



Comune di Fermo

PROGETTO

VARIANTE AL P.P. N.6 "SAN MICHELE" NEL TERRITORIO COMUNALE DI
FERMO
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
(ai sensi della L.R. n.22/2011 - art.10 e della D.G.R. n.53/2014 - Titolo II)

FASE

VERIFICA PRELIMINARE - SEMPLIFICATA - COMPLETA

ELABORATO

Relazione tecnica

TAV.

A

SCALA

-

COMUNE DI FERMO

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

IL TECNICO

Ing. Massimo Livio Maravalle

PER I RILIEVI TOPOGRAFICI

Geom. Fabio Ciccoli

COMMESSA

PUB_0027

DIS./DWG.

E:\Archivio\Lavpub\0027\Consegna

REV.	DESCRIZIONE	DATA	PREPARATO	RIESAMINATO	VERIFICATO	VALIDATO
0	prima emissione	31/01/2018	M.B.	M.M.	M.M.	M.M.
1						
2						

STUDIO TECNICO DI PROGETTAZIONE

MARAVALLE Ing. MASSIMO LIVIO

Via Marechiaro, 1 - San Benedetto del Tronto (AP)
Via Ischia Prima, 34 - Grottammare (AP)
E-mail: massimomaravalle@gmail.com
Tel: 0735.500992 Fax: 0735.321123
Cell: 340 3902549

INDICE GENERALE

1. PREMESSA.....	3
2. VERIFICA PRELIMINARE.....	5
2.1 Individuazione del reticolo idrografico.....	5
2.2 Analisi bibliografica.....	6
2.3 Analisi storica.....	7
2.4 Conclusioni della verifica preliminare.....	7
3. VERIFICA SEMPLIFICATA.....	8
3.1 Analisi geomorfologica.....	8
3.2 Conclusioni della verifica semplificata.....	8
4. VERIFICA COMPLETA.....	9
4.1. Fosso Montesecco.....	10
4.1.1. Stima del carico idraulico.....	10
4.1.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia.....	10
4.1.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino.....	15
4.1.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso.....	16
4.1.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi.....	22
4.1.2. Verifiche idrauliche – stato attuale.....	25
4.1.2.1. Condizioni al contorno.....	25
4.1.2.2. Determinazione del profilo di piena.....	25
4.1.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica.....	29
4.2. Canale X.....	32
4.2.1. Stima del carico idraulico.....	32
4.2.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia.....	32
4.2.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino.....	32
4.2.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso.....	33
4.2.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi.....	37
4.2.2. Verifiche idrauliche – stato attuale.....	40
4.2.2.1. Condizioni al contorno.....	40
4.2.2.2. Determinazione del profilo di piena.....	40
4.2.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica.....	42
4.3. Fosso Monte Marino B.....	45
4.3.1. Stima del carico idraulico.....	45
4.3.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia.....	45
4.3.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino.....	45
4.3.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso.....	46
4.3.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi.....	50
4.3.2. Verifiche idrauliche – stato attuale.....	53
4.3.2.1. Condizioni al contorno.....	53
4.3.2.2. Determinazione del profilo di piena.....	53
4.3.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica.....	55
4.4. Fosso Monte Marino A.....	56
4.4.1. Stima del carico idraulico.....	56
4.4.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia.....	56
4.4.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino.....	56
4.4.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso.....	57
4.4.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi.....	61
4.4.2. Verifiche idrauliche – stato attuale.....	64
4.4.2.1. Condizioni al contorno.....	64
4.4.2.2. Determinazione del profilo di piena.....	64
4.4.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica.....	66
4.5. Fosso Valloscura.....	69
4.6. Conclusioni della verifica completa.....	71
5. MISURE DI MITIGAZIONE.....	73
5.1. Fosso Monte Marino B.....	73
5.2. Fosso Monte Marino A.....	75

6. INDICAZIONI DEL METODO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	77
7. CONCLUSIONI.....	79
7.1. Scenario attuale.....	79
7.2. Scenario post-mitigazione.....	79
7.3. Confronto tra lo scenario attuale e lo scenari post-mitigazione.....	80
7.4. Ulteriori precisazioni.....	81
APPENDICE 1: FOSSO MONTESECCO – RISULTATI HEC RAS.....	82
APPENDICE 2: CANALE X – RISULTATI HEC RAS.....	90
APPENDICE 3: FOSSO MONTE MARINO B – RISULTATI HEC RAS.....	97
APPENDICE 4: FOSSO MONTE MARINO A (STATO ATTUALE) – RISULTATI HEC RAS...117	
APPENDICE 5: FOSSO MONTE MARINO A (POST OPERAM) – RISULTATI HEC RAS.....	130

1. PREMESSA

Il Comune di Fermo, nell'ambito della progettazione della **Variante al Piano particolareggiato n.6 "San Michele"**, con Determinazione n°583 del 19/10/2017 ha incaricato l'Ing. Massimo Livio Maravalle, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Ascoli Piceno al n.A/1404, di redigere la **Verifica di compatibilità idraulica**, ai sensi dell' art. 10 della L.R. 22 del 23.11.2011. Parimenti, con Determinazione n°672 del 17/11/2017, il Comune di Fermo ha incaricato il Geom. Fabio Ciccoli, iscritto al Collegio Provinciale Geometri e Geometri Laureati di Fermo con il n.607, di effettuare i rilievi topografici necessari e propedeutici alla Verifica di Compatibilità Idraulica.

La Verifica di compatibilità idraulica è stata condotta sulla base delle seguenti norme:

- art.10, commi 1 e 2 della **Legge Regionale n.22/2011** (Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22)
- **D.G.R. n.53 del 21.01.2014** (Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica della trasformazioni territoriali), pubblicata sul B.U.R. della Regione Marche n.19 del 17.02.2014 (d'ora in avanti *Criteri*).

Inoltre sono stati perseguiti, per quanto possibile, i principi contenuti nelle:

- "LINEE GUIDA" generali, pubblicate in data 04.04.2014, e richiamate nel Titolo I della D.G.R. n.53/2014, seppur non vincolanti, ma di natura esplicativa dei contenuti dei *Criteri*; nello specifico si è consultata la parte "A" (Sviluppo della Verifica di compatibilità idraulica) delle Linee Guida.

La L.R. n.22/2011, all'articolo 10, comma 1 prevede che *"Gli strumenti di pianificazione del territorio e le loro varianti, da cui derivi una trasformazione territoriale in grado di modificare il regime idraulico, contengono una verifica di compatibilità idraulica, volta a riscontrare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello."*

Allo stesso articolo, comma 2 prevede che *"Ai fini di cui al comma 1, la verifica di compatibilità valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità."*

La D.G.R. n.53/2014 contiene i criteri tecnici utili alla definizione delle Verifiche di Compatibilità Idraulica (V.C.I.), nonché i principi per il perseguimento dell'"Invarianza idraulica (I.I.)", il tutto in attuazione di quanto previsto all'art.10, comma 4 della L.R. n.22/2011.

L'intervento proposto interessa una porzione del territorio comunale avente estensione

complessiva pari a circa 35ha, e posizionato nella primissima fascia collinare (tra la S.S.n.16 e la viabilità autostradale A14), in un contesto già parzialmente urbanizzato.

Lo strumento di pianificazione in esame, o meglio la sua variante, comporta una *trasformazione territoriale potenzialmente in grado di modificare il regime idraulico e riguarda aree interessanti superfici maggiori di 2 ha*; pertanto, ai sensi del titolo 2.2 dei *Criteri*, si rende necessaria la Verifica di Compatibilità Idraulica.

Come specificato al titolo 2.4 dei *Criteri*, la Verifica si sviluppa su tre diversi livelli di approfondimento:

- **Verifica preliminare:** Analisi Idrografica – bibliografica – storica
- **Verifica Semplificata:** Analisi Idrografica – bibliografica – storica e Analisi geomorfologica
- **Verifica Completa:** Analisi Idrografica – bibliografica – storica, Analisi Geomorfologica e analisi Idrologica – idraulica di dettaglio.

La presente Verifica di compatibilità idraulica è composta dai seguenti elaborati:

- **Tavola 1:** *Inquadramento e Carte tematiche*
- **Tavola 2:** *Individuazione del reticolo idrografico e dei bacini idrografici*
- **Tavola 3:** *Carta geomorfologica*
- **Tavola 4:** *Planimetria con tracce delle sezioni di verifica idraulica ed individuazione delle fasce a diversa pericolosità idraulica nelle condizioni ante operam*
- **Tavola 5:** *Progetto delle opere per mitigare la pericolosità idraulica ed individuazione delle fasce a diversa pericolosità idraulica nella condizione post operam*
- **Tavola 6:** *Planimetrie di confronto contenenti la sovrapposizione degli scenari di pericolosità ante e post mitigazione (definiti ai sensi della D.G.R. n.53/2014) con i comparti del Piano*
- **Tavola A:** *Relazione tecnica*

2. VERIFICA PRELIMINARE

La verifica preliminare viene condotta attraverso l'analisi idrografica-bibliografica-storica, con lo scopo di:

- individuare il reticolo idrografico storico e recente,
- individuare le aree inondabili mappate in strumenti di programmazione esistenti (PAI, PRG, Piano Comunale di protezione civile, o altri studi disponibili)
- raccogliere eventuali informazioni/segnalazioni di criticità per inondazioni/allagamenti, a seguito di passati eventi.

Dalle risultanze della verifica preliminare scaturisce la necessità o meno dell'eventuale assoggettamento ai successivi livelli di analisi della Verifica di Compatibilità idraulica.

A tal fine sono stati reperiti tutti i dati esistenti per ricostruire il reticolo idrografico attuale e storico (analisi idrografica), sono state raccolte le informazioni disponibili per l'individuazione delle aree inondabili (analisi bibliografica) e sono state raccolte le informazioni-segnalazioni relative a criticità ed eventi passati (analisi storica).

2.1 Individuazione del reticolo idrografico

Il reticolo idrografico principale e secondario è stato individuato secondo i criteri contenuti nella D.G.R. 53/2014 e nelle linee guida, nonché sulla base di una verifica puntuale sul territorio della rete idrografica esistente.

A tale scopo, sono state reperite le seguenti cartografie, i cui stralci sono riportati nella **Tavola 1:**

- Carta IGM scala 1:25.000 (anno 1953) – foglio 125 Quadrante 125-I
- Carta IGM scala 1:25.000 (anno 1992) – foglio 125 Quadrante 125-I
- Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 (anno 1990) – Sezz. 30414 e 31502
- Carta Tecnica Comunale scala 1:5.000
- Cartografia P.A.I. Scala 1:10.000 (aggiornamento 2016) – Tavola RI 54b e RI 60a
- Piano Comunale di emergenza scala 1:25.000 (anno 2016)
- Piano di Tutela delle Acque scala 1:25.000 (anno 2010)
- Mappe catastali scala 1:5.000

Dalla sovrapposizione delle varie rappresentazioni planimetriche, nonché in seguito a specifici sopralluoghi, è stato possibile definire il reticolo idrografico, come riportato nell'allegata **Tavola 2.**

I corsi d'acqua e/o canali naturali ed artificiali appartenenti al reticolo idrografico potenzialmente di interesse, da nord a sud, sono i seguenti:

- **Fosso Montesecco**
- **Canale X**
- **Canale S.S.16**
- **Fosso Monte Marino B**
- **Fosso Monte Marino A**
- **Fosso A14 – Monte Marino**
- **Fosso Valloscura**

Si precisa che:

- i nomi degli elementi del reticolo idrogafico sopra elencati sono stati desunti dalla Tavola 22.3 del "Piano di Emergenza Comunale" (anno 2016) del Comune di Fermo;
- il "Canale X" è stato così denominato in quanto non identificato in altri studi o nella cartografia reperita, e pertanto privo di idronimo;
- il "Fosso A14 – Monte Marino": in realtà trattasi di canale antropico che colletta verso valle, fino alla rete fognaria in corrispondenza della S.S.16, le acque della sorgente "Fonte de Sparecchia" e le acque drenate da un breve tratto di A14; prova ne è che nelle cartografie IGM non vi è traccia di codesto corso d'acqua;
- il "Canale SS16": trattasi di un collettore fognario la cui estremità di monte è ubicata in corrispondenza del bordo ovest della S.S.16, ma in codesto punto, per via della topografia e conformazione dei luoghi, non è in grado di intercettare acque meteoriche; nelle cartografie IGM non vi è traccia di codesto corso d'acqua.

Esclusivamente il Fosso Montesecco ed il Fosso Valloscura rientrano tra i corsi d'acqua demaniali individuati nelle mappe catastali.

Tutti i corsi d'acqua, nel tratto interessato dallo strumento urbanistico, non hanno affluenti e pertanto il reticolo secondario naturale è assente.

2.2 Analisi bibliografica

Come previsto nelle linee guida, sono state raccolte le informazioni disponibili relative alla individuazione di aree inondabili mappate negli strumenti di pianificazione esistenti e in altri studi disponibili.

In particolare sono state consultate le seguenti cartografie, i cui stralci sono riportati nella Tavola 1:

- Stralcio del P.A.I. vigente (aggiornamento 2016)
- Stralcio del "Piano Comunale di emergenza" (anno 2016)
- Stralcio del "Piano di Tutela delle Acque" (anno 2010)

2.3 Analisi storica

L'analisi storica non ha permesso di reperire informazioni documentate in merito ad eventi passati di criticità idraulica.

Tuttavia, durante i sopralluoghi svolti sul territorio si sono effettuate numerose interviste.

Si propongono, brevemente, le sole testimonianze che hanno riportato la sussistenza di passati eventi di criticità idraulica.

Sig. PANICONI SERGIO (Via Nazionale 41/43): Riferisce, in merito al fosso Monte Marino A, che il tratto immediatamente a monte dell'attraversamento della S.S.16, in occasione di piogge intense, si trova solitamente in condizioni “al limite”, soprattutto quando vi è in alveo la presenza di detriti e/o materiale di sfalcio.

Sig. TURTU' ANDREA (Via Nazionale 160): Riferisce di eventi di criticità che in passato hanno interessato il fosso Montesecco con fuoriuscite immediatamente a monte della SS16, ma dovuti alla presenza di tronchi e vegetazione in alveo. Inoltre, in merito al Canale X, con cui confina, afferma che in esso vengono convogliate, a mezzo di apposita condotta, le acque del distributore carburanti realizzato poco a nord. Afferma di monitorare solitamente, durante eventi piovosi estremi, le condizioni di deflusso del canale anche a valle della SS16 (in quanto proprietario di un immobile anche ad est della SS16), e che in dette occasioni, il deflusso appare regolare e privo di reflussi, turbolenze o rigurgiti. Sempre in merito al Canale X, non ricorda eventi che abbiano determinato fuoriuscite.

2.4 Conclusioni della verifica preliminare

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti, sulla base dei risultati dell'analisi idrografica-bibliografica- storica, e visti:

- la posizione delle aree dello strumento di pianificazione in esame rispetto al reticolo idrografico,
- l'individuazione di aree inondabili secondo altri strumenti di pianificazione esistenti disponibili,
- la morfologia pianeggiante dell'area di intervento,
- le informazioni storiche su precedenti eventi di esondazione/allagamenti,

non è possibile affermare che l'area interessata dallo strumento di pianificazione “*non sia sicuramente interessabile da potenziali fenomeni di inondazione/allagamento da parte del reticolo idrografico e non sia sicuramente interessabile dalle dinamiche fluviali, anche in un orizzonte temporale di lungo periodo*”.

Pertanto si ritiene **necessario sviluppare i successivi livelli di analisi della Verifica di Compatibilità Idraulica**, come suggerito anche nelle conclusioni del paragrafo A.2.3. delle Linee guida dei *Criteri*.

3. VERIFICA SEMPLIFICATA

Scopo della verifica Semplificata è definire la *Fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica*, integrando l'analisi idrografica-bibliografica-storica della Verifica preliminare, con l'analisi geomorfologica.

Tale fascia è la “*zona che comprende le aree inondabili per piene eccezionali, le aree interessate/interessabili dall'evoluzione-mobilità dell'alveo e delle scarpate fluviali*”.

3.1 Analisi geomorfologica

L'analisi geomorfologica ha come obiettivo quello di individuare le forme principali che caratterizzano il sistema idrografico naturale: alveo attuale, piana inondabile, sponde, argini, scarpate principali e bordi di terrazzo. Inoltre vengono individuati eventuali fenomeni di incisione o sovralluvionamento o erosione delle sponde.

Nell'analisi geomorfologica le strutture arginali o altri rilevati non sono considerati quali elementi di confinamento per la delimitazione della fascia di pertinenza fluviale.

Si è individuata, per le aree all'interno del Piano in esame, la fascia di pertinenza fluviale.

Essa è rappresentata graficamente nella Tavola n.3.

3.2 Conclusioni della verifica semplificata

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti, visti:

- la morfologia pianeggiante di porzione dell'area d'intervento ed il suo rapporto plano-altimetrico con il reticolo idrografico;
- la mancanza di elementi morfologici ben definiti per la delimitazione delle aree inondabili;
- la presenza di strutture arginali che in base al paragrafo 2.4.3 non “*possono essere considerate quali elementi di confinamento per la delimitazione della fascia di pertinenza fluviale....*”

è stata definita la *fascia di pertinenza fluviale su base geomorfologica* in maniera cautelativa (Tavola 3).

Purtroppo la fascia di pertinenza fluviale così individuata determinerebbe l'applicazione delle limitazioni specificate nel paragrafo 2.4.3.1 della D.G.R. n.543/2014 con conseguente incompatibilità rispetto ad alcune delle previsioni del Piano; dunque si è ritenuto **necessario sviluppare il successivo livello di analisi della Verifica di Compatibilità Idraulica.**

Pertanto non si applicano le limitazioni specificate nel paragrafo 2.4.3.1. della D.G.R. n.53/2014.

4. VERIFICA COMPLETA

Dalle risultanze delle precedenti fasi di analisi, scaturisce la necessità di sviluppare la Verifica completa mediante uno studio idrologico ed idraulico di dettaglio, i cui risultati sono riportati nei paragrafi che seguono.

La presente verifica completa ha lo scopo di:

- individuare, allo stato attuale, le fasce a differente pericolosità idraulica ai sensi del 2.4. della D.G.R. n.53/2014;
- definire gli interventi necessari per mitigare la pericolosità idraulica;
- individuare, nella condizione post-operam, le nuove fasce a differente pericolosità idraulica.

Gli elementi del reticolo idrografico potenzialmente influenti sulla pericolosità idraulica del territorio sono (partendo da nord):

- Fosso Montesecco
- Canale X
- Fosso Monte Marino B
- Fosso Monte Marino A
- Fosso Valloscura

Per ciascuno di essi si è valutata l'esistenza di una pericolosità da esondazione e, in caso affermativo, si è proceduto con la determinazione delle fasce di pericolosità.

4.1. Fosso Montesecco

4.1.1. Stima del carico idraulico

La stima del carico idraulico correlabile al tratto in esame del Fosso Montesecco è stata svolta considerando il bacino idrografico sotteso dall'attraversamento della S.S.16.

La superficie complessiva di tale bacino è pari a circa 0,2378kmq, per cui si fa riferimento alla Tabella 2.4.4.B della D.G.R. n.53/2014.

La stima del carico idraulico è stata elaborata per i seguenti tempi di ritorno:

- Tr = 30 anni
- Tr = 100 anni

4.1.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia

Ai fini del calcolo della portata idraulica defluente sono stati raccolti ed utilizzati i valori annuali delle altezze di piogge di massima intensità di precipitazione, pubblicati negli Annali idrologici.

L'elaborazione degli Annali Idrologici è stata curata storicamente (periodo 1932-2002) dagli Uffici Compartimentali dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), inizialmente afferente al Genio Civile del Ministero dei Lavori Pubblici e successivamente al Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali. A fine 2002 gli uffici compartimentali e le stazioni distaccate del SIMN sono stati trasferiti alle Regioni, in attuazione del processo di decentramento amministrativo previsto dalla Legge 59/97, così come disciplinato dal D.Lgs 112/98.

Per le stazioni pluviometriche della Regione Marche gli Annali Idrologici sono stati elaborati dal Servizio Idrografico di Bologna fino al 2002; dal 2003 la competenza è della Protezione Civile della Regione Marche.

Osservando l'ubicazione sul territorio delle varie stazioni di misura pluviometrica è stata individuata la seguente stazioni di interesse: Fermo

Per quanto concerne la stazione di Fermo, la più rappresentativa per il bacino in esame, si ha un significativo numero di anni di osservazione relativamente alle piogge orarie (n.66 anni) ed un altrettanto sufficiente numero di anni di osservazione relativamente alle piogge di durata inferiore all'ora (n.26 anni) .

Di seguito si riporta, per la stazione pluviometrica di Fermo, l'elaborazione statistica dei dati di pioggia. A tal fine, sono stati utilizzati i valori massimi annuali delle altezze di pioggia per le piogge orarie (1, 3, 6, 12, 24 ore) e per le piogge di durata inferiore all'ora.

STAZIONE IDROGRAFICA DI:

FERMO

Bacino:

Quota (m s.m.):

280

Coordinate geografiche:

LAT 43° 9' ; LONG 13° 44' E

ANNO	PIOGGE ORARIE					SCROSCI		
	1ORA	3ORE	6ORE	12ORE	24ORE	15MIN	30MIN	45MIN
1940	21,6	28,6	45,8	65	100			
1951	27,8	27,8	27,8	43,8	69,6			
1952	13,4	24	46	65	98,2			
1953	36,4	65	81,4	109,6	119,8			
1954	56,6	59,6	59,6	71,6	83,8			
1955	20,8	28,8	47,2	54,8	72,2			
1956	32	38,8	55,6	80	152			
1957	37,4	37,8	44,4	68,4	95,6			
1958	30	44,8	79	114,6	135			
1959	42,2	46	63,4	76,4	83,6			
1960	30,6	47,2	61	95,2	131,6			
1961	21	29	43,8	53,2	75,6			
1962	12,2	23,4	26,8	35,2	37			
1964	19,4	20,2	21,4	31,2	42			
1965	13,6	17,6	21,2	34	49			
1966	30	55,6	75	99,8	106,4			
1967	27,6	49,4	52,2	54,6	56,8			
1968	14,6	34,8	39,4	41	59,8			
1969	32,2	46,6	64,2	65,8	104			
1970	29,6	45	62,8	65	65,8			
1971	40	43,6	53,8	57,8	60,6			
1972	40	40	59,6	81,2	83,2			
1973	15,4	26,4	34,2	45	64			
1974	22,8	38,2	45	45	50,6			
1975	22	23	37	52,8	55,6			
1976	34	42,4	43,4	60	93,2			
1977	29,2	50	52,6	52,6	53,4			
1978	17,2	33,6	48,2	71,6	95,4			
1979	19	28,4	35,4	40,4	47,6			
1980	25,4	33,4	49,4	50,2	50,2			
1981	26	32	34,6	42,4	48,4			
1982	17	26	41	53	77,6			
1983	14,4	18,4	26,8	27	28,4			
1984	21	26,8	28,2	28,4	34			
1985	22,8	26	33,4	35,4	47,2			
1986	36,4	41,4	41,8	46	77,6			
1987	12,2	20	20,4	21,6	36			
1988	27,2	29,2	30,2	30,2	30,2			
1989	19,4	33,6	42,6	44,2	48			
1990	17	25	27	35,6	45,8	8,4	12,2	
1991	18,2	47	50,4	53,6	57,4	11,8	14	
1992	21,8	39,6	50,2	58,6	79,2	11,2	14,8	
1993	9,6	15,2	21,8	30,6	41,4	5,4	7,6	
1994	27,8	39,2	43,4	46,8	57,8	16,8	26	
1995	46,8	46,8	46,8	55,8	63,2	24,6	38,6	
1996	48	72	76,6	77,6	78,6	22,4	34,4	
1997	22,2	28,2	36	57,8	68	11,4	16,4	
1998	22,8	32,8	53	88	112,8	15,4	19,4	
1999	49,6	54,6	54,8	54,8	67,8	20,2	36,4	
2000	38,8	65,8	85,4	97,6	99,2			
2001	20,2	24	29,8	34	46,2	7	11,8	
2002	27,8	33,8	34,2	49,4	49,4	13	18,4	
2003	22,2	24,8	38	53,6	54,2	11,8	18,6	
2004	15,8	21,2	34,6	34,6	37	5,4	10,4	
2005	15,6	24	38,8	41,2	53,8	10	12,4	
2006	23,4	27,2	40,4	40,4	40,4	14,4	20,8	
2007	17,4	24,8	32,4	37,6	38,8	15,8	16,6	
2008	22	28,8	46,6	60,6	74	10,6	15,8	
2009	42,8	45,6	45,6	63,8	109,6	34,8	41	
2010	20,8	25,4	37	49	56,8	10,2	16,6	
2011	23,2	40,4	40,4	41,6	64,4	8,8	15,4	
2012	20,6	60	93	127,4	147,2	7,8	12,8	
2013	20,2	39,2	70,4	103,4	114,8	9,8	14,8	
2014	62,4	63,2	63,2	63,2	91,6	30,8	51,4	
2015	27	32,6	58,2	78,2	86,2	19	25	
2016	18,2	41	73,4	103,8	111,2	11,2	11,6	

Dati relativi alle piogge orarie ed agli scrosci di pioggia registrati alla stazione pluviometrica di Fermo.

Calcolo dei valori estremi e dell'equazione di possibilità pluviometrica

Alle precipitazioni di massima durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi fra loro indipendenti, si applica la seguente relazione:

$$X(Tr) = \bar{X} + F \cdot S_x \quad (1)$$

dove: $X(Tr)$ = valore dell'evento con tempo di ritorno Tr , ossia l'evento che è uguagliato o superato, mediamente, ogni Tr anni;

\bar{X} = valore medio degli eventi considerati;

F = fattore di frequenza;

S_x = scarto quadratico medio della variabile in esame.

Ad F si assegna l'espressione: $F = \frac{Y(Tr) - \bar{Y}_N}{S_N}$ (2)

dove

: $- Y(Tr) = \text{variabile ridotta} = -\ln\left(-\ln\frac{Tr-1}{Tr}\right)$ (3)

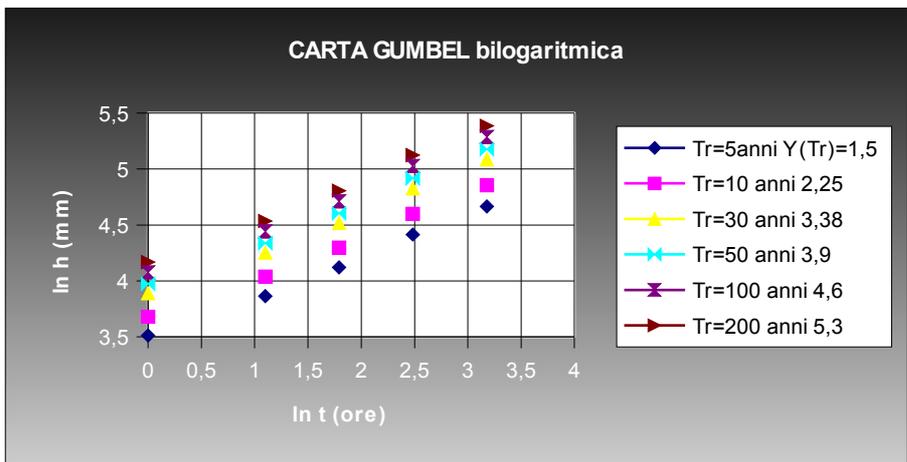
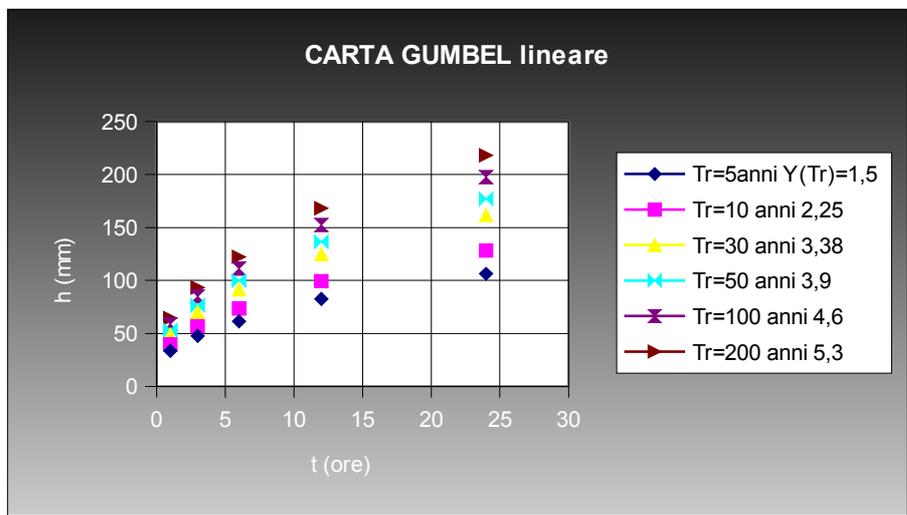
- \bar{Y}_N e S_N = media e scarto quadratico medio della variabile ridotta.

La (1) diventa:
$$X(Tr) = \underbrace{\bar{X}}_{MODA} - \frac{S_x}{S_N} \bar{Y}_N + \frac{S_x}{S_N} \underbrace{Y(Tr)}_{ALFA} \quad (4)$$

I valori estremi sono stati calcolati per le varie durate degli eventi e relativamente ai tempi di ritorno di 5, 10, 30, 50, 100, 200 anni.

Si riportano i grafici delle possibilità pluviometriche (per le piogge orarie) in forma lineare e bilogarithmica ed il riepilogo dei coefficienti “a” ed “n” ricavati.

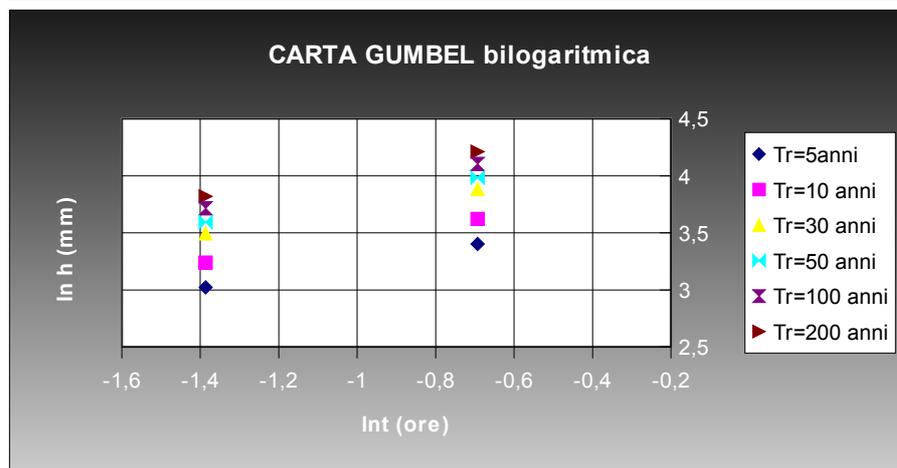
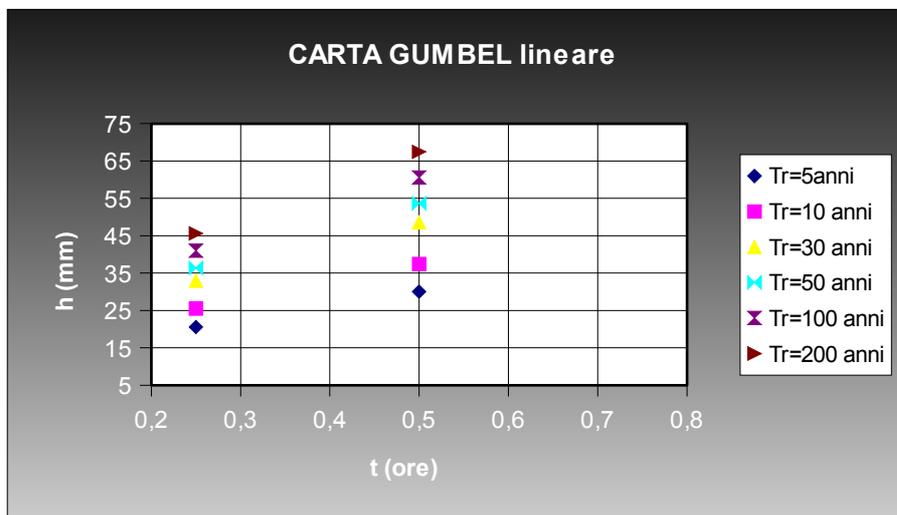
Riepilogo elaborazione di GUMBEL per precipitazioni orarie



	a	n	r
Tr=5anni	32,680118	0,3673251	
Tr=10anni	38,617988	0,3742979	
Tr=30anni	47,567809	0,3813514	
Tr=50anni	51,687148	0,3837394	
Tr=100anni	57,232957	0,3863893	
Tr=200anni	62,77923	0,3885539	

Si riportano i grafici delle possibilità pluviometriche (per scrosci di pioggia) in forma lineare e bilogarithmica ed il riepilogo dei coefficienti “a” ed “n” ricavati.

Riepilogo elaborazione di GUMBEL per scrosci di pioggia

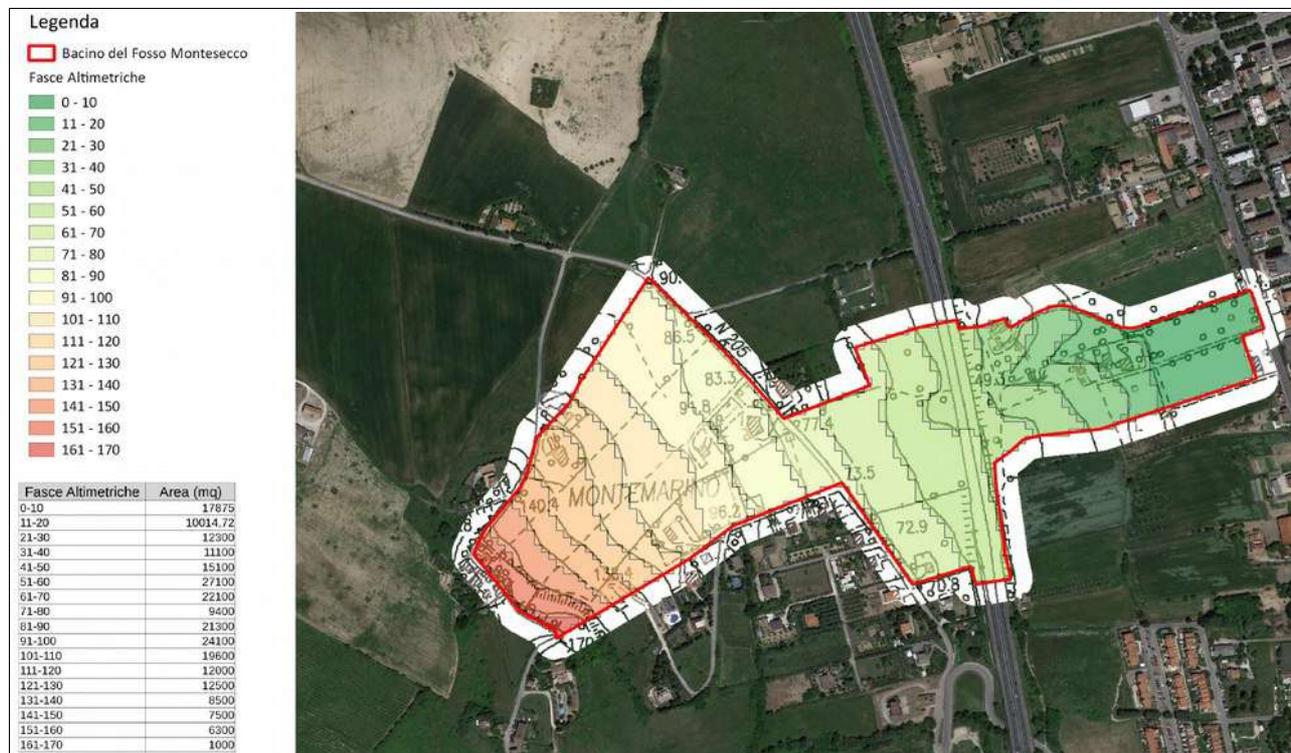


	a	n	r
Tr=5anni	43,924289	0,5482476	
Tr=10anni	54,937955	0,5539224	
Tr=30anni	71,533872	0,5592326	
Tr=50anni	79,171385	0,5609407	
Tr=100anni	89,452935	0,5627863	
Tr=200anni	99,734718	0,5642564	

4.1.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino

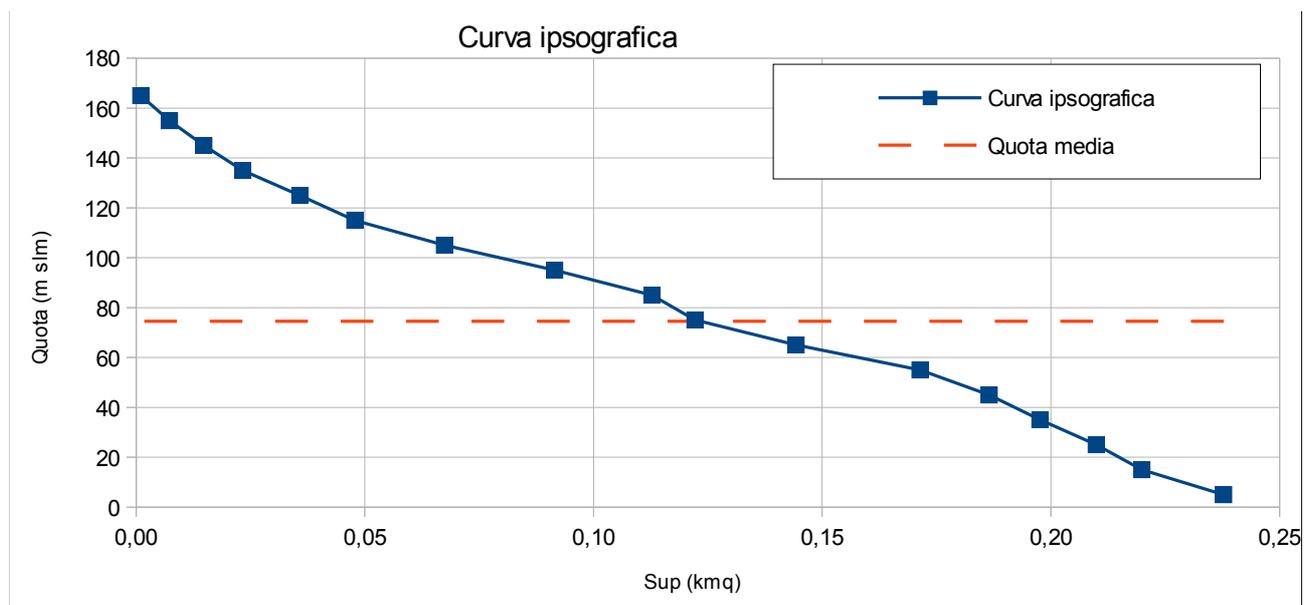
Allo scopo di determinare la quota media pesata del bacino idrografico si è reso necessario cartografare le diverse fasce altimetriche ricadenti all'interno del bacino e calcolarne le relative superfici.

Si riporta di seguito la carta delle fasce altimetriche.



Fosso Montesecco: Carta delle fasce altimetriche

Si riporta la curva ipsografica per il bacino considerato, con determinazione della relativa quota media.



La quote media determinata è pari a 74,54mslm.

4.1.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso

Per la determinazione del carico idraulico che grava sul tratto di fosso in esame, occorre definire con esattezza quale sia il bacino idrografico afferente il corso d'acqua in quel punto. Esso è graficizzato nella Tavola 2 "Individuazione del reticolo idrografico e dei bacini".

Le diverse metodologie a disposizione per la stima delle portate afferenti una determinata sezione (e che sottende un determinato bacino) permettono di tener conto delle caratteristiche del bacino attraverso dei coefficienti di deflusso. Poiché l'influenza di tali coefficienti sul risultato finale è significativa, si è deciso di effettuare un'indagine specifica sulle caratteristiche del bacino in oggetto.

Il volume di acqua di origine meteorica genera un deflusso superficiale la cui entità dipende dalle proprietà di permeabilità della superficie che la pioggia incontra. Il coefficiente di deflusso è dato dal rapporto tra il volume di acqua che, anziché infiltrarsi in profondità, defluisce superficialmente ed il volume apportato complessivamente dalle precipitazioni. In generale, questo coefficiente è sempre compreso tra 0 ed 1. Raramente tale rapporto può risultare superiore all'unità (pioggia che investe il suolo quando questo risulta coperto da un manto nevoso in fase di fusione).

Il bacino idraulico urbano considerato può essere suddiviso in tante microaree o areole, ciascuna caratterizzata da un coefficiente di deflusso calcolato in funzione di:

- permeabilità dei terreni
- acclività dei terreni
- uso del suolo

Una media dei diversi coefficienti, ciascuno pesato sulla somma delle rispettive aree di competenza, fornisce il coefficiente di deflusso relativo all'intero bacino o all'area tributaria considerata. In altre parole:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^N \varphi_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^N S_i}$$

dove:

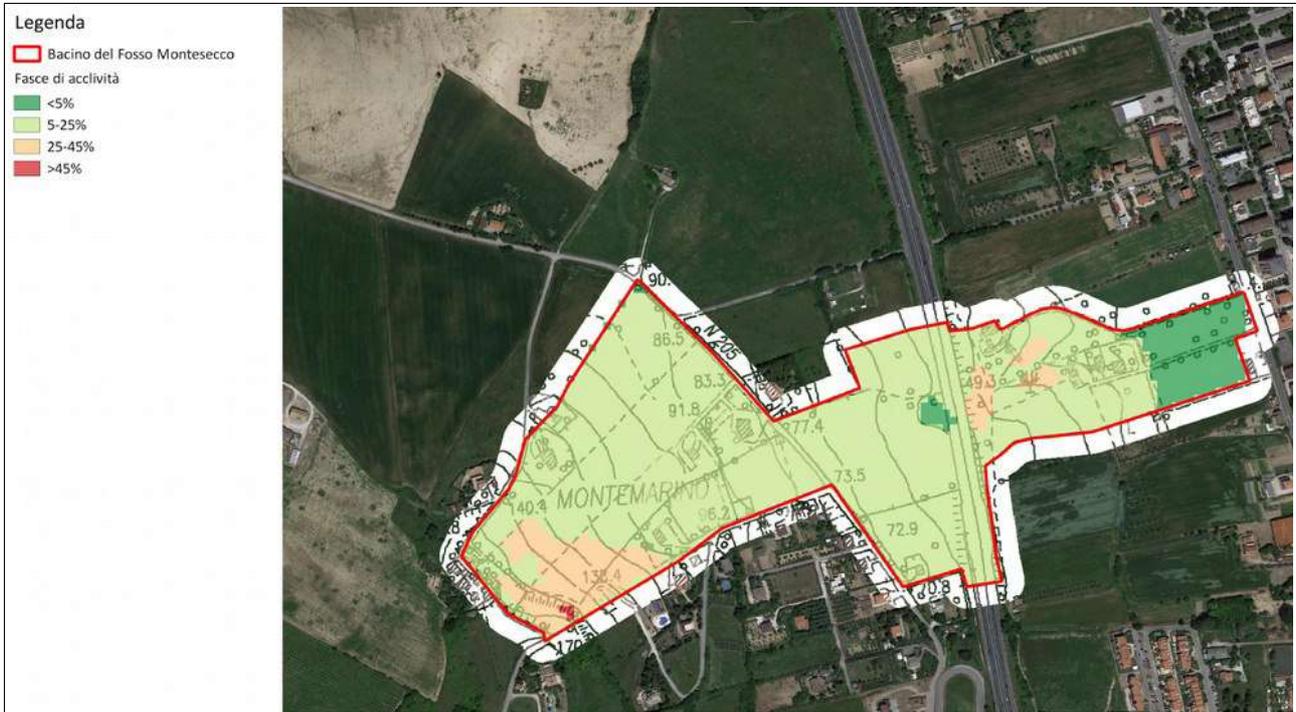
- S_i = area somma delle superfici delle areole corrispondenti all'i-esimo uso del suolo.
- φ_i = coefficiente di deflusso relativo all'i-esimo uso del suolo.
- N = numero dei diversi usi del suolo riscontrati nell'area tributaria

Di seguito si illustra la metodologia adottata per la valutazione dei coefficienti di deflusso relativamente ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 10 anni.

All'interno del bacino sono state individuate tre classi di pendenza:

- zone in cui la pendenza del suolo è inferiore al 5%;
- zone in cui la pendenza è compresa tra il 5% ed il 25%;
- zone in cui la pendenza è compresa tra il 25% ed il 45%;
- ed infine zone in cui la pendenza del suolo supera il 45%.

Parallelamente sono state individuate delle classi di permeabilità, nonché di utilizzo del suolo.



Fosso Montesecco: Carta delle acclività



Fosso Montesecco: Carta delle permeabilità



Fosso Montesecco: Carta dell'uso del suolo

Queste tre caratteristiche (acclività, permeabilità, uso del suolo), sovrapposte, permettono di valutare i coefficienti di deflusso più rispondenti alle singole sotto-unità del bacino in esame.

Una prima valutazione del coefficiente di deflusso è stata effettuata con la tabella che segue. In essa vengono presi in esame l'acclività dei versanti e la permeabilità del suolo. Incrociando i dati relativi ad acclività e permeabilità del suolo si ottiene un primo valore del coefficiente di deflusso che andrà poi corretto tenendo conto dell'utilizzo del suolo.

PERMEABILITÀ	ACCLIVITA'			
	< 5%	5% ÷ 25%	25% ÷ 45%	> 45%
Permeabilità alta	0.03 (A.1)	0.07 (A.2)	0.11 (A.3)	0.14 (A.4)
Permeabilità media	0.06 (B.1)	0.10 (B.2)	0.13 (B.3)	0.17 (B.4)
Permeabilità medio-bassa	0.07 (C.1)	0.11 (C.2)	0.14 (C.3)	0.18 (C.4)
Permeabilità molto bassa	0.11 (D.1)	0.14 (D.2)	0.18 (D.3)	0.22 (D.4)

Coefficiente di deflusso parziale (x) in funzione dell'acclività e della permeabilità del suolo

Il coefficiente di deflusso finale (φ) si ottiene tenendo conto dell'utilizzo del suolo attraverso la relazione:

$$\varphi = x + (1 - x) \cdot \alpha$$

dove:

- x è il coefficiente di deflusso parziale appena trovato
- α è un coefficiente che dipende dall'utilizzo del suolo e vale (indicativamente):

USO DEL SUOLO	coefficiente α
Edificato intensivo	0,83
Edificato semintensivo	0,5
Agricolo o case sparse	0,25
Aree boschive o incolto	0,15
Corsi d'acqua o laghi, strade e piazzali	1

Valori indicativi del coefficiente α in funzione dell'utilizzo del suolo

In tal modo si ottiene un valore puntuale del coefficiente di deflusso. Il valore da utilizzare nelle relazioni analitiche deve però tener conto di tutto il bacino sotteso dalla sezione oggetto di studio. Per questo si andrà poi a considerare una media pesata dei coefficienti di deflusso presenti nel bacino.

Si riporta nella tabella che segue, il riepilogo dei coefficienti di deflusso, ricavati per ogni singola areola.

Nella tabella sono state elencate dapprima le microareole appartenenti alla porzione di bacino caratterizzata da permeabilità alta (macroarea A), poi quelle appartenenti alla porzione di bacino caratterizzata da permeabilità media (macroarea B), poi quelle appartenenti alla porzione di bacino caratterizzata da permeabilità medio-bassa (macroarea C), ed infine quelle appartenenti alla porzione di bacino caratterizzata da permeabilità bassa (macroarea D). All'interno di ciascuna classe di permeabilità, le microareole sono state ordinate secondo l'appartenenza alle quattro classi di acclività crescenti.

DATI RELATIVI ALLE MICROAREE (AREOLE)									
CODICE MACRO-AREA (permeabilità)	CODICE AREA (acclività)	COEFF. DEFLUSSO PARZIALE (x)	Codice microarea (areola)	Uso del suolo	Coeff. di uso del suolo (alfa)	Superficie Si (mq)	Coeff. Deflusso ϕ	Si $\cdot \phi$	%area
A (permalta)	A.1	0,03	A.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8351	0,0	0
		0,03	A.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,515	0,0	0
		0,03	A.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	18.356	0,2725	5.001,9	7,71922712
		0,03	A.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,1755	0,0	0
		0,03	A.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.2	0,07	A.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8419	0,0	0
		0,07	A.2.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,535	0,0	0
		0,07	A.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	2.326	0,3025	703,7	0,97832388
		0,07	A.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2095	0,0	0
		0,07	A.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.3	0,11	A.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	A.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,555	0,0	0
		0,11	A.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3325	0,0	0
		0,11	A.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	A.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.4	0,14	A.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	A.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,57	0,0	0
		0,14	A.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,355	0,0	0
		0,14	A.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	A.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
B (perm media)	B.1	0,06	B.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8402	0,0	0
		0,06	B.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,53	0,0	0
		0,06	B.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	1.640	0,295	483,7	0,68958093
		0,06	B.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,201	0,0	0
		0,06	B.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	316	1	316,4	0,13306736
	B.2	0,1	B.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,847	0,0	0
		0,1	B.2.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,55	0,0	0
		0,1	B.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	164.636	0,325	53.506,6	69,2359309
		0,1	B.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,235	0,0	0
		0,1	B.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	11.190	1	11.190,0	4,70584574
	B.3	0,13	B.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8521	0,0	0
		0,13	B.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,565	0,0	0
		0,13	B.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	12.815	0,3475	4.453,4	5,38941294
		0,13	B.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2605	0,0	0
		0,13	B.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	2	1	2,0	0,00084108
	B.4	0,17	B.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8589	0,0	0
		0,17	B.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,585	0,0	0
		0,17	B.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3775	0,0	0
		0,17	B.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2945	0,0	0
		0,17	B.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
D (perm molto bassa)	D.1	0,11	D.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	D.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,555	0,0	0
		0,11	D.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	391	0,3325	130,1	0,16451956
		0,11	D.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	D.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.2	0,14	D.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	D.2.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,57	0,0	0
		0,14	D.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	16.405	0,355	5.823,8	6,89896331
		0,14	D.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	D.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.3	0,18	D.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8606	0,0	0
		0,18	D.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,59	0,0	0
		0,18	D.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	9.413	0,385	3.624,0	3,95854566
		0,18	D.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,303	0,0	0
		0,18	D.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.4	0,22	D.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8674	0,0	0
		0,22	D.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,61	0,0	0
		0,22	D.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	299	0,415	124,1	0,12574154
		0,22	D.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,337	0,0	0
		0,22	D.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
TOT				TOT	237.789		85.359,6	100,0	

Riepilogo dei coefficienti di deflusso ricavati per le singole areole appartenenti al bacino analizzato

In conclusione, per ricavare il coefficiente di deflusso relativo all'intero bacino, non rimane che applicare la formula:

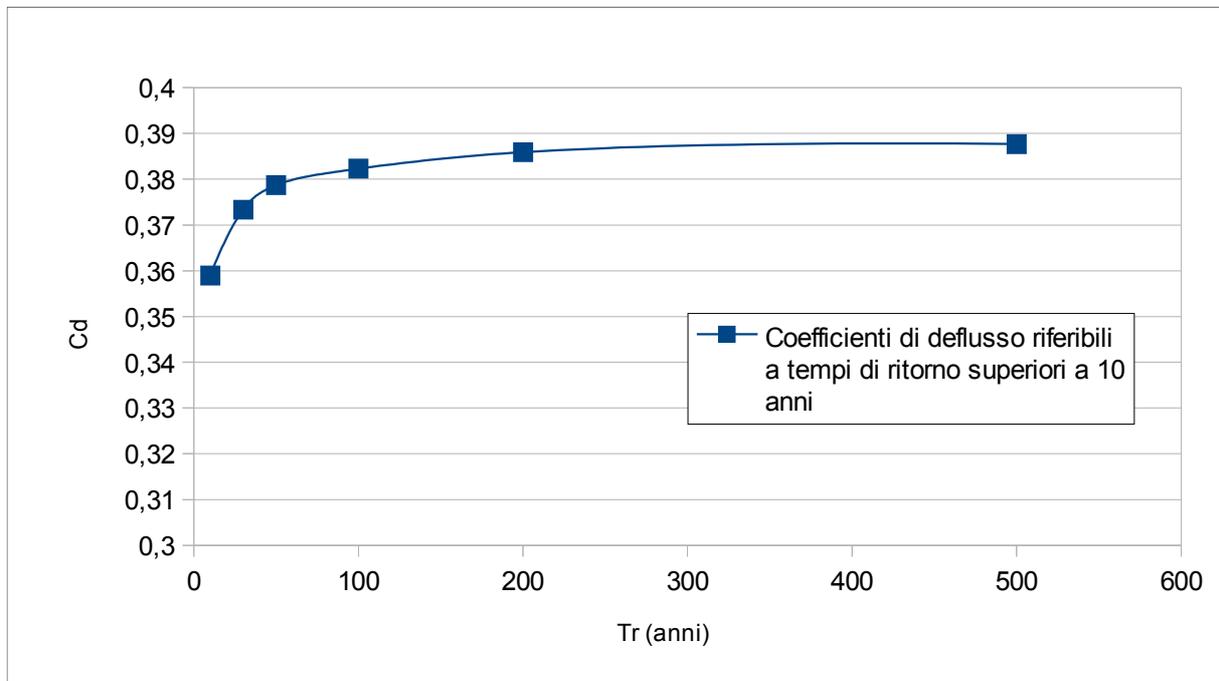
$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^N \varphi_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^N S_i}$$

Pertanto si ottiene il coefficiente di deflusso globale pari a 0,359.

Tale valore, essendo ottenuto come media pesata dei valori puntuali, può ritenersi rappresentativo dell'intero bacino e come tale verrà usato nelle elaborazioni che seguono.

Occorre poi tener conto del fatto che il valore determinato è relativo ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 10 anni.

Per stimare il coefficiente di deflusso correlato ad eventi caratterizzati da maggiore eccezionalità si utilizza il grafico che segue.



A vantaggio della sicurezza si adotteranno i seguenti coefficienti di deflusso:

$$\varphi = 0,37 \text{ (tempo di ritorno pari a 30 anni)}$$

$$\varphi = 0,382 \text{ (tempo di ritorno pari a 100 anni)}$$

4.1.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi

I modelli di trasformazione afflussi-deflussi adottati sono basati sul metodo razionale di Turazza.

Con essi si tiene conto delle caratteristiche della superficie scolante, attraverso i coefficienti di deflusso.

Con il metodo del Turazza, una volta valutato il tempo di corrivazione, si calcola l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione ed in funzione del tempo di ritorno. A questo punto si calcola la portata con la relazione:

$$Q_{\max} = 278 \cdot \varphi \cdot \frac{S \bar{h}}{\tau_c}$$

dove φ è il coefficiente di deflusso ed \bar{h} è l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione.

La valutazione del coefficiente di deflusso è illustrata al paragrafo precedente.

Per quanto concerne il tempo di corrivazione sono state utilizzate diverse formule empiriche che sono state poi confrontate tra loro, scartando valori anomali e determinando la media dei rimanenti valori.

La determinazione del tempo di corrivazione presuppone la conoscenza della quota media del bacino così come già determinata.

Si riporta di seguito un riepilogo tabellare della determinazione del tempo di corrivazione.

Occorre precisare che i tempi di corrivazione stimati vanno corretti in funzione del tempo di ritorno dell'evento di riferimento, poichè al crescere dell'eccezionalità dell'evento decresce il tempo di corrivazione.

Determinazione del tempo di corrivazione

Determinazione del tempo di corrivazione (Tr 10 anni)
--

<i>Parametri bacino:</i>		<i>u.m.</i>	<i>Note</i>
S (sup bacino)	0,2378	(kmq)	
Hmax	59,0000	(m smm)	quota max dell'asta
Z	3,0000	(m smm)	quota della sezione di chiusura
Hmed	74,5400	(m smm)	quota media del bacino
Hmed – Z	71,5400	(m smm)	
l	0,6150	(km)	lunghezza asta principale
L	1,2650	(km)	max distanza da cui proviene acqua
p	0,0637	(fraz)	pendenza media asta principale

Giandotti	0,4246	(ore)	
Ventura	0,2457	(ore)	
Pasini	0,2268	(ore)	
media	0,2990	(ore)	media dei valori conformi

Tempo di ritorno (anni)	Tempo corrivazione (ore)
10	0,2990
30	0,2975
50	0,2961
100	0,2946
200	0,2931

Noto il tempo di corrivazione, è stata calcolata l'altezza di pioggia e quindi sono state stimate le portate col metodo di Turazza per tempi di ritorno pari a 30 e 100 anni.

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		30	
n=		0,5592326	
a=		71,533872	
Tempo di corrivazione			
t_c =		0,2975	ore
Altezza massima di pioggia			
$h(\tau_c)$ =		36,3	mm
Portata di progetto			
h =		36,3	mm
φ =		0,3700	
Q =		2,9558002219	m ³ /s

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		100	
n=		0,5627863	
a=		89,452935	
Tempo di corrivazione			
t_c =		0,2946	ore
Altezza massima di pioggia			
$h(\tau_c)$ =		45,0	mm
Portata di progetto			
h =		45,0	mm
φ =		0,3820	
Q =		3,7967285731	m ³ /s

Le portate adottate nelle verifiche idrauliche che seguono sono:

$$\underline{Q_{30} = 2,96 \text{ mc/s (tempo di ritorno pari a 30 anni)}}$$

$$\underline{Q_{100} = 3,80 \text{ mc/s (tempo di ritorno pari a 100 anni)}}$$

Si precisa che lo studio idrologico ed idraulico del presente corso d'acqua andrà aggiornato parallelamente ad eventuali trasformazioni territoriali che interesseranno i suoli ricadenti nel suo bacino. Analogamente gli studi idrologici vanno aggiornati sulla base di cambiamenti climatici non desumibili dalle serie storiche di dati attualmente a disposizione.

4.1.2. Verifiche idrauliche – stato attuale

Le verifiche idrauliche di seguito descritte sono riferite alla condizione riscontrata in occasione dei rilievi topografici di dettaglio effettuati nel mese di dicembre 2017.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante modellazione idraulica di tipo monodimensionale in condizione di moto permanente, e con l'ausilio del software HEC-RAS 4.1.

4.1.2.1. Condizioni al contorno

Condizione di moto

Si è imposto un deflusso in condizioni di moto sub-critico, ossia si è ipotizzata una corrente di tipo “lenta”.

Tirante idraulico della sezione a valle

Il tirante idraulico della sezione di valle è stato imposto considerando il tirante che si determinerebbe in quella sezione in condizioni di moto uniforme.

Scabrezze

Per quanto concerne le scabrezze è stata effettuata un'analisi di dettaglio, definendo le scabrezze sezione per sezione e, per ogni sezione, distinguendo tra l'alveo centrale e le restanti zone della sezione utile al deflusso.

Le scabrezze adottate sono desumibili dal riepilogo tabellare riportato al paragrafo seguente.

4.1.2.2. Determinazione del profilo di piena

La determinazione del profilo di piena, ossia del livello liquido in corrispondenza delle diverse sezioni, è stata effettuata mediante modellazione di un deflusso in condizioni di moto permanente. E' stato utilizzato il programma di calcolo HEC-RAS, che permette di effettuare verifiche idrauliche in condizioni di moto permanente, lasciando all'utente la possibilità di fissare la condizione di moto: ipercritica, subcritica, o mista.

Per il tratto in oggetto si è determinato il profilo di piena supponendo, a vantaggio di sicurezza, che il deflusso avvenga in condizioni di corrente subcritica; in altre parole, anche nei tratti in cui la corrente dovesse assumere carattere veloce il tirante liquido non verrà mai assunto inferiore a quello critico.

L'ipotesi di moto permanente non è del tutto esatta in quanto, a causa della variazione di alimentazione idrica proveniente dai bacini idrografici, il moto è generalmente di tipo vario.

Tuttavia, per la lenta evoluzione delle onde di piena, spesso è lecito considerare in moto permanente il tratto di corso d'acqua considerato, ipotizzando che in tutte le sezioni la portata sia la

stessa. Tale assunzione permette di semplificare notevolmente la procedura di calcolo ottenendo, comunque, un risultato soddisfacentemente esatto.

