



COMUNE DI GENOVA

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA CALATA AD USO CANTIERISTICA NAVALE ALL'INTERNO DEL PORTO PETROLI DI GENOVA SESTRI PONENTE E SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO MOLINASSI

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

LOTTO 1 II STRALCIO

RELAZIONE IDRAULICA

PROGETTISTA INCARICATO DAL COMUNE DI GENOVA

SCALA:



Stantec S.p.A. Centro Direzionale Milano 2 - Palazzo Canova 20090 Segrate (Milano)
Tel. +39 02 94757240 Fax. +39 02 26924275
www.stantec.com

-

COMMESSA

APPALTO

FASE

TIPO DOC.

DISCIP.

GRUPPO

CONS.

REV

4 5 5 0 3 3 0 7

C

P D

R

I D R

D

0 0 2

2

PROGETTAZIONE :

Rev.	Descrizione Emissione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
0	Prima Emissione	E. Sangiovanni	18/02/2022	G.Lonardini	18/02/2022	R. Keffer	18/02/2022
1	Seconda Emissione	C. Soncini	10/10/2022	E. Sangiovanni	10/10/2022	R. Keffer	10/10/2022
2	Terza Emissione	C. Soncini	24/03/2023	E. Sangiovanni	24/03/2023	R. Keffer	24/03/2023

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. R. Keffer

VERIFICATO :

VALIDATO : COMUNE DI GENOVA



IL RUP

ASSISTENTI AL RUP

Dott. Arch. R. Valcaldà

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	INTRODUZIONE.....	6
3.	PRESCRIZIONI E OSSERVAZIONI INERENTI AGLI ASPETTI IDRAULICI E RELATIVE RISPOSTE	8
3.1.	INTRODUZIONE	8
3.2.	NOTA PROT. N. 2018/G13.15.5/15.127 – AGGIORNAMENTO DELLE PORTATE DEL RIO S. MICHELE	9
3.2.1.	<i>Verifica dei valori di portata attesi per assegnati tempi di ritorno</i>	9
3.2.2.	<i>Verifica dei nuovi valori di portata per eventi con tempo di ritorno di 200 anni</i>	12
3.3.	PARERE NUMERO: 169 – VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ A VIA.....	13
3.3.1.	<i>Uso del suolo (pag. 16)</i>	13
3.3.2.	<i>Osservazione Regione Liguria (pag. 24)</i>	17
3.3.3.	<i>Osservazioni finali (pag. 25)</i>	18
3.4.	PROT. n. 2019/G13.12.3/276 –REGIONE LIGURIA- OSSERVAZIONI VARIE	19
4.	CARATTERISTICHE DEL BACINO DEL RIO SAN MICHELE	22
5.	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24
6.	ANALISI IDRAULICA DELLO STATO DI FATTO RIPORTATA NEL PIANO DI BACINO	31
7.	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO PER LE SIMULAZIONI IDRAULICHE	33
8.	DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE NELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO E RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE	36
9.	CONSIDERAZIONI FINALI IN MERITO ALLO STUDIO IDRAULICO DEL RIO S.MICHELE	45
10.	MANUTENZIONE	46
11.	REALIZZAZIONE DI UN DEVIATORE DI FLUSSO A DIFESA DELLE IMBARCAZIONI ORMEGGIATE LUNGO IL PONTILE MOSTES LATO EST	47
12.	VERIFICHE IDRAULICHE DEI POZZI DISPERDENTI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO DI IRRIGAZIONE DELL'AREA A MONTE	48
13.	VERIFICHE IDRAULICHE DELLE PAVIMETAZIONI DRENANTI NELL'AREA DI MONTE	51
	ALLEGATI.....	53
	SEZIONI IDRAULICHE IN HEC RAS	54
	TABELLA RISULTATI HEC RAS	55
	SEZIONI IDRAULICHE IN HEC RAS – CONDIZIONI DI PIENO RIEMPIMENTO.....	56

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

1. PREMESSA



Il presente progetto definitivo è relativo al pacchetto di interventi denominato “Nuova calata ad uso cantieristica navale all’interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del Rio Molinassi”.

Il progetto in generale consiste nella creazione di una nuova piattaforma industriale, ubicata tra il pontile Delta del Porto Petroli di Multedo e l’area Fincantieri a Sestri Ponente, per il trasferimento delle attività industriali di Fincantieri attualmente collocate a nord della ferrovia. L’intervento consente di migliorare la logistica delle aree cantieristiche che, in tale modo, risulterebbero tutte concentrate lungo il lato mare del tracciato ferroviario, così determinando un utilizzo più efficace e razionale delle aree industriali.



Figura 1: Vista area della nuova calata a mare e sullo sfondo il Canale di calma di Prà

L’area oggetto di riempimento è interessata dalla foce di un rio, denominato rio Molinassi, che attualmente presenta una situazione di elevata pericolosità per insufficienza delle sezioni e che, nell’ambito degli interventi in progetto, verrà deviato nel tratto terminale, adeguandone al contempo la sezione idraulica.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

L'intero progetto può essere suddiviso in tre Ambiti Funzionali.

La realizzazione delle opere relative ai suddetti Ambiti, sebbene costituite da opere funzionalmente distinte ed indipendenti, risulta essere reciprocamente vincolata da alcuni aspetti, debitamente trattati nella documentazione progettuale.

L'**Ambito 1** riguarda le opere relative alla deviazione e sistemazione idraulica del rio Molinassi, nella tratta compresa tra la sezione di via Negroponte e la foce; a sua volta è costituito da due sotto ambiti riconducibili in:

- Adeguamento del tratto esistente del rio Molinassi con inserimento di una briglia idraulica (tratto che si sviluppa da via Negroponte fino a piazza Clavarino);
- Nuovo alveo del rio Molinassi (tratto che si estende da Piazza Clavarino fino alla nuova foce posta a levante del pontile Delta di Porto Petroli).

Esso riguarda inoltre le opere relative alla costruzione di una serie di briglie lungo il Rio Molinassi, nella tratta compresa tra la sezione di Via Negroponte e Piazza Cosma Clavarino.



L'**Ambito 2** riguarda la realizzazione di una nuova cassa di colmata ubicata tra il Porto Petroli di Genova-Multedo ed i bacini di carenaggio dello stabilimento Fincantieri di Genova-Sestri Ponente.

L'**Ambito 3** ("Spostamento cooperative pescatori"), riguarda la realizzazione del nuovo porto pescatori alla foce del Rio S. Michele in sostituzione dell'esistente porto pescatori che dovrà essere spostato per consentire la realizzazione della nuova cassa di colmata.

Da un punto di vista della suddivisione in lotti funzionali il progetto è stato ripartito come riportato in Tabella 1.



Tabella 1: Ripartizione del progetto in Lotti e Ambiti

Lotto	Descrizione	Stato Appalto	Ambito
Lotto 1 – I Stralcio	Adeguamento dell'alveo rio Molinassi da via Piazza Clavarino alla nuova foce posta in corrispondenza del pontile Delta di Porto Petroli	opere in corso di esecuzione con altro appalto	1
Lotto 1 – II Stralcio	Nuova banchina pescatori	oggetto del presente appalto	3
Lotto 2 – I Stralcio	Demolizione porzioni di banchine portuali	già realizzato	2
Lotto 2 – II Stralcio – Fase 1	Realizzazione di una prima parte della cassa di colmata	opere in corso di esecuzione con altro appalto	2
Lotto 2 – II Stralcio – Fase 2	Completamento delle opere della cassa di colmata	opere in corso di esecuzione con altro appalto	2

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

Lotto	Descrizione	Stato Appalto	Ambito
Lotto 3	Nuova briglia selettiva sull'alveo del Rio Molinassi nella tratta compresa tra Via Negroponte e Piazza Cosma Clavarino	opere in corso di esecuzione con altro appalto	1

Le opere previste nel presente progetto sono riferite al Lotto 1 II Stralcio.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

2. INTRODUZIONE



Il Rio S. Michele sottende un bacino imbrifero calcolato in 0,618 km² ed è costituito da un'asta principale avente sviluppo di 1,4 km.

Il tracciato del Rio insiste in un territorio estremamente urbanizzato, talché si può ritenere che attualmente la maggior parte dell'alveo sia artificiale.

La presente relazione presenta il calcolo del profilo idraulico dello stato di progetto corrispondente ad un evento di piena avente tempo di ritorno di 200 anni, del tratto terminale del Rio San Michele (per una estensione di circa 95 m nel tratto compreso tra la Sez. MIC S1 e MIC S4, corrispondenti alle sezioni idrauliche dello stato di fatto e presentate nella Carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati allegata al Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13) mediante l'ausilio del programma di modellazione idraulica HEC-RAS, basandosi sulle ipotesi di moto permanente. Lo studio idraulico viene sviluppato nell'ambito del Progetto complessivo di realizzazione della *“Nuova calata calata ad uso cantieristica navale all'interno del porto Petroli di Genova Sestri Ponente e della sistemazione idraulica del Rio Molinassi”* – Lotto 1 – Ambito 3. Come già anticipato in Premessa, il progetto complessivo prevede lo sviluppo anche del progetto “Pescatori” per la ricollocazione delle cooperative di Pescatori che sono attualmente ubicate in corrispondenza della nuova foce del rio Molinassi.

Si tratta di tre Cooperative (denominate rispettivamente “Il Sole”, “S. Leonardo” e “Varazze”) le cui strutture operative ed i box di servizio dovranno necessariamente essere spostate e rilocalizzate per consentire la realizzazione della nuova calata a mare.

La ricollocazione delle cooperative Pescatori è prevista in due distinte porzioni di terreno separate tra loro dalla sopraelevata ferrovia della linea Genova-Ventimiglia, messe in comunicazione da un sottopasso carrabile e alle quali si accede attraverso una strada semi-privata, Via Arenile di Prà, che si origina dalla Via Prà (ex SS n 11 “Aurelia”). La prima area, detta “a monte” consiste in un triangolo di terreno di circa 800 m², attualmente senza alcun utilizzo, libero da opere edificate e in sostanziale stato di abbandono, e nella quale saranno installati i box pescatori di monte delle tre Cooperative Pescatori, destinati a magazzini e aree di lavoro per le cooperative di pescatori concessionarie. La seconda invece, detta area “a mare”, verrà attribuita in concessione alle cooperative da parte dell'Autorità di Sistema Portuale di Genova e si trova a Sud del sottopasso ferroviario. Essa include attualmente una banchina e uno specchio d'acqua di circa 1600 m² in cui verranno eseguite le nuove strutture necessarie per lo svolgimento dell'attività di pesca e dove troveranno sede gli scaletti per l'accesso a mare delle barche, i pontili, alcuni magazzini, ambienti di lavoro, e gli spazi per le attività di carenaggio delle barche. Gli interventi da attuare nell'area “a mare” includono la sistemazione

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>



idraulica del tratto terminale del Rio San Michele con inserimento di una soglia idraulica per la protezione della foce del rio dal trasporto solido più grossolano. In linea con quanto previsto dal Piano di Bacino, l'intervento prevede anche la sistemazione delle sponde arginali al fine di rispettare il valore del franco idraulico secondo quanto previsto dalle norme di attuazione del Piano di Bacino (approvate con D.G.P. n. 171 del 22.11.2011 e modificate con D.P.G. n. 124 del 22.09.2014).

Si precisa che la soglia di cui sopra non ha come obiettivo la creazione di una vasca di deposito, in linea all'alveo, del trasporto solido. Tale vasca, non oggetto del presente appalto, verrà realizzata, su commissione del Comune di Genova, in un'area già individuata e ubicata a monte della via S.S: Aurelia.

Come si vedrà in seguito, il progetto di messa in sicurezza del tratto terminale del Rio S. Michele coinvolge anche le strutture situate in sponda destra e costituite dai pontili e dai manufatti del Cantiere Nautico "Mostes".



Figura 2: Aree di ricollocamento delle Cooperative Pescatori con indicazione del tratto terminale del Rio San Michele.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

3. PRESCRIZIONI E OSSERVAZIONI INERENTI AGLI ASPETTI IDRAULICI E RELATIVE RISPOSTE

3.1. INTRODUZIONE

In data 30.04.2020, nell'ambito del progetto definitivo complessivo di realizzazione della nuova calata e di sistemazione idraulica del Rio S.Michele, è stata presentata la Relazione idraulica relativa al calcolo delle portate attese con tempo di ritorno di 200 anni ed i conseguenti livelli idrici e linee di energia attesi nella tratta finale di sbocco a mare del corso d'acqua in oggetto.

Tale documentazione è stata presentata in sede di Conferenza dei servizi la cui prima seduta si è tenuta in data 13.05.2020; in relazione al presente progetto sono state ricevute una serie di osservazioni.

Si riportano di seguito i testi e le risposte alle osservazioni presentate dagli Enti competenti relative al progetto di ricollocazione del porto pescatori e di sistemazione idraulica del tratto terminale del Rio San Michele, entrambi facenti parte del progetto *“Nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del Rio Molinassi”*.

Di seguito i riferimenti agli elaborati contenenti le osservazioni dei vari Enti a cui viene data risposta nel presente capitolo. Ogni osservazione sarà poi trattata nel dettaglio nei capitoli a seguire.

- Ente: Regione Liguria – Dipartimento Ambiente e Protezione Civile – Settore Assetto del Territorio, Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Data: 26 gennaio 2021.

Protocollo numero: 2018/G13.12.5/15-127



Oggetto: Indicazioni per adeguamento progettuale.

Note: ricalcolo della portata del rio S. Michele seguendo l'impostazione descritta nella Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13 entrata in vigore con BURL n. 31 del 31/07/2019 – parte II considerando i risultati dello studio effettuato dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova e resi disponibili nella presente nota.

- Ente: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS.

Data: 15 febbraio 2021.

Parere numero: 169

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

Oggetto: Verifica di assoggettabilità alla VIA dell'Intervento di ricollocamento delle Cooperative Pescatori Multedo, interferenti con la nuova foce del Rio Molinassi, presso il sito di Genova-Prà. ID_VIP: 5680.

Note: risposta alle osservazioni relative agli argomenti inerenti con gli aspetti idraulici.

- Ente: Regione Liguria – Dipartimento Ambiente e Protezione Civile – Settore Difese del Suolo Genova.
- Data: 24 marzo 2021.

Protocollo n.: 2019/G13.12.3/276

Oggetto: Osservazioni varie.



Note: risposta alle osservazioni relative agli argomenti inerenti con gli aspetti idraulici.

3.2. NOTA PROT. N. 2018/G13.15.5/15.127 – AGGIORNAMENTO DELLE PORTATE DEL RIO S. MICHELE

3.2.1. Verifica dei valori di portata attesi per assegnati tempi di ritorno

In riferimento alla nota protocollo numero 2018/G13.15.5/15.127, con oggetto “*Progetto definitivo della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno di Porto Petroli e della contestuale sistemazione idraulica del rio Molinassi – indicazioni per adeguamento progettuale*”, si è provveduto ad eseguire il ricalcolo delle portate del rio S.Michele in occasione di eventi con carattere cinquantenario e bicentenario seguendo l'impostazione descritta nella Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13 entrata in vigore con BURL n. 31 del 31/07/2019 – parte II (nel seguito chiamata “Relazione Generale ambito 12 e 13”), considerando i risultati dello studio effettuato dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova e resi disponibili nella nota sopra richiamata.

In dettaglio, per il calcolo della portata al colmo di piena di progetto si è fatto riferimento ai metodi illustrati nel capitolo 2.9 della relazione Generale ambito 12 e 13. Relativamente ai bacini idrografici appartenenti all'area 6, nel quale rientra il rio S. Michele, il calcolo è effettuato tramite il “Metodo CIMA” e la “Formula Razionale”. La figura seguente riporta le caratteristiche del Bacino del rio S.Michele e le portate calcolate con entrambi i metodi per assegnati tempi di ritorno come riportati nella Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino e in base alle quali erano state effettuate le verifiche idraulico/idrologiche presentate nei documenti progettuali dell'Aprile 2020.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica



BACINO DEL RIO S.MICHELE			
Bacino del rio S. Michele			
Area	Km ²		0.618
Longitudine			8°48'
Lunghezza	Km		1.4
Pendenza media	%		8
CN			92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²		9.53

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	8	-	m ³ s ⁻¹
Q10	11	-	m ³ s ⁻¹
Q30	17	-	m ³ s ⁻¹
Q50	20	18	m ³ s ⁻¹
Q100	25	-	m ³ s ⁻¹
Q200	30	22	m ³ s ⁻¹
Q500	36	25	m ³ s ⁻¹

Figura 3: Caratteristiche e portate del bacino del rio S. Michele (fonte: Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13)

Con riferimento al tempo di ritorno di 200 anni, il **metodo CIMA** calcola la portata al colmo (pari a **30 m³/s**) tramite una formula indipendente dalle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica e quindi svincolata dall'altezza di precipitazione stimata in funzione della durata e del tempo di ritorno di un dato evento meteorico. La portata così stimata, riportata a pag. 146 della Relazione Generale dell'Ambito 12 e 13, rimane quindi invariata rispetto alla richiesta di aggiornamento dei nuovi dati pluviometrici calcolati dall'Università di Genova.

Per quanto riguarda, invece, il calcolo della portata al colmo con l'utilizzo della **formula Razionale**, esso prevede l'utilizzo dall'altezza di precipitazione. Si riporta di seguito uno stralcio dell'applicazione del metodo Razionale per le aree 6 (area nella quale ricade il Rio San Michele), come descritto nel capitolo 2.9.3 della Relazione Generale Ambito 12 e 13:

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

2.9.3. Aree 1, 3 e 6

Il calcolo delle portate al colmo per diversi periodi di ritorno, per i bacini appartenenti alle aree 1, 3 e 6 è stato effettuato mediante la formula "razionale":

$$Q(T) = \frac{C \cdot A \cdot h(T, t_c)}{t_c}$$

dove t_c (ore) rappresenta il tempo di corrivazione del bacino, h (mm) l'altezza critica di precipitazione che nella formulazione del metodo corrisponde al tempo di corrivazione t_c , A (km²) la superficie del bacino, C il "coefficiente di deflusso".

Data la forte pendenza dei versanti dei rii presi in considerazione il tempo di corrivazione è valutabile mediante la semplice formula sperimentale di Viparelli:

$$t_c = \frac{L}{v}$$

dove L rappresenta la lunghezza dell'asta e v la velocità media di percorrenza dell'asta.

Per i bacini appartenenti alle aree 1 e 3 è stato assunto un coefficiente di deflusso C pari a 0.8 e una velocità media di percorrenza dell'asta v pari a 1 m/s.

Per i bacini appartenenti all'area 6, caratterizzati da una forte urbanizzazione e da lunghi tratti d'alveo tombinati, è stato assunto un coefficiente di deflusso C pari a 1. Per il tempo di corrivazione è stata invece assunta la seguente relazione:

$$t_c = \frac{L}{v} + \Delta t_c$$



dove Δt_c rappresenta il tempo di introduzione in rete, assunto in questo caso pari a 10 minuti, mentre la velocità media di percorrenza dell'asta v [m/s] è stata assunta pari a 1.5 m/s.

Figura 4: Estratto dalla Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13 per il calcolo della portata al colmo tramite la formula razionale

Il calcolo delle portate al colmo è stato effettuato utilizzando i parametri a ed n riportati nella tabella seguente per tempo di ritorno T pari a 200 anni (pag. 116 Relazione Generale ambito 12 e 13):

<i>N.S. delle Grazie: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate superiori a 1 h</i>							
T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	49.8	61.1	72.1	86.1	96.5	107.2	120.8
n	0.35	0.36	0.38	0.39	0.40	0.40	0.43

Figura 5: Parametri per la stima delle CPP relativi alla stazione pluviometrica Nostra Signora delle Grazie (fonte Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino 12 e 13)

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

Si pone in evidenza che, a differenza di quanto riportato in capitolo 2.9.3 e a seguito di chiarimento con il Dipartimento Ambiente e Protezione Civile, Settore Assetto del territorio della Regione Liguria che ha redatto la Relazione Generale Ambito 12 e 13, il valore di portata, Q_t (indicato nel documento e stimato pari a $22 \text{ m}^3/\text{s}$) è stato ottenuto utilizzando come valori del coefficiente di deflusso e di velocità media di percorrenza dell'asta quelli utilizzati nei bacini 1 e 3 ed in particolare rispettivamente $C = 0,8$ e $V = 1$.

3.2.2. Verifica dei nuovi valori di portata per eventi con tempo di ritorno di 200 anni

Sulla base delle ipotesi sopra menzionate, si è quindi calcolata la nuova altezza di precipitazione per il tempo di ritorno di progetto, pari a 200 anni, tramite la forma monomia riportata nell'allegato al protocollo numero 2018/G13.15.5/15.127 con i nuovi dati elaborati dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova. La stazione pluviometrica di riferimento considerata per l'elaborazione è quella di "Madonna delle Grazie".

Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	n [-]	a_1 [mm/h ⁿ]	K [-]	α [-]	ϵ [-]
Madonna delle Grazie	145	8.74155	44.43429	45	0.326	46.7	-0.156	0.347	0.737



Figura 6: Nuovi parametri per il calcolo delle CPP riferiti alla stazione pluviometrica N. S. delle Grazie

I dati utilizzati per il calcolo della portata al colmo con riferimento al progetto in esame sviluppato sono i seguenti:

- Area del bacino: 0.618 km^2 ;
- Lunghezza dell'asta: 1.400 m ;
- Tempo di corrivazione: 2000 secondi;
- Altezza di precipitazione (T 200 anni): $127,47 \text{ mm}$.

La portata risultante applicando la Formula Razionale con le nostre modifiche rispetto a quanto stimato nella Relazione Generale degli Ambiti Regionali di Bacino risulta pari a **$31.5 \text{ m}^3/\text{s}$** .

La nuova portata al colmo di progetto, relativa a un tempo di ritorno pari a 200 anni per le verifiche idrauliche delle opere, risulta simile al valore considerato con il metodo CIMA per T200 e pari a $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Si rimanda al capitolo 5 dove si riportano le informazioni estratte dalla relazione generale degli ambiti 12 e 13 e quindi anche la tabella riassuntiva delle portate al colmo al variare del tempo di ritorno.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

La portata utilizzata per le verifiche idrauliche è dunque pari a 31.5 m³/s ricalcolata considerando l'aggiornamento delle curve di possibilità pluviometrica.

3.3. PARERE NUMERO: 169 – VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ A VIA

Si riporta quanto citato nel protocollo con riferimento alle questioni inerenti agli aspetti idraulici.



3.3.1. *Usa del suolo (pag. 16)*

[...] *La Regione Liguria, nelle sue osservazioni, circa la componente suolo, evidenzia che per quanto riguarda gli interventi che interessano il tratto terminale del rio San Michele, limitrofo all'area destinata alla ricollocazione delle Cooperative, gli stessi non presentano particolari criticità e siccome sono limitati al tratto focivo del torrente e finalizzati a un diverso utilizzo delle aree demaniali marittime limitrofe, non risultano soggetti al parere di compatibilità ex art. 17 comma 2 della Normativa di Piano di Bacino. Considerata la tipologia dell'intervento, va verificata, tuttavia, la necessità di acquisire contributo istruttorio e/o parere di compatibilità da parte dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per la valutazione della compatibilità degli interventi proposti nel quadro di sistemazione complessiva del rio San Michele, come anche evidenziato nel parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Dal punto di vista autorizzativo, la progettazione necessita di revisioni e approfondimenti che potranno successivamente essere portati all'attenzione della Conferenza dei Servizi, riguardanti in particolare: la plateazione del fondo alveo nel tratto terminale; la revisione della scelta progettuale che prevede una quota sommitale dell'argine sinistro superiore alla quota della difesa spondale destra esistente nel tratto terminale; la previsione di realizzare una cassa di sedimentazione sempre nel tratto terminale di rio San Michele (con necessaria individuazione, in sede di progettazione definitiva, di un responsabile della manutenzione della vasca nonché della quota del fondo alveo, considerato che la progettazione ne prevede l'abbassamento rispetto alla condizione attuale); l'installazione del manufatto previsto in sponda sinistra (nel cosiddetto "ambito a valle"), che qualora costituisca un volume edilizio potrebbe non risultare compatibile con l'art. 5 del regolamento generale n. 3/2011, in quanto ricadente all'interno della fascia di inedificabilità assoluta del rio San Michele. Pertanto, la Regione non rileva motivi ostativi alla realizzazione del progetto, salvo le modifiche segnalate, che risultano necessarie per il rilascio delle autorizzazioni di competenza regionale in conformità alla normativa vigente [...].*

Di seguito l'elenco delle modifiche segnalate con la relativa proposta di risoluzione:

- *la plateazione del fondo alveo nel tratto terminale;*

Come si nota nella figura seguente, il tratto terminale presenta tre diverse plateazioni di fondo: dalla sez. 4 alla sez. 8, al di sotto dell'attraversamento ferroviario, si prevede una soletta di

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

fondo in calcestruzzo; a valle dell'attraversamento del viadotto ferroviario, dalla sez. 8 alla sez. 11 (soglia idraulica) il fondo alveo sarà realizzato mediante platea in massi naturali (non cementati), ricavati dalla demolizione sia della scogliera esistente (lungo il limite di proprietà del cantiere navale Mostes su sponda destra idraulica dove sarà realizzata la nuova difesa spondale con barriera di pali e quota in sommità idraulica pari + 2,50 m.s.l.m.) sia del pennello attuale (posto in sponda sinistra) allo sbocco del Rio S. Michele.

