto di fondo S1_P che è opportuno spostare verso monte di almeno una decina di metri in modo che il risalito idraulico si formi prima del manufatto P2_P e comunque per impedire occlusioni dovute a trasporto di tronchi e materiale vario durante le piene;
- le criticità idrauliche di P3_P possono essere eliminate rimuovendo il materiale detritico depositato sul fondo alveo;
- tutto il tratto di lunghezza 190 m a monte di P2_P fino al ponte ad arcate P1_P, della Panoramica dello Stretto, che risulta canalizzato tra muri d'argine e fondo rivestito con getto di calcestruzzo, presenta rilevanti dissesti del fondo alveo, erosioni, sifonamenti con voragini profonde anche 4,00 m; necessita quindi su tutto il tratto un intervento di sistemazione idraulica con briglie/salti di fondo e rivestimenti del letto fluviale;
- a valle del manufatto P1_P è presente un attraversamento a guado G1_P che può essere eliminato con un ponticello previa realizzazione di salti di fondo a monte, adeguamenti arginali ecc.;
- interventi di ripristino vanno anche eseguiti per eliminare i dissesti presenti sul fondo del manufatto P1_P (erosioni, voragini);

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		Alternative ai siti di deposito	
Codice documento AMV0725_F0.DOC		Rev F0	Data 08/06/2012

- più a monte è presente una forte criticità idraulica sul manufatto M9_P – ponte con soletta piana in quanto non è sufficiente il tirante idraulico già per portate con tempi di ritorno di 10 anni, per cui si dovranno eseguire interventi di ribasso del fondo alveo di qualche decina di centimetri per assicurare un franco sufficiente a portate di $75 \text{ m}^3/\text{s}$ e tempi di ritorno 50 anni. Di seguito si riporta l'inquadratura su ortofoto dei principali manufatti di attraversamento lungo il Torrente Pace di cui allo studio DICA.



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012



Si riporta per completezza di seguito uno schema riassuntivo delle criticità idrauliche per alcuni manufatti esistenti evidenziate dallo studio DICA mediante la simulazione di propagazione delle piene per diversi tempi di ritorno in moto permanente con il codice monodimensionale Hec-Ras:

- manufatto di attraversamento denominato M9_P, che presenta criticità idraulica già per portate con tempi di ritorno inferiori a 5 anni;
- manufatto di attraversamento denominato P2_P, che presenta criticità idraulica già per portate con tempi di ritorno inferiori a 5 anni;
- manufatto di attraversamento denominato P3_P, che presenta criticità idraulica già per portate con tempi di ritorno inferiori a 5 anni.

Le criticità riguardano principalmente l'assenza del franco di sicurezza (pari 1.00 m) al di sotto della quota di intradosso degli impalcati ma non sono presenti forti effetti di rigurgito a monte dei manufatti tali da causare esondazioni.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito					
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>08/06/2012</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	08/06/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	08/06/2012						

Franco [m]	Q=40 m ³ /s	Q=50 m ³ /s	Q=60 m ³ /s	Q=75 m ³ /s	Q=90 m ³ /s	Q=100 m ³ /s	Q=110 m ³ /s
M9_P	0.99	0.87	0.76	0.56	0.42	0.33	0.21
M8_P	1.47	1.34	1.23	1.04	0.88	0.79	0.68
M7_P	1.88	1.68	1.5	1.24	0.99	0.84	0.69
M5_P	1.53	1.46	1.4	1.31	1.23	1.17	1.12
P1_P	4.58	4.53	4.48	4.4	4.34	4.29	4.25
P2_P	0.68	0.59	0.5	0.37	0.25	0.18	0.1
P3_P	0.91	0.81	0.72	0.6	0.48	0.4	0.45

Tabella n° 5: Valore dei franchi per i singoli attraversamenti (in condizioni ante-operam).

Le criticità sono riscontrabili anche dall'estrazione dei profili redatti dallo studio DICA che si riportano per completezza e da cui si evincono le principali problematiche relative in particolare alla vicinanza del salto di fondo a monte del manufatto P2_P e dalla mancanza di continuità arginale in sinistra idraulica in corrispondenza all'esistente guado G1_P a valle dal manufatto di attraversamento ad arcate P3_P.

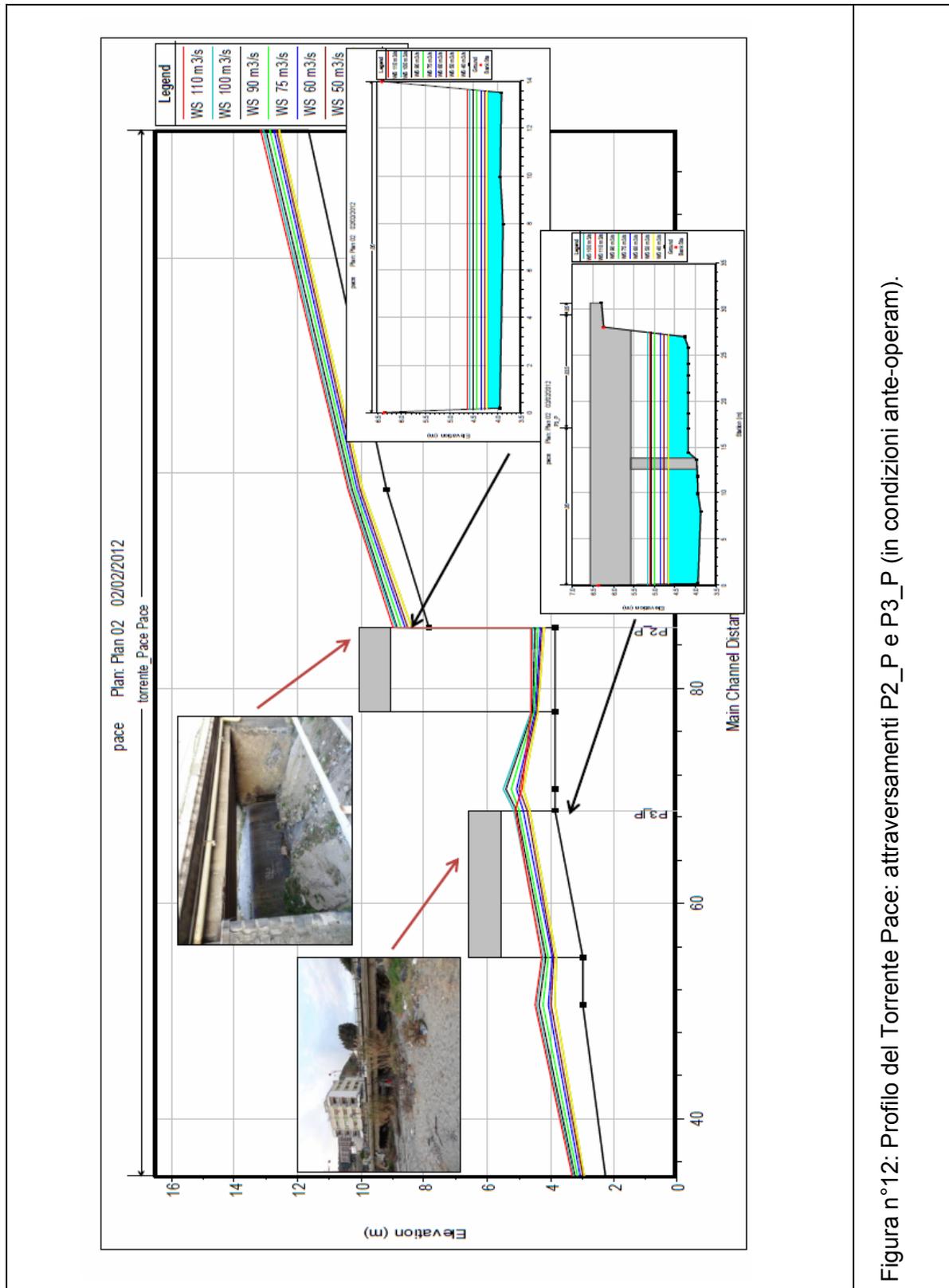


Figura n°12: Profilo del Torrente Pace: attraversamenti P2_P e P3_P (in condizioni ante-operam).

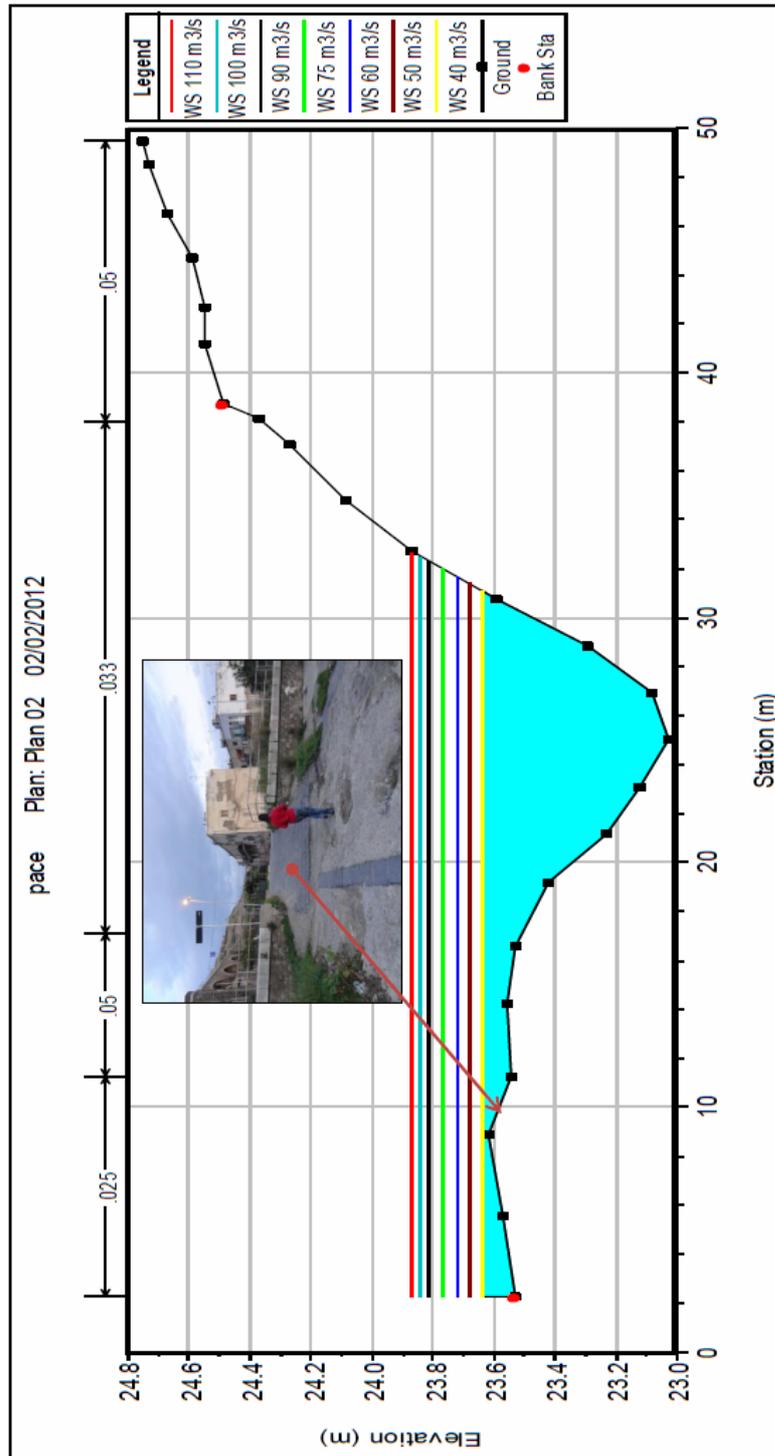


Figura n°13: Sezione del Torrente Pace: passaggio a guado G1_P (in condizioni ante-operam).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

2.3 Propagazione delle piene nel Torrente Annunziata

Il torrente Annunziata presenta orientamento in direzione nord-ovest, sud-est e a circa 1500 m dalla foce si sdoppia nel torrente Ciaramita in destra idraulica e nel torrente Ciccia ed i suoi affluenti in sinistra.



Figura n° 14: Bacino del Torrente Annunziata.

Il bacino del Torrente Annunziata è stato suddiviso in 7 sottobacini in funzione della morfologia dei tratti, secondo quanto riportato dallo Studio Dica, dai quali sono stati desunti i valori di portata alla sezione di chiusura per i singoli tratti fluviali.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

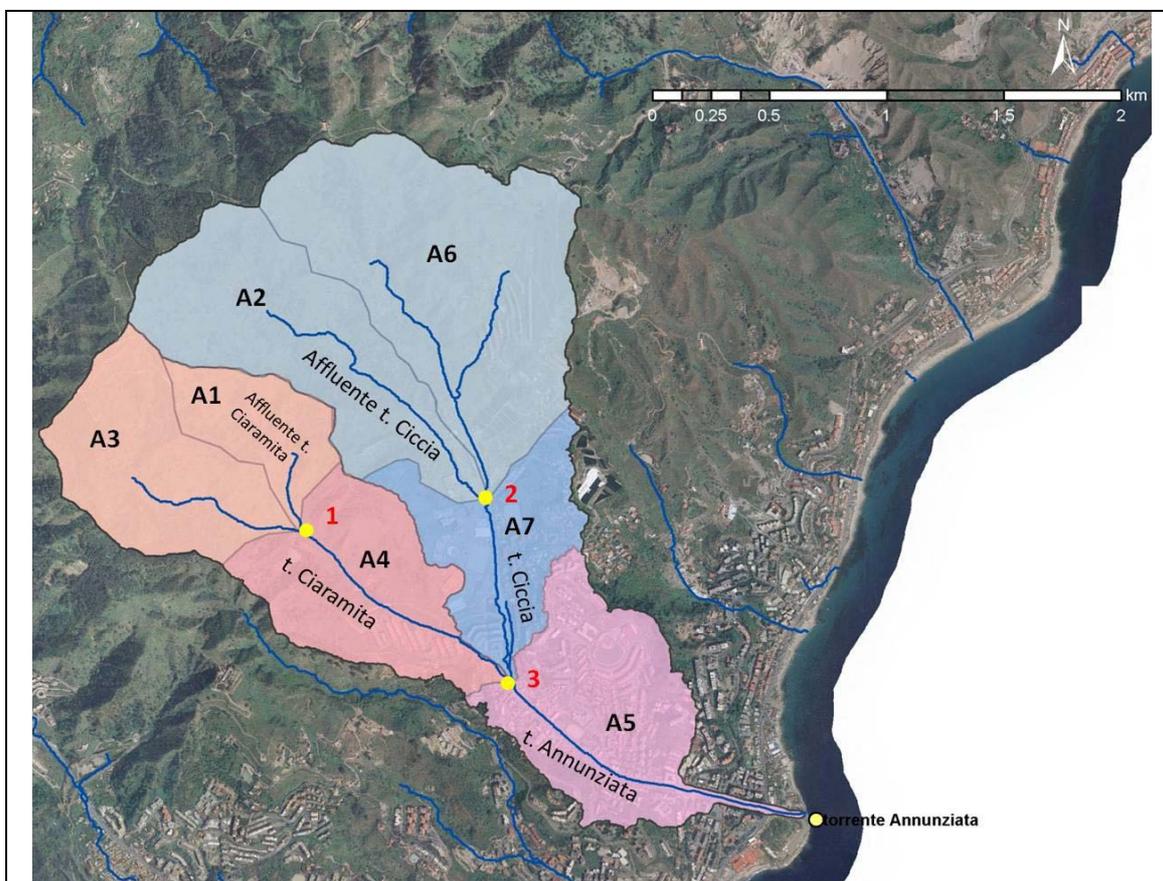


Figura n° 15: Sottobacini del Torrente Annunziata.

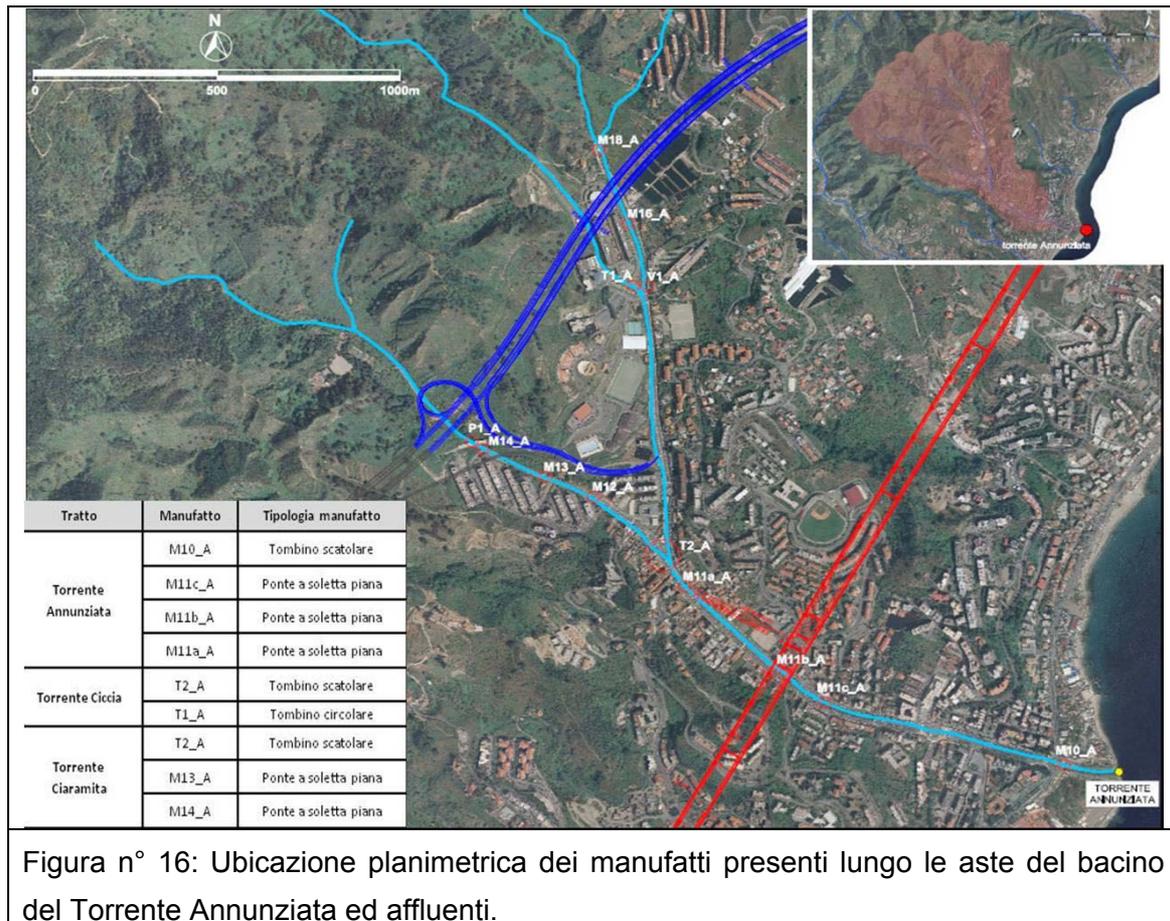
Le superfici scolanti ed i valori di portata alla sezione di chiusura del singolo sottobacino ed alla sezione di chiusura del corso principale sono riportati nella successiva tabella.

	A [km²]	A/A_{tot} [%]	Q50 [m³/s]	Q80 [m³/s]	Q100 [m³/s]	Q125 [m³/s]	Q150 [m³/s]	Q180 [m³/s]	Q200 [m³/s]
A1	0,277	0,06	3,01	4,82	6,03	7,53	9,04	10,85	12,05
A2	0,819	0,18	8,90	14,24	17,79	22,24	26,69	32,03	35,59
A3	0,567	0,12	6,16	9,86	12,32	15,40	18,48	22,18	24,65
A4	1,448	0,31	15,73	25,16	31,45	39,31	47,18	56,61	62,90
A5	4,603	1,00	50,00	80,00	100,00	125,00	150,00	180,00	200,00
A6	1,189	0,26	12,92	20,67	25,84	32,30	38,76	46,51	51,68
A7	2,456	0,53	26,67	42,68	53,35	66,69	80,02	96,03	106,70

Tabella n° 6: Valore delle portate alle sezioni di chiusura dei sottobacini.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

Di seguito si riporta l'inquadratura su ortofoto dei principali manufatti di attraversamento lungo il Torrente Annunziata ed i suoi affluenti, di cui allo studio DICA.



Si riporta per completezza di seguito uno schema riassuntivo delle criticità idrauliche per alcuni manufatti esistenti evidenziate dallo studio DICA mediante la simulazione di propagazione delle piene per diversi tempi di ritorno in moto permanente con il codice monodimensionale Hec-Ras:

- manufatto di attraversamento sul T. Annunziata denominato M11c_A, che presenta criticità idraulica per portate superiori a 125 m³/s;
- manufatto di attraversamento sul T. Annunziata denominato M11b_A, che presenta criticità idraulica per portate superiori a 180 m³/s;
- manufatto scatolare denominato T2_A, che presenta criticità idraulica per portate superiori a 150 e 180 m³/s, rispettivamente sul T. Ciccia e T. Ciaramita;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

- manufatto scatolare sull'affluente del T. Ciccia denominato T1_A, che presenta forte criticità idraulica già per portate superiori a 50 m³/s;
- manufatti di attraversamento M13_A ed M14_A sul T. Ciaramita che presentano criticità idrauliche per portate superiori a 80 m³/s.