Per quanto concerne il carico idraulico, si è adottata la portata calcolata per la sezione più a valle, ossia in corrispondenza dell'attraversamento della S.S. n.16. Ovviamente tale assunzione è stata fatta a vantaggio della sicurezza.

L'ipotesi di moto permanente viene implementata applicando il metodo di integrazione per differenze finite. Con tale metodo si procede da valle verso monte, ritenendo che la corrente sia di tipo lento (tale condizione sarà verificata di volta in volta) e che dunque il moto sia comandato da valle.

Sfruttando l'ipotesi di moto permanente, considerando il bilancio energetico fra due sezioni successive del fiume,

$$E(= y + z + \frac{\alpha v^2}{2g})$$

e considerando che le equazioni di De Saint Venant, per il moto permanente con portata costante, si riducono a

$$\frac{\partial E}{\partial x} = -J$$

si calcola la variazione dell'energia in un punto

$$\delta E = \bar{J} \cdot l = \frac{J_1 + J_2}{2} \cdot l$$

e si considera che, se la quota liquida di monte che si vuol trovare (di monte in quanto essendo la corrente subcritica le condizioni al contorno note sono quelle di valle) è giusta, allora

$$\delta E = 0$$

Quindi la variazione di E calcolata in y_2 corretto è:

$$\delta E(y_2) = 0 = \delta E(y_2' + \Delta y_2)$$

con Δy_1 scarto del valore di tentativo y_1' da quello giusto.

Sviluppando in serie di Taylor l'espressione di δE se ne ottiene una per Δy_2 , e precisamente:

$$\Delta y_2 = - \frac{E_2' - E_1 - \frac{J_1 + J_2}{2} \cdot l}{1 - \frac{\alpha_2 Q^2}{g A_2^3} \cdot b_2}$$

con b corda della sezione considerata, pedice 2 per la sezione immediatamente più a monte della sezione con pedice 1.

Introduciamo:

- capacità di portata (con Gauckler-Strickler)

$$C = \frac{Q}{\sqrt{J}} = K_s AR_H^{2/3}$$

- per sezioni con golene si ha

$$C_{TOT} = \frac{Q_{TOT}}{\sqrt{J}} = C_{SX} + C_C + C_{DX}$$

- coefficiente di Coriolis per sezioni composte

$$\alpha = \frac{A_{TOT}^2}{C_{TOT}^3} \cdot \left(\frac{C_{SX}^3}{A_{SX}^2} + \frac{C_C^3}{A_C^2} + \frac{C_{DX}^3}{A_{DX}^2} \right)$$

La procedura, di tipo iterativa, segue questi passi:

1. Si assume y_2' di primo tentativo pari alla quota liquida nota della sezione più a valle (ossia y_1).
2. Dall'equazione che fornisce il coefficiente α di Coriolis se ne ricava il valore;
3. Nota la portata di progetto si calcola la velocità nella sezione di valle come:

$$v'_2 = \frac{Q}{A'_2}$$

4. In possesso di questi dati è noto anche il valore di:

$$E'_2 = y'_2 + z_2 + \alpha'_2 \frac{v'^2_2}{2g}$$

5. Dalla definizione di capacità di portata si ottiene:

$$J = \frac{Q_{TOT}^2}{C_{TOT}^2} = \frac{Q_{TOT}^2}{(C_{SX} + C_c + C_{DX})^2}$$

sia per J_1 che per J_2

6. Si calcola anche E_1 :

$$E_1 = y_1 + z_1 + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g}$$

Avendo calcolato E_2 con il valore di primo tentativo $y_2' = y_1$, si trova il valore dello scarto $\Delta y_2'$;

7. Si fissa un valore di seconda iterazione:

$$y''_2 = y'_2 + \Delta y'_2$$

8. Si ripete il procedimento descritto;

9. La procedura si arresta quando:

$$\delta E = E_1 - E_2 - \frac{J_1 + J_2}{2} \cdot l < 1/100 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

10. Dopo ciò si riparte con la sezione più a monte, considerando come condizioni al contorno note di valle quelle appena trovate.

Sviluppando questo procedimento è possibile ricavare il profilo di moto permanente.

Si riportano di seguito, in forma tabellare, i risultati delle elaborazioni condotte per eventi di piena caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni e 100 anni.

Nell'appendice 1 della presente relazione vengono riportati i risultati esportati dal software di calcolo:

- la tabella dei risultati
- il profilo idraulico
- le sezioni

Sez	Note	Progressiva	Parziale rispetto sezione di valle	Quota talweg	Pendenza tratto di valle (frazione)	STATO ATTUALE									
						Scabrezze adottate						Profilo di piena (Tr 30 anni)		Profilo di piena (Tr 100 anni)	
						Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)			Manning (m ^{-1/3} s)			quota max piena	verifica	quota max piena	verifica
sx	alveo	dx	sx	alveo	dx	(m slm)		(m slm)							
1	valle	0		2,72		40	50	40	0,025	0,020	0,025	3,33	SI	3,43	SI
2	ponte SS16 down	1,2	1,2	2,77	0,0417	75	75	75	0,013	0,013	0,013	3,35	SI	3,45	SI
3	ponte SS16 UP	14,2	13	3,07	0,0231	75	75	75	0,013	0,013	0,013	3,90	SI	3,95	SI
4		15,4	1,2	3,07	0,0000	30	50	30	0,033	0,020	0,033	3,89	SI	3,93	SI
5		47,2	31,8	4,02	0,0299	35	50	35	0,029	0,020	0,029	4,80	NO (DX)	4,87	NO (DX)
6		77,1	29,9	4,52	0,0167	40	50	40	0,025	0,020	0,025	5,24	SI	5,32	NO (DX)
7		108,6	31,5	5,07	0,0175	40	50	40	0,025	0,020	0,025	5,94	SI	6,05	NO (DX)
8		169,6	61	6,78	0,0280	40	50	40	0,025	0,020	0,025	7,61	SI	7,75	SI
9		213,5	43,9	10,07	0,0749	30	50	30	0,033	0,020	0,033	10,99	SI	11,11	SI

Riepilogo tabellare del profilo di piena determinato per lo stato attuale

4.1.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica

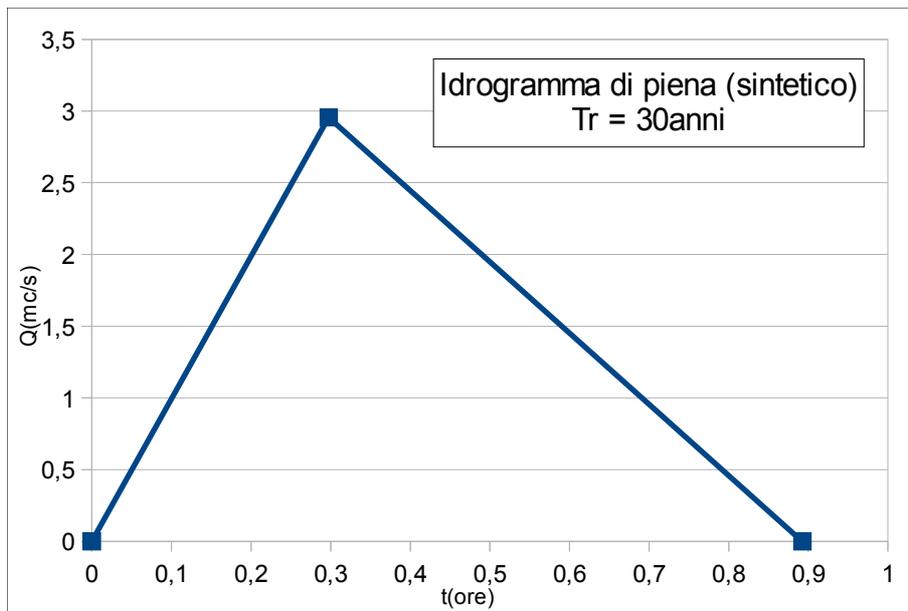
Le modellazioni idrauliche evidenziano la sussistenza di insufficienze idrauliche, ed in ragione di esse vengono individuate le fasce di pericolosità idraulica, così come definite dalla D.G.R. n.53/2014.

La stessa prevede, per i bacini di estensione inferiore a 25kmq, quale quello del fosso in esame, verifiche idrauliche per eventi con tempi di ritorno pari a 30 e 100 anni.

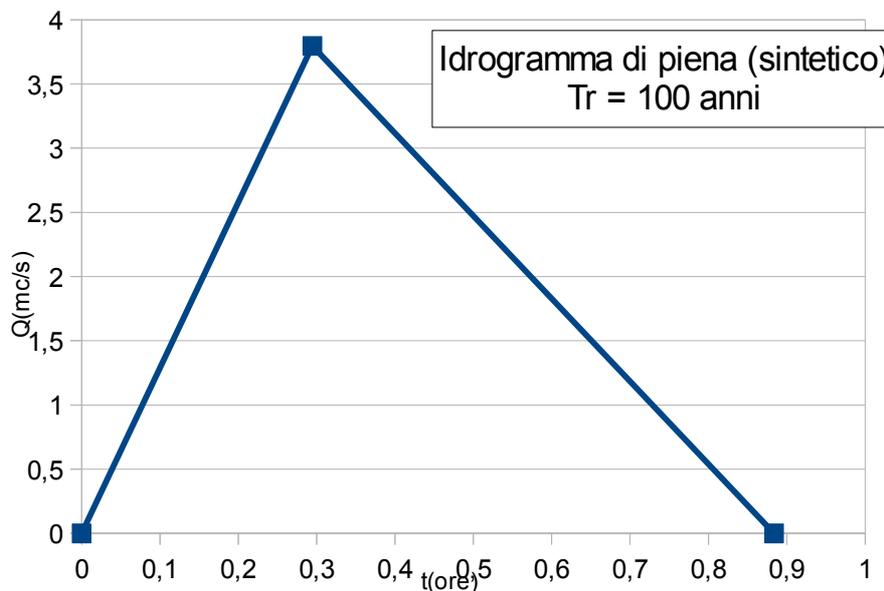
In base ai risultati delle verifiche devono essere individuate le aree a differente pericolosità idraulica come indicato nella tabella riportata di seguito:

FASCIA DI PERICOLOSITA'	TEMPO DI RITORNO DI RIFERIMENTO	CRITERI DI RIFERIMENTO	
		CON DETERMINAZIONE DEI SOLI TIRANTI	CON DETERMINAZIONE DEI TIRANTI E DELLE VELOCITÀ DELLA CORRENTE
elevata	Tr = 30 anni	Aree interessate da piena con tr = 30 anni o fascia rispetto corpi arginali o aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo	
media	Tr = 100 anni	Tiranti $h(m) > 0,30$	Prodotto tirante per la velocità della corrente $vh (m^2s^{-1}) > 0,4$ e comunque con $h(m) > 0,50m$ o $v > 2,0m/s$
bassa	Tr = 100 anni	Tiranti $h(m) \leq 0,30$	Prodotto tirante per la velocità della corrente $vh (m^2s^{-1}) \leq 0,4$ purchè $h(m) \leq 0,50m$ e $v \leq 2,0m/s$

Onde effettuare le valutazioni che seguono, si riportano gli idrogrammi sintetici di piena determinati per il corso d'acqua in esame.



Idrogramma sintetico di piena per eventi trentennali



Idrogramma sintetico di piena per eventi centennali

L'analisi dei risultati della modellazione idraulica conduce alle seguenti considerazioni sul tratto terminale del corso d'acqua in esame:

- Per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni, l'unica criticità si registra in corrispondenza della sezione n.5 dove, in sponda destra, l'insufficiente altezza arginale determina una fuoriuscita; poiché la massima portata contenuta da tale sezione è pari a 2mc/s, ed essendo la portata trentennale pari a 2,96mc/s, si determina una fuoriuscita massima pari a 0,96mc/s. L'osservazione dell'idrogramma sintetico di piena permette di affermare che tale fuoriuscita avrà una durata pari a circa 0,3h, per cui il massimo volume fuoriuscito sarà pari a circa 518mc. **Le aree interessate da codeste acque di esondazione vengono individuate come “fascia di pericolosità elevata”.**
- Per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 100 anni, le criticità si registrano dalla

sezione n.5 alla sezione n.7 dove, in sponda destra, l'insufficiente altezza arginale determina delle fuoriuscite; la situazione più gravosa si registra in corrispondenza della sezione n.5, e poiché la massima portata contenuta da tale sezione è pari a 2mc/s, essendo la portata centennale pari a 3,80mc/s, si determina una fuoriuscita massima pari a 1,80mc/s. L'osservazione dell'idrogramma sintetico di piena permette di affermare che tale fuoriuscita avrà una durata pari a circa 0,4h, per cui il massimo volume fuoriuscito sarà pari a circa 1.300mc. Ora, poiché l'area oggetto di allagamento ha superficie pari a circa 10.140mq, si determinerà un tirante medio di 13cm. **Dunque le aree interessate da codeste acque di esondazione vengono individuate come “fascia di pericolosità bassa”.**

Le fasce di pericolosità così individuate sono rappresentate graficamente in dettaglio nella Tavola n.4.

4.2. Canale X

4.2.1. Stima del carico idraulico

La stima del carico idraulico correlabile al tratto in esame del Canale X è stata svolta considerando il bacino idrografico sotteso dall'attraversamento della S.S.16.

La superficie complessiva di tale bacino è pari a circa 0,0923kmq, per cui si fa riferimento alla Tabella 2.4.4.B della D.G.R. n.53/2014.

La stima del carico idraulico è stata elaborata per i seguenti tempi di ritorno:

- $Tr = 30$ anni
- $Tr = 100$ anni

4.2.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia

Si faccia riferimento al paragrafo 4.1.1.1.

4.2.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino

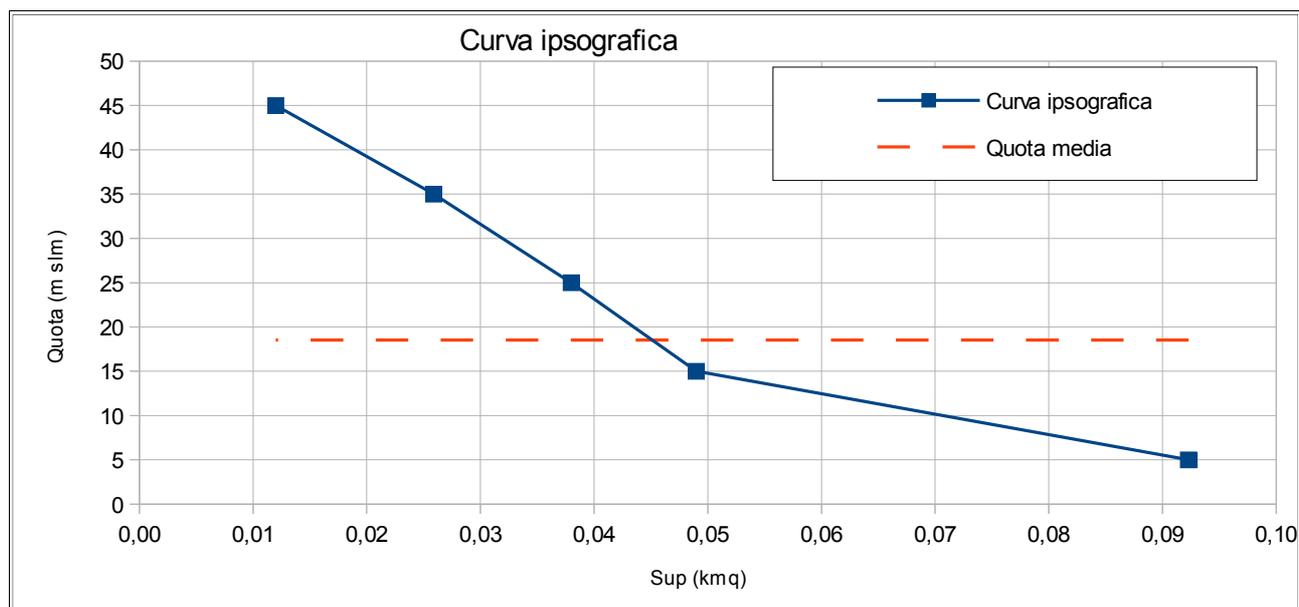
Allo scopo di determinare la quota media pesata del bacino idrografico si è reso necessario cartografare le diverse fasce altimetriche ricadenti all'interno del bacino e calcolarne le relative superfici.

Si riporta di seguito la carta delle fasce altimetriche.



Canale X: Carta delle fasce altimetriche

Si riporta la curva ipsografica per il bacino considerato, con determinazione della relativa quota media.



La quote media determinata è pari a 18,03mslm.

4.2.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso

Per la metodologia di determinazione del coefficiente di deflusso si rimanda al 4.1.1.3.



Canale X: Carta delle acclività



Canale X: Carta delle permeabilità



Canale X: Carta dell'uso del suolo

CODICE MACRO-AREA (permeabilità)	CODICE AREA (acclività)	COEFF. DEFLUSSO PARZIALE (x)	DATI RELATIVI ALLE MICROAREE (AREOLE)						
			Codice microarea (areola)	Uso del suolo	Coeff. di uso del suolo (alfa)	Superficie Si (mq)	Coeff. Deflusso ϕ	Si \cdot ϕ	%area
A (perm alta)	A.1	0,03	A.1.1	Edificato intensivo	0,83	792	0,8351	661,6	0,85829893
		0,03	A.1.2	Edificato semintensivo	0,5	17.250	0,515	8.883,8	18,6890554
		0,03	A.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	19.031	0,2725	5.185,8	20,6181451
		0,03	A.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,1755	0,0	0
		0,03	A.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	2.856	1	2.856,1	3,09436586
	A.2	0,07	A.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8419	0,0	0
		0,07	A.2.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,535	0,0	0
		0,07	A.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	5.304	0,3025	1.604,5	5,74666243
		0,07	A.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2095	0,0	0
		0,07	A.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.3	0,11	A.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	A.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,555	0,0	0
		0,11	A.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3325	0,0	0
		0,11	A.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	A.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.4	0,14	A.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	A.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,57	0,0	0
		0,14	A.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,355	0,0	0
		0,14	A.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	A.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
B (perm media)	B.1	0,06	B.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8402	0,0	0
		0,06	B.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,53	0,0	0
		0,06	B.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,295	0,0	0
		0,06	B.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,201	0,0	0
		0,06	B.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	B.2	0,1	B.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,847	0,0	0
		0,1	B.2.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,55	0,0	0
		0,1	B.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	47.067	0,325	15.296,8	50,9934723
		0,1	B.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,235	0,0	0
		0,1	B.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	B.3	0,13	B.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8521	0,0	0
		0,13	B.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,565	0,0	0
		0,13	B.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3475	0,0	0
		0,13	B.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2605	0,0	0
		0,13	B.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	B.4	0,17	B.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8589	0,0	0
		0,17	B.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,585	0,0	0
		0,17	B.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3775	0,0	0
		0,17	B.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2945	0,0	0
		0,17	B.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
D (perm molto bassa)	D.1	0,11	D.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	D.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,555	0,0	0
		0,11	D.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3325	0,0	0
		0,11	D.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	D.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.2	0,14	D.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	D.2.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,57	0,0	0
		0,14	D.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,355	0,0	0
		0,14	D.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	D.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.3	0,18	D.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8606	0,0	0
		0,18	D.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,59	0,0	0
		0,18	D.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,385	0,0	0
		0,18	D.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,303	0,0	0
		0,18	D.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.4	0,22	D.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8674	0,0	0
		0,22	D.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,61	0,0	0
		0,22	D.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,415	0,0	0
		0,22	D.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,337	0,0	0
		0,22	D.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
TOT					TOT	92.300		34.488,5	100,0

Riepilogo dei coefficienti di deflusso ricavati per le singole areole appartenenti al bacino analizzato

In conclusione, per ricavare il coefficiente di deflusso relativo all'intero bacino, non rimane che applicare la formula:

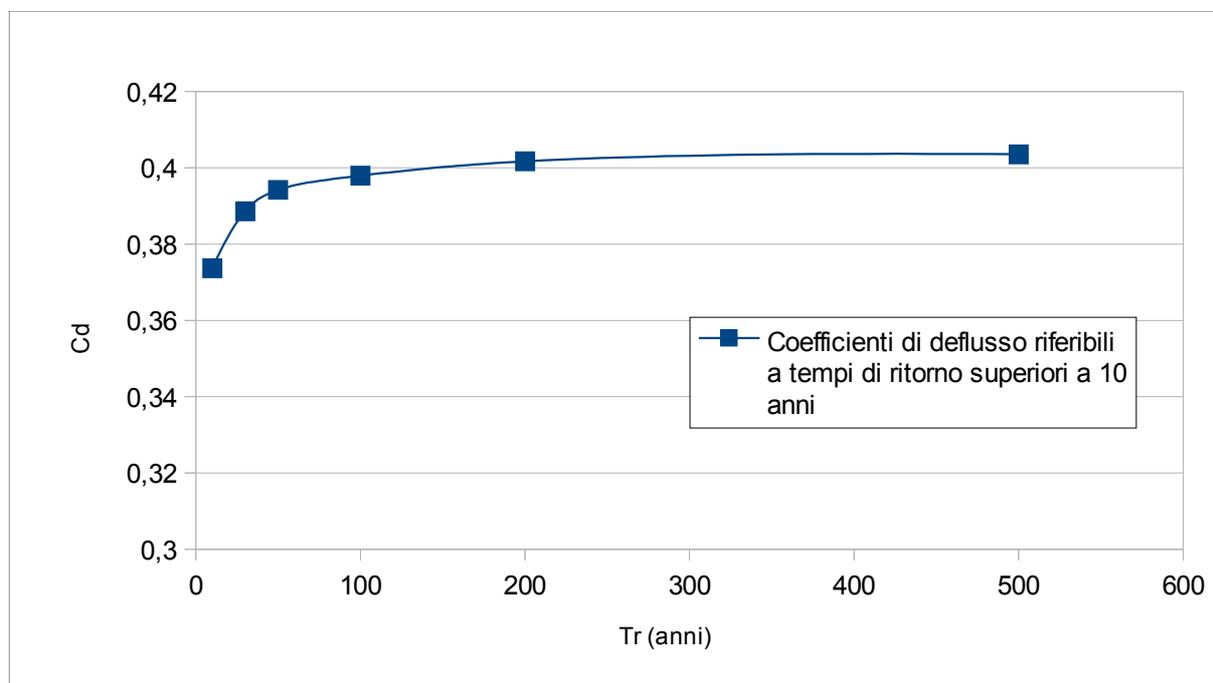
$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^N \varphi_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^N S_i}$$

Pertanto si ottiene il coefficiente di deflusso globale pari a 0,3737.

Tale valore, essendo ottenuto come media pesata dei valori puntuali, può ritenersi rappresentativo dell'intero bacino e come tale verrà usato nelle elaborazioni che seguono.

Occorre poi tener conto del fatto che il valore determinato è relativo ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 10 anni.

Per stimare il coefficiente di deflusso correlato ad eventi caratterizzati da maggiore eccezionalità si utilizza il grafico che segue.



A vantaggio della sicurezza si adotteranno i seguenti coefficienti di deflusso:

$$\varphi = 0,389 \text{ (tempo di ritorno pari a 30 anni)}$$

$$\varphi = 0,398 \text{ (tempo di ritorno pari a 100 anni)}$$

4.2.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi

I modelli di trasformazione afflussi-deflussi adottati sono basati sul metodo razionale di Turazza.

Con essi si tiene conto delle caratteristiche della superficie scolante, attraverso i coefficienti di deflusso.

Con il metodo del Turazza, una volta valutato il tempo di corrivazione, si calcola l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione ed in funzione del tempo di ritorno. A questo punto si calcola la portata con la relazione:

$$Q_{\max} = 278 \cdot \varphi \cdot \frac{S \bar{h}}{\tau_c}$$

dove φ è il coefficiente di deflusso ed \bar{h} è l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione.

La valutazione del coefficiente di deflusso è illustrata al paragrafo precedente.

Per quanto concerne il tempo di corrivazione sono state utilizzate diverse formule empiriche che sono state poi confrontate tra loro, scartando valori anomali e determinando la media dei rimanenti valori.

La determinazione del tempo di corrivazione presuppone la conoscenza della quota media del bacino così come già determinata.

Si riporta di seguito un riepilogo tabellare della determinazione del tempo di corrivazione.

Occorre precisare che i tempi di corrivazione stimati vanno corretti in funzione del tempo di ritorno dell'evento di riferimento, poichè al crescere dell'eccezionalità dell'evento decresce il tempo di corrivazione.

Determinazione del tempo di corrivazione

Determinazione del tempo di corrivazione (Tr 10 anni)
--

<i>Parametri bacino:</i>		<i>u.m.</i>	<i>Note</i>
S (sup bacino)	0,0923	(kmq)	
Hmax	24,0000	(m smm)	quota max dell'asta
Z	3,0000	(m smm)	quota della sezione di chiusura
Hmed	18,0300	(m smm)	quota media del bacino
Hmed – Z	15,0300	(m smm)	
l	0,2600	(km)	lunghezza asta principale
L	0,4600	(km)	max distanza da cui proviene acqua
p	0,0565	(fraz)	pendenza media asta principale

Giandotti	0,5176	(ore)	
Ventura	0,1625	(ore)	
Pasini	0,1327	(ore)	
media	0,2845	(ore)	media dei valori conformi

Tempo di ritorno (anni)	Tempo corrivazione (ore)
10	0,2845
30	0,2830
50	0,2816
100	0,2802
200	0,2788

Noto il tempo di corrivazione, è stata calcolata l'altezza di pioggia e quindi sono state stimate le portate col metodo di Turazza per tempi di ritorno pari a 30 e 100 anni.

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		30	
n=		0,5592326	
a=		71,533872	
Tempo di corrivazione			
t_c =		0,283	ore
Altezza massima di pioggia			
$h(\tau_c)$ =		35,3	mm
Portata di progetto			
	h =	35,3	mm
	φ =	0,3890	
	Q =	1,2330414996	m ³ /s

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		100	
n=		0,5627863	
a=		89,452935	
Tempo di corrivazione			
t_c =		0,2802	ore
Altezza massima di pioggia			
$h(\tau_c)$ =		43,7	mm
Portata di progetto			
	h =	43,7	mm
	φ =	0,3980	
	Q =	1,5773710326	m ³ /s

Le portate adottate nelle verifiche idrauliche che seguono sono:

$$\underline{Q_{30} = 1,24 \text{mc/s (tempo di ritorno pari a 30 anni)}}$$

$$\underline{Q_{100} = 1,60 \text{mc/s (tempo di ritorno pari a 100 anni)}}$$

Si precisa che lo studio idrologico ed idraulico del presente corso d'acqua andrà aggiornato parallelamente ad eventuali trasformazioni territoriali che interesseranno i suoli ricadenti nel suo bacino. Analogamente gli studi idrologici vanno aggiornati sulla base di cambiamenti climatici non desumibili dalle serie storiche di dati attualmente a disposizione.

4.2.2. Verifiche idrauliche – stato attuale

Le verifiche idrauliche di seguito descritte sono riferite alla condizione riscontrata in occasione dei rilievi topografici di dettaglio effettuati nel mese di dicembre 2017.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante modellazione idraulica di tipo monodimensionale in condizione di moto permanente, e con l'ausilio del software HEC-RAS 4.1.

Il tratto analizzato è quello a valle della sezione n.5, in quanto:

- immediatamente a monte della sezione n.5 il canale acquista una buona pendenza,
- inoltre eventuali insufficienze idrauliche a monte della sezione n.5 determinerebbero fuoriuscite verso nord, sia per la minore quota dell'argine sinistro, sia per la particolare conformazione dei terreni contermini al canale.

4.2.2.1. Condizioni al contorno

Condizione di moto

Si è imposto un deflusso in condizioni di moto sub-critico, ossia si è ipotizzata una corrente di tipo “lenta”.

Tirante idraulico della sezione a valle

Il tirante idraulico della sezione di valle è stato imposto considerando il tirante che si determinerebbe in quella sezione in condizioni di moto uniforme.

Scabrezze

Per quanto concerne le scabrezze è stata effettuata un'analisi di dettaglio, definendo le scabrezze sezione per sezione e, per ogni sezione, distinguendo tra l'alveo centrale e le restanti zone della sezione utile al deflusso.

Le scabrezze adottate sono desumibili dal riepilogo tabellare riportato al paragrafo seguente.

4.2.2.2. Determinazione del profilo di piena

La determinazione del profilo di piena, ossia del livello liquido in corrispondenza delle diverse sezioni, è stata effettuata mediante modellazione di un deflusso in condizioni di moto permanente. E' stato utilizzato il programma di calcolo HEC-RAS, che permette di effettuare verifiche idrauliche in condizioni di moto permanente, lasciando all'utente la possibilità di fissare la condizione di moto: ipercritica, subcritica, o mista.

Per il tratto in oggetto si è determinato il profilo di piena supponendo, a vantaggio di sicurezza, che il deflusso avvenga in condizioni di corrente subcritica; in altre parole, anche nei tratti in cui la corrente dovesse assumere carattere veloce il tirante liquido non verrà mai assunto

inferiore a quello critico.

L'ipotesi di moto permanente non è del tutto esatta in quanto, a causa della variazione di alimentazione idrica proveniente dai bacini idrografici, il moto è generalmente di tipo vario.

Tuttavia, per la lenta evoluzione delle onde di piena, spesso è lecito considerare in moto permanente il tratto di corso d'acqua considerato, ipotizzando che in tutte le sezioni la portata sia la stessa. Tale assunzione permette di semplificare notevolmente la procedura di calcolo ottenendo, comunque, un risultato soddisfacentemente esatto.

Per quanto concerne il carico idraulico, si è adottata la portata calcolata per la sezione più a valle, ossia in corrispondenza dell'attraversamento della S.S. n.16. Ovviamente tale assunzione è stata fatta a vantaggio della sicurezza.

Si riportano di seguito, in forma tabellare, i risultati delle elaborazioni condotte per eventi di piena caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni e 100 anni.

Nell'appendice 2 della presente relazione vengono riportati i risultati esportati dal software di calcolo:

- la tabella dei risultati
- il profilo idraulico
- le sezioni

Sez	Note	Progressiva (m)	Parziale rispetto sezione di valle (m)	Quota talweg (m slm)	Pendenza tratto di valle (frazione)	STATO ATTUALE									
						Scabrezze adottate						Profilo di piena (Tr 30 anni)		Profilo di piena (Tr 100 anni)	
						Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)			Manning (m ^{-1/3} s)			quota max piena (m slm)	verifica	quota max piena (m slm)	verifica
sx	alveo	dx	sx	alveo	dx										
1	valle	0		1,19		75	75	75	0,013	0,013	0,013	1,77	SI	1,88	SI
2	ponte SS16 down	2,5	2,5	1,46	0,1100	75	75	75	0,013	0,013	0,013	1,99	SI	2,09	SI
2,5	tombino					90	75	90	0,011	0,013	0,011				
3	ponte SS16 UP	14	11,5	1,63	0,0148	75	75	75	0,013	0,013	0,013	2,93	SI	3,46	NO (DX)
4		15,95	1,95	1,8	0,0872	70	75	70	0,014	0,013	0,014	2,91	SI	3,45	NO
4a		21,55	5,6	2,13	0,0589	70	75	70	0,014	0,013	0,014	2,87	SI	3,44	NO
4b		25,65	4,1	2,22	0,0220	70	75	70	0,014	0,013	0,014	2,76	SI	3,41	NO
5		37,75	12,1	2,36	0,0116	40	50	40	0,025	0,020	0,025	2,97	NO (SX)	3,47	NO

Riepilogo tabellare del profilo di piena determinato per lo stato attuale

4.2.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica

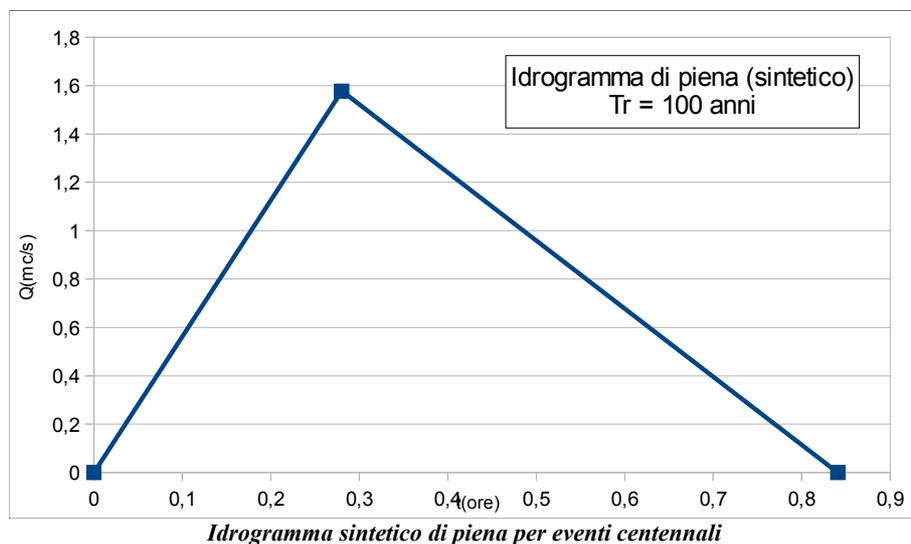
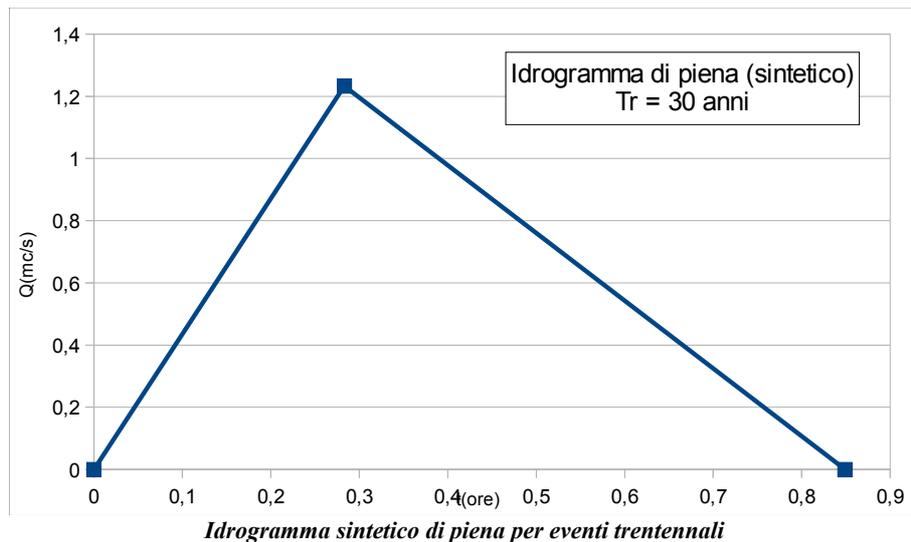
Le modellazioni idrauliche evidenziano la sussistenza di insufficienze idrauliche, ed in ragione di esse vengono individuate le fasce di pericolosità idraulica, così come definite dalla D.G.R. n.53/2014.

La stessa prevede, per i bacini di estensione inferiore a 25kmq, quale quello del fosso in esame, verifiche idrauliche per eventi con tempi di ritorno pari a 30 e 100 anni.

In base ai risultati delle verifiche devono essere individuate le aree a differente pericolosità idraulica come indicato nella tabella riportata di seguito:

FASCIA DI PERICOLOSITA'	TEMPO DI RITORNO DI RIFERIMENTO	CRITERI DI RIFERIMENTO	
		CON DETERMINAZIONE DEI SOLI TIRANTI	CON DETERMINAZIONE DEI TIRANTI E DELLE VELOCITÀ DELLA CORRENTE
elevata	Tr = 30 anni	Aree interessate da piena con tr = 30 anni o fascia rispetto corpi arginali o aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo	
media	Tr = 100 anni	Tiranti $h(m) > 0,30$	Prodotto tirante per la velocità della corrente $vh (m^2s^{-1}) > 0,4$ e comunque con $h(m) > 0,50m$ o $v > 2,0m/s$
bassa	Tr = 100 anni	Tiranti $h(m) \leq 0,30$	Prodotto tirante per la velocità della corrente $vh (m^2s^{-1}) \leq 0,4$ purchè $h(m) \leq 0,50m$ e $v \leq 2,0m/s$

Onde effettuare le valutazioni che seguono, si riportano gli idrogrammi sintetici di piena determinati per il corso d'acqua in esame.



L'analisi dei risultati della modellazione idraulica conduce alle seguenti considerazioni sul tratto terminale del corso d'acqua in esame:

- il deflusso attraverso il tombino che sottopassa la S.S. n.16 non determina criticità, anche se il rigurgito a monte determina un deflusso in pressione all'imbocco del tombino stesso
- Per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni, l'unica criticità si registra in corrispondenza della sezione n.5 dove, in sponda sinistra, vista la minore altezza dell'argine sinistro, si determineranno le fuoriuscite; poiché la massima portata contenuta da tale sezione è pari a 0,55mc/s, ed essendo la portata trentennale pari ad 1,24mc/s, si determina una fuoriuscita massima pari a 0,69mc/s. L'osservazione dell'idrogramma sintetico di piena permette di affermare che tale fuoriuscita avrà una durata pari a circa 0,46h, per cui il massimo volume fuoriuscito sarà pari a circa 570mc. **Le aree interessate da codeste acque di esondazione vengono individuate come “fascia di pericolosità elevata”.**
- Per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 100 anni, le criticità si registrano in corrispondenza delle sezioni n.3 (solo in destra idraulica), n.4 (sia in destra che in sinistra),

n.4a (sia in destra che in sinistra), n.4b (sia in destra che in sinistra), n.5 (sia in destra che in sinistra). La situazione più gravosa è quella in corrispondenza della sezione n.5; poiché, in tale sezione, la massima portata contenuta dal canale (prendendo a riferimento la quota dell'argine destro) è pari a 1,02mc/s, ed essendo la portata centennale pari ad 1,6mc/s, si determina una fuoriuscita massima in destra pari a 0,58mc/s. L'osservazione dell'idrogramma sintetico di piena permette di affermare che tale fuoriuscita avrà una durata pari a circa 0,3h, per cui il massimo volume fuoriuscito sarà pari a circa 313mc. Ora, poiché l'area oggetto di allagamento ha superficie pari a circa 2.950mq, si determinerà un tirante medio di 11cm. **Dunque le aree interessate da codeste acque di esondazione vengono individuate come “fascia di pericolosità bassa”.**

Le fasce di pericolosità così individuate sono rappresentate graficamente in dettaglio nella Tavola n.4.

4.3. Fosso Monte Marino B

4.3.1. Stima del carico idraulico

La stima del carico idraulico correlabile al tratto in esame del Fosso Monte Marino B è stata svolta considerando il bacino idrografico sotteso dall'attraversamento della S.S.16.

La superficie complessiva di tale bacino è pari a circa 0,0855kmq, per cui si fa riferimento alla Tabella 2.4.4.B della D.G.R. n.53/2014.

La stima del carico idraulico è stata elaborata per i seguenti tempi di ritorno:

- $Tr = 30$ anni
- $Tr = 100$ anni

4.3.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia

Si faccia riferimento al paragrafo 4.1.1.1.

4.3.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino

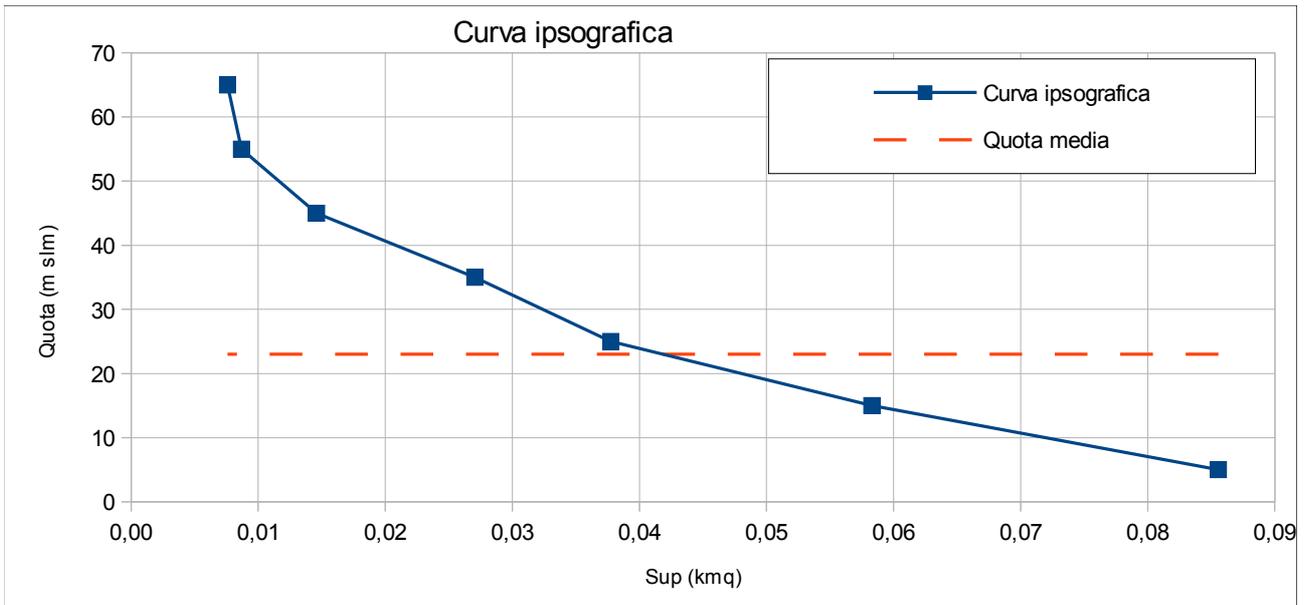
Allo scopo di determinare la quota media pesata del bacino idrografico si è reso necessario cartografare le diverse fasce altimetriche ricadenti all'interno del bacino e calcolarne le relative superfici.

Si riporta di seguito la carta dell fasce altimetriche.



Fosso Monte Marino B: Carta delle fasce altimetriche

Si riporta la curva ipsografica per il bacino considerato, con determinazione della relativa quota media.



La quota media determinata è pari a 22,09mslm.

4.3.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso

Per la metodologia di determinazione del coefficiente di deflusso si rimanda al 4.1.1.3.



Fosso Monte Marino B: Carta delle acclività



Fosso Monte Marino B: Carta delle permeabilità



Fosso Monte Marino B: Carta dell'uso del suolo

CODICE MACRO-AREA (permeabilità)	CODICE AREA (acclività)	COEFF. DEFLUSSO PARZIALE (x)	DATI RELATIVI ALLE MICROAREE (AREOLE)						
			Codice microarea (areola)	Uso del suolo	Coeff. di uso del suolo (alfa)	Superficie Si (mq)	Coeff. Deflusso ϕ_i	Si $\cdot \phi_i$	%area
A (perm alta)	A.1	0,03	A.1.1	Edificato intensivo	0,83	6.314	0,8351	5.272,8	7,38044992
		0,03	A.1.2	Edificato semintensivo	0,5	8.770	0,515	4.516,6	10,2512743
		0,03	A.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	7.443	0,2725	2.028,1	8,6996732
		0,03	A.1.4	Bosco / incolto	0,15	4.302	0,1755	755,0	5,02861824
		0,03	A.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.2	0,07	A.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8419	0,0	0
		0,07	A.2.2	Edificato semintensivo	0,5	1.626	0,535	869,7	1,90016778
		0,07	A.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	2.115	0,3025	639,8	2,47235721
		0,07	A.2.4	Bosco / incolto	0,15	1.191	0,2095	249,5	1,39219786
		0,07	A.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.3	0,11	A.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	A.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,555	0,0	0
		0,11	A.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3325	0,0	0
		0,11	A.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	A.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.4	0,14	A.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	A.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,57	0,0	0
		0,14	A.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,355	0,0	0
		0,14	A.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	A.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
B (perm media)	B.1	0,06	B.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8402	0,0	0
		0,06	B.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,53	0,0	0
		0,06	B.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,295	0,0	0
		0,06	B.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,201	0,0	0
		0,06	B.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	B.2	0,1	B.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,847	0,0	0
		0,1	B.2.2	Edificato semintensivo	0,5	10.730	0,55	5.901,5	12,542323
		0,1	B.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	26.770	0,325	8.700,3	31,291518
		0,1	B.2.4	Bosco / incolto	0,15	16.290	0,235	3.828,2	19,0414205
		0,1	B.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	B.3	0,13	B.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8521	0,0	0
		0,13	B.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,565	0,0	0
		0,13	B.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3475	0,0	0
		0,13	B.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2605	0,0	0
		0,13	B.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	B.4	0,17	B.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8589	0,0	0
		0,17	B.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,585	0,0	0
		0,17	B.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3775	0,0	0
		0,17	B.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2945	0,0	0
		0,17	B.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
D (perm molto bassa)	D.1	0,11	D.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	D.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,555	0,0	0
		0,11	D.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3325	0,0	0
		0,11	D.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	D.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.2	0,14	D.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	D.2.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,57	0,0	0
		0,14	D.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,355	0,0	0
		0,14	D.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	D.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.3	0,18	D.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8606	0,0	0
		0,18	D.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,59	0,0	0
		0,18	D.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,385	0,0	0
		0,18	D.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,303	0,0	0
		0,18	D.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.4	0,22	D.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8674	0,0	0
		0,22	D.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,61	0,0	0
		0,22	D.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,415	0,0	0
		0,22	D.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,337	0,0	0
		0,22	D.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
TOT				TOT	85.550		32.761,4	100,0	

Riepilogo dei coefficienti di deflusso ricavati per le singole areole appartenenti al bacino analizzato

In conclusione, per ricavare il **coefficiente di deflusso** relativo all'intero bacino, non rimane che applicare la formula:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^N \varphi_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^N S_i}$$

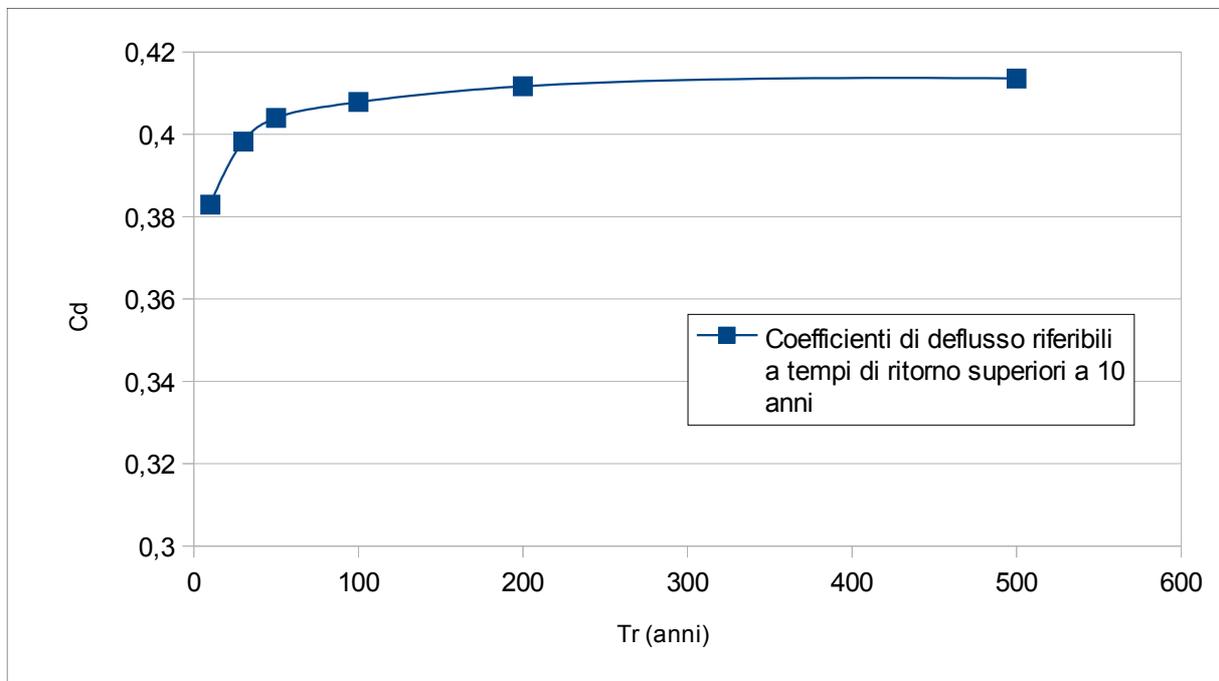
Pertanto si ottiene il coefficiente di deflusso globale pari a 0,3829.

Tale valore, essendo ottenuto come media pesata dei valori puntuali, può ritenersi

rappresentativo dell'intero bacino e come tale verrà usato nelle elaborazioni che seguono.

Occorre poi tener conto del fatto che il valore determinato è relativo ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 10 anni.

Per stimare il coefficiente di deflusso correlato ad eventi caratterizzati da maggiore eccezionalità si utilizza il grafico che segue.



A vantaggio della sicurezza si adotteranno i seguenti coefficienti di deflusso:

$$\varphi = 0,40 \text{ (tempo di ritorno pari a 30 anni)}$$

$$\varphi = 0,408 \text{ (tempo di ritorno pari a 100 anni)}$$

4.3.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi

I modelli di trasformazione afflussi-deflussi adottati sono basati sul metodo razionale di Turazza.

Con essi si tiene conto delle caratteristiche della superficie scolante, attraverso i coefficienti di deflusso.

Con il metodo del Turazza, una volta valutato il tempo di corrivazione, si calcola l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione ed in funzione del tempo di ritorno. A questo punto si calcola la portata con la relazione:

$$Q_{\max} = 278 \cdot \varphi \cdot \frac{S \bar{h}}{\tau_c}$$

dove φ è il coefficiente di deflusso ed \bar{h} è l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione.

La valutazione del coefficiente di deflusso è illustrata al paragrafo precedente.

Per quanto concerne il tempo di corrivazione sono state utilizzate diverse formule empiriche che sono state poi confrontate tra loro, scartando valori anomali e determinando la media dei rimanenti valori.

La determinazione del tempo di corrivazione presuppone la conoscenza della quota media del bacino così come già determinata.

Si riporta di seguito un riepilogo tabellare della determinazione del tempo di corrivazione.

Occorre precisare che i tempi di corrivazione stimati vanno corretti in funzione del tempo di ritorno dell'evento di riferimento, poichè al crescere dell'eccezionalità dell'evento decresce il tempo di corrivazione.

Determinazione del tempo di corrivazione

Determinazione del tempo di corrivazione (Tr 10 anni)
--

<i>Parametri bacino:</i>		<i>u.m.</i>	<i>Note</i>
S (sup bacino)	0,0855	(kmq)	
Hmax	46,0000	(m smm)	quota max dell'asta
Z	3,0000	(m smm)	quota della sezione di chiusura
Hmed	22,0900	(m smm)	quota media del bacino
Hmed – Z	19,0900	(m smm)	
l	0,5500	(km)	lunghezza asta principale
L	0,6700	(km)	max distanza da cui proviene acqua
p	0,0547	(fraz)	pendenza media asta principale

Giandotti	0,5706	(ore)	
Ventura	0,1590	(ore)	
Pasini	0,1683	(ore)	
media	0,3143	(ore)	media dei valori conformi

Tempo di ritorno (anni)	Tempo corrivazione (ore)
10	0,3143
30	0,3127
50	0,3112
100	0,3096
200	0,3081

Noto il tempo di corrivazione, è stata calcolata l'altezza di pioggia e quindi sono state stimate le portate col metodo di Turazza per tempi di ritorno pari a 30 e 100 anni.

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		30	
n=		0,5592326	
a=		71,533872	
Tempo di corrvazione			
t _c =		0,3127	ore
Altezza massima di pioggia			
h(τ _c)=		37,3	mm
Portata di progetto			
	h =	37,3	mm
	φ=	0,4000	
	Q=	1,1353082829	m ³ /s

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		100	
n=		0,5627863	
a=		89,452935	
Tempo di corrvazione			
t _c =		0,3096	ore
Altezza massima di pioggia			
h(τ _c)=		46,2	mm
Portata di progetto			
	h =	46,2	mm
	φ=	0,4080	
	Q=	1,4484198504	m ³ /s

Le portate adottate nelle verifiche idrauliche che seguono sono:

$$\underline{Q_{30} = 1,15 \text{mc/s (tempo di ritorno pari a 30 anni)}}$$

$$\underline{Q_{100} = 1,45 \text{mc/s (tempo di ritorno pari a 100 anni)}}$$

Si precisa che lo studio idrologico ed idraulico del presente corso d'acqua andrà aggiornato parallelamente ad eventuali trasformazioni territoriali che interesseranno i suoli ricadenti nel suo bacino. Analogamente gli studi idrologici vanno aggiornati sulla base di cambiamenti climatici non desumibili dalle serie storiche di dati attualmente a disposizione.

4.3.2. Verifiche idrauliche – stato attuale

Le verifiche idrauliche di seguito descritte sono riferite alla condizione riscontrata in occasione dei rilievi topografici di dettaglio effettuati nel mese di dicembre 2017.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante modellazione idraulica di tipo monodimensionale in condizione di moto permanente, e con l'ausilio del software HEC-RAS 4.1.

4.3.2.1. Condizioni al contorno

Condizione di moto

Si è imposto un deflusso in condizioni di moto misto, ossia si è ipotizzata che la corrente, viste le discrete pendenze del tratto esaminato, possa assumere sia le caratteristiche di tipo “lenta” che “veloce”.

Tirante idraulico della sezione a valle ed a monte

I tiranti idraulici della sezioni di valle e della sezione di monte sono stati imposti considerando il tirante che si determinerebbe in condizioni di moto uniforme.

Scabrezze

Per quanto concerne le scabrezze è stata effettuata un'analisi di dettaglio, definendo le scabrezze sezione per sezione e, per ogni sezione, distinguendo tra l'alveo centrale e le restanti zone della sezione utile al deflusso.

Le scabrezze adottate sono desumibili dal riepilogo tabellare riportato al paragrafo seguente.

4.3.2.2. Determinazione del profilo di piena

La determinazione del profilo di piena, ossia del livello liquido in corrispondenza delle diverse sezioni, è stata effettuata mediante modellazione di un deflusso in condizioni di moto permanente. E' stato utilizzato il programma di calcolo HEC-RAS, che permette di effettuare verifiche idrauliche in condizioni di moto permanente, lasciando all'utente la possibilità di fissare la condizione di moto: ipercritica, subcritica, o mista.

Per quanto concerne il carico idraulico, si è adottata la portata calcolata per la sezione più a valle, ossia in corrispondenza dell'attraversamento della S.S. n.16. Ovviamente tale assunzione è stata fatta a vantaggio della sicurezza.

Si riportano di seguito, in forma tabellare, i risultati delle elaborazioni condotte per eventi di piena caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni e 100 anni.

Nell'appendice 3 della presente relazione vengono riportati i risultati esportati dal software di

calcolo:

- la tabella dei risultati
- il profilo idraulico
- le sezioni

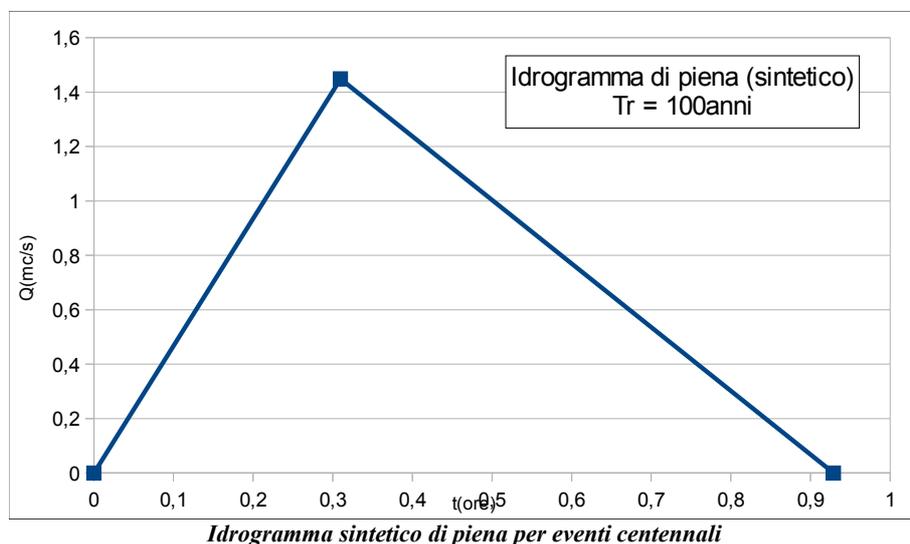
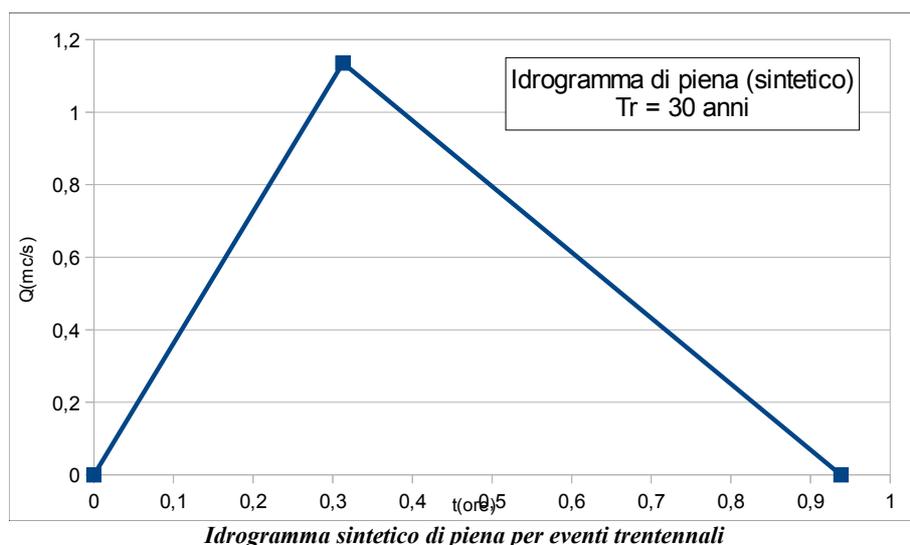
STATO ATTUALE															
Sez	Note	Progressiva (m)	Parziale rispetto sezione di valle (m)	Quota talweg (m slm)	Pendenza tratto di valle (frazione)	Scabrezze adottate						Profilo di piena (Tr 30 anni)		Profilo di piena (Tr 100 anni)	
						Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)			Manning (m ^{-1/3} s)			quota max piena	verifica	quota max piena	verifica
						sx	alveo	dx	sx	alveo	dx	(m slm)		(m slm)	
1	valle	0		2,7		30	50	30	0,033	0,020	0,033	3,33	SI	3,41	SI
2		4,95	4,95	2,88	0,0364	30	50	30	0,033	0,020	0,033	3,54	SI	3,65	SI
3	ponte SS16 down	9,05	4,1	2,84	-0,0098	30	50	30	0,033	0,020	0,033	3,58	SI	3,70	SI
4	ponte SS16 UP	24,45	15,4	2,91	0,0045	70	50	70	0,014	0,020	0,014	3,59	SI	3,71	SI
5		26,65	2,2	3,44	0,2409	70	70	70	0,014	0,014	0,014	3,84	SI	3,90	SI
6		46,85	20,2	3,72	0,0139	70	70	70	0,014	0,014	0,014	4,10	SI	4,16	SI
7		82,65	35,8	4,93	0,0338	70	50	70	0,014	0,020	0,014	5,24	SI	5,30	SI
8		83,95	1,3	4,82	-0,0846	70	50	50	0,014	0,020	0,020	5,27	SI	5,34	SI
9		85,95	2	4,91	0,0450	70	50	50	0,014	0,020	0,020	5,39	SI	5,46	SI
10		88,15	2,2	4,96	0,0227	30	50	30	0,033	0,020	0,033	5,58	SI	5,67	SI
11		90,35	2,2	4,98	0,0091	30	50	30	0,033	0,020	0,033	5,56	SI	5,83	SI
12		91,55	1,2	4,99	0,0083	30	50	30	0,033	0,020	0,033	5,50	SI	5,89	SI
13		112,05	20,5	5,49	0,0244	30	50	30	0,033	0,020	0,033	6,03	SI	6,11	SI
14		128,95	16,9	6,29	0,0473	30	50	30	0,033	0,020	0,033	6,75	SI	6,83	SI
15		141	12,05	7,13	0,0697	30	50	30	0,033	0,020	0,033	7,67	SI	7,75	SI
16		164,3	23,3	8,2	0,0459	30	50	30	0,033	0,020	0,033	8,71	SI	8,76	SI
17		207,6	43,3	11,93	0,0861	30	50	30	0,033	0,020	0,033	12,29	SI	12,32	SI
18		224,7	17,1	13,7	0,1035	30	50	30	0,033	0,020	0,033	14,34	SI	14,41	SI
19		225,65	0,95	14,09	0,4105	30	50	30	0,033	0,020	0,033	14,70	SI	14,76	SI
	tombino PEAD					95	95	95	0,011	0,011	0,011		SI		SI
20		350,15	124,5	26,65	0,1009	30	50	30	0,033	0,020	0,033	27,75	SI	28,01	SI
21		408,05	57,9	35,7	0,1563	30	50	30	0,033	0,020	0,033	36,19	SI	36,25	SI
22		447,85	39,8	43,33	0,1917	30	50	30	0,033	0,020	0,033	43,66	SI	43,69	SI
23		449,65	1,8	43,25	-0,0444	70	50	70	0,014	0,020	0,014	43,69	SI	43,72	SI
24	ponte DOWN	450,65	1	43,25	0,0000	70	50	70	0,014	0,020	0,014	43,78	SI	43,83	SI
25	ponte UP	453,35	2,7	43,4	0,0556	70	50	70	0,014	0,020	0,014	43,74	SI	43,78	SI
26		454,55	1,2	43,66	0,2167	70	50	70	0,014	0,020	0,014	43,96	SI	44,00	SI
27		460,05	5,5	44,33	0,1218	70	50	70	0,014	0,020	0,014	44,59	SI	44,63	SI
28		461,05	1	44,35	0,0200	70	50	70	0,014	0,020	0,014	44,61	SI	44,66	SI

Riepilogo tabellare del profilo di piena determinato per lo stato attuale

4.3.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica

Le modellazioni idrauliche effettuate per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 e 100 anni, evidenziano l'insussistenza di insufficienze idrauliche, **pertanto non si è proceduto ad individuare le fasce di pericolosità idraulica**, così come definite dalla D.G.R. n.53/2014.

