



COMUNE DI DECIMOMANNU

Provincia di Cagliari

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE

Numero 51 del 19-04-16

COPIA

**Oggetto: PRESA D'ATTO DELLO STUDIO DI DETTAGLIO DEL RIO SA SERRA
AI SENSI DELL'ART. 26 DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI.**

L'anno duemilasedici il giorno diciannove del mese di aprile, in Decimomannu, solita sala delle adunanze, alle ore 11:00, si è riunita la Giunta Comunale nelle persone dei Signori:

MARONGIU ANNA PAOLA	SINDACO	P
CAEDDU MONICA	VICE-SINDACO	P
ARGIOLAS ROSANNA	ASSESSORE	P
MAMELI MASSIMILIANO	ASSESSORE	P
TRUDU LEOPOLDO	ASSESSORE	P

Totale presenti n. 5 Totale assenti n. 0

Assiste alla seduta il Segretario Comunale Gianluca Cossu

Assume la presidenza Anna Paola Marongiu in qualità di Sindaco.

LA GIUNTA COMUNALE

Esaminata la proposta n. 54 del 14/04/2016 predisposta dal Responsabile del Settore competente avente ad oggetto "PRESA D'ATTO DELLO STUDIO DI DETTAGLIO DEL RIO SA SERRA AI SENSI DELL'ART. 26 DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI".

VISTA:

- la deliberazione della Giunta Comunale n. 142 del 16/10/2012 con la quale è stato approvato il progetto preliminare dei lavori di "ADEGUAMENTO SEZIONI DEI TRATTI TOMBATI DEL CANALE SA SERRA E RIPRISTINO RETI ACQUE BIANCHE ZONA EX RIO CONCIAS" dell'importo di €. 950.280,69;
- la deliberazione della Giunta Comunale n. 179 del 14.12.2012 con la quale è stato approvato il progetto definitivo redatto dall'A.T.P. Ing. Alessia Vargiu - Ing. Antonino Mazzullo e Ing. Stefano Onnis, relativo all'esecuzione dei lavori denominati "ADEGUAMENTO SEZIONI DEI TRATTI TOMBATI DEL CANALE SA SERRA E RIPRISTINO RETI ACQUE BIANCHE ZONA EX RIO CONCIAS", dell'importo di €. 950.280,69;
- la deliberazione della Giunta Comunale n. 186 del 28.12.2012 con la quale è stato approvato il progetto esecutivo redatto dall'A.T.P. Ing. Alessia Vargiu - Ing. Antonino Mazzullo e Ing. Stefano Onnis, relativo all'esecuzione dei lavori denominati "ADEGUAMENTO SEZIONI DEI TRATTI TOMBATI DEL CANALE SA SERRA E RIPRISTINO RETI ACQUE BIANCHE ZONA EX RIO CONCIAS", dell'importo di €. 950.280,69;
- la determinazione del responsabile V Settore n.1300 del 15/12/2014 con la quale è stato affidato l'incarico per la redazione dello studio di compatibilità idraulica alla A.T.P. Ing. Alessia Vargiu - Ing. Antonino Mazzullo e Ing. Stefano Onnis, relativo ai lavori di "ADEGUAMENTO SEZIONI DEI TRATTI TOMBATI DEL CANALE SA SERRA";

Richiamata la deliberazione di Consiglio comunale n. 4 del 28.4.2015 con la quale si è preso atto dello Studio di compatibilità idraulica relativo ai lavori da eseguirsi nel Canale Sa Serra nelle quali si individuano le zone a pericolosità idraulica e i vincoli che ne conseguono in attuazione alle norme del PAI;

Richiamato altresì l'articolo 26 (Aree pericolose non perimetrare nella cartografia di piano) delle Norme di attuazione del Piano per l'assetto Idrogeologico:

"1.Possiedono significativa pericolosità idraulica le seguenti tipologie di aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:

- a. reticolo minore gravante sui centri edificati;*
- b. foci fluviali;*
- c. aree lagunari e stagni.*

2. Possiedono significativa pericolosità geomorfologica le seguenti tipologie di aree di versante appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:

- a. aree a franosità diffusa, in cui ogni singolo evento risulta difficilmente cartografabile alla scala del PAI;
- b. aree costiere a falesia;
- c. aree interessate da fenomeni di subsidenza.

3. Per le tipologie di aree indicate nei commi 1 e 2 le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al PAI, ai sensi dell'articolo 8, comma 5. Il programma triennale di attuazione stabilisce per tutte le aree indicate nei commi 1 e 2 interventi di sistemazione e manutenzione della rete idrografica, dei versanti e di regimazione del deflusso idrico superficiale.

4. Alle aree elencate nei precedenti commi 1 e 2, dopo la delimitazione da parte della pianificazione comunale di adeguamento al PAI, si applicano le prescrizioni individuate dalla stessa pianificazione comunale di adeguamento al PAI tra quelle per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media.”;

Dato atto che il Rio Sa Serra ricade nella fattispecie del “**reticolo minore gravante sui centri abitati**” e pertanto ad esso si applica l'art. 26 citato e pertanto si rende necessaria la redazione di uno studio idraulico che deve essere approvato dall'Adis;

Dato atto altresì che detto studio rientra all'interno dell'incarico affidato all'Ing. Italo Frau ai sensi del comma 11 dell'art. 8 comma 2 delle NA PAI per la redazione dello studio di compatibilità idraulica e geologica – geotecnica nel territorio comunale e ne costituisce uno stralcio necessario al fine di definire rapidamente la situazione del canale oggetto di intervento di sistemazione idraulica;

Visto lo studio predisposto dal professionista incaricato;

RICHIAMATI gli artt. 42 e 134 del TUEL;

RESI preventivamente i seguenti pareri:

- **PARERE DI REGOLARITA' TECNICA AMMINISTRATIVA** (ai sensi dell'art. 2 del regolamento comunale sui controlli e artt. 49 e 147 del TUEL, come modificati dal d.l. n. 174/2012, convertito in l. n. 213/2012):

Il Responsabile del IV Settore, ing. Patrizia Saba, giusto decreto sindacale n. 09/2014, esprime parere favorevole sulla proposta n. 54 del 14.04.2016 attestandone la correttezza, la regolarità e la legittimità perché conforme alla normativa di settore e alle norme generali di buona amministrazione. Assicura, inoltre, la convenienza e l'idoneità dell'atto a perseguire gli obiettivi generali dell'Ente e quelli specifici di competenza assegnati.

- **PARERE DI REGOLARITA' CONTABILE E ATTESTAZIONE DI COPERTURA FINANZIARIA** (ai sensi dell'art. 3 del regolamento comunale sui controlli e artt. 49 e 147 del TUEL, come modificati dal d.l. n. 174/2012, convertito in l. n. 213/2012):

Il Responsabile del III Settore dott. Mauro Dessì giusto decreto sindacale n. 09/2014, esprime parere favorevole sulla proposta n. 54 del 14.04.2016 attestando che la presente proposta non necessita di parere di regolarità contabile in quanto non comporta riflessi diretti o indiretti sulla situazione economico-finanziaria o sul patrimonio dell'ente”;

VISTI gli artt. 48 e 134 del T.U.E.L;

All'unanimità;

DELIBERA

Per i motivi in premessa indicati:

1. Di prendere atto dell'avvenuto deposito in data dello Studio idraulico di dettaglio del Rio Sa Serra ai sensi dell'art. 26 delle Norme di Attuazione del PAI, allegato alla presente per farne parte integrante e sostanziale, composto dalle seguenti tavole:
 - Relazione tecnico illustrativa;
 - Relazione idrologica e idraulica
 - Risultati numerici, sezioni e profili
 - Tavola 1 – inquadramento generale e bacini di calcolo
 - Tavola 2 – carta della pericolosità idraulica

Di dare mandato ai Responsabili competenti di procedere alla trasmissione copia della presente deliberazione e degli elaborati progettuali su richiamati All'Autorità del Distretto Idrografico (ADIS) nonché all'applicazione delle norme di salvaguardia di cui agli articoli 27, 28, 29, 31, 32, 33 delle norme di attuazione del PAI;

Di dare atto che con successivo provvedimento, a seguito di eventuali osservazioni da parte degli Enti sopra indicati, il Consiglio Comunale provvederà ad approvare lo studio di compatibilità idraulica e geologica – geotecnica nel territorio comunale ai sensi del comma 11 dell'art. 8 comma 2 delle NA PAI per il Comune di Decimomannu;

Di dichiarare la presente deliberazione immediatamente eseguibile ai sensi dell'art. 134 comma 4 del D.Lgs 267/2000.

Di dare atto che il presente atto verrà pubblicato sul sito istituzionale nella sezione “Amministrazione Trasparente”.

Letto, approvato e sottoscritto.

IL SINDACO
F.to Anna Paola Marongiu

IL SEGRETARIO COMUNALE
F.to Gianluca Cossu

PARERI FAVOREVOLI ESPRESSI AI SENSI DEL D.LGS. N. 267/2000

REGOLARITA' TECNICA
Il Responsabile Del Iv Settore
F.To Saba Patrizia

REGOLARITA' CONTABILE
Il Responsabile Settore Finanziario
F.To Dessi Mauro

CERTIFICATO DI PUBBLICAZIONE

Si dichiara che la presente Deliberazione verrà affissa all'Albo Pretorio del Comune per quindici giorni consecutivi dal giorno 22/04/2016 al 07/05/2016 ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 30 – comma 1, della L.R. n. 38/1994 e ss.mm.ii..

IL SEGRETARIO COMUNALE
F.to Gianluca Cossu

Copia ad uso amministrativo per la pubblicazione all'Albo Pretorio on-line

DICHIARAZIONE DI ESECUTIVITA'

- a seguito di pubblicazione all'Albo Pretorio di questo Comune dal **22/04/2016** al **07/05/2016** (ai sensi dell'art. 134, comma 3, D. Lgs.vo n° 267/2000).
- a seguito di dichiarazione di immediata eseguibilità (ai sensi dell'art. 134, comma 4, D. Lgs.vo n° 267/2000).

IL SEGRETARIO COMUNALE
F.To Gianluca Cossu



COMUNE DI DECIMOMANNU
Provincia di Cagliari



ALL.

1 idro

*Studio idraulico di dettaglio del Rio Sa Serra
ai sensi dell'art 26 delle N.T.A. del P.A.I.*

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

COMMITTENTE:

Comune di Decimomannu

REV

00

SCALA

BASE TOPOGRAFICA:

DATA

Aprile 2016

SINDACO

RUP

TECNICI INCARICATI

Dott. Ing. Italo Frau

COLLABORATORE

Geom. Giancarlo Loddo

Comune di DECIMOMANNU
Provincia di CAGLIARI

Relazione Tecnico Illustrativa

APRILE 2016

SOMMARIO

1. Premessa	3
2. Articolazione dello studio e fonti consultate	4
3. Quadro metodologico e normativo	5
4. Previsioni del PSFF	6
5. Individuazione e descrizione del sistema idraulico	7
5.1. Descrizione del rio Sa Serra.....	7
6. Conclusioni	11

1. Premessa

In esecuzione alla determinazione del responsabile del servizio tecnico 42 del 30/01/2013, il sottoscritto è stato incaricato della redazione dello studio di compatibilità idraulica e geologica – geotecnica nel territorio comunale di Decimomannu ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle NA PAI.

Nel corso della redazione di questo studio si è manifestata la necessità di procedere più rapidamente alla analisi di pericolosità del rio Sa Serra (vedi tavola 1 idro) essendo questo rio oggetto di un intervento di sistemazione idraulica nella parte più valliva.

Pertanto, in accordo con i tecnici dell'ARDIS, la posizione del rio Sa Serra è stata stralciata dal resto dello studio e si è proceduto con l'analisi del canale ai sensi dell'articolo 26 delle Norme PAI. Tale articolo definisce **le aree a significativa pericolosità idraulica o geomorfologica non direttamente perimetrate dal PAI e recita:**

1. Possiedono significativa pericolosità idraulica le seguenti tipologie di aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:

a. reticolo minore gravante sui centri edificati;

b. foci fluviali;

c. aree lagunari e stagni.

Le aree così individuate sono disciplinate come indicato dal comma 3 e 4 del medesimo articolo ai sensi dei quali:

3. Per le tipologie di aree indicate nei commi 1 e 2 le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al PAI, ai sensi dell'articolo 8, comma 5. [...].

4. Alle aree elencate nei precedenti commi 1 e 2, dopo la delimitazione da parte della pianificazione comunale di adeguamento al PAI, si applicano le prescrizioni individuate dalla stessa pianificazione comunale di adeguamento al PAI tra quelle per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media.

Il rio Sa Serra ricade proprio nella fattispecie del “reticolo minore gravante sui centri edificati” e pertanto ad esso si applica l'articolo 26 alle condizioni riportate nei precedenti commi.

Sintetizzando il contenuto di quanto detto sopra, quindi il Comune, **indipendentemente dal fatto che sia stato oggetto o meno di studio PAI/PSFF**, deve produrre uno studio idraulico che deve essere approvato dall'Autorità Idraulica competente e che richiede la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica non censite dal PAI secondo quanto indicato all'articolo 26.

Prima dell'invio all'Autorità Idraulica (Agenzia di Distretto Idrografico), le nuove perimetrazioni estese ad aree non presenti nel PAI **devono essere adottate con delibera del**

Consiglio Comunale o di Giunta, e a partire dalla data di adozione scattano su queste aree le norme di salvaguardia.

Successivamente le perimetrazioni andranno sottoposte a **procedura di variante ai sensi dell'articolo 37** delle Norme di Attuazione.

2. Articolazione dello studio e fonti consultate

Le valutazioni analitiche sono state precedute da una attività conoscitiva basata sull'analisi della cartografia al 10000 e al 2000; sono stati eseguiti inoltre diversi sopralluoghi per valutare in sito lo stato dei luoghi e la consistenza delle opere idrauliche; si è proceduto con un rilievo di dettaglio delle sezioni utilizzando il modello digitale di terreno LIDAR ad alta risoluzione passo 1 metro; sono state rilevate in sito delle opere interferenti e i tratti canalizzati; si sono acquisiti ed esaminati tutti gli studi relativi al territorio depositati presso gli uffici comunali e infine sono state valutate le testimonianze relative ad eventi storici che hanno interessato il territorio comunale.

In sintesi lo studio idraulico si è articolato nelle seguenti fasi:

- Identificazione delle criticità idrauliche del rio oggetto di studio anche in base a quanto precisato all'articolo 26 comma 1 delle Norme;
- Reperimento della documentazione relativa a precedenti studi dell'area con particolare riferimento alle relazioni e agli studi idraulici, alle progettazioni di opere e la mitigazione dei fenomeni di allagamento;
- Verifica del PAI vigente se esistente;
- Presa visione dello studio denominato "*Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)*" adottato definitivamente il 20 giugno 2013;
- Sopralluoghi e rilievi sul campo;
- Analisi idrologiche, idrauliche, geologiche;
- Produzione dei risultati delle elaborazioni sia in formato numerico (tabulati) che grafico (sezioni e profili).
- Tracciamento e rappresentazione della pericolosità alla scala del PUC cioè in scala 1:2000.

Elaborazioni cartografiche e analisi hanno condotto alla produzione dei seguenti elaborati relativi alla parte idraulica:

ELENCO TAVOLE

Tavola 1 idro -	INQUADRAMENTO GENERALE E BACINI DI CALCOLO SCALE VARIE
Tavola 2 idro -	CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA SCALA 1:2.000

ELENCO ALLEGATI

Allegato 1 idro -	RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA
Allegato 2 idro -	RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA
Allegato 3 idro -	RISULTATI NUMERICI, SEZIONI E PROFILI

3. Quadro metodologico e normativo

Lo studio è stato eseguito attraverso la individuazione di **nuove** aree pericolose in base all'art 26 commi 1 e 2 delle norme di attuazione, tenendo presente che tali articoli danno certamente un indirizzo sulle aree non perimetrate PAI che possono essere indagate come aree a significativa pericolosità, come il reticolo minore gravante sui centri abitati, ma lasciano comunque al tecnico la facoltà di individuare altre aree ritenute critiche ad esempio perché storicamente sede di eventi alluvionali o perché interferenti con elementi a rischio di classe E3 e E4.

Le valutazioni idrologiche e idrauliche sono state condotte seguendo rigorosamente le **Linee Guida allegate allo studio generale del PAI**, con particolare riferimento ai paragrafi relativi ai criteri di calcolo delle portate che è stato eseguito per i 4 tempi di ritorno indicati nel PAI, alle metodologie di modellazione idraulica che è stata eseguita con il codice Hec - Ras e ai criteri di tracciamento delle aree pericolose e a rischio.

4. Previsioni del PSFF

Decimomannu è stato perimetrato dal PSFF in modo abbastanza importante con vaste zone di fascia A_50, anche se la zona del rio Sa Serra è interessata dalla fascia C (Figura 1).

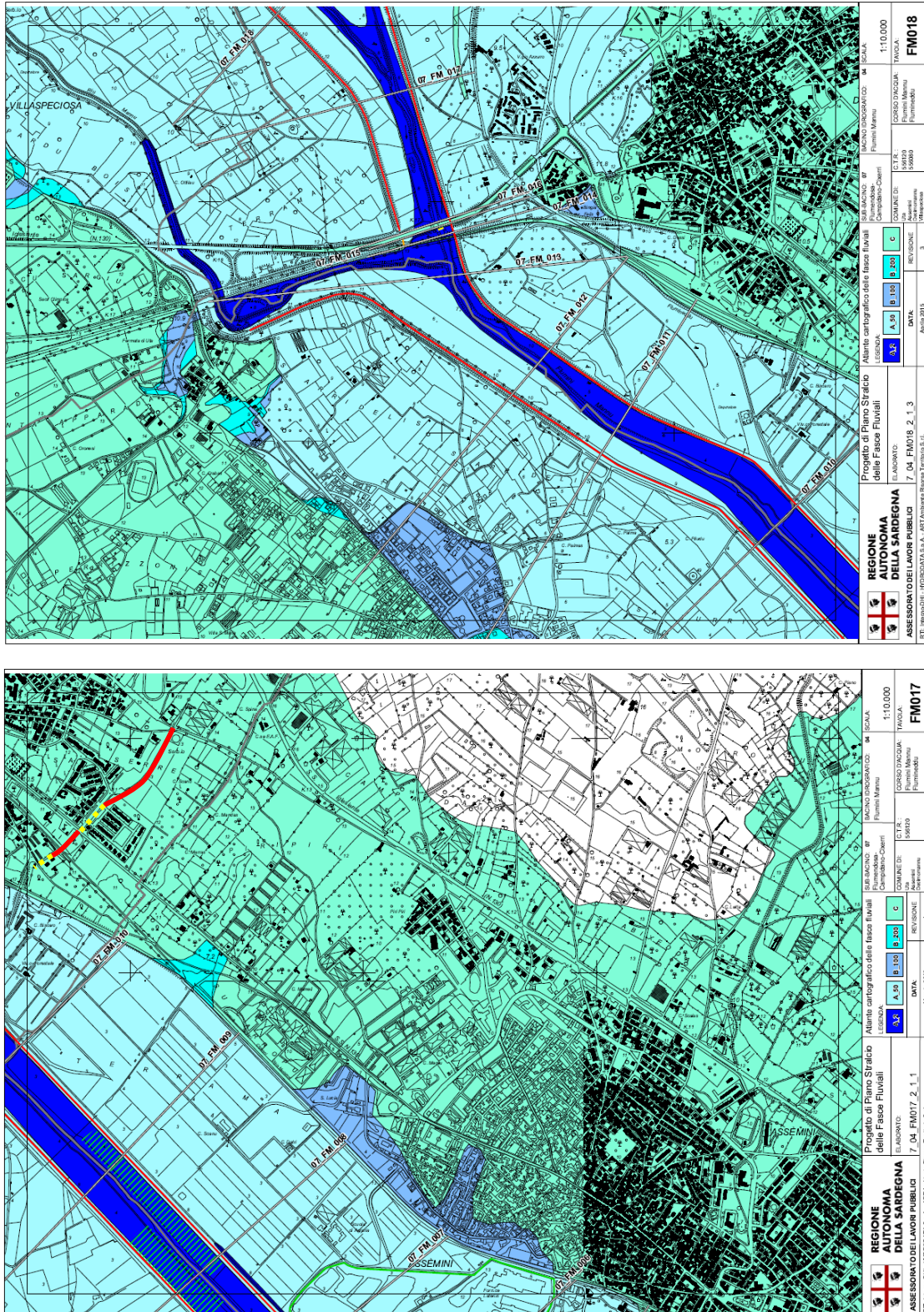


Figura 1 Inquadramento rio Sa Serra in ambito PSFF

5. Individuazione e descrizione del sistema idraulico

La perimetrazione delle aree a significativa pericolosità passa attraverso la definizione dei criteri che discriminano tra un tronco ritenuto critico e pertanto passibile di analisi e uno ritenuto non critico. In tale ottica ci si è basati prevalentemente su quattro criteri:

1. Il tronco appartiene al reticolo minore gravante sul centro edificato;
2. Il tronco è stato oggetto di sistemazione idraulica;
3. Il tronco insiste su un'area storicamente critica dal punto di vista idraulico;
4. Il tronco interessa, anche solo potenzialmente, un elemento a rischio E3 o E4;

Il rio Sa Serra ricade nella fattispecie del punto 1.

Una rappresentazione grafica è data nella *Tavola Idro* che evidenzia sia l'asse del canale che il bacino contribuyente.

5.1. Descrizione del rio Sa Serra

Il rio Sa Serra (Figura 2) è in realtà un canale artificiale che ha origine con una sezione trapezia in terra (Figura 3) nella zona sportiva di Decimomannu raccogliendo le acque urbane della porzione di territorio compresa tra la SS 130 e la via Cagliari. In corrispondenza della via Piemonte si immette in un tratto tombato alto 80 centimetri e quindi privo del franco idraulico che percorre la via Veneto (Figura 4). A valle della via Cagliari riprende il tratto a cielo aperto con sezione canalizzata in calcestruzzo (Figura 5), segue poi, in prossimità di via Is Bagantinus un breve tratto tombato e infine il tratto a cielo aperto verso il colatore del rio Fluminimannu.

I tratti tombati sono stati analizzati secondo *Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza dei canali tombati ai sensi dell'articolo 22 delle norme PAI (TESTO COORDINATO OTTOBRE 2015)* del 20.05.2015 così come aggiornata dalla DELIBERAZIONE N. 2 DEL 27.10.2015.

In particolare l'assenza di franco idraulico minimo impone quanto indicato **dall'articolo 6.3 della direttiva:**

“Nel caso in cui il franco minimo non sia rispettato, nella verifica di sicurezza, ai fini della perimetrazione delle aree di pericolosità, la modellazione idraulica può motivatamente essere eseguita:

- *per sezioni molto ampie ispezionabili, modellando lo scorrimento al di fuori del canale della quota della portata non convogliabile con i franchi prescritti per i vari tempi di ritorno;*

- *per gli altri casi, considerando l'ipotesi di canale completamente ostruito, modellando lo scorrimento al di fuori del canale dell'intera portata per i vari tempi di ritorno.*

L'assenza di franco idraulico e la conseguente modellazione a canale ostruito genera una perimetrazione H4 (tavola 2idro) in tutta la porzione in destra idraulica del tratto tombato che va a interessare la via Toscana fino al cimitero seguendo la curva di livello dei 10.80, la quota della via Cagliari che determina uno sbarramento al deflusso verso valle.