La plateazione in massi non solo preserverà le caratteristiche di permeabilità del fondo ma presenterà anche un'ottima resistenza all'erosione.

Inoltre costituirà il fondo di un'area (volumetria utile circa 185 m³) in cui la corrente, rallentando, permetterà la sedimentazione del materiale grossolano. Il rallentamento della corrente sarà regolato da una soglia idraulica costituita da una traversa in massi artificiali in cemento.

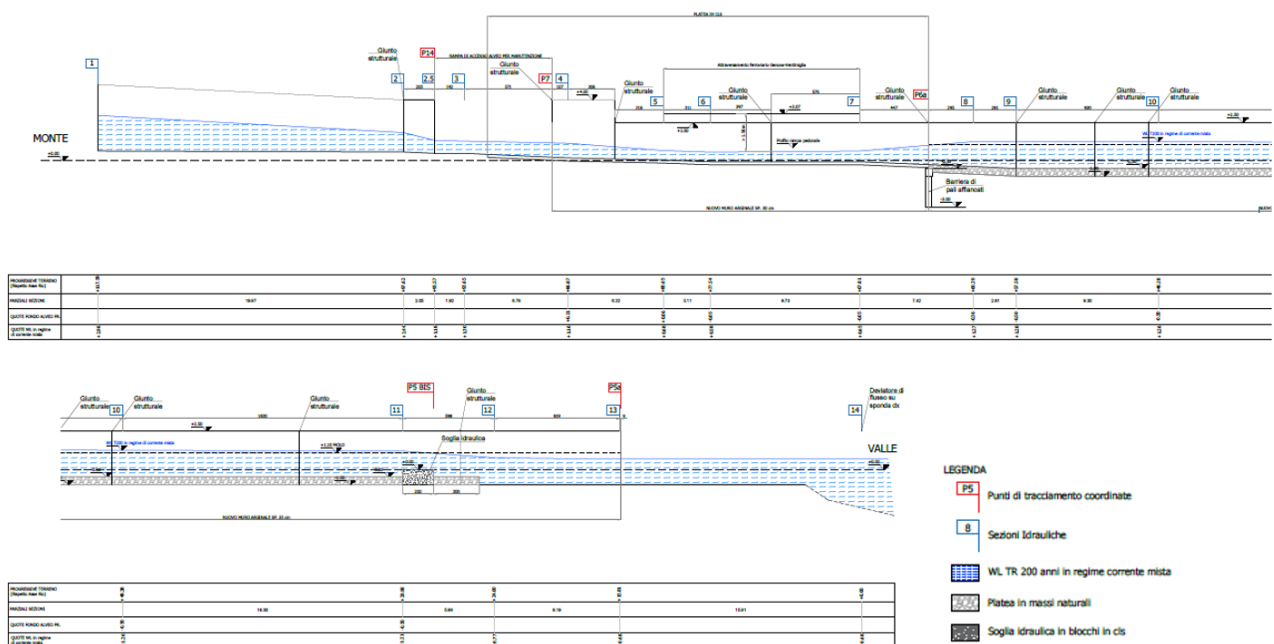




Figura 7a: Stralcio del profilo idraulico (sponda sinistra) con indicazione delle nuove plateazioni

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

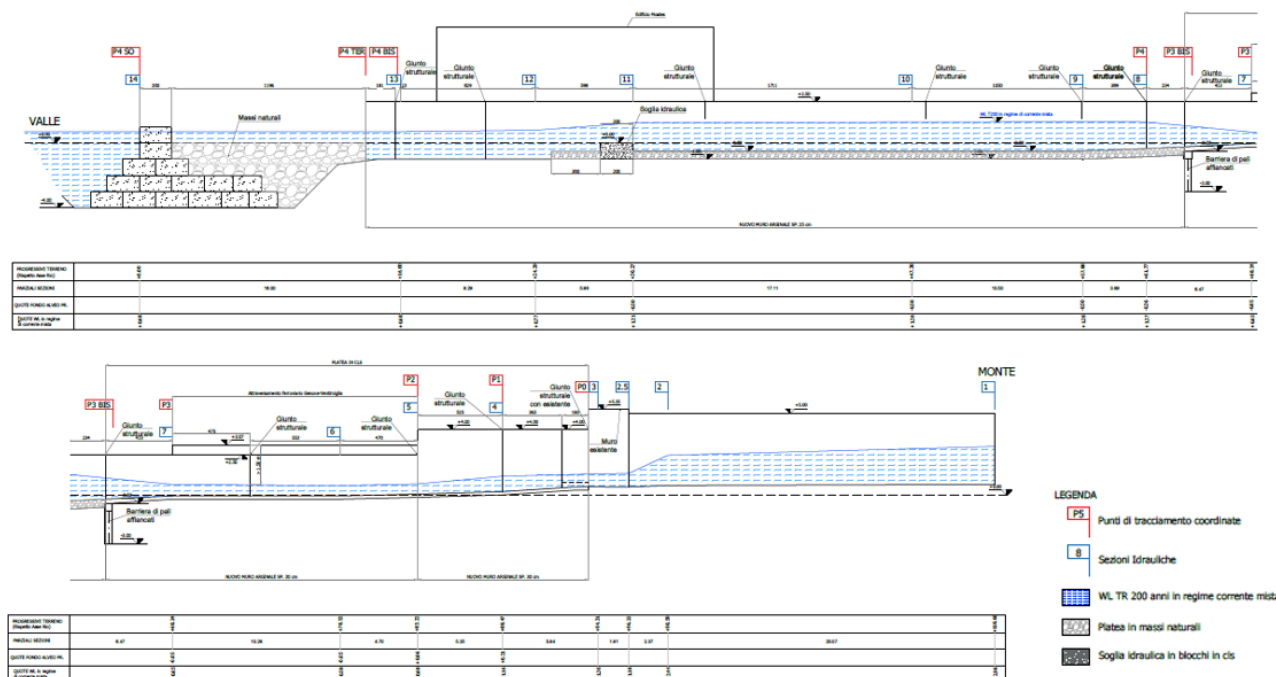


Figura 8b: Stralcio del profilo idraulico (sponda destra) con indicazione delle nuove plateazioni

- *la revisione della scelta progettuale che prevede una quota sommitale dell'argine sinistro superiore alla quota della difesa spondale destra esistente nel tratto terminale;*



L'osservazione riguarda l'attuale sistemazione spondale destra, in corrispondenza del Cantiere Navale "Mostes", che presenta una quota in sommità delle difese spondali dell'ordine di 1,50-1,80 m.s.l.m., inferiore a quella prevista per le nuove opere (2,50 m.s.l.m..) in sponda sinistra.

L'osservazione è stata recepita e la sponda destra è stata alzata alla medesima quota della sponda sinistra, pari a 2.5 m s.l.m.. Tale quota verrà raggiunta con la costruzione di un muro di sponda su pali, corrente all'esterno del pontile Mostes, con sommità pari a 2,50 m.s.m.l.m.

Tale quota permette di garantire il rispetto del franco idraulico alla portata di tempo di ritorno di 200 anni anche in sponda destra.

- *la previsione di realizzare una cassa di sedimentazione sempre nel tratto terminale di rio San Michele (con necessaria individuazione, in sede di progettazione definitiva, di un responsabile della manutenzione della vasca nonché della quota del fondo alveo, considerato che la progettazione ne prevede l'abbassamento rispetto alla condizione attuale);*

Come descritto nel punto precedente, la sistemazione della tratta terminale del rio S.Michele prevede l'abbassamento per una tratta lunga 33,0 m della quota di fondo alveo portandola fino a

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

– 0,50 m s.l.m. e consentendo un volume di accumulo di 185,0 m³. In questa tratta, si consentirà il deposito di materiali lapidei grossolani trasportati, in quanto la corrente subirà un rallentamento dovuto alla presenza della soglia Idraulica in corrispondenza della Sez. 11.

Utilizzando al formula di Hjulstrom per determinare le condizioni di deposito dei clasti in funzione della velocità, è risultato che, in occasione di eventi con tempo di ritorno di 5 anni (con portata di circa 8,0 m³/s e velocità della corrente di circa 0,40 m/s), la corrente depositerà materiale trasportato litoide fino a dimensioni di 1,8 cm, mentre con la portata limite corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni, depositerà materiale trasportato litoide fino a dimensioni di 20 cm.

Ovviamente, nelle situazioni idrologiche intermedie, si determineranno condizioni di deflusso e di sperimentabilità variabili.

Per le attività di manutenzione dell'alveo si rimanda al piano di manutenzione dedicato.

- *l'installazione del manufatto previsto in sponda sinistra (nel cosiddetto "ambito a valle"), che qualora costituisca un volume edilizio potrebbe non risultare compatibile con l'art. 5 del regolamento generale n. 3/2011, in quanto ricadente all'interno della fascia di inedificabilità assoluta del rio San Michele;*

L'osservazione è stata recepita e i volumi edilizi più prossimi alla sponda sinistra del Rio sono stati posizionati ad una distanza pari a 10 m dal piede esterno dell'arginatura, come mostrato nella figura seguente.



COMUNE DI GENOVA

Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi
Progetto definitivo per appalto integrato
Lotto 1 II Stralcio





Relazione idraulica



Figura 8: Stralcio dell'aggiornamento della nuova predisposizione dei fabbricati (in colorazione verde, azzurra e beige) a servizio dei pescatori

3.3.2. Osservazione Regione Liguria (pag. 24)

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

[...] La Regione Liguria, a conclusione dell'attività istruttoria svolta, afferma che "non sono emersi potenziali impatti significativi per nessuno dei comparti analizzati". Dall'analisi condotta e sopra riportata, "sono segnalati accorgimenti e raccomandazioni per i comparti suolo, biodiversità e paesaggio e sono anticipate alcune richieste di revisione e approfondimento per il comparto difesa del suolo, proprie delle successive fasi autorizzative in sede di conferenza dei servizi; a tal riguardo si segnala l'opportunità di anticipare, già in questa fase di valutazione, quelle che sono da ritenersi le due modifiche più significative segnalate per la difesa del suolo relative alla necessità di rivedere la scelta progettuale degli argini, che al momento presentano differenti quote sommitali per le sponde dx e sx, e la localizzazione di quei manufatti che risultano collocati nella fascia di inedificabilità assoluta del rio San Michele"; [...].

Per le risposte alle presenti osservazioni si veda quanto riportato nel capitolo 3.3.1.

3.3.3. Osservazioni finali (pag. 25)



[...]

- *Appare, a tale proposito, di primaria importanza che siano date risposte dal Proponente alle istanze di approfondimento sollevate da Regione Liguria, ARPAL e MIBACT in merito a:*
 - *l'attuale soluzione progettuale di sistemazione idraulica del Rio San Michele che prevede una quota sommitale dell'argine sinistro superiore alla quota della difesa spondale destra, la quale risulta essere priva di franco idraulico; di conseguenza il riempimento in sponda sinistra genera un allungamento della foce del torrente, con orientamento diverso rispetto al molo attuale; la scelta progettuale relativa alla localizzazione del manufatto nella sponda sinistra appare in contrasto con la Regolamentazione Regionale che esclude in modo assoluto l'edificabilità all'interno della fascia del rio San Michele; per la soluzione progettuale della nuova configurazione delle difese spondali sarà comunque opportuno acquisire il parere dell'Autorità di bacino distrettuale;*

[...]

- *appare, inoltre, sempre di primaria importanza, che siano forniti dal Proponente ulteriori approfondimenti in merito a:*
 - *studio delle alternative che, oltre a considerare l'opzione zero, comprenda anche diverse configurazioni e soluzioni progettuali per gli interventi in progetto;*

[...]

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

In merito alle sopracitate osservazioni, relativamente al primo punto si rimanda alla risposta al capitolo 3.3.1; relativamente al secondo punto si pone pertanto la necessità di ricollocare queste attività in un'area individuata nel corso degli anni dagli enti coinvolti in Prà (Genova); tale area è stata infatti data a disposizione dal Comune (area a terra) e dall'Autorità di Sistema Portuale (area a mare) in modo da essere utilizzabile prima del completamento della realizzazione delle nuove opere previste nel Porto Petroli. L'opzione zero non risulta percorribile in quanto interferente con le opere complessive del ribaltamento a mare di Fincantieri.

3.4. PROT. n. 2019/G13.12.3/276 –REGIONE LIGURIA- OSSERVAZIONI VARIE

Si riportano di seguito le osservazioni, con le relative risposte, attinenti il Rio San Michele.



•

-Rio San Michele.

Per quanto attiene all'intervento che riguarda il rio San Michele si osserva che il citato parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici evidenzia la necessità di inserire le opere previste nel progetto definitivo in esame nell'ambito di un quadro organico, pertanto soggetto a valutazione da parte dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, previo accertamento che le portate di piena siano state valutate anche tenendo conto degli eventi alluvionali degli ultimi anni. In tal senso si osserva che l'allegato alla nota prot. 58350 del 16.02.2021 del Comune di Genova, assunta al protocollo regionale al n. PG/2021/58293, non fornisce alcuna precisazione in merito alla portata di piena del rio San Michele.

Allo stato attuale, la Carta delle Fasce di Inondabilità n.6 del Piano di Bacino Ambito 12-13 vigente mostra che la cosiddetta "area a monte" non risulta essere inondabile, pertanto i volumi edilizi in previsione nell'area, essendo ubicati a distanza superiore a 10 m dal limite del corso d'acqua, sono ammissibili per quanto riguarda gli aspetti di competenza dello scrivente Settore. È sottinteso che una eventuale revisione da parte dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale delle aree inondabili associate allo stato attuale, basata sul rilievo aggiornato ed in conseguenza di una modifica del valore di portata di piena del rio San Michele, può comportare diverse considerazioni.

Risposta: come riportato nel capitolo 3.2.2, la nuova portata calcolata con la formula Razionale tenendo in considerazione le nuove LSSP risulta pari a 31.5 m³/s, molto simile alla portata precedente calcolata con il metodo CIMA pari a 30 m³/s. Le delimitazioni delle aree inondabili nel tratto in esame considerato non subiscono variazioni. Anzi, la modifica delle sezioni dell'alveo e il loro allargamento portano beneficio al defluire della portata

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

garantendo nel tratto interessato dagli interventi di questo progetto i franchi idraulici per il passaggio della portata con tempo di ritorno duecentennale.

In merito si precisa che la plateazione del fondo alveo nel tratto terminale risulta ammissibile, ai sensi dell'art. 7 comma 1) let c del Regolamento Regionale n.3/2011 e ss.mm.ii, ove sia necessaria per la sistemazione idraulica del rio, secondo il progetto complessivo di cui sopra.

Risposta: la plateazione sarà realizzata secondo quanto riportato nella risposta del capitolo 3.3.1 e nei successivi capitoli del presente documento.

- Risposta: si rimanda al capitolo 3.3.1.

Si prende atto della previsione di realizzare una cassa di sedimentazione nel tratto terminale del Rio San Michele e si evidenzia che, per quanto non si rilevino elementi ostativi dal punto di vista Non è chiara la coerenza delle caratteristiche del percorso pedonale con l'art. 5 del Regolamento Regionale n. 3/2011 e ss.mm.ii. e con gli indirizzi in materia di autorizzazioni idrauliche di cui alla DGR 1205/2019, pertanto sarà necessaria una precisazione in tal senso. precisato nell'ambito del progetto, definito il soggetto responsabile della manutenzione della vasca nonché dell'alveo, considerato che la progettazione ne prevede l'abbassamento rispetto alla condizione attuale, al fine di garantire il rispetto della configurazione di progetto, e i relativi oneri. rischio rispetto lo stato attuale.

L'Art.5 ("interventi nelle fasce di inedificabilità assoluta") comma 2:



"sono fatti salvi, previa autorizzazione della Provincia, gli interventi di realizzazione di strade di interesse pubblico, purché non interferenti con la sicurezza delle opere di protezione presenti e con la possibilità di attività di manutenzione degli alvei e delle opere stesse, né pregiudichino l'eventuale sistemazione definitiva del corso d'acqua.

Sulla base di quanto riportato nel comma 3 art. 5, l'accesso pedonale, nel caso in cui fosse considerato come "strada" e di "interesse pubblico", può essere realizzato dal momento che, sebbene rientri all'interno della fascia di tutela di 10 m, non interferisce con la sicurezza le opere di protezione spondali e garantisce, oltretutto, un accesso per le attività di manutenzione dell'alveo.

Per quanto riguarda le autorizzazioni idrauliche riportate nel DGR 1205/2019, si riporta quanto segue:



4.2 Limiti fasce di tutela ex art. 4, c.2, R.R. 3/2011

La possibilità di misurare i limiti delle fasce di tutela prescindendo dal limite demaniale qualora più esterno delle opere di difesa, è connessa al fatto che esistano opere di difesa realizzate

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

a fini di messa in sicurezza che, anche sulla base dei relativi progetti di sistemazione idraulica complessivi, si configurino come definitive (smaltimento della portata 200-ennale con adeguato franco, in relazione alle condizioni di pericolosità residua), tali da rendere le aree demaniali esterne definitivamente scollegate dall'alveo. Il disposto della lettera b) del comma 2 dell'art. 4, ai fini della misura delle distanze per la fascia di inedificabilità, è, pertanto, applicabile anche laddove ci siano opere strutturali che rispondano a quanto sopra, pur quando non definibili strutturalmente come "argini" in rilevato rispetto al piano di campagna

Le nuove arginature previste per il tratto terminare del rio S.Michele permettono lo smaltimento della portata duecentennale rispettando il franco idraulico richiesto dalla normativa Regionale. Il passaggio pedonale risulta esterno a tali argini.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

4. CARATTERISTICHE DEL BACINO DEL RIO SAN MICHELE

Il rio S. Michele drena una superficie complessiva pari a 0.6 kmq alla foce. Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Prà, in località Vignolo, a quota 120 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.4 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Prà, in Comune di Genova. Il bacino del rio S. Michele è delimitato a ponente ed a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente San Pietro ed a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Grillè - S. Antonio. La pendenza media dell'asta è pari a circa il 9%. Il bacino del rio San Michele è caratterizzato da una forte urbanizzazione. Nella parte a monte del tracciato autostradale, le pendenze medie dei versanti variano generalmente tra il 20% ed il 50%. Nella parte a valle del tracciato le pendenze si riducono generalmente al di sotto del 20%. Ad esclusione dei primi 400 m. dove il rio scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta generalmente tombinato. A valle dell'incrocio tra via Ungaretti e via Quasimodo, il rio percorre un breve tratto a cielo aperto e poi rientra in tombinatura sotto via G. Ratto per proseguire tombinato quasi fino a mare. La tombinatura interessa via G. Ratto, S.S. Aurelia, la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia e l'area portuale Terminal container. Le dimensioni della tombinatura all'imbocco sono di circa 3 m di larghezza e di 2 m di altezza. Il rio S. Michele è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale N 199 del 21 Luglio 1979.

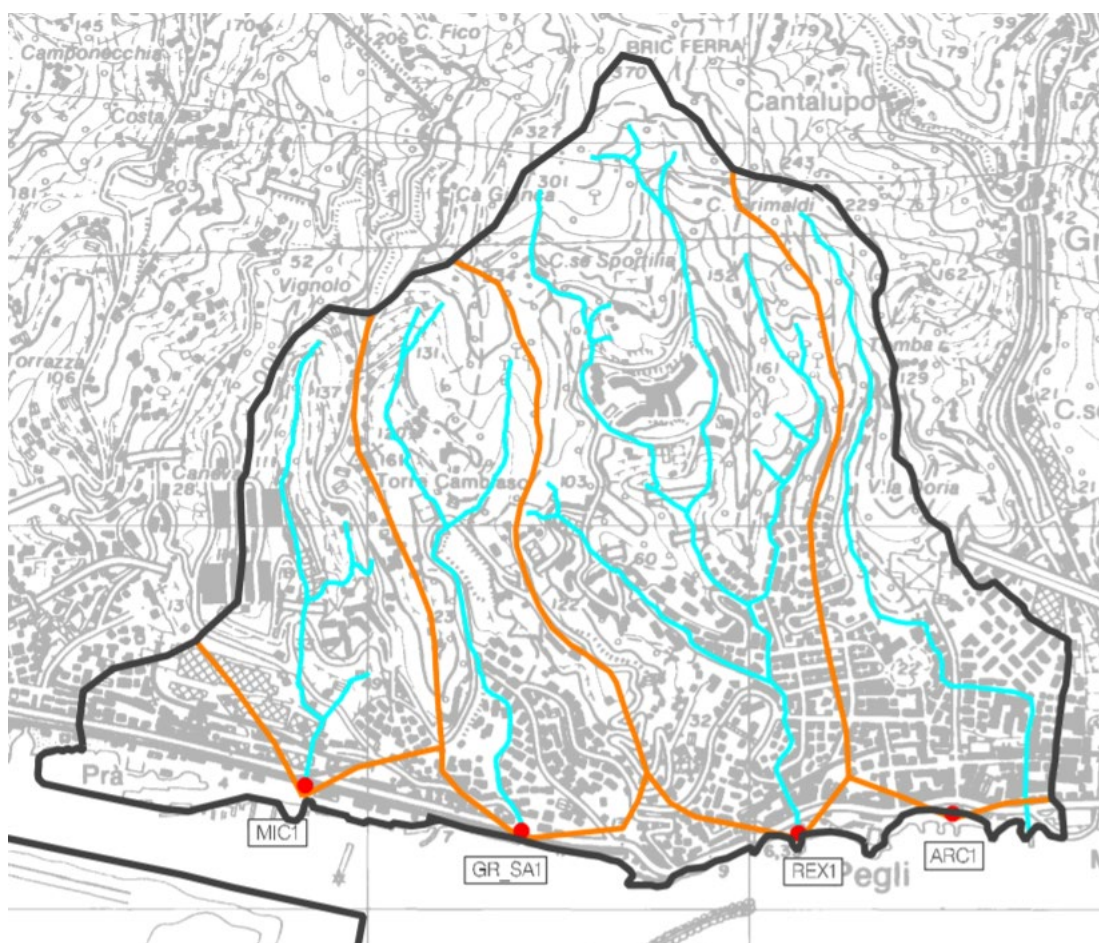


COMUNE DI GENOVA

Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi
Progetto definitivo per appalto integrato
Lotto 1 II Stralcio



Relazione idraulica





Sezione di chiusura	Torrente	Superficie sottesa alla sez. di chiusura (Km ²)	Portate di piena al colmo (m ³ /s)		
			T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
GIU1	Rio S. Giuliano	1,1	36	53	63
MAD1	Rio Madonnette	0,9	30	43	52
MIC1	San Michele	0,618	20	30	36
GR_SA1	Grille'-S. Antonio	0,639	21	31	37
REX1(**)	Rexello	1,413	47	68	81
REX1(***)	Rexello	1,413	27	43	56
ARC1(**)	Rio Archetti	0,47	16	23	27
ARC1(***)	Rio Archetti	0,47	9	16	20
ROS1	Rio Rostan	0,547	18	26	32
ZAN1	Zanina-Marotto	0,676	22	32	39
MOL1	Molinassi	1,982	66	95	114
CAN1	Cantarena	1,58	52	76	91
MAGG1	Rio Maggiore	0,6	20	29	35
RON1	Rio Roncallo	0,643	21	31	37

(**) i valori di portata del T. Rexello e T. Archetti sono calcolati senza scolmatore

(***) i valori di portata del T. Rexello e T. Archetti sono calcolati con scolmatore in funzione

Figura 9: Dettaglio della Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni di chiusura allegata al Piano di Bacino (Ambito 12 e 13) con indicazione delle portate di piena al colmo per il Rio San Michele

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

5. DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione idraulica è relativa alla progettazione della messa in sicurezza del tratto terminale del rio San Michele. Gli interventi oggetto del presente progetto prevedono:

- l'inserimento di una soglia idraulica come misura di protezione della foce dal trasporto solido;
- l'adeguamento delle sponde arginali e delle sezioni idrauliche al fine di garantire la messa in sicurezza del tratto terminale con riferimento alla portata di progetto avente tempo di ritorno di 200 anni.

