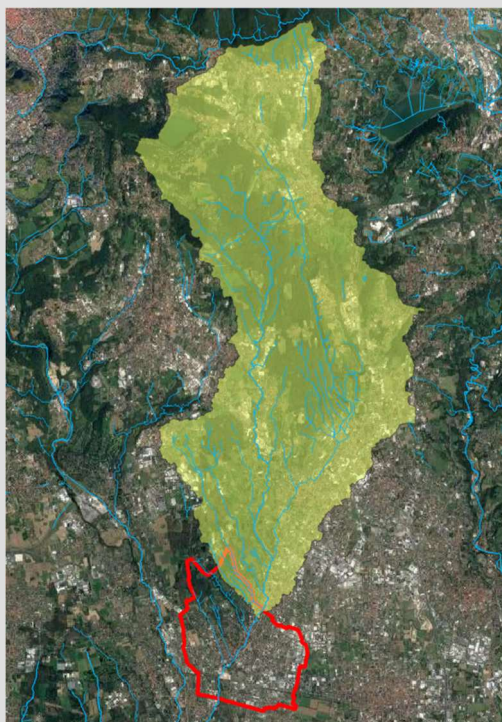


COMUNE DI MEDA

Piazza Municipio, 4 20821 Meda (MB)

STUDIO IDRAULICO A SUPPORTO DELLA VALUTAZIONE DI DETTAGLIO DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO LOCALE DEL TORRENTE CERTESA NEL COMUNE DI MEDA

D.G.R. n° IX/2616 del 30/10/2011
Integrata con la D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017



Redatto da:

ing. Valeria LOCATELLI
dott. geol. Domenico SCINETTI
dott. geol. Vittorio BUSCAGLIA

Lecco – GIUGNO 2025

INDICE GENERALE

1	Premessa	3
2	RSCM - Disposizioni relative al Reticolo Secondario Collinare e Montano D.g.r. X/6738 del 19/06/2017 -	
	Inquadramento normativo	6
2.1	<i>Ambito territoriale di riferimento</i>	6
2.2	<i>Normativa</i>	7
2.3	<i>Procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali</i>	8
2.4	<i>Modifiche alle aree</i>	9
2.5	<i>Approfondimento a scala comunale: ambito RSCM</i>	9
3	Studio idraulico Torrente Certesa nel comune di Meda	10
3.1.1	Precipitazioni intense	10
3.1.2	Bacini imbriferi e portate	15
3.1.3	Bacino idrografico 1 e Stima della portata di piena	16
3.1.4	Bacino idrografico 2 e Stima della portata di piena	20
3.1.5	Bacino idrografico 3 e Stima della portata di piena	24
3.1.6	Onda di piena	28
3.1.7	Modellazione idraulica	29
3.1.8	Considerazioni e limiti del modello idraulico	36
3.1.9	Taratura del modello idraulico	37
3.2	<i>Risultati e Descrizione delle carte</i>	40
3.2.1	Moto permanente	40
3.2.2	Moto vario	40
3.2.3	Aree di Esondazione	40
3.2.4	Zonazione del pericolo e del rischio per esondazione con Tr 100 anni	42
3.3	<i>Adeguamento Piano di Protezione Civile Comunale</i>	46
4	Disposizioni comuni a tutti gli ambiti allagabili dal T. Certesa	47
4.1	<i>Disposizioni inerenti all'informazione relativa alla pericolosità idraulica e al rischio</i>	47
4.2	<i>Disposizioni inerenti agli accorgimenti edilizi da adottare per la mitigazione del rischio</i>	47
4.3	<i>Disposizioni inerenti all'asseverazione di congruità delle varianti urbanistiche alla componente geologica del PGT e alla pianificazione sovraordinata</i>	48
4.4	<i>Disposizioni inerenti agli interventi edilizi</i>	48

ALLEGATI AL TESTO

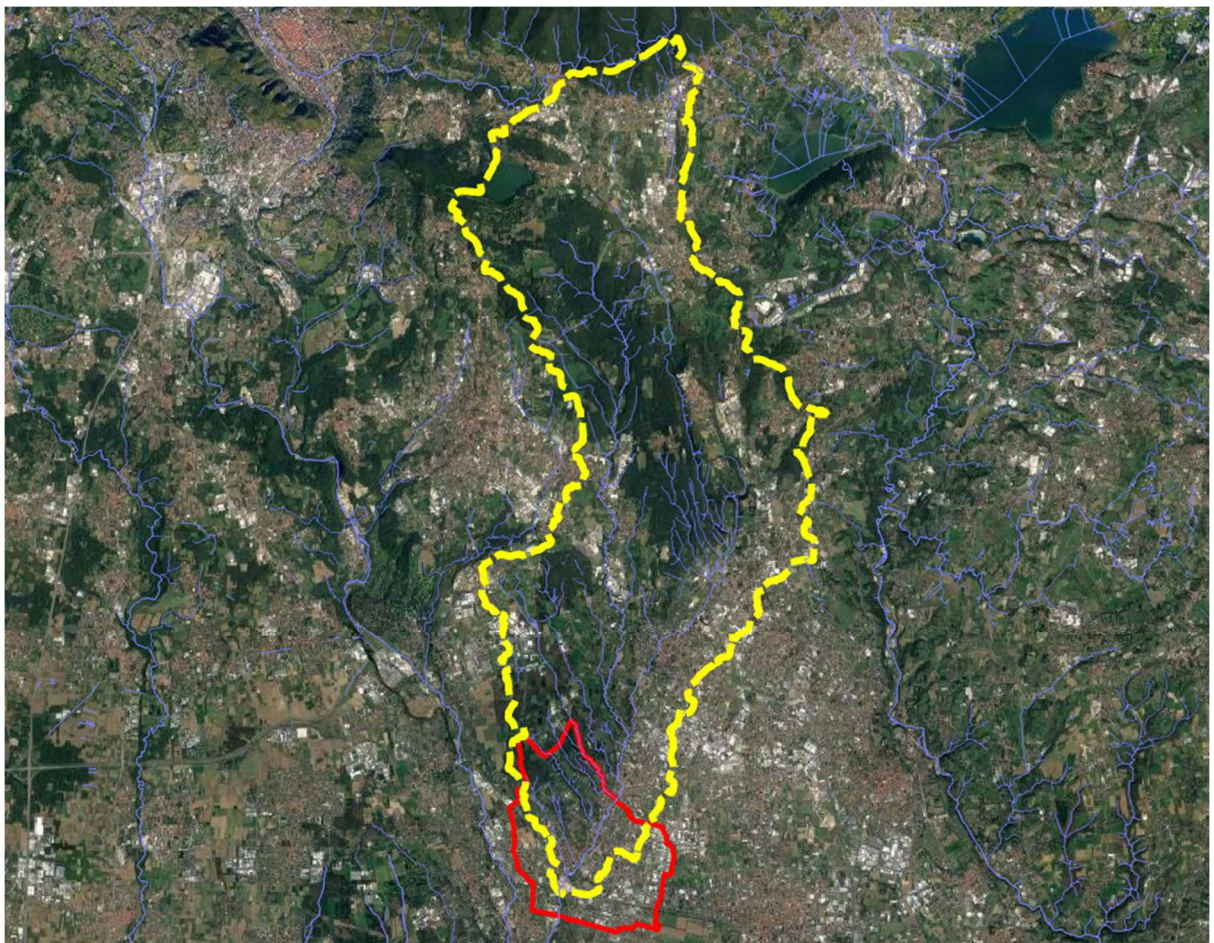
Elaborati HEC RAS – modello idraulico

Tav. 1	Carta Esondazione Tr 20 anni (modello moto vario)
Tav. 2	Carta Esondazione Tr 100 anni (modello moto vario)
Tav. 3	Carta Esondazione Tr 500 anni (modello moto vario)
Tav. 4a	Carta del battente idrico Tr 100 (modello moto vario)
Tav. 4b	Carta delle velocità Tr 100 (modello moto vario)
Tav. 4c	Carta del pericolo Tr 100 (modello moto vario)
Tav. 4d	Carta del pericolo SINTESI Tr 100
Tav. 4e	Carta classi di danno SINTESI Ortofoto AGEA2021
Tav. 4f	Carta del rischio SINTESI Tr 100

1 PREMESSA

Con incarico dell'Amministrazione Comunale di Meda (MB) è stato condotto il presente studio a supporto della valutazione di dettaglio delle condizioni di pericolosità idraulica del torrente Certesa e rischio locale negli ambiti R4 individuati dal PGRA 2022 nel territorio del comune di MEDA nella revisione di novembre 2024.

Lo studio idraulico del Torrente Certesa è stato sviluppato in ottemperanza alla D.g.r. X/6738 del 19/06/2017 e successiva D.g.r. XI/470 del 02/08/2018 contenente le *“disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del fiume Po”*.



Lo studio idraulico è stato condotto in base al seguente schema (Capitolo 2.5):

- ✓ ricerca bibliografica
- ✓ individuazione del bacino imbrifero e calcolo della portata con Tr 20-100-500 anni
- ✓ sopralluoghi lungo l'asta del Torrente Certesa nel territorio comunale
- ✓ generazione del modello 3D del territorio comunale con particolare approfondimento lungo l'alveo
- ✓ generazione del modello idrologico dell'onda di piena con Tr 20-100-500 anni
- ✓ analisi di dettaglio del pericolo per esondazione
- ✓ analisi di dettaglio per la zonazione del rischio

Il piano normativo di riferimento è costituito da:

- **D.g.r. n°470 del 2 agosto 2018** *"Integrazione alle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanizzato e di pianificazione dell'emergenza, di cui alla d.g.r. 6738/2017"*
- **D.g.r. X/6738 del 19-06-2017** *"Disposizioni Regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza"*
- **D.g.r. IX/2616 del 30-11-2011** *"Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio..."*
- **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del 26-04-2001** *"Norme di attuazione n° 7"*

Il presente studio fa riferimento alle mappe del PGRA pubblicate sul geoportale di Regione Lombardia nella versione del 2022 successivamente aggiornate con la revisione del novembre 2024.

Sul territorio del comune di Meda nel 2016 è stato condotto uno STUDIO IDRAULICO RELATIVO ALLE AREE IN COMUNE DI MEDA INTERESSATE DAL PROGETTO DI VARIANTE PAI redatto dall'Ing. Bai Antonino, Carimati Dr. Roberto e Zaro Dr. Giovanni. Tale studio è stato condotto in condizioni di moto permanente monodimensionale, permettendo di valutare la capacità di smaltimento dell'alveo, ma non ha individuato né le aree di laminazione/allagamento esterne all'alveo né la valutazione del pericolo derivante dall'entità del battente idrico e dalla velocità della corrente.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (in seguito PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con DPCM del 24 maggio 2001. In Lombardia, dopo l'approvazione del PAI e sulla base delle disposizioni dettate con la D.g.r. 11 dicembre 2001, n. VII/7365, è iniziato il percorso di attuazione del PAI in campo urbanistico alla scala locale. Tale D.g.r. è stata aggiornata e integrata con successivi atti fino a giungere alla vigente D.g.r. 30 novembre 2011, n. IX/2616.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni"), è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con Deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 30 del 6 febbraio 2017).

Il PGRA ha come finalità quella di ridurre le conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. A tal fine nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro tali aree "allagabili", individuate le "Aree a Rischio Significativo (ARS)" e impostate misure per ridurre il rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione e ritorno alla normalità ed analisi, da attuarsi in maniera integrata.

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili derivano dalle mappe di pericolosità, la classificazione del grado di rischio al quale sono soggetti gli elementi esposti al pericolo è rappresentata nelle mappe di rischio. Le mappe, a seguito delle osservazioni pervenute nella fase del processo partecipativo, contengono la delimitazione delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità:

1. aree P3 (H nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti;
2. aree P2 (M nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti;
3. aree P1(L nella cartografia), o aree potenzialmente interessate da alluvioni rare;

Le aree allagabili individuate, per quanto concerne la Regione Lombardia, riguardano i seguenti "ambiti territoriali":

1. Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);
2. Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);
3. Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP);
4. Aree costiere lacuali (ACL).

Il PGRA nel territorio del comune di Meda individua esclusivamente aree allagabili per il Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM).

Le mappe di rischio idraulico classificano secondo 4 gradi crescenti (R1 - rischio moderato o nullo, R2 - rischio medio, R3 - rischio elevato, R4 - rischio molto elevato) gli elementi che ricadono entro le aree allagabili. Le categorie di elementi esposti che la Direttiva 2007/60/CE, il D. Lgs. 49/2010 e gli indirizzi operativi del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare (MATTM) hanno chiesto di classificare sono: zone urbanizzate (residenziale, produttivo, commerciale), strutture strategiche e sedi di attività collettive (ospedali, scuole, attività turistiche), infrastrutture strategiche principali (vie di comunicazione stradali e ferroviarie, dighe, porti e aeroporti), insediamenti produttivi o impianti tecnologici potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale (impianti allegato I D.L. 59/2005, aziende a rischio di incidente rilevante, depuratori, inceneritori, discariche), beni culturali vincolati, aree per l'estrazione delle risorse idropotabili.

Le mappe di pericolosità e rischio contenute nel PGRA rappresentano un aggiornamento e una

integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI in quanto:

- contengono la delimitazione delle aree allagabili su corsi d'acqua del Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP) precedentemente non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali nel PAI;
- aggiornano la delimitazione delle aree allagabili dei corsi d'acqua già interessati dalle delimitazioni delle fasce fluviali nel PAI e, per i corsi d'acqua Mella, Chiese e Serio la estendono verso monte;
- contengono la delimitazione delle aree allagabili in ambiti (RSP e ACL) prima non considerati nel PAI;
- contengono localmente aggiornamenti delle delimitazioni delle aree allagabili dei corsi d'acqua del reticolo secondario collinare e montano (RSCM) rispetto a quelle presenti nell'Elaborato 2 del PAI, così come aggiornato dai Comuni;
- classificano gli elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili in quattro gradi di rischio crescente (da R1, rischio moderato a R4, rischio molto elevato).

La D.g.r. 19 giugno 2017 n. X/6738 contiene le disposizioni integrative rispetto a quelle contenute nella D.g.r. IX /2616-2011 relative all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore urbanistico alla scala comunale.

Tali disposizioni dettano indirizzi e limitazioni d'uso del suolo e comportano la necessità, per i Comuni interessati dalle aree allagabili del PGRA, di procedere ad una verifica di coerenza tra i contenuti del proprio strumento urbanistico (PGT) e il PGRA e, ove necessario, di procedere con l'adeguamento del PGT.

Parimenti è necessario procedere con una verifica di coerenza tra il Piano di Emergenza Comunale (PEC) vigente e il PGRA e, ove necessario, procedere con l'aggiornamento del PEC.

Come indicato sopra, nel territorio del comune di Meda sono presenti solo corsi d'acqua appartenenti all'ambito RSCM, per il quale di seguito si riportano le indicazioni della D.g.r. X/6738 del 19/06/2017.

2 RSCM - DISPOSIZIONI RELATIVE AL RETICOLO SECONDARIO COLLINARE E MONTANO D.G.R. X/6738 DEL 19/06/2017 - INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 Ambito territoriale di riferimento

L'ambito territoriale di riferimento è quello corrispondente alla parte montana e collinare del territorio regionale già oggetto, a seguito dell'approvazione del PAI, all'obbligo di effettuare le verifiche di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI e proporre aggiornamenti all'Elaborato 2 del PAI. L'elenco dei Comuni interessati da tale obbligo (originariamente riportato nella D.g.r. VII/7365/2001) è riportato in Allegato 2.

Le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l'ambito territoriale RSCM corrispondono infatti in

gran parte alle aree già classificate come Ee, Eb, Em, Ca, Cp, Cn nell'Elaborato 2 del PAI aggiornato dai Comuni tramite la procedura di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI, nonché alle aree a rischio idrogeologico molto elevato di tipo idraulico che ricadono in tale territorio. L'elenco completo dei Comuni interessati da aree a rischio idrogeologico molto elevato di tipo idraulico è riportato in Allegato 2.

A queste aree sono state aggiunte:

1. alcune nuove delimitazioni di aree allagabili derivanti da studi di sottobacino idrografico realizzati nei bacini dei seguenti corsi d'acqua

- Torrente Versa (PV);
- Torrente Scuropasso (PV);
- Torrenti Solda, Canale, Livorna, Gandovere e Mandolossa (BS);

2. nuove delimitazioni di aree allagabili derivanti dagli eventi alluvionali verificatisi nel 2014 che hanno coinvolto gli affluenti del T. Seveso ed in particolare il sottobacino del Certesa (T. Certesa, R. Vecchia e R. Borromea – CO e MB) che interessano i Comuni di Arosio, Carugo, Mariano Comense e **Meda**. Le aree coinvolte in tali eventi sul T. Seveso, invece, sono state integrate con le delimitazioni già presenti nell'ambito RP.

3. nuove delimitazioni di aree allagabili segnalate dai Comuni nell'ambito del percorso partecipativo (Comuni di Paitone e Nuvolento). L'elenco dei Comuni interessati dalle aree di cui ai punti 1), 2) e 3) che non sono necessariamente già presenti nei PGT comunali, è riportato anch'esso in Allegato 2.

2.2 Normativa

Aree esondabili già individuate nell'Elaborato 2 del PAI così come aggiornato dai Comuni.

Le aree esondabili che sono già individuate nell'Elaborato 2 del PAI mantengono la normativa già vigente, ai sensi dell'articolo 9, commi da 5 a 9 (aree Ee, Eb, Em, Ca, Cp, Cn) e del Titolo IV, per le aree a rischio idrogeologico molto elevato.

Altre aree esondabili che non derivano dall'Elaborato 2 del PAI così come aggiornato dai Comuni

Le aree allagabili presenti nell'ambito RSCM che non derivano dall'Elaborato 2 del PAI sono assoggettate alle norme di cui all'articolo 9 delle N.d.A. del PAI, ed in particolare:

- a- nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H), vigono le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art 9, comma 5, per le aree Ee;
- b- nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M), vigono le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art 9, comma 6 per le aree Eb;
- c- nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L), vigono le limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art 9, comma 6bis per le aree Em.

2.3 Procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali

Nelle aree allagabili classificate come P3/H, P2/M e P1/L dell'ambito RSCM che NON derivano dalle proposte di aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI formulate dai Comuni:

1. I Comuni **applicano, da subito**, la normativa sopraindicata sulle aree allagabili così come presenti nelle mappe di pericolosità del PGRA (rese disponibili attraverso il GEOPortale della Lombardia), qualora il proprio strumento urbanistico non contenga disposizioni coerenti o maggiormente cautelative, modificando di conseguenza le previsioni degli strumenti urbanistici comunali che risultassero in contrasto, ed aggiornando conseguentemente i Piani di Emergenza Comunali secondo le indicazioni fornite al paragrafo 7. "Disposizioni integrative rispetto a quanto contenuto nella D.g.r. VIII/4732/2007 relative all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore della Pianificazione dell'emergenza alla scala comunale";
2. entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 (pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni **sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali**, d'intesa con l'Autorità regionale o provinciale competente in materia. L'intesa si intende raggiunta se le valutazioni vengono svolte secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla D.g.r. IX/2616/2011. La valutazione deve avere le finalità descritte al paragrafo 4. "Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio". Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell'ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA. Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio è facoltà del Comune applicare, anche all'interno degli edificati esistenti, le norme riguardanti le aree P3/H e P2/M (Aree Ee ed Eb) o richiedere che gli interventi edilizi siano supportati da uno studio di compatibilità idraulica che utilizzi come dati tecnici di input tutte le informazioni del PGRA. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza);
3. entro e non oltre i termini stabiliti dall'art. 5 della l.r. 31/2014 per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio (PGT), i Comuni **procedono** con il recepimento nel medesimo Piano delle aree allagabili (qualora non già presenti) e relative norme (incluse quelle di dettaglio derivanti dalla valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali);
4. il tracciamento alla scala locale dei limiti delle aree allagabili, da effettuarsi sulla medesima base topografica del PGT, sarà consegnato a Regione Lombardia nell'ambito delle procedure di pubblicazione degli strumenti urbanistici comunali attraverso la carta PAIPGRA descritta nel seguito (Paragrafo 5. "La carta PAI - PGRA" e Allegato 5).

Nelle aree allagabili classificate come P3/H, P2/M e P1/L nell'ambito RSCM che derivano dalle proposte di aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI formulate dai Comuni:

1. i Comuni **continuano ad applicare le norme di cui all'art. 9 e Titolo IV delle N.d.A. del PAI vigenti su tali aree** ed aggiornano, se necessario e conseguentemente i Piani di Emergenza Comunali secondo le indicazioni fornite al paragrafo 7: "Disposizioni integrative rispetto a quanto contenuto nella D.g.r. VIII/4732/2007 relative all'attuazione della variante normativa al PAI nel settore della Pianificazione dell'emergenza alla scala comunale".
2. entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 (pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni **sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali**, da svolgersi secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla D.g.r. IX/2616/2011. La valutazione deve avere le finalità descritte al paragrafo 4. "Disposizioni relative all'edificato esistente esposto al rischio". Tale valutazione deve essere trasmessa a Regione Lombardia che la utilizzerà sia nell'ambito dei previsti riesami e aggiornamenti delle

mappe e del PGRA sia ai fini del monitoraggio delle misure di prevenzione del rischio previste nel PGRA. Fino al recepimento nello strumento urbanistico comunale della suddetta valutazione del rischio si applicano, anche all'interno dell'edificato esistente, le norme PAI vigenti;

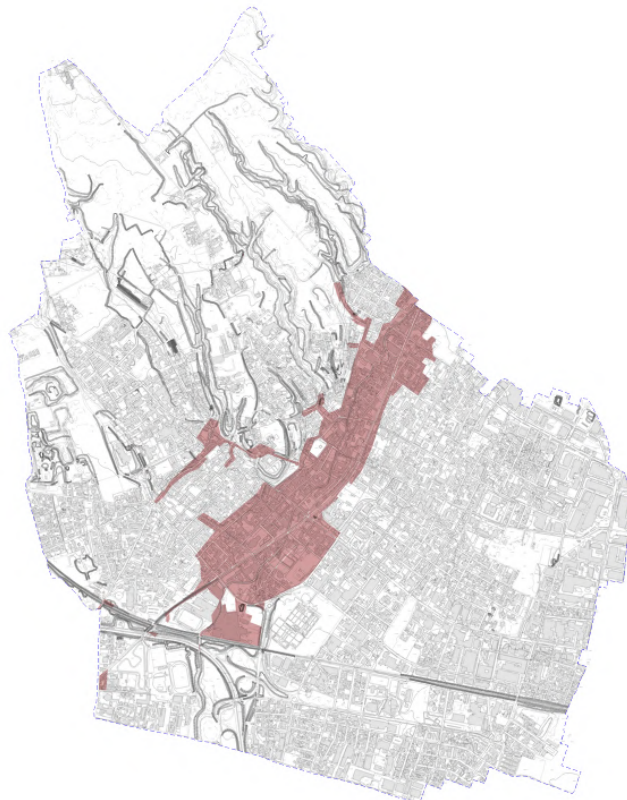
2.4 Modifiche alle aree

Le proposte di modifica alle delimitazioni di aree allagabili relative all'ambito RSCM seguono le procedure già definite nella D.g.r. IX/2616/2011 – Parte 2 – paragrafi 5.2 e 5.3 e Parte 3.

2.5 Approfondimento a scala comunale: ambito RSCM

In base a quanto indicato nella D.g.r. X/6738 del 19/06/2017, "entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015, i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, d'intesa con l'Autorità regionale o provinciale competente in materia. L'intesa si intende raggiunta se le valutazioni vengono svolte secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla D.g.r. IX/2616/2011."

In ottemperanza a quanto prescritto dalla D.g.r. X/6738 del 19/06/2017, per il territorio di Meda si rende necessario lo studio di approfondimento del grado di pericolo idraulico e del rischio per l'**ambito RSCM ricadente in R4** lungo l'asta del Torrente Certesa. Il riferimento R4 considerato, di cui si riporta un estratto, è stato fornito da Regione Lombardia nel Novembre 2024 ed è riferito alla revisione in fase di approvazione 2024.



3 STUDIO IDRAULICO TORRENTE CERTESA NEL COMUNE DI MEDA

La normativa richiede un adeguato studio idraulico di dettaglio finalizzato ad individuare le aree urbanizzate interessate da esondazioni. Con lo studio si valuta il pericolo e il conseguente rischio sulla base dell'entità combinata dei battenti idrici e della velocità della corrente derivati dallo studio idraulico di dettaglio.

La modellazione idraulica è stata ricostruita mediante l'utilizzo del codice di calcolo **HEC-RAS ver. 6.5** dopo aver elaborato il DTM del territorio comunale che è un fondamentale dato di input per l'elaborazione successiva. La modellazione idraulica combina il calcolo dei profili di moto permanente e vario in regime monodimensionale (1D) lungo l'asta del corso d'acqua e con moto vario in regime bidimensionale (2D) delle acque esondate nelle aree esterne all'alveo. I risultati ottenuti dalla simulazione della piena con Tr 100 anni sono utilizzati per valutare il pericolo idraulico nelle aree allagabili in esame e il conseguente rischio in base alla classificazione degli elementi esposti.

3.1.1 Precipitazioni intense

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto può essere condotta attraverso la determinazione della *curva di probabilità pluviometrica*, relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno (periodo nel quale mediamente viene eguagliato o superato l'evento in esame).

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa nel seguente modo:

$$h = a * t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Elaborazioni statistiche di questo tipo necessitano delle registrazioni delle precipitazioni della durata di 1-3-6-12-24 ore consecutive.

Nell'ambito del presente lavoro, non essendo in possesso di registrazioni pluviometriche locali, si è ricorso alle elaborazioni proposte dall'Autorità di Bacino del Fiume Po all'interno degli allegati "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*". In tale studio, partendo dalle serie storiche delle precipitazioni riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Meteorografico Italiano, è stata condotta un'interpolazione spaziale con il metodo *kriging* dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato.

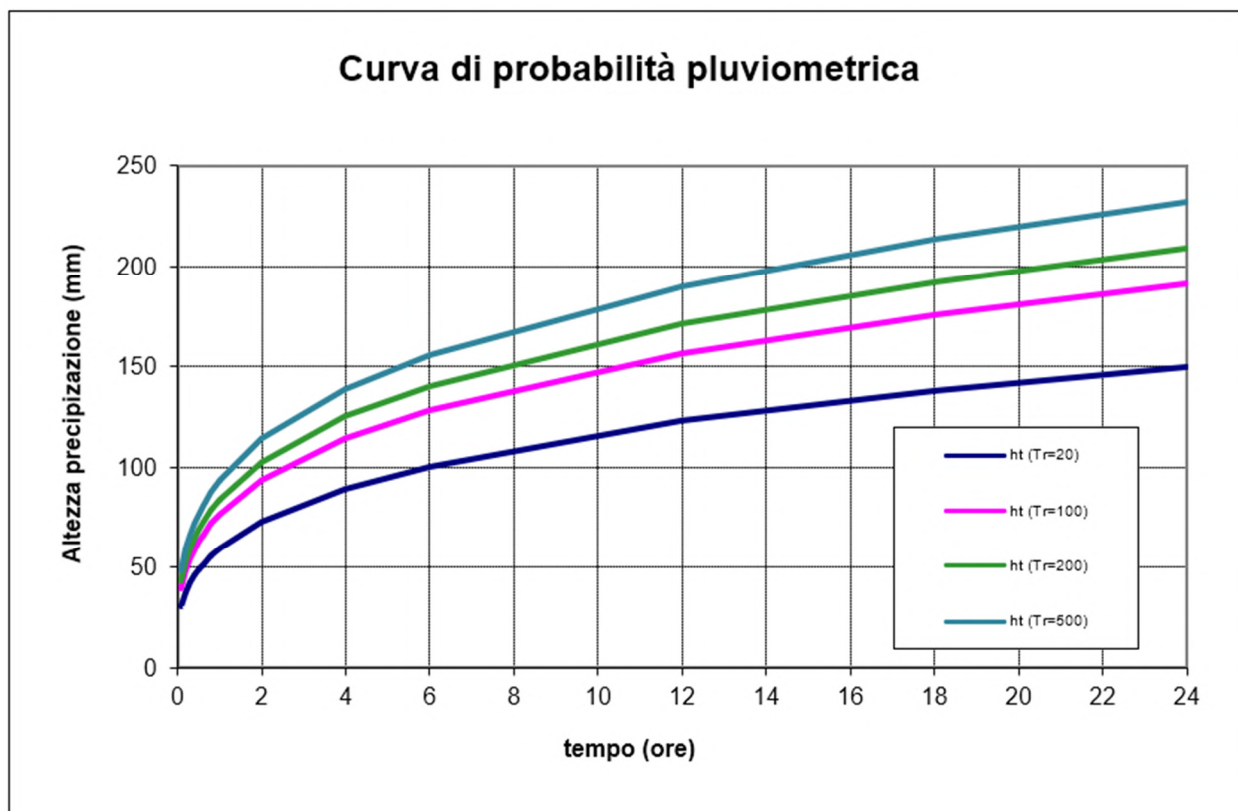
Di seguito si riportano i valori di " a " e " n " medi ricavati da quelli indicati dal PAI ricadenti all'interno dell'area del bacino di seguito riportati:

TAV. n	Coordinate EST	Coordinate NORD	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
DB64	511000	5073000	58.22	0.3	74.02	0.29	80.76	0.29	89.65	0.29
DB65	511000	5071000	58.68	0.29	74.81	0.29	81.69	0.29	90.77	0.29
DB66	511000	5069000	59.08	0.29	75.51	0.28	82.52	0.28	91.76	0.28
DB67	511000	5067000	59.36	0.28	76.02	0.28	83.13	0.28	92.5	0.28
DB68	511000	5065000	59.44	0.28	76.24	0.28	83.41	0.28	92.86	0.27
DB69	511000	5063000	59.35	0.28	76.21	0.27	83.41	0.27	92.89	0.27
DB70	511000	5061000	59.17	0.28	76.06	0.27	83.25	0.27	92.75	0.27
DB71	511000	5059000	58.86	0.27	75.74	0.27	82.91	0.26	92.39	0.26
DB72	511000	5057000	58.66	0.27	75.58	0.26	82.75	0.26	92.24	0.26
DC64	513000	5073000	59.49	0.3	75.78	0.3	82.72	0.3	91.89	0.3
DC65	513000	5071000	59.96	0.3	76.6	0.3	83.7	0.3	93.07	0.3
DC66	513000	5069000	60.24	0.29	77.15	0.29	84.37	0.29	93.88	0.29
DC67	513000	5067000	60.28	0.29	77.34	0.29	84.63	0.29	94.23	0.29
DC68	513000	5065000	60.05	0.29	77.13	0.28	84.42	0.28	94.03	0.28
DC69	513000	5063000	59.62	0.28	76.62	0.28	83.88	0.28	93.43	0.28
DC70	513000	5061000	59.12	0.28	76	0.28	83.2	0.28	92.68	0.27
DC71	513000	5059000	58.62	0.28	75.41	0.27	82.56	0.27	91.98	0.27
DC72	513000	5057000	58.31	0.27	75.11	0.27	82.23	0.27	91.64	0.26
DD64	515000	5073000	60.81	0.31	77.63	0.31	84.79	0.31	94.26	0.31
DD65	515000	5071000	61.35	0.3	78.58	0.3	85.94	0.3	95.64	0.3
DD66	515000	5069000	61.57	0.3	79.08	0.3	86.55	0.3	96.41	0.3
DD67	515000	5067000	61.42	0.29	79	0.29	86.51	0.29	96.41	0.29
DD68	515000	5065000	60.85	0.29	78.31	0.29	85.78	0.29	95.59	0.29
DD69	515000	5063000	60.02	0.29	77.21	0.29	84.56	0.29	94.22	0.28
DD70	515000	5061000	59.09	0.29	75.98	0.28	83.19	0.28	92.68	0.28
DD71	515000	5059000	58.32	0.28	74.99	0.28	82.09	0.28	91.45	0.28
DD72	515000	5057000	57.94	0.28	74.59	0.27	81.66	0.27	90.99	0.27
DE64	517000	5073000	62.14	0.31	79.52	0.31	86.92	0.31	96.7	0.31
DE65	517000	5071000	62.84	0.31	80.75	0.31	88.38	0.31	98.47	0.31
DE66	517000	5069000	63.11	0.3	81.34	0.3	89.12	0.3	99.38	0.3
DE67	517000	5067000	62.78	0.3	81.02	0.3	88.81	0.3	99.08	0.3
DE68	517000	5065000	61.85	0.29	79.81	0.29	87.49	0.29	97.59	0.29
DE69	517000	5063000	60.56	0.29	78.05	0.29	85.52	0.29	95.34	0.29
DE70	517000	5061000	59.1	0.29	76.03	0.29	83.26	0.29	92.77	0.29
DE71	517000	5059000	57.91	0.29	74.42	0.28	81.46	0.28	90.72	0.28
DE72	517000	5057000	57.62	0.28	74.17	0.28	81.19	0.28	90.46	0.28

	valori medi		59.88	0.29	76.88	0.29	84.13	0.29	93.69	0.29
--	--------------------	--	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------	--------------	-------------

Tr 20		Tr 100		Tr 200		Tr 500	
a	n	a	n	a	n	a	n
59.88	0.29	76.88	0.29	84.13	0.29	93.69	0.29

Valori dei parametri "a" ed "n" per tempi di ritorno di 20, 100 200 e 500 anni (PAI)



Il presente studio considera le piogge intense statisticamente prevedibili con **tempo di ritorno pari a 100 anni**

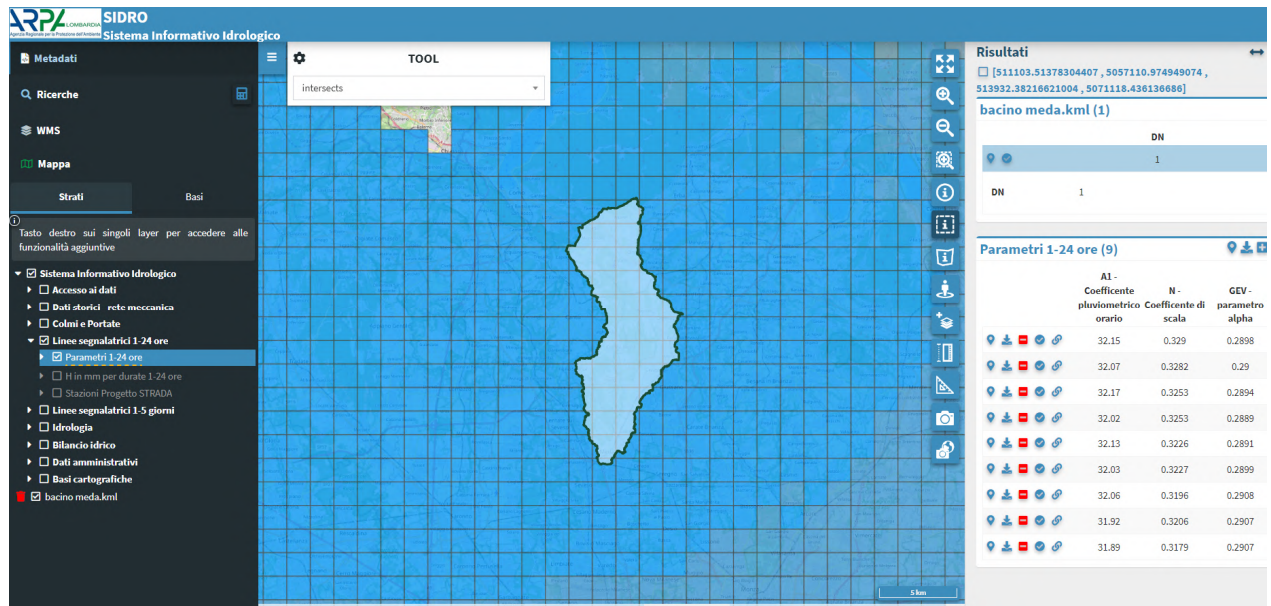
Per il ragguaglio dei dati pluviometrici alla superficie del bacino si fa riferimento alla formula di Colombo di seguito riportata:

$$a' = a * \left[1 - 0.06 * (A/100)^{0.4} \right]$$

$$n' = n + 0.003 * (A/100)^{0.6}$$

dove a e n sono i parametri della *Curva Segnalatrice Di Possibilità Climatica* o pluviometrica, A è l'area della superficie totale del bacino.

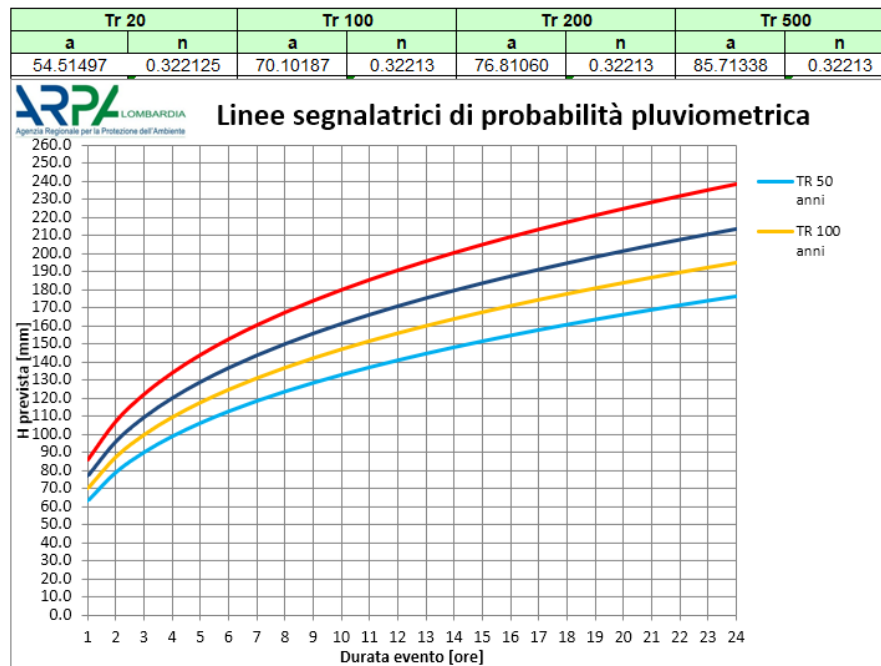
Per confronto con i dati proposti dal PAI, si sono stati analizzati quelli proposti da ARPA LOMBARDIA. Nello specifico è stata verificata la curva ottenuta coi dati pluviometrici medi del bacino idrografico.



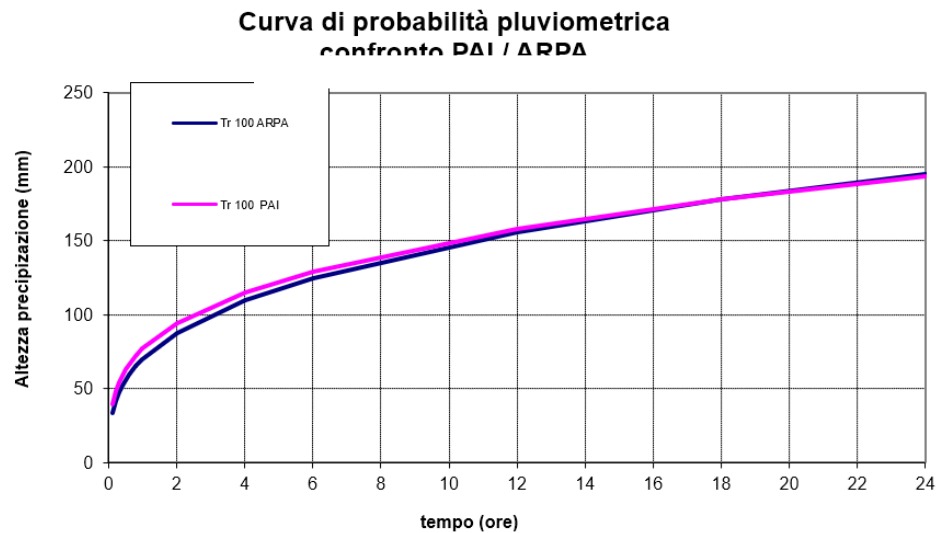
a1	N	gev_alph	gev_kapp	gev_epsil
31.73	0.3163	0.2919	-0.0093	0.8286
31.79	0.3158	0.2915	-0.0112	0.8282
31.8	0.3182	0.2927	-0.0106	0.8277
31.83	0.3194	0.2904	-0.0096	0.8294
31.86	0.3169	0.2901	-0.012	0.8289
31.89	0.3167	0.2922	-0.0093	0.8285
31.89	0.3179	0.2907	-0.0083	0.8296
31.91	0.3185	0.291	-0.0112	0.8286
31.92	0.3206	0.2907	-0.0079	0.8296
31.92	0.3189	0.2903	-0.0092	0.8295
31.95	0.3196	0.2908	-0.0092	0.8294
31.98	0.3167	0.2918	-0.0076	0.8292
32	0.321	0.2896	-0.0112	0.8293
32.01	0.3243	0.2906	-0.0049	0.8309
32.01	0.3215	0.2912	-0.0057	0.8301
32.01	0.317	0.2912	-0.0095	0.8291
32.02	0.3253	0.2889	-0.0058	0.8314
32.03	0.3227	0.2899	-0.0067	0.8306
32.03	0.3192	0.2911	-0.0093	0.8291
32.04	0.3255	0.2905	-0.0047	0.8308
32.04	0.3202	0.2908	-0.0078	0.8298
32.05	0.3177	0.2917	-0.0063	0.8298
32.06	0.3234	0.2917	-0.0057	0.8298
32.06	0.3209	0.2923	-0.0059	0.8295
32.06	0.3196	0.2908	-0.0073	0.83
32.07	0.3273	0.291	-0.004	0.8308
32.07	0.3282	0.29	-0.0027	0.8318
32.1	0.321	0.2914	-0.0056	0.83
32.11	0.3299	0.2899	-0.0038	0.8315
32.11	0.3217	0.2904	-0.0067	0.8302
32.11	0.3212	0.2892	-0.0094	0.8302
32.12	0.3219	0.2895	-0.0035	0.8318
32.13	0.3226	0.2891	-0.0086	0.8306
32.15	0.3273	0.2904	-0.0052	0.8307
32.15	0.329	0.2898	-0.0045	0.8313
32.17	0.3253	0.2894	-0.0055	0.8313
32.18	0.3311	0.2886	-0.0071	0.8312
32.18	0.3289	0.2892	-0.0054	0.8313
32.18	0.3253	0.2903	-0.0059	0.8308
32.19	0.3305	0.2892	-0.0057	0.8313

media 32.02275 0.322125 0.290545 -0.00725 0.830055

Valori dei parametri "a" ed "n" per tempi di ritorno di 20, 100 200 e 500 anni (PAI)



Di seguito si riporta il confronto tra le curve con Tr 100 anni elaborate dal PAI ed elaborate da ARPA:



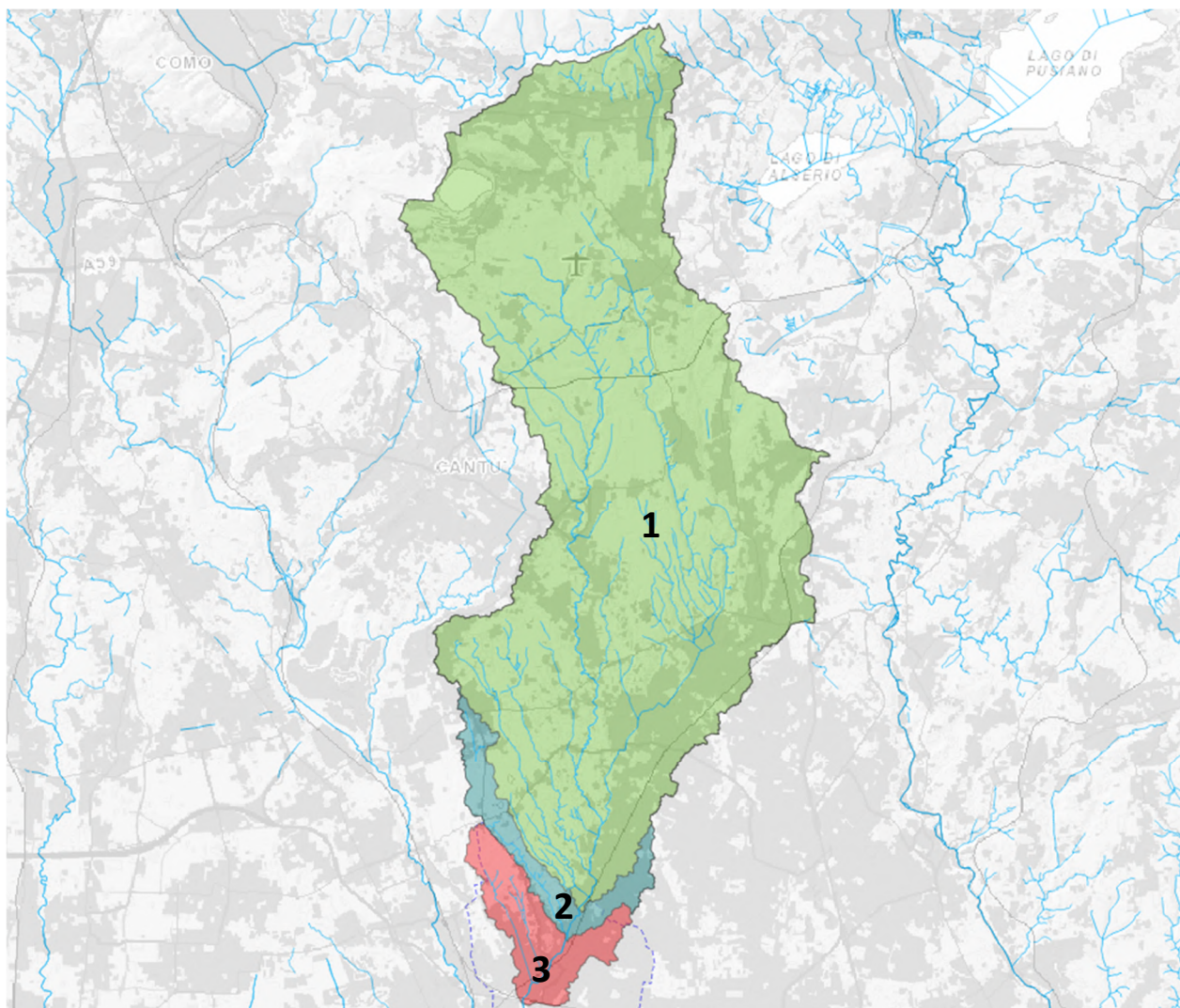
Come possiamo osservare, le differenze tra le curve sono minime.

3.1.2 Bacini imbriferi e portate

Per valutare quantitativamente la massima portata liquida che un corso d'acqua può ricevere bisogna determinare l'estensione del bacino imbrifero sotteso dal punto di chiusura, determinato dalla quota dell'alveo all'uscita dall'area d'interesse.

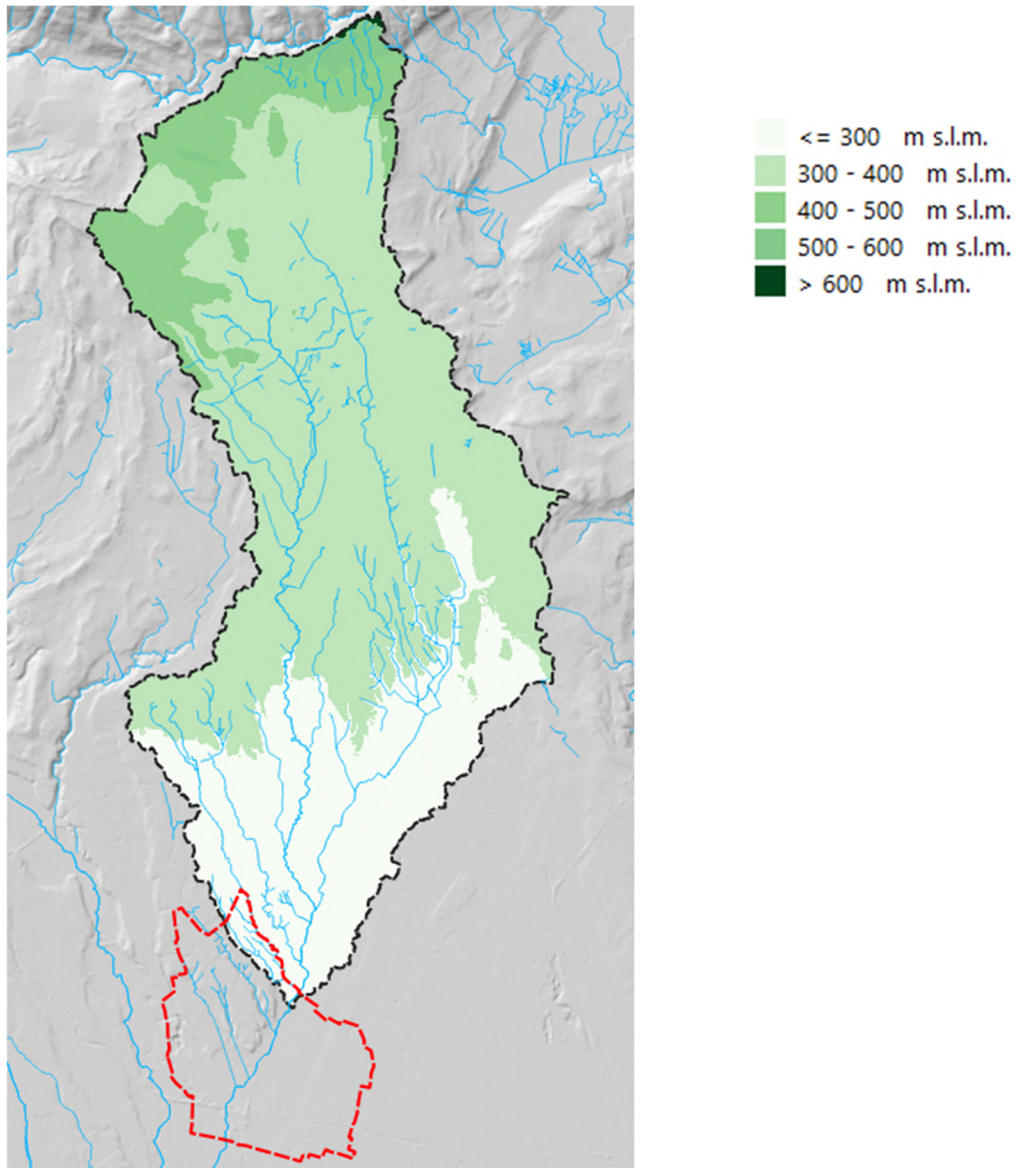
Nel caso di Meda si sono state valutate le portate considerando 3 sezioni di chiusura successive:

- Bacino 1: Via Val Seriana all'ingresso del torrente Certesa nel comune di Meda
- Bacino 2: Via L. Rho alla confluenza con il Fosso Brughiera
- Bacino 3: Via L. Cadorna alla confluenza con lo scolmatore



3.1.3 Bacino idrografico 1 e Stima della portata di piena

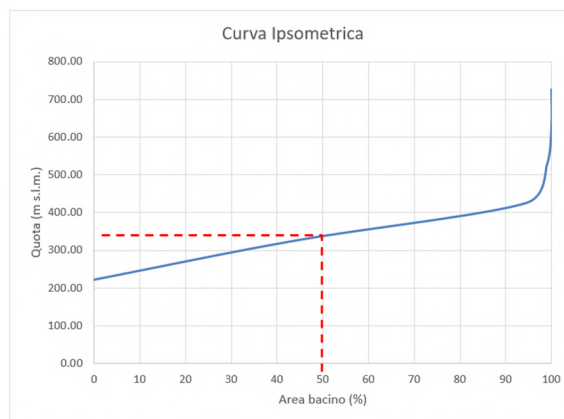
Di seguito si riportano i dati caratteristici del bacino determinato sul DTM dell'area di interesse:



La sezione di chiusura considerata per il bacino 1 è all'ingresso del T. Certesa nel Comune di Meda.

A = superficie totale del bacino	58.85 Km ²
L = lunghezza asta idrica	15.5 Km
H _{max} = altitudine massima del bacino imbrifero sotteso	642.7 m s.l.m.
H _{media} = altitudine media ponderata del bacino imbrifero sotteso	338.4 m s.l.m.
H _{min} = altitudine minima del bacino imbrifero sotteso (sez. chiusura)	222.6 m s.l.m.

La curva ipsometrica descrive la distribuzione delle aree del bacino al variare dell'altitudine.



3.1.3.1 Stima della portata di massima piena

Oltre a tenere in considerazione la morfologia del bacino, il metodo si basa sul bilancio idrologico, sulla base della stima del tempo di corrivazione (t_c) del bacino.

Per tempo di corrivazione s'intende il tempo necessario, perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani del bacino stesso. Questo parametro è una costante per ogni bacino, in quanto funzione esclusivamente della morfologia, delle litologie affioranti, della copertura vegetale, dell'uso del suolo e dell'altimetria.

Un'indicazione dell'ordine di grandezza di t_c può essere valutata in relazione alla lunghezza totale dell'asta principale e alla natura geologica del bacino sotteso, mediante semplici relazioni.

Calcolato il valore di t_c è possibile passare alla valutazione delle portate di massima piena al colmo. Il primo dato che occorre ricavare è l'altezza attesa della pioggia critica (h), per un tempo di ritorno fissato, corrispondente ad una durata della precipitazione intensa pari al tempo di corrivazione.

