

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Cremonesi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>coopprogetti</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>(Mandante)</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>Sezione A N. A2657</p> <p>ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA</p> <p>MURENO PANFILI</p> <p>SETTORE CIVILE E AMBIENTALE SETTORE INDUSTRIALE SETTORE DELL'INFORMAZIONE</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

**STUDI ED INDAGINI
IDROLOGIA E IDRAULICA
Relazione di compatibilità idraulica**

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV.PROG ANNO</p> <p>D TAN 245 D 22</p>	<p>NOME FILE</p> <p align="center">T00ID00IDRRE05C</p> <p>CODICE ELAB. T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 5</p>	<p>REVISIONE</p> <p align="center">C</p>	<p>SCALA</p> <p align="center">-</p>		
<p>D</p>					
<p>C</p>	<p>Integrazione per richiesta MASE U.0003360 del 12.03.2024</p>	<p>Marzo '24</p>	<p>Capponi</p>	<p>Panfilì</p>	<p>Guiducci</p>
<p>B</p>	<p>Revisione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023</p>	<p>Febbraio '23</p>	<p>Capponi</p>	<p>Panfilì</p>	<p>Guiducci</p>
<p>A</p>	<p>Emissione</p>	<p>Ottobre '22</p>	<p>Capponi</p>	<p>Panfilì</p>	<p>Guiducci</p>
<p>REV.</p>	<p>DESCRIZIONE</p>	<p>DATA</p>	<p>REDATTO</p>	<p>VERIFICATO</p>	<p>APPROVATO</p>

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....	2
3.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	2
3.2. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME METAURO.....	2
4. PIANIFICAZIONE DI ASSETTO DEL TERRITORIO	4
5. LA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INFRASTRUTTURA	8
5.1. ENTI AUTORIZZATORI	8
5.2. NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018 E SMI)	9
5.3. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	9
5.3.1. Opere di attraversamento maggiori (ponti e viadotti)	10
5.3.2. Opere di attraversamento minori (tombini)	10
5.3.3. analisi della potenziale interferenza del tratto di raccordo alla viabilità locale VS05a con il regime idraulico del torrente S. Antonio	12

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta a supporto del contratto applicativo stipulato con Anas S.p.A. per la Progettazione Definitiva dell'intervento "E 78 Grosseto – Fano, Tratto Selci - Lama (E 45) - S. Stefano di Gaifa, Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest – Mercatello sul Metauro Est".

Lo studio è mirato a fornire:

- l'inquadramento idrologico del territorio interessato dall'opera e le caratteristiche del reticolo idrografico da questa interferito;
- una valutazione della compatibilità idraulica della infrastruttura in progetto ed in particolare delle opere (viadotti, tombini) adottate per la risoluzione delle interferenze con i corpi idrici in attraversamento.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'infrastruttura stradale oggetto del presente studio idraulico deve soddisfare le prescrizioni previste dalle diverse normative vigenti; in particolare gli strumenti normativi a cui si fa riferimento sono:

- Regio Decreto 25 luglio 1904, n°523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie"
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018_5.1 Ponti_5.1.2.3. Compatibilità idraulica;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019_ Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018_C 5.1.2.3 Compatibilità Idraulica;
- "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico" (PAI) della Regione Marche_ Norme di Attuazione;
- Linee Guida (Titolo I-Paragrafo 1.4) – "A" Sviluppo della Verifica di Compatibilità Idraulica _DGR n.53 27/11/2014.

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

3.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il principale bacino idrografico interessato dall'infrastruttura in studio è quello del Fiume Metauro che per metà del tracciato in studio costeggia, attraversando i suoi affluenti.

3.2. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME METAURO

Il Metauro è il principale fiume della regione Marche per lunghezza con 121 km totali di corso ed un'estensione di bacino idrografico pari a 1325 km².

Origina da un ampio ventaglio di sorgenti e corsi d'acqua (molti caratterizzati da discreti deflussi idrici anche in estate) a Badia Tedalda, fra l'Alpe della Luna, il monte Nerone (1526 m s.l.m.) e il monte Catria (1702 m s.l.m.).

Il suo nome (in latino Metaurus o Mataurus) deriva dalla semplice fusione per concatenamento dei nomi dei due rami sorgentizi principali che lo originano: i torrenti Meta (che scende dal valico appenninico di Bocca Trabaria, 1044 m s.l.m.) e Auro (che scende invece dal Monte Maggiore, 1384 m s.l.m.).

Il Metauro, lungo il suo articolato tratto medio-alto, bagna svariati centri tra i quali Sant'Angelo in Vado, Urbania, Fermignano e Fossombrone dove, presso la selvagia Forra di San Lazzaro, riceve da sinistra il Candigliano, suo principale tributario, che drena oltre metà dell'intero bacino dello stesso Metauro, fornendogli ben 13,6 m³/s di apporto medio, ovvero oltre 2/3 della sua portata media annua.

Scorrendo in una valle ampia e profondamente incassata giunge poi nel nuovo comune sparso di Colli al Metauro, precisamente nelle frazioni di Calcinelli e Villanova dove inizia il suo tratto di pianura. Qui un canale di 3,6 km si separa dal fiume e passa per Cerbara. Più a valle, una traversa artificiale sbarra il corso del Metauro per rifornire d'acqua il canale Albani che attraversa la città di Fano e la zona industriale di Bellocchi. Dopodiché il fiume va a sfociare nell'Adriatico lambendo la periferia sud-est dello stesso centro abitato.

Il Metauro ha un regime marcatamente torrentizio di tipo appenninico, ma con portate minime estive che tuttavia nel medio corso non scendono quasi mai sotto i 2 m³/s, grazie ad una certa permeabilità del suo alto bacino.

I massimi valori di portata si registrano in autunno e in primavera con piene che, nel caso di precipitazioni eccezionali, possono sfiorare nel tratto basso valori di 2200 m³/s, causando anche danni notevoli.

Alcuni bacini idroelettrici sfruttano le sue acque per la produzione di energia elettrica: la diga del Furlo sul fiume Candigliano, il Bacino di San Lazzaro presso Fossombrone, l'invaso di Tavernelle che influenzano, anche se non pesantemente l'andamento delle portate.

Il torrente S. Antonio è un affluente di destra del fiume Metauro, lungo circa 11 chilometri, che nasce dai rilievi intorno ai 1000 m tra il Montaccio e il M. Moriccie in Umbria e si versa nel Metauro a Mercatello.

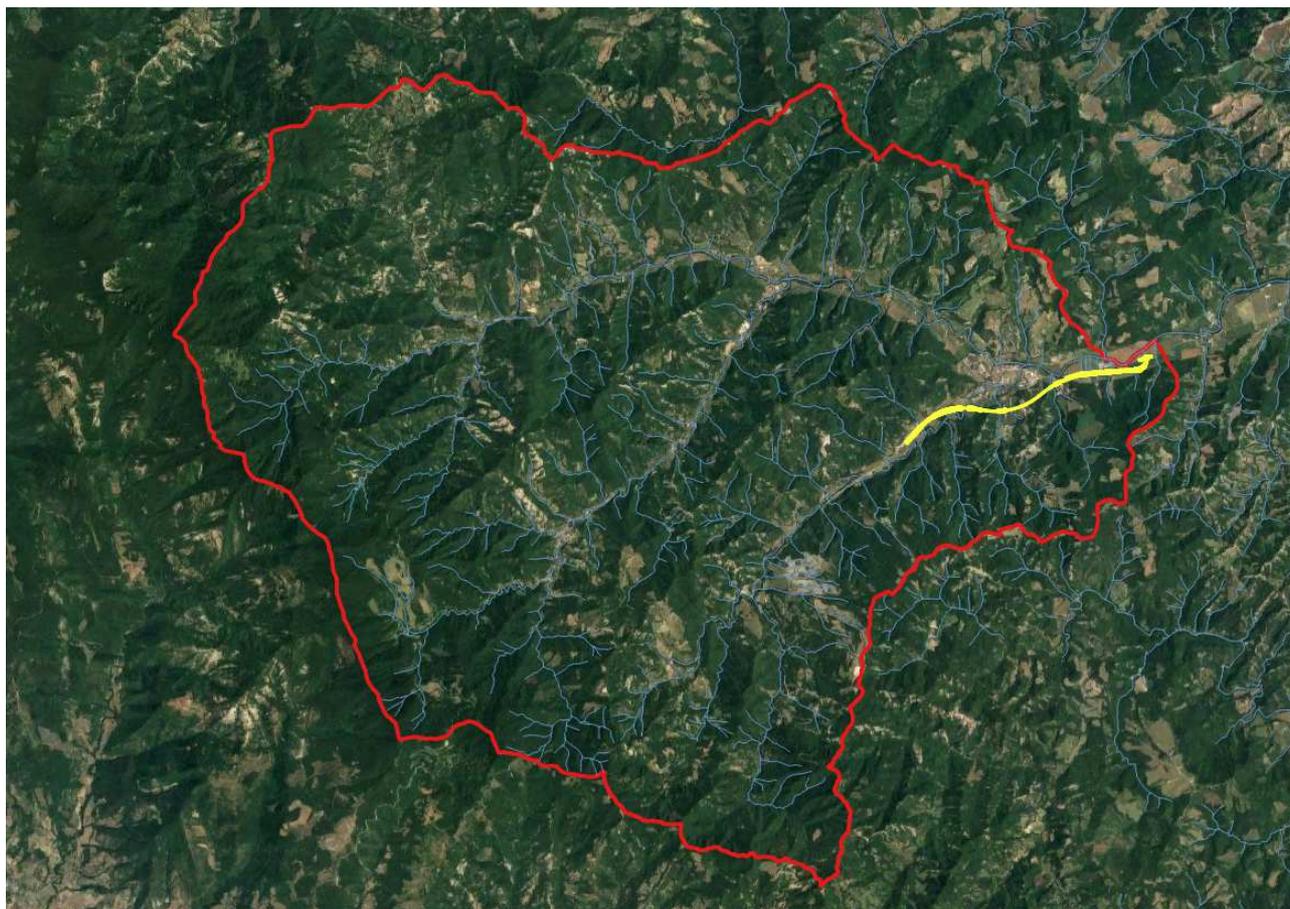


Figura 3-1: Mappa del bacino idrografico del Fiume Metauro con sezione di chiusura presso la sezione più prossima al tracciato stradale di progetto, indicato in giallo