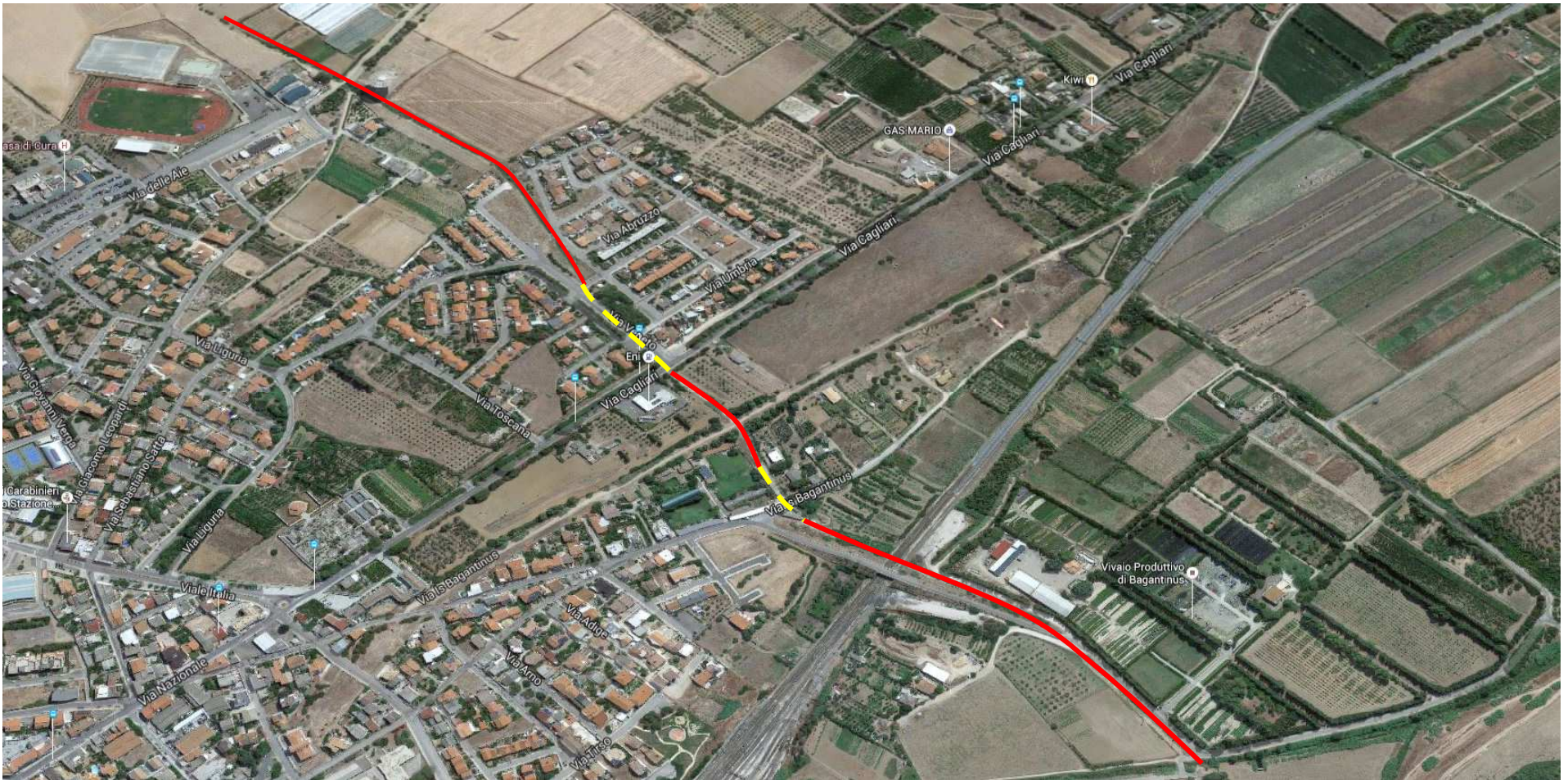


Figura 2 Il canale Sa Serra (in rosso i tratti a cielo aperto in giallo quelli tombati)



Figura 3 Tratto montano sezione trapezia in terra



Figura 4 Inizio Tratto tombato in via Piemonte: scatolare 2.06 x 0.8



Figura 5 Tratto a valle della via Cagliari sezione trapezia di base 2.2 metri e altezza 0.8

6. Conclusioni

Il sistema complessivo sopra descritto è stato modellato, previo calcolo idrologico delle portate di piena relative ai quattro tempi di ritorno già previsti nel PAI, con l'utilizzo del codice Hec – Ras.

I risultati, consultabili sia in formato numerico che grafico negli allegati 3idro, hanno consentito di pervenire al tracciamento di nuove aree pericolose con l'ipotesi di canale tombato ostruito per via della assenza di franco idraulico.

Le aree pericolose sono riportate nella tavola a corredo del presente studio in scala 1:2000.

Si evidenziano nuove importanti aree a pericolosità molto elevata in tutto lo sviluppo del canale dal tratto tombato verso valle.

Per completezza si allega anche la scheda di sintesi del canale secondo le disposizioni della direttiva di cui alla deliberazione 2 del 27.10.2015 recepita dall'articolo 22 delle Norme PAI (TESTO COORDINATO OTTOBRE 2015).

SCHEDA RIASSUNTIVA CANALE
TOMBATO



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Comune	DECIMOMANNU
ID	D259_CT_002

<i>Dati Anagrafici</i>			
Denominazione	CANALE SA SERRA		
Asta fluviale di riferimento	CANALE SA SERRA		
Anno di realizzazione	1960	Area del bacino alla sezione d'ingresso principale (Km ²)	0.5428 Km ²
<i>Particolari Costruttivi</i>			
Materiale di realizzazione	CALCESTRUZZO		
Lunghezza (m)	160 m		
Area sezione d'ingresso principale (m ²)	2.08 m ²	Area sezione di uscita (m ²)	2.86 m ²
Forma della sezione	RETTANGOLARE	Eventuale presenza di griglie o caditoie lungo il canale	SI
Portata di progetto (m ³ /s)			
<i>Manutenzione</i>			
Stato di manutenzione attuale del canale	DISCRETO	Anno in cui è stata effettuata l'ultima pulizia/manutenzione	
<i>Note e osservazioni</i>			

Sistema di riferimento: Roma 40 – Gauss Boaga Ovest

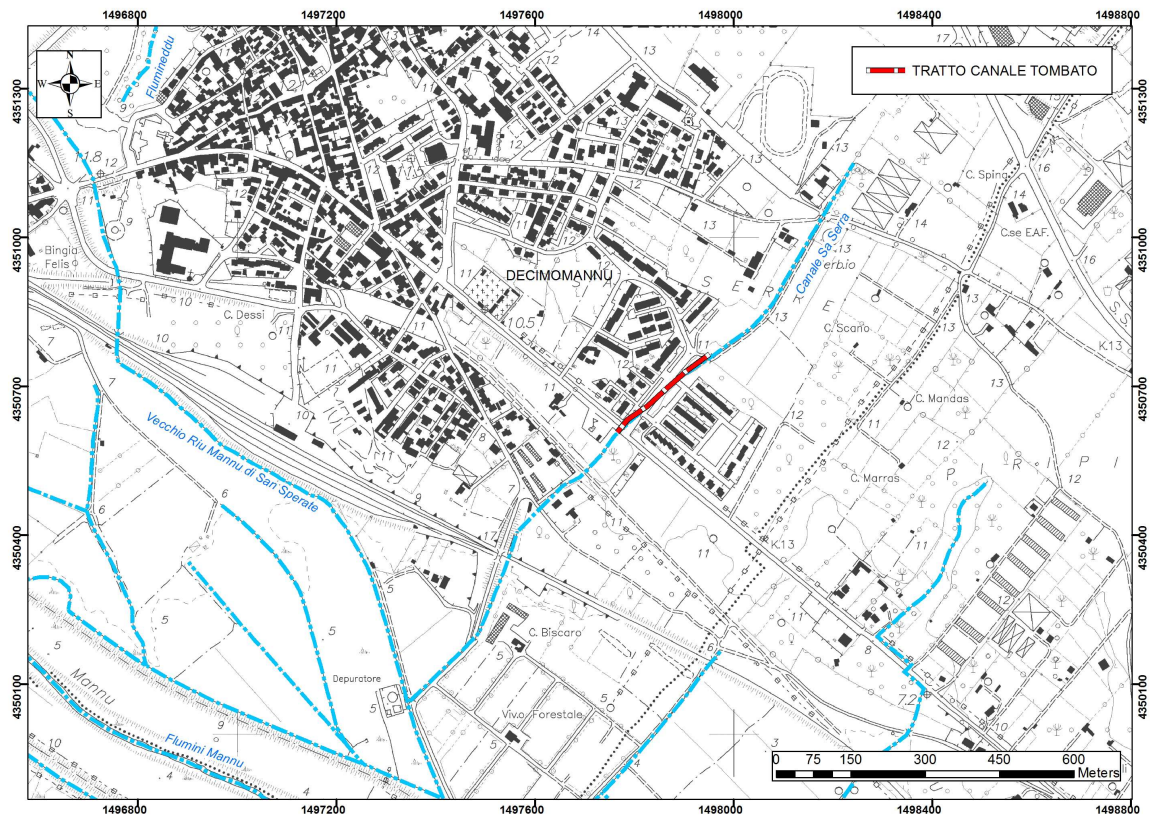


Figura 6 Vista imbocco del canale tombato



Figura 7 Vista sbocco canale tombato





COMUNE DI DECIMOMANNU
Provincia di Cagliari



ALL.

2 idro

*Studio idraulico di dettaglio del Rio Sa Serra
ai sensi dell'art 26 delle N.T.A. del P.A.I.*

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

COMMITTENTE:

Comune di Decimomannu

REV

00

SCALA

BASE TOPOGRAFICA:

DATA

Aprile 2016

SINDACO

RUP

TECNICI INCARICATI

Dott. Ing. Italo Frau

COLLABORATORE

Geom. Giancarlo Loddo

SOMMARIO

1. Valutazione delle portate di piena.....	2
2. Il metodo razionale basato sulla distribuzione TCEV	2
3. Tempo di corrivazione	4
4. Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica.....	6
5. Bacino CANALE SA SERRA	9
6. Metodologia di analisi idraulica.....	14
7. Il modello idraulico	14
8. Schematizzazione delle sezioni.....	17
9. Parametri di verifica.....	18

1. Valutazione delle portate di piena

Come previsto dalle Linee Guida PAI la stima della portata al colmo può essere eseguita con tre tipi di metodo

- 1) metodo “diretto o probabilistico”
- 2) metodo “indiretto o analitico”
- 3) metodo “empirico”

I primi pervengono al valore della portata al colmo in una sezione di interesse a partire dall'analisi di serie storiche osservate di portata; i secondi sfruttano un modello di trasformazione afflussi-deflussi che consente di pervenire alla portata di progetto partendo dall'analisi statistica delle piogge; i metodi empirici, infine, si basano sull'osservazione di valori di portata al colmo che vengono posti in relazione con particolari parametri geomorfologici di bacino.

Non disponendo di serie storiche osservate di portate occorre subito scartare l'ipotesi di ricorrere a metodi di stima diretti che tra l'altro sono stati validati solo per grandi bacini al di sopra di 40 - 60 km².

I metodi empirici hanno il difetto di non tenere conto di nessuna analisi statistica, sono legati alla limitata serie di valori osservati e, in genere, danno dei valori di portata decisamente sovrastimati.

In tale ottica i metodi indiretti, vista anche la dimensione dei bacini in studio, paiono i più adatti a sopperire alla inconsistenza dei dati osservati e, tra questi, il metodo razionale, basato sulla formula omonima, risulta certamente fra i più utilizzati.

Circa la scelta della distribuzione di probabilità per le piogge (da adottarsi con la formula razionale), gli ultimi sviluppi della letteratura in proposito di eventi estremi in Sardegna hanno mostrato come la distribuzione Two Components Extreme Value, nota come TCEV, si presenti più adatta di quella Lognormale per interpretare i fenomeni di pioggia brevi e intensi.

2. Il metodo razionale basato sulla distribuzione TCEV

La stima della portata di colmo con i metodi indiretti come quello razionale con distribuzione TCEV passa attraverso la valutazione della pioggia critica, cioè della pioggia che determina la portata massima, nell'ipotesi approssimata che il tempo di ritorno di un certo evento di pioggia si possa attribuire anche alla portata che esso genera.

La trasformazione Afflussi-Deflussi che consente di passare dalle precipitazioni alle portate fa ricorso al metodo Cinematico e alla cosiddetta “formula razionale” che calcola la portata di piena in base al fenomeno della corrivazione delle particelle liquide.

Per tale formula la pioggia critica è quella di durata pari alla somma del tempo di corrivazione più il tempo di formazione del deflusso superficiale. Quindi se si indica con Θ la durata critica si ha:

$$\Theta \equiv T_c + t_f$$

T_c il tempo di corrivazione del bacino

T_f il tempo di formazione del deflusso superficiale;

Nota la durata critica Θ la formula razionale definisce la portata al colmo relativa ad un certo tempo di ritorno con la relazione:

$$Q = i_{n,r} [\Theta, T_R, r(\Theta, A)] \cdot A \cdot$$

In modo più esplicito:

$$Q = \frac{\Phi h [\Theta, T_R] r[\Theta, A] A \cdot}{\Theta} \quad \square \square (1)$$

Essendo

A l'area del bacino in km²

$h [\Theta, T_R]$ l'altezza di pioggia critica di durata Θ e tempo di ritorno T_R

Φ il coefficiente di deflusso

$r(\Theta, A)$ il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino

$\Theta \equiv T_c + t_f$ durata critica

Posto

$$h_{n,r} [\Theta, T_R, r] = \Phi h [\Theta, T_R] r[\Theta, A]$$

Si può dire che la portata al colmo in una certa sezione che chiude un bacino di area A assegnata e relativa ad un certo tempo di ritorno T_R risulta determinata una volta nota l'altezza di pioggia netta ragguagliata, di durata critica Θ , relativa a quel tempo di ritorno T_R e ragguagliata all'intero bacino (detta **altezza di pioggia critica**).

Si pongono di conseguenza due ordini di problemi:

- Definire la durata critica;
- Determinare l'altezza di pioggia critica;

Il calcolo della durata critica passa attraverso la determinazione del tempo di corrivazione e del tempo di formazione del deflusso.

Per il primo si hanno delle formule empiriche indicate di seguito, per il secondo si procede ad una valutazione per via iterativa.

Circa l'altezza di pioggia critica si procede come indicato al successivo paragrafo.

3. Tempo di corrivazione

Si definisce tempo di corrivazione il tempo che una particella d'acqua che cade nel punto idraulicamente (e non geometricamente) più lontano, impiega per arrivare alla sezione di chiusura del bacino. Per la sua valutazione possono essere usate diverse formule empiriche. In particolare le linee Guida PAI suggeriscono:

FORMULA DI VENTURA :

$$T_c = 0,127 \left(\frac{A}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad [ore]$$

dove :

A è l'area del bacino in Km²
i_m pendenza media dell'asta principale.

FORMULA DI PASINI :

$$T_c = \frac{0,108(A \cdot L)^{\frac{1}{3}}}{i_m^{\frac{1}{2}}} \quad [ore]$$

dove :

A è l'area del bacino in km²
i_m pendenza media dell'asta principale
L è la lunghezza dell'asta principale in km

FORMULA DI VIPARELLI :

$$T_c = \frac{L}{(1+1,5) \cdot 3,6} \quad [ore]$$

dove :

L è la lunghezza dell'asta principale in km
1-1,5 è la velocità media della corrente in m/s

FORMULA DI GIANDOTTI :

$$T_c = \frac{4\sqrt{A + 1,5L}}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \quad [ore]$$

dove :

A è l'area del bacino in km²
H_m altitudine media del bacino m slm
H_o altitudine della sezione di chiusura m slm
L è la lunghezza dell'asta principale in km

Nella scelta del tempo di corrivazione occorre tenere conto delle incertezze insite nelle formule che consentono di stimarlo; ogni formula, vista la natura prevalentemente empirica, è valida per i bacini per i quali è stata ricavata e tarata. Nel caso in questione si possono fare alcune interessanti osservazioni:

- la relazione di Ventura è stata introdotta nell'ambito di uno studio sulle reti di bonifica bolognese;
- la relazione di Pasini è stata introdotta nell'ambito di uno studio sulle reti di bonifica della pianura renana;
- la formula di Viparelli è senza dubbio la più semplice, si basa sulla corrivazione e ricava il tempo di corrivazione come un rapporto tra lunghezza e velocità nell'ipotesi che l'acqua viaggi alla velocità di 1 m/s;
- la formula introdotta da Giandotti, la più utilizzata in Italia deriva dall'esame del fenomeno di corrivazione;

Al fine di minimizzare gli errori comunque insiti nella stima di questo parametro si è deciso di assumere, come tempo di corrivazione, quello derivante dalla media delle formulazioni indicate quando esse danno risultati simili fra loro e adottare invece i valori più piccoli quando la diversità dei valori ottenuti suggerisce la maggior cautela, fermo restando che se il rio è un tronco critico già studiato dal PAI, i valori di portata devono essere comunque prossimi o inferiori a quelli presenti nel PAI vigente.

4. Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica

L'altezza di pioggia critica viene calcolata a partire dalla curva di possibilità pluviometrica che esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione, τ , ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno T_R .

Le curve di possibilità pluviometrica disponibili si possono esprimere secondo due differenti distribuzioni probabilistiche:

- distribuzione **Log-Normale** (Sardegna suddivisa in 4 sottozone omogenee)
- distribuzione **TCEV** (Sardegna suddivisa in 3 sottozone omogenee definizione della pioggia indice)

In entrambi i casi, la Sardegna è suddivisa in zone pluviometriche omogenee per le piogge di breve durata. Ciascuna zona, per distribuzione geografica, può rappresentare un distinto regime pluviometrico. Le curve sono state determinate per ciascun gruppo nella forma:

$$h = a \cdot \tau^n$$

dove h rappresenta l'altezza di precipitazione per una durata τ , mentre a ed n sono i coefficienti caratteristici di ogni gruppo omogeneo, funzione del tempo di ritorno e, nel caso della distribuzione TCEV, della pioggia indice.

Si descrive brevemente la procedura utilizzata per la determinazione delle curve segnalatrici di possibilità climatica valide nelle località esaminata, utilizzando i risultati in (Deidda e Piga, 1998) qui presentati in forma aggiornata. L'altezza di pioggia lorda $h_l(\tau)$ in mm di durata τ in ore e di assegnato tempo di ritorno T in anni è fornita dalla seguente relazione monomia:

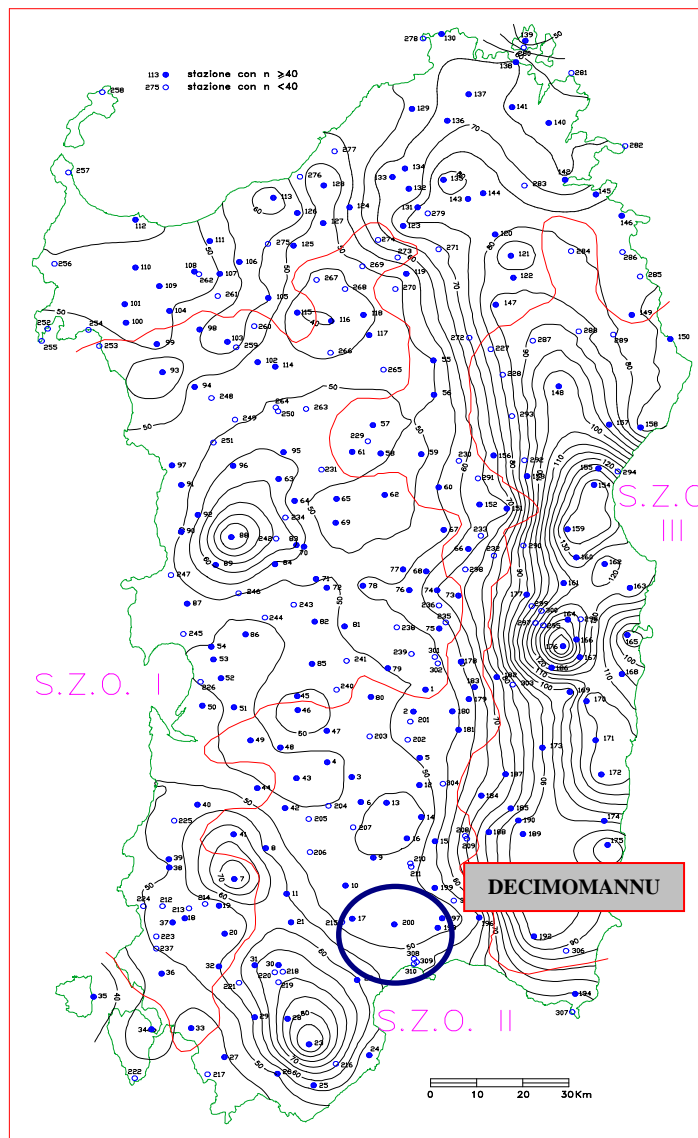
$$h_l(\tau) = a \tau^n \quad (2)$$

La pioggia indice, definita nella distribuzione TCEV ed elemento tipico della singola stazione pluviometrica, tiene conto dell'altezza di pioggia caduta in 1 ora e consente di rappresentare direttamente le caratteristiche degli eventi meteorici per il territorio in esame; pertanto è l'elemento che permette di scendere più in dettaglio rispetto alla semplice suddivisione in sottozone che caratterizza il metodo basato sulla distribuzione Log-Normale.

Anche in virtù di questo fatto come distribuzione probabilistica delle piogge si è adottata la **TCEV** (Two Component Extreme Value) parametrizzata secondo lo studio condotto da Deidda e Piga sulle curve di possibilità climatica in Sardegna a partire dall'analisi dei massimi annui delle piogge brevi e intense.

Di seguito si descrive il calcolo per un tempo di ritorno di T anni.

L'applicazione del metodo prevede il calcolo preliminare della pioggia indice giornaliera $\bar{h}(g)$ valutabile per interpolazione dalle isoiete della carta della relativa distribuzione spaziale.



Dalla pioggia indice giornaliera si ricava la **pioggia indice** o pioggia media di durata τ ,

$$\bar{h}(\tau) = \frac{\bar{h}_g}{0.886 * 24^{(-0.493+0.476 \text{Log}(\bar{h}_g))}} * \tau^{(-0.493+0.476 \text{Log}(\bar{h}_g))} \quad (2)$$

In questa relazione la pioggia indice va calcolata assumendo come durata quella critica

$$\Theta \equiv T_c + t_f$$

Il tempo di corrivazione è stato stimato, mentre per il tempo di formazione del deflusso superficiale si procede in modo iterativo con la formula suggerita nelle linee guida PAI:

$$t_f = \frac{I_a}{i(\Theta, r)}$$

Essendo I_a l'assorbimento iniziale (vedi stima delle perdite SCS)

$i(\Theta, r)$ l'intensità di pioggia raggugliata di durata critica.

Definita la pioggia indice si definisce una variabile aleatoria normalizzata:

$$h'(\tau) = \frac{h(\tau)}{\bar{h}(\tau)} = a \tau^n \quad (2)$$

Dove a ed n sono i parametri della curva normalizzata definiti per le tre sotto zone omogenee della Sardegna (SZO) in funzione del tempo di ritorno per durate minori e maggiori di 1 ora e per tempi di ritorno maggiori o minori di 10 anni con le seguenti formule (per $T > 10$ anni):

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata > 1 ora
Sottozona 1	$a=0.46378+1.0386*\text{Log}(T)$	$a=0.46378+1.0386*\text{Log}(T)$
	$n=-0.18449+0.23032*\text{Log}(T)-3.3330*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-1.0563*10^{-2}-7.9034*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.44182+1.0817*\text{Log}(T)$	$a=0.44182+1.0817*\text{Log}(T)$
	$n=-0.18676+0.24310*\text{Log}(T)-3.5453*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-5.6593*10^{-3}-4.0872*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.41273+1.1370*\text{Log}(T)$	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$
	$n=-0.19055+0.25937*\text{Log}(T)-3.8160*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=1.5878*10^{-2}+7.6250*10^{-3}*\text{Log}(T)$

Tabella 1 Parametri della curva normalizzata

Poiché i bacini ricadono interamente in **sottozona 2**, in funzione della durata critica e del tempo di ritorno (maggiori di 10 anni) si possono calcolare i valori di a ed n .

Assumendo T si determinano a ed n e sostituendo nella (2) si determina il valore della variabile aleatoria normalizzata posto $\tau \equiv \Theta$

$$h'(\tau) = a\tau^n$$

Utilizzando la relazione (2) si perviene infine a determinare l'altezza di pioggia critica relativa ad un dato T :

$$h(\Theta) = h'(\Theta)\bar{h}(\Theta)$$

Quella determinata è la pioggia **lorda** critica h con tempo di ritorno T anni, ma per stimare la portata con la formula 1 occorre la cosiddetta pioggia netta h_{netta} valutata con la formula:

$$h_{netta} = \Phi h = \frac{(h - I)^2}{(h + S - I)}$$

dove :

S (in mm) è l'assorbimento del bacino, espresso dalla relazione

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

CN Curve Number

I_a è l'assorbimento iniziale legato ad S dalla relazione:

$$I_a = 0.2 \cdot S$$

Nel caso in questione, considerato l'uso del suolo e il tipo di suolo e ponendoci nelle condizioni più critiche di AMCIII si determina il CN quindi S , I e $h_{netta} = \Phi h$.

$$\Phi = \frac{h_{netta}}{h}$$

Si calcola un coefficiente di ragguglio r per $\tau = \Theta$ con la relazione valida per $A < 20 \text{ km}^2$

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) \tau^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))}$$

Introducendo Φ , h , r , A e Θ nella (1) si ha infine la determinazione della portata Q relativa a quel tempo di ritorno.

5. Bacino CANALE SA SERRA

Stabilita una volta per tutte la metodologia per il calcolo della portata occorre definire i bacini e le sezioni di controllo rispetto alle quali valutare le portate. Uno schema dei bacini considerati è riportato nella tavola Iidro.

Il tracciamento del bacino è stato fatto in ambiente GIS e integrato con applicativi specializzati per l'elaborazione idrologica. In particolare si è proceduto alla creazione di un modello digitale del terreno (DEM) costituito da una griglia a maglia quadrata di 1 metro ottenuta da un algoritmo triangolare ottimizzato (TIN), a sua volta desunto dalla trasformazione numerica delle isocore vettoriali 3D tratte dalla Carta Tecnica Regionale.

Il DEM così elaborato costituisce la base altimetrica su cui individuare la linea di dislivello che delimita il bacino e fornisce la rappresentazione numerica da cui desumere i parametri morfometrici del bacino stesso necessari alle elaborazioni idrologiche.

