

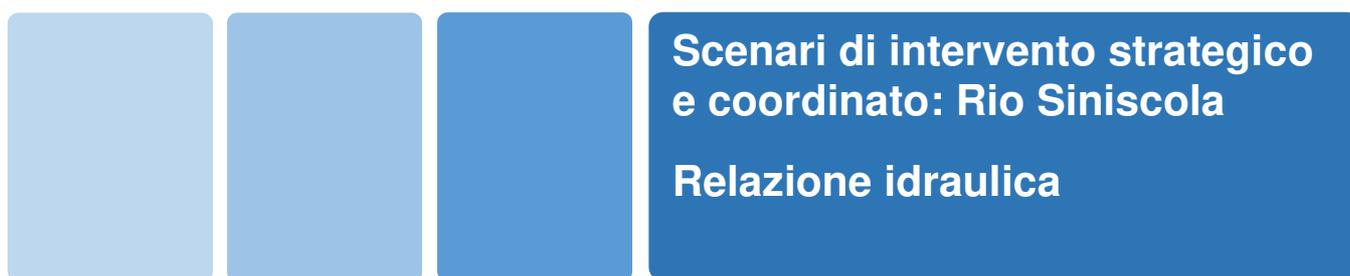


REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA
PRESIDENZA
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Piano di gestione del rischio di alluvioni

secondo ciclo di pianificazione



Allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNZIA
PRESIDENZA
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Autorità di Bacino della Sardegna

DIREZIONE GENERALE DELL'AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

Direttore Generale: Antonio Sanna

Direttore del Servizio difesa del suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni: Marco Melis

Coordinamento tecnico-amministrativo: Gianluigi Mancosu

Coordinamento operativo: Luisa Manigas

Elaborazioni GIS: Gian Luca Marras

Gruppo di lavoro: Giuseppe Canè, Piercarlo Ciabatti, Nicoletta Contis, Andrea Lazzari, Giovanni Luise, Maria Antonietta Murru Perra, Michela Olivari, Alessandra Pillai, Corrado Sechi, Riccardo Todde

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura

Responsabile Scientifico: Giovanni Maria Sechi

Elaborazioni GIS: Giovanni Cocco

Gruppo di lavoro: Alessio Cera, Clorinda Cortis, Pino Frau, Saverio Liberatore, Mauro Piras, Emanuela Sassu

Con il contributo, per le parti di competenza, di:

DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

Direttore Generale: Antonio Pasquale Belloi

Direttore del Servizio pianificazione e gestione delle emergenze: Mauro Merella

Direttore del Servizio previsione rischi e dei sistemi informativi, infrastrutture e reti: Federico Ferrarese Ceruti

Gruppo di lavoro: Salvatore Cinus, Daniela Pani, Fabrizia Soi, Antonio Usai.

DIREZIONE GENERALE DEI LAVORI PUBBLICI

Direttore Generale: Piero Dau

Direttore del Servizio opere idriche e idrogeologiche: Costantino Azzena

Gruppo di lavoro: Roberta Daino, Alberto Spano

Il presente documento costituisce un elaborato del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) della Sardegna aggiornato per il Secondo ciclo di pianificazione. Esso conferma i contenuti del corrispondente elaborato facente parte della prima stesura del PGRA, che è stata oggetto di approvazione con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino regionale della Sardegna n. 2 del 15/3/2016 e con DPCM del 27 ottobre 2016 (GURI n. 30 del 6 febbraio 2017).

Per tutti gli approfondimenti: www.regione.sardegna.it/pianogestionerischioalluvioni



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice

1	Analisi idraulica dello stato attuale	5
1.1	Dati utilizzati per la simulazione.....	5
1.2	Valutazioni sulle portate di deflusso- Aspetti generali di calcolo.....	5
1.3	Geometria dell'alveo e delle strutture	6
1.4	Scabrezza, condizioni al contorno e portate	17
1.5	Risultati dell'analisi idraulica dello stato attuale.....	18
1.5.1	Tratto compreso tra l'area industriale e l'abitato di Siniscola.....	18
1.5.2	Tratto compreso tra il ponte sulla SS 125 e la foce.....	21
2	Analisi idraulica dello scenario di intervento 1	27
2.1	Geometria degli elementi considerati nella simulazione.....	27
2.2	condizioni al contorno e portate	29
2.3	Risultati della simulazione idraulica	30
2.3.1	Corrente idrica e dimensionamento delle opere.....	30
2.3.2	Condizioni idrodinamiche in corrispondenza dei ponti.....	31
2.3.3	Velocità.....	34



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice delle figure

Figura 1.1 – Planimetria schematica del modello idraulico del Rio di Siniscola nel tratto a valle dell'area industriale	9
Figura 1.2 – Profilo longitudinale del Rio di Siniscola allo stato attuale a valle dell'area industriale (portata cinquantenaria)	10
Figura 1.3 – Ponte su ingresso sud area industriale	11
Figura 1.4 – Ponte SS 125	11
Figura 1.5 – Ponte su strada di collegamento SS 125 - SP 5	12
Figura 1.6 – Ponte su SP 3	12
Figura 7 Ortofoto 1977 -Fonte Ras - attraversamento sulla SS 125, visione dell'intorno	14
Figura 8 Figura 7 Ortofoto 2014 - Fonte GoogleEarth attraversamento sulla SS 125, visione dell'intorno	15
Figura 9 Allagamenti su base Google Earth in prossimità dell'abitato	15
Figura 10 Ortofoto 1977 - Stralcio zona fociva	16
Figura 1.11 – Profilo di corrente e velocità del tronco compreso tra il complesso artigianale e il ponte sulla SS 125	19
Figura 1.12 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla strada di accesso all'area artigianale	19
Figura 1.13 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sommergibile a monte dell'abitato	20
Figura 1.14 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla SS 125	20
Figura 1.15 - Aree allagate nel tratto compreso tra l'area artigianale e il ponte sulla SS125	21
Figura 1.16 – Profilo di corrente e delle velocità nel tratto compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce	24
Figura 17 Estratto ortofoto 2008 e Igm 1953 della zona fociva del R. di Siniscola	24
Figura 18 Attraversamento a monte del nuraghe Sa Perda Bianca	25
Figura 1.20 - Aree allagate a valle del ponte sulla SS 125 (Tr=50 anni)	26
Figura 19 Attraversamento sulla SP 3	25
Figura 2.1 – Scenario 0: estensione allagata (Tr=50 anni)	28
Figura 2.2 – Scenario 1: estensione allagata (Tr=50 anni)	28
Figura 2.3 - Profilo di corrente portata cinquantenaria PSFF in corrispondenza delle opere	31
Figura 2.4 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF Tr 50 anni (in blu la condizione ex-Ante)	32
Figura 2.5 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF Tr 100 anni (in blu la condizione ex-Ante)	32
Figura 2.6 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF Tr 200 anni (in blu la condizione ex-Ante)	33



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Figura 2.7 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SS 125 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).	33
Figura 2.8 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena centenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SS 125 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso). ..	34
Figura 2.9 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SS 125 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso). ..	34
Figura 2.10 – Profilo di velocità lungo il tronco studiato per lo scenario 0(blue) e lo scenario 1(rosso).	35



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice delle tabelle

Tabella 1.1 – Sezioni geometriche del modello.....	8
Tabella 1.2 – Input Idrologi (PSFF)	17
Tabella 1.3 - Volumi di allagamento allo stato attuale	26
Tabella 2.1 – configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 1.....	29



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1 Analisi idraulica dello stato attuale

1.1 DATI UTILIZZATI PER LA SIMULAZIONE

Per l'analisi idraulica sono stati utilizzati i dati territoriali disponibili nel patrimonio cartografico locale e regionale.

In particolare, è stato impiegato il modello digitale del terreno a passo 1 m, che unitamente ai rilievi disponibili sugli attraversamenti ha consentito di avere un'ottima base cartografica per la simulazione idraulica.

Di particolare aiuto per ricostruire l'alveo naturale ed il paleoalveo sono state le ortofoto ad alta risoluzione della zona costiera, acquisite relativamente di recente (fra il 2006 e il 2008) e sufficientemente definite (dimensione pixel pari a 0.20 m, quota di volo media di 1500 m), che sono state confrontate con altre ortofoto relative a periodi antecedenti per ricostruire l'evoluzione del reticolo idrografico anche in conseguenza delle opere artificiali realizzate dall'uomo.

Un elemento distintivo della modellazione, rispetto a quanto operato nell'ambito del PSFF, è stata la nuova definizione delle sezioni idrauliche, ricostruite piano altimetricamente a partire dai dati della rilevazione aerea ad alta definizione (LIDAR) con dettaglio di 1 metro che ha consentito di descrivere in modo dettagliato l'andamento del terreno e di delineare con maggior precisione sia la geometria delle sezioni da implementare nel modello che le aree allagabili e i relativi battenti idrici. Le sezioni riestratte dal modello del terreno utilizzato, ed estese fino a intercettare il pelo libero sono state ritracciate in modo da tenere conto:

1. Della variabilità topografica del territorio;
2. Dei tracciati planimetrici dei corpi arginali;
3. Delle discontinuità generate da confluenze o cambi di sezione
4. Delle intersezioni con la viabilità

Sempre in termini di dati input nel nuovo modello idraulico predisposto in questo studio si è optato di confermare nella generalità dei casi l'effetto dei coefficienti di scabrezza, come considerati nel PSFF, sia le condizioni al contorno, le quali sono state mantenute a monte (altezza idrica di moto uniforme) come a valle (livello idrico sulla foce pari a +1.00 sul medio mare).

Infine, l'esistenza di un modello idraulico già costruito fornito dall'Amministrazione Regionale ha consentito di valutare gli aspetti relativi alle strutture senza necessità di ulteriori rilievi, traducendo quei dati ivi contenuti nella geometria del nuovo modello idraulico elaborato nel presente studio.

1.2 VALUTAZIONI SULLE PORTATE DI DEFLUSSO- ASPETTI GENERALI DI CALCOLO

Lo studio idraulico del tronco fluviale del Rio di Siniscola ha rianalizzato gli eventi di piena corrispondenti ai tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni, estendendo la lunghezza del tratto indagato ai circa 11 km dall'area industriale di Siniscola sino alla foce; conformemente a quanto studiato nell'ambito del PSFF.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

La definizione degli scenari di intervento si è concentrata sul tratto in cui il Rio interseca l'abitato di Siniscola, lasciando delle indicazioni qualitative relativamente alle aree più vallive e prossime all'area di foce.

Dal punto di vista idrologico sono state considerate le portate già adottate nel PSFF con la stessa successione di incrementi da monte verso valle.

1.3 GEOMETRIA DELL'ALVEO E DELLE STRUTTURE

La simulazione ha riguardato una lunghezza fluviale di circa 11 km misurata in asse all'alveo di magra attualmente individuabile dalle ortofoto, il contesto esaminato è compreso tra l'area industriale e la foce, comprende complessivamente 114 sezioni trasversali infittite lungo l'intera asta modellata (Figura 1.1) e originate dal modello a base LIDAR, e 5 ponti, di questi, 3 ubicati nell'intorno dell'abitato di Siniscola e due in prossimità dell'area di foce.

