



Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale



ACCORDO DI COLLABORAZIONE SCIENTIFICA

TRA COMMISSARIO DELEGATO E DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE PER "ATTIVITÀ DI STUDIO DEL F. MAGRA, DEGLI AFFLUENTI PRINCIPALI E DEI BACINI MINORI A SEGUITO DELL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 25/10/2011 E DEFINIZIONE DELLE AZIONI E DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA"

Studio dei bacini minori del F. Magra a seguito dell'evento alluvionale del 25/10/2011 e definizione delle azioni e degli interventi di messa in sicurezza.

Relazione Tecnica Finale

PARTE QUARTA - Il bacino del Torrente Osca

Redatta ai sensi dell'art. 3 c. 2

Responsabile: Prof. Ing. Enio Paris

Gruppo di Lavoro: Laura Boschi, Pina De Cicco, Lapo Consumi, Simona Francalanci, Lorenzo Minatti, Davide Ramelli, Luca Solari



Firenze, 30 Novembre 2012

INDICE

1. IL QUADRO CONOSCITIVO	3
Il bacino del Torrente Osca	3
1.1 I rilievi topografici e le tracce di piena	3
1.2 I rilievi sedimentologici	7
1.3 Le portate di piena	9
1.4 Censimento dei dissesti in alveo	11
1.5 Ricostruzione dello stato ante-evento	16
2. RICOSTRUZIONE FENOMENOLOGICA DELL'EVENTO DEL 25/10/2011	21
2.1 Modellazione idraulica e analisi dei dissesti in alveo	21
2.2 Canale di Borra Grande	22
2.3 Torrente Osca nel tratto Montale	25
2.4 Torrente Osca nel tratto in località Tresana	34
3. PROPOSTE ED ANALISI DI INTERVENTI STRUTTURALI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DA DINAMICA D'ALVEO	54
3.1 Canale di Borra Grande	54
3.2 Torrente Osca nel tratto Montale	55
3.3 Torrente Osca nel tratto Tresana	57
4. CONCLUSIONI	62
ELENCO DELLE TAVOLE	63

1. IL QUADRO CONOSCITIVO

Il bacino del Torrente Osca

1.1 I rilievi topografici e le tracce di piena

I rilievi topografici nei tratti fluviali oggetti di studio (Canale di Borra Grande, torrente Osca in località Montale, torrente Osca in località Tresana) all'interno del bacino del Torrente Tegliia sono stati svolti da delle studi tecnici esterni incaricati dalla Regione Toscana – Ufficio Difesa del Suolo.

Il tratti oggetto di studio sono stati rilevati dal Geom. Alessio Mazzetti (Studio Mazzetti, Prato), nel mese di agosto 2012. Nella Tabella 1.1 si riportano i dati dei tratti rilevati qui in esame: la descrizione del tratto, il tipo di rilievo effettuato ovvero se rilievo di sezioni topografiche o soltanto rilievo del thalweg così come descritto nella parte 1 della Relazione Tecnica, la lunghezza del tratto, la distanza media tra le sezioni e il numero totale delle sezioni rilevate.

Tabella 1. 1 - Rilievi topografici nel bacino del Torrente Osca.

CANALE	DESCRIZIONE TRATTO	TIPO DI RILIEVO	LUNGHEZZA TRATTO [m]	DISTANZA TRA LE SEZIONI [m]	N° SEZIONI RILEVATE
Canale di Borra Grande (Madonna del Canale)	Da: circa 150 m a valle della chiesa di Madonna del Canale A: circa 250 m a monte della chiesa di Madonna del Canale	thalweg	400	-	3 sezioni "tipo"
Torrente Osca (località Montale)	Da: circa 300 m a valle del ponte sulla viabilità di collegamento tra Montale e Camporella A: circa 300 m a monte del ponte sulla vecchia viabilità di collegamento tra Montale e Camporella	sezione	1000	80	14
Torrente Osca (località Tresana)	Da: ponte autostradale A: circa 400 m a monte dell'abitato di Tresana	sezione	3600	130	34

Le tracce di piena che sono state ritenute affidabili per la costruzione di un modello rappresentativo dell'evento sono quelle associate ad una traccia ancora chiaramente visibile del livello di piena, oppure quelle derivanti da testimonianze dirette.

Le quote degli arbusti sono state rilevate al fine di fornire una indicazione sul livello raggiunto dalla piena, ma non sono state ritenute affidabili come traccia del livello idrico.

Nel tratto del torrente Osca di Montale la traccia che si è ritenuta affidabile è quella rilevata sul muro dalla casa posta in sinistra idraulica nella sezione n.5. Tuttavia, la traccia ottenuta tramite il rilievo topografico non è risultata coerente con i riscontri fotografici e i sopralluoghi in campo; ciò è presumibilmente dovuto al fatto che il rilievo topografico è stato effettuato alcuni mesi dopo i sopralluoghi, quando le murature dell'edificio erano già state oggetto dei lavori di ripristino, cancellando così le tracce dell'alluvione.

Pertanto, la quota della traccia di piena ottenuta dal rilievo topografico è stata corretta di 0.8 metri per ottenere coerenza con il riscontro fotografico (Figura 1. 1).

Le tracce di piena sono elencate nella Tabella 1.2, quelle in grassetto sono le tracce ritenute maggiormente attendibili.

Nel tratto dell'Osca in località Tresana una traccia di piena ritenuta attendibile è stata rilevata nella sezione n. 6, subito a monte del ponte dell'abitato di Tresana: tale informazione risale alla testimonianza di un abitante (Tabella 1.3). La traccia, ritenuta affidabile, è stata rilevata topograficamente in corrispondenza del muro della sua abitazione (Figura 1.2).

Nel breve tratto considerato del Canale di Borra Grande non è risultato possibile individuare tracce di piena affidabili.

Tabella 1. 2. Tracce di piena Torrente Osca tratto Montale.

Tracce di piena sul Torrente Osca nel tratto Montale		
<i>Riferimento di quota</i>	<i>Sezione</i>	<i>Quota</i>
Quota arbusti	1	283.54
Quota arbusti	2	277.77
Quota arbusti	3	273.38
Quota sul muro(+0,8m)	5 [Tr1]	268.02
Quota arbusti	6	263.91
Quota arbusti	8	257.34
Quota arbusti	9	254.04
Quota arbusti	10	253.87
Quota arbusti	11	252.47
Quota arbusti	13	245.59
Quota arbusti	14	242.81



Figura 1. 1 - Traccia di piena sul torrente Osca tratto Montale, sezione n.6 [A]



Figura 1. 2 - Traccia Torrente Osca tratto Tresana sezione n.6. [B]

Tabella 1. 3. Tracce di piena Torrente Osca tratto Tresana.

Tracce di piena sul Torrente Osca nel tratto di Tresana		
<i>Riferimento di quota</i>	<i>Sezione</i>	<i>Quota</i>
Quota arbusti	1	163.07
Quota arbusti	2	161.3
Quota arbusti	3	158.14
Quota arbusti	5	151
Testimonianza abitante	6 [Tr2]	149.78
Quota arbusti	9	145.34
Quota arbusti	10	144.13
Quota arbusti	11	142.54
Quota arbusti	12	141.2
Quota arbusti	13	140.47
Quota arbusti	14	138.93
Quota arbusti	15	137.04
Quota arbusti	16	133.51
Quota arbusti	17	130.22
Quota arbusti	18	127.12
Quota arbusti	19	125.75
Quota arbusti	20	121.3
Quota arbusti	21	118.61
Quota arbusti	23	114.46
Quota arbusti	24	113.67
Quota arbusti	25	112.27
Quota arbusti	26	108.65
Quota arbusti	27	105.08
Quota arbusti	28	101.72
Quota arbusti	29	97.5
Quota arbusti	30	92.38
Quota arbusti	31	89.43

1.2 I rilievi sedimentologici

I rilievi sono stati effettuati con il metodo di campionamento statistico “pebble counts” (1), come richiamato nella Relazione Tecnico-Metodologica. L’acquisizione di informazioni relative alle dimensioni caratteristiche dei sedimenti fluviali è di fondamentale importanza ai fini del presente studio, sia per la determinazione delle scabrezze in alveo, che per la progettazione di eventuali interventi per la regimazione fluviale e per la riduzione del rischio da dinamica d’alveo.

La descrizione dei rilievi effettuati è riportata in Tabella 1.4, mentre i dati di sintesi sono riportati in Tabella 1.5. Nelle Figure 1.3 -1.5 sono riportate le curve granulometriche relative ai rilievi sedimentologici effettuati.

Tabella 1. 4. Rilievi sedimentologici e caratteristiche principali.

Codice campione	Bacino	Asta Fluviale	Note
OS_01S	Osca	Osca	Il rilievo è stato effettuato sul Torrente Osca, in località Tresana, in prossimità di un impianto di allevamento di trote, danneggiato pesantemente dall’alluvione. Sono stati campionati i sedimenti di una barra ghiaiosa immediatamente a monte dell’impianto di allevamento.
OS_02S	Osca	Osca	Il rilievo è stato effettuato sul Torrente Osca, in località Montale, in prossimità della confluenza con il Canale della Madonna o Canale di Bora Grande. Sono stati campionati i sedimenti ghiaiosi alla confluenza, in parte dell’Osca e in parte del Canale della Madonna.
BG_01S	Osca	Canale di Borra Grande	Il rilievo è stato effettuato sul Canale di Borra Grande, in località Madonna del Canale, nella zona subito a monte della Chiesa, in prossimità del tratto che presenta una erosione di versante in sinistra idraulica.

Tabella 1. 5. Dati di sintesi dei rilievi sedimentologici effettuati.

Codice campione	tratto	D16 [mm]	D50 [mm]	D84 [mm]	%ghiaia	% sabbia	Dev. Standard [φ]
OS_01S	T. Osca - Tresana	0.3	44.0	189.06	78.7	21.3	3.56
OS_02S	T. Osca - Montale	11.7	64.7	308.2	96.4	3.6	2.37
BG_01S	Canale di Borra Grande	12.1	84.1	563.2	91.3	8.8	3.22

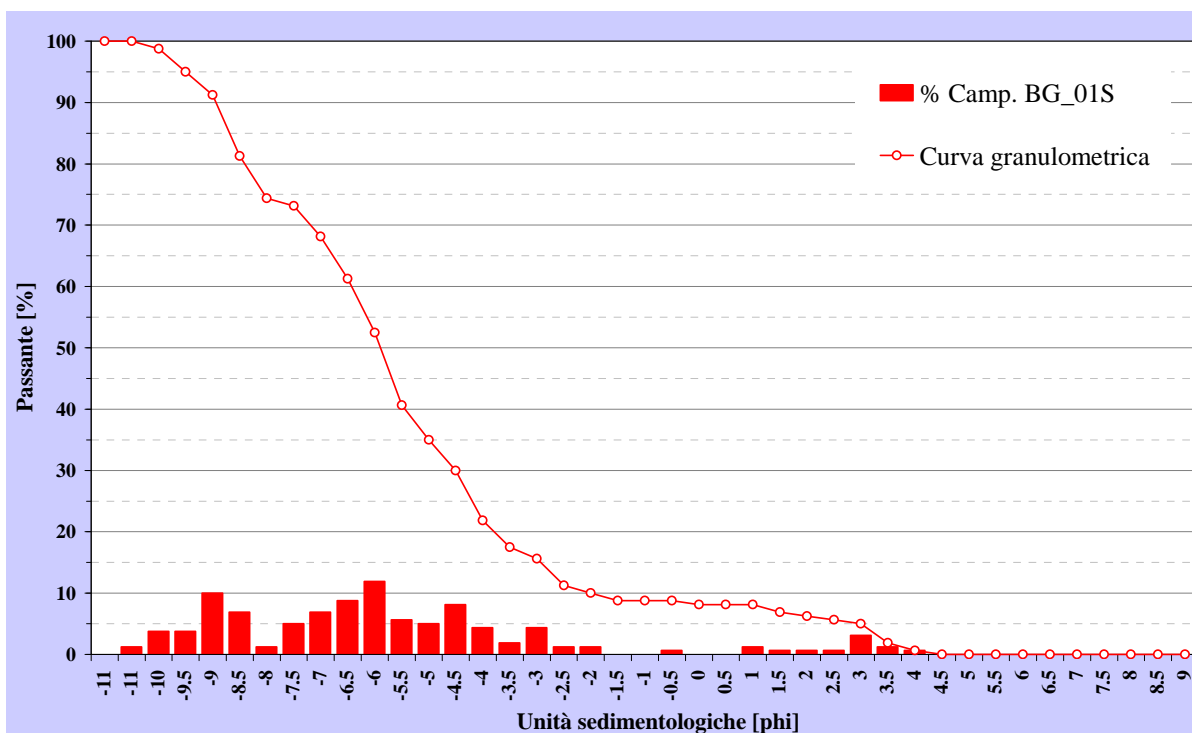


Figura 1. 3 - Curva granulometrica del rilievo sul Canale di Borra Grande.

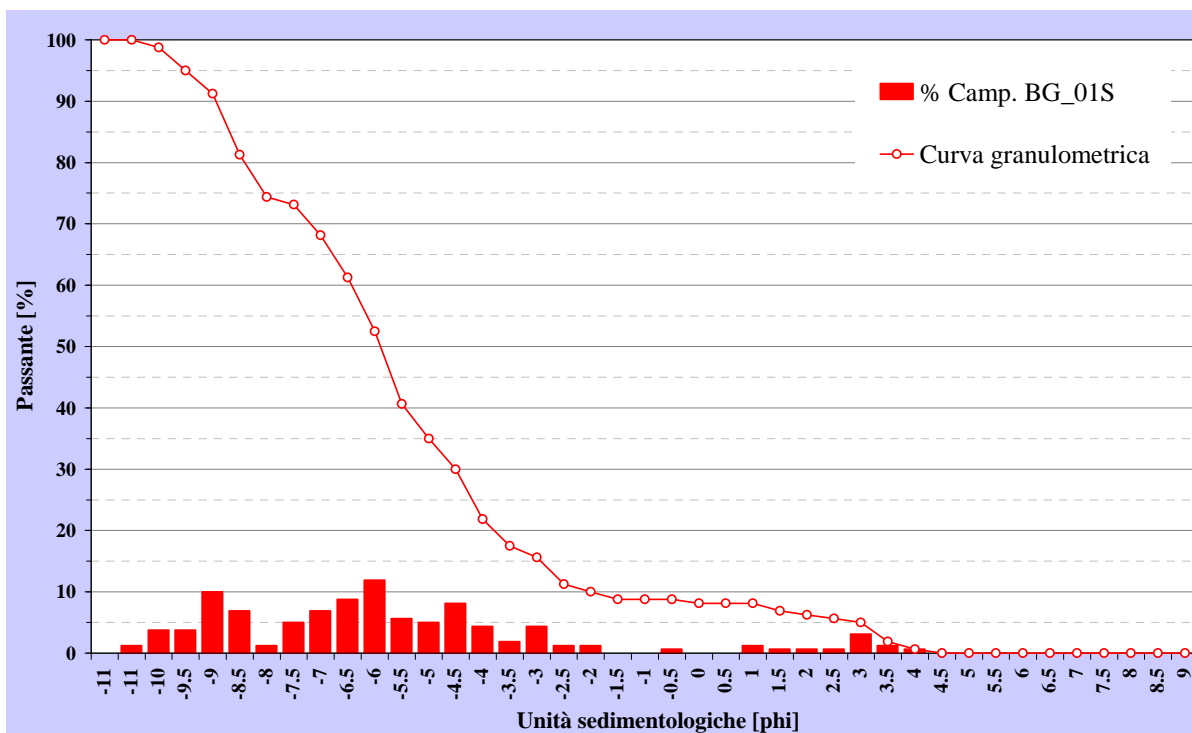


Figura 1. 4 - Curva granulometrica del rilievo sul Torrente Osca tratto Tresana (OS_01S).

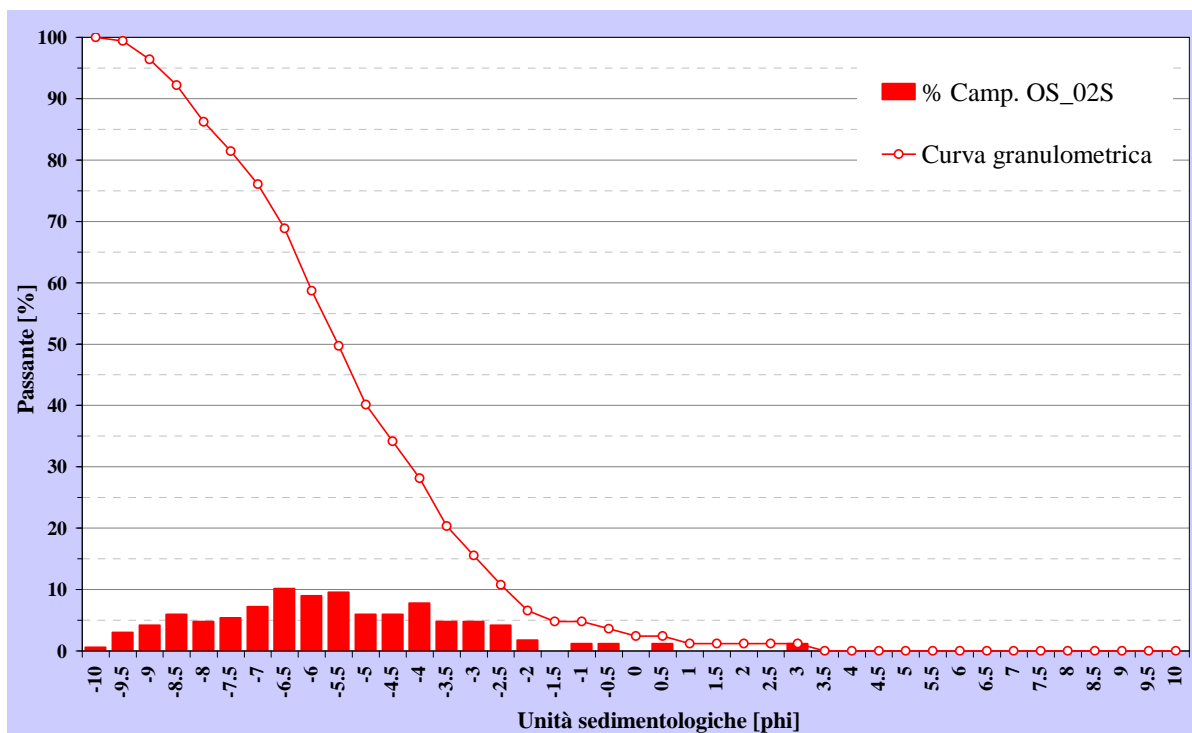


Figura 1. 5 - Curva granulometrica del rilievo sul Torrente Osca tratto Monta (OS_02S).

1.3 Le portate di piena

All'interno del bacino dell'Osca non sono presenti stazioni idrometriche, quindi non sono disponibili misure relative alle portate di piena. Pertanto, è possibile procedere ad una ricostruzione dell'evento basandosi sui dati e sui modelli disponibili, in particolare i dati pluviometrici, le registrazioni eventualmente disponibili presso gli sbarramenti ad uso idroelettrico, le altezze d'acqua desumibili dalle tracce di piena, la modellistica idrologica e idraulica.

Il modello idrologico che è stato adottato nell'ambito del presente studio è il modello PIENE, modello idrologico in dotazione dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra, tramite il quale sono stati ottenuti gli idrogrammi di piena dei tratti di interesse (Figura 1.6-1.8). Per le simulazioni idrauliche, effettuate utilizzando lo schema di moto permanente, sono state utilizzate le portate al colmo riportate in Tabella 1.6.

Tabella 1. 6. Tabella di sintesi delle portate al colmo per ogni tratto.

Sezione	Area [Km ²]	Q 30	Q 100	Q 200	Q 500
OS_01H	21.59	189.3543	249.2242	289.3719	347.4468
OS_02H	19.79	181.9243	239.2553	277.5486	333.174
BG_01H	2.27	28.93	36.79	42.2321	50.6731

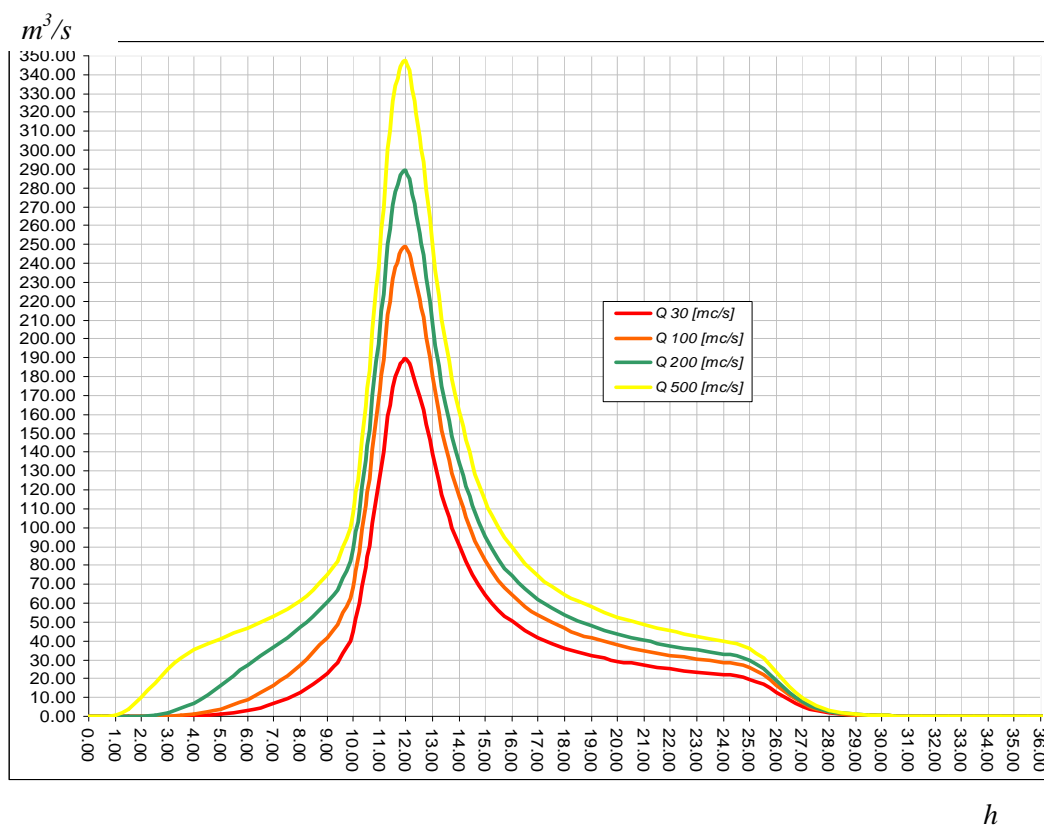


Figura 1. 6 - Idrogramma di piena del Torrente Osca tratto Montale

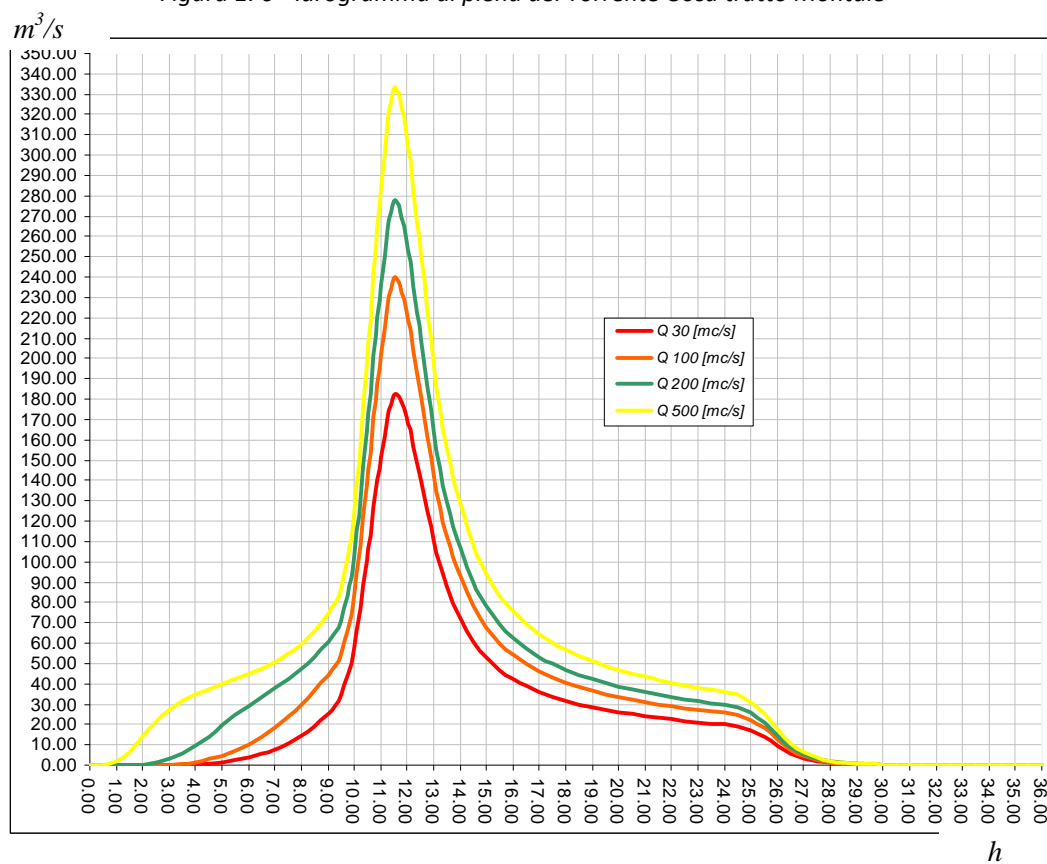


Figura 1. 7 - Idrogramma di piena del Torrente Osca tratto Tresana.