Le criticità riguardano principalmente l'assenza del franco di sicurezza (pari 1.00 m) al di sotto della quota di intradosso degli impalcati e sono altresì presenti effetti di rigurgito a monte dei manufatti tali da causare esondazioni.

La problematica principale dei manufatti scatolari e di attraversamento del Torrente Annunziata e dei suoi affluenti è comunque la presenza di quantità di depositi detritici sul fondo che hanno determinato una riduzione della sezione utile di deflusso, recuperabile anzitutto con una pulizia mediante rimozione dei depositi e risagomatura delle sezioni.

Tratto	Manufatto	Q=50 m ³ /s	Q=80 m ³ /s	Q=100 m ³ /s	Q=125 m ³ /s	Q=150 m ³ /s	Q=180 m ³ /s	Q=200 m ³ /s
Torrente Annunziata	M10_A	2.67	2.5	2.4	2.28	2.17	2.04	1.95
	M11c_A	1.37	1.17	1.05	0.91	-1.9	-2.06	-2.16
	M11b_A	1.82	1.58	1.44	1.28	1.13	-1.37	-1.5
	M11a_A	2.95	2.75	2.63	2.49	2.35	2.2	2.09
Torrente Ciccia	T2_A	2.38	1.93	1.66	1.35	1.05	0.73	0.52
	T1_A	-1.35	-1.9	-2.23	-2.62	-2.98	-3.37	-3.63
Torrente Ciaramita	T2_A	2.23	1.73	1.44	1.09	0.77	0.4	0.17
	M13_A	1.01	0.47	0.87	0.58	0.31	-1.09	-1.15
	M14_A	1.12	0.56	0.24	-0.18	0.45	0.14	-1.35

Tabella n° 7: Valori dei franchi idraulici in corrispondenza dei manufatti presenti lungo i torrenti Annunziata, Ciaramita e Ciccia (condizioni ante-operam)

2.3.1 Torrente Annunziata

Il torrente Annunziata, come il suo affluente Ciccia, risulta in gran parte sistemato e tombinato per lunghi tratti.

Risalendo il corso d'acqua dalla foce a mare, a circa 150 m dalla stessa, è presente un tombino scatolare (manufatto M10_A), lungo circa 540 m, che passa al di sotto del Viale Annunziata. La sezione di sbocco ad arco ribassato è larga 24,60 m, con distanza dal fondo al centro di 3,90 m. Si

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

rileva la presenza di una consistente quantità di sedimento alla foce. La sezione di monte è larga 15,00 m, e presenta un fondo sagomato con sezione trapezia ribassata, larga 2,00 m al fondo, con altezza al centro di 3,50 m e laterale di 3,10 m.

A monte il torrente corre a cielo aperto al centro tra Viale Annunziata (in destra idraulica) e via Fante (in sinistra idraulica).

Il tratto è stato sistemato con un rivestimento in calcestruzzo e una sezione dell'alveo di magra trapezia, analoga a quella rilevata all'imbocco del manufatto M10_A. L'argine in c.a. a parete verticale è mediamente alto 3,70 m. I collegamenti stradali tra le vie sopracitate avvengono attraverso tre ponti su soletta piana (M11a_A, M11b_A e M11c_A). In particolare, tali manufatti sono larghi 15,00 m, e lunghi rispettivamente 19,00, 5,90 e 25,00 m nella direzione della corrente. La distanza verticale dell'intradosso dal centro della sezione è di circa 3,50 m.

Si rileva come il tratto a valle del manufatto M11c_A si presenta in condizioni particolarmente dissestate.

Anche i tratti più a monte, sebbene in condizioni generalmente migliori, presentano in corrispondenza dei salti di fondo ingenti sifonamenti del rivestimento in calcestruzzo dell'alveo di magra.

Circa 90 m più a monte del manufatto M11a_A, si ha la confluenza tra il torrente Annunziata (detto anche in questo tratto torrente Ciaramita, in destra idraulica) e il torrente Ciccia (in sinistra idraulica). Entrambi i rami a monte della confluenza risultano tombati attraverso un manufatto (T2_A).

Entrambi i tombini presentano allo sbocco una sezione composita con alveo di magra di sezione trapezia di larghezza 2,00 m e altezza 0,50 m. La larghezza della sezione di sbocco è di 9,30 m e 9,80 m, rispettivamente per i rami in destra ed in sinistra. La distanza dell'intradosso dal fondo alveo, al centro, è rispettivamente di 4,70 m e di 4,30 m. Da quanto è stato possibile rilevare all'interno la sezione si mantiene sempre con alveo di magra trapezio e in entrambi i canali sono presenti diversi salti di fondo dell'altezza di circa 0,50 m. Per quanto concerne le sezioni di imbocco: sul torrente Ciaramita essa si presenta di forma rettangolare, larga 4,80 m e alta 2,50; sul torrente Ciccia essa si presenta larga 6,30 m e alta 3,60 m. Il tombino sul ramo destro è lungo circa 280 m, mentre sul ramo sinistro esso si estende per circa 800 m, al di sotto di via Antonino Giuffrè.

Di seguito si riporta per completezza il profilo idraulico redatto nello studio DICA in corrispondenza dei manufatti M11a_A, M11b_A e M11c_A con riscontro della criticità idraulica indotta dai manufatti M11b_A e M11c_A che per portate elevate determinano effetti di rigurgito verso monte.

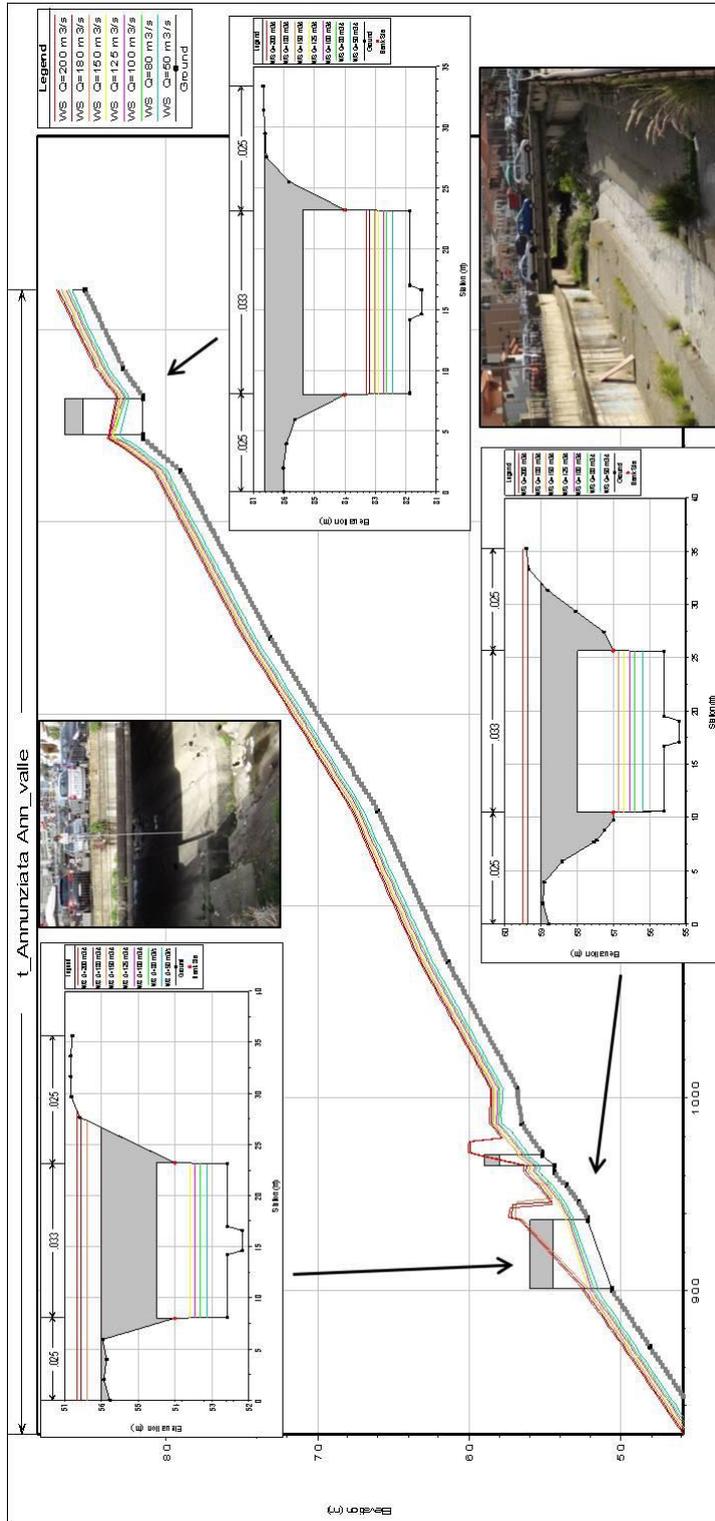


Figura n°17: Profilo longitudinale del torrente Annunziata in corrispondenza degli attraversamenti M11c_A, M11b_A e M11a_A (condizioni ante-operam)

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA</p>		<p><i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 08/06/2012</p>

2.3.2 Torrente Ciaramita

A monte della sezione di imbocco del manufatto T2_A su tale ramo, la sezione si presenta di forma rettangolare, con argini in gabbioni con cordoli in c.a. rivestiti in pietrame; la sezione è larga mediamente 4,00 m e alta 3,70 m.

In tale tratto sono presenti due ponti a soletta piana in c.a., di larghezza 5,00 m e altezza 2,70 m (manufatti M13_A e M14_A) e due attraversamenti pedonali ad arco che superano la sezione corrente, che presentano entrambi criticità idrauliche per portate aventi tempi di ritorno di circa 10 anni.

A monte del manufatto M14_A, il torrente prosegue sistemato per un breve tratto fino all'intersezione con lo svincolo in costruzione. Nel tratto a monte il torrente è interessato da una stradella in terra battuta, con un alveo di magra confinato in un fosso laterale di larghezza di circa 1,20 m e profondità 0,60 m.

I versanti lungo questo tratto evidenziano parecchi segni di dissesto, con evidenti fenomeni di erosione, nicchie di distacco e formazione di conoidi di deiezione.

Di seguito si riportano per completezza il profilo idraulico redatto nello studio DICA in corrispondenza dei manufatti M13_A, M14_A e T2_A con riscontro delle criticità idrauliche indotte dai manufatti per insufficienza della sezione di deflusso che determinano effetti di rigurgito verso monte e problematiche di esondazione.

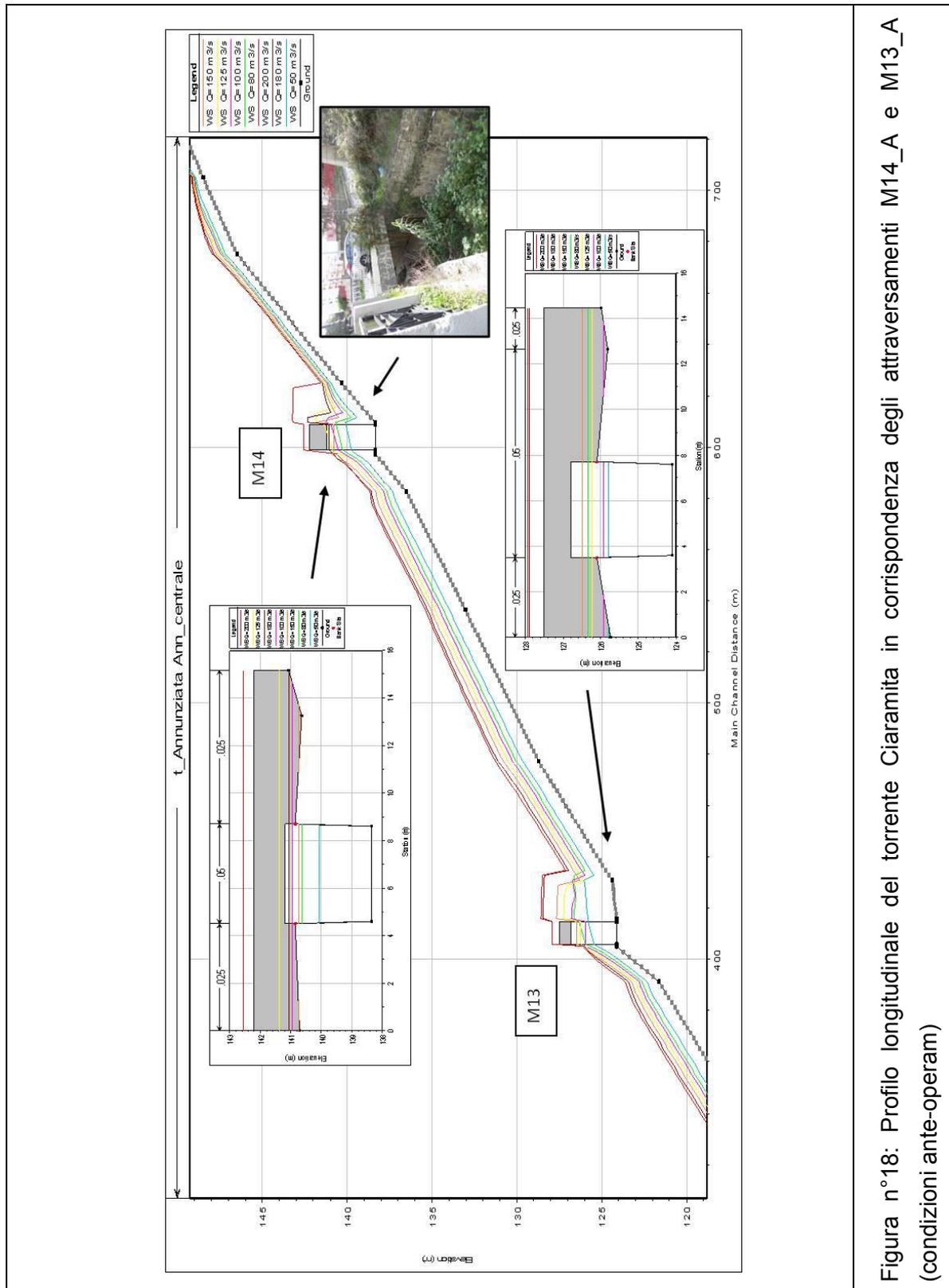


Figura n°18: Profilo longitudinale del torrente Ciaramita in corrispondenza degli attraversamenti M14_A e M13_A (condizioni ante-operam)

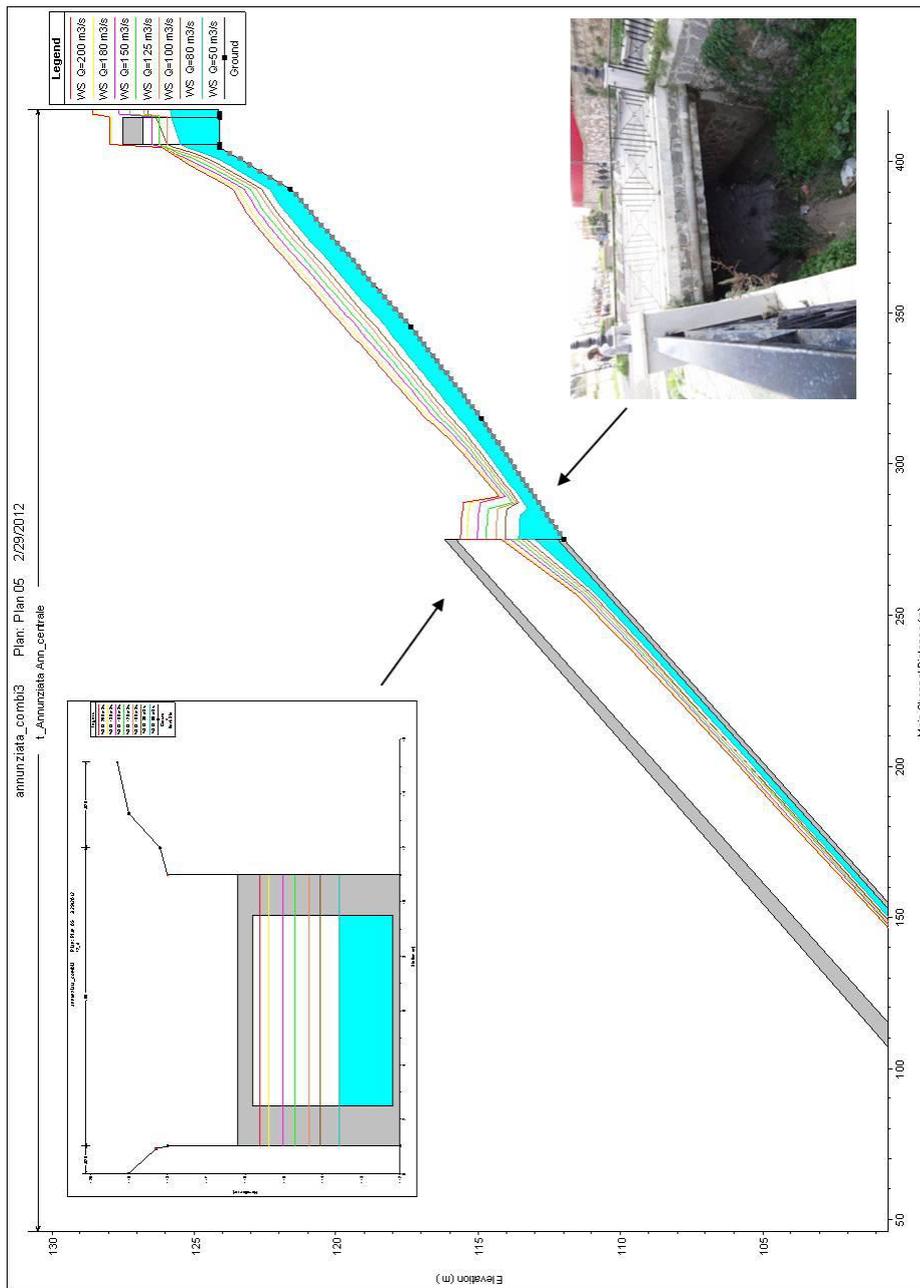


Figura n°19: Profilo longitudinale del torrente Ciarmita in corrispondenza del tombino T2_A (condizioni ante-operam)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

2.3.3 Torrente Ciccia

Il torrente Ciccia a monte della confluenza con il torrente Ciaramita risulta tombinato su via Giuffrè mediante manufatto scatolare per un'estesa di 800 m, a monte del quale il torrente Ciccia riceve il contributo di due affluenti.

In particolare il ramo in sinistra idraulica, costeggia a cielo aperto il polo universitario ivi presente, partendo da una vasca sghiaiatrice (manufatto V1_A) realizzata mediante pali accostati di 1 m di diametro con uno scivolo e briglia selettiva. La vasca ha larghezza variabile tra 6,30 a valle e 13,00 m a monte, è lunga circa 40,00 m. Le fessure tra gli elementi della briglia sono larghe circa 0,30 m. In corrispondenza dell'imbocco del tombino T2_A è presente un salto di fondo di 1,00 m.

A monte della vasca si sviluppa un canale sistemato, lungo circa 380 m (manufatto M16_A) con materassi e gabbioni e sagomato con sezione trapezia. Sono presenti numerosi salti di fondo ed un ponticello ad arco con dimensioni superiori a quelli della sezione corrente (manufatto M17_A).

A monte di tale canale, si ha una ulteriore vasca sghiaiatrice (manufatto M18_A), larga 16 m e lunga 30 m, con sezioni di ingresso e di uscita sagomate con pali in calcestruzzo accostati di 1,00 m di diametro e incamiciati, e con uno scivolo.

Il torrente Ciccia, all'altezza dell'ingresso del polo universitario, riceve il contributo di un rio in sinistra idraulica, interamente tombinato al di sotto di alcune stradelle interne all'area universitaria. La sezione di imbocco, rilevata a monte, mostra che il tombinamento è realizzato attraverso un tombino circolare in polietilene del diametro di 1,00 m rivestito in calcestruzzo (manufatto T1_A). Tale tombino, che è preceduto da un salto di circa 4,00 m, presenta una criticità idraulica già per portate inferiori a 5 anni.

Di seguito si riporta per completezza il profilo idraulico redatto nello studio DICA in corrispondenza del manufatto T1_A, che evidenzia la criticità idraulica causata dall'insufficienza della sezione di deflusso che determina effetti di rigurgito verso monte e problematiche di esondazione pere portate con brevissimi tempi di ritorno.