L'individuazione delle sezioni e delle opere d'arte è specificata nella Tabella 1.1. La distanza tra le sezioni è variabile in funzione della larghezza e della pendenza del fondo alveo, delle caratteristiche spondali, dell'esistenza di confluenze o variazioni singolari di sezione. In prossimità delle opere di attraversamento, sono sempre necessarie sezioni aggiuntive ravvicinate per tenere conto delle particolari condizioni di deflusso (contrazione e espansione della vena fluida), in corrispondenza di tratti con sezioni uniformi possono essere adottate distanze maggiori.

Dall'analisi del profilo longitudinale e della morfologia dei siti si possono evidenziare due tronchi approssimativamente posti a monte e a valle della sezione 3998 in prossimità della località Sas Prunas, a sud della chiesa di S. Elena posta nell'omonima collina

Tratto a monte della sez 3998 (circa 7 km)

L'area interessata dal deflusso è generalmente contenuta entro gli alti topografici posti a nord e sud della linea di deflusso, sono presenti condizioni di inadeguatezza della sezione d'alveo che determinano condizioni di esondazione, sono tuttavia condizioni generalmente che non determinano situazioni di estrema e diffusa criticità come invece si potrà osservare nel tratto più vallivo.

Le inadeguatezze della sezione sono rilevabili essenzialmente nella piana sulla quale ricade l'area industriale e, poco a valle in sponda sinistra, in prossimità dell'abitato. Sono in entrambi i casi aree di pertinenza fluviale che in maniera più o meno rilevante sono state interessate da attività antropiche che hanno determinato ostacolo per le portate di piena.

Lungo tutto il tratto analizzato si rileva una generale condizione di corrente lenta con velocità medie generalmente modeste sia in alveo e sia ovviamente nel valore assunto come media su tutto il transetto; in alveo per la portata bicentenaria non vengono superati valori di 4 m/s . Si registrano evidentemente dei picchi di portata in alveo in uscita dagli attraversamenti, soprattutto quello posto sulla SS 125 in prossimità dell'abitato di Siniscola.

In corrispondenza dell'efflusso del ponte, si registrano velocità poco inferiori agli $8\text{ m}^3/\text{s}$ a causa dell'insufficienza delle luci del ponte.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Analogha condizione si verifica in prossimità della passerella sommergibile posta a monte del ponte di cui al punto precedente, orientativa sulla progressiva 10 Km ove però la condizione di sommergibilità determina un picco di velocità in alveo ma una velocità media sul transetto decisamente contenuta entro i 3m/s.

Tratto a valle della sez 3998 (circa 4 km)

A valle della stretta compresa tra la collina su cui sorge la chiesa di S. Elena e l'alto topografico in località Sas Prunas, si apre la zona valliva del Rio.

La morfologia dei paesaggi cambia radicalmente, delineando una piana alluvionale che accompagna il fiume sino alla foce.

Il percorso del fiume è accompagnato in sinistra idraulica da un sistema arginale dell'altezza di circa 2 - 2.5 m che si estende sino alla foce confinando le portate di progetto e limitandone l'erosione solamente alla sponda destra. L'argine prosegue verso valle superando la SP n.3 in prossimità della costa. L'intero sistema difensivo è stato recentemente oggetto di intervento manutentivo con ricalibratura e regolarizzazione in forma e sagoma ma senza alterarne la quota originaria.

Il profilo del corso d'acqua evidenzia, nel tronco in esame due sostanziali campi, uno con pendenze modeste, dell'ordine del 0.2 % per circa 1300 m ed un altro tratto, ancor più pianeggiante, con pendenze circa nulle che si estende per oltre 2 Km sino alla foce. Quest'ultimo tratto interessa un'area storicamente in parte paludosa caratterizzato da un vasto delta e ramificazione meandriforme del tratto terminale del sistema dei deflussi che sversano verso il mare. Le velocità di deflusso sono modeste, con incrementi puntuali di valore in alveo in concomitanza agli efflussi dai ponti.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 1.1 – Sezioni geometriche del modello

n	Progressiva sezione (ID sezione)	Distanza dalla sezione di valle (m)	n	Progressiva sezione (ID sezione)	Distanza dalla sezione di valle (m)
1	11297	174.48	58	6969.69	13.97
2	11123	129.58	59	6955.85	13.97
3	10993	69.1	60	6942	56.23
4	10924	118.01	61	6885	51.28
5	10806	175	62	6834	18.66
6	10631	18.5	63	6815.43	18.66
7	10612.8	90	64	6796.86	18.66
8	10523	56.77	65	6778.29	18.66
9	10466.2	29.88	66	6759.71	18.66
10	10460		67	6741.14	18.66
11	10436.4	127.48	68	6722.57	18.66
12	10309	73.02	69	6704	4.92
13	10236	185.48	70	6699.06	4.92
14	10050	229.86	71	6694.13	68.82
15	9820	135.97	72	6625	105.07
16	9684	143.46	73	6520	4.82
17	9541	203.28	74	6515.18	9.64
18	9338	154.01	75	6505.55	9.64
19	9184	180.52	76	6495.91	9.64
20	9003	168.54	77	6486.28	4.82
21	8835	139.36	78	6481.46	67.45
22	8695	151.56	79	6414	158.24
23	8544	93.25	80	6256	154.97
24	8451	92.8	81	6101	108.81
25	8358	129.4	82	5992	71.65
26	8228	113.44	83	5920	49.46
27	8115	61.39	84	5871	59.72
28	8053	107.4	85	5811	121.25
29	7946	118.49	86	5690	91.92
30	7828	59.32	87	5598	98.64
31	7768.46	19.77	88	5499	77.87
32	7748.62	9.89	89	5421	65.24
33	7740		90	5356	69.64
34	7738.69	19.77	91	5286	63.49
35	7718.85	19.77	92	5223	300.85
36	7699	83.45	93	4922	121.48
37	7616	108.11	94	4801	162.19
38	7508	42.22	95	4638	72.71
39	7465	106.63	96	4566	75.71
40	7359	53.69	97	4490	133.62
41	7305	88.81	98	4356	150.44
42	7216	41.57	99	4206	208.24
43	7175	28.02	100	3998	784.37
44	7147	18.68	101	3213	251.4286
45	7145		102	2962	301.4286



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

46	7128.33	9.34	103	2658	41
47	7119	26.31	104	2630	
48	7092.43	17.54	105	2617	283.97
49	7074.71	17.54	106	2333	250
50	7057	10	107	2083	351.24
51	7047	15	108	1731	422.79
52	7032	10	109	1309	306.84
53	7022	20	110	1002	122.9
54	7002	9.31	111	879	90
55	6992.77	4.66	112	800	
56	6988.15	9.31	113	788.97	594
57	6978.92	9.31	114	194	

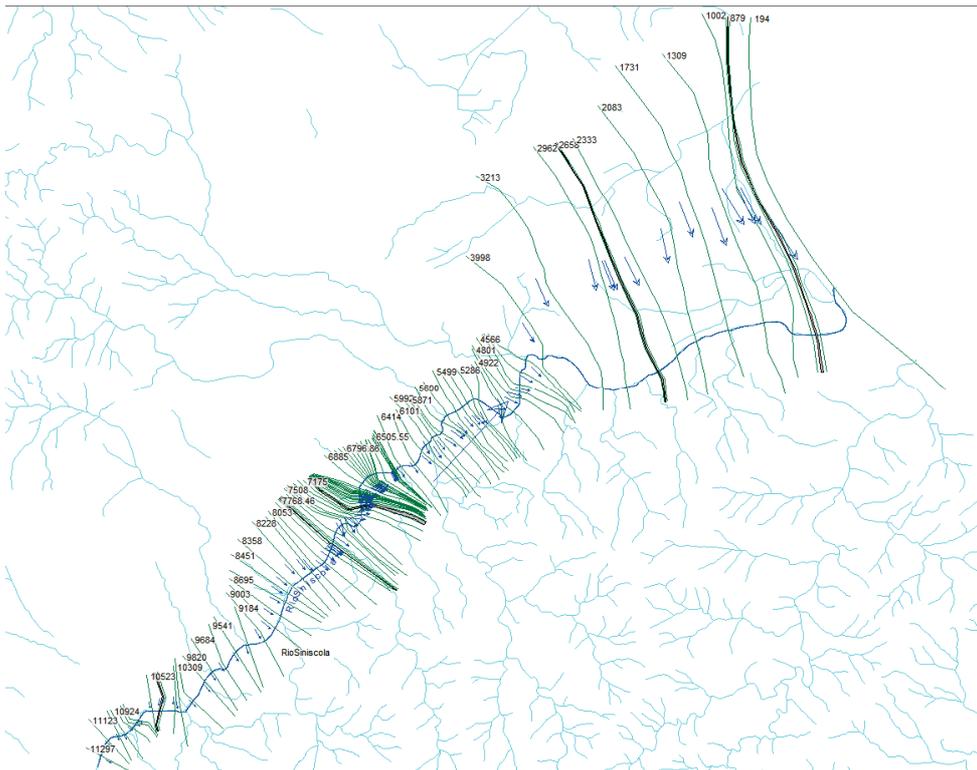


Figura 1.1 – Planimetria schematica del modello idraulico del Rio di Siniscola nel tratto a valle dell'area industriale



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

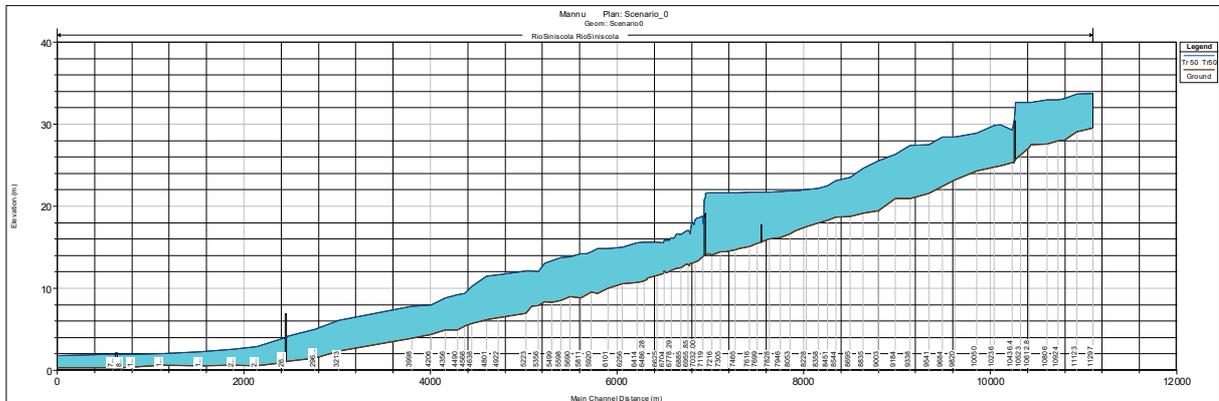


Figura 1.2 – Profilo longitudinale del Rio di Siniscola allo stato attuale a valle dell'area industriale (portata cinquantenaria)

In relazione alle infrastrutture viarie, come precisato nella relazione generale di bacino, le infrastrutture stradali di maggiore interesse che insistono lungo il tronco sono:

- **Ponte Strada d'ingresso Sud area industriale (progressiva 10450** Figura 1.3): costituito da una luce, per una lunghezza complessiva di circa 30 m.
- **Ponte su strada campestre (progressiva 7740** Figura 1.4): costituito da un ponte ad arco con una altezza massima 13 luci, di lunghezza complessiva 230 m.
- **Ponte sulla SS 125 (progressiva 326.2** Figura 1.5): costituito da una luce, di lunghezza complessiva di 30 m.
- **Ponte sulla strada di collegamento SS 125 - SP5 in Loc. S'Abba Fritta (progressiva 2630** Figura 1.4): costituito da 7 luci con campate ad arco per una lunghezza complessiva di circa 80 m.
- **Ponte SP 3 prossimo alla foce (progressiva 179.9** Figura 1.6): costituito da 3 luci con campate per una lunghezza complessiva di circa 70 m.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.3 – Ponte su ingresso sud area industriale



Figura 1.4 – Ponte SS 125



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 1.5 – Ponte su strada di collegamento SS 125 - SP 5



Figura 1.6 – Ponte su SP 3

Dettagliando l'esame dello scenario 0 si possono evidenziare due tratti specifici: il primo, tra l'area industriale e la stretta in corrispondenza della chiesa di sant'Elena, il secondo a valle della stretta di cui sopra.