Per completezza si riportano gli idrogrammi sintetici di piena determinati per il corso d'acqua in esame.



Risulta doveroso evidenziare che la modellazione idraulica effettuata, pur verificando i criteri di cui alla D.G.R. n.53/2014, evidenzia delle condizioni “al limite” in corrispondenza del tratto immediatamente a monte della sezione n.10.

4.4. Fosso Monte Marino A

4.4.1. Stima del carico idraulico

La stima del carico idraulico correlabile al tratto in esame del Fosso Monte Marino A è stata svolta considerando il bacino idrografico sotteso dall'attraversamento della S.S.16.

La superficie complessiva di tale bacino è pari a circa 0,451kmq, per cui si fa riferimento alla Tabella 2.4.4.B della D.G.R. n.53/2014.

La stima del carico idraulico è stata elaborata per i seguenti tempi di ritorno:

- $Tr = 30$ anni
- $Tr = 100$ anni

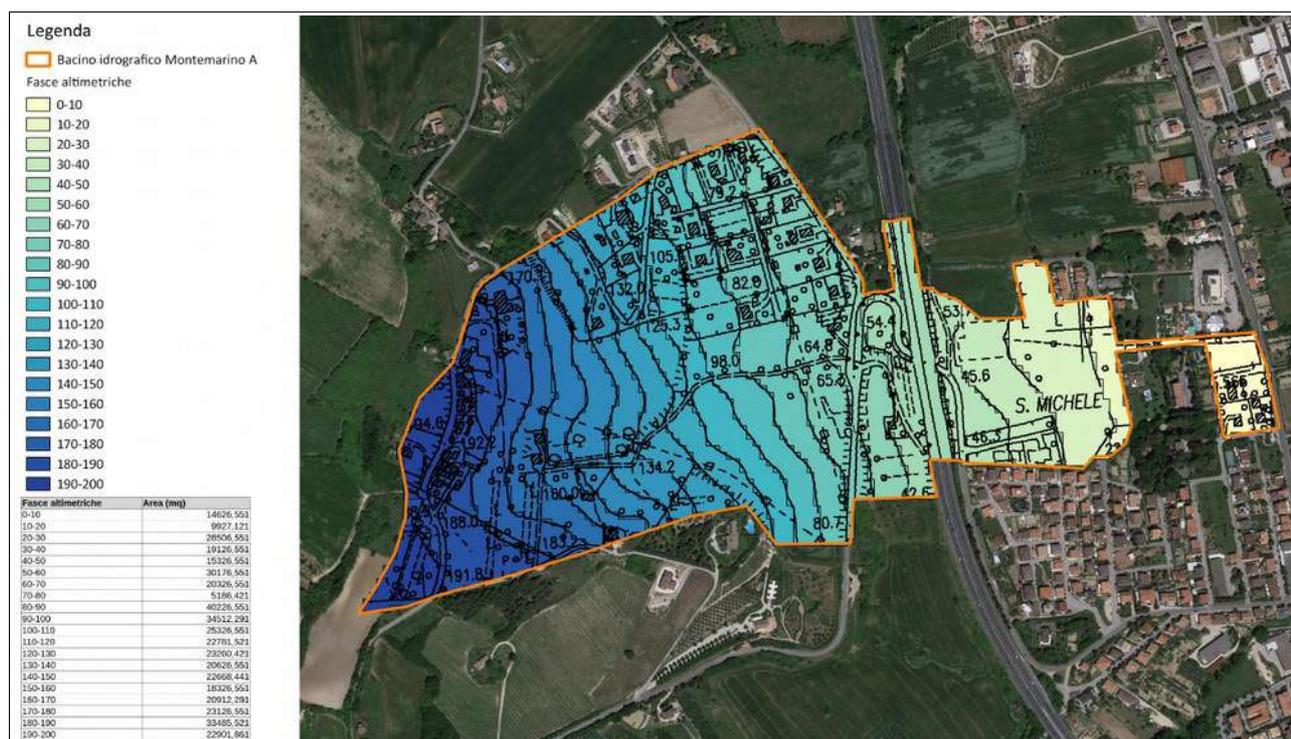
4.4.1.1. Elaborazione statistica dei dati di pioggia

Si faccia riferimento al paragrafo 4.1.1.1.

4.4.1.2. Curva ipsografica e quota media del bacino

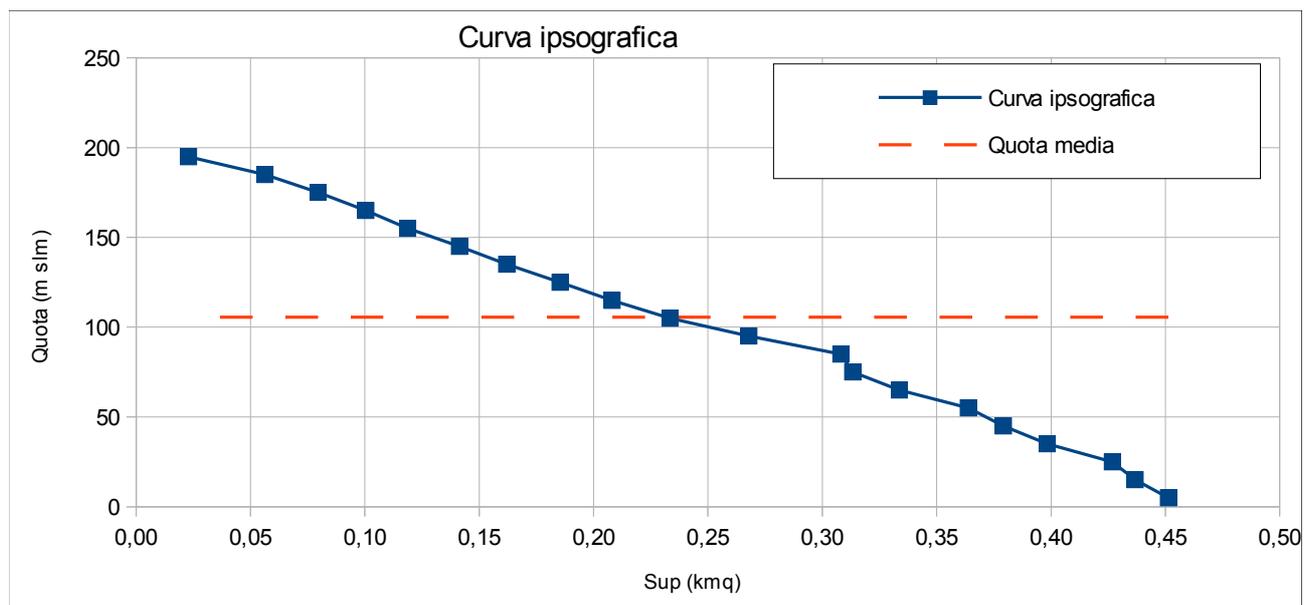
Allo scopo di determinare la quota media pesata del bacino idrografico si è reso necessario cartografare le diverse fasce altimetriche ricadenti all'interno del bacino e calcolarne le relative superfici.

Si riporta di seguito la carta delle fasce altimetriche.



Fosso Monte Marino A: Carta delle fasce altimetriche

Si riporta la curva ipsografica per il bacino considerato, con determinazione della relativa quota media.



La quote media determinata è pari a 105,50mslm.

4.4.1.3. Il bacino idraulico afferente ed il coefficiente di deflusso

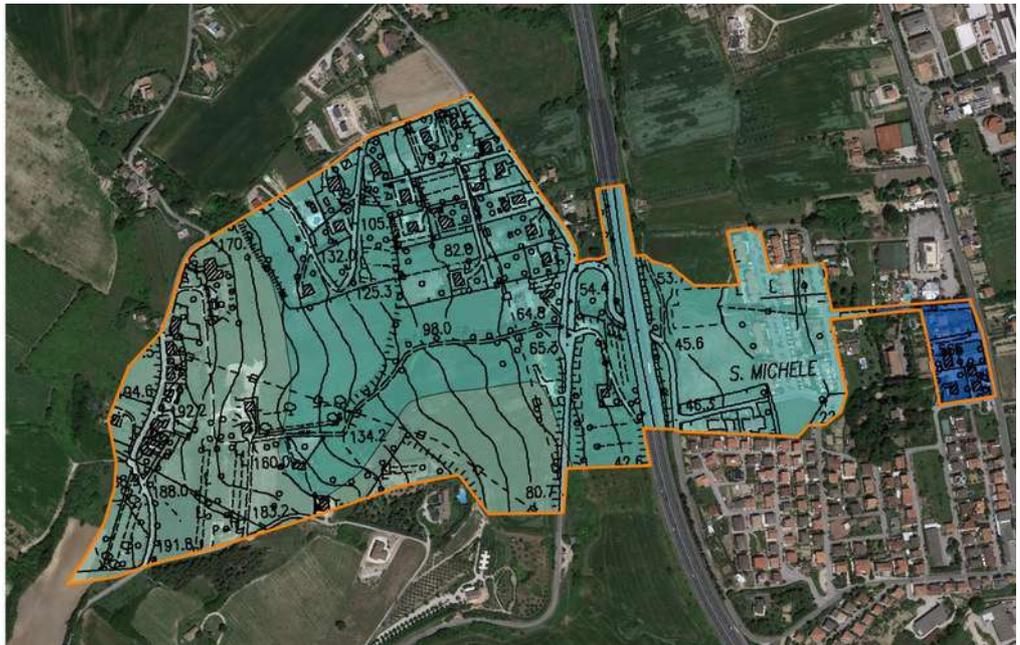
Per la metodologia di determinazione del coefficiente di deflusso si rimanda al 4.1.1.3.



Fosso Monte Marino A: Carta delle acclività

Legenda

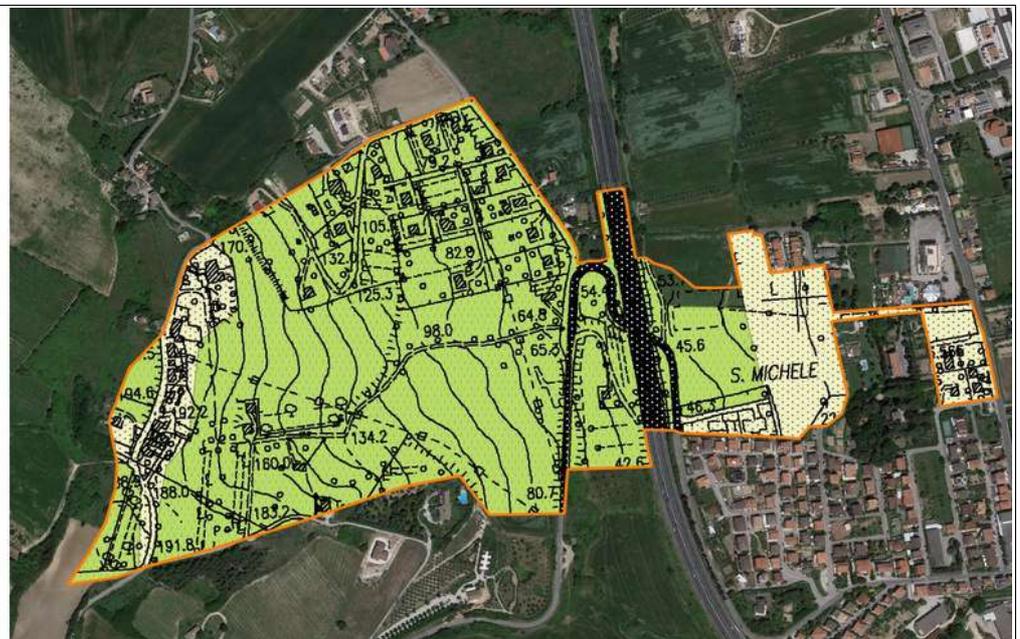
- Bacino idrografico Montemarino A
- Classi di Permeabilità
 - Alta
 - Bassa
 - Media



Fosso Monte Marino A: Carta delle permeabilità

Legenda

- Bacino idrografico Montemarino A
- Uso del suolo
 - Agricolo o case sparse
 - Bosco
 - Edificato semintensivo
 - Strade



Fosso Monte Marino A: Carta dell'uso del suolo

DATI RELATIVI ALLE MICROAREE (AREOLE)									
CODICE MACRO-AREA (permeabilità)	CODICE AREA (acclività)	COEFF. DEFLUSSO PARZIALE (x)	Codice microarea (areola)	Uso del suolo	Coeff. di uso del suolo (alfn)	Superficie Si (mq)	Coeff. Deflusso ϕ	Si $\cdot\phi$	%area
A (perm alta)	A.1	0,03	A.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8351	0,0	0
		0,03	A.1.2	Edificato semintensivo	0,5	12.405	0,515	6.388,6	2,75055652
		0,03	A.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,2725	0,0	0
		0,03	A.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,1755	0,0	0
		0,03	A.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.2	0,07	A.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8419	0,0	0
		0,07	A.2.2	Edificato semintensivo	0,5	351	0,535	187,8	0,07782711
		0,07	A.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3025	0,0	0
		0,07	A.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2095	0,0	0
		0,07	A.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.3	0,11	A.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	A.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,555	0,0	0
		0,11	A.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,3325	0,0	0
		0,11	A.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	A.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	A.4	0,14	A.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	A.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,57	0,0	0
		0,14	A.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	0	0,355	0,0	0
		0,14	A.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	A.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
B (perm media)	B.1	0,06	B.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8402	0,0	0
		0,06	B.1.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,53	0,0	0
		0,06	B.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	198	0,295	58,4	0,04390247
		0,06	B.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,201	0,0	0
		0,06	B.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	401	1	400,6	0,08883377
	B.2	0,1	B.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,847	0,0	0
		0,1	B.2.2	Edificato semintensivo	0,5	37.260	0,55	20.493,0	8,26164739
		0,1	B.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	171.682	0,325	55.796,7	38,0669927
		0,1	B.2.4	Bosco / incolto	0,15	4.275	0,235	1.004,6	0,94789433
		0,1	B.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	15.632	1	15.632,0	3,46607815
	B.3	0,13	B.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8521	0,0	0
		0,13	B.3.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,565	0,0	0
		0,13	B.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	57.811	0,3475	20.089,3	12,8184138
		0,13	B.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2605	0,0	0
		0,13	B.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	1.336	1	1.336,0	0,29623084
	B.4	0,17	B.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8589	0,0	0
		0,17	B.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,585	0,0	0
		0,17	B.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	531	0,3775	200,5	0,11773845
		0,17	B.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2945	0,0	0
		0,17	B.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
D (perm molto bassa)	D.1	0,11	D.1.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8487	0,0	0
		0,11	D.1.2	Edificato semintensivo	0,5	1.634	0,555	906,9	0,36230628
		0,11	D.1.3	Agricolo o case sparse	0,25	5.521	0,3325	1.835,7	1,22416949
		0,11	D.1.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,2435	0,0	0
		0,11	D.1.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0	0
	D.2	0,14	D.2.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8538	0,0	0
		0,14	D.2.2	Edificato semintensivo	0,5	25.029	0,57	14.266,5	5,54967184
		0,14	D.2.3	Agricolo o case sparse	0,25	67.270	0,355	23.880,9	14,9157547
		0,14	D.2.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,269	0,0	0
		0,14	D.2.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	745	1	745,0	0,1651886
	D.3	0,18	D.3.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8606	0,0	0
		0,18	D.3.2	Edificato semintensivo	0,5	1.838	0,59	1.084,4	0,40753913
		0,18	D.3.3	Agricolo o case sparse	0,25	46.378	0,385	17.855,5	10,2833785
		0,18	D.3.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,303	0,0	0
		0,18	D.3.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	154	1	154,0	0,03414637
	D.4	0,22	D.4.1	Edificato intensivo	0,83	0	0,8674	0,0	0
		0,22	D.4.2	Edificato semintensivo	0,5	0	0,61	0,0	0
		0,22	D.4.3	Agricolo o case sparse	0,25	549	0,415	227,8	0,12172959
		0,22	D.4.4	Bosco / incolto	0,15	0	0,337	0,0	0
			0,22	D.4.5	Corsi d'acqua, strade, piazzali impermeabili	1	0	1	0,0
TOT				TOT		451.000		182.544,2	100,0

Riepilogo dei coefficienti di deflusso ricavati per le singole areole appartenenti al bacino analizzato

In conclusione, per ricavare il **coefficiente di deflusso** relativo all'intero bacino, non rimane che applicare la formula:

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^N \phi_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^N S_i}$$

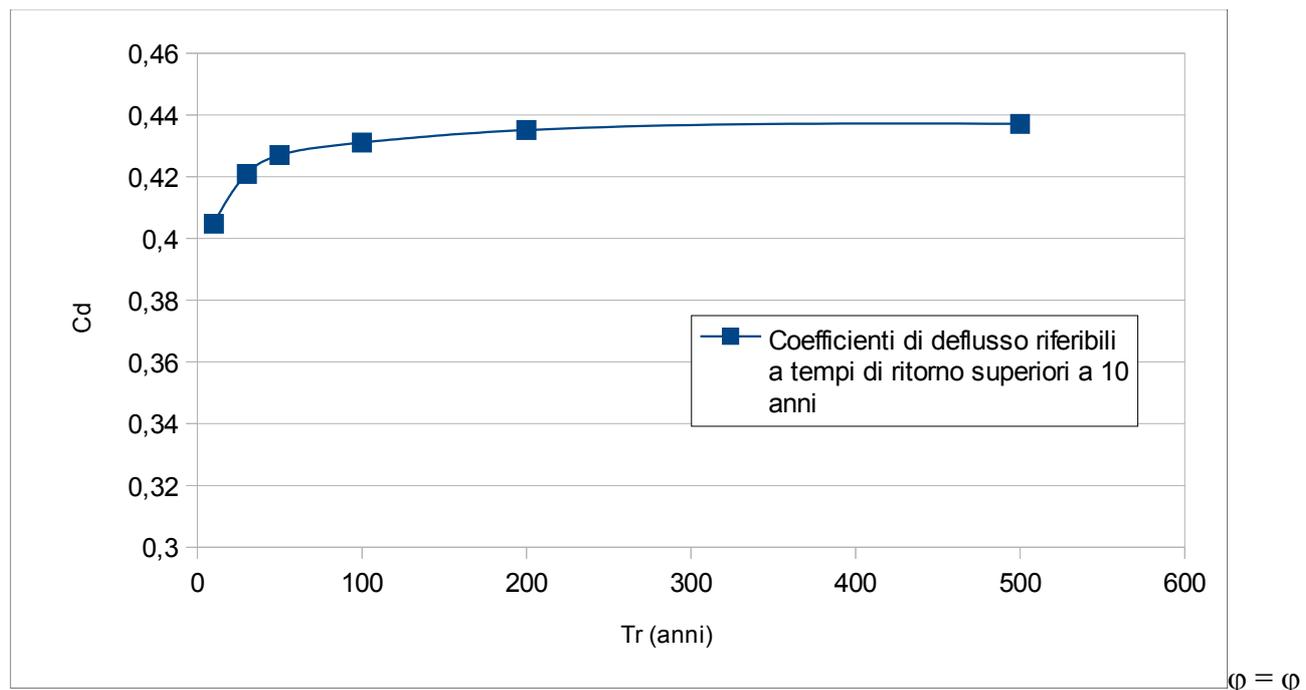
Pertanto si ottiene il coefficiente di deflusso globale pari a 0,405.

Tale valore, essendo ottenuto come media pesata dei valori puntuali, può ritenersi rappresentativo dell'intero bacino e come tale verrà usato nelle elaborazioni che seguono.

Occorre poi tener conto del fatto che il valore determinato è relativo ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 10 anni.

Per stimare il coefficiente di deflusso correlato ad eventi caratterizzati da maggiore eccezionalità si utilizza il grafico che segue.

A vantaggio della sicurezza si adotteranno i seguenti coefficienti di deflusso:



$\varphi = 0,42$ (tempo di ritorno pari a 30 anni)

$\varphi = 0,43$ (tempo di ritorno pari a 100 anni)

4.4.1.4. Modello di trasformazione afflussi-deflussi

I modelli di trasformazione afflussi-deflussi adottati sono basati sul metodo razionale di Turazza.

Con essi si tiene conto delle caratteristiche della superficie scolante, attraverso i coefficienti di deflusso.

Con il metodo del Turazza, una volta valutato il tempo di corrivazione, si calcola l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione ed in funzione del tempo di ritorno. A questo punto si calcola la portata con la relazione:

$$Q_{\max} = 278 \cdot \varphi \cdot \frac{S \bar{h}}{\tau_c}$$

dove φ è il coefficiente di deflusso ed \bar{h} è l'altezza di pioggia relativa al tempo di corrivazione.

La valutazione del coefficiente di deflusso è illustrata al paragrafo precedente.

Per quanto concerne il tempo di corrivazione sono state utilizzate diverse formule empiriche che sono state poi confrontate tra loro, scartando valori anomali e determinando la media dei rimanenti valori.

La determinazione del tempo di corrivazione presuppone la conoscenza della quota media del bacino così come già determinata.

Si riporta di seguito un riepilogo tabellare della determinazione del tempo di corrivazione.

Occorre precisare che i tempi di corrivazione stimati vanno corretti in funzione del tempo di ritorno dell'evento di riferimento, poichè al crescere dell'eccezionalità dell'evento decresce il tempo di corrivazione.

Determinazione del tempo di corrivazione

Determinazione del tempo di corrivazione (Tr 10 anni)
--

<i>Parametri bacino:</i>		<i>u.m.</i>	<i>Note</i>
S (sup bacino)	0,4510	(kmq)	
Hmax	109,0000	(m smm)	quota max dell'asta
Z	4,0000	(m smm)	quota della sezione di chiusura
Hmed	105,5000	(m smm)	quota media del bacino
Hmed – Z	101,5000	(m smm)	
l	0,9500	(km)	lunghezza asta principale
L	1,5800	(km)	max distanza da cui proviene acqua
p	0,0774	(fraz)	pendenza media asta principale

Giandotti	0,5101	(ore)	
Ventura	0,3071	(ore)	
Pasini	0,2935	(ore)	
media	0,3888	(ore)	media dei valori conformi

Tempo di ritorno (anni)	Tempo corrivazione (ore)
10	0,3888
30	0,3868
50	0,3849
100	0,3830
200	0,3810

Noto il tempo di corrivazione, è stata calcolata l'altezza di pioggia e quindi sono state stimate le portate col metodo di Turazza per tempi di ritorno pari a 30 e 100 anni.

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		30	
n=		0,5592326	
a=		71,533872	
Tempo di corrivazione			
t _c =		0,3868	ore
Altezza massima di pioggia			
h(τ _c)=		42,1	mm
Portata di progetto			
h =		42,1	mm
φ=		0,4200	
Q=		5,6681335475	m ³ /s

Calcolo portata di progetto (Turazza)			
Equazione climatica			
Tr (anni)		100	
n=		0,5627863	
a=		89,452935	
Tempo di corrivazione			
t _c =		0,383	ore
Altezza massima di pioggia			
h(τ _c)=		52,1	mm
Portata di progetto			
h =		52,1	mm
φ=		0,4300	
Q=		7,2268963275	m ³ /s

Le portate adottate nelle verifiche idrauliche che seguono sono:

$$Q_{30} = 5,7 \text{ mc/s (tempo di ritorno pari a 30 anni)}$$

$$Q_{100} = 7,3 \text{ mc/s (tempo di ritorno pari a 100 anni)}$$

Si precisa che lo studio idrologico ed idraulico del presente corso d'acqua andrà aggiornato parallelamente ad eventuali trasformazioni territoriali che interesseranno i suoli ricadenti nel suo bacino. Analogamente gli studi idrologici vanno aggiornati sulla base di cambiamenti climatici non desumibili dalle serie storiche di dati attualmente a disposizione.

4.4.2. Verifiche idrauliche – stato attuale

Le verifiche idrauliche di seguito descritte sono riferite alla condizione riscontrata in occasione dei rilievi topografici di dettaglio effettuati nel mese di dicembre 2017.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante modellazione idraulica di tipo monodimensionale in condizione di moto permanente, e con l'ausilio del software HEC-RAS 4.1.

4.4.2.1. Condizioni al contorno

Condizione di moto

Si è imposto un deflusso in condizioni di moto misto, ossia si è ipotizzata che la corrente, viste le discrete pendenze del tratto esaminato, possa assumere sia le caratteristiche di tipo “lenta” che “veloce”.

Tirante idraulico della sezione a valle ed a monte

I tiranti idraulici della sezione di valle e della sezione di monte sono stati imposti considerando il tirante che si determinerebbe in condizioni di moto uniforme.

Scabrezze

Per quanto concerne le scabrezze è stata effettuata un'analisi di dettaglio, definendo le scabrezze sezione per sezione e, per ogni sezione, distinguendo tra l'alveo centrale e le restanti zone della sezione utile al deflusso.

Le scabrezze adottate sono desumibili dal riepilogo tabellare riportato al paragrafo seguente.

4.4.2.2. Determinazione del profilo di piena

La determinazione del profilo di piena, ossia del livello liquido in corrispondenza delle diverse sezioni, è stata effettuata mediante modellazione di un deflusso in condizioni di moto permanente. E' stato utilizzato il programma di calcolo HEC-RAS, che permette di effettuare verifiche idrauliche in condizioni di moto permanente, lasciando all'utente la possibilità di fissare la condizione di moto: ipercritica, subcritica, o mista.

Per quanto concerne il carico idraulico, si è adottata la portata calcolata per la sezione più a valle, ossia in corrispondenza dell'attraversamento della S.S. n.16. Ovviamente tale assunzione è stata fatta a vantaggio della sicurezza.

Si riportano di seguito, in forma tabellare, i risultati delle elaborazioni condotte per eventi di piena caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni e 100 anni.

STATO ATTUALE															
Sez	Note	Progressiva	Parziale rispetto sezione di valle	Quota talweg	Pendenza tratto di valle (frazione)	Scabrezze adottate						Profilo di piena (Tr 30 anni)		Profilo di piena (Tr 100 anni)	
						Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)			Manning (m ^{-1/3} s)			quota max piena	verifica	quota max piena	verifica
						sx	alveo	dx	sx	alveo	dx	(m slm)		(m slm)	
1	valle	0		3,97		30	50	30	0,033	0,020	0,033	4,88	NO	5,01	NO
2		8,35	8,35	4,07	0,0120	30	50	30	0,033	0,020	0,033	4,99	SI	5,11	NO
3		17,85	9,5	4,29	0,0232	30	50	30	0,033	0,020	0,033	5,25	SI	5,41	NO
4	ponete SS16 down	18,7	0,85	4,31	0,0235	50	50	50	0,020	0,020	0,020	5,45	NO (sx)	5,61	NO
	ponete SS16					70	50	70	0,014	0,020	0,014				
5	ponete SS16 UP	31,25	12,55	4,31	0,0000	30	50	30	0,033	0,020	0,033	6,05	NO	6,24	NO
6		33,55	2,3	4,34	0,0130	30	50	30	0,033	0,020	0,033	6,06	NO	6,25	NO
7		81,7	48,15	5,21	0,0181	75	50	30	0,013	0,020	0,033	6,16	SI	6,33	SI
8		111,2	29,5	5,7	0,0166	75	50	30	0,013	0,020	0,033	6,78	NO (dx)	6,93	NO (dx)
	tombino cls					75	75	75	0,013	0,013	0,013		NO		NO
9		463,2	352	34,25	0,0811	30	50	30	0,033	0,020	0,033	36,42	NO	36,61	NO
10	ponete DOWN	482,5	19,3	37,48	0,1674	30	50	30	0,033	0,020	0,033	38,32	SI	38,41	SI
11	ponete UP	486,2	3,7	37,74	0,0703	30	50	30	0,033	0,020	0,033	38,95	SI	39,10	SI
12		488,7	2,5	37,75	0,0040	30	50	30	0,033	0,020	0,033	39,25	SI	39,45	SI

Riepilogo tabellare del profilo di piena determinato per lo stato attuale

Nell'appendice 4 della presente relazione vengono riportati i risultati esportati dal software di calcolo:

- la tabella dei risultati
- il profilo idraulico (totale e di dettaglio)
- le sezioni.

4.4.2.3. Individuazione delle fasce a differente pericolosità idraulica

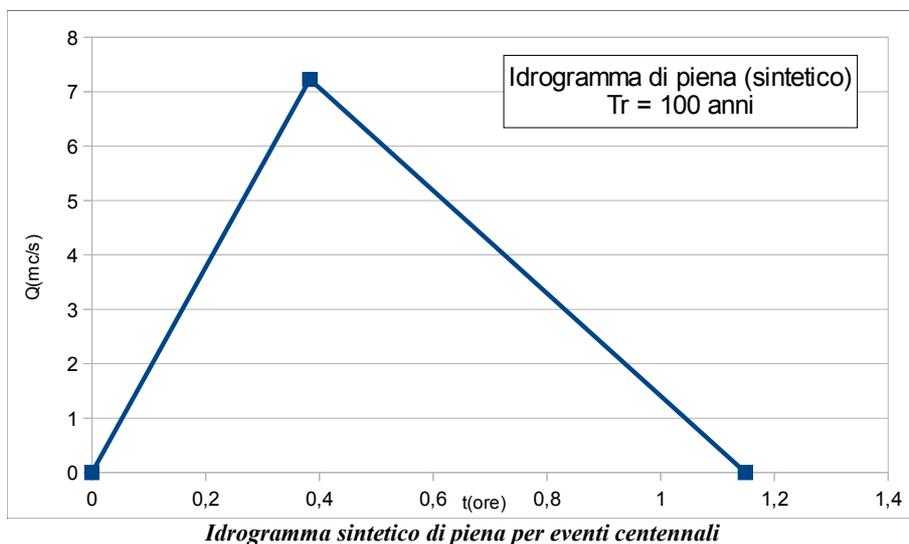
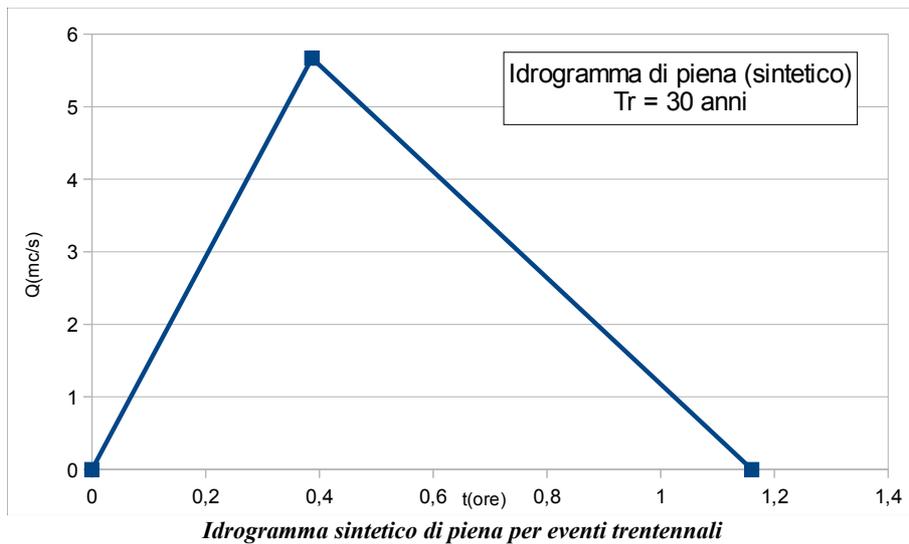
Le modellazioni idrauliche evidenziano la sussistenza di insufficienze idrauliche, ed in ragione di esse vengono individuate le fasce di pericolosità idraulica, così come definite dalla D.G.R. n.53/2014.

La stessa prevede, per i bacini di estensione inferiore a 25kmq, quale quello del fosso in esame, verifiche idrauliche per eventi con tempi di ritorno pari a 30 e 100 anni.

In base ai risultati delle verifiche devono essere individuate le aree a differente pericolosità idraulica come indicato nella tabella riportata di seguito:

FASCIA DI PERICOLOSITA'	TEMPO DI RITORNO DI RIFERIMENTO	CRITERI DI RIFERIMENTO	
		CON DETERMINAZIONE DEI SOLI TIRANTI	CON DETERMINAZIONE DEI TIRANTI E DELLE VELOCITÀ DELLA CORRENTE
elevata	Tr = 30 anni	Aree interessate da piena con tr = 30 anni o fascia rispetto corpi arginali o aree interessabili dalla possibile divagazione dell'alveo	
media	Tr = 100 anni	Tiranti $h(m) > 0,30$	Prodotto tirante per la velocità della corrente $vh (m^2s^{-1}) > 0,4$ e comunque con $h(m) > 0,50m$ o $v > 2,0m/s$
bassa	Tr = 100 anni	Tiranti $h(m) \leq 0,30$	Prodotto tirante per la velocità della corrente $vh (m^2s^{-1}) \leq 0,4$ purchè $h(m) \leq 0,50m$ e $v \leq 2,0m/s$

Onde effettuare le valutazioni che seguono, si riportano gli idrogrammi sintetici di piena determinati per il corso d'acqua in esame.



L'analisi dei risultati della modellazione idraulica conduce alle seguenti considerazioni sul tratto terminale del corso d'acqua in esame:

- il Fosso Monte Marino A è afflitto da condizioni di criticità idraulica diffusa nel tratto a valle della sezione n.9, sia per eventi trentennali che centennali;
- la maggior criticità si registra in corrispondenza della sezione n.9, ossia all'imbocco di monte del tombino costituito da una condotta circolare in cls del diametro utile di 100cm; qui la massima capacità di deflusso è pari a 2,5mc/s;
- in occasione di eventi trentennali, essendo la portata massima pari a 5,70mc/s, si determina una fuoriuscita massima pari a 3,20mc/s. L'osservazione dell'idrogramma sintetico di piena permette di affermare che tale fuoriuscita avrà una durata pari a circa 0,6h, per cui il massimo volume fuoriuscito sarà pari a circa 3.460mc;
- in occasione di eventi centennali, essendo la portata massima pari a 7,30mc/s, si determina una fuoriuscita massima pari a 4,80mc/s. L'osservazione dell'idrogramma sintetico di piena permette di affermare che tale fuoriuscita avrà una durata pari a circa 0,7h, per cui il

massimo volume fuoriuscito sarà pari a 6.050mc circa.

Le fasce di pericolosità così individuate sono rappresentate graficamente in dettaglio nella Tavola n.4.

Per Il Fosso Monte Marino A si prevede di intervenire mediante l'attuazione di misure di mitigazione (come previsto al 2.5 della D.G.R. n.53/2014) allo scopo di estromettere alcune aree di interesse dalle fasce di pericolosità idraulica. A tal proposito si rimanda al capitolo 5.

4.5. Fosso Valloscura

Per quanto concerne il Fosso Valloscura non sono state effettuate valutazioni idrauliche di dettaglio in quanto sono stati rinvenuti due studi idraulici aventi ad oggetto il tratto di fosso posto immediatamente a monte della S.S.16, ossia il tratto potenzialmente influente sulla sicurezza idraulica delle aree in esame.

Il primo studio è stato redatto dal Dott. Geologo Daniele Mercuri su incarico della ditta ITALFISH Srl di Porto San Giorgio e gode di parere favorevole espresso dalla Provincia di Fermo – Servizio Genio Civile e Protezione Civile con nota prot. 21593 del 08/06/2012.

Si riepilogano i dati salienti contenuti in codesto studio ed inerenti le caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche del Fosso Valloscura:

- bacino idraulico sotteso in corrispondenza dell'attraversamento della S.S.16: 9,5kmq;
- coefficiente di deflusso medio pesato per il bacino considerato: 0,80;
- portata di piena duecentennale: 70,97mc/s.

La lettura e l'analisi dello studio idraulico del Dott. Geol. Mercuri permette di affermare che:

- non vengono evidenziate condizioni di criticità idraulica;
- viene garantito il deflusso della piena duecentennale in corrispondenza dell'attraversamento della S.S.16;
- l'evento di piena preso a riferimento è caratterizzato da tempo di ritorno pari a 200 anni;
- la portata duecentennale calcolata è estremamente cautelativa; tale risultato scaturisce dall'adozione di un coefficiente di deflusso medio ($c = 0,8$) oggettivamente eccessivo; considerando le caratteristiche del bacino e la scarsa urbanizzazione dello stesso è da attendersi un coefficiente di deflusso medio inferiore a 0,4.

Il secondo studio reperito è stato redatto dal Dott. Geologo Gianluca Testaguzza su incarico del Comune di Porto San Giorgio nell'ambito del “Progetto di messa in sicurezza del Fosso Rio Valloscura e strade comunali” e gode di parere favorevole espresso dalla Regione Marche – Servizio Ex Genio Civile con nota prot. 795186 del 09/09/2016.

Si riepilogano i dati salienti contenuti in codesto studio ed inerenti le caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche del Fosso Valloscura:

- bacino idraulico sotteso in corrispondenza dell'attraversamento della S.S.16: 9,28kmq;
- coefficiente di deflusso medio stimato per il bacino considerato: 0,50;
- portata di piena centennale: 34,88mc/s;

- portata di piena duecentennale: 38,27mc/s.

La lettura e l'analisi dello studio idraulico del Dott. Geol. Mercuri permette di affermare che:

- non vengono evidenziate condizioni di criticità idraulica;
- l'evento di piena preso a riferimento è caratterizzato da tempo di ritorno pari a 200 anni;
- anche in questo caso, per la determinazione della portata di piena duecentennale, si è adottato un coefficiente di deflusso ($c = 0,5$) cautelativo.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte:

- considerando che il Fosso Valloscura, nel tratto a monte della S.S.16, si presenta discretamente incassato;
- considerando gli studi idraulici reperiti, sopra analizzati, e che non evidenziano condizioni di criticità idraulica per il tratto di Fosso in esame;
- considerando che detti studi hanno preso a riferimento eventi di piena duecentennali adottando, inoltre, coefficienti di deflussi estremamente cautelativi ed eccessivamente sovrastimati;
- poiché per il Fosso Valloscura (superficie del bacino sotteso < 25kmq) la D.G.R. n.53/2014 prescrive che le valutazioni siano svolte considerando eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni e 100 anni, dunque di minor eccezionalità rispetto a quelli stimati negli studi reperiti;

è possibile escludere che il Fosso Valloscura determini condizioni di pericolosità idraulica per le aree in esame. A tal proposito si consideri anche l'ulteriore garanzia offerta dalla presenza della fascia di rispetto pari a 10m di cui al R.D. 523/1904, art.96, comma f.

Pertanto, per le aree in esame, non sono state individuate fasce di pericolosità idraulica correlabili al Fosso Valloscura.

4.6. Conclusioni della verifica completa

Gli elementi del reticolo idrografico presi a riferimento sono (da nord verso sud):

- il Fosso Montesecco
- il Canale X
- il Fosso Monte Marino B
- il Fosso Monte Marino A
- il Fosso Valloscura

Si rappresenta che:

- la Verifica Completa, costituendo un livello di approfondimento successivo alla Verifica Preliminare, andrebbe condotta esclusivamente per i corsi d'acqua che rientrano tra quelli demaniali individuati nelle mappe catastali;
- dunque i soli corsi d'acqua che, a rigore, andrebbero analizzati sono il Fosso Montesecco ed il Fosso Valloscura;
- si è optato comunque per l'analisi degli altri corsi d'acqua (Canale X, Fosso Monte Marino B e Fosso Monte Marino A) in quanto, per importanza e posizione, sono risultati potenzialmente influenti sulla sicurezza idraulica delle aree in esame.

Per quanto concerne il Fosso Valloscura sono stati reperiti studi idraulici di dettaglio, le cui risultanze sono esposte al paragrafo 4.5; l'analisi di detti studi permette di affermare che, per le aree in esame, non sono state individuate fasce di pericolosità idraulica correlabili al Fosso Valloscura.

Per quanto concerne il Fosso Montesecco, il Canale X, il Fosso Monte Marino B ed il Fosso Monte Marino A, è stato necessario redigere uno studio idrologico idraulico di dettaglio, i cui contenuti sono esposti ai paragrafi 4.1 (F. Montesecco), 4.2 (Canale X), 4.3 (F. Monte Marino B), e 4.4 (F. Monte Marino A). e le cui risultanze sono graficizzate nella Tavola n.4, in termini di individuazione delle relative fasce di pericolosità idraulica.

La consultazione di tutta la documentazione, sia reperita che sviluppata in seno alla presente Verifica, ha permesso di redigere una tavola di sintesi (Tavola n.4) in cui sono rappresentate tutte le fasce di pericolosità, definite ai sensi della D.G.R. n.53/2014, e correlabili agli elementi del reticolo idrografico sopra elencati.

Le fasce di pericolosità idraulica individuate interessano anche alcune aree oggetto del Piano in esame.

Per tale motivo vengono proposte delle misure di mitigazione (vedasi capitolo 5), ai sensi del paragrafo 2.5 della D.G.R. n.53/2014, allo scopo di estromettere alcune delle aree dalle fasce di pericolosità idraulica.

Infine si vuole sottolineare che **i risultati del presente studio e la loro graficizzazione sono**

calibrati in funzione dello specifico intervento previsto (il Piano Particolareggiato in esame), e quindi solo ad esso riferibili; tali risultati non possono essere utilizzati per interventi di trasformazione diversi da quello qui analizzato, dovendo tener conto di:

- entità e importanza dello specifico intervento
- posizione degli interventi previsti
- grado di approfondimento dello studio e delle mappature in funzione dello specifico intervento e del suo posizionamento.

5. MISURE DI MITIGAZIONE

Ai sensi del paragrafo 2.5 della D.G.R. n.53/2014 vengono proposte delle misure di mitigazione aventi ad oggetto:

- il Fosso Monte Marino B (paragrafo 5.1)
- il Fosso Monte Marino A (paragrafo 5.2)

A tal proposito occorre specificare quanto segue:

- gli interventi proposti sono inquadrabili come “misure di mitigazione” in ottemperanza e nel pieno rispetto della D.G.R. n.53/2014 – par. 2.5
- in tal senso gli interventi hanno la finalità di poter estromettere alcune aree dalle fasce di pericolosità, dunque di poter tracciare uno scenario post-operam in cui le fasce di pericolosità, così come definite alla tabella 2.4.4.B della D.G.R. n.53/2014, siano ridimensionate.
- a tale scopo è sufficiente individuare degli interventi atti ad evitare fuoriuscite di acque per eventi caratterizzati da tempo di ritorno fino a 100 anni; la lettura della D.G.R. n.53/2014 e delle relative Linee Guida non fornisce indicazioni in merito alla necessità di garantire eventuali franchi di sicurezza idraulica.
- si sottolinea che gli interventi che si andranno a descrivere sono quelli strettamente necessari al soddisfacimento della esigenza di mitigazione, e non costituiscono interventi di messa in sicurezza totale (per i quali occorre prendere a riferimento eventi di piena almeno bicentennali e prevedere adeguati franchi di sicurezza).

Nella Tavola n.5 sono rappresentate le misure di mitigazione previste, nonché le fasce di pericolosità idraulica ad interventi eseguiti.

5.1. Fosso Monte Marino B

La modellazione idraulica di dettaglio non ha evidenziato condizioni di insufficienza idraulica del fosso. Tuttavia, per quanto concerne il deflusso in corrispondenza del sottopasso della S.S.16, vi sono delle condizioni localizzate di criticità che vanno rimosse onde non aggravare lo scenario attuale; scenario che, pur soddisfacendo i requisiti richiesti dalla D.G.R. n.53/2014, risulta talvolta “al limite” e potrebbe “scadere” ulteriormente per via delle seguenti singolarità:

- lieve sedimentazione (di cui si è tenuto conto nella modellazione idraulica) al di sotto del tombino di attraversamento della S.S.16 con accumulo di materiale di trasporto (vedasi foto 5.1.1);



Foto 5.1.1: Fosso Monte Marino B – ripresa da valle (est) del tombino di attraversamento della SS16.

- condotta in PEAD di piccolo diametro (molto presumibilmente per liquidi in pressione) che, a causa di un eccesso di lunghezza, si presenta aggrovigliata a terra immediatamente a valle del tombino di attraversamento della S.S.16 (vedasi foto 5.1.2); tale situazione potrebbe determinare il “trattenimento” di materiale galleggiante (ad. es. arbustivo) trasportato in occasione di eventi di piena;



Foto 5.1.2: Fosso Monte Marino B – ripresa della condotta in PEAD aggrovigliata a terra all'uscita del sottopasso della SS16.

Dunque si propongono i seguenti interventi che, seppur minimi, consentono di garantire una maggior condizione di sicurezza nonché evitare lo “scadimento” dello scenario idraulico attuale:

- pulizia totale del tombino di sottopasso della S.S.16 allo scopo di ripristinare l'officiosità idraulica originaria;
- rimozione o sistemazione della condotta in PEAD descritta sopra ed ubicata immediatamente a valle del sottopasso della S.S.16.

5.2. Fosso Monte Marino A

Ai sensi del paragrafo 2.5 della D.G.R. n.53/2014 vengono proposte delle misure di mitigazione aventi la finalità di estromettere totalmente le aree di interesse dalle fasce di pericolosità idraulica, eliminando contestualmente le limitazioni sulle previsioni del Piano in esame.

Dunque si propone la progettazione definitiva degli interventi di seguito descritti allo scopo di garantire che, in occasione di eventi di piena centennali, le aree di interesse non siano interessate dalle acque di esondazione del Fosso Monte Marino A:

- disostruzione e pulizia totale del tombino di sottopasso della S.S.16 allo scopo di ripristinare l'officiosità idraulica e garantire una sezione di deflusso di altezza pari a 65cm;
- dalla sezione n.8 alla sezione n.9: sostituzione del tombino circolare in cls con tombino scatolare in cls (pareti interne lisce) dimensioni nette cm175x100 (sezione tipo A)
- dalla sezione n.5 alla sezione n.8: risezionamento e realizzazione canale aperto in cls (pareti interne lisce) dimensioni nette cm220x100 (sezione tipo B)
- sezione n.4 (estremità di valle del tombino di sottopasso della S.S.16): spostamento mediante traslazione verso l'alto della condotta di attraversamento che ostruisce parzialmente la luce libera di deflusso (vedasi foto 5.2.1)



Foto 5.2.1: Fosso Monte Marino A – ripresa della condotta che ostruisce parzialmente la luce libera di deflusso del sottopasso della SS16.

Per maggiori dettagli in merito agli interventi proposti si rimanda alla Tavola n.5.

Per quanto concerne la modellazione idraulica del Fosso Monte Marino A nella condizione post – mitigazione, si riportano di seguito, in forma tabellare, i risultati delle elaborazioni condotte per eventi di piena caratterizzati da tempo di ritorno pari a 100 anni.

Sez	Note	Progressiva (m)	Parziale rispetto sezione di valle (m)	Quota talweg post (m slm)	Pendenza tratto di valle (frazione)	STATO POST MITIGAZIONE							
						Scabrezze adottate						Profilo di piena (Tr 100 anni)	
						Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)			Manning (m ^{-1/3} s)			quota max piena (m slm)	verifica
sx	alveo	dx	sx	alveo	dx								
1	valle	0		3,97		30	50	30	0,033	0,020	0,033	5,05	NO
2		8,35	8,35	4,07	0,0120	30	50	30	0,033	0,020	0,033	5,03	SI
3		17,85	9,5	4,13	0,0063	30	50	30	0,033	0,020	0,033	4,79	SI
4	ponte SS16 down	18,7	0,85	4,14	0,0118	30	50	30	0,033	0,020	0,033	4,80	SI
	tombino scatolare cls					70	50	70	0,014	0,020	0,014		SI
5	ponte SS16 UP	31,25	12,55	4,16	0,0016	30	70	30	0,033	0,014	0,033	4,74	SI
6		33,55	2,3	4,19	0,0130	30	70	30	0,033	0,014	0,033	4,77	SI
7		81,7	48,15	5	0,0168	70	70	30	0,014	0,014	0,033	5,53	SI
8		111,2	29,5	5,45	0,0153	70	70	30	0,014	0,014	0,033	5,82	SI
	tombino scatolare cls				#DIV/0!	70	70	70	0,014	0,014	0,014		SI
9		463,2	352	34,25	0,0973	30	50	30	0,033	0,020	0,033	34,68	SI
10	ponte DOWN	482,5	19,3	37,48	0,1674	30	50	30	0,033	0,020	0,033	38,41	SI
11	ponte UP	486,2	3,7	37,74	0,0703	30	50	30	0,033	0,020	0,033	39,10	SI
12		488,7	2,5	37,75	0,0040	30	50	30	0,033	0,020	0,033	39,45	SI

Riepilogo tabellare del profilo di piena determinato per lo stato post mitigazione

Nell'appendice 5 della presente relazione vengono riportati i risultati esportati dal software di calcolo:

- la tabella dei risultati
- il profilo idraulico (totale e di dettaglio)
- le sezioni.

Si evidenzia che gli interventi inerenti il Fosso monte Marino A andranno realizzati unitariamente su tutto il tratto, rimandando la progettazione esecutiva alla fase attuativa; a tal proposito si evidenzia che il progetto proposto non ha preso in considerazione eventuali procedure espropriative e che le sezioni tipo “A” e “B”, in caso di impossibilità di realizzazione, potranno essere sostituite da sezioni diverse purché idraulicamente equivalenti.

6. INDICAZIONI DEL METODO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il presente capitolo viene redatto nel rispetto dei contenuti del paragrafo 2.4 (ultimo capoverso) della D.G.R. n.53/2014.

Le acque di origine meteorica, saranno oggetto di opportuno drenaggio di tipo urbano da dimensionare in fase attuativa. I vari sistemi di drenaggio convoglieranno le acque verso i collettori fognari delle acque bianche di ciascun ambito.

Particolare attenzione andrà prestata, in fase attuativa, alla progettazione ed esecuzione delle opere atte a garantire l'invarianza idraulica di cui alla D.G.R. n.53/2014 – titolo III.

Nello specifico tutte le trasformazioni andranno inquadrare nella quarta classe di intervento (interventi su superfici superiori a 10ha con $Imp > 0,3$). Infatti il Piano investe un'area di estensione superiore a 10ha, mentre l'attuazione differita nel tempo per singoli lotti o singoli ambiti potrebbe indurre il progettista ad inquadrare la singola sub-trasformazione nella prima o seconda classe di intervento.

La progettazione e realizzazione delle opere atte a a garantire l'invarianza idraulica andrà effettuata:

- prioritariamente in maniera unitaria, con opere a servizio sia delle aree pubbliche che delle aree private, e preferibilmente concentrate allo scopo di agevolare gli interventi manutentivi;
- in subordine, qualora si voglia semplificare l'approccio alla progettazione o qualora si vogliano distinguere le competenze manutentive, in maniera distinta:
 - per le aree che diverranno pubbliche;
 - per le superfici fondiarie o ad esse assimilabili.

Dunque, qualora si adotti un approccio distinto per ciascuna sub-trasformazione e/o differenziando le aree che diverranno pubbliche da quelle private, la progettazione ed il dimensionamento delle misure relative all'invarianza idraulica non potrà prescindere dalle considerazioni di carattere globale sopra esposte. Infatti, l'approccio all'invarianza idraulica per un singolo lotto, se decontestualizzato, porterebbe alla determinazione di scelte che soddisfano i soli principi relativi alla prima/seconda classe di intervento. **Occorrerà invece attuare, anche nel singolo lotto, i principi relativi alla quarta classe di intervento, in quanto il contributo di ogni area determinerà il soddisfacimento globale delle misure necessarie all'intero piano.**

Nello specifico occorrerà perseguire il principio dell'invarianza idraulica comprendendo nella progettazione anche la realizzazione di manufatti di protezione e regolazione delle portate, allo scopo di garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una determinata durata di pioggia (si veda il capoverso seguente) e conformemente a quanto stabilito dalla D.G.R. n.53/2014 – titolo III per la quarta classe di intervento. A tal fine si renderà necessaria la

conoscenza dell'idrogramma di piena del corpo idrico ricettore; ed in tal senso sarà possibile adottare gli idrogrammi sintetici determinati nell'ambito del presente studio ed esposti ai paragrafi 4.2, 4.3 e 4.4.

L'implementazione dei meccanismi di regolazione delle portate dovrà tradursi in uno “sfasamento” della restituzione al corpo idrico ricettore in modo da garantire con adeguata certezza il “superamento” temporale del picco di piena del corso d'acqua prima che la restituzione abbia inizio. In tale ottica va determinata la durata di pioggia richiamata al capoverso precedente.

Si riporta di seguito uno schema esemplificativo degli idrogrammi di piena sintetici riferibili alle aree in trasformazione, con evidenziazione della condizione ante-operam, della condizione post-operam in assenza di laminazione, e della condizione post-operam con laminazione.

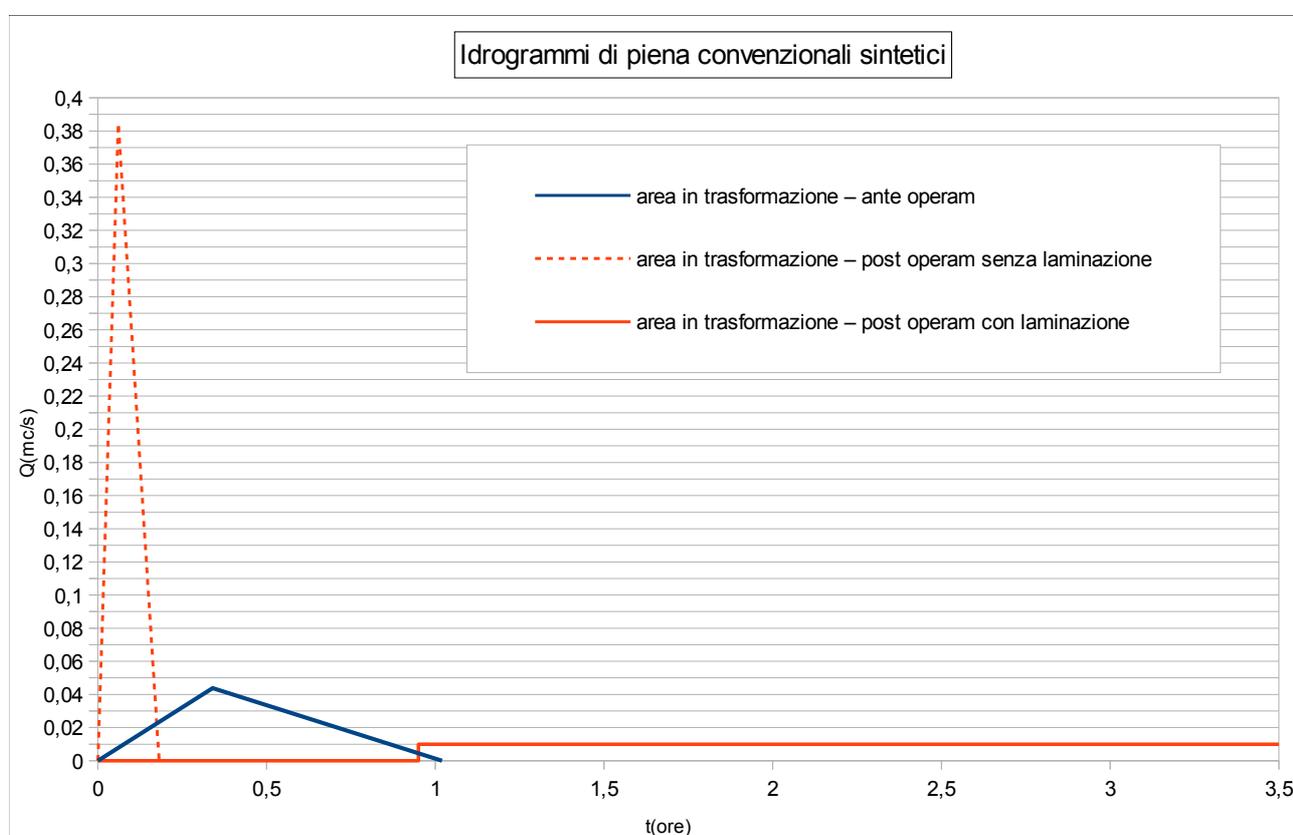


Fig. 6.1: Schema esemplificativo degli idrogrammi di piena che andrà riproposto in fase attuativa.

Le progettazioni delle misure dell'invarianza idraulica che saranno trasmesse agli enti competenti al rilascio dei titoli abilitativi (ai sensi del 3.3 della D.G.R. n.53/2014) saranno corredate dagli idrogrammi sintetici relativi alle condizioni ante-operam, post-operam senza laminazione e post-operam con laminazione, secondo lo schema di cui alla sopra riportata figura 6.1 e determinati per lo specifico intervento.

7. CONCLUSIONI

Nell'ambito della progettazione della **Variante al Piano Particolareggiato n.6 "San Michele"** è stata effettuata la **Verifica di compatibilità idraulica**, ai sensi dell' art. 10 della L.R. 22 del 23.11.2011 e della D.G.R. n.53/2014 – titolo II.

Lo studio è stato condotto fino alla **verifica completa**.

Pertanto è stata effettuata l'analisi idrografica-bibliografica-storica (**Verifica preliminare – capitolo 2**), l'analisi geomorfologica (**Verifica semplificata – capitolo 3**) e l'analisi idrologica-idraulica (**Verifica completa - capitolo4**).

Nella verifica completa sono stati presi in esame tutti i corsi d'acqua potenzialmente influenti sulla sicurezza idraulica dell'area d'intervento:

- il **fosso Montesecco** (paragrafo 4.1),
- il **canale X** (paragrafo 4.2),
- il **fosso Monte Marino B** (paragrafo 43),
- il **fosso Monte Marino A** (paragrafo 4.4),
- il **fosso Valloscura** (paragrafo 4.5),

Per il fosso Valloscura si sono reperiti due precedenti studi idraulici, sui quali l'Autorità Idraulica si è espressa favorevolmente, e che non evidenziano condizioni di criticità idraulica nel tratto a monte della S.S.16.

Per i restanti corsi d'acqua si è proceduto ad un'analisi idrologica idraulica di dettaglio, pur non rientrando tutti tra quelli demaniali individuati nelle mappe catastali.