In particolare il DEM consente, con operazioni semplici, di determinare l'area dei bacini totale e parziali, le quote delle sezioni d'interesse, le altitudini medie, minime e massime.

La carta delle acclività, derivata dal DEM, consente la determinazione della pendenza media del bacino; la struttura di rete assunta, infine, con l'aggiunta della coordinata Z del DEM, consente agevolmente l'individuazione dell'asta principale, con gli attributi di lunghezza e pendenza media, e del suo profilo altimetrico. Dal profilo si ricava la pendenza media attraverso la formula:

$$\sqrt{i} \equiv \frac{L}{\sum \frac{l_i}{\sqrt{i_i}}}$$

Dove L è la lunghezza dell'asta principale;

i_i la pendenza del tratto di asta di lunghezza l_i compresa tra due curve di livello;

Si riporta in Tabella 2 la sintesi dei parametri esprimenti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

BACINO CANALE SA SERRA	
SUPERFICIE (kmq)	1.6304
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	2.446
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.001
PENDENZA MEDIA BACINO	0.05124
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	12.57
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	3.844

Tabella 2 Parametri di bacino

Per il calcolo delle portate di piena e per stabilire le perdite di bacino si deve poi dare una stima del Curve Number. Precisamente l'utilizzo congiunto delle informazioni relative all'uso del suolo e alla geologia e la buona presenza di superfici coltivate nella parte valliva con buone capacità di assorbimento consentono di attribuire al bacino un valore di **CN III = 94**.

Figura 1 Altitudine media Bacino

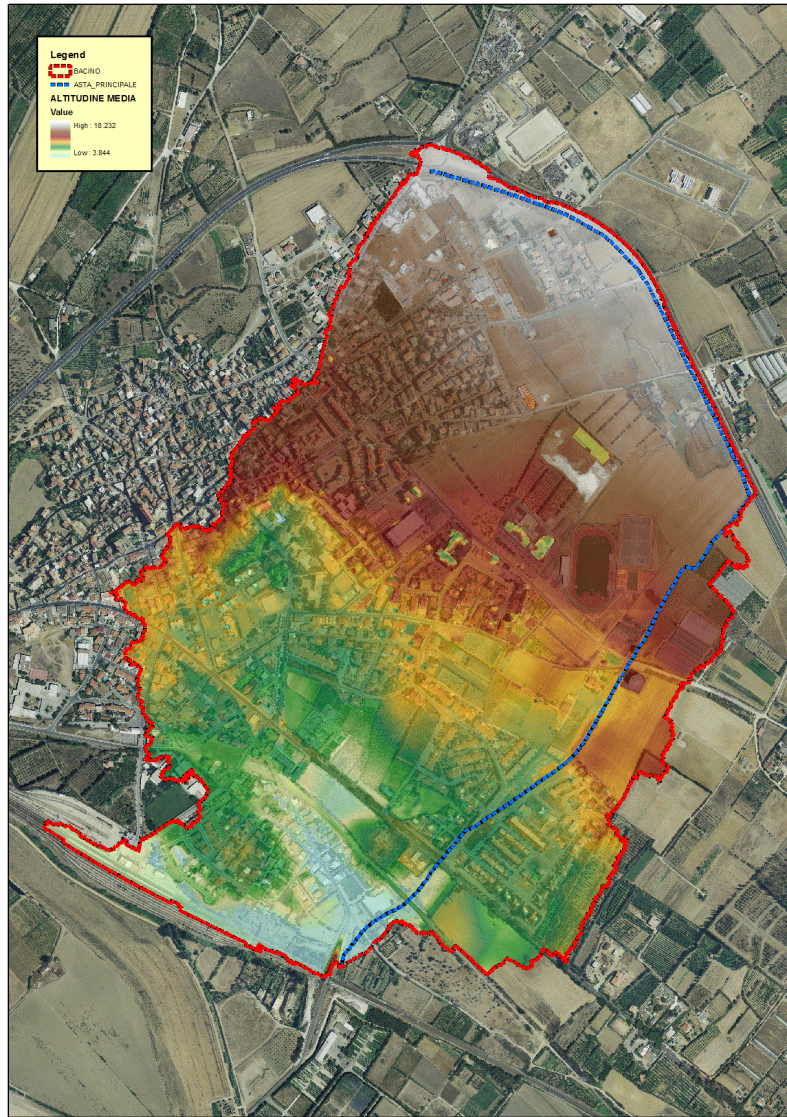
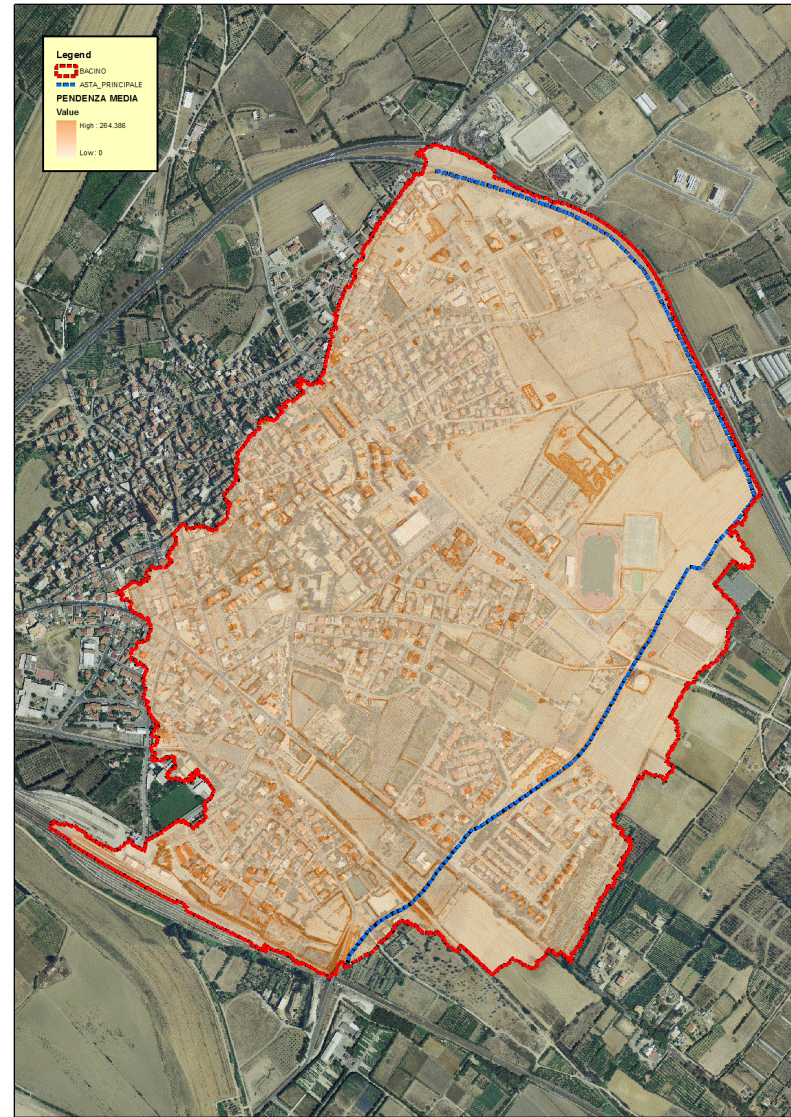


Figura 2 Pendenza media Bacino



Tempo di corrivazione

Come suggeriscono le linee Guida PAI può essere valutato con alcune formule empiriche:

FORMULA DI VENTURA :

$$T_c = 0,127 \left(\frac{A}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad [ore]$$

dove :

A è l'area del bacino in Km²
i_m pendenza media dell'asta principale.

$$T_c \equiv 5.128 \quad ore$$

FORMULA DI PASINI :

$$T_c = \frac{0,108(A \cdot L)^{\frac{1}{3}}}{i_m^{\frac{1}{2}}} \quad [ore]$$

dove :

A è l'area del bacino in km²
i_m pendenza media dell'asta principale
L è la lunghezza dell'asta principale in km

$$T_c \equiv 5.4159 \quad ore$$

FORMULA DI VIPARELLI :

$$T_c = \frac{L}{(1 \div 1,5) \cdot 3,6} \quad [ore]$$

dove :

L è la lunghezza dell'asta principale in km
1-1,5 è la velocità media della corrente in m/s

V=1.2 m/s si ha:

$$T_c \equiv 0.5662 \quad ore$$

FORMULA DI GIANDOTTI :

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \quad [ore]$$

dove :

A è l'area del bacino in km²
H_m altitudine media del bacino m slm
H_o altitudine della sezione di chiusura m slm
L è la lunghezza dell'asta principale in km

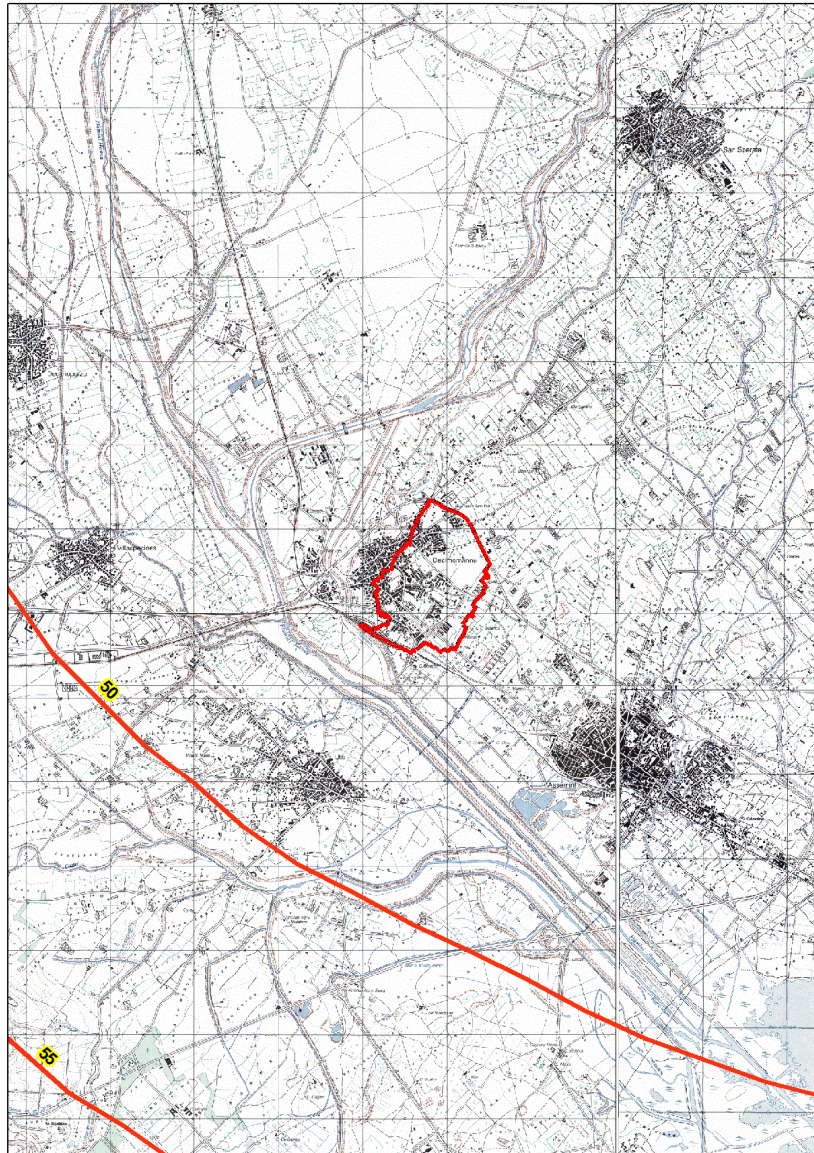
$$T_c \equiv 3.7136 \quad ore$$

Per ragioni di cautela si è deciso di adottare come tempo quello della formulazione di Viparelli:

$$T_c \equiv 0.5662 \text{ ore}$$

PORTATE

Utilizzando come tempo di corrivazione Viparelli e stimando una pioggia indice giornaliera pari a 50 mm



si ottiene infine:

$$Q_{50} = 16.50 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{100} = 19.54 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{200} = 22.62 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{500} = 26.78 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Il coefficiente di deflusso risulta pari a

$$\Phi = \frac{h_{netta}}{h} = 0.7093$$

Nota – Per affinare il calcolo sono state considerate altre due sezioni di controllo e per esse le portate sono state stimate con il metodo del contributo unitario:

CONTRIBUTO UNITARIO		10.12022	11.98479	13.8739	16.42542
TRATTO	A	Q50	Q100	Q200	Q500
A 1° TRATTO TOMBATO	0.542818	5.493435	6.505559	7.531	8.916012
B 2°TRATTO TOMBATO	1.383172	13.998	16.57702	19.18998	22.71918

6. Metodologia di analisi idraulica

Lo scopo delle analisi idrauliche e' consistito nella individuazione delle aree suscettibili di essere inondate da eventi di piena caratterizzati da assegnato tempo di ritorno. Le metodiche utilizzate seguono rigorosamente quanto prescritto nelle Linee Guida del PAI.

In generale, tutte le analisi sono state condotte assumendo lo stato stazionario (moto permanente) sebbene i processi di propagazione delle onde di piena siano fenomeni di moto vario.

Questa ipotesi è supportata dal fatto che le variazioni di portata nel tempo in occasione delle piene naturali non sono così rapide da rendere necessaria un'analisi in condizioni di moto vario.

Lo studio si è svolto secondo le seguenti fasi:

- 1.definizione della configurazione del sistema;
- 2.ricostruzione della geometria dell'alveo mediante rilievo e analisi dei progetti esistenti;
- 3.individuazione delle condizioni al contorno e implementazione della idrologia del sistema;
- 4.ricostruzione dei profili di corrente e calcolo dei livelli di moto permanente;
- 5.tracciamento delle aree di inondazione;

Ogni fase ha comportato l'analisi di studi, progetti e documenti esistenti, indagini presso enti e rilievi di campagna.

7. Il modello idraulico

Il modello idraulico utilizzato in questo studio, denominato HEC-RAS, nella sua versione 4.0 del Dicembre 2006, è stato sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers; il modello è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua in condizioni di moto stazionario e non stazionario.

Questa scelta è stata fatta per ragioni di coerenza con il PAI che ha individuato e perimetrato le aree a rischio idraulico e utilizzando questo codice di calcolo. Il modello presuppone che siano fornite tutte le informazioni necessarie, ed in particolare la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali, la scabrezza che metta in conto le resistenze idrauliche, le condizioni al contorno e le portate. Il programma consente di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate, in modo da assicurare che il passo di discretizzazione spaziale non ecceda un assegnato valore limite ed è in grado di modellare il comportamento di canali naturali e artificiali tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo quali ponti, briglie, paratoie che

influenzano le caratteristiche della corrente ecc.

Moto permanente

Per l'analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata *standard step*, risolvendo l'equazione del bilancio energetico (vedi Figura 3)

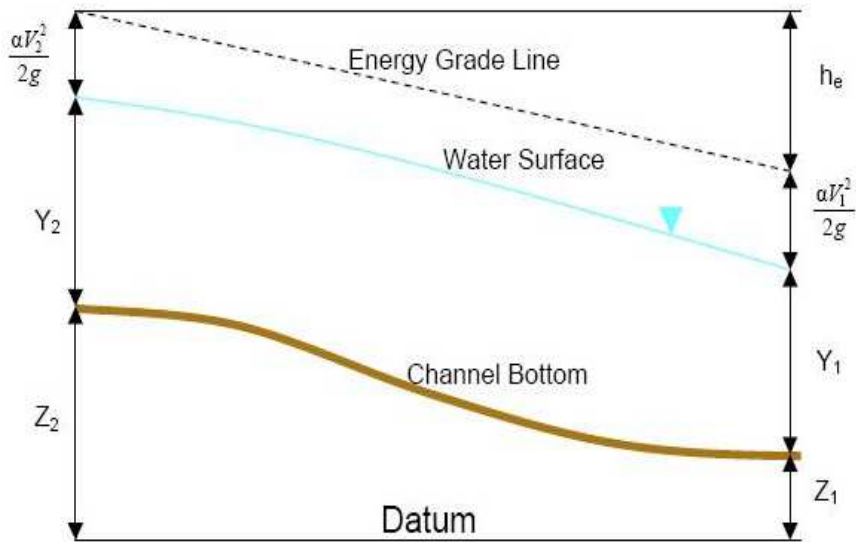


Figura 3 Equazione del bilancio energetico

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

dove:

Y_1 e Y_2 sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;

Z_1 e Z_2 sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;

V_1 e V_2 sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;

α_1 e α_2 sono coefficienti di ragguglio delle potenze cinetiche;

h_e è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine h_e dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione.

Si può valutare mediante la seguente relazione:

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

dove:

L è la lunghezza del tronco considerato;

\bar{S}_f è la cadente media tra le due sezioni;

C è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione della sezione d'alveo in sottosezioni all'interno delle quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine della equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subcritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinato mediante una risoluzione iterativa delle equazioni (1) e (2). Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali. Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico.

Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita di energia causata dal ponte è divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente. Sono poi considerate le perdite di energia che si verificano durante l'attraversamento del ponte, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione. Per lo studio del deflusso attraverso un ponte HEC-RAS fa riferimento a quattro sezioni fluviali trasversali: sezione a monte del ponte, sezione di ingresso al ponte, sezione in uscita al ponte e sezione a valle del ponte. Il calcolo può essere effettuato utilizzando diverse soluzioni.

Il metodo del bilancio energetico (metodo *standard step*), tratta la sezione in cui è presente il ponte esattamente come le altre, ad eccezione del fatto che l'area occupata dalla struttura viene sottratta dall'area totale e che il perimetro bagnato risulta incrementato per via del contributo dato dal ponte stesso. Poiché le perdite totali sono funzione delle perdite per attrito e delle perdite per contrazione ed espansione, occorre definire in questa fase i coefficienti necessari per il calcolo. In particolare, essendovi variazioni di velocità anche notevoli, il coefficiente di contrazione e soprattutto quello di espansione risulteranno sensibilmente maggiori dei valori assunti per i normali tronchi fluviali.

Il metodo del bilancio della quantità di moto si basa invece sull'applicazione dell'omonima equazione tra le quattro sezioni fluviali in precedenza descritte. Il modello permette all'utente di

utilizzare, per lo studio di ogni ponte, ciascuno dei metodi sopra citati o eventualmente di selezionarli entrambi; il software provvede a restituire il profilo che prospetta la situazione caratterizzata da maggior criticità.

Condizioni al contorno in moto permanente

Assegnato il valore di portata di moto permanente, nel caso di corrente lenta occorre specificare una condizione al contorno di valle; viceversa, per correnti veloci, è richiesta la definizione di una condizione al contorno di monte. Per un regime misto, invece, si rende necessaria la specifica di entrambe le condizioni, ovvero a monte e a valle. HEC-RAS ammette la definizione delle condizioni al contorno attraverso la specifica di un valore di altezza assegnato, oppure imponendo il passaggio del profilo per l'altezza critica, oppure per l'altezza di moto uniforme.

8. Schematizzazione delle sezioni

Il modello di simulazione richiede che venga definita la geometria di un certo numero di sezioni di calcolo su cui si andranno a calcolare i livelli idrici nelle diverse condizioni di portata.

A tale scopo si è ricostruito lo sviluppo di diverse sezioni trasversali dei corsi d'acqua in studio utilizzando le informazioni cartografiche e di rilievo seguenti:

- Cartografia comunale al 1000 dell'abitato di Decimomannu;
- Cartografia tecnica regionale al 10000;
- Rilievi di ponti, tombini e altre opere d'arte;
- DTM 1 m.
- Sopralluoghi;

Nelle sezioni si è avuto cura di rilevare gli elementi significativi seguenti:

- Quote del fondo alveo desunte dai rilievi;
- Quote delle aree golenali in base alla cartografia 1: 1000 e al DTM 1 m;
- Quote e luci dei manufatti che interferiscono idraulicamente con l'evoluzione della piena:

quali ponti, tombini e tratti tombati;

9. Parametri di verifica

Il calcolo così come sopra descritto è stato condotto complessivamente su 31 sezioni rilevate o ricostruite.

Per quanto riguarda le *condizioni al contorno* ci si è posti nell'ipotesi di regime misto e pertanto si è imposta una condizione di valle e una di monte,

Precisamente:

- per i tratti che si sviluppano in campagna si è assunta l'altezza di moto uniforme corrispondente alla pendenza dell'asta;
- per i segmenti a pendenza elevata, dell'ordine di alcune unità percentuali, con forti irregolarità altimetriche si è imposta l'altezza critica;

La caratterizzazione delle *resistenze idrauliche* dell'alveo e delle aree limitrofe è stata effettuata assumendo opportuni valori del coefficiente di Manning o di Strickler secondo quanto riportato in letteratura (Open-Channel Hydraulics, V. T. Chow).

I coefficienti di scabrezza sono stati attribuiti a tratti omogenei d'alveo e di golena riconosciuti attraverso fotografie aeree e ricognizioni sul posto.

In particolare si è adottato un coefficiente di Manning compreso tra **0.011** e **0.013** per i tratti canalizzati.

Infine si è posto pari a 0.01 il *coefficiente di contrazione* e 0.03 *quello di espansione*, tipici di transizione graduale fra le sezioni, anche quando in pratica la sezione rimane costante, come nel caso dei tratti regolarizzati.

Come *input idrologico*, si è deciso di assumere le portate indicate nel suddetto studio e precedentemente riportate.

Output - La procedura descritta ha consentito il calcolo, per ogni sezione, della quota dei livelli idrici corrispondenti alle portate assegnate, nonché tutti i parametri idraulici relativi al profilo di corrente, riprodotti in forma tabellare nei *report* di analisi che riportano i risultati delle verifiche (allegati 3idro). In particolare, i dati numerici forniti dal calcolo sono:

- 1 la quota minima dell'alveo (linea di *thalweg*) in m s.l.m. indicata come quota fondo;
- 2 la quota del pelo libero, in m s.l.m.;
- 3 la velocità media in alveo in m/s;
- 4 il numero di Froude.

Le quote del pelo libero, riportate planimetricamente nel transetto esteso delle sezioni significative utilizzando dei contour costruiti sul DTM 1 m sulle aree urbane di Decimomannu,

hanno consentito di individuare l'inviluppo delle superfici bagnate dalla piena.

Il codice HEC, inoltre, produce un file dati specifico per la rappresentazione planimetrica, contenente tutte le informazioni di quota della corrente nelle sezioni di calcolo nonché le coordinate dei punti estremi del pelo libero nel sistema geografico di riferimento che possono essere utilizzate in ambiente GIS per la mappatura delle aree.

NOTA: *CONFRONTANDO I TIRANTI IDRICI CORRISPONDENTI ALLE PORTATE RELATIVE AI DIVERSI TEMPI DI RITORNO SI VEDE CHE VI SONO DIFFERENZE PIUTTOSTO IRRILEVANTI PASSANDO DA 50 A 500 ANNI; PERTANTO, ANCHE IN RELAZIONE AGLI ASPETTI OROGRAFICI E ALTIMETRICI DEL SITO, **SI E' STABILITO DI RAPPRESENTARE SOLO LE AREE A PERICOLOSITA' H4**, POSTO CHE LE ALTRE AREE, CORRISPONDENTI A EVENTI MENO FREQUENTI E QUINDI MENO PERICOLOSI, AVREBBERO COMUNQUE UNA ANALOGA ESTENSIONE.*



COMUNE DI DECIMOMANNU

Provincia di Cagliari



ALL.