Nel primo tratto, si evidenzia una prima criticità legata all'interferenza che si determina in corrispondenza dello svincolo sulla SP 12 nell'area prossima all'area industriale. Le criticità idraulica sono determinate da un'inadeguatezza delle luci del sottopasso stradale e dall'inadeguatezza per le portate del PAI della sezione d'alveo. In questo contesto l'alveo risulta inciso, ma la insufficienza della



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

sezione consente una esondazione delle portate con ovvio interessamento dell'area golenale. L'impronta allagabile si estende per una lunghezza superiore ai 200 m.

Nel contesto esaminato sono interessati gli svincoli e la rotatoria stradale.

Proseguendo verso valle, il rio è interessato dalla presenza di svariati affluenti minori in destra e sinistra idraulica. La conformazione delle aree attraversate evidenzia in sponda destra dei contesti in quota che tendono a confinare le portate, le aree in sinistra idraulica sono in quota minore con conseguente interessamento delle aree di allagamento. Proseguendo verso valle le aree di esondazione tendono sempre ad estendersi in sinistra idraulica coinvolgendo sostanzialmente aree agricole e nelle quali è presente una viabilità secondaria. L'antropizzazione tende evidentemente ad assumere connotati di maggiore interesse in prossimità dell'abitato di Siniscola, dove, a monte del ponte sulla SS 125 le aree di allagamento tengono franchi gli edifici in destra idraulica, posti su un alto topografico, mentre in sinistra idraulica le aree edificate si sono spinte progressivamente verso valle andando a invadere le aree di espansione della piena. I livelli di piena sono per'altro esaltati in quota dal forte rigurgito determinato dall'insufficienza della luce del ponte sulla SS 125.

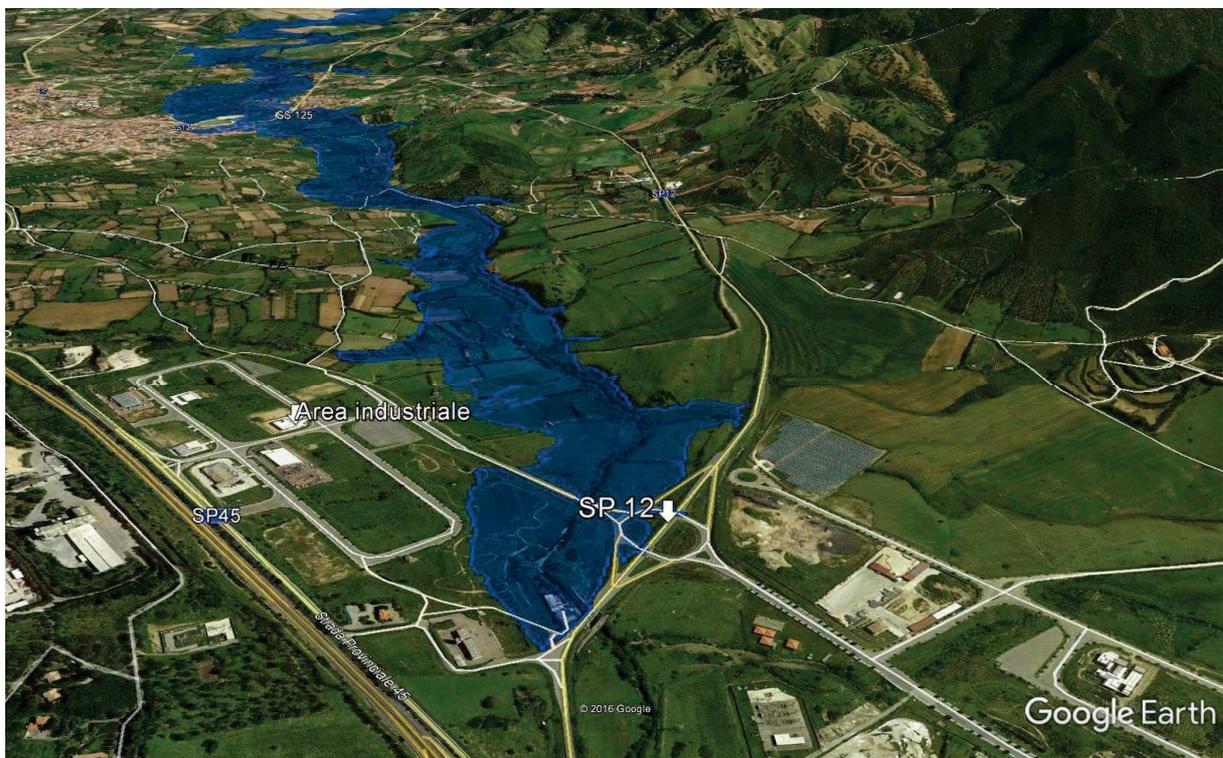


Figura Vista tratto iniziale del Rio su Base Google Earth



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

A valle dell'attraversamento sulla SS 125, il fiume è estremamente confinato dall'espansione avuta dal centro abitato negli ultimi 30 -40 anni.

Le successive immagini consegnano una rappresentazione dello scenario relativo al fine anni 70 e a alla situazione attuale.

Come si può osservare, nella prima immagine sono presenti solamente alcuni edifici in sponda destra a monte del ponte e posti su una collina , il campo da calcio esistente in sponda sinistra è invece ad una distanza di circa 170 m dal campo dal ciglio del fiume.



Figura 1.7 Ortofoto 1977 -Fonte Ras - attraversamento sulla SS 125, visione dell'intorno

Attualmente invece, a valle del ponte è presente in sponda destra una ricarica dell'area di circa 1.5 - 2.0 m che accompagna il ciglio per una lunghezza di circa 150m la ridefinizione morfologica limita l'espansione in sponda destra. A valle della ricarica, segue la realizzazione di un'arginatura che affianca il ciglio destro per circa 500m.

I sponda sinistra, a monte del ponte, non si è avuto la forte espansione che ha caratterizzato la sponda destra, tuttavia l'edificato va a coinvolgere sia i compluvi minori presenti e sia l'area di frangia dell'espansione del fiume.

A valle del ponte invece la situazione è decisamente più gravosa: in affiancamento al primo campo da calcio ne è stato realizzato un secondo. Quest'ultimo , realizzato su una ricarica del piano di



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

campagna di circa 2.0 - 2.5 m, determina una riduzione della fascia di espansione sinistra del fiume di circa 150 m (da circa 200 m a 50m circa) . Quest'azione, congiuntamente all'arginatura in sponda destra genera una forte contrazione della corrente con forte incremento della quota del pelo libero.



Figura 1.8 Figura 7 Ortofoto 2014 - Fonte GoogleEarth attraversamento sulla SS 125, visione dell'intorno

La successiva immagine consegna una simulazione grafica delle aree di pericolosità idrauliche relative alla piena cinquantenaria sul contesto territoriale attuale.



Figura 1.9 Allagamenti su base Google Earth in prossimità dell'abitato



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Nel successivo tratto di valle esaminato, il fiume scorre interessando con le sue espansioni sostanzialmente aree agricole, i pochi insediamenti esistenti si mantengono al di fuori delle aree di espansione. Lungo il percorso il fiume è alimentato da svariati affluenti che in occasione delle piene sono fortemente rigurgitati dal Rio di Siniscola. Sono così interessati sia attraversamenti sulla SS 125 (Ponte Marinedda) e sia insediamenti agricoli con tiranti estremamente modesti (c. Trubas)

A valle della stretta compresa tra la collina di Sant'Elena in sinistra idraulica e a destra dall'alto topografico in località Sas Prunas, il paesaggio e la conformazione del fiume cambia in maniera radicale.

Gli ultimi tre chilometri dell'asta si apre l'area alluvionale del fiume. L'intero tratto presenta un argine in sinistra idraulica sormontato in occasione delle piene cinquantenarie; è un argine alto dai due ai tre metri nelle situazioni estreme.

L'area di espansione interessa in maniera più rilevante la sponda sinistra; in destra infatti, l'orografia tende a raggiungere rapidamente quote che mettono al riparo dalle esondazioni del fiume; località come Istra e Boes non è interessate dalle espansioni del fiume. Si determinano aree di espansione la cui profondità dell'allagamento si mantiene su valori medi di centro metri circa.

In sinistra idraulica, la presente un argine che accompagna la sponda dal rilievo di Sant'Elena sin quasi alla foce, chiudendo poco a monte dopo aver oltrepassato la Strada Provinciale

L'argine non è in grado di contenere la piena cinquantenaria, il fiume lo oltrepassa andando ad espandersi su tutta la piana sino a lambire la zona di La Caletta. La larghezza dell'area di espansione raggiunge i 500-600 m. L'apertura del fronte e l'espansione della piana induce la presenza di alcune "isole", una di queste ospita il Nuraghe Sa Domu Bianca. L'ultimo chilometro del fiume consegna una meandrazione dello stesso, limitata dalla presenza arginale: Si possono tuttavia facilmente leggere le presenze di risalite dal mare o divagazioni remote del fiume che anticamente consentivano il formarsi di una vasta area umida fociiva. L'intera area, andava a costituire una vecchia peschiera lagunare come indicato dallo stesso *Sa Pischera* riscontrabile sulle carte.



Figura 1.10 Ortofoto 1977 - Stralcio zona fociiva



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1.4 SCABREZZA, CONDIZIONI AL CONTORNO E PORTATE

Per quanto concerne il valore di scabrezza adottato, si è operato come segue:

- si è analizzato il modello predisposto dal PSFF, con i valori di scabrezza in esso inseriti
- sono state infittite le sezioni, allungate sino a intercettare l'intera corda bagnata e definendo una forma planimetrica perpendicolare alla direzione del flusso
- mediamente i valori adottati di scabrezza secondo Manning sono stati di 0.035 nel *channel*, con valori variabili tra 0.045 e 0.06 per gli *overbank*.

