

**ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA
MAXI LOTTO 2**

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS. 318 DI "VALFABBRICA", TRATTO PIANELLO -VALFABBRICA
SS. 76 "VAL D'ESINO", TRATTI FOSSATO VICO - CANCELLI E ALBACINA - SERRA SAN QUIRICO
"PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO-MUCCIA-SFERCIA.

PERIZIA DI VARIANTE

<p>CONTRAENTE GENERALE:</p> 	<p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p>  Ing. Federico Montanari	<p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p>  Ing. Salvatore Lieto
--	---	--

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese

Mandataria: **PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A.** Mandanti: **LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI** **LOMBARDI-REICO INGEGNERIA S.r.l.** **SGAI s.r.l. di E.Forlani & C.** Studio di Ingegneria e Geologia Applicata
 Via Martelli, 20 - 47033 Montecchio di Romagna (RN) - ITALY
 P.IVA 01984620463 - tel.0541985277 - e-mail: sgar@sgai.com
 pec: sgar@sgaipec.com www.sgai.com SpA:09484504509 (RN) 43870005

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'A.T.I. Prof. Ing. Antonio Grimaldi GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale			
---	---	--	---

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Iginio Farotti	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE Ing. Vincenzo Pardo	IL DIRETTORE DEI LAVORI Ing. Peppino Marascio
---	--	--

<p>2.1.2 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord - Matelica sud/Castelraimondo nord <i>IDROLOGIA E IDRAULICA</i> <i>Relazione idraulica</i></p>	<p>SCALA: ---</p> <p>DATA: Giugno 2020</p>
--	---

Codice Unico di Progetto (CUP) **F12C03000050021** (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Codice elaborato:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
L 0 7 0 3	2 1 2	E	0 3	0 1 0 0 0 0	R E L	0 2	G

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
F	Febbraio 2020	Variazioni varie	M. Vari	A. Tosiani	S. Lieto	A. Grimaldi
G	Giugno 2020	Istruttoria DL n. 0440/20/PM/DLML2	M. Vari	A. Tosiani	S. Lieto	A. Grimaldi

INDICE

1. PREMESSA	3
2. AREA OGGETTO DI STUDIO	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.1 NORMATIVA NAZIONALE	5
3.2 NORMATIVA REGIONALE	6
3.3 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE.....	7
4. IDRAULICA FLUVIALE.....	10
4.1 PROFILI DI CORRENTE.....	10
4.1.1 Equazioni di base	11
4.1.2 Metodo di soluzione numerica	13
4.1.3 Approssimazioni del calcolo	13
4.2 COEFFICIENTE DI SCABREZZA	14
5. IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI PRINCIPALI	15
5.1 PRESCRIZIONI NORMATIVE.....	15
5.2 EFFETTO DI RIGURGITO PROVOCATO DALLA PRESENZA DI STRUTTURE IN ALVEO	16
5.2.1 Classe A	16
5.2.2 Classe B	19
5.2.3 Classe C	19
5.3 FENOMENI EROSIVI ALLA BASE DI STRUTTURE IN ALVEO.....	19
5.3.1 Erosione generalizzata in presenza di trasporto	20
5.3.2 Erosione generalizzata in assenza di trasporto solido	21
5.3.3 Erosione localizzata in corrispondenza delle pile del ponte	21
5.3.4 Erosione localizzata in corrispondenza delle spalle del ponte	25
5.3.5 Spinta su pile	25
6. IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI SECONDARI.....	27
7. IDENTIFICAZIONE E VERIFICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI	31
7.1 CRITERI DI PROGETTO E VERIFICA	32
7.2 ATTRAVERSAMENTI PRINCIPALI.....	33
7.2.1 Fosso di Pagliano	33
7.2.2 Attraversamento viabilità trasversale a Pr. 0+310 del Pagliano	35
7.2.3 Faranghe	43
7.2.4 Esino	45

7.2.5	Mistriano	47
7.2.6	Inalveazione Matelica sud	51
7.2.7	Interventi di progetto	53
7.2.8	STIMA DEI MASSIMI LIVELLI IDRICI	55
7.2.9	Calcolo delle azioni di erosione alla base delle opere in alveo e spinta sulle pile	60
7.3	ATTRAVERSAMENTI SECONDARI	62
7.3.1	Tombino progressiva 0+011.90_monte	62
7.3.2	Tombino progressiva 0+011.90_valle	64
7.3.3	Tombino progressiva 0+289.90	66
7.3.4	Tombino progressiva 0+600.00	68
7.3.5	Tombino progressiva 1+262.40	70
7.3.6	Tombino progressiva 4+737.88	72
7.3.7	Tombino progressiva 4+930.00	74
7.3.8	Tombino progressiva 5+567.60	76
7.3.9	Tombino progressiva 5+920.00	78
7.3.10	Tombino progressiva 6+208.60	80
7.3.11	Tombino progressiva 6+583.40	82
7.3.12	Tombino progressiva 7+161.50	84
7.3.13	Tombino progressiva 8+276.60	86
7.3.14	Tombino progressiva 8+440 rampa	88
7.3.15	Tombino progressiva 8+464.20	89
7.3.16	Tombini minori a servizio dei fossi di guardia	92
8.	INALVEAZIONI.....	108
8.1	VERIFICA CAPACITÀ IDRAULICA	108
8.2	VERIFICA AL TRASCINAMENTO DELLE INALVEAZIONI	108
8.2.1	Calcolo delle tensioni agenti	109
8.2.2	Calcolo delle tensioni resistenti	109
8.2.3	Controllo dell'erosione sull'interfaccia	111
9.	INTERVENTI DI MANUTENZIONE.....	112

1. PREMESSA

La presente relazione descrive lo studio idraulico eseguito nell'ambito della progettazione del secondo stralcio funzionale "Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord" della "Pedemontana delle Marche" Maxilotto 2 Asse viario Marche-Umbria e Quadrilatero di penetrazione interna.

I dati utilizzati per il calcolo delle portate transitanti nelle sezioni di chiusura sono quelle ricavate nello studio idrologico del Progetto Esecutivo.

L'intervento in progetto riguarda una nuova infrastruttura stradale, di lunghezza pari a 8,4 km, composta da un asse principale e tre svincoli, che si sviluppa, da Nord verso Sud, attraverso un tracciato con sezione tipo C1 secondo il D.M. 05/11/2001, che si collega a progr. 0+000 (immediatamente a valle dello svincolo di Matelica Nord-Zona industriale) allo stralcio funzionale precedente ("primo stralcio funzionale") ed a progr. 8+400 (in corrispondenza dello svincolo di Castelraimondo nord allo stralcio funzionale successivo ("terzo stralcio funzionale").

Il presente Progetto Esecutivo (PE) è stato sviluppato sulla base del Progetto Definitivo approvato (PD) e tenendo conto di quanto contenuto nella Delibera CIPE n. 109 del 23/12/2015 (G.U. del 28/05/2016).

Nel seguito, vengono illustrate e descritte le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate rispettivamente per l'idraulica fluviale e per i fenomeni fisici propri dell'interferenza tra le strutture di attraversamento e corso d'acqua.

Successivamente, tali metodologie saranno applicate allo studio della compatibilità idraulica degli attraversamenti stradali dei corsi d'acqua principali e secondari.

2. AREA OGGETTO DI STUDIO

Il territorio in esame è costituito dalla fascia pedemontana che si sviluppa a ridosso del versante appenninico marchigiano tra le valli dei fiumi Esino a nord e Chienti a sud.

L'infrastruttura stradale del "secondo lotto funzionale" ha origine dall'estremità sud dello svincolo di Matelica Nord/Zona industriale, in corrispondenza del termine del "primo stralcio funzionale", sviluppandosi per 8,4 km e terminando subito a valle dello svincolo Castelraimondo nord in corrispondenza dell'inizio del "terzo stralcio funzionale".

Procedendo da nord verso sud, vengono di seguito localizzati e descritti i principali corsi d'acqua intercettati dal tracciato stradale, per lo più provenienti da O-SO con direzione di scorrimento perpendicolare alla catena appenninica da cui hanno origine e con la caratteristica comune di essere affluenti o subaffluenti dei corsi d'acqua principali della zona: Esino e, nella parte terminale del lotto, fiume Potenza:

- Fosso Pagliano: proviene da sud-ovest e confluisce nel Fiume Esino a monte di Matelica. Alla sezione dell'attraversamento (Tombino Pagliano 8.0x5.0, 0+700) presenta una lunghezza dell'asta di 2.4 km e un bacino a monte di 3.80 km²;
- Fiume Esino: proveniente da ovest attraverso una valle ben incisa, alla sezione dell'attraversamento (Viadotto "Esino", 3+440) presenta una lunghezza dell'asta di 12.14 km e un bacino a monte di 50.79 km².
- Rio di Mistriano: proveniente da sud-ovest, alla sezione dell'attraversamento (Ponte "Mistriano", 5+830) presenta una lunghezza dell'asta di 4.82 km e un bacino a monte di 3.7 km²;

Nella restante parte del tracciato vengono inoltre attraversate o intercettate le testate di alcuni fossi minori o piccoli compluvi tributari dei corsi d'acqua principali. La maggior parte di queste incisioni, di modesta dimensione, viene attraversata mediante tombini circolari o scatoari. Per i fossi più importanti sono stati previsti attraversamenti mediante ponti.

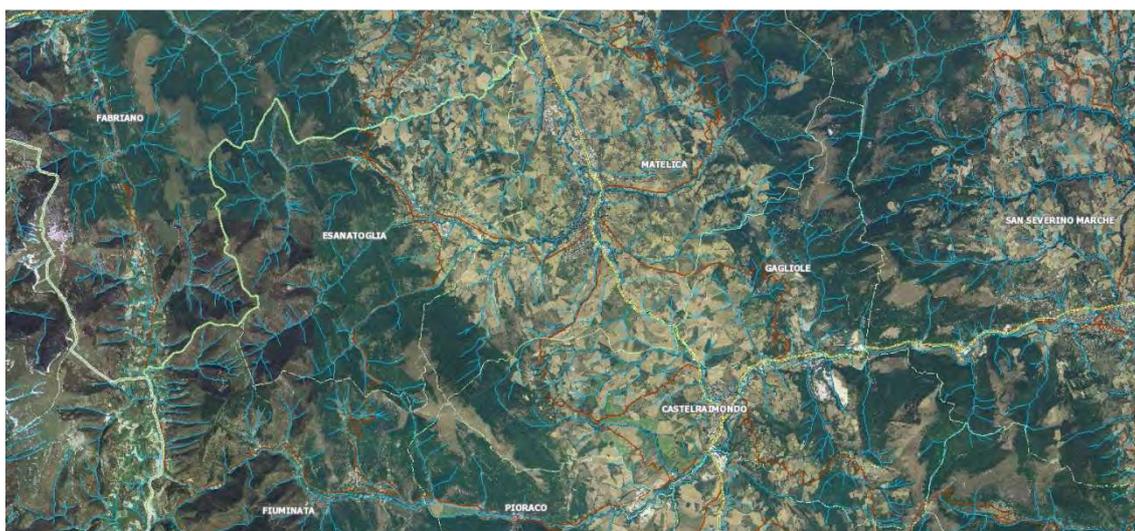


Figura 1: Inquadramento generale

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico - idraulico, ambientale e di difesa del suolo.

3.1 NORMATIVA NAZIONALE

Rd 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

Dpr 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

L. 319/76 (legge merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. La legge sancisce l'obbligo per le regioni di elaborare il piano di risanamento delle acque.

Dpr 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle regioni

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. Vengono individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione; vengono istituiti il comitato nazionale per la difesa del suolo e l'autorità di bacino. Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale e date le prime indicazioni per la redazione dei piani di bacino.

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 04/12/1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (convertito con modificazioni dalla l. 61/94).

L. 36/94 (legge galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

Dpr 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183.

Dpr 18/7/95

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino.

Dpcm 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della legge galli).

Decreto legislativo 31/3/1998, n° 112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59

Dpcm 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, n. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia.

L. 267/98 (legge Sarno)

Conversione in legge del dl 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania. La legge impone alle autorità di bacino nazionali e interregionali la redazione dei piani stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio.

L. 365/00 (legge Soverato)

Conversione in legge del dl 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile; individua la procedura per l'adozione dei progetti di piano stralcio; prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio.

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152

Tale decreto ha riorganizzato le autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Sostituisce ed integra il dl 152/99.

3.2 NORMATIVA REGIONALE

Legge regionale n° 18 del 22/6/1998

Disciplina delle risorse idriche.

Legge regionale 17/5/1999, n° 10

Riordino delle funzioni amministrative della Regione e degli Enti Locali nei settori dello sviluppo economico ed attività produttive, del territorio, ambiente e infrastrutture, dei servizi alla persona e alla comunità, nonché dell'ordinamento ed organizzazione amministrativa.

Legge regionale 25/5/1999, n° 13

Disciplina regionale della difesa del suolo.

Legge regionale 9/6/2006, n° 5

Disciplina delle derivazioni di acqua pubblica e delle occupazioni del demanio idrico.

3.3 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI), richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00, si configura come stralcio funzionale del settore della pericolosità idraulica ed idrogeologica del Piano generale di bacino previsto dalla L. 183/89 e dalla L.R. 13/99.

L'ambito di applicazione del PAI è relativo ai bacini idrografici regionali elencati e cartografati nell'Allegato B della L.R. 13/99. In tali bacini ricadono anche territori della Regione Umbria e pertanto per l'applicazione del PAI in tali aree dovrà essere seguita la procedura prevista dall'art. 20 della Legge 183/89.

E' esclusa la parte del territorio regionale ricadente all'interno dei bacini idrografici di competenza delle Autorità di Bacino Nazionale del F. Tevere, Interregionale del F. Tronto e Interregionale dei Fiumi Marecchia e Conca.

Il progetto di piano è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 13 del 30/04/2001.

Il PAI è stato adottato, in prima adozione, con Delibera n. 15 del 28 giugno 2001. A seguito delle osservazioni alla prima adozione del piano e alle loro istruttorie, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato definitivamente il PAI, con Delibera n. 42 del 7 maggio 2003 (seconda e definitiva adozione).

La Giunta Regionale con DGR n. 872 del 17/06/2003 ha trasmesso il Piano al Consiglio Regionale e con DGR n. 873 del 17/06/2003 ha approvato le "Misure di Salvaguardia", decorrenti dalla data di pubblicazione sul BURM (12 settembre 2003 - BUR n. 83) e vigenti fino all'entrata in vigore del Piano.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale è stato approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 pubblicata sul supplemento n. 5 al BUR n. 15 del 13/02/2004.

Successivamente all'approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale sono stati approvati degli atti che modificano parte degli elaborati allegati al PAI di cui alla Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004.

Esso è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato. L'assetto idrogeologico comprende:

- a) l'assetto idraulico, riguardante le aree a rischio idraulico;
- b) l'assetto dei versanti, riguardante le aree a rischio di frane e valanghe.

Il Piano approvato dall'AdB persegue gli obiettivi previsti dalle leggi di settore, quelli particolari riferiti alle specificità dei singoli bacini e le finalità previste all'art. 3 della L. n.183/89, con particolare riferimento ai contenuti di cui all'art. 17, comma 3, lettere b), c), d), f), l), m) e dell'art. 1, comma 1, della L. n. 267/98 e della Legge Regionale 25 maggio 1999 n. 13.

Le finalità del Piano per l'assetto idraulico sono:

- a) la individuazione secondo la procedura definita nel Piano stesso, della fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni dei principali corsi d'acqua dei bacini regionali;
- b) la definizione, per le dette aree e per i restanti tratti della rete idrografica, di una strategia di gestione

finalizzata a salvaguardare le dinamiche idrauliche naturali, con particolare riferimento alle esondazioni e alla evoluzione morfologica degli alvei, a favorire il mantenimento o il ripristino dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;

c) la definizione di una politica di prevenzione e di mitigazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di azioni e norme di piano e tramite la predisposizione di un assetto di progetto dei corsi d'acqua, definito nei tipi di intervento, nelle priorità di attuazione e nel fabbisogno economico di massima.

Nell'Art. 7 delle norme di attuazione (All. D) viene definita la fascia di territorio inondabile pertinente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni. La fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino 200 anni comprende il relativo alveo di piena così come definito nell'allegato indicato all'Articolo 3, comma 2, lettera d), "Indirizzi d'uso del territorio per la salvaguardia dai fenomeni di esondazione".

La fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni costituisce, nei territori non urbanizzati, l'ambito di riferimento naturale per il massimo deflusso idrico ed ha la funzione del contenimento e laminazione naturale delle piene nonché la funzione della salvaguardia della qualità ambientale dei corsi d'acqua. La fascia che, anche successivamente alla realizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico previsti dal presente Piano, risulta inondabile per piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, costituisce l'ambito territoriale definitivo di deflusso delle piene.

Il confronto del tracciato della strada di progetto con le zone a rischio idrogeologico, dedotte dall'Autorità di Bacino Marche, mostra che l'infrastruttura di progetto non ricade in zone a rischio di alluvione come si può osservare nella figura seguente.

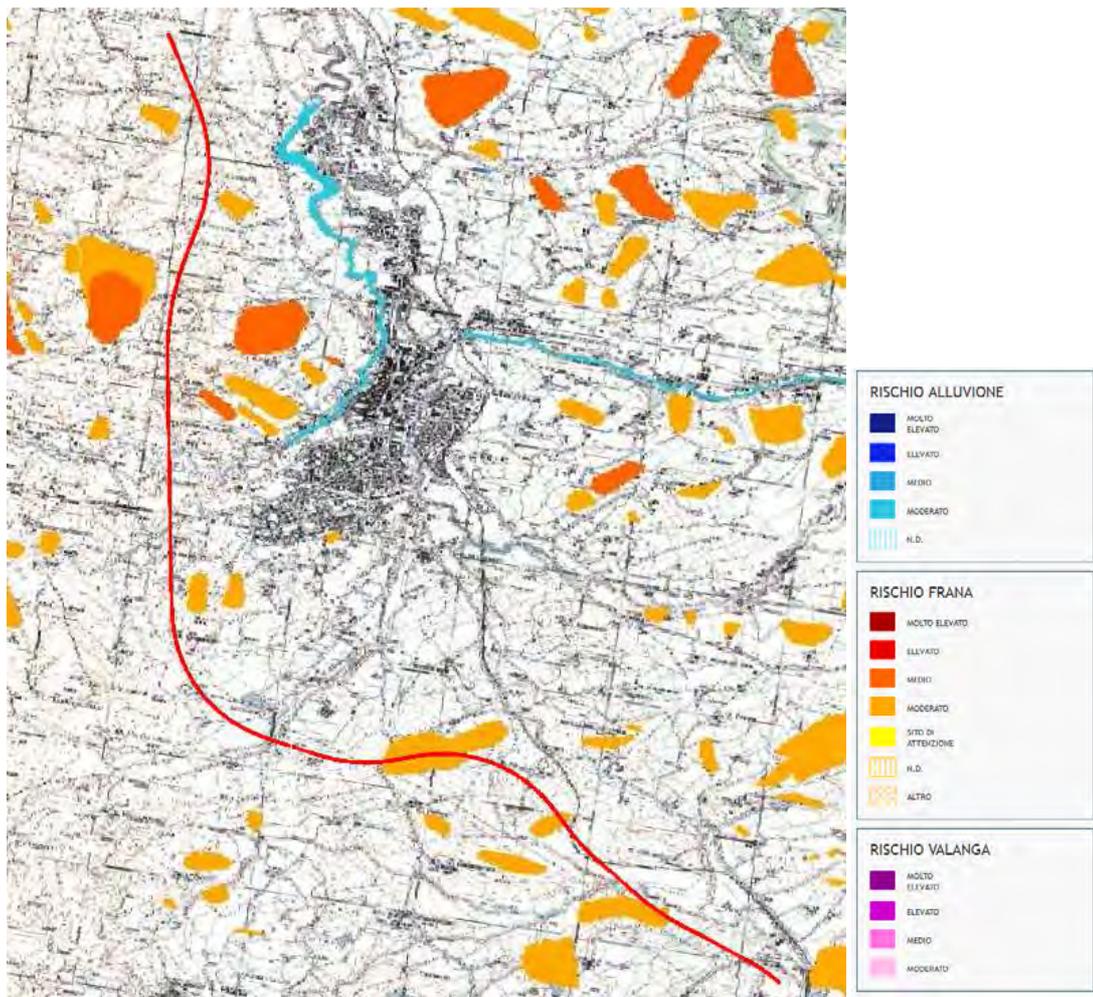


Figura 2: Stralcio planimetrico PAI

4. IDRAULICA FLUVIALE

I fenomeni di deflusso in esame si caratterizzano per la prevalenza di una dimensione rispetto alle altre, ed appare quindi del tutto ragionevole l'accettazione della ipotesi di monodimensionalità del moto che, consentendo notevoli semplificazioni del sistema di equazioni differenziali che governando il fenomeno, ne assicurano la risolubilità con tempi di calcolo ragionevoli. Tale ipotesi, ancorché generalmente adottata, deve essere tuttavia attentamente valutata in presenza di estesi fenomeni di esondazione o in prossimità di ostacoli presenti in alveo quali ponti, soglie, o briglie, cui consegue per il moto l'acquisizione di spiccati caratteri di bi o tridimensionalità.

Un ragionevole compromesso tra l'accuratezza e lo sforzo computazionale appare pertanto quello di limitare la simulazione, in condizioni di portate estreme, all'ipotesi di condizioni di quasi stazionarietà concomitanti con il passaggio del colmo di piena, ed adottando differenti coefficienti di scabrezza e di ragguaglio delle velocità per le aree golenali, rispetto all'alveo vero e proprio. Anche in tali condizioni, assai incerte rimangono le determinazioni relative alla effettiva direzione del moto ed al conseguente fenomeno di riduzione delle distanze, per effetto dei tagli temporanei di eventuali curve, e delle conseguenti accentuazioni della pendenza idrica locale.

Infine, la determinazione del coefficiente di scabrezza da assegnare a ciascun tronco di alveo, unitamente alla ipotesi di indeformabilità dei contorni costituenti la sezione, palesemente non veritiera specialmente durante accentuati eventi di piena, costituiscono altrettanti limiti alla attendibilità delle valutazioni ottenibili. Peraltro, alla luce della convenzionalità della definizione di rischio potenziale, soprattutto per elevati valori del tempo di ritorno caratteristico dell'evento esaminato, la metodologia prevista appare ragionevolmente corretta anche se suscettibile di affinamenti sia concettuali che applicativi.

Un aspetto assai rilevante ai fini della valutazione qualitativa dei risultati conseguibili dalla adozione di un modello numerico siffatto, è rappresentato dalle caratteristiche di affidabilità delle determinazioni relative alle "condizioni al contorno", in termini di livelli idrici nelle sezioni di controllo del sistema. La particolare natura delle aste fluviali considerate consiglia l'adozione dell'ipotesi semplificativa quota del pelo libero pari all'altezza critica alla estremità di monte o di valle del tronco fluviale analizzato. Tale condizione influenza il comportamento idraulico nelle prime sezioni di calcolo, essendo queste nei casi trattati distanti dalla zona di indagine e di interferenza con le opere dell'infrastruttura, si può ritenere che tale condizione imposta non modifica il risultato delle verifiche nelle sezioni centrali.

Nei paragrafi seguenti verranno quindi esposte le metodologie impiegate per le verifiche idrauliche oggetto della presente relazione, evidenziando le ipotesi adottate di semplificazione teorica delle schematizzazioni concettuali dei fenomeni idraulici, ed i criteri di valutazione assunti per la quantificazione dei parametri sintetici.

4.1 PROFILI DI CORRENTE

Data la forte monodimensionalità del moto all'interno del corso d'acqua di interesse, in cui lo sviluppo pressoché rettilineo dell'asse domina per diversi ordini di grandezza sulle dimensioni della sezione trasversale interessata dal moto della corrente, ed in considerazione della regolarità della forma morfologica d'alveo, il calcolo dei profili di corrente è stato effettuato adottando le ipotesi di monodimensionalità e di regime permanente del moto. Le verifiche idrauliche sono state quindi condotte con un modello numerico monodimensionale per il calcolo dei profili di corrente in moto permanente sviluppato tra il 1996 ed il 2001 dal Centro di Ingegneria Idraulica del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti USACEHEC (United States Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center) ed implementato nel programma per elaboratore elettronico HEC-RAS River Analysis System di ampia diffusione e consolidata pratica d'uso. Di tale modello è disponibile un'ampia documentazione nella

letteratura scientifica.

4.1.1 Equazioni di base

Il modello di calcolo HECRAS simula il moto permanente gradualmente variato in canali aperti con contorni fissi, anche in condizione di portata variabile lungo l'alveo e di variazioni del regime di corrente.

Il calcolo di base risolve l'equazione monodimensionale dell'energia; le perdite energetiche sono calcolate tramite l'equazione di Manning e i coefficienti di contrazione ed espansione. Nei casi in cui il profilo della superficie idrica è rapidamente variato, si utilizza l'equazione di conservazione della quantità di moto. Si possono considerare anche gli effetti di eventuali ostruzioni, come i ponti, ed è possibile analizzare anche gli effetti dei potenziali interventi di mitigazione delle piene.

L'equazione base è quella della conservazione dell'energia:

$$Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha V_2^2}{2g} + H_e$$

dove, per le due sezioni successive indicate con i pedici 1 e 2:

Z è la quota del fondo del canale;

Y è il tirante idrico in corrispondenza delle sezioni;

α è un coefficiente che tiene conto della distribuzione non uniforme della velocità dell'acqua;

V è la velocità media dell'acqua;

g è l'accelerazione di gravità;

h_e è la perdita di carico tra le due sezioni 1 e 2.

La perdita di carico totale tra due sezioni successive del corso d'acqua viene calcolata come somma delle perdite di carico per attrito lungo il contorno bagnato e delle perdite di carico per espansione o contrazione della corrente. L'equazione che esprime la perdita di carico complessiva assume dunque la forma:

$$h_e = L \overline{S_f} + C \left| \frac{\alpha V_2^2}{2g} - \frac{\alpha V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

L è la lunghezza del tronco d'alveo tra le due sezioni, pesata rispetto alla portata;

S_f è la perdita di carico per attrito tra le due sezioni;

C il coefficiente di espansione/contrazione.

La distanza pesata L viene calcolata tramite l'equazione:

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

dove:

L_{lob} , L_{ch} , L_{rob} sono le lunghezze del tronco d'alveo rappresentative del canale e delle golene sinistra e destra;

Q_{lob} , Q_{ch} , Q_{rob} sono le portate medie transitanti nel canale e nelle due golene sinistra e destra

Il metodo di soluzione adottato da HEC-RAS per l'equazione di continuità dell'energia applicata al moto permanente gradualmente vario richiede l'assunzione che la perdita di carico in una sezione sia la stessa che si avrebbe in moto uniforme a parità di sezione e velocità dell'acqua.

HEC-RAS usa la formula del moto uniforme di Manning per valutare le perdite di carico distribuite, ossia la pendenza della linea piezometrica in alveo:

dove K , fattore di trasporto, viene calcolato come:

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

in cui:

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3}$$

n è il coefficiente di scabrezza di Manning;

A è l'area della sezione;

R è il raggio idraulico della sezione bagnata.

Il sistema delle due equazioni consente la determinazione del profilo idrico della corrente una volta note la geometria e la scabrezza dell'alveo e le condizioni del moto alla sezione dalla quale deve iniziare il calcolo del profilo.

Nel caso di passaggio da regime di corrente veloce a corrente lenta, tramite risalto idraulico, il flusso perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. In tal caso, si ricorre all'equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} + A_2 Y_{2,b} + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \cdot i - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \cdot J_m - \frac{\beta_1 Q_1^2}{g A_1} - A_1 Y_{1,b} = 0$$

Il calcolo dei tempi della propagazione del fronte è stato effettuato in accordo con il metodo proposto da Hunt (1987) e modificato da Molinaro e Fenaroli (1988) basato essenzialmente sulla teoria del modello cinematico combinata alla teoria delle onde a fronte rapido. Secondo tale metodo i valori di portata immessi a monte si propagano all'interno del corpo dell'onda con celerità $c = dQ/dA$, mentre il fronte avanza con velocità data dall'espressione:

$$v = \frac{(Q - Q_0)}{(A - A_0)}$$

dove Q ed A sono la portata e l'area della sezione bagnata dopo l'arrivo dell'onda, mentre Q_0 e A_0 sono l'area e la sezione bagnata preesistenti.

4.1.2 Metodo di soluzione numerica

Per la risoluzione dell'equazione di conservazione dell'energia in alvei a sezione variabile HECRAS impiega un metodo noto come "standard step method". Secondo tale metodo, il programma procede nel calcolo iterativamente, determinando per approssimazioni successive l'altezza dell'acqua alla successiva sezione di calcolo, sulla base dell'altezza già calcolata alla sezione corrente.. In generale la procedura è la seguente:

- a) la quota dell'acqua e la portata sono note alla sezione di inizio calcolo (sez. 1)
- b) si calcola l'energia della sezione sulla base dei dati a) e della geometria della sezione
- c) la geometria della sezione successiva (sez. 2) è nota insieme alla distanza tra le due sezioni
- d) si assume una quota dell'acqua alla successiva sezione 2 e se ne calcola il raggio idraulico e l'area sulla base della geometria della sezione stessa. Quindi si determina un valore medio della capacità di deflusso delle due sezioni. La capacità di deflusso di una sezione di un alveo è, per una determinata altezza d'acqua, la portata che può transitare nell'alveo con una pendenza piezometrica unitaria
- e) si calcola la perdita di carico ripartita sulla base del valore medio della capacità di deflusso, della lunghezza del tratto e della portata
- f) si calcola il carico cinetico pesato, $\alpha V^2/2g$, nella seconda sezione.
- g) si calcolano le ulteriori perdite di carico dovute alla contrazione ed all'allargamento della sezione sulla base di quanto determinato in f)
- h) si calcola la variazione della quota dell'acqua tra le due sezioni, come variazione della somma del carico cinetico e delle perdite di carico
- i) si calcola la quota dell'acqua nella seconda sezione come somma del primo livello idrico e delle variazioni di quota calcolata in h)
- j) si calcola l'errore tra il livello d'acqua nella sezione 2 assunto in d) e quello calcolato in i)
- k) se l'errore è minore di 1 cm la procedura è ripetuta per le sezioni successive dell'alveo, altrimenti è ripetuta per le stesse due sezioni ma con una nuova stima iniziale dell'altezza d'acqua nella sezione 2 (punto d))

4.1.3 Approssimazioni del calcolo

Le principali ipotesi su cui si basa il modello matematico utilizzato si possono sintetizzare nella condizione che l'onda di piena possa essere assimilata ad una corrente a pelo libero di tipo unidimensionale.

Questa assunzione non si discosta molto dal vero se l'alveo ha un andamento regolare, con curve non troppo brusche e con le sezioni trasversali che variano gradualmente nel senso della corrente, tuttavia nella pratica è possibile che la topografia delle valli non soddisfi queste condizioni.

Per tale motivo, come sovente accade in Idraulica, la schematizzazione adottata non consente di spiegare ogni singolarità del fenomeno, ma permette di descrivere in modo soddisfacente l'andamento globale o medio. Nel caso dell'onda di piena, ciò si traduce in una descrizione della corrente media, in quanto ogni grandezza viene considerata costante su tutta la sezione trasversale.

Sotto queste condizioni l'onda di piena viene inclusa nella categoria delle correnti lineari o gradualmente

variate e descritta tramite le equazioni esposte. La soluzione fornita è pertanto affetta da approssimazioni in tutte quelle situazioni in cui l'onda reale assume caratteristiche diverse dalla condizione di corrente a pelo libero di tipo lineare fino a divenire spiccatamente bidimensionali.

La presenza, infatti, di una curva molto stretta della valle o di una rapida apertura di una piana di espansione molto ampia producono variazioni delle caratteristiche della corrente, quali velocità e livello del pelo libero, non solo nella direzione longitudinale dell'asse, ma anche nella direzione ad esso perpendicolare.

Un'attenta ubicazione delle sezioni trasversali della valle ed una loro accurata descrizione in termini di canale, golene ed aree di solo invaso può ridurre l'approssimazione nel caso delle piane di esondazione, mentre per le curve molto brusche, qualora necessario, la sopraelevazione in curva del pelo libero può essere stimata utilizzando metodi empirici.

Un'altra approssimazione importante del modello deriva dalla formula di Manning, con la quale vengono calcolate le perdite di carico distribuite, ed in particolare dai valori attribuiti al coefficiente di scabrezza n . Quando sia possibile una buona stima di questo coefficiente il modello matematico è in grado di calcolare la propagazione di un'onda di piena con una approssimazione accettabile ai fini pratici. In assenza di conoscenze dettagliate delle caratteristiche fisiche delle sezioni ed in considerazioni del basso valore di portata esaminato, risulta opportuna l'adozione di valori comunque cautelativi.

Ultima e forse più importante approssimazione del calcolo indotta dal modello adottato è connessa all'ipotesi che l'alveo si mantenga a fondo fisso durante la propagazione della piena, senza risentire dell'azione modellatrice della corrente. Nella realtà, il passaggio di una piena sia naturale che artificiale altera inevitabilmente la morfologia della valle; tuttavia i mutamenti risultano assolutamente imprevedibili.

4.2 COEFFICIENTE DI SCABREZZA

Il coefficiente di scabrezza in un alveo naturale rappresenta una misura globale della resistenza al moto della corrente, in cui si compendiano una molteplicità di fattori tra i quali la forma e la regolarità della sezione, la presenza quali-quantitativa di vegetazione e le caratteristiche litologiche del materiale d'alveo.

La sua determinazione deve quindi essere condotta con grande attenzione, valutando attentamente le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetale delle sponde e delle aree golenali adiacenti interessate al deflusso lungo tutto lo sviluppo dell'asta fluviale di interesse.

Nella pratica tecnica il valore numerico del coefficiente rappresentativo del termine di resistenza nell'equazione del moto può essere determinato facendo ricorso a relazioni e tabelle di natura sperimentale ampiamente disponibili in letteratura tecnica. Tali relazioni forniscono il valore del coefficiente di scabrezza sulla base di analogie delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali dell'alveo di interesse ad una serie di situazioni tipiche dei corsi d'acqua naturali già investigate sperimentalmente.

5. IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI PRINCIPALI

L'analisi delle interazioni che si verificano fra la corrente idrica, l'alveo del corso d'acqua in cui questa defluisce e le strutture in alveo degli attraversamenti fluviali è stata oggetto negli ultimi anni di una rinnovata attenzione da parte di progettisti e ricercatori.

La presenza di un attraversamento, infatti, quand'anche si prescindano dai problemi derivanti da un suo eventuale collasso o danneggiamento, può indurre conseguenze rilevanti sulla morfologia dell'alveo fluviale, sulle caratteristiche idrauliche della corrente e sullo stesso regime delle portate di piena. Ad esempio, si possono verificare migrazioni laterali d'alveo indotte dalla presenza in alveo delle infrastrutture del ponte, in particolare dei rilevati di accesso, riduzione della capacità di deflusso e conseguente rialzo dei livelli del pelo libero di monte, e formazione di invasi a monte del manufatto di attraversamento che possono essere amplificati dalla parziale ostruzione delle luci del ponte ad opera di detriti lapidei e vegetali trasportati dalla corrente. La formazione di tali invasi temporanei può avere conseguenze particolarmente rilevanti, poiché da un lato può provocare un sensibile rialzamento dei livelli a monte e conseguente sormonto dell'impalcato, dall'altro l'insorgenza di sollecitazioni anomale sia sulle pile dei ponti che soprattutto sull'impalcato. Ciò può portare al collasso del ponte, fenomeno che si sviluppa usualmente in tempi piuttosto brevi; si verifica così lo svaso rapido del volume idrico accumulato a monte, che si traduce in un incremento anche notevole della valore di portata del colmo di piena transitante a valle rispetto alla situazione di alveo indisturbato.

Nei paragrafi seguenti sono brevemente descritte gli approcci metodologici, i parametri idraulici e le formule applicative utilizzate per la valutazione quantitativa dei fenomeni di rigurgito della corrente a monte degli attraversamenti e dei fenomeni erosivi alla base delle strutture in alveo.

Le verifiche idrauliche degli attraversamenti principali saranno condotte con le portate ricavate nello studio idrologico per il tempo di ritorno pari a 200 anni.

5.1 PRESCRIZIONI NORMATIVE

In Italia i riferimenti normativi ai quali si deve attenere il progettista degli attraversamenti fluviali sono contenuti nel Decreto Ministeriale del 2 agosto 1980 e in quello del 4 maggio 1990, ai quali ha fatto seguito la Circolare n. 34233 emanata in data 25 febbraio 1991 dal Ministero dei Lavori Pubblici, recante "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali".

Le norme prescrivono di assumere normalmente quale portata di progetto quella corrispondente a tempo di ritorno centennale per la quale i calcoli idraulici dovranno verificare la sussistenza di un franco minimo tra il livello di massima piena e l'impalcato del ponte. Viene inoltre suggerito di stimare la frequenza probabile dell'evento di piena che dà luogo all'annullamento del franco ed in ogni caso si stabilisce che, per i corsi d'acqua arginati, la quota di sottotrave del ponte deve essere non inferiore a quella della sommità arginale.

Nello studio idraulico dell'opera, devono essere oggetto d'indagine i seguenti problemi:

classificazione del corso d'acqua ai fini dell'esercizio della navigazione interna; valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni delle pile, delle spalle, delle fondazioni nonché dei rilevati; valutazione degli effetti dovuti all'eventuale presenza di correnti veloci; esame delle conseguenze della presenza di eventuali corpi natanti, flottanti e trasportati dalle acque, ove ricorra detta possibilità, nonché delle conseguenze di eventuali ostruzioni delle luci, specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte, sia in fase costruttiva, sia durante l'esercizio delle opere. In situazioni particolarmente complesse si suggerisce di sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli fisici in scala ridotta.

Nel complesso, le norme emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici fissano il quadro di riferimento per lo sviluppo della relazione sugli aspetti idrologici, idrografici ed idraulici prescritta a corredo della progettazione dell'attraversamento fluviale, delineando anche i criteri generali che devono guidare l'articolazione di tale relazione. Non vengono fornite invece specifiche indicazioni circa le procedure di calcolo che devono essere eseguite per redigere la relazione idraulica né prescrizioni vincolanti sulle caratteristiche costruttive del manufatto di attraversamento in relazione alle sue interferenze con l'alveo fluviale in cui viene a collocarsi ed in particolare sui limiti ammissibili per il franco idraulico, lasciando in tal modo ampi margini all'estensore della relazione medesima.

Riferimenti in tal senso possono invece essere desunti dalle indicazioni date da diverse Autorità, Agenzie o Enti competenti sul territorio in tema di difesa del suolo nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione o gestione del territorio. In particolare, il recente sviluppo sul territorio Nazionale della Pianificazione di Assetto Idrogeologico, redatta dalle Autorità di Bacino ai sensi della Legge 183/89 e del D.L. 180/98, ha prodotto una molteplicità di norme, direttive o linee guida circa i criteri di valutazione della compatibilità idraulica degli attraversi stradali e ferroviari; tutte comunque tra loro piuttosto uniformi.

Nel presente progetto si è tenuto conto inoltre del capitolato d'oneri: Prescrizioni per la redazione del Progetto Esecutivo di Appalto Integrato, redatto da ANAS, per la parte relativa agli studi idraulici.

5.2 EFFETTO DI RIGURGITO PROVOCATO DALLA PRESENZA DI STRUTTURE IN ALVEO

Nella progettazione di un ponte e di sue eventuali opere complementari che costituiscano una singolarità geometrica dell'alveo, a causa del restringimento imposto alla sezione idraulica per la presenza di strutture rigide quali pile o spalle, occorre porre grande attenzione alla valutazione delle modificazioni da questo indotte sulle altezze idrometriche della corrente.

Il calcolo del sovrizzo a monte del restringimento va effettuato, nell'ambito della costruzione del profilo idrico, attraverso l'impiego delle usuali formulazioni della letteratura scientifica, in funzione della modalità di deflusso attraverso la sezione contratta.

Nel caso in cui il deflusso attraverso la sezione del ponte avvenga a superficie libera è possibile distinguere tre diverse classi di moto:

Classe A: il deflusso attraverso il restringimento avviene e rimane in corrente lenta

Classe B: il deflusso avviene con transizione da corrente lenta a corrente veloce o viceversa.

Classe C: il deflusso attraverso il restringimento avviene e rimane in corrente veloce

Nel seguito saranno brevemente riassunte le formulazioni usualmente utilizzate per il calcolo nelle varie condizioni di moto.

5.2.1 Classe A

Un deflusso di tipo A si verifica quando una corrente lenta incontra un restringimento e lo supera restando sempre in condizioni di corrente lenta, ossia con un livello della superficie idrica superiore al valore dell'altezza critica.

Per tale tipologia di deflusso sono disponibili in letteratura numerose formule sperimentali per determinare il sovrizzo rispetto all'altezza del moto indisturbato:

Equazione dell'energia

Questo metodo si basa sull'applicazione dell'equazione di continuità dell'energia, così come esposta precedentemente, alle sezioni immediatamente a monte ed a valle del ponte ed a due ulteriori sezioni opportunamente derivate all'ingresso ed all'uscita del ponte. La perdita di carico attraverso il ponte ed i livelli idrometrici di monte e valle vengono quindi calcolati trattando il ponte come una qualsiasi sezione trasversale del corso d'acqua naturale, avendo comunque ridotto l'area disponibile, incrementato il contorno bagnato e variato il coefficiente di scabrezza, per tenere in conto le modificazioni geometriche della sezione utile al deflusso indotte dalla presenza di spalle e pile.

Equazione del momento della quantità di moto

Questo metodo si basa sull'applicazione dell'equazione di equilibrio della quantità di moto tra la sezione immediatamente a monte ed immediatamente a valle del ponte.

Il calcolo procede operativamente in tre passi, applicando l'equazione di equilibrio prima tra la sezione d'alveo immediatamente a valle del ponte (indicata nel seguito con S2) e quella di valle del ponte (BD), poi tra questa e quella di monte del ponte (BU) ed infine tra questa e la sezione d'alveo immediatamente a monte del ponte (S1).

Per l'equilibrio tra la sezione d'alveo S2 e la sezione del ponte BD, risulta:

$$A_{BU} \bar{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} = A_{BD} \bar{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} + F_f - W_x$$

dove A_2 e A_{BD} = Area attiva di deflusso alla sezione S2 e BD, rispettivamente:

A_{pBD} = Area ostruita dalle pile del ponte nella sezione di valle del ponte;

Y_2, Y_{BD} = Distanza verticale tra la superficie idrica ed i baricentri delle aree A_2 e A_{BD} ;

g = Accelerazione di gravità;

Per l'equilibrio tra le due sezioni di valle (BD) e di monte (BU) del ponte risulta:

$$A_{BD} \bar{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} = A_2 \bar{Y}_2 + \frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} - A_{pBD} \bar{Y}_{pBD} + F_f - W_x$$

Infine per l'equilibrio tra la sezione di monte del ponte (BD) e quella di monte dell'alveo (S1)

risulta:

$$A_3 \bar{Y}_3 + \frac{\beta_3 Q_3^2}{g A_3} = A_{BU} \bar{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} + A_{pBU} \bar{Y}_{pBU} + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{pBU} Q_3^2}{g A_3^2} + F_f - W_x$$

dove C_D è un coefficiente di resistenza per il deflusso della corrente attorno alle pile.

Tale coefficiente viene utilizzato per stimare l'energia necessaria alla corrente per defluire attorno alla pila, dalla separazione del flusso davanti alla struttura, fino alla turbolenza di scia a valle di questa. Alcuni valori del coefficiente di resistenza sono stati determinati tramite studi sperimentali per diverse forme di pile di ponti, come riportato nella tabella seguente.

Forma della pila	Coefficiente di resistenza C_D
Pile circolari	1.20
Pile allungate con retro semicircolare	1.33
Pile ellittiche con rapporto lunghezza-larghezza 2:1	0.60
Pile ellittiche con rapporto lunghezza-larghezza 4:1	0.32
Pile ellittiche con rapporto lunghezza-larghezza 8:1	0.29
Pile con fronti squadrate	2.00
Fronte triangolare con angolo di 30°	1.00
Fronte triangolare con angolo di 60°	1.39
Fronte triangolare con angolo di 90°	1.60
Fronte triangolare con angolo di 120°	1.72

Formula di Yarnell

La formula di Yarnell è un'equazione determinata empiricamente ed utilizzata per il calcolo del sovrizzo a monte della corrente idrica a seguito del restringimento di sezione dovuto ad un ponte.

La formulazione si basa su oltre 2600 esperimenti su modelli fisici a varia grandezza, realizzati per diverse larghezze e lunghezze di ponti, per diverse forme di pile, nonché per diverse portate ed angoli di incidenza della corrente.

L'espressione è la seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6)(\alpha + 15\alpha^4) \frac{V^2}{2g}$$

dove:

H_{3-2} = Sovrizzo del livello idrico da monte a valle del ponte;

K = Coefficiente di forma delle pile;

V^2 = Velocità nella sezione di valle;

α = Rapporto tra l'area ostruita dalle pile nella sezione di valle e l'area totale disponibile al deflusso.

L'equazione di Yarnell dipende dalla forma delle pile, rappresentata dal coefficiente K , dall'area ostruita dalle pile, e dalla velocità dell'acqua. Il metodo risulta indipendente dalla forma della luce del ponte in particolare qualora la perdita di energia risulti principalmente associata alla presenza delle pile.

La tabella seguente riporta gli usuali valori del coefficiente K per varie tipologie di pile da ponte.

Forma della pila	Coefficiente di Yarnell (K)
Fronte e retro semicircolari	0.90
Pile con coppia di cilindri con setto di collegamento	0.95
Pile con coppia di cilindri senza setto di collegamento	1.05
Fronte e retro triangolari con angolo di 90°	1.05
Fronte e retro squadrate	1.25

5.2.2 Classe B

Il deflusso di tipo B si verifica nel caso in cui il moto attraverso la sezione ristretta del ponte avviene con il passaggio in condizioni critiche. Tale passaggio può determinare, a seconda delle condizioni di moto della corrente a monte del ponte, una transizione da corrente lenta a corrente veloce (Classe b1) o una transizione da corrente veloce a corrente lenta (Classe b2).

In entrambe le sotto-tipologie di deflusso possono essere utilizzati i metodi dell'equazione di continuità dell'energia e dell'equilibrio del momento della quantità di moto per calcolare i livelli idrici a monte e a valle del ponte.

Per la classe b1 si può inoltre fare ricorso anche ad una formula empirica che fornisce direttamente un valore ben approssimato dell'altezza a monte:

$$y_o = K(Q^2 / (g \cdot b_o^2 \cdot F_{lim}^2))^{1/3}$$

dove:

b_o = Larghezza dell'alveo a monte del restringimento;

F_{lim} = Numero di Froude in funzione del rapporto di contrazione r ;

K = Coefficiente dipendente dalla forma dell'ostruzione.

La tabella sottostante riporta alcuni valori del coefficiente K per la condizione di classe di moto b1 in funzione della tipologia delle pile.

Tipo di ostruzione	K
Pile con fronti squadrate	1.135
Pile con fronti triangolari	1.085
Pile con fronti semicircolari	1.050
Contrazione laterale ben accompagnata	1.030-1.020

5.2.3 Classe C

Un deflusso di classe C si verifica nel caso in cui una corrente veloce transita attraverso la sezione ristretta del ponte rimanendo sempre in condizioni di moto veloce. In tale caso il massimo dell'elevazione si ha nella sezione contratta ed è inferiore o al massimo uguale all'altezza critica.

Anche per quest'ultima tipologia di deflusso possono essere utilizzati i metodi dell'equazione di continuità dell'energia e dell'equilibrio del momento della quantità di moto per calcolare i livelli idrici a monte e a valle del ponte.

5.3 FENOMENI EROSIVI ALLA BASE DI STRUTTURE IN ALVEO

Si prevede di proteggere i plinti di fondazione delle pile utilizzando materassi e gabbioni metallici riempiti con materiale grossolano di opportuna pezzatura fortemente costipato.

L'erosione generalizzata in prossimità del ponte, come già ricordato in precedenza, è dovuta alla riduzione, ad opera dell'attraversamento, della sezione trasversale indisturbata caratteristica dell'alveo; detta riduzione ingenera un'accelerazione locale delle corrente che può dar luogo a fenomeni di erosione, le cui scale temporali caratteristiche sono in genere quelle degli eventi alluvionali. Per la valutazione dell'erosione generalizzata, sono stati effettuati studi di entrambe le situazioni corrispondenti ad assenza e a presenza di trasporto solido da parte della corrente. In letteratura sono reperibili numerose formulazioni per la valutazione della profondità dell'erosione generalizzata, basate sia su esperienze di laboratorio che sull'interpretazione empirica delle osservazioni di campo disponibili.

Le formulazioni proposte differiscono a seconda che si realizzi un apporto di materiale solido dalla sezione indisturbata a monte del ponte alla sezione contratta (live-bed condition), o che detto trasporto solido sia assente o di entità trascurabile (clear-water condition). Occorre quindi esaminare innanzitutto la condizione di trasporto solido esistente a monte della sezione contratta del ponte, confrontando la velocità media di deflusso, V , che si realizza nella sezione indisturbata di monte con il valore di una velocità critica, V_C , dipendente dalle caratteristiche del materiale di fondo alveo, che ne rappresenti la condizione di moto incipiente, ossia di equilibrio tra l'azione tangenziale esercitata dalla corrente e le forze di resistenza dovute al peso ed all'attrito coesivo.

Il calcolo del valore della velocità critica può essere condotto tramite l'equazione di Larsen (1963), in funzione di un parametro rappresentativo della granulometria del materiale di fondo alveo, quale il D_{50} :

$$V_C = 10.95 y_1^{1/6} D_{50}^{1/3}$$

dove V_C è la velocità critica di mobilizzazione del materiale di fondo caratterizzato dal valore del D_{50} ed y_1 è il tirante idrico in corrispondenza della sezione indisturbata a monte del ponte.

5.3.1 Erosione generalizzata in presenza di trasporto

Nel caso in cui la velocità media nella sezione indisturbata a monte del ponte risulti maggiore della velocità critica di mobilizzazione del materiale di fondo alveo, il calcolo dell'erosione generalizzata in corrispondenza della sezione contratta del ponte può essere condotto, secondo le indicazioni dell'U.S.A.C.E. riportate nel manuale HEC18 "Raccomandazioni per la valutazione delle erosione in corrispondenza di ponti", tramite l'applicazione della formula modificata di Larsen:

$$y_2 = y_1 \left[\frac{Q_2}{Q_1} \right]^{6/7} \left[\frac{W_1}{W_2} \right]^{K_1}$$

$$y_s = y_2 - y_0$$

dove:

y_s è la profondità media di erosione generalizzata nella sezione contratta;

y_2 e y_0 sono le profondità della corrente nella sezione contratta a seguito dell'erosione ed in assenza di questa;

y_1 è la profondità della corrente nella sezione indisturbata di monte;

Q_1 e Q_2 sono la portata nella sezione indisturbata e nella sezione contratta;

W_1 e W_2 sono la larghezza del fondo dell'alveo nella sezione indisturbata e nella sezione contratta;

K_1 è un coefficiente funzione della modalità di trasporto del materiale di fondo;

Il coefficiente K_1 può essere determinato in funzione della velocità tangenziale V^* nella sezione indisturbata e la velocità di caduta o del materiale di fondo, dipendente dal D_{50} . Per V^* si ha:

$$V_* = (gV_1 S_1)^{1/2}$$

dove S_1 è la pendenza della linea dell'energia alla sezione indisturbata di monte.

5.3.2 Erosione generalizzata in assenza di trasporto solido

Anche in questo caso l'equazione utilizzata è derivata dall'espressione generale di Larsen:

$$y_2 = \left[\frac{Q_2^2}{CD_m^{2/3} W_2^2} \right]^{3/7}$$

$$y_s = y_2 - y_0$$

dove:

D_m è il diametro della particella più piccola non trasportabile (generalmente $1.25 D_{50}$)

C un coefficiente dimensionale che vale 40 nel S.I.

5.3.3 Erosione localizzata in corrispondenza delle pile del ponte

La causa principale dell'erosione localizzata in corrispondenza delle pile è la formazione di vortici alla loro base, che sono comunemente detti "vortici a ferro di cavallo". Essi sono causati dall'arresto della corrente idrica sulla superficie di monte della pila, che, a causa del gradiente delle pressioni di ristagno che si instaura lungo la verticale, provoca un flusso in direzione della base della pila stessa, dove si sviluppano vortici tali da provocare la rimozione del materiale. Al crescere della profondità dello scavo, l'energia del vortice tende a diminuire, sicché l'escavazione tende a raggiungere una profondità di equilibrio. Oltre al vortice a ferro di cavallo, a valle della pila si formano vortici ad asse verticale che pure contribuiscono alla rimozione di materiale d'alveo; tuttavia, l'intensità di questi ultimi vortici diminuisce rapidamente al crescere della distanza dalla pila, sicché spesso, immediatamente a valle del ponte, si ha la deposizione del materiale asportato.

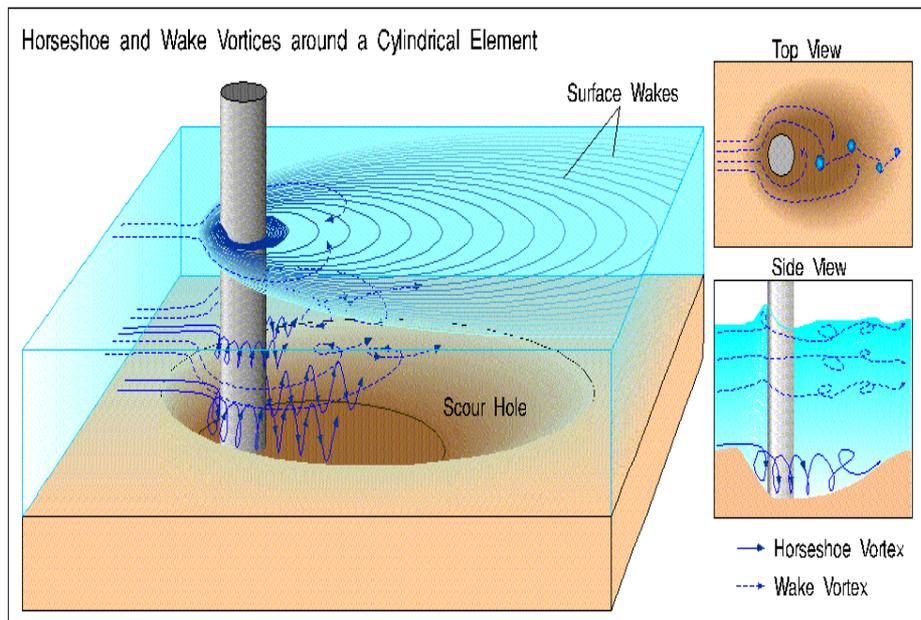
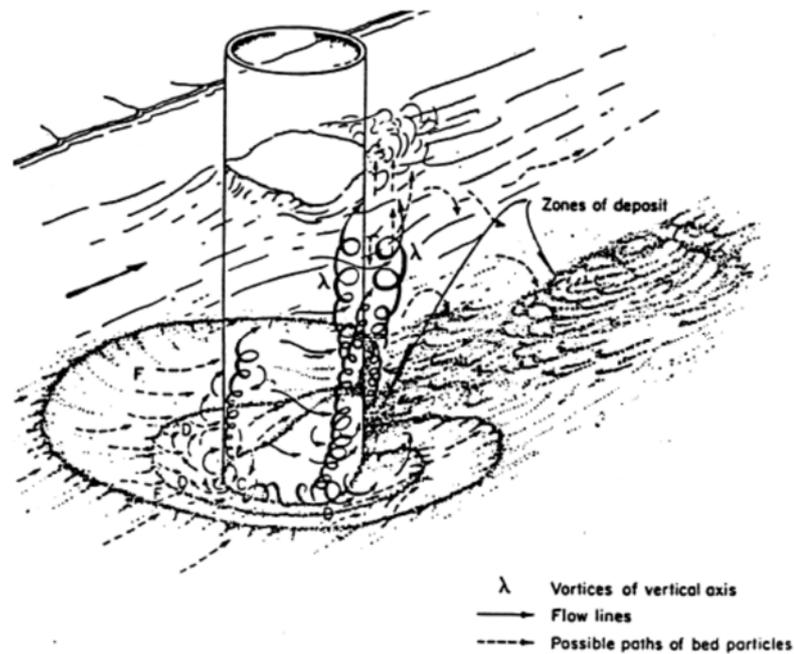


Figura 3: Meccanismo di erosione localizzata in corrispondenza di una pila

L'altezza di scavo raggiungibile in condizioni di assenza di trasporto solido (clear-water scour) è superiore alla corrispondente in presenza di trasporto (live bed scour). È interessante notare che, qualora si sia in presenza di trasporto solido, l'altezza di scavo attorno alla base della pila, dopo una fase iniziale di crescita, oscilla attorno alla configurazione di equilibrio per effetto del continuo succedersi di fasi di parziale riempimento e successivo approfondimento dello scavo.

Si può ritenere che la massima altezza di scavo sia superiore in percentuale pari a circa il 10% rispetto all'altezza raggiunta all'equilibrio.

I principali fattori che influenzano il processo di erosione alla base delle pile sono la velocità e la profondità della corrente, la larghezza della pila e la sua forma, la lunghezza della pila e l'angolo d'attacco

della corrente, la natura del materiale d'alveo e l'eventuale presenza di detriti trasportati dalla corrente. Questi ultimi possono in particolare creare effetti indesiderati, ampliando la zona di influenza dei vortici precedentemente descritti, contribuendo così ad amplificare lo scavo ed aumentare la superficie dell'alveo esposta allo scavo stesso.

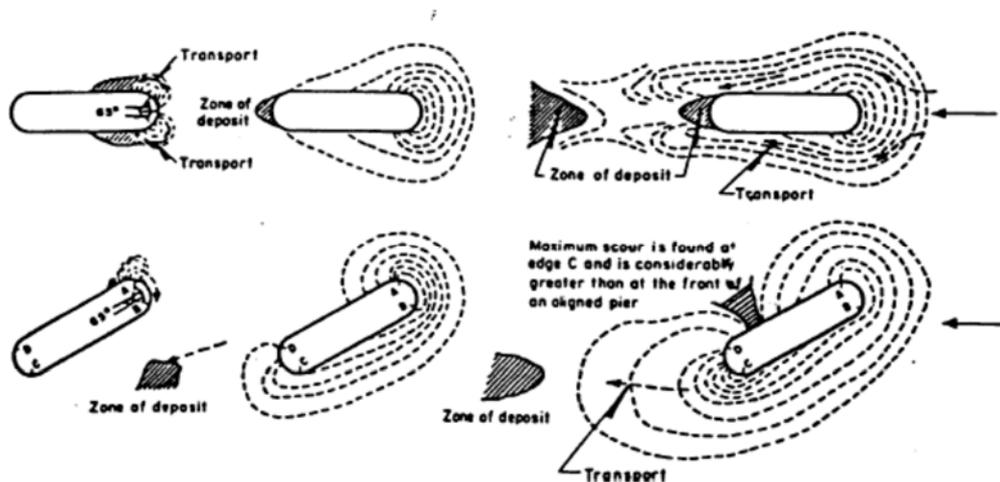


Figura 4: Fenomeni erosivi alla base del meccanismo dei ponti

Numerose formulazioni per il calcolo della profondità dello scavo localizzato sono state proposte anche recentemente nella letteratura scientifica internazionale, a seguito di diverse sperimentazioni effettuate in laboratorio in riferimento sia alla condizione di equilibrio sia all'evoluzione nel tempo del fenomeno. Esse sono generalmente riferite a situazioni corrispondenti a presenza di trasporto solido e materiale d'alveo privo di coesione. Nel seguito verranno riassunte alcune di queste formulazioni, limitandosi per brevità a quelle che forniscono la profondità di scavo all'equilibrio.

Negli Stati Uniti l'erosione alla base di pile di ponte è comunemente calcolata utilizzando un'equazione proposta dalla Colorado State University (Richardson e Davis, 1995), denominata formula CSU.

Una recente pubblicazione Publication No. FHWA-RD-03-083 del Giugno 2003, in particolare riporta i risultati di uno studio relativo alla valutazione dello scalzamento in presenza di materiale grossolano (corse material) quale quello riscontrabile nelle fiumare oggetto della presente relazione, nonché della curva granulometrica dei terreni d'alveo.

L'applicazione di tale formulazione, seppure con una lieve sovrastima, ha portato a risultati confrontabili con quelli determinati a seguito delle sperimentazioni condotte su modello.

Lo studio ha portato ad una specifica formulazione della formula CSU espressa dalla relazione:

$$\frac{Y_s}{Y} = 2.0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_i \cdot K_4 \cdot \left(\frac{a}{Y} \right)^{0.65} \cdot \left(\frac{V}{\sqrt{gY}} \right)^{0.43}$$

dove:

Y_s è la profondità media di erosione localizzata;

K_1 è un fattore di correzione funzione della forma della pila;

K_2 è un fattore di correzione funzione dell'angolo di incidenza della corrente;

K_3 è un fattore di correzione funzione delle condizioni del fondo alveo;

K_4 è un fattore di correzione funzione dell'omogeneità del materiale di fondo alveo;

K_i è un fattore di correzione funzione della velocità e della granulometria, all'inizio del processo di scalzamento;

a è la larghezza delle pile;

Y è la profondità della corrente nella sezione indisturbata a monte della pila;

V è la velocità nella sezione indisturbata a monte della pila;

Il fattore K_1 può essere calcolato in base alla seguente tabella:

Forma della pila	K_1
Fronte e retro rettangolari	1.10
Fronte e retro arrotondati	1.00
Pile circolari	1.00
Gruppo di pile circolari	1.00
Fronte triangolare	0.90

Il fattore K_2 può essere calcolato in base alla seguente espressione:

dove:

$$D_{cfm} = \frac{D_{85} + 2D_{90} + 2D_{95} + D_{99}}{6}$$

$$\psi = \frac{V - V_i}{V_c - V_i} \quad 0 \leq \psi \leq 1$$

$$V_c = 26.1 \sqrt{\frac{0.047 \cdot \gamma_s}{\gamma}} \cdot D_c^{1/3} \cdot R^{1/6}$$

$$V_i = K'' \cdot D_{35}^{1/3} \cdot Y^{1/6} \quad V > V_i$$

con:

V_c = velocità critica relativa ad un determinato passante D_c ;

γ_s = peso specifico del terreno;

γ = peso specifico dell'acqua;

R = raggio idraulico;

D_c = D_{35} , D_{50} , D_{90} , D_{95} , passanti ai vari setacci.

D_{cfm} = parametro rappresentativo della dimensione media del materiale grossolano e posto pari a D_{90} in caso di assenza di discontinuità nella curva granulometrica, ovvero di insufficienti informazioni;

K'' = coefficiente di correzione pari a 2.65 per Sistema Internazionale;

Il fattore K_i può essere calcolato in base alla seguente espressione:

$$K_i = \left(1 - \frac{V_i}{V}\right)^{0.45}$$

con: $V > V_i$

per valori di $V \leq V_i$ il valore K_i è pari a 0.

5.3.4 Erosione localizzata in corrispondenza delle spalle del ponte

Questo tipo di erosione localizzata è dovuto alla presenza in alveo delle strutture rigide delle spalle del ponte. Tali strutture creano un'ostruzione al regolare deflusso della corrente che forma dei vortici orizzontali a partire dall'estremità di monte, che scorrono lungo la spalla fino all'estremità di valle dove creano una scia di turbolenza.

Nelle simulazioni di seguito riportate le spalle dei ponti in progetto non sono mai interessate dal flusso della corrente, per cui la trattazione e la verifica del calcolo dell'erosione in corrispondenza delle basi delle spalle sarà omessa.

5.3.5 Spinta su pile

Le parti di struttura investite da acqua in movimento, quali le pile di un ponte, sono soggette ad azioni idrodinamiche e azioni idrostatiche.

La spinta sulla singola pila è quindi pari a:

$$R = SQ + SI.R$$

con

SQ = Risultante della spinta idrodinamica;

$SI.R$ = Risultante della spinta idrostatica.

La pressione idrodinamica che si esercita si può porre uguale a:

$$p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot v^2 \quad \text{in KN/m}^2$$

con:

ρ = densità dell'acqua che può assumersi pari a $1 \text{ KN sec}^2/\text{m}^4$;

C_d = coefficiente di forma (drag coefficient);

v = velocità della corrente in corrispondenza della pila considerata.

La risultante della spinta idrodinamica che si esercita sulla pila vale quindi:

$$SQ = p \cdot A$$

A = Area di proiezione della pila nel verso della corrente.

Il coefficiente C_d varia a seconda della forma, ma anche del numero di Reynolds ovvero del tipo di moto laminare o turbolento che si instaura a valle dell'ostacolo.

Di seguito si riportano i valori del coefficiente C_d suggeriti per varie forme cilindriche, determinati a seguito di prove sperimentali (Lindsey, 1938 – Capitolo V Modeling Bridges - HEC-RAS Hydraulic Reference Manual) :

Suggested Drag Coefficients for Bridge Piers	
Pier Type	Drag Coefficient, C_d
Circular	1.20
Elongated with semi-circular ends	1.33
Elliptical (2:1 aspect ratio)	0.60
Elliptical (4:1 aspect ratio)	0.32
Elliptical (8:1 aspect ratio)	0.29
Square nose	2.00
Triangular nose (30° apex)	1.00
Triangular nose (60° apex)	1.39
Triangular nose (90° apex)	1.60
Triangular nose (120° apex)	1.72

La risultante della spinta idrostatica $SI.R$ si determina sulla pila per effetto della differenza di livello idrico tra monte e valle, vale quindi:

$$SI.R = SIm - SIV$$

ove

SIm = Spinta idrostatica di monte

SIV = spinta idrostatica di valle

La spinta idrostatica in generale è pari a:

$$SI = \frac{1}{2} \cdot y \cdot \gamma \cdot A$$

con

γ = peso specifico dell'acqua pari a 1000 Kg/m³;

Y = tirante idrico;

A = Area di proiezione della pila nel verso della corrente.

6. IDRAULICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI SECONDARI

Per i manufatti di attraversamento secondari quali tombini scatoari e circolari si utilizza un programma di calcolo automatico per il dimensionamento e la verifica idraulica, si considera la portata di progetto $Tr=200$ anni ricavata nello studio idrologico.

Il programma HY-8 è un software implementato dalla Federal Highway Administration, in accordo ai criteri della FHWA definiti nelle pubblicazioni seguenti: HDS-5, "Hydraulic Design of Highway Culverts," e HEC-14, "Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels" ai quali si rimanda per gli approfondimenti delle metodologie di verifica.

I principali risultati che si possono ottenere tramite questo programma sono:

- determinare la dimensione, la forma ed il numero di opere d'arte (tombini e scatoari) necessari a far defluire una portata di progetto;
- definire la capacità di deflusso di un manufatto esistente imponendo il livello idrico ammissibile di monte;
- calcolare il livello idrico raggiunto a monte del manufatto per far defluire una determinata portata, sia in condizioni di normale deflusso che in condizioni di acqua ferma all'imbocco.
- determinare la scala di portata o altre relazioni tra le principali variabili idrauliche per determinare il livello di rischio della struttura.
- determinare il profilo idrico della portata transitante nell'opera.

Il programma fornisce direttamente output sintetici con le variabili principali della simulazione ed alcuni grafici che mostrano il comportamento idraulico della struttura al variare della portata di progetto o del livello idrico di monte.

Il comportamento idraulico dei tombini è piuttosto complesso perché può ricadere sia nel campo dell'idraulica a pelo libero che in quello delle condotte in pressione, in funzione della portata transitante.

Come già accennato, per affrontare il calcolo idraulico il programma affronta il problema individuando due possibili sezioni di controllo per il moto: l'ingresso (Inlet control) e l'uscita (Outlet control).

Sezione di controllo all'ingresso. Essa si realizza quando il tombino può convogliare più portata di quanta transiti attraverso l'ingresso. La sezione di controllo si localizza appena oltre l'ingresso come sezione ad altezza critica e prosegue in regime supercritico.

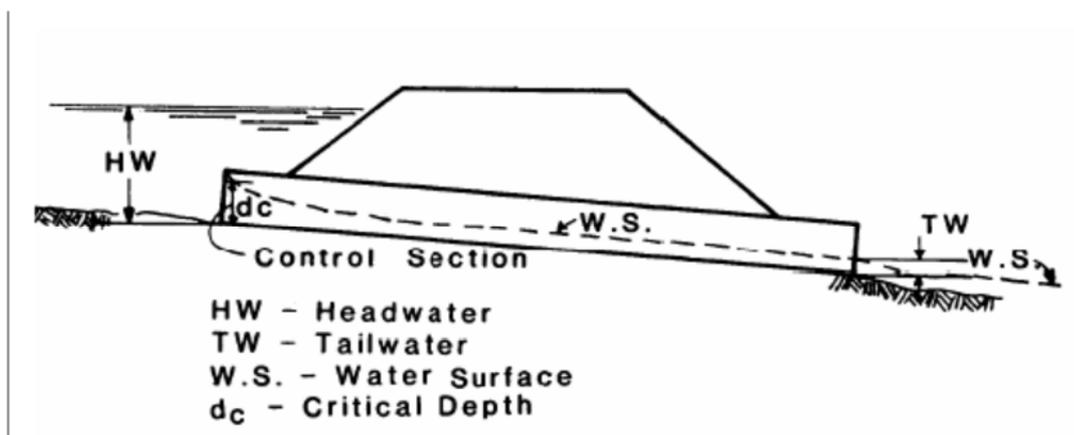
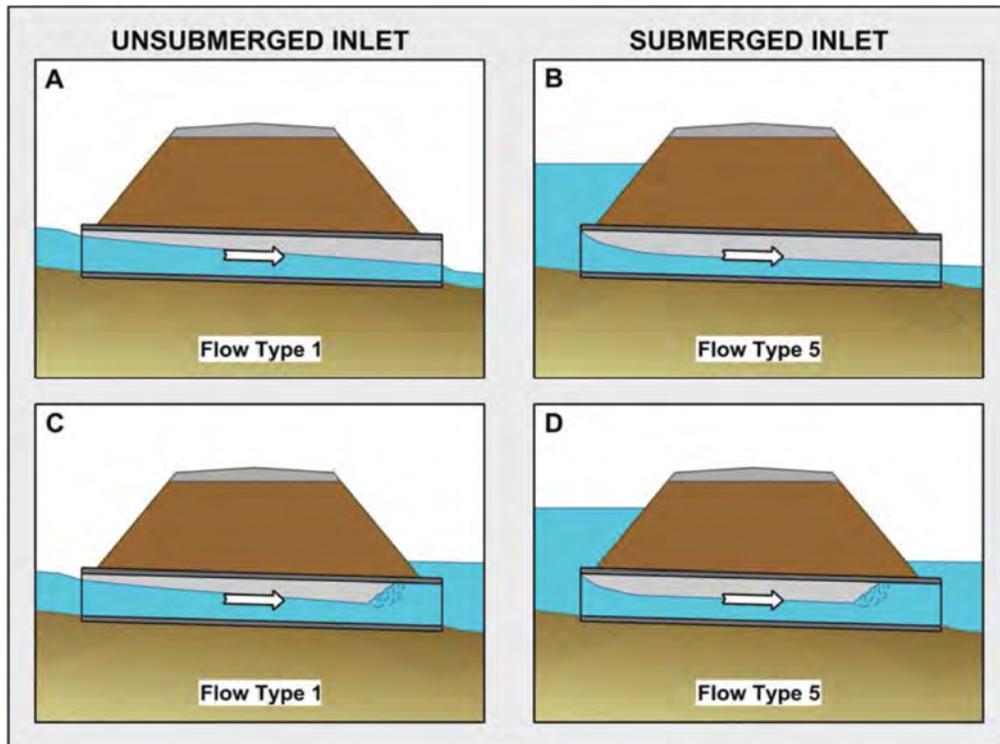


Figura 5: Esempio di moto controllato dalla sezione di ingresso



Le equazioni del deflusso dipendono dal fatto che l'imbocco del tombino sia sommerso o meno. Il manuale HDS-5, già citato fornisce le equazioni sulla base del parametro (non adimensionale):

L'imbocco è non sommerso se $\frac{Q}{AD^{0.5}} < 1.932$

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[1.81 \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S$$

L'imbocco è sommerso se $\frac{Q}{AD^{0.5}} > 2.208$

$$\frac{HW_i}{D} = c \left[1.81 \frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^2 + Y - 0.5S$$

Se $1.932 < \frac{Q}{AD^{0.5}} < 2.208$ siamo in una zona di transizione, si interpola linearmente tra le due equazioni precedenti.

Dove HW_i è l'altezza idrica prima dell'imbocco, nel caso di velocità di arrivo nulla; H_c è l'energia critica; S è la pendenza della condotta; K , M , Y e c sono dei coefficienti dipendenti dalla forma dell'imbocco, dai materiali e dall'equazione usata.

Sezione di controllo all'uscita. Si realizza quando il tombino non è in grado di convogliare tanta portata quanta ne accetta l'ingresso. La sezione di controllo si localizza all'uscita del tombino o più a valle. In queste condizioni il moto può essere sia a pelo libero che in pressione.

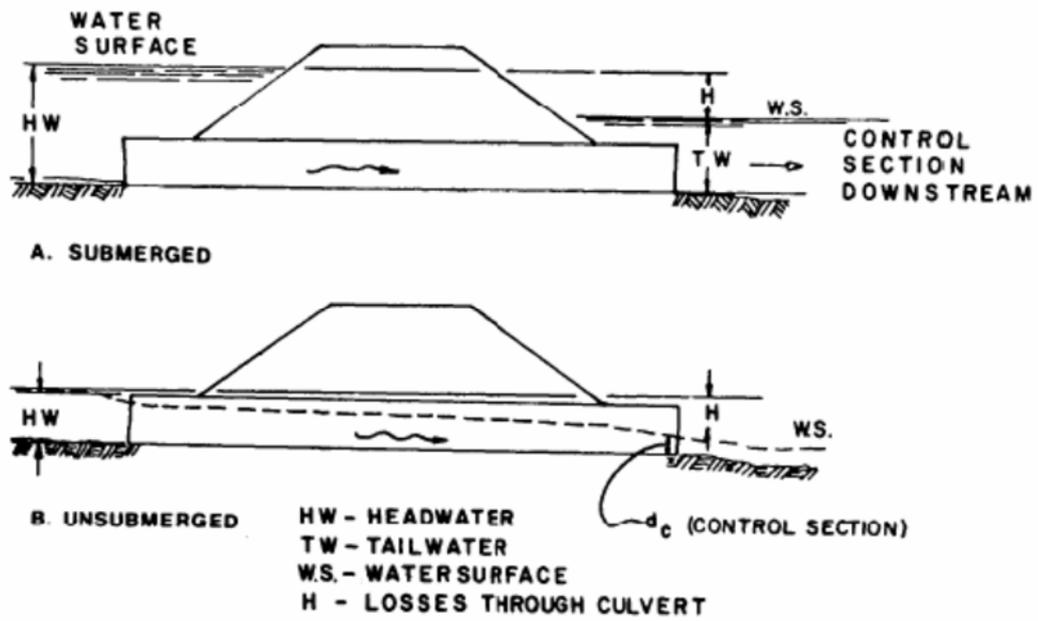
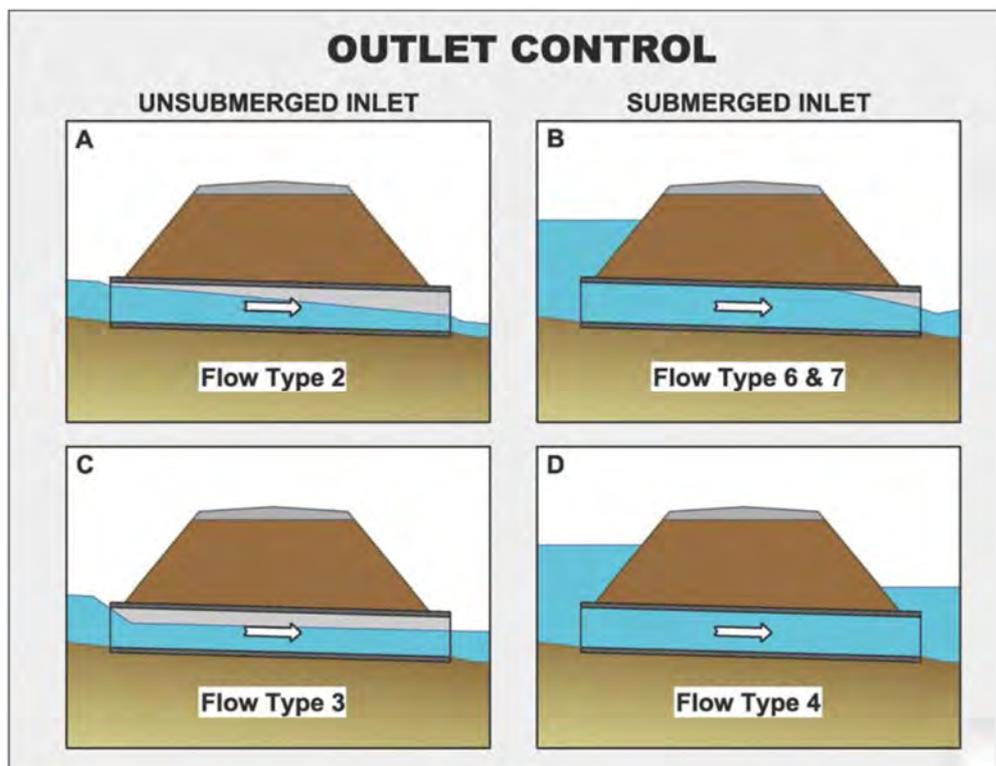


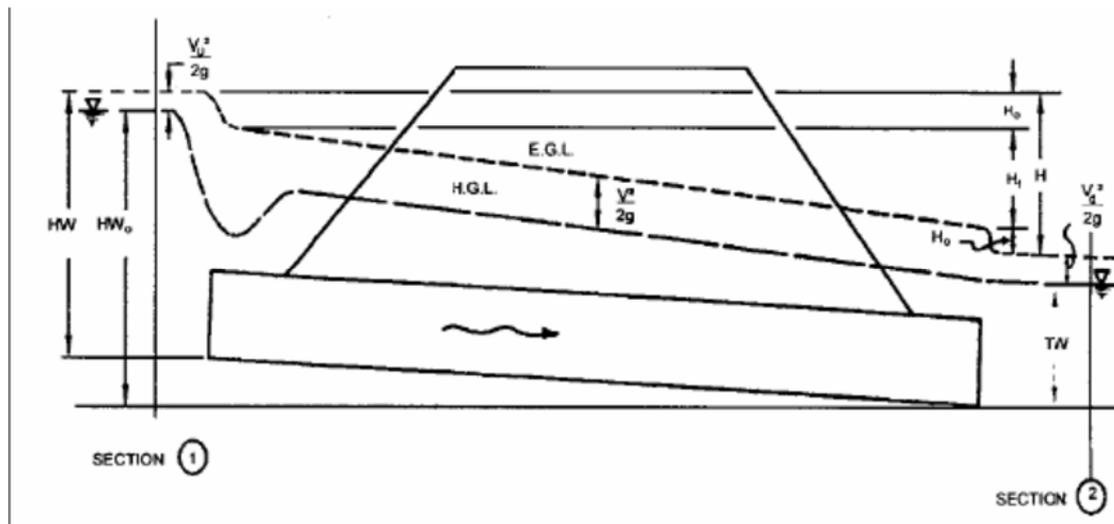
Figura 6: Esempi di moto controllato da sezioni a valle



Il calcolo viene eseguito sulla base dell'equazione di conservazione dell'energia:

$$HW_0 + \frac{V_u^2}{2g} = TW + \frac{V_d^2}{2g} + H_L$$

dove i simboli hanno il significato indicato in figura seguente.



Il pelo libero di moto permanente viene integrato utilizzando gli usuali metodi numerici e tenendo conto della pendenza dello stato rapido o lento della corrente e degli eventuali risalti idraulici.

La condizione al contorno di valle

Nell'analisi delle strutture esistenti e nel progetto di nuovi tombini è fondamentale conoscere la condizione al contorno di valle. Il programma permette di assegnare al livello idrico di valle un valore costante (caso tipico dell'immissione in un lago o in un altro fiume, o in un manufatto di sbocco in cui per la sezione di partenza del canale di allontanamento si possono ipotizzare condizioni di acqua ferma e quindi componente cinetica iniziale nulla.) o l'altezza di moto uniforme che si sviluppa nel canale di valle. A questo scopo è possibile definire la sezione del canale e la sua scabrezza sia per canali con sezione geometrica (rettangolare, trapezia ecc...) sia per alvei naturali.

Il calcolo del moto uniforme si basa sulla formula di Manning:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

dove v (m/s) è la velocità media della corrente; R (m) è il raggio idraulico; S è la pendenza della linea dell'energia ed n è il coefficiente di scabrezza dipendente dalle caratteristiche dell'alveo.

7. IDENTIFICAZIONE E VERIFICA DEGLI ATTRAVERSAMENTI

L'infrastruttura stradale in progetto interseca in più punti il reticolo idraulico esistente superando incisioni e alvei di piena mediante viadotti, ponti o semplici tombini in relazione all'importanza dei corsi d'acqua ed alle pendenze longitudinali del tracciato di progetto. Ogni attraversamento è stato studiato in modo da consentire un corretto deflusso idraulico delle piene e di corpi galleggianti, la stabilità del fondo alveo e delle strutture investite dal flusso.

In alcuni tratti del tracciato, la nuova strada corre per un tratto parallelamente all'alveo del Fiume Pagliano, uno dei più importante dell'area. In questo caso la verifica dell'infrastruttura è stata estesa per tutto il tratto in cui le aree allagate durante eventi di piena eccezionale potevano interessare il rilevato stradale.

Nella relazione idrologica sono state già individuate le intersezioni tra le infrastrutture stradali ed il reticolo idrografico di superficie e sono state stimate le portate di piena con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni, che si riportano nella tabella seguente:

Dimensioni / Opera	Progressiva	Q (Tr 50 anni) m ³ /s	Q (Tr 100 anni) m ³ /s	Q (Tr 200 anni) m ³ /s
3x2	0+011.90	6.27	8.17	8.99
2x2	0+289.90	1.96	2.18	2.39
2X2	0+600.00	6.42	7.13	7.85
Tombino Pagliano		27.40	30.46	33.51
2X2	1+262.40	4.67	5.20	5.72
Ponte Faranghe		7.05	7.84	8.63
Viadotto Esino		222.87	247.73	272.51
Ponte Fratte fosso nord		7.76	8.62	9.49
Ponte Fratte fosso sud		4.74	5.27	5.80
2x2	4+737.88	1.57	1.75	1.92
2x2	4+930.00	3.10	3.45	3.79
3X2	5+567.60	10.13	11.26	12.39
Ponte Mistriano		37.23	41.39	45.53
DN1500	5+920.00	0.73	0.81	0.89
3x2	6+208.60 Svincolo Matelica Sud	8.22	9.13	10.05
DN1800	6+583.40	3.66	4.06	4.47
DN1800	7+161.50	2.99	3.32	3.65
DN1800	8+440 rampa	6.64	7.38	8.12
5x3	8+464.20	17.54	19.49	21.44

Tombini minori a servizio dei fossi di guardia, le portate di piena con tempo di ritorno di 50 anni:

Asse	PK	Collettore	Area rid. (m ²)	Q (m ³ /s)
Tombino dx-sx	3+726.850	1500	6600.00	0.32
Tombino sx-dx	0+039.00	1500	10980	0.48
Tombino dx-sx	0+076.00	1500	390	0.03
Tombino dx-sx	6+323.10	1500	6200.00	0.38
Tombino dx-sx	6+537.00	1500	6180.00	0.38
Attraversamento complanare dx	0+185.00 viabilità	1500	4022.25	0.24
Tombino dx-sx	7+790	1500	39167.85	1.65
Attraversamento rampa dx	8+210 rampa	1500	34650.00	2.11
Tombino dx-sx	8+276.60	1500	37850.00	2.30
Tombino dx-sx	3+940.00	1500	12400.00	0.75

7.1 CRITERI DI PROGETTO E VERIFICA

Gli obiettivi principali perseguiti nella definizione delle opere e delle sistemazioni idrauliche dell'area interessata dal nuovo tracciato stradale sono stati ripresi da quanto già previsto in sede di progetto definitivo, confermandone la piena rispondenza agli indirizzi ed ai contenuti del disposto normativo vigente precedentemente richiamato. In particolare, è stata posta la massima attenzione nel:

- dare continuità a tutta la rete idrografica naturale e di scolo superficiale evitando di concentrare i deflussi e conservando, per quanto possibile, l'originaria disposizione dei corsi d'acqua;
- impedire che le eventuali modifiche al regime dei corsi d'acqua, create a valle delle opere progettate, inneschino fenomeni di erosione e di dissesto degli alvei esistenti;
- difendere le opere stradali e le relative opere di sostegno dall'azione erosiva delle acque provenienti da monte;
- assicurare il deflusso delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici utilizzate per la sede e le pertinenze stradali.

Le soluzioni adottate per dare continuità ai corsi d'acqua e risolvere la loro interferenza con il tracciato stradale sono generalmente di due tipi:

- per i corsi d'acqua minori, convogliamento delle acque del corso d'acqua in tombini circolari o manufatti scatolari di opportune dimensioni che sottopassano il corpo stradale;
- per i corsi d'acqua maggiori, superamento degli alvei mediante ponti e viadotti, badando che le pile di tali strutture non vengano ad interessare ed ostacolare il deflusso delle acque e realizzazione di opere di sistemazione dell'alveo ed opportuni manufatti per la protezione dei manufatti stradali.

Nel seguito della relazione viene dapprima esaminata l'interferenza con i fiumi principali sia per quanto riguarda le fasce di rischio idraulico sia per quanto riguarda le pile e le spalle dei ponti che lo attraversano, illustrandone la compatibilità idraulica ai sensi del disposto normativo vigente.

Le analisi idrauliche necessarie sono state condotte con modelli idraulici di simulazione di condizioni di moto permanente.

Successivamente vengono illustrate i criteri e le metodologie di calcolo adottate per il dimensionamento e la verifica dei manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua secondari e delle relative opere di difesa.

7.2 ATTRAVERSAMENTI PRINCIPALI

7.2.1 Fosso di Pagliano

L'intersezione tra la strada in progetto ed il Fosso Pagliano avviene alla progressiva 0+700 circa, a circa 1.8 km dall'intersezione con il fiume Esino. Sebbene in tale sito il corso d'acqua abbia già percorso il 60% del suo tragitto (2.4 km su 4.2) la pendenza longitudinale del fondo è ancora sostenuta, attestandosi mediamente sull'3%.

Nella relazione idrologica la portata di progetto ovvero la portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni è stata stimata in $Q=33.51 \text{ m}^3/\text{s}$. (Nella tabella seguente sono riportate anche le portate con tempi di ritorno di 50 e 100 anni).

Q_{50} (m^3/s)	Q_{100} (m^3/s)	Q_{200} (m^3/s)
27.4	30.46	33.51

Il tratto di alveo studiato attraverso la modellazione numerica si riferisce ad una lunghezza di 740 m, da quota +323 m s.m.m. a quota +306 m s.m.m., nella quale la pendenza longitudinale del fondo varia gradualmente dal 0.7% iniziale al 3.0% della sezione di valle.

Le carreggiate della strada in progetto intersecano l'asse dell'alveo rispettivamente con un angolo di 135° tra la direttrice della strada e del torrente.

Per il superamento del fosso, è prevista la realizzazione di un tombino scatolare avente dimensioni interne pari ad 8.0 m x 5.0 m. A valle e a monte dell'asse principale sono dei previsti dei muri di imbocco ad U aventi larghezza pari ad 8.0 m e altezza variabile da 4.0 a 6.0 m.

Per circa 30 m a monte e 95 m a valle dei muri di imbocco del tombino, è prevista l'inalveazione del fosso che consente di regolarizzare la sezione di deflusso e l'andamento piano altimetrico del Fosso.

Le opere di inalveazione consistono in materassi reno e in gabbioni metallici.

Il modello di calcolo HEC-RAS è stato implementato inserendo i dati relativi a 37 sezioni trasversali per l'ante operam e 75 sezioni trasversali per il post operam e alla portata di progetto ed assegnando le ulteriori condizioni al contorno di monte e di valle. Le sezioni dell'ante operam sono state infittite interpolando quelle inserite.

Si è quindi impostato un calcolo in regime misto che procede nell'integrazione sia da monte che da valle e stabilisce a posteriori lo stato della corrente (lenta – rapida) e le eventuali transizioni. In particolare è stata assunta la condizione altezza critica su entrambe le sezioni estreme.

A riguardo si è verificato, attraverso un'analisi di sensibilità, che il porre condizioni idrometriche diverse nelle sezioni iniziali e finali del calcolo influenza solo le due sezioni immediatamente adiacenti.

Il risultato del calcolo, riportato in dettaglio nei grafici e nelle tabelle allegate alla relazione e sintetizzato nel profilo idraulico riportato nel seguito, evidenzia come, sulla base delle più classiche trattazioni della idrodinamica delle superfici libere, la portata di piena defluisce a tratti in corrente rapida e a tratti in corrente lenta con passaggi e risalti idraulici causati per lo più dai cambiamenti di pendenza del fondo alveo.

Nella zona di monte il deflusso dell'acqua interessa anche delle zone golenali con l'allagamento di alcune aree verdi.

È da rilevare che il numero di Froude si mantiene praticamente su valori non molto maggiori dell'unità, il che significa, nella realtà la presenza di una serie ondulazioni nella superficie liquida e non l'instaurarsi del classico risalto di Bidone, che si verifica con numeri di Froude pari ad almeno 4-5.

La delimitazione delle aree di esondazione, riportata per l'evento con tempo di ritorno 200 anni nello specifico elaborato grafico di progetto, è stata effettuata in relazione alle caratteristiche proprie idromorfologiche dello stato di fatto e di quello di progetto.

I risultati del calcolo sono dettagliati nelle tabelle e nei grafici riportati in allegato alla relazione; nel seguito si riporta il profilo longitudinale di sintesi delle simulazioni effettuate.

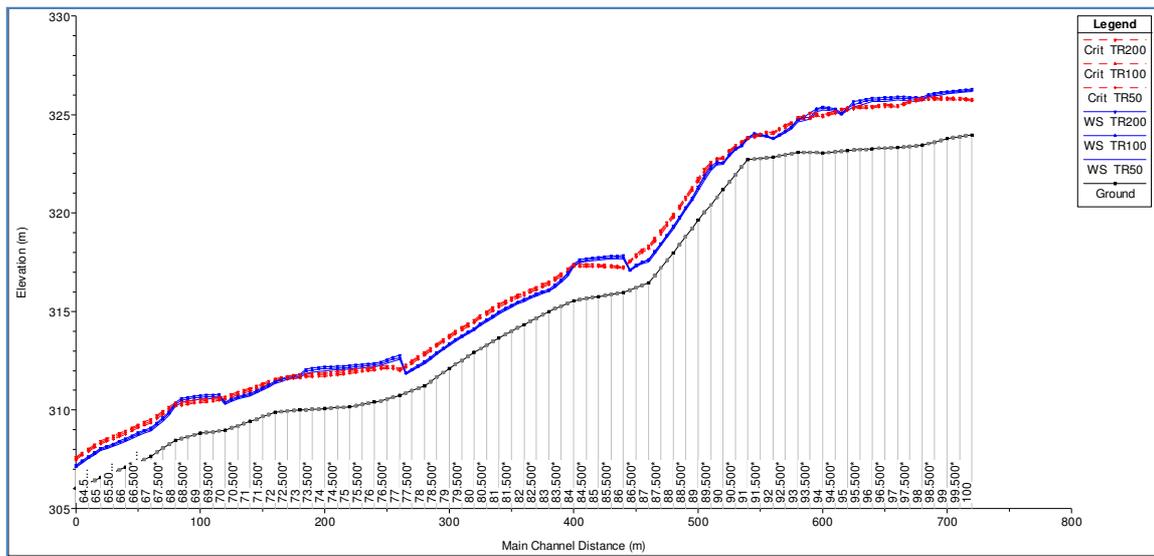


Figura 7: Profili idraulici stato di fatto

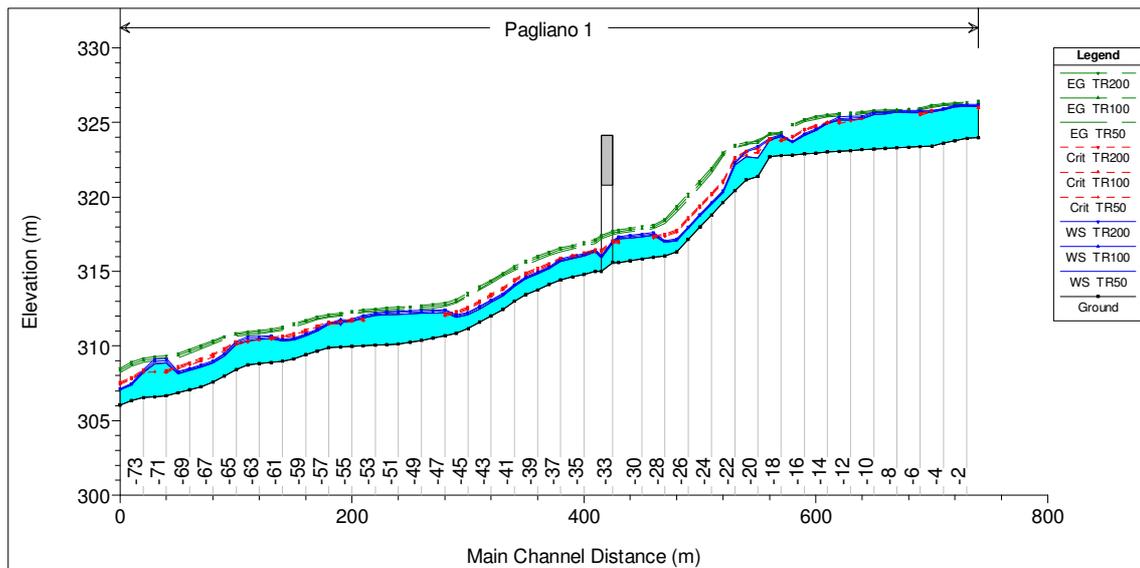


Figura 8: Profili idraulici stato di progetto

Le zone allagate non interessano edifici o manufatti esistenti o in progetto.

La configurazione di progetto delle opere è verificata, la piena transita all'interno dell'incolteazione prevista senza interessare aree esterne

Per quanto riguarda il rispetto del franco idraulico tra il livello del pelo libero e l'intradosso del solettone superiore del tombino, esso risulta sempre ampiamente verificato. Nella seguente tabella si riporta il livello del pelo idrico, la quota dell'intradosso del solettone in corrispondenza dell'asse di progetto e l'altezza cinetica della corrente. Il franco idraulico è soddisfatto, è infatti maggiore del massimo tra 1 m sulla quota del pelo libero e l'altezza cinetica.

Quota pelo libero (m s.l.m.)	Quota intradosso solettone superiore tombino (m s.l.m.)	Altezza cinetica corrente (m)	Franco (m)
317.37	320.44	1.33	3.07

7.2.2 Attraversamento viabilità trasversale a Pr. 0+310 del Pagliano

A valle dell'attraversamento della Pedemontana, per l'interferenza con il fosso Pagliano della nuova viabilità podereale 0+310 è stato necessario inserire per il superamento del fosso un ponte di luce netta 13.50m. La larghezza dell'opera ed il dislivello tra il fondo alveo e l'intradosso delle travi pari a 6.08 assicura, dalle verifiche effettuate, il deflusso delle massime portata di piena.

Per la definizione dei massimi livelli idrici lungo l'alveo ed attraverso il nuovo ponte è stato utilizzato il codice di calcolo denominato Hec-Ras che permette di effettuare studi monodimensionali su corsi d'acqua in condizioni di moto permanente e moto vario.

Le simulazioni sono state eseguite inserendo nel programma le caratteristiche del nuovo ponte e dell'opera di scavalco esistente ubicata poco più a monte. Sono state inserite inoltre come condizioni al contorno, le altezze di moto uniforme, calcolate tra le sezioni iniziali e finali, assumendo la rispettiva pendenza longitudinale dell'alveo. Per il calcolo a moto permanente è stato inserito nelle sezioni un coefficiente di scabrezza di Manning-Gaukler, per alveo naturale di $K = 0.03 \text{ m}^{0.33}/\text{s}$ mentre per le zone esterne $K = 0.05 \text{ m}^{0.33}/\text{s}$.

Anche se l'attraversamento è relativo ad una viabilità podereale, per l'elaborazione dei profili idrici, si è assunta cautelativamente la massima portata di piena pari 33.51 m³/s corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni. La verifica idraulica a moto permanente, alla presenza delle nuove opere di scavalco e di quelle esistenti, è stata eseguita mediante n° 6 sezioni trasversali più significative, integrate per una migliore definizione dei massimi livelli idrici. L'alveo presenta uno sviluppo complessivo di 70m ca, di cui 40m a monte e 30 metri a valle del nuovo ponte.

Nella seguente figura n°9 si mostra l'ubicazione del nuovo ponte e l'ubicazione delle sezioni trasversali inserite nel programma di calcolo Hec-Ras. Mentre nella figura n°10 si mostra la sezione trasversale in corrispondenza del nuovo ponte

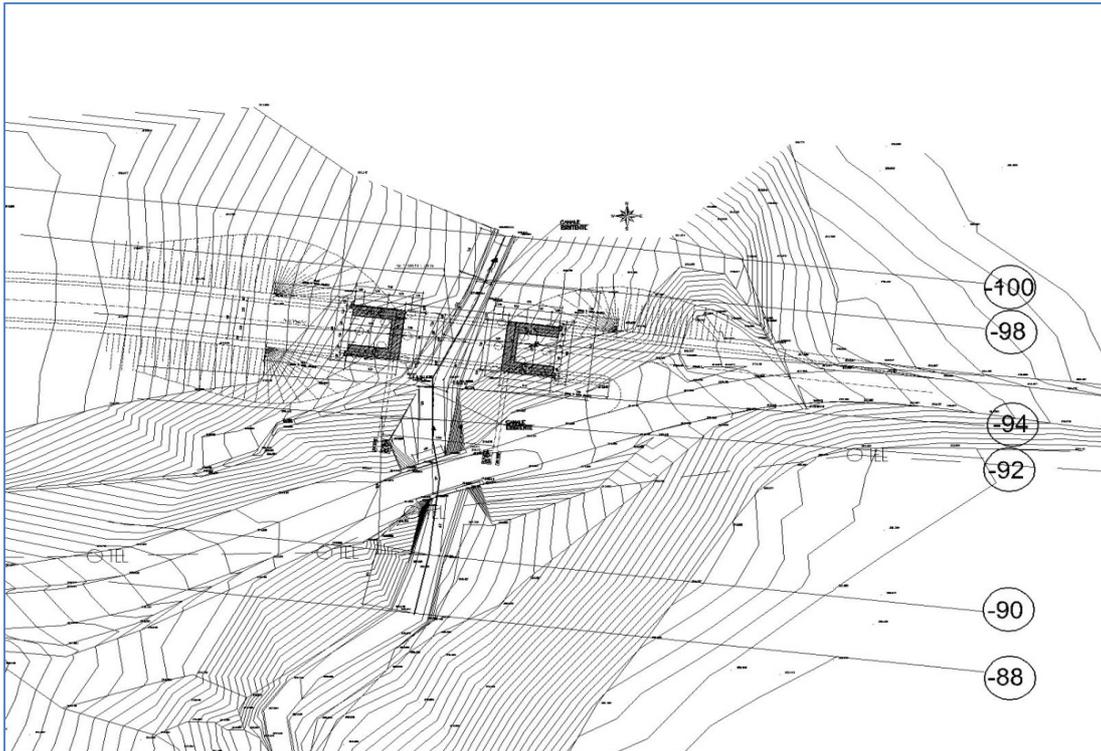


Figura 9: Pianta con ubicazione del nuovo ponte

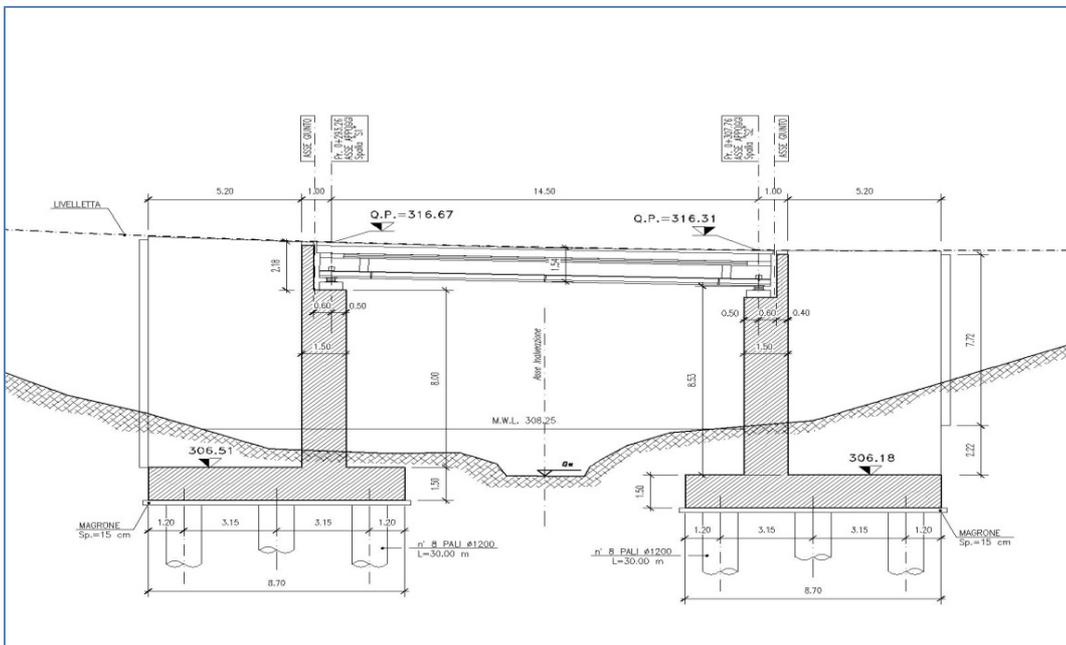


Figura 10: Sezione trasversale del nuovo ponte

Dalle elaborazioni eseguite a moto permanente in presenza del ponte di luce netta 13.50m si evince che imponendo un'altezza d'acqua di 2.71 (ml.m. 309.34) nella sezione n°-88 dell'alveo naturale di monte, come risulta dai calcoli a moto uniforme per una pendenza del 0.007 m/m, le altezze idriche elaborate per la portata 33.51 m³/s. mostrano un andamento sufficientemente regolare e sono interamente contenute nella sezione d'alveo di magra.

In alcuni tratti del profilo idrico le altezze idriche risultano limitatamente rigurgitate per il passaggio da corrente veloce a corrente lenta e per la presenza delle opere idrauliche e differenti caratteristiche geometriche delle sezioni. Le velocità medie del flusso d'acqua dalle sezioni di monte sino all'attraversamento sono accettabili non superiori a 2.16 m/s, solo nel tratto a valle dell'attraversamento, per la maggiore pendenza dell'alveo naturale, la velocità del flusso d'acqua raggiunge i 4.60m/s

In corrispondenza del nuovo ponte i massimi livelli idrici risultano di altezza 2.57m nella sezione di monte e di 2.41 m in quella di valle, raggiungendo rispettivamente una quota del massimo livello idrico di 308.62 ml.m. e 308.36 ml.m. Per quanto riguarda il rispetto del franco idraulico tra il livello del pelo libero e l'intradosso delle travi a quota 314.70 risulta sempre ampiamente verificato con un franco libero di 6.08m lato monte e 6.34m lato valle.

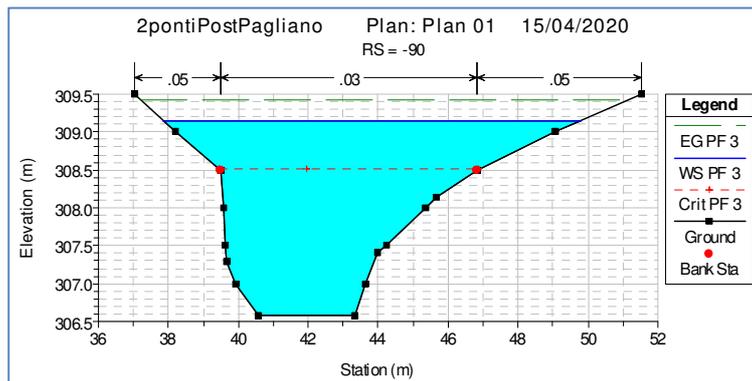
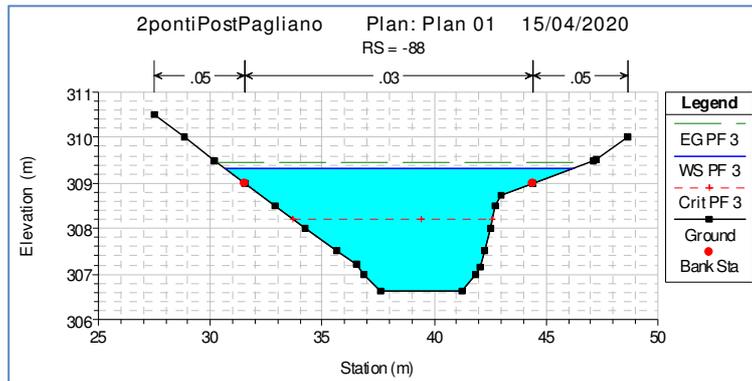
Di seguito si mostrano i dati (input) relativi alle sezioni trasversali del Fosso Pagliano e le elaborazioni numeriche (output) dei profili idraulici, riportati nella tabella e mostrati in grafico nella figura del profilo idrico.

Viabilità trasversale a Pr. 0+310 - FOSSO PAGLIANO

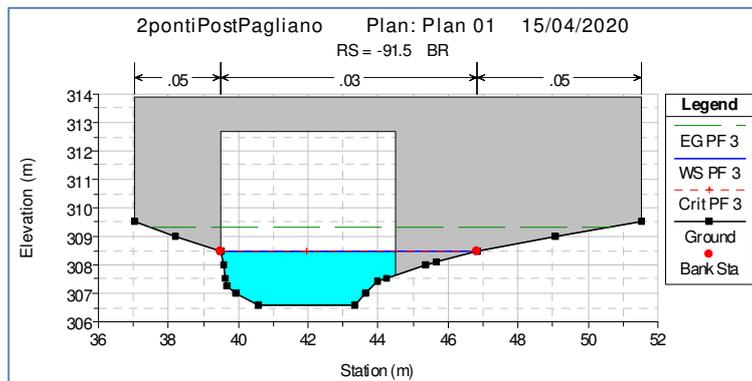
ELABORAZIONI A MOTO PERMANENTE

Portata $Q_{200} = 33.51 \text{ m}^3/\text{s}$

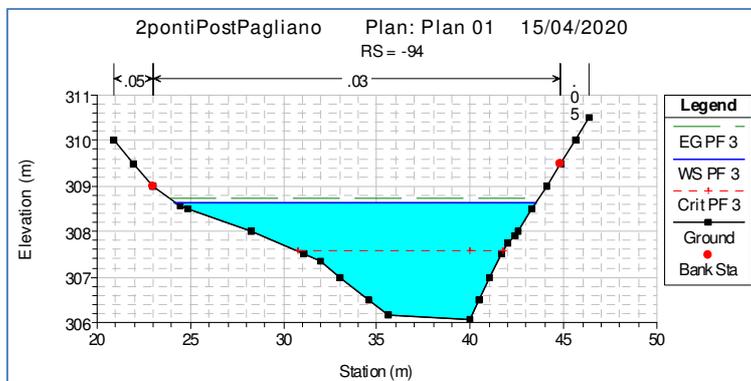
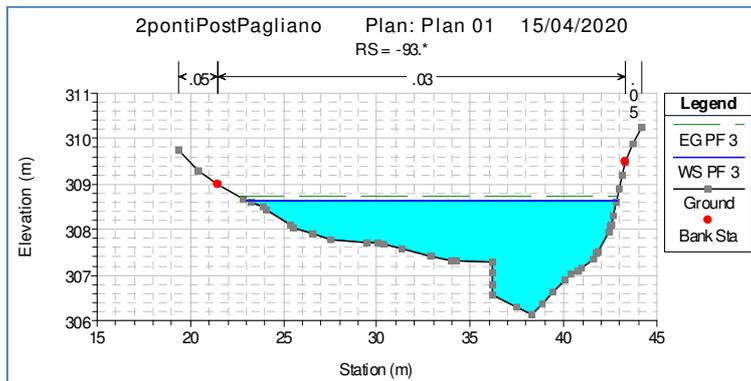
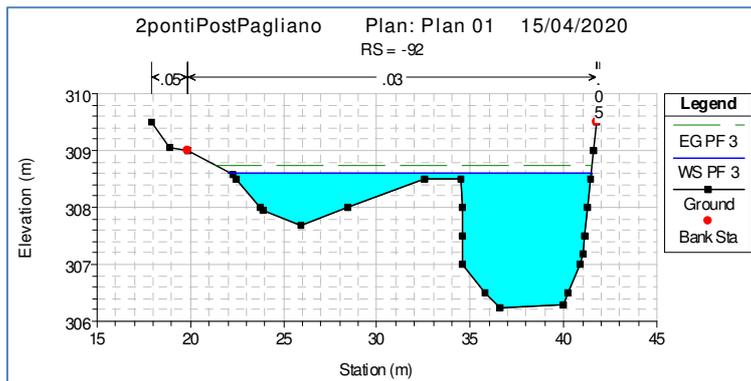
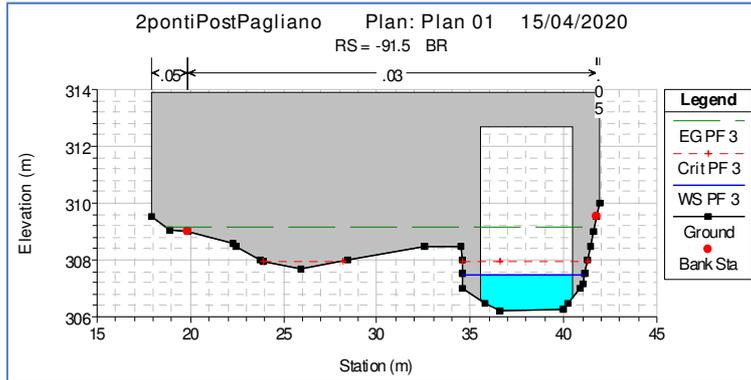
Sezioni di calcolo



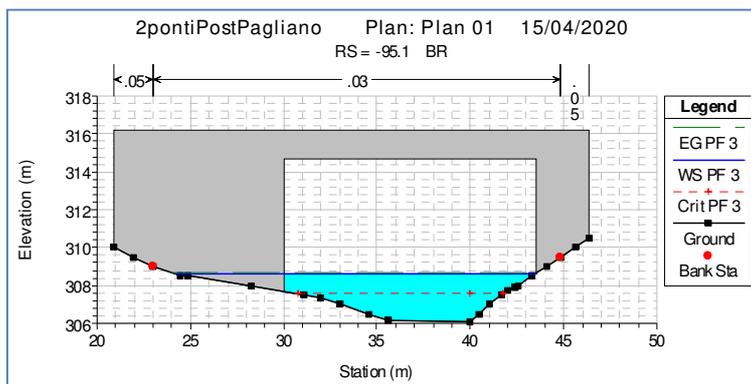
Sezione a monte della struttura esistente



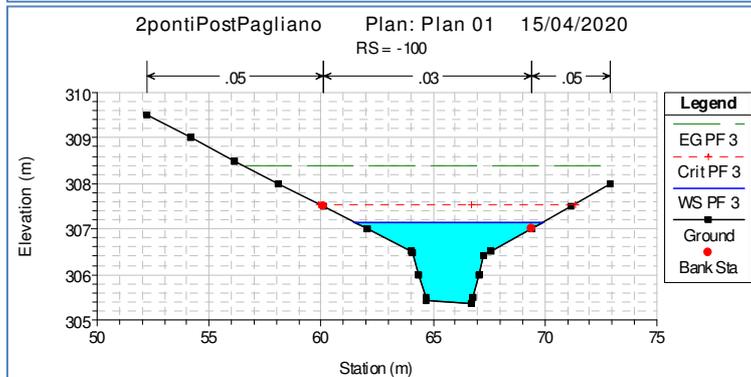
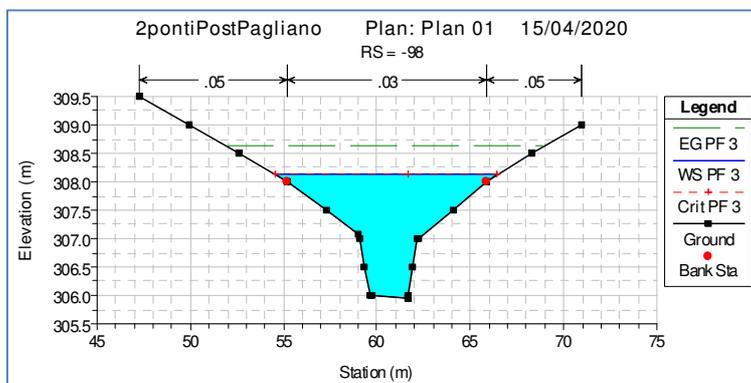
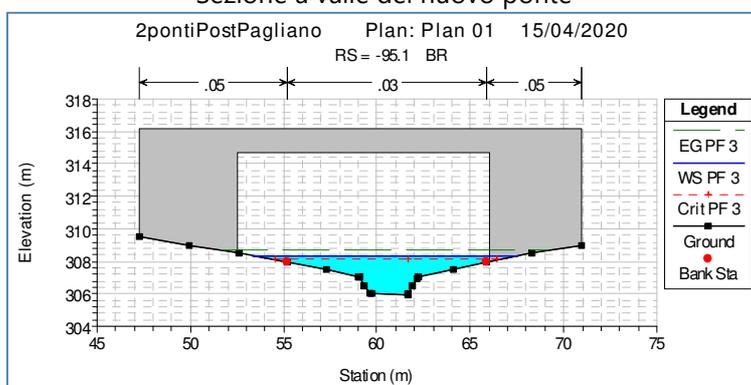
Sezione a valle della struttura esistente



Sezione a monte del nuovo ponte



Sezione a valle del nuovo ponte



Viabilità trasversale a Pr. 0+310 - FOSSO PAGLIANO

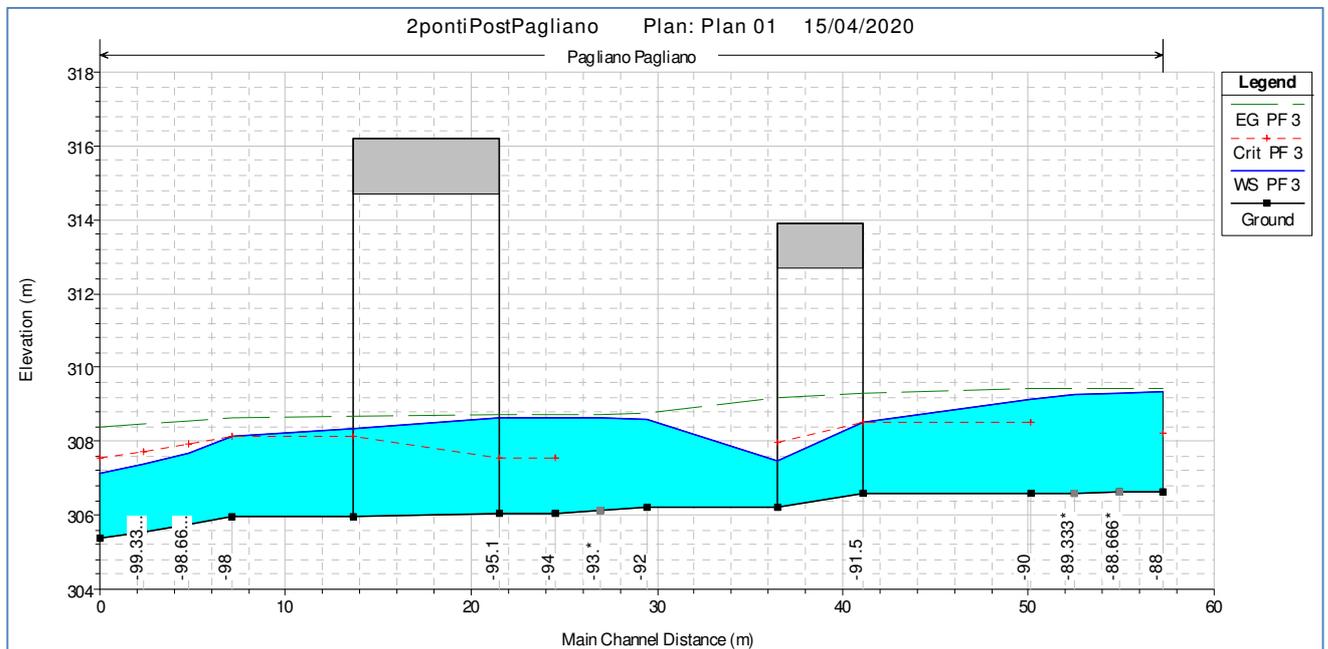
Q₂₀₀ 33.51 m³/s Tr 200 anni

Profile Output Table - 46C12															
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Pagliano Reach: Pagliano Profile: PF 3															
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Length Chnl	Min Ch El	Max Chl Dpth	W.S. Elev	Invert Slope	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Total	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			[m ³ /s]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m/m]	[m/s]	[m ²]	[m]	
Pagliano	-88	PF 3	33.51	2.38	306.63	2.71	309.34	0.0072	308.22	309.45	0.001086	1.46	23.02	15.56	0.36
Pagliano	-88.666*	PF 3	33.51	2.38	306.61	2.70	309.32	0.0067		309.44	0.001150	1.54	21.76	14.72	0.37
Pagliano	-89.333*	PF 3	33.51	2.38	306.60	2.67	309.27	0.0072		309.44	0.001496	1.72	19.44	13.64	0.41
Pagliano	-90	PF 3	33.51	9.00	306.58	2.57	309.15	0.0000	308.52	309.42	0.002804	2.16	15.55	11.95	0.54
Pagliano	-91.5	Bridge													
Pagliano	-92	PF 3	33.51	2.50	306.23	2.38	308.61	0.0361		308.75	0.002859	1.68	20.24	19.43	0.52
Pagliano	-93.*	PF 3	33.51	2.50	306.14	2.49	308.63	0.0360		308.73	0.001625	1.43	23.52	19.87	0.42
Pagliano	-94	PF 3	33.51	3.00	306.05	2.59	308.64	0.0000	307.56	308.72	0.000931	1.23	27.28	19.39	0.33
Pagliano	-95.1	Bridge													
Pagliano	-98	PF 3	33.51	2.38	305.95	2.17	308.12	0.0810	308.12	308.62	0.010385	3.11	10.79	11.88	0.99
Pagliano	-98.666*	PF 3	33.51	2.38	305.76	1.92	307.68	0.0815	307.92	308.55	0.022914	4.13	8.12	9.62	1.43
Pagliano	-99.333*	PF 3	33.51	2.38	305.56	1.84	307.40	0.0810	307.73	308.47	0.028824	4.57	7.33	8.94	1.59
Pagliano	-100	PF 3	33.51		305.37	1.78	307.15		307.55	308.38	0.032859	4.88	6.87	8.50	1.69

Total flow in cross section:

Viabilità trasversale a Pr. 0+310 - FOSSO PAGLIANO

Profilo idrico Q₂₀₀ 33.51 m³/s Tr 200 anni



Dai risultati ottenuti si evince che il nuovo ponte è idraulicamente idoneo per il libero deflusso della portata massima afferente, poiché i massimi livelli idrici in presenza del nuovo ponte (post operam) non subisce alterazioni significative in confronto all'alveo naturale. La portata di massima piena di 33.51 m³/s è interamente contenuta nelle sezioni d'alveo naturali e transita attraverso la struttura senza interessare aree esterne. Inoltre i massimi livelli idrici assicurano, anche per eventi di piena duecentennali, un franco idraulico minimo di 6.08m.

7.2.3 Faranghe

L'infrastruttura stradale in progetto interferisce con il corso del Torrente Faranghe: la strada lo attraversa tramite viadotto. Di seguito viene esposto lo studio idraulico al fine di verificare l'alterazione al deflusso provocata dalle opere di inalveazione a cavallo del ponte ed il franco di sicurezza rispetto al sottotrave del viadotto.

Nello studio idrologico è illustrato come la portata di progetto, con $Tr=200$ anni, è risultata di $Q=8.63$ m^3/s . Tuttavia lo studio è stato esteso anche alle piene con Tr pari a 50 e 100 anni, come sintetizzato nella tabella seguente.

Q_{50} (m^3/s)	Q_{100} (m^3/s)	Q_{200} (m^3/s)
7.05	7.84	8.63

Il tratto di fiume considerato nelle analisi idrometriche ha uno sviluppo di 300 m e presenta una pendenza media pari allo 5.6%, tra la quota 350 m s.l.m. e la quota 333 m s.l.m. L'alveo, piuttosto inciso, ha una larghezza media al fondo pari a 2.50 m. Sulla base della configurazione del fondo e del progetto definitivo si può assumere che il coefficiente di resistenza al moto di Strickler valga $K_s = 30m^{1/3}/s$.

L'opera interseca la strada in corrispondenza alla progressiva 1+660 m e interseca l'asse in modo pressoché ortogonale.

Il calcolo dei profili di moto permanente per le portate di progetto non presenta particolari singolarità. Imponendo che nelle sezioni di monte e di valle si instauri l'altezza critica, tale vincolo condiziona esclusivamente le sezioni di calcolo immediatamente adiacenti, si ha che il deflusso avviene per lo più in moto veloce con un passaggio per l'altezza critica nel tratto terminale.

Il profilo dello stato di fatto, le tabelle con i principali parametri idraulici e le sezioni trasversali con la relativa sezione liquida sono riportate, a completamento di quanto illustrato di seguito, nell'appendice allegata; nel seguito si riporta il profilo longitudinale di sintesi delle simulazioni effettuate nella configurazione ante e post operam.

Nelle simulazioni dello stato di progetto la situazione idrometrica sostanzialmente non subisce alterazioni significative.

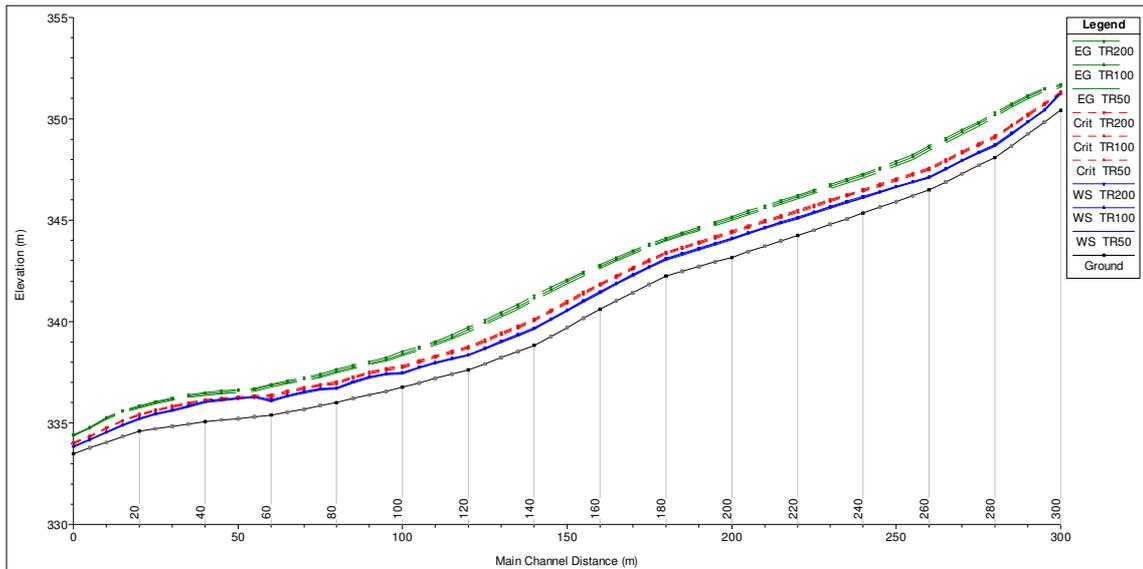


Figura 9: Profili idraulici stato di fatto

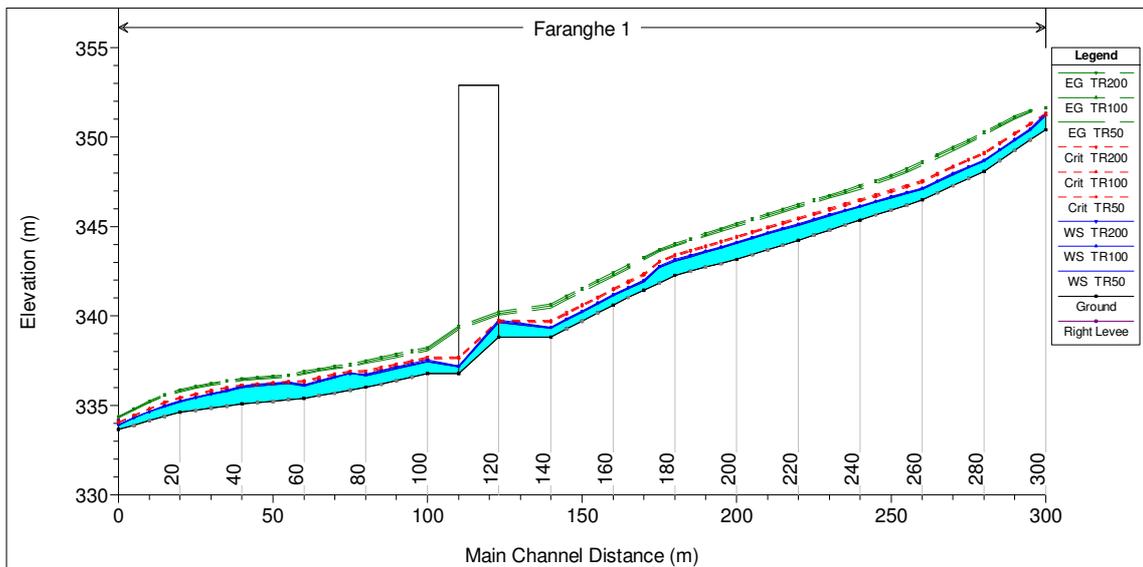


Figura 10: Profili idraulici stato di progetto

Il passaggio della piena avviene completamente all'interno dell'alveo senza interessare aree limitrofe.

La configurazione di progetto delle opere è verificata, la piena transita all'interno dell'inalveazione prevista senza interessare aree esterne

Per quanto riguarda il rispetto del franco idraulico tra il livello del pelo libero e l'impalcato del ponte, esso risulta sempre ampiamente verificato. Nella seguente tabella si riporta il livello del pelo idrico, la minima quota dell'intradosso del ponte e l'altezza cinetica della corrente. Il franco idraulico è soddisfatto, è infatti maggiore del massimo tra 1 m sulla quota del pelo libero e l'altezza cinetica.

Quota pelo libero (m s.l.m.)	Quota intradosso ponte (m s.l.m.)	Altezza cinetica corrente (m)	Franco (m)
339.76	349.70	2.23	9.94

7.2.4 Esino

L'opera in progetto attraversa il corso del fiume Esino nel suo tratto in corrispondenza del comune di Matelica immediatamente a valle del ponticello esistente sulla SP Matelica Esanatoglia. Il tratto in esame ha un andamento meandriforme, il ponte in progetto tuttavia attraversa il fiume con un angolo di incidenza quasi perpendicolare al corso d'acqua.

Il tratto studiato ha una lunghezza complessiva di 360 m a cavallo del ponte in progetto, il fondo presenta andamento irregolare con tatti in contropendenza, tuttavia la pendenza media verso valle è di circa lo 0.4%, che copre il dislivello da 369.25 a 367.80 m s.l.m..

L'alveo è posto in direzione O-E e flette maggiormente verso nord nell'ultimo tratto.

Esso ha una larghezza media di 23 m, l'alveo di magra disegna percorsi meandriformi e si può assumere che il coefficiente di scabrezza di Strickler valga $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Le portate di piena calcolate nella relazione idrologica sono:

Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)
222.87	247.73	272.51

Il calcolo effettuato per il deflusso della portata di piena nello stato di fatto mostra un profilo di moto permanente fortemente influenzato dal manufatto esistente che risulta essere tracimato anche per le portate con tempo di ritorno di 50 anni. Il ponticello esistente, di luce pari a circa 10 x 5 m produce un restringimento dell'alveo e di conseguenza i livelli idrici di monte raggiungono quote elevate inondando gran parte delle aree in destra ed in sinistra idraulica. La quota idrica raggiunge livelli tali che il ponticello viene tracimato durante il passaggio della piena di progetto. Anche a valle del manufatto l'alveo risulta insufficiente e la piena interessa le aree golenali tra un meandro e l'altro. A monte del ponticello si instaura un regime di corrente lenta per poi passare in corrente veloce immediatamente a valle del manufatto e proseguendo verso valle si instaura un risalto idraulico e la corrente torna in regime lento. I numeri di Froude variano tra 0.1 e 2.0 ed una velocità media variabile tra 0.9 e 9.0 m/s circa.

Il passaggio della piena attraverso il manufatto avviene con un profilo di classe B con passaggio da corrente lenta a corrente veloce.

Le aree circostanti allagate interessano per lo più la campagna con l'eccezione della SP Matelica Esanatoglia interessata dal passaggio della piena per un tratto a cavallo del ponticello sia a monte che a

valle. Le analisi svolte dal PAI, tuttavia, non classificano il tratto di alveo studiato come zona di attenzione o a rischio idraulico.

Il nuovo ponte sostanzialmente non modifica il regime idraulico preesistente. La criticità del tratto risulta essere rappresentata dal ponticello esistente come si può notare dalla figura seguente dove è riportato il confronto tra il regime idraulico che si ha nella simulazione ante operam (ao) e post operam (po):

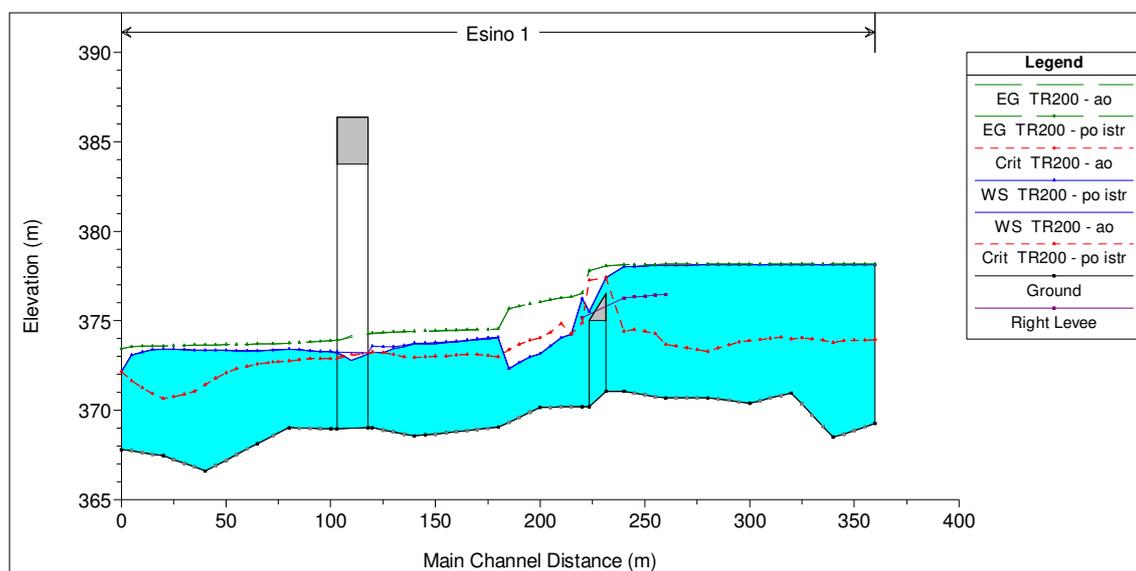


Figura 11: Confronto tra profili idraulici stato attuale (ao) e di progetto (po)

La configurazione di progetto delle opere è verificata, la piena transita all'interno dell'alveo di piena senza interessare le spalle del ponte, il passaggio della piena colpisce la pila P1 (quella più a nord) del ponte Esino, tuttavia la piena interessa solo marginalmente l'opera e con tiranti ridotti, per quest'opera sono previste delle protezioni in massi ciclopici attorno alle pile.

Per quanto riguarda il rispetto del franco idraulico tra il livello del pelo libero e l'impalcato del ponte, esso risulta sempre ampiamente verificato. Nella seguente tabella si riporta il livello del pelo idrico, la minima quota dell'intradosso del ponte e l'altezza cinetica della corrente. Il franco idraulico è soddisfatto, è infatti maggiore del massimo tra 1 m sulla quota del pelo libero e l'altezza cinetica.

Quota pelo libero (m s.l.m.)	Quota intradosso ponte (m s.l.m.)	Altezza cinetica corrente (m)	Franco (m)
373.58	383.71	0.71	10.13

7.2.5 Mistriano

L'infrastruttura stradale in progetto interferisce con il corso del Torrente Mistriano: la strada lo attraversa tramite viadotto alla progressiva 5+830 circa. Di seguito viene esposto lo studio idraulico al fine di verificare l'alterazione al deflusso provocata dalle opere di inalveazione a cavallo del ponte ed il franco di sicurezza rispetto al sottotrave del viadotto.

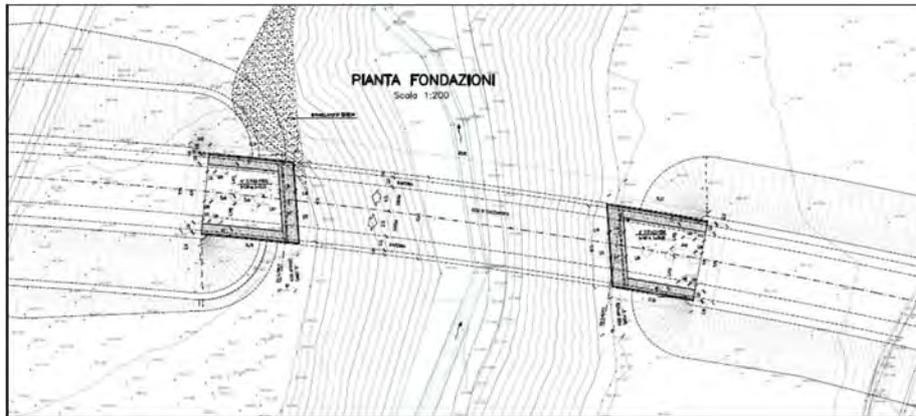
Nello studio idrologico è illustrato come la portata di progetto, con $Tr=200$ anni, è risultata di $Q=45.53$ m^3/s . Tuttavia lo studio è stato esteso anche alle piene con Tr pari a 50 e 100 anni, come sintetizzato nella tabella seguente.

Q_{50} (m^3/s)	Q_{100} (m^3/s)	Q_{200} (m^3/s)
37.23	41.39	45.53

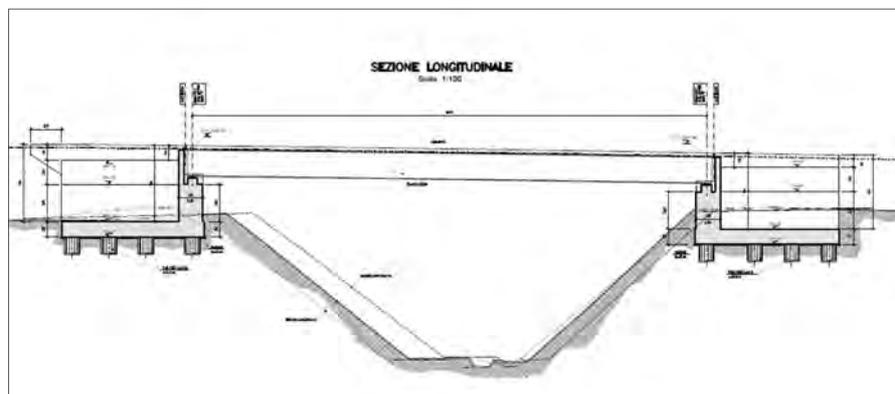
Il tratto di fiume considerato nelle analisi idrometriche ha uno sviluppo di 420 m e presenta una pendenza media pari allo 0.29%, precisamente tra la quota 382.92 m s.l.m. e la quota 370.46 m s.l.m. L'alveo di magra è piuttosto inciso, ha una larghezza media al fondo pari a 1.0 m e in testa risulta mediamente 3.50 m, il torrente ha delle aree golenali in destra e in sinistra che sono interessate, per gran parte del tratto studiato dal passaggio della piena. Le aree golenali e tutto l'alveo si presentano comunque contenute da pareti oblique che contengono la piena e impediscono l'allagamento di aree esterne. Sulla base della configurazione del fondo e del progetto definitivo si può assumere che il coefficiente di resistenza al moto di Strickler valga $K_s = 30m^{1/3}/s$.

Per il superamento del Torrente Mistriano è prevista la realizzazione di un ponte ad unica campata di luce pari a 50m. Tale luce permette l'ubicazione delle spalle ad una quota superiore ai massimi di livelli idrici per eventi di piena anche pluricentennali. Non c'è quindi interferenza tra il deflusso idraulico e le fondazioni del ponte, non sono previste pertanto sistemazioni spondali dell'alveo in quanto sono da escludersi fenomeni di erosione e scalzamento delle fondazioni del ponte stesso.

Pianta attraversamento Ponte Mistriano



Sezione attraversamento Ponte Mistriano



Il calcolo dei profili di moto permanente per le portate di progetto non presenta particolari singolarità. Imponendo che nelle sezioni di monte e di valle si instauri l'altezza critica, tale vincolo condiziona esclusivamente le sezioni di calcolo immediatamente adiacenti, si ha che il deflusso avviene per lo più in moto veloce, il numero di Froude è prossimo all'unità che determina l'instaurarsi di una serie di passaggi da moto veloce a moto lento e viceversa.

Il profilo dello stato di fatto, le tabelle con i principali parametri idraulici e le sezioni trasversali con la relativa sezione liquida sono riportate, a completamento di quanto illustrato di seguito, nell'appendice allegata; nel seguito si riporta il profilo longitudinale di sintesi delle simulazioni effettuate nella configurazione ante e post operam.

Nelle simulazioni dello stato di progetto la situazione idrometrica non subisce alterazioni significative.

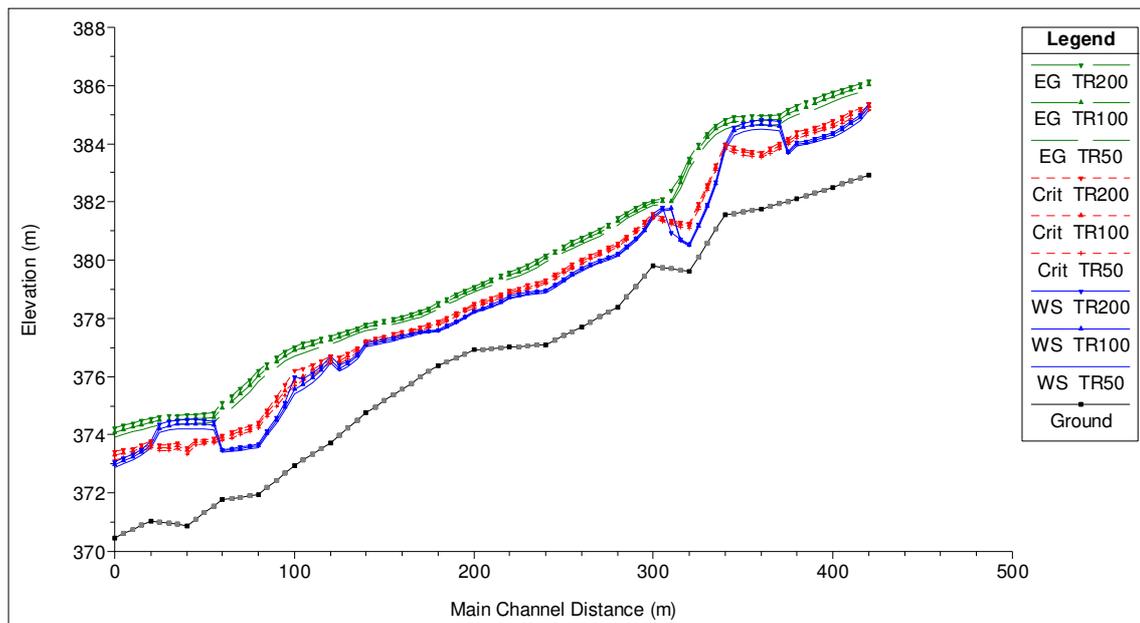


Figura 12: Profili idraulici stato di fatto

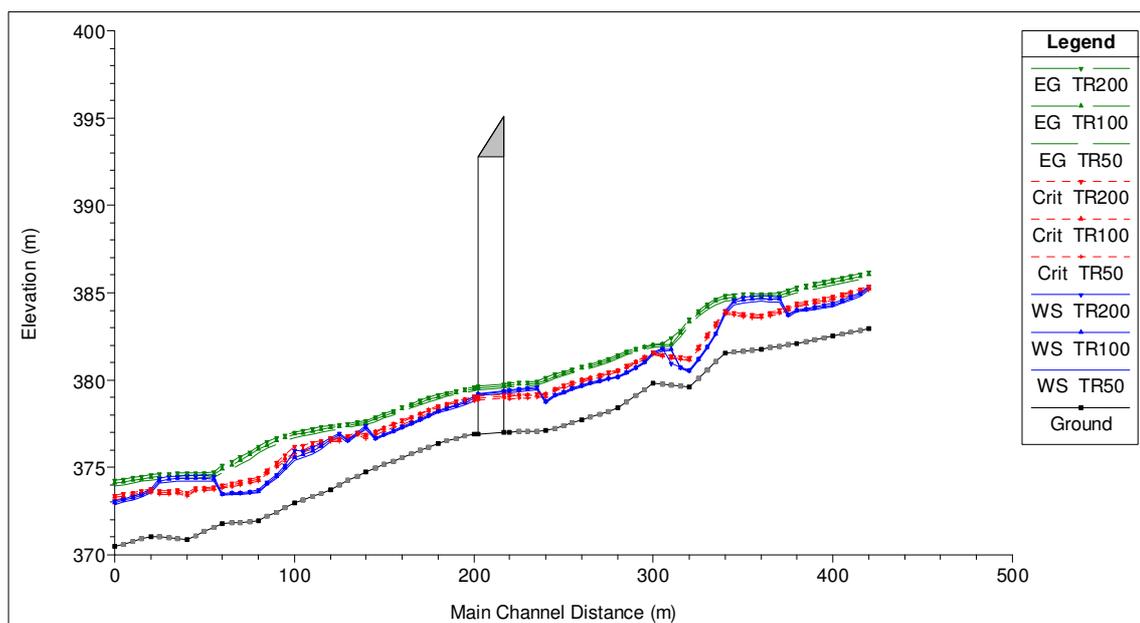


Figura 13: Profili idraulici stato di progetto

La configurazione di progetto delle opere è verificata, la piena transita dell'alveo senza interessare aree esterne e senza interessate in alcun modo le spalle del ponte in progetto.

Per quanto riguarda il rispetto del franco idraulico tra il livello del pelo libero e l'impalcato del ponte, esso risulta sempre ampiamente verificato. Nella seguente tabella si riporta il livello del pelo idrico, la minima quota dell'intradosso del ponte e l'altezza cinetica della corrente. Il franco idraulico è soddisfatto, è infatti maggiore del massimo tra 1 m sulla quota del pelo libero e l'altezza cinetica.

Quota pelo libero (m s.l.m.)	Quota intradosso ponte (m s.l.m.)	Altezza cinetica corrente (m)	Franco (m)
378.97	392.43	0.90	13.46

7.2.6 Inalveazione Matelica sud

La situazione attuale per il deflusso delle portate provenienti dal bacino idrografico n. VII (figura n°14) di estensione ca. 1.06 Km², avviene lungo un fosso esistente, (evidenziato con linea blu) e perviene dopo uno sviluppo di circa 1600m alla strada Muccese. Per consentire il deflusso delle portate di magra attraverso la Muccese ed il vicino corpo ferroviario di valle e della strada poderale è esistente un tombino Ø700mm. A valle della ferrovia le portate provenienti dal bacino VII e dal bacino VIII di estensione simile hanno esito, in corrispondenza del sottopasso ferroviario esistente, in due tombini di dimensioni Ø400 e Ø500mm. E' molto probabile che per precipitazioni anche ordinarie i flussi d'acqua possano interessare anche la viabilità del sottopasso.

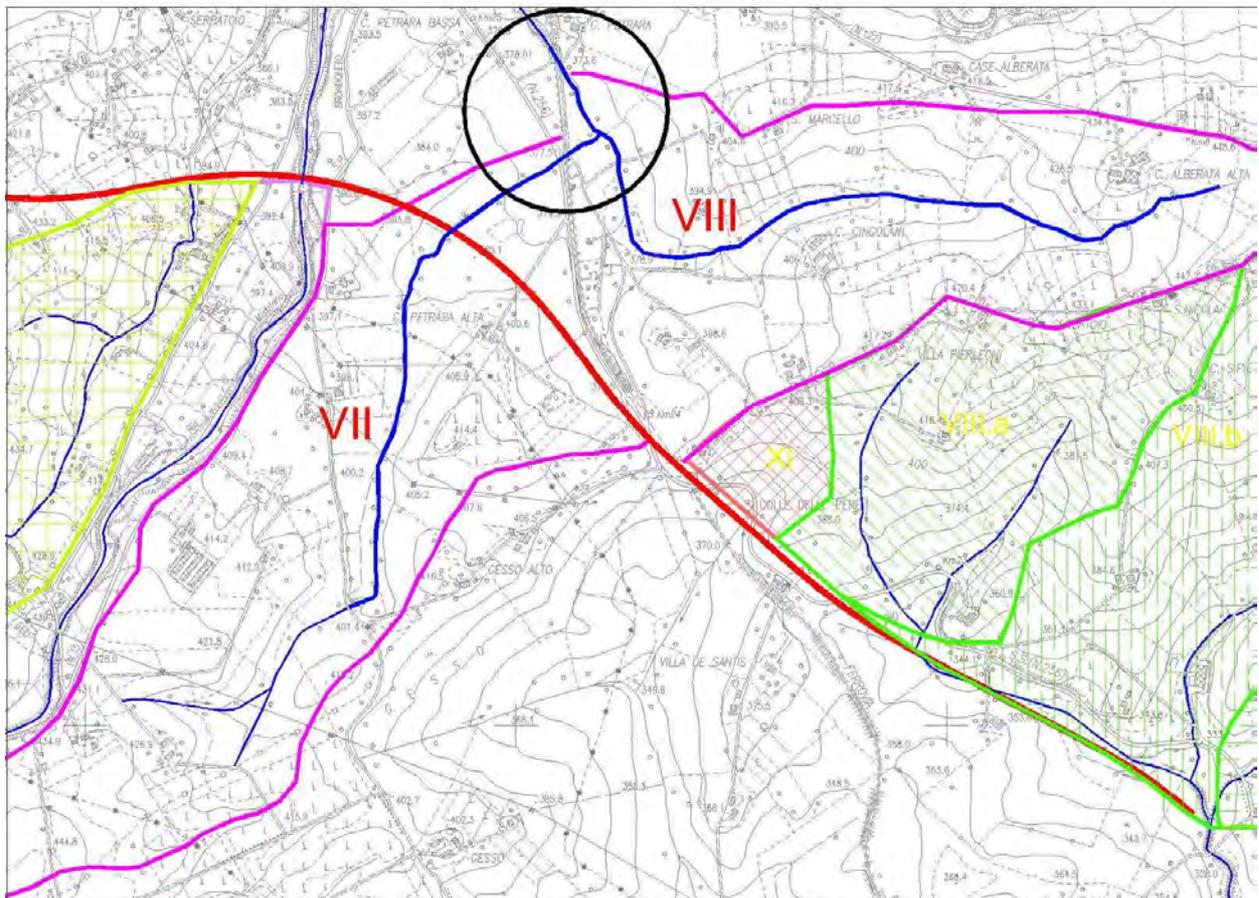


Figura 14: Planimetria bacini idrografici

Per verificare la criticità idraulica sono state rilevate, nella relazione idraulica del progetto in esame, le massime portate del bacino n°VII, che risultano di 8.22 m³/s, 9.13 m³/s e 10.05 m³/s, stimate rispettivamente per tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni.

Data l'entità delle portate afferenti le opere esistenti, in attraversamento della Muccese e della ferrovia, non risultano idonee al deflusso delle massime portate e quindi per eventi di precipitazione eccezionali l'area a monte del tombino Ø700mm esistente è interessata da allagamenti più o meno estesi come mostrato sinteticamente nella seguente fig. n°15.

Si fa presente inoltre che anche per portate ordinarie sono possibili tracimazioni sul piano campagna dell'alveo esistente che risulta di limitata luce idraulica.

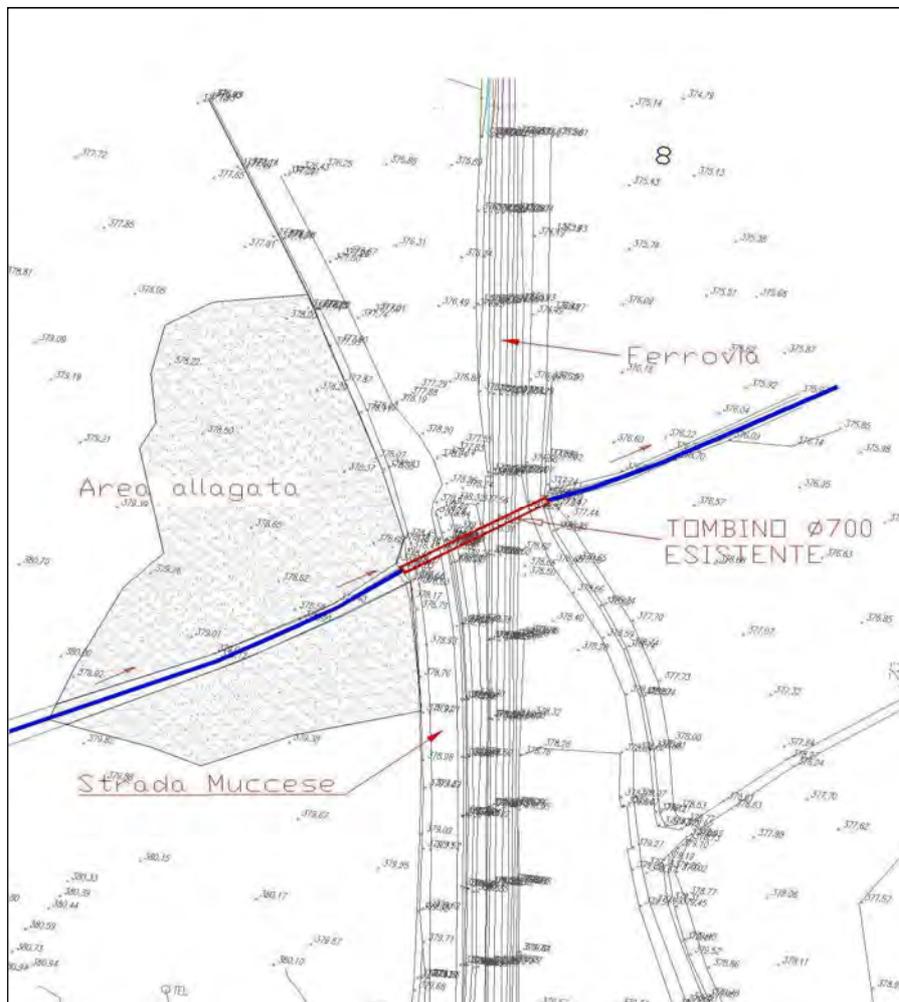


Figura 15: Attraversamento del Ø700mm e area di invaso

Data l'interferenza del nuovo svincolo di Matelica Sud con il bacino idrografico n.VII, la continuità idraulica è assicurata da una canalizzazione rettangolare di base 3.0m dalla rampa "A" di monte, alla rampa "D" di valle, attraversando la Pedemontana al km 6+208.60. Per l'entità delle portate afferenti negli attraversamenti è previsto l'inserimento di un tombino scatolare 3.0x2.0m.

7.2.7 Interventi di progetto

Si propone quindi di intercettare i flussi d'acqua provenienti dal bacino VII, comprensivo delle portate provenienti dalla canaletta 1.50x1.50m, a monte del tombino Ø700mm esistente della Muccese tramite un canale trapezoidale in cls di dimensioni base 1.0m, altezza massima 1.5m e sponde 1/1,

Le portate defluiscono quindi lungo la canalizzazione di sviluppo 302m ca. mantenendosi costantemente sullo stesso lato ferroviario ed hanno esito nell'alveo naturale in prossimità del sottopasso ferroviario esistente. Per garantire la continuità idraulica all'interferenza con la Muccese e con la viabilità podereale esistente sono previsti tombini Ø1800 mm in PEAD rispettivamente alle progr. 56.11 e progr. 248.68 del profilo idrico. Al fine di migliorare il deflusso all'imbocco e allo sbocco i tombini Ø 1800 sono tagliati a becco di flauto a 45°. Al fine ridurre la pendenza longitudinale della canalizzazione e quindi limitare la velocità media del flusso d'acqua sono stati inseriti, lungo l'opera, salti di fondo in cls da 50 e 100cm.

In corrispondenza del raccordo finale con l'alveo naturale, esito finale delle portate, il canale trapezoidale in cls presenta un salto di fondo di 1.0m. Per contrastare possibili fenomeni di scalzamento localizzato e stabilizzare quindi il canale trapezoidale e l'alveo naturale sono state inserite delle protezioni in gabbioni di pietrame sovrapposti sulle sponde ed al fondo una platea in gabbioni di spessore 0.30m.

Il rivestimento con materassi o gabbioni di pietrame si presta all'inserimento di terreno vegetale (idrosemia) che sviluppandosi all'interno della struttura può mimetizzare l'impatto visivo dell'opera. In presenza di terreni con granulometria fine al di sotto del rivestimento è necessario interporre tra il rivestimento ed il terreno uno strato di geotessile con funzione filtrante atto a prevenire il trasporto per sospensione del materiale sottostante.

Negli elaborati grafici, relativi alla planimetria e profilo della canalizzazione, sono mostrate l'ubicazione delle opere di progetto e le sezioni trasversali con le relative opere strutturali ed eventuali opere di protezione.

Nelle seguenti figure n° 16 e 17 si mostra, in pianta l'intervento di progetto della canalizzazione trapezoidale e le opere di attraversamento $\phi 1800$ mm.

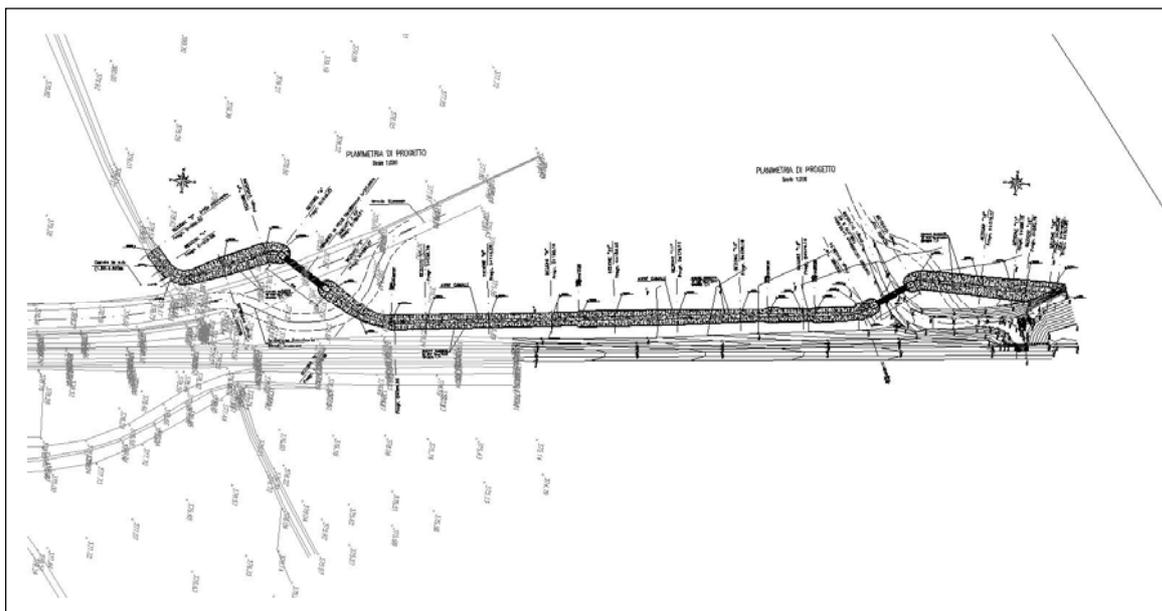


Figura 16: Attraversamento del Ø700mm e area di invaso

Nella figura n° 17 seguente si mostra, l'area interessata dal progetto di canalizzazione e l'ubicazione del tombino scatolare 3.0x2.0 m nello svincolo di Matelica sud. Evidenziato con un tratto blu il fosso naturale del bacino idrografico n°VII connesso a valle al progetto di canalizzazione.