3 idro

*Studio idraulico di dettaglio del Rio Sa Serra
ai sensi dell'art 26 delle N.T.A. del P.A.I.*

RISULTATI NUMERICI, SEZIONI E PROFILI

COMMITTENTE:

Comune di Decimomannu

REV

00

SCALA

BASE TOPOGRAFICA:

DATA

Aprile 2016

SINDACO

RUP

TECNICI INCARICATI

Dott. Ing. Italo Frau

COLLABORATORE

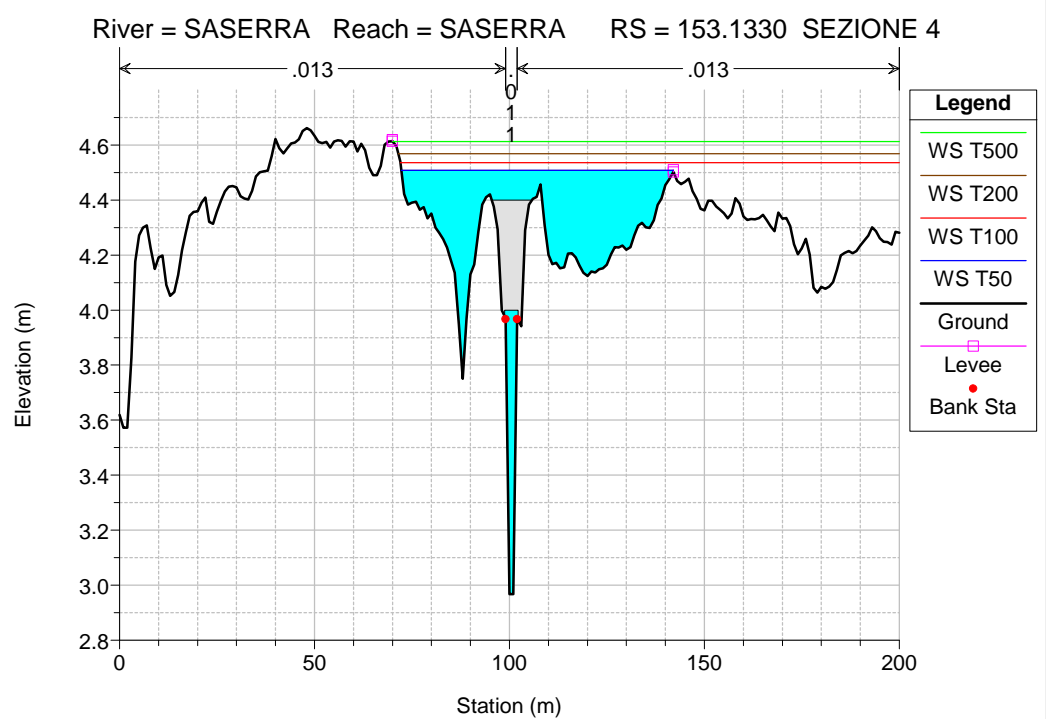
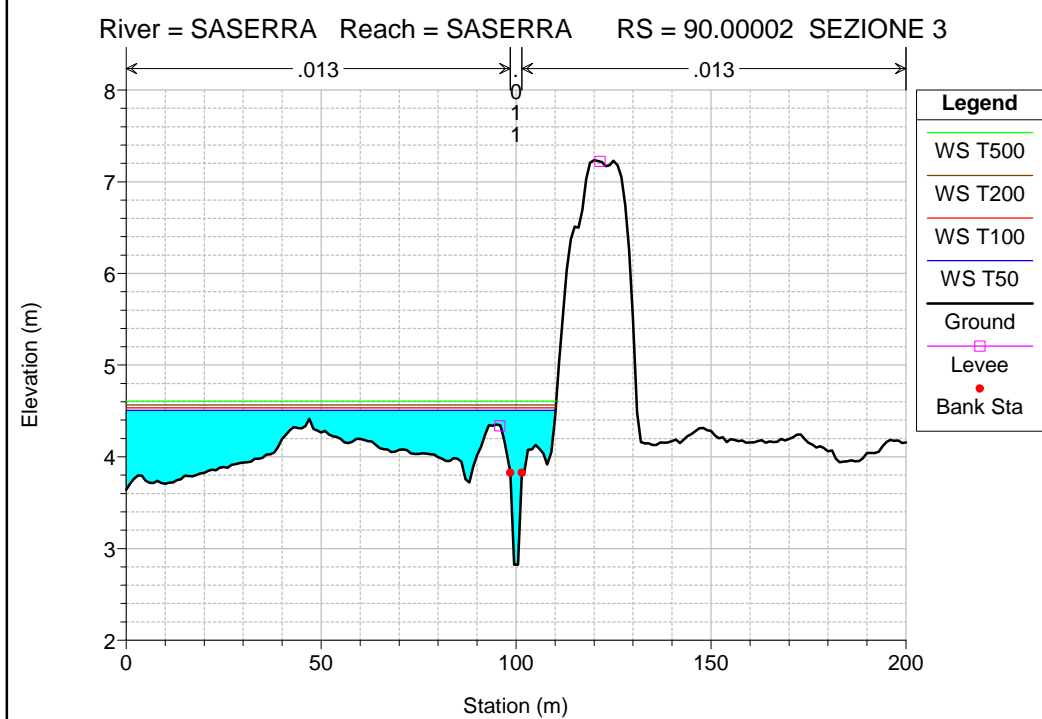
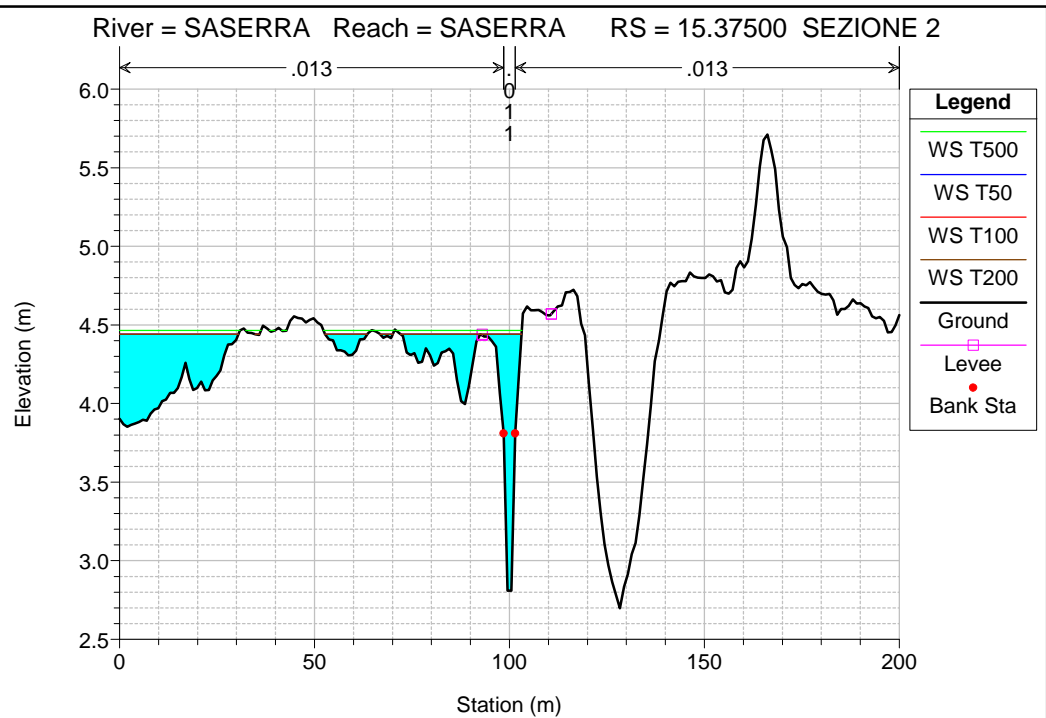
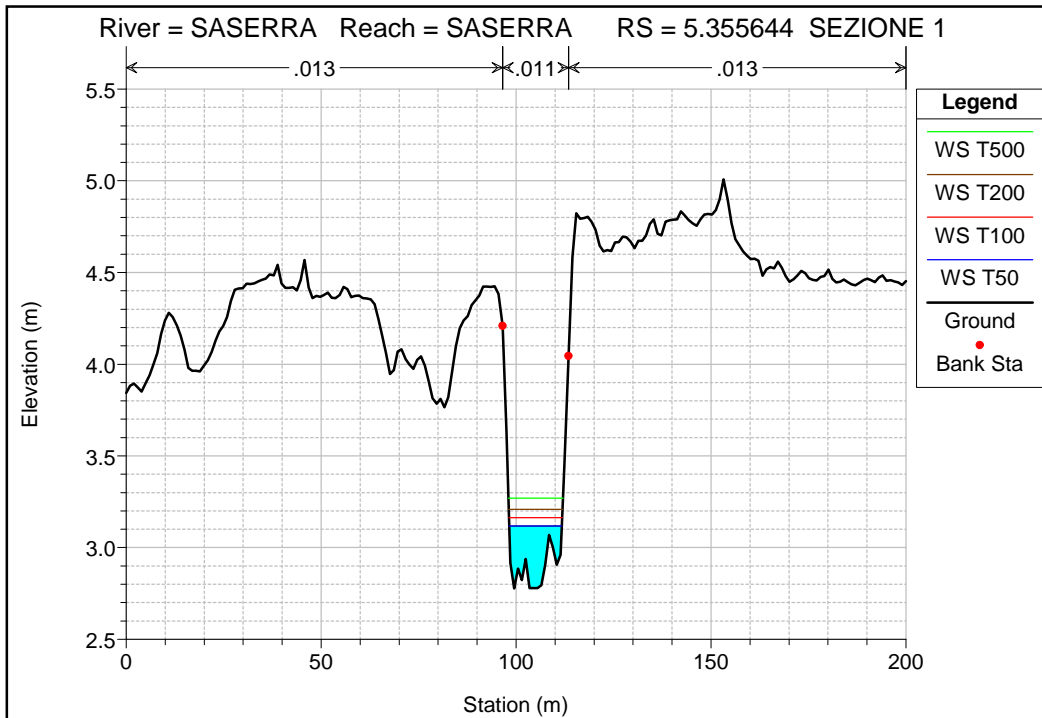
Geom. Giancarlo Loddo

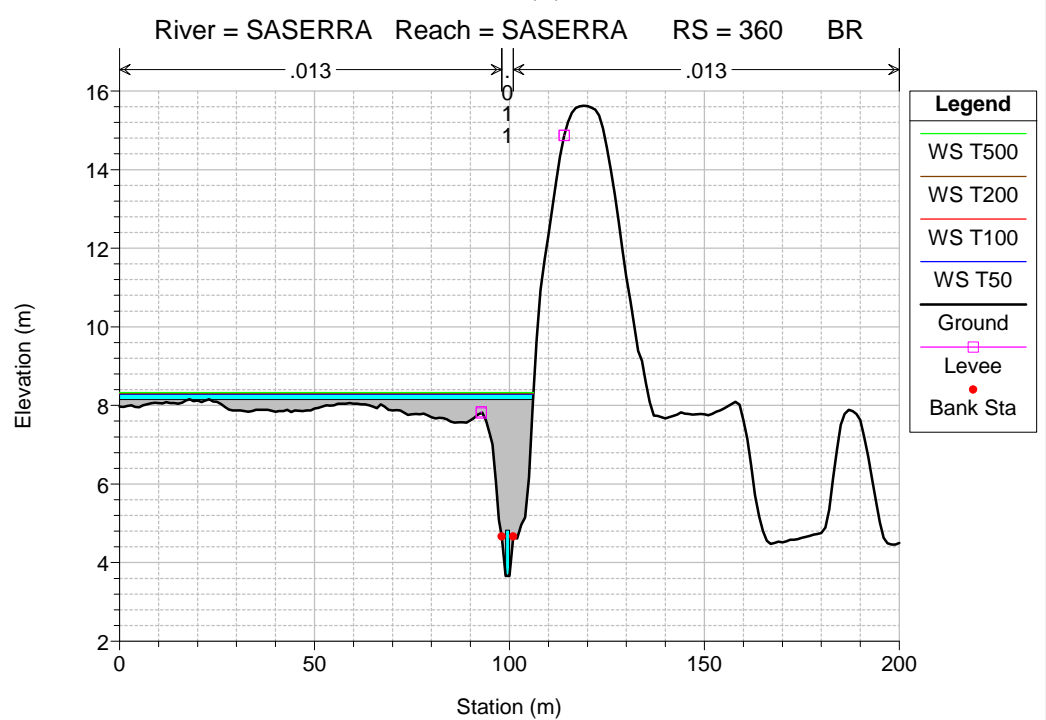
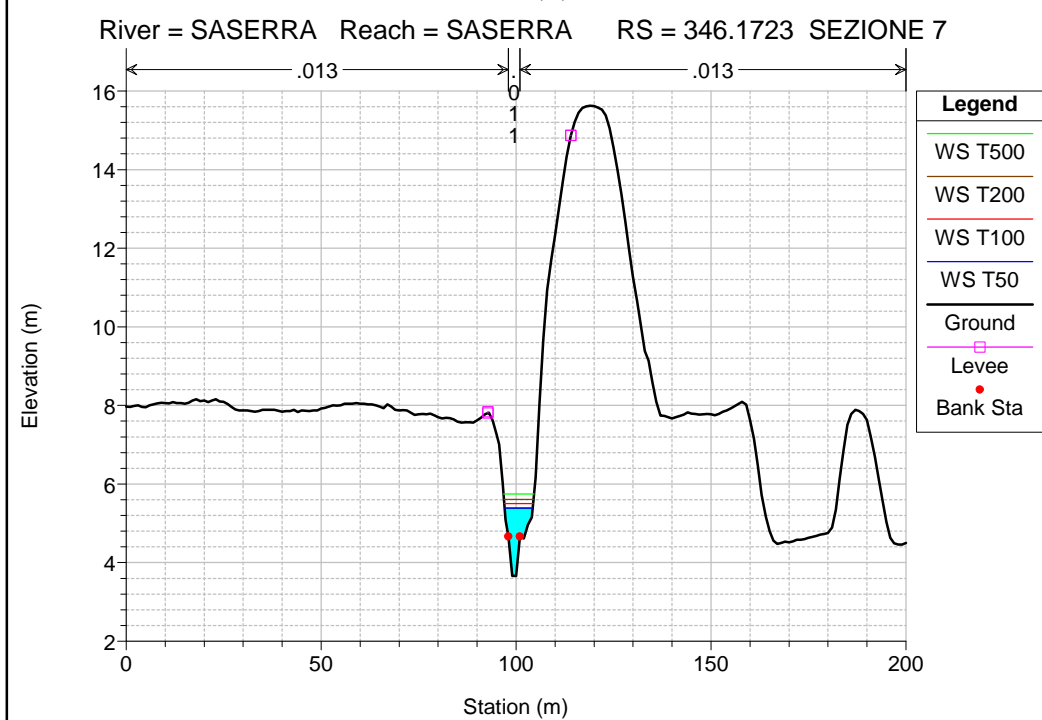
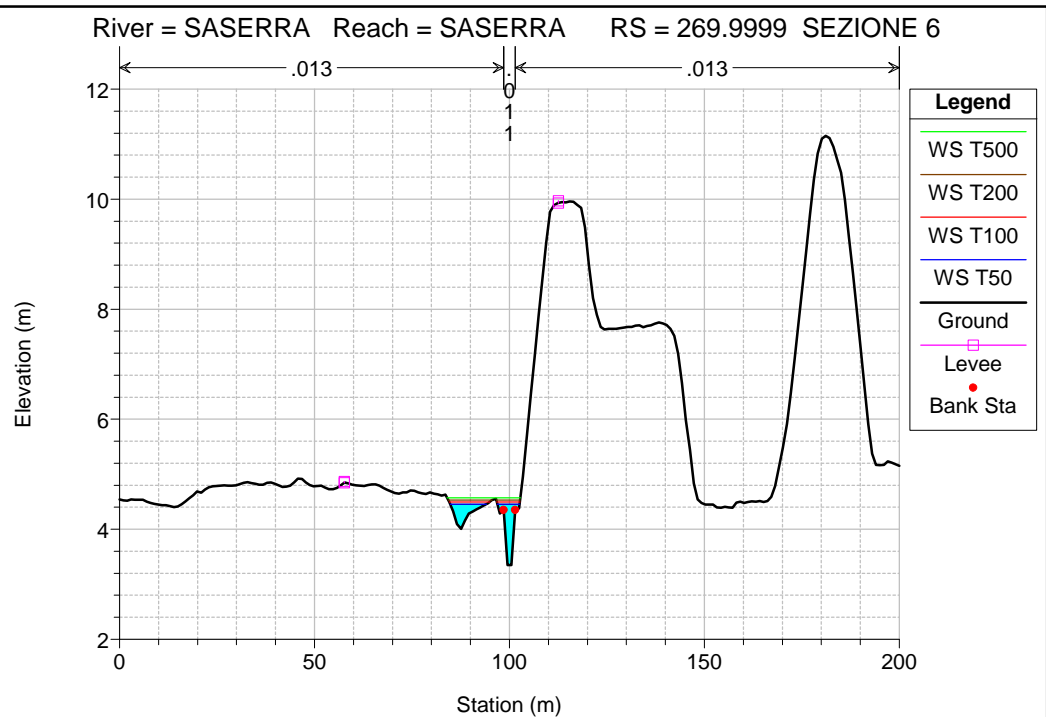
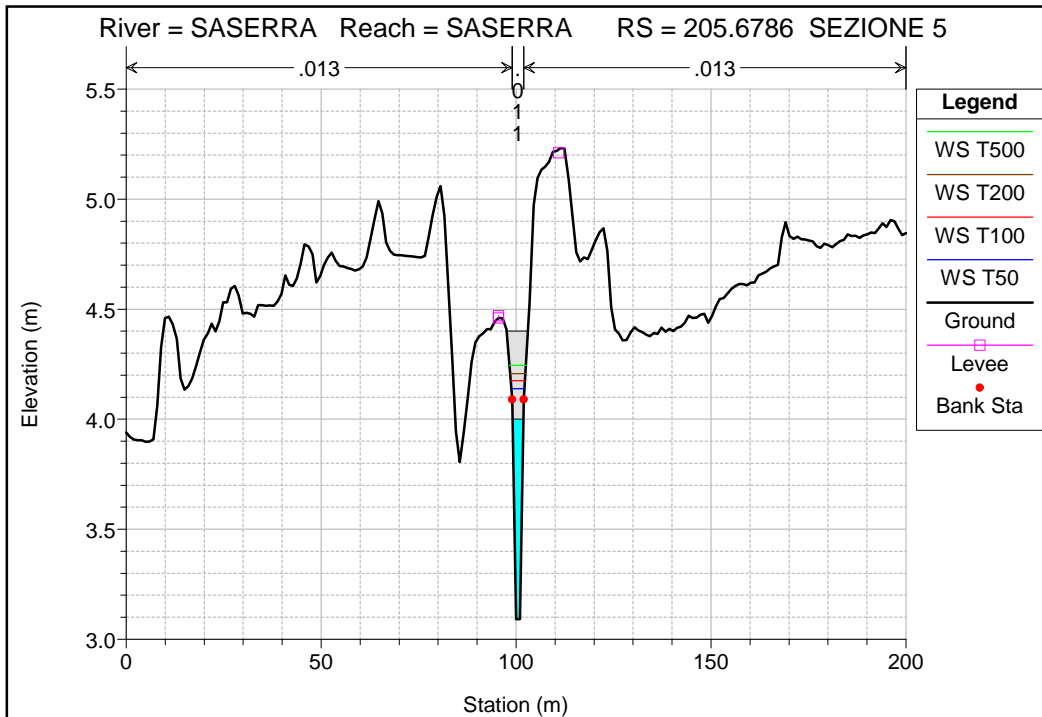
CANALE SA SERRA

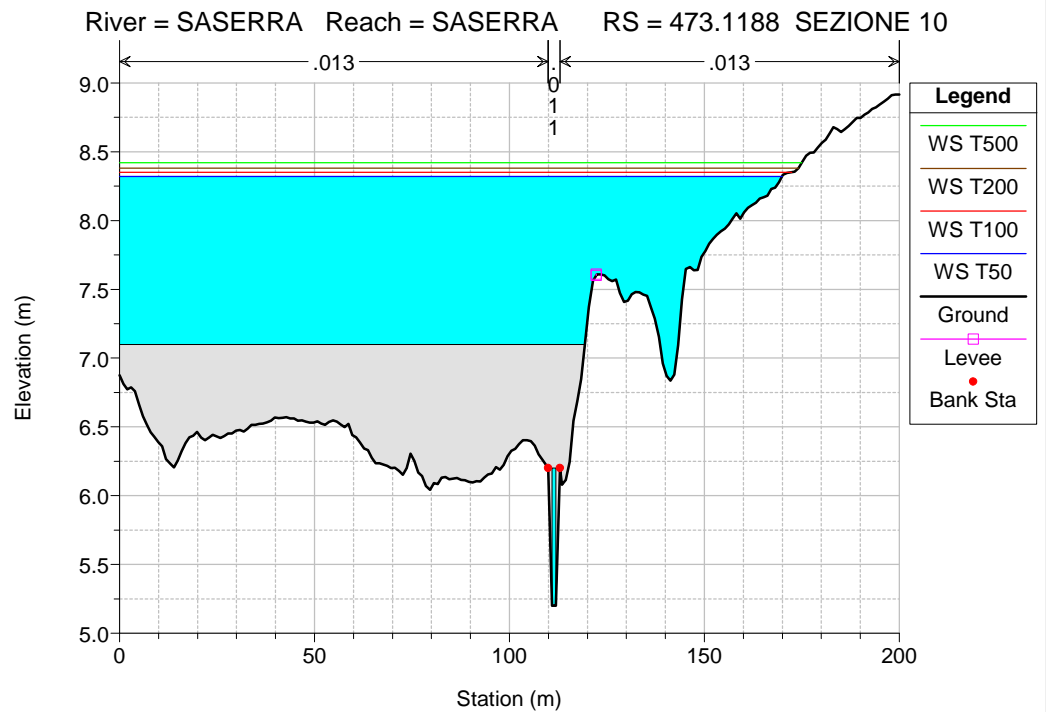
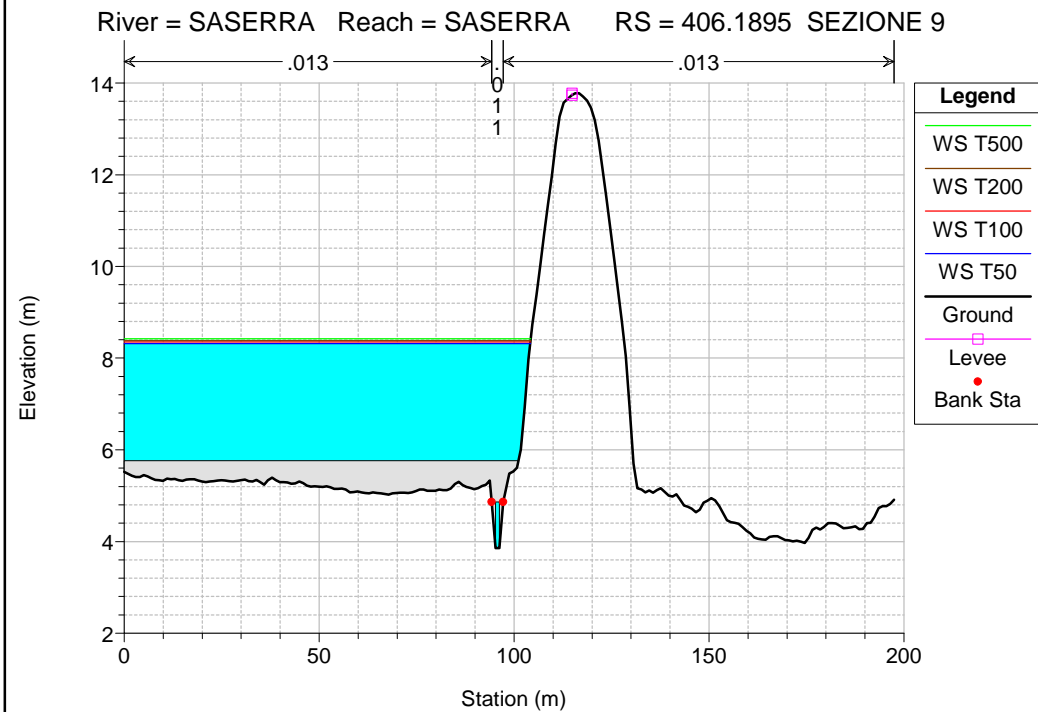
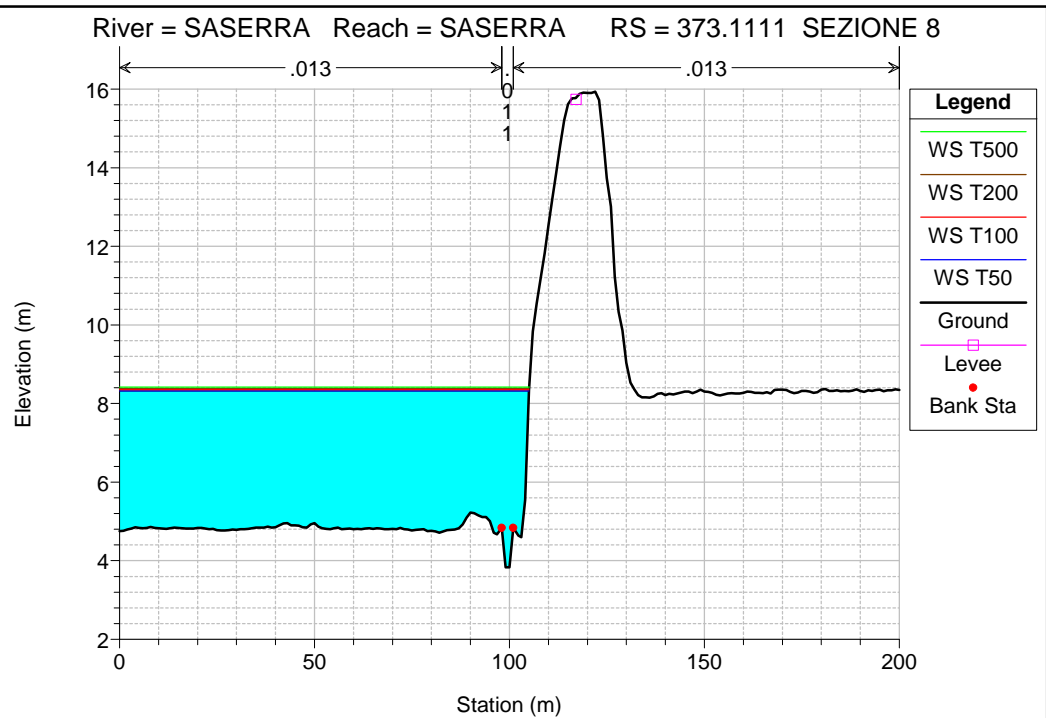
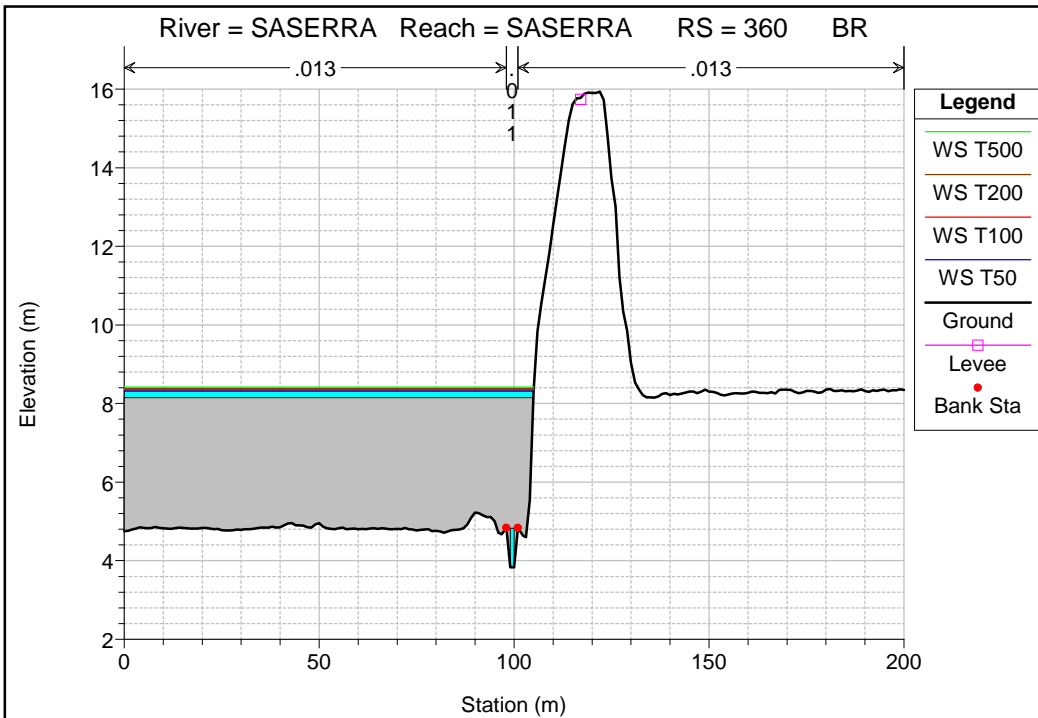
SEZIONI IDRAULICHE