Il metodo razionale valuta la portata di massima piena secondo la relazione:

$$Q_{\max} = \frac{C * h_c * A}{3.6 * T_c}$$

dove:

C = coefficiente di deflusso

h_c = pioggia critica

A = area del bacino

T_c = tempo di corrivazione

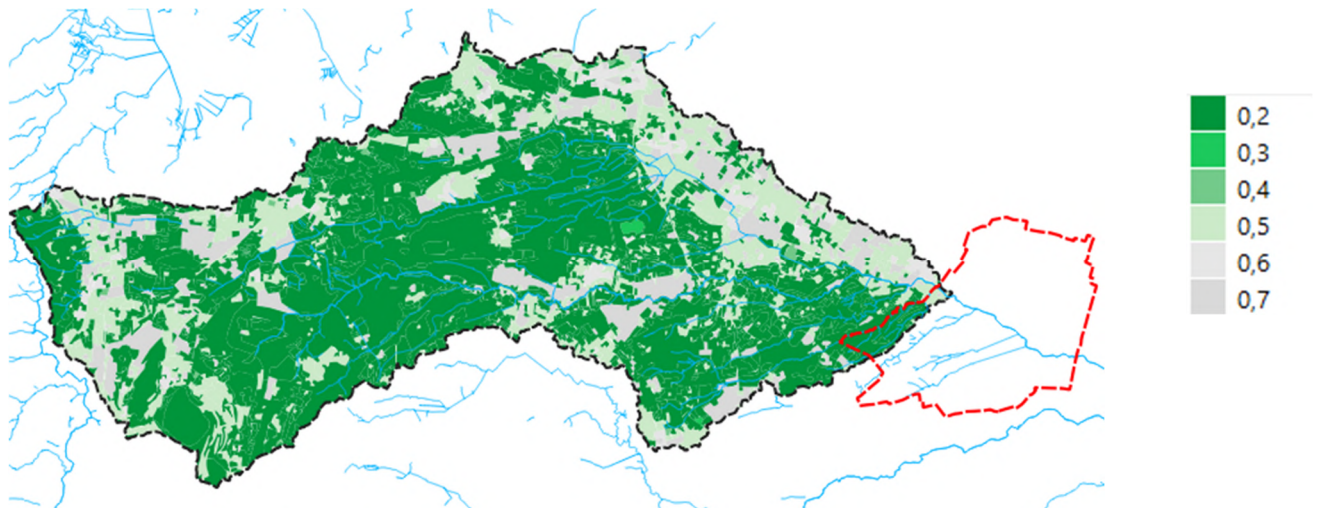
con:

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{\Delta H}}$$

Calcolo coefficiente di afflusso

Dalle curve di possibilità pluviometrica si deduce l'altezza di precipitazione che si verifica sul bacino per una certa durata di pioggia; parte di questa però, si perde per effetto di una serie di fenomeni idrologici (evaporazione, infiltrazione...) prima di arrivare alla rete di drenaggio. Per il dimensionamento di quest'ultima sarà rilevante solo la restante pioggia, definita pioggia netta o efficace. Una valutazione di massima può essere fatta attraverso il coefficiente di afflusso che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale.

La valutazione del coefficiente di deflusso è stata condotta sulla base della carta DUSAF dell'uso del suolo del bacino imbrifero. Ad ogni classe è stata attribuito un coefficiente di afflusso che, attraverso calcoli di media ponderata, ha permesso di ottenere un valore di coefficiente di deflusso medio per l'intero bacino.



Coefficiente di afflusso (da carta uso del suolo DUSAF)

A seguito di quanto sopra è stato stimato un coefficiente di deflusso medio ponderato di **0.32**

STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I.

"Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

Committente: COMUNE DI MEDA

Luogo: Bacino 1

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO			DATI RISULTANTI	
S ⇒ 58.847	[Km ²]	Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione	
L ⇒ 15.500	[Km]	Lunghezza asta principale	$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \Rightarrow 6.27$	
Hm ⇒ 338.40	[m]	Altezza media del Bacino s.l.m.m.		
Ho ⇒ 222.60	[m]	Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.		
			[ore]	

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

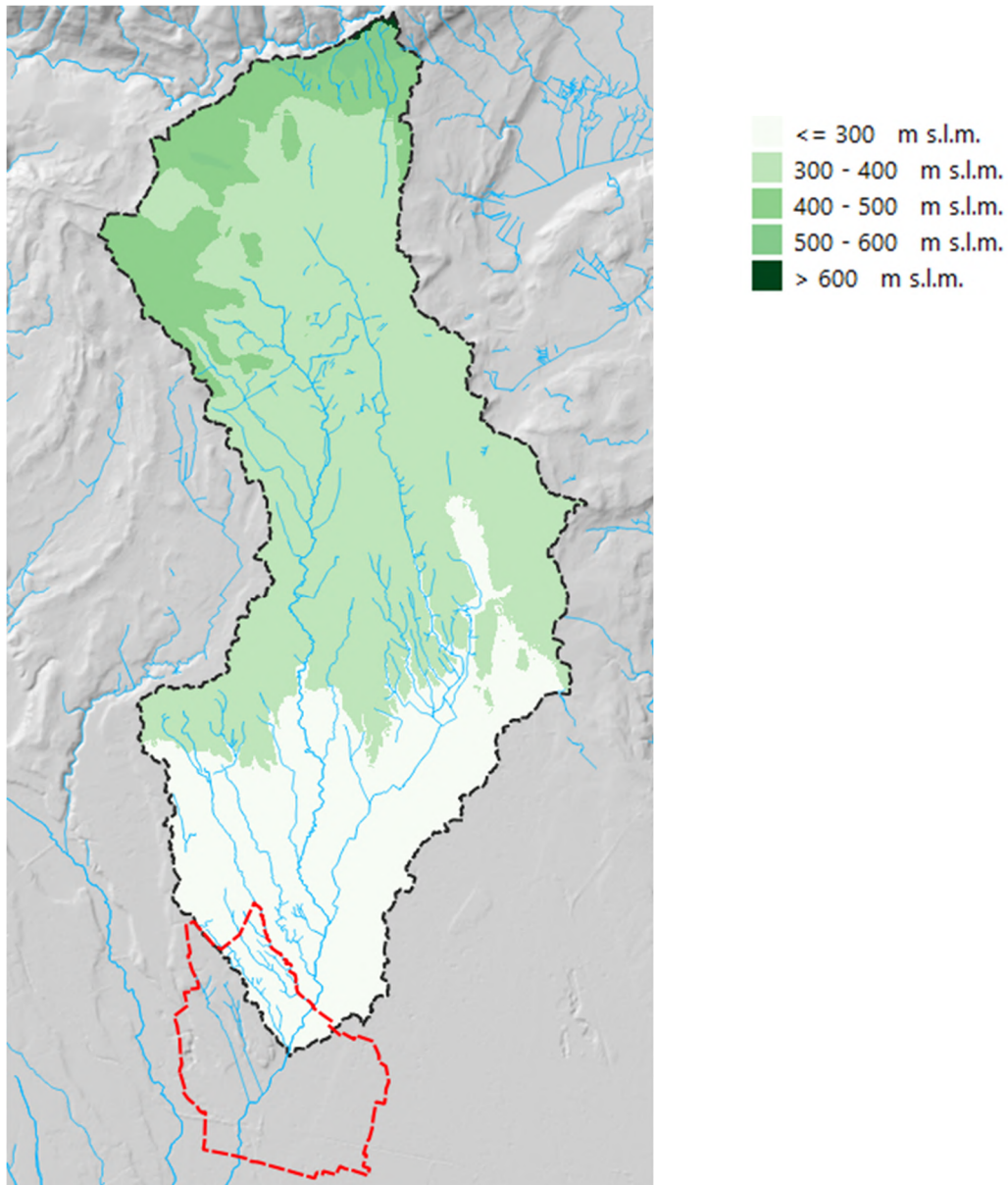
FORMULA			$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)								
Curva di probabilità pluviometrica			$h_{(t)} = at^n$								
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)											
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500	
MEDIA			59.88	0.28916667	76.8836111	0.28638889	84.1322222	0.29	93.68889	0.29	
valori di "a" e "n" ragguagliati all'area											
			a' Tr 20	n' Tr 20	a' Tr 100	n' Tr 100	a' Tr 200	n' Tr 200	a' Tr 500	n' Tr 500	
			41.55	0.32	53.34	0.32	58.37	0.32	65.00	0.32	
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE											
Tr		h(t)									
20	⇒	75.25									
100	⇒	96.13									
200	⇒	105.14									
500	⇒	116.84									
			$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] Tr = tempo di ritorno								
			6.27								

PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE			
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	Q_c	⇒	portata al colmo
	c	⇒	0.32 coefficiente di deflusso
	dove $h_{(t)}$		massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)
	S	⇒	58.846517 [Km ²] Superficie Bacino
	T_c	⇒	6.27 [ore] Tempo di corrivazione
Tempo di ritorno (anni)		Portate al colmo = Q _c [mc/sec]	
20	⇒	62.882	
100	⇒	80.323	
200	⇒	87.851	
500	⇒	97.631	

3.1.4 Bacino idrografico 2 e Stima della portata di piena

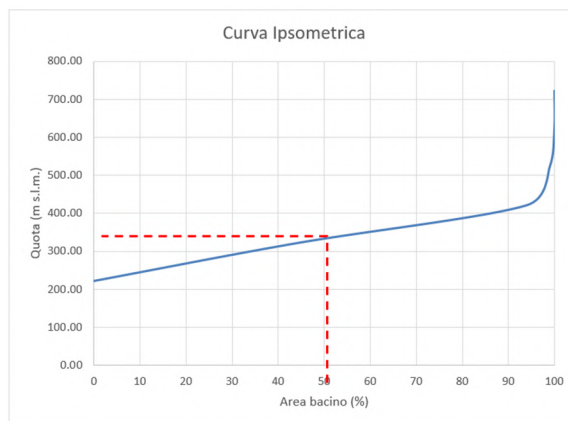
Di seguito si riportano i dati caratteristici del bacino determinato sul DTM dell'area di interesse:



La sezione di chiusura considerata per il bacino 2 è alla confluenza tra T. Certesa e il Fosso Brughiera.

A = superficie totale del bacino	61.5 Km ²
L = lunghezza asta idrica	16.0 Km
H _{max} = altitudine massima del bacino imbrifero sotteso	642.7 m s.l.m.
H _{media} = altitudine media ponderata del bacino imbrifero sotteso	335.1 m s.l.m.
H _{min} = altitudine minima del bacino imbrifero sotteso (sez. chiusura)	222.6 m s.l.m.

La curva ipsometrica descrive la distribuzione delle aree del bacino al variare dell'altitudine.



3.1.4.1 Stima della portata di massima piena

Oltre a tenere in considerazione la morfologia del bacino, il metodo si basa sul bilancio idrologico, sulla base della stima del tempo di corrivazione (t_c) del bacino.

Per tempo di corrivazione s'intende il tempo necessario, perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani del bacino stesso. Questo parametro è una costante per ogni bacino, in quanto funzione esclusivamente della morfologia, delle litologie affioranti e della copertura vegetale e dell'altimetria.

Un'indicazione dell'ordine di grandezza di t_c può essere valutata in relazione alla lunghezza totale dell'asta principale e alla natura geologica del bacino sotteso, mediante semplici relazioni.

Calcolato il valore di t_c è possibile passare alla valutazione delle portate di massima piena al colmo. Il primo dato che occorre ricavare è l'altezza attesa della pioggia critica (h), per un tempo di ritorno fissato, corrispondente ad una durata della precipitazione intensa pari al tempo di corrivazione.

Il metodo razionale valuta la portata di massima piena secondo la relazione:

$$Q_{\max} = \frac{C * h_c * A}{3.6 * T_c}$$

dove:

C = coefficiente di deflusso

h_c = pioggia critica

A = area del bacino

T_c = tempo di corrivazione

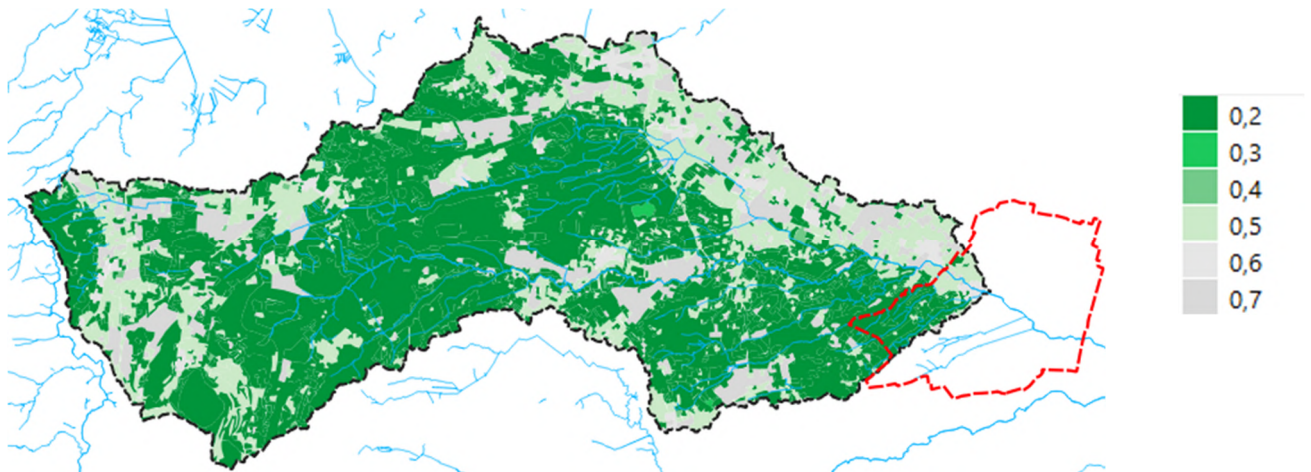
con

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{\Delta H}}$$

Calcolo coefficiente di afflusso

Dalle curve di possibilità pluviometrica si deduce l'altezza di precipitazione che si verifica sul bacino per una certa durata di pioggia; parte di questa però, si perde per effetto di una serie di fenomeni idrologici (evaporazione, infiltrazione...) prima di arrivare alla rete di drenaggio. Per il dimensionamento di quest'ultima sarà rilevante solo la restante pioggia, definita pioggia netta o efficace. Una valutazione di massima può essere fatta attraverso il coefficiente di afflusso che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale.

La valutazione del coefficiente di deflusso è stata condotta sulla base della carta DUSAF dell'uso del suolo del bacino imbrifero. Ad ogni classe è stata attribuito un coefficiente di afflusso che, attraverso calcoli di media ponderata, ha permesso di ottenere un valore di coefficiente di deflusso medio per l'intero bacino.



Coefficiente di afflusso (da carta uso del suolo DUSAF)

A seguito di quanto sopra è stato stimato un coefficiente di deflusso medio ponderato di **0.33**

STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I.
"Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

Committente: COMUNE DI MEDA

Luogo: Badino 2

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO	DATI RISULTANTI
S \Rightarrow 61.500 [Km ²] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione
L \Rightarrow 16.000 [Km] Lunghezza asta principale	$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \quad [ore]$
Hm \Rightarrow 335.10 [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	\Rightarrow 6.53
Ho \Rightarrow 222.60 [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

FORMULA

Curva di probabilità pluviometrica

$$h_{(t)} = at^n$$

$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t

t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione

a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr

n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr

Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)

DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE
(Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)

Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
MEDIA			59.88	0.28916667	76.8836111	0.28638889	84.1322222	0.29	93.68889	0.29

valori di "a" e "n" ragguagliati all'area

			a' Tr 20	n' Tr 20	a' Tr 100	n' Tr 100	a' Tr 200	n' Tr 200	a' Tr 500	n' Tr 500
			41.22	0.32	52.92	0.32	57.91	0.32	64.49	0.32

MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE

Tr		h(t)
20	⇒	75.79
100	⇒	96.79
200	⇒	105.87
500	⇒	117.65

$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t

t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore]

Tr = tempo di ritorno

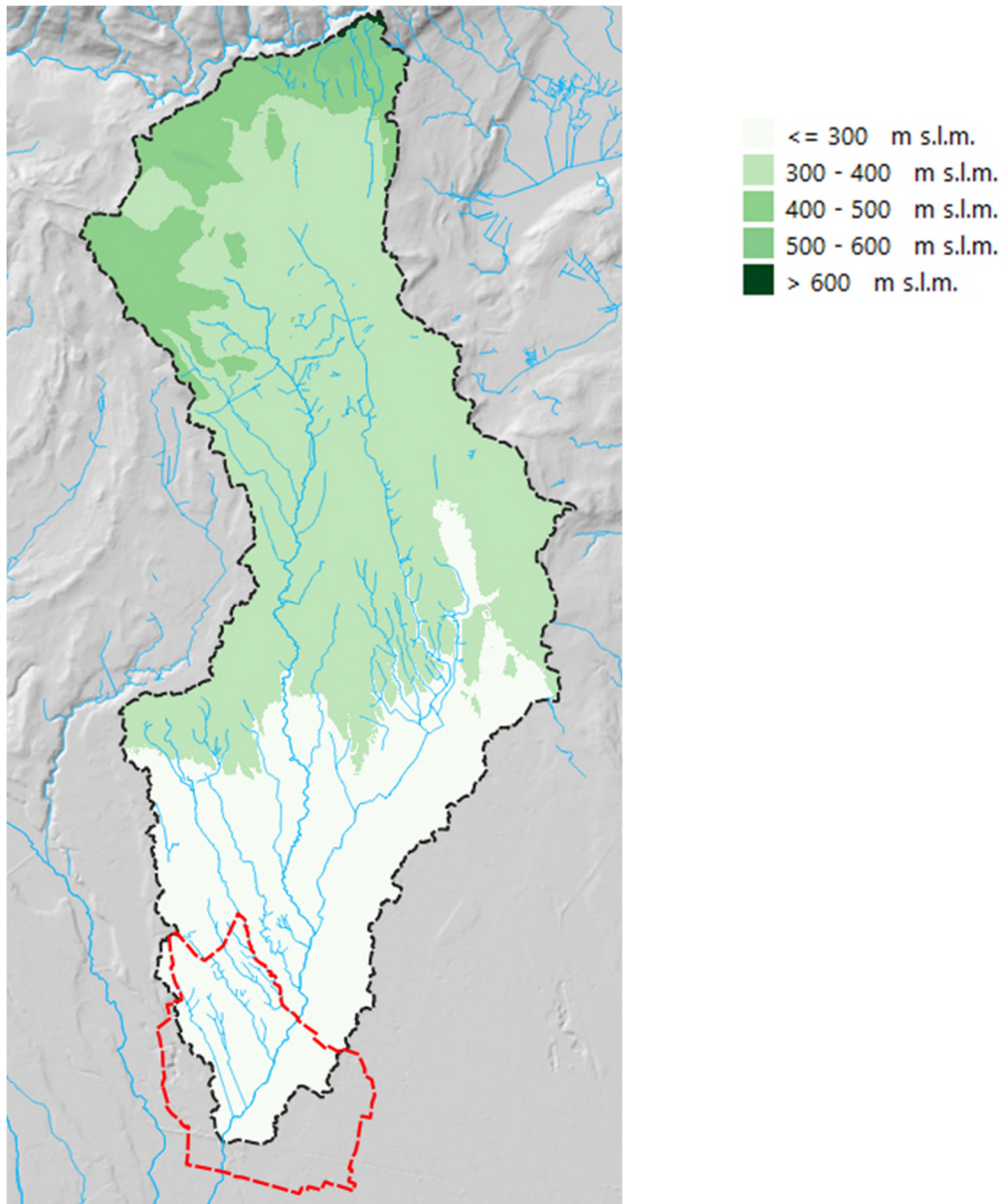
6.53

PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE											
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$			Q_c	\Rightarrow	0.33	portata al colmo					
			c	\Rightarrow	0.33	coefficiente di deflusso					
			dove $h_{(t)}$	\Rightarrow	61.5	massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)					
			S	\Rightarrow	61.5	[Km ²] Superficie Bacino					
			T_c	\Rightarrow	6.53	[ore] Tempo di corrivazione					
Tempo di ritorno (anni)						Portate al colmo = Q_c [mc/sec]					
20						\Rightarrow 65.527					
100						\Rightarrow 83.693					
200						\Rightarrow 91.536					
500						\Rightarrow 101.721					

3.1.5 Bacino idrografico 3 e Stima della portata di piena

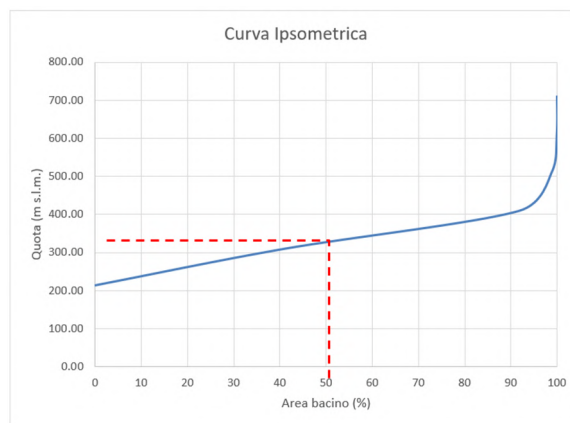
Di seguito si riportano i dati caratteristici del bacino determinato sul DTM dell'area di interesse:



La sezione di chiusura considerata per il bacino 2 è alla confluenza tra T. Certesa e lo scolmatore di via Cadorna.

A = superficie totale del bacino	64.8 Km ²
L = lunghezza asta idrica	16.5 Km
H _{max} = altitudine massima del bacino imbrifero sotteso	642.7 m s.l.m.
H _{media} = altitudine media ponderata del bacino imbrifero sotteso	329.9 m s.l.m.
H _{min} = altitudine minima del bacino imbrifero sotteso (sez. chiusura)	214.66 m s.l.m.

La curva ipsometrica descrive la distribuzione delle aree del bacino al variare dell'altitudine.



3.1.5.1 Stima della portata di massima piena

Oltre a tenere in considerazione la morfologia del bacino, il metodo si basa sul bilancio idrologico, sulla base della stima del tempo di corrivazione (t_c) del bacino.

Per tempo di corrivazione s'intende il tempo necessario, perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani del bacino stesso. Questo parametro è una costante per ogni bacino, in quanto funzione esclusivamente della morfologia, delle litologie affioranti e della copertura vegetale e dell'altimetria.

Un'indicazione dell'ordine di grandezza di t_c può essere valutata in relazione alla lunghezza totale dell'asta principale e alla natura geologica del bacino sotteso, mediante semplici relazioni.

Calcolato il valore di t_c è possibile passare alla valutazione delle portate di massima piena al colmo. Il primo dato che occorre ricavare è l'altezza attesa della pioggia critica (h), per un tempo di ritorno fissato, corrispondente ad una durata della precipitazione intensa pari al tempo di corrivazione.

Il metodo razionale valuta la portata di massima piena secondo la relazione:

$$Q_{\max} = \frac{C * h_c * A}{3.6 * T_c}$$

dove:

C = coefficiente di deflusso

h_c = pioggia critica

A = area del bacino

T_c = tempo di corrivazione

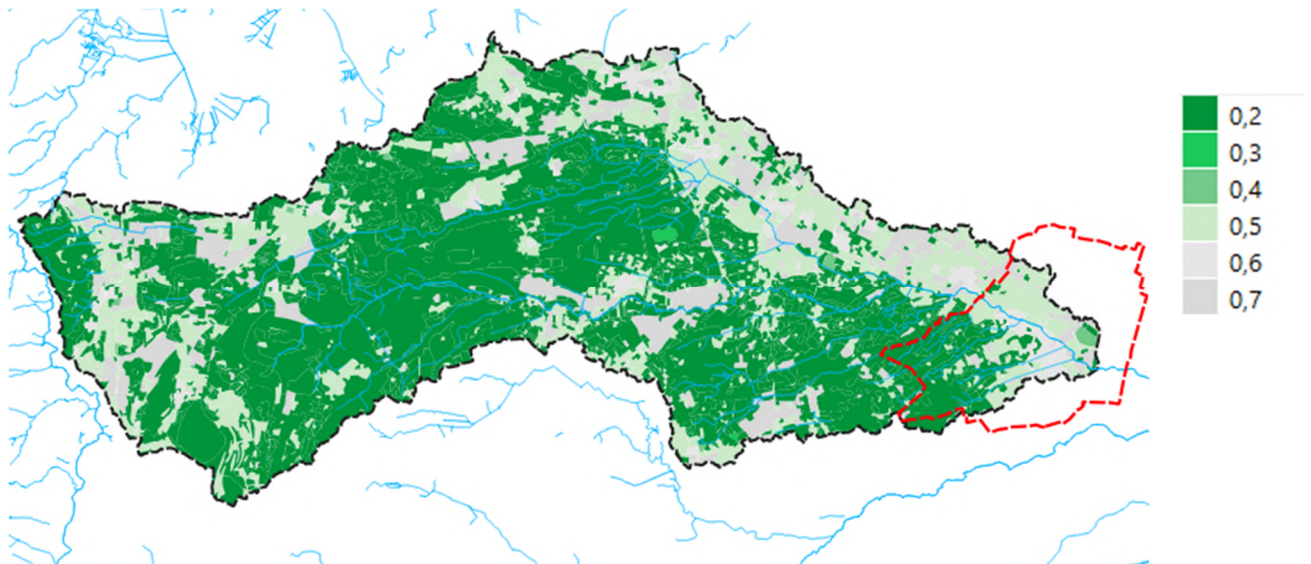
con

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{\Delta H}}$$

Calcolo coefficiente di afflusso

Dalle curve di possibilità pluviometrica si deduce l'altezza di precipitazione che si verifica sul bacino per una certa durata di pioggia; parte di questa però, si perde per effetto di una serie di fenomeni idrologici (evaporazione, infiltrazione...) prima di arrivare alla rete di drenaggio. Per il dimensionamento di quest'ultima sarà rilevante solo la restante pioggia, definita pioggia netta o efficace. Una valutazione di massima può essere fatta attraverso il coefficiente di afflusso che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale.

La valutazione del coefficiente di deflusso è stata condotta sulla base della carta DUSAF dell'uso del suolo del bacino imbrifero. Ad ogni classe è stata attribuito un coefficiente di afflusso che, attraverso calcoli di media ponderata, ha permesso di ottenere un valore di coefficiente di deflusso medio per l'intero bacino.



Coefficiente di afflusso (da carta uso del suolo DUSAF)

A seguito di quanto sopra è stato stimato un coefficiente di deflusso medio ponderato di **0.34**

STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I.
"Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

Committente: COMUNE DI MEDA

Luogo: Badino 3

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO	DATI RISULTANTI
S \Rightarrow 64.800 [Km ²] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione
L \Rightarrow 17.000 [Km] Lunghezza asta principale	$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \Rightarrow 6.72$ [ore]
Hm \Rightarrow 329.90 [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
Ho \Rightarrow 214.66 [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

FORMULA

Curva di probabilità pluviometrica

$$h_{(t)} = at^n$$

$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t
t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione
a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr
n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr
Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)

DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE

(Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)

Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
MEDIA			59.88	0.28916667	76.8836111	0.28638889	84.1322222	0.29	93.68889	0.29

valori di "a" e "n" ragguagliati all'area

	a' Tr 20	n' Tr 20	a' Tr 100	n' Tr 100	a' Tr 200	n' Tr 200	a' Tr 500	n' Tr 500
	40.82	0.33	52.41	0.32	57.36	0.32	63.87	0.32

MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE

Tr	h(t)
20	75.94
100	96.98
200	106.07
500	117.87

$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t
t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore]
Tr = tempo di ritorno

6.72

PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE				
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	Q_c	\Rightarrow	portata al colmo	
	c	\Rightarrow	0.34	coefficiente di deflusso
	dove $h_{(t)}$	massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)		
	S	\Rightarrow	64.8	[Km ²] Superficie Bacino
	T_c	\Rightarrow	6.72	[ore] Tempo di corrivazione
Tempo di ritorno (anni)		Portate al colmo = Q_c [mc/sec]		
20	\Rightarrow	69.228		
100	\Rightarrow	88.413		
200	\Rightarrow	96.697		
500	\Rightarrow	107.453		

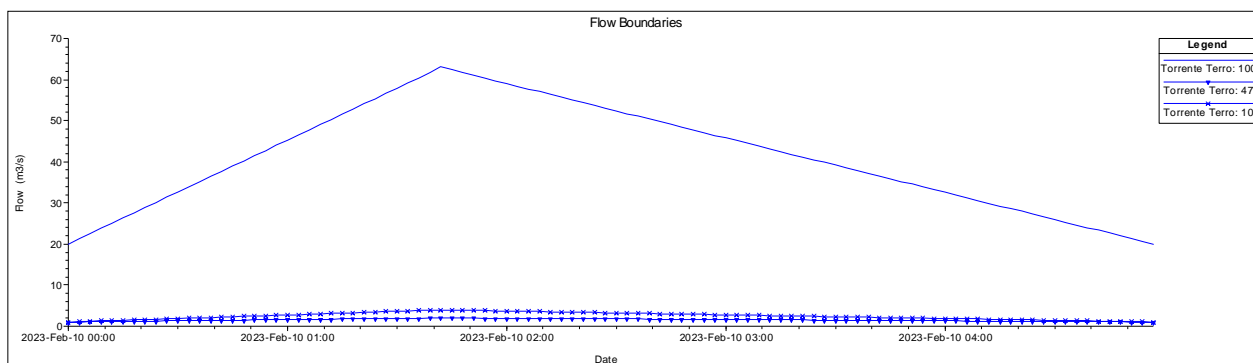
3.1.6 Onda di piena

Per la modellazione con schema bidimensionale in moto vario, necessaria per valutare l'effetto degli allagamenti esterni all'alveo, non essendo in possesso di idrogrammi di casi reali si è scelto di ipotizzare un idrogramma di forma triangolare con picco pari alle portate massime calcolate nei capitoli precedenti.

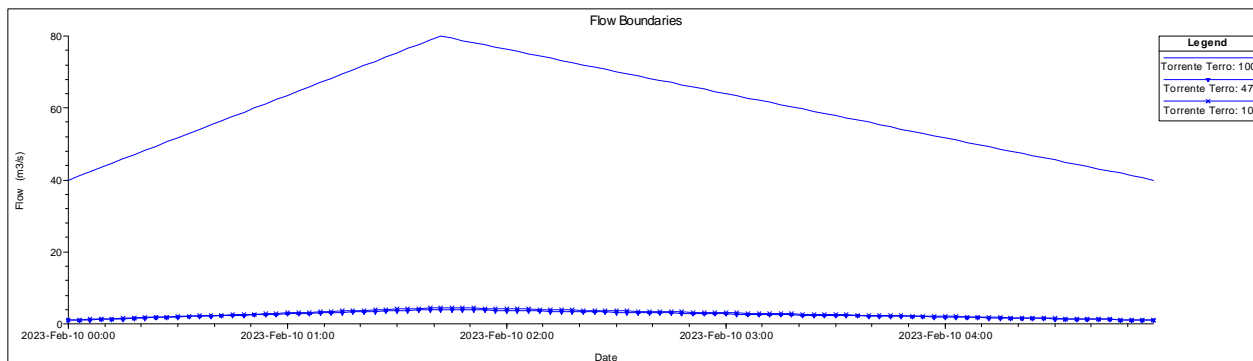
La durata della pioggia intensa è considerata pari a 5 ore, con picco a 1/3 dell'idrogramma.

Di seguito si riportano i grafici degli idrogrammi semplificati del corso d'acqua principale e degli affluenti, considerati per l'elaborazione bidimensionale in moto vario con Tr 20-100-500 anni:

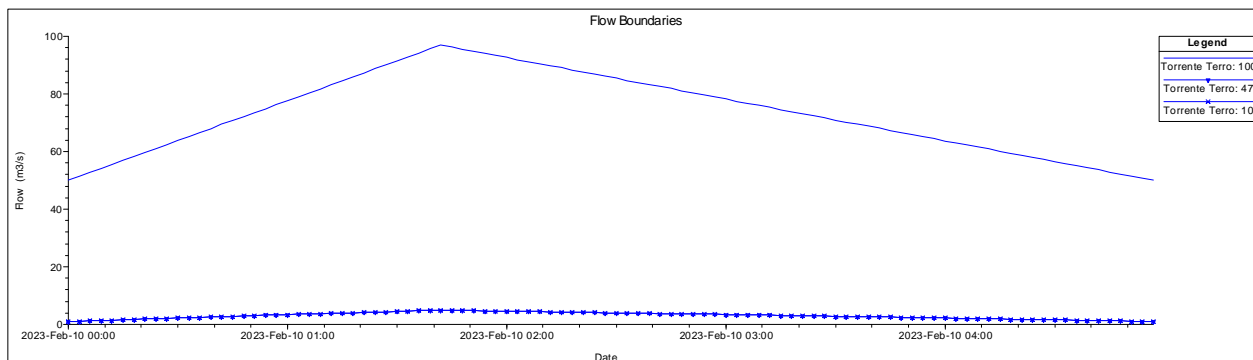
Tr 20 anni:



Tr 100 anni:



Tr 500 anni:



3.1.7 Modellazione idraulica

La modellazione idraulica è stata ottenuta mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS ver. 6.5 che combina il calcolo dei profili di moto permanente e vario in regime monodimensionale (1D) lungo l'asta del corso d'acqua e quello con moto vario in regime bidimensionale (2D) delle acque esondate nelle aree golenali esterne all'alveo.

I risultati ottenuti dalla simulazione della piena con Tr 100 anni sono stati utilizzati per valutare il pericolo idraulico lungo il corso del Torrente Certesa e il conseguente rischio in base agli elementi vulnerabili esposti.

3.1.7.1 Modello geometrico del corso d'acqua e delle aree adiacenti

La valutazione delle condizioni di pericolosità e rischio locali in alveo si basa sui risultati del modello monodimensionale, mentre all'interno delle golene e delle aree allagabili si basa sui risultati della modellazione idraulica bidimensionale del deflusso delle acque esondate dai corsi d'acqua durante il transito della piena di riferimento.

La modellazione topografica dell'ambito d'interesse è stata ottenuta sulla base dei seguenti dati:

- a) l'asta torrentizia è stata ricostruita utilizzando 92 sezioni rilevate nell'ambito dello STUDIO IDRAULICO RELATIVO ALLE AREE IN COMUNE DI MEDA INTERESSATE DAL PROGETTO DI VARIANTE PAI redatto nel 2016 dall'Ing. Bai Antonino, Carimati Dr. Roberto e Zaro Dr. Giovanni.



- b) Per l'andamento del terreno nelle aree esterne all'alveo del corso d'acqua è stato utilizzato il rilievo LIDAR 1X1 fornito da Regione Lombardia. Il Lidar fornito rappresenta solo l'andamento del terreno

escludendo gli elementi antropici (case, muri, ecc.). Di seguito si riporta un estratto del modello utilizzato:



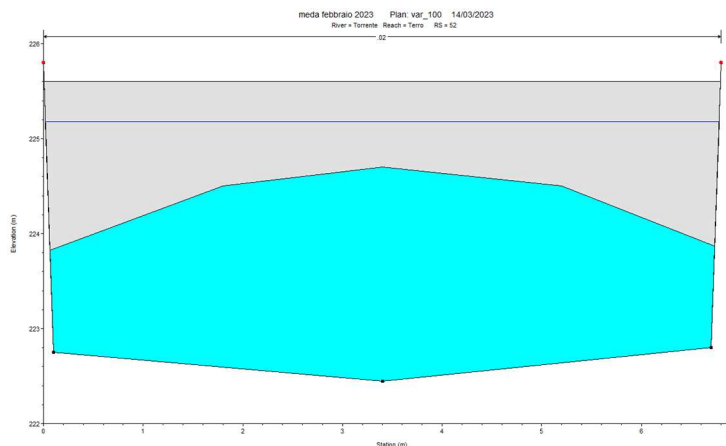
- c) Modello 3D (raster) degli edifici ricavato dall'elaborazione combinata dello shape degli elementi architettonici della carta tecnica comunale DBT e del LIDAR



3.1.7.2 Modellazione 1D - flusso di moto monodimensionale

In corrispondenza dell'alveo, per il calcolo del profilo longitudinale del pelo libero si fa riferimento al modello di corrente sia in regime di moto permanente sia in regime di moto vario.

Sulla base della planimetria e delle sezioni trasversali ricavate, si è proceduto alla determinazione delle diverse grandezze idrauliche della



corrente e del profilo del pelo libero che si instaura in condizioni di moto permanente e vario lungo il tratto analizzato nell'ipotesi di flusso di moto monodimensionale.

La procedura di calcolo, di seguito descritta, è stata condotta con l'ausilio di calcolatore, mediante l'uso del programma "Hec-Ras 6.5" appositamente sviluppato per la modellazione del flusso in alvei naturali dall'Hydrologic Engineering Center statunitense. Il modello è in grado di fornire valutazioni attendibili dei profili di pelo libero che si instaurano nel tratto esaminato durante il deflusso delle piene.

Calcolo Dei Profili Di Moto Permanente

Per il calcolo delle correnti a superficie libera, generalmente si ricorre all'approssimazione del moto rigorosamente uniforme, per cui valgono le seguenti relazioni:

la formula di Chèzy:

$$Q = C * A \sqrt{Ri}$$

dove:

- Q = portata;
- C = coefficiente di resistenza al moto;
- A = area della sezione bagnata
- R = raggio idraulico
- I = pendenza locale dell'alveo

Per la valutazione di C è stata usata la formula di Manning:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

dove n è il coefficiente di scabrezza rappresentativo delle caratteristiche medie dell'intero contorno bagnato, lungo i tratti analizzati.

Per quanto riguarda la pendenza locale "i" essa è calcolata per ogni sezione come la pendenza media tra la sezione precedente e quella successiva alla sezione considerata.

Per la prima sezione di monte, si considera la stessa pendenza del tratto immediatamente a valle; per quella terminale di valle, la pendenza è assunta pari a quella del tratto immediatamente a monte dell'ultima sezione.

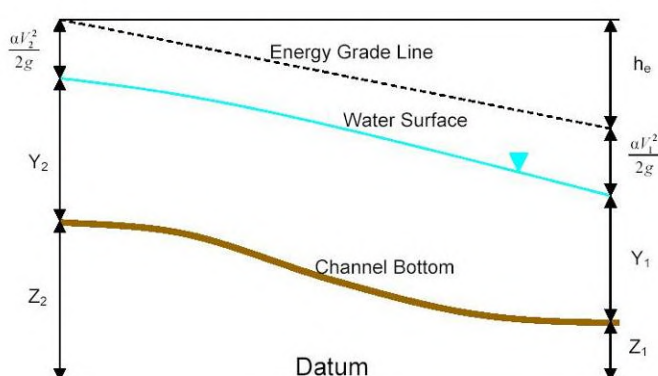
Nelle correnti di piena a superficie libera la condizione di moto uniforme non sempre si verifica, ma è più frequente il regime di moto permanente in cui la linea piezometrica (coincidente con il pelo libero) si avvicina o si allontana alla linea dei carichi totali a seconda che si abbia una corrente accelerata o ritardata.

Per la condizione di moto permanente la funzione che rappresenta l'energia specifica h_e di una corrente gradualmente variata in una generica sezione in funzione dell'altezza (Y+Z) è:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

Y = altezza del pelo libero nella sezione
Z = quota della sezione (s.l.m.)
V = velocità della corrente
 α = coefficiente di Coriolis



Si può riconoscere che esiste un valore k (cosiddetto critico) dell'altezza in corrispondenza del quale l'energia specifica h_e ha un valore minimo, ovvero il moto avviene con il minimo impiego di energia a parità di portata. Tale condizione viene denominata *stato critico* per la corrente e si verifica per il valore di altezza per cui risulta:

$$\frac{A^3}{B} = \alpha \frac{Q^2}{g}$$

dove:

A = area sezione liquida
B = larghezza del pelo libero
g = accelerazione di gravità

L'equazione sopra riportata può essere espressa anche attraverso il numero di Froude:

$$F^2 = \frac{Q^2 B}{g A^3} = 1$$

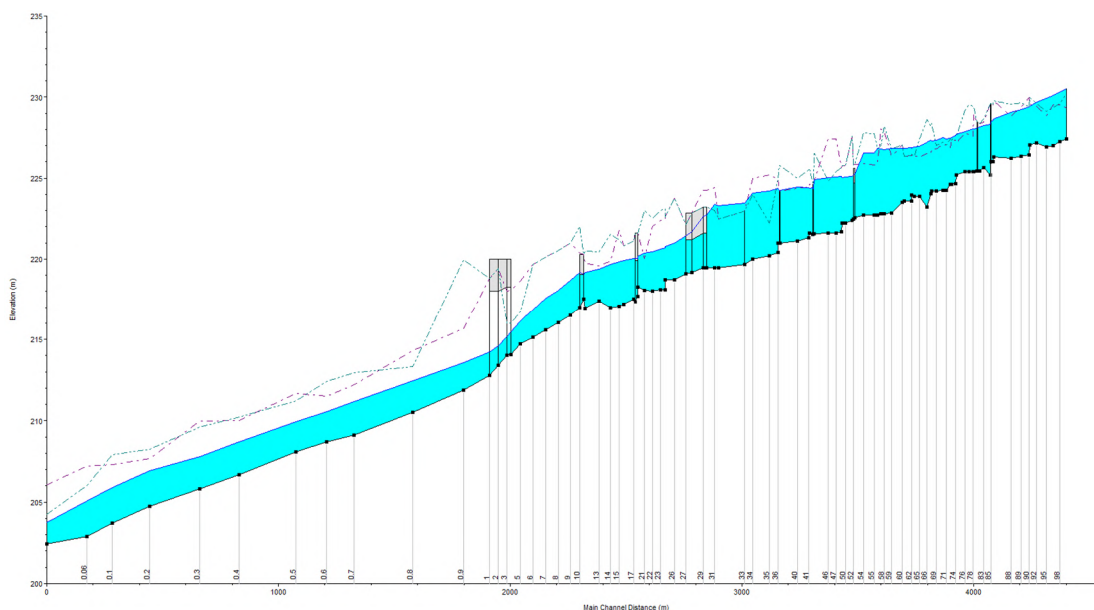
che permette di calcolare l'altezza critica k:

$$k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g B^2}}$$

Per quanto sopra, si possono definire come correnti veloci quelle con altezza minore di quella critica e numero di Froude maggiore di 1 e correnti lente quelle con altezza maggiore di quella critica e numero di Froude minore di 1.

Il calcolo procede iterativamente verso monte se la corrente è lenta, verso valle se è veloce. Il passaggio dalla condizione di corrente lenta alla condizione di corrente veloce nel senso del moto avviene in modo continuo passando per la condizione critica.

Il passaggio inverso si manifesta attraverso la localizzazione automatica del risalto idraulico con conseguente calcolo delle altezze coniugate.



Calcolo Dei Profili Di Moto Vario

La propagazione della onda di piena in un corso d'acqua naturale si risolve utilizzando la descrizione idraulica del fenomeno basata sulle equazioni differenziali del moto e di continuità. La teoria di De Saint Venant ipotizza che si tratti di un moto monodimensionale; in pratica le grandezze che definiscono la corrente idrica (portate e livelli) sono funzione esclusivamente del tempo e della coordinata x, posta lungo l'asse longitudinale del corso d'acqua. Queste ipotesi conducono al fatto che le sezioni trasversali possano considerarsi piane e verticali con una pressione distribuita su di esse con legge idrostatica e quindi la corrente può considerarsi gradualmente variata. Con questa schematizzazione si ottengono le classiche

equazioni di De Saint Venant, dalle quali esplicitando tutti i termini si ottengono le seguenti:

Equazione del moto:
$$\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{g} + \frac{\partial v}{\partial t} + J = 0$$

Equazione continua:
$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

Applicando queste equazioni al corso d'acqua si ottiene un sistema di equazioni differenziali del primo ordine non lineare nelle incognite rappresentate dai livelli e le portate nei vari nodi in funzione del tempo.

Per la risoluzione di questo sistema esistono sostanzialmente tre metodi:

- delle linee caratteristiche
- dalle differenze finite
- agli elementi finiti.

Il metodo di soluzione adottato è un metodo di tipo semi-implicito in cui in pratica la portata ed il livello in ogni nodo, in un determinato istante di tempo, sono espressi in funzione di portata e livello nelle sezioni adiacenti nello stesso istante di tempo oltre che della portata e del livello della stessa sezione nell'intervallo di tempo precedente.

In pratica, considerando un corso d'acqua schematizzato da N sezioni, si hanno 2N incognite (portata e livello in ogni sezione), si applicano le due equazioni (di moto e di continuità) per ogni tronco, si ottengono quindi 2(N-1) equazioni. Aggiungendo poi le due condizioni al contorno (a valle e a monte), si ottiene un sistema di 2N equazioni che può essere n'solto uno dopo l'altro per tutti gli intervalli di tempo.

Condizioni al contorno

Per il moto permanente, la determinazione delle condizioni al contorno, cioè l'assegnazione, in una determinata sezione, di un valore noto del livello idrico da cui far procedere il calcolo dei livelli incogniti (partendo da valle se la corrente è subcritica-corrente lenta o, viceversa, da monte se la corrente è supercritica-corrente veloce) è uno dei passaggi più difficili e maggiormente affetti da incertezza nella simulazione delle correnti idriche in corsi d'acqua naturali.

Le possibili condizioni da assegnare sono, essenzialmente, tre:

1. un livello idrico noto;
2. il livello di moto uniforme per l'assegnata portata e pendenza di fondo nota;
3. il livello di stato critico per l'assegnata portata.

Nel presente studio è stata assunta come condizione al contorno l'altezza del pelo libero coincidente il moto uniforme. È da sottolineare che quasi mai è possibile stabilire a priori il regime con cui si svolge il

moto, soprattutto in corsi d'acqua naturali, dove per la estrema irregolarità della geometria si possono verificare vari cambiamenti di regime nel tratto in esame. È necessario, quindi, assegnare sempre entrambe le condizioni al contorno, a monte e a valle, e verificare a posteriori se la condizione assegnata ha avuto o meno influenza sul profilo di corrente.

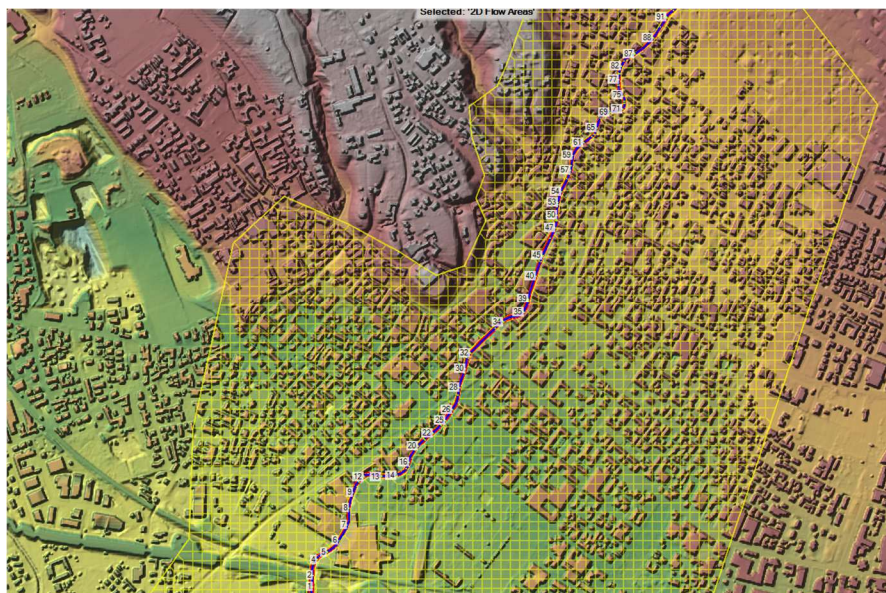
Anche per il moto vario è necessario imporre condizioni al contorno sia per la sezione di monte sia per la sezione di valle. Il programma *Hec Ras* permette di inserire varie tipologie di condizioni al contorno in relazione ai dati in possesso e alle condizioni geometriche analizzate.

3.1.7.3 Modellazione 2D - flusso di moto bidimensionale

Quando il moto non segue un'unica direzione si ricorre a modelli bidimensionali come nel caso di piene in pianie alluvionali o nelle aree golenali. Fondamentale per una modellazione bidimensionale è la definizione del modello digitale del terreno (DTM/LIDAR) con dettaglio sufficiente a rappresentare la topografia in modo coerente.

Nell'ipotesi di verifica bidimensionale, è necessario delimitare aree idraulicamente isolate denominate "celle d'accumulo" entro le quali vi è il ristagno delle acque esondate dall'alveo naturale.

Di seguito si riporta lo schema delle celle di accumulo individuate con le rispettive "strutture laterali" di collegamento con l'alveo:



Il programma *HecRAS* è in grado di simulare modellazioni 1D, 2D o 1D/2D combinate, seguendo lo schema di seguito descritto:

- 1 Modellazione combinata 1D e 2D: La possibilità di eseguire una modellazione combinata 1D e 2D all'interno dello stesso modello in regime di moto vario permette all'utente di lavorare su schemi fluviali più complessi, utilizzando la modellazione 1D per l'asta fluviale principale e la modellazione 2D nelle zone esterne che lo richiedono per modellare in modo fedele la propagazione dei deflussi (sfioratori laterali, celle di accumulo bidimensionali, ecc.).
- 2 Equazioni complete di Saint Venant o di diffusione dell'onda in 2D: Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda che quelle complete di Saint Venant.
- 3 Algoritmo implicito di soluzione ai volumi finiti: il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volumi finiti.
- 4 Algoritmo per le soluzioni accoppiate dei modelli 1D e 2D.
- 5 Maglie computazionali strutturate o non strutturate.
- 6 Tabella dettagliata delle proprietà idrauliche per le celle di calcolo.
- 7 Mappa dettagliata degli allagamenti con animazioni temporali.

3.1.8 Considerazioni e limiti del modello idraulico

Come specificato sopra, il modello idraulico implementato per la valutazione della pericolosità si basa sui seguenti punti:

- Modello 3D del terreno (Lidar di Regione Lombardia) sprovvisto di elementi antropici (edifici, muri, ecc.).
- Implementazione del modello Lidar con elementi antropici (edifici) derivanti dal database topografico comunale.
- Analisi monodimensionale in corrispondenza dell'alveo e analisi bidimensionale nelle aree esterne all'alveo.

Come ogni modello, vi sono delle semplificazioni intrinseche all'analisi che vanno accettate. Nel nostro caso, non è stato possibile ricostruire con precisione elementi secondari che tuttavia possono influire localmente sulla laminazione delle piene, quali muretti, recinzioni, interruzioni per grate o cancelli, ecc.

Un ulteriore limite del programma di calcolo deriva dall'impossibilità di valutare la vulnerabilità degli elementi antropici, quali finestre, porte, ecc. che potrebbero cedere sotto l'effetto della spinta idraulica del flusso della corrente.

Per lo scopo pianificatorio dello studio si ritiene comunque di aver raggiunto un buon livello di approssimazione che rende adeguato il modello idraulico risultante.

3.1.9 Taratura del modello idraulico

I risultati sopra esposti sono stati confrontati con quanto noto in bibliografia e/o ricavato dai sopralluoghi e dalle interviste per tarare al meglio il risultato della simulazione.

Nello specifico si è fatto riferimento a:

- Programma di previsione e prevenzione dei rischi e piano di emergenza – Provincia Monza Brianza

TABELLA 1				
RISCHIO IDRAULICO - Criticità evidenziate dai piani d'emergenza comunali e intercomunali				
Comune	Fiume / Torrente	Criticita'	Eventi passati significativi: effetti	NOTE
	Lombra	Possibili esondazioni di non allarmante portata.		
Meda	Tarò	Lavori di cementificazione dell'alveo fluviale a monte di Meda, nel comune di Cabiato, hanno aumentato la portata e la velocità delle acque a valle, spostando così il problema alluvionale nel territorio di Meda.	Le zone maggiormente colpite sono quelle poste ad est del corso del Torrente Taro'	Il rischio alluvionale riguarda in particolare le abitazioni dalla via dei Mille alla piazza della Chiesa, mentre in direzione est l'acqua non supera la barriera della ferrovia; ad ovest il limite è il torrente stesso, mentre più a sud la via Solferino.

La tabella indica una criticità nell'area compresa tra la ferrovia, Via Solferino e la Piazza della Chiesa secondo lo scenario di seguito riportato:

SCENARIO IDRAULICO - IDROGEOLOGICO

Scenario CERTESA – 01 - Meda

INQUADRAMENTO E SCENARI															
COM	Bacino idrografico	Comune	Rischio - Stima	Corso d'acqua - pericolosità	Località Abitate Interessate	Scenari di Rischio	Elementi Esposti					Risposta Emergenza			
							Popolazione	Strutture	Abitazioni	Ditte	Viabilità sovrac.	Criticità	Popolazione	Ditte	Viabilità sovrac.
5	SEVESO	Meda	Medio	Torrente Certesa - detto "Taro"	Centro abitato - in particolare le aree in sponda idrografica sinistra	Esondazione	Numerosa	Diverse strutture di servizio collettivo di livello comunale potenzialmente vulnerabili - vedi cartografia	Molte	Alcune attività	-	Cementificazione alveo a Cabiato accresce velocità onda di piena	Assistenza ed eventuale evacuazione	Eventuale supporto	-
				Pioggie intense	Centro abitato - in particolare il settore ovest	Rigurgiti fognari	Potenzialmente Numerosa	Possibili allagamenti presso strutture pubbliche	Alcune	Alcune attività	-	Insufficienza rete fognaria	Assistenza	Supporto	-

ALLERTAMENTO - MONITORAGGIO

Idrometro

Assenza di idrometri della rete ARPA Regione Lombardia.