7.1. Scenario attuale

La consultazione di tutta la documentazione, sia reperita che sviluppata in seno alla presente Verifica, ha permesso di redigere una **tavola di sintesi (Tavola n.4)** in cui sono rappresentate tutte le fasce di pericolosità, definite ai sensi della D.G.R. n.53/2014, e correlabili agli elementi del reticolo idrografico sopra elencati.

Le fasce di pericolosità idraulica individuate interessano anche alcune aree del Piano in esame. **Per cui, allo stato attuale, per codeste aree si applicano le limitazioni di cui alla tabella 2.4.4.B della D.G.R. n.53/2014.**

7.2. Scenario post-mitigazione

Allo scopo di estromettere alcune delle aree del Piano dalle fasce di pericolosità idraulica, **sono state definite delle misure di mitigazione della pericolosità idraulica**; il tutto ai sensi del

paragrafo 2.5 della D.G.R. n.53/2014, costituendo il Piano in esame una variante a previsioni esistenti.

La descrizione ed analisi idraulica delle misure di mitigazione è riportata al **capitolo 5**, mentre la graficizzazione delle stesse è contenuta nella **Tavola 5** unitamente alle fasce di pericolosità idraulica correlate alla condizione post-operam.

Si specifica che gli interventi inerenti il Fosso Monte Marino A andranno eseguiti in maniera unitaria su tutto il tratto e si rimanda la progettazione esecutiva alla fase attuativa.

Anche in questo nuovo scenario le fasce di pericolosità idraulica interessano alcune aree del Piano in esame. **Per cui, ad interventi di mitigazione eseguiti, per codeste aree si applicheranno le limitazioni di cui alla tabella 2.4.4.B della D.G.R. n.53/2014.**

Onde poter procedere alle trasformazioni territoriali facendo riferimento alle nuove e ridimensionate fasce di pericolosità idraulica (Tavola 5) occorrerà:

- **acquisire i titoli abilitativi ed ambientali eventualmente necessari alla realizzazione delle opere di mitigazione;**
 - **realizzare le opere di mitigazione;**
 - **redigere il certificato di regolare esecuzione e/o collaudo delle opere;**
 - **trasmettere la documentazione di cui al punto precedente all'Autorità Idraulica;**
- il tutto come da parere rilasciato dalla Regione Marche - P.F. DIFESA DEL SUOLO e AUTORITA' DI BACINO in data 04/06/2014 allo scrivente.**

Si specifica, inoltre, che la realizzazione delle opere di mitigazione della pericolosità da inondazione sarà soggetta verosimilmente al rilascio del parere vincolante dell'Autorità Idraulica ai sensi del R.D. 523/1904 (come da parere rilasciato allo scrivente dalla Regione Marche - P.F. DIFESA DEL SUOLO e AUTORITA' DI BACINO in data 04/06/2014), per cui la valutazione di cui al paragrafo 2.3. della D.G.R. n.53/2014, espressa dall'Autorità Idraulica, è da ritenersi di esclusiva competenza della Verifica di Compatibilità Idraulica, qualora non diversamente specificato.

7.3. Confronto tra lo scenario attuale e lo scenari post-mitigazione

Nella **Tavola 6** si propone la sovrapposizione dei comparti del Piano in esame con gli scenari di pericolosità attuale e post mitigazione definiti ai sensi della D.G.R. n.53/2014.

7.4. Ulteriori precisazioni

In merito allo smaltimento delle acque meteoriche di competenza delle aree in trasformazione, si richiamano le prescrizioni contenute al capitolo 6 della presente relazione.

Le valutazioni idrauliche effettuate in codesto studio fanno riferimento ad un buono/discreto stato manutentivo dei corsi d'acqua analizzati, così come appurato durante i sopralluoghi effettuati in data dicembre 2017, per cui **la validità di tali valutazioni è da ritenersi strettamente correlata ad un buono stato manutentivo dei corsi d'acqua**, finalizzato al garantimento di idonee condizioni di deflusso delle acque in caso di piena.

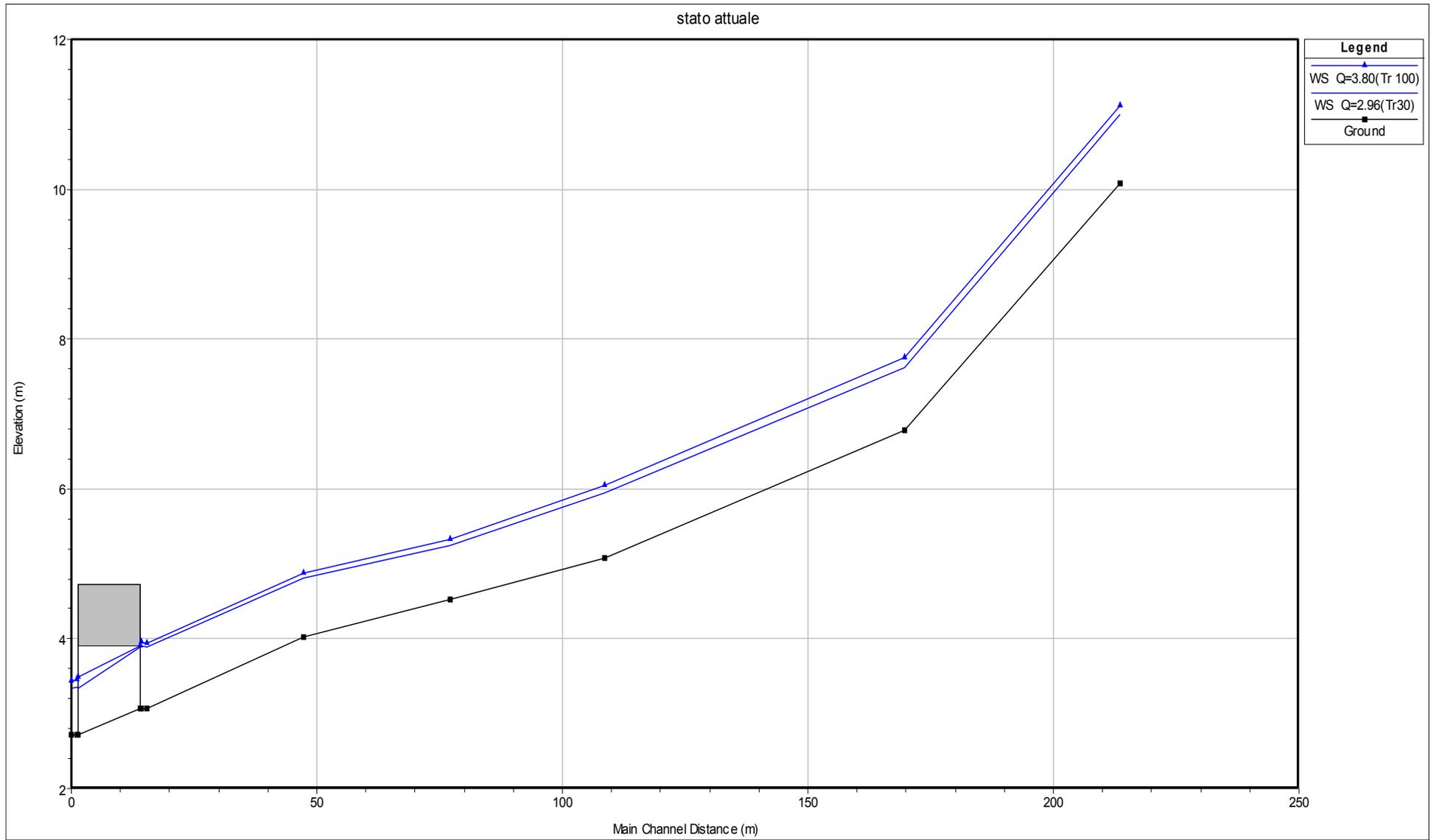
Infine si vuole sottolineare che i risultati dello studio e la loro graficizzazione sono calibrati in funzione dello specifico intervento previsto (Piano Particolareggiato n.6 "San Michele"), e quindi sono solo ad esso riferibili; tali risultati non possono essere utilizzati per interventi di trasformazione diversi da quello qui analizzato, dovendo tener conto di:

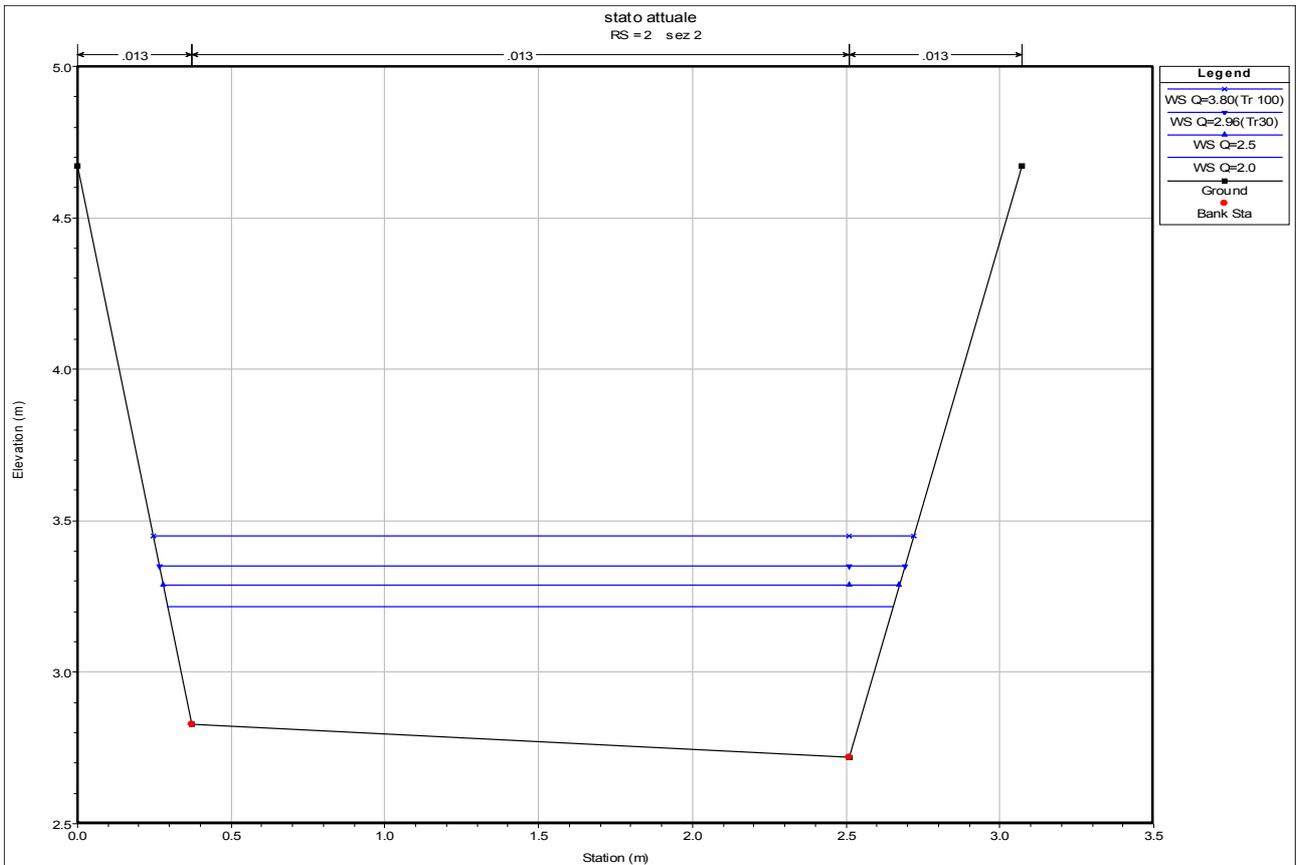
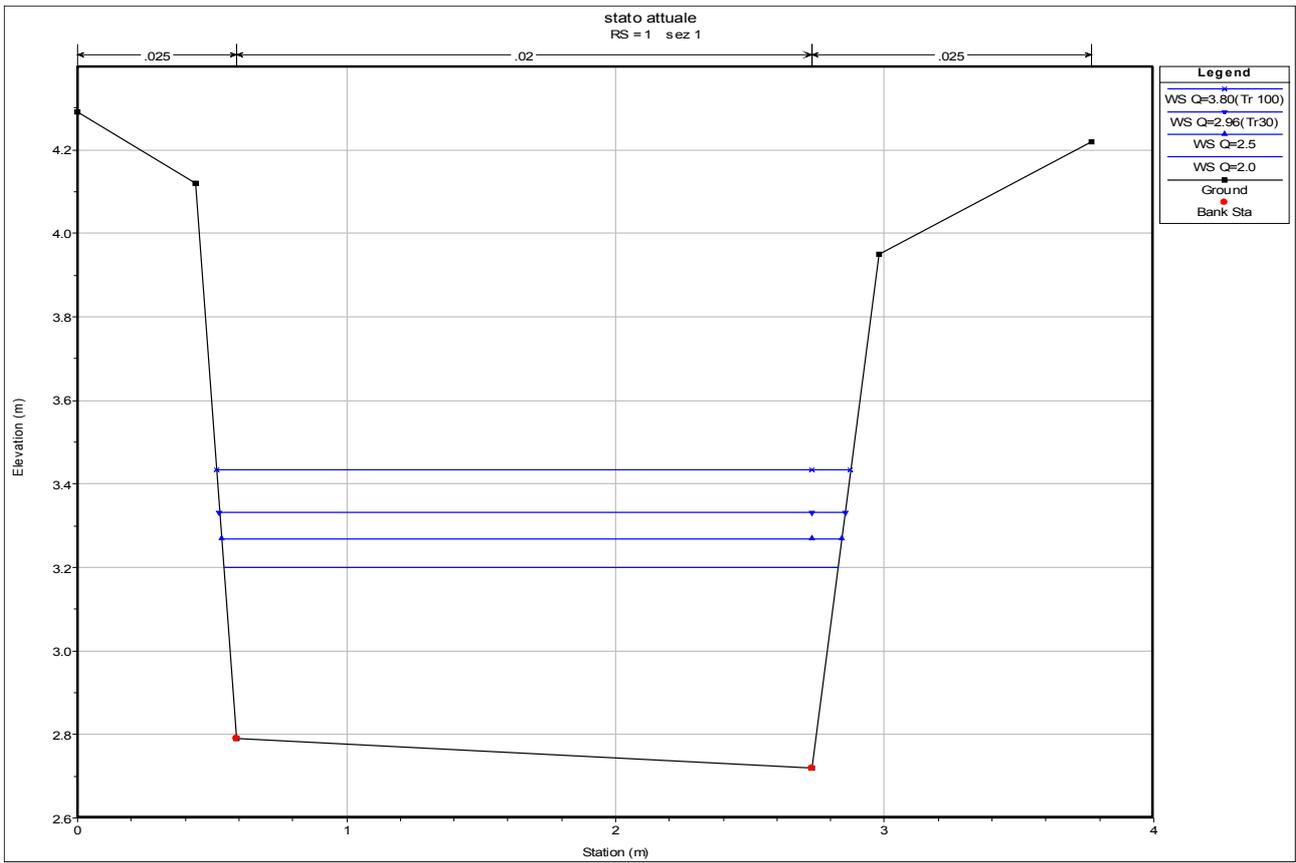
- entità e importanza dello specifico intervento
- posizione degli interventi previsti
- grado di approfondimento dello studio e delle mappature in funzione dello specifico intervento e del suo posizionamento.

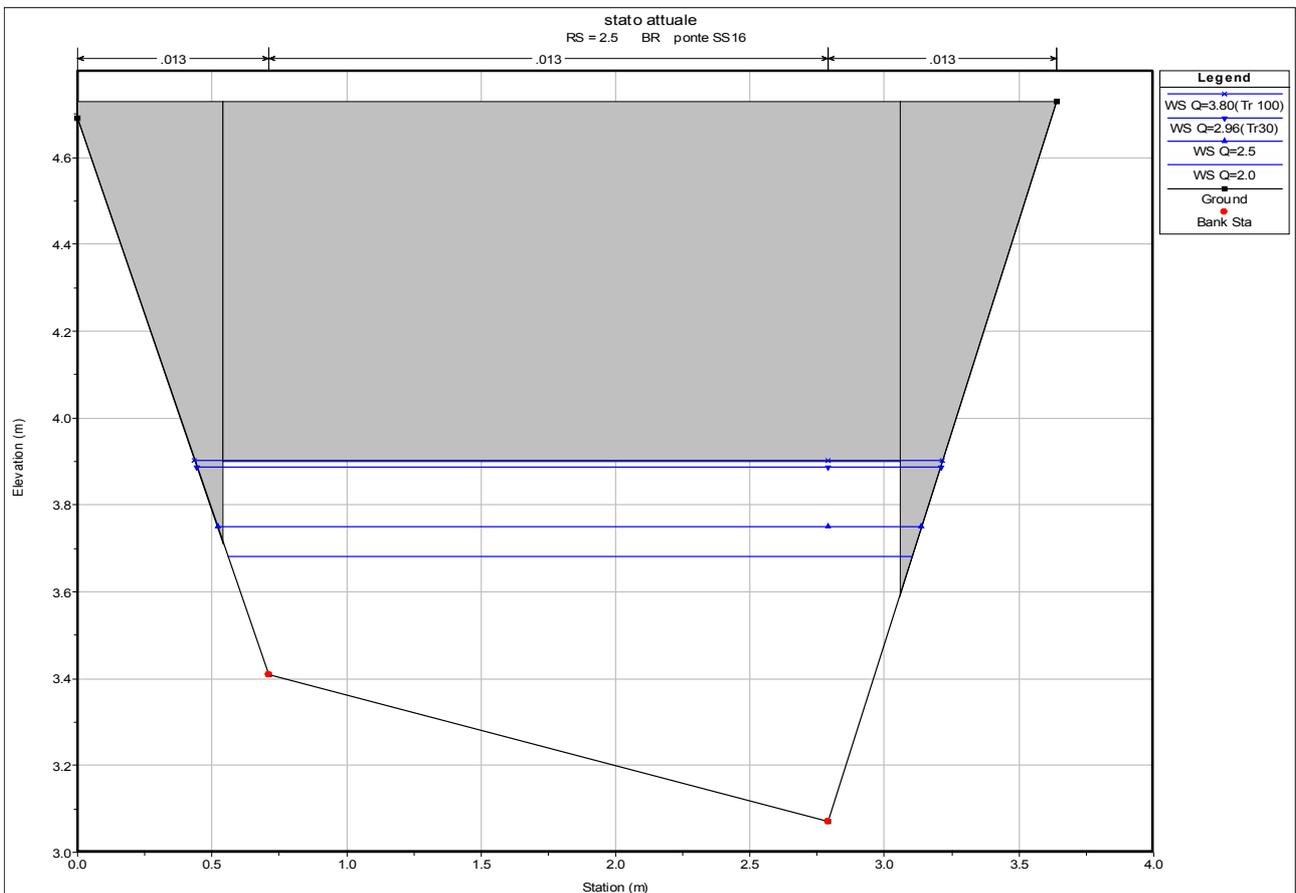
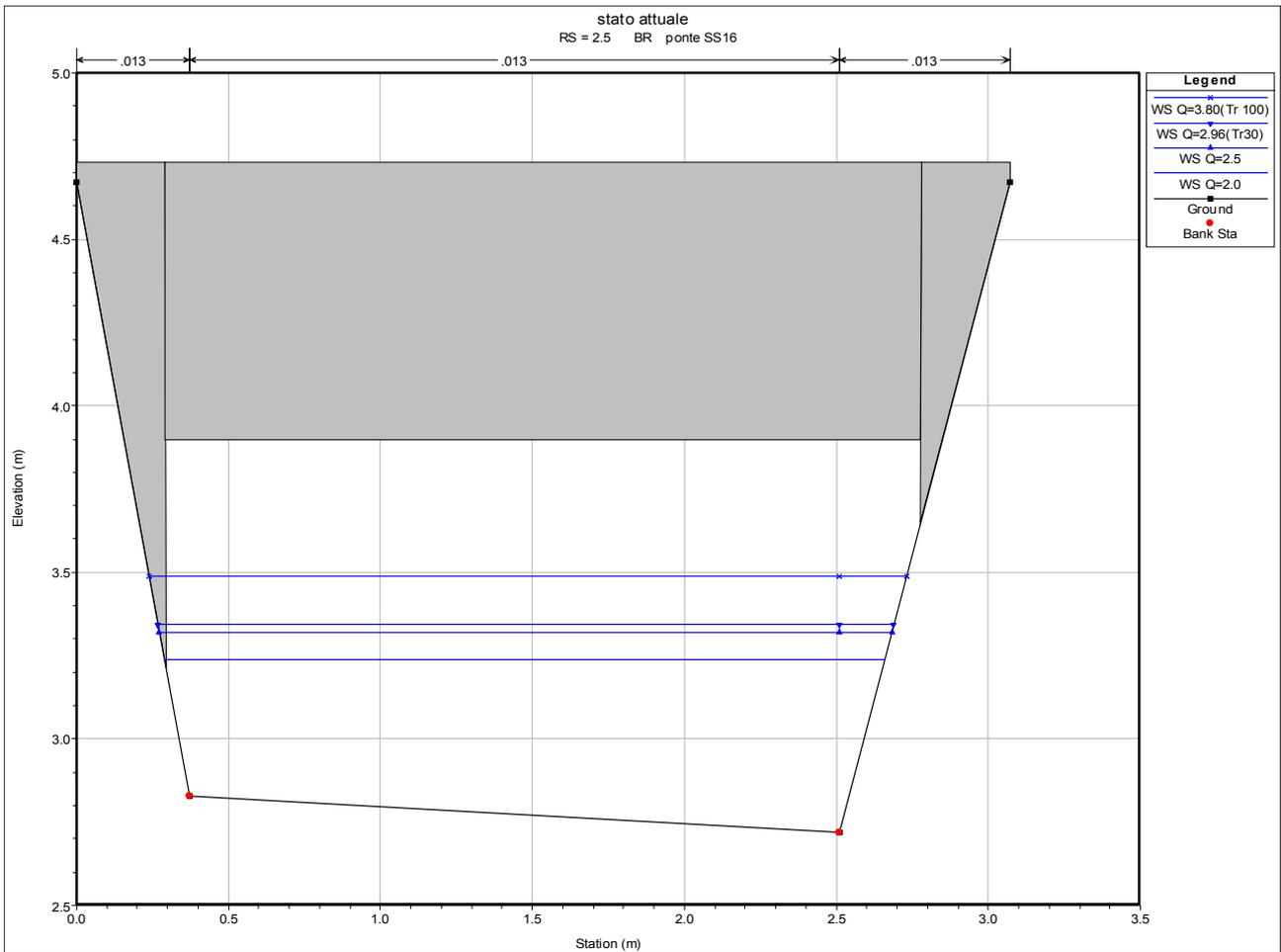
Inoltre, per quanto concerne gli studi idrologici ed idraulici dei corsi d'acqua analizzati, essi andranno aggiornati parallelamente ad eventuali trasformazioni territoriali che interesseranno i suoli ricadenti nel suo bacino. Analogamente gli studi idrologici ed idraulici andranno aggiornati sulla base di cambiamenti climatici non desumibili dalle serie storiche di dati attualmente a disposizione.

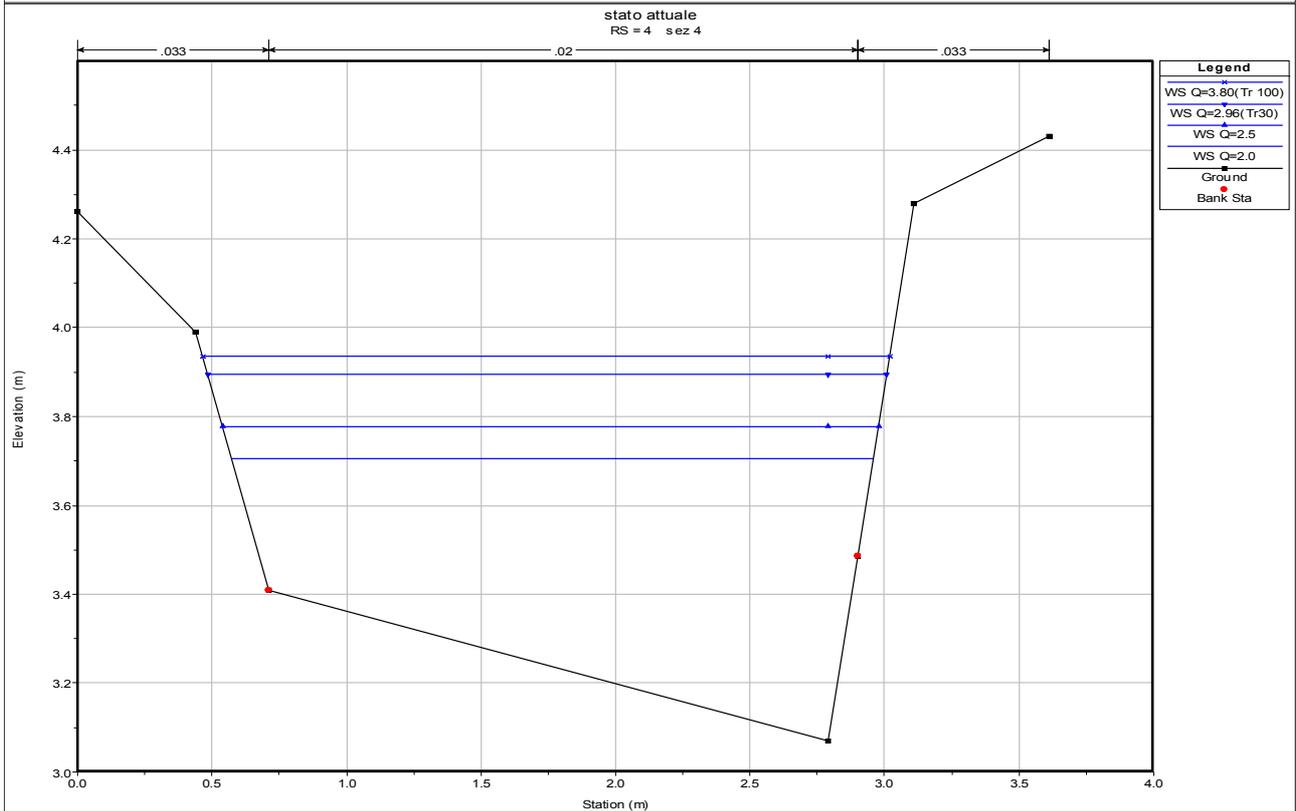
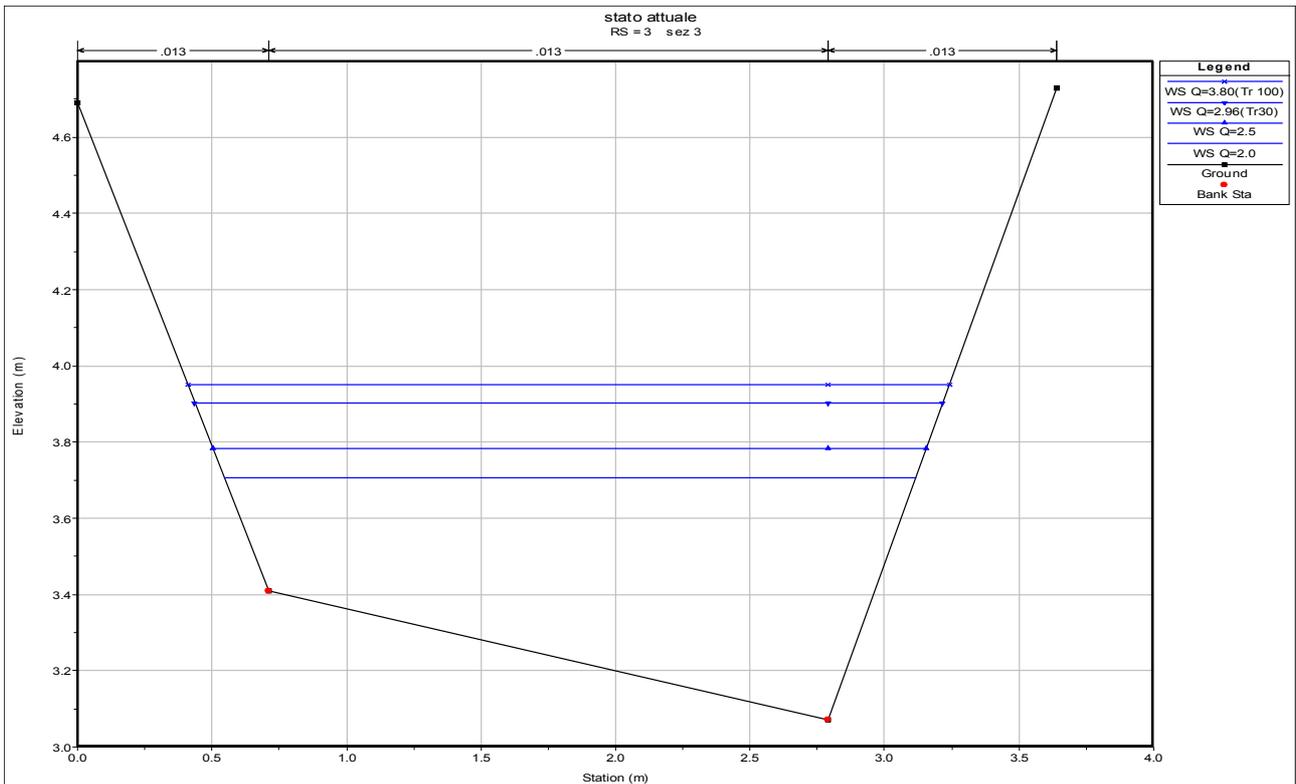
APPENDICE 1: FOSSO MONTESECCO – RISULTATI HEC RAS

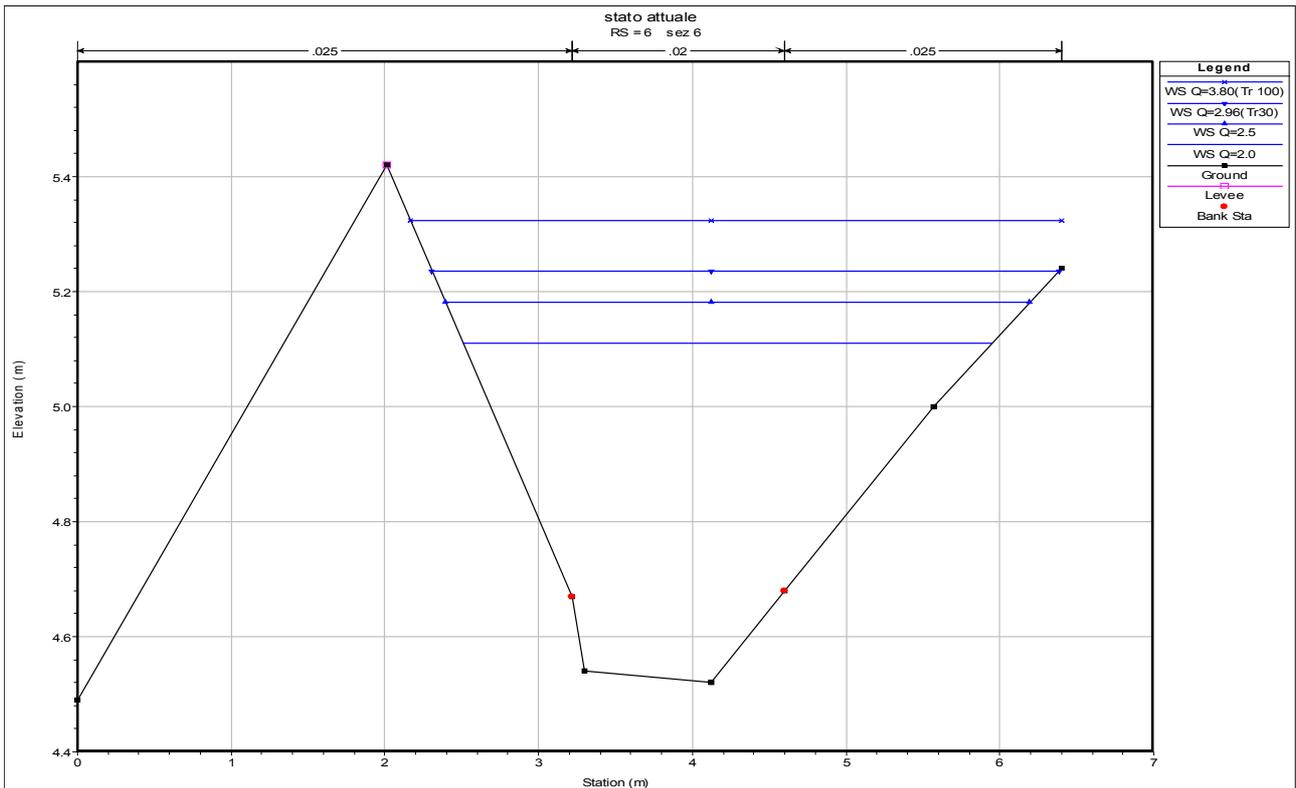
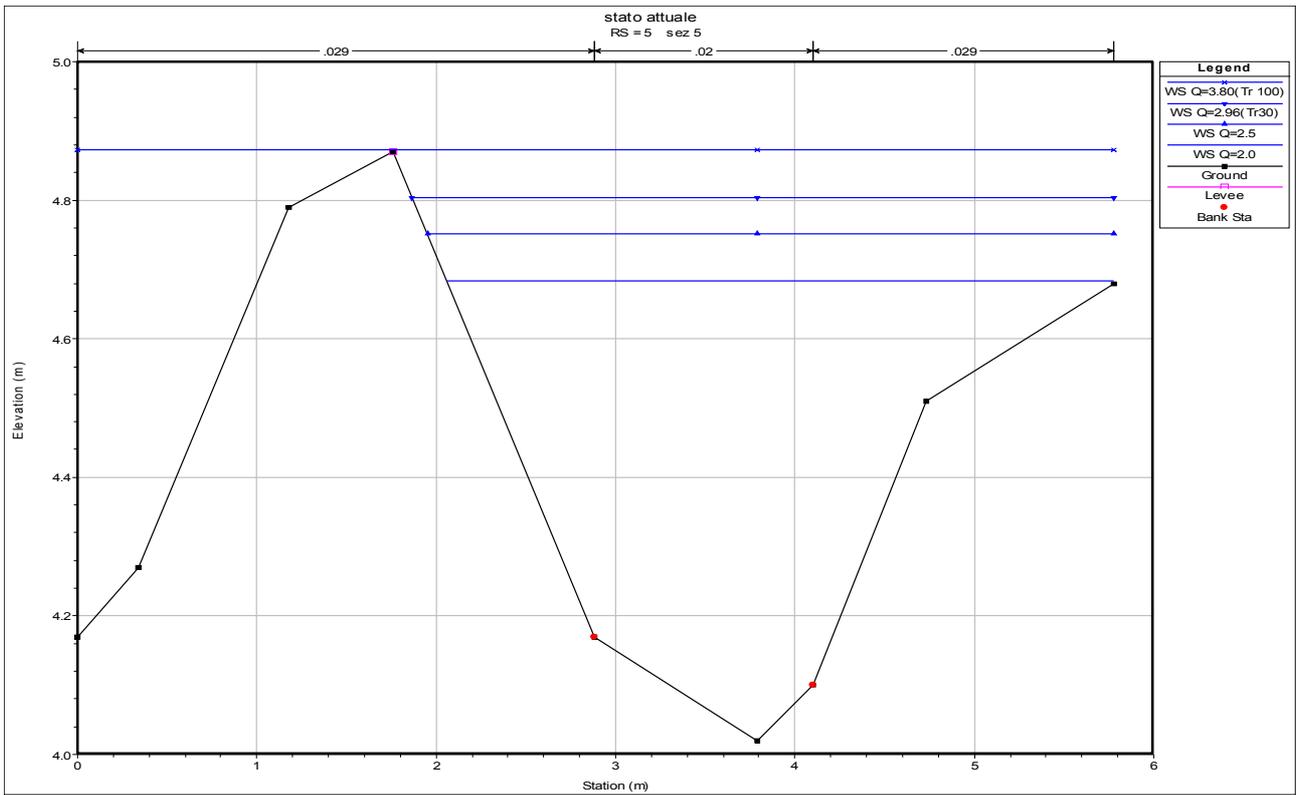
River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # XS
9	Q=2.0	2.00	10.07	10.84	10.84	11.08	2.09	0.96	1.08
9	Q=2.5	2.50	10.07	10.93	10.93	11.19	2.14	1.17	1.08
9	Q=2.96(Tr30)	2.96	10.07	10.99	10.99	11.29	2.20	1.35	1.09
9	Q=3.80(Tr 100)	3.80	10.07	11.11	11.11	11.44	2.25	1.69	1.09
8	Q=2.0	2.00	6.78	7.45	7.45	7.70	1.97	1.02	1.05
8	Q=2.5	2.50	6.78	7.54	7.54	7.82	2.03	1.23	1.04
8	Q=2.96(Tr30)	2.96	6.78	7.61	7.61	7.91	2.10	1.41	1.04
8	Q=3.80(Tr 100)	3.80	6.78	7.75	7.75	8.07	2.13	1.79	1.03
7	Q=2.0	2.00	5.07	5.77	5.77	6.01	1.84	1.09	1.04
7	Q=2.5	2.50	5.07	5.87	5.87	6.11	1.83	1.36	1.03
7	Q=2.96(Tr30)	2.96	5.07	5.94	5.94	6.19	1.85	1.60	1.03
7	Q=3.80(Tr 100)	3.80	5.07	6.05	6.05	6.21	1.36	2.79	0.86
6	Q=2.0	2.00	4.52	5.11	5.11	5.29	1.66	1.20	1.03
6	Q=2.5	2.50	4.52	5.18	5.18	5.38	1.72	1.46	1.02
6	Q=2.96(Tr30)	2.96	4.52	5.24	5.24	5.45	1.77	1.67	1.02
6	Q=3.80(Tr 100)	3.80	4.52	5.32	5.32	5.56	1.86	2.04	0.99
5	Q=2.0	2.00	4.02	4.68	4.68	4.87	1.57	1.27	1.06
5	Q=2.5	2.50	4.02	4.75	4.75	4.96	1.64	1.53	1.03
5	Q=2.96(Tr30)	2.96	4.02	4.80	4.80	5.04	1.71	1.73	1.03
5	Q=3.80(Tr 100)	3.80	4.02	4.87	4.87	5.08	1.50	2.54	0.98
4	Q=2.0	2.00	3.07	3.71	3.68	3.90	1.92	1.04	0.95
4	Q=2.5	2.50	3.07	3.78	3.75	4.00	2.06	1.22	0.95
4	Q=2.96(Tr30)	2.96	3.07	3.89		4.11	1.97	1.50	0.84
4	Q=3.80(Tr 100)	3.80	3.07	3.93	3.91	4.24	2.36	1.61	0.99
3	Q=2.0	2.00	3.07	3.71	3.68	3.89	1.82	1.10	0.93
3	Q=2.5	2.50	3.07	3.78	3.75	3.99	1.93	1.30	0.93
3	Q=2.96(Tr30)	2.96	3.07	3.90	3.81	4.10	1.82	1.63	0.81
3	Q=3.80(Tr 100)	3.80	3.07	3.95	3.91	4.22	2.16	1.76	0.94
2.5		Bridge							
2	Q=2.0	2.00	2.72	3.22	3.22	3.44	2.00	1.00	1.02
2	Q=2.5	2.50	2.72	3.29	3.29	3.54	2.14	1.17	1.02
2	Q=2.96(Tr30)	2.96	2.72	3.35	3.35	3.63	2.25	1.31	1.02
2	Q=3.80(Tr 100)	3.80	2.72	3.45	3.45	3.78	2.43	1.56	1.03
1	Q=2.0	2.00	2.72	3.20	3.20	3.42	2.03	0.99	1.01
1	Q=2.5	2.50	2.72	3.27	3.27	3.53	2.19	1.14	1.02
1	Q=2.96(Tr30)	2.96	2.72	3.33	3.33	3.62	2.29	1.29	1.02
1	Q=3.80(Tr 100)	3.80	2.72	3.43	3.43	3.77	2.48	1.53	1.02

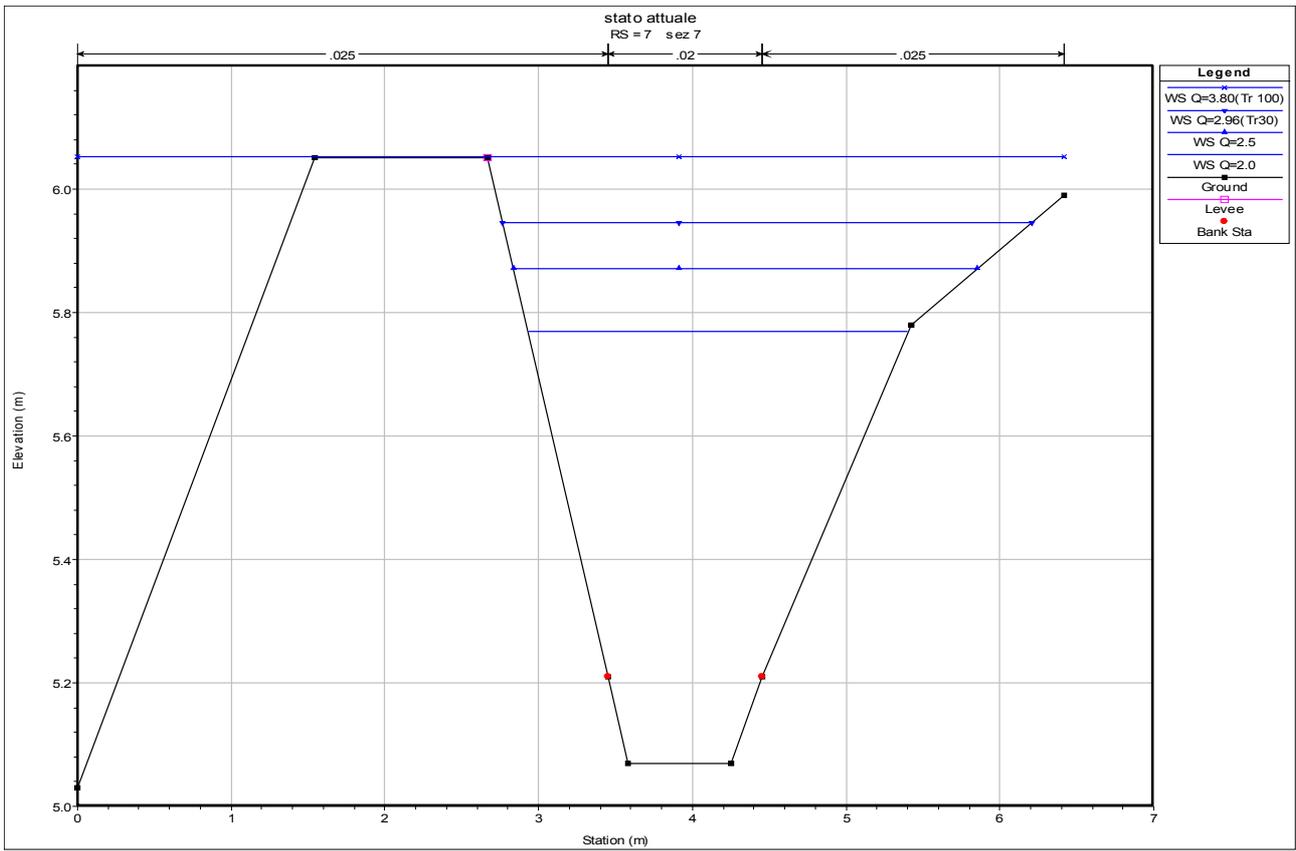


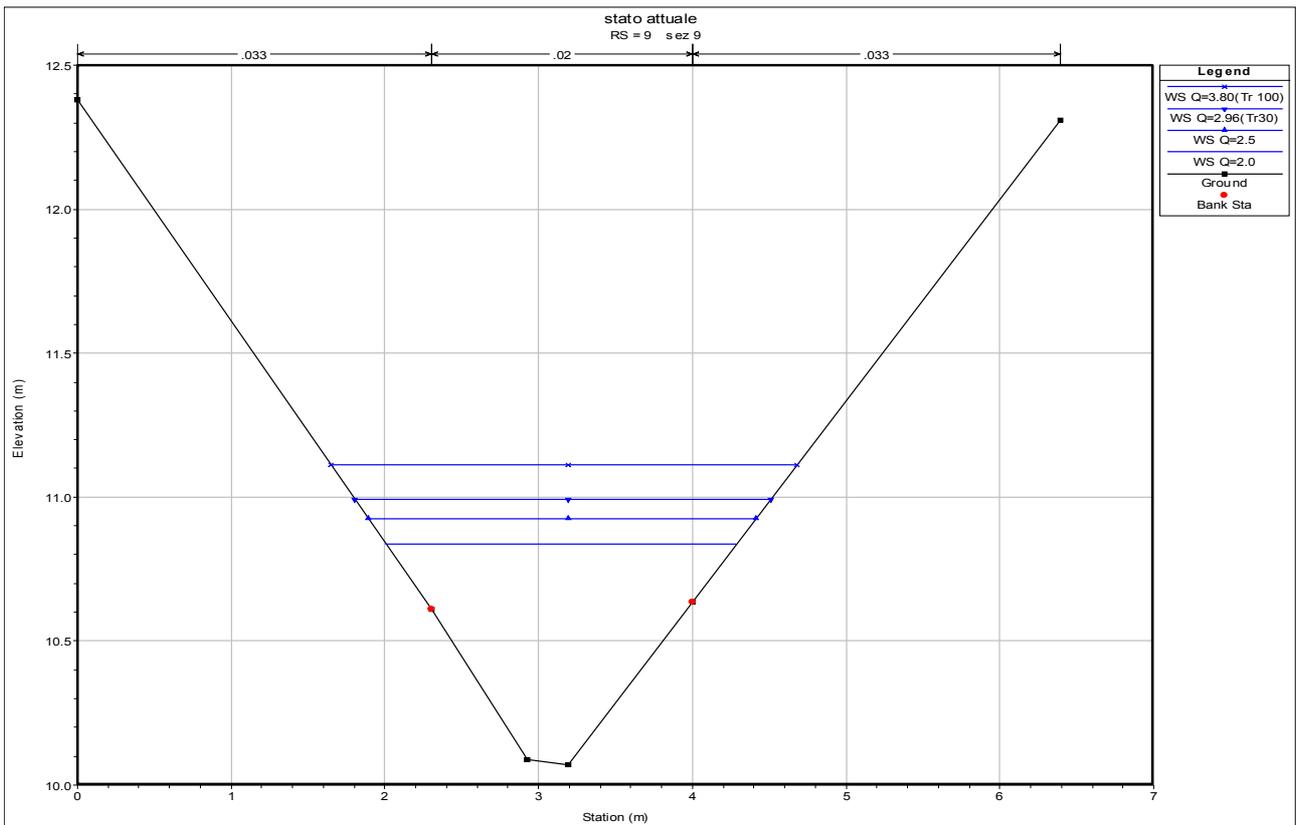
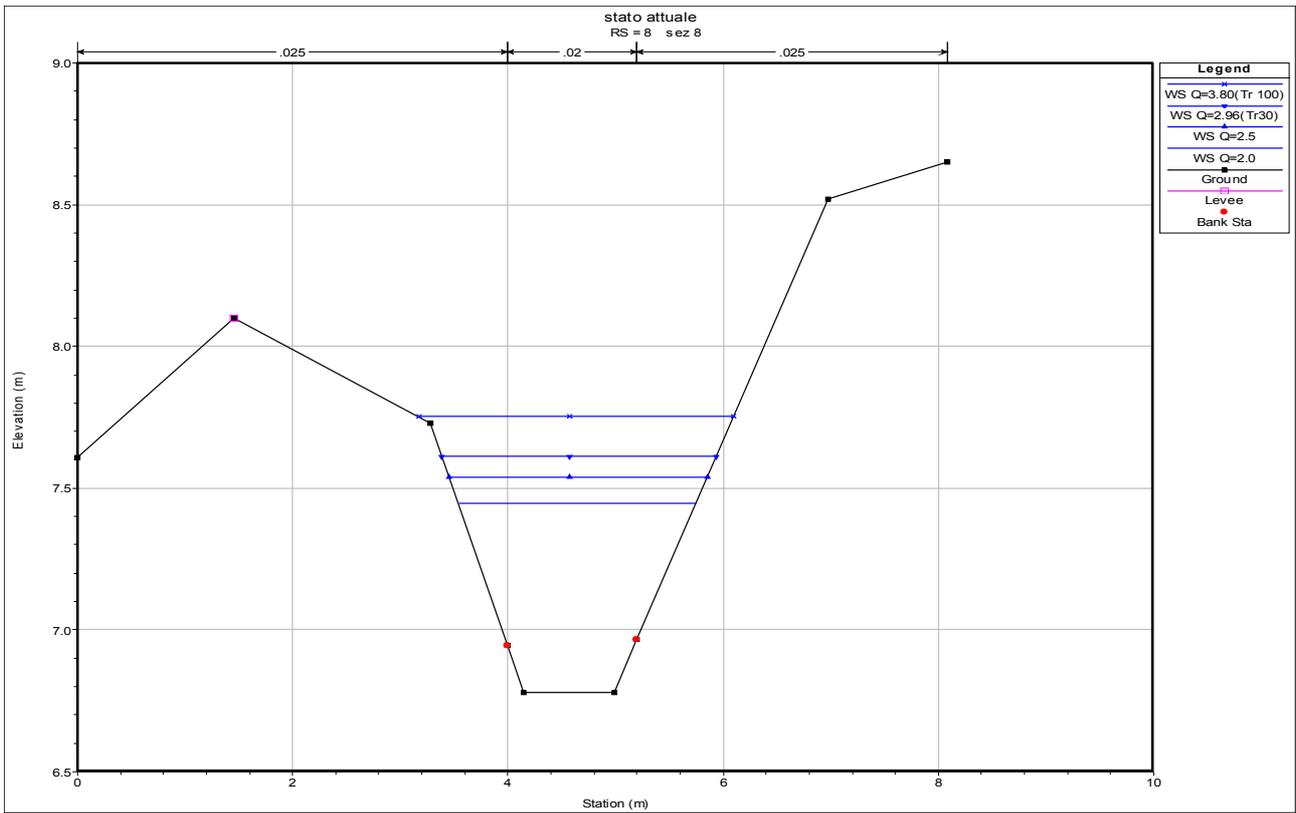






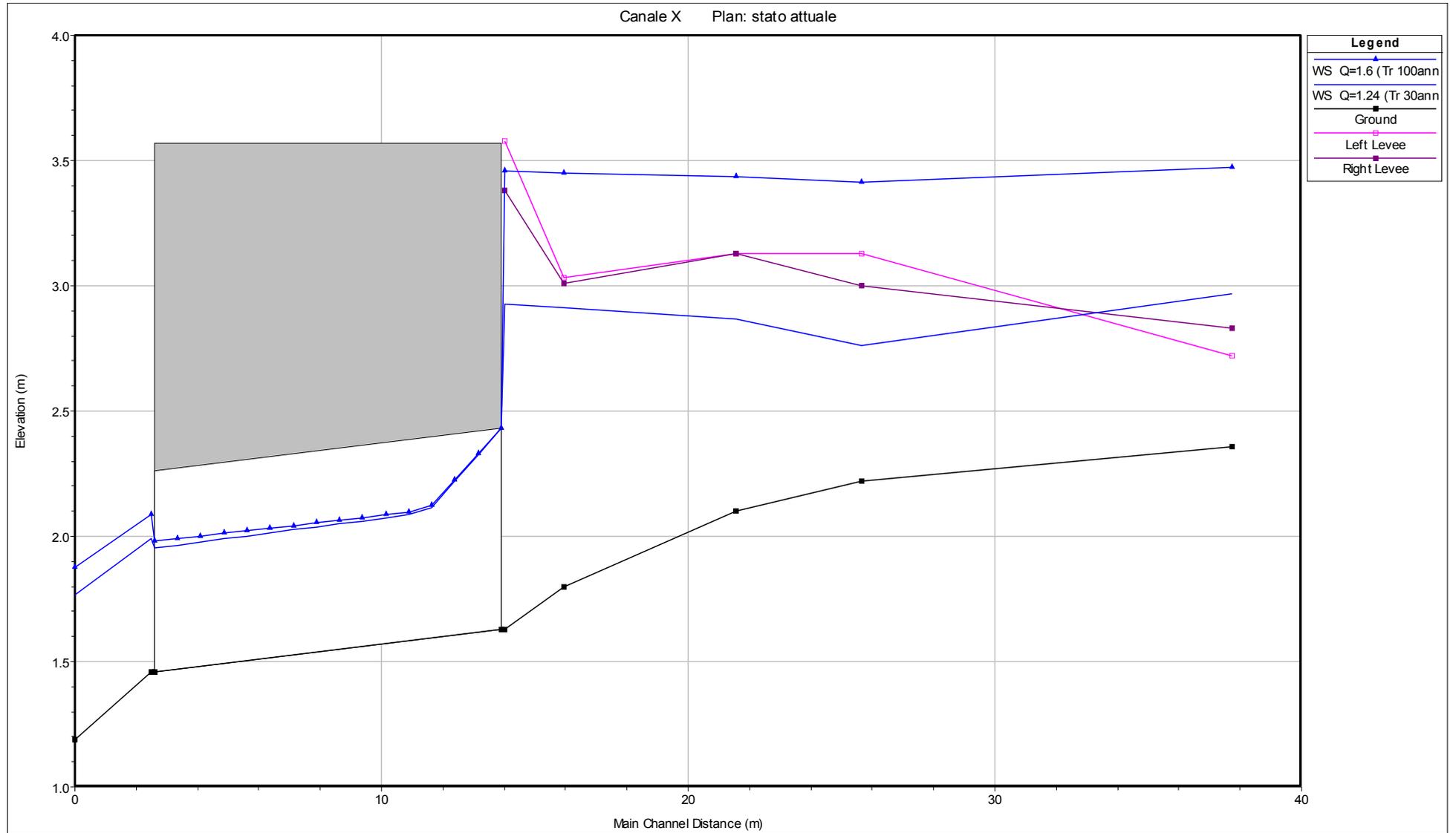


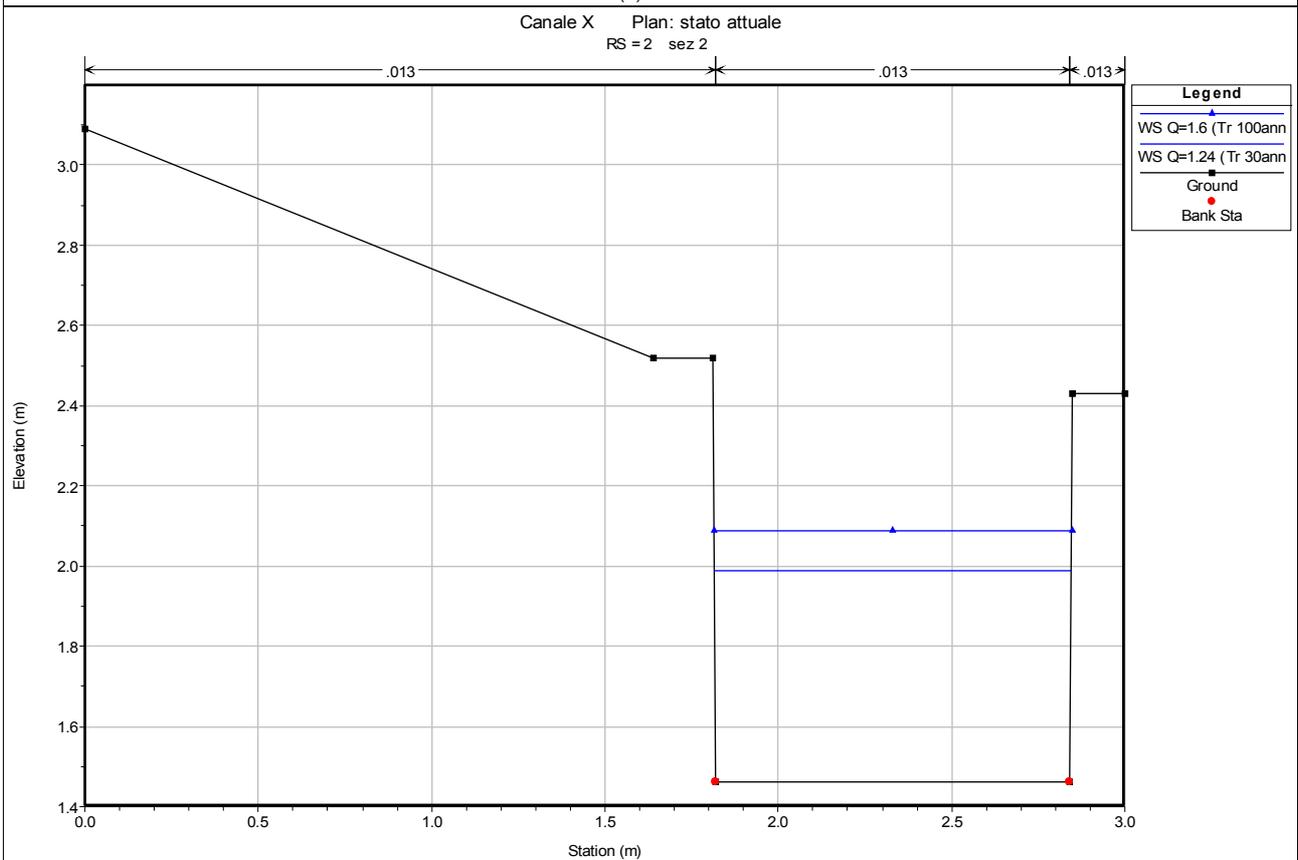
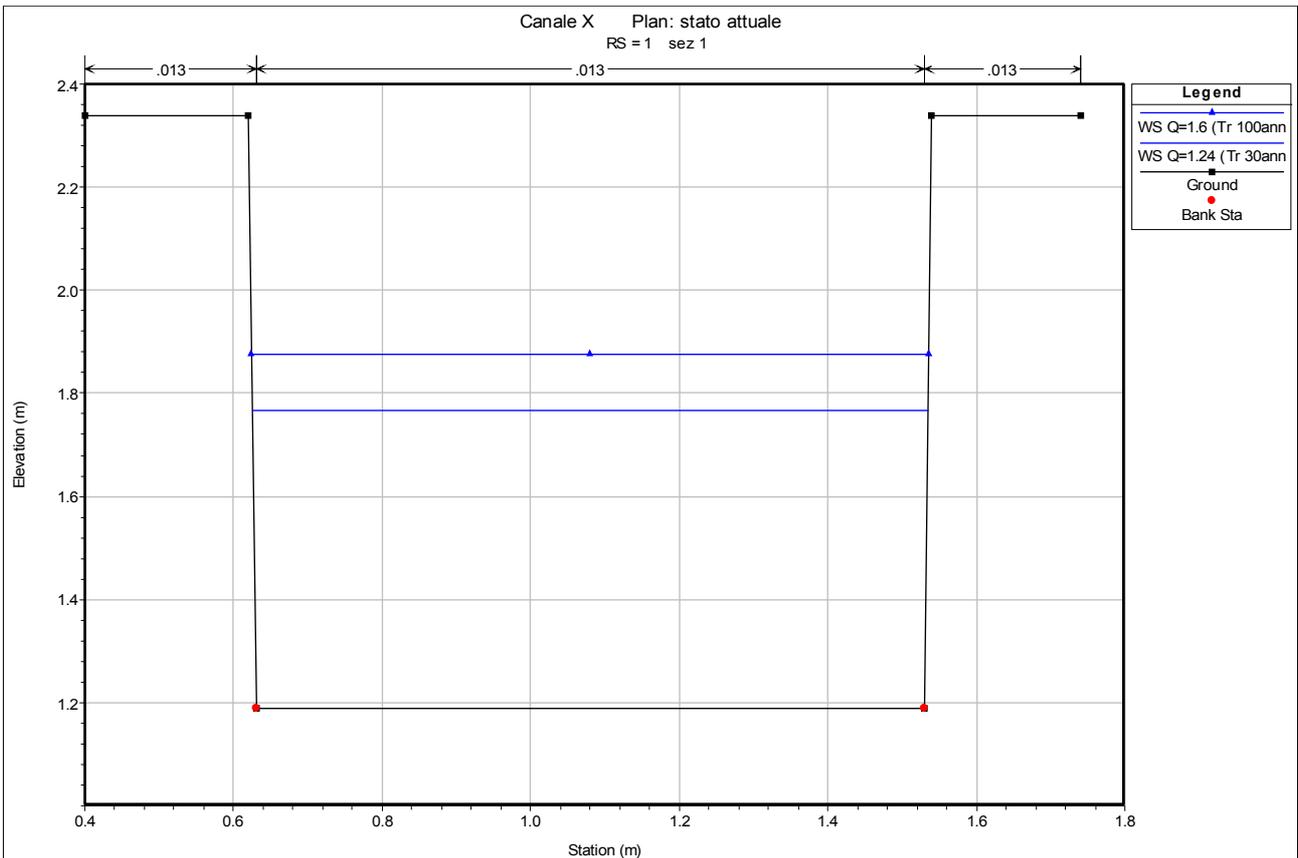


