



Contraente: 	Progetto: RIFACIMENTO METANODOTTO CHIETI - RIETI DN400 (16") DP 75 bar E OPERE CONNESSE		Cliente: 
	N° Contratto : N° Commessa : NR/19188		
N° documento: 03858-PPL-RE-000-037	Foglio 1 di 38	Data 18-03-2020	N° documento Cliente: RE-CIIM-037

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
FIUME SALSO (o IMERA MERIDIONALE)



00	18-03-2020	EMISSIONE	QUARTARONE	FILANDRO	PEDINI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio di 2 38	Rev.:				RE-CIIM-037
		00				

INDICE

1	PREMESSA E CARATTERISTICHE GENERALI.....	3
2	CARATTERISTICHE DELL'OPERA IN PROGETTO.....	5
3	STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO.....	6
3.1	Individuazione del bacino idrografico.....	6
3.2	Analisi idrologica.....	7
3.3	Determinazione della massima portata di progetto.....	8
3.2.1	Coefficiente di deflusso medio ragguagliato.....	8
3.2.2	Tempo di corrivazione.....	9
3.2.3	Portata di progetto.....	10
3.4	Studio idraulico.....	10
4	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA.....	13
5	COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	15
6	CONCLUSIONI.....	17
	ANNESSO 1: RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA.....	18
	ANNESSO 2: GENERALITÀ SUL MODELLO HEC-RAS.....	31
	ANNESSO 3: TABELLE DI LETTERATURA.....	38

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 3 di 38	Rev.:				RE-CIIM-037
		00				

1 PREMESSA E CARATTERISTICHE GENERALI

La presente relazione è finalizzata alla determinazione delle caratteristiche idrologiche-idrauliche di un tratto Salso (Imera Meridionale), necessarie per la verifica di compatibilità idraulica della nuova condotta in acciaio “Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 (16”) DP 75 bar”, inerente al progetto del rifacimento del “Metanodotto Gagliano – Termini Imerese DN400/300 (16”/12”) – DP 75 bar – Fase 2”, il quale interferisce con aree indicate con livello di Rischio Idraulico R4 nel Piano per l’Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Imera Meridionale.

Il bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale o Salso rappresenta il secondo corso d’acqua della Sicilia, sia per l’ampiezza del bacino che per la lunghezza dell’asta principale. Si localizza nella porzione centrale del versante meridionale dell’isola e ha una forma allungata in senso N-S, occupando una superficie complessiva di circa 2000 km²

Confina ad Est con i bacini idrografici del Fiume Simeto e del Fiume Gela, ad Ovest con quelli del Fiume Platani, del Fiume Naro e del Fiume Palma, a Nord con quelli del Fiume Imera Settentrionale e del Fiume Pollina.

Le quote più elevate dello spartiacque si localizzano a settentrione in corrispondenza della dorsale meridionale delle Madonie, la quale separa il versante tirrenico dal resto dell’isola. In questo settore i rilievi principali da Ovest verso Est sono rappresentati dal Monte Catuso (1042 m s.l.m.), Serra di Puccia (1052 m s.l.m.), Monte San Salvatore (1912 m s.l.m.), Pizzo Catarineci (1660 m s.l.m.), Pizzo di Corvo (1642 m s.l.m.), Monte di Corvo (1242 m s.l.m.), Monte Zimmara (1333 m s.l.m.), Pizzo Gallo (1162 m s.l.m.), Monte Altesina (1192 m s.l.m.).

Il PAI del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale (072) è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Siciliana. La carta del rischio idraulico allegata al PAI (CTR 622050) individua un’area (in contrada Manche del Fondaco nel Comune di Blufi) con livello di rischio R4 (molto elevato) lungo il tratto in sinistra idraulica che il tracciato del metanodotto in progetto attraversa in subalveo.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

4

di

38

Rev.:

00

RE-CIIM-037



Fig. 1-1 - Vista satellitare del tracciato del metanodotto di progetto e della zona a rischio R4 del PAI.

Lo scopo del presente studio è verificare la compatibilità idraulica dell'intervento in ottemperanza a quanto richiesto dalle norme di attuazione del PAI. Si ritiene utile osservare che la perimetrazione del rischio riportata nel PAI non deriva da uno studio idraulico bensì dal recepimento delle indicazioni riportate nel P.S. 2000, nel quale sono raccolte le informazioni su eventi storici e è assegnato un livello di rischio.

Il presente studio si pone l'obiettivo di valutare le condizioni di deflusso (con e senza intervento) in corrispondenza di una portata corrispondente ad un evento con tempo di ritorno 300 anni, che è il più elevato tra quelli presi in considerazione nella redazione del PAI.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio di 5 38	Rev.:					RE-CIIM-037
		00					

2 CARATTERISTICHE DELL'OPERA IN PROGETTO

Come anticipato in premessa, il progetto prevede la posa del metanodotto di nuova realizzazione "Gagliano – Termini Imerese – DN 400 (16") – DP 75 bar" parallelamente all'alveo per un tratto di circa 700 metri in sinistra idraulica.

La posa della nuova condotta verrà eseguita tramite scavo a cielo aperto ad una profondità variabile.

L'attraversamento avverrà in una sezione più a valle, non classificata come area a rischio, con modalità trenchless.

La sezione è ricostruita con le stesse dimensioni di quella presente ante operam.

Per il dettaglio degli interventi e le caratteristiche costruttive degli stessi si rimanda agli elaborati grafici di progetto (doc. AT-119).

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

6 di 38

Rev.:

00

RE-CIIM-037

3 STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO

3.1 Individuazione del bacino idrografico

Per tracciare il bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse si è fatto riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Siciliana, mediante la quale si è definito il bacino idrografico riportato nella figura sottostante (Fig. 3-1).

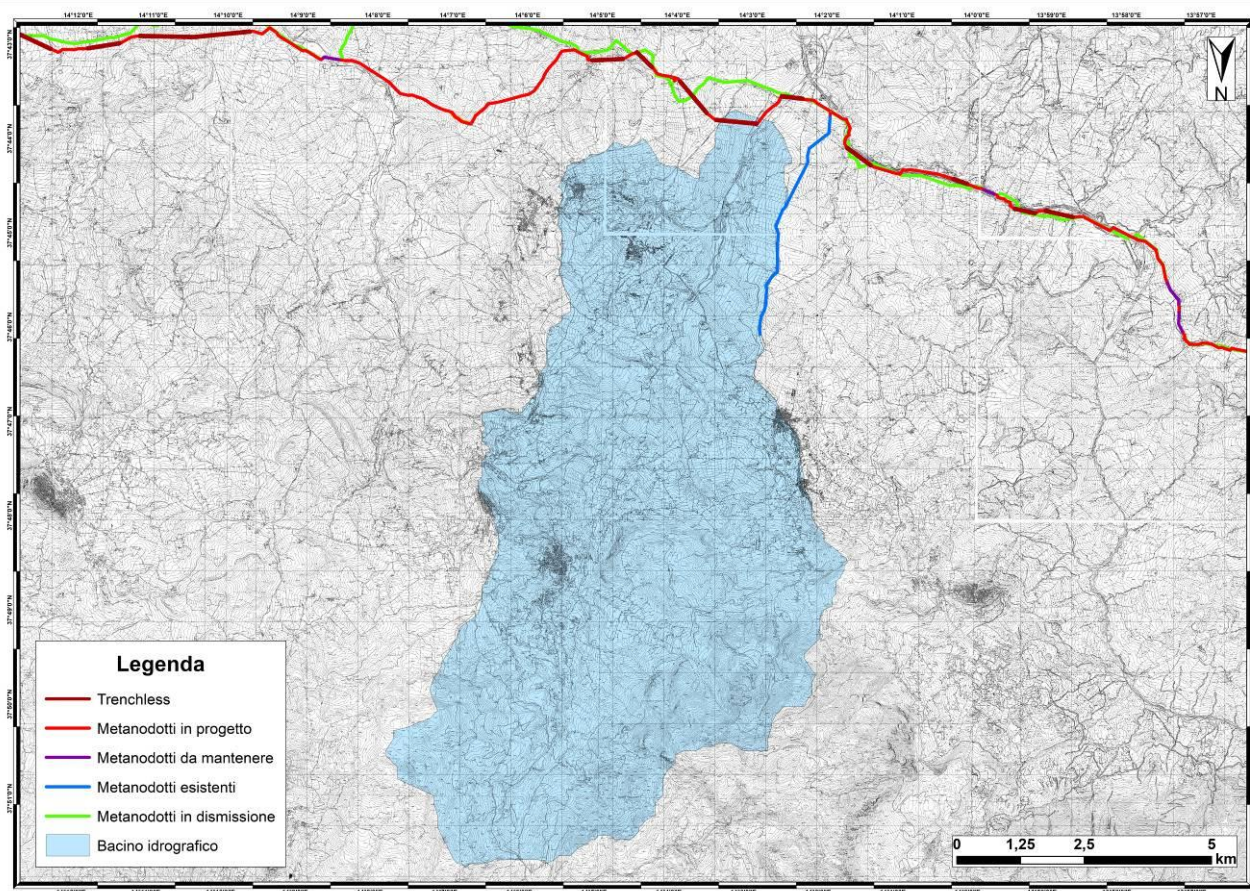


Fig. 3-1 - Bacino idrografico del fiume Salso o Imera Meridionale alla sezione di interesse.

Per il bacino idrografico si sono ricavate le seguenti caratteristiche:

Superficie [kmq]	76,24
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	1.909
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	526
Lunghezza asta [m]	17.920
Altezza media bacino [m.s.m.]	1001,6

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 7 di 38	Rev.:	00						RE-CIIM-037
--	-------------------	-------	----	--	--	--	--	--	-------------

3.2 Analisi idrologica

Lo studio idrologico del bacino in oggetto è stato condotto determinando innanzitutto le curve di possibilità climatica di riferimento, ricavate dal progetto VAPI Sicilia. Il Gruppo Nazionale per la Difesa dalla Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche ha previsto uno speciale programma operativo denominato VAPI (Valutazione Piene Italia) con l'obiettivo di unificare a scala nazionale le procedure di valutazione probabilistica delle piene. In quest'ambito è stato pubblicato il rapporto regionale "Valutazione delle piene in Sicilia".

Lo studio del GNDCI suddivide il territorio regionale in tre sottozone pluviometriche omogenee per ciascuna di esse fornisce una espressione per la determinazione semplificata della curva di probabilità pluviometrica.

Per la sottozona C (sud est) è stata indicata l'espressione:

$$x'_{t,T} = 0,5015 - 0,003516 t + (0,0003720 t^2 + 0,00102 t + 1,0101) \log T \quad (1)$$

in cui:

t: durata dell'evento di pioggia (in ore)

T: tempo di ritorno (in anni).

La curva di probabilità pluviometrica si ottiene moltiplicando la (1) per la legge di variazione della media della legge TCEV (*two components extreme value distribution* ovvero legge di distribuzione a doppia componente):

$$h(t,T) = x'_{t,T} \mu(t) \quad (2)$$

in cui:

h(t,T): altezza di pioggia per una durata t e un tempo di ritorno T (in mm);

$\mu(t) = a t^n$.

Per la valutazione della $\mu(t)$ è stata proposta una tabella con i valori di a e n per le principali stazioni siciliane.

Per l'area in esame si considera la stazione di Petralia Sottana che può ritenersi rappresentativa per il bacino idrografico in esame e che si trova in posizione baricentrica rispetto allo stesso bacino.

Per questa stazione i coefficienti indicati nel progetto VAPI sono i seguenti:

a	n
23,6	0,3674

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

8 di 38

Rev.:

00

RE-CIIM-037

3.3 Determinazione della massima portata di progetto

Per la determinazione della massima portata di progetto per un assegnato tempo di ritorno si procede secondo il metodo cinematico, secondo l'espressione di Turazza che pone:

$$Q_i = \frac{\phi_i \times i_{ci} \times S_i}{360} \quad (3)$$

dove:

Q_i portata massima in corrispondenza della sezione di interesse del bacino (m^3/s);

ϕ_i valore medio ponderale del coefficiente di deflusso del bacino, determinato come media ponderale dei valori delle diverse tipologie di aree

S_i superficie del bacino scolante (ha)

i_{ci} intensità media della pioggia espressa in mm/h, pari al rapporto tra l'altezza di pioggia critica (h) ed il tempo di corrivazione t_c , calcolati come descritto nel seguito.

I parametri della formula vengono quindi definiti nel seguente modo:

3.2.1 Coefficiente di deflusso medio ragguagliato

Viene determinato come media ponderale dei coefficienti di deflusso specifici riportati in tabella 4, applicati alle relative superfici elementari. Per le aree urbanizzate si è assunto un valore di $\phi = 0,6$

Fig. 3-2 Coefficienti di deflusso per superfici di diversa natura.

Tipo di terreno	Coltivato	Pascolo	Incolto	Bosco
Molto permeabile (terreni sabbiosi, ghiaiosi)	0,20	0,15	0,25	0,10
Permeabile (terreni limo-sabbiosi, limo-argillosi)	0,40 (30%)	0,35 (20%)	0,45 (30%)	0,30 (20%)
Poco permeabile (terreni argillosi, terreni rocciosi)	0,50	0,45	0,55	0,40

Assumendo i valori caratteristici dei terreni permeabili, in considerazione delle caratteristiche litostratigrafiche del bacino (ove si rileva la presenza principalmente di terreni limo-argillosi), dell'uso del suolo, uniforme su tutto il bacino e principalmente a destinazione agricola, considerando l'assenza di aree urbane significative all'interno del bacino, risulta:

$$k_{med} = 0,385$$

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio di 9 38	Rev.:	00							RE-CIIM-037
--	-------------------------	-------	----	--	--	--	--	--	--	-------------

3.2.2 Tempo di corrivazione

Per la determinazione del tempo di corrivazione è stato eseguito il calcolo utilizzando in via preliminare ciascuna delle diverse formule sotto riportate.