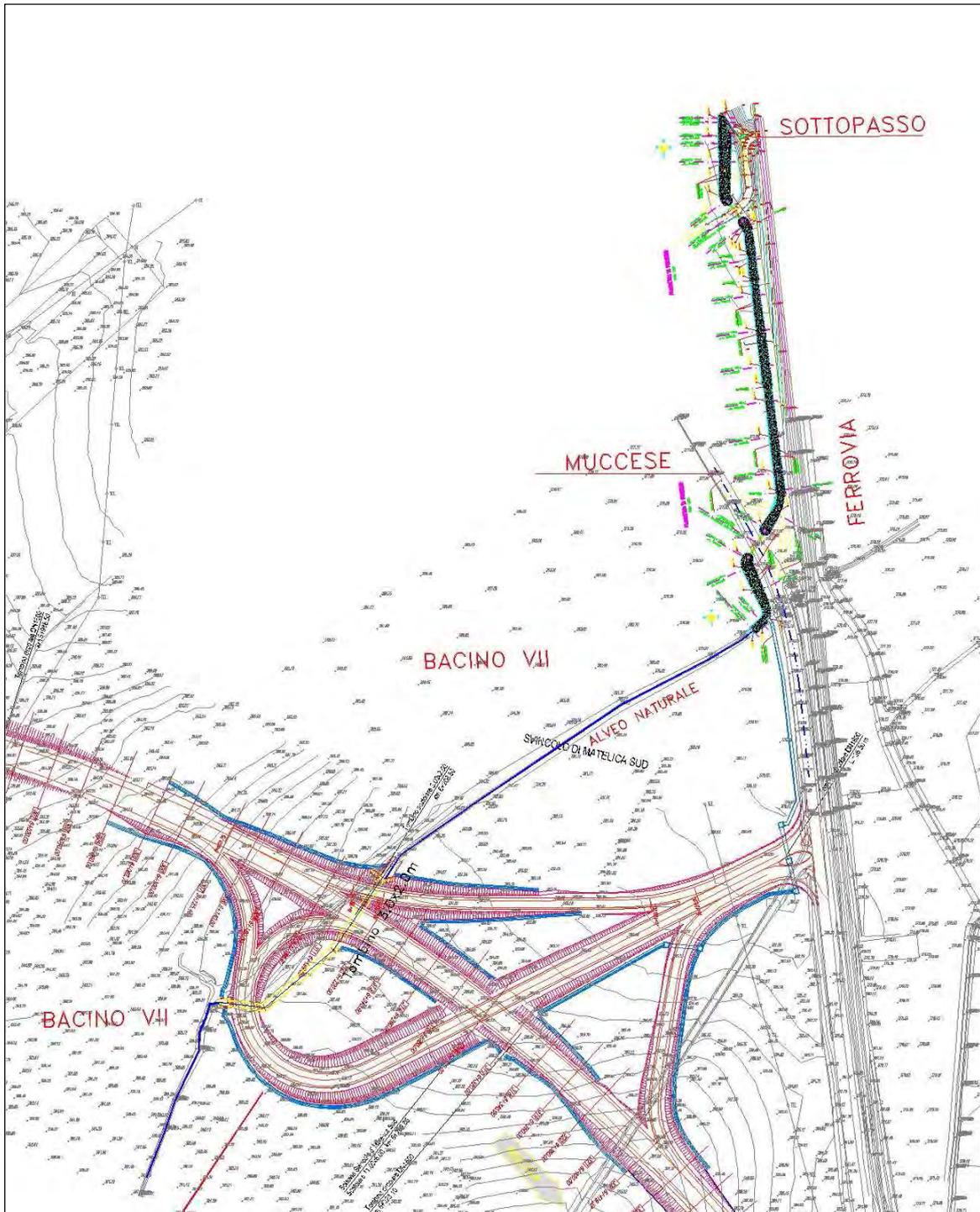


Figura 17: Attraversamento del Ø700mm e area di invaso

7.2.8 STIMA DEI MASSIMI LIVELLI IDRICI

Per la verifica idraulica delle opere proposte, si sono calcolati i massimi livelli idrici avvalendosi della formula di Manning-Strickler secondo la quale, il flusso di moto uniforme in condizione di deflusso libero, la velocità media in una sezione di pendenza (i), raggio idraulico (Ri) e coefficiente di scabrezza (n) sono correlati dal seguente rapporto :

$$V = 1/n \times Ri^{(2/3)} \times i^{(1/2)}$$

dove:

V = velocità media del flusso in m/s

n = coefficiente di scabrezza $1/n=70$ opere in calcestruzzo

Ri = raggio idraulico (rapporto tra luce idraulica (m²) e perimetro bagnato (m.)

I = pendenza longitudinale (m/m)

Portata e velocità sono poi legate dalla seguente equazione di continuità:

$$Q = V \times A$$

dove:

Q = portata in m³/s

A = area liquida in mq

Di seguito si allegano le scale di deflusso (Tab. 18, 19 e 20) relative all'inalveazione in cls a sezione trapezoidale ed ai tombini \varnothing 1800mm. Nei grafici corrispondenti sono indicate le relazioni intercorrenti tra altezza idrica (h in m), portata unitaria (Q/i0.5 m³/s), e velocità del flusso (V in m/s).

La verifica della capacità idraulica dell'opera d'inalveazione a sezione trapezoidale e per i tombini \varnothing 1800 mm in PEAD è stata eseguita assumendo per il calcolo la portata massima di 10.05 m³/s, relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, un coefficiente di scabrezza $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ e le rispettive pendenze longitudinali.

Nella seguente tabella, per il canale a sezione trapezoidale, si mostrano i risultati ottenuti a moto uniforme dei massimi livelli idrici in funzione di differenti pendenze longitudinali.

Pendenza m/m	Altezza idrica m	Grado riempimento %
0.0120	1.01	67.3
0.0136	0.98	65.3
0.024	0.90	60

Nella seguente tabella, per i tombini $\varnothing 1800\text{mm}$, si mostrano i risultati ottenuti a moto uniforme dei massimi livelli idrici in funzione delle relative pendenze longitudinali di ogni attraversamento.

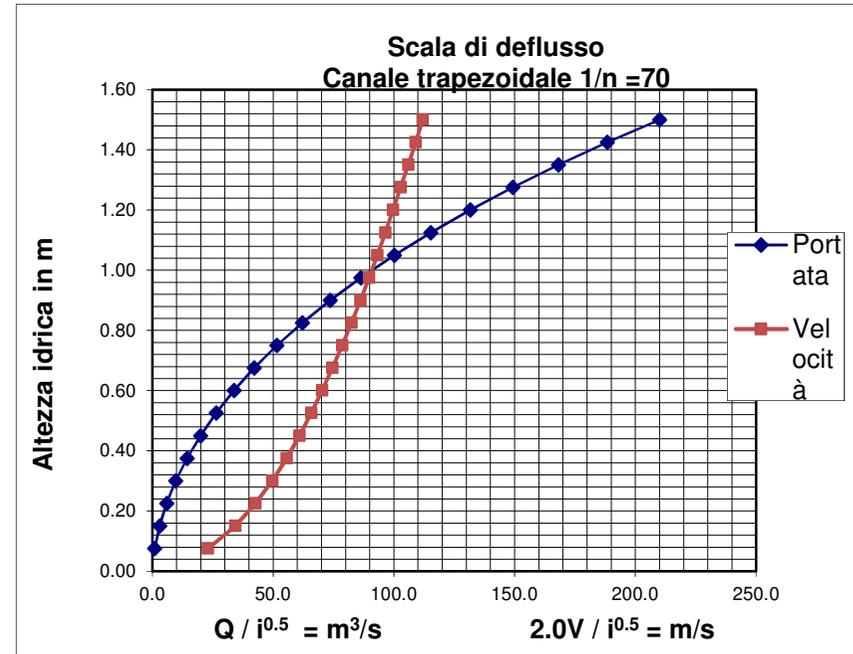
Progressiva 'km	Pendenza m/m	Altezza idrica 'm	Grado riempimento %
0+056.11	0.0136	1.28	71.1
0+248.68	0.0120	1.22	68.0

Le verifiche effettuate attestano l'idoneità del dimensionamento delle opere idrauliche proposte, poiché i livelli idrici sono interamente contenuti nella sezione idraulica con un grado di riempimento massimo inferiore al 75% dell'altezza utile.

Scala di deflusso Canale trapezoidale di base 1.0m e altezza 1.50m

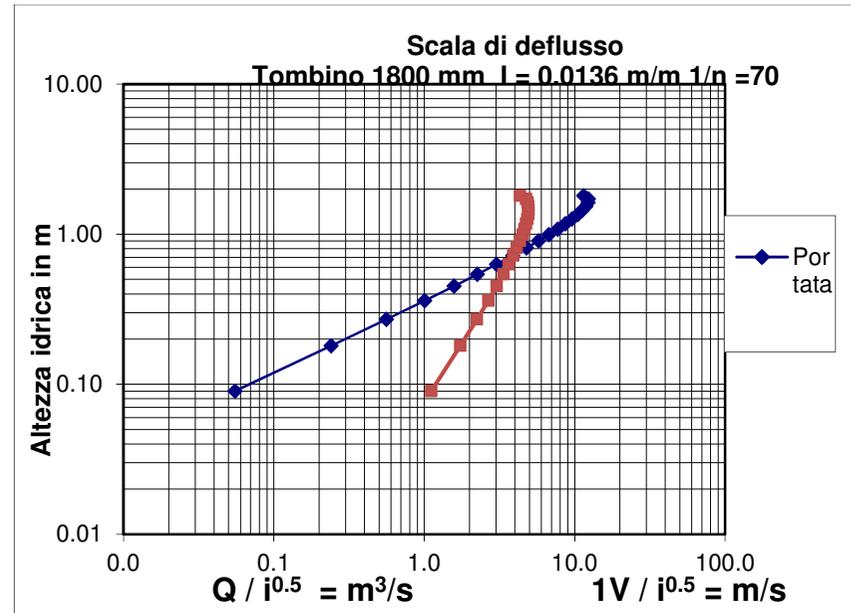
Tab. 18

Base minore struttura	[m]	=	1.00				
Base maggiore struttura	[m]	=	4.00				
Altezza max struttura	[m]	=	1.50				
Coeff. di scabrezza Manning 1/n		=	70.0				
Altezza idrica	Altezza %	Area m2	Q mc/s	Portata mc/s (f) Pendenza m/m			
			1	0.002	0.005	0.012	0.013
0.08	5.00	0.08	0.93	0.04	0.07	0.10	0.11
0.15	10.00	0.17	2.96	0.13	0.21	0.32	0.34
0.23	15.00	0.28	5.88	0.26	0.42	0.64	0.67
0.30	20.00	0.39	9.68	0.43	0.68	1.06	1.10
0.38	25.00	0.52	14.33	0.64	1.01	1.57	1.63
0.45	30.00	0.65	19.88	0.89	1.41	2.18	2.27
0.53	35.00	0.80	26.34	1.18	1.86	2.89	3.00
0.60	40.00	0.96	33.75	1.51	2.39	3.70	3.85
0.68	45.00	1.13	42.15	1.88	2.98	4.62	4.81
0.75	50.00	1.31	51.57	2.31	3.65	5.65	5.88
0.83	55.00	1.51	62.04	2.77	4.39	6.80	7.07
0.90	60.00	1.71	73.62	3.29	5.21	8.06	8.39
0.98	65.00	1.93	86.32	3.86	6.10	9.46	9.84
1.05	70.00	2.15	100.19	4.48	7.08	10.98	11.42
1.13	75.00	2.39	115.27	5.15	8.15	12.63	13.14
1.20	80.00	2.64	131.58	5.88	9.30	14.41	15.00
1.28	85.00	2.90	149.17	6.67	10.55	16.34	17.01
1.35	90.00	3.17	168.08	7.52	11.88	18.41	19.16
1.43	95.00	3.46	188.33	8.42	13.32	20.63	21.47
1.50	100.00	3.75	209.96	9.39	14.85	23.00	23.94



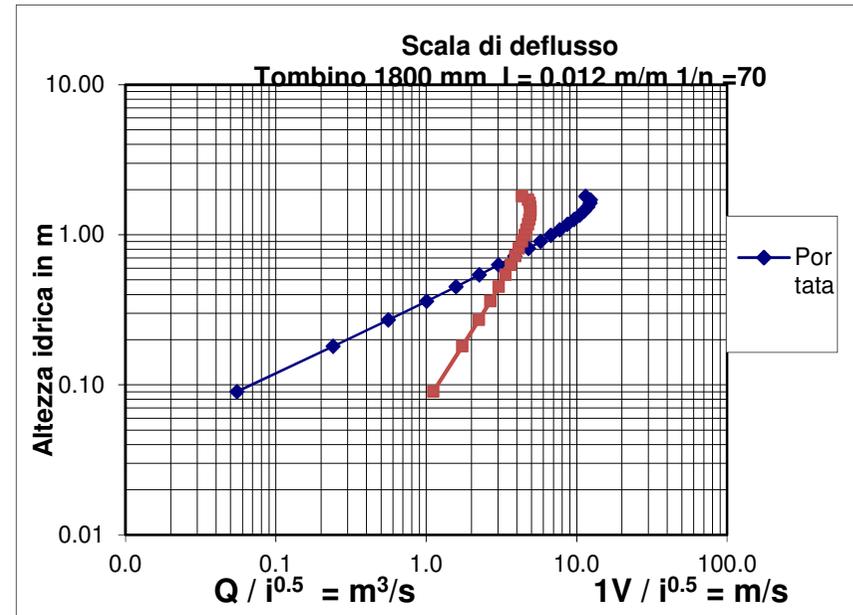
Tombino 1800mm in attraversamento della Muccese a pk 56.11 Tab. 19

Diametro [m] = 1.800					Pendenza m/m	Rapp. Vel. 1.0	
1.800							
Coeff. di scabrezza Manning 1/n = 70.0					Q mc/s 0.0136	Velocità m/s	
Altezza idrica	Altezza %	α al centro	Area m2	Perimet. bagnato			
0.09	5	0.90	0.048	0.81	0.151	0.059	1.23
0.18	10	1.29	0.132	1.16	0.236	0.255	1.92
0.27	15	1.59	0.239	1.43	0.303	0.593	2.48
0.36	20	1.85	0.362	1.67	0.361	1.068	2.95
0.45	25	2.09	0.497	1.88	0.411	1.671	3.36
0.54	30	2.32	0.642	2.09	0.456	2.389	3.72
0.63	35	2.53	0.794	2.28	0.495	3.208	4.04
0.72	40	2.74	0.951	2.46	0.530	4.111	4.32
0.81	45	2.94	1.111	2.65	0.560	5.081	4.58
0.90	50	3.14	1.272	2.83	0.587	6.099	4.79
0.99	55	3.34	1.434	3.01	0.610	7.145	4.98
1.08	60	3.54	1.594	3.19	0.630	8.196	5.14
1.17	65	3.75	1.751	3.38	0.646	9.227	5.27
1.26	70	3.96	1.903	3.57	0.658	10.213	5.37
1.35	75	4.19	2.047	3.77	0.666	11.124	5.43
1.44	80	4.43	2.182	3.99	0.669	11.924	5.46
1.53	85	4.69	2.305	4.22	0.668	12.570	5.45
1.62	90	5.00	2.412	4.50	0.660	13.001	5.39
1.71	95	5.38	2.497	4.84	0.643	13.108	5.25
1.80	100	6.28	2.545	5.65	0.587	12.199	4.79



Tombino 1800mm in attraversamento della Strada poderale a pk 248.68
Tab. 20

Diametro [m] = 1.800							
						Pendenza	Rapp. Vel.
Coeff. di scabrezza Manning 1/n = 70.0						m/m	1.0
Altezza idrica	Altezza %	α al centro	Area m ²	Perimet. bagnato	Ri ^{2/3}	Q mc/s	Velocità m/s
						0.012	
0.09	5	0.90	0.048	0.81	0.151	0.055	1.11
0.18	10	1.29	0.132	1.16	0.236	0.239	1.73
0.27	15	1.59	0.239	1.43	0.303	0.557	2.23
0.36	20	1.85	0.362	1.67	0.361	1.003	2.66
0.45	25	2.09	0.497	1.88	0.411	1.570	3.03
0.54	30	2.32	0.642	2.09	0.456	2.244	3.36
0.63	35	2.53	0.794	2.28	0.495	3.013	3.64
0.72	40	2.74	0.951	2.46	0.530	3.861	3.90
0.81	45	2.94	1.111	2.65	0.560	4.773	4.13
0.90	50	3.14	1.272	2.83	0.587	5.729	4.32
0.99	55	3.34	1.434	3.01	0.610	6.711	4.49
1.08	60	3.54	1.594	3.19	0.630	7.698	4.64
1.17	65	3.75	1.751	3.38	0.646	8.667	4.75
1.26	70	3.96	1.903	3.57	0.658	9.594	4.84
1.35	75	4.19	2.047	3.77	0.666	10.449	4.90
1.44	80	4.43	2.182	3.99	0.669	11.200	4.93
1.53	85	4.69	2.305	4.22	0.668	11.807	4.92
1.62	90	5.00	2.412	4.50	0.660	12.213	4.86
1.71	95	5.38	2.497	4.84	0.643	12.312	4.73
1.80	100	6.28	2.545	5.65	0.587	11.459	4.32



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	60 di 321

7.2.9 Calcolo delle azioni di erosione alla base delle opere in alveo e spinta sulle pile

L'unica opera interessata dal passaggio della corrente di piena è la pila 1 del ponte Esino, per questa si sono estratti dai risultati del calcolo dei profili di rigurgito della corrente, nonché dalla configurazione geometrica delle opere:

Hydraulic Design Data Pier Scour

Pier: #1 (CL = 30)

Input Data

Pier Shape: Round nose

Pier Width (m): 3.00

Grain Size D50 (mm): 800

Depth Upstream (m): 0.86

Velocity Upstream (m/s): 1.31

K1 Nose Shape: 1.00

Pier Angle: 0.52

Pier Length (m): 10.00

K2 Angle Coef: 1.02

K3 Bed Cond Coef: 1.10

Grain Size D90 (mm): 1000

K4 Armouring Coef: -

Results

Scour Depth Ys (m): 0.0

Froude #: 0.222

Equation: CSU equation

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	61 di 321

Dati calcolo spinta su pile				
Larghezza pila		a =	3	m
Monte	Tirante idrico	Y₁ =	0.86	m
	Velocità	U₁ =	1.31	m/s
Valle	Tirante idrico	Y₂ =	1.42	m
Densità acqua		ρ =	1	kN s ² /m ⁴
Viscosità cinematica acqua		ν =	1.0E-06	m ² /s
Coefficiente di forma		C_D =	2	
Area proiezione pila nel verso della corrente		A.P. =	2.6	m ²
Spinta su pile				
Numero di Reynolds monte		Re =	1.2E+07	
Spinta sulla pila dovuta alla quantità di moto		SQ =	443	kg
Spinta idrostatica di monte		Sl. m =	1109.40	kg
Spinta idrostatica di valle		Sl. v =	1831.80	kg
Spinta idrostatica risultante		Sl. r =	-722.40	kg
Spinta azioni idrodinamiche complessive		R =	-280	kg

L'erosione localizzata in corrispondenza della pila 1 del ponte Esino è nulla grazie alla messa in opera di protezioni in massi di diametro medio paria circa 0.8 m a protezione della fondazione. Per quanto riguarda la spinta dovuta alle risultanti delle forze idrodinamiche e idrostatiche che il passaggio della piena esercita sulla pila questa ha valori molto bassi (280 kg) ed è influente ai fini delle verifiche statiche strutturali.



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	62 di 321

7.3 ATTRAVERSAMENTI SECONDARI

7.3.1 Tombino progressiva 0+011.90_monte

Site Data

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 1.55 m

Outlet Station: 34.67 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: NONE

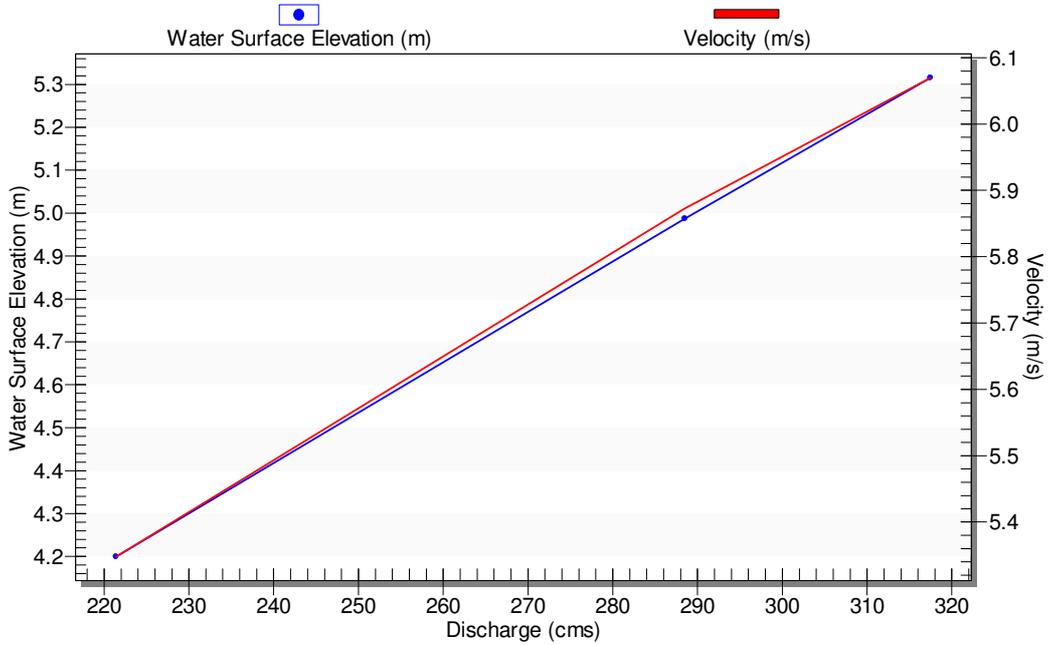
Tailwater Channel Data - 0+011_monte

Tailwater Channel Option: Enter Rating Curve

Channel Invert Elevation: 0.00 m

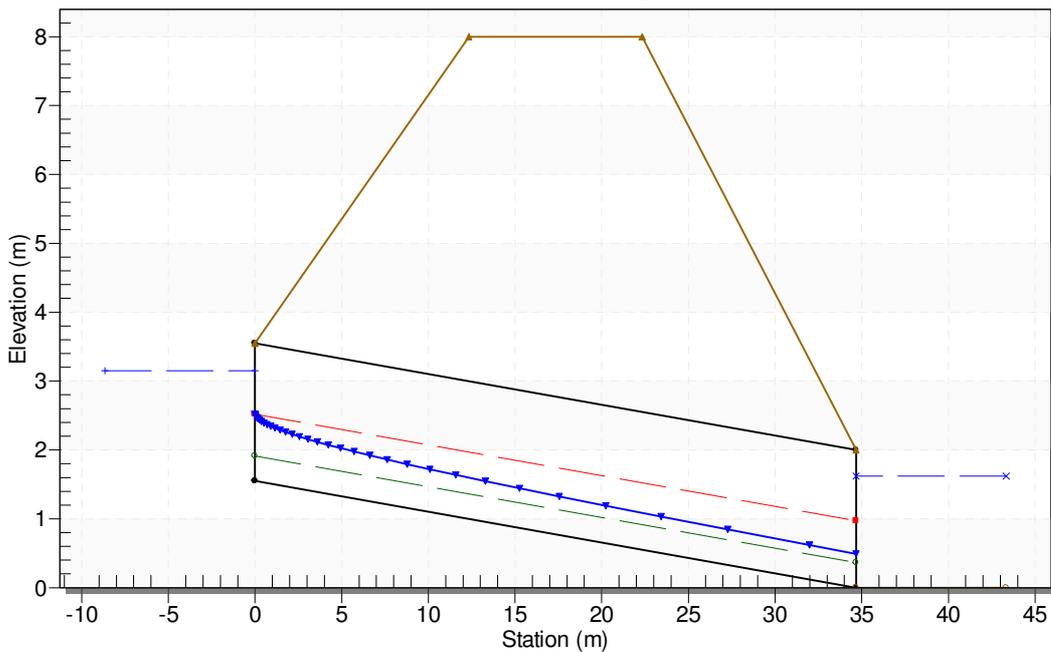
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	63 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 0+011_monte, Design Discharge - 8.99 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 8.99 cms





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	64 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	6.27	6.27	2.80	1.255	0.0*	1-S2n	0.286	0.763	0.371	1.280	5.628	1.084
TR100	8.17	8.17	3.05	1.498	0.136	1-S2n	0.340	0.911	0.456	1.520	5.976	1.630
TR200	8.99	8.99	3.15	1.598	0.272	1-S2n	0.364	0.971	0.492	1.620	6.096	1.630

7.3.2 Tombino progressiva 0+011.90_valle

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.87 m

Outlet Station: 39.20 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: NONE

Tailwater Channel Data - 0+010 valle

Tailwater Channel Option: Rectangular Channel

Bottom Width: 3.00 m

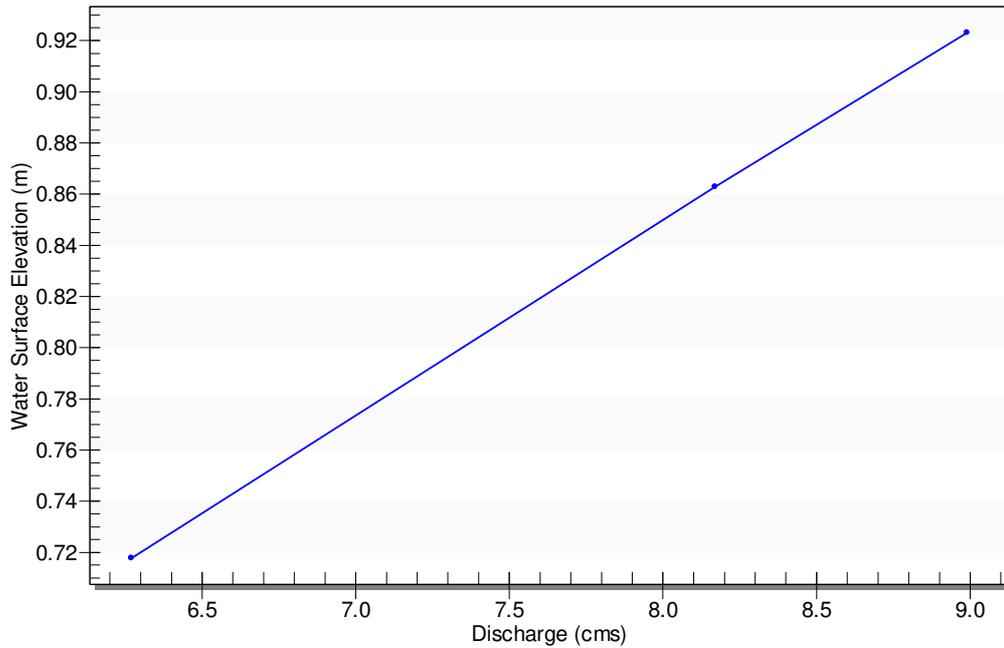
Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 0.00 m

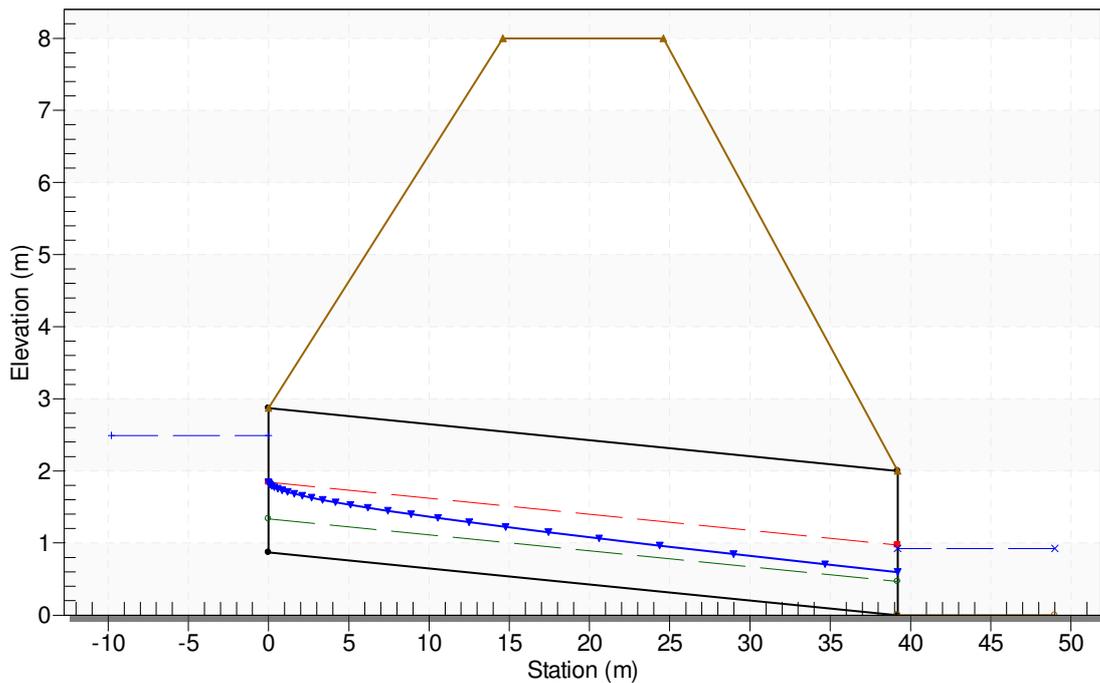
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	65 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 0+010 valle, Design Discharge - 8.99 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 8.99 cms





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	66 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	6.27	6.27	2.15	1.277	0.0*	1-S2n	0.361	0.763	0.454	0.718	4.601	2.912
TR100	8.17	8.17	2.39	1.521	0.211	1-S2n	0.438	0.911	0.554	0.863	4.915	3.156
TR200	8.99	8.99	2.49	1.621	0.306	1-S2n	0.466	0.971	0.596	0.923	5.031	3.246

7.3.3 Tombino progressiva 0+289.90

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.10 m

Outlet Station: 20.92 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: NONE

Tailwater Channel Data - 0+331

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.55 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

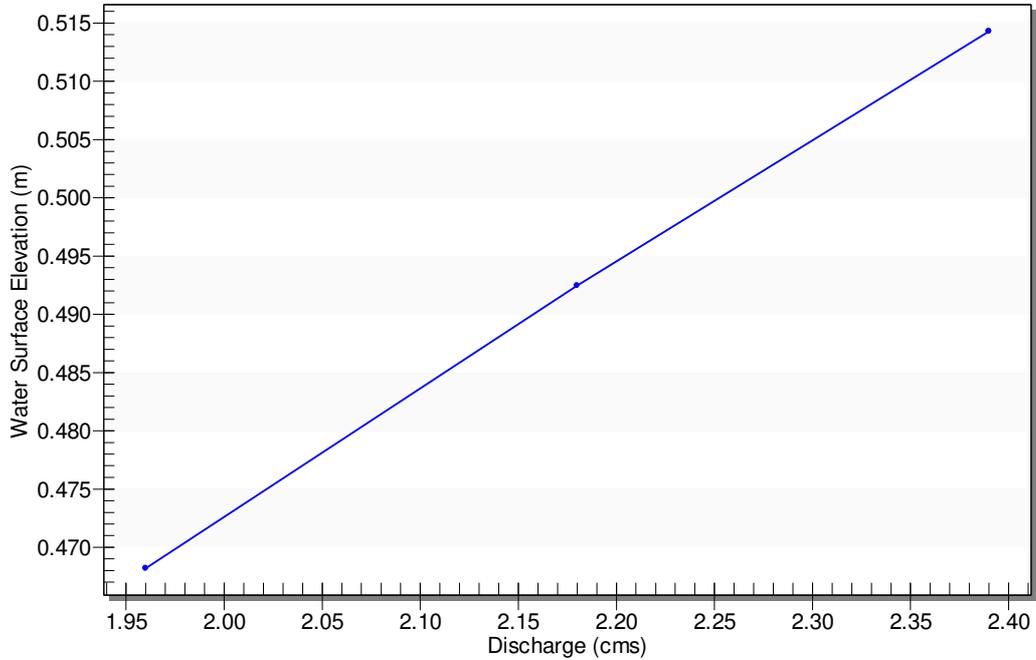
Channel Slope: 0.0600

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 0.00

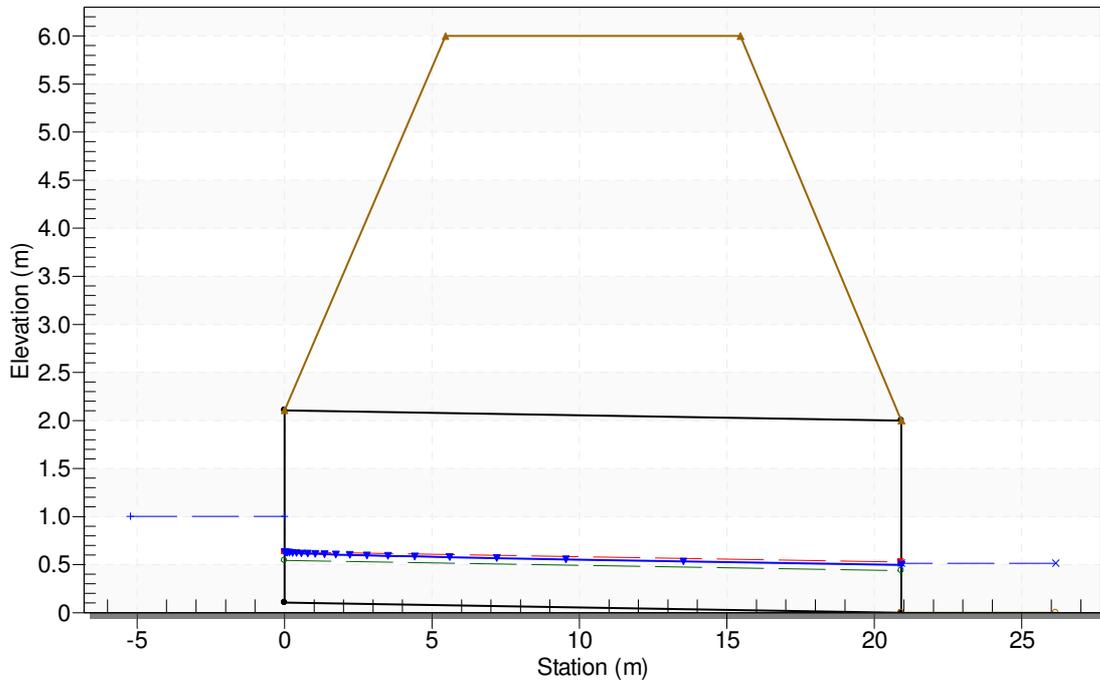
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	67 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 0+331, Design Discharge - 2.39 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 2.39 cms





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	68 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	1.96	1.96	0.89	0.787	0.384	1-S2n	0.377	0.461	0.432	0.468	2.271	3.343
TR100	2.18	2.18	0.95	0.845	0.415	1-S2n	0.408	0.495	0.464	0.492	2.348	3.435
TR200	2.39	2.39	1.00	0.899	0.452	1-S2n	0.438	0.526	0.495	0.514	2.416	3.517

7.3.4 Tombino progressiva 0+600.00

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 4.40 m

Upper Break Station: 13.83 m

Upper Break Elevation: 4.13 m

Lower Break Station: 13.84 m

Lower Break Elevation: 1.08 m

Outlet Station: 26.69 m

Outlet Elevation: 0.82 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Upper & Middle Section Material: Concrete

Lower Section Material:

Embedment: 0.00 mm

Tailwater Channel Data - 0+546

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 1.00 m

Side Slope (H:V): 2.00 (_:1)

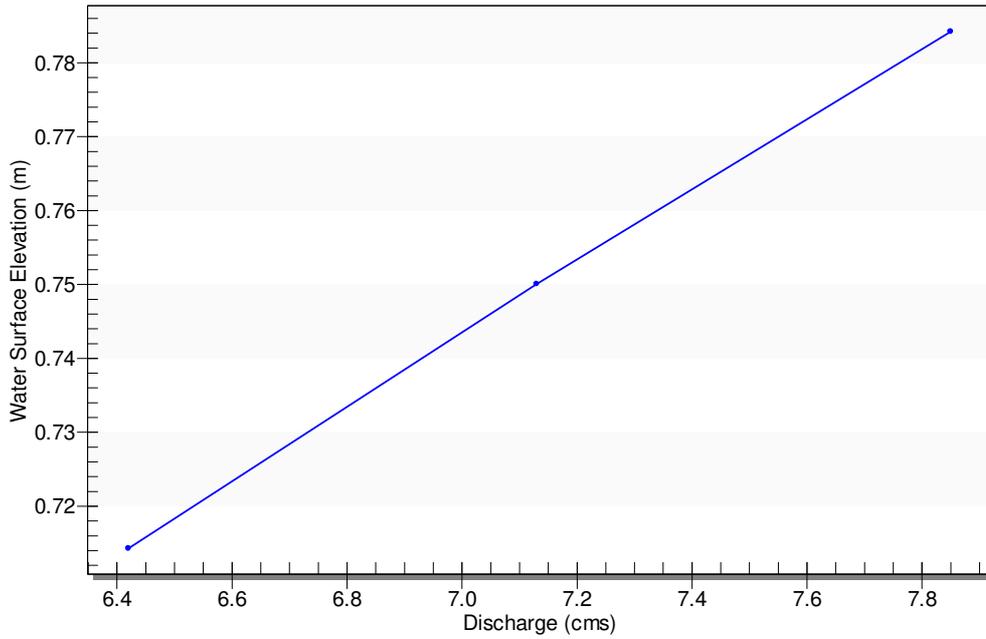
Channel Slope: 0.0400

Channel Manning's n: 0.0300

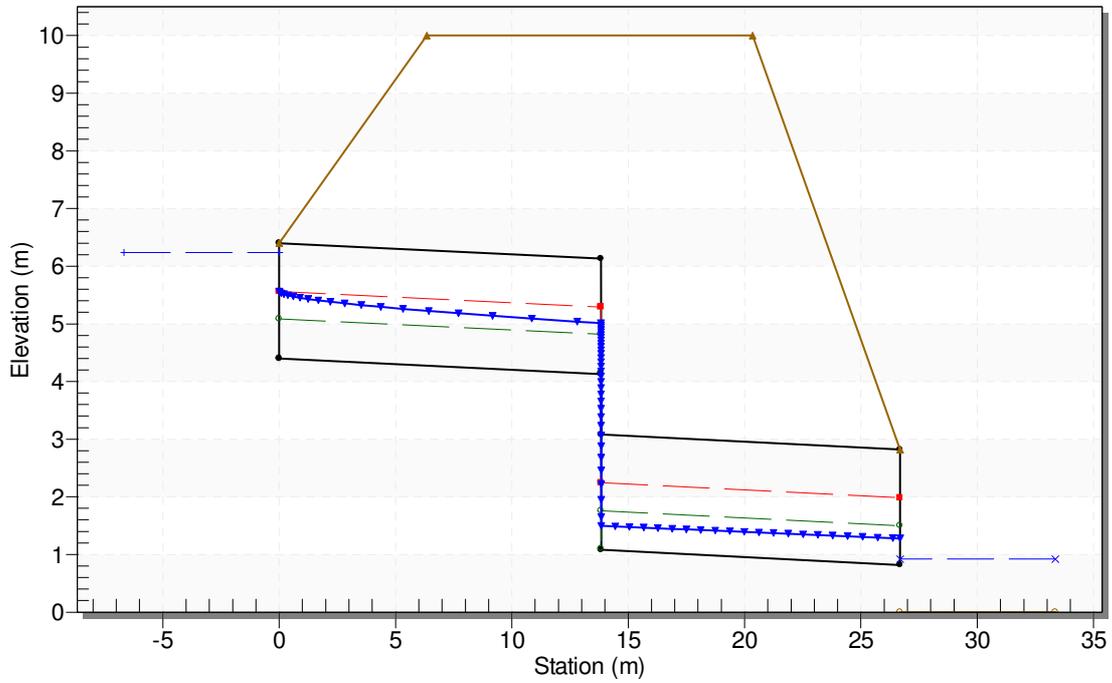
Channel Invert Elevation: 0.00 m

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	69 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 0+546, Design Discharge - 7.85 cms
 Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 7.85 cms



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	70 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	6.42	6.42	5.99	1.585	0.538	1-S2n	0.000	0.664	0.388	0.838	8.263	2.860
TR100	7.13	7.13	6.11	1.711	0.588	1-S2n	0.000	0.664	0.423	0.880	8.425	2.938
TR200	7.85	7.85	6.24	1.837	0.645	1-S2n	0.000	0.664	0.458	0.919	8.572	3.011

7.3.5 Tombino progressiva 1+262.40

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data
 Inlet Station: 0.00 m
 Inlet Elevation: 331.88 m
 Outlet Station: 35.00 m
 Outlet Elevation: 331.18 m
 Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box
 Barrel Span: 2000.00 mm
 Barrel Rise: 2000.00 mm
 Barrel Material: Concrete
 Embedment: 0.00 mm
 Barrel Manning's n: 0.0140
 Culvert Type: Straight
 Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall
 Inlet Depression: NONE

Tailwater Channel Data - 1+260

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
 Bottom Width: 1.00 m
 Side Slope (H:V): 2.00 (_:1)
 Channel Slope: 0.0500
 Channel Manning's n: 0.0300
 Channel Invert Elevation: 331.18 m

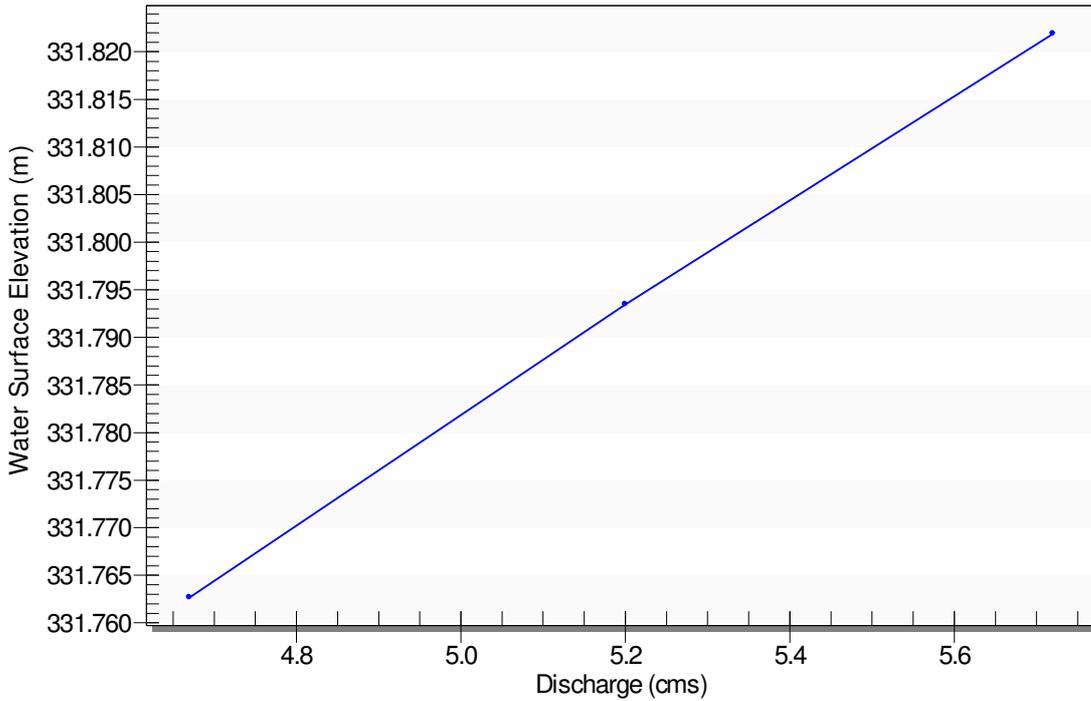


2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

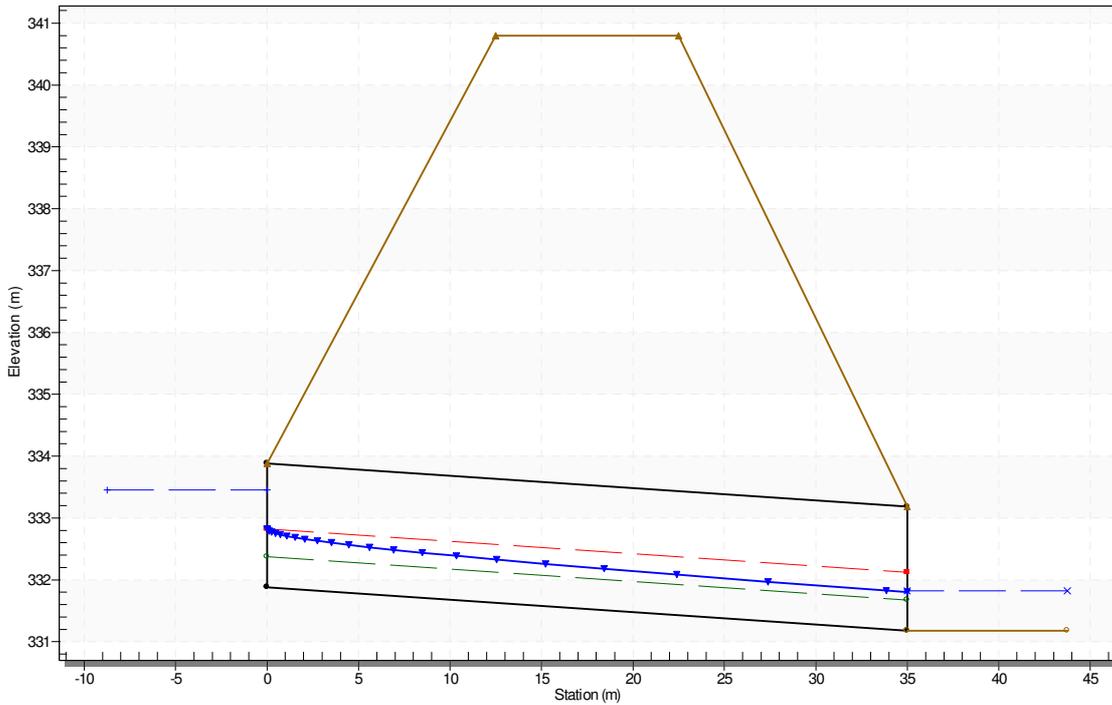
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	71 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 1+260, Design Discharge - 5.72 cms
Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 5.72 cms



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	72 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	4.67	4.67	333.26	1.376	0.250	1-S2n	0.431	0.822	0.531	0.583	4.400	3.701
TR100	5.20	5.20	333.36	1.477	0.341	1-S2n	0.464	0.883	0.576	0.613	4.515	3.807
TR200	5.72	5.72	333.45	1.573	0.432	1-S2n	0.495	0.941	0.619	0.642	4.620	3.902

7.3.6 Tombino progressiva 4+737.88

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.42 m

Outlet Station: 42.00 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 4+737

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 1.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)

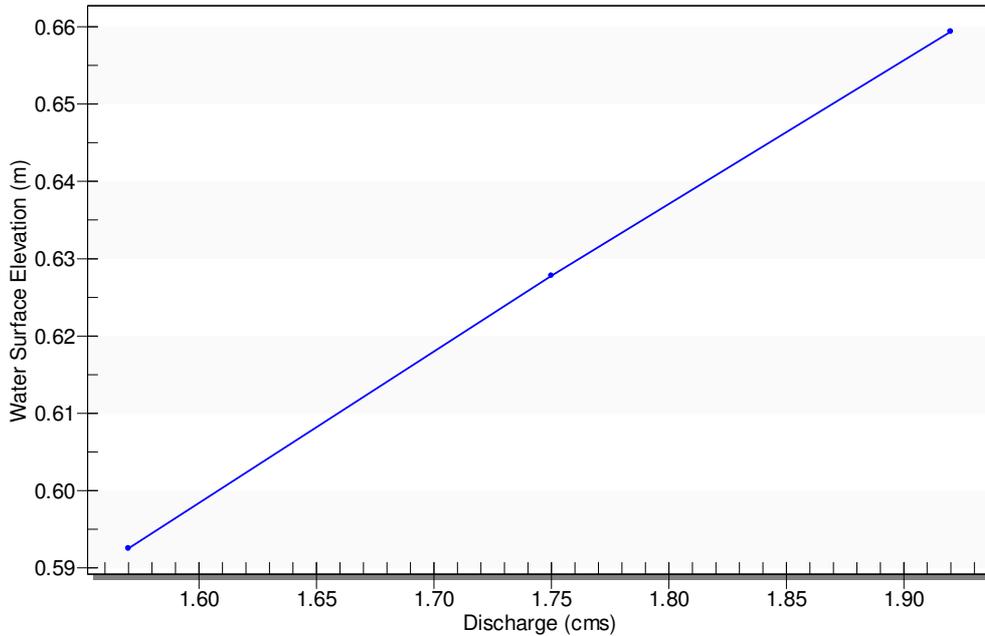
Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 0.00 m

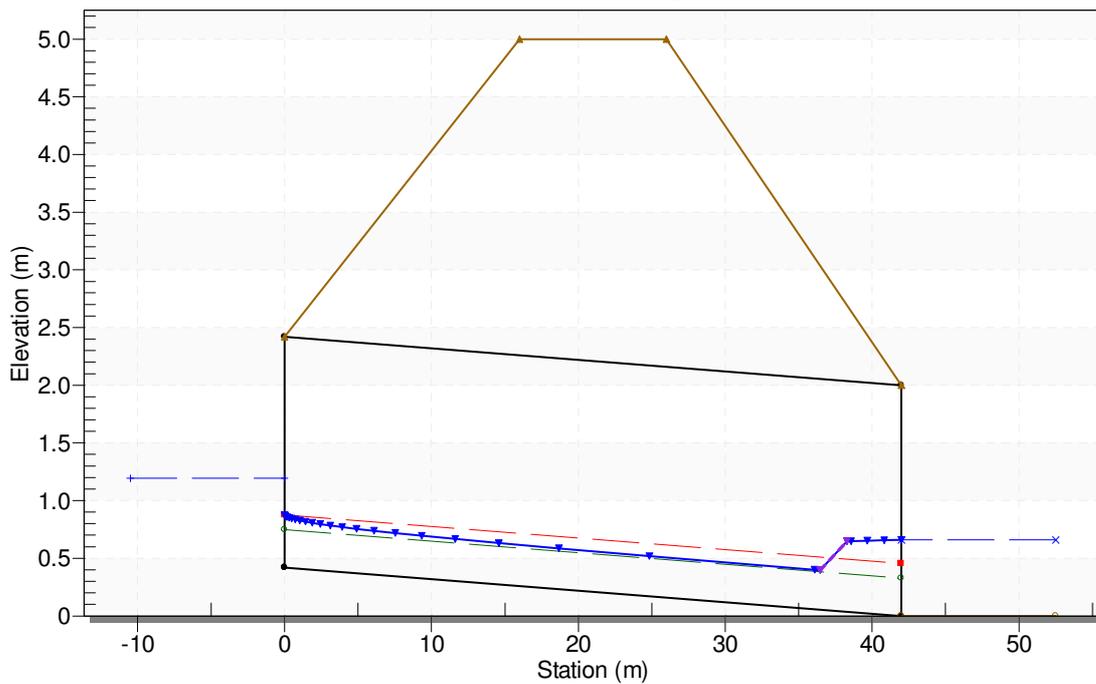
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	73 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 4+737, Design Discharge - 1.92 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 1.92 cms





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	74 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	1.57	1.57	1.10	0.68	0.19	1-JS1t	0.29	0.40	0.59	0.59	1.32	1.66
TR100	1.75	1.75	1.15	0.73	0.23	1-JS1t	0.31	0.43	0.63	0.63	1.39	1.71
TR200	1.92	1.92	1.19	0.77	0.26	1-JS1t	0.33	0.45	0.66	0.66	1.46	1.75

7.3.7 Tombino progressiva 4+930.00

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 408.75 m

Outlet Station: 30.00 m

Outlet Elevation: 405.74 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: NONE

Tailwater Channel Data - 4+930.00

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 1.00 m

Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)

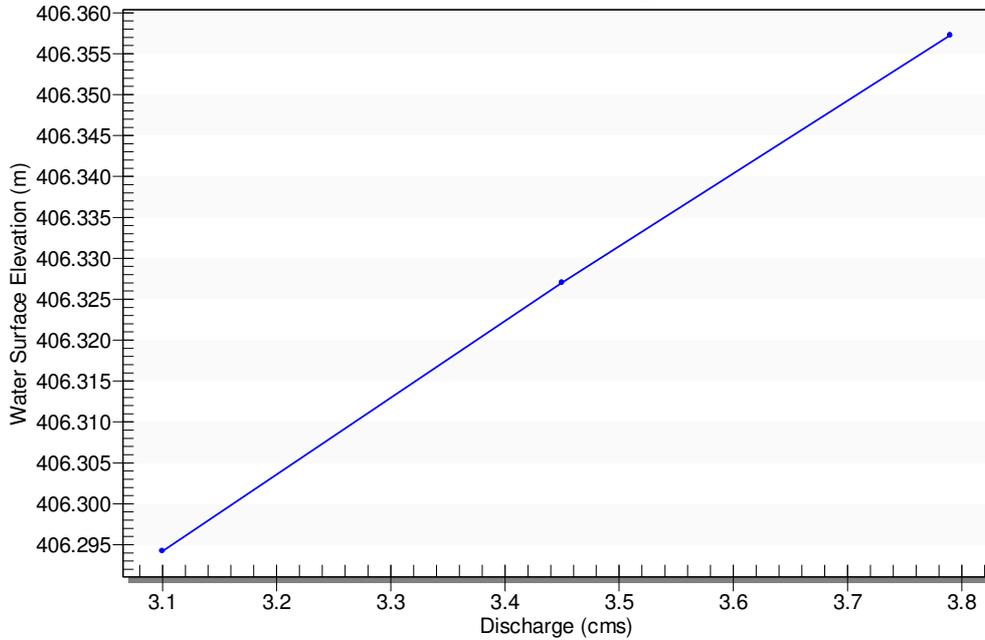
Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 405.74 m

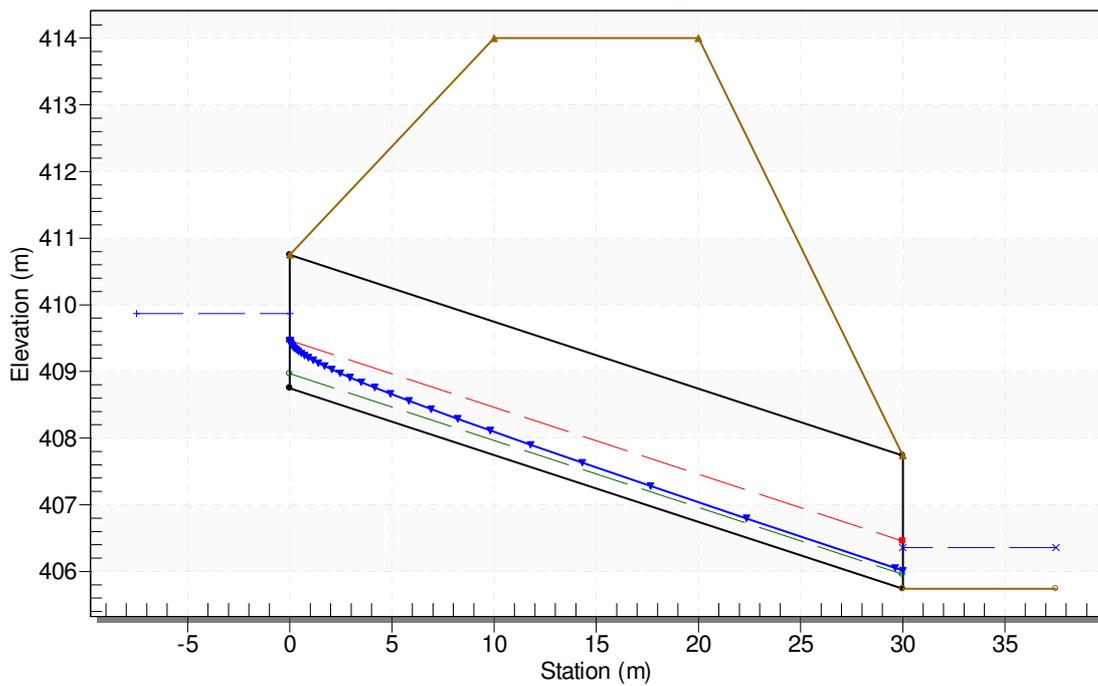
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	75 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 4+930, Design Discharge - 3.79 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 3.79 cms



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	76 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	3.10	3.10	409.72	0.973	0.0*	1-S2n	0.178	0.626	0.235	0.554	6.599	3.599
TR100	3.45	3.45	409.80	1.048	0.0*	1-S2n	0.198	0.672	0.255	0.587	6.767	3.703
TR200	3.79	3.79	409.87	1.119	0.0*	1-S2n	0.217	0.715	0.273	0.617	6.945	3.797

7.3.8 Tombino progressiva 5+567.60

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 385.84 m

Outlet Station: 45.00 m

Outlet Elevation: 385.16 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: NONE

Tailwater Channel Data - 5+560

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 1.00 m

Side Slope (H:V): 2.00 (1:1)

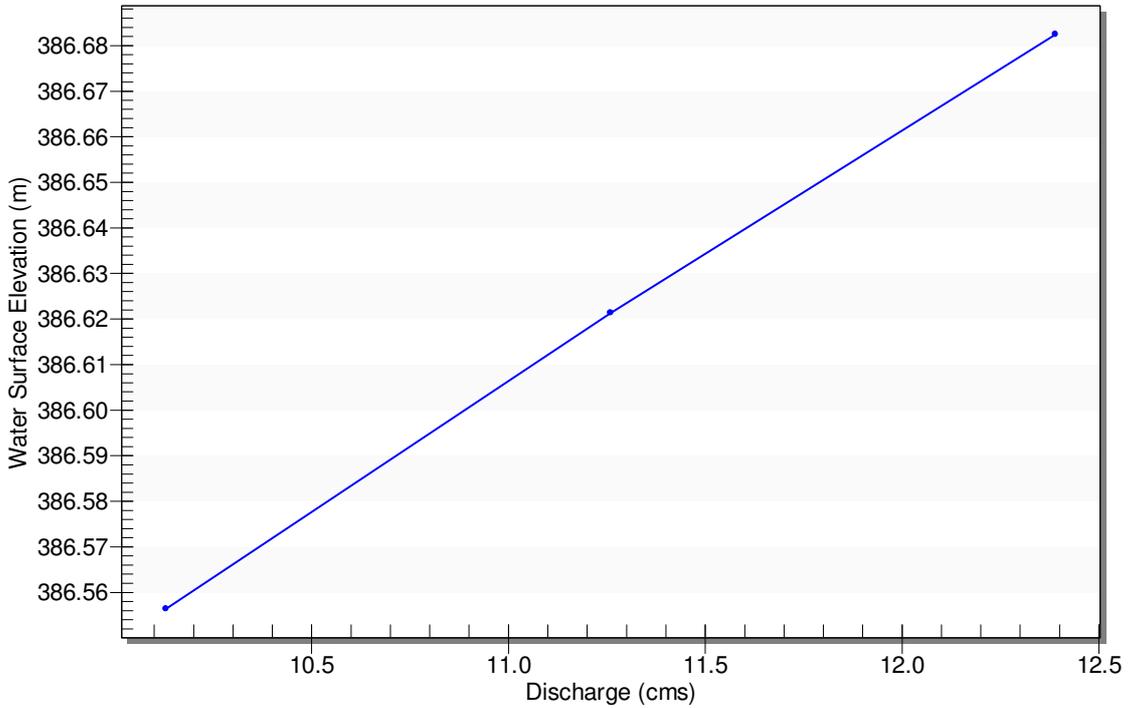
Channel Slope: 0.0050

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 385.16 m

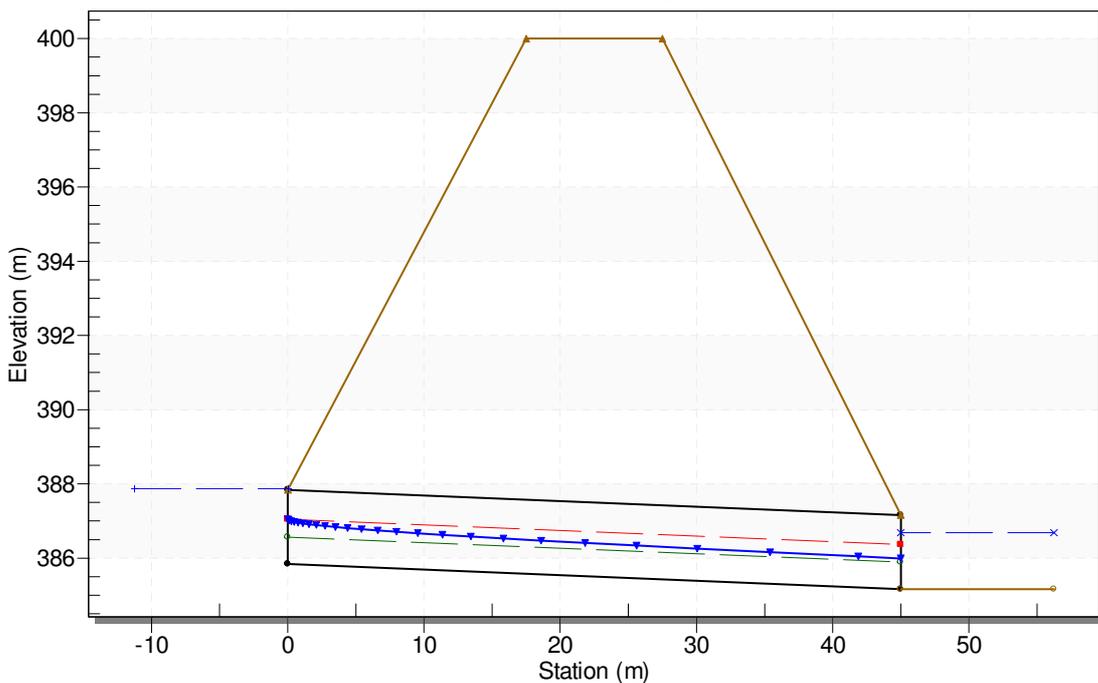
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	77 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 5+567, Design Discharge - 12.39 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 12.39 cms



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	78 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	10.13	10.13	387.60	1.763	0.984	1-S2n	0.633	1.051	0.714	1.396	4.729	1.913
TR100	11.26	11.26	387.74	1.896	1.112	1-S2n	0.681	1.128	0.773	1.461	4.855	1.964
TR200	12.39	12.39	387.87	2.028	1.242	5-S2n	0.727	1.202	0.831	1.522	4.972	2.012

7.3.9 Tombino progressiva 5+920.00

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 390.02 m

Outlet Station: 25.00 m

Outlet Elevation: 389.77 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: NONE

Tailwater Channel Data - 5+990

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.50 m

Side Slope (H:V): 1.00 (_:1)

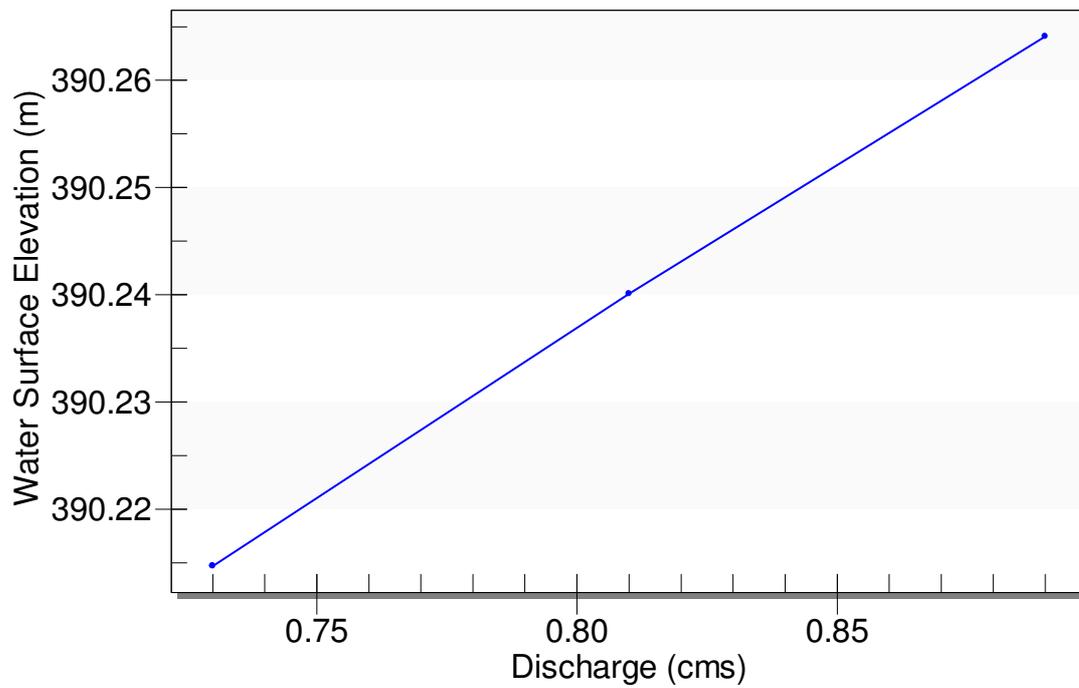
Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 389.77 m

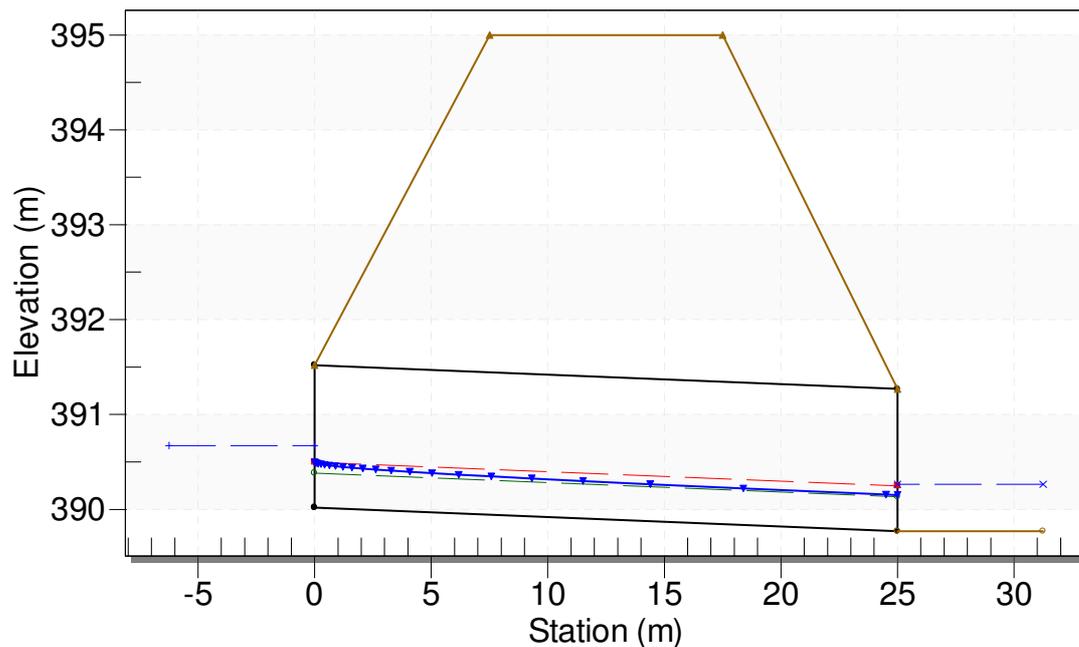
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	79 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 5+990 DN1500, Design Discharge - 0.89 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 0.89 cms



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	80 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	0.73	0.73	390.61	0.59	0.21	1-S2n	0.33	0.43	0.34	0.44	2.31	1.37
TR100	0.81	0.81	390.64	0.62	0.24	1-S2n	0.35	0.45	0.36	0.47	2.37	1.41
TR200	0.89	0.89	390.67	0.65	0.27	1-S2n	0.36	0.48	0.38	0.49	2.43	1.45

7.3.10 Tombino progressiva 6+208.60

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 384.31 m

Outlet Station: 117.82 m

Outlet Elevation: 383.16 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 3000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 6+208

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 3.00 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

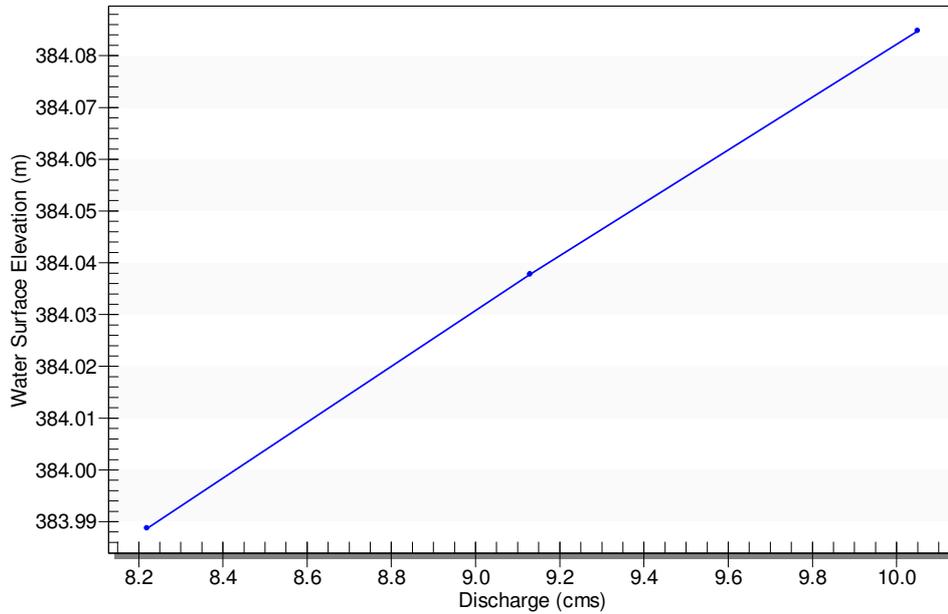
Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 383.16 m

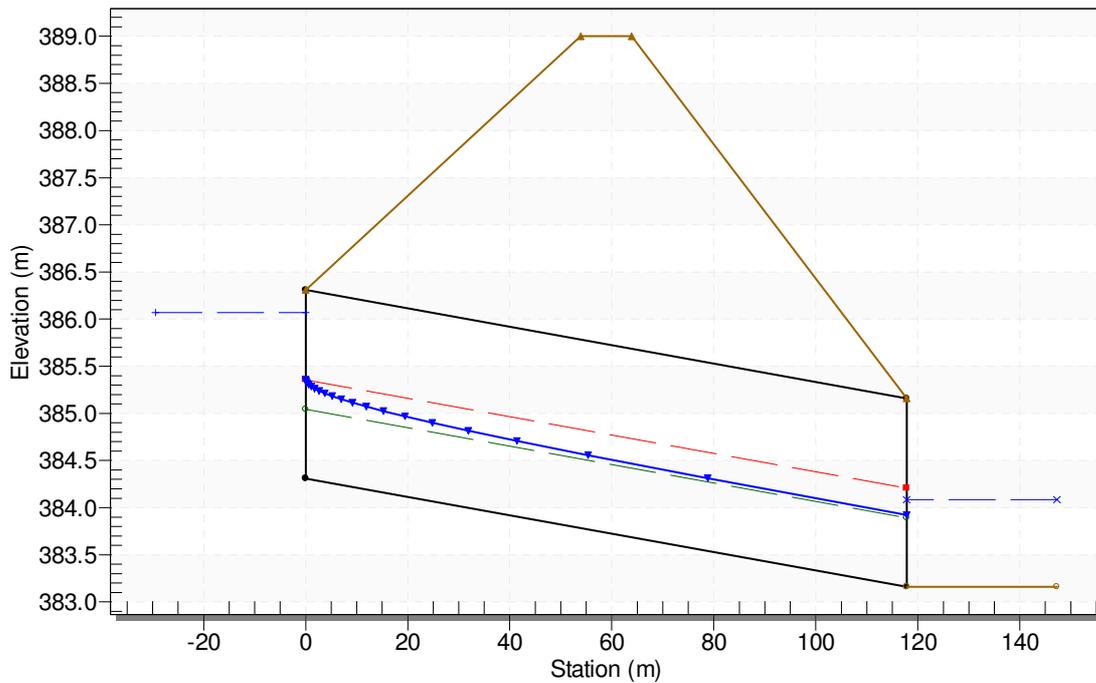
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	81 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 6+208, Design Discharge - 10.05 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 10.05 cms



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	82 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	8.22	8.22	385.85	1.539	0.0*	1-S2n	0.637	0.915	0.662	0.829	4.142	2.338
TR100	9.13	9.13	385.96	1.650	0.113	1-S2n	0.685	0.981	0.711	0.878	4.278	2.410
TR200	10.05	10.05	386.07	1.759	0.237	1-S2n	0.732	1.046	0.761	0.925	4.401	2.477

7.3.11 Tombino progressiva 6+583.40

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 1.09 m

Outlet Station: 36.12 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1800.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 6+583

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.75 m

Side Slope (H:V): 1.00 (_:1)

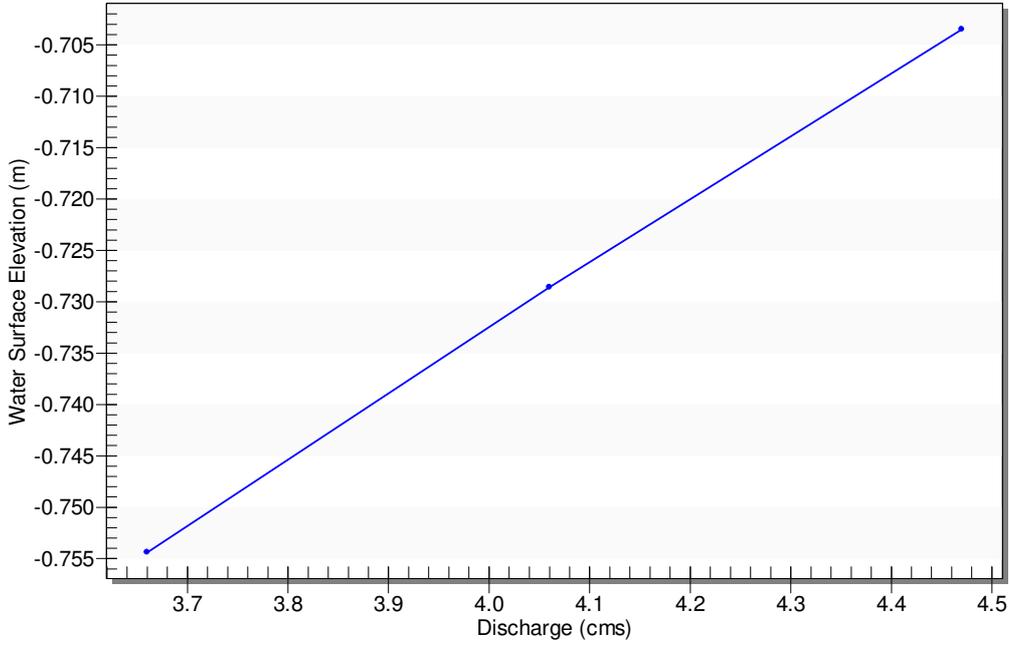
Channel Slope: 0.0500

Channel Manning's n: 0.0140

Channel Invert Elevation: -1.21 m

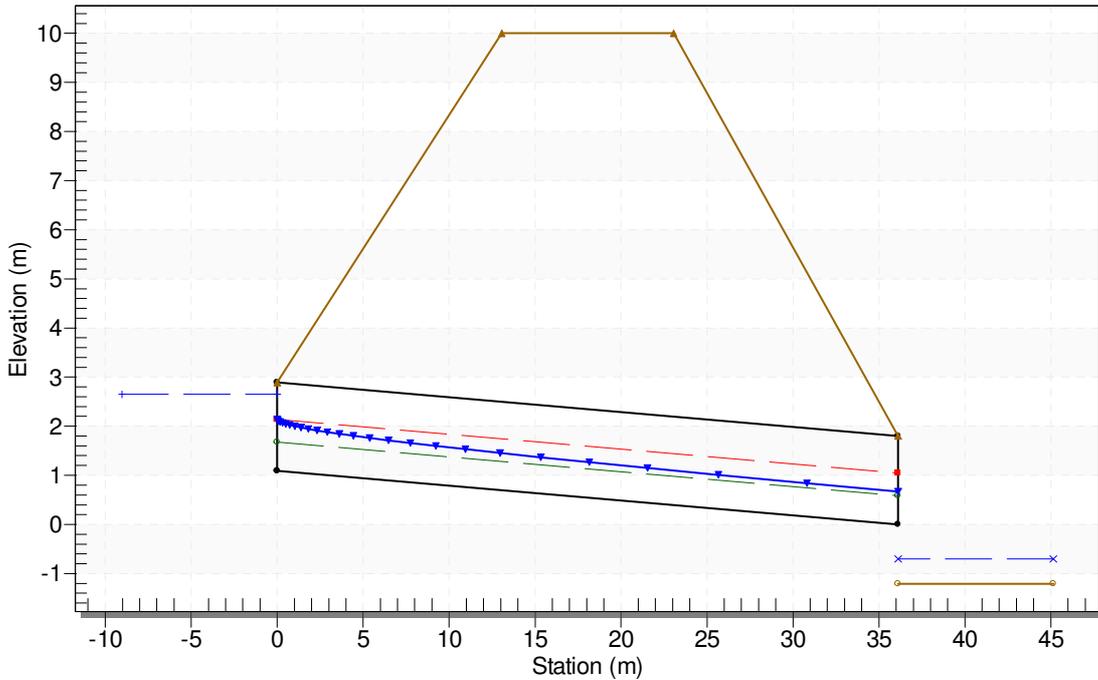
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	83 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 6+583, Design Discharge - 4.47 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 4.47 cms



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	84 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	3.66	3.66	2.46	1.375	0.052	1-S2n	0.527	0.941	0.594	0.456	4.825	6.663
TR100	4.06	4.06	2.56	1.467	0.150	1-S2n	0.557	0.994	0.631	0.481	4.928	6.849
TR200	4.47	4.47	2.65	1.560	0.254	1-S2n	0.585	1.046	0.668	0.507	5.025	7.023

7.3.12 Tombino progressiva 7+161.50

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 1.30 m

Outlet Station: 65.05 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1800.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 7+161

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 1.20 m

Side Slope (H:V): 1.50 (_:1)

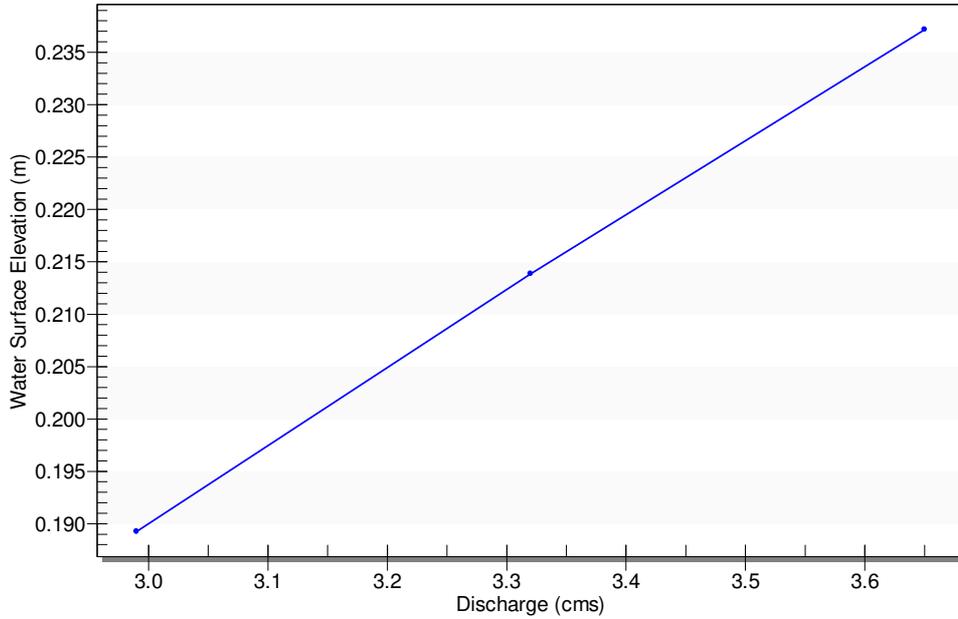
Channel Slope: 0.0300

Channel Manning's n: 0.0200

Channel Invert Elevation: -0.24 m

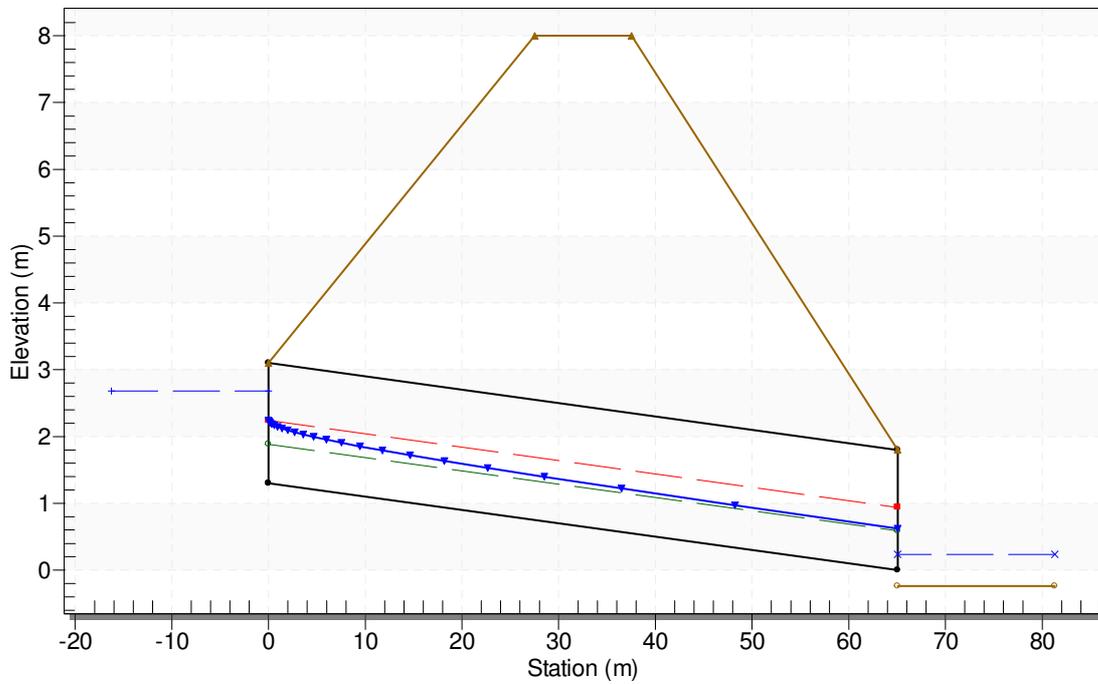
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	85 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 7+161, Design Discharge - 3.65 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 3.65 cms





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	86 di 321

Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	2.99	2.99	2.52	1.221	0.0*	1-S2n	0.528	0.848	0.558	0.429	4.297	3.778
TR100	3.32	3.32	2.60	1.303	0.0*	1-S2n	0.558	0.896	0.590	0.454	4.411	3.889
TR200	3.65	3.65	2.68	1.382	0.0*	1-S2n	0.586	0.940	0.623	0.477	4.509	3.993

7.3.13 Tombino progressiva 8+276.60

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data
 Inlet Station: 0.00 m
 Inlet Elevation: 328.99 m
 Outlet Station: 24.20 m
 Outlet Elevation: 328.75 m
 Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

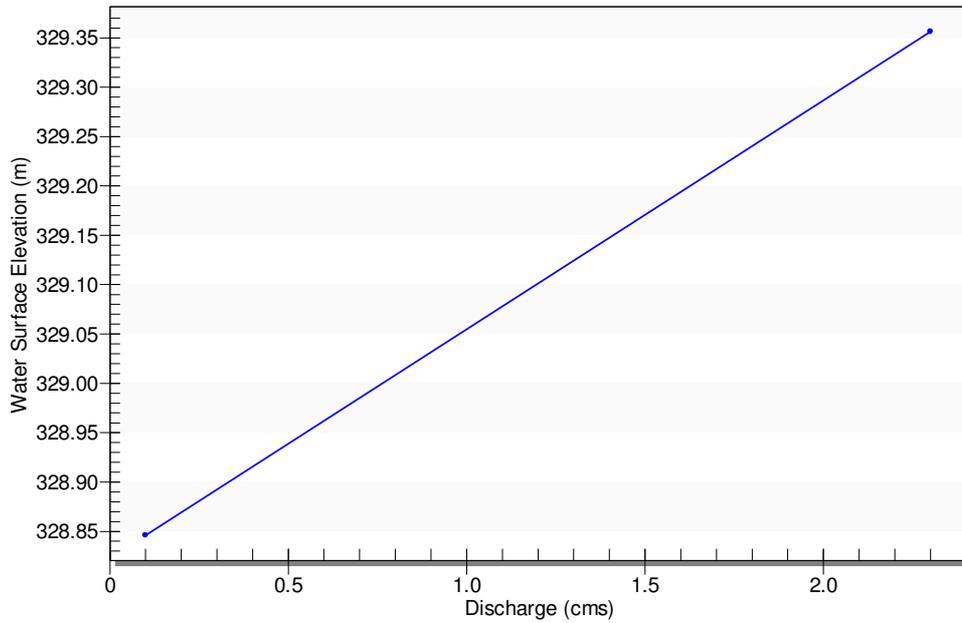
Barrel Shape: Circular
 Diameter: 1500.00 mm
 Barrel Material: Concrete
 Embedment: 0.00 mm
 Barrel Manning's n: 0.0140
 Culvert Type: Straight
 Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall
 Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 8+460

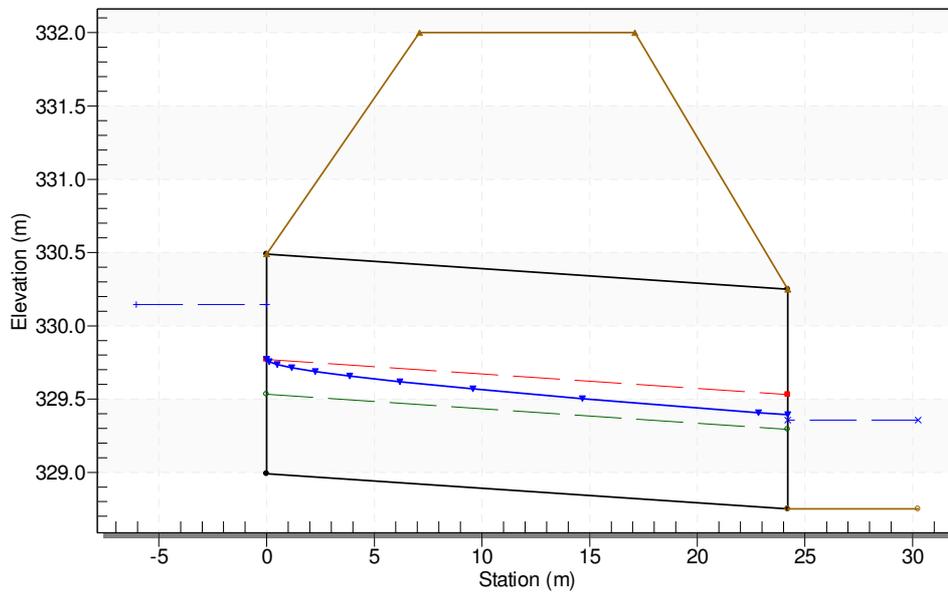
Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
 Bottom Width: 1.50 m
 Side Slope (H:V): 1.00 (_:1)
 Channel Slope: 0.0100
 Channel Manning's n: 0.0300
 Channel Invert Elevation: 328.75 m

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	87 di 321

Downstream Channel Rating Curve



Crossing - 8+276, Design Discharge - 2.30 cms
Culvert - D1500, Culvert Discharge - 2.30 cms



Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
	0.10	0.10	329.19	0.20	-0.08	1-S2n	0.08	0.16	0.13	0.10	0.83	0.66
	2.30	2.30	330.14	1.15	0.70	1-S2n	0.54	0.78	0.64	0.61	2.73	1.80



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	88 di 321

7.3.14 Tombino progressiva 8+440 rampa

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 323.84 m

Outlet Station: 37.64 m

Outlet Elevation: 323.47 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 2000.00 mm

Barrel Rise: 2000.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90°) Headwall

Inlet Depression: None

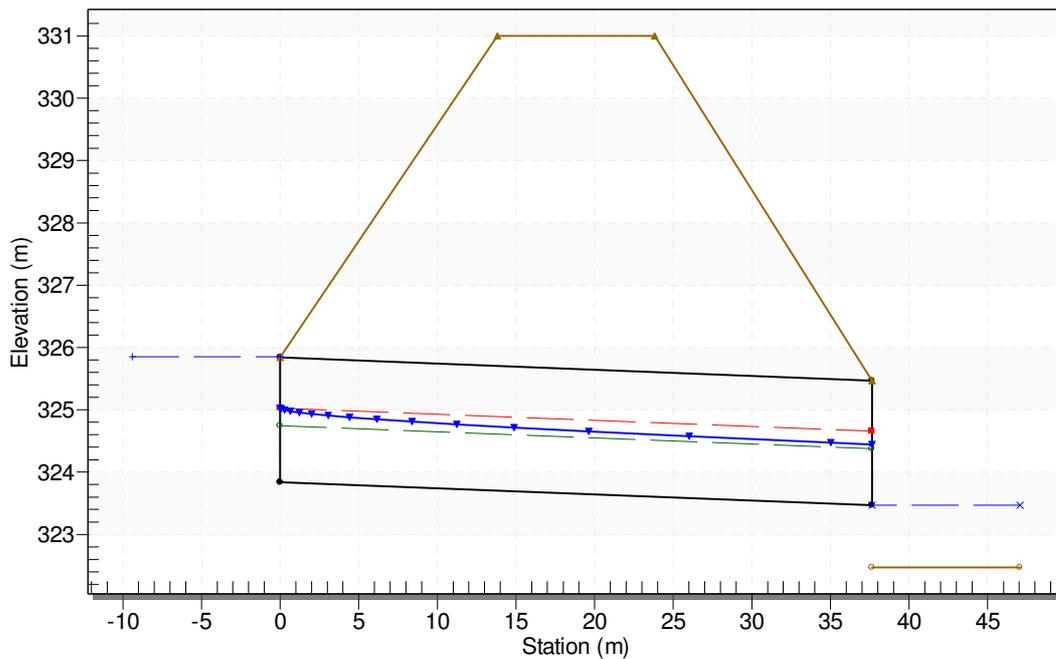
Tailwater Channel Data - 8+440 (Copy)

Tailwater Channel Option: Enter Constant Tailwater Elevation

Constant Tailwater Elevation: 323.47 m

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	89 di 321

Crossing - 8+440 (Copy), Design Discharge - 8.12 cms
 Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 8.12 cms



Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	6.64	6.64	325.59	1.749	0.931	1-S2n	0.782	1.039	0.837	1.000	3.965	0.000
TR100	7.38	7.38	325.72	1.879	1.068	1-S2n	0.845	1.115	0.905	1.000	4.076	0.000
TR200	8.12	8.12	325.85	2.009	1.210	5-S2n	0.907	1.189	0.972	1.000	4.175	0.000

7.3.15 Tombino progressiva 8+464.20

Site Data - Culvert 1

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 342.30 m

Outlet Station: 180.00 m

Outlet Elevation: 340.75 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - Culvert 1

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 5000.00 mm

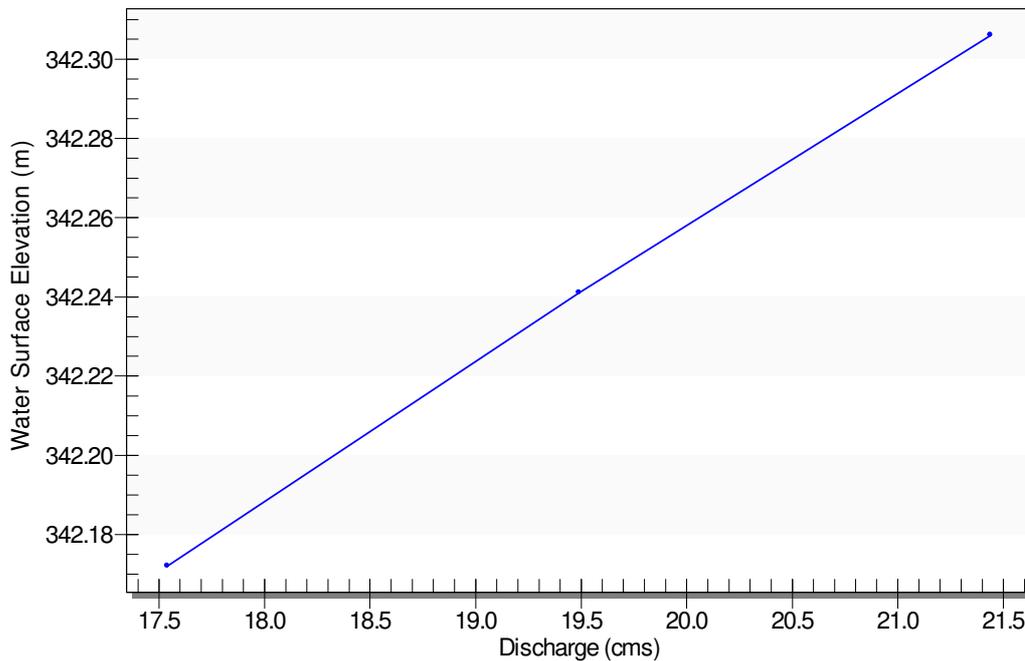
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	90 di 321

Barrel Rise: 3000.00 mm
 Barrel Material: Concrete
 Embedment: 0.00 mm
 Barrel Manning's n: 0.0140
 Culvert Type: Straight
 Inlet Configuration: Square Edge (0° flare) Wingwall
 Inlet Depression: NONE

Tailwater Channel Data - 8+460

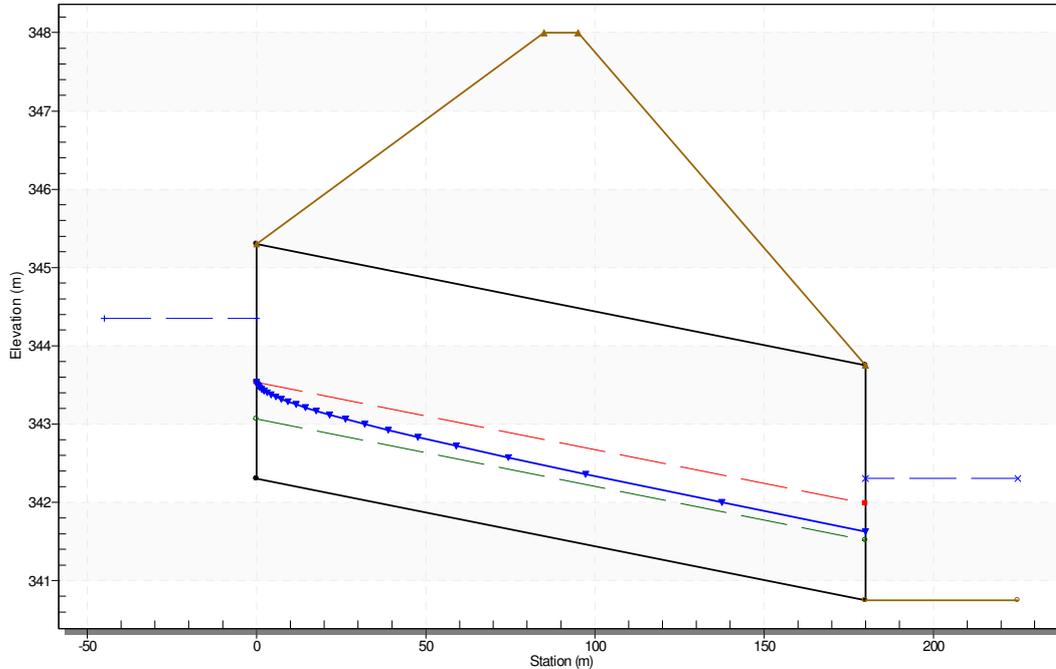
Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
 Bottom Width: 1.50 m
 Side Slope (H:V): 2.00 (_:1)
 Channel Slope: 0.0100
 Channel Manning's n: 0.0300
 Channel Invert Elevation: 340.75 m

Downstream Channel Rating Curve



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	91 di 321

Crossing - 8+460, Design Discharge - 21.44 cms
 Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 21.44 cms



Discharge Names	Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
TR50	17.54	17.54	344.10	1.799	0.043	1-S2n	0.673	1.078	0.765	1.422	4.586	2.839
TR100	19.49	19.49	344.23	1.927	0.152	1-S2n	0.719	1.157	0.821	1.491	4.746	2.916
TR200	21.44	21.44	344.35	2.051	0.261	1-S2n	0.764	1.233	0.877	1.556	4.887	2.987

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	92 di 321

7.3.16 Tombini minori a servizio dei fossi di guardia

Tombino 3+726.85

Site Data - $\phi 1500$

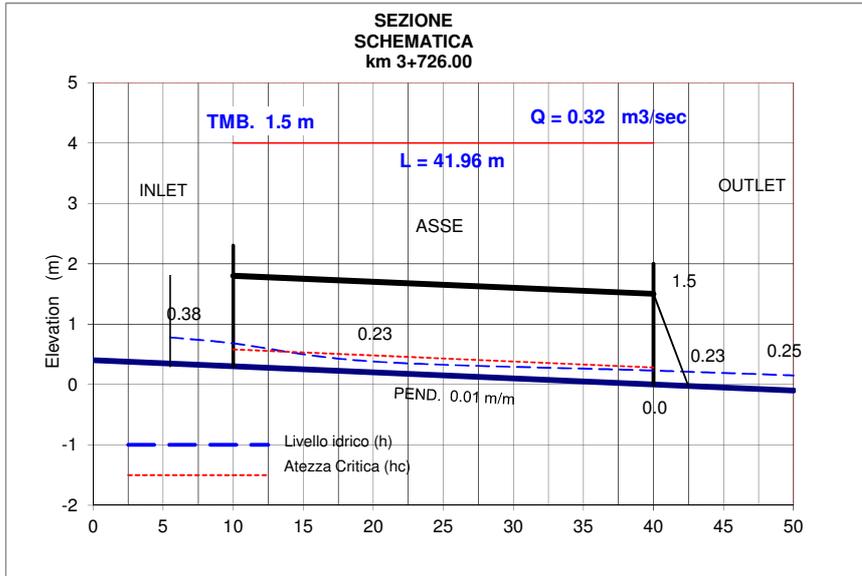
Dati INPUT :	
Progressiva	Km = 3+726.00
Dimensioni Struttura	diametro = 1 \times 1.50 m
Lunghezza del tombino	L [m] = 41.960
Tombino in	Calcestruzzo
Tipo di imbocco	Muri di testa
Coefficiente per imbocco	Ke = 0.50
Portata massima	Q [m ³ /s] = 0.320
Pendenza della struttura	i [m/m] = 0.0100
Coefficiente di scabrezza	K [1/n] = 70.000
Altezza acqua imposta in uscita	h [m] = 0.250

Risultati con funzionamento con controllo in INLET	
Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [m] = 0.375
Risultati per un flusso a moto uniforme (Manning)	
Altezza d'acqua nella struttura	hu [m] = 0.225
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] = 1.881

Risultati con funzionamento con controllo in OUTLET	
Perdita di carico all'imbocco	dhe [m] = 0.001
Perdita di carico distribuita	dhf [m] = 0.001
Perdita di carico allo sbocco	dhs [m] = 0.002
Perdita di carico totale	dht [m] = 0.004
Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [m] = -0.136
Altezza d'acqua in uscita	h [m] = 0.280
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] = 1.404
Pendenza critica della struttura	ic [m/m] = 0.0043
Altezza d'acqua critica	hc [m] = 0.280
Velocità dell'acqua critica	Vc [m/s] = 1.404

Essendo il carico all'imbocco del tombino, calcolato con funzionamento in INLET CONTROL minore di quello calcolato in OUTLET CONTROL il tombino funzionerà in INLET CONTROL.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	93 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	94 di 321

Tombino 0+039.00 Asse 1 Matelica Ovest
Site Data - Φ1500

Dati INPUT :

Progressiva	Km =	0+039.00
Dimensioni Struttura	diametro =	1 × 1.50 m
Lunghezza del tombino	L [m] =	21.630
Tombino in	Calcestruzzo	
Tipo di imbocco	Muri di testa	
Coefficiente per imbocco	Ke =	0.50
Portata massima	Q [m ³ /s] =	0.479
Pendenza della struttura	i [m/m] =	0.0050
Coefficiente di scabrezza	K [1/n] =	70.000
Altezza acqua imposta in uscita	h [m] =	0.250

Risultati con funzionamento con controllo in INLET

Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [m] =	0.476
-----------------------------	------------	-------

Risultati per un flusso a moto uniforme (Manning)

Altezza d'acqua nella struttura	hu [m] =	0.325
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	1.660

Risultati con funzionamento con controllo in OUTLET

Perdita di carico all'imbocco	dhe [m] =	0.002
Perdita di carico distribuita	dhf [m] =	0.001
Perdita di carico allo sbocco	dhs [m] =	0.004
Perdita di carico totale	dht [m] =	0.007

Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [m] =	0.244
Altezza d'acqua in uscita	h [m] =	0.345
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	1.560

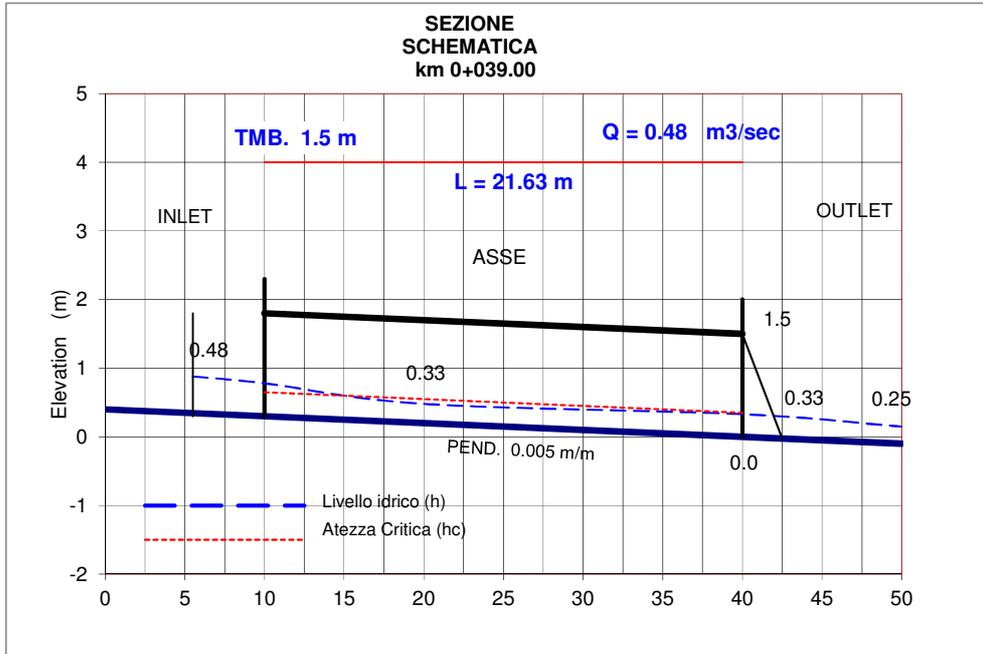
Pendenza critica della struttura	ic [m/m] =	0.0041
Altezza d'acqua critica	hc [m] =	0.345
Velocità dell'acqua critica	Vc [m/s] =	1.560

Essendo il carico all'imbocco del tombino, calcolato con funzionamento in INLET CONTROL minore di quello calcolato in OUTLET CONTROL il tombino funzionerà in INLET CONTROL.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	95 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	96 di 321

Tombino 0+076.00 Asse 5 Matelica Ovest
Site Data - Φ1500

Dati INPUT :

Progressiva	Km =	0+076.00
Dimensioni Struttura	diametro =	1 Ÿ 1.50 m
Lunghezza del tombino	L [m] =	11.600
Tombino in	Calcestruzzo	
Tipo di imbocco	Muri di testa	
Coefficiente per imbocco	Ke =	0.50
Portata massima	Q [m3/s] =	0.030
Pendenza della struttura	i [m/m] =	0.0050
Coefficiente di scabrezza	K [1/n] =	70.000
Altezza acqua imposta in uscita	h [m] =	0.200

Risultati con funzionamento con controllo in INLET

Altezza d'acqua all'imbocco Hw [m] = 0.093

Risultati per un flusso a moto uniforme (Manning)

 Altezza d'acqua nella struttura hu [m] = 0.085
 Velocità dell'acqua in uscita V [m/s] = 0.717

Risultati con funzionamento con controllo in OUTLET

 Perdita di carico all'imbocco dhe [m] = 0.000
 Perdita di carico distribuita dhf [m] = 0.000
 Perdita di carico allo sbocco dhs [m] = 0.000
 Perdita di carico totale dht [m] = 0.000

 Altezza d'acqua all'imbocco Hw [m] = 0.142
 Altezza d'acqua in uscita h [m] = 0.200
 Velocità dell'acqua in uscita V [m/s] = 0.214

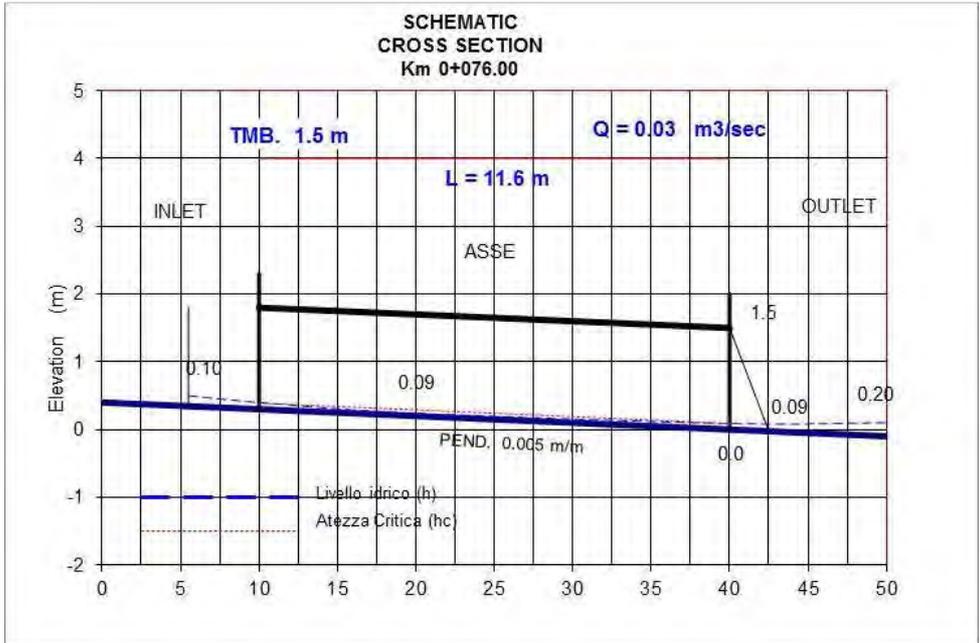
 Pendenza critica della struttura ic [m/m] = 0.0055
 Altezza d'acqua critica hc [m] = 0.085
 Velocità dell'acqua critica Vc [m/s] = 0.754

Essendo il carico all'imbocco del tombino, calcolato con funzionamento in INLET CONTROL minore di quello calcolato in OUTLET CONTROL il tombino funzionerà in INLET CONTROL.

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	97 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	98 di 321

Tombino 3+940

Site Data - D1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.75 m

Outlet Station: 28.00 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - D1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 3+940

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.50 m

Side Slope (H:V): 1.00 (_:1)

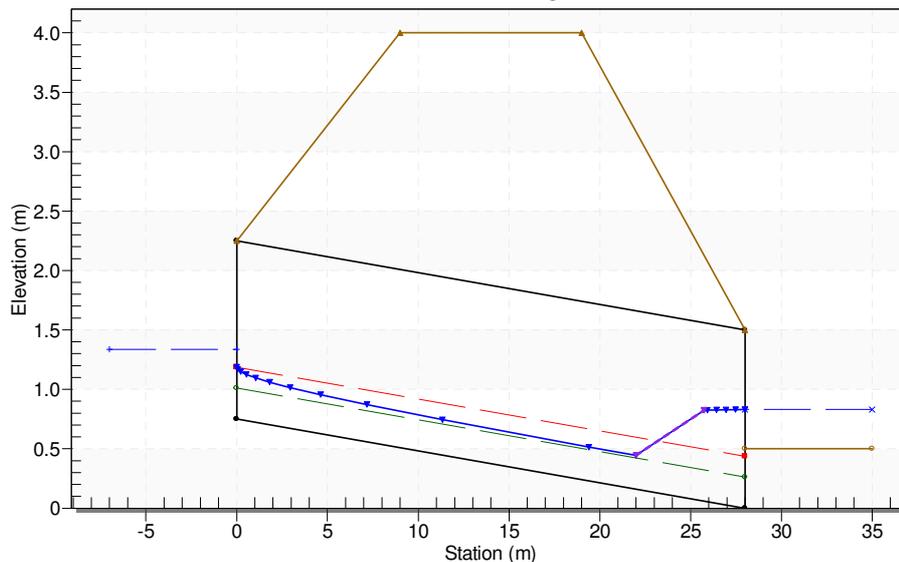
Channel Slope: 0.0100

Channel Manning's n: 0.0140

Channel Invert Elevation: 0.50 m

Crossing - 3+940, Design Discharge - 0.75 cms

Culvert - D1500, Culvert Discharge - 0.75 cms





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	99 di 321

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.75	0.75	1.34	0.59	0.12	1-JS1t	0.26	0.44	0.86	0.36	0.70	2.46

Tombino 6+323

Site Data - D1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.12 m

Outlet Station: 24.00 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - D1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 6+323

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.50 m

Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)

Channel Slope: 0.0300

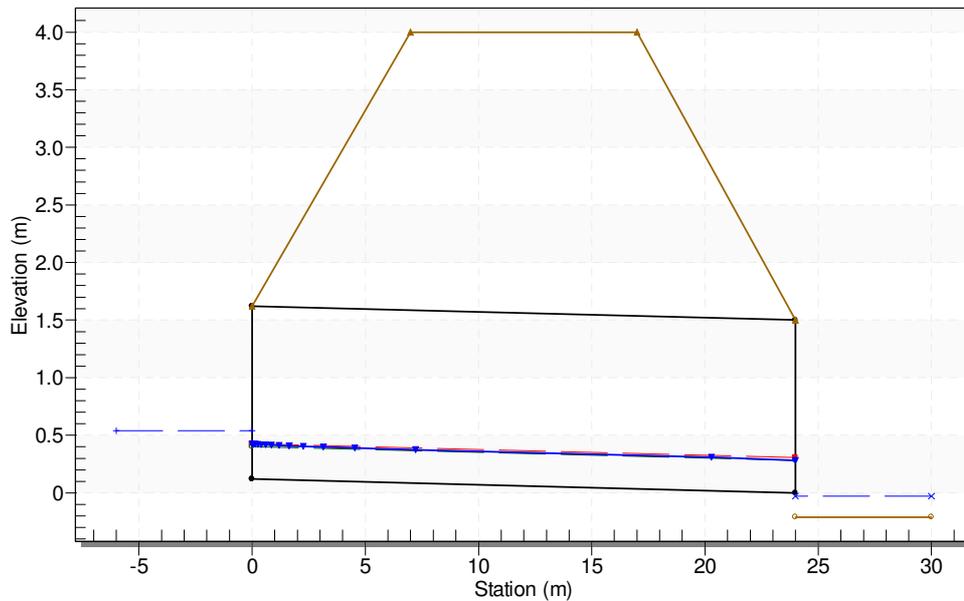
Channel Manning's n: 0.0140

Channel Invert Elevation: -0.21 m

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	100 di 321

Crossing - 6+323, Design Discharge - 0.38 cms

Culvert - D1500, Culvert Discharge - 0.38 cms



Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.38	0.38	0.54	0.419	0.0*	1-S2n	0.282	0.307	0.282	0.182	1.594	3.052

Tombino 6+537
Site Data - D1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.36 m

Outlet Station: 36.00 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - D1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	101 di 321

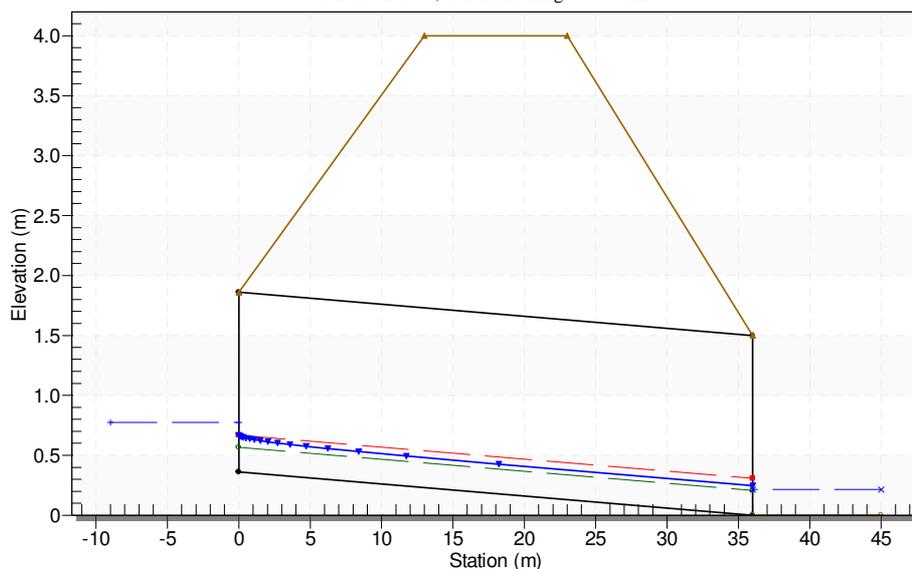
Culvert Type: Straight
 Inlet Configuration: Square Edge with Headwall
 Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 6+537

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
 Bottom Width: 1.50 m
 Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)
 Channel Slope: 0.0100
 Channel Manning's n: 0.030
 Channel Invert Elevation: 0.00 m

Crossing - 6+537, Design Discharge - 0.38 cms

Culvert - D1500, Culvert Discharge - 0.38 cms



Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.38	0.38	0.77	0.41	-0.05	1-S2n	0.21	0.31	0.25	0.21	1.64	1.04

Tombino 0+185 viabilità poderale
Site Data - D1500

Site Data Option: Culvert Invert Data
 Inlet Station: 0.00 m
 Inlet Elevation: 0.00 m

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	102 di 321

Outlet Station: 20.00 m
 Outlet Elevation: -0.10 m
 Number of Barrels: 1

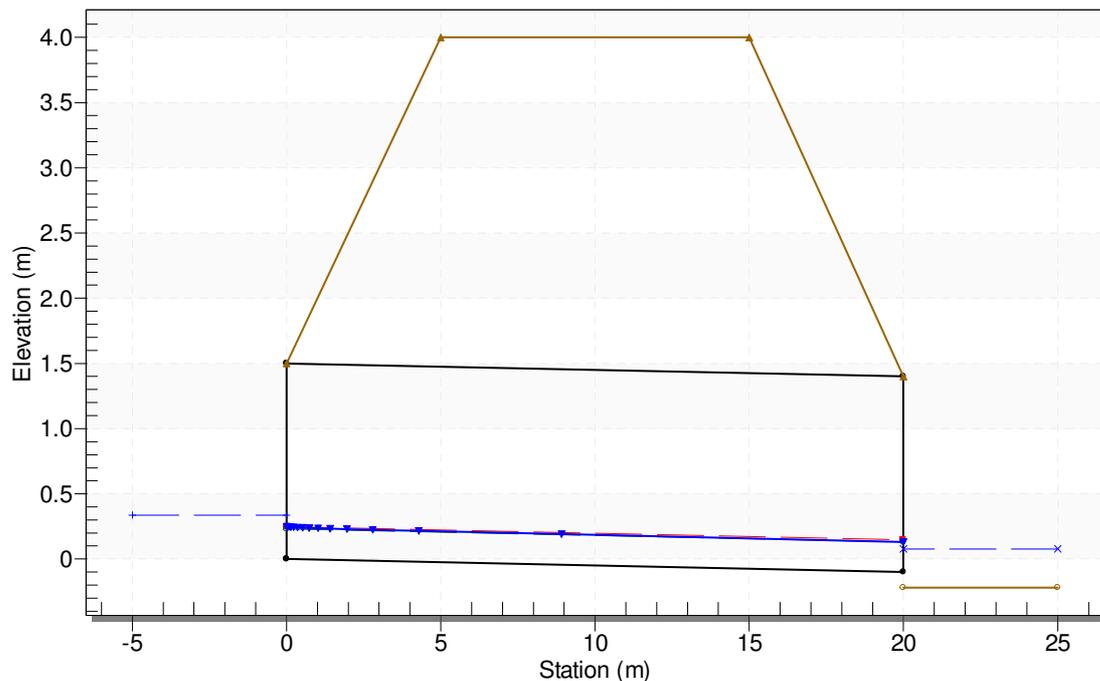
Culvert Data Summary - D1500

Barrel Shape: Circular
 Barrel Diameter: 1500.00 mm
 Barrel Material: Concrete
 Embedment: 0.00 mm
 Barrel Manning's n: 0.0140
 Culvert Type: Straight
 Inlet Configuration: Square Edge with Headwall
 Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 0+214 viabilità

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
 Bottom Width: 0.50 m
 Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)
 Channel Slope: 0.0100
 Channel Manning's n: 0.0300
 Channel Invert Elevation: -0.22 m

Crossing - 0+214 viabilità, Design Discharge - 0.25 cms
 Culvert - D1500, Culvert Discharge - 0.25 cms





2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	103 di 321

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.25	0.25	0.34	0.34	0.08	1-S2n	0.23	0.25	0.23	0.30	1.40	1.05

Tombino 7+790

Site Data - D1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.44 m

Outlet Station: 46.00 m

Outlet Elevation: 0.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - D1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 7+790

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 0.60 m

Side Slope (H:V): 1.00 (_:1)

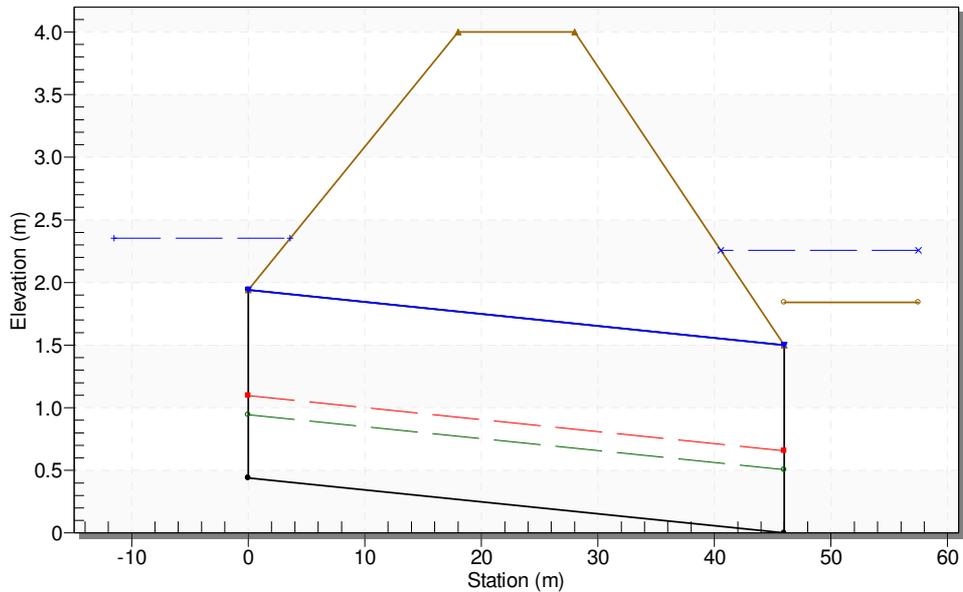
Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0140

Channel Invert Elevation: 1.84 m

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	104 di 321

Crossing - 7+790, Design Discharge - 1.65 cms
 Culvert - D1500, Culvert Discharge - 1.65 cms



Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.65	1.65	2.35	0.941	1.913	4-FFf	0.505	0.657	1.500	0.417	0.934	3.885

Tombino 8+210 su rampa C

Site Data - D1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 0.00 m

Outlet Station: 30.14 m

Outlet Elevation: -0.30 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - D1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	105 di 321

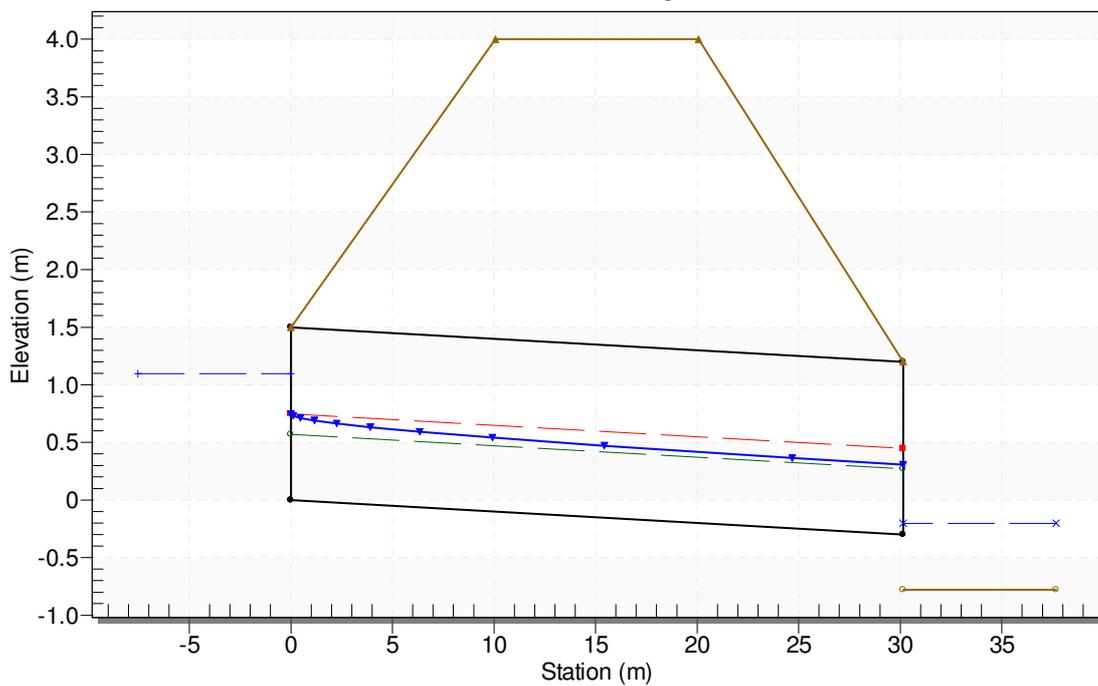
Embedment: 0.00 mm
 Barrel Manning's n: 0.0140
 Culvert Type: Straight
 Inlet Configuration: Square Edge with Headwall
 Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data – 8+210

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel
 Bottom Width: 1.50 m
 Side Slope (H:V): 1.00 (1:1)
 Channel Slope: 0.0100
 Channel Manning's n: 0.030
 Channel Invert Elevation: -0.78 m

Crossing - 8+210 rampa C, Design Discharge - 2.11 cms

Culvert - D1500, Culvert Discharge - 2.11 cms



Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.11	2.11	1.09	1.09	-0.20	1-S2n	0.57	0.75	0.61	0.58	3.05	1.76



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	106 di 321

Tombino 8+276 rampa

Site Data - D1500

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 330.24 m

Outlet Station: 30.50 m

Outlet Elevation: 329.94.00 m

Number of Barrels: 1

Culvert Data Summary - D1500

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0140

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall

Inlet Depression: None

Tailwater Channel Data - 8+276 rampa

Tailwater Channel Option: Rectangular Channel

Bottom Width: 1.50 m

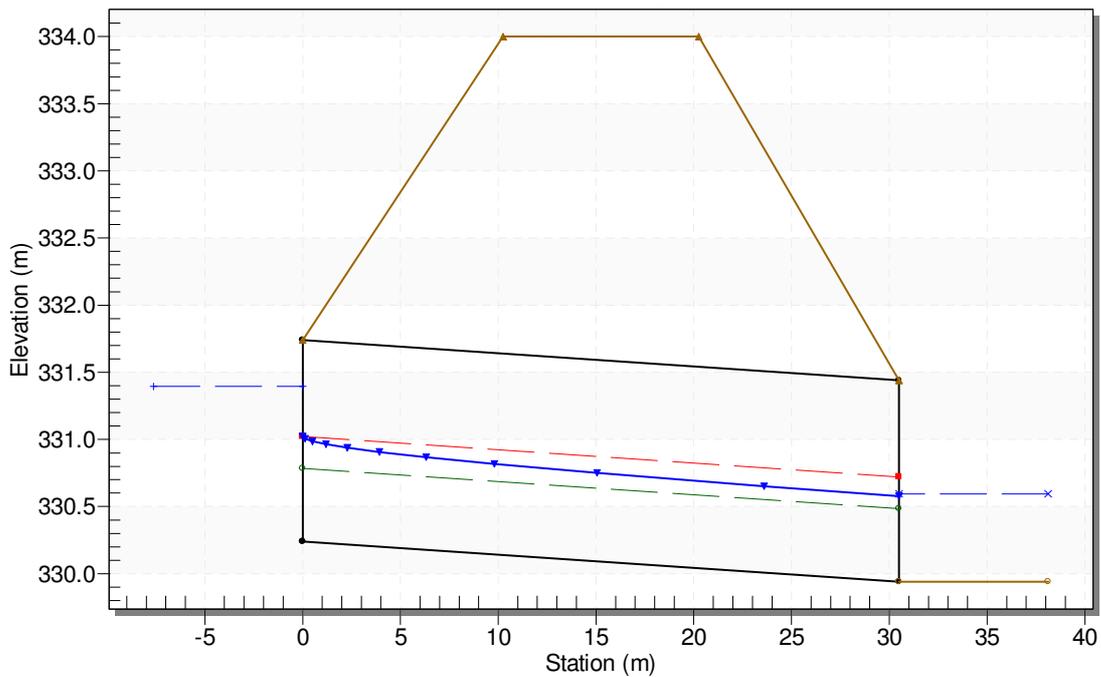
Channel Slope: 0.0200

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 329.94 m

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	107 di 321

Crossing - 8+276 rampa, Design Discharge - 2.30 cms
 Culvert - D1500, Culvert Discharge - 2.30 cms



Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
2.30	2.30	331.39	1.15	0.65	1-S2n	0.54	0.78	0.64	0.66	2.75	2.34

Tutti i tombini risultano verificati al passaggio della piena di progetto con tempo di ritorno duecentennale, le opere riescono a far defluire la piena con un grado di riempimento sempre accettabile tranne le opere con funzionamento a sifone.

	2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE								
	Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord								
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.	
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	108 di 321	

8. INALVEAZIONI

I fossi e i canali che ricevono le acque delle opere di attraversamento e le piccole deviazioni dei corsi d'acqua sono stati verificati in moto uniforme prevedendo l'inalveazione di un tratto a monte e a valle dell'opera stessa.

8.1 VERIFICA CAPACITÀ IDRAULICA

La verifica idraulica delle inalveazioni che non sono state trattate in moto permanente, quelle cioè che non riguardano i ponti, è stata fatta in moto uniforme.

La verifica si ritiene soddisfatta se il livello di riempimento, calcolato come quello risultante dall'altezza di moto uniforme è minore o uguale al 90%, con un minimo di 20 cm.

Per la definizione della quota idrica di progetto si fa riferimento alla legge di Gauckler Strickler in moto uni-forme.

$$Q = K_s AR^{2/3} i^{1/2}$$

- Q è la portata di progetto (m³/s)
- A è l'area della sezione bagnata, (m²)
- R è il raggio idraulico, (m) definito come rapporto tra l'area bagnata e il contorno bagnato;
- i è la pendenza del canale,
- K_s è il coefficiente di scabrezza Strickler (m^{1/3}s⁻¹)

Il valore utilizzato per l'indice di scabrezza di Strickler è pari a 30 senz'altro cautelativo per le opere previste di inalveazione, costituite da materassi Reno di opportuno spessore determinato a seguito della verifica, entro maglia metallica.

Le verifiche sono riportate di seguito.

8.2 VERIFICA AL TRASCINAMENTO DELLE INALVEAZIONI

In generale si definisce stabile un rivestimento in pietrame, costituito da materassi Reno e/o gabbioni di contenimento, quando non si ha spostamento degli elementi all'interno della rete metallica di contenimento.

La condizione di inizio del movimento di questi elementi si assume quindi come limite di stabilità del rivestimento.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	109 di 321

La verifica è stata eseguita con il metodo delle tensioni di trascinamento, che prevede il confronto tra le tensioni esercitate dall'acqua sul rivestimento e le tensioni resistenti del pietrame stesso.

8.2.1 Calcolo delle tensioni agenti

L'espressione per il calcolo della tensione tangenziale massima al fondo fa riferimento al raggio idraulico R :

$$\tau_b = \gamma_w R j$$

dove

γ_w è il peso specifico dell'acqua;

R è il raggio idraulico;

j è la pendenza piezometrica.

Per i corsi d'acqua naturali ed i canali sufficientemente larghi il raggio idraulico R risulta pressoché coincidente con il tirante d'acqua; la formula quindi diviene, per un punto posizionato sul fondo:

$$\tau_b = \gamma_w y j$$

con y tirante idrico.

Le espressioni precedenti fanno riferimento alle condizioni al fondo del canale.

Per la verifica della stabilità delle sponde si è fatto riferimento ad un valore massimo della tensione tangenziale pari a:

$$\tau_m = 0.75 \gamma_w y j$$

che è chiaramente un valore ridotto della massima tensione tangenziale.

8.2.2 Calcolo delle tensioni resistenti

Considerato un ciottolo di diametro equivalente uguale al diametro medio d_{50} del pietrame di fondo (cioè il diametro del vaglio che consente il passaggio del 50 % in peso del materiale litoide che costituisce il rivestimento) si definisce coefficiente di Shields la grandezza adimensionale:

$$C^* = \frac{\tau_c}{(\gamma_s - \gamma_w) d_m}$$

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	010000	REL	02	F	110 di 321

ove :

τ_c è la tensione tangenziale di trascinamento nella situazione critica di inizio movimento;

τ_s è il peso specifico dell'inerte.

Il denominatore risulta proporzionale alla tensione normale sul fondo dovuta al peso immerso del ciottolo; il coefficiente di Shields è dunque analogo ad un coefficiente di attrito.

La tensione tangenziale al fondo, che può essere raggiunta senza movimento del pietrame (tensione tangenziale critica), vale dunque:

$$\tau_s = C^*(\gamma_s - \gamma_w)d_m$$

Il coefficiente C^* per il pietrame contenuto da rete metallica (materassi Reno e gabbioni) vale $C^* \cong 0.14$; nel caso di pietrame sciolto (rip-rap) vale circa 0.047; a parità di dimensioni il pietrame di riempimento di materassi e gabbioni sopporta una tensione tangenziale più che doppia rispetto al rip-rap, grazie all'azione di contenimento della rete metallica.

Le espressioni precedenti si riferiscono al rivestimento di fondo del corso d'acqua; per quello sulle sponde occorre ridurre la tensione limite secondo la formula:

$$\tau_s = \tau_c * k_s$$

dove:

$$k_s = \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2\theta}{\text{sen}^2\varphi}}$$

θ è la pendenza della sponda;

φ è l'angolo di attrito interno del pietrame che costituisce il rivestimento;

Sulla base di esperienze e prove di laboratorio effettuate da ditte del settore, sulle sponde l'effetto di confinamento della rete sul pietrame incrementerà la sua resistenza agli sforzi tangenziali, ciò non accade per il materiale sciolto poiché la forza di gravità ridurrà la resistenza agli sforzi tangenziali sul piano inclinato. Di conseguenza la resistenza allo sforzo tangenziale su superfici inclinate verrà calcolata utilizzando un coefficiente convenzionale di riduzione K_s per il materiale sciolto, assumendo un angolo ϕ fittizio di 60° per il materiale confinato (gabbioni e materassi). Nel caso in cui l'inclinazione delle sponde sia maggiore di 45° ($q > 45^\circ$) il fattore di riduzione verrà considerato costante ($K_s = 0.57$).

Il rivestimento risulta stabile se è verificata la disequaglianza che si ottiene quando le tensioni agenti sono inferiori alle tensioni resistenti:

$$\tau_b \leq \tau_c$$

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	111 di 321

8.2.3 Controllo dell'erosione sull'interfaccia

Assieme alle analisi di trascinamento sono state condotte indagini sugli effetti dell'erosione causata da velocità eccessive della corrente sull'interfaccia opera di protezione suolo. Quando si utilizza un gabbione, un materasso o un riprap come rivestimento, solitamente si mette un filtro (costituito di ghiaia o tessuto) sulla superficie di contatto tra il suolo e il rivestimento.

Questa ulteriore protezione impedisce al rivestimento di abbassarsi o di affondare a causa dell'erosione.

La verifica viene effettuata calcolando la velocità sull'interfaccia tra il rivestimento e il terreno sottostante.

La velocità sull'interfaccia con il gabbione, materasso o riprap è calcolata con la seguente formula:

$$V_b = \frac{(d_m/2)^{2/3} i_f^{1/2}}{n_{\text{filter}}}$$

dove n_{filter} è il coefficiente di scabrezza del fondo ed è pari a 0.02 per un filtro di tessuto, o 0.025 per un filtro di ghiaia sotto il rivestimento.

La velocità V_b deve essere paragonata con la velocità V_e sull'interfaccia con il materiale di base.

Valori indicativi di V_e per suoli naturali standard vengono riportati nella tabella seguente:

Tipo di suolo	Velocità limite V_e (m/s)	Angolo di attrito suggerito (gradi)
Sabbia fine	0.760	30 – 32
Sabbia e ghiaia	1.500	32 – 35
Ghiaia grossolana	1.800	35 – 38
Ciottoli e ghiaia	1.670	35 – 38
Argilla e crostoni di argilla (coesivi)	1.800	25 – 30
Limo e ciottoli (coesivi)	1.670	20 – 30

Nel caso in esame sono riscontrabili terreni, in alveo, costituiti da ghiaie, si è quindi adottato un valore di V_e pari a 1.8 m/s.

Quando si utilizza un geotessile sotto il rivestimento, la velocità del flusso che passa attraverso il geotessile diminuisce. La diminuzione è in funzione dello spessore del filtro. Sulla

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	112 di 321

base delle esperienze condotte da ditte del settore, si considera che all'interfaccia col suolo essa è pari a 1/3 di V_b .

Se la velocità sotto l'opera di rivestimento è ancora maggiore di quella consentita, si raccomanda di utilizzare un ulteriore filtro in ghiaia. Le norme generali indicano che il filtro in ghiaia abbia uno spessore compreso tra 0.15m (6") e 0.20m (9") e sia più grande di:

$$S = d_v / f(1 - (V_e/V_b)^2)$$

Dove

f = Coefficiente di Darcy-Weisbach (può essere assunto $f=0.05$)

d_v = diametro equivalente dei vuoti (assunto pari a 1/5 delle dimensioni medie delle particelle del filtro)

9. INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Gli eventi critici per i manufatti, sono provocati principalmente dagli eventi di breve durata secondo i tempi di ritorno adottati in sede di dimensionamento e verifica delle opere.

Tuttavia risultano parimenti potenzialmente critiche le situazioni determinabili a causa del trasporto dei sedimenti e soprattutto del materiale grossolano presente nell'alveo.

In particolare si possono distinguere due differenti tipologie di possibili cause di ostruzione:

- la prima può essere dovuta sia a materiale litoide in frazione fine o media, che a rifiuti solidi trascinati dalla corrente;
- la seconda fa riferimento al caso di elementi ostruttivi grossolani, quali alberature o anche carcasse di animali.

In merito alla prima tipologia di elementi, si è scelto di non prevedere griglie all'ingresso dei pozzi ubicati agli imbocchi dei tombini. Tali elementi infatti se sono senz'altro molto efficaci, in quanto intercettano gran parte del materiale, necessitano tuttavia di frequente controllo e pulizia: in mancanza di una frequente manutenzione, tali elementi possono addirittura essere controproducenti e portare ad una rilevante parzializzazione della sezione di ingresso del pozzo, con bypassamento dell'ingresso medesimo e tutte le conseguenze negative del caso.

In relazione a ciò, non è stata inserita una griglia, ma si è preferito prevedere che il materiale di piccola media pezzatura possa defluire e transitare all'interno del tombino.

Imponendo una pendenza minima che di regola non scende sotto l'1%, anche le portate anche di magra consentono l'autopulizia. A tale accorgimento si aggiunge il criterio progettuale adottato consistente nel prevedere sempre almeno da un lato l'ingresso ad operai e piccoli mezzi per la pulizia, nonché raccordi della corrente agli imbocchi e sbocchi per ostacolare il



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

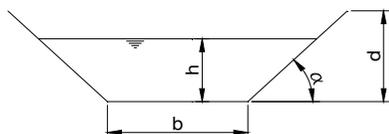
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O1000	REL	02	F	113 di 321

ristagno e il deposito del materiale.

Tutte le opere progettate sono caratterizzate da dimensioni degli imocchi o degli sbocchi da permettere in ogni caso l'ispezione e l'accesso per la manutenzione.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	114 di 321

VERIFICA IDRAULICA


Opera progressiva	TIPO FOSSO	h	b	d	α	Ks	A	C	R	i	Q	v	riemp
		(m)	(m)	(m)	(°)	(m ^{1/3} s ⁻¹)	(m ²)	(m)	(m)	(m/m)	(m ³ /s)	(m/s)	%
Tombino 0+011.90	1.5x1.75	0.94	1.5	1.75	27	30	3.133	5.63	0.56	0.020	8.99	2.870	54%
Tombino 0+331.50	1.0x1.0	0.48	1	1	45	30	0.720	2.37	0.30	0.060	2.39	3.319	48%
Tombino 0+546.00	rett. 2.0x1.2 cls	0.71	2	1.2	90	70	1.423	3.42	0.42	0.020	7.85	5.515	59%
Tombino 1+262.40	1.0x1.0	0.71	1	1	27	30	1.717	4.15	0.41	0.040	5.72	3.332	71%
Ponte Fratte fosso nord	1.5x1.5	1.03	1.5	1.5	27	30	3.628	6.04	0.60	0.015	9.49	2.616	69%
Ponte Fratte fosso sud	rett. 2.0x1.0	0.82	2	1	90	30	1.644	3.64	0.45	0.040	5.80	3.529	82%
Tombino 4+737.88	1.0x1.0	0.70	1	1	45	30	1.182	2.97	0.40	0.0100	1.919	1.623	70%
Tombino 4+930.00	1.0x1.0	0.54	1	1	45	30	0.836	2.53	0.33	0.1000	3.790	4.531	54%
Tombino 5+567.60	2.0x1.75	1.41	2	1.75	27	30	6.687	8.19	0.82	0.005	12.39	1.853	80%



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	115 di 321

Opera progressiva	TIPO FOSSO	h	b	d	α	Ks	A	C	R	i	Q	v	riemp
		(m)	(m)	(m)	(°)	($m^{1/3}s^{-1}$)	(m^2)	(m)	(m)	(m/m)	(m^3/s)	(m/s)	%
Tombino 5+745.20	0.5x0.5	0.40	0.5	0.5	45	30	0.364	1.64	0.22	0.010	0.40	1.099	81%
Tombino 5+920.00	0.75x0.75	0.52	0.75	0.75	45	30	0.664	2.23	0.30	0.010	0.89	1.339	70%
Tombino 6+208.60	2.0x1.5	0.91	2	1.5	27	30	3.436	6.00	0.57	0.020	10.05	2.925	61%
Tombino 6+583.40	rett. 2.0x2.0	1.62	2	2	90	30	3.245	5.24	0.62	0.004	4.47	1.378	81%
Tombino 7+161.50	1.0x1.0	0.35	1	1	4	30	2.117	11.07	0.19	0.030	3.65	1.724	35%
Tombino 1+215.20 Deviazione Muccese	rett. 2.0x2.0	1.89	2	2	90	30	3.776	5.78	0.65	0.0150	10.450	2.768	94%
Tombino 8+276 rampa	rett. 1.5x2.0	0.53	1.5	2	45	30	1.074	3.00	0.36	0.0200	2.300	2.141	26%
Tombino 8+276	1.5x1.0	0.64	1.5	1	45	30	1.377	3.32	0.42	0.0100	2.300	1.669	64%
Tombino 8+464.20	1.5x1.75	1.64	1.5	1.75	27	30	7.741	8.73	0.89	0.010	21.44	2.770	94%



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	116 di 321

VERIFICA AL TRASCINAMENTO

Tutte le inalveazioni sono rivestite in materassi e gabbioni metallici			Tensioni agenti fondo	Tensioni resistenti fondo	Tensioni agenti sponde	Tensioni resistenti sponde	Filtro interfaccia	Velocità interfaccia	Velocità interfaccia riferimento
Tombino progressiva	TIPO FOSSO	i	τ_b (N/m ²)	τ_c (N/m ²)	τ_m (N/m ²)	τ_s (N/m ²)		V _b (m/s)	V _e (m/s)
Tombino 0+011.90	1.5x1.75	0.0200	109	340	82	290	Tessuto	1.26	1.80
Tombino 0+289.90	1.0x1.0	0.0600	179	340	134	196	Tessuto+geot	0.73	1.80
Tombino 0+600.00	rett. 2.0x1.2 cls	0.0200	82	340	61	194	Tessuto	1.26	1.80
Tombino Pagliano		0.0260	234	340	176	194	Tessuto	1.43	1.80
Tombino 1+262.40	1.0x1.0	0.0400	162	340	122	290	Tessuto	1.78	1.80
Ponte Faranghe		0.0700	315	340	236	245	Tessuto+geot	0.78	1.80
Ponte Fratte fosso nord	1.5x1.5	0.0150	88	340	66	290	Tessuto	1.09	1.80
Ponte Fratte fosso sud	rett. 2.0x1.0	0.0400	177	340	133	194	Tessuto	1.78	1.80
Tombino 4+737.88	1.0x1.0	0.0100	39	340	29	196	Tessuto	0.89	1.80
Tombino 4+930.00	1.0x1.0	0.1000	323	431	242	249	Tessuto+geot	1.10	1.80



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	117 di 321

Tutte le inalveazioni sono rivestite in materassi e gabbioni metallici			Tensioni agenti fondo	Tensioni resistenti fondo	Tensioni agenti sponde	Tensioni resistenti sponde	Filtro interfaccia	Velocità interfaccia	Velocità interfaccia riferimento
Tombino progressiva	TIPO FOSSO	i	τ_b (N/m ²)	τ_c (N/m ²)	τ_m (N/m ²)	τ_s (N/m ²)		V_b (m/s)	V_e (m/s)
Tombino 5+567.60	2.0x1.75	0.0050	40	340	30	290	Tessuto	0.63	1.80
Tombino 5+745.20	0.5x0.5	0.0100	22	340	16	196	Tessuto	0.89	1.80
Tombino 5+920.00	0.75x0.75	0.0100	29	340	22	196	Tessuto	0.89	1.80
Tombino 6+208.60	2.0x1.5	0.0200	112	340	84	290	Tessuto	1.26	1.80
Tombino 6+583.40	rett. 2.0x2.0	0.0040	24	340	18	194	Tessuto	0.56	1.80
Tombino 7+161.50	1.0x1.0	0.0300	56	340	42	339	Tessuto	1.54	1.80
Tombino 8+276 rampa	rett. 1.5x2.0	0.0200	70	340	53	196	Tessuto	1.26	1.80
Tombino 8+276	1.5x1.0	0.0100	41	340	31	196	Tessuto	0.89	1.80
Tombino 8+464.20	1.5x1.75	0.0100	87	340	65	290	Tessuto	0.89	1.80

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	O10000	REL	02	F	118 di 321

ALLEGATO
OPERE ARTTRAVERSAMENTO
IDRAULICO MAGGIORI:
VIADOTTI

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	119 di 321

FOSSO DI PAGLIANO

ANTE OPERAM

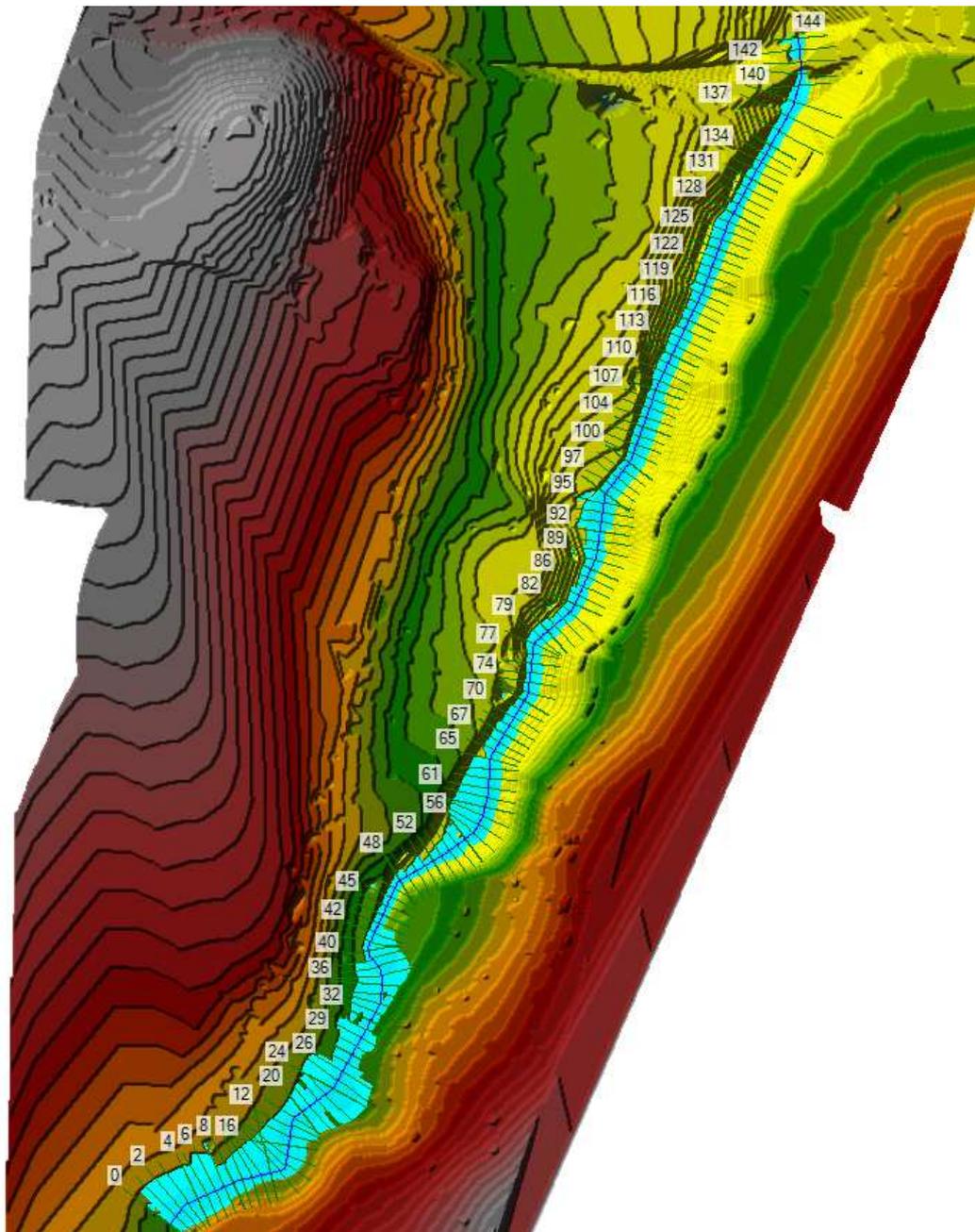
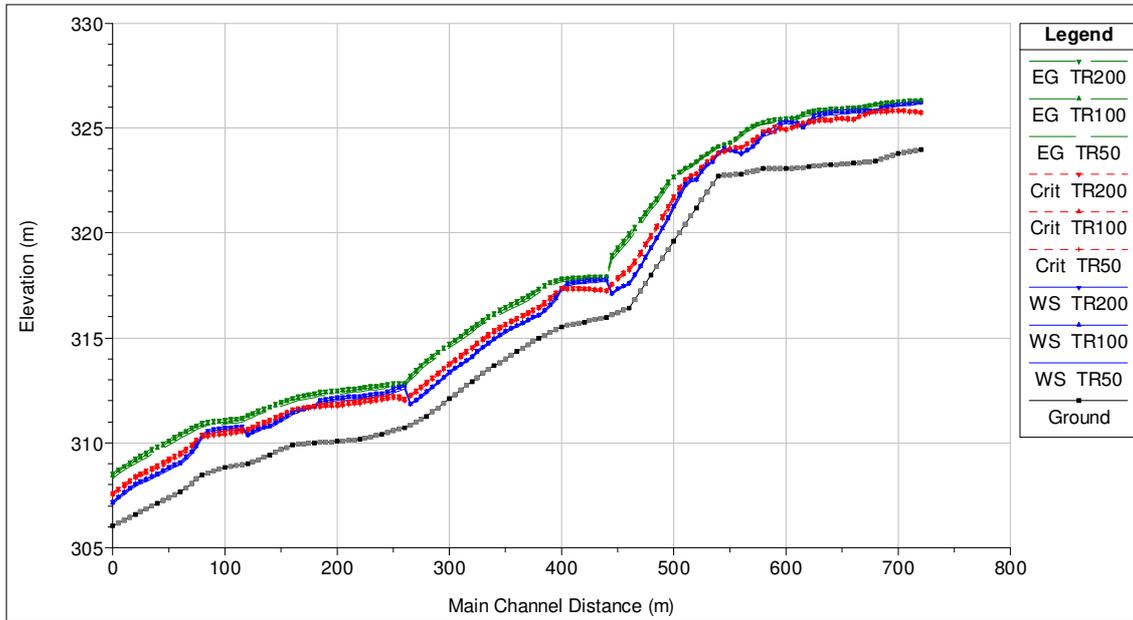


Figura 18: Planimetria ante operam Tr 200 anni

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	120 di 321



River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
100	323.96	326.29	325.78	326.36	0.002017	1.78	33.46	33.62	0.41
99.750*	323.91	326.26	325.81	326.35	0.00226	1.92	31.71	32.96	0.45
99.500*	323.87	326.24	325.84	326.34	0.002566	2.03	30.01	32.31	0.48
99.250*	323.83	326.21	325.85	326.32	0.002946	2.15	28.32	31.64	0.5
99	323.78	326.17	325.85	326.3	0.00344	2.27	26.54	30.91	0.54
98.750*	323.69	326.13	325.86	326.28	0.003884	2.38	25.05	29.5	0.56
98.500*	323.6	326.08	325.86	326.26	0.004471	2.55	23.42	28.13	0.59
98.250*	323.52	326.01	325.85	326.23	0.00541	2.77	21.51	26.67	0.63
98	323.43	325.86	325.83	326.19	0.008723	3.29	17.58	23.62	0.76
97.750*	323.4	325.86	325.78	326.13	0.007173	3.05	19.62	26.03	0.7
97.500*	323.38	325.88	325.69	326.08	0.005548	2.71	22.39	28.49	0.61
97.250*	323.35	325.9	325.58	326.03	0.004159	2.36	25.56	30.33	0.53
97	323.33	325.91	325.47	326.01	0.003051	2.06	29.11	31.77	0.45
96.750*	323.31	325.87	325.49	325.99	0.003437	2.21	28.29	34.24	0.49
96.500*	323.29	325.86	325.52	325.97	0.003384	2.22	28.58	34.3	0.5
96.250*	323.28	325.84	325.49	325.95	0.003204	2.17	29.21	34.22	0.48

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	121 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
96	323.26	325.84	325.43	325.93	0.002942	2.06	30.16	34.1	0.45
95.750*	323.24	325.78	325.44	325.91	0.003464	2.36	27.3	32.36	0.52
95.500*	323.21	325.71	325.43	325.89	0.004084	2.64	24.7	30.76	0.59
95.250*	323.19	325.65	325.3	325.86	0.004313	2.79	23.04	28.68	0.63
95	323.17	325.33	325.33	325.81	0.009133	3.83	15.64	21.81	0.92
94.750*	323.14	325.08	325.3	325.73	0.01264	4.31	12.96	19.07	1.11
94.500*	323.11	325.29	325.18	325.57	0.004574	2.94	20.82	26.82	0.7
94.250*	323.09	325.35	325.07	325.52	0.002706	2.38	26.16	30.47	0.56
94	323.06	325.37	324.98	325.49	0.001803	1.99	31.36	33.72	0.46
93.750*	323.06	325.3	325.05	325.47	0.00241	2.34	27.17	31.78	0.54
93.500*	323.06	325.08	325.08	325.44	0.004913	3.15	19.27	27.78	0.77
93.250*	323.06	324.86	324.92	325.39	0.007872	3.75	14.23	17.19	0.96
93	323.07	324.77	324.86	325.34	0.00916	3.93	13.44	16.23	1.03
92.750*	323.01	324.38	324.59	325.25	0.018986	4.56	10.28	15.7	1.36
92.500*	322.95	324.16	324.48	325.13	0.02513	4.7	9.37	16.37	1.53
92.250*	322.89	323.97	324.3	324.99	0.031921	4.75	8.82	16.48	1.67
92	322.83	323.81	324.12	324.8	0.039067	4.71	8.65	16.39	1.79
91.750*	322.8	323.91	324.12	324.54	0.026249	3.93	11.18	20.01	1.35
91.500*	322.77	323.97	324.03	324.35	0.019429	3.29	14.2	23.74	1.06
91.250*	322.74	324.05	323.92	324.24	0.011441	2.48	18.8	27.31	0.75
91	322.71	323.85	323.85	324.16	0.013418	3.71	16.89	26.8	1.2
90.750*	322.34	323.44	323.62	324.02	0.04931	4.32	11.06	22.25	1.46
90.500*	321.96	323.28	323.44	323.81	0.030384	4.06	12.16	22.05	1.26
90.250*	321.58	322.96	323.17	323.65	0.030766	4.43	11.07	19.63	1.37
90	321.2	322.57	322.84	323.46	0.03714	4.89	9.84	17.36	1.56
89.750*	320.81	322.59	322.78	323.26	0.020163	3.98	11.37	17.94	1.11
89.500*	320.41	322.37	322.59	323.14	0.024006	4.01	9.6	13.18	1.1
89.250*	320.02	321.88	322.24	322.95	0.047222	4.57	7.33	6.41	1.36
89	319.63	321.33	321.77	322.73	0.028406	5.24	6.39	6.02	1.62
88.750*	319.22	320.77	321.3	322.47	0.086783	5.79	5.79	6.1	1.9
88.500*	318.8	320.29	320.84	322.07	0.074954	5.9	5.68	6.32	1.99
88.250*	318.39	319.81	320.39	321.7	0.065237	6.1	5.49	6.47	2.12
88	317.98	319.33	319.93	321.36	0.065384	6.32	5.3	6.57	2.25
87.750*	317.59	318.89	319.51	321.02	0.066158	6.47	5.18	6.46	2.31

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	122 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
87.500*	317.21	318.46	319.12	320.67	0.070071	6.59	5.08	6.33	2.35
87.250*	316.82	318.05	318.73	320.32	0.069305	6.67	5.04	6.5	2.34
87	316.44	317.65	318.34	320	0.057047	6.83	5.15	7.35	2.32
86.750*	316.32	317.52	318.15	319.66	0.052748	6.54	5.51	8.93	2.25
86.500*	316.2	317.36	317.9	319.34	0.05594	6.35	5.96	11.65	2.24
86.250*	316.09	317.13	317.58	319	0.067054	6.33	6.45	14.14	2.36
86	315.97	317.84	317.29	317.97	0.002021	1.86	25.05	21.65	0.48
85.750*	315.92	317.83	317.31	317.96	0.001995	1.89	25.49	23.22	0.48
85.500*	315.87	317.81	317.33	317.95	0.001937	1.9	25.76	23.71	0.48
85.250*	315.82	317.8	317.36	317.94	0.001957	1.95	25.66	24.52	0.48
85	315.77	317.77	317.38	317.93	0.001974	2.04	25.09	25.13	0.5
84.750*	315.71	317.74	317.39	317.91	0.002198	2.15	23.38	23.07	0.52
84.500*	315.66	317.69	317.39	317.9	0.002548	2.29	21.47	21.19	0.56
84.250*	315.6	317.63	317.38	317.88	0.003135	2.5	19.27	19.35	0.62
84	315.54	317.39	317.39	317.84	0.006225	3.21	14.26	16.92	0.85
83.750*	315.41	316.96	317.17	317.76	0.012775	4.05	9.47	11.96	1.19
83.500*	315.27	316.62	316.94	317.66	0.020281	4.55	7.84	10.46	1.47
83.250*	315.14	316.35	316.72	317.53	0.027087	4.83	7.16	9.97	1.67
83	315	316.12	316.51	317.37	0.03283	4.97	6.86	10.01	1.81
82.750*	314.83	316.01	316.38	317.2	0.029022	4.82	7.06	9.68	1.71
82.500*	314.67	315.9	316.25	317.05	0.027143	4.76	7.13	9.35	1.66
82.250*	314.5	315.76	316.12	316.91	0.02654	4.76	7.12	8.99	1.64
82	314.33	315.63	315.97	316.78	0.026222	4.76	7.09	8.64	1.63
81.750*	314.17	315.49	315.84	316.64	0.028352	4.76	7.04	8.39	1.66
81.500*	314	315.33	315.7	316.5	0.028519	4.78	7	8.27	1.66
81.250*	313.83	315.17	315.55	316.35	0.029071	4.82	6.95	8.17	1.67
81	313.67	315	315.38	316.2	0.029716	4.87	6.88	8.09	1.69
80.750*	313.48	314.79	315.2	316.05	0.031265	4.96	6.75	8.1	1.74
80.500*	313.3	314.59	315	315.88	0.032883	5.04	6.65	8.18	1.78
80.250*	313.11	314.38	314.8	315.71	0.035084	5.11	6.56	8.38	1.85
80	312.93	314.15	314.56	315.52	0.039337	5.19	6.46	8.91	1.95
79.750*	312.72	313.97	314.38	315.32	0.038028	5.15	6.51	8.84	1.92
79.500*	312.51	313.78	314.2	315.13	0.037409	5.15	6.51	8.71	1.9
79.250*	312.31	313.59	314.01	314.95	0.037008	5.16	6.49	8.56	1.89

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	123 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
79	312.1	313.39	313.81	314.76	0.036852	5.19	6.45	8.37	1.89
78.750*	311.88	313.15	313.59	314.57	0.038455	5.27	6.36	8.32	1.93
78.500*	311.67	312.92	313.37	314.37	0.039723	5.33	6.28	8.28	1.96
78.250*	311.45	312.69	313.14	314.17	0.040852	5.39	6.22	8.26	1.98
78	311.24	312.46	312.92	313.96	0.041571	5.42	6.19	8.25	2
77.750*	311.11	312.25	312.71	313.74	0.044691	5.39	6.21	8.92	2.06
77.500*	310.98	312.07	312.5	313.49	0.04636	5.29	6.34	9.73	2.09
77.250*	310.86	311.9	312.3	313.23	0.046871	5.12	6.55	10.71	2.09
77	310.73	312.77	312.1	312.89	0.001289	1.54	23.74	19.92	0.4
76.750*	310.65	312.69	312.22	312.87	0.002235	1.88	18.8	17.93	0.52
76.500*	310.56	312.58	312.24	312.85	0.003785	2.31	14.93	13.29	0.66
76.250*	310.48	312.45	312.22	312.82	0.0051	2.68	12.9	11.47	0.76
76	310.39	312.37	312.17	312.78	0.005578	2.86	12.18	10.48	0.78
75.750*	310.34	312.35	312.15	312.75	0.005671	2.79	12.12	10.14	0.78
75.500*	310.28	312.33	312.11	312.72	0.006096	2.78	12.07	9.86	0.8
75.250*	310.22	312.29	312.08	312.69	0.006151	2.8	11.96	9.61	0.8
75	310.16	312.26	312.03	312.65	0.006072	2.8	11.98	9.48	0.79
74.750*	310.14	312.24	311.99	312.62	0.005753	2.73	12.27	9.73	0.78
74.500*	310.12	312.22	311.95	312.58	0.005435	2.66	12.59	9.99	0.76
74.250*	310.1	312.21	311.92	312.55	0.005139	2.6	12.91	10.24	0.74
74	310.08	312.2	311.88	312.52	0.004865	2.53	13.24	10.49	0.72
73.750*	310.06	312.16	311.87	312.5	0.005091	2.57	13.02	10.43	0.74
73.500*	310.04	312.12	311.85	312.47	0.00531	2.61	12.82	10.37	0.75
73.250*	310.02	312.07	311.83	312.44	0.005288	2.72	12.45	10.23	0.76
73	310	311.8	311.8	312.39	0.009068	3.4	10.09	9.24	0.98
72.750*	309.97	311.73	311.76	312.34	0.010025	3.49	9.78	9.25	1.03
72.500*	309.95	311.7	311.71	312.28	0.00947	3.38	10.07	9.59	1
72.250*	309.93	311.57	311.66	312.22	0.011796	3.57	9.44	9.58	1.11
72	309.91	311.46	311.59	312.15	0.013798	3.69	9.11	9.77	1.2
71.750*	309.78	311.29	311.48	312.07	0.016859	3.92	8.55	9.45	1.31
71.500*	309.66	311.13	311.36	311.97	0.018751	4.07	8.24	9.24	1.38
71.250*	309.54	310.98	311.23	311.87	0.02003	4.17	8.03	9.08	1.42
71	309.42	310.83	311.1	311.76	0.021254	4.28	7.84	8.91	1.46
70.750*	309.31	310.78	311.02	311.64	0.01953	4.12	8.13	9.19	1.4