Pluviometri di riferimento

Pluviometri della rete di ARPA Lombardia:

- MARIANO COMENSE;
- CARATE BRIANZA;
- PALAZZOLO;
- MISINTO.

<http://idro.arpalombardia.it>

AREE-STRUTTURE DI EMERGENZA

Aree Ammassamento

COM 5 - SEREGNO - Centro scolastico di via Briantina, 68

Aree di Attesa

Individuate nel Piano di Emergenza Comunale

Strutture di Accoglienza

Scuole comunali e Oratori.

Ospedali

SEREGNO

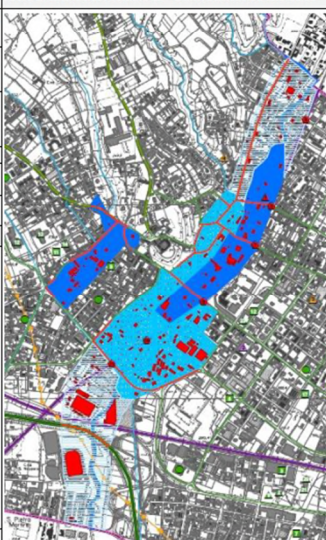
VVF

SEREGNO

OOVV Protezione Civile

Gruppo Comunale di P.C. - Città di Meda

PIANO DI EMERGENZA COMUNALE - CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO



Particolari:

Delimitazione delle Fasce fluviali relative al "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PSAI)"

Fascia A

Fascia B

Fascia C


Rischio:

Abitati a rischio

Strade a rischio

Manufatti a rischio

IMMAGINI



Meda - Torrente Certesa - Foto di Pietro Ficarra

- Stampa locale evento novembre 2014:

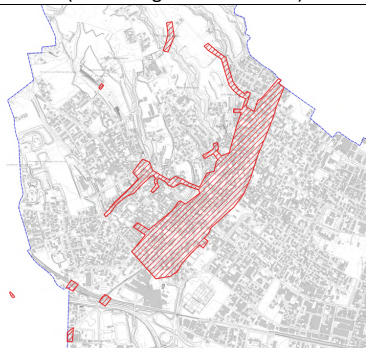
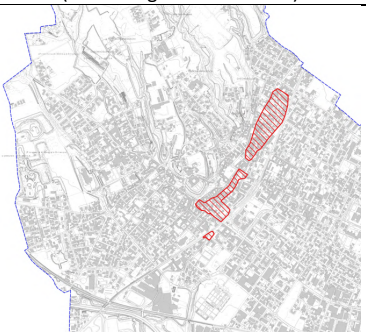
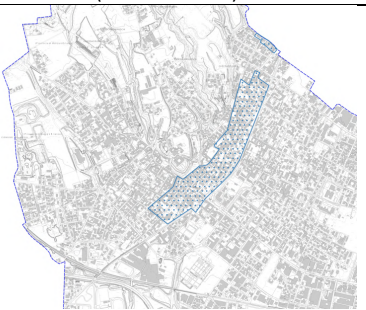
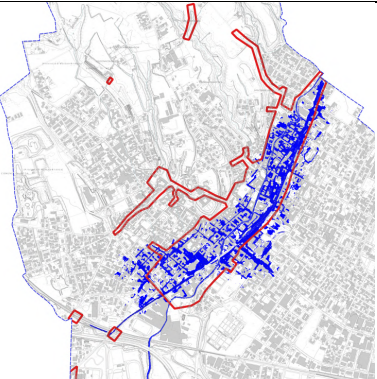


Tutto allagato: tra le zone più colpite piazza Municipio, l'acqua defluita dal vicolo Rho, ha attraversato la via Solferino ed è finita nella centralissima piazza.

Le zone più colpite sono state la piazza del municipio, largo Europa, corso Matteotti, via Manzoni e via Cialdini. Ma i danni maggiori li contano ancora una volta i residenti della Svizzera, il quartiere che si trova alla quota più bassa di tutta la città attraversato dal Tarò, l'affluente del Seveso che con l'ondata di piena ha di nuovo invaso scantinati e appartamenti.

Gli abitanti di via Luigi Rho e vicolo Rho non hanno fatto in tempo a riparare i danni subiti l'8 luglio scorso che ora devono affrontare quelli del 15 novembre: altri soldi da sborsare per tornare alla normalità, altri mobili

Le interviste agli abitanti delle vie interessate dalle recenti esondazioni e le predisposizioni per l'installazione di paratie a protezione degli accessi confermano l'identificazione dell'area più frequentemente soggetta ad allagamenti e indirettamente il battente d'acqua correlabile alle esondazioni con Tr20.

- Mappatura eventi storici luglio/novembre 2014 e 30 ottobre 2023:

Evento Luglio 2014 (fonte: Regione Lombardia)	Evento Novembre 2014 (fonte: Regione Lombardia)	Evento ottobre 2023 (fonte: Comune)
		
Modello idraulico Tr 50 anni	Modello idraulico Tr stimato 20 anni	Modello idraulico Tr stimato 50 anni
		

- Mappa evento luglio 2024 da piano di emergenza comunale



3.2 Risultati e Descrizione delle carte

La verifica idraulica è stata condotta in moto permanente monodimensionale lungo l'alveo del Torrente Certesa e in moto vario con schema bidimensionale nelle aree di esondazione al fine di individuare le zone di maggior probabile accumulo degli allagamenti. Le verifiche hanno permesso di mappare le aree allagabili con tempo di ritorno di 20, 100 e 500 anni così come richiesto dalla normativa vigente e di valutare il pericolo idraulico nelle aree interessate dall'esondazione con tempo di ritorno di 100 anni correlando altezza dell'acqua e velocità della corrente secondo lo schema riportato nell'allegato 4 della D.g.r. 2616 del 2011.

3.2.1 Moto permanente

In prima analisi sono state condotte verifiche in moto permanente con tempo di ritorno di 20, 100 e 500 anni. I risultati sono confrontabili con quanto ottenuto nel precedente studio idraulico redatto dall'Ing. Bai Antonino, Carimati Dr. Roberto e Zaro Dr. Giovanni.

3.2.2 Moto vario

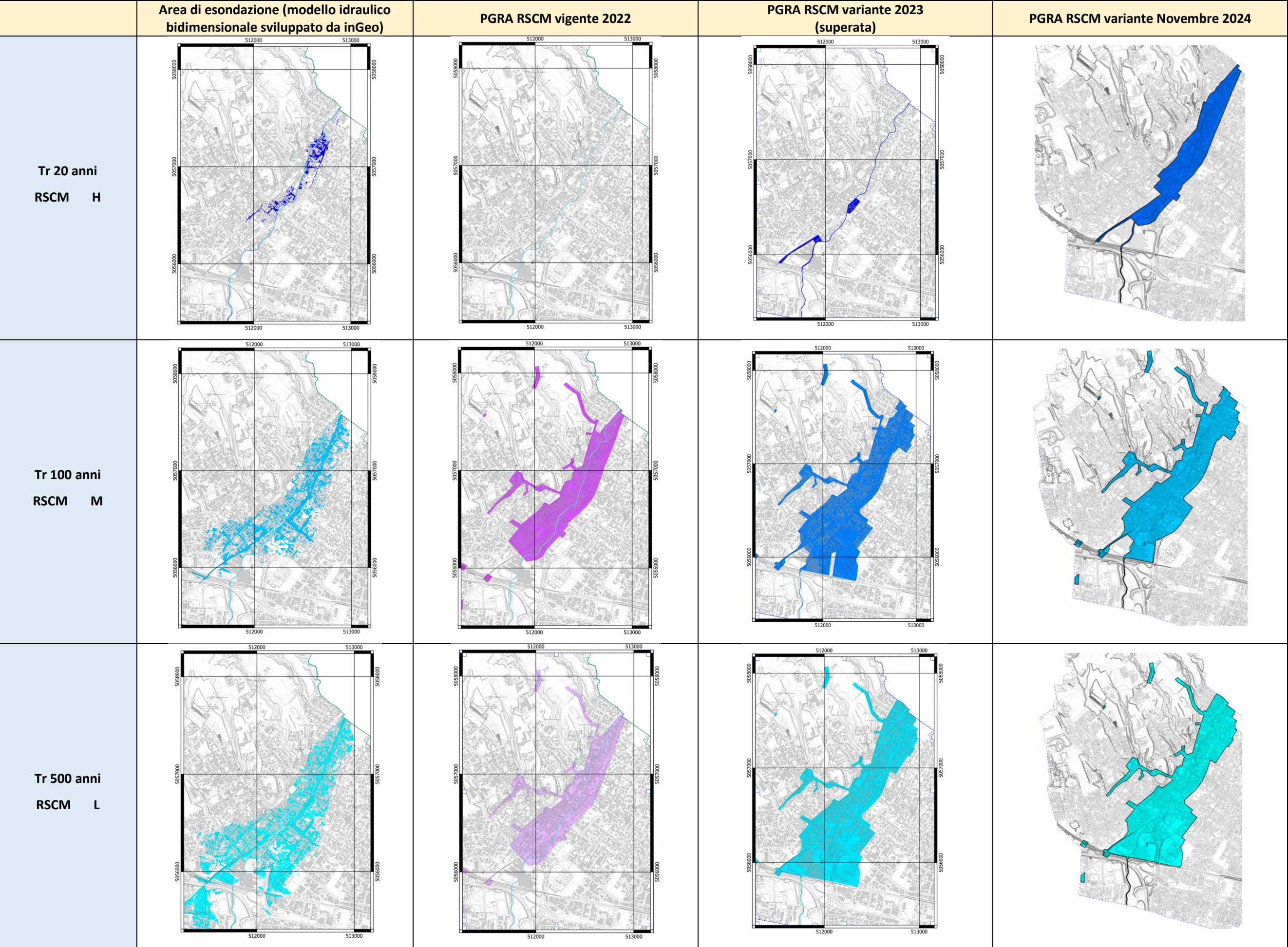
Considerato il potenziale rischio di esondazione evidenziato dalla verifica in moto permanente, si è proceduto ad una verifica bidimensionale in moto vario per tenere conto del fenomeno di laminazione dell'onda di piena con conseguente variazione della portata. La simulazione ha permesso di valutare l'estensione delle aree di esondazione, la pericolosità delle arre e il rischio degli elementi esposti stante lo stato di fatto attuale del territorio.

3.2.3 Aree di Esondazione

Lo studio idraulico è stato condotto nell'ipotesi di piena con tempo di ritorno di 20, 100 e 500 anni così come indicato dalla normativa, al fine di verificare la coerenza tra i risultati e le aree ora indicate nella perimetrazione PGRA vigente. Nello specifico, al momento a Meda le aree PGRA-RSCM non derivano da studi idraulici di dettaglio, ma solo dalla mappatura delle aree di esondazione riferite all'evento alluvionale del luglio 2014 che comprendono anche scenari imputabili all'insufficienza della rete delle acque bianche e/o della tombinatura stradale nell'area collinare, estranee quindi alla dinamica del T. Certesa.

In base ai risultati delle simulazioni condotte con vari tempi di ritorno, si procede con la delimitazione delle aree allagabili per l'esondazione del T. Certesa. Per maggiori dettagli si vedano le Tavv. 1-2-3 allegate a fine testo.

Di seguito si riporta la sintesi di tali tavole a confronto:



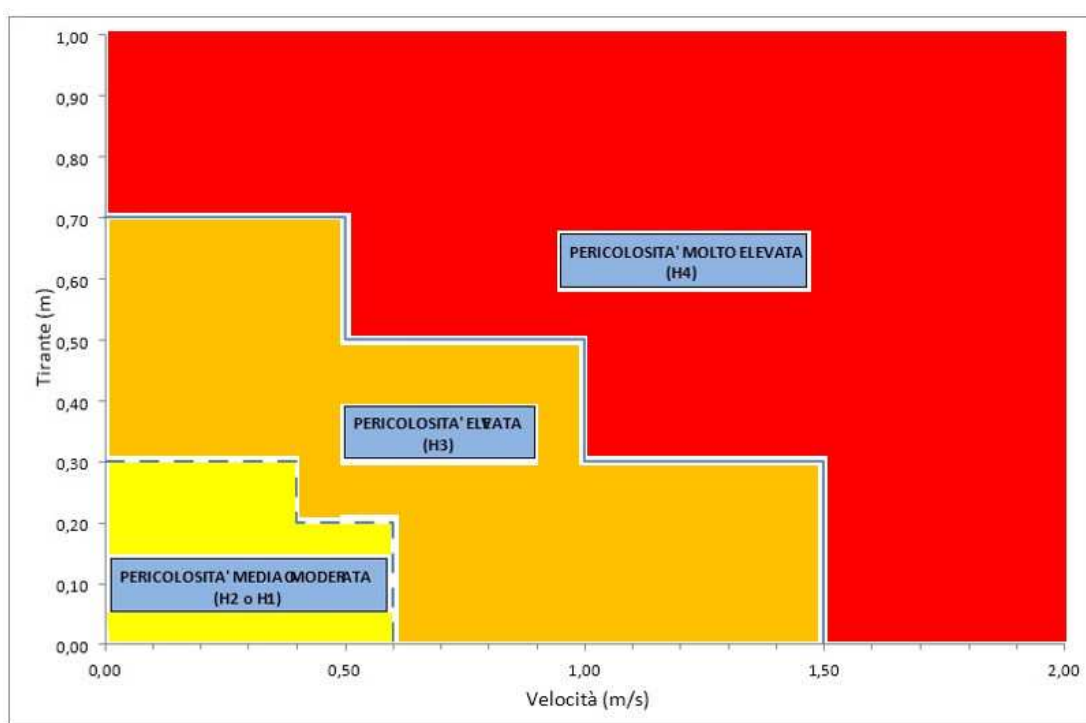
3.2.4 Zonazione del pericolo e del rischio per esondazione con Tr 100 anni

Per gli ambiti edificati ricadenti in zone di esondazione (R4), la D.G.R. 6738 del 19/06/2017 impone valutazioni di dettaglio della pericolosità e rischio locale seguendo quanto indicato nell'allegato 4 della D.G.R. 2616 del 2011 "procedure per la valutazione e zonazione della pericolosità e del rischio da esondazione".

Lungo l'asta del torrente Certesa e nei terreni allagabili del fondovalle è stata condotta l'analisi della pericolosità idraulica per evento con tempo di ritorno di 100 anni,

Grazie all'analisi bidimensionale condotta con Hec Ras 6.5, è possibile classificare aree uniformi in base all'altezza del battente idrico e aree uniformi in base alla velocità della corrente.

La valutazione della pericolosità è attribuita in base al grafico riportato nell'allegato 4 della D.g.r. 2616 del 2011:



Come si evince dall'osservazione del grafico, ad ogni coppia associata dei valori di battente idrico/velocità della corrente è attribuita una classe di pericolosità che varia da:

- H1=pericolosità moderata
- H2=pericolosità media
- H3=pericolosità elevata
- H4=pericolosità molto elevata

Partendo dalle aree a diversa pericolosità idraulica attribuite in base al battente idrico e alla velocità della corrente, si procede alla successiva valutazione del rischio in base alla destinazione di uso delle varie porzioni di territorio interessate dall'esondazione. La destinazione d'uso del suolo è ricavata dal progetto DUSAF 2015 (banca dati geografica multi-temporale che classifica il territorio sulla base delle principali tipologie di copertura e di utilizzo del suolo). La normativa propone di quantificare il rischio mettendo in relazione la pericolosità (H), l'entità degli elementi a rischio di danno potenziale (E) e la vulnerabilità degli stessi (V) secondo la relazione di natura qualitativa:

$$R = H \times E \times V$$

Le classi del danno potenziale sono determinate in funzione degli elementi a rischio presenti nell'area considerata in base alla tabella sottostante:

DANNO POTENZIALE	ELEMENTI A RISCHIO
Grave (E4)	Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale
Medio (E3)	Aree a vincolo ambientale e paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie
Moderato (E2)	Aree agricole di elevato pregio (vigneti, frutteti)
Basso (E1)	Seminativi

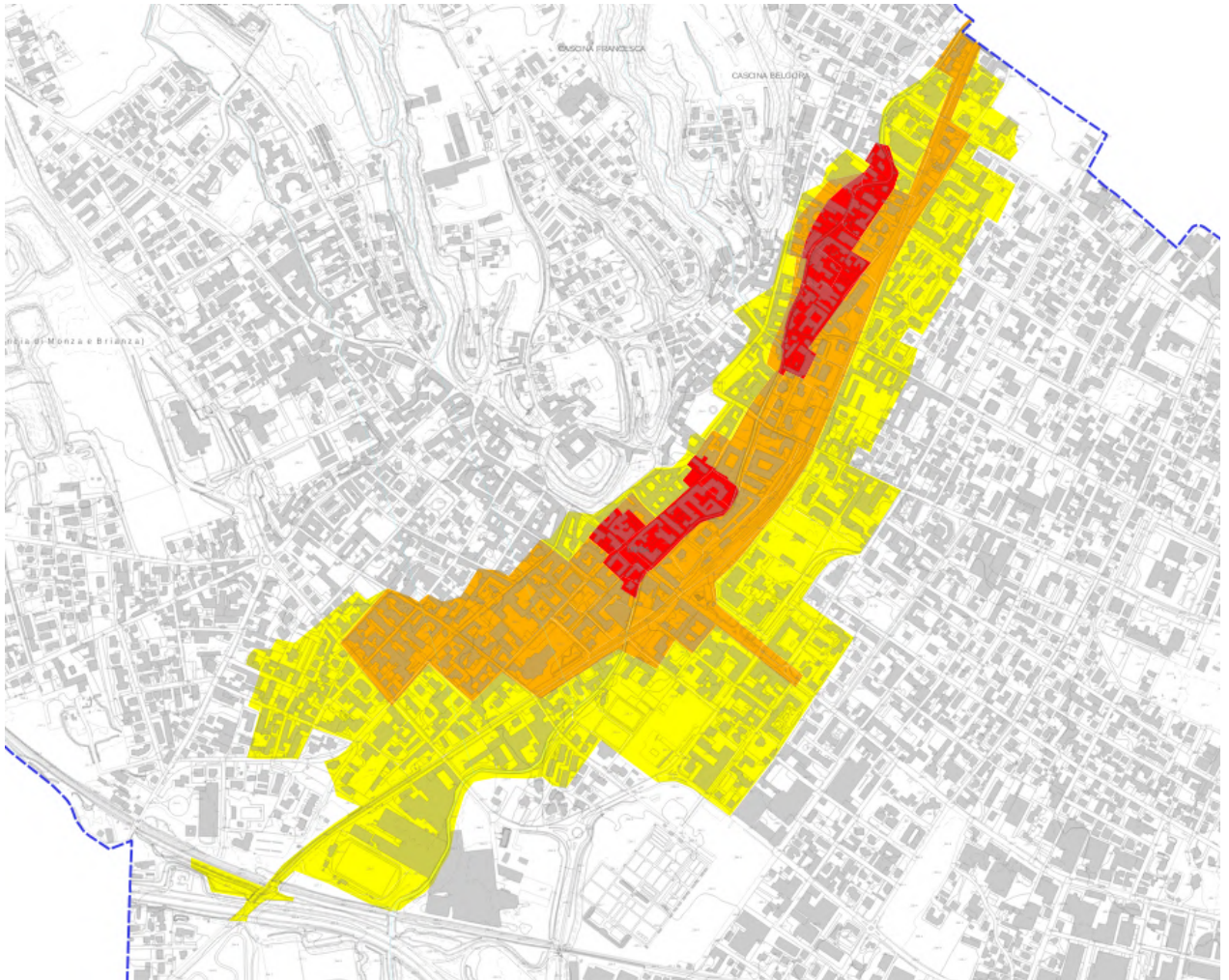
Ponendo (a favore di sicurezza) la vulnerabilità pari a 1 così come indicato dall'allegato 4 della D.g.r. 2616/2011, il rischio idraulico deriva dall'intersezione di pericolo H e danno potenziale E, secondo la tabella di seguito riportata:

	H4	H3	H2	H1
E4	R4	R4	R2	R2
E3	R3	R3	R2	R1
E2	R2	R2	R1	R1
E1	R1	R1	R1	R1

R1=rischio moderato
R2=rischio medio
R3=rischio elevato
R4=rischio molto elevato

La rappresentazione delle aree di esondazione, del battente idrico e della velocità della corrente sono rappresentati nelle carte 4a-b-c-d allegate a fine testo.

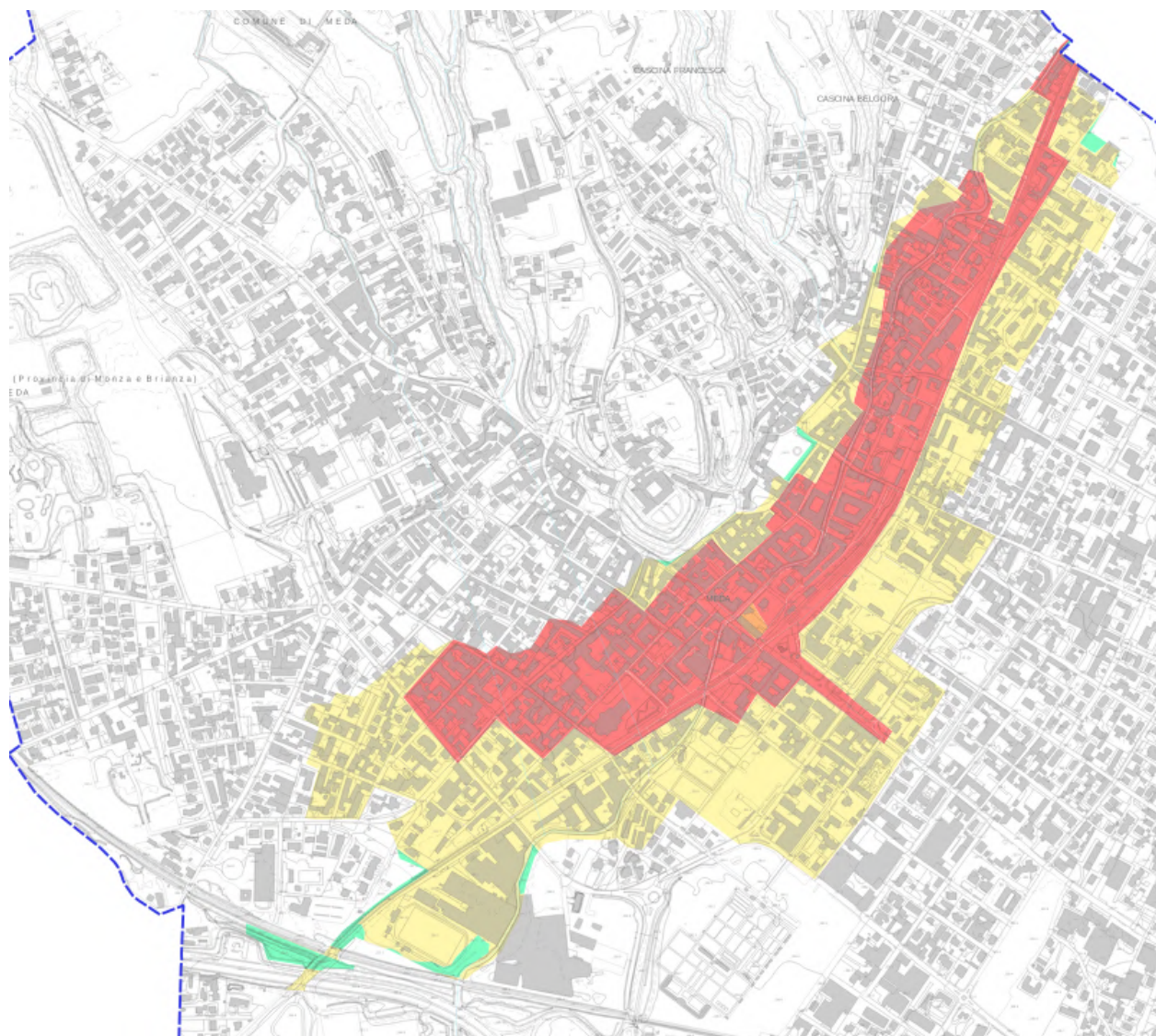
I risultati consentono di raggruppare le aree a pericolosità omogenea e quindi di classificare il territorio allagabile:



Pericolo idraulico Tr 100

- H2 - pericolo medio
- H3 - pericolo elevato
- H4 - pericolo molto elevato

La mappa del pericolo soprastante, associata all'uso del suolo nel rispetto della tabella sopra riportata permette di redigere la mappa del rischio per esondazione:



Classi di rischio
(Riferimento: Ortofoto AGEA 2021
Simulazione esondazione Tr 100 anni)

- R1 - rischio basso
- R2 - rischio medio
- R3 - rischio elevato
- R4 - rischio molto elevato

3.3 Adeguamento Piano di Protezione Civile Comunale

L'area del centro abitato di Meda è attualmente inserita nel Piano di Emergenza Comunale con uno scenario specifico di rischio per alluvione. Lo studio idraulico condotto dallo scrivente, sebbene confermi in linea di massima tale scenario, fornisce nuove indicazioni per assumere maggior consapevolezza del grado di rischio gravante sul territorio. Tali informazioni desumibili dalla Carta del Rischio Idraulico sopra riportata, dovranno essere tenute in debito conto nell'ambito dell'aggiornamento del Piano di Protezione Civile Comunale.

4 DISPOSIZIONI COMUNI A TUTTI GLI AMBITI ALLAGABILI DAL T. CERTESA

4.1 Disposizioni inerenti all'informazione relativa alla pericolosità idraulica e al rischio

I Comuni provvedono a inserire nelle certificazioni di cui all'art. 5 comma 2 lettera d del d.p.r. 6 giugno 2001, n. 380, anche le classificazioni di pericolosità e di rischio derivanti dagli aggiornamenti al PAI prodotti dal PGRA nonché dalle presenti disposizioni normative.

In analogia con quanto previsto all'art. 18, comma 7 delle N.d.A. del PAI, i soggetti attuatori di interventi sono tenuti a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'Amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dai fattori di pericolosità idraulica e idrogeologica segnalati nelle certificazioni di cui sopra. I Comuni istituiscono un registro degli atti liberatori, aggiornato e reso pubblico secondo modalità stabilite dagli stessi Comuni. La Regione si riserva la possibilità di chiedere copia di tale registro.

4.2 Disposizioni inerenti agli accorgimenti edilizi da adottare per la mitigazione del rischio

Ad integrazione di quanto già riportato nell'allegato 4 alla D.g.r. IX/2616/2011 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione", in merito ai possibili accorgimenti edilizi che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio da alluvione già in sede di progettazione, al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, si aggiungono i seguenti, riferiti specificamente ai piani interrati e seminterrati:

- pareti perimetrali, pavimenti e solette realizzati a tenuta d'acqua;
- presenza di scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
- impianti elettrici realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento anche in caso di allagamento;
- aperture con sistemi di chiusura a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- rampe di accesso provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc.) per impedire/limitare l'ingresso dell'acqua;
- sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.

4.3 Disposizioni inerenti all'asseverazione di congruità delle varianti urbanistiche alla componente geologica del PGT e alla pianificazione sovraordinata

Tutte le varianti urbanistiche adottate dopo la data di pubblicazione sul BURL delle presenti disposizioni, devono essere corredate da un'asseverazione di congruità delle varianti stesse con la componente geologica del PGT e con le nuove limitazioni derivanti dal PGRA, dalla variante normativa al PAI e dalle disposizioni regionali conseguenti, seguendo il nuovo schema di asseverazione riportato in Allegato 6.

4.4 Disposizioni inerenti agli interventi edilizi

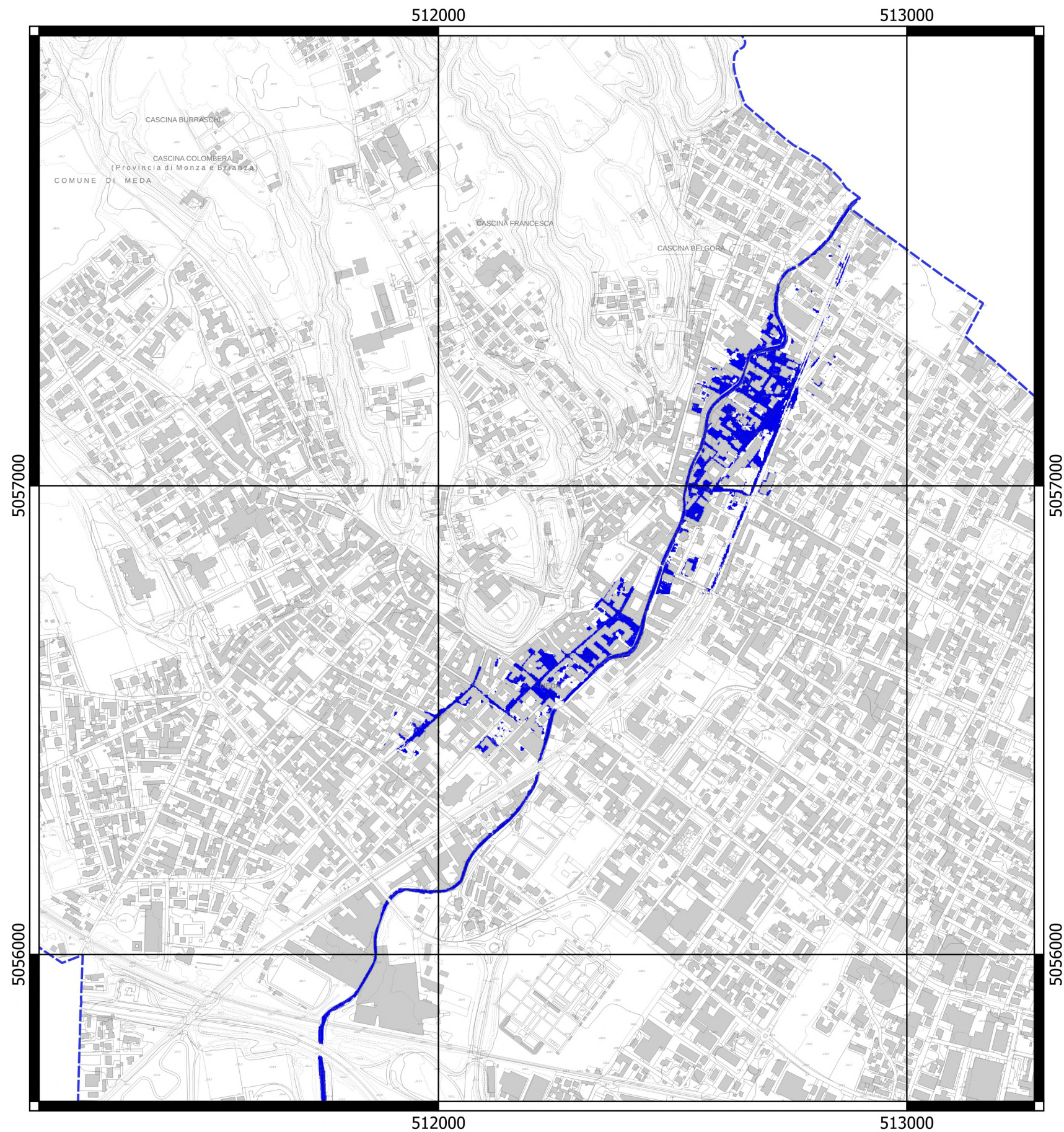
Nella modulistica edilizia unificata, laddove è previsto che si dichiari che l'intervento è compatibile con le limitazioni derivanti dalla classe di fattibilità geologica e relativa normativa assegnata nel PGT, fino all'adeguamento dello stesso occorre dichiarare anche la compatibilità dell'intervento con le limitazioni derivanti dal PGRA vigente, dalla variante normativa al PAI e dalle disposizioni regionali conseguenti.

Lecco, GIUGNO 2025

Redatto da:

ing. Valeria LOCATELLI
dott. geol. Domenico SCINETTI
dott. geol. Vittorio BUSCAGLIA

documento firmato digitalmente



Area di esondazione da modello idraulico con Tr 20 anni

150 0 150 300 450 600 750 m

Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia



Studio Associato
di ingegneria e geologia

Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO
tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it

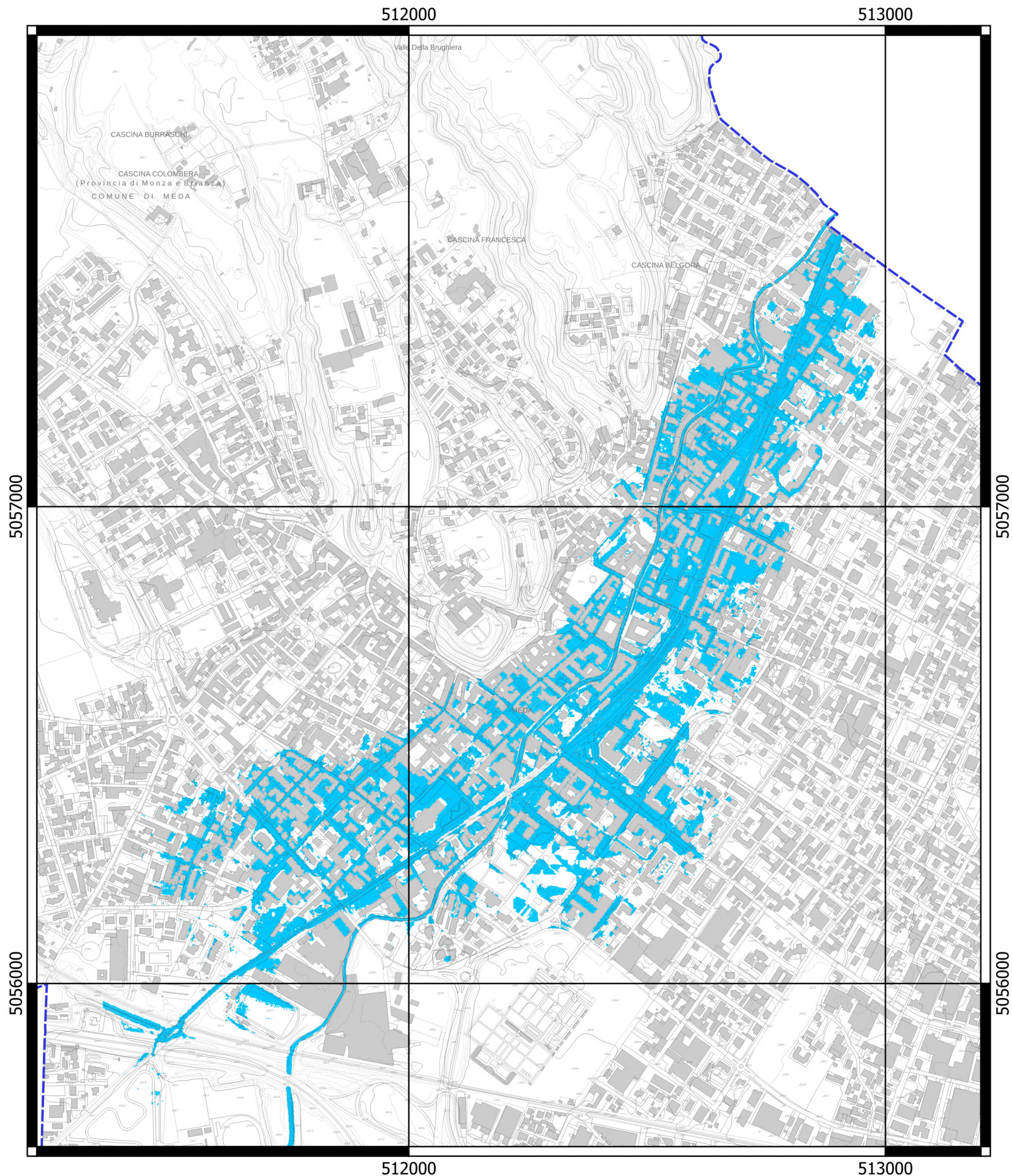
Committente: COMUNE DI MEDA

STUDIO IDRAULICO
TORRENTE CERTESA
NEL COMUNE DI MEDA (MB)

Oggetto: Area di esondazione
Tempo di ritorno 20 anni

Scala: 1:10.000

Tav. 1




Area di esondazione da modello idraulico con Tr 100 anni

150 0 150 300 450 600 750 m

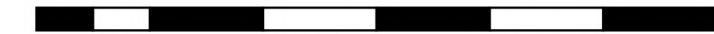
Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia

 Studio Associato di ingegneria e geologia	Committente: COMUNE DI MEDA	
	STUDIO IDRAULICO TORRENTE CERTESA NEL COMUNE DI MEDA (MB)	
	Oggetto: Area di esondazione Tempo di ritorno 100 anni	
	Scala: 1:10.000	Tav. 2
<small>Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it</small>		



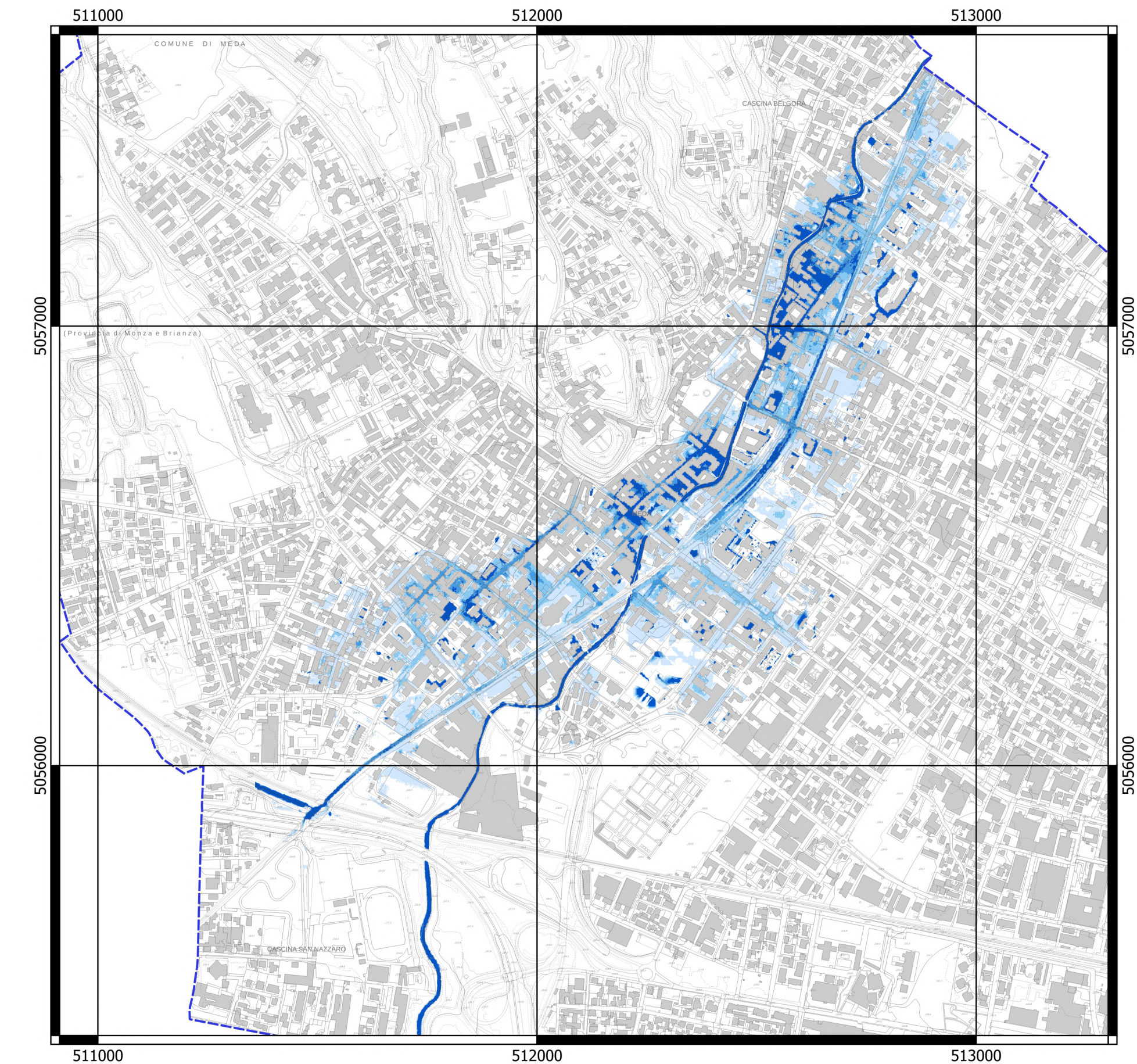
 Area di esondazione da modello idraulico con Tr 500 anni

150 0 150 300 450 600 750 m



Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia

 Studio Associato di ingegneria e geologia	Committente: COMUNE DI MEDA	
	STUDIO IDRAULICO TORRENTE CERTESA NEL COMUNE DI MEDA (MB)	
	Oggetto: Area di esondazione Tempo di ritorno 500 anni	
Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it	Scala: 1:10.000	Tav. 3



Verifica idraulica: Battente Tr 100

- da 0 a 30 cm
- da 30 a 50 cm
- da 50 a 70 cm
- oltre 70 cm

100 0 100 200 300 400 500 m

Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia



Studio Associato
di ingegneria e geologia

Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO
tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it

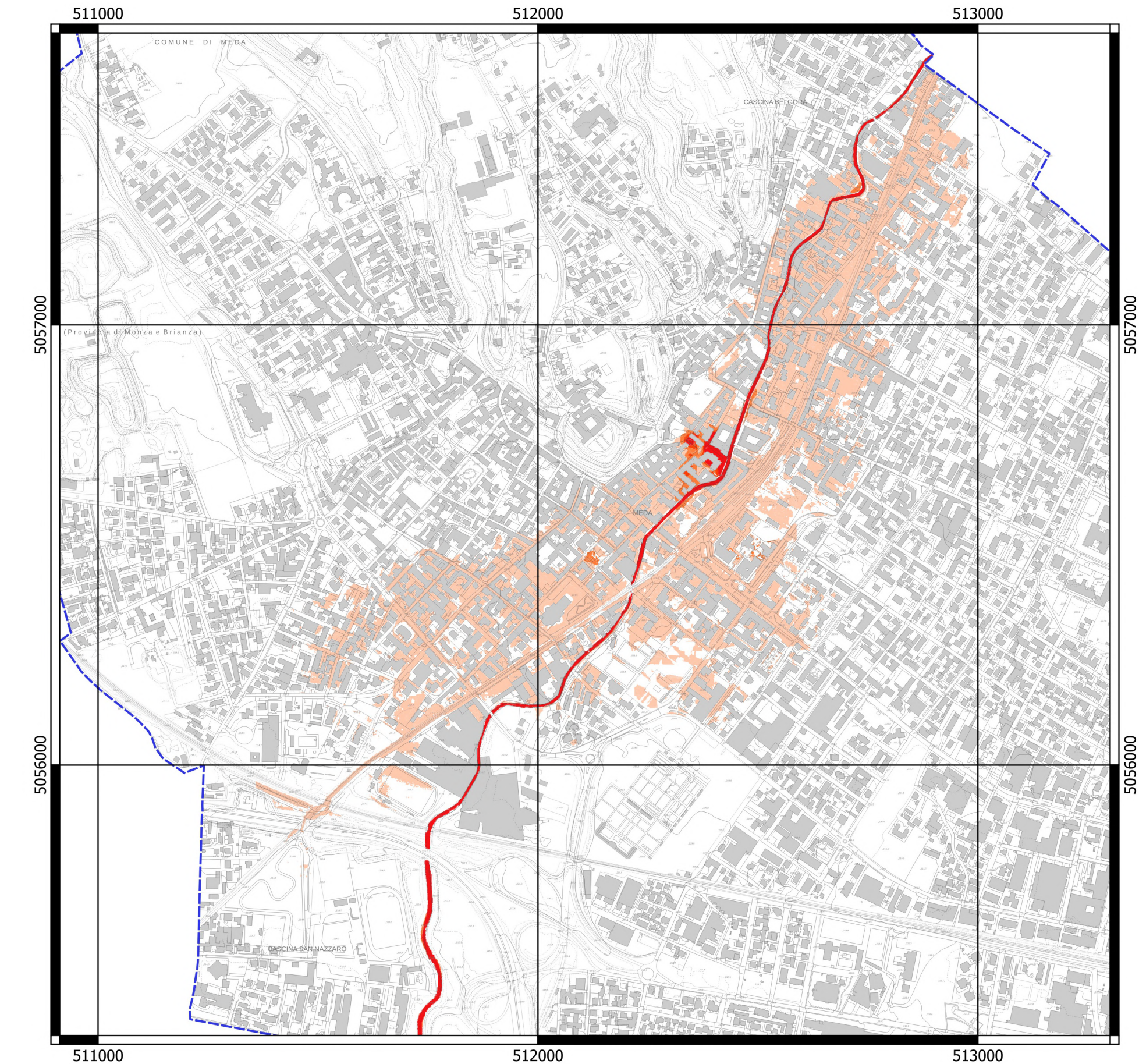
Committente: COMUNE DI MEDA

STUDIO IDRAULICO
TORRENTE CERTESA
NEL COMUNE DI MEDA (MB)

Oggetto: Esondazione TR 100
SIMULAZIONE BATTENTE

Scala: 1:10.000

Tav. 4a



Verifica idraulica: Velocità Tr 100

- da 0 a 0,5 m/s
- da 0,5 a 1,0 m/s
- da 1,0 a 1,5 m/s
- oltre 1,5 m/s

100 0 100 200 300 400 500 m

Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia



Studio Associato
di ingegneria e geologia

Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO
tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it

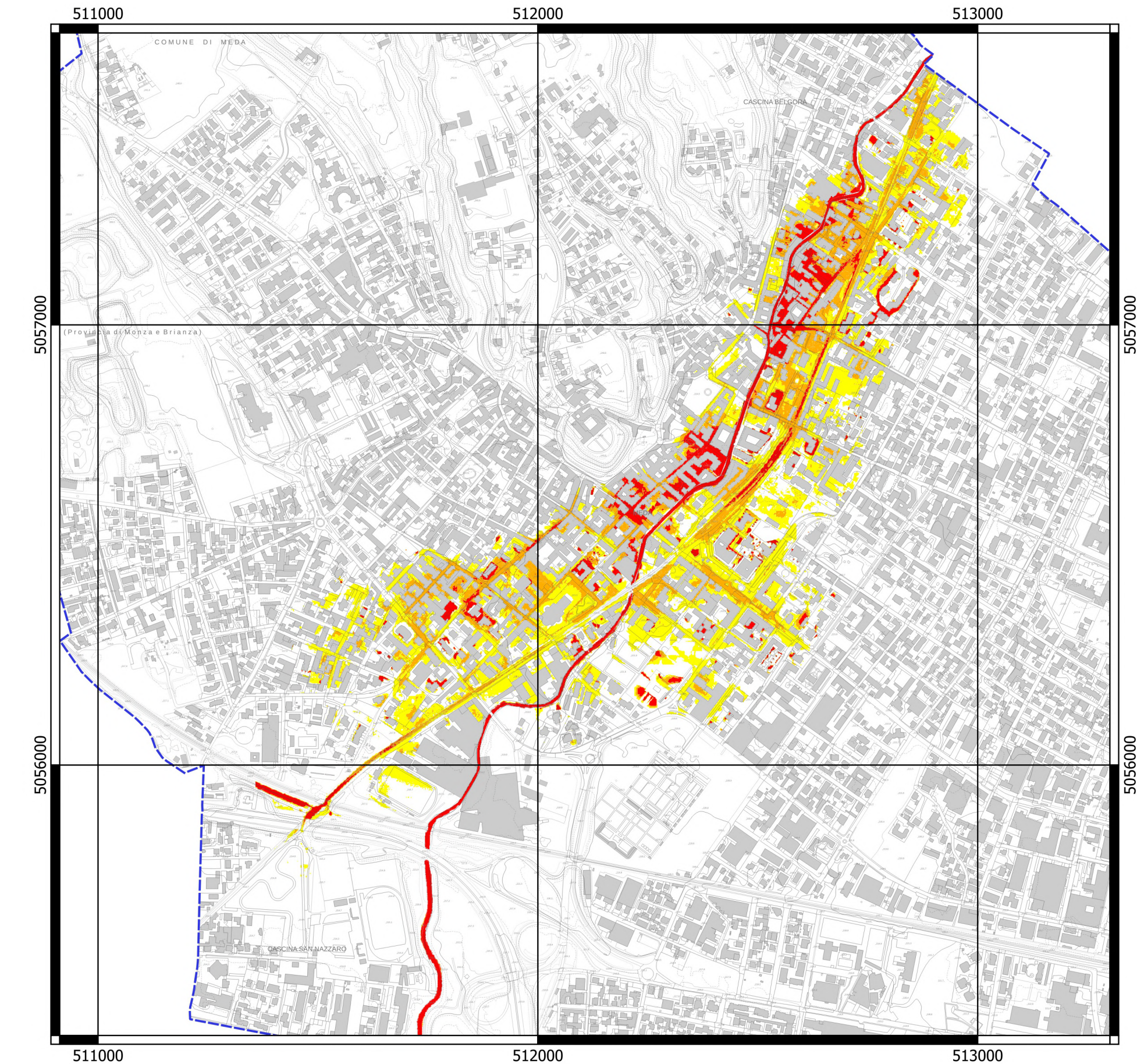
Committente: COMUNE DI MEDA

STUDIO IDRAULICO
TORRENTE CERTESA
NEL COMUNE DI MEDA (MB)

Oggetto: Esondazione TR 100
SIMULAZIONE VELOCITA'

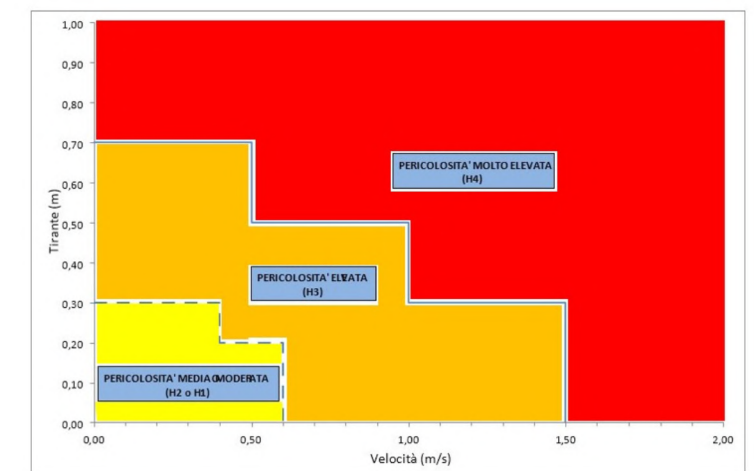
Scala: 1:10.000

Tav. 4b



Verifica idraulica: Pericolo Tr 100

- H2 - pericolo medio
- H3 - pericolo elevato
- H4 - pericolo molto elevato



100 0 100 200 300 400 500 m

Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia



Studio Associato
di ingegneria e geologia

Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO
tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it

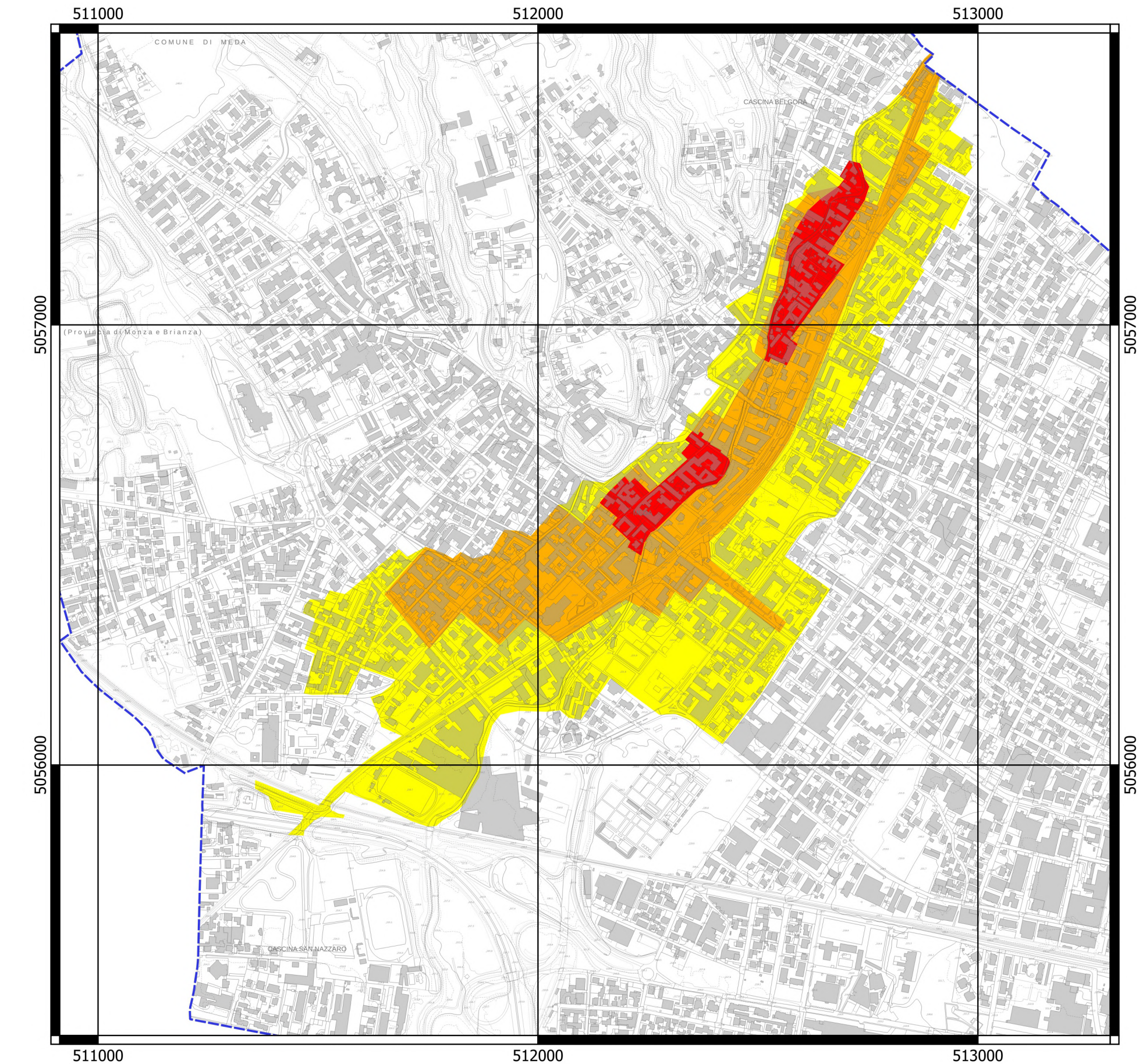
Committente: COMUNE DI MEDA

STUDIO IDRAULICO
TORRENTE CERTESA
NEL COMUNE DI MEDA (MB)