Come sopra accennato, il Rio S. Michele è stato studiato dal punto di vista idrologico/idraulico nell'ambito del "Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico" per gli ambiti regionali di bacino n. 12 e 13. Nel seguito si riporta la carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate come individuate dal Piano di Bacino per gli ambiti di interesse.

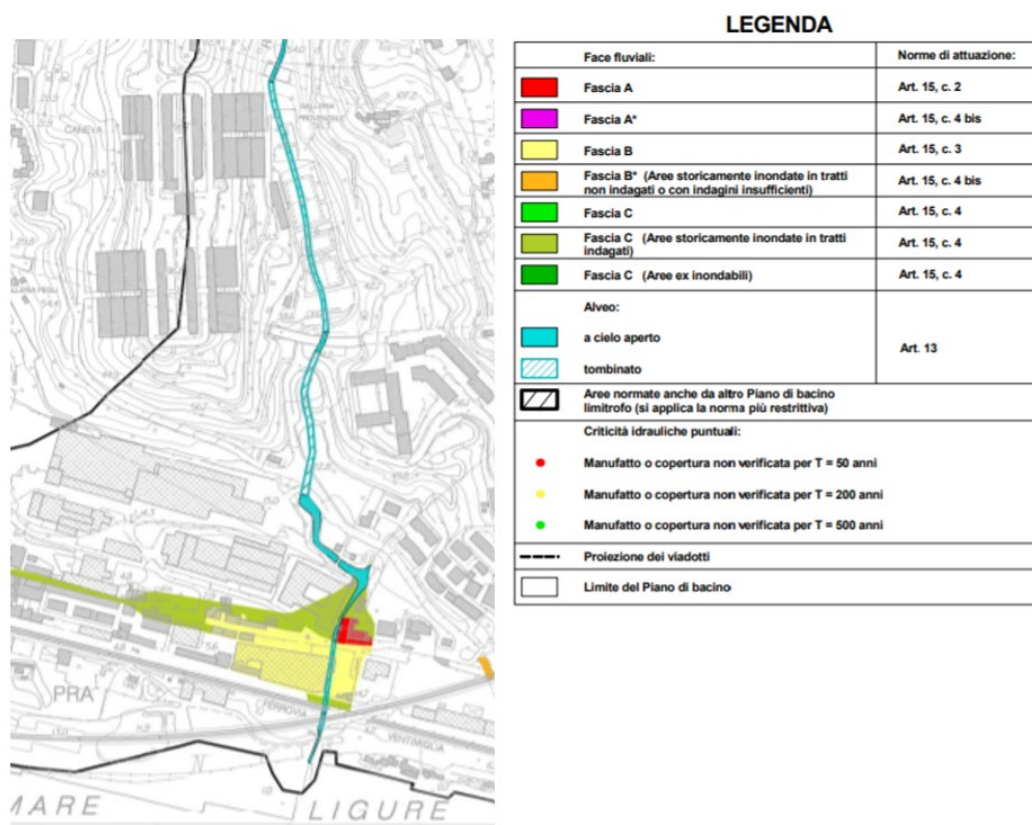




Figura 10: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Carta delle fasce di inondabilità – Entrata in vigore BURL n. 31 del 31.07.2019, Parte II

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

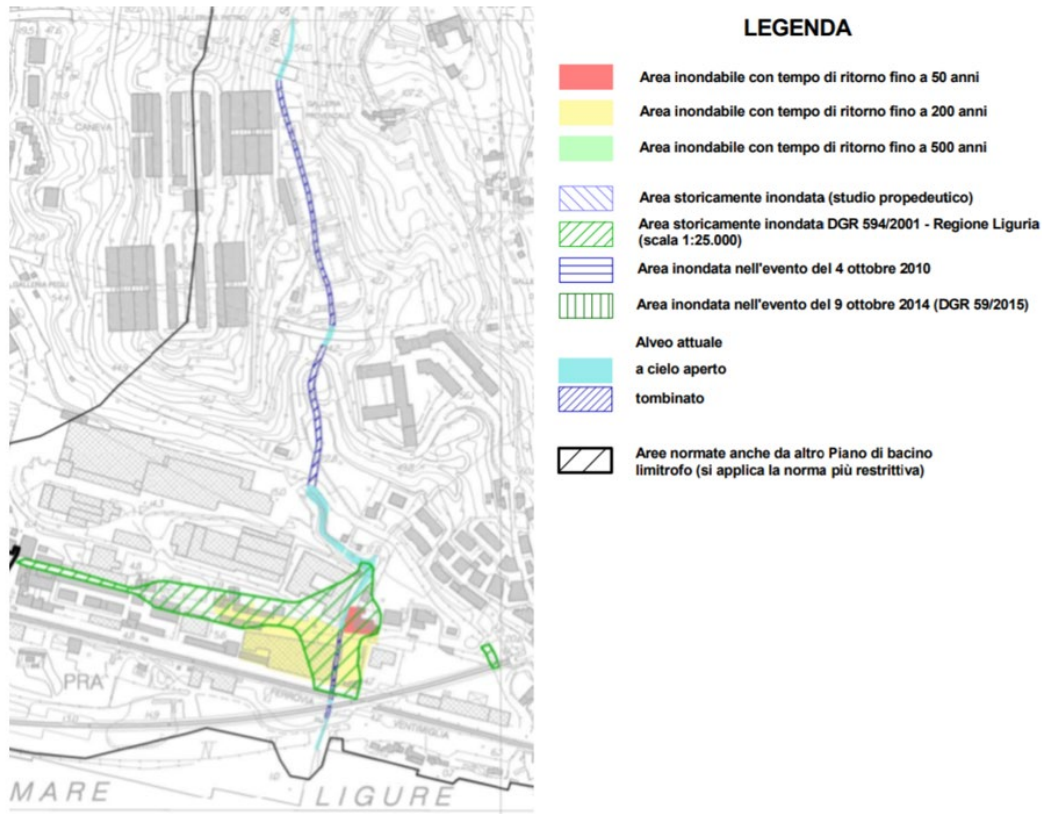




Figura 11: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate – Entrata in vigore BURL n. 31 del 31.07.2019, Parte II

Come risultante dagli stralci sopra presentati, il tratto di bacino più critico non rientra nell'area oggetto di intervento (a valle del sottopasso della Ferrovia Genova-Ventimiglia); la modellazione idraulica ha infatti interessato solo il tratto terminale del rio S. Michele (tratto a cielo aperto).

Si riportano di seguito le previsioni di intervento per la sistemazione del rio San Michele, previste nel documento "Piano degli interventi di Mitigazione del Rischio" entrato in vigore con BURL n. 31 del 31.07.2019 Parte II:

- Sistemazione del nodo relativo alla viabilità connessa al guado a monte della tominatura sottostante Via Ratto e la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia (A6-ID22);
- Spostamento della tubazione di diametro mm.750 attraversante il rio alla foce che intralcia il libero deflusso delle portate di massima piena (A6-ID24);
- Intervento congiunto ai precedenti è la pulizia dell'alveo. Dovrà essere prevista anche un'azione costante di pulizia dell'alveo, da specificarsi a cura dell'Ente competente dei proprietari frontisti e dei concessionari.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

Per quanto concerne la modellazione idraulica del Rio, nell'ambito del presente progetto, i valori di portata utilizzati nelle elaborazione presentate nell'Aprile 2020 sono riportati in Tabella 2 e sono stati ricavati dal documento "*Piano di bacino Stralcio per la tutela del rischio idrogeologico*" entrato in vigore con BURL n. 31 del 31.07.2019 Parte II.

Si riportano in Tab.2 le portate alla foce stimate per il Rio S.Michele nel suddetto Piano di bacino Stralcio.

Tabella 2: Portate per assegnato tempo di ritorno, valutate per il bacino del Rio San Michele. Piano di Bacino Stralcio

Tempo di ritorno [anni]	Tr 50	Tr 200	Tr 500
Portata in afflusso [m3/s]	20	30	36

Tuttavia, come riportato nel capitolo 3.2.2, la portata di progetto con tempo di ritorno di 200 anni è stata ricalcolata considerando l'aggiornamento delle curve di possibilità pluviometrica come recentemente ridefinite dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica ed Ambientale dell'Università di Genova. La portata utilizzata per le verifiche idrauliche è dunque stata assunta pari a **31.5 m3/s**, come presentato nella Tabella .3

Tabella 3: Portate per assegnato tempo di ritorno, aggiornate per il bacino del Rio San Michele secondo i dati pluviometrici più aggiornati.

Tempo di ritorno [anni]	Tr 50	Tr 200	Tr 500
Portata in afflusso [m3/s]	22,8	31,5	38,4



Di seguito si riporta la sintesi delle norme di attuazione del Piano di Bacino (approvate con D.G.P. n. 171 del 22.11.2011 e modificate con D.P.G. n. 124 del 22.09.2014).

- **Art 7 Portata di piena di progetto**

La portata di piena da assumere nella progettazione relativa ad opere strutturali è quella con tempo di ritorno duecentennale (T=200) indicata nelle relazioni generali dei Piani. Tale valore di portata può essere motivatamente modificato al sopravvenire di nuove evidenze scientifiche o di studi idrologici più dettagliati. [...]

- **Allegato 3 – Indirizzi tecnici per la redazione di studi idraulici**

1. Parametri di scabrezza

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica



Nella modellazione di moto permanente monodimensionale il parametro di scabrezza rappresenta, per il tronco fluviale compreso fra due sezioni di calcolo, oltre alla natura e alle condizioni dell'alveo e delle sponde, le macroresistenze dovute alla variabilità longitudinale della geometria o a possibili variazioni brusche del perimetro bagnato al crescere della portata; ciò assume particolare rilevanza nei casi in cui il rilievo delle sezioni disponibile non sia fitto lungo il corso d'acqua. In questi casi, il parametro di scabrezza deve tener conto di molteplici processi di resistenza e dovrebbe essere assunto superiore (inferiore in termini di Gauckler-Strickler) a quanto detterebbero condizioni solo locali dell'alveo. I parametri di scabrezza da utilizzare nel calcolo idraulico devono tenere conto delle reali e documentabili condizioni di manutenzione del corso d'acqua, anche prevedibili per le condizioni di futuro esercizio. Tali valori di parametro di scabrezza devono essere desunti da quelli individuati dalla tabella seguente (per semplicità riportati solo in termini di scabrezza di Gauckler-Strickler), tenendo conto che gli stessi dovrebbero essere considerati valori massimi non superabili. Scostamenti rispetto a tali valori, di entità in ogni caso modeste (non superiori al 10%), devono essere adeguatamente motivati, sulla base di specifiche considerazioni ed approfondimenti tecnici, anche in relazione alle specifiche situazioni di disponibilità di dati di dettaglio e di caratteristiche geometriche e condizioni dell'alveo e del bacino sotteso. In particolare, nel caso dei corsi d'acqua con trasporto solido influenzato da fenomeni franosi, devono essere utilizzati i parametri di scabrezza più cautelativi.

Tabella 4: Parametri di scabrezza previsti nelle norme di attuazione del Piano di Bacino

Descrizione corso d'acqua	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler K_s ($m^{1/3}s^{-1}$)
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque	40-45

2. Franchi idraulici

Tutte le opere devono avere franchi adeguati rispetto al livello di piena previsto per la portata duecentennale, portata di riferimento per la progettazione di opere idrauliche od opere interferenti con l'alveo. La previsione di adeguati franchi tra la sommità arginale o l'intradosso delle strutture in progetto ed il previsto livello della piena di riferimento, è necessaria per garantire il corretto funzionamento delle opere in questione ed assicurare il deflusso della portata di progetto con un adeguato coefficiente di sicurezza, tenendo conto di tutte le incertezze legate alla modellazione

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

idrologico-idraulica (concettuale, matematica e numerica) e ai vari fenomeni che possono occorrere durante l'evento di piena, dei quali la modellazione non può tenere solitamente conto. Alla loro valutazione devono concorrere considerazioni sia relative alla tipologia di opera e alla sua rilevanza determinata anche in funzione della vulnerabilità delle zone limitrofe, sia relative alle caratteristiche cinetiche della corrente, con la fondamentale distinzione dei casi di correnti lente e di correnti veloci. I franchi idraulici non devono essere inferiori ai valori indicati nella tabella seguente, assumendo come riferimento il valore maggiore tra quelli contrassegnati con le lettere (a) e con (b).



Tabella 5: Valutazione del franco idraulico come riportato nelle norme di attuazione del Piano di Bacino

Franco idraulico: valore maggiore tra (a) e (b)			
		Reticolo principale e secondario	Reticolo minore
a)		$U^2/2g$	$0,5 U^2/2g$
b)	I. argini e difese spondali	cm. 50/100	cm 50
	II. ponti e strutture di attraversamento fino a estensioni longitudinali di m. 12	cm. 100/150	cm 75
	III. coperture o tombinate (ove ammesse), ponti e strutture di attraversamento di estensione oltre m. 12	cm. 150/200	cm 100

dove:

- il termine $U^2/2g$ rappresenta il carico cinetico della corrente con U velocità media della corrente (m/s) e g accelerazione di gravità (m/s^2),

- i due valori estremi per il reticolo principale e secondario corrispondono rispettivamente a bacini poco dissestati con previsione di modesto trasporto solido ed a bacini molto dissestati con previsione di forte trasporto solido in caso di piena, e/o a bacini di maggiore o minore estensione. Per le opere di cui al punto III, nel caso di modesta rilevanza dell'opera stessa e di bacini ben sistemati, il valore minimo del franco come sopra indicato può essere derogato dall'amministrazione competente fino a 100 cm, sulla base di adeguate valutazioni come riportato nel seguito. Per estensione longitudinale si intende l'estensione dell'opera misurata parallelamente alla direzione della corrente. Per opere non ortogonali alla direzione della corrente si valuta come estensione la distanza, sempre misurata in senso parallelo alla corrente, tra il lembo più a monte e quello più a valle dell'opera stessa. Nel caso

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

di ponti ad arco o comunque con intradosso non rettilineo, il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore.

Infine, si riporta una sintesi del Regolamento 16.03.2016, n. 1 che modifica il Regolamento regionale 14.07.2011, n. 3 (regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua).

- **Art 3 (Definizioni)**

[...]

- 1) *reticolo idrografico di primo livello: porzione del reticolo idrografico comprendente le aste fluviali con bacino sotteso con superficie maggiore di 1 Km²;*

[...]

- **Art. 7 (interventi negli alvei dei corsi d'acqua)**

- 1) *Ferme restando le normative in materia di autorizzazioni e polizia idraulica ex R.D. n. 523/1904 e le relative competenze attribuite alle amministrazioni provinciali, negli alvei dei corsi d'acqua non sono consentiti i seguenti interventi, fatti salvi quelli necessari ad ovviare a situazioni di pericolo ed a tutelare la pubblica incolumità:*



a) interventi che comportino ostacolo o interferenza al regolare deflusso delle acque di piena, che interferiscano con gli interventi di messa in sicurezza previsti dai piani di bacino, o che precludano la possibilità di attenuare o di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, nonché il deposito di materiali di qualsiasi genere;

b) interventi di restringimento o rettificazione degli alvei; su specifica deroga da parte della Provincia, possono essere autorizzati, in contesti di tessuto urbano consolidato, interventi previsti nell'ambito della progettazione complessiva ed organica di interventi finalizzati alla messa in sicurezza del corso d'acqua, compatibile con i piani di bacino, purché non comportino alcun aggravio alle condizioni di deflusso;

c) plateazioni o impermeabilizzazioni continue del fondo alveo dei corsi d'acqua di origine naturale, salvo il caso in cui siano previsti come misura necessaria in un progetto complessivo ed organico finalizzato alla messa in sicurezza del corso d'acqua, in tratti ricadenti in contesti di tessuto urbano consolidato e in assenza di interventi alternativi;



d) reinalveazioni e deviazioni dell'alveo dei corsi d'acqua, salvo il caso in cui siano previsti come misura necessaria in un progetto complessivo ed organico finalizzato alla messa in sicurezza del corso d'acqua, nonché in caso di:

- 1) *corsi d'acqua di originale naturale classificati come reticolo minuto;*

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

2) corsi d'acqua di origine artificiale, quali canali di bonifica, scoli artificiali, canali già oggetto di precedenti deviazioni, etc., a condizione che ne sia dimostrata la funzionalità idraulica secondo i criteri dei piani di bacino, sia assicurato il superamento dell'eventuale situazione di pericolosità precedente e sia valutata la possibilità di ripristino di sezioni a cielo libero laddove fossero presenti tombinature o coperture.

[...]

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

6. ANALISI IDRAULICA DELLO STATO DI FATTO RIPORTATA NEL PIANO DI BACINO

Il Rio San Michele, nel Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13, è stato indagato tramite una verifica in moto permanente nel suo tratto finale per una estensione di circa 450 m.

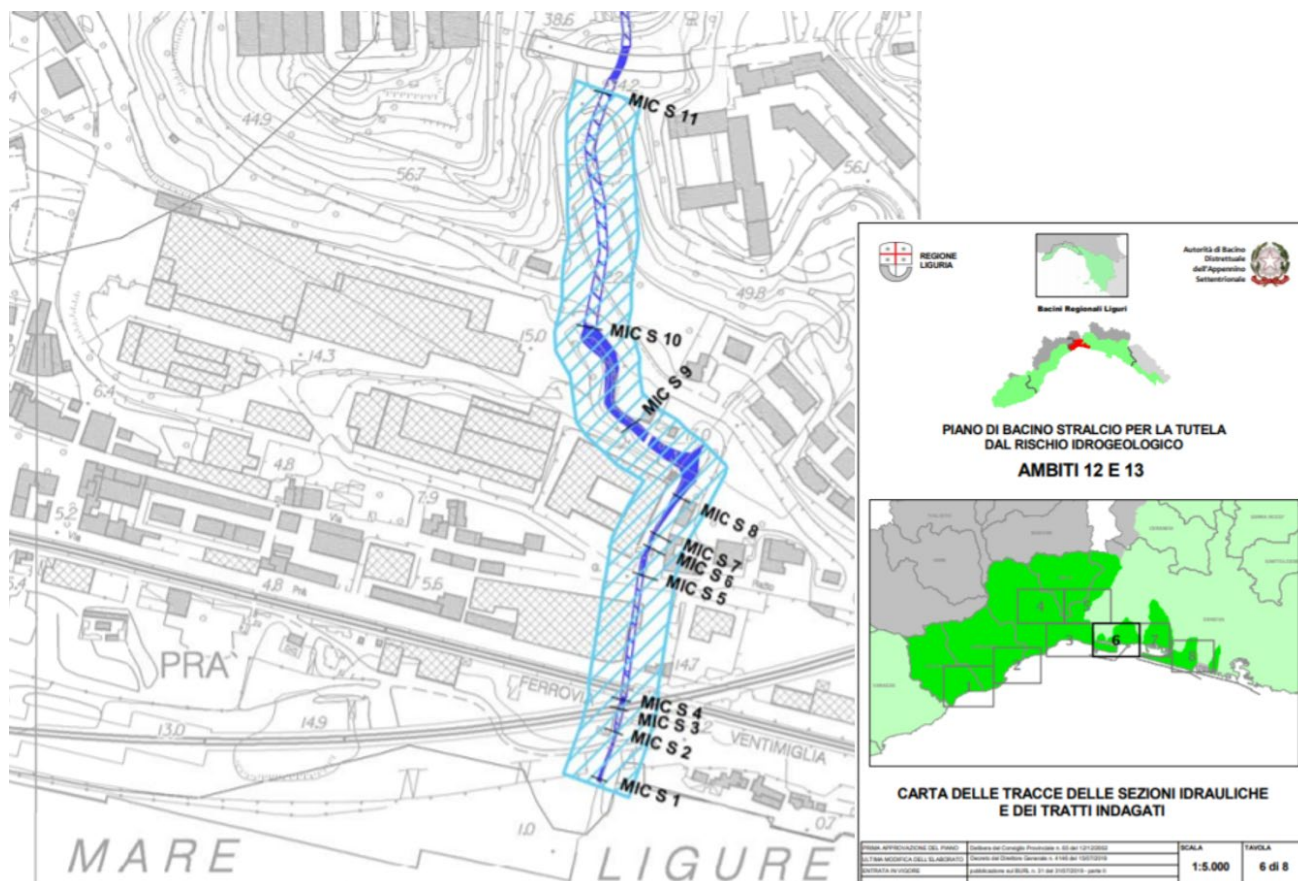


Figura 12: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Rio S. Michele. Carta delle tracce delle sezioni idrauliche e dei tratti indagati

Per il calcolo dei profili di rigurgito nelle elaborazione del Piano di Bacino sono stati adottati come parametri di scabrezza di Manning, i valori di $n=0.025 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per il tratto plateato che si estende dall'imbocco della tombinatura fino alla sezione MIC S8 e $n=0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per i restanti tratti. Come condizioni al contorno alle sezioni di estremità sono state utilizzate le profondità critiche.

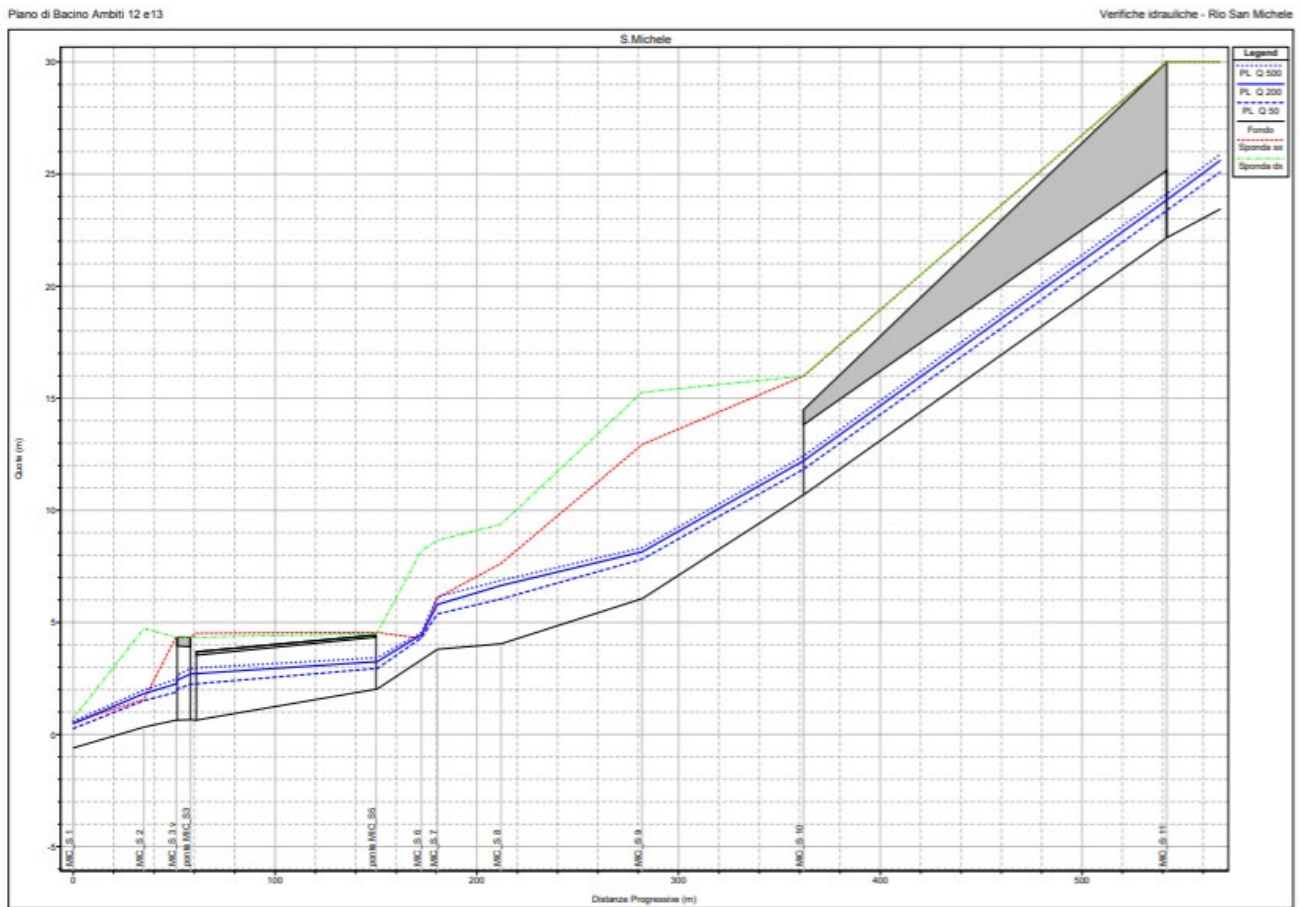


COMUNE DI GENOVA

Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi
Progetto definitivo per appalto integrato
Lotto 1 II Stralcio



Relazione idraulica





Approvato con D.C.P. n. 28 del 28-03-2007

Pagina 2 di 11

Figura 13: Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – Ambito 12 e 13 – Allegati tecnici – Verifiche idrauliche – Rio San Michele: profilo idraulico stato di fatto

Il profilo idraulico mostra come il deflusso, per le portate con tempo di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni avviene, prevalentemente in condizioni di corrente veloce. In corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, all'altezza della sezione idraulica MIC S3, per la portata con tempo di ritorno 200 anni, il franco idraulico (pari a 1.5 m secondo quanto indicato da Tab.5 del presente documento per ponti o attraversamenti con estensione longitudinale < 12 m), alle condizioni attuali, non è rispettato in quanto le sezioni mostrano una quota di intradosso dell'attraversamento pari a circa 3.90 m s.l.m. ed un W.L., in corrispondenza della sezione MIC S3m, di 2.71 m s.l.m..