4. PIANIFICAZIONE DI ASSETTO DEL TERRITORIO

Il bacino del Metauro, così come tutti i bacini minori interferiti, ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'appennino Centrale subentrata come organo competente in data 17 febbraio 2017, con l'entrata in vigore del D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e che di fatto ai sensi di legge ha acquisito le funzioni dell'Autorità di Bacino Regionale nello specifico della Regione Marche.

Il documento di riferimento per la pianificazione degli interventi in ambito fluviale rimane comunque il Piano di Assetto Idrogeologico richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00, che 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. 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

PROGETTAZIONE ATI:

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. Con Delibera Comitato Istituzionale ex AdB Marche n. 68 del 08/08/2016 è stato approvato, in prima adozione, l'Aggiornamento 2016 al PAI, che deve essere considerato ad integrazione del PAI vigente.

Il PAI, oltre a contenere la delimitazione delle fasce fluviali e delle zone a rischio di inondazione, è corredato da norme di attuazione che dispongono una serie di prescrizioni e vincoli da considerare nella progettazione di tutte le opere destinate ad interagire con il corso d'acqua, tra le quali gli attraversamenti infrastrutturali.

Le finalità del Piano per l'assetto idraulico sono:

l'individuazione, secondo la procedura definita dal 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;

la definizione, per le dette aree e per i restanti tratti della rete idrografia, 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;

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 a 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.

Dall'analisi degli elaborati cartografici relativi alla definizione delle aree a Rischio Idraulico relativa al PAI aggiornamento 2016 risulta che in corrispondenza dell'attraversamento del Metauro non ricadono tra le zone classificate come aree a rischio idraulico; alcune zone prossime al tracciato di progetto sono classificate come area a rischio idraulico di categoria R2 - Rischio Medio.

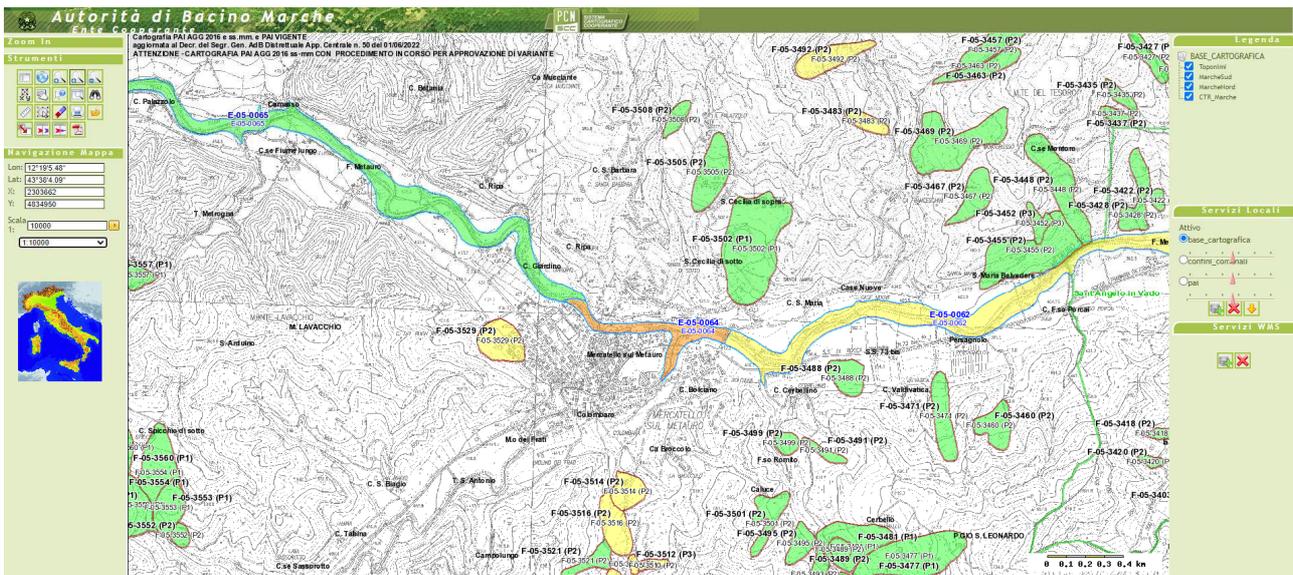


Figura 4-1: PAI - Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

LEGENDA

Confini Comunali

Comune

PAI

ESONDAZIONI-PAI-VIGENTE

R1 R2
R3 R4

FRANE-PAI-VIGENTE

R1 R2
R3 R4

VALANGHE-PAI-VIGENTE

R4

ESONDAZIONI-PAIAGG2016-ssmm

R1 R2
R3 R4

FRANE-PAIAGG2016-ssmm

R1 R2
R3 R4

VALANGHE-PAIAGG2016-ssmm

R4

L'altro strumento di riferimento per la pianificazione di assetto idrogeologico risulta essere il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni (Direttiva Alluvioni o Floods Directive – FD) è stata recepita con D.Lgs. 49/2010. Le sue finalità sono quelle di istituire un quadro di riferimento per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni.

Scopo principale è la riduzione delle potenziali conseguenze negative su:

salute umana

attività economiche

ambiente

patrimonio culturale

PROGETTAZIONE ATI:

Il punto di arrivo della FD è appunto il PGRA, che contiene tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio di alluvioni ed ovvero la prevenzione, la protezione e la preparazione. Comprende al suo interno anche la fase di previsione delle alluvioni e i sistemi di allertamento, oltre alla gestione in fase di evento.

Ai fini dell'attuazione della FD, il territorio regionale ricade per la parte nord, nel Distretto Appennino Settentrionale con funzioni di coordinamento svolte dall'Autorità di Bacino nazionale dell'Arno e, per la parte sud, nel Distretto Appennino Centrale con funzioni di coordinamento svolte dall'Autorità di Bacino nazionale del Tevere.

I Piani di Gestione sono stati redatti dai Distretti con la collaborazione delle Autorità di bacino denominate Unit of Management (UoM) e la Regione Marche.

Il 9 novembre 2015 il Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino delle Marche ha approvato il proprio contributo ai PGRA distrettuali, successivamente approvato con DGR Marche n. 1031 del 23/11/2015.

Il contributo è stato recepito nell'ambito dei due Piani predisposti dai Distretti (Tevere ed Arno) rispettivamente nelle sedute dei Comitati Tecnici integrati del 10 e 11 dicembre 2015.

Dall'analisi degli elaborati cartografici relativi al PGRA aggiornamento 2013 risulta che la zona con Pericolosità P2 e con Rischio R1 - R2 - R4 del Metauro non ricade all'intero dell'area di progetto, ma è prossima al tracciato solo in alcuni punti.

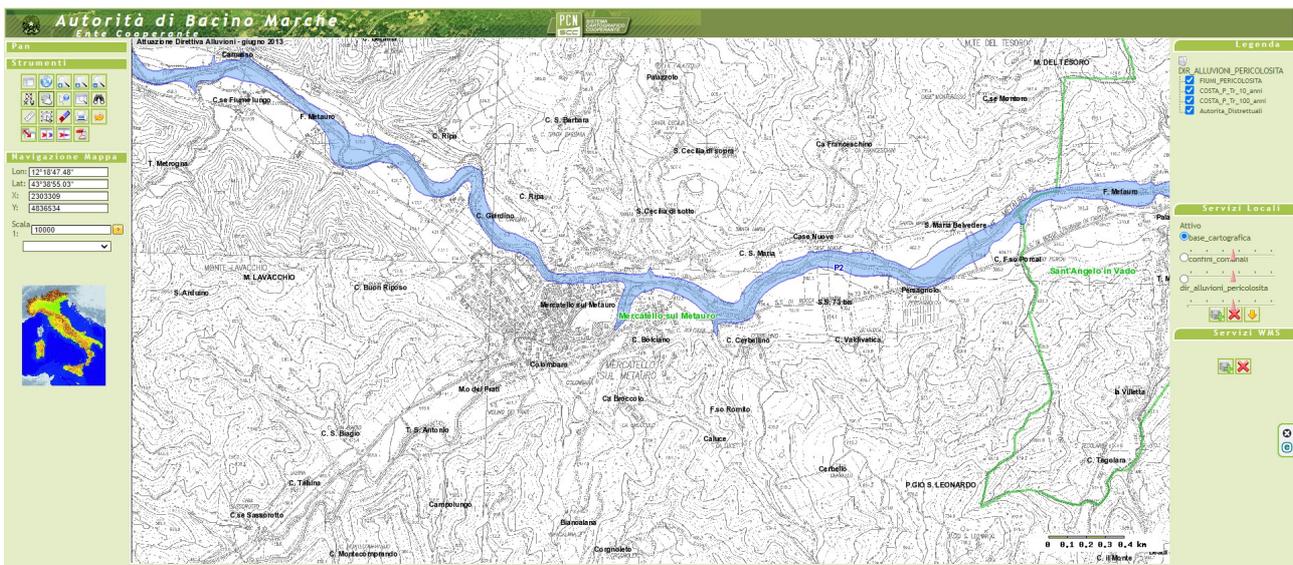


Figura 4-2: PGRA – Attuazione Direttiva Alluvioni – Pericolosità

LEGENDA

- CTR_Marche
- CONFINI_COMUNALI
- ConfiniComunali
- Comune
- DIR_ALLUVIONI_PERICOLOSITA
- FIUMI_PERICOLOSITA
- P1
- P3
- P2
- Autorita_Distrettuali
- NOME