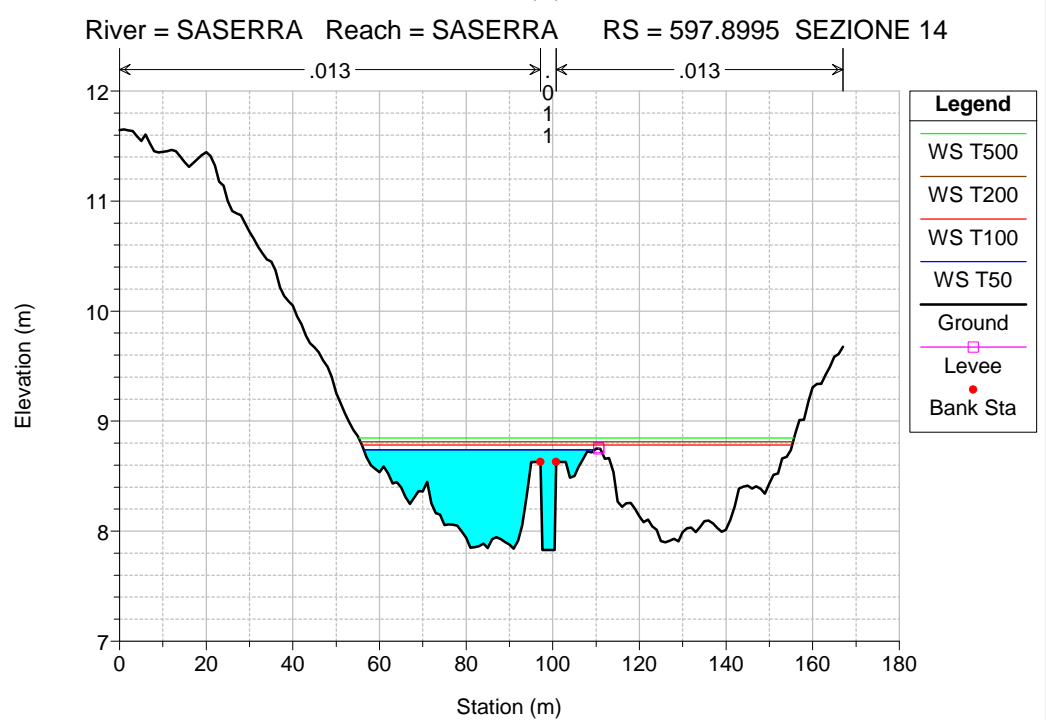
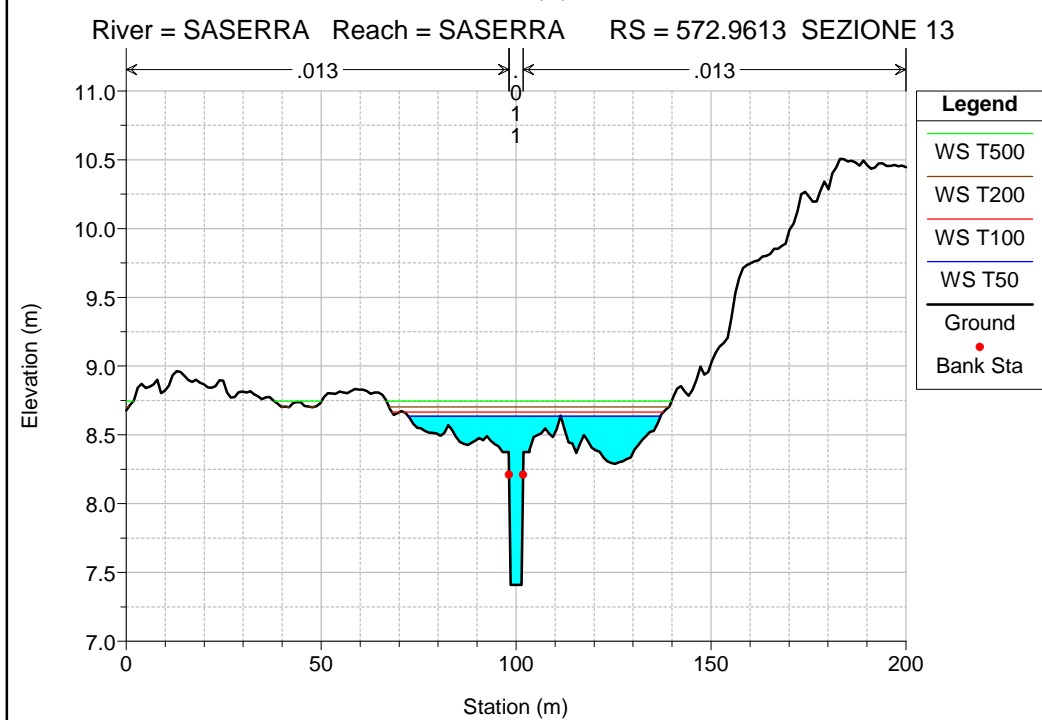
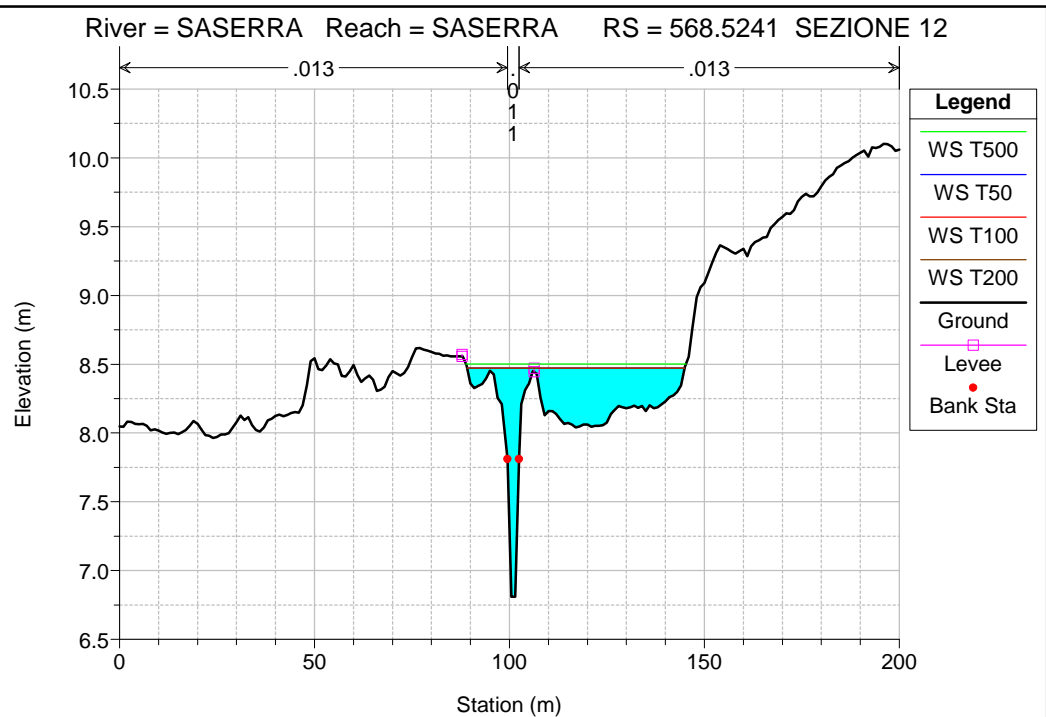
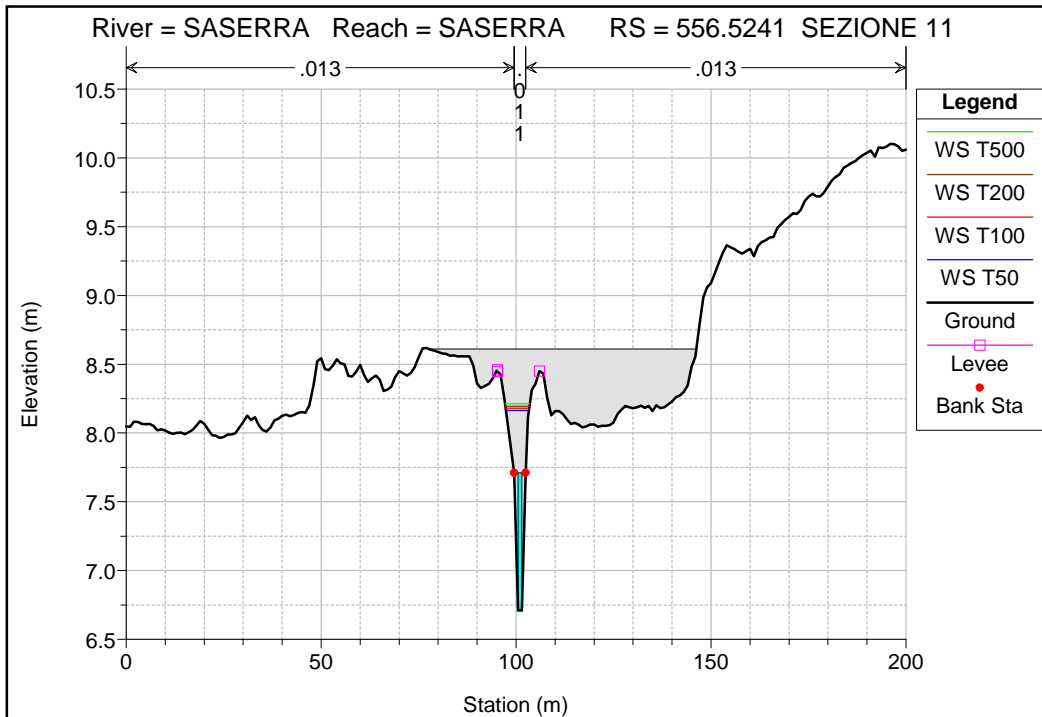
PROFILO

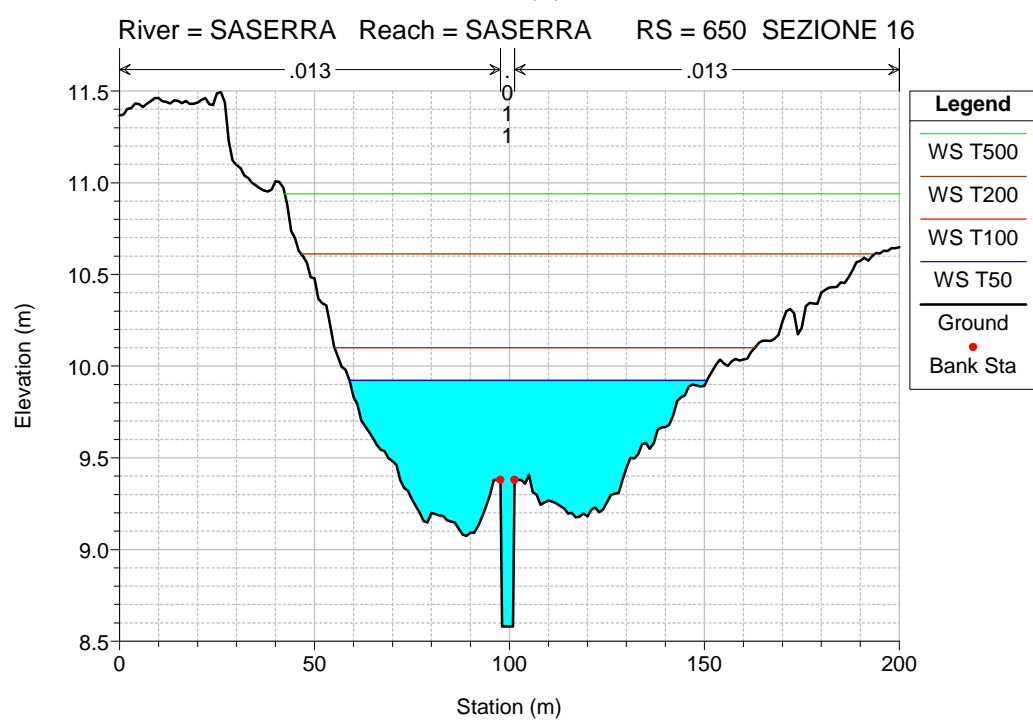
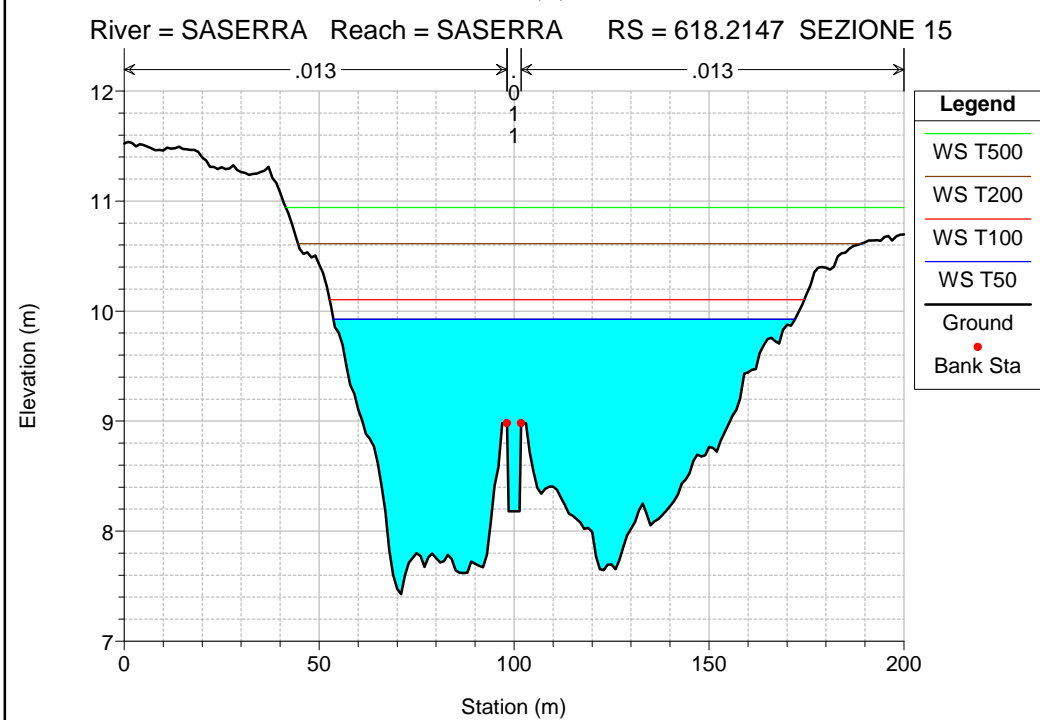
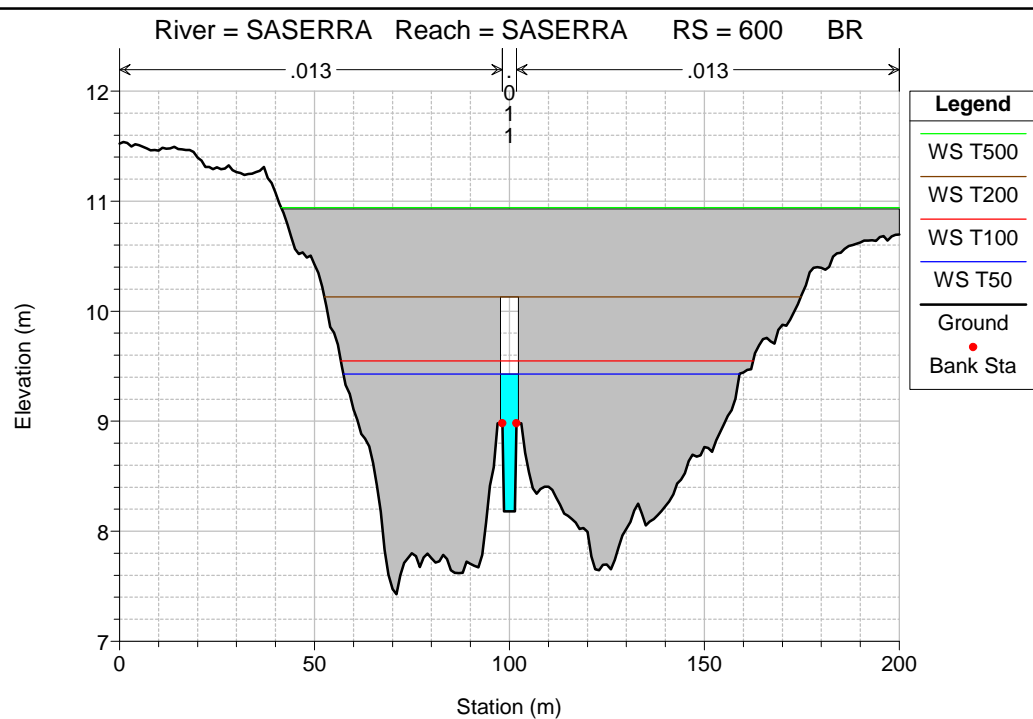
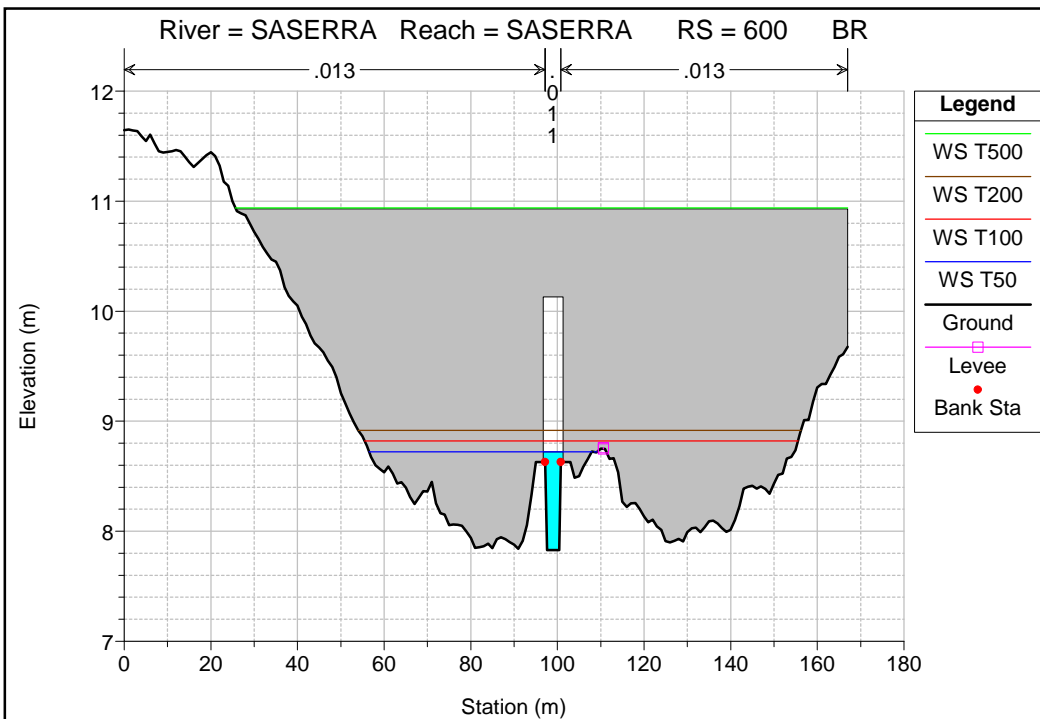
RISULTATI NUMERICI