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

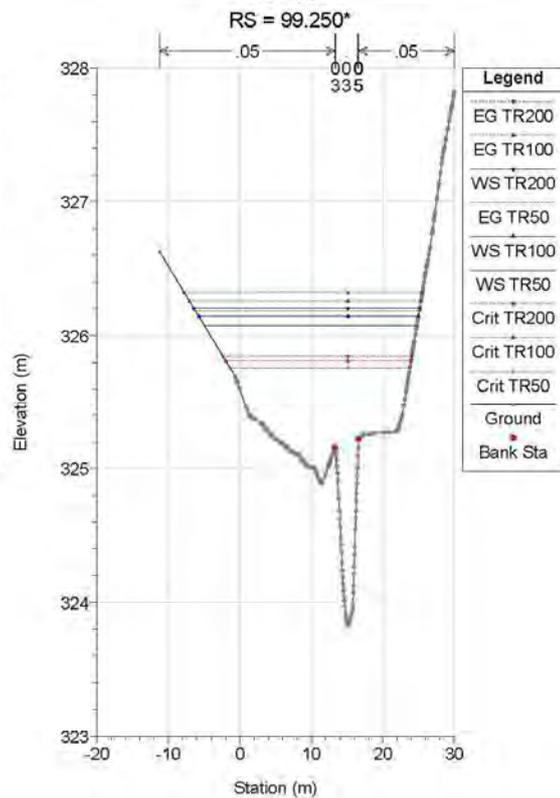
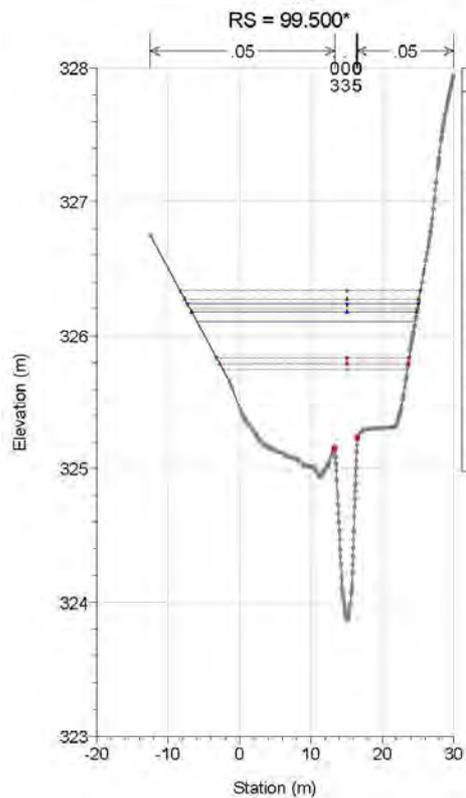
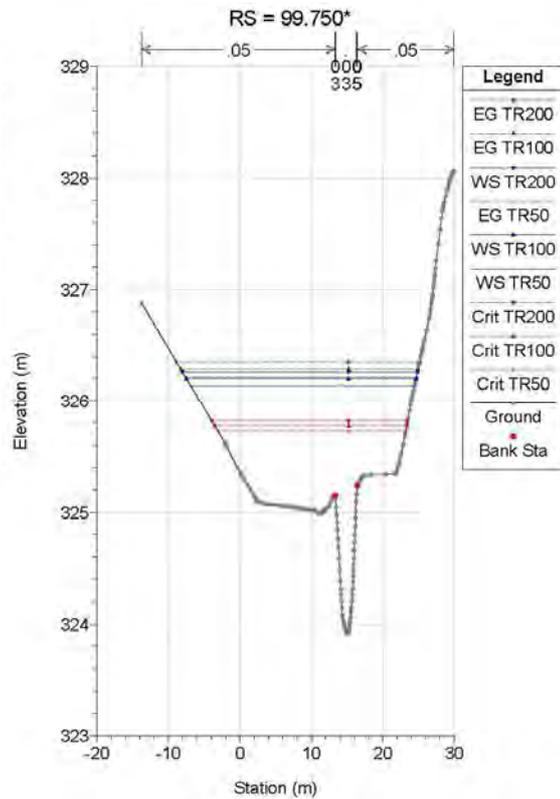
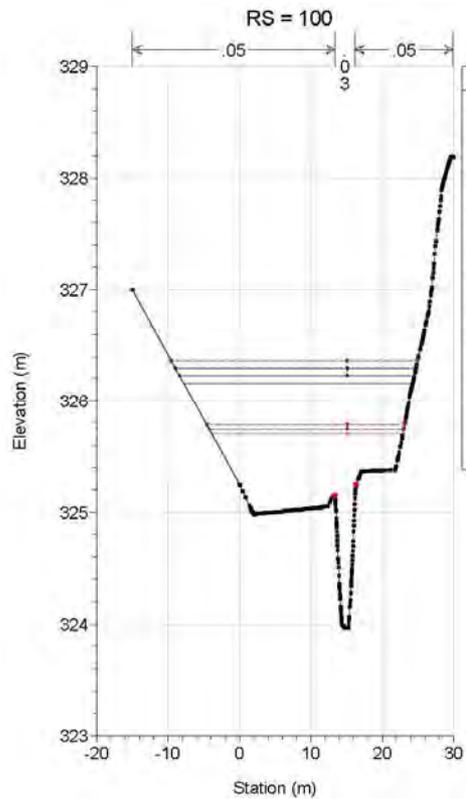
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	124 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
70.500*	309.2	310.67	310.91	311.54	0.019569	4.13	8.11	9.27	1.4
70.250*	309.09	310.55	310.8	311.44	0.019751	4.18	8.03	9.29	1.41
70	308.98	310.41	310.68	311.34	0.020531	4.27	7.88	9.24	1.44
69.750*	308.94	310.8	310.65	311.2	0.005887	2.8	12.35	11.49	0.81
69.500*	308.9	310.79	310.6	311.17	0.005583	2.76	12.55	11.49	0.79
69.250*	308.86	310.77	310.56	311.14	0.005282	2.71	12.77	11.49	0.77
69	308.82	310.75	310.52	311.11	0.004968	2.65	13.03	11.5	0.75
68.750*	308.73	310.71	310.49	311.08	0.005304	2.71	12.57	10.88	0.77
68.500*	308.65	310.66	310.46	311.05	0.005724	2.76	12.17	10.27	0.79
68.250*	308.56	310.59	310.41	311.02	0.006559	2.88	11.65	9.61	0.83
68	308.48	310.38	310.38	310.96	0.009692	3.38	9.91	8.5	1
67.750*	308.27	309.9	310.16	310.86	0.018926	4.34	7.73	7.58	1.37
67.500*	308.06	309.61	309.95	310.73	0.023539	4.7	7.13	7.3	1.52
67.250*	307.84	309.34	309.74	310.6	0.027042	4.95	6.77	7.12	1.62
67	307.63	309.1	309.54	310.44	0.0299	5.14	6.52	6.99	1.7
66.750*	307.5	308.98	309.4	310.28	0.028368	5.05	6.63	7.02	1.66
66.500*	307.37	308.85	309.27	310.14	0.027833	5.02	6.67	7.01	1.64
66.250*	307.23	308.7	309.11	310	0.027995	5.04	6.65	6.97	1.65
66	307.1	308.54	308.96	309.85	0.028402	5.07	6.61	6.92	1.65
65.750*	306.97	308.42	308.84	309.71	0.028592	5.02	6.68	7.21	1.66
65.500*	306.84	308.29	308.69	309.56	0.028737	4.98	6.73	7.38	1.67
65.250*	306.7	308.17	308.56	309.41	0.02866	4.93	6.8	7.49	1.65
65	306.57	308.07	308.43	309.25	0.028123	4.83	6.94	7.62	1.61
64.750*	306.44	307.86	308.24	309.1	0.031939	4.93	6.8	8.25	1.73
64.500*	306.3	307.64	308.05	308.93	0.034663	5.02	6.68	8.82	1.82
64.250*	306.17	307.42	307.84	308.74	0.035796	5.1	6.62	9.35	1.86
64	306.03	307.18	307.62	308.56	0.036826	5.21	6.58	9.72	1.9

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

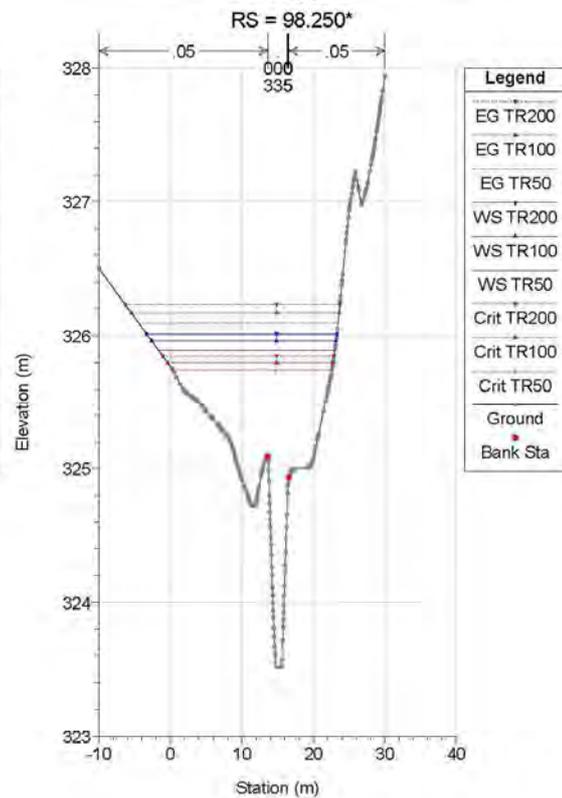
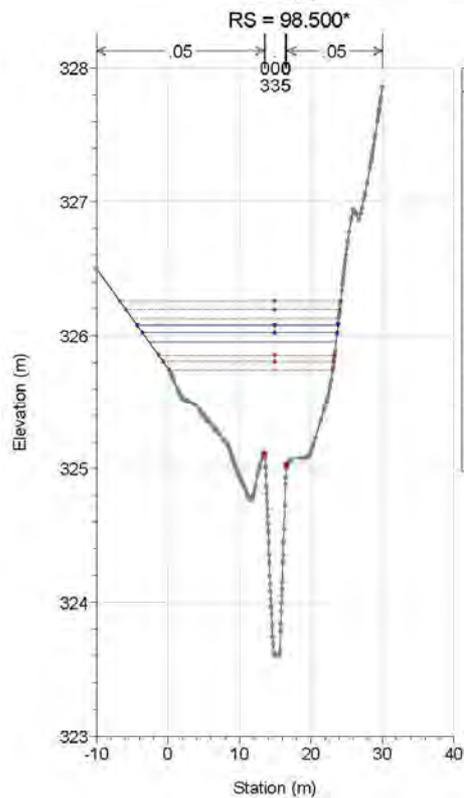
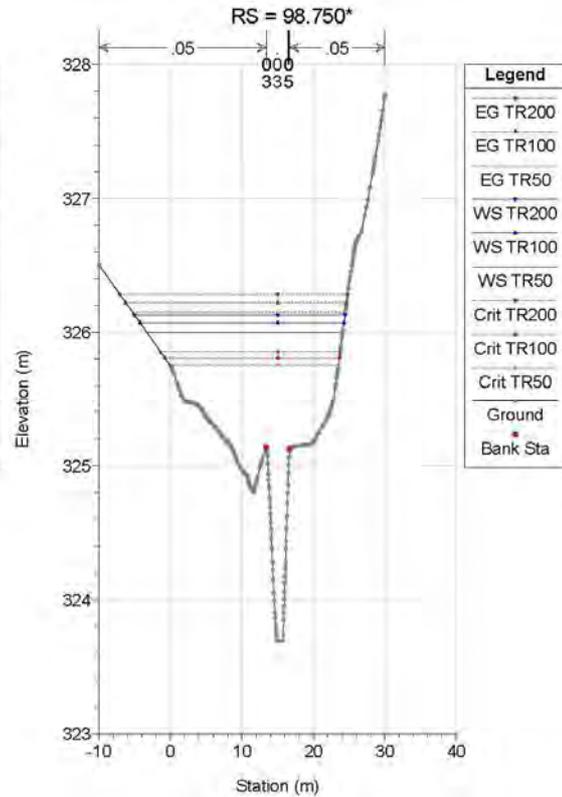
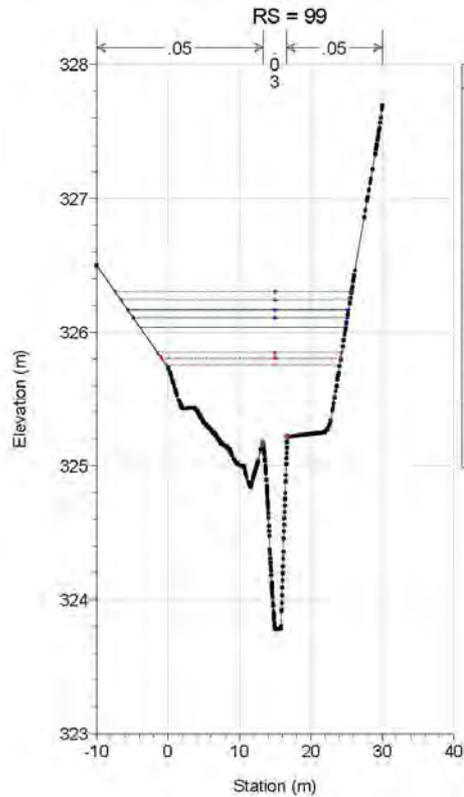
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	125 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

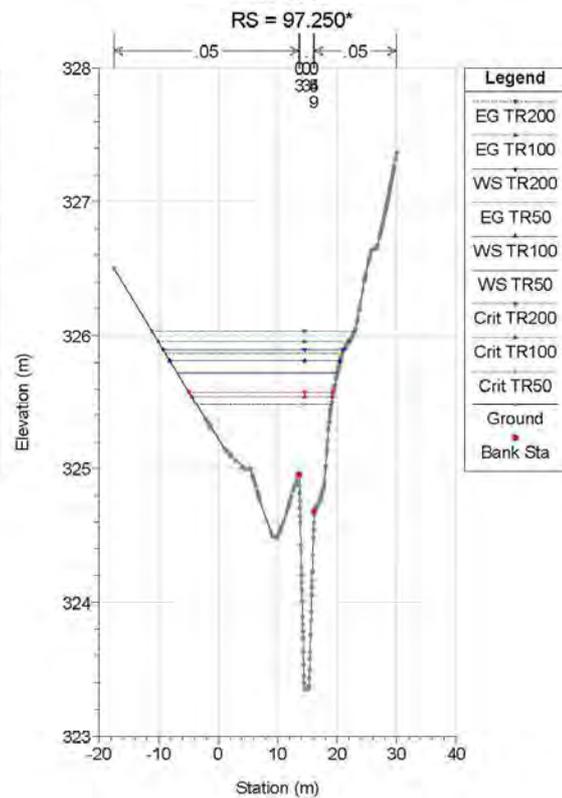
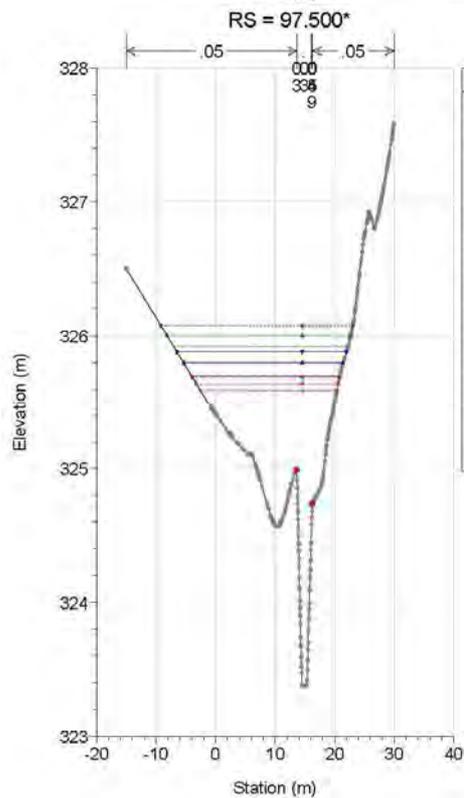
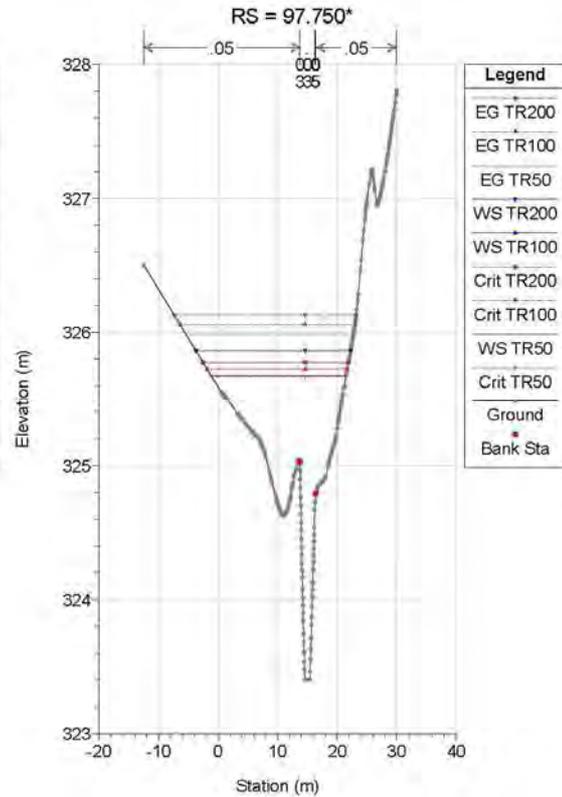
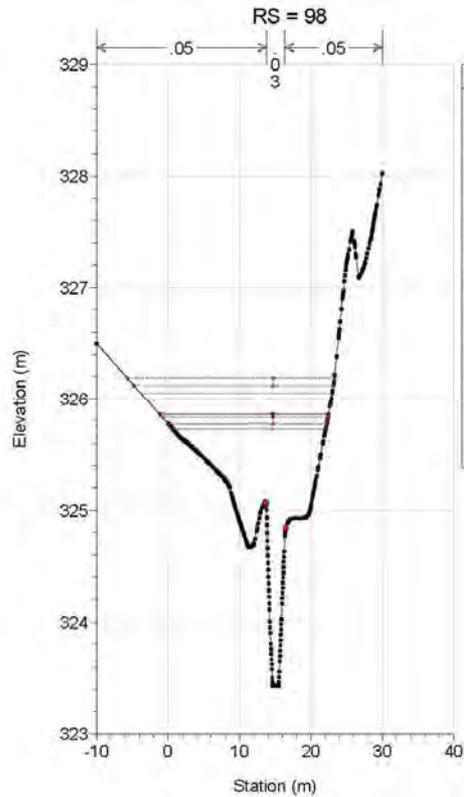
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	126 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

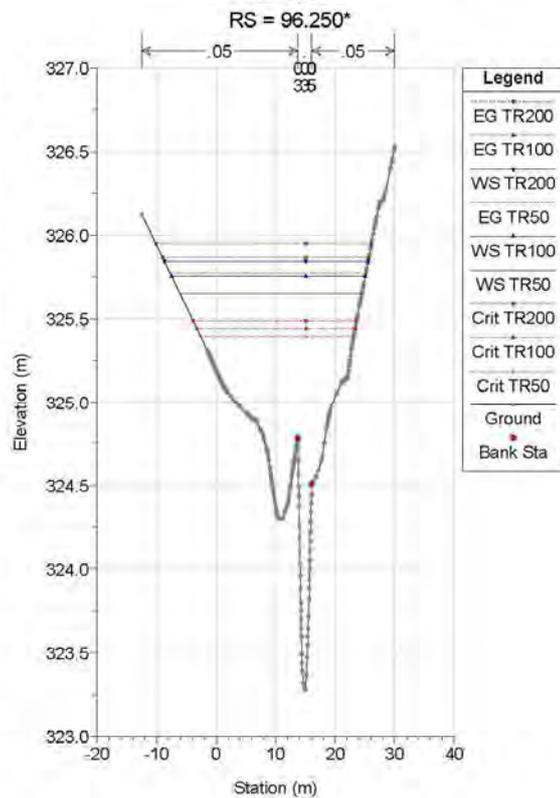
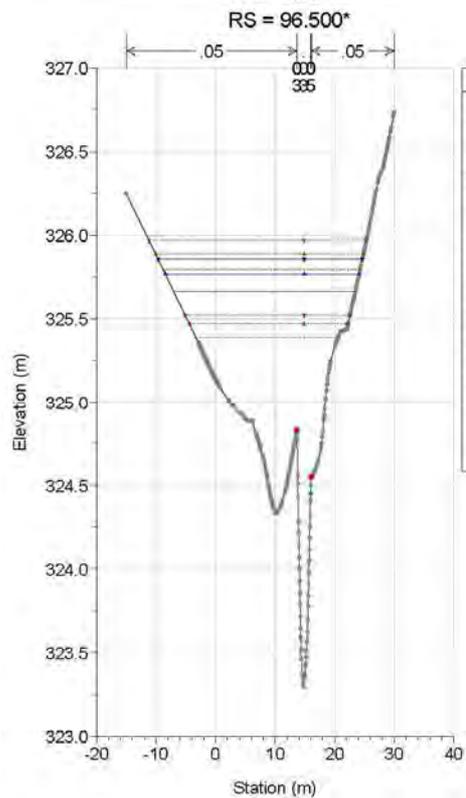
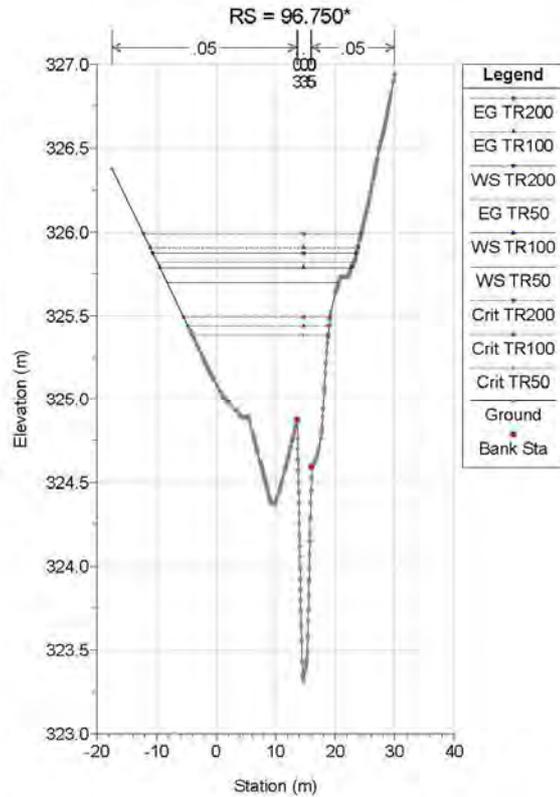
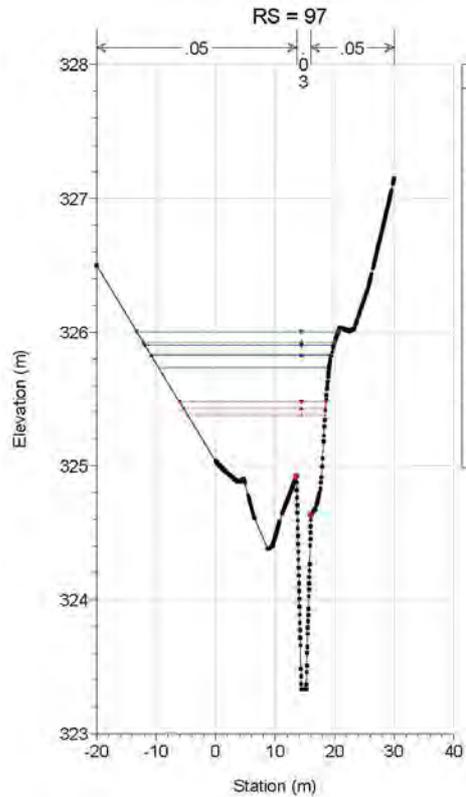
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	127 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

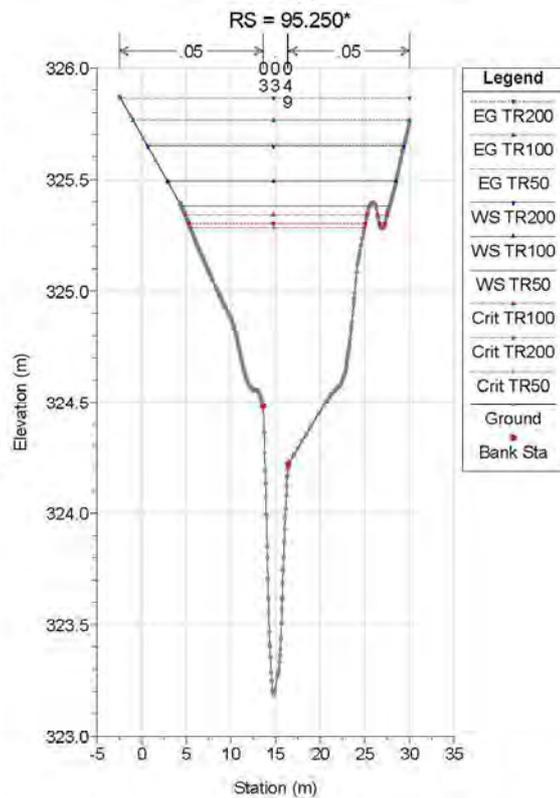
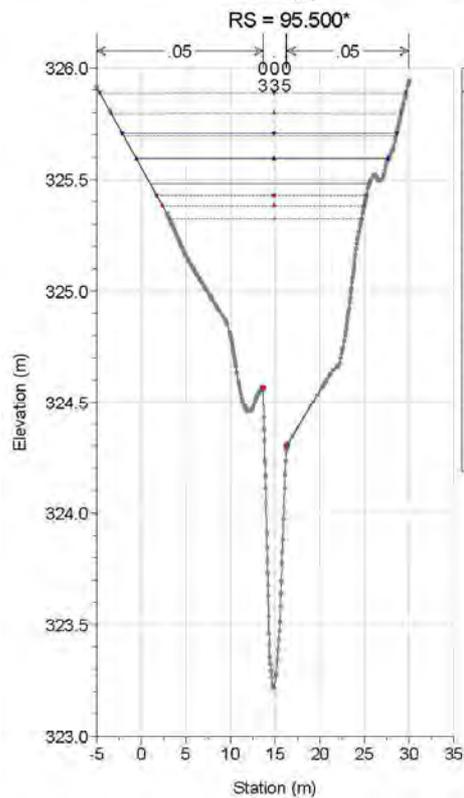
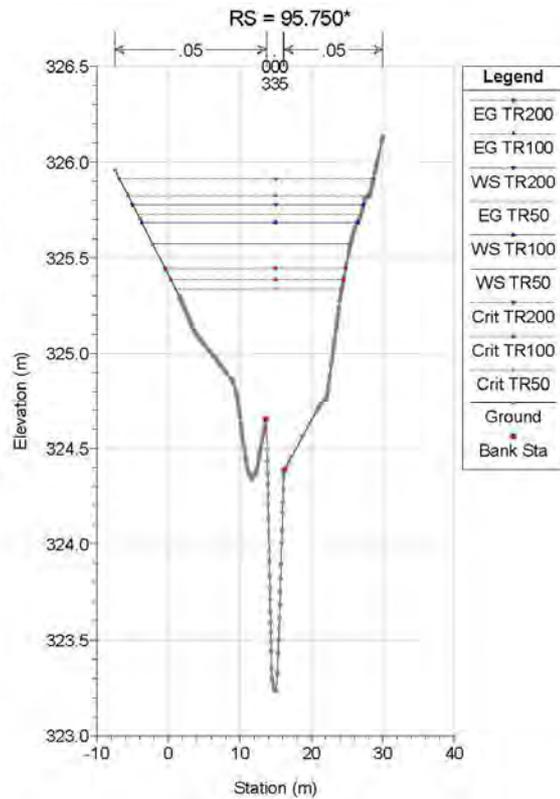
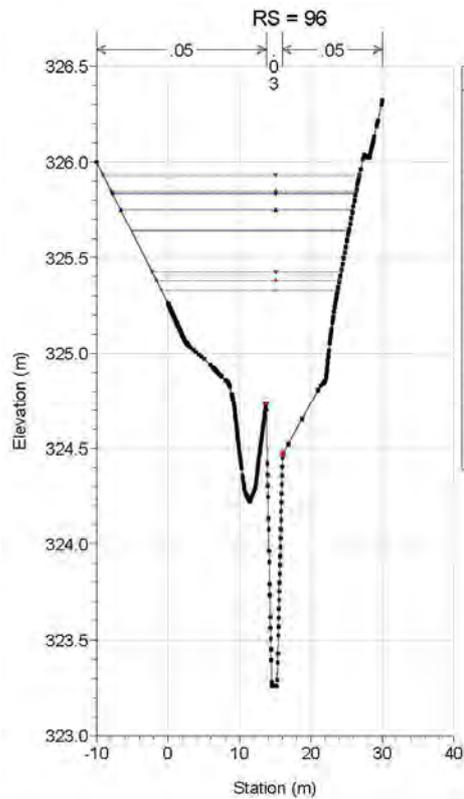
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	128 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

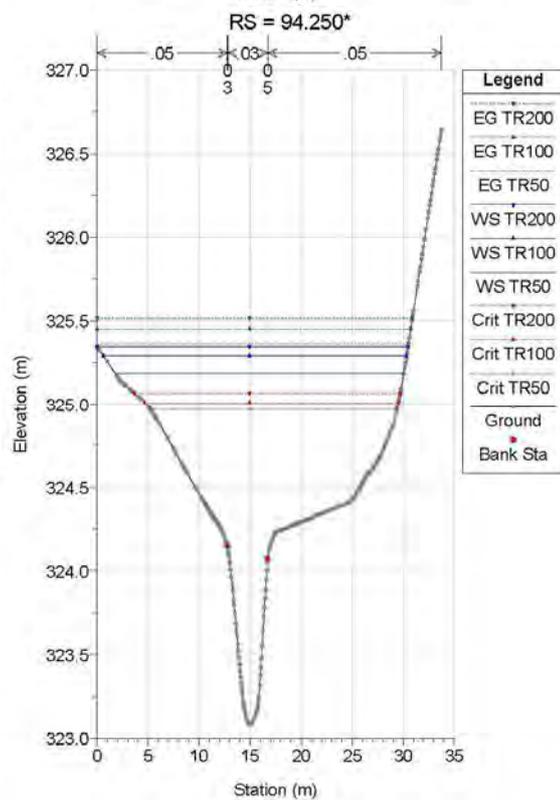
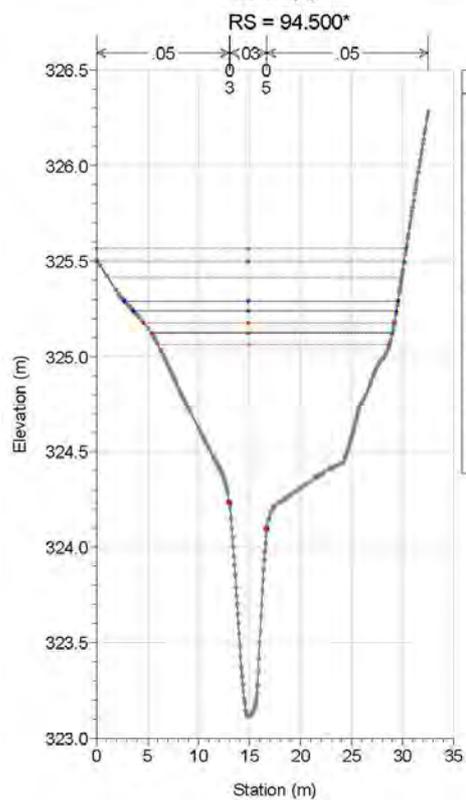
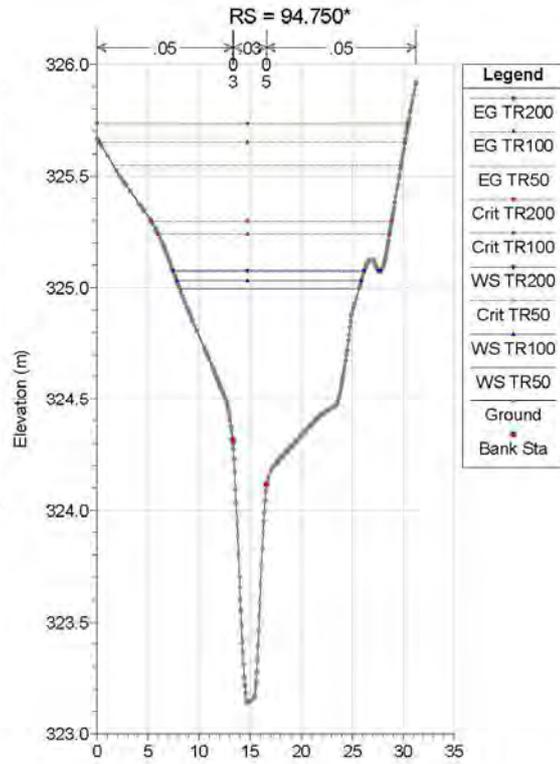
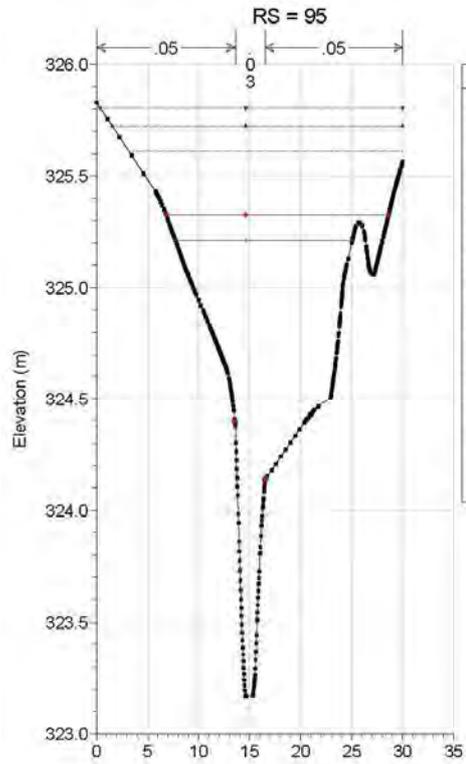
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	129 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

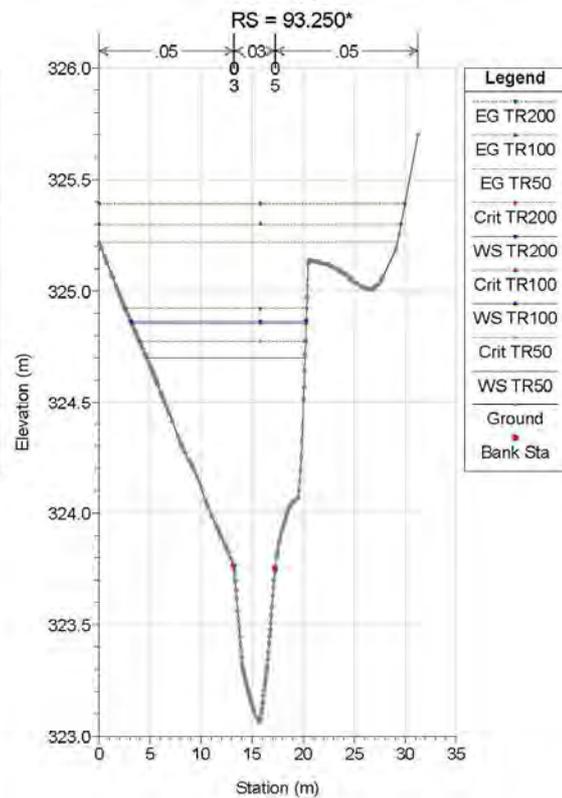
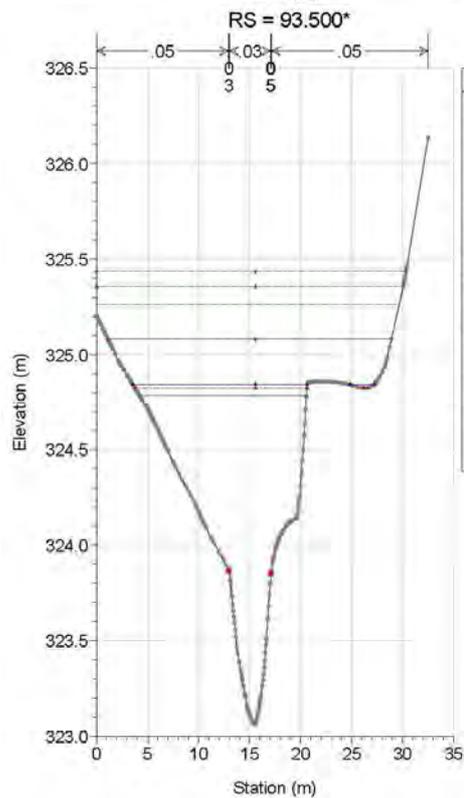
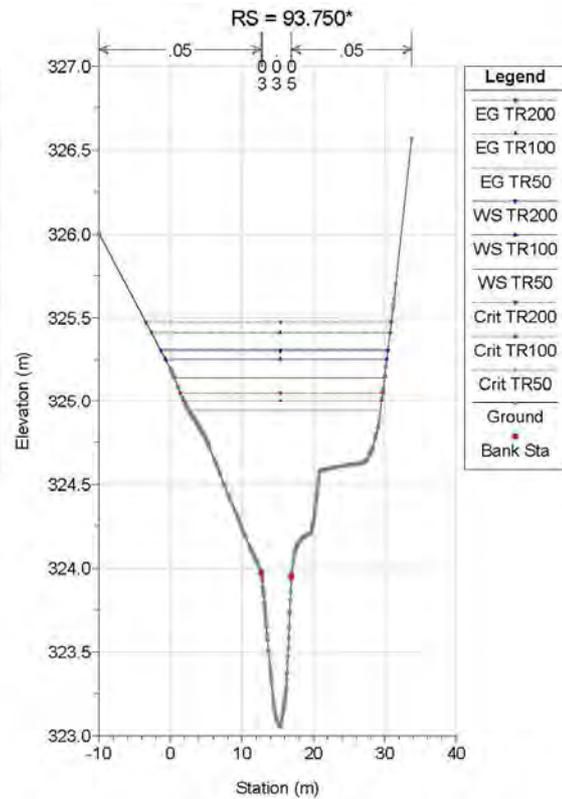
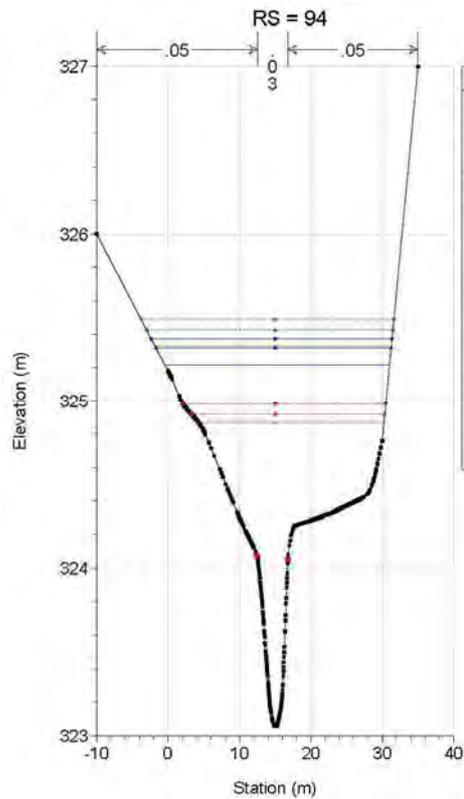
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	130 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

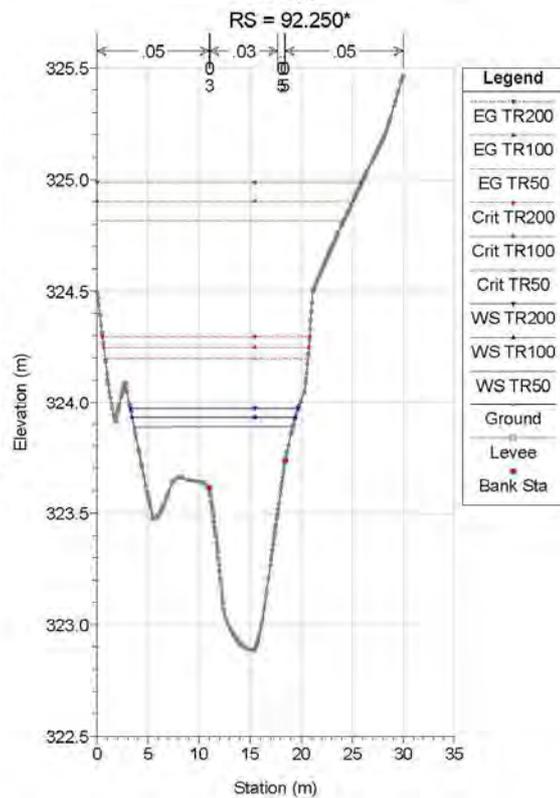
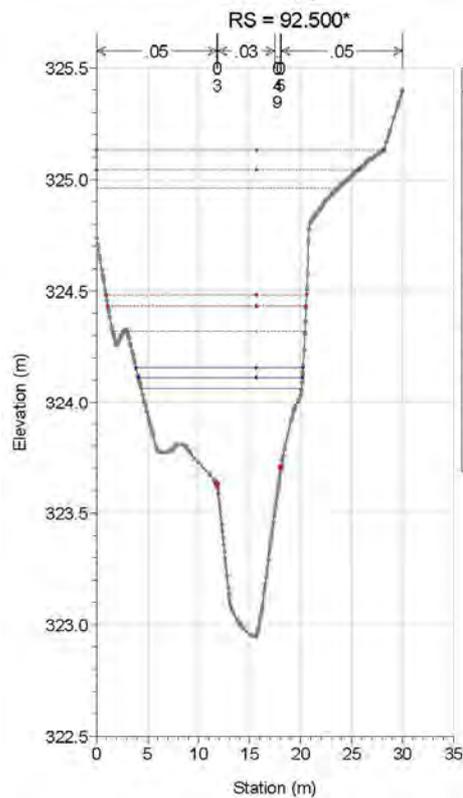
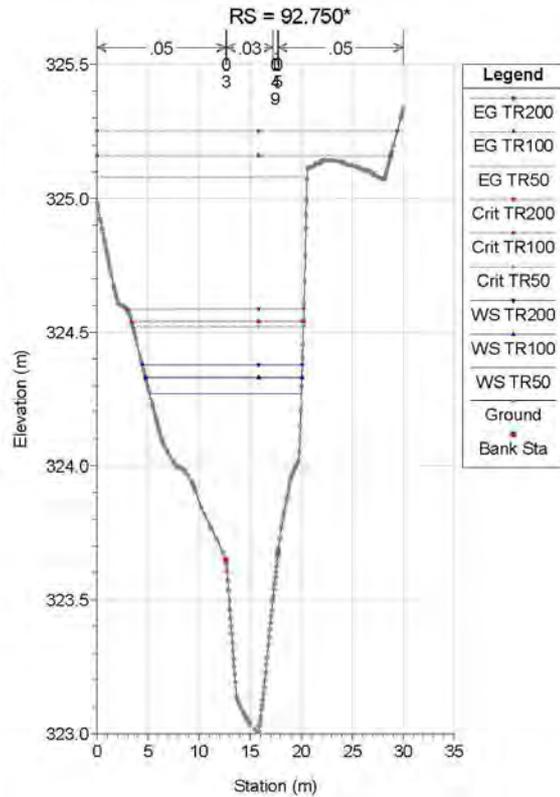
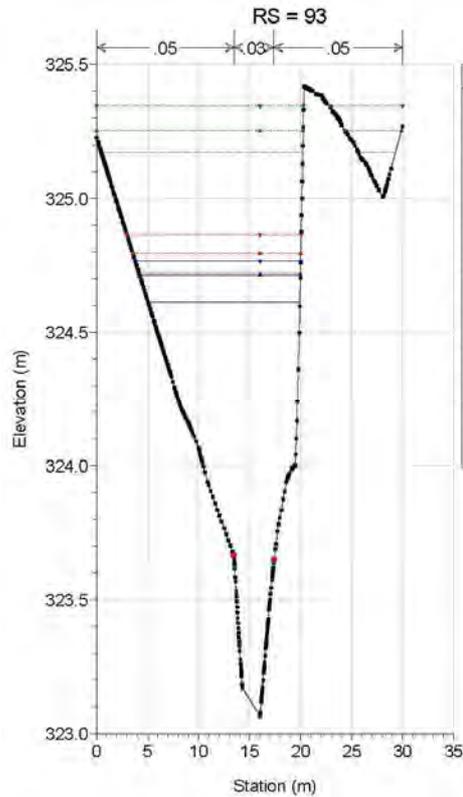
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	131 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

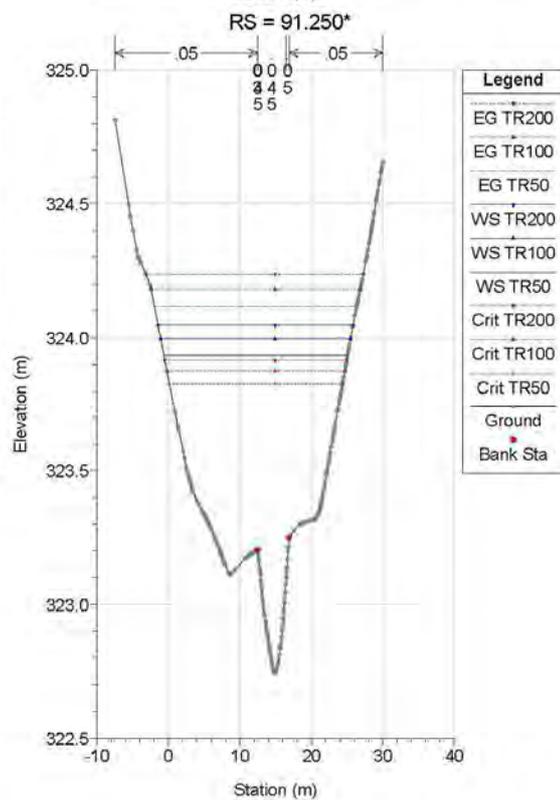
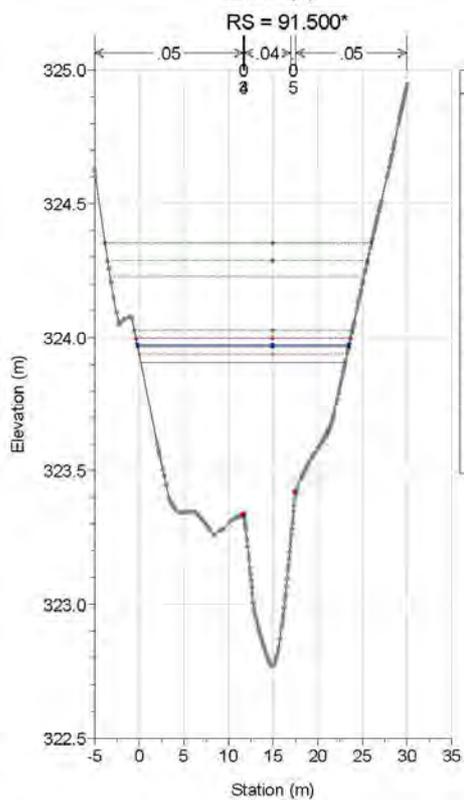
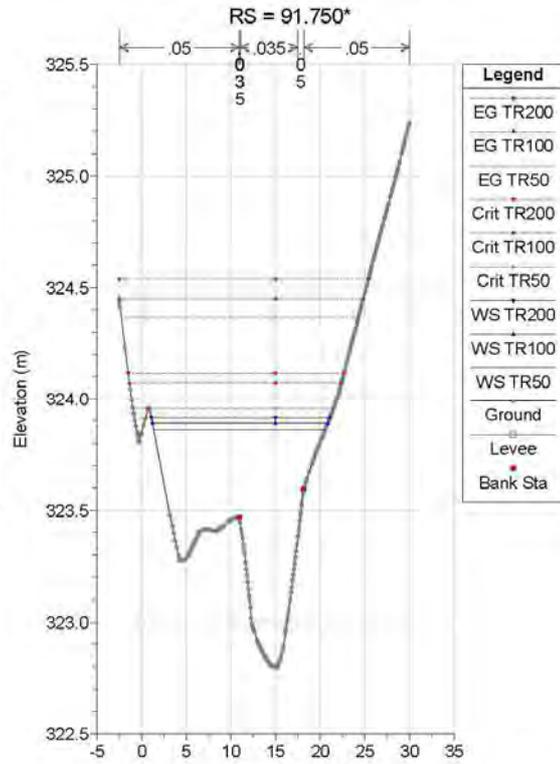
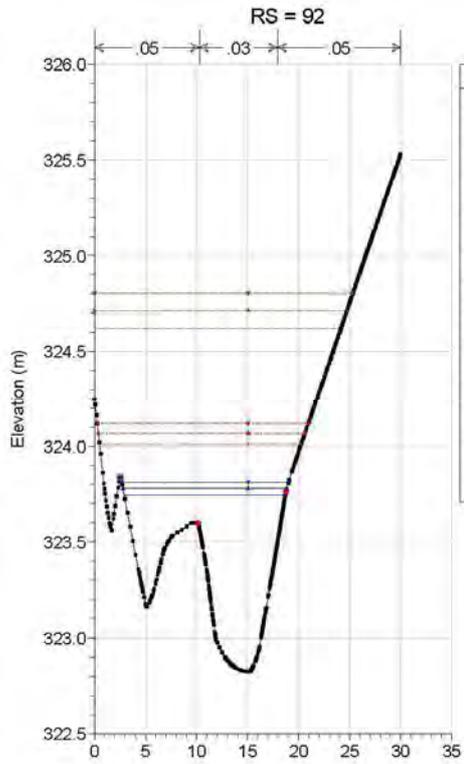
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	132 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

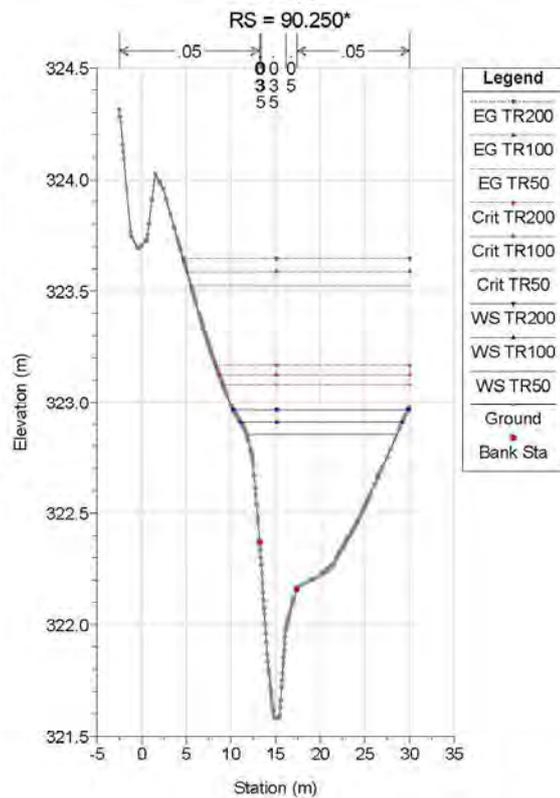
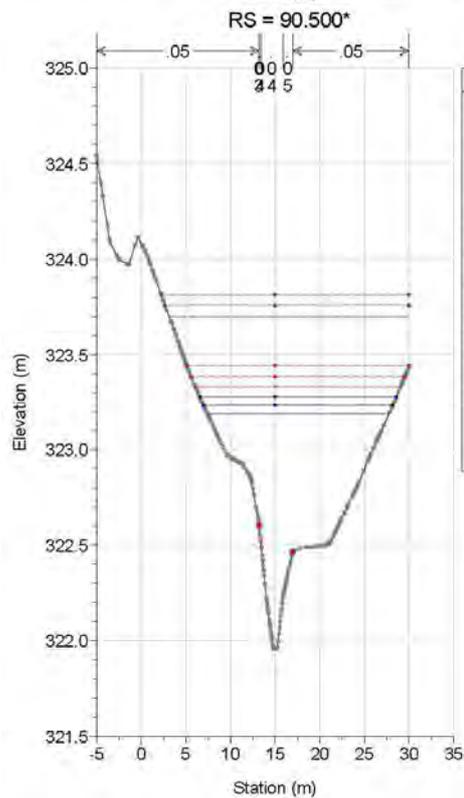
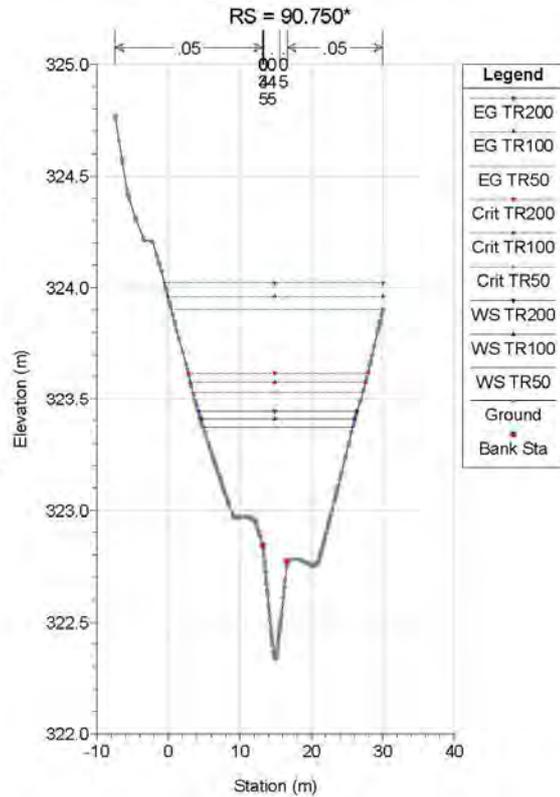
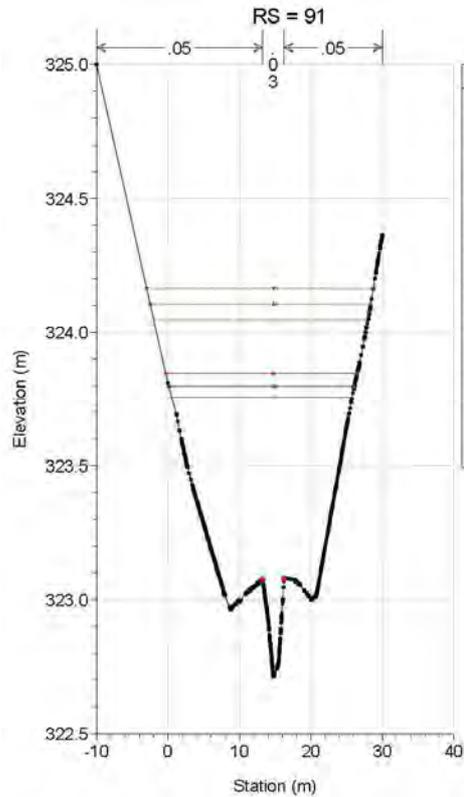
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	133 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

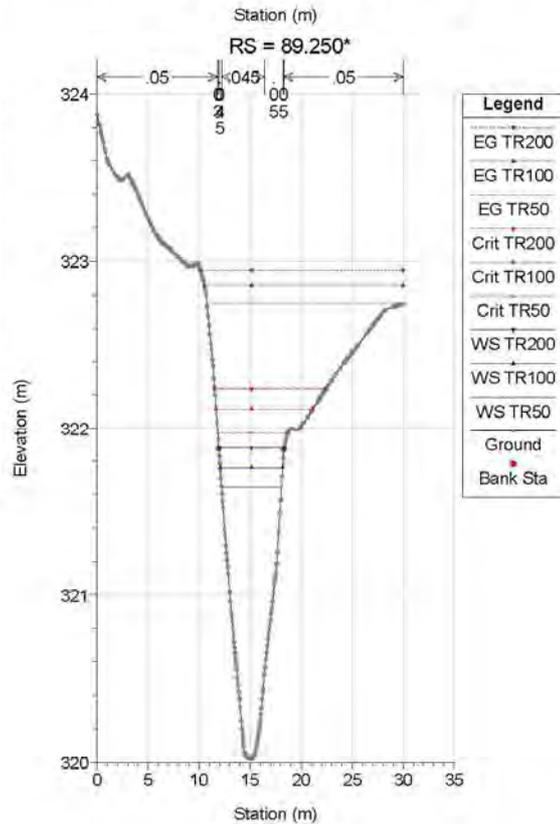
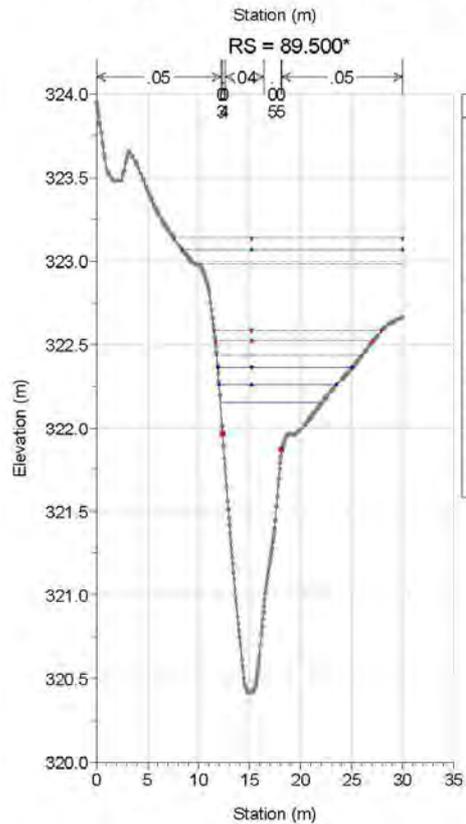
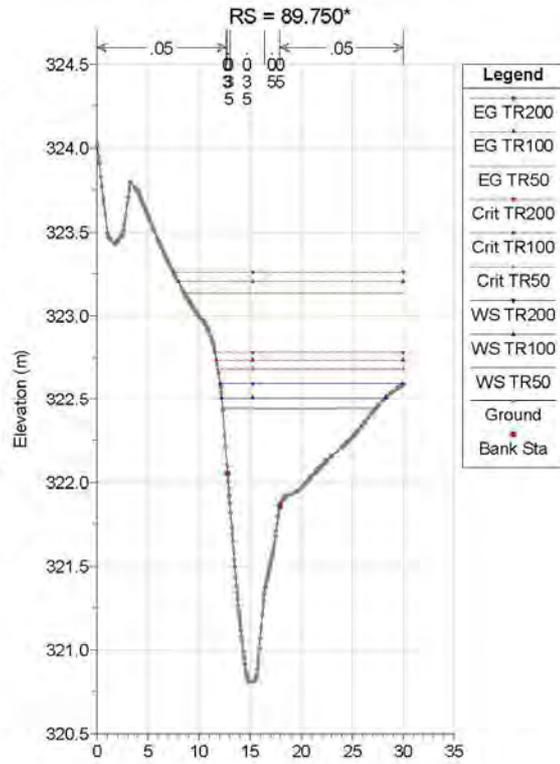
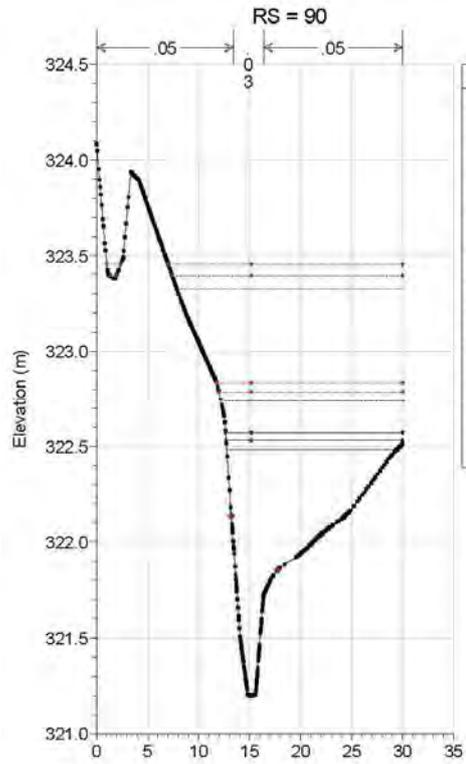
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	134 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

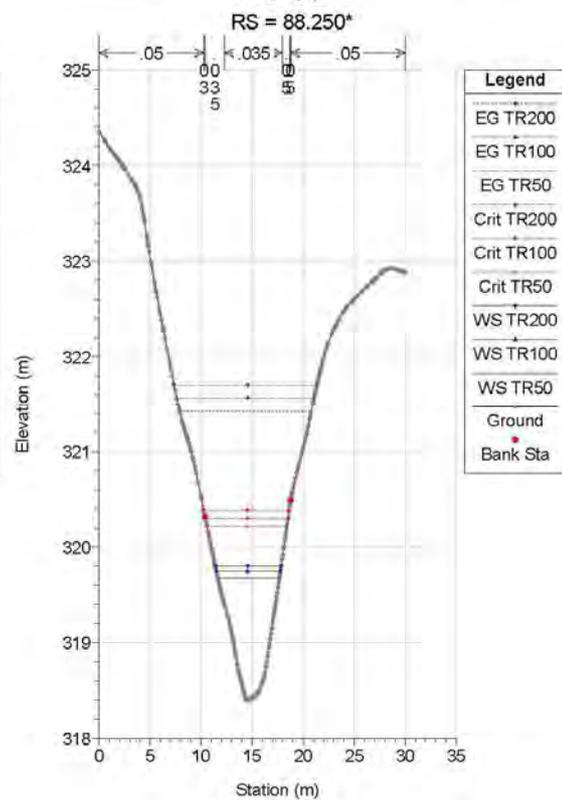
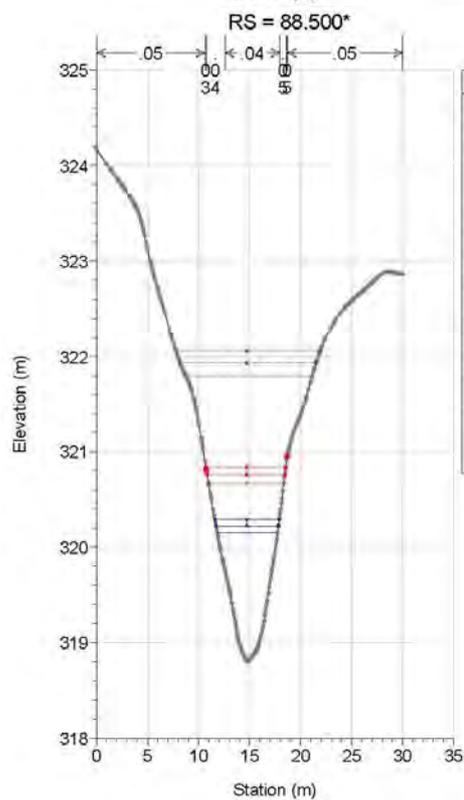
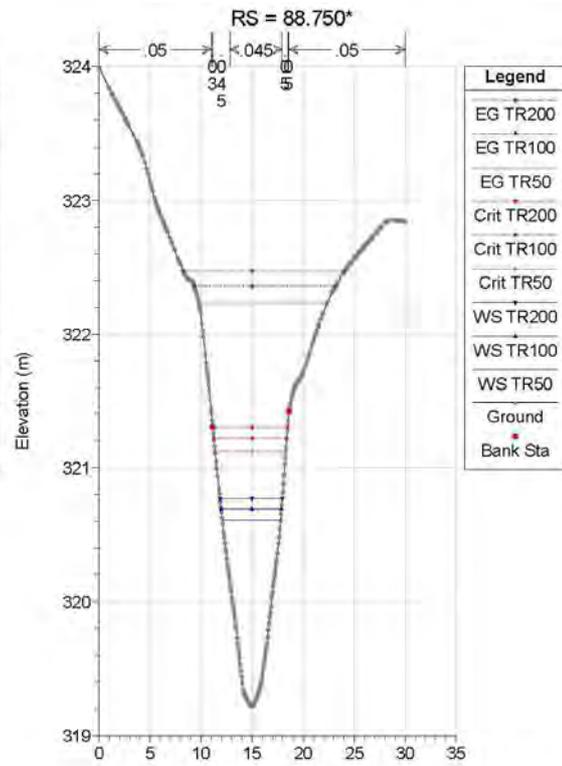
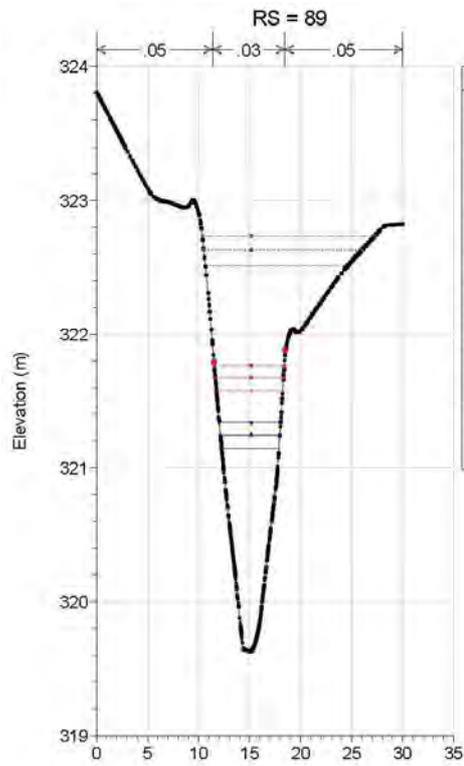
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	135 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

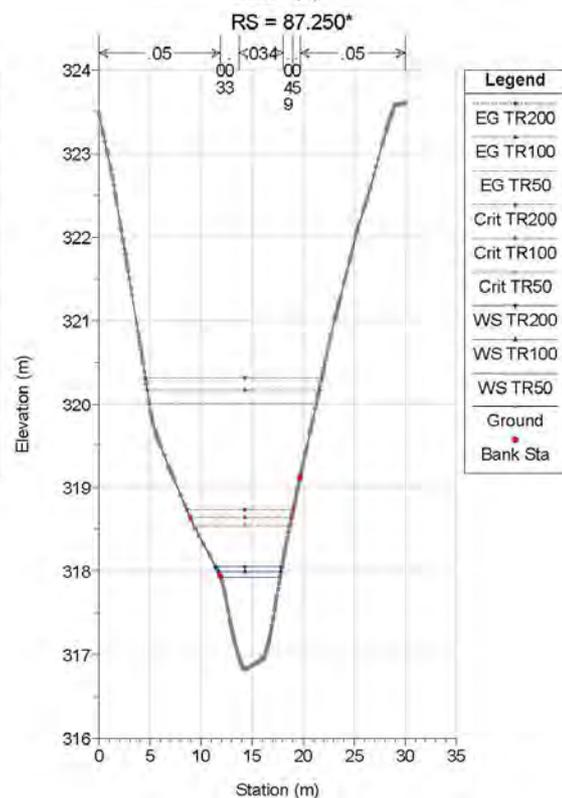
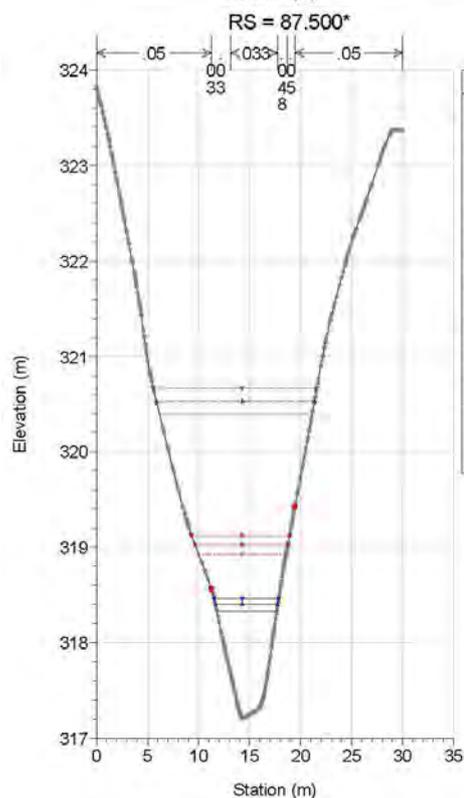
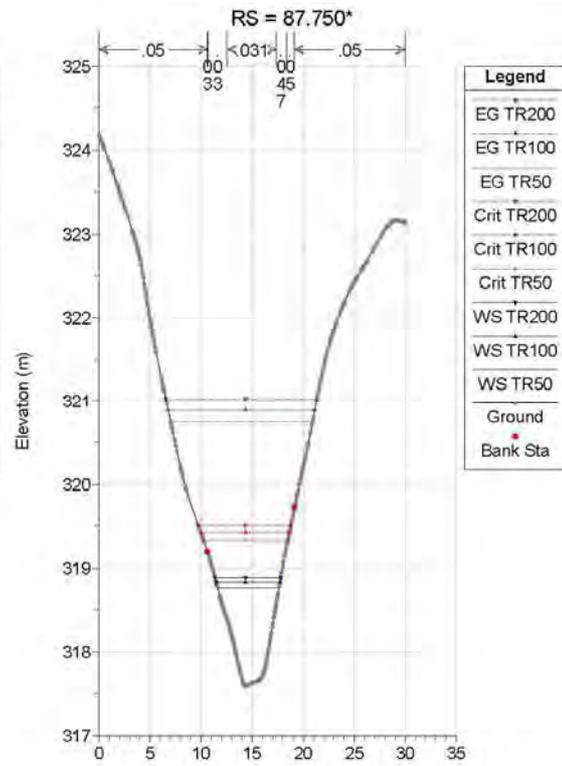
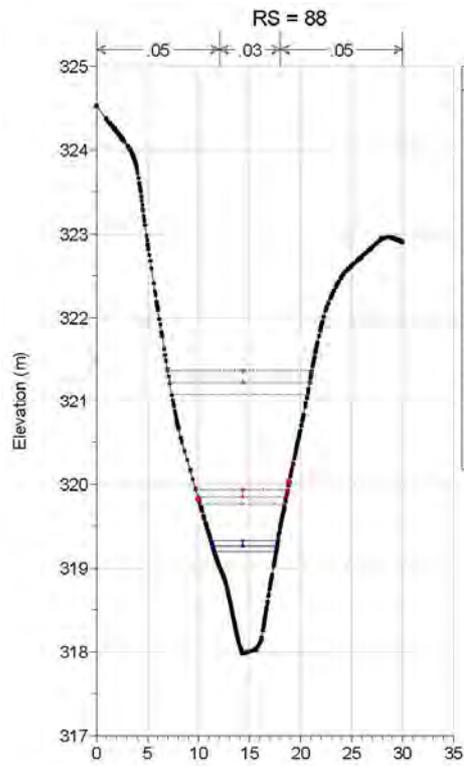
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	136 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

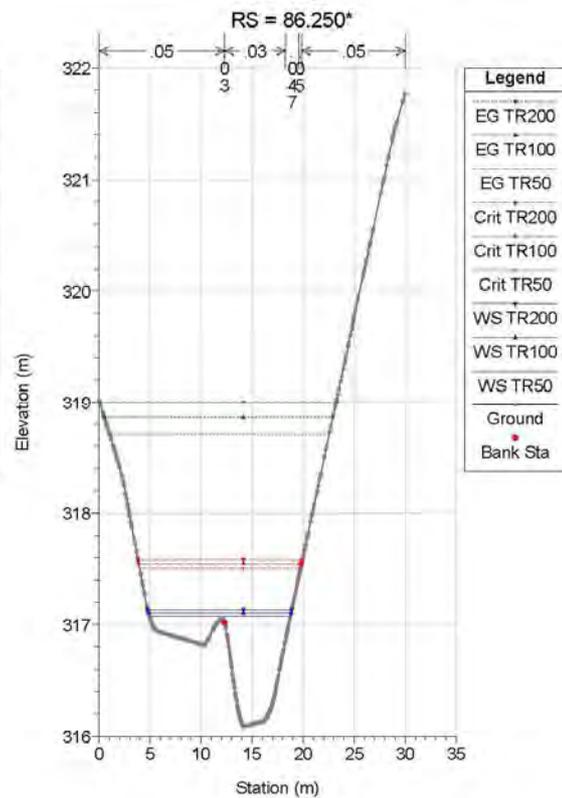
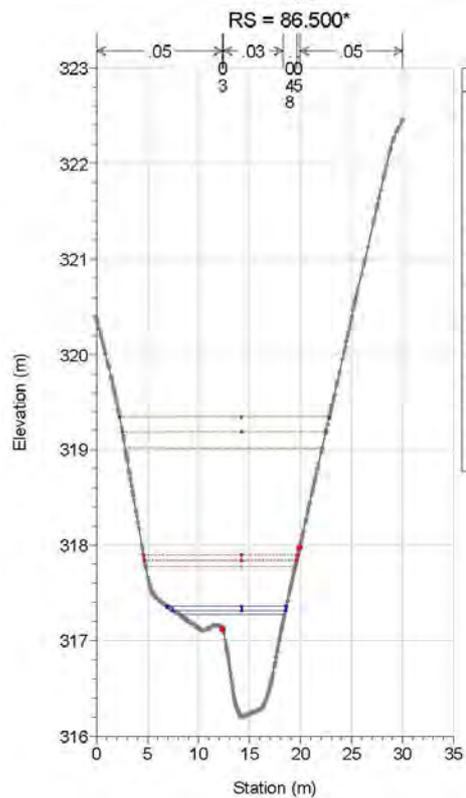
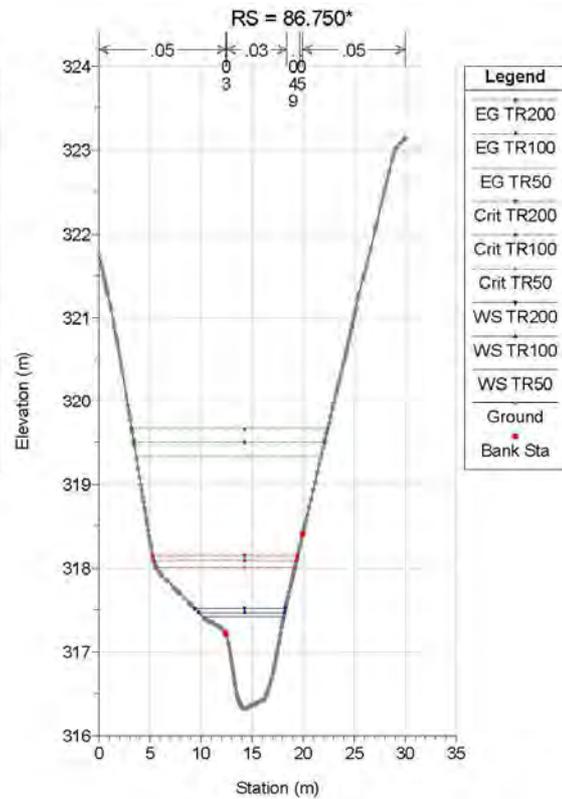
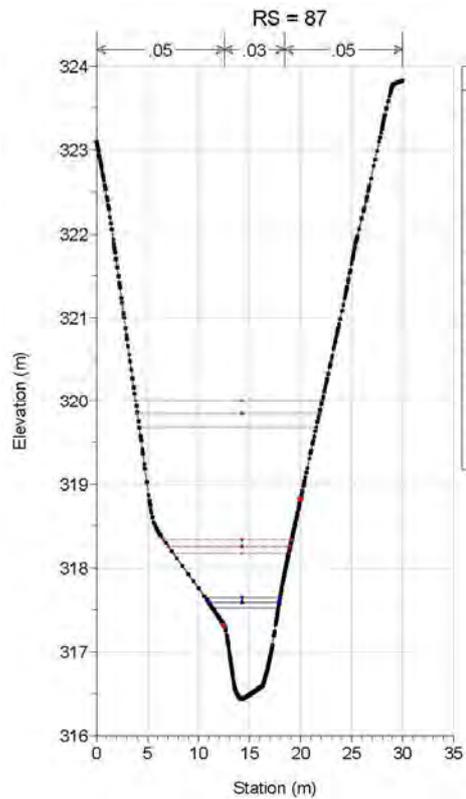
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	137 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

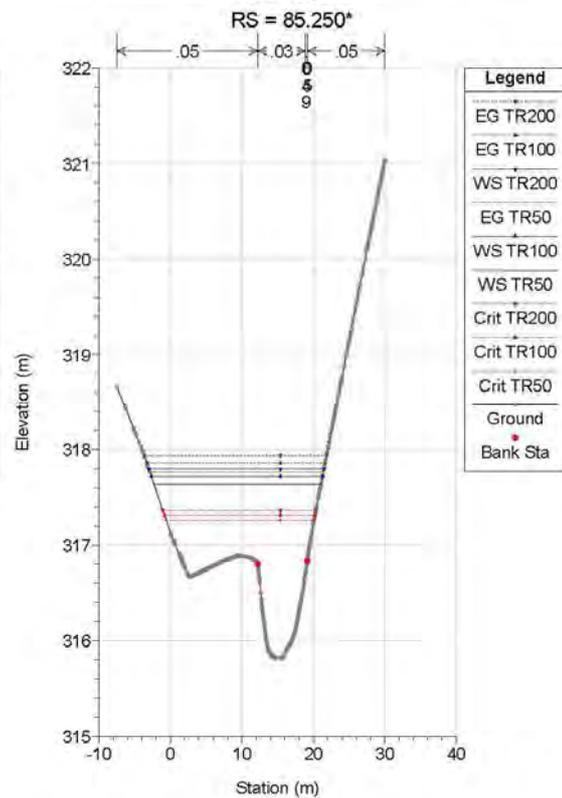
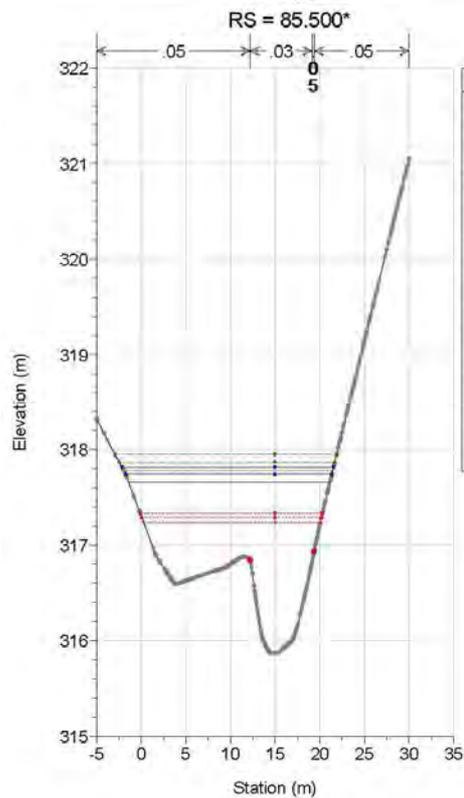
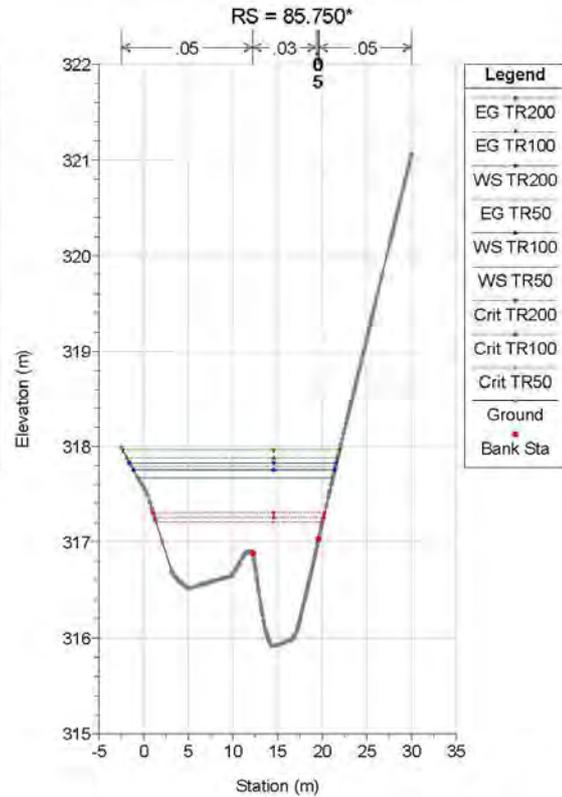
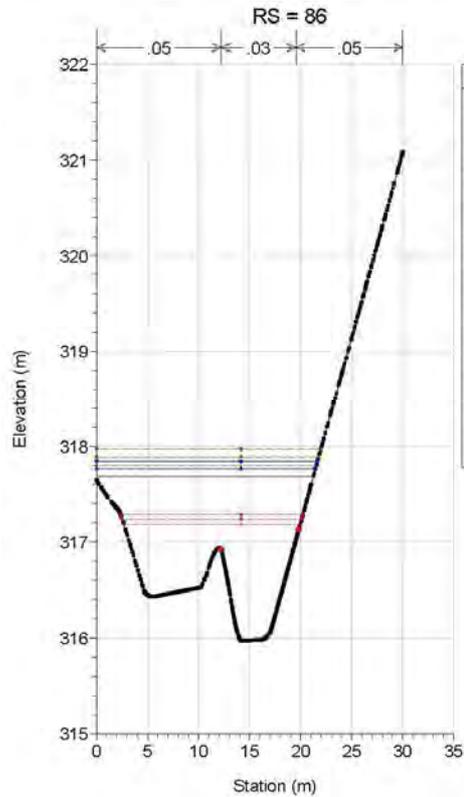
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	138 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

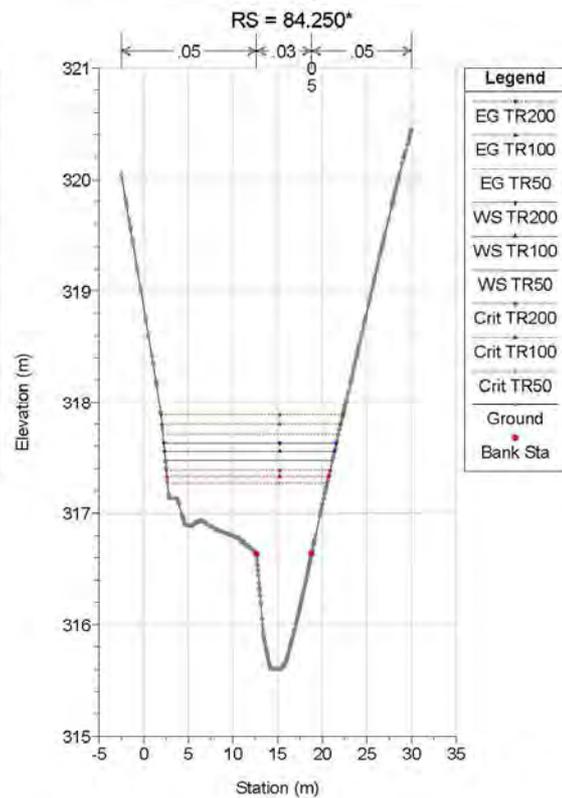
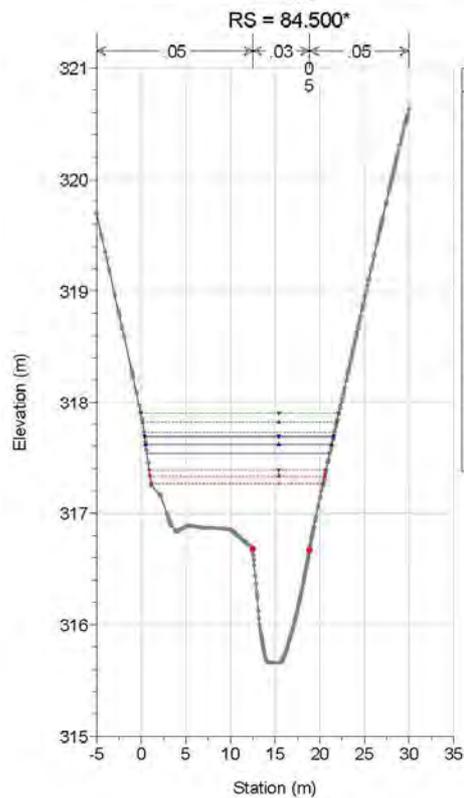
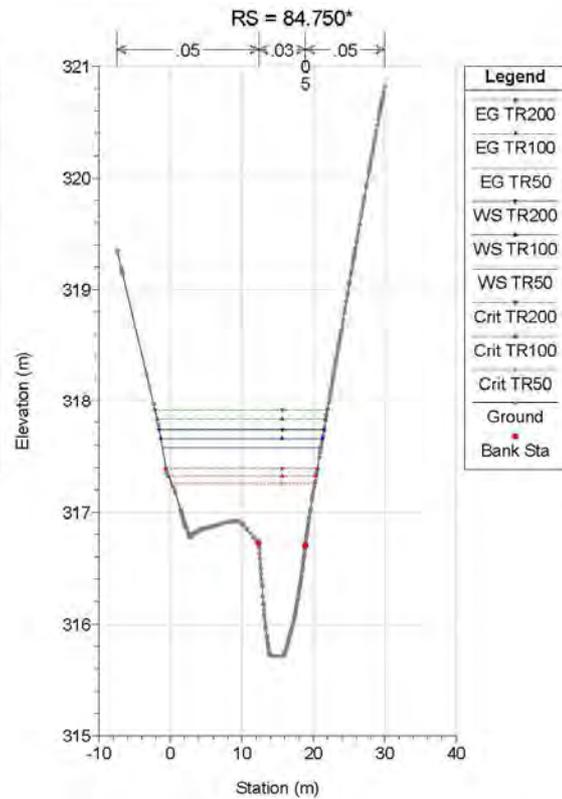
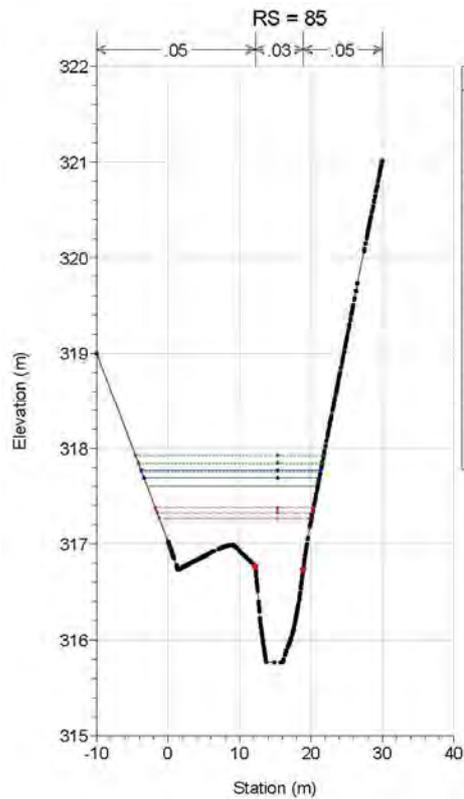
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	139 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

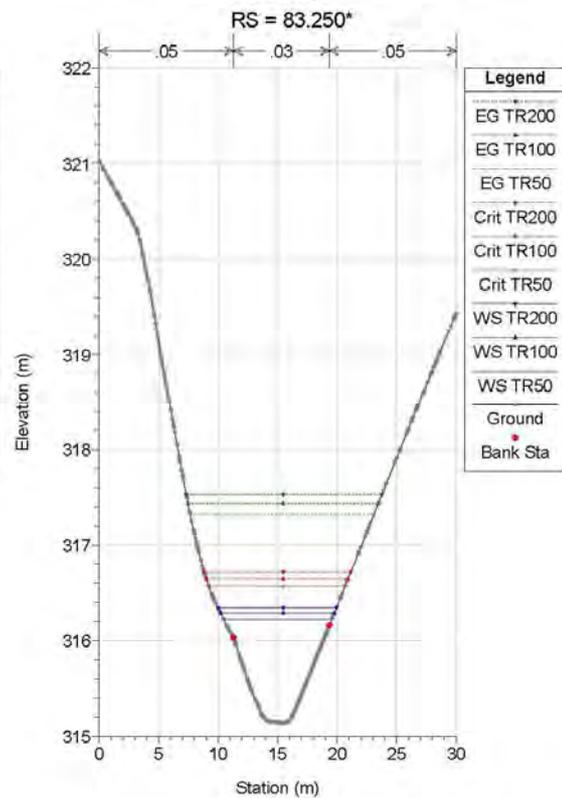
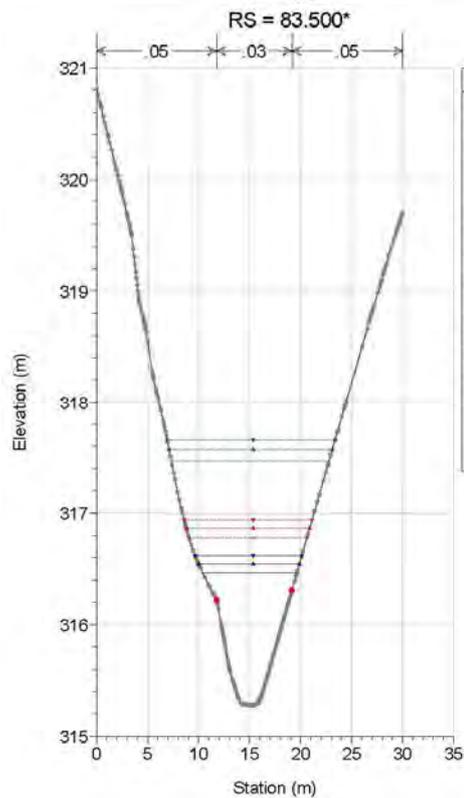
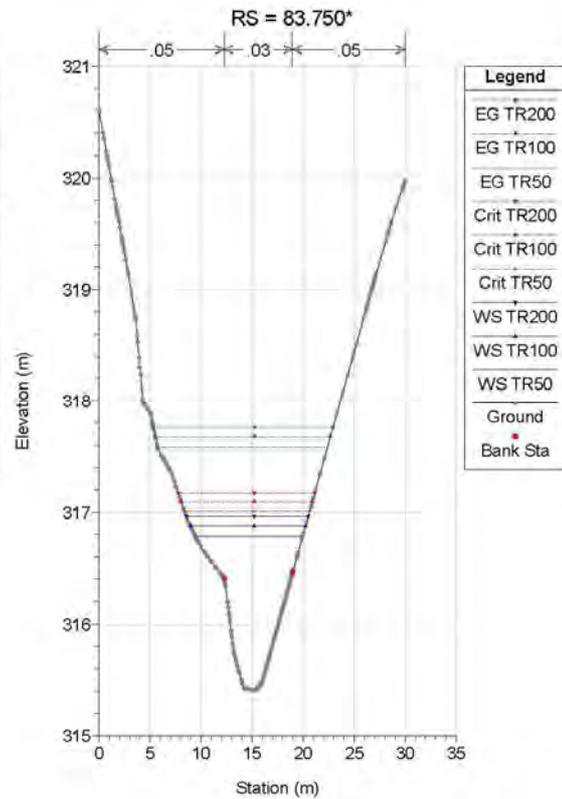
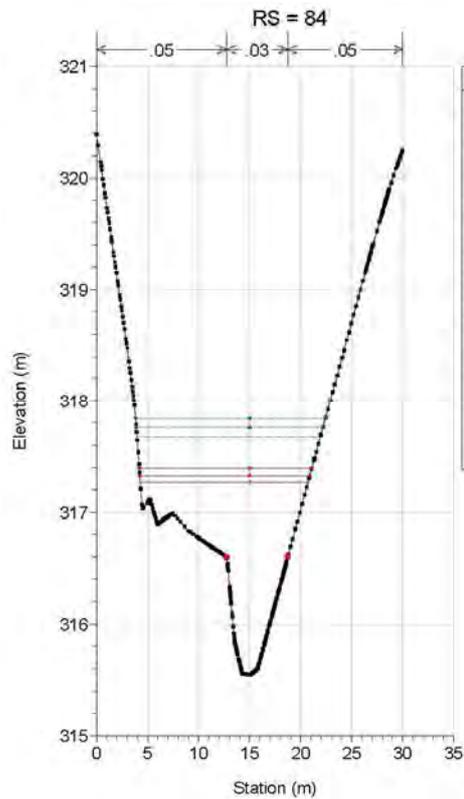
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	140 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

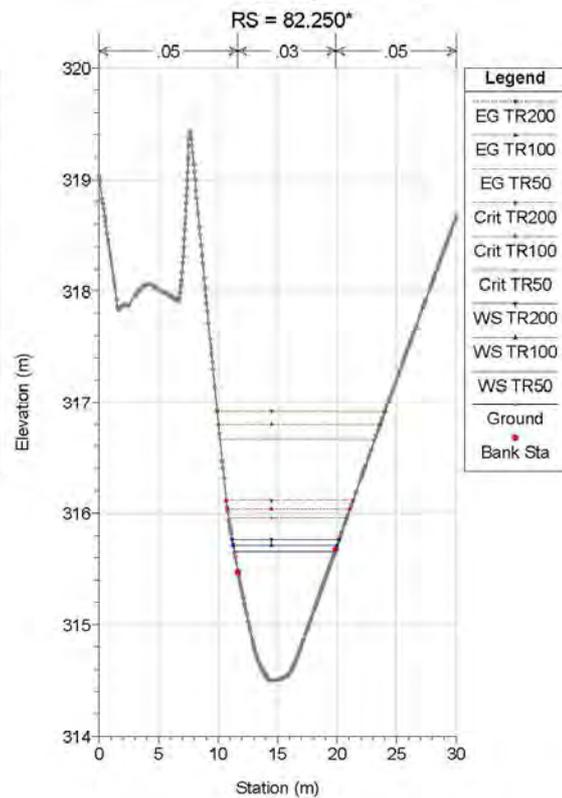
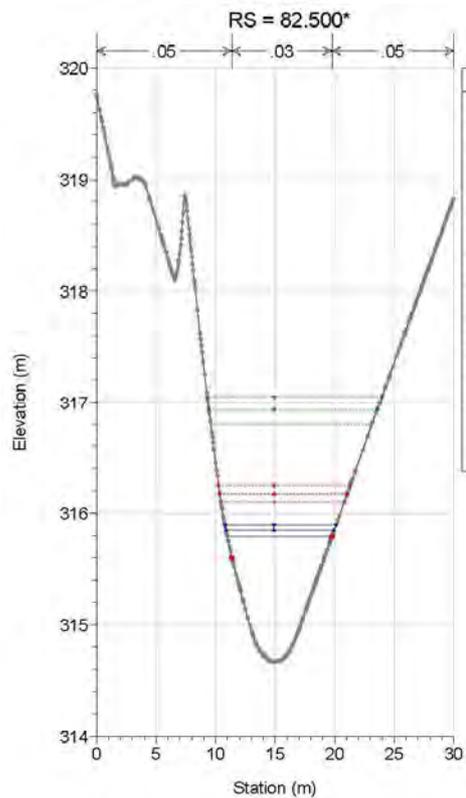
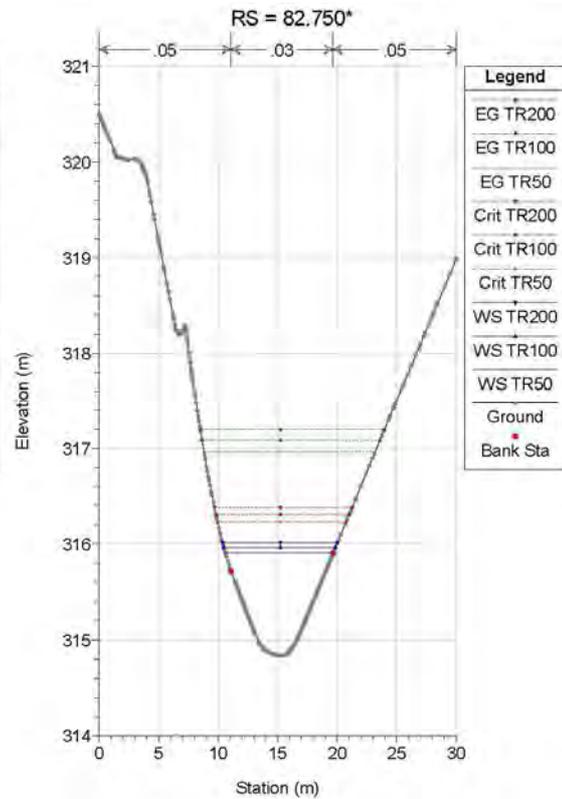
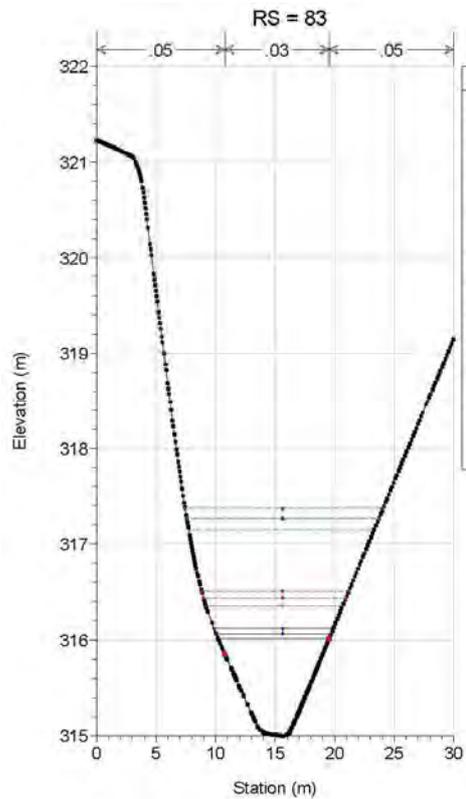
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	141 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

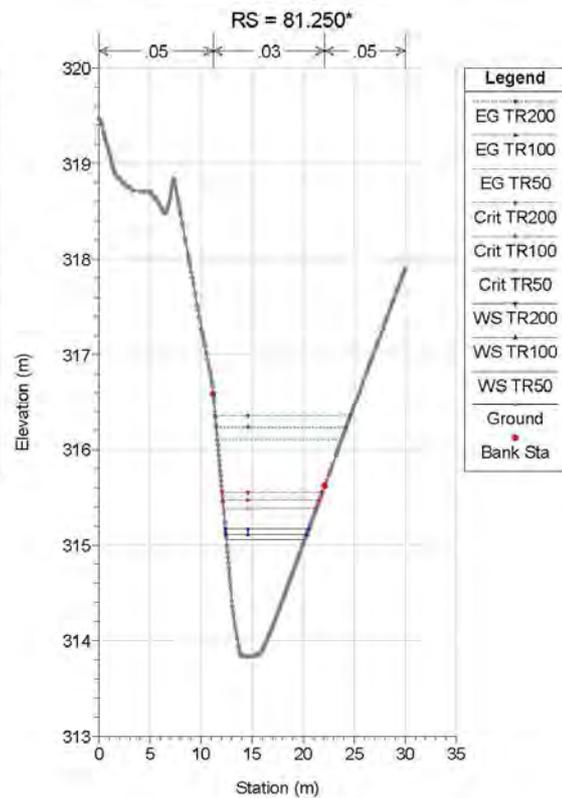
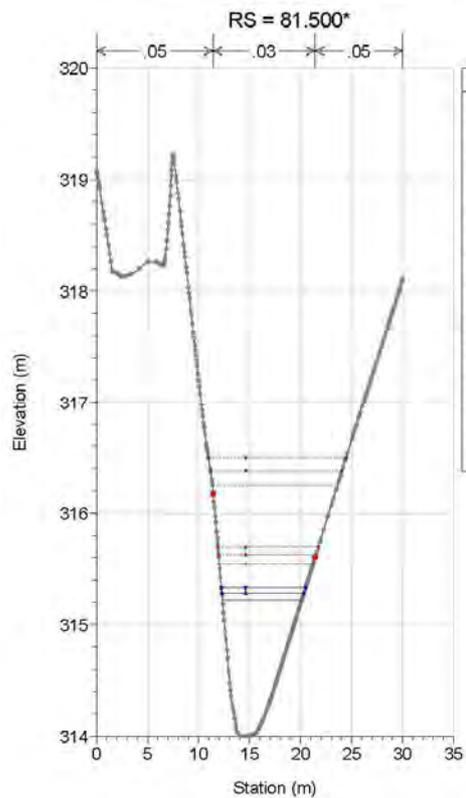
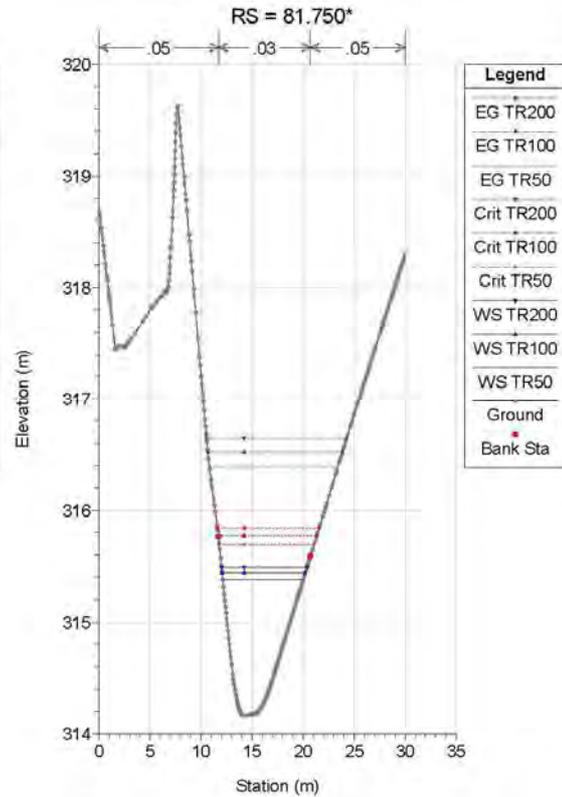
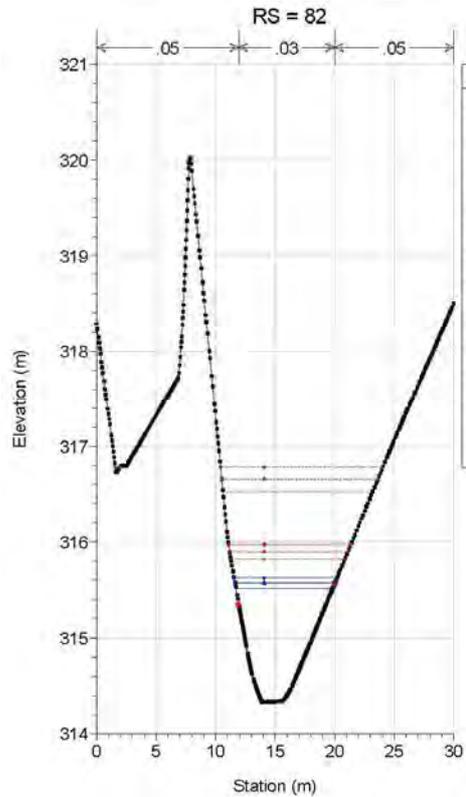
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	142 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

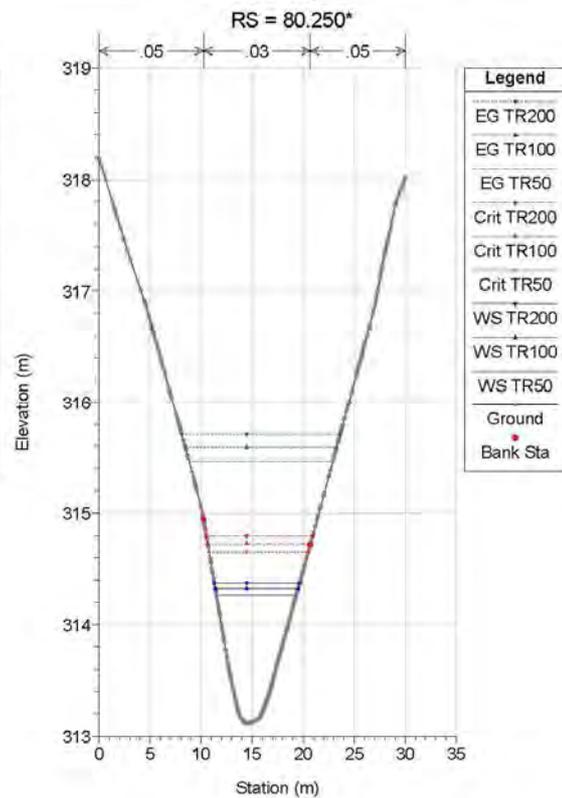
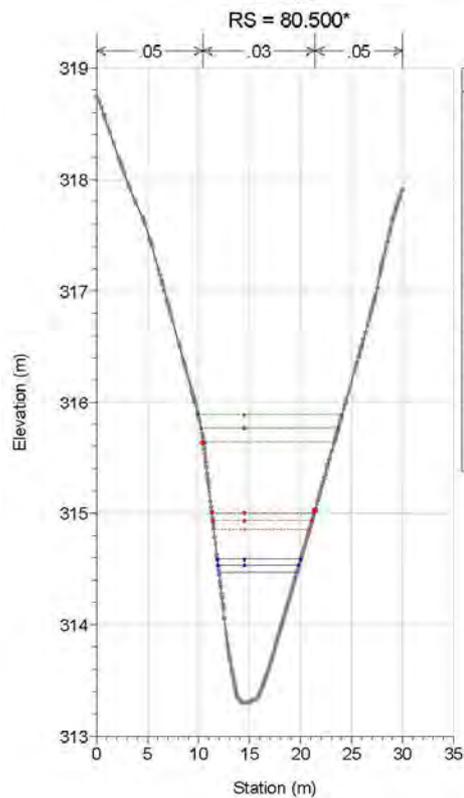
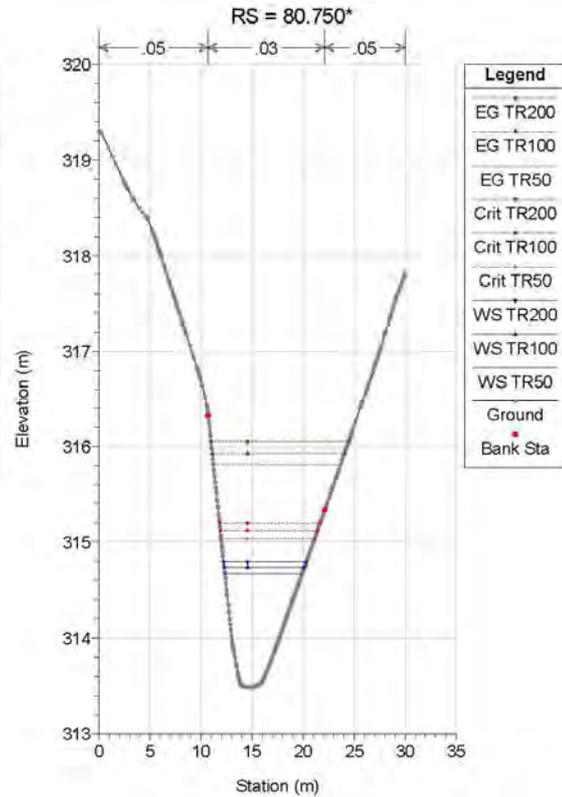
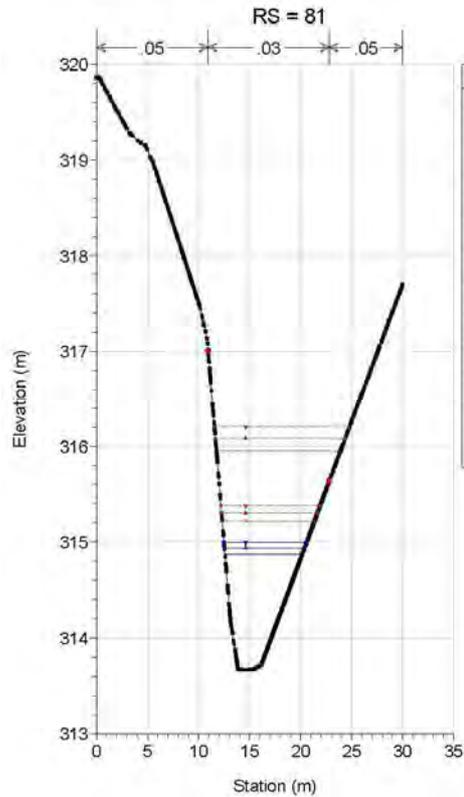
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	143 di 321



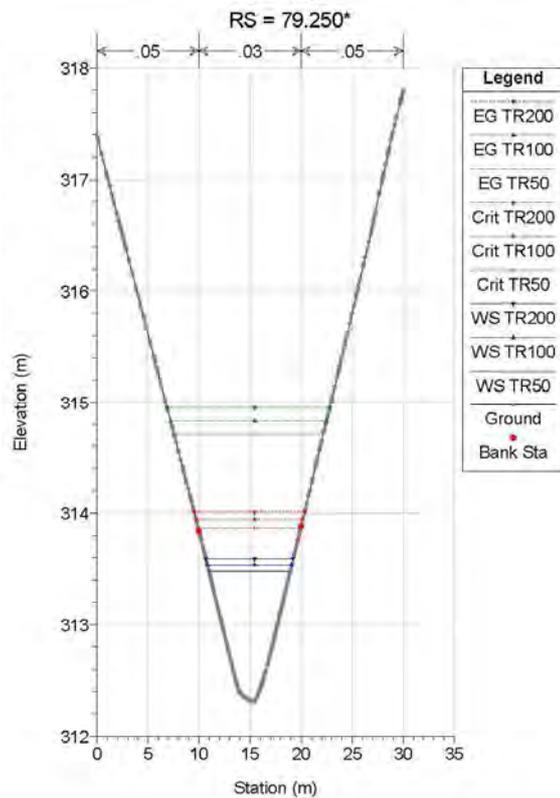
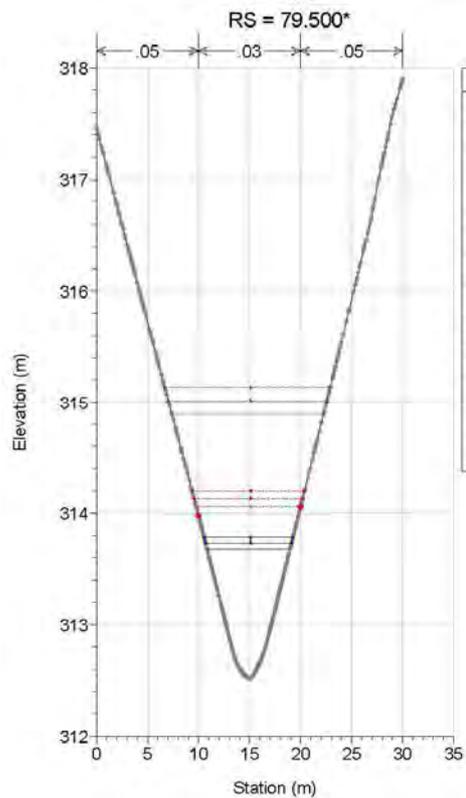
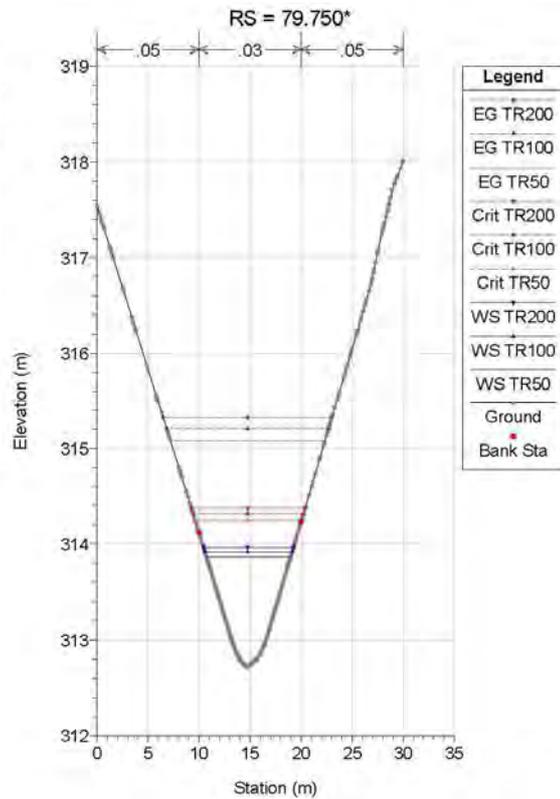
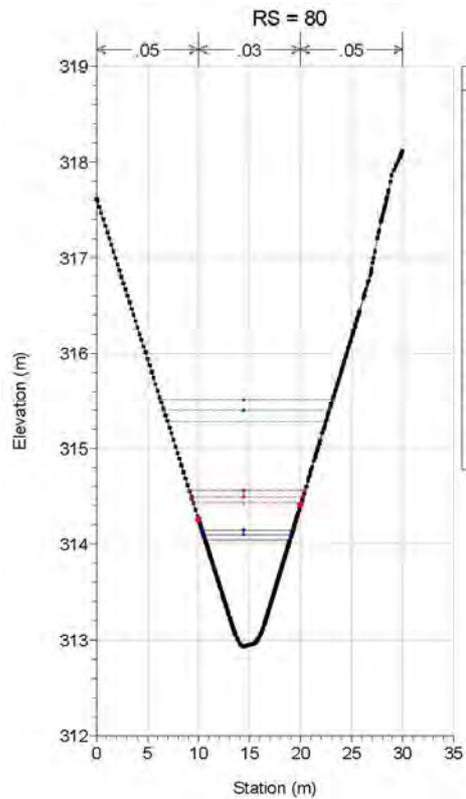
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	144 di 321



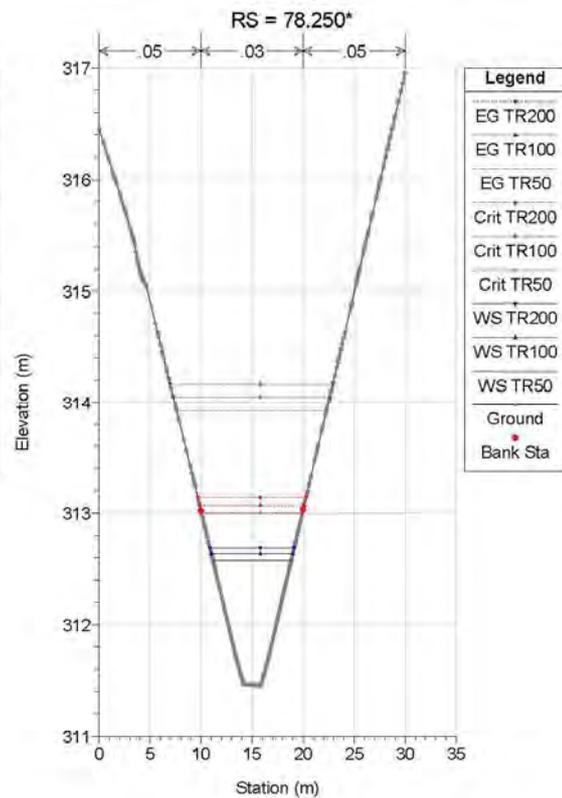
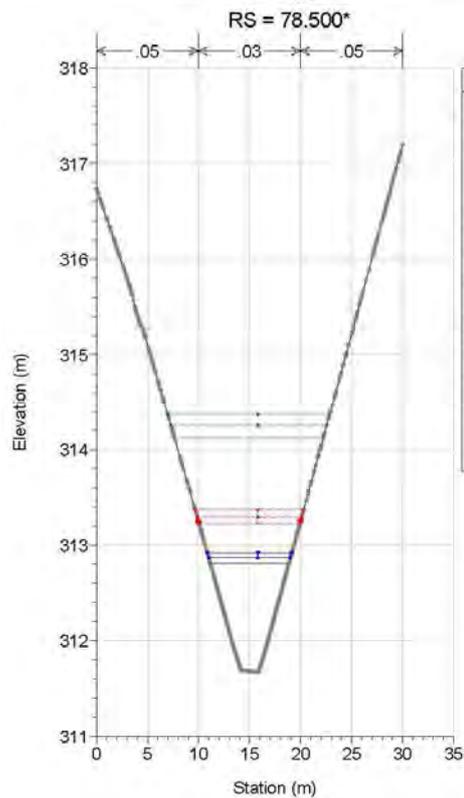
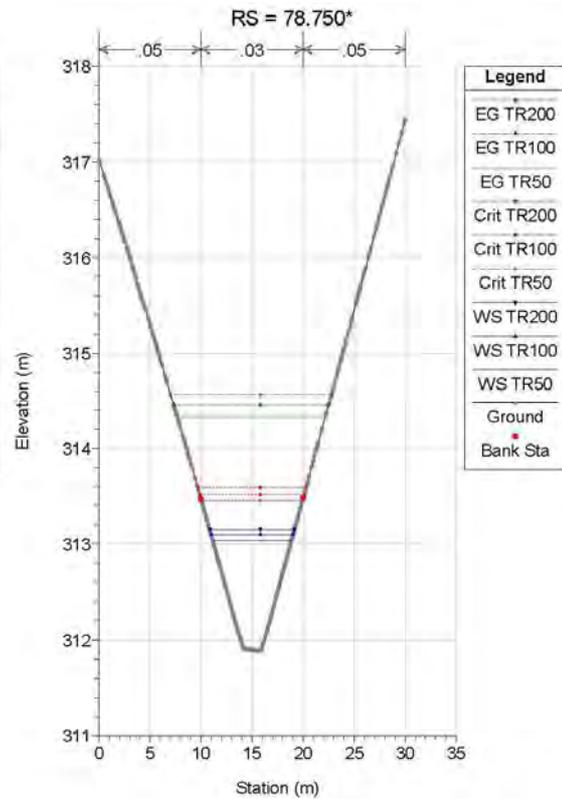
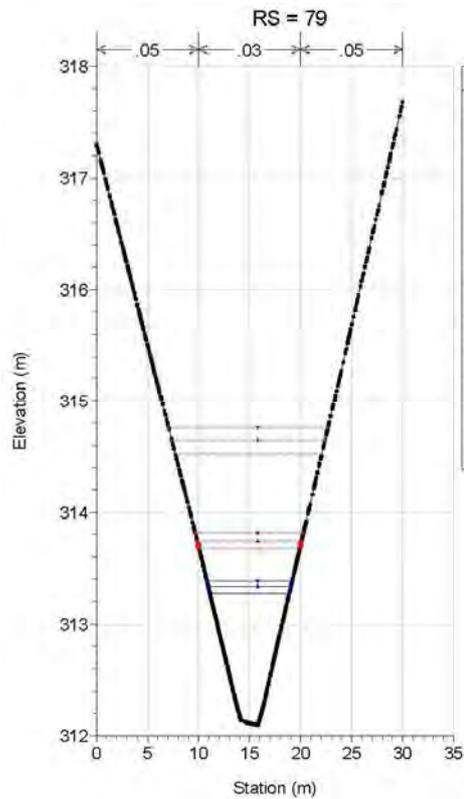
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	145 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

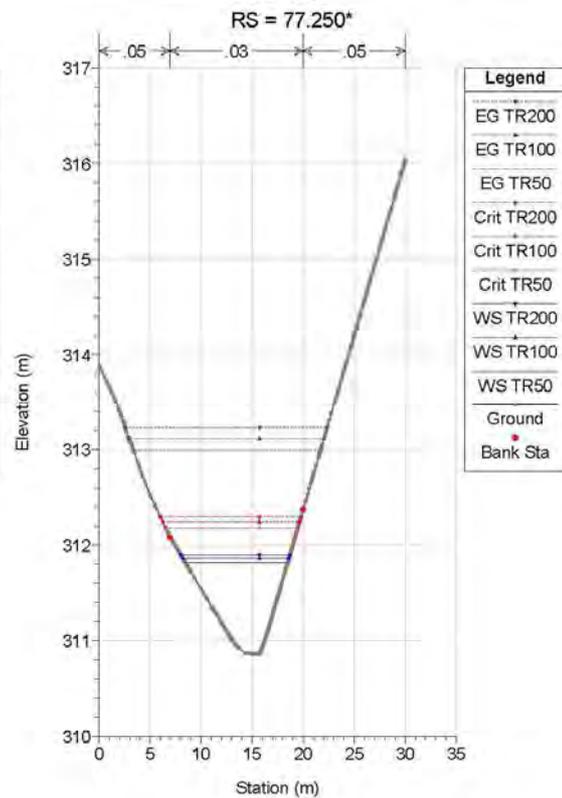
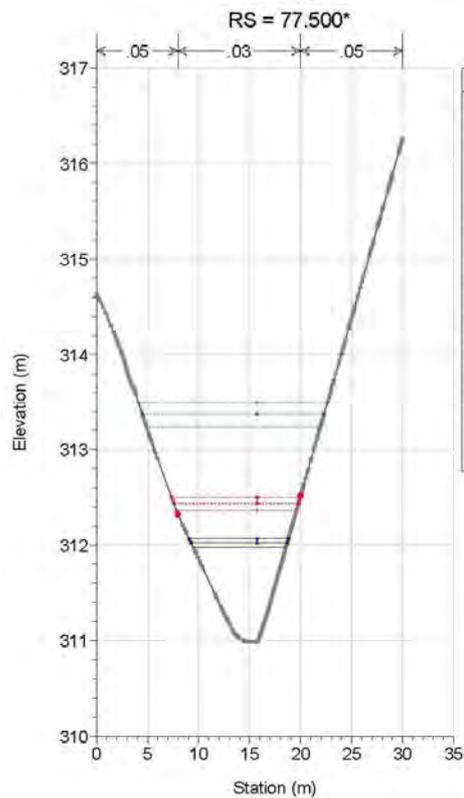
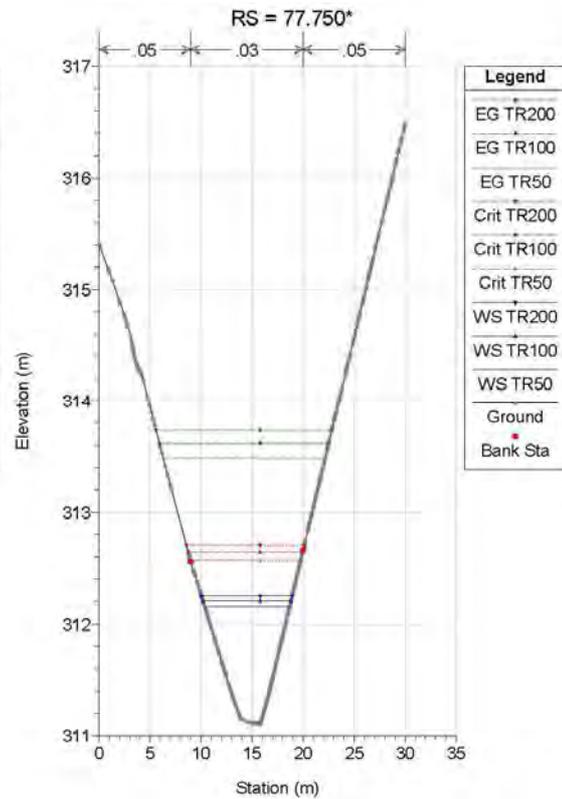
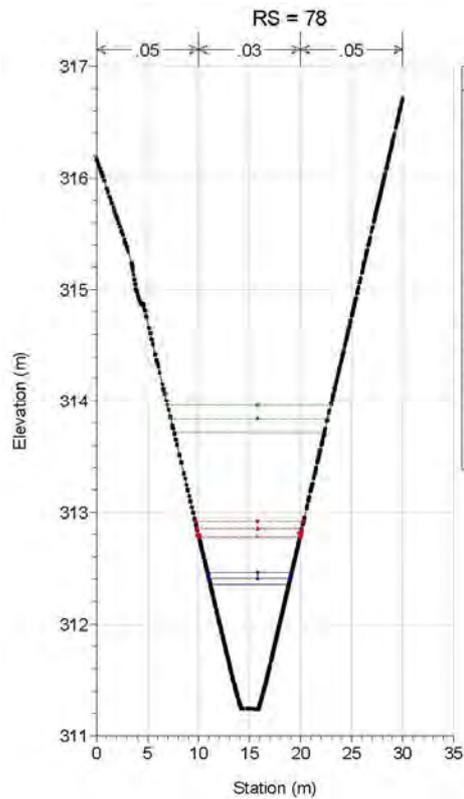
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	146 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

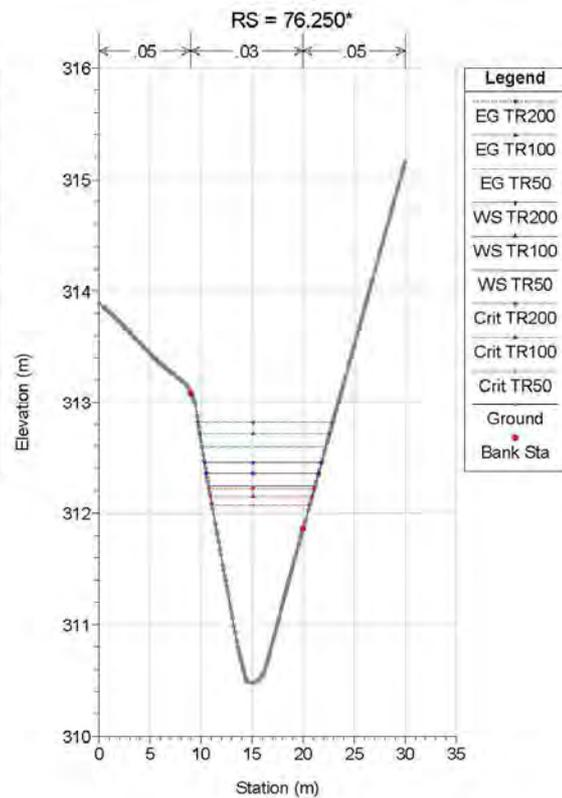
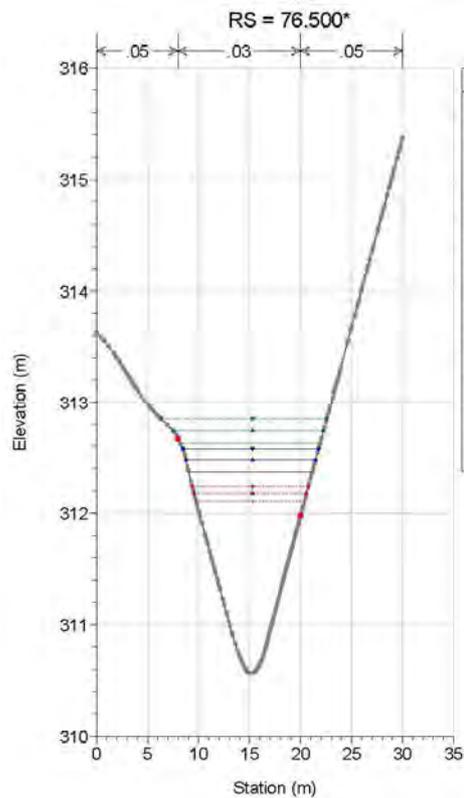
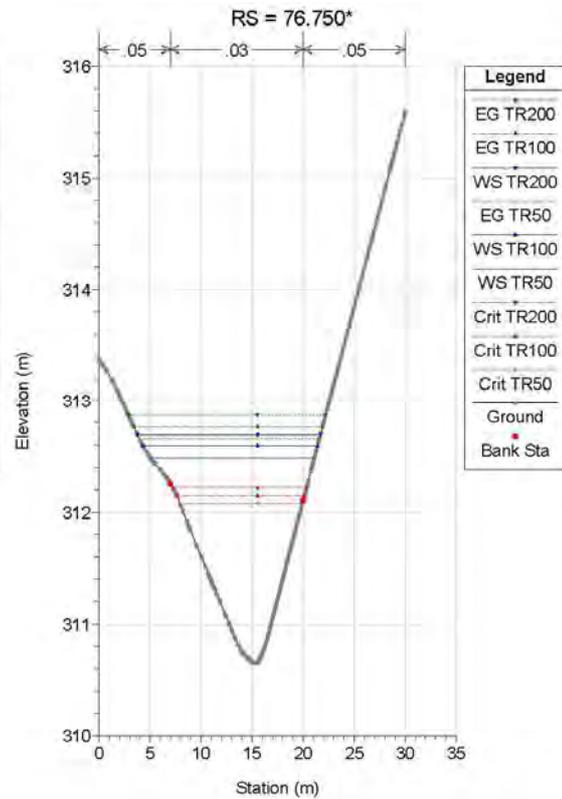
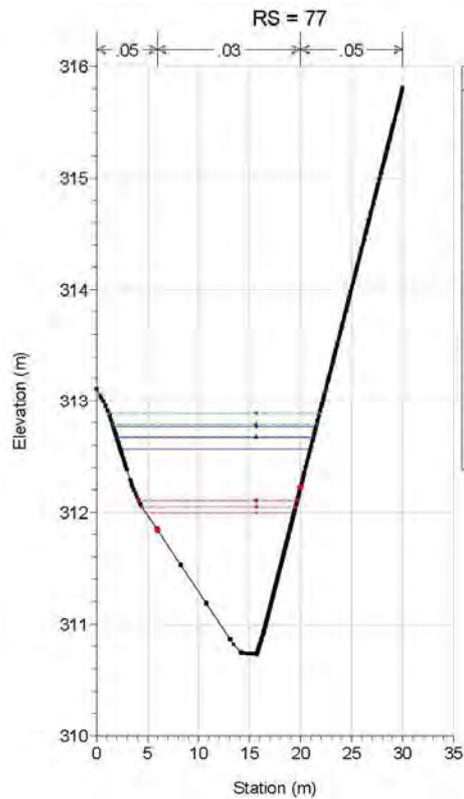
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	147 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

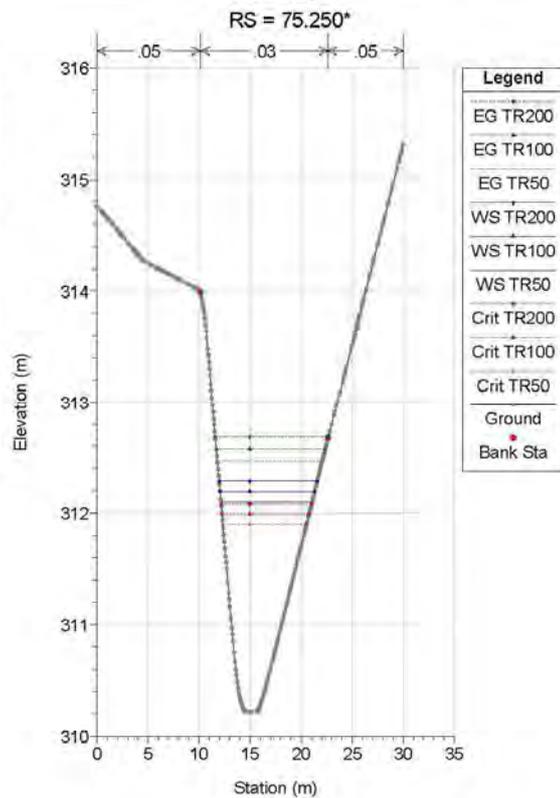
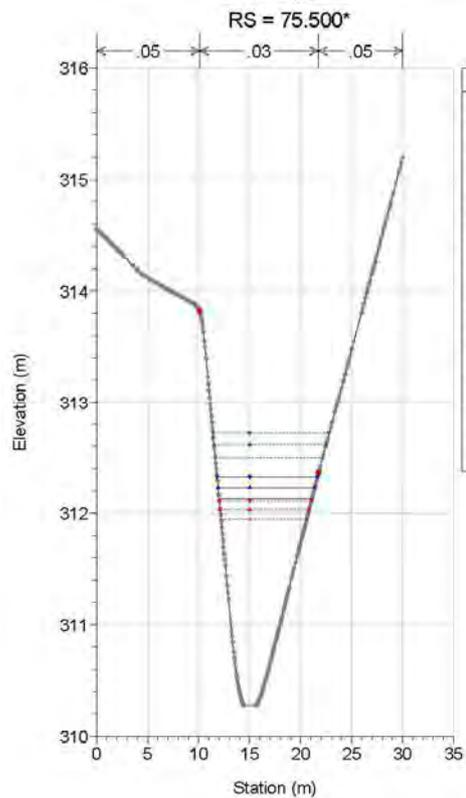
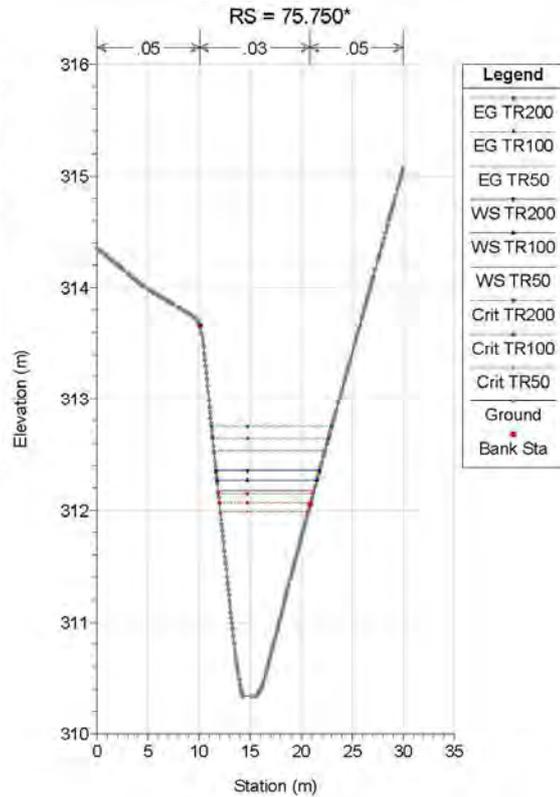
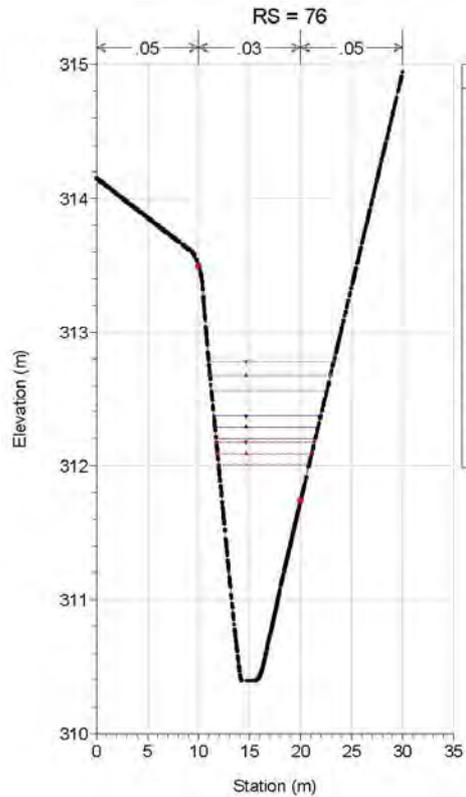
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	148 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

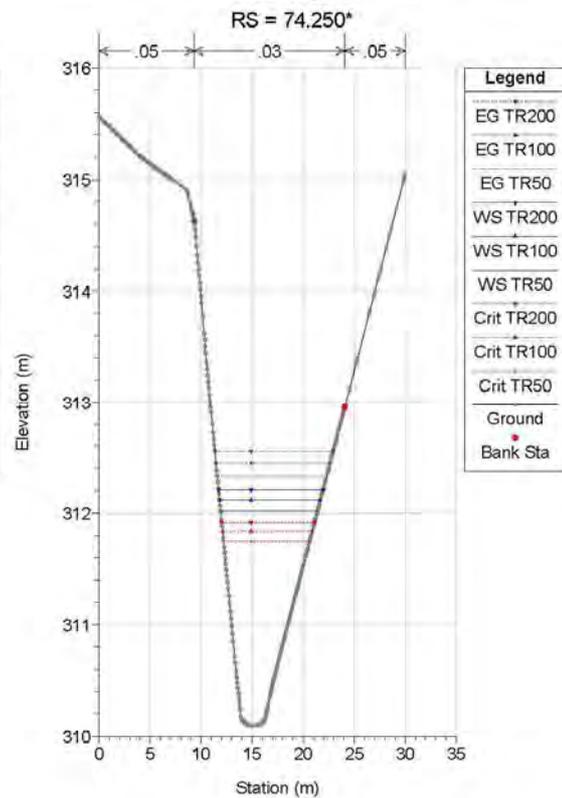
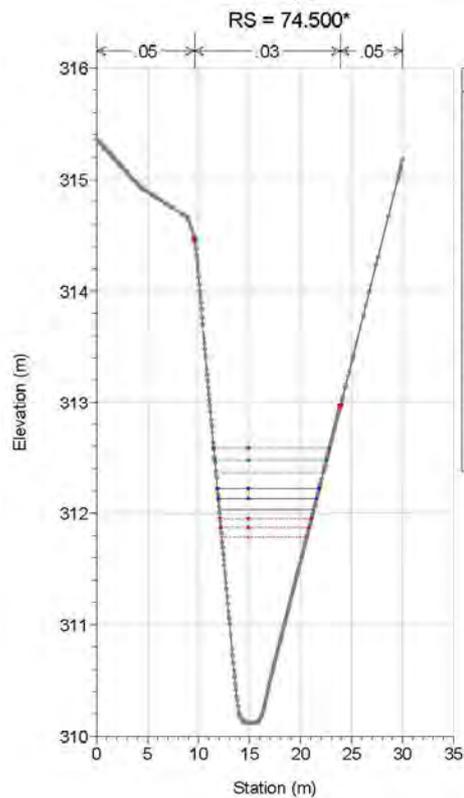
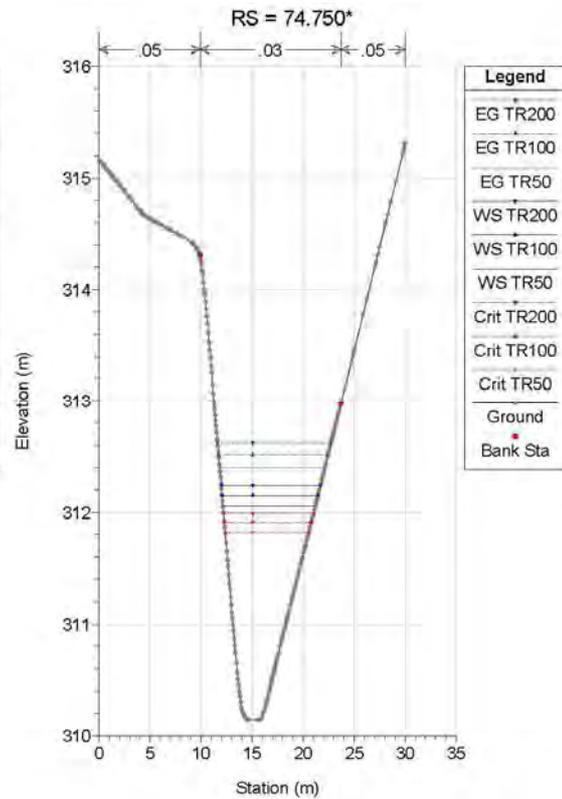
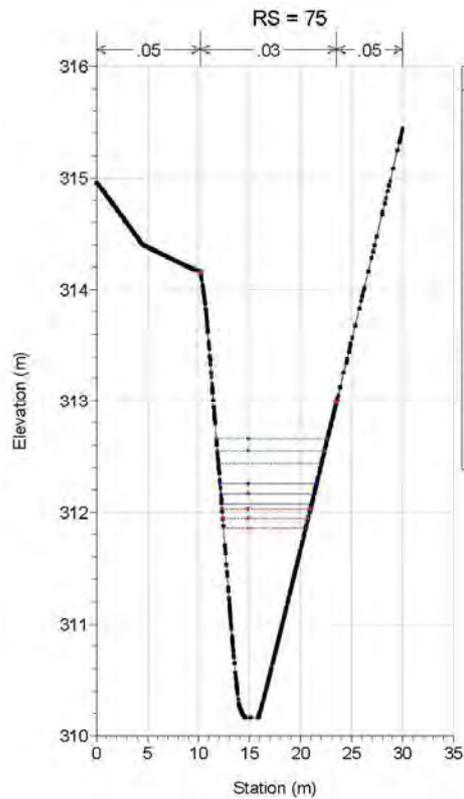
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	149 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

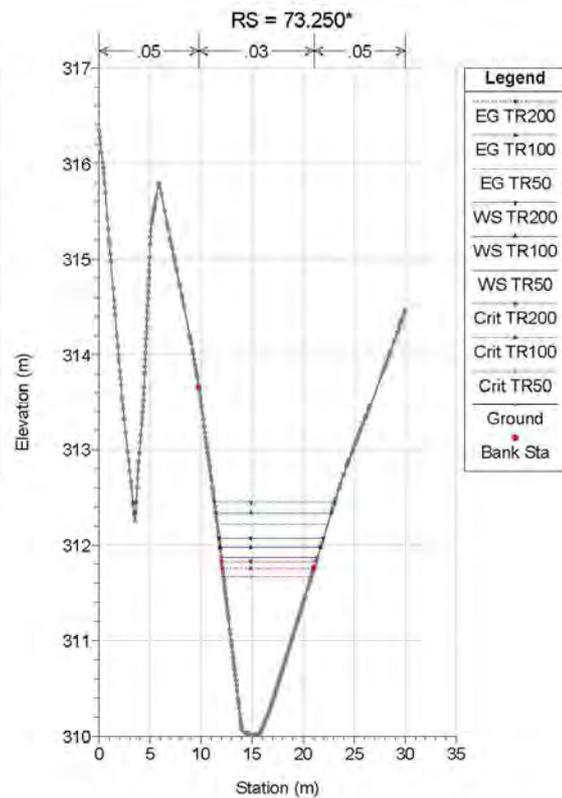
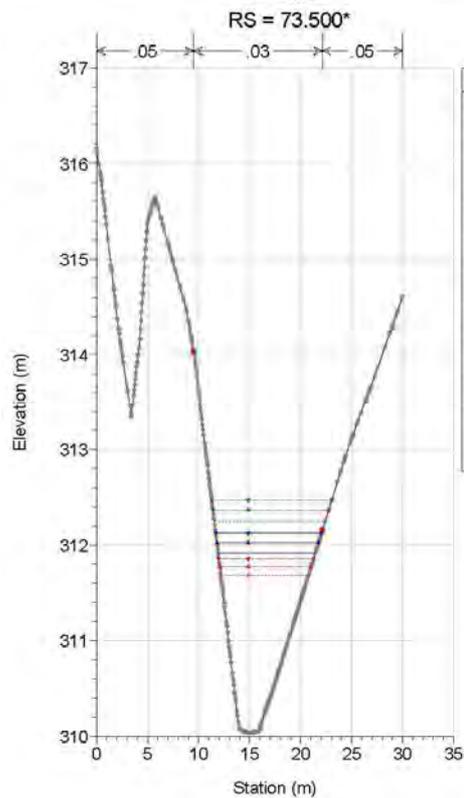
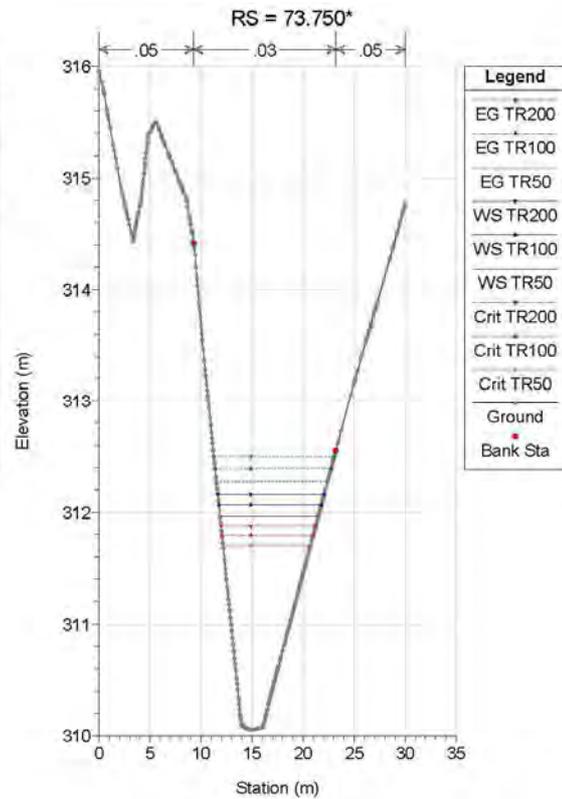
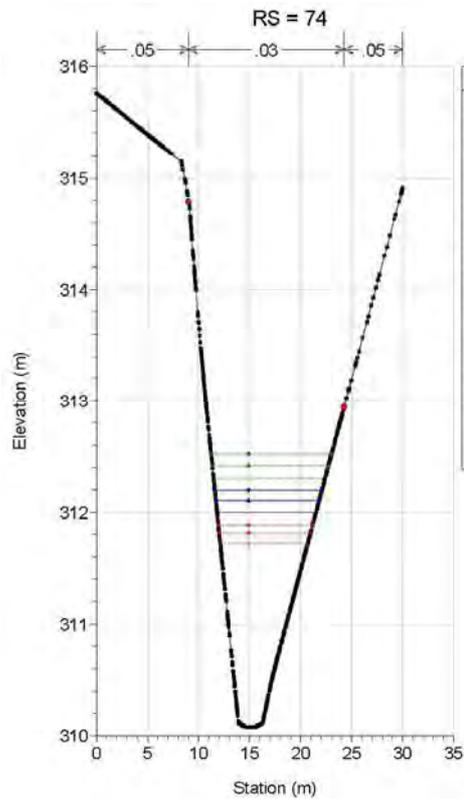
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	150 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

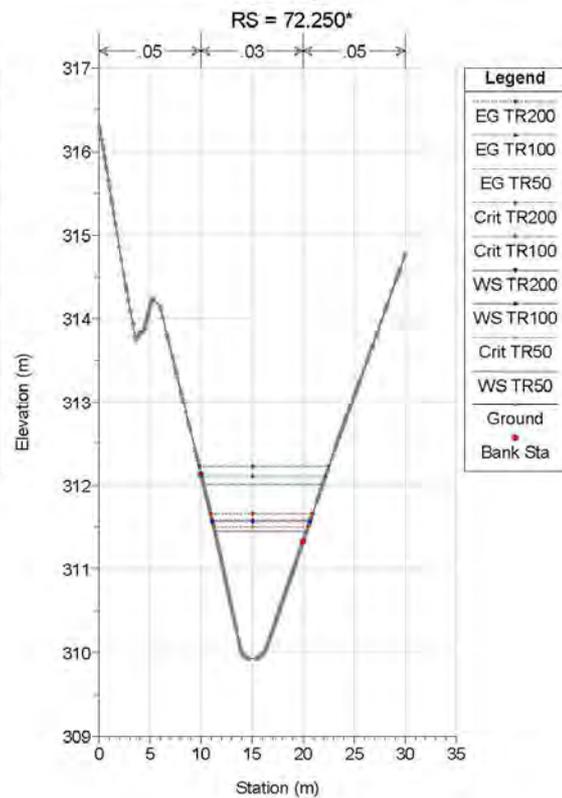
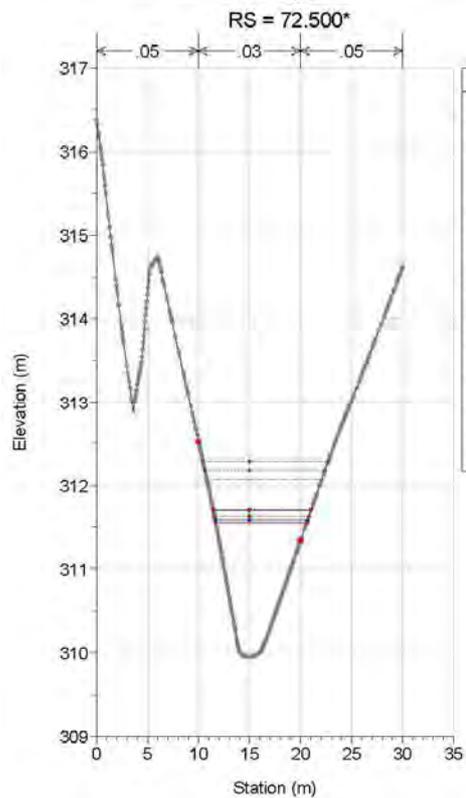
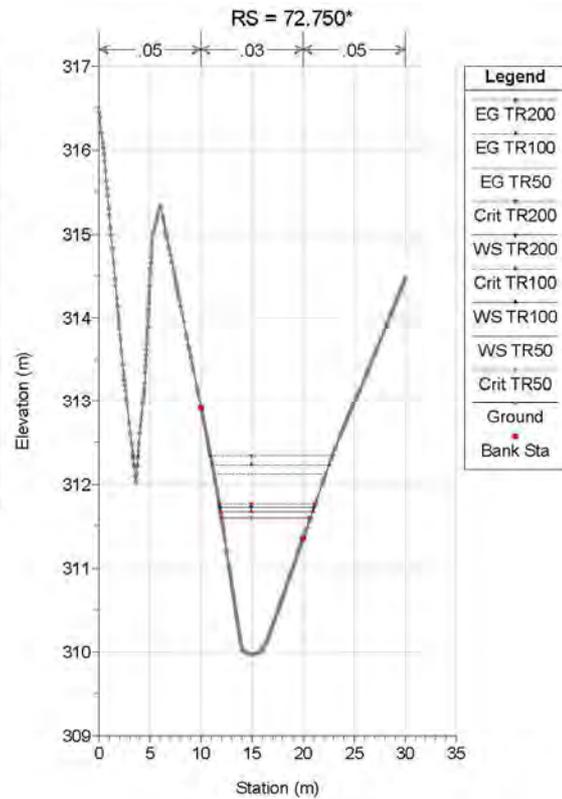
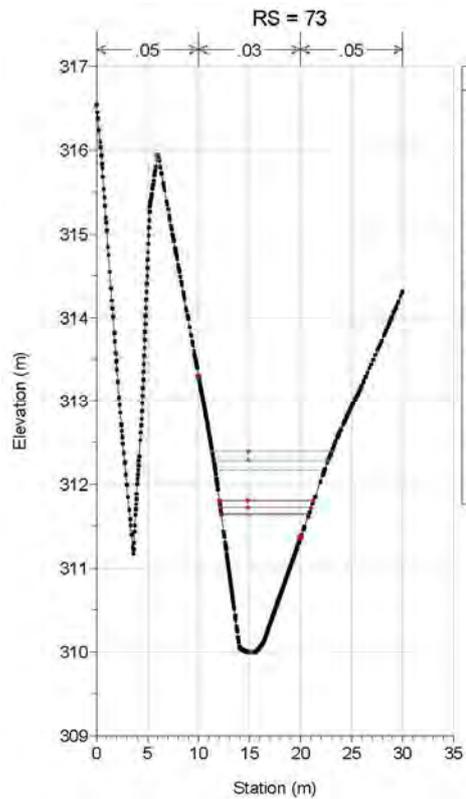
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	151 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

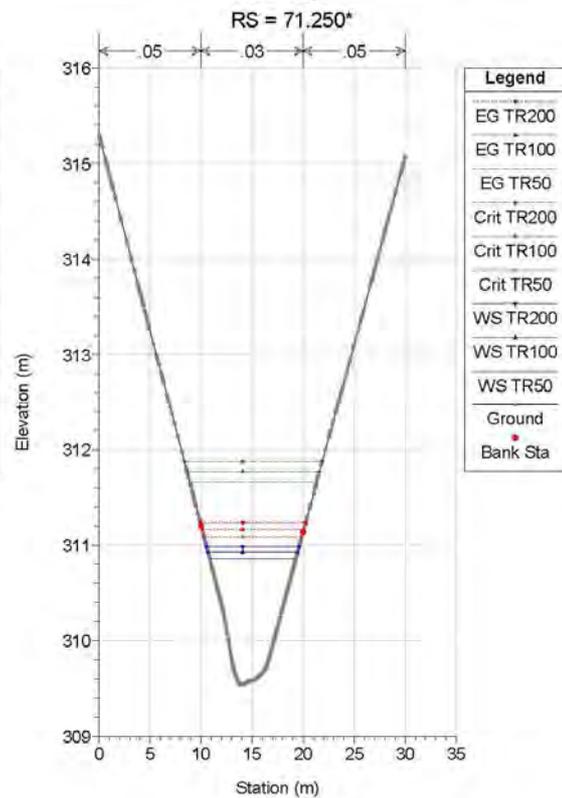
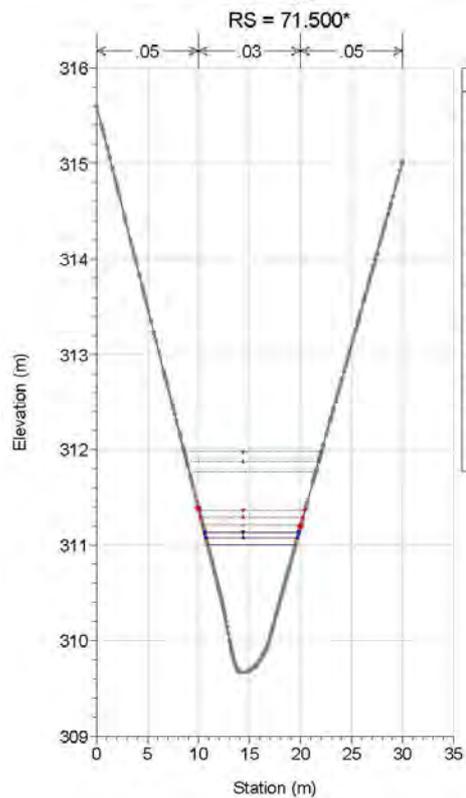
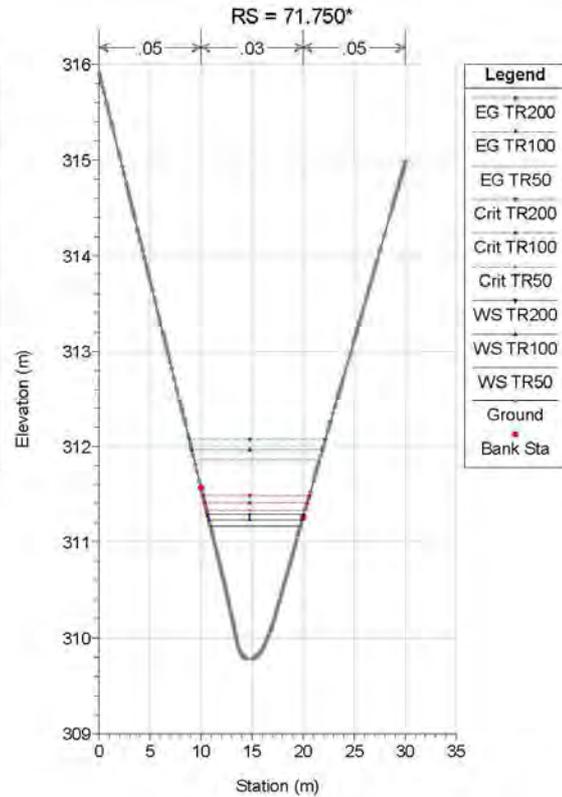
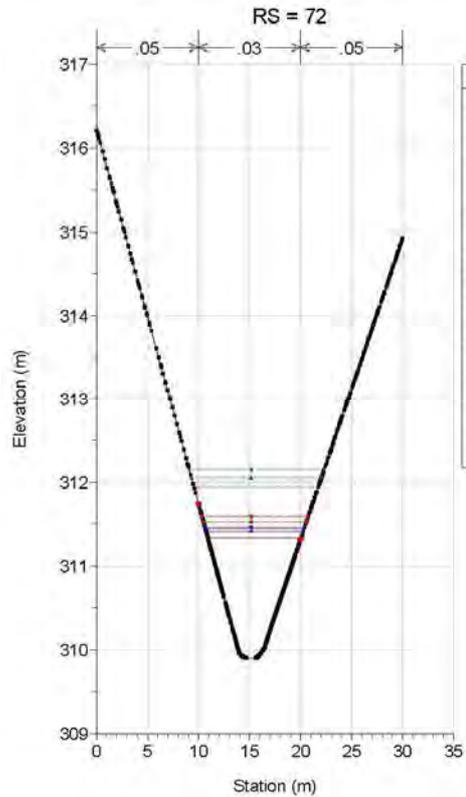
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	152 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

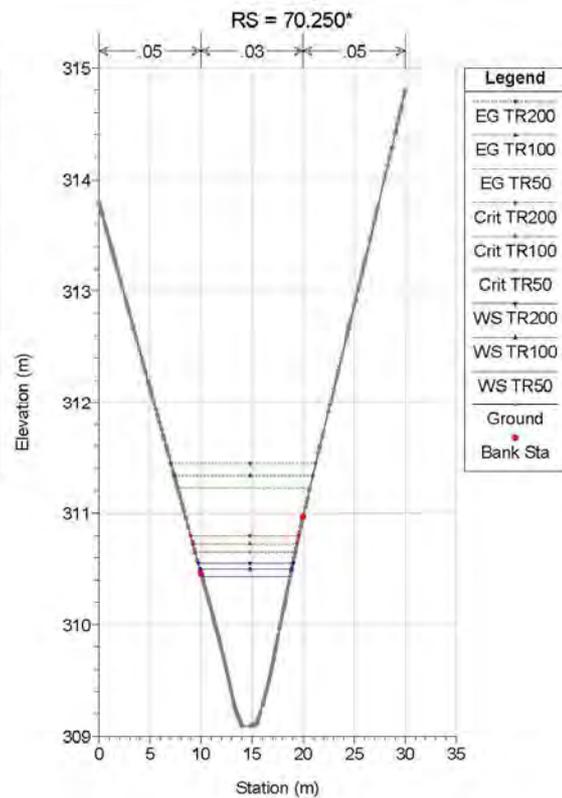
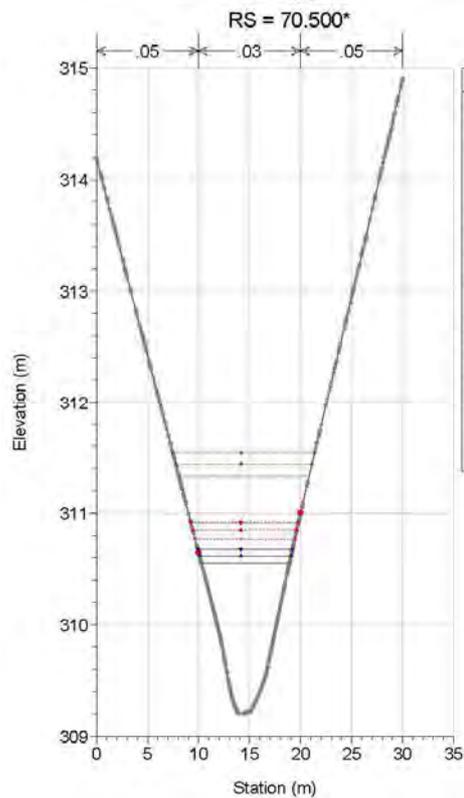
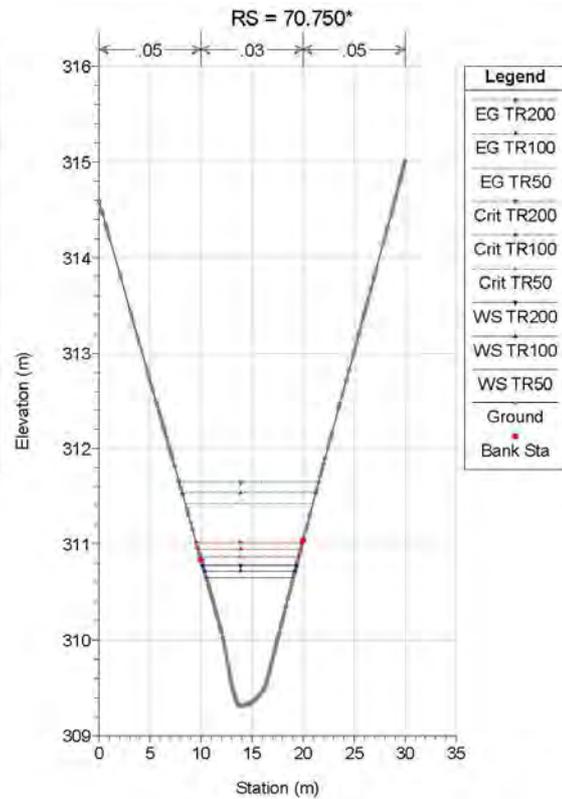
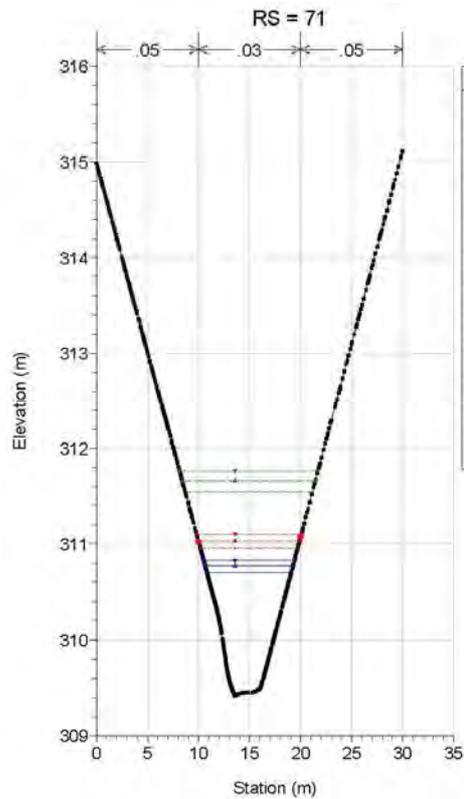
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	153 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