PROGETTAZIONE ATI:

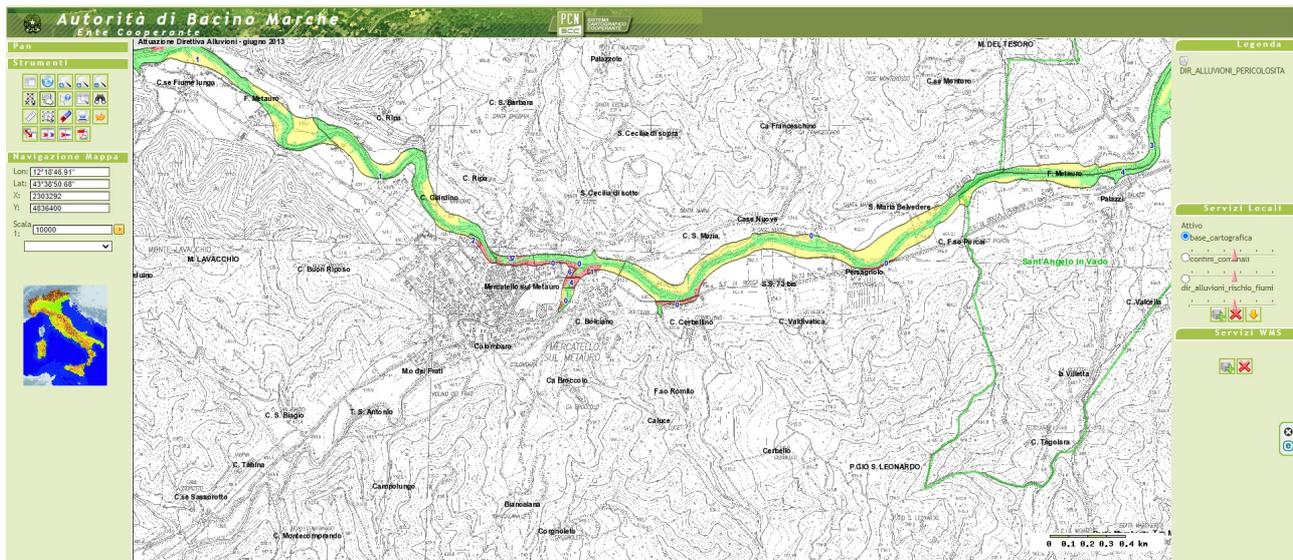


Figura 4-3: PGRA – Attuazione Direttiva Alluvioni – Rischio

LEGENDA

- CTR_Marche
- CONFINI COMUNALI
- ConfiniComunali
 - Comune
- DIR_ALLUVIONI_RISCHIO_FIUMI
- FIUMI_RISCHIO
 - R1
 - R3
- FIUMI_RESIDENTI_STIMA
 - Porzione_Sez_ISTAT
- Autorita_Distrettuali
 - NOME

- R2
- R4

5. LA COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INFRASTRUTTURA

Di seguito viene analizzata sia la compatibilità idraulica delle opere di attraversamento del territorio sia la sicurezza del corpo stradale identificando in termini di funzionalità e sicurezza. La nuova infrastruttura che interferisce con il Torrente Sant'Antonio e con gli altri corpi idrici minori deve soddisfare le prescrizioni previste dalle diverse normative vigenti; in particolare gli strumenti normativi a cui si fa riferimento sono:

- Norme di Attuazione Elaborato d – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Regione Marche;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018_5.1 Ponti_5.1.2.3. Compatibilità idraulica;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019_ Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018_C 5.1.2.3 Compatibilità Idraulica.

5.1. ENTI AUTORIZZATORI

Di seguito vengono riportati gli enti di riferimento per le autorizzazioni o nulla osta idraulici:

PROGETTAZIONE ATI:

- P.F. Presidio Territoriale ex Genio Civile Pesaro – Urbino e Ancona;
- Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale (Autorità di Bacino Marche);
- Consorzio Bonifica Marche – Comprensorio A.

5.2. NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018 E SMI)

Le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018_5.1 Ponti al punto 5.1.2.3. Compatibilità idraulica prescrivono che la nuova struttura di attraversamento deve essere rapportata ad un evento di progetto con $T_r=200$ anni.

“...Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale [...] deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno T_r pari a 200 anni ($T_r=200$)”

Per quanto riguarda il deflusso della portata di piena si prescrive che: *“...Il franco idraulico, definito come la distanza fra la quota liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m, e comunque dovrà essere scelto tenendo conto di considerazioni e previsioni sul trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante, garantendo una adeguata distanza fra l'intradosso delle strutture e il fondo alveo. Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m...”*

In particolare, per i tombini si fa riferimento alla Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento NTC 2018 DM 17 gennaio 2018 ove si specifica che:

“ - nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;

[...] - il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso a d'acqua valle del tombino;

[...] - il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso a d'acqua a monte;

- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva [...]

- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

5.3. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Il presente studio idraulico fornisce una valutazione della compatibilità idraulica della infrastruttura in progetto ed in particolare delle opere (viadotti, ponti e tombini) adottate per la risoluzione delle interferenze con i corpi idrici in attraversamento.

L'infrastruttura in progetto prevede l'attraversamento del reticolo idrografico interferente mediante ponti, viadotti, tombini scatolari e circolari che sono stati dimensionati ai sensi delle NTC2018 con riferimento a portate di picco duecentennali.

Sono stati inoltre dimensionati gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto, questi ultimi con riferimento a portate di picco cinquantennali.

PROGETTAZIONE ATI:

Infine, è stata analizzata e verificata l'assenza di interferenza del tratto di raccordo alla viabilità locale VS05a con il regime idraulico del torrente S. Antonio per TR = 200 anni mediante implementazione di un modello idraulico in moto permanente con il software Hec-Ras.

5.3.1. OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MAGGIORI (PONTI E VIADOTTI)

Il presente studio contiene le verifiche idrauliche finalizzate alla valutazione delle possibili interferenze tra le correnti di piena e le opere di attraversamento maggiori per scenari caratterizzati da tempo di ritorno pari a 200 anni. L'analisi è stata condotta con lo scopo di verificare il franco idraulico. Le principali interferenze del tracciato, per le quali si sono attenzionati questi aspetti specifici, sono:

1. Viadotto S. Antonio
2. Cavalcavia Fosso Romito

Al fine di valutare le condizioni di sicurezza dal punto di vista idraulico delle predette opere di attraversamento, per ciascuna di esse è stata sviluppata una modellazione in moto permanente mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System) versione 6.2.

Nella tabella seguente, con riferimento alla sezione posta immediatamente a monte di ciascuno degli attraversamenti oggetto di analisi, si indica: la portata duecentennale di riferimento (in mc/s), il livello idrico (m.s.l.m.), la quota di intradosso del manufatto di progetto (m.s.l.m.) e il franco (in m).

Attraversamento	QTR200 [mc/s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco [m]
<i>Viadotto S. Antonio – sez. 465</i>	131.2	431.52	439.94	8.42
<i>Cavalcavia Fosso Romito – sez. 111</i>	20.6	410.68	422.22	11.54

5.3.2. OPERE DI ATTRAVERSAMENTO MINORI (TOMBINI)

Le verifiche delle opere di risoluzione tra le interferenze idrauliche e l'infrastruttura stradale di progetto sono state condotte in funzione della finalità dell'opera di attraversamento.

L'infrastruttura in progetto prevede l'attraversamento del reticolo idrografico interferente mediante tombini scatolari che sono stati dimensionati ai sensi delle NTC2018 con riferimento a portate di picco duecentennali.

Sono stati inoltre dimensionati gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto, questi ultimi con riferimento a portate di picco cinquantennali.

Nello specifico, per i tombini atti a ripristinare il reticolo idraulico regionale esistente la verifica è stata eseguita sotto l'ipotesi di moto permanente mediante l'ausilio dei software Hec Ras v. 6.2 e HY-8.