Conformemente alle ipotesi generali del presente studio, anche le condizioni al contorno adottate nel modello riprendono quelle già considerate per nel PSFF. In particolare, riguardo alle prime, come condizione al contorno di valle è stato assunto il valore di quota del p.l. alla foce pari a +1.80 m sulla quota del medio mare.

Per quanto riguarda l'idrogramma di input per le simulazioni è stato utilizzato quello relativo alle condizioni stazionarie di portata assunta pari a quelle stimata nel PSFF con incremento progressivo dei valori di portata come indicate nella Tabella 1.2.

Tabella 1.2 – Input Idrologi (PSFF)

Progressiva sezione (ID sezione)	Q(T50) m ³ /s	Q(T100) m ³ /s	Q(T200) m ³ /s
11297	580	706	832
9820	612	745	877
9184	658	801	943
6256	718	875	1030
5598	758	923	1090
3213	782	952	1120



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1.5 RISULTATI DELL'ANALISI IDRAULICA DELLO STATO ATTUALE

Per gli eventi relativi ai tempi di ritorno studiati, il modello idraulico ha determinato i profili di moto permanente per tutti i 5 km di alveo studiato.

1.5.1 Tratto compreso tra l'area industriale e l'abitato di Siniscola

Come evidenziato nei precedenti paragrafi, il tratto in esame, presenta lungo il suo sviluppo delle situazioni di criticità diffuse; le stesse interessano nel primo tratto il complesso artigianale, e la viabilità di accesso, nel secondo tratto interessa invece le aree agricole o incolte.

In particolare, nel tratto a monte del ponte sulla SP 34, l'allagamento va ad interessare la piana attualmente utilizzata prevalentemente a scopi agricoli.

Per tutti i tempi di ritorno il modello delinea una condizione di corrente lenta, con la sola esclusione del ponte stradale corrispondente alla strada d'ingresso dell'area artigianale, dove l'inadeguatezza delle dimensioni del ponte, determina una condizione di rigurgito a monte con conseguente efflusso sotto la luce con passaggio in corrente veloce.

Poco a valle, la pendenza si attesta su valori dell'ordine del 0.4 %, le velocità in alveo sono dell'ordine dei 3 - 4 m/s, per la portata cinquantenaria, poco superiori per tempi di ritorno maggiori.

Rispetto al fondo alveo il tirante idrico si attesta su valori dell'ordine dei 6m, poco maggiori per le portate con tempi di ritorno superiori.

In corrispondenza del ponte sulla SS 125, la sezione dell'attraversamento non garantisce come visto un deflusso libero; il rigurgito, esteso verso monte per circa 500 m e accompagnato da un dislivello tra monte e valle del ponte di circa 2m in occasione della portata con tempo di ritorno di 50 anni.

Malgrado le dimensioni non ottimali del ponte, ad eccezione della portata duecentenaria, tutte le portate transitano, seppure in pressione, sotto l'impalcato del ponte stesso. Il deflusso avviene, ad eccezione dei primi metri a valle del ponte, in regime di corrente lenta; le velocità ovviamente si impennano in corrispondenza dell'efflusso sotto il ponte con velocità che raggiungono gli 8m/s.

Nelle immediate vicinanze del ponte, dieci metri a valle, si ristabilisce la condizione di corrente lenta con tiranti idrici che si attestano nuovamente sui 5m.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

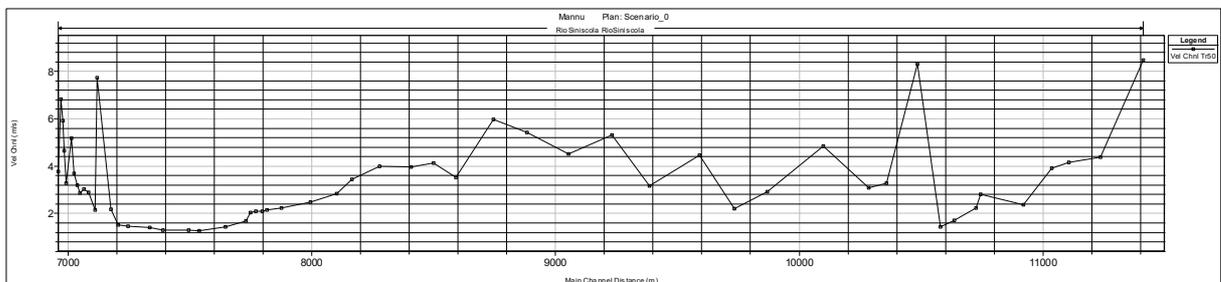
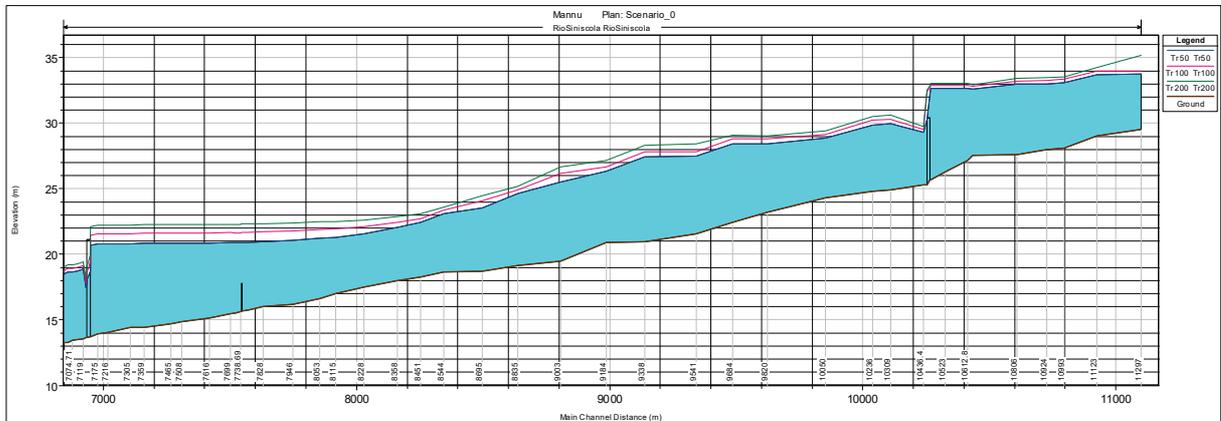


Figura 1.11 – Profilo di corrente e velocità del tronco compreso tra il complesso artigianale e il ponte sulla SS 125

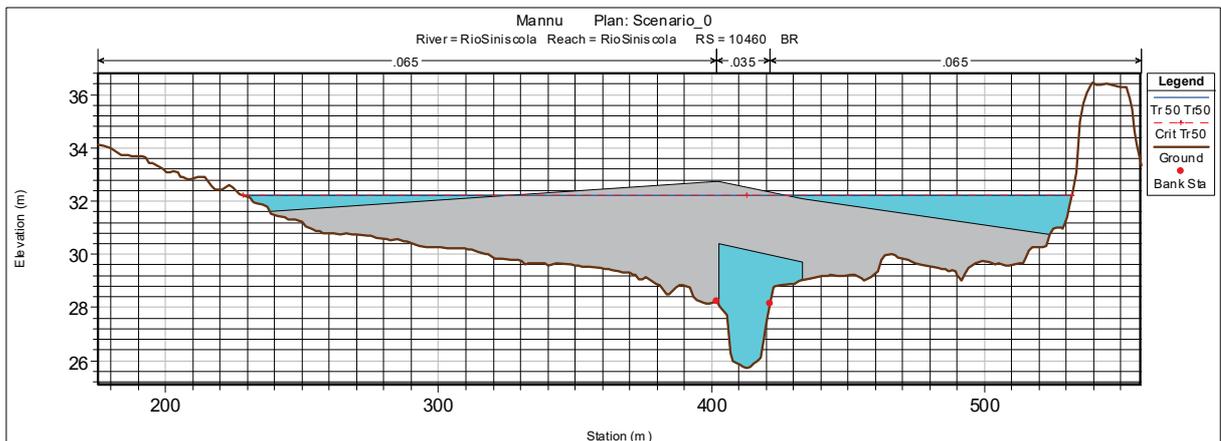


Figura 1.12 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla strada di accesso all'area artigianale



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

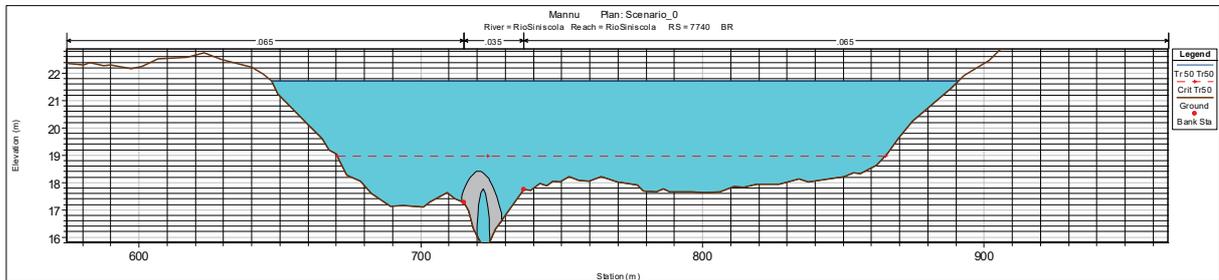


Figura 1.13 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sommersibile a monte dell'abitato

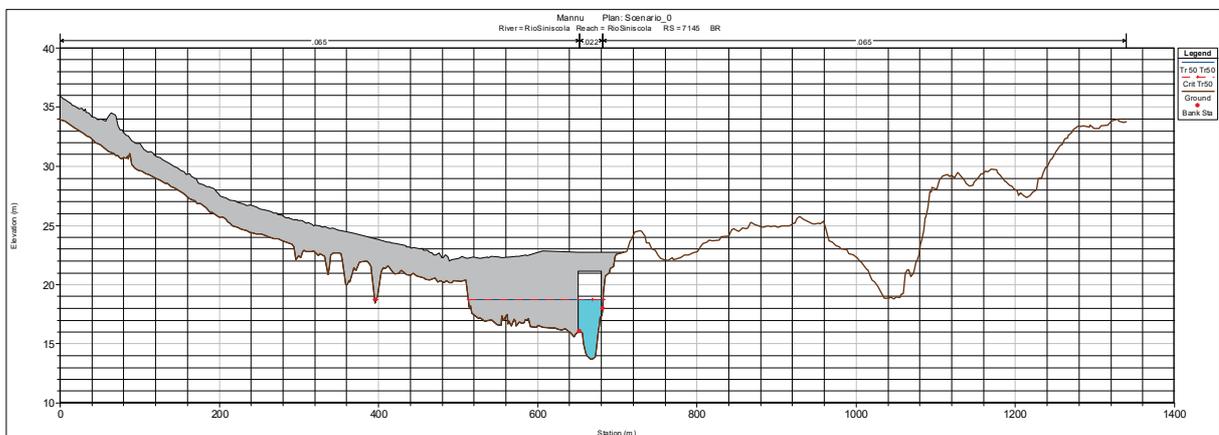


Figura 1.14 – Sezione bagnata in corrispondenza del ponte sulla SS 125.