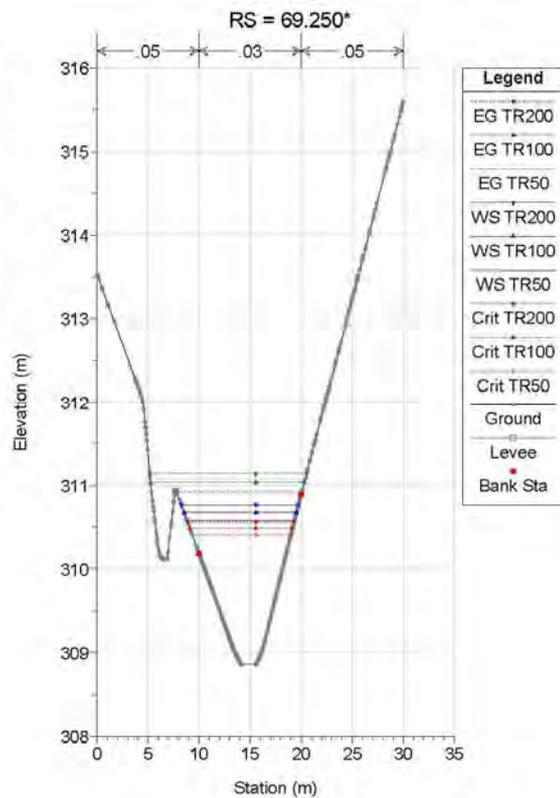
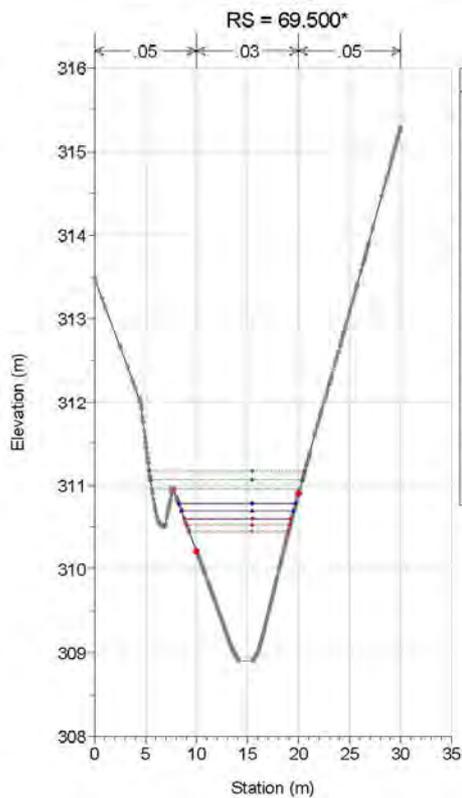
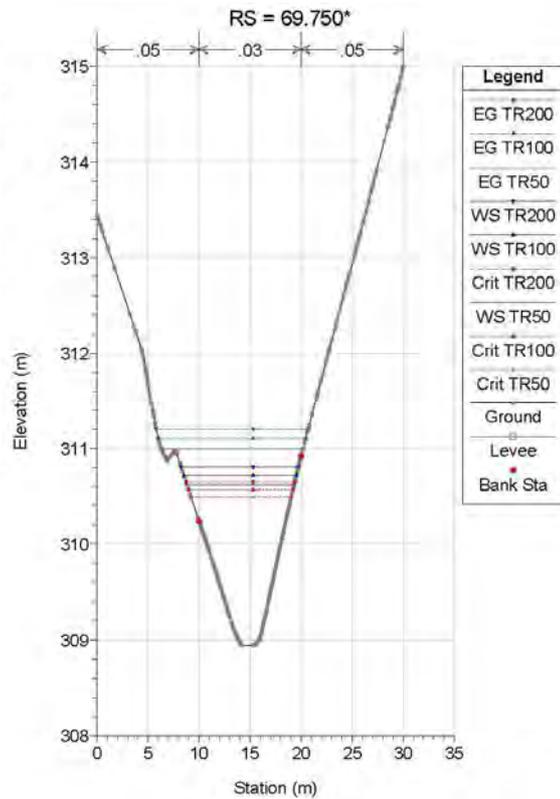
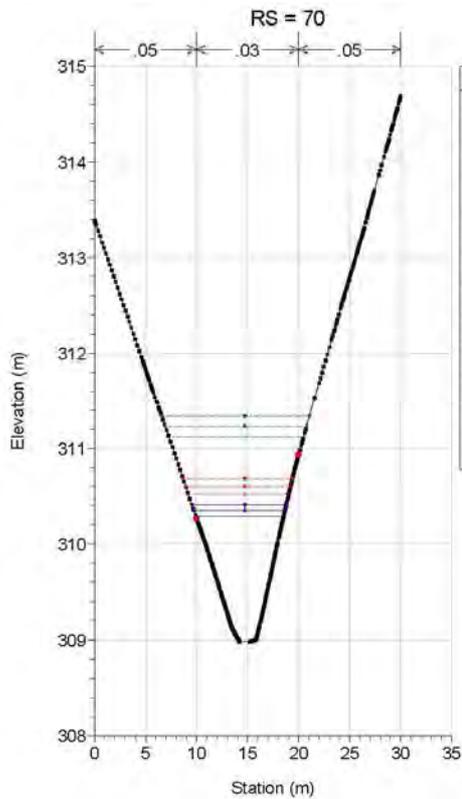
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	154 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

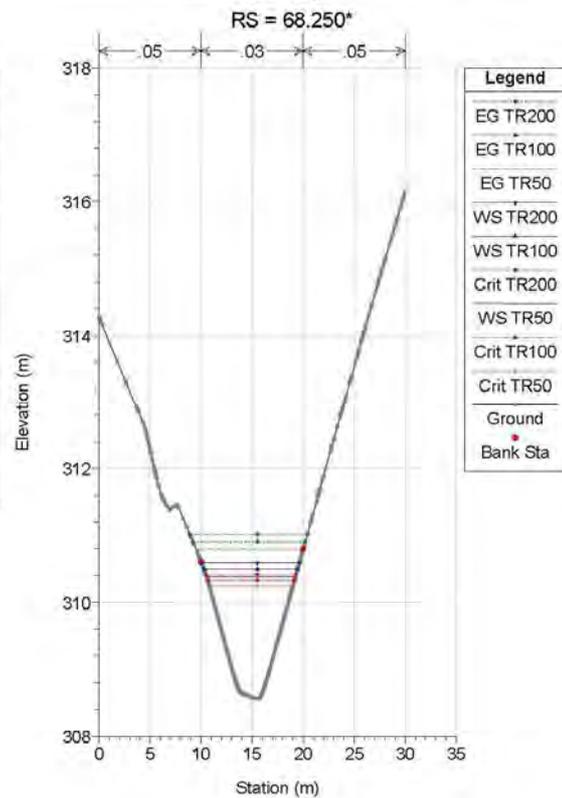
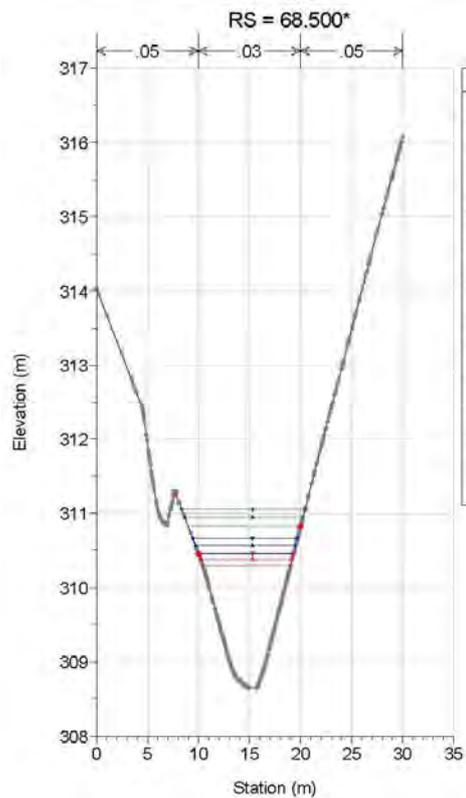
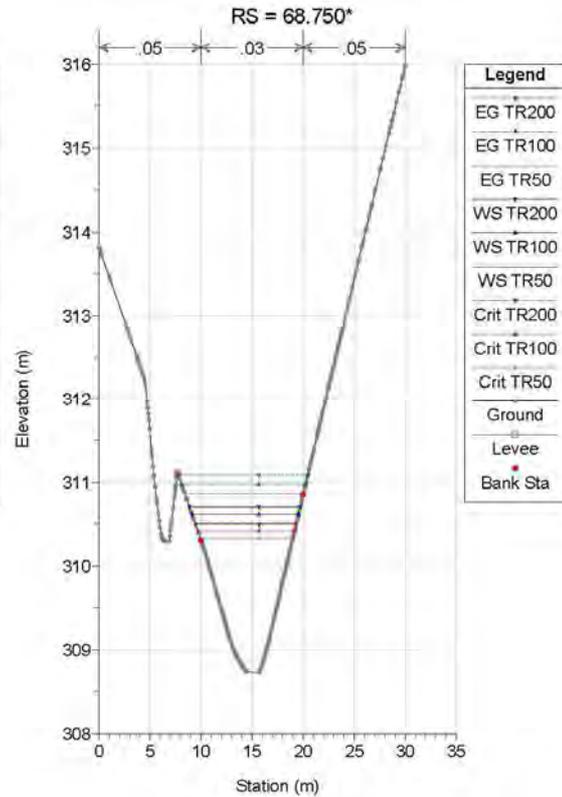
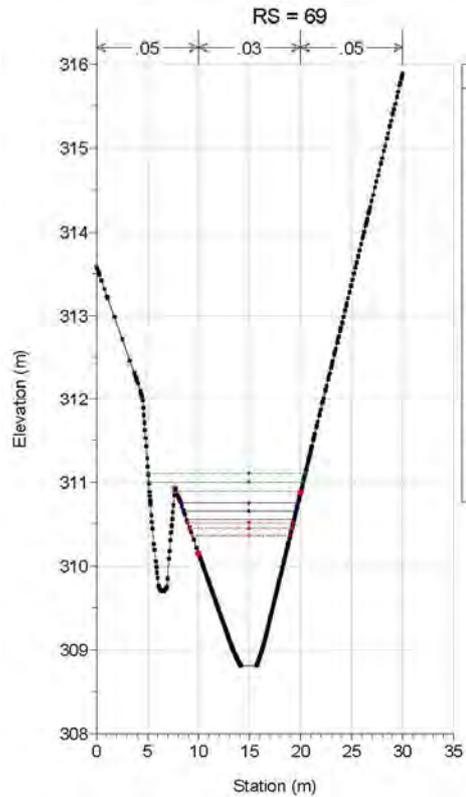
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	155 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

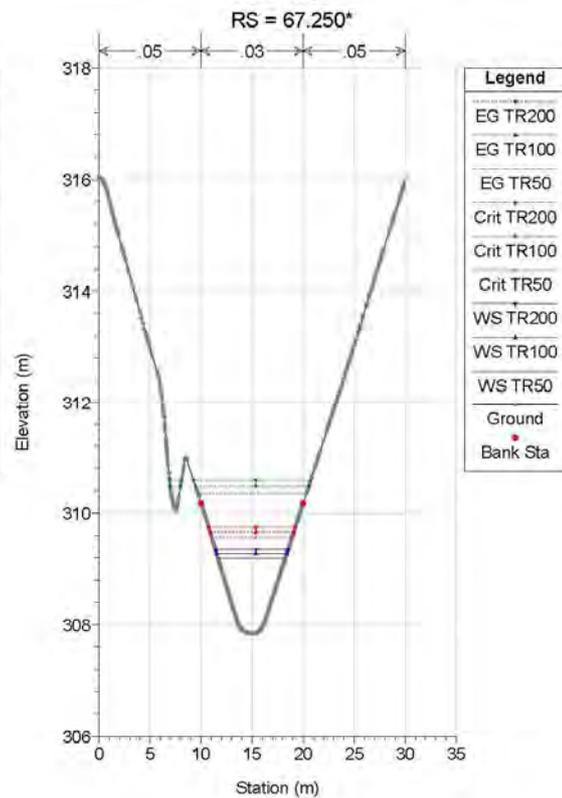
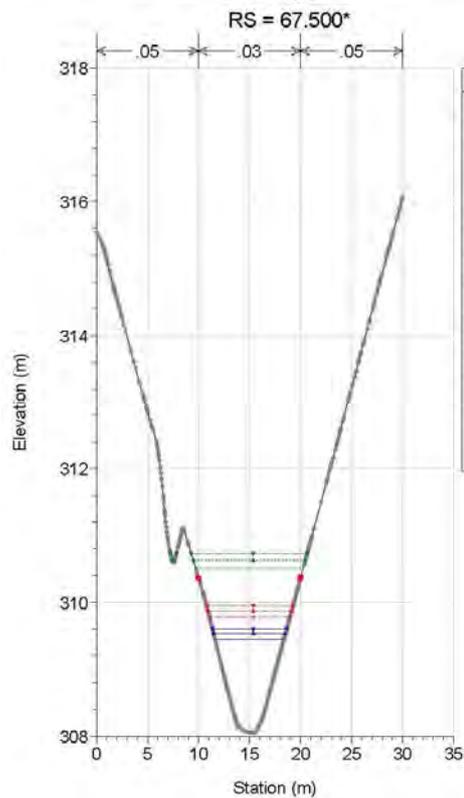
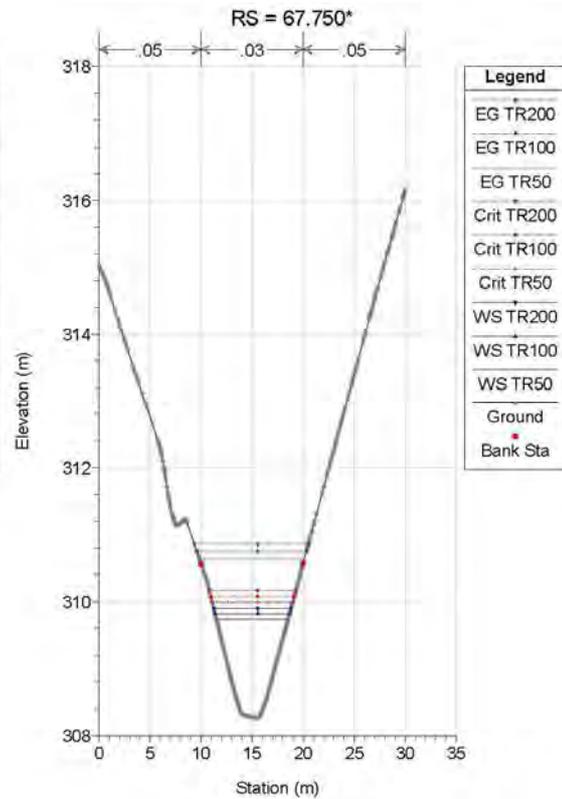
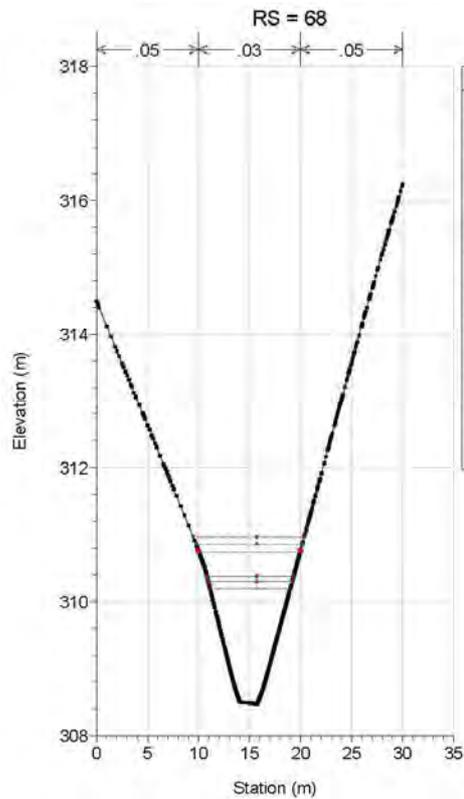
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	156 di 321



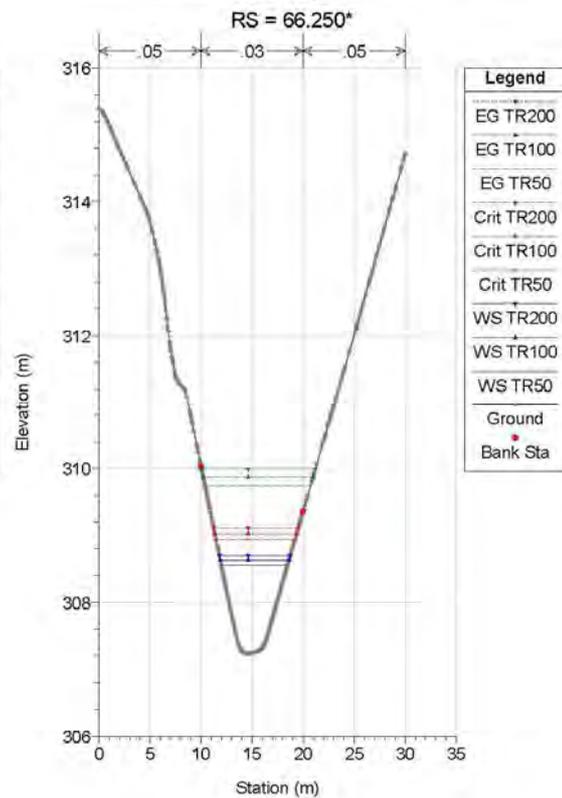
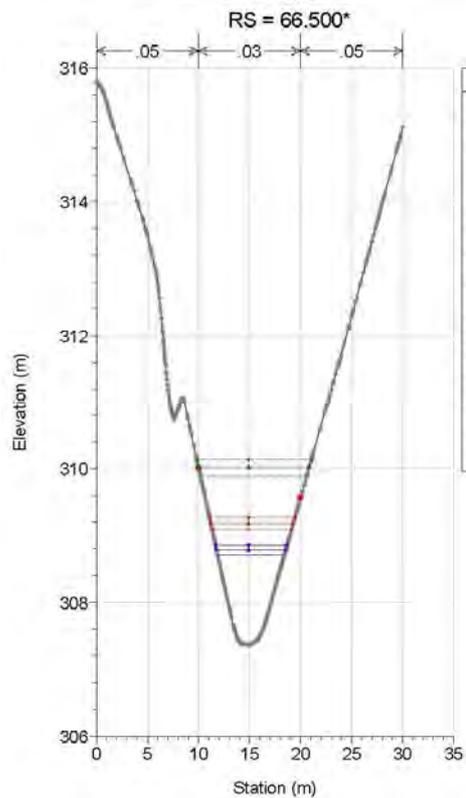
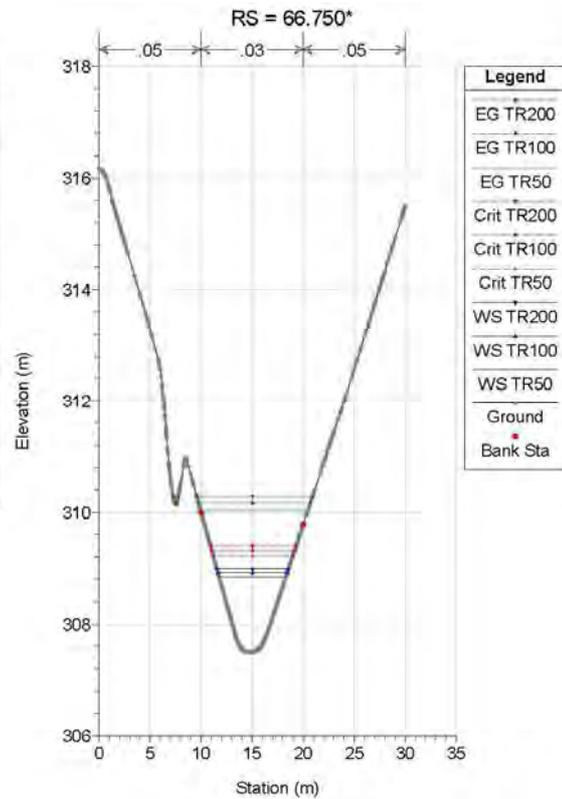
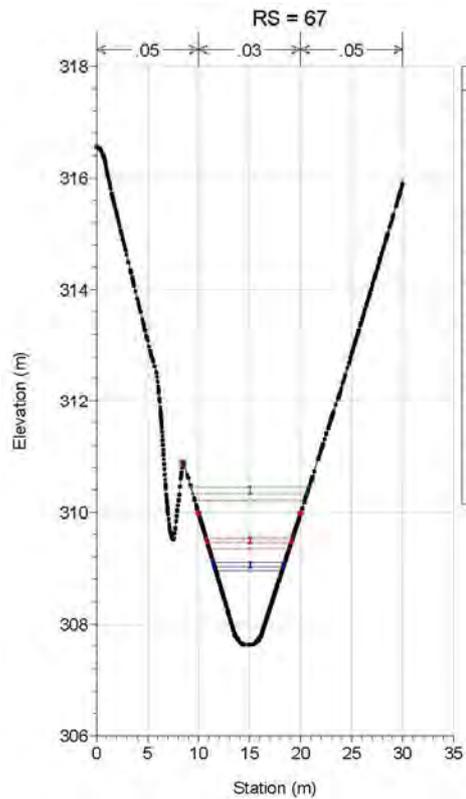
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	157 di 321



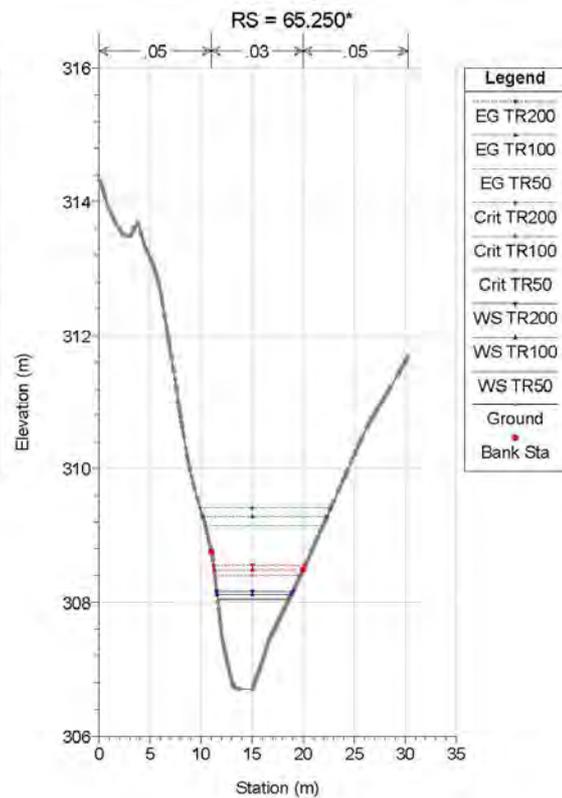
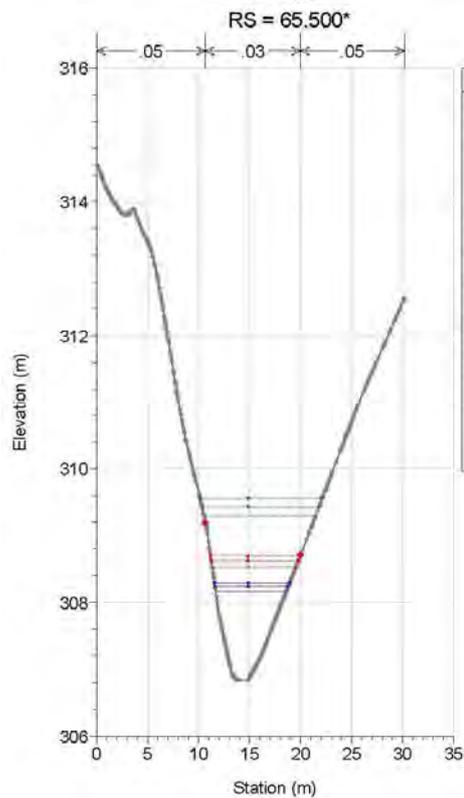
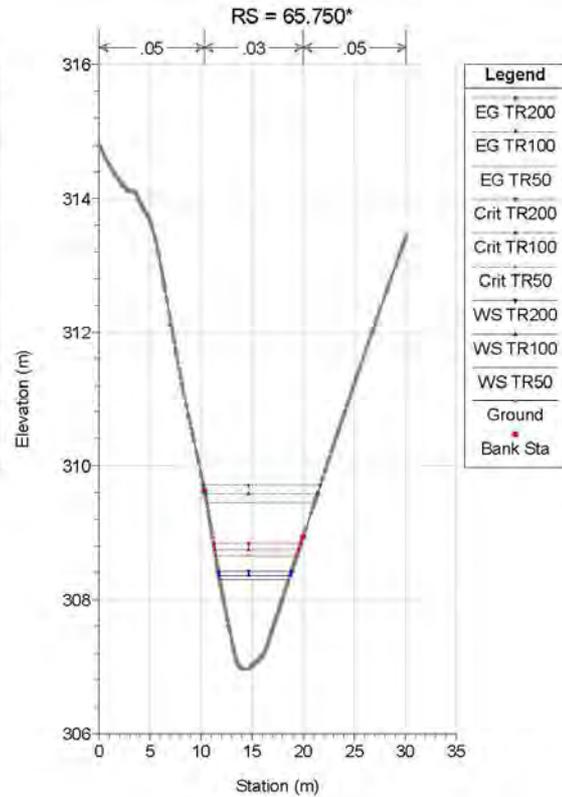
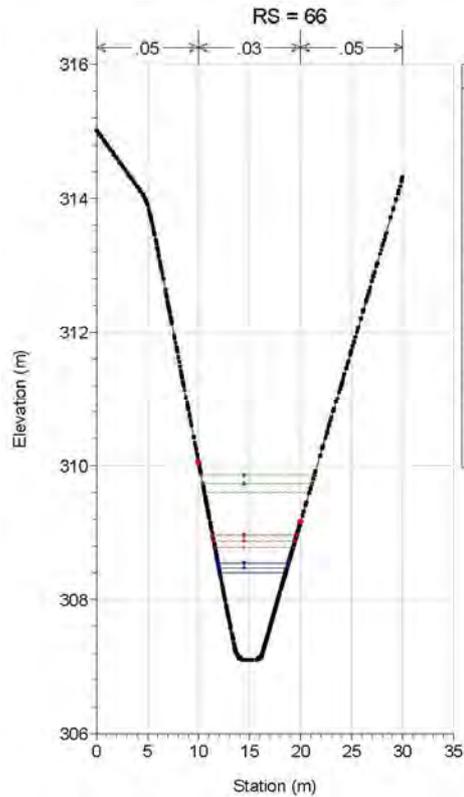
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	158 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

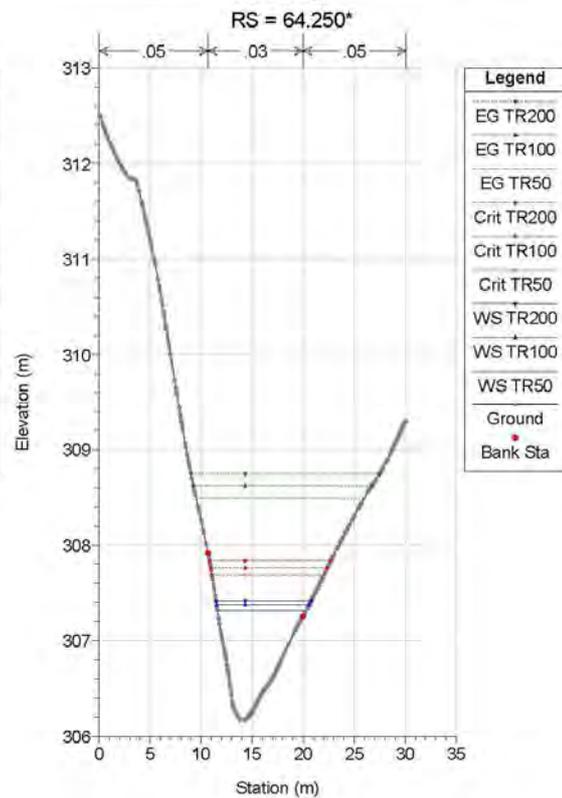
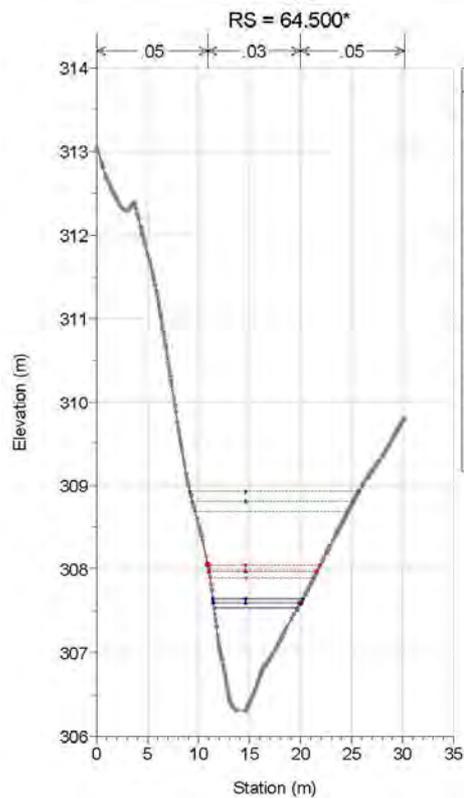
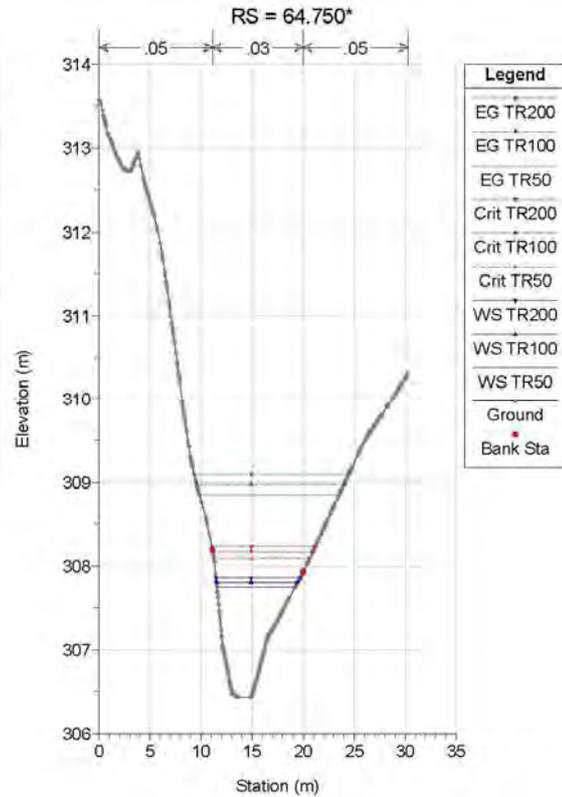
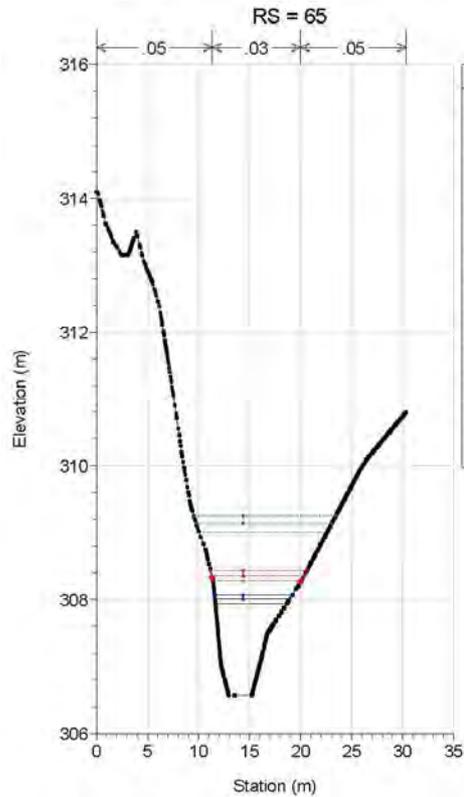
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	159 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

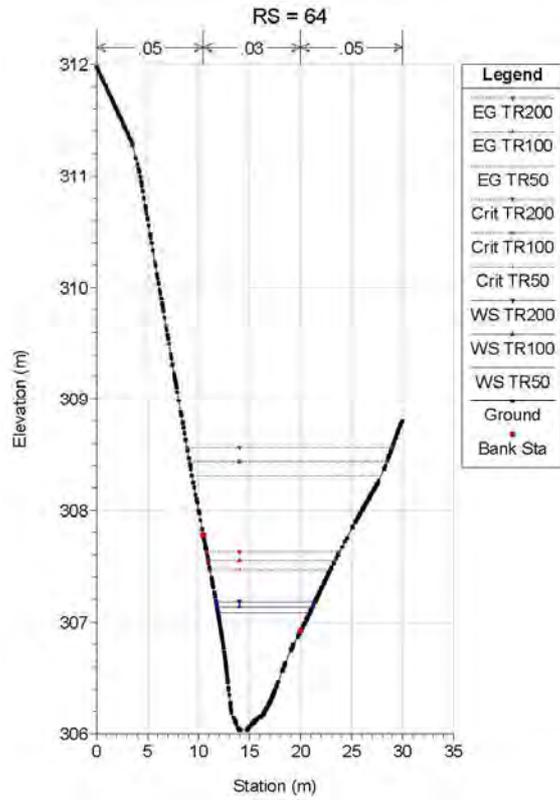
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	160 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	161 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	162 di 321

POST OPERAM

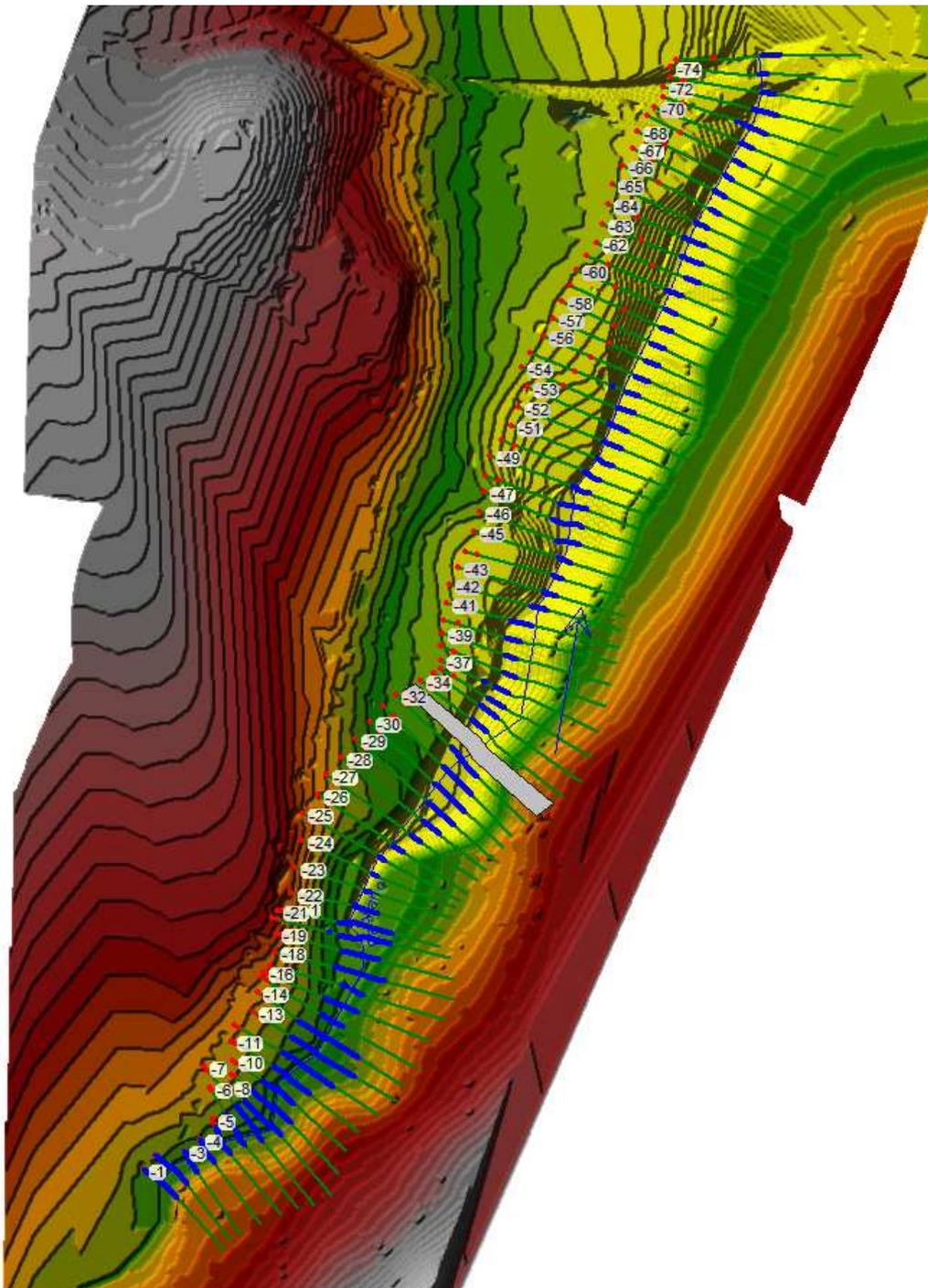
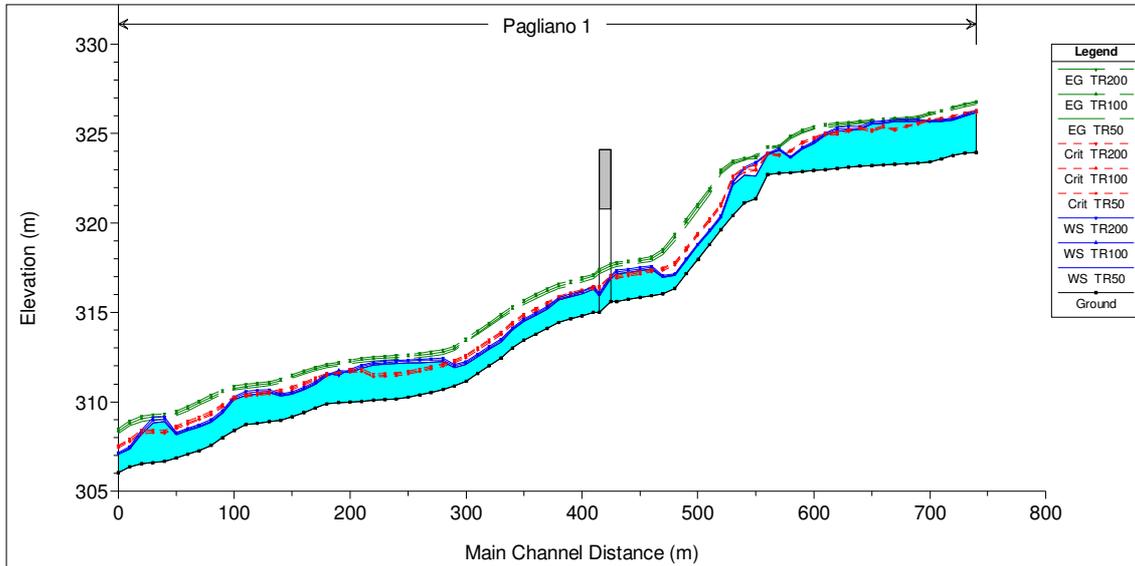


Figura 19: Planimetria post operam Tr 200 anni

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	163 di 321



Risultati per Tr=200 anni

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
-1	323.96	326.32	326.32	326.82	0.011628	3.69	12.47	11.37	0.82
-2	323.92	326.09	326.19	326.69	0.013715	4.13	12.53	13.58	0.97
-3	323.78	325.85	326.01	326.52	0.017808	4.41	11.67	13.71	1.06
-4	323.6	325.82	325.88	326.32	0.01315	3.88	13.16	14.38	0.9
-5	323.42	325.71	325.82	326.19	0.013119	3.84	14.47	20.2	0.88
-6	323.36	325.8	325.6	325.97	0.005374	2.57	22.77	27.44	0.56
-7	323.33	325.8	325.45	325.91	0.00361	2.15	27.74	31.9	0.47
-8	323.3	325.82	325.27	325.87	0.001675	1.55	39.04	40.39	0.33
-9	323.26	325.71	325.44	325.84	0.004018	2.29	26.66	31.77	0.49
-10	323.22	325.68	325.24	325.79	0.003662	2.14	25.77	25.14	0.46
-11	323.17	325.42	325.35	325.73	0.007298	3.17	17.69	20.76	0.71
-12	323.11	325.4	325.23	325.65	0.004539	2.86	20.52	22.96	0.64
-13	323.06	325.36	325.11	325.61	0.003362	2.68	21.15	22.52	0.61
-14	323	325.03	325.03	325.54	0.00697	3.47	13.9	16.66	0.87
-15	322.94	324.59	324.83	325.41	0.014471	4.67	11.38	15.25	1.25
-16	322.88	324.24	324.56	325.22	0.023717	5.76	10.8	15.97	1.61
-17	322.83	323.73	324.09	324.89	0.041062	4.8	7.19	14.09	1.97
-18	322.77	324.18	323.85	324.35	0.002533	1.92	22.27	27.71	0.55
-19	322.71	323.92	323.92	324.28	0.013738	3.97	15.72	21.51	1.19

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	164 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
-20	321.37	323.42	323.22	323.73	0.004217	3.08	18.98	20	0.73
-21	321.14	323.12	323.12	323.65	0.008233	4.08	13.75	13.53	0.98
-22	320.43	322.33	322.66	323.48	0.017519	4.86	7.98	9.07	1.32
-23	319.63	320.42	321.1	322.98	0.102993	7.09	4.72	6	2.55
-24	318.8	319.62	320.26	321.96	0.089179	6.77	4.94	6	2.38
-25	317.98	318.82	319.44	321.07	0.084154	6.64	5.04	6	2.31
-26	317.16	318	318.62	320.23	0.082763	6.6	5.07	6	2.29
-27	316.33	317.17	317.79	319.4	0.082763	6.6	5.07	6	2.29
-28	316.04	317.08	317.5	318.53	0.050568	5.33	6.28	7	1.8
-29	315.95	317.61	317.41	318.12	0.010323	3.14	10.65	7	0.81
-30	315.84	317.52	317.3	318.01	0.010024	3.11	10.75	7	0.8
-31	315.73	317.43	317.19	317.91	0.009643	3.07	10.9	7	0.79
-32	315.6	317.37	317.06	317.81	0.008535	2.94	11.36	7	0.74
-33									
-34	315.01	316.47	316.47	317.14	0.015676	3.62	9.25	7	1.01
-35	314.82	316.2	316.28	316.96	0.01909	3.86	8.65	7	1.11
-36	314.63	316.03	316.09	316.77	0.018311	3.81	8.78	7	1.09
-37	314.45	315.85	315.91	316.59	0.018091	3.8	8.81	7	1.08
-38	314.11	315.33	315.57	316.33	0.028954	4.44	7.54	7	1.37
-39	313.78	314.97	315.24	316.03	0.031214	4.55	7.35	7	1.42
-40	313.45	314.63	314.91	315.71	0.032226	4.6	7.28	7	1.44
-41	313.01	314.13	314.47	315.35	0.038546	4.88	6.86	7	1.57
-42	312.45	313.51	313.91	314.9	0.047676	5.23	6.4	7	1.75
-43	312.02	313.1	313.48	314.42	0.043821	5.09	6.58	7	1.68
-44	311.59	312.68	313.05	313.98	0.043222	5.06	6.61	7	1.66
-45	311.16	312.25	312.62	313.55	0.043219	5.06	6.61	7	1.66
-46	310.87	312.07	312.33	313.11	0.030743	4.53	7.39	7	1.41
-47	310.7	312.46	312.16	312.9	0.008689	2.96	11.29	7	0.74
-48	310.53	312.43	311.99	312.81	0.006808	2.72	12.28	7	0.66
-49	310.38	312.39	311.84	312.73	0.00631	2.55	13.12	8	0.64
-50	310.26	312.36	311.72	312.66	0.005448	2.43	13.78	8	0.59
-51	310.15	312.32	311.61	312.6	0.004794	2.32	14.39	8	0.55
-52	310.11	312.27	311.57	312.55	0.004888	2.34	14.3	8	0.56
-53	310.07	312.22	311.54	312.5	0.005007	2.36	14.18	8	0.57

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	165 di 321

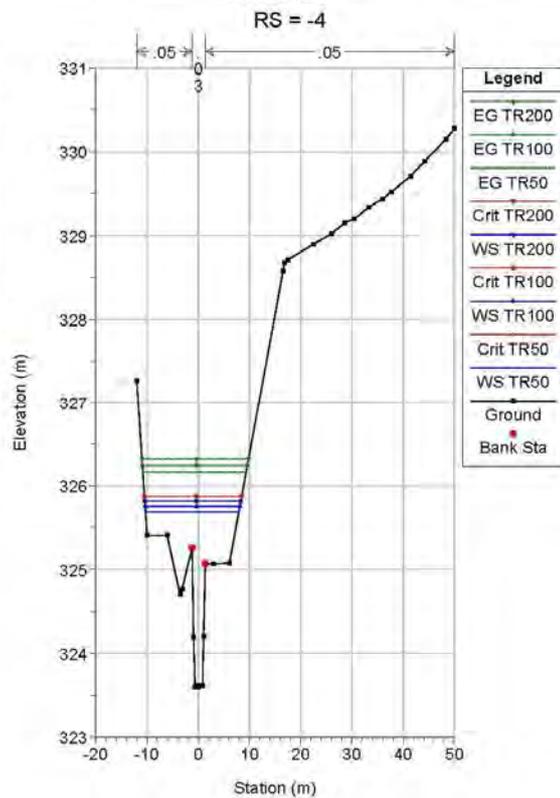
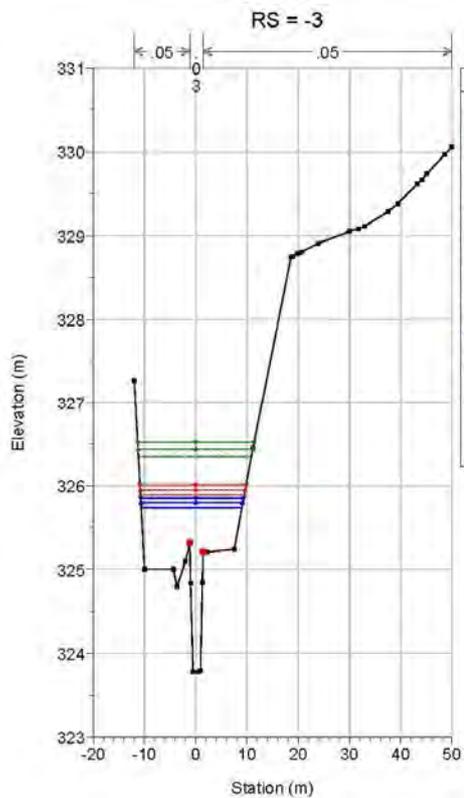
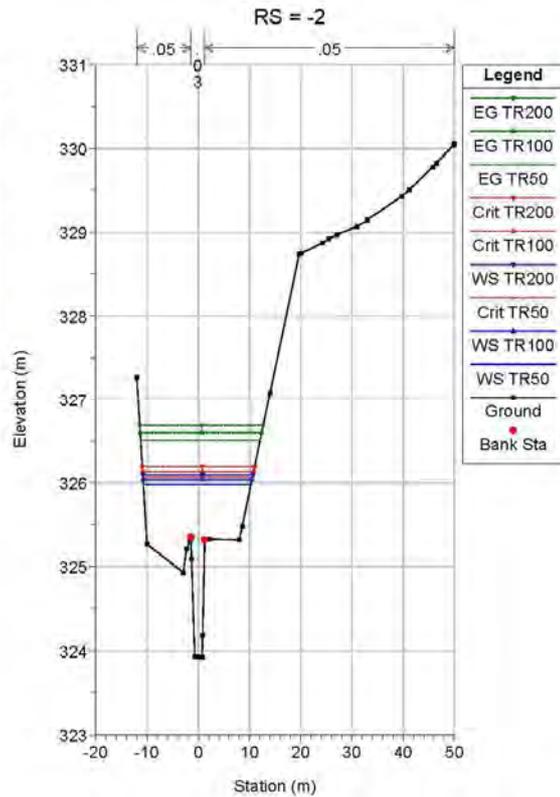
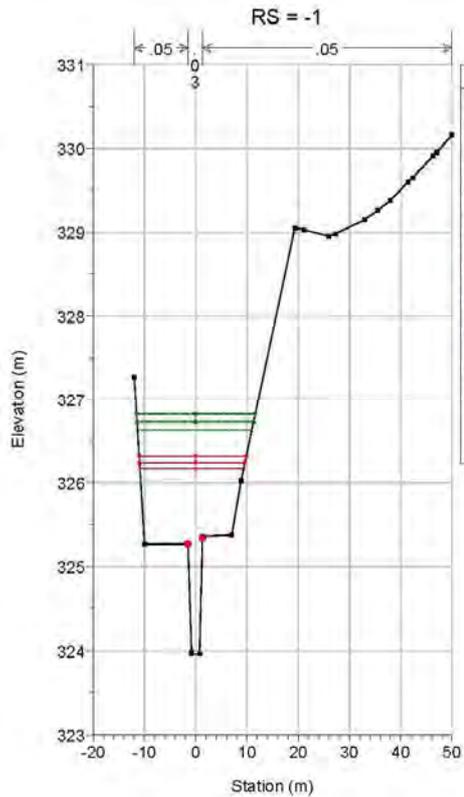
River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
-54	310.03	312.06	311.84	312.44	0.005918	2.72	12.3	10.15	0.79
-55	309.99	311.81	311.81	312.35	0.009794	3.24	10.32	9.65	1
-56	309.94	311.49	311.66	312.21	0.015143	3.74	8.94	9.66	1.24
-57	309.9	311.6	311.6	312.11	0.009701	3.17	10.55	10.45	1.01
-58	309.66	311.13	311.36	311.95	0.018105	4	8.36	9.36	1.35
-59	309.4	310.83	311.1	311.74	0.021152	4.24	7.89	9.1	1.45
-60	309.15	310.55	310.85	311.52	0.022886	4.37	7.66	8.98	1.51
-61	308.97	310.44	310.67	311.27	0.018367	4.03	8.3	9.26	1.36
-62	308.88	310.7	310.59	311.12	0.0073	2.86	11.7	10.91	0.88
-63	308.8	310.65	310.51	311.04	0.006576	2.75	12.18	11.14	0.84
-64	308.72	310.6	310.43	310.97	0.006181	2.69	12.45	11.23	0.81
-65	308.4	310.29	310.29	310.87	0.009764	3.38	9.89	8.48	1
-66	307.98	309.51	309.87	310.66	0.024152	4.75	7.04	7.18	1.53
-67	307.56	309.01	309.45	310.37	0.030568	5.18	6.46	6.93	1.71
-68	307.27	308.74	309.16	310.06	0.028859	5.1	6.56	6.81	1.66
-69	307.06	308.51	308.91	309.76	0.026867	4.95	6.75	6.98	1.61
-70	306.85	308.29	308.66	309.49	0.025617	4.85	6.9	7.13	1.57
-71	306.65	309.17	308.38	309.32	0.00162	1.73	19.46	13.1	0.44
-72	306.59	309.12	308.44	309.3	0.002345	1.86	18	12.97	0.5
-73	306.53	308.41	308.41	309.19	0.012373	3.91	8.56	5.5	1
-74	306.35	307.48	307.91	308.92	0.037434	5.32	6.29	7.59	1.87
-75	306.03	307.15	307.57	308.49	0.043345	5.12	6.53	9.84	2.01

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	166 di 321

RS: -33 Profile: TR200				
E.G. US. (m)	317.81	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	317.37	E.G. Elev (m)	317.73	317.42
Q Total (m3/s)	33.45	W.S. Elev (m)	317.07	316.09
Q Bridge (m3/s)	33.45	Crit W.S. (m)	317.07	316.48
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.47	1.08
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.6	5.11
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	9.28	6.55
Weir Submerg		Froude # Chl	1	1.69
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	18.87	20.92
Min El Weir Flow (m)	324.12	Hydr Depth (m)	1.33	0.94
Min El Prs (m)	320.8	W.P. Total (m)	9.94	9.16
Delta EG (m)	0.67	Conv. Total (m3/s)	268.8	158.6
Delta WS (m)	0.89	Top Width (m)	7	7
BR Open Area (m2)	101.32	Frctn Loss (m)	0.11	
BR Open Vel (m/s)	5.11	C & E Loss (m)	0.07	
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	141.88	311.92
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	511.31	1594.02

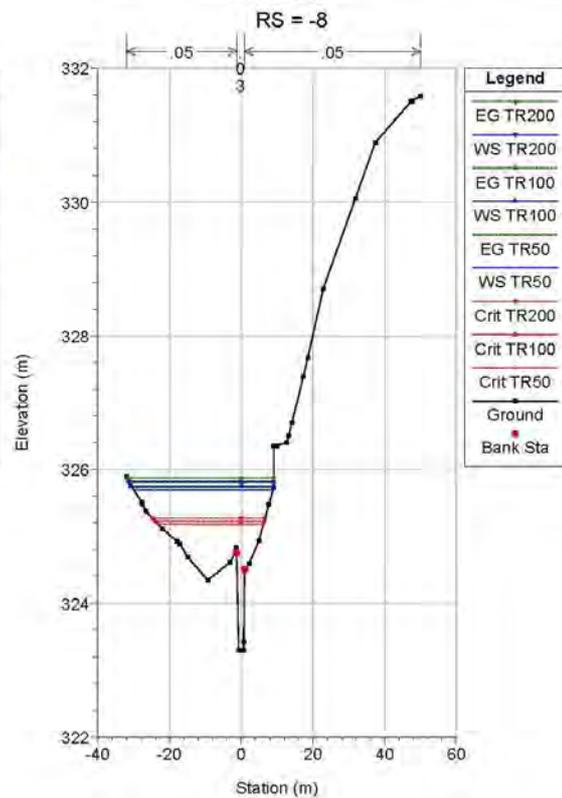
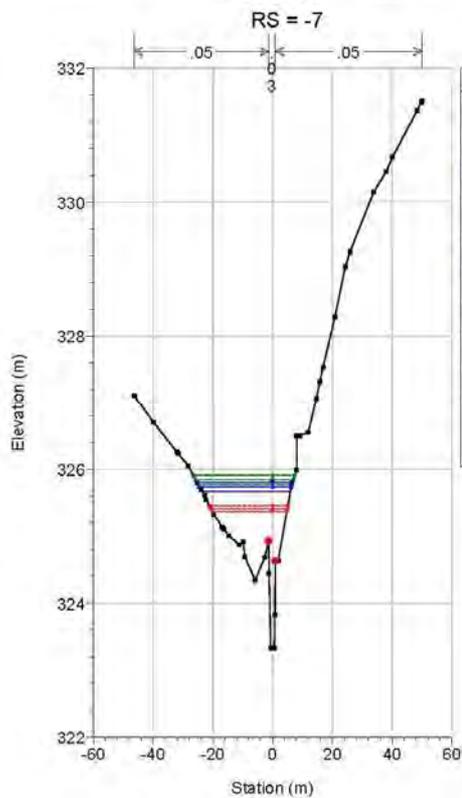
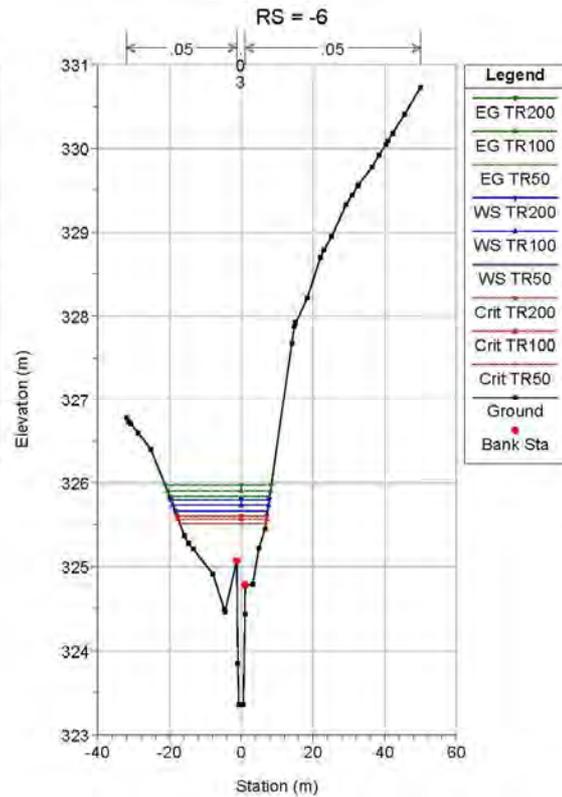
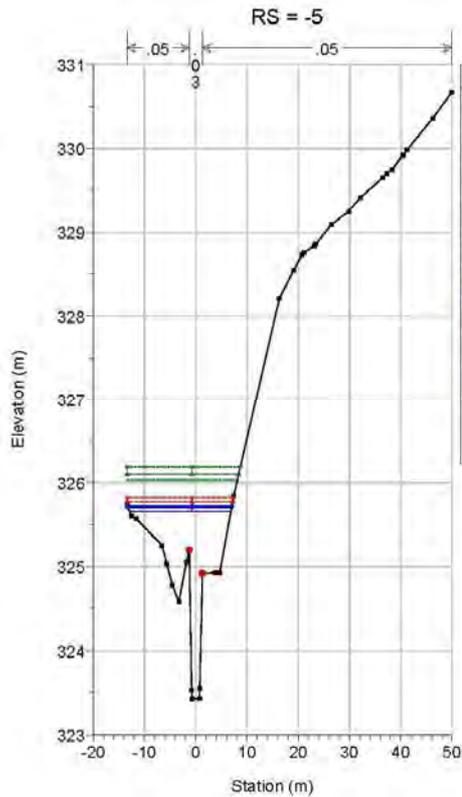
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	167 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

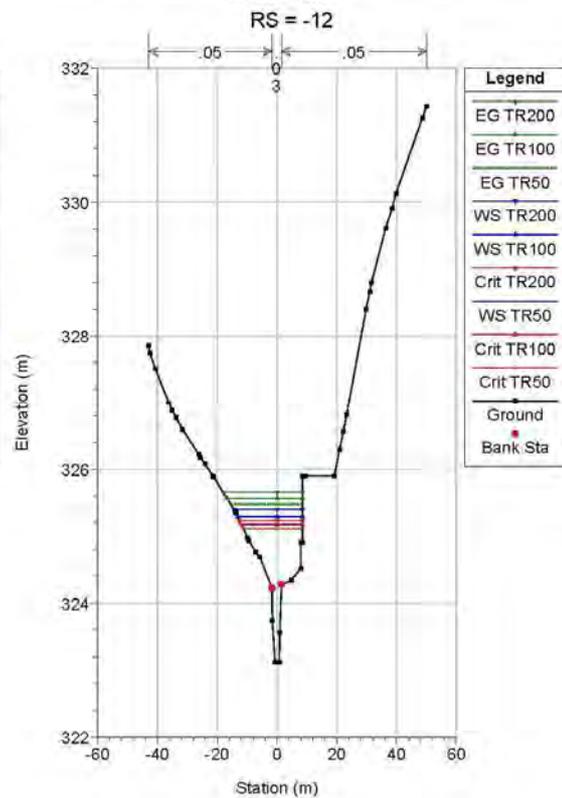
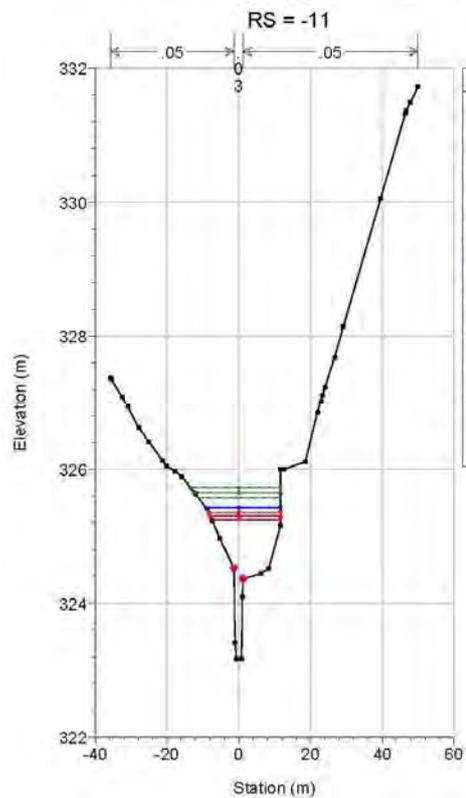
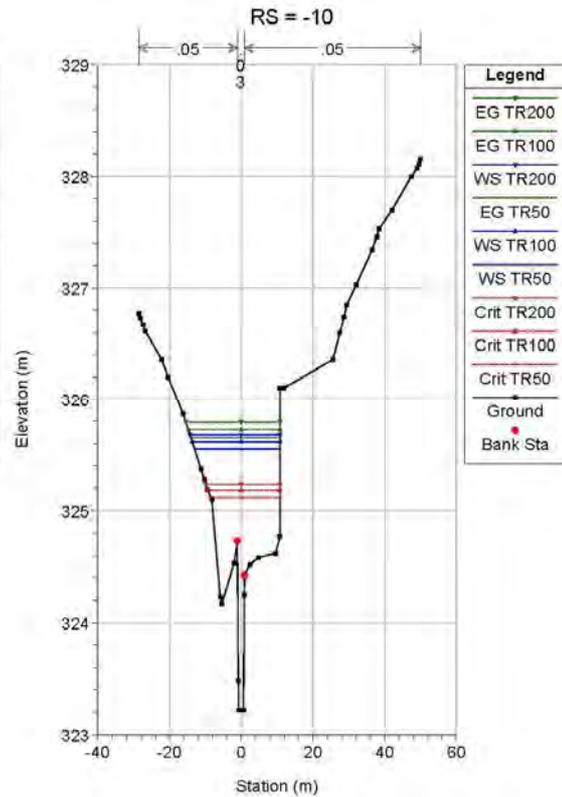
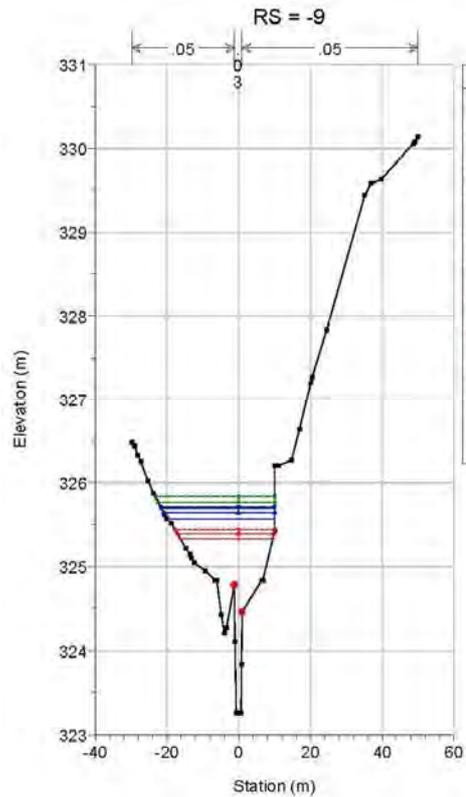
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	168 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

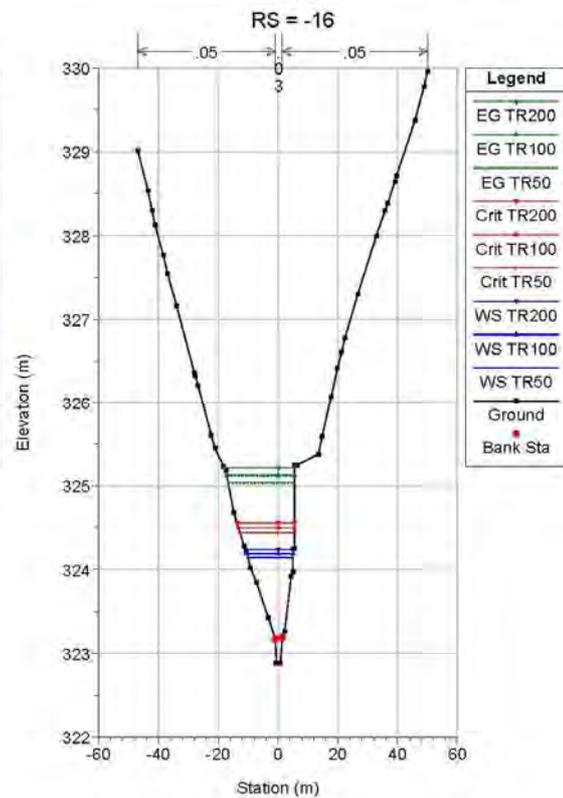
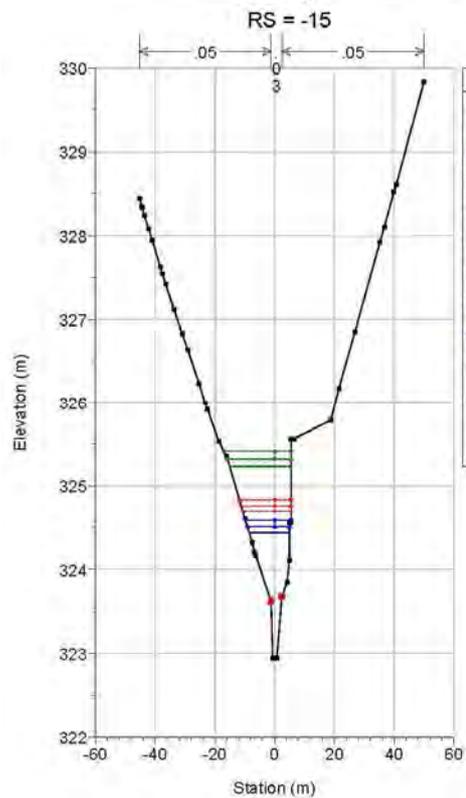
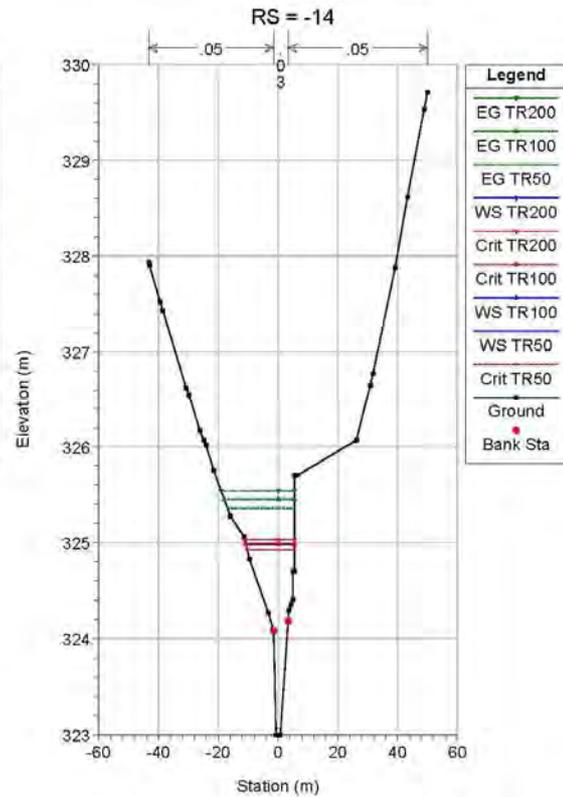
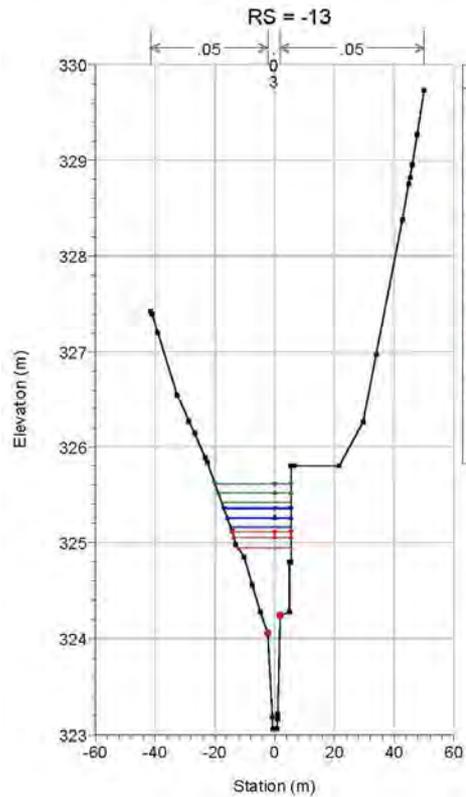
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	169 di 321



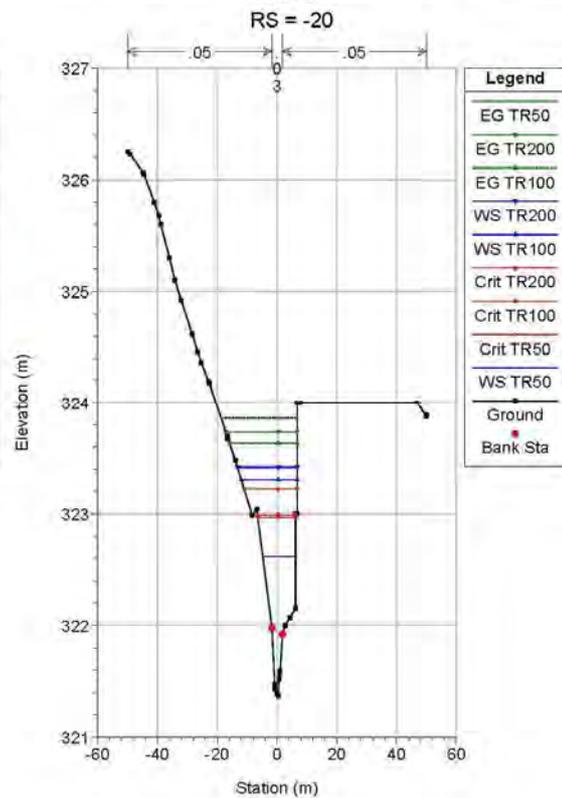
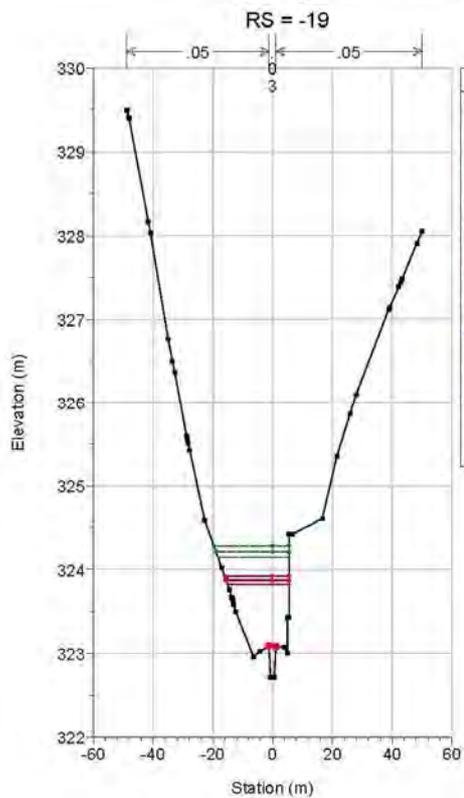
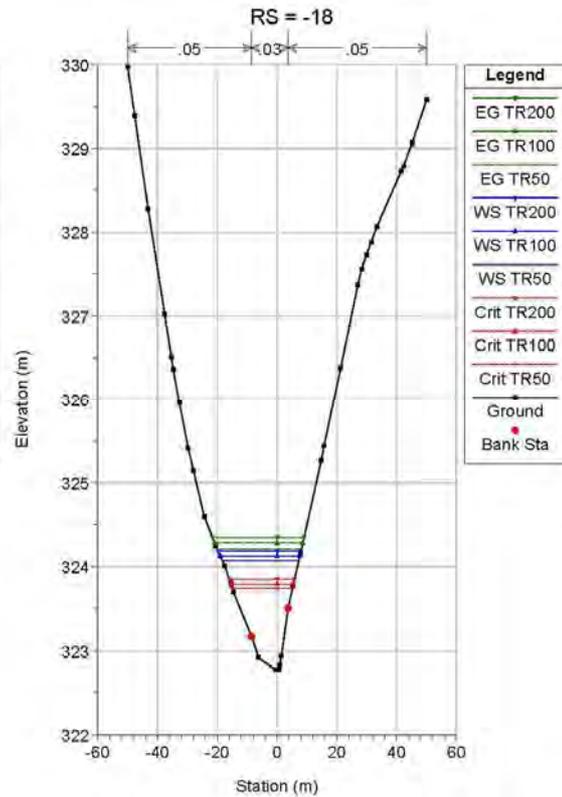
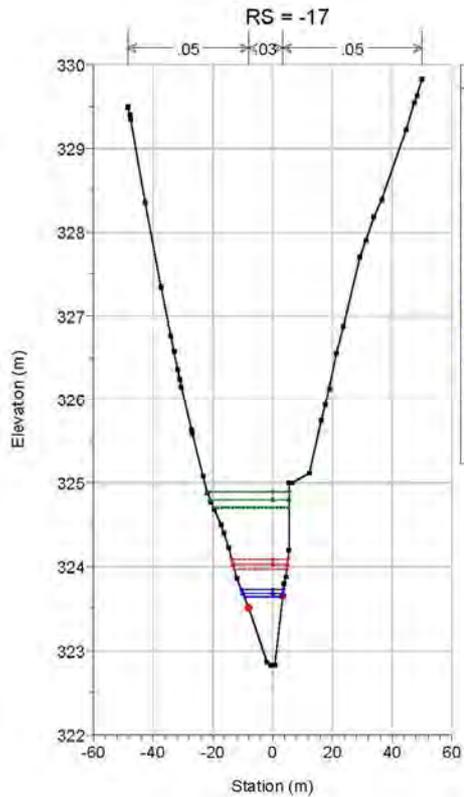
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	170 di 321



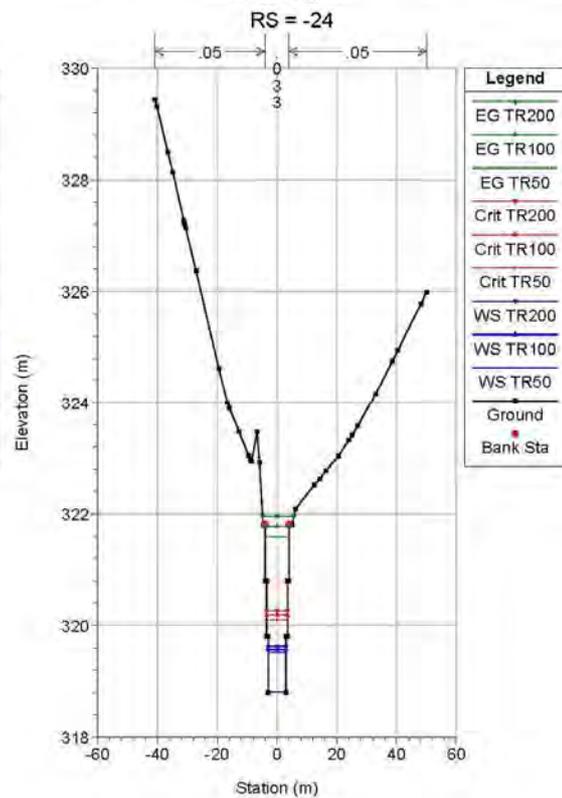
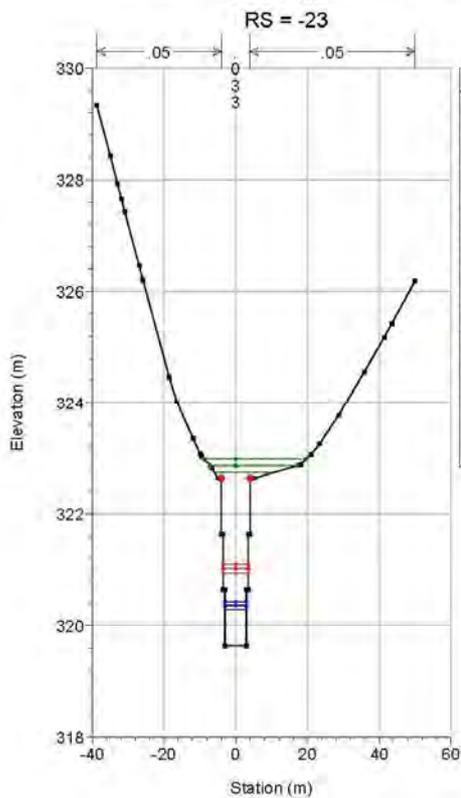
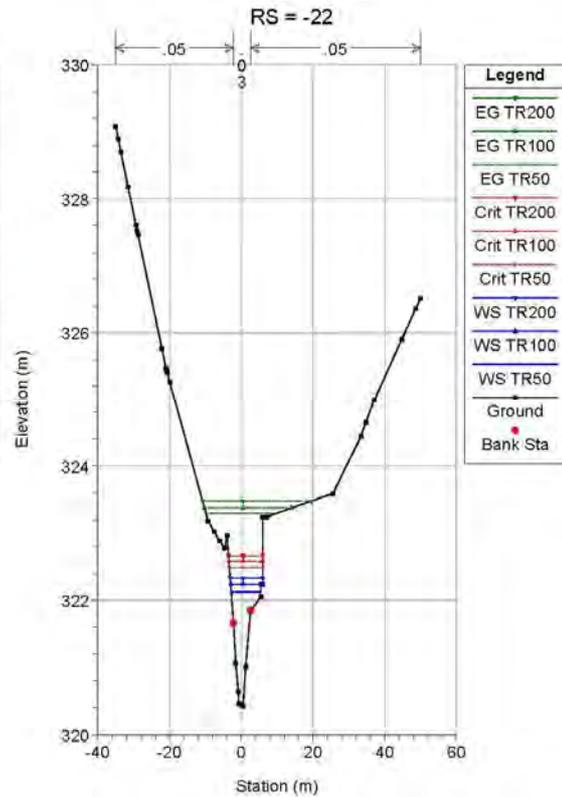
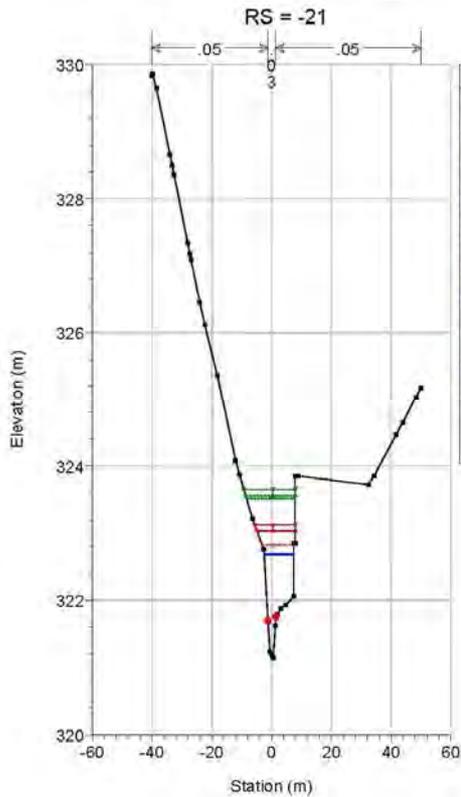
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	171 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

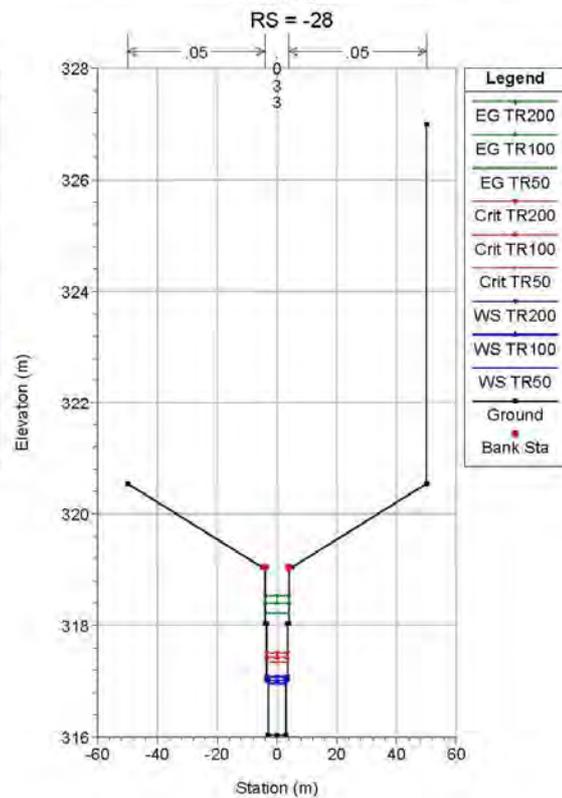
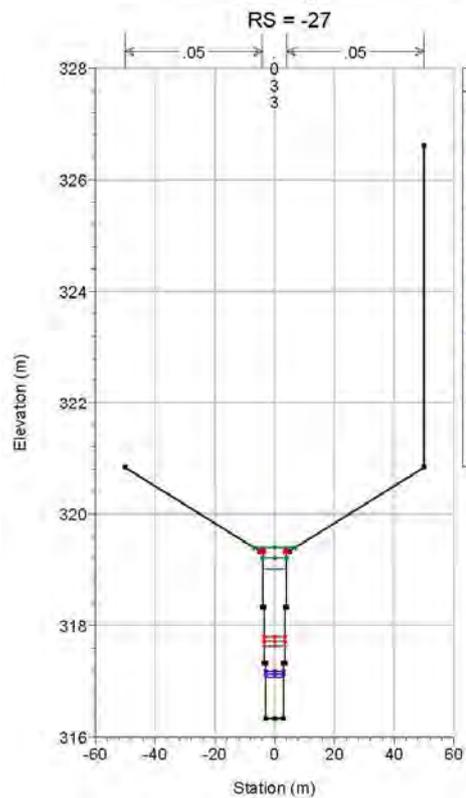
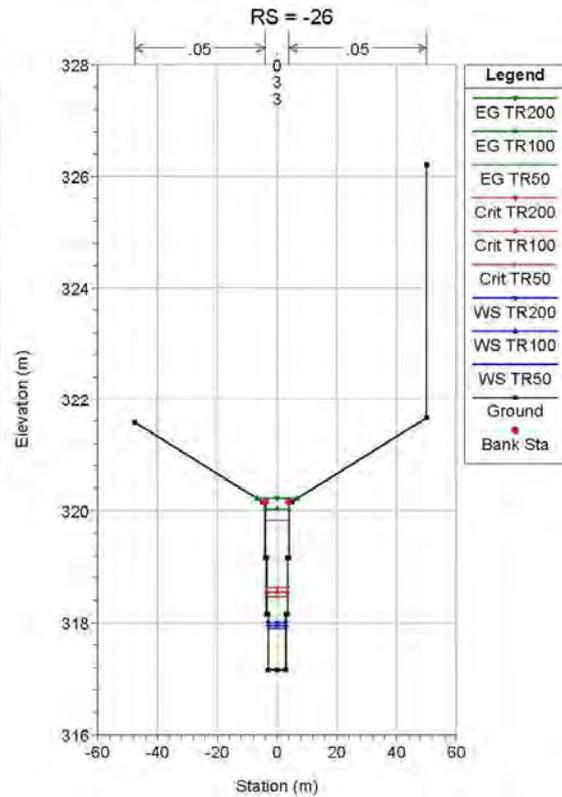
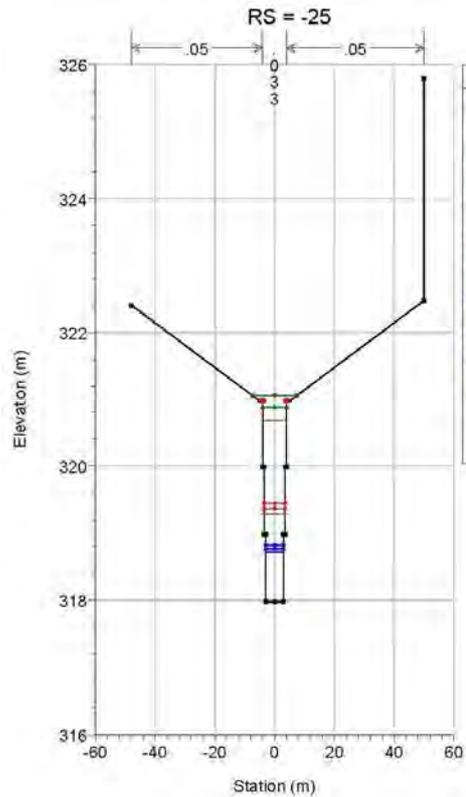
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	172 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

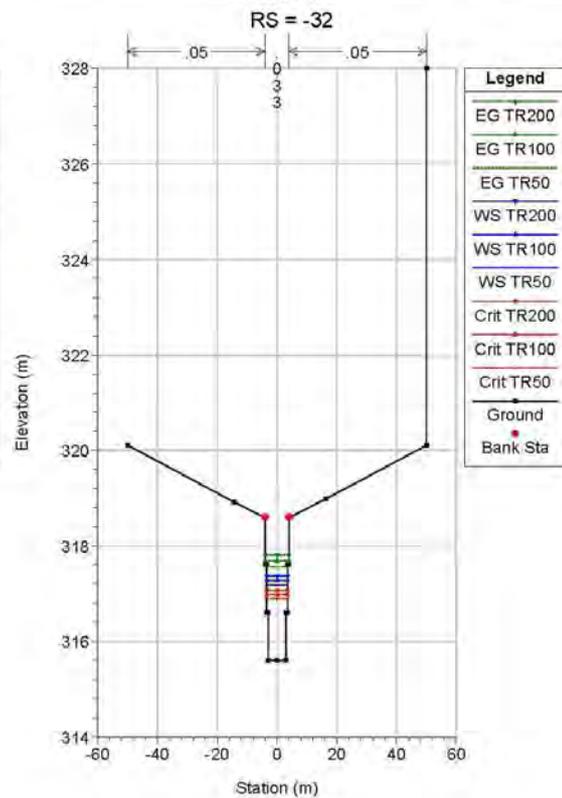
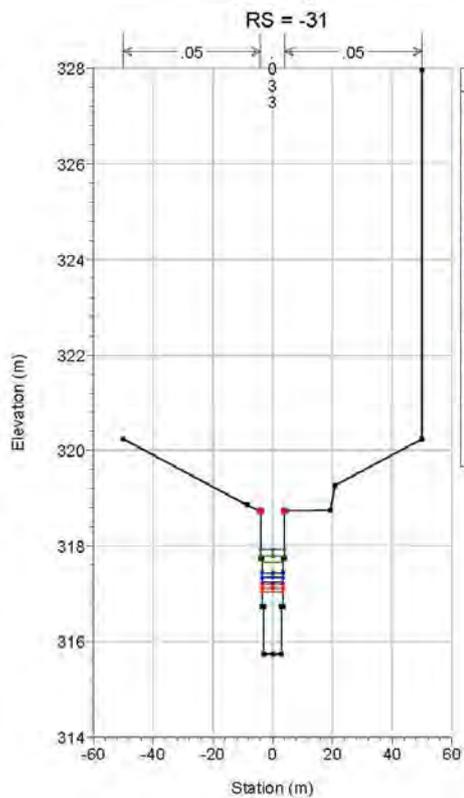
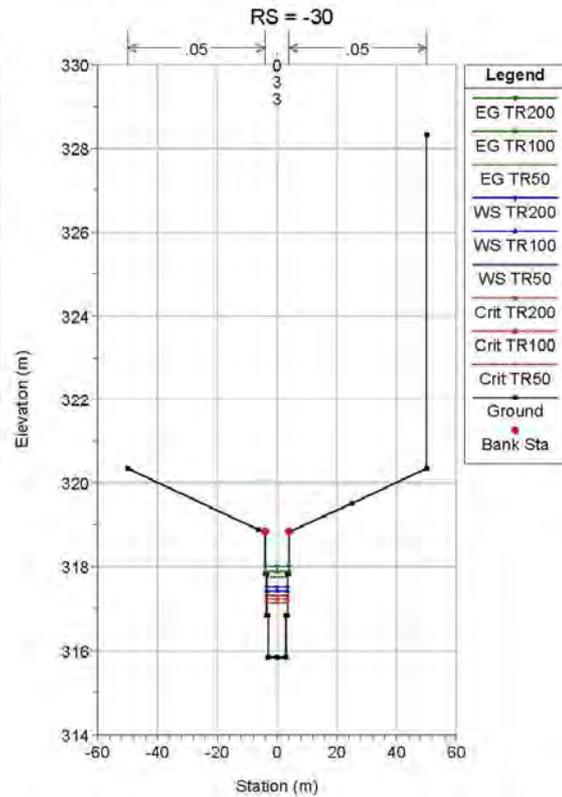
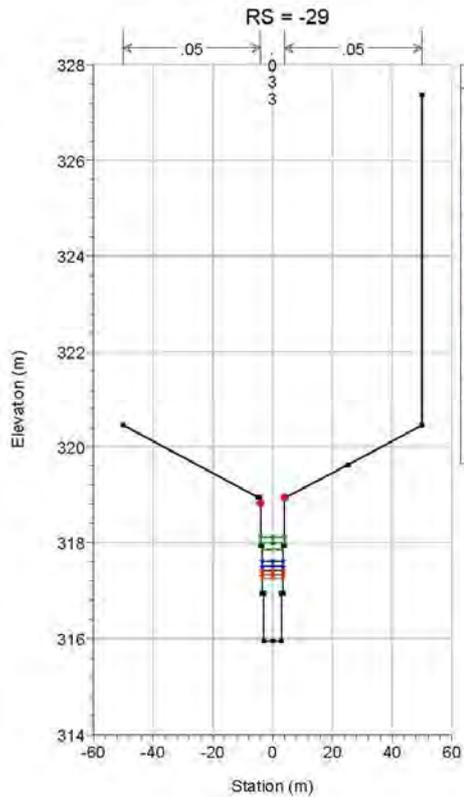
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	173 di 321



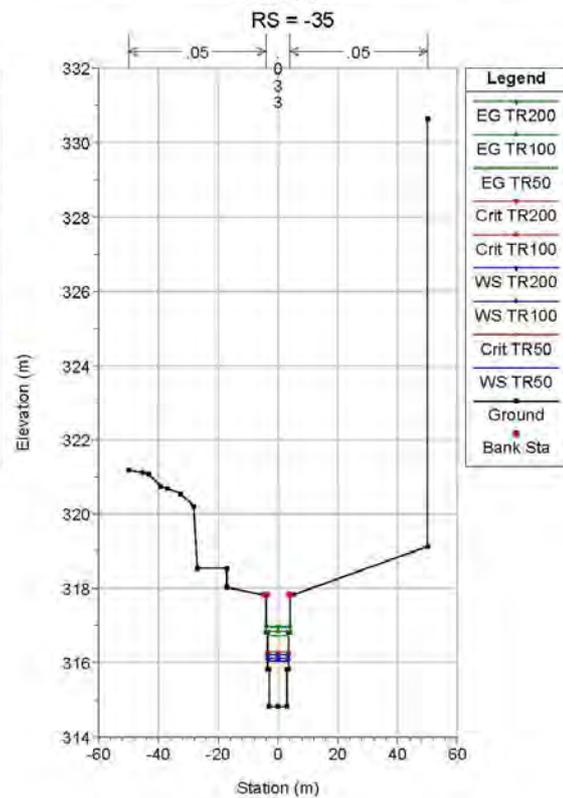
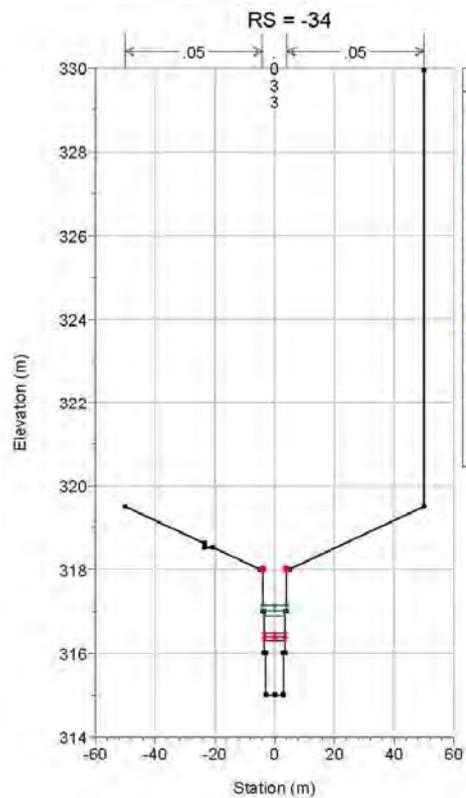
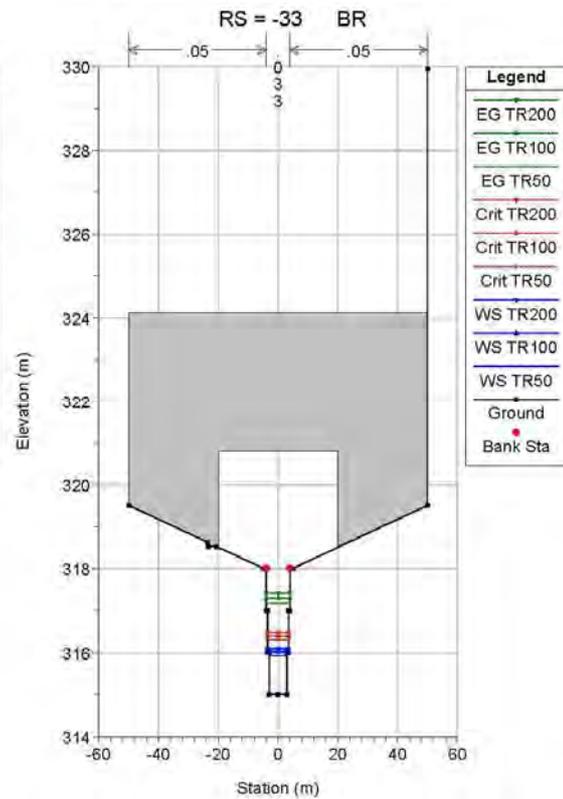
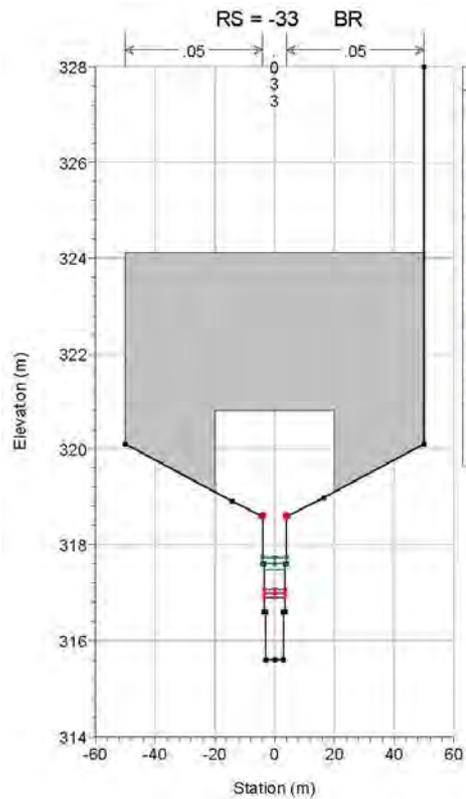
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	174 di 321



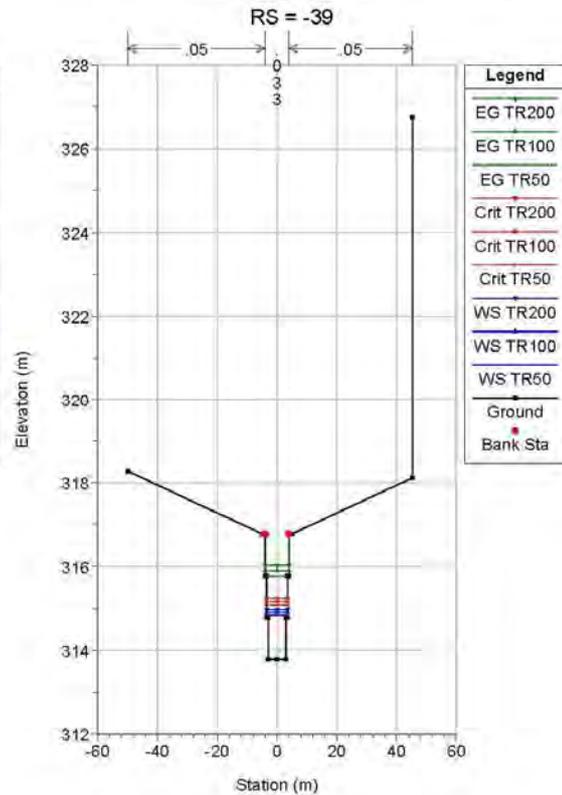
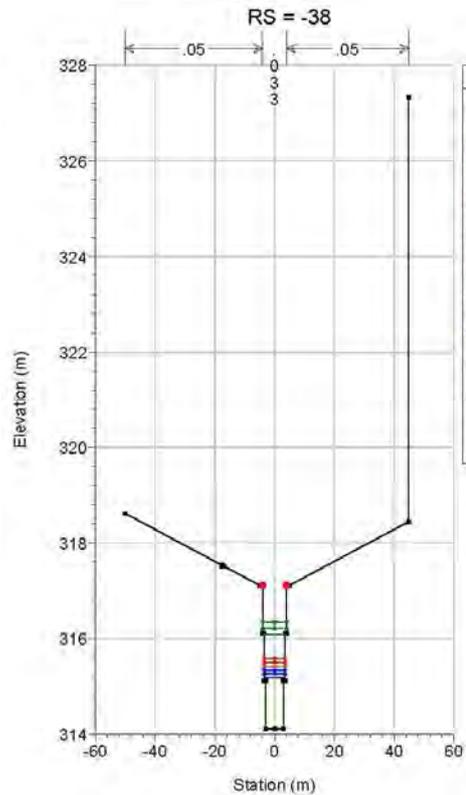
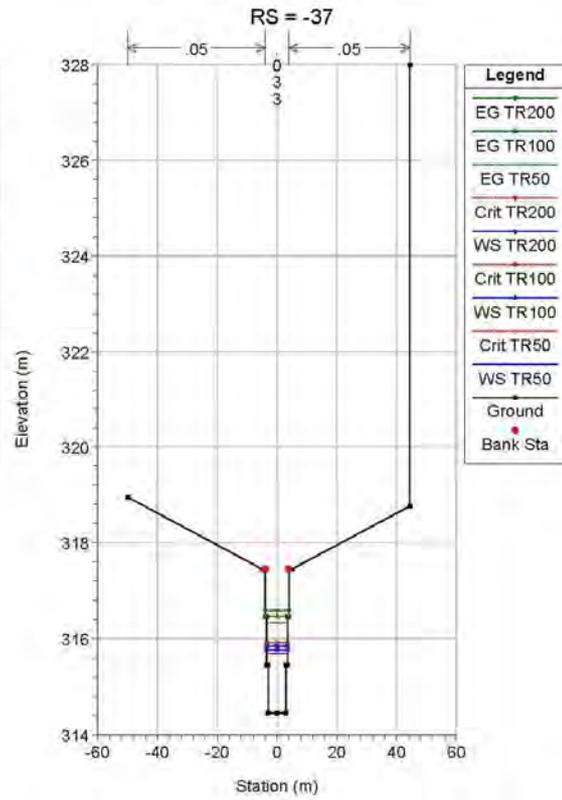
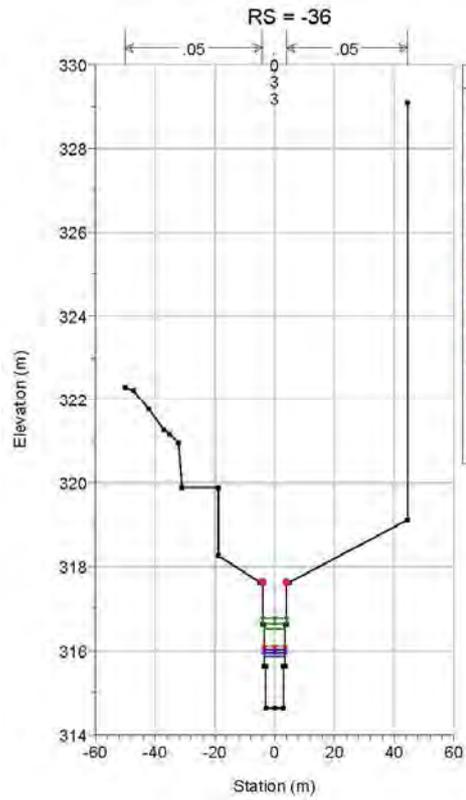
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	175 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

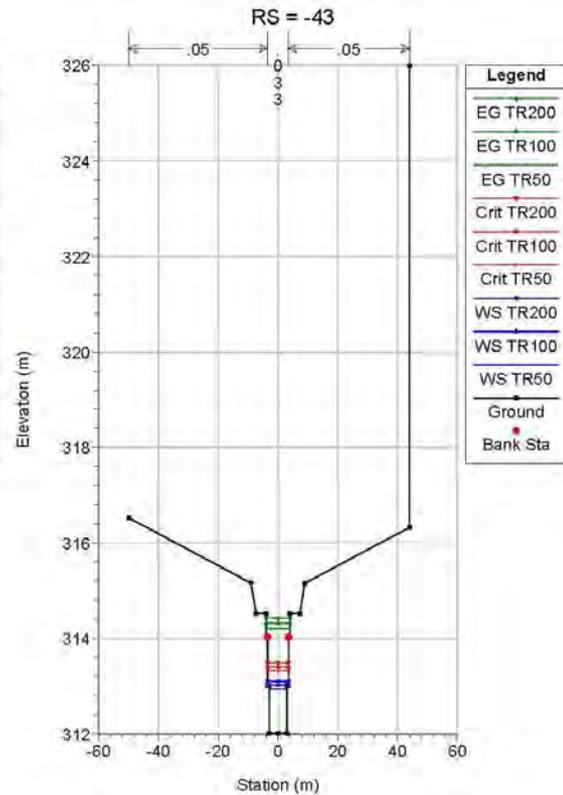
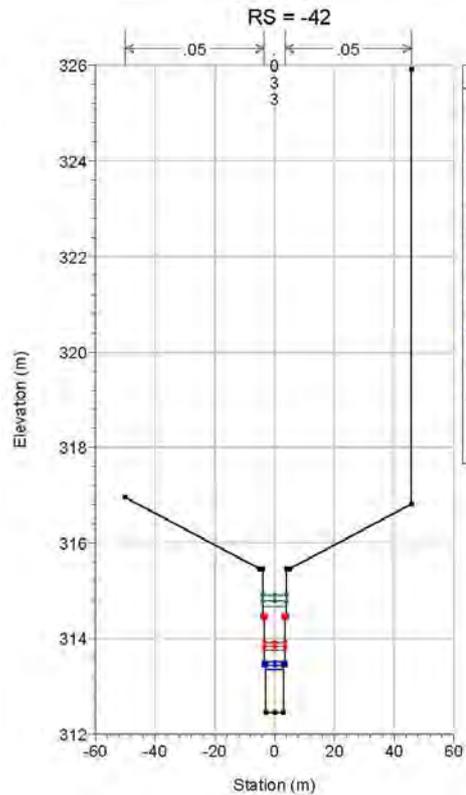
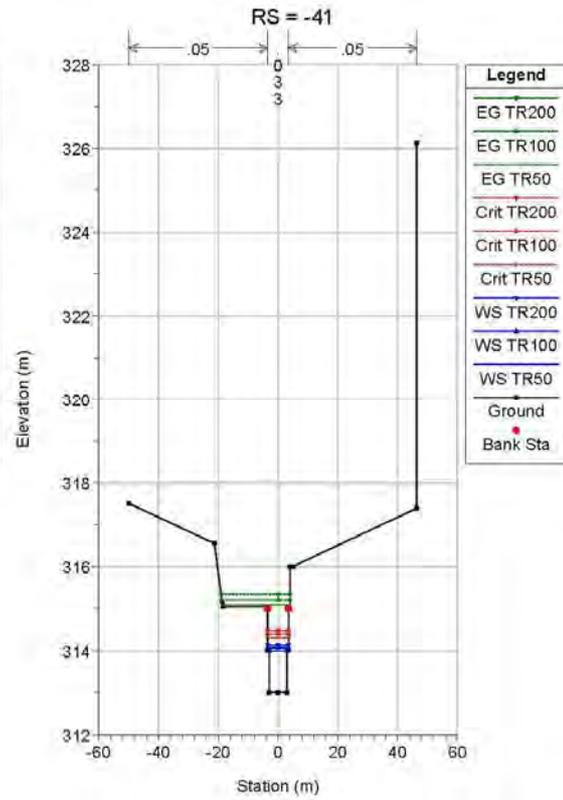
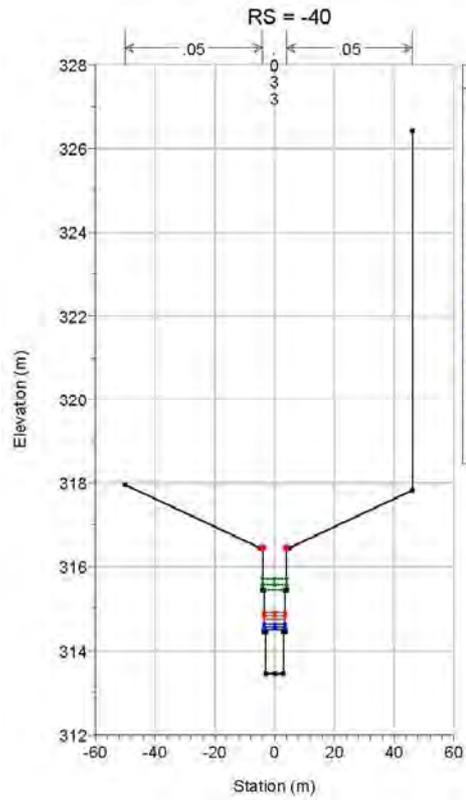
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	176 di 321



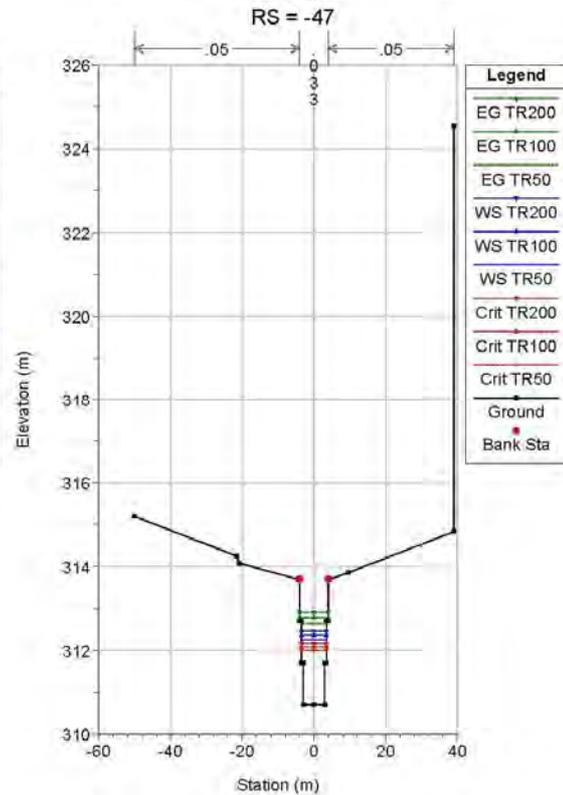
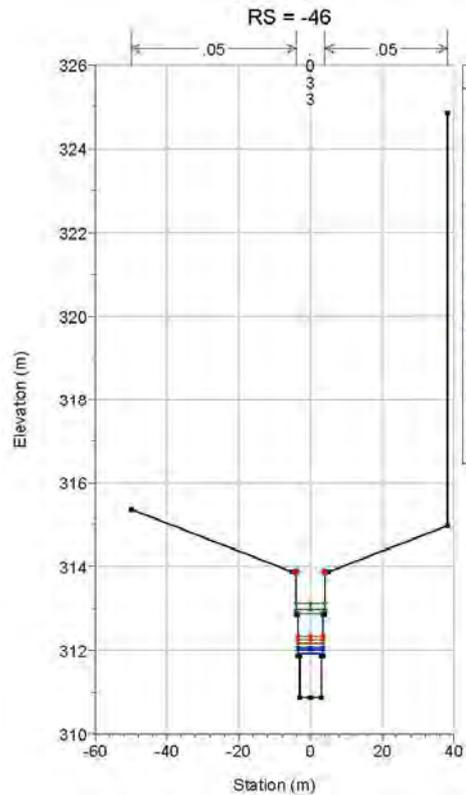
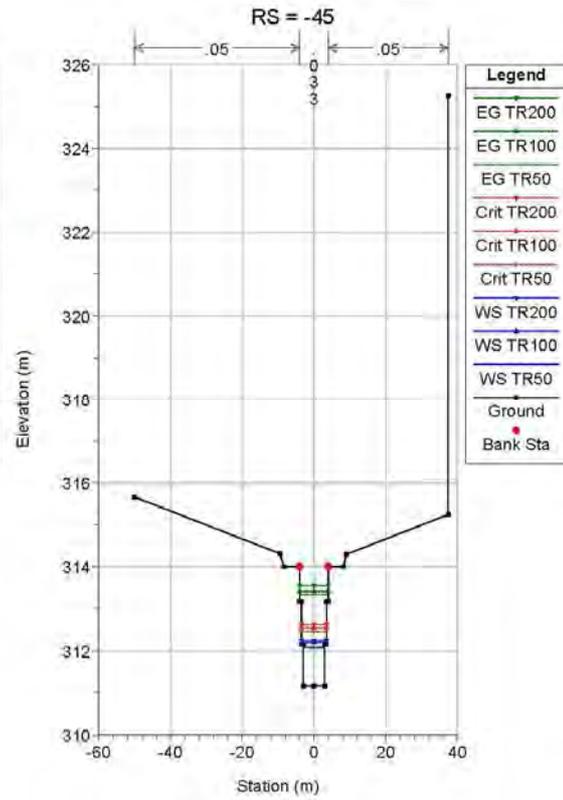
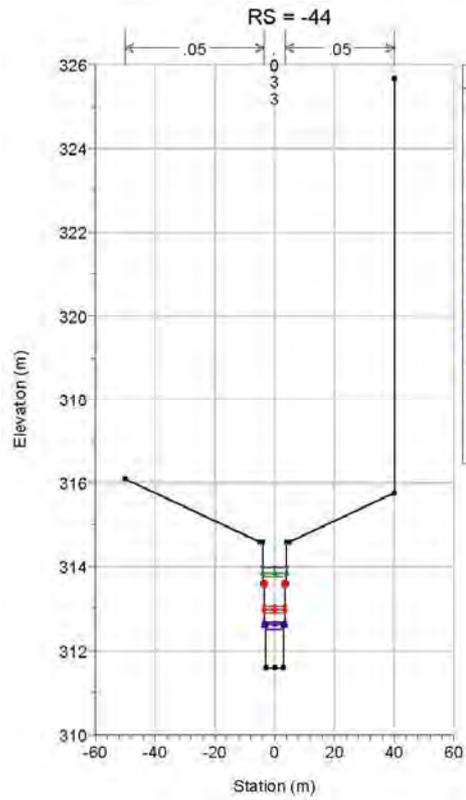
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	177 di 321



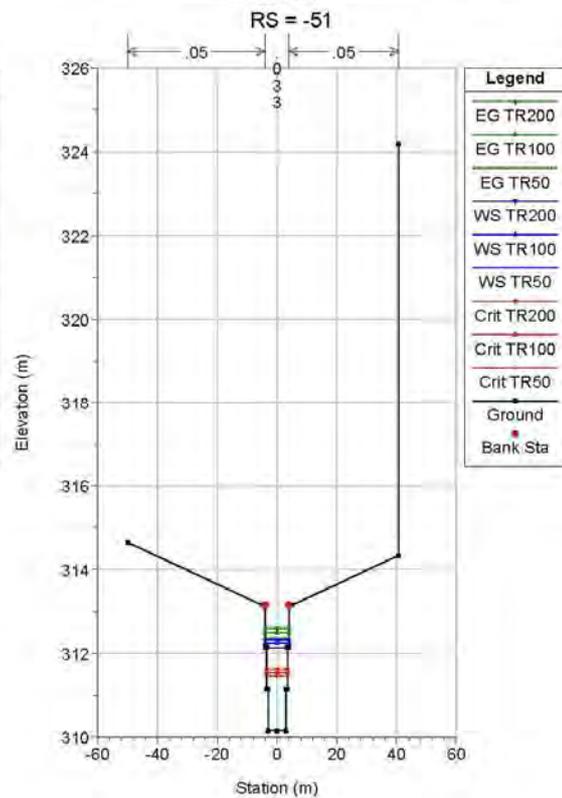
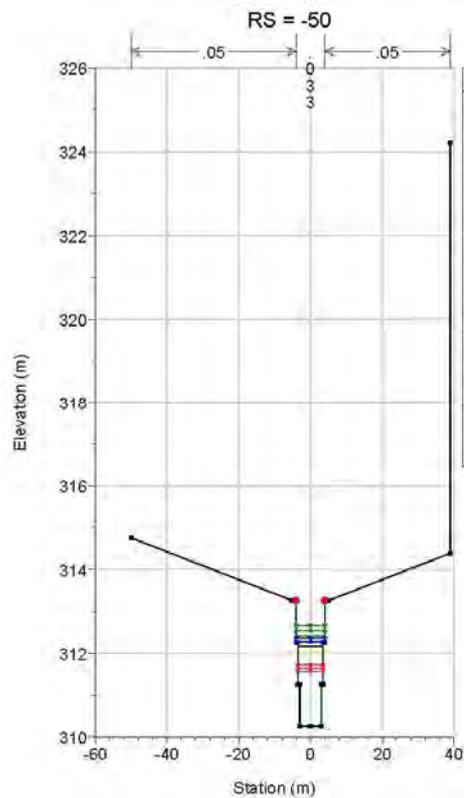
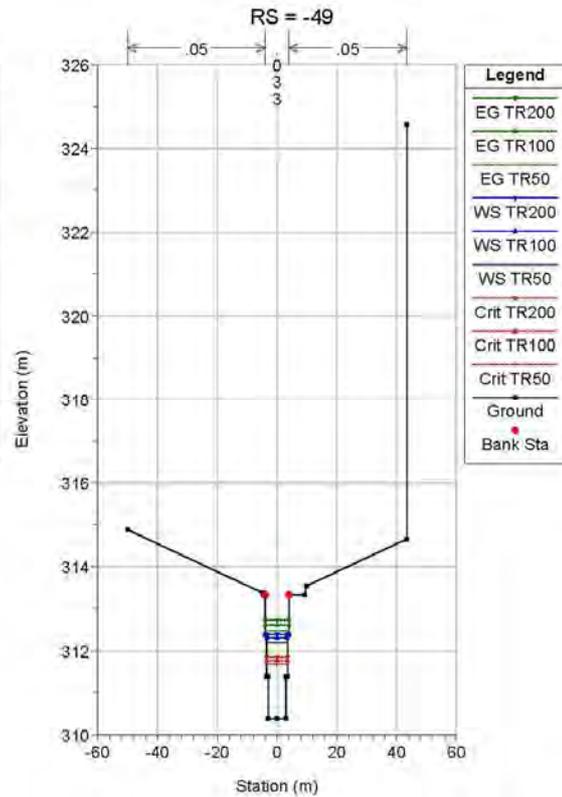
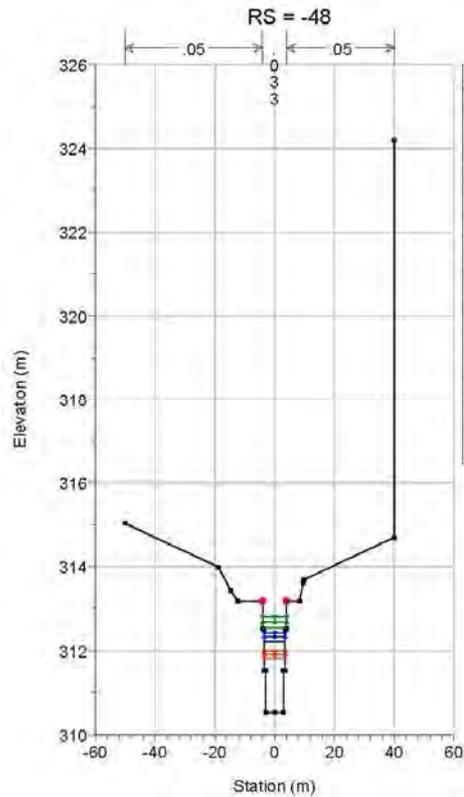
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	178 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

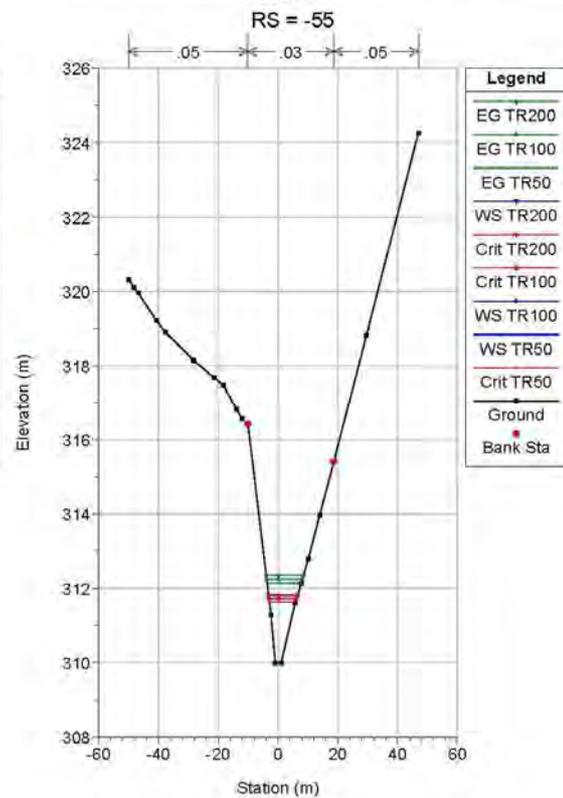
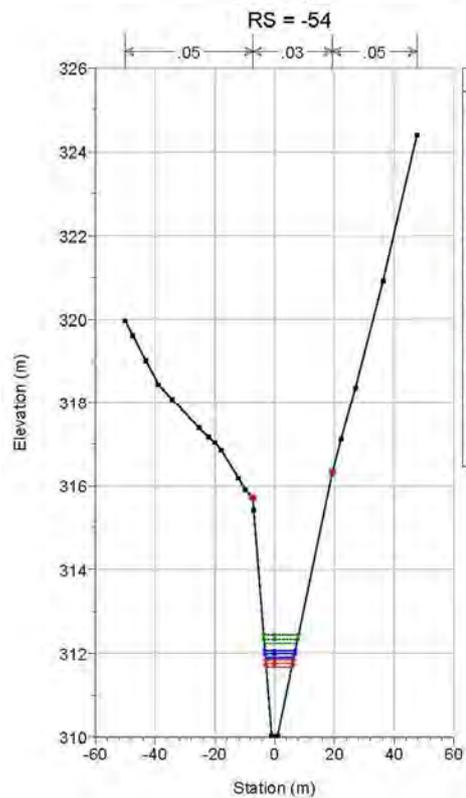
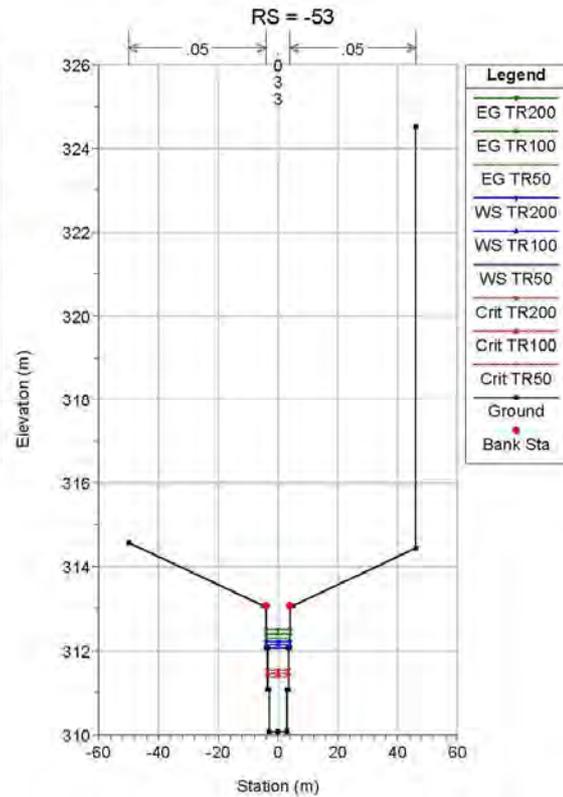
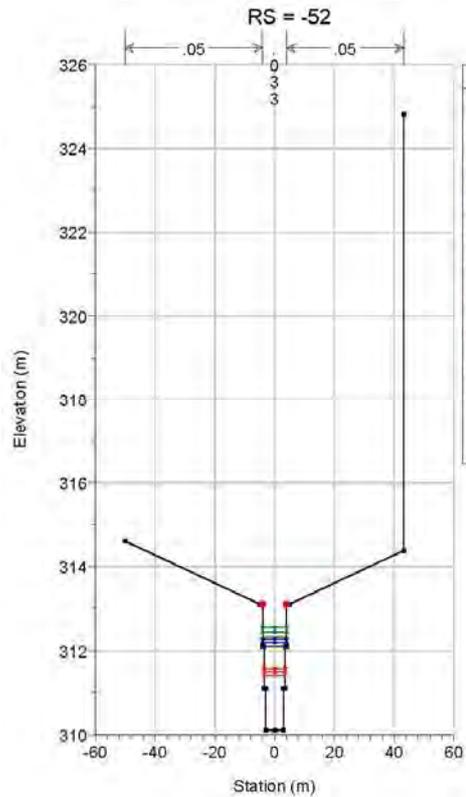
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	179 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

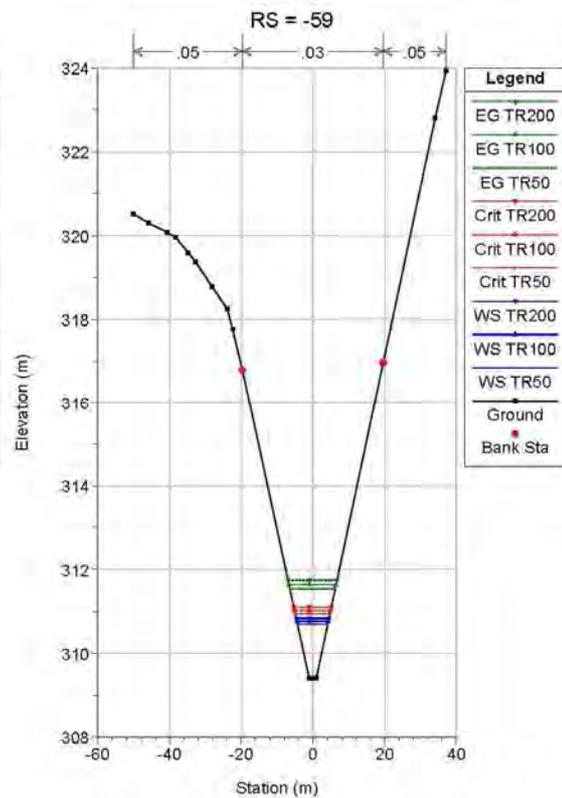
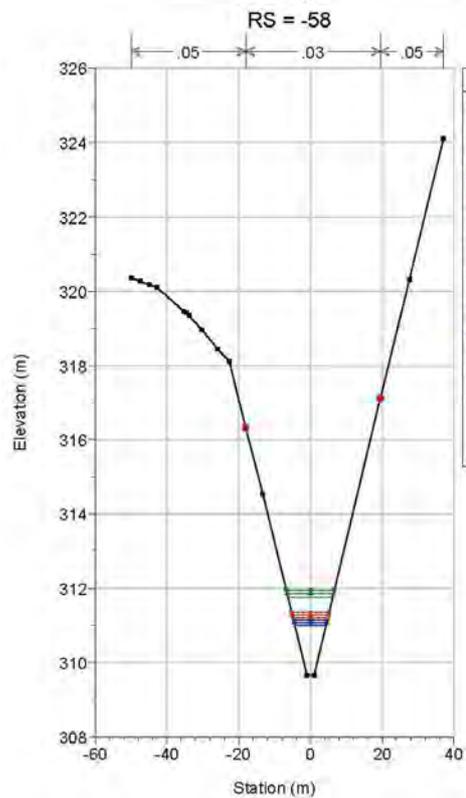
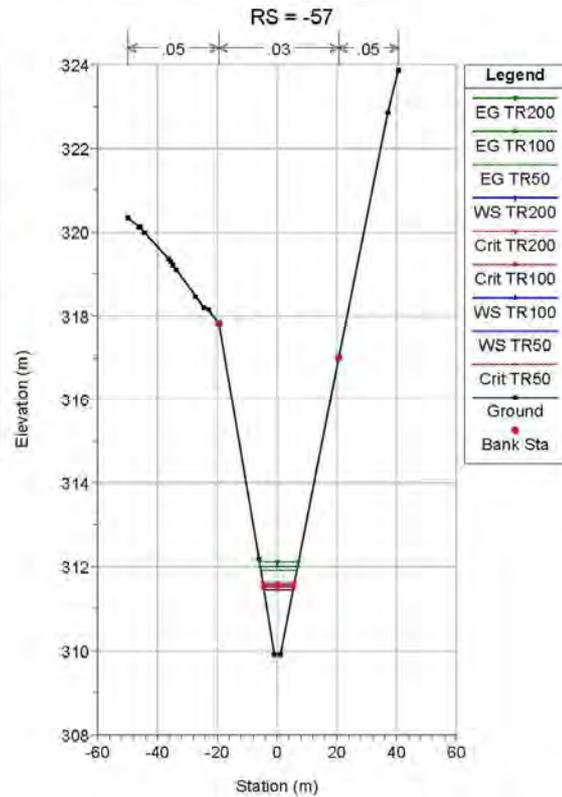
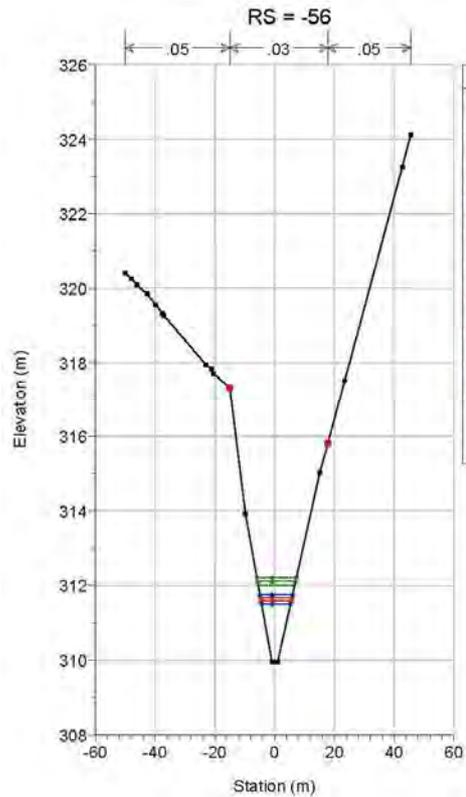
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	180 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

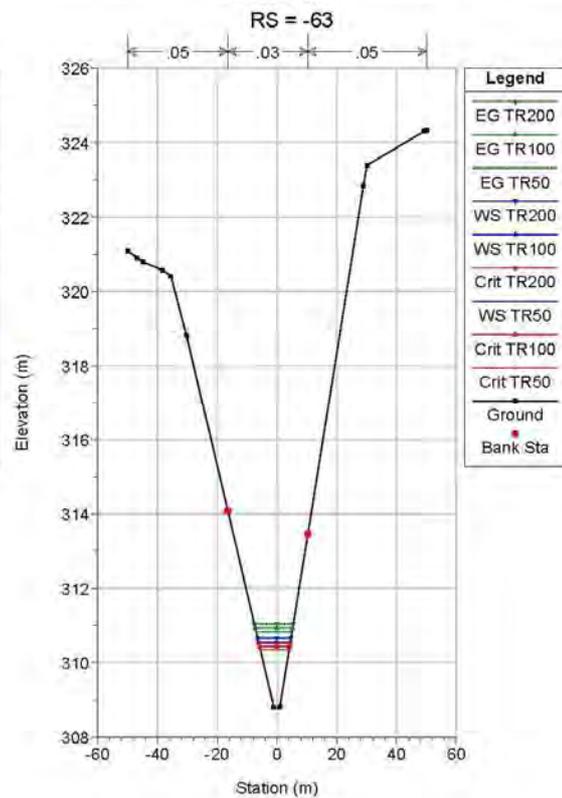
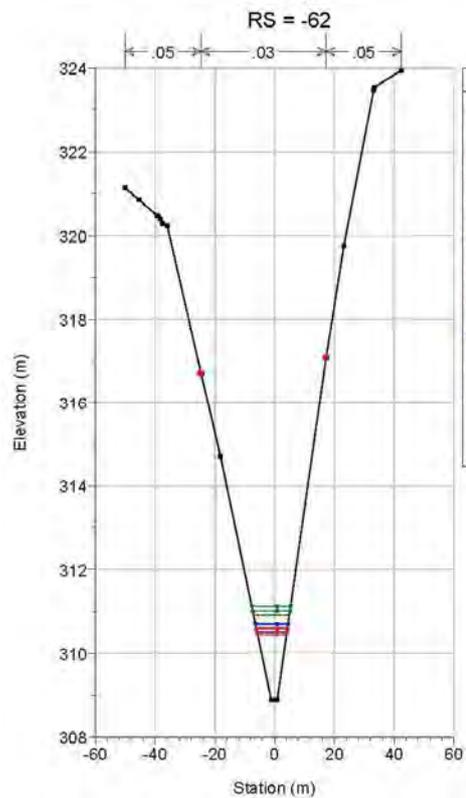
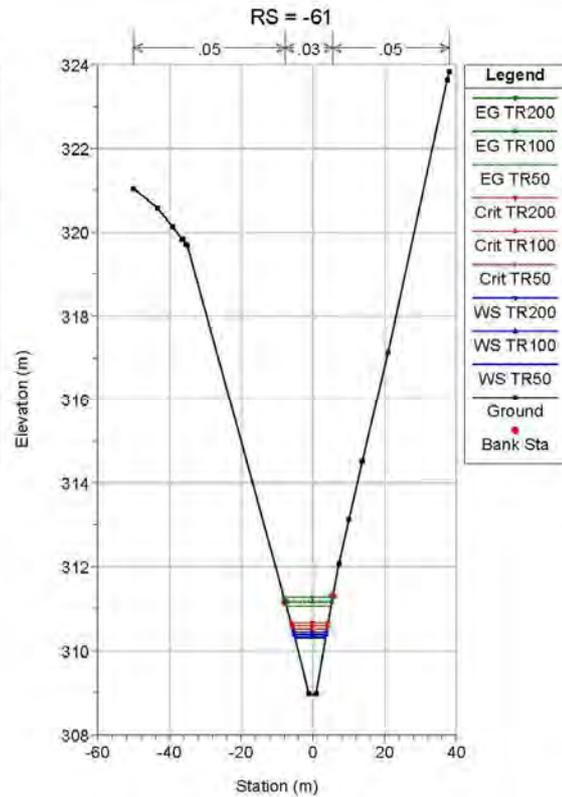
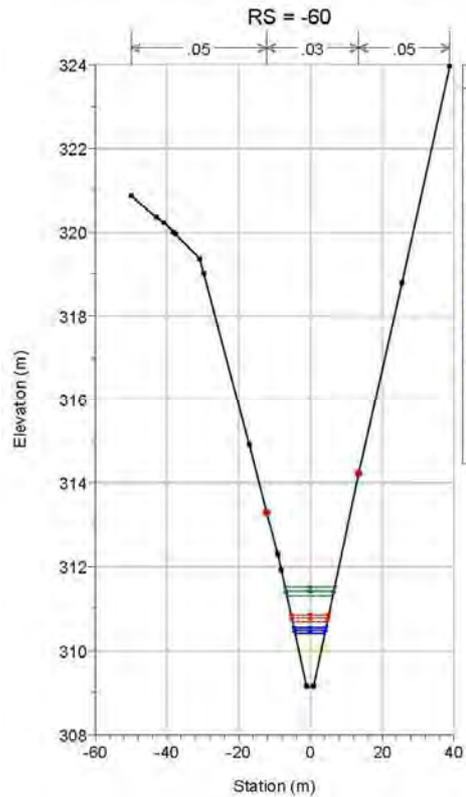
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	181 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

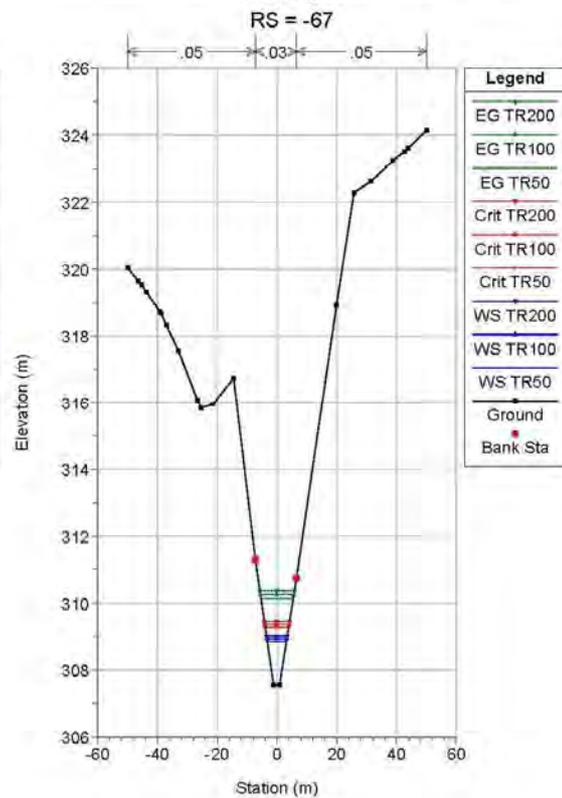
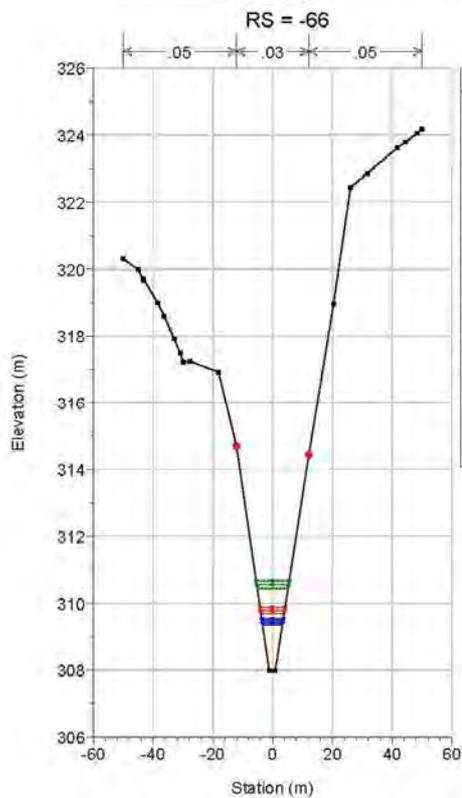
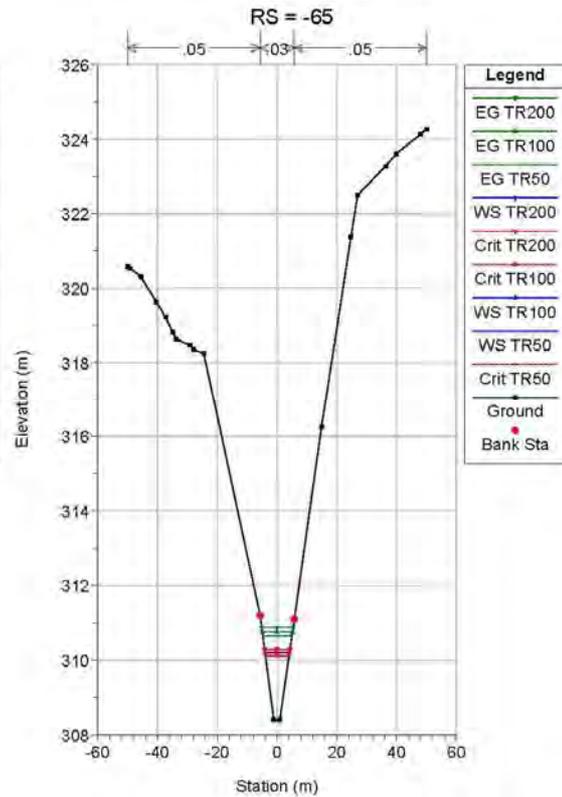
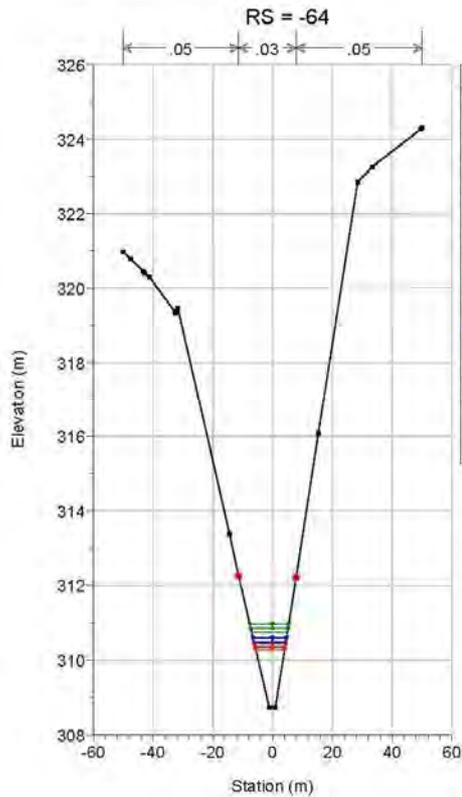
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	182 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

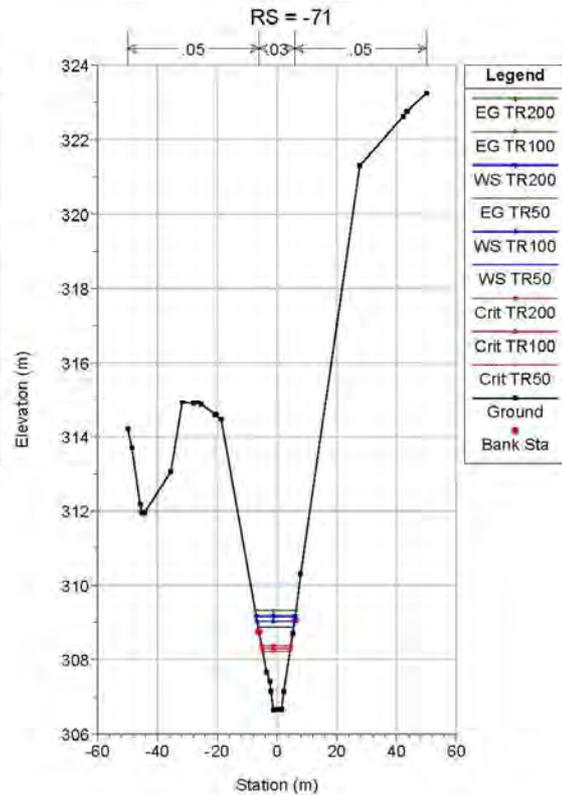
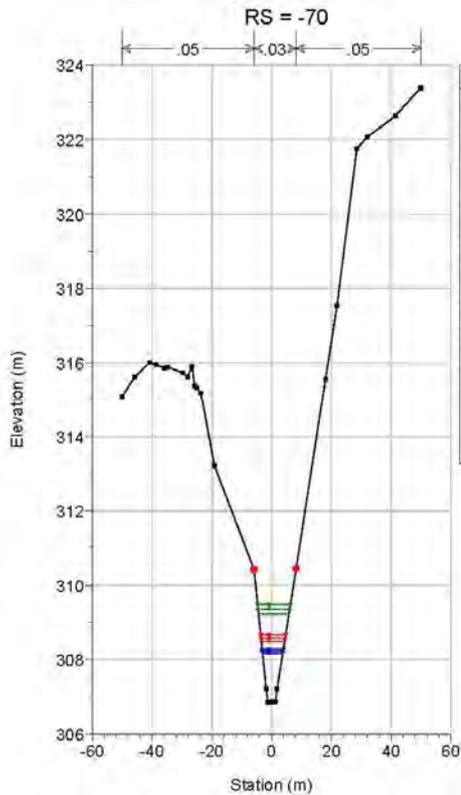
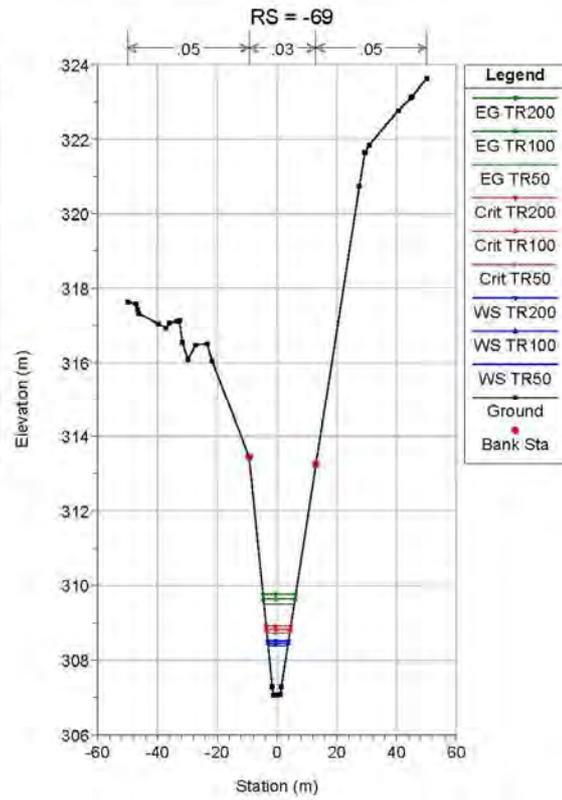
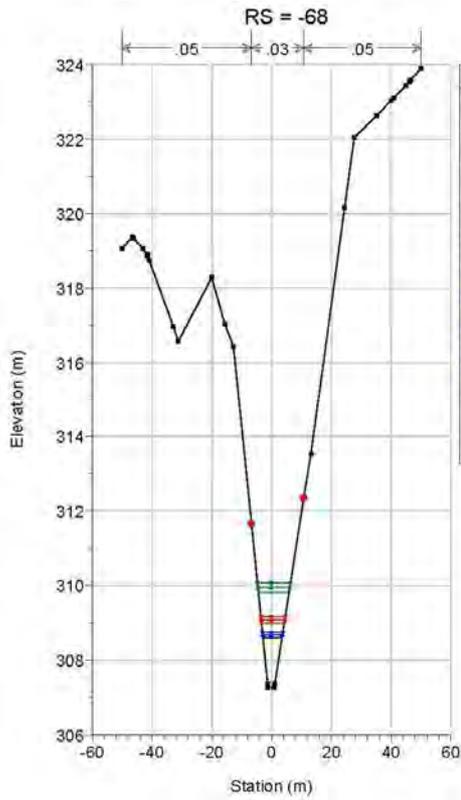
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	183 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

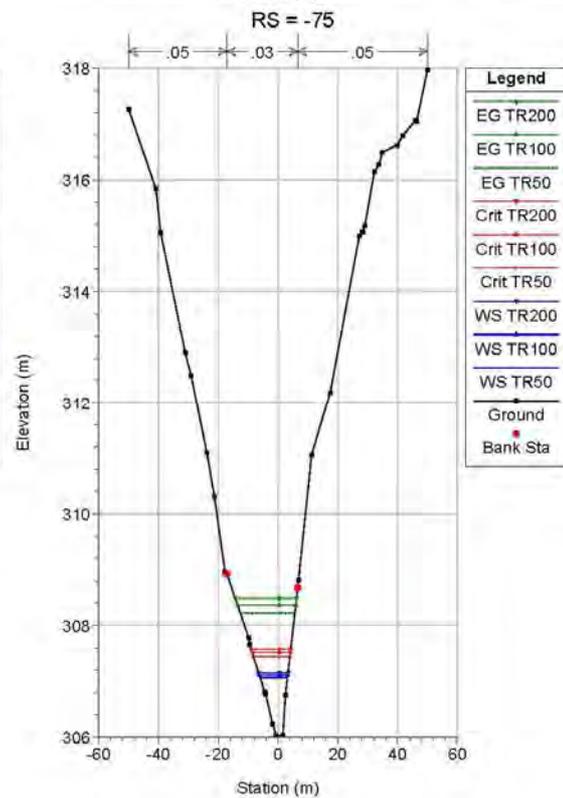
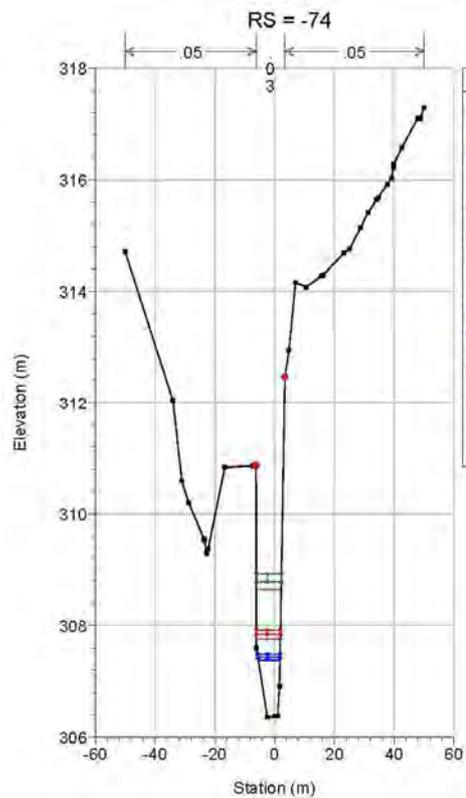
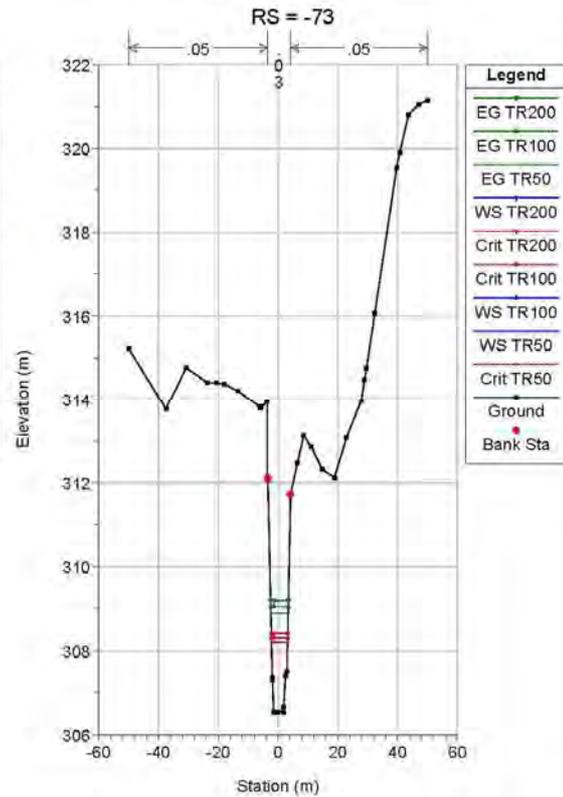
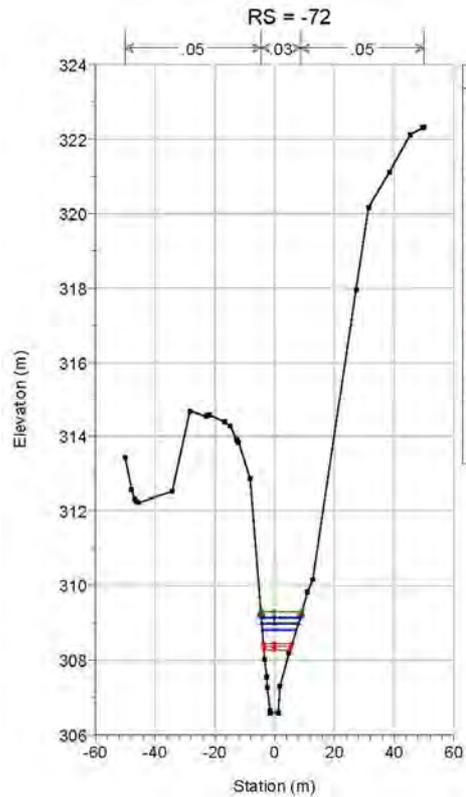
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	184 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	185 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	186 di 321

FOSSO FARANGHE

ANTE OPERAM

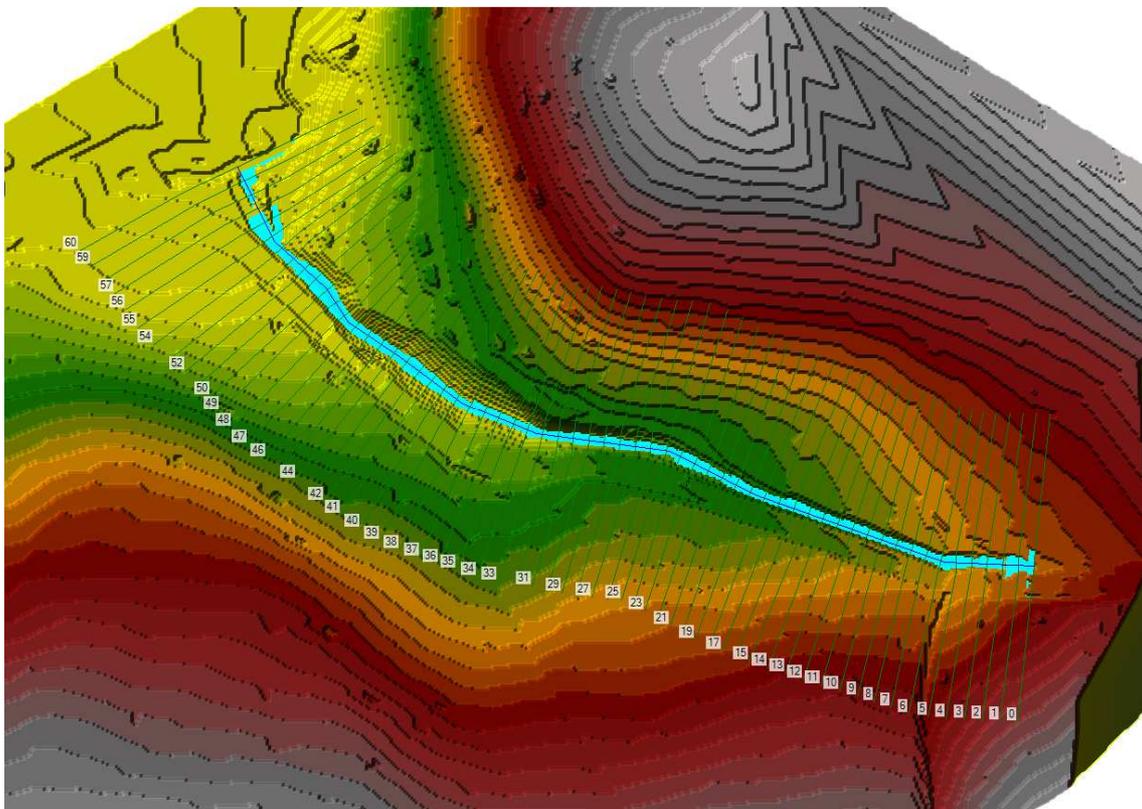
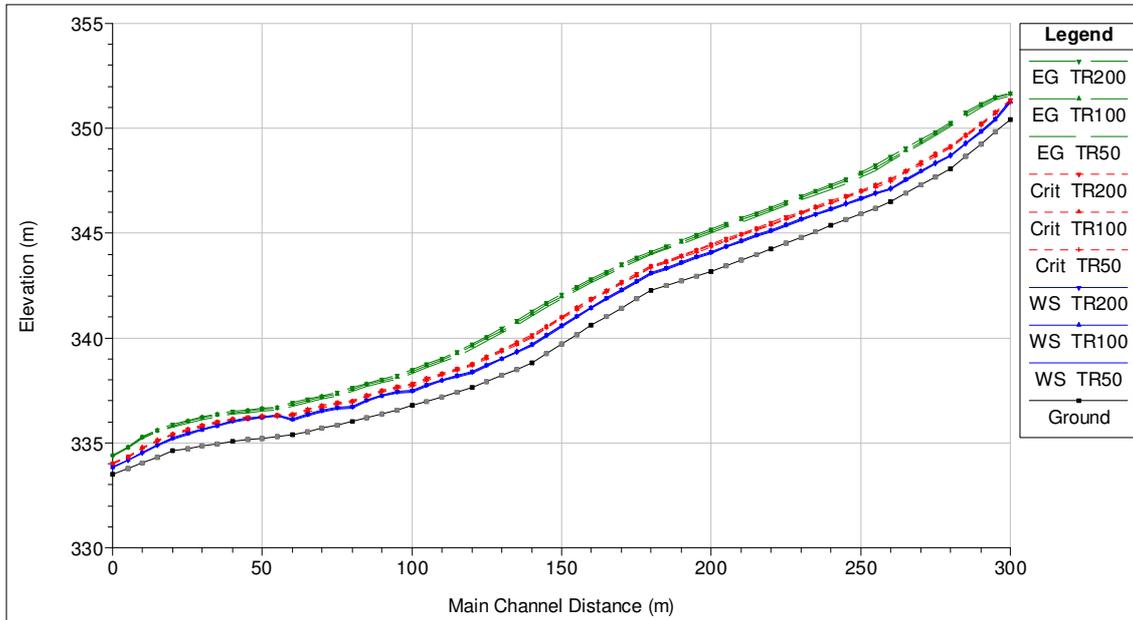


Figura 20: Planimetria ante operam Tr 200 anni

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	187 di 321



River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
300	350.41	351.34	351.34	351.68	0.01057	2.59	3.51	6.88	0.94
295.00*	349.83	350.47	350.78	351.51	0.05515	4.52	1.91	3.88	2.06
290.00*	349.25	349.88	350.24	351.17	0.074861	5.03	1.72	3.77	2.38
285.00*	348.67	349.3	349.71	350.75	0.085501	5.33	1.62	3.54	2.52
280	348.09	348.72	349.16	350.3	0.090423	5.56	1.55	3.21	2.55
275.00*	347.69	348.36	348.78	349.85	0.07987	5.39	1.6	3.21	2.44
270.00*	347.29	347.97	348.39	349.45	0.07807	5.38	1.61	3.16	2.41
265.00*	346.89	347.57	347.99	349.05	0.078387	5.4	1.6	3.07	2.39
260	346.49	347.15	347.58	348.66	0.080531	5.44	1.59	3.06	2.41
255.00*	346.21	346.92	347.31	348.24	0.066302	5.08	1.7	3.12	2.2
250.00*	345.92	346.68	347.05	347.9	0.059592	4.89	1.77	3.17	2.09
245.00*	345.64	346.43	346.79	347.59	0.056547	4.78	1.8	3.21	2.04
240	345.36	346.17	346.52	347.31	0.055554	4.72	1.83	3.25	2.01
235.00*	345.08	345.93	346.28	347.03	0.052054	4.64	1.86	3.3	1.97
230.00*	344.8	345.68	346.02	346.77	0.051517	4.62	1.87	3.29	1.96
225.00*	344.52	345.42	345.76	346.51	0.05204	4.63	1.86	3.24	1.95
220	344.23	345.14	345.49	346.25	0.052664	4.65	1.86	3.16	1.94
215.00*	343.97	344.91	345.25	345.98	0.050893	4.58	1.89	3.32	1.94

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	188 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
210.00*	343.7	344.66	344.99	345.72	0.051431	4.56	1.89	3.43	1.96
205.00*	343.44	344.4	344.73	345.46	0.052912	4.57	1.89	3.48	1.98
200	343.17	344.13	344.47	345.19	0.054085	4.58	1.88	3.45	1.98
195.00*	342.95	343.87	344.2	344.92	0.052858	4.52	1.91	3.56	1.97
190.00*	342.72	343.62	343.94	344.65	0.051784	4.49	1.92	3.61	1.96
185.00*	342.49	343.37	343.69	344.39	0.051527	4.46	1.93	3.67	1.96
180	342.26	343.12	343.44	344.12	0.051467	4.43	1.95	3.74	1.96
175.00*	341.85	342.73	343.06	343.84	0.060834	4.66	1.85	3.83	2.14
170.00*	341.44	342.33	342.68	343.51	0.065283	4.83	1.79	3.71	2.22
165.00*	341.03	341.91	342.28	343.17	0.067925	4.97	1.74	3.49	2.25
160	340.61	341.48	341.88	342.82	0.069887	5.12	1.68	3.19	2.25
155.00*	340.16	341.04	341.46	342.46	0.0718	5.28	1.64	3.02	2.29
150.00*	339.71	340.59	341.02	342.08	0.076287	5.4	1.6	2.98	2.36
145.00*	339.26	340.15	340.59	341.69	0.079999	5.49	1.57	2.94	2.4
140	338.81	339.69	340.14	341.28	0.081899	5.58	1.55	2.83	2.41
135.00*	338.52	339.37	339.8	340.85	0.075753	5.39	1.6	2.99	2.35
130.00*	338.22	339.04	339.46	340.46	0.072654	5.27	1.64	3.14	2.33
125.00*	337.93	338.72	339.12	340.09	0.071067	5.19	1.66	3.27	2.32
120	337.63	338.39	338.78	339.72	0.070202	5.12	1.69	3.38	2.31
115.00*	337.41	338.22	338.56	339.34	0.058056	4.7	1.83	3.7	2.13
110.00*	337.2	338.01	338.33	339.04	0.052768	4.5	1.92	3.88	2.04
105.00*	336.98	337.77	338.08	338.77	0.051305	4.44	1.94	3.92	2.01
100	336.77	337.5	337.81	338.51	0.051268	4.47	1.93	3.81	2.01
95.000*	336.58	337.45	337.7	338.22	0.037241	3.9	2.21	4.29	1.73
90.000*	336.39	337.29	337.52	338.03	0.035599	3.83	2.26	4.35	1.7
85.000*	336.2	337.05	337.3	337.84	0.037623	3.94	2.19	4.16	1.74
80	336.01	336.75	337.03	337.64	0.041574	4.18	2.06	3.77	1.8
75.000*	335.85	336.71	336.93	337.41	0.030443	3.71	2.33	4.05	1.56
70.000*	335.7	336.56	336.77	337.25	0.030442	3.68	2.35	4.19	1.57
65.000*	335.54	336.37	336.59	337.1	0.031464	3.76	2.3	4.04	1.59
60	335.39	336.15	336.39	336.93	0.033398	3.9	2.21	3.76	1.62
55.000*	335.31	336.32	336.35	336.72	0.013379	2.78	3.1	4.4	1.06
50.000*	335.23	336.25	336.29	336.65	0.013941	2.8	3.08	4.54	1.09
45.000*	335.15	336.19	336.23	336.58	0.013793	2.77	3.12	4.67	1.08