Opera	QTR200 [mc/s]	Livello idrico [m s.l.m.]	Quota intradosso [m s.l.m.]	Franco [m]
TO.12 tombino scatolare 3000x2000 su SV01C	15.19	469.25	470.66	1.41
TO.01 tombino scatolare 2000x1500 progr. Km 0+018	1.91	466.33	467.08	0.75
TO.02 tombino scatolare 2000x2000 progr. Km 0+158	3.03	462.60	463.59	0.99
TO.03 tombino scatolare 4000x3000 progr. Km 0+320	15.38	461.55	462.74	1.19
TO.04 tombino scatolare 2500x2000 progr. Km 0+762	3.44	445.68	446.70	1.02
TO.04bis tombino scatolare 2500x2000 progr. Km 0+762	3.44	438.59	439.44	1.02
TO.05 tombino scatolare 7000x4000 progr. Km 1+636	32.49	441.74	443.62	1.88
TO.11 tombino scatolare 3000x2000 progr. Km 1+714	4.39	451.92	452.94	1.02
TO.11 imbocco 11 tombino scatolare 3000x2000 progr. Km 1+714	4.39	456.60	457.62	1.02
TO.06 tombino circolare Ø 1500 progr. Km 2+783	0.80	414.61	415.51	0.90
TO.07 tombino scatolare 2000x1500 progr. Km 3+102	2.35	407.90	408.55	0.65
TO.08 tombino scatolare 3000x2000 progr. Km 3+250	4.42	407.06	408.06	1.00
TO.08bis tombino scatolare 3000x2000 progr. Km 3+250	4.42	407.49	408.47	0.98
TO.09 tombino scatolare 3000x2000 progr. Km 3+453	4.81	402.61	404.30	1.69
TO.09bis tombino scatolare 3000x2000 progr. Km 3+453	4.81	406.16	407.09	0.93
TO.10 tombino 1 scatolare 5000x2000 progr. Km 3+773	6.01	409.54	410.71	1.17
TO.10 tombino 2 scatolare 5000x2000 progr. Km 3+773	6.01	401.42	402.59	1.17

Per gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto si è proceduto con un approccio in moto uniforme, basato sull'equazione di Chezy.

La verifica è stata eseguita garantendo un riempimento massimo inferiore al 70% rispetto alla portata TR = 50 anni per gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto e un franco maggiore di 50 cm e/o di un terzo dell'altezza rispetto alla portata TR = 200 anni per i restanti attraversamenti minori.

Codice	Tipo	Diametro (mm)	Superficie bacini affidenti (ha)	Pendenza (%)	Lunghezza (m)	Portata (m ³ /s)	Tirante (m)	Velocità (m/s)	Riempimento (%)
SL1-T-0+175	circolare	800	0.67	0.2%	20.06	0.1227	0.25	0.93	31%
SL1-T-0+200	circolare	800	0.46	0.2%	14.67	0.0690	0.18	0.77	23%
SL9-T-0+317	circolare	800	0.21	0.2%	14.67	0.0545	0.06	2.99	7%
SL2-T 0+625	circolare	800	0.30	0.2%	17.87	0.0541	0.16	0.73	20%
SL2-T 0+950	circolare	1000	9.44	0.5%	15.59	1.1472	0.60	2.32	60%
SL3-T 0+900	circolare	800	0.48	5.0%	34.9	0.1967	0.13	3.22	17%
SL3-T 1+025	circolare	800	0.18	8.6%	23.13	0.0750	0.08	2.98	9%
SL3-T 1+050	circolare	800	1.26	3.7%	16.83	0.2546	0.17	3.21	21%
SL6-T 1+150	circolare	800	1.00	6.4%	27.1	0.2969	0.16	4.10	20%
SL6-T 1+144	circolare	800	2.87	5.0%	22.25	0.7247	0.27	4.83	33%
SL7-T 1+675	circolare	800	0.46	0.5%	20.18	0.5281	0.43	1.91	54%
SL4-T1 2+575	circolare	800	0.29	8.2%	13.6	0.0419	0.06	2.35	7%
SL4-T2 2+575	circolare	800	0.24	10.0%	11.66	0.0334	0.09	1.09	11%
SL5-T 3+725	circolare	1000	5.77	5.0%	10.11	0.8447	0.26	4.91	26%
SL5-T 3+725- 3+800	circolare	1000	6.67	0.5%	73.99	1.0149	0.56	2.25	56%
RSS73 EST T1	circolare	1000	4.63	0.2%	20.22	0.6494	0.56	1.43	56%
RSS73 EST T2	circolare	800	0.41	0.2%	9.59	0.0574	0.17	0.74	21%
RSS73 OVEST T	circolare	800	0.86	0.2%	19.45	0.1199	0.24	0.92	30%
SL8-T 1	circolare	800	1.06	13.0%	16.74	0.2453	0.12	4.73	15%
SL8-T 2	circolare	800	1.63	0.2%	16.67	0.4116	0.49	1.27	61%

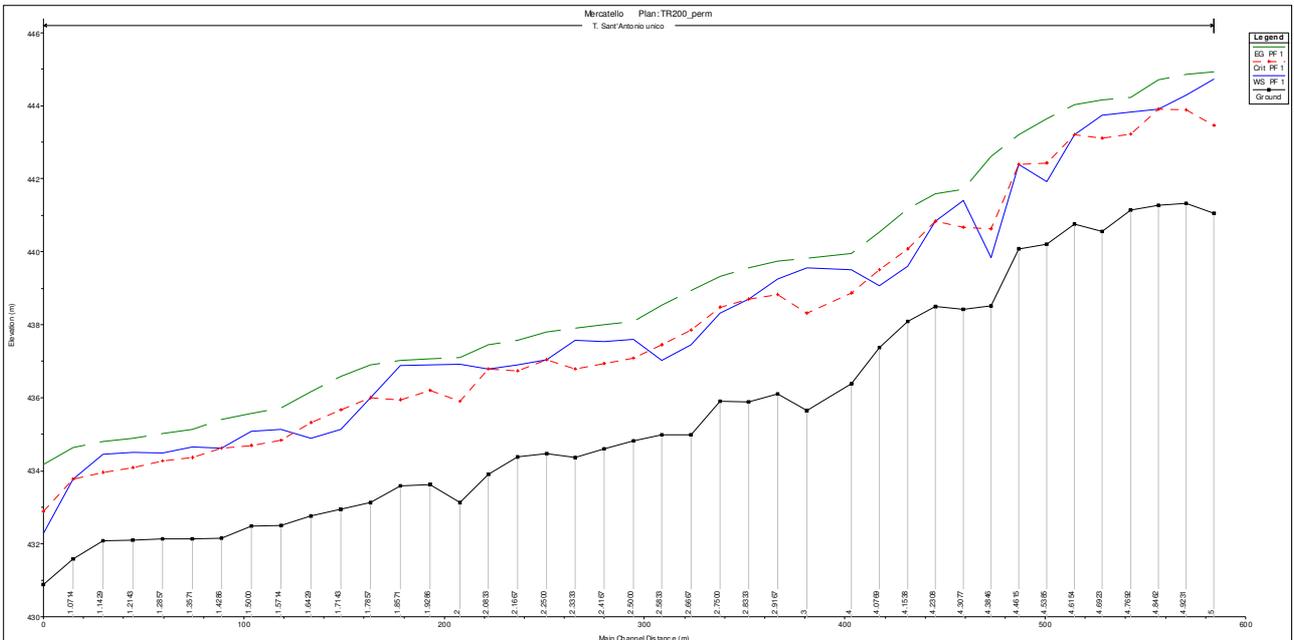
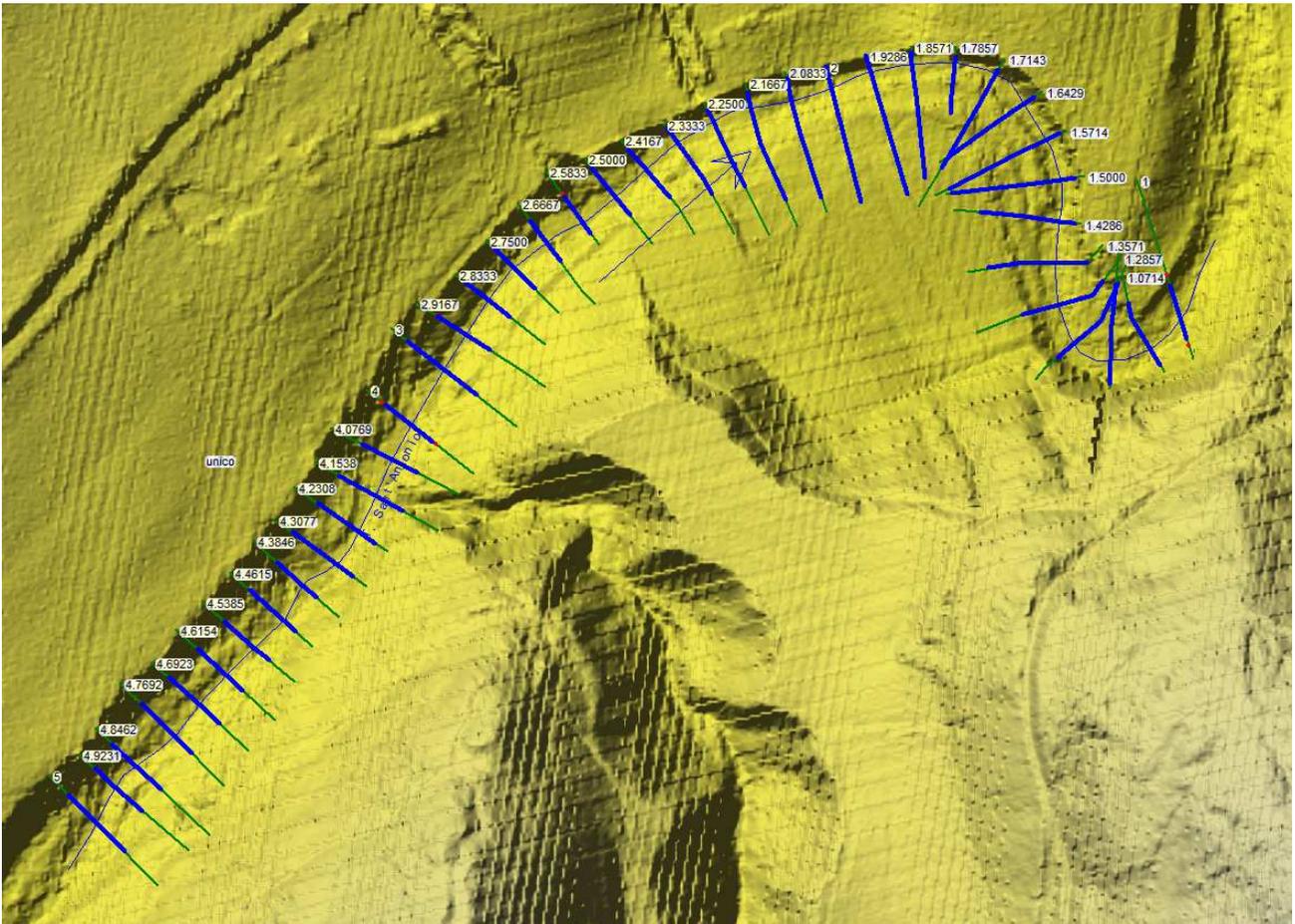
5.3.3. ANALISI DELLA POTENZIALE INTERFERENZA DEL TRATTO DI RACCORDO ALLA VIABILITÀ LOCALE VS05A CON IL REGIME IDRAULICO DEL TORRENTE S. ANTONIO