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

7. MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO PER LE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Il profilo idraulico del tratto del Rio S. Michele oggetto del presente progetto è stato simulato mediante l'utilizzo del software *HEC RAS "River Analysis System"* versione 4.1.0 (U.S.Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center) nelle condizioni di moto permanente monodimensionale.



La procedura alla base del calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia. Le perdite di carico valutate sono quelle di attrito (equazione di Manning) e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni. Questo si verifica, in condizioni di regime misto (*Mixed Flow*), nei punti di passaggio da corrente veloce (*Supercritical Flow*) a corrente lenta (*Subcritical Flow*), oppure in corrispondenza di ponti o delle confluenze di più rami di una rete. Ai fini del presente studio idraulico, considerando la pendenza del tratto del rio in esame ed essendo il fondo alveo rivestito in CLS (valore di scabrezza di Manning minore rispetto ad un alveo naturale), le simulazioni idrauliche sono state eseguite in condizioni di regime misto, in modo tale che il software potesse gestire situazioni di corrente lenta e veloce contemporaneamente in tratti diversi del corso d'acqua, risalti idraulici e passaggi da corrente lenta a corrente veloce.

Di seguito si riporta il significato dei termini utilizzati dal programma di calcolo e ripresi nel presente documento, in particolare:

- River Sta = numero progressivo della sezione oggetto dell'elaborazione;
- Q_{total} = portata di calcolo;
- Min Ch El = quota di fondo alveo;
- W.S. Elev. = altezza idrometrica calcolata;
- E.G. Slope = pendenza motrice;
- Vel Chnl = velocità di deflusso;
- Froude # Chl = numero di Froude della corrente.

Affinché il modello riproducesse nel modo più accurato possibile la realtà, sono state impostate le seguenti condizioni al contorno, in particolare:

- portata al colmo costante in tutto il tratto pari al valore di $31.5 \text{ m}^3/\text{s}$ calcolato nel capitolo 3.2.2 con le nuove curve di possibilità pluviometrica;
- pendenza di fondo alveo a monte del tratto tombinato (condizione calcolata con riferimento alle sezioni idrauliche presentate negli allegati tecnici del Piano di Bacino). Sono state inoltre

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

incluse nel modello costruito in HEC RAS le sezioni MIC_S8, MIC_S7, MIC_S6 e MIC_S5 desunte dalla verifica idraulica dello stato di fatto documentata nel Piano di Bacino. Le sezioni sopra elencate sono tutte ubicate a monte dell'area di intervento, così da considerare l'influenza di monte idraulico.

- altezza idrometrica di valle (zona portuale) pari a +0.68 (livello del mare per Tr 5 anni – dato mareografo di Genova). In pratica si è simulato il transito di un'onda di piena con tempo di ritorno di 200 anni contestualmente ad un evento di alta marea avente tempo di ritorno di 5 anni.

Inoltre, prima dell'implementazione del modello, è stato svolto, nel mese di Gennaio 2020, su richiesta della scrivente, un rilievo topografico e batimetrico dell'area oggetto di intervento (sia dell'area "a monte" sia dell'area "a mare"). In particolare, per il Rio San Michele il rilievo topografico ha permesso di ricostruire lo stato di fatto rilevando i dati di seguito elencati:

- la quota della testa del muro (espressa in m s.l.m.) che argina l'alveo esistente, sia di sponda destra sia di sponda sinistra.
- la quota (espressa in m s.l.m.) dell'alveo ai piedi dei muri arginali, sia di sponda destra sia di sponda sinistra;
- la quota (espressa in m s.l.m.) di fondo alveo;
- la larghezza della sezione (in m).



La distanza media fra due sezioni consecutive inserite nel modello, è pari a 9 m. Per valutare tale distanza è stato applicato il seguente criterio geometrico:

$$\Delta x = \frac{0.15D}{S_o}$$

dove:

- Δx è la distanza tra due sezioni consecutive [m];
- D è distanza tra la quota di fondo alveo e la quota delle sponde [m];
- S_o è la pendenza media dell'alveo [/].

Al fine di rappresentare al meglio le singolarità geometriche (cambi di pendenza, allargamenti e/o restringimenti delle sezioni trasversali, salti di fondo e tratti in curva) la distanza sopra calcolata è stata diminuita laddove necessario.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

Come già sopra menzionato, per quanto riguarda le perdite di carico, il codice di calcolo le valuta sulla base dei valori assegnati ai seguenti parametri:

- Scabrezza (perdite distribuite per attrito);
- Parametri di contrazione ed espansione (perdite localizzate dovute all'allargamento e/o al restringimento della larghezza dell'alveo).



Lungo il Rio, è stato assegnato un coefficiente di scabrezza di Manning pari a:

- 0.033 m^{-1/3}s tra la Sez. 1 alla Sez. 4 come da studio dello stato di fatto nel Piano di Bacino;
- 0.025 m^{-1/3}s per il tratto plateato che si estende tra la Sez. 4 e la Sez. 8 (dove il fondo alveo sarà costituito da soletta in cemento armato);
- 0.030 m^{-1/3}s tra la Sez.8 e la Sez. 12 dove è previsto il consolidamento del fondo con massi di scogliera.

Per quanto riguarda invece i coefficienti di espansione e/o contrazione, sono stati utilizzati i valori di contrazione e/o espansione suggeriti dal manuale per correnti lente (si veda la tabella sottostante).

Tabella 6: Coefficienti di contrazione ed espansione per correnti lente – Rif.: *US Army Corps of Engineers, HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic reference Manual, Version 4.1, January 2010*

	Contraction	Expansion
No transition loss computed	0.0	0.0
Gradual transitions	0.1	0.3
Typical Bridge sections	0.3	0.5
Abrupt transitions	0.6	0.8

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

8. DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE NELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO E RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE

Il tratto del Rio San Michele interessato dal presente progetto è il tratto terminale del rio stesso, a cielo aperto, compreso tra la foce e la sezione a valle del tratto tombinato, all'altezza di Via Prà.

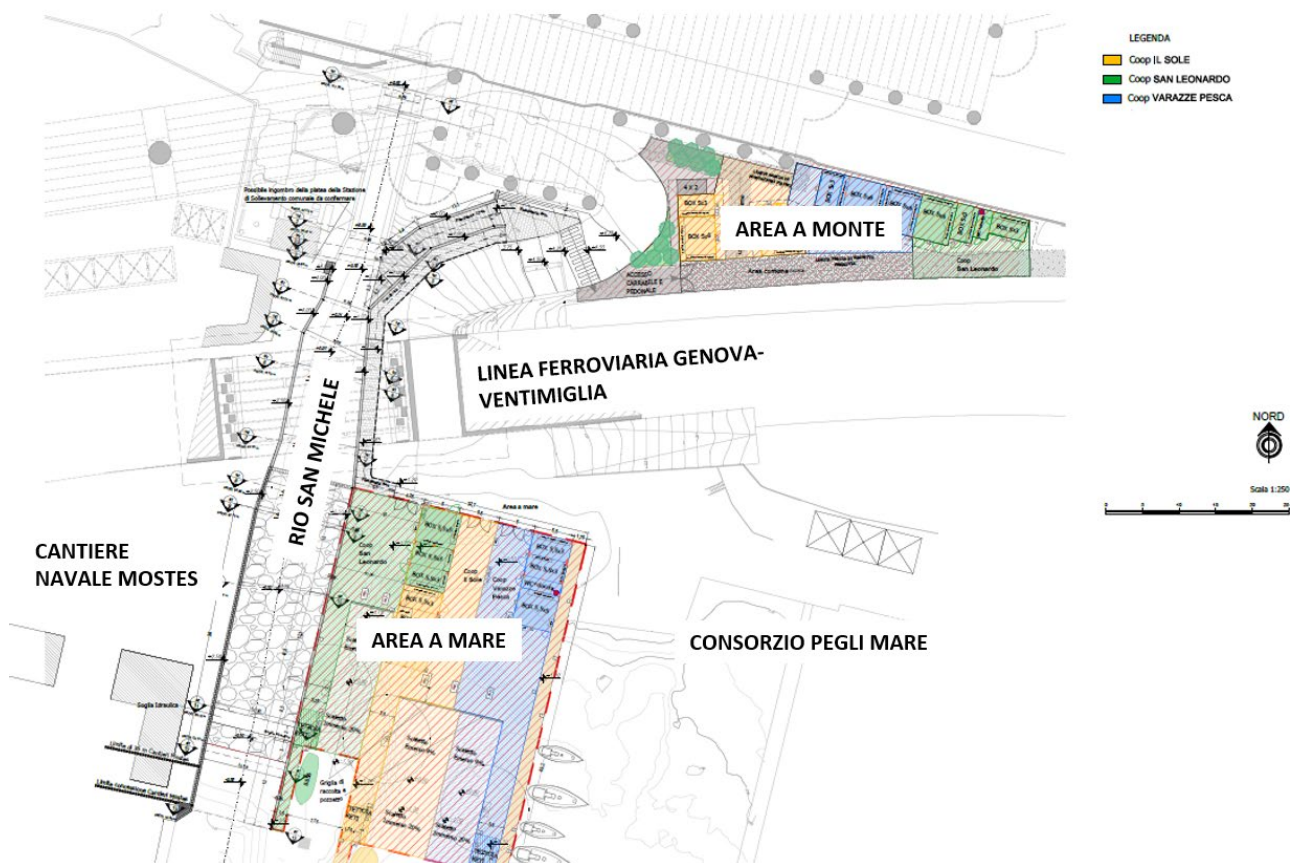


Figura 14: Area di intervento sistemazione idraulica del Rio San Michele

Tra la foce e l'attraversamento ferroviario, il fondo alveo non si presenta plateato. Attualmente si rileva una forte presenza sia di pietrame sia di materiale vegetale, in particolare al di sotto dell'attraversamento RFI.



 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>



Figura 15: Punti di ripresa fotografica dell'area di intervento



COMUNE DI GENOVA

Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi
Progetto definitivo per appalto integrato
Lotto 1 II Stralcio



Relazione idraulica



DETRITI FOCE RIO SAN MICHELE



PENNELLO SPONDA RIO SAN MICHELE



RIO SAN MICHELE SOTTO RFI





PONTILE ESISTENTE



BANCHINA ESISTENTE



AREA CARENAGGIO ESISTENTE



 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>



La verifica del profilo idraulico di progetto è stata completata utilizzando il software HEC RAS. Ai fini del presente studio idraulico, in accordo con gli allegati tecnici del piano di bacino regionale, le simulazioni idrauliche sono state eseguite in condizioni di moto in regime misto, in modo tale che il software potesse gestire situazioni di corrente lenta e veloce contemporaneamente in tratti diversi del corso d'acqua, risalti idraulici e passaggi da corrente lenta a corrente veloce.

Gli interventi di sistemazione idraulica, oggetto del seguente appalto, includono:

- Allargamento della sezione idraulica utile ed abbassamento del fondo alveo per ridurre il livello idrico relativo alla portata duecentennale.
- Realizzazione di una soglia idraulica, realizzata per mezzo di massi artificiali in cemento armato per innescare un regime di moto in corrente lenta e favorire il deposito del trasporto solido, in linea all'alveo.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

- Realizzazione di un'area in linea all'alveo per il deposito di materiali lapidei grossolani trasportati (volume di accumulo di 185,0 m³).
- Adeguamento dei muri arginali in sponda destra e in sponda sinistra in accordo con quanto prescritto nelle norme di attuazione allegate alla normativa regionale vigente per il rispetto dei franchi idraulici.
- Realizzazione di una rampa di accesso dei mezzi di pulizia in alveo per la manutenzione dell'alveo e la rimozione dei sedimenti.
- Realizzazione di un camminamento pedonale sotto al viadotto ferroviario, corrente in parallelo al nuovo muro arginale sinistro per l'accesso dei pescatori alla nuova piattaforma a mare.
- Realizzazione di un deviatore di flusso a 25 m di distanza a valle della soglia idraulica, posto trasversalmente alla corrente, per uno sviluppo di 5,25 m, avente la funzione di deviare il flusso della corrente verso Est (struttura indipendente che non interagisce con il pontile del Cantiere Nautico Mostes), al fine di proteggere le imbarcazioni attraccate ai pontili e di creare una protezione anche nei confronti del trasporto solido

Si riporta, nella figura sottostante, il profilo idraulico di progetto ottenuto tramite software HEC RAS per la portata duecentennale, in condizioni di regime misto.

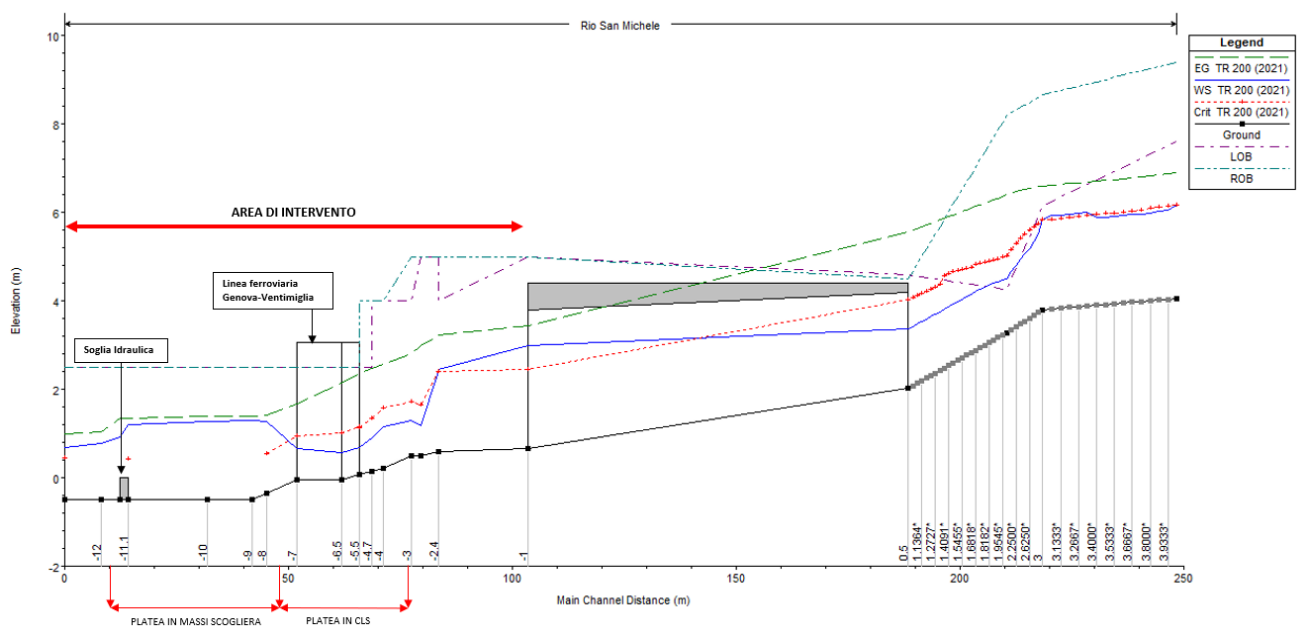




Figura 16: Dettaglio del profilo longitudinale calcolato dal software HEC RAS in regime di corrente mista nell'ipotesi di funzionamento a stramazzo dell'opera di progetto

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

Il profilo idraulico mostra come il deflusso pari a $31.5 \text{ m}^3/\text{s}$ corrispondente ad una portata con tempo di ritorno pari 200 anni, avviene prevalentemente in condizioni di corrente lenta. Si segnala un passaggio da corrente veloce a corrente lenta a valle dell'attraversamento ferroviario (tra la Sez. 7 e la Sez. 8) dove il fondo alveo sarà costituito da soletta in calcestruzzo.

Come sopra anticipato, in corrispondenza della Sez. 11, verrà realizzata una soglia idraulica per mezzo di blocchi artificiali in calcestruzzo. La quota di sommità della soglia sarà pari a $+0.00 \text{ m s.l.m.}$ mentre la quota di fondo alveo sarà pari a -0.5 m s.l.m. (50 cm di altezza).

La soglia idraulica consentirà di costituire un volume di sedimentazione del materiale grossolano trasportato dalla corrente di circa 185 m^3 .

La funzione della soglia idraulica sarà infatti quella di consentire il deposito, in linea all'alveo, a monte dell'opera stessa, del materiale trasportato dalla corrente, grazie alla diminuzione di velocità della corrente rispetto allo stato di fatto.

Come descritto al paragrafo precedente, il Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico per gli ambiti regionali di bacino n. 12 e 13 ha effettuato la verifica idraulica del transito della portata con tempo di ritorno duecentennale relativa allo stato di fatto del Rio San Michele: nell'area in cui verrà realizzata la soglia idraulica viene calcolata in tali condizioni una velocità della corrente pari a 4.37 m/s (Sez. MIC_S2).



Con l'assestamento di progetto la velocità della corrente, sempre in occasione di piena con tempo di ritorno duecentennale, in corrispondenza della soglia idraulica risulta pari a 1.21 m/s .

L'intervento di progetto prevede, partendo della quota rilevata di fondo alveo a circa 25 m a valle dell'uscita del tratto tominato sotto il viadotto RFI di monte ($+0.5 \text{ m s.l.m.}$ in corrispondenza del muro di valle dell'esistente stazione di sollevamento liquami), di realizzare una nuova sezione d'alveo con una pendenza media pari a circa il 2,65 % per i primi 20,75 m.

Successivamente, l'alveo, per una tratta lunga 8,75 m, in sottopasso del viadotto RFI di valle, avrà pendenza nulla.

In queste due tratte la sezione d'alveo sarà rettangolare, delimitata da muri verticali e soletta di fondo in cemento armato.

Al termine della sezione d'alveo suddetta, a valle del viadotto RFI, verrà effettuato il passaggio dal fondo alveo in cemento armato al fondo alveo realizzato in massi naturali di cava (massi di scogliera), ottenuti dalla demolizione sia dell'esistente pennello ubicato in sponda sinistra allo sbocco a mare del

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

Rio, che dell'esistente scogliera in sponda destra a protezione del primo pontile del cantiere navale Mostes.

A interposizione tra le due tratte sarà realizzata una barriera interrata di pali affiancati (con quota in sommità pari alla quota di fondo alveo) con diametro di 40 cm e superiore trave di coronamento.

Tale barriera, oltre a costituire un elemento di protezione strutturale tra il passaggio dalla soletta di fondo alveo a quella in massi, costituirà anche una barriera idraulica alla risalita verso monte delle acque marine.

Secondo la configurazione descritta, la volumetria utile per la sedimentazione di materiale grossolano a monte della soglia di protezione idraulica è pari a circa 185 m³.

Questa è la volumetria che si può ottenere mantenendo la funzionalità idraulica che è alla base della presente progettazione e che concerne unicamente la tratta finale del Rio S.Michele a valle dell'ultimo tratto tombinato.

Una diversa e più ampia analisi delle criticità idrauliche presenti nel bacino del Rio a monte delle sezioni esaminate, nonché delle verifiche del trasporto solido e degli interventi del relativo controllo non sono oggetto delle presente trattazione e degli obiettivi del presente appalto.

In ogni caso, per la manutenzione dell'alveo e la rimozione dei sedimenti, il progetto prevede la realizzazione di una rampa per l'accesso dei mezzi di pulizia, che si origina dalla viabilità di Via Arenile di Prà e che consente l'accesso carrabile ai mezzi d'opera dalla sponda sinistra.

A valle del sottopasso del viadotto ferroviario RFI e della barriera di pali affiancati di separazione tra la soletta di fondo in c.a ed il fondale in massi naturali la sezione idraulica rimarrà sempre rettangolare, ma i muri laterali, sempre verticali, saranno costituiti da una barriera di pali affiancati con diametro di 40 cm in sponda destra (lato Cantiere Navale Mostes) e dei muri di sostegno della nuova struttura pescatori in sponda sinistra.

Per la determinazione delle quote dei muri arginali di progetto, per ogni sezione, in accordo con quanto prescritto nel Piano di Bacino vigente, il valore minimo imposto dalle Norme di Attuazione è stato confrontato con l'altezza cinetica e la condizione più conservativa è stata sommata al WL, calcolato dal modello HEC RAS, per definire la quota di sommità della difesa arginale di progetto. Nel seguito si riporta la tabella estratta dal software HEC RAS che presenta i parametri calcolati dal modello.



 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

Tabella 7: Risultati del modello idraulico implementato in HEC RAS (T=200 anni)

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
San Michele	4	31.50	4.05	6.15	6.15	6.89	0.009064	3.81	8.27	5.70	1.01
San Michele	3	31.50	3.80	5.83	5.83	6.60	0.010472	3.88	8.12	5.30	1.00
San Michele	2	31.50	3.28	4.49	5.01	6.39	0.042204	6.27	5.35	8.10	2.21
San Michele	1	31.50	2.02	3.37	4.01	5.55	0.037562	6.55	4.81	4.02	1.91
San Michele	0.5	Bridge									
San Michele	-1	31.50	0.65	2.98	2.44	3.43	0.006623	2.97	10.59	4.95	0.65
San Michele	-2	31.50	0.59	2.44	2.40	3.21	0.014145	3.90	8.09	4.95	0.97
San Michele	-2.4	31.50	0.59	2.40	2.40	3.21	0.015046	3.98	7.91	4.95	1.01
San Michele	-2.5	31.50	0.50	1.18	1.65	2.99	0.079410	5.97	5.28	9.70	2.58
San Michele	-3	31.50	0.50	1.30	1.73	2.80	0.038428	5.42	5.81	9.19	2.18
San Michele	-4	31.50	0.21	1.16	1.57	2.57	0.025987	5.25	6.00	6.38	1.73
San Michele	-4.6	31.50	0.14	0.88	1.34	2.47	0.037004	5.59	5.64	7.73	2.09
San Michele	-4.7	31.50	0.14	0.88	1.34	2.47	0.037005	5.59	5.64	7.73	2.09
San Michele	-4.9	31.50	0.06	0.68	1.14	2.35	0.046253	5.72	5.50	9.00	2.34
San Michele	-5	31.50	0.06	0.68	1.14	2.35	0.046260	5.72	5.50	9.00	2.34
San Michele	-5.5	Bridge									
San Michele	-6	31.50	-0.05	0.58	1.02	2.15	0.042639	5.55	5.68	9.16	2.25
San Michele	-6.5	Bridge									
San Michele	-7	31.50	-0.05	0.65	0.94	1.67	0.023924	4.47	7.04	10.25	1.72
San Michele	-8	31.50	-0.36	1.27	0.55	1.41	0.002227	1.68	18.79	11.54	0.42
San Michele	-9	31.50	-0.50	1.28		1.40	0.001598	1.49	21.09	11.83	0.36
San Michele	-10	31.50	-0.50	1.26		1.38	0.001723	1.54	20.49	11.66	0.37
San Michele	-11	31.50	-0.50	1.21	0.43	1.34	0.002055	1.64	19.17	11.23	0.40
San Michele	-11.1	Inl Struct									
San Michele	-12	31.50	-0.50	0.77		1.03	0.003733	2.23	14.11	11.10	0.63
San Michele	-13	31.50	-0.50	0.68	0.44	0.99	0.004889	2.45	12.87	10.91	0.72

Come si può notare, la linea di elavazione dell'energia decresce dal valore di 3,43 m.s.m. nella tratta di monte (limite di intervento Sez.-1) di inizio del nuovo alveo fino a valori di 1,41/ 1,40 m.s.m. in corrispondenza dei primi elementi della nuova struttura pescatori a mare.

Sono pertanto state previste opere di difesa arginale, sia in sponda destra che in sponda sinistra, aventi quota in sommità di 4,0 m.s.l.m.m. fin poco a monte del viadotto di RFI e successivamente aventi quota in sommità di 2,50 m.s.l.m.m. a valle di tale sezione e fino alla coordinata 4919088.52 (punto meridionale del muro di difesa Ovest della struttura pescatori) e coordinata 4919043,15 (termine meridionale di immersione del muro su pali lato Cantiere Navale Mostes).