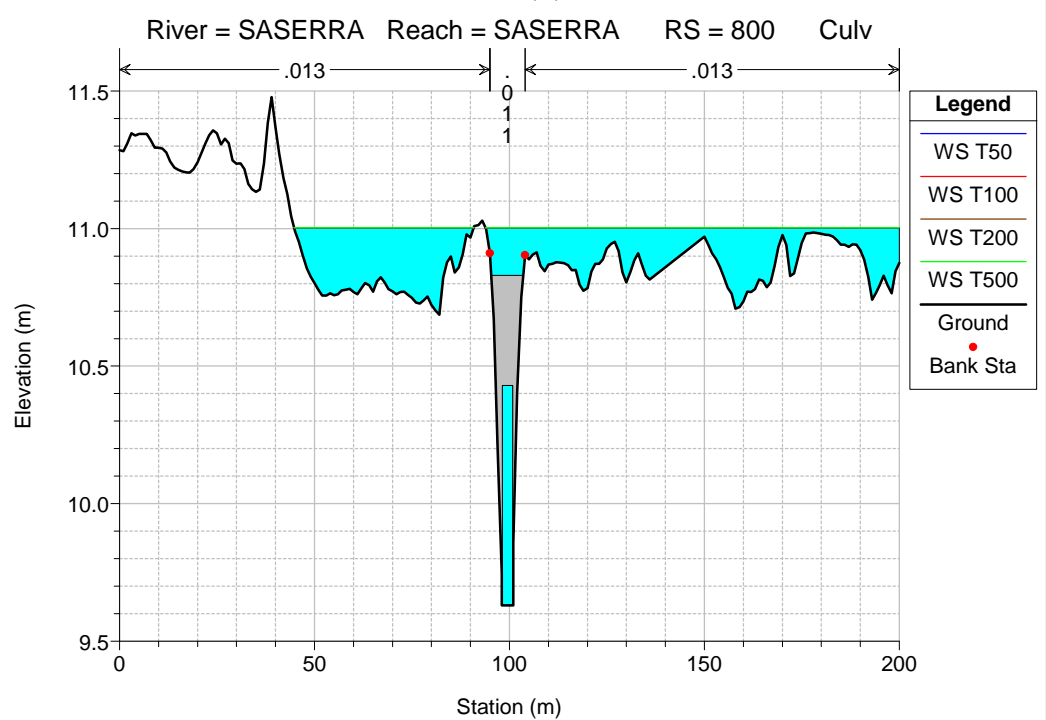
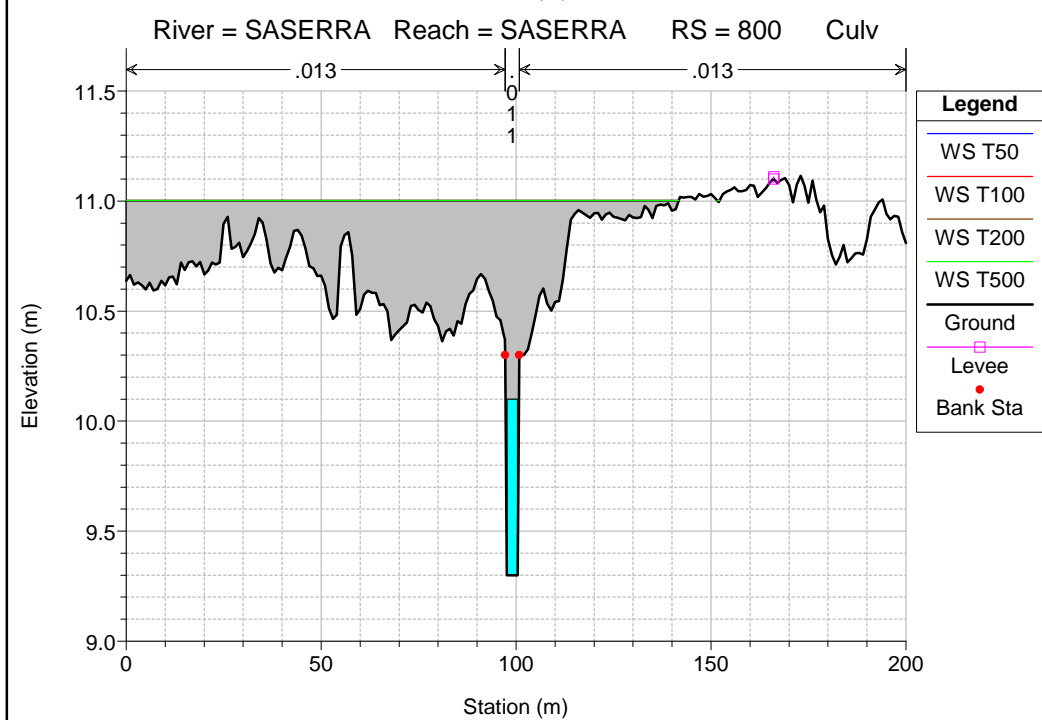
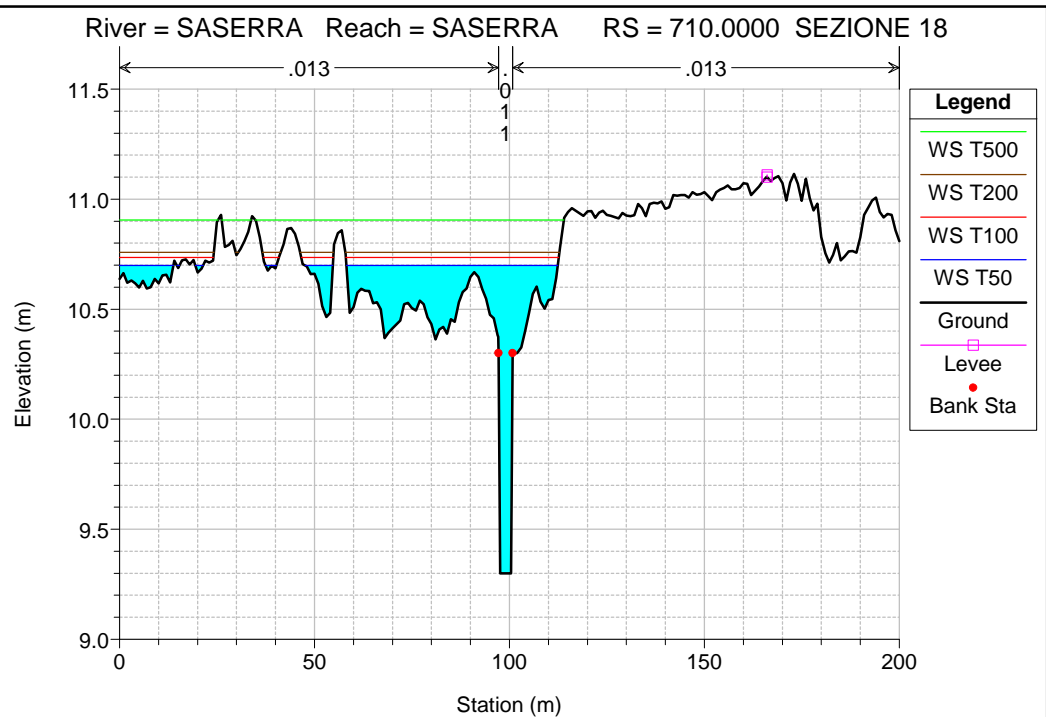
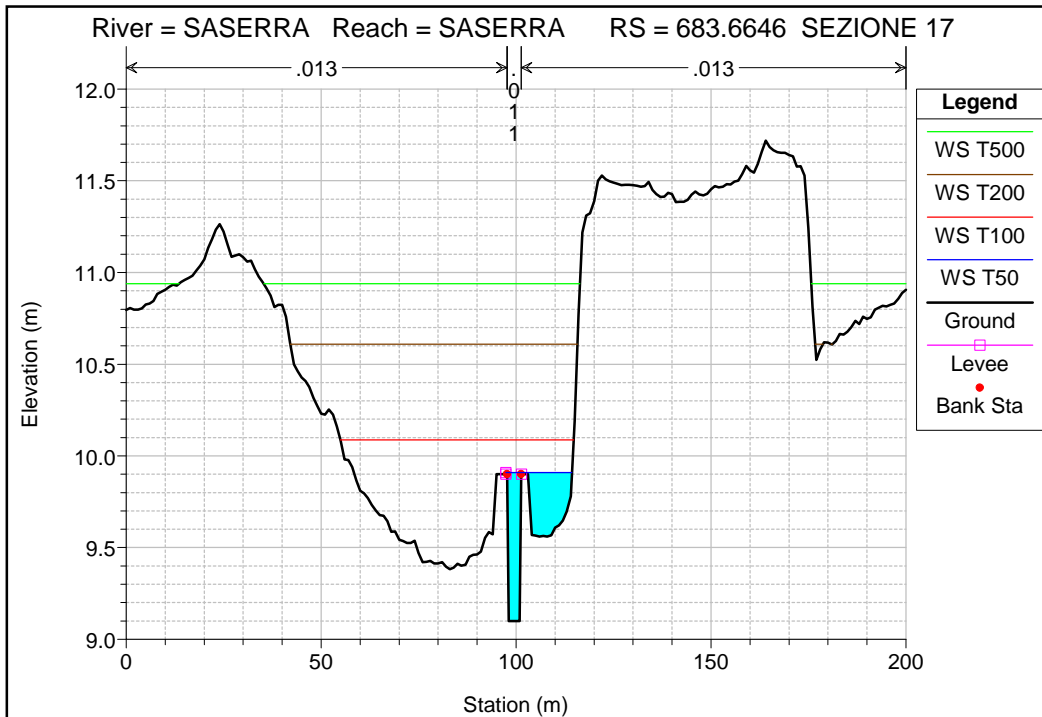


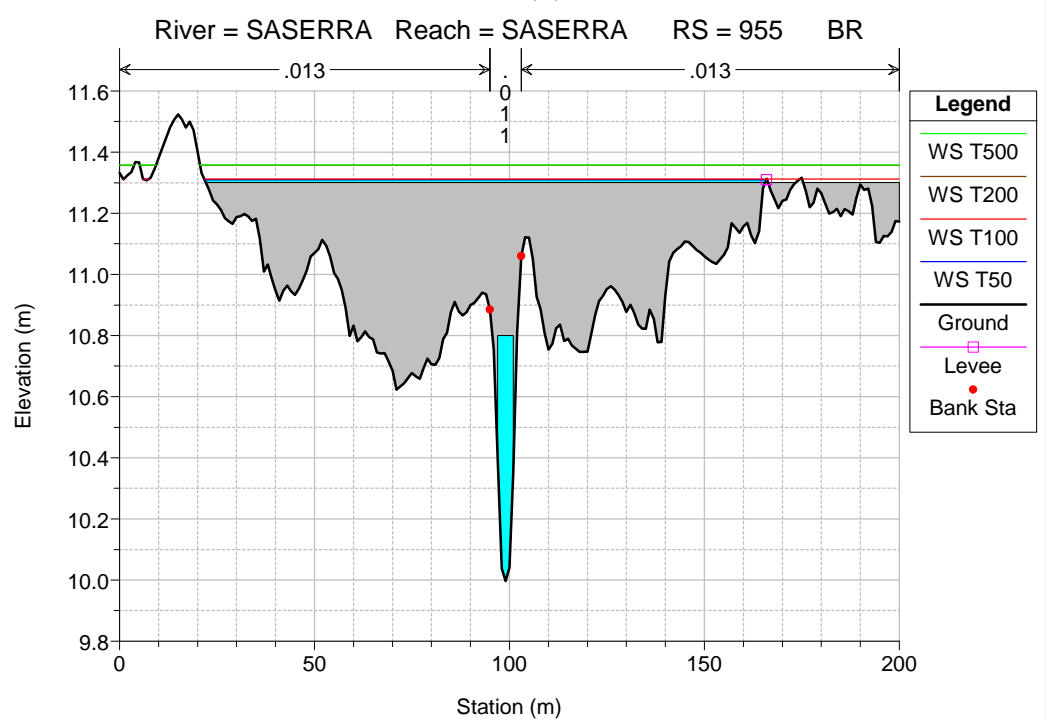
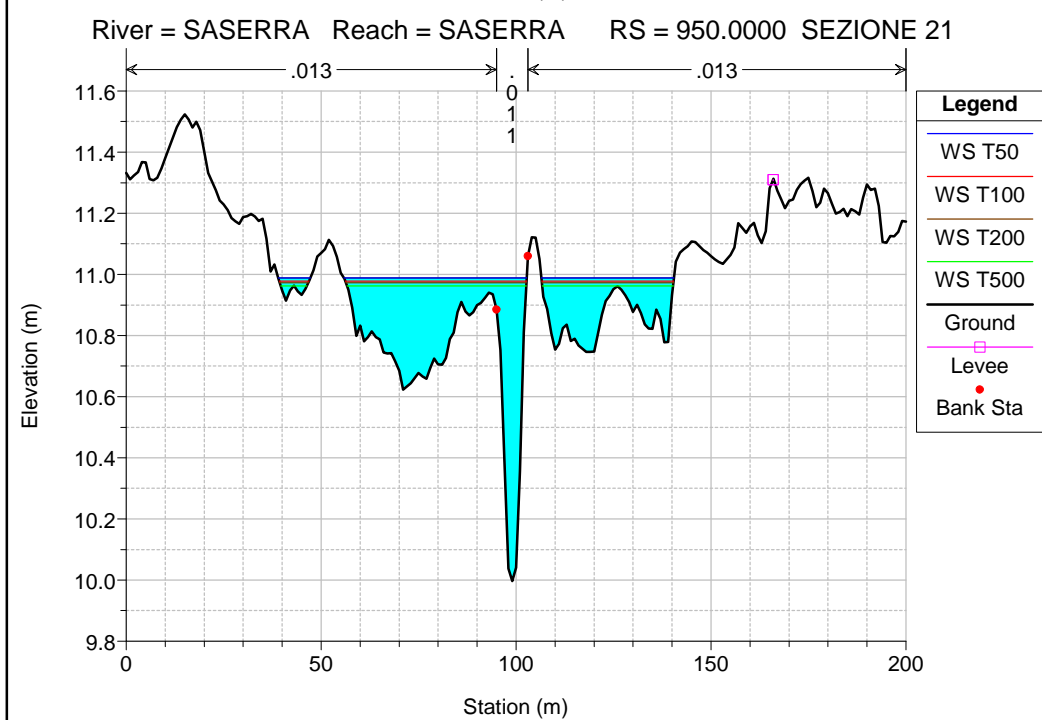
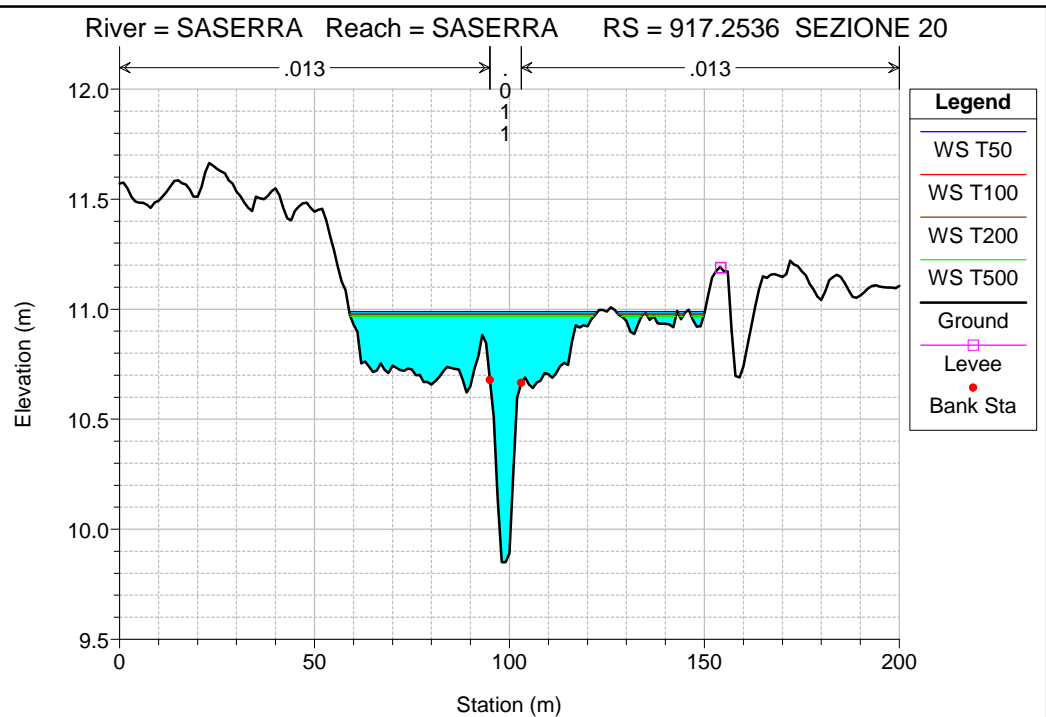
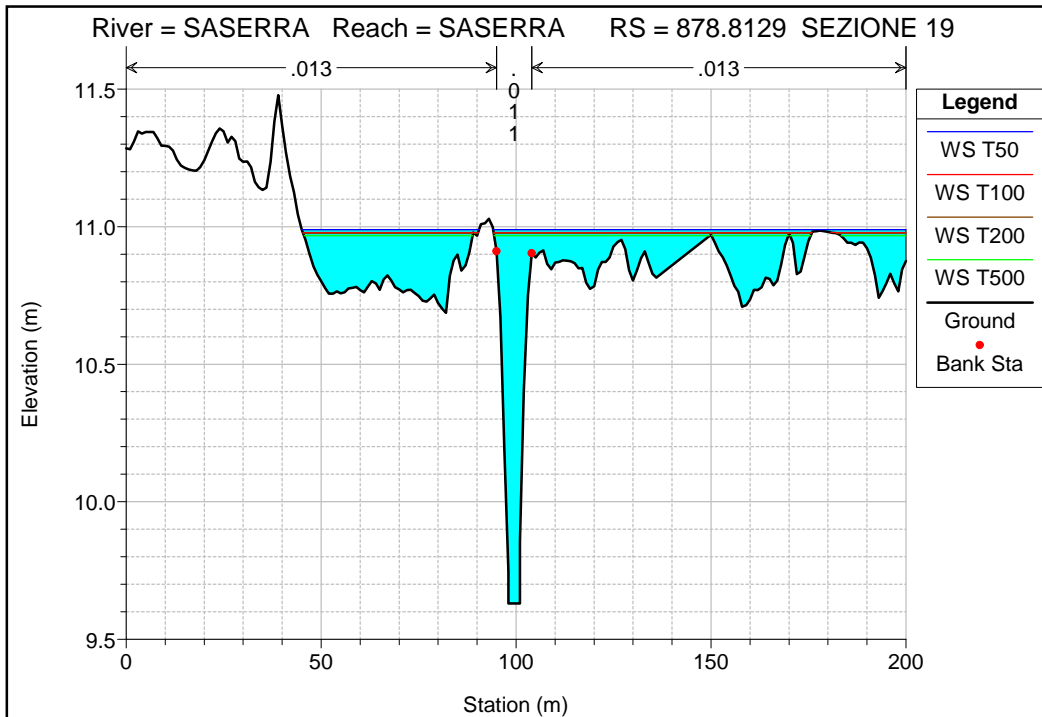


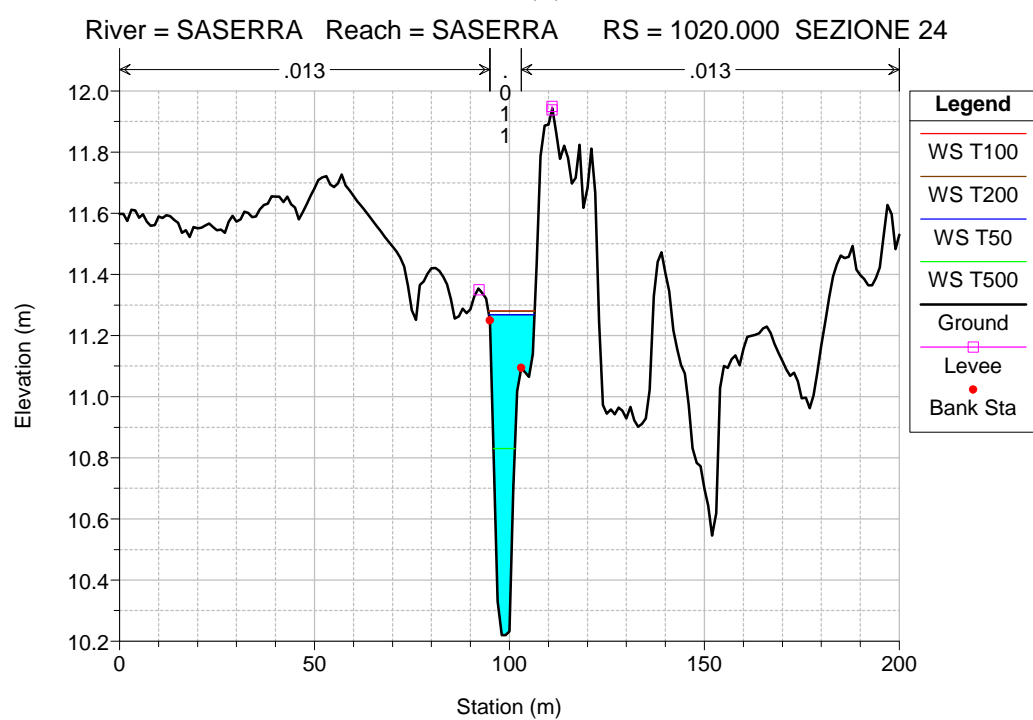
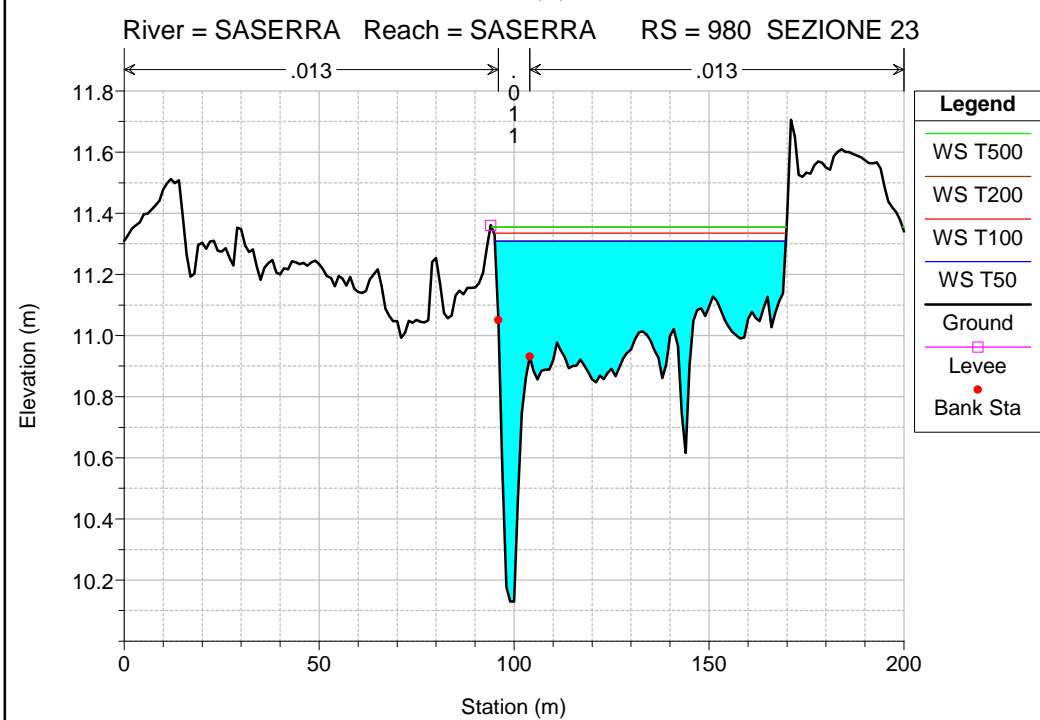
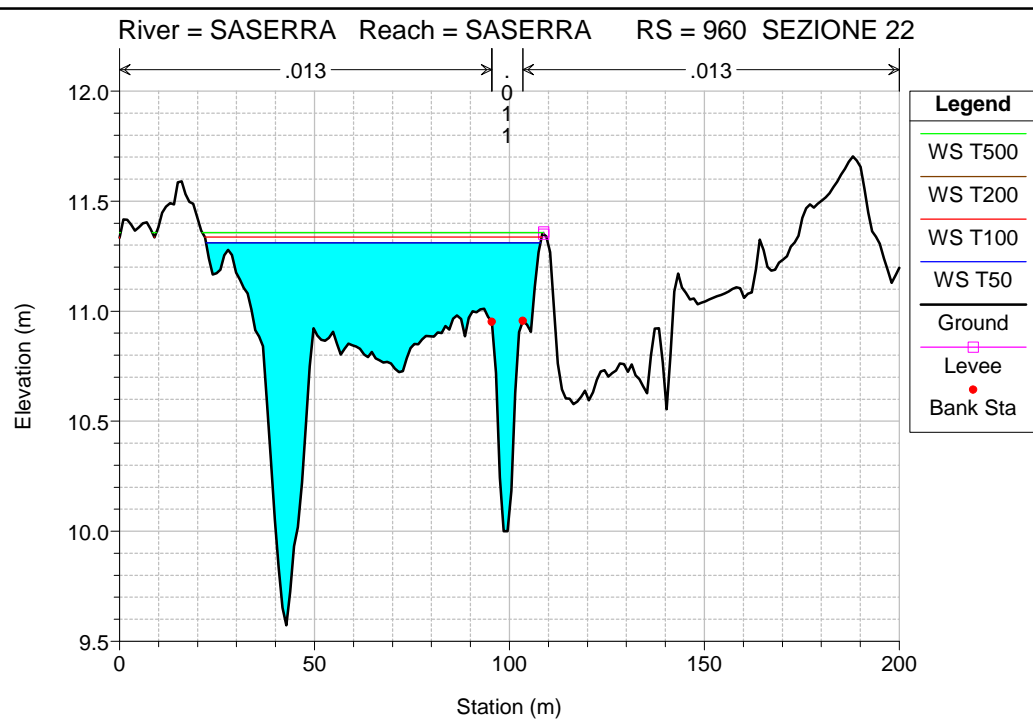
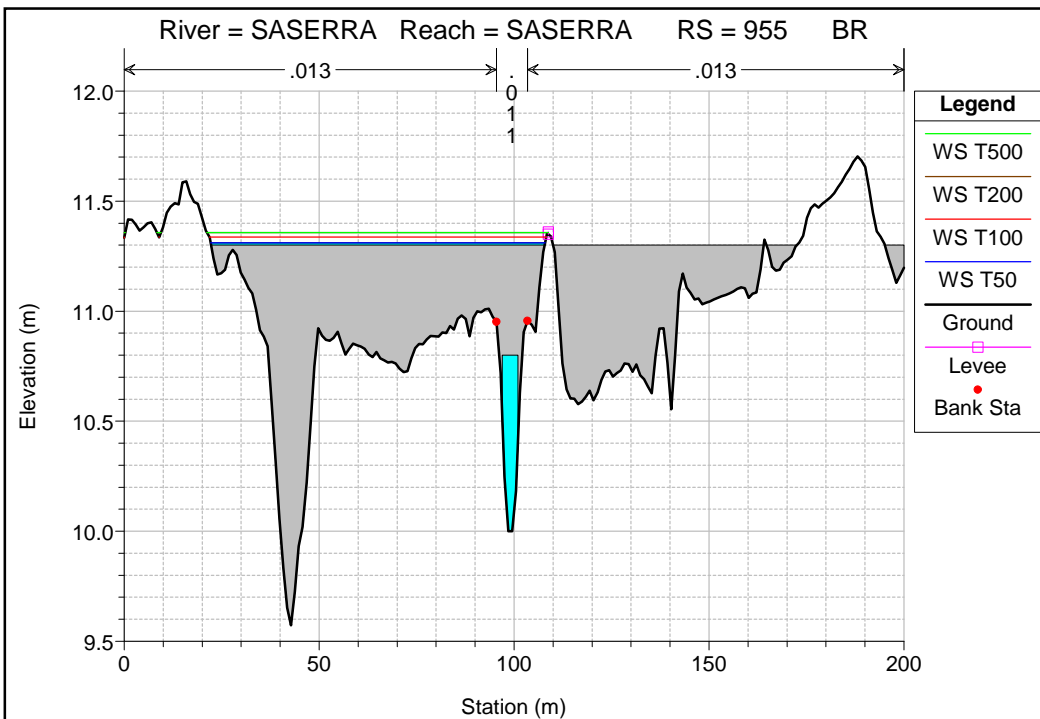