Al fine di valutare le condizioni di sicurezza dal punto di vista idraulico del tratto di raccordo alla viabilità locale VS05A è stata sviluppata una modellazione in moto permanente monodimensionale del Torrente S. Antonio mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center, dall'United States Army Corps of Engineers. Per l'esauriva trattazione dei principi teorici sui quali si basa la soluzione numerica delle equazioni di moto e di continuità che regolano il processo di moto si rimanda all'indirizzo internet <http://www.hec.usace.army.mil> (in particolare alle pubblicazioni "*Hydraulic Reference Manual*", e "*User's Manual*").

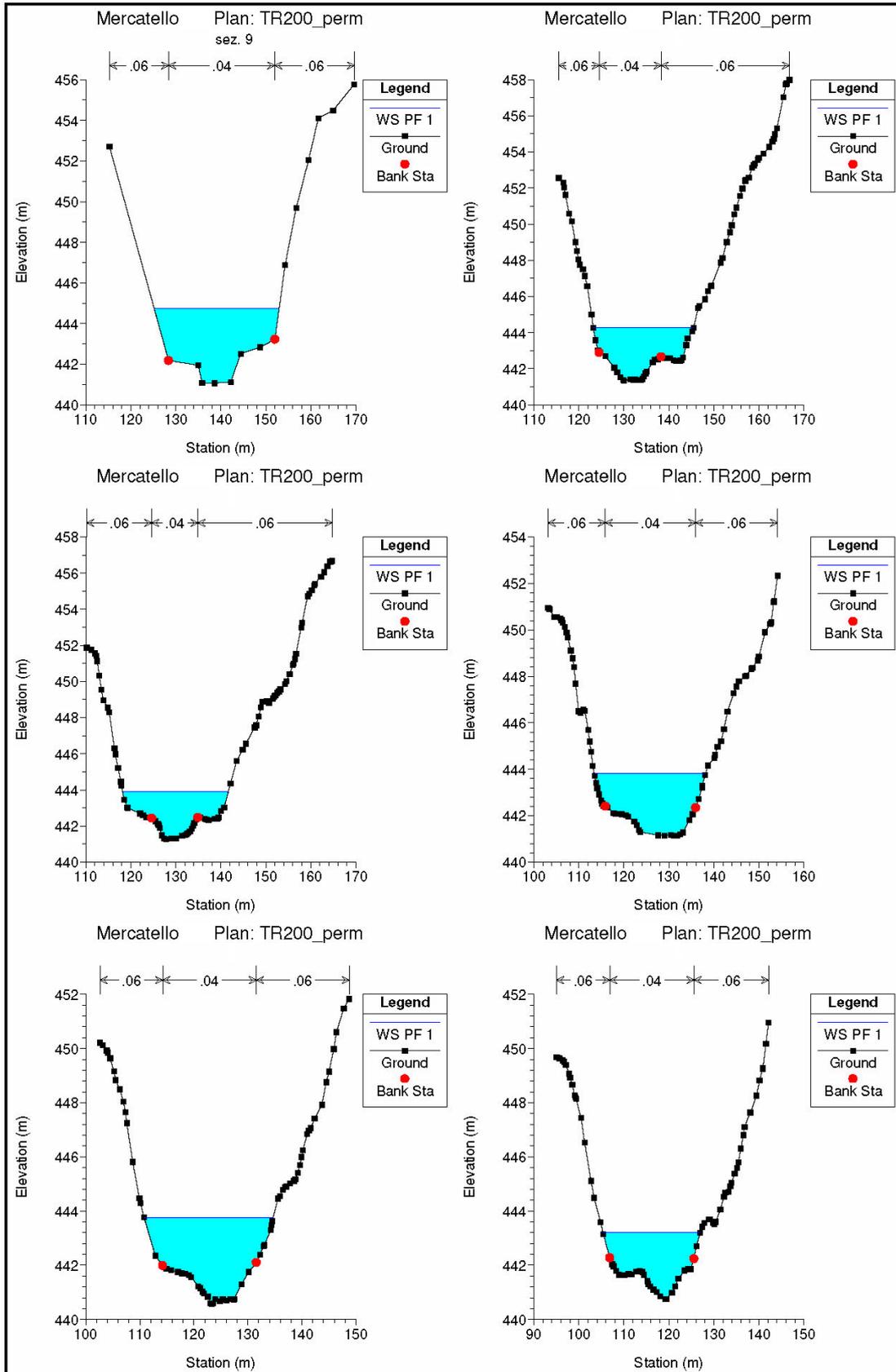
Il modello numerico, di lunghezza pari a circa 585 m (vedi figure seguenti), è stato implementato sulla base del rilievo strumentale di n°5 sezioni trasversali, integrato con i dati LIDAR disponibili (al riguardo si osserva come le sezioni di rilievo presentino un ottimo accordo con i dati LIDAR).

La portata duecentennale (vedi relazione idrologica) è stata assunta pari a 131.20 m³/s. Analogamente a quanto assunto nelle verifiche idrauliche del Ponte Sant'Antonio, il coefficiente di scabrezza del corso d'acqua, avendo adottato la formulazione di Manning, è stato assunto pari a 0.04 m^{-1/3} s per l'alveo inciso e pari a 0.06 m^{-1/3} s per le aree golenali.

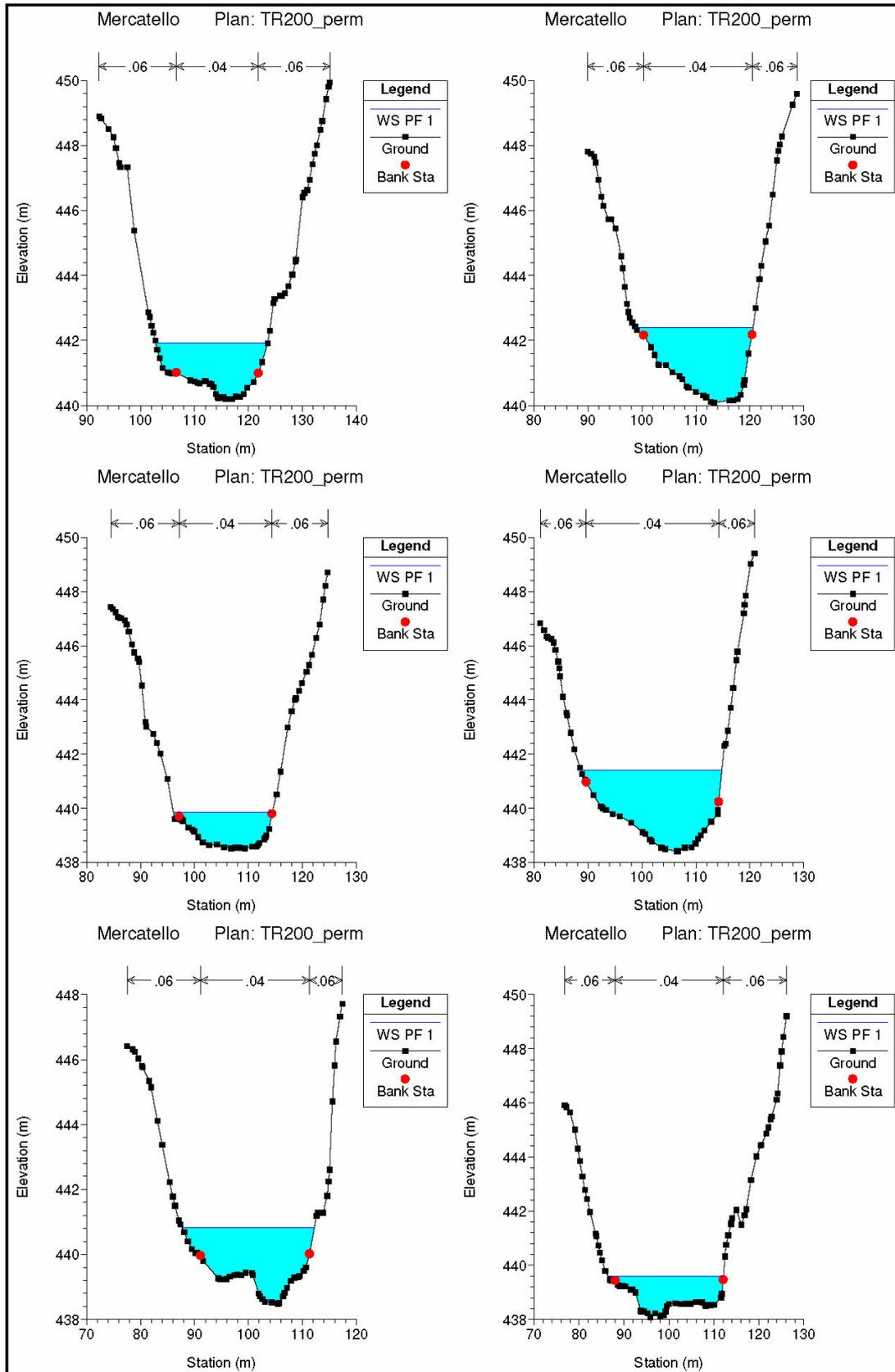
Come condizioni al contorno di monte e di valle è state assunte condizioni di moto uniforme ("normal depth" = 0.026 a monte e 0.0107 a valle).