Oggetto: Esondazione TR 100
SIMULAZIONE PERICOLO

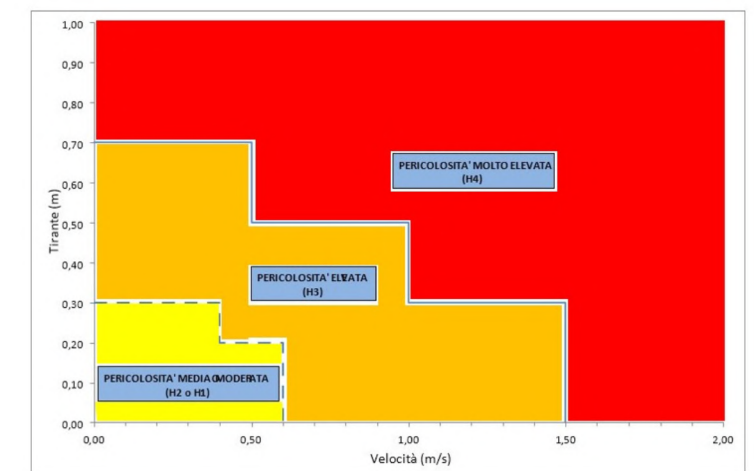
Scala: 1:10.000

Tav. 4c



Pericolo idraulico Tr 100

- H2 - pericolosità media
- H3 - pericolosità elevata
- H4 - pericolosità molto elevata



100 0 100 200 300 400 500 m

Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia



Studio Associato
di ingegneria e geologia

Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO
tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it

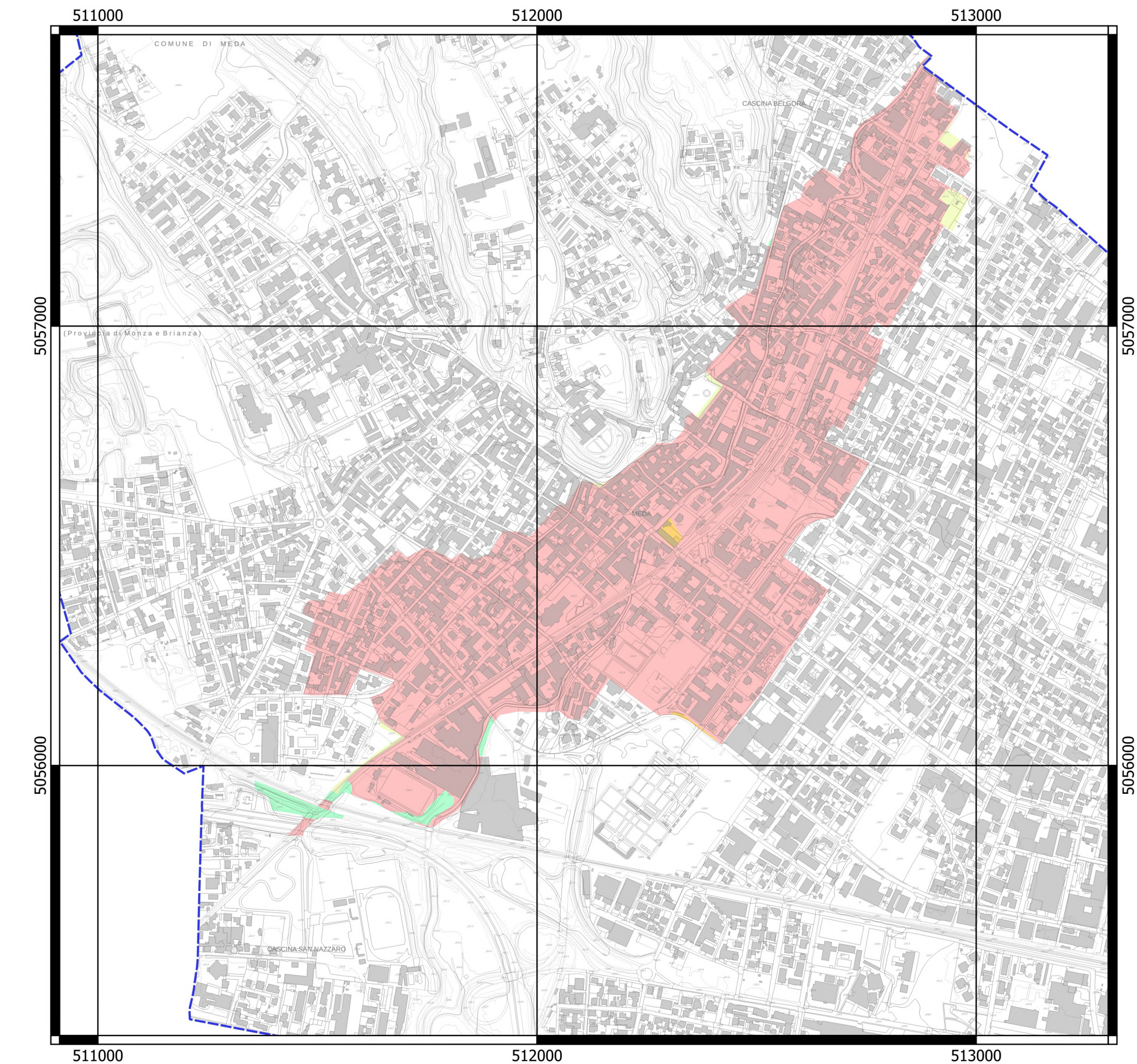
Committente: COMUNE DI MEDA

STUDIO IDRAULICO
TORRENTE CERTESA
NEL COMUNE DI MEDA (MB)

Oggetto: Esondazione TR 100
SINTESI PERICOLO

Scala: 1:10.000

Tav. 4d



Classi di Danno
(Riferimento: Ortofoto AGEA 2021)

- Classe di Danno - D1
- Classe di Danno - D2
- Classe di Danno - D3
- Classe di Danno - D4

100 0 100 200 300 400 500 m

Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia



Studio Associato
di ingegneria e geologia

Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO
tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it

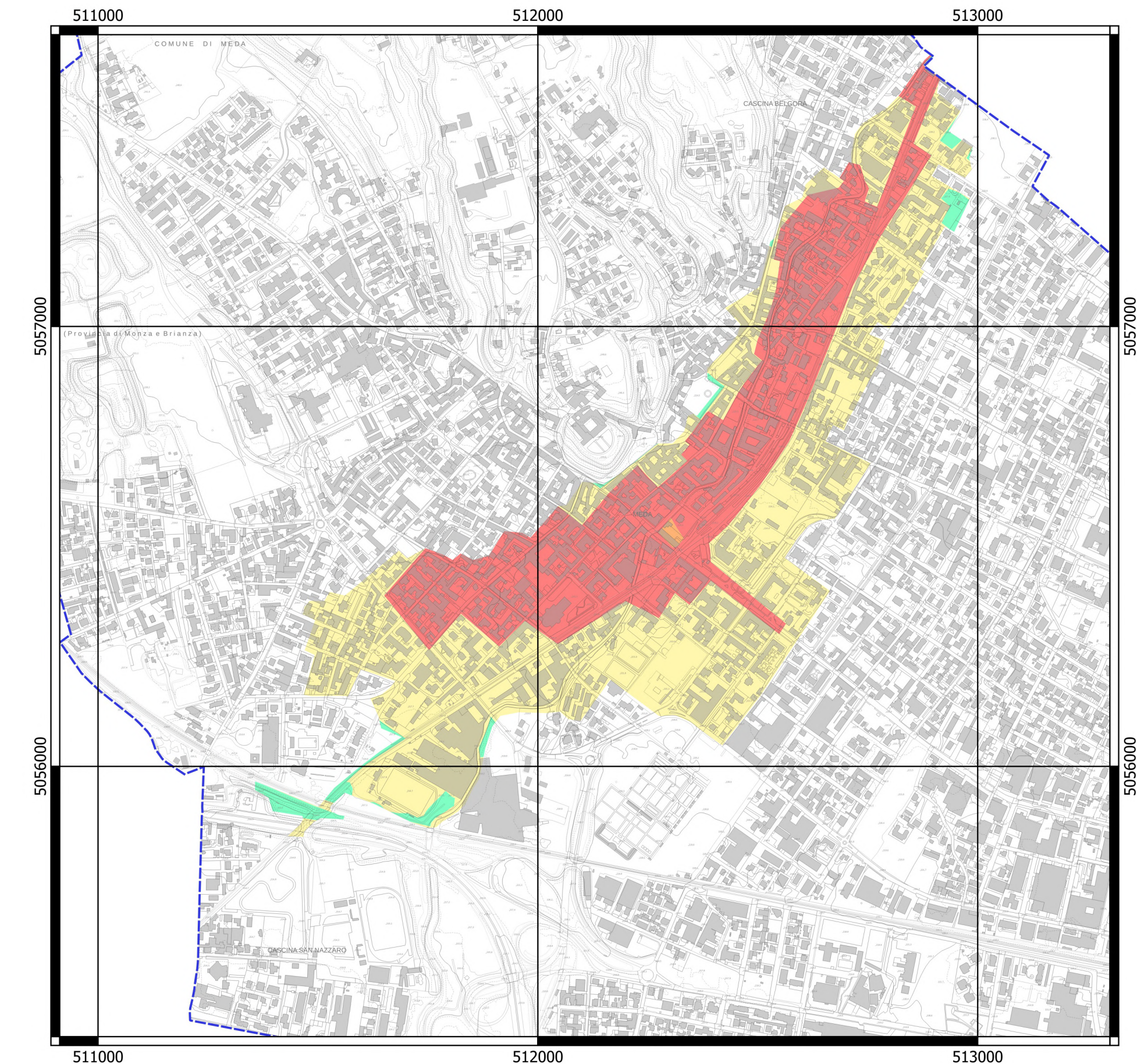
Committente: COMUNE DI MEDA

STUDIO IDRAULICO
TORRENTE CERTESA
NEL COMUNE DI MEDA (MB)

Oggetto: Area PGRA - RSCM / M
SIINTESI CLASSI DI RISCHIO

Scala: 1:10.000

Tav. 4e



Classi di rischio
(Riferimento: Ortofoto AGEA 2021
Simulazione esondazione Tr 100 anni)

- R1 - rischio basso
- R2 - rischio medio
- R3 - rischio elevato
- R4 - rischio molto elevato



Corso Martiri della Libertà 28 - 23900 LECCO
tel. fax 0341 360078 e-mail ingeo@studioingeo.it

Committente: COMUNE DI MEDA	
STUDIO IDRAULICO TORRENTE CERTESA NEL COMUNE DI MEDA (MB)	
Oggetto: Area PGRA - RSCM / M SIINTESI CLASSI DI RISCHIO	
Scala: 1:10.000	Tav. 4f

Base cartografica: DBT Geoportale Regione Lombardia

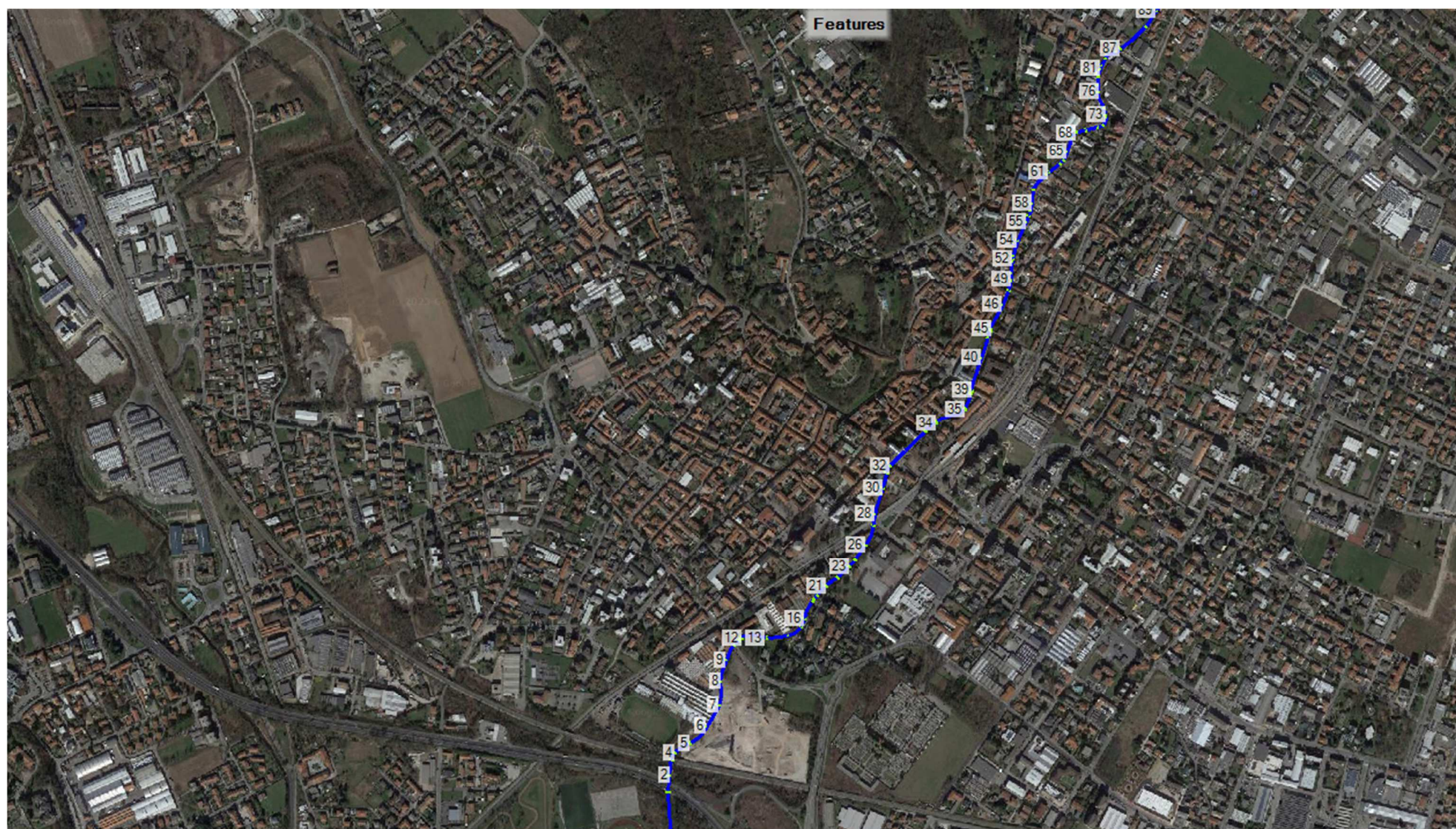
ALLEGATO

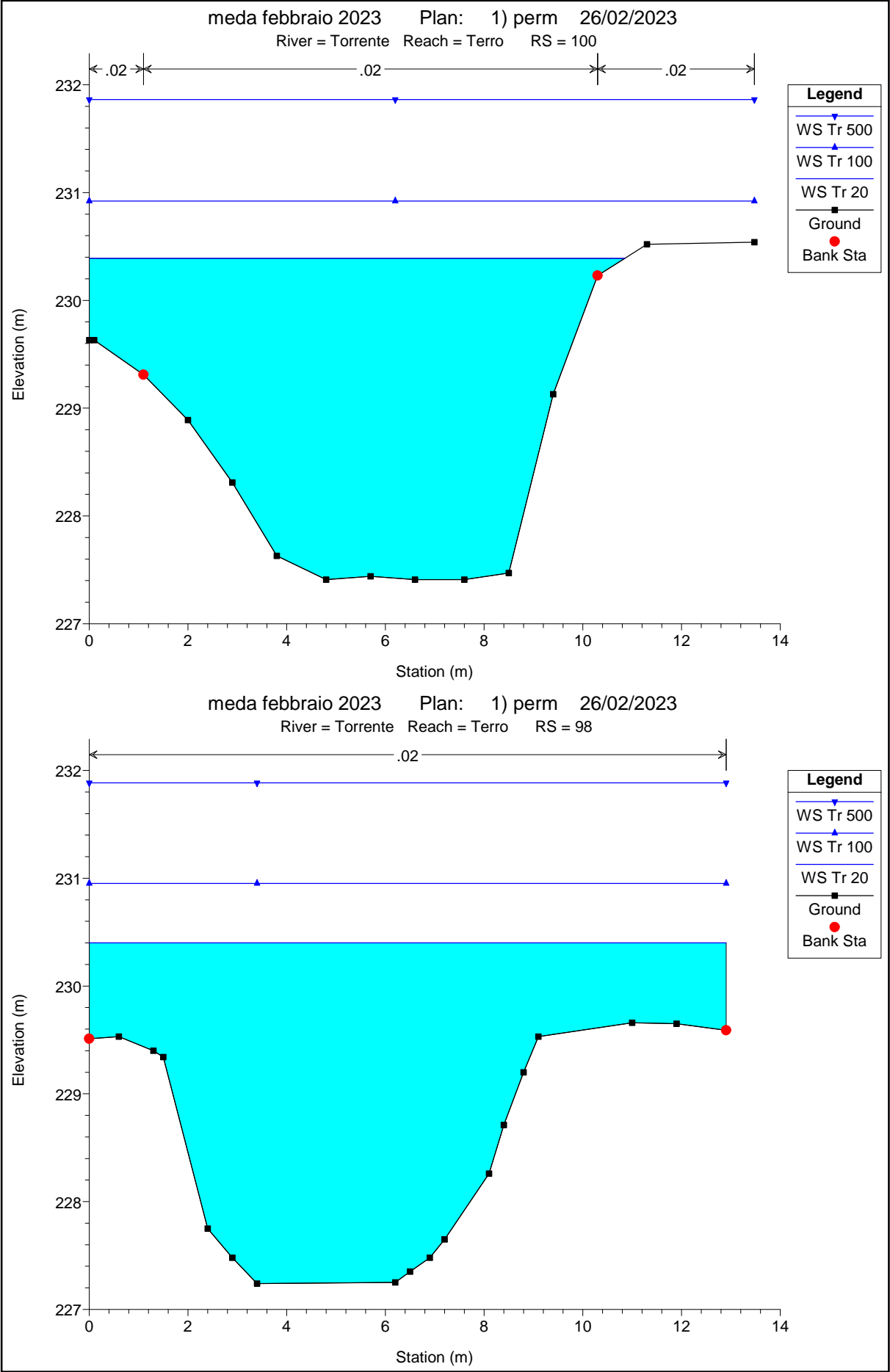
Verifica Idraulica HEC RAS

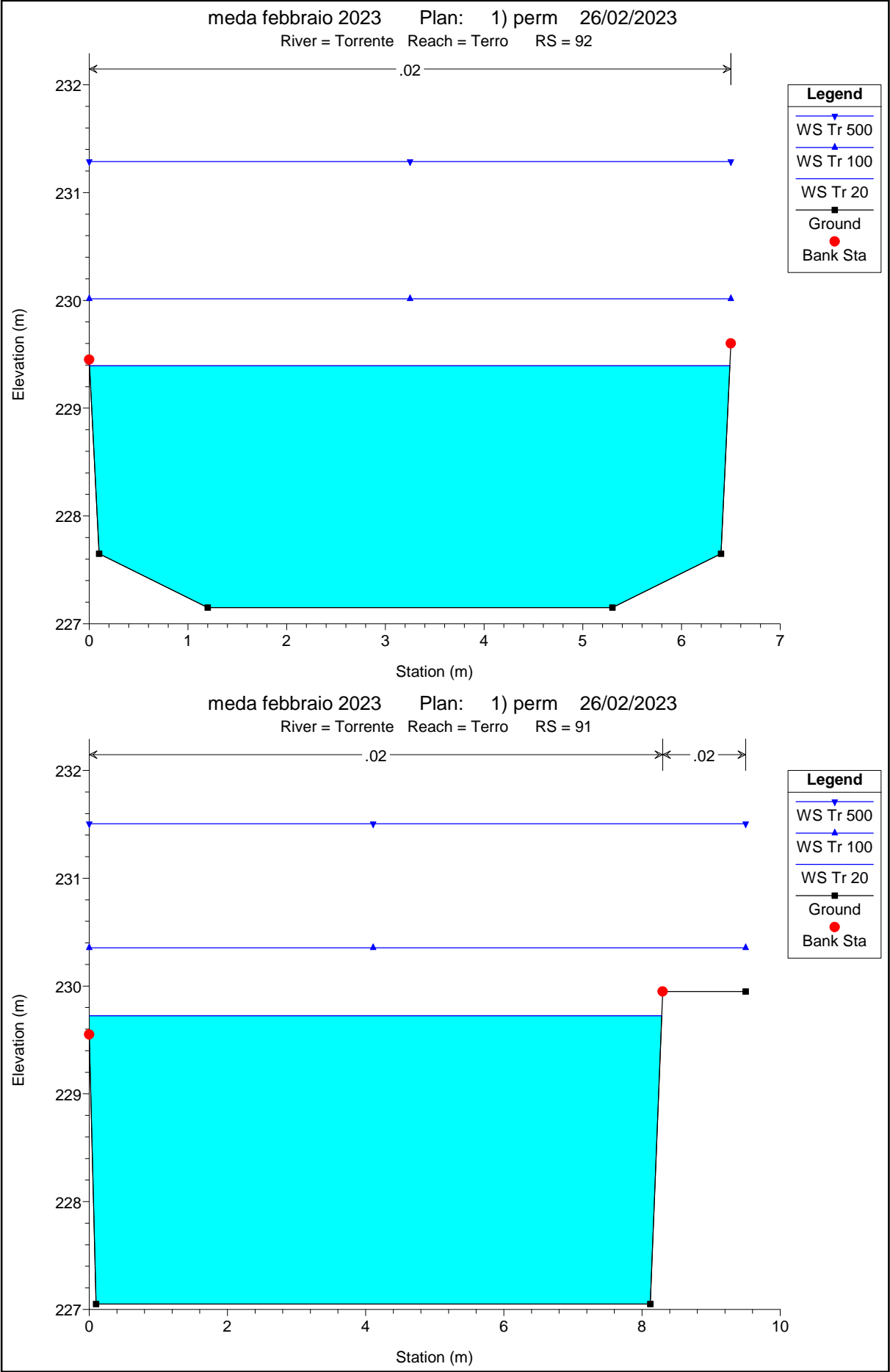
ALLEGATO

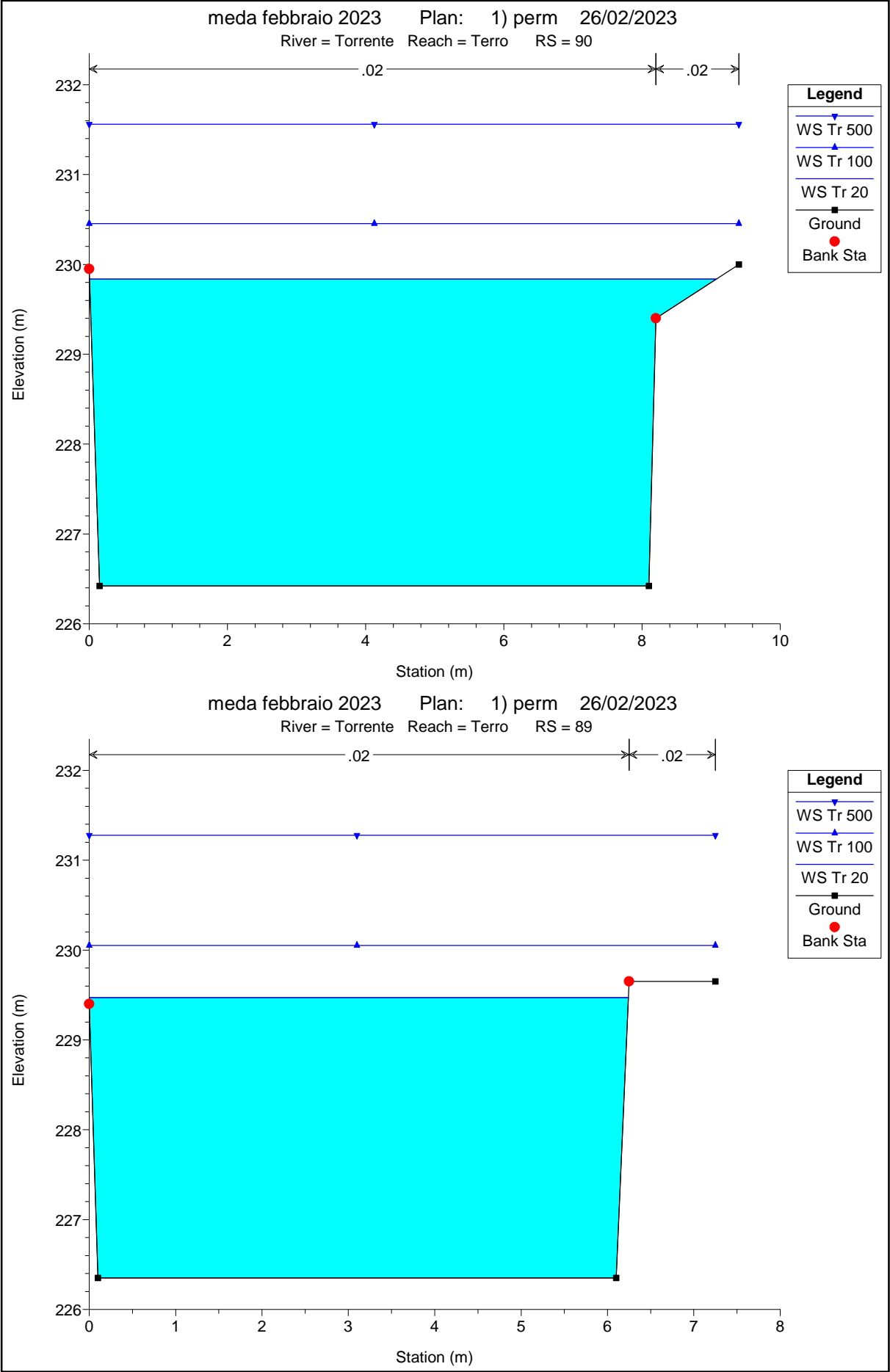
Verifica Idraulica
HEC RAS
MOTO PERMANENTE