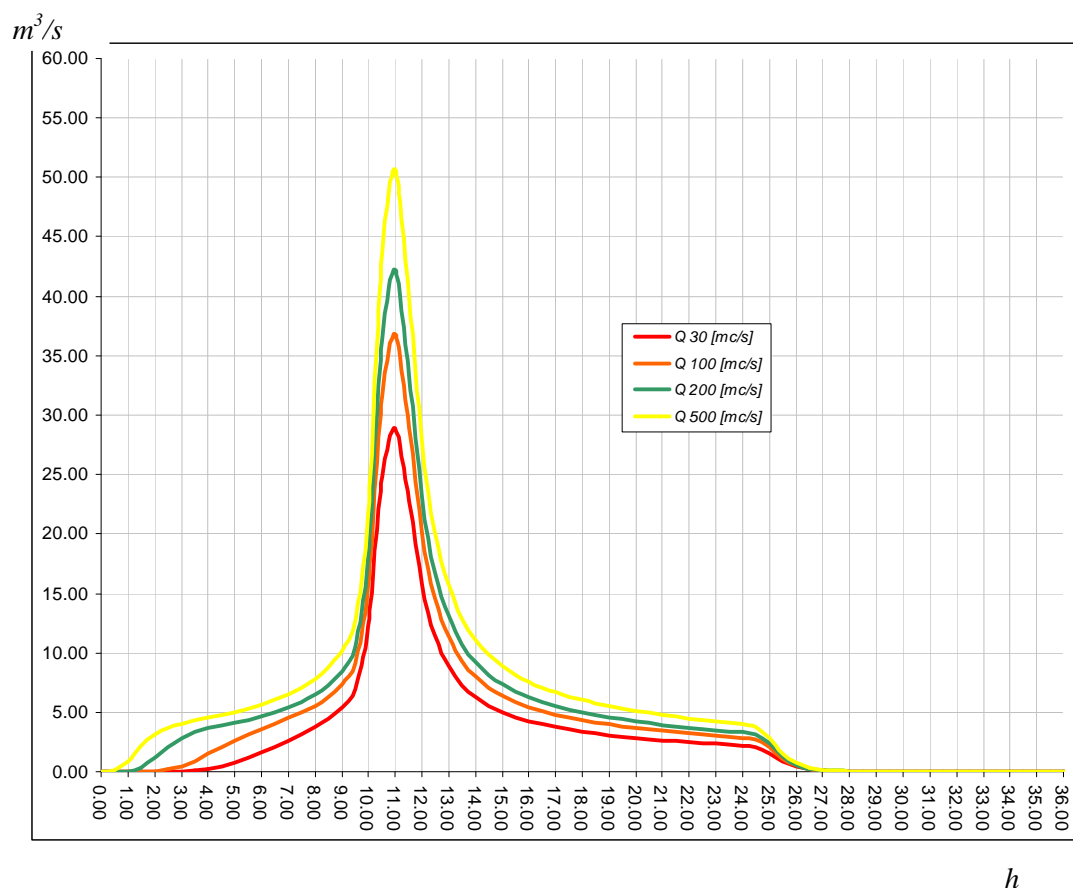


Figura 1. 8 - Idrogramma di piena del Canale di Borra Grande.

1.4 Censimento dei dissesti in alveo

Canale di Borra Grande

Nel Canale di Borra Grande (Figura 1.9) in località "Madonna del Canale", in prossimità dell'omonima chiesa, è stato osservato uno spostamento di circa 20 metri dell'alveo inciso verso la sinistra idrografica, che ha causato la frana della sponda sinistra e parte del versante, e danneggiando anche un corpo di fabbrica posto d'innanzi alla chiesa.

Al momento la chiesa è inaccessibile a causa del crollo della passerella che ne permetteva il raggiungimento (Figura 1. 10).

Torrente Osca tratto Montale

Sul Torrente Osca, nel tratto in località Montale, i dissesti maggiori sono risultati legati alla grande quantità di detriti di sedimenti e vegetazione che si sono depositati a monte del ponte stradale corrispondente alla sezione n.10, ostruitosi durante l'evento del 25/10/2011 (Figura 1.11).



Figura 1. 9 - Canale di Borra Grande visto verso valle [C].



Figura 1. 10 - Erosione del versante sinistro sul Canale di Borra Grande [D].



Figura 1. 11 - Ponte stradale Torrente Osca tratto Montale, sezione n. 10 [E].



Figura 1. 12 - Situazione a monte del ponte stradale in sezione n.10 [F].

Torrente Osca tratto Tresana

Nel tratto di valle dell'Osca da la località di Tresana fino al ponte dell'autostrada A15, i punti maggiormente impattati si trovano in corrispondenza dell'allevamento ittico in località "Tresana paese", dove è presente un passerella stradale (Figure 1.13 – 1.14), e in corrispondente della sezione n.23 ubicata circa 1 Km a valle dell'allevamento ittico, dove è presente un ponte stradale (Figura 1.15). Durante l'evento, in seguito all'ostruzione dei ponti si è verificato l'aggiramento delle strutture da parte della corrente con conseguente l'erosione delle sponde in destra e in sinistra idrografica.



Figura 1. 13 - Ponte davanti all'allevamento ittico in località "Tresana paese", sezione n.13.



Figura 1. 14 - Situazione in destra idrografica della sezione n.13, visibili anche una parte dei danni subiti dalla struttura dell'allevamento ittico.



Figura 1. 15 - Ponte stradale in sezione n.23.

1.5 Ricostruzione dello stato ante-evento

Canale di Borra Grande

La ricostruzione dello stato ante-evento del Canale di Borra Grande è stata effettuata qualitativamente dal punto di vista dell'evoluzione plano-altimetrica del corso d'acqua negli ultimi 20 anni circa, mettendo a confronto i rilievi topografici effettuati dopo l'evento e le CTR (1995) oltre che il confronto tra le ortofoto effettuate nel 2010 (Figura 1. 16) e nel 2012 (Figura 1. 17).

Per quanto riguarda l'evoluzione a livello planimetrico si è verificato uno spostamento planimetrico dell'asse del torrente in sinistra idraulica ma soprattutto si è verificata la frana della sponda sinistra fino alla chiesa (vedi TAVOLA OSC 1.1)

Si nota un altissimo grado vegetativo nell'ortofoto del 2010 (Figura 1. 26) che ha dato luogo a ostruzioni delle sezioni fluviali e degli attraversamenti, anche di carattere temporaneo, contribuendo forse in modo considerevole alla deviazione della corrente, all'innalzamento dei livelli idrici e ai conseguenti danni e dissesti.

Torrente Osca

La ricostruzione dello stato ante-evento del torrente Osca nel tratto Montale è stata effettuata qualitativamente dal punto di vista dell'evoluzione plano-altimetrica del corso d'acqua negli ultimi 20 anni circa, mettendo a confronto i rilievi topografici effettuati dopo l'evento e le CTR (1995) oltre che il confronto tra le ortofoto effettuate nel 2010 e nel 2012 (Figure 1.18 e 1.19).

A livello planimetrico, il corso d'acqua non ha deviato sensibilmente la sua direzione a parte a sud del ponte a monte dell'abitato di Montale, sezione n.10 (TAVOLA OSC 1.2) La zona che ha presentato uno dei maggiori dissesti è tra la confluenza del Canale di Borra Grande e la sezione n.10.

Nel tratto in località Tresana (Figure 1.20 – 1.23) non si riscontrano particolari deviazioni del corso d'acqua originario ma sono evidenti i dissesti causati dalle ostruzioni dei ponti in sezione n.13 e in sezione n.23 (TAVOLA OSC 1.3) e la conseguente erosione rispettivamente in destra e in sinistra idraulica.

Facilmente riconoscibile è l'allevamento ittico in località "Il Giardino" (sezione n.13) che ha riportato danni strutturali a seguito dell'evento del 25/10/2011.

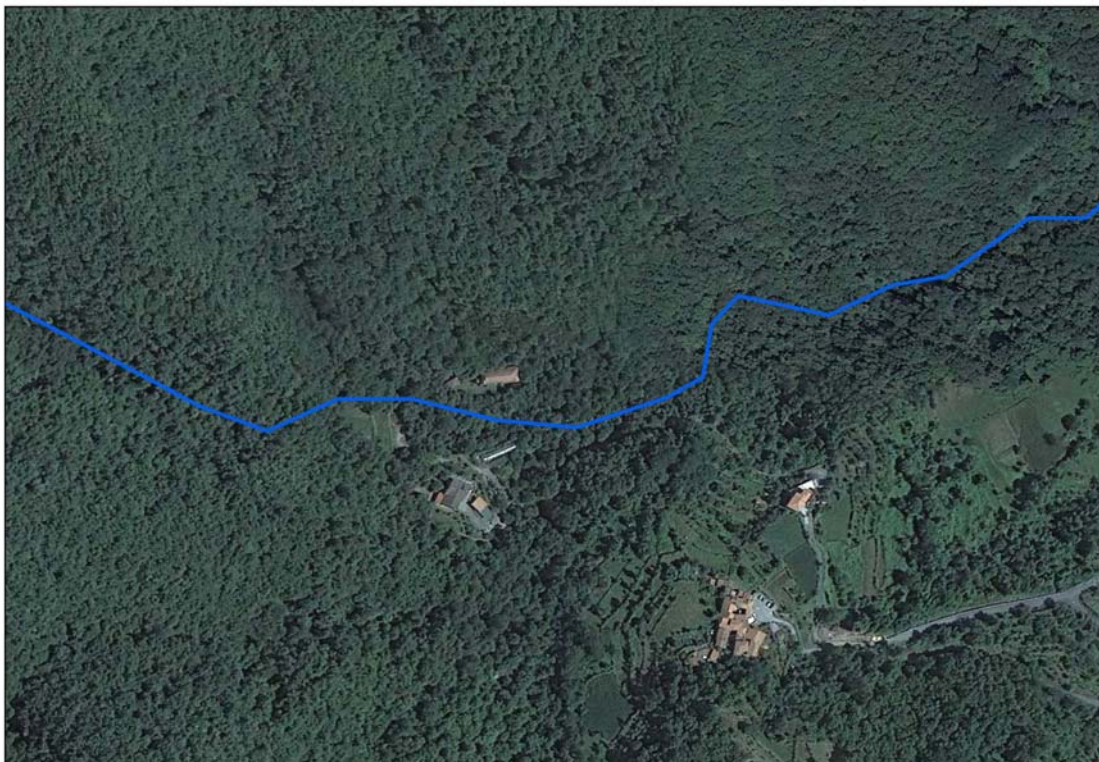


Figura 1. 16 - Canale di Borra Grande da Ortofoto 2010



Figura 1. 17 - Canale di Borra Grande da Ortofoto 2012

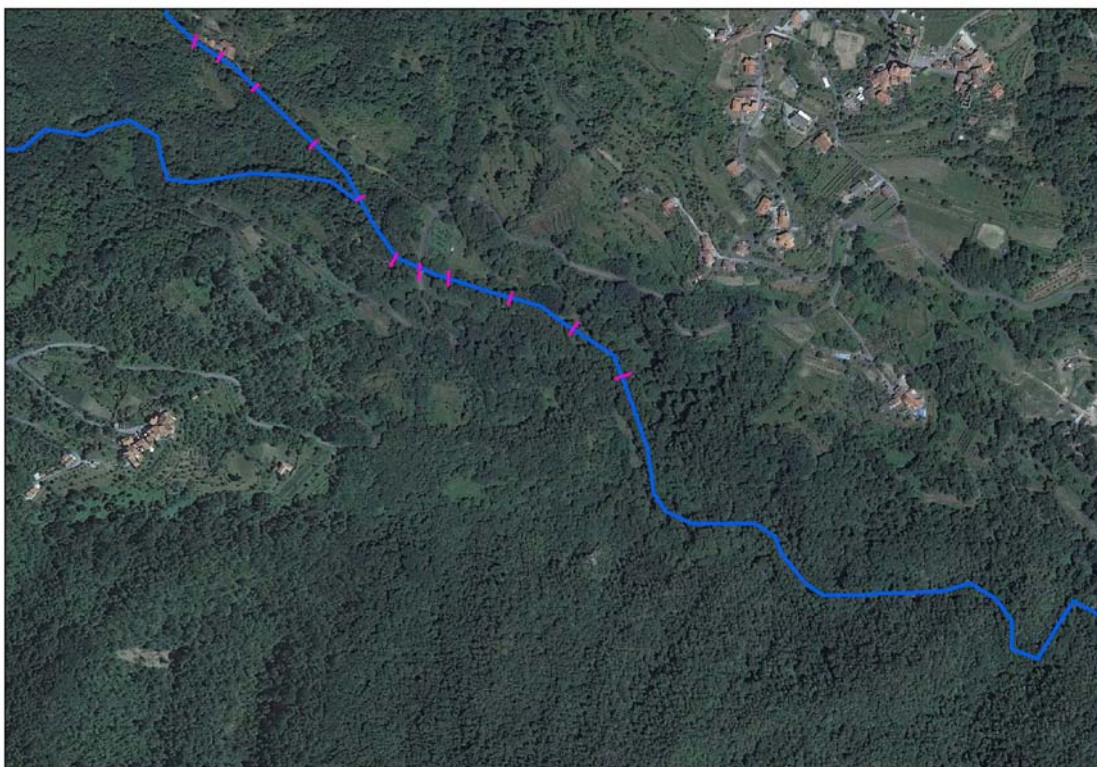


Figura 1. 18 - Torrente Osca tratto Montale da Ortofoto 2010



Figura 1. 19 - Torrente Osca tratto Montale da Ortofoto 2012

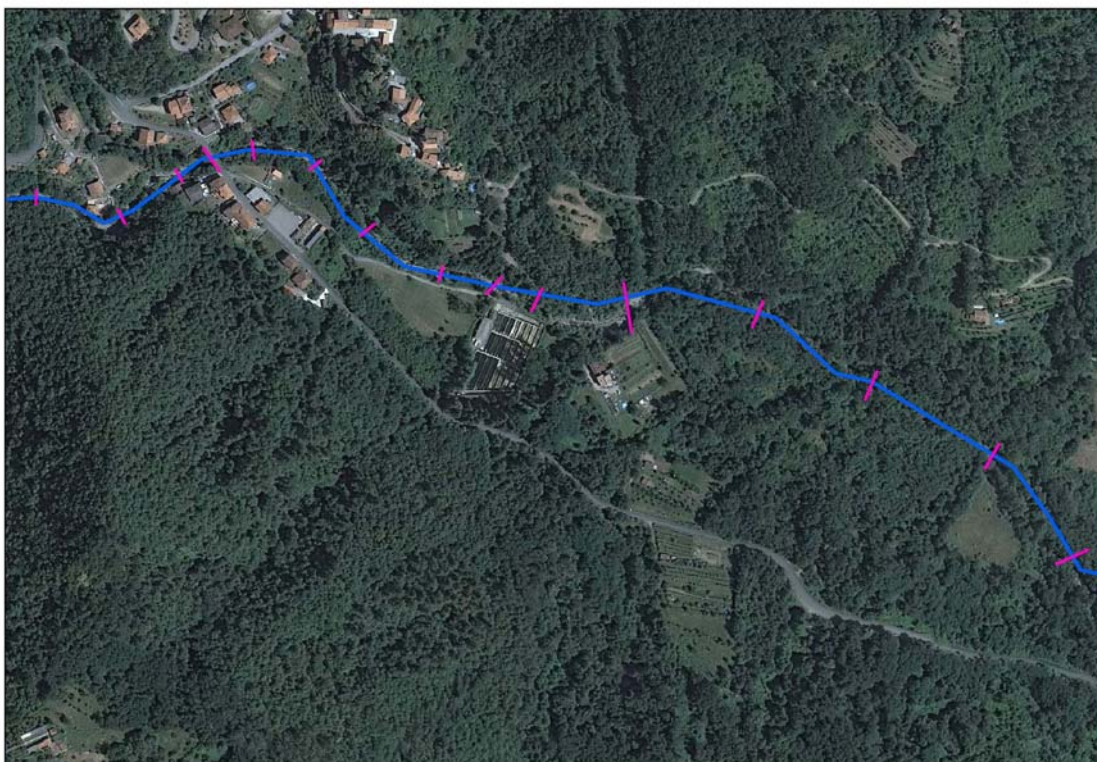


Figura 1. 20 - Primo tratto Torrente Osca tratto Tresana da Ortofoto 2010



Figura 1. 21 - Ortofoto 2012 primo tratto Torrente Osca tratto Tresana

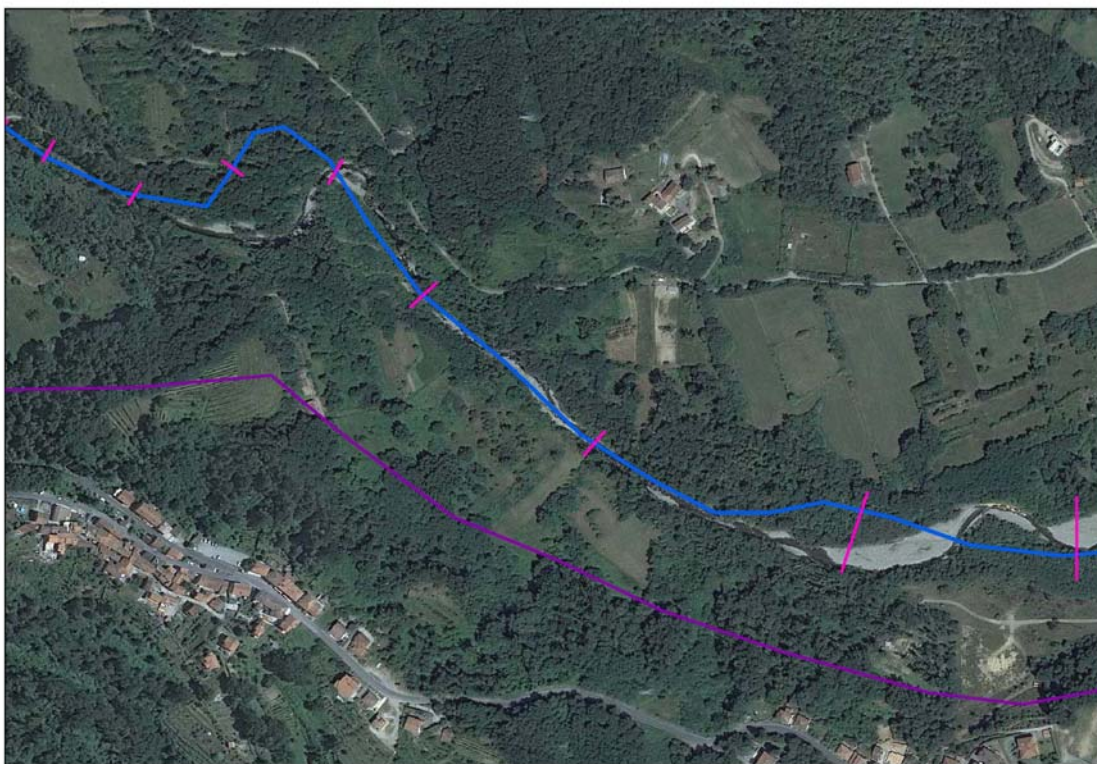


Figura 1. 22 - Secondo tratto Torrente Osca, tratto Tresana da Ortofoto 2010

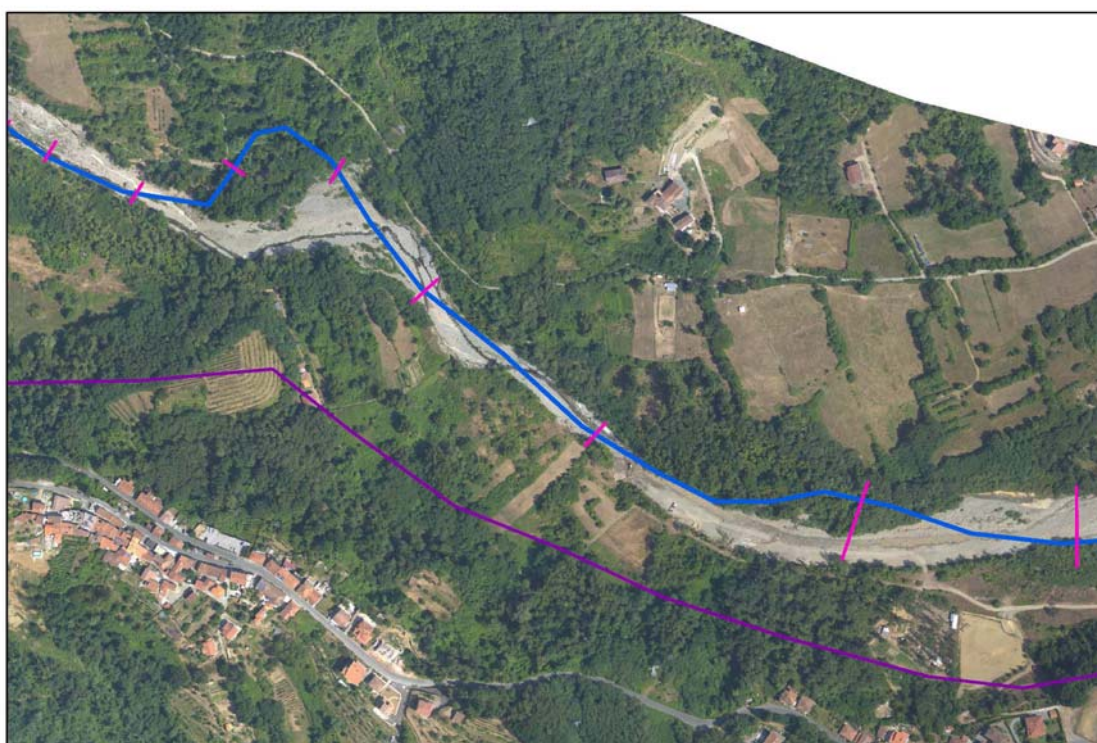


Figura 1. 23 - Secondo tratto Torrente Osca, tratto Tresana da Ortofoto 2012

2. RICOSTRUZIONE FENOMENOLOGICA DELL'EVENTO DEL 25/10/2011

2.1 Modellazione idraulica e analisi dei dissesti in alveo

Le modellazioni eseguite sui 3 tratti in esame in cui è stato suddiviso il bacino del Torrente Osca hanno l'obiettivo di sviluppare degli scenari utili all'analisi e all'interpretazione dei dati raccolti nei periodi successivi all'evento del 25/10/2011, in modo da poter individuare le aree più a rischio che necessitano di interventi.

Ove possibile, grazie a dati storici o testimonianze dirette di abitanti o evidenze documentabili, sono state condotte delle modellazioni con riferimento alle condizioni geometriche e ambientali così come erano al momento dell'evento, al fine di poter individuare cause e situazioni che hanno concorso al verificarsi delle criticità. In Tabella 2.1 sono sintetizzate le simulazioni condotte per il bacino del Torrente Osca.

Tabella 2. 1 - Simulazioni idrauliche condotte per il bacino del Torrente Osca.

Tratto del bacino del Torrente Osca	Scenario ottenuto da modellazione
Canale di Borra Grande	Stato attuale
Tratto Montale	1) Stato attuale con ponte in sezione n.10 sgombro. 2) Stato attuale con ponte in sezione n.10 ostruito.
Tratto Tresana	1) Stato attuale con ponti in sezione n.13 e n.23 sgombro. 2) Stato attuale con ponti in sezione n.13 e n.23 ostruito. 3) Simulazione stato dell'evento con ponti in sezione n.13 e n.23 sgombri. 4) Simulazione stato dell'evento con ponti in sezione n.13 e n.23 ostruiti.

Per il calcolo della scabrezza prodotta dalla presenza della vegetazione arbustiva è stata utilizzata la formula proposta dalla US Federal Highway Administration:

$$k_s = k_{s0} \left[1 + \frac{C d_a D_m}{2g} k_{s0}^2 R^{3/4} \right]^{1/2}$$

riportata nella prima parte metodologica della presente Relazione Tecnica. In questa formula k_{s0} indica la scabrezza associata alla presenza dei soli sedimenti, l'effetto delle vegetazione in alveo è espresso attraverso le grandezze d_a , D_m che esprimono la distanza media e diametro medio degli alberi.

2.2 Canale di Borra Grande

La modellazione idraulica mira a ricostruire lo scenario attuale del Canale di Borra Grande nel tratto dissestato, in modo da ottenere una valutazione della situazione post-evento e individuare le zone e i relativi interventi da eseguire per la messa in sicurezza e la stabilizzazione dell'area.

La simulazione è stata condotta in condizione di moto permanente a fondo fisso, utilizzando il software Hec - Ras 4.1.0, e considerando le sezioni topografiche rilevate dopo l'evento.

Le interpolazioni tra le sezioni sono state eseguite in Hec- Ras, ai soli fini della simulazione idraulica, con un passo spaziale di 15 metri.

Per quanto riguarda la copertura vegetativa, i sopralluoghi di campo hanno evidenziato che in molte aree di pertinenza fluviale la vegetazione è stata asportata dall'evento di piena del 25/10/2011, pertanto per una simulazione più veritiera della copertura del manto vegetativo si è ipotizzato una età di sviluppo della vegetazione di circa 5 anni, in modo da ottenere dei coefficienti di Manning nelle aree spondali ragionevoli. La portata utilizzata per la simulazione dell'evento è la portata al colmo dell'idrogramma con tempo di ritorno di 200 anni del modello PIENE.

I parametri usati per stimare i coefficienti dovuti alla vegetazione a fusto sono stati assunti pari a :

- Diametro medio dei tronchi = 20 centimetri;
- Densità alberi = 0.04 metri⁻².