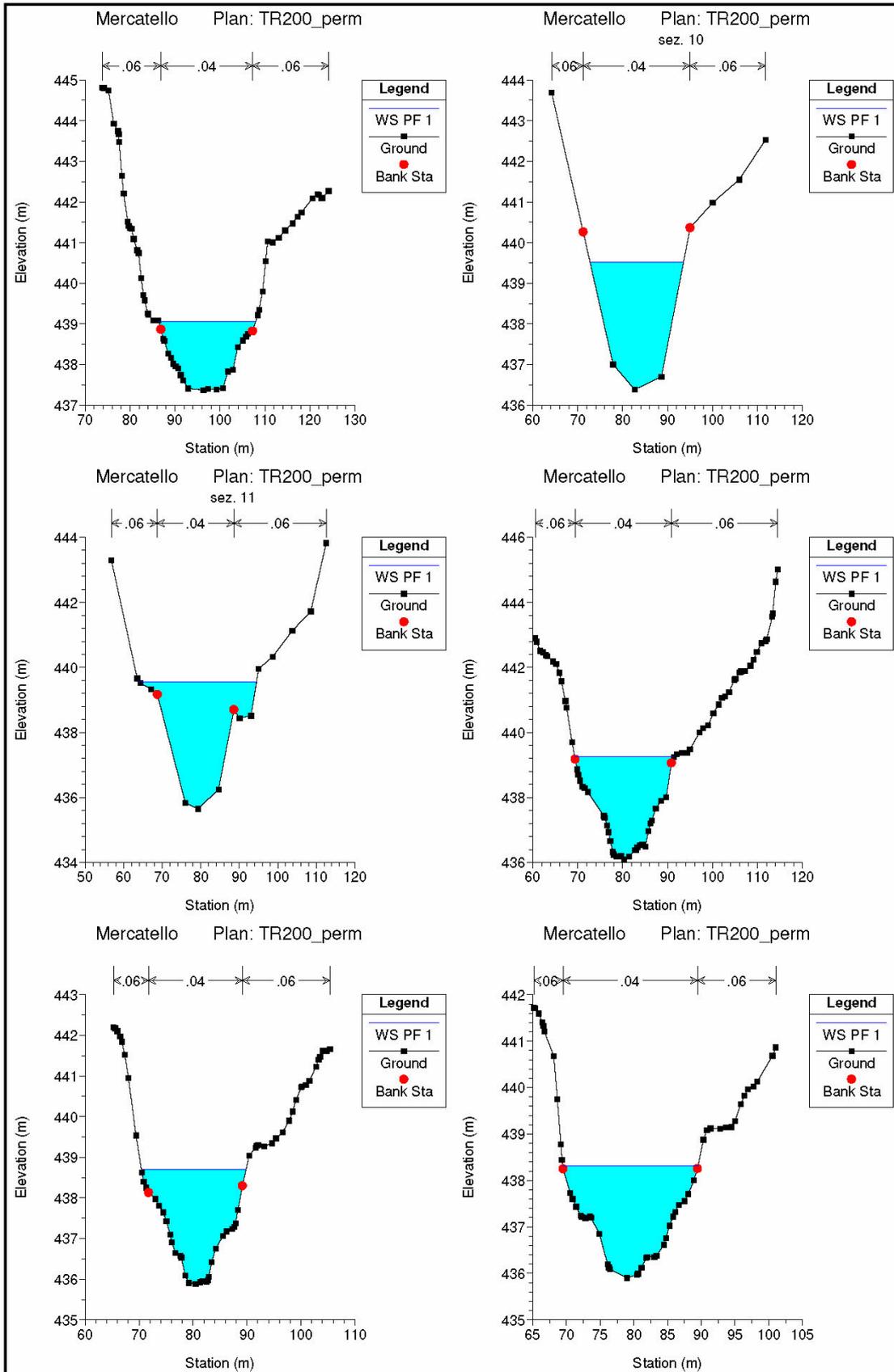
PROGETTAZIONE ATI:



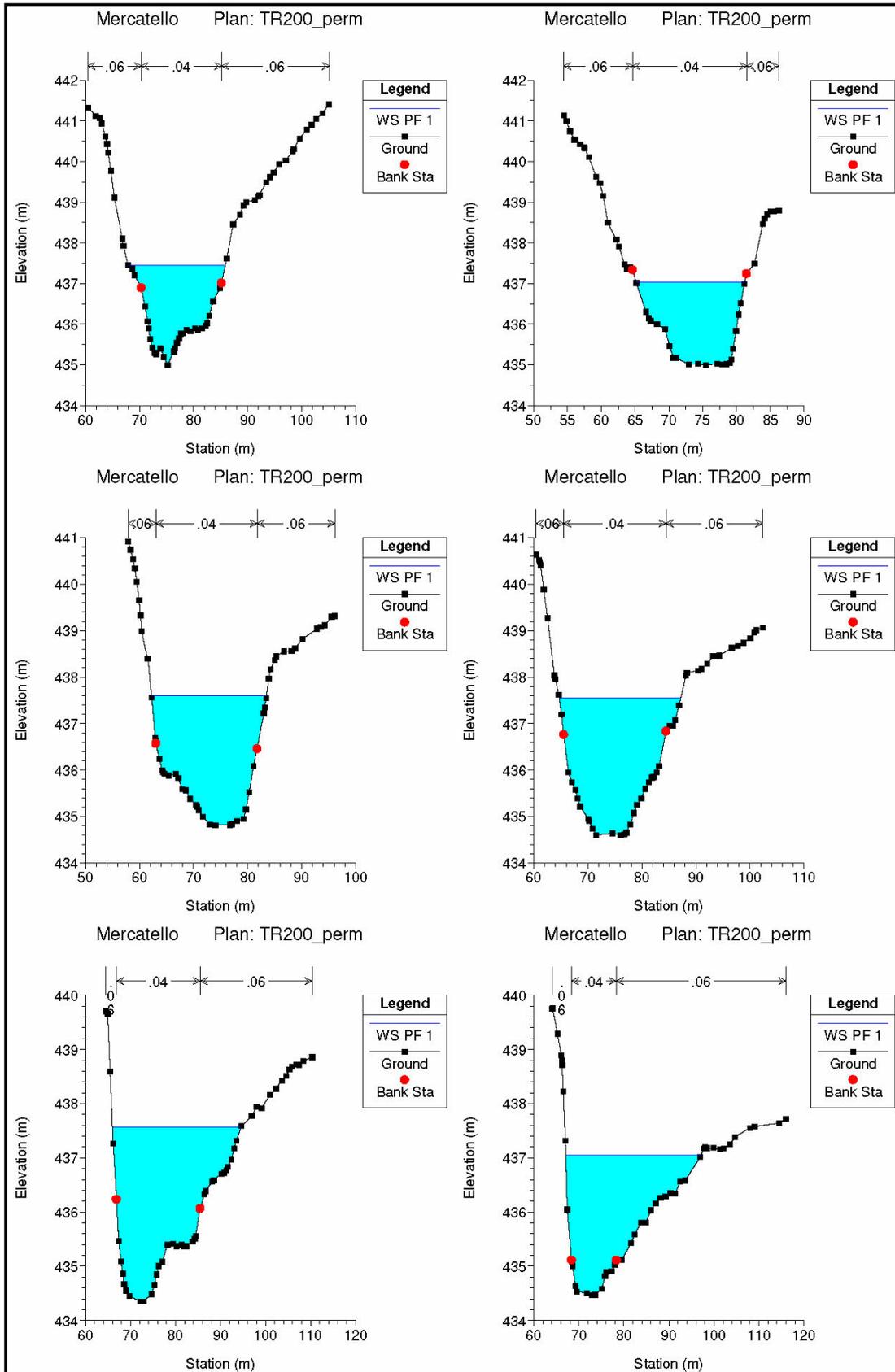
PROGETTAZIONE ATI:



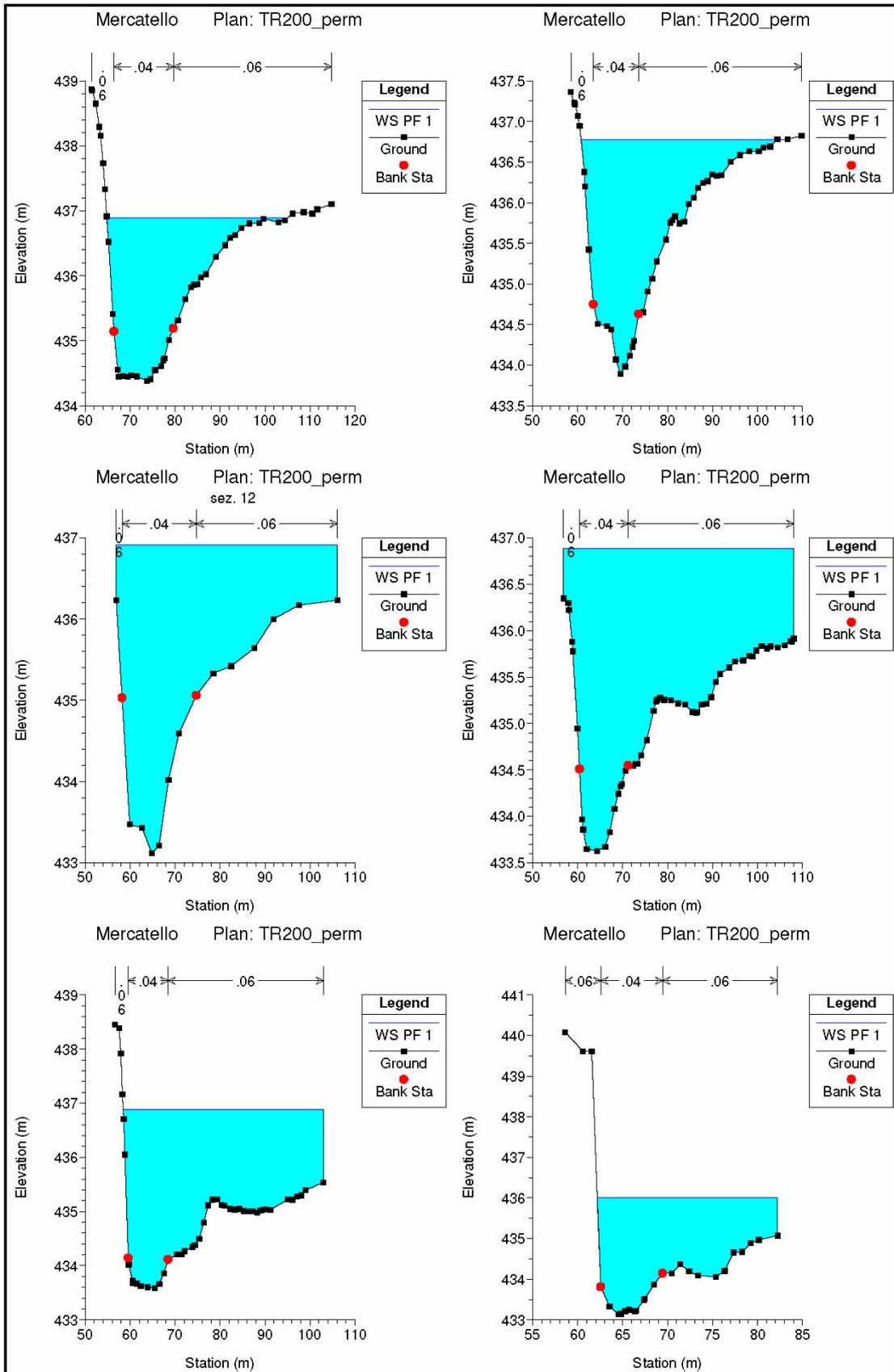
PROGETTAZIONE ATI:



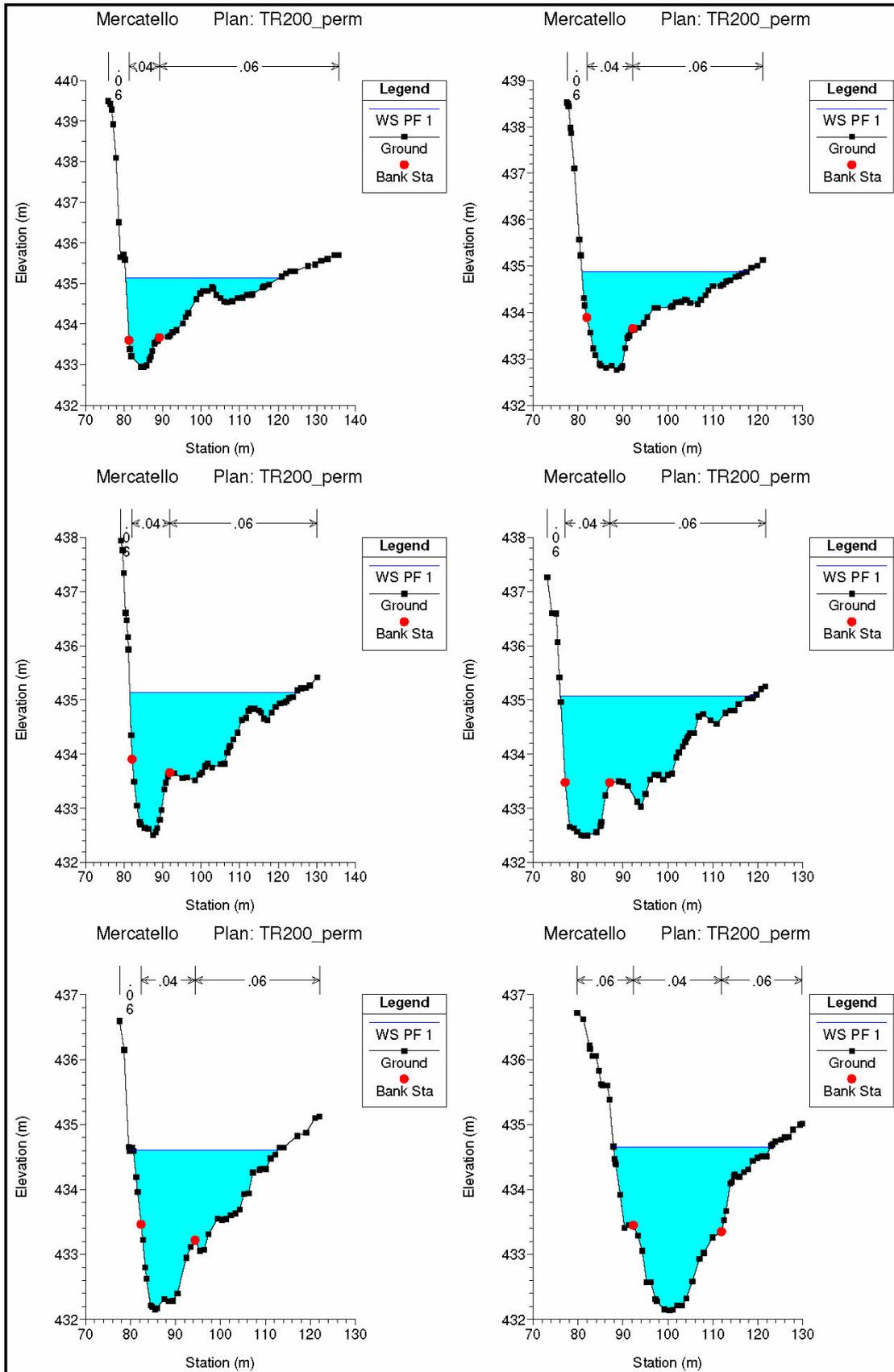
PROGETTAZIONE ATI:



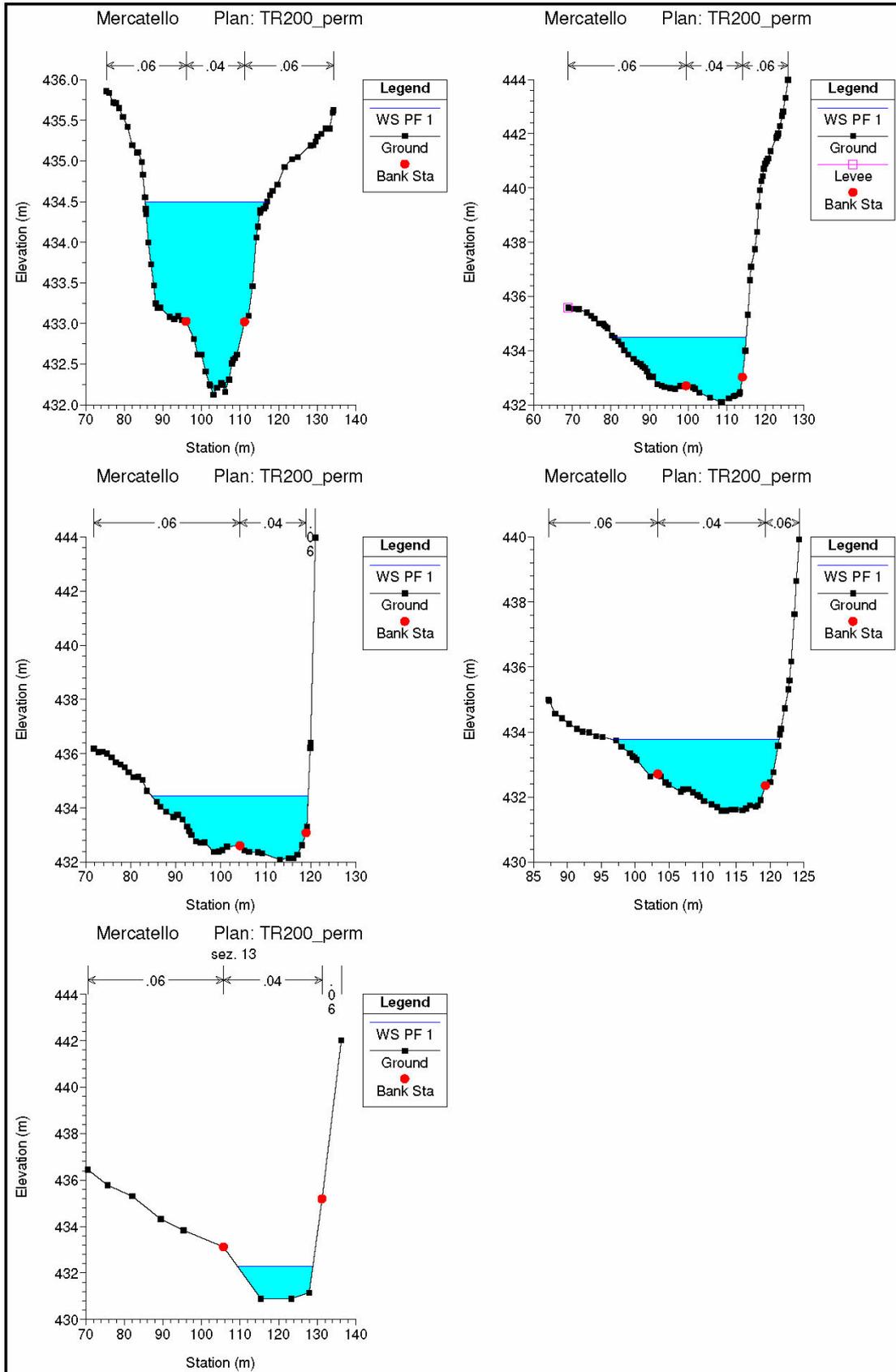
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	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 (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
T. Sant'Antonio	unico	5	PF 1	131.20	441.06	444.74	443.46	444.93	0.001706	1.98	69.60	27.77	0.38
T. Sant'Antonio	unico	4.9231	PF 1	131.20	441.34	444.29	443.89	444.86	0.006662	3.52	43.60	22.32	0.73
T. Sant'Antonio	unico	4.8462	PF 1	131.20	441.28	443.90	443.90	444.71	0.011529	4.43	38.44	23.47	0.95
T. Sant'Antonio	unico	4.7692	PF 1	131.20	441.14	443.84	443.22	444.23	0.004387	2.82	49.37	24.80	0.60
T. Sant'Antonio	unico	4.6923	PF 1	131.20	440.56	443.75	443.11	444.17	0.004320	2.93	48.96	23.84	0.60
T. Sant'Antonio	unico	4.6154	PF 1	131.20	440.75	443.21	443.21	444.03	0.013071	4.04	33.50	21.63	0.98
T. Sant'Antonio	unico	4.5385	PF 1	131.20	440.20	441.91	442.44	443.65	0.039462	6.00	24.02	20.69	1.65
T. Sant'Antonio	unico	4.4615	PF 1	131.20	440.08	442.39	442.39	443.20	0.013998	3.98	33.16	21.76	0.99
T. Sant'Antonio	unico	4.3846	PF 1	131.20	438.52	439.85	440.63	442.61	0.086368	7.37	17.97	18.36	2.32
T. Sant'Antonio	unico	4.3077	PF 1	131.20	438.42	441.40	440.67	441.72	0.003787	2.50	52.95	26.16	0.55
T. Sant'Antonio	unico	4.2308	PF 1	131.20	438.49	440.82	440.82	441.58	0.013021	3.89	35.28	24.56	0.97
T. Sant'Antonio	unico	4.1538	PF 1	131.20	438.08	439.60	440.08	441.18	0.052702	5.56	23.80	25.68	1.79
T. Sant'Antonio	unico	4.0769	PF 1	131.20	437.37	439.06	439.51	440.53	0.037534	5.38	24.52	21.61	1.57
T. Sant'Antonio	unico	4	PF 1	131.20	436.38	439.51	438.86	439.95	0.005469	2.94	44.56	20.79	0.64
T. Sant'Antonio	unico	3	PF 1	131.20	435.65	439.56	438.31	439.82	0.002387	2.30	61.48	30.40	0.44
T. Sant'Antonio	unico	2.9167	PF 1	131.20	436.10	439.25	438.82	439.74	0.006878	3.12	42.13	22.11	0.71
T. Sant'Antonio	unico	2.8333	PF 1	131.20	435.89	438.70	438.70	439.57	0.013381	4.15	32.13	19.37	0.98
T. Sant'Antonio	unico	2.7500	PF 1	131.20	435.90	438.32	438.48	439.32	0.019712	4.44	29.54	20.08	1.17
T. Sant'Antonio	unico	2.6667	PF 1	131.20	434.99	437.45	437.86	438.94	0.026887	5.42	24.80	17.95	1.36
T. Sant'Antonio	unico	2.5833	PF 1	131.20	434.99	437.03	437.46	438.53	0.030064	5.42	24.19	16.07	1.41
T. Sant'Antonio	unico	2.5000	PF 1	131.20	434.82	437.60	437.07	438.08	0.005436	3.09	43.59	21.26	0.66
T. Sant'Antonio	unico	2.4167	PF 1	131.20	434.60	437.55	436.94	438.00	0.004987	2.99	45.18	22.47	0.63
T. Sant'Antonio	unico	2.3333	PF 1	131.20	434.35	437.57	436.78	437.91	0.003372	2.63	55.52	28.53	0.52
T. Sant'Antonio	unico	2.2500	PF 1	131.20	434.47	437.05	437.05	437.79	0.009431	4.26	43.28	30.00	0.88
T. Sant'Antonio	unico	2.1667	PF 1	131.20	434.38	436.89	436.73	437.57	0.007994	3.85	44.84	40.17	0.81
T. Sant'Antonio	unico	2.0833	PF 1	131.20	433.89	436.78	436.78	437.45	0.008102	4.07	49.49	43.62	0.83
T. Sant'Antonio	unico	2	PF 1	131.20	433.12	436.91	435.89	437.10	0.001815	2.12	85.64	49.16	0.39
T. Sant'Antonio	unico	1.9286	PF 1	131.20	433.63	436.89	436.20	437.06	0.002092	2.31	91.48	51.20	0.43
T. Sant'Antonio	unico	1.8571	PF 1	131.20	433.59	436.88	435.95	437.03	0.001716	2.21	95.71	44.51	0.40
T. Sant'Antonio	unico	1.7857	PF 1	131.20	433.13	436.00	436.00	436.90	0.011745	4.91	37.68	20.06	0.98
T. Sant'Antonio	unico	1.7143	PF 1	131.20	432.94	435.13	435.66	436.59	0.026537	6.20	34.53	39.73	1.42
T. Sant'Antonio	unico	1.6429	PF 1	131.20	432.76	434.89	435.31	436.16	0.023675	5.57	34.27	36.79	1.32
T. Sant'Antonio	unico	1.5714	PF 1	131.20	432.50	435.14	434.85	435.73	0.009740	4.04	50.94	43.09	0.87
T. Sant'Antonio	unico	1.5000	PF 1	131.20	432.49	435.08	434.70	435.57	0.007496	3.70	55.58	43.29	0.77
T. Sant'Antonio	unico	1.4286	PF 1	131.20	432.15	434.61	434.61	435.40	0.011924	4.30	40.75	32.63	0.96
T. Sant'Antonio	unico	1.3571	PF 1	131.20	432.14	434.65	434.36	435.14	0.006653	3.18	47.09	34.85	0.72
T. Sant'Antonio	unico	1.2857	PF 1	131.20	432.13	434.50	434.27	435.03	0.008035	3.51	46.74	31.60	0.80
T. Sant'Antonio	unico	1.2143	PF 1	131.20	432.10	434.50	434.09	434.89	0.005743	3.10	55.30	34.30	0.68
T. Sant'Antonio	unico	1.1429	PF 1	131.20	432.08	434.44	433.96	434.80	0.005295	2.99	57.58	34.81	0.65
T. Sant'Antonio	unico	1.0714	PF 1	131.20	431.58	433.77	433.77	434.63	0.013278	4.24	34.92	24.67	1.00
T. Sant'Antonio	unico	1	PF 1	131.20	430.89	432.28	432.88	434.18	0.054861	6.10	21.49	19.49	1.86