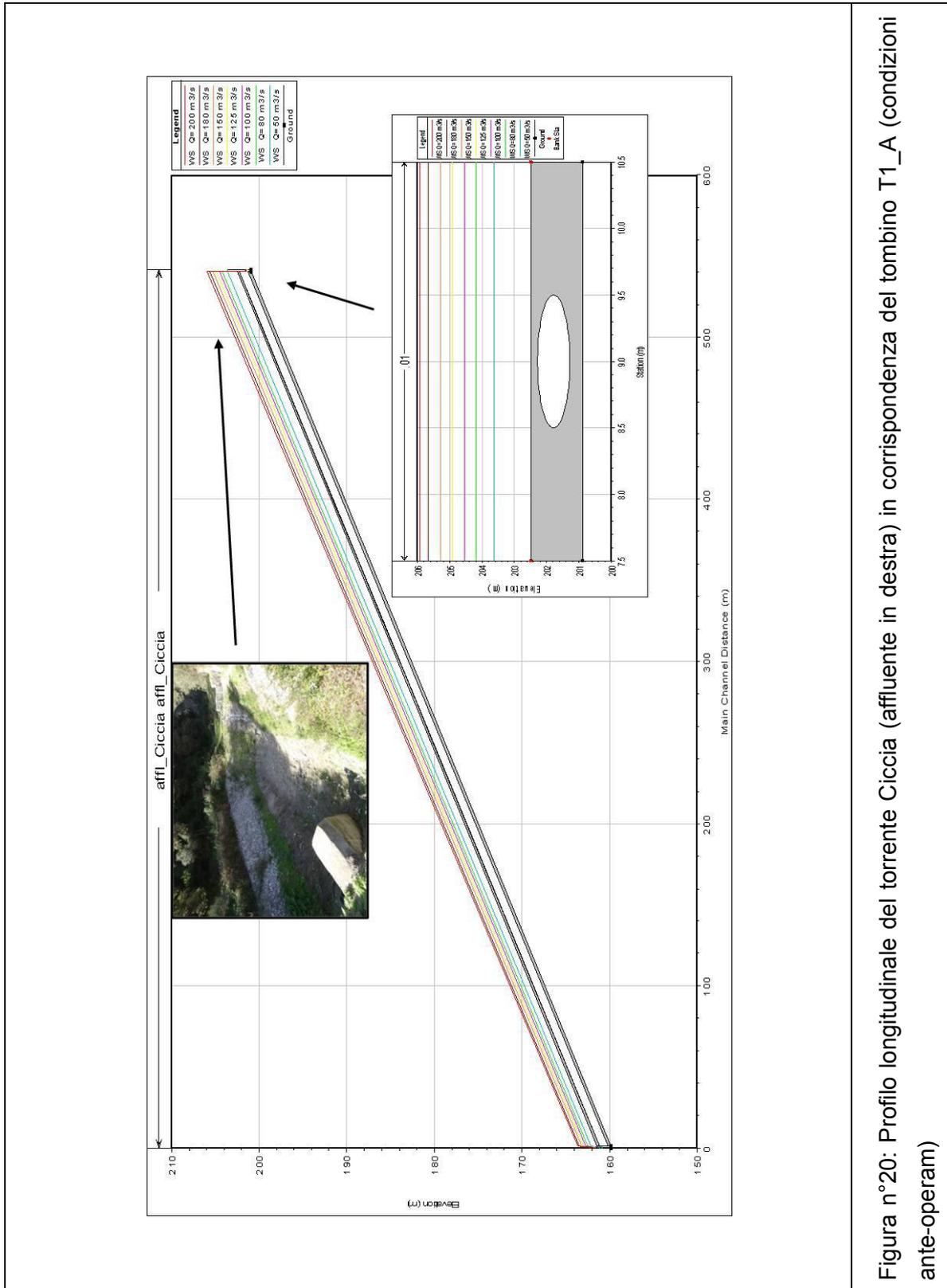


Figura n°20: Profilo longitudinale del torrente Ciccica (affluente in destra) in corrispondenza del tombino T1_A (condizioni ante-operam)

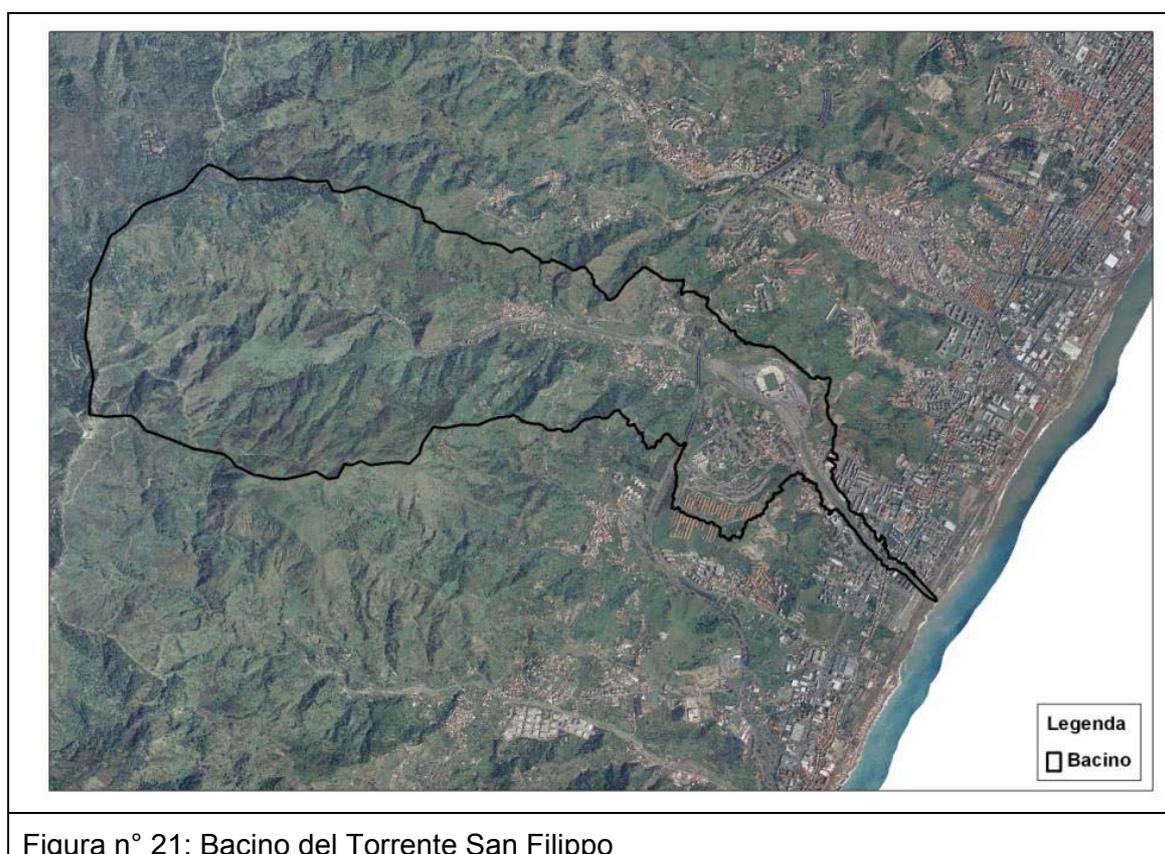
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

2.4 Propagazione delle piene nel Torrente San Filippo

Il torrente San Filippo si sviluppa per circa 5 km con orientamento in direzione nord-ovest, sud-est. Il torrente può essere distinto in alcuni tratti dalle diverse caratteristiche. In particolare, procedendo da valle verso monte:

- 1 il tratto compreso tra la zona di foce e il tombinamento in corrispondenza della SS 114;
- 2 il tratto compreso tra il citato tombinamento e l'attraversamento in corrispondenza dello svincolo autostradale "San Filippo";
- 3 il tratto compreso tra tale svincolo e il centro abitato di San Filippo Superiore;
- 4 il tratto sistemato in corrispondenza del centro abitato di San Filippo Superiore;
- 5 il tratto a monte dello stesso centro abitato.

Il bacino complessivo presenta una superficie pari a 8.15 km² di cui si riporta inquadramento planimetrico su ortofoto derivante dallo studio DICA.



I valori di portata alla sezione di chiusura del corso principale alla foce sono riportati nella successiva tabella in funzione del tempo di ritorno.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

Tempi di ritorno [anni]	5	20	200	300
Portate [m³/s]	92.14	144.39	227.82	305.42

Tabella n° 8: Valori delle portate alla foce del Torrente San Filippo

Il bacino del Torrente San Filippo è stato suddiviso in 3 sottobacini in funzione della morfologia dei tratti, secondo quanto riportato dallo Studio Dica, dai quali sono stati desunti i valori di portata alla sezione di chiusura per i singoli tratti fluviali.

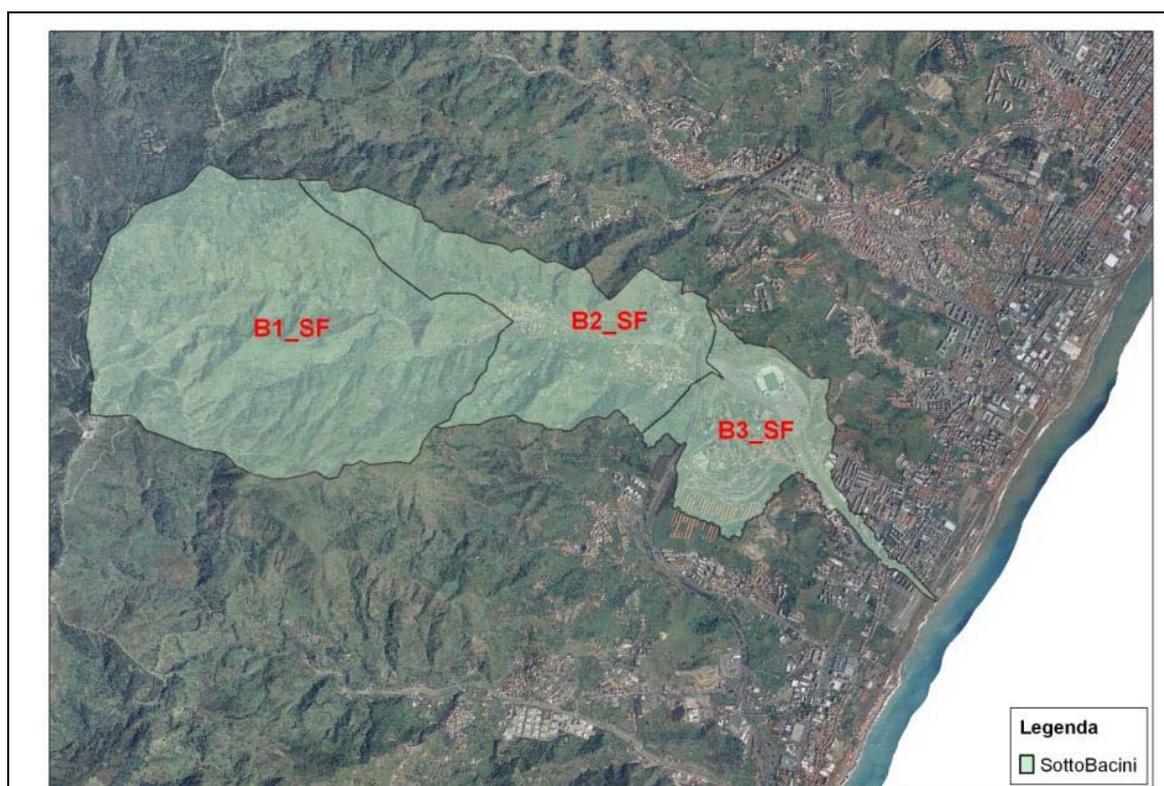


Figura n° 22: Sottobacini del Torrente San Filippo

Le superfici scolanti ed i valori di portata alla sezione di chiusura del singolo sottobacino ed alla sezione di chiusura del corso principale sono riportati nella successiva tabella.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

	A [m ²]	A/A _{tot} %	Q=30 m ³ /s	Q=60 m ³ /s	Q=90 m ³ /s	Q=150 m ³ /s	Q=250 m ³ /s	Q=310 m ³ /s
B1_SF	4590874	56,36	16,91	33,82	50,72	84,54	140,90	174,72
B2_SF	2230221	27,38	8,21	16,43	24,64	41,07	68,45	84,88
B3_SF	1324493	16,26	4,88	9,76	14,63	24,39	40,65	50,41
tot	8145588	100,00	30,00	60,00	90,00	150,00	250,00	310,00

Tabella n° 9: Valori delle portate alla foce del Torrente San Filippo

Il *primo tratto* del Torrente San Filippo interessa una zona intensamente urbanizzata; l'alveo è delimitato in molti tratti dai muri perimetrali delle strade e delle proprietà confinanti. Lungo il tratto sono presenti diversi salti di fondo e una serie di attraversamenti stradali e ferroviari. Lungo l'alveo si rilevano alcune sponde soggette a fenomeni di erosione localizzata e un consistente trasporto solido, caratterizzato anche dalla presenza di elementi di varia pezzatura provenienti da attività antropiche (es. materiale da costruzione, rifiuti solidi urbani, etc.). In condizioni di tempo asciutto si ha una portata derivante dai numerosi scarichi di acque reflue che rendono le condizioni dell'alveo piuttosto malsane.

A circa 70 m dalla foce, si hanno due attraversamenti ferroviari. Il primo (manufatto P9_SF), lungo circa 25 m, avviene attraverso un viadotto su due pile. L'alveo di magra interessa la luce centrale che è larga 13,60 m e presenta un'altezza di 3,80 m a valle e 3,60 m a monte. All'interno delle luci laterali, l'altezza è di circa 3,00 m. Subito a valle di tale attraversamento si ha un salto di 1,20 m. Il secondo (P8_SF), lungo circa 9,00 m, avviene tramite un viadotto su due pile. L'alveo di magra interessa la luce centrale, larga 13,80m e alta 3,20m a valle e 2,70m a monte. Le luci laterali sono larghe circa 9,00 m e alte 2,20 m.

Circa 80 m più a monte, si hanno due salti alti 1 m, distanti una ventina di metri tra loro, seguiti circa 115 m più a monte da altri due salti da un metro con soglia in pietra, distanti tra loro 10 m. Uno dei due salti risulta rotto in destra idraulica.

L'attraversamento stradale (manufatto P7_SF) è collocato venti metri più a monte di quest'ultimo salto. Tale manufatto, lungo 10,00 m, è costituito da un viadotto su tre pile rettangolari. L'alveo di magra interessa la luce centrale larga 12,00 m e alta 3,90 m a valle e 3,60 m a monte. Le luci laterali sono larghe 10,00 m e il loro fondo è sollevato rispetto a quello centrale di 0,60 m in sinistra e 1,30 m in destra idraulica rispettivamente. Il manufatto P7_SF è preceduto da un piccolo salto da 0,60 m.

Circa 70 m più a monte del manufatto P7_SF si trovano due salti in calcestruzzo alti 2,40 m, a una distanza di 10,00 m tra di loro. Procedendo verso monte, si ha un ulteriore attraversamento

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

stradale, lungo 6,00 m (manufatto P6_SF), a 20 m di distanza da quest'ultimo salto. L'attraversamento in questo caso avviene mediante un viadotto poggiato su una singola pila centrale. Le luci sono ugualmente larghe 9,00 m, con altezza di 3,10 a valle e 2,95 m a monte. L'alveo di magra attualmente interessa la luce in destra idraulica.

A conclusione di questo primo tratto si ha un tombino scatolare in corrispondenza della SS114 e di un parcheggio (manufatto T2_SF). Il tombino è lungo circa 100 m, ha una luce larga 25,30 m con un'altezza di 2,30 nella sezione di valle, e larghezza 17,00 m e altezza 2,20 nella sezione di monte; in esso sono presenti consistenti materiali di deposito di cui occorre prevedere la rimozione.

Il *secondo tratto* del Torrente San Filippo, a monte del tombino sulla SS114, corre parallelamente alla strada a due corsie di collegamento tra la SS114 e lo svincolo San Filippo. In questo tratto la sezione dell'alveo è rettangolare con una larghezza mediamente pari a 25 m con argini in calcestruzzo alti circa 4,00 m; sono presenti una serie di salti alti circa 1,00 m di cui alcuni fortemente dissestati; in sponda sinistra nella muratura arginale in cemento armato è presente un tratto di circa 25,00 m fortemente deformato verso l'interno alveo di cui è possibile il crollo senza preavviso e che perciò dovrà essere oggetto di demolizione e ricostruzione.

A una distanza di circa 850 m dalla sezione di monte del manufatto T2_SF, è presente un ulteriore tombino scatolare in corrispondenza del parcheggio dello stadio San Filippo, lungo circa 750 m (manufatto T1_SF) e largo 18,50 m. La sezione di valle è alta 4,00 m, mentre la sezione di monte è alta 3,60 m. L'interno si presenta fortemente interrto da materiali di deposito.

Il tratto a monte del manufatto T1_SF ha un'estensione di circa 200 m e presenta alcuni salti che allo stato attuale risultano in gran parte interriti e distrutti dall'ingente trasporto solido della fiumara. Si rileva inoltre come il rivestimento in calcestruzzo del fondo alveo sia stato praticamente del tutto scalzato dal materiale trasportato.

Si incontra a questo punto un complesso nodo di attraversamenti stradali in corrispondenza con l'intersezione con l'autostrada e lo svincolo San Filippo. In particolare procedendo da valle verso monte si incontrano:

- a. un viadotto su una pila in corrispondenza della rampa di accesso alla carreggiata autostradale in direzione Messina (manufatto P5_SF);
- b. una briglia a sezione trapezia parzialmente ricoperta da materiale di riporto;
- c. un viadotto su una pila in corrispondenza della carreggiata autostradale in direzione Messina (manufatto P4_SF);
- d. un viadotto su una pila in corrispondenza della carreggiata autostradale in direzione Catania

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA</p>		<p><i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 08/06/2012</p>

(manufatto P3b_SF);

- e. un ponte a soletta piana in corrispondenza della rampa di accesso alla carreggiata autostradale in direzione Catania (manufatto P3a_SF);
- f. una briglia con gaveta trapezia (manufatto S1_SF);
- g. un ponte a soletta piana (manufatto P2_SF).

In corrispondenza al manufatto P3a_SF si hanno rilevanti problemi di criticità idraulica; per tale tratto si rende necessaria la rimozione dei sedimenti e l'abbassamento della quota del fondo alveo. Il *terzo tratto* del Torrente San Filippo compreso tra lo svincolo autostradale San Filippo e il centro abitato di San Filippo Superiore, lungo circa 1 km presenta sponde con evidenti segni di erosione e crollo che possono essere oggetto di interventi di ripristino e ricalibratura d'alveo; in tale tratto sono presenti anche alcuni guadi che tuttavia sembrano difficilmente eliminabili.

Il *quarto tratto* di torrente che attraversa il centro abitato di San Filippo Superiore è stato recentemente sistemato con argini in gabbioni e alcuni salti di fondo nonché con attraversamenti stradali e pedonali P1aSF, P1bSF e P1cSF che non presentano criticità idrauliche.

Il *quinto tratto* a monte del centro abitato di San Filippo Superiore presenta alveo incassato con versanti ripidi, larghezza d'alveo di 5,00 m e presenza di alcuni salti di fondo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	Codice documento AMV0725_F0.DOC	Rev F0	Data 08/06/2012

Di seguito si riporta l'inquadratura su ortofoto dei principali manufatti di attraversamento lungo il Torrente San Filippo, di cui allo studio DICA.

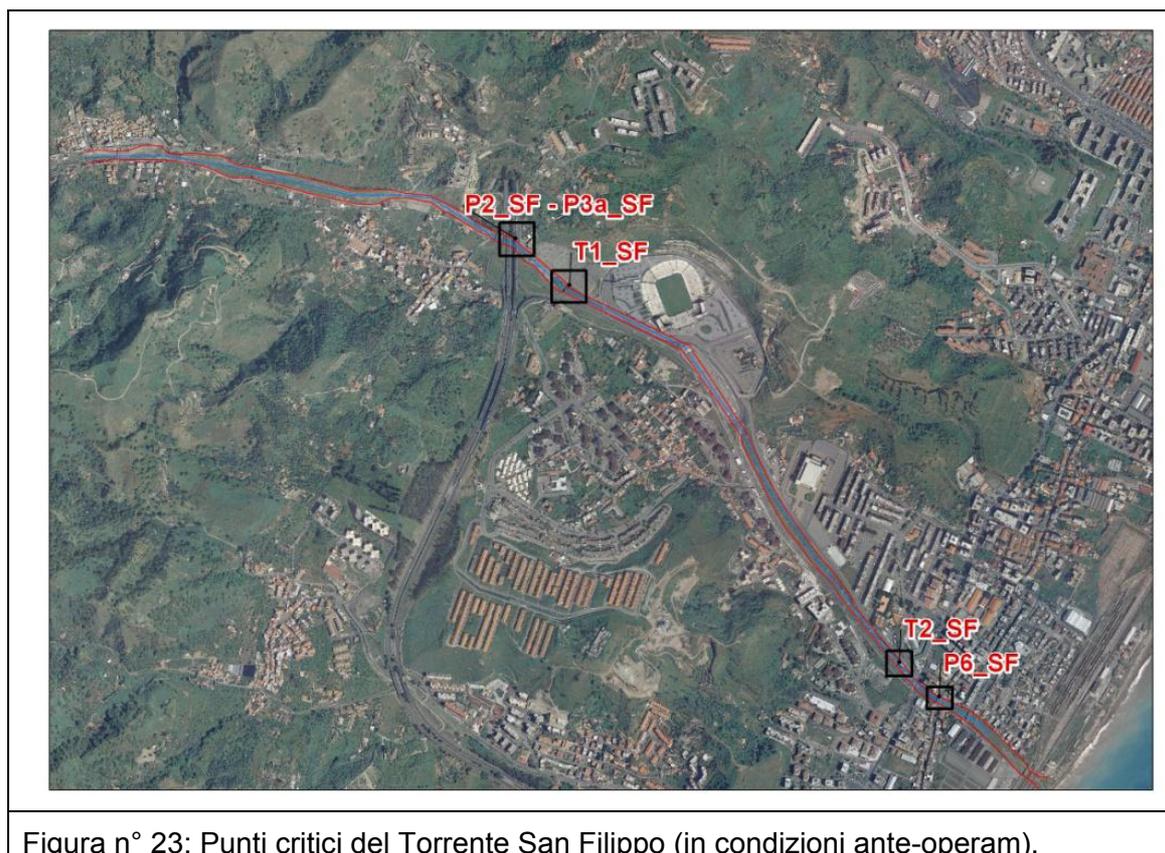


Figura n° 23: Punti critici del Torrente San Filippo (in condizioni ante-operam).