I parametri utilizzati per i coefficienti di resistenza sono riportati in Tabella 2.2.

Sul Canale di Borra Grande non è stato possibile rilevare nessuna traccia di piena affidabile. La ricostruzione fenomenologica dell'evento del 25 ottobre 2011 si è basata sulle testimonianze dirette degli abitanti del luogo, in particolare del signor Bruschi che ha assistito all'evento di piena e che è stato intervistato dai giornalisti del portale di informazione locale "Il Binocolo" (www.ilbinocolo.net): dalla testimonianza è emerso che la passerella che consentiva il passaggio del torrente per raggiungere la chiesa ubicata sulla sponda sinistra si è ostruita a causa dell'elevato trasporto di detriti vegetali e solidi; ciò ha provocato un effetto diga e un esteso rigurgito a monte della passerella che successivamente ha ceduto, provocando il rilascio repentino del materiale accumulato che si è riversato verso valle con elevata capacità erosiva.

La modellazione idraulica ha evidenziato una buona capacità attuale di contenimento delle portate; i livelli idrici arrivano a lambire il pendio in sinistra idrografica, in cui permane una condizione di instabilità a seguito delle frane e dei cedimenti avvenuti durante l'evento del 25/10/2011.

Nelle Figure 2.1 – 2.4 si riportano rispettivamente il profilo della corrente ottenuto dalla simulazione idraulica sul canale di Borra Grande, e le sezioni con il livello idraulico.

Tabella 2. 2 - Coefficienti di Manning impiegati nel Canale di Borra Grande.

n sinistra idraulica	n alveo inciso	n destra idraulica
0.07	0.036	0.11
dovuto a Salici (arbusti)	preso in considerazione D90	dovuto ad alberi di Noce, Castagno e Ciliegio

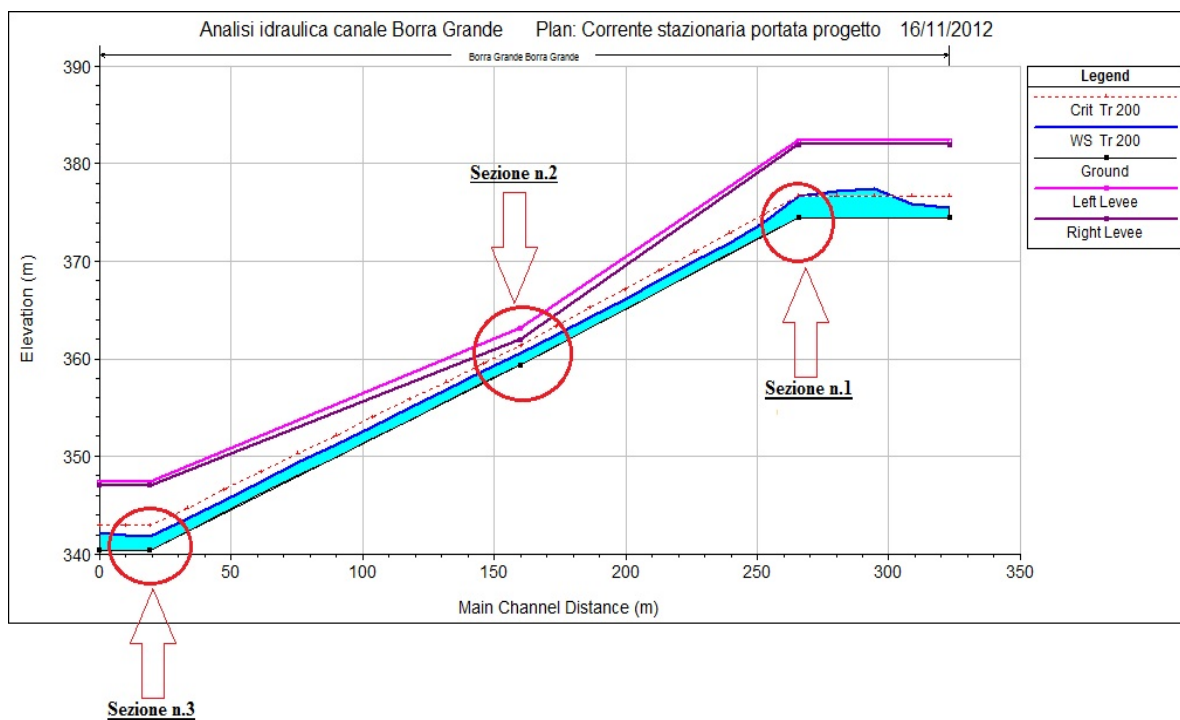


Figura 2. 1 - Profilo longitudinale dei livelli della corrente nel Canale di Borra Grande (Tempo di ritorno 200 anni).

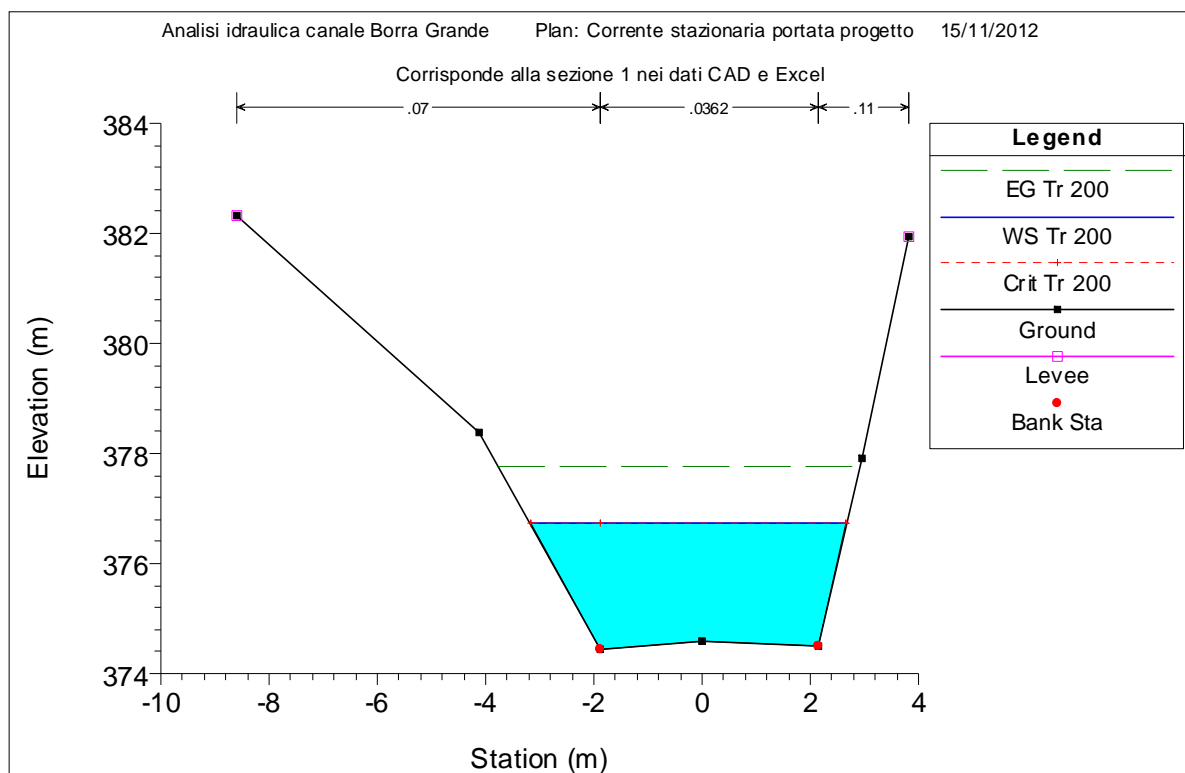


Figura 2. 2 - Sezione n.1 Canale di Borra Grande.

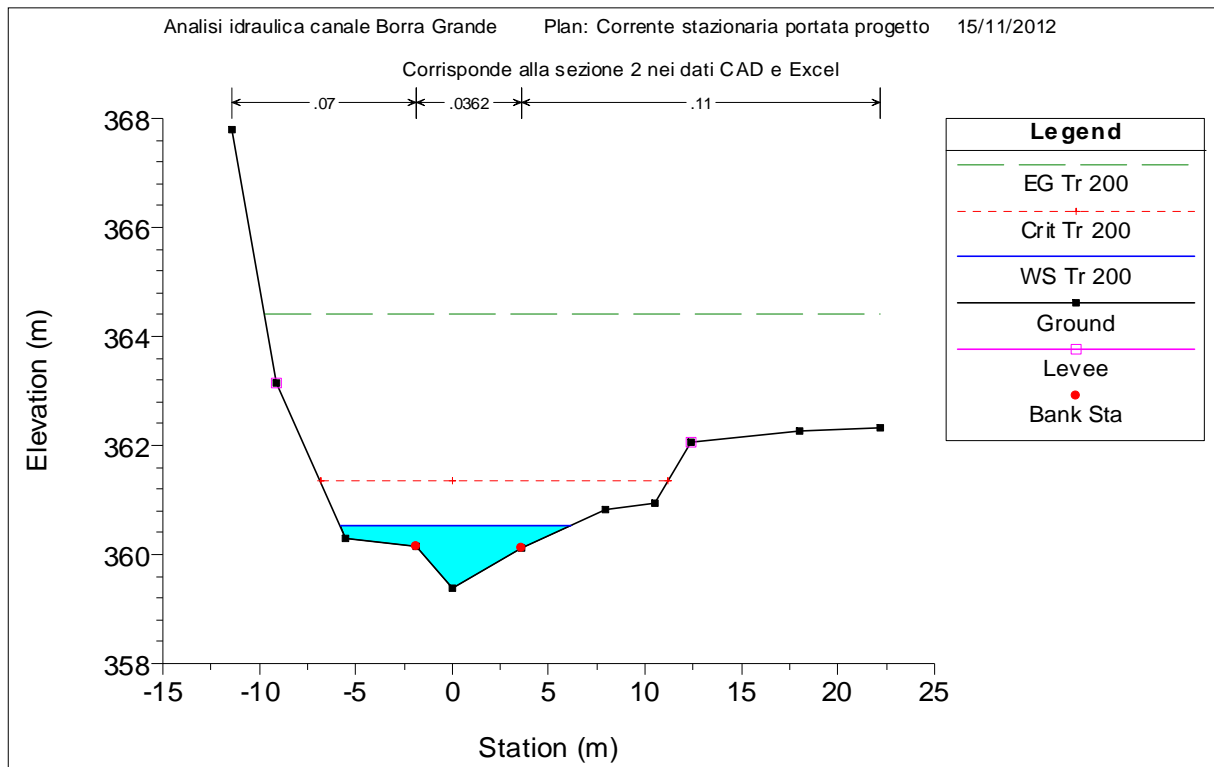


Figura 2. 3 - Sezione n.2 del Canale di Borra Grande.

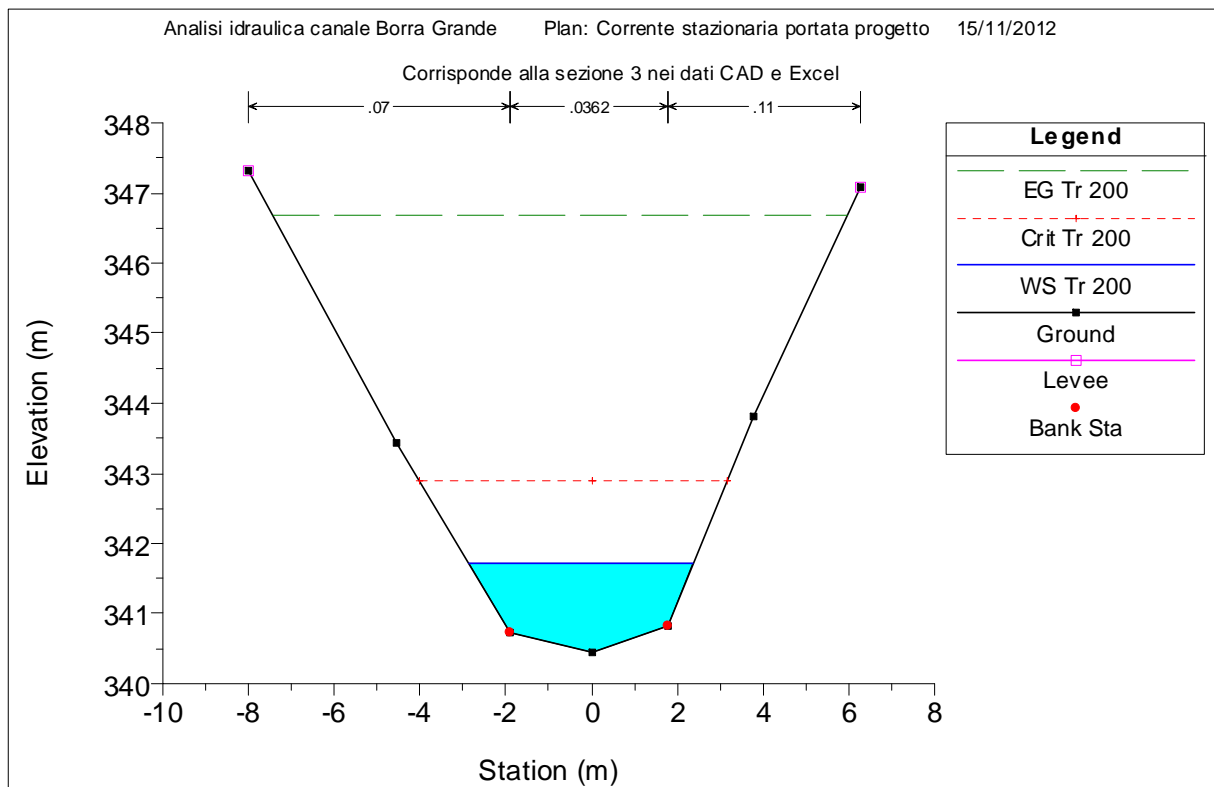


Figura 2. 4 - Sezione n.3 Canale di Borra Grande.

2.3 Torrente Osca nel tratto Montale

Nel tratto Montale del Torrente Osca sono stati eseguiti due scenari di simulazione dello stato dell'evento: nel primo scenario si considera il ponte a monte dell'abitato di Montale in sezione n.10 con luce completamente libera; nel secondo scenario si considera il ponte ostruito, ciò al fine di valutare le condizioni di deflusso che si sono verosimilmente verificate durante l'evento del 25/10/2011 e le dinamiche ad esse connesse.

Le modellazioni sono state condotte in condizione di moto permanente a fondo fisso, utilizzando il software Hec - Ras 4.1.0, considerando le sezioni geometriche rilevate dopo l'evento e una età di sviluppo della vegetazione pari a circa 5 anni. In questo modo sono stati ottenuti dei coefficienti di Manning relativi alla vegetazione più verosimili (attualmente la vegetazione è stata quasi del tutto rimossa dalla piena del 25/10/2011).

I parametri usati per stimare i coefficienti dovuti alla vegetazione a fusto sono stati assunti pari a :

- Diametro medio dei tronchi = 15 centimetri
- Densità alberi = 0.04 metri⁻²

I coefficienti di Manning sono riportati in Tabella 2.3. Le interpolazioni tra le sezioni sono state eseguite in Hec - Ras in fase di simulazione con passo di 20 metri.

La portata rappresentativa dell'evento è la portata al colmo con Tempo di ritorno di 200 anni del modello PIENE.

La traccia di piena ritenuta attendibile è quella presa in corrispondenza della sezione n.5, rilevata sul muro dell' abitazione in sinistra idraulica.

Tabella 2. 3 - Coefficienti di Manning Torrente Osca tratto Montale.

n sinistra idraulica	n alveo inciso	n destra idraulica
0.115	0.0337	0.103
dovuto ai salici combinati ad alberi riuniti in ceppaie ad alta densità	preso in considerazione D90 del materiale d'alveo	dovuto ai salici combinati ad alberi riuniti in ceppaie ad alta densità

1) Simulazione con ponte sgombro

I risultati della simulazione hanno evidenziato che il ponte in sezione n.4 non presenta situazioni critiche. Pur essendo presente un effetto di rigurgito a monte del ponte (profili in Figura 2.5), la portata liquida defluisce attraverso la luce (Figura 2.6).

La traccia di piena rilevata in corrispondenza della sezione 5 (Figura 2.7) ha consentito di verificare la portata di piena utilizzata (Tabella 2.4): la traccia di piena viene interpretata dalla portata con tempo di ritorno di circa 200 anni con una differenza di soli 17 cm.

La simulazione ha inoltre mostrato l'insufficienza del ponte ubicato nella sezione 10 a far transitare la portata (Figura 2.8). I risultati numerici di questa simulazione sono riportati in Tabella 2.5. Nelle Figure 2.9 e 2.10 si riporta la sezione del ponte con l'indicazione del livello idraulico: è evidente la necessità di risagomare la sezione e adeguare la luce del ponte al fine di permettere il passaggio della portata.

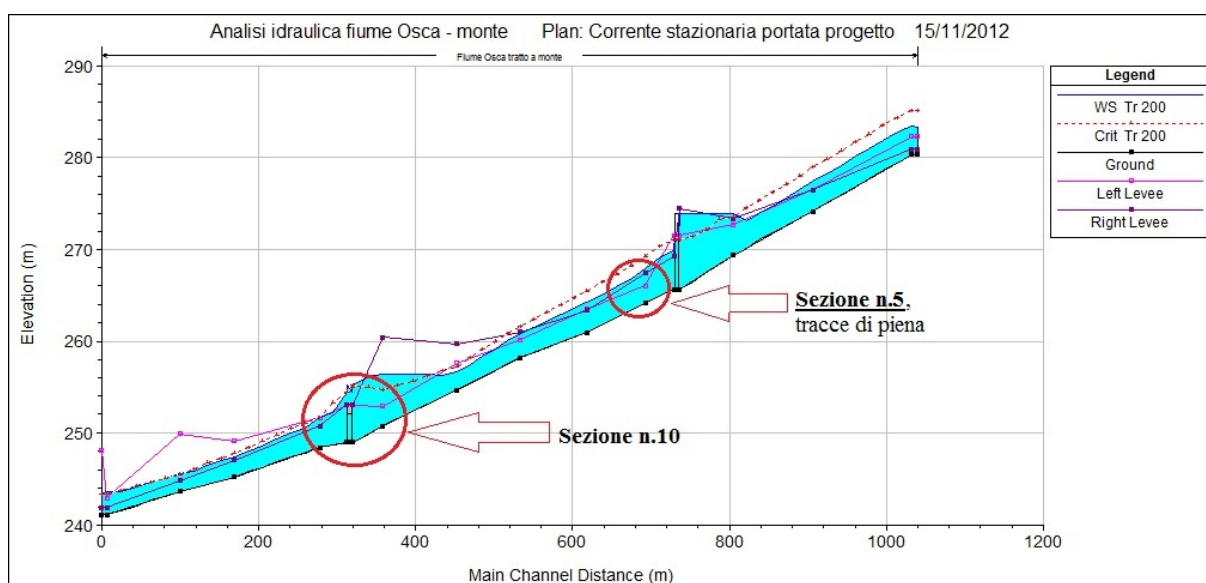


Figura 2. 5 - Profilo della corrente nella simulazione del t. Osca nel tratto Montale con Tempo di ritorno 200 anni e ponte sgombro.

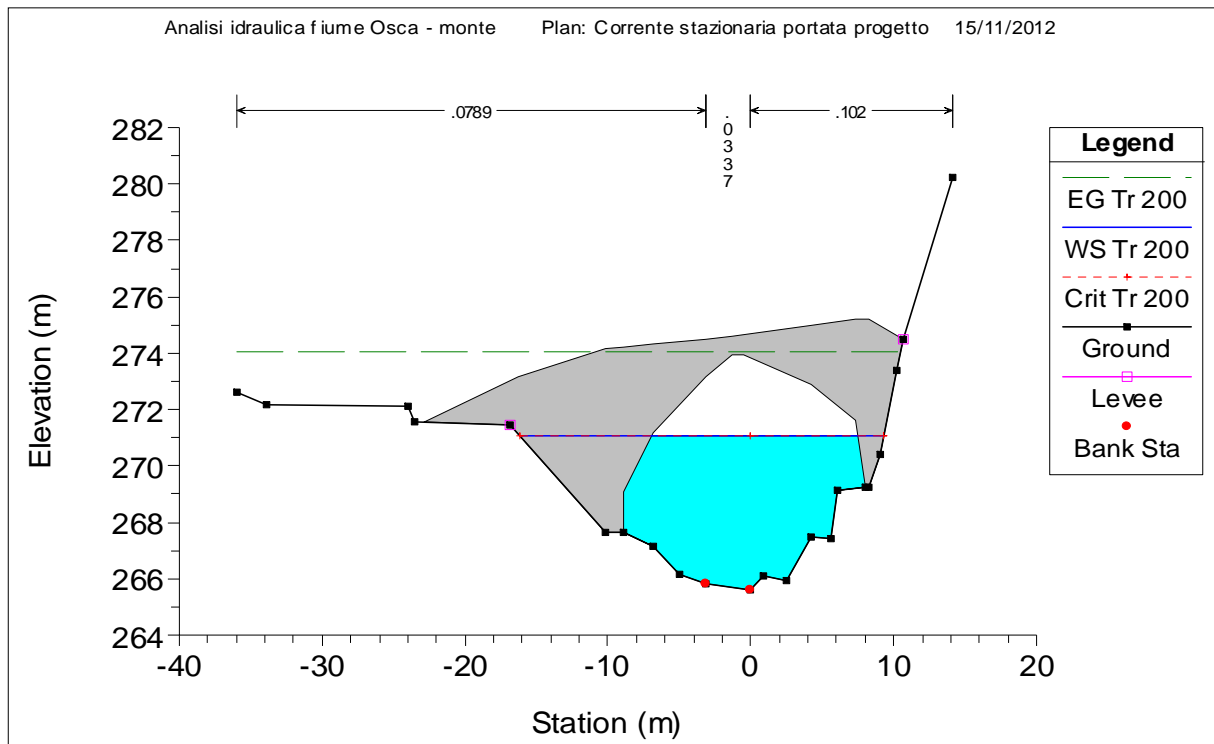


Figura 2. 6 - Sponda di monte del ponte ad arco in sezione n.4.

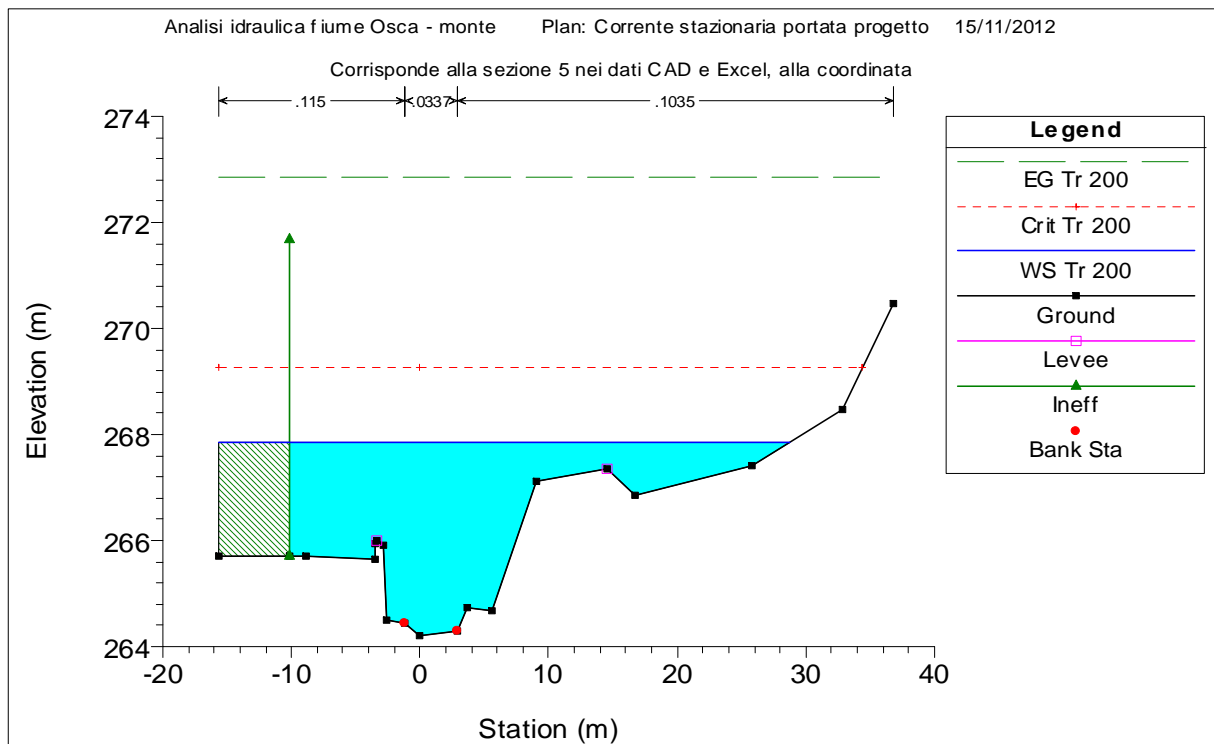


Figura 2. 7 - Sezione n.5 con traccia di piena rilevata sul muro della casa in sinistra idrografica.