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

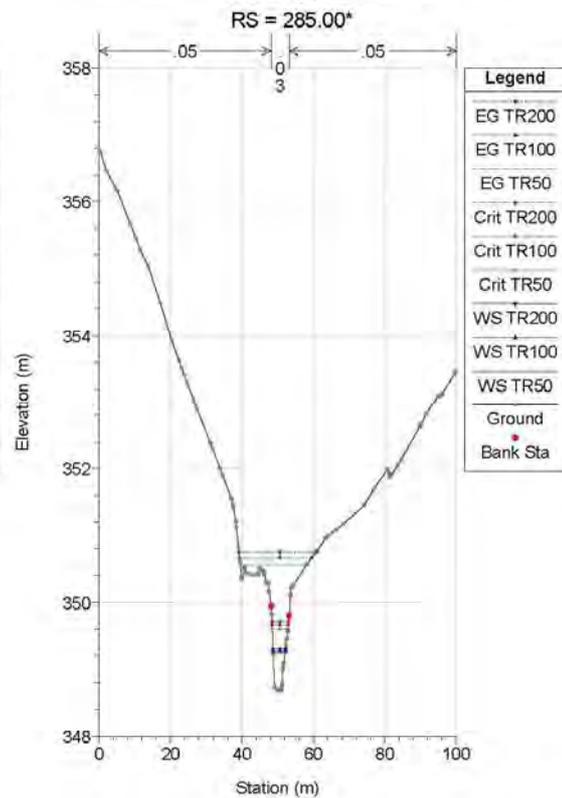
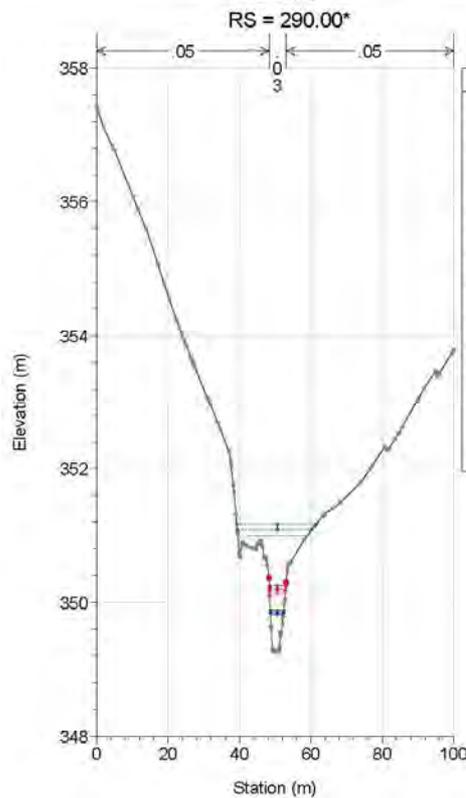
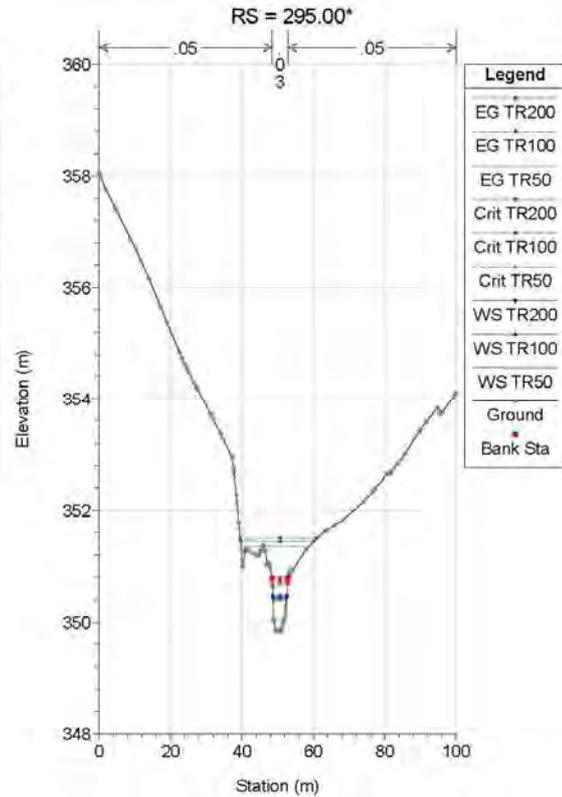
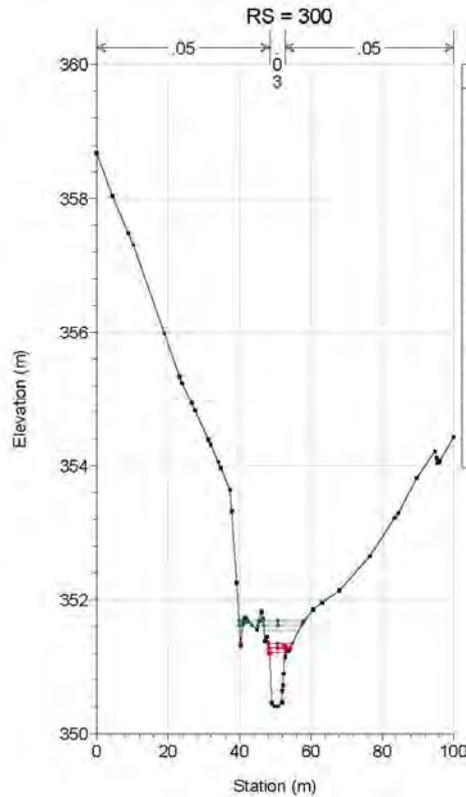
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	189 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
40	335.07	336.09	336.15	336.51	0.015419	2.87	3	4.62	1.14
35.000*	334.96	335.85	336.01	336.4	0.024856	3.27	2.64	5.01	1.44
30.000*	334.85	335.67	335.85	336.25	0.032089	3.4	2.54	5.66	1.62
25.000*	334.73	335.47	335.67	336.08	0.03909	3.45	2.5	6.38	1.76
20	334.62	335.24	335.45	335.87	0.042351	3.51	2.46	6.49	1.82
15.000*	334.33	334.91	335.14	335.62	0.055565	3.73	2.32	6.97	2.07
10.000*	334.05	334.56	334.77	335.29	0.077495	3.78	2.28	8.69	2.35
5.000*	333.77	334.2	334.36	334.79	0.110424	3.41	2.53	14.7	2.63
0	333.49	333.87	334.04	334.42	0.05099	3.29	2.63	9.01	1.94

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

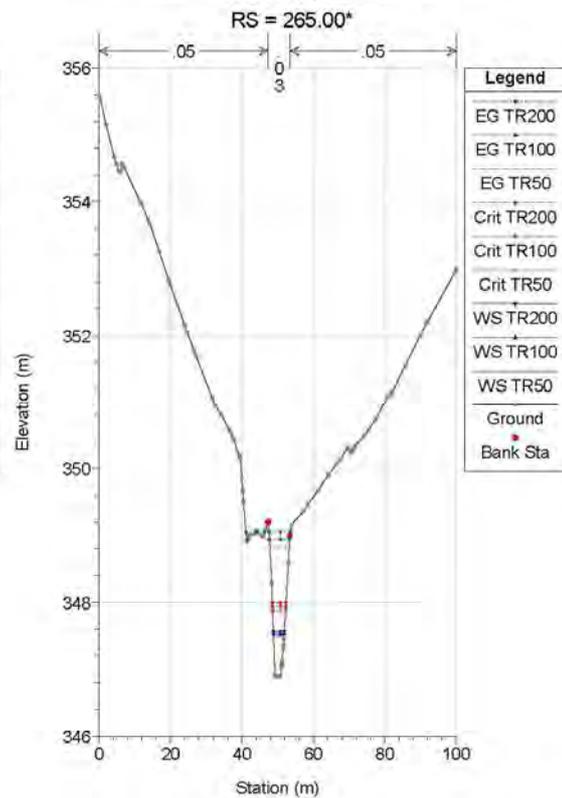
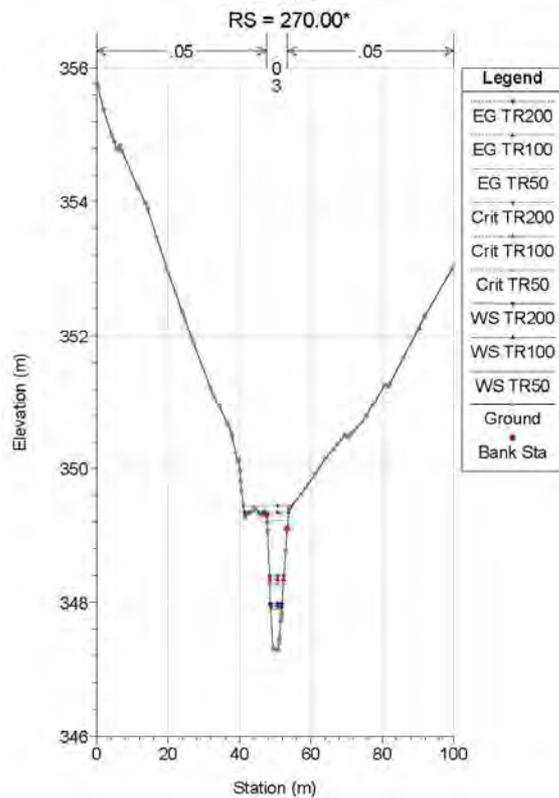
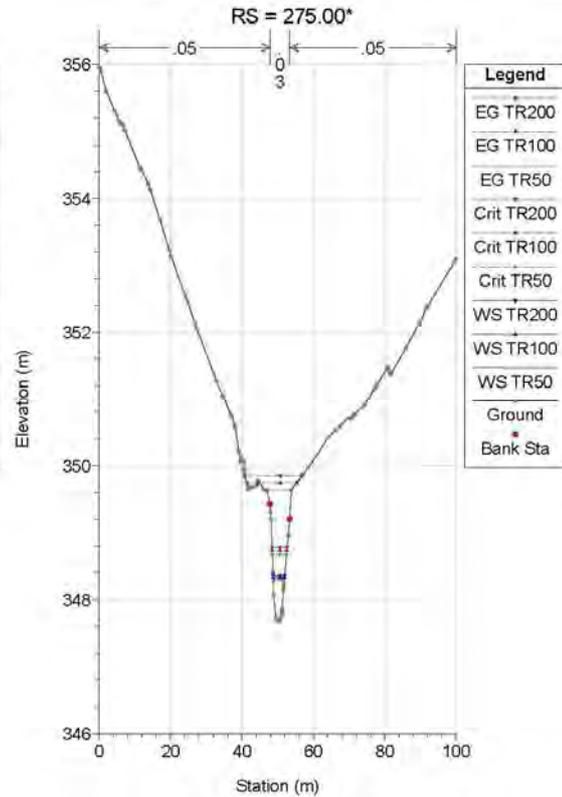
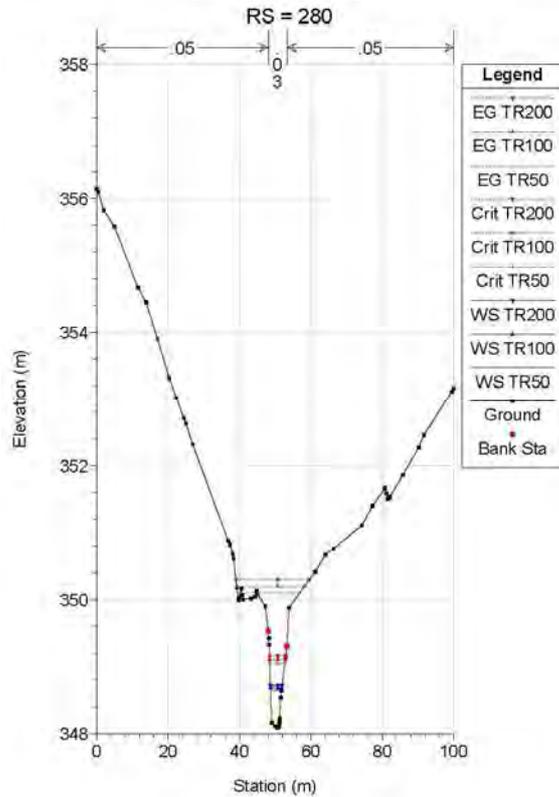
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	190 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

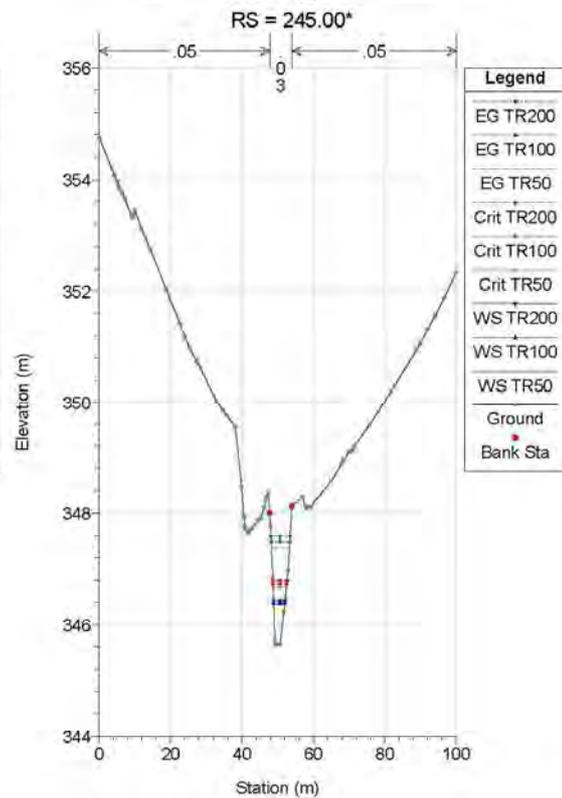
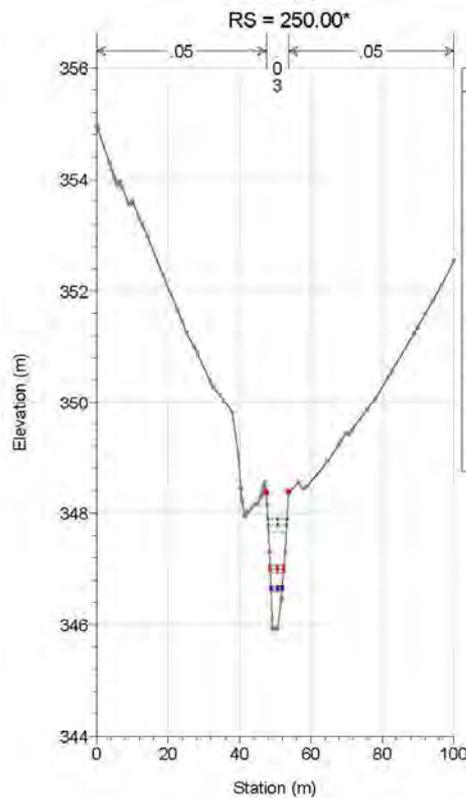
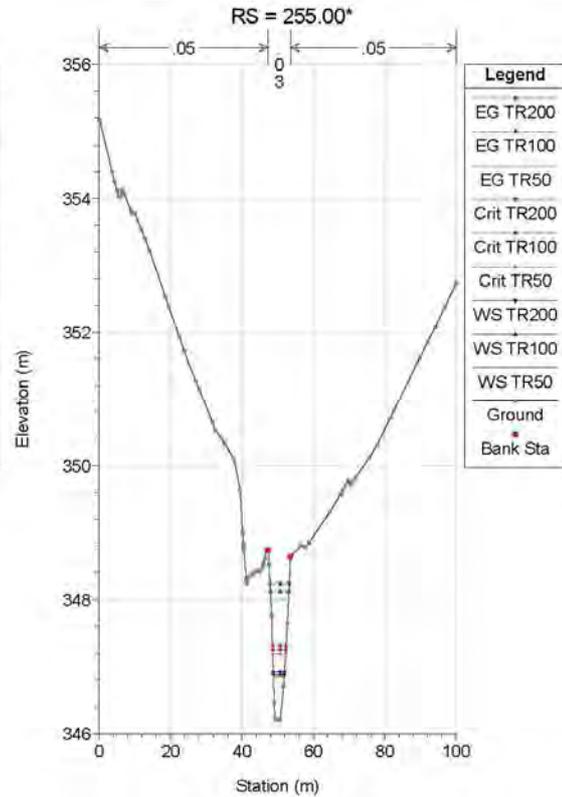
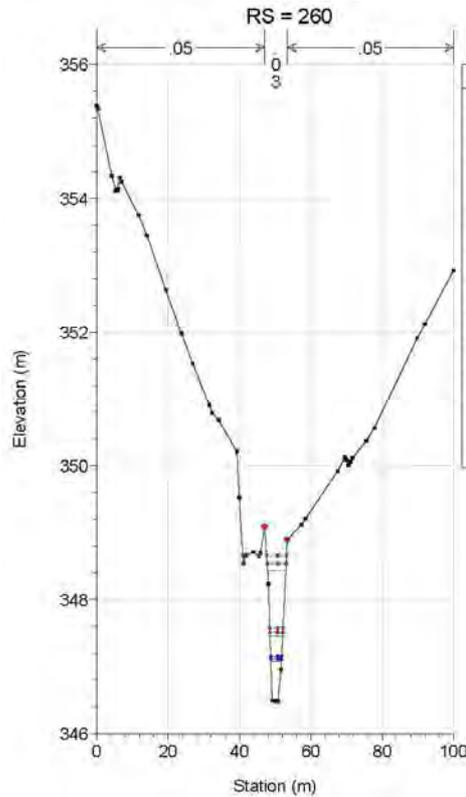
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	191 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

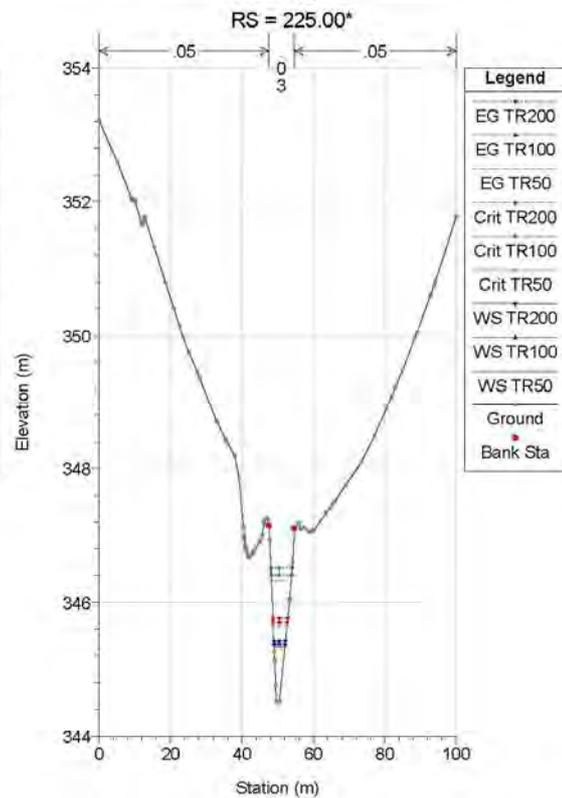
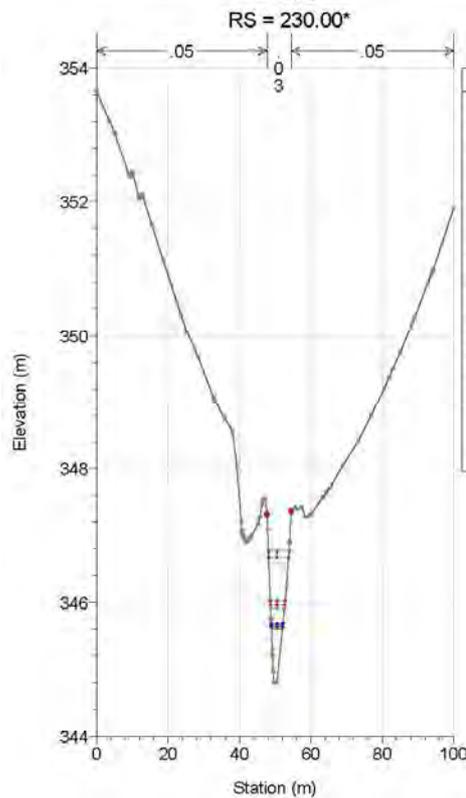
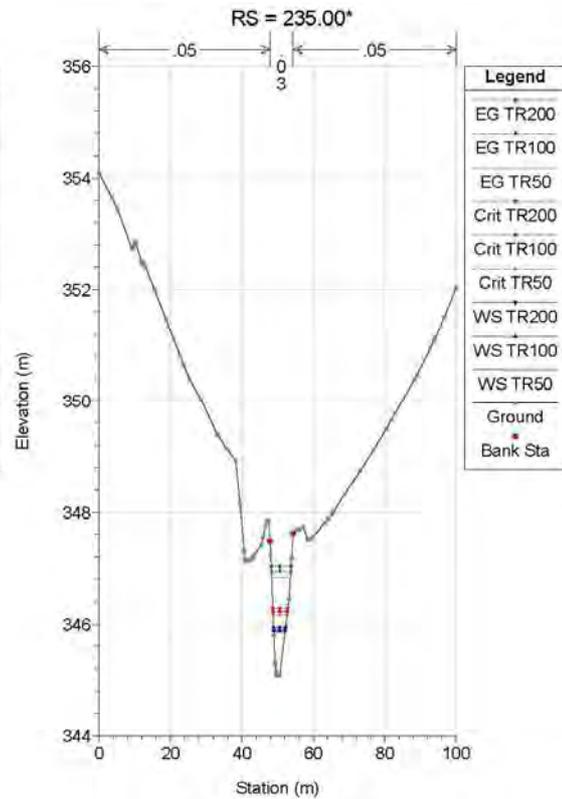
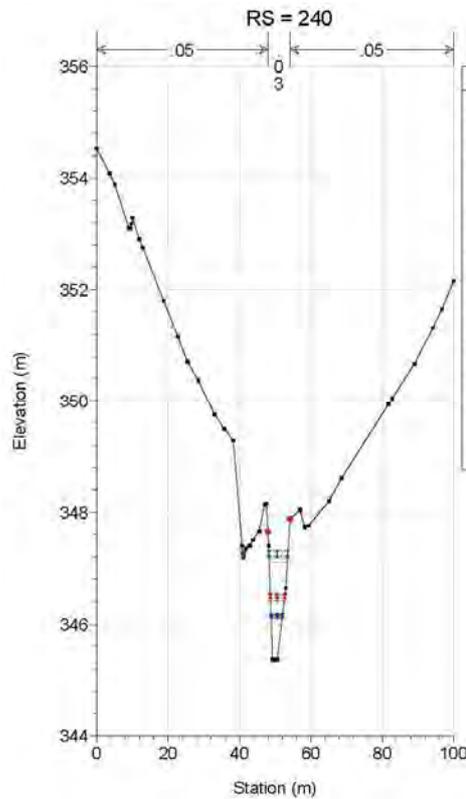
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	192 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

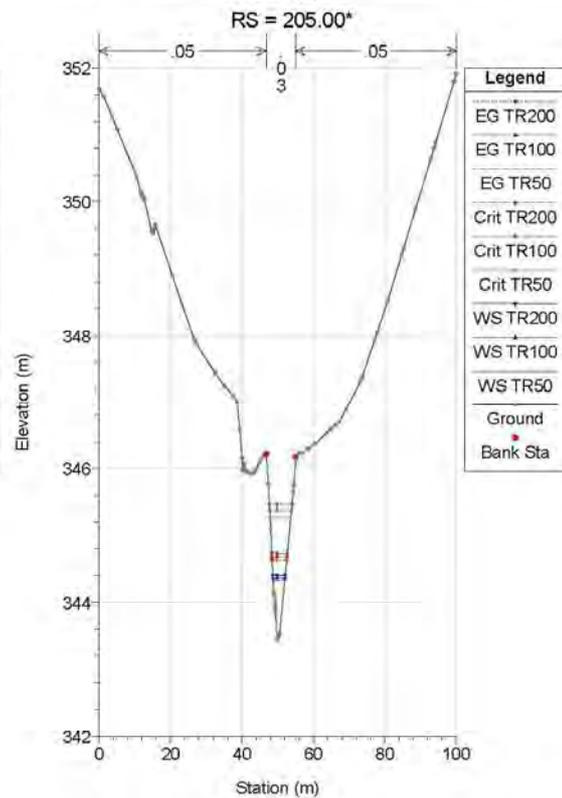
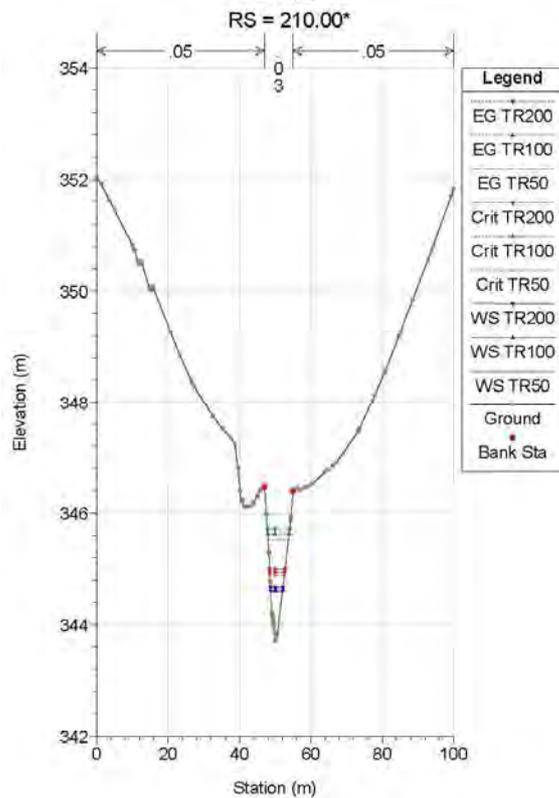
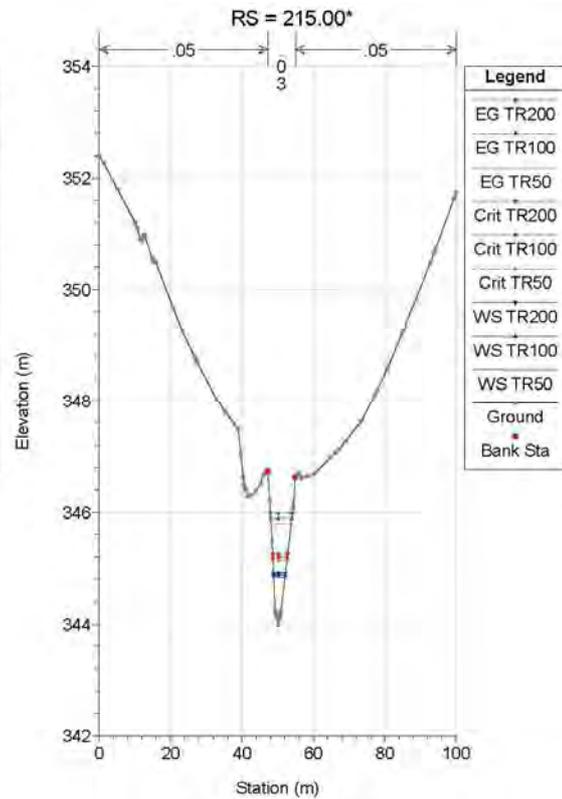
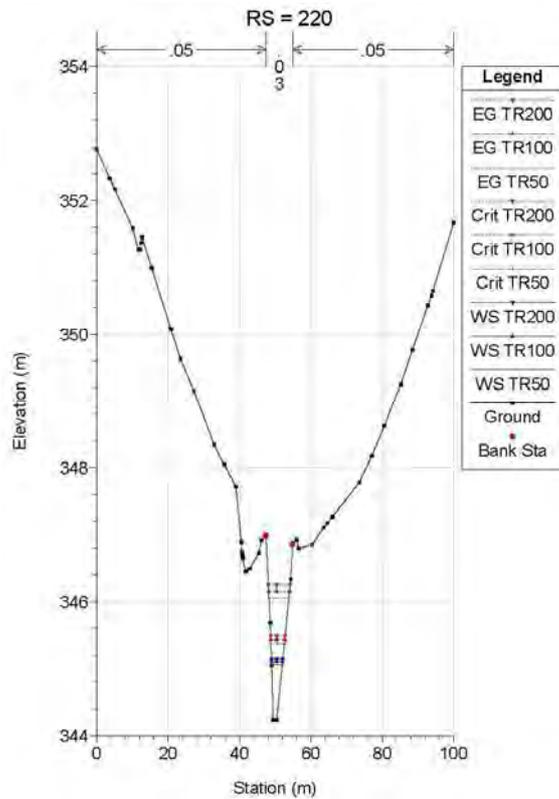
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	193 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

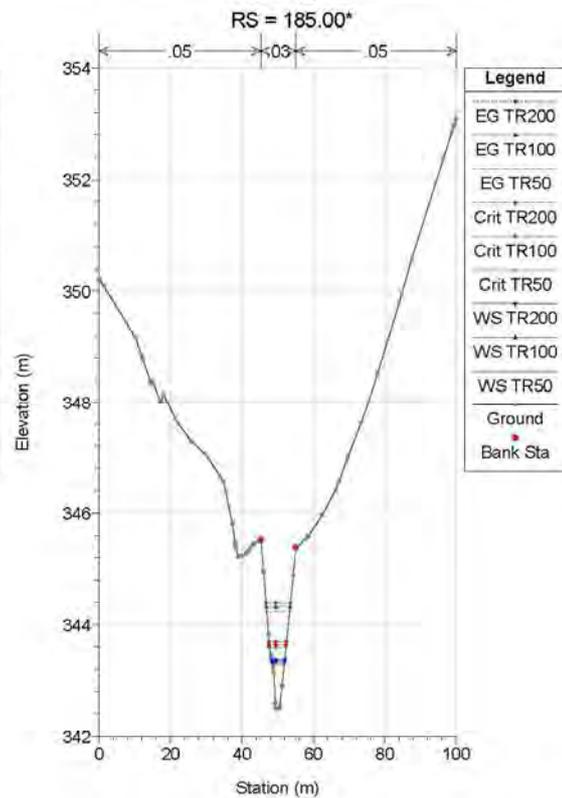
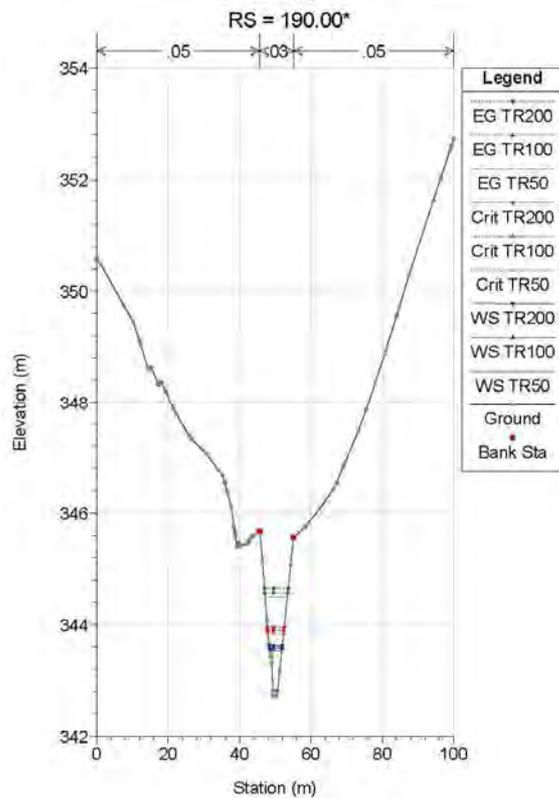
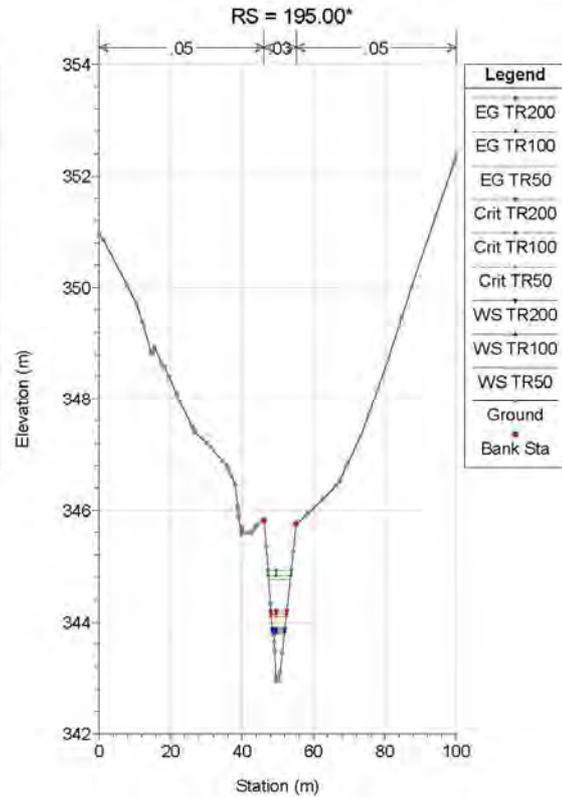
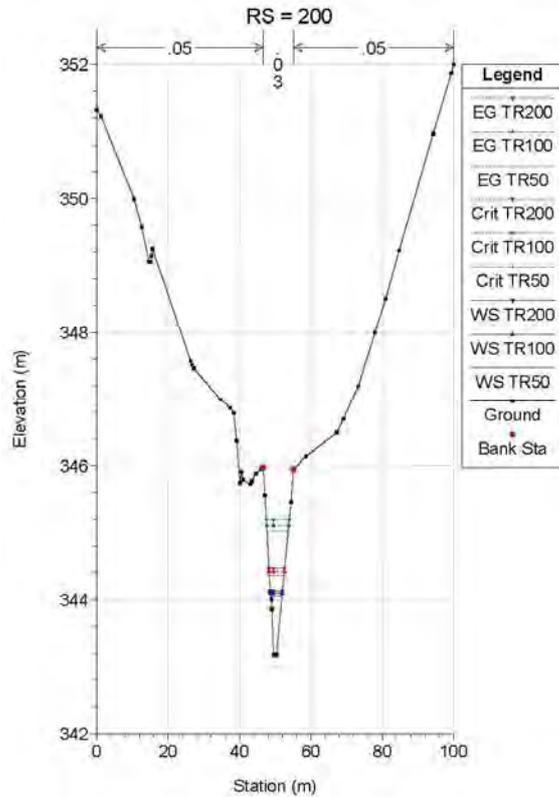
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	194 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

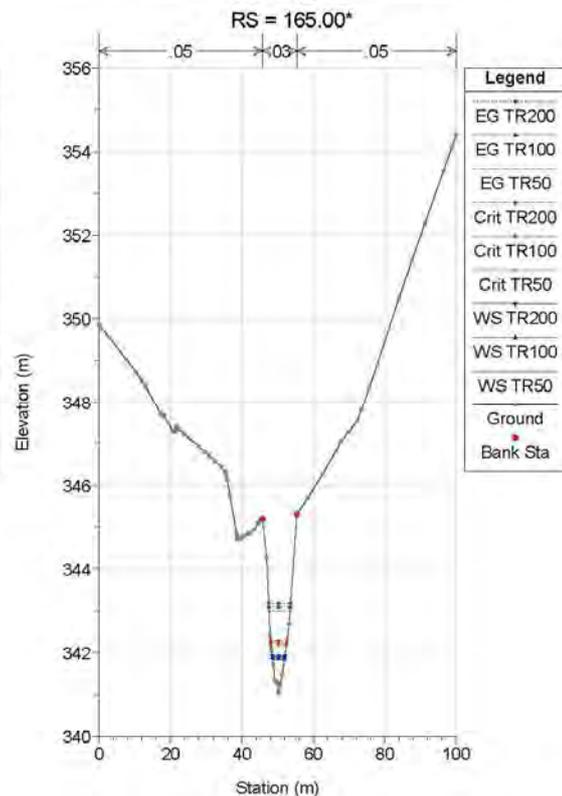
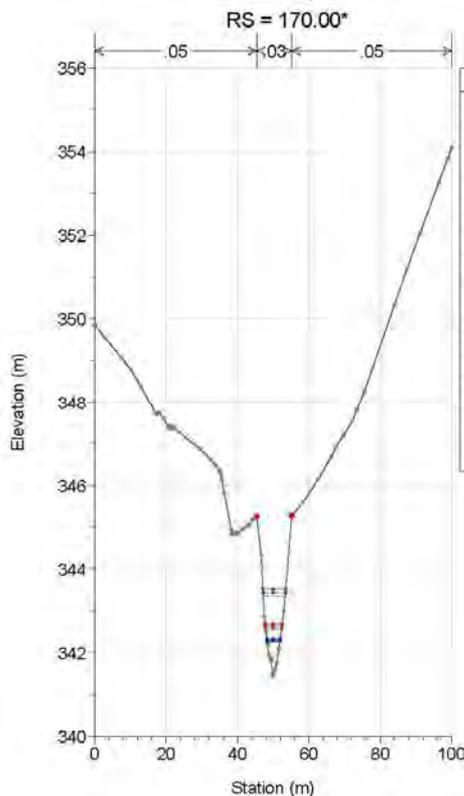
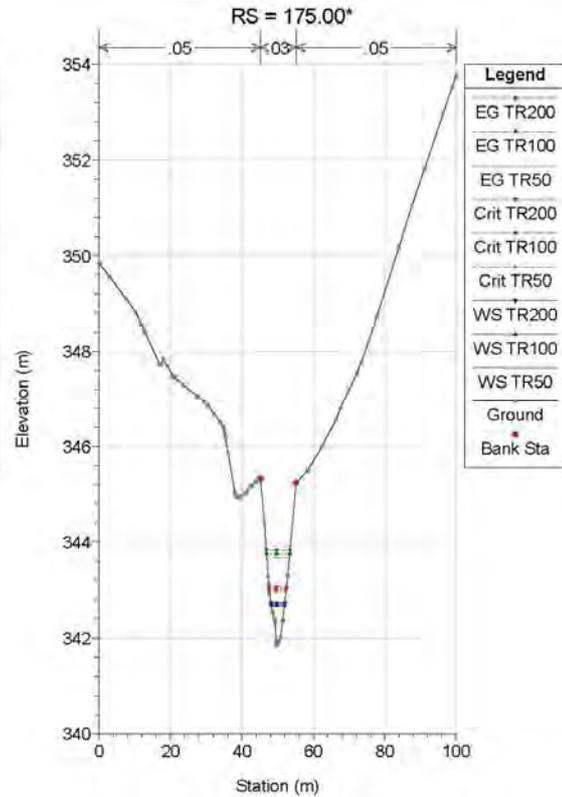
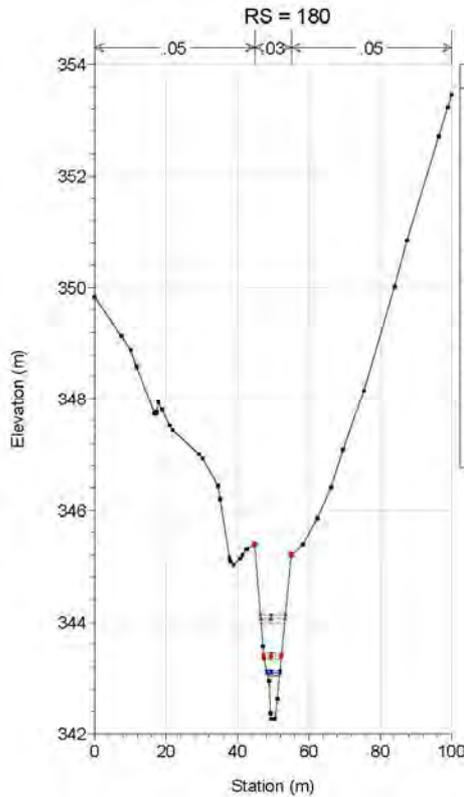
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	195 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

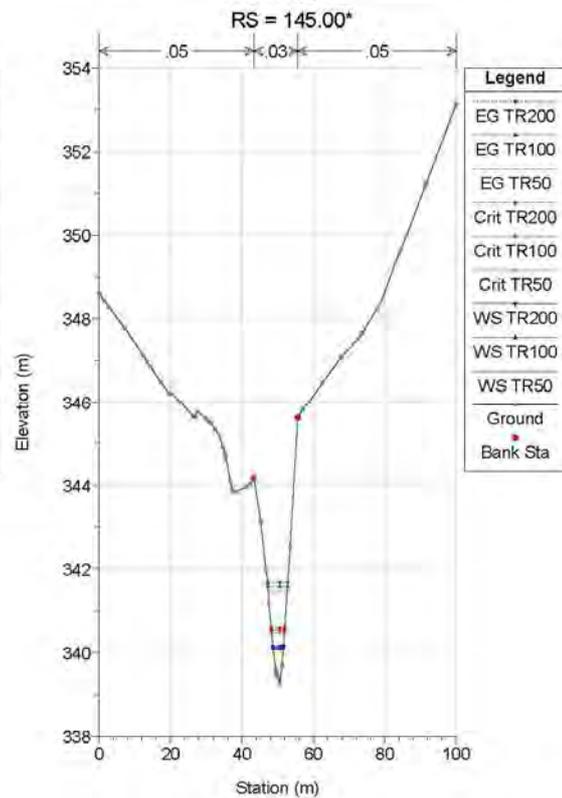
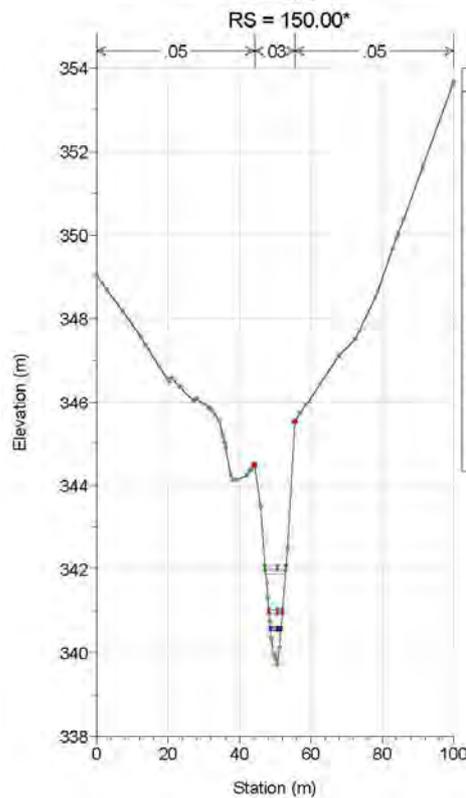
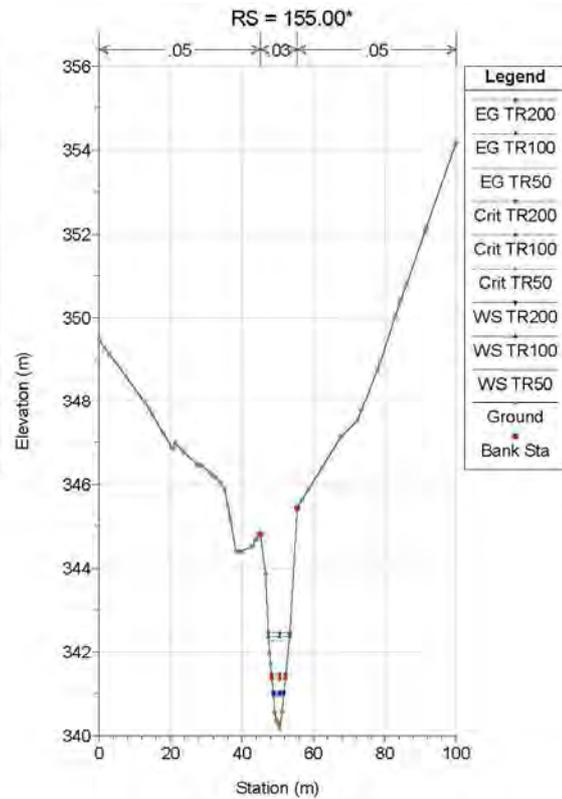
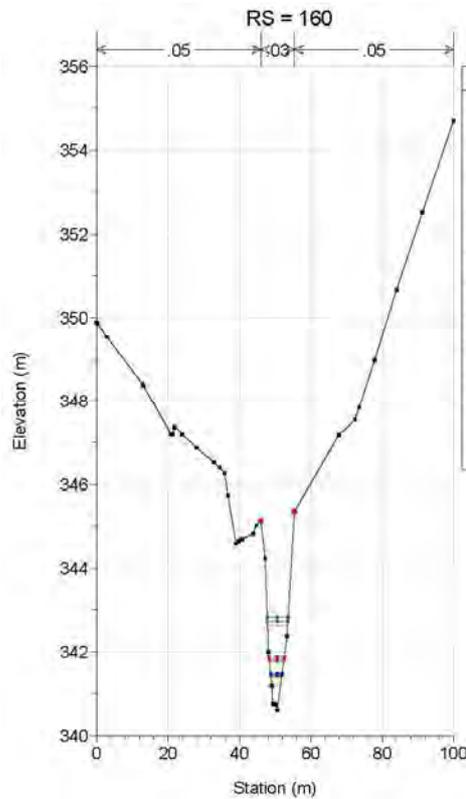
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	196 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

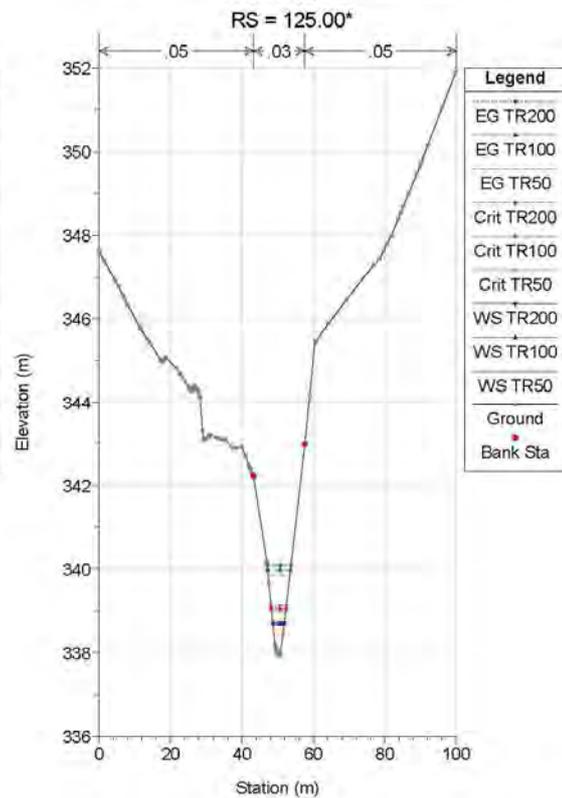
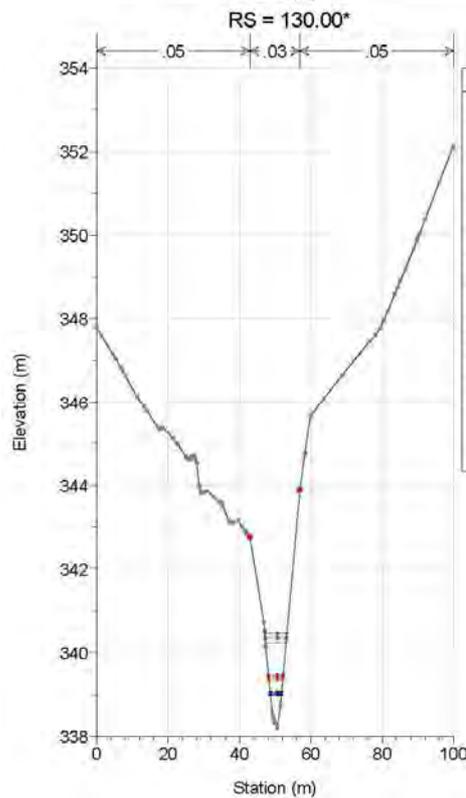
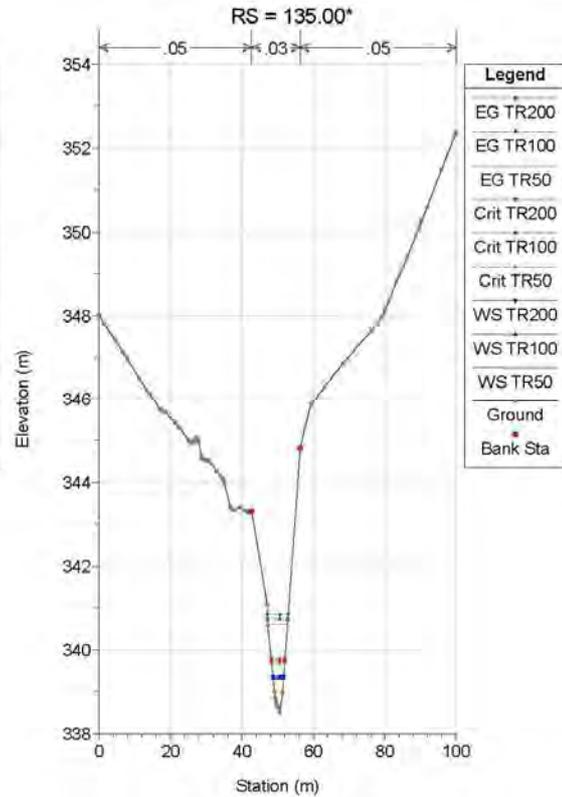
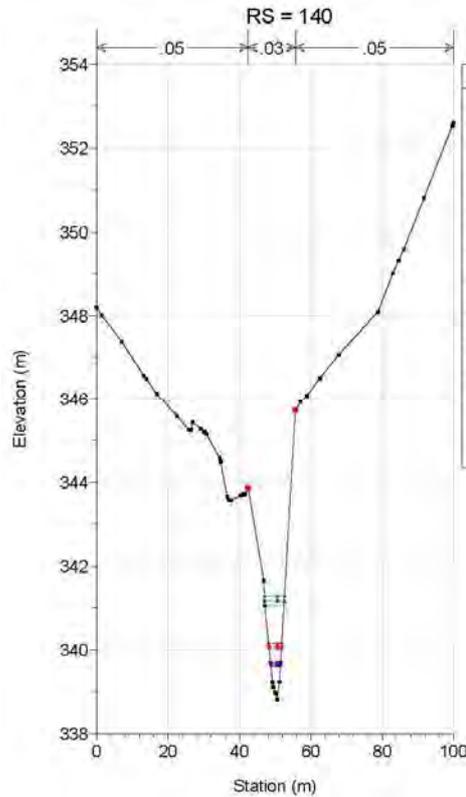
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	197 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

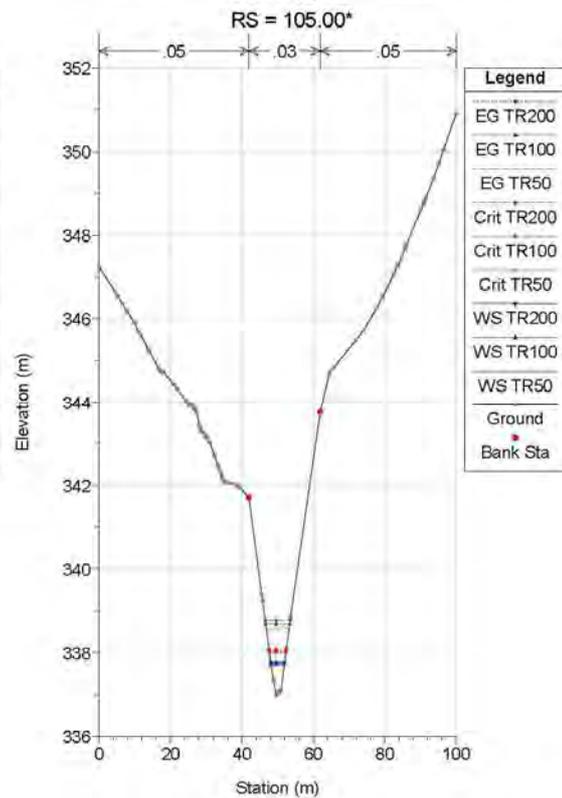
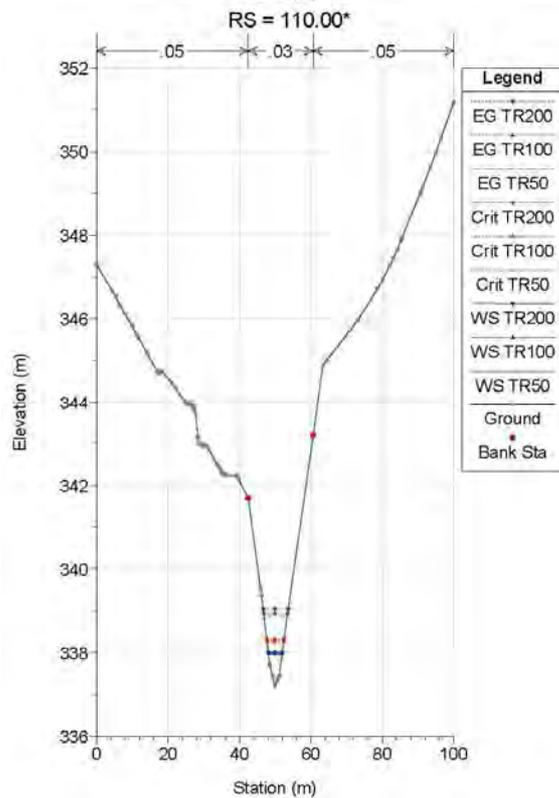
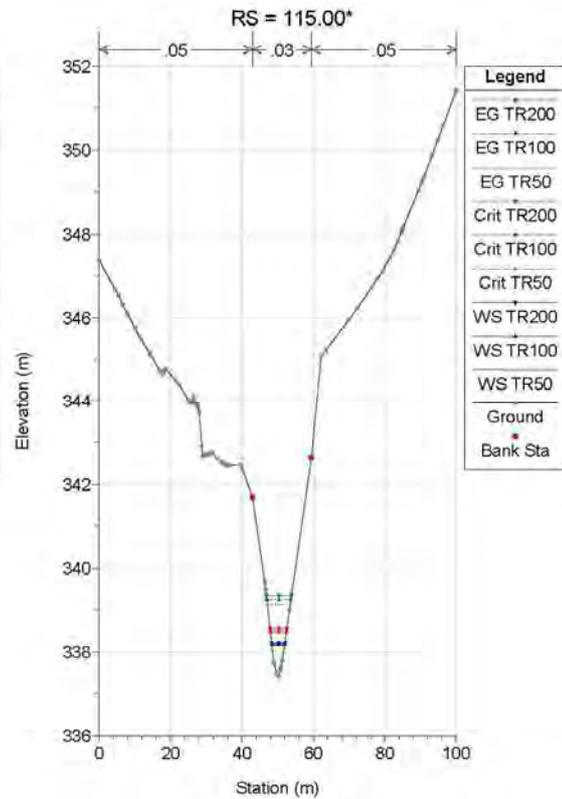
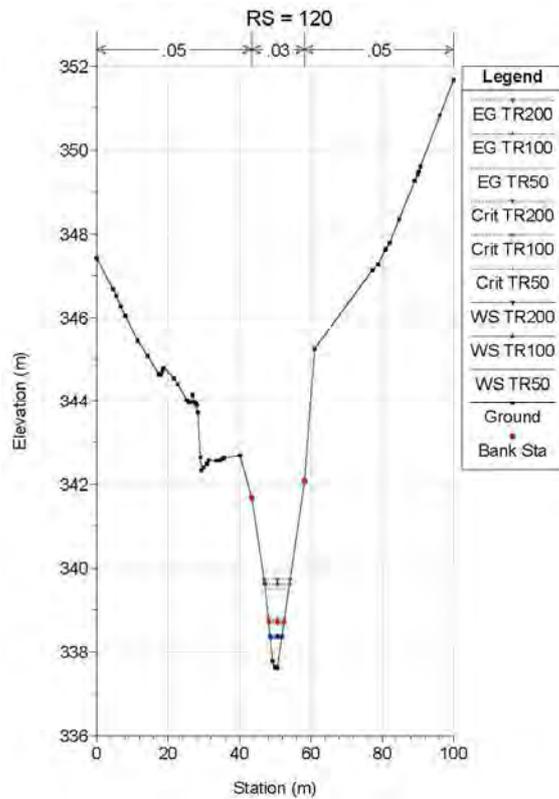
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	198 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

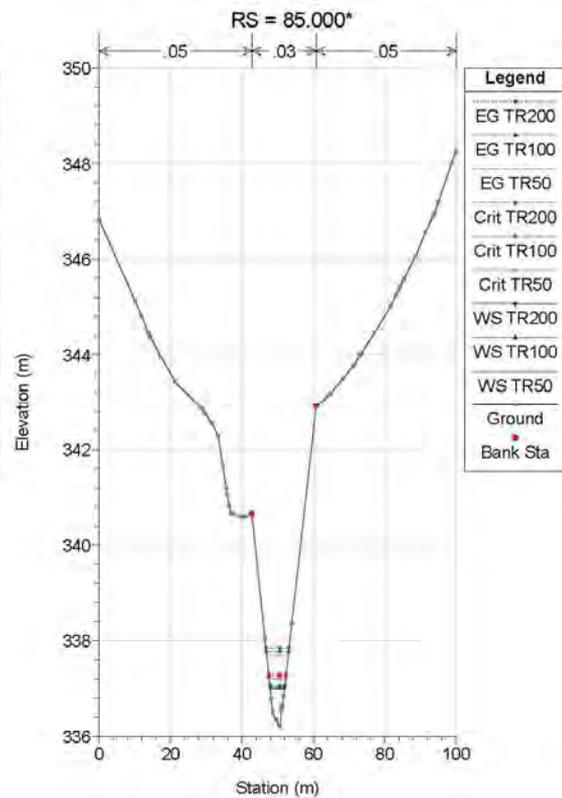
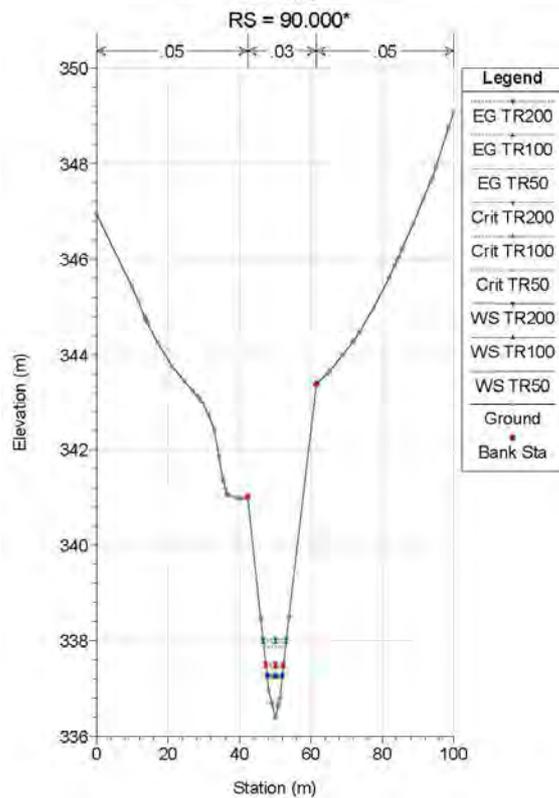
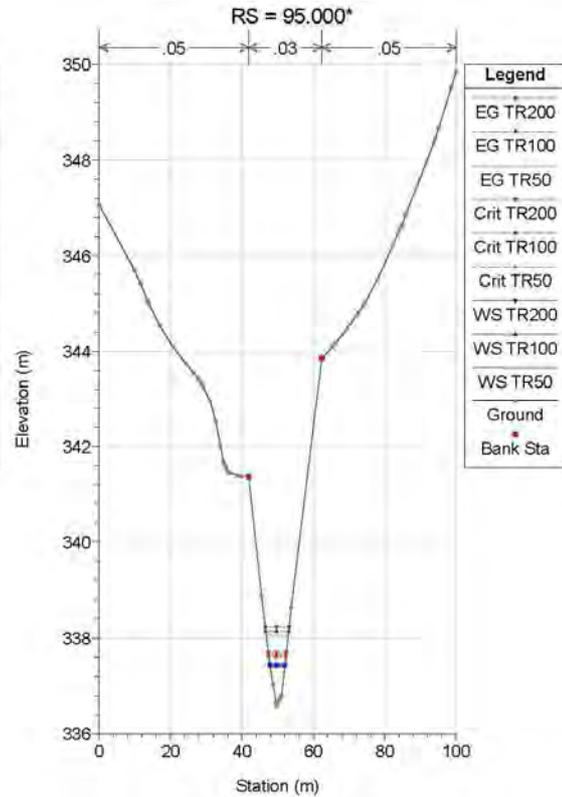
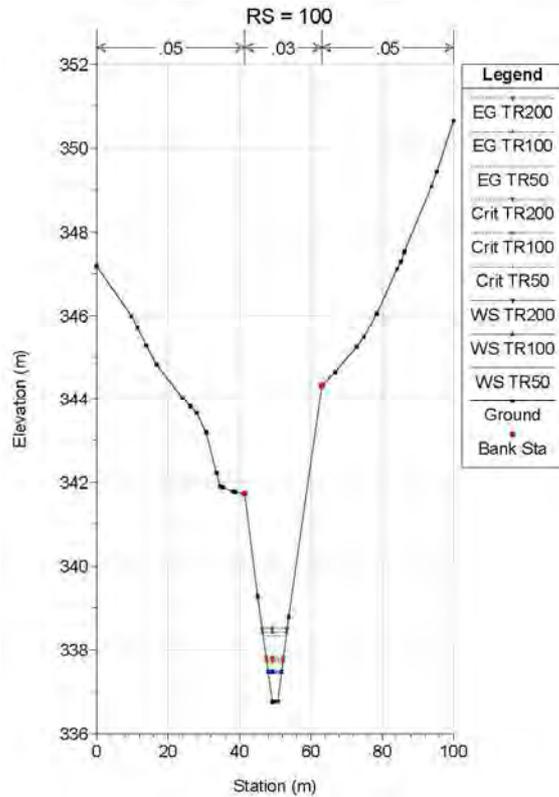
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	199 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

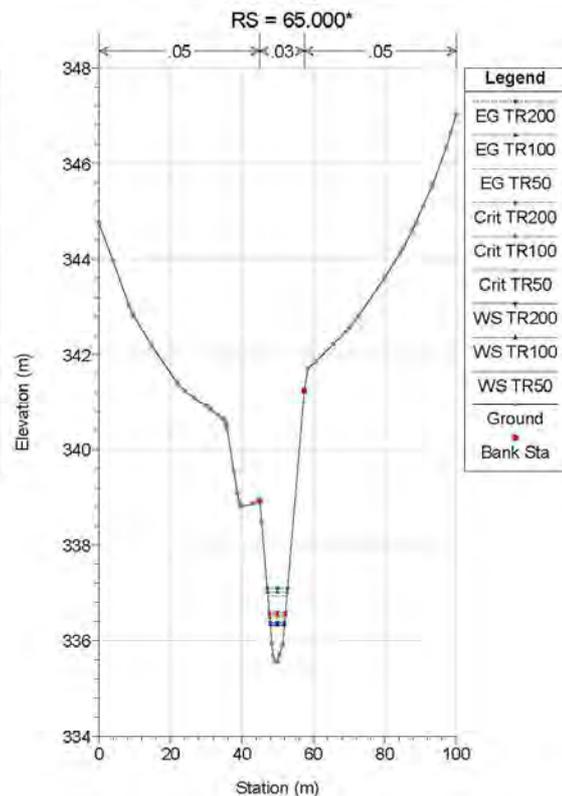
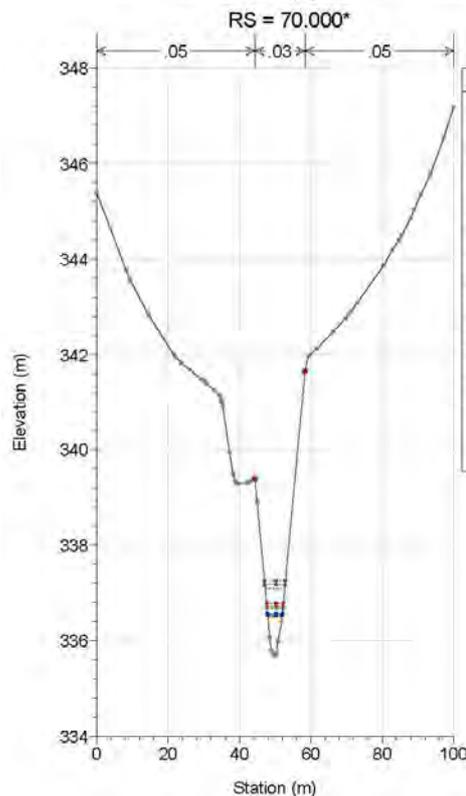
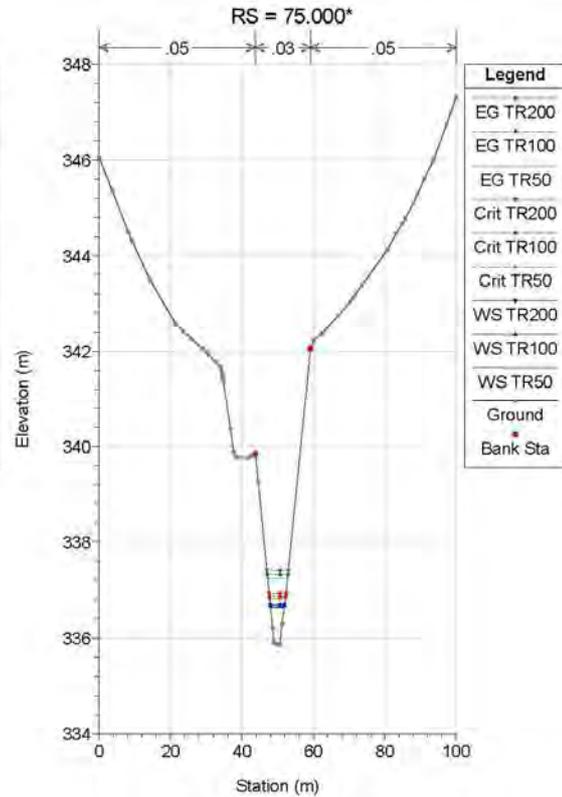
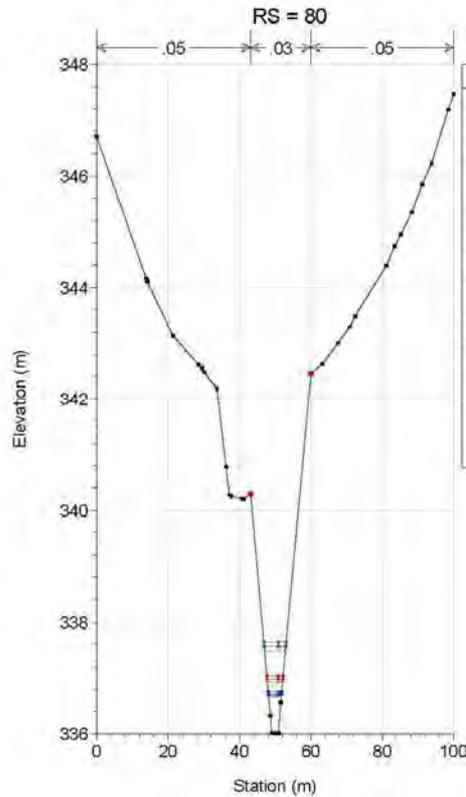
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	200 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

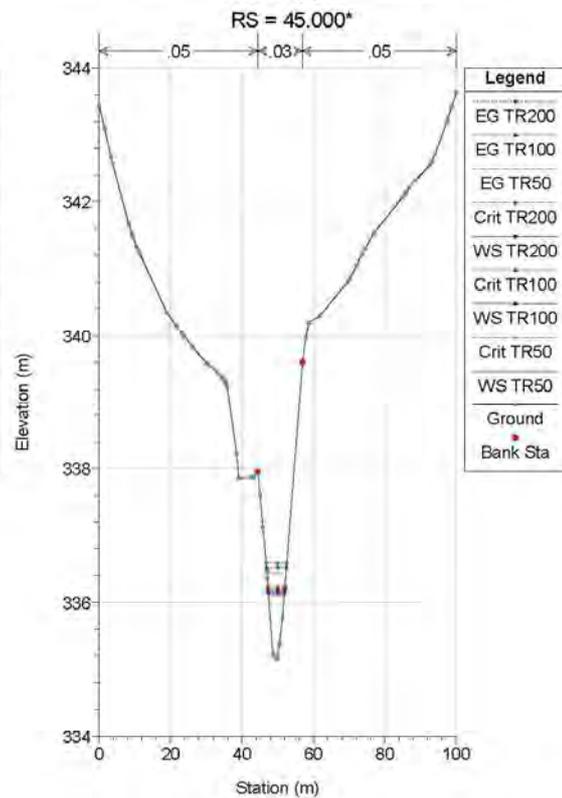
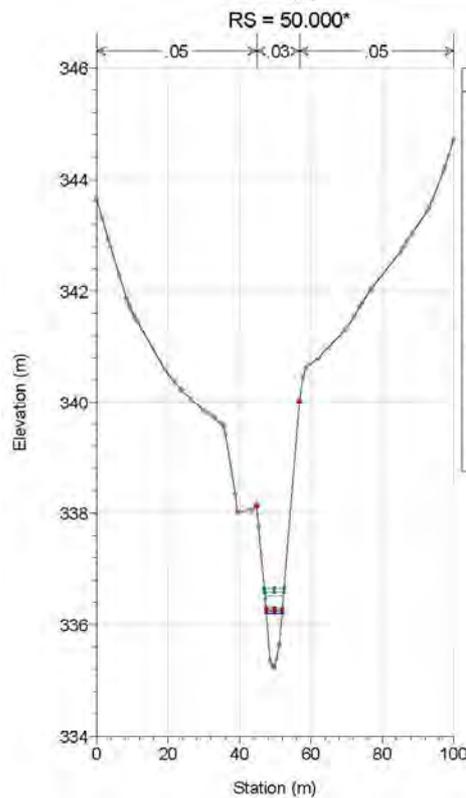
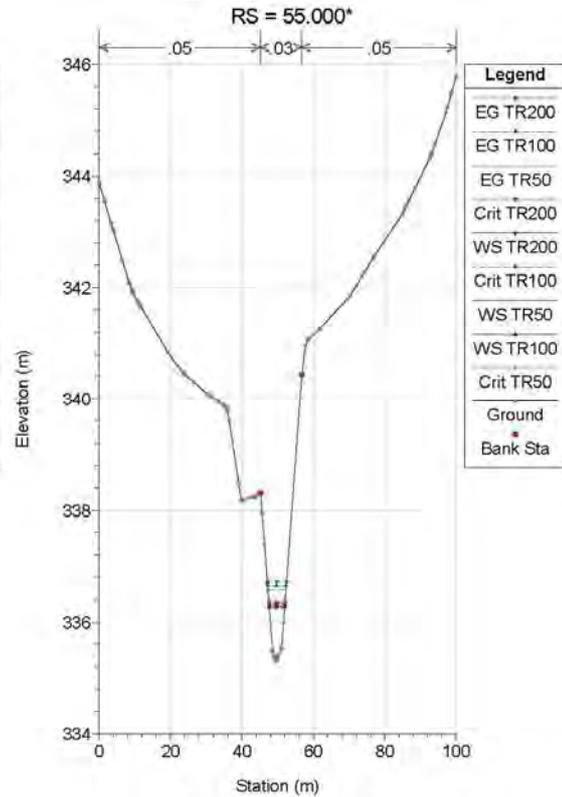
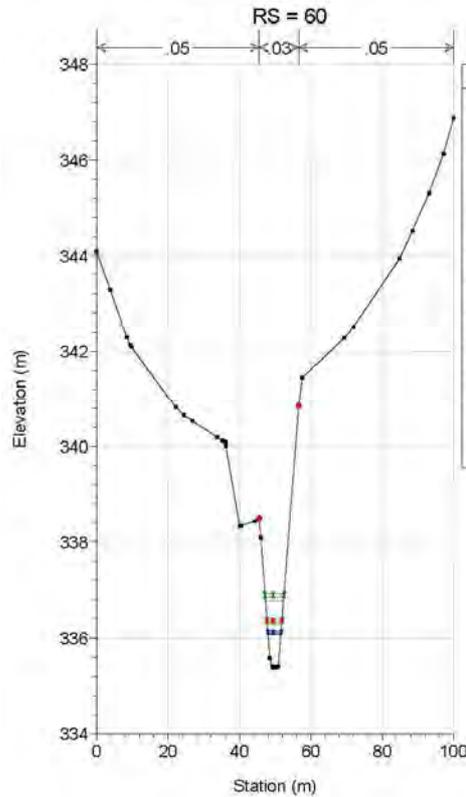
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	201 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

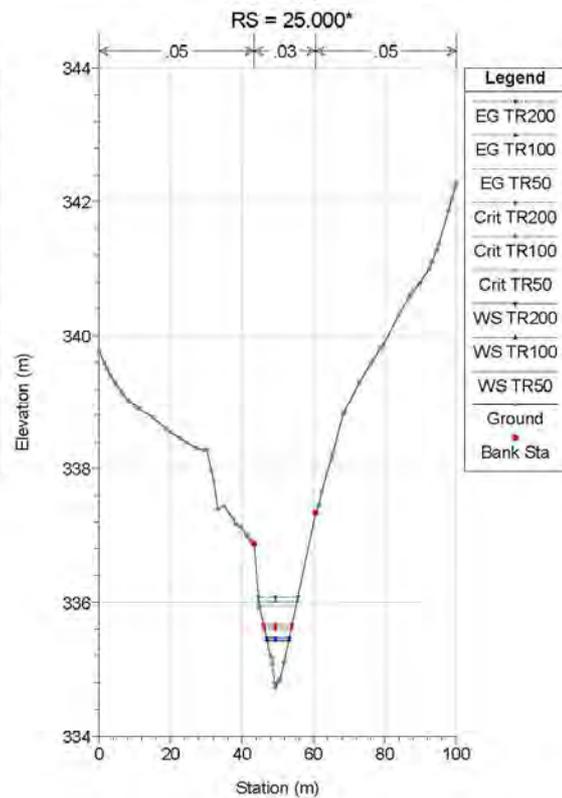
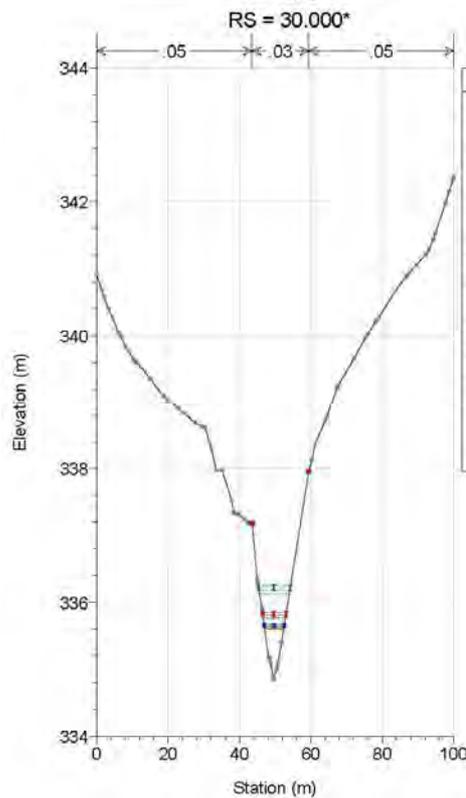
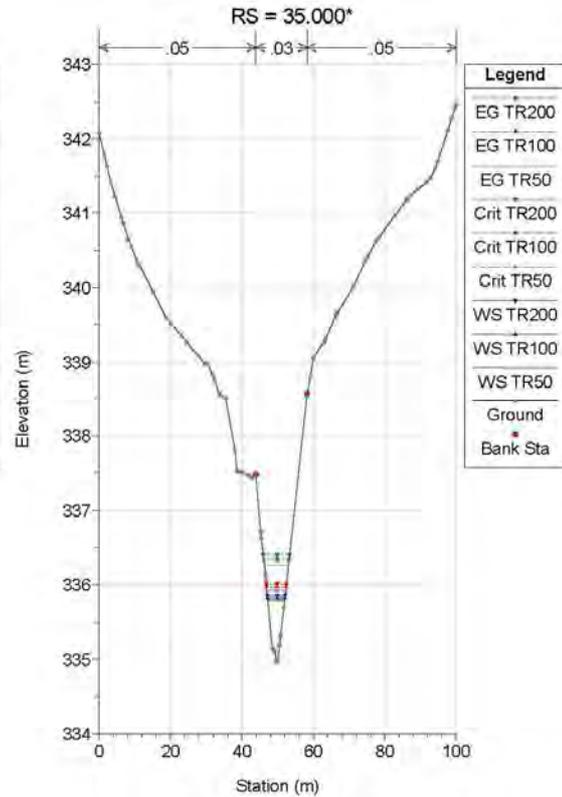
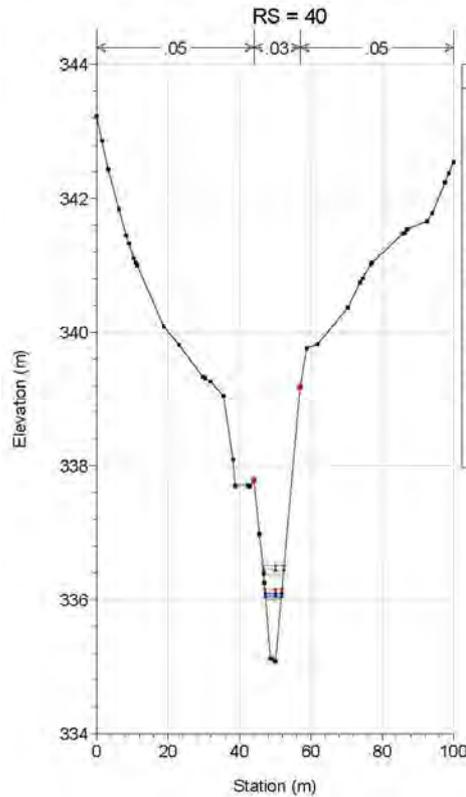
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	202 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

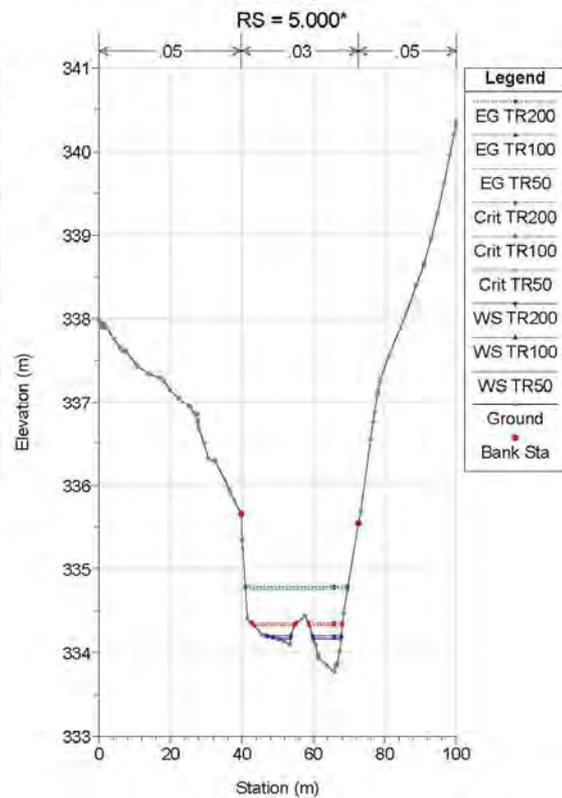
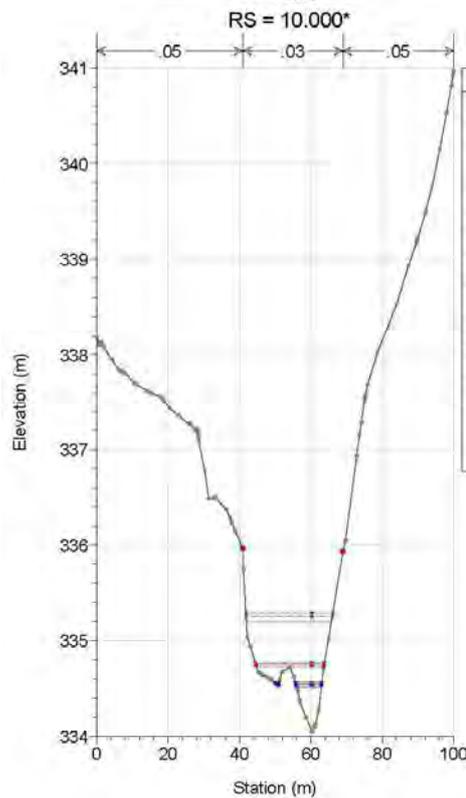
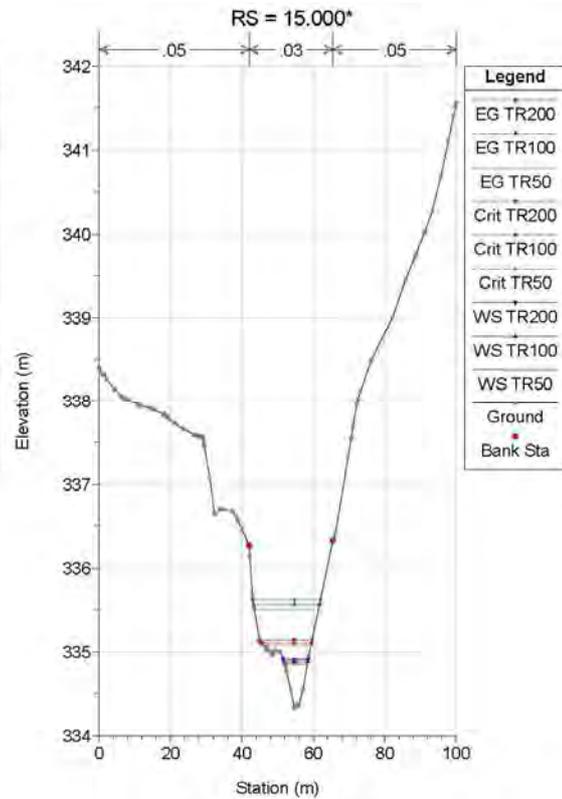
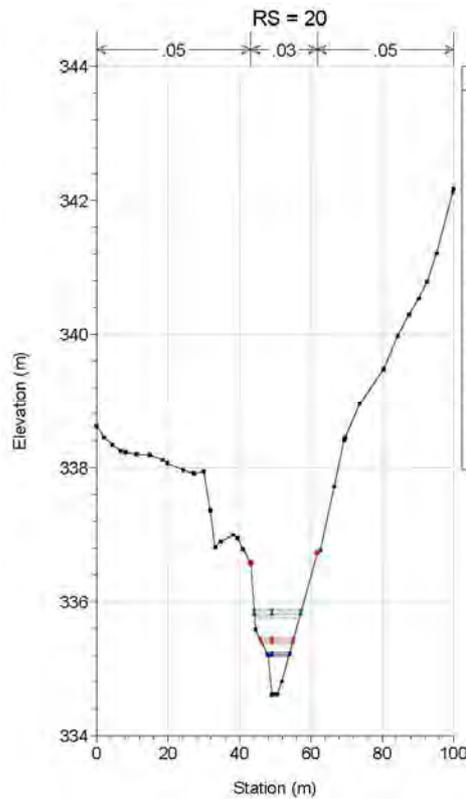
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	203 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

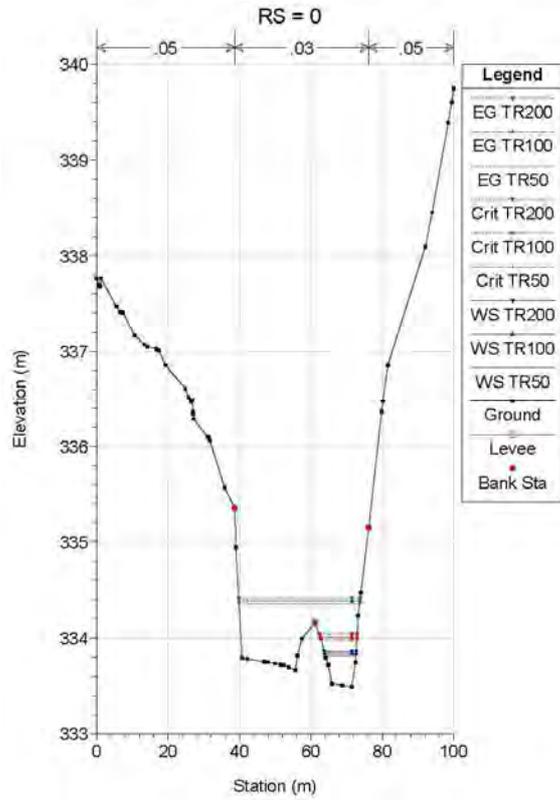
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	204 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	205 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	206 di 321

POST OPERAM

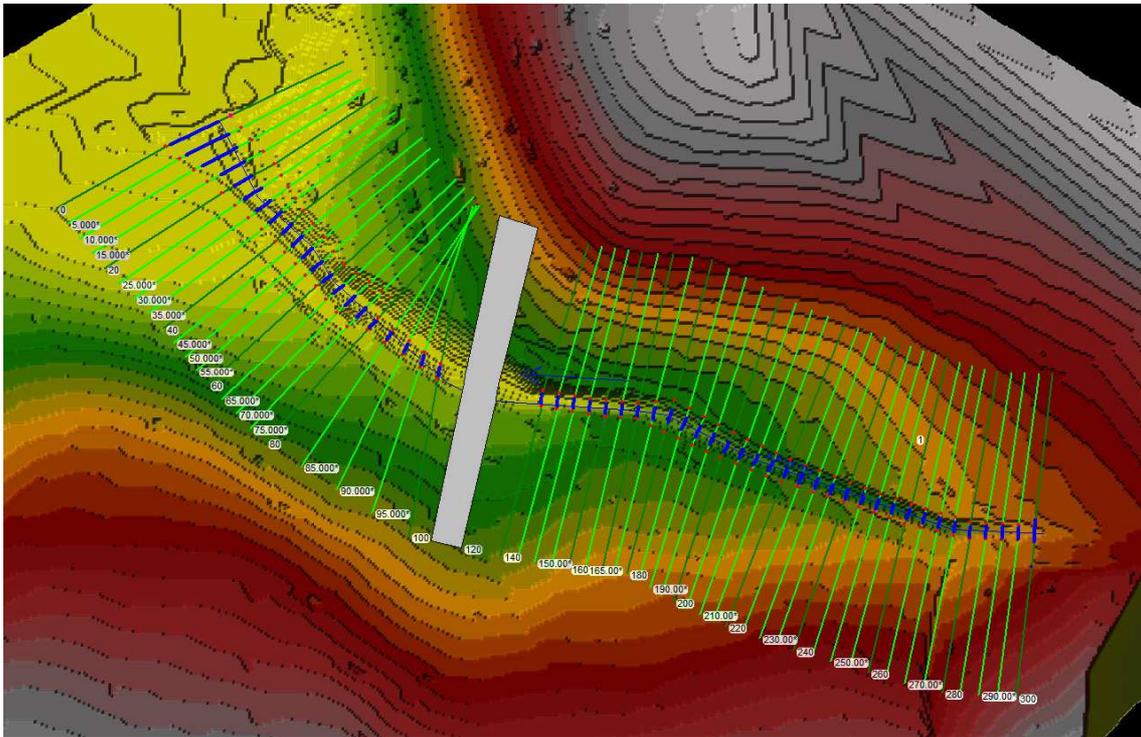
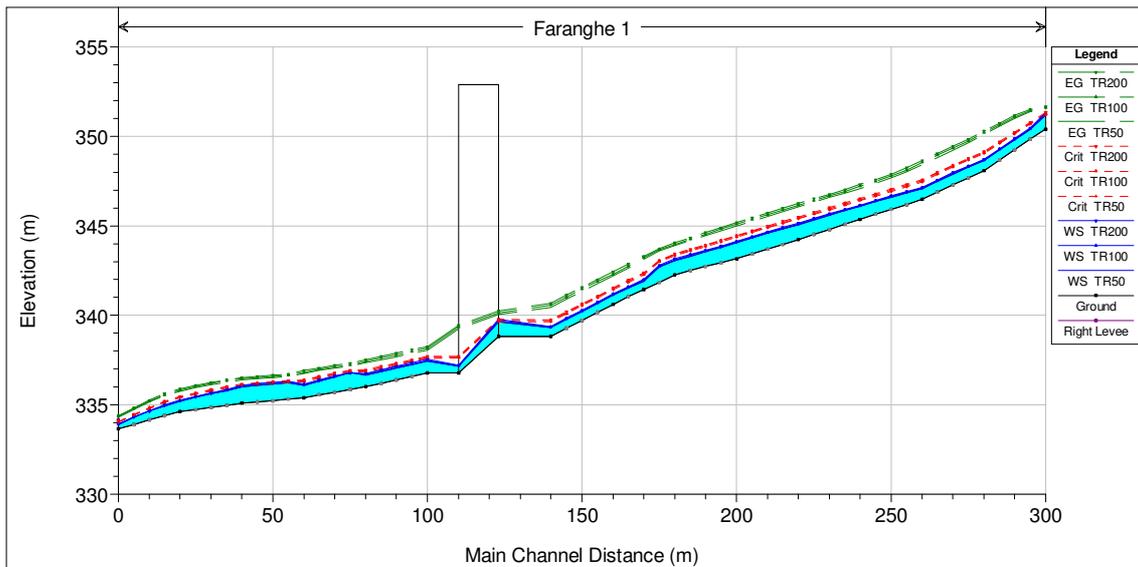


Figura 21: Planimetria post operam Tr 200 anni



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	207 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
300	350.41	351.34	351.34	351.68	0.01057	2.59	3.51	6.88	0.94
295.00*	349.83	350.47	350.78	351.51	0.05515	4.52	1.91	3.88	2.06
290.00*	349.25	349.88	350.24	351.17	0.074861	5.03	1.72	3.77	2.38
285.00*	348.67	349.3	349.71	350.75	0.085501	5.33	1.62	3.54	2.52
280	348.09	348.72	349.16	350.3	0.090423	5.56	1.55	3.21	2.55
275.00*	347.69	348.36	348.78	349.85	0.07987	5.39	1.6	3.21	2.44
270.00*	347.29	347.97	348.39	349.45	0.07807	5.38	1.61	3.16	2.41
265.00*	346.89	347.57	347.99	349.05	0.078387	5.4	1.6	3.07	2.39
260	346.49	347.15	347.58	348.66	0.080531	5.44	1.59	3.06	2.41
255.00*	346.21	346.92	347.31	348.24	0.066302	5.08	1.7	3.12	2.2
250.00*	345.92	346.68	347.05	347.9	0.059592	4.89	1.77	3.17	2.09
245.00*	345.64	346.43	346.79	347.59	0.056547	4.78	1.8	3.21	2.04
240	345.36	346.17	346.52	347.31	0.055554	4.72	1.83	3.25	2.01
235.00*	345.08	345.93	346.28	347.03	0.052054	4.64	1.86	3.3	1.97
230.00*	344.8	345.68	346.02	346.77	0.051517	4.62	1.87	3.29	1.96
225.00*	344.52	345.42	345.76	346.51	0.05204	4.63	1.86	3.24	1.95
220	344.23	345.14	345.49	346.25	0.052664	4.65	1.86	3.16	1.94
215.00*	343.97	344.91	345.25	345.98	0.050893	4.58	1.89	3.32	1.94
210.00*	343.7	344.66	344.99	345.72	0.051431	4.56	1.89	3.43	1.96
205.00*	343.44	344.4	344.73	345.46	0.052912	4.57	1.89	3.48	1.98
200	343.17	344.13	344.47	345.19	0.054085	4.58	1.88	3.45	1.98
195.00*	342.95	343.88	344.2	344.91	0.055581	4.49	1.92	3.57	1.96
190.00*	342.72	343.63	343.94	344.62	0.055906	4.39	1.97	3.67	1.92
185.00*	342.49	343.39	343.69	344.33	0.053585	4.3	2.01	3.77	1.88
180	342.26	343.15	343.44	344.05	0.05485	4.21	2.05	3.88	1.85
175.00*	341.85	342.79	343.08	343.74	0.069636	4.32	2	3.77	1.89
170	341.44	342.01	342.37	343.31	0.090487	5.05	1.71	3	2.14
165.00*	341.03	341.61	341.95	342.85	0.084909	4.95	1.75	3	2.07
160	340.61	341.2	341.54	342.43	0.082967	4.91	1.76	3	2.05

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	208 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
155.00*	340.16	340.74	341.09	342	0.086127	4.97	1.74	3	2.09
150.00*	339.71	340.29	340.64	341.57	0.087877	5	1.72	3	2.11
145.00*	339.26	339.84	340.19	341.12	0.088704	5.02	1.72	3	2.12
140	338.81	339.39	339.74	340.68	0.089304	5.03	1.72	3	2.12
120									
100	336.77	337.54	337.71	338.25	0.037186	3.73	2.32	3	1.36
95.000*	336.58	337.34	337.52	338.07	0.035881	3.76	2.29	3	1.37
90.000*	336.39	337.15	337.33	337.88	0.036765	3.79	2.28	3	1.39
85.000*	336.2	336.95	337.13	337.7	0.035562	3.83	2.25	3	1.41
80	336.01	336.75	336.94	337.52	0.034722	3.89	2.22	3	1.44
75.000*	335.85	336.79	336.92	337.32	0.020925	3.23	2.67	4.31	1.31
70.000*	335.7	336.61	336.77	337.2	0.024429	3.4	2.54	4.3	1.41
65.000*	335.54	336.4	336.59	337.06	0.027916	3.6	2.39	4.09	1.5
60	335.39	336.16	336.39	336.91	0.031388	3.81	2.26	3.79	1.58
55.000*	335.31	336.32	336.35	336.72	0.013637	2.8	3.08	4.39	1.07
50.000*	335.23	336.25	336.29	336.66	0.014286	2.83	3.05	4.53	1.1
45.000*	335.15	336.19	336.23	336.58	0.014171	2.8	3.09	4.65	1.1
40	335.07	336.08	336.15	336.51	0.015524	2.88	3	4.61	1.14
35.000*	334.96	335.86	336.01	336.4	0.024731	3.26	2.64	5.01	1.44
30.000*	334.85	335.67	335.85	336.25	0.031973	3.39	2.54	5.66	1.62
25.000*	334.73	335.47	335.67	336.08	0.03903	3.45	2.5	6.38	1.76
20	334.62	335.24	335.45	335.87	0.042323	3.51	2.46	6.49	1.82
15.000*	334.38	334.98	335.17	335.62	0.061672	3.54	2.44	8.58	2.12
10.000*	334.14	334.67	334.83	335.24	0.081857	3.35	2.58	12.3	2.34
5.000*	333.9	334.32	334.46	334.81	0.081205	3.11	2.78	14.8	2.29
0	333.66	333.92	334.06	334.39	0.084831	3.02	2.86	16.38	2.31

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

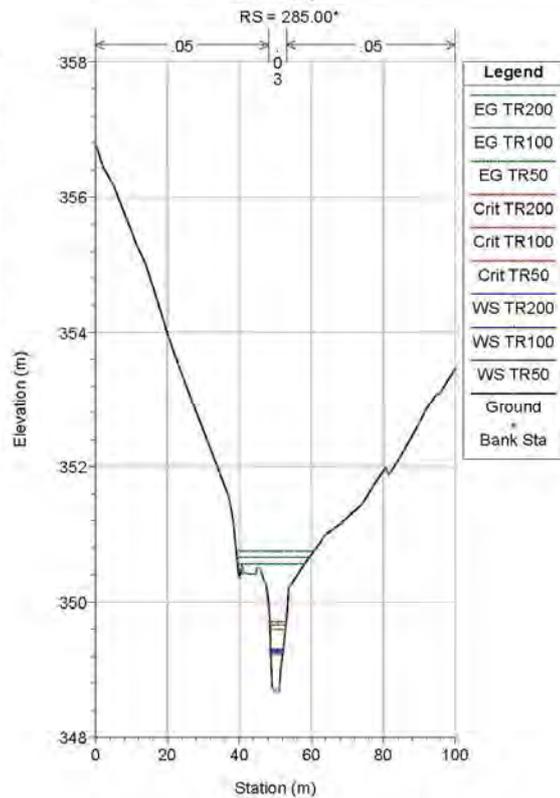
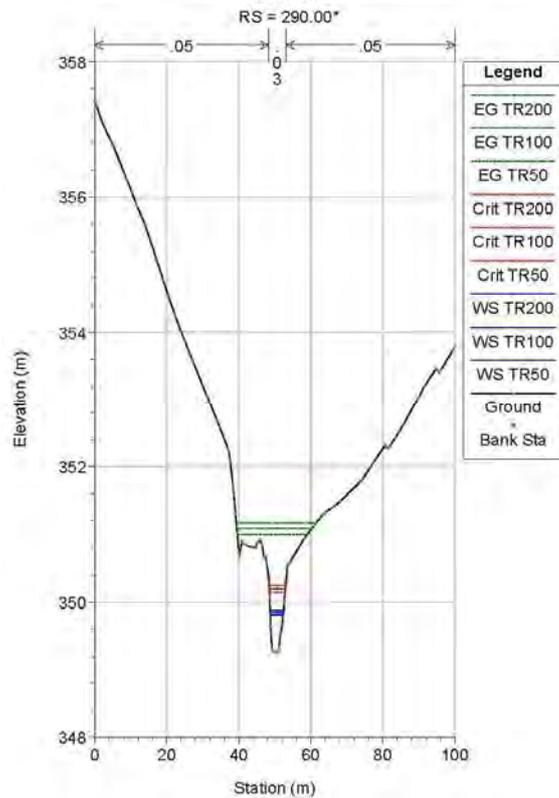
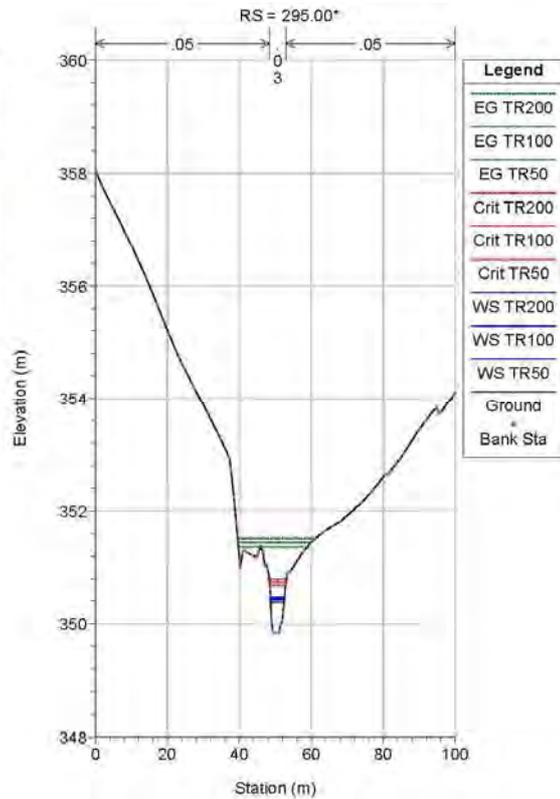
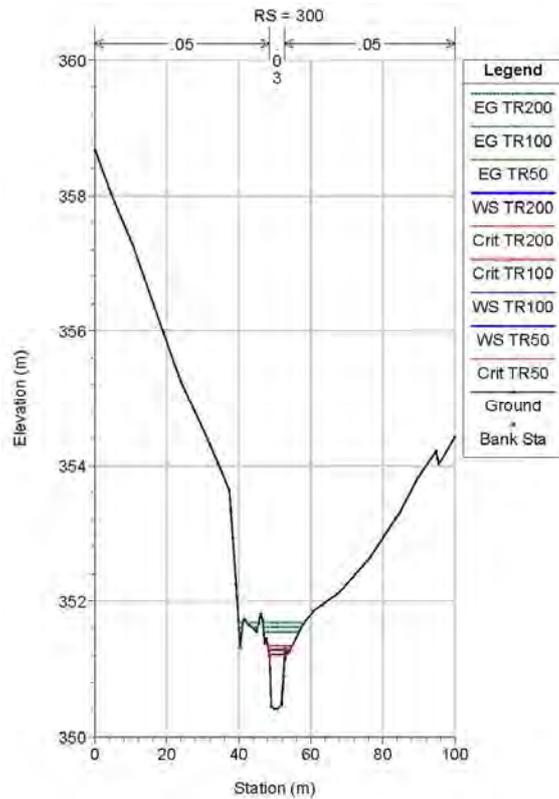
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	209 di 321

RS: 120 Profile: TR200				
E.G. US. (m)	340.44	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	339.31	E.G. Elev (m)	340.05	339.25
Q Total (m3/s)	7.05	W.S. Elev (m)	339.64	337.13
Q Bridge (m3/s)	7.05	Crit W.S. (m)	339.64	337.60
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.83	0.36
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	2.84	6.45
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	2.49	1.09
Weir Submerg		Froude # Chl	1.00	3.41
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	3.07	4.84
Min El Weir Flow (m)	351.48	Hydr Depth (m)	0.83	0.36
Min El Prs (m)	352.92	W.P. Total (m)	4.66	3.73
Delta EG (m)	2.44	Conv. Total (m3/s)	49.5	14.6
Delta WS (m)	1.87	Top Width (m)	3	3
BR Open Area (m2)	323.58	Frctn Loss (m)	0.63	0.74
BR Open Vel (m/s)	6.45	C & E Loss (m)	0.17	0.45
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	105.96	668.63
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	300.58	4312.11

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

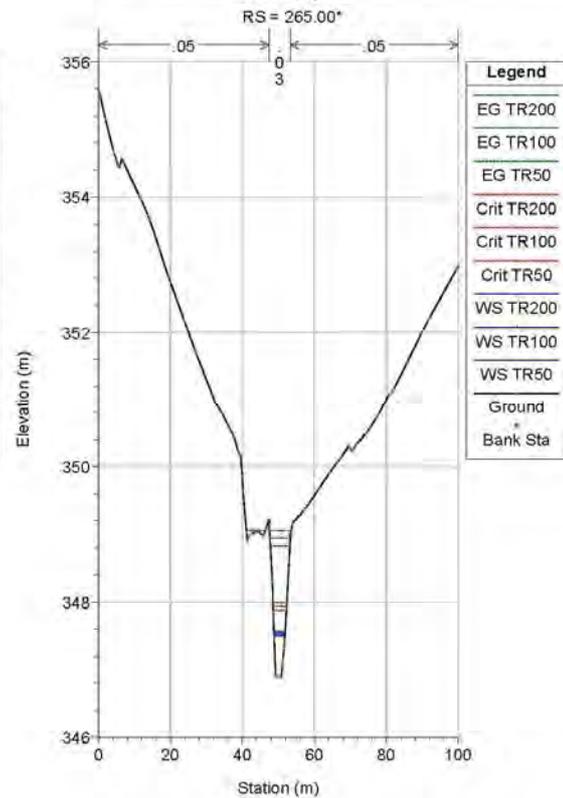
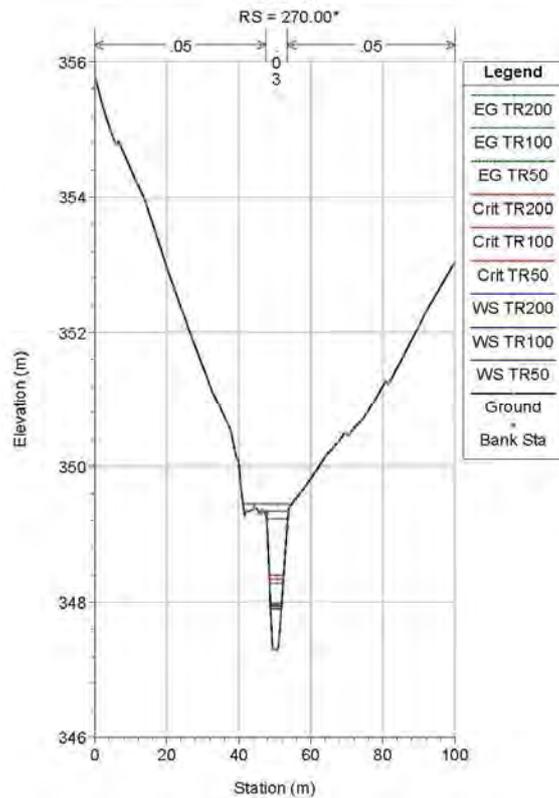
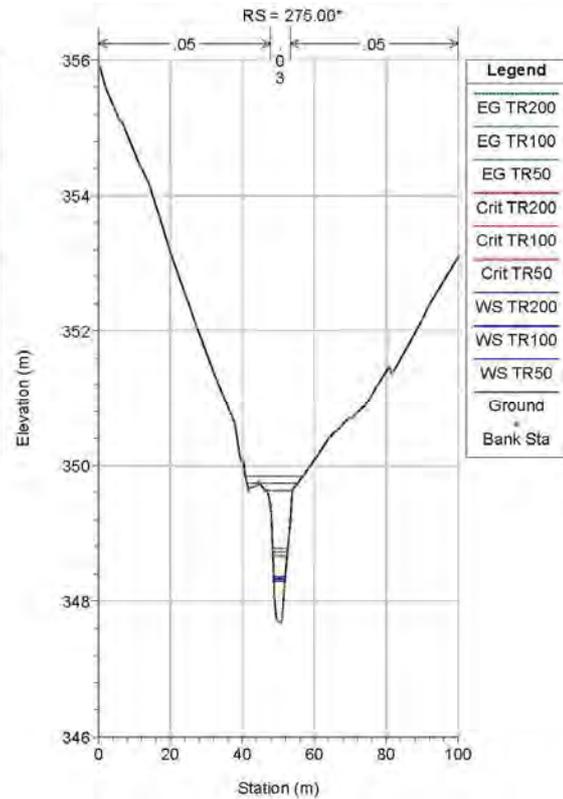
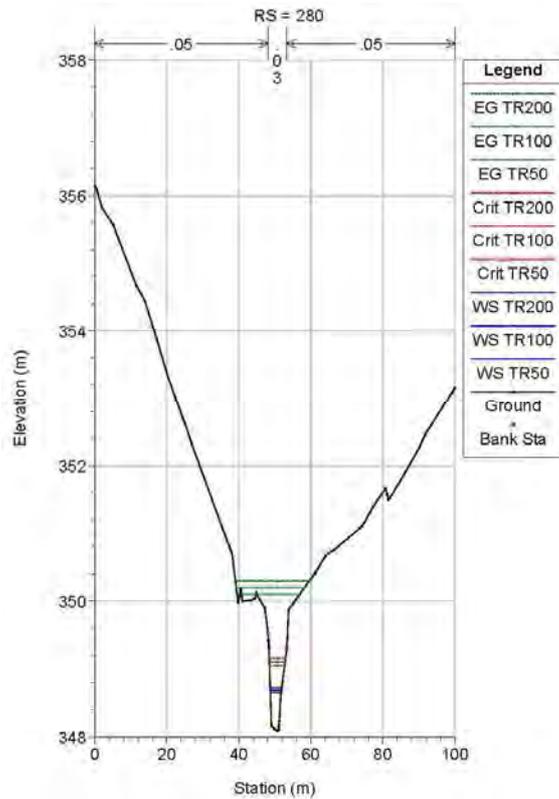
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	210 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

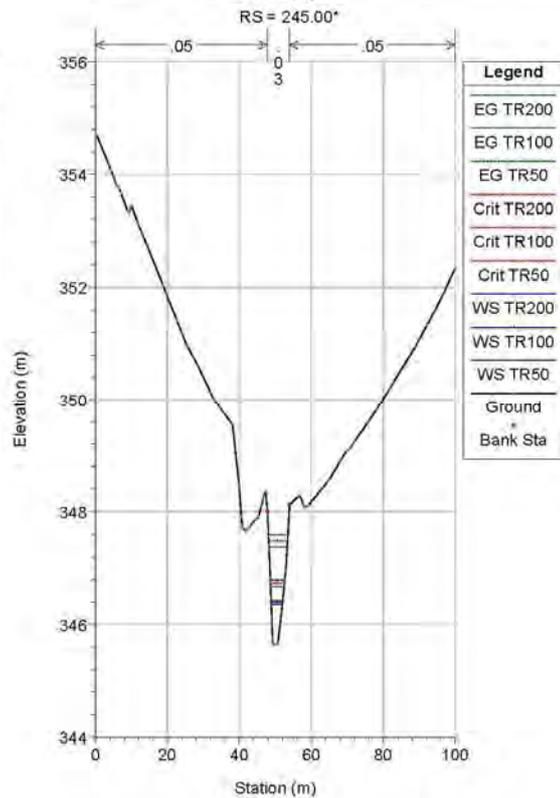
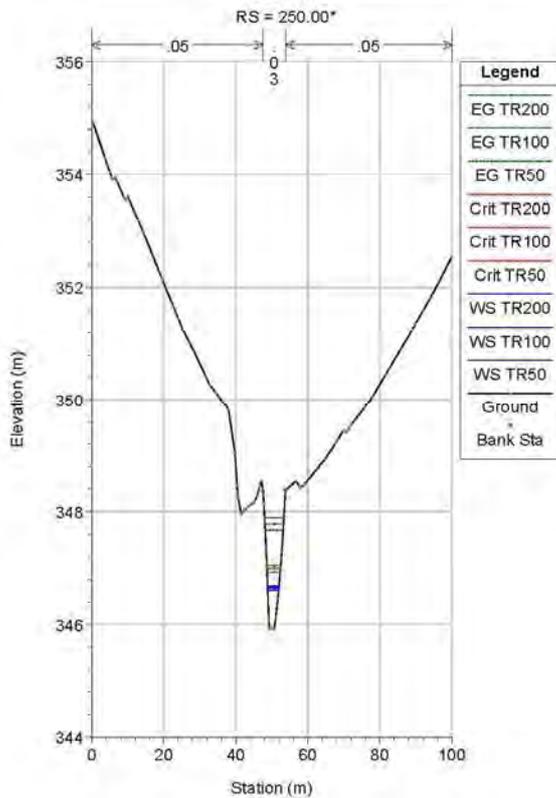
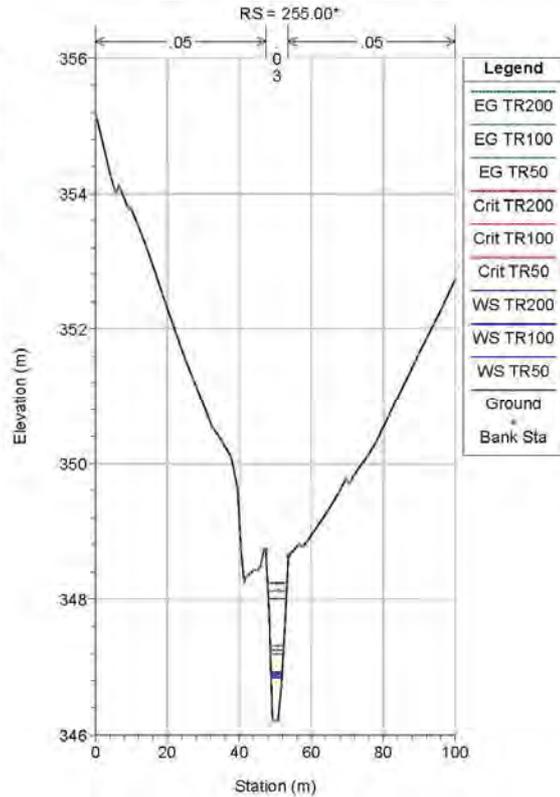
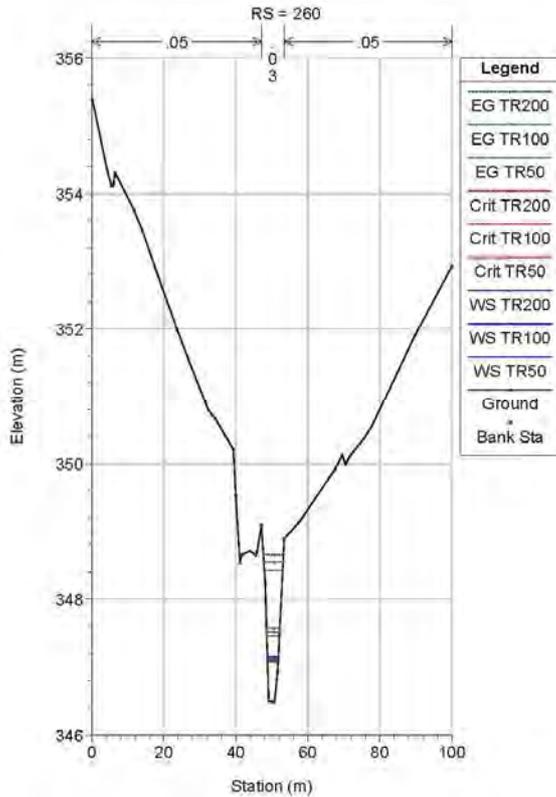
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	211 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

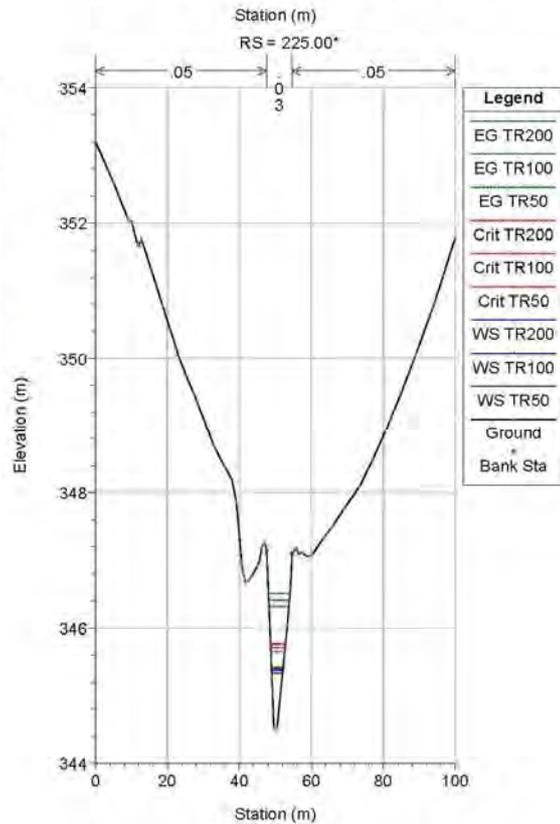
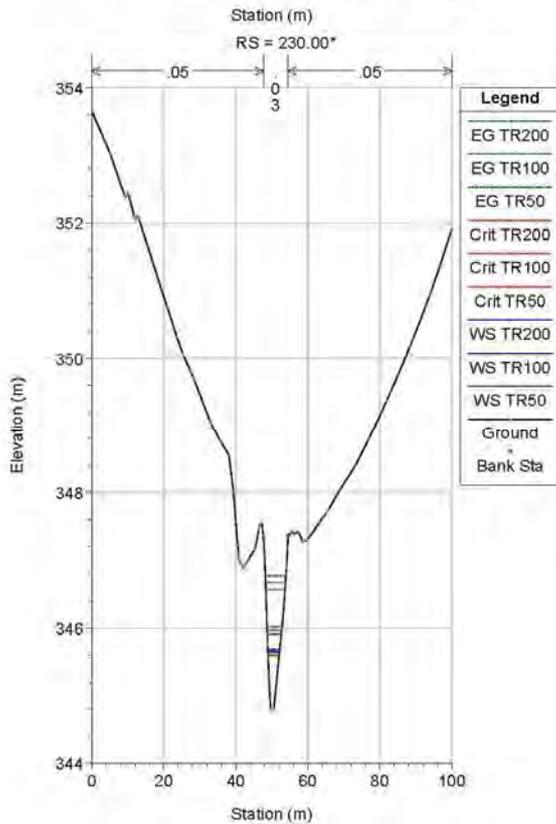
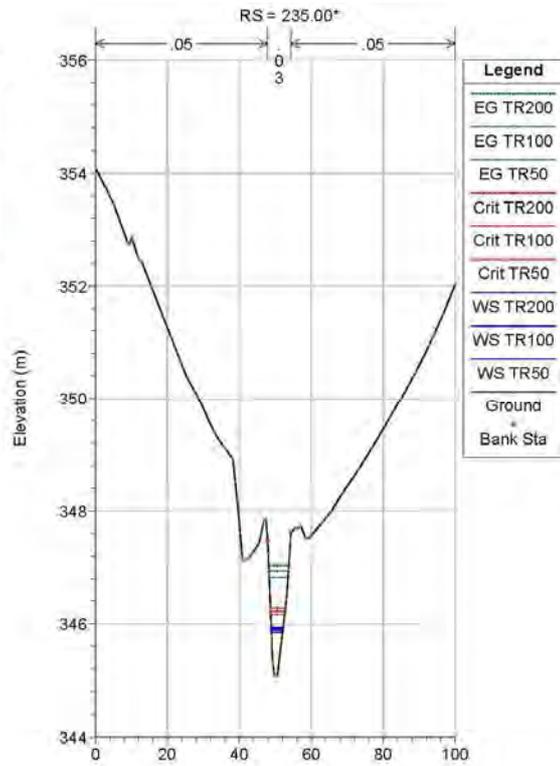
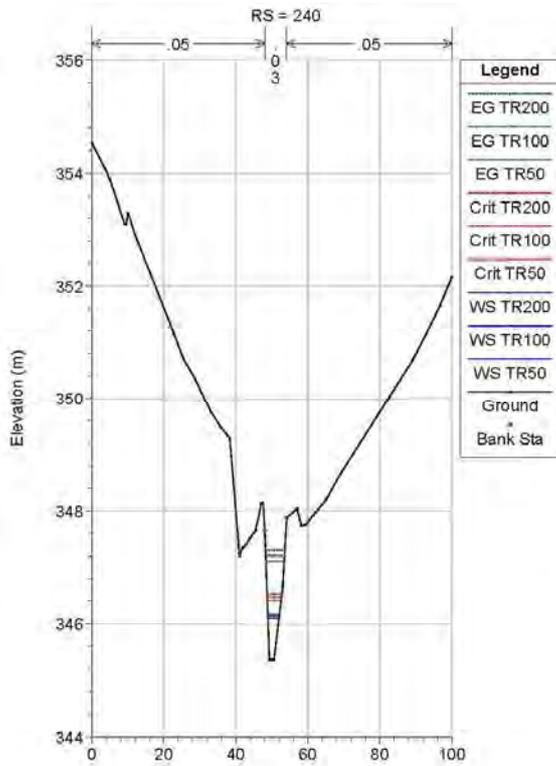
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	212 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

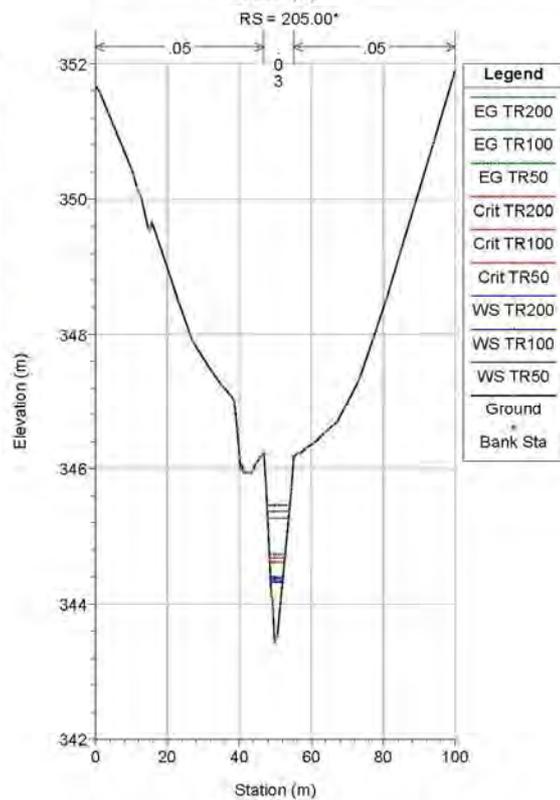
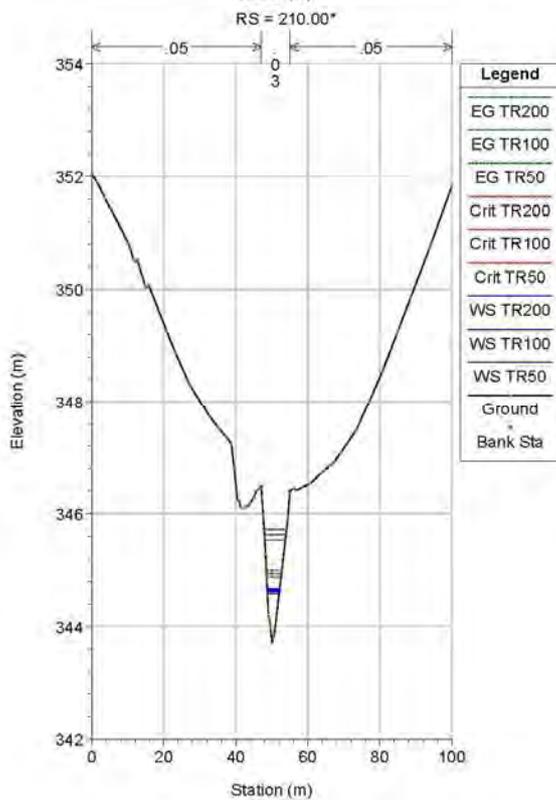
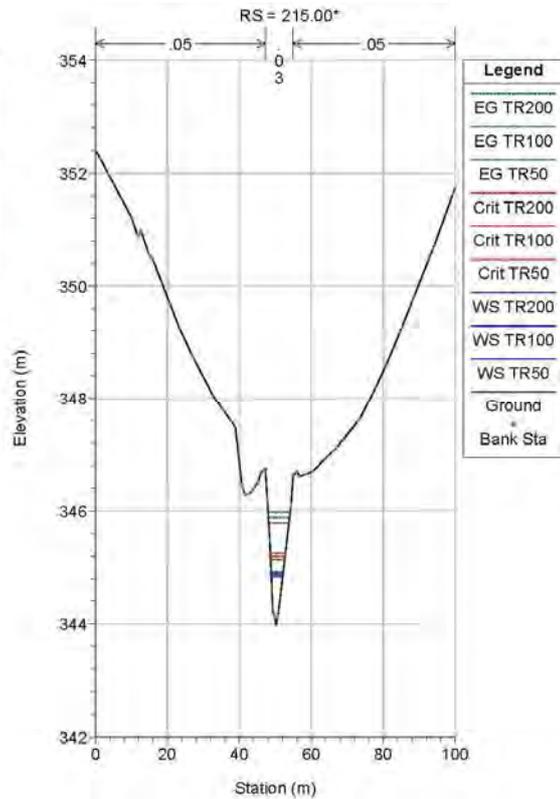
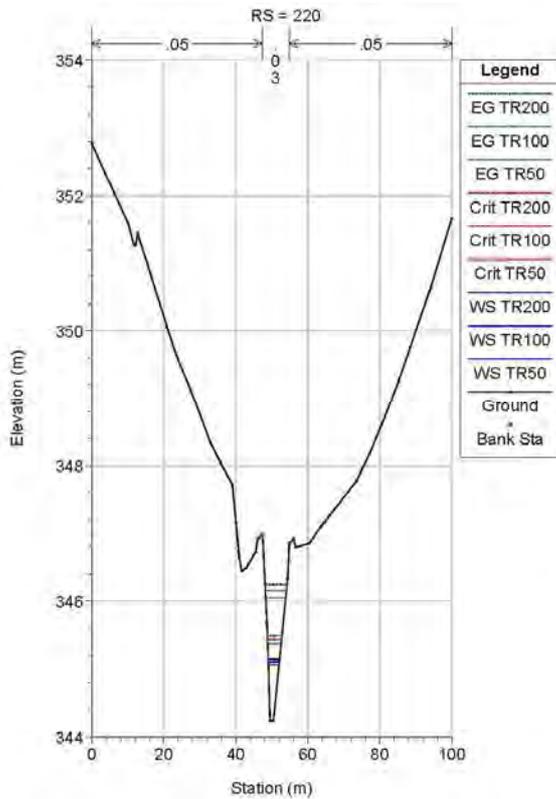
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	213 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

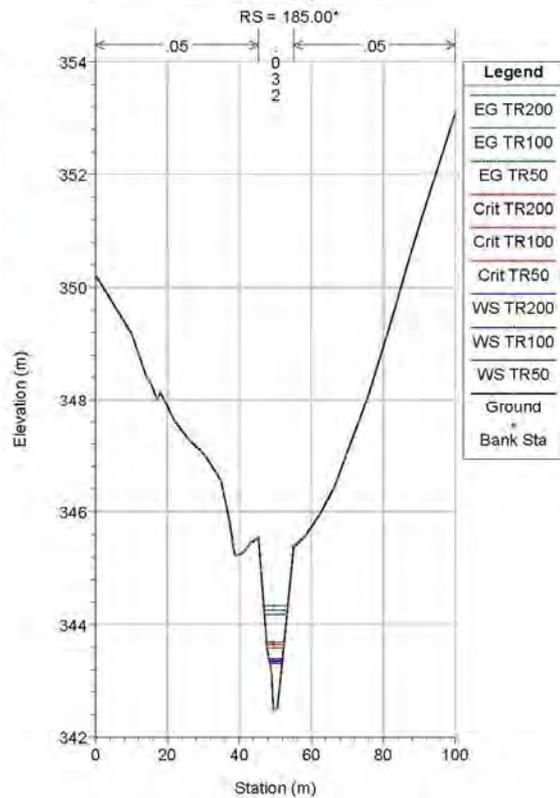
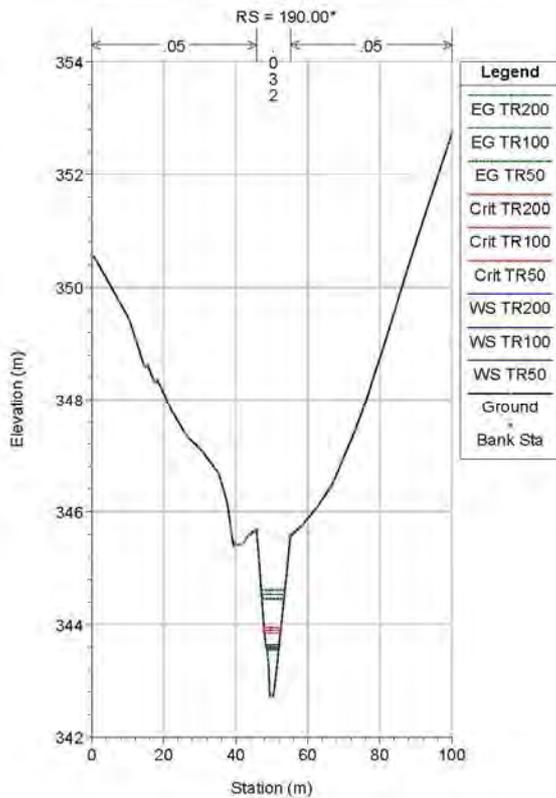
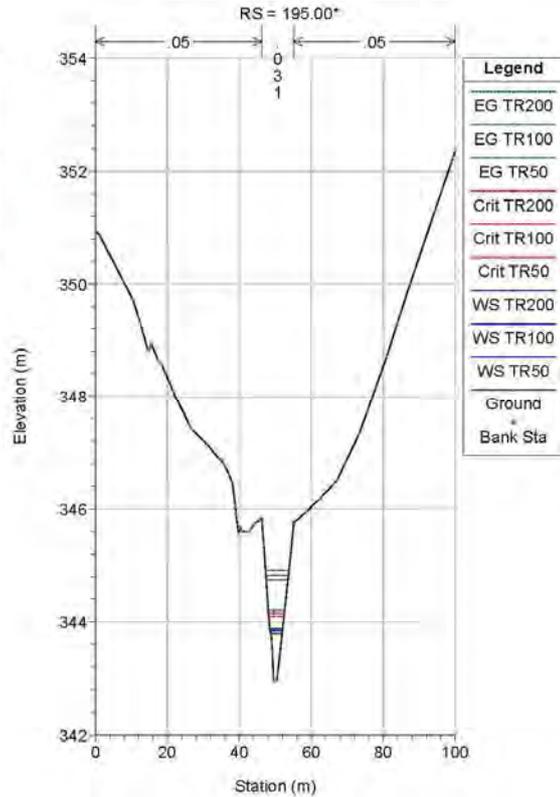
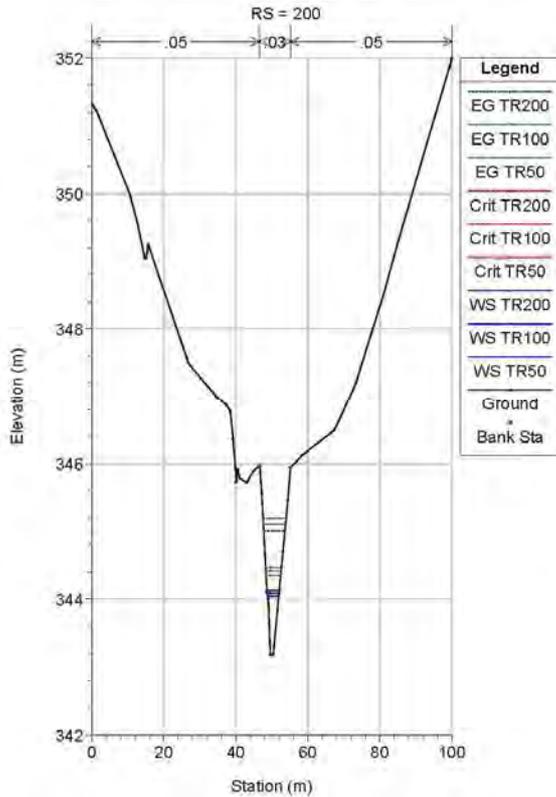
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	214 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

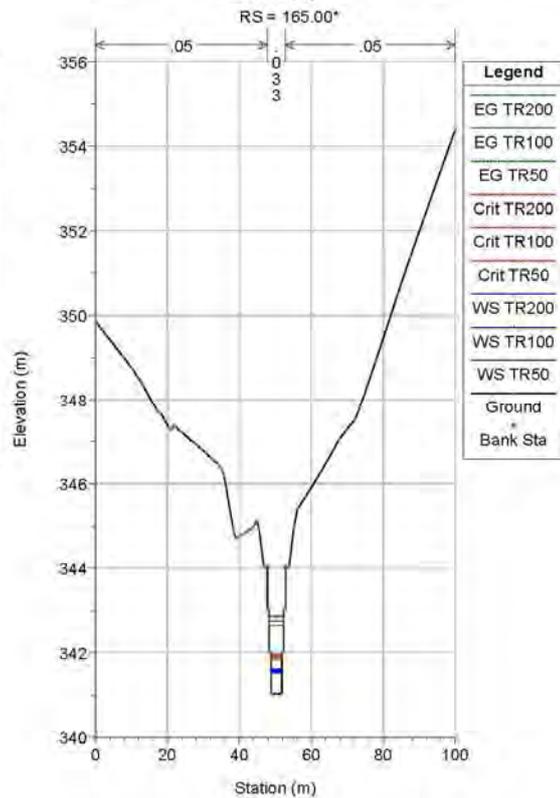
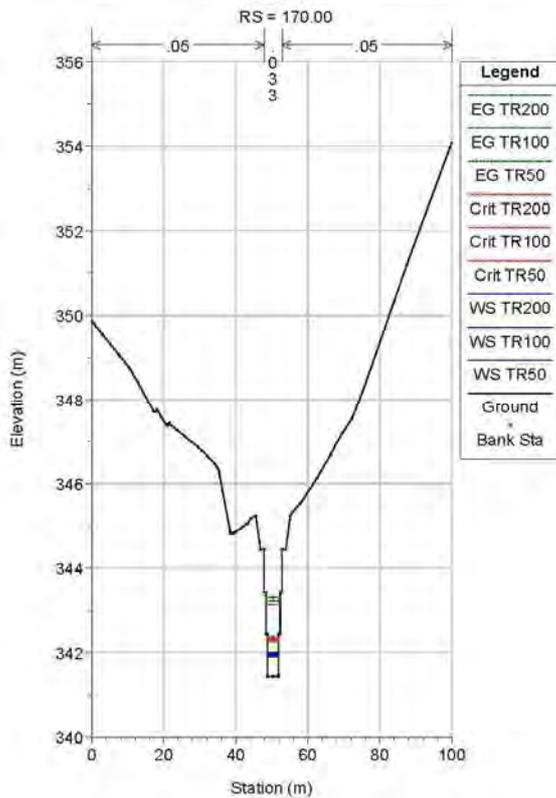
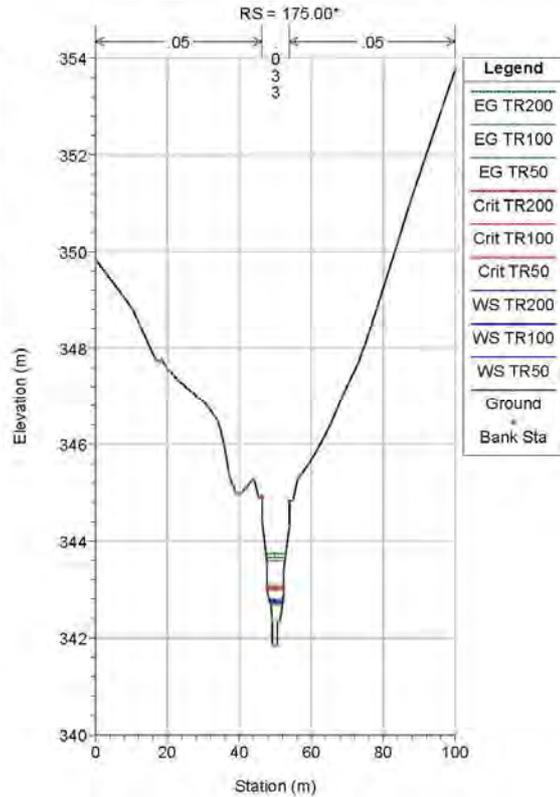
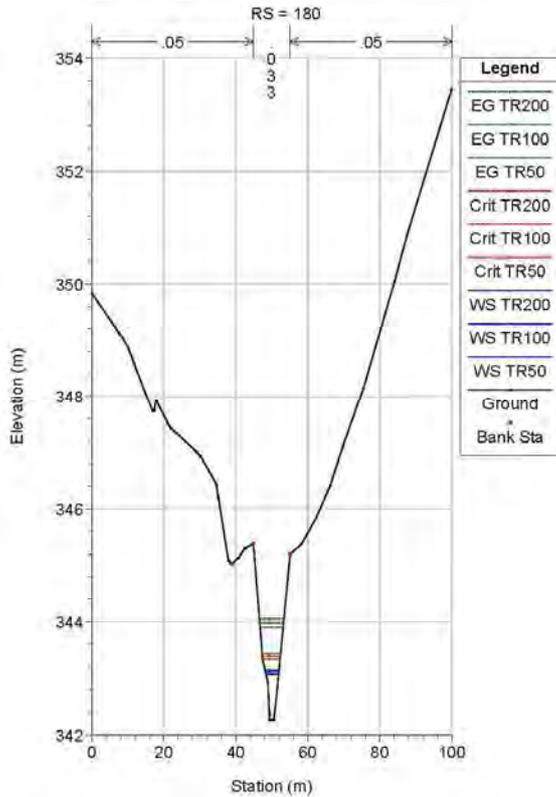
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	215 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

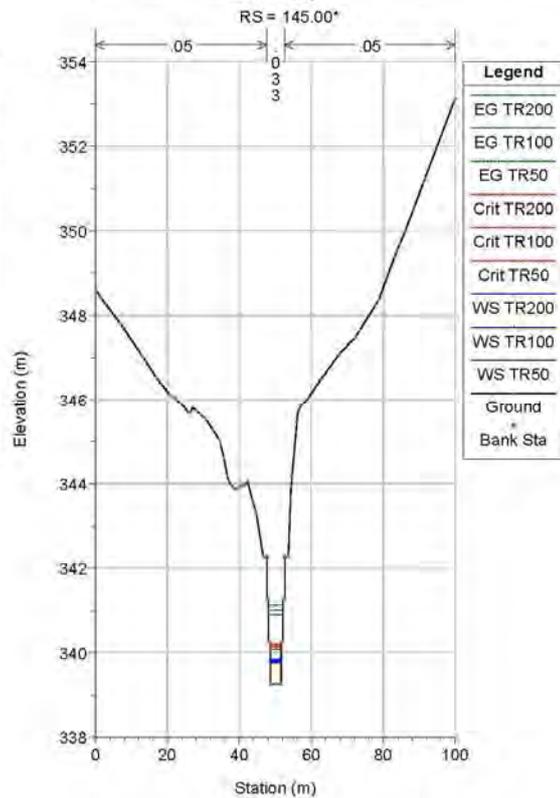
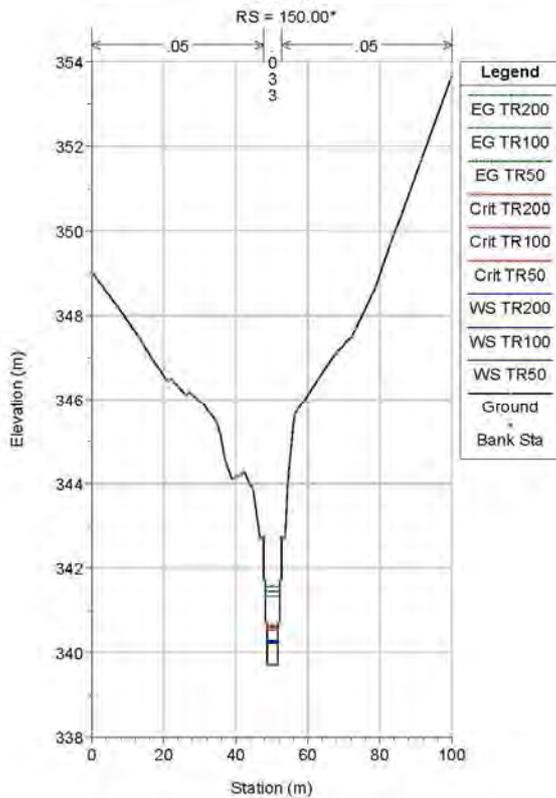
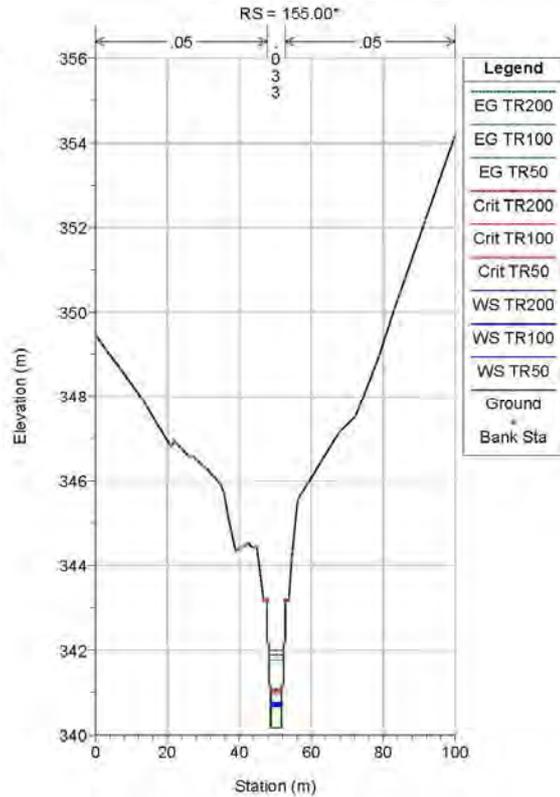
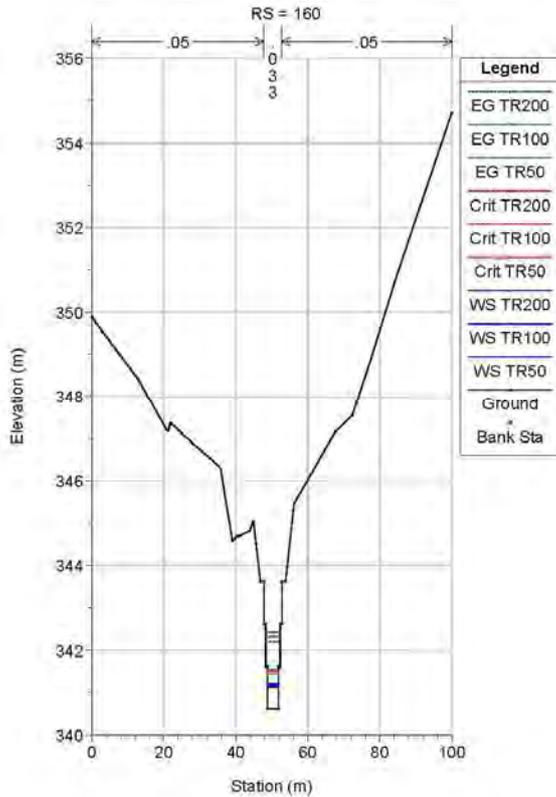
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	216 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

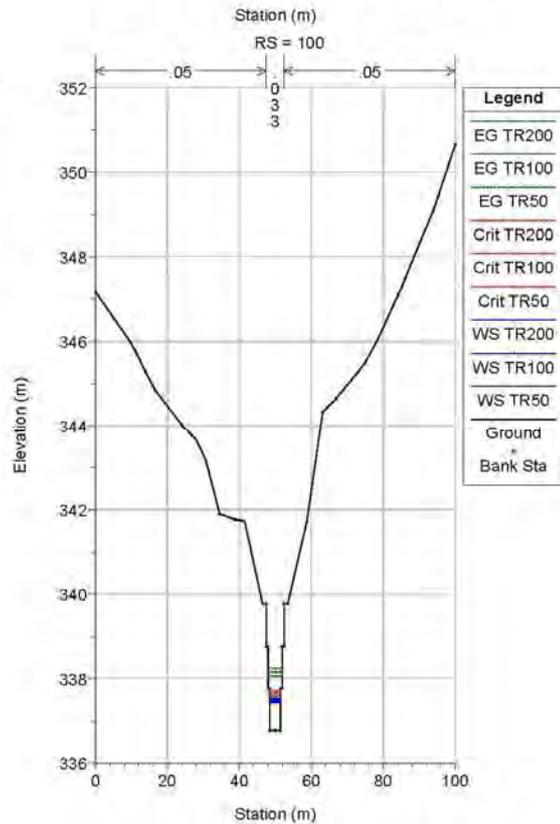
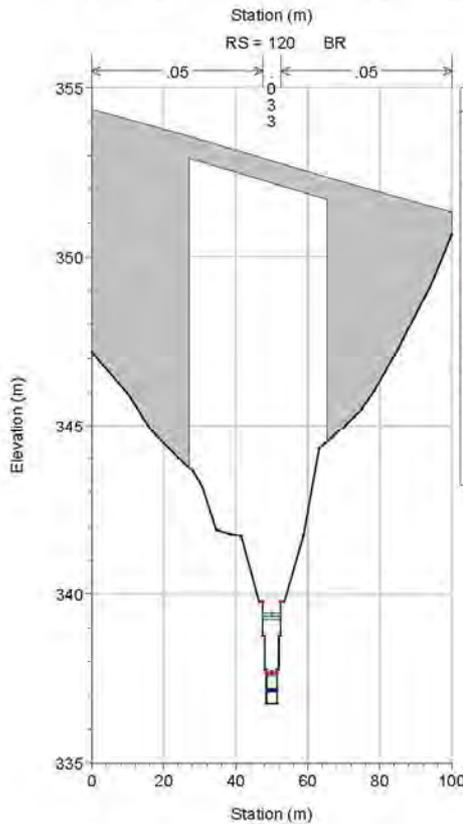
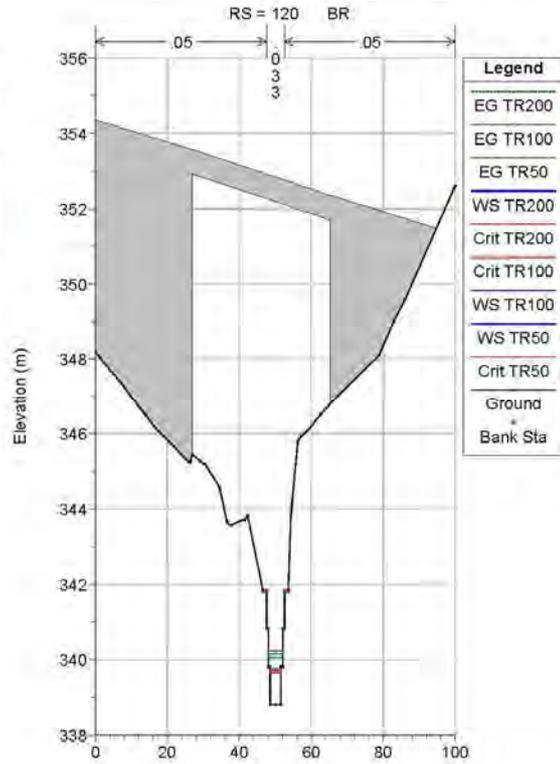
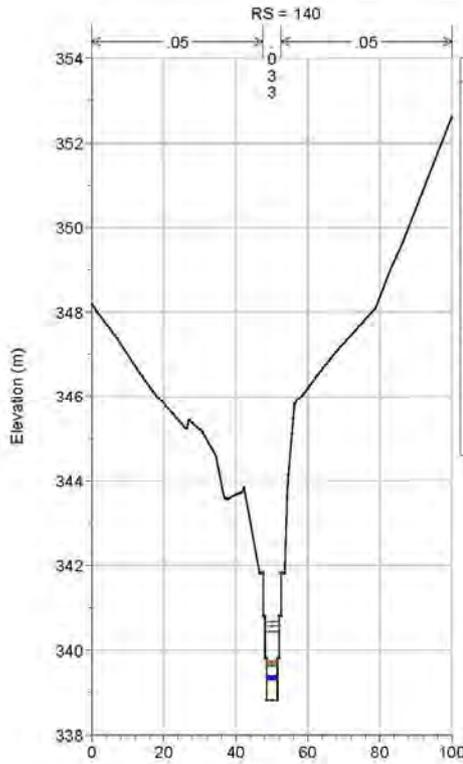
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	217 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

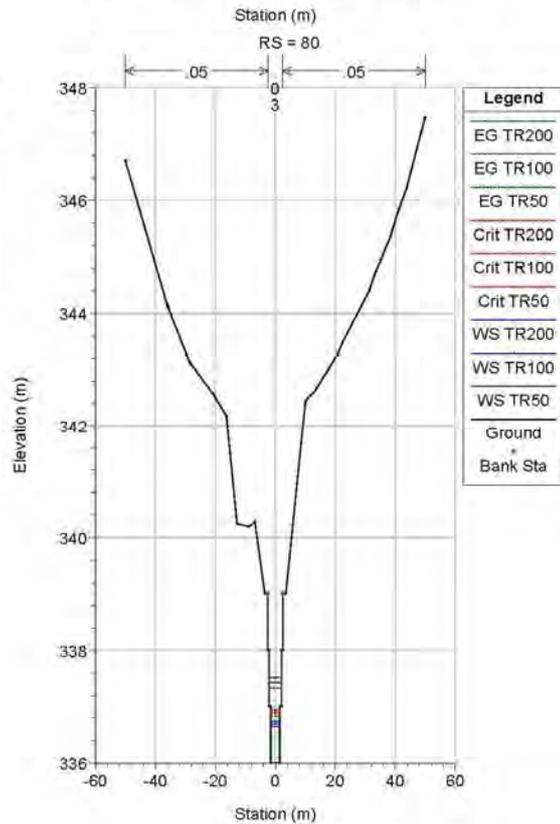
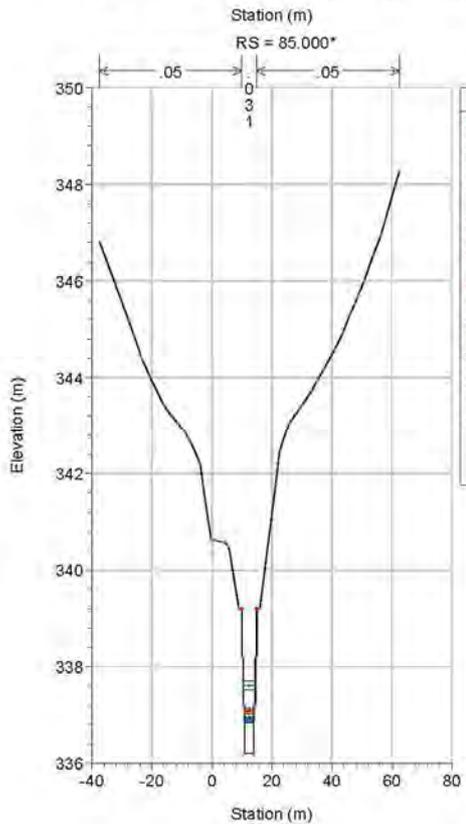
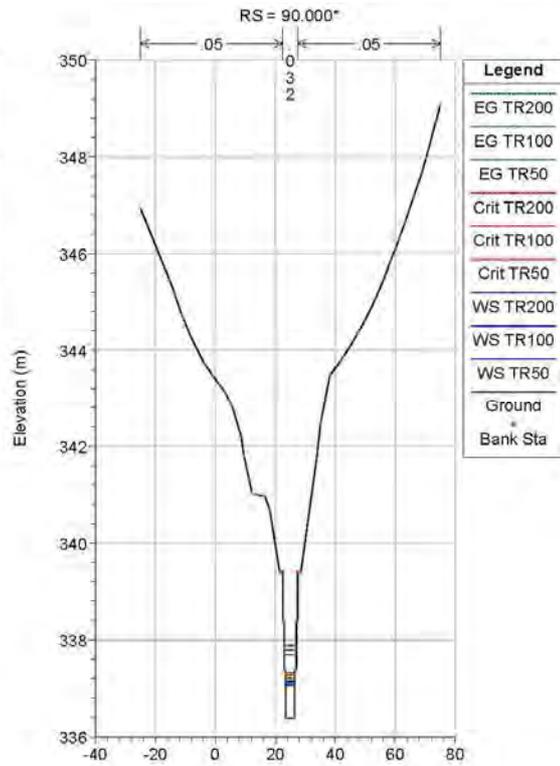
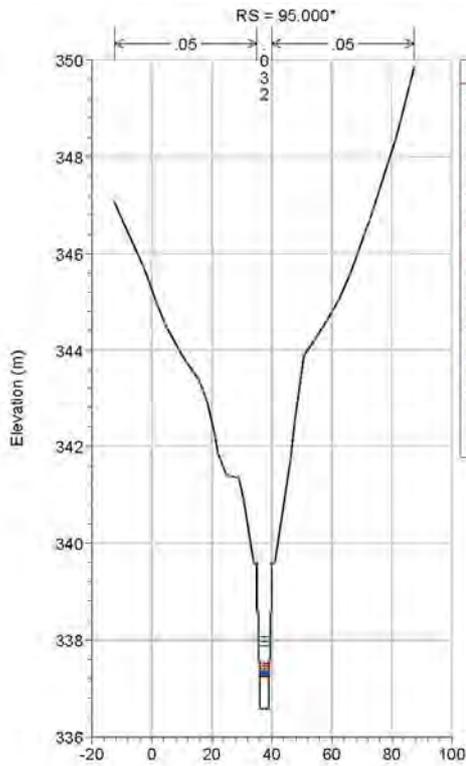
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	218 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

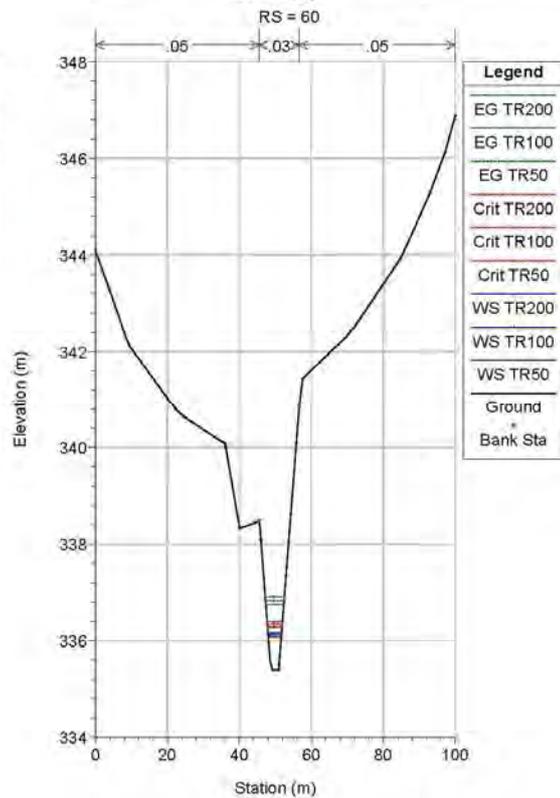
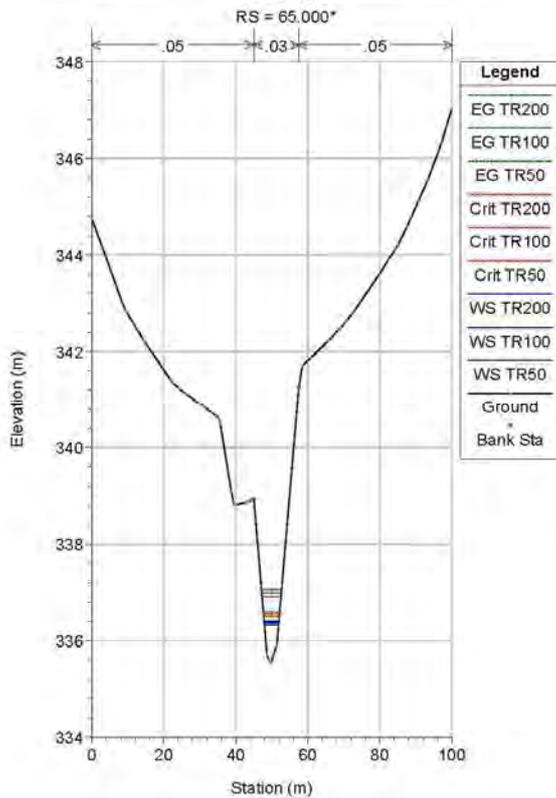
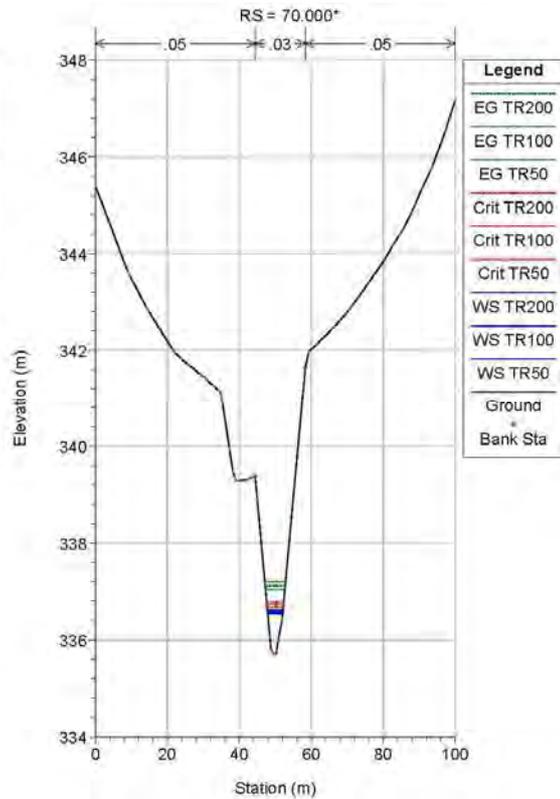
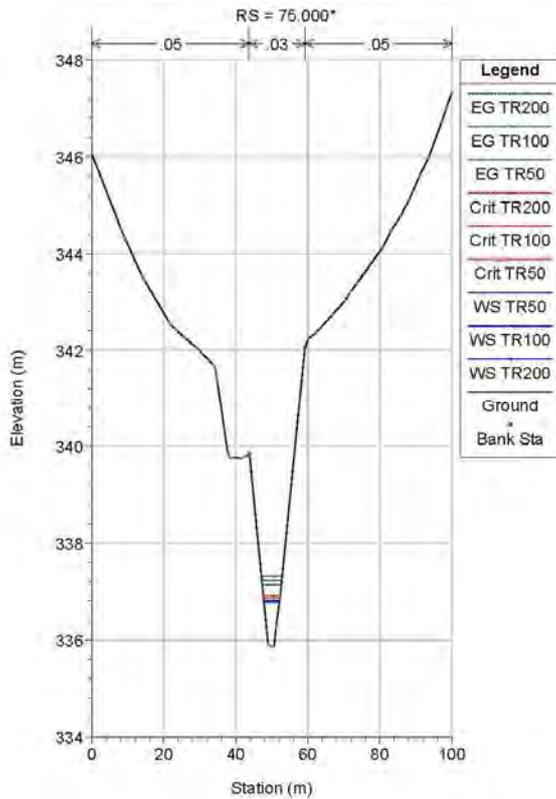
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	219 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