Al fine di valutare l'effetto del deposito dei sedimenti sul valore del W.L., è stata eseguita una simulazione idraulica, imponendo pieno riempimento dell'area a monte della soglia idraulica. I risultati mostrano che, anche nel caso di pieno riempimento, l'altezza di pelo libero è contenuta all'interno delle sponde arginali di progetto.



COMUNE DI GENOVA

Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi
 Progetto definitivo per appalto integrato
 Lotto 1 II Stralcio



Relazione idraulica

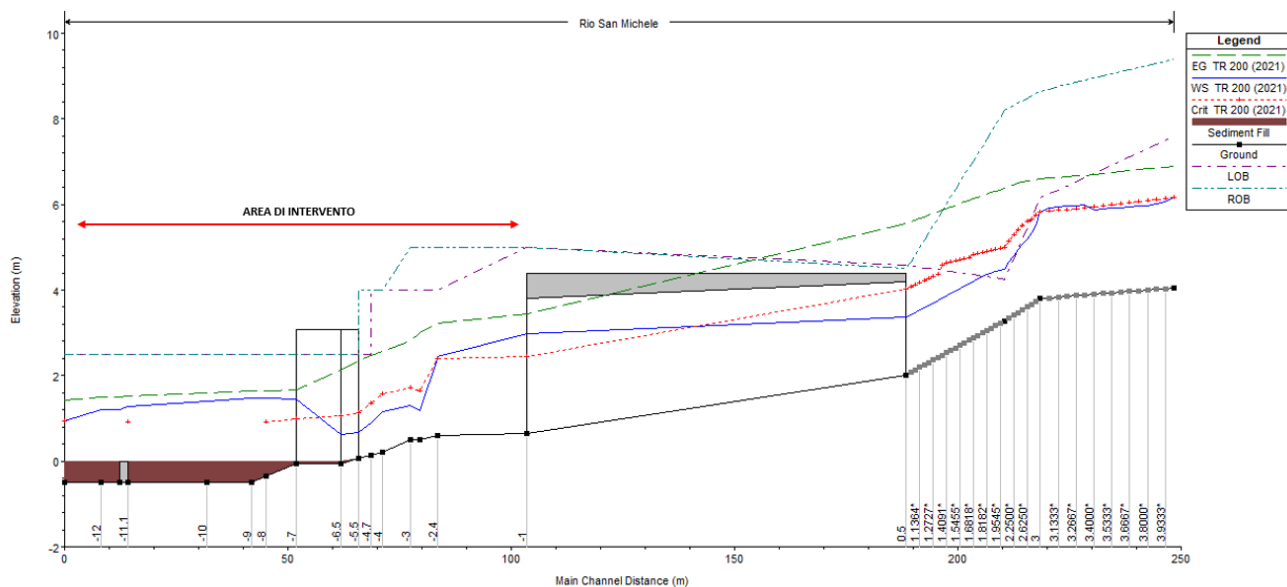




Figura 17: Condizione di pieno riempimento

Tabella 8: Risultati del modello idraulico implementato in HEC RAS in condizioni di pieno riempimento del tratto del rio San Michele a monte della soglia idraulica

Reach	River Sta	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
San Michele	4	31.50	4.05	6.15	6.15	6.89	0.009064	3.81	8.27	5.70	1.01
San Michele	3	31.50	3.80	5.83	5.83	6.60	0.010472	3.88	8.12	5.30	1.00
San Michele	2	31.50	3.28	4.49	5.01	6.39	0.042204	6.27	5.35	8.10	2.21
San Michele	1	31.50	2.02	3.37	4.01	5.55	0.037562	6.55	4.81	4.02	1.91
San Michele	0.5	Bridge									
San Michele	-1	31.50	0.65	2.98	2.44	3.43	0.006623	2.97	10.59	4.95	0.65
San Michele	-2	31.50	0.59	2.44	2.40	3.21	0.014145	3.90	8.09	4.95	0.97
San Michele	-2.4	31.50	0.59	2.40	2.40	3.21	0.015046	3.98	7.91	4.95	1.01
San Michele	-2.5	31.50	0.50	1.18	1.65	2.99	0.079410	5.97	5.28	9.70	2.58
San Michele	-3	31.50	0.50	1.30	1.73	2.80	0.038428	5.42	5.81	9.19	2.18
San Michele	-4	31.50	0.21	1.16	1.57	2.57	0.025987	5.25	6.00	6.38	1.73
San Michele	-4.6	31.50	0.14	0.88	1.34	2.47	0.037004	5.59	5.64	7.73	2.09
San Michele	-4.7	31.50	0.14	0.88	1.34	2.47	0.037005	5.59	5.64	7.73	2.09
San Michele	-4.9	31.50	0.06	0.68	1.14	2.35	0.046253	5.72	5.50	9.00	2.34
San Michele	-5	31.50	0.06	0.68	1.14	2.35	0.046260	5.72	5.50	9.00	2.34
San Michele	-5.5	Bridge									
San Michele	-6	31.50	0.00	0.64	1.06	2.13	0.039868	5.41	5.82	9.16	2.17
San Michele	-6.5	Bridge									
San Michele	-7	31.50	0.00	1.45	0.99	1.68	0.002375	2.12	14.84	10.25	0.56
San Michele	-8	31.50	0.00	1.47	0.91	1.64	0.003052	1.86	16.94	11.54	0.49
San Michele	-9	31.50	0.00	1.46		1.63	0.002913	1.82	17.31	11.83	0.48
San Michele	-10	31.50	0.00	1.41		1.60	0.003360	1.91	16.46	11.67	0.51
San Michele	-11	31.50	0.00	1.27	0.93	1.52	0.005011	2.20	14.32	11.23	0.62
San Michele	-11.1	Inl Struct									
San Michele	-12	31.50	0.00	1.21		1.49	0.004325	2.34	13.46	11.10	0.68
San Michele	-13	31.50	0.00	0.94	0.94	1.42	0.009802	3.06	10.30	10.91	1.01

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica



9. CONSIDERAZIONI FINALI IN MERITO ALLO STUDIO IDRAULICO DEL RIO S.MICHELE

Il tracciamento del profilo idraulico riportato negli elaborati grafici di progetto è stato effettuato tenendo in considerazione il risultato più critico tra la simulazione effettuata con il software HEC-RAS ed i calcoli puntuali: il franco idraulico di progetto consente di rispettare i valori imposti dai vincoli normativi vigenti (*"Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico"* per gli ambiti regionali di bacino n. 12 e 13).

Al fine di provvedere ad una corretta gestione della manutenzione del tratto terminale del rio, si suggerisce di effettuare monitoraggi, inizialmente con cadenza semestrale (per poi adeguarli in funzione dei dati reali raccolti durante le osservazioni in campo una volta che il nuovo tracciato sarà a regime) in modo da programmare la pulizia dell'alveo. In particolare, si suggerisce di effettuare ricognizioni al termine di ogni evento di piena a carattere significativo.

Le sezioni rettangolari lungo tutto il tratto terminale del Rio, previste nel presente progetto, consentono la manutenzione del rio con mezzi leggeri che potranno accedere all'alveo grazie alla rampa di accesso di progetto.

Per quanto riguarda la manutenzione della prevista cassa di sedimentazione con un volume di accumulo di 185,0 m³, ed in particolare il dragaggio dei sedimenti che in essa si depositeranno, esso potrà essere effettuato, come già eseguito in occasione di precedenti interventi, mediante l'utilizzo di specifiche pompe idrovore aspiranti, del tipo carrellato o su skid, trasportate da mezzi terrestri operanti sia dal lato del parcheggio del Cantiere Navale Mostes (lato sponda destra) che dal percorso carrabile e dal pontile Pescatori (lato sponda sinistra).



 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

10.MANUTENZIONE

Le linee guida per la definizione del piano di manutenzione dei manufatti e delle opere di cui è prevista l'esecuzione degli interventi di adeguamento idraulico del tratto terminale del Rio San Michele e del nuovo pontile pescatori sono riportate nell'elaborato di progetto C_PD_CAN_D_006.

Per quanto riguarda il Rio, la manutenzione avrà lo scopo di garantire la conservazione della capacità di smaltimento da parte dell'alveo ricalibrato delle piene a carattere duecentennale con i franchi di sicurezza di progetto, nonché di verificare e garantire la stabilità ed il grado di conservazione delle strutture che verranno realizzate per la risagomatura di fondo e delle pareti d'alveo. Le attività di manutenzione dovranno essere coordinate con il più ampio quadro di manutenzione dell'alveo e delle probabili future ulteriori casse di sedimentazione del trasporto solido che verranno realizzate nell'ambito della complessiva sistemazione idraulica del rio (opere quest'ultime non oggetto del presente progetto).

Secondo le indicazioni fornite dalla Stazione Appaltante la manutenzione del tratto di rio Molinassi interessato dal progetto sarà di competenza della Autorità di Sistema Portuale.

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	<p>Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio</p>
	<p>Relazione idraulica</p>

11. REALIZZAZIONE DI UN DEVIATORE DI FLUSSO A DIFESA DELLE IMBARCAZIONI ORMEGGIATE LUNGO IL PONTILE MOSTES LATO EST

L'intervento di progetto, oltre a migliorare la capacità idraulica di deflusso della tratta terminale dell'alveo del Rio S. Michele, permetterà di incanalare opportunamente il flusso uscente dal Rio che tenderà, pertanto, a propagarsi con andamento Sud-Sud Ovest scorrendo lungo l'allineamento costituito dal pontile Est del Cantiere Navale Mostes.



Al fine, comunque, di garantire la massima sicurezza anche in queste condizioni alle imbarcazioni ormeggiate, si è previsto di realizzare un deflettore di flusso posto trasversalmente al suddetto pontile, costituito da una struttura massiccia realizzata con blocchi in c.a. (protetta da massi scogliera recuperati dalle attività di demolizione sia del pennello esistente su sponda sinistra sia della scogliera su sponda destra lungo il limite di proprietà del Cantiere Navale Mostes) avente quota in sommità pari a +1,00 m.s.l.m.

Il deflettore avrà lunghezza trasversale pari a 5,25 m e sarà collocato 16,00 m a Ovest e 2,72 m a Sud del vertice inferiore del molo trasversale centrale della nuova piattaforma pescatori, garantendo una luce di passaggio libera pari a 16,20 m.

L'effetto di questo deflettore è stato studiato e simulato mediante un modello idrodinamico bidimensionale di circolazione relativo al canale di calma di Prà, conseguente a portate di piena del Rio S. Michele, con dominio di calcolo relativo ad una porzione del bacino portuale di Prà di 0,70 km².

Il modello ha esaminato il comportamento idrodinamico sia in relazione a portate in uscita dal Rio S. Michele con tempo di ritorno di 50 anni (22,5 m³/s) che con tempo di ritorno di 200 anni (31,5 m³/s).

Le risultanze della simulazione hanno evidenziato che la presenza del deflettore consentirà di deviare il flusso dal suo percorso Sud-Sud Ovest staccandolo dall'allineamento del pontile Mostes e indirizzandolo a Sud fino alle opposte banchine Terminal PSA, con velocità di pochi cm al secondo destinare a rallentare nel percorso, senza quindi interferire con la zona destinata all'ormeggio delle barche.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

12.VERIFICHE IDRAULICHE DEI POZZI DISPERDENTI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO DI IRRIGAZIONE DELL'AREA A MONTE

L'area a monte del nuovo insediamento pescatori sarà dotata di due pozzi perdenti per lo smaltimento delle acque meteoriche non riutilizzabili aventi ciascuno diametro interno di 150 cm e altezza di 230 cm; tali pozzi saranno alimentati dal sistema di troppo pieno del serbatoio di accumulo finale in PEAD.

I pozzi disperdenti saranno realizzati mediante elementi componibili in calcestruzzo armato vibrato e dotati di fori conici passanti sulle pareti perimetrali.

Gli elementi componibili saranno dotati di incastro a bicchiere per facilitare la messa in opera.

La chiusura superiore dei pozzi perdenti sarà realizzata mediante una soletta circolare carrabile spessa 20 cm, con forometria adatta ad accogliere una caditoia in ghisa sferoidale con dimensioni 60 x 60 cm.

Sollestando detta caditoia si creerà una luce di accesso per ispezione e manutenzione del pozzo.

Sono previsti due pozzi con diametro interno pari a 150 cm, spessore delle pareti ca 7 cm, con tre anelli alti 70 cm /cad; ciascun anello sarà dotato di 12 fori \varnothing 60 mm.

I pozzi saranno contornati da uno strato circolare esterno spesso almeno 50 cm, costituito da ciottoli con dimensioni di 60/100 cm.

Gli elementi di fondo poggeranno su una corona circolare in elementi prefabbricati o gettata in opera, larga 50 cm e alta 20 cm

Per il calcolo e la verifica dei suddetti due pozzi disperdenti sono stati effettuati i seguenti calcoli.

I pozzi saranno a servizio dello smaltimento delle sole acque meteoriche drenate dalle coperture dei box, per una superficie complessiva di 226,00 m². I pozzi, realizzati in anelli drenanti in cls, avranno un diametro interno pari a 150 cm e una altezza utile di disperdimento di 1,60 m, pari alla differenza di quota tra la quota dell'ingresso dei tubi di alimentazione e il fondo dei pozzi (+ 4,25 m.s.m. e + 2,65 m.s.m).



La superficie drenante di ciascun pozzo risulta la seguente:

- superficie drenante laterale: 7,536 m²
- superficie drenante di fondo: 1,766 m²

Il volume utile di accumulo di ciascun pozzo risulta il seguente:

- volume utile pari a 1,766 m² x 1,60 m: 2,8256 m³

Complessivamente il sistema di drenaggio costituito dai due pozzi presenta le seguenti caratteristiche:

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

Superficie drenante:

- superficie drenante laterale: 15,07 m²
- superficie drenante di fondo: 3,532 m²

Il volume utile di accumulo risulta il seguente:

- volume utile pari a 5,6512 m³

La verifica viene effettuata in relazione a piogge di breve durata (da 15 minuti a 120 minuti) con tempo di ritorno di 10 anni.

Per quanto concerne gli eventi meteorici di verifica idraulica viene utilizzata l'espressione dell'intensità di pioggia della stazione meteo Genova Università:

$$h \text{ (mm)} = a d^n$$

con

$$a = 46,1 \text{ mm}$$

d= ore

$$n = 0,339.$$

Risultano i seguenti valori di afflusso meteorico:

$$d = 15 \text{ minuti: } 28,8 \text{ mm}$$

$$d = 30 \text{ minuti: } 36,45 \text{ mm}$$

$$d = 60 \text{ minuti: } 46,1 \text{ mm}$$

$$d = 120 \text{ minuti: } 58,3 \text{ mm}$$

Considerando un coefficiente di afflusso pari a 0,90, risultano i seguenti volumi idrici da smaltire:

$$d = 15 \text{ minuti: } 5,859 \text{ m}^3$$

$$d = 30 \text{ minuti: } 7,404 \text{ m}^3$$

$$d = 60 \text{ minuti: } 9,376 \text{ m}^3$$

$$d = 120 \text{ minuti: } 11,86 \text{ m}^3$$

La verifica della capacità di smaltimento dei due pozzi è stata effettuata secondo le espressioni della normativa tedesca ITWH:



-portata di infiltrazione dal fondo:

$$Q_f = (\pi D^2/4) \times (k/2)$$

-portata di infiltrazione dalle pareti laterali:

$$Q_l = (\pi D H) \times (k/4)$$

Ove Q_f e Q_l sono espressi in m³/s, D = diametro del pozzo in m , H altezza utile delle pareti laterali in m, k = coefficiente di permeabilità del terreno in m/s.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

Considerando che il terreno nei quali verranno realizzati i pozzi è costituito da alluvioni ghiaioso/sabbiose (sondaggio SC 14) tra la quota del piano campagna (+ 5,00 m.s.m) e la quota di + 1,00 m.s.m., considerato altresì che la quota di fondo dei pozzi perdenti è a + 2,65 m.s.m, risulta che i pozzi lavoreranno in terreni a permeabilità medio/elevata.

A terreni di questo tipo sono attribuibili valori di permeabilità k compresi tra 10^{-2} e 10^{-5} m/s.

Le verifiche sono state effettuate assumendo un valore di K intermedio a tali valori, pari a 5×10^{-4} m/s.

Sono risultati i seguenti bilanci afflussi/deflussi:



T = 15 minuti: afflusso $5,859 \text{ m}^3$, volume di accumulo $5,6512 \text{ m}^3$, volume infiltrato nel tempo $2,491 \text{ m}^3$, verifica positiva con margine del 38,9 %.

T = 30 minuti: afflusso $7,404 \text{ m}^3$ volume di accumulo $5,6512 \text{ m}^3$, volume infiltrato nel tempo $4,980 \text{ m}^3$, verifica positiva con margine del 43,5%

T = 60 minuti: afflusso $9,376 \text{ m}^3$ volume di accumulo $5,6512 \text{ m}^3$, volume infiltrato nel tempo $9,9614 \text{ m}^3$, verifica positiva con margine del 66,65%

T = 120 minuti: afflusso $11,86 \text{ m}^3$ volume di accumulo $5,6512 \text{ m}^3$, volume infiltrato nel tempo $19,9228 \text{ m}^3$, verifica positiva con margine del 215 %

Da quanto sopra riportato risulta che il sistema costituito dai due pozzi è dimensionato con adeguati coefficienti di sicurezza allo smaltimento delle portate meteoriche previste.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

13. VERIFICHE IDRAULICHE DELLE PAVIMENTAZIONI DRENANTI NELL'AREA DI MONTE

La struttura dei piazzali e della viabilità a servizio dell'area di monte, che sarà realizzata con una superficie drenante, ha lo scopo di smaltire nel suolo le acque meteoriche drenate dai piazzali e dalle superfici marginali dei basamenti in c.a. su cui saranno posizionati i box.

La pavimentazione sarà costituita da uno strato superiore in elementi alveolari in PEAD aventi forma esagonale, con raggio di 46 mm, aventi spessore di 40 mm, riempiti con ghiaia e ghiaietto, sottostante strato (letto di appoggio) costituito da sabbia e ghiaia con spessore di 50 mm, geotessile in TNT da 300 g/m² e strato sottostante in misto di ghiaia compattata e rullata avente spessore di 300 mm.

La pavimentazione drenante sarà realizzata all'interno di uno strato di terreno naturale costituito da alluvioni sabbioso/ghiaiose (vedasi stratigrafia del sondaggio SC 14) comprese tra la quota + 5,00 m s.l.m. e la quota + 1,00 m s.l.m., quindi con spessore di 4,00 m, con elevate caratteristiche di permeabilità. In pratica, sotto al pacchetto della pavimentazione drenante si troverà uno strato spesso 3,60 m di terreno molto permeabile.

Per il calcolo e la verifica della suddetta pavimentazione drenante sono stati effettuati i seguenti calcoli.

Alla pavimentazione drenante vengono assegnati i seguenti valori di porosità:



- 0,30 per gli strati di sabbia e ghiaietto contenuti nel pacchetto superiore di 40 mm e nello strato inferiore di 300 mm;
- 0,10 per lo strato di sabbia e ghiaia intermedio avente spessore di 50 mm.

Risulta pertanto una capacità di immagazzinamento pari ad una altezza d'acqua pari a 107 mm sullo spessore dell'intero pacchetto stradale di 400 mm.

Vengono inoltre assegnati i seguenti valori del tasso di infiltrazione, cioè della velocità con cui una pioggia costante si infiltra attraverso il pavimento negli strati sottostanti:

- 360 mm/h per gli strati di ghiaia e ghiaietto contenuti nel pacchetto superiore di 40 mm e nello strato inferiore di 300 mm;
- 100 mm/h per lo strato di sabbia e ghiaia intermedio avente spessore di 50 mm.

E' da considerarsi, inoltre, che il terreno nel quale verrà realizzata la pavimentazione drenante è costituito da alluvioni ghiaioso/sabbiose (sondaggio SC 14) tra la quota del piano campagna (+ 5,00 m s.l.m.) e la quota di + 1,00 m s.l.m.. Risulta, pertanto, che la pavimentazione drenante sarà inserita in terreni a permeabilità medio/elevata.

 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto I II Stralcio
	Relazione idraulica

La verifica viene effettuata in relazione a piogge di breve durata (da 15 minuti a 120 minuti) con tempo di ritorno di 10 anni.

Per quanto concerne gli eventi meteorici di verifica della pavimentazione viene utilizzata l'espressione dell'intensità di pioggia della stazione meteo Genova Università:

$$- h \text{ (mm)} = a T^n$$

con

$$a = 46,1 \text{ mm}$$

T= ore

$$N = 0,339.$$

Risultano i seguenti valori di afflusso:

$$T = 15 \text{ minuti: } 28,8 \text{ mm}$$

$$T = 30 \text{ minuti: } 36,45 \text{ mm}$$

$$T = 60 \text{ minuti: } 46,1 \text{ mm}$$

$$T = 120 \text{ minuti: } 58,3 \text{ mm}$$

La velocità di infiltrazione corrispondente agli strati di composizione del pacchetto drenante è la seguente:

a) strati di ghiaia e ghiaietto contenuti nel pacchetto superiore di 40 mm e nello strato inferiore di 300 mm:

- T = 15 minuti: 90,0 mm
- T = 30 minuti: 180,00 mm
- T = 60 minuti: 360,0 mm
- T = 120 minuti: 720,0 mm



b) strato di sabbia e ghiaia intermedio avente spessore di 50 mm.

- T = 15 minuti: 25,0 mm
- T = 30 minuti: 50,00 mm
- T = 60 minuti: 100,0 mm
- T = 120 minuti: 200,0 mm



Le velocità di infiltrazione sono generalmente molto superiori agli afflussi.

Come si nota, la criticità tra afflussi e deflussi si verifica in corrispondenza di una pioggia di durata di 15 minuti, quando l'infiltrazione nello strato di sabbia e ghiaia non compensa l'intensità di afflusso.