Tabella 2. 4 - Confronto tra la traccia di piena e il livello idrico simulato con portate con Tempo di ritorno di 200 anni

Sezione	Traccia di piena	Livello simulazione	Differenza
5	268.02 m s.l.m.	267.85 m s.l.m.	0.17 m

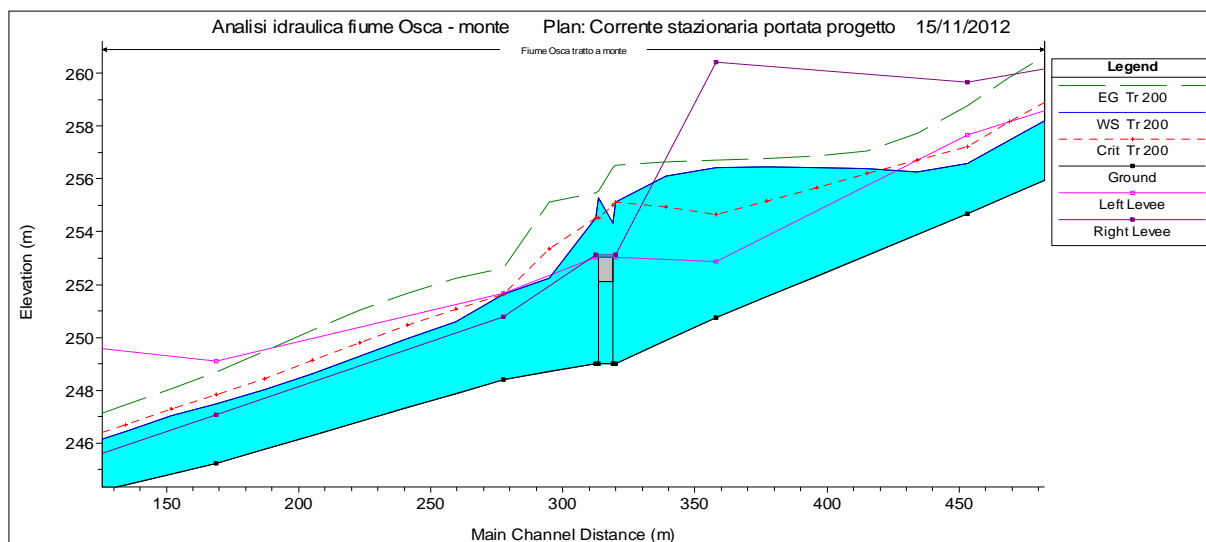


Figura 2. 8 - Particolare del profilo del tratto Montale; sezione n. 10, ponte a monte dell'abitato di Montale.

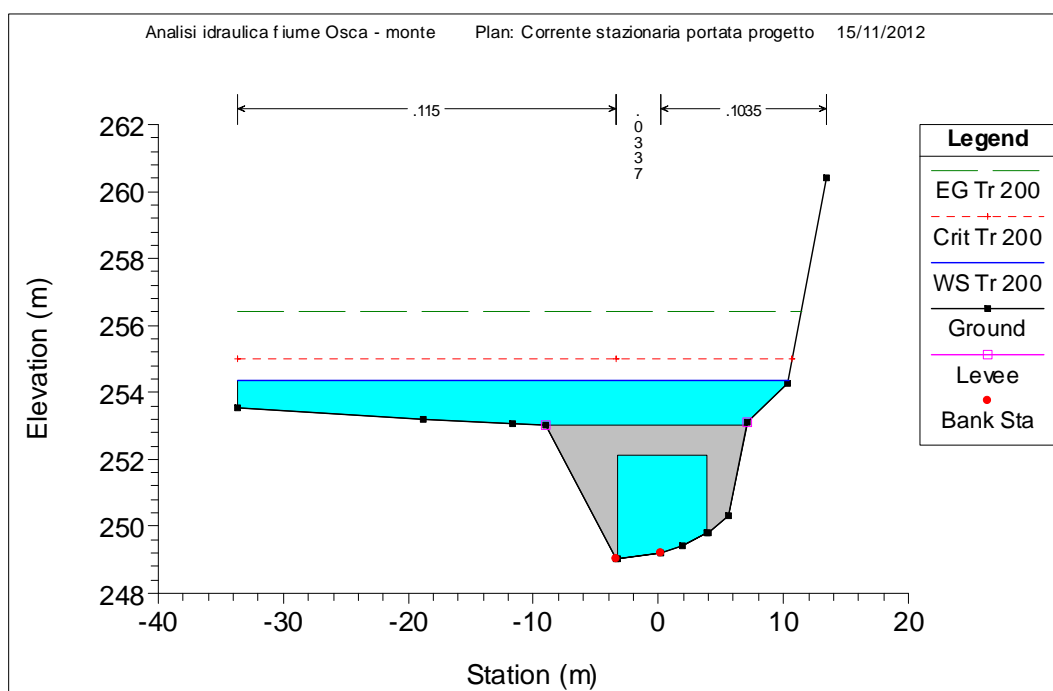


Figura 2. 9 - Ponte lato monte sezione n.10. a monte dell'abitato di Montale.

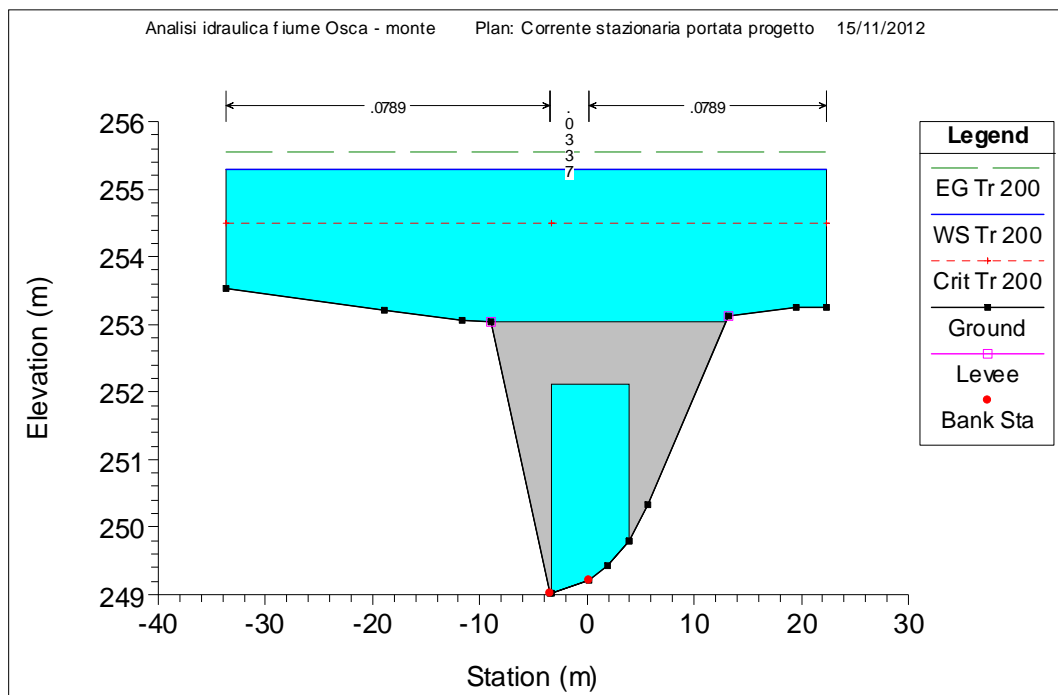


Figura 2. 10 - Ponte lato valle sezione n.10 a monte dell'abitato di Montale.

Tabella 2. 5 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osca nel tratto di Montale con Tempo di ritorno 200 anni in condizione di ponte sgombro

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE CON PORTATE CON TEMPO DI RITORNO DI 200 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	277.55	280.34	283.47	285.13	290.30	0.074275	16.67	46.00	26.38	3.07
2	277.55	274.14	277.40	278.91	283.01	0.049321	14.26	51.61	27.80	2.54
3	277.55	269.39	273.93	273.52	274.60	0.005454	6.00	132.29	47.14	0.90
3.9	277.55	265.61	273.94	271.06	274.34	0.001242	4.26	203.12	46.49	0.47
4 Br U	Bridge	265.61	271.08	271.08	274.08	-	9.75	-	14.40	-
4 Br D	Bridge	265.61	271.44	271.44	273.48	-	8.42	-	30.64	-
4.1	277.55	265.61	269.81	271.05	273.88	0.024284	11.84	75.20	39.92	1.87
5	277.55	264.21	267.85	269.27	272.86	0.031658	12.29	62.91	44.31	2.08
6	277.55	260.96	264.23	265.48	269.77	0.046502	14.03	72.95	60.25	2.49
7	277.55	258.18	260.84	261.66	263.93	0.072717	15.33	83.72	70.18	3.00

(segue)

(segue Tabella 2.5)

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE CON PORTATE CON TEMPI DI RITORNO DI 200 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
8	277.55	254.68	256.59	257.22	258.77	0.065657	10.99	88.50	79.52	2.63
9	277.55	250.74	256.43	254.65	256.73	0.001795	3.99	230.60	55.04	0.54
9.9	277.55	249.02	255.13	255.13	256.51	0.005087	7.00	130.36	44.46	0.91
10 Br U	Bridge	249.02	254.34	254.99	256.43	-	8.85	-	44.06	-
10 Br D	Bridge	249.02	255.30	254.51	255.55	-	3.37	-	56.02	-
10.1	277.55	249.02	254.52	254.52	255.48	0.004763	6.31	129.91	56.02	0.87
11	277.55	248.40	251.65	251.65	252.63	0.013407	7.51	97.71	42.97	1.33
12	277.55	245.23	247.48	247.83	248.70	0.037143	9.75	86.73	66.16	2.09
13	277.55	243.61	245.54	245.48	246.10	0.022153	6.82	107.39	73.82	1.57
14	277.55	241.09	243.65	243.29	244.01	0.008744	5.13	143.35	84.48	1.03

2) Simulazione con ponte ostruito

La simulazione è stata eseguita considerando lo scenario con il ponte in sezione n.10 ostruito. Gli altri parametri sono stati mantenuti uguali a quelli impiegati nello scenario precedente.

L'ostruzione del ponte è situata a circa 400 metri a valle rispetto alla sezione in cui è stata rilevata la traccia di piena, pertanto tale distanza è sufficiente affinché non se ne risentano gli effetti verso monte (profilo idraulico in Figura 2.11).

La simulazione (Figure 2.12 – 2.14) mostra gli effetti dell'ostruzione sulla corrente, condizione che dalle testimonianze appare essersi verificata durante l'evento del 25/10/2011. I risultati numerici della simulazione sono riportati in Tabella 2.6.

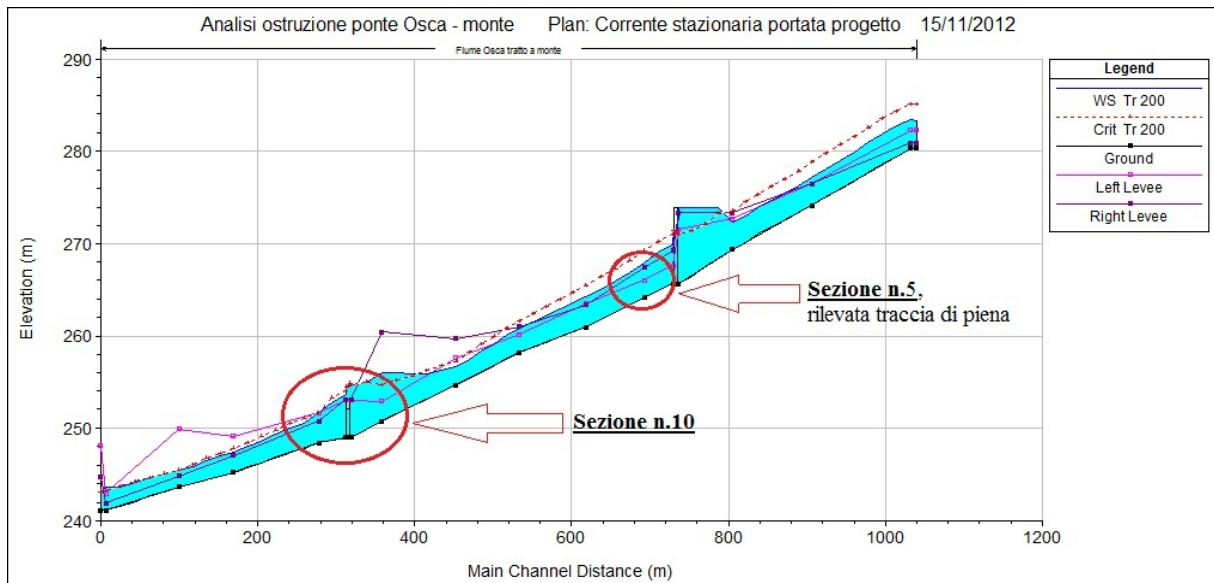


Figura 2. 11 - Profilo della corrente nella simulazione del t. Osca nel tratto Montale con Tempo di ritorno 200 anni e ponte ostruito.

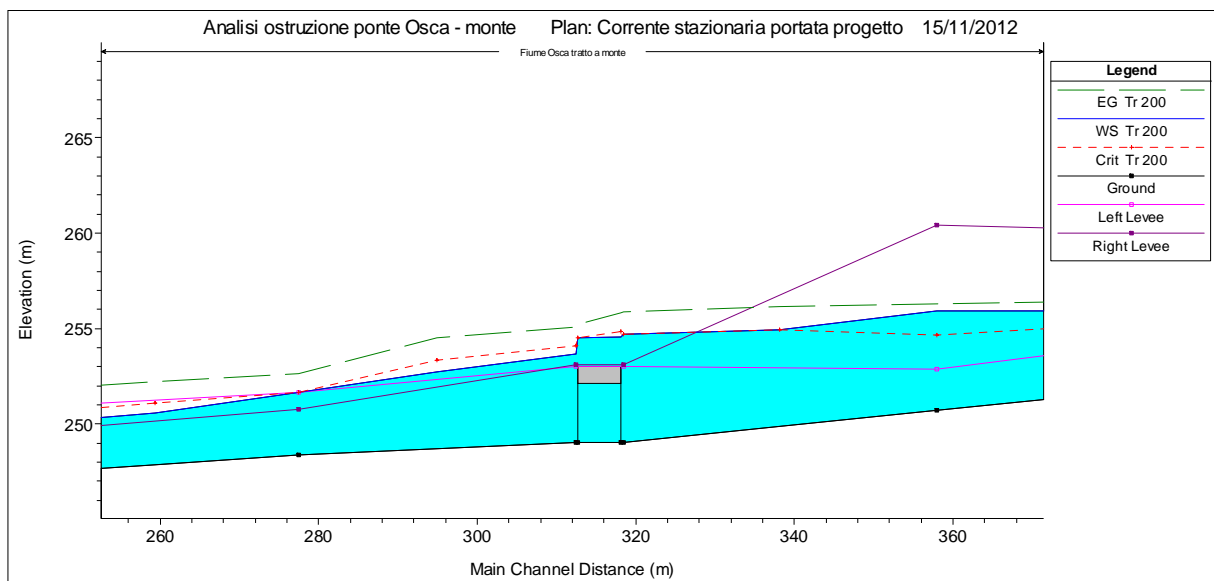


Figura 2. 12 - Particolare del profilo del tratto Montale; sezione n.10, ponte a monte dell'abitato di Montale.

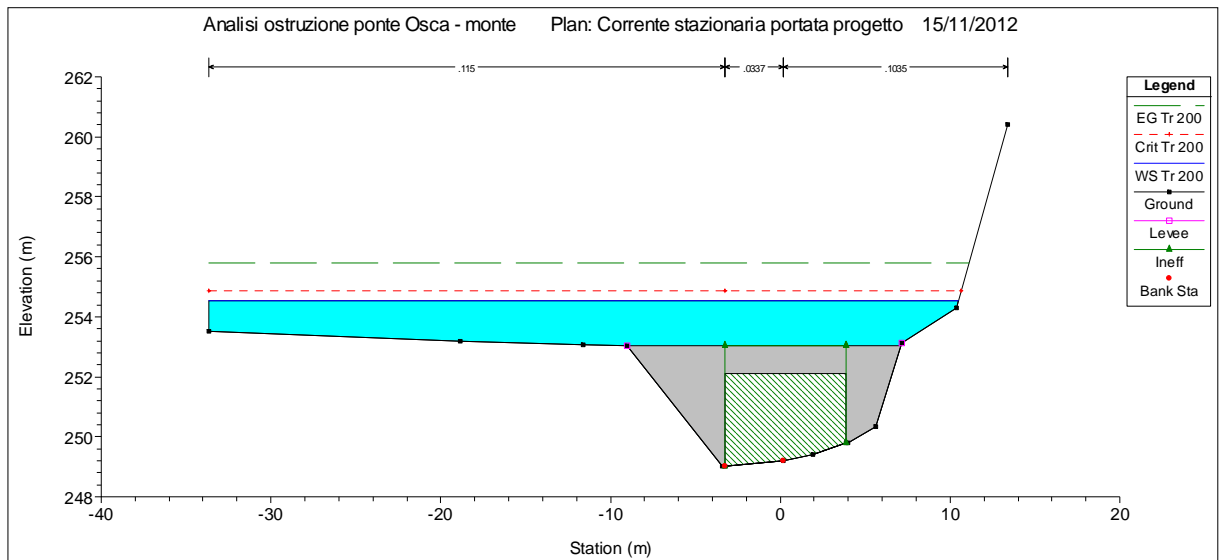


Figura 2. 13 - Ponte lato monte sezione n.10.

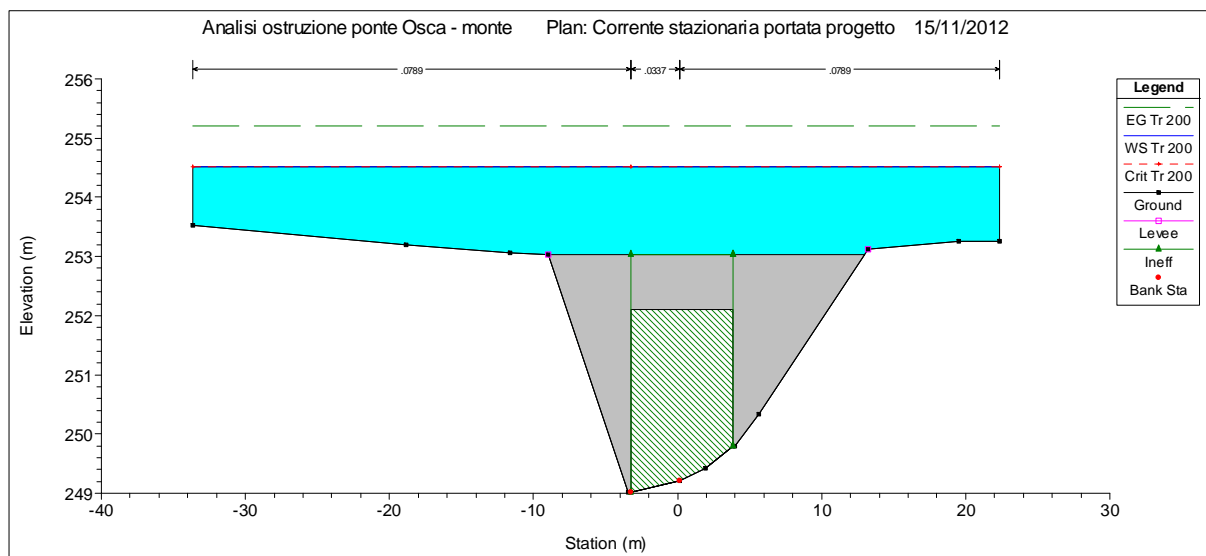


Figura 2. 14 - Ponte lato valle sezione n.10.

Tabella 2. 6 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osca nel tratto di Montale con Tempi di ritorno 200 anni in condizione di ponte ostruito

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE CON PORTATE CON TEMPI DI RITORNO DI 200 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	277.55	280.34	283.47	285.13	290.30	0.074275	16.67	46.00	26.38	3.07
2	277.55	274.14	277.19	278.80	283.39	0.048217	13.32	45.75	27.43	2.54
3	277.55	269.39	272.30	273.52	277.45	0.055076	14.17	57.01	44.30	0.90
3.9	277.55	265.61	273.90	271.06	274.30	0.001276	4.30	201.07	46.47	0.47
4 Br U	Bridge	265.61	271.09	271.09	274.05	-	9.69	-	14.48	-
4 Br D	Bridge	265.61	271.44	271.44	273.46	-	8.39	-	30.93	-
4.1	277.55	265.61	269.82	271.05	273.85	0.024027	11.79	75.56	40.00	1.86
5	277.55	264.21	267.85	269.27	272.83	0.031416	12.26	63.13	44.35	2.07
6	277.55	260.96	264.23	265.48	269.75	0.046373	14.01	73.04	60.25	2.48
7	277.55	258.18	260.84	261.66	263.93	0.072665	15.32	83.74	70.18	3.00
8	277.55	254.68	256.59	257.22	258.77	0.065657	10.99	88.50	79.52	2.63
9	277.55	250.74	255.91	254.65	256.32	0.002641	4.55	202.47	54.82	0.64
9.9	277.55	249.02	254.72	254.72	255.85	0.046830	9.10	85.55	44.25	2.23
10 Br U	Bridge	249.02	254.54	254.86	255.81	-	7.24	-	44.17	-
10 Br D	Bridge	249.02	254.52	254.52	255.20	-	3.95	-	56.02	-
10.1	277.55	249.02	253.67	254.07	255.10	0.149492	8.48	55.22	56.02	3.39
11	277.55	248.40	251.65	251.65	252.63	0.013407	7.51	97.71	42.97	1.33
12	277.55	245.23	247.48	247.83	248.70	0.037143	9.75	86.73	66.16	2.09
13	277.55	243.61	245.52	245.48	246.10	0.023122	6.92	105.95	73.77	1.60
14	277.55	241.09	243.62	243.26	243.97	0.009587	5.32	140.80	84.35	1.08

2.4 Torrente Osca nel tratto in località Tresana

Per questo tratto sono stati sviluppati 4 scenari differenti in cui sono state considerate le condizioni di ponti sgombri e di ponti ostruiti nelle sezioni n.13 e 23.

I primi due scenari considerano le sezioni topografiche così come sono state rilevate dopo l'evento e simulano il verificarsi di un evento con caratteristiche simili a quello del 25 ottobre 2011; questi scenari considerano la situazione di ponti sgombri e di ponti ostruiti.

Il terzo e quarto scenario considerano una ricostruzione delle sezioni n.13 e 23 nello stato ante-evento: la ricostruzione si è basata su testimonianze dirette e immagini satellitari. In corrispondenza della sezione n. 13 in cui è presente l'allevamento ittico danneggiato durante l'esondazione è stata colmata l'ampia zona erosa dalla corrente che ha aggirato il ponte in destra idraulica. Analoga operazione è stata effettuata in corrispondenza della sezione n. 23 in cui la corrente ha aggirato il ponte ed eroso la sponda in sinistra idraulica.

Le modellazioni sono state condotte in condizione di moto permanente nel caso di fondo fisso, utilizzando il software Hec - Ras 4.1.0, considerando una età di sviluppo della vegetazione pari a circa 5 anni. In questo modo sono stati ottenuti dei coefficienti di Manning relativi alla vegetazione più verosimili (attualmente la vegetazione è stata quasi del tutto rimossa dalla piena del 25/10/2011).

La portata al colmo rappresentativa dell'evento è la portata al colmo con Tempo di ritorno di 100 anni del modello PIENE.

I parametri usati per stimare i coefficienti dovuti alla vegetazione a fusto sono stati assunti pari a :

- Diametro medio dei tronchi = 15 centimetri
- Densità alberi = 0.02 metri⁻²

I valori del coefficiente di Manning sono riportati in Tabella 2.7.

Tabella 2. 7 - Coefficienti di Manning Torrente Osca tratto Tresana..

n sinistra idraulica	n alveo inciso	n destra idraulica
0.07 – 0,065 dovuto ai salici o ad alberi, generalmente Ontani neri, soggetti a manutenzione	0.0302 preso in considerazione D90	0.07 – 0.065 dovuto ai salici o ad alberi, generalmente Ontani neri, soggetti a manutenzione

Le interpolazioni tra le sezioni sono state eseguite in Hec-Ras in fase di simulazione con passo di 20 metri.

La traccia di piena attendibile è quella presa in sezione n.6, rilevata in località "Tresana paese" su testimonianza di abitanti del posto.

1) Simulazione stato attuale - Ponti non ostruiti

La simulazione (Figure 2.15 – 2.20) evidenzia che il ponte in sezione n.7 non presenta particolari problemi di deflusso idraulico; i ponti in sezione n.13 e 23 invece vengono sormontati; in queste sezioni sono visibili aree di scavo che sono state erose dalla corrente, rispettivamente in destra e in sinistra idrografica, durante la piena del 25/10/2011. Si noti il buon accordo con la traccia di piena rilevata in questo tratto (Tabella 2.8). I risultati numerici sono riportati in Tabella 2.9.

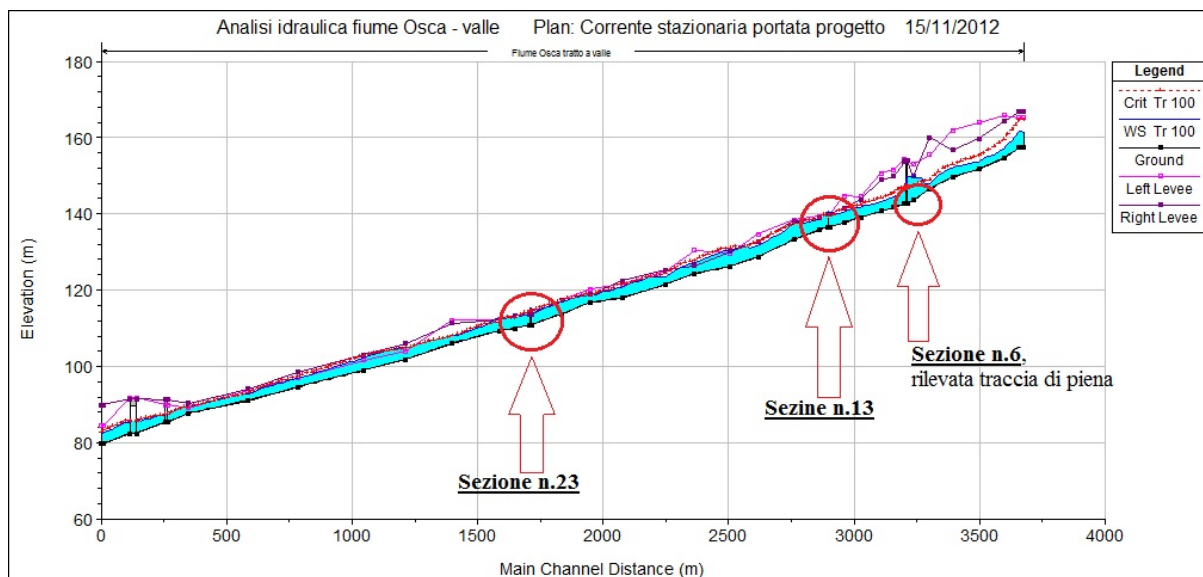


Figura 2. 15 - Profilo simulazione Osca tratto Tresana con Tempo di ritorno 100 anni e ponti sgombri.