• *formula di Ventura*
$$\tau_c = 0,127 * \sqrt{\frac{S}{i}} = [ore]$$

• *formula di Giandotti*
$$\tau_c = \frac{4 * \sqrt{S} + 1,5L}{0,8 * \sqrt{H_{med} - H_0}} = [ore]$$

• *formula di Pezzoli*
$$\tau_c = 0,055 * \frac{L}{\sqrt{i}} = [ore]$$

• *formula di Puglisi*
$$\tau_c = 6 * L^{\frac{2}{3}} * (H_{max} - H_0)^{\frac{1}{3}} = [ore]$$

dove:

S superficie bacino alla sezione di progetto (in km²)

i pendenza media dell'asta (m/m)

L lunghezza dell'asta fluviale (in km)

H_{med} altezza media del bacino idrografico (in m s.l.m.)

H₀ altezza della sezione di chiusura del bacino considerata (in m s.l.m.)

H_{max} altezza massimo del bacino idrografico (in m s.l.m.)

I cui valori sono riportati al precedente paragrafo 3.1.

Dall'applicazione delle formule sopra indicate si ottengono valori abbastanza simili del tempo di corrivazione (in ore) come si può vedere dalla sottostante tabella riepilogativa:

calcolo tempo di corrivazione	ore
formula di Ventura	3.99
formula di Giandotti	3.54
formula di Pezzoli	3.55
formula di Puglisi	3.70
Tempo di corrivazione medio adottato τ_c	3.69

per la scelta del valore con il quale calcolare le portate di punta si è adottato il valore medio ottenuto

$$\tau_c = 3,69 \text{ ore}$$

RIFACIMENTO METANODOTTO GAGLIANO – TERMINI IMERESE DN 400/300 (16"/12") – DP 75 BAR – FASE 2				
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)				
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 10 di 38	Rev.:	00	RE-CIIM-037

3.2.3 Portata di progetto

Per il calcolo della portata di punta corrispondente ad un evento con tempo di ritorno 300 anni si utilizza le espressioni i (1) e (2) ottenendo:

$$h (T_r 300 \text{ anni}, t_c 3,69 \text{ ore}) = 114,92 \text{ mm}$$

applicando la formula di Turazza (3) si ottiene la portata

$$Q_{300 \text{ anni}} = 253,59 \text{ m}^3/\text{s}$$

che sarà utilizzata per la verifica idraulica.

In accordo a quanto considerato nel PAI sono stati calcolati i valori di precipitazione e portata corrispondenti ad eventi con tempi di ritorno 50 e 100 anni che risultano:

$$h (T_r 100 \text{ anni}) = 96,37 \text{ mm} \quad Q_{100 \text{ anni}} = 212,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h (T_r 50 \text{ anni}) = 84,67 \text{ mm} \quad Q_{50 \text{ anni}} = 186,84 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.4 Studio idraulico

Il calcolo in moto permanente è stato eseguito tramite elaboratore elettronico con l'ausilio del programma di calcolo Hec-Ras, per le cui caratteristiche si rimanda all'Annesso 2, mentre per i dettagli su posizione delle sezioni modellate si rimanda all'Annesso 1. **La lunghezza complessiva del tratto modellato è di circa 1.700 m.**

Sono state imposte come condizioni al contorno, a monte e valle del tratto modellato, l'altezza di moto uniforme, calcolata con una pendenza pari a quella media del tratto rilevato immediatamente successivo o precedente.

La modellazione è stata eseguita direttamente nello stato di progetto, essendo previsto il sostanziale ripristino dell'andamento delle sponde esistenti.

Nella fincatura superiore delle sezioni riportate nelle pagine seguenti sono resi noti i valori di scabrezza (secondo Manning) utilizzati per i vari tratti (Chow), fissati secondo le indicazioni riportate nella tabella 3.3 (tratta dal PAI della Regione Siciliana).

In generale si è fissato un coefficiente di Manning pari a 0,09 per l'alveo di magra e aree golenali laddove sono presenti arbusti e un coefficiente pari a 0,035 per le fasce più esterne che sono caratterizzati da terreni coltivati o adibiti a pascolo.

Ai fini della modellazione del terreno si è utilizzato il DEM della Regione Siciliana con maglia 2 m x 2m integrato con rilievi topografici condotti in situ.

Il ponte che attraversa il corso d'acqua è stato oggetto di rilievo geometrico utilizzato nel modello.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 11 di 38	Rev.: 00	RE-CIIM-037
--	--------------------	-------------	-------------

Fig. 3-3 - Valori caratteristici di scabrezza.

Valori del coefficiente di scabrezza di Manning [$m^{-1/3}\cdot s$] (Chow, 1959)

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

I risultati, grafici e numerici, sono riportati nelle pagine seguenti, dove il significato delle grandezze riportate in legenda è il seguente:

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio di 12 38	Rev.:					RE-CIIM-037
		00					

- WS Tr 50 Quota acqua per portata con tempo di ritorno 50 anni;
- Crit 50 Altezza critica per portata con tempo di ritorno 50 anni;
- WS Tr 100 Quota acqua per portata con tempo di ritorno 100 anni;
- Crit 100 Altezza critica per portata con tempo di ritorno 100 anni;
- WS Tr 300 Quota acqua per portata con tempo di ritorno 300 anni;
- Crit 300 Altezza critica per portata con tempo di ritorno 300 anni;
- Ground Fondo alveo;
- Levee Argine;
- Bank sta Ciglio alveo;

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

13

di

38

Rev.:

00

RE-CIIM-037

4 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA

I risultati della simulazione idraulica hanno condotto ai risultati riassunti nella planimetria di Fig. 4-1 che riporta le profondità della piena per l'evento più gravoso corrispondente ad un evento con tempo di ritorno 300 anni.

Si osserva che l'area inondata è meno estesa di quella indicata nel PAI che, tuttavia, non era stata fissata da alcuno studio ed inoltre il tratto di metanodotto posato parallelamente al fiume non è interessato dal deflusso della portata di piena trecentennale.

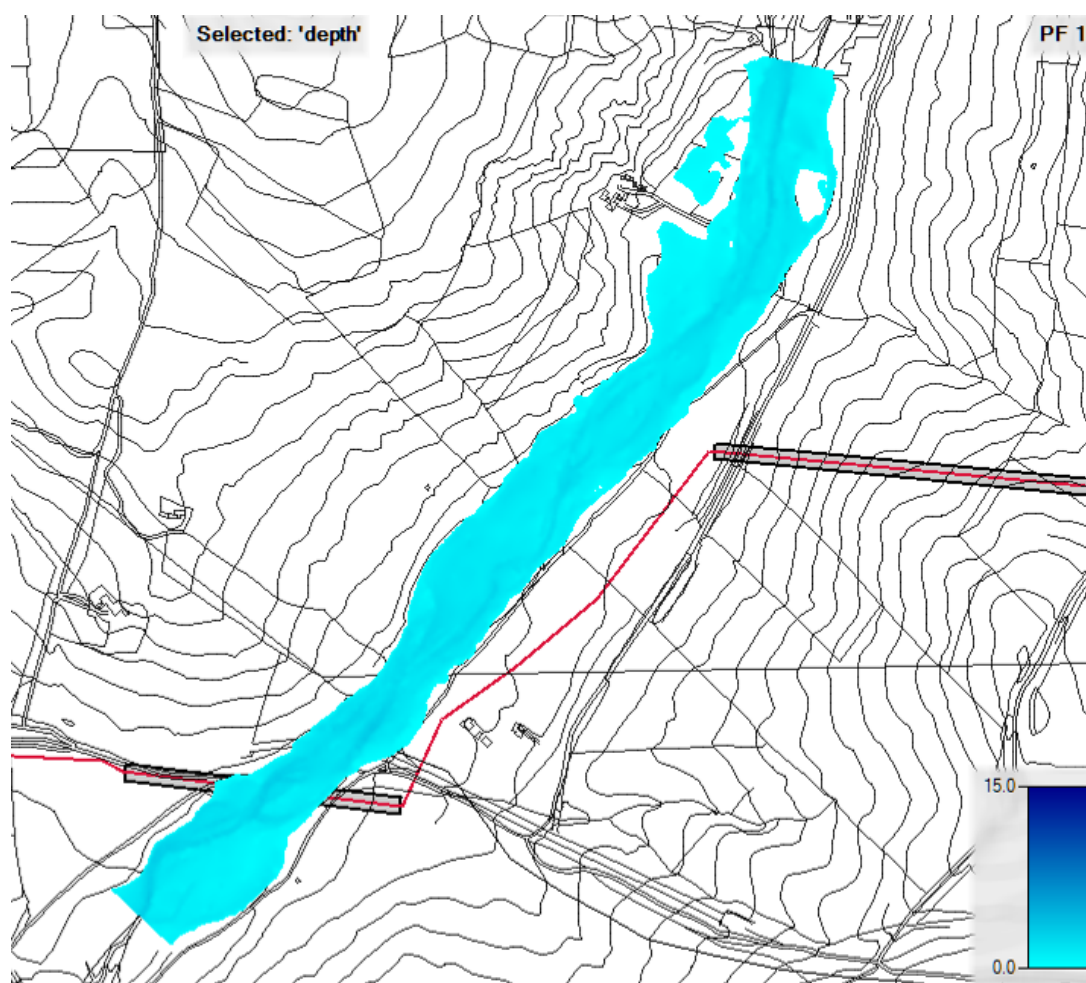


Fig. 4-1- Aree inondate per eventi con tempo di ritorno 300 anni.

L'unico tratto di progetto che interferisce con il corso d'acqua è quello dell'attraversamento in trenchless. In corrispondenza della sezione di attraversamento non è peraltro indicato alcun livello di rischio nelle carte del PAI (Fig. 4-2).

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

14 di 38

Rev.:

00

RE-CIIM-037

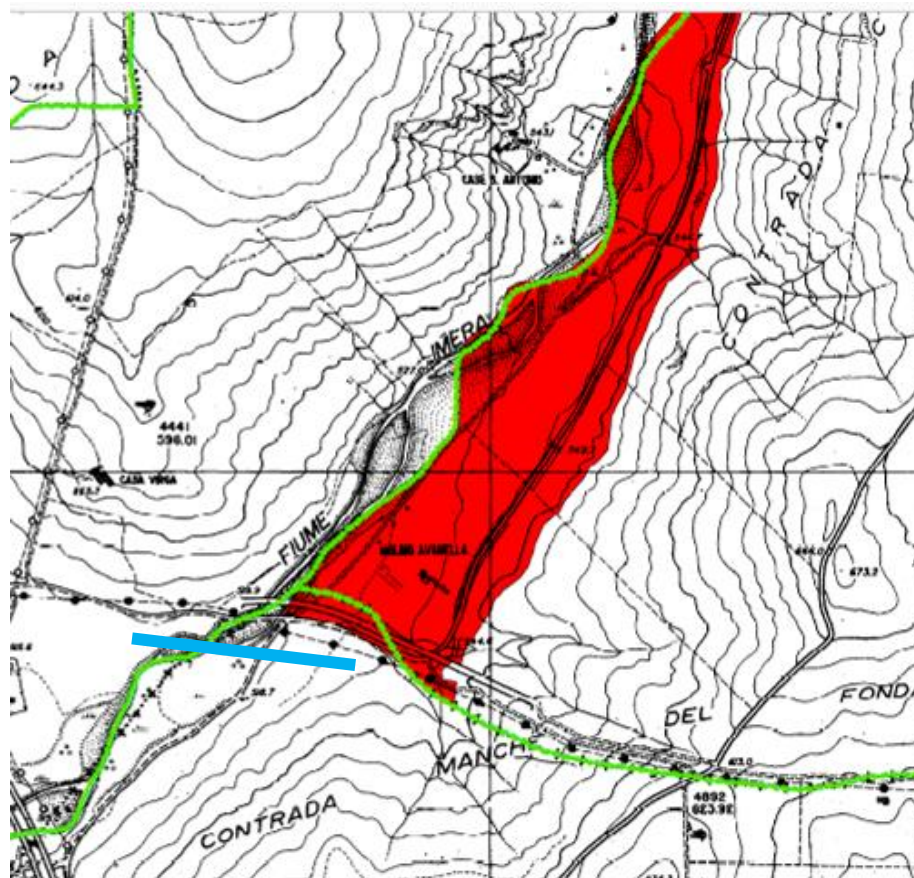


Fig. 4-2 - PAI – Stralcio planimetrico della Carta del rischio idraulico e attraversamento in progetto.

Nell'annesso 1 sono riportati:

- la planimetria del tratto oggetto della modellazione
- il profilo longitudinale con il livello idrico corrispondente al deflusso delle 3 portate con i 3 tempi di ritorno;
- le sezioni di calcolo per i 3 tempi di ritorno
- le tabelle riepilogative con i parametri idraulici delle portate con i 3 tempi di ritorno

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 15 di 38	Rev.:	00						RE-CIIM-037
--	--------------------------	-------	----	--	--	--	--	--	-------------

5 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Le Norme di Attuazione del PAI consentono la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico esistenti, purché compatibili con il livello di pericolosità esistente.