La simulazione ha evidenziato un'insufficienza della sezione idraulica a partire dal tempo di ritorno di 50 anni, tanto in sinistra quanto in destra idraulica. Le interazioni con la viabilità dell'area industriale determinano situazioni di criticità rilevanti, nelle tratte successive, le insufficienze idrauliche determinano aree di esondazioni non trascurabili che tuttavia vanno ad interessare esclusivamente aree a vocazione agricola.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

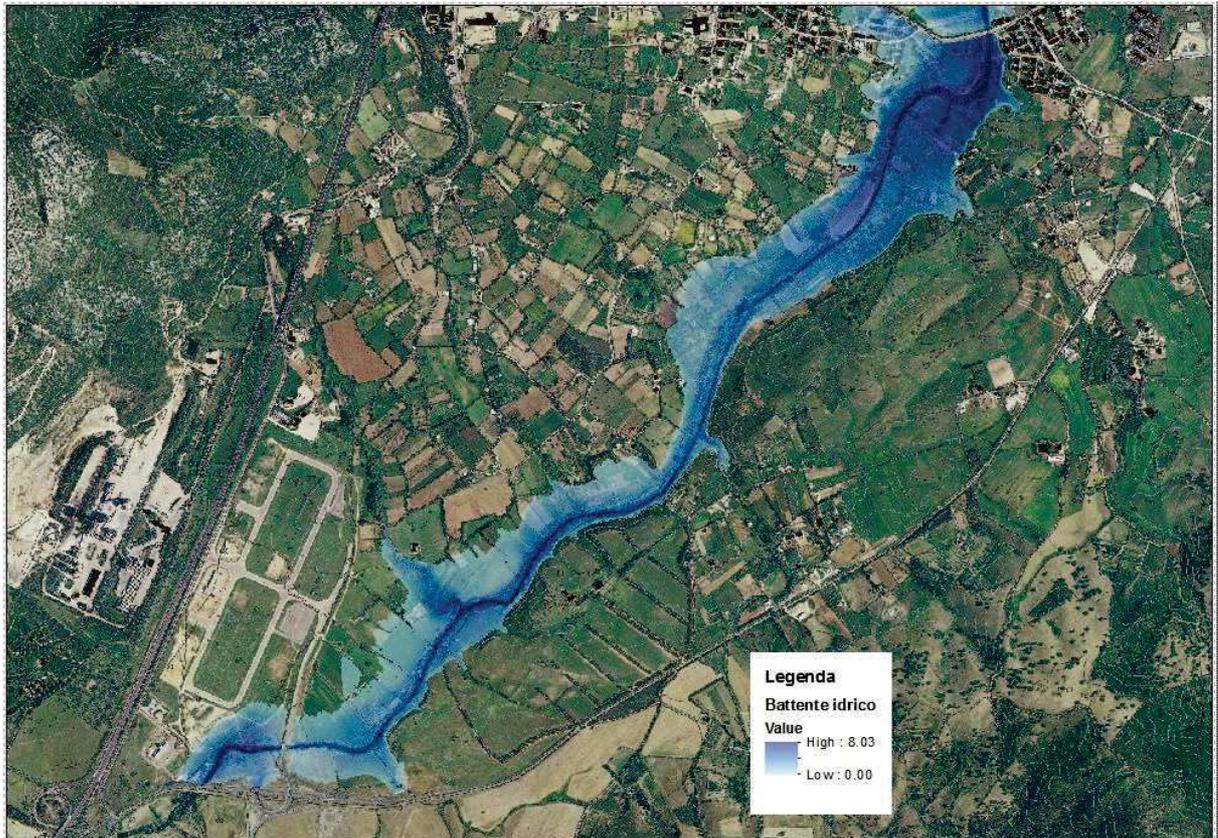


Figura 1.15 - Aree allagate nel tratto compreso tra l'area artigianale e il ponte sulla SS125

1.5.2 Tratto compreso tra il ponte sulla SS 125 e la foce

Come indicato nei paragrafi precedenti, la criticità principale, sulla parte iniziale del tratto in esame, è determinata dall'insufficienza dell'attraversamento sulla SS 125.

In questo caso, come già indicato nei paragrafi precedenti, i battenti idrici medi della portata cinquantennale si attestano intorno ad 5-6 m, quasi sempre decisamente superiori rispetto all'altezza critica della corrente, registrando un livello idrico in corrispondenza della foce pari a 1,80 m dovuto alla condizione al contorno di valle imposta nella modellazione.

I valori medi di velocità, per la portata bicentenaria, oscillano intorno 4 m/s, con valori massimi dell'ordine di 6 m/s nel tratto compreso tra il ponte sulla SS 125 e il ponte in prossimità del Nuraghe Sa Domu Bianca.

Nei primi 800 m a valle del ponte sulla SS 125 la conformazione delle aree prossime al fiume consentono una facile esondazione con interessamento di un transetto di lunghezza pari a circa 800 m, successivamente, il fiume tende ad essere confinato per la presenza di una vallecchia che riduce la fascia di esondazione a 300m circa.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Proseguendo verso valle, l'orografia si apre in sinistra idraulica e il deflusso tende ad estendersi andando ad interessare aree a vocazione agricola per una fascia di circa 250 m.



Figura 1.16 –Tratto a valle dell'abitato

Lungo il deflusso, il fiume tende a essere confinato in sinistra idraulica per la presenza del rilievo di Sant'Elena, simultaneamente, orografia induce un'esondazione in destra idraulica in località Sas Prunas. In corrispondenza della direttrice colle di Sant'Anna-Sas Prunas, inizia a delinearsi un tratto l'ultimo tratto del fiume. Sono gli ultimi 3500m in cui la pendenza tende a ridursi in maniera rilevante passando progressivamente da valori del 0.3 % a valori con pendenza sostanzialmente nulla. A fare da ideale sezione di inizio dell'area a pendenza nulla è il ponte che collega le due sponde del fiume in corrispondenza del del N. ghe Perda Bianca. A valle del ponte le portate tenderebbero ad aprirsi verso sinistra riattivando un sistema di meandri e aree umide che sono allo stato attuale confinate per il sistema arginale sinistro esistente. L'area di esondazione raggiunge a un chilometro dalla costa l'estensione di circa 750-800 m andando ad occupare una vasta porzione della piana e andando a



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

coinvolgere la località denominata Sa Pischera. Negli ultimi 500 m la fascia si estende sino ad interessare l'intera area ricompresa tra La Caletta e nell'estremo nord e Pedra Ruia nell'estremo Sud, per un'estensione complessiva di oltre 3Km.

A fare da eco ad una così vasta area di pertinenza fluviale sono i toponimi locali, oltre alla già citata Sa Pischera, la località Mare Flumine.



1.17 R. di Siniscola nel tratto terminale

Le successive immagini consegnano una rappresentazione del profilo di corrente per la piena cinquantenaria e un diagramma delle velocità colte in alveo sempre relative alla medesima portata di piena.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

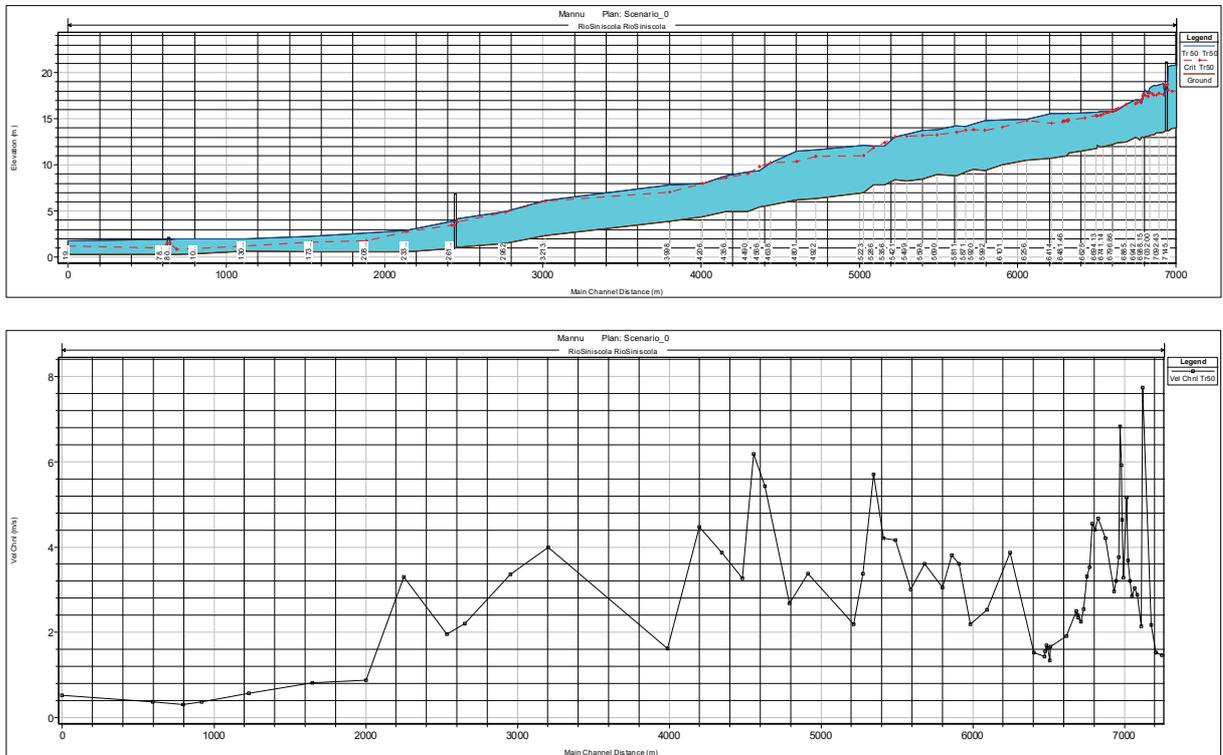


Figura 1.18 – Profilo di corrente e delle velocità nel tratto compreso tra il ponte sulla SP34 e la foce

Per quanto attiene il sistema di difesa idraulico attualmente esistente, si rimarca l'esistenza di un argine in sponda sinistra che accompagna l'intero tratto ricompreso tra la collina di Sant'Elena e la foce; è un argine in terra dell'altezza di circa 2.5 m che si estende per una lunghezza di circa 2.5 Km, riesce a confinare le portate ordinarie ma viene facilmente sormontato in occasione delle piene cinquantenarie, l'ultimo tratto va ad interessare aree sostanzialmente stagnali, sono evidenti nelle immagini satellitari il formarsi di meandri che lo sottopassano altri che lo raggiungono da tergo.



Figura 1.19 Estratto ortofoto 2008 e Igm 1953 della zona fociva del R. di Siniscola



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Nel tratto a valle dell'attraversamento sulla SS 125 sono presenti oltre al citato ponte sulla ss 125 sono presenti due infrastrutture di attraversamento; il ponte in prossimità del N. ghe Perda Bianca, e più a valle, verso la foce il ponte sulla SP.3

Il primo ponte, e un ponte su 7 arcate, la cui sezione è compatibile con le portate di calcolo, in occasione della piena cinquantenaria il corso d'acqua esonda in sinistra idraulica e la modellazione ad argini tracimabili consegna uno scenario di relativa sicurezza dell'attraversamento per tutte le portate di calcolo.