Tabella 2. 8 Confronto tra la traccia di piena e il livello di piena della simulazione con Tr 100 anni

Sezione	Traccia di piena	Livello simulazione	Differenza
6	149.78 m s.l.m.	149.6 m s.l.m.	0.18 m

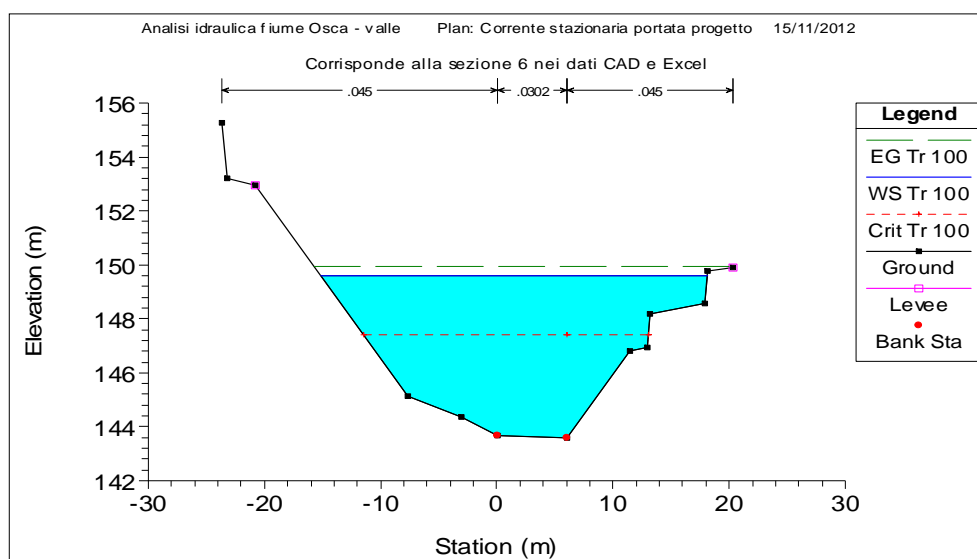


Figura 2. 16 - Sezione n.6 con traccia di piena rilevata su testimonianza diretta degli abitanti.

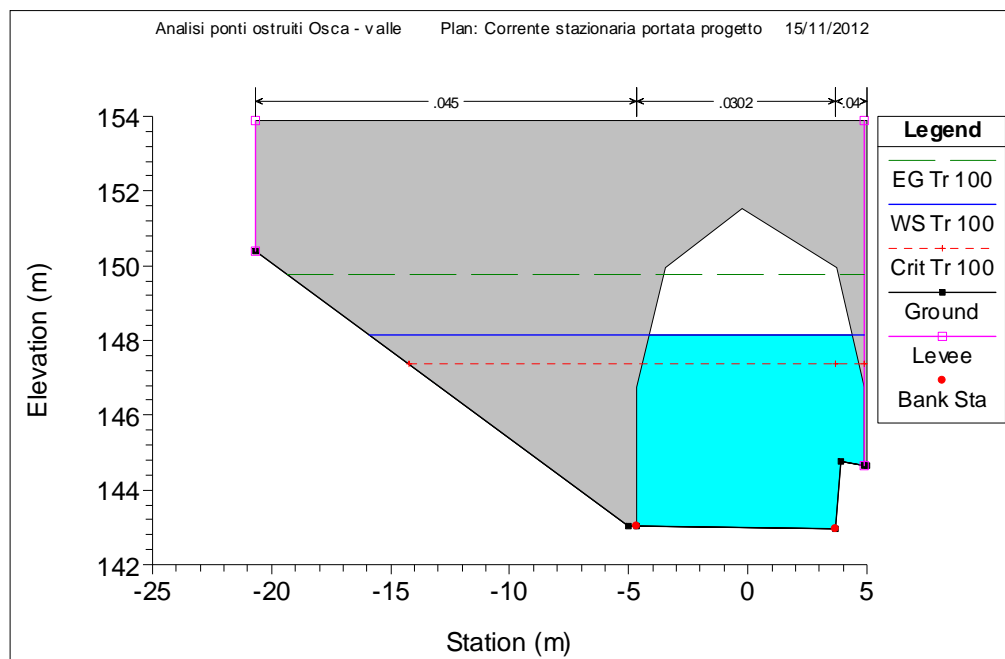


Figura 2. 17 - Sezione n. 7, ponte nell'abitato di Tresana.

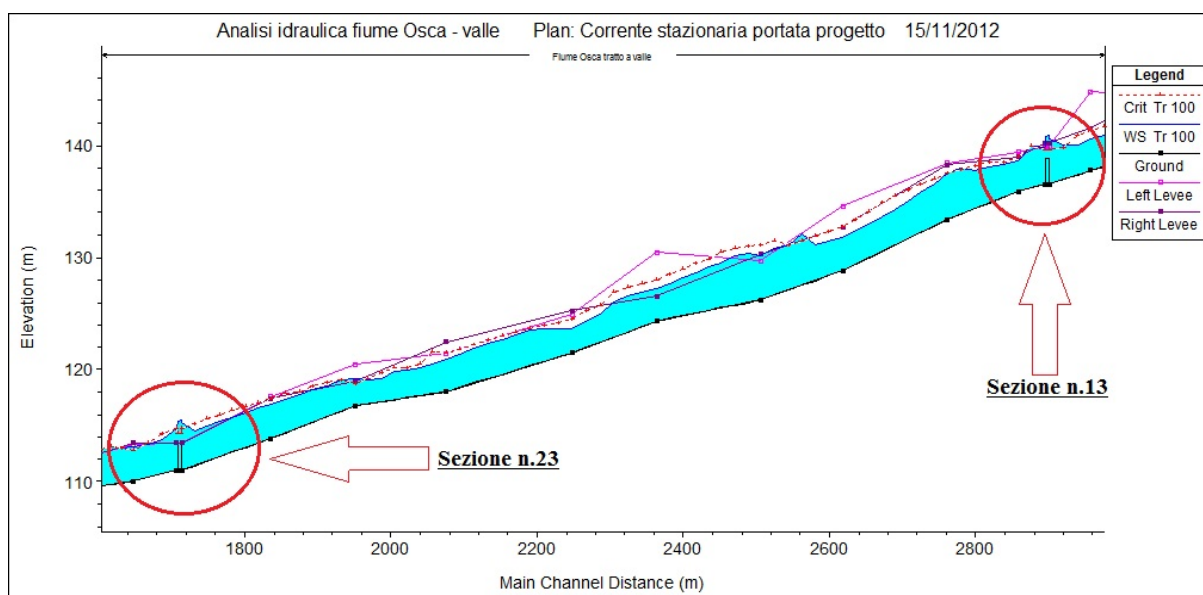


Figura 2. 18 - Particolare del profilo del tratto Tresana

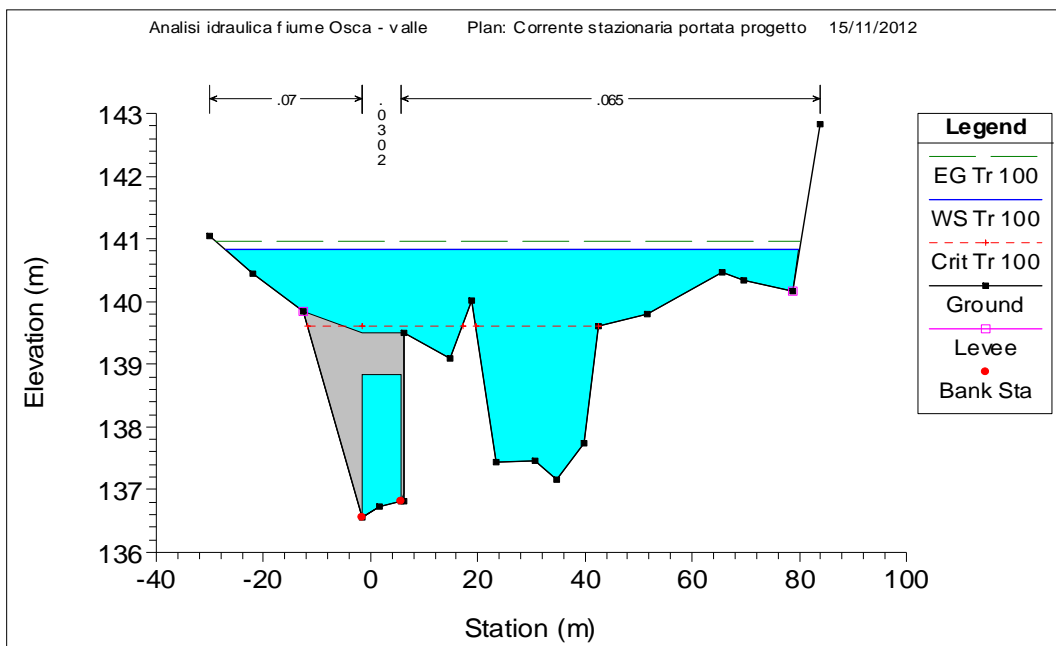


Figura 2. 19 - Sezione n.13; lato monte del ponte vicino all'allevamento ittico in località "Tresana paese".

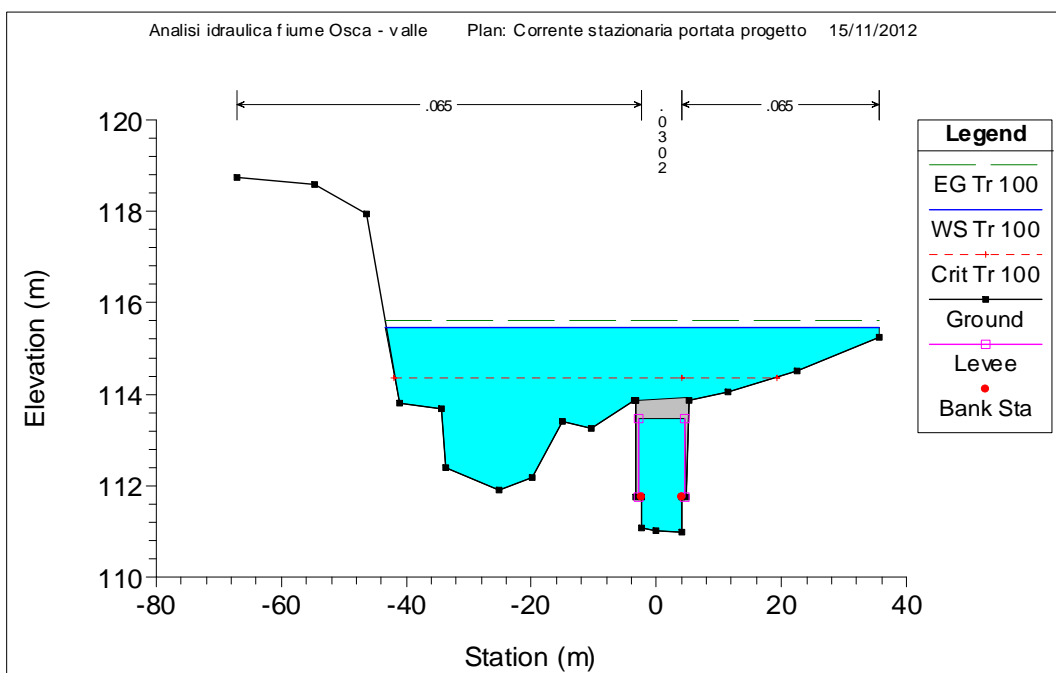


Figura 2. 20 - Sezione n.13; lato valle del ponte vicino all'allevamento ittico in località "Tresana paese".

Tabella 2. 9 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osa nel tratto di Tresana con Tempi di ritorno 100 anni in condizione di ponti non ostruiti

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA CON TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	249.22	157.53	161.60	164.73	173.62	0.038404	16.55	22.08	9.40	2.62
2	249.22	154.66	156.92	159.59	169.75	0.097016	17.71	19.01	10.41	3.77
3	249.22	151.74	153.74	155.32	159.89	0.062977	12.46	25.79	16.71	2.93
4	249.22	149.62	152.14	153.10	155.32	0.024870	9.52	36.98	18.27	1.94
5	249.22	146.56	148.01	149.07	151.91	0.075964	11.17	31.39	25.69	3.06
6	249.22	143.61	149.60	147.41	149.94	0.000950	3.36	126.58	33.27	0.44
6.9	249.22	142.96	149.60	146.75	149.90	0.000631	2.93	134.55	29.02	0.36
7 Br U	Bridge	142.96	148.10	147.38	149.77	-	5.77	-	8.57	-
7 Br D	Bridge	142.96	147.94	147.38	149.71	-	5.95	-	8.69	-
7.1	249.22	142.96	148.89	146.75	149.30	0.000975	3.37	114.44	27.50	0.44
8	249.22	142.73	147.24	147.24	149.14	0.005879	6.91	59.48	17.51	1.04
9	249.22	141.82	144.51	145.69	148.34	0.028753	10.78	42.73	21.16	2.11
10	249.22	140.78	143.17	144.39	146.80	0.031492	10.13	40.93	22.09	2.15
11	249.22	139.13	141.67	142.45	144.24	0.029303	10.53	64.17	57.07	2.11
12	249.22	137.77	140.57	141.31	142.66	0.019300	9.07	72.18	55.11	1.74
12.9	249.22	136.55	140.58	139.61	141.08	0.002935	4.41	158.96	103.33	0.72
13 Br U	Bridge	136.55	140.82	139.61	140.97	-	2.32	-	107.13	-
13 Br D	Bridge	136.55	140.80	139.61	140.95	-	2.37	-	106.71	-
13.1	249.22	136.55	139.77	139.61	140.85	0.007734	6.12	93.09	61.20	1.12
14	249.22	135.87	138.62	138.98	140.32	0.025630	10.11	69.17	51.87	1.98
15	249.22	133.34	137.54	137.54	138.62	0.006920	7.02	85.50	33.38	1.10
16	249.22	128.82	131.71	132.71	135.63	0.026455	10.34	43.83	30.14	2.02

(segue)

(segue Tabella 2.9)

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA CON TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
17	249.22	126.24	130.21	131.09	132.64	0.011206	8.66	69.32	45.76	1.40
18	249.22	124.35	127.17	127.98	130.09	0.034201	12.22	61.79	51.95	2.32
19	249.22	121.48	123.64	124.53	126.64	0.040793	11.04	46.60	29.48	2.42
20	249.22	118.03	120.90	121.53	123.47	0.016136	8.40	48.91	22.79	1.60
21	249.22	116.75	119.24	118.71	119.99	0.012898	6.85	94.31	60.48	1.39
22	249.22	113.87	116.96	117.45	118.38	0.015359	8.69	95.53	86.25	1.58
22.9	249.22	110.98	115.28	114.76	115.68	0.002814	4.03	149.48	78.62	0.62
23 Br U	Bridge	110.98	115.45	114.37	115.60	-	2.30	-	78.84	-
23 Br D	Bridge	110.98	115.43	114.37	115.59	-	2.33	-	78.82	-
23.1	249.22	110.98	114.76	114.76	115.52	0.005652	5.24	111.19	69.52	0.86
24	249.22	110.06	113.16	112.82	114.04	0.007576	5.76	89.08	45.52	1.09
25	249.22	109.40	112.58	112.19	113.04	0.004248	4.63	140.59	95.00	0.83
26	249.22	106.07	108.11	108.09	108.52	0.011645	5.69	123.21	122.35	1.28
27	249.22	101.87	105.01	104.81	105.56	0.009921	7.02	99.08	52.69	1.27
28	249.22	98.94	102.35	102.77	103.81	0.011899	8.16	81.99	49.13	1.41
29	249.22	94.48	96.77	97.39	98.76	0.022210	8.47	68.70	70.93	1.80
30	249.22	91.07	92.75	93.07	93.90	0.031897	8.31	81.85	89.39	2.06
31	249.22	87.62	89.59	89.40	89.86	0.006492	4.18	153.23	128.01	0.95
31.9	249.22	85.46	87.92	87.52	88.33	0.006123	4.66	117.52	62.12	0.96
32 Br U	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32 Br D	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32.1	249.22	85.46	87.33	87.52	88.25	0.019500	6.89	81.00	60.62	1.63
32.9	249.22	82.42	86.36	85.55	86.67	0.003288	4.69	160.40	82.29	0.76
33 Br U	Bridge	82.42	86.63	85.92	85.92	-	6.55	-	71.60	-
33 Br D	Bridge	82.42	86.63	85.92	85.92	-	6.55	-	71.60	-
33.9	249.22	82.42	85.36	85.55	86.57	0.015252	8.27	82.68	58.61	1.56
34	249.22	79.69	82.43	83.14	84.79	0.020699	9.21	62.14	44.91	1.79

2) Simulazione allo stato attuale - Ponti ostruiti

La simulazione è condotta in analogia alla precedente considerando però l'ostruzione dei ponti nelle sezioni 13 e 23 come da testimonianza. Si noti che l'ostruzione è localizzata circa 350 metri a valle della sezione in cui è stata rilevata la traccia di piena, distanza sufficiente affinché non se ne risentano gli effetti (Figura 2.21).

Dai risultati della simulazione si può osservare come in sezione n. 12 (Figura 2.22) il Torrente Osca si sia creato un nuovo alveo in destra idrografica in cui defluire a seguito dell'ostruzione della luce del ponte in sezione 13 (Figura 2.23). Particolari dei profili della simulazione idraulica sono riportati nelle Figure 2.24-2.27. I risultati numerici della simulazione sono riportati in Tabella 2.10.

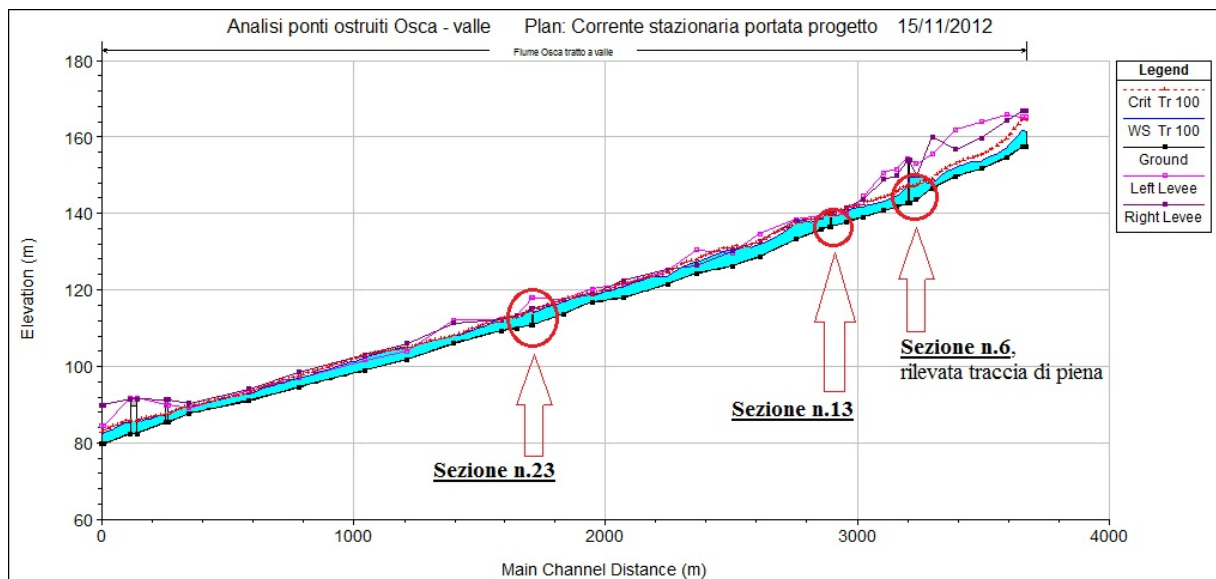


Figura 2. 21 - Profilo simulazione Osca tratto Tresana con Tempo di ritorno 100 anni e ponti ostruiti.

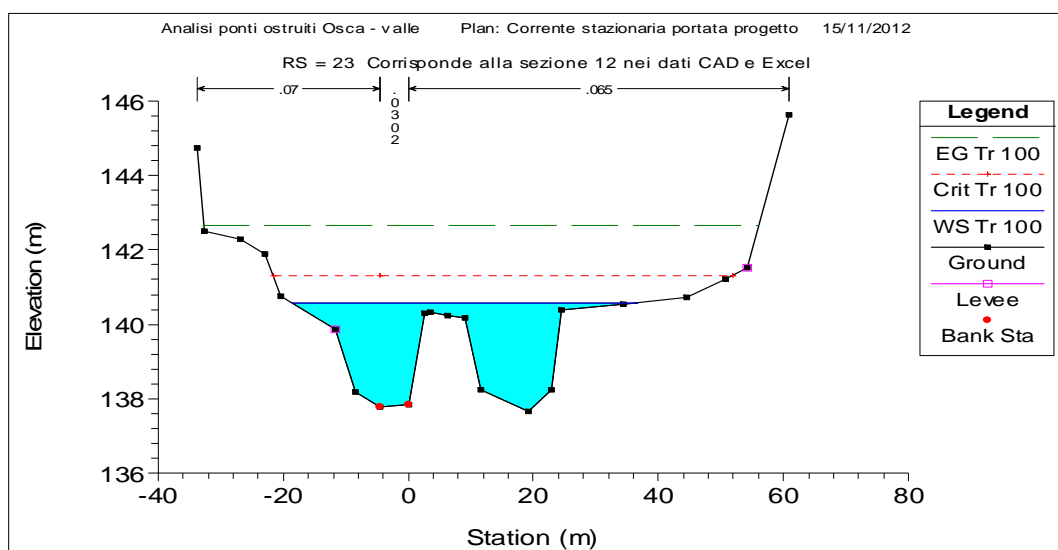


Figura 2. 22 - Sezione n.12

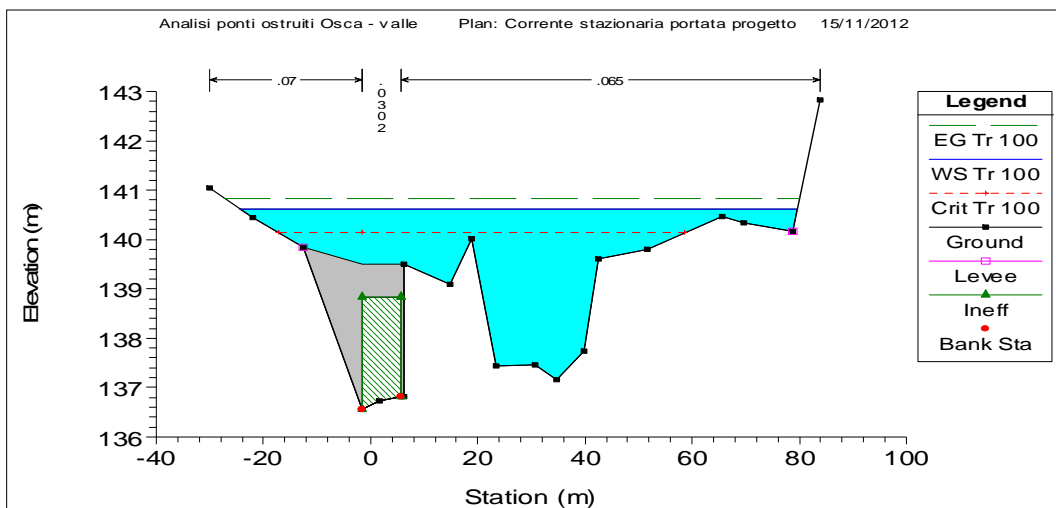


Figura 2. 23 - Sezione n.13; lato monte del ponte vicino all'allevamento ittico in località "Tresana paese".

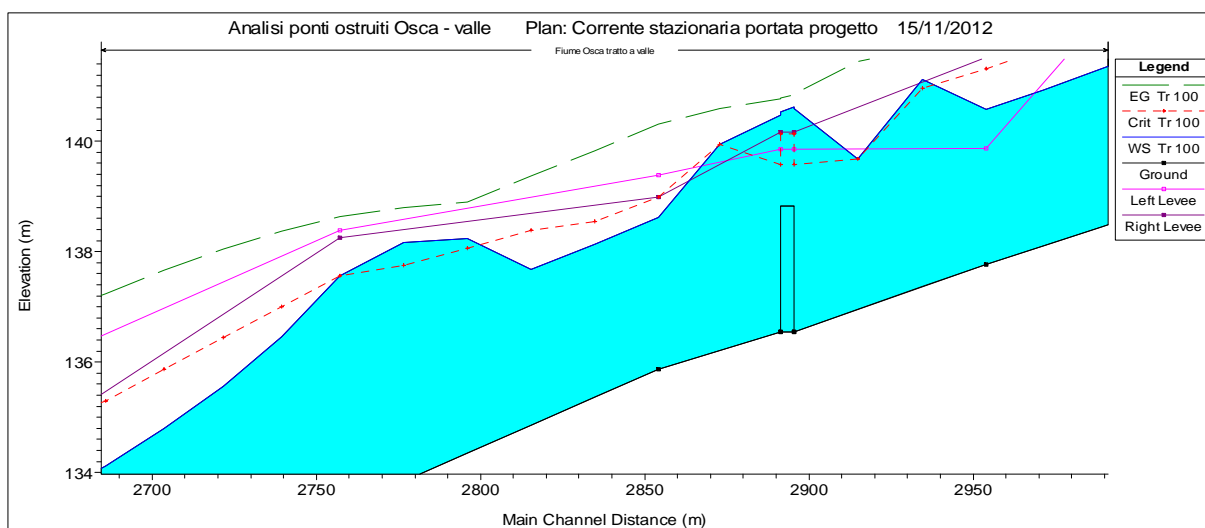


Figura 2. 24 - Particolare del profilo del tratto Tresana; sezione n. 13, ponte in località "Tresana paese".