In particolare si riporta quanto dettato dall'art. 12 delle Norme di Attuazione del PAI

Disciplina delle aree a rischio molto elevato (R4) ed elevato (R3)

1. *Nelle aree a rischio idraulico molto elevato (R4) ed elevato (R3) sono esclusivamente consentiti:*
 - a) *Gli interventi di demolizione senza ricostruzione da autorizzarsi ai sensi dell'articolo 5 della legge regionale 10 agosto 1985, n. 37;*
 - b) *Gli interventi sul patrimonio edilizio esistente di manutenzione ordinaria e straordinaria, gli interventi di restauro e risanamento conservativo e gli interventi di ristrutturazione edilizia parziale degli edifici (con esclusione pertanto della loro totale demolizione e ricostruzione) così come previsto dall'articolo 20, comma 1, lettere a), b), c) e d) della legge regionale 27 dicembre 1978, n. 71;*
 - c) *Gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superfici e volume, anche con cambiamenti di destinazione d'uso;*
 - d) ***Gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria, straordinaria e di consolidamento delle opere infrastrutturali e delle opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;***
 - e) *Interventi di adeguamento del patrimonio edilizio esistente per il rispetto delle norme in materia di sicurezza e igiene del lavoro e di abbattimento di barriere architettoniche;*
 - f) *Gli interventi di difesa idraulica per la mitigazione o riduzione del rischio idraulico.*

Le opere di progetto sono essenzialmente costituite dalla posa di tubazioni in acciaio interrate, realizzate di norma con scavo a cielo aperto e, in corrispondenza dell'attraversamento del fiume Salso con tecnica trenchless, in sostituzione delle tubazioni posate diversi decenni fa.

Le verifiche idrauliche condotte mediante l'applicazione di un modello di simulazione monodimensionale hanno dimostrato che l'area di esondazione per eventi con tempo di ritorno 300 anni (il maggiore tra quelli considerati nel PAI) non comprende la fascia di posa del metanodotto. Si rammenta che l'area a rischio R4 indicata nella carta del rischio del PAI deriva da quanto già riportato nel Piano Straordinario del 2000 e non deriva da alcuno studio idraulico.

In Fig. 5-1 è mostrata la sezione di deflusso in corrispondenza dell'attraversamento fluviale.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 16 di 38	Rev.:				RE-CIIM-037
		00				

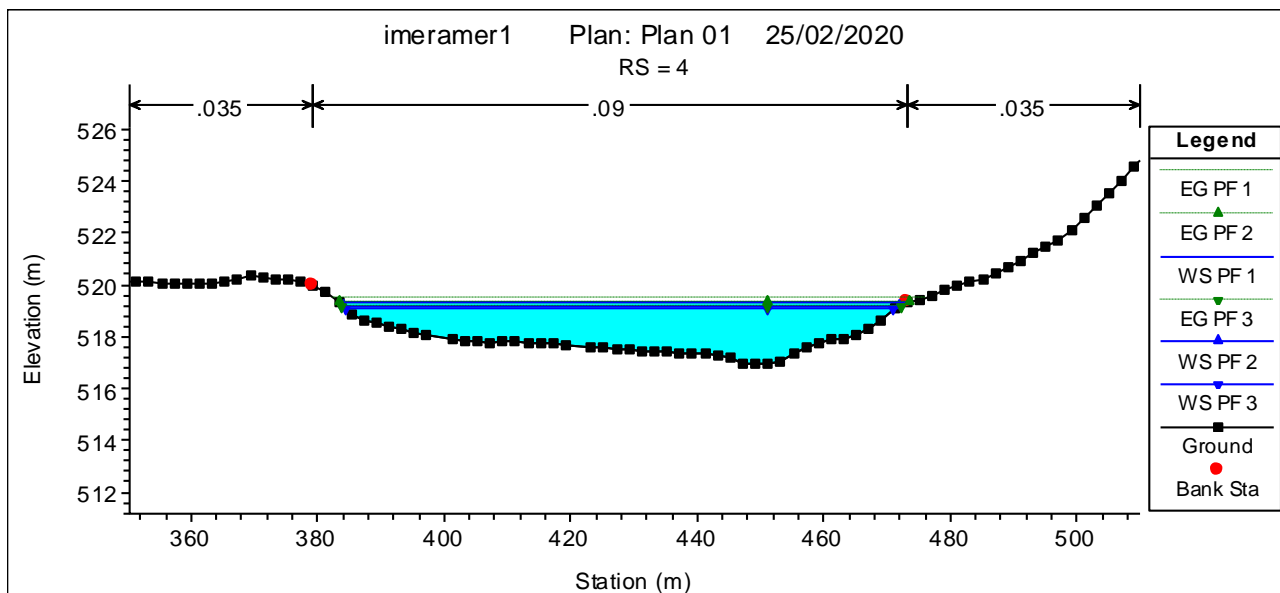


Fig. 5-1 - Sezione di deflusso in corrispondenza dell'attraversamento

Nella sezione (Fig. 5-1) si ha una larghezza della superficie libera di circa 90 metri e una profondità di 2,39 metri. La velocità è di 1,87 m/s.

sezione	Tempo di ritorno	Q	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(anni)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
4	300	253.59	516.92	519.31		519.49	0.016331	1.87	135.8	90.02	0.48
	100	212.66	516.92	519.16		519.32	0.015812	1.74	122.35	87.94	0.47
	50	186.48	516.92	519.06		519.19	0.015532	1.65	112.99	86.61	0.46

La realizzazione dell'intervento non comporterà alcuna mutazione dello stato dei luoghi dato che si tratta di opere completamente interrato.

In definitiva si dimostra la perfetta compatibilità idraulica dell'intervento rispetto alle indicazioni del PAI.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 17 di 38	Rev.:					RE-CIIM-037
		00					

6 CONCLUSIONI

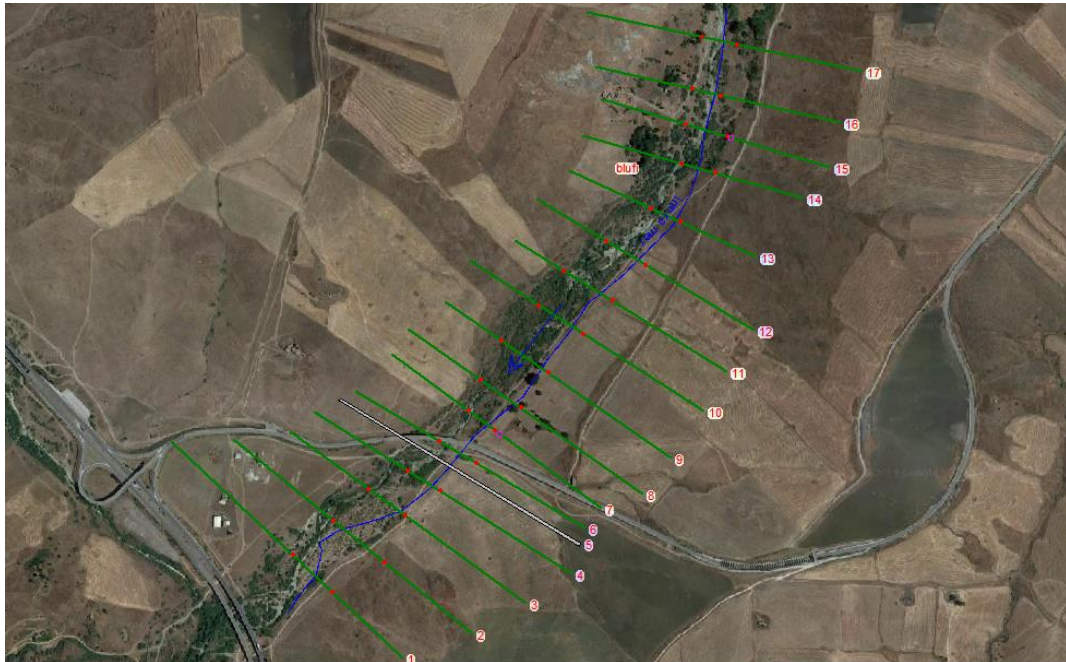
Il presente studio è stato redatto al fine di verificare la compatibilità idraulica della condotta di nuova progettazione “Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400 (16”) – DP 75 bar”, inerente il progetto del “Rifacimento Met. Gagliano – Termini Imerese DN 400/300 (16”/12”) – DP 75 bar - Fase 2”, la quale interferisce con aree a rischio elevato R4 censite nell’ambito del Piano Stralcio d’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della regione Sicilia.

Per quanto riguarda l’attraversamento del metanodotto in progetto con il corso d’acqua, si è rilevato che le caratteristiche di deflusso nella sezione avvengono con velocità e profondità non elevate. La metodologia di posa della tubazione (trenchless) lascia inalterato lo stato dei luoghi.

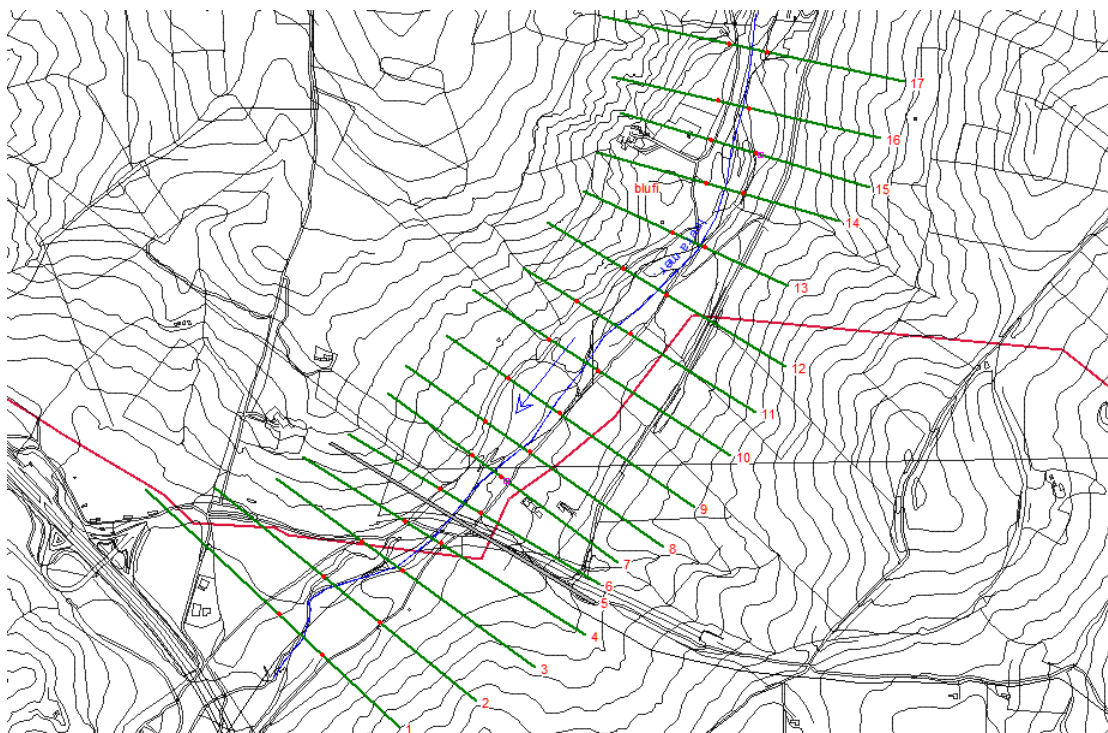
Le verifiche condotte nella configurazione di progetto sopra descritta, hanno evidenziato che in occasione di piene corrispondenti a eventi di pioggia con Tr 300 anni, la posa della condotta è compatibile con le indicazioni del P.A.I.

ANNESSO 1: RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA

PLANIMETRIA DEL TRATTO MODELLATO



su foto satellitare



su Carta Tecnica Regionale

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

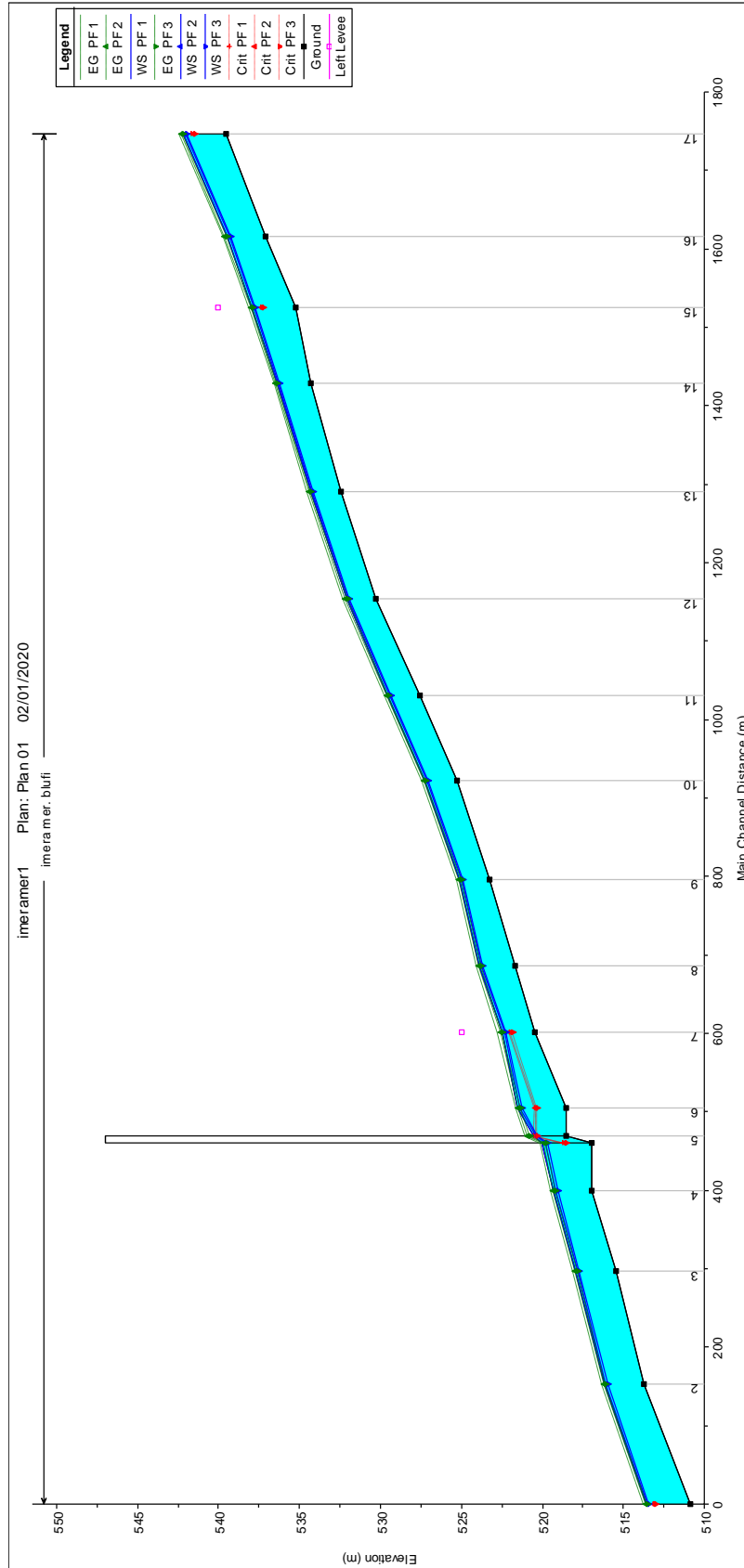
Foglio

19 di 38

Rev.:

00

RE-CIIM-037



STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

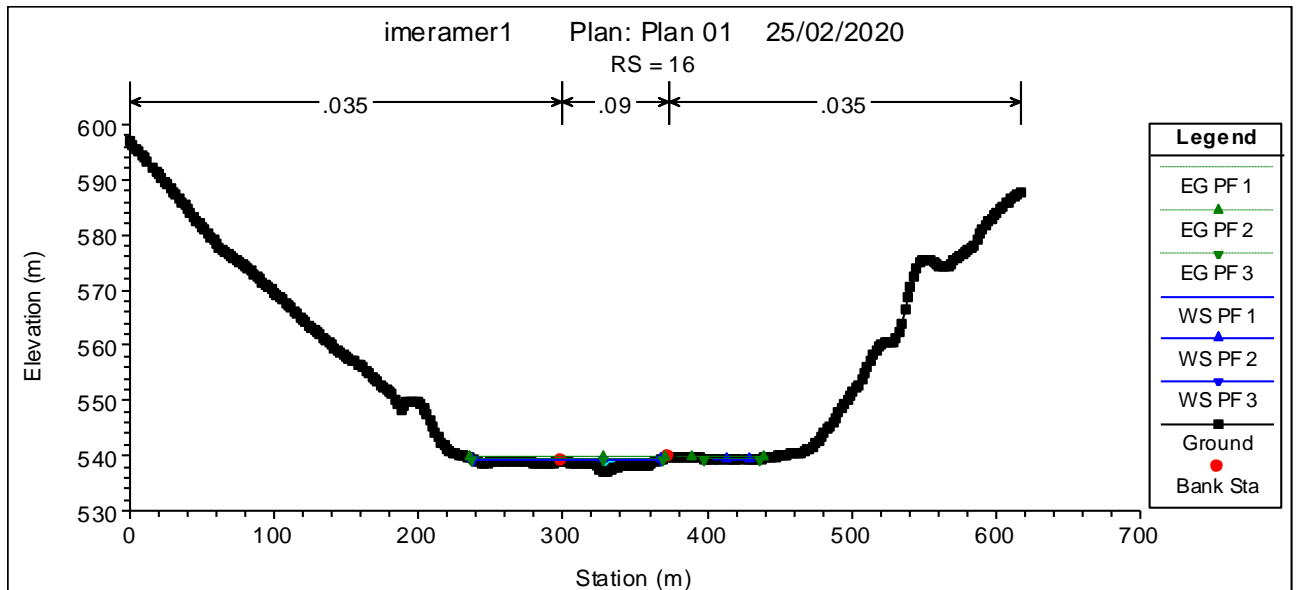
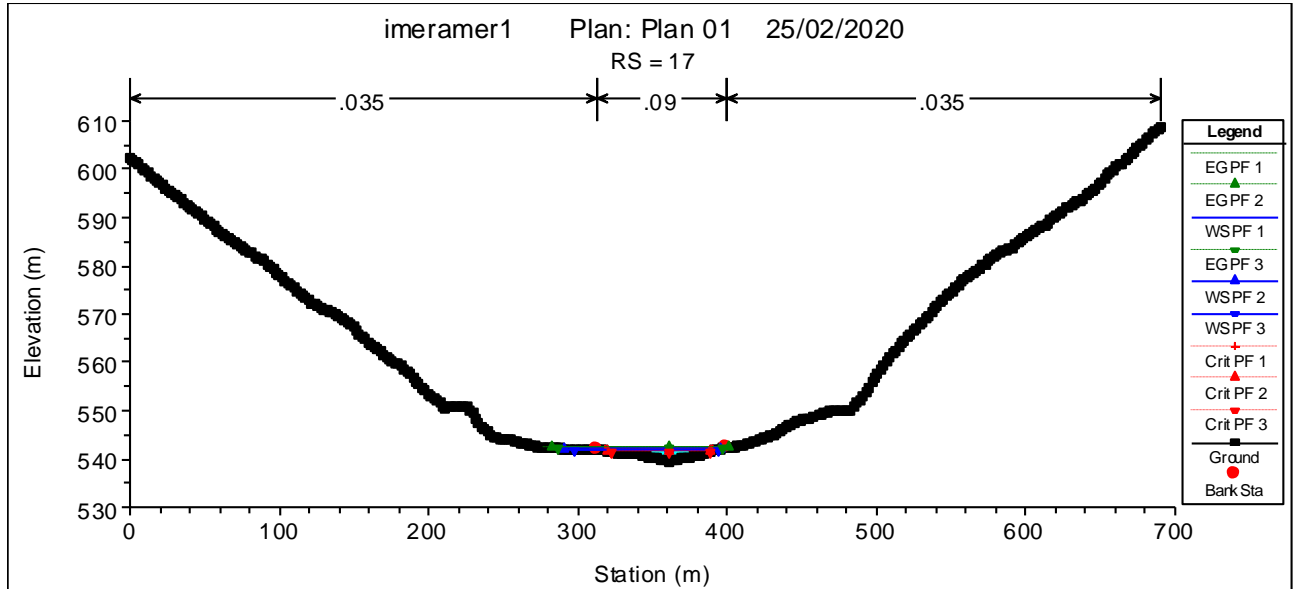
Foglio
di 20 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037

PROFILO

SEZIONI



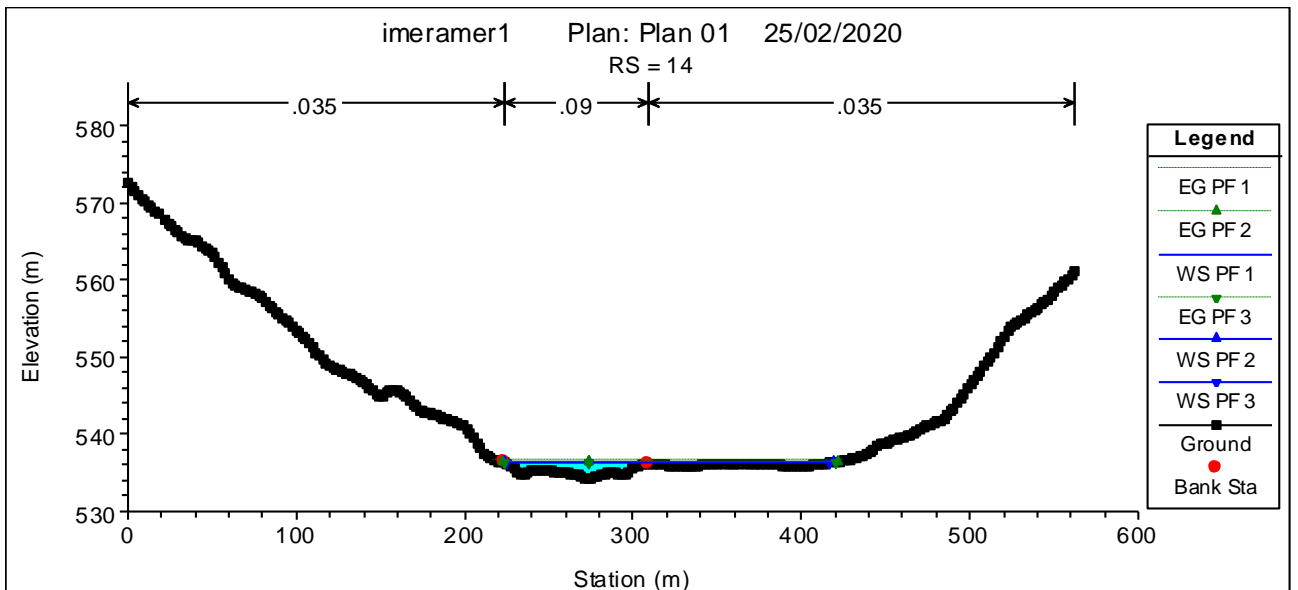
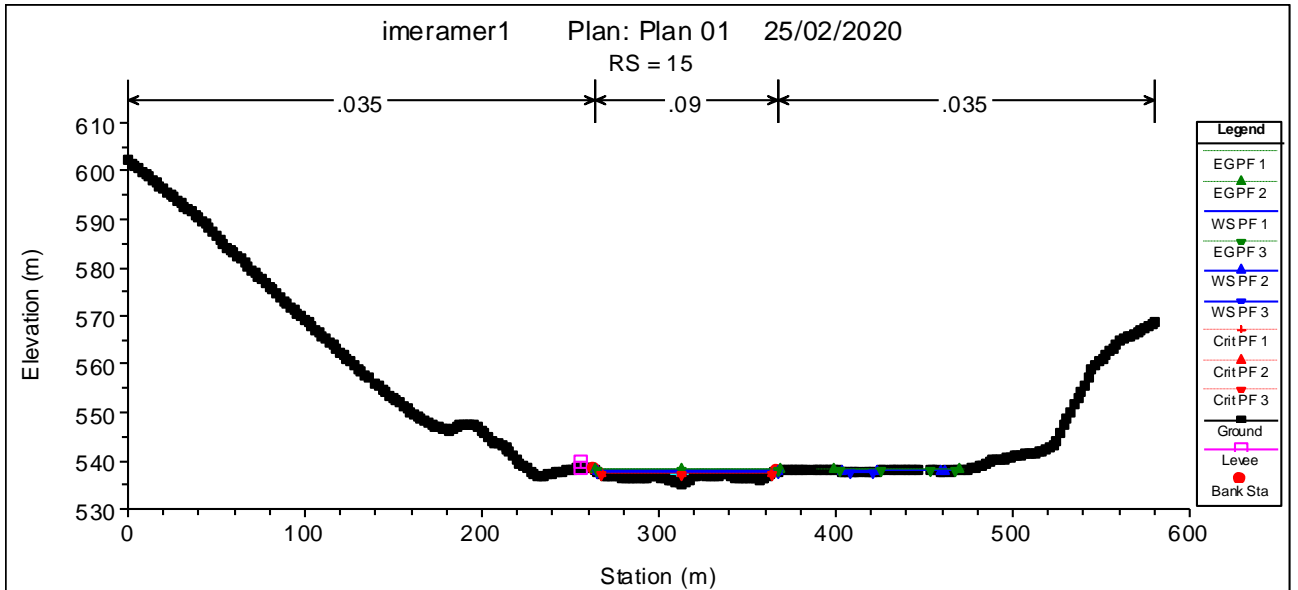
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
21 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