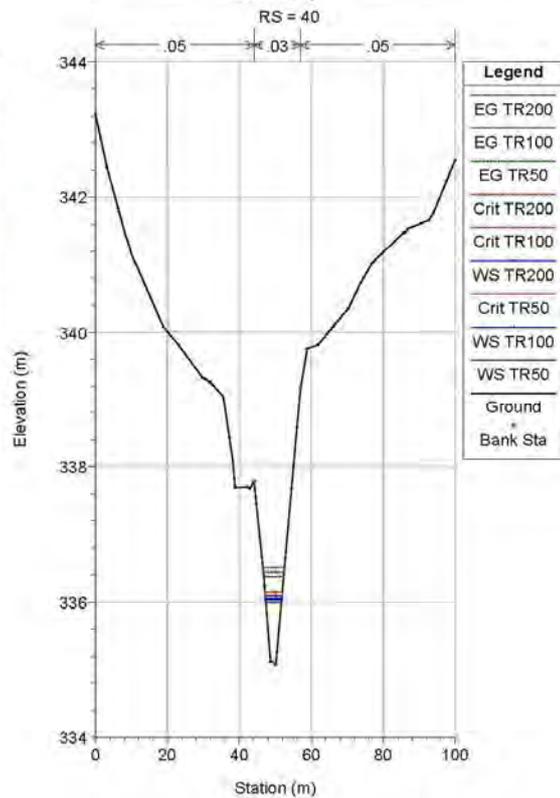
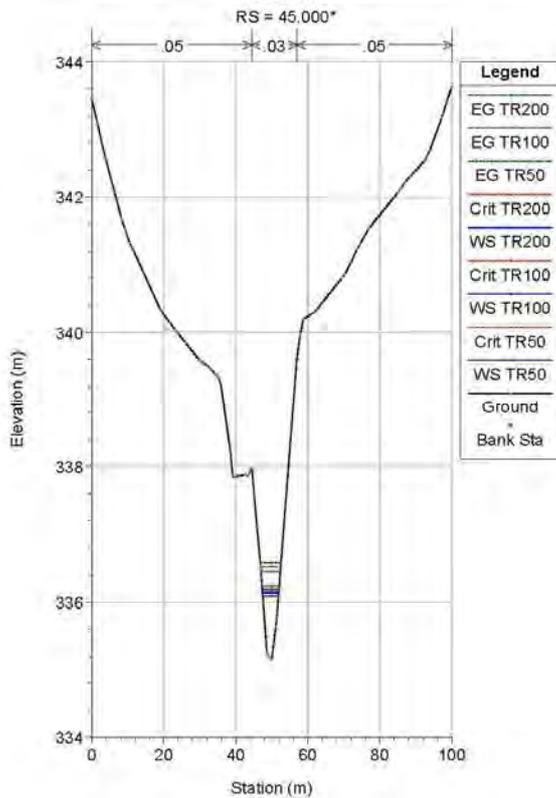
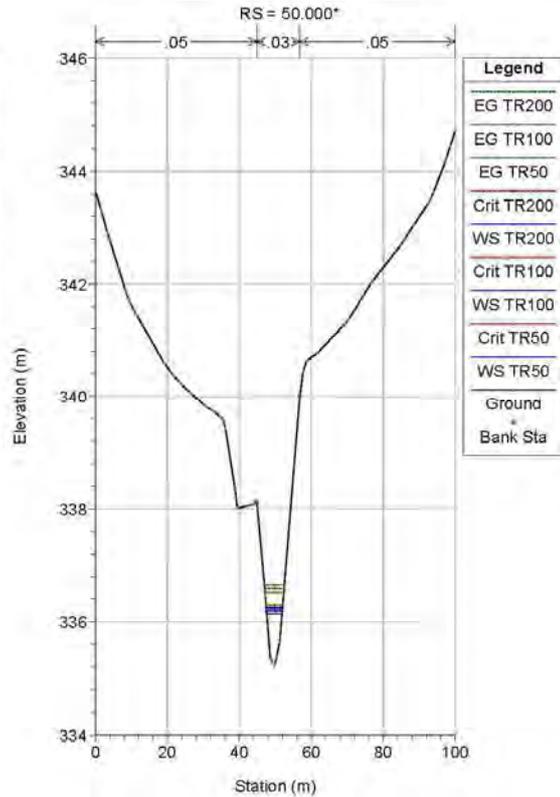
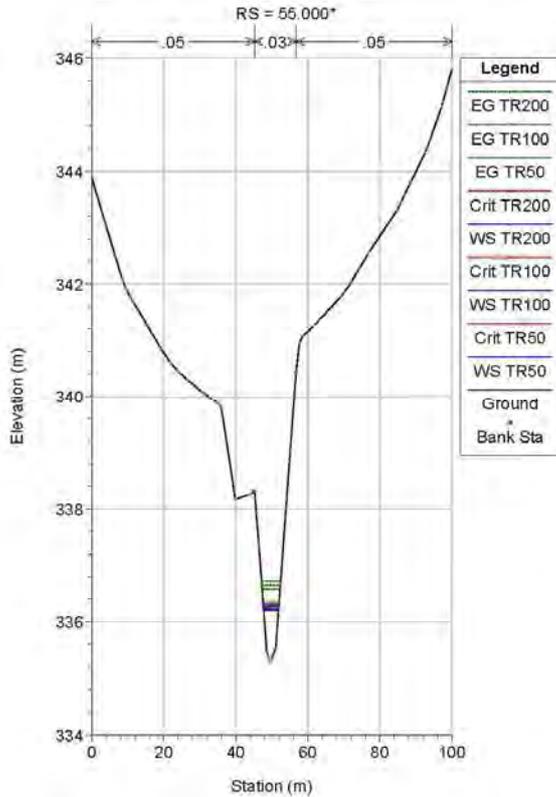
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	220 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

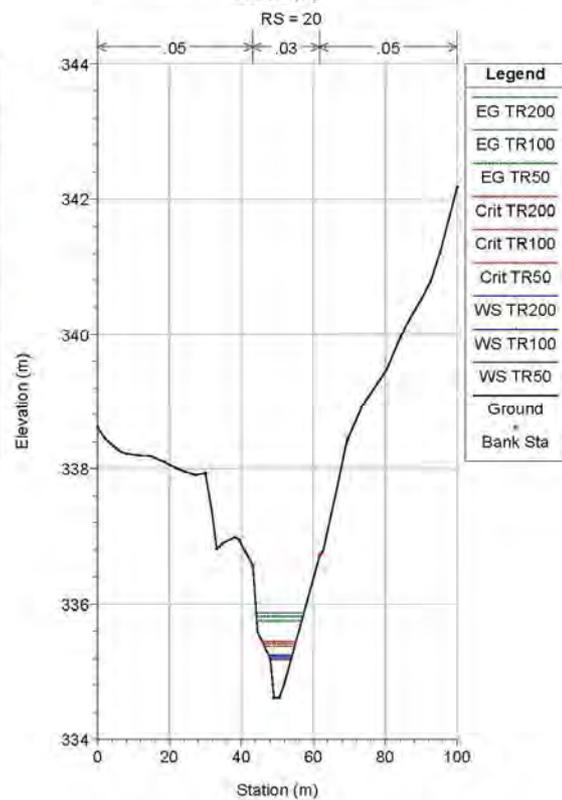
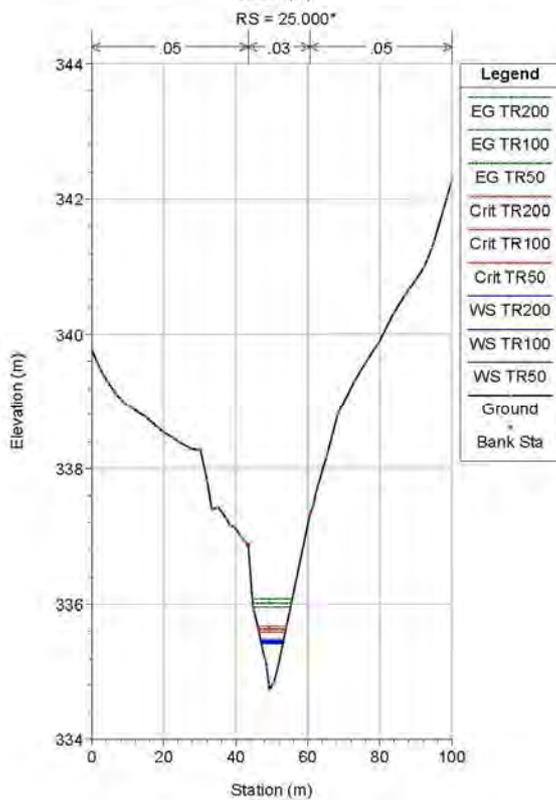
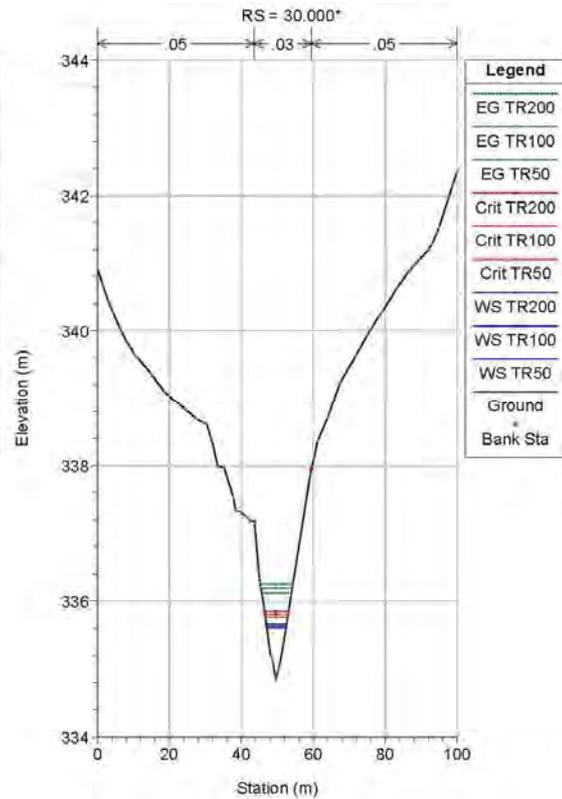
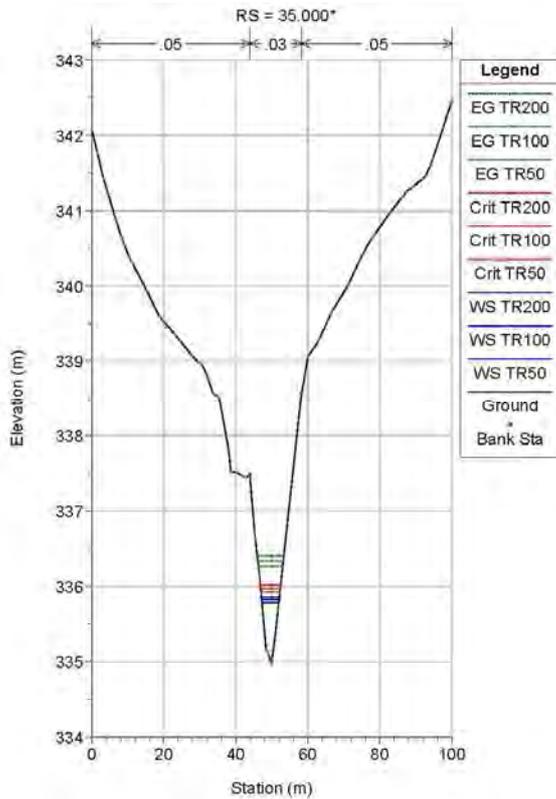
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	221 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

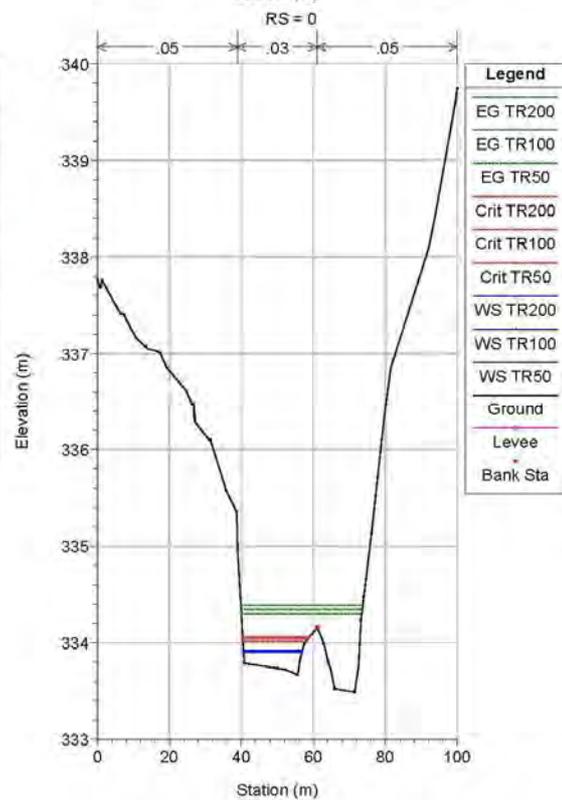
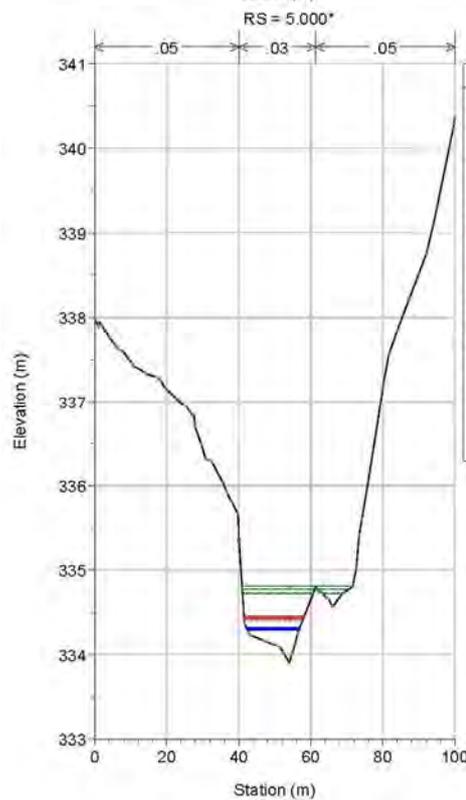
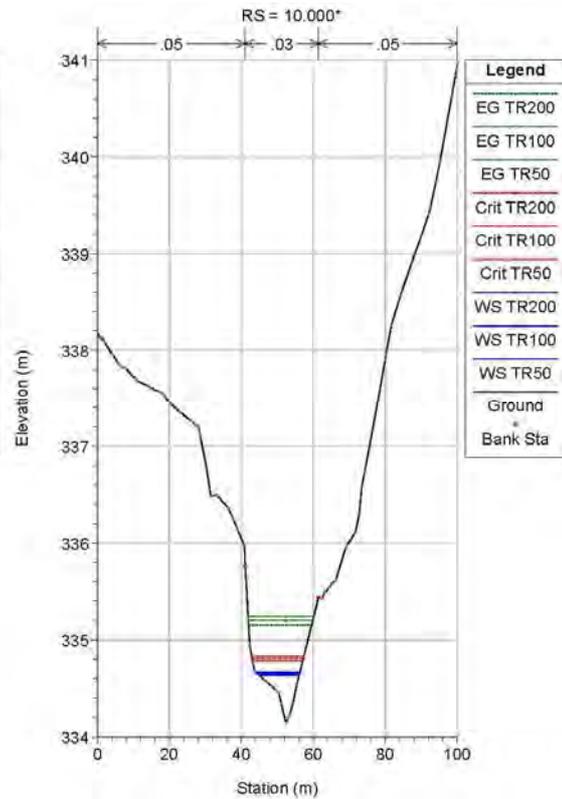
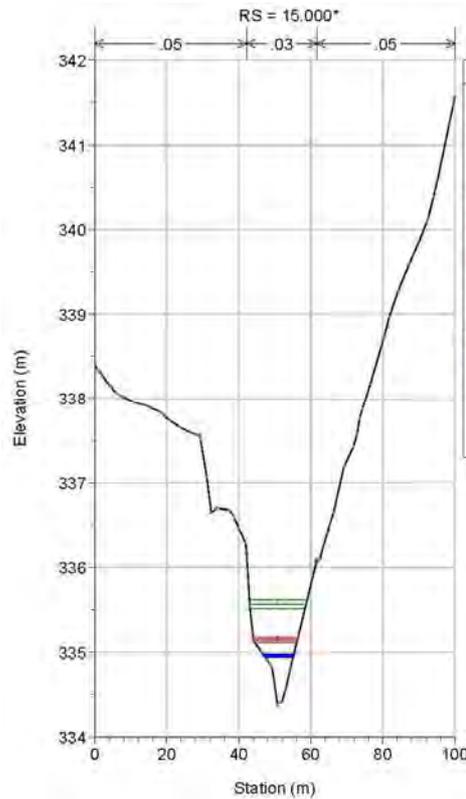
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	222 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	223 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	224 di 321

ESINO

ANTE OPERAM

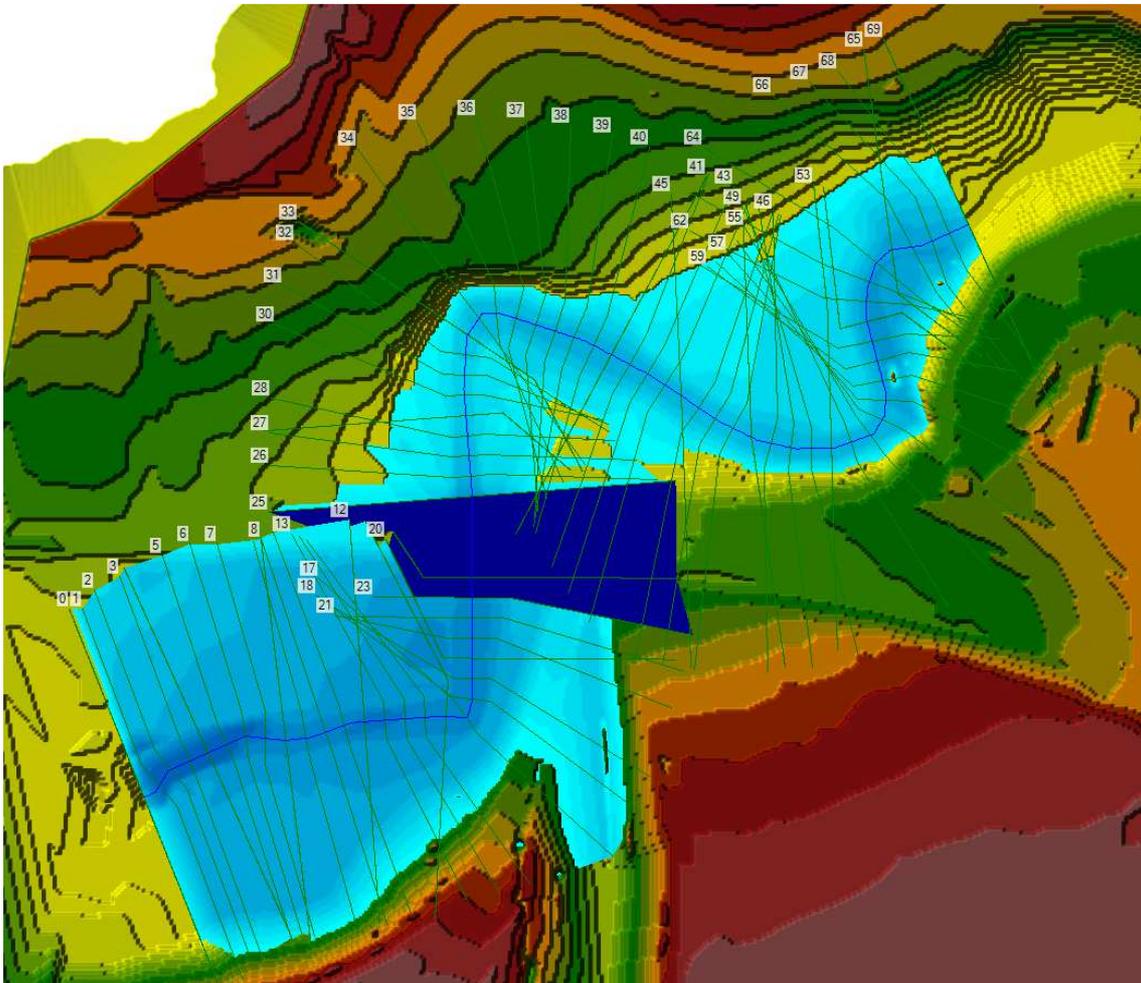
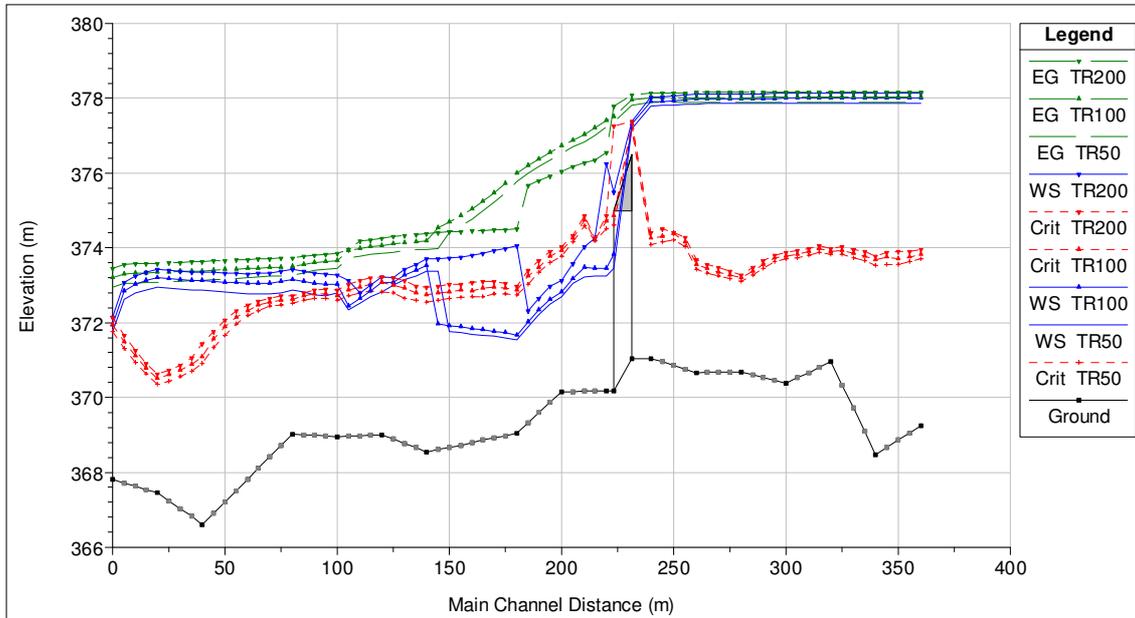


Figura 22: Planimetria ante operam Tr 200 anni

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	225 di 321



River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
100	369.24	378.13	373.96	378.16	0.00009	1.07	441.91	95.05	0.12
99.750*	369.05	378.13	373.9	378.16	0.000084	1.05	455.57	96.6	0.12
99.500*	368.86	378.14	373.91	378.16	0.000079	1.03	470.38	98.19	0.12
99.250*	368.67	378.14	373.88	378.16	0.000074	1.01	486.1	99.78	0.11
99	368.48	378.14	373.78	378.16	0.00007	0.97	502.54	100	0.11
98.750*	369.1	378.14	373.9	378.16	0.000067	0.98	502.64	100	0.11
98.500*	369.72	378.14	373.97	378.16	0.000066	0.98	502.48	100	0.11
98.250*	370.34	378.14	374.03	378.16	0.000066	0.96	502.04	99.92	0.12
98	370.96	378.14	373.98	378.16	0.000066	0.94	501.47	99.45	0.12
97.750*	370.82	378.13	374.07	378.16	0.000072	0.99	487.21	98.3	0.12
97.500*	370.67	378.13	373.99	378.16	0.000078	1.04	473.36	96.76	0.13
97.250*	370.53	378.13	373.93	378.16	0.000085	1.09	460.39	94.94	0.13
97	370.39	378.13	373.88	378.16	0.000093	1.14	448.48	93.11	0.13
96.750*	370.46	378.13	373.8	378.16	0.000096	1.16	436.04	90.23	0.14
96.500*	370.54	378.12	373.65	378.16	0.000096	1.17	427.8	87.21	0.14
96.250*	370.62	378.12	373.47	378.15	0.000094	1.16	423.8	83.72	0.14
96	370.7	378.12	373.28	378.15	0.000092	1.15	423.4	82.5	0.14
95.750*	370.69	378.12	373.37	378.15	0.000101	1.21	405.81	80.87	0.15

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	226 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
95.500*	370.68	378.11	373.47	378.15	0.000111	1.27	389.32	79.61	0.15
95.250*	370.68	378.11	373.56	378.15	0.000122	1.33	373.77	76.92	0.16
95	370.67	378.1	373.67	378.15	0.000135	1.4	358.13	73.96	0.17
94.750*	370.76	378.08	374.28	378.15	0.000173	1.52	313.61	70.84	0.19
94.500*	370.86	378.06	374.42	378.14	0.000209	1.61	278.2	67.95	0.2
94.250*	370.95	378.04	374.5	378.14	0.000236	1.64	252.4	65.82	0.21
94	371.05	378.03	374.41	378.14	0.000258	1.64	240.57	75.54	0.21
93.5									
93	370.19	376.24	374.87	376.54	0.001275	3.06	174.12	92.6	0.42
92.750*	370.18	374.25	374.25	376.35	0.011165	6.96	52.99	30.45	1.19
92.500*	370.17	374.04	374.86	376.27	0.012334	7.36	59.13	46.19	1.28
92.250*	370.16	373.57	374.33	376.17	0.016827	8.2	54.53	41.6	1.5
92	370.15	373.13	374.04	376.04	0.022463	9.01	50.53	37.95	1.75
91.750*	369.88	372.96	373.92	375.93	0.020599	8.63	47.75	33.83	1.71
91.500*	369.6	372.66	373.66	375.81	0.021822	8.55	44.16	31.53	1.75
91.250*	369.33	372.33	373.39	375.67	0.023806	8.54	40.96	30.69	1.81
91	369.05	374.05	372.98	374.51	0.00172	3.43	118.84	49.18	0.54
90.750*	368.98	373.99	373.06	374.5	0.001846	3.53	112.65	47.32	0.55
90.500*	368.92	373.93	373.1	374.48	0.002	3.63	106.68	46.23	0.58
90.250*	368.86	373.86	373.1	374.47	0.002162	3.74	100.92	45.05	0.6
90.000*	368.8	373.81	373.07	374.45	0.002277	3.8	96.3	42.9	0.61
89.750*	368.73	373.76	373.03	374.44	0.002383	3.86	92.42	41.4	0.63
89.500*	368.67	373.73	373.02	374.42	0.002464	3.89	89.36	40.19	0.63
89.250*	368.61	373.7	372.99	374.41	0.002496	3.89	87.5	39.63	0.64
89	368.54	373.7	372.96	374.4	0.002462	3.85	88.04	42.41	0.63
88.750*	368.66	373.55	372.98	374.37	0.00303	4.16	80.59	41.17	0.7
88.500*	368.77	373.43	373.12	374.34	0.003531	4.39	77.35	41.93	0.75
88.250*	368.89	373.21	373.2	374.31	0.004633	4.8	71.02	41.61	0.85
88	369.01	373.24	373.24	374.26	0.004459	4.73	76.05	44.53	0.83
87.750*	368.99	373	373.19	374.22	0.005653	5.16	69.87	42.89	0.93
87.500*	368.98	372.79	373.12	374.17	0.0069	5.53	66.28	42.93	1.02
87.250*	368.97	373.12	373.01	373.96	0.003834	4.5	89.81	49.67	0.78
87	368.95	373.28	372.87	373.87	0.002651	3.91	109.3	54.4	0.65
86.750*	368.97	373.29	372.89	373.84	0.002745	3.94	113.57	56.99	0.66

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	227 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
86.500*	368.99	373.32	372.88	373.81	0.002671	3.86	120.75	60.15	0.65
86.250*	369	373.37	372.81	373.77	0.002444	3.67	130.99	63.55	0.61
86	369.02	373.42	372.73	373.73	0.002146	3.4	143.5	66.64	0.56
85.750*	368.71	373.37	372.72	373.72	0.002083	3.44	139.18	64.85	0.56
85.500*	368.41	373.33	372.65	373.71	0.001947	3.4	136.61	63.22	0.54
85.250*	368.11	373.32	372.58	373.7	0.001753	3.31	135.87	61.69	0.52
85.000*	367.81	373.31	372.46	373.69	0.001536	3.18	136.59	60.3	0.49
84.750*	367.51	373.32	372.31	373.67	0.001325	3.03	138.31	58.97	0.46
84.500*	367.21	373.33	372.08	373.66	0.001127	2.86	141.05	57.76	0.43
84.250*	366.91	373.34	371.78	373.65	0.000954	2.69	144.62	56.86	0.4
84	366.6	373.36	371.43	373.64	0.000801	2.53	149.13	55.87	0.36
83.750*	366.82	373.35	371.05	373.63	0.000718	2.43	136.39	45.65	0.35
83.500*	367.03	373.38	370.87	373.62	0.000575	2.2	142.16	42.41	0.32
83.250*	367.24	373.41	370.74	373.6	0.000467	2	152.37	42.79	0.29
83	367.45	373.43	370.64	373.59	0.000387	1.82	163.98	43.5	0.26
82.750*	367.54	373.36	370.92	373.58	0.000547	2.12	142.88	39.66	0.31
82.500*	367.63	373.26	371.26	373.57	0.000828	2.53	121.93	35.83	0.38
82.250*	367.72	373.07	371.65	373.55	0.001431	3.16	99.65	31.95	0.49
82	367.81	372.13	372.13	373.45	0.005938	5.22	59.43	25.36	0.95

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

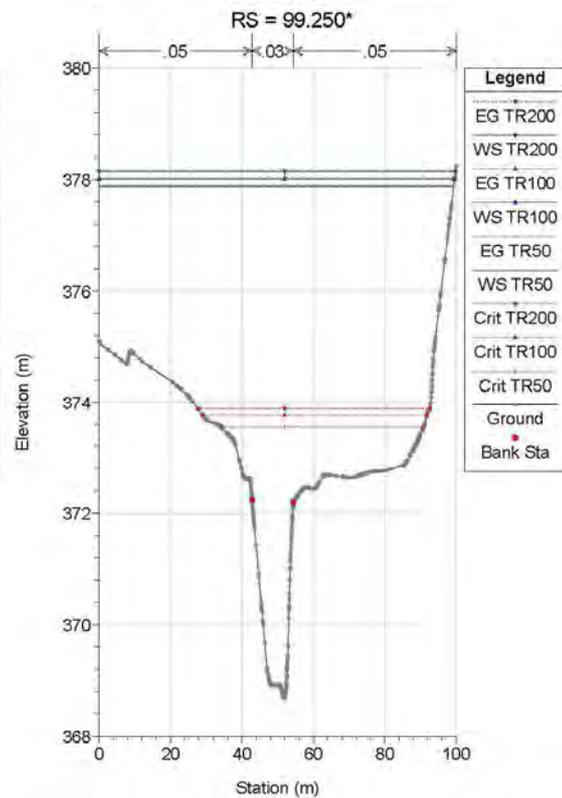
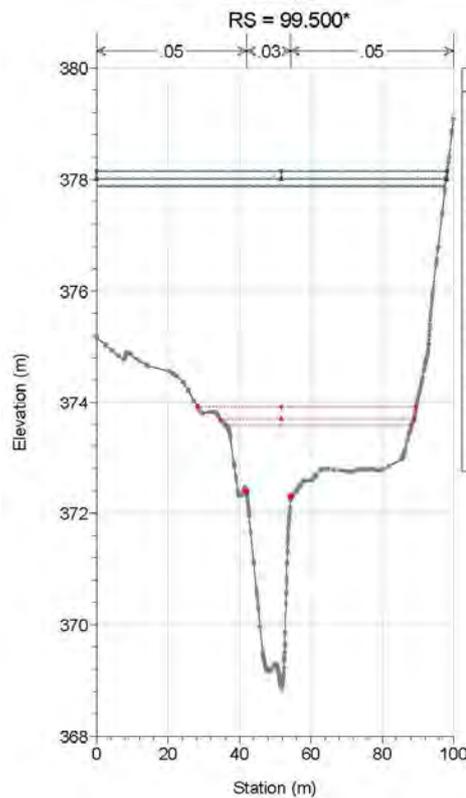
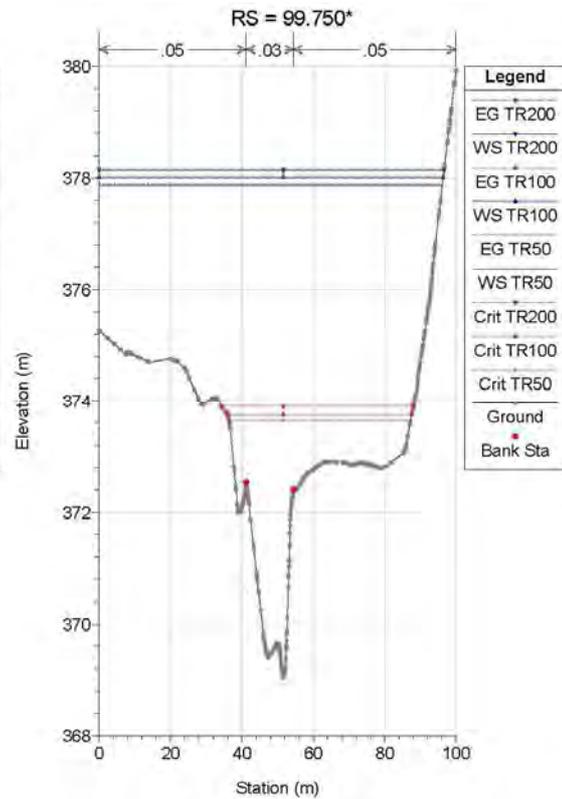
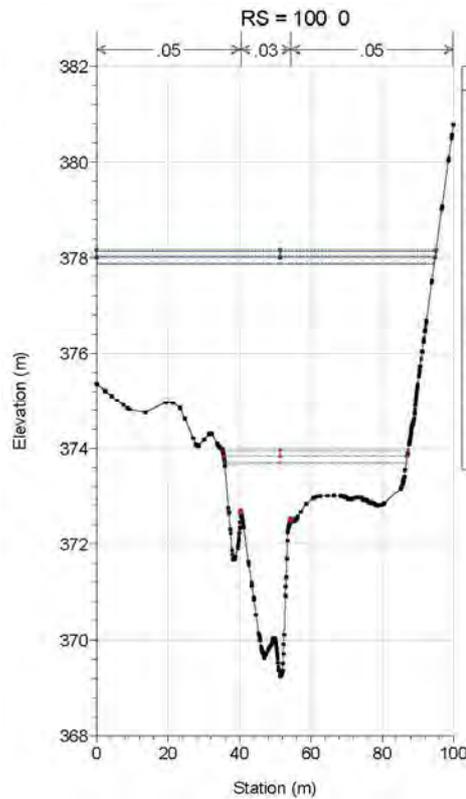
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	228 di 321

Plan: ao Esino 1 RS: 93.5 Profile: TR200				
E.G. US. (m)	378.14	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	378.03	E.G. Elev (m)	378.08	377.79
Q Total (m3/s)	272.51	W.S. Elev (m)	377.39	375.5
Q Bridge (m3/s)	154.53	Crit W.S. (m)	377.39	377.26
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	6.34	5.31
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.23	6.64
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	84.44	41.02
Weir Submerg		Froude # Chl	0.47	0.93
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	266.54	294.77
Min El Weir Flow (m)	376.5	Hydr Depth (m)	1.42	
Min El Prs (m)	375	W.P. Total (m)	86.64	27.39
Delta EG (m)	1.6	Conv. Total (m3/s)	2534.6	1890.1
Delta WS (m)	1.79	Top Width (m)	59.5	
BR Open Area (m2)	34.77	Frctn Loss (m)	0.07	
BR Open Vel (m/s)	4.44	C & E Loss (m)	0.06	
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	110.48	305.32
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	356.54	2028.12

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

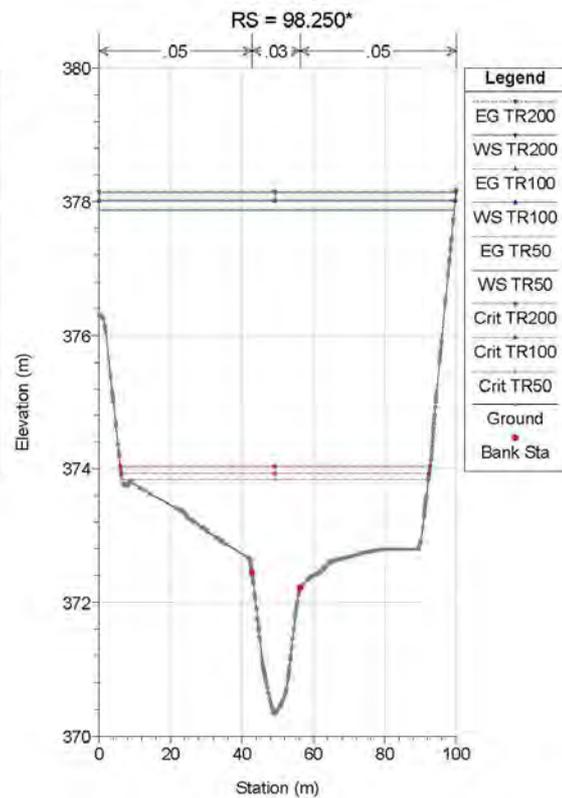
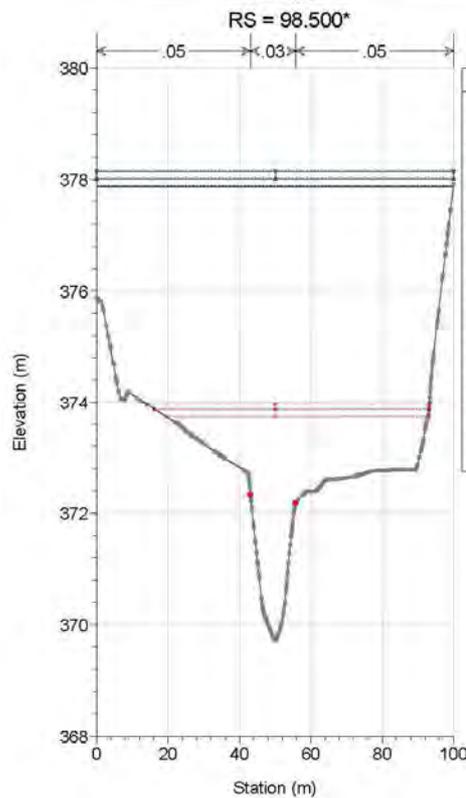
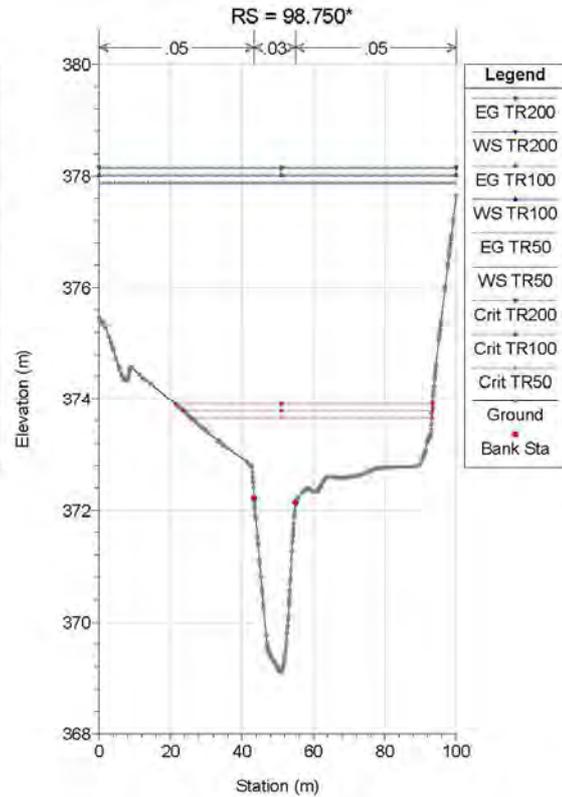
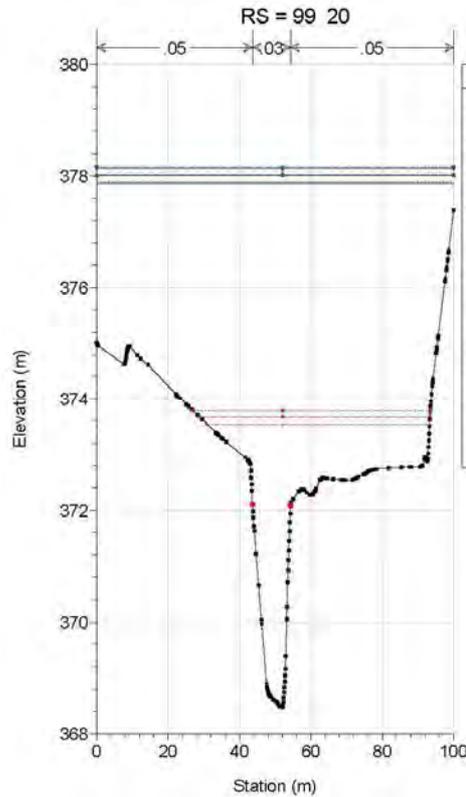
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	229 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

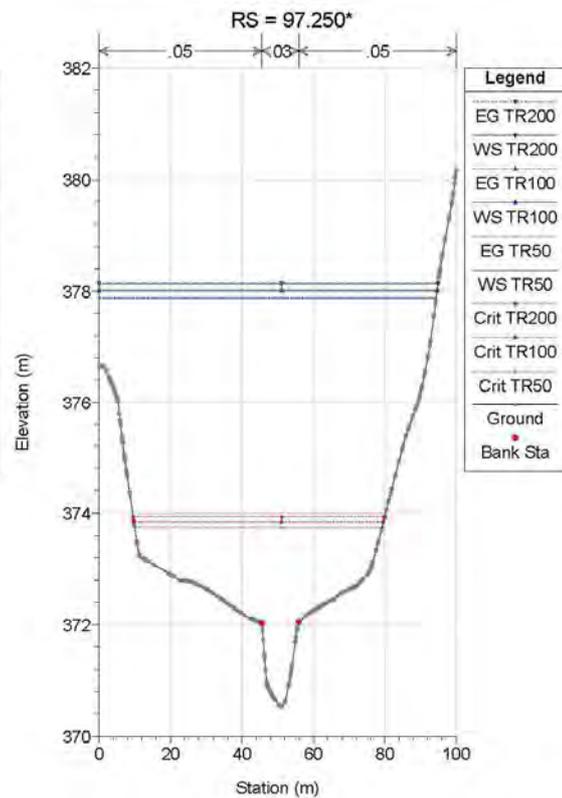
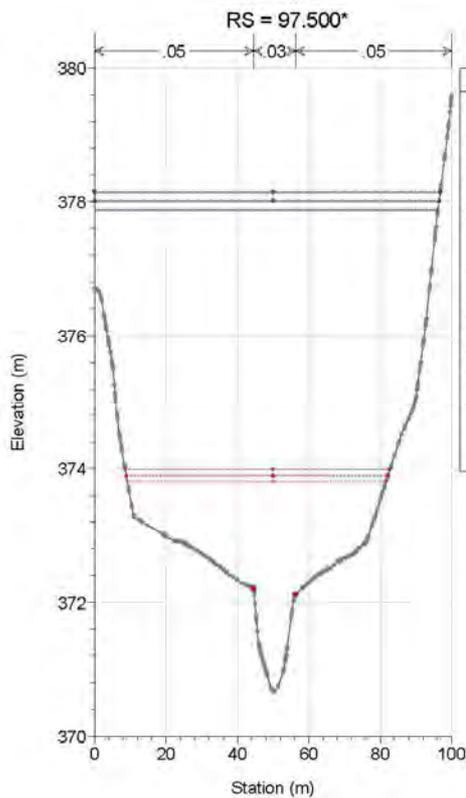
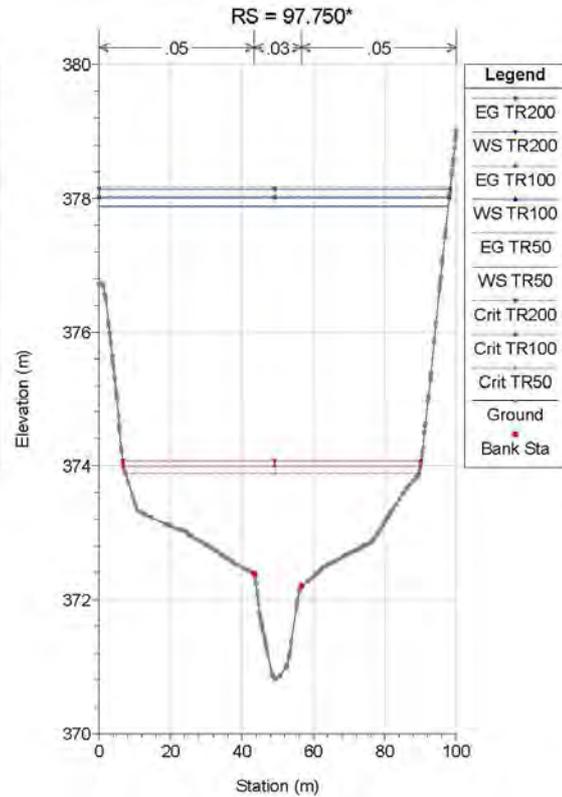
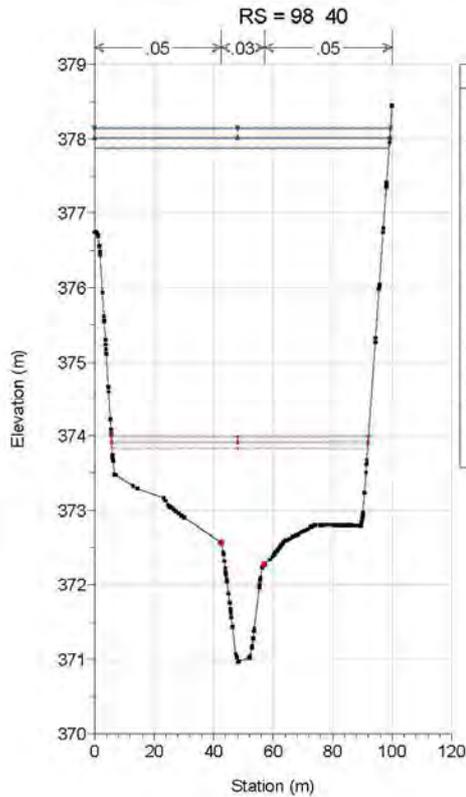
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	230 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

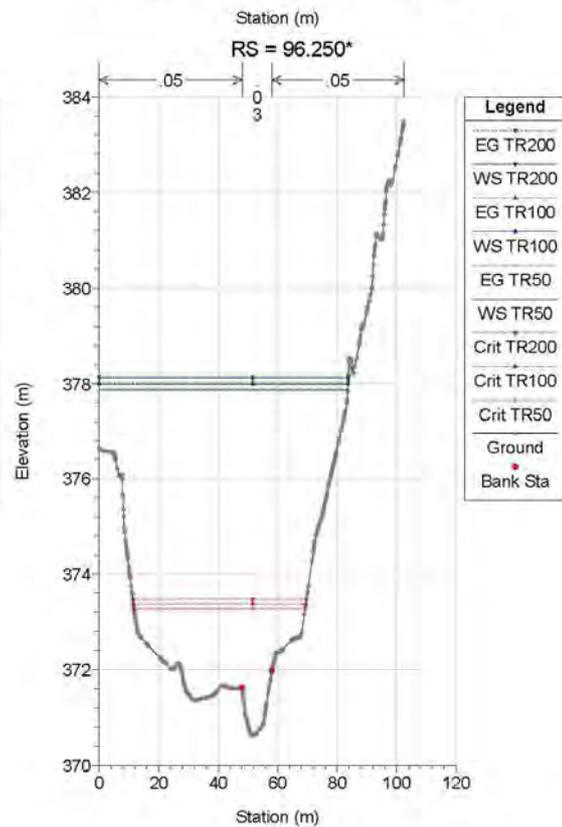
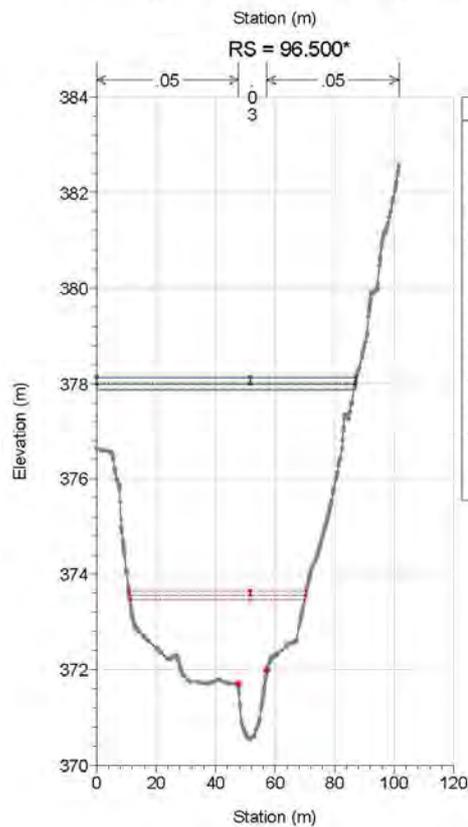
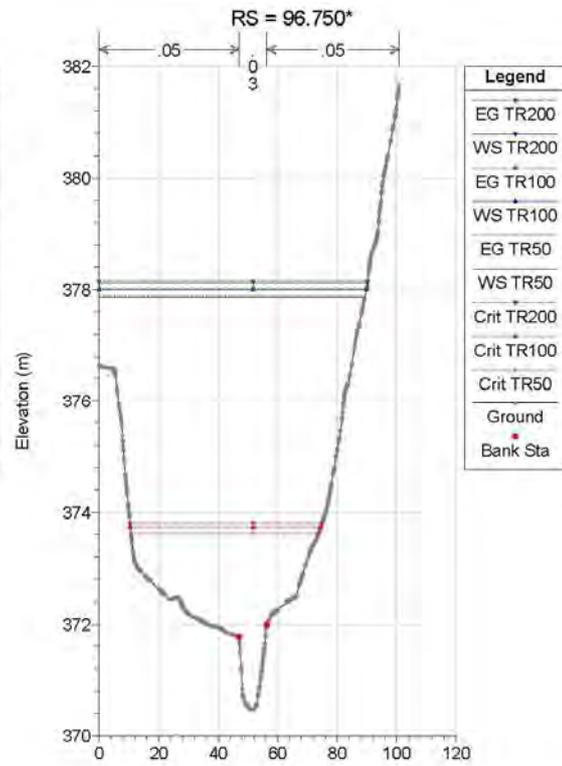
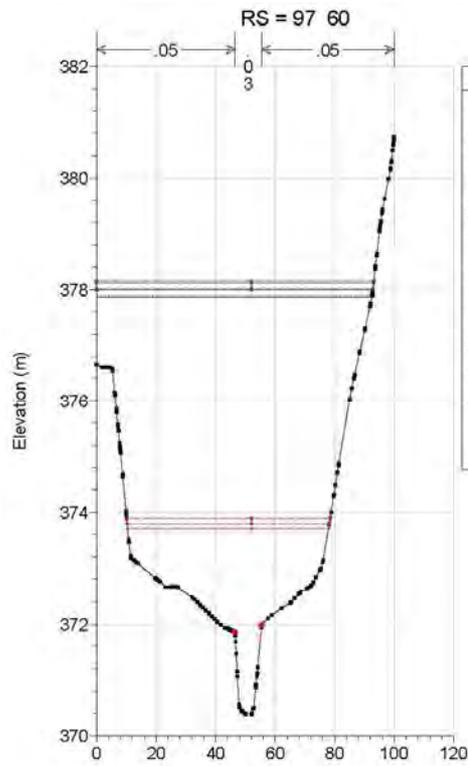
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	231 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

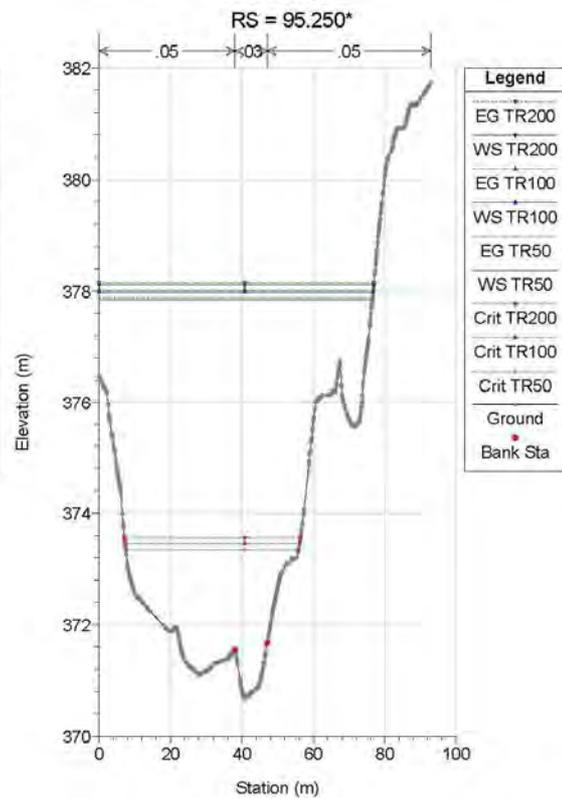
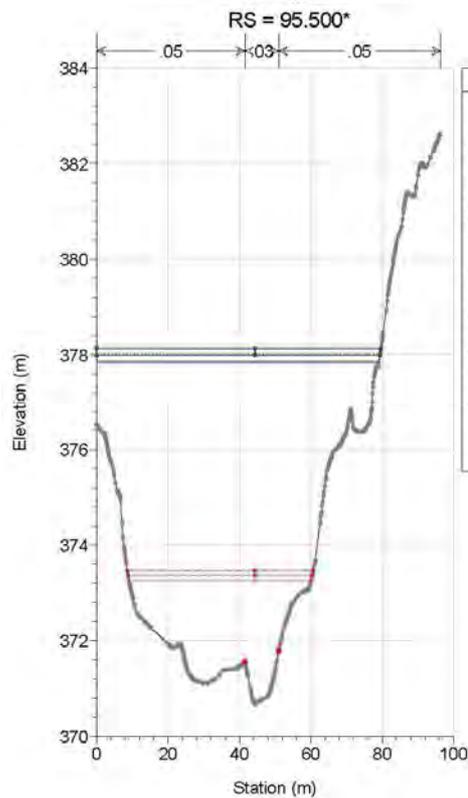
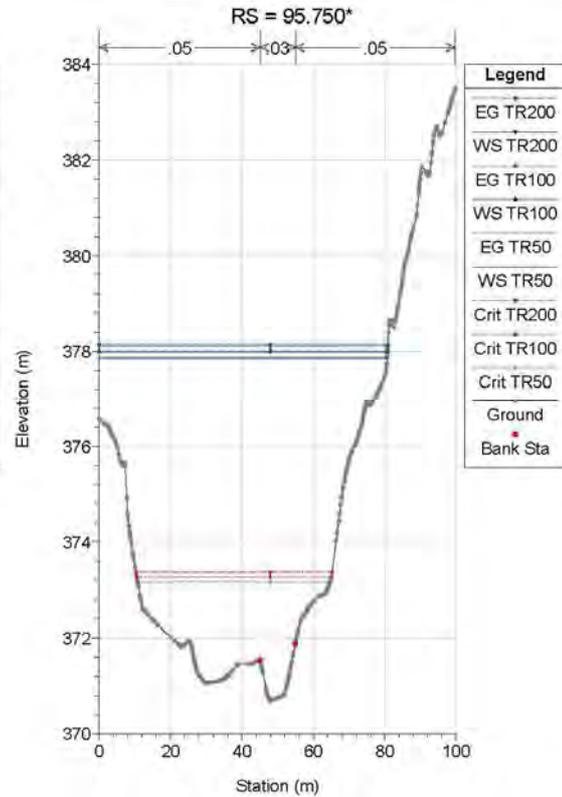
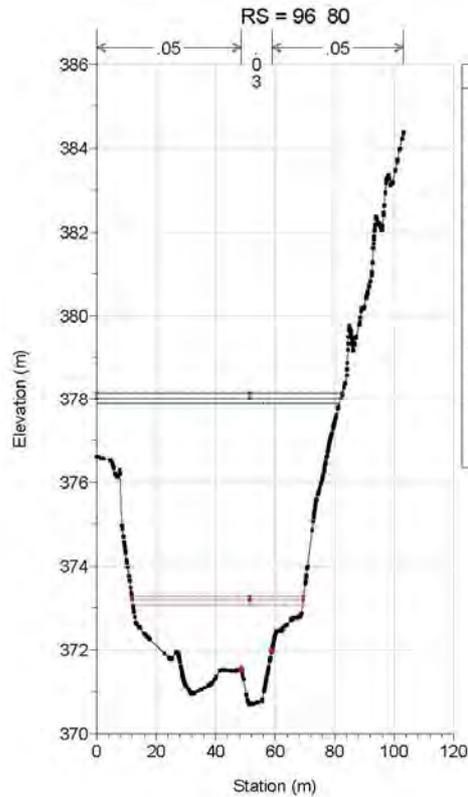
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	232 di 321



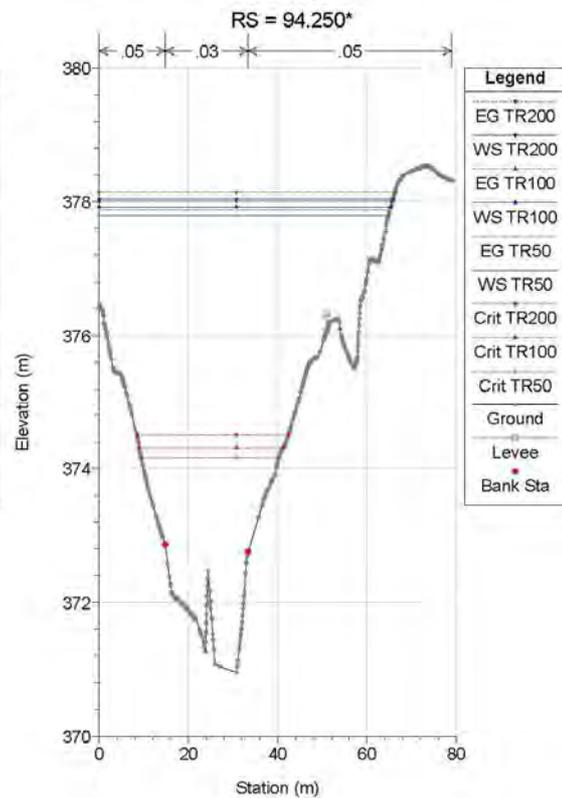
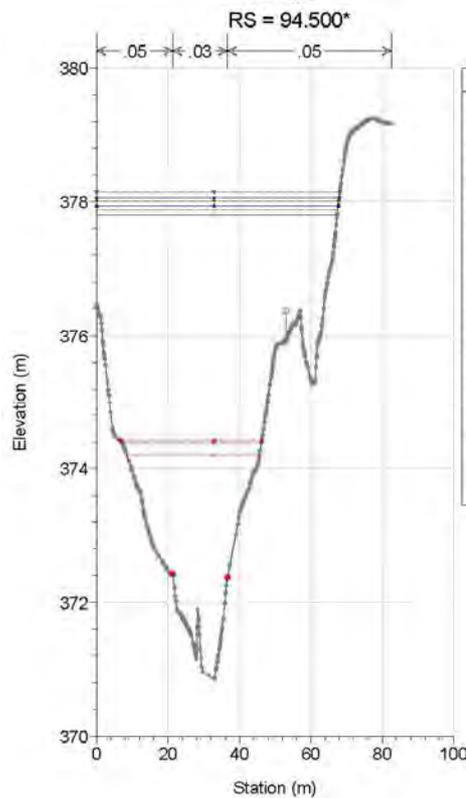
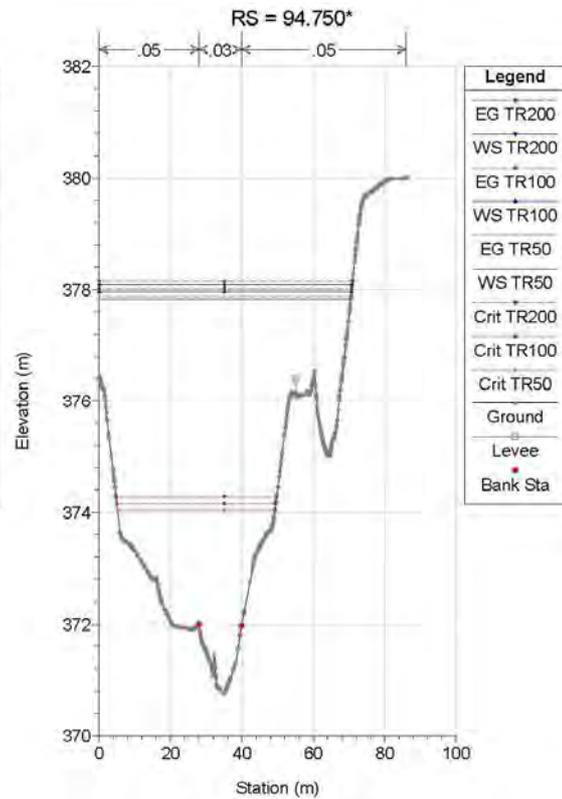
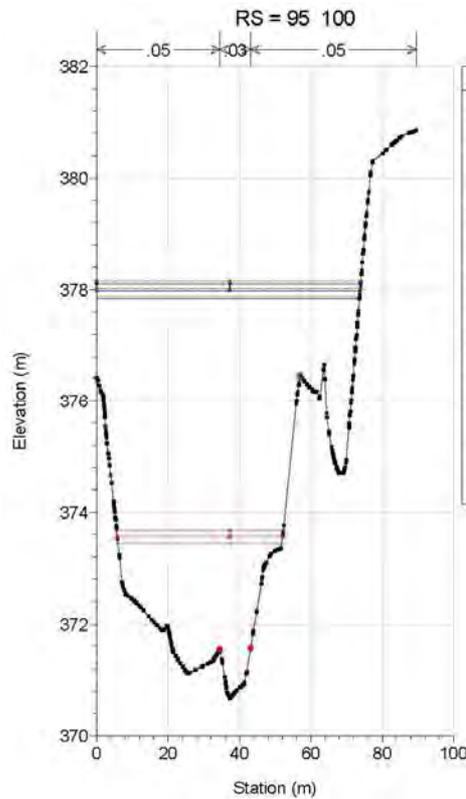
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	233 di 321



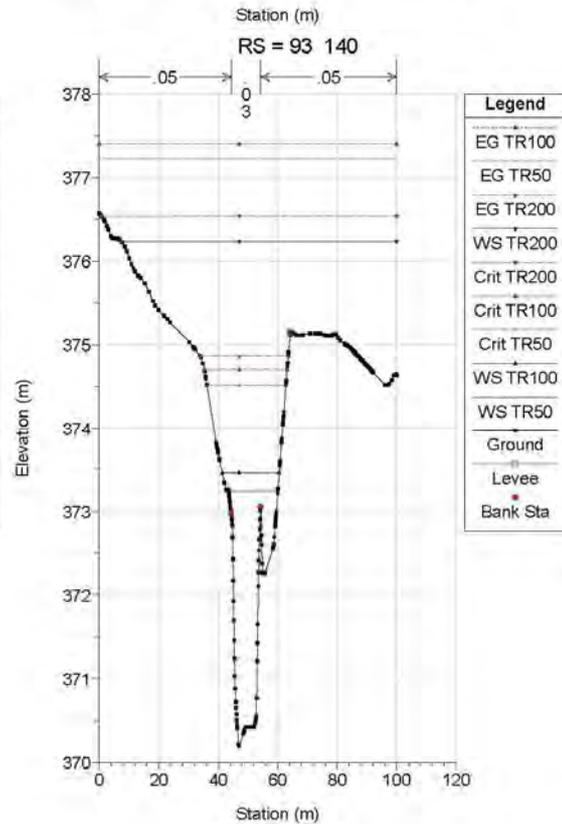
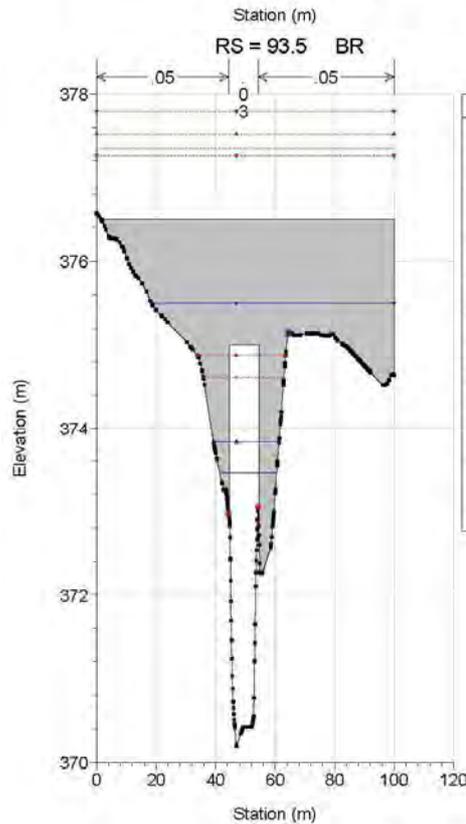
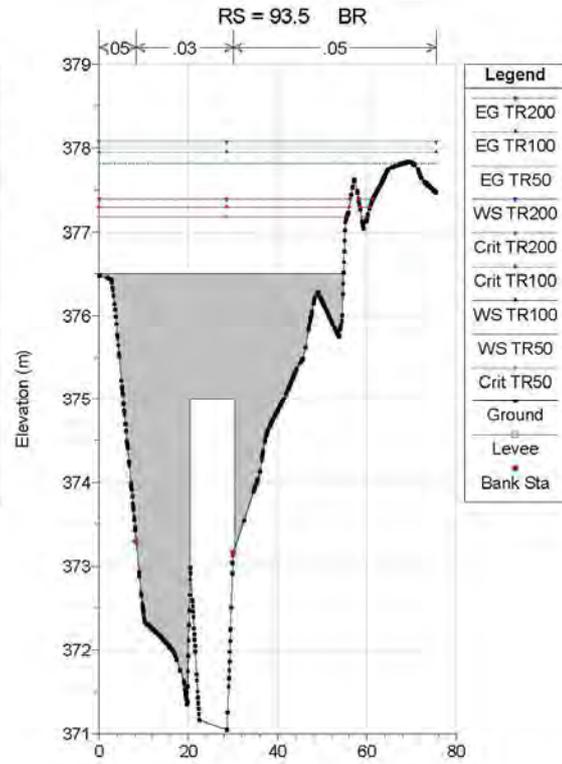
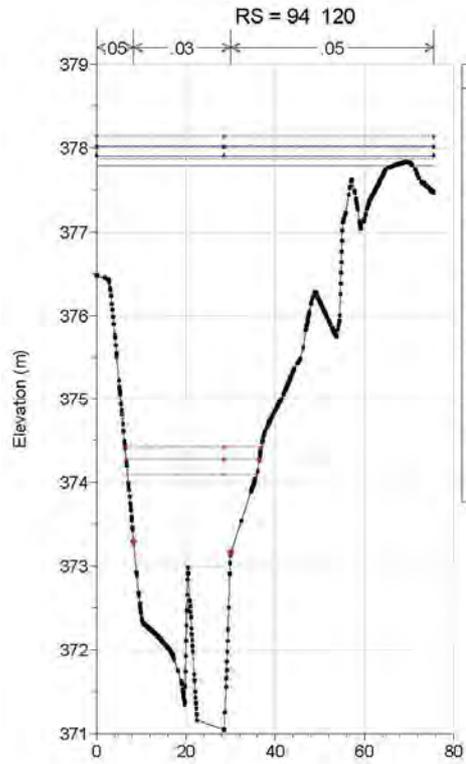
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	234 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

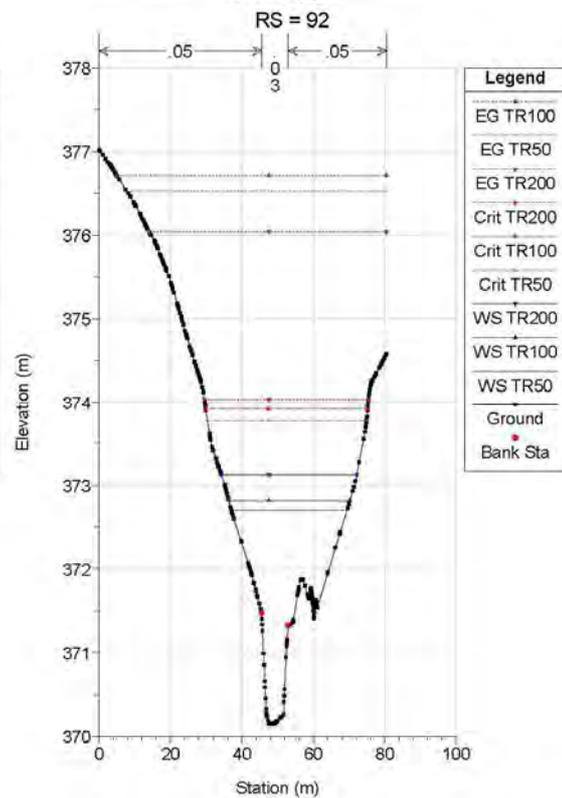
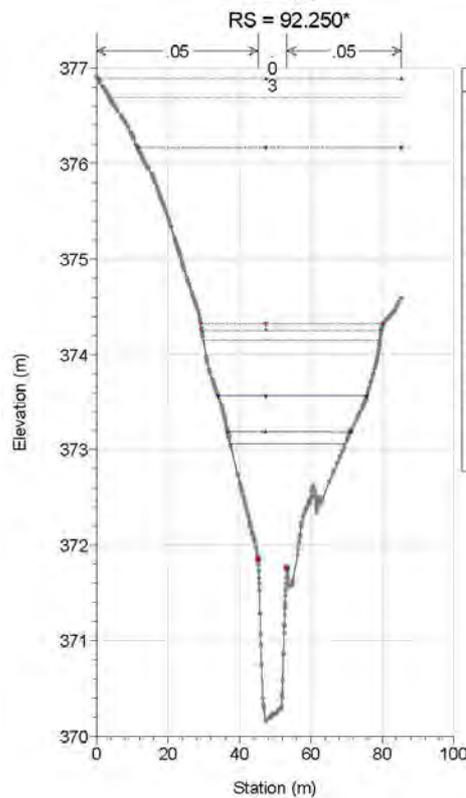
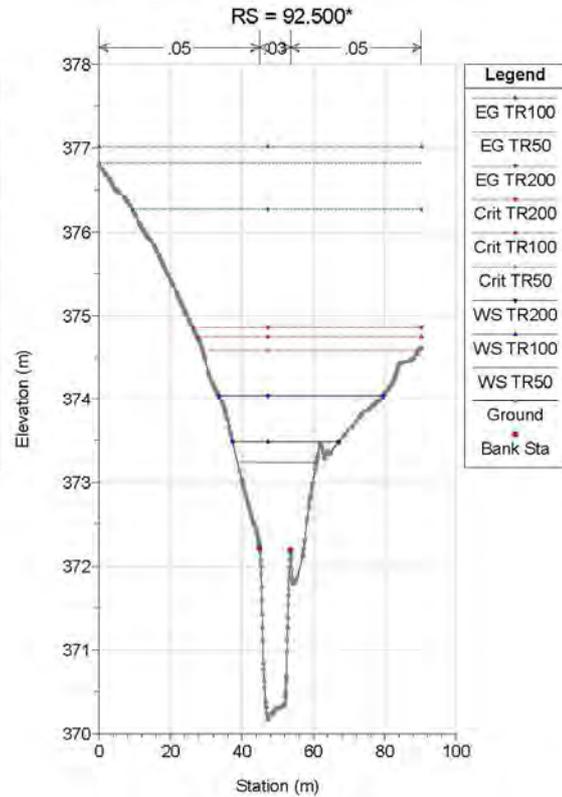
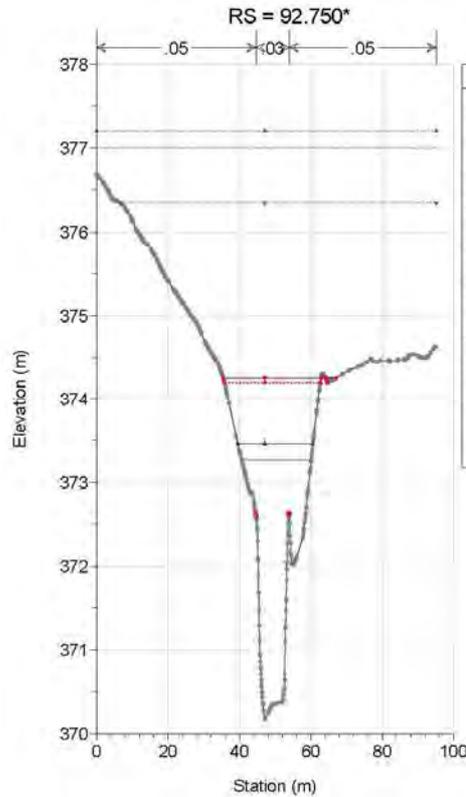
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	235 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

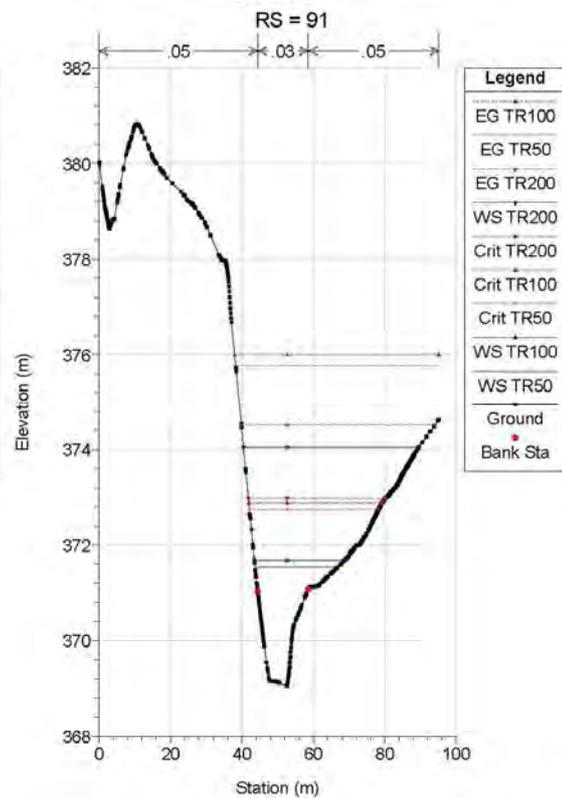
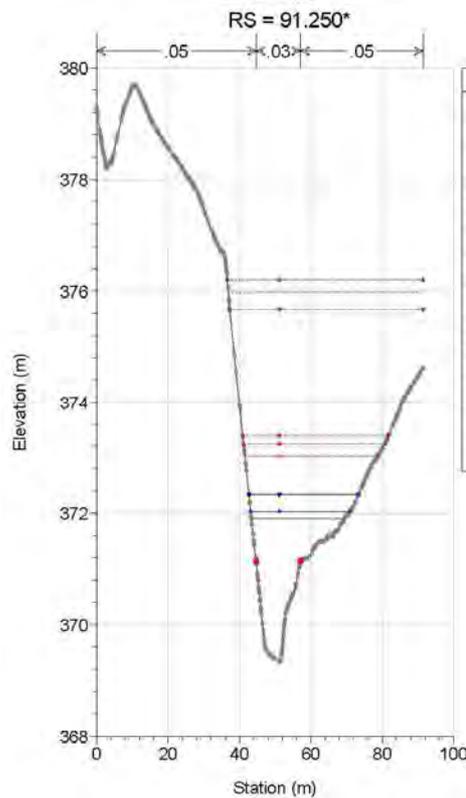
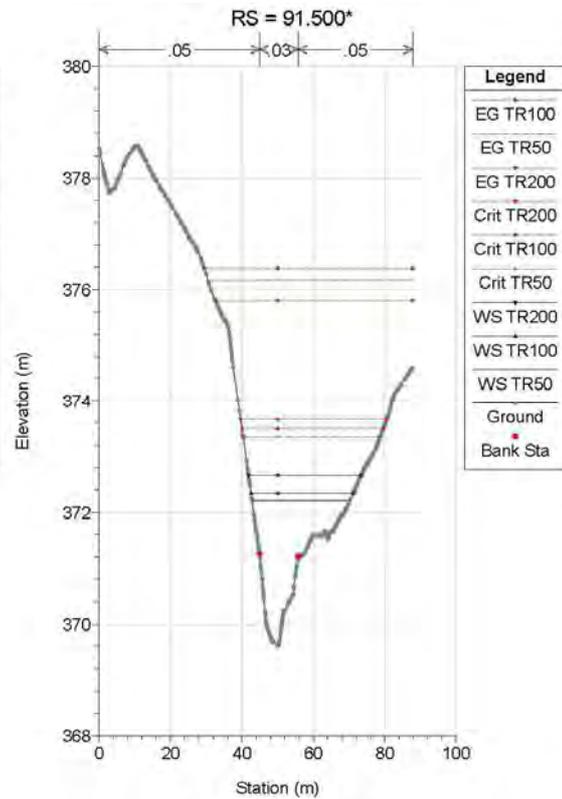
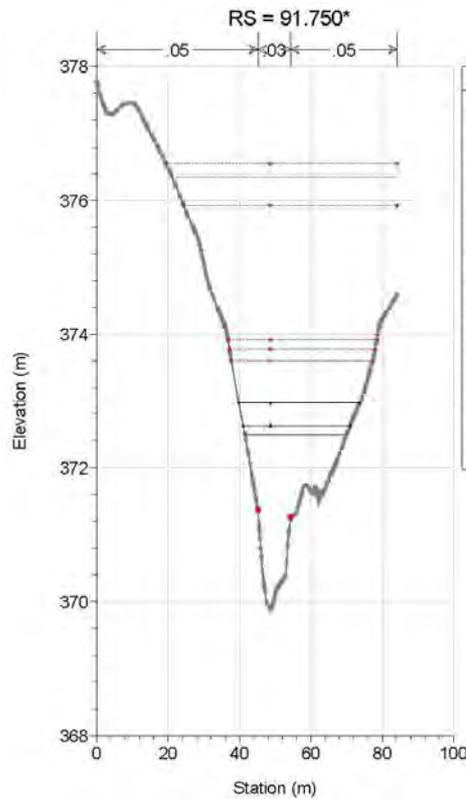
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	236 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

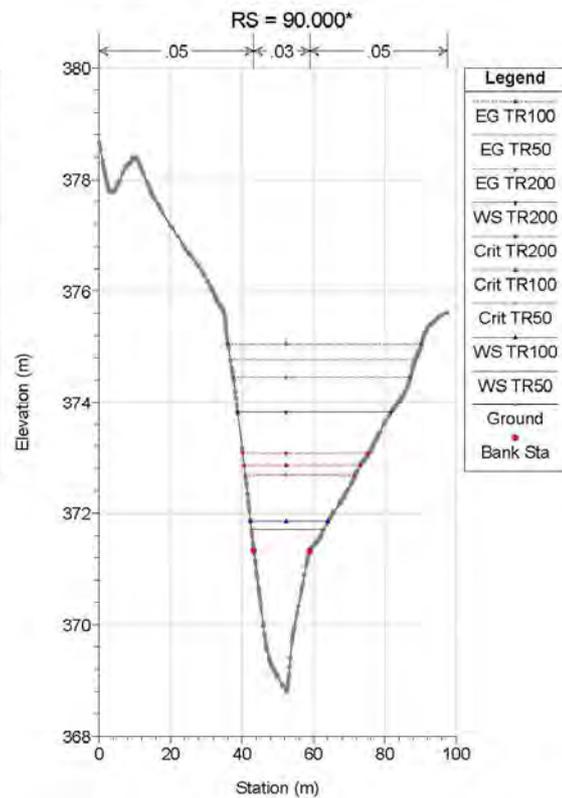
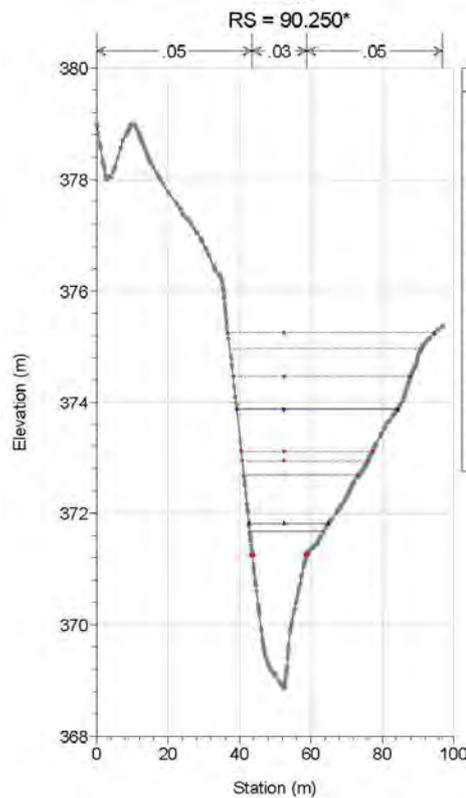
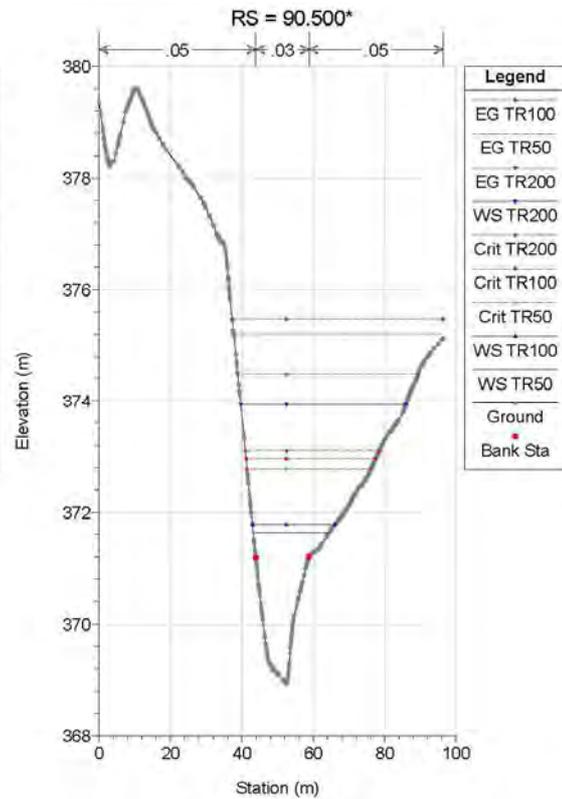
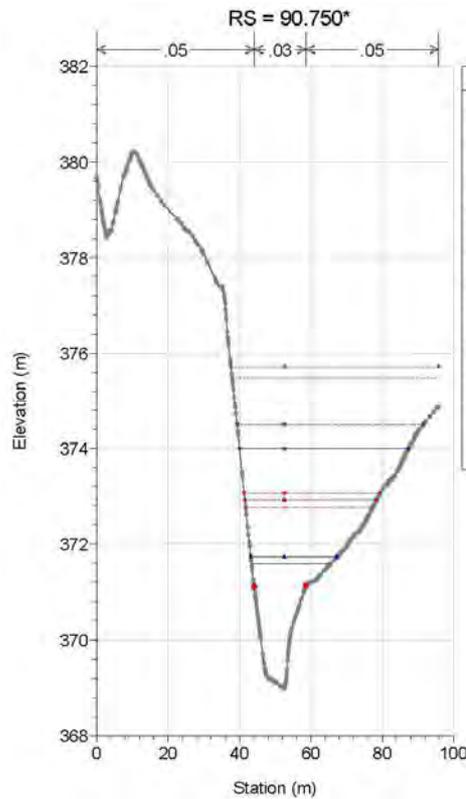
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	237 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

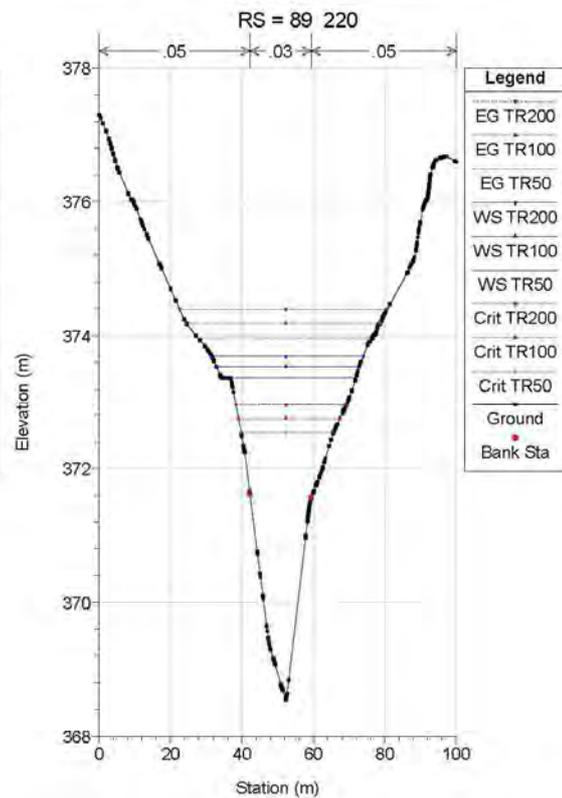
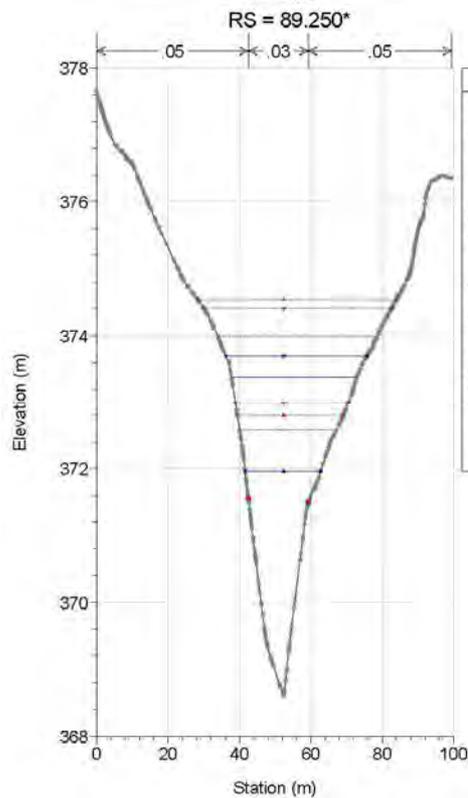
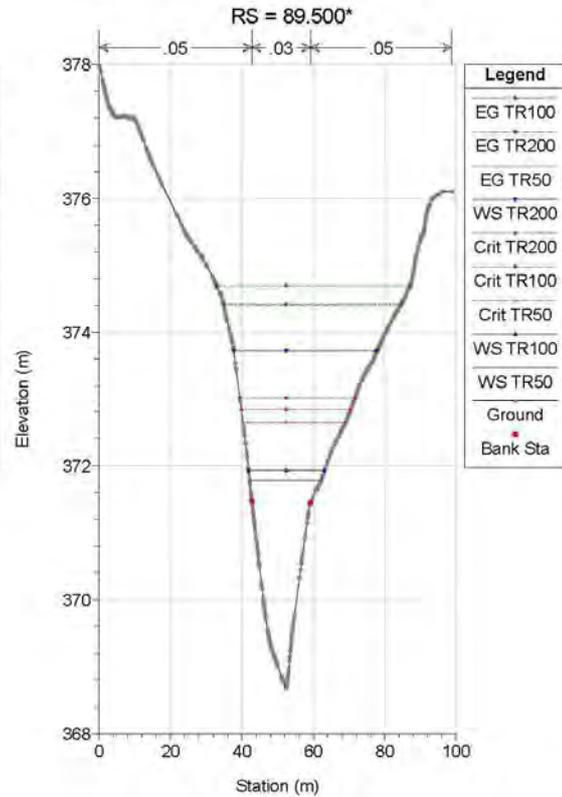
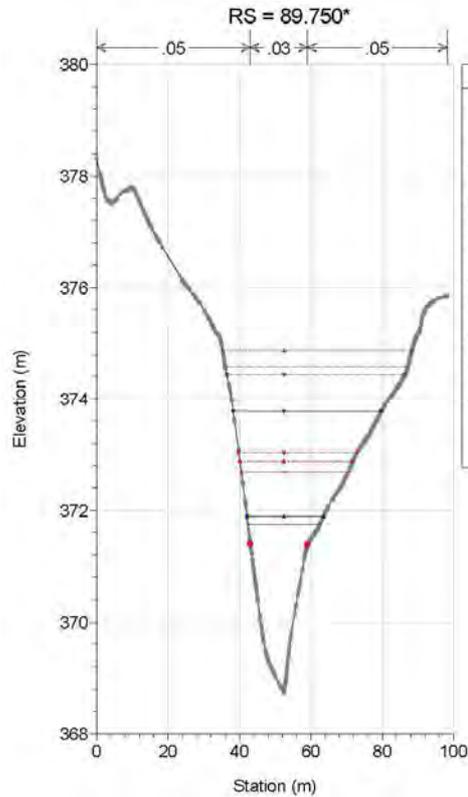
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	238 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

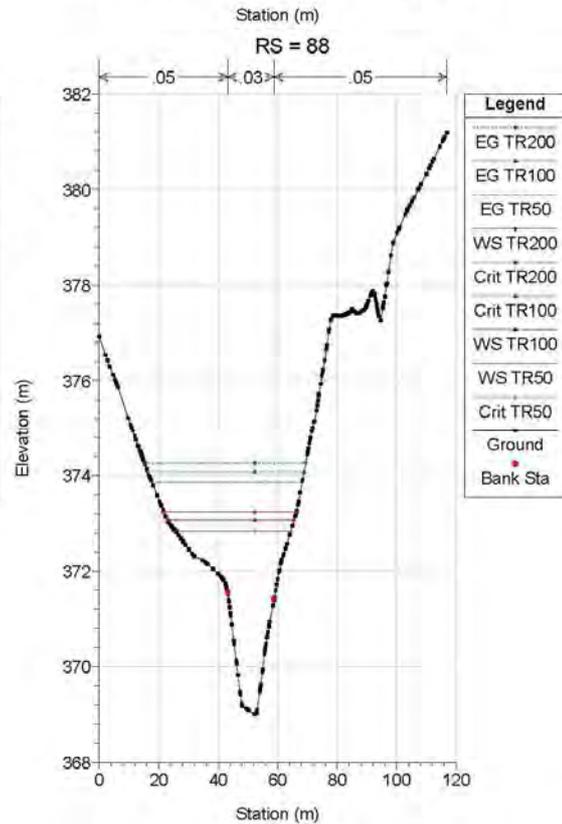
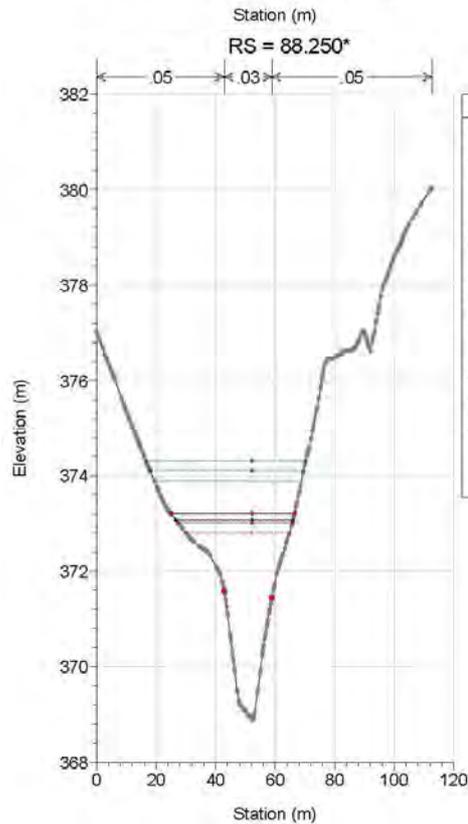
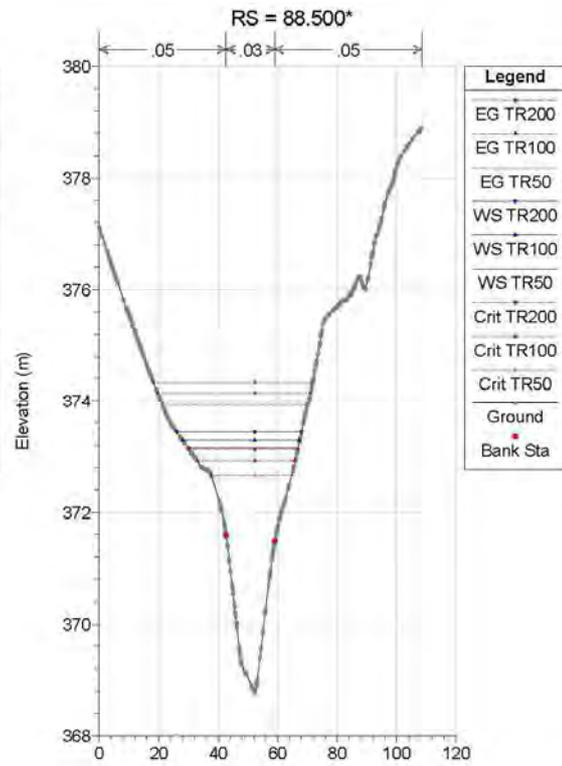
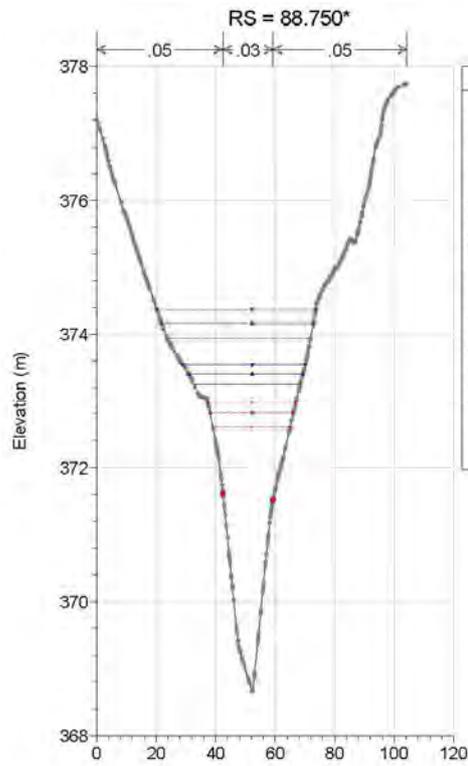
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	239 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

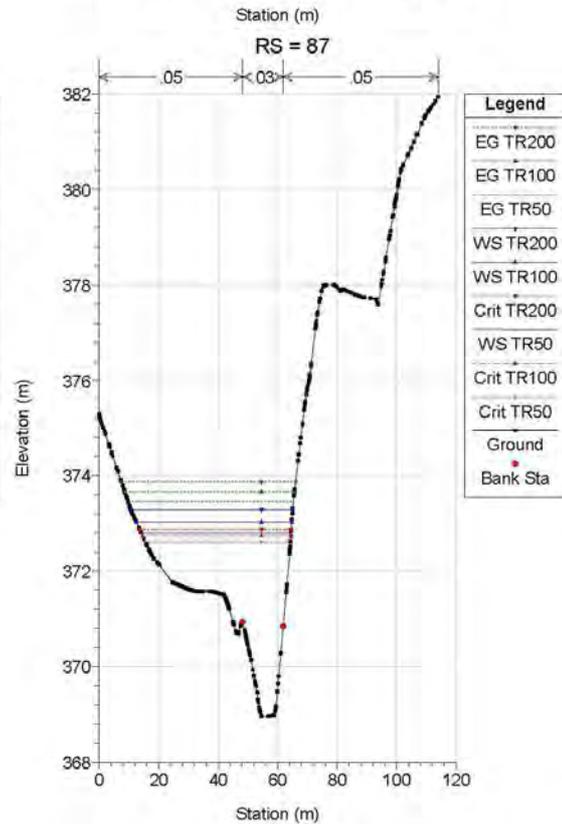
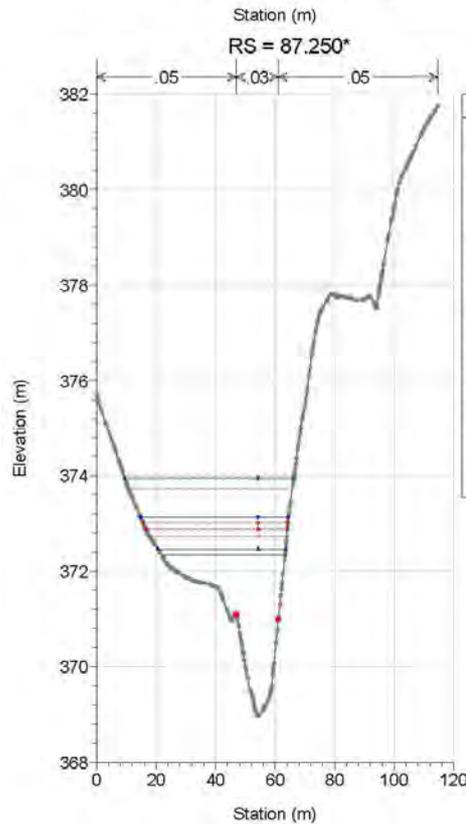
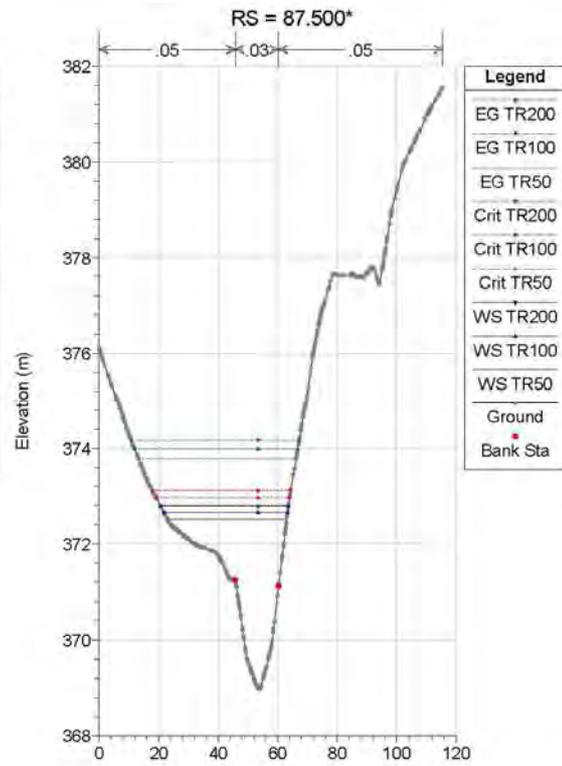
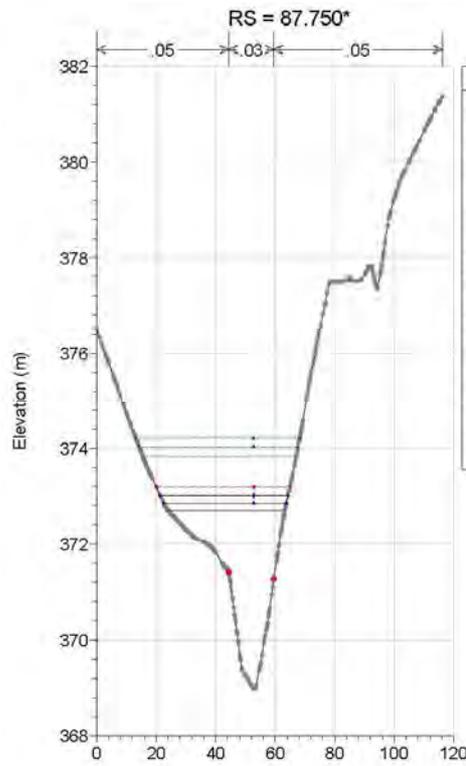
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	240 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

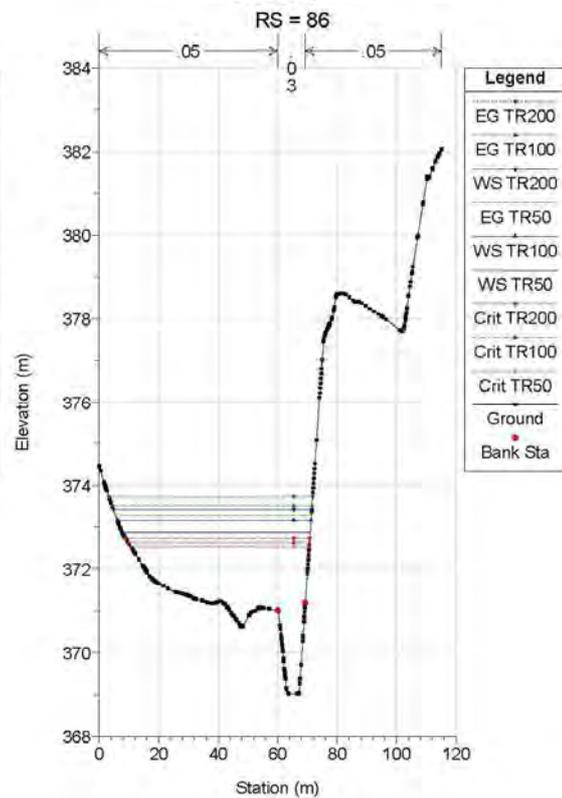
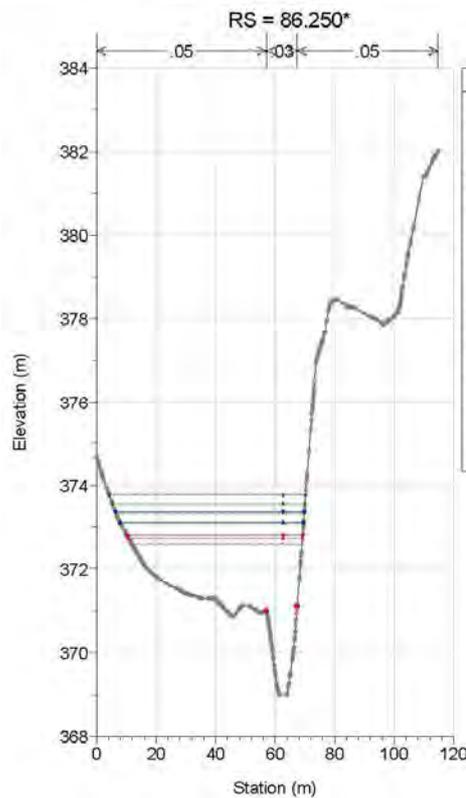
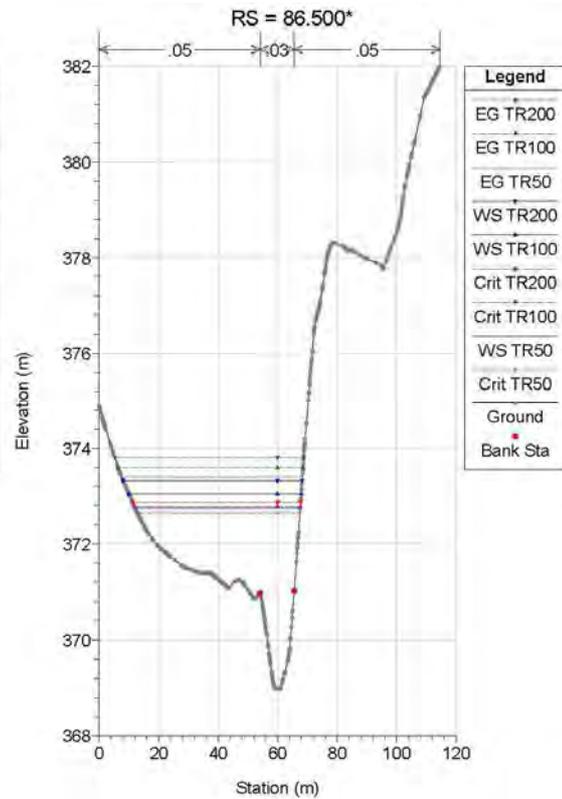
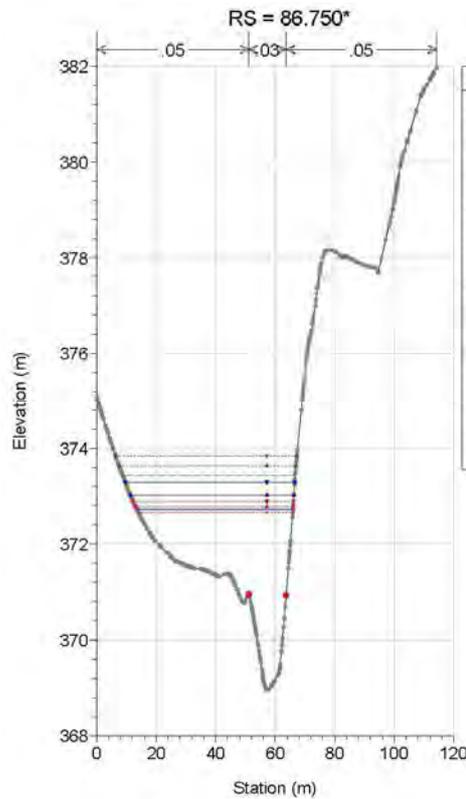
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	241 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

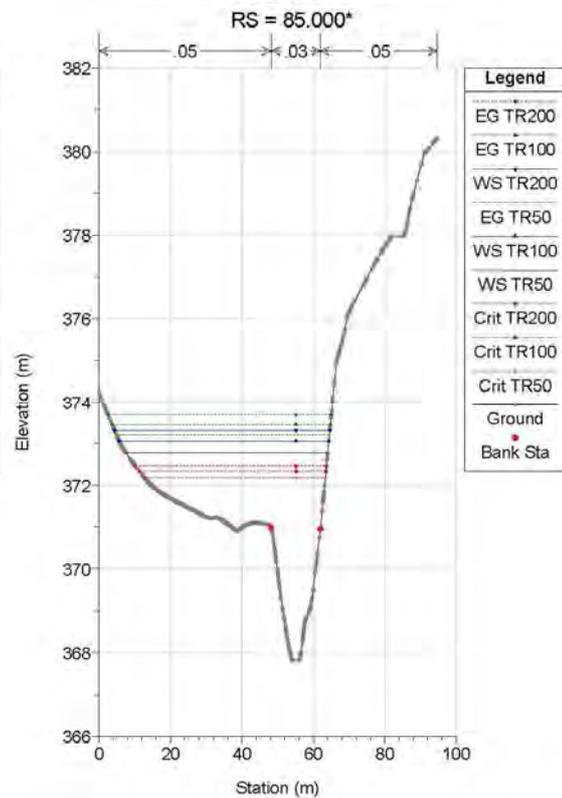
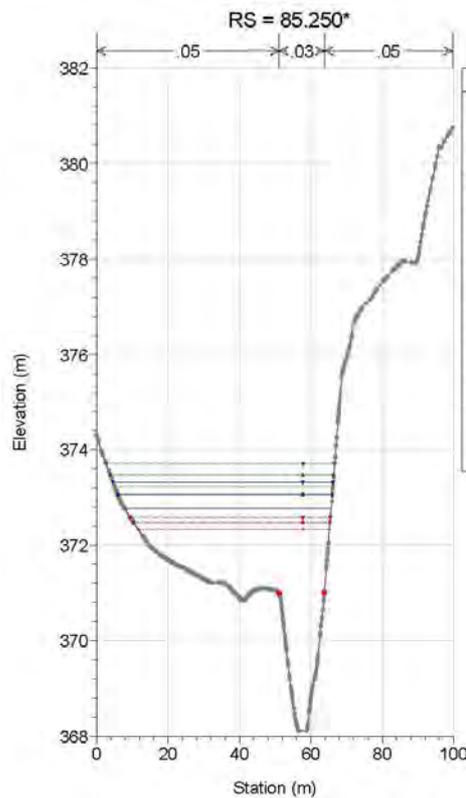
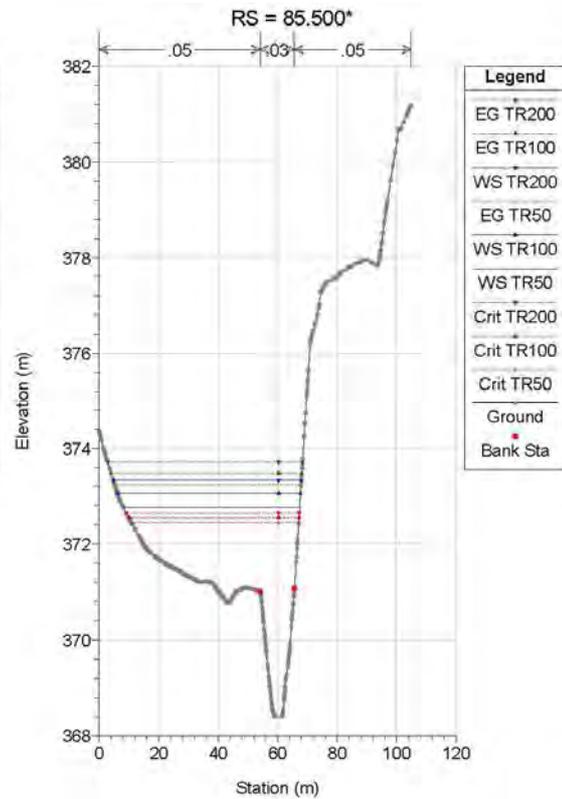
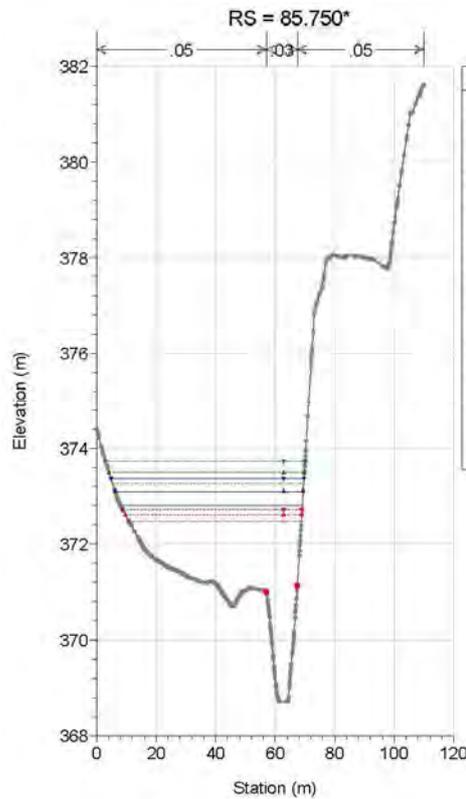
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	242 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

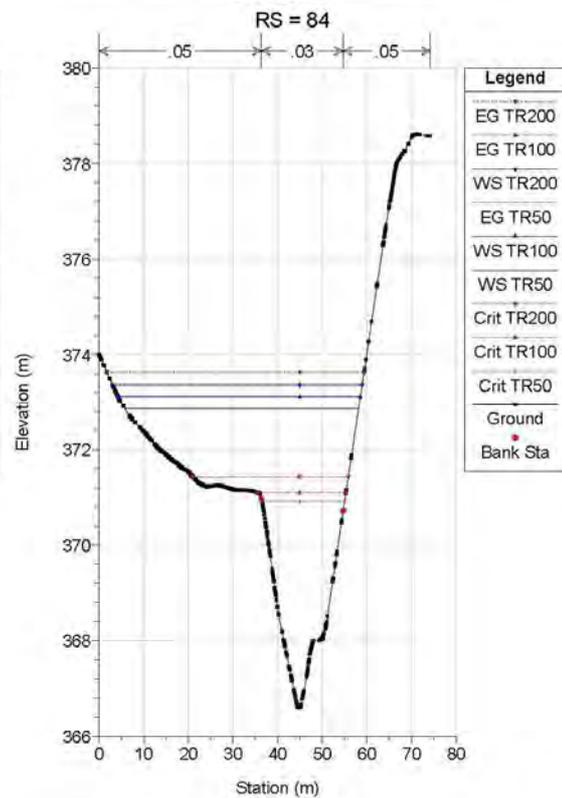
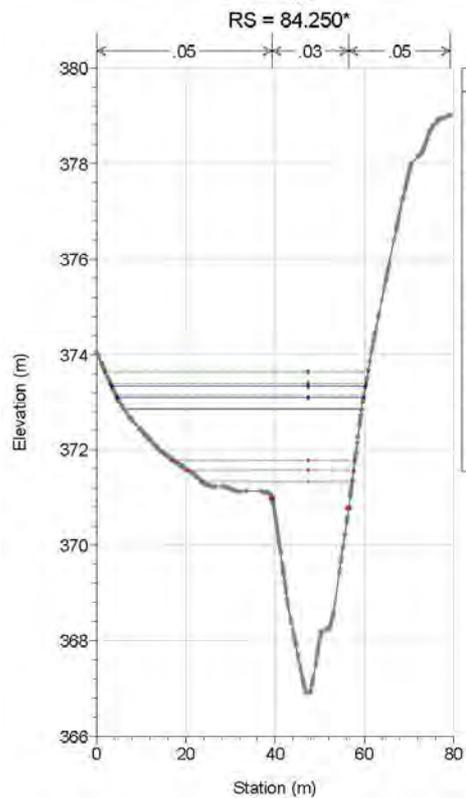
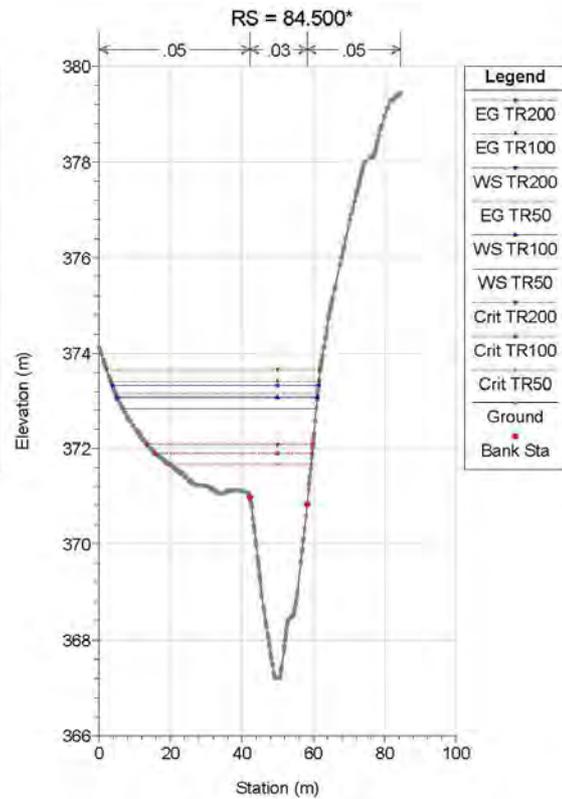
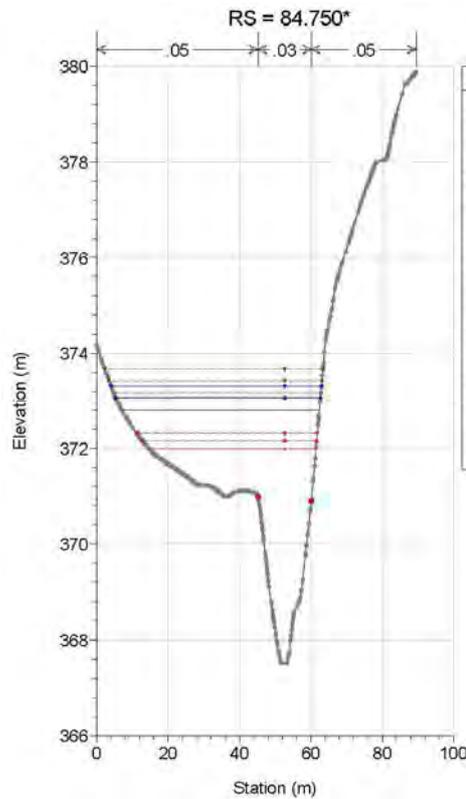
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	243 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

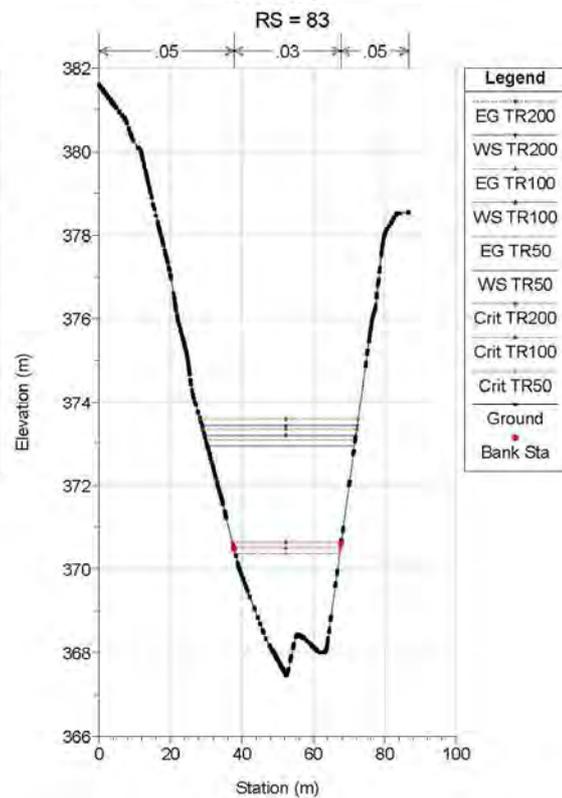
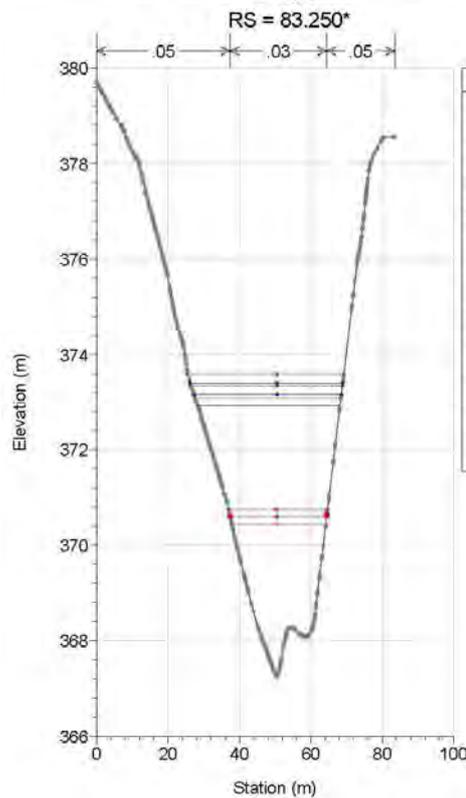
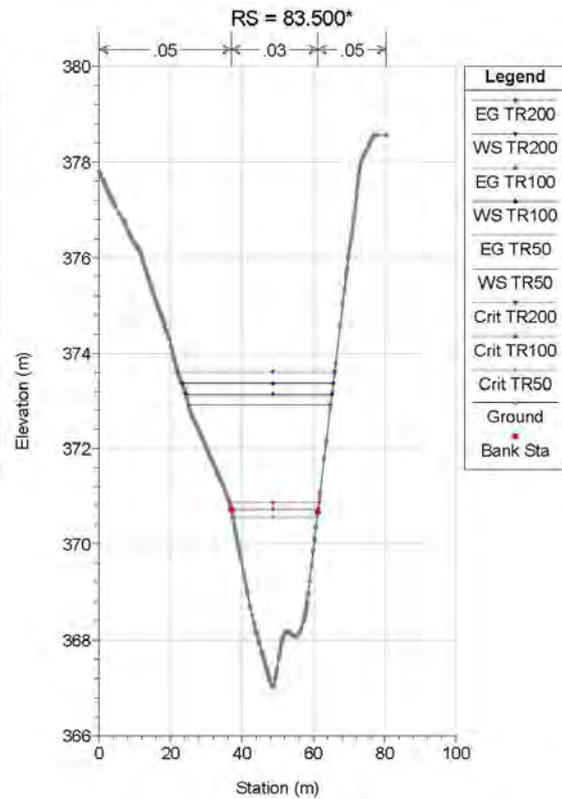
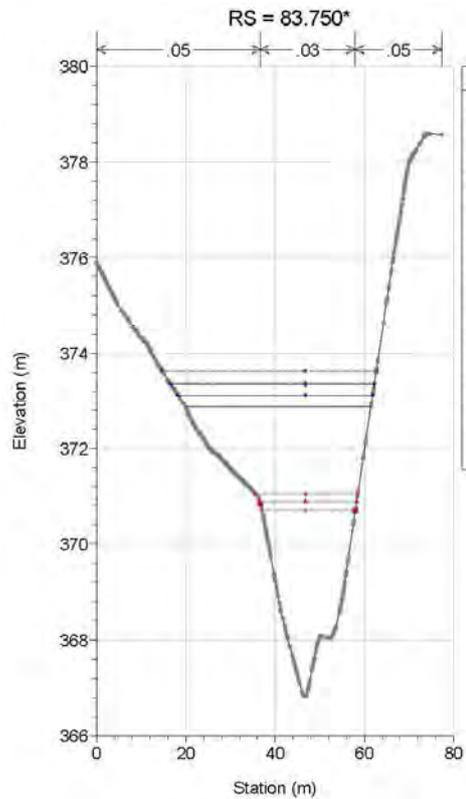
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	244 di 321



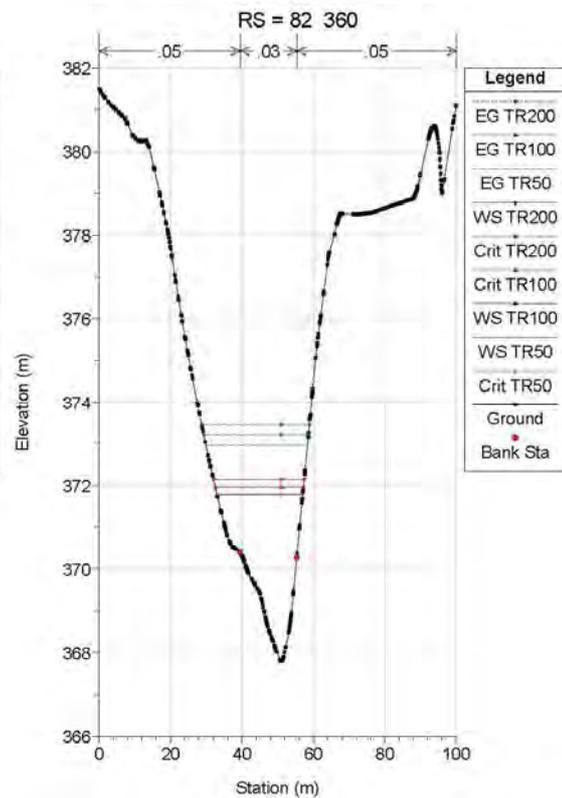
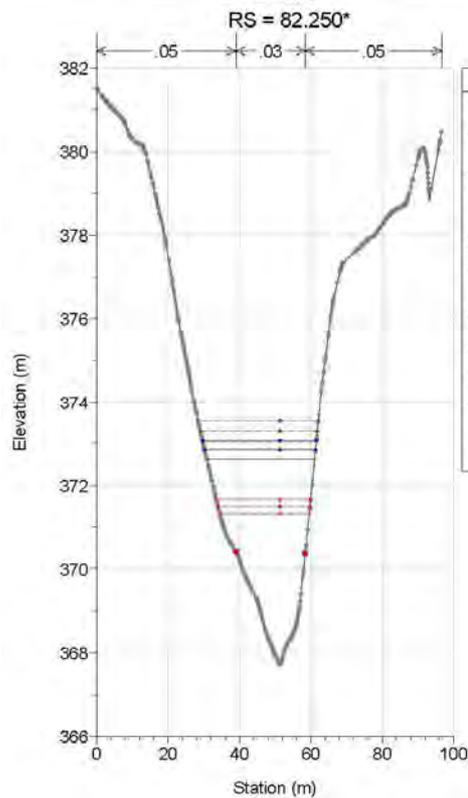
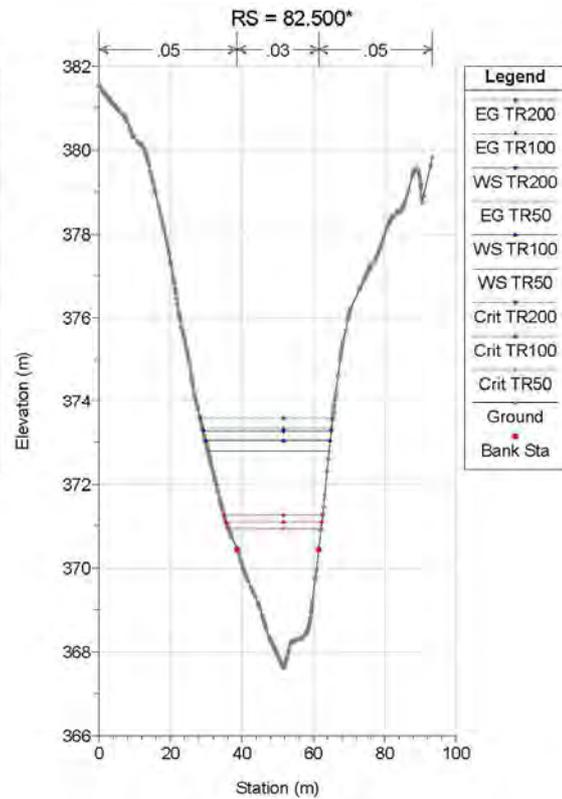
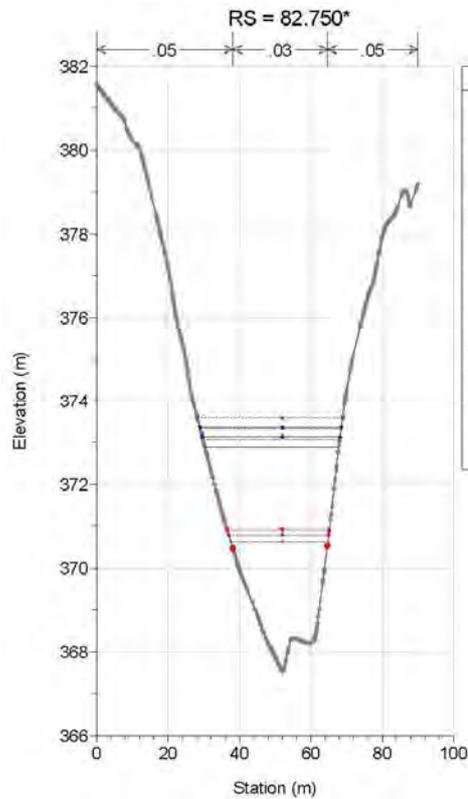
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	245 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	246 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	247 di 321

POST OPERAM

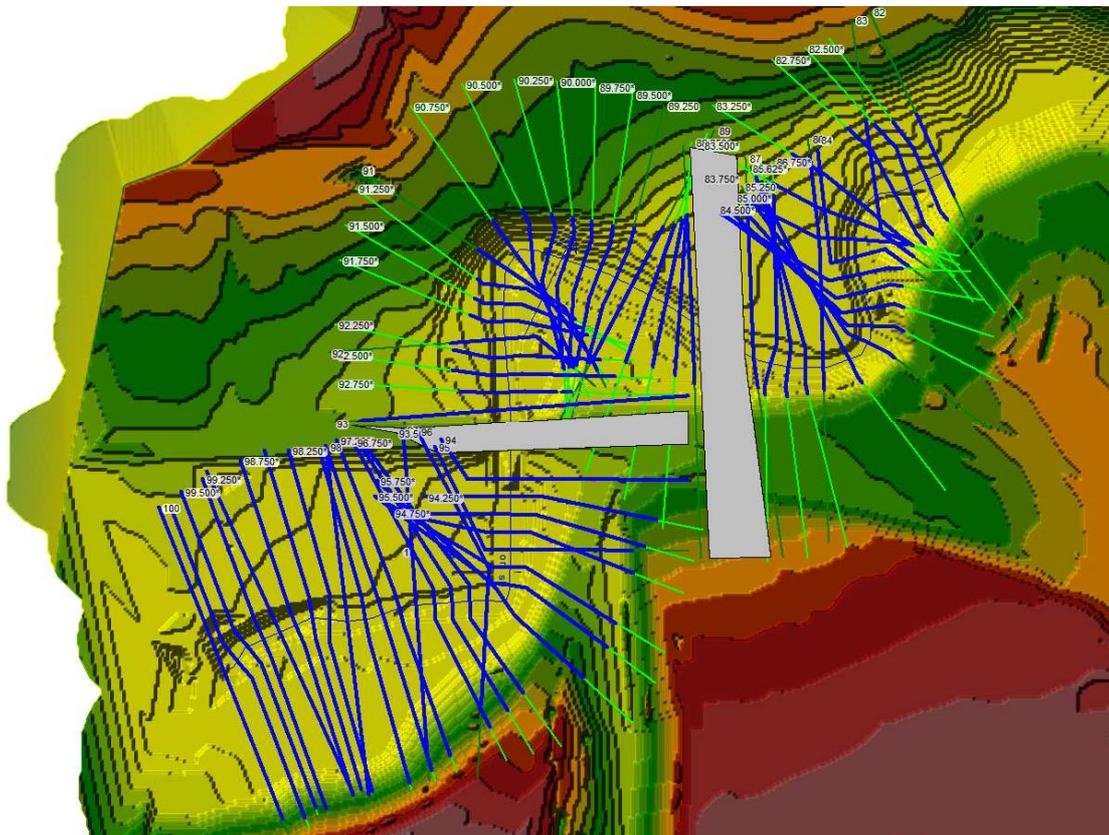
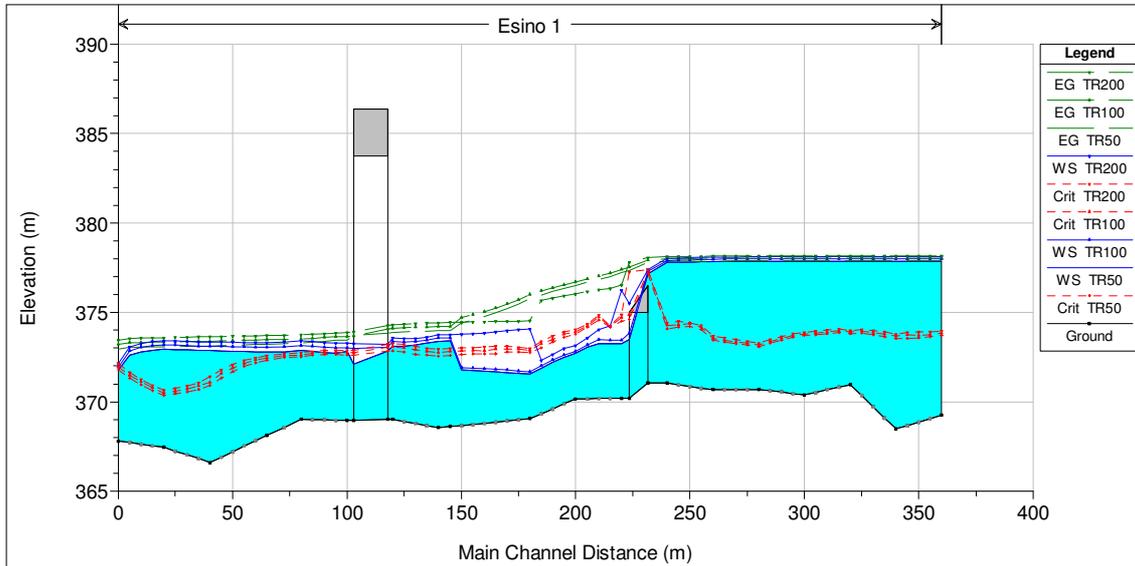


Figura 23: Planimetria post operam Tr 200 anni

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	248 di 321



River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
100	369.24	378.13	373.96	378.16	0.00009	1.07	441.9	95.05	0.12
99.750*	369.05	378.13	373.9	378.16	0.000084	1.05	455.57	96.6	0.12
99.500*	368.86	378.14	373.91	378.16	0.000079	1.03	470.37	98.19	0.12
99.250*	368.67	378.14	373.88	378.16	0.000074	1.01	486.1	99.78	0.11
99	368.48	378.14	373.78	378.16	0.00007	0.97	502.54	100	0.11
98.750*	369.1	378.14	373.9	378.16	0.000067	0.98	502.63	100	0.11
98.500*	369.72	378.14	373.97	378.16	0.000066	0.98	502.48	100	0.11
98.250*	370.34	378.14	374.03	378.16	0.000066	0.96	502.03	99.92	0.12
98	370.96	378.14	373.98	378.16	0.000066	0.94	501.47	99.45	0.12
97.750*	370.82	378.13	374.07	378.16	0.000072	0.99	487.21	98.3	0.12
97.500*	370.67	378.13	373.99	378.16	0.000078	1.04	473.36	96.76	0.13
97.250*	370.53	378.13	373.93	378.16	0.000085	1.09	460.39	94.94	0.13
97	370.39	378.13	373.88	378.16	0.000093	1.14	448.47	93.11	0.13
96.750*	370.46	378.13	373.8	378.16	0.000096	1.16	436.01	90.23	0.14
96.500*	370.54	378.12	373.65	378.16	0.000096	1.17	427.79	87.21	0.14
96.250*	370.62	378.12	373.47	378.15	0.000094	1.16	423.81	83.72	0.14
96	370.7	378.12	373.28	378.15	0.000092	1.15	423.39	82.5	0.14
95.750*	370.69	378.12	373.37	378.15	0.000101	1.21	405.79	80.87	0.15
95.500*	370.68	378.11	373.47	378.15	0.000111	1.27	389.34	79.61	0.15
95.250*	370.68	378.11	373.56	378.15	0.000122	1.33	373.78	76.92	0.16

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	249 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
95	370.67	378.1	373.67	378.15	0.000135	1.4	358.13	73.96	0.17
94.750*	370.76	378.08	374.28	378.15	0.000173	1.52	313.6	70.84	0.19
94.500*	370.86	378.06	374.41	378.14	0.000209	1.6	278.21	67.95	0.2
94.250*	370.95	378.04	374.51	378.14	0.000236	1.64	252.41	65.82	0.21
94	371.05	378.03	374.41	378.14	0.000258	1.64	240.57	75.54	0.21
93.5									
93	370.19	376.24	374.87	376.54	0.001271	3.06	174.42	92.69	0.42
92.750*	370.18	374.25	374.25	376.35	0.011201	6.97	52.9	30.29	1.19
92.500*	370.17	374.04	374.86	376.27	0.012351	7.37	59.08	46.17	1.28
92.250*	370.16	373.57	374.33	376.17	0.016833	8.2	54.51	41.59	1.5
92	370.15	373.13	374.04	376.04	0.022484	9.01	50.51	37.94	1.75
91.750*	369.88	372.96	373.92	375.93	0.020625	8.63	47.72	33.82	1.71
91.500*	369.6	372.66	373.66	375.81	0.021837	8.55	44.15	31.53	1.75
91.250*	369.33	372.33	373.39	375.67	0.023827	8.54	40.95	30.69	1.81
91	369.05	374.08	372.98	374.53	0.001663	3.39	120.52	49.54	0.53
90.750*	368.98	374.03	373.06	374.52	0.001779	3.48	114.42	47.66	0.55
90.500*	368.92	373.97	373.1	374.51	0.001918	3.58	108.54	46.49	0.57
90.250*	368.86	373.91	373.1	374.49	0.002069	3.69	102.85	45.47	0.59
90.000*	368.8	373.86	373.07	374.48	0.00218	3.75	98.17	43.51	0.6
89.750*	368.73	373.81	373.03	374.46	0.002269	3.79	94.43	41.98	0.61
89.500*	368.67	373.78	373.02	374.45	0.00234	3.82	91.44	40.9	0.62
89.25	368.61	373.75	372.99	374.44	0.002376	3.83	89.51	40.61	0.62
89	368.54	373.75	372.96	374.42	0.002334	3.78	90.3	43.43	0.62
88.750*	368.66	373.62	372.98	374.4	0.002808	4.05	83.56	42.55	0.67
88.500*	368.78	373.55	373.12	374.38	0.003105	4.2	82.27	43.86	0.7
88.250*	368.89	373.54	373.2	374.35	0.003116	4.2	85.69	45.94	0.71
88	369.01	373.58	373.24	374.32	0.002945	4.1	91.74	47.85	0.69
87.5									
87	368.95	373.28	372.87	373.87	0.00265	3.91	109.32	54.4	0.65
86.750*	368.97	373.29	372.89	373.84	0.002743	3.94	113.58	56.97	0.66
86.500*	368.99	373.32	372.88	373.81	0.002669	3.86	120.78	60.17	0.65
86.250*	369	373.37	372.81	373.77	0.002444	3.67	130.97	63.56	0.61
86	369.02	373.42	372.73	373.73	0.002146	3.4	143.51	66.64	0.56
85.750*	368.56	373.35	372.68	373.71	0.002023	3.43	137.64	64.02	0.55

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	250 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
85.500*	368.11	373.32	372.58	373.7	0.001753	3.31	135.86	61.69	0.52
85.25	367.81	373.31	372.46	373.69	0.001536	3.18	136.59	60.3	0.49
85.000*	367.51	373.32	372.31	373.67	0.001324	3.03	138.33	58.98	0.46
84.750*	367.21	373.33	372.08	373.66	0.001127	2.86	141.05	57.75	0.43
84.500*	366.91	373.34	371.77	373.65	0.000953	2.69	144.61	56.85	0.4
84.250*	366.6	373.36	371.43	373.64	0.000801	2.53	149.13	55.87	0.36
84	366.82	373.35	371.05	373.63	0.000718	2.43	136.4	45.66	0.35
83.750*	367.03	373.38	370.87	373.62	0.000575	2.2	142.16	42.41	0.32
83.500*	367.24	373.41	370.74	373.6	0.000467	2	152.38	42.78	0.29
83.250*	367.45	373.43	370.64	373.59	0.000387	1.82	163.98	43.5	0.26
83	367.54	373.36	370.92	373.58	0.000548	2.12	142.88	39.66	0.31
82.750*	367.63	373.26	371.26	373.57	0.000828	2.53	121.94	35.83	0.38
82.500*	367.72	373.07	371.65	373.55	0.001431	3.16	99.66	31.95	0.49
82.250*	367.81	372.13	372.13	373.45	0.005938	5.22	59.43	25.36	0.95
82	369.24	378.13	373.96	378.16	0.00009	1.07	441.9	95.05	0.12

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

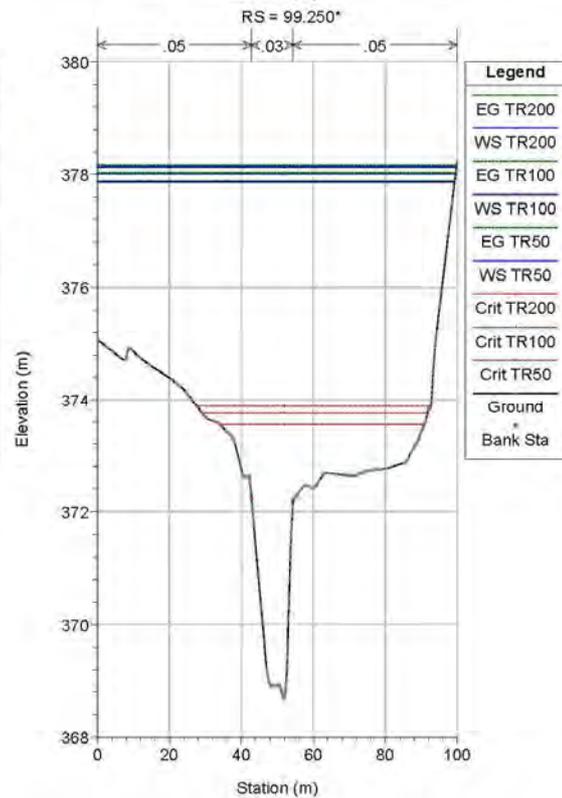
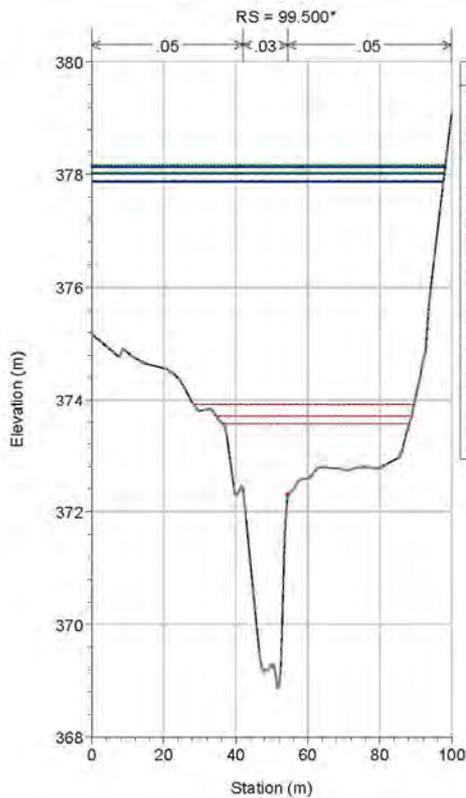
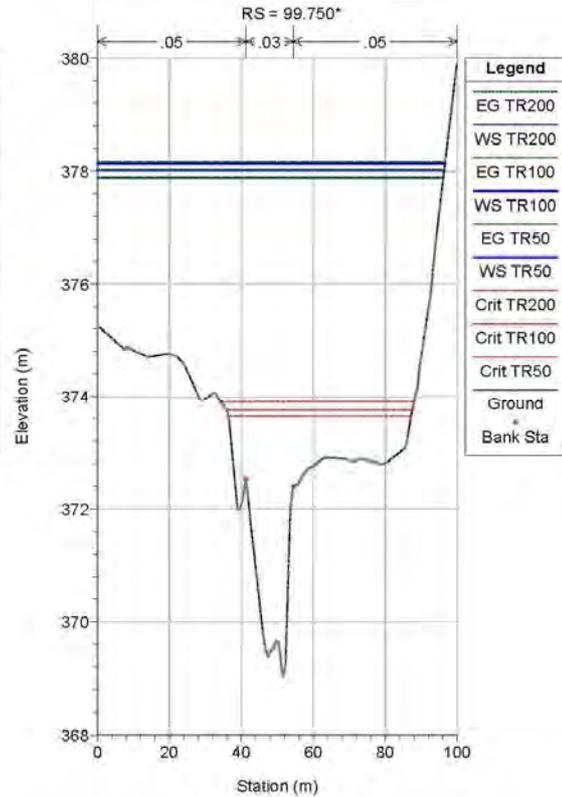
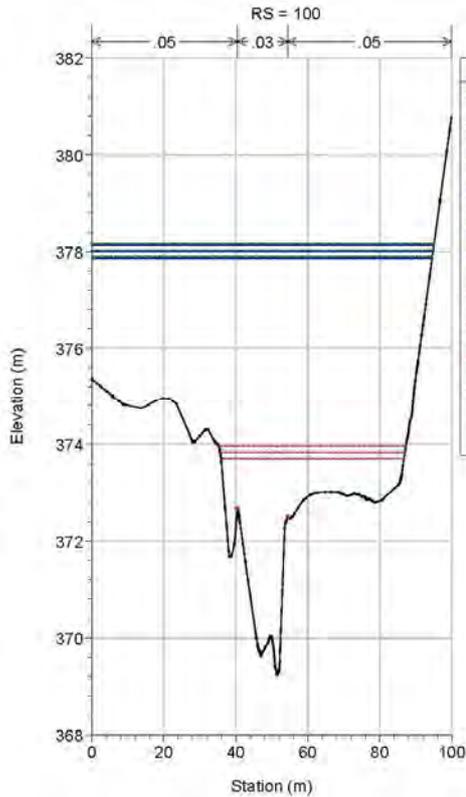
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	251 di 321

RS: 93.5 Profile: TR200				
E.G. US. (m)	378.14	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	378.03	E.G. Elev (m)	378.08	377.79
Q Total (m3/s)	272.51	W.S. Elev (m)	377.39	375.5
Q Bridge (m3/s)	154.53	Crit W.S. (m)	377.39	377.26
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	6.34	5.31
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.23	6.64
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	84.44	41.02
Weir Submerg		Froude # Chl	0.47	0.93
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	266.54	294.77
Min El Weir Flow (m)	376.5	Hydr Depth (m)	1.42	
Min El Prs (m)	375	W.P. Total (m)	86.64	27.39
Delta EG (m)	1.6	Conv. Total (m3/s)	2534.6	1890.1
Delta WS (m)	1.79	Top Width (m)	59.5	
BR Open Area (m2)	34.77	Frctn Loss (m)	0.07	
BR Open Vel (m/s)	4.44	C & E Loss (m)	0.06	
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	110.48	305.32
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	356.54	2028.12
Plan: Plan po Esino 1 RS: 87.5 Profile: TR200				
E.G. US. (m)	374.32	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	373.58	E.G. Elev (m)	374.28	373.90
Q Total (m3/s)	272.51	W.S. Elev (m)	373.21	373.24
Q Bridge (m3/s)	272.51	Crit W.S. (m)	373.21	372.89
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	4.21	4.28
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.74	2.67
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	72.81	102.04
Weir Submerg		Froude # Chl	0.85	0.69
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	224.21	230.12
Min El Weir Flow (m)	386.37	Hydr Depth (m)	1.76	2.00
Min El Prs (m)	383.74	W.P. Total (m)	44.14	56.16
Delta EG (m)	0.45	Conv. Total (m3/s)	4005.9	5006.9
Delta WS (m)	0.29	Top Width (m)	41.31	51.06
BR Open Area (m2)	965.85	Frctn Loss (m)	0.05	0.10
BR Open Vel (m/s)	3.74	C & E Loss (m)	0.12	0.07
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	74.86	52.78
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	280.16	140.96

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

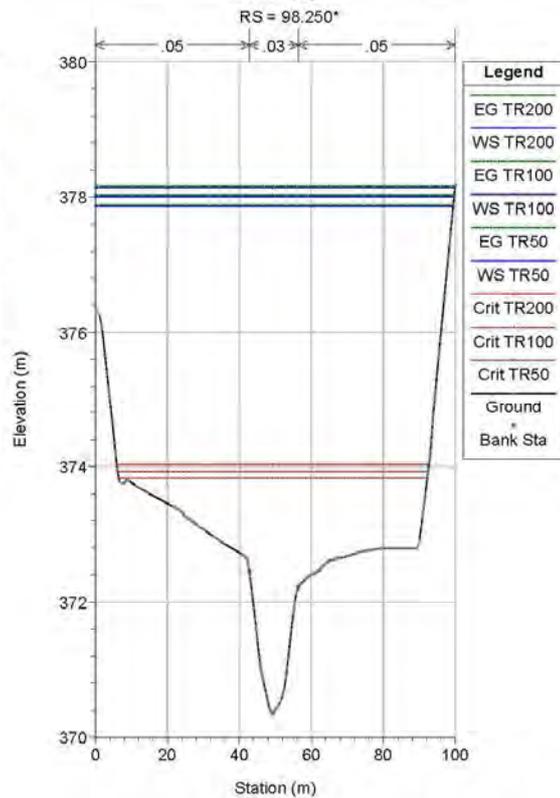
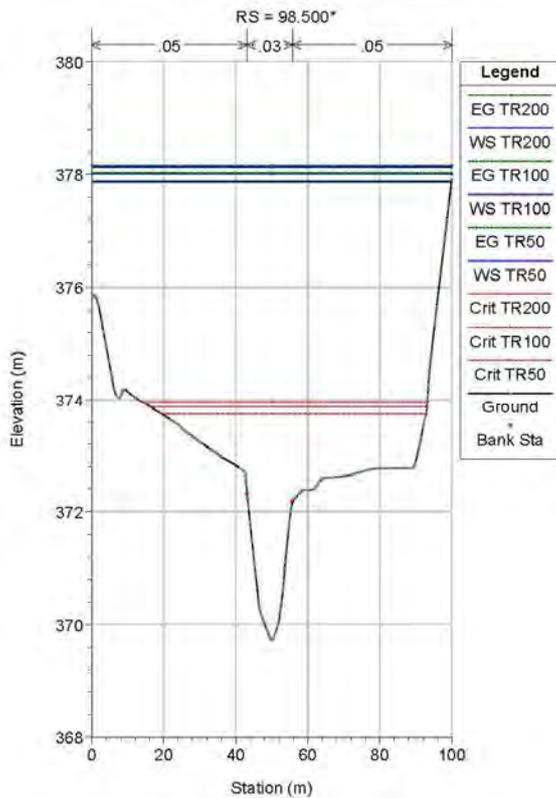
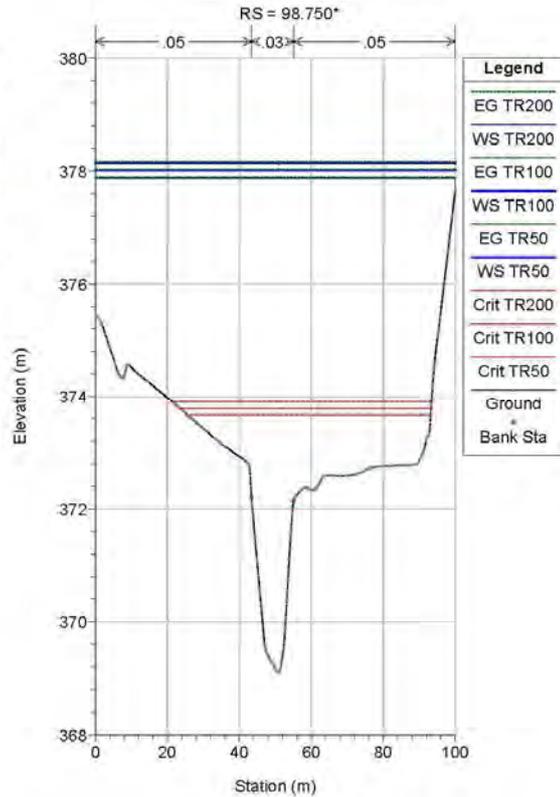
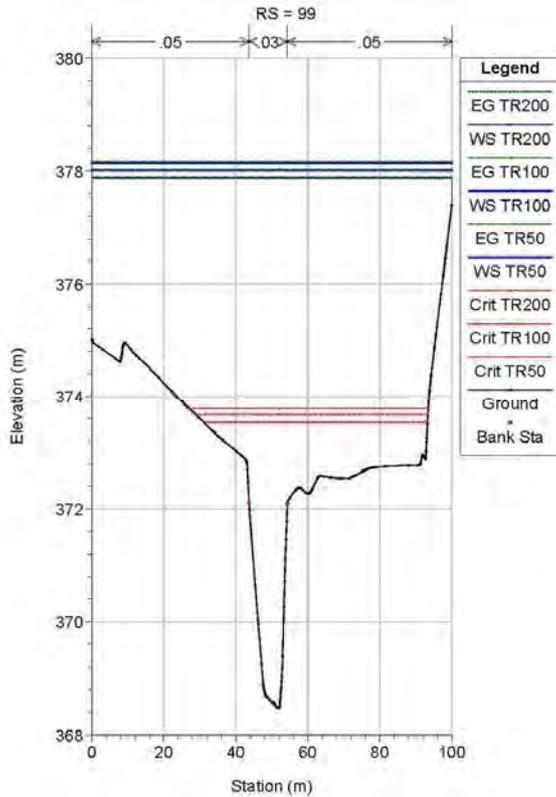
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	252 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

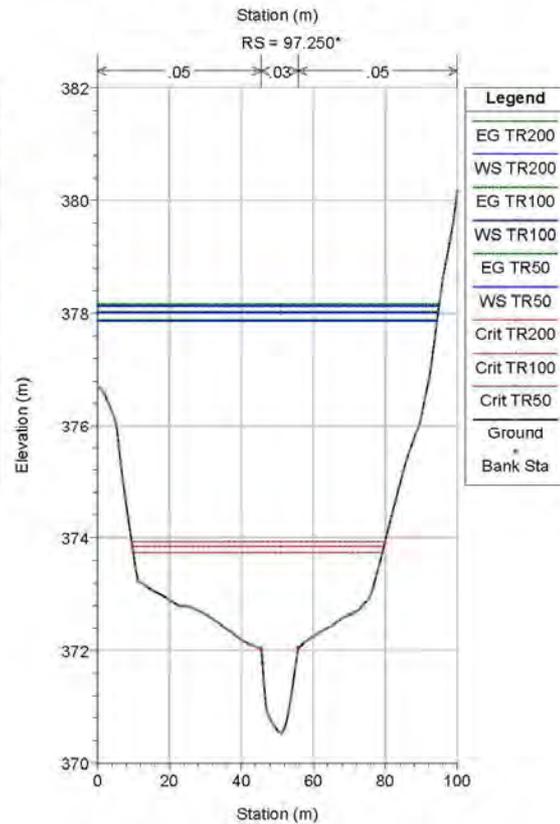
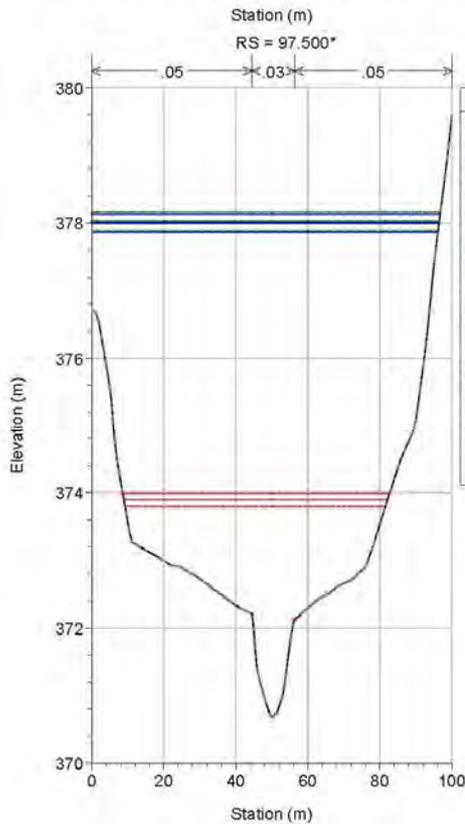
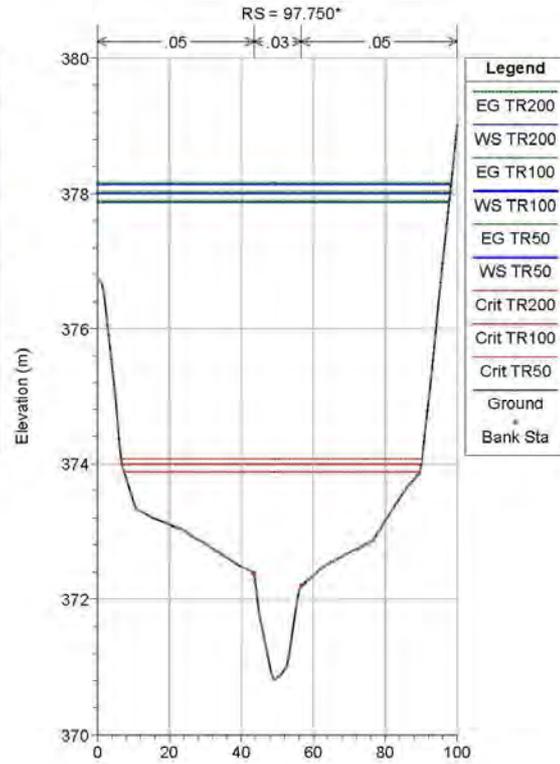
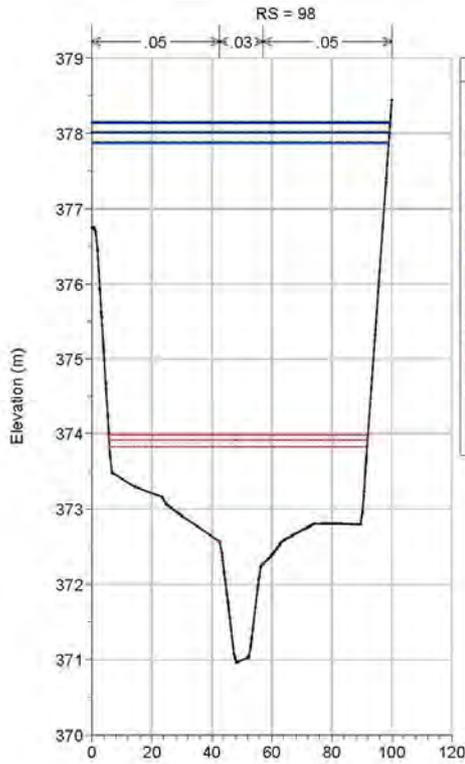
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	253 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

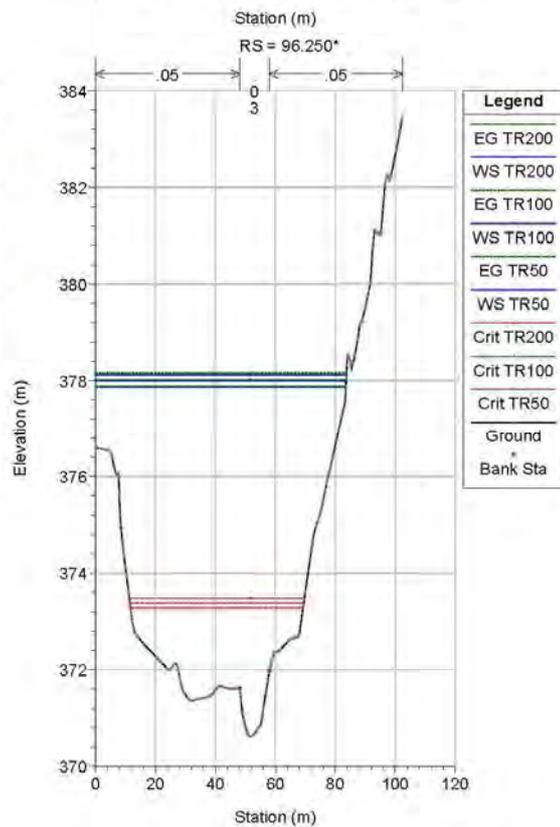
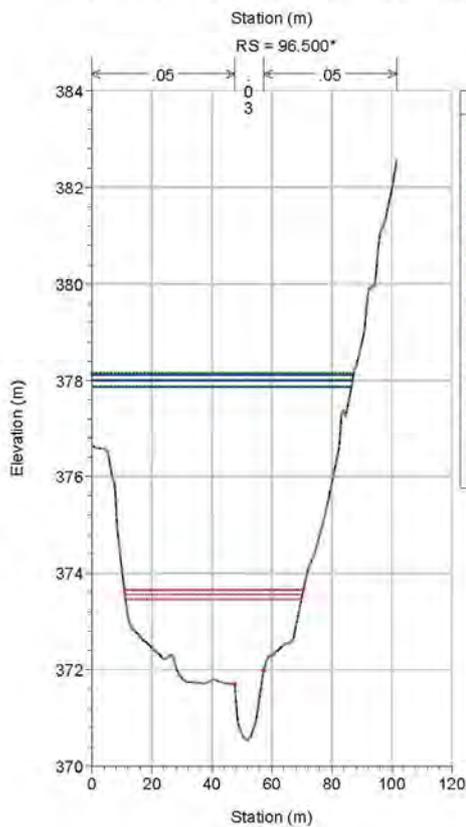
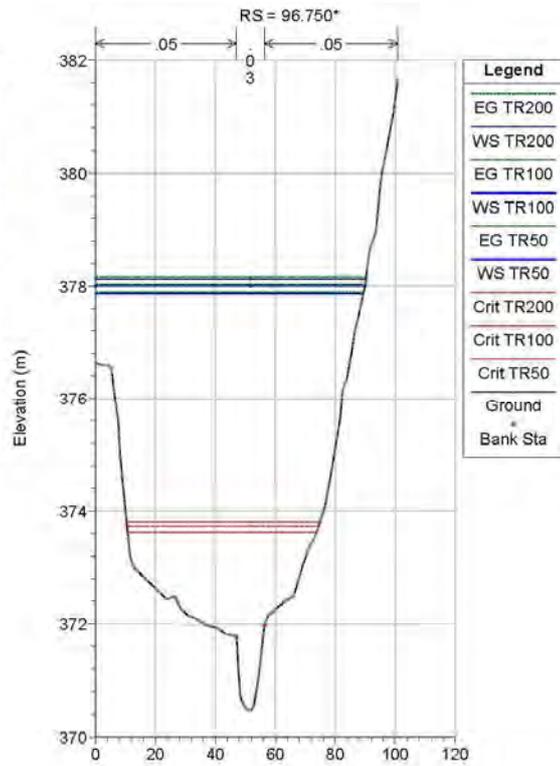
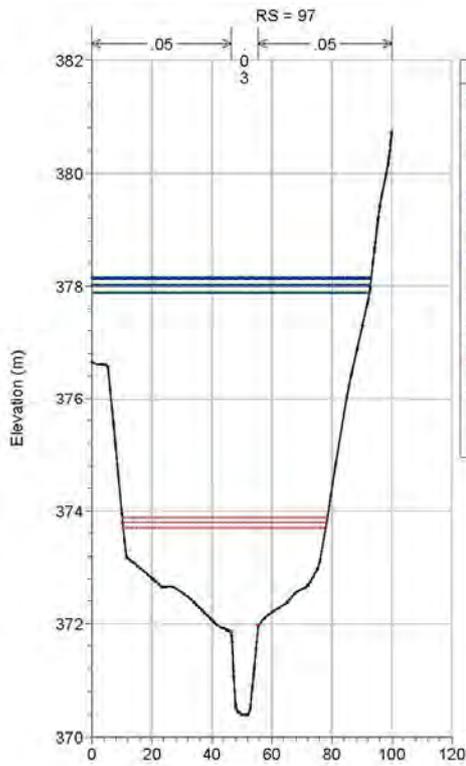
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	254 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