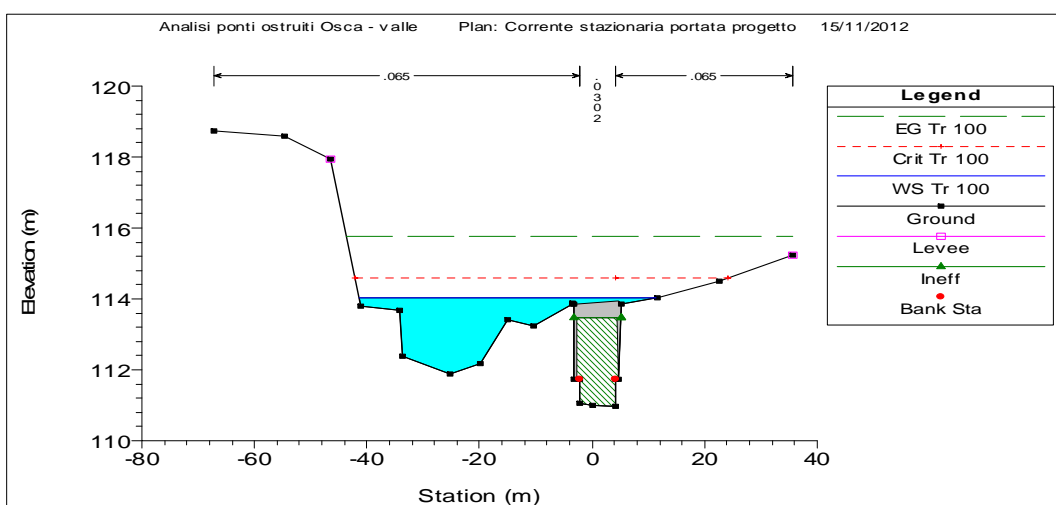


Figura 2. 25 - Sezione n.23; lato monte del ponte 1km a valle dell'allevamento ittico in località "Tresana paese".

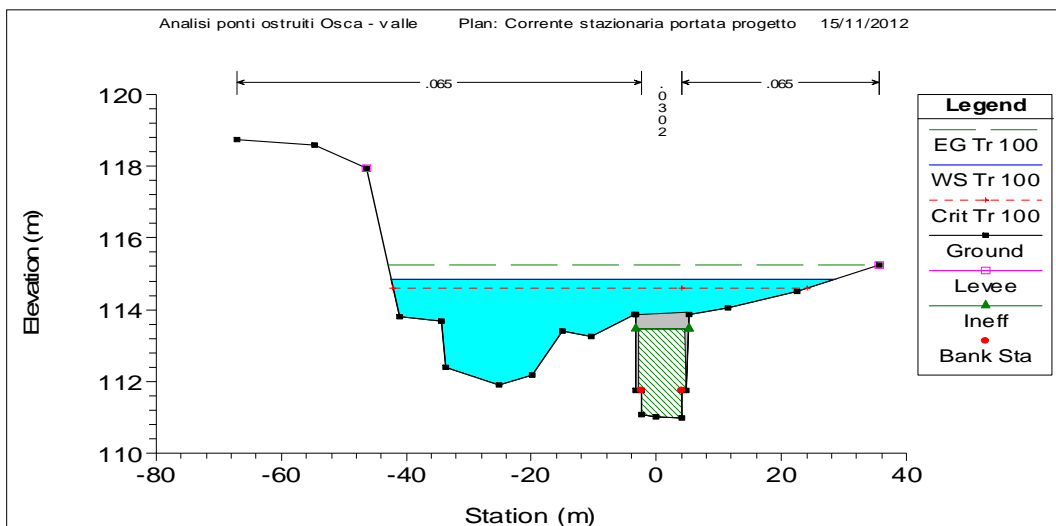


Figura 2. 26 - Sezione n.23; lato valle del ponte 1km a valle dell'allevamento ittico in località "Tresana paese".

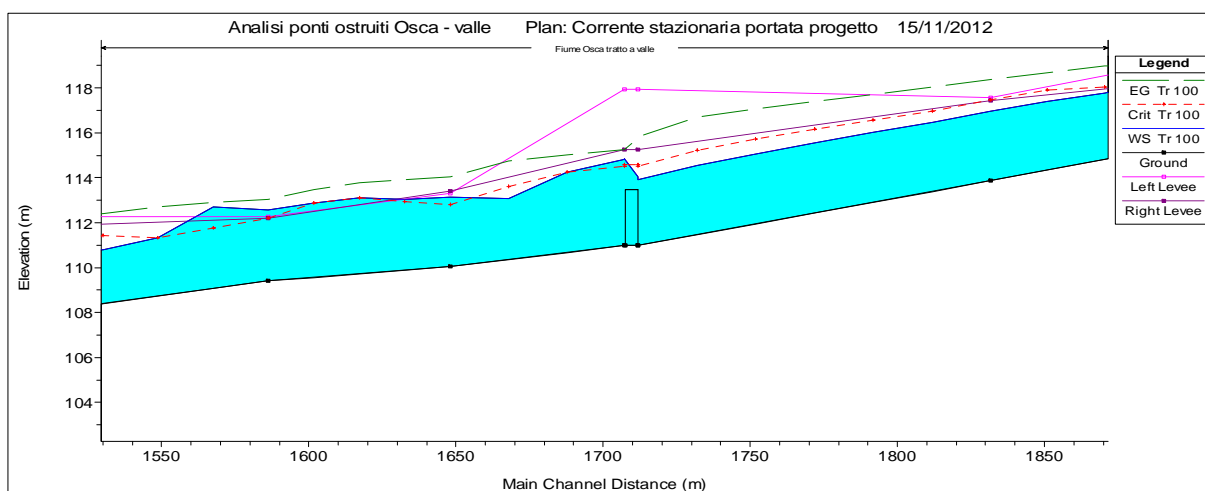


Figura 2. 27 - Particolare del profilo del tratto Tresana; sezione n. 23.

Tabella 2. 10 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osca nel tratto di Tresana con Tempi di ritorno 100 anni in condizione di ponti ostruiti

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA CON TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	249.22	157.53	161.58	164.62	173.37	0.038383	16.47	21.82	9.34	2.61
2	249.22	154.66	156.91	159.56	169.54	0.096144	17.60	18.95	10.41	3.75
3	249.22	151.74	153.68	155.30	160.18	0.065976	12.54	24.69	16.52	2.99

4	249.22	149.62	152.02	153.08	155.56	0.029517	10.03	34.79	18.13	2.09
5	249.22	146.56	147.96	149.03	151.92	0.074976	10.86	30.28	25.58	3.02
6	249.22	143.61	149.61	147.39	149.92	0.000910	3.28	126.71	33.28	0.43
6.9	249.22	142.96	149.43	146.96	149.89	0.000889	3.41	105.19	23.53	0.43
7 Br U	Bridge	142.96	148.14	147.37	149.77	-	5.72	-	8.54	-
7 Br D	Bridge	142.96	147.40	147.40	149.65	-	6.69	-	9.09	-
7.1	249.22	142.96	148.28	147.12	149.25	0.002223	4.73	79.62	21.08	0.66
8	249.22	142.73	147.24	147.24	149.14	0.005879	6.91	59.48	17.51	1.04
9	249.22	141.82	144.51	145.69	148.34	0.028753	10.78	42.73	21.16	2.11
10	249.22	140.78	143.17	144.39	146.80	0.031492	10.13	40.93	22.09	2.15
11	249.22	139.13	141.67	142.45	144.24	0.029303	10.53	64.17	57.07	2.11
12	249.22	137.77	140.57	141.31	142.66	0.019240	9.06	72.32	55.27	1.74
12.9	249.22	136.55	140.60	139.57	140.85	0.006749	3.97	146.07	103.64	0.95
13 Br U	Bridge	136.55	140.62	140.14	140.84	-	1.70	-	104.06	-
13 Br D	Bridge	136.55	140.53	140.14	140.78	-	1.80	-	102.63	-
13.1	249.22	136.55	140.47	139.57	140.77	0.008611	4.28	133.47	101.75	1.06
14	249.22	135.87	138.63	138.98	140.31	0.025365	10.07	69.44	51.88	1.97
15	249.22	133.34	137.56	137.56	138.63	0.007135	7.22	86.16	33.39	1.13
16	249.22	128.82	131.76	132.71	135.46	0.024593	10.09	45.22	30.50	1.95
17	249.22	126.24	130.21	131.09	132.64	0.011206	8.66	69.32	45.76	1.40
18	249.22	124.35	127.17	127.98	130.09	0.034201	12.22	61.79	51.95	2.32
19	249.22	121.48	123.64	124.53	126.64	0.040793	11.04	46.60	29.48	2.42
20	249.22	118.03	120.90	121.53	123.47	0.016136	8.40	48.91	22.79	1.60
21	249.22	116.75	119.24	118.71	119.99	0.012898	6.85	94.31	60.48	1.39
22	249.22	113.87	116.96	117.45	118.38	0.015359	8.69	95.53	86.25	1.58
22.9	249.22	110.98	113.91	114.51	115.81	0.178290	6.94	41.16	48.23	3.38
23 Br U	Bridge	110.98	114.03	114.59	115.75	-	1.48	-	52.81	-
23 Br D	Bridge	110.98	114.84	114.59	115.24	-	1.90	-	71.04	-
23.1	249.22	110.98	114.83	114.51	115.24	0.014350	4.23	97.16	70.82	1.16
24	249.22	110.06	113.16	112.82	114.04	0.007576	5.76	89.08	45.52	1.09
25	249.22	109.40	112.58	112.19	113.04	0.004248	4.63	140.59	95.00	0.83
26	249.22	106.07	108.11	108.09	108.52	0.011645	5.69	123.21	122.35	1.28

27	249.22	101.87	105.01	104.81	105.56	0.009921	7.02	99.08	52.69	1.27
28	249.22	98.94	102.35	102.77	103.81	0.011899	8.16	81.99	49.13	1.41
29	249.22	94.48	96.77	97.39	98.76	0.022210	8.47	68.70	70.93	1.80
30	249.22	91.07	92.75	93.07	93.90	0.031897	8.31	81.85	89.39	2.06
31	249.22	87.62	89.59	89.40	89.86	0.006492	4.18	153.23	128.01	0.95
31.9	249.22	85.46	87.92	87.52	88.33	0.006123	4.66	117.52	62.12	0.96
32 Br U	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32 Br D	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32.1	249.22	85.46	87.33	87.52	88.25	0.019500	6.89	81.00	60.62	1.63
32.9	249.22	82.42	86.36	85.55	86.67	0.003288	4.69	160.40	82.29	0.76
33 Br U	Bridge	82.42	85.92	85.92	86.63	-	6.55	-	71.60	-
33 Br D	Bridge	82.42	85.92	85.92	86.63	-	6.55	-	71.60	-
33.9	249.22	82.42	85.36	85.55	86.57	0.015252	8.27	82.68	58.61	1.56
34	249.22	79.69	82.43	83.14	84.79	0.020699	9.21	62.14	44.91	1.79

3) Simulazione stato ante-evento con ponti non ostruiti

La simulazione è stata condotta utilizzando le sezioni rilevate dello stato attuale, ma introducendo il riempimento delle zone erose delle sezioni n. 12 e 13 in destra idrografica e della sezione 23 in sinistra idrografica, utilizzando le testimonianze, i dati cartografici e le immagini satellitari in modo che la morfologia delle sezioni sia più simile a quella della sezione al momento della piena.

La sezione in cui è stato effettuato il riempimento è situata circa 300 metri a valle della sezione in cui è stata rilevata la traccia di piena, distanza sufficiente affinché non se ne risentano gli effetti.

Dai risultati della simulazione (Figure 2.28 -2.32) si osserva come le quote del livello dell'acqua si siano alzate di oltre 0.5 metri rispetto allo scenario precedente, anche rispetto al caso con i ponti ostruiti. I risultati numerici della simulazione sono riportati in Tabella 2.11.

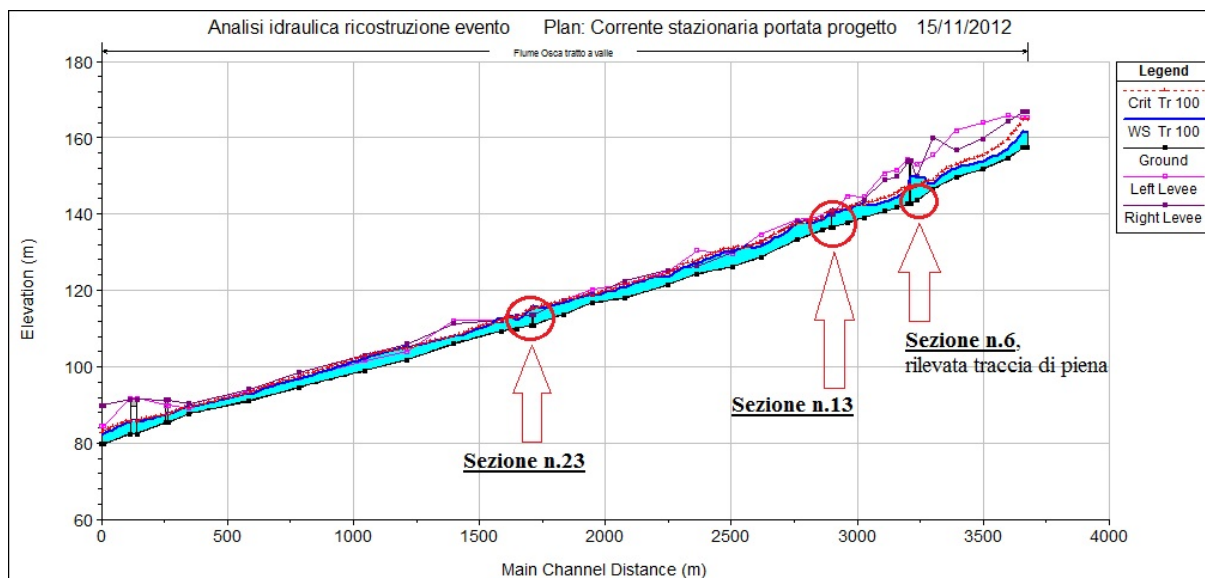


Figura 2. 28 - Profilo simulazione Osca tratto Tresana con tempo di ritorno 100 anni, ponti sgombri e alvei ricostruiti.

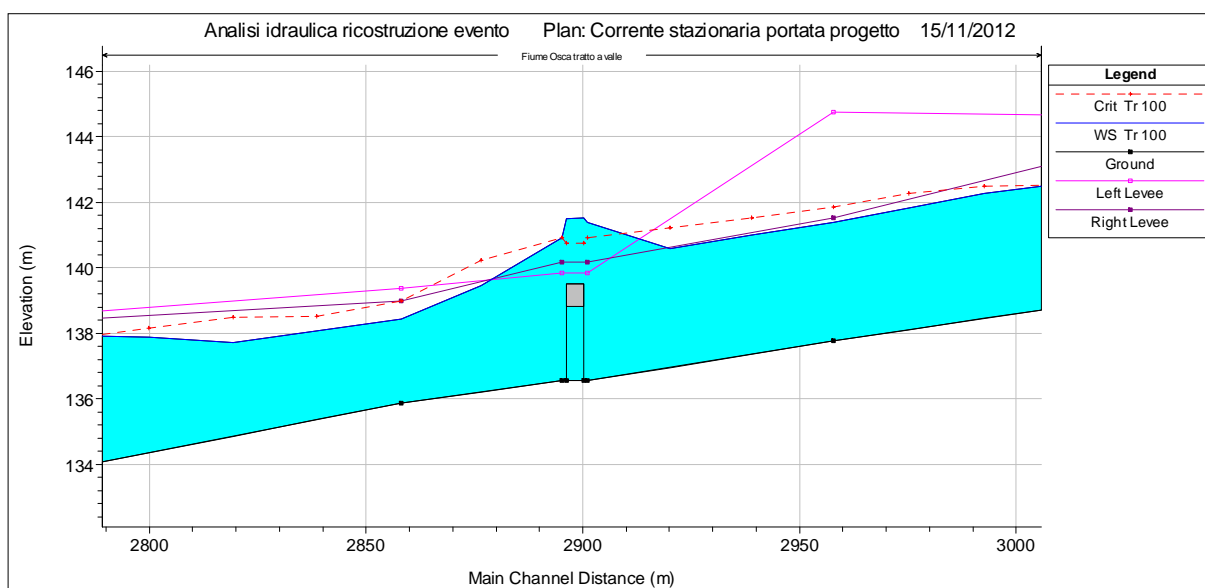


Figura 2. 29 - Particolare del profilo del tratto Tresana; sezione n. 13, ponte in località "Tresana paese", alveo ricostruito.

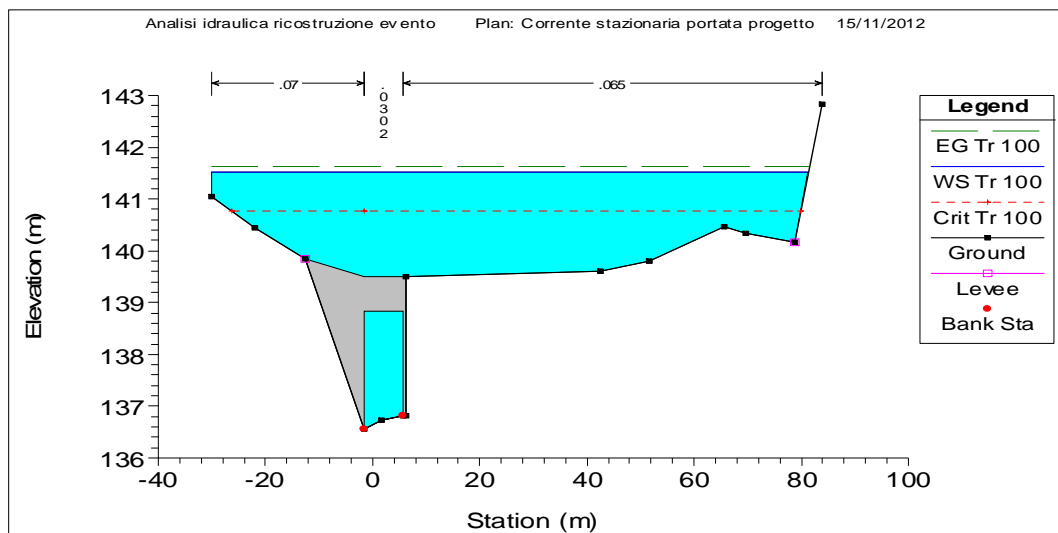


Figura 2. 30 - Sezione n.13; lato monte del ponte vicino all'allevamento ittico in località "Tresana paese", alveo ricostruito.

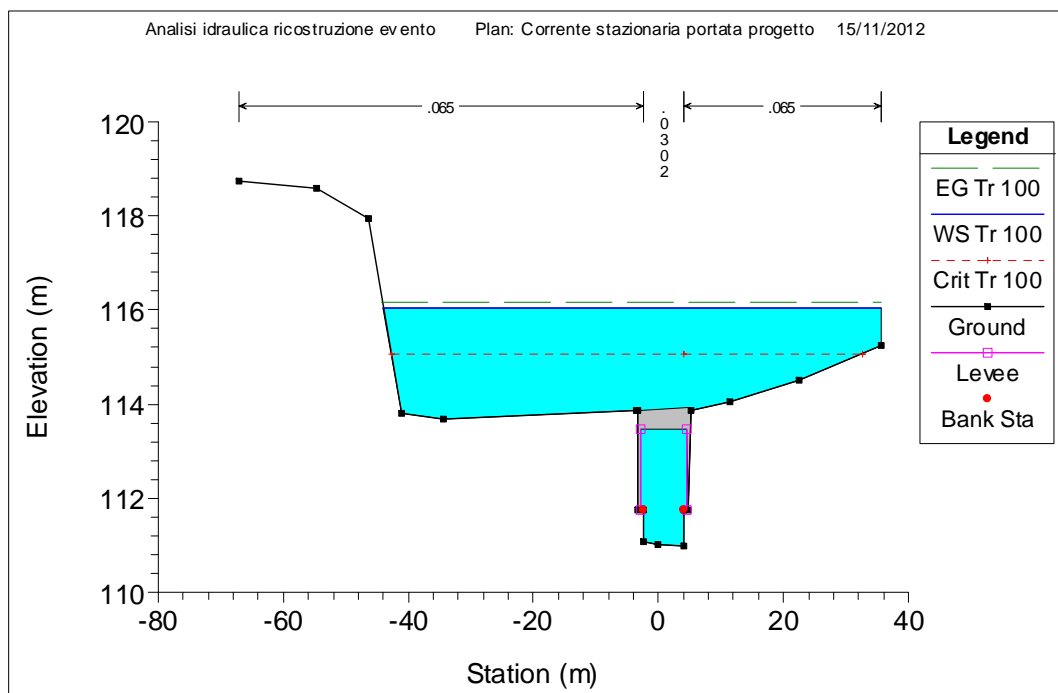


Figura 2. 31 - Sezione n.23; lato monte del ponte 1km a valle dell'allevamento ittico in località "Tresana paese", alveo ricostruito.

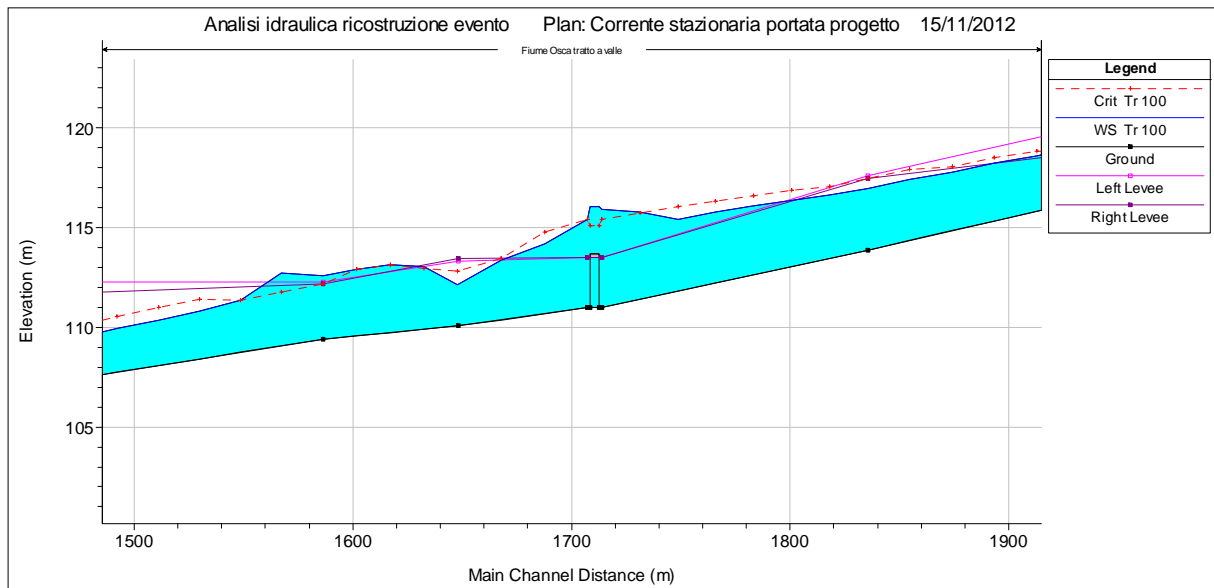


Figura 2. 32 - Particolare del profilo del tratto Tresana sezione 23, alveo ricostruito e ponti sgombri.