Si riporta per completezza anche uno schema riassuntivo delle criticità idrauliche per alcuni manufatti esistenti evidenziate dallo studio DICA mediante la simulazione di propagazione delle piene per diversi tempi di ritorno in moto permanente con il codice monodimensionale Hec-Ras:

- manufatto di attraversamento denominato P2_SF, che presenta criticità idraulica per portate superiori a 250 m³/s;
- manufatto di attraversamento denominato P3a_SF, che presenta criticità idraulica per portate superiori a 90 m³/s;
- tombino denominato T1_SF, che presenta criticità idraulica per portate superiori a 150 m³/s;
- tombino denominato T2_SF, che presenta criticità idraulica già per portate superiori a 60 m³/s;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

- manufatto di attraversamento denominato P6_SF, che presenta criticità idraulica per portate superiori a 150 m³/s;
- manufatti di attraversamento denominati P8_SF e P9_SF, che presentano criticità idrauliche per portate superiori a 310 m³/s;

Le criticità riguardano principalmente l'assenza del franco di sicurezza (pari 1.00 m) al di sotto della quota di intradosso degli impalcati e sono altresì presenti effetti di rigurgito a monte dei manufatti tali da causare esondazioni, in particolare in corrispondenza dei manufatti P3a_SF, P2_SF, T2_SF e P6_SF.

Franco [m]	Q= 30 m3/s	Q= 60 m3/s	Q= 90 m3/s	Q= 150 m3/s	Q= 250 m3/s	Q= 310 m3/s
P1a_SF	2.54	2.46	2.2	2.27	2.07	1.94
P1b_SF	2.75	2.57	2.42	2.18	1.87	1.7
P1c_SF	1.61	1.97	1.85	1.66	1.34	1.14
P2_SF	1.9	1.63	1.52	1.39	-0.13	-0.41
P3a_SF	1.19	1	0.8	0.48	-0.85	-3.27
P3b_SF	2.17	2.02	1.9	1.7	1.46	1.32
P5_SF	3.76	3.57	3.43	3.19	2.88	2.72
T1_SF	2.54	1.92	1.4	0.51	-0.92	-1.61
T2_SF	1.24	0.67	0.6	-1	-2.06	-2.61
P6_SF	2.06	1.68	1.36	0.8	-1.34	-1.61
P7_SF	2.47	1.98	1.75	1.53	1.16	0.99
P8_SF	2.02	1.86	1.71	1.45	1.05	0.84
P9_SF	2.71	2.36	2.09	2.21	1.76	1.62

Tabella n° 10: Valore dei franchi per i singoli attraversamenti in condizione ante-operam.

Si riportano per completezza estratti del profilo idraulico ricavato dallo studio DICA mediante simulazione in moto permanente con il codice monodimensionale Hec-Ras:

- in corrispondenza dei manufatti P3a_SF e P2_SF;
- a monte dei tombini T1_SF e T2_SF;
- in corrispondenza del manufatto P6_SF.

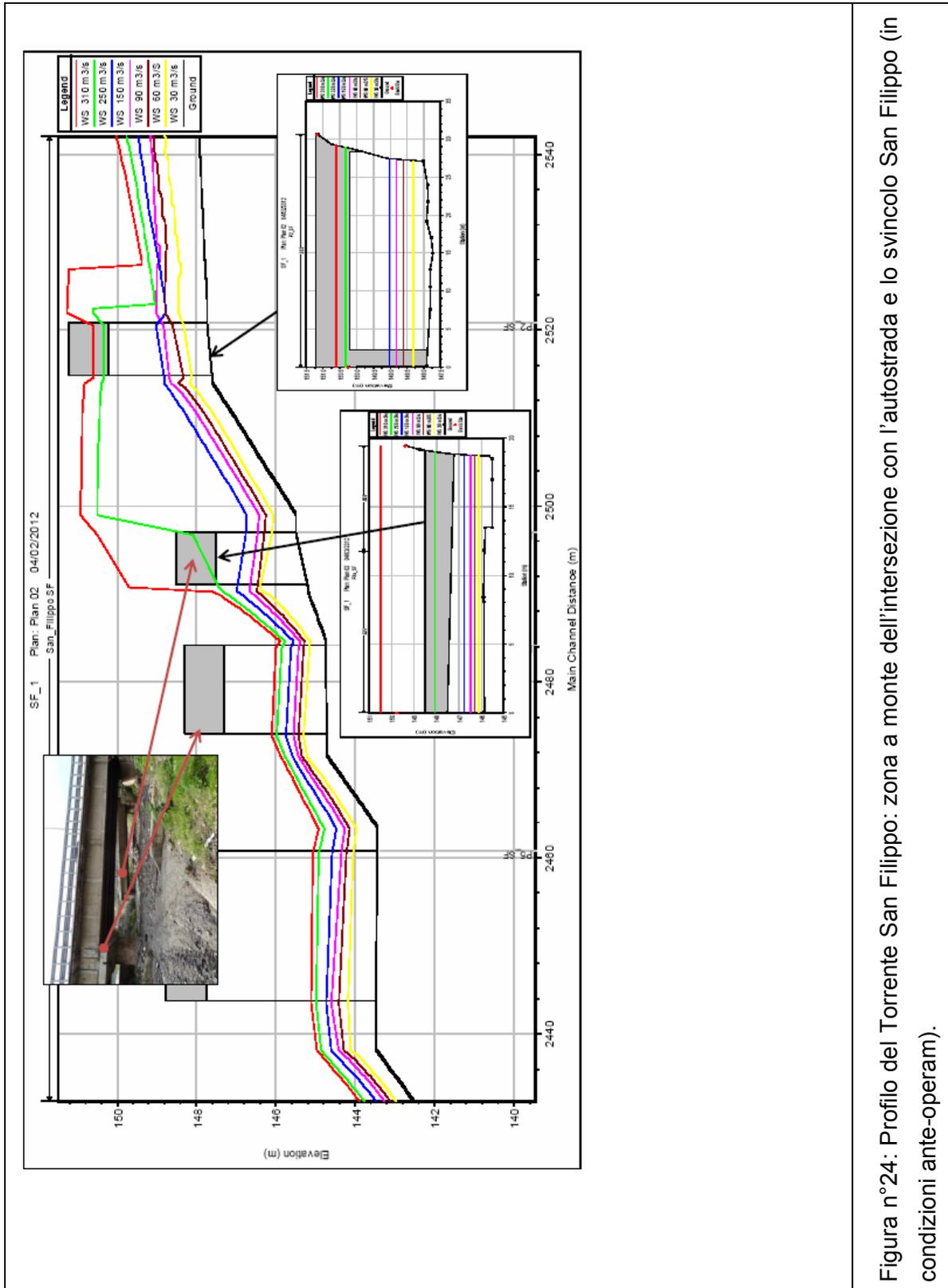
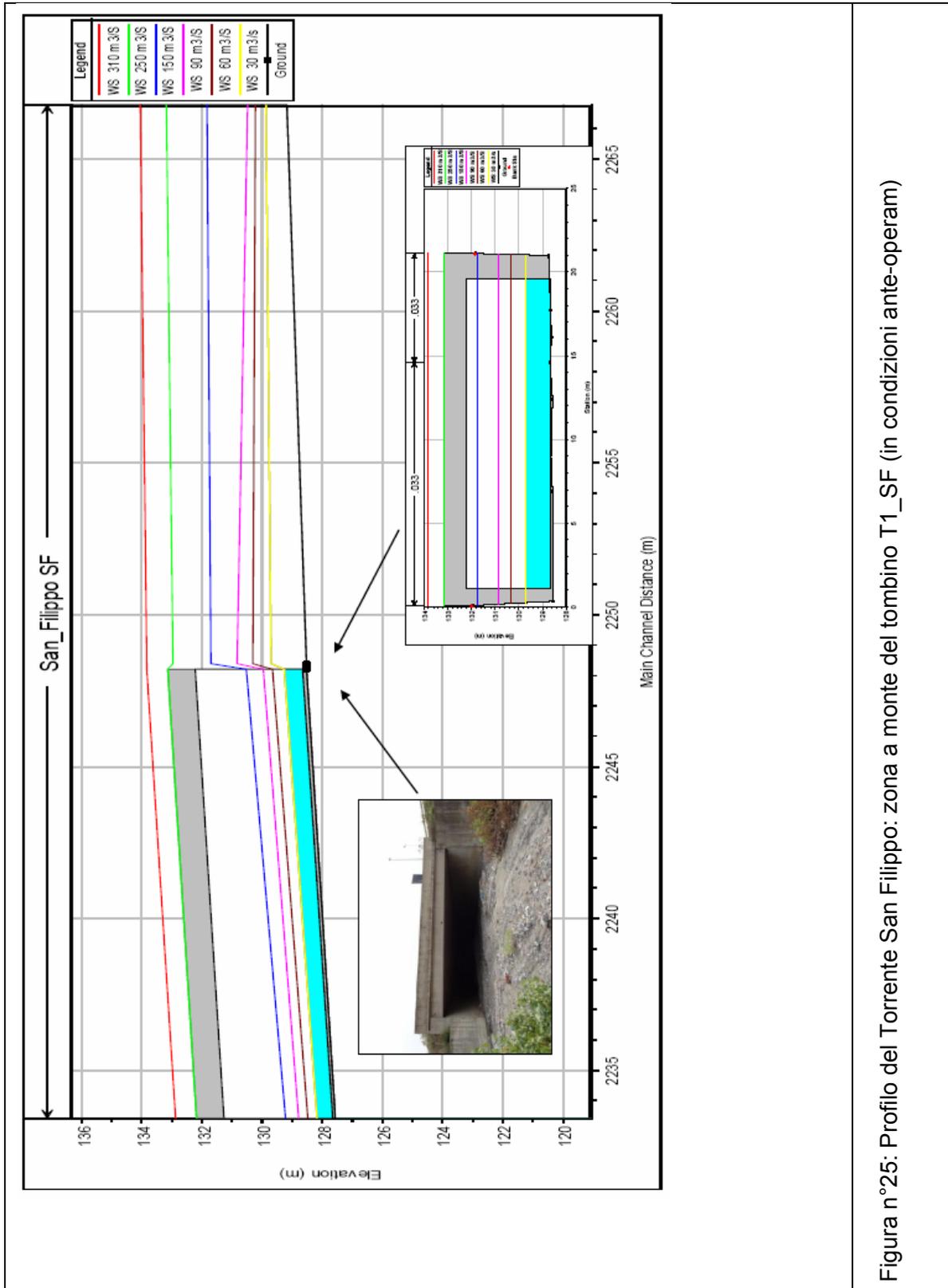


Figura n°24: Profilo del Torrente San Filippo: zona a monte dell'intersezione con l'autostrada e lo svincolo San Filippo (in condizioni ante-operam).



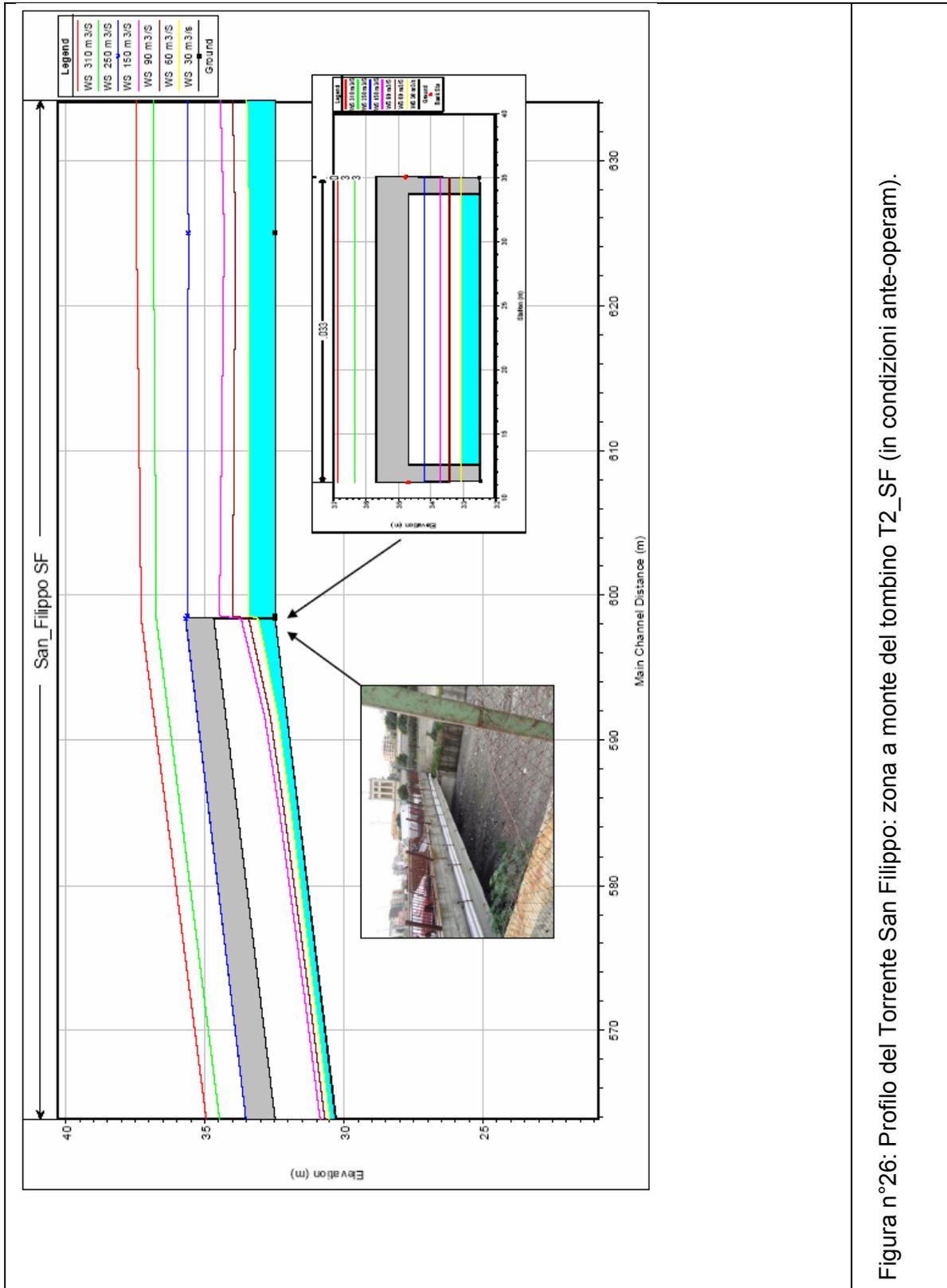


Figura n°26: Profilo del Torrente San Filippo: zona a monte del tombino T2_SF (in condizioni ante-operam).

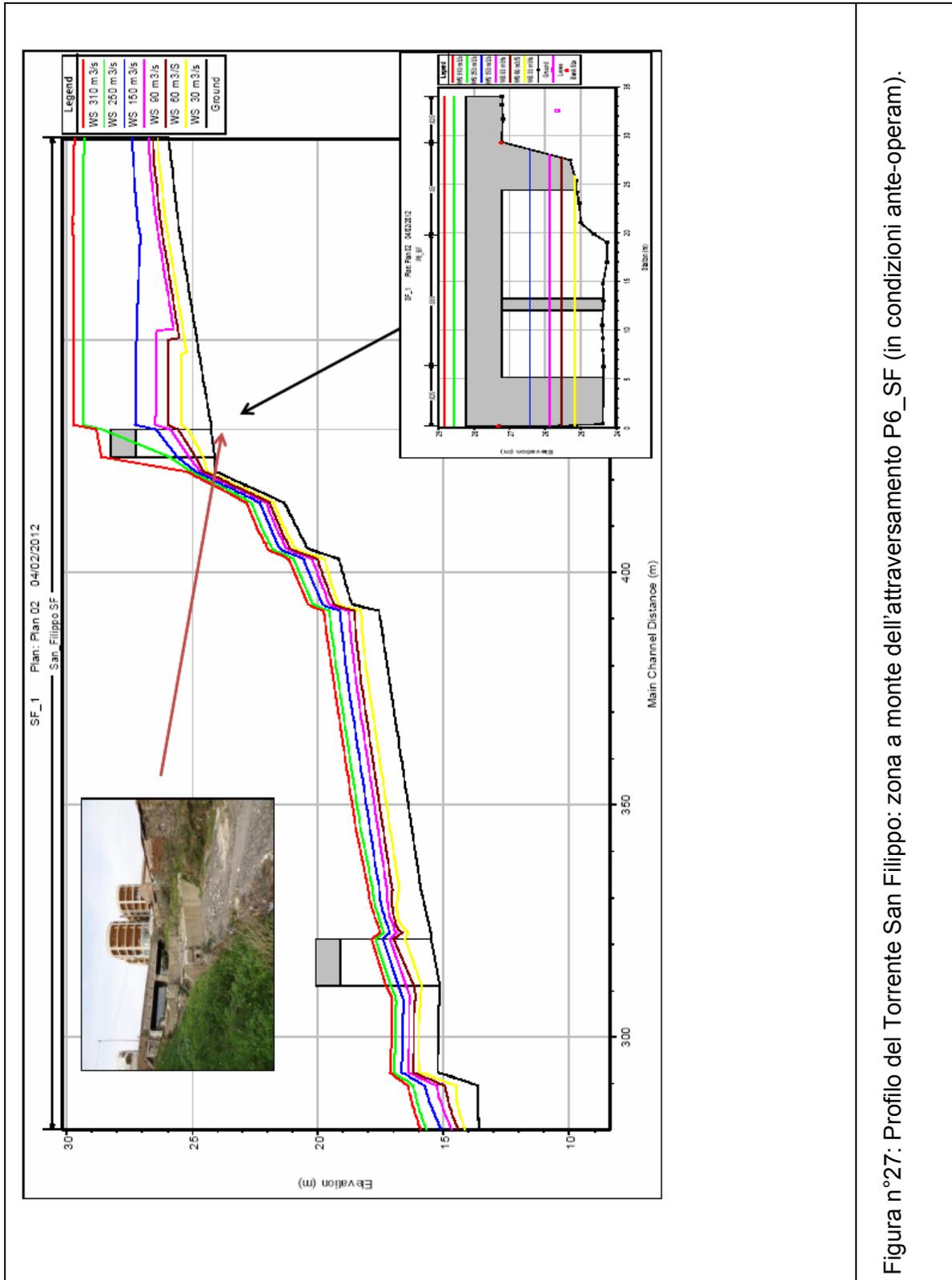


Figura n °27: Profilo del Torrente San Filippo: zona a monte dell'attraversamento P6_SF (in condizioni ante-operam).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

3 Analisi della propagazione delle piene – stato di progetto

Come anticipato nelle premesse, gli interventi previsti in progetto per la riduzione delle criticità idrauliche sui torrenti descritti nel precedente capitolo hanno carattere puntuale o brevemente esteso, da cui le verifiche idrauliche sono state condotte in condizioni di moto uniforme utilizzando le formule di Gaukler-Strickler, ricavando i tiranti idraulici e le velocità della corrente, allo scopo di valutare le altezze libere dei manufatti di attraversamento o le quote delle sommità arginali, prevedendo un franco di almeno 1,00 m.

Per il Torrente Pace, nel quale l'intervento di sistemazione idraulica previsto in progetto fra il ponte ad arcate P3_P e la foce, a causa dei gravi fenomeni di erosione e dissesto attualmente presenti nel corso d'acqua, è sensibilmente modificativo del profilo longitudinale del fondo alveo, si è condotta una analisi di simulazione idraulica mediante il codice monodimensionale Hec-Ras, che ha consentito di giustificare gli interventi previsti.