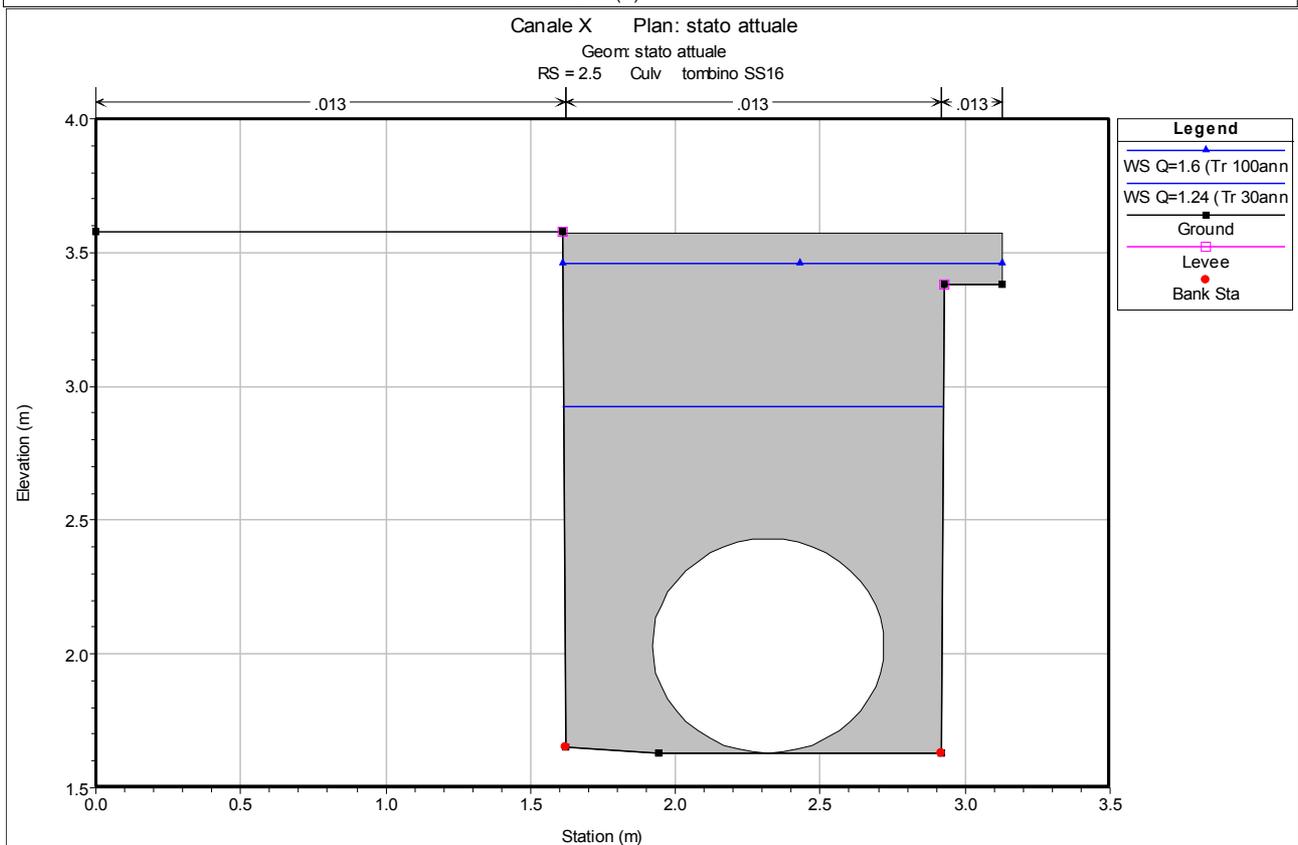
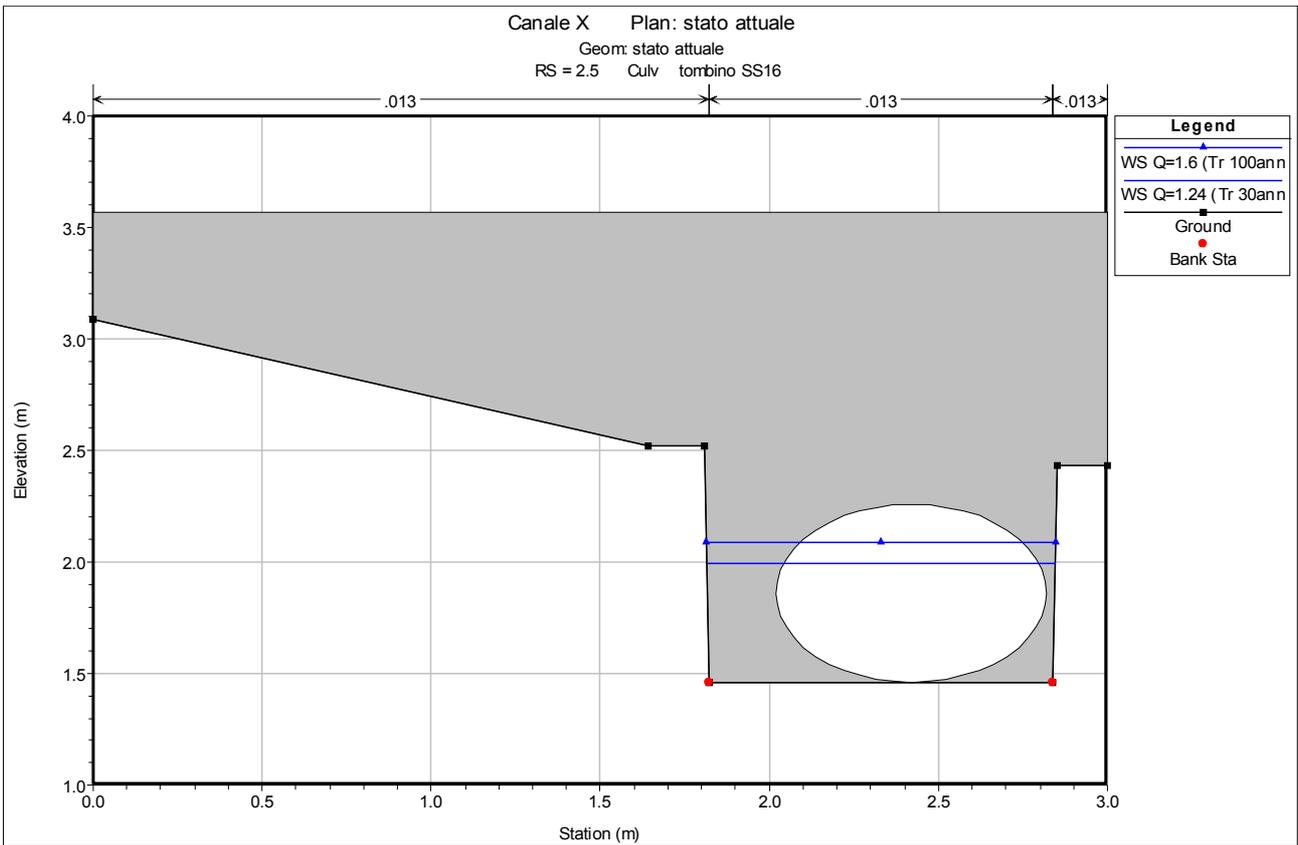


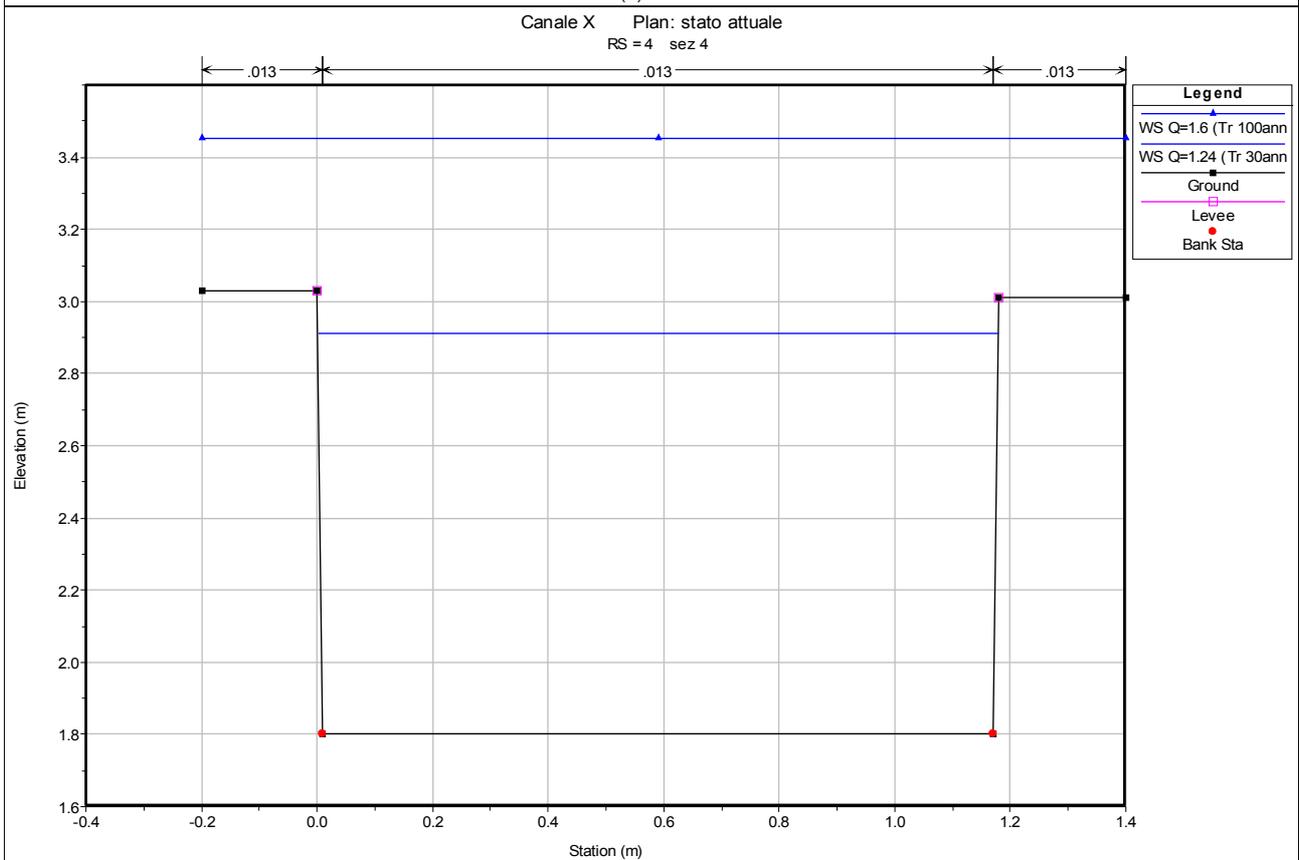
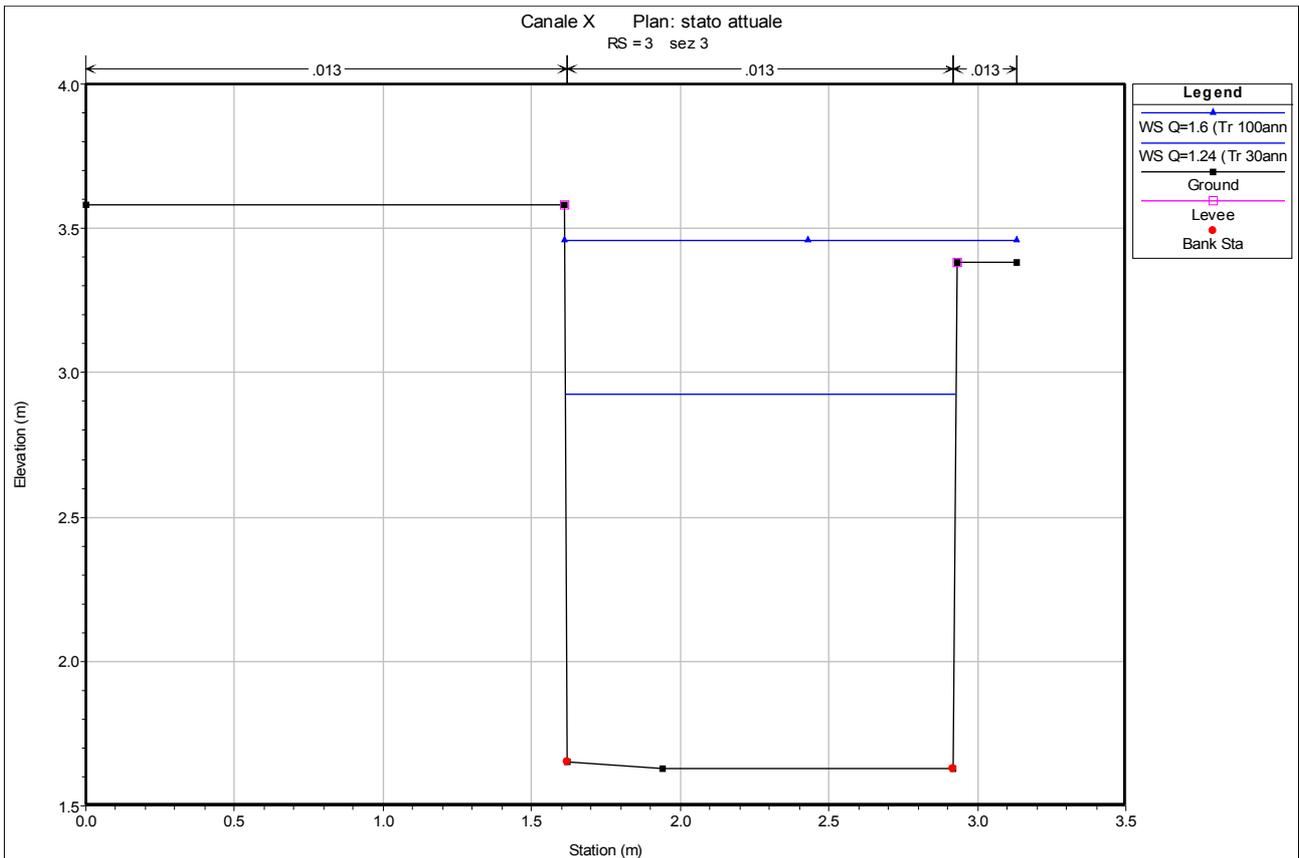
APPENDICE 2: CANALE X – RISULTATI HEC RAS

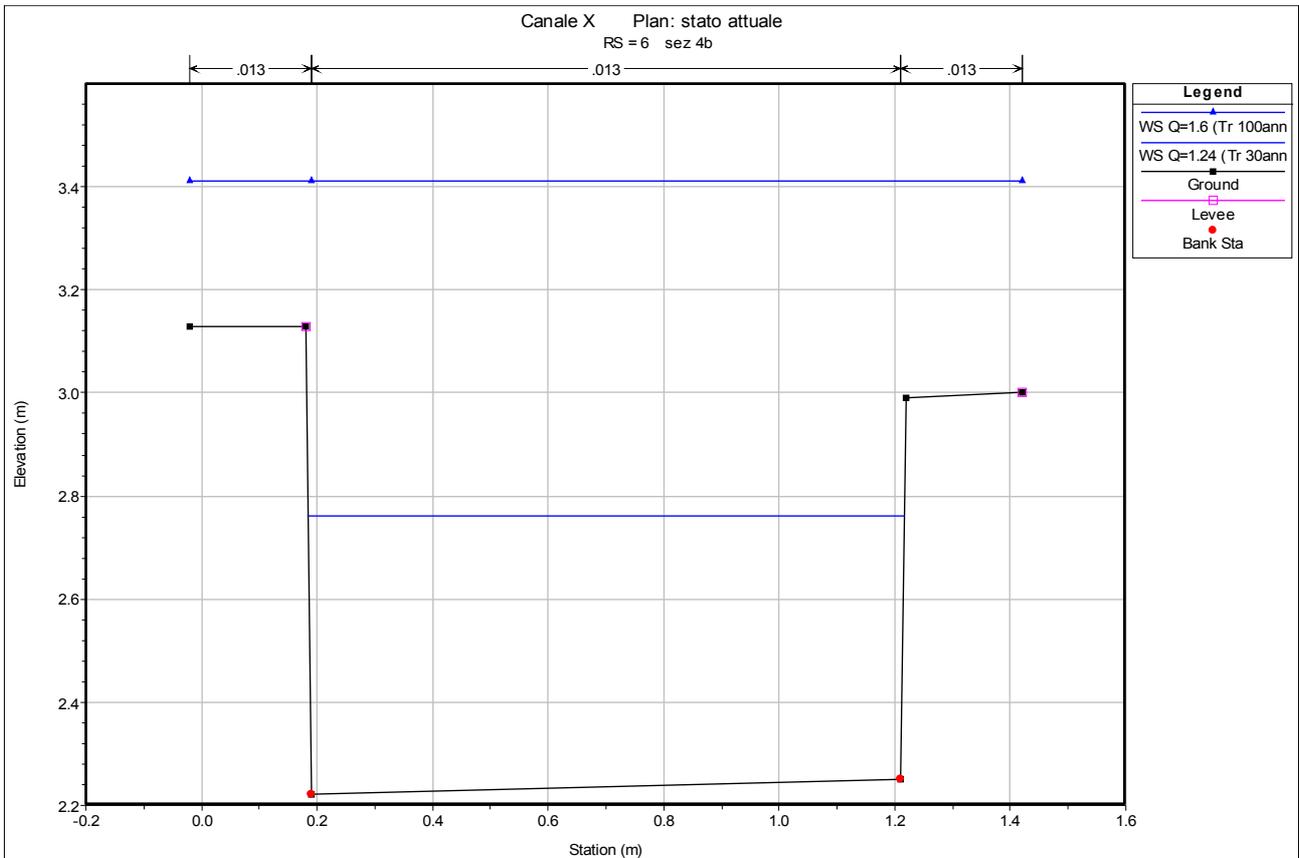
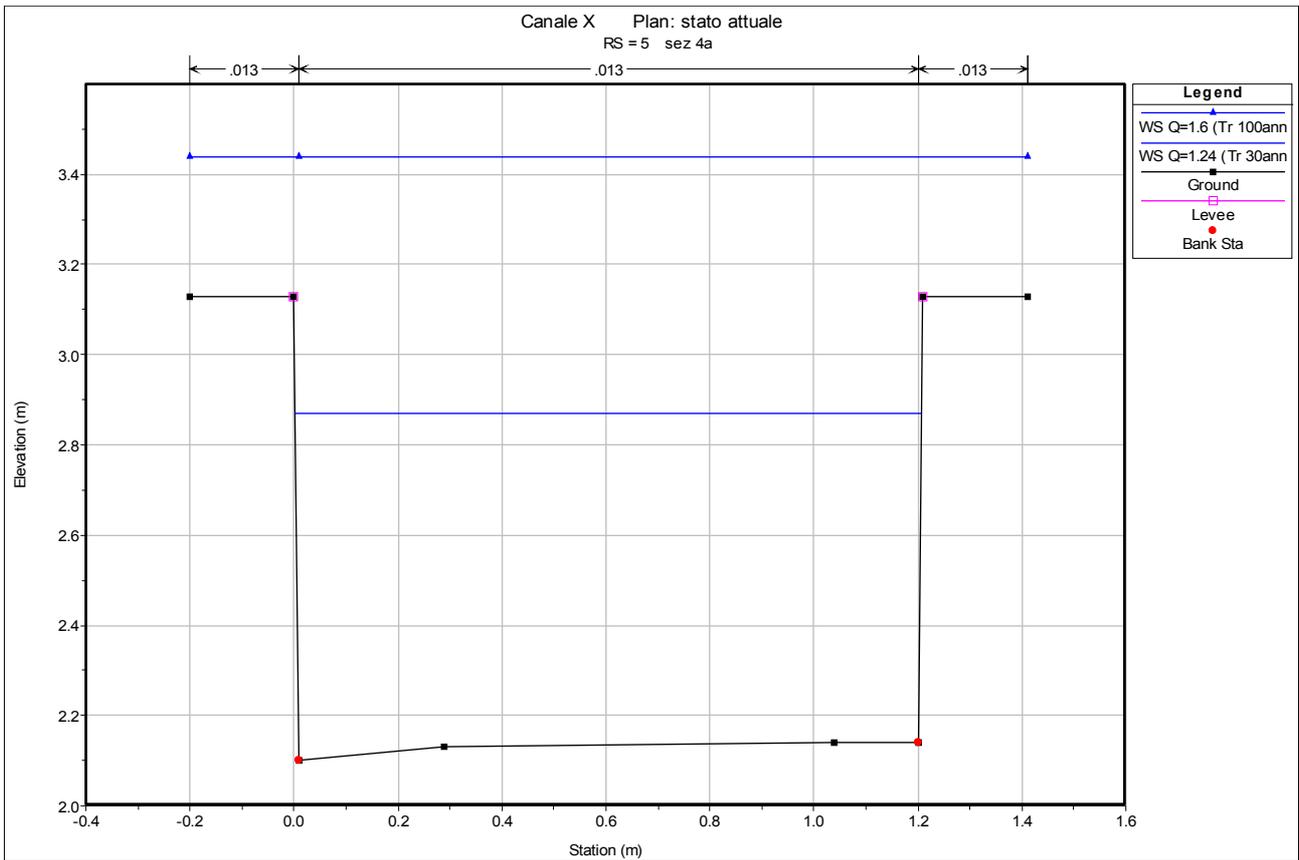
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # XS
Canale X	7	Q=1.24 (Tr 30)	1.24	2.36	2.97	2.89	3.07	1.23	1.01	0.72
Canale X	7	Q=1.6 (Tr 100)	1.60	2.36	3.47	2.95	3.51	0.70	2.28	0.28
Canale X	7	Q=0.55	0.54	2.36	2.71	2.71	2.83	1.34	0.40	1.01
Canale X	7	Q=1.02	1.00	2.36	2.83	2.83	2.99	1.52	0.66	1.10
Canale X	6	Q=1.24 (Tr 30)	1.24	2.22	2.76	2.76	3.03	2.29	0.54	1.02
Canale X	6	Q=1.6 (Tr 100)	1.60	2.22	3.41	2.87	3.50	1.18	1.36	0.42
Canale X	6	Q=0.55	0.54	2.22	2.54	2.54	2.69	1.73	0.31	1.00
Canale X	6	Q=1.02	1.00	2.22	2.70	2.70	2.93	2.10	0.48	1.00
Canale X	5	Q=1.24 (Tr 30)	1.24	2.10	2.87	2.61	2.97	1.40	0.88	0.53
Canale X	5	Q=1.6 (Tr 100)	1.60	2.10	3.44	2.70	3.49	0.94	1.69	0.31
Canale X	5	Q=0.55	0.54	2.10	2.41	2.41	2.54	1.65	0.33	1.01
Canale X	5	Q=1.02	1.00	2.10	2.55	2.55	2.75	2.01	0.50	1.00
Canale X	4	Q=1.24 (Tr 30)	1.24	1.80	2.91	2.29	2.96	0.95	1.30	0.29
Canale X	4	Q=1.6 (Tr 100)	1.60	1.80	3.45	2.38	3.49	0.76	2.12	0.23
Canale X	4	Q=0.55	0.54	1.80	2.29	2.08	2.33	0.95	0.57	0.44
Canale X	4	Q=1.02	1.00	1.80	2.63	2.23	2.68	1.04	0.96	0.37
Canale X	3	Q=1.24 (Tr 30)	1.24	1.63	2.93	2.08	2.95	0.73	1.69	0.21
Canale X	3	Q=1.6 (Tr 100)	1.60	1.63	3.46	2.17	3.48	0.66	2.41	0.17
Canale X	3	Q=0.55	0.54	1.63	2.31	1.89	2.33	0.61	0.88	0.24
Canale X	3	Q=1.02	1.00	1.63	2.65	2.02	2.68	0.76	1.32	0.24
Canale X	2.5		Culvert							
Canale X	2	Q=1.24 (Tr 30)	1.24	1.46	1.99	1.99	2.26	2.28	0.54	1.01
Canale X	2	Q=1.6 (Tr 100)	1.60	1.46	2.09	2.09	2.41	2.48	0.64	1.01
Canale X	2	Q=0.55	0.54	1.46	1.76	1.76	1.92	1.73	0.31	1.01
Canale X	2	Q=1.02	1.00	1.46	1.92	1.92	2.15	2.12	0.47	1.00
Canale X	1	Q=1.24 (Tr 30)	1.24	1.19	1.77	1.77	2.06	2.38	0.52	1.01
Canale X	1	Q=1.6 (Tr 100)	1.60	1.19	1.88	1.88	2.22	2.58	0.62	1.00
Canale X	1	Q=0.55	0.54	1.19	1.52	1.52	1.69	1.80	0.30	1.00
Canale X	1	Q=1.02	1.00	1.19	1.69	1.69	1.94	2.21	0.45	1.01

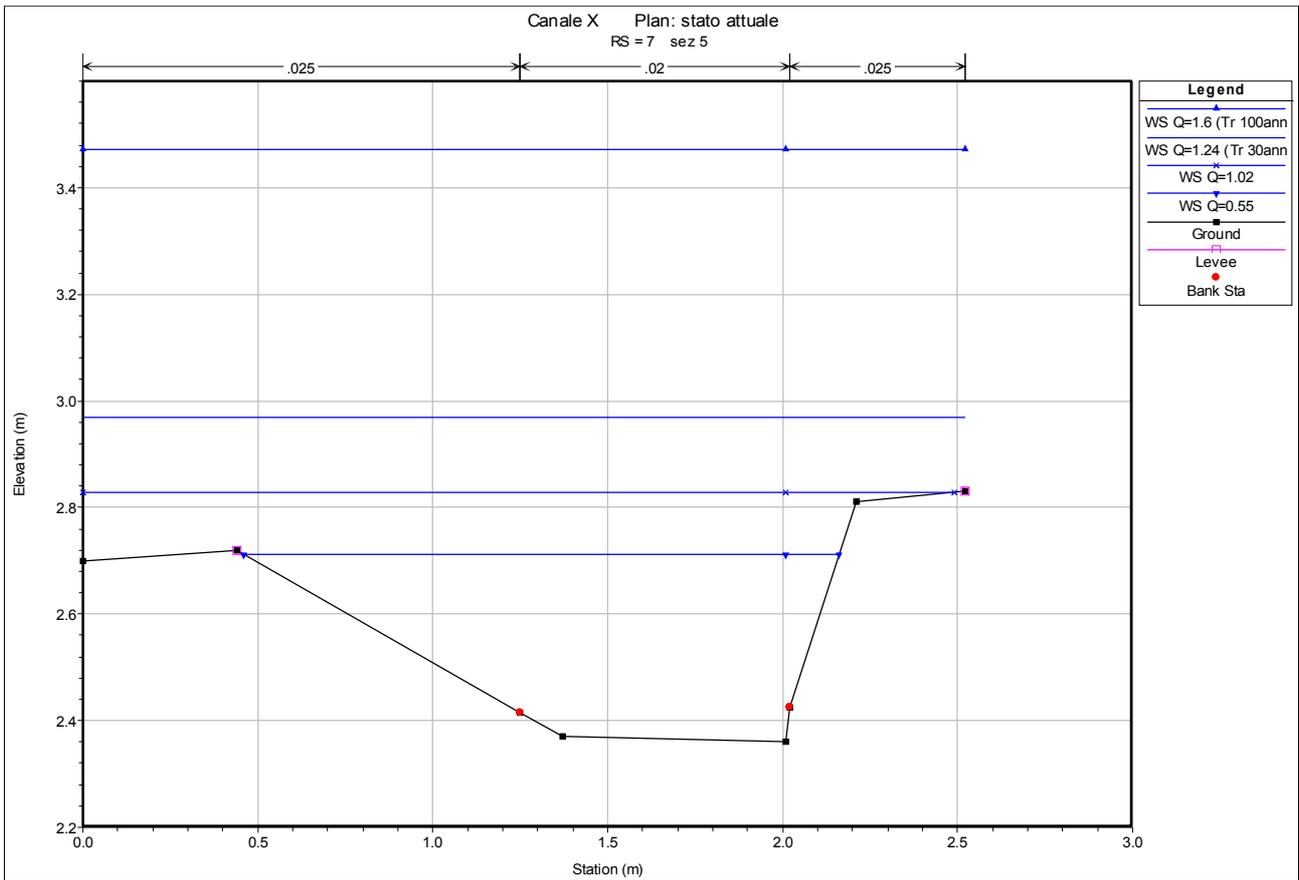








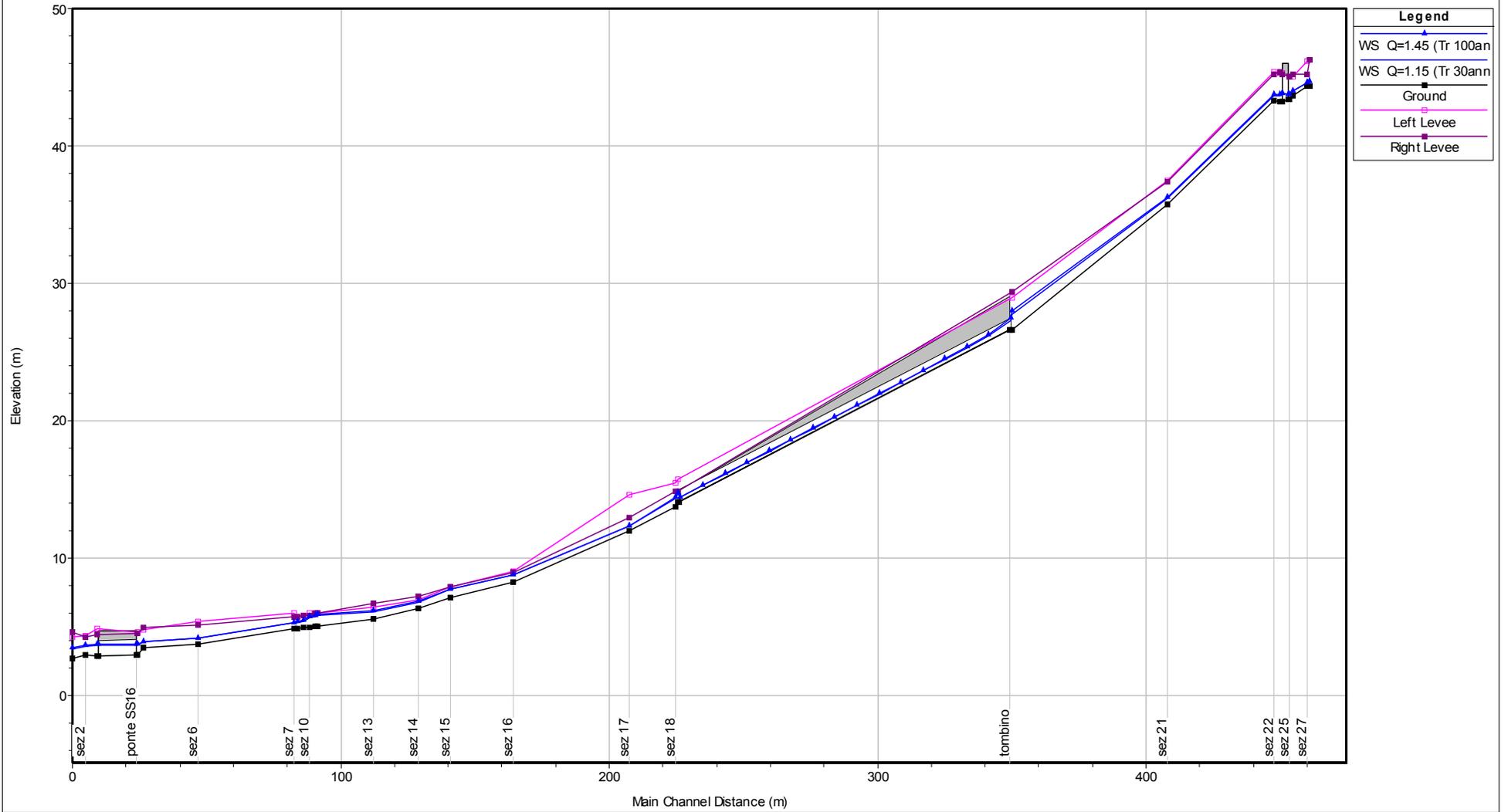


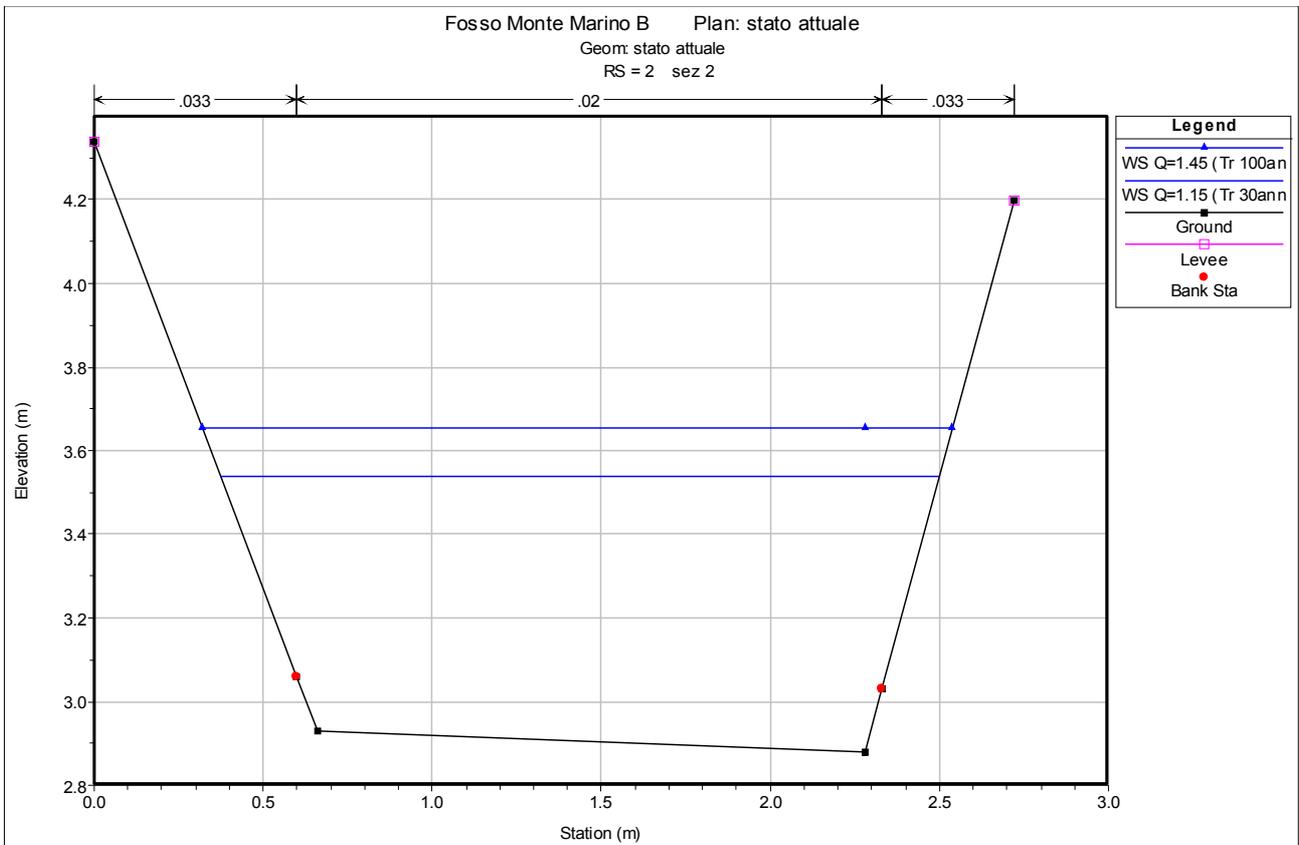
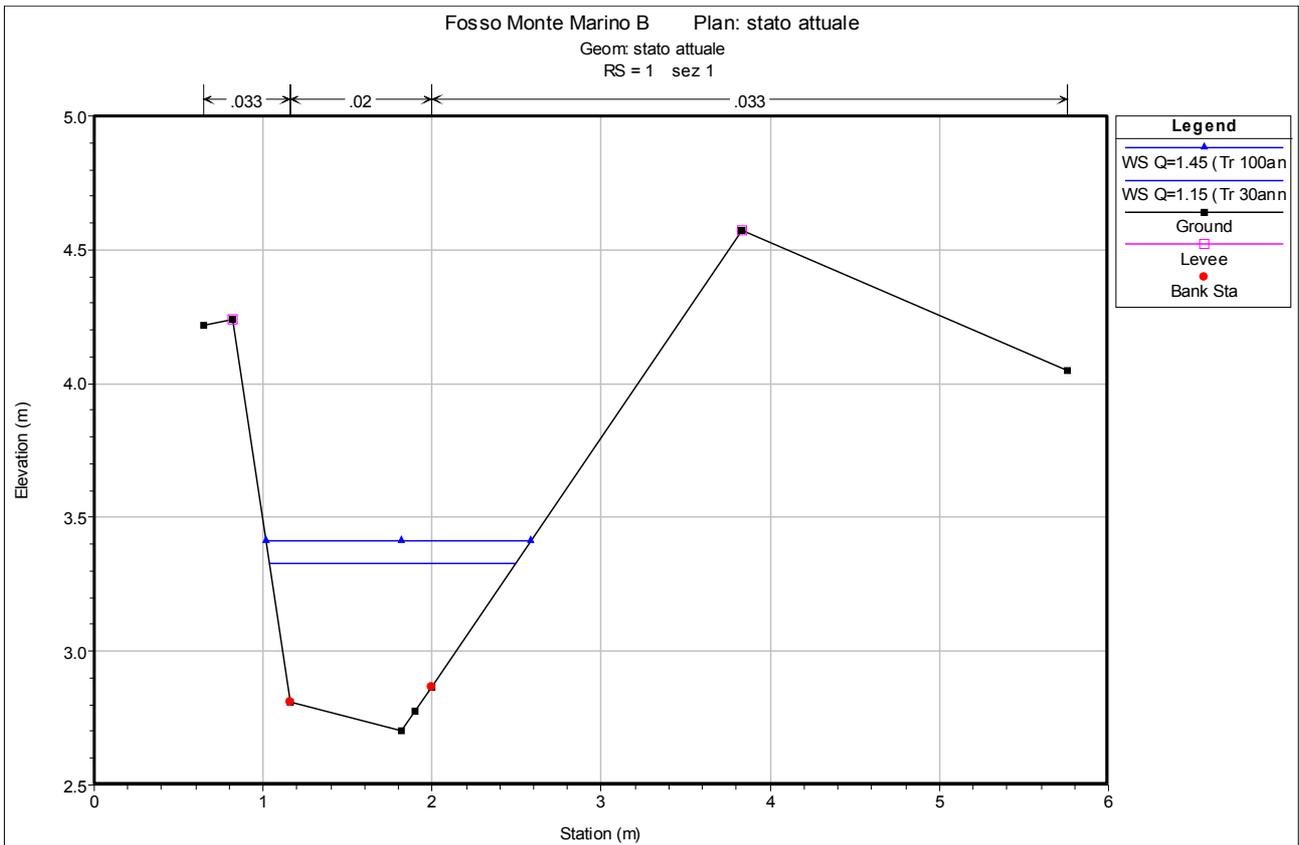


APPENDICE 3: FOSSO MONTE MARINO B – RISULTATI HEC RAS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS
Monte Marino B	28	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	44.35	44.61	44.61	44.74	1.56	1.00
Monte Marino B	28	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	44.35	44.66	44.66	44.80	1.66	0.99
Monte Marino B	27	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	44.33	44.59	44.59	44.72	1.54	1.00
Monte Marino B	27	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	44.33	44.63	44.63	44.78	1.69	1.02
Monte Marino B	26	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	43.66	43.96	43.96	44.09	1.57	1.00
Monte Marino B	26	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	43.66	44.00	44.00	44.15	1.70	1.01
Monte Marino B	25	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	43.40	43.74	43.68	43.83	1.35	0.78
Monte Marino B	25	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	43.40	43.78	43.73	43.90	1.51	0.83
Monte Marino B	24.5		Bridge						
Monte Marino B	24	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	43.25	43.78	43.55	43.81	0.78	0.36
Monte Marino B	24	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	43.25	43.83	43.59	43.87	0.88	0.39
Monte Marino B	23	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	43.25	43.69	43.69	43.80	1.49	0.99
Monte Marino B	23	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	43.25	43.72	43.72	43.86	1.64	1.02
Monte Marino B	22	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	43.33	43.66	43.66	43.77	1.48	0.99
Monte Marino B	22	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	43.33	43.69	43.69	43.83	1.62	1.01
Monte Marino B	21	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	35.70	36.19	36.19	36.35	1.54	1.04
Monte Marino B	21	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	35.70	36.25	36.25	36.43	1.62	1.06
Monte Marino B	20	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	26.55	27.75	27.21	27.77	0.56	0.26
Monte Marino B	20	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	26.55	28.01	27.29	28.03	0.48	0.21
Monte Marino B	19.5		Culvert						
Monte Marino B	19	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	14.09	14.70	14.70	14.86	1.76	1.02
Monte Marino B	19	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	14.09	14.76	14.76	14.93	1.84	1.02
Monte Marino B	18	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	13.70	14.34	14.34	14.51	1.79	1.01
Monte Marino B	18	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	13.70	14.41	14.41	14.59	1.88	1.03
Monte Marino B	17	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	11.93	12.29	12.29	12.38	1.32	0.99
Monte Marino B	17	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	11.93	12.32	12.32	12.42	1.39	1.00
Monte Marino B	16	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	8.20	8.71	8.71	8.85	1.46	1.06
Monte Marino B	16	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	8.20	8.76	8.76	8.93	1.52	1.08
Monte Marino B	15	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	7.13	7.67	7.67	7.86	1.54	1.08
Monte Marino B	15	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	7.13	7.75	7.75	7.95	1.55	1.07
Monte Marino B	14	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	6.29	6.75	6.75	6.96	1.82	1.05
Monte Marino B	14	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	6.29	6.83	6.83	7.06	1.89	1.04
Monte Marino B	13	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	5.49	6.03	6.03	6.25	1.77	1.07
Monte Marino B	13	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	5.49	6.11	6.11	6.36	1.81	1.06
Monte Marino B	12	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	4.99	5.77	5.50	5.86	1.18	0.54
Monte Marino B	12	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	4.99	5.89	5.58	5.99	1.24	0.54
Monte Marino B	11	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	4.98	5.71	5.56	5.85	1.42	0.73
Monte Marino B	11	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	4.98	5.83	5.65	5.98	1.44	0.72
Monte Marino B	10	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	4.96	5.58	5.58	5.84	1.86	1.07
Monte Marino B	10	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	4.96	5.67	5.67	5.96	1.94	1.07
Monte Marino B	9	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	4.91	5.39	5.39	5.59	1.92	1.01
Monte Marino B	9	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	4.91	5.46	5.46	5.70	2.06	1.02
Monte Marino B	8	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	4.82	5.27	5.27	5.47	1.88	1.01
Monte Marino B	8	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	4.82	5.34	5.34	5.57	2.02	1.02
Monte Marino B	7	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	4.83	5.24	5.24	5.42	1.90	1.01
Monte Marino B	7	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	4.83	5.30	5.30	5.52	2.05	1.00
Monte Marino B	6	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	3.72	4.10	4.10	4.28	1.87	0.98
Monte Marino B	6	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	3.72	4.16	4.16	4.37	2.03	1.00
Monte Marino B	5	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	3.44	3.84	3.84	4.03	1.89	0.99
Monte Marino B	5	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	3.44	3.90	3.90	4.12	2.05	1.00
Monte Marino B	4	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	2.91	3.59	3.21	3.61	0.63	0.25
Monte Marino B	4	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	2.91	3.71	3.26	3.73	0.66	0.25
Monte Marino B	3.5		Bridge						
Monte Marino B	3	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	2.84	3.58	3.19	3.60	0.58	0.26
Monte Marino B	3	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	2.84	3.70	3.24	3.72	0.61	0.25
Monte Marino B	2	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	2.88	3.54	3.27	3.59	0.97	0.44
Monte Marino B	2	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	2.88	3.65	3.33	3.72	1.01	0.43
Monte Marino B	1	Q=1.15 (Tr 30)	1.15	2.70	3.33	3.33	3.57	1.85	1.06
Monte Marino B	1	Q=1.45 (Tr 100)	1.45	2.70	3.41	3.41	3.69	1.94	1.07

Fosso Monte Marino B Plan: stato attuale
 Geom: stato attuale

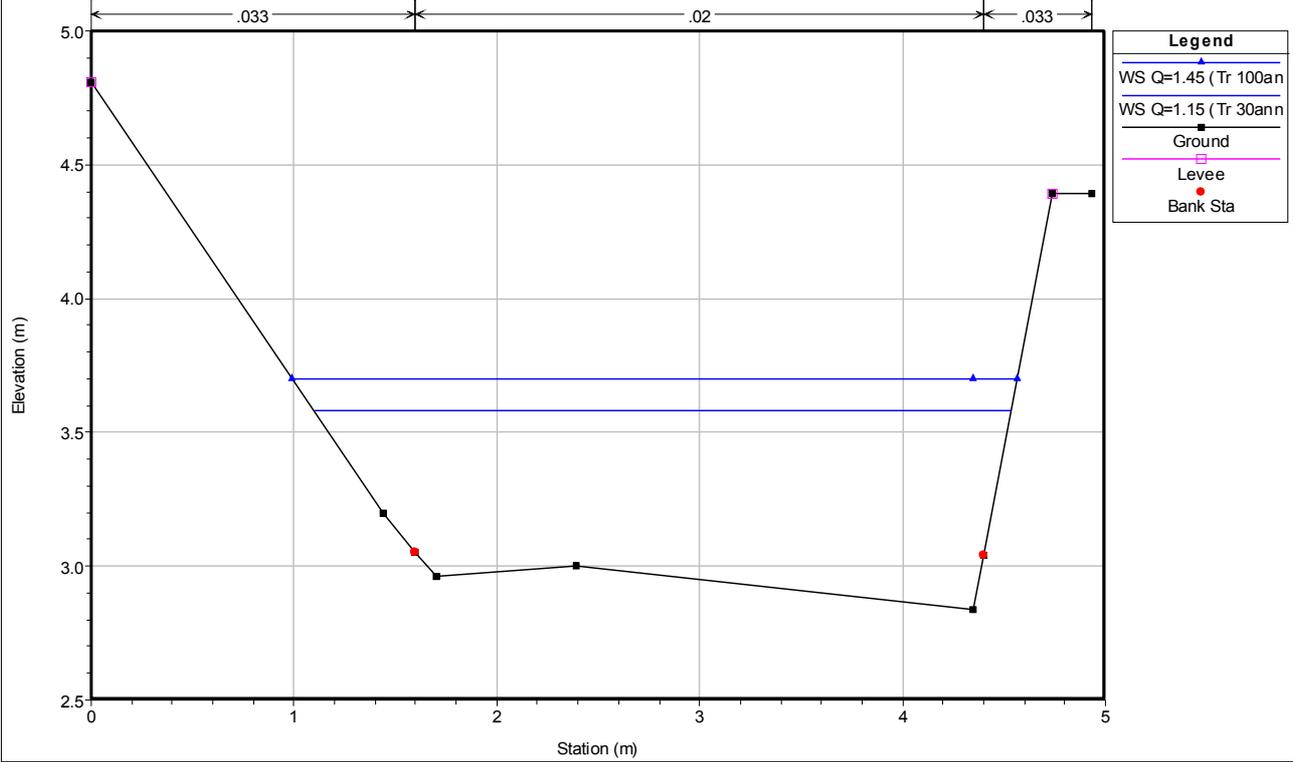




Fosso Monte Marino B Plan: stato attuale

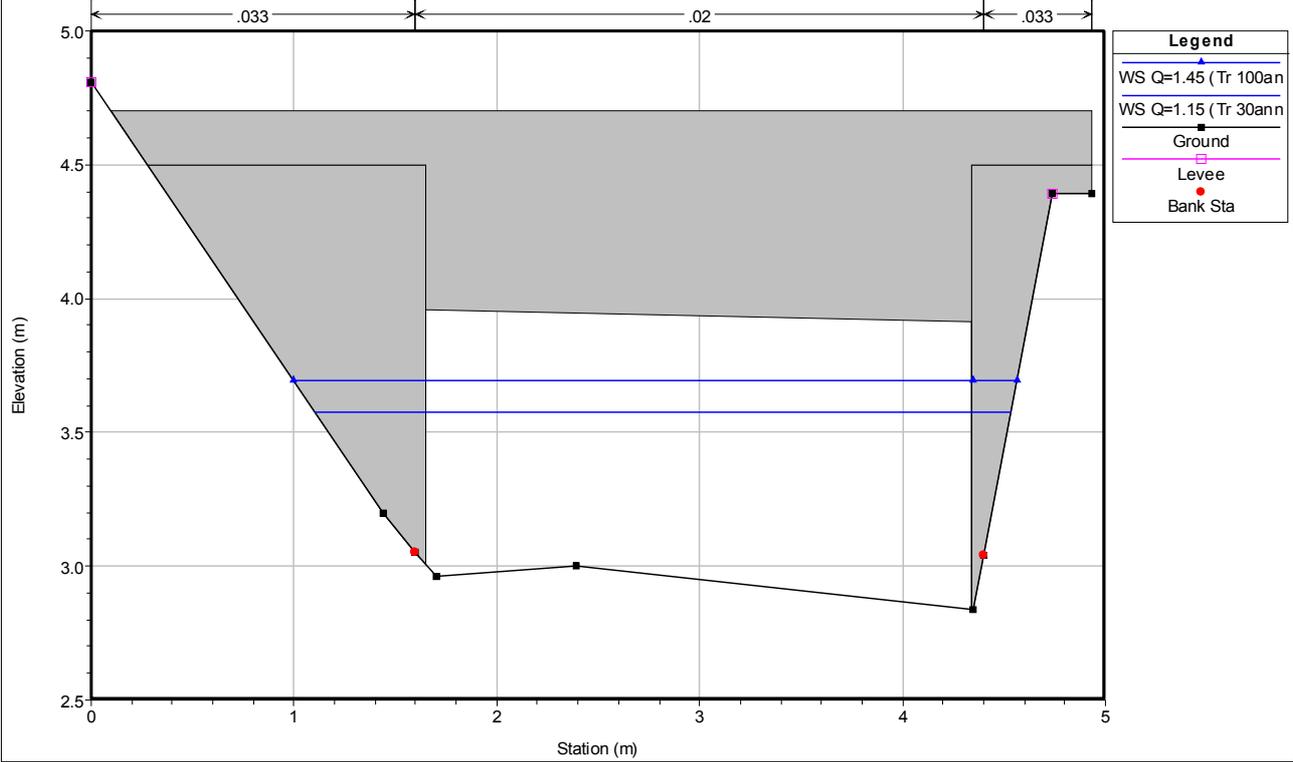
Geom: stato attuale

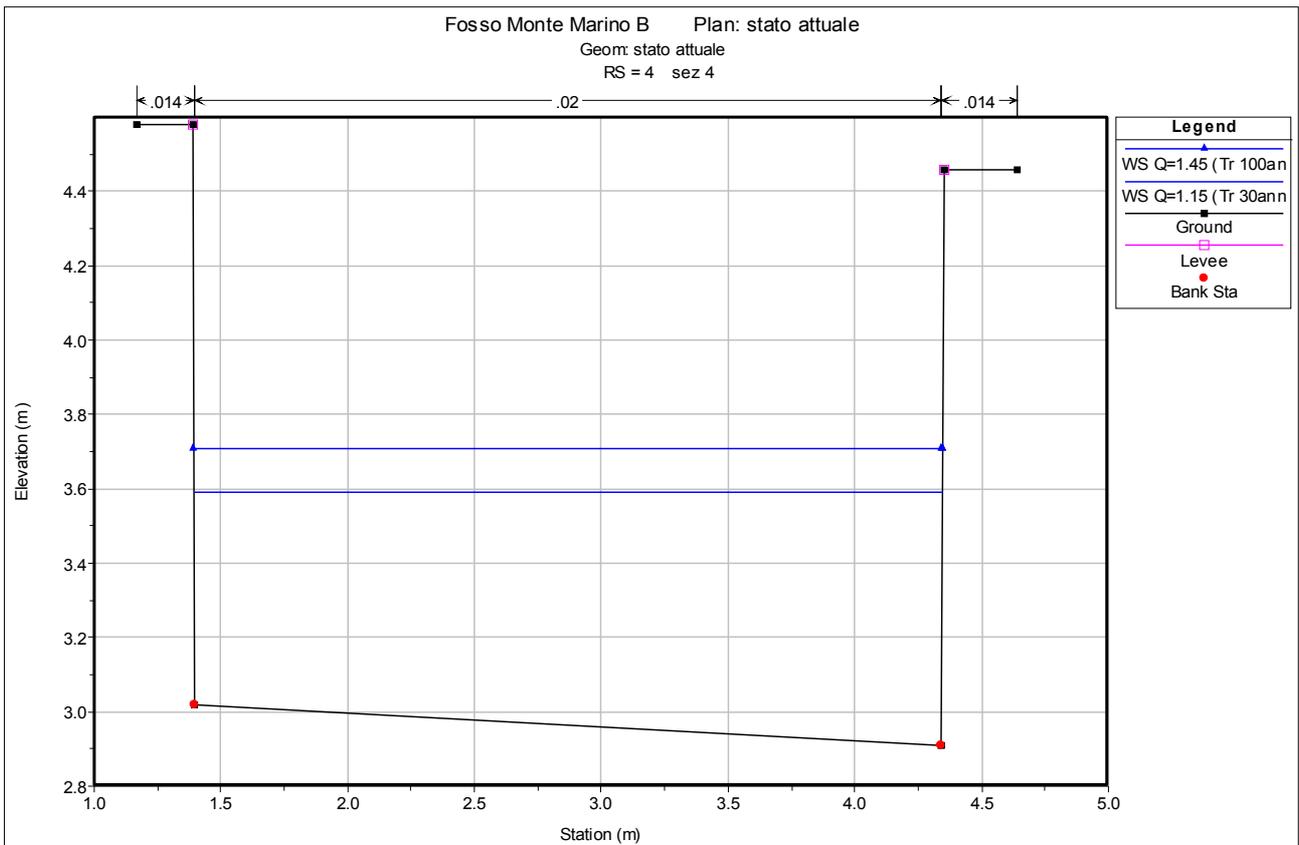
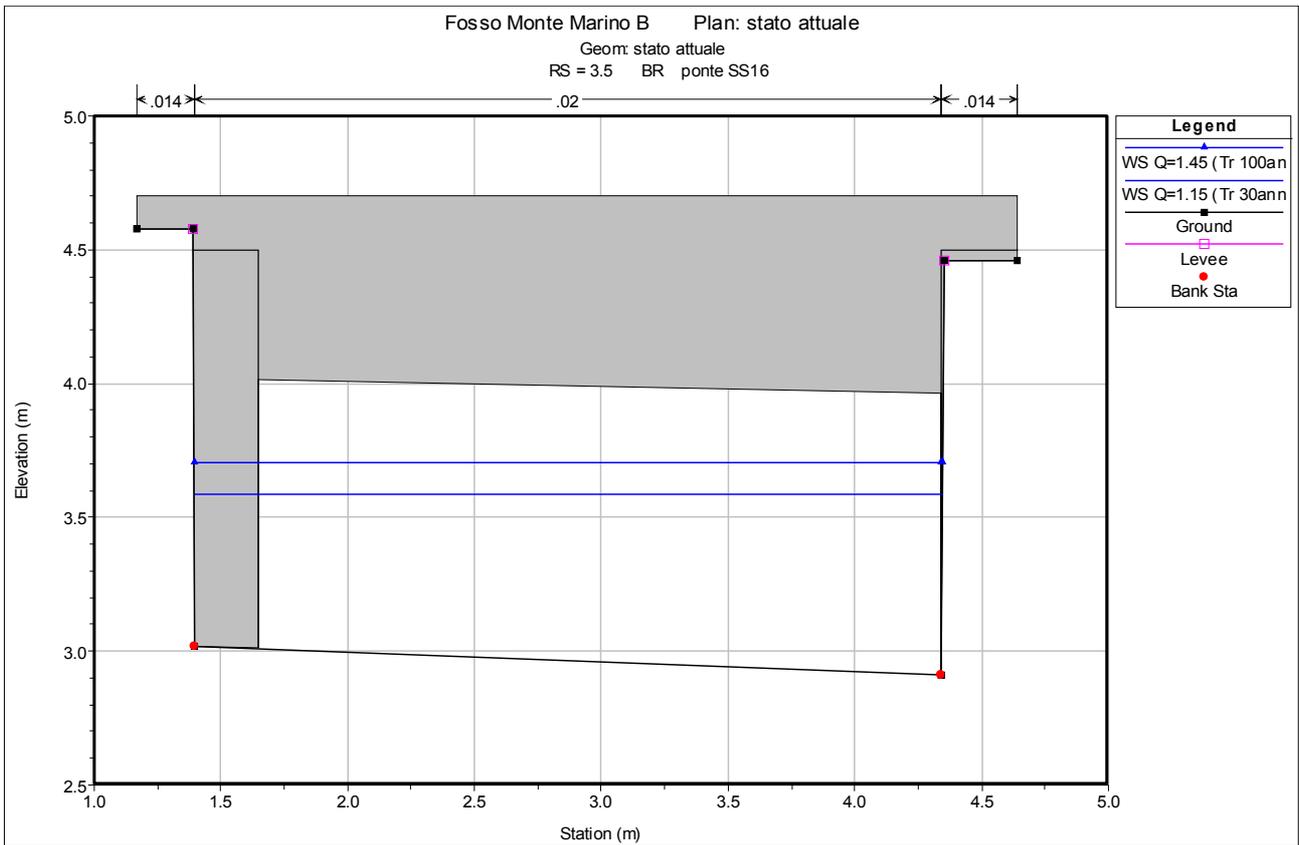
RS = 3 sez 3