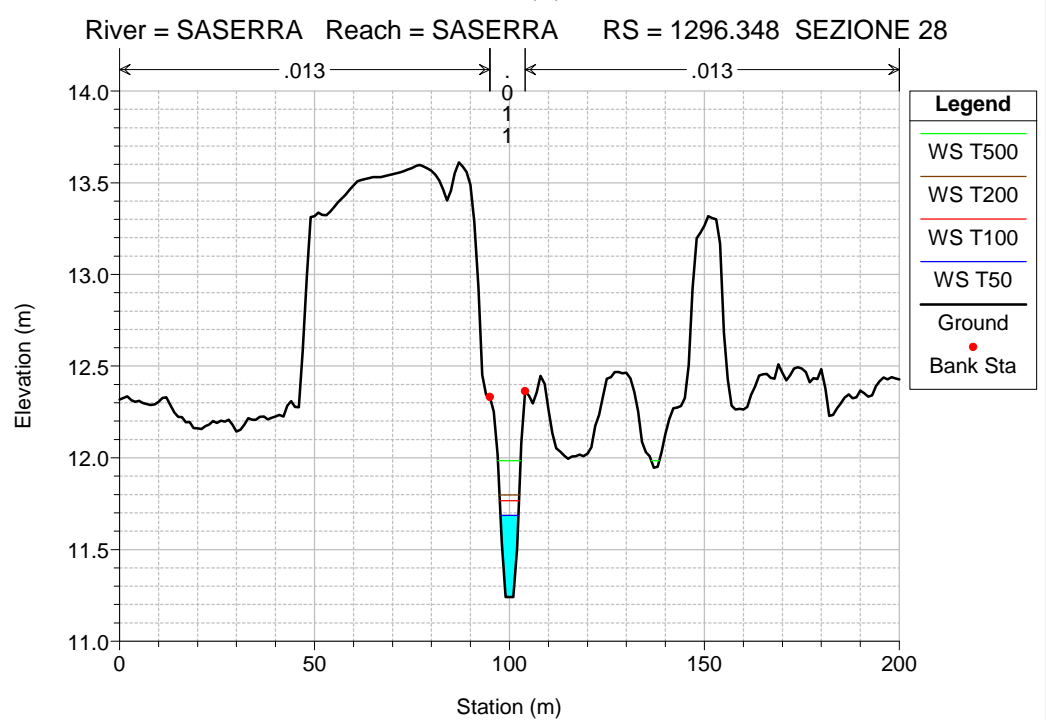
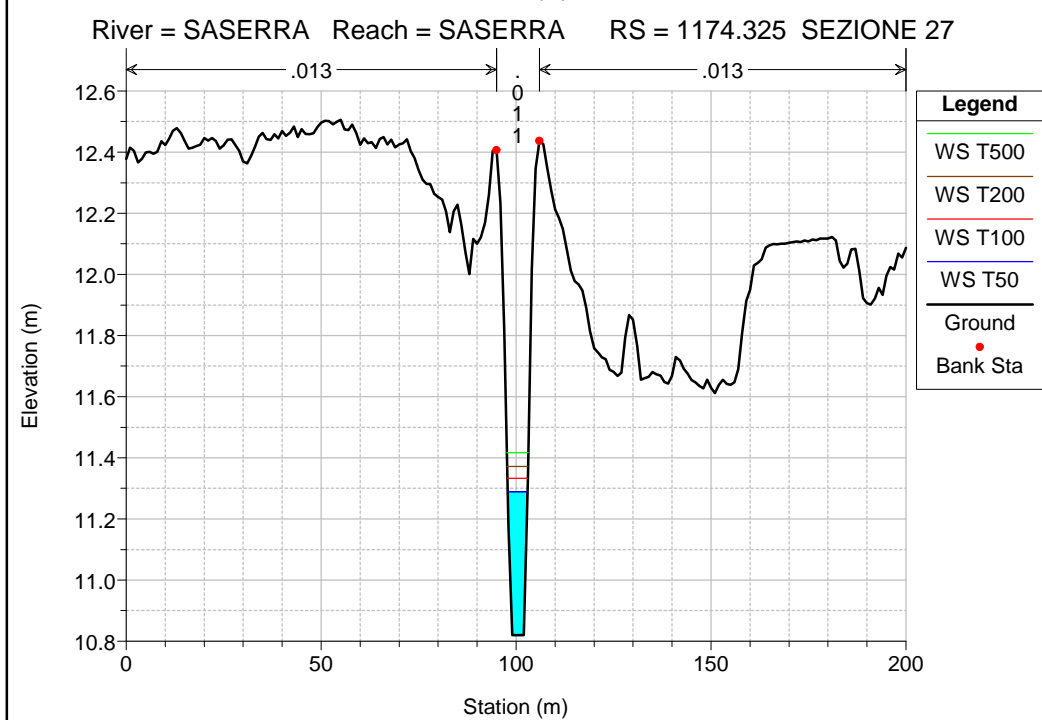
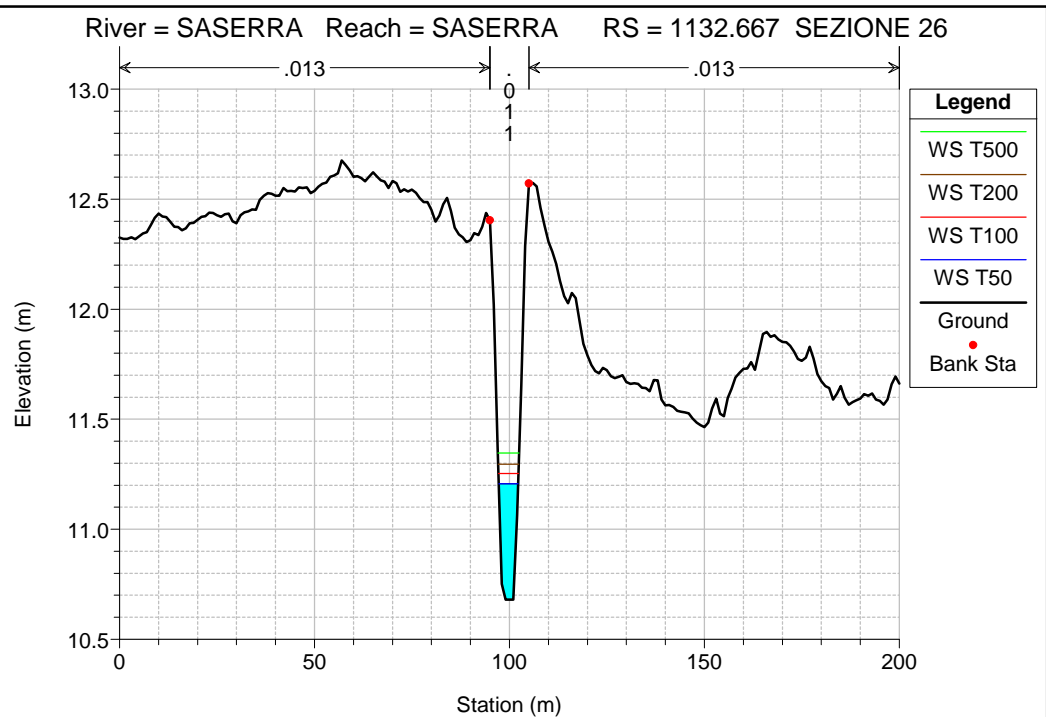
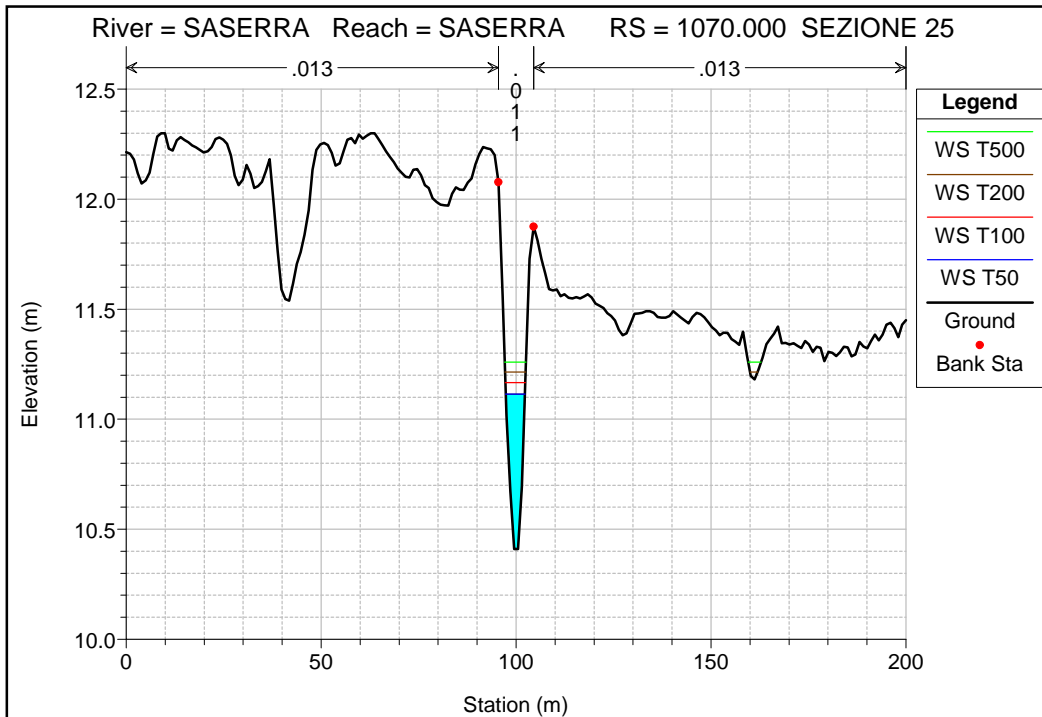


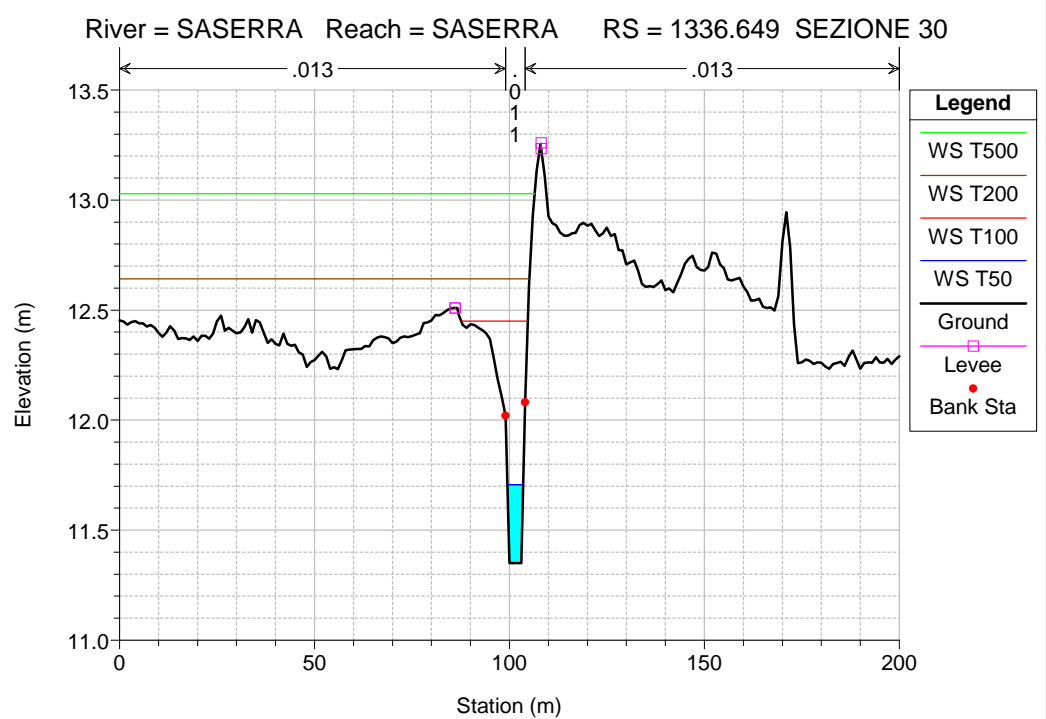
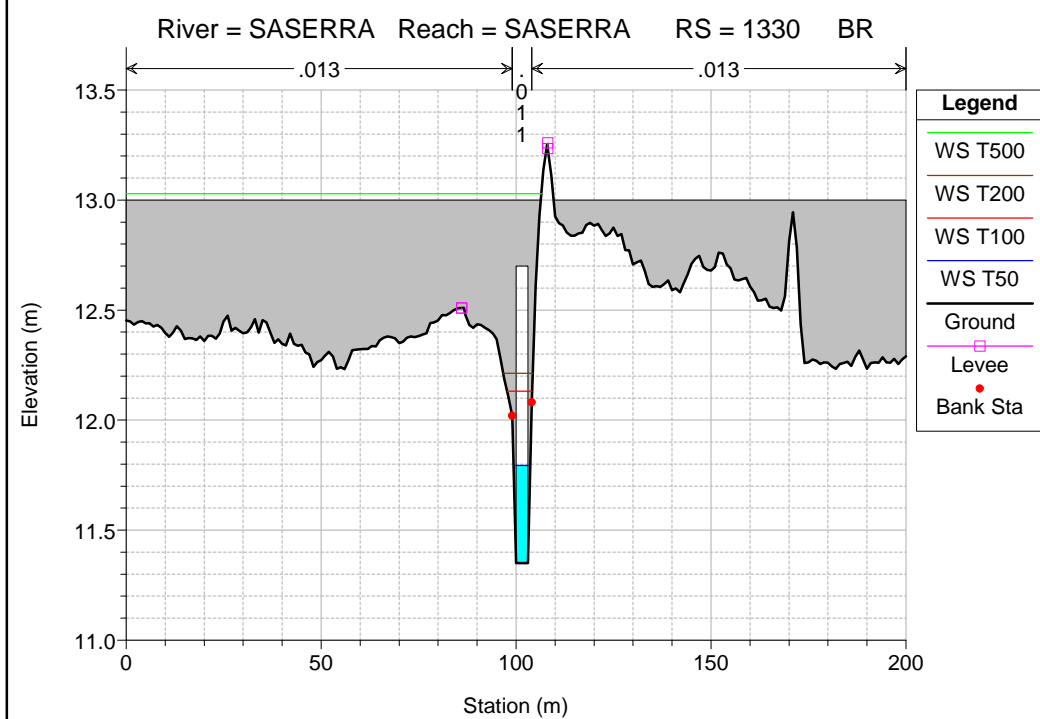
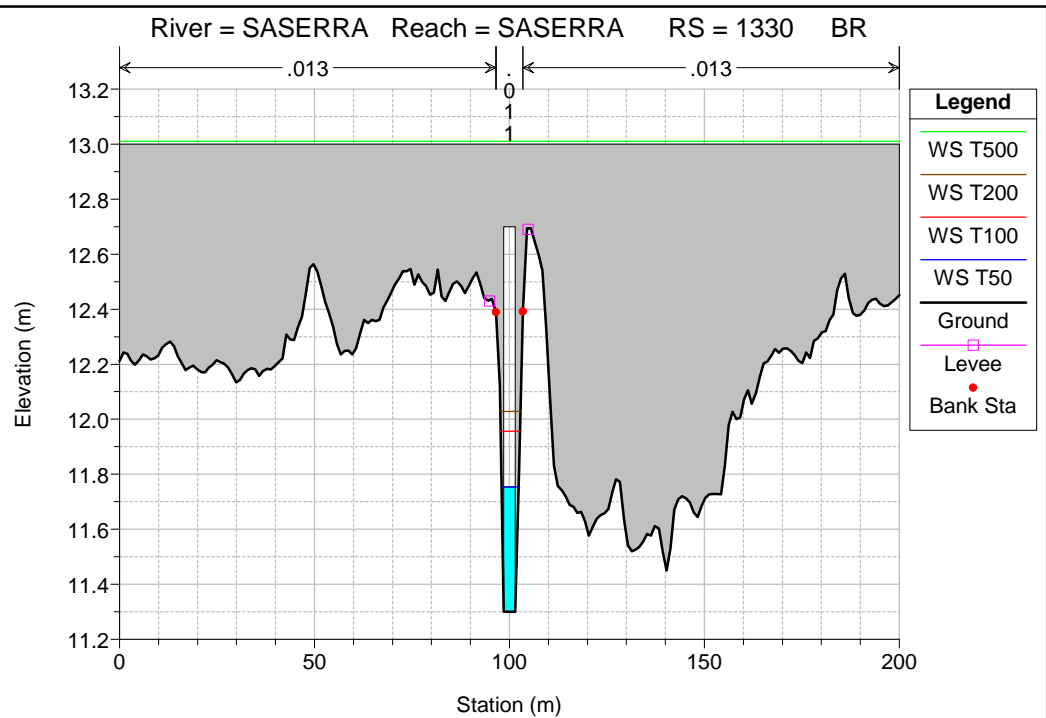
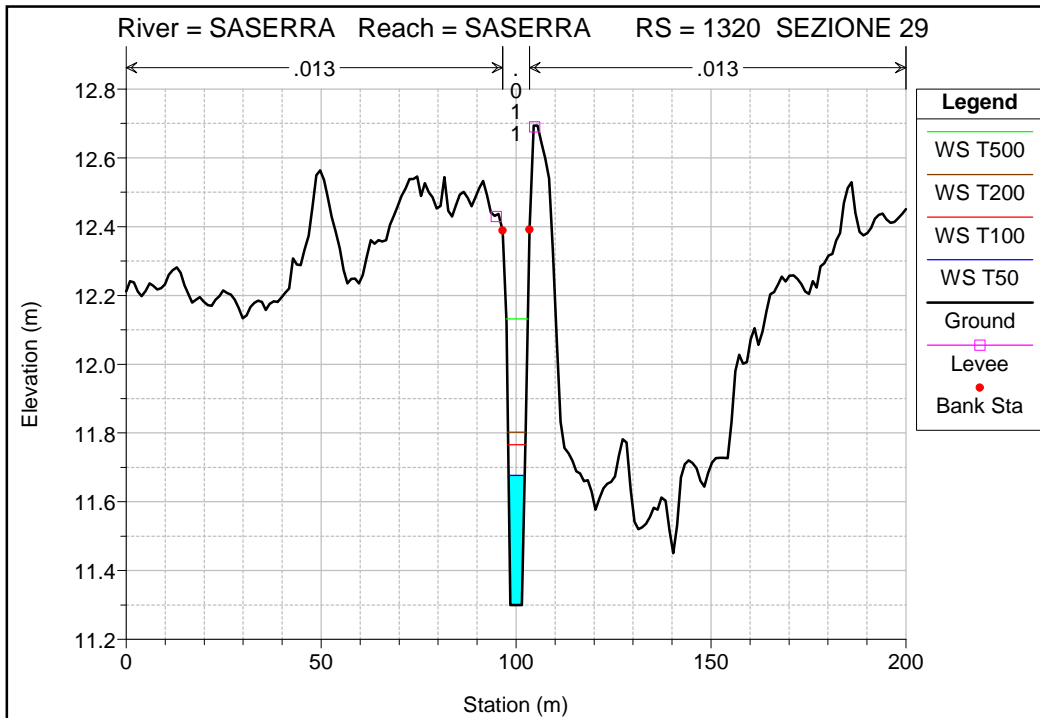