Per quanto riguarda i rivestimenti con massi in pietrame si è determinato il diametro minimo e conseguentemente il peso minimo degli elementi lapidei sulla base delle condizioni idrodinamiche (sforzi tangenziali al fondo e sulle sponde) ricavate utilizzando la "teoria di Shields".

3.1 Analisi idraulica in moto uniforme

Le analisi sui tratti di intervento locali o sulle opere puntuali sono state condotte ipotizzando l'instaurarsi di condizioni di moto uniforme, ipotizzando cioè il parallelismo tra la pendenza del fondo e del pelo libero (linea dell'energie energia – cadente piezometrica).

Le condizioni di flusso si determinano utilizzando la formula di Chezy e l'espressione di Gauckler-Strickler per la scabrezza del fondo e delle sponde da cui, in funzione del valore della portata Q, nota per il singolo bacino e sottobacino, si ricava il tirante idraulico in condizioni di moto uniforme:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{2/3} \cdot i_f^{1/2}$$

Con:

- Q portata in m³/s;
- A area della sezione bagnata in m²;
- K_s coefficiente di scabrezza di Strickler in m^{1/3} s⁻¹;
- R_h raggio idraulico della sezione bagnata in m;
- i_f cadente piezometrica, pendenza del fondo (condizioni di moto uniforme).

Per il coefficiente di scabrezza si sono adottati diversi valori in funzione del tipo di rivestimento per

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

il fondo e in funzione delle caratteristiche delle sponde, adottando un coefficiente medio in caso presenza di materiali diversi tra sponde e fondo.

In particolare si sono impiegati i seguenti valori per la definizione delle scabrezze:

$K_s=30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per tratti con sistemazioni in gabbioni metallici e con rivestimento del fondo in pietra;

$K_s=70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per elementi in calcestruzzo quali scatolari idraulici;

$K_s=40 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per elementi in calcestruzzo quali muri di sponda;

K_s ricavato direttamente in funzione del diametro del materiale di stabilizzazione e sagomatura del fondo mediante la relazione:

$$K_s = 26 / d_{90}^{1/6}$$

con d_{90} pari al 90° percentile del diametro di sistemazione.

3.2 Determinazione del diametro stabile di rivestimento del fondo e sagomatura delle sezioni d'alveo

La pezzatura del materiale inerte impiegato per il rivestimento del fondo e la sagomatura delle sezioni d'alveo è stata valutata sulla base di appositi calcoli che hanno tenuto conto della capacità di trasporto solido della corrente al variare della portata.

In particolare, il dimensionamento del diametro stabile delle difese spondali è stato effettuato utilizzando la "teoria di Shields", che permette di valutare la stabilità del materiale dell'alveo assegnando un diametro di tentativo, finché non risulti che il parametro di mobilità sia inferiore al parametro di mobilità critico, tenendo conto in particolar modo dell'effetto della pendenza del fondo, in quanto preponderante per i tratti analizzati, rispetto all'effetto dell'inclinazione della sponda e dell'effetto della bassa sommergenza (diametro dei massi confrontabile con il tirante idraulico).

La determinazione del diametro stabile minimo è stata effettuata sulla base dei valori di portata massimi relativi al bacino od al sottobacino del tratto oggetto di intervento.

Il dimensionamento dei massi di scogliera è effettuato utilizzando la teoria di Shields, tenendo conto dell'effetto preponderante della pendenza del fondo rispetto all'effetto dovuto alla inclinazione della sponda ed alla bassa sommergenza (cfr A. Armanini "Principi di idraulica fluviale").

La teoria di Shields permette di valutare la stabilità del materiale dell'alveo, assegnando un diametro di tentativo, finché non risulti che il parametro di mobilità sia inferiore del parametro di mobilità critico, essendo:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

il parametro di mobilità:

$$g = \frac{u_*^2}{g \cdot \Delta \cdot d} = \frac{R_h i_f}{\Delta \cdot d}$$

mentre il parametro di mobilità critico: $g_{cr} = 0,06 \cdot f_1$

dove:

- f_1 = coefficiente correttivo al parametro di Shields dovuto all'effetto della pendenza del fondo

espresso come: $f_1 = \cos \beta - \frac{\sin \beta}{\tan \phi}$

Con:

- g = accelerazione di gravità;
- R_h = raggio idraulico;
- i_f = pendenza del fondo;
- u^* = velocità d'attrito;
- d = diametro del materiale del fondo;
- Δ = densità relativa ridotta dei sedimenti;
- β = angolo di inclinazione del fondo;
- ϕ = angolo di attrito del materiale.

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $g < g_{cr}$

Di seguito si riportano le descrizioni degli interventi proposti per la riduzione delle criticità idrauliche sui torrenti in esame ed il relativo calcolo idraulico di verifica.

3.3 Torrente Guardia

3.3.1 Interventi a valle della Sez. 3_Gv a valle della Strada Panoramica dello Stretto fino alla spiaggia.

Gli interventi previsti per il tratto in oggetto sono i seguenti:

- Interventi di ricalibratura della sezione a valle del ponte ad arco M0_G (Sez. 6_Gv) per un'estesa di circa 60,00 m mediante riprofilatura della sezione d'alveo con sponde in gabbioni metallici e rivestimento del fondo con mantellata in pietrame e taglioni in c.a. ad

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

interasse di circa 15,00 m; geometria della sezione trapezoidale con larghezza al fondo di circa 8,00 m, altezza massima 2,40 m (*bassa priorità*).

- Nel tratto a monte del ponte ad arco M0_G e fino al ponte a soletta piana M1_G si prevede la scarifica superficiale della pavimentazione in calcestruzzo del fondo alveo fortemente ammalorata e ripristini mediante getti integrativi di calcestruzzo antiritiro nelle zone centrali fortemente erose e dissestate, ove sono presenti alcune cavità (*bassa priorità*).
- Spostamento verso monte del salto di fondo M1'_G di circa 2,50 m, ricostruzione del muretto d'argine in sinistra idrografica di altezza 1,00 m, larghezza 0,60 m, lunghezza 8,90 m fino al ponte ad arco sulla strada panoramica dello Stretto (manufatto M1''_G) (*bassa priorità*).
- Nel tratto a monte del ponte ad arco sulla strada panoramica dello Stretto (manufatto M1''_G) per circa 60,00 m fino al ponte a soletta piana M2_G, si prevede riprofilatura del fondo alveo mediante rimozione del materiale detritico di deposito (*bassa priorità*).

Per il tratto di risistemazione idraulica mediante gabbioni metallici e rivestimento del fondo in pietrame è stato determinato il diametro stabile per il rivestimento del fondo, nonché il tirante idrico in funzione del valore di portata massimo.

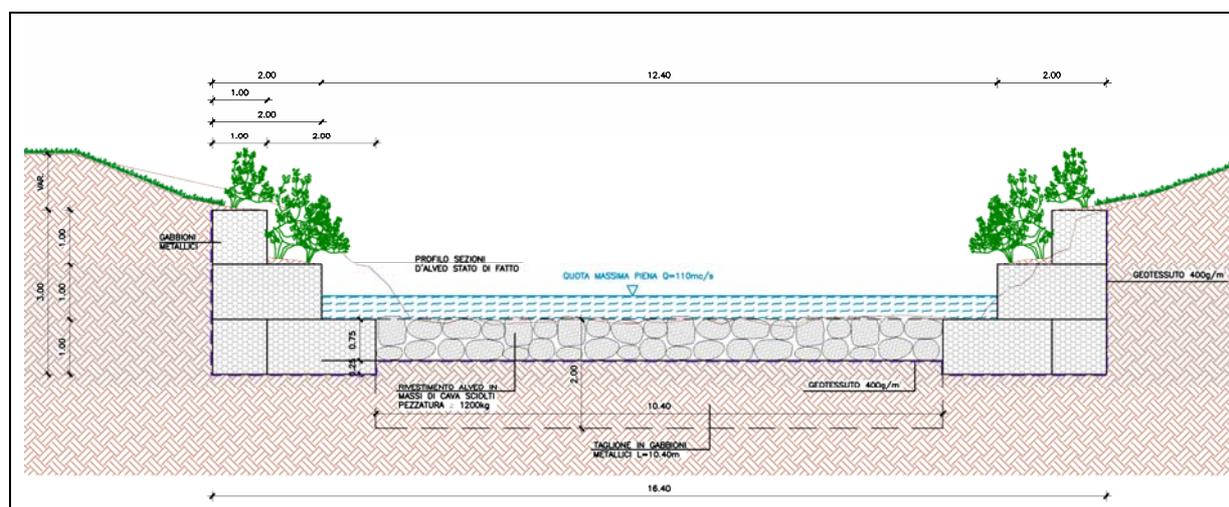


Figura n° 28: Sistemazione Torrente Guardia alla foce – stato di progetto

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni) $Q = 110 \text{ m}^3/\text{s}$
Larghezza sezione **$B = 23.00 \text{ m}$**

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

Pendenza del fondo	if= 5%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 26/d ^{1/6} m ^{1/3} /s
Scarpa (lato scogliera)	Ipotizzata verticale massi solo sul fondo

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 0.84 m
Raggio idraulico	Rh = 0.79 m
Area bagnata	A = 19.43 m ²
Velocità	V = 5.66 m/s

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	$\vartheta_{cr} = 0.056$
Diametro critico	Dcr= 0.45
Diametro minimo assegnato	d= 0.50 m
Parametro di mobilità:	$\vartheta = 0.050$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 50 cm, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinamento della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante, prossimo al metro, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

3.3.2 Interventi nel tratto a valle della confluenza con il T. Curcuraci fino alla Sez. 1_Gv (ponte M2_G)

- Nel tratto successivo a valle della confluenza tra il T. Guardia ed il T. Curcuraci (affluente di destra) sono presenti arginature parziali ed erosioni localizzate a valle delle briglie/salti di fondo; si prevede ricalibratura delle sezioni, realizzazione muretti d'argine ove mancanti, esecuzione di mantellate in pietrame a valle delle briglie/salti di fondo esistenti per una estesa massima di 10,00 m (*bassa priorità*).

Il calcolo idraulico del tratto di cui è previsto il rivestimento del fondo in pietrame a valle degli esistenti manufatti briglie/salti di fondo è stato condotto in modo analogo al tratto di valle pertanto il diametro stabile minimo da impiegare deve essere ≥ 50 cm.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	$h = 0.80 \text{ m}$
Raggio idraulico	$R_h = 0.73 \text{ m}$
Area bagnata	$A = 14.44 \text{ m}^2$
Velocità	$V = 5.42 \text{ m/s}$

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	$\vartheta_{cr} = 0.056$
Diametro critico	$D_{cr} = 0.42$
Diametro minimo assegnato	$d = 0.45 \text{ m}$
Parametro di mobilità:	$\vartheta = 0.052$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro $\geq 45 \text{ cm}$, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinarsi della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

- *Ponte sul T. Curcuraci sulla sezione di confluenza con il T. Guardia* in sostituzione dell'attraversamento a raso della strada sterrata che fiancheggia in sinistra il T. Curcuraci, costituito da impalcato a travi in cemento armato precompresso di luce 18,00 m, sovrastante soletta in c.a., spalle in c.a. fondate su micropali; larghezza totale della carreggiata compreso marciapiede pari 8,50 m, altezza minima tra intradosso impalcato e fondo alveo pari a 2,50 m;

La sezione tipologica del ponte è riportata nell'immagine seguente.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Per la determinazione del tirante in corrispondenza della sezione idraulica sono state ipotizzate condizioni di moto uniforme per una sezione rettangolare.

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 78.22 m ³ /s
Larghezza sezione	B=18.00 m
Pendenza del fondo	if= 3.2%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 30 m ^{1/3} /s
Scarpa	verticale

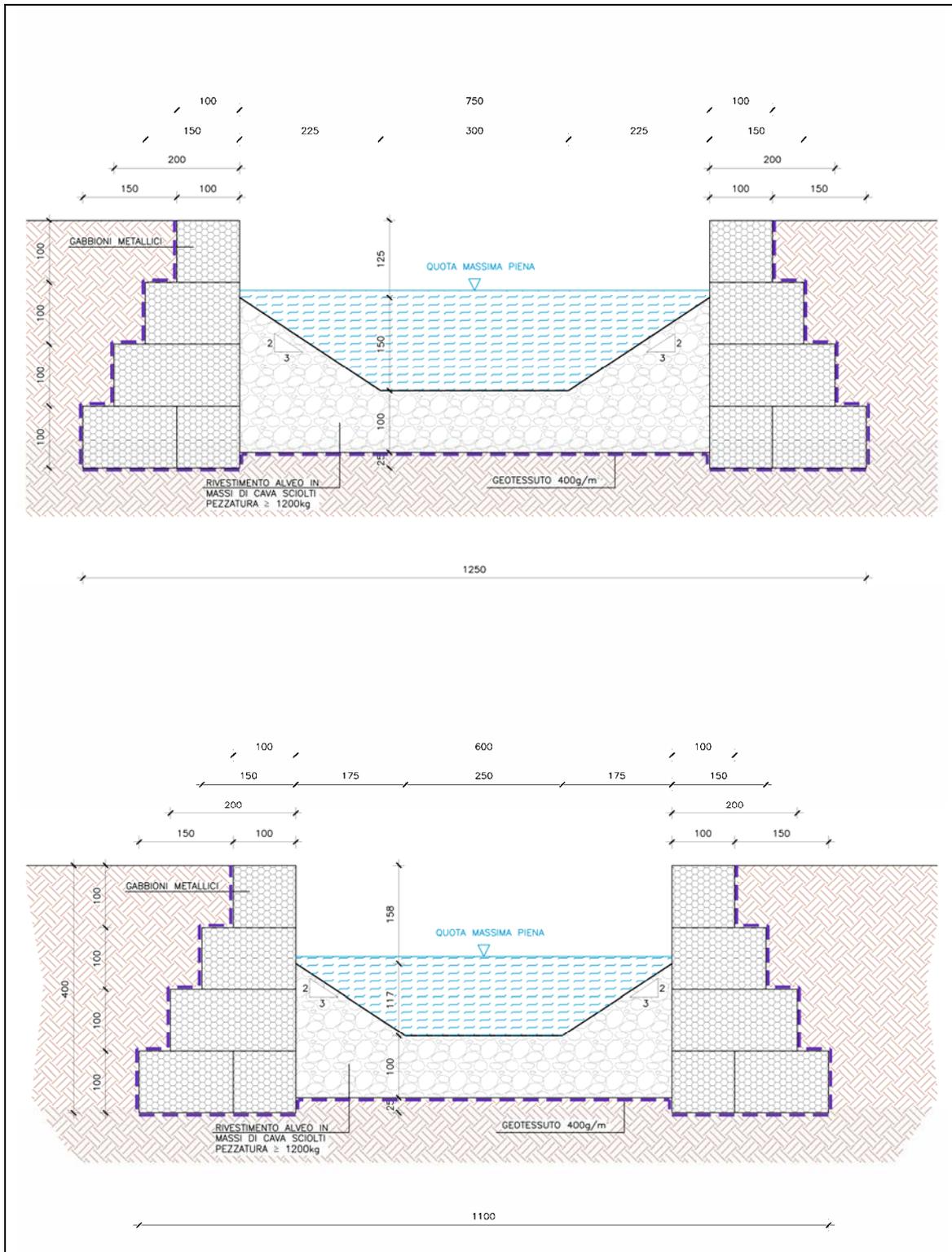
I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 0.92 m
Raggio idraulico	Rh = 0.83 m
Area bagnata	A = 16.49 m ²
Velocità	V = 4.77 m/s

Il valore del tirante, garantisce un sufficiente franco di sicurezza alla sezione di inalveazione che prevede un'altezza sotto l'impalcato del nuovo manufatto pari a 2.50 m

3.3.4 Interventi sul Torrente Guardia a monte della confluenza

- Sul T. Guardia, circa 400 m a monte della confluenza, inizia un tratto di 209,40 m di opere di sistemazione idraulica, già previste dal progetto definitivo del Ponte sullo Stretto, connesse con lo svincolo autostradale Curcuraci costituite da una briglia selettiva a pettine a monte e quindi, a valle di questa, una risagomatura dell'alveo con sponde in gabbioni e fondo rivestito in pietrame; tale tipo di sistemazione per analogia viene esteso sia nel tratto a valle di tale intervento di estesa 360 m che nel tratto a monte per altri 600 m; mentre nel tratto a valle la nuova sezione di inalveazione conserva la larghezza di 7,50 m, nel tratto a monte è prevista una progressiva riduzione delle larghezza delle sezione di deflusso (fino a 4,50 m) (*bassa priorità*).



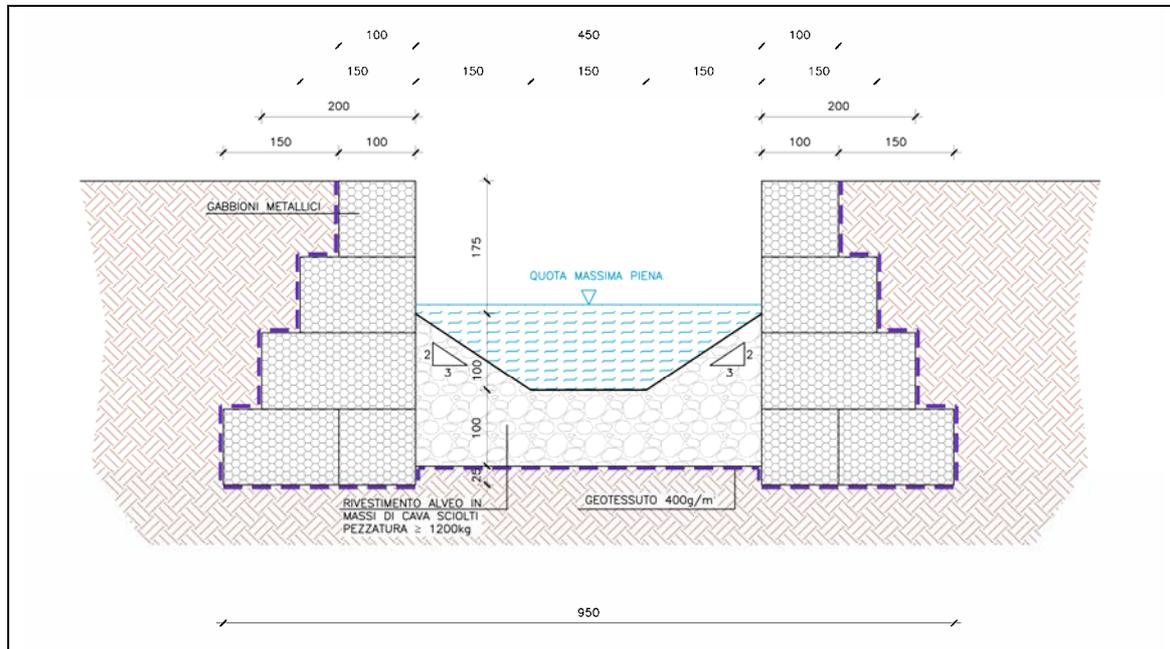


Figura n° 31: Sistemazione Torrente Guardia a monte della confluenza – stato di progetto

Per il tratto di risistemazione idraulica mediante gabbioni metallici e rivestimento del fondo in pietrame è stato determinato il diametro stabile per il rivestimento del fondo, nonché il tirante idrico in funzione del valore di portata massimo per le tre sezioni tipologiche previste.