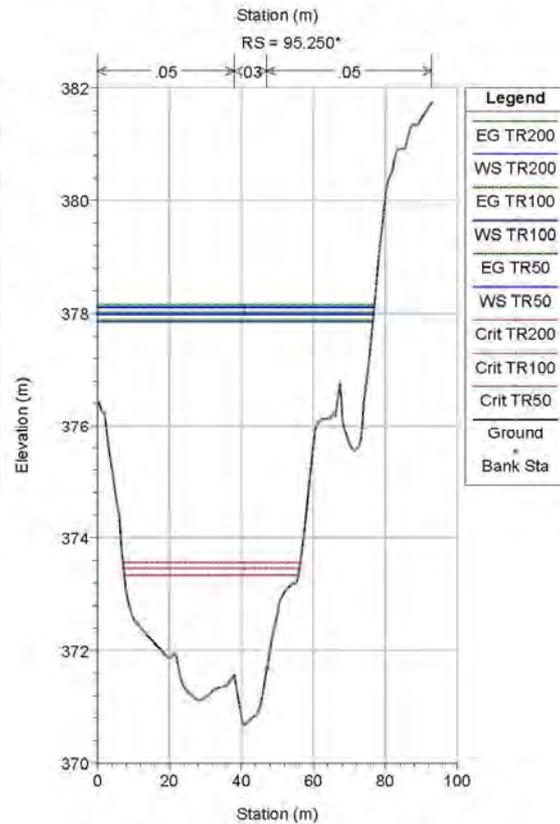
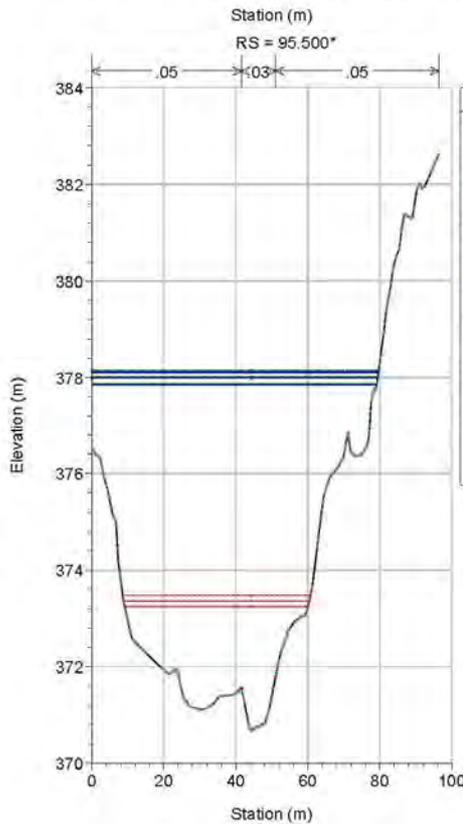
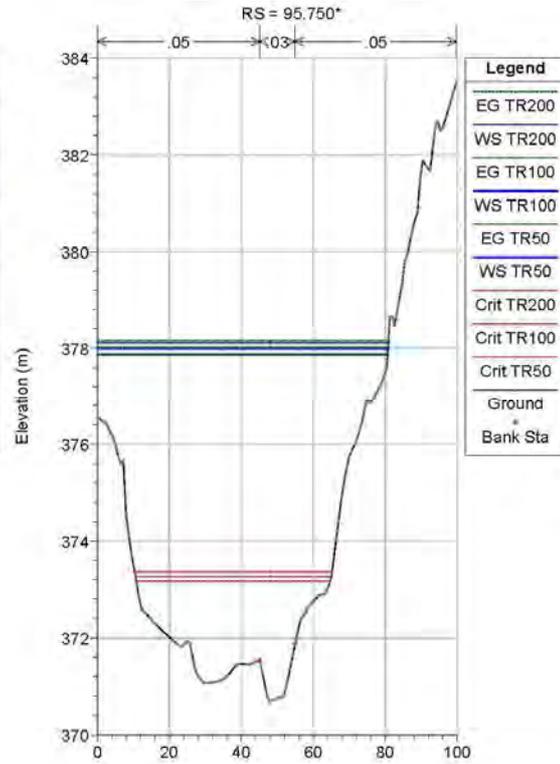
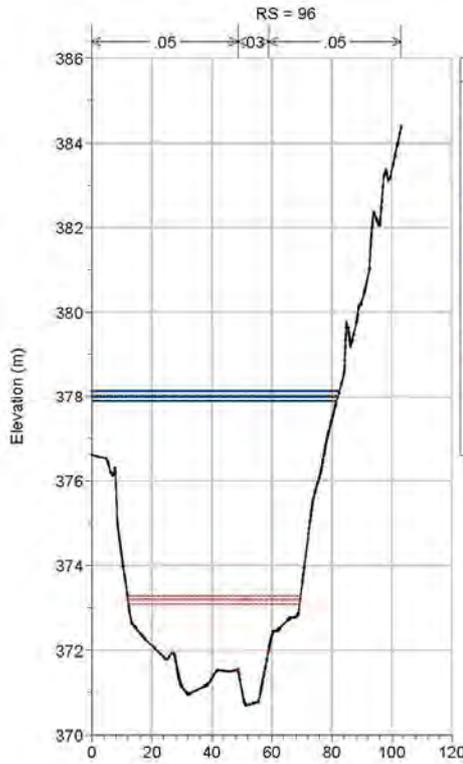
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	255 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

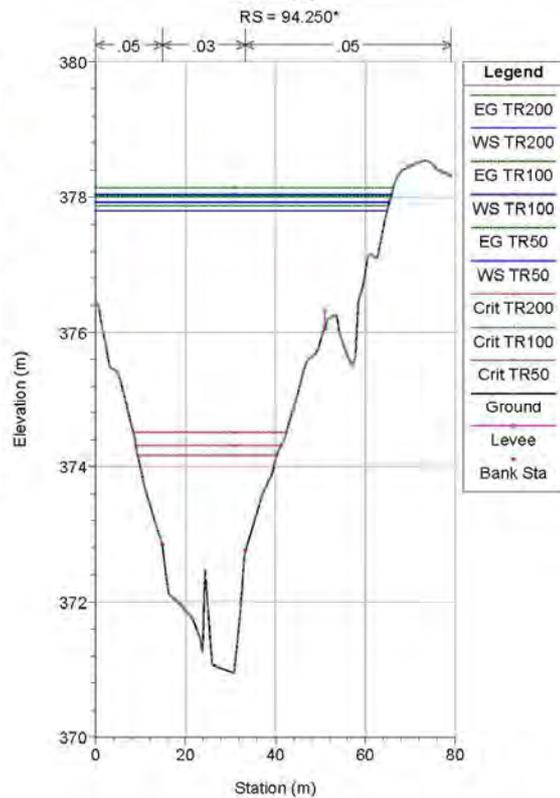
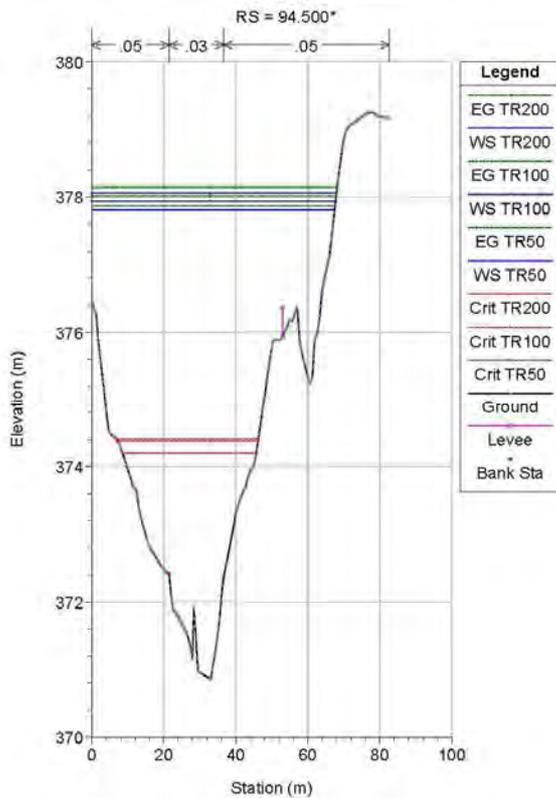
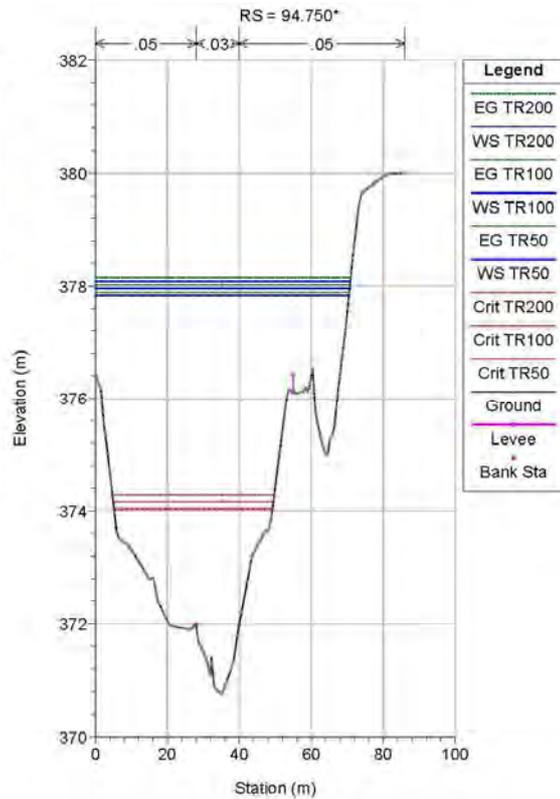
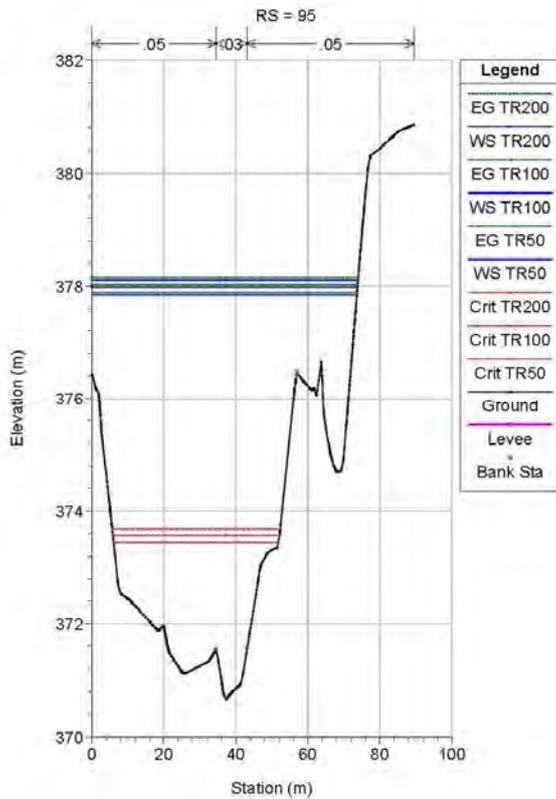
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	256 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

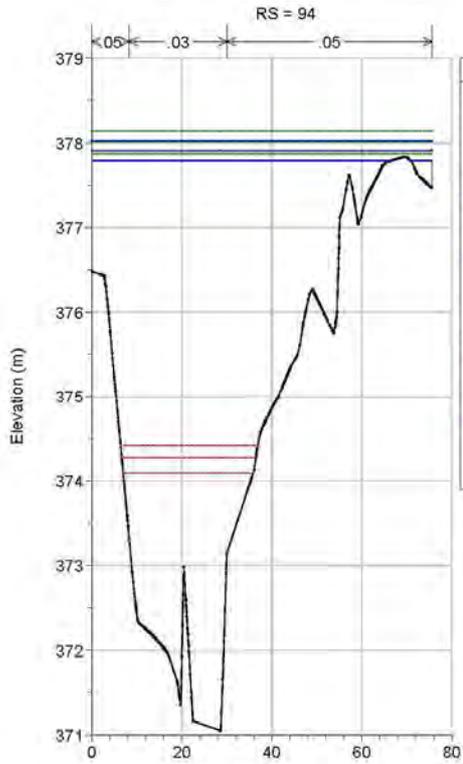
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	257 di 321



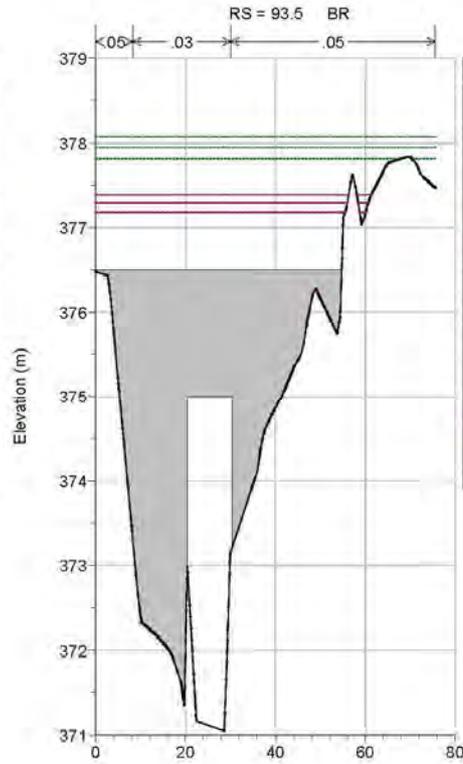
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

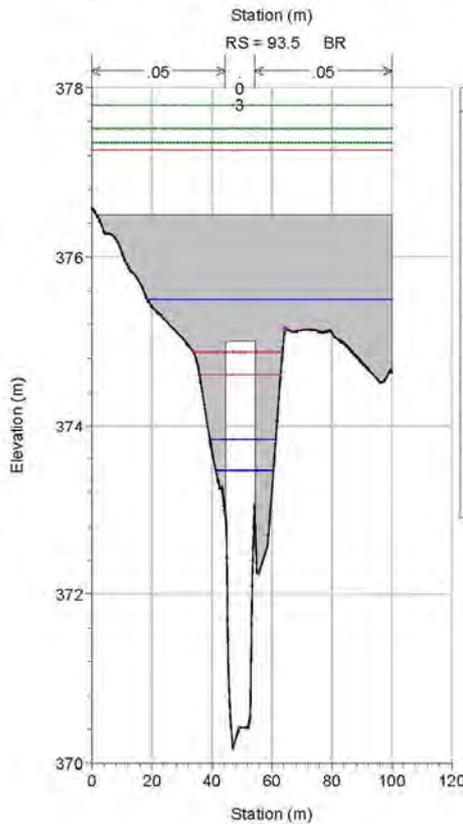
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	258 di 321



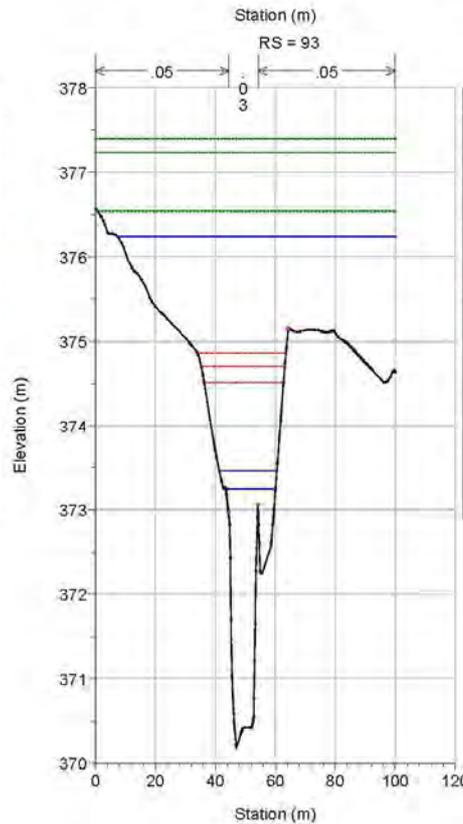
Legend	
EG TR200	
WS TR200	
EG TR100	
WS TR100	
EG TR50	
WS TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
Ground	
Levee	
Bank Sta	



Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
WS TR200	
Crit TR200	
Crit TR100	
WS TR100	
WS TR50	
Crit TR50	
Ground	
Levee	
Bank Sta	



Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
Crit TR200	
WS TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Levee	
Bank Sta	

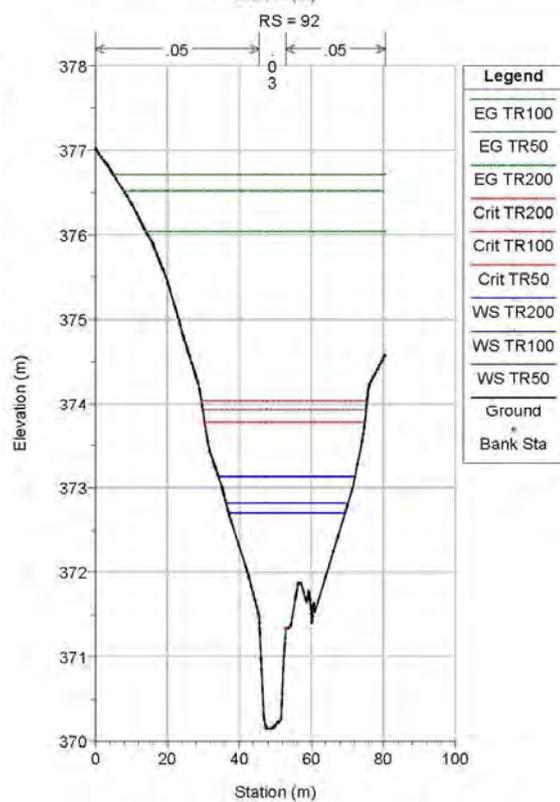
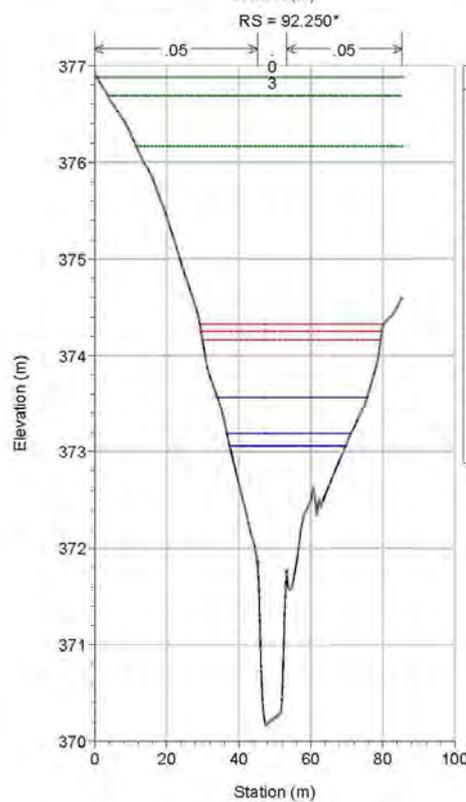
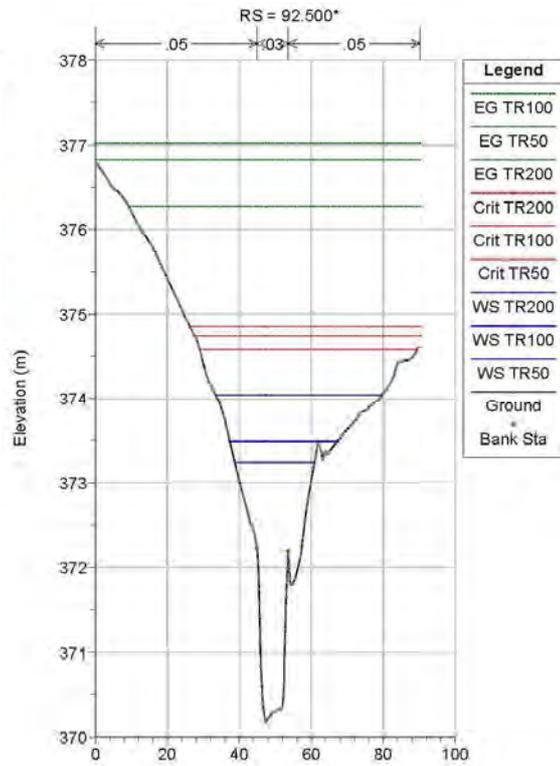
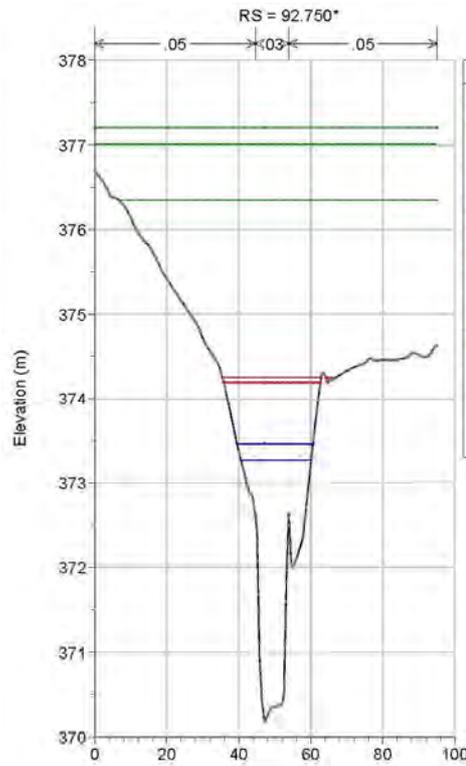


Legend	
EG TR100	
EG TR50	
EG TR200	
WS TR200	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Levee	
Bank Sta	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

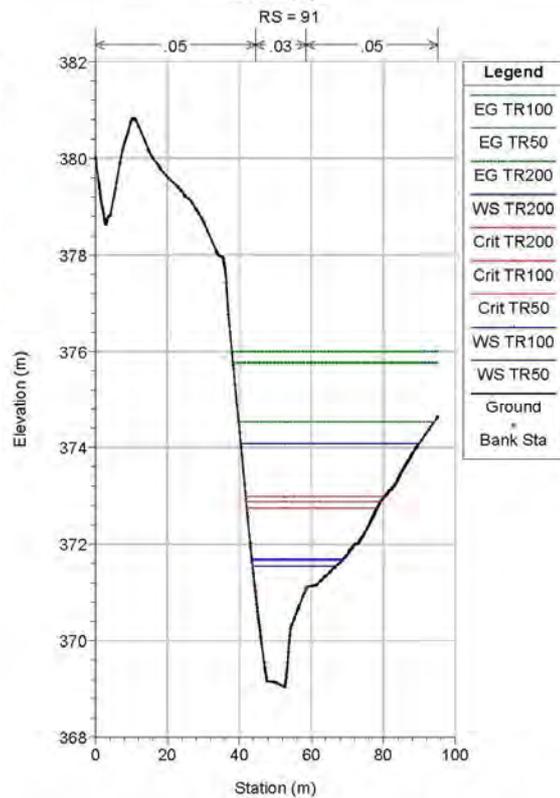
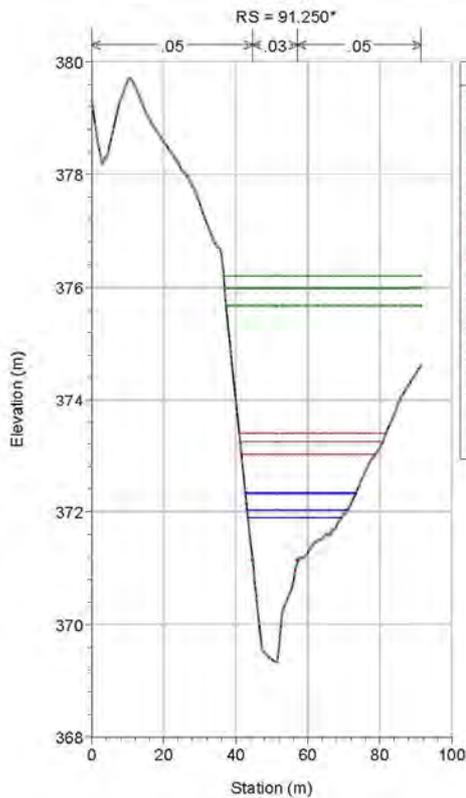
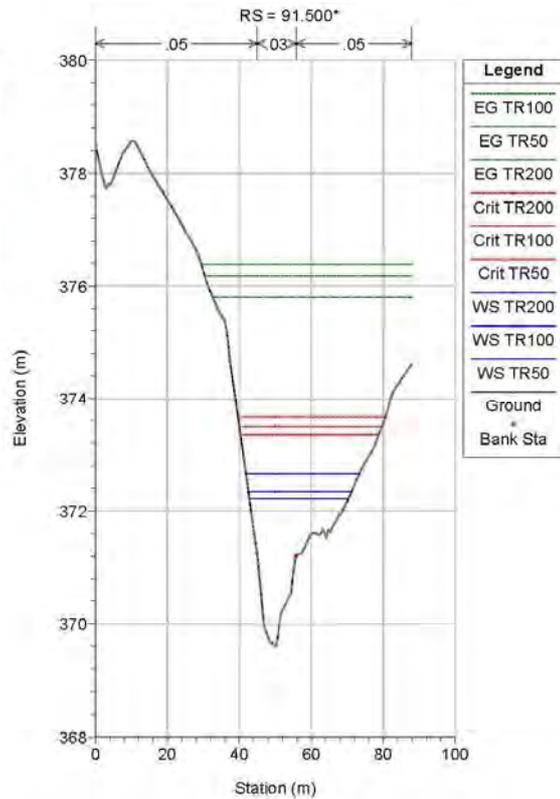
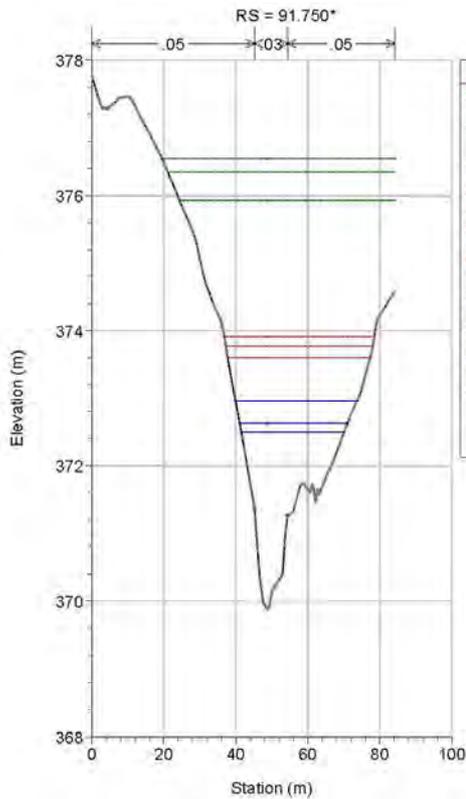
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	259 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

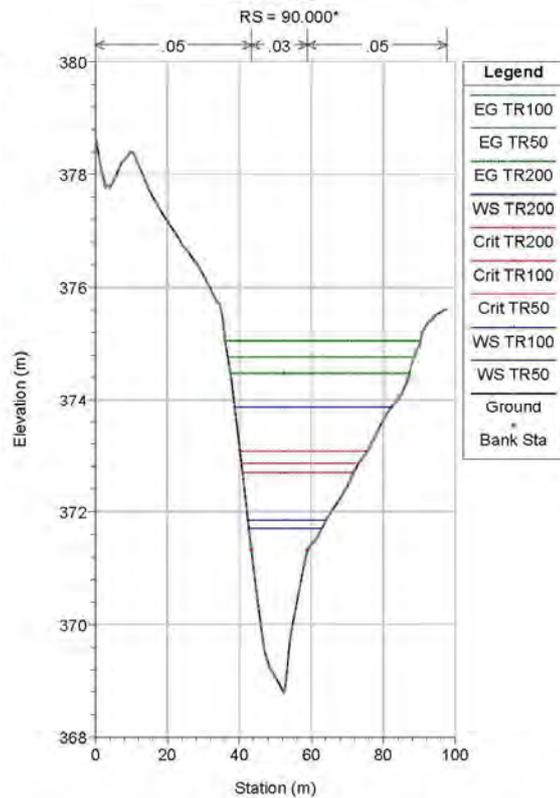
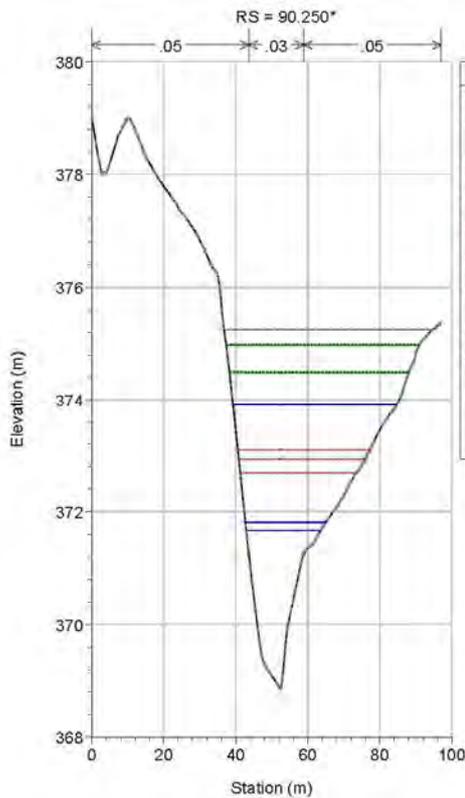
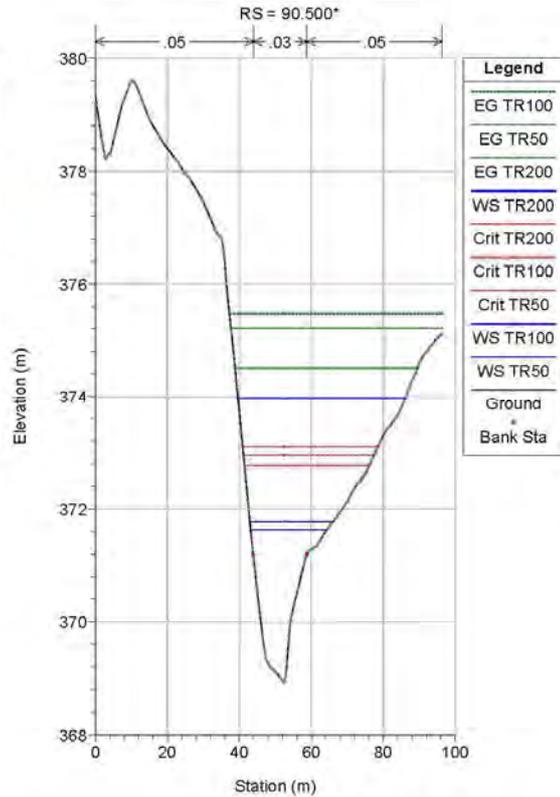
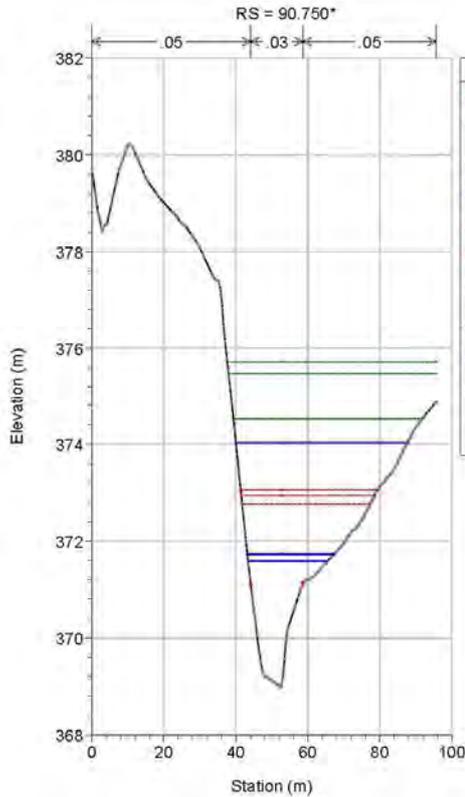
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	260 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

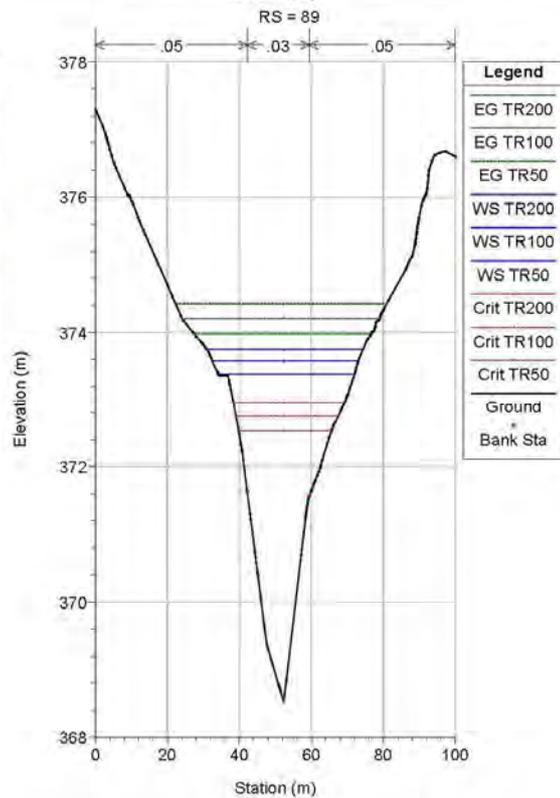
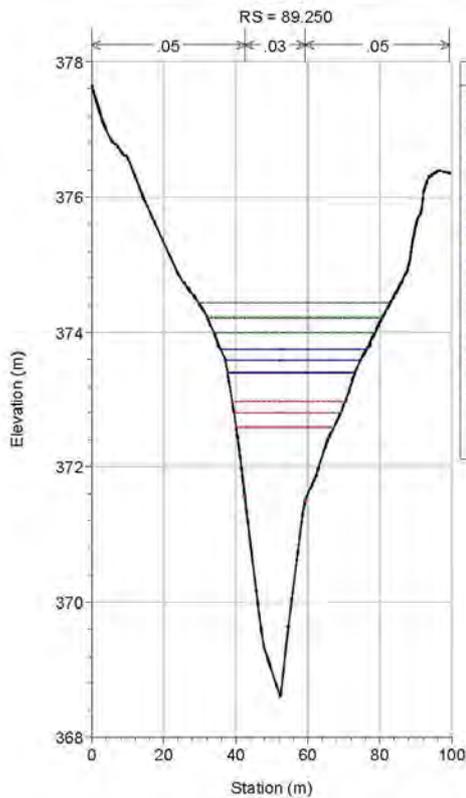
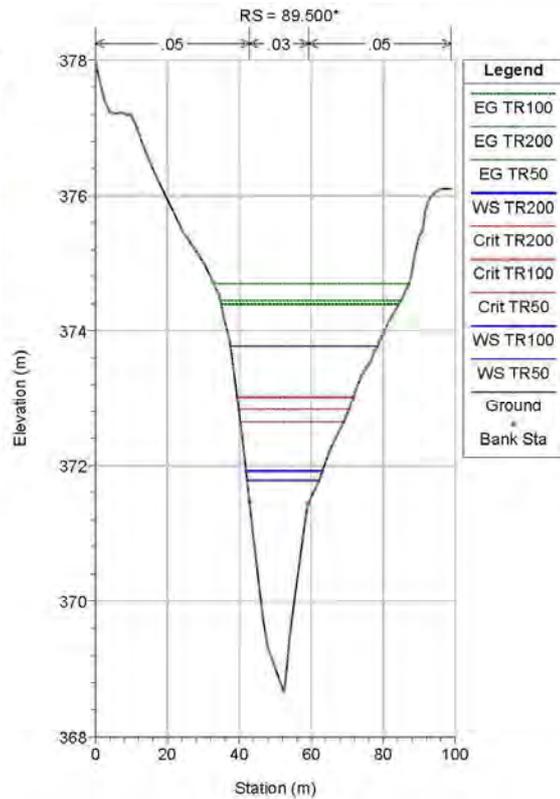
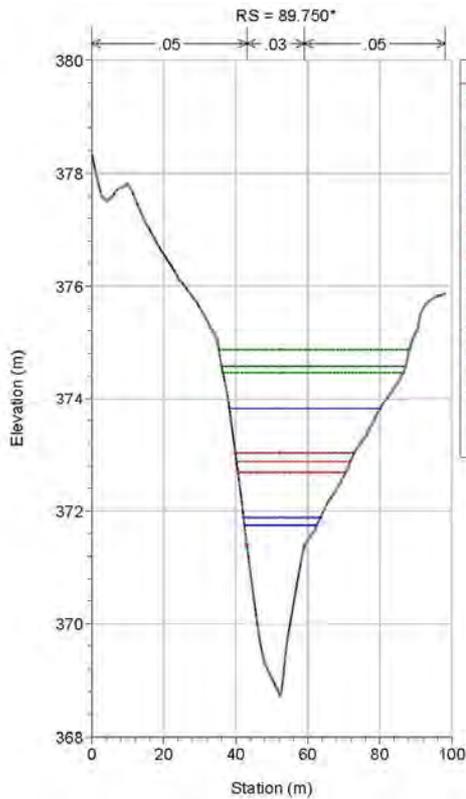
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	261 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

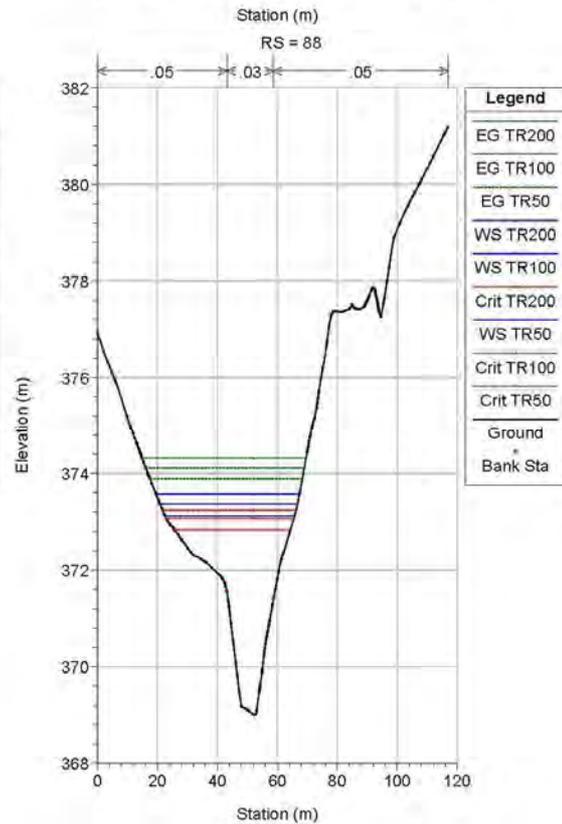
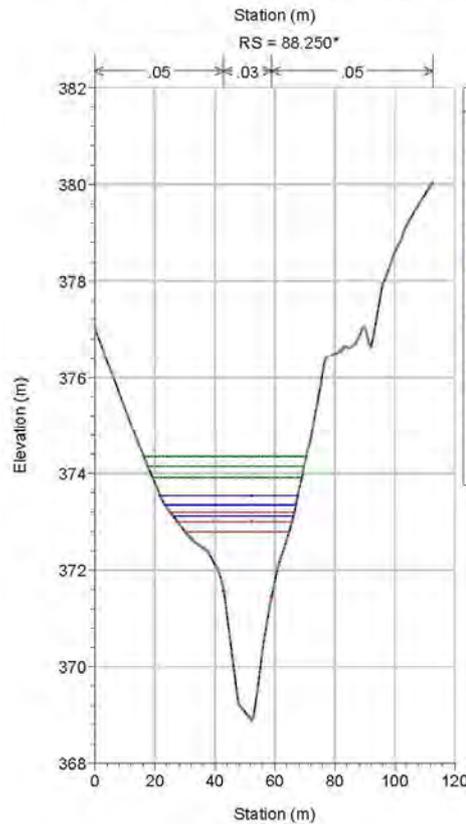
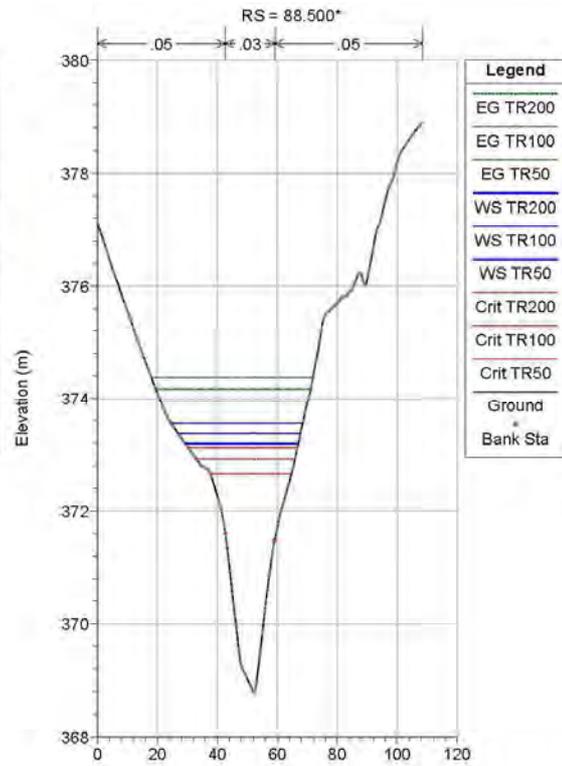
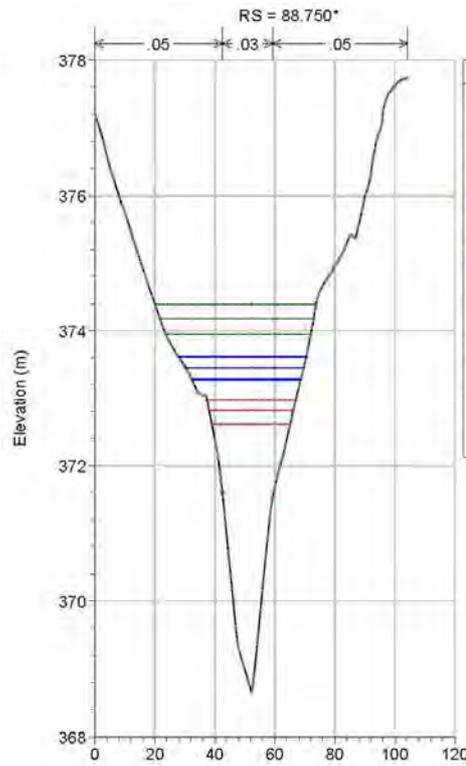
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	262 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

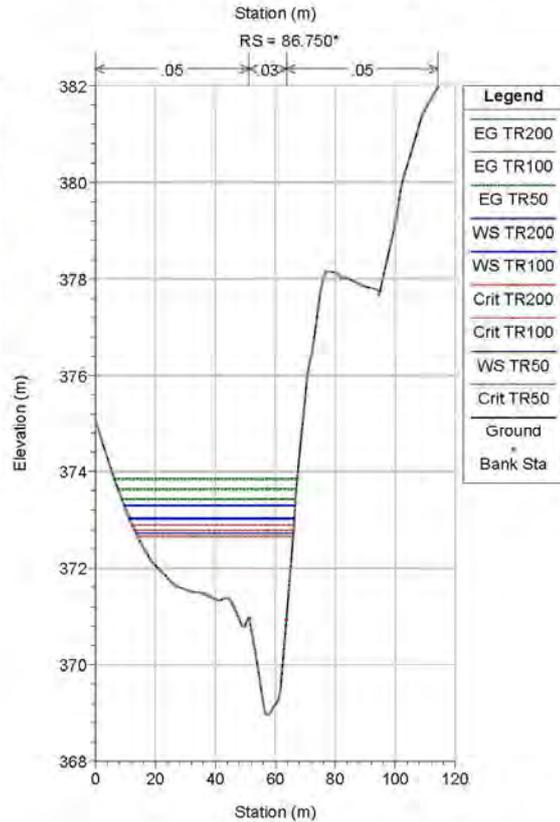
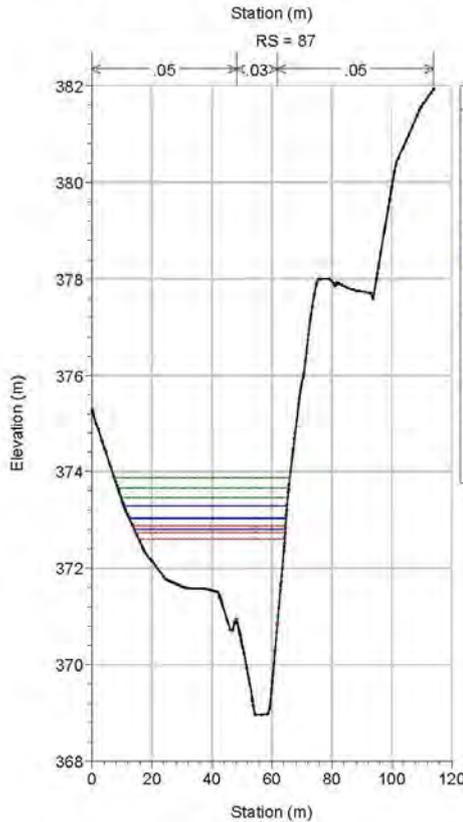
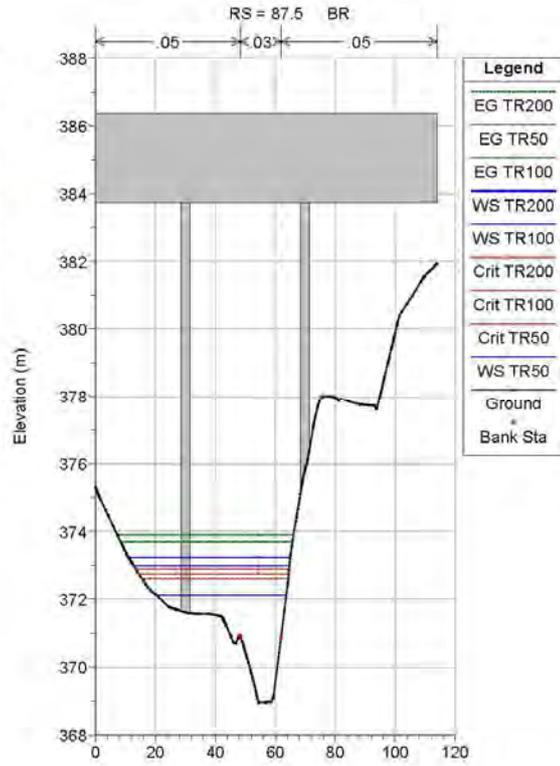
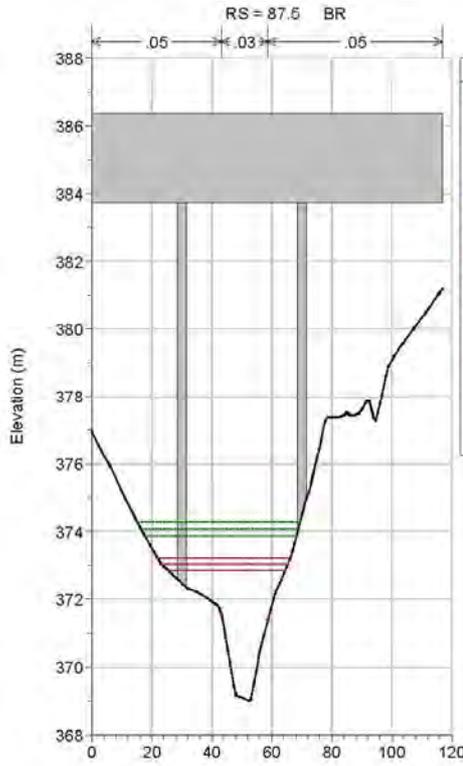
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	263 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

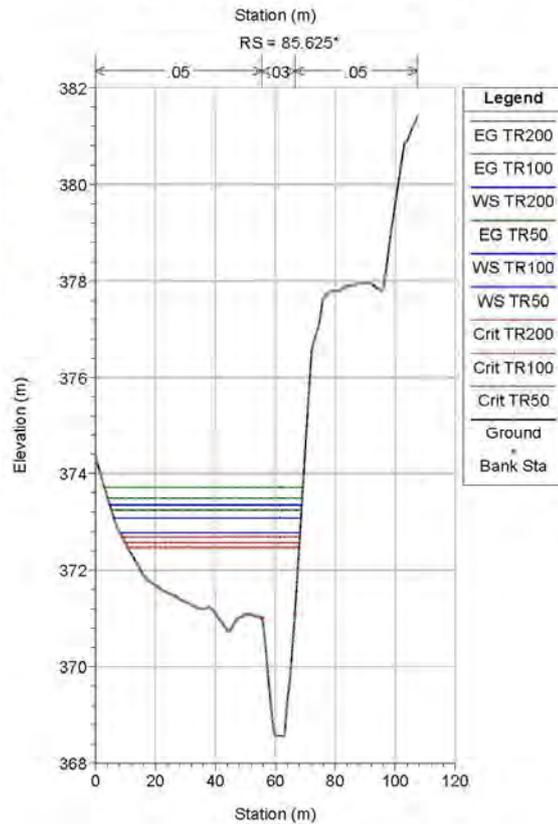
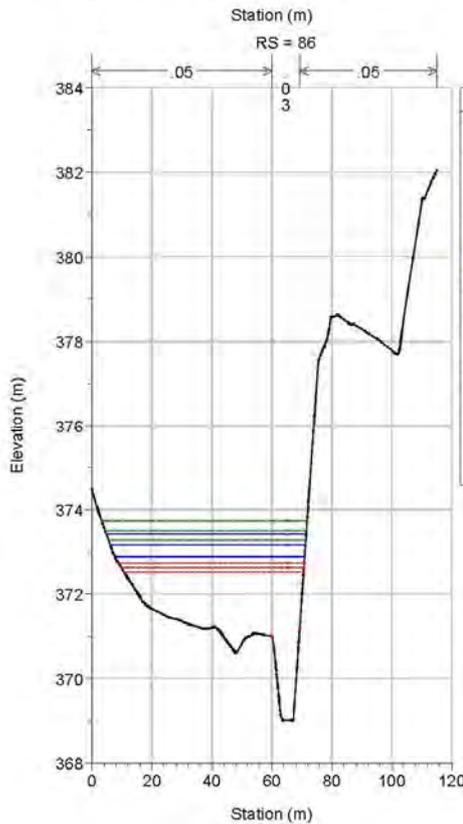
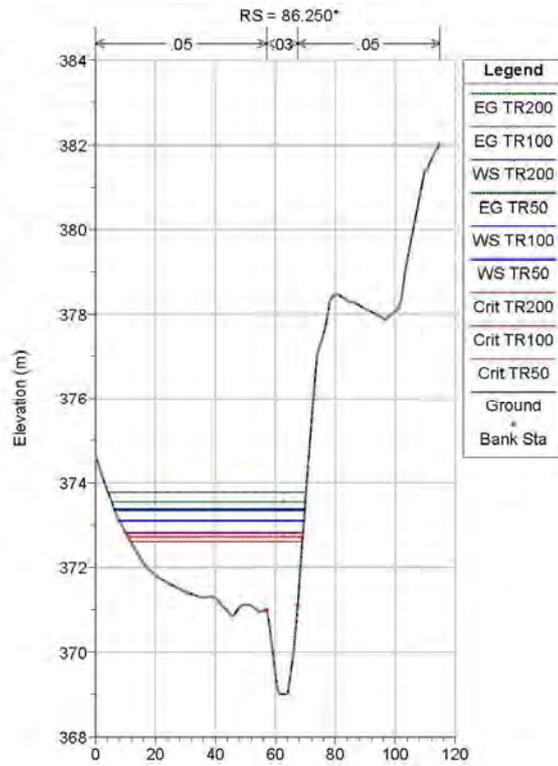
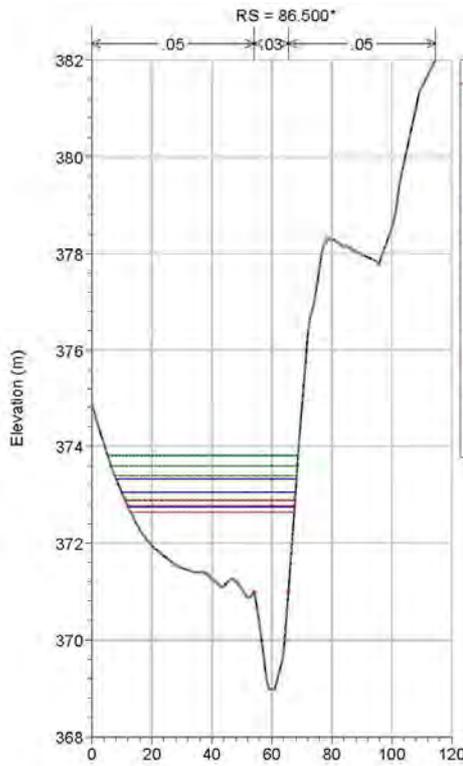
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	264 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

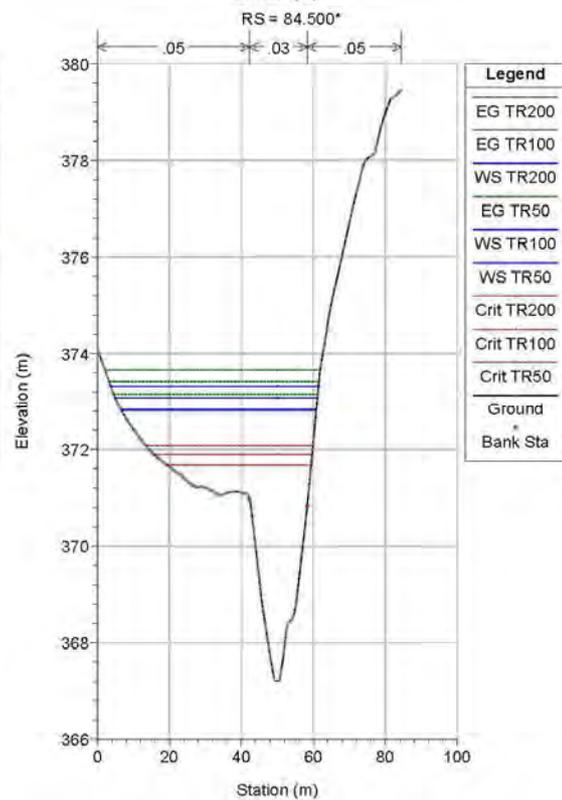
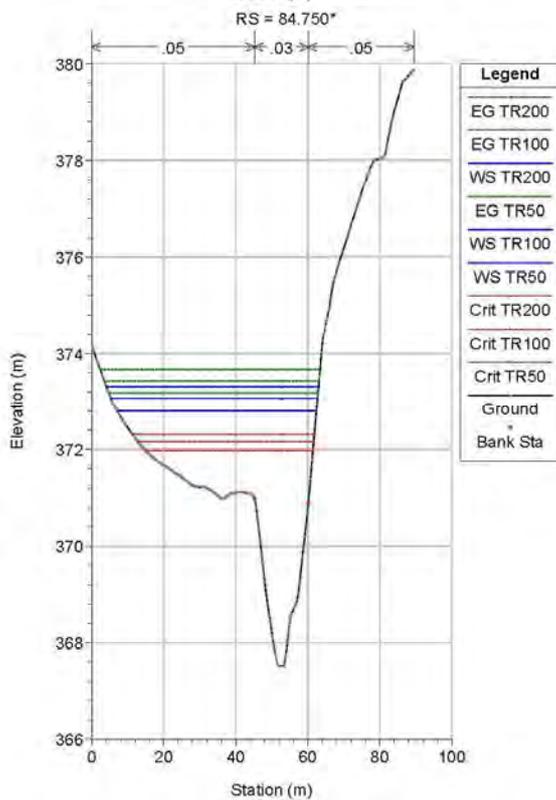
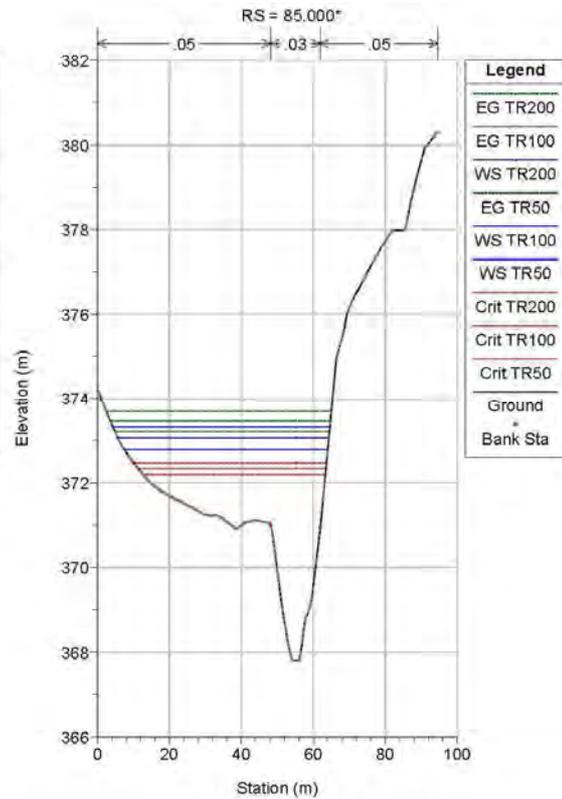
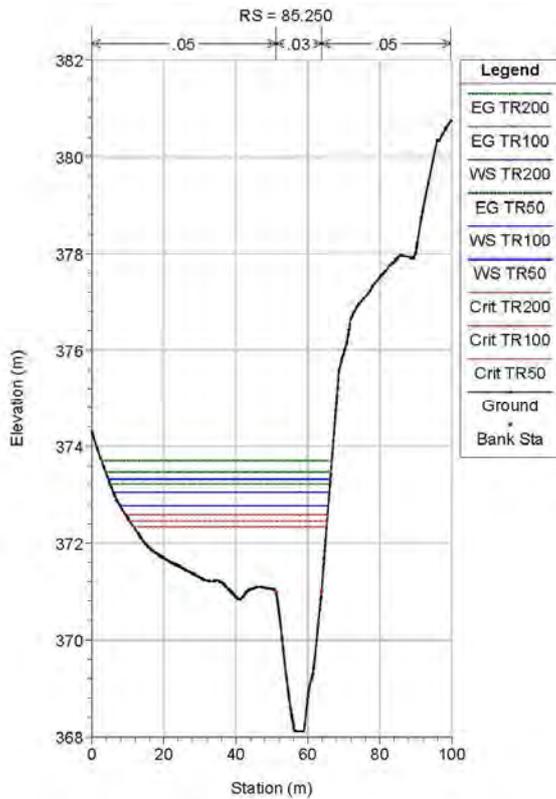
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	265 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

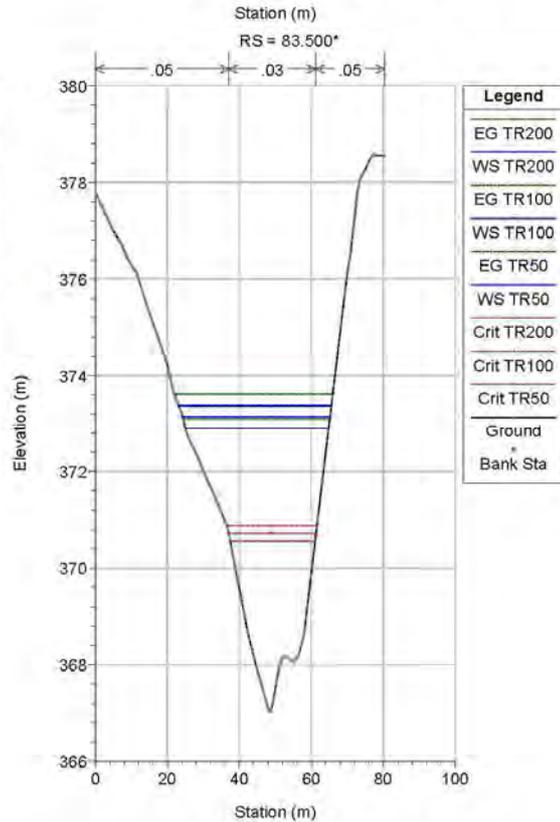
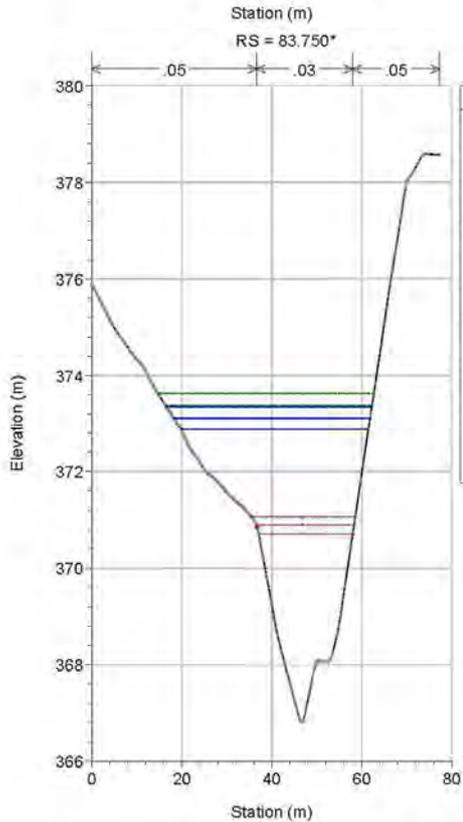
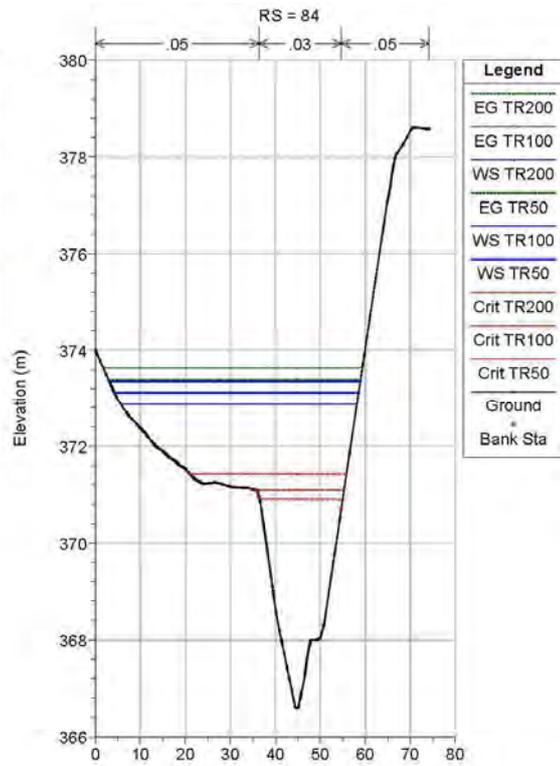
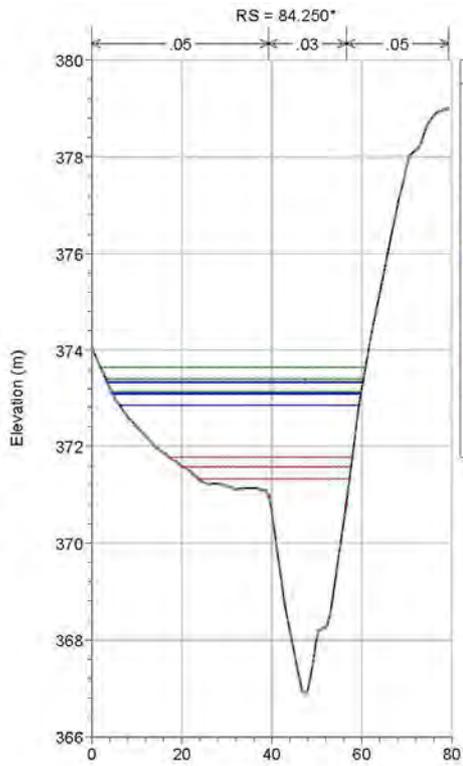
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	266 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

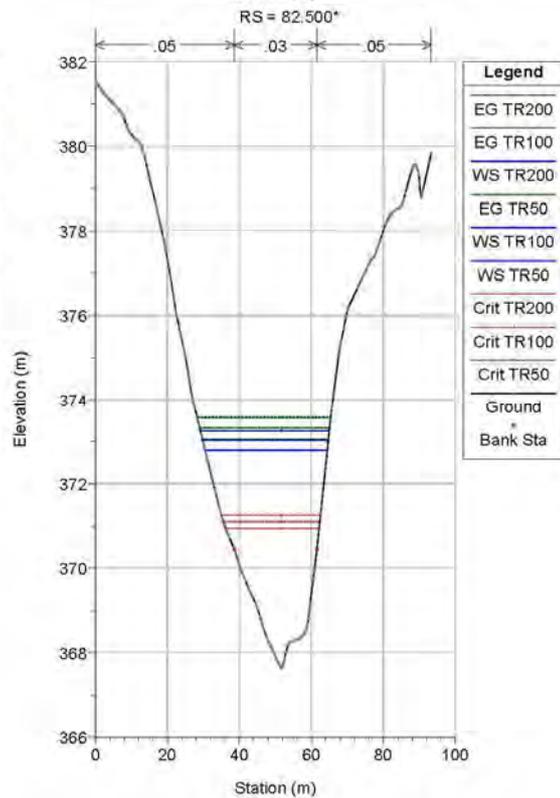
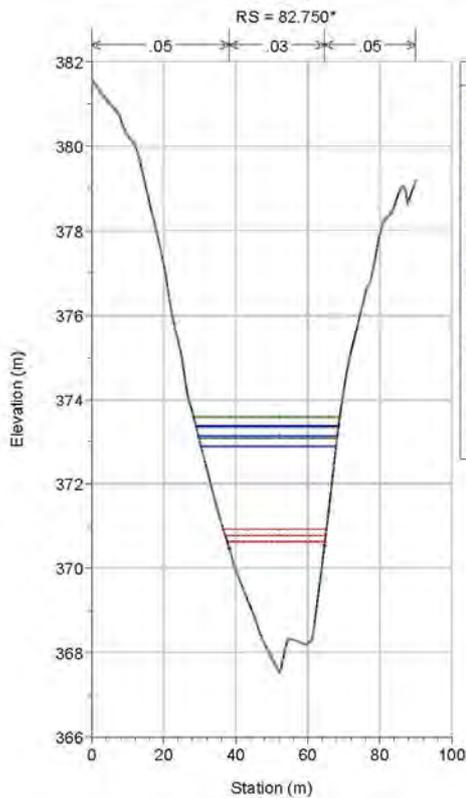
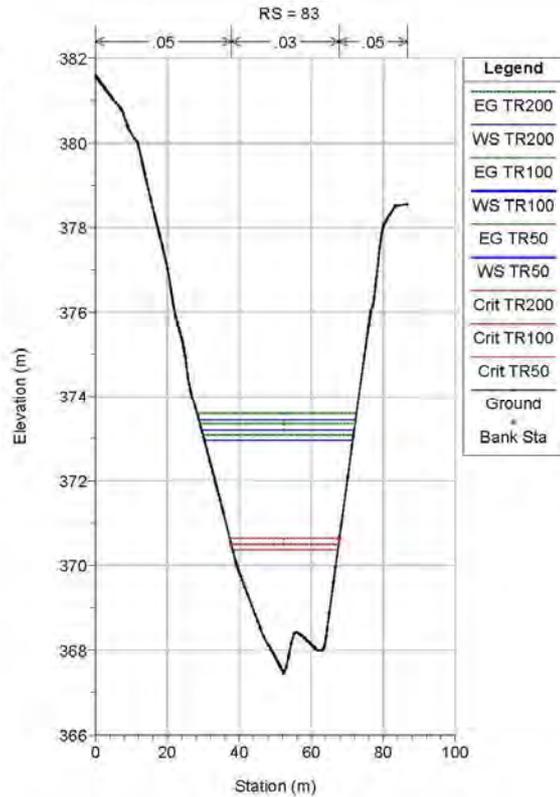
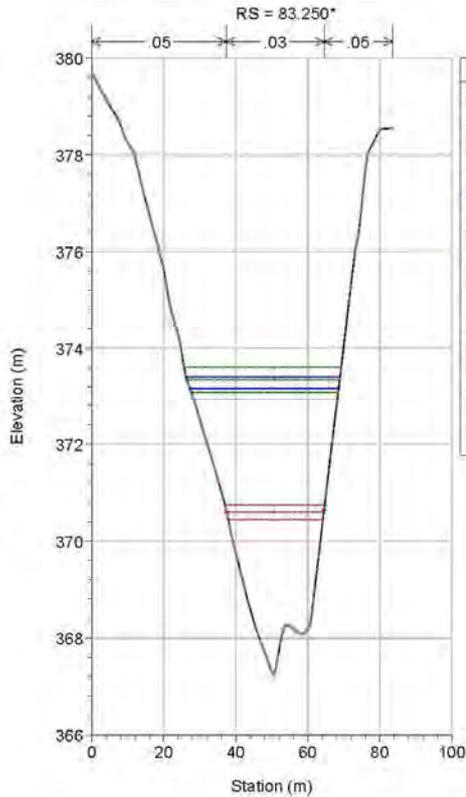
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	267 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

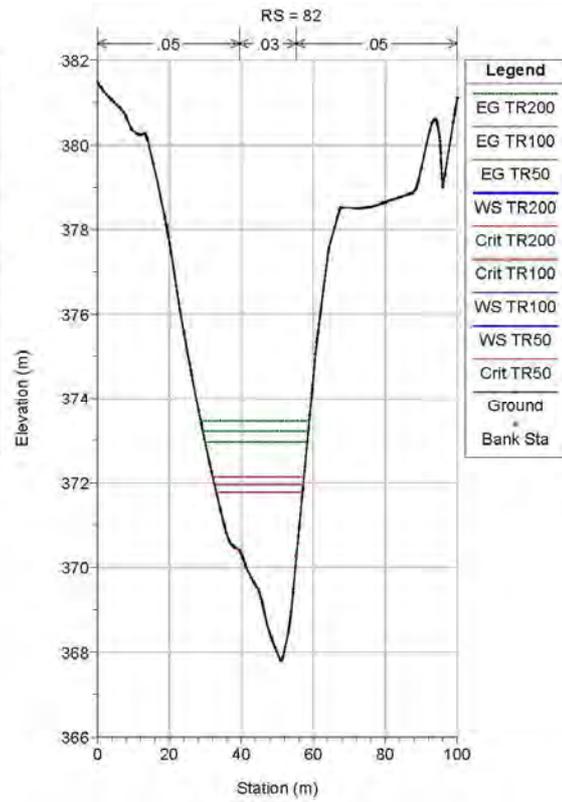
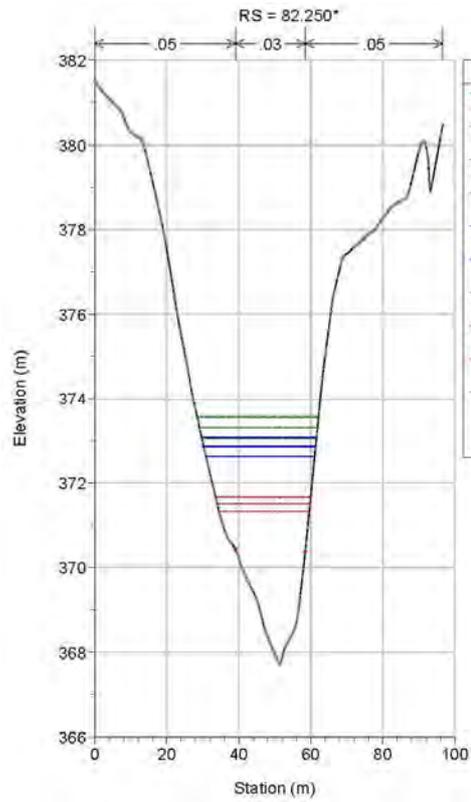
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	268 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	269 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	270 di 321

MISTRIANO

ANTE OPERAM

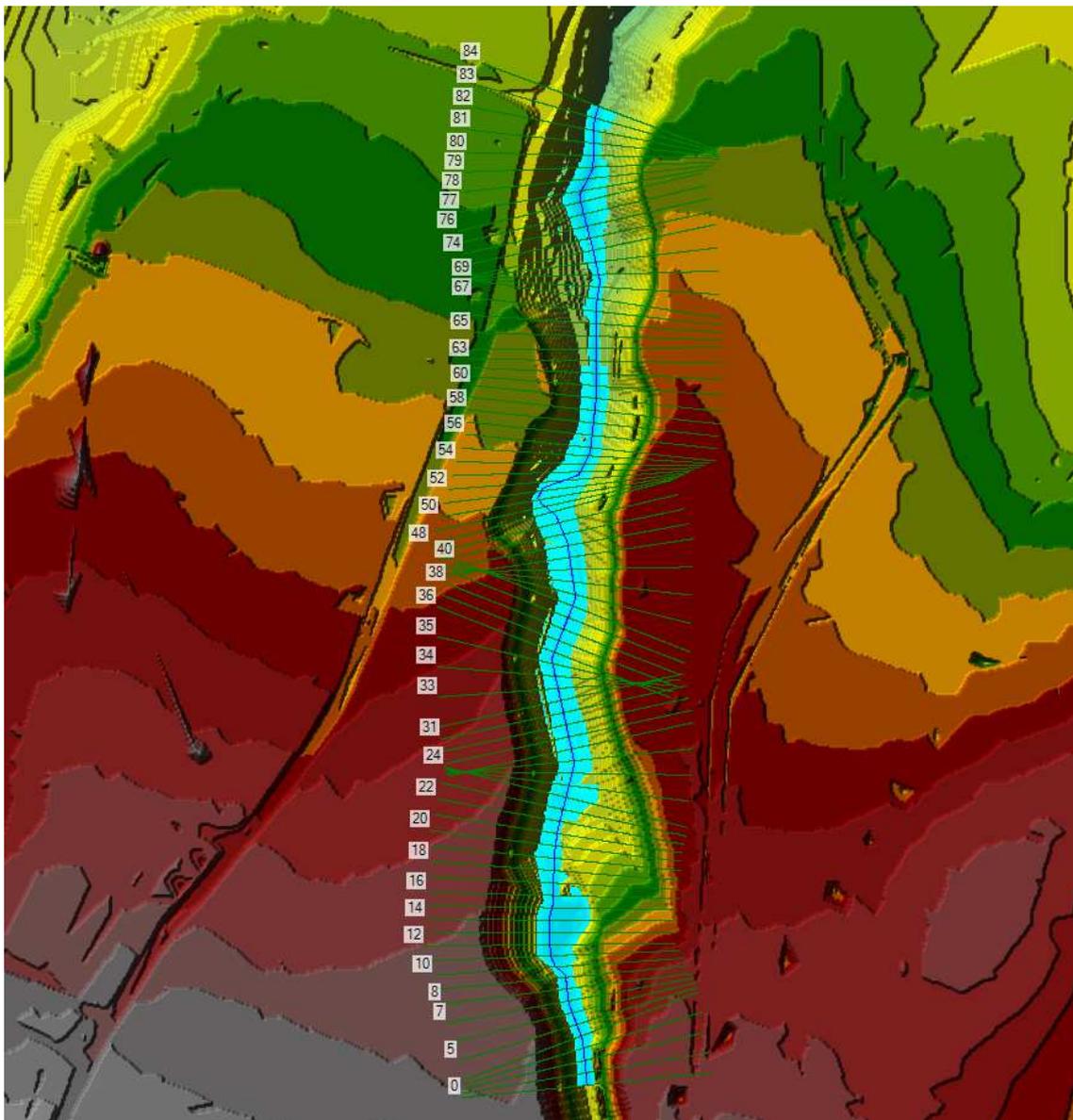
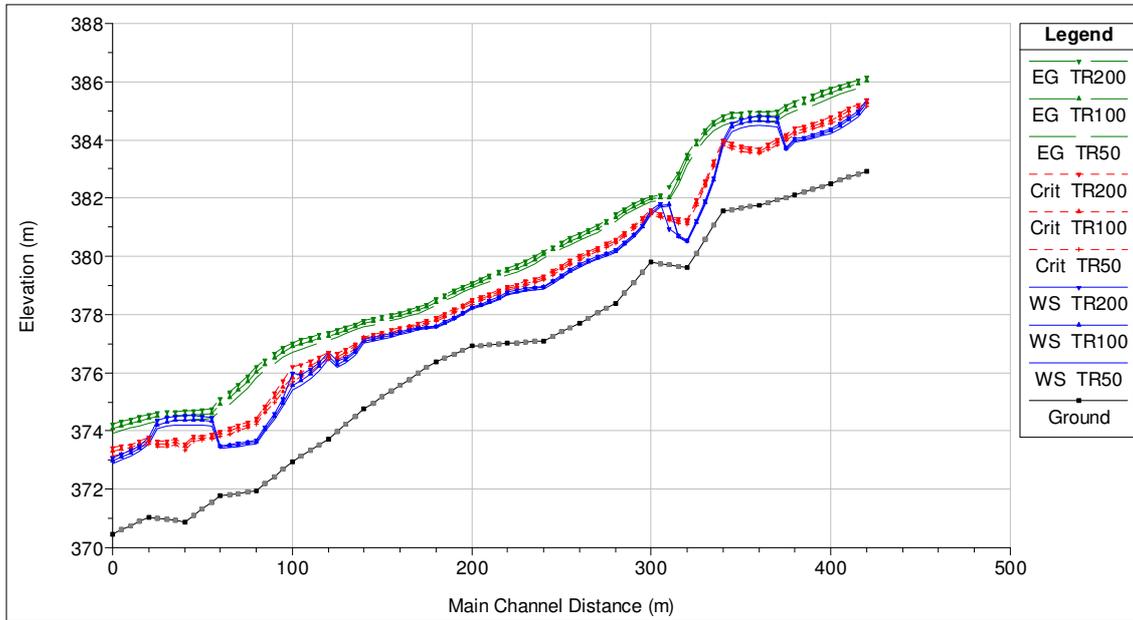


Figura 24: Planimetria ante operam Tr 200 anni

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	271 di 321



River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
100	382.93	385.38	385.38	386.16	0.009692	3.92	11.66	7.86	1
99.750*	382.82	385	385.23	386.07	0.015569	4.59	9.93	7.39	1.25
99.500*	382.72	384.77	385.07	385.98	0.018059	4.86	9.38	7.33	1.35
99.250*	382.61	384.57	384.93	385.87	0.019778	5.05	9.04	7.34	1.41
99	382.51	384.38	384.78	385.76	0.021043	5.21	8.81	7.44	1.46
98.750*	382.41	384.28	384.68	385.65	0.021384	5.19	8.82	7.57	1.48
98.500*	382.3	384.19	384.58	385.54	0.021617	5.16	8.86	7.71	1.49
98.250*	382.2	384.09	384.48	385.43	0.021834	5.12	8.91	7.85	1.5
98	382.09	384.05	384.39	385.31	0.017867	4.99	9.34	8.15	1.38
97.750*	382.01	383.74	384.18	385.18	0.027549	5.32	8.56	8.25	1.67
97.500*	381.93	384.76	384	385	0.001917	2.19	21.71	13.2	0.49
97.250*	381.85	384.79	383.85	384.97	0.00132	1.87	25.3	14.69	0.41
97	381.77	384.82	383.69	384.95	0.000961	1.63	28.89	16.19	0.36
96.750*	381.71	384.77	383.73	384.94	0.001191	1.83	25.99	14.82	0.39
96.500*	381.66	384.71	383.8	384.93	0.001602	2.1	22.71	13.55	0.45
96.250*	381.6	384.58	383.88	384.91	0.002509	2.54	18.8	12.33	0.55
96	381.55	383.99	383.99	384.84	0.00992	4.07	11.29	7.18	1
95.750*	381.06	382.71	383.29	384.64	0.038475	6.16	7.39	6.99	1.91

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	272 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
95.500*	380.58	381.93	382.6	384.36	0.059395	6.91	6.59	7.66	2.38
95.250*	380.09	381.23	381.93	383.98	0.081817	7.35	6.2	8.57	2.76
95	379.6	380.57	381.27	383.51	0.100212	7.59	6.01	9.64	3.02
94.750*	379.65	380.73	381.3	382.85	0.06801	6.45	7.07	10.9	2.53
94.500*	379.7	380.94	381.36	382.39	0.042053	5.34	8.55	12.32	2.01
94.250*	379.75	381.81	381.46	382.09	0.00339	2.39	20.05	16.35	0.64
94	379.79	381.58	381.58	382.05	0.008672	3.05	15.58	19.34	0.96
93.750*	379.44	381.07	381.32	381.94	0.022666	4.13	11.07	14.76	1.49
93.500*	379.1	380.76	381.07	381.8	0.029446	4.51	10.11	13.96	1.67
93.250*	378.75	380.48	380.82	381.63	0.034051	4.75	9.6	13.4	1.77
93	378.4	380.22	380.58	381.45	0.037498	4.91	9.29	12.92	1.83
92.750*	378.22	380.11	380.45	381.24	0.032035	4.7	9.69	12.68	1.71
92.500*	378.05	380	380.31	381.07	0.029312	4.6	9.91	12.41	1.64
92.250*	377.88	379.87	380.16	380.92	0.027909	4.55	10.01	12.11	1.6
92	377.71	379.73	380.03	380.79	0.027251	4.55	10.02	11.78	1.57
91.750*	377.56	379.54	379.86	380.64	0.028848	4.64	9.81	11.85	1.63
91.500*	377.41	379.36	379.69	380.49	0.030197	4.72	9.66	11.93	1.67
91.250*	377.26	379.17	379.51	380.34	0.031367	4.78	9.52	12.01	1.71
91	377.11	378.98	379.34	380.18	0.032442	4.84	9.42	12.09	1.73
90.750*	377.08	378.94	379.24	379.99	0.026475	4.54	10.04	12.22	1.58
90.500*	377.06	378.89	379.15	379.84	0.022577	4.31	10.57	12.34	1.47
90.250*	377.04	378.83	379.05	379.71	0.020185	4.15	10.98	12.43	1.4
90	377.02	378.76	378.96	379.59	0.018878	4.04	11.27	12.5	1.35
89.750*	376.99	378.6	378.83	379.49	0.021943	4.17	10.92	13.1	1.46
89.500*	376.96	378.47	378.71	379.37	0.023839	4.21	10.82	13.78	1.51
89.250*	376.94	378.36	378.61	379.24	0.024307	4.16	10.95	14.51	1.52
89	376.91	378.26	378.5	379.11	0.024233	4.08	11.17	15.26	1.51
88.750*	376.78	378.07	378.33	378.97	0.027127	4.21	10.83	15.51	1.6
88.500*	376.65	377.91	378.18	378.83	0.028847	4.26	10.68	15.8	1.65
88.250*	376.52	377.75	378.03	378.68	0.029675	4.27	10.67	16.15	1.67
88	376.38	377.62	377.89	378.53	0.029712	4.23	10.77	16.54	1.66
87.750*	376.18	377.59	377.8	378.36	0.021807	3.9	11.7	16.18	1.45
87.500*	375.98	377.55	377.71	378.24	0.017628	3.69	12.35	15.78	1.32
87.250*	375.78	377.48	377.62	378.15	0.016223	3.63	12.55	15.31	1.27

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

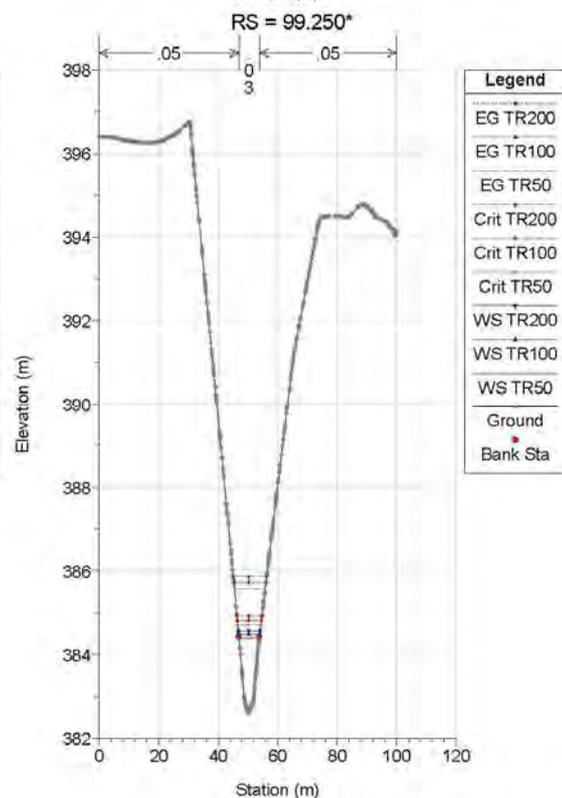
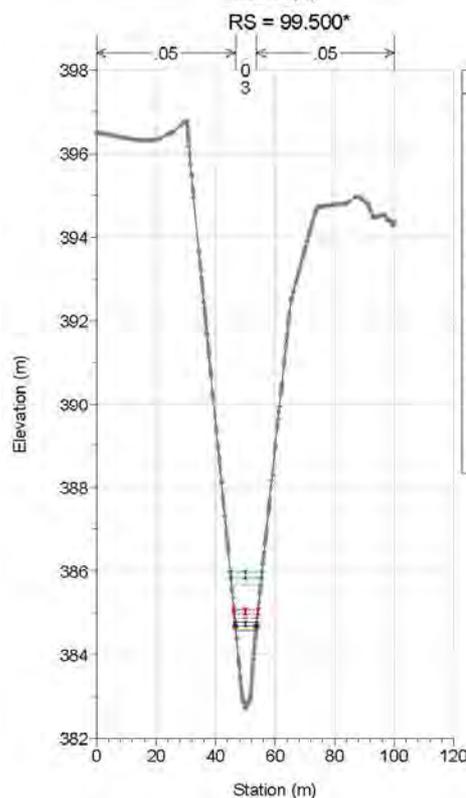
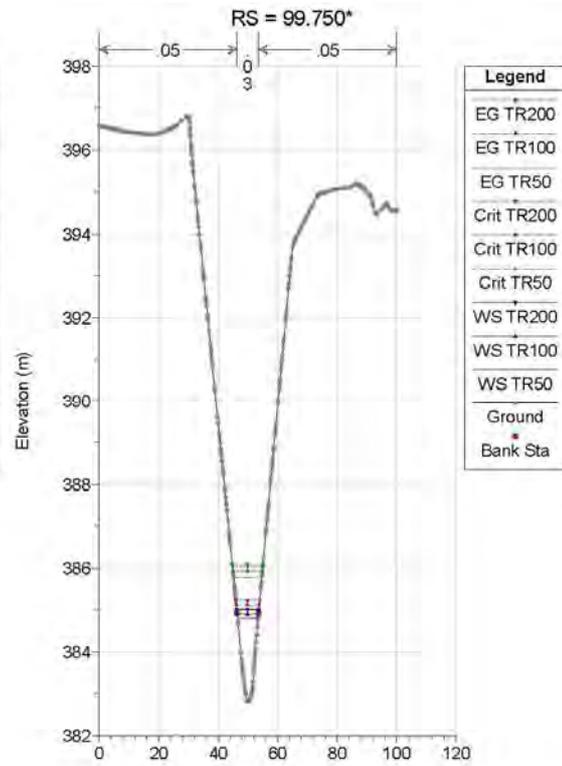
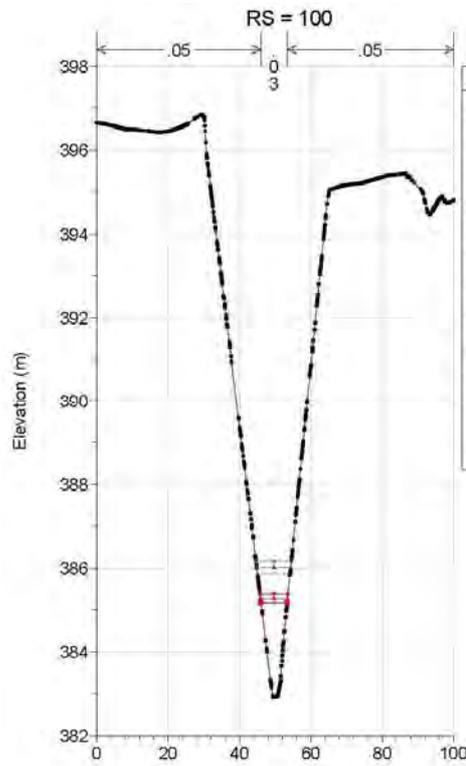
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	273 di 321

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
87.000*	375.57	377.41	377.54	378.08	0.015623	3.62	12.59	14.82	1.24
86.750*	375.37	377.34	377.46	378	0.015049	3.6	12.64	14.33	1.22
86.500*	375.17	377.28	377.38	377.93	0.014231	3.56	12.78	13.88	1.18
86.250*	374.97	377.22	377.31	377.86	0.013534	3.53	12.91	13.44	1.14
86	374.76	377.15	377.23	377.79	0.013565	3.54	12.86	12.96	1.13
85.750*	374.5	376.76	376.99	377.68	0.020346	4.26	10.69	10.9	1.37
85.500*	374.25	376.52	376.79	377.57	0.02082	4.54	10.03	9.3	1.4
85.250*	373.99	376.4	376.66	377.47	0.01856	4.58	9.94	8	1.31
85	373.73	376.69	376.69	377.39	0.008976	3.78	13.41	11.4	0.89
84.750*	373.53	376.36	376.54	377.31	0.012514	4.35	11.1	10.32	1.05
84.500*	373.34	376.13	376.41	377.23	0.014197	4.65	9.99	8.78	1.11
84.250*	373.15	375.92	376.28	377.14	0.016073	4.91	9.37	5.68	1.15
84	372.95	376	376.23	377.01	0.011509	4.47	10.72	10.33	0.96
83.750*	372.7	375.1	375.72	376.85	0.027216	5.86	7.81	5.32	1.49
83.500*	372.44	374.6	375.3	376.67	0.035364	6.37	7.17	5.67	1.76
83.250*	372.19	374.14	374.87	376.45	0.042504	6.73	6.79	6.12	1.98
83	371.94	373.7	374.45	376.21	0.049355	7.01	6.54	6.7	2.18
82.750*	371.9	373.64	374.32	375.89	0.045012	6.65	6.88	7.23	2.1
82.500*	371.85	373.59	374.2	375.61	0.041407	6.31	7.24	7.77	2.03
82.250*	371.81	373.54	374.1	375.35	0.037967	5.97	7.65	8.34	1.94
82	371.77	373.49	374	375.11	0.03462	5.65	8.08	8.94	1.85
81.750*	371.55	374.48	373.88	374.74	0.002365	2.3	20.88	13.91	0.54
81.500*	371.33	374.51	373.83	374.72	0.001969	2.03	23.03	14.78	0.49
81.250*	371.11	374.52	373.82	374.7	0.001804	1.85	24.84	16.02	0.46
81	370.88	374.53	373.56	374.68	0.001784	1.74	26.19	17.47	0.45
80.750*	370.92	374.5	373.71	374.67	0.001658	1.81	25.31	15.43	0.44
80.500*	370.96	374.46	373.65	374.66	0.001793	1.99	23.22	13.36	0.46
80.250*	371	374.36	373.66	374.64	0.00243	2.36	19.72	11.19	0.53
80	371.04	373.77	373.77	374.57	0.010044	3.95	11.57	7.75	1
79.750*	370.9	373.5	373.66	374.49	0.013799	4.4	10.36	7.3	1.15
79.500*	370.75	373.34	373.54	374.41	0.015112	4.57	9.98	7.19	1.2
79.250*	370.61	373.21	373.48	374.33	0.015817	4.69	9.78	7.3	1.22
79	370.46	373.08	373.42	374.24	0.016469	4.79	9.74	8.68	1.24

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

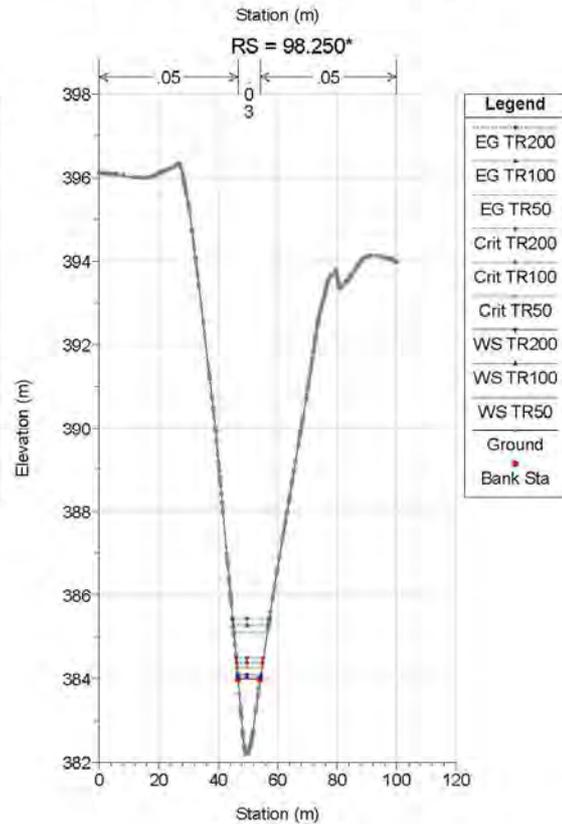
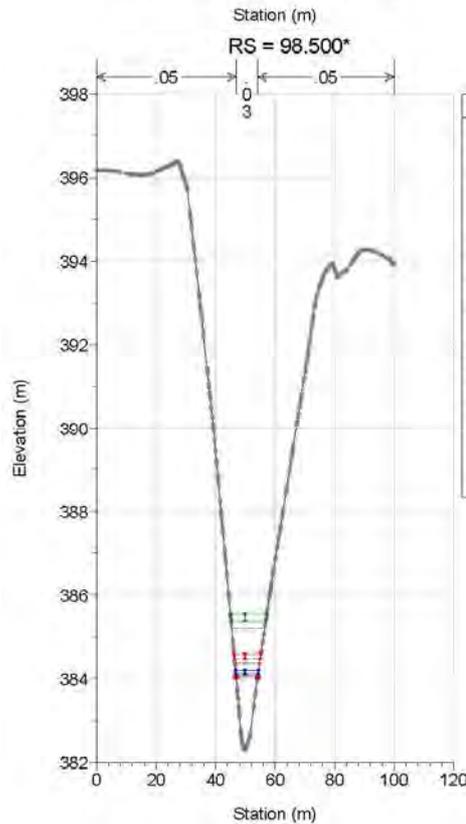
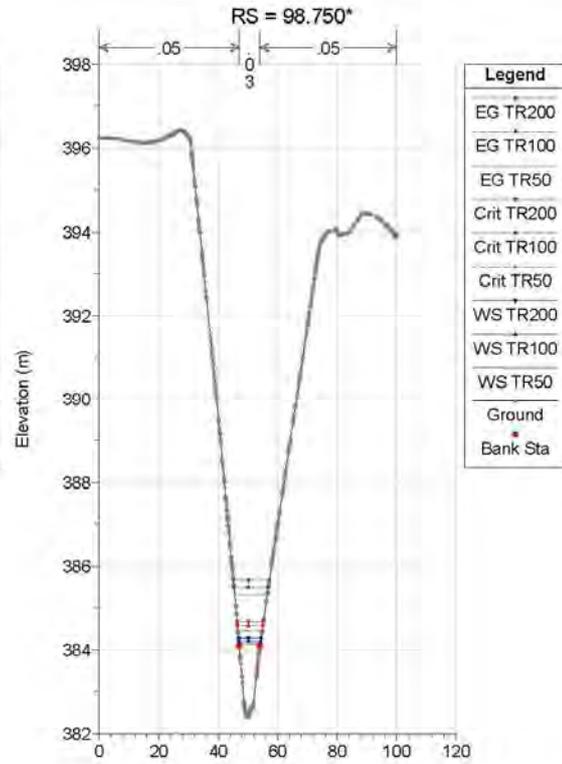
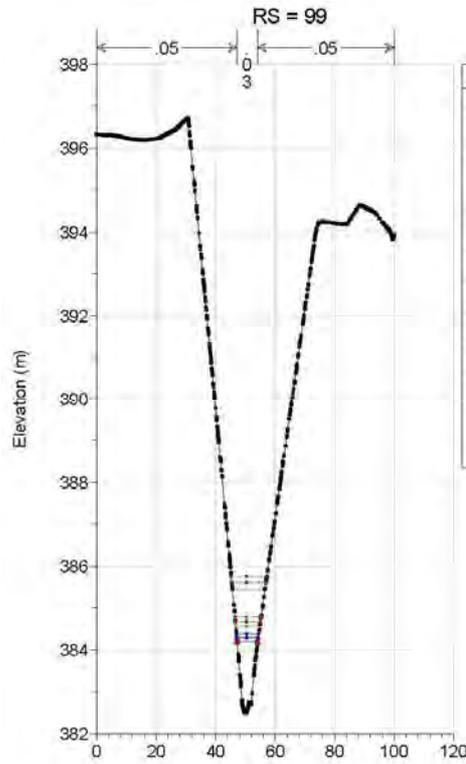
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	274 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

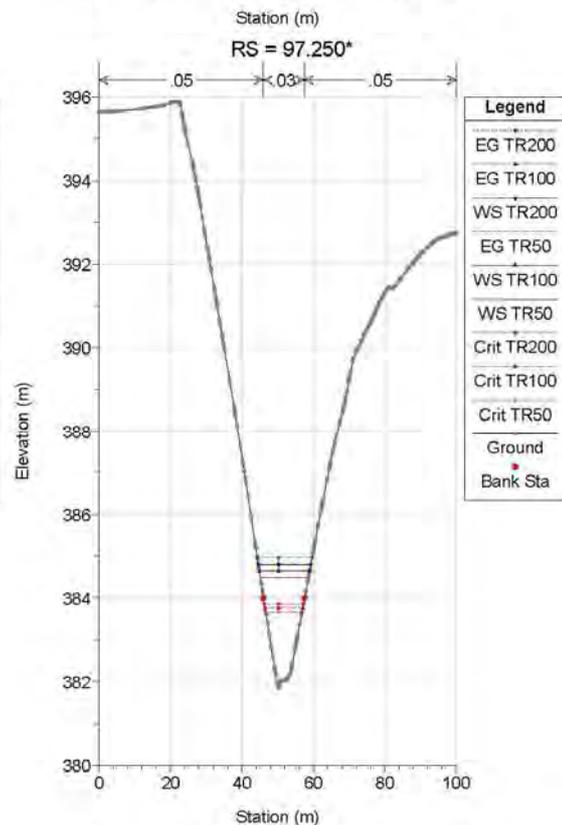
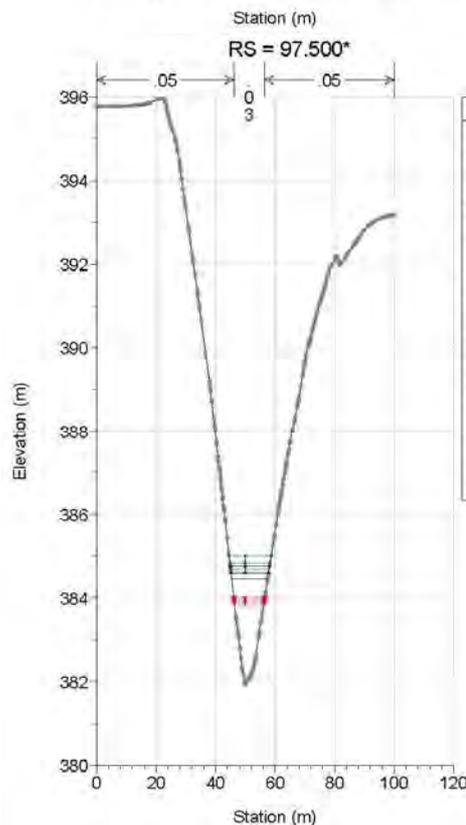
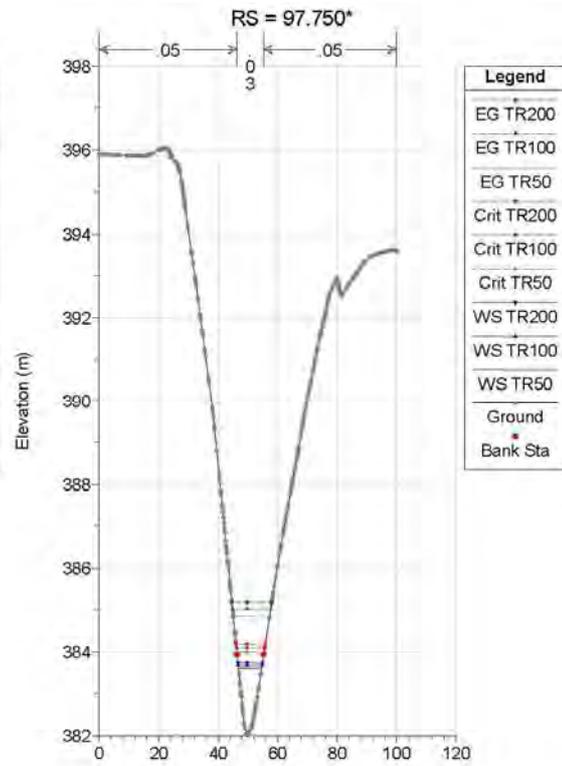
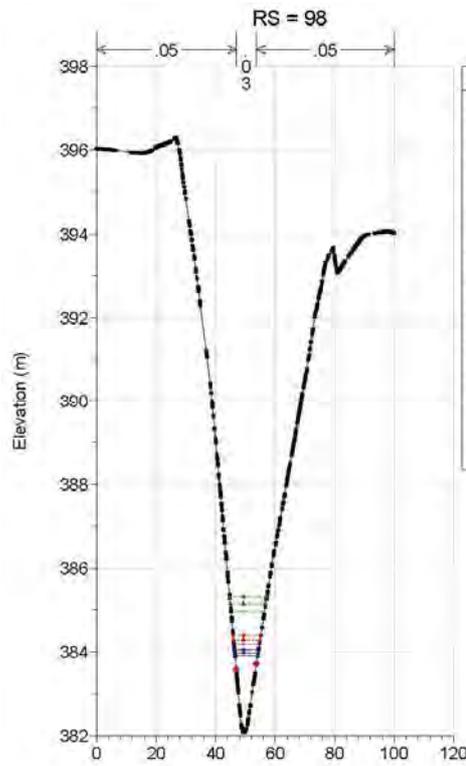
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	275 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

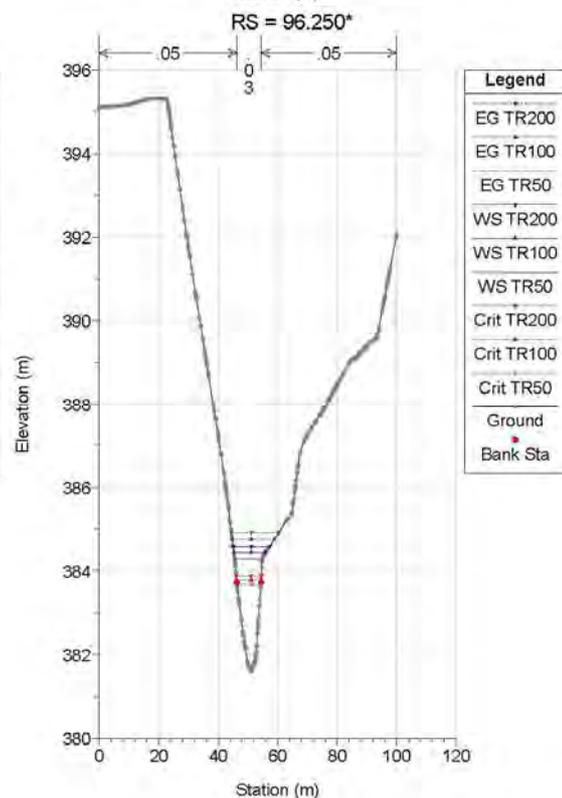
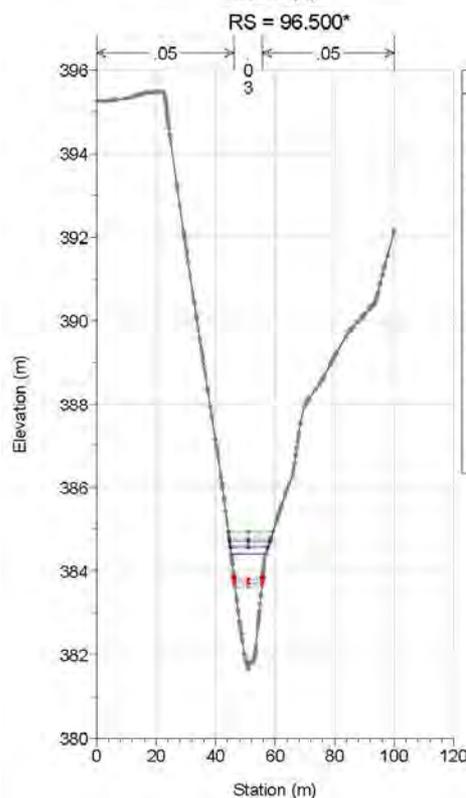
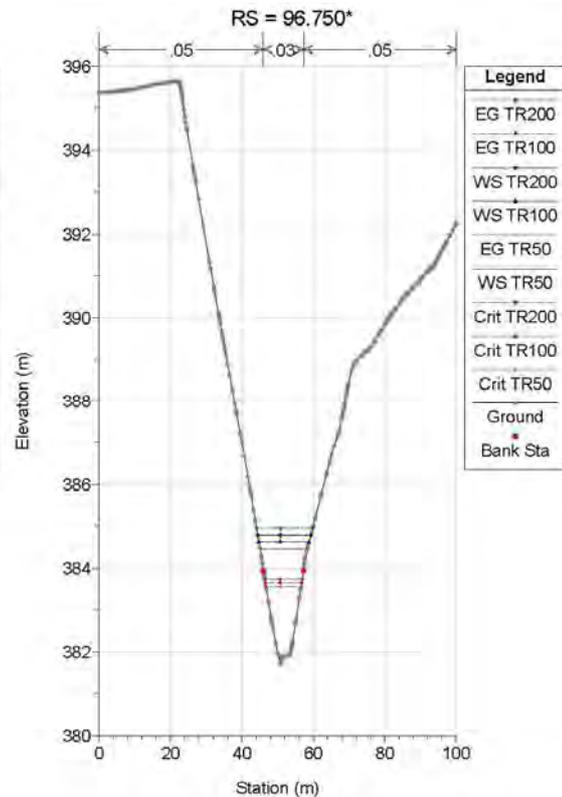
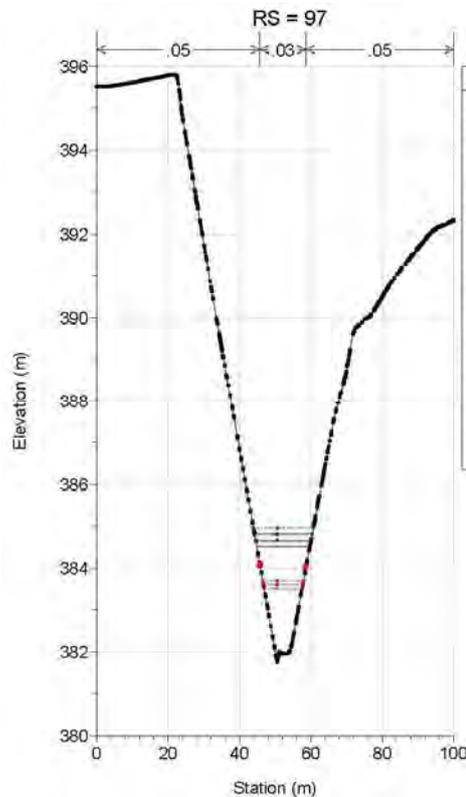
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	276 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

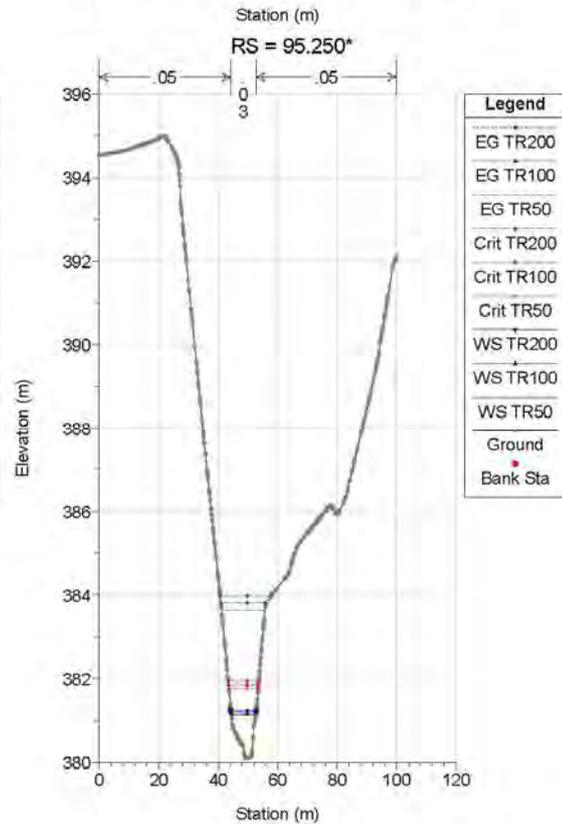
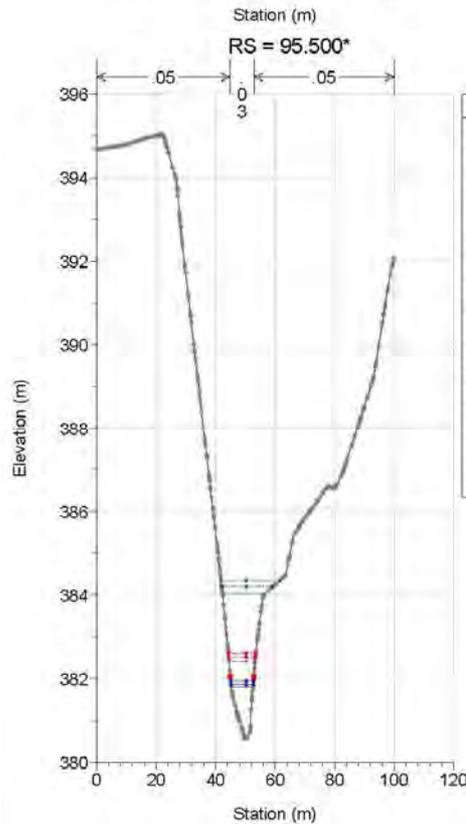
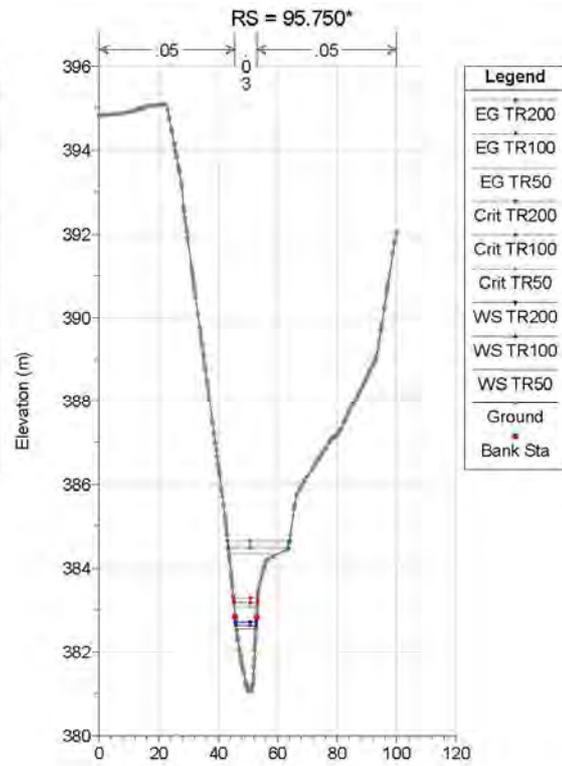
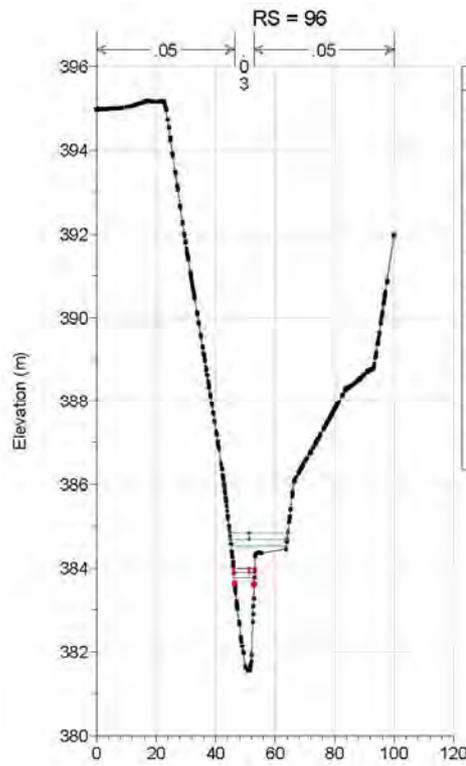
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	277 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

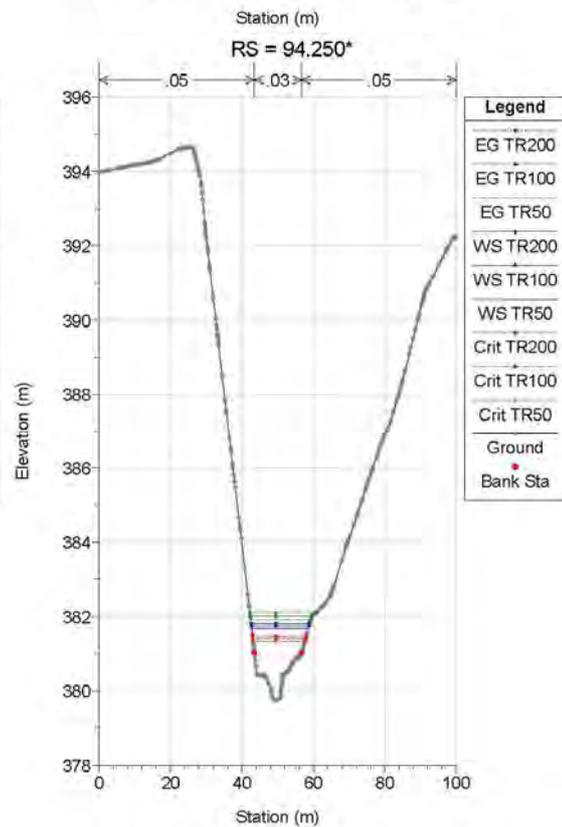
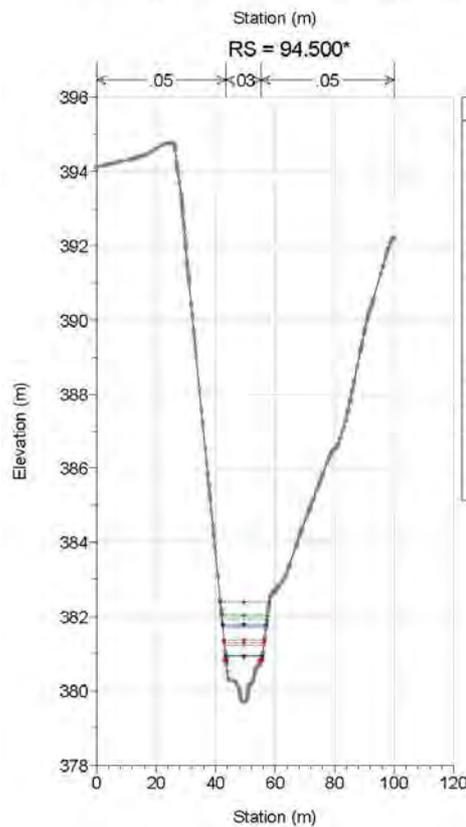
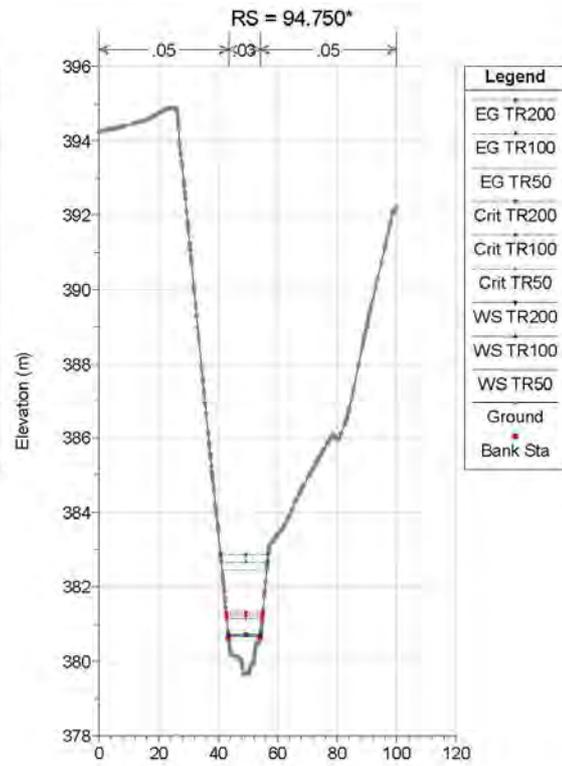
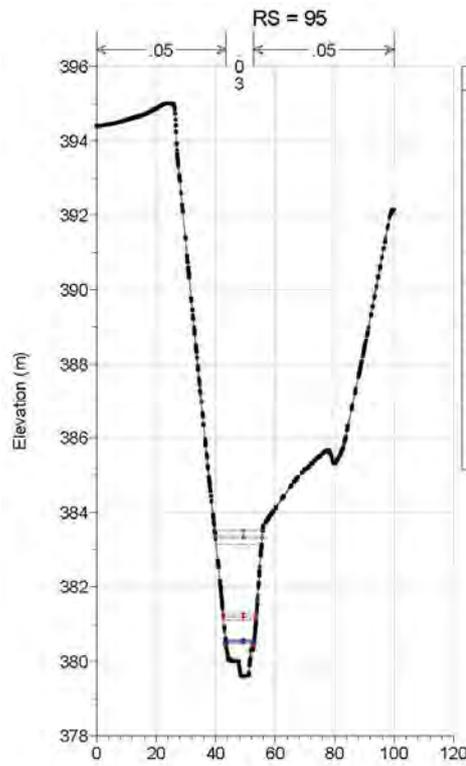
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	278 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

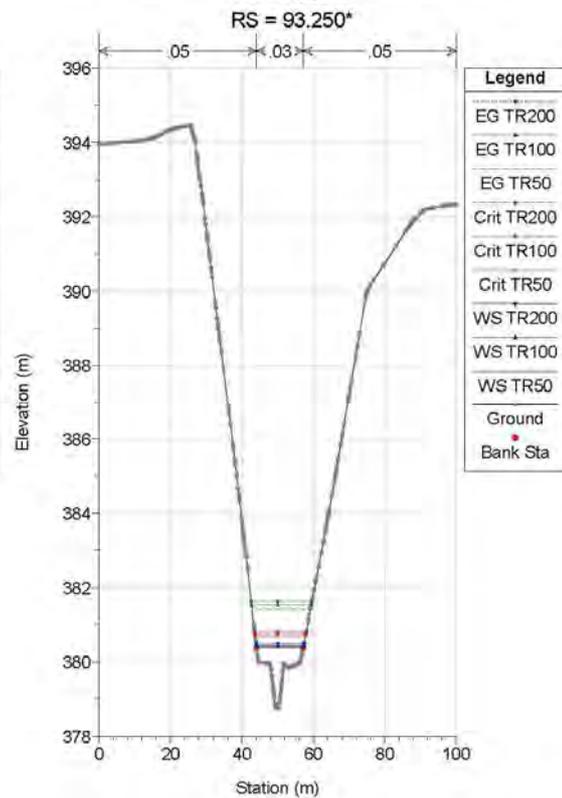
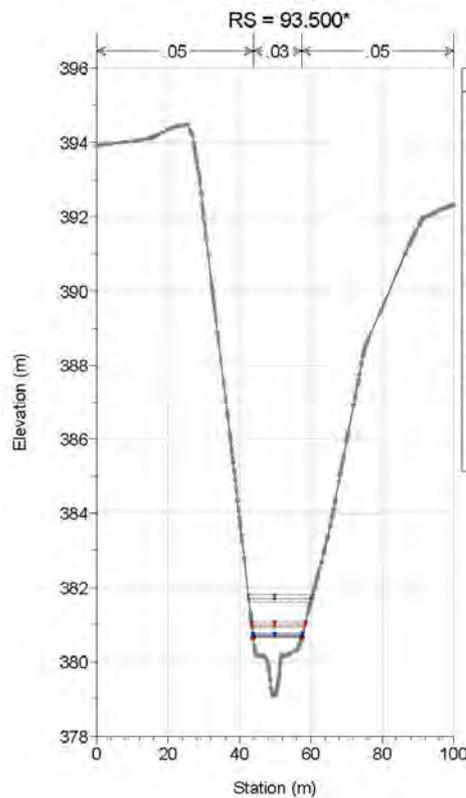
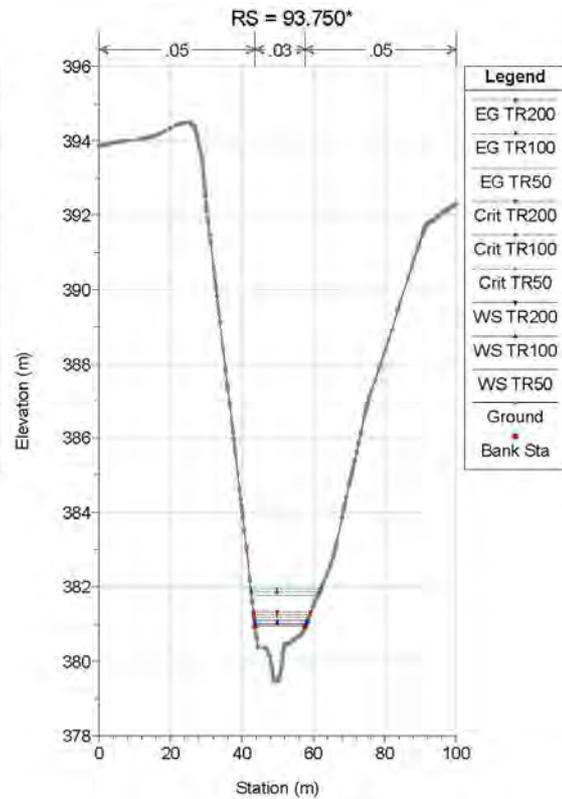
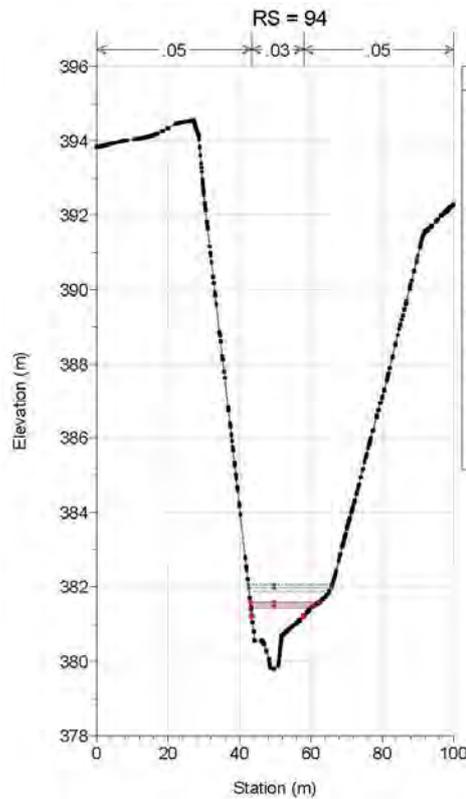
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	279 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

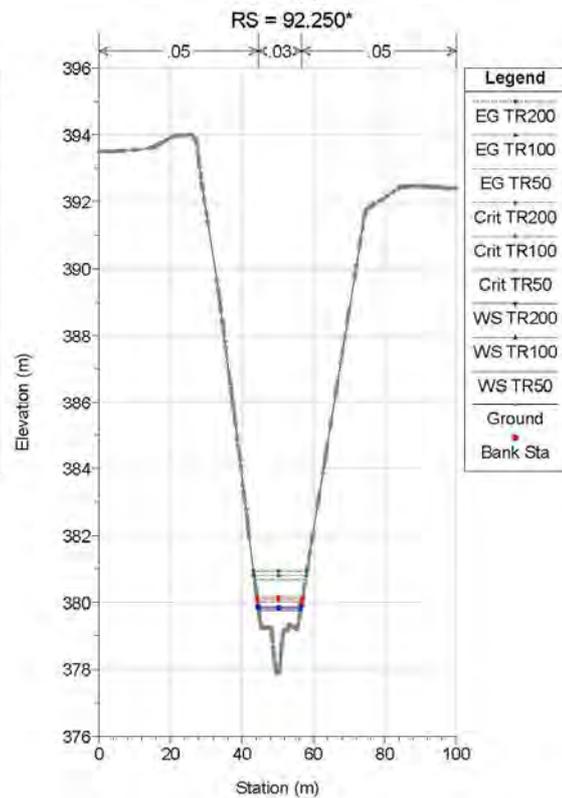
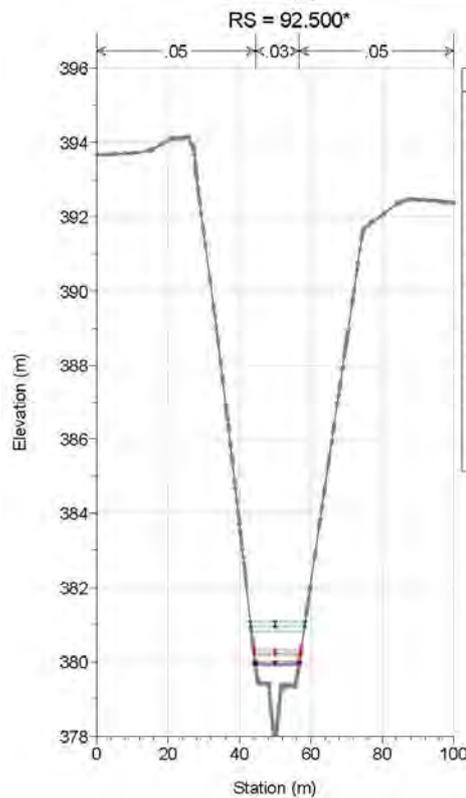
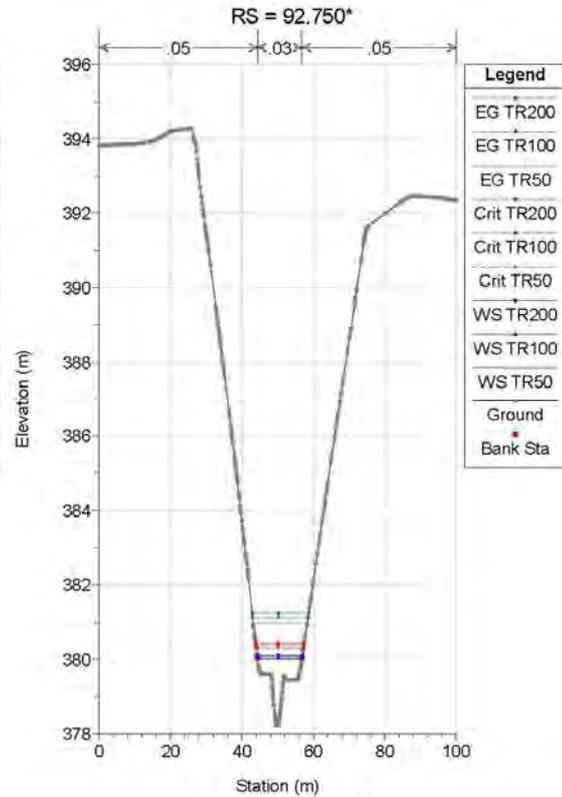
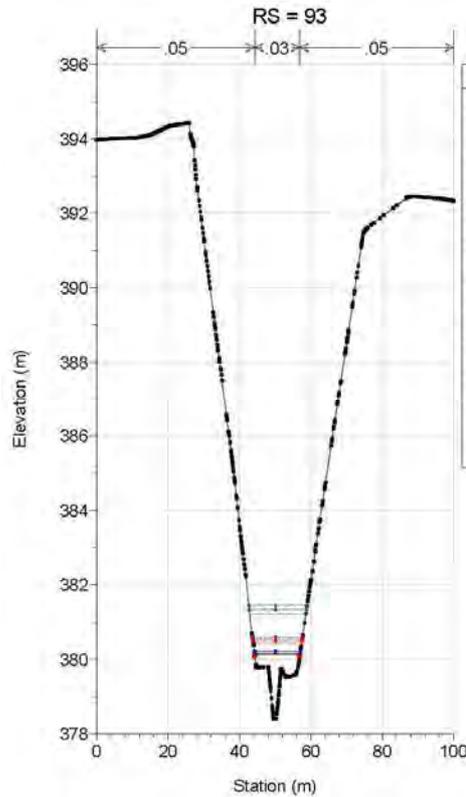
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	280 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

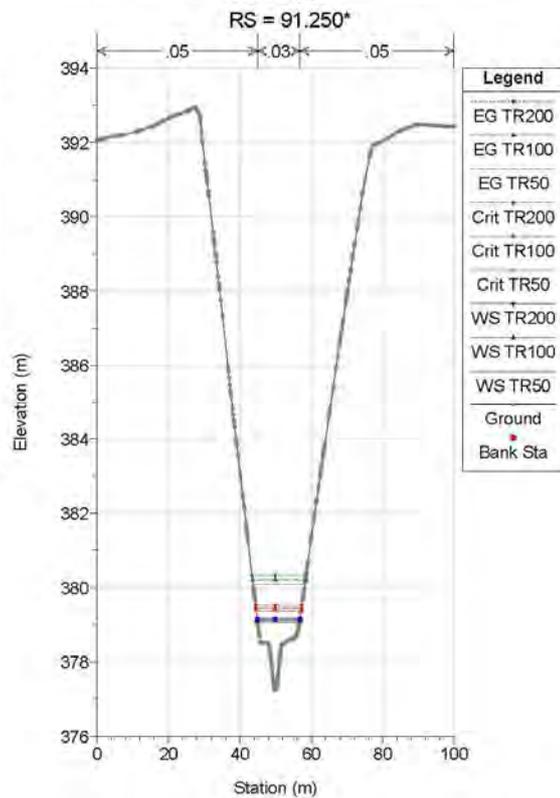
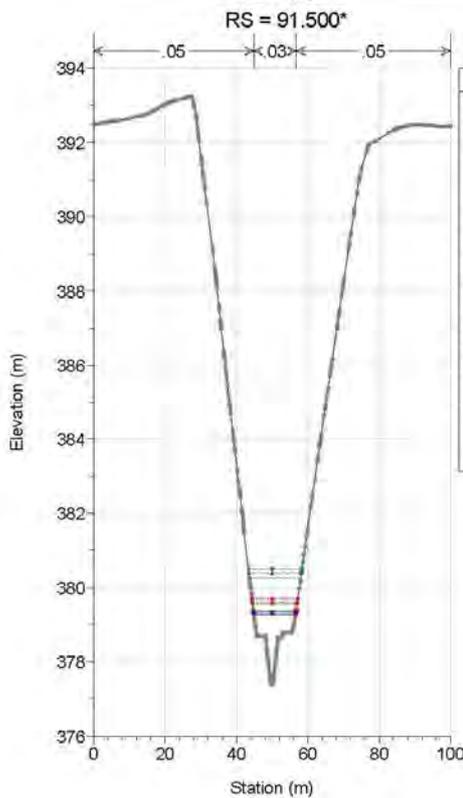
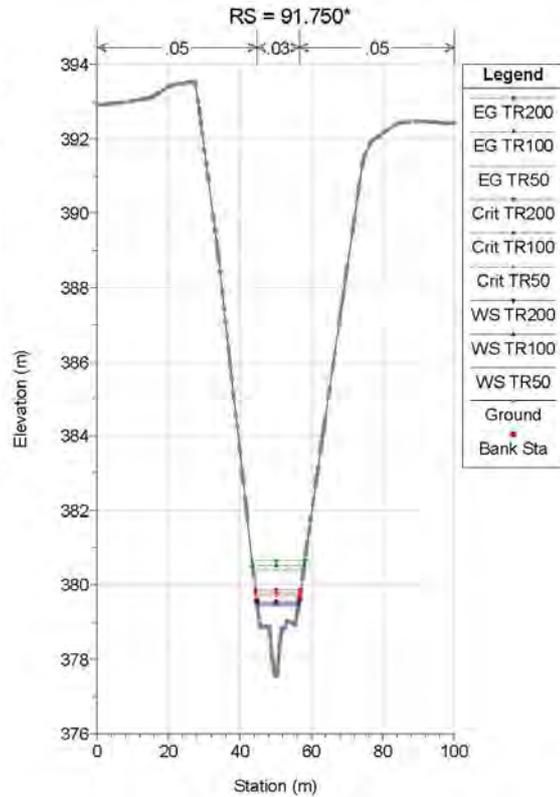
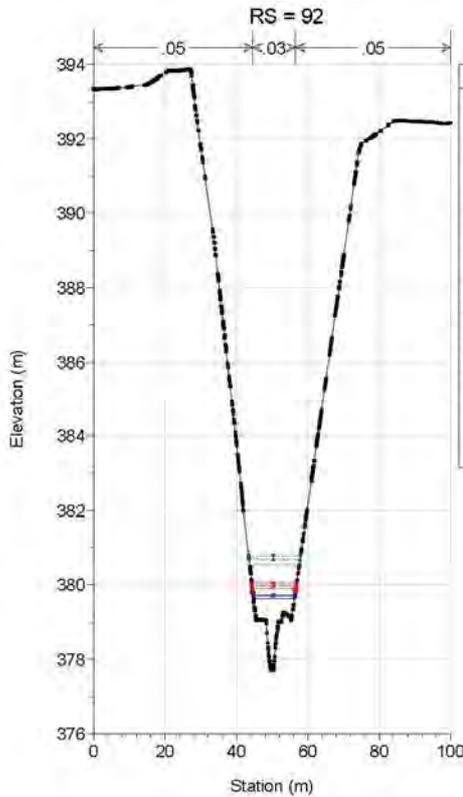
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	281 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

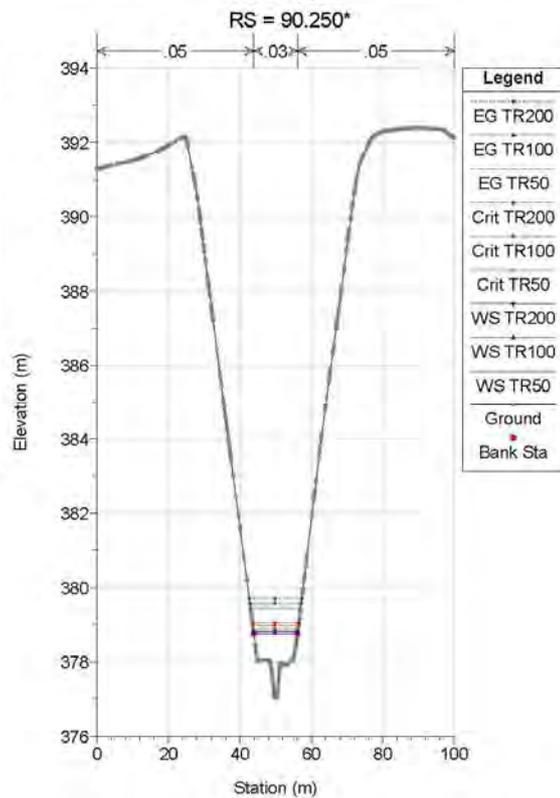
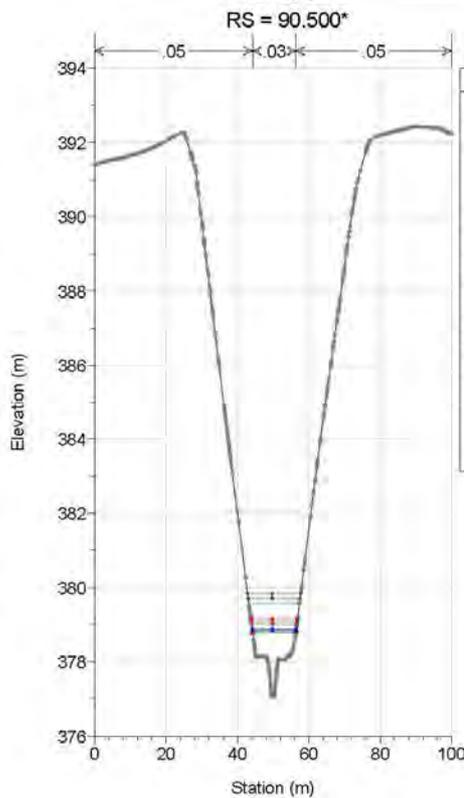
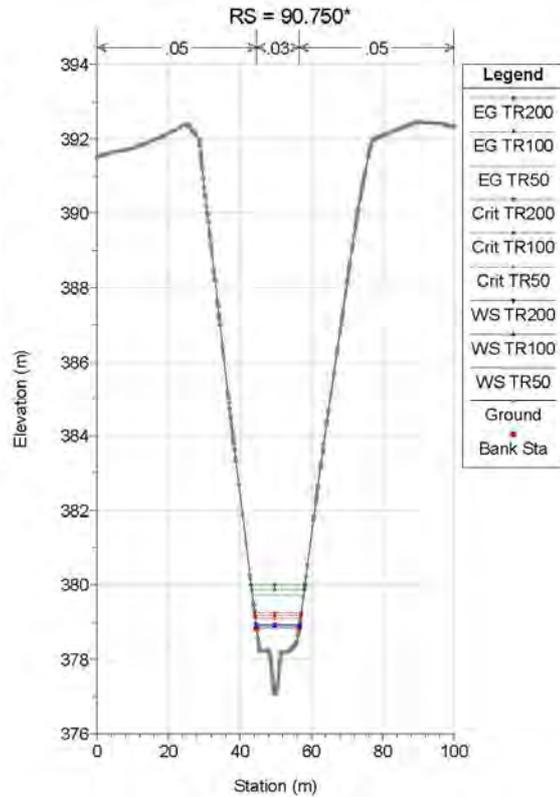
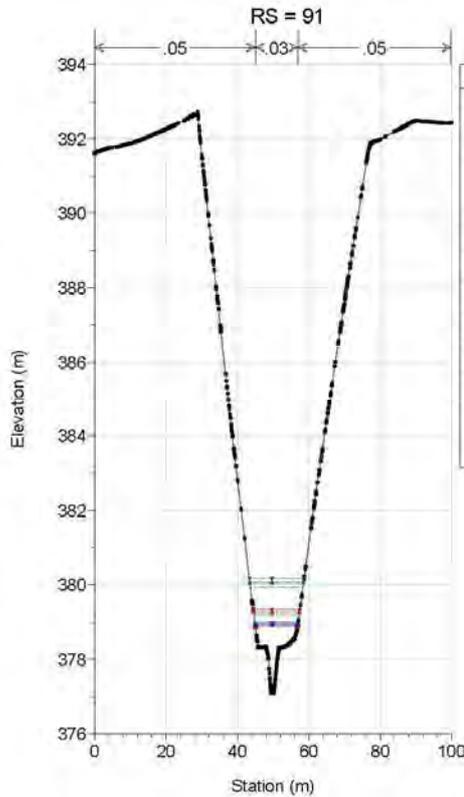
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	282 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

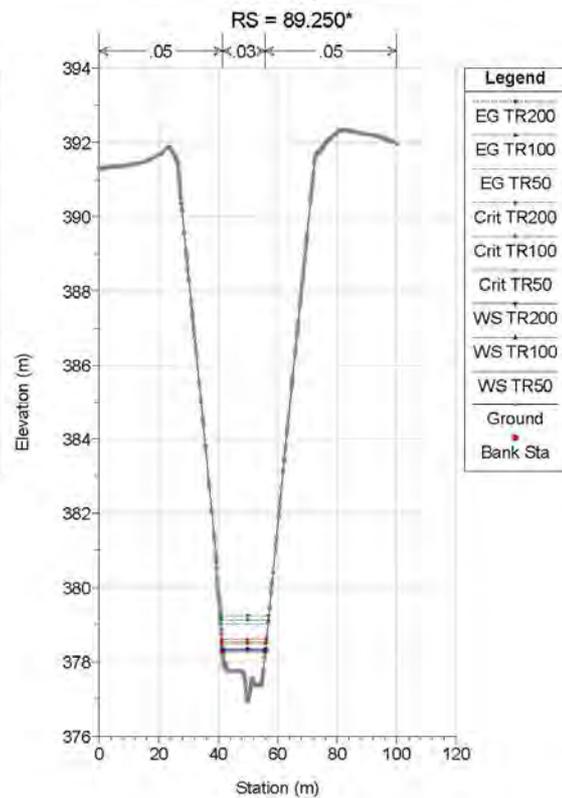
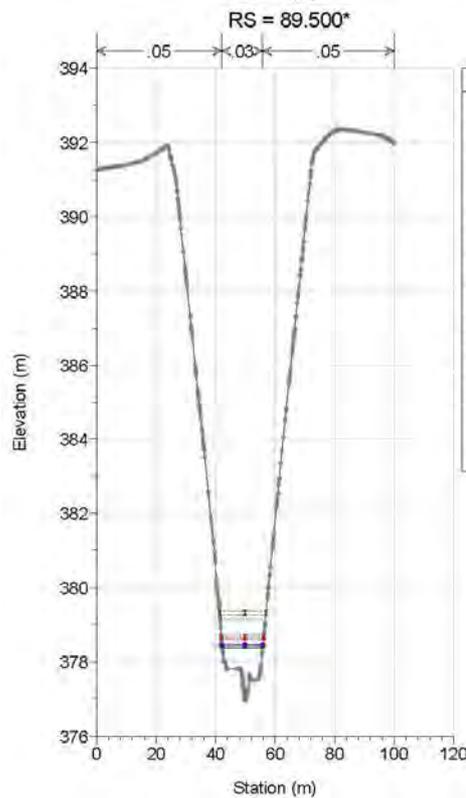
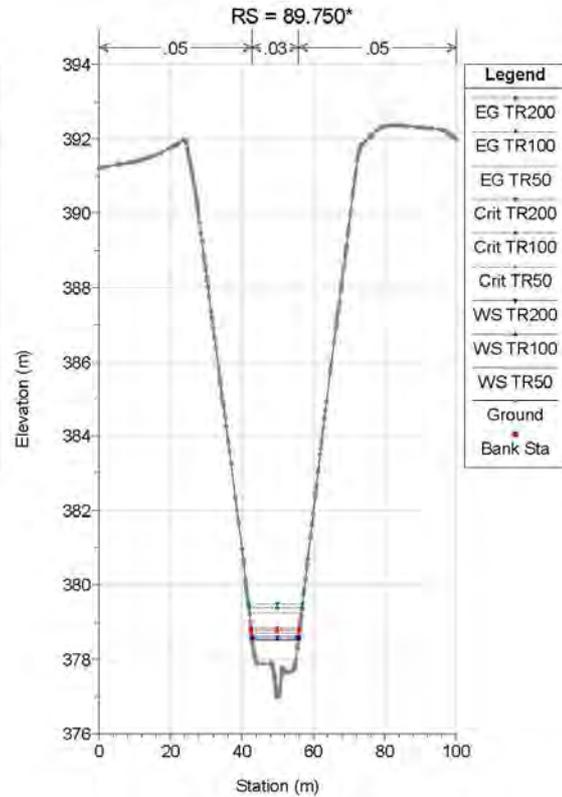
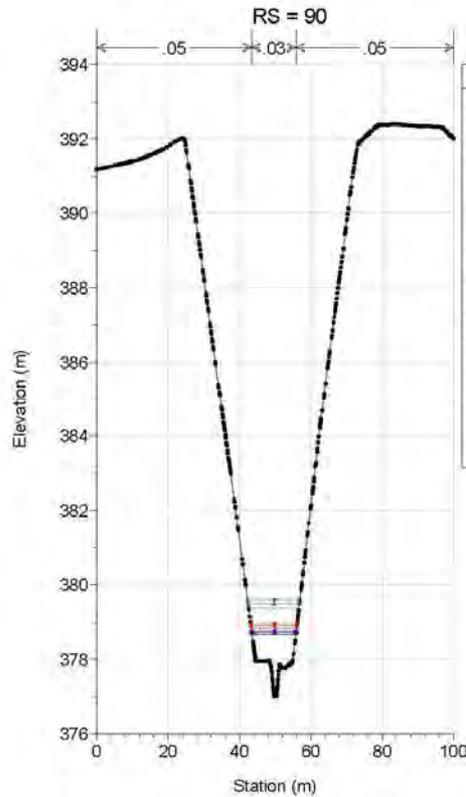
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	283 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

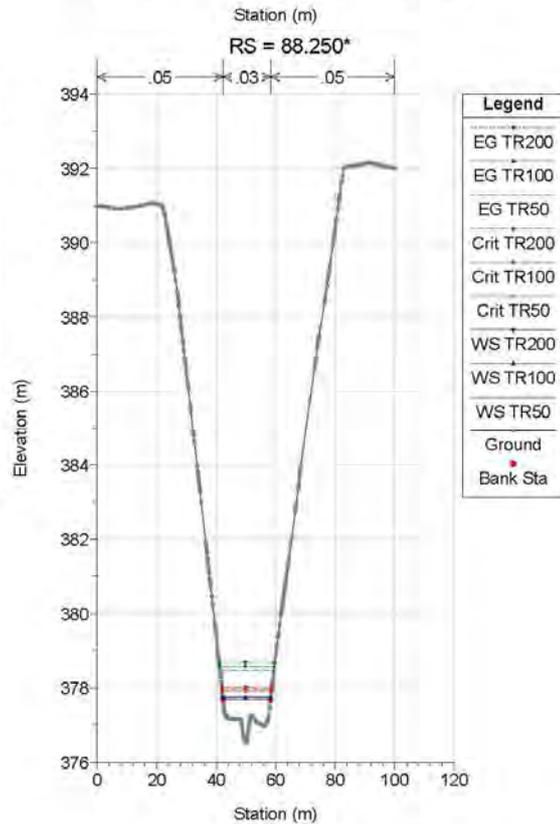
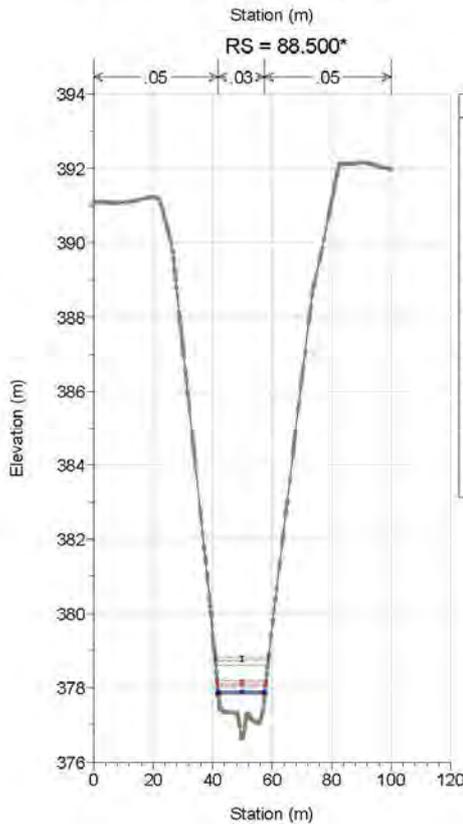
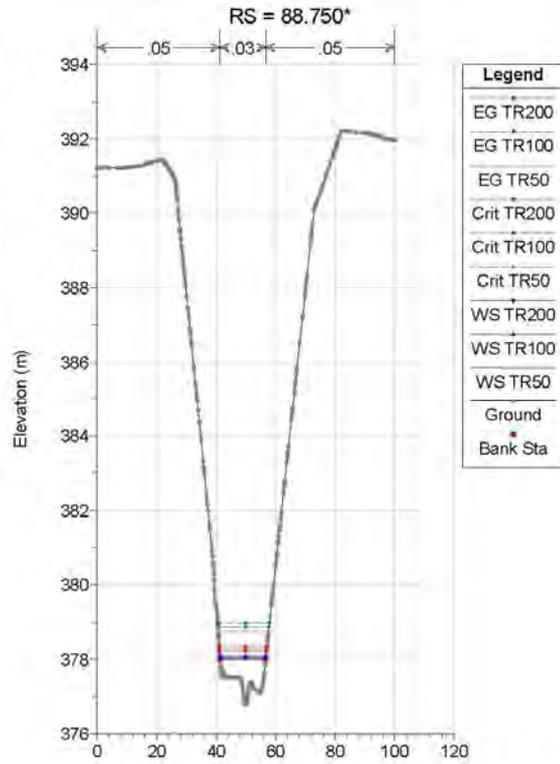
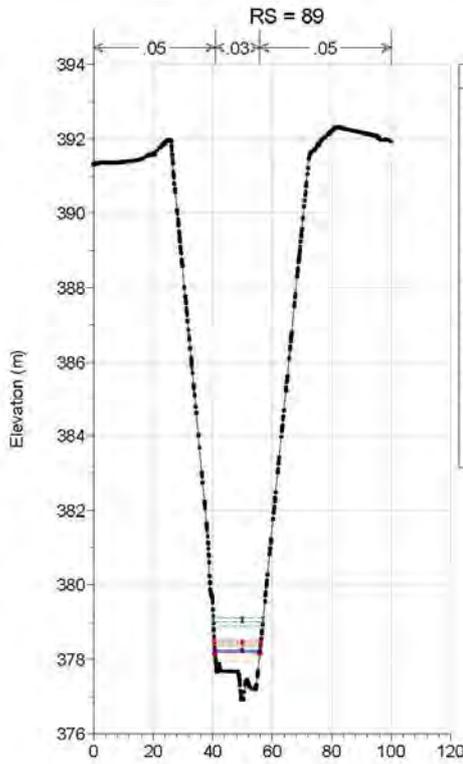
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	284 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

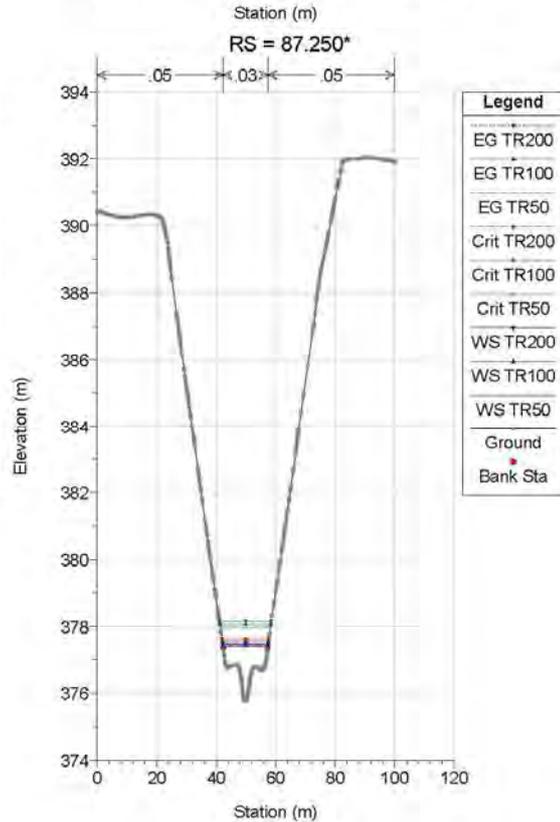
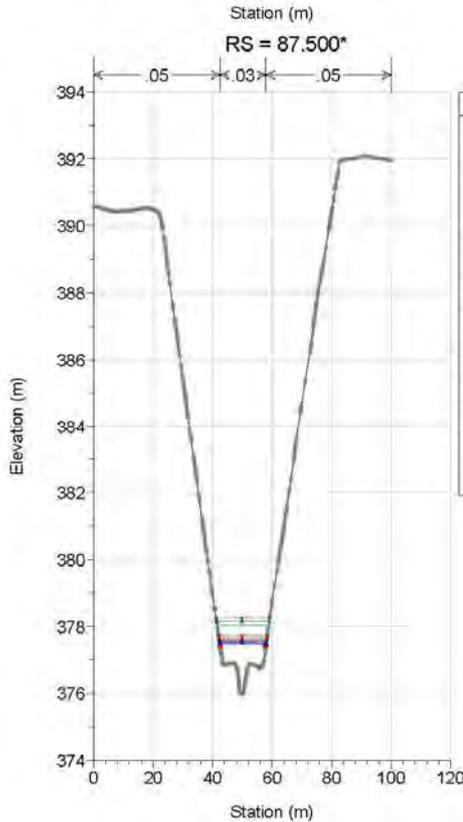
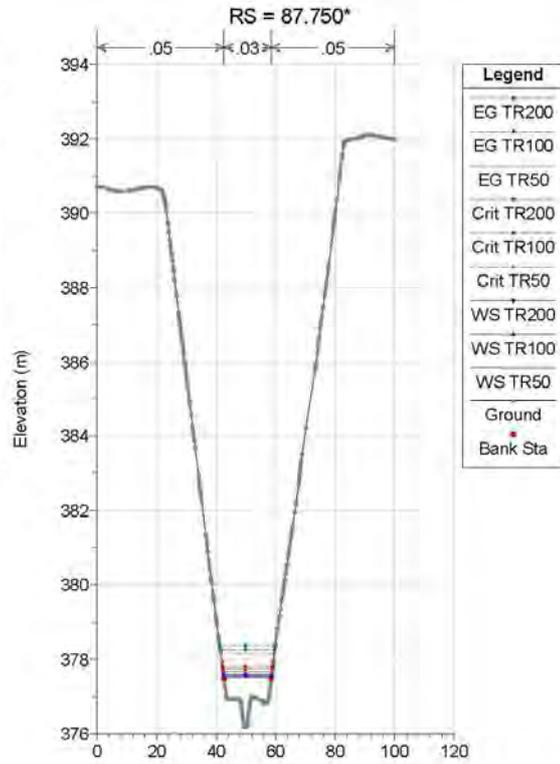
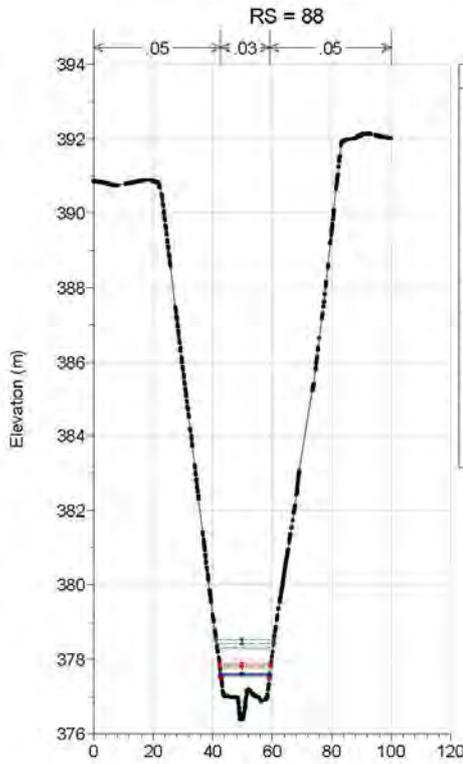
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	285 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

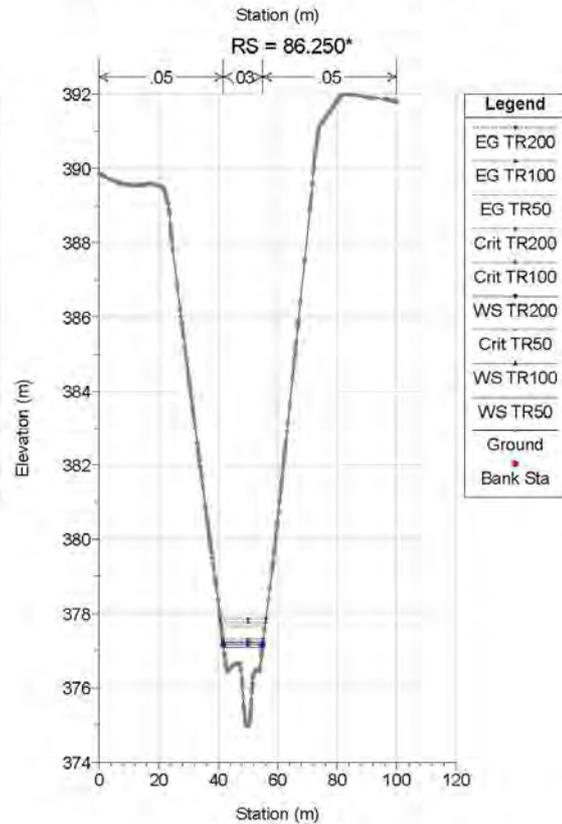
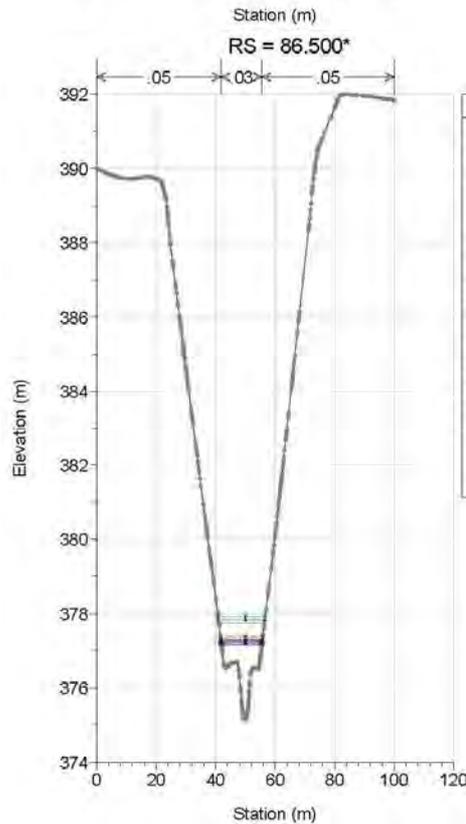
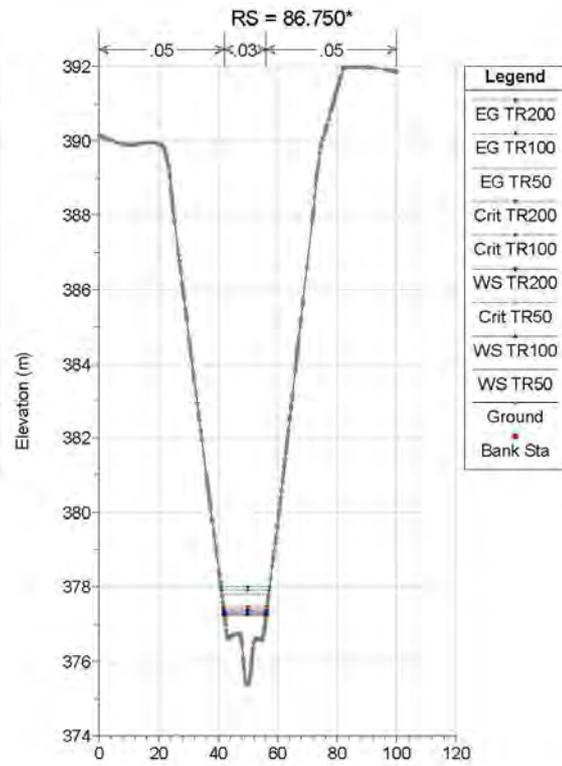
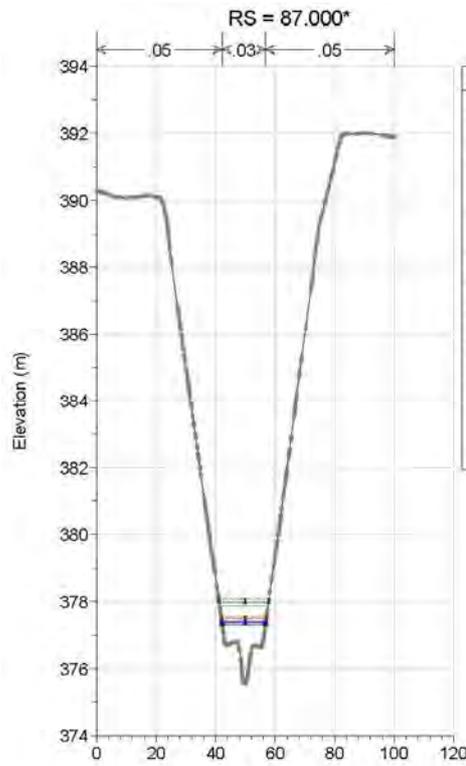
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	286 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