Si riscontra tuttavia, che per portate inferiori, compatibili con le capacità di tenuta degli argini, si i livelli idrici, mantenuti in alveo tendono ad incrementarsi e a interessare le arcate del ponte

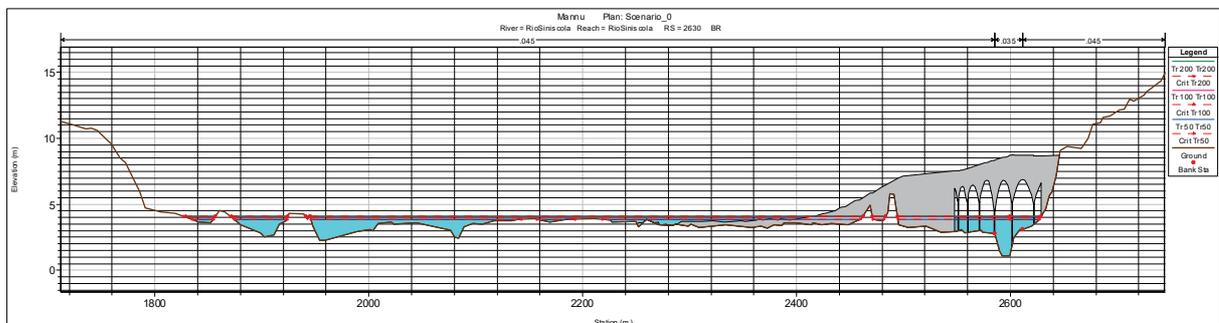


Figura 1.20 Attraversamento a monte del nuraghe Sa Perda Bianca

La seconda infrastruttura è l'attraversamento del ponte sulla SP 3; in questo caso, l'interruzione al deflusso è determinato oltre che dall'ostruzione generata dalle inadeguate luci del ponte, anche dalla strada in rilevato che va a costituire un vero e proprio limite fisico posto sul retro della barra dunale.

Le luci aperte sul rilevato stradale consentono un limitato collegamento tra il mare e la zona umida retrostante. In questo caso il ponte è parzialmente idoneo al transito delle portate, senza adeguato franco, ma l'intera viabilità risulta compromessa per effetto del livello idrico generato sia dalla portata di deflusso che per condizione al contorno assunta che prevede una consegna a quota 1.8 m slm.

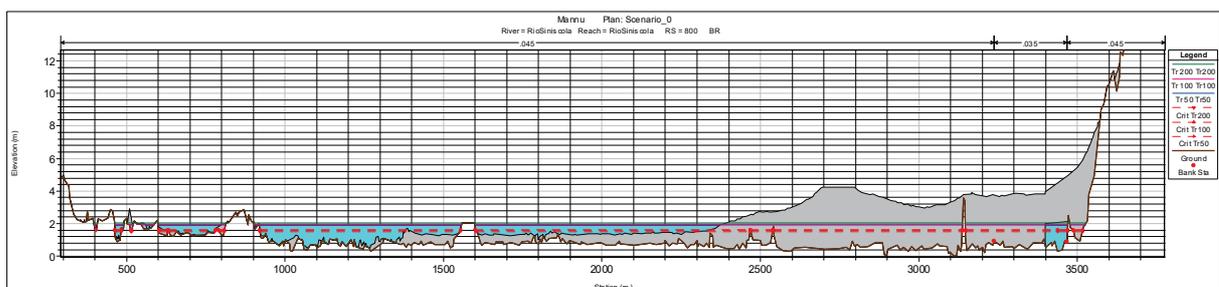


Figura 1.21 Attraversamento sulla SP 3



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

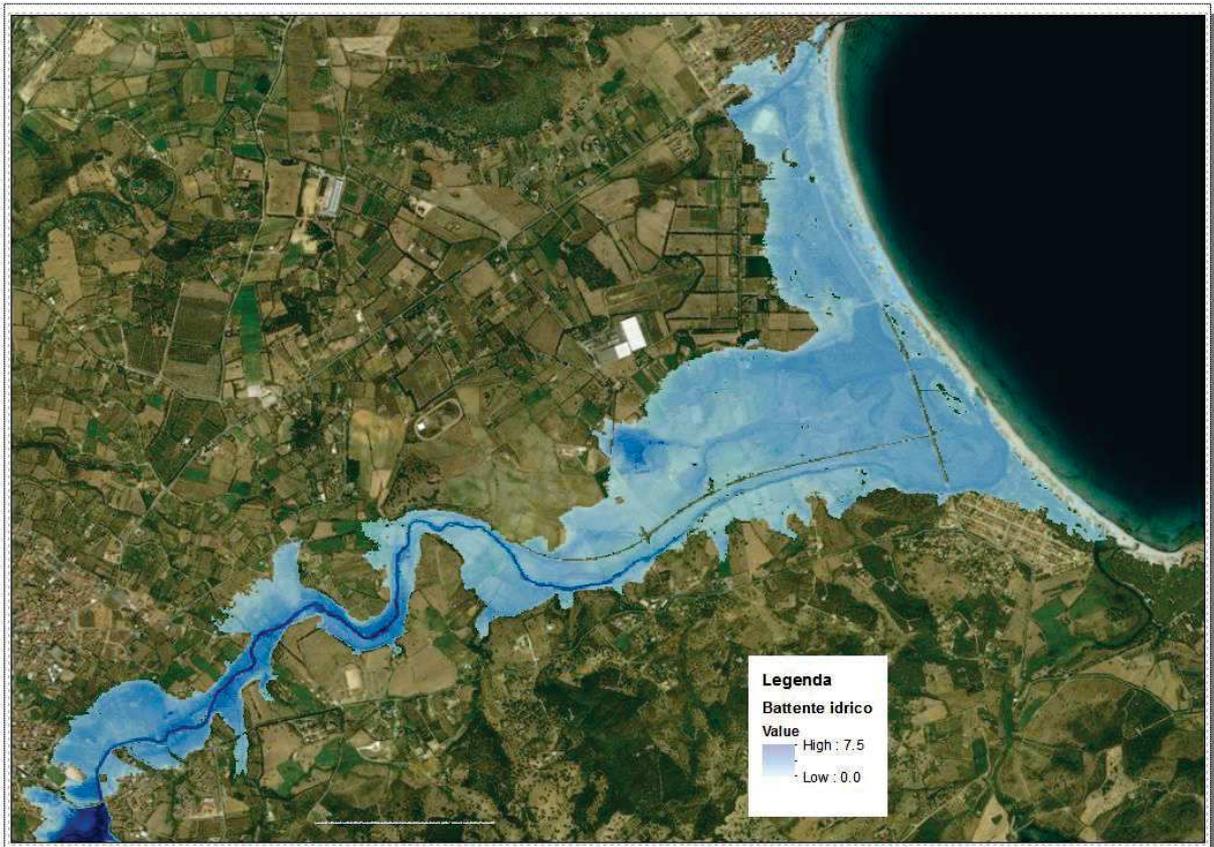


Figura 1.22 - Aree allagate a valle del ponte sulla SS 125 (Tr=50 anni)

Tabella 1.3 - Volumi di allagamento allo stato attuale

Tr (anni)	W (m ³)
50	5.6×10^6
100	6.3×10^6
200	6.9×10^6



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2 Analisi idraulica dello scenario di intervento 1

2.1 GEOMETRIA DEGLI ELEMENTI CONSIDERATI NELLA SIMULAZIONE

Sulla base dei risultati conseguiti nell'analisi dello stato attuale, è stata considerata come ipotesi di intervento quella che prevede i seguenti punti (Figura 2.2):

- a) Realizzazione di una nuova arginatura a valle del ponte sulla SS 125 in sponda sinistra
- b) Realizzazione di una nuova arginatura in sponda destra a valle del ponte sulla ss 125
- c) Sbancamento dell'area ricaricata a valle del ponte sulla SS 125 in sponda sinistra (attualmente ospita un campo di calcio)
- d) Realizzazione di una nuova arginatura a monte del ponte sulla SS 125
- e) Ricalibratura della sezione d'alveo e realizzazione di una forma trapezia
- f) Adeguamento del ponte sulla SS 125 con sovrizzo dell'impalcato e inserimento di due nuove luci

Di seguito si consegna una immagine rappresentativa degli scenari di allagamento nella configurazione scenario 0 e scenario 1 per il tempo di ritorno di 50 anni con inserimento delle opere previste.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 2.1 – Scenario 0: estensione allagata (Tr=50 anni)

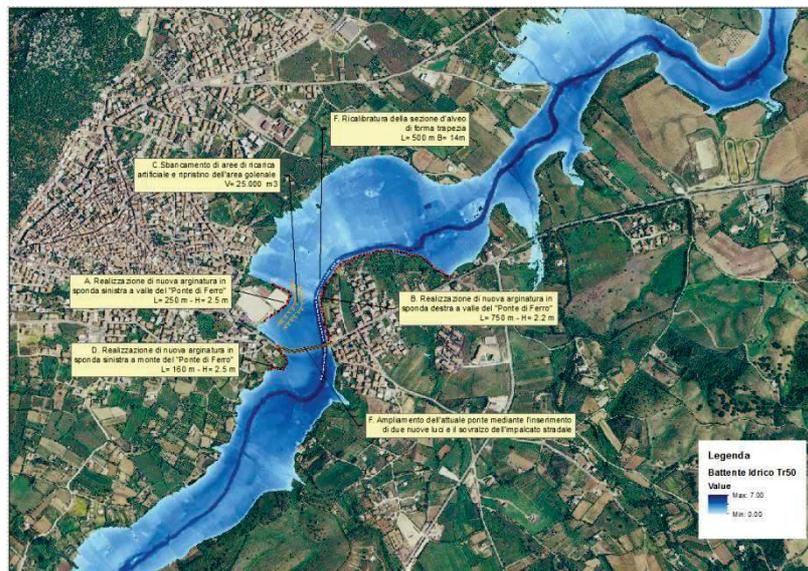


Figura 2.2 – Scenario 1: estensione allagata (Tr=50 anni)

In conformità con l'articolata previsione delle opere considerate, la rappresentazione modellistica ha studiato una configurazione corrispondente, rappresentando le opere sintetizzate nella Tabella 2.1.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 2.1 – configurazioni geometriche corrispondenti allo scenario 1

Interventi		um	q.ta	Prezzo	Importo
1	A. Realizzazione di nuova arginatura in sponda sinistra a valle del "Ponte di Ferro"	m	230	€ 855.38	213 845
2	B. Realizzazione di nuova arginatura in sponda destra a valle del "Ponte di Ferro"	m	750	€ 855.38	641 535
3	C. Sbiancamento di aree di ricarica artificiale e ripristino dell'area golenale	m ³	25000	€3.86	96 500
4	D. Realizzazione di nuova arginatura in sponda sinistra a monte del "Ponte di Ferro"	m	160	€ 855.38	136 861
5	E. Ricalibratura della sezione d'alveo di forma trapezia L= 800 m B= 14m	m	800	€ 698.12	558 492
6	F. Ampliamento dell'attuale ponte mediante l'inserimento di due nuove luci e il sopralzo dell'impalcato stradale compresa la realizzazione delle rampe d'accesso alla viabilità esistente	m	120	€ 20 182.50	2 421 900
7	G. Sistemazione idraulica reticolo a monte del nuovo argine in sponda sinistra a valle del "Ponte di Ferro"	ha	6	€ 3 300.00	19 800
8	H. Sistemazione idraulica reticolo a monte del nuovo argine in sponda destra a valle del "Ponte di Ferro"	ha	9	€ 3 300.00	29 700
9	I. Sistemazione idraulica reticolo a monte del nuovo argine in sponda sinistra a monte del "Ponte di Ferro"	ha	2	€ 3 300.00	6 600

2.2 CONDIZIONI AL CONTORNO E PORTATE

In relazione alle condizioni al contorno, ciascuna delle configurazioni modellistiche è stata sviluppata in completa aderenza con quanto previsto dalla relazione idrologica e idraulica allegata alle elaborazioni del PSFF.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.3 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA

2.3.1 Corrente idrica e dimensionamento delle opere

Le opere di mitigazione previste sono state dimensionate sulla base del profilo di corrente corrispondente alle portate del PSFF.