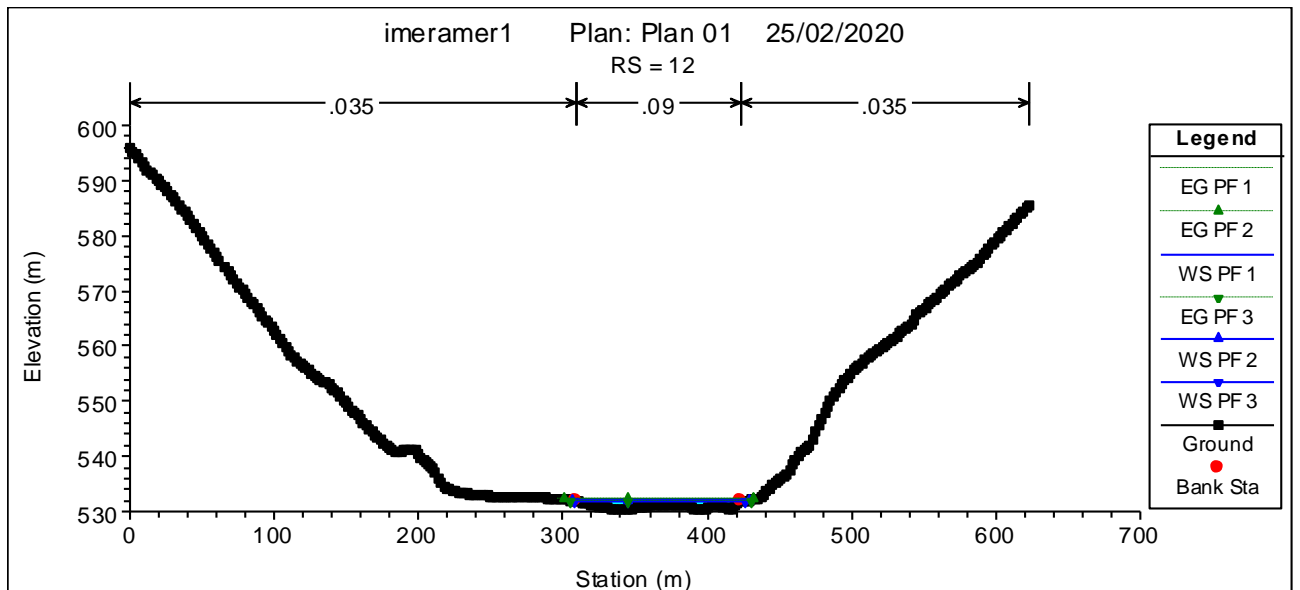
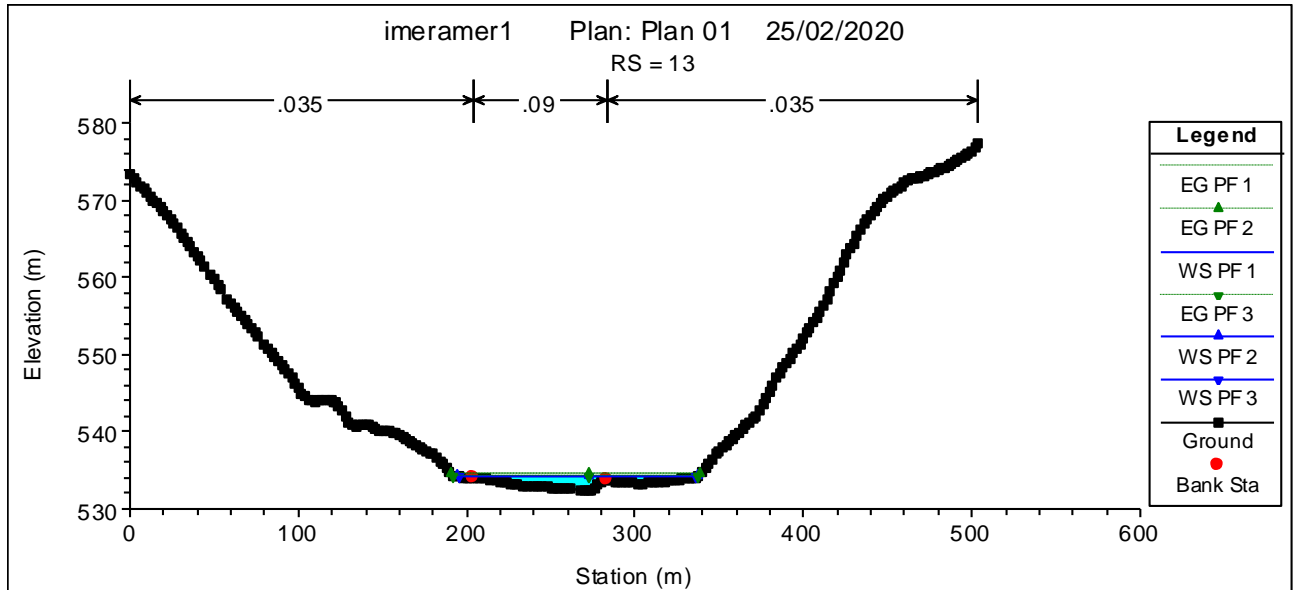
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
di 22 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



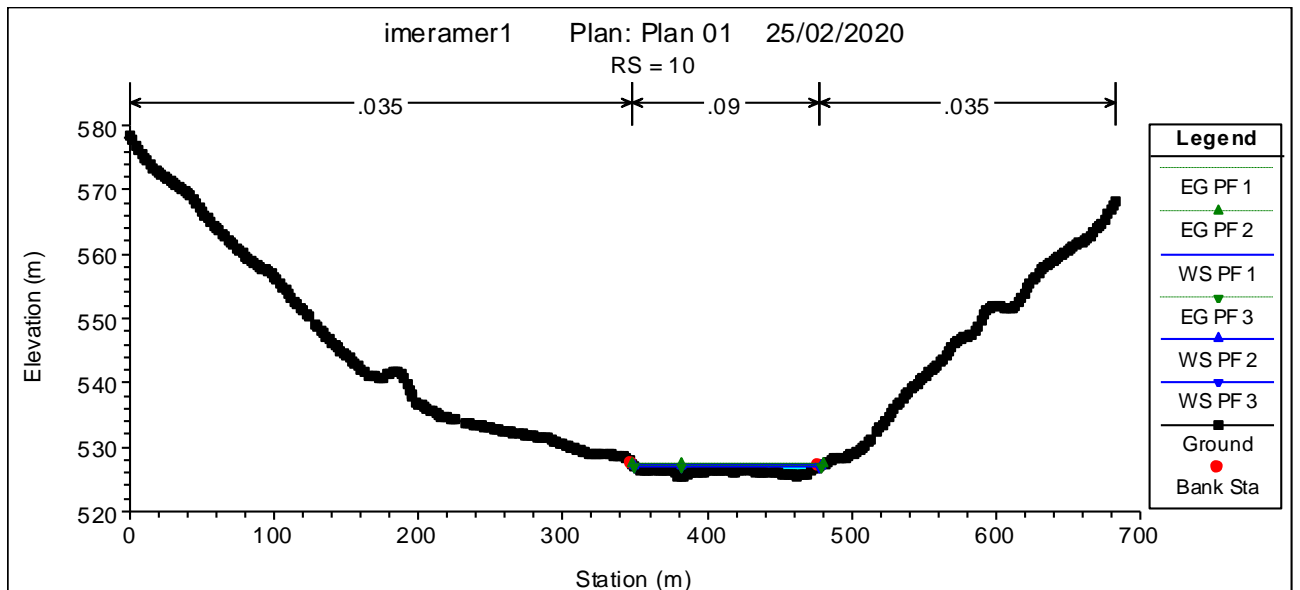
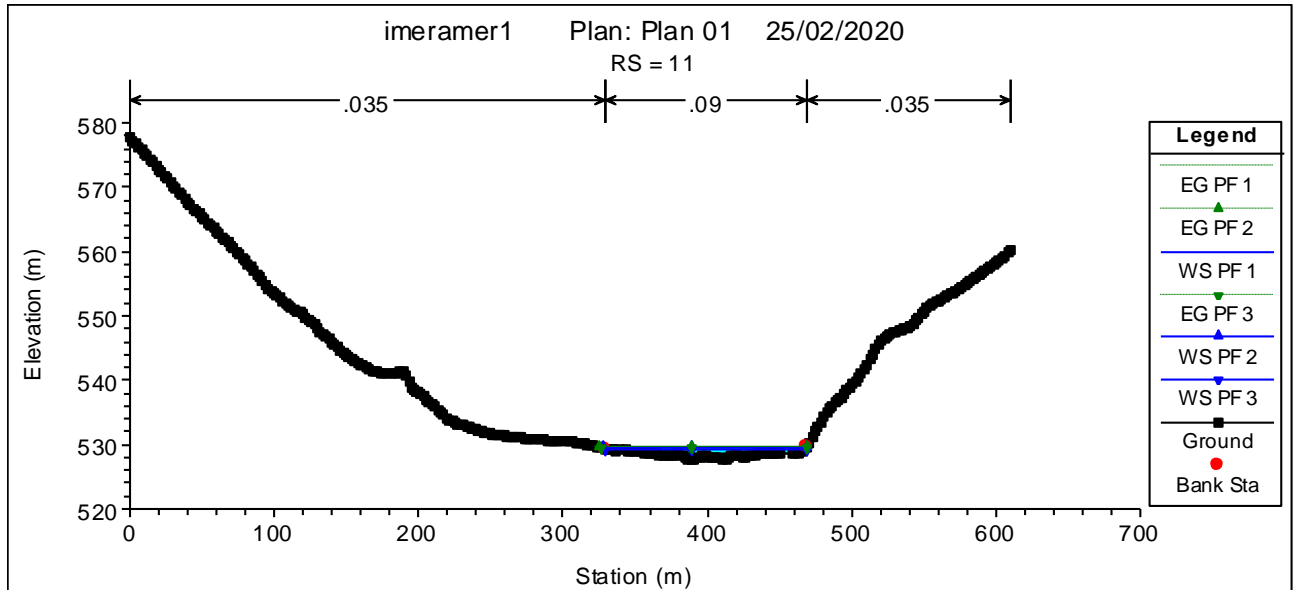
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
23 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



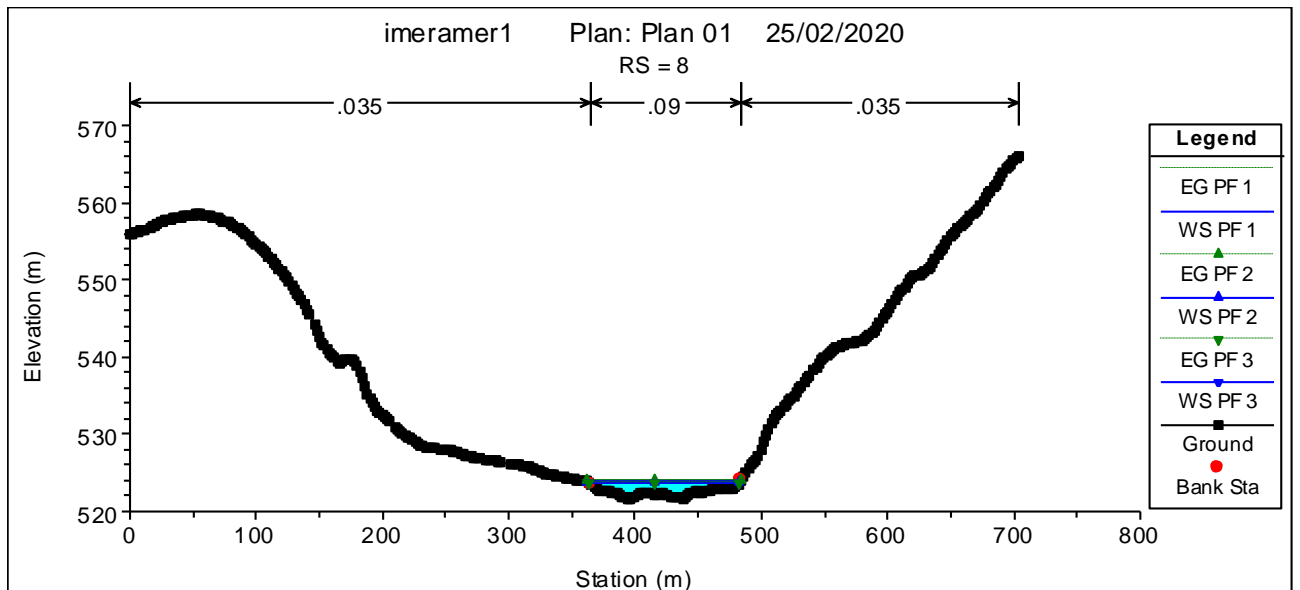
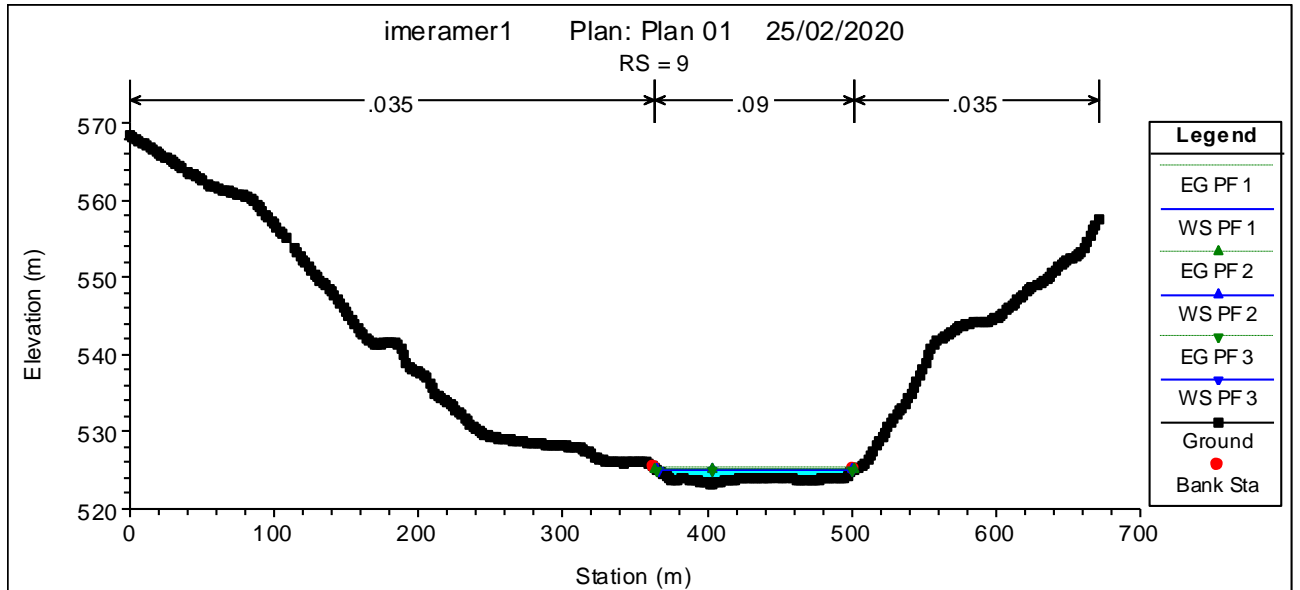
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
24 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