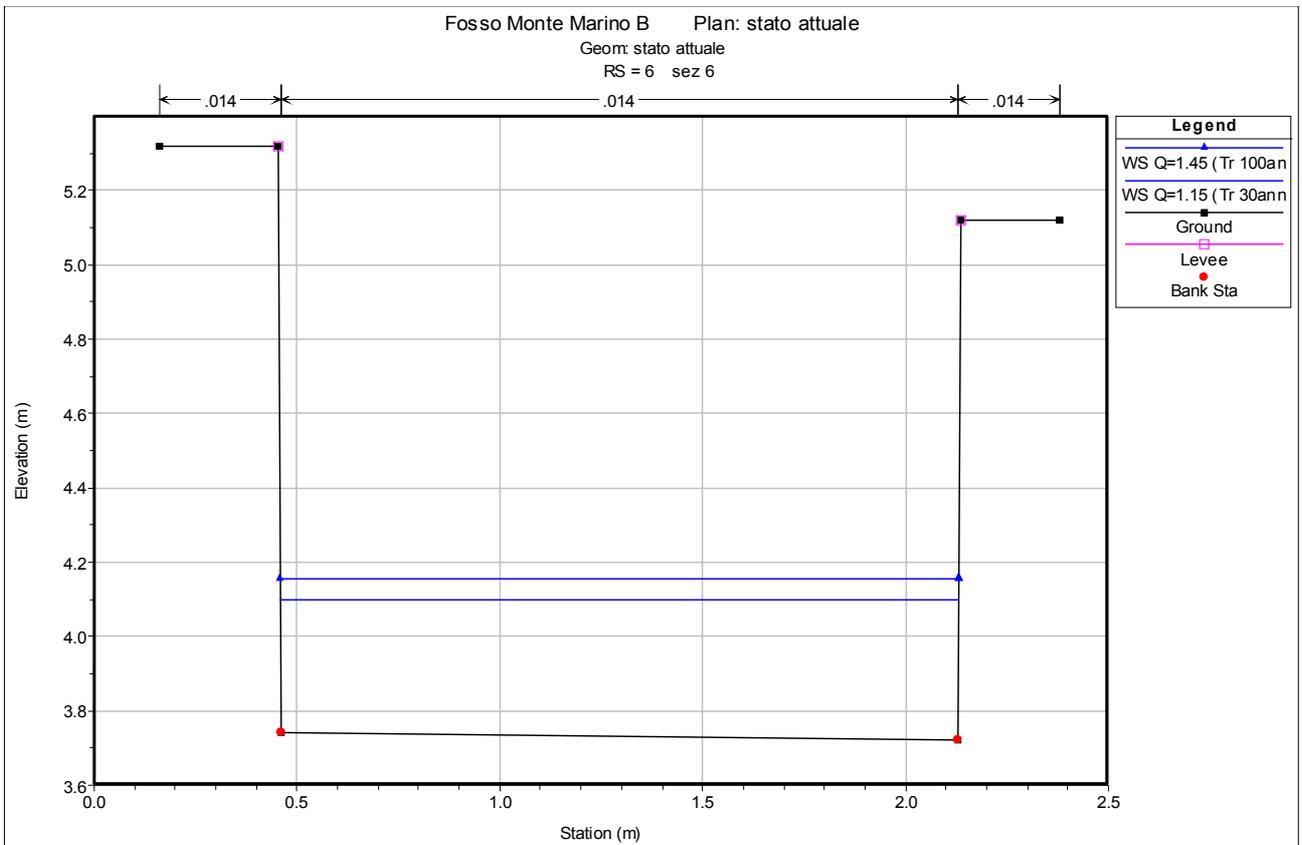
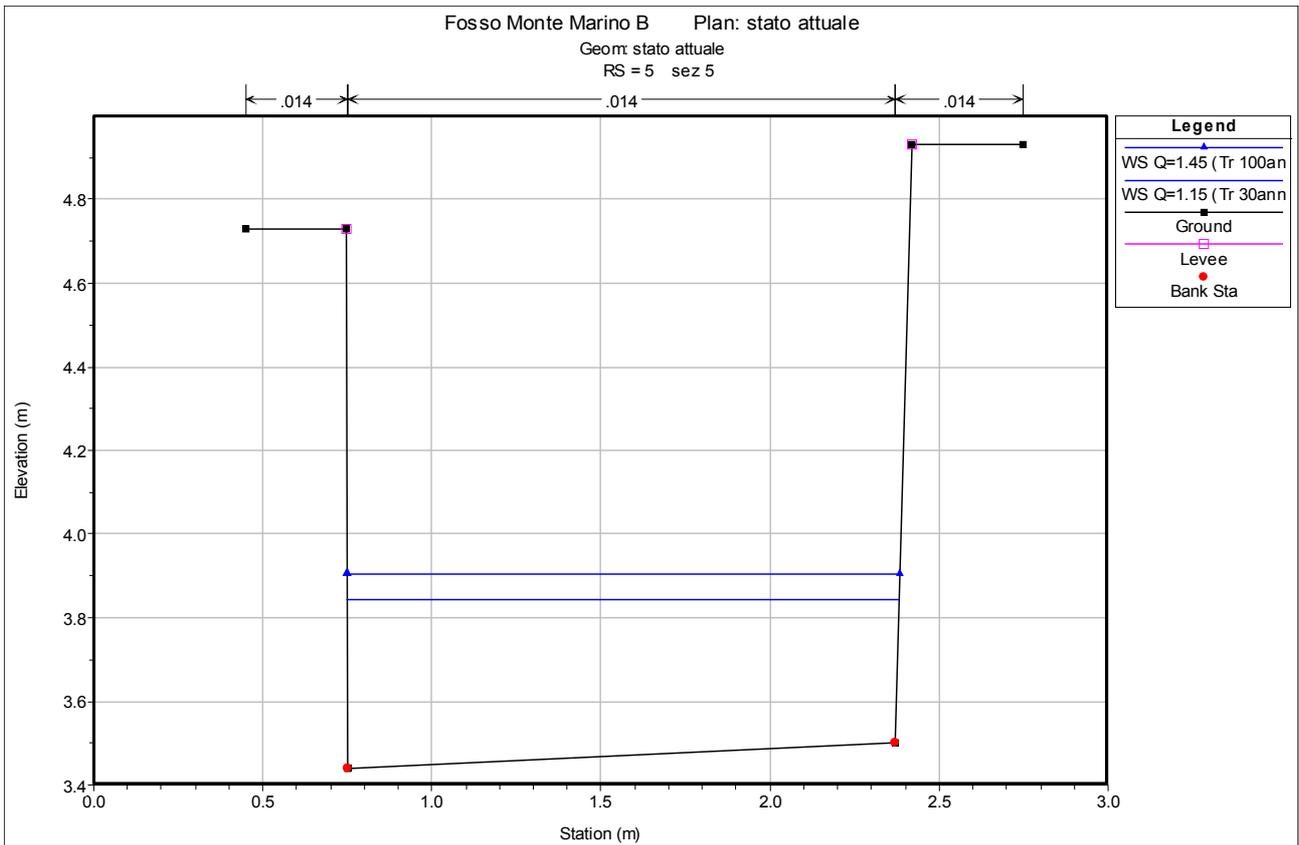


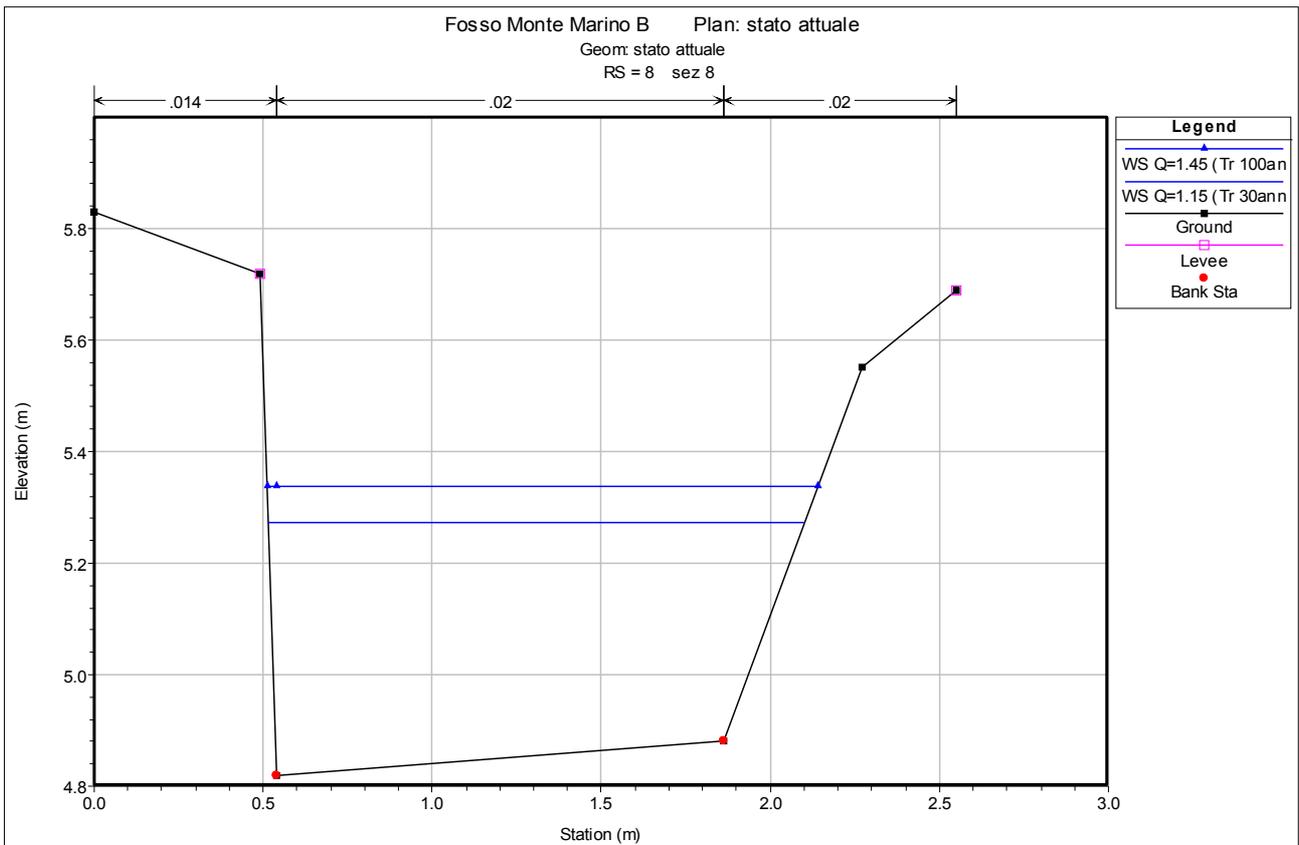
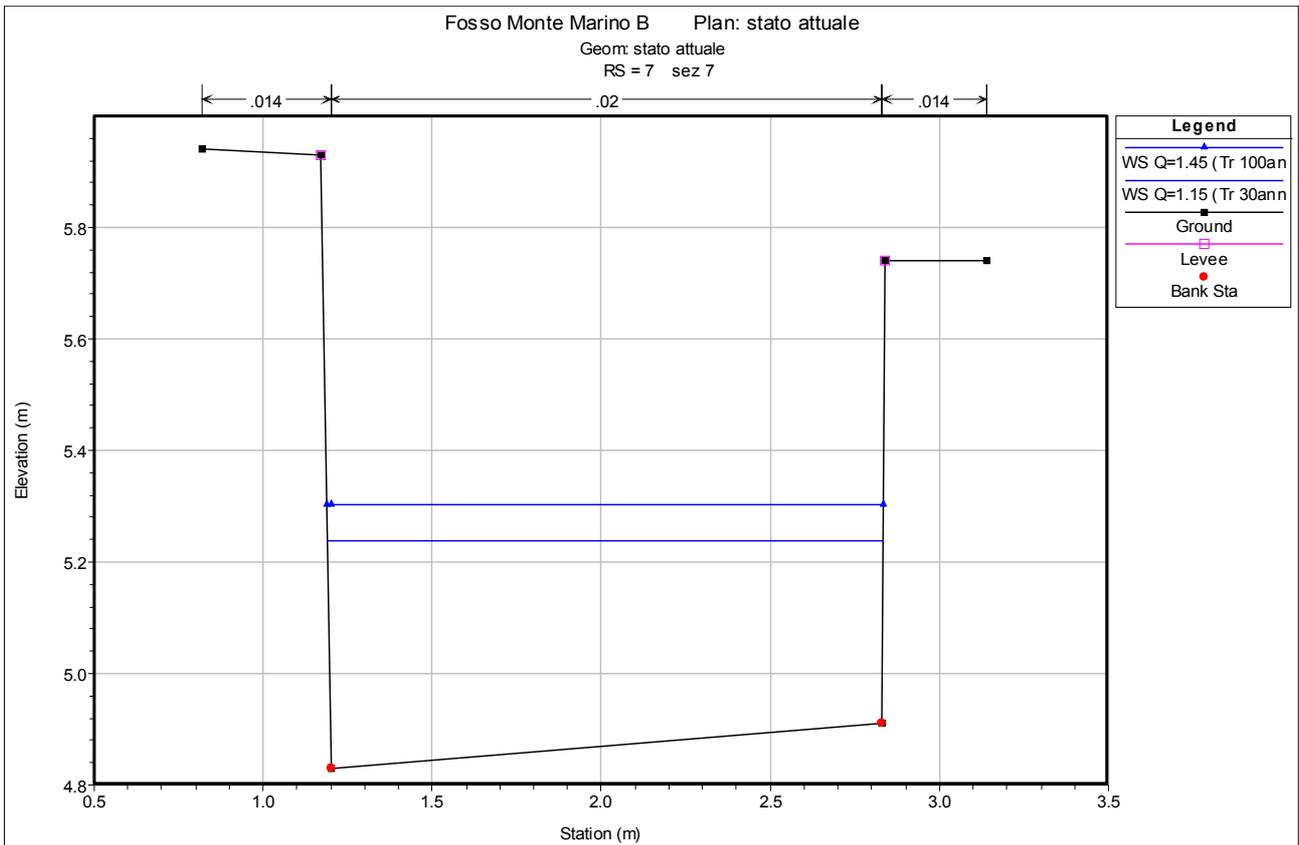
Fosso Monte Marino B Plan: stato attuale

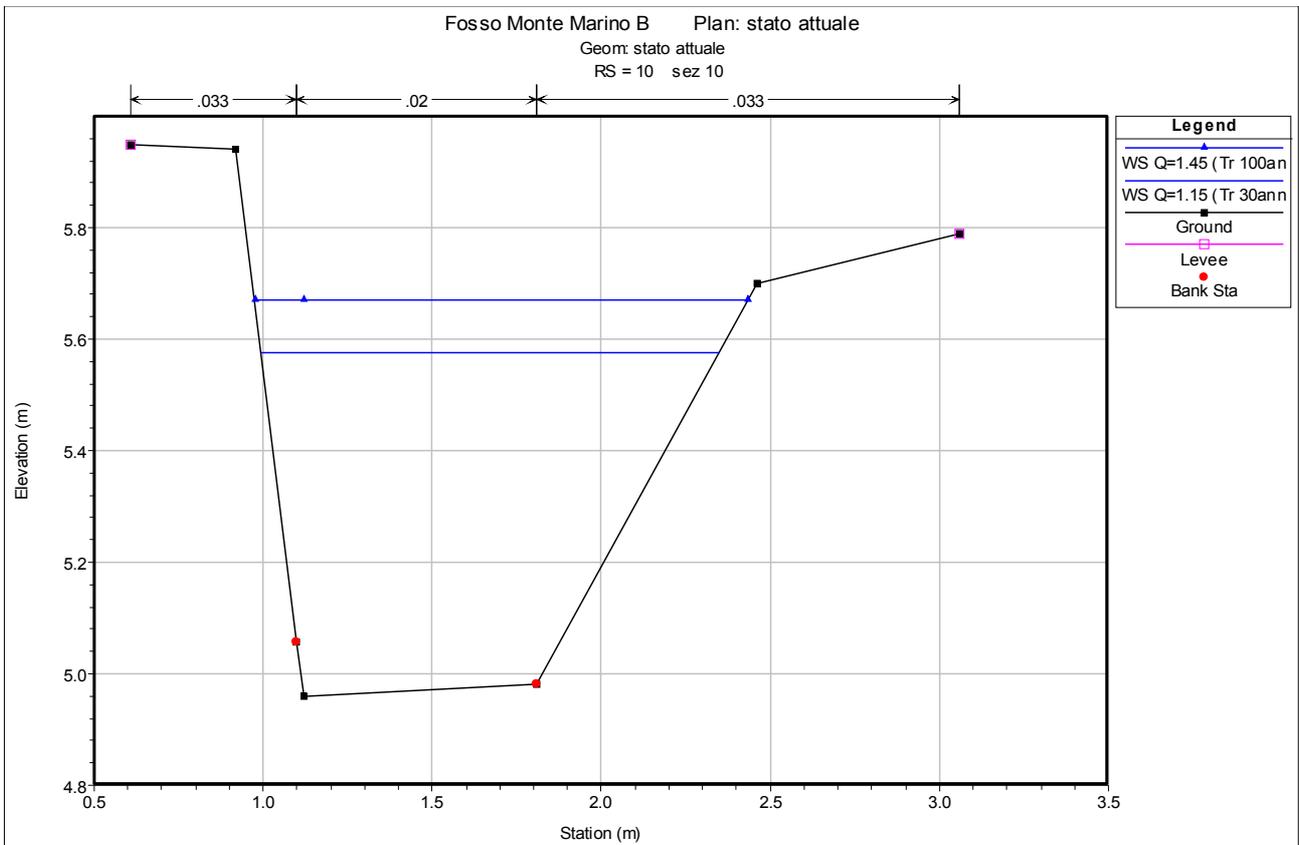
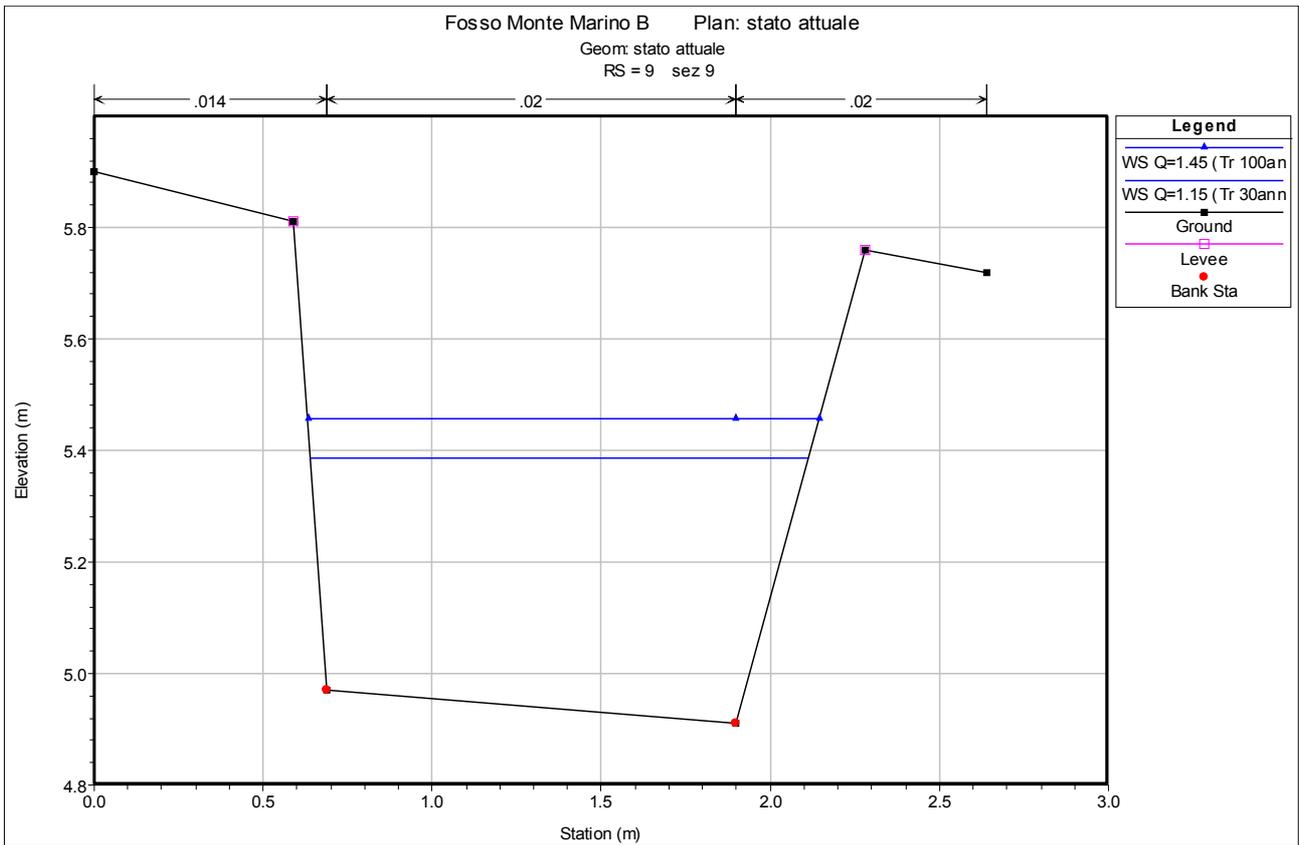
Geom: stato attuale
RS = 3.5 BR ponte SS16

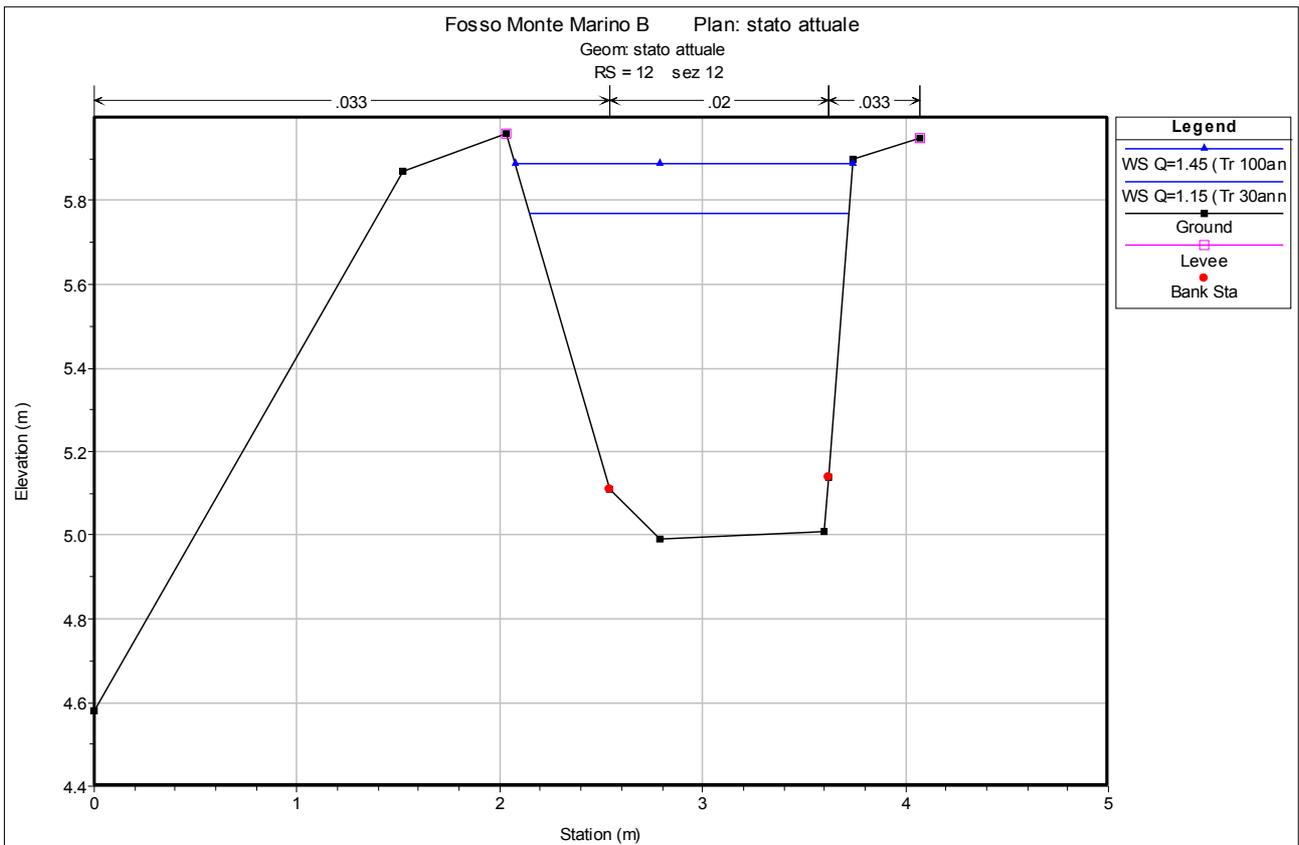
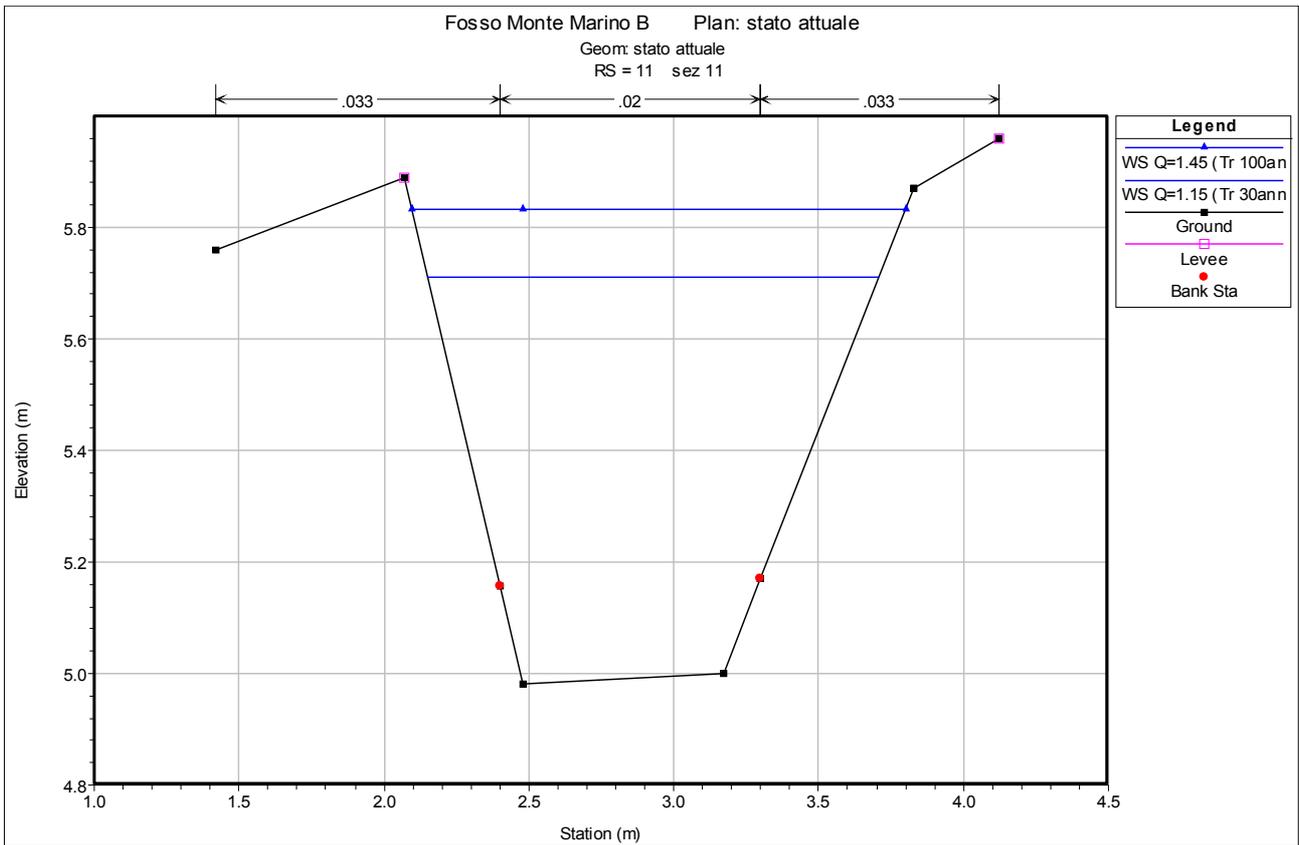


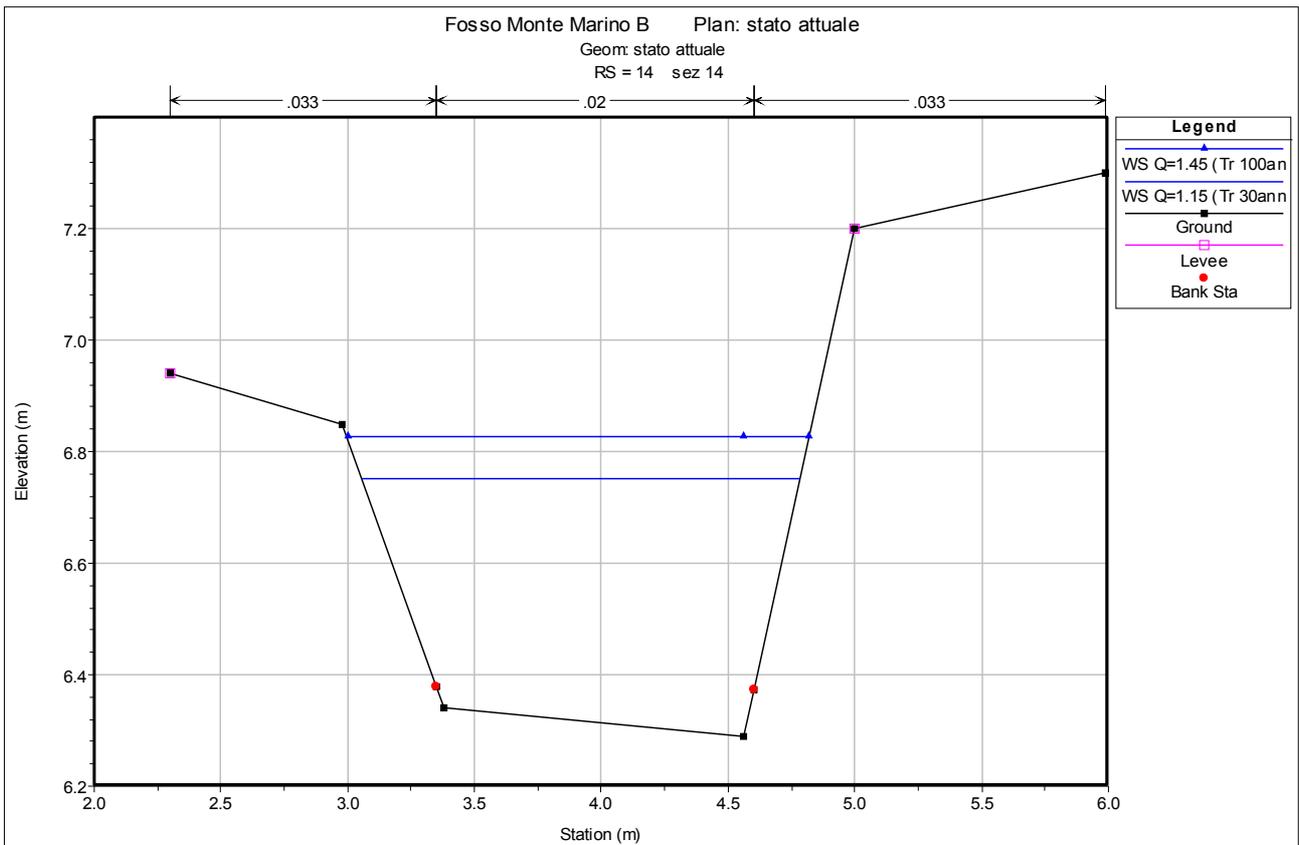
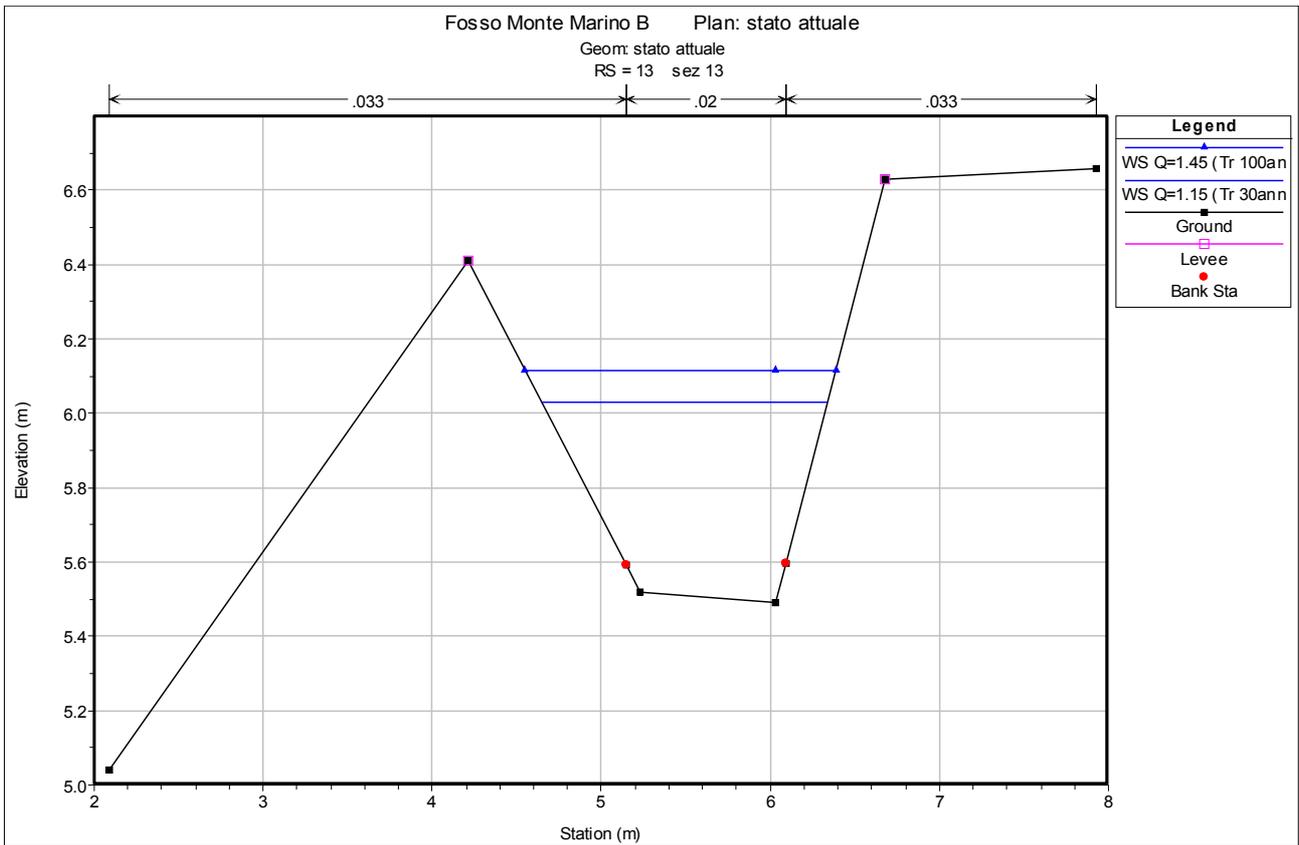


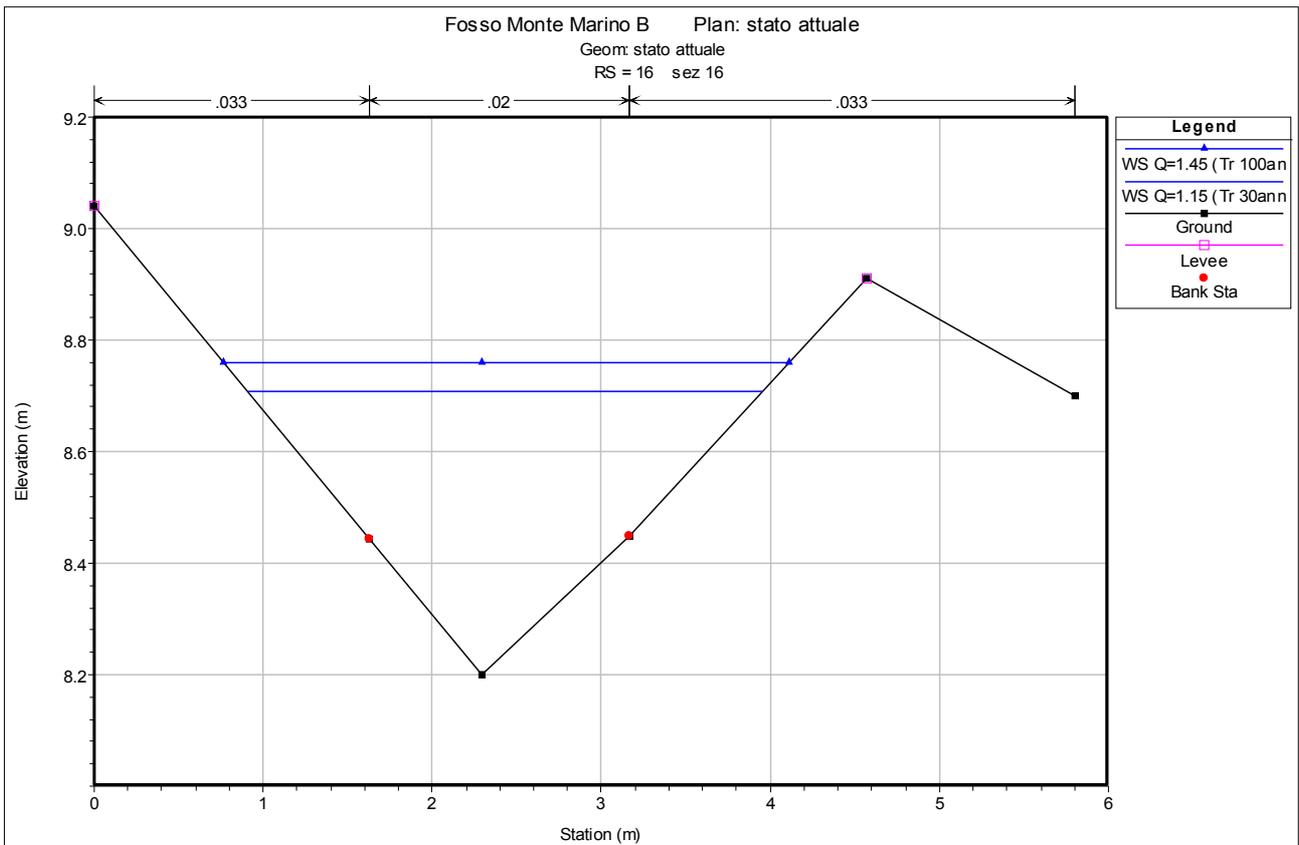
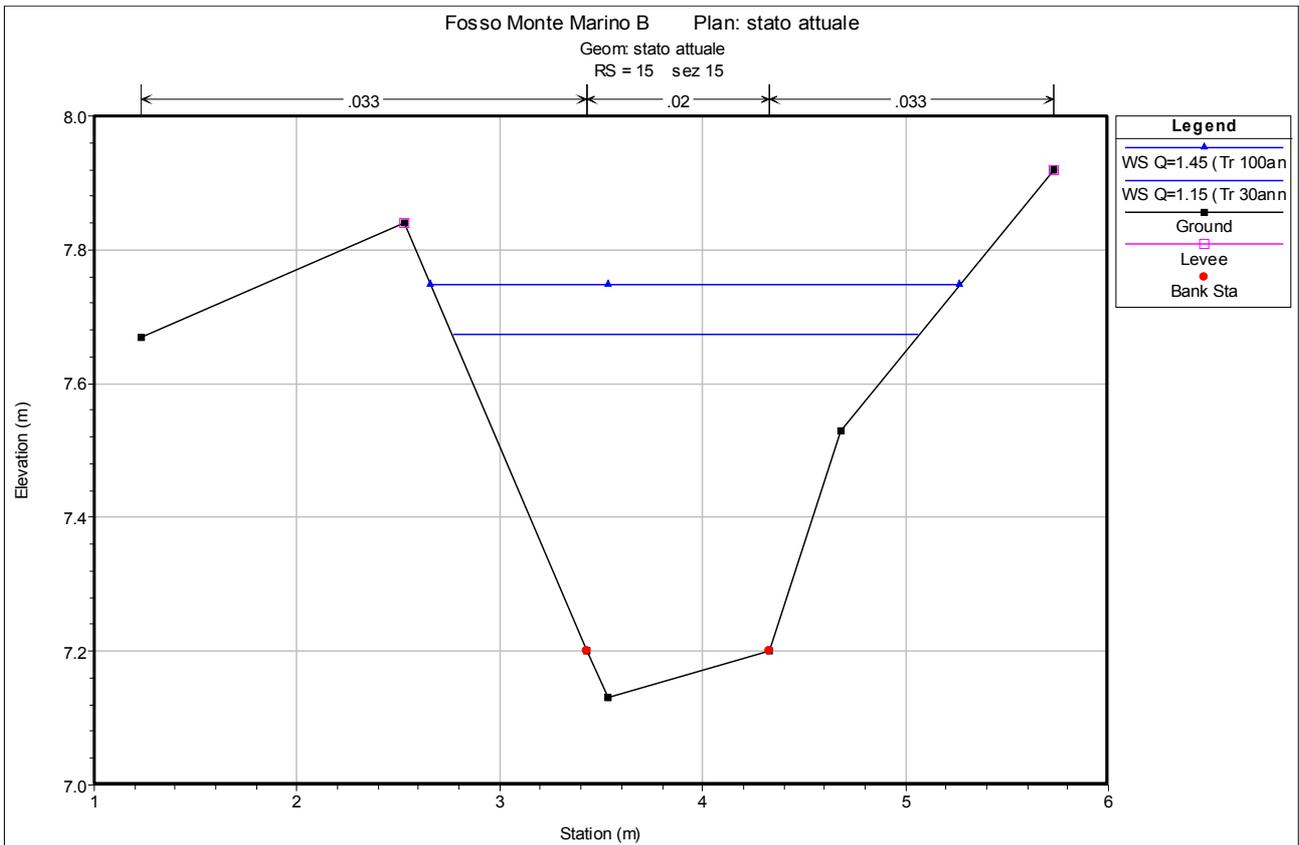


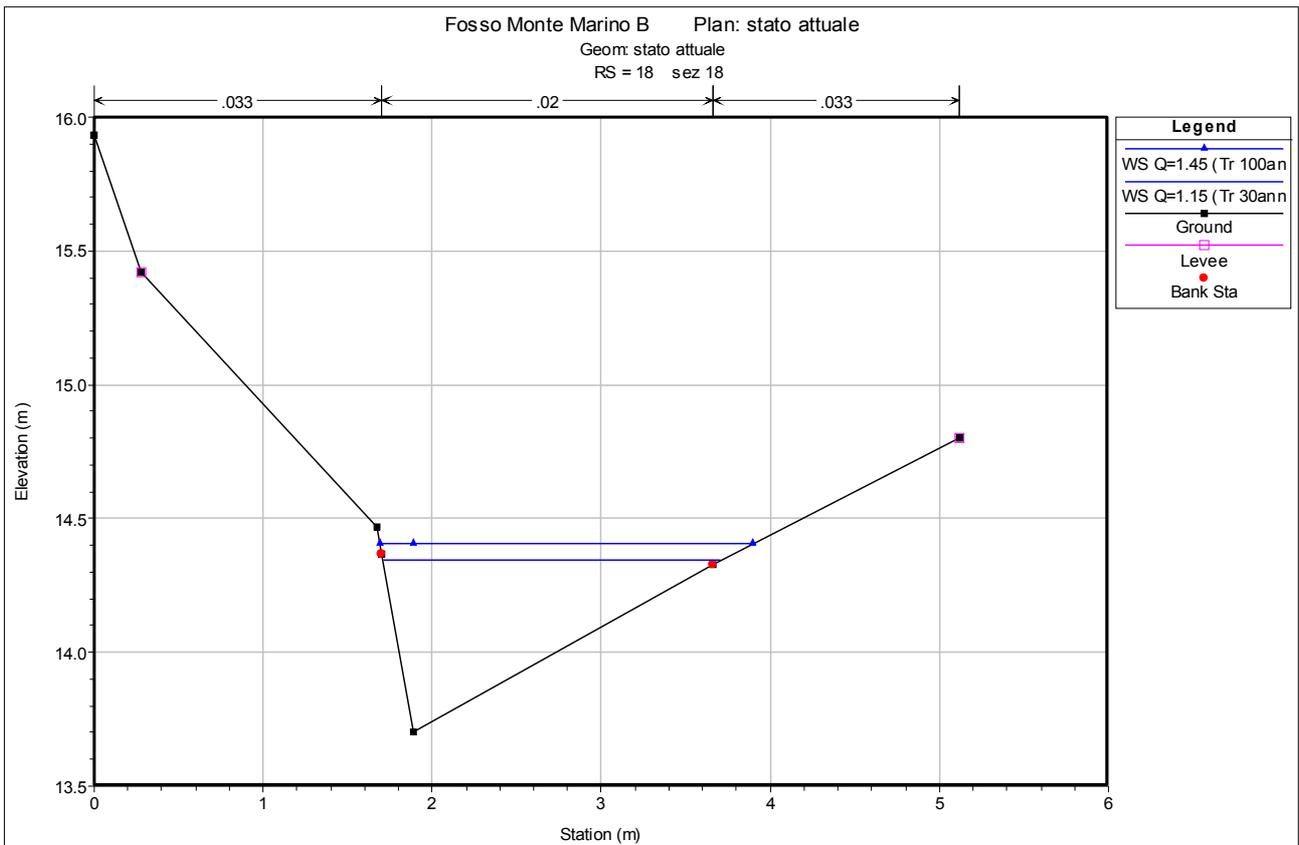
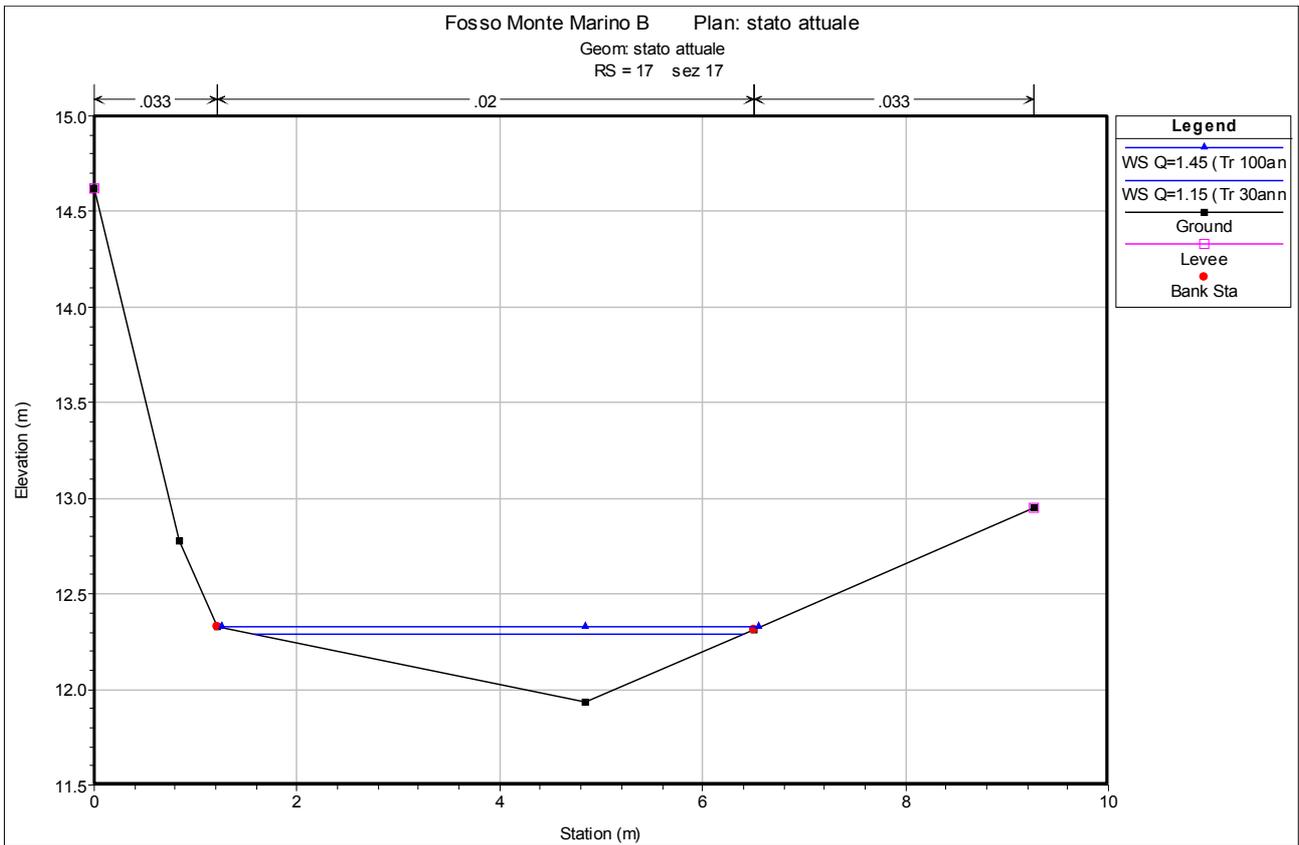


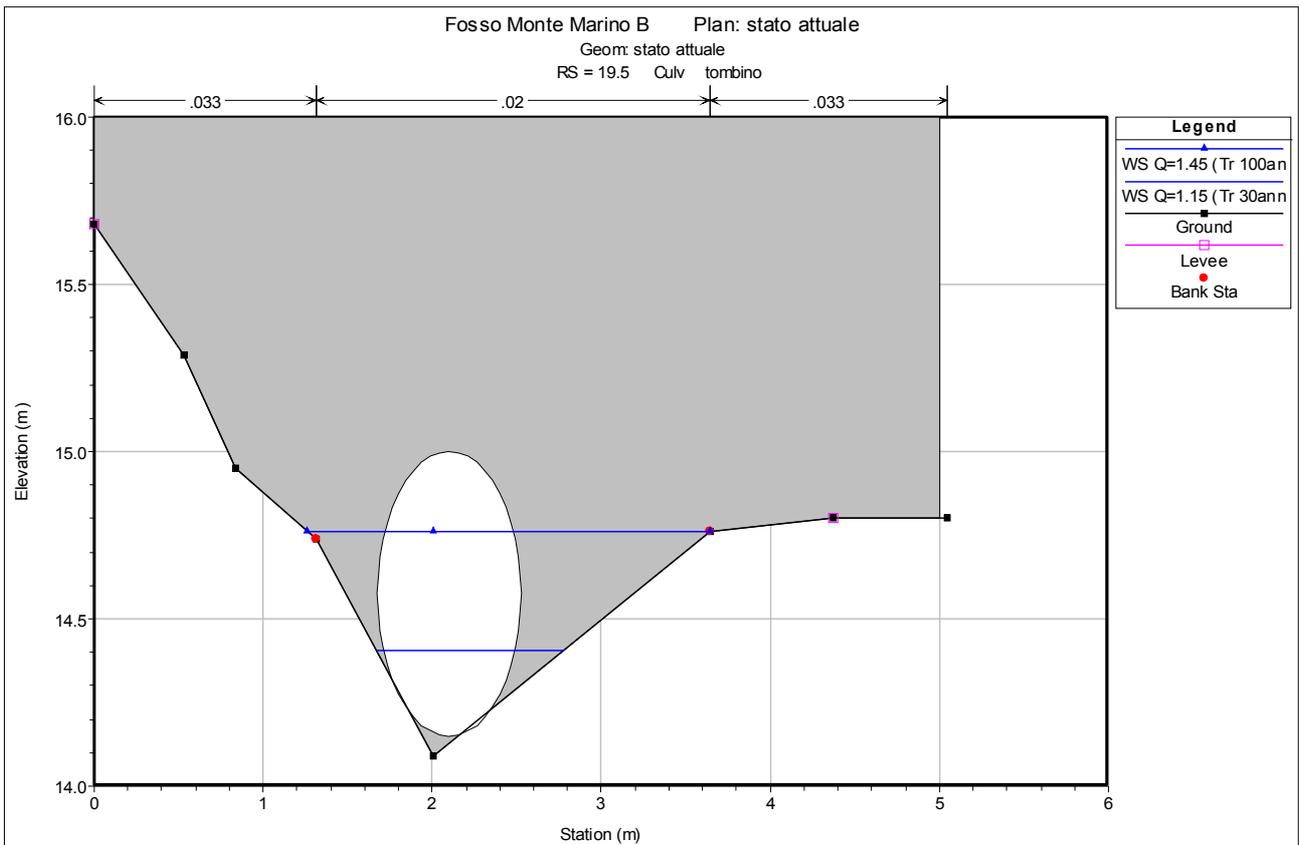
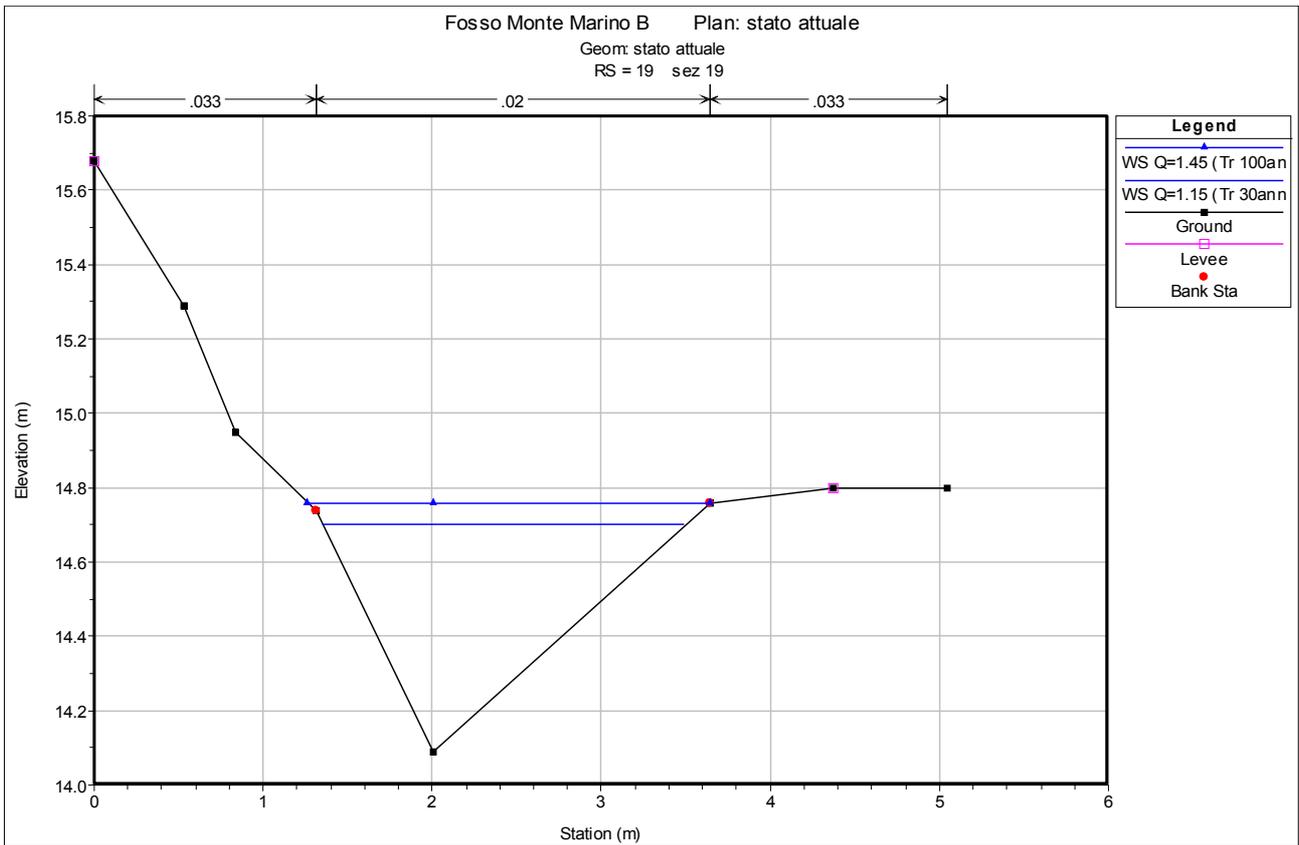


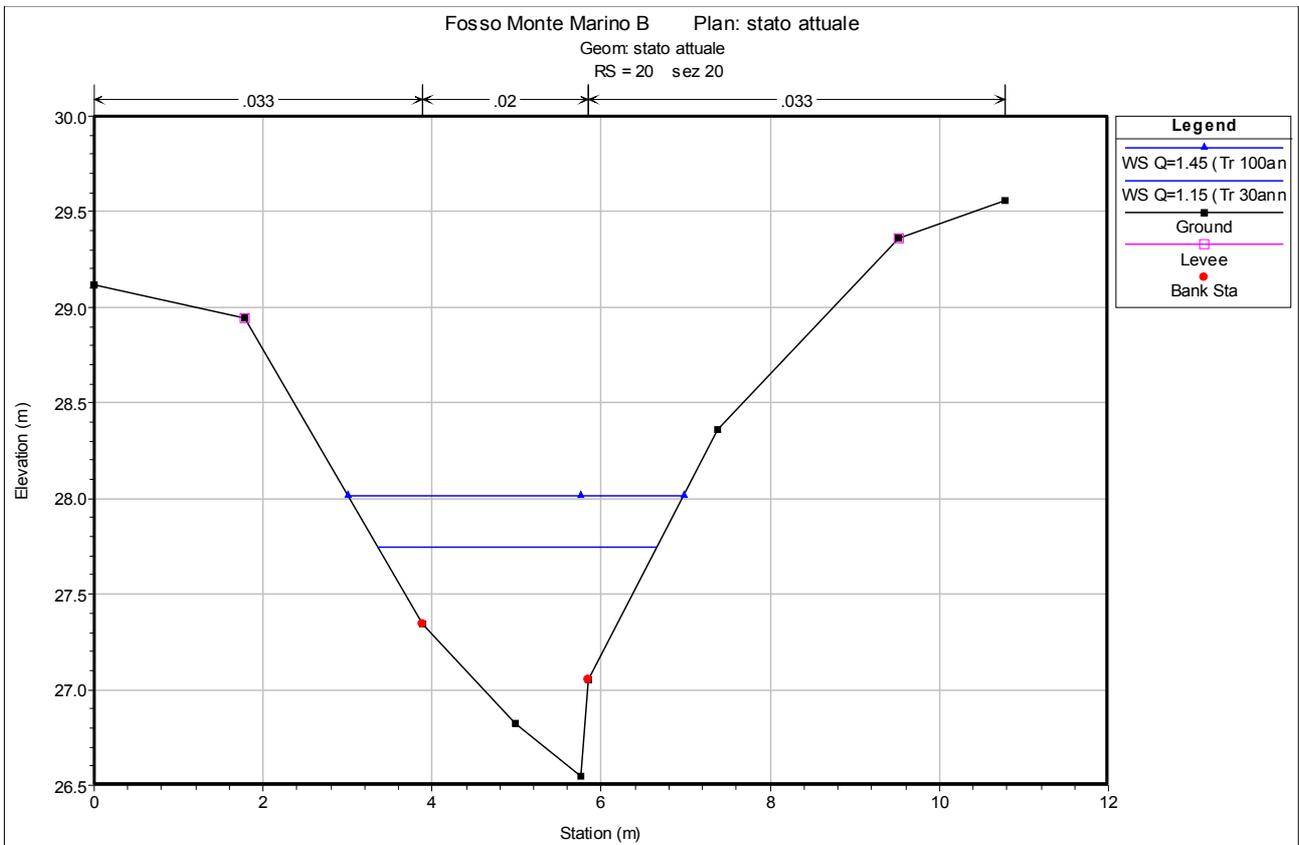
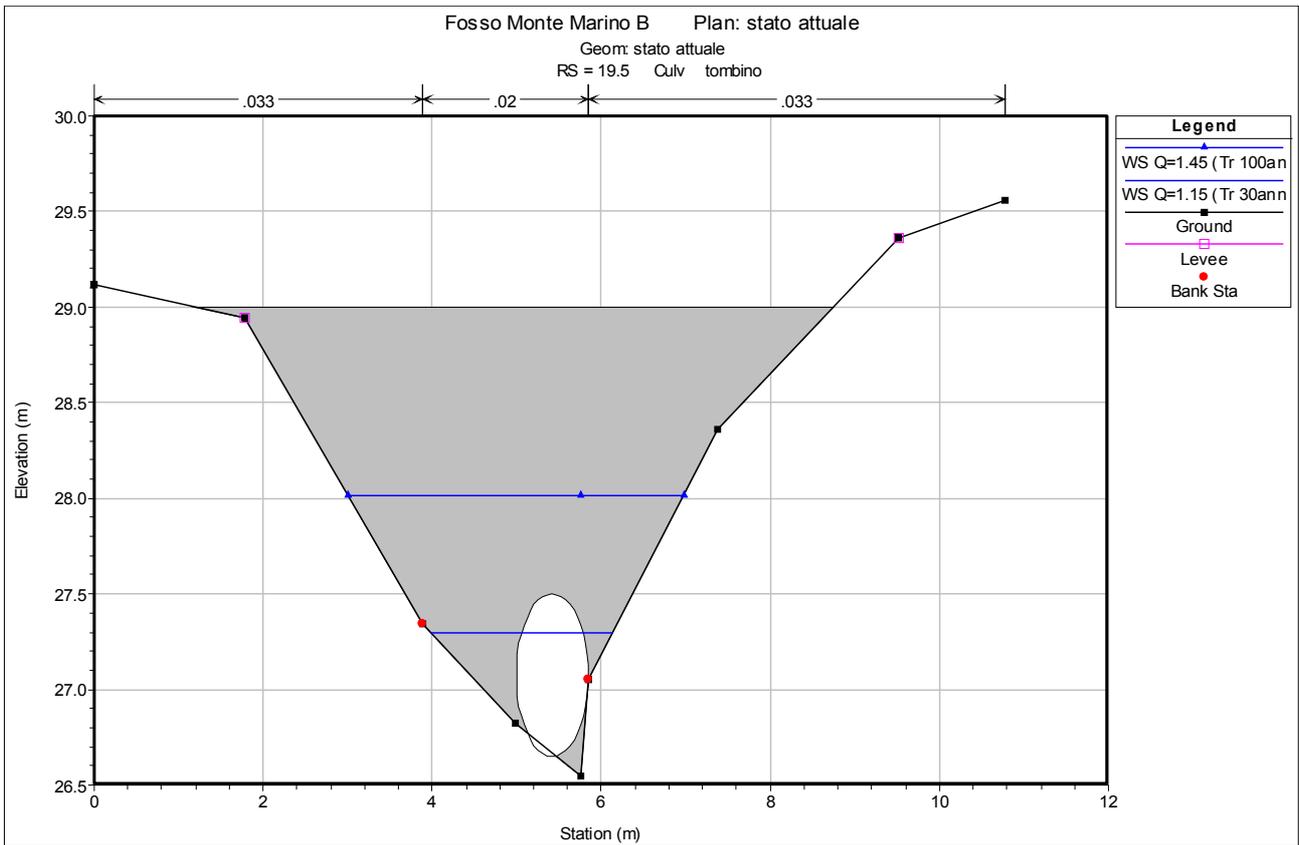