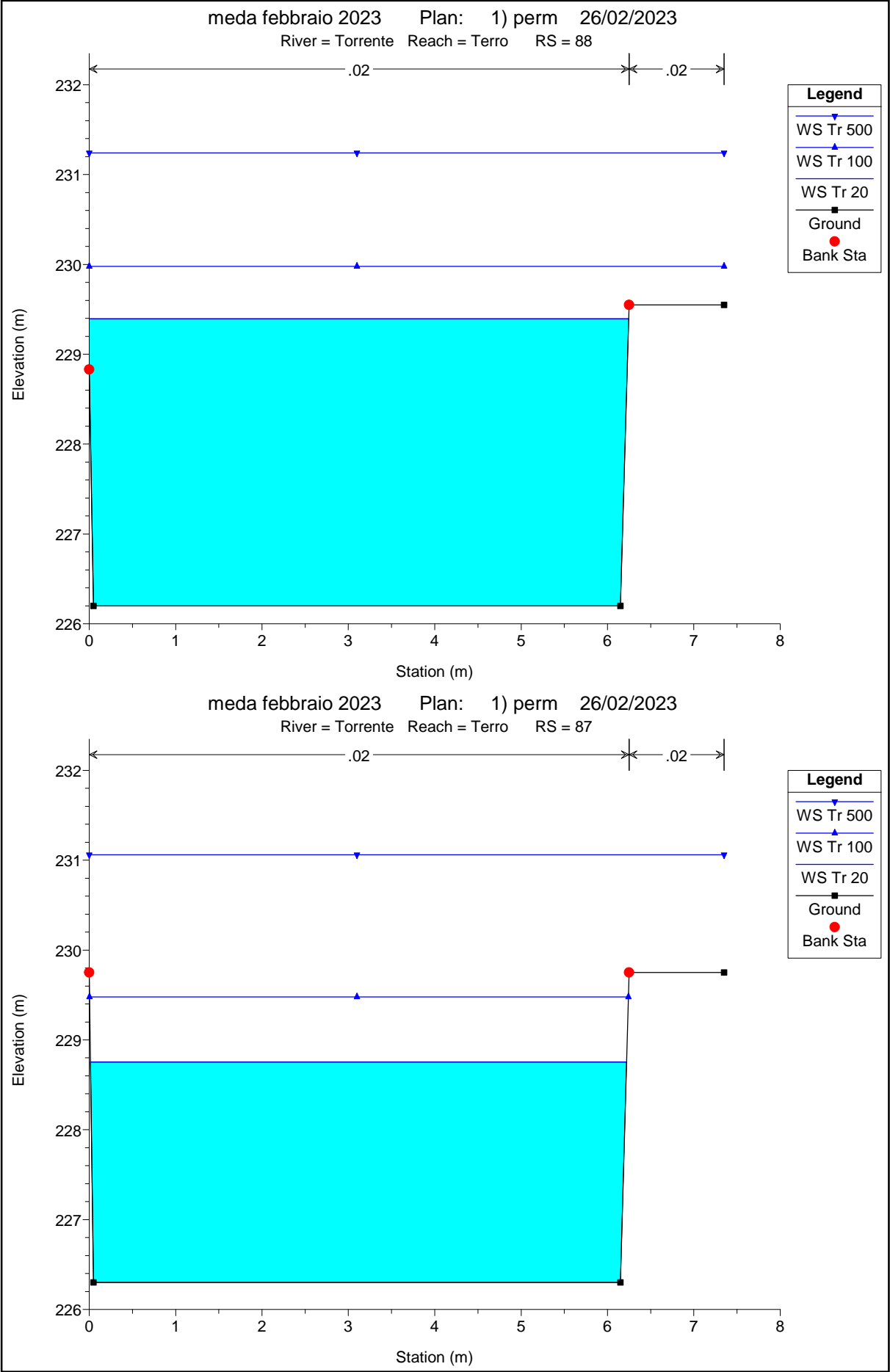
UBICAZIONE SEZIONI RILEVATE

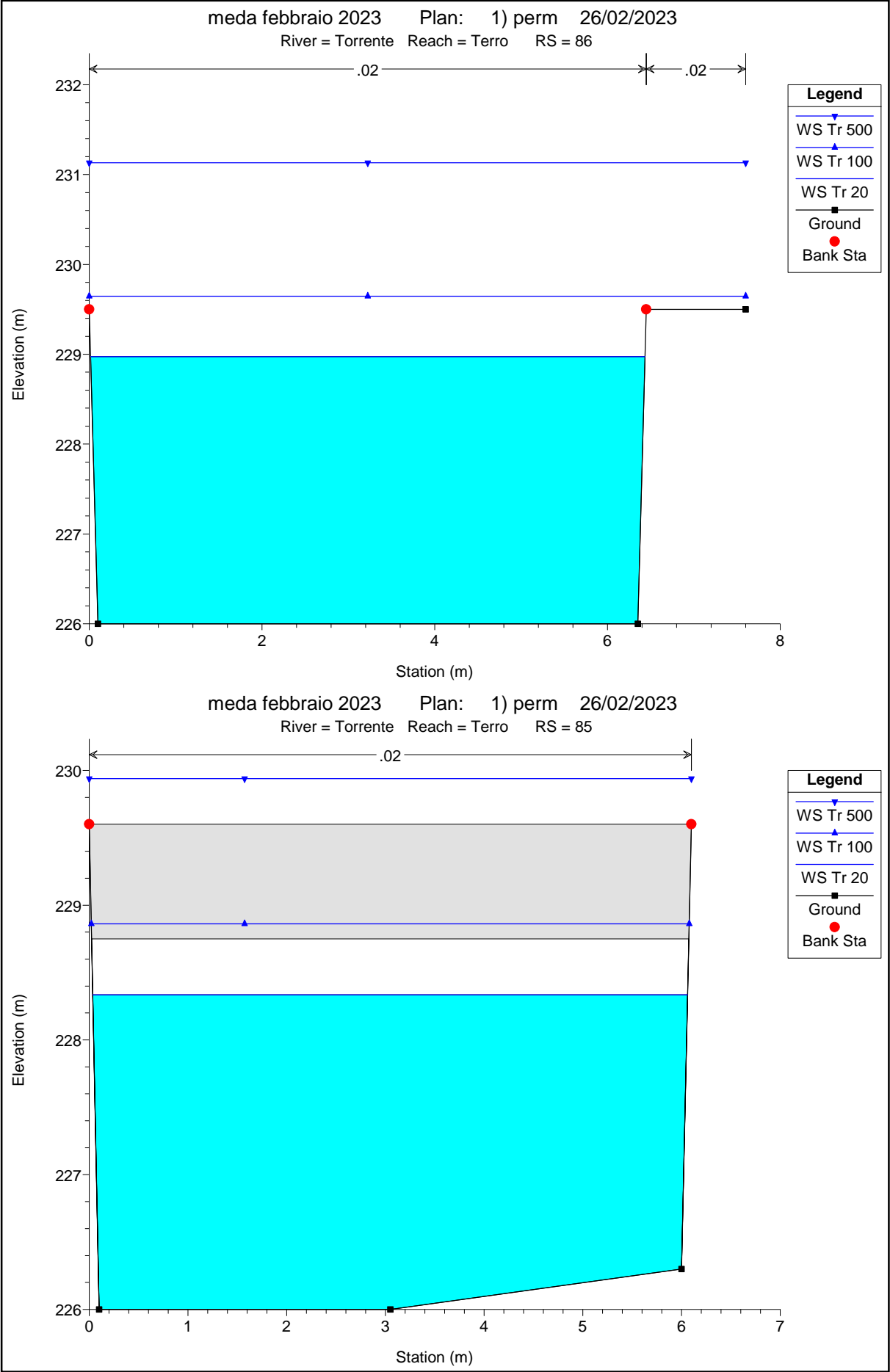


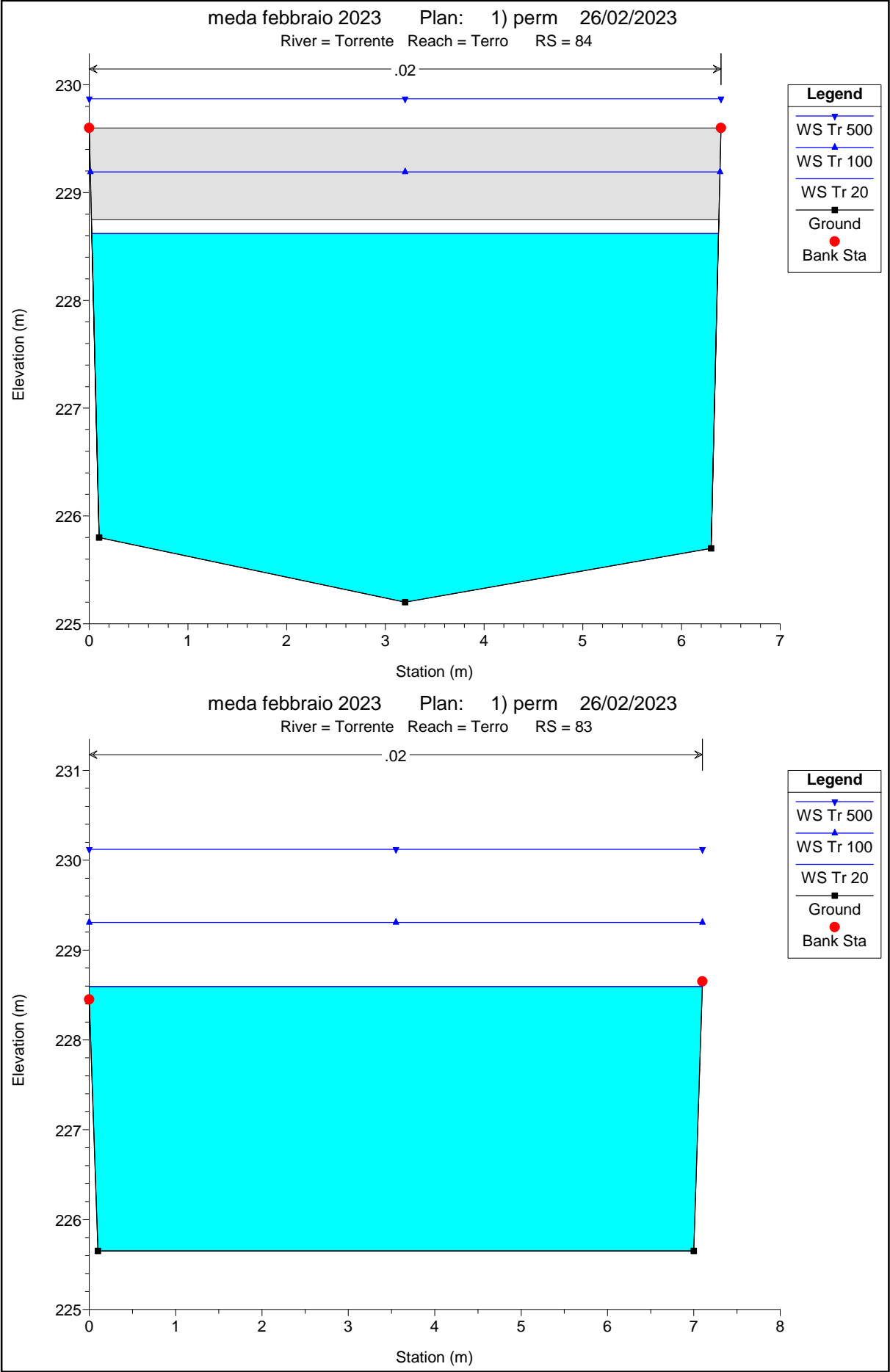


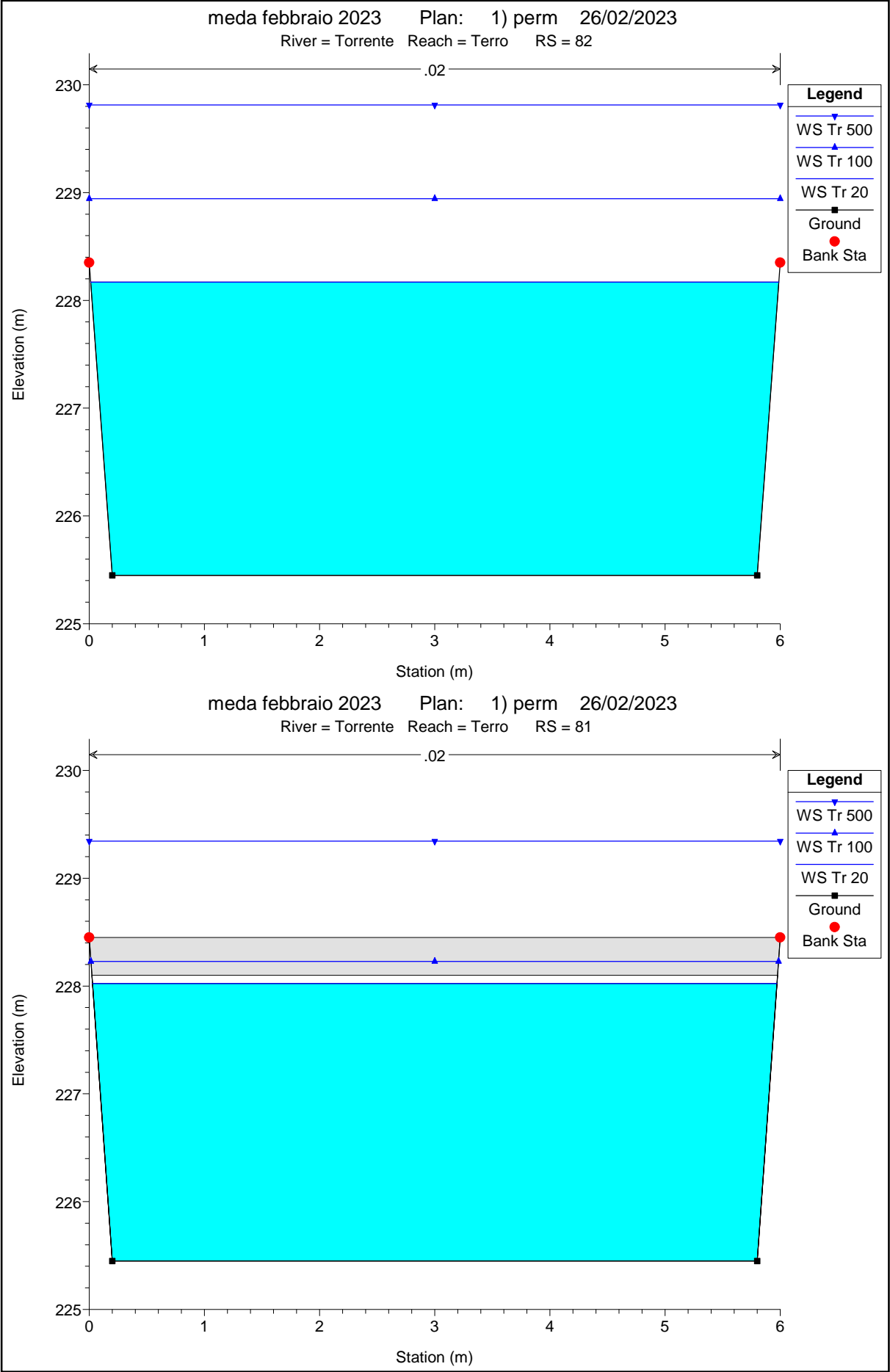


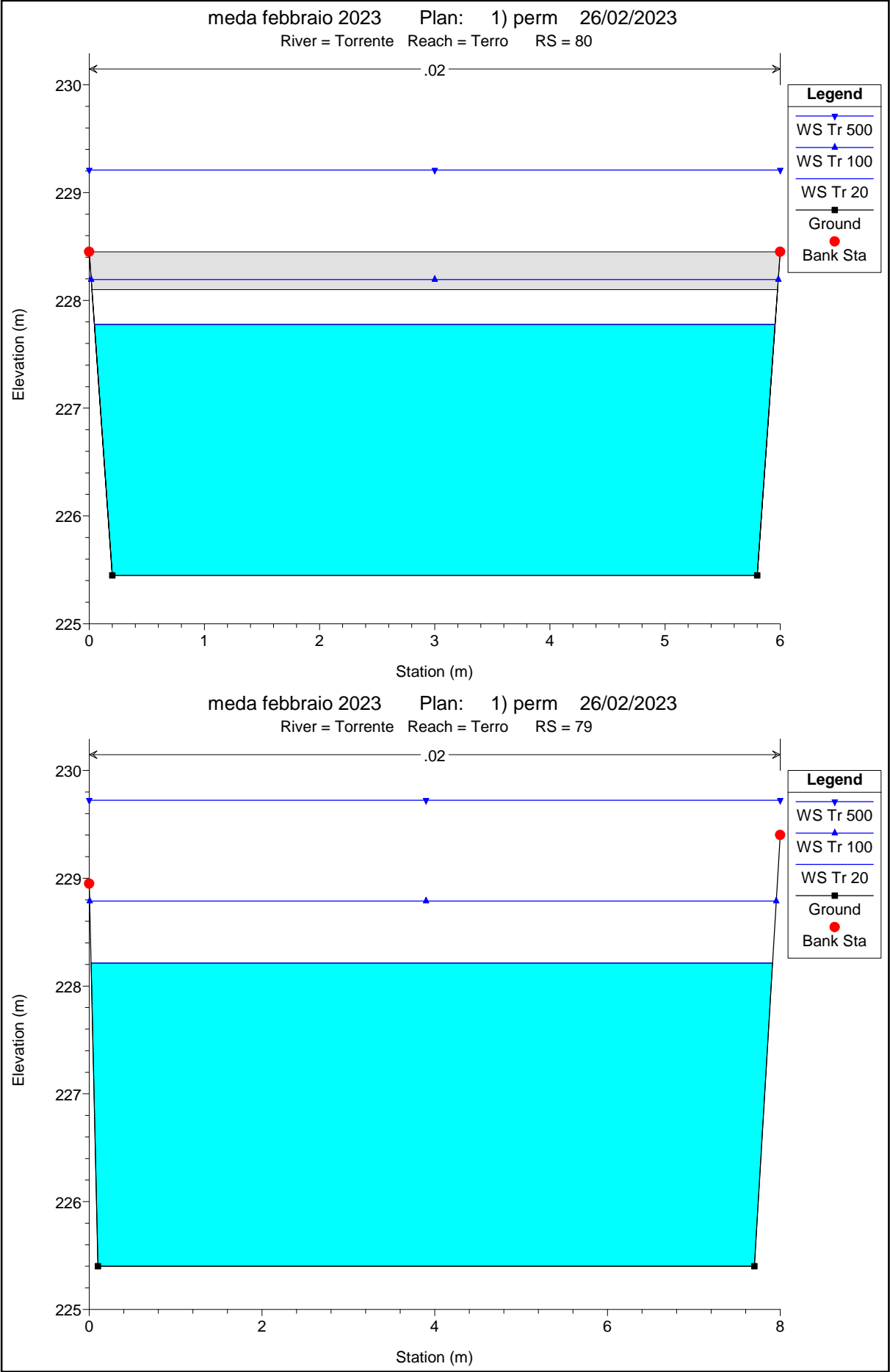


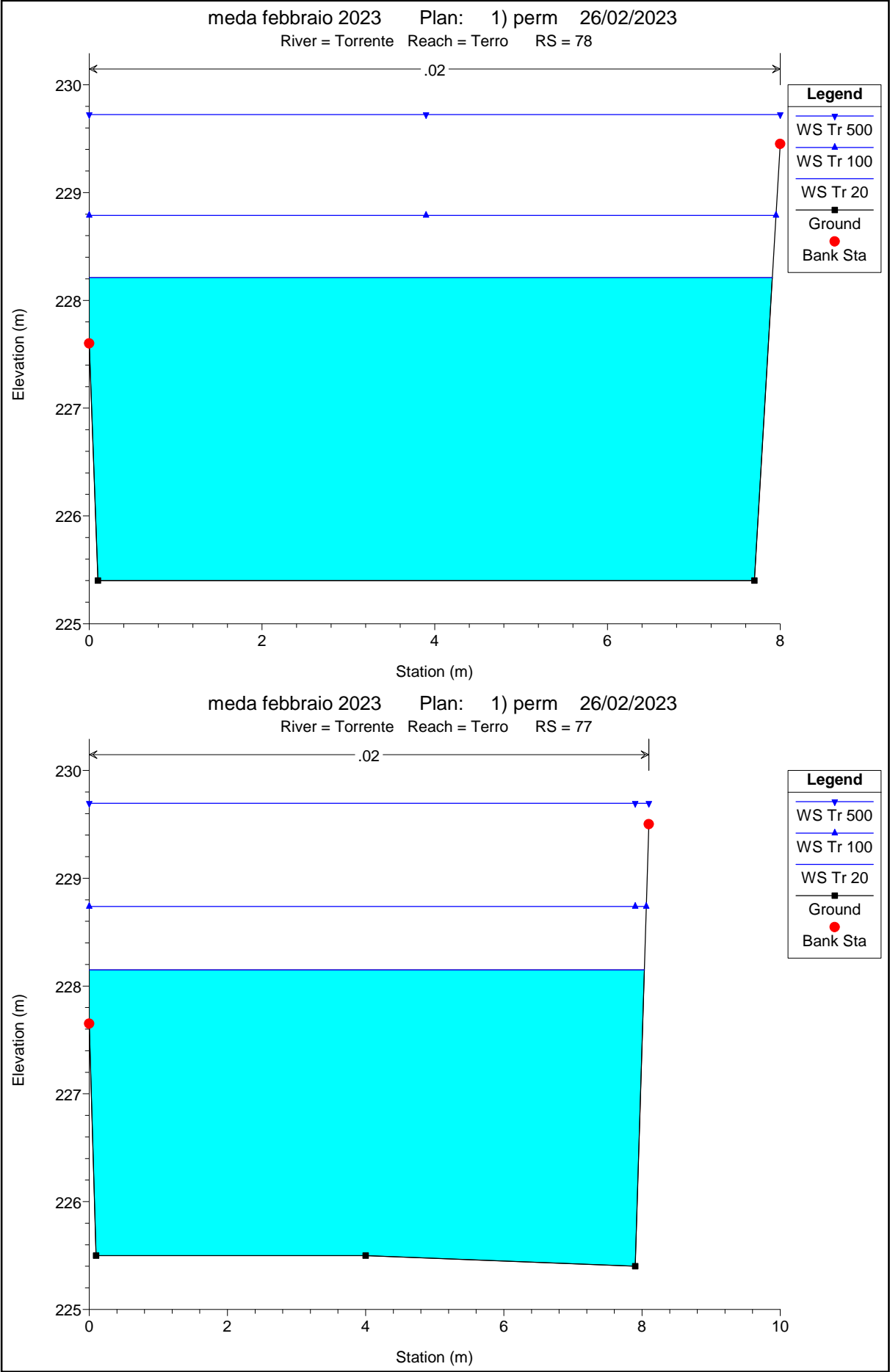


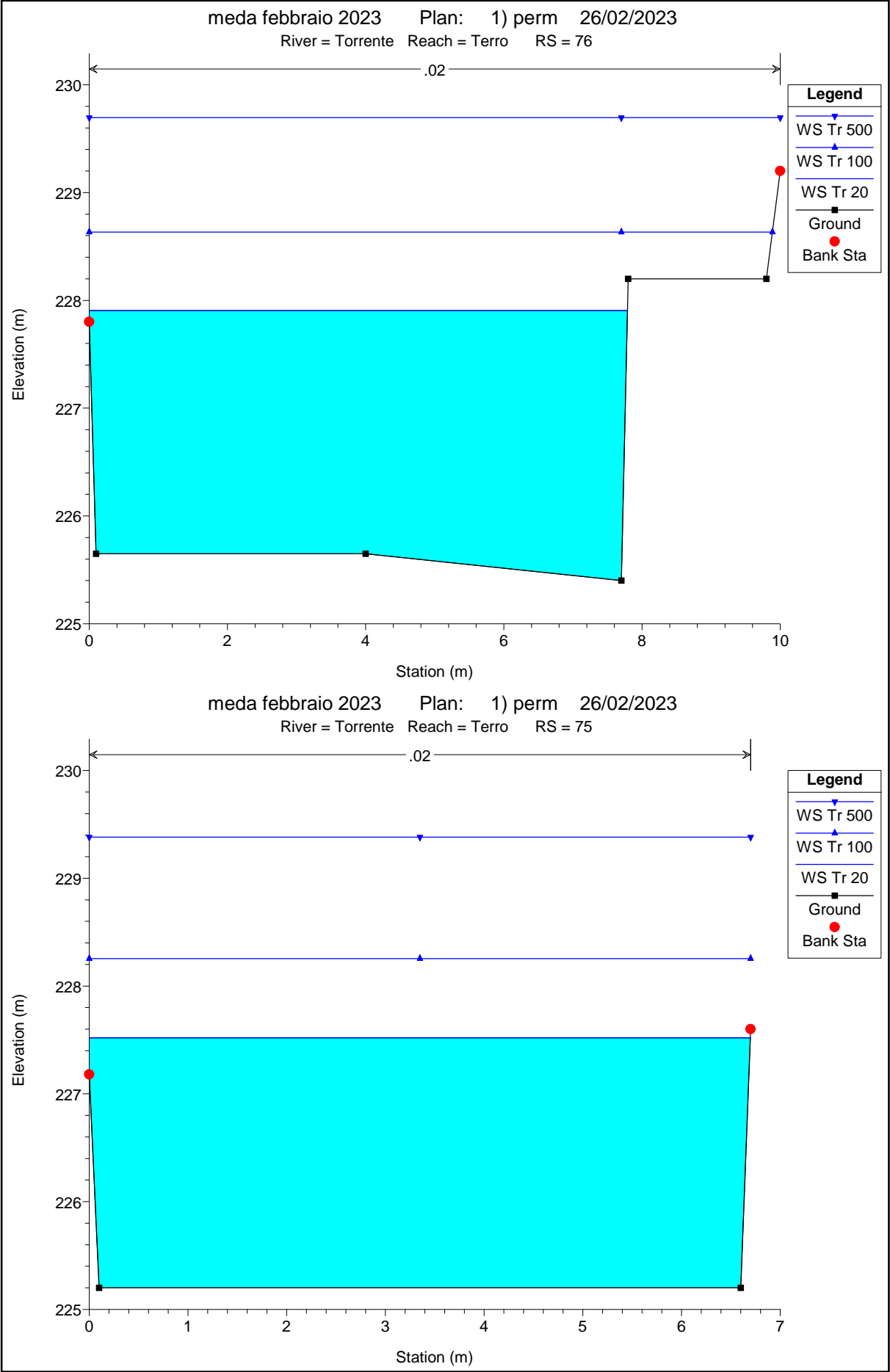


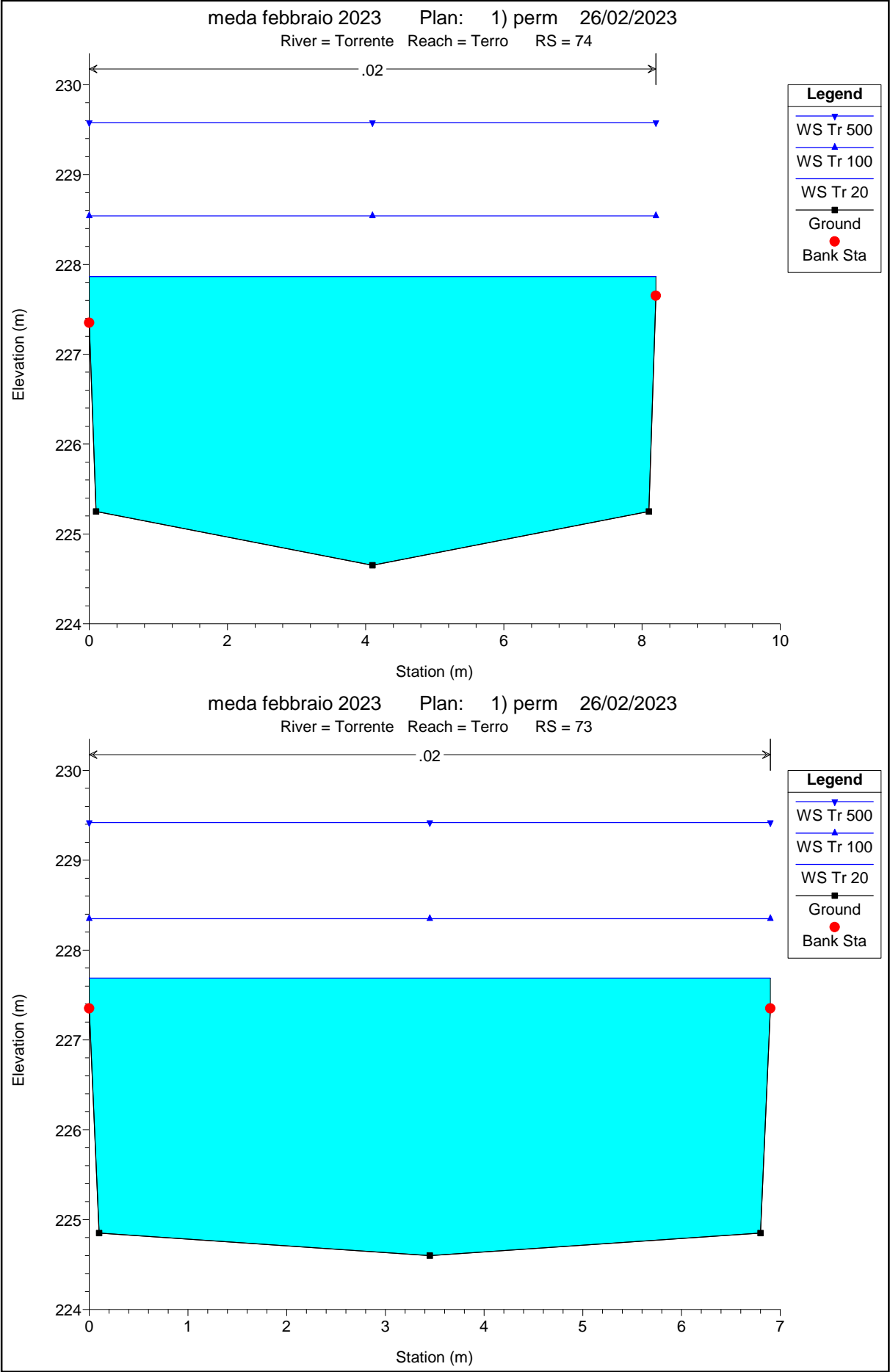


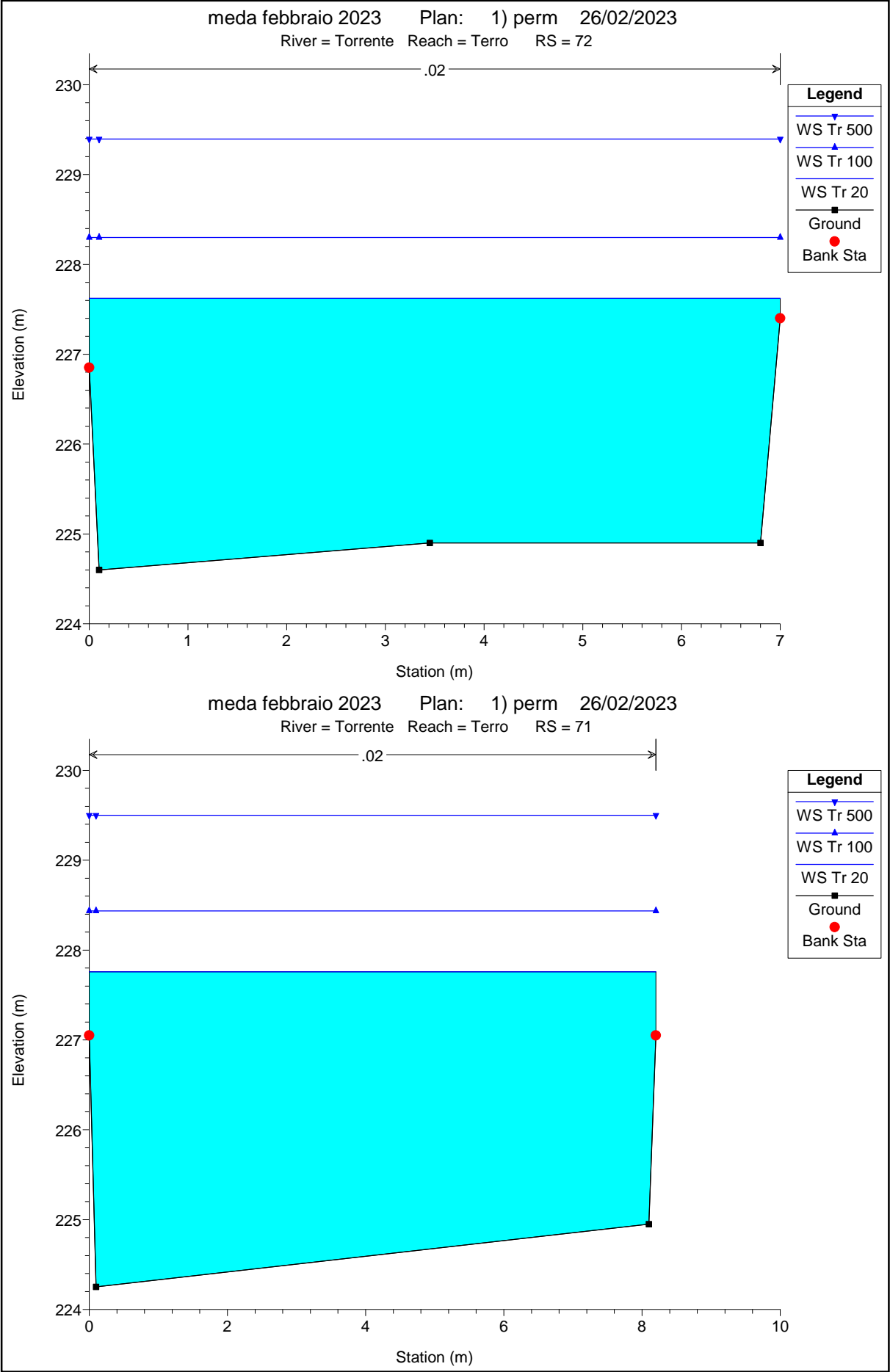


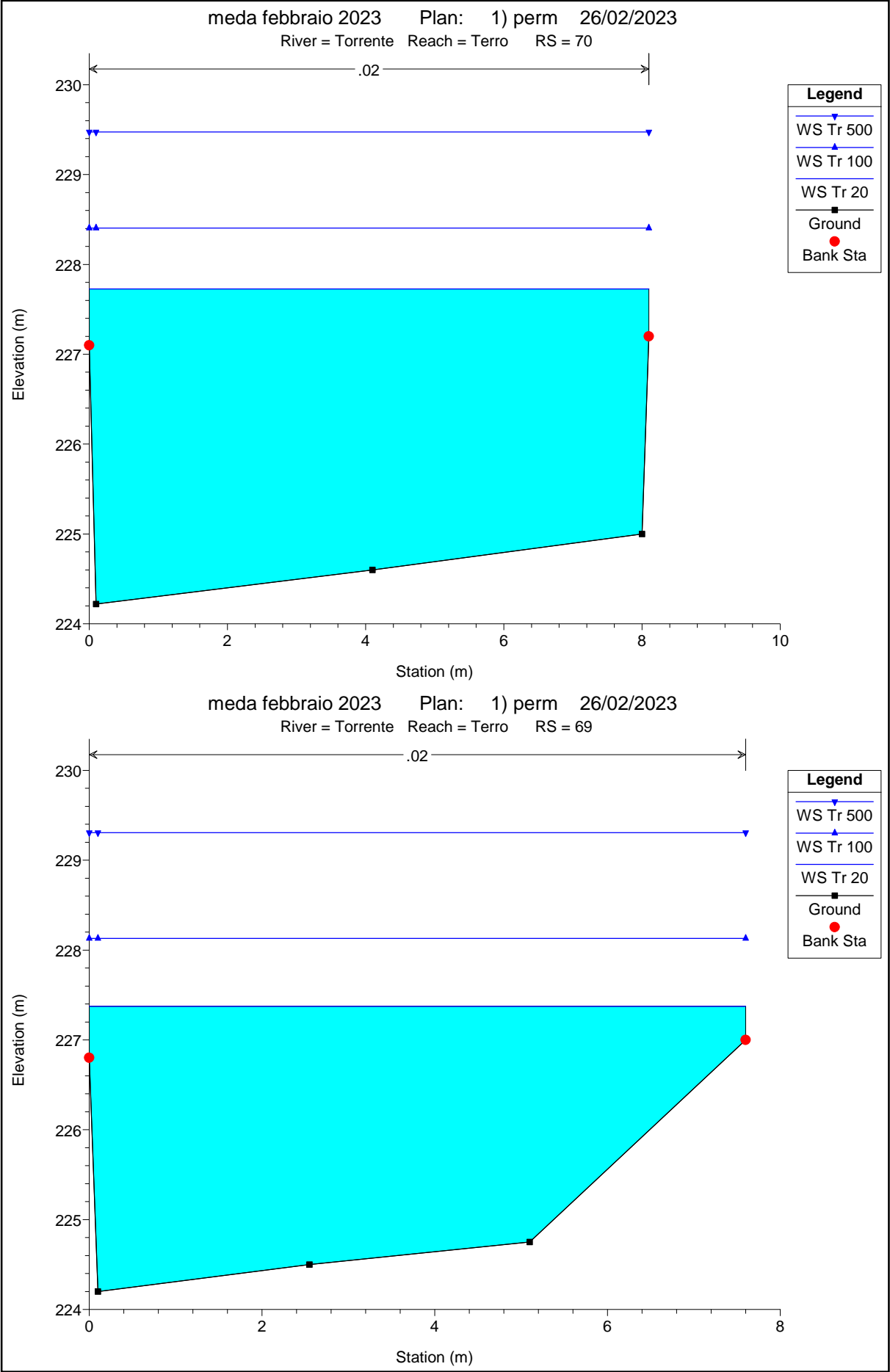


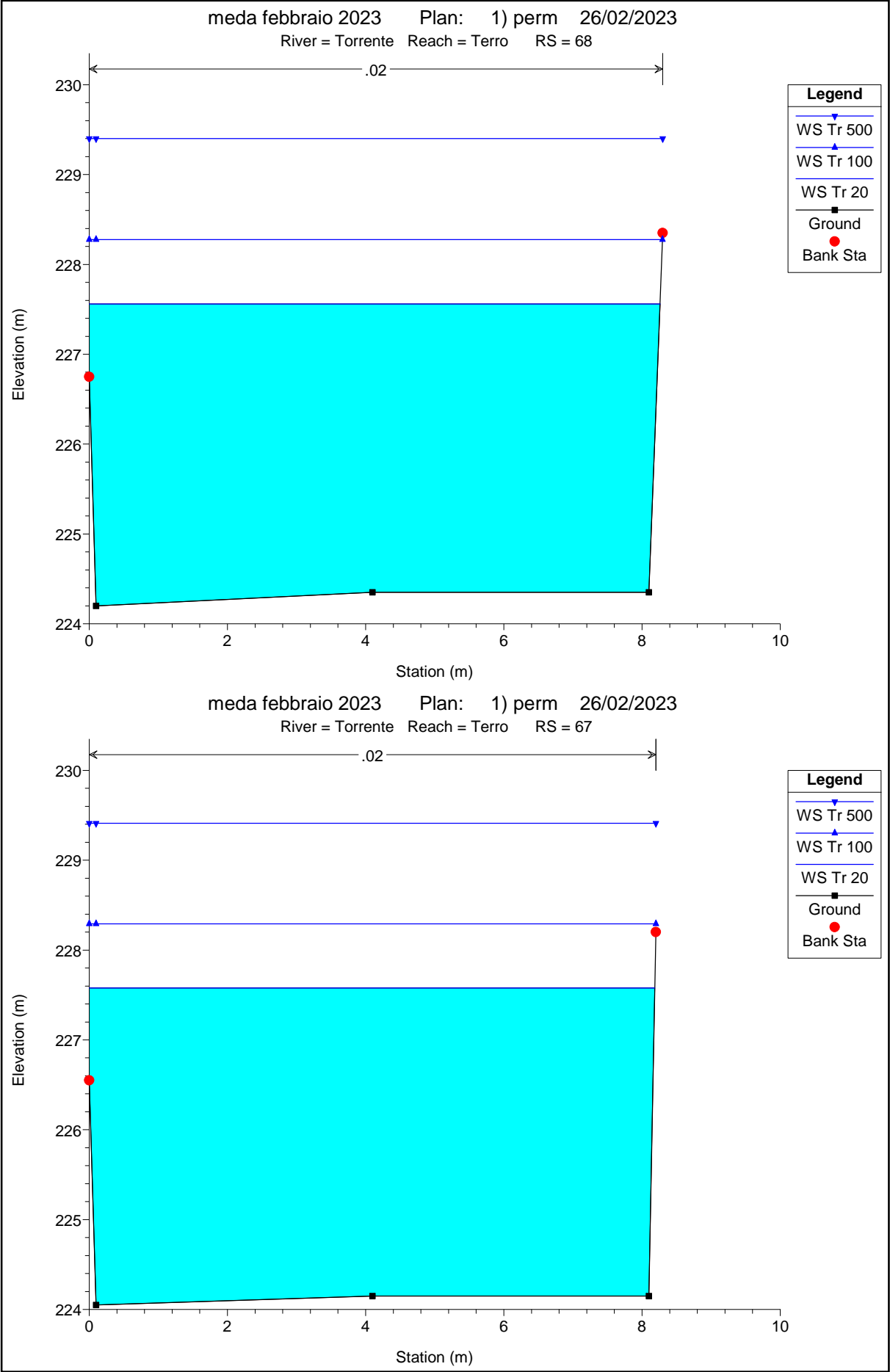


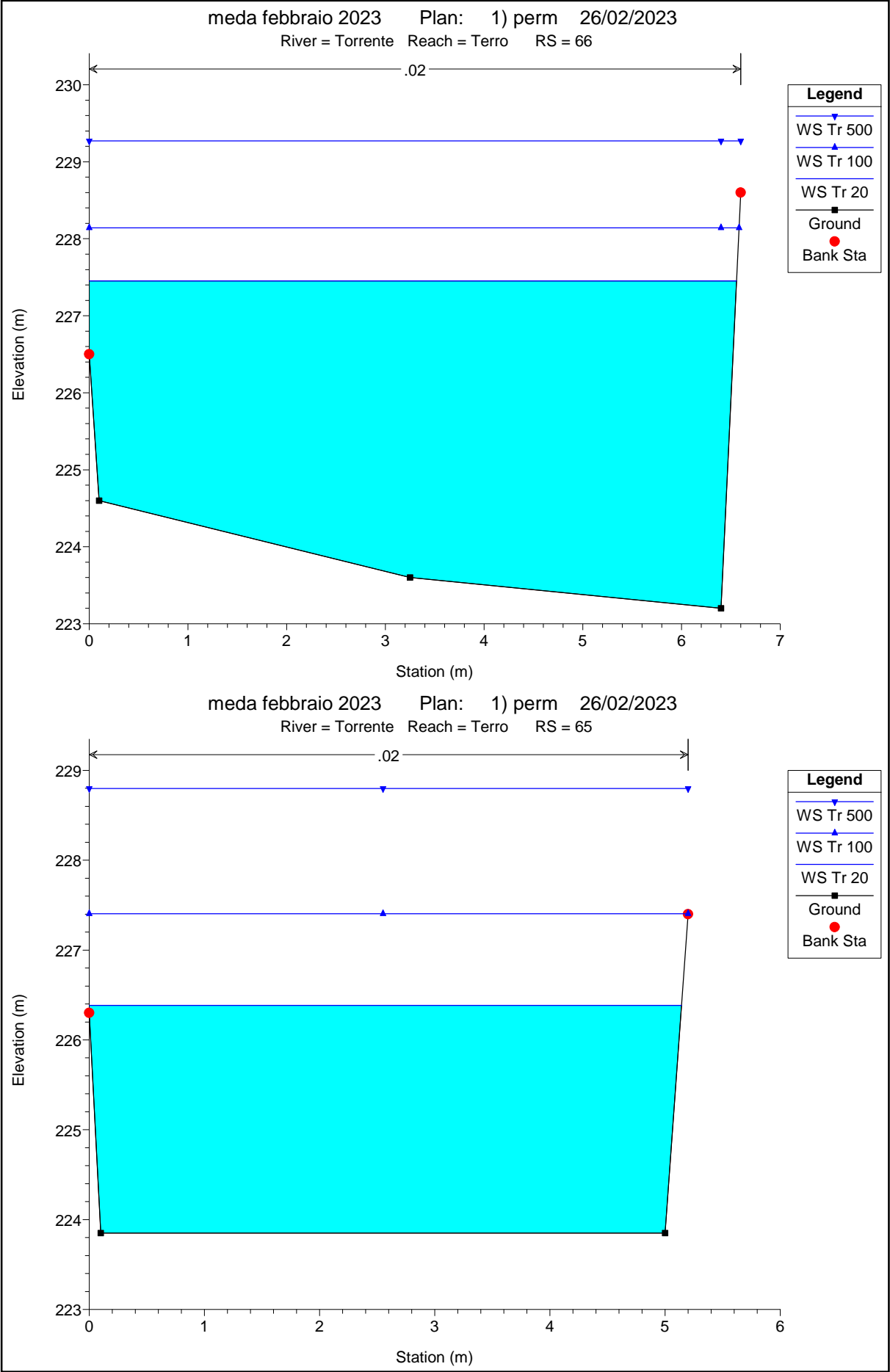


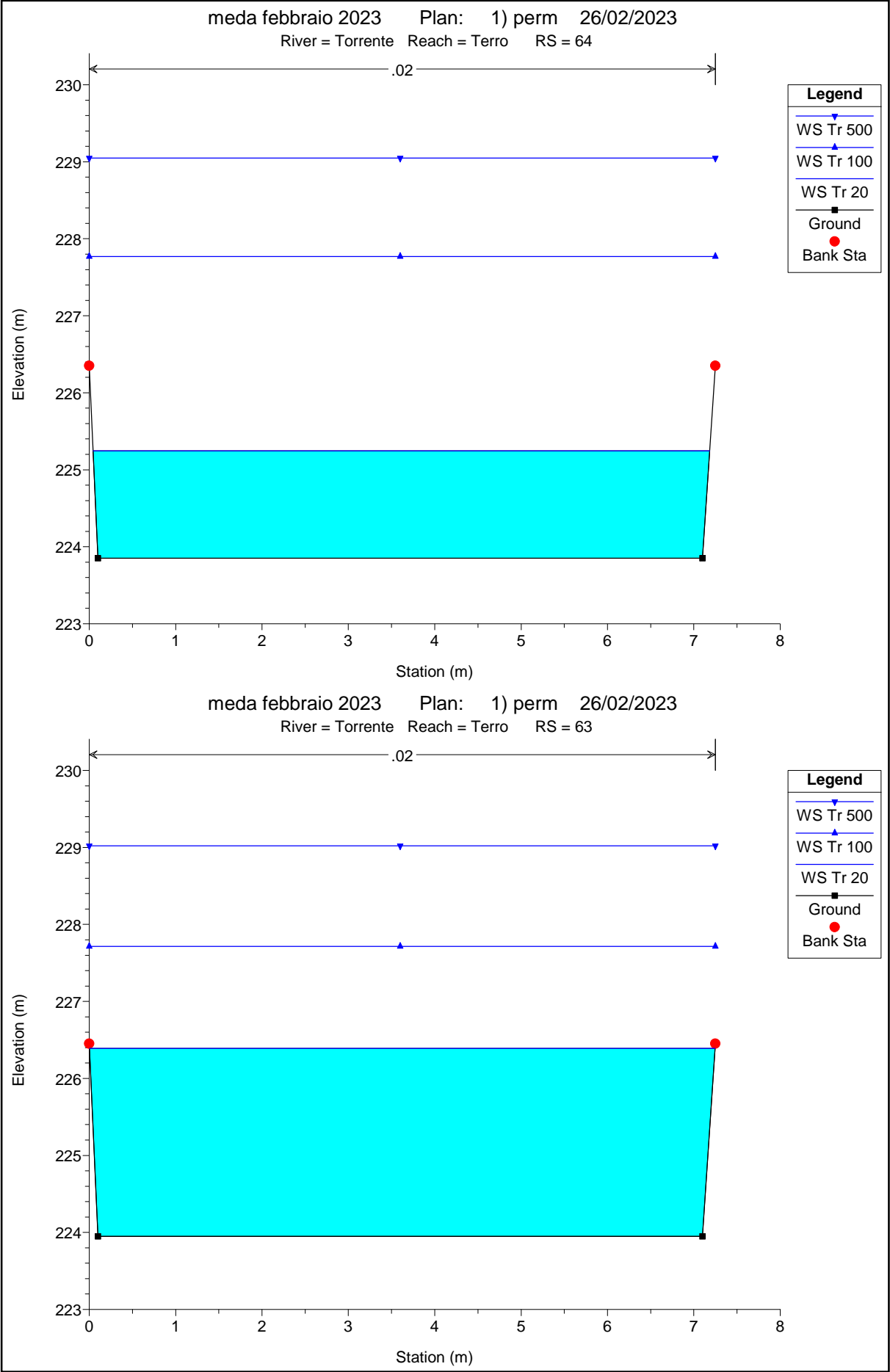


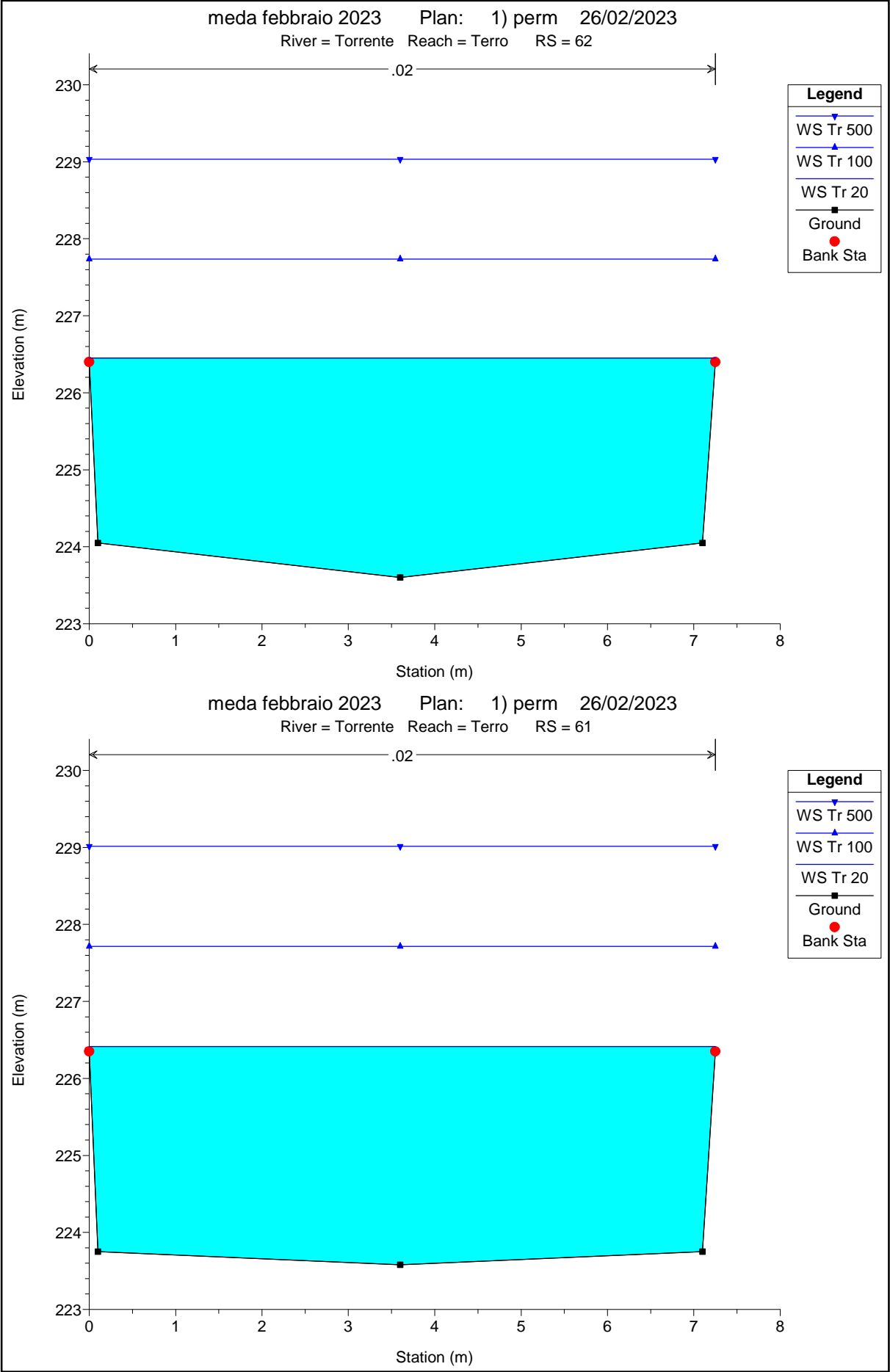


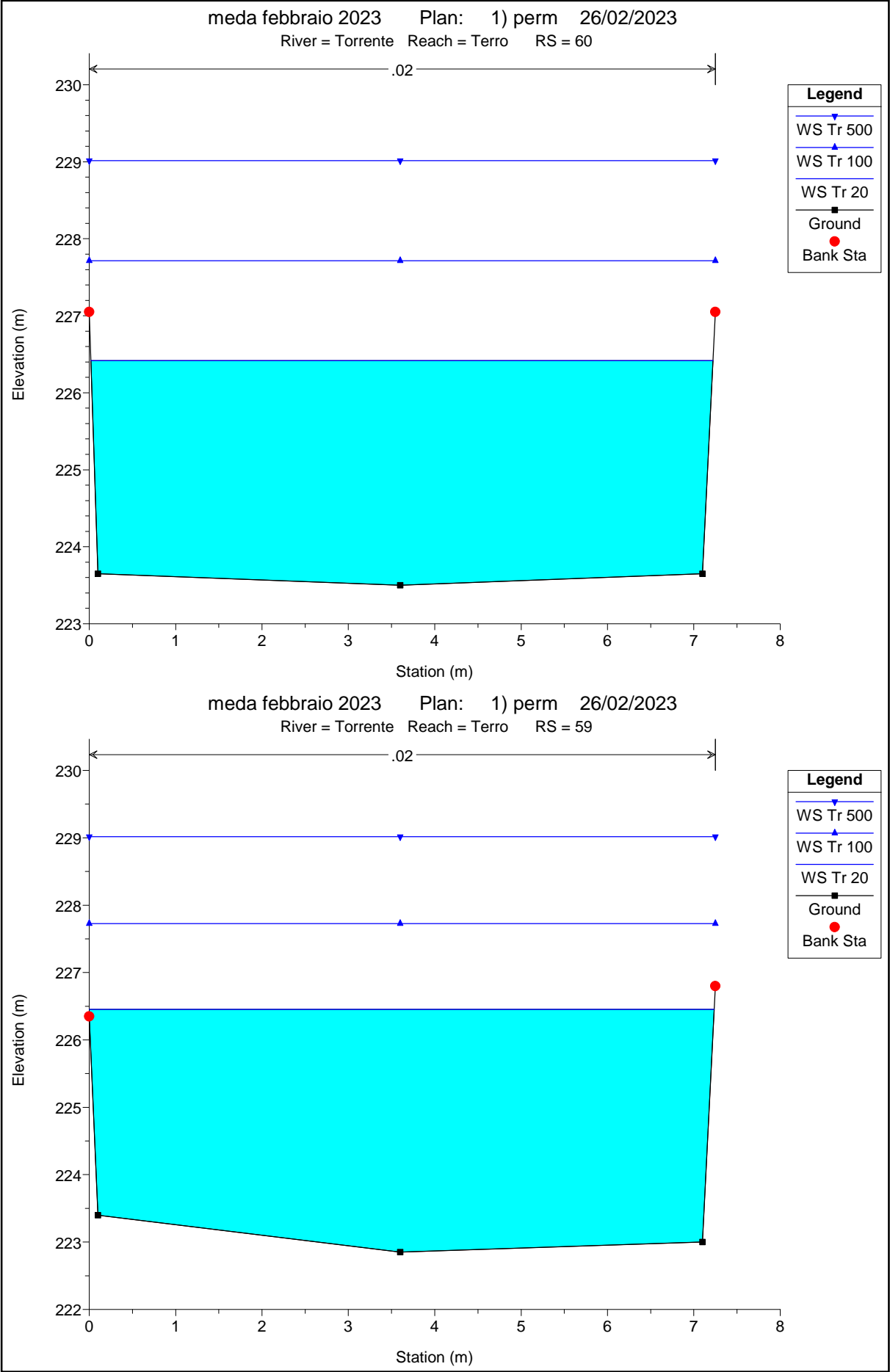


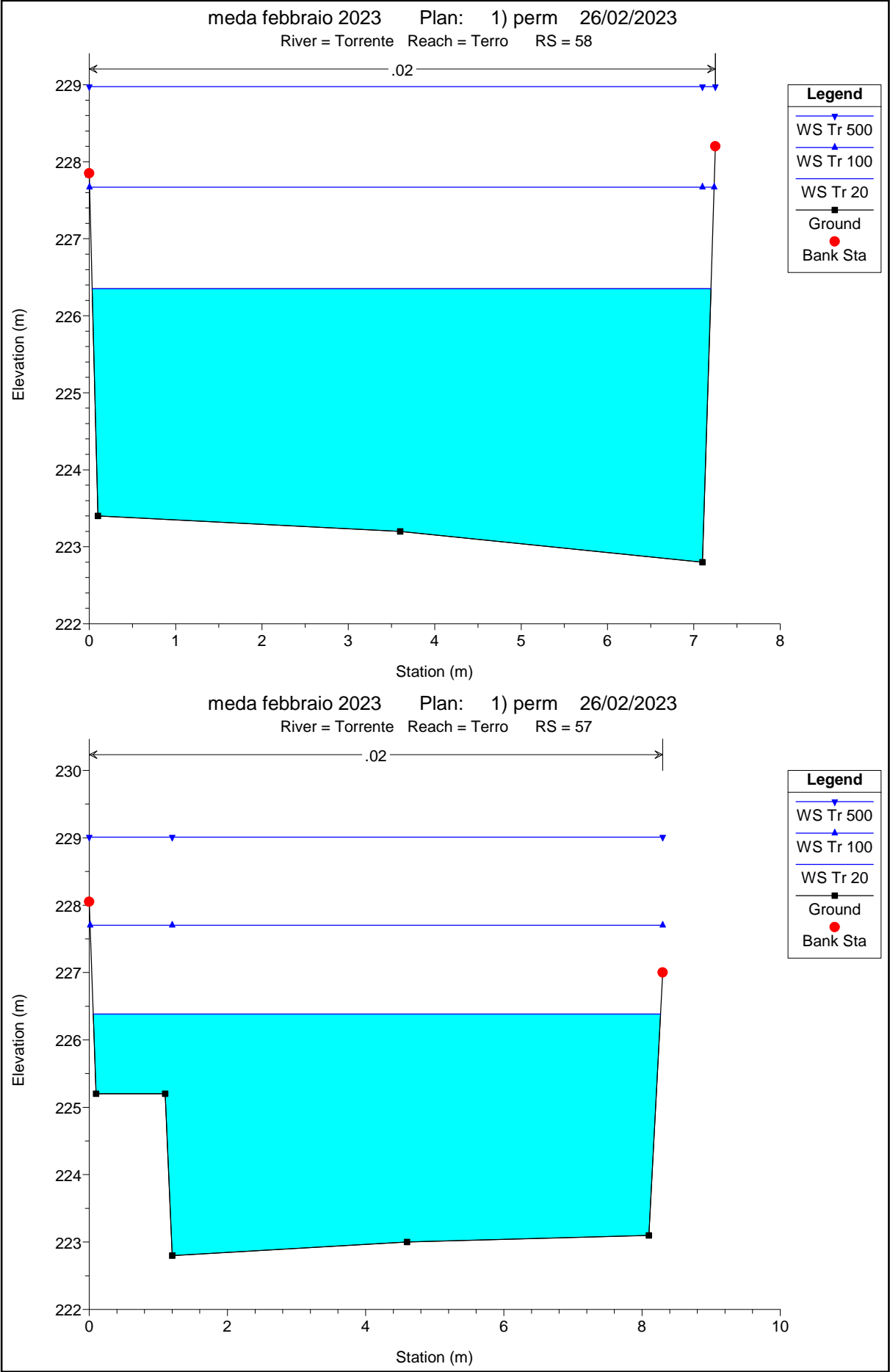


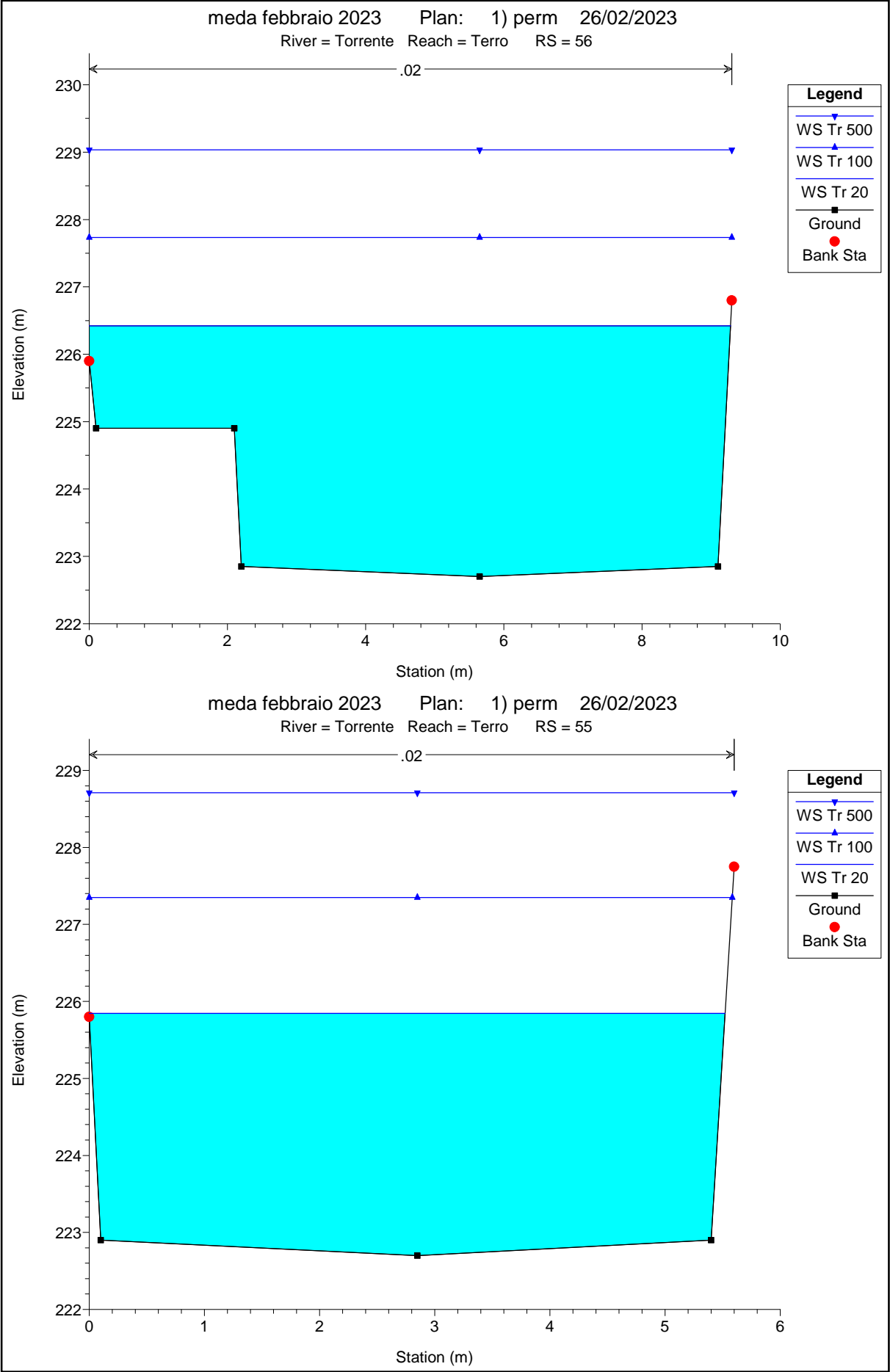


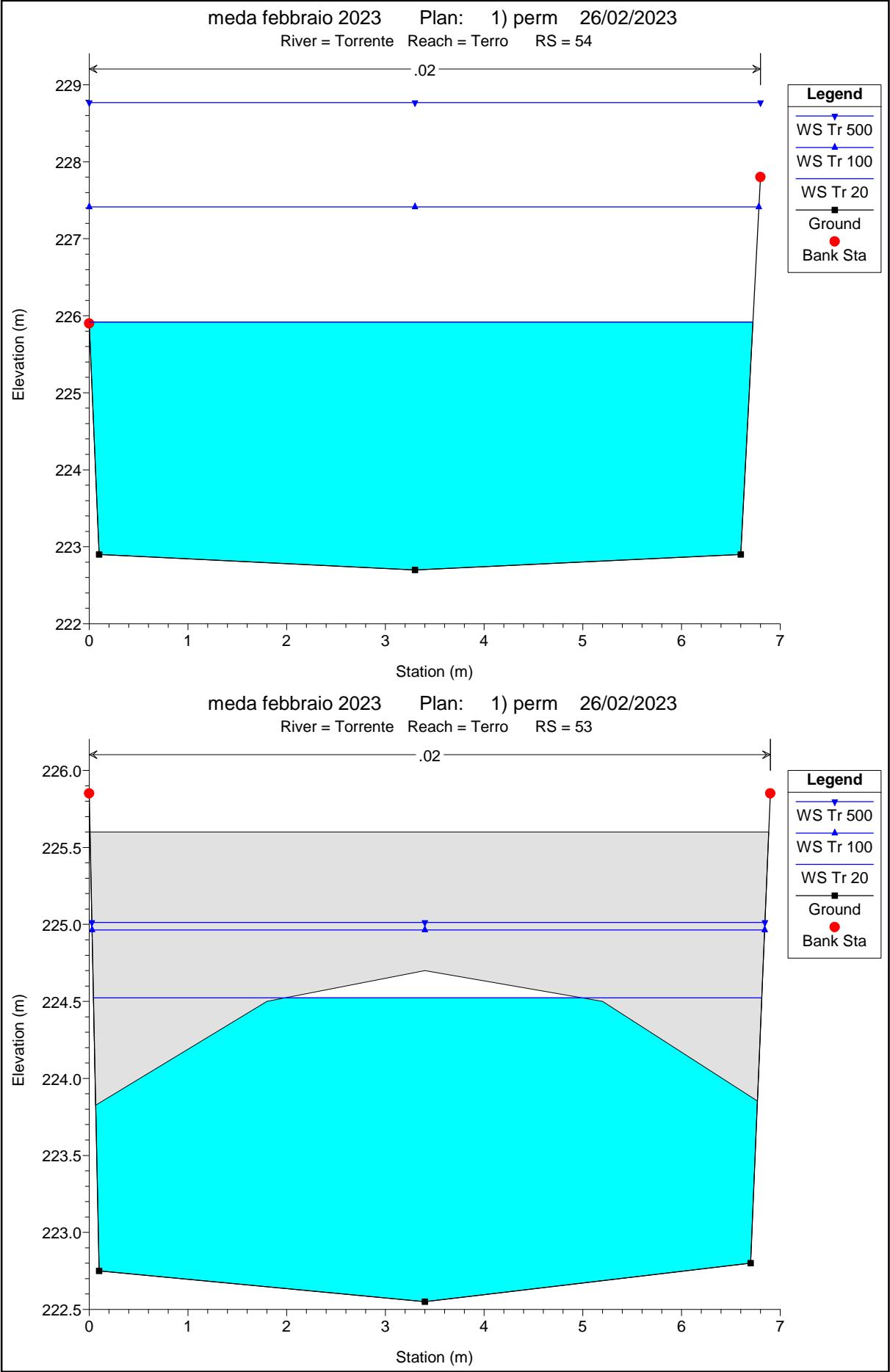


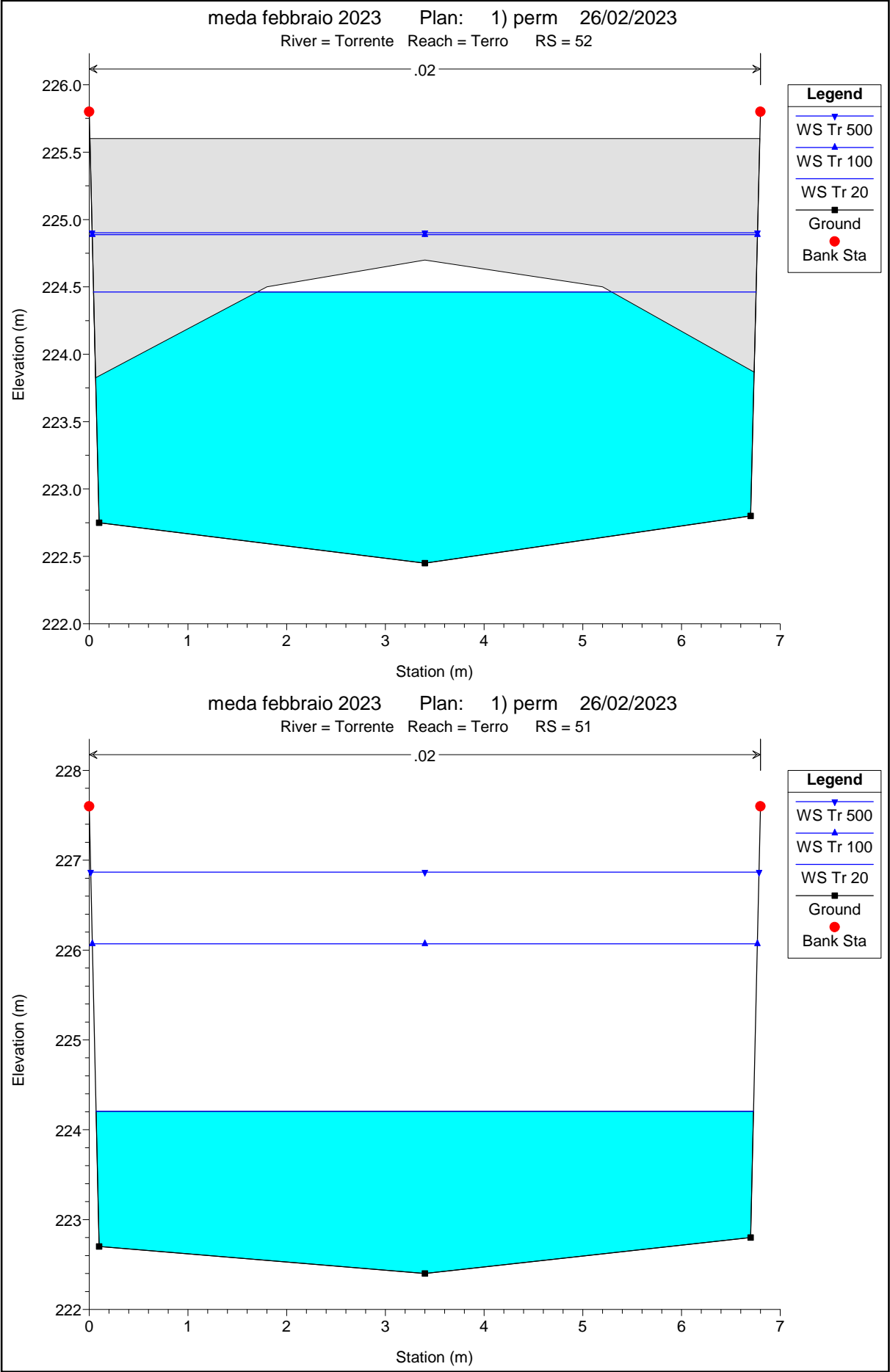


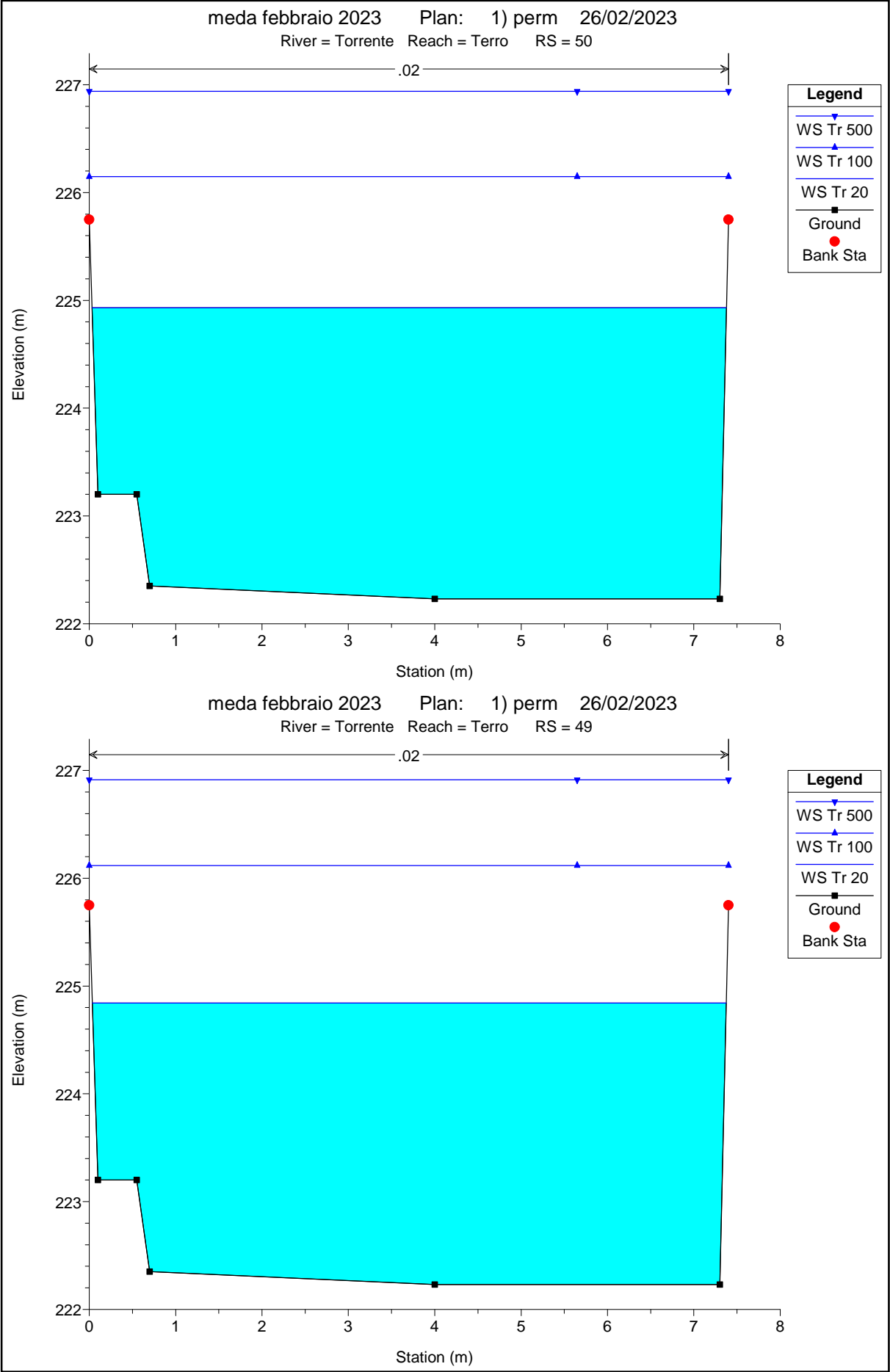