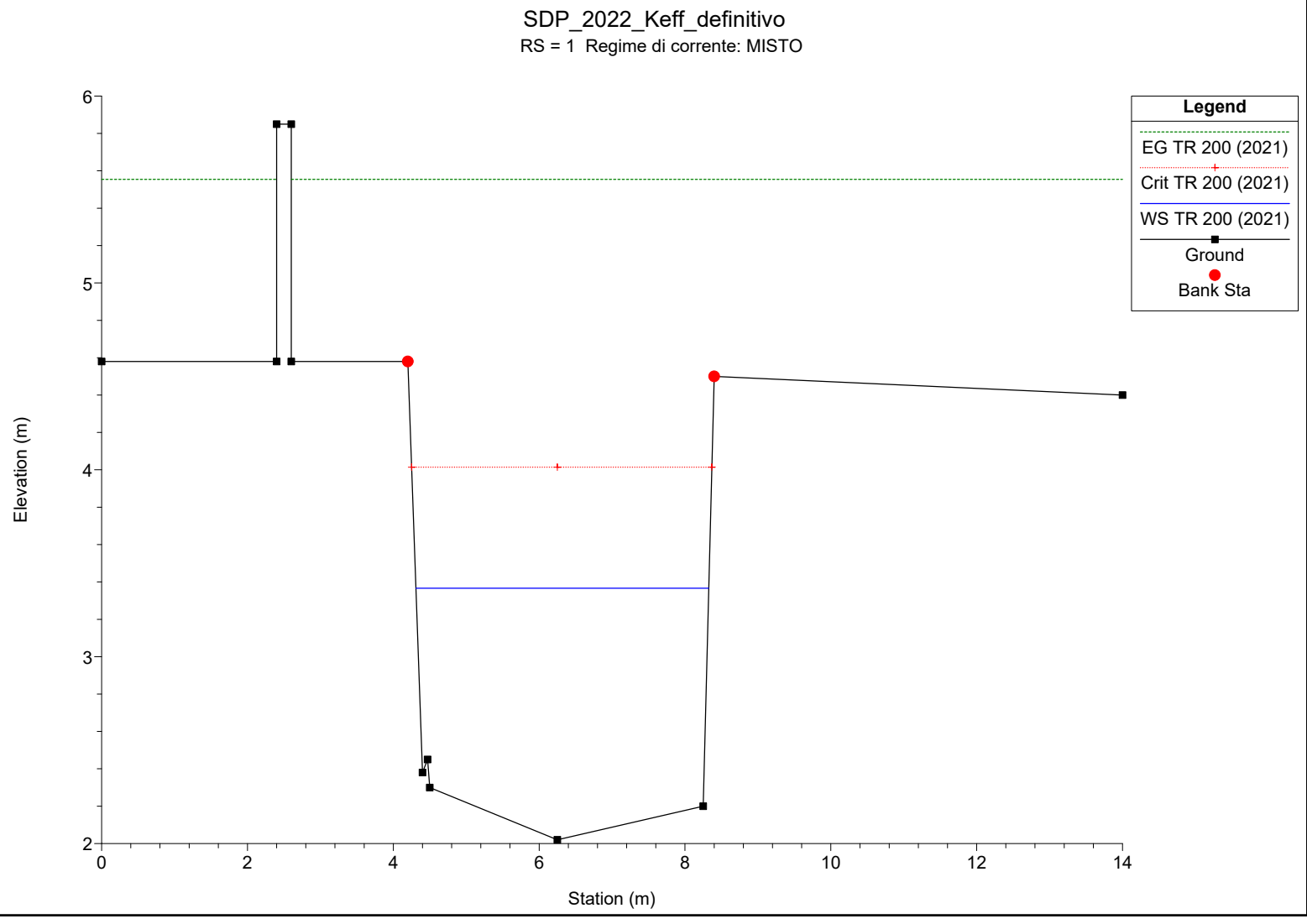
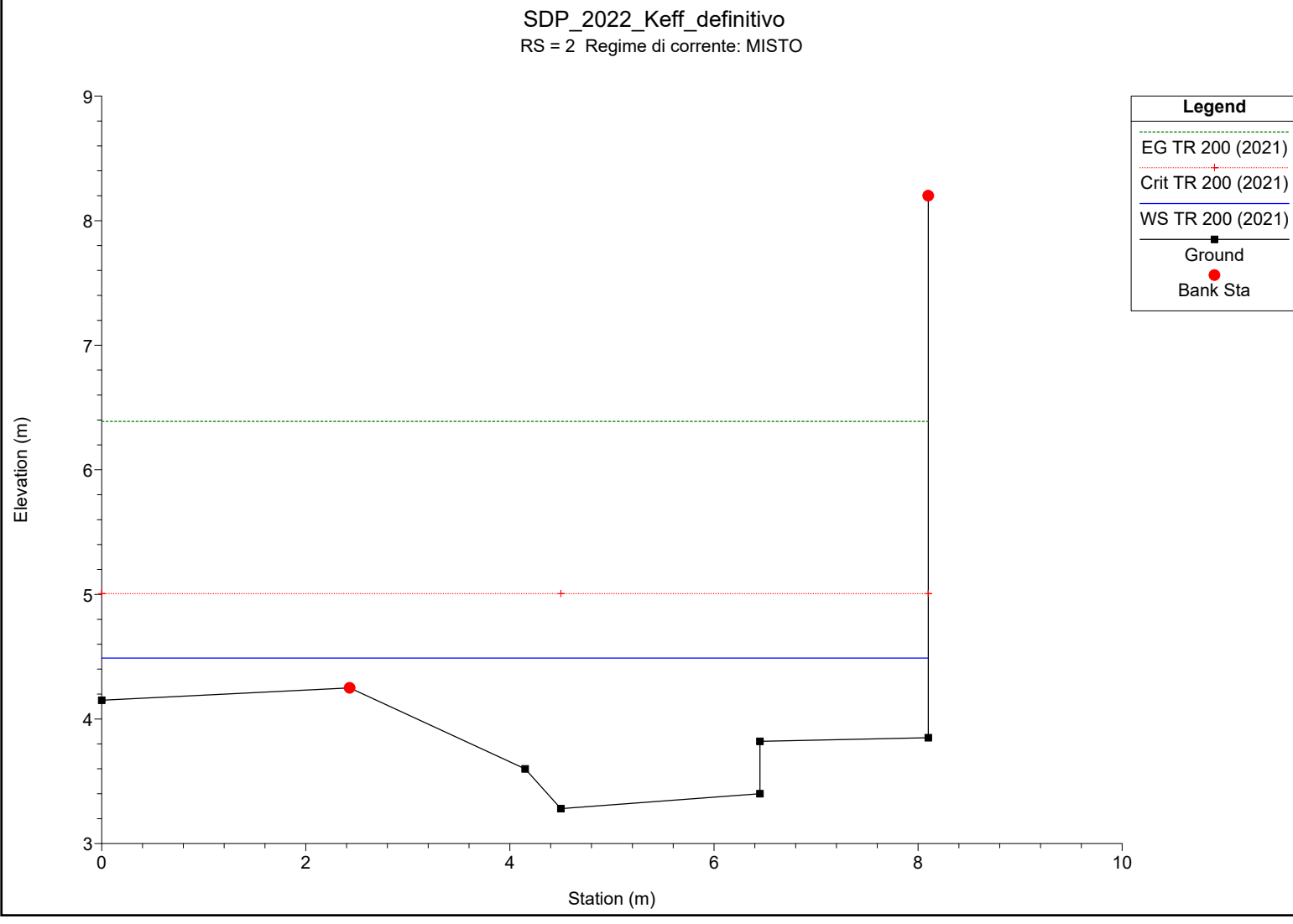
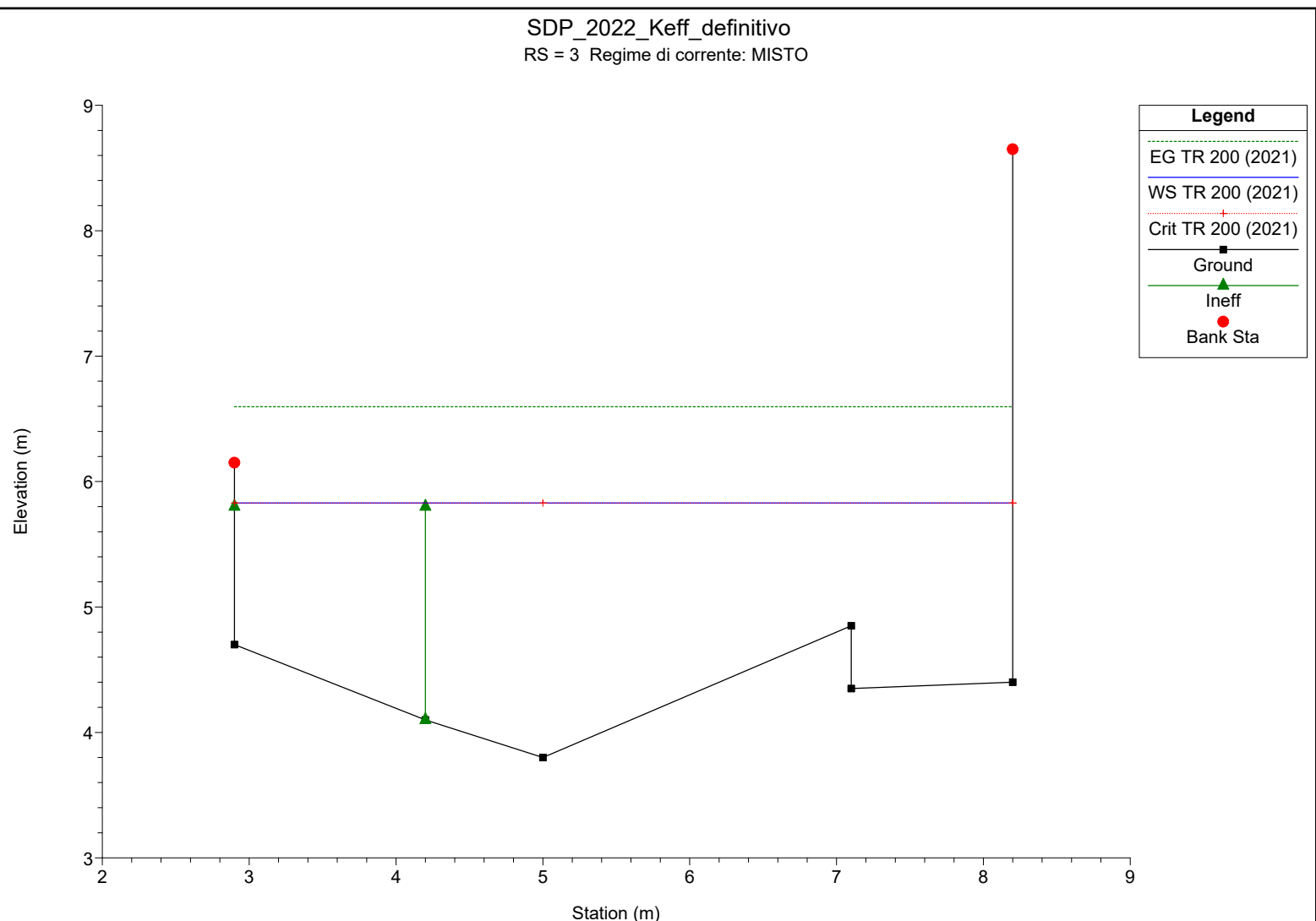
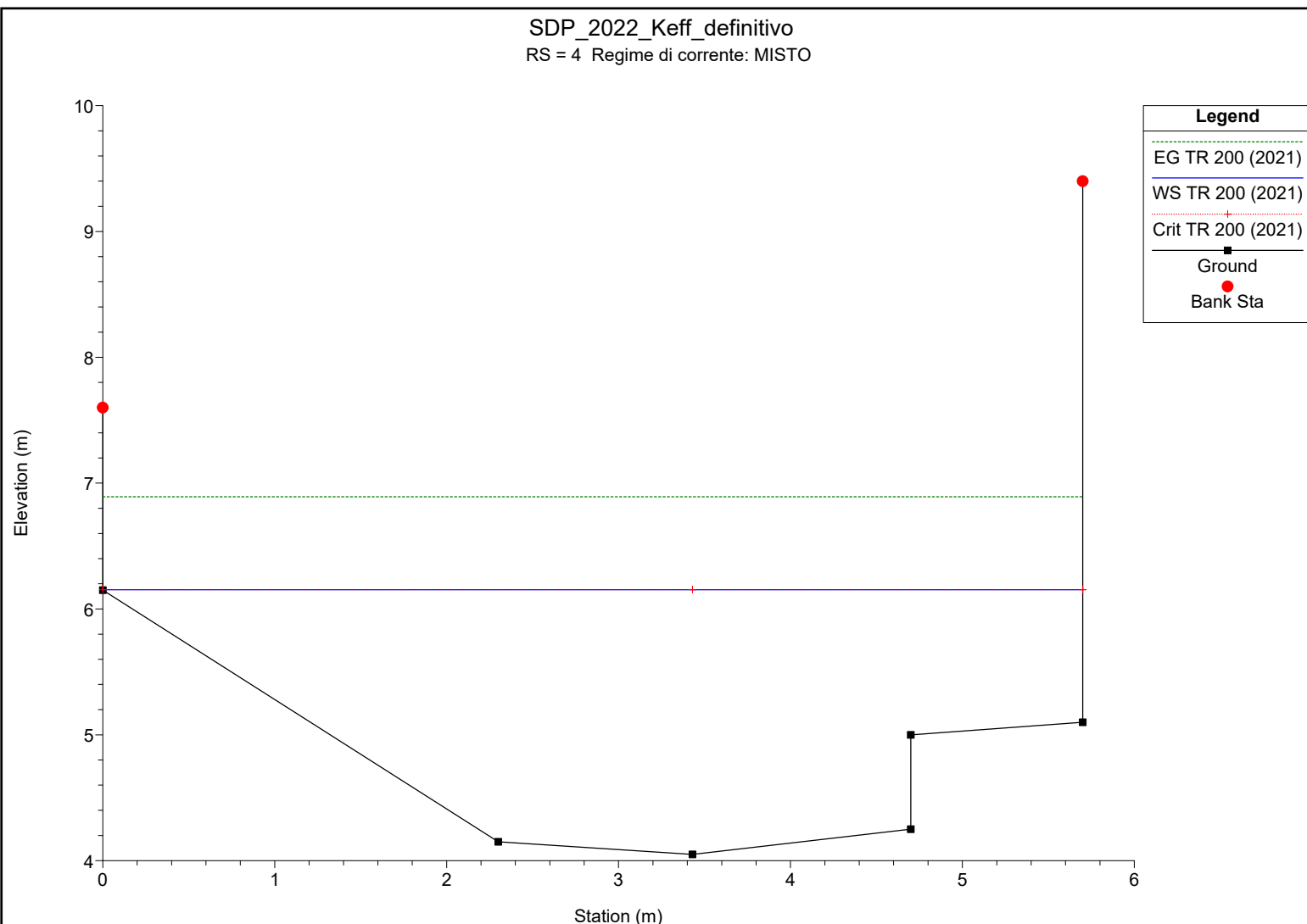
Tuttavia, lo strato superiore di ghiaia e ghiaietto contenuto negli elementi alveolari con spessore di 40 mm consente l'immagazzinamento di 12 mm e pertanto il bilancio afflussi/deflussi viene confermato anche in questa situazione.

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

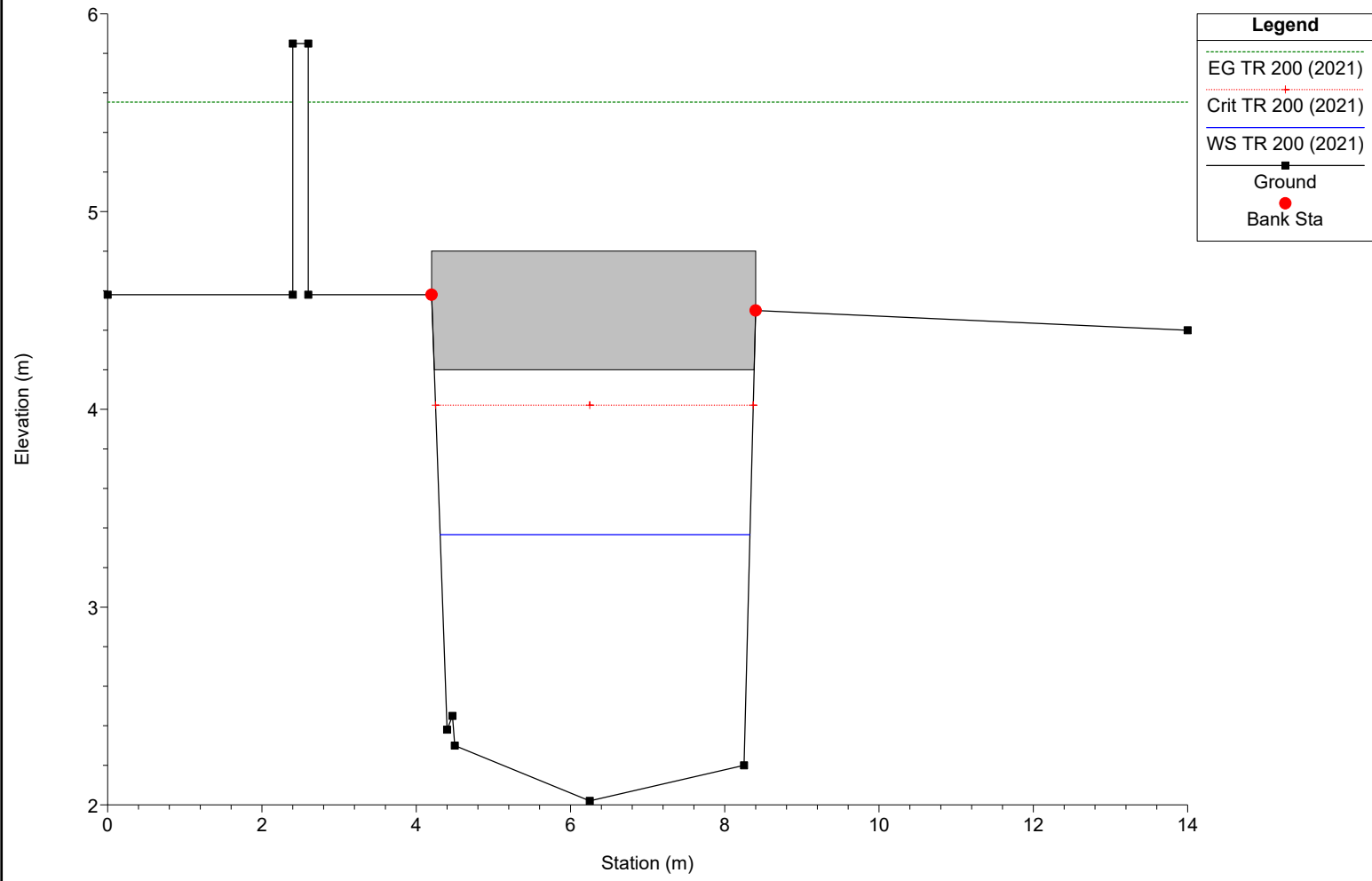
ALLEGATI

 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

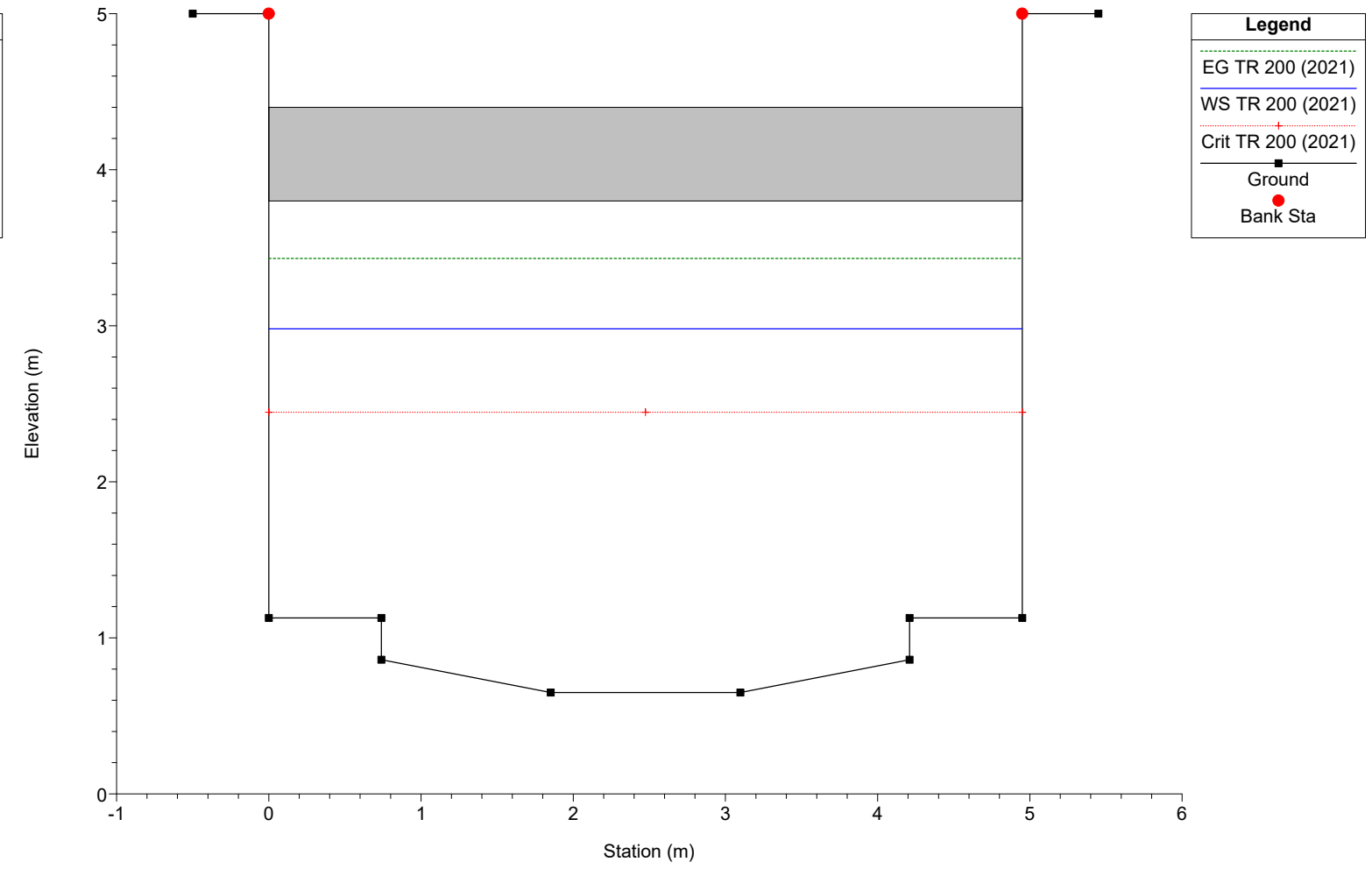
SEZIONI IDRAULICHE IN HEC RAS



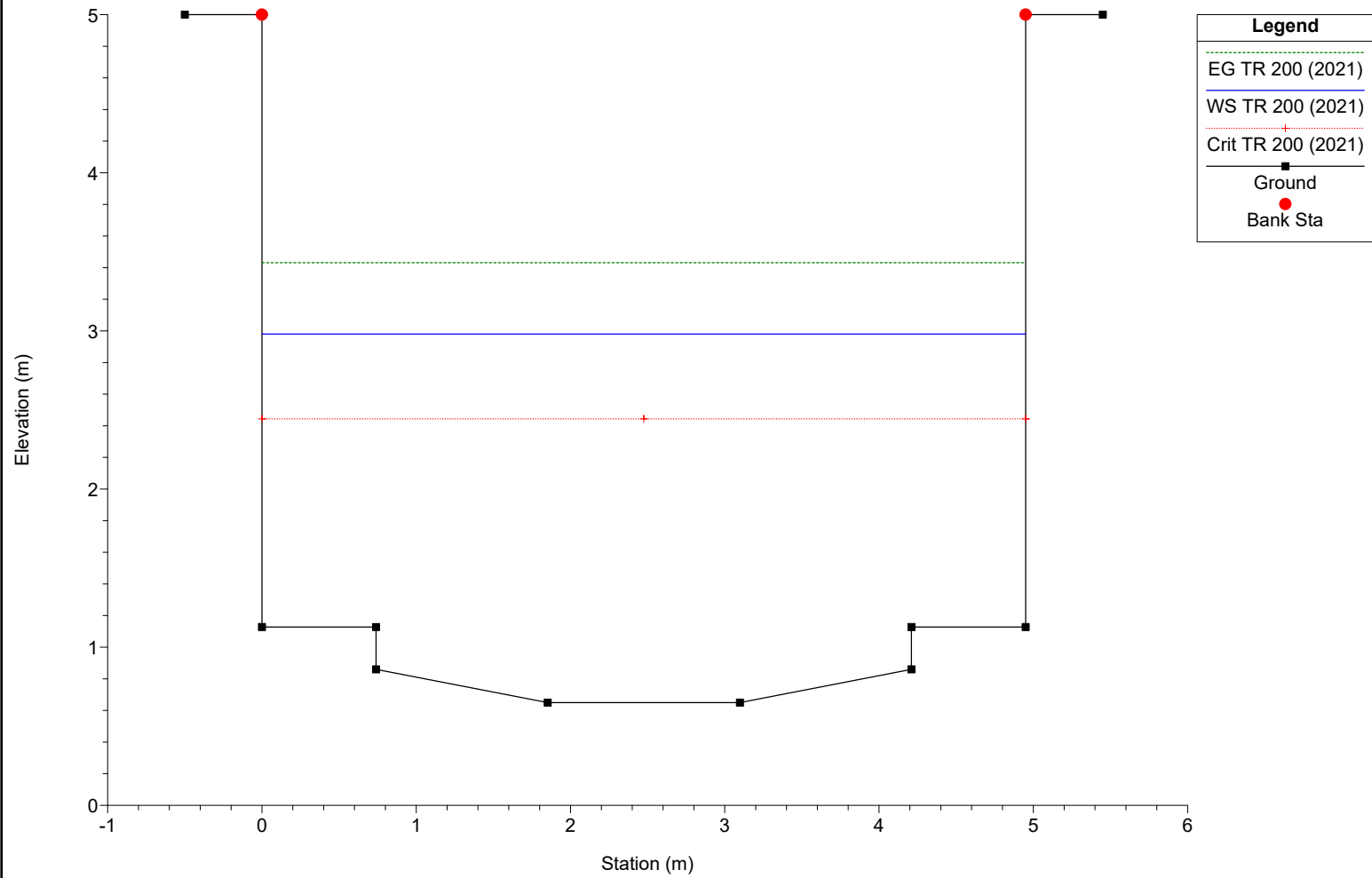
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = 0.5 BR Regime di corrente: MISTO