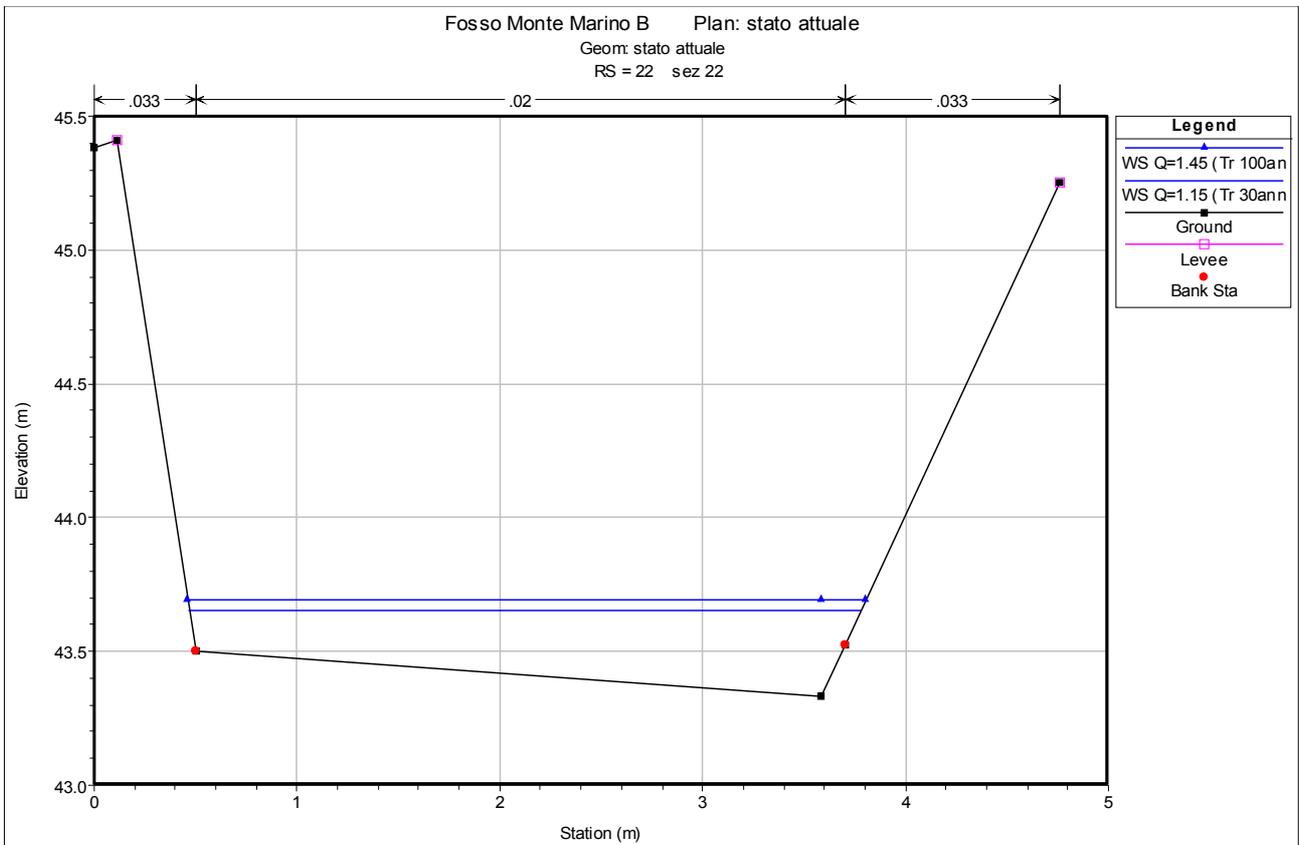
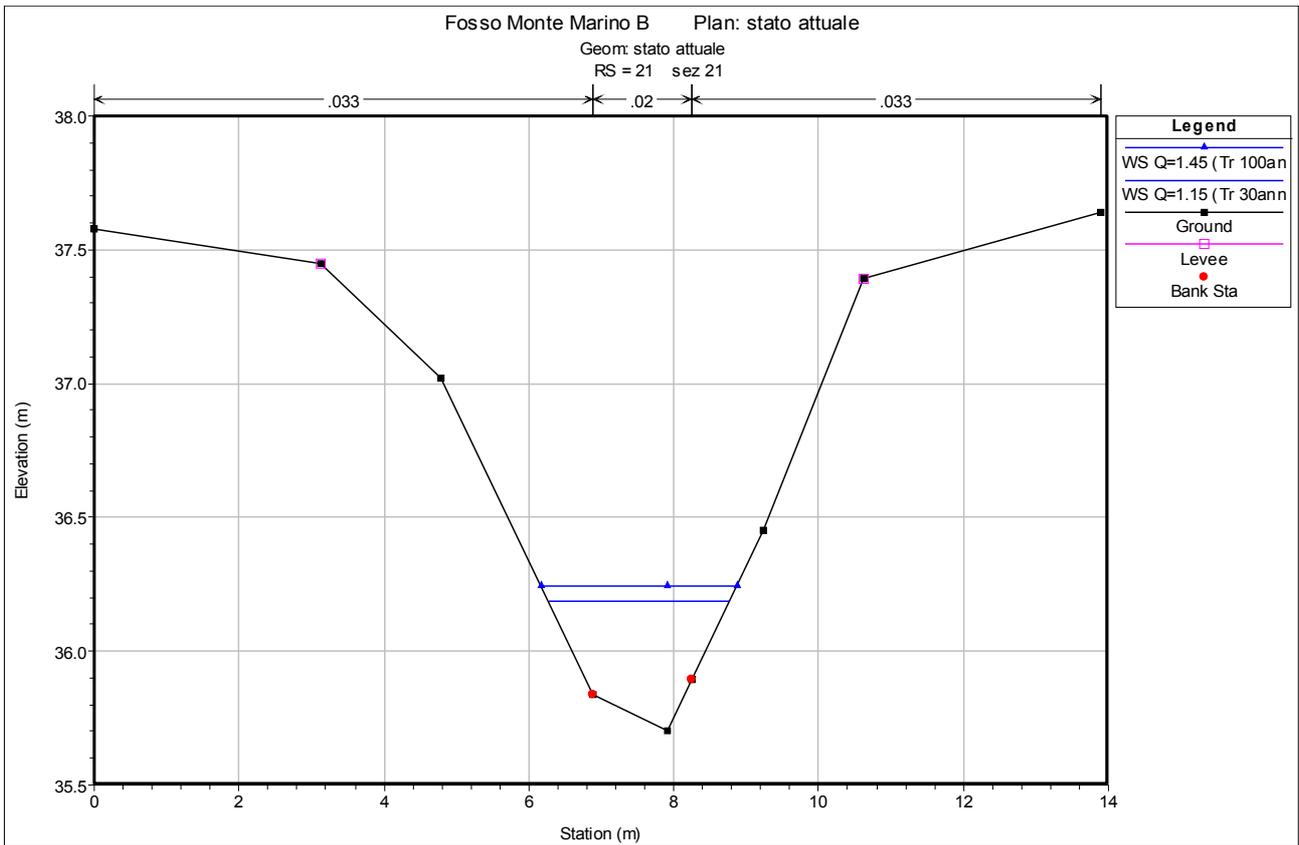


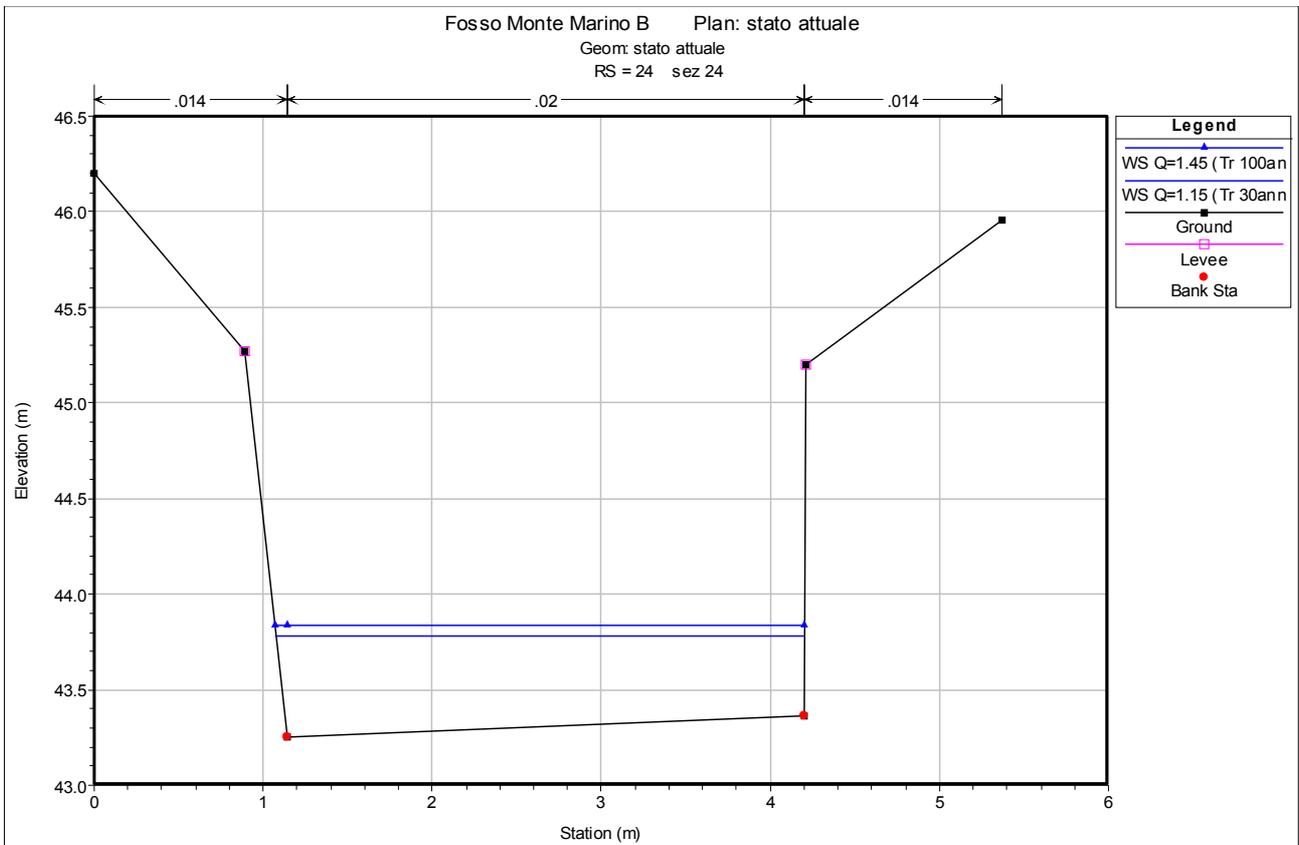
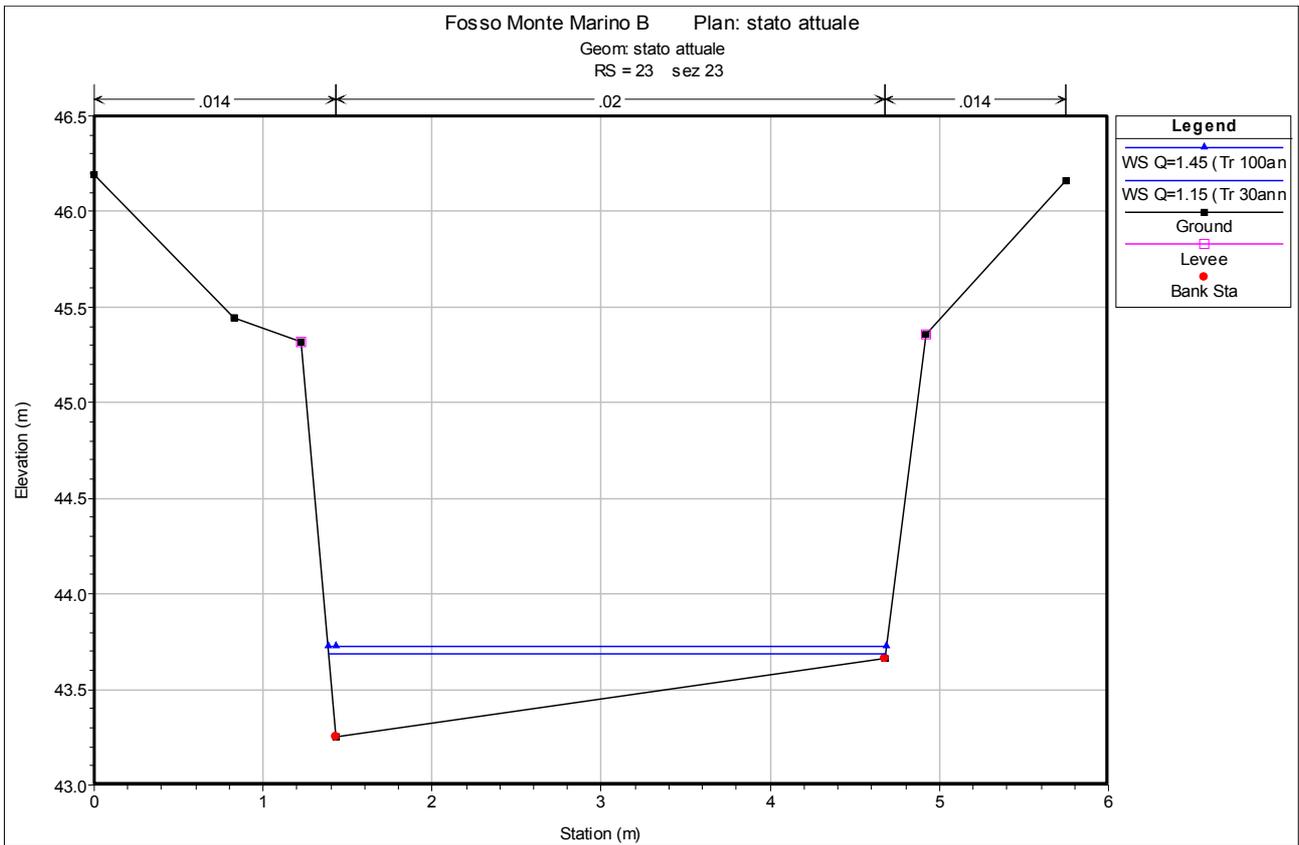


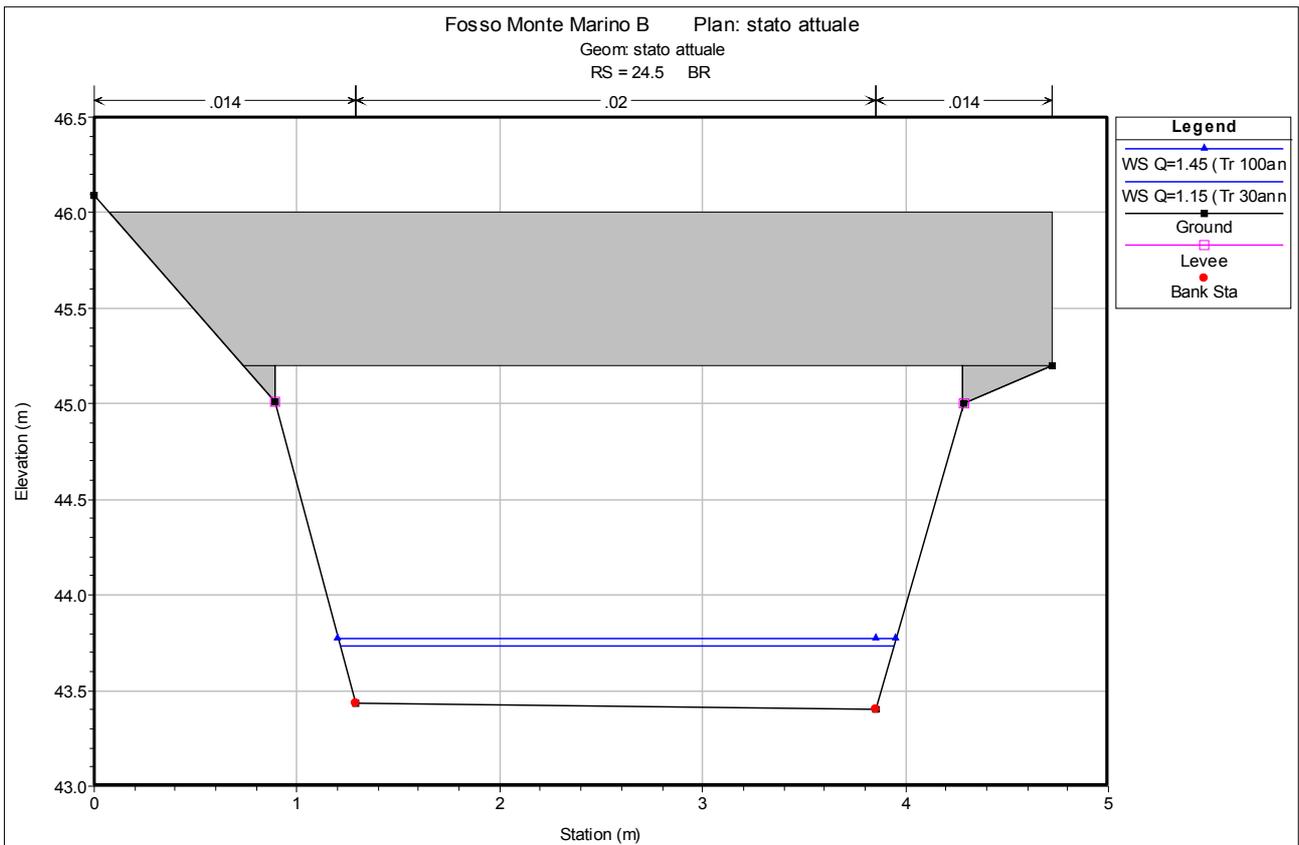
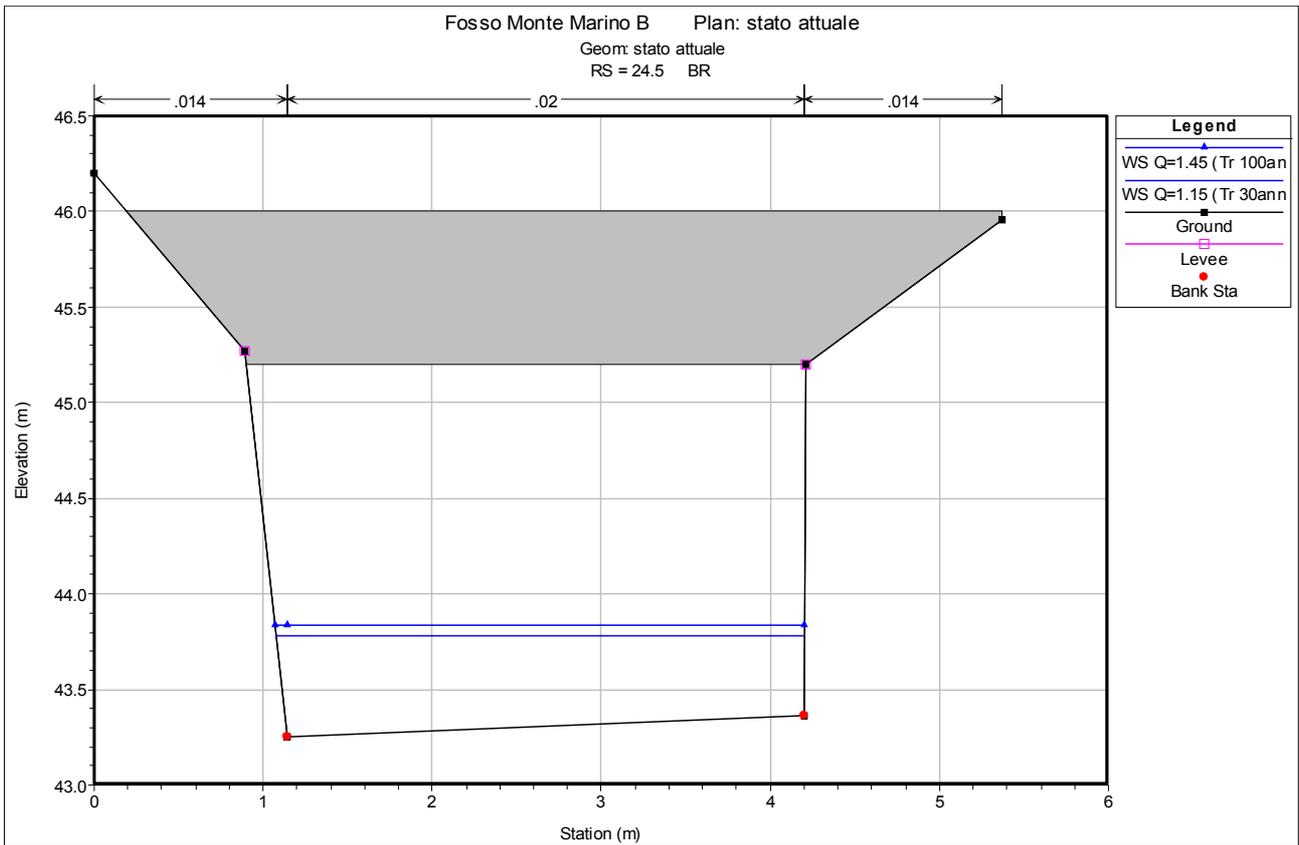


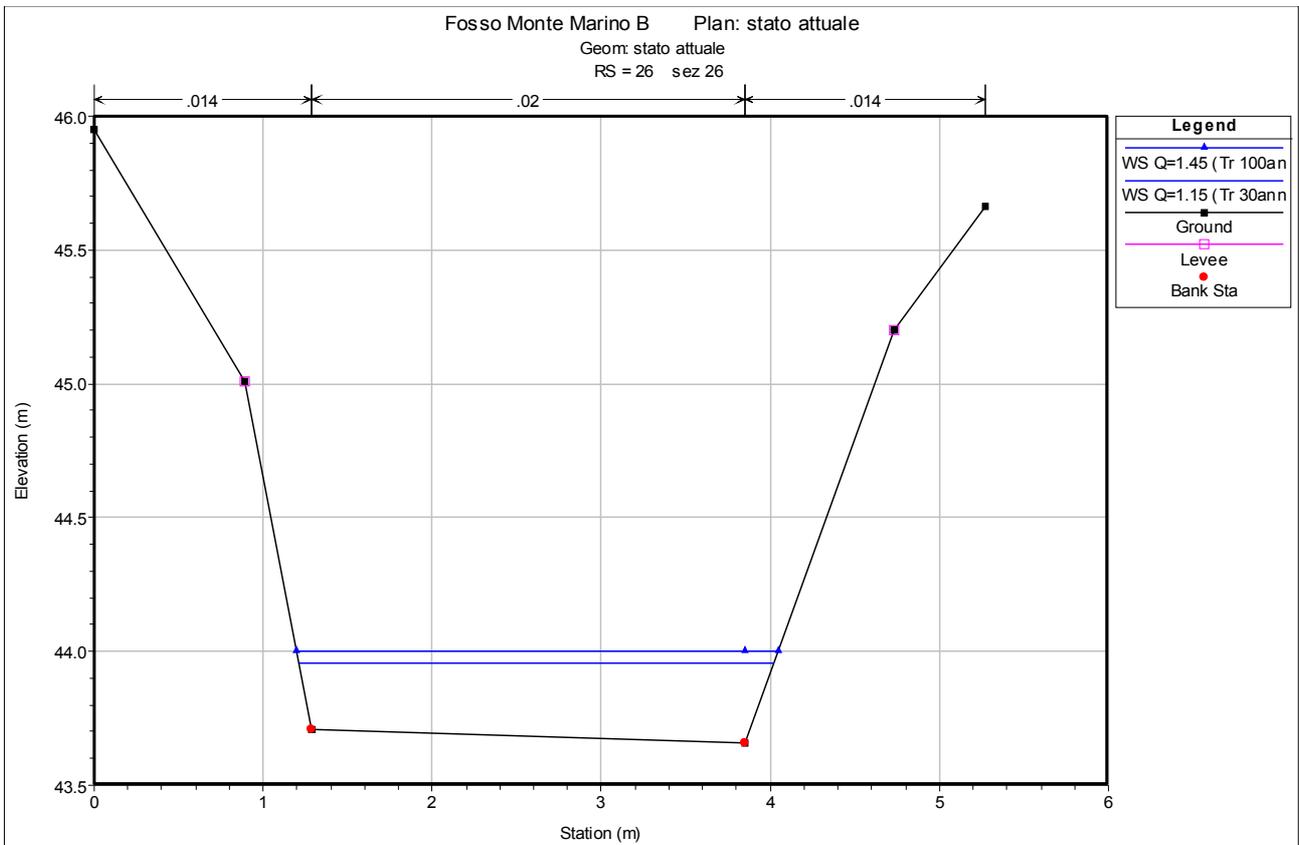
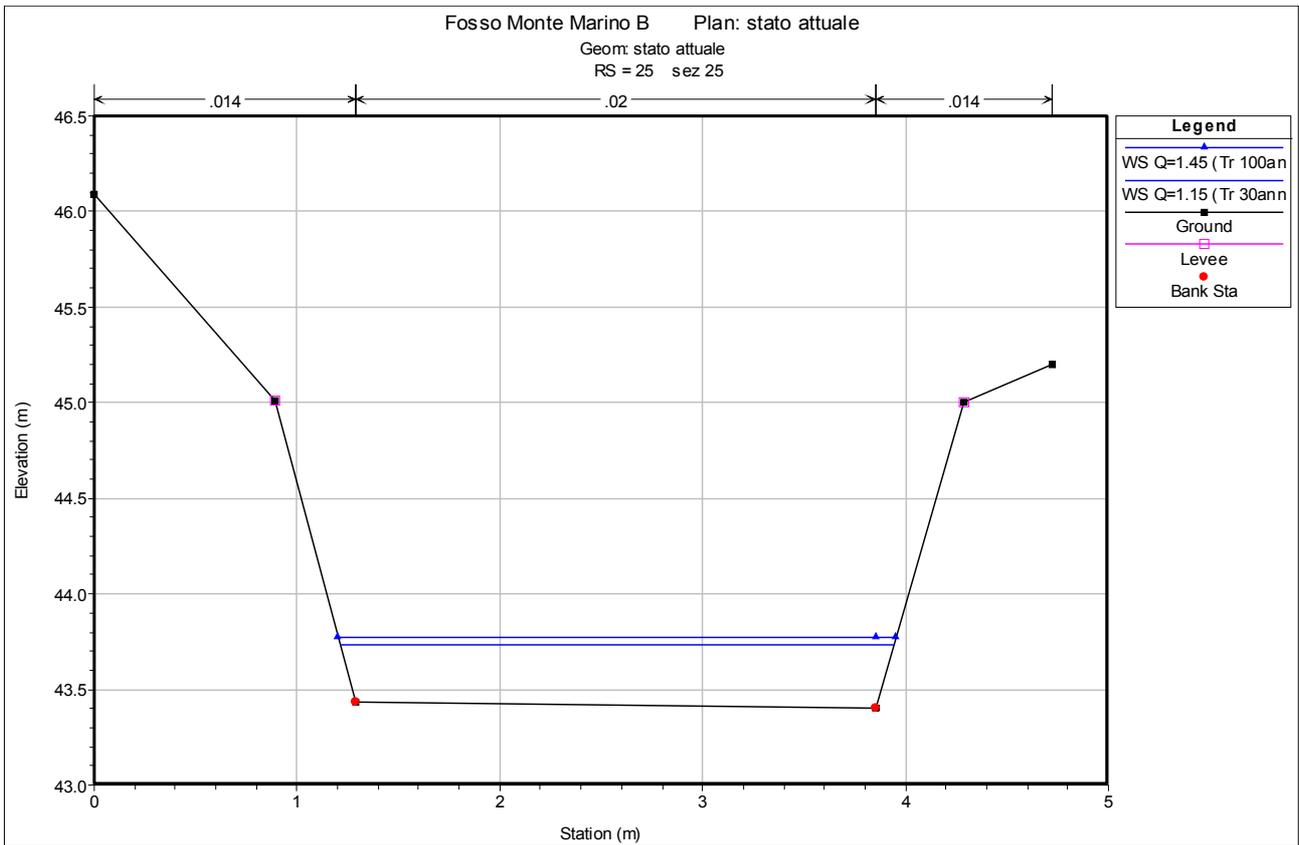


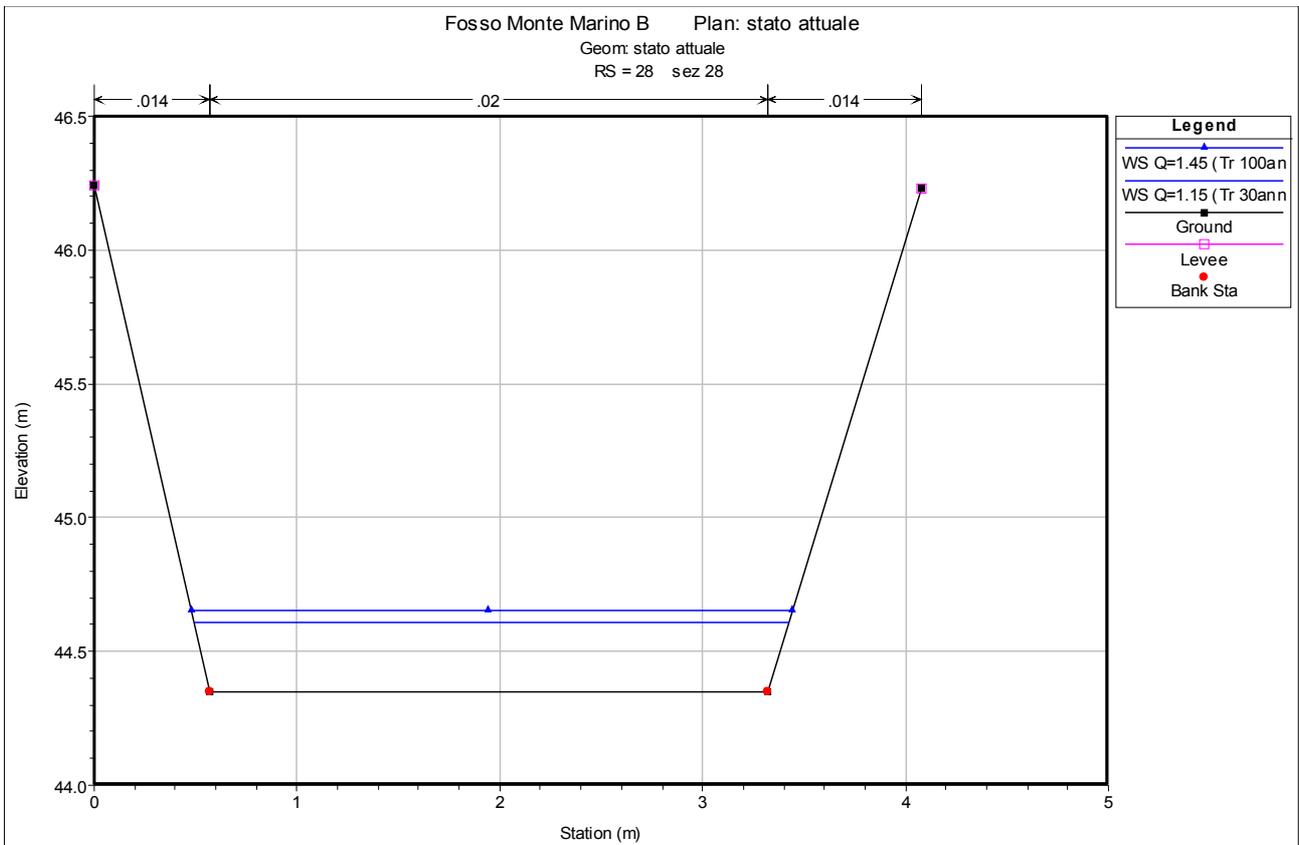
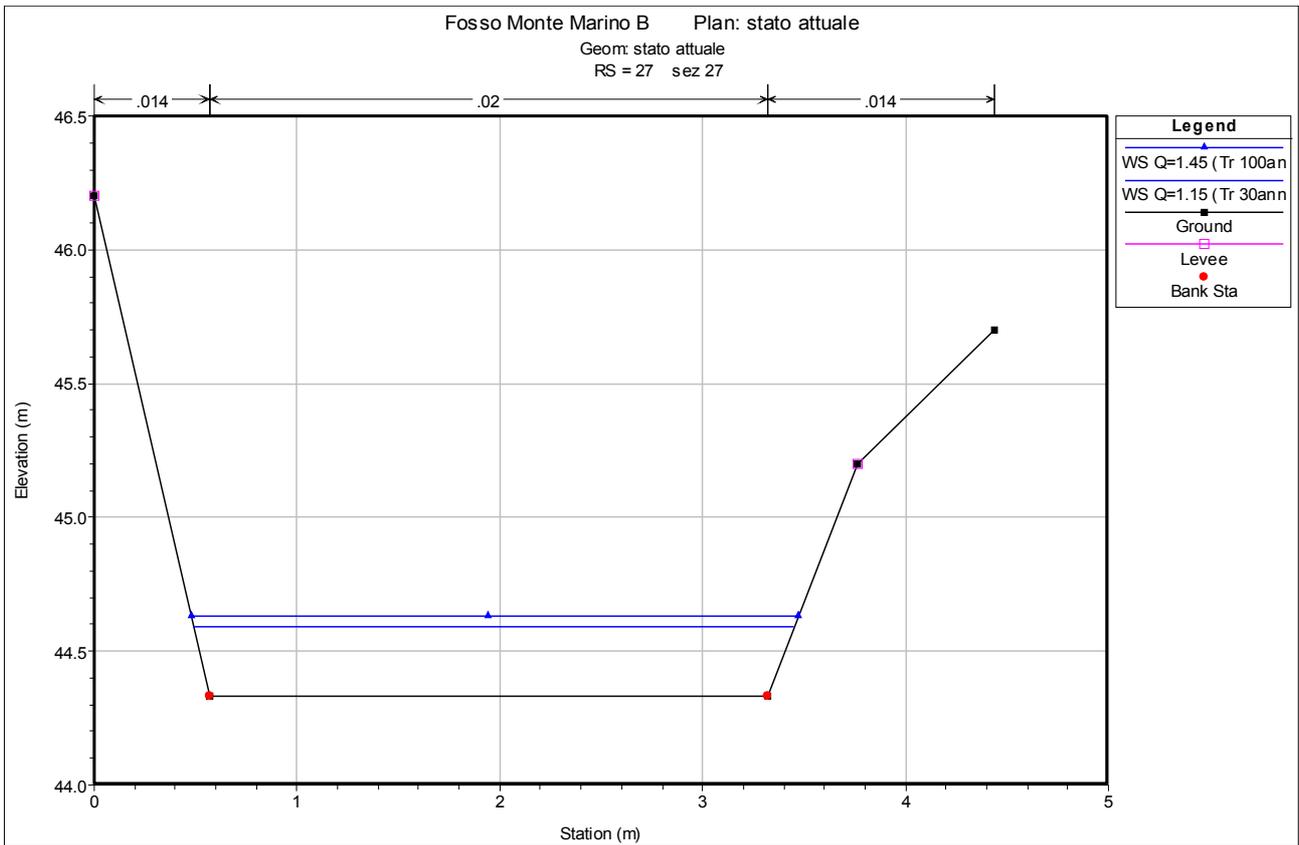






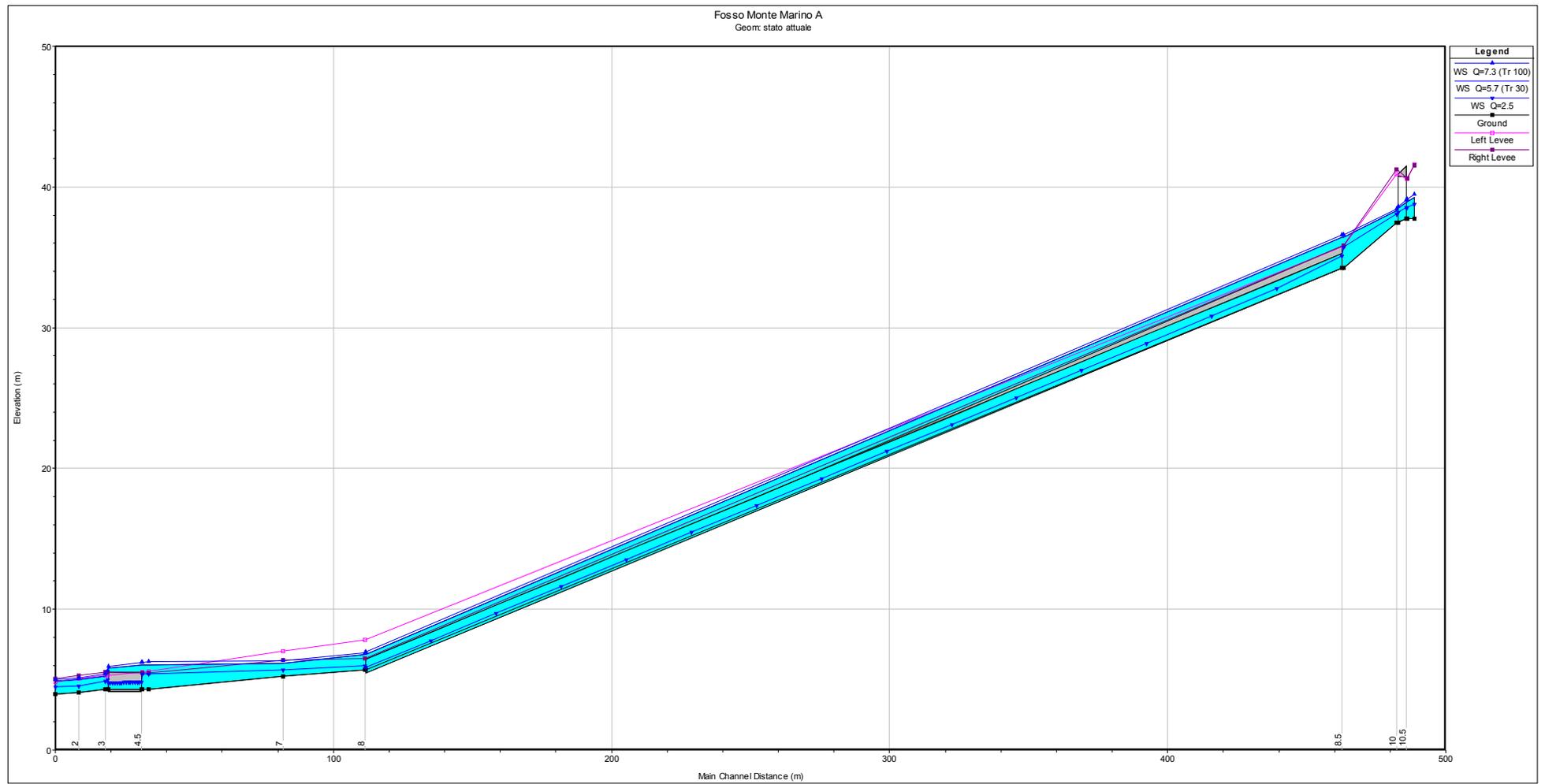




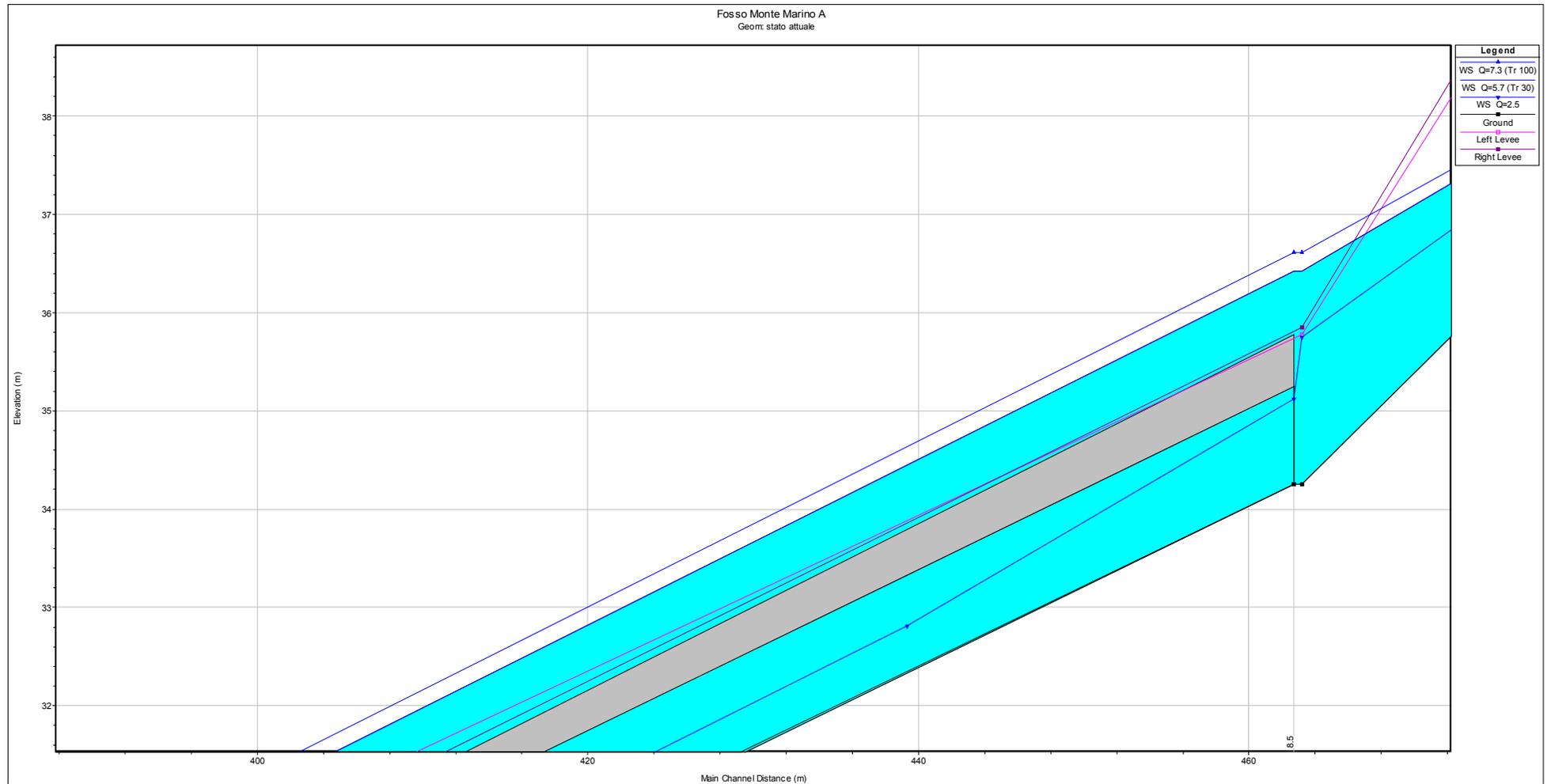


APPENDICE 4: FOSSO MONTE MARINO A (STATO ATTUALE) – RISULTATI HEC RAS

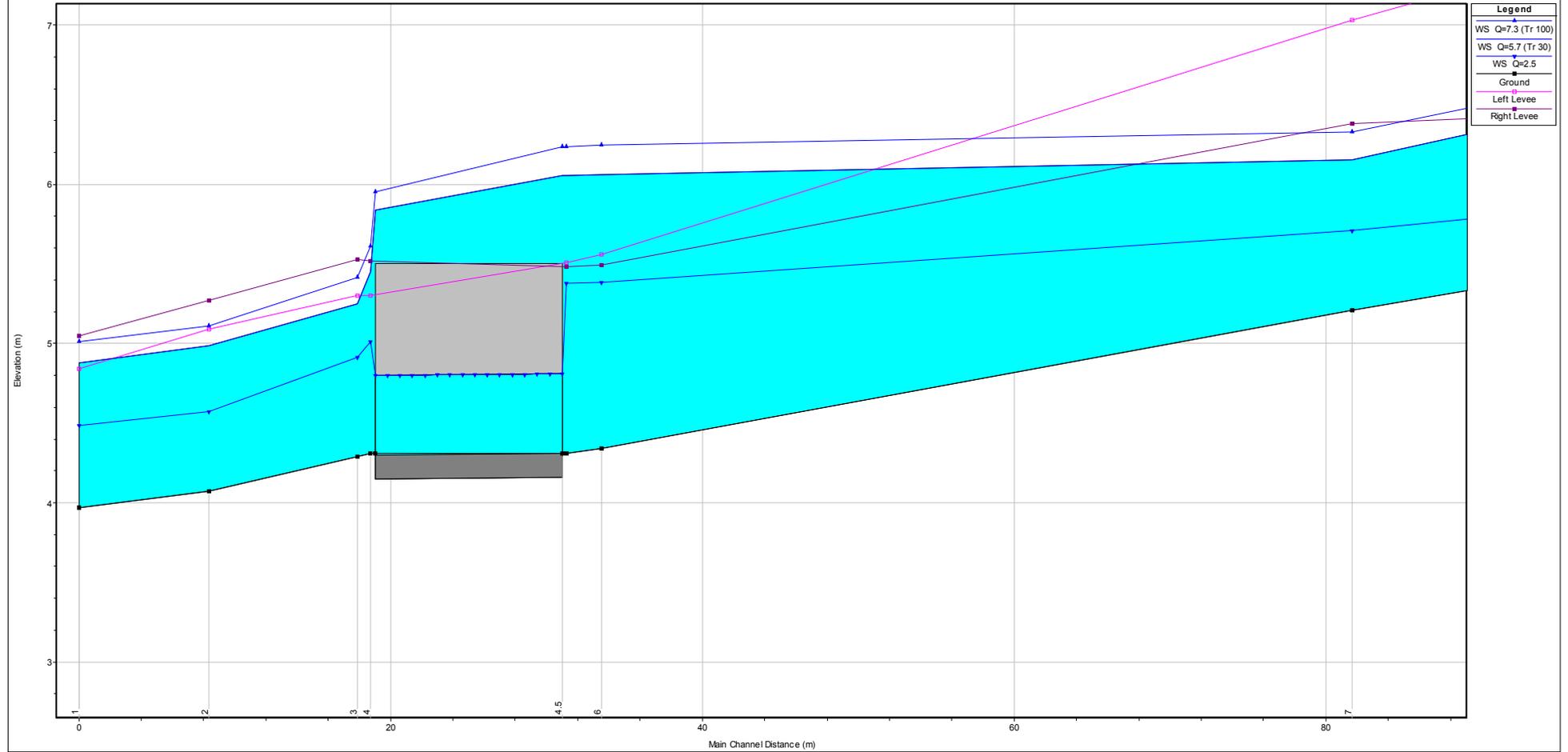
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Total (m/s)	Froude # XS
Monte Marino A	12	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	37.75	39.25	38.56	39.37	1.52	0.40
Monte Marino A	12	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	37.75	39.45	38.71	39.60	1.73	0.42
Monte Marino A	11	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	37.74	38.95	38.92	39.34	2.75	0.96
Monte Marino A	11	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	37.74	39.10	39.07	39.56	2.98	0.97
Monte Marino A	10.5		Bridge						
Monte Marino A	10	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	37.48	38.32	38.52	39.00	3.62	1.65
Monte Marino A	10	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	37.48	38.41	38.65	39.22	3.91	1.68
Monte Marino A	9	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	34.25	36.42	35.21	36.49	0.84	0.28
Monte Marino A	9	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	34.25	36.61	35.37	36.69	0.97	0.31
Monte Marino A	8.5		Culvert						
Monte Marino A	8	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	5.70	6.78	6.78	7.19	2.30	1.02
Monte Marino A	8	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	5.70	6.93	6.93	7.40	2.49	1.02
Monte Marino A	7	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	5.21	6.16	6.39	6.96	3.77	1.53
Monte Marino A	7	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	5.21	6.33	6.53	7.19	3.83	1.47
Monte Marino A	6	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	4.34	6.06	5.25	6.16	1.09	0.38
Monte Marino A	6	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.34	6.25	5.41	6.37	1.22	0.41
Monte Marino A	5	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	4.31	6.05	5.25	6.16	1.15	0.39
Monte Marino A	5	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.31	6.24	5.41	6.37	1.30	0.42
Monte Marino A	4.5		Culvert						
Monte Marino A	4	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	4.31	5.45	5.23	5.63	1.76	0.70
Monte Marino A	4	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.31	5.61	5.38	5.81	1.84	0.67
Monte Marino A	3	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	4.29	5.25	5.25	5.61	2.28	1.03
Monte Marino A	3	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.29	5.41	5.41	5.79	2.27	1.06
Monte Marino A	2	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	4.07	4.99	5.16	5.54	2.73	1.51
Monte Marino A	2	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.07	5.11	5.30	5.72	2.73	1.54
Monte Marino A	1	Q=5.7 (Tr 30)	5.70	3.97	4.88	5.06	5.47	2.67	1.53
Monte Marino A	1	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	3.97	5.01	5.19	5.66	2.70	1.44

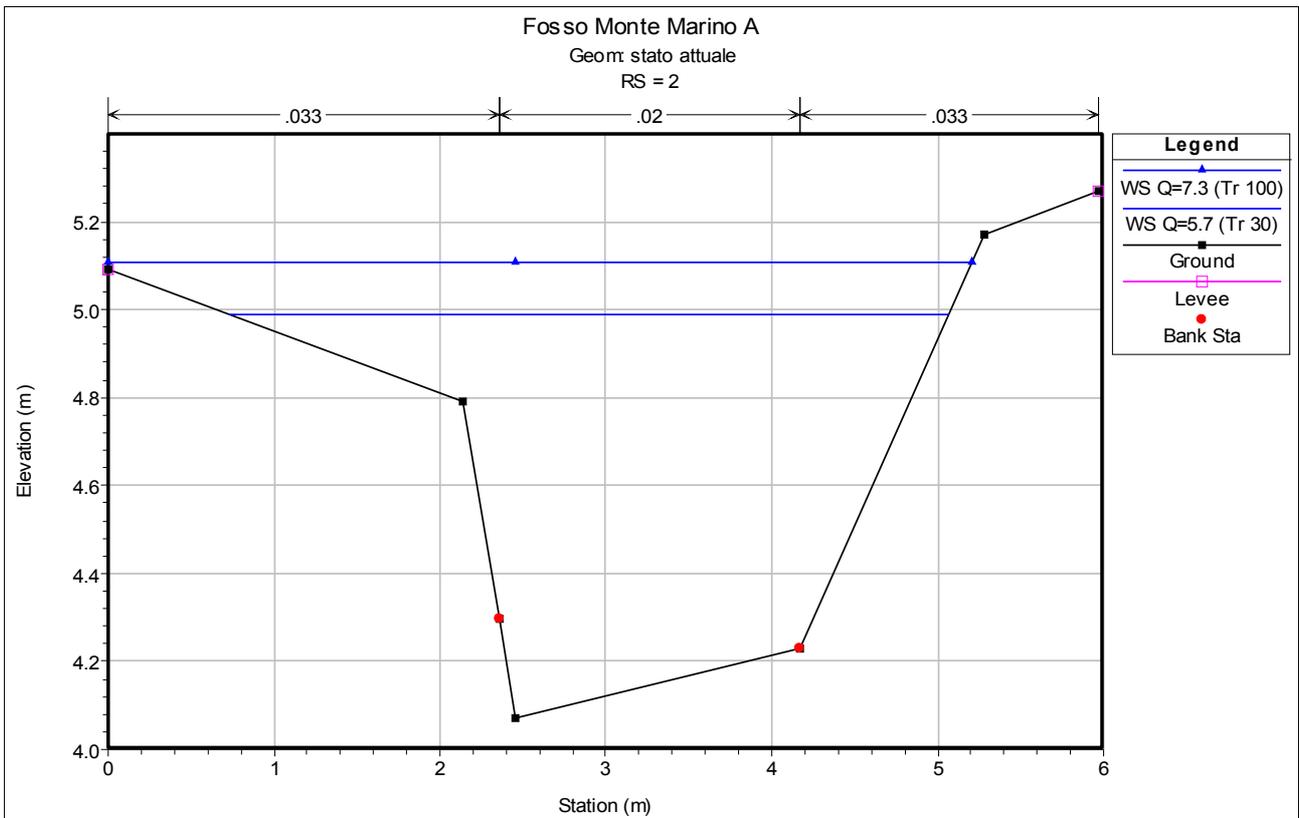
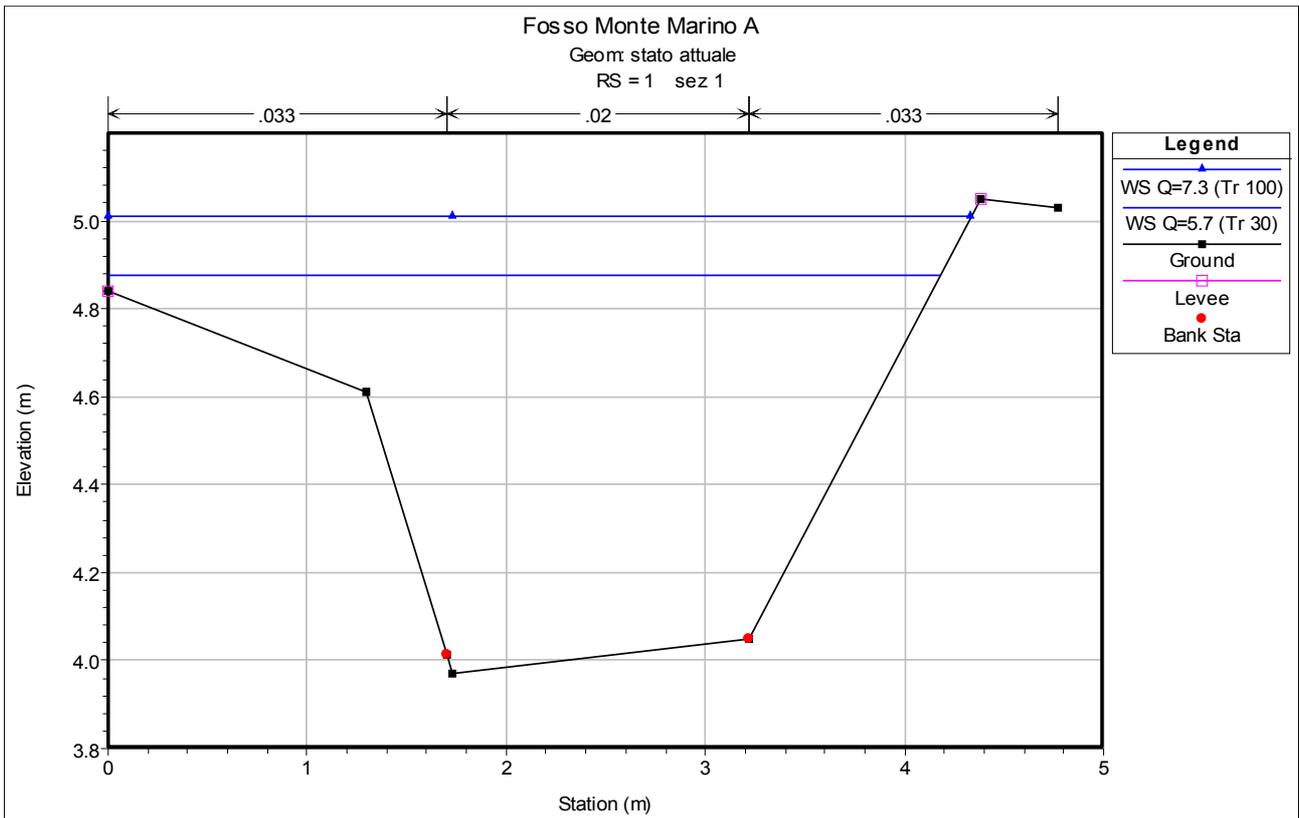