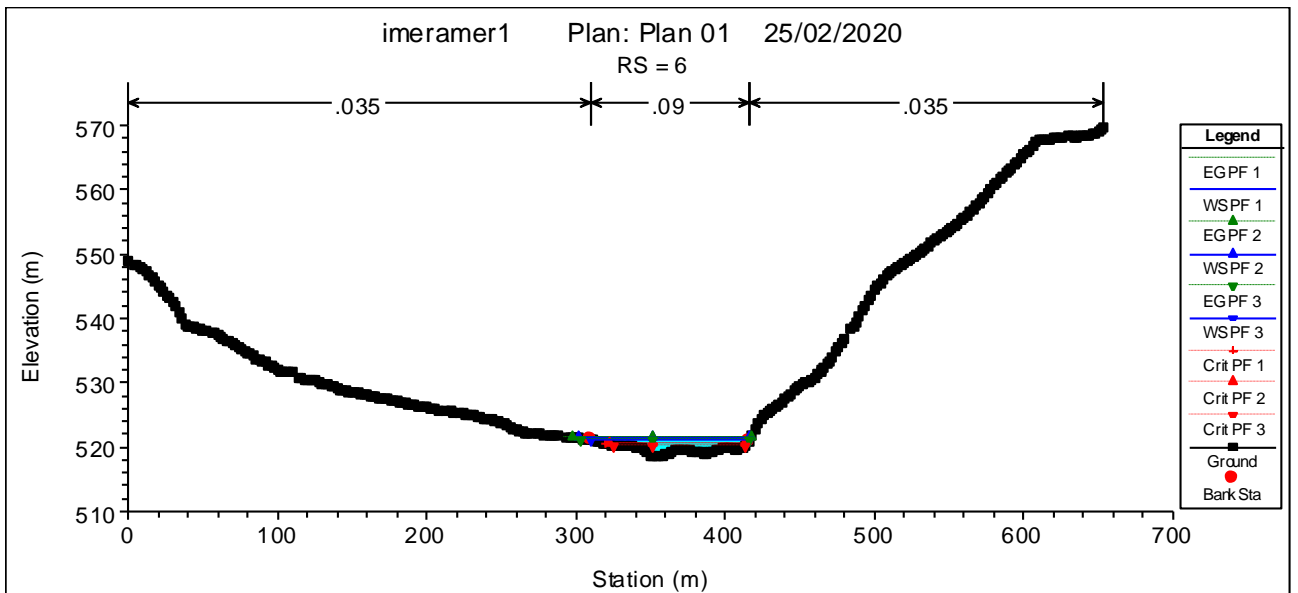
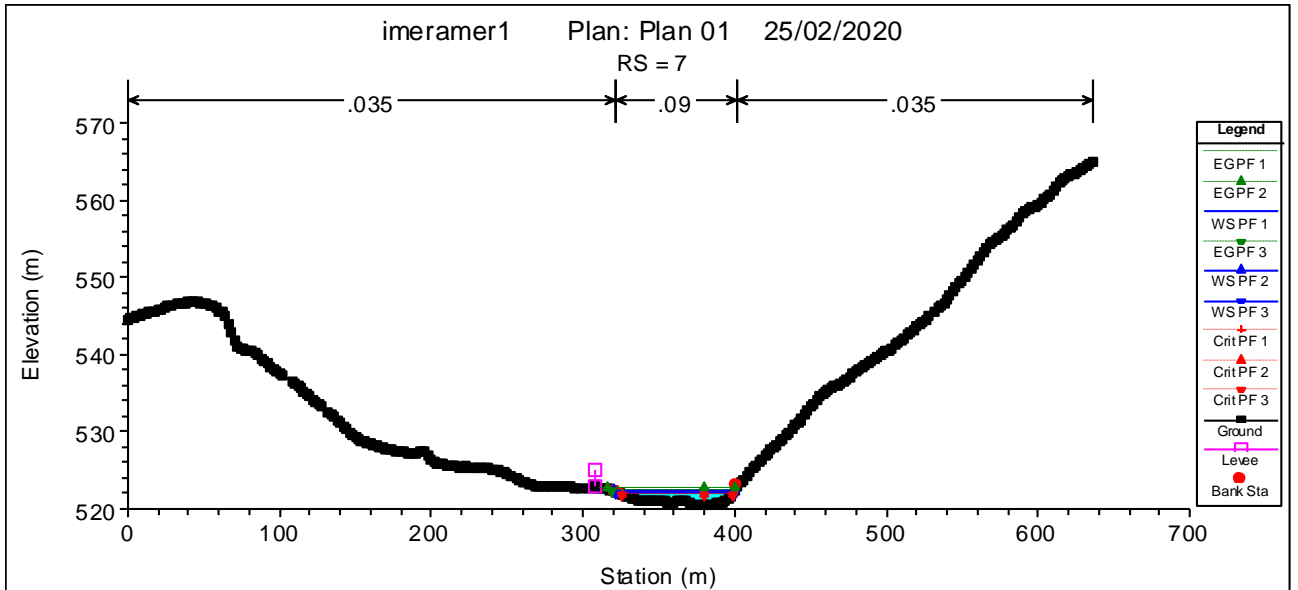
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
25 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



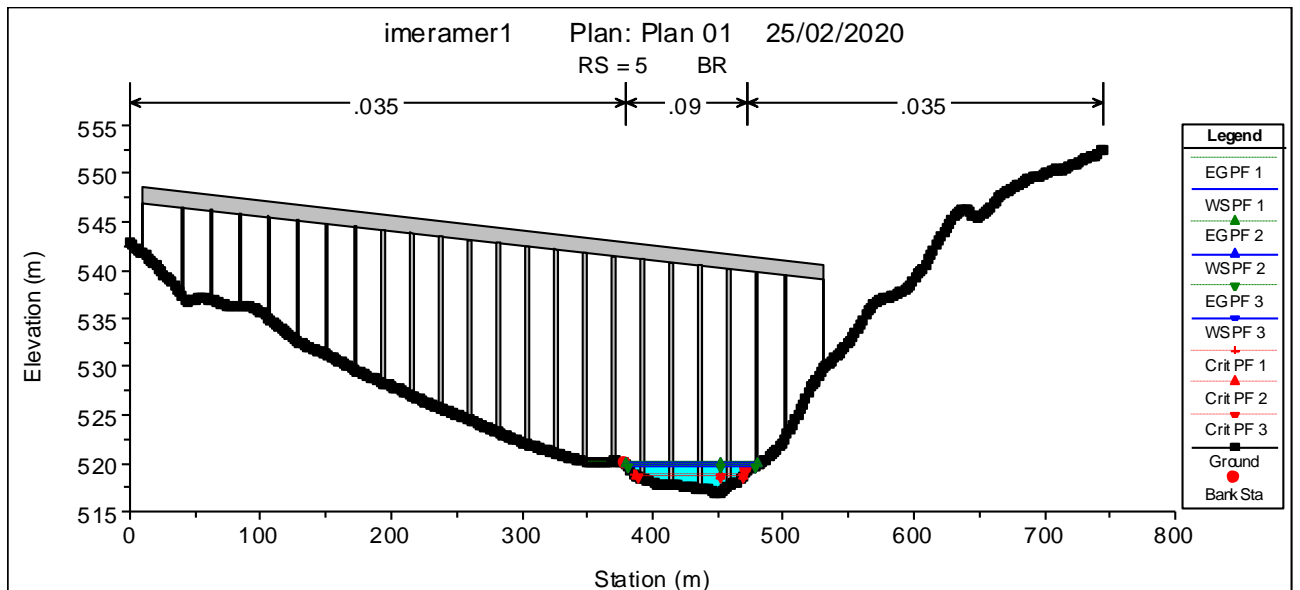
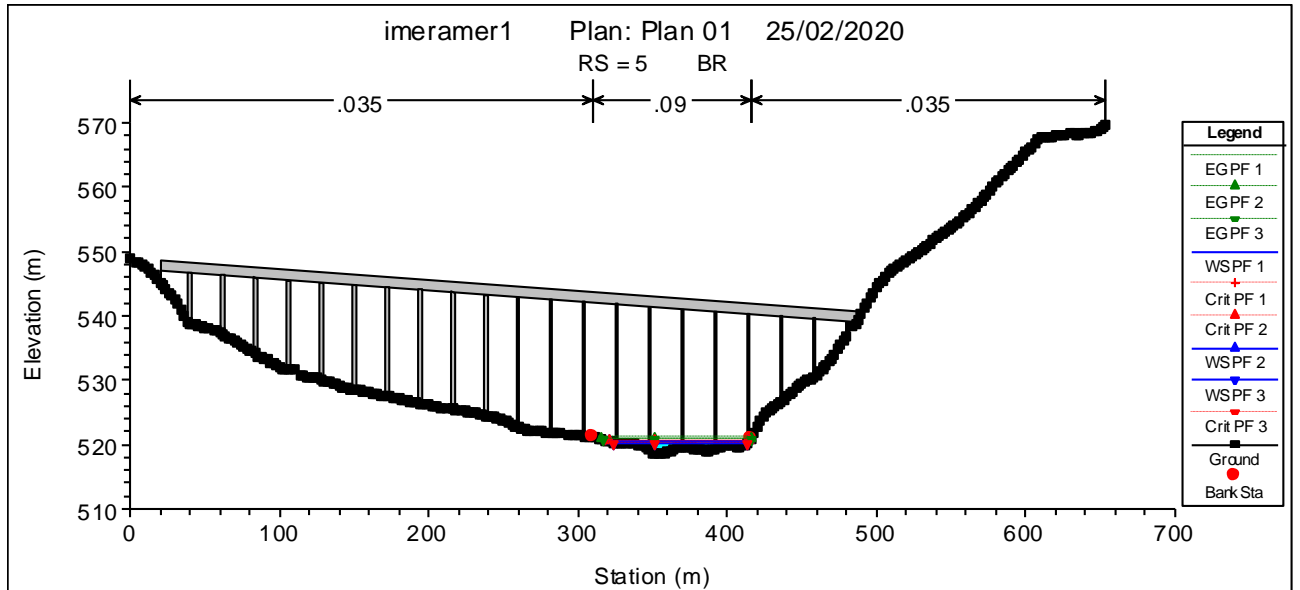
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
26 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



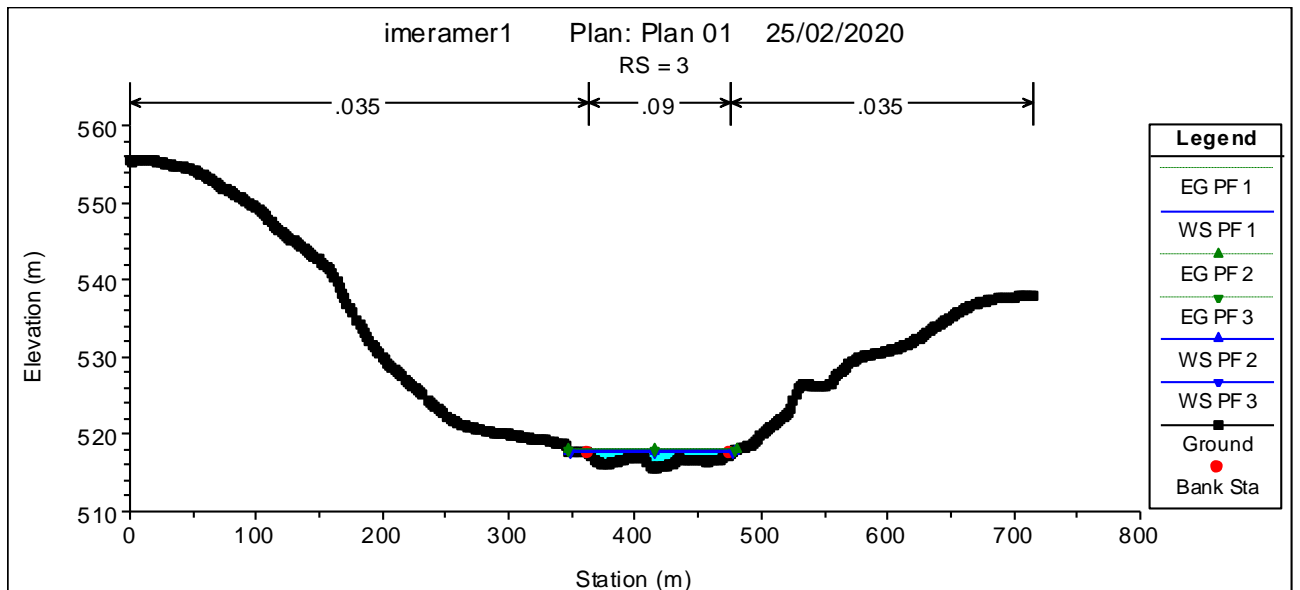
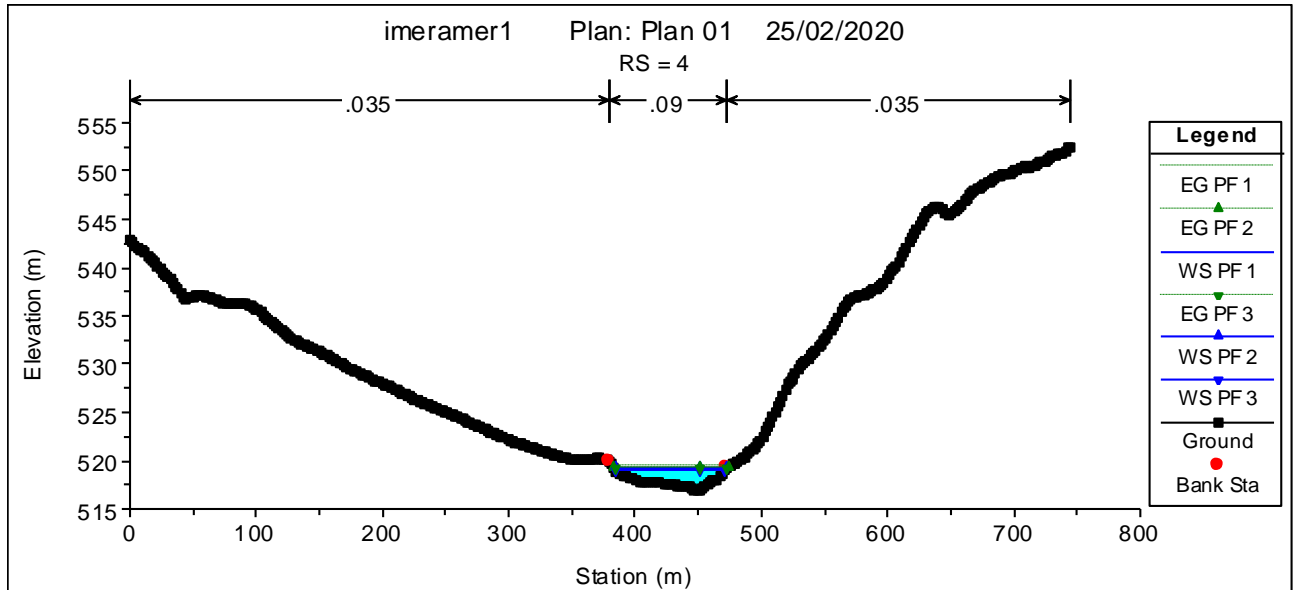
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
27 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