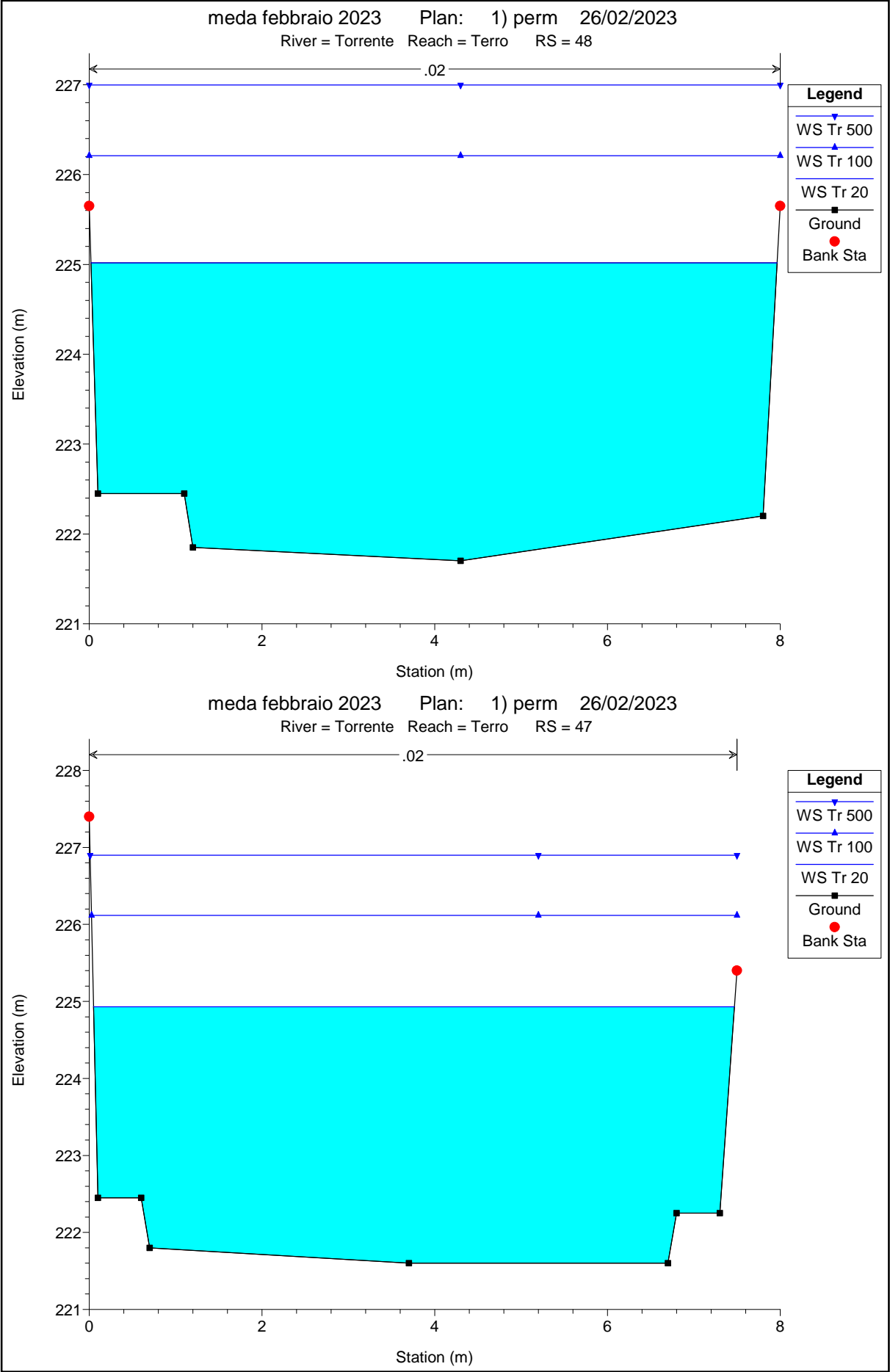


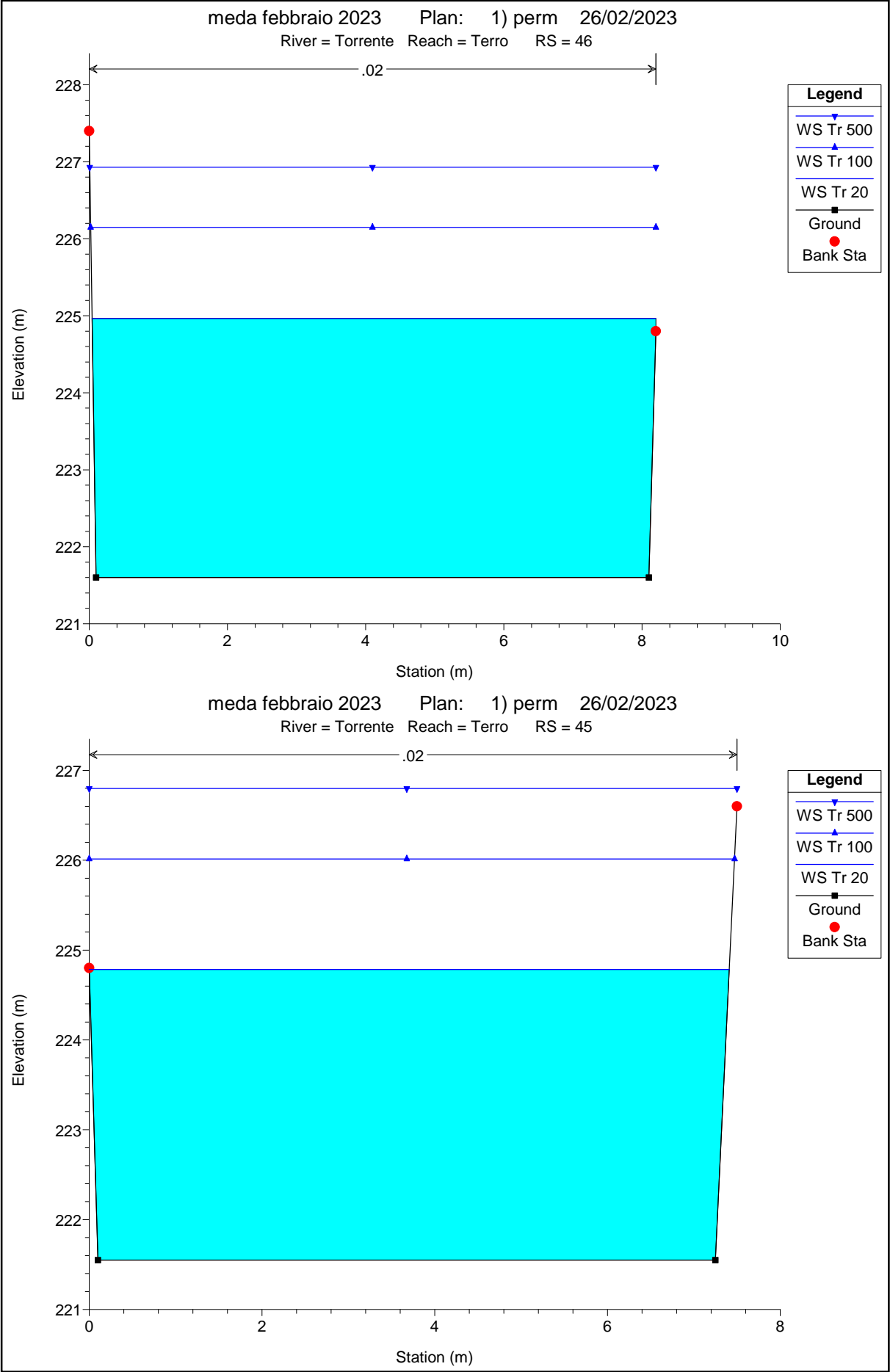


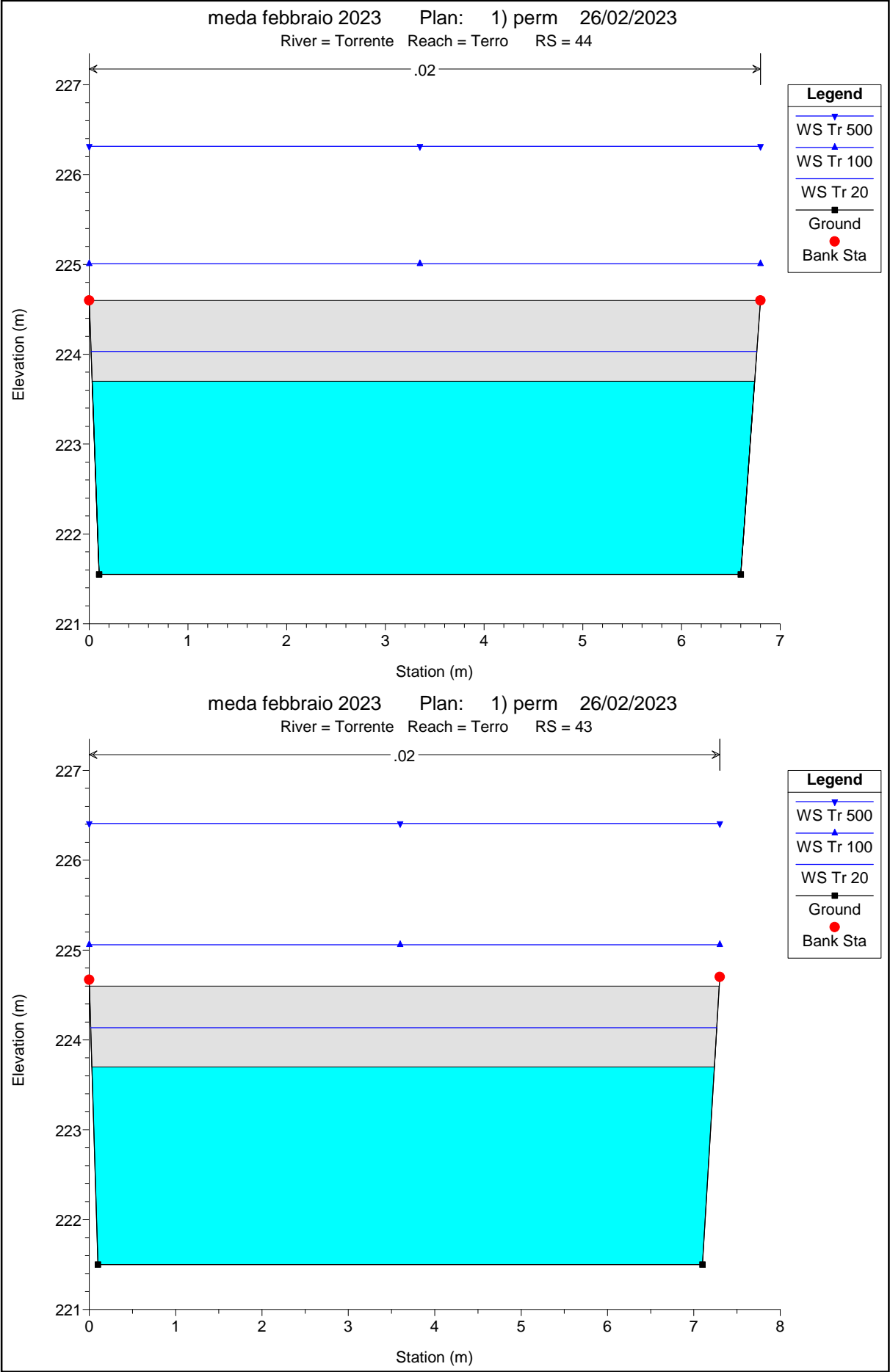


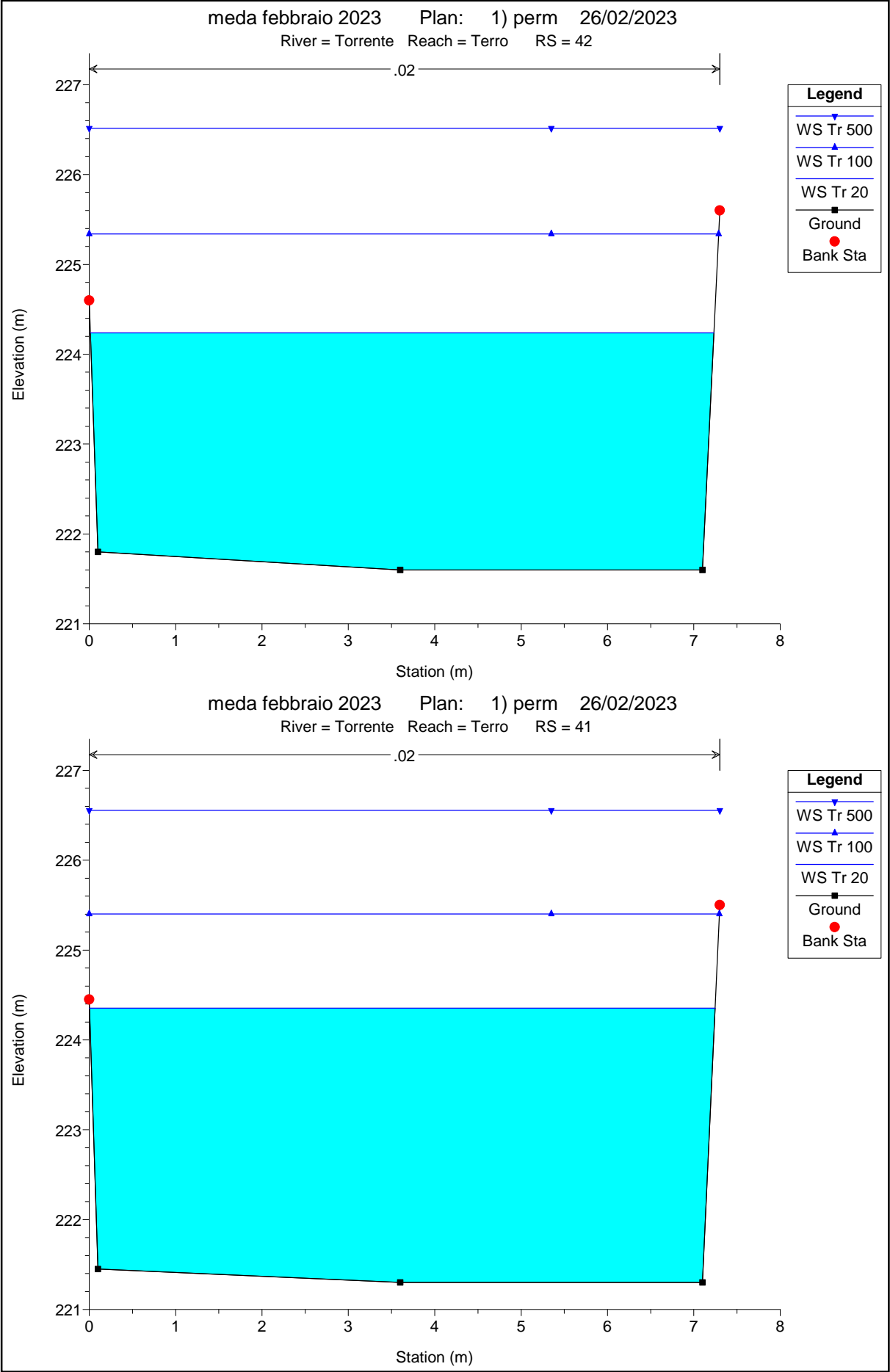


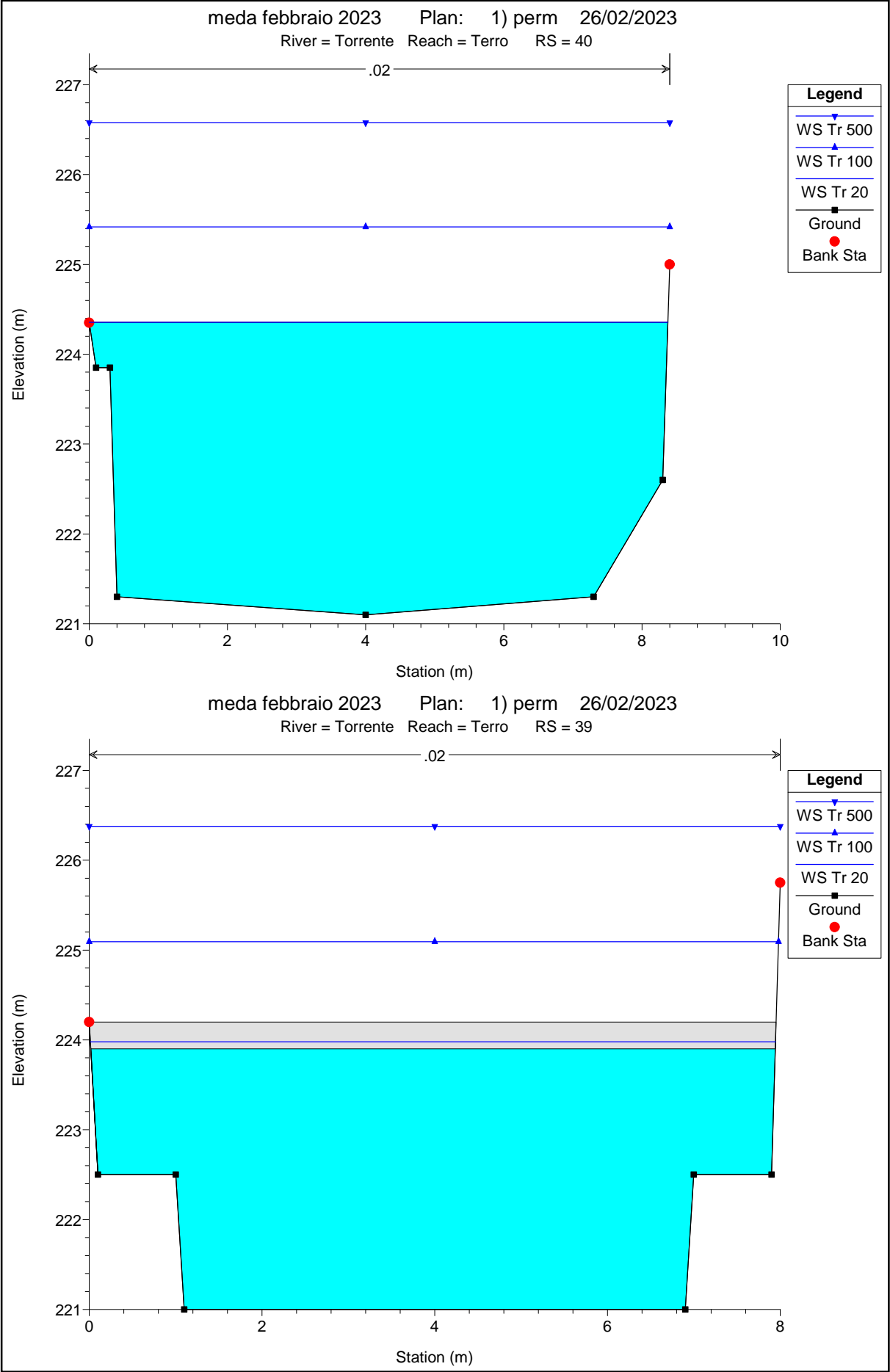


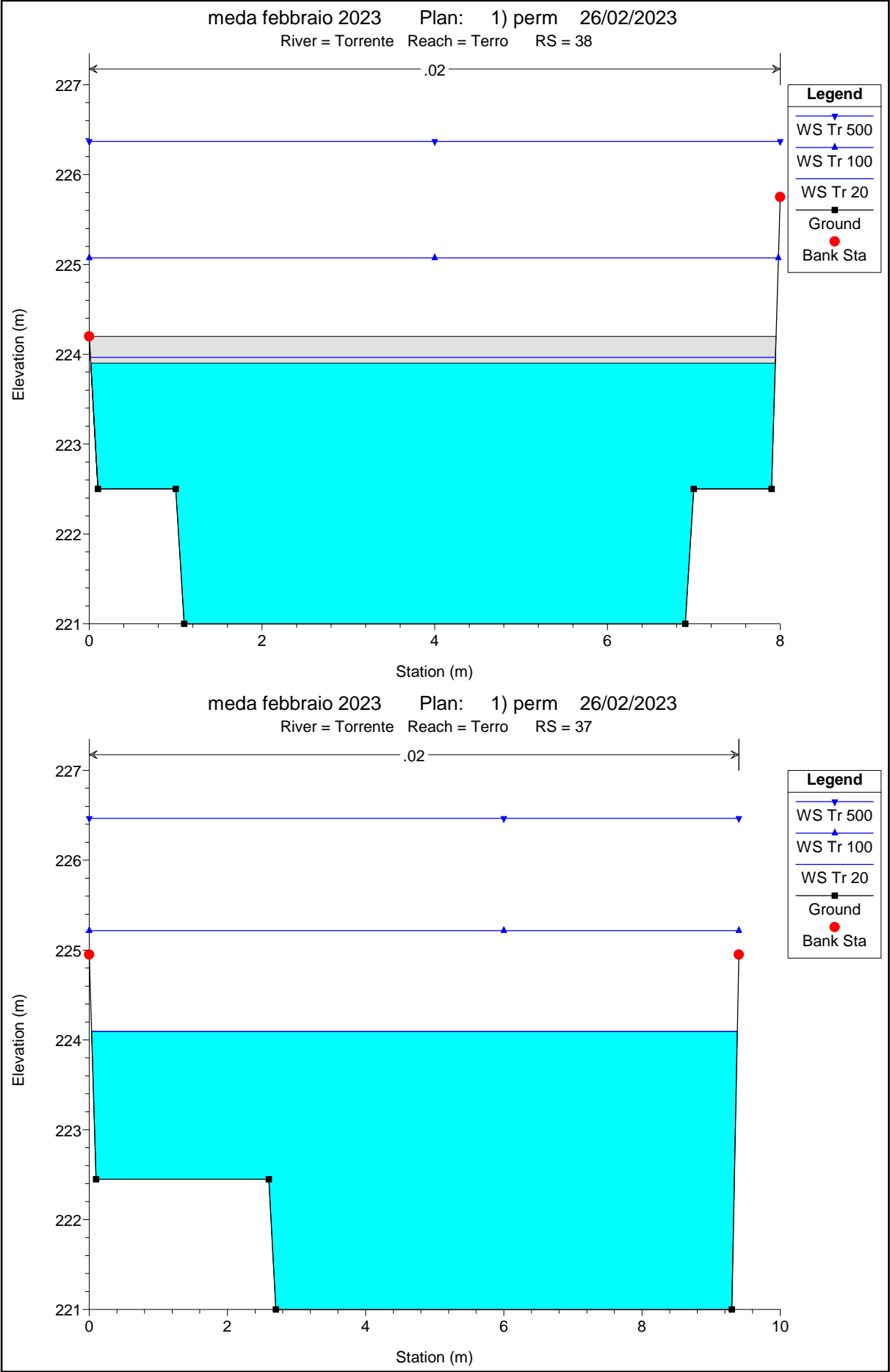


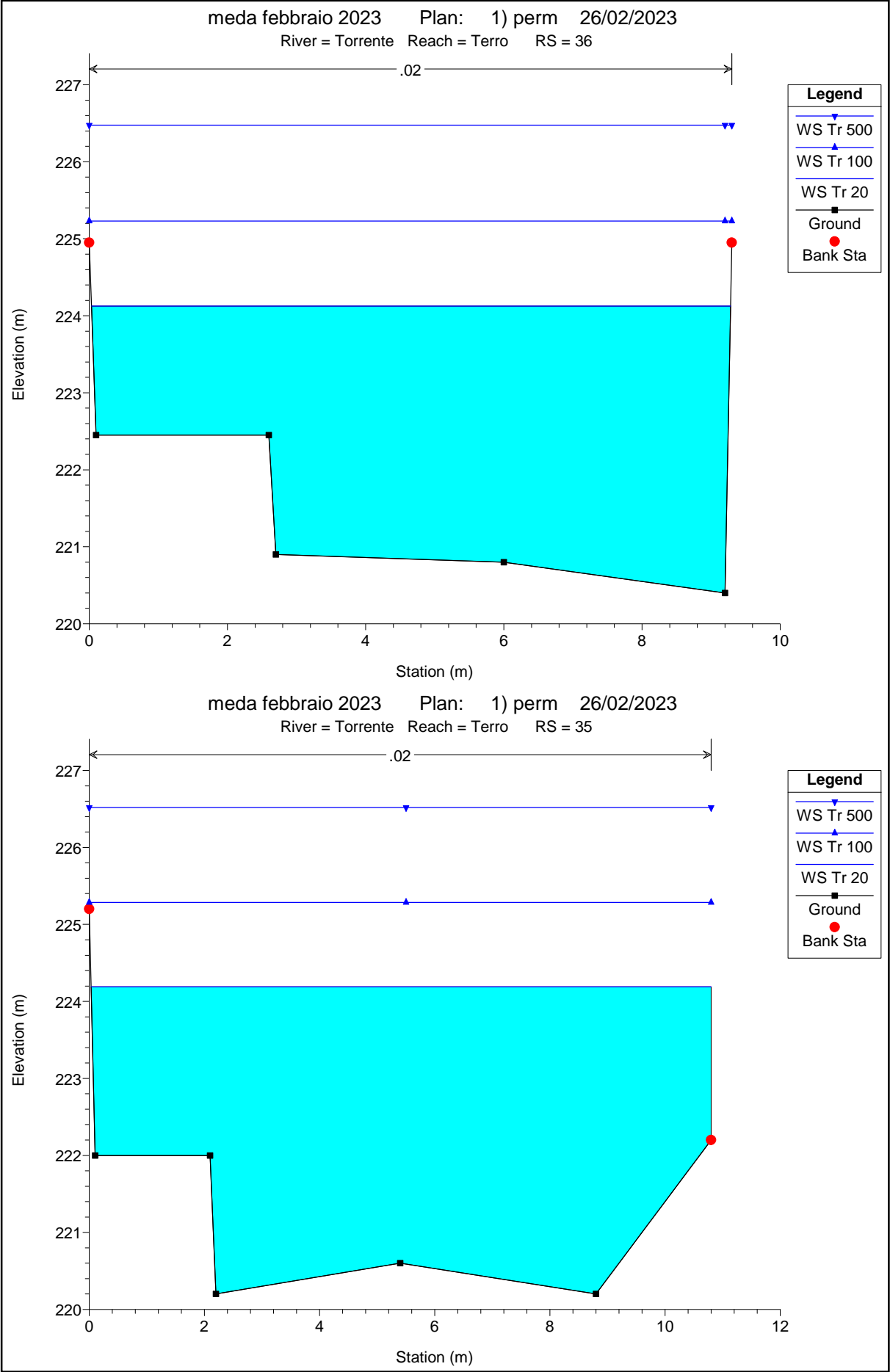


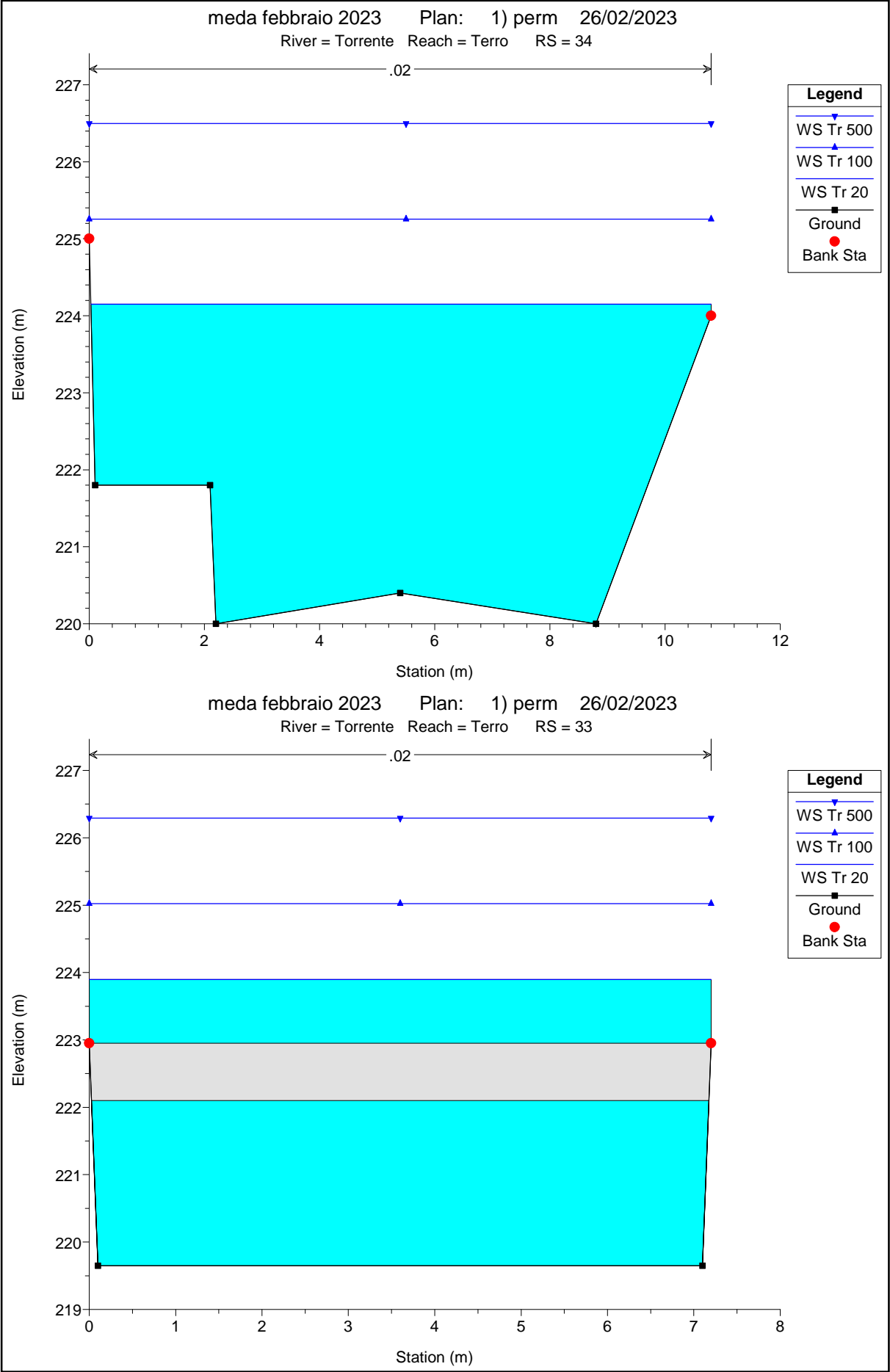


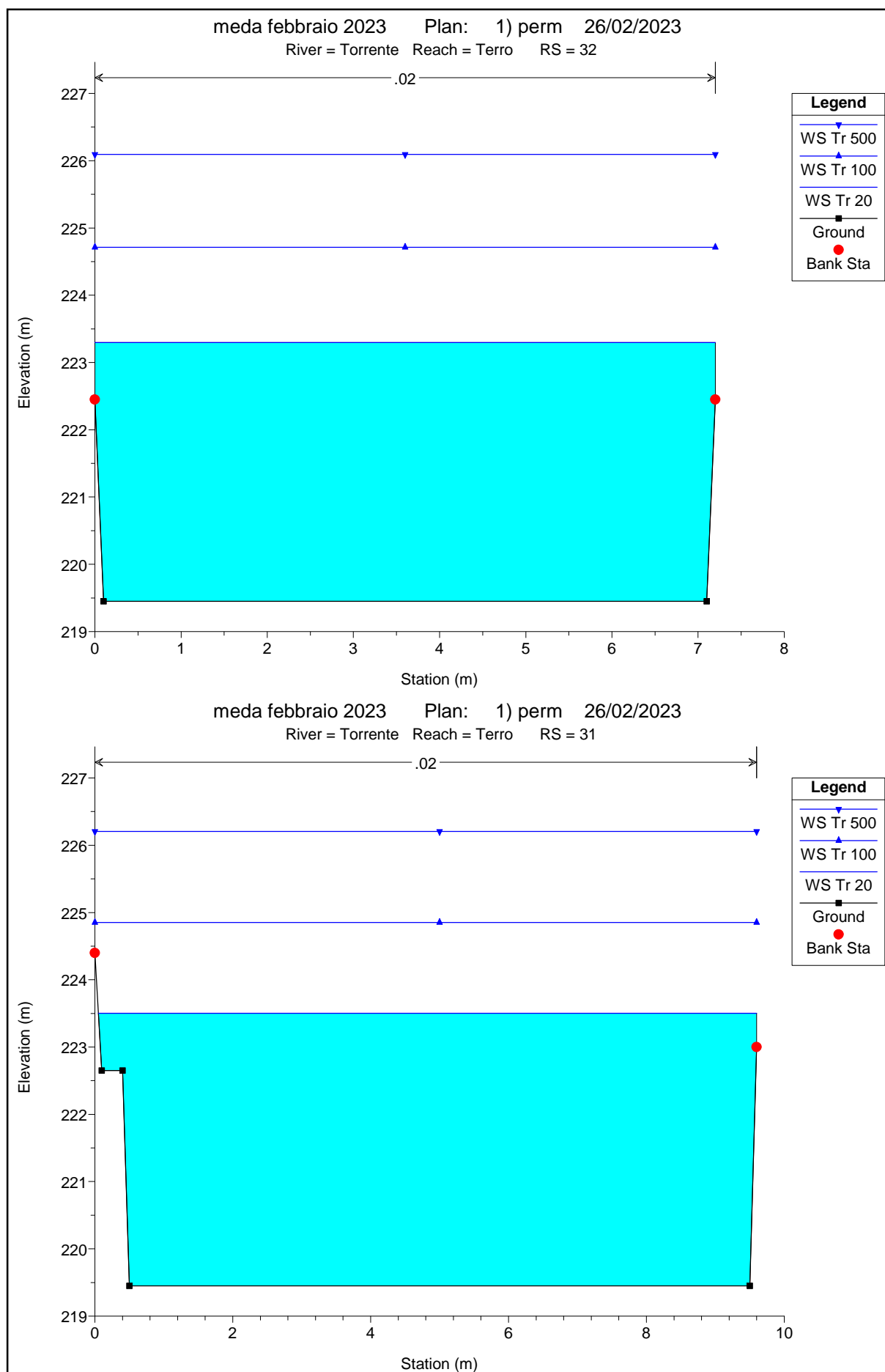


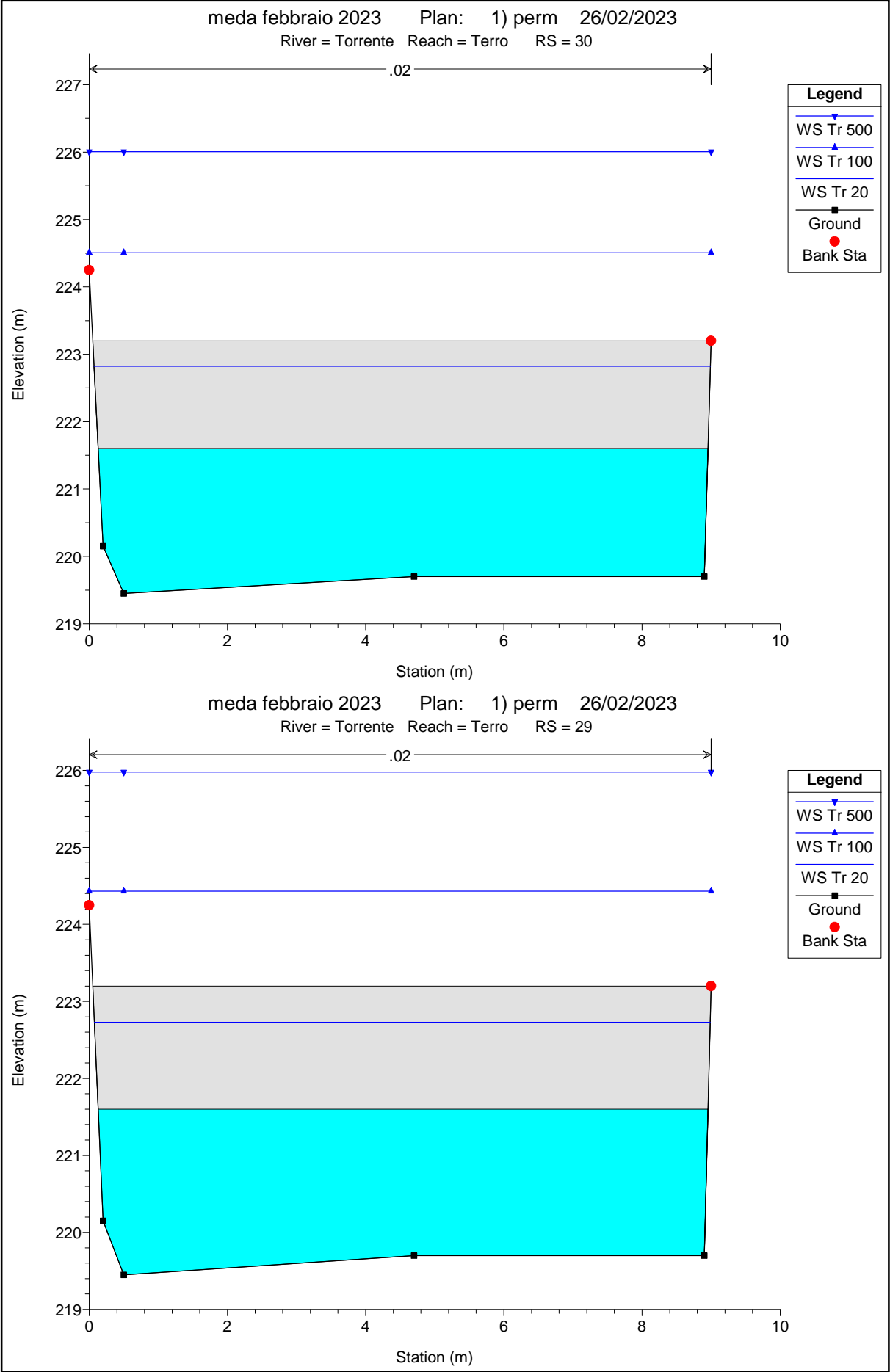


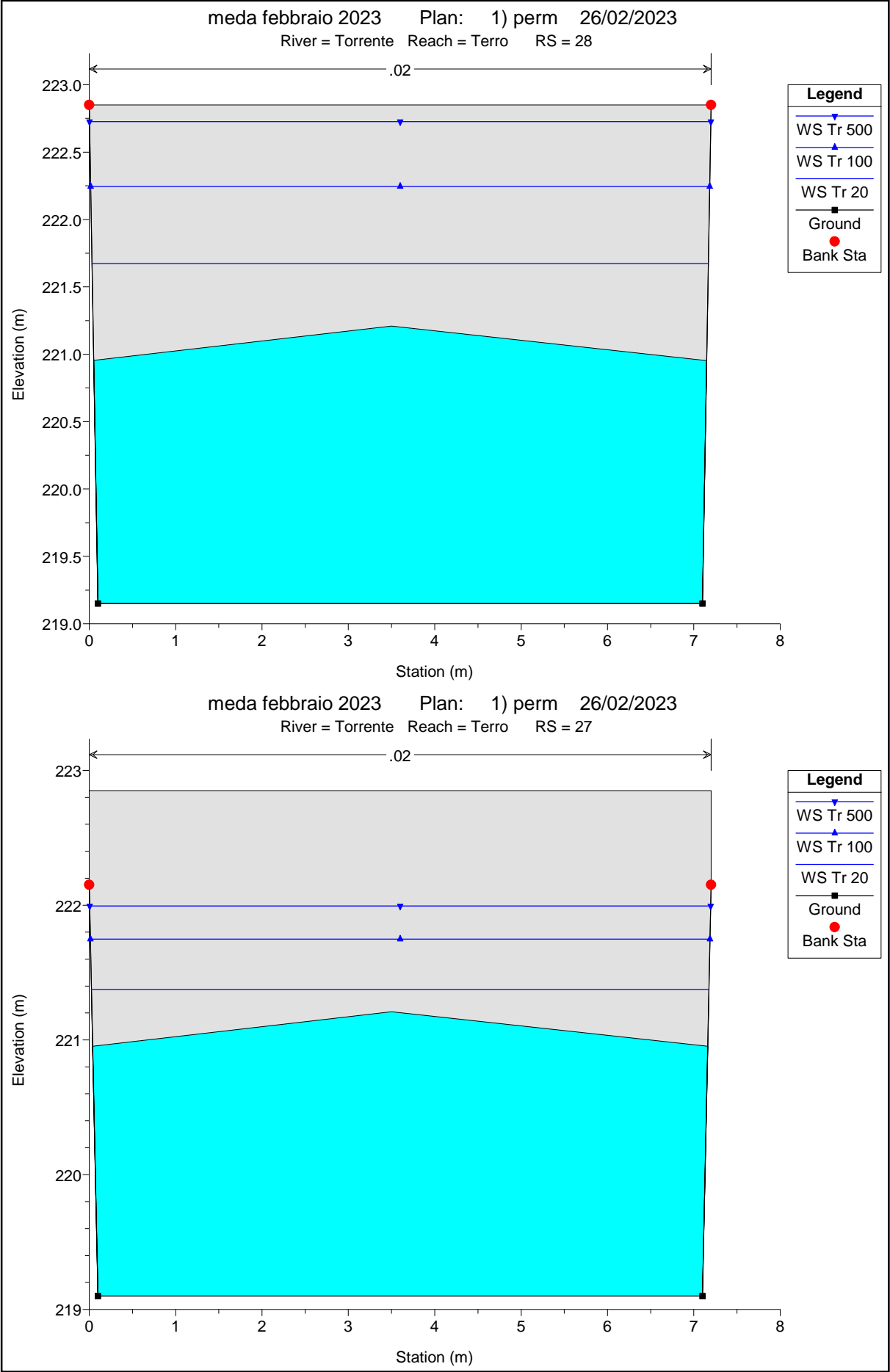


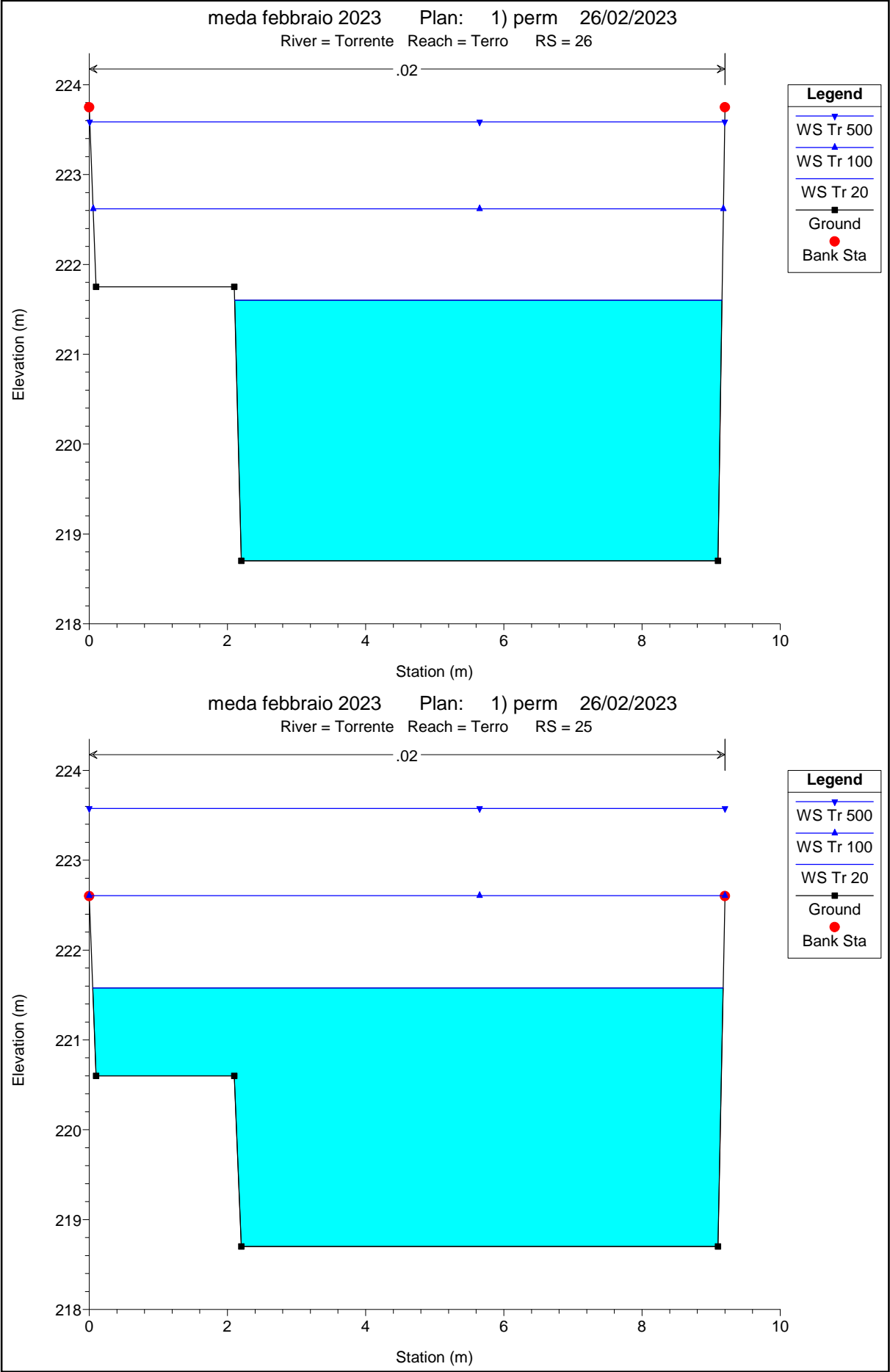


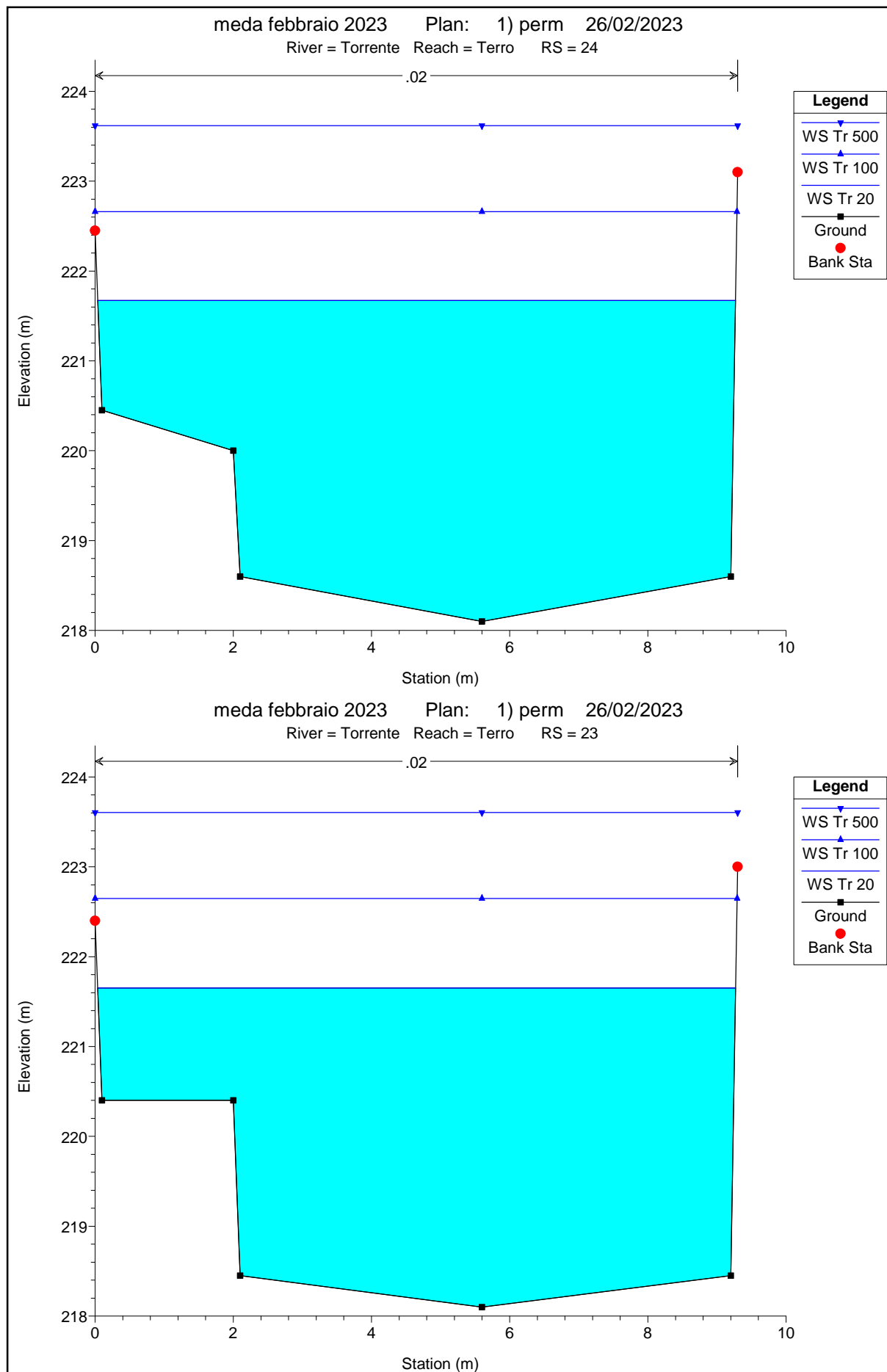


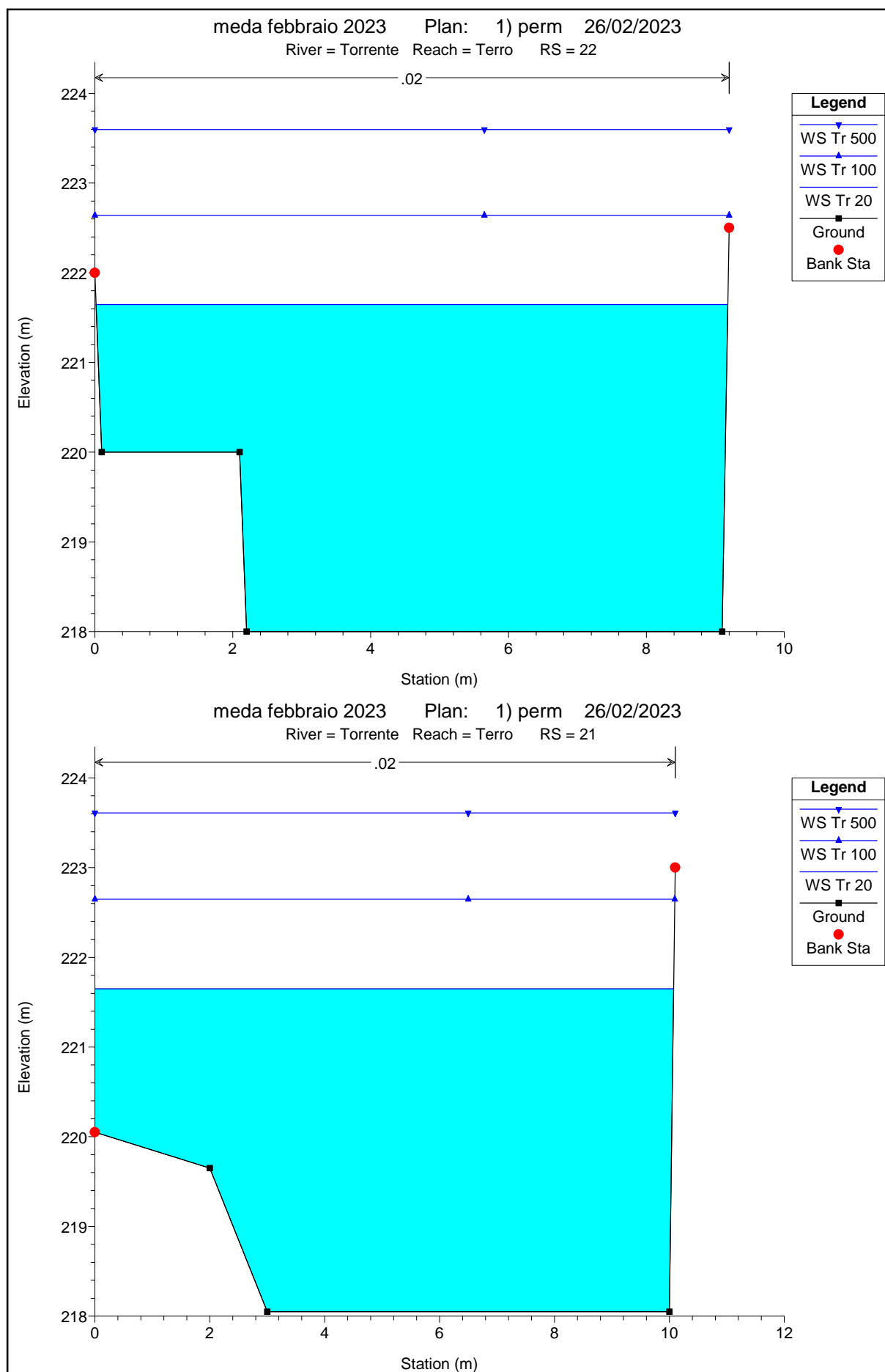


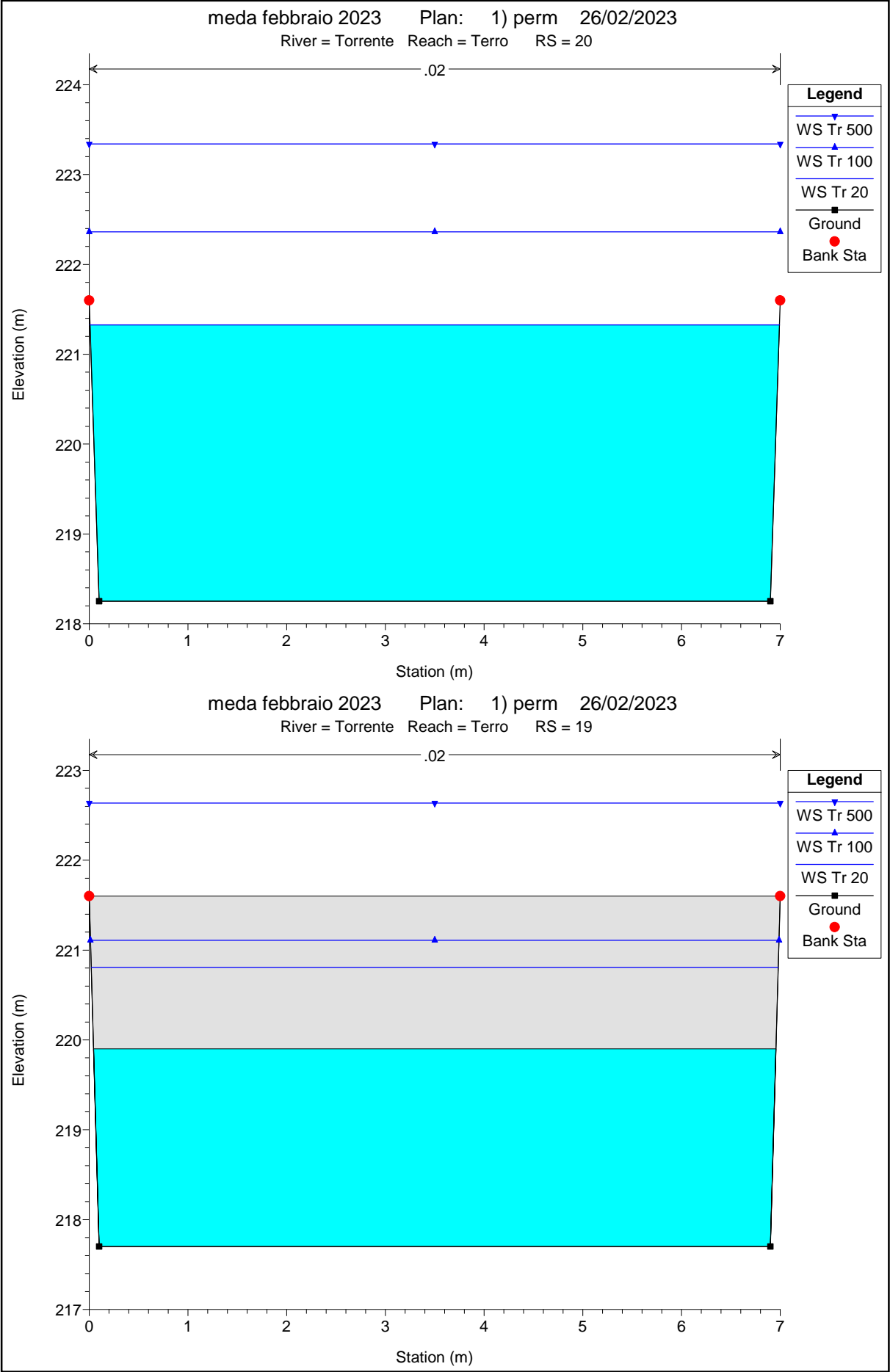


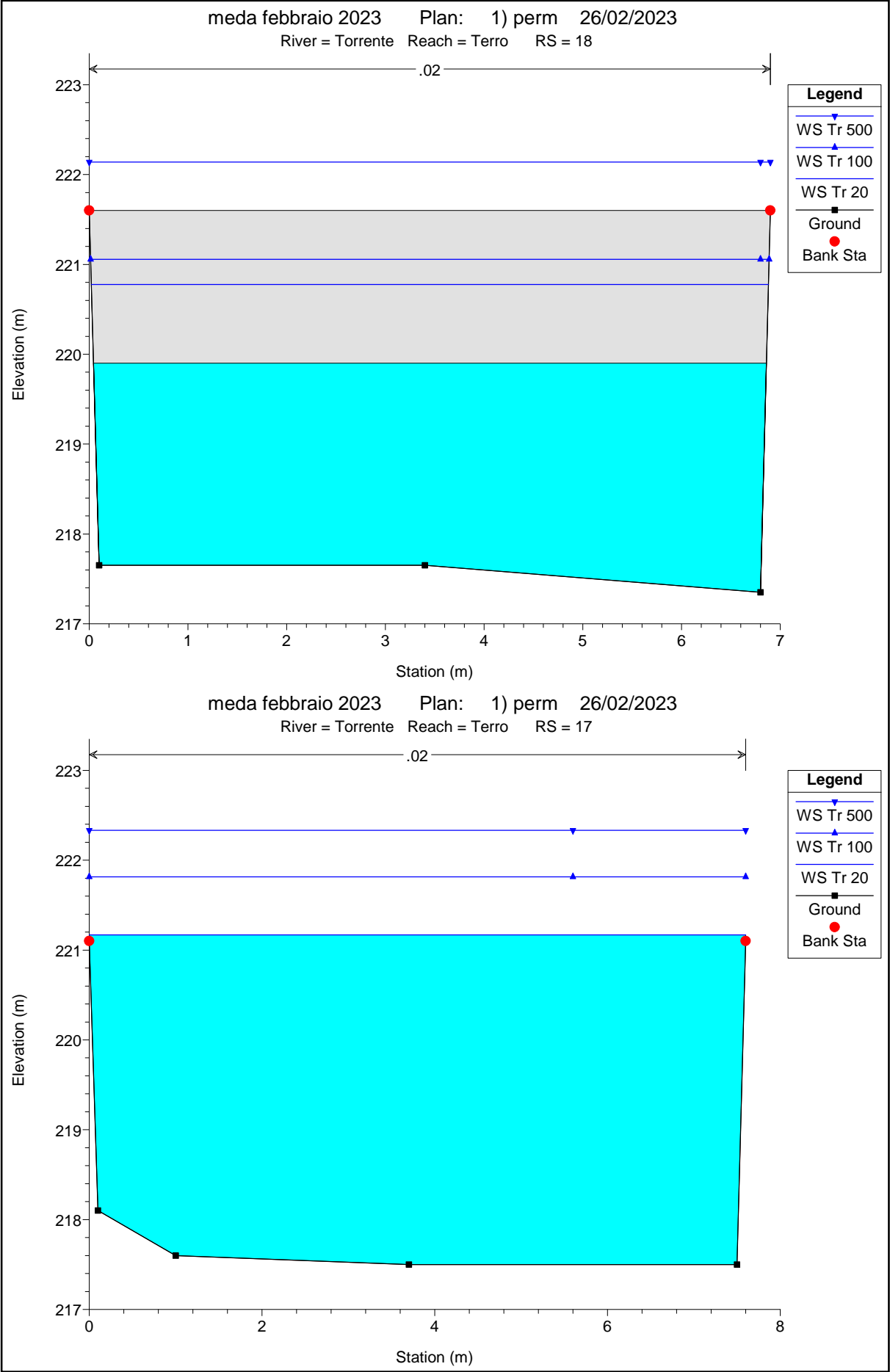


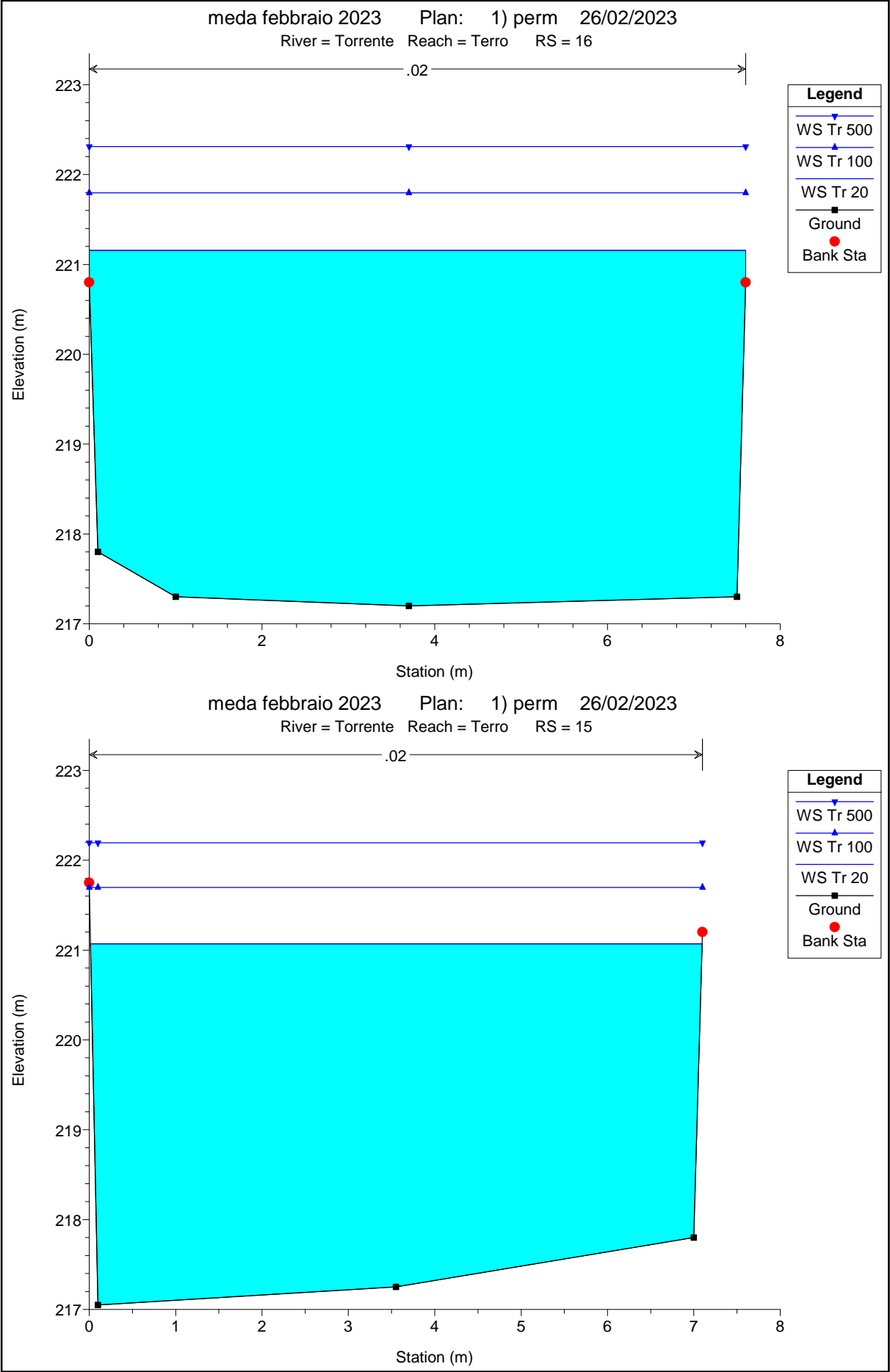


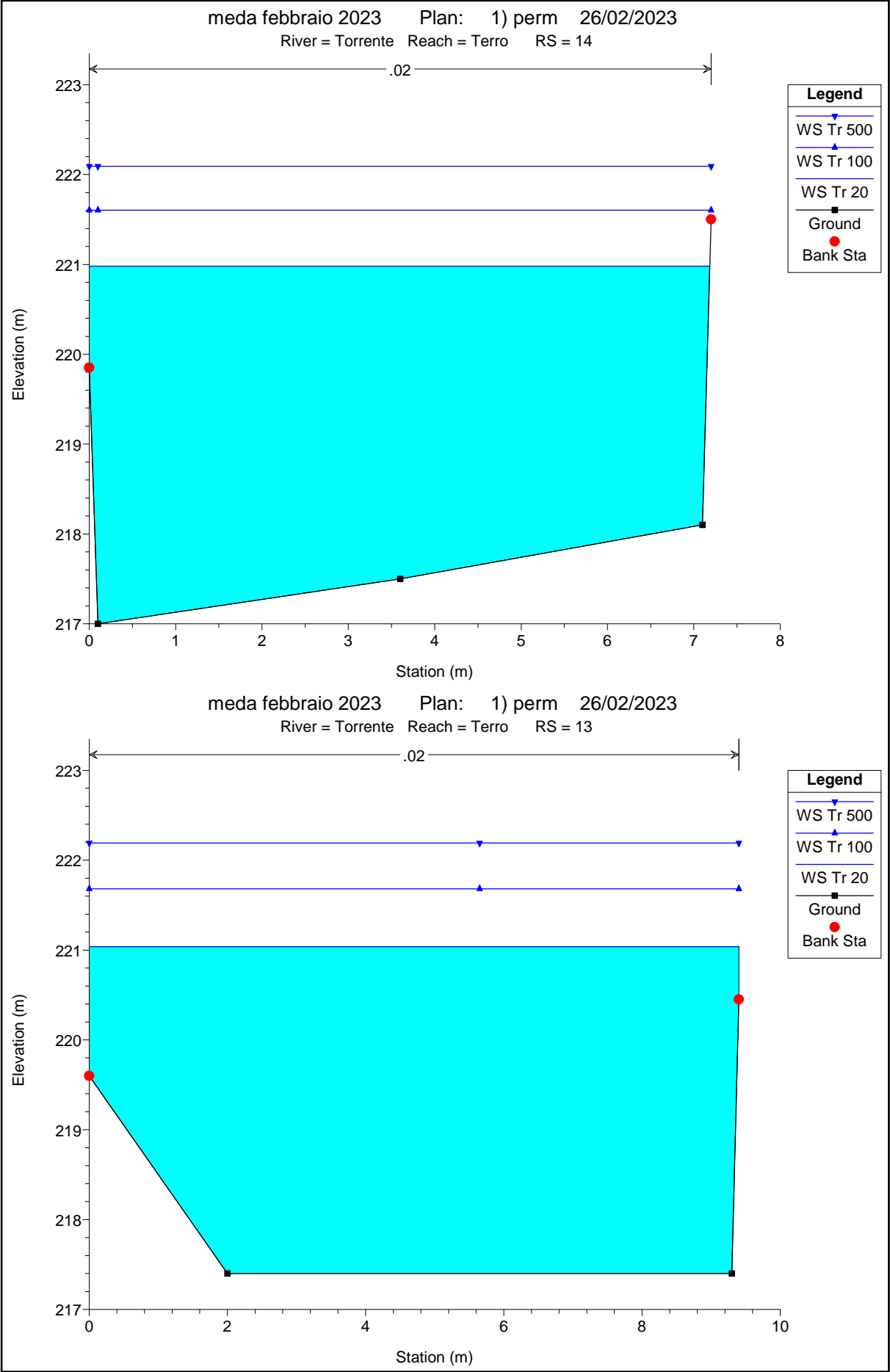


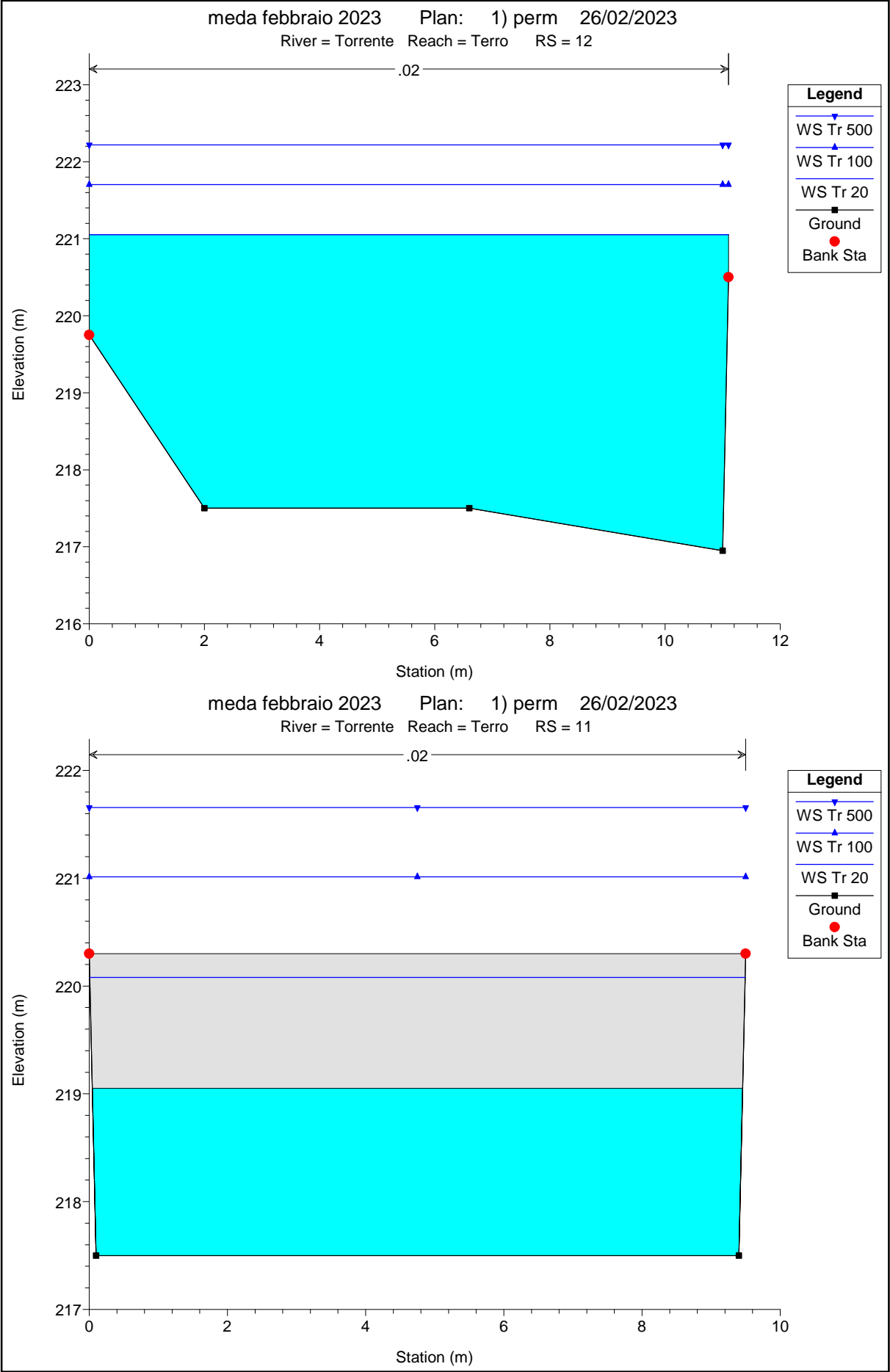


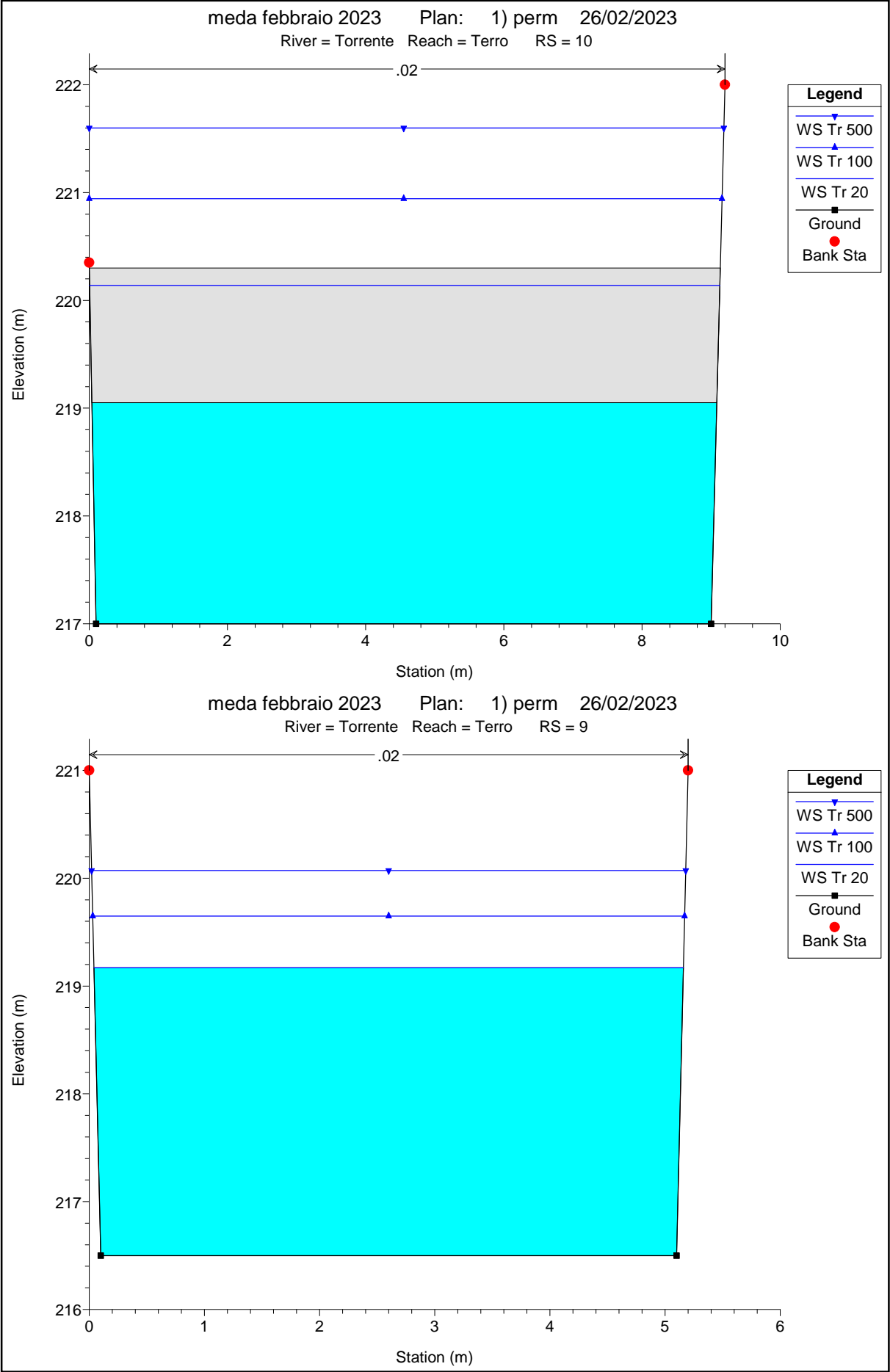