Per il calcolo della prima sezione tipologica con pendenza del fondo pari al 12.50% sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 26.06 m ³ /s
Larghezza sezione	B=7.50 m
Pendenza del fondo	if= 12.5%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 26/d ^{1/6} m ^{1/3} /s
Scarpa (lato scogliera)	2/3

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 0.54 m
Raggio idraulico	Rh = 0.48 m
Area bagnata	A = 4.50 m ²
Velocità	V = 5.79 m/s

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico: $\vartheta_{cr} = 0.049$

Diametro critico $D_{cr} = 0.81$

Diametro minimo assegnato $d = 0.85$ m

Parametro di mobilità: $\vartheta = 0.047$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 85 cm, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinamento della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

Per il calcolo della prima sezione tipologica con pendenza del fondo pari al 6.0% sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	$Q = 26.06 \text{ m}^3/\text{s}$
Larghezza sezione	$B = 7.50$ m
Pendenza del fondo	$i_f = 6.0\%$
Coefficiente di scabrezza	$K_s = 26/d^{1/6} \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Scarpa (lato scogliera)	2/3

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	$h = 0.63$ m
Raggio idraulico	$R_h = 0.48$ m
Area bagnata	$A = 5.29$ m ²
Velocità	$V = 4.93$ m/s

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico: $\vartheta_{cr} = 0.055$

Diametro critico $D_{cr} = 0.40$

Diametro minimo assegnato $d = 0.45$ m

Parametro di mobilità: $\vartheta = 0.049$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 45 cm, assicura che i massi non possano essere

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

asportati dalle azioni di trascinarsi della corrente durante i più pericolosi eventi di piena. Il valore del tirante, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

Per il calcolo della seconda sezione tipologica con pendenza del fondo pari al 6.0% sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 26.06 m ³ /s
Larghezza sezione	B=6.00 m
Pendenza del fondo	if= 6.0%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 26/d ^{1/6} m ^{1/3} /s
Scarpa (lato scogliera)	2/3

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 0.85 m
Raggio idraulico	Rh = 0.72 m
Area bagnata	A = 5.08 m ²
Velocità	V = 5.13 m/s

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	$\vartheta_{cr} = 0.055$
Diametro critico	Dcr= 0.46
Diametro minimo assegnato	d= 0.50 m
Parametro di mobilità:	$\vartheta = 0.051$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 50 cm, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinarsi della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Per il calcolo della terza sezione tipologica con pendenza del fondo pari al 6.0% sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 26.06 m ³ /s
Larghezza sezione	B=4.50 m
Pendenza del fondo	if= 6.0%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 26/d ^{1/6} m ^{1/3} /s
Scarpa (lato scogliera)	2/3

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 0.85 m
Raggio idraulico	Rh = 0.65 m
Area bagnata	A = 4.93 m ²
Velocità	V = 5.28 m/s

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	$\vartheta_{cr} = 0.055$
Diametro critico	Dcr= 0.55
Diametro minimo assegnato	d= 0.60 m
Parametro di mobilità:	$\vartheta = 0.050$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 60 cm, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinamento della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

- *Manufatto scatolare di attraversamento del T. Guardia* a monte della confluenza con il T. Curcuraci, a 180 m da questa, per l'eliminazione del guado ivi esistente, avente sezione trasversale netta interna di larghezza 7,50 m e altezza 2,50 m, larghezza totale della carreggiata compreso marciapiede pari a 8,50 m e spessore delle solette e delle pareti pari a 0,75 m; in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni in sito (materiali di natura ghiaio-sabbiosa) la platea di base del manufatto è prevista poggiante su micropali di sottofondazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> <i>Data</i> FO 08/06/2012
Alternative ai siti di deposito			

La sezione tipologica del manufatto scatolare è riportata nell'immagine seguente.

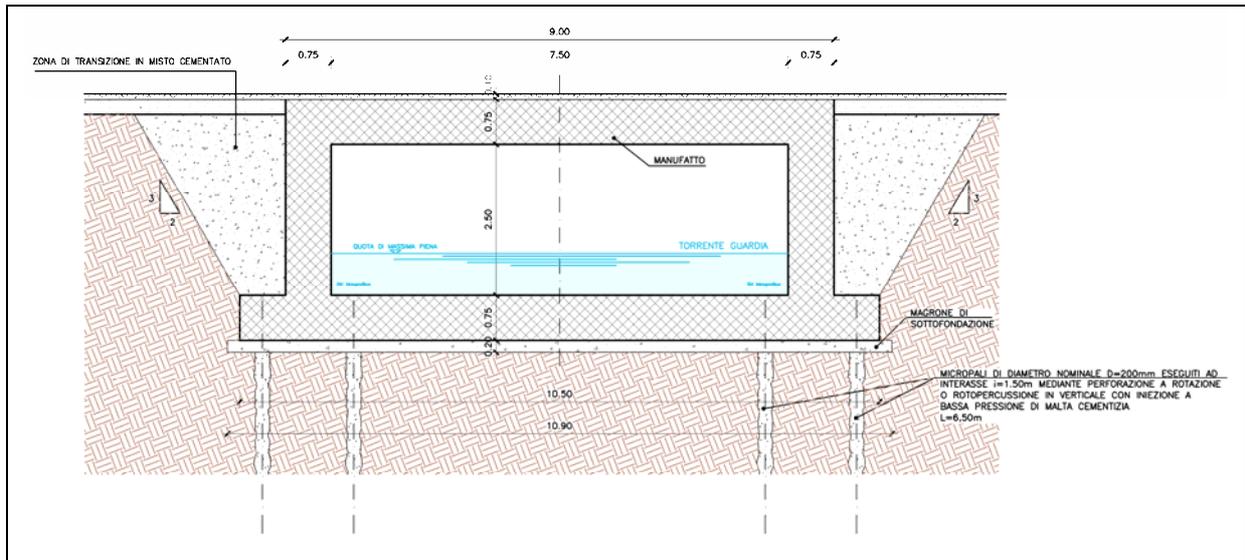


Figura n° 32: Sistemazione Torrente Guardia a monte della confluenza: nuovo manufatto in sostituzione del guado esistente – stato di progetto

Per la determinazione del tirante in corrispondenza della sezione idraulica sono state ipotizzate condizioni di moto uniforme per una sezione rettangolare.

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 26.06 m ³ /s
Larghezza sezione	B=7.50 m
Pendenza del fondo	if= 0.1% fondo manufatto scatolare
Coefficiente di scabrezza	Ks= 70 m ^{1/3} /s
Scarpa	verticale

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 1.50 m
Raggio idraulico	Rh = 1.07 m
Area bagnata	A = 11.25 m ²
Velocità	V = 2.32 m/s

Il valore del tirante, garantisce un sufficiente franco di sicurezza alla sezione di inalveazione che prevede un'altezza libera all'interno dello scatolare pari a 2.50 m.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

3.3.5 Interventi sul Torrente Curcuraci a monte della confluenza

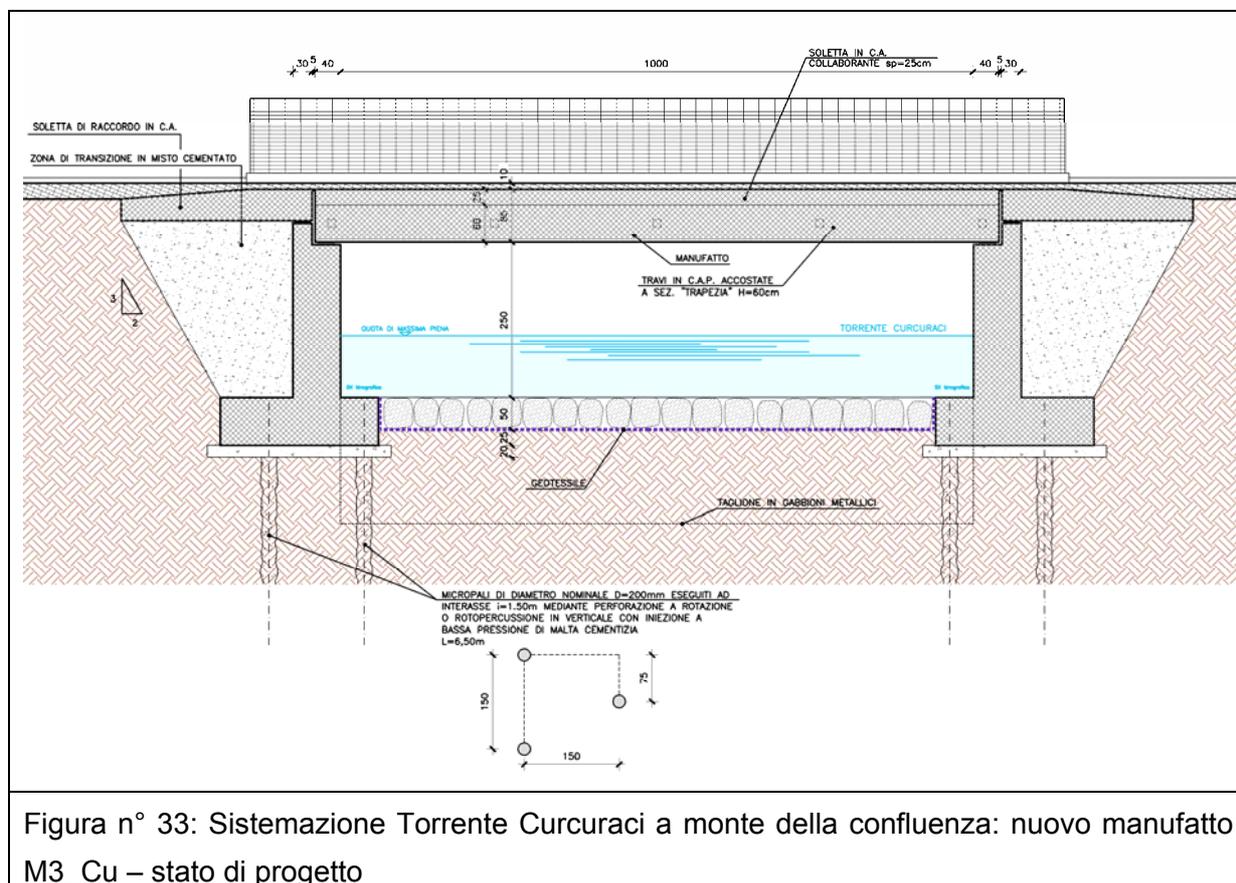
- Sul Torrente curcuraci circa 800 m a monte della confluenza sono previste le opere connesse con lo svincolo autostradale mediante copertura del torrente e conseguente eliminazione di due attraversamenti a raso esistenti (*opere già previste dal progetto definitivo del Ponte sullo Stretto*).
- Resta quindi come criticità idraulica soltanto il guado esistente M3_Cu posto a circa 1 km a monte della confluenza, realizzato con un manufatto costituito da 6 tubi in calcestruzzo D=1,00 m che presenta forte criticità idraulica già per portate con tempi di ritorno inferiori a 5 anni; di tale manufatto è prevista la sostituzione con un ponte di luce 10,00 m e larghezza 8,50 m; a tal fine è prevista la realizzazione di un nuovo salto di fondo a circa 15,00 m a monte del nuovo ponte e il ribassamento dell'alveo di circa 3,50 m eliminando la prima briglia a valle guado; in tal modo si realizza una altezza libera netta minima sotto impalcato di 2,50 m (*alta priorità*).

La suddetta criticità idraulica viene risolta mediante la realizzazione di un nuovo manufatto di attraversamento in sostituzione dell'esistente manufatto.

- Ponte sul T. Curcuraci a monte della confluenza con il t. Guardia in sostituzione del manufatto M3_Cu costituito da impalcato a travi in cemento armato precompresso di luce 10,00 m, sovrastante soletta in c.a., spalle in c.a. fondate su micropali; larghezza totale della carreggiata compreso marciapiede pari 8,50 m, altezza minima tra intradosso impalcato e fondo alveo pari a 2,50 m;

La sezione tipologica del nuovo ponte è riportata nell'immagine seguente.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	Codice documento AMV0725_F0.DOC



Per la determinazione del tirante in corrispondenza della sezione idraulica sono state ipotizzate condizioni di moto uniforme per una sezione rettangolare.

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 78.22 m ³ /s
Larghezza sezione	B=10.00 m
Pendenza del fondo	if= 5.0%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 30 m ^{1/3} /s
Scarpa	verticale

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 1.19 m
Raggio idraulico	Rh = 0.96 m
Area bagnata	A = 11.95 m ²
Velocità	V = 6.58 m/s

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Il valore del tirante, garantisce un sufficiente franco di sicurezza alla sezione di inalveazione che prevede un'altezza sotto l'impalcato del nuovo manufatto pari a 2.50 m

Il calcolo idraulico del tratto di cui è previsto il rivestimento del fondo in pietrame a valle dei nuovi salti di fondo è stato determinato secondo il criterio di Shields.

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 78.22 m ³ /s
Larghezza sezione	B=10.00 m
Pendenza del fondo	if= 5.0%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 26/d ^{1/6} m ^{1/3} /s
Scarpa (lato scogliera)	Verticale (muri in c.a.)

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 1.25 m
Raggio idraulico	Rh = 1.00 m
Area bagnata	A = 12.51 m ²
Velocità	V = 6.25 m/s

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	$g_{cr} = 0.055$
Diametro critico	Dcr= 0.66
Diametro minimo assegnato	d= 0.70 m
Parametro di mobilità:	$g = 0.053$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $g < g_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 70 cm, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinamento della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

3.4 Torrente Pace

- A valle del ponte P3_P della strada litoranea è prevista la ricalibratura della sezione idraulica mediante rimozione dei depositi detritici sul fondo alveo e riprofilatura della sezione d'alveo con sponde in gabbioni metallici e rivestimento del fondo con mantellata in pietrame e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012	

taglioni in gabbioni ad interasse di circa 15,00 m; geometria della sezione trapezoidale con larghezza al fondo di circa 25,00 m, altezza massima 3,00 m (*alta priorità*).

- Nel tratto sotto il ponte P3_P e P2_P a monte per una estesa di circa 25,00 m è prevista la rimozione dei depositi detritici sul fondo alveo e la sua stabilizzazione mediante mantellata in pietrame (*alta priorità*).
- Il salto di fondo S1_P posto sulla sezione contigua al bordo di monte del ponte P2_P, in quanto causa di grave criticità idraulica, verrà demolito e sostituito dagli interventi di sistemazione idraulica mediante briglie previste per tutto il tratto di monte, di lunghezza 190,00 m, fino al ponte ad arcate P1_P della strada panoramica dello Stretto (*alta priorità*)-
- Il tratto di lunghezza 190,00 m compreso tra i ponti P2_P e P1_P, che presenta gravissimi dissesti dovuti a rilevanti ed estese erosioni del fondo alveo pavimentato in calcestruzzo, sarà oggetto di interventi di sistemazione idraulica mediante la realizzazione di un alveo di magra centrale di larghezza 6,00 m delimitato da muri in gabbioni metallici a fronte verticale, fondo alveo rivestito in massi di cava e golene laterali rivestite con gabbioni spess. 50 cm; è altresì prevista la realizzazione di n. 10 salti di fondo con sottostanti taglioni di ammorsamento in gabbioni (*alta priorità*).
- L'intervento precitato è stato concepito anche per consentire l'eliminazione del guado esistente G1_P immediatamente a valle del ponte medesimo, prevedendo in sostituzione la realizzazione di un ponticello a circa 31,00 m a valle del ponte ad arcate P1_P (*alta priorità*).
- Sul letto del corso d'acqua sotto il ponte P1_P, costituito da pavimentazione in calcestruzzo, sono presenti dissesti e cavità dovuti e fenomeni erosivi, di cui è prevista la risarcitura mediante getti di sutura con calcestruzzo antiritiro (*bassa priorità*).
- Sul tratto a cavallo del ponte a soletta piana M9_P, posto a circa 1850 m a monte del ponte P1_P, sono previsti interventi di ribasso del fondo alveo mediante la rimozione dei materiali alluvionali ivi depositatisi per un'estesa di circa 50 m (*bassa priorità*).

Per il tratto di risistemazione idraulica mediante gabbioni metallici e rivestimento del fondo in pietrame a valle del ponte P3_P è stato determinato il diametro stabile per il rivestimento del fondo, nonché il tirante idrico in funzione del valore di portata massimo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC

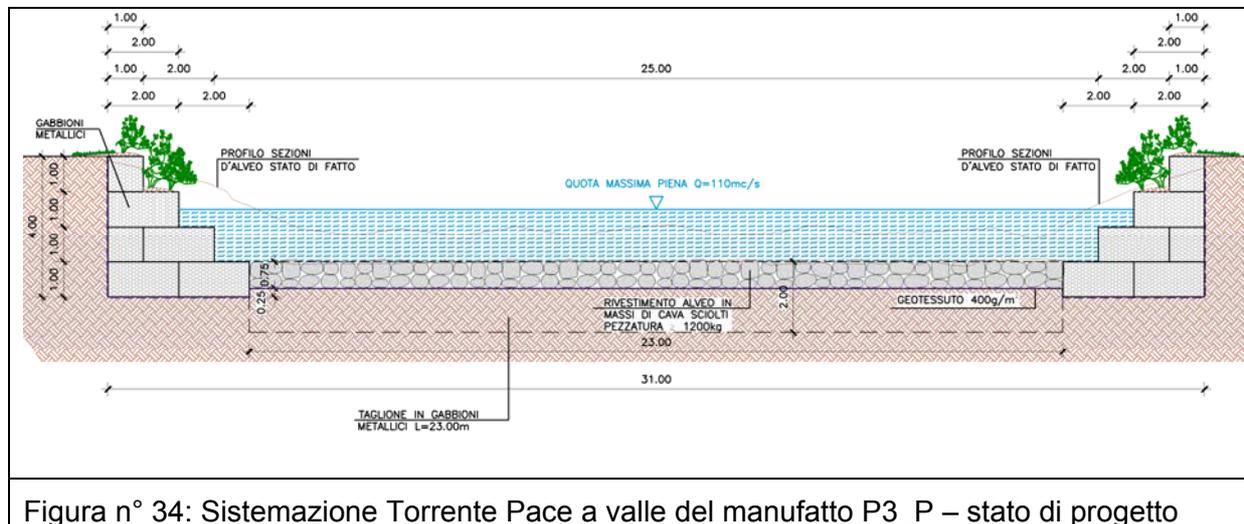


Figura n° 34: Sistemazione Torrente Pace a valle del manufatto P3_P – stato di progetto

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata ($T_r = 300$ anni)	$Q = 110 \text{ m}^3/\text{s}$
Larghezza sezione	$B = 25.00 \text{ m}$
Pendenza del fondo	$if = 1.6\%$
Coefficiente di scabrezza	$K_s = 26/d^{1/6} \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
Scarpa (lato scogliera)	Ipotizzata verticale massi solo sul fondo

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	$h = 1.05 \text{ m}$
Raggio idraulico	$R_h = 0.97 \text{ m}$
Area bagnata	$A = 26.18 \text{ m}^2$
Velocità	$V = 4.20 \text{ m/s}$

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	$\vartheta_{cr} = 0.059$
Diametro critico	$D_{cr} = 0.18$
Diametro minimo assegnato	$d = 0.25 \text{ m}$
Parametro di mobilità:	$\vartheta = 0.039$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro $\geq 25 \text{ cm}$, assicura che i massi non possano essere

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

asportati dalle azioni di trascinarsi della corrente durante i più pericolosi eventi di piena. Il valore del tirante, prossimo al metro, garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

La sistemazione idraulica del tratto compreso tra i manufatti P2_P e P3_P prevede la realizzazione di un alveo di magra centrale di larghezza 6,00 m delimitato da muri in gabbioni metallici a fronte verticale, fondo alveo rivestito in massi di cava e golene laterali rivestite con gabbioni spess. 50 cm.

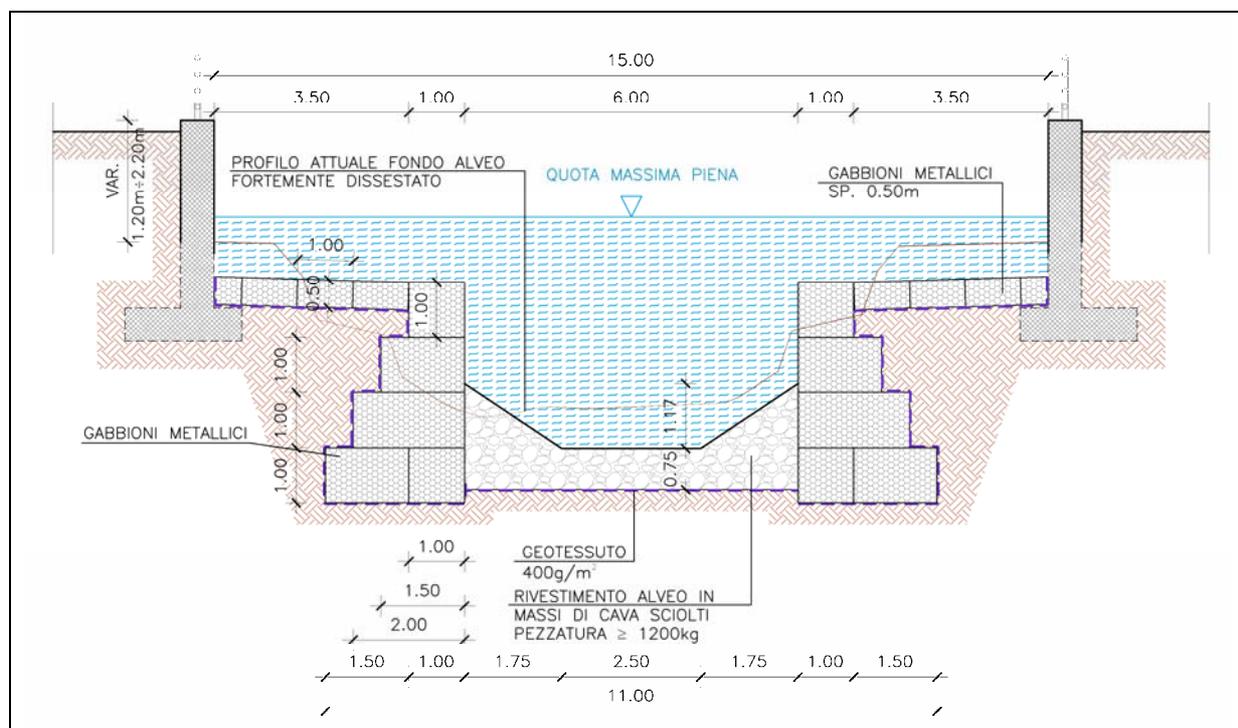


Figura n° 35: Sistemazione Torrente Pace tra i manufatti P2_P e P1_P – stato di progetto

La determinazione del diametro stabile di sistemazione del fondo è stata eseguita secondo la precitata teoria di Shields che ha determinato la seguente dimensione minima per i massi. Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 110 m ³ /s
Larghezza sezione	B=15.00 m
Pendenza del fondo	if= 4.5%

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Coefficiente di scabrezza $K_s = 26/d^{1/6} \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
 Scarpa (lato scogliera) $2/3$

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante $h = 1.19 \text{ m}$
 Raggio idraulico $R_h = 1.02 \text{ m}$
 Area bagnata $A = 17.78 \text{ m}^2$
 Velocità $V = 6.19 \text{ m/s}$

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico: $\vartheta_{cr} = 0.056$
 Diametro critico $D_{cr} = 0.56$
 Diametro minimo assegnato **$d = 0.60 \text{ m}$**
 Parametro di mobilità: $\vartheta = 0.052$

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro $\geq 60 \text{ cm}$, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinamento della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

Come riportato nelle premesse, data la tipologia di dissesti presenti sul tratto di torrente tra i manufatti P3_P e P2_P e date le caratteristiche della sezione di inalveazione prevista, è stato determinato il profilo idraulico secondo la configurazione di progetto in condizioni di moto permanente mediante l'impiego del software Hec-Ras.