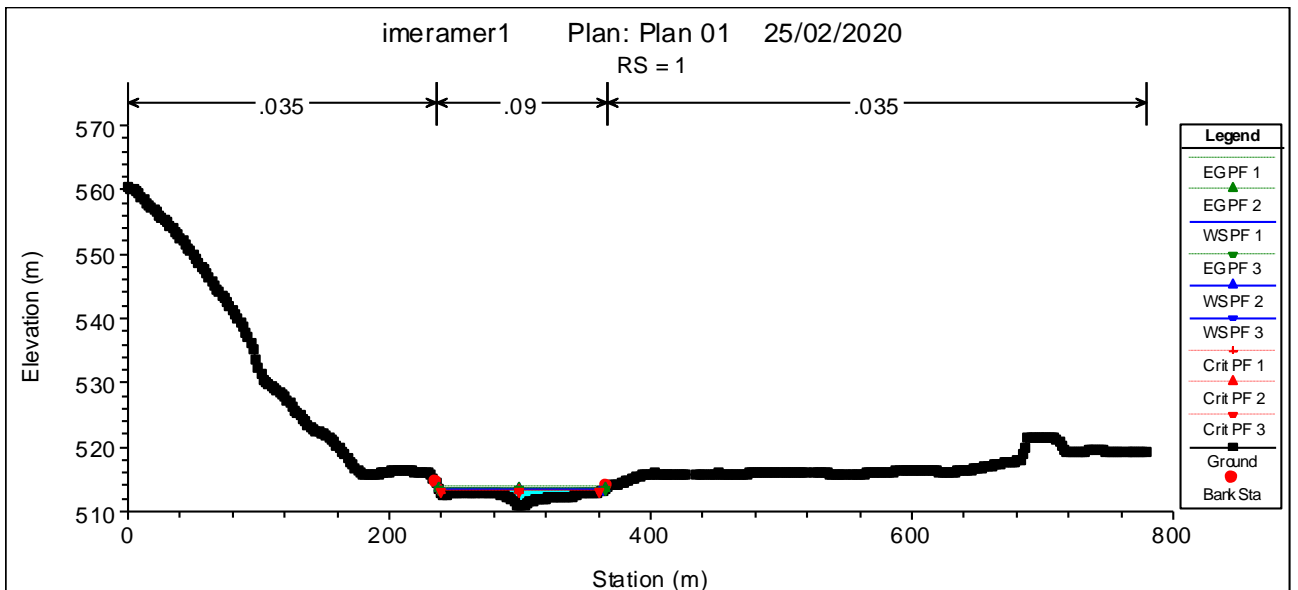
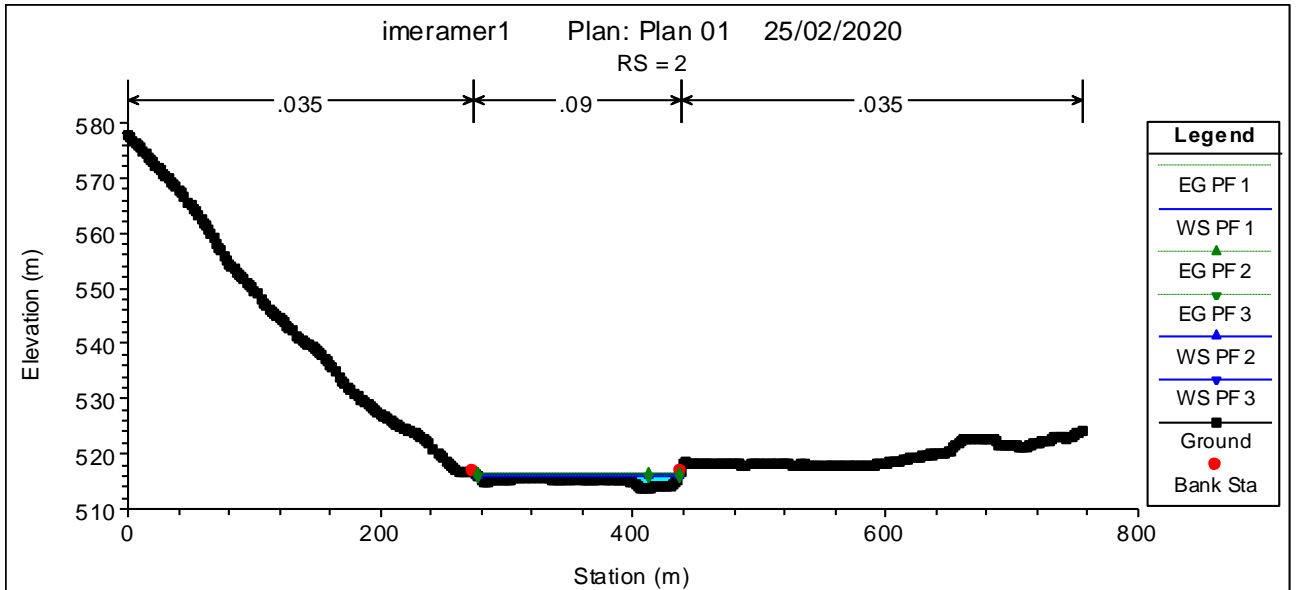
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:
03858-PPL-RE-000-0037

Foglio
28 di 38

Rev.:
00

RE-CIIM-037



RIFACIMENTO METANODOTTO GAGLIANO – TERMINI IMERESE DN 400/300 (16"/12") – DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

29 di 38

Rev.:

00

RE-CIIM-037

RISULTATI DELLA MODELLAZIONE

sezione	Tempo di ritorno	Q	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(anni)	(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
17	300	253.59	539.55	542.18	541.71	542.41	0.024145	2.13	120.61	111.27	0.58
	100	212.66	539.55	542.07	541.57	542.27	0.022655	1.98	108.77	104.22	0.56
	50	186.48	539.55	541.99	541.47	542.17	0.021395	1.86	100.93	97.29	0.54
16	300	253.59	537.09	539.44		539.71	0.017705	1.62	125.28	164.86	0.48
	100	212.66	537.09	539.34		539.57	0.018712	1.59	109.72	146.77	0.49
	50	186.48	537.09	539.27		539.48	0.01969	1.57	99.96	129.84	0.5
15	300	253.59	535.24	537.95	537.4	538.11	0.016409	1.75	148.68	173.33	0.48
	100	212.66	535.24	537.85	537.31	537.98	0.015551	1.62	132.24	124.35	0.46
	50	186.48	535.24	537.77	537.24	537.88	0.014881	1.52	122.81	114.5	0.44
14	300	253.59	534.29	536.41		536.55	0.016129	1.66	149.21	197.54	0.47
	100	212.66	534.29	536.32		536.45	0.016413	1.61	133.05	194.56	0.47
	50	186.48	534.29	536.27		536.39	0.016605	1.58	121.79	192.44	0.47
13	300	253.59	532.42	534.32		534.54	0.013312	1.47	140.56	146.29	0.42
	100	212.66	532.42	534.22		534.41	0.013487	1.4	126.15	142.8	0.42
	50	186.48	532.42	534.15		534.32	0.013615	1.35	116.44	140.96	0.42
12	300	253.59	530.31	532.09		532.26	0.021528	1.84	138.76	128.88	0.54
	100	212.66	530.31	531.98		532.13	0.021365	1.71	124.5	123.17	0.52
	50	186.48	530.31	531.9		532.03	0.021219	1.62	114.95	117.71	0.52
11	300	253.59	527.53	529.57		529.71	0.01982	1.66	153.12	144.1	0.51
	100	212.66	527.53	529.46		529.58	0.01986	1.55	137.48	141.45	0.5
	50	186.48	527.53	529.38		529.49	0.019894	1.47	126.86	139.49	0.49
10	300	253.59	525.3	527.24		527.4	0.023002	1.79	141.78	131.09	0.55
	100	212.66	525.3	527.13		527.27	0.023061	1.67	127.14	129.43	0.54
	50	186.48	525.3	527.05		527.18	0.023078	1.59	117.3	128.31	0.53
9	300	253.59	523.28	525.15		525.26	0.012716	1.46	173.51	137.58	0.42
	100	212.66	523.28	525.02		525.11	0.012901	1.38	154.58	135.6	0.41
	50	186.48	523.28	524.92		525.01	0.01305	1.32	141.73	134.1	0.41
8	300	253.59	521.67	523.94		524.04	0.009884	1.44	176.73	122.83	0.38
	100	212.66	521.67	523.78		523.88	0.009954	1.35	158.15	120.69	0.37
	50	186.48	521.67	523.68		523.76	0.009989	1.28	145.67	119.41	0.37
7	300	253.59	520.45	522.51	522.07	522.76	0.024923	2.23	113.91	83.5	0.59
	100	212.66	520.45	522.35	521.94	522.58	0.025783	2.11	100.89	79.95	0.59
	50	186.48	520.45	522.24	521.86	522.45	0.026624	2.03	92.04	77.66	0.59
6	300	253.59	518.55	521.53	520.49	521.62	0.006327	1.31	194.85	122.03	0.31
	100	212.66	518.55	521.37	520.38	521.45	0.006152	1.21	175.66	115.58	0.3
	50	186.48	518.55	521.26	520.3	521.33	0.00601	1.14	163.01	107.23	0.29
5		Bridge									
4	300	253.59	516.92	519.31		519.49	0.016331	1.87	135.8	90.02	0.48
	100	212.66	516.92	519.16		519.32	0.015812	1.74	122.35	87.94	0.47
	50	186.48	516.92	519.06		519.19	0.015532	1.65	112.99	86.61	0.46
3	300	253.59	515.48	517.97		518.09	0.011525	1.52	167.63	133.79	0.4
	100	212.66	515.48	517.84		517.94	0.011339	1.42	150.96	131.78	0.39
	50	186.48	515.48	517.75		517.85	0.011152	1.34	139.54	128.77	0.39
2	300	253.59	513.73	516.17		516.27	0.01369	1.4	180.59	160.16	0.42
	100	212.66	513.73	516.06		516.15	0.013754	1.31	162	159.58	0.42
	50	186.48	513.73	515.98		516.06	0.013814	1.25	149.37	159.19	0.41
1	300	253.59	510.83	513.61	513.17	513.76	0.020015	1.72	147.38	128.26	0.51

RIFACIMENTO METANODOTTO GAGLIANO – TERMINI IMERESE DN 400/300 (16"/12") – DP 75 BAR – FASE 2

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio di	30	38	Rev.:				RE-CIIM-037
				00				

	100	212.66	510.83	513.49	513.09	513.62	0.020015	1.61	132.2	127.31	0.5
	50	186.48	510.83	513.41	513.03	513.53	0.020006	1.53	121.94	126.66	0.5

RIFACIMENTO METANODOTTO GAGLIANO – TERMINI IMERESE DN 400/300 (16"/12") – DP 75 BAR – FASE 2					
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)					
N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 31 di 38	Rev.:			RE-CIIM-037
		00			

ANNESSO 2: GENERALITÀ SUL MODELLO HEC-RAS

Il software di calcolo utilizzato è denominato HEC-RAS® ed è stato sviluppato dell'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers (California).

Descrizione del modello di simulazione idraulica

Il presente capitolo fornisce chiarimenti sul funzionamento del modello numerico adottato e sulla metodologia utilizzata nella scelta delle sezioni trasversali necessarie alle simulazioni.

Il modello calcola i profili di superficie libera in moto permanente gradualmente vario (in senso spaziale e non temporale) in alvei prismatici e non prismatici. Entrambi i tipi di corrente, lenta e veloce, possono essere calcolati così come le conseguenze di diverse tipologie di accidentalità e strutture di cui si conosca la relazione fra carico e portata defluente.

- Il modello è comunque vincolato nel suo utilizzo da tre condizioni:
- il moto deve essere permanente poiché le equazioni non contengono termini dipendenti dal tempo;
- il moto deve essere gradualmente vario in senso spaziale poiché le equazioni ipotizzano la distribuzione idrostatica delle pressioni in seno alla corrente;
- il moto è mono-dimensionale.

E' rilevante e importante evidenziare la capacità del modello di dare attendibili risultati nella gestione delle aree inondabili circostanti gli alvei naturali.

In questo senso è quindi possibile:

- determinare le aree inondabili da parte di portate diverse allo scopo di predisporre l'opportuna protezione;
- studiare le conseguenze d'uso delle aree golenali e il loro danneggiamento;
- definire i miglioramenti dell'alveo atti a ridurre le conseguenze delle inondazioni.

Proprio nell'ottica di queste problematiche l'utilizzo del modello numerico in questione risulta essere estremamente efficace.

La possibilità di determinare il comportamento del profilo del corso d'acqua tenendo conto anche dell'influenza esercitata dai manufatti in alveo consente di tracciare con buona precisione la via di piena e le sue caratteristiche.