Oltre all'adeguamento del ponte, gli interventi da realizzarsi sono sostanzialmente riconducibili a due tipologie:

- a) interventi di arginatura
- b) interventi di adeguamento della sezione.

Gli interventi vanno inquadrati nella loro globalità; la realizzazione parziale può non consentire infatti il raggiungimento della mitigazione idraulica prevista. Nel dettaglio, come indicato in più punti della relazione, l'area è stata progressivamente interessata da un processo di antropizzazione che ha visto sempre più ridursi le aree di espansione del fiume. Sia in destra che in sinistra idraulica, l'attività dell'uomo ha portato ad un progressivo avvicinamento del paese e delle sue pertinenze verso il fiume. In una descrizione organica delle opere si riscontra che l'argine previsto in sponda destra (intervento B), si sviluppa dalla spalla destra del ponte e prosegue verso valle per una lunghezza di circa 750m, ha un'altezza rispetto al piano di campagna di circa 2.2m e tende a chiudere andando ad intercettare una quota adeguata in prossimità della SS 125, laddove vi si innesta la SP 12. La realizzazione dell'argine mette in sicurezza l'edificato esistente a valle del ponte in destra idraulica ma determina un incremento del livello idrico della piena stessa con conseguenze negative nell'intorno. Per sopperire a tale incremento si prevede di eliminare una porzione considerevole del campo da calcio esistente nell'area di espansione sinistra del fiume. Il campo è stato realizzato mediante una ricarica di circa 3 m del piano di campagna; determinando una riduzione decisa della sezione idraulica. L'intervento di sbancamento (intervento C) prevede l'asportazione di circa 25 000 m³ di materiale e mira a ripristinare l'area golenale preesistente. Estendere l'intervento condurrebbe sicuramente a situazioni di maggiore fluidità della corrente, andrebbe però a coinvolgere pesantemente gli insediamenti esistenti.

Il rischio residuo viene mitigato secondo gli intendimenti del presente mediante la realizzazione di un argine distante dal rio e prossimo agli insediamenti esistenti. L'argine previsto ha un'altezza di circa 2.5m e si estende per circa 250m cingendo di fatto le attività esistenti (intervento A).

Per incrementare la capacità di trasporto del fiume si prevede inoltre la risagoma della sezione e la realizzazione di una forma trapezia per una distanza che dal ponte andrebbe ad estendersi per circa 500 m verso valle (intervento F).

Il ponte stesso e le aree in sinistra idraulica sono gli ulteriori elementi critici del contesto in esame; la sistemazione idraulica prevista nei punti precedenti, consente di migliorare la capacità di deflusso del ponte senza minare le aree subito a valle.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Si prevede quindi la realizzazione di due luci aggiuntive nel ponte esistente e il sovrizzo dell'impalcato dello stesso ponte (intervento F); quest'intervento consente un incremento sostanziale della capacità di trasporto dello stesso che comporta una riduzione della quota del livello di piena del ponte di circa 1.3m.

Il rischio residuo in sinistra idraulica è mitigato mediante la realizzazione di una nuova arginatura (intervento D) che difende l'edificato e la viabilità stradale; l'arginatura si estenderà per una lunghezza di circa 160 m cingendo le abitazioni e la viabilità con un argine avente un'altezza dell'ordine di 1.6m.

La configurazione in scenario 1 pur garantendo un adeguato franco al di sotto dell'impalcato continua a conservare un rigurgito dell'ordine del metro tra monte e valle (contro i 210 cm dello scenario 1) per effetto della contrazione legata alle spalle del ponte; spalle che non possono essere ancora estese per la presenza di insediamenti a monte e a valle del ponte

Nella Figura 2.3 è consegnato il profilo di corrente (Tr=50 anni) in corrispondenza dell'intervento nell'intorno del ponte associato alla portata PSFF.

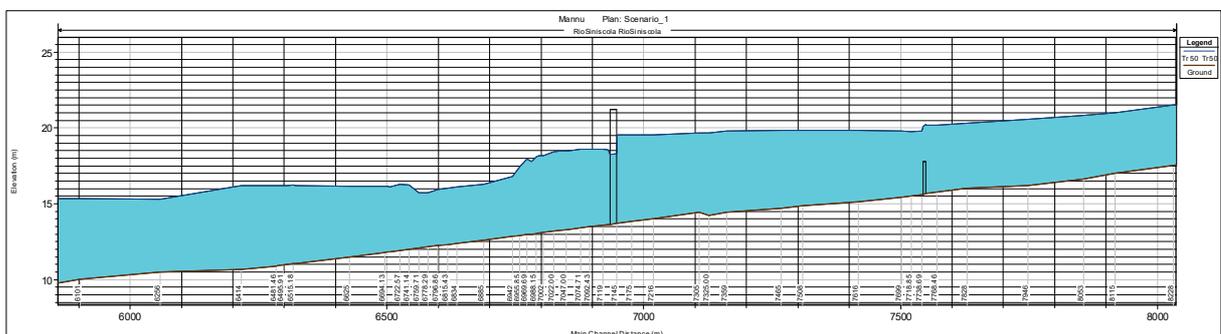


Figura 2.3 - Profilo di corrente portata cinquantenaria PSFF in corrispondenza delle opere

Le opere suddette, dimensionate per la portata di progetto, risultano sufficienti a mitigare la pericolosità per tutti e tre i tempi di ritorno analizzati.

2.3.2 Condizioni idrodinamiche in corrispondenza dei ponti

La realizzazione delle opere di difesa spondale modifica inevitabilmente le distribuzioni delle portate in seno ai transetti di calcolo. La riduzione del deflusso nelle aree golenali e l'incremento della portata in alveo, porta necessariamente ad una variazione dei tiranti idrici e delle velocità.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

La nuova condizione di scenario 1 impone dunque una verifica del comportamento delle opere esistenti, ovvero del ponte sulla SS 125,

Le Figura 2.6 mostra le quote idriche corrispondenti alla situazione di progetto dello scenario 1 rispetto a quelle dello scenario 0, da cui si evince che la presenza degli interventi determina in generale una diminuzione del tirante idrico in corrispondenza dei tratti interessati dagli interventi nelle sezioni a monte del ponte, mentre a valle, il confinamento legato alla realizzazione dell'argine destro non comporta incrementi idrici per effetto dell'allargamento della sezione.

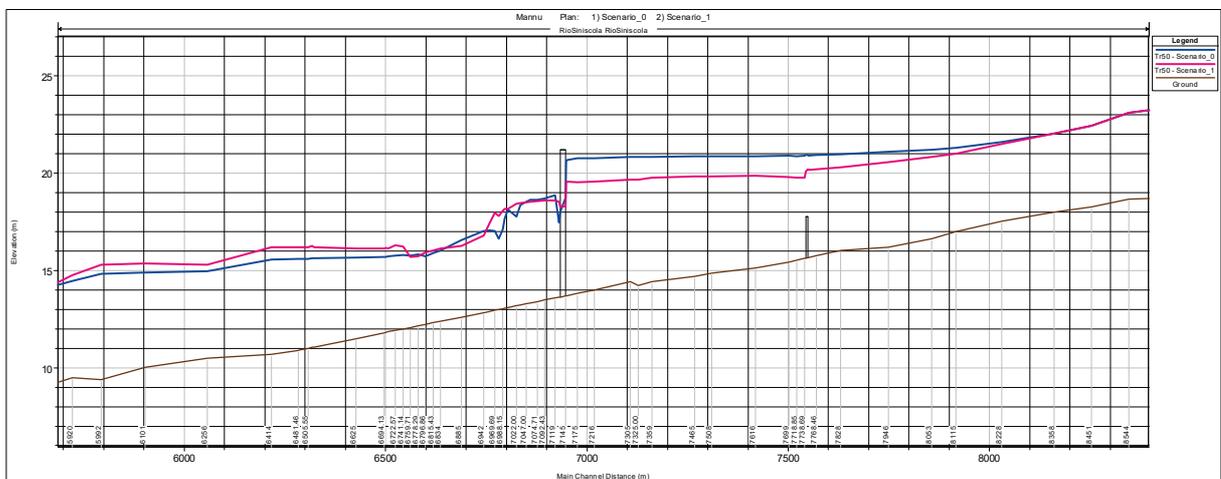


Figura 2.4 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF Tr 50 anni (in blu la condizione ex-Ante).