Il profilo così determinato ha confermato la riduzione del rischio idraulico sia in corrispondenza dei manufatti P1_P e P2_P, avendo eliminato il salto di fondo immediatamente a monte di quest'ultimo, sia nel tratto a valle del manufatto P3_P mediante la sistemazione idraulica con alveo di magra centrale e n° 10 briglie aventi altezza variabile da 1.00 m a 1.45 m.

Le portate impiegate per il calcolo sono state quelle previste dal DICA che si riportano per brevità:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito					
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>08/06/2012</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	08/06/2012
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	08/06/2012						

Bacini	A	A/Atot %	Q=40 m ³ /s	Q=50 m ³ /s	Q=60 m ³ /s	Q=75 m ³ /s	Q=90 m ³ /s	Q=100 m ³ /s	Q=110 m ³ /s
B1_P	1063427	42,96	17,19	21,48	25,78	32,22	38,67	42,96	47,26
B2_P	898303	36,29	14,52	18,15	21,78	27,22	32,66	36,29	39,92
B3_P	513417	20,74	8,30	10,37	12,45	15,56	18,67	20,74	22,82
tot	2475147	100,00	40,00	50,00	60,00	75,00	90,00	100,00	110,00

Tabella n° 11: Valori di portata per i singoli sottobacini del T. pace

Per i coefficienti di scabrezza si sono impiegati i seguenti valori

$K_s=30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per tratti con sistemazioni in gabbioni metallici e con rivestimento del fondo in pietra;

$K_s=40 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ per elementi in calcestruzzo quali muri di sponda;

Si riporta di seguito il profilo idraulico calcolato a valle del manufatto M5_G fino alla foce; per semplicità e chiarezza di lettura sono stati riportati i soli profili idraulici delle portate per tempi di ritorno di 50-100-200 e 300 anni.

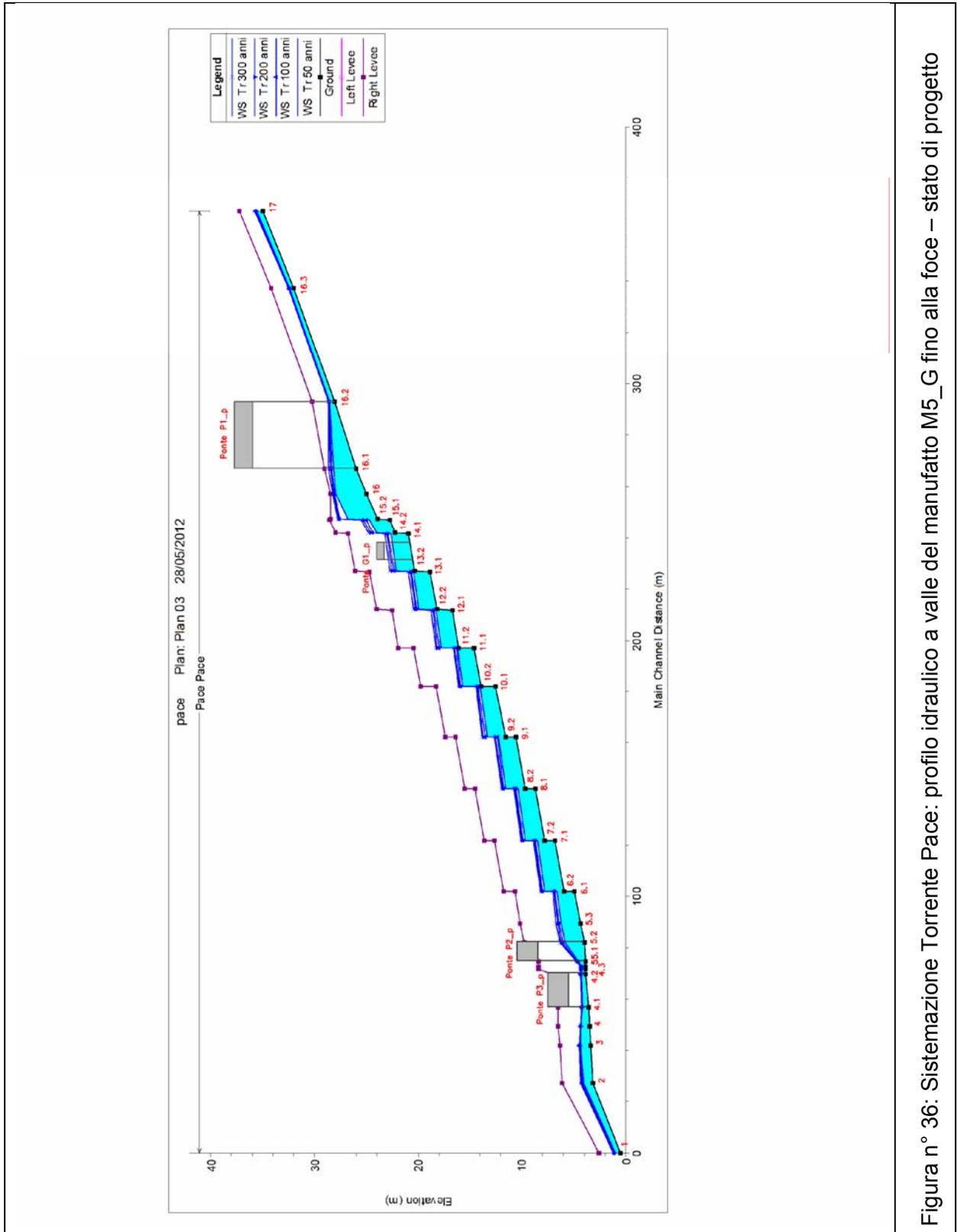


Figura n° 36: Sistemazione Torrente Pace: profilo idraulico a valle del manufatto M5_G fino alla foce – stato di progetto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0

Come si evince dal profilo i tiranti idraulici determinati in condizioni di moto permanente garantiscono un adeguato franco di sicurezza per i manufatti esistenti P3_P, P2_P e P1_P; per il manufatto che sostituisce il guado G1_P a valle del ponte ad arcate P3_P il franco per la piena con tempo di ritorno pari a 300 anni è inferiore al metro ma viene comunque garantita una sufficiente sezione di deflusso al di sotto della quota dell'impalcato.

Si riportano per completezza i dati idraulici caratteristici del tratto oggetto di modellazione determinati per la piena avente tempo di ritorno pari a 300 anni.

Torrente Pace Tr=300 anni Q=110 mc/s

Sezioni	Manufatti	Min Ch (m)	El (m)	W.S. Elev (m)	Tirante (m)	Crit (m)	W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude	# Chl
Monte	17 Valle M5_G	35	35.73	0.73	36.12	37.04	0.045087	5.07	21.7	29.55	1.89			
	16.3	32	32.48	0.48	33.02	34.79	0.135911	6.74	16.33	33.9	3.1			
	16.2	28	28.63	0.63	29.1	30.34	0.072033	5.8	18.97	30.25	2.34			
	16.1	26	28.64	2.64	27.17	28.76	0.000847	1.5	73.26	27.7	0.29			
	16	25	28.28	3.28	27.52	28.71	0.002685	3.08	38.05	15	0.57			
	15.2	23.94	27.77	3.83	27.77	28.63	0.008055	4.34	27.92	15	0.74			
	15.1	22.74	25.5	2.76	26.59	28.42	0.03733	7.56	14.54	6	1.55			
	14.2	22.18	24.77	2.59	26.02	28.15	0.045601	8.15	13.5	6	1.73			
	14.1 Nuovo manufatto G1_P	20.98	23.21	2.23	24.82	28	0.073338	9.7	11.35	6	2.25			
	13.2 Nuovo manufatto G1_P	20.31	22.68	2.37	24.15	26.84	0.060326	9.03	12.18	6	2.02			
	13.1	18.86	20.93	2.07	22.7	26.66	0.094182	10.61	10.37	6	2.58			
	12.2	18.19	20.43	2.24	22.04	25.16	0.071903	9.63	11.43	6	2.23			
	12.1	16.74	18.74	2.00	20.59	24.98	0.106242	11.08	9.93	6	2.75			
	11.2	16.07	18.26	2.19	19.91	23.29	0.078523	9.94	11.07	6	2.34			
	11.1	14.62	16.58	1.96	18.46	23.12	0.1132	11.33	9.71	6	2.84			
	10.2	13.95	16.1	2.15	17.8	21.31	0.082306	10.11	10.88	6	2.4			
	10.1	12.5	14.44	1.94	16.35	21.14	0.11719	11.47	9.59	6	2.9			
	9.2	11.6	13.8	2.20	15.44	18.76	0.076965	9.87	11.15	6	2.31			
	9.1	10.6	12.63	2.03	14.44	18.63	0.100422	10.86	10.13	6	2.67			
	8.2	9.7	11.97	2.27	13.54	16.58	0.069536	9.51	11.57	6	2.19			
	8.1	8.7	10.78	2.08	12.55	16.45	0.092782	10.55	10.42	6	2.56			
	7.2	7.8	10.11	2.31	11.65	14.54	0.065997	9.33	11.79	6	2.12			
	7.1	6.8	8.9	2.10	10.64	14.42	0.089156	10.4	10.57	6	2.5			
	6.2	5.9	8.22	2.32	9.63	12.58	0.064386	9.25	11.89	6	2.1			
	6.1	4.9	7.01	2.11	8.63	12.45	0.087509	10.33	10.65	6	2.48			
	5.3	4.39	6.67	2.28	8.12	11.22	0.068427	9.45	11.63	6	2.17			
	5.2 Manufatto P2_P	4	6.33	2.33	7.85	10.66	0.063895	9.22	11.93	6	2.09			
	5.1 Manufatto P2_P	3.89	4.71	0.82	5.79	9.85	0.167661	10.04	10.95	13.4	3.55			
	5	3.89	4.31	0.42	5.11	9.34	0.353942	9.94	11.07	26.2	4.88			
	4.3	3.89	4.32	0.43	5.11	9.1	0.325002	9.68	11.36	26.2	4.69			
	4.2 Manufatto P1_P	3.89	4.37	0.48	5.1	8.3	0.235648	8.78	12.53	26.2	4.05			
	4.1 Manufatto P1_P	3.54	4.26	0.72	4.81	6.18	0.069341	6.15	17.89	25	2.32			
4	3.49	4.38	0.89	4.76	5.62	0.034047	4.94	22.26	25	1.67				
3	3.37	4.41	1.04	4.64	5.32	0.022595	4.23	26.01	27	1.38				
2	3.13	4.39	1.26	4.4	4.99	0.011683	3.45	31.89	27	1.01				
Valle	1	0.5	1.14	0.64	1.81	3.97	0.180821	7.45	14.76	24.92	3.09			

La quota di estradosso del nuovo manufatto di attraversamento, in sostituzione dell'esistente guado G1_P, è stata determinata sulla base dell'altimetria delle strade di accesso all'attuale guado e di conseguenza è stata definita la geometria dell'impalcato previsto in progetto.

- *Ponte sul T. Pace*, in sostituzione del guado G1_P, costituito da impalcato a travi in cemento armato precompresso di luce 16,00 m, sovrastante soletta in c.a., spalle in c.a. fondate su micropali; larghezza totale della carreggiata pari 5,00 m, altezza minima tra intradosso impalcato e fondo alveo pari a 2,50 m.

Si riporta per completezza la sezione tipo del nuovo manufatto di attraversamento in sostituzione del guado esistente G1_P.

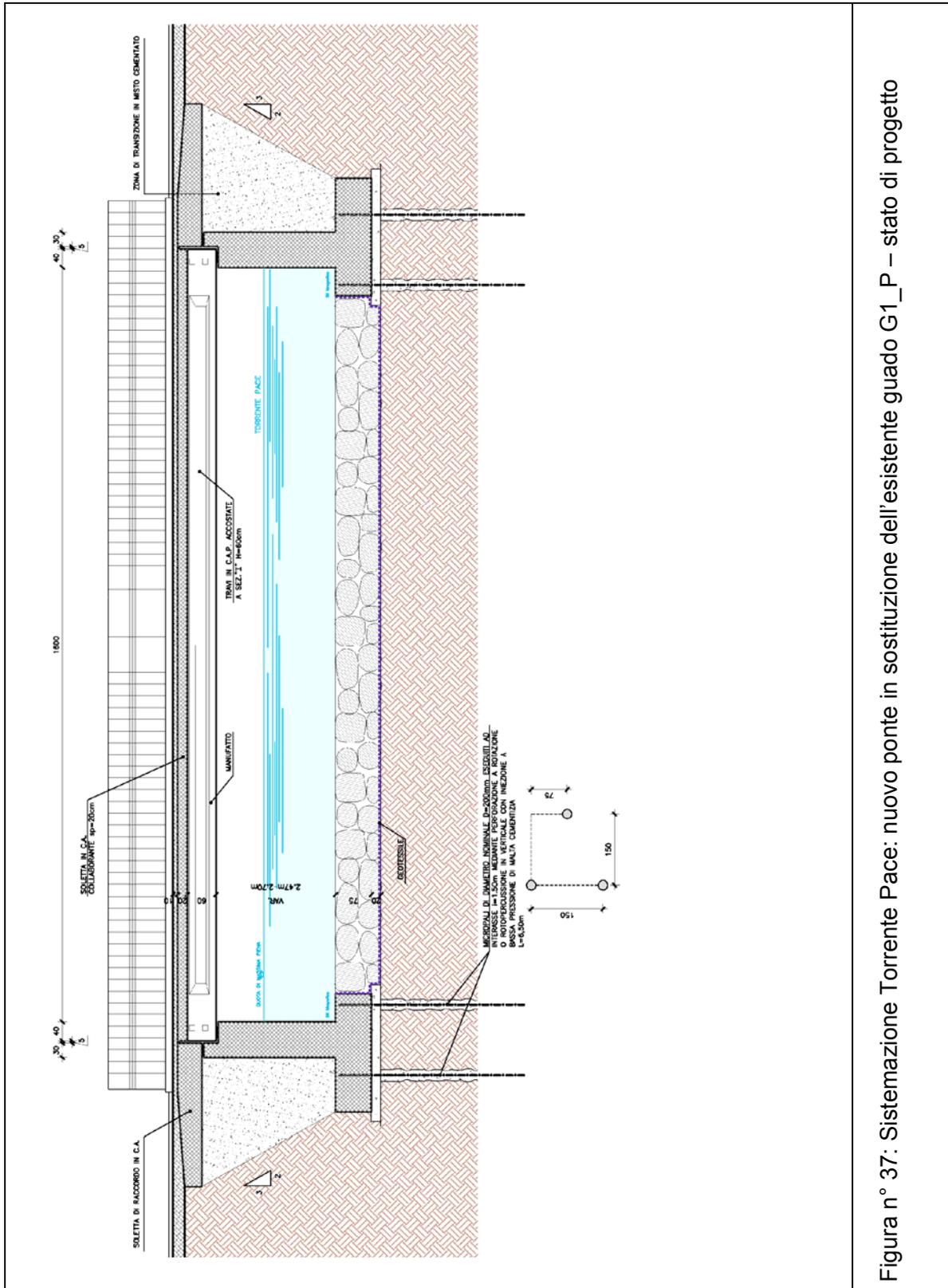


Figura n° 37: Sistemazione Torrente Pace: nuovo ponte in sostituzione dell'esistente guado G1_P – stato di progetto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	Codice documento AMV0725_F0.DOC	Rev F0	Data 08/06/2012

3.5 Torrente Annunziata

- Il tratto fluviale a valle della strada litoranea per circa 50 m sarà oggetto di interventi di ricalibratura delle sezioni mediante rimozione dei depositi detritici esistenti e realizzazione di una sezione di inalveazione di larghezza variabile da 24 a 15 m, rivestimento del fondo alveo in pietrame e sponde in gabbioni (*bassa priorità*).
- A monte della strada litoranea per 540 m il torrente scorre entro manufatto scatolare M10_A ove è prevista la pulizia dei depositi detritici presenti sul fondo; (*bassa priorità*).
- Il tratto fluviale successivo a monte del manufatto M10_A, per una lunghezza di 760 m, risulta canalizzato tra argini costituiti da muri in c.a., altezza 3,70 m, fondo alveo con savanella centrale di magra rivestito in calcestruzzo che presenta tratte gravemente dissestate a causa di sifonamenti ed erosioni del rivestimento in calcestruzzo; in tale tratto sono altresì presenti due ponti a soletta piana, rispettivamente da valle verso monte M11c_A e M11b_A, che costituiscono sezioni di criticità idraulica; al fine di ridurre il livello di rischio delle criticità idrauliche si prevede il risezionamento della savanella centrale di magra portandola da BxH=2,00x0,50 m a BxH=4,00x1,20 m e realizzandola con fondo e sponde in gabbioni metallici (*bassa priorità*).

Per il tratto di risistemazione idraulica mediante gabbioni metallici e rivestimento del fondo in pietrame a valle della strada litoranea è stato determinato il diametro stabile per il rivestimento del fondo, nonché il tirante idrico in funzione del valore di portata massimo.

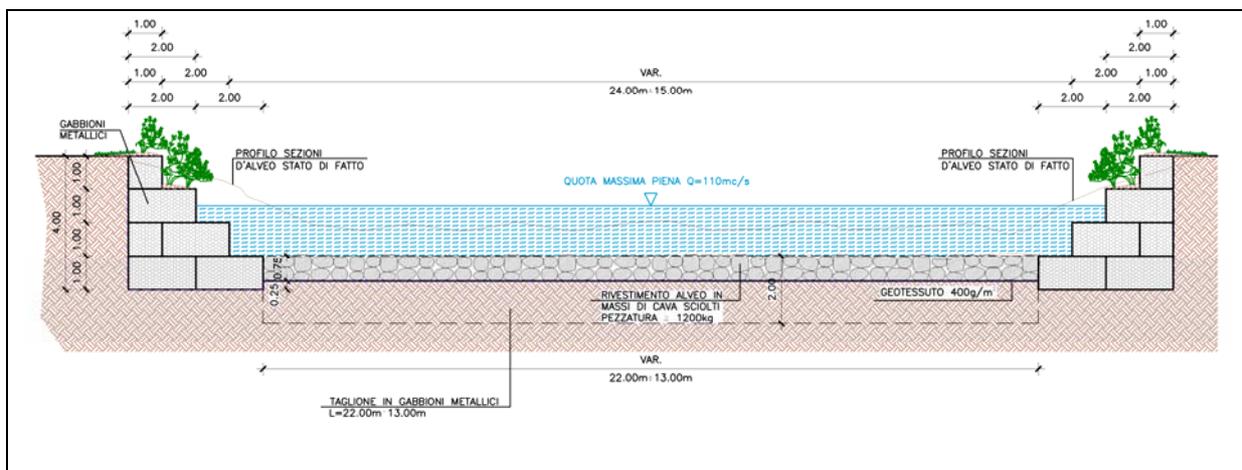


Figura n° 38: Sistemazione Torrente Annunziata a valle della strada litoranea – stato di progetto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 200 m ³ /s
Larghezza sezione	B=24.00 m
Pendenza del fondo	if= 5.0%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 26/d ^{1/6} m ^{1/3} /s
Scarpa (lato scogliera)	Ipotizzata verticale massi solo sul fondo

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 1.24 m
Raggio idraulico	Rh = 1.12 m
Area bagnata	A = 29.67 m ²
Velocità	V = 6.74 m/s

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	ϑ_{cr} = 0.056
Diametro critico	D _{cr} = 0.63
Diametro minimo assegnato	d = 0.65 m
Parametro di mobilità:	ϑ = 0.057

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 65 cm, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinamento della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.

Il valore del tirante garantisce inoltre un sufficiente franco di sicurezza alla nuova sezione di inalveazione.