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio di 32 di 38	Rev.:					RE-CIIM-037
		00					

Il modello di calcolo effettua simulazioni di moto permanente, situazione di calcolo che in realtà non si presenta, in quanto è noto dalla teoria che la portata massima in ogni sezione si presenta per un tempo limitato, presentando la curva (tempo, portata) una forma a campana, essendo presenti nel fenomeno delle piene vari fenomeni tra i quali i più noti sono l'effetto di laminazione del corso d'acqua, l'invaso e la corrivazione.

Nonostante tutto la simulazione assume rilevanza fondamentale perché, per i motivi sopra descritti, rappresenta una verifica in termini più gravosi del corso d'acqua (si presenta una portata elevata per tempi più lunghi di quelli che si hanno in realtà), permettendo quindi di fare raggiungere elevati gradi di sicurezza ai manufatti progettati secondo le indicazioni tratte da tale simulazione.

Tra le diverse opzioni di calcolo di cui il modello è dotato in relazione alla presenza di strutture che interagiscono direttamente con il corso d'acqua è da evidenziare la possibilità di calcolo del profilo in corrispondenza dei tombini (circolari, scatolari, con o senza muri d'ala....) secondo la normativa proposta da FHWA (Federal Highway Administration-USA). Il software implementato consente di determinare con precisione l'effetto di rigurgito dovuto alle spalle dei ponti o all'ingombro delle pile.

Particolare importanza riveste la possibilità di parametrizzare il coefficiente di scabrezza per alveo e golene.

Inoltre è possibile creare all'interno di ciascuna sezione trasversale del corso d'acqua più zone a scabrezza omogenea in modo da approssimare con precisione notevole il valore del suddetto parametro, troppo spesso legato all'imprecisione del coefficiente di scabrezza equivalente.

L'insieme dei dati di output è strutturato in modo da fornire la conoscenza globale dei fenomeni che interessano l'intera area occupata dalla portata di piena.

L'output risulta quindi suddiviso in dati relativi alle aree golenali e al Torrente principale di deflusso.

Le informazioni fornite riguardano diversi parametri fisici e di progettazione quali, per esempio:

- quota in m s.l.m. del pelo libero;
- quota del gradiente energetico;
- velocità e portata, relativa a golene e Torrente principale;

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

33 di 38

Rev.:

00

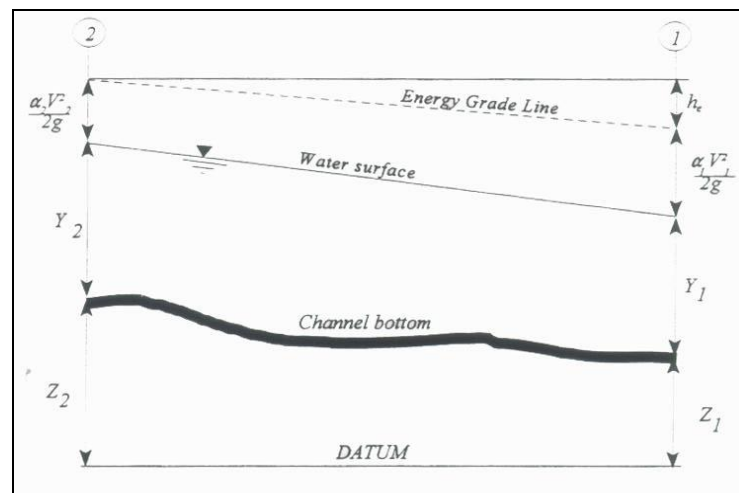
RE-CIIM-037

- larghezza del pelo libero;
- area bagnata;
- principali parametri geometrici;
- sezioni trasversali;
- profilo di moto permanente.

Per meglio comprendere il funzionamento del modello idraulico utilizzato è opportuno fornire una sintesi delle potenzialità e dei fondamenti teorici che stanno alla base del calcolo dei profili di moto permanente e che sono implementati nel modello stesso.

Calcolo del profilo di moto permanente

Al fine di calcolare la quota del pelo libero incognita in una determinata sezione trasversale del corso d'acqua è stata adottata la procedura di calcolo nota come Standard Step Method, consistente nell'integrazione dell'equazione di bilancio energetico.



Rappresentazione dei termini dell'equazione di bilancio energetico

Le due equazioni che proponiamo rappresentano il metodo di cui sopra:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = L \cdot \bar{S}f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio 34 di 38	Rev.:	00							RE-CIIM-037
--	--------------------	-------	----	--	--	--	--	--	--	-------------

WS1, WS2 : quota del pelo libero fra due sezioni di calcolo, con la sezione 2 posta a monte della 1;

V1, V2 : velocità media;

α_1, α_2 : coefficienti energetici moltiplicativi della velocità;

g : accelerazione gravitazionale;

h_e : perdita di carico;

L : distanza fra le sezioni trasversali;

Sf : pendenza media;

C : coefficiente di perdita per contrazione o espansione.

La distanza L viene calcolata utilizzando la seguente espressione:

$$L = \frac{L_{lob} \cdot \overline{Q_{lob}} + L_{ch} \cdot \overline{Q_{ch}} + L_{rob} \cdot \overline{Q_{rob}}}{\overline{Q_{lob}} + \overline{Q_{ch}} + \overline{Q_{rob}}}$$

Dove

L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} : sono le distanze tra due sezioni trasversali consecutive, rispettivamente per la gola di sinistra, il Torrente di magra e la gola di destra;

$\overline{Q_{lob}}, \overline{Q_{ch}}, \overline{Q_{rob}}$: sono le medie aritmetiche delle portate delle tre parti suddette.

Mentre la pendenza motrice Sf viene calcolata con l'equazione di Manning:

$$Sf = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

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

TRANSITION CLASS	CONTRACTIO N	EXPANSIO N
No transition loss	0.0	0.0
Gradual transitions	0.1	0.3
Bridge sections	0.3	0.5
Abrupt transitions	0.6	0.8

Tabella di riferimento dei coefficienti di contrazione ed espansione

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

35 di 38

Rev.:

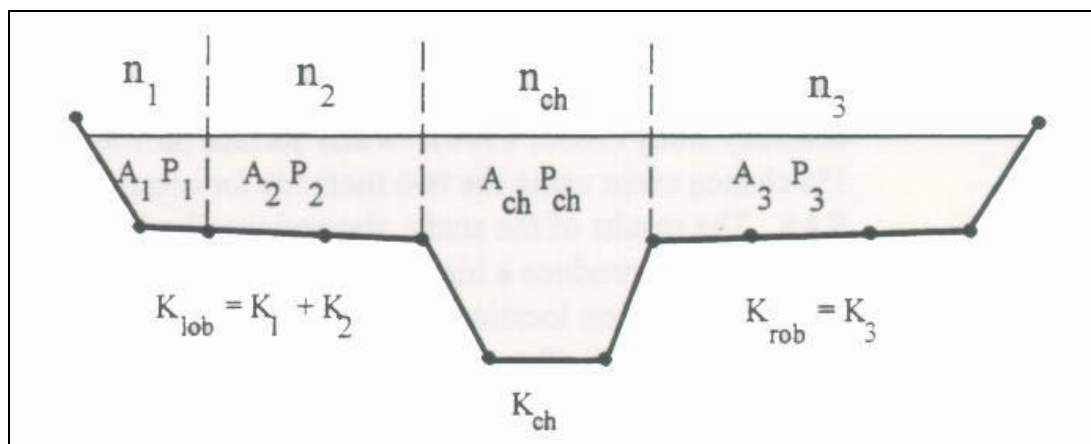
00

RE-CIIM-037

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

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

In funzione del numero di differenziazioni del valore della scabrezza saranno individuate corrispondenti unità di deflusso.



Suddivisione dell'alveo in singole unità di deflusso

La capacità di deflusso per ciascuna suddivisione è pertanto calcolata con le seguenti espressioni:

$$Q = K \cdot \sqrt{Sf}$$

$$K = \frac{1,486}{n} aR^{2/3}$$

dove

Q : portata per unità elementare;

K : capacità di deflusso per unità elementare;

n : coefficiente di Manning per la scabrezza dell'unità elementare;

a : area di deflusso dell'unità elementare;

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

36 di 38

Rev.:

00

RE-CIIM-037

R : raggio idraulico per l'unità di deflusso elementare.

La capacità totale di deflusso per la sezione trasversale è ottenuta per sommatoria delle singole capacità relative alle unità in cui la sezione è stata scomposta.

Sulla base di queste considerazioni il coefficiente α , relativo alla velocità, si ottiene dalla seguente espressione:

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[\frac{(K_{lob})^3}{(A_{lob})^2} + \frac{(K_{ch})^3}{(A_{ch})^2} + \frac{(K_{rob})^3}{(A_{rob})^2} \right]}{(K_t)^3}$$

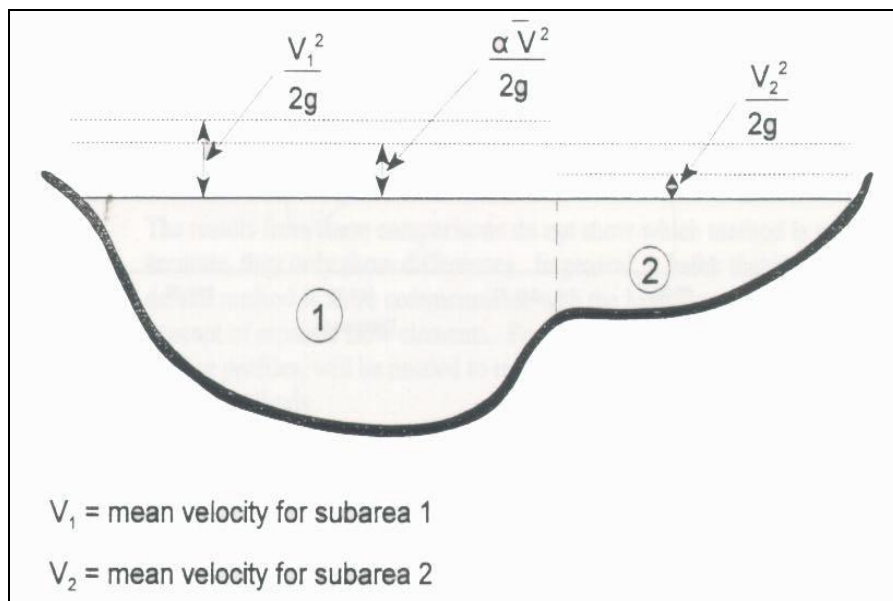
dove:

A_t : area totale di deflusso per la sezione trasversale;

A_{lob} , A_{ch} , A_{rob} : area di deflusso per golena sinistra, Torrente principale, golena destra;

K_t : capacità totale di deflusso (conveyance) della sezione trasversale;

K_{lob} , K_{ch} , K_{rob} : capacità di deflusso di golena sinistra, Torrente principale e golena destra.



Esempio di calcolo della energia media sulla sezione trasversale

Il coefficiente α si ottiene allora come media pesata delle varie capacità di deflusso.

Le perdite di carico dovute ad attrito sono calcolate come prodotto della pendenza media motrice S_f e della distanza L fra due sezioni trasversali consecutive.

Le perdite di carico dovute a contrazione e/o espansione sono calcolate con la usuale espressione riportata nell'equazione seguente:

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento: 03858-PPL-RE-000-0037	Foglio di 37 38	Rev.:				RE-CIIM-037
		00				

$$h_0 = C \left| \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right|$$

dove C rappresenta il già citato coefficiente di contrazione/espansione

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEL FIUME SALSO (IMERA MERIDIONALE)

N° Documento:

03858-PPL-RE-000-0037

Foglio

38 di 38

Rev.:

00

RE-CIIM-037

ANNESSE 3: TABELLE DI LETTERATURA

Tabella 1 per barre alterne

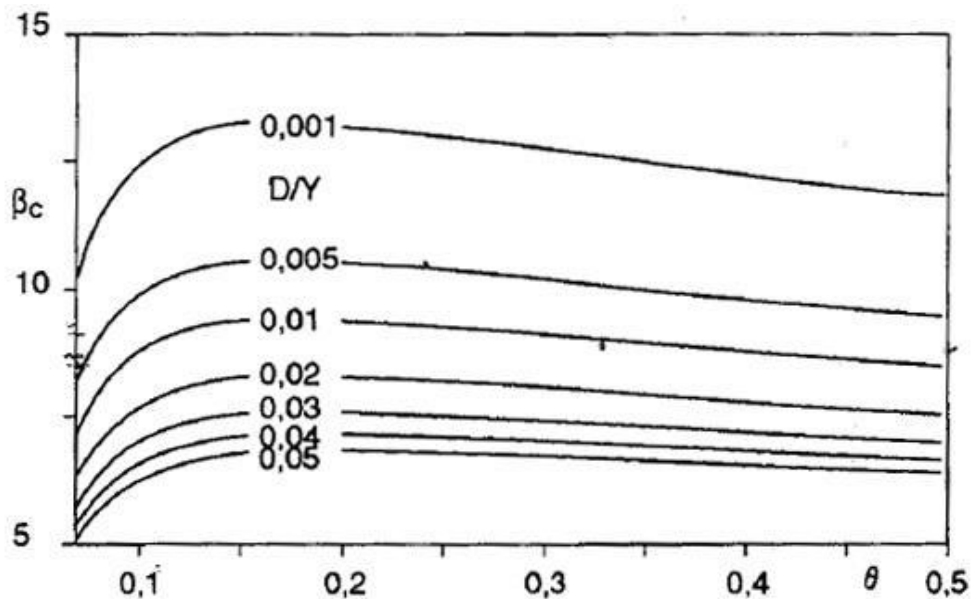


Tabella 2 per erosione in curva