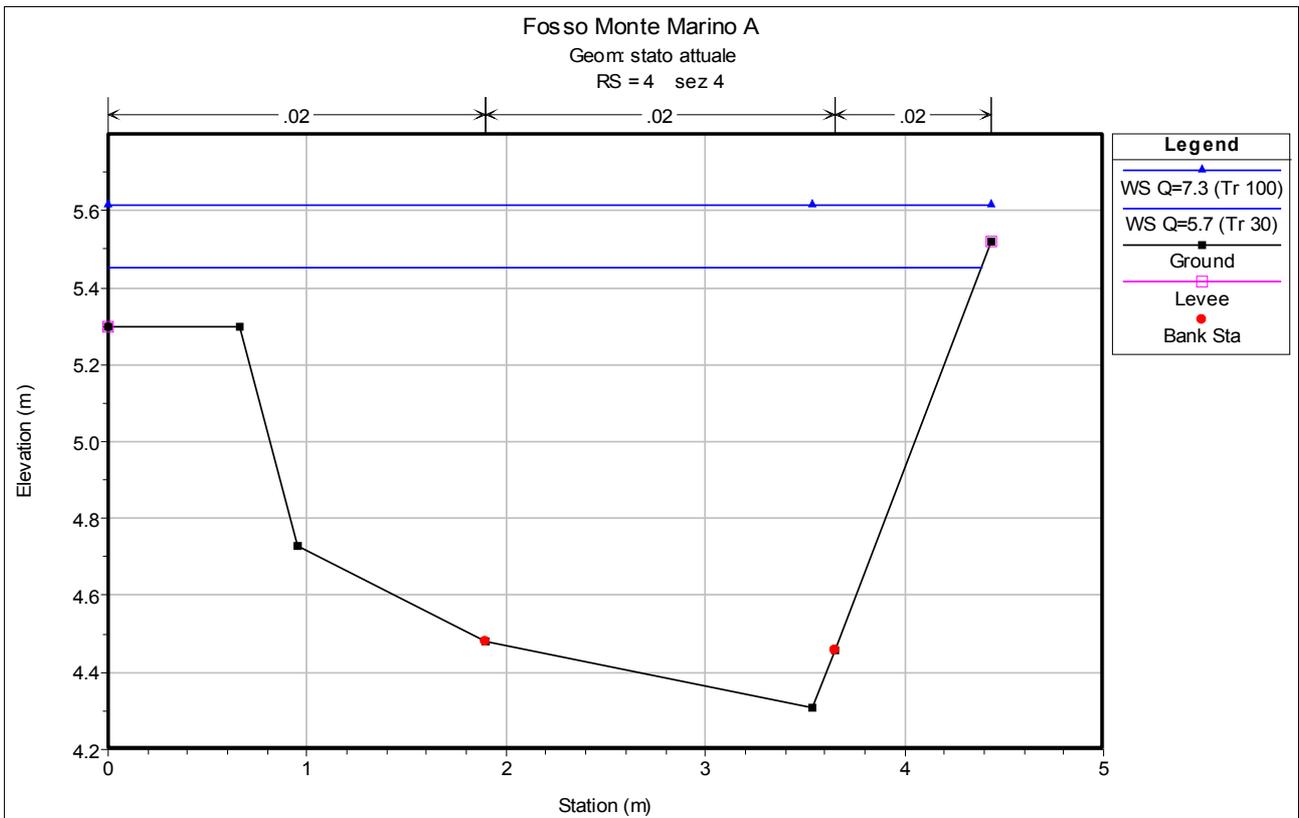
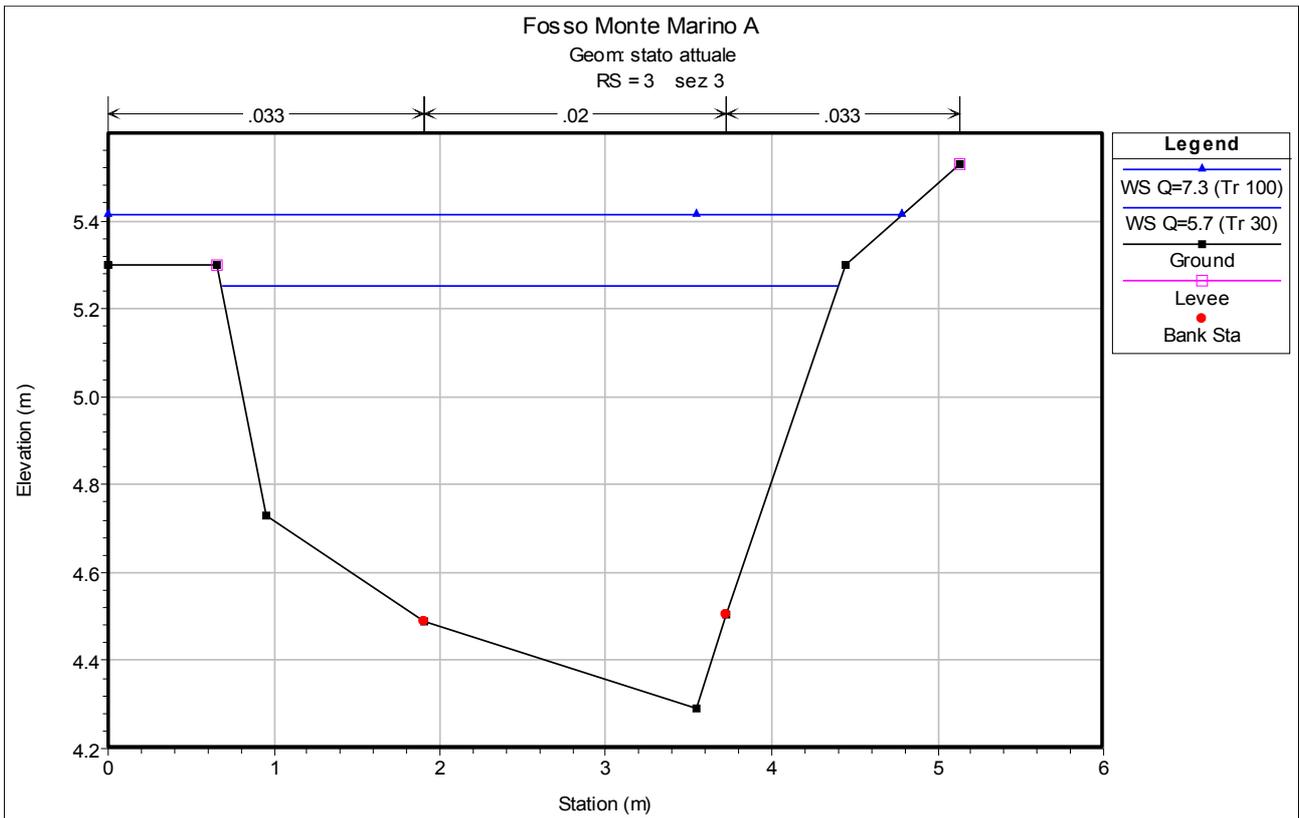
Fosso Monte Marino A
Geom: stato attuale

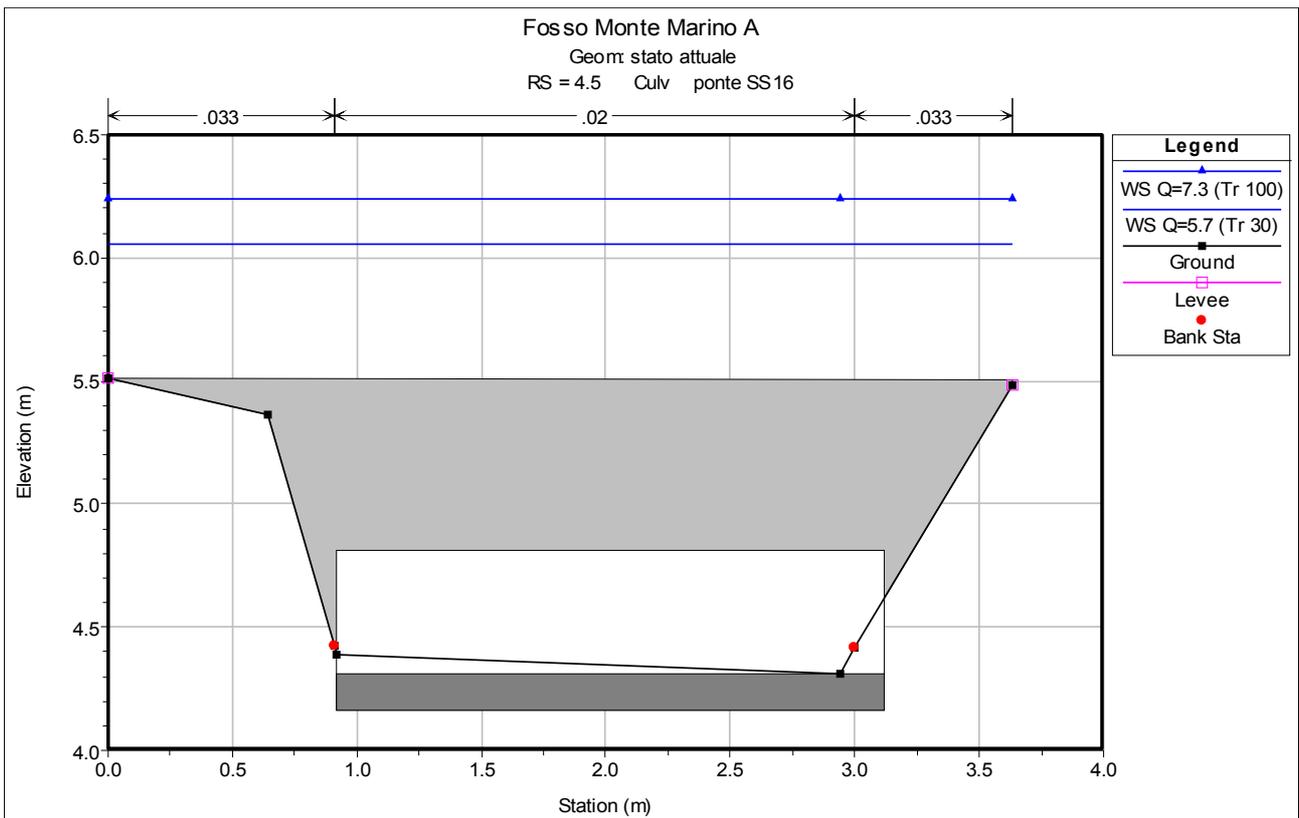
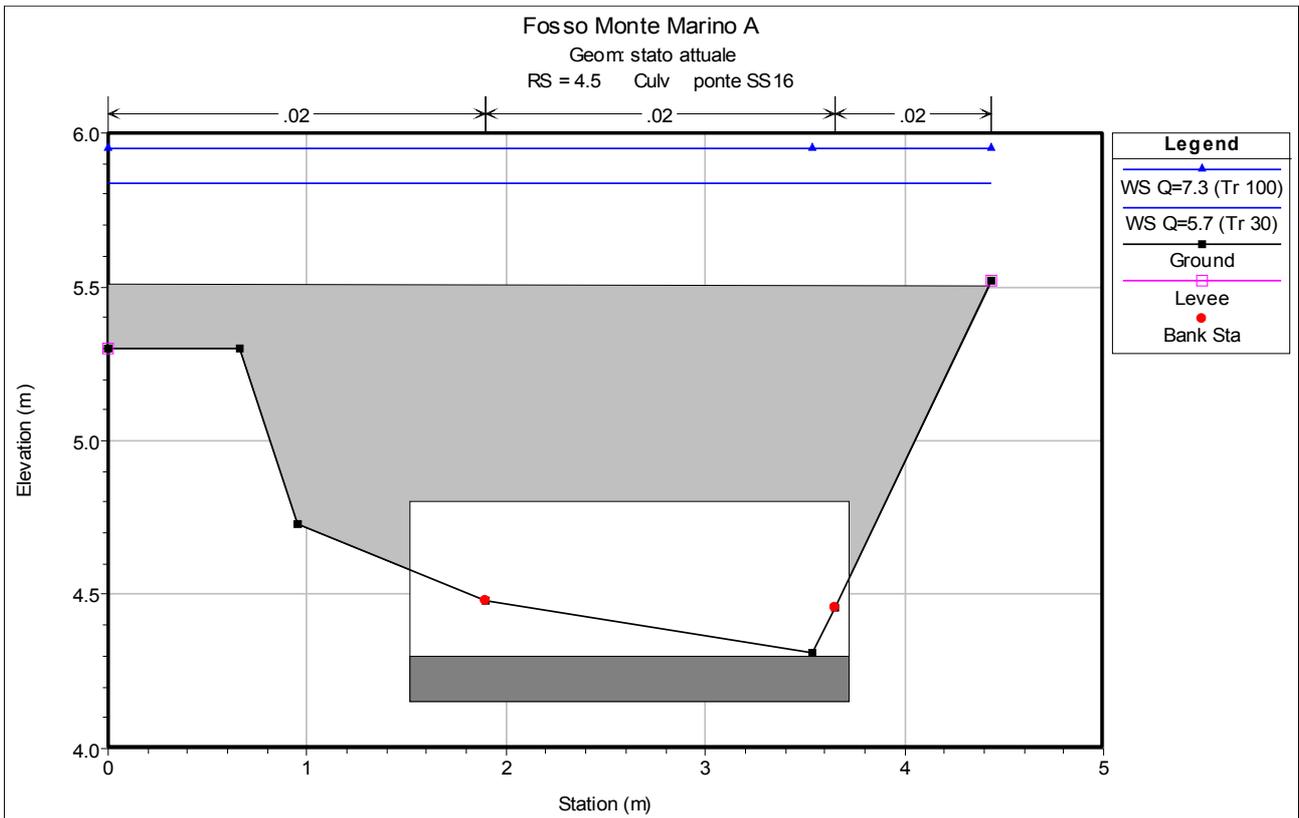


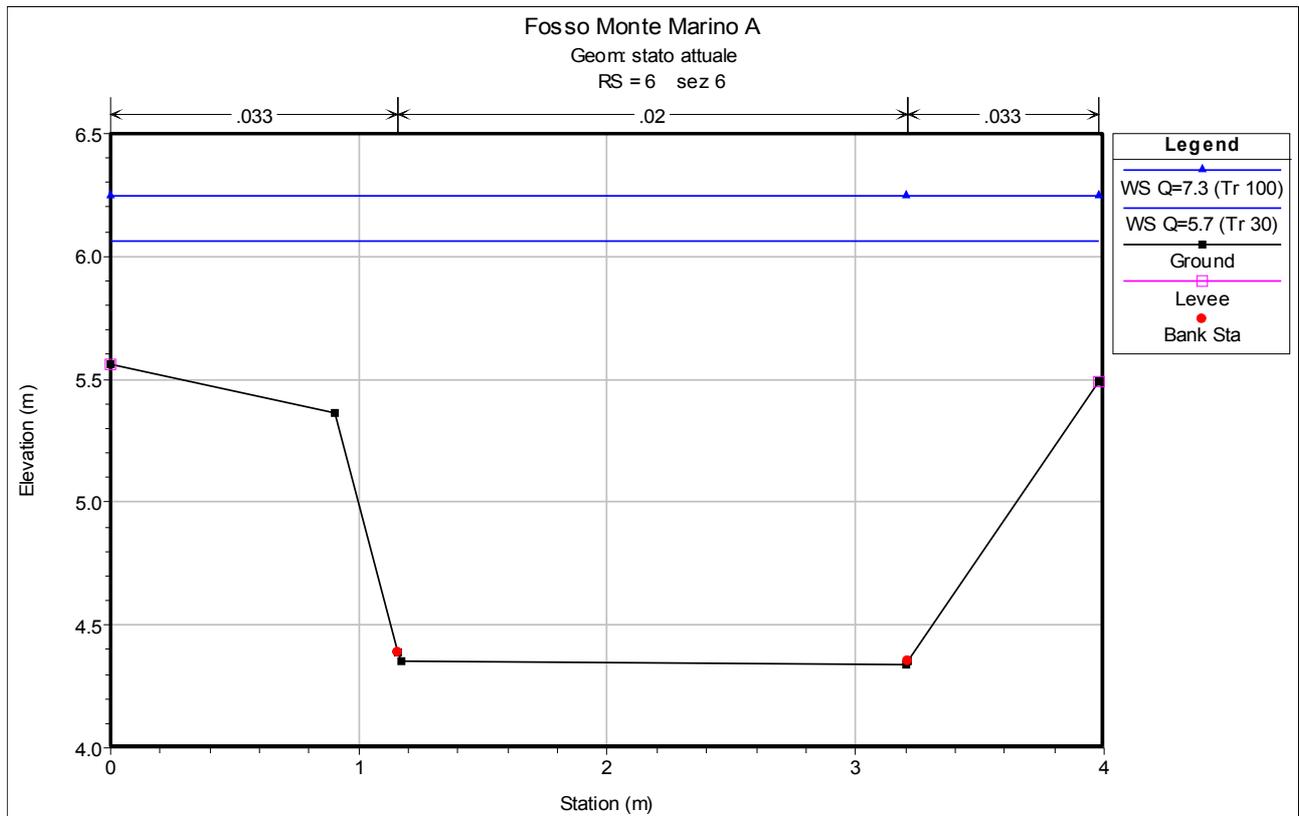
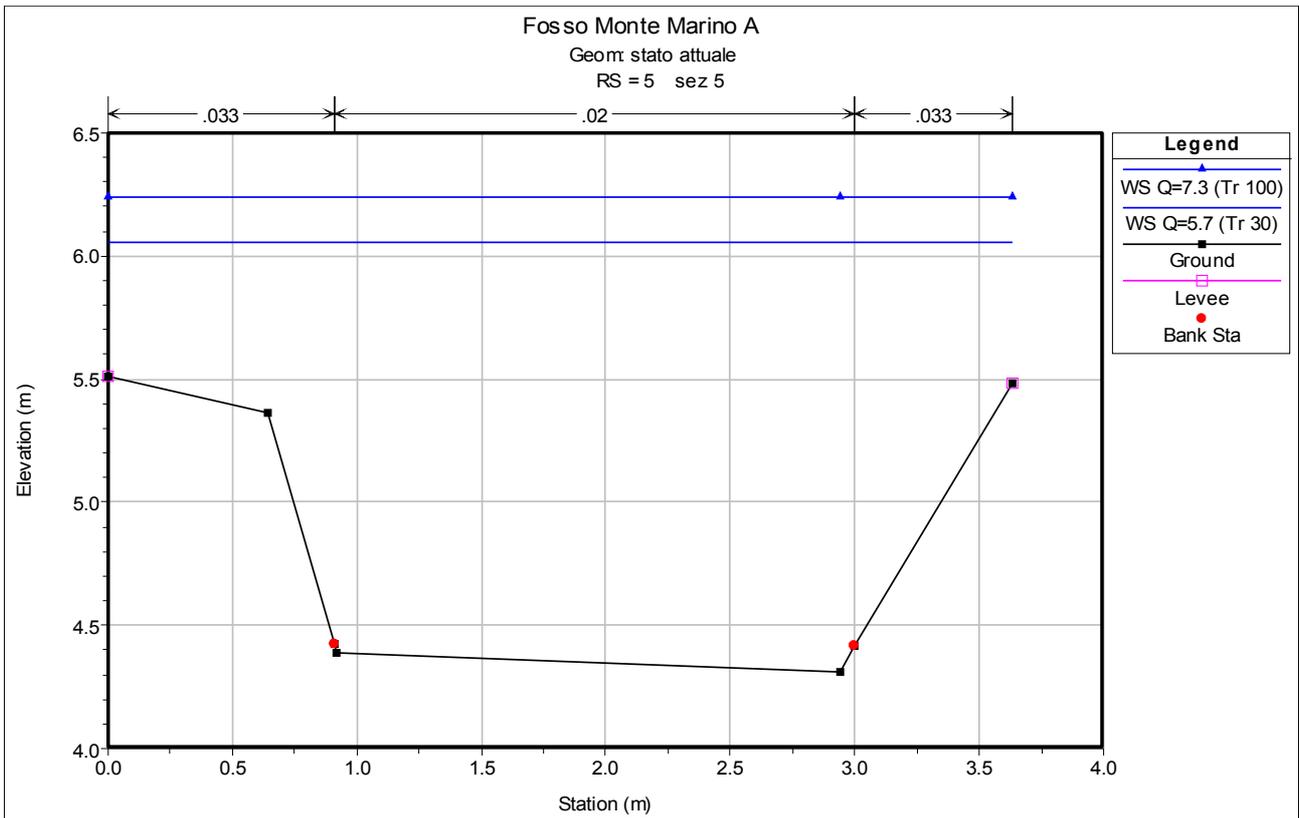
Fosso Monte Marino A
Geom: stato attuale

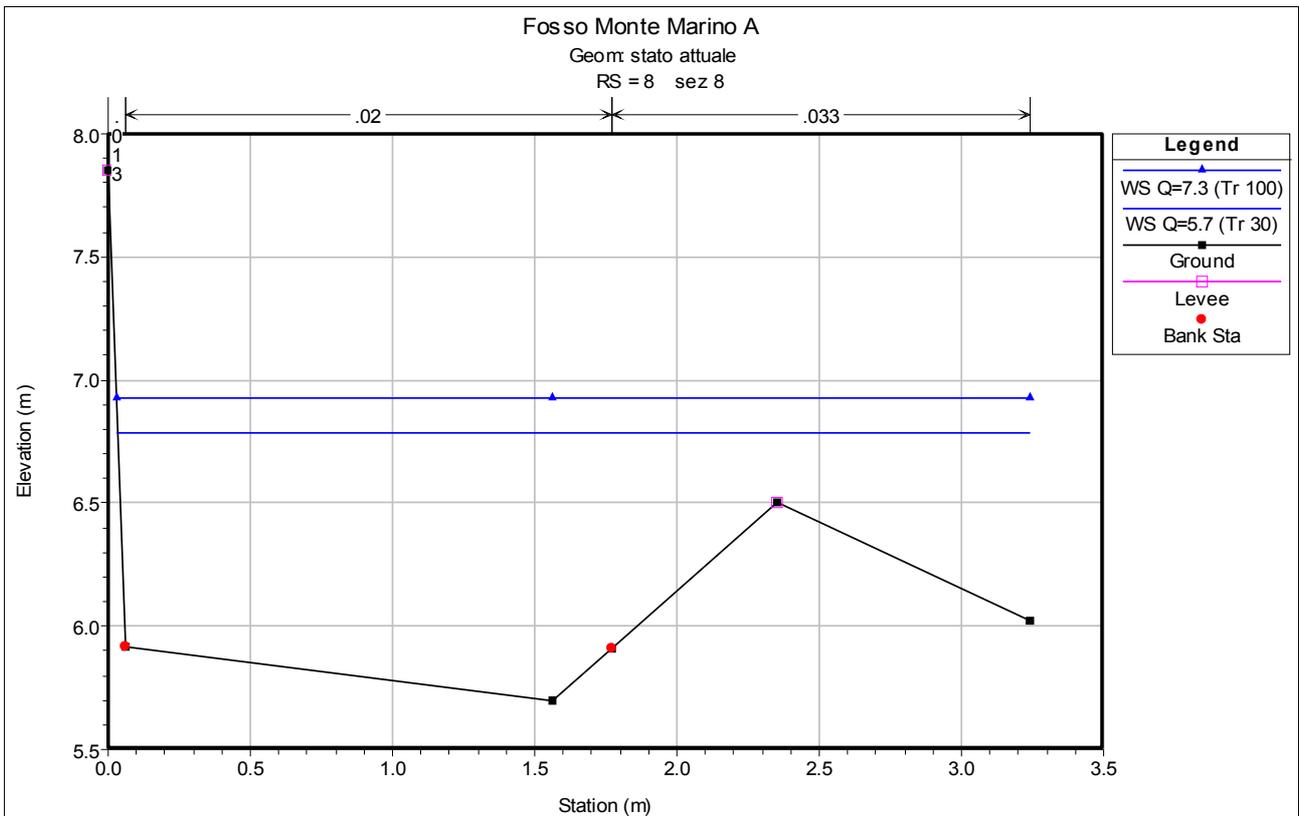
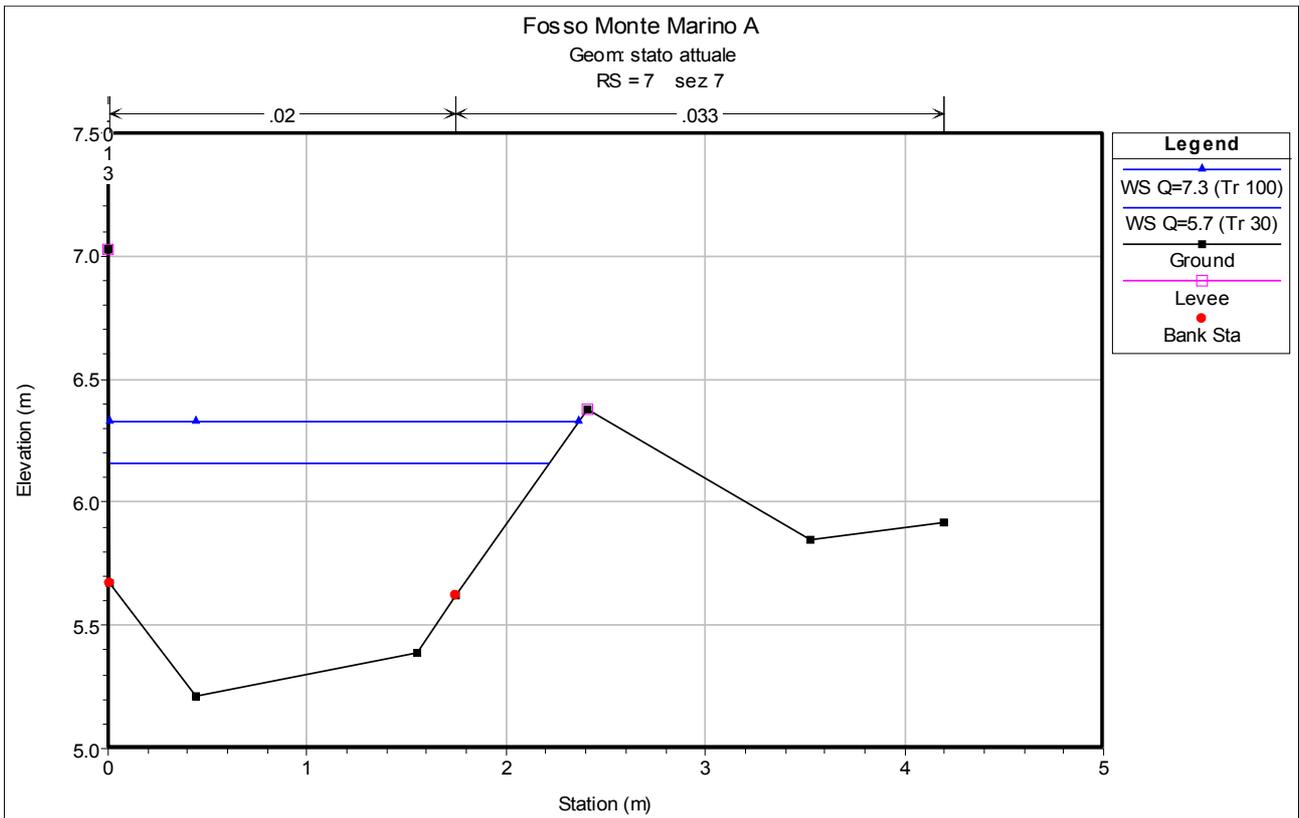


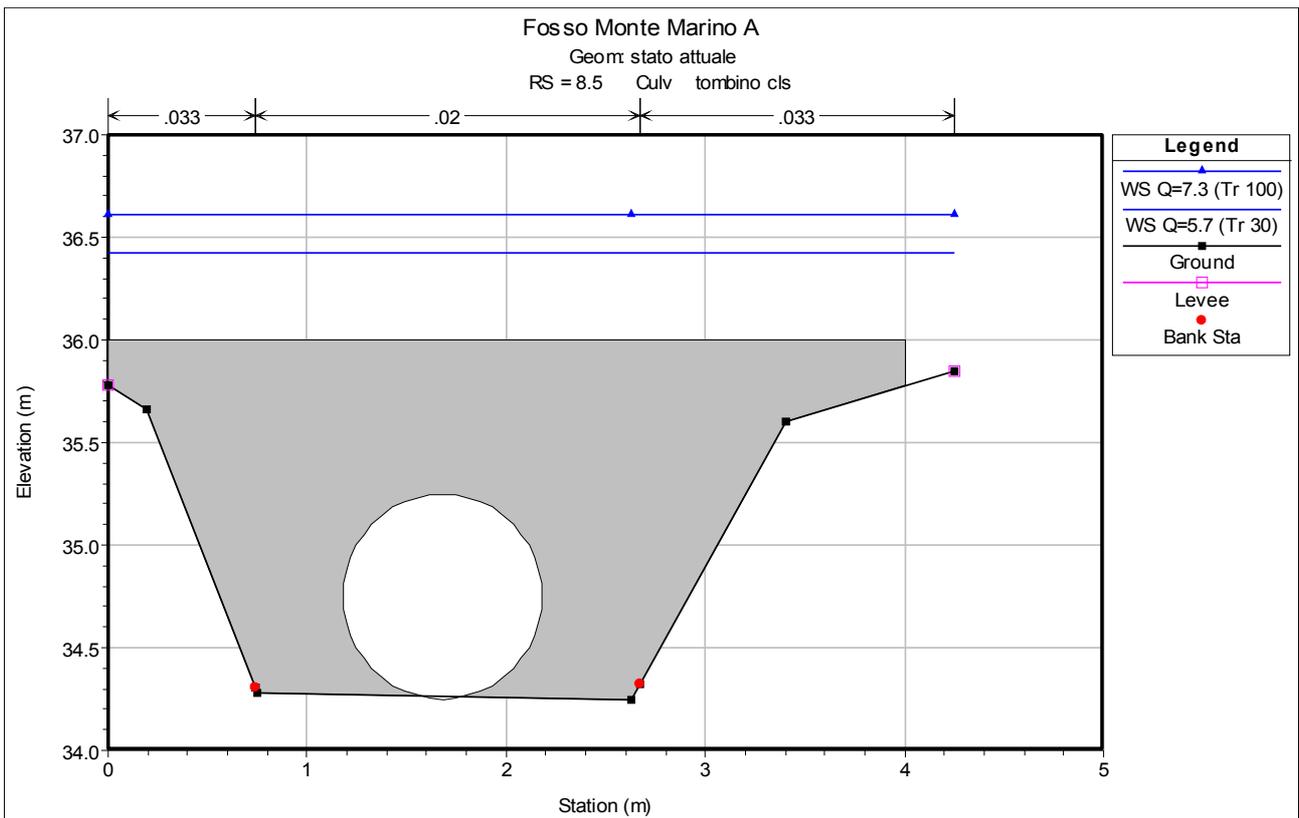
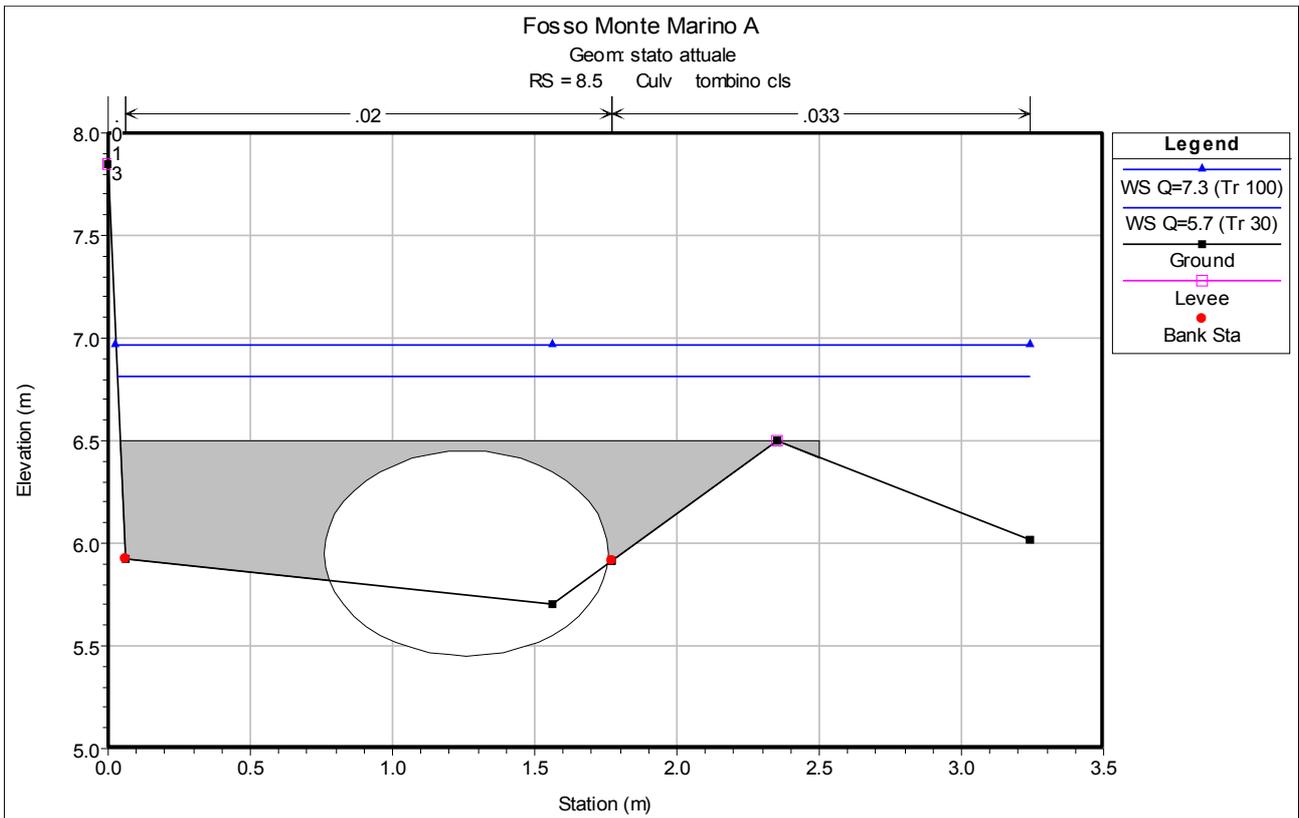


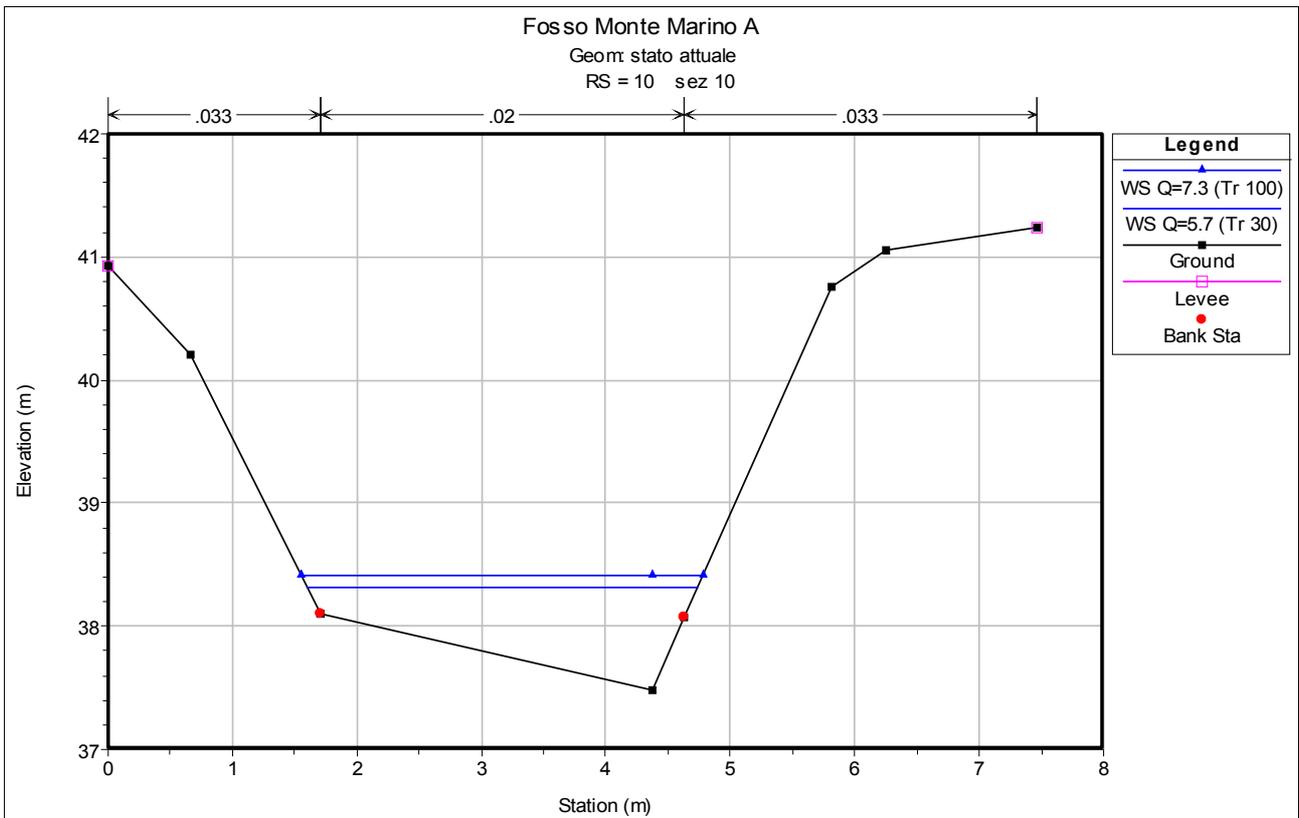
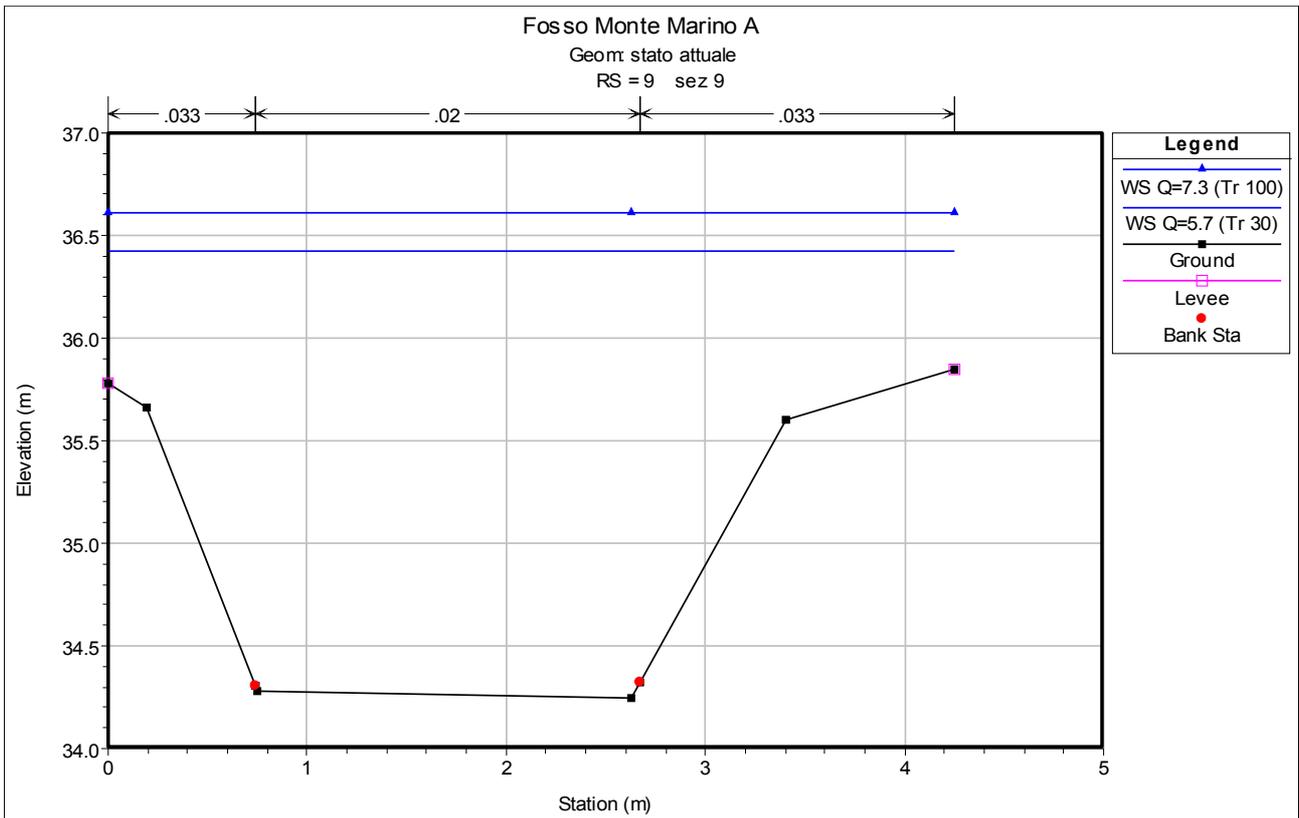


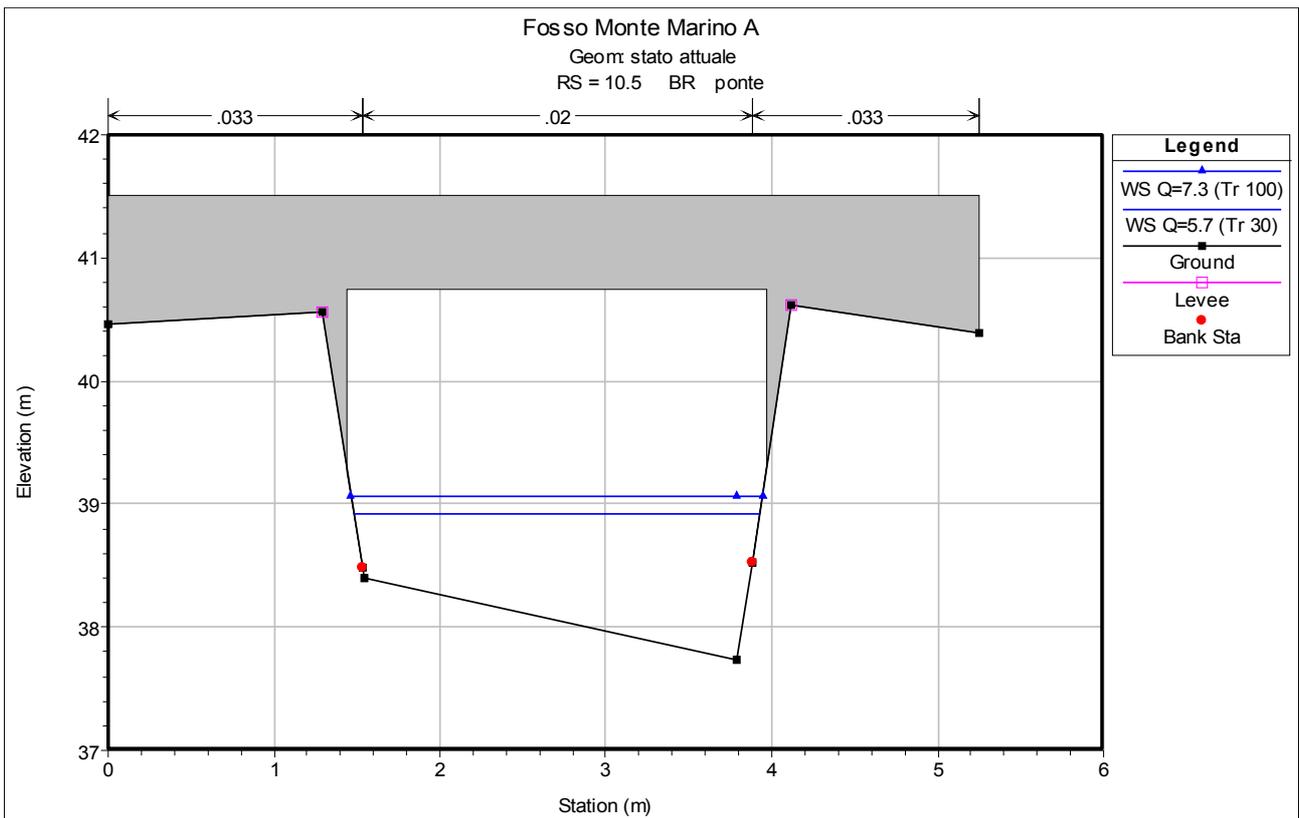
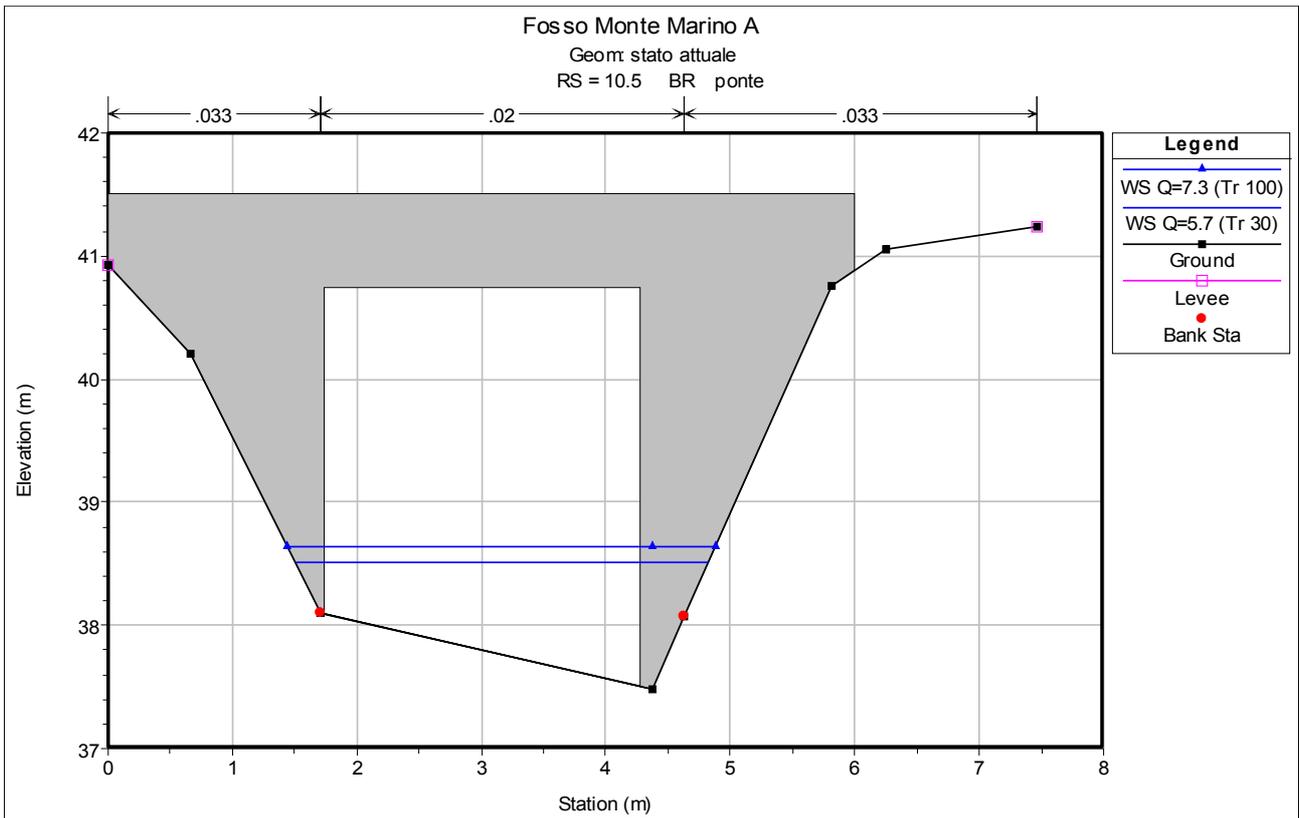


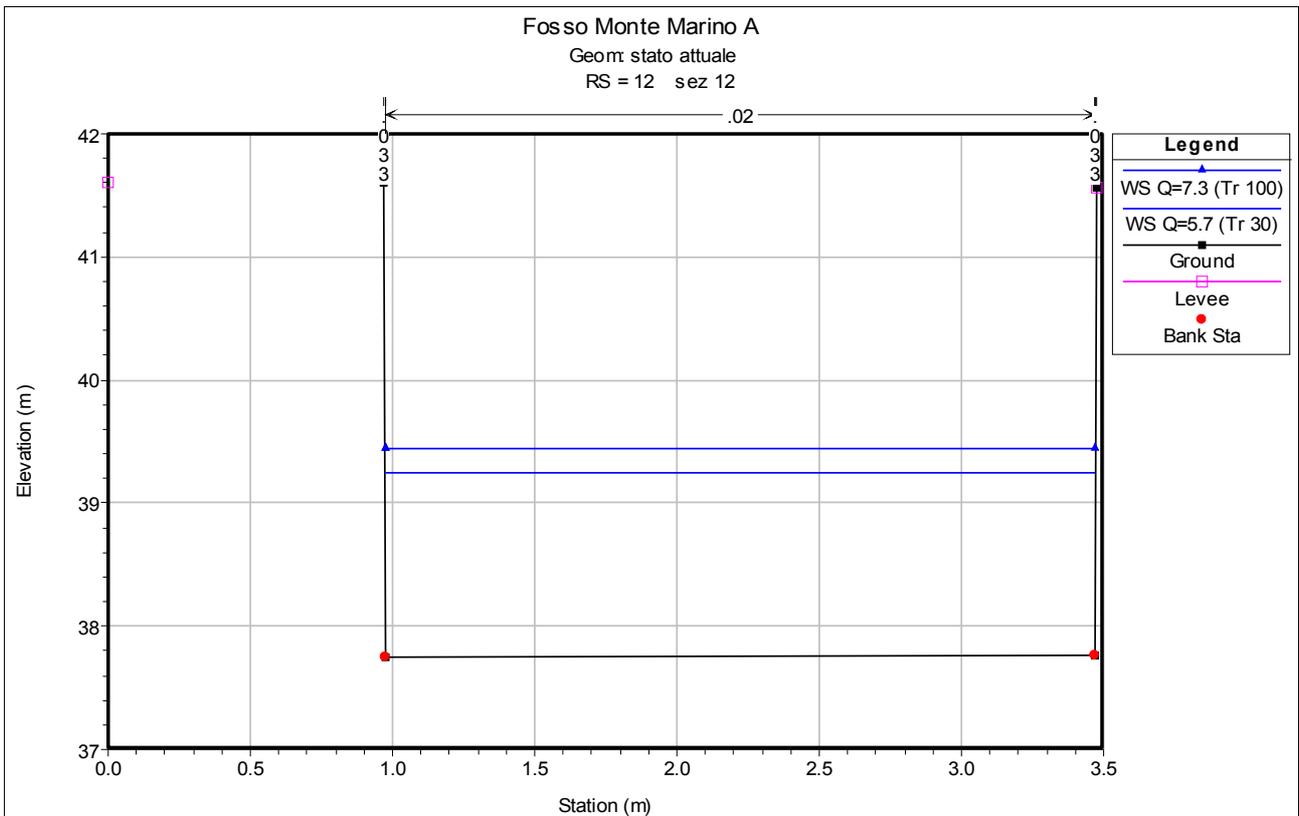
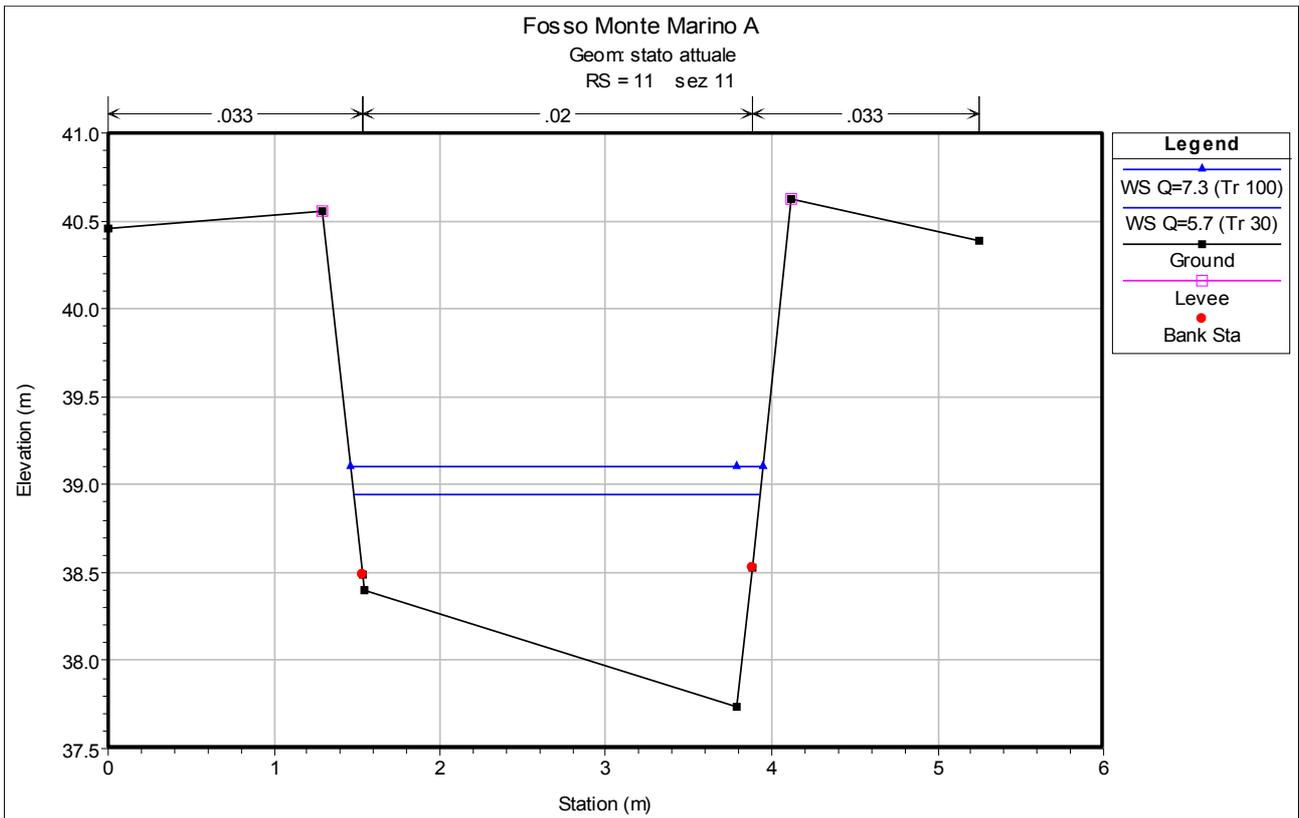






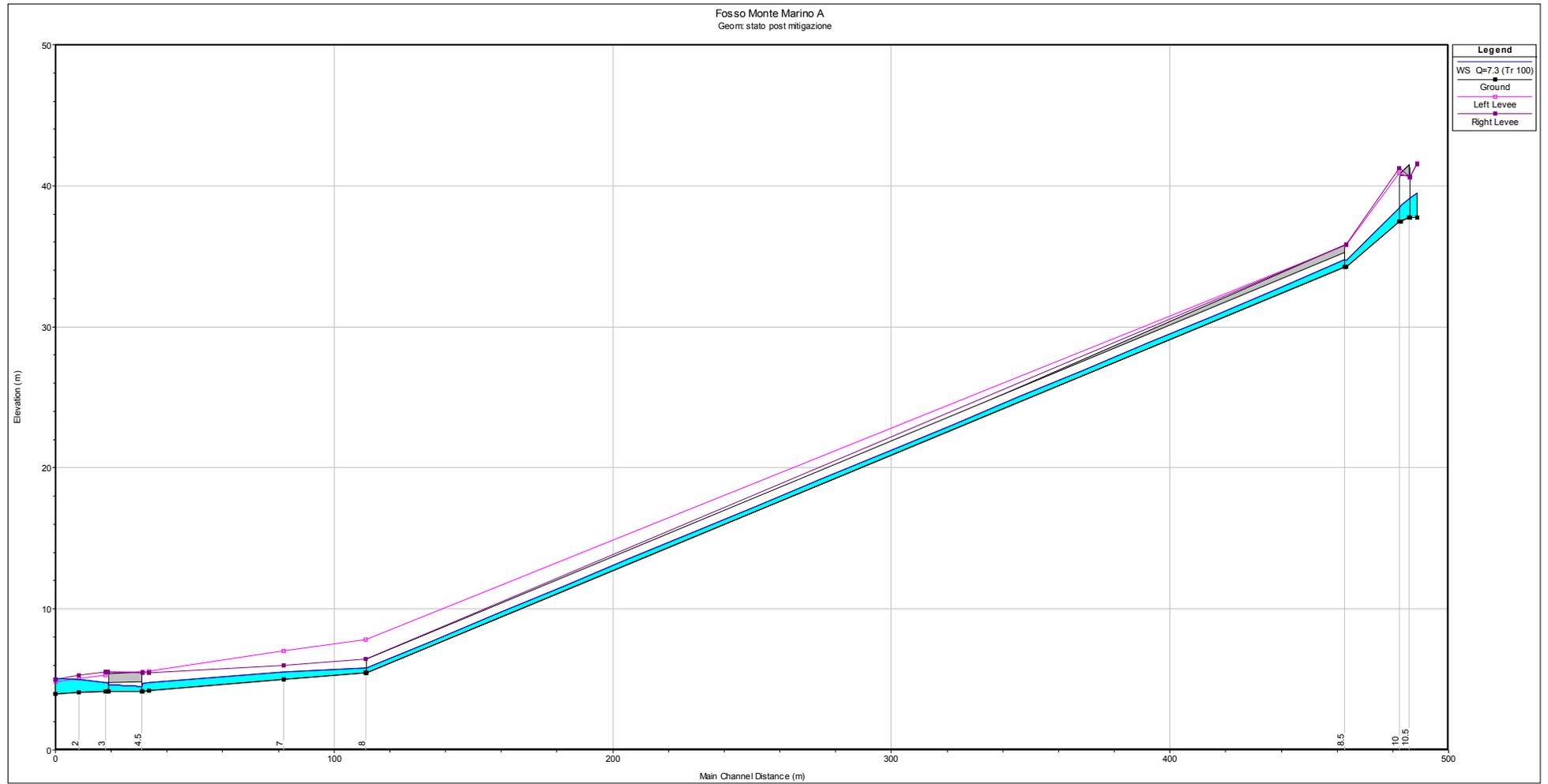




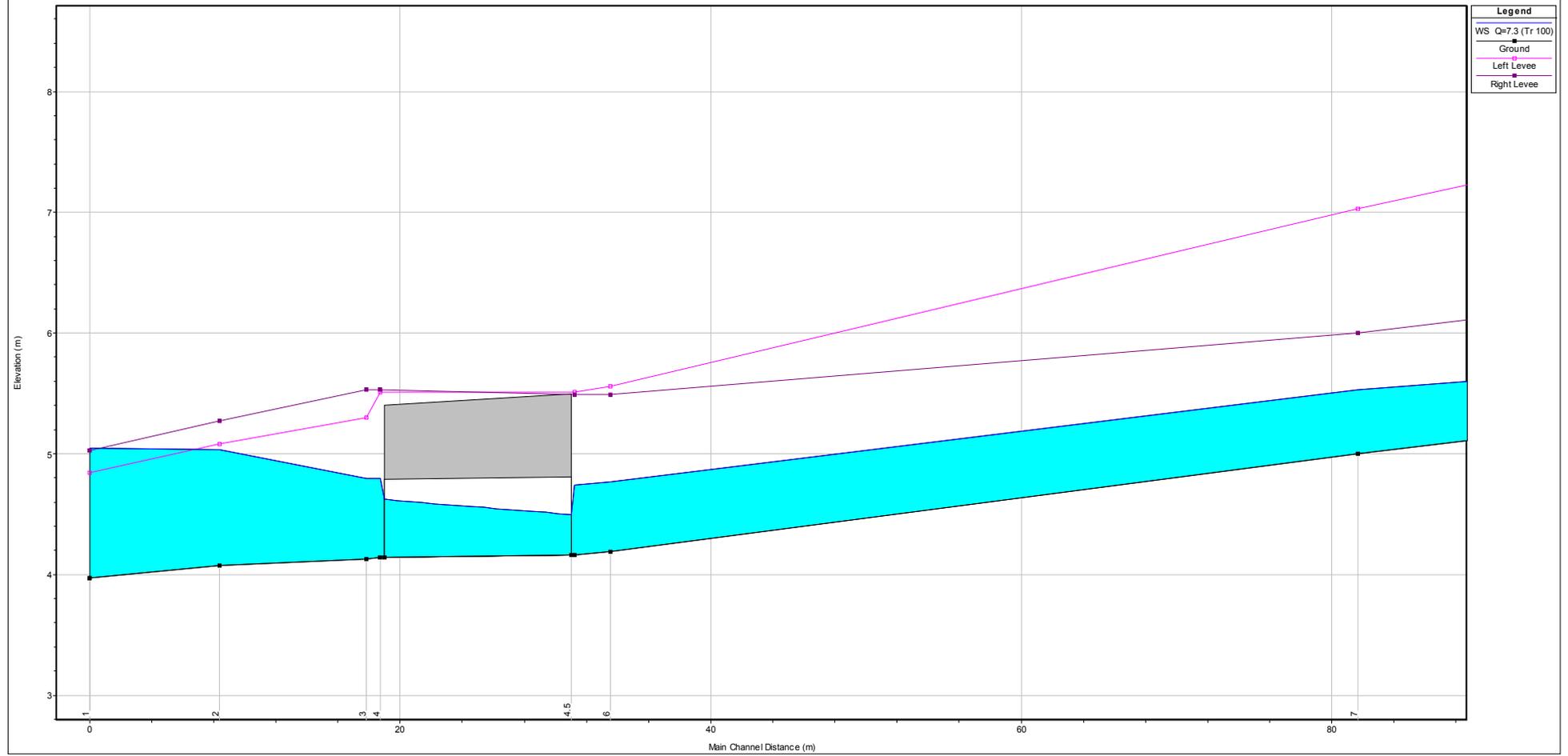


APPENDICE 5: FOSSO MONTE MARINO A (POST OPERAM) – RISULTATI HEC RAS

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Total	Froude # XS
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
Monte Marino A	12	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	37.75	39.45	38.71	39.60	1.73	0.42
Monte Marino A	11	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	37.74	39.10	39.07	39.56	2.98	0.97
Monte Marino A	10.5		Bridge						
Monte Marino A	10	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	37.48	38.41	38.65	39.22	3.91	1.68
Monte Marino A	9	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	34.25	34.68	35.35	38.35	8.08	4.32
Monte Marino A	8.5		Culvert						
Monte Marino A	8	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	5.45	5.82	6.52	9.89	8.94	4.68
Monte Marino A	7	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	5.00	5.53	6.17	7.94	6.87	3.01
Monte Marino A	6	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.19	4.77	5.25	6.45	5.74	2.41
Monte Marino A	5	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.16	4.74	5.21	6.39	5.69	2.38
Monte Marino A	4.5		Culvert						
Monte Marino A	4	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.14	4.80	5.06	5.64	3.89	1.78
Monte Marino A	3	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.13	4.79	5.05	5.63	3.85	1.77
Monte Marino A	2	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	4.07	5.03	5.13	5.49	2.55	1.30
Monte Marino A	1	Q=7.3 (Tr 100)	7.30	3.97	5.05	5.05	5.43	2.24	1.06



Fosso Monte Marino A
Geom stato post mitigazione



Fosso Monte Marino A
 Geom: stato post mitigazione
 RS = 1 sez 1