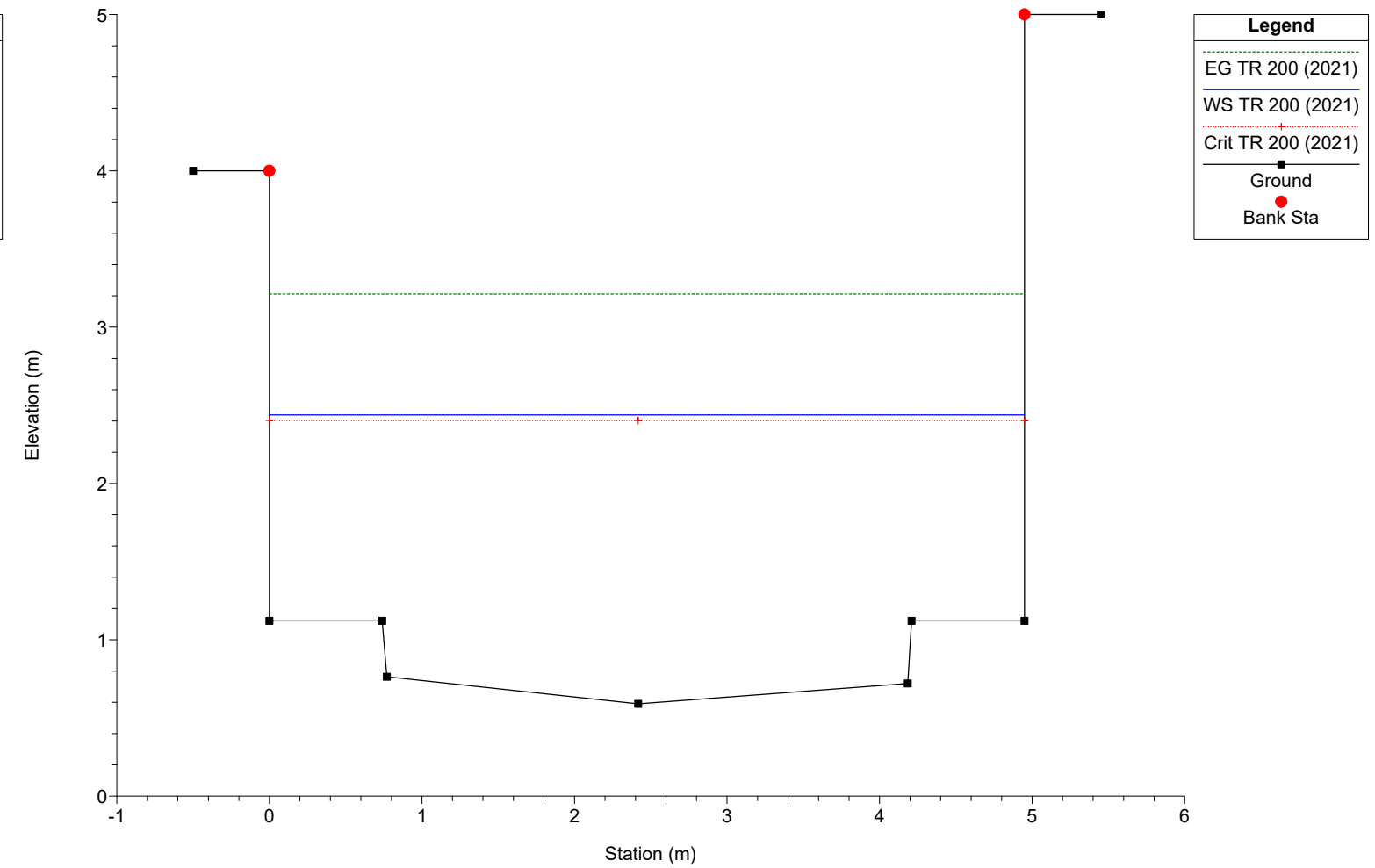
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = 0.5 BR Regime di corrente: MISTO



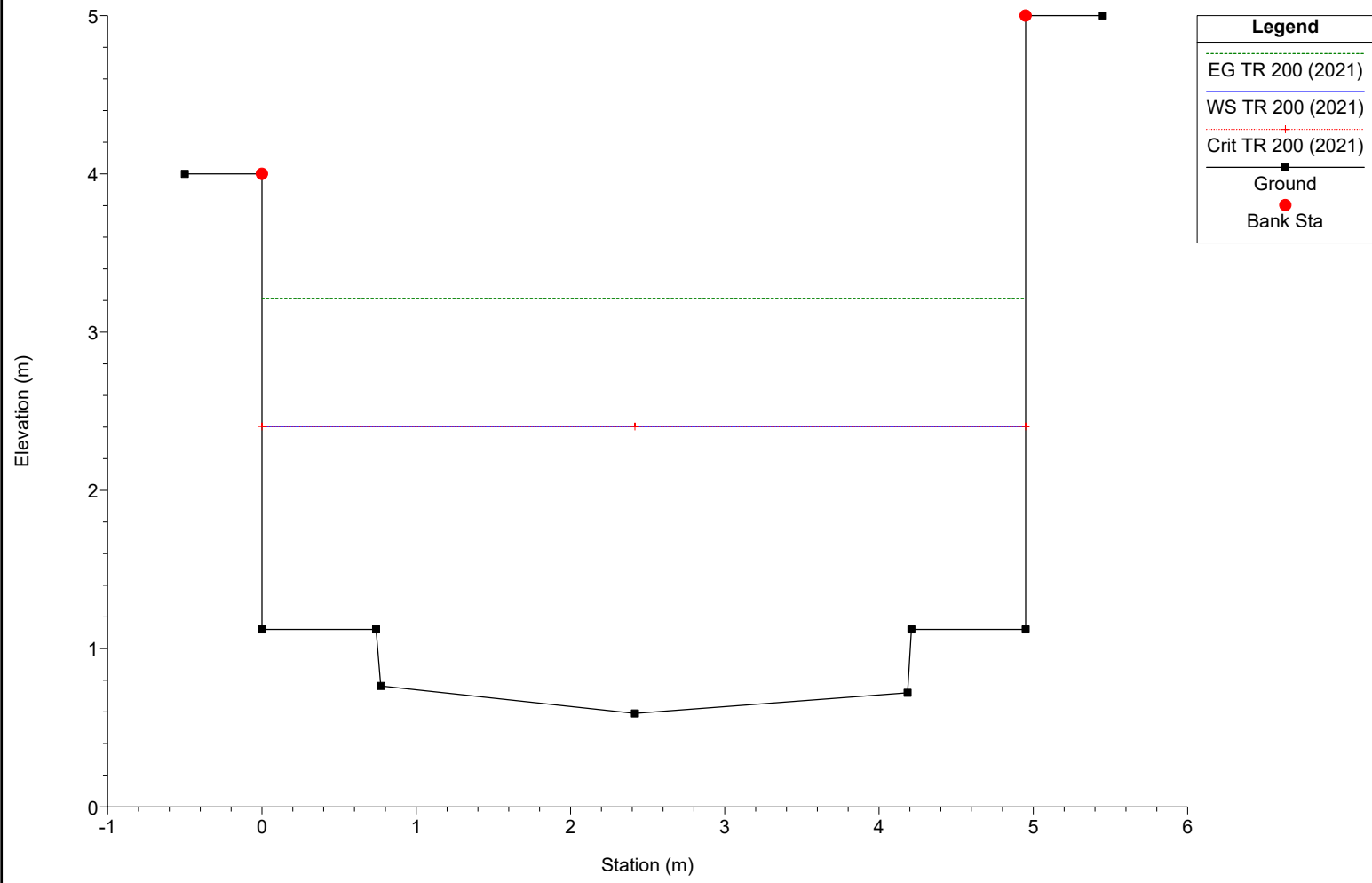
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -1 Regime di corrente: MISTO



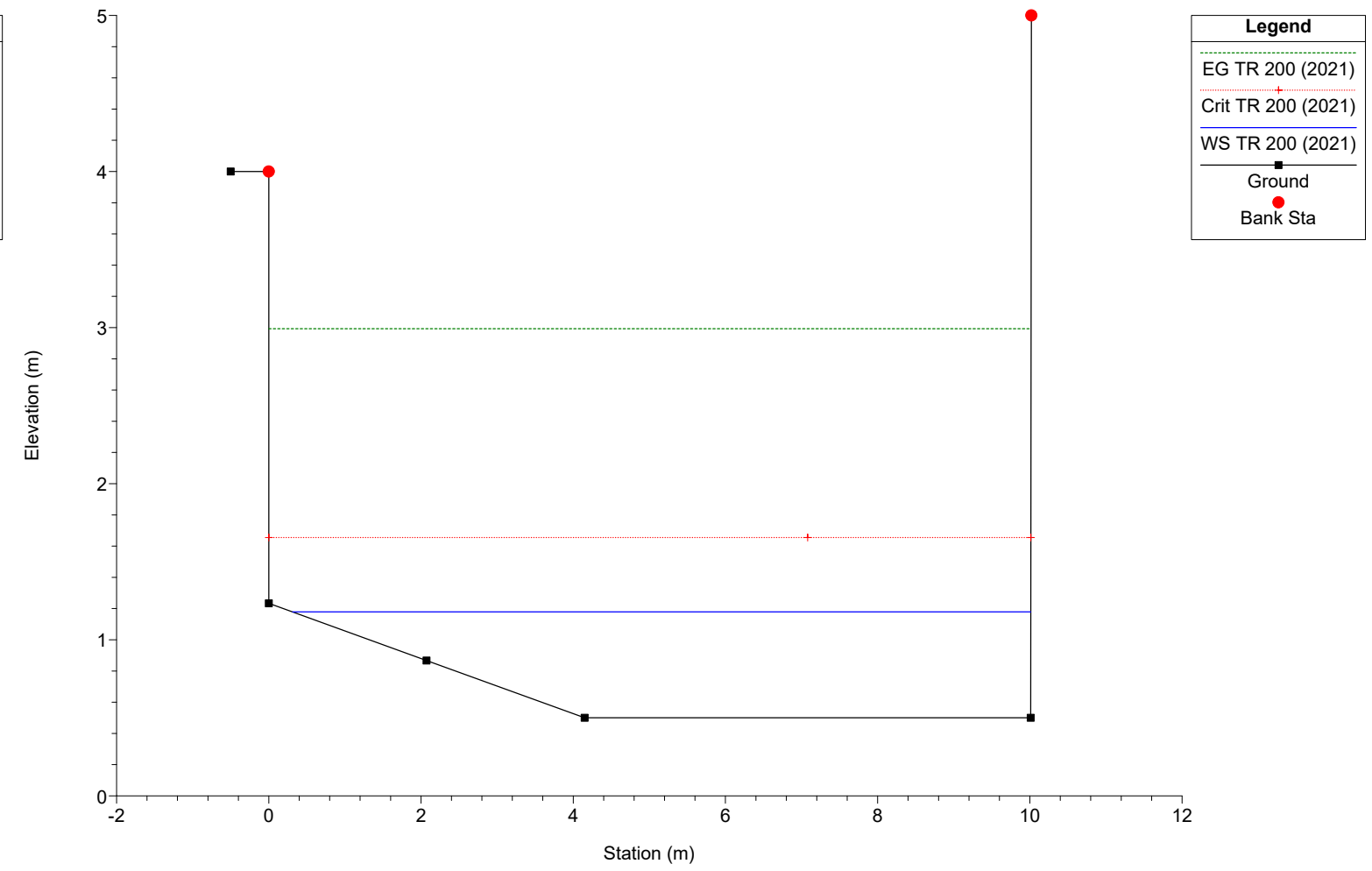
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -2 Regime di corrente: MISTO



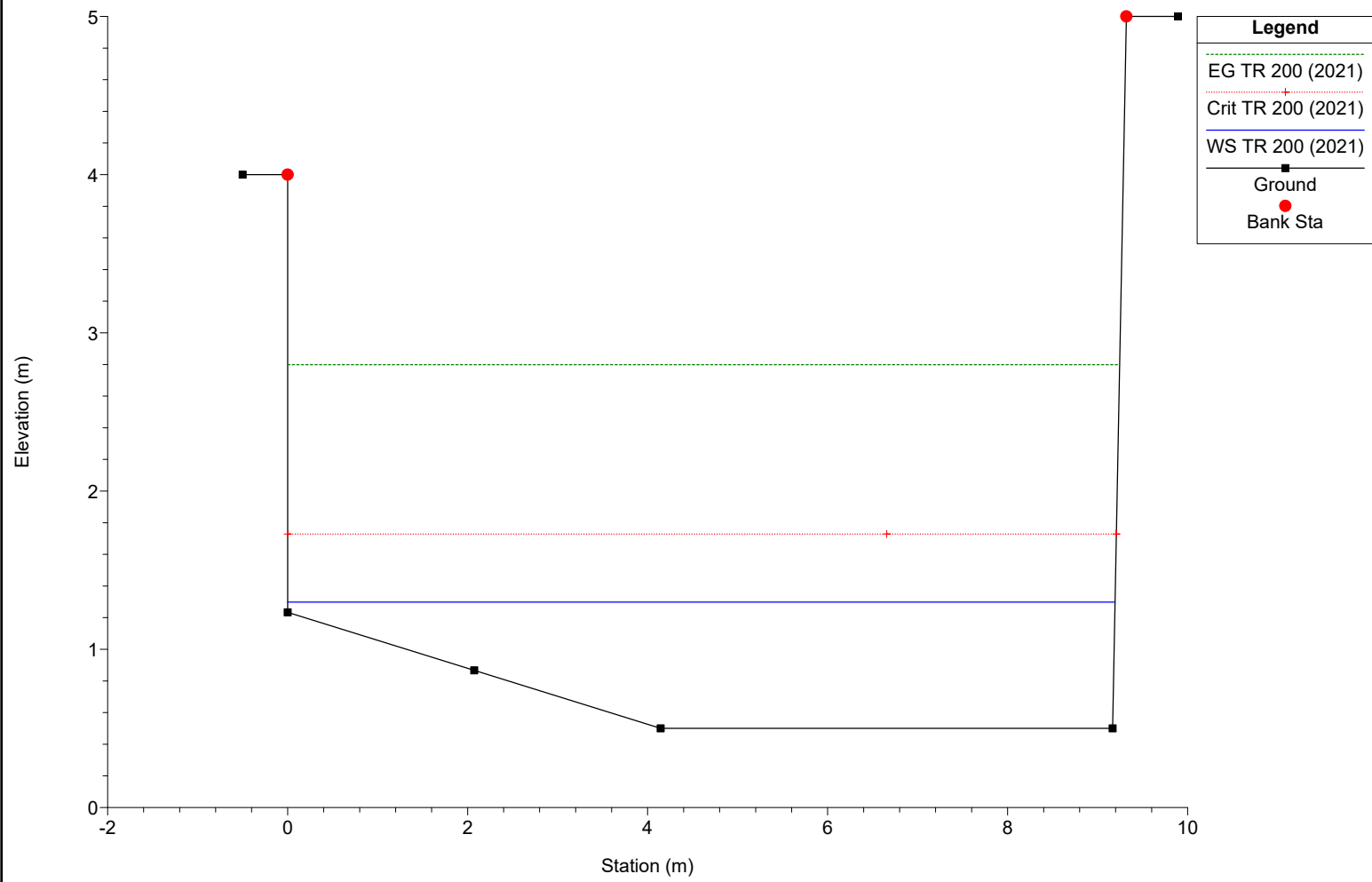
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -2.4 Regime di corrente: MISTO



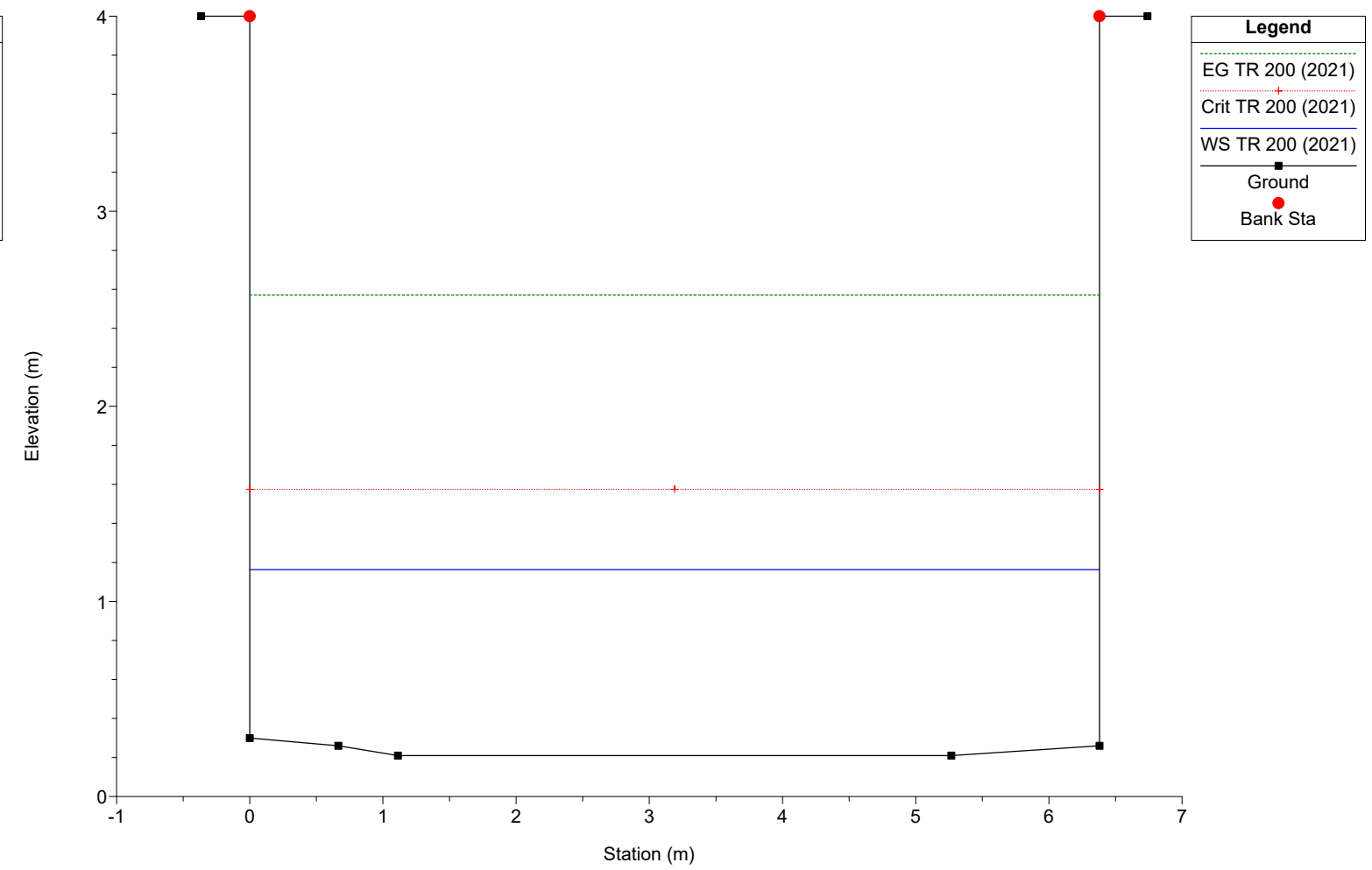
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -2.5 Regime di corrente: MISTO



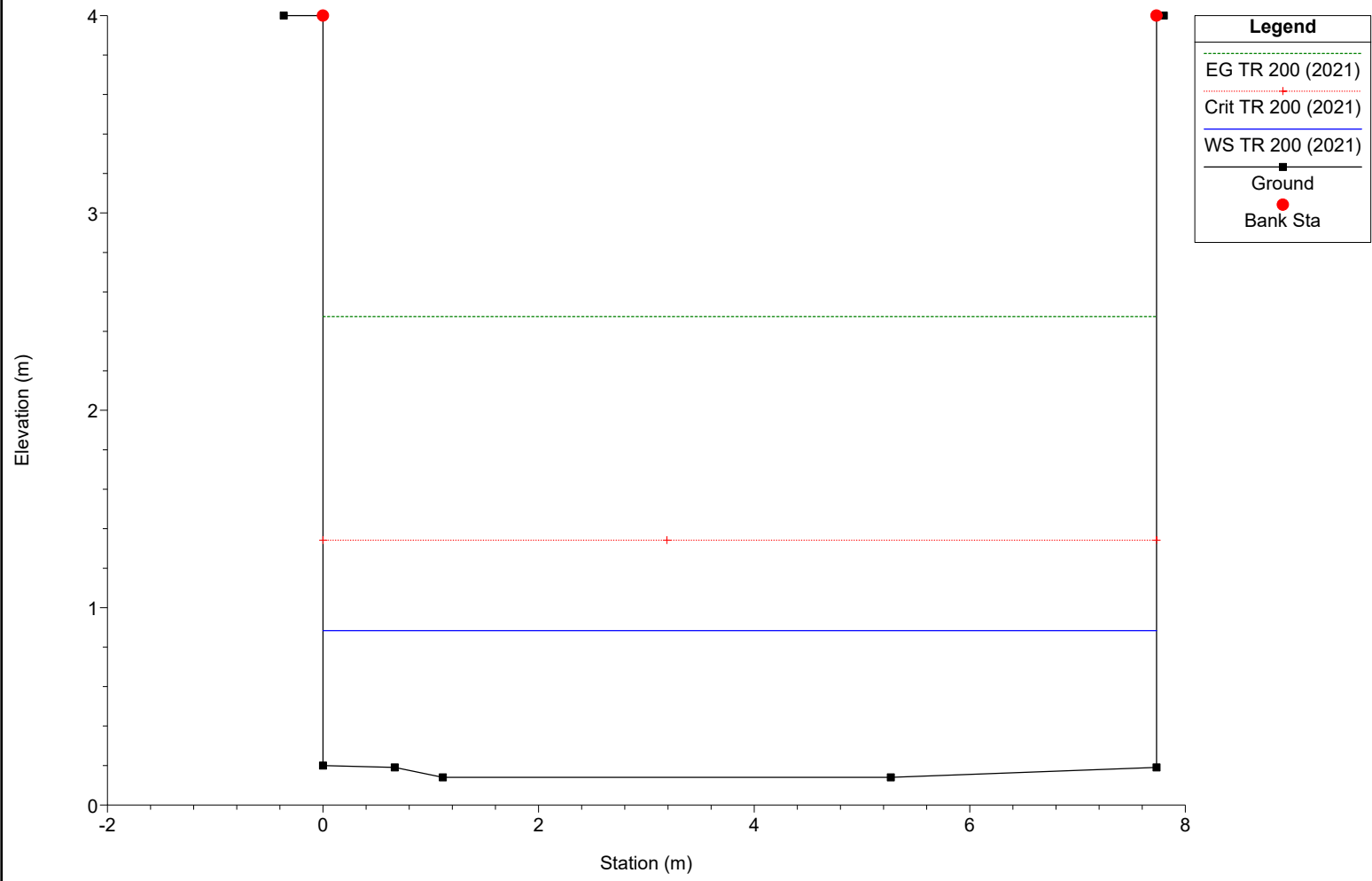
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -3 Regime di corrente: MISTO



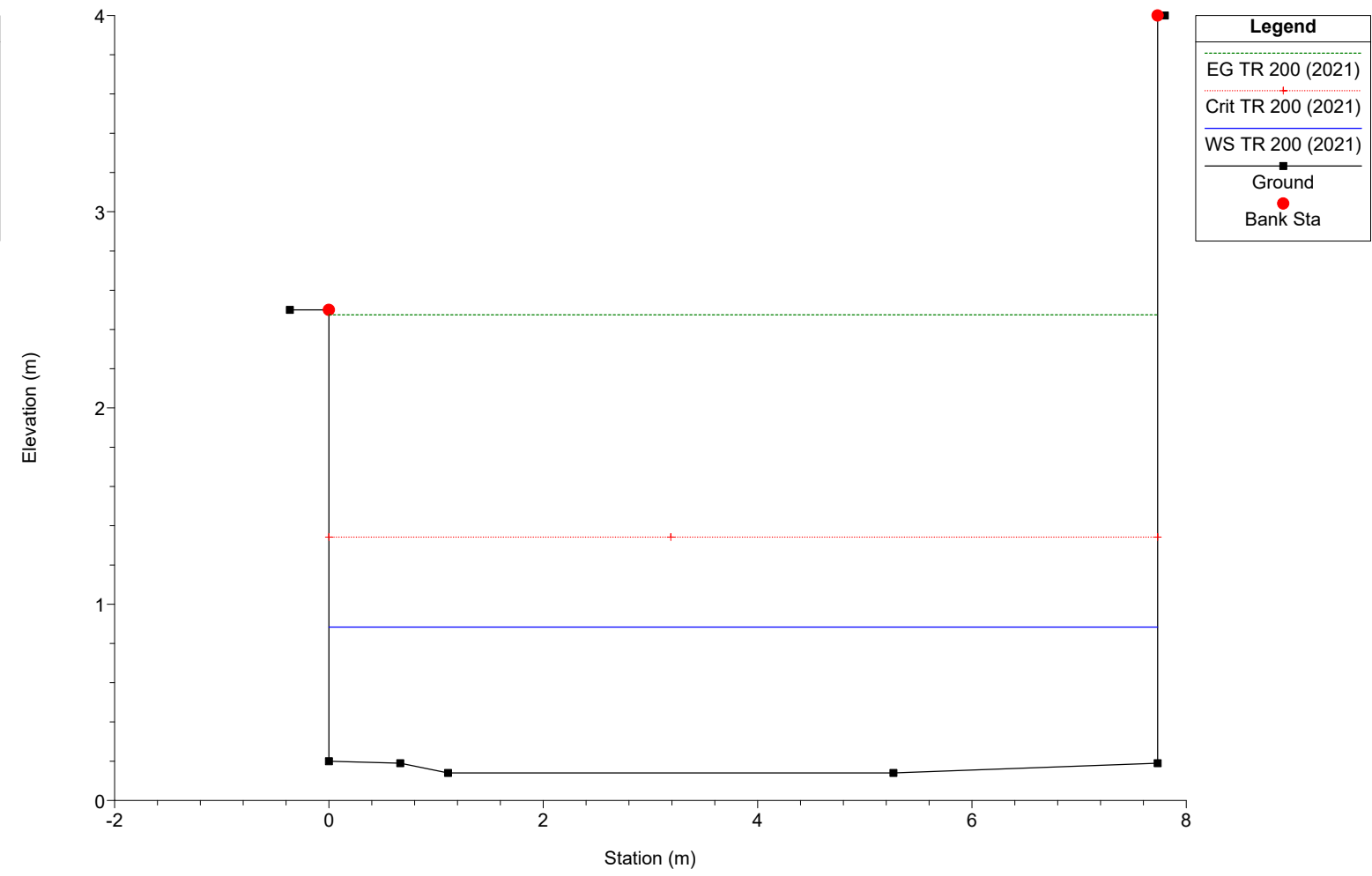
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -4 Regime di corrente: MISTO