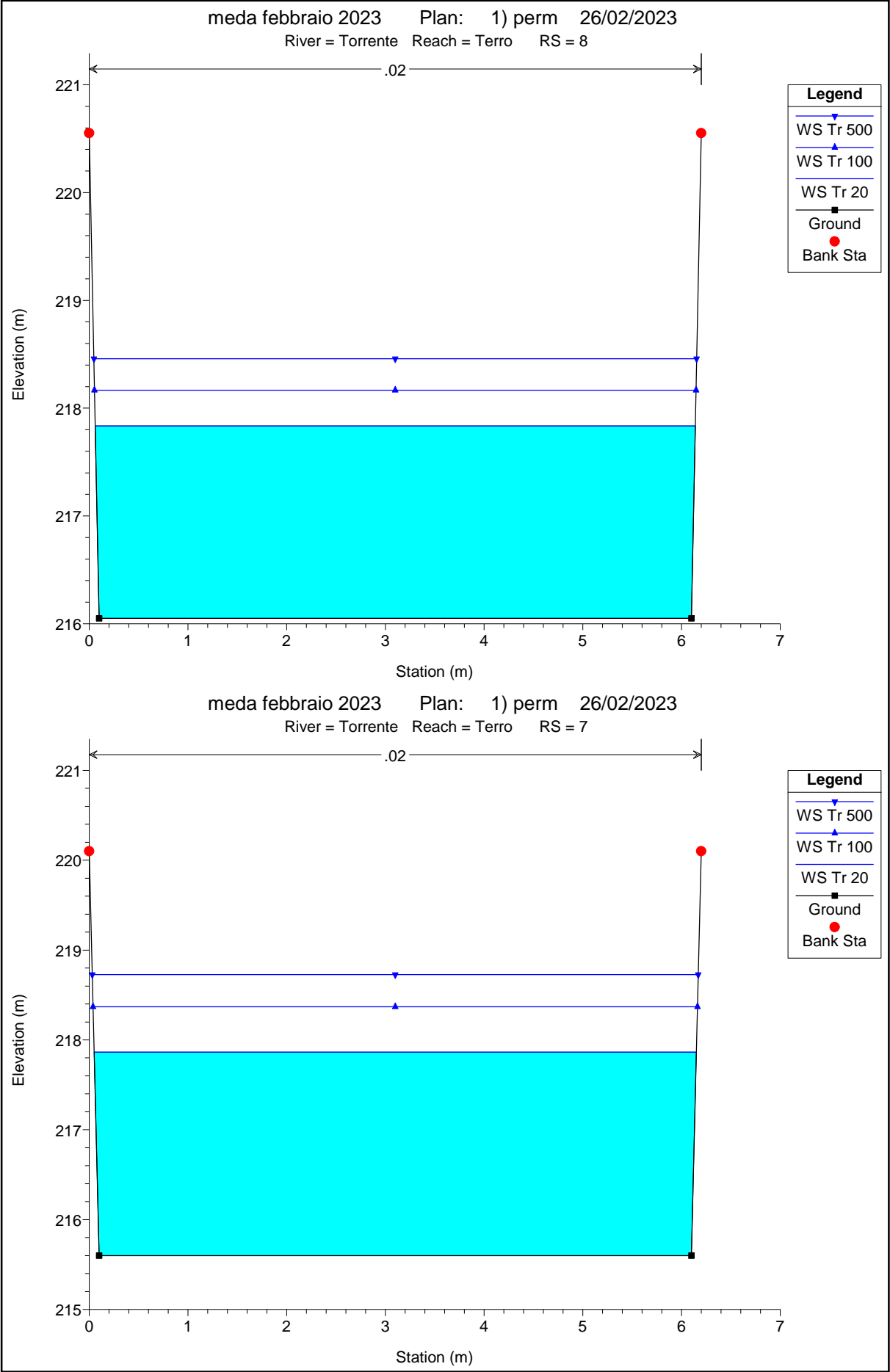












meda febbraio 2023 Plan: 1) perm 26/02/2023

River = Torrente Reach = Terro RS = 7

Elevation (m)

221

220

219

218

217

216

215

0

1

2

3

4

5

6

7

Station (m)

Legend

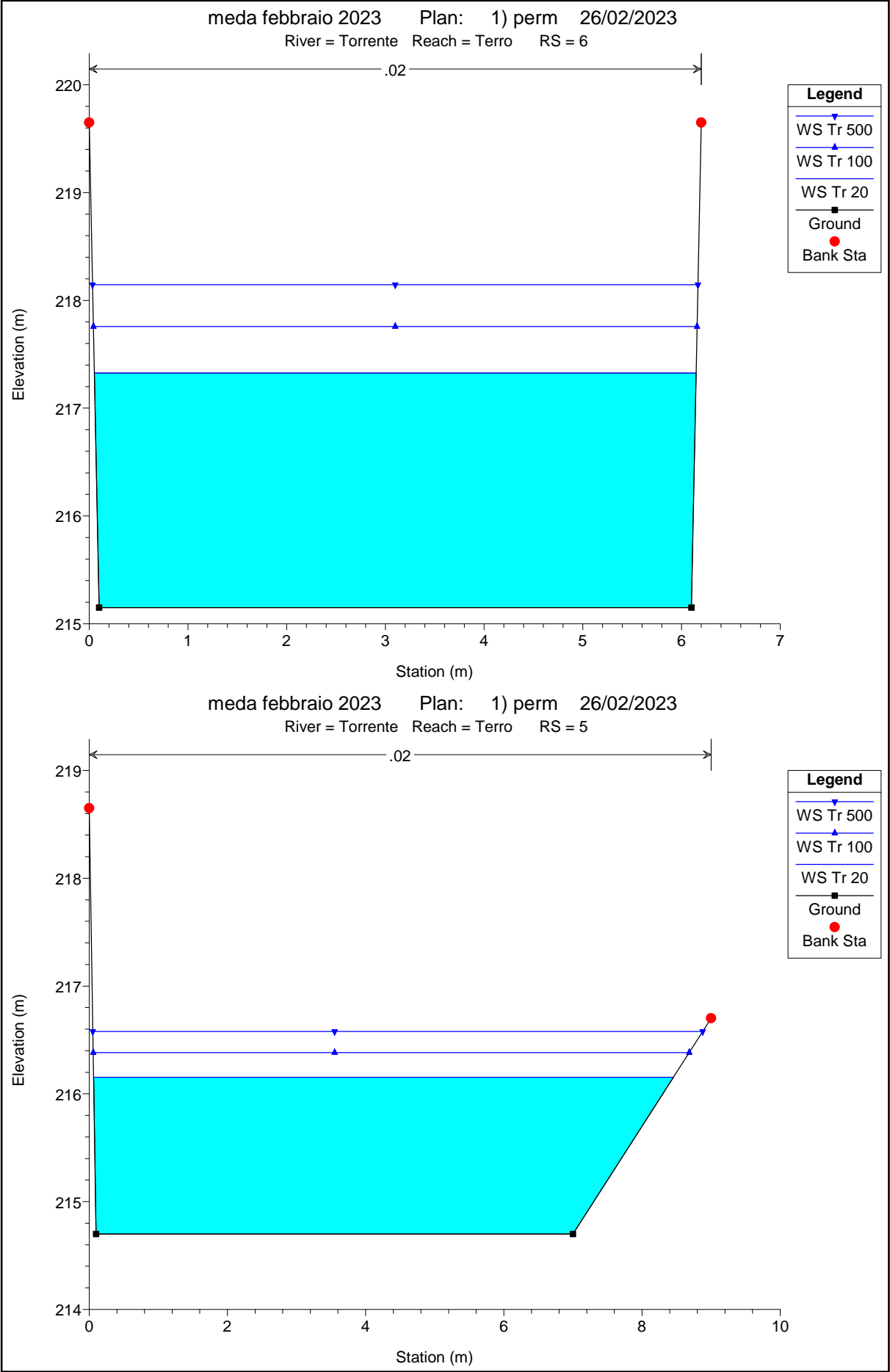
WS Tr 500

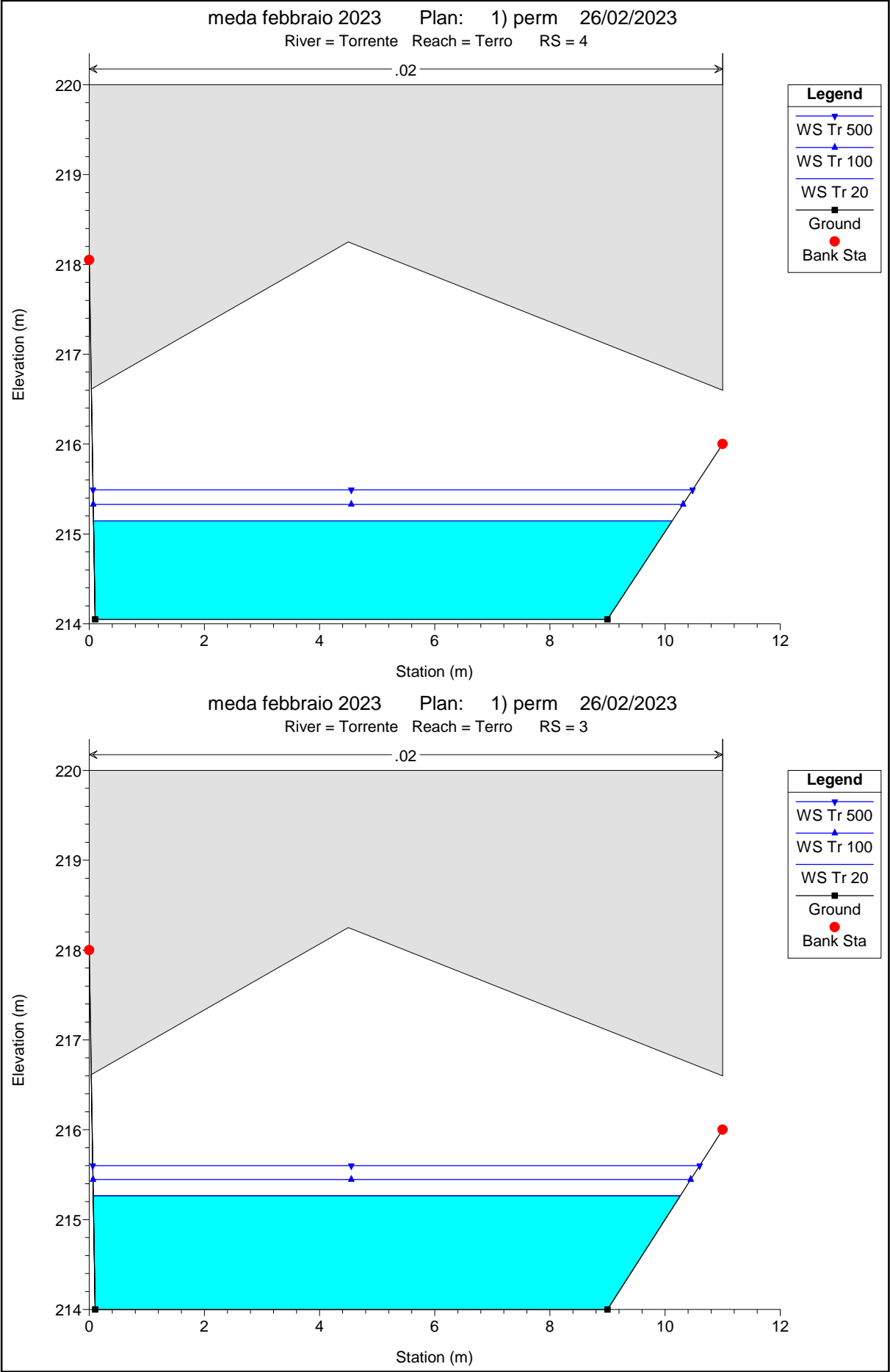
WS Tr 100

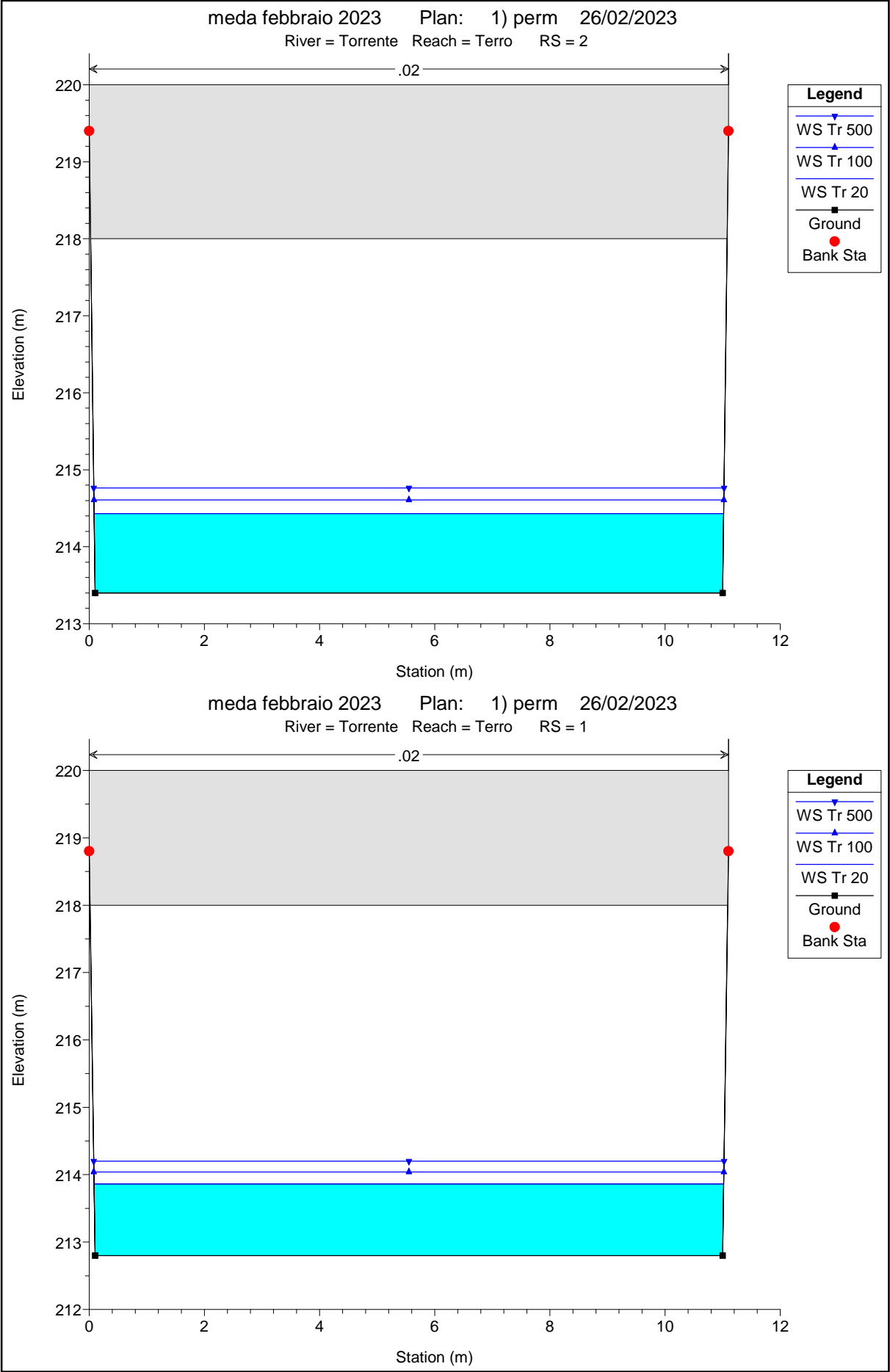
WS Tr 20

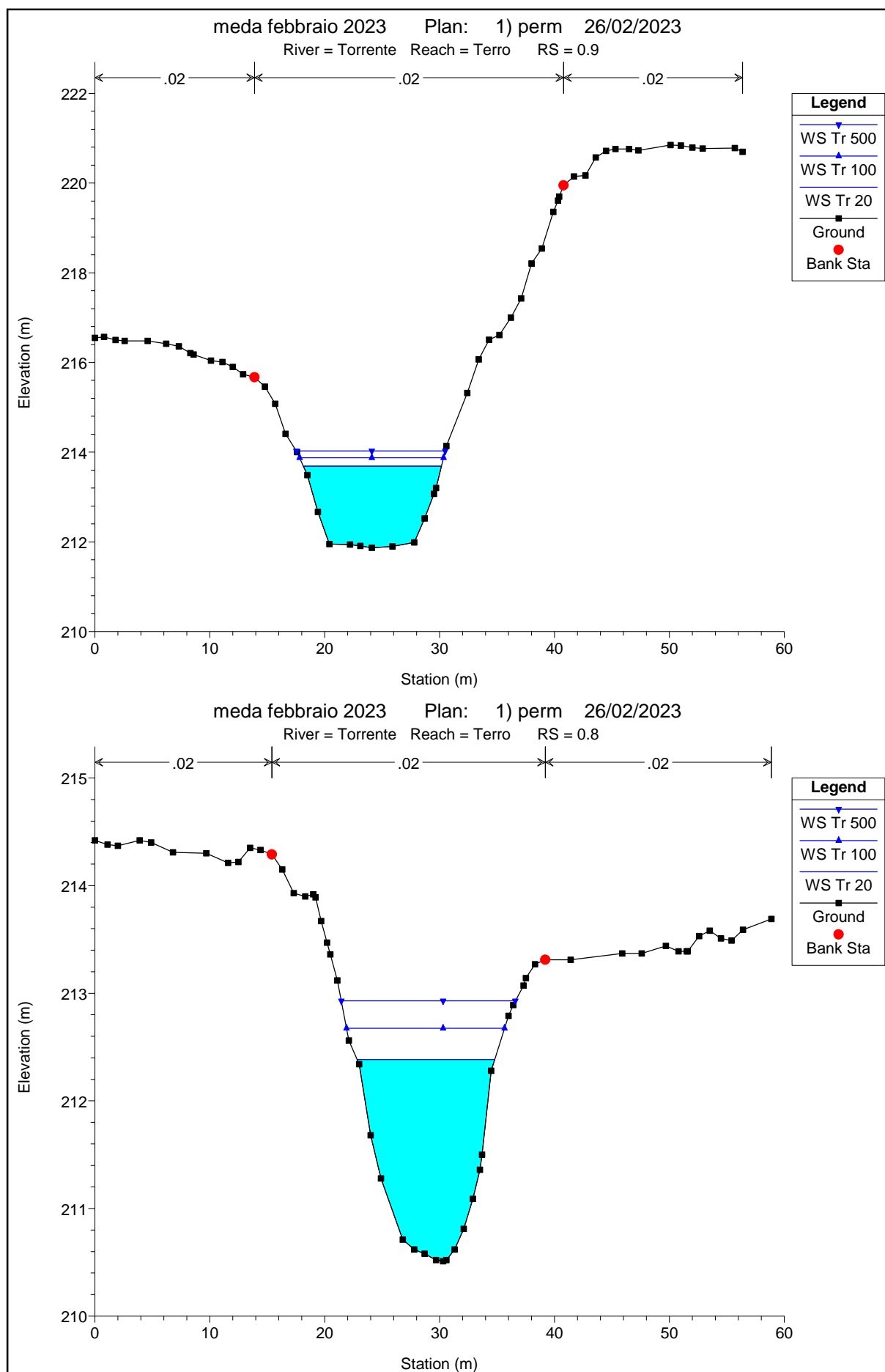
Ground

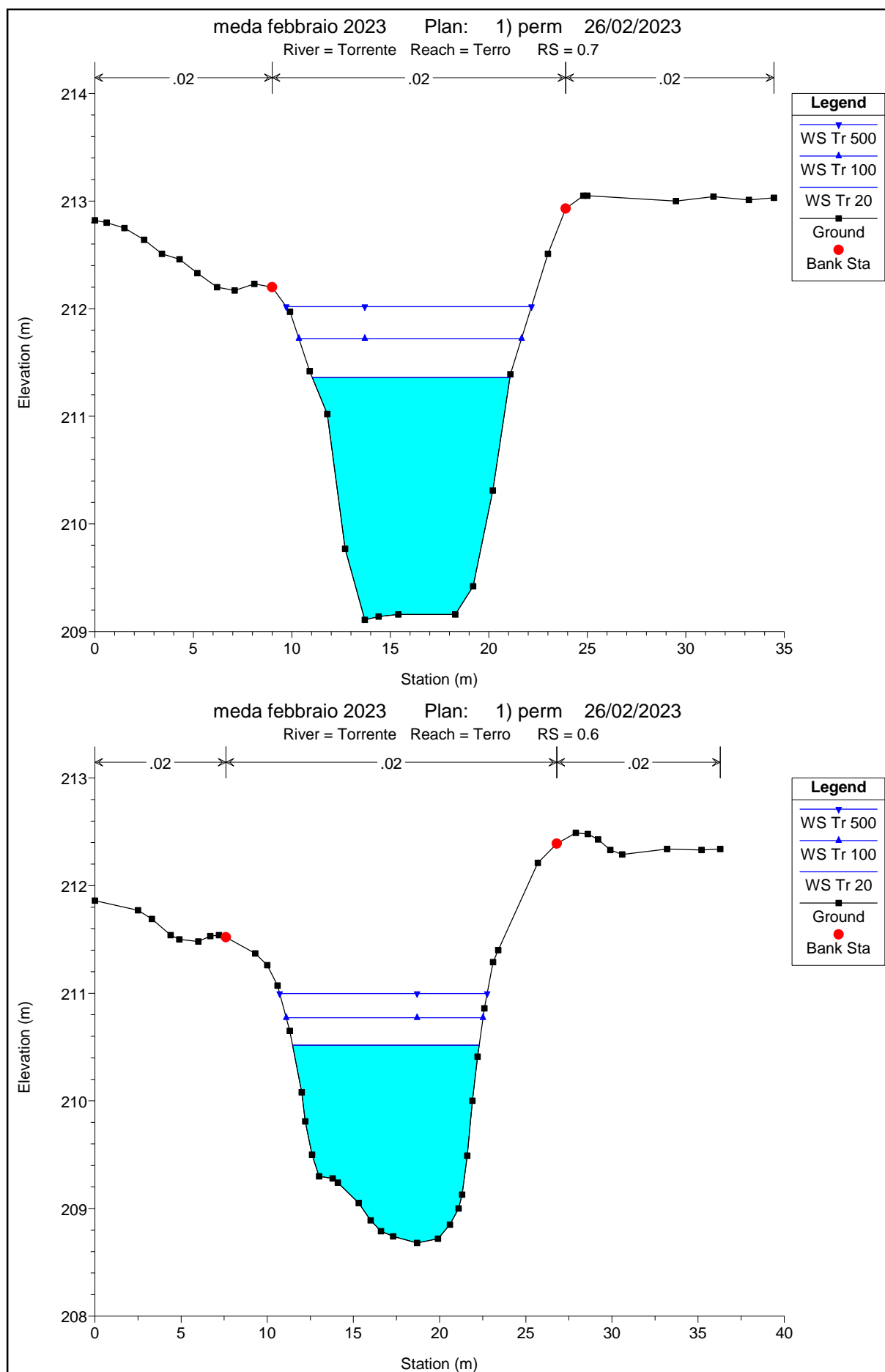
Bank Sta

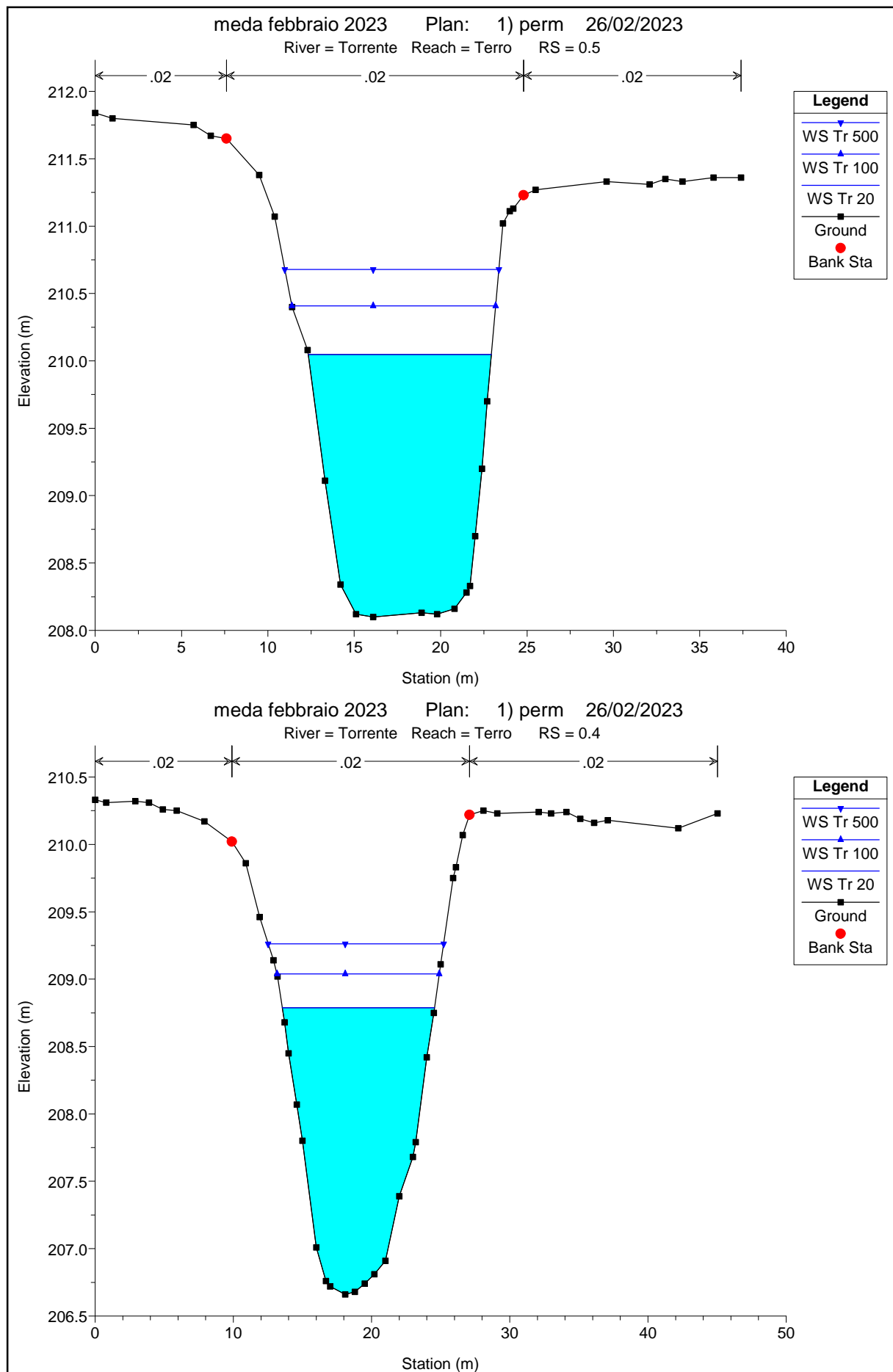


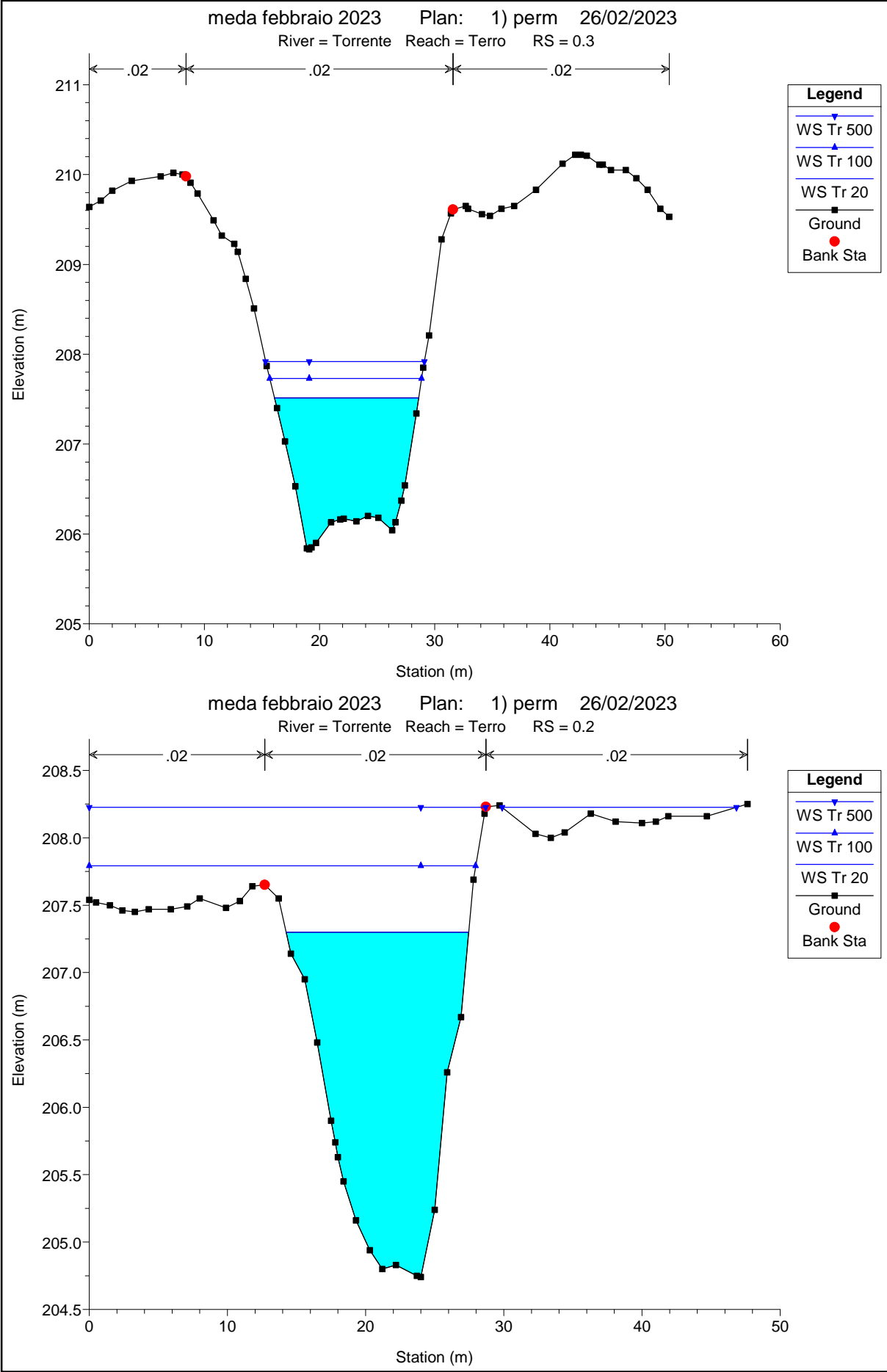


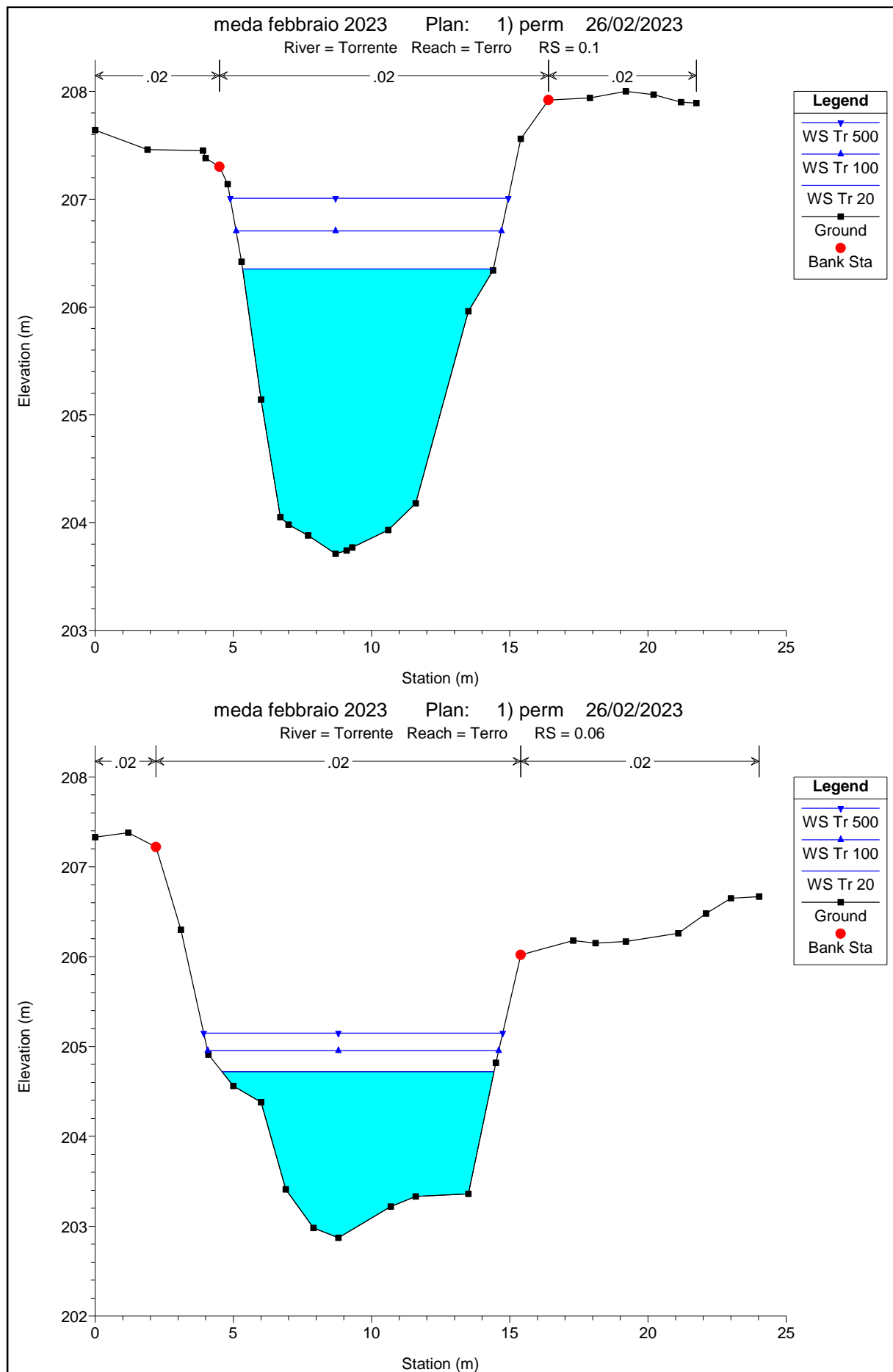






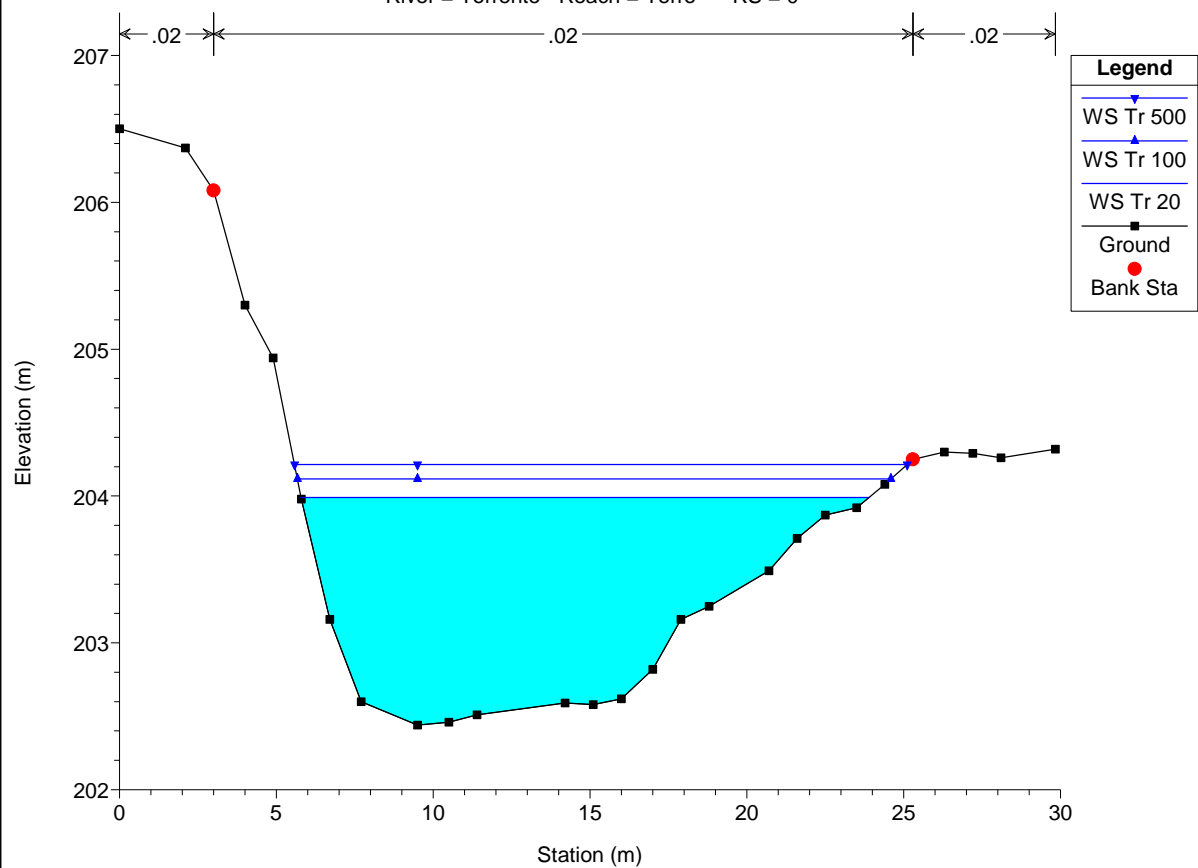




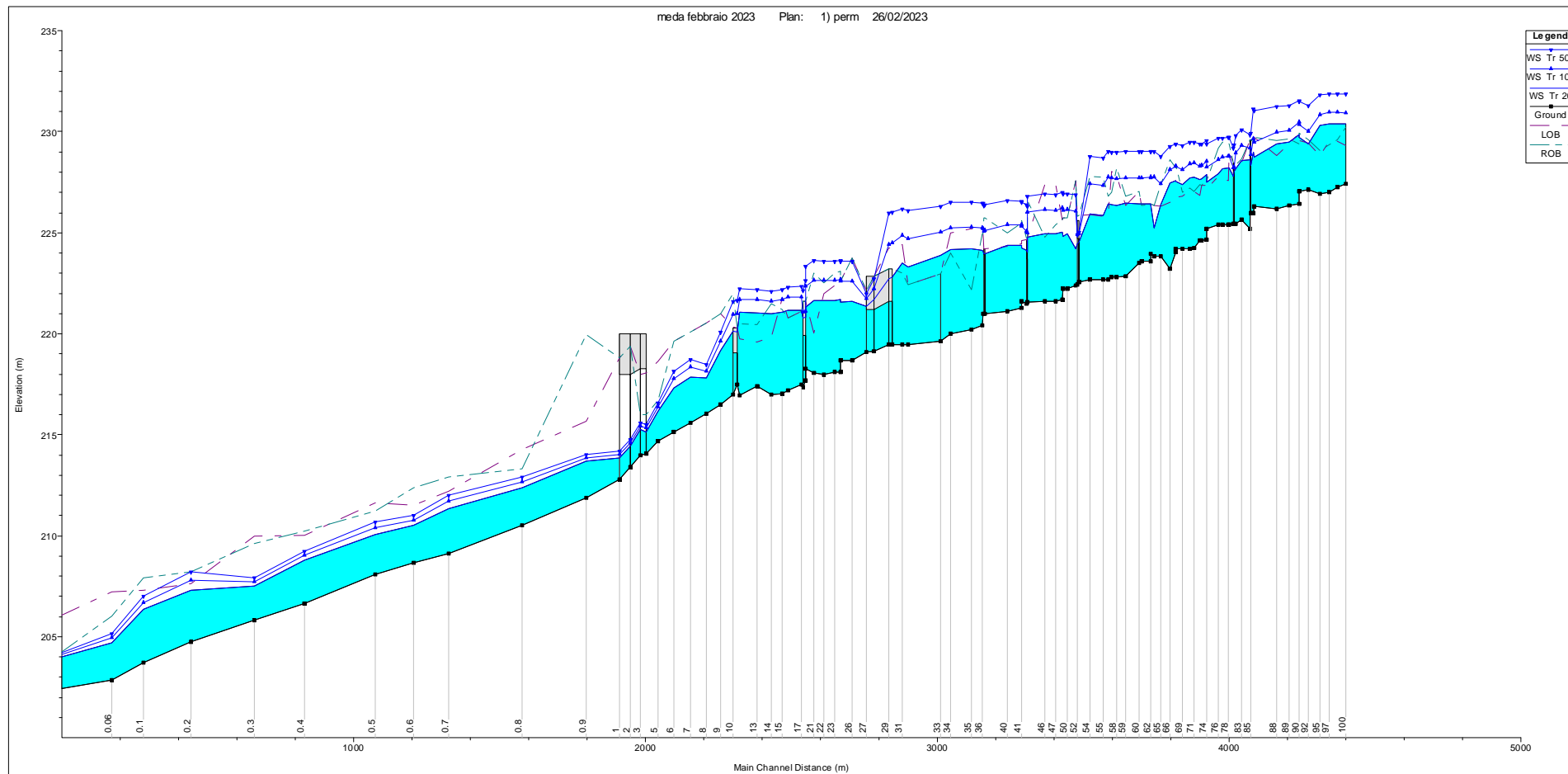


meda febbraio 2023 Plan: 1) perm 26/02/2023

River = Torrente Reach = Terro RS = 0



meda febbraio 2023 Plan: 1) perm 26/02/2023



[illegible]