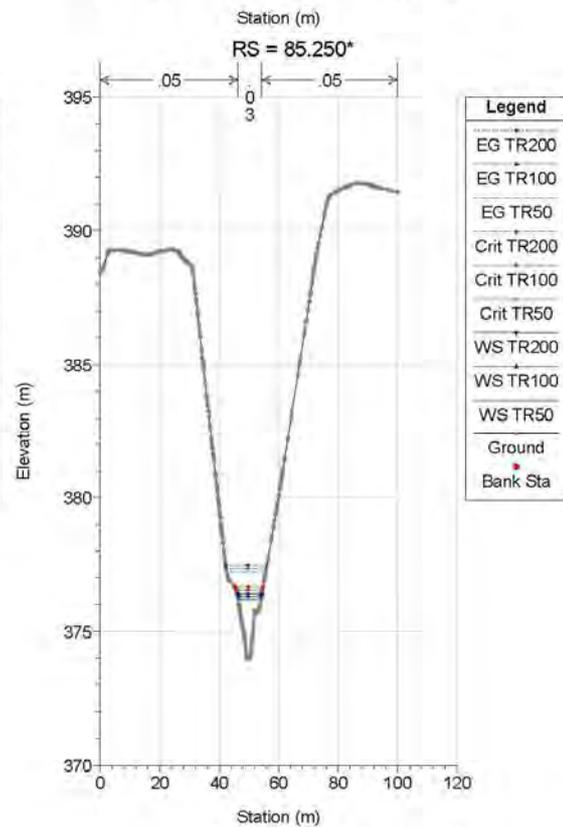
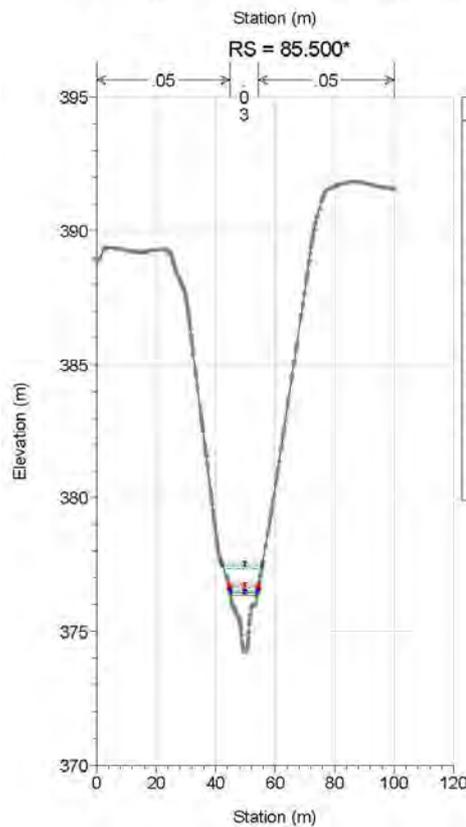
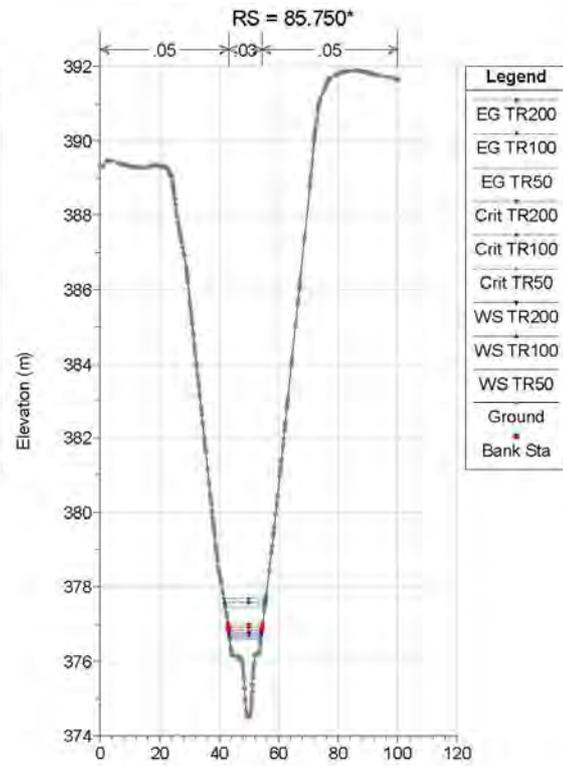
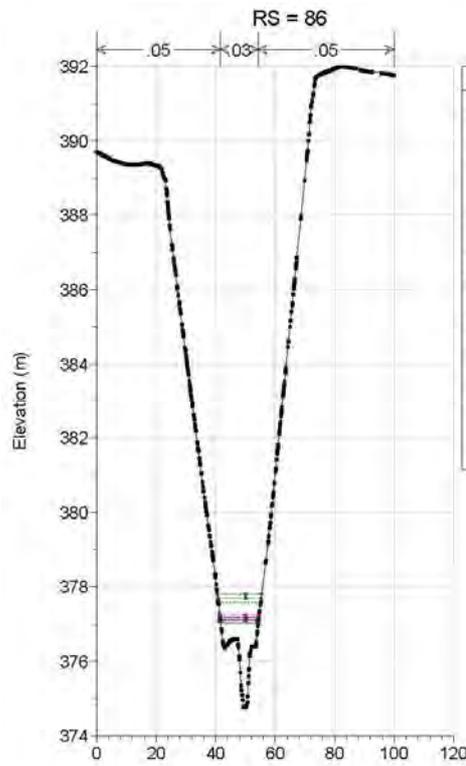
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	287 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

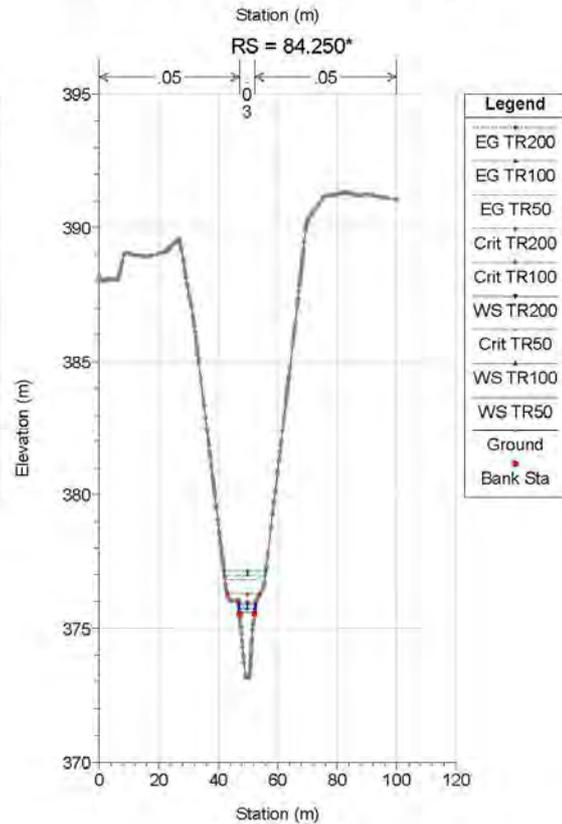
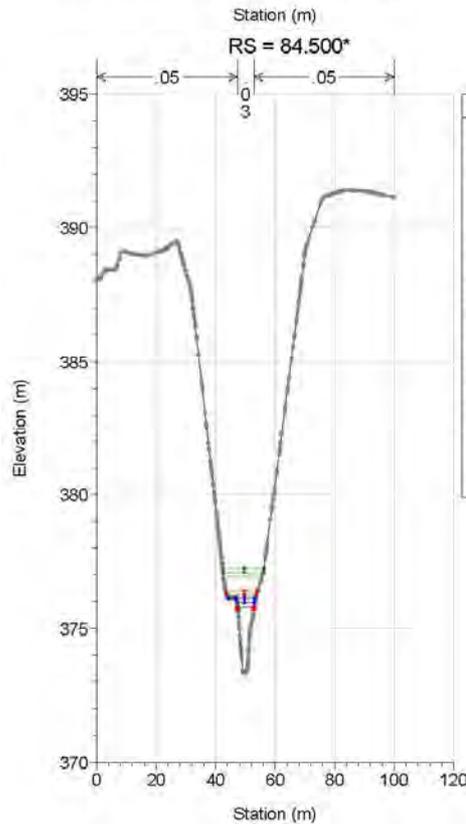
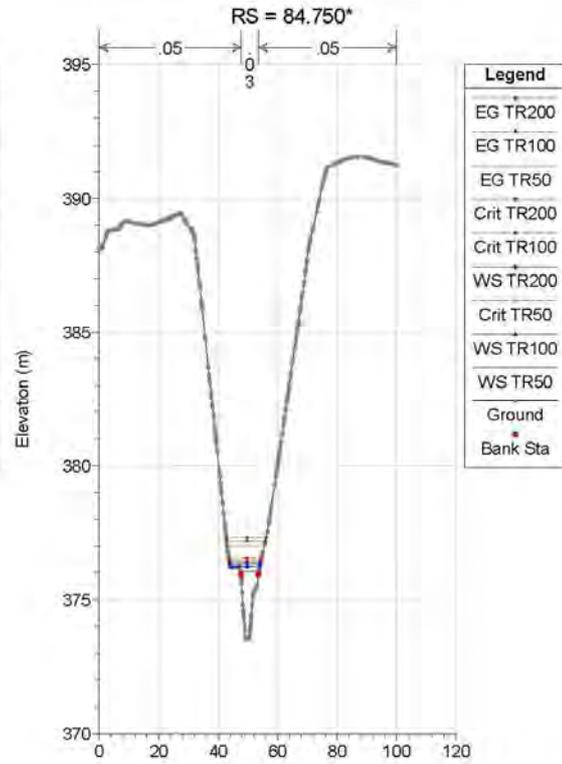
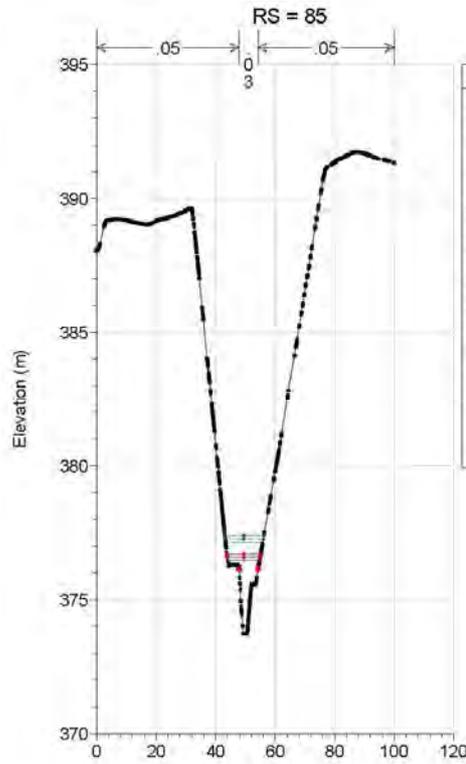
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	288 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

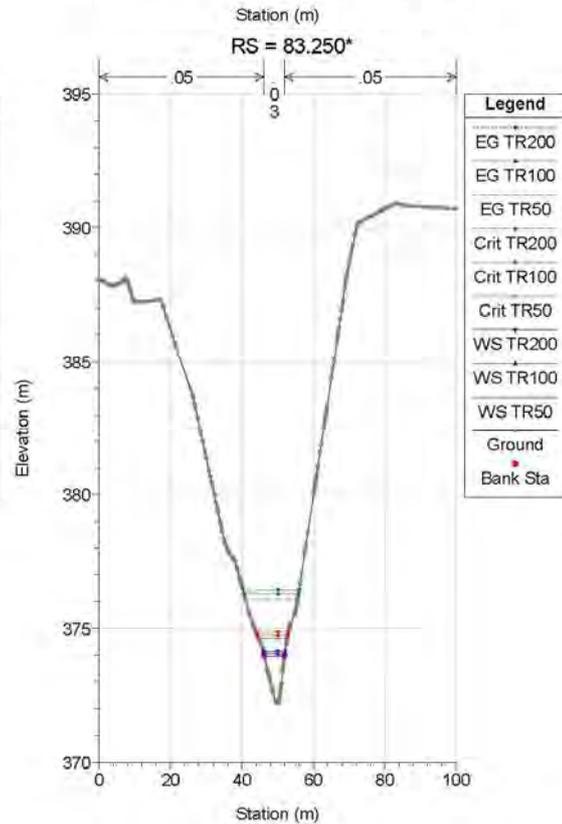
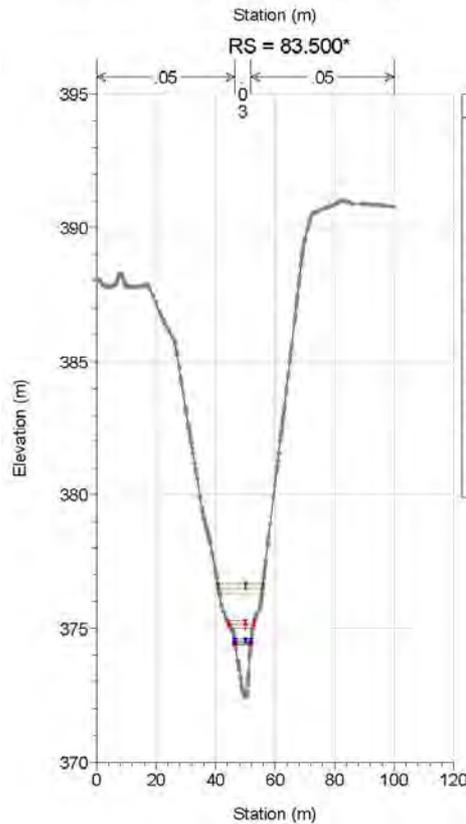
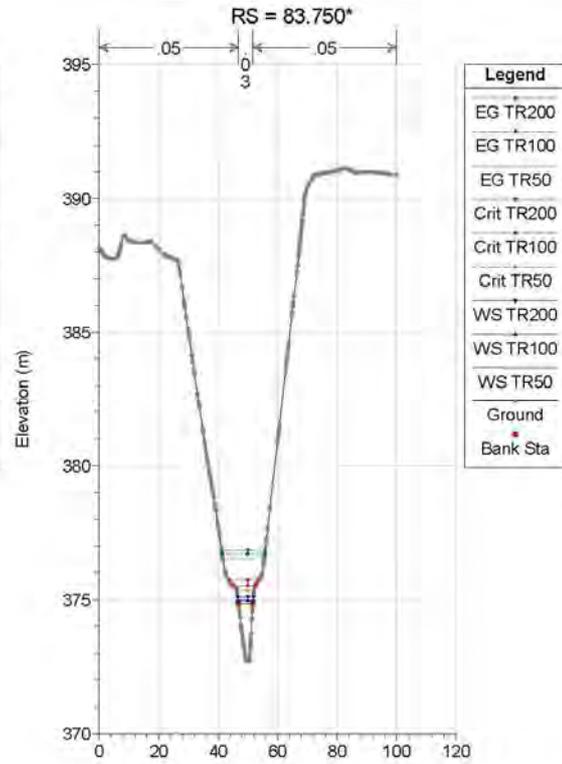
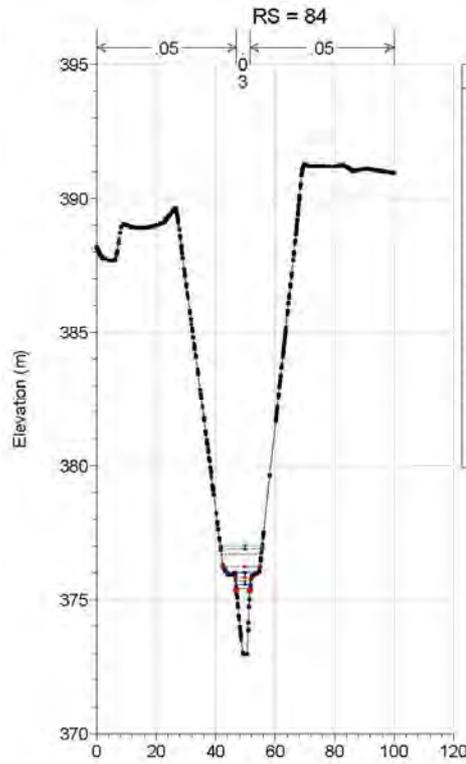
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	289 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

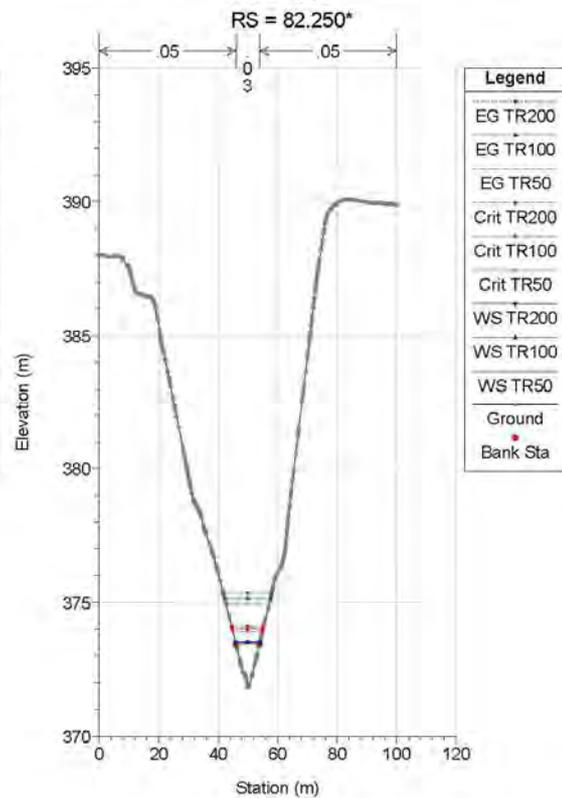
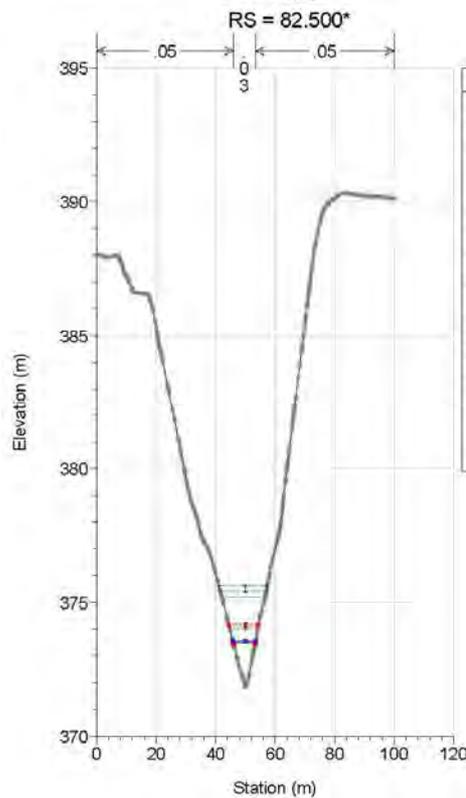
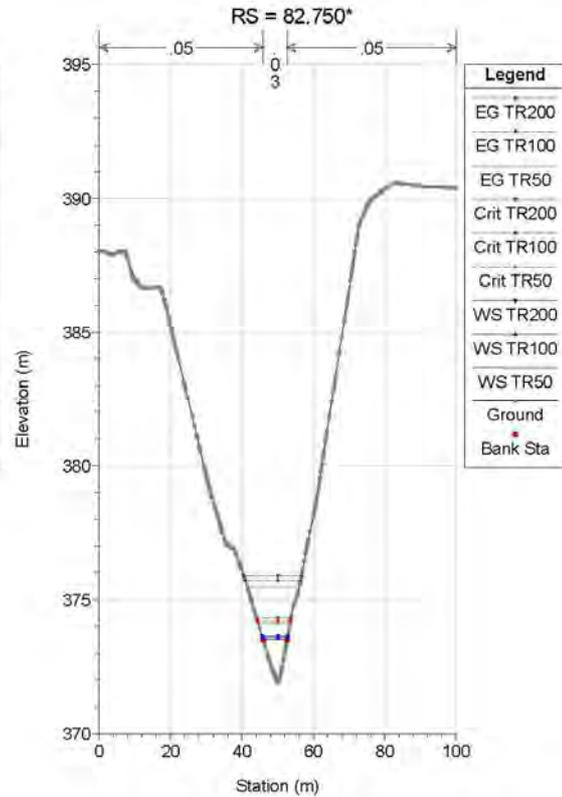
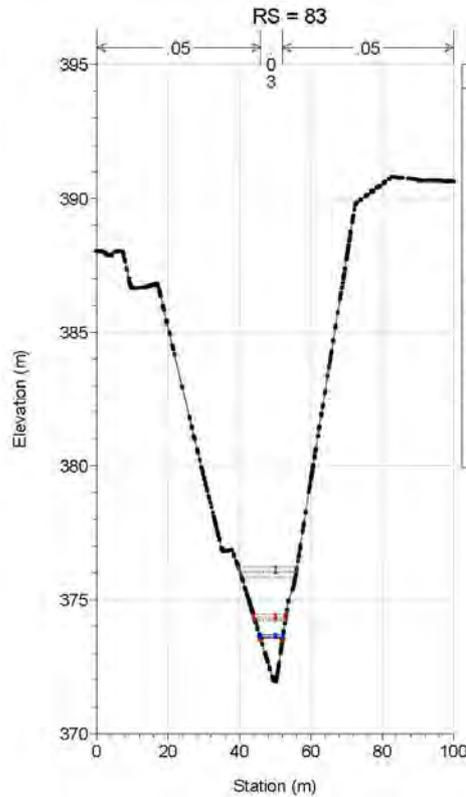
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	290 di 321



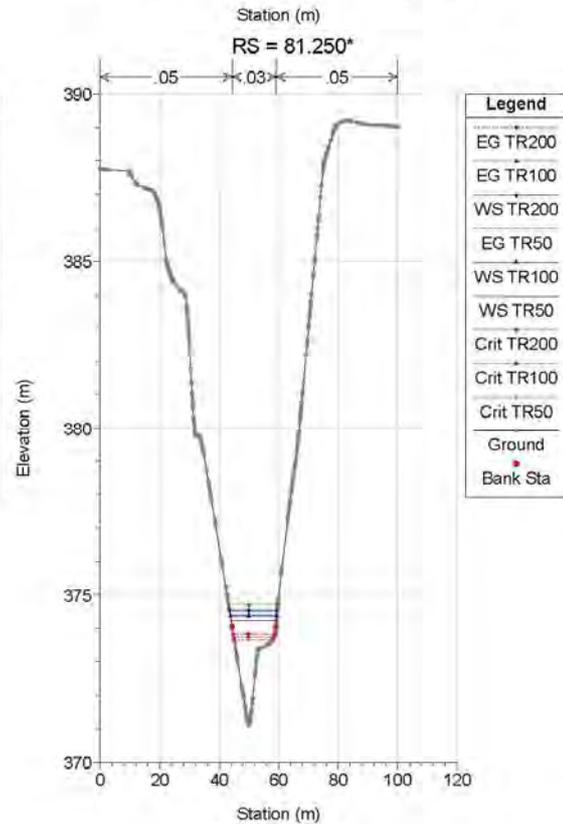
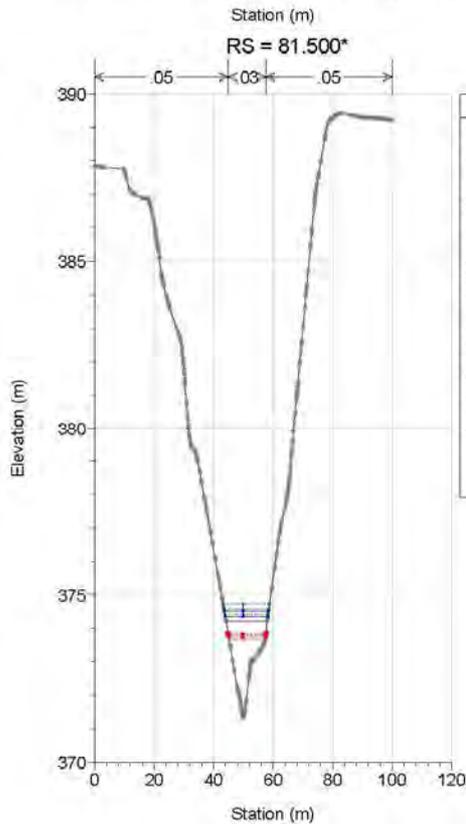
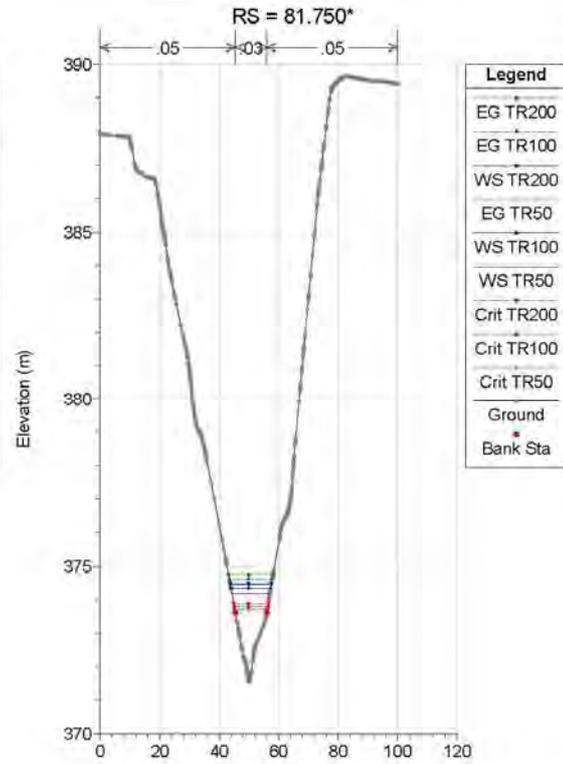
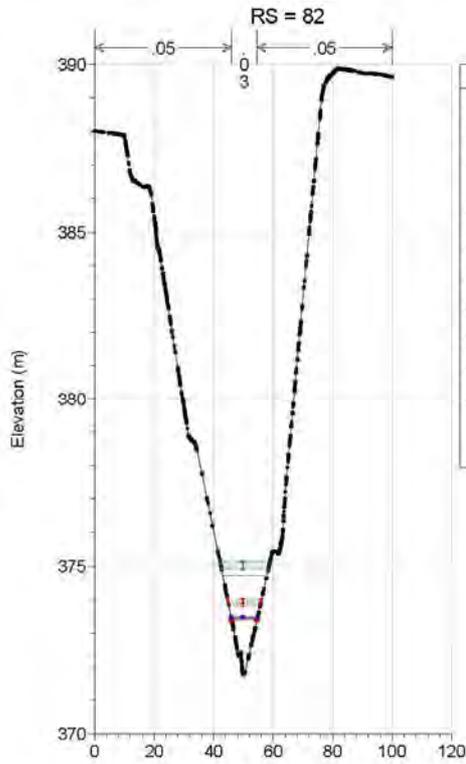
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	291 di 321



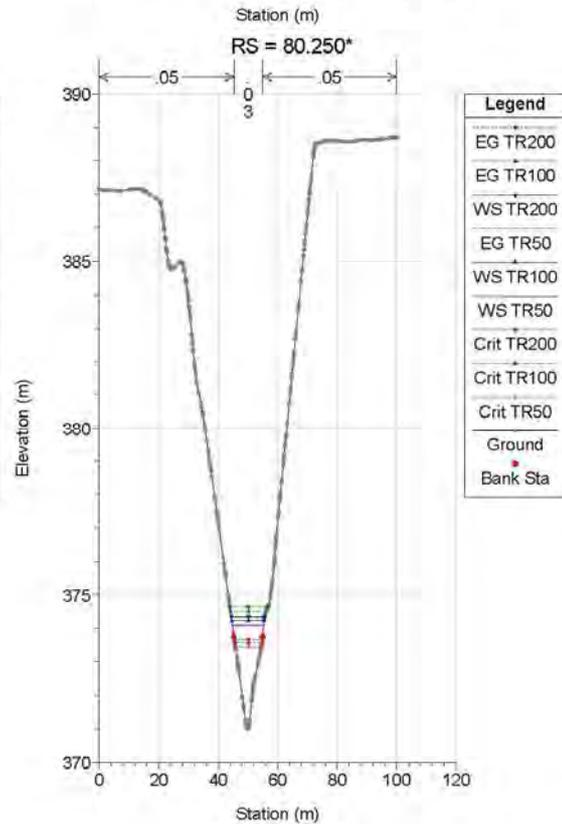
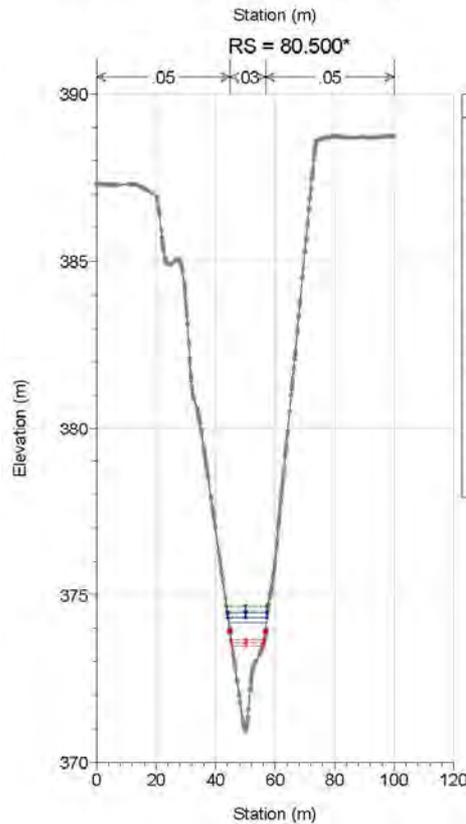
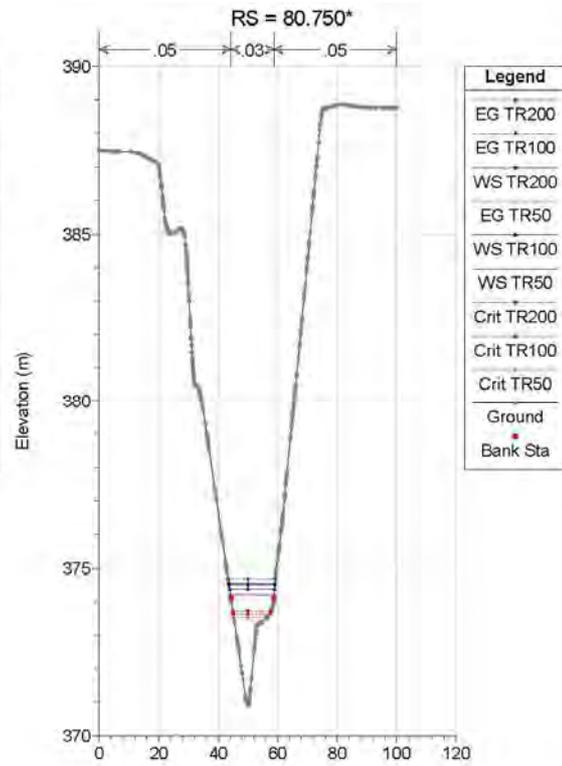
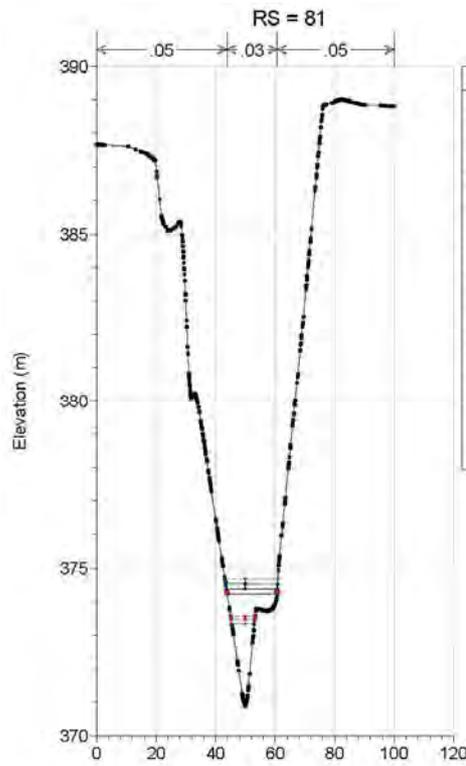
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	292 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

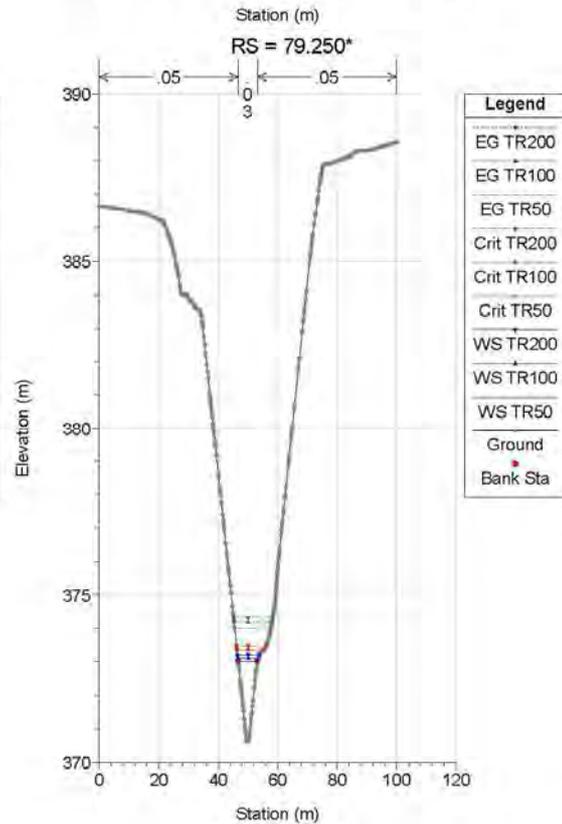
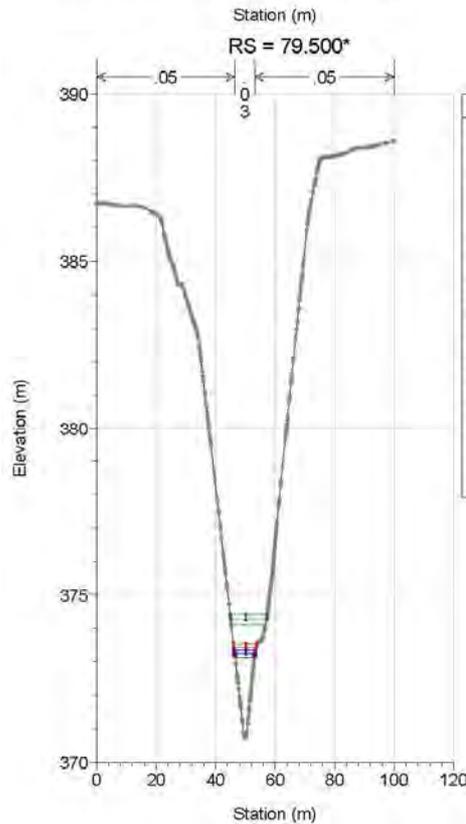
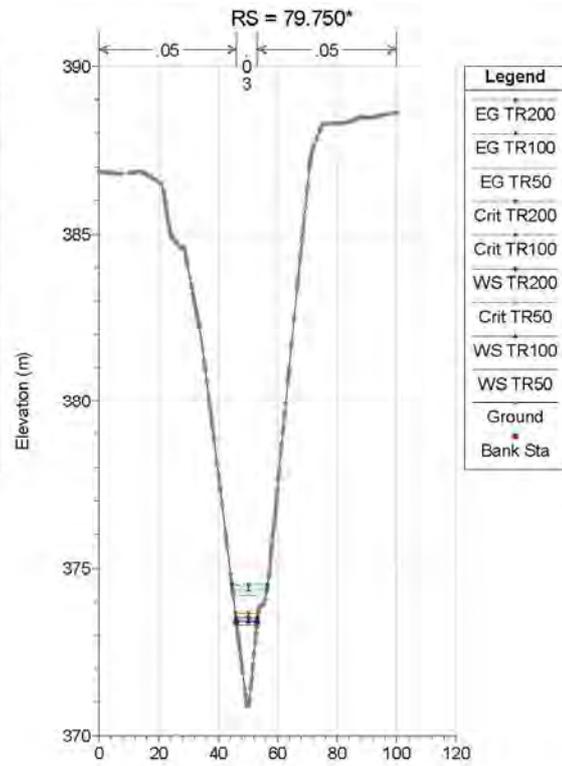
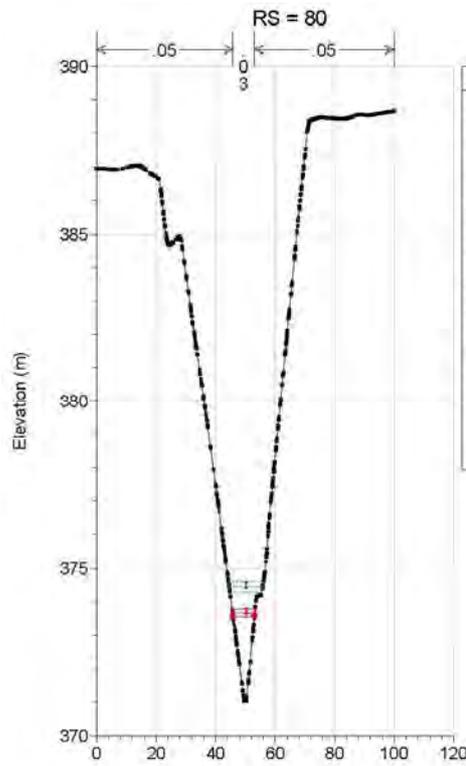
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	293 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

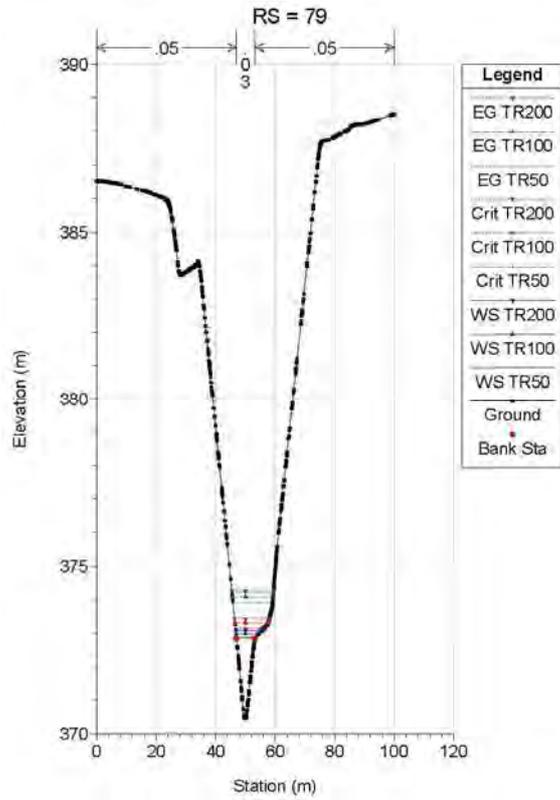
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	294 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	295 di 321



Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	296 di 321

POST OPERAM

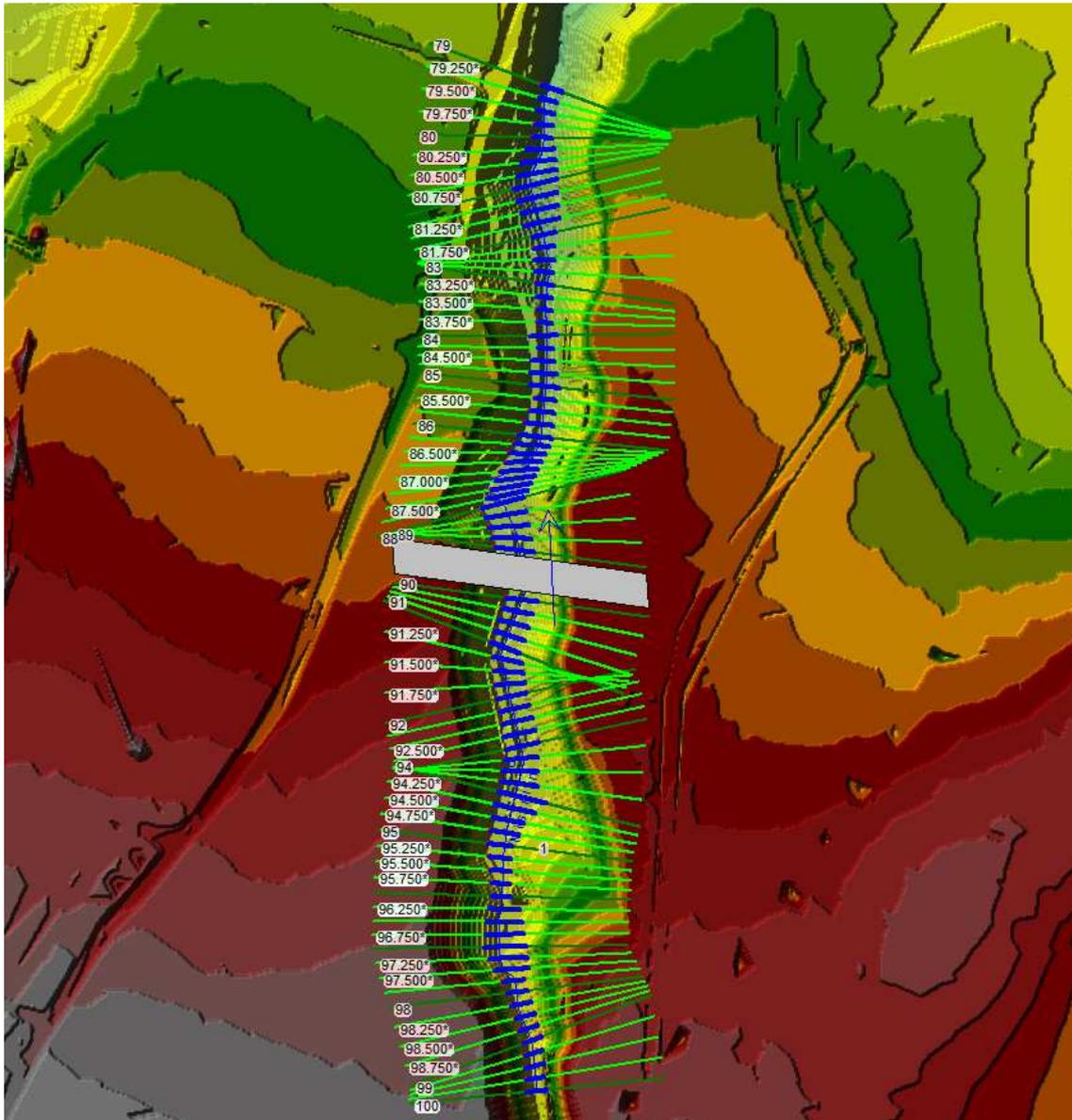
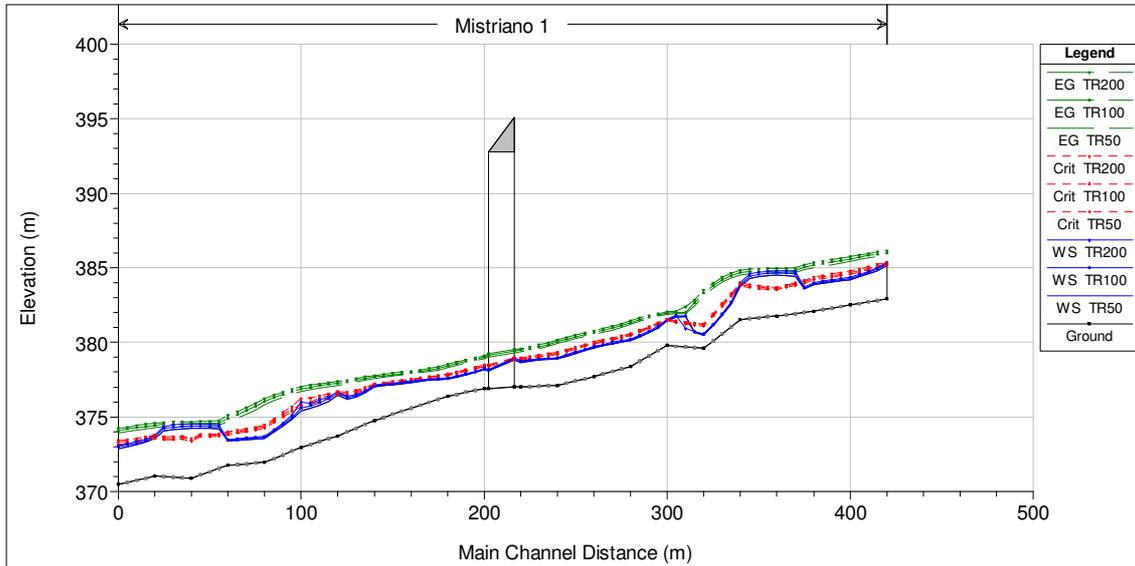


Figura 25: Planimetria post operam Tr 200 anni

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	297 di 321



89	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
100	382.93	385.38	385.38	386.16	0.009692	3.92	11.66	7.86	1
99.750*	382.82	385	385.23	386.07	0.015572	4.59	9.93	7.39	1.25
99.500*	382.72	384.77	385.07	385.98	0.018057	4.86	9.38	7.33	1.35
99.250*	382.61	384.57	384.93	385.87	0.019777	5.05	9.04	7.34	1.41
99	382.51	384.38	384.78	385.76	0.021037	5.21	8.81	7.44	1.46
98.750*	382.41	384.29	384.69	385.65	0.020302	5.17	8.9	7.6	1.45
98.500*	382.3	384.2	384.59	385.55	0.020017	5.16	8.94	7.74	1.45
98.250*	382.2	384.1	384.49	385.46	0.01987	5.15	8.98	7.88	1.45
98	382.09	384.01	384.39	385.36	0.019852	5.15	9.01	8.02	1.45
97.750*	382.01	383.71	384.17	385.22	0.029266	5.44	8.37	8.19	1.72
97.500*	381.93	384.75	383.99	385	0.001872	2.21	21.83	13.25	0.49
97.250*	381.85	384.79	383.85	384.97	0.001299	1.88	25.41	14.74	0.41
97	381.77	384.82	383.69	384.95	0.000961	1.63	28.9	16.19	0.36
96.750*	381.71	384.77	383.74	384.94	0.001193	1.83	25.99	14.84	0.4
96.500*	381.66	384.71	383.8	384.93	0.001605	2.1	22.71	13.58	0.45
96.250*	381.6	384.58	383.88	384.91	0.002515	2.54	18.8	12.37	0.55
96	381.55	383.99	383.99	384.84	0.00992	4.07	11.29	7.18	1
95.750*	381.06	382.71	383.29	384.64	0.038477	6.16	7.39	6.99	1.91
95.500*	380.58	381.93	382.6	384.36	0.059399	6.91	6.59	7.66	2.38

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	298 di 321

89	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
95.250*	380.09	381.23	381.93	383.98	0.081813	7.35	6.2	8.57	2.76
95	379.6	380.57	381.27	383.51	0.100193	7.59	6.01	9.64	3.02
94.750*	379.65	380.73	381.3	382.85	0.068009	6.45	7.07	10.9	2.53
94.500*	379.7	380.94	381.36	382.39	0.042045	5.34	8.55	12.32	2.01
94.250*	379.75	381.81	381.46	382.09	0.003392	2.39	20.05	16.35	0.64
94	379.79	381.58	381.58	382.05	0.008672	3.05	15.58	19.34	0.96
93.750*	379.44	381.07	381.32	381.94	0.022663	4.13	11.07	14.76	1.49
93.500*	379.1	380.76	381.07	381.8	0.029462	4.51	10.1	13.95	1.67
93.250*	378.75	380.48	380.82	381.63	0.03406	4.75	9.6	13.4	1.77
93	378.4	380.22	380.58	381.45	0.037504	4.91	9.29	12.92	1.83
92.750*	378.22	380.11	380.45	381.24	0.032034	4.7	9.69	12.68	1.71
92.500*	378.05	380	380.31	381.07	0.029322	4.6	9.91	12.41	1.64
92.250*	377.88	379.87	380.16	380.92	0.027905	4.55	10.01	12.11	1.6
92	377.71	379.73	380.03	380.79	0.027237	4.55	10.02	11.78	1.57
91.750*	377.56	379.54	379.86	380.64	0.028836	4.64	9.81	11.85	1.63
91.500*	377.41	379.36	379.69	380.49	0.030188	4.71	9.66	11.93	1.67
91.250*	377.26	379.17	379.51	380.34	0.03136	4.78	9.52	12.01	1.71
91	377.11	378.98	379.34	380.18	0.032432	4.84	9.42	12.09	1.73
90.750*	377.08	378.94	379.24	379.99	0.026462	4.54	10.04	12.22	1.58
90.500*	377.06	378.89	379.15	379.84	0.022576	4.31	10.57	12.33	1.47
90.250*	377.04	378.83	379.05	379.71	0.02018	4.15	10.98	12.43	1.4
90	377.02	378.76	378.96	379.59	0.018862	4.04	11.27	12.5	1.35
89.5									
89	376.91	378.26	378.5	379.11	0.024108	4.07	11.19	15.26	1.51
88.750*	376.78	378.07	378.33	378.97	0.026981	4.2	10.84	15.51	1.6
88.500*	376.65	377.91	378.18	378.83	0.028753	4.26	10.69	15.81	1.65
88.250*	376.52	377.75	378.03	378.68	0.029617	4.27	10.67	16.15	1.67
88	376.38	377.62	377.89	378.53	0.029673	4.23	10.77	16.54	1.66
87.750*	376.18	377.59	377.8	378.36	0.021785	3.9	11.7	16.18	1.45
87.500*	375.98	377.55	377.71	378.24	0.017603	3.69	12.36	15.79	1.32
87.250*	375.78	377.48	377.62	378.15	0.016209	3.63	12.55	15.31	1.27
87.000*	375.57	377.41	377.54	378.08	0.015609	3.62	12.59	14.82	1.24
86.750*	375.37	377.34	377.46	378	0.015042	3.6	12.64	14.33	1.22
86.500*	375.17	377.28	377.38	377.93	0.014222	3.56	12.78	13.88	1.18

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	299 di 321

89	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
86.250*	374.97	377.22	377.31	377.86	0.013537	3.53	12.91	13.44	1.14
86	374.76	377.16	377.23	377.79	0.013437	3.53	12.9	12.97	1.12
85.750*	374.5	376.76	376.99	377.68	0.020316	4.26	10.7	10.9	1.37
85.500*	374.25	376.52	376.79	377.57	0.020817	4.54	10.03	9.3	1.4
85.250*	373.99	376.4	376.66	377.47	0.018558	4.58	9.94	8	1.31
85	373.73	376.69	376.69	377.39	0.008976	3.78	13.41	11.4	0.89
84.750*	373.53	376.36	376.54	377.31	0.012517	4.35	11.1	10.32	1.05
84.500*	373.34	376.13	376.41	377.23	0.014194	4.65	9.99	8.82	1.11
84.250*	373.15	375.92	376.28	377.14	0.016063	4.91	9.37	5.68	1.15
84	372.95	376	376.23	377.01	0.011509	4.47	10.72	10.33	0.96
83.750*	372.7	375.1	375.72	376.85	0.027215	5.86	7.81	5.32	1.49
83.500*	372.44	374.6	375.3	376.67	0.035368	6.37	7.17	5.67	1.76
83.250*	372.19	374.14	374.87	376.45	0.042503	6.73	6.79	6.12	1.98
83	371.94	373.7	374.45	376.21	0.049355	7.01	6.54	6.7	2.18
82.750*	371.9	373.64	374.32	375.89	0.044986	6.65	6.88	7.23	2.1
82.500*	371.85	373.59	374.2	375.61	0.041377	6.31	7.24	7.77	2.03
82.250*	371.81	373.54	374.1	375.35	0.037948	5.97	7.64	8.34	1.94
82	371.77	373.49	374	375.11	0.034661	5.65	8.08	8.94	1.85
81.750*	371.55	374.48	373.88	374.74	0.002365	2.3	20.88	13.91	0.54
81.500*	371.33	374.51	373.83	374.72	0.001968	2.03	23.03	14.78	0.49
81.250*	371.11	374.52	373.82	374.7	0.001805	1.85	24.83	16.02	0.46
81	370.88	374.53	373.57	374.68	0.001784	1.74	26.19	17.47	0.45
80.750*	370.92	374.5	373.71	374.67	0.001661	1.81	25.31	15.43	0.44
80.500*	370.96	374.46	373.65	374.66	0.001796	1.99	23.21	13.36	0.46
80.250*	371	374.36	373.66	374.64	0.002434	2.36	19.71	11.19	0.53
80	371.04	373.77	373.77	374.57	0.010044	3.95	11.57	7.75	1
79.750*	370.9	373.5	373.66	374.49	0.013797	4.4	10.36	7.3	1.15
79.500*	370.75	373.34	373.54	374.41	0.015112	4.58	9.98	7.19	1.2
79.250*	370.61	373.21	373.48	374.33	0.015815	4.69	9.78	7.3	1.22
79	370.46	373.08	373.42	374.24	0.016473	4.79	9.74	8.67	1.24

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

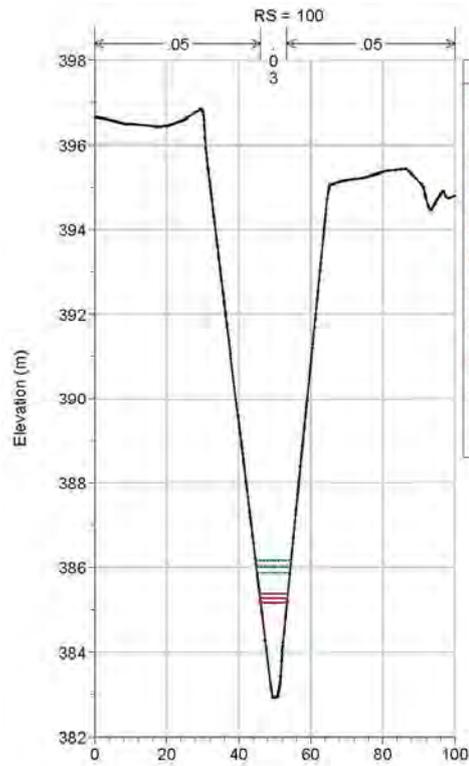
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	300 di 321

RS: 89.5 Profile: TR200				
E.G. US. (m)	379.59	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	378.	E.G. Elev (m)	379.52	379.24
Q Total (m3/s)	45.53	W.S. Elev (m)	378.97	378.18
Q Bridge (m3/s)	45.53	Crit W.S. (m)	378.97	378.5
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.96	1.27
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.26	4.55
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	13.96	10.01
Weir Submerg		Froude # Chl	0.99	1.78
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	23.73	25
Min El Weir Flow (m)	395.09	Hydr Depth (m)	1.07	0.66
Min El Prs (m)	392.77	W.P. Total (m)	14.44	16.10
Delta EG (m)	0.61	Conv. Total (m3/s)	468.8	244.1
Delta WS (m)	0.5	Top Width (m)	13.05	15.08
BR Open Area (m2)	413.24	Frctn Loss (m)	0.23	0.07
BR Open Vel (m/s)	4.55	C & E Loss (m)	0.05	0.06
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	89.37	212.11
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	291.55	964.35

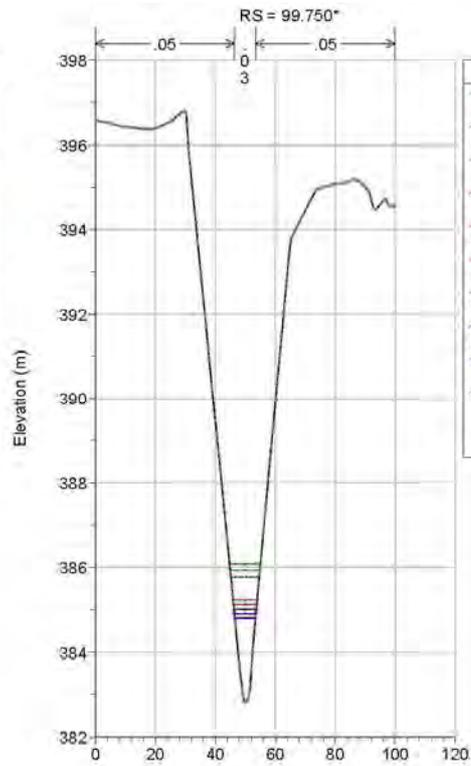
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

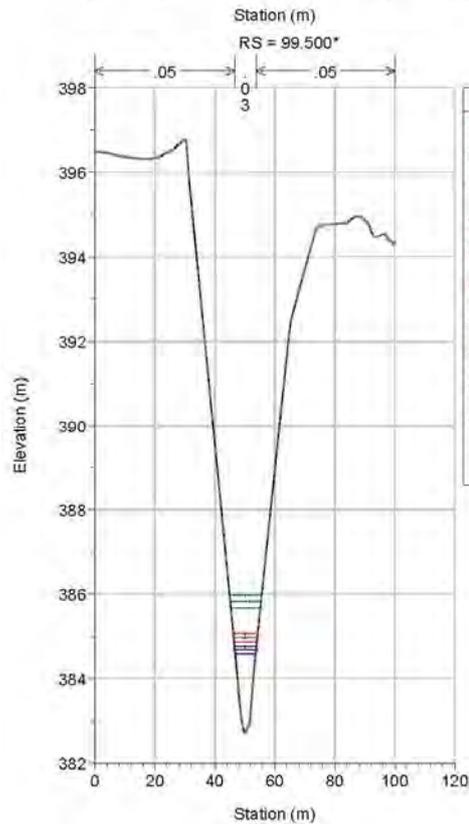
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	301 di 321



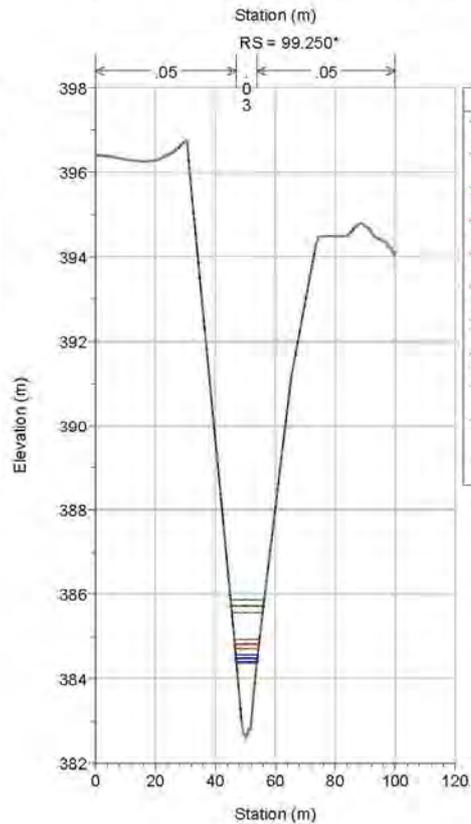
Legend
EG TR200
EG TR100
EG TR50
WS TR200
Crit TR200
Crit TR100
WS TR100
WS TR50
Crit TR50
Ground
Bank Sta



Legend
EG TR200
EG TR100
EG TR50
Crit TR200
Crit TR100
Crit TR50
WS TR200
WS TR100
WS TR50
Ground
Bank Sta



Legend
EG TR200
EG TR100
EG TR50
Crit TR200
Crit TR100
Crit TR50
WS TR200
WS TR100
WS TR50
Ground
Bank Sta

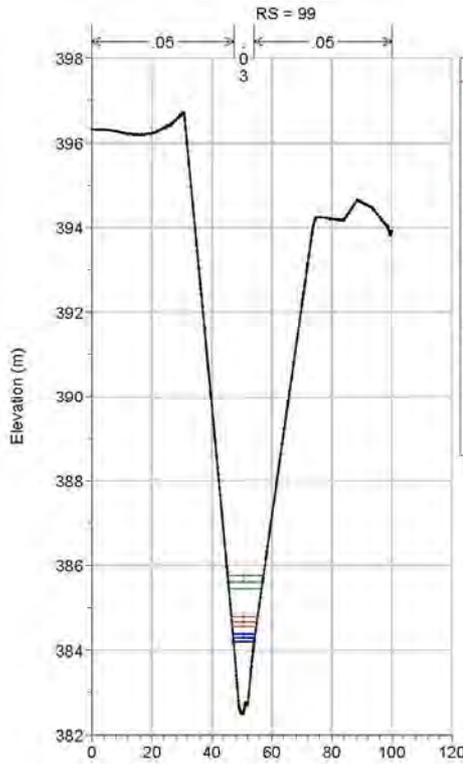


Legend
EG TR200
EG TR100
EG TR50
Crit TR200
Crit TR100
Crit TR50
WS TR200
WS TR100
WS TR50
Ground
Bank Sta

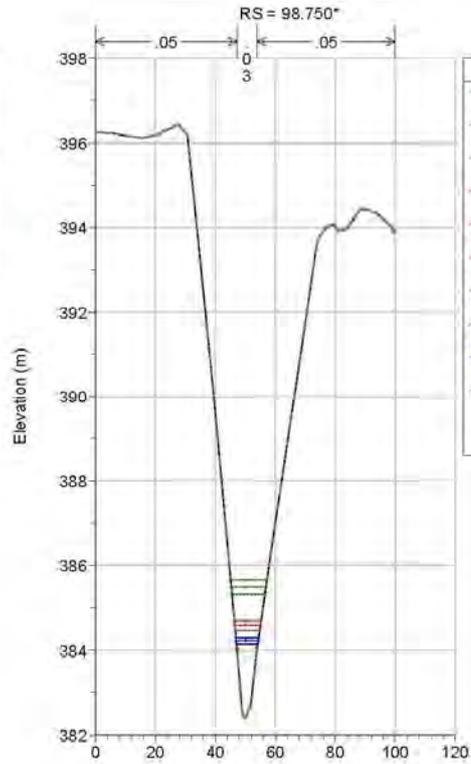
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

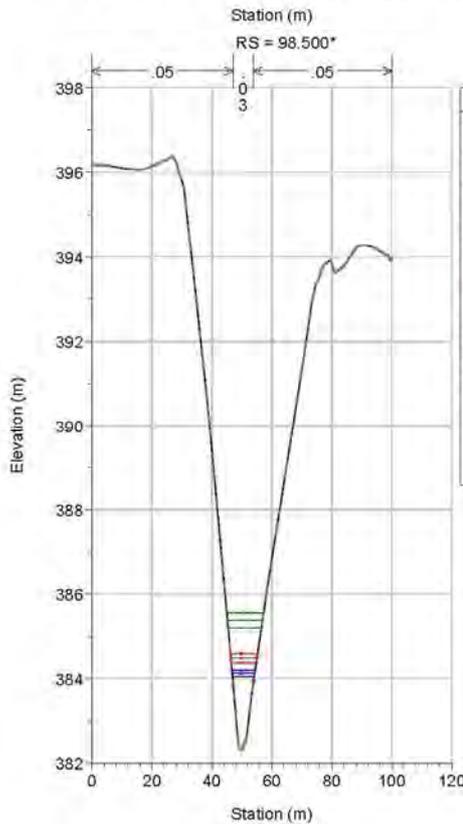
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	302 di 321



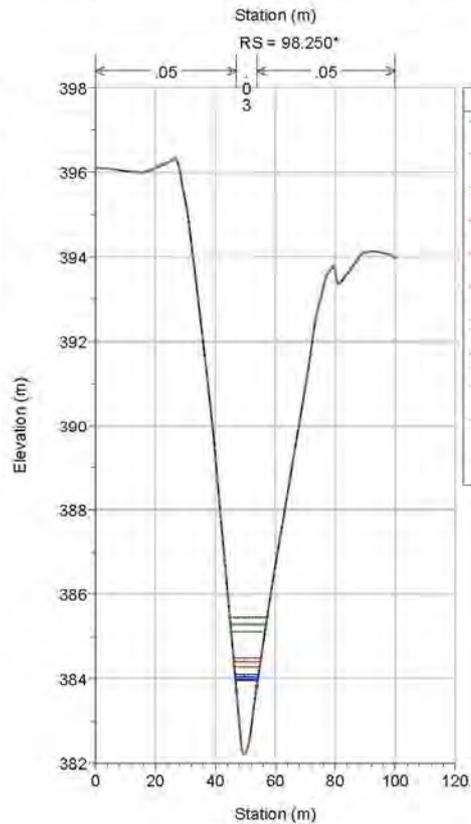
Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Bank Sta	



Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Bank Sta	



Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Bank Sta	

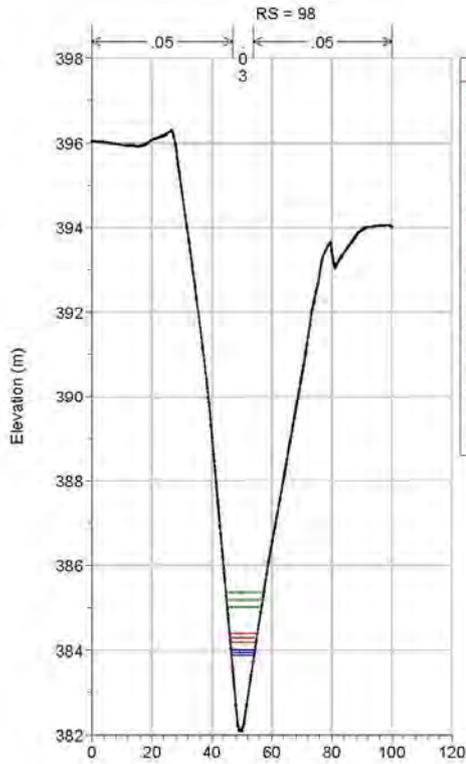


Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Bank Sta	

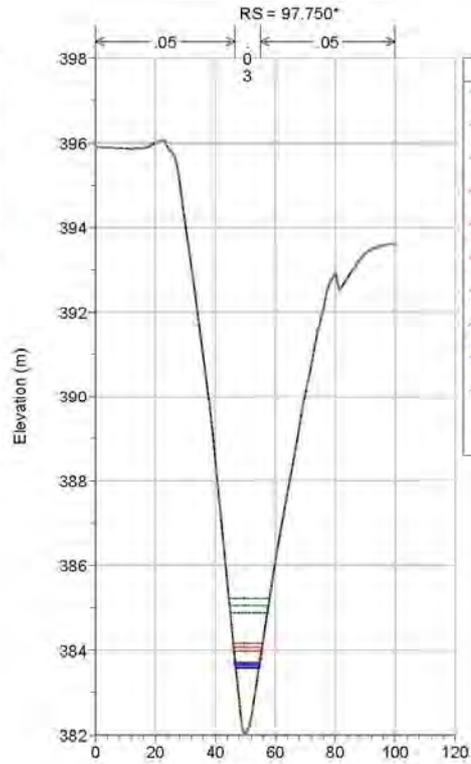
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

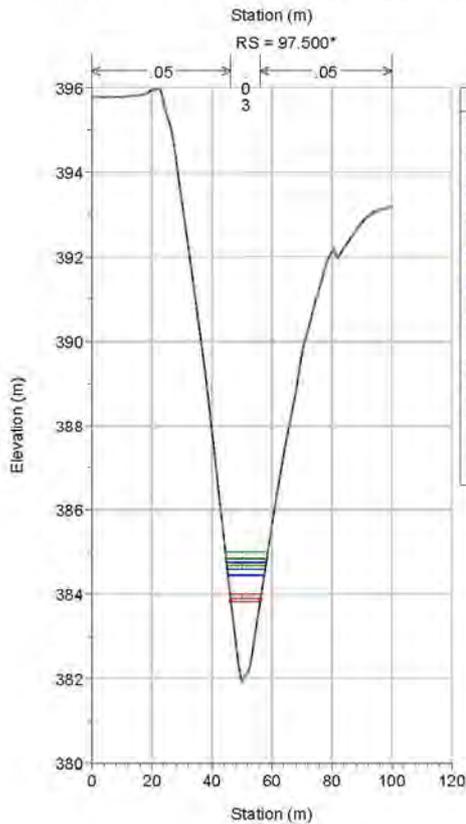
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	303 di 321



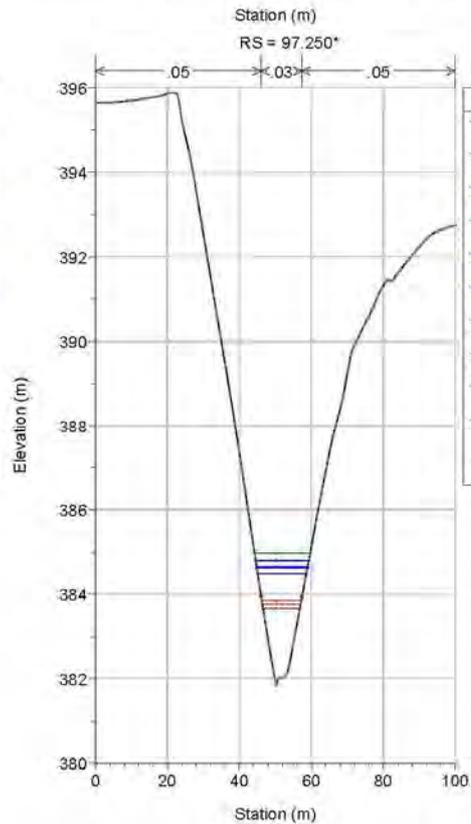
Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Bank Sta	



Legend	
EG TR200	
EG TR100	
EG TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
WS TR200	
WS TR100	
WS TR50	
Ground	
Bank Sta	



Legend	
EG TR200	
EG TR100	
WS TR200	
EG TR50	
WS TR100	
WS TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
Ground	
Bank Sta	

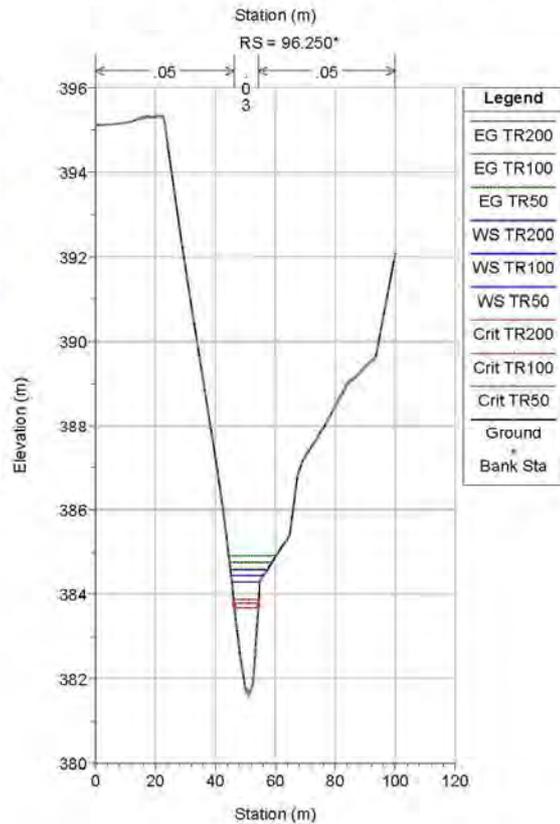
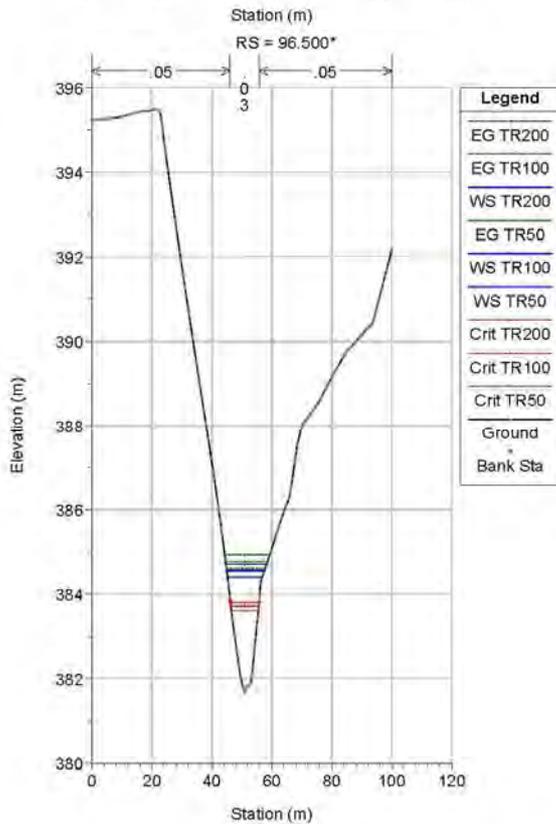
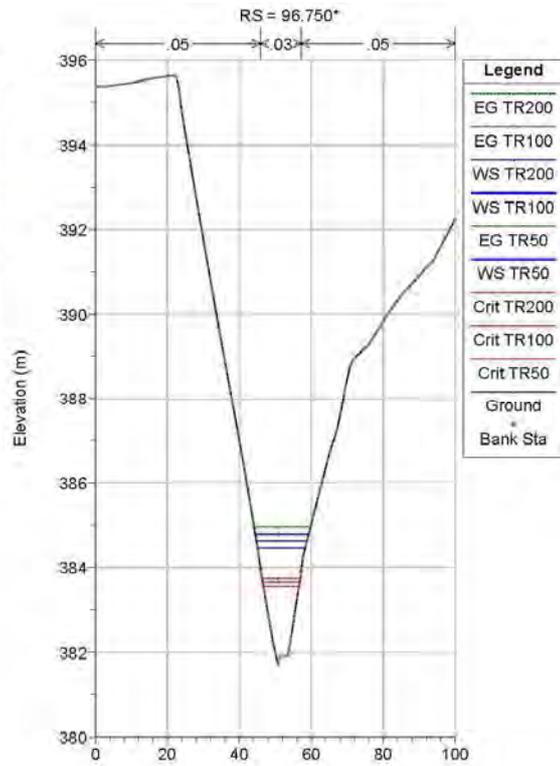
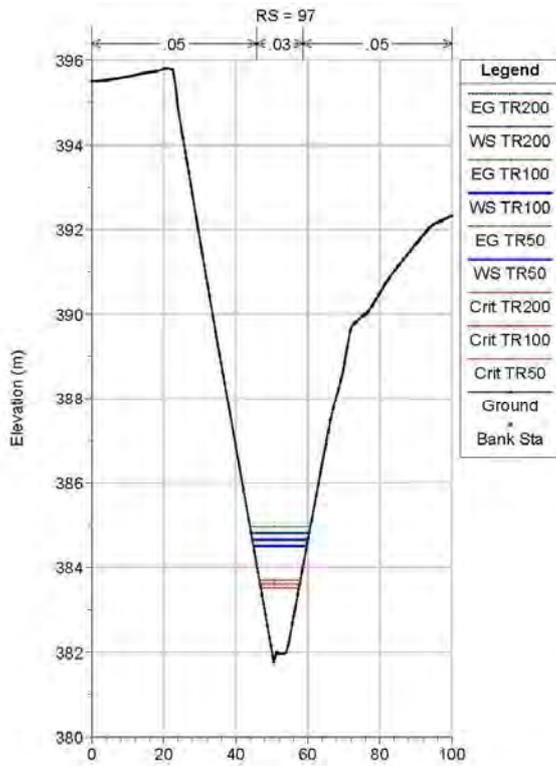


Legend	
EG TR200	
EG TR100	
WS TR200	
EG TR50	
WS TR100	
WS TR50	
Crit TR200	
Crit TR100	
Crit TR50	
Ground	
Bank Sta	

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

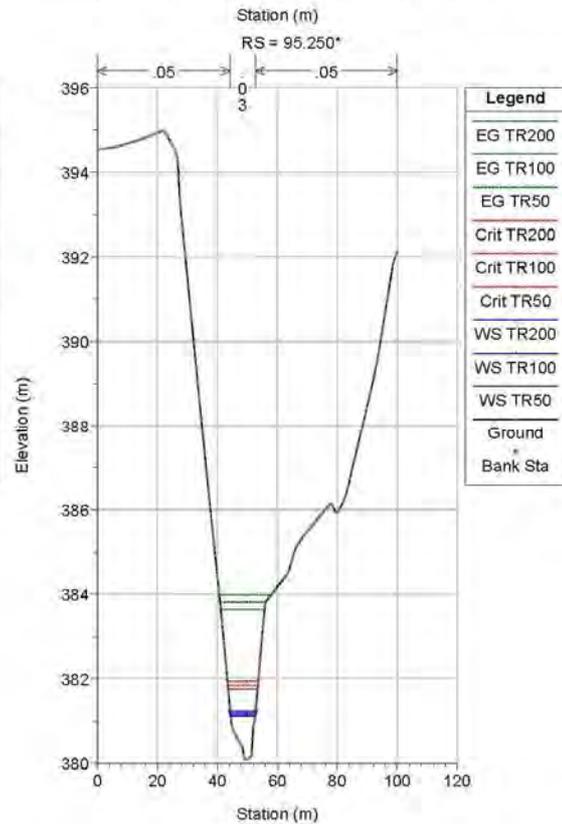
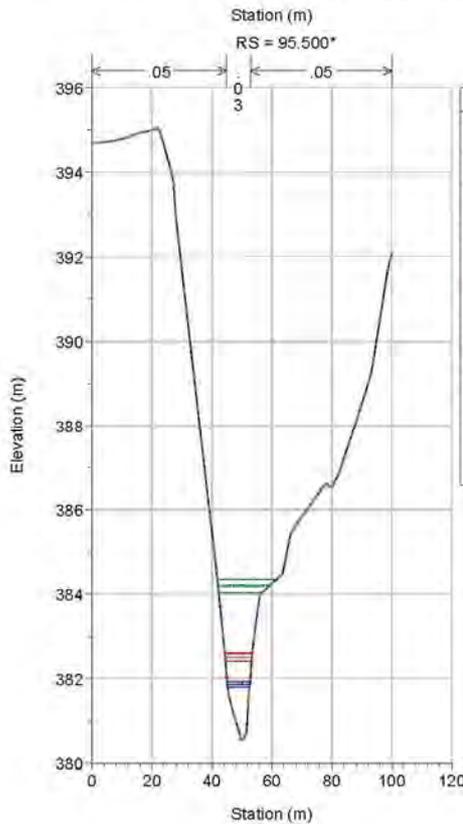
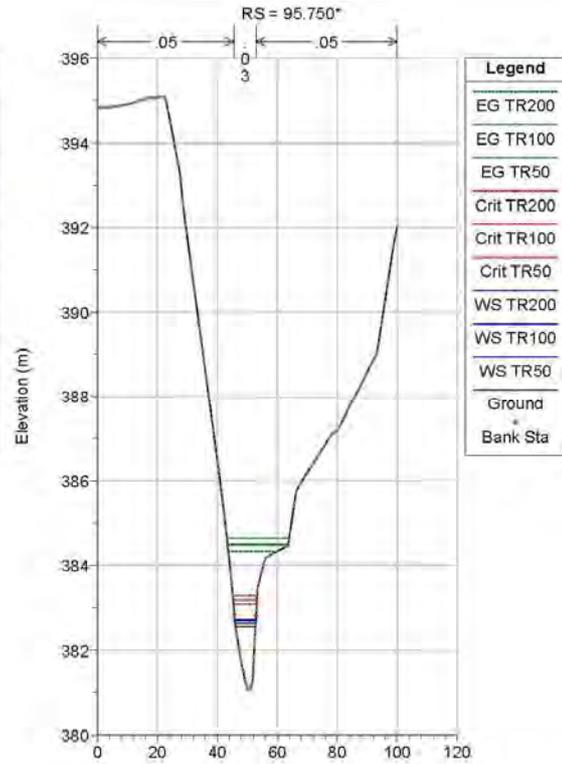
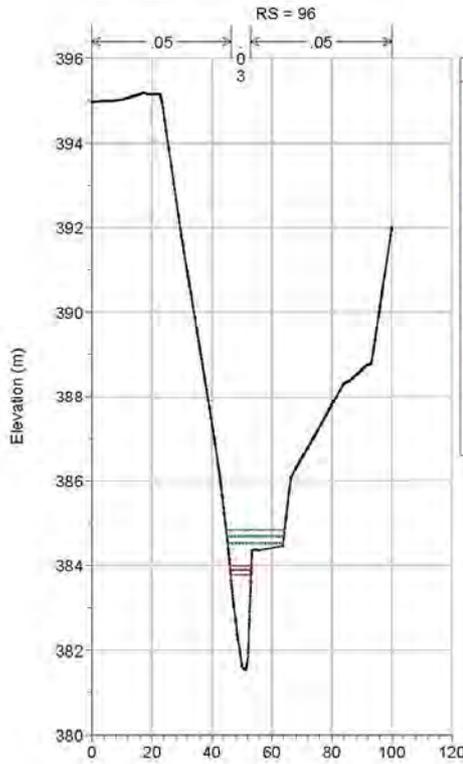
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	304 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

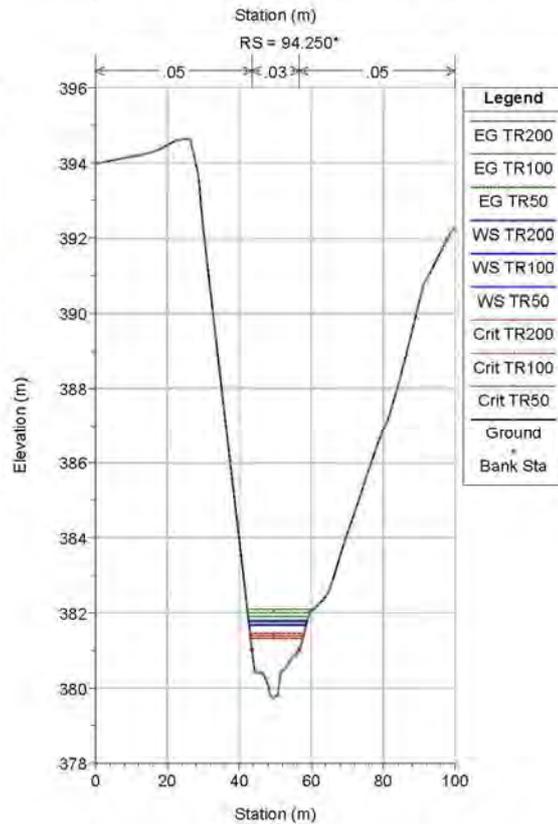
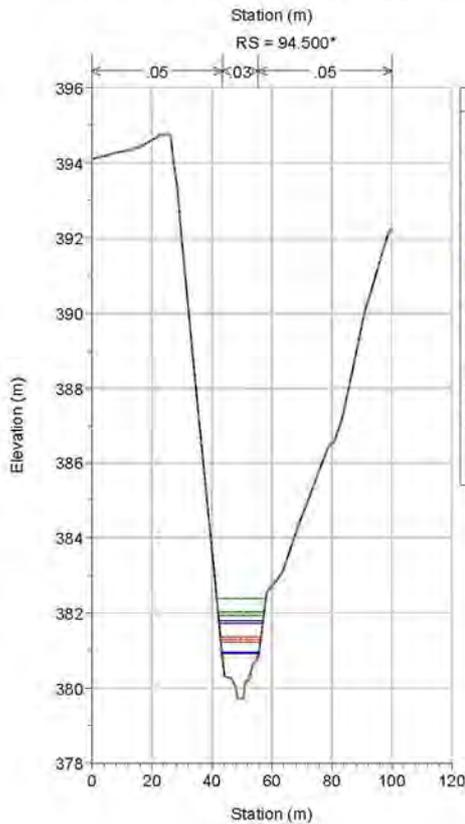
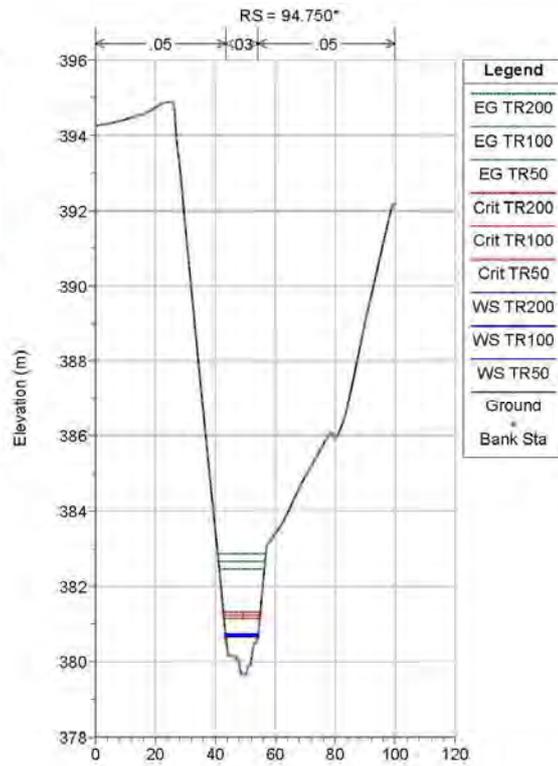
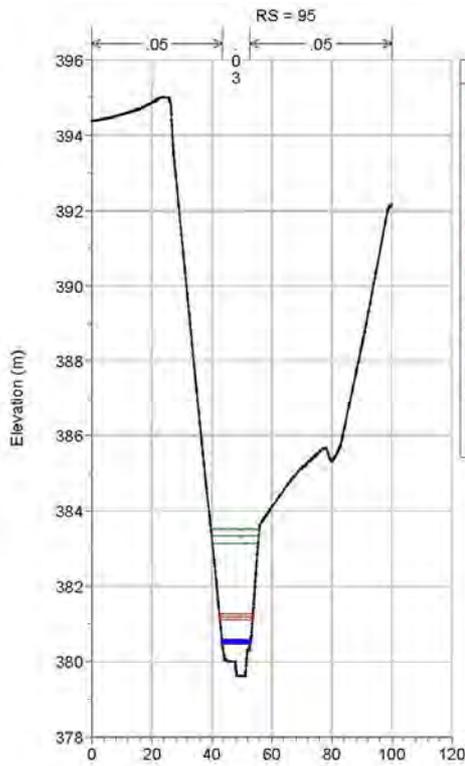
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	305 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

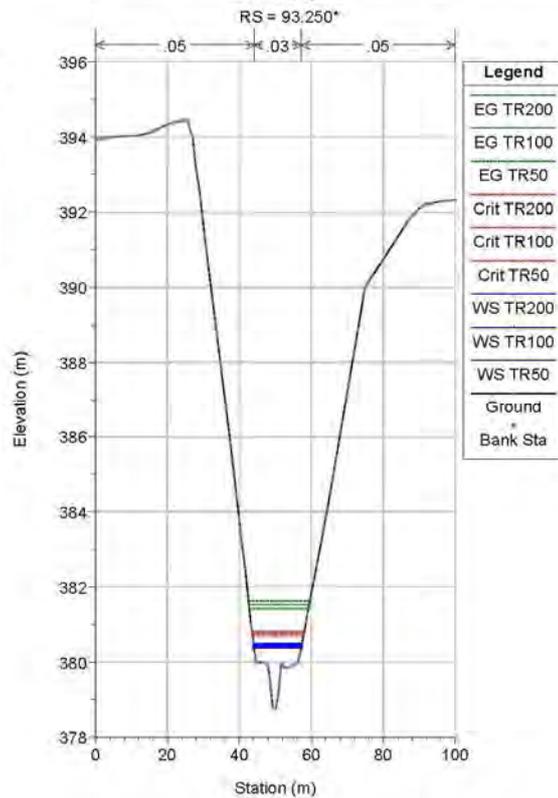
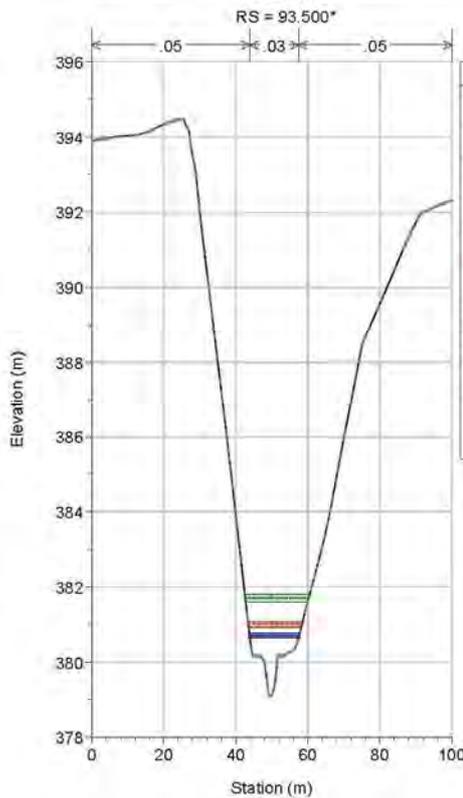
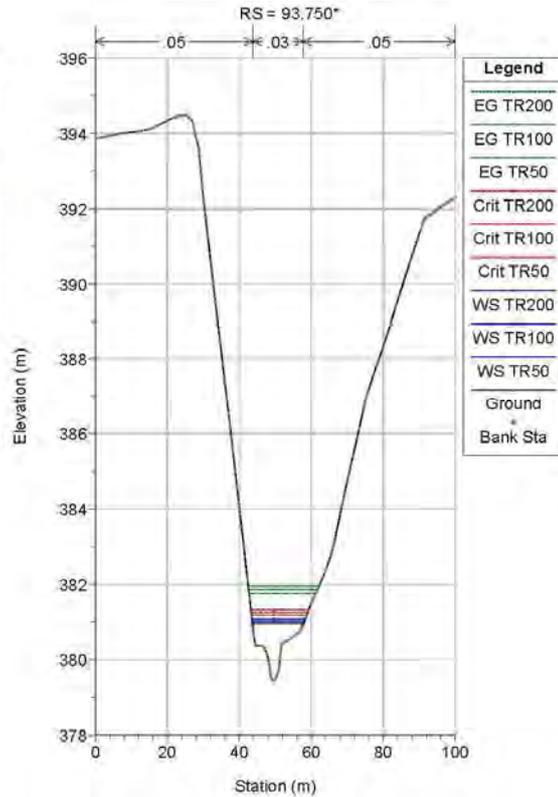
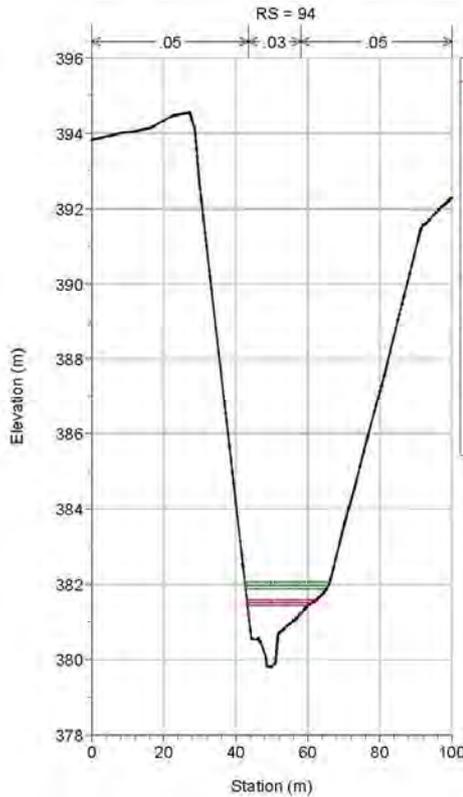
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	306 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

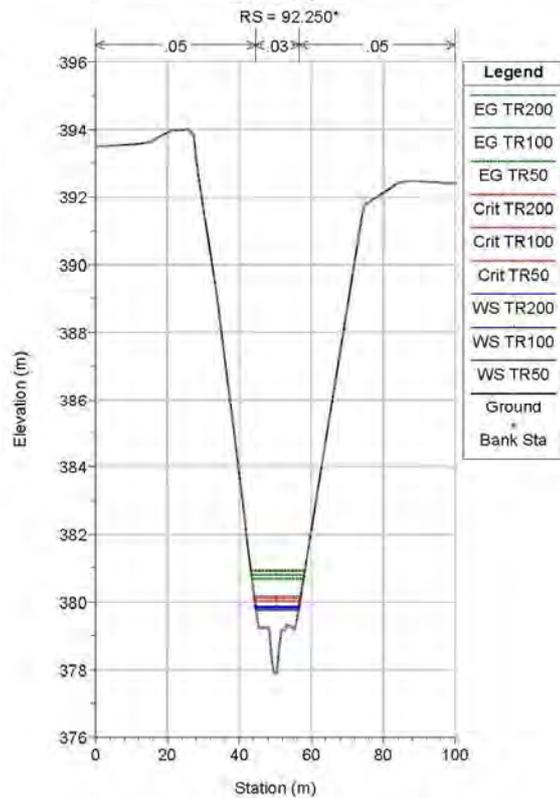
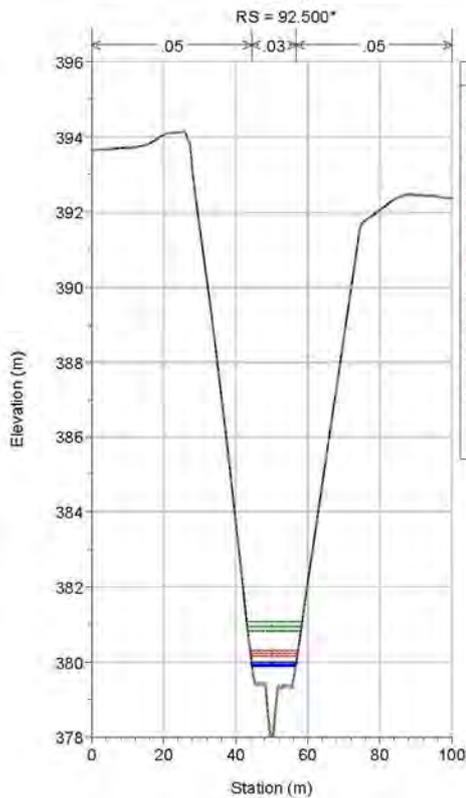
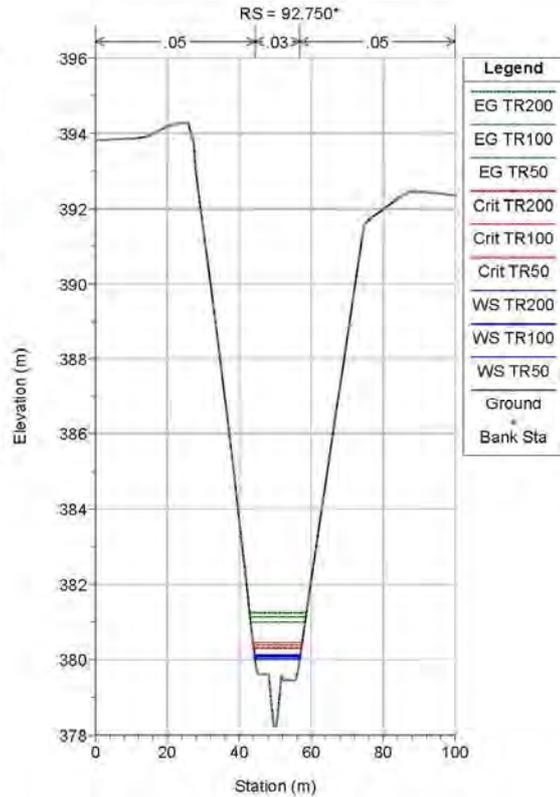
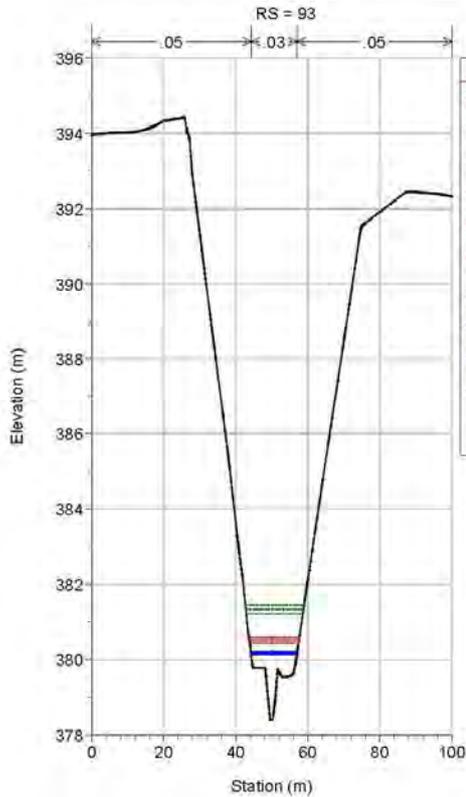
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	307 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

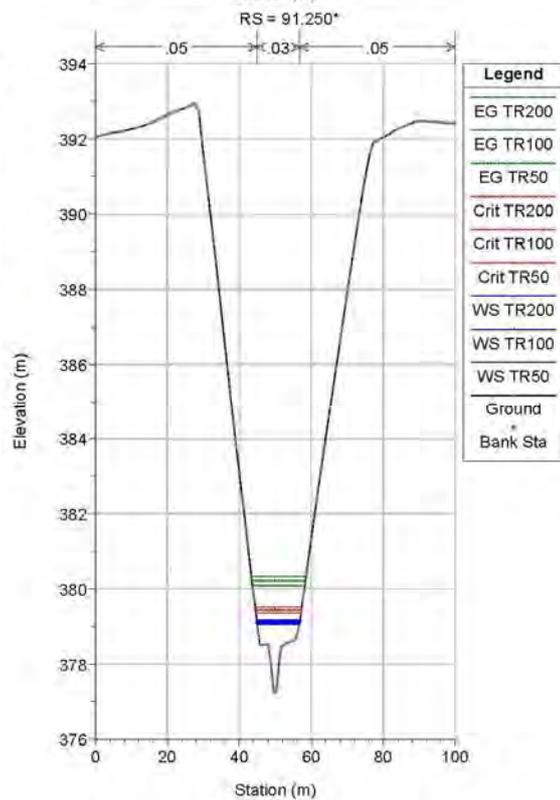
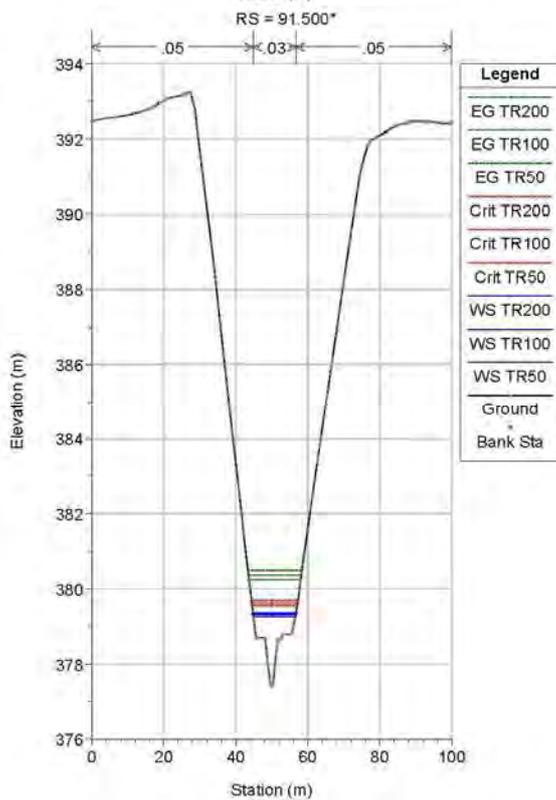
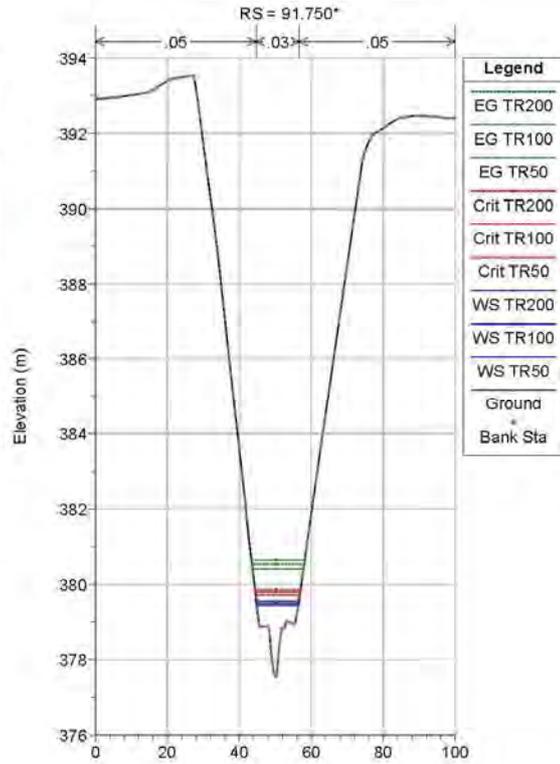
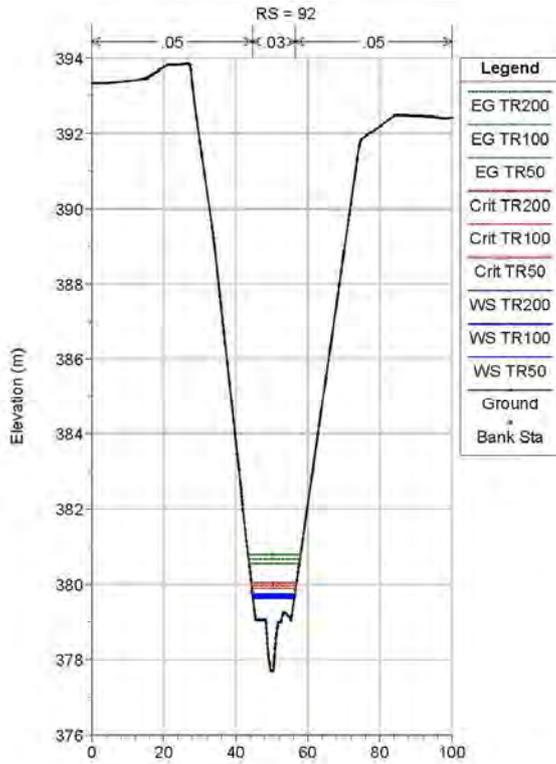
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	308 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

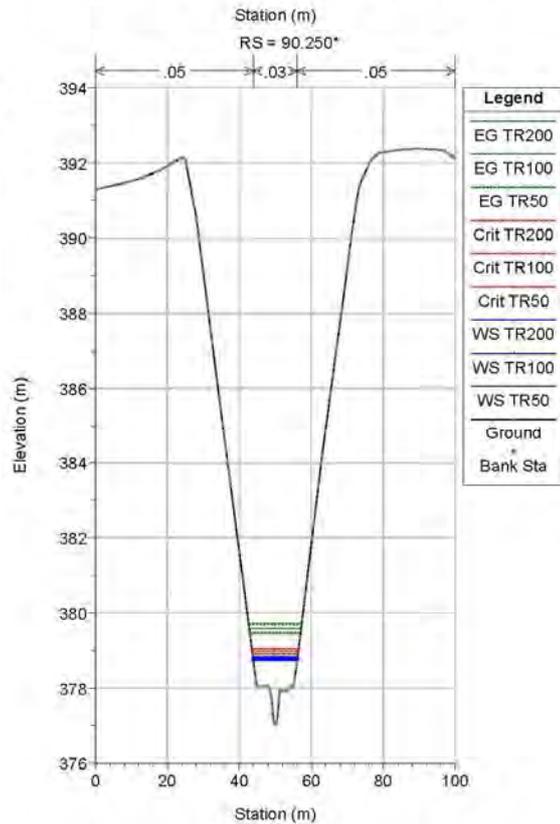
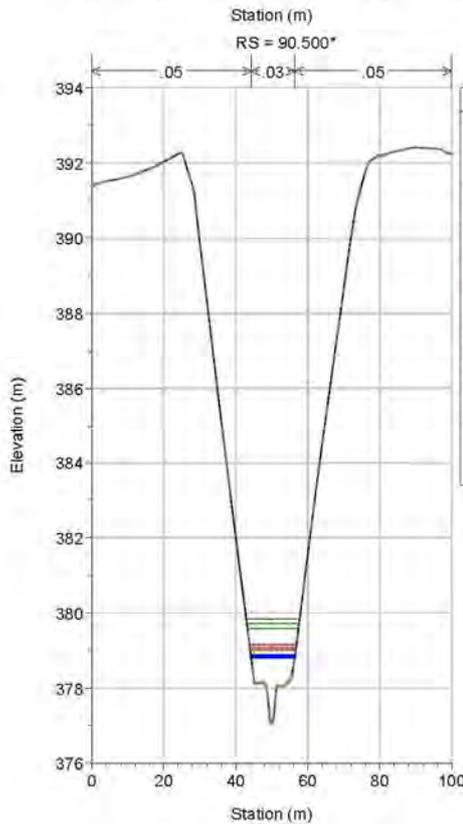
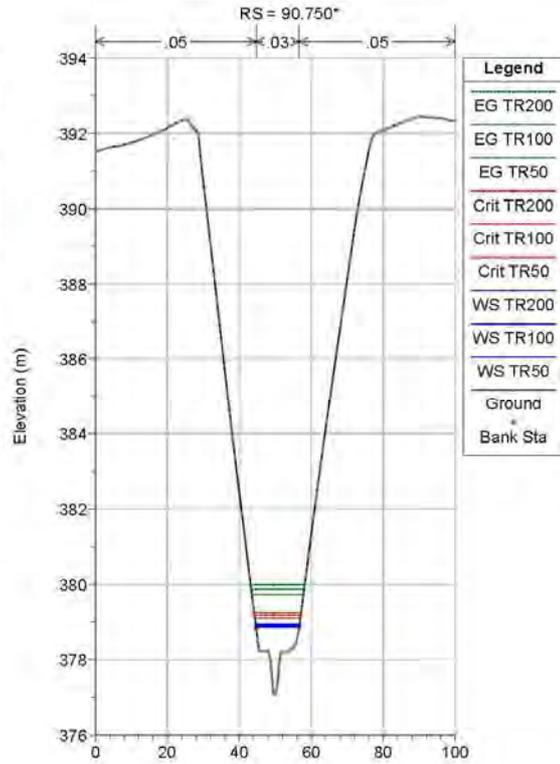
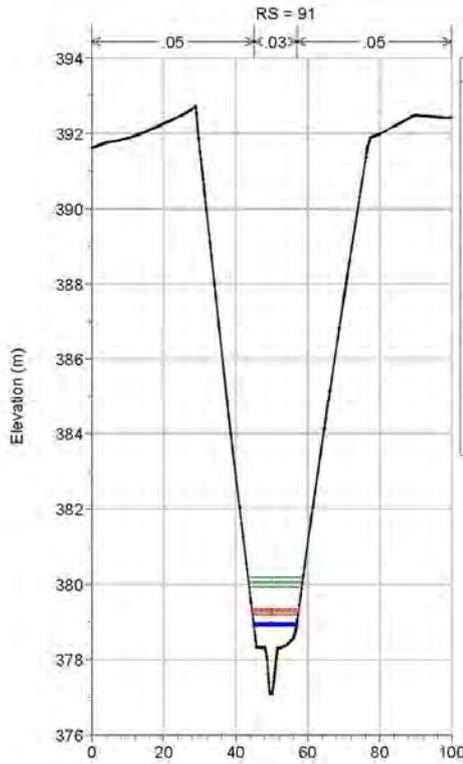
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	309 di 321



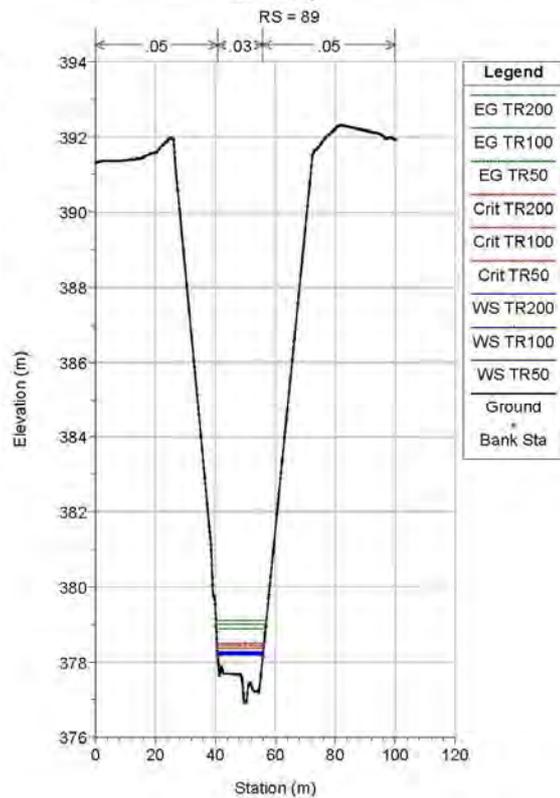
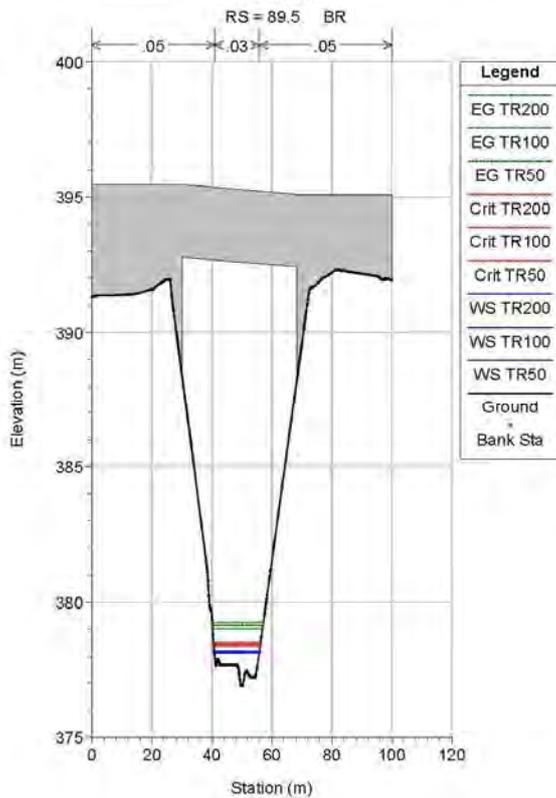
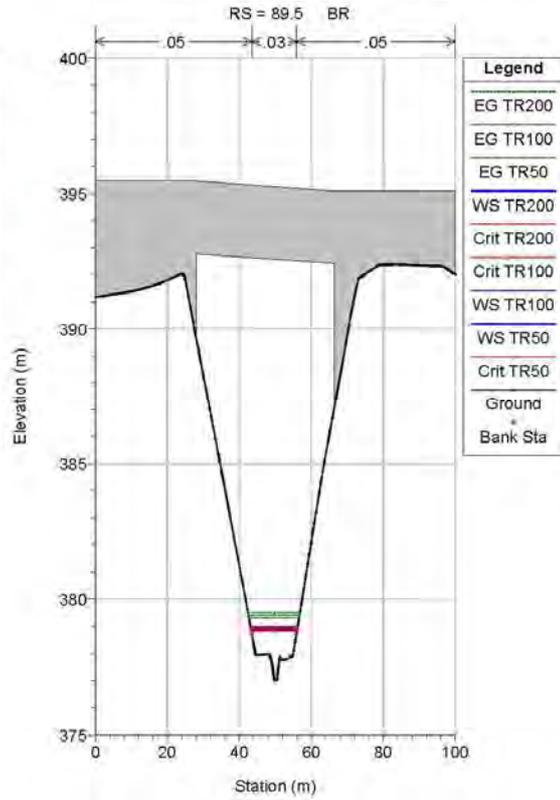
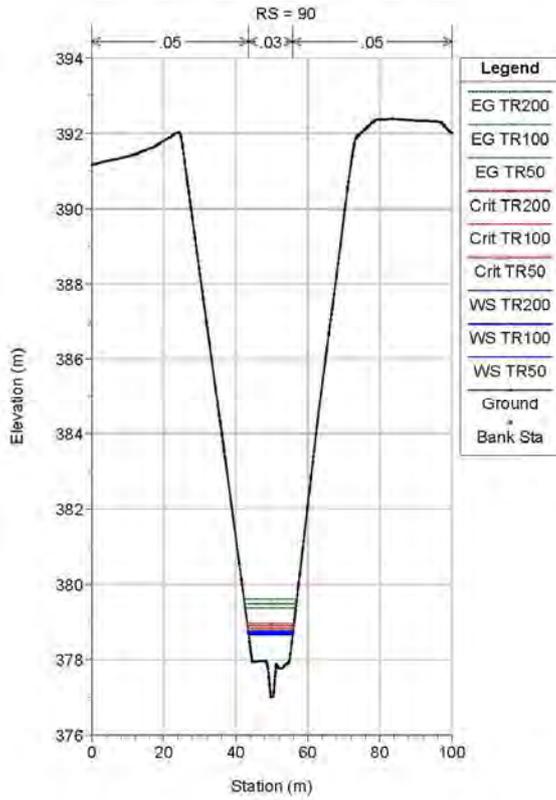
2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	310 di 321



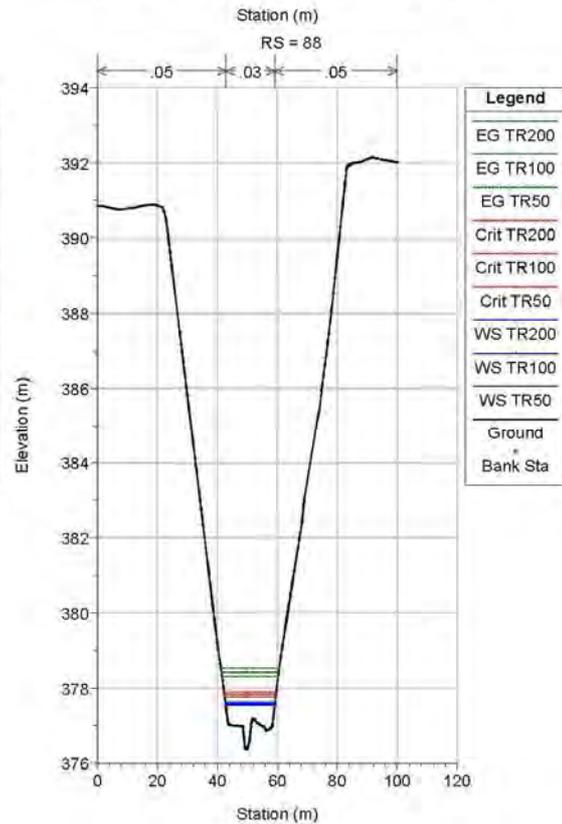
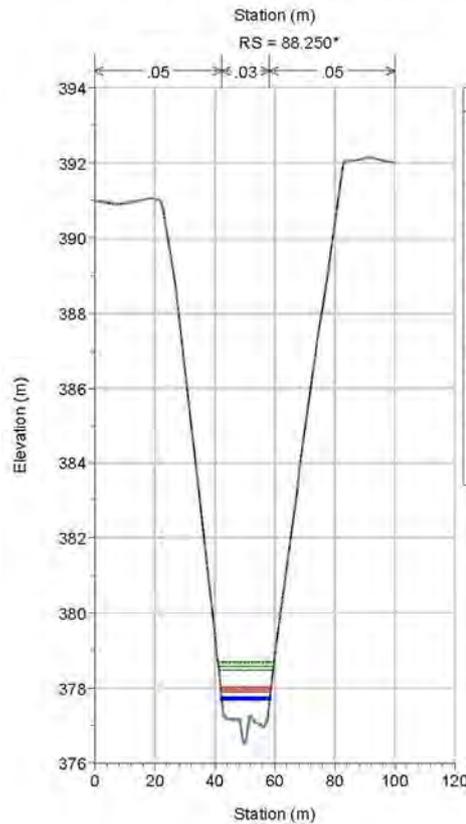
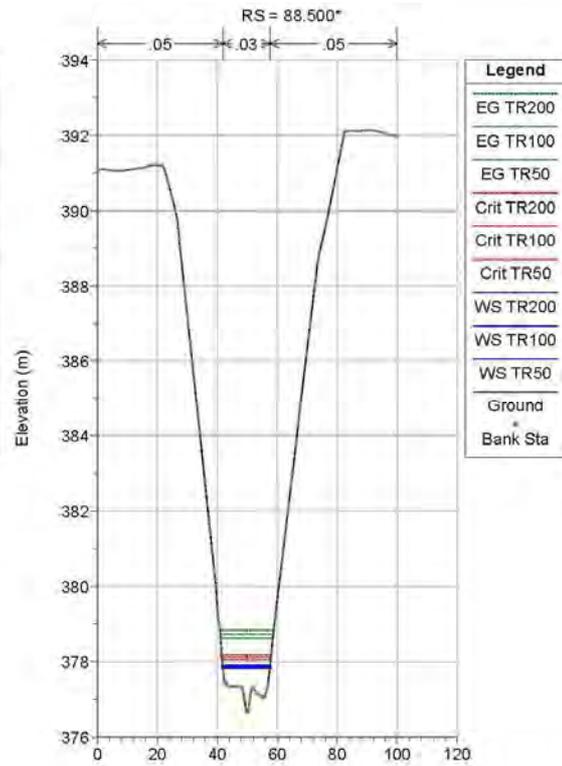
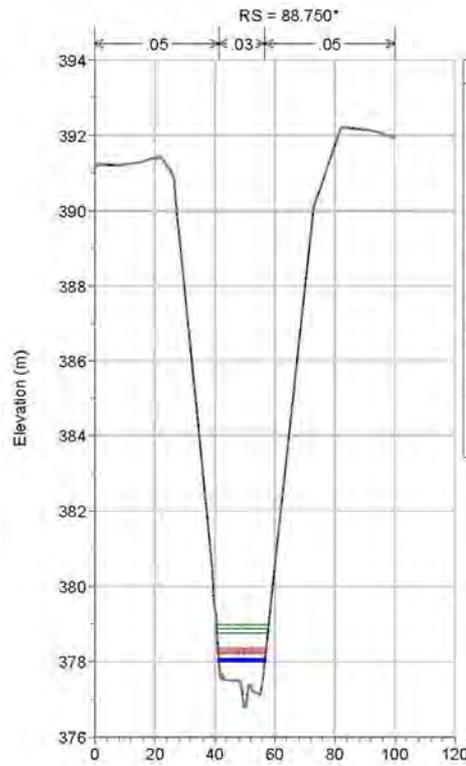
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	311 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

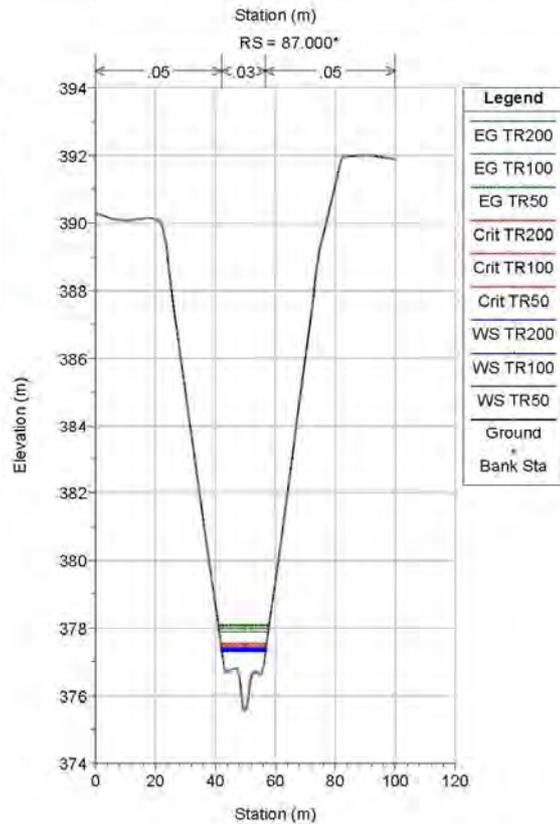
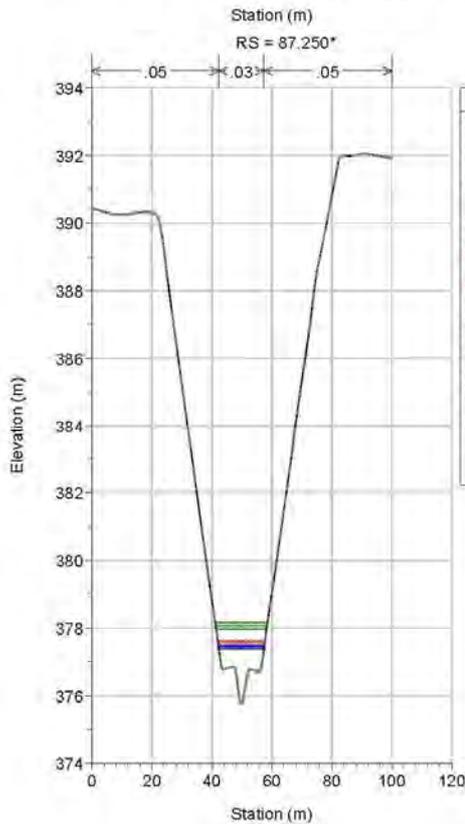
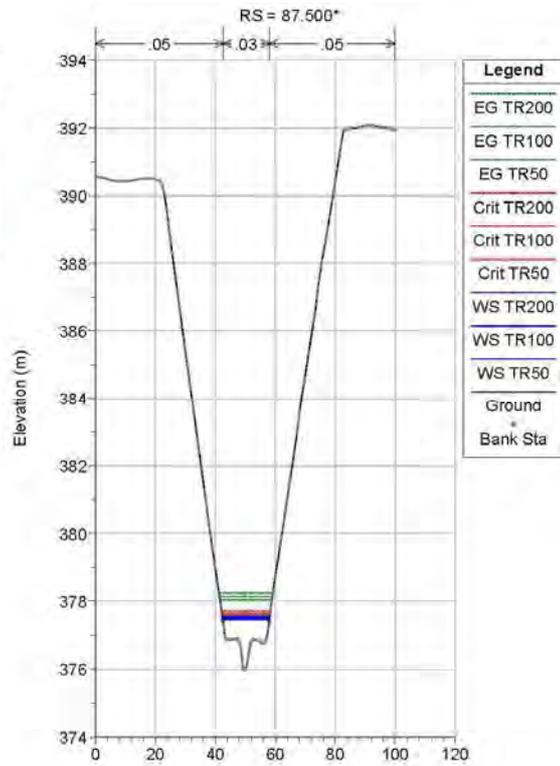
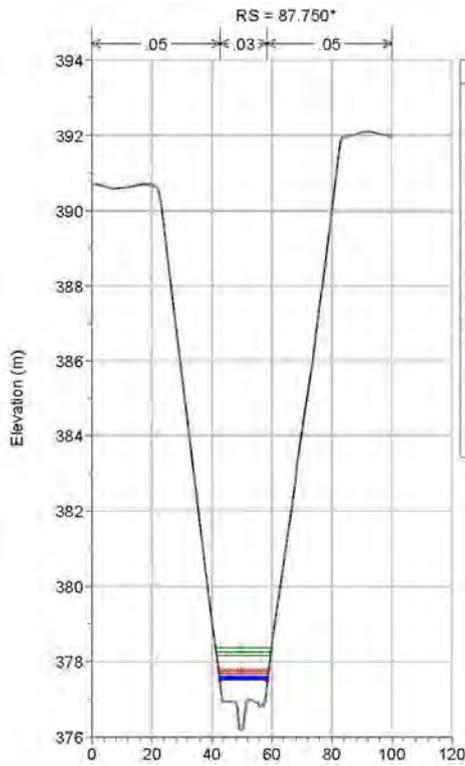
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	312 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

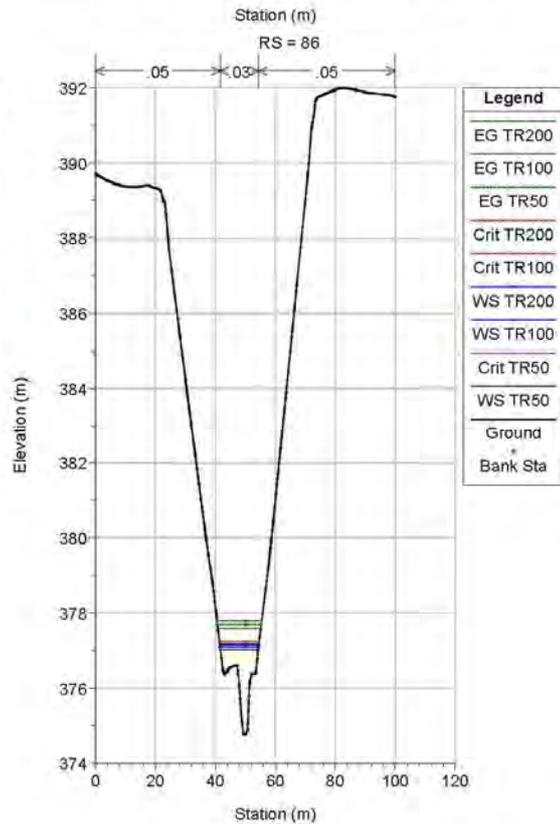
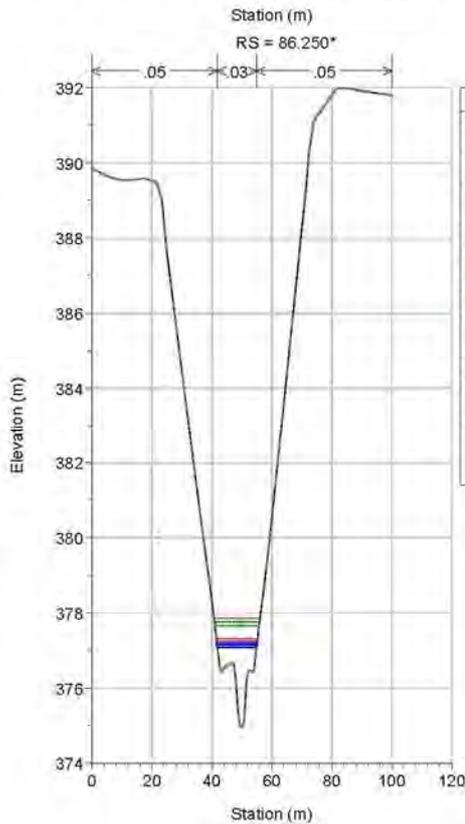
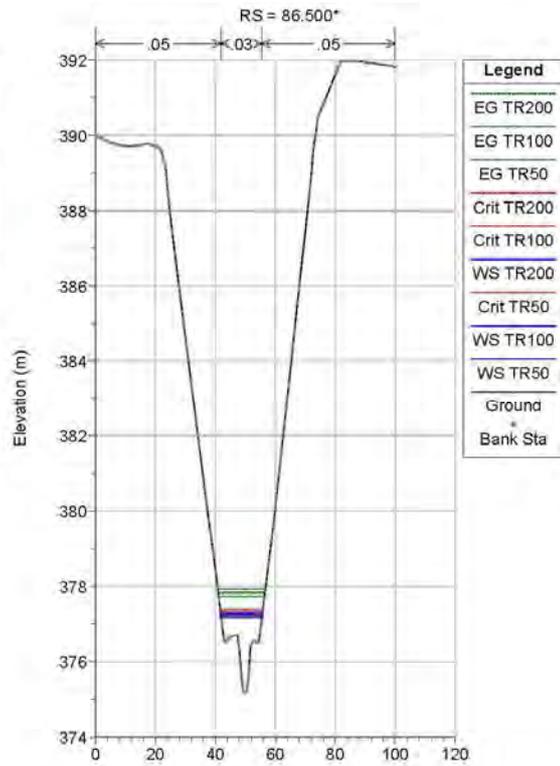
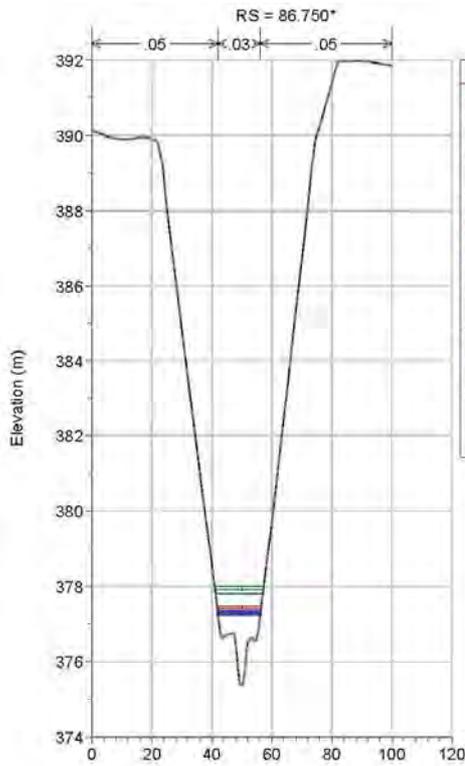
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	313 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

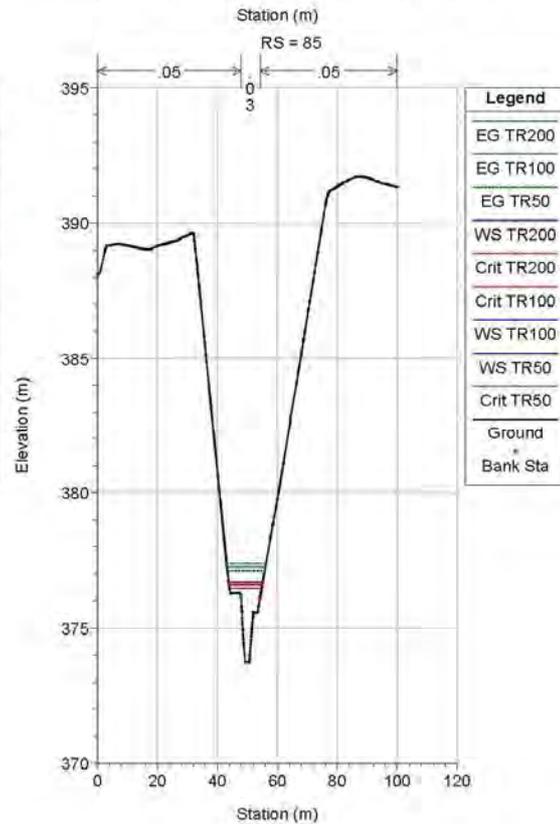
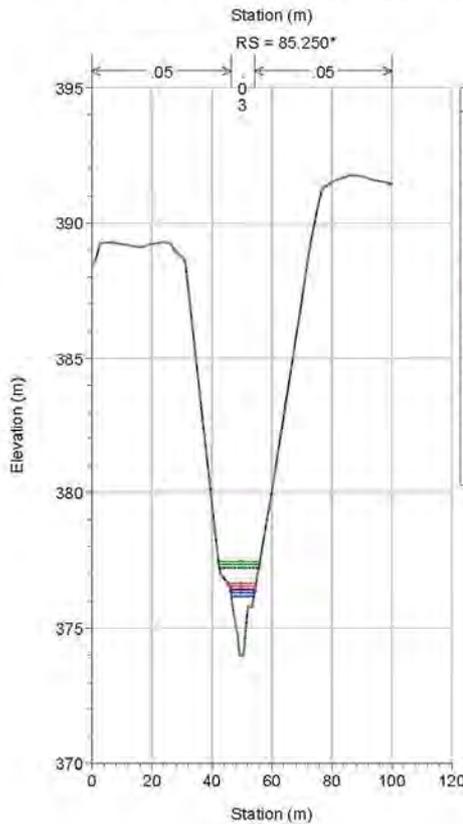
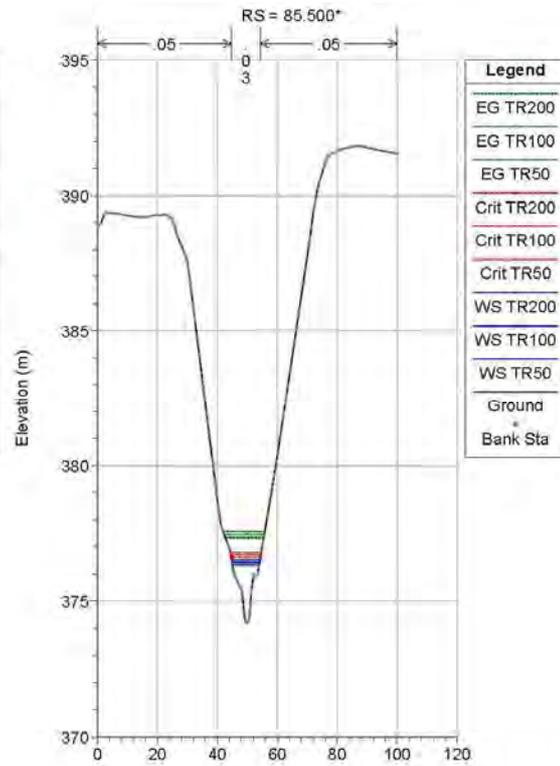
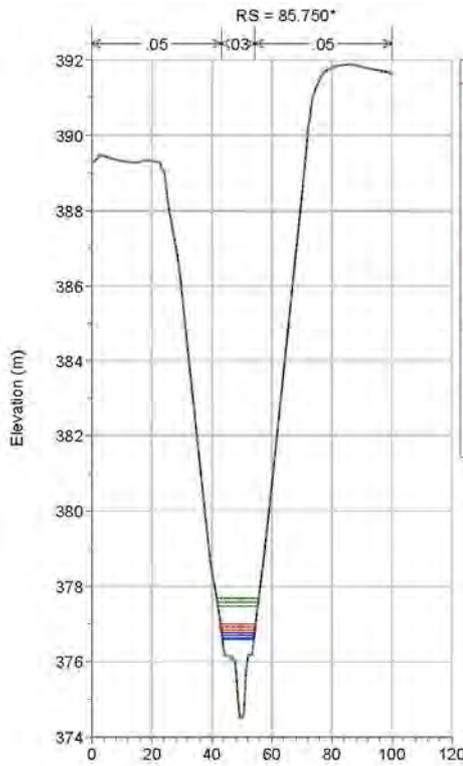
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	314 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

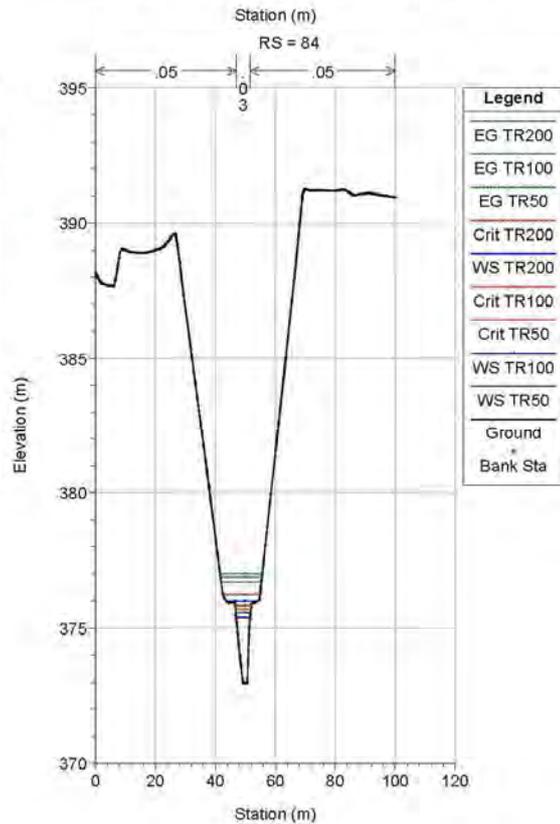
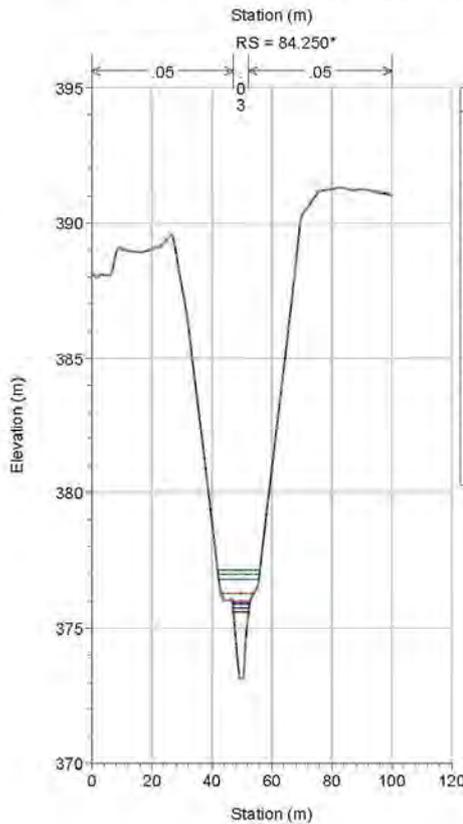
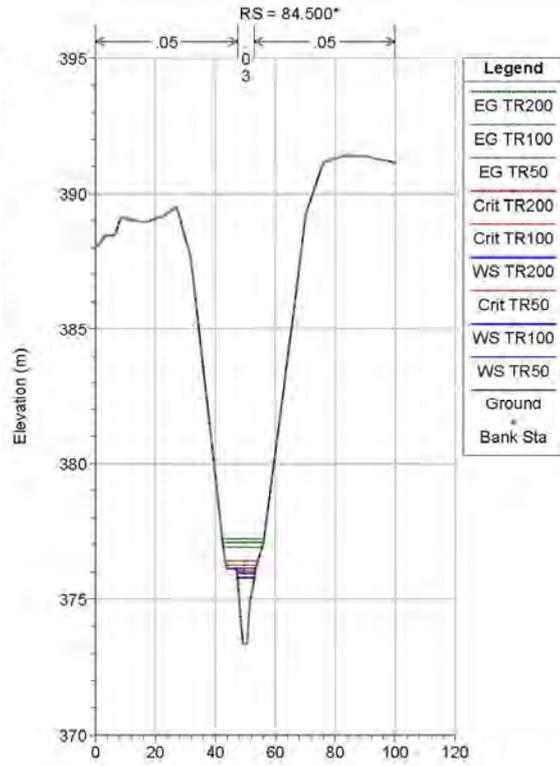
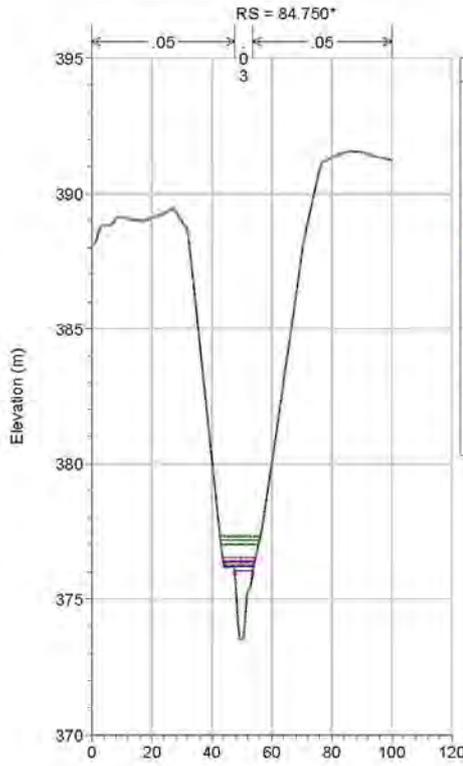
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	315 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

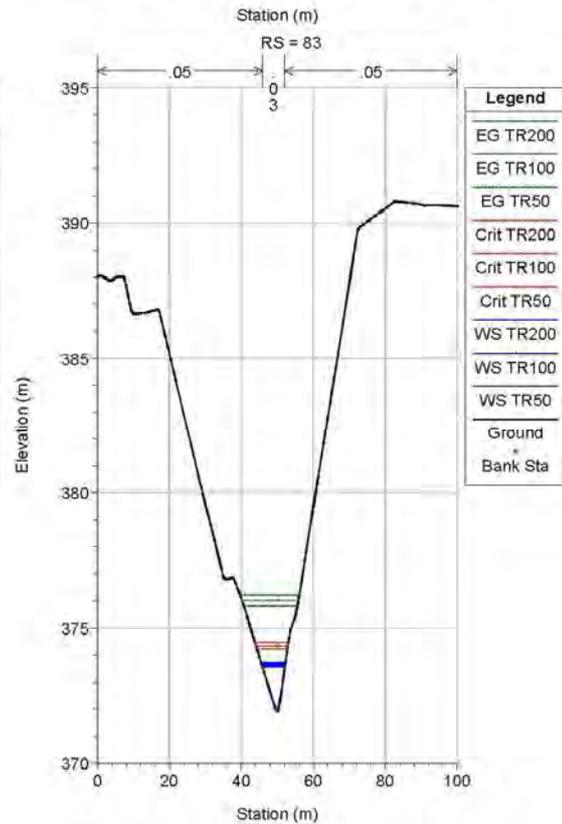
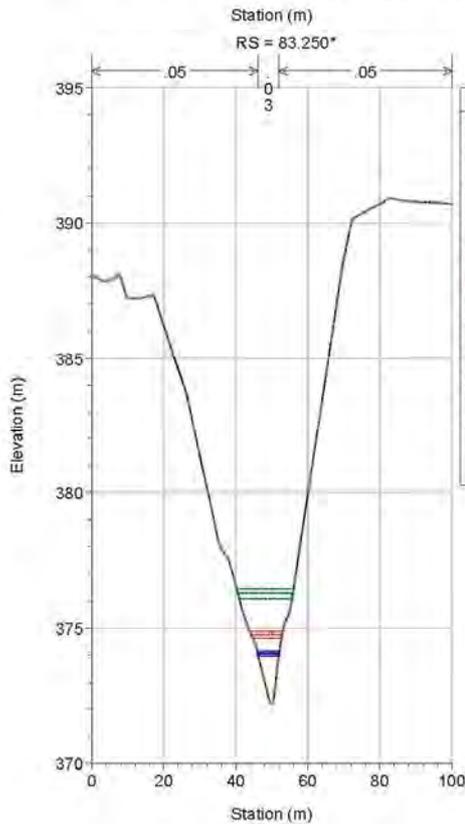
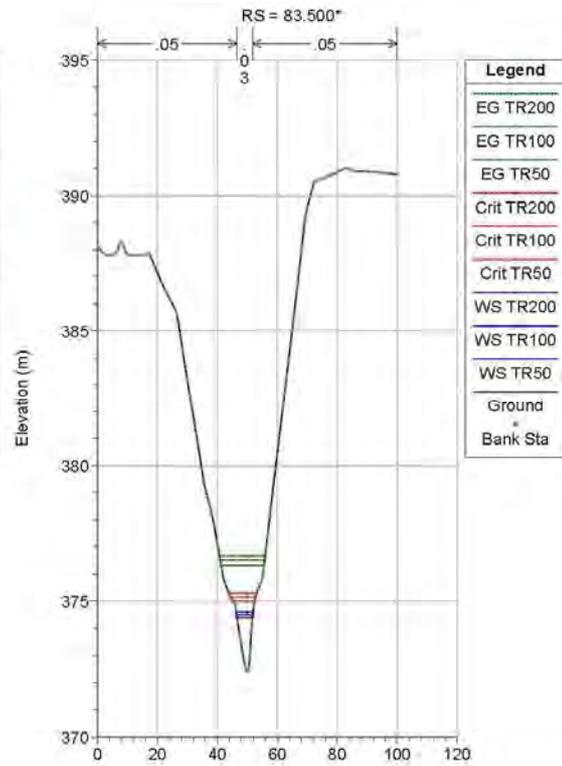
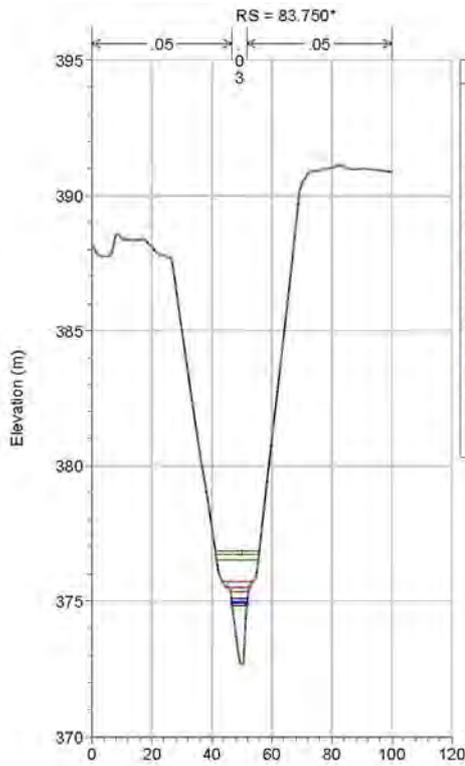
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	316 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

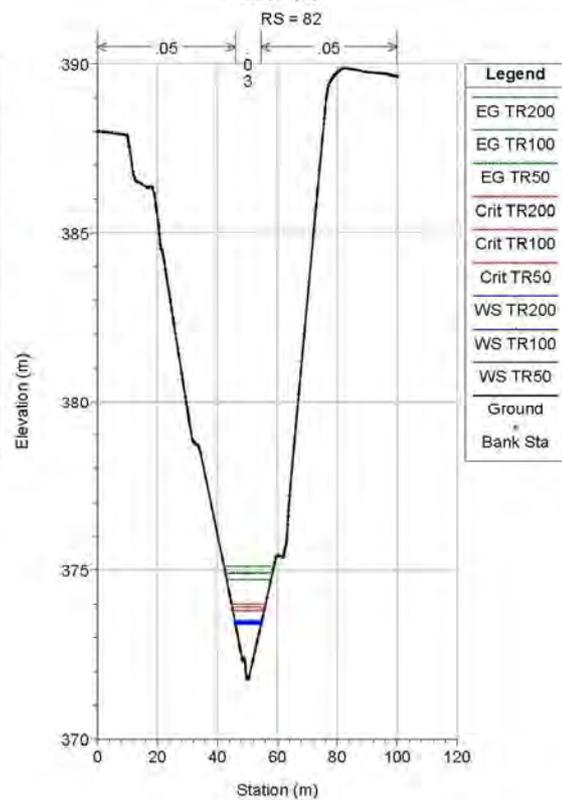
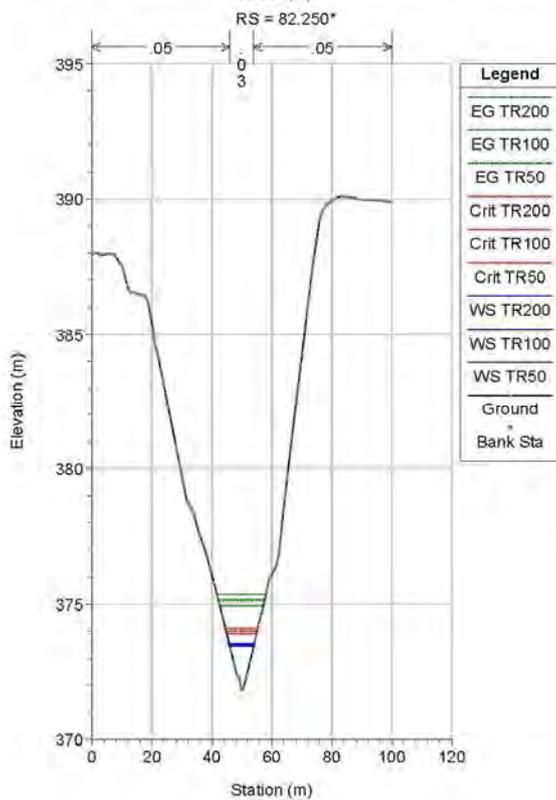
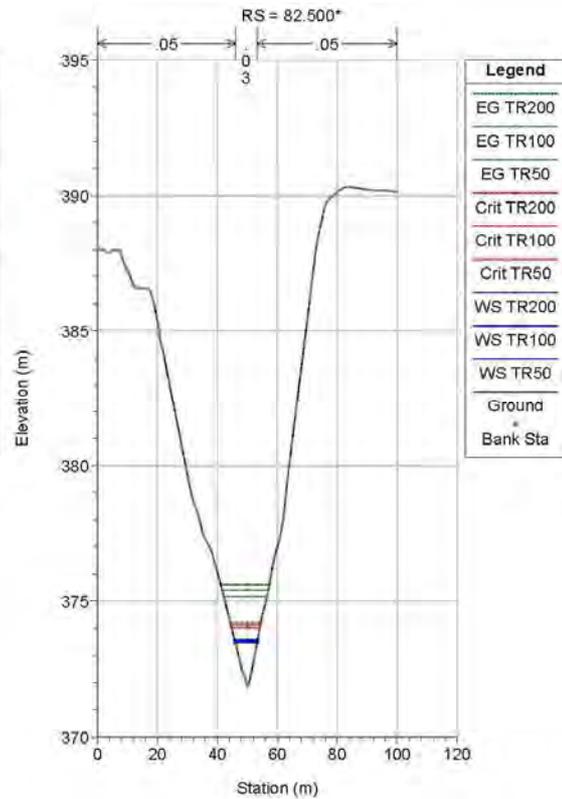
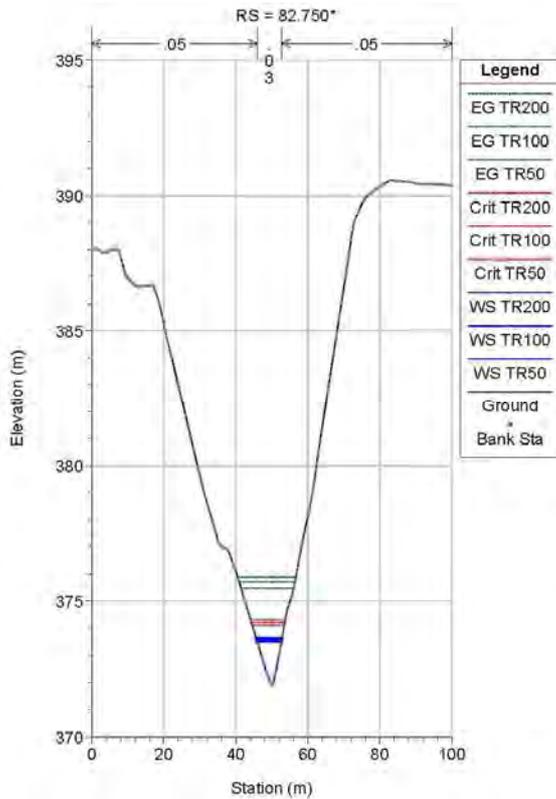
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	317 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

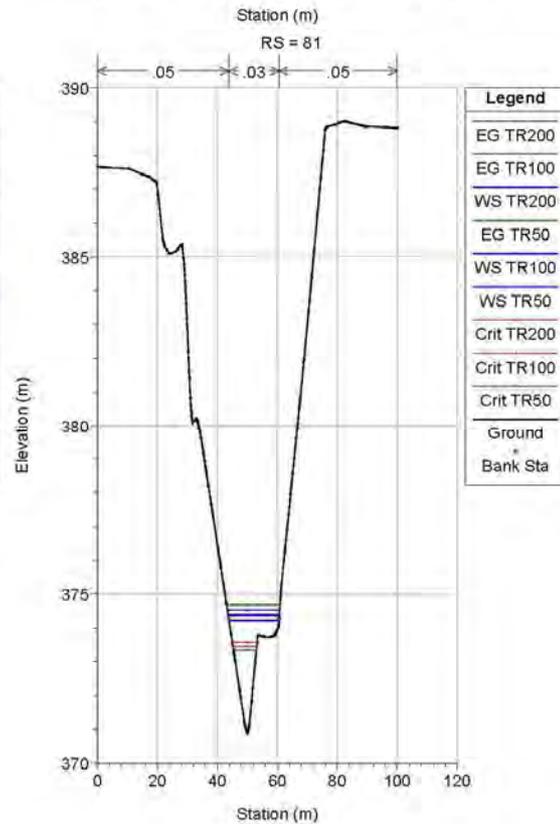
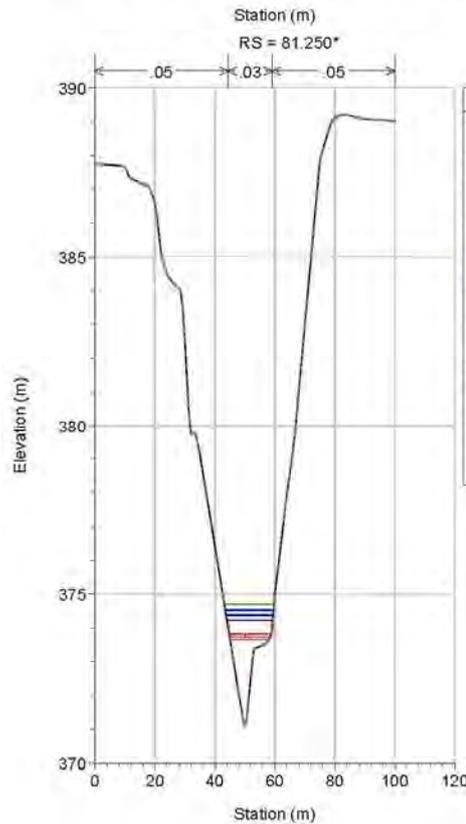
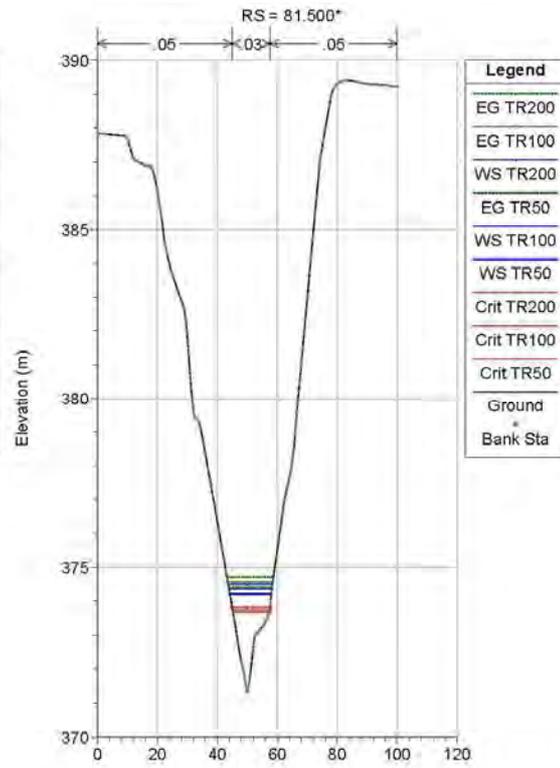
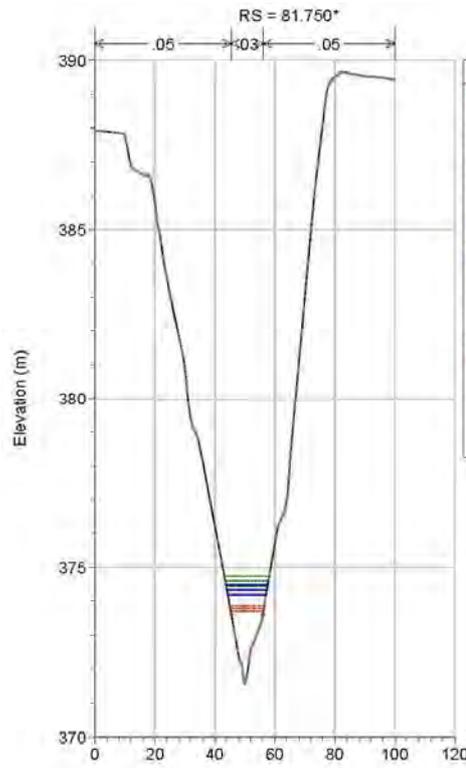
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	318 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

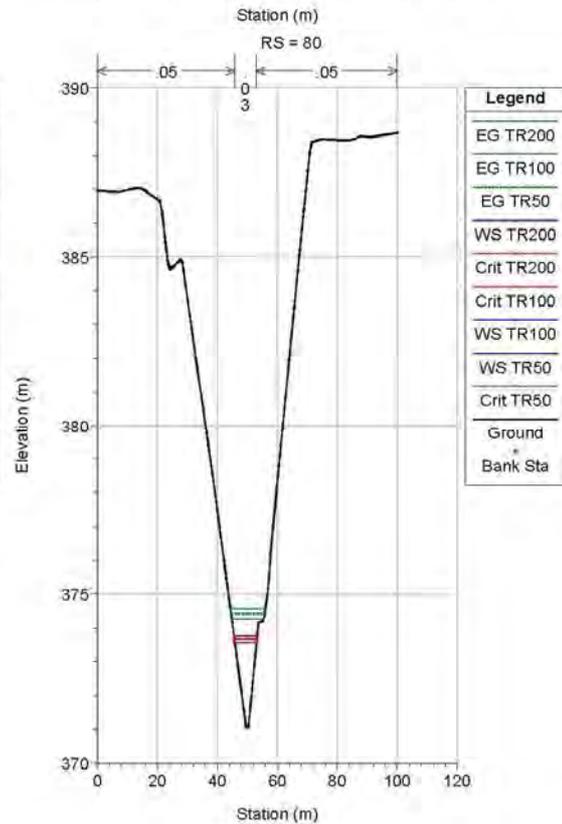
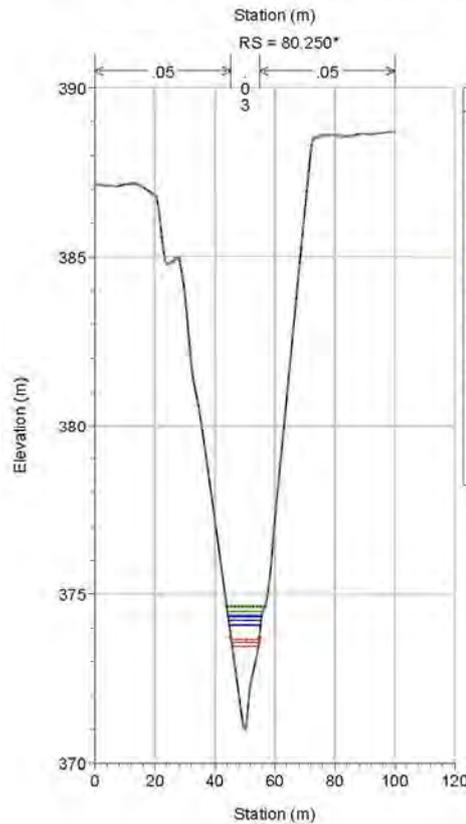
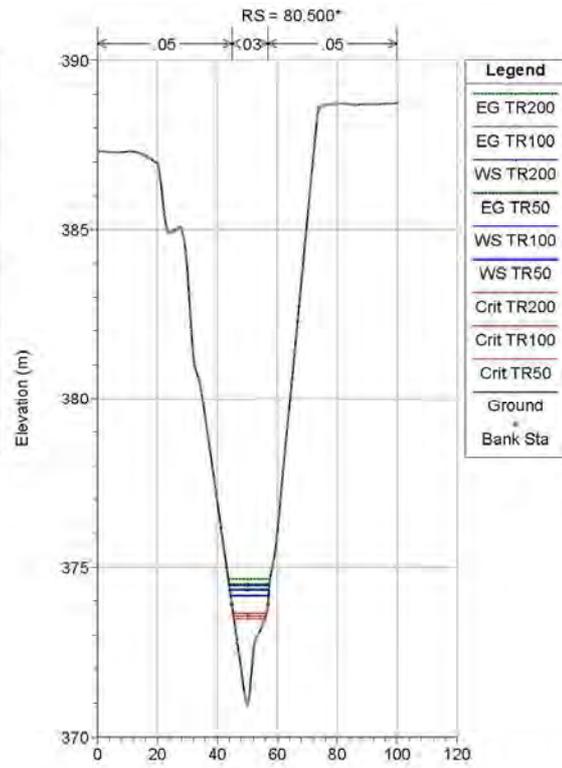
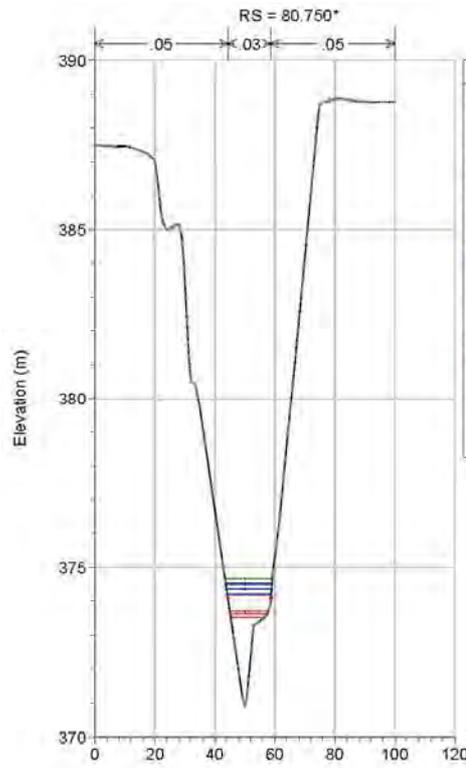
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	319 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	320 di 321



2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.di Pag.
L0703	212	E	03	OI0000	REL	02	F	321 di 321