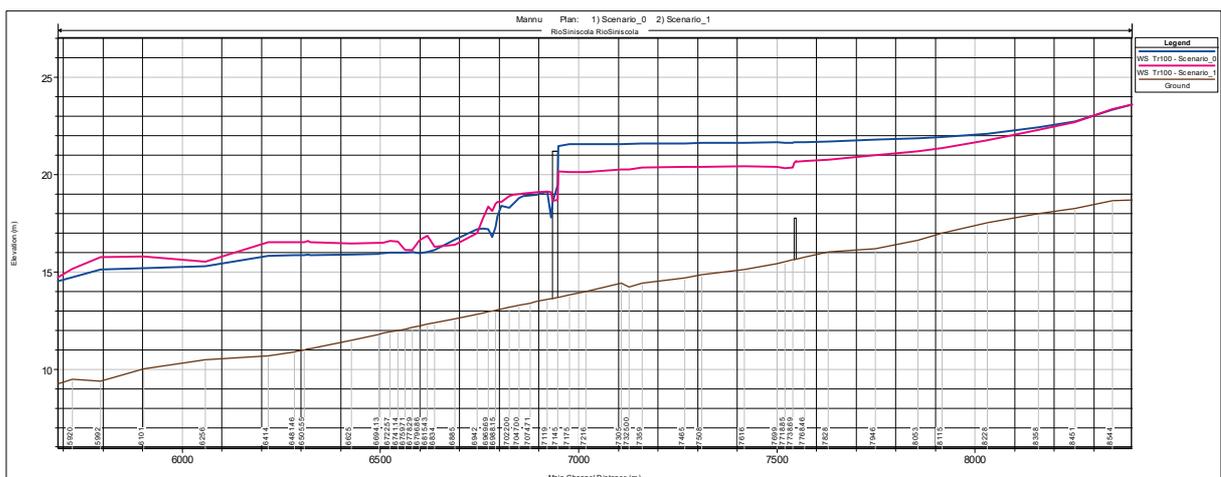


Figura 2.5 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF Tr 100 anni (in blu la condizione ex-Ante).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

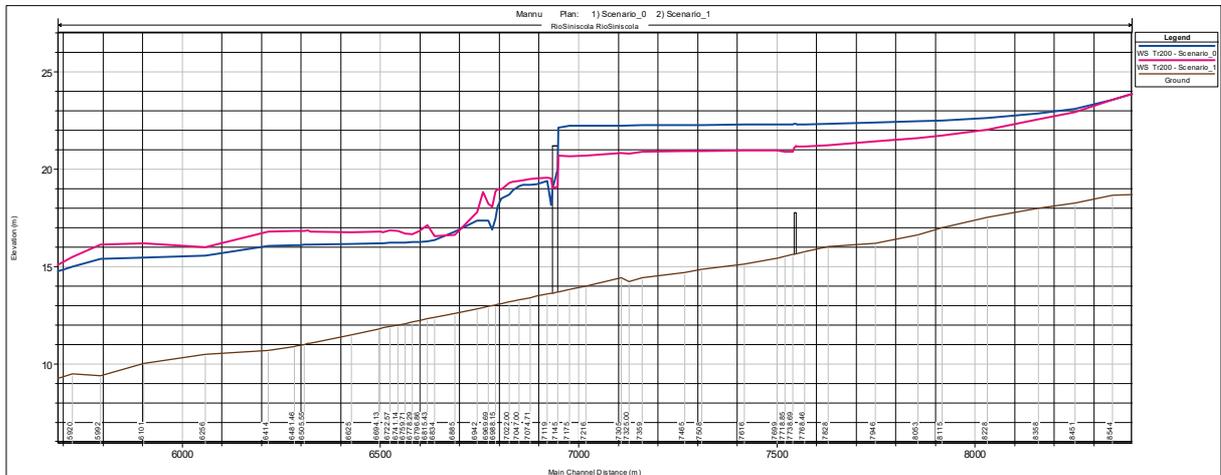


Figura 2.6 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alle portate del PSFF Tr 200 anni (in blu la condizione ex-Ante).

Le immagini sottostante consegnano invece una sovrapposizione dei livelli idrici (tratto continuo) e dell'energia (tratteggiato) per i tre tempi di ritorno di calcolo e in corrispondenza della condizione scenario 0 (linea blu) e scenario 1 (linea rossa)

Si può rilevare in concomitanza della piena cinquantenaria un valore del franco dell'ordine dei 160 cm con riduzione in corrispondenza degli ulteriori valori di portata.

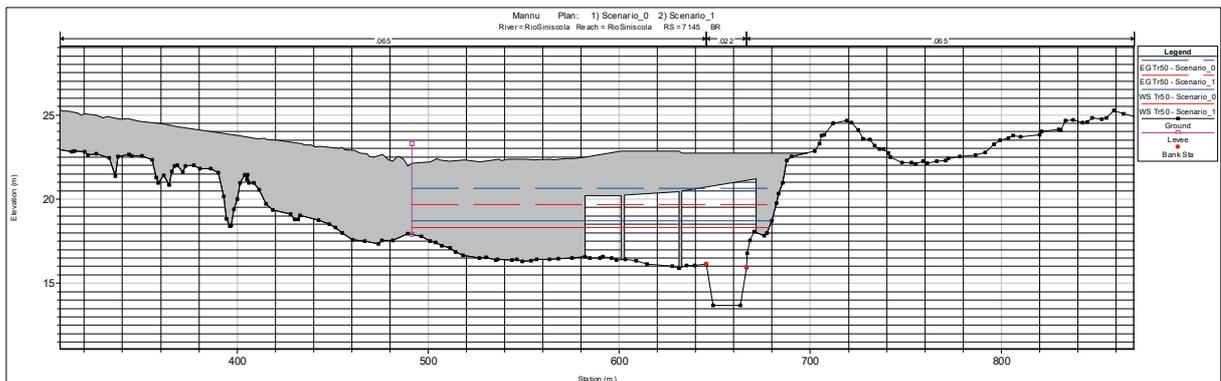


Figura 2.7 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena cinquantenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SS 125 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografi della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

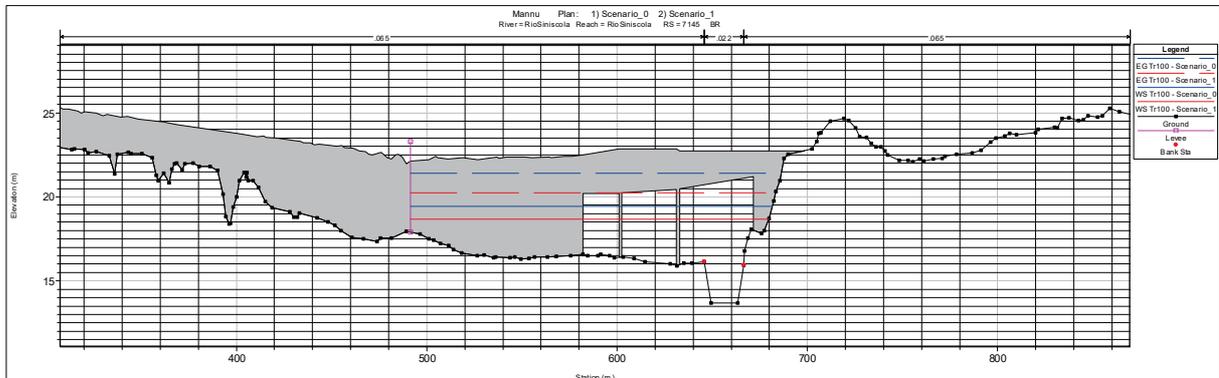


Figura 2.8 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena centenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SS 125 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).

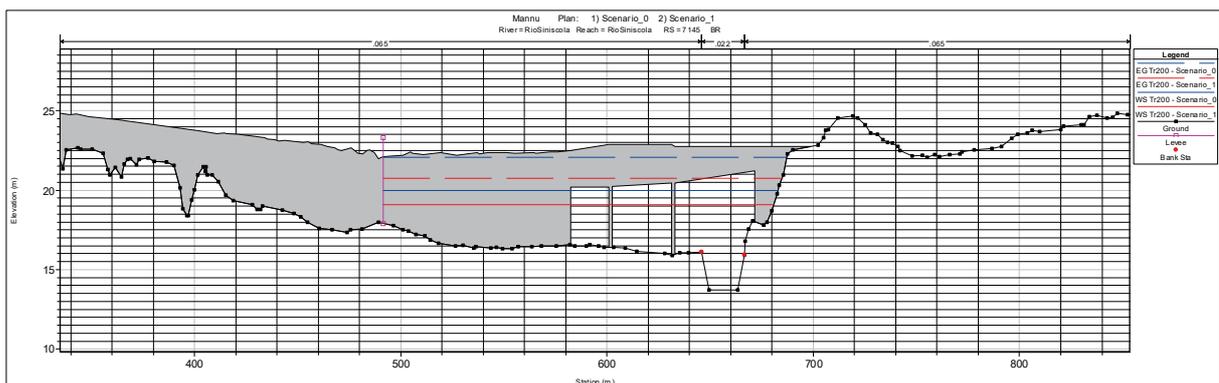


Figura 2.9 - Comparazione tra i livelli idrici relativi alla piena bicentenaria calcolati in corrispondenza del Ponte sulla SS 125 nella situazione attuale (in blu) e in quella di progetto scenario 1 (in rosso).

2.3.3 Velocità

L'analisi idraulica ha permesso di determinare le velocità della corrente relativa alla configurazione di scenario 1. In particolare, nella Figura 2.10 sono riportati in forma grafica i valori di velocità relativi alla porzione centrale dell'alveo (channel) nelle sezioni trasversali per la situazione di scenario 0 (in blu) e di scenario 1 (in rosso), permettendo un confronto dei valori come modificati in relazione agli interventi modellati.

Si può osservare che nel passaggio dallo scenario 0 allo scenario 1 si hanno due differenze sostanziali: in scenario 0, si aveva una condizione di estrema criticità in corrispondenza dell'efflusso all'interno della luce del ponte dove si arrivava a raggiungere valori della velocità poco inferiore agli 7m/s con escavazione in corrispondenza delle spalle del ponte. Nelle sezioni a valle del ponte, la velocità era sostanzialmente nulla in quanto evidentemente andava a definirsi un'area di calma.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA
SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

A valle del ponte si determinavano condizioni differenti tra i due scenari; lo scenario 1, la necessità di confinare per quanto possibile la portata in alveo o nelle aree ad esso prossime determina una concentrazione del deflusso in prossimità del channel, la conseguenza è che per tutto il tratto di intervento le velocità si spostano su valori dell'ordine dei 6.5 m/s in alveo per una lunghezza di circa 250m, successivamente il campo delle velocità si riallinea ai valori dello scenario 0 attestandosi sui 3.5 - 4m/s

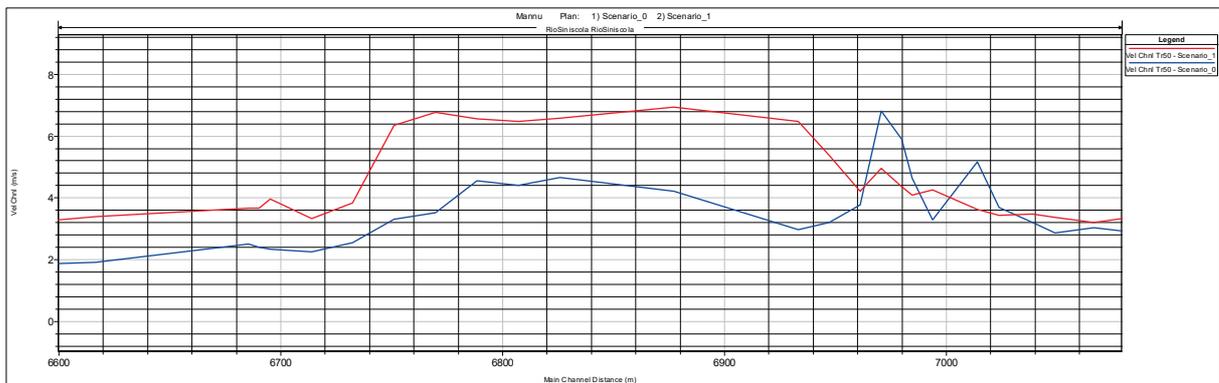


Figura 2.10 – Profilo di velocità lungo il tronco studiato per lo scenario 0(blu) e lo scenario 1(rosso).