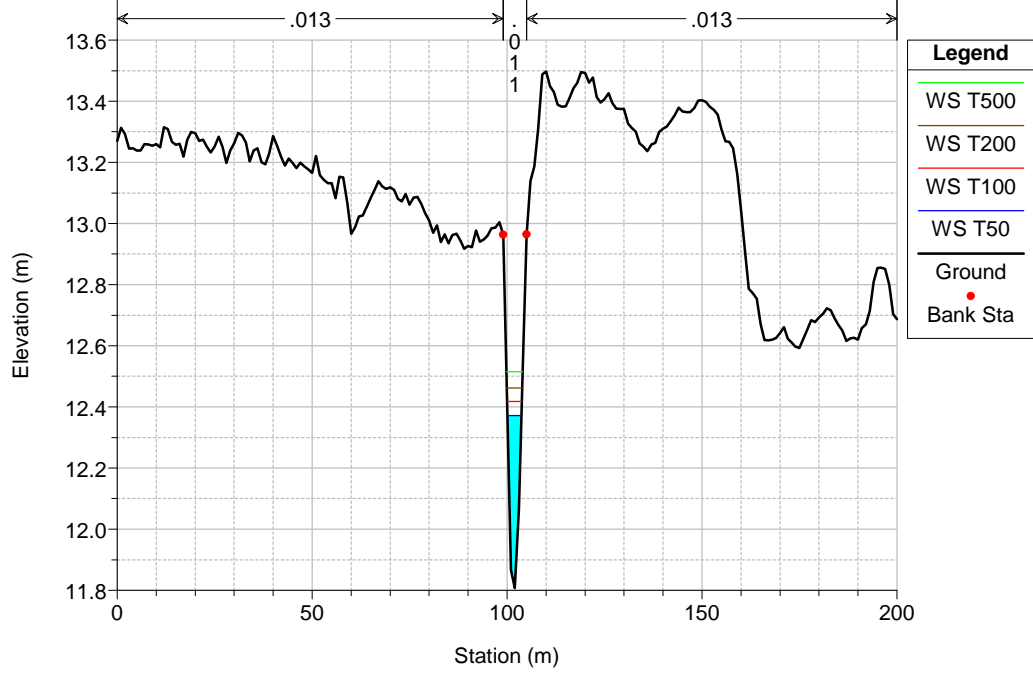


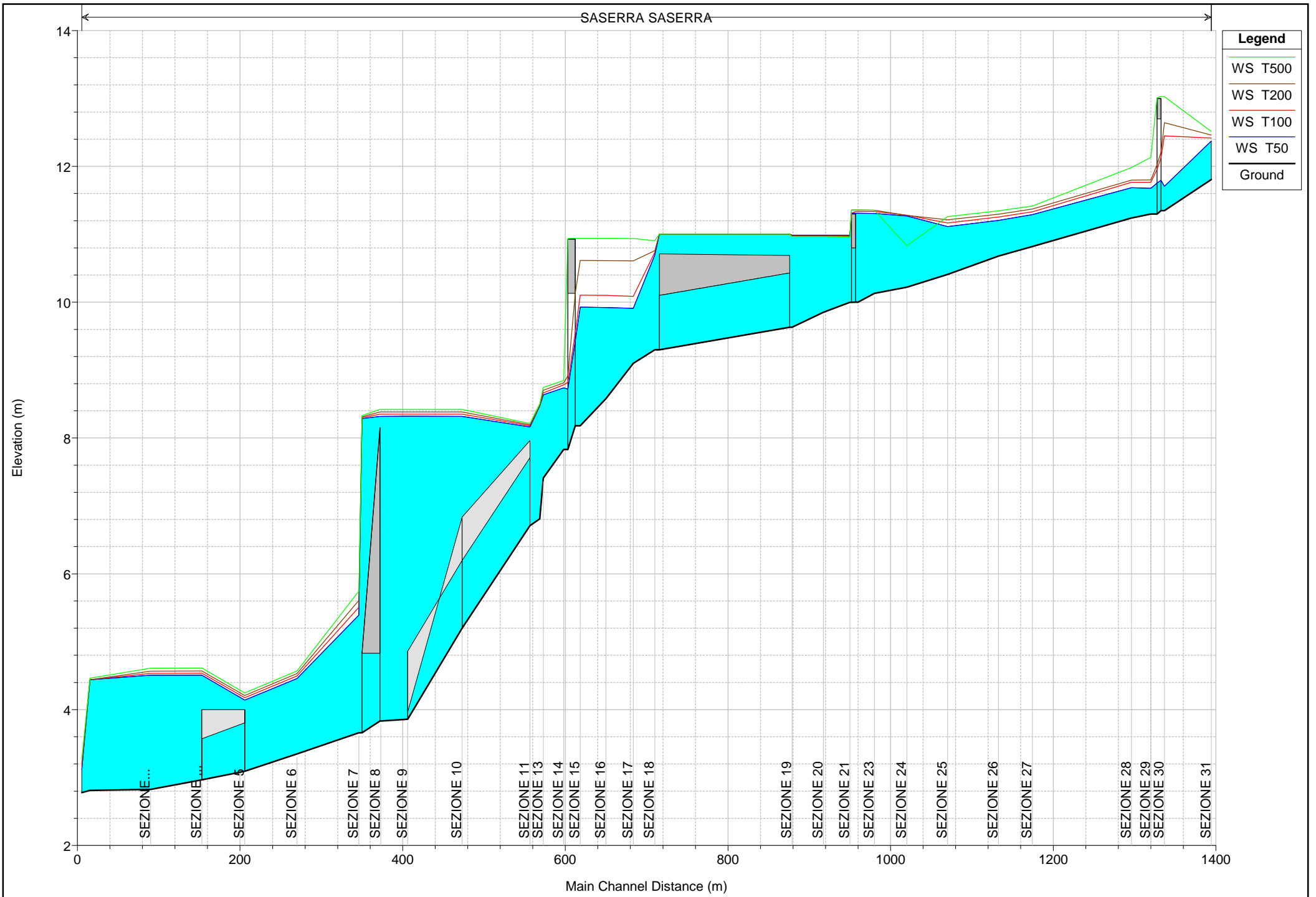






River = SASERRA Reach = SASERRA RS = 1394.402 SEZIONE 31





HEC-RAS Plan: CULVERT River: SASERRA Reach: SASERRA

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl
SASERRA	5.355644 SEZIONE 1	T50	16.50	2.78	3.12	0.34	5.18	3.40
SASERRA	5.355644 SEZIONE 1	T100	19.54	2.78	3.16	0.39	5.14	3.11
SASERRA	5.355644 SEZIONE 1	T200	22.62	2.78	3.21	0.43	5.10	2.88
SASERRA	5.355644 SEZIONE 1	T500	26.78	2.78	3.27	0.49	5.07	2.64
SASERRA	15.37500 SEZIONE 2	T50	16.50	2.81	4.44	1.74	0.80	0.47
SASERRA	15.37500 SEZIONE 2	T100	19.54	2.81	4.44	1.74	0.95	0.55
SASERRA	15.37500 SEZIONE 2	T200	22.62	2.81	4.44	1.74	1.10	0.64
SASERRA	15.37500 SEZIONE 2	T500	26.78	2.81	4.46	1.77	1.18	0.69
SASERRA	90.00002 SEZIONE 3	T50	16.50	2.82	4.51	1.68	0.29	0.15
SASERRA	90.00002 SEZIONE 3	T100	19.54	2.82	4.53	1.71	0.33	0.16
SASERRA	90.00002 SEZIONE 3	T200	22.62	2.82	4.57	1.74	0.36	0.17
SASERRA	90.00002 SEZIONE 3	T500	26.78	2.82	4.61	1.78	0.40	0.18
SASERRA	153.1330 SEZIONE 4	T50	16.50	2.97	4.51	1.54	0.41	0.11
SASERRA	153.1330 SEZIONE 4	T100	19.54	2.97	4.54	1.57	0.43	0.11
SASERRA	153.1330 SEZIONE 4	T200	22.62	2.97	4.57	1.60	0.45	0.11
SASERRA	153.1330 SEZIONE 4	T500	26.78	2.97	4.61	1.65	0.46	0.11
SASERRA	205.6786 SEZIONE 5	T50	16.50	3.09	4.14	1.05	3.91	1.28
SASERRA	205.6786 SEZIONE 5	T100	19.54	3.09	4.18	1.08	4.13	1.31
SASERRA	205.6786 SEZIONE 5	T200	22.62	3.09	4.21	1.12	4.33	1.34
SASERRA	205.6786 SEZIONE 5	T500	26.78	3.09	4.24	1.15	4.56	1.37
SASERRA	269.9999 SEZIONE 6	T50	16.50	3.35	4.46	1.11	3.83	1.97
SASERRA	269.9999 SEZIONE 6	T100	19.54	3.35	4.50	1.15	3.96	2.05
SASERRA	269.9999 SEZIONE 6	T200	22.62	3.35	4.53	1.18	4.12	2.13
SASERRA	269.9999 SEZIONE 6	T500	26.78	3.35	4.57	1.22	4.30	2.22
SASERRA	346.1723 SEZIONE 7	T50	16.50	3.66	5.39	1.73	2.62	0.86
SASERRA	346.1723 SEZIONE 7	T100	19.54	3.66	5.50	1.84	2.74	0.87
SASERRA	346.1723 SEZIONE 7	T200	22.62	3.66	5.61	1.95	2.86	0.88
SASERRA	346.1723 SEZIONE 7	T500	26.78	3.66	5.74	2.08	3.00	0.90
SASERRA	360		Bridge					
SASERRA	373.1111 SEZIONE 8	T50	16.50	3.83	8.32	4.49	0.05	0.01
SASERRA	373.1111 SEZIONE 8	T100	19.54	3.83	8.35	4.52	0.05	0.01
SASERRA	373.1111 SEZIONE 8	T200	22.62	3.83	8.38	4.55	0.06	0.01
SASERRA	373.1111 SEZIONE 8	T500	26.78	3.83	8.42	4.59	0.07	0.01
SASERRA	406.1895 SEZIONE 9	T50	16.50	3.86	8.32	4.46	0.03	0.00
SASERRA	406.1895 SEZIONE 9	T100	19.54	3.86	8.35	4.49	0.04	0.01
SASERRA	406.1895 SEZIONE 9	T200	22.62	3.86	8.38	4.52	0.04	0.01
SASERRA	406.1895 SEZIONE 9	T500	26.78	3.86	8.42	4.56	0.05	0.01
SASERRA	473.1188 SEZIONE 10	T50	14.00	5.20	8.32	3.12	0.08	0.01
SASERRA	473.1188 SEZIONE 10	T100	16.58	5.20	8.35	3.15	0.09	0.02
SASERRA	473.1188 SEZIONE 10	T200	19.18	5.20	8.38	3.18	0.10	0.02
SASERRA	473.1188 SEZIONE 10	T500	22.72	5.20	8.42	3.22	0.12	0.02
SASERRA	556.5241 SEZIONE 11	T50	14.00	6.71	8.16	1.45	2.27	0.70
SASERRA	556.5241 SEZIONE 11	T100	16.58	6.71	8.18	1.47	2.39	0.70
SASERRA	556.5241 SEZIONE 11	T200	19.18	6.71	8.19	1.48	2.51	0.71
SASERRA	556.5241 SEZIONE 11	T500	22.72	6.71	8.21	1.50	2.66	0.73
SASERRA	568.5241 SEZIONE 12	T50	14.00	6.81	8.47	1.66	0.77	0.44
SASERRA	568.5241 SEZIONE 12	T100	16.58	6.81	8.47	1.66	0.92	0.52
SASERRA	568.5241 SEZIONE 12	T200	19.18	6.81	8.47	1.66	1.06	0.60
SASERRA	568.5241 SEZIONE 12	T500	22.72	6.81	8.50	1.69	1.14	0.63
SASERRA	572.9613 SEZIONE 13	T50	14.00	7.41	8.64	1.23	0.93	0.57
SASERRA	572.9613 SEZIONE 13	T100	16.58	7.41	8.67	1.26	0.98	0.60
SASERRA	572.9613 SEZIONE 13	T200	19.18	7.41	8.70	1.29	0.97	0.59

HEC-RAS Plan: CULVERT River: SASERRA Reach: SASERRA (Continued)

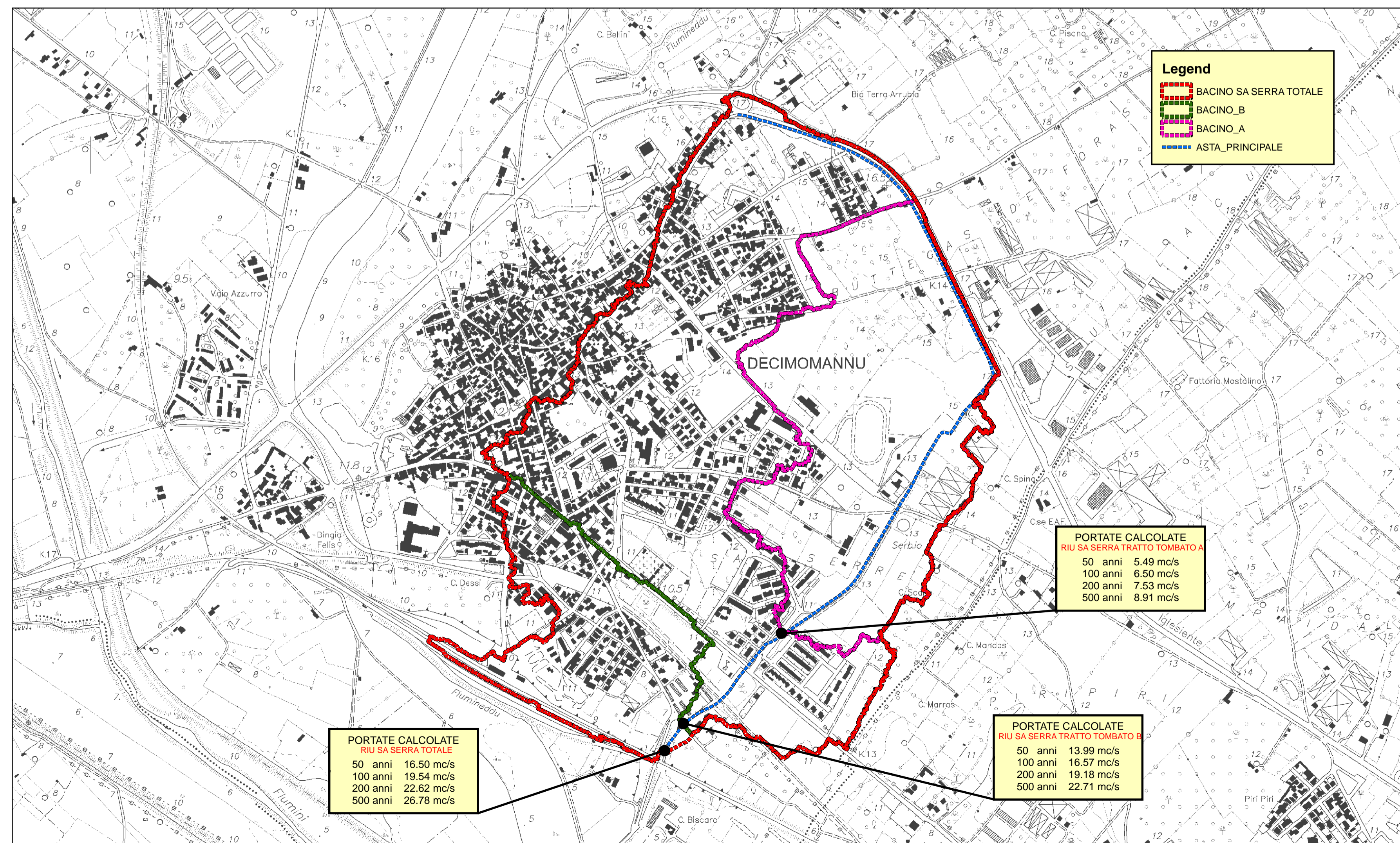
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl
SASERRA	572.9613 SEZIONE 13	T500	22.72	7.41	8.74	1.33	0.99	0.59
SASERRA	597.8995 SEZIONE 14	T50	14.00	7.83	8.74	0.91	0.54	0.25
SASERRA	597.8995 SEZIONE 14	T100	16.58	7.83	8.78	0.95	0.32	0.15
SASERRA	597.8995 SEZIONE 14	T200	19.18	7.83	8.81	0.98	0.34	0.16
SASERRA	597.8995 SEZIONE 14	T500	22.72	7.83	8.85	1.02	0.38	0.17
SASERRA	600		Bridge					
SASERRA	618.2147 SEZIONE 15	T50	14.00	8.18	9.93	2.50	0.08	0.02
SASERRA	618.2147 SEZIONE 15	T100	16.58	8.18	10.10	2.67	0.08	0.02
SASERRA	618.2147 SEZIONE 15	T200	19.18	8.18	10.61	3.19	0.07	0.02
SASERRA	618.2147 SEZIONE 15	T500	22.72	8.18	10.94	3.51	0.07	0.02
SASERRA	650 SEZIONE 16	T50	14.00	8.58	9.92	1.34	0.28	0.13
SASERRA	650 SEZIONE 16	T100	16.58	8.58	10.10	1.52	0.24	0.11
SASERRA	650 SEZIONE 16	T200	19.18	8.58	10.61	2.03	0.14	0.05
SASERRA	650 SEZIONE 16	T500	22.72	8.58	10.94	2.36	0.12	0.04
SASERRA	683.6646 SEZIONE 17	T50	14.00	9.10	9.91	0.81	0.73	0.43
SASERRA	683.6646 SEZIONE 17	T100	16.58	9.10	10.09	0.99	0.56	0.28
SASERRA	683.6646 SEZIONE 17	T200	19.18	9.10	10.61	1.51	0.30	0.11
SASERRA	683.6646 SEZIONE 17	T500	22.72	9.10	10.94	1.84	0.24	0.08
SASERRA	710.0000 SEZIONE 18	T50	14.00	9.30	10.70	1.40	0.85	0.49
SASERRA	710.0000 SEZIONE 18	T100	16.58	9.30	10.74	1.44	0.84	0.50
SASERRA	710.0000 SEZIONE 18	T200	19.18	9.30	10.76	1.46	0.88	0.52
SASERRA	710.0000 SEZIONE 18	T500	22.72	9.30	10.91	1.61	0.61	0.35
SASERRA	800		Culvert					
SASERRA	878.8129 SEZIONE 19	T50	5.49	9.63	10.99	1.36	0.20	0.15
SASERRA	878.8129 SEZIONE 19	T100	6.50	9.63	10.98	1.35	0.25	0.19
SASERRA	878.8129 SEZIONE 19	T200	7.53	9.63	10.98	1.35	0.30	0.22
SASERRA	878.8129 SEZIONE 19	T500	8.92	9.63	10.97	1.34	0.37	0.27
SASERRA	917.2536 SEZIONE 20	T50	5.49	9.85	10.99	1.14	0.27	0.17
SASERRA	917.2536 SEZIONE 20	T100	6.50	9.85	10.98	1.13	0.33	0.22
SASERRA	917.2536 SEZIONE 20	T200	7.53	9.85	10.98	1.13	0.39	0.25
SASERRA	917.2536 SEZIONE 20	T500	8.92	9.85	10.97	1.12	0.48	0.31
SASERRA	950.0000 SEZIONE 21	T50	5.49	10.00	10.99	0.99	0.31	0.24
SASERRA	950.0000 SEZIONE 21	T100	6.50	10.00	10.98	0.98	0.39	0.30
SASERRA	950.0000 SEZIONE 21	T200	7.53	10.00	10.97	0.98	0.47	0.36
SASERRA	950.0000 SEZIONE 21	T500	8.92	10.00	10.96	0.97	0.59	0.46
SASERRA	955		Bridge					
SASERRA	960 SEZIONE 22	T50	5.49	10.00	11.31	1.74	0.12	0.06
SASERRA	960 SEZIONE 22	T100	6.50	10.00	11.34	1.77	0.13	0.07
SASERRA	960 SEZIONE 22	T200	7.53	10.00	11.36	1.78	0.15	0.08
SASERRA	960 SEZIONE 22	T500	8.92	10.00	11.36	1.79	0.18	0.09
SASERRA	980 SEZIONE 23	T50	5.49	10.13	11.31	1.18	0.19	0.11
SASERRA	980 SEZIONE 23	T100	6.50	10.13	11.34	1.21	0.21	0.12
SASERRA	980 SEZIONE 23	T200	7.53	10.13	11.35	1.22	0.23	0.13
SASERRA	980 SEZIONE 23	T500	8.92	10.13	11.35	1.22	0.28	0.16
SASERRA	1020.000 SEZIONE 24	T50	5.49	10.22	11.27	1.05	0.91	0.38
SASERRA	1020.000 SEZIONE 24	T100	6.50	10.22	11.28	1.06	1.05	0.43
SASERRA	1020.000 SEZIONE 24	T200	7.53	10.22	11.28	1.06	1.22	0.50
SASERRA	1020.000 SEZIONE 24	T500	8.92	10.22	10.83	0.61	3.67	1.76
SASERRA	1070.000 SEZIONE 25	T50	5.49	10.41	11.11	0.70	2.41	1.14
SASERRA	1070.000 SEZIONE 25	T100	6.50	10.41	11.17	0.76	2.56	1.16

HEC-RAS Plan: CULVERT River: SASERRA Reach: SASERRA (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl
SASERRA	1070.000 SEZIONE 25	T200	7.53	10.41	11.21	0.80	2.67	1.19
SASERRA	1070.000 SEZIONE 25	T500	8.92	10.41	11.26	0.85	2.79	1.25
SASERRA	1132.667 SEZIONE 26	T50	5.49	10.68	11.21	0.53	2.66	1.32
SASERRA	1132.667 SEZIONE 26	T100	6.50	10.68	11.25	0.57	2.82	1.35
SASERRA	1132.667 SEZIONE 26	T200	7.53	10.68	11.30	0.62	2.99	1.38
SASERRA	1132.667 SEZIONE 26	T500	8.92	10.68	11.35	0.67	3.19	1.42
SASERRA	1174.325 SEZIONE 27	T50	5.49	10.82	11.29	0.47	2.86	1.49
SASERRA	1174.325 SEZIONE 27	T100	6.50	10.82	11.33	0.51	3.03	1.51
SASERRA	1174.325 SEZIONE 27	T200	7.53	10.82	11.37	0.55	3.21	1.55
SASERRA	1174.325 SEZIONE 27	T500	8.92	10.82	11.42	0.60	3.44	1.60
SASERRA	1296.348 SEZIONE 28	T50	5.49	11.24	11.69	0.45	3.54	1.95
SASERRA	1296.348 SEZIONE 28	T100	6.50	11.24	11.77	0.53	3.36	1.71
SASERRA	1296.348 SEZIONE 28	T200	7.53	11.24	11.80	0.56	3.60	1.79
SASERRA	1296.348 SEZIONE 28	T500	8.92	11.24	11.98	0.74	2.83	1.25
SASERRA	1320 SEZIONE 29	T50	5.49	11.30	11.68	0.38	4.07	2.28
SASERRA	1320 SEZIONE 29	T100	6.50	11.30	11.77	0.47	3.75	1.92
SASERRA	1320 SEZIONE 29	T200	7.53	11.30	11.80	0.50	3.97	1.97
SASERRA	1320 SEZIONE 29	T500	8.92	11.30	12.13	0.83	2.50	1.00
SASERRA	1330		Bridge					
SASERRA	1336.649 SEZIONE 30	T50	5.49	11.35	11.71	0.36	4.38	2.51
SASERRA	1336.649 SEZIONE 30	T100	6.50	11.35	12.45	1.10	1.05	0.42
SASERRA	1336.649 SEZIONE 30	T200	7.53	11.35	12.64	1.29	0.23	0.15
SASERRA	1336.649 SEZIONE 30	T500	8.92	11.35	13.03	1.68	0.12	0.06
SASERRA	1394.402 SEZIONE 31	T50	5.49	11.81	12.37	0.56	4.22	2.23
SASERRA	1394.402 SEZIONE 31	T100	6.50	11.81	12.42	0.61	4.42	2.26
SASERRA	1394.402 SEZIONE 31	T200	7.53	11.81	12.46	0.65	4.60	2.28
SASERRA	1394.402 SEZIONE 31	T500	8.92	11.81	12.51	0.71	4.81	2.30



INQUADRAMENTO GENERALE SU BASE ORTOFOTO SCALA 1:5000



INQUADRAMENTO BACINO IDROGRAFICO SU BASE CTR SCALA 1:10000



COMUNE DI DECIMOMANNU
Provincia di Cagliari



TAV.
1 idro

Studio idraulico di dettaglio del Rio Sa Serra
ai sensi dell'art 26 delle N.T.A. del P.A.I.

INQUADRAMENTO GENERALE E BACINI DI CALCOLO		COMMITTENTE: Comune di Decimomannu	
REV 00	SCALA VARIE	BASE TOPOGRAFICA: ORTOFOTO 2008 I.G.M. 1:25.000	DATA Aprile 2016
SINDACO		RUP	
Dott. Ing. Italo Frau		TECNICI INCARICATI Dott. Geol. Nicola Demurtas	
COLLABORATORE Geom. Giancarlo Loddo			



COMUNE DI DECIMOMANNU
Provincia di Cagliari



TAV.
2 idro

Studio idraulico di dettaglio del Rio Sa Serra
ai sensi dell'art 26 delle N.T.A. del P.A.I.

CARTA DELLA PERICOLOSITA IDRAULICA

COMMITTENTE:
Comune di Decimomannu

REV
00

SCALA
1:2000

BASE TOPOGRAFICA:
Cartografia Tecnica Regionale 1:10000
Cartografia Comunale 1:1000

DATA
Aprile 2016

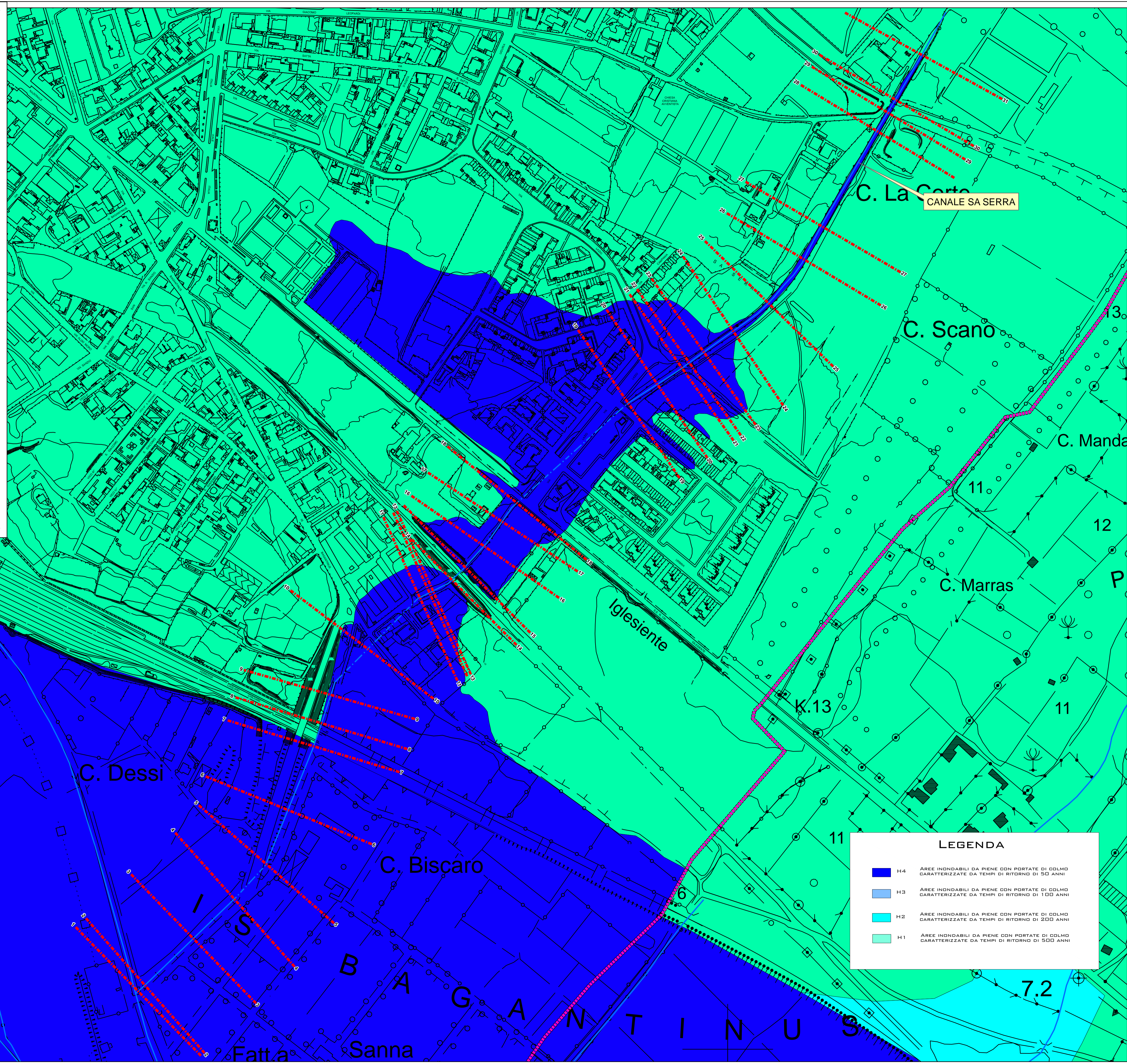
SINDACO

RUP

Dott. Ing. Italo Frau

TECNICI INCARICATI

COLLABORATORE
Geom. Giancarlo Loddo



LEGENDA	
	H4 AREE INONDABILI DA PIENE CON PORTATE DI COLMO CARATTERIZZATE DA TEMPI DI RITORNO DI 50 ANNI
	H3 AREE INONDABILI DA PIENE CON PORTATE DI COLMO CARATTERIZZATE DA TEMPI DI RITORNO DI 100 ANNI
	H2 AREE INONDABILI DA PIENE CON PORTATE DI COLMO CARATTERIZZATE DA TEMPI DI RITORNO DI 200 ANNI
	H1 AREE INONDABILI DA PIENE CON PORTATE DI COLMO CARATTERIZZATE DA TEMPI DI RITORNO DI 500 ANNI

Legend	
	LIMITE COMUNALE
	SEZIONI CANALE SA SERRA
	RETICOLO IDROGRAFICO
	TRATTO TOMBATO