Tabella 2. 11 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osa nel tratto di Tresana con Tempi di ritorno 100 anni in condizione di ponti sgombri e sezioni ricostruite

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA CON TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	249.22	157.53	161.60	164.73	173.62	0.038404	16.55	22.08	9.40	2.62
2	249.22	154.66	156.92	159.59	169.75	0.097016	17.71	19.01	10.41	3.77
3	249.22	151.74	153.74	155.32	159.89	0.062977	12.46	25.79	16.71	2.93
4	249.22	149.62	152.14	153.10	155.32	0.024870	9.52	36.98	18.27	1.94
5	249.22	146.56	148.01	149.07	151.91	0.075964	11.17	31.39	25.69	3.06
6	249.22	143.61	149.60	147.41	149.94	0.000950	3.36	126.58	33.27	0.44
6.9	249.22	142.96	149.60	146.75	149.90	0.000631	2.93	134.55	29.02	0.36
7 Br U	Bridge	142.96	148.10	147.38	149.77	-	5.77	-	8.57	-
7 Br D	Bridge	142.96	147.94	147.38	149.71	-	5.95	-	8.69	-
7.1	249.22	142.96	148.89	146.75	149.30	0.000975	3.37	114.44	27.50	0.44
8	249.22	142.73	147.24	147.24	149.14	0.005879	6.91	59.48	17.51	1.04
9	249.22	141.82	144.51	145.69	148.34	0.028753	10.78	42.73	21.16	2.11

10	249.22	140.78	143.17	144.39	146.80	0.031492	10.13	40.93	22.09	2.15
11	249.22	139.13	142.87	142.53	143.41	0.004594	5.40	127.86	64.04	0.89
12	249.22	137.77	141.38	141.86	142.86	0.009247	7.46	95.06	74.56	1.26
12.9	249.22	136.55	141.37	140.92	141.69	0.001484	3.55	201.85	111.21	0.53
13 Br U	Bridge	136.55	141.52	140.76	141.62	-	2.01	-	111.49	-
13 Br D	Bridge	136.55	141.51	140.76	141.61	-	2.03	-	111.46	-
13.1	249.22	136.55	140.92	140.92	141.56	0.002913	4.65	152.12	108.65	0.72
14	249.22	135.87	138.43	138.98	140.88	0.038304	11.76	59.47	51.28	2.39
15	249.22	133.34	137.54	137.54	138.62	0.006920	7.02	85.50	33.38	1.10
16	249.22	128.82	131.71	132.71	135.63	0.026455	10.34	43.83	30.14	2.02
17	249.22	126.24	130.21	131.09	132.64	0.011206	8.66	69.32	45.76	1.40
18	249.22	124.35	127.17	127.98	130.09	0.034201	12.22	61.79	51.95	2.32
19	249.22	121.48	123.64	124.53	126.64	0.040793	11.04	46.60	29.48	2.42
20	249.22	118.03	120.90	121.53	123.47	0.016136	8.40	48.91	22.79	1.60
21	249.22	116.75	119.24	118.71	119.99	0.012898	6.85	94.31	60.48	1.39
22	249.22	113.87	116.96	117.45	118.38	0.015359	8.69	95.53	86.25	1.58
22.9	249.22	110.98	115.88	115.41	116.26	0.002116	3.82	165.34	79.39	0.55
23 Br U	Bridge	110.98	116.05	115.07	116.18	-	2.26	-	79.61	-
23 Br D	Bridge	110.98	116.03	115.07	116.17	-	2.28	-	79.59	-
23.1	249.22	110.98	115.41	115.41	116.11	0.003957	4.88	128.33	78.80	0.74
24	249.22	110.06	112.14	112.82	115.00	0.040392	9.93	48.60	37.45	2.33
25	249.22	109.40	112.58	112.19	113.04	0.004248	4.63	140.59	95.00	0.83
26	249.22	106.07	108.11	108.09	108.52	0.011645	5.69	123.21	122.35	1.28
27	249.22	101.87	105.01	104.81	105.56	0.009921	7.02	99.08	52.69	1.27
28	249.22	98.94	102.35	102.77	103.81	0.011899	8.16	81.99	49.13	1.41
29	249.22	94.48	96.77	97.39	98.76	0.022210	8.47	68.70	70.93	1.80
30	249.22	91.07	92.75	93.07	93.90	0.031897	8.31	81.85	89.39	2.06
31	249.22	87.62	89.59	89.40	89.86	0.006492	4.18	153.23	128.01	0.95
31.9	249.22	85.46	87.92	87.52	88.33	0.006123	4.66	117.52	62.12	0.96
32 Br U	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32 Br D	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32.1	249.22	85.46	87.33	87.52	88.25	0.019500	6.89	81.00	60.62	1.63

32.9	249.22	82.42	86.36	85.55	86.67	0.003288	4.69	160.40	82.29	0.76
33 Br U	Bridge	82.42	85.92	85.92	86.63	-	6.55	-	71.60	-
33 Br D	Bridge	82.42	85.92	85.92	86.63	-	6.55	-	71.60	-
33.9	249.22	82.42	85.36	85.55	86.57	0.015252	8.27	82.68	58.61	1.56
34	249.22	79.69	82.43	83.14	84.79	0.020699	9.21	62.14	44.91	1.79

4) Simulazione stato dell'evento - Ponti Ostruiti

La simulazione è condotta utilizzando le sezioni rilevate dello stato attuale, ma introducendo il riempimento delle zone erose delle sezioni n. 12 e 13 in destra idrografica e della sezione 23 in sinistra idrografica, utilizzando le testimonianze, i dati cartografici e le immagini satellitari in modo che la morfologia delle sezioni sia più simile a quella della sezione al momento della piena.

In questo scenario sono stati considerati ostruiti i ponti in sezione n. 13 e 23 per ricreare il più fedelmente possibile la situazione verificatasi durante l'evento del 25/10/2011.

Il riempimento delle sezioni e l'ostruzione del ponte sono localizzati ad una distanza dalla sezione in cui è stata rilevata la traccia di piena sufficiente affinché non se ne risentano gli effetti. Si vedano i risultati della simulazione nelle Figure 2.33- 2.37. I risultati numerici della simulazione sono riportati in Tabella 2.12.

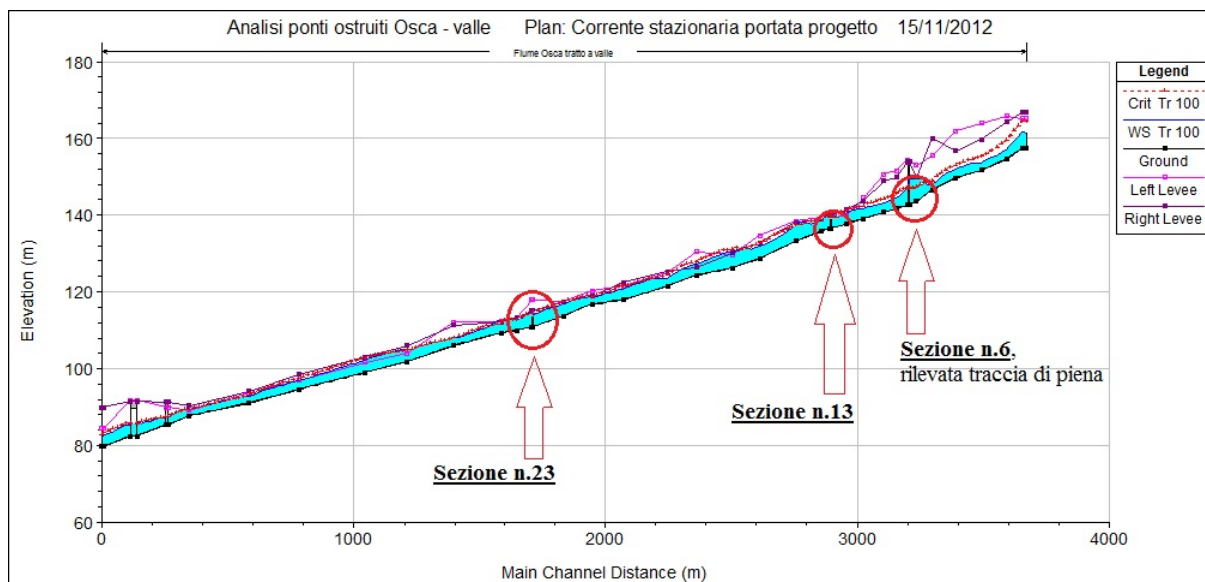


Figura 2. 33 - Profilo simulazione Osca tratto Tresana con Tempo di ritorno 100 anni, ponti ostruiti e alvei ricostruiti.

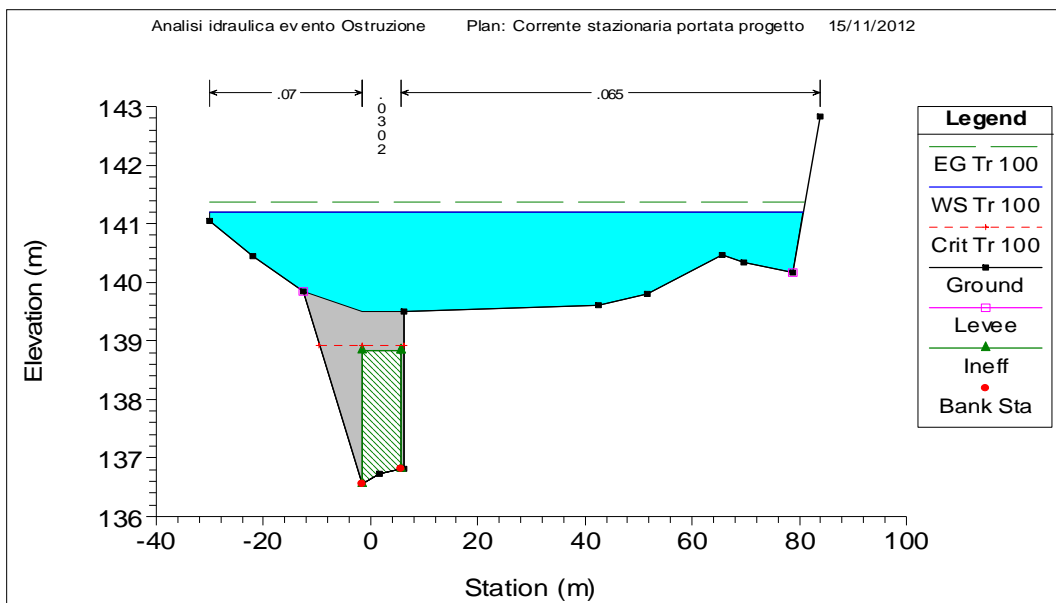


Figura 2. 34 - Sezione n.13; lato monte del ponte vicino all'allevamento ittico in località "Tresana paese", alveo ricostruito.

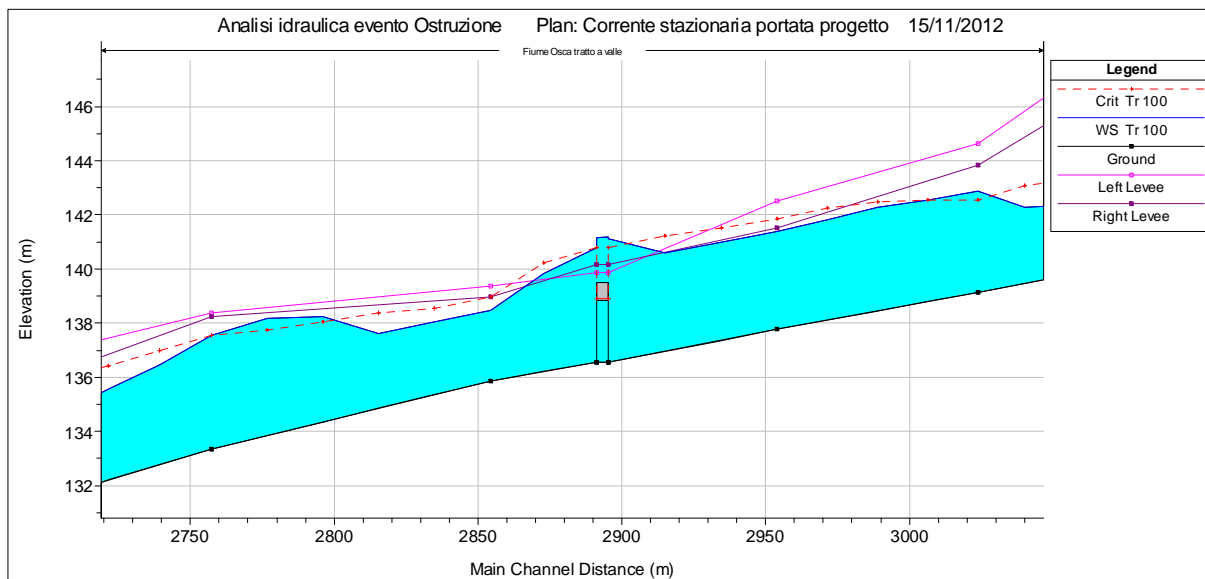


Figura 2. 35 - Particolare del profilo del tratto Tresana sezione n.13, alveo ricostruito e ponti ostruiti.

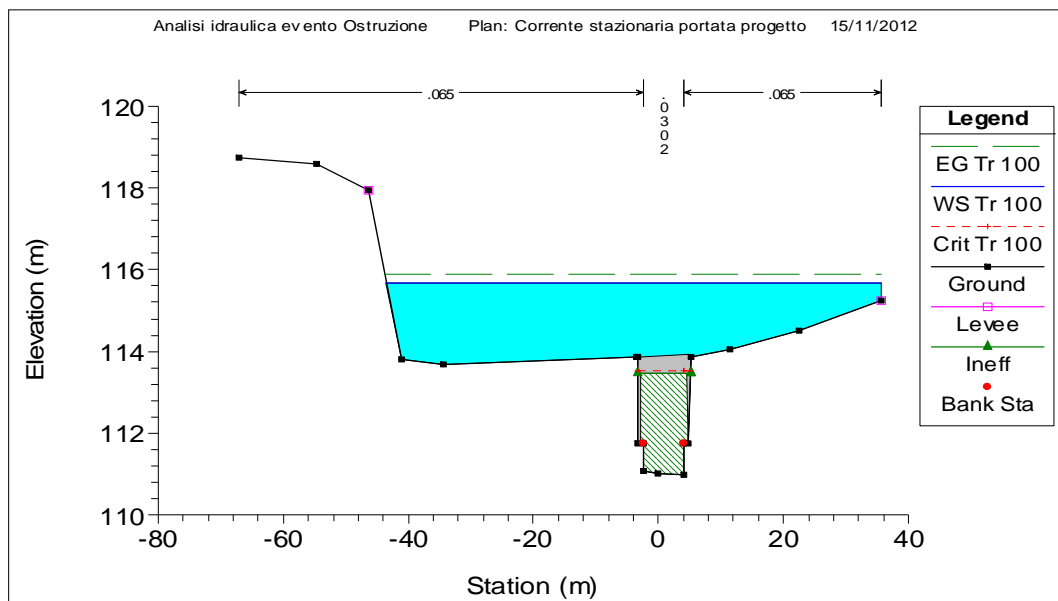


Figura 2. 36 - Sezione n.23; lato monte del ponte 1km a valle dell'allevamento ittico in località "Tresana paese", alveo ricostruito.

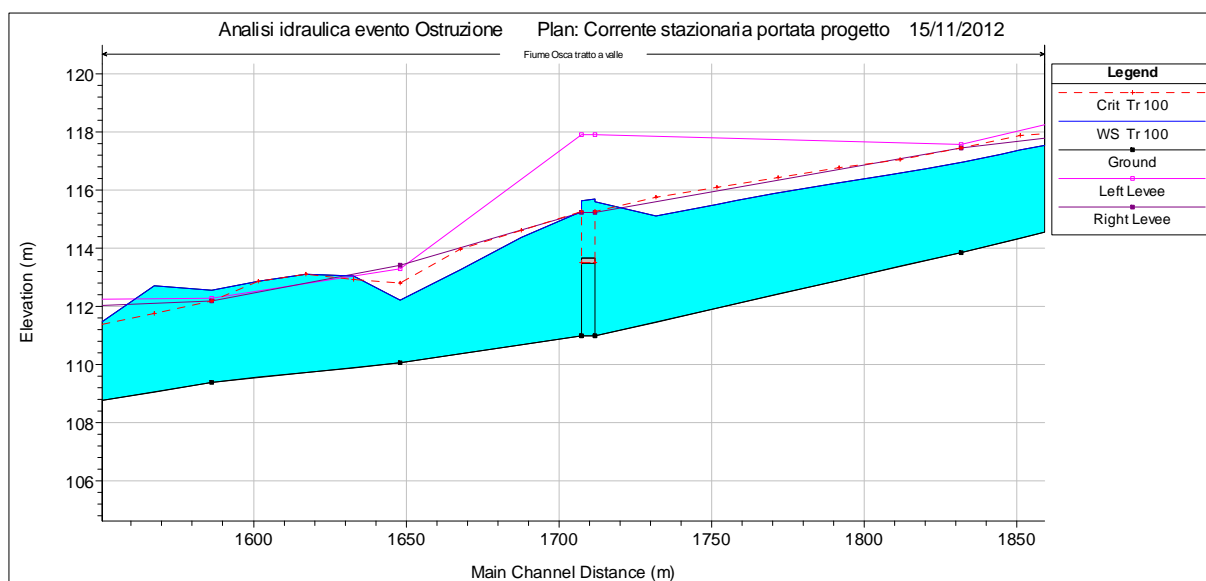


Figura 2. 37 - Particolare del profilo del tratto Tresana sezione n.23, alveo ricostruito e ponti ostruiti.

Tabella 2. 12 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osca nel tratto di Tresana con Tempi di ritorno 100 anni in condizione di ponti ostruiti e sezioni ricostruite

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA CON TEMPO DI RITORNO DI 100 ANNI										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	249.22	157.53	161.58	164.62	173.37	0.038383	16.47	21.82	9.34	2.61
2	249.22	154.66	156.91	159.56	169.54	0.096144	17.60	18.95	10.41	3.75
3	249.22	151.74	153.68	155.30	160.18	0.065976	12.54	24.69	16.52	2.99
4	249.22	149.62	152.02	153.08	155.56	0.029517	10.03	34.79	18.13	2.09
5	249.22	146.56	147.96	149.03	151.92	0.074976	10.86	30.28	25.58	3.02
6	249.22	143.61	149.61	147.39	149.92	0.000910	3.28	126.71	33.28	0.43
6.9	249.22	142.96	149.43	146.96	149.89	0.000889	3.41	105.19	23.53	0.43
7 Br U	Bridge	142.96	148.14	147.37	149.77	-	5.72	-	8.54	-
7 Br D	Bridge	142.96	147.40	147.40	149.65	-	6.69	-	9.09	-
7.1	249.22	142.96	148.28	147.12	149.25	0.002223	4.73	79.62	21.08	0.66
8	249.22	142.73	147.24	147.24	149.14	0.005879	6.91	59.48	17.51	1.04
9	249.22	141.82	144.51	145.69	148.34	0.028753	10.78	42.73	21.16	2.11
10	249.22	140.78	143.17	144.39	146.80	0.031492	10.13	40.93	22.09	2.15
11	249.22	139.13	142.87	142.53	143.41	0.004594	5.40	127.86	64.04	0.89
12	249.22	137.77	141.38	141.86	142.86	0.009245	7.46	95.07	74.56	1.26
12.9	249.22	136.55	141.11	140.80	141.40	0.005061	4.08	157.93	110.71	0.86
13 Br U	Bridge	136.55	141.21	138.91	141.36	-	1.90	-	110.89	-
13 Br D	Bridge	136.55	141.16	138.91	141.32	-	1.95	-	110.79	-
13.1	249.22	136.55	140.78	140.78	141.29	0.010150	5.21	122.18	106.52	1.19
14	249.22	135.87	138.49	138.98	140.67	0.033831	11.22	62.36	51.46	2.25
15	249.22	133.34	137.56	137.56	138.63	0.007135	7.22	86.16	33.39	1.13
16	249.22	128.82	131.76	132.71	135.46	0.024594	10.09	45.22	30.50	1.95
17	249.22	126.24	130.21	131.09	132.64	0.011206	8.66	69.32	45.76	1.40
18	249.22	124.35	127.17	127.98	130.09	0.034201	12.22	61.79	51.95	2.32
19	249.22	121.48	123.64	124.53	126.64	0.040793	11.04	46.60	29.48	2.42
20	249.22	118.03	120.90	121.53	123.47	0.016136	8.40	48.91	22.79	1.60
21	249.22	116.75	119.24	118.71	119.99	0.012898	6.85	94.31	60.48	1.39

22	249.22	113.87	116.96	117.45	118.38	0.015359	8.69	95.53	86.25	1.58
22.9	249.22	110.98	115.61	115.26	115.93	0.007511	4.14	124.88	79.05	0.91
23 Br U	Bridge	110.98	115.69	113.52	115.89	-	2.06	-	79.15	-
23 Br D	Bridge	110.98	115.63	113.52	115.85	-	2.14	-	79.08	-
23.1	249.22	110.98	115.26	115.26	115.82	0.016106	5.38	97.34	78.60	1.29
24	249.22	110.06	112.22	112.82	114.75	0.034093	9.38	51.52	37.73	2.16
25	249.22	109.40	112.58	112.19	113.04	0.004248	4.63	140.59	95.00	0.83
26	249.22	106.07	108.11	108.09	108.52	0.011645	5.69	123.21	122.35	1.28
27	249.22	101.87	105.01	104.81	105.56	0.009921	7.02	99.08	52.69	1.27
28	249.22	98.94	102.35	102.77	103.81	0.011899	8.16	81.99	49.13	1.41
29	249.22	94.48	96.77	97.39	98.76	0.022210	8.47	68.70	70.93	1.80
30	249.22	91.07	92.75	93.07	93.90	0.031897	8.31	81.85	89.39	2.06
31	249.22	87.62	89.59	89.40	89.86	0.006492	4.18	153.23	128.01	0.95
31.9	249.22	85.46	87.92	87.52	88.33	0.006123	4.66	117.52	62.12	0.96
32 Br U	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32 Br D	Bridge	85.46	87.54	87.54	88.28	-	6.19	-	56.44	-
32.1	249.22	85.46	87.33	87.52	88.25	0.019500	6.89	81.00	60.62	1.63
32.9	249.22	82.42	86.36	85.55	86.67	0.003288	4.69	160.40	82.29	0.76
33 Br U	Bridge	82.42	85.92	85.92	86.63	-	6.55	-	71.60	-
33 Br D	Bridge	82.42	85.92	85.92	86.63	-	6.55	-	71.60	-
33.9	249.22	82.42	85.36	85.55	86.57	0.015252	8.27	82.68	58.61	1.56
34	249.22	79.69	82.43	83.14	84.79	0.020699	9.21	62.14	44.91	1.79

3. PROPOSTE ED ANALISI DI INTERVENTI STRUTTURALI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DA DINAMICA D'ALVEO

3.1 Canale di Borra Grande

A seguito dei dissesti avvenuti in località "Madonna del Canale", gli interventi sono volti a ricollocare l'alveo fluviale e a stabilizzare il pendio in sinistra idraulica, già soggetto a frane durante l'evento del 25/10/2011 (TAVOLA OSC 2.2).

Le geometrie delle sezioni sono progettate in modo da garantire un franco di sicurezza minimo di 1 metro riferito alla portata al colmo con tempi di ritorno di 200 anni.

La larghezza effettiva dell'alveo inciso è stata progettata in modo da garantire il franco di sicurezza in vista della eventuale realizzazione della passerella pedonale per ripristinare l'accesso alla chiesa, che al momento risulta essere isolata.

In particolare, lo stato di progetto del tratto considerato (TAVOLA OSC 2.2A) prevede:

- lo spostamento dell'asse dell'alveo inciso di 4 - 5 metri verso la destra idrografica;
- Il mantenimento dell'alveo inciso sgombro da vegetazione;
- la costruzione di una struttura di contenimento in sponda destra, con eventuale presenza di piante arbustive autoctone quali Salici, per aumentare la stabilità della sponda.
- la realizzazione di una protezione sulla sponda sinistra mediante scogliera e risagomatura della versante sovrastante. La scogliera può essere realizzata con materiali reperibili in sito, prevedendo eventualmente sistemi di legatura e di ancoraggio. L'estensione della scogliera è di circa 80 metri, con possibilità di un'ulteriore estensione per altri 70 metri circa, nel caso in cui il versante in sinistra idrografica presentasse situazioni di instabilità non rilevate al momento del sopralluogo (TAVOLA OSC 2.2).

Lo stato di progetto è stato verificato mediante simulazioni idrauliche in moto permanente e a fondo fisso. I valori dei coefficienti di Manning sono riportati in tabella 3.1.

Tabella 3. 13 - Coefficienti di Manning allo stato di progetto del Canale di Borra Grande

n sinistra idraulica	n alveo inciso	n destra idraulica
0.07	0.0362	0.07
dovuto ai salici o a vegetazione di tipo arbustiva	preso in considerazione D90, alveo sgombro da vegetazione	dovuto ai salici o a vegetazione di tipo arbustiva

Poiché lo stato di progetto prevede un assetto di vegetazione arbustiva nelle aree spondali con età media di 5 anni, e un alveo inciso privo di vegetazione, è necessario prevedere le idonee attività di manutenzione per garantire il mantenimento delle ipotesi progettuali.

La simulazione dello stato di progetto non presenta criticità per il deflusso come già evidenziato con le simulazioni dello stato attuale, presentando un andamento tipico dei corsi d'acqua torrentizi (Figura 3.1).

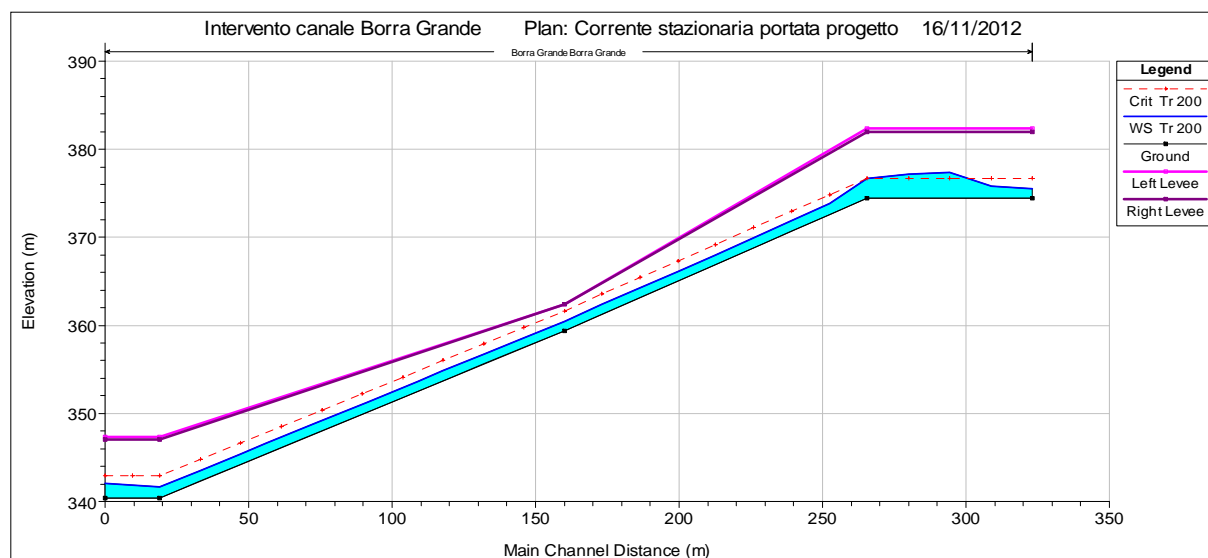


Figura 3. 1 - Profilo modellazione idraulica allo stato di progetto con Tempo do ritorno 200.