Sez.	Profilo	Dist parziale	Q Total	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	L. Freeboard	R. Freeboard	Max Chl Dpth	Crit W.S.	E.G. Elev	Vel Left	Vel Chnl	Vel Right	Slope	Froude	Corrente
		(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(m/s)			
83	Tr 20	18.5	63	228.45	228.65	228.59	-0.14	0.06	2.94		229.07		3.06		0.0108	0.57	subcritica-lenta
83	Tr 100	18.5	80	228.45	228.65	229.31	-0.86	-0.66	3.66		229.8		3.12		0.0108	0.52	subcritica-lenta
83	Tr 500	18.5	97	228.45	228.65	230.12	-1.67	-1.47	4.47		230.61		3.08		0.0108	0.47	subcritica-lenta
82	Tr 20	8.3	63	228.35	228.35	228.17	0.18	0.18	2.72		228.99		4		0	0.79	subcritica-lenta
82	Tr 100	8.3	80	228.35	228.35	228.94	-0.59	-0.59	3.49		229.73		3.93		0	0.68	subcritica-lenta
82	Tr 500	8.3	97	228.35	228.35	229.81	-1.46	-1.46	4.36		230.55		3.79		0	0.59	subcritica-lenta
81	Tr 20	2.8	63	228.1	228.1	228.02	0.08	0.08	2.57	227.78	228.94		4.24		0	0.86	subcritica-lenta
81	Tr 100	2.8	80	228.1	228.1	228.23	-0.13	-0.13	2.78	228.1	229.62		5.23		0	1	in stato critico
81	Tr 500	2.8	97	228.1	228.1	229.34	-1.24	-1.24	3.89	228.89	230.47		4.69		0	0.76	subcritica-lenta
80	Tr 20	14.3	63	228.1	228.1	227.78	0.32	0.32	2.33	227.78	228.91		4.7		0.0035	1	in stato critico
80	Tr 100	14.3	80	228.1	228.1	228.19	-0.09	-0.09	2.74	228.1	229.59		5.23		0.0035	1.01	supercritica-veloce
80	Tr 500	14.3	97	228.1	228.1	229.21	-1.11	-1.11	3.76	228.89	230.42		4.89		0.0035	0.8	subcritica-lenta
79	Tr 20	1.3	63	228.95	229.4	228.21	0.74	1.19	2.81	227.3	228.64		2.89		0	0.56	subcritica-lenta
79	Tr 100	1.3	80	228.95	229.4	228.79	0.16	0.61	3.39		229.26		3.04		0	0.53	subcritica-lenta
79	Tr 500	1.3	97	228.95	229.4	229.72	-0.77	-0.32	4.32		230.14		2.87		0	0.45	subcritica-lenta
78	Tr 20	18.9	63	227.6	229.45	228.21	-0.61	1.24	2.81		228.64		2.89		0	0.55	subcritica-lenta
78	Tr 100	18.9	80	227.6	229.45	228.79	-1.19	0.66	3.39		229.26		3.03		0	0.53	subcritica-lenta
78	Tr 500	18.9	97	227.6	229.45	229.72	-2.12	-0.27	4.32		230.14		2.86		0	0.44	subcritica-lenta
77	Tr 20	16.7	63	227.65	229.5	228.15	-0.5	1.35	2.75		228.6		2.97		0	0.58	subcritica-lenta
77	Tr 100	16.7	80	227.65	229.5	228.74	-1.09	0.76	3.34		229.22		3.08		0	0.55	subcritica-lenta
77	Tr 500	16.7	97	227.65	229.5	229.69	-2.04	-0.19	4.29		230.12		2.88		0	0.45	subcritica-lenta
76	Tr 20	38	63	227.8	229.2	227.91	-0.11	1.29	2.51		228.54		3.53		0.0053	0.75	subcritica-lenta
76	Tr 100	38	80	227.8	229.2	228.63	-0.83	0.57	3.23		229.18		3.28		0.0053	0.67	subcritica-lenta
76	Tr 500	38	97	227.8	229.2	229.69	-1.89	-0.49	4.29		230.09		2.77		0.0053	0.47	subcritica-lenta
75	Tr 20	0.9	63	227.18	227.6	227.52	-0.34	0.08	2.32	227.31	228.38		4.11		0.6109	0.87	subcritica-lenta
75	Tr 100	0.9	80	227.18	227.6	228.25	-1.07	-0.65	3.05		229.05		3.95		0.6109	0.73	subcritica-lenta
75	Tr 500	0.9	97	227.18	227.6	229.38	-2.2	-1.78	4.18		230		3.49		0.6109	0.55	subcritica-lenta
74	Tr 20	17.8	63	227.35	227.65	227.87	-0.52	-0.22	3.22		228.23		2.67		0.0028	0.5	subcritica-lenta
74	Tr 100	17.8	80	227.35	227.65	228.54	-1.19	-0.89	3.89		228.92		2.74		0.0028	0.46	subcritica-lenta
74	Tr 500	17.8	97	227.35	227.65	229.58	-2.23	-1.93	4.93		229.92		2.58		0.0028	0.38	subcritica-lenta
73	Tr 20	5.3	63	227.35	227.35	227.69	-0.34	-0.34	3.09		228.19		3.12		0	0.58	subcritica-lenta
73	Tr 100	5.3	80	227.35	227.35	228.35	-1	-1	3.75		228.88		3.24		0	0.55	subcritica-lenta
73	Tr 500	5.3	97	227.35	227.35	229.42	-2.07	-2.07	4.82		229.88		3.02		0	0.45	subcritica-lenta
72	Tr 20	19.4	63	226.85	227.4	227.62	-0.77	-0.22	3.02		228.17		3.28		0.0181	0.63	subcritica-lenta
72	Tr 100	19.4	80	226.85	227.4	228.3	-1.45	-0.9	3.7		228.87		3.34		0.0181	0.58	subcritica-lenta
72	Tr 500	19.4	97	226.85	227.4	229.4	-2.55	-2	4.8		229.87		3.07		0.0181	0.46	subcritica-lenta
71	Tr 20	13.8	63	227.05	227.05	227.76	-0.71	-0.71	3.51		228.07		2.46		0.0022	0.44	subcritica-lenta
71	Tr 100	13.8	80	227.05	227.05	228.43	-1.38	-1.38	4.18		228.77		2.56		0.0022	0.42	subcritica-lenta
71	Tr 500	13.8	97	227.05	227.05	229.5	-2.45	-2.45	5.25		229.8		2.43		0.0022	0.35	subcritica-lenta

Sez.	Profilo	Dist parziale (m)	Q Total (m3/s)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	L. Freeboard (m)	R. Freeboard (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Slope	Froude	Corrente
70	Tr 20	27.7	63	227.1	227.2	227.73	-0.63	-0.53	3.51		228.05		2.51		0.0007	0.46	subcritica-lenta
70	Tr 100	27.7	80	227.1	227.2	228.4	-1.3	-1.2	4.18		228.75		2.62		0.0007	0.43	subcritica-lenta
70	Tr 500	27.7	97	227.1	227.2	229.48	-2.38	-2.28	5.26		229.79		2.47		0.0007	0.36	subcritica-lenta
69	Tr 20	20.6	63	226.8	227	227.37	-0.57	-0.37	3.17		227.97		3.43		0	0.71	subcritica-lenta
69	Tr 100	20.6	80	226.8	227	228.13	-1.33	-1.13	3.93		228.69		3.32		0	0.6	subcritica-lenta
69	Tr 500	20.6	97	226.8	227	229.31	-2.51	-2.31	5.11		229.75		2.94		0	0.45	subcritica-lenta
68	Tr 20	2.2	63	226.75	228.35	227.56	-0.81	0.79	3.36		227.85		2.38		0.0682	0.43	subcritica-lenta
68	Tr 100	2.2	80	226.75	228.35	228.28	-1.53	0.07	4.08		228.59		2.47		0.0682	0.4	subcritica-lenta
68	Tr 500	2.2	97	226.75	228.35	229.4	-2.65	-1.05	5.2		229.68		2.33		0.0682	0.33	subcritica-lenta
67	Tr 20	17.9	63	226.55	228.2	227.58	-1.03	0.62	3.53		227.84		2.25		0.0475	0.39	subcritica-lenta
67	Tr 100	17.9	80	226.55	228.2	228.29	-1.74	-0.09	4.24		228.58		2.36		0.0475	0.37	subcritica-lenta
67	Tr 500	17.9	97	226.55	228.2	229.41	-2.86	-1.21	5.36		229.67		2.25		0.0475	0.31	subcritica-lenta
66	Tr 20	33.3	63	226.5	228.6	227.45	-0.95	1.15	4.25		227.81		2.64		-0.0195	0.44	subcritica-lenta
66	Tr 100	33.3	80	226.5	228.6	228.14	-1.64	0.46	4.94		228.55		2.82		-0.0195	0.43	subcritica-lenta
66	Tr 500	33.3	97	226.5	228.6	229.27	-2.77	-0.67	6.07		229.64		2.71		-0.0195	0.37	subcritica-lenta
65	Tr 20	22.2	63	226.3	227.4	226.38	-0.08	1.02	2.53	226.38	227.63		4.95		0	1	in stato critico
65	Tr 100	22.2	80	226.3	227.4	227.4	-1.1	0	3.55		228.41		4.44		0	0.76	subcritica-lenta
65	Tr 500	22.2	97	226.3	227.4	228.8	-2.5	-1.4	4.95		229.55		3.84		0	0.56	subcritica-lenta
64	Tr 20	10.2	63	226.35	226.35	225.25	1.1	1.1	1.4	225.86	227.32		6.38		-0.0098	1.73	supercritica-veloce
64	Tr 100	10.2	80	226.35	226.35	227.77	-1.42	-1.42	3.92		228.18		2.85		-0.0098	0.46	subcritica-lenta
64	Tr 500	10.2	97	226.35	226.35	229.05	-2.7	-2.7	5.2		229.39		2.59		-0.0098	0.36	subcritica-lenta
63	Tr 20	0.7	63	226.45	226.45	226.39	0.06	0.06	2.44	225.96	227.06		3.62		0.4998	0.75	subcritica-lenta
63	Tr 100	0.7	80	226.45	226.45	227.72	-1.27	-1.27	3.77		228.16		2.96		0.4998	0.49	subcritica-lenta
63	Tr 500	0.7	97	226.45	226.45	229.02	-2.57	-2.57	5.07		229.38		2.66		0.4998	0.38	subcritica-lenta
62	Tr 20	31.6	63	226.4	226.4	226.45	-0.05	-0.05	2.85		227.03		3.37		0.0006	0.67	subcritica-lenta
62	Tr 100	31.6	80	226.4	226.4	227.74	-1.34	-1.34	4.14		228.15		2.86		0.0006	0.46	subcritica-lenta
62	Tr 500	31.6	97	226.4	226.4	229.03	-2.63	-2.63	5.43		229.37		2.59		0.0006	0.36	subcritica-lenta
61	Tr 20	8	63	226.35	226.35	226.41	-0.06	-0.06	2.83		226.94		3.22		0.01	0.63	subcritica-lenta
61	Tr 100	8	80	226.35	226.35	227.72	-1.37	-1.37	4.14		228.1		2.76		0.01	0.44	subcritica-lenta
61	Tr 500	8	97	226.35	226.35	229.02	-2.67	-2.67	5.44		229.34		2.52		0.01	0.35	subcritica-lenta
60	Tr 20	47.5	63	227.05	227.05	226.42	0.63	0.63	2.92		226.92		3.12		0.0137	0.6	subcritica-lenta
60	Tr 100	47.5	80	227.05	227.05	227.72	-0.67	-0.67	4.22		228.09		2.7		0.0137	0.43	subcritica-lenta
60	Tr 500	47.5	97	227.05	227.05	229.01	-1.96	-1.96	5.51		229.33		2.49		0.0137	0.34	subcritica-lenta
59	Tr 20	31.8	63	226.35	226.8	226.45	-0.1	0.35	3.6		226.79		2.58		0.0016	0.45	subcritica-lenta
59	Tr 100	31.8	80	226.35	226.8	227.73	-1.38	-0.93	4.88		228.02		2.38		0.0016	0.35	subcritica-lenta
59	Tr 500	31.8	97	226.35	226.8	229.02	-2.67	-2.22	6.17		229.28		2.26		0.0016	0.3	subcritica-lenta
58	Tr 20	15	63	227.85	228.2	226.35	1.5	1.85	3.55		226.74		2.78		0	0.5	subcritica-lenta
58	Tr 100	15	80	227.85	228.2	227.67	0.18	0.53	4.87		227.98		2.49		0	0.38	subcritica-lenta
58	Tr 500	15	97	227.85	228.2	228.98	-1.13	-0.78	6.18		229.25		2.33		0	0.31	subcritica-lenta

Sez.	Profilo	Dist parziale (m)	Q Total (m3/s)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	L. Freeboard (m)	R. Freeboard (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Slope	Froude	Corrente
57	Tr 20	13.3	63	228.05	227	226.38	1.67	0.62	3.58		226.7		2.5		0.0075	0.45	subcritica-lenta
57	Tr 100	13.3	80	228.05	227	227.7	0.35	-0.7	4.9		227.95		2.21		0.0075	0.34	subcritica-lenta
57	Tr 500	13.3	97	228.05	227	229.01	-0.96	-2.01	6.21		229.23		2.07		0.0075	0.28	subcritica-lenta
56	Tr 20	15.7	63	225.9	226.8	226.42	-0.52	0.38	3.72		226.67		2.18		0	0.39	subcritica-lenta
56	Tr 100	15.7	80	225.9	226.8	227.73	-1.83	-0.93	5.03		227.93		1.95		0	0.3	subcritica-lenta
56	Tr 500	15.7	97	225.9	226.8	229.04	-3.14	-2.24	6.34		229.2		1.82		0	0.24	subcritica-lenta
55	Tr 20	44.9	63	225.8	227.75	225.84	-0.04	1.91	3.14		226.59		3.83		0	0.71	subcritica-lenta
55	Tr 100	44.9	80	225.8	227.75	227.35	-1.55	0.4	4.65		227.88		3.22		0	0.49	subcritica-lenta
55	Tr 500	44.9	97	225.8	227.75	228.71	-2.91	-0.96	6.01		229.17		2.99		0	0.4	subcritica-lenta
54	Tr 20	37.4	63	225.9	227.8	225.92	-0.02	1.88	3.22		226.4		3.06		0.004	0.56	subcritica-lenta
54	Tr 100	37.4	80	225.9	227.8	227.41	-1.51	0.39	4.71		227.76		2.61		0.004	0.39	subcritica-lenta
54	Tr 500	37.4	97	225.9	227.8	228.77	-2.87	-0.97	6.07		229.07		2.43		0.004	0.32	subcritica-lenta
53	Tr 20	5.9	63	223.83	223.85	224.52	-0.7	-0.67	1.97	224.5	226.13		5.61		0.0169	1.27	supercritica-veloce
53	Tr 100	5.9	80	223.83	223.85	224.96	-1.14	-1.11	2.41	224.57	227.43		6.96		0.0169	1.43	supercritica-veloce
53	Tr 500	5.9	97	223.83	223.85	225.01	-1.19	-1.16	2.46	224.61	228.64		8.44		0.0169	1.72	supercritica-veloce
52	Tr 20	6.4	63	223.83	223.87	224.46	-0.64	-0.59	2.01	224.46	226.04		5.56		0.0078	1.25	supercritica-veloce
52	Tr 100	6.4	80	223.83	223.87	224.89	-1.06	-1.02	2.44	224.56	227.23		6.77		0.0078	1.39	supercritica-veloce
52	Tr 500	6.4	97	223.83	223.87	224.9	-1.08	-1.03	2.45	224.6	228.34		8.21		0.0078	1.67	supercritica-veloce
51	Tr 20	27.6	63	227.6	227.6	224.2	3.4	3.4	1.8	224.67	225.94		5.83		0.0062	1.46	supercritica-veloce
51	Tr 100	27.6	80	227.6	227.6	226.07	1.53	1.53	3.67		226.67		3.43		0.0062	0.59	subcritica-lenta
51	Tr 500	27.6	97	227.6	227.6	226.87	0.73	0.73	4.47		227.45		3.38		0.0062	0.52	subcritica-lenta
50	Tr 20	16.1	63	225.75	225.75	224.93	0.82	0.82	2.7	224.31	225.5		3.33		0	0.66	subcritica-lenta
50	Tr 100	16.1	80	225.75	225.75	226.15	-0.4	-0.4	3.92		226.57		2.87		0	0.47	subcritica-lenta
50	Tr 500	16.1	97	225.75	225.75	226.94	-1.19	-1.19	4.71		227.36		2.88		0	0.43	subcritica-lenta
49	Tr 20	1.6	63	225.75	225.75	224.84	0.91	0.91	2.61		225.45		3.45		0.3313	0.7	subcritica-lenta
49	Tr 100	1.6	80	225.75	225.75	226.12	-0.37	-0.37	3.89		226.54		2.89		0.3313	0.48	subcritica-lenta
49	Tr 500	1.6	97	225.75	225.75	226.91	-1.16	-1.16	4.68		227.34		2.89		0.3313	0.43	subcritica-lenta
48	Tr 20	22.9	63	225.65	225.65	225.02	0.63	0.63	3.32	223.84	225.37		2.63		0.0044	0.48	subcritica-lenta
48	Tr 100	22.9	80	225.65	225.65	226.21	-0.56	-0.56	4.51	224.17	226.5		2.39		0.0044	0.37	subcritica-lenta
48	Tr 500	22.9	97	225.65	225.65	227	-1.35	-1.35	5.3	224.47	227.3		2.44		0.0044	0.35	subcritica-lenta
47	Tr 20	36.1	65	227.4	225.4	224.93	2.47	0.47	3.33		225.33		2.81		0	0.51	subcritica-lenta
47	Tr 100	36.1	84	227.4	225.4	226.12	1.28	-0.72	4.52		226.47		2.63		0	0.41	subcritica-lenta
47	Tr 500	36.1	102	227.4	225.4	226.9	0.5	-1.5	5.3		227.27		2.7		0	0.38	subcritica-lenta
46	Tr 20	60.5	65	227.4	224.8	224.96	2.44	-0.16	3.36		225.26		2.39		0.0008	0.42	subcritica-lenta
46	Tr 100	60.5	84	227.4	224.8	226.15	1.25	-1.35	4.55		226.41		2.28		0.0008	0.34	subcritica-lenta
46	Tr 500	60.5	102	227.4	224.8	226.93	0.47	-2.13	5.33		227.21		2.36		0.0008	0.33	subcritica-lenta
45	Tr 20	1.7	65	224.8	226.6	224.78	0.02	1.82	3.23		225.17		2.76		0	0.49	subcritica-lenta
45	Tr 100	1.7	84	224.8	226.6	226.02	-1.22	0.58	4.47		226.35		2.57		0	0.39	subcritica-lenta
45	Tr 500	1.7	102	224.8	226.6	226.8	-2	-0.2	5.25		227.16		2.64		0	0.37	subcritica-lenta

Sez.	Profilo	Dist parziale (m)	Q Total (m3/s)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	L. Freeboard (m)	R. Freeboard (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Slope	Froude	Corrente
44	Tr 20	2.5	65	223.7	223.7	224.03	-0.33	-0.33	2.48	223.7	225.1		4.58		0.02	0.93	subcritica-lenta
44	Tr 100	2.5	84	223.7	223.7	225.01	-1.31	-1.31	3.46	225.01	226.26		4.95		0.02	0.85	subcritica-lenta
44	Tr 500	2.5	102	223.7	223.7	226.32	-2.62	-2.62	4.77	225.34	227.11		3.94		0.02	0.58	subcritica-lenta
43	Tr 20	15.4	65	223.7	223.7	224.14	-0.44	-0.44	2.64	223.56	225.02		4.16		-0.0065	0.82	subcritica-lenta
43	Tr 100	15.4	84	223.7	223.7	225.06	-1.36	-1.36	3.56	224.84	226.06		4.43		-0.0065	0.75	subcritica-lenta
43	Tr 500	15.4	102	223.7	223.7	226.41	-2.71	-2.71	4.91	225.17	227.05		3.54		-0.0065	0.51	subcritica-lenta
42	Tr 20	0.8	65	224.6	225.6	224.24	0.36	1.36	2.64		224.87		3.53		0.3749	0.71	subcritica-lenta
42	Tr 100	0.8	84	224.6	225.6	225.34	-0.74	0.26	3.74		225.86		3.18		0.3749	0.53	subcritica-lenta
42	Tr 500	0.8	102	224.6	225.6	226.52	-1.92	-0.92	4.92		226.95		2.92		0.3749	0.43	subcritica-lenta
41	Tr 20	49.3	65	224.45	225.5	224.35	0.1	1.15	3.05		224.82		3.03		0.0041	0.56	subcritica-lenta
41	Tr 100	49.3	84	224.45	225.5	225.4	-0.95	0.1	4.1		225.83		2.89		0.0041	0.46	subcritica-lenta
41	Tr 500	49.3	102	224.45	225.5	226.56	-2.11	-1.06	5.26		226.93		2.72		0.0041	0.38	subcritica-lenta
40	Tr 20	76	65	224.35	225	224.36	-0.01	0.64	3.25		224.71		2.65		0.0013	0.49	subcritica-lenta
40	Tr 100	76	84	224.35	225	225.42	-1.07	-0.42	4.32		225.74		2.51		0.0013	0.4	subcritica-lenta
40	Tr 500	76	102	224.35	225	226.58	-2.23	-1.58	5.48		226.86		2.36		0.0013	0.33	subcritica-lenta
39	Tr 20	3	65	223.9	223.9	223.98	-0.08	-0.08	2.98	223.29	224.53		3.27		0	0.61	subcritica-lenta
39	Tr 100	3	84	223.9	223.9	225.09	-1.19	-1.19	4.09	223.65	225.59		3.11		0	0.49	subcritica-lenta
39	Tr 500	3	102	223.9	223.9	226.38	-2.48	-2.48	5.38	223.9	226.76		2.74		0	0.38	subcritica-lenta
38	Tr 20	4.5	65	223.9	223.9	223.97	-0.07	-0.07	2.97	223.29	224.51		3.27		0	0.61	subcritica-lenta
38	Tr 100	4.5	84	223.9	223.9	225.07	-1.17	-1.17	4.07	223.65	225.57		3.13		0	0.5	subcritica-lenta
38	Tr 500	4.5	102	223.9	223.9	226.37	-2.47	-2.47	5.37	223.9	226.75		2.74		0	0.38	subcritica-lenta
37	Tr 20	1.2	65	224.95	224.95	224.1	0.85	0.85	3.1		224.44		2.6		0.5001	0.51	subcritica-lenta
37	Tr 100	1.2	84	224.95	224.95	225.22	-0.27	-0.27	4.22		225.5		2.37		0.5001	0.39	subcritica-lenta
37	Tr 500	1.2	102	224.95	224.95	226.47	-1.52	-1.52	5.47		226.7		2.16		0.5001	0.31	subcritica-lenta
36	Tr 20	37.3	65	224.95	224.95	224.12	0.83	0.83	3.72		224.43		2.43		0.0054	0.46	subcritica-lenta
36	Tr 100	37.3	84	224.95	224.95	225.23	-0.28	-0.28	4.83		225.49		2.27		0.0054	0.36	subcritica-lenta
36	Tr 500	37.3	102	224.95	224.95	226.47	-1.52	-1.52	6.07		226.7		2.1		0.0054	0.29	subcritica-lenta
35	Tr 20	72.8	65	225.2	222.2	224.19	1.01	-1.99	3.99		224.36		1.82		0.0027	0.32	subcritica-lenta
35	Tr 100	72.8	84	225.2	222.2	225.28	-0.08	-3.08	5.08		225.44		1.77		0.0027	0.27	subcritica-lenta
35	Tr 500	72.8	102	225.2	222.2	226.52	-1.32	-4.32	6.32		226.66		1.68		0.0027	0.23	subcritica-lenta
34	Tr 20	33.4	65	225	224	224.15	0.85	-0.15	4.15		224.32		1.83		0.0105	0.32	subcritica-lenta
34	Tr 100	33.4	84	225	224	225.25	-0.25	-1.25	5.25		225.41		1.77		0.0105	0.27	subcritica-lenta
34	Tr 500	33.4	102	225	224	226.5	-1.5	-2.5	6.5		226.64		1.68		0.0105	0.23	subcritica-lenta
33	Tr 20	112.7	65	222.1	222.1	223.89	-1.79	-1.79	4.24	221.71	224.26		2.69		0.0018	0.42	subcritica-lenta
33	Tr 100	112.7	84	222.1	222.1	225.02	-2.92	-2.92	5.37	222.09	225.37		2.6		0.0018	0.36	subcritica-lenta
33	Tr 500	112.7	102	222.1	222.1	226.29	-4.19	-4.19	6.64	223.28	226.6		2.46		0.0018	0.31	subcritica-lenta
32	Tr 20	18	65	222.1	222.1	223.3	-1.2	-1.2	3.85	221.51	223.77		3.05		0	0.5	subcritica-lenta
32	Tr 100	18	84	222.1	222.1	224.71	-2.61	-2.61	5.26	221.89	225.07		2.67		0	0.37	subcritica-lenta
32	Tr 500	18	102	222.1	222.1	226.09	-3.99	-3.99	6.64	222.1	226.4		2.46		0	0.31	subcritica-lenta

Sez.	Profilo	Dist parziale (m)	Q Total (m3/s)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	L. Freeboard (m)	R. Freeboard (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Slope	Froude	Corrente
31	Tr 20	35.5	65	224.4	223	223.5	0.9	-0.5	4.05		223.66		1.75		0	0.28	subcritica-lenta
31	Tr 100	35.5	84	224.4	223	224.85	-0.45	-1.85	5.4		225		1.67		0	0.23	subcritica-lenta
31	Tr 500	35.5	102	224.4	223	226.21	-1.81	-3.21	6.76		226.34		1.62		0	0.2	subcritica-lenta
30	Tr 20	12.3	65	221.6	221.6	222.82	-1.22	-1.22	3.37	221.43	223.56		3.8		0	0.66	subcritica-lenta
30	Tr 100	12.3	84	221.6	221.6	224.51	-2.91	-2.91	5.06	221.6	224.94		2.91		0	0.41	subcritica-lenta
30	Tr 500	12.3	102	221.6	221.6	226.01	-4.41	-4.41	6.56	223.65	226.3		2.41		0	0.3	subcritica-lenta
29	Tr 20	49.7	65	221.6	221.6	222.73	-1.13	-1.13	3.28	221.43	223.46		3.8		0.006	0.67	subcritica-lenta
29	Tr 100	49.7	84	221.6	221.6	224.43	-2.83	-2.83	4.98	221.6	224.88		2.98		0.006	0.43	subcritica-lenta
29	Tr 500	49.7	102	221.6	221.6	225.98	-4.38	-4.38	6.53	223.65	226.28		2.42		0.006	0.3	subcritica-lenta
28	Tr 20	25.2	65	220.95	220.95	221.67	-0.72	-0.72	2.52	221	222.9		4.91		0.002	0.99	subcritica-lenta
28	Tr 100	25.2	84	220.95	220.95	222.24	-1.29	-1.29	3.09	221.03	224.3		6.35		0.002	1.15	supercritica-veloce
28	Tr 500	25.2	102	220.95	220.95	222.73	-1.77	-1.77	3.58	221.06	225.76		7.71		0.002	1.3	supercritica-veloce
27	Tr 20	49.6	65	220.95	220.95	221.38	-0.42	-0.42	2.28	220.99	222.54		4.78		0.0081	1.01	supercritica-veloce
27	Tr 100	49.6	84	220.95	220.95	221.75	-0.8	-0.8	2.65	221.03	223.69		6.18		0.0081	1.21	supercritica-veloce
27	Tr 500	49.6	102	220.95	220.95	221.99	-1.04	-1.04	2.89	221.05	224.86		7.5		0.0081	1.41	supercritica-veloce
26	Tr 20	40	65	223.75	223.75	221.6	2.15	2.15	2.9		222.13		3.21		0	0.61	subcritica-lenta
26	Tr 100	40	84	223.75	223.75	222.62	1.13	1.13	3.92		223.04		2.88		0	0.51	subcritica-lenta
26	Tr 500	40	102	223.75	223.75	223.59	0.16	0.16	4.89		223.95		2.68		0	0.42	subcritica-lenta
25	Tr 20	1.2	65	222.6	222.6	221.58	1.02	1.02	2.88		222.02		2.94		0.5001	0.6	subcritica-lenta
25	Tr 100	1.2	84	222.6	222.6	222.61	-0.01	-0.01	3.91		222.97		2.66		0.5001	0.46	subcritica-lenta
25	Tr 500	1.2	102	222.6	222.6	223.58	-0.98	-0.98	4.88		223.9		2.52		0.5001	0.38	subcritica-lenta
24	Tr 20	18.9	65	222.45	223.1	221.67	0.78	1.43	3.57		221.97		2.43		0	0.46	subcritica-lenta
24	Tr 100	18.9	84	222.45	223.1	222.66	-0.21	0.44	4.56		222.94		2.34		0	0.38	subcritica-lenta
24	Tr 500	18.9	102	222.45	223.1	223.62	-1.17	-0.52	5.52		223.88		2.28		0	0.33	subcritica-lenta
23	Tr 20	36.6	65	222.4	223	221.65	0.75	1.35	3.55		221.95		2.43		0.0027	0.46	subcritica-lenta
23	Tr 100	36.6	84	222.4	223	222.65	-0.25	0.35	4.55		222.93		2.34		0.0027	0.38	subcritica-lenta
23	Tr 500	36.6	102	222.4	223	223.61	-1.21	-0.61	5.51		223.87		2.27		0.0027	0.33	subcritica-lenta
22	Tr 20	33.4	65	222	222.5	221.65	0.35	0.85	3.65		221.9		2.25		-0.0015	0.4	subcritica-lenta
22	Tr 100	33.4	84	222	222.5	222.64	-0.64	-0.14	4.64		222.89		2.21		-0.0015	0.35	subcritica-lenta
22	Tr 500	33.4	102	222	222.5	223.6	-1.6	-1.1	5.6		223.84		2.18		-0.0015	0.31	subcritica-lenta
21	Tr 20	28.8	65	220.05	223	221.65	-1.6	1.35	3.6		221.86		2.05		-0.0069	0.37	subcritica-lenta
21	Tr 100	28.8	84	220.05	223	222.65	-2.6	0.35	4.6		222.85		2.01		-0.0069	0.32	subcritica-lenta
21	Tr 500	28.8	102	220.05	223	223.61	-3.56	-0.61	5.56		223.81		1.98		-0.0069	0.28	subcritica-lenta
20	Tr 20	1.1	65	221.6	221.6	221.33	0.27	0.27	3.08		221.81		3.07		0.4999	0.56	subcritica-lenta
20	Tr 100	1.1	84	221.6	221.6	222.36	-0.76	-0.76	4.11		222.81		2.95		0.4999	0.47	subcritica-lenta
20	Tr 500	1.1	102	221.6	221.6	223.34	-1.74	-1.74	5.09		223.77		2.89		0.4999	0.41	subcritica-lenta
19	Tr 20	9.4	65	219.9	219.9	220.81	-0.91	-0.91	3.11	219.8	221.75		4.31		0.0372	0.78	subcritica-lenta
19	Tr 100	9.4	84	219.9	219.9	221.11	-1.21	-1.21	3.41	219.9	222.69		5.57		0.0372	0.96	subcritica-lenta
19	Tr 500	9.4	102	219.9	219.9	222.64	-2.74	-2.74	4.94	222.24	223.7		4.57		0.0372	0.66	subcritica-lenta

Sez.	Profilo	Dist parziale (m)	Q Total (m3/s)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	L. Freeboard (m)	R. Freeboard (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Slope	Froude	Corrente
18	Tr 20	5.5	65	219.9	219.9	220.78	-0.88	-0.88	3.43	219.7	221.65		4.13		-0.0273	0.71	subcritica-lenta
18	Tr 100	5.5	84	219.9	219.9	221.06	-1.16	-1.16	3.71	219.9	222.51		5.34		-0.0273	0.89	subcritica-lenta
18	Tr 500	5.5	102	219.9	219.9	222.14	-2.24	-2.24	4.79	222.14	223.54		5.25		-0.0273	0.77	subcritica-lenta
17	Tr 20	45.6	65	221.1	221.1	221.17	-0.07	-0.07	3.67		221.46		2.4		0.0066	0.41	subcritica-lenta
17	Tr 100	45.6	84	221.1	221.1	221.81	-0.71	-0.71	4.31		222.17		2.63		0.0066	0.41	subcritica-lenta
17	Tr 500	45.6	102	221.1	221.1	222.33	-1.23	-1.23	4.83	220.24	222.74		2.84		0.0066	0.42	subcritica-lenta
16	Tr 20	20.2	65	220.8	220.8	221.16	-0.36	-0.36	3.96		221.41		2.24		0.0074	0.37	subcritica-lenta
16	Tr 100	20.2	84	220.8	220.8	221.8	-1	-1	4.6		222.11		2.48		0.0074	0.37	subcritica-lenta
16	Tr 500	20.2	102	220.8	220.8	222.31	-1.51	-1.51	5.11		222.68		2.7		0.0074	0.39	subcritica-lenta
15	Tr 20	37.1	65	221.75	221.2	221.07	0.68	0.13	4.02		221.39		2.49		0.0013	0.41	subcritica-lenta
15	Tr 100	37.1	84	221.75	221.2	221.7	0.05	-0.5	4.65		222.08		2.75		0.0013	0.42	subcritica-lenta
15	Tr 500	37.1	102	221.75	221.2	222.19	-0.44	-0.99	5.14		222.65		2.99		0.0013	0.44	subcritica-lenta
14	Tr 20	48.1	65	219.85	221.5	220.98	-1.13	0.52	3.98		221.34		2.65		-0.0083	0.46	subcritica-lenta
14	Tr 100	48.1	84	219.85	221.5	221.6	-1.75	-0.1	4.6		222.03		2.89		-0.0083	0.46	subcritica-lenta
14	Tr 500	48.1	102	219.85	221.5	222.09	-2.24	-0.59	5.09		222.59		3.13		-0.0083	0.47	subcritica-lenta
13	Tr 20	60.2	65	219.6	220.45	221.04	-1.44	-0.59	3.64		221.25		2.04		0.0075	0.35	subcritica-lenta
13	Tr 100	60.2	84	219.6	220.45	221.68	-2.08	-1.23	4.28		221.93		2.22		0.0075	0.35	subcritica-lenta
13	Tr 500	60.2	102	219.6	220.45	222.19	-2.59	-1.74	4.79		222.48		2.39		0.0075	0.36	subcritica-lenta
12	Tr 20	6.9	65	219.75	220.5	221.05	-1.3	-0.55	4.1		221.2		1.7		-0.0797	0.29	subcritica-lenta
12	Tr 100	6.9	84	219.75	220.5	221.7	-1.95	-1.2	4.75		221.88		1.85		-0.0797	0.29	subcritica-lenta
12	Tr 500	6.9	102	219.75	220.5	222.22	-2.47	-1.72	5.27		222.42		1.99		-0.0797	0.3	subcritica-lenta
11	Tr 20	16.4	65	219.05	219.05	220.08	-1.03	-1.03	2.58	219.05	221.11		4.48		0.0305	0.89	subcritica-lenta
11	Tr 100	16.4	84	219.05	219.05	221.01	-1.96	-1.96	3.51	220.78	221.81		3.95		0.0305	0.67	subcritica-lenta
11	Tr 500	16.4	102	219.05	219.05	221.66	-2.61	-2.61	4.16	221.05	222.36		3.73		0.0305	0.58	subcritica-lenta
10	Tr 20	40.6	69	219.05	219.05	220.14	-1.09	-1.09	3.14	218.83	220.86		3.75		0.0123	0.68	subcritica-lenta
10	Tr 100	40.6	88.5	219.05	219.05	220.94	-1.89	-1.89	3.94	220.41	221.62		3.65		0.0123	0.59	subcritica-lenta
10	Tr 500	40.6	107	219.05	219.05	221.6	-2.55	-2.55	4.6	220.69	222.24		3.53		0.0123	0.53	subcritica-lenta
9	Tr 20	51.4	69	221	221	219.17	1.83	1.83	2.67	219.17	220.5		5.11		0.0088	1	in stato critico
9	Tr 100	51.4	88.5	221	221	219.65	1.35	1.35	3.15	219.65	221.22		5.54		0.0088	1	in stato critico
9	Tr 500	51.4	107	221	221	220.07	0.93	0.93	3.57	220.07	221.85		5.9		0.0088	1	in stato critico
8	Tr 20	54.3	69	220.55	220.55	217.84	2.71	2.71	1.79	218.42	219.92		6.4		0.0083	1.53	supercritica-veloce
8	Tr 100	54.3	88.5	220.55	220.55	218.17	2.38	2.38	2.12	218.85	220.6		6.91		0.0083	1.52	supercritica-veloce
8	Tr 500	54.3	107	220.55	220.55	218.46	2.09	2.09	2.41	219.22	221.2		7.34		0.0083	1.52	supercritica-veloce
7	Tr 20	55.7	69	220.1	220.1	217.86	2.24	2.24	2.26	217.97	219.16		5.04		0.0081	1.07	supercritica-veloce
7	Tr 100	55.7	88.5	220.1	220.1	218.37	1.73	1.73	2.77	218.4	219.79		5.27		0.0081	1.02	supercritica-veloce
7	Tr 500	55.7	107	220.1	220.1	218.73	1.37	1.37	3.13	218.77	220.35		5.64		0.0081	1.02	supercritica-veloce
6	Tr 20	53.3	69	219.65	219.65	217.33	2.32	2.32	2.18	217.52	218.73		5.24		0.0084	1.14	supercritica-veloce
6	Tr 100	53.3	88.5	219.65	219.65	217.76	1.89	1.89	2.61	217.95	219.36		5.61		0.0084	1.11	supercritica-veloce
6	Tr 500	53.3	107	219.65	219.65	218.14	1.51	1.51	2.99	218.32	219.91		5.89		0.0084	1.09	supercritica-veloce

Sez.	Profilo	Dist parziale (m)	Q Total (m3/s)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	L. Freeboard (m)	R. Freeboard (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Slope	Froude	Corrente
5	Tr 20	41.1	69	218.65	216.7	216.15	2.5	0.55	1.45	216.75	218.12		6.21		0.0158	1.72	supercritica-veloce
5	Tr 100	41.1	88.5	218.65	216.7	216.38	2.27	0.32	1.68	217.08	218.72		6.78		0.0158	1.76	supercritica-veloce
5	Tr 500	41.1	107	218.65	216.7	216.58	2.07	0.12	1.88	217.37	219.26		7.25		0.0158	1.79	supercritica-veloce
4	Tr 20	18.5	69	216.61	216.6	215.15	1.47	1.45	1.1	215.82	217.4		6.64		0.0027	2.09	supercritica-veloce
4	Tr 100	18.5	88.5	216.61	216.6	215.33	1.28	1.27	1.28	216.1	217.99		7.22		0.0027	2.11	supercritica-veloce
4	Tr 500	18.5	107	216.61	216.6	215.49	1.12	1.11	1.44	216.37	218.51		7.7		0.0027	2.13	supercritica-veloce
3	Tr 20	36.5	69	216.61	216.6	215.27	1.35	1.33	1.27	215.77	216.93		5.71		0.0164	1.67	supercritica-veloce
3	Tr 100	36.5	88.5	216.61	216.6	215.45	1.17	1.15	1.45	216.07	217.5		6.35		0.0164	1.75	supercritica-veloce
3	Tr 500	36.5	107	216.61	216.6	215.6	1.01	1	1.6	216.32	218.01		6.88		0.0164	1.81	supercritica-veloce
2	Tr 20	37.3	69	218	218	214.43	3.57	3.57	1.03	214.99	216.35		6.13		0.0161	1.93	supercritica-veloce
2	Tr 100	37.3	88.5	218	218	214.61	3.39	3.39	1.21	215.29	216.9		6.71		0.0161	1.95	supercritica-veloce
2	Tr 500	37.3	107	218	218	214.76	3.24	3.24	1.36	215.54	217.4		7.19		0.0161	1.97	supercritica-veloce
1	Tr 20	112.5	69	218	218	213.86	4.14	4.14	1.06	214.4	215.67		5.95		0.0083	1.85	supercritica-veloce
1	Tr 100	112.5	88.5	218	218	214.04	3.96	3.96	1.24	214.68	216.21		6.53		0.0083	1.87	supercritica-veloce
1	Tr 500	112.5	107	218	218	214.2	3.8	3.8	1.4	214.94	216.7		7		0.0083	1.89	supercritica-veloce
0.9	Tr 20	219.9	69	215.67	219.95	213.69	1.98	6.26	1.82	213.76	214.5		3.99		0.0062	1.06	supercritica-veloce
0.9	Tr 100	219.9	88.5	215.67	219.95	213.88	1.79	6.07	2.01	214.05	214.92		4.52		0.0062	1.16	supercritica-veloce
0.9	Tr 500	219.9	107	215.67	219.95	214.03	1.64	5.92	2.16	214.32	215.29		4.98		0.0062	1.24	supercritica-veloce
0.8	Tr 20	253.4	69	214.29	213.31	212.38	1.91	0.93	1.87	212.61	213.37		4.39		0.0055	1.22	supercritica-veloce
0.8	Tr 100	253.4	88.5	214.29	213.31	212.67	1.62	0.64	2.16	212.91	213.73		4.55		0.0055	1.22	supercritica-veloce
0.8	Tr 500	253.4	107	214.29	213.31	212.93	1.36	0.38	2.42	213.16	214.02		4.62		0.0055	1.19	supercritica-veloce
0.7	Tr 20	119.1	69	212.2	212.93	211.36	0.84	1.57	2.25	211.37	212.21		4.08		0.0036	1.01	supercritica-veloce
0.7	Tr 100	119.1	88.5	212.2	212.93	211.72	0.48	1.21	2.61	211.72	212.65		4.26		0.0036	1.01	supercritica-veloce
0.7	Tr 500	119.1	107	212.2	212.93	212.02	0.18	0.91	2.91	212.02	213.01		4.41		0.0036	1.01	supercritica-veloce
0.6	Tr 20	130.8	69	211.52	212.39	210.52	1	1.87	1.84	210.75	211.59		4.58		0.0044	1.24	supercritica-veloce
0.6	Tr 100	130.8	88.5	211.52	212.39	210.77	0.75	1.62	2.09	211.07	212.02		4.95		0.0044	1.26	supercritica-veloce
0.6	Tr 500	130.8	107	211.52	212.39	211	0.52	1.39	2.32	211.39	212.38		5.21		0.0044	1.27	supercritica-veloce
0.5	Tr 20	244.6	69	211.65	211.23	210.05	1.6	1.18	1.95	210.07	210.89		4.06		0.0059	1.02	supercritica-veloce
0.5	Tr 100	244.6	88.5	211.65	211.23	210.41	1.24	0.82	2.31	210.41	211.31		4.21		0.0059	1.01	supercritica-veloce
0.5	Tr 500	244.6	107	211.65	211.23	210.68	0.97	0.55	2.58	210.68	211.67		4.4		0.0059	1	in stato critico
0.4	Tr 20	170.3	69	210.02	210.22	208.79	1.23	1.43	2.13	208.94	209.74		4.31		0.0049	1.14	supercritica-veloce
0.4	Tr 100	170.3	88.5	210.02	210.22	209.04	0.98	1.18	2.38	209.26	210.16		4.69		0.0049	1.18	supercritica-veloce
0.4	Tr 500	170.3	107	210.02	210.22	209.26	0.76	0.96	2.6	209.53	210.51		4.95		0.0049	1.21	supercritica-veloce
0.3	Tr 20	216.4	69	209.98	209.61	207.51	2.47	2.1	1.68	207.82	208.64		4.71		0.005	1.39	supercritica-veloce
0.3	Tr 100	216.4	88.5	209.98	209.61	207.73	2.25	1.88	1.9	208.1	209.04		5.07		0.005	1.41	supercritica-veloce
0.3	Tr 500	216.4	107	209.98	209.61	207.92	2.06	1.69	2.09	208.33	209.38		5.35		0.005	1.42	supercritica-veloce
0.2	Tr 20	162.8	69	207.65	208.23	207.3	0.35	0.93	2.56	207.04	207.83		3.23		0.0063	0.81	subcritica-lenta
0.2	Tr 100	162.8	88.5	207.65	208.23	207.79	-0.14	0.44	3.05	207.32	208.24	0.91	3.01		0.0063	0.7	subcritica-lenta
0.2	Tr 500	162.8	107	207.65	208.23	208.23	-0.58	0	3.49	207.81	208.56	1.32	2.69	0.37	0.0063	0.58	subcritica-lenta

Sez.	Profilo	Dist parziale (m)	Q Total (m3/s)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	L. Freeboard (m)	R. Freeboard (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Left (m/s)	Vel Chnl (m/s)	Vel Right (m/s)	Slope	Froude	Corrente
0.1	Tr 20	108.9	69	207.3	207.92	206.35	0.95	1.57	2.64	206.35	207.26		4.23		0.0077	1.01	supercritica-veloce
0.1	Tr 100	108.9	88.5	207.3	207.92	206.71	0.59	1.21	3	206.71	207.74		4.51		0.0077	1.01	supercritica-veloce
0.1	Tr 500	108.9	107	207.3	207.92	207.01	0.29	0.91	3.3	207.01	208.15		4.74		0.0077	1.01	supercritica-veloce
0.06	Tr 20	172.3	69	207.22	206.02	204.72	2.5	1.3	1.85	205.24	206.44		5.8		0.0025	1.69	supercritica-veloce
0.06	Tr 100	172.3	88.5	207.22	206.02	204.95	2.27	1.07	2.08	205.55	206.91		6.2		0.0025	1.7	supercritica-veloce
0.06	Tr 500	172.3	107	207.22	206.02	205.15	2.07	0.87	2.28	205.82	207.33		6.53		0.0025	1.7	supercritica-veloce
0	Tr 20		69	206.08	204.25	203.99	2.09	0.26	1.55	204.14	204.72		3.78			1.2	supercritica-veloce
0	Tr 100		88.5	206.08	204.25	204.12	1.96	0.13	1.68	204.38	205.06		4.29			1.31	supercritica-veloce
0	Tr 500		107	206.08	204.25	204.21	1.87	0.04	1.77	204.56	205.37		4.75			1.41	supercritica-veloce