La sistemazione idraulica prevista a monte del manufatto M10_A fino alla confluenza con i Torrenti Ciccia e Ciaramita prevede la realizzazione di una savanella centrale di magra all'interno della sezione esistente entro muri di sponda in c.a. in quanto l'alveo, rivestito in cls, presenta estesi dissesti localizzati per lo più nella porzione centrale.

Si riporta per completezza la sezione tipo di sistemazione idraulica che prevede un incremento della savanella centrale di magra rispetto allo stato di fatto, portandola da BxH=2,00x0,50 m a

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	Codice documento AMV0725_F0.DOC	Rev F0	Data 08/06/2012

BxH=4,00x1,20 con sagomatura trapezoidale, per un incremento di superficie pari a 5.68 m² aumentando quindi la capacità di deflusso della sezione.

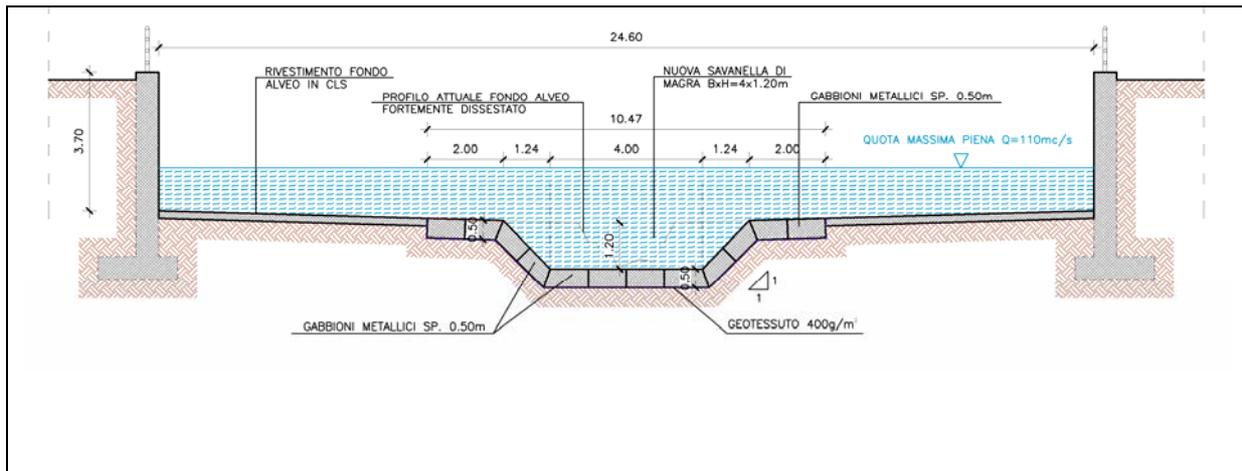


Figura n° 39: Sistemazione Torrente Annunziata a monte del manufatto M10_A fino alla confluenza T. Ciccia-T. Ciaramita – stato di progetto

3.5.1 Torrente Ciccia

- Il Torrente Ciccia, affluente di sinistra del T. Annunziata, all'altezza dell'ingresso al Polo Universitario (Facoltà di Veterinaria e Farmacia), riceve il contributo di un rio in sinistra idraulica interamente tombinato al di sotto di alcune stradelle interne all'area universitaria; tale tombino del diametro di 1 m si estende per una lunghezza di circa 540 m ma la sua sezione risulta completamente insufficiente entrando in pressione e provocando l'inondazione del piano viabile già per valori di portata con tempi di ritorno di 5 anni; per rimuovere tali criticità idraulica è prevista la sostituzione del tombino circolare T1_A di diametro 1 m con tombino a sezione rettangolare di dimensione BxH = 2,00x2,00m (*alta priorità*).

Si riporta per completezza la sezione tipologica del nuovo manufatto scatolare in progetto ed i dati idraulici, avendo ipotizzato l'instaurarsi di condizioni di moto uniforme all'interno dello scatolare.

La geometria dello scatolare è stata definita anche in funzione della giacitura dello stesso, prevista al di sotto della sede viaria in sostituzione dell'esistente condotta circolare.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	Codice documento AMV0725_F0.DOC	Rev F0	Data 08/06/2012

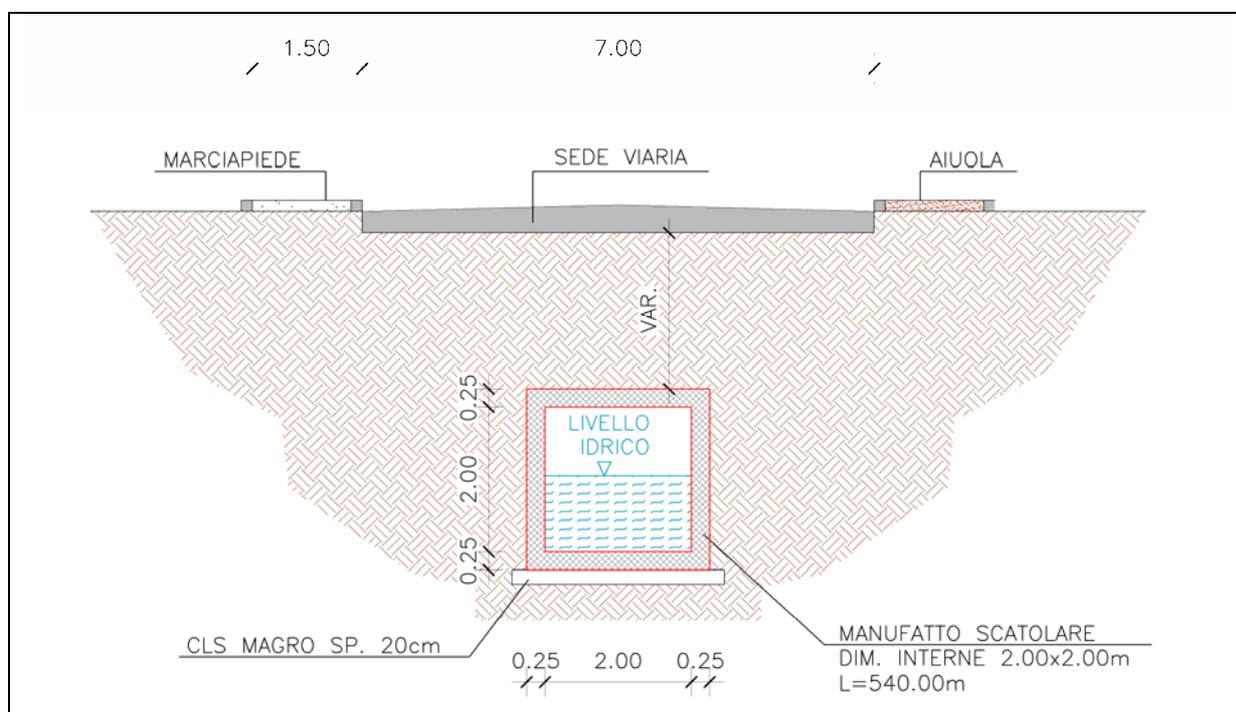


Figura n° 40: Sistemazione Torrente Ciccia: nuovo manufatto scatolare T1_A – stato di progetto

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 35.59 m ³ /s
Larghezza sezione	B=2.00 m
Pendenza del fondo	if= 5.0% fondo manufatto scatolare
Coefficiente di scabrezza	Ks= 70 m ^{1/3} /s
Scarpa	verticale

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 1.58 m
Raggio idraulico	Rh = 0.61 m
Area bagnata	A = 3.15 m ²
Velocità	V = 11.28 m/s

Il valore del tirante, garantisce un sufficiente franco di sicurezza un'altezza libera all'interno dello scatolare pari a 2.00 m.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

3.5.2 Torrente Ciaramita

- Sul Torrente Ciaramita, affluente di destra, sono presenti due ponti a soletta piana M13_A ed M14_A con criticità idraulica già per portate con tempi di ritorno 10 anni; per il miglioramento delle due criticità dovute ai suddetti ponti si prevede la realizzazione di un manufatto scatolare di sezione 2,50x2,50 m, posto sotto una delle carreggiate stradali affiancate al corso d'acqua, con funzioni di diversivo, con bocca di presa circa 15 m a monte del ponte e restituzione all'alveo attuale circa 15 m a valle (*alta priorità*).

Si riporta per completezza la sezione tipologica dei succitati manufatti scatolari per la diversione di portata ed i dati idraulici, avendo ipotizzato l'instaurarsi di condizioni di moto uniforme all'interno degli stessi fino al riempimento quasi totale, per gli eventi di piena di maggiore intensità, che determinano la massima riduzione di criticità sui manufatti di attraversamento M13_A ed M14_A rinviando ad una fase più avanzata la trattazione con modellazione Hec-Ras.

I manufatti di diversione hanno quota di imposta del fondo pari alla quota di fondo del torrente Ciaramita e altezza interna pari a circa l'altezza libera al di sotto dei manufatti di attraversamento M13_A ed M_14_A.

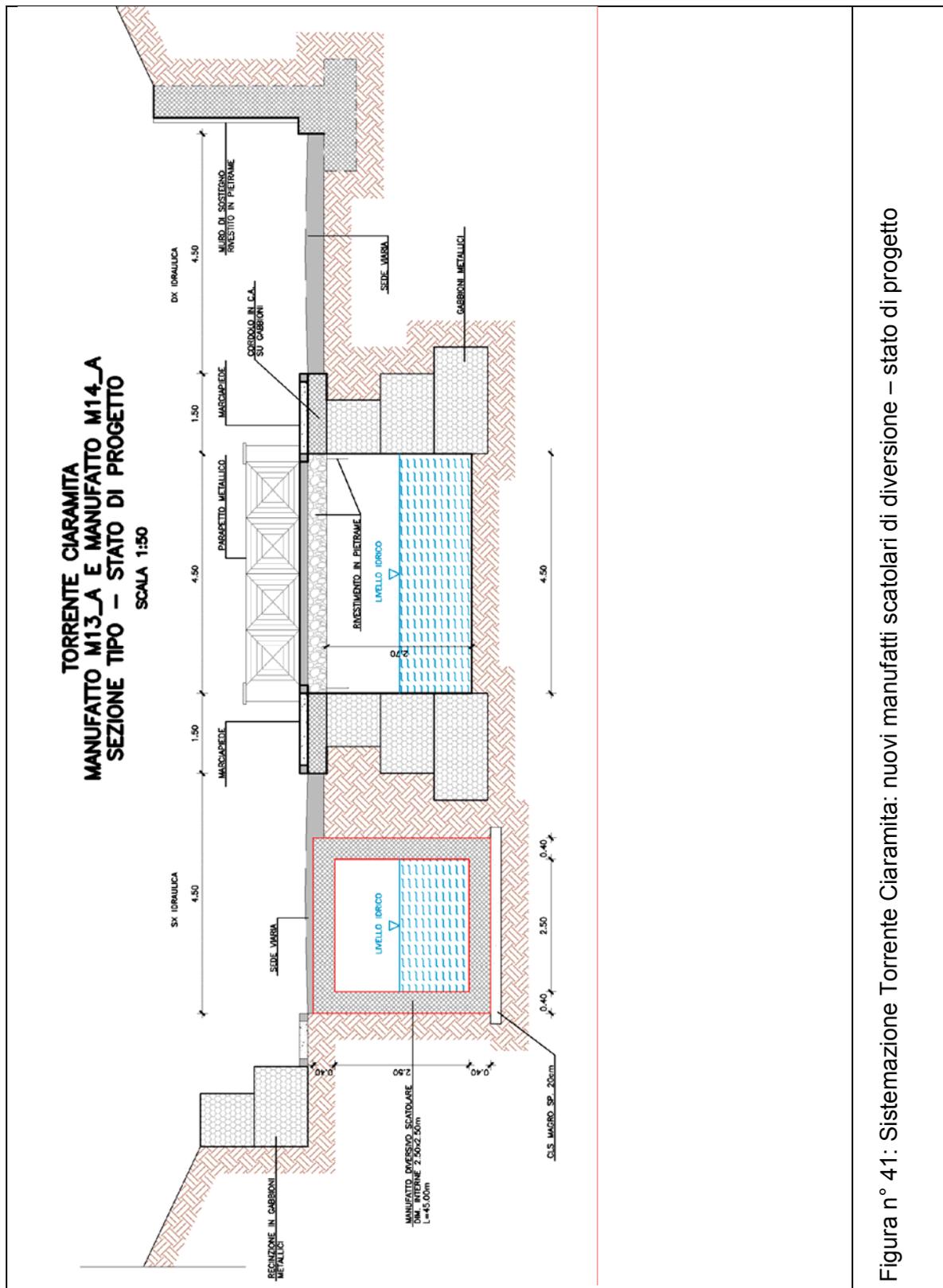


Figura n° 41: Sistemazione Torrente Ciaramita: nuovi manufatti scatoriali di diversione – stato di progetto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Larghezza sezione	B=2.00 m
Altezza sezione	B=2.00 m
Pendenza del fondo	if= 1.0% fondo manufatto scatolare
Coefficiente di scabrezza	Ks= 70 m ^{1/3} /s
Scarpa	verticale

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 1.99 m
Raggio idraulico	Rh = 0.50 m
Area bagnata	A = 4 m ²
Portata (Tr = 300 anni)	Q= 17.60 m³/s
Velocità	V = 4.41 m/s

Il valore della portata determinato in condizioni di moto uniforme consente di deviare dal corso principale del torrente Ciaramita una portata pari a 17.60 m³/s, di conseguenza la portata transitante al di sotto dei manufatti M13_A ed M14_A si riduce della medesima quantità, portando la portata massima da 62.90 m³/s a 45.30 m³/s, riducendo di circa 1/3 la portata transitante al di sotto dei manufatti con pari benefici sulle quote del pelo libero.

3.6 Torrente San Filippo

- Sul tratto fluviale a valle della SS114 sono previste, nell'ambito del progetto definitivo del Ponte sullo Stretto, opere connesse al progetto definitivo dell'autostrada e dello svincolo autostradale (*alta priorità*); tali opere sono così costituite:
 - in destra idraulica demolizione e ricostruzione del muro d'argine, mantenendo l'allineamento esistente e garantendo almeno l'attuale sezione idraulica di deflusso;
 - poco al di sotto della SS114 demolizione e ricostruzione dell'esistente ponte con altro a unica campata; allineamento della spalla in destra con i nuovi muri d'argine, eliminando così l'attuale restringimento della sezione di deflusso;
 - piccoli interventi di sistemazione dell'alveo con creazione di gaveta di magra. In particolare per una lunghezza di circa 440 m si darà all'alveo una pendenza media del 2,50% con alcuni salti in gabbioni che integrano e rafforzano le briglie esistenti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito		
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA		<i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 08/06/2012

- Il tombino scatolare T2_SF sulla SS114 per una lunghezza di 100 m verso monte presenta un interno fortemente interrto da depositi detritici di cui si prevede la rimozione (*alta priorità*).
- Il tratto fluviale a monte del tombino scatolare T2_SF di lunghezza 850 m circa presenta salti di fondo in calcestruzzo di altezza circa 1,00 m e lunghezza 25,00 m, alcuni fortemente dissestati, di cui si prevede il ripristino funzionale mediante demolizione e rifacimento in gabbioni e la realizzazione di mantellata in pietrame a valle di ciascuno per circa 10,00 m (*bassa priorità*).
- Nel tratto fluviale precitato, in sponda sinistra nella muratura arginale in cemento armato è presente un tratto di circa 25,00 m fortemente deformato verso l'interno alveo di cui è possibile il crollo senza preavviso e che perciò dovrà essere oggetto di demolizione e ricostruzione (*bassa priorità*).
- Nel tombino scatolare T1_SF di lunghezza 750 m, nei pressi dello stadio San Filippo è necessario prevedere la rimozione dei depositi detritici presenti sul fondo dello scatolare (*bassa priorità*).
- Il ponte a soletta piana P3a_SF, in corrispondenza della rampa d'accesso alla carreggiata autostradale in direzione Catania, presenta forte criticità idraulica a causa di rilevanti depositi di materiale detritico; si rende necessaria la rimozione dei depositi detritici e l'abbassamento della quota di fondo alveo (*alta priorità*).

Gli interventi previsti in progetto non alterano la condizioni di deflusso delle portate di piena ma determinano un miglioramento della sicurezza idraulica a di stabilizzazione del fondo alveo mediante la realizzazione di strutture in gabbioni metallici in sostituzione dei salti di fondo in calcestruzzo ammalorati nel tratto di torrente tra i manufatti scatoari T2_SF e T1_SF e inserimento di mantellate in pietrame a valle dei salti medesimi.

Anche la rimozione dei rinterri nel manufatto T2_SF e in corrispondenza della rampa d'accesso alla carreggiata autostradale in direzione Catania dello svincolo San Filippo porta ad un miglioramento delle condizioni di deflusso attuali.

Si riporta per completezza la sezione tipologica della sistemazione idraulica proposta per i salti di nonché il calcolo idraulico per la determinazione del diametro stabile per la mantellata a valle dei salti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito	
		INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA	Codice documento AMV0725_F0.DOC

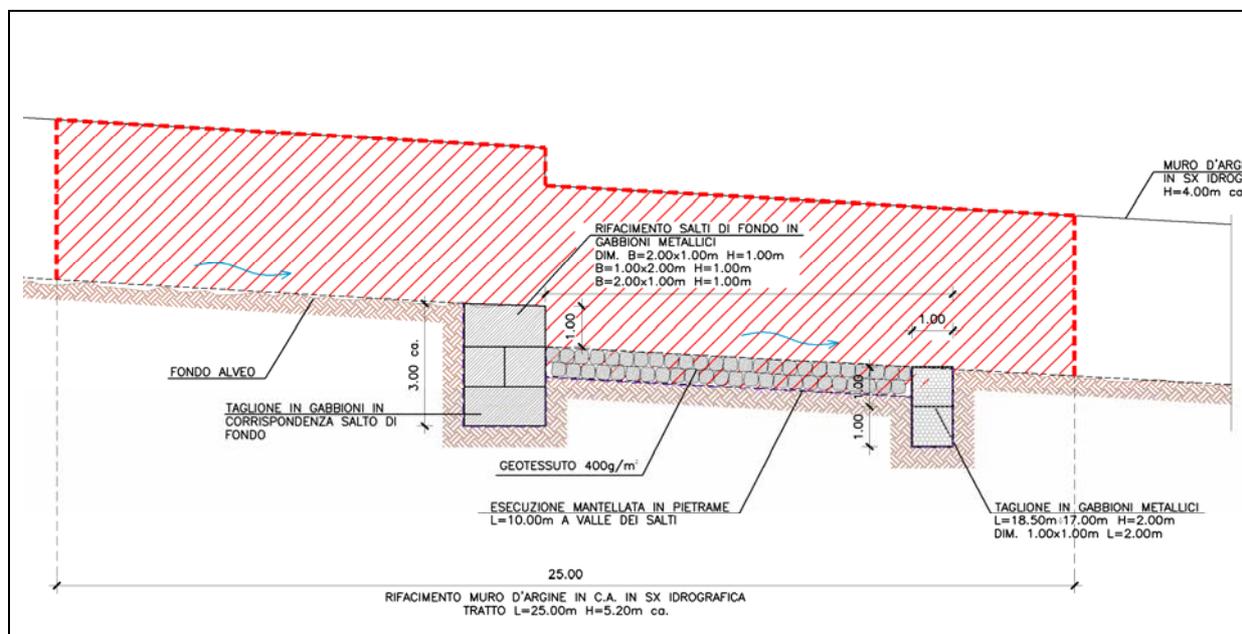


Figura n° 42: Sistemazione Torrente San Filippo: rifacimento salti di fondo – stato di progetto

Per il calcolo sono stati impiegati i seguenti dati:

Portata (Tr = 300 anni)	Q= 310 m ³ /s
Larghezza sezione	B=17.00 m
Pendenza del fondo	if= 3.0%
Coefficiente di scabrezza	Ks= 26/d ^{1/6} m ^{1/3} /s
Scarpa (lato scogliera)	verticale

I risultati del modello idraulico delle condizioni di progetto sono di seguito riportati:

Tirante	h = 2.49 m
Raggio idraulico	Rh = 1.93 m
Area bagnata	A = 42.37 m ²
Velocità	V = 7.32 m/s

Il calcolo del diametro stabile sulla scogliera:

Parametro di mobilità critico:	ϑ_{cr} = 0.057
Diametro critico	D _{cr} = 0.77
Diametro minimo assegnato	d= 0.80 m
Parametro di mobilità:	ϑ = 0.055

La condizione di stabilità si verifica constatando che: $\vartheta < \vartheta_{cr}$

		<p align="center">Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO Alternative ai siti di deposito</p>		
<p align="center">INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA</p>		<p><i>Codice documento</i> AMV0725_F0.DOC</p>	<p><i>Rev</i> F0</p>	<p><i>Data</i> 08/06/2012</p>

L'adozione di massi in pietrame aventi diametro ≥ 80 cm, assicura che i massi non possano essere asportati dalle azioni di trascinamento della corrente durante i più pericolosi eventi di piena.