3.2 Torrente Osca nel tratto Montale

Lo stato di progetto prevede:

- un assetto planimetrico praticamente coincidente con quello attuale, ad eccezione del tratto in prossimità della sezione n. 10 ove l'alveo inciso è traslato verso la sinistra idrografica di circa 4 metri;
- una geometria delle sezioni tale da garantire un franco di sicurezza minimo di 1 metro riferito alla portata al colmo con tempi di ritorno di 200 anni, comprendente un alveo a sezione composta con larghezza dell'alveo inciso pari a circa 9 metri e larghezza totale pari a circa 27 metri;
- l'adeguamento della sezione del ponte (sez. n. 10) mediante innalzamento del nuovo intradosso ad una quota tale da consentire il passaggio della piena con livello idrico pari a 252.06 m. s.l.m;
- l'assetto vegetazionale arbustivo prevede in area golenale piante ad alta densità con età media di 5 anni, data la natura fortemente boschiva della zona, mentre l'alveo inciso deve essere mantenuto privo di vegetazione.

I valori dei coefficienti di Manning sono riportati in tabella:

Tabella 3. 2 - Coefficienti di Manning allo stato di progetto del Torrente Osca tratto Montale

n sinistra idraulica	n alveo inciso	n destra idraulica
0.115	0.0337	0.1035
dovuto ai salici o ad alberi, generalmente Ontani neri	preso in considerazione D90, alveo sgombro da vegetazione	dovuto ai salici o ad alberi, generalmente Ontani neri

Al fine di garantire il mantenimento delle scabrezze di progetto, per quanto sopra, deve essere prevista una manutenzione per la pulizia dell'alveo inciso e una manutenzione selettiva in area golenale per vegetazione a fusto, finalizzata alla rimozione di vegetazione morta e controllo della densità e delle dimensioni degli esemplari.

Nella sezione 10 (TAVOLA OSC 2.3A) è tracciata in rosso la luce del ponte allo stato attuale e il livello del piano stradale, mentre in blu sono evidenziati i livelli idrici prodotti con le simulazioni allo stato di progetto con tempi di ritorno pari a 30, 100 e 200 anni (si veda anche la Tabella 3.13).

Tabella 3. 3 - Confronto livelli idrici della simulazione idraulica con Tr 200 anni nella sezione n.10

Sezione	Livello stato attuale con Tr 200	Livello stato di progetto con Tr 200
10	255.13 m s.l.m.	252.06 m s.l.m.

Si noti che per la casa ubicata in corrispondenza della sezione 6 permangono elevate condizioni di rischio idraulico. In questo caso, data la prossimità del piano abitativo all'alveo inciso del torrente, non è stato possibile individuare alcun intervento di messa in sicurezza.

I risultati delle simulazioni sono illustrati nella Figure 3.2 e in forma numerica nella Tabella 3.4.

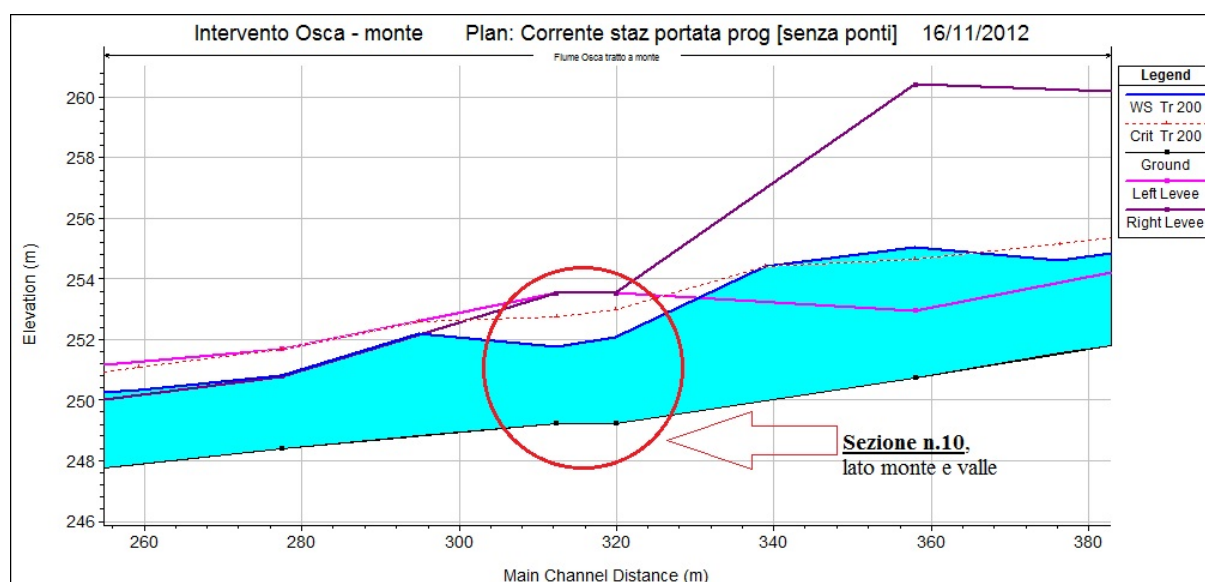


Figura 3. 2 - Particolare da sezione n.9 a n.11 del profilo della simulazione allo stato di progetto.

Tabella 3. 4 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osca nel tratto di Montale allo stato di progetto con portata con tempo di ritorno di 200 anni

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA CON TEMPO DI RITORNO DI 200 ANNI ALLO STATO DI PROGETTO										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	277.55	280.34	283.47	285.13	290.30	0.074275	16.67	46.00	26.38	3.07
2	277.55	274.14	277.19	278.80	283.39	0.048217	13.32	45.75	27.43	2.48
3	277.55	269.39	273.93	273.52	274.60	0.005443	6.00	132.38	47.14	0.90
3.9	277.55	265.61	273.94	271.06	274.34	0.001242	4.26	203.12	46.49	0.47
4 Br U	Bridge	265.61	271.08	271.08	274.08	-	9.75	-	14.40	-
4 Br D	Bridge	265.61	271.44	271.44	273.48	-	8.42	-	30.64	-
4.1	277.55	265.61	269.81	271.05	273.88	0.024308	11.84	75.17	39.91	1.87
5	277.55	264.21	267.85	269.27	272.85	0.031621	12.29	62.94	44.31	2.07
6	277.55	260.96	264.23	265.48	269.76	0.046483	14.02	72.97	60.25	2.48
7	277.55	258.18	260.84	261.66	263.93	0.072711	15.33	83.72	70.18	3.00
8	277.55	254.68	256.59	257.22	258.77	0.065657	10.99	88.50	79.52	2.63
9	277.55	250.74	255.04	254.65	255.78	0.005822	5.96	154.72	54.44	0.92
10	277.55	249.21	252.06	252.98	255.23	0.021834	8.82	54.27	23.26	1.67
11	277.55	249.21	251.74	252.75	255.03	0.028048	9.23	47.98	24.17	1.85
12	277.55	248.40	250.78	251.65	253.79	0.054994	12.37	60.99	42.01	2.56
13	277.55	245.23	247.48	247.83	248.70	0.037170	9.75	86.71	66.16	2.09
14	277.55	243.61	245.54	245.48	246.10	0.022257	6.83	107.23	73.82	1.57

3.3 Torrente Osca nel tratto Tresana

Gli interventi previsti nel tratto del Torrente Osca che va dall'abitato di Tresana fino al ponte dell'autostrada A 15 riguardano:

- La riprofilatura delle sezioni idrauliche per garantire un franco di sicurezza minimo di 1 metro riferito alla portata al colmo con tempi di ritorno di 200 anni;
- la risagomatura del tratto in prossimità della sezione n.12 (TAVOLA OSC 2.4A) comprendente:

- Lo spostamento dell'asse dell'alveo inciso di circa 4 metri in destra idrografica;
 - L'innalzamento degli argini di circa 0,4 metri;
 - Un 'alveo inciso della larghezza di 13 metri circa, mantenuto sgombro da vegetazione;
 - Una larghezza complessiva dell'alveo di circa 27 metri;
 - Sponde con vegetazione arbustiva autoctona;
- la risagomatura del tratto della sezione n.13 (TAVOLA OSC 2.4B) comprendente:
- Lo spostamento dell'asse dell'alveo inciso di circa 4 metri in destra idrografica;
 - Rifacimento del ponte considerando un livello idrico di riferimento pari a 138.6 metri s.l.m.; in sezione (TAVOLA OSC 2.4B) è tracciata in rosso la luce del ponte allo stato attuale e il livello del piano stradale, mentre in blu sono evidenziati i livelli idrici prodotti con le simulazioni allo stato di progetto con tempi di ritorno pari a 30, 100 e 200 anni.
 - L'innalzamento dell'estradosso del ponte e quindi del piano stradale di circa 1,3 metri;
 - La larghezza dell'alveo inciso di 16 metri circa, mantenuto sgombro da vegetazione;
 - La larghezza complessiva dell'alveo da argine sinistro a quello destro di circa 27 metri.
 - Sponde con vegetazione arbustiva autoctona.

In entrambe le sezioni (12 e 13) è stato ipotizzato un riempimento delle sezioni nelle parti che furono erose dal torrente durante l'evento del 25/10/2012.

In planimetria (TAVOLA OSC 2.4), tra la sezione n.13 e la 14 in destra idrografica, si può notare la presenza dell'area dell'allevamento ittico che ha subito i maggiori danni strutturali. Dalla simulazione idraulica (Figura 3. 3) si vede come nella sezione n.14 sussista una situazione critica dovuto ad una insufficienza di contenimento. Tale insufficienza è dovuta alle geometrie degli argini che attualmente risultano essere non integri a causa dei danneggiamenti connessi alla parziale distruzione dell'allevamento ittico. Si noti che nella zona circostante questo tratto non sono presenti situazioni di pericolo per gli abitanti o in assenza di elementi sensibili.

Per i tratti di valle, gli interventi di progetto prevedono per la sezione n.23 (TAVOLA OSC 2.5A):

- Rifacimento del ponte considerando un livello idrico di riferimento pari a 115.23 metri m s.l.m.;
- Lo spostamento dell'asse dell'alveo inciso di circa 1 metro in sinistra idrografica;
- La larghezza dell'alveo inciso di 10 metri circa e mantenuto sgombro da vegetazione;
- La larghezza dell'alveo da argine sinistro a quello destro di circa 21 metri;

Gli interventi di progetto per la sezione n.24 (TAVOLA OSC 2.5A) comprendono:

- La rimodellazione della sezione mediante lo spostamento di sedimenti dall'asse dell'alveo inciso verso la destra idrografica; l'intervento mira al riposizionamento dei sedimenti in alveo, nel tratto del Torrente Osca tra la località "Tresana paese" e il ponte dell'autostrada A 15, per agevolare il deflusso delle portate durante gli eventi di piena.

Nella planimetria in TAVOLA OSCA 2.5 si vede come l'asse dell'alveo inciso non sia stato modificato in maniera sensibile; pertanto gli interventi di progetto riguardano l'assetto delle sponde e degli argini impattati dall'evento del 25/10/2011.

La simulazione idraulica nello stato di progetto è illustrata nelle Figura 3.3, 3.4; i valori numerici sono riportati in Tabella 3.6.

I valori dei coefficienti di Manning delle sezioni n.12 - 13 - 14 e n. 22 - 23 - 24 sono riportati in tabella 3.5.

Tabella 3. 5 - Coefficienti di Manning allo stato di progetto del Torrente Osca tratto Tresana

Sezione	n sinistra idraulica	n alveo inciso	n destra idraulica
12	0.07 dovuto ai salici o vegetazione arbustiva	0.0302 preso in considerazione D90, alveo sgombro da vegetazione	0.065 dovuto ai salici o vegetazione arbustiva
13			
14			
22	0.07 dovuto ai salici o vegetazione arbustiva	0.0302 preso in considerazione D90, alveo sgombro da vegetazione	0.07 dovuto ai salici o vegetazione arbustiva
23			
24			

Al fine di garantire il mantenimento delle scabrezze di progetto, per quanto sopra, deve essere prevista una manutenzione per la pulizia dell'alveo inciso e una manutenzione selettiva in area golenale per vegetazione a fusto, finalizzata alla rimozione di vegetazione morta e controllo della densità e delle dimensioni degli esemplari.

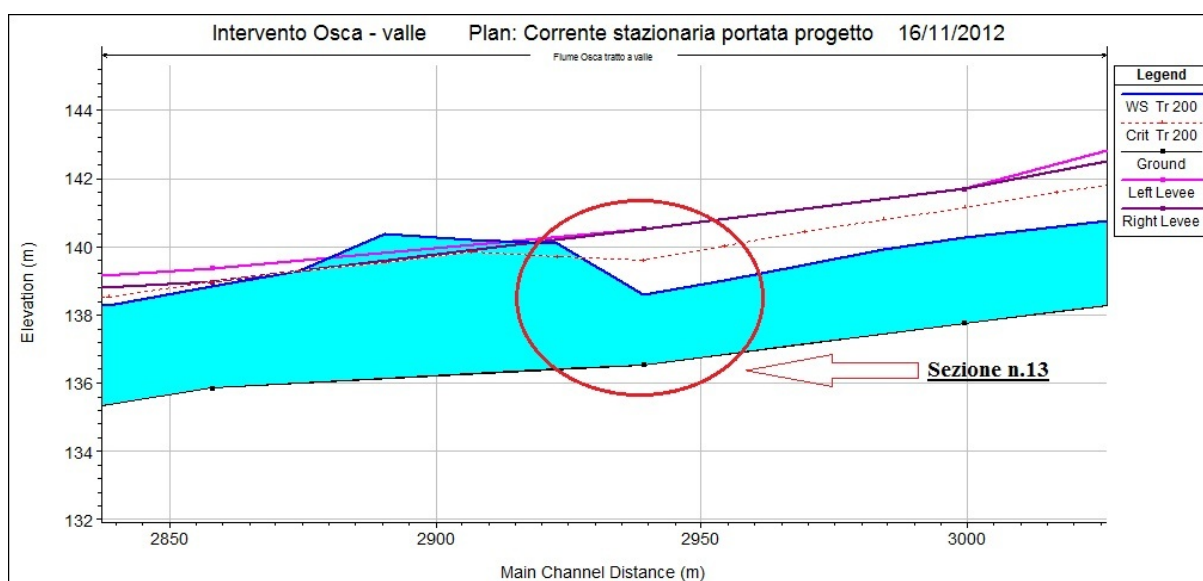


Figura 3. 4 - Particolare da sezione n.12 a n.14 del profilo della simulazione allo stato di progetto.

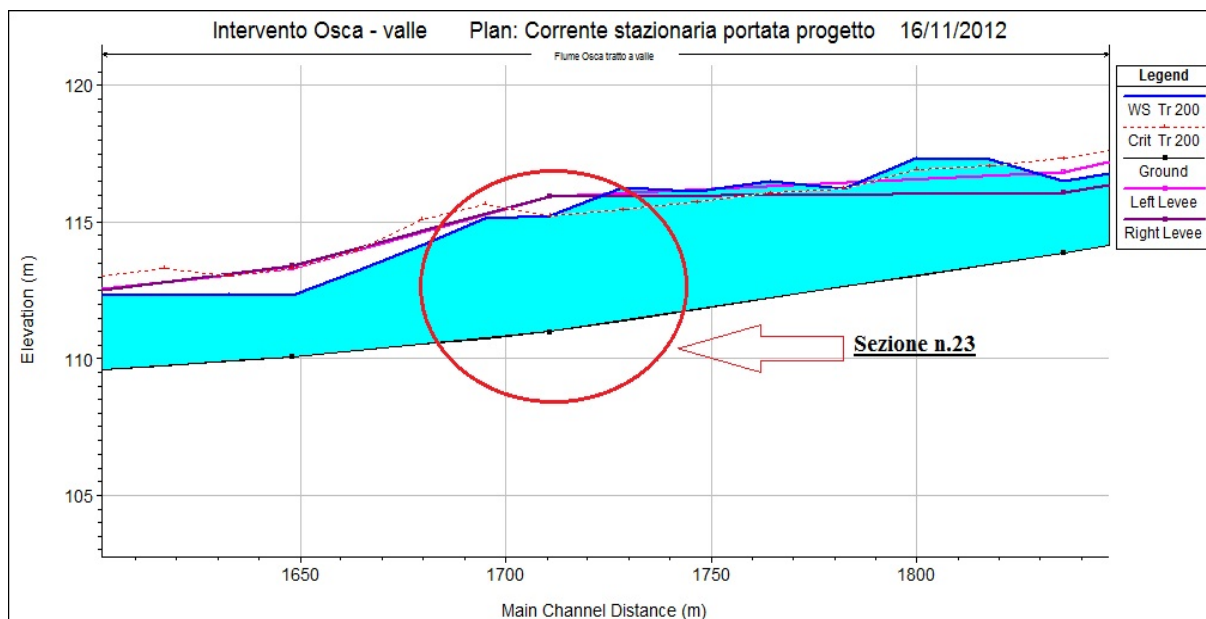


Figura 3. 5 - Particolare da sezione n.22 a n.24 del profilo della simulazione allo stato di progetto.

Tabella 3. 6 - Sintesi dei risultati della simulazione idraulica del Torrente Osca nel tratto di Tresana allo stato di progetto con portata con tempo di ritorno di 200 anni

RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA CON TEMPO DI RITORNO DI 200 ANNI ALLO STATO DI PROGETTO										
River Station	Q tot	Min Ch Elev	WS Elev	Crit WS	EG Elev	EG slope	Vel Ch	Flow Area	Top Width	Froude # Ch
	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
1	289.37	157.53	161.90	165.34	174.98	0.038863	17.46	25.00	10.01	2.66
2	289.37	154.66	157.13	160.11	171.17	0.094867	18.60	21.24	10.56	3.78
3	289.37	151.74	153.87	155.62	161.01	0.067470	13.48	27.90	17.07	3.06
4	289.37	149.62	152.32	153.32	155.97	0.030617	11.16	40.20	18.47	2.18
5	289.37	146.56	148.21	149.31	152.08	0.062888	11.16	36.70	26.18	2.85
6	289.37	143.61	150.46	147.69	150.76	0.000739	3.24	157.14	36.95	0.40
6.9	289.37	142.96	150.44	147.06	150.73	0.000538	2.92	159.59	30.69	0.34
7 Br U	Bridge	142.96	148.83	147.80	150.59	-	5.93	-	8.03	-
7 Br D	Bridge	142.96	148.58	147.83	150.51	-	6.21	-	8.22	-
7.1	289.37	142.96	149.52	147.28	150.11	0.001147	3.91	132.30	28.85	0.49
8	289.37	142.73	147.83	147.83	149.95	0.006216	7.73	70.12	18.48	1.09

9	289.37	141.82	144.70	146.01	149.03	0.029893	11.52	46.86	21.57	2.18
10	289.37	140.78	143.49	144.68	147.44	0.028595	10.53	48.25	26.66	2.09
11	289.37	139.13	141.10	142.27	144.82	0.030346	8.97	40.19	31.89	2.06
12	289.37	137.77	140.27	141.14	143.18	0.017930	8.07	47.10	23.01	1.64
13	289.37	136.55	138.60	139.60	141.93	0.024169	8.30	39.74	21.88	1.85
14	289.37	135.87	138.83	138.98	140.57	0.012914	7.38	80.12	52.52	1.41
15	289.37	133.34	137.77	137.77	138.96	0.007239	7.45	93.19	33.48	1.14
16	289.37	128.82	131.92	132.60	136.03	0.025934	10.76	50.18	31.76	2.02
17	289.37	126.24	130.04	131.24	133.81	0.016129	10.04	61.49	45.06	1.66
18	289.37	124.35	127.26	128.13	130.59	0.038518	13.24	66.65	54.34	2.48
19	289.37	121.48	123.95	124.69	126.72	0.032131	10.73	55.89	30.24	2.20
20	289.37	118.03	121.18	122.08	123.97	0.015645	8.81	55.48	24.37	1.60
21	289.37	116.75	119.05	119.40	120.62	0.018624	7.75	82.89	60.26	1.65
22	289.37	113.87	116.47	117.31	118.82	0.015142	7.20	61.51	55.31	1.50
23	289.37	110.98	115.23	115.23	117.08	0.005677	6.51	64.01	19.37	1.01
24	289.37	110.06	112.39	113.30	115.77	0.039495	10.67	54.43	37.63	2.36
25	289.37	109.40	112.21	112.56	113.95	0.013948	7.73	72.23	36.92	1.48
26	289.37	106.07	108.20	108.19	108.66	0.012380	6.04	134.22	122.70	1.33
27	289.37	101.87	105.20	104.97	105.79	0.009971	7.33	109.22	52.82	1.29
28	289.37	98.94	102.56	102.93	104.06	0.011759	8.44	92.33	49.93	1.42
29	289.37	94.48	96.90	97.53	98.98	0.022404	8.84	78.37	72.52	1.83
30	289.37	91.07	93.20	93.14	93.79	0.013106	6.25	122.82	95.58	1.37
31	289.37	87.62	89.78	89.49	90.04	0.005546	4.11	177.91	128.33	0.89
31.9	289.37	85.46	88.13	87.66	88.57	0.005924	4.85	130.71	62.66	0.95
32 Br U	Bridge	85.46	87.69	87.69	88.52	-	6.54	-	56.42	-
32 Br D	Bridge	85.46	87.65	87.65	88.45	-	7.07	-	56.42	-
32.1	289.37	85.46	87.42	87.63	88.42	0.023851	7.90	86.59	60.85	1.82
32.9	289.37	82.42	86.46	86.10	86.83	0.003834	5.14	168.31	82.41	0.82
33 Br U	Bridge	82.42	86.03	86.03	86.78	-	6.87	-	71.75	-
33 Br D	Bridge	82.42	86.03	86.03	86.78	-	6.87	-	71.75	-
33.9	289.37	82.42	86.11	86.10	86.72	0.006748	6.41	139.39	81.97	1.08
34	289.37	79.69	83.66	83.35	84.40	0.004766	5.68	119.85	49.39	0.92

4. CONCLUSIONI

Lo studio condotto sul bacino del Torrente Osca ha permesso di ottenere un modello idraulico che ben riproduce le tracce di piena rilevate e l'evento del 25/10/2012.

Una delle aree maggiormente colpite dell'evento è la zona della chiesa in località "Madonna del Canale" in riva al Canale di Borra Grande non perché presenti criticità idrauliche ma a causa dell'instabilità del pendio in sinistra idraulica, già franato durante l'evento, e per la necessità di ripristinare l'accessibilità alla chiesa.

Il torrente Osca sembra non presentare aree a elevato rischio idraulico. Si rilevano tuttavia alcune criticità: la situazione a rischio dell'abitazione situata in sinistra idraulica all'altezza della sezione n.5 del torrente Osca, tratto di Montale, di difficile soluzione data l'ubicazione della casa stessa a circa 8 metri dall'alveo inciso;

l'evidente insufficienza idraulica degli attraversamenti stradali in località Montale e Tresana.

Lo studio ha mostrato come, soprattutto nei tratti montani del Torrente Osca, l'elevato grado di densità della vegetazione a fusto in area golenale abbia interagito sensibilmente al deflusso della piena, aumentando notevolmente i livelli di scabrezza e producendo il materiale flottante che ha causato le ostruzioni delle già ridotte luci degli attraversamenti stradali. Ciò indica la necessità di redigere un piano di manutenzione della vegetazione specialmente con riferimento alla specie autoctone ad alto grado rigenerativo quali Salice (di diversi tipologie e di difficile definizione data la tendenza a ibridarsi) e Ontano Nero.

ELENCO DELLE TAVOLE

1 QUADRO CONOSCITIVO

Tavola OSC 1 – Quadro di unione delle planimetrie del quadro conoscitivo

Tavola OSC 1.1 - Planimetria generale tratto 1

Tavola OSC 1.2 - Planimetria generale tratto 2

Tavola OSC 1.3 - Planimetria generale tratto 3

2 – PROPOSTE DI INTERVENTO

Tavola OSC 2.1 - Planimetria generale

Tavola OSC 2.2 - Planimetria locale, Canale di Borra Grande

Tavola OSC 2.2A - Sezione n.2 di progetto con interventi

Tavola OSC 2.3 - Planimetria locale, Torrente Osca tratto Montale

Tavola OSC 2.3A - Sezione n.10 di progetto con interventi

Tavola OSC 2.4 - Planimetria locale, Torrente Osca tratto Tresana sezioni n.12/13

Tavola OSC 2.4A - Sezione n.12 di progetto con interventi

Tavola OSC 2.4B - Sezione n.13 di progetto con interventi

Tavola OSC 2.5 - Planimetria locale, Torrente Osca tratto Tresana sezioni n.23/24

Tavola OSC 2.5A - Sezione n.23 di progetto con interventi

Tavola OSC 2.5B - Sezione n.24 di progetto con interventi