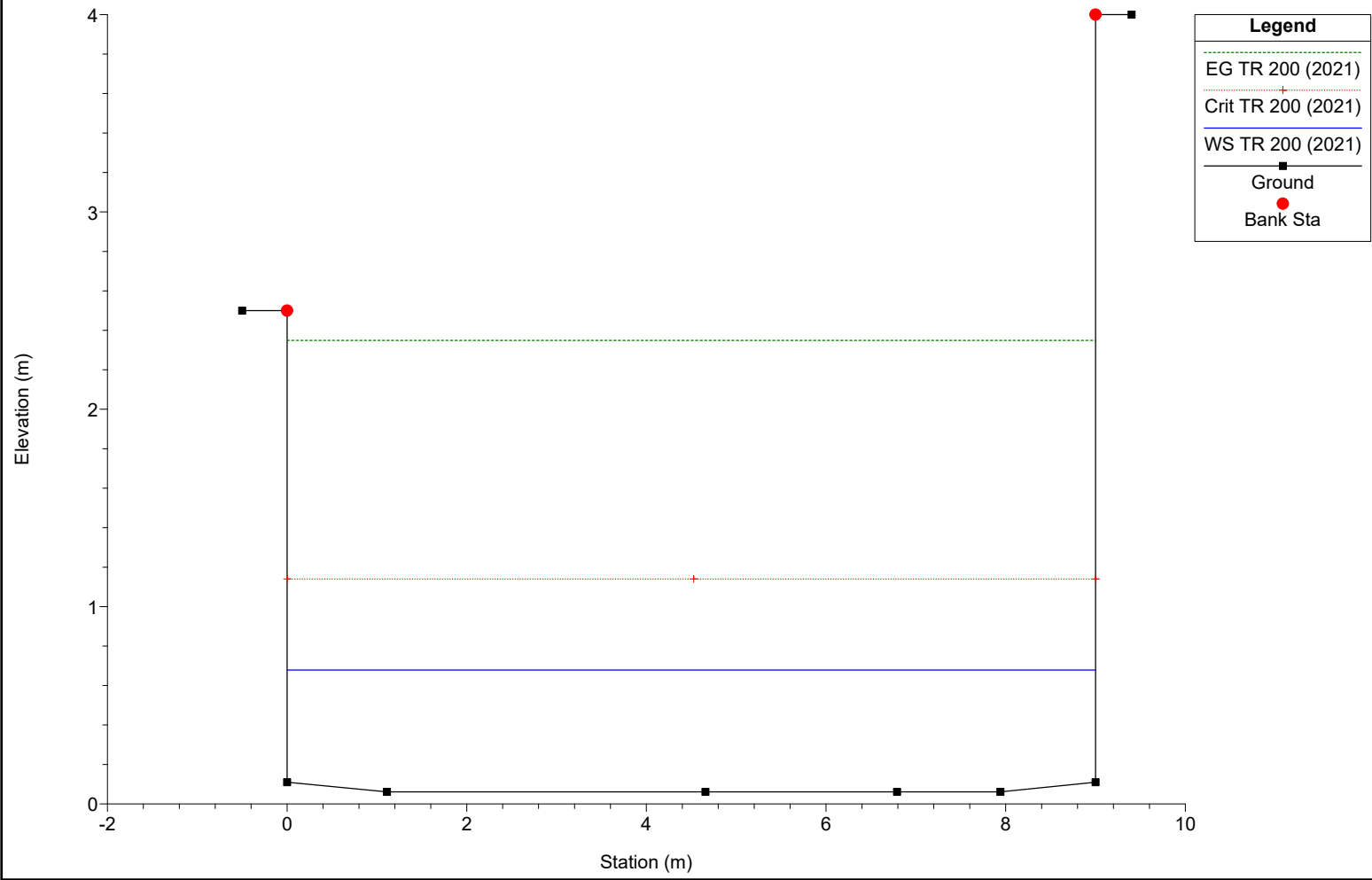
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -4.6 Regime di corrente: MISTO



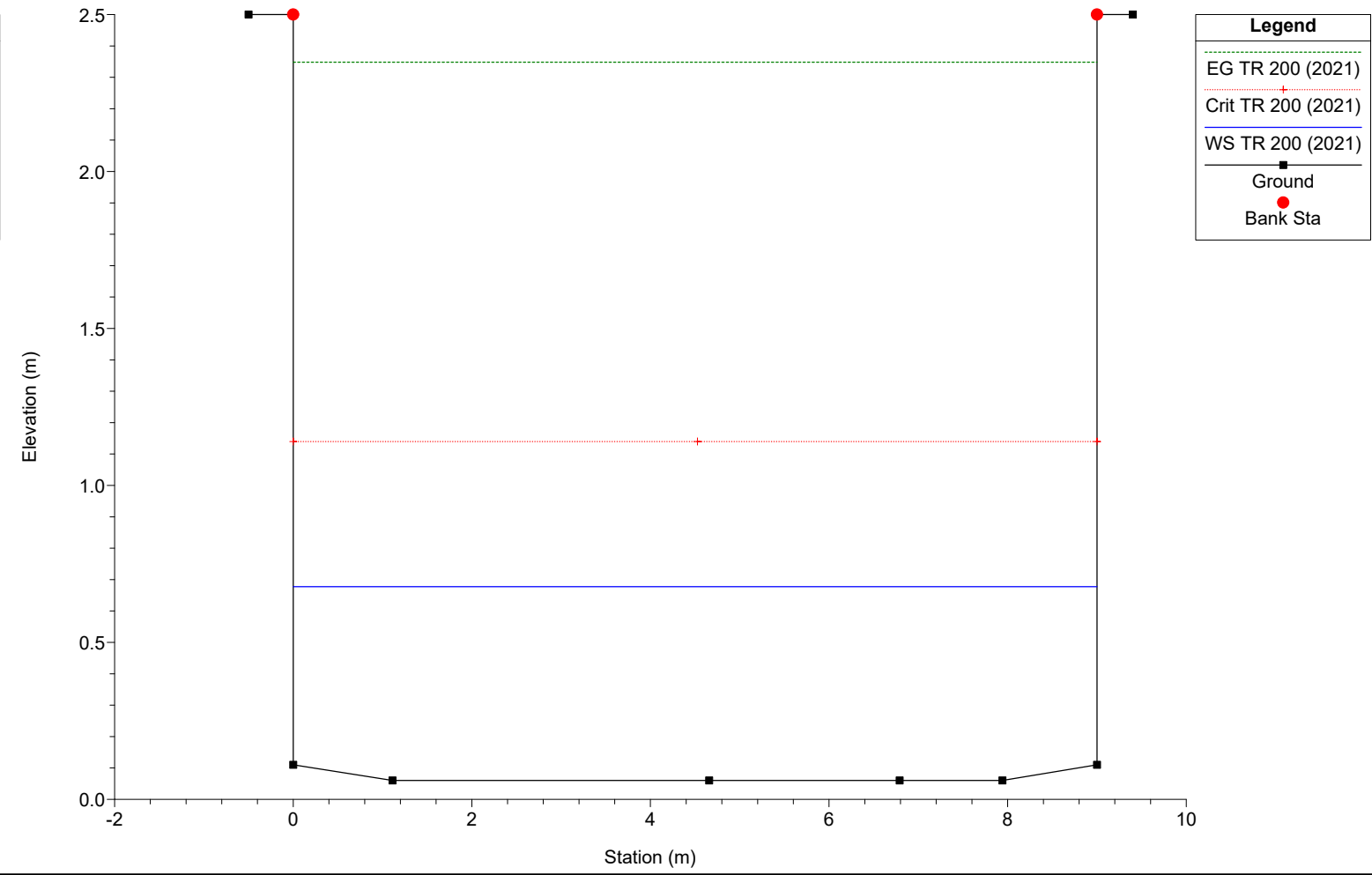
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -4.7 Regime di corrente: MISTO



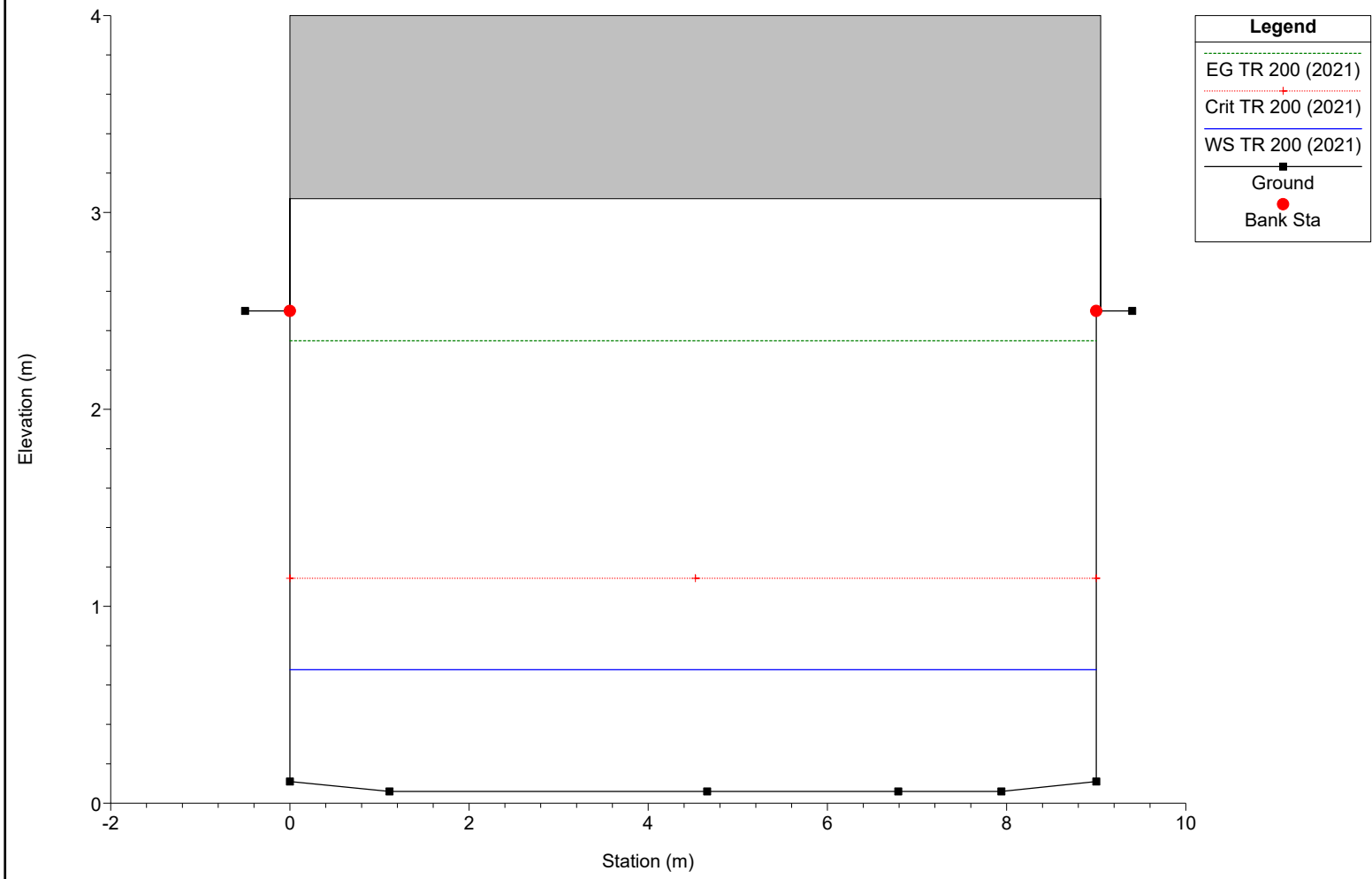
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -4.9 Regime di corrente: MISTO



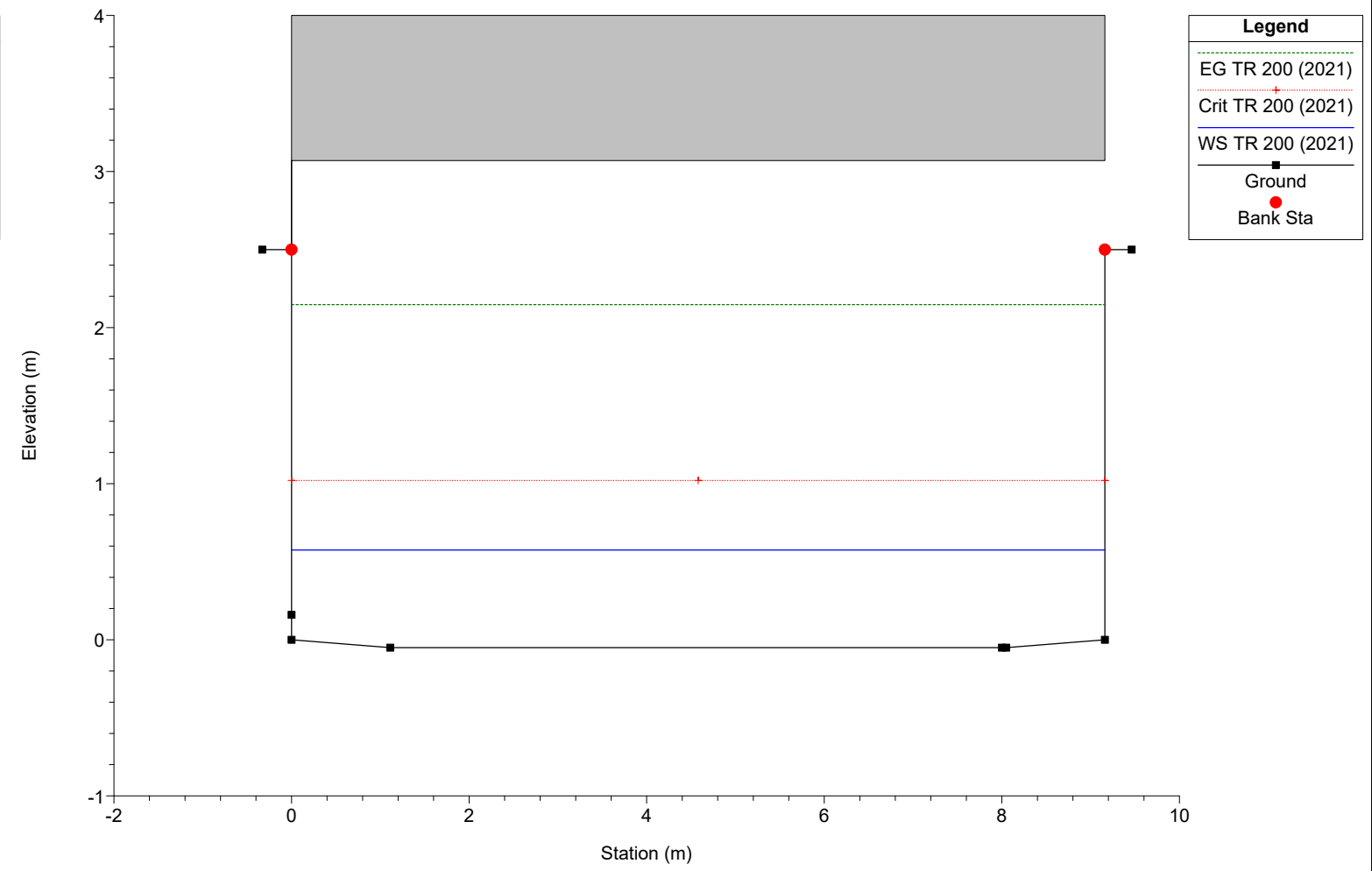
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -5 Regime di corrente: MISTO



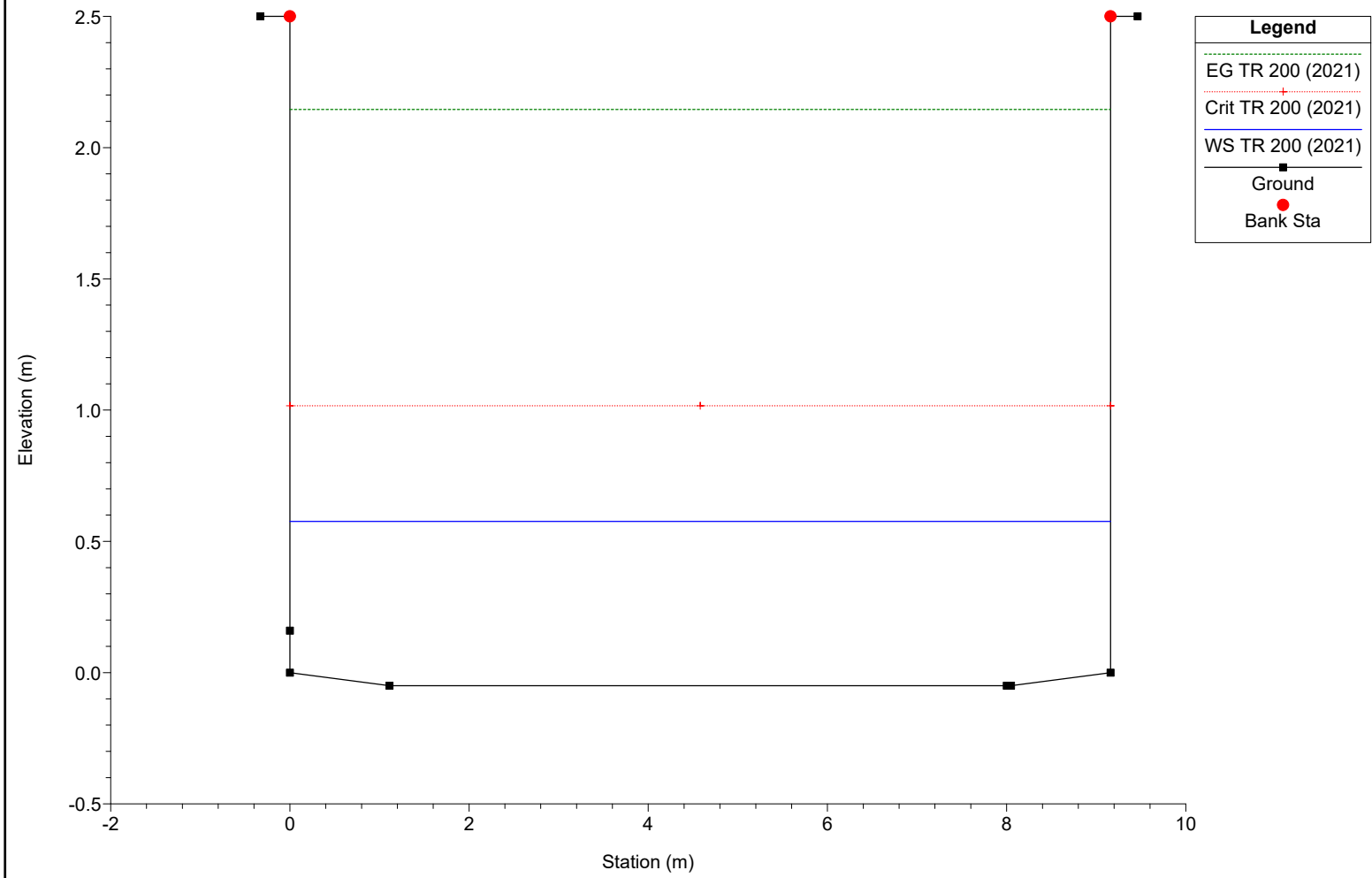
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -5.5 BR Regime di corrente: MISTO



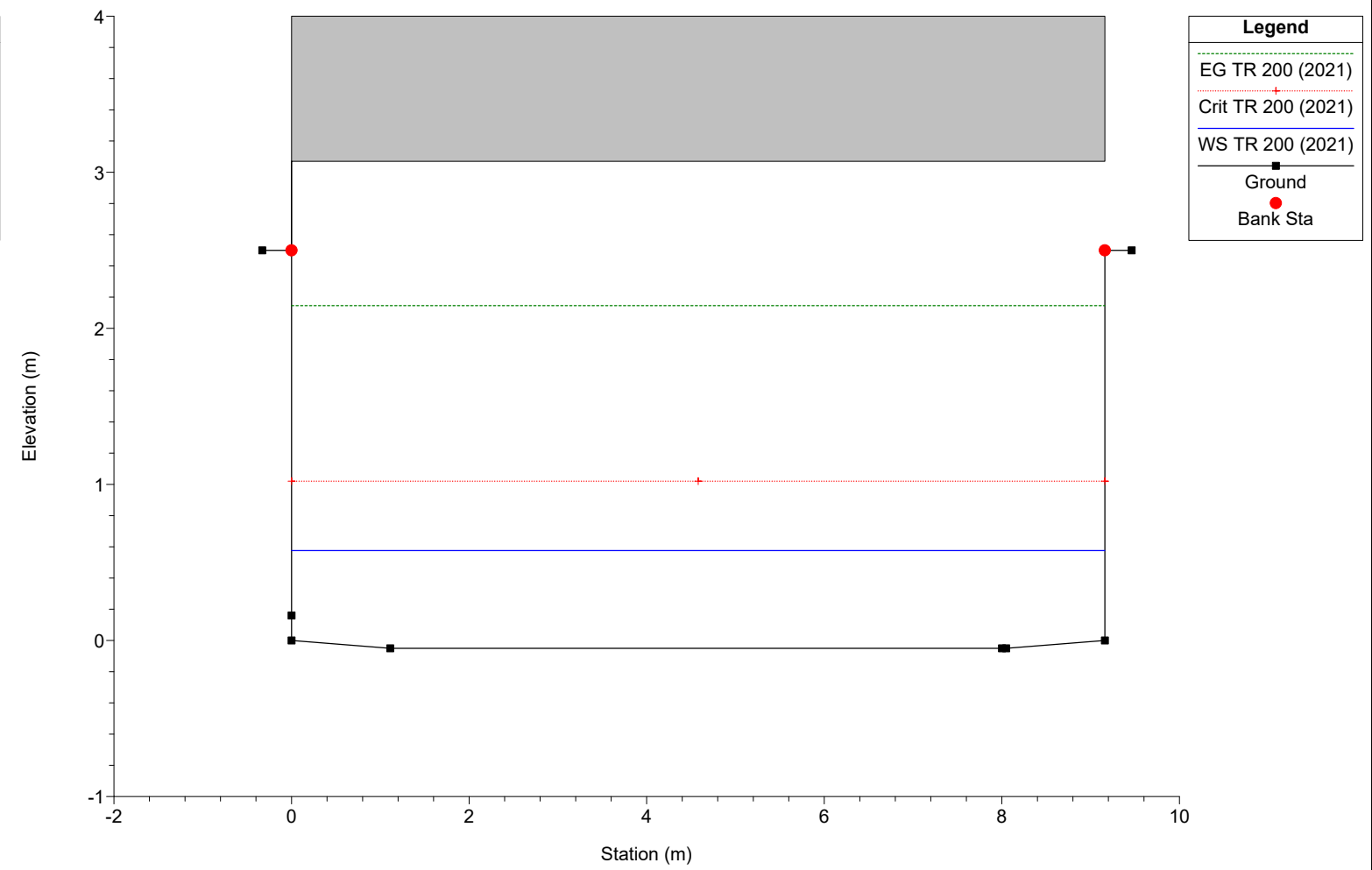
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -5.5 BR Regime di corrente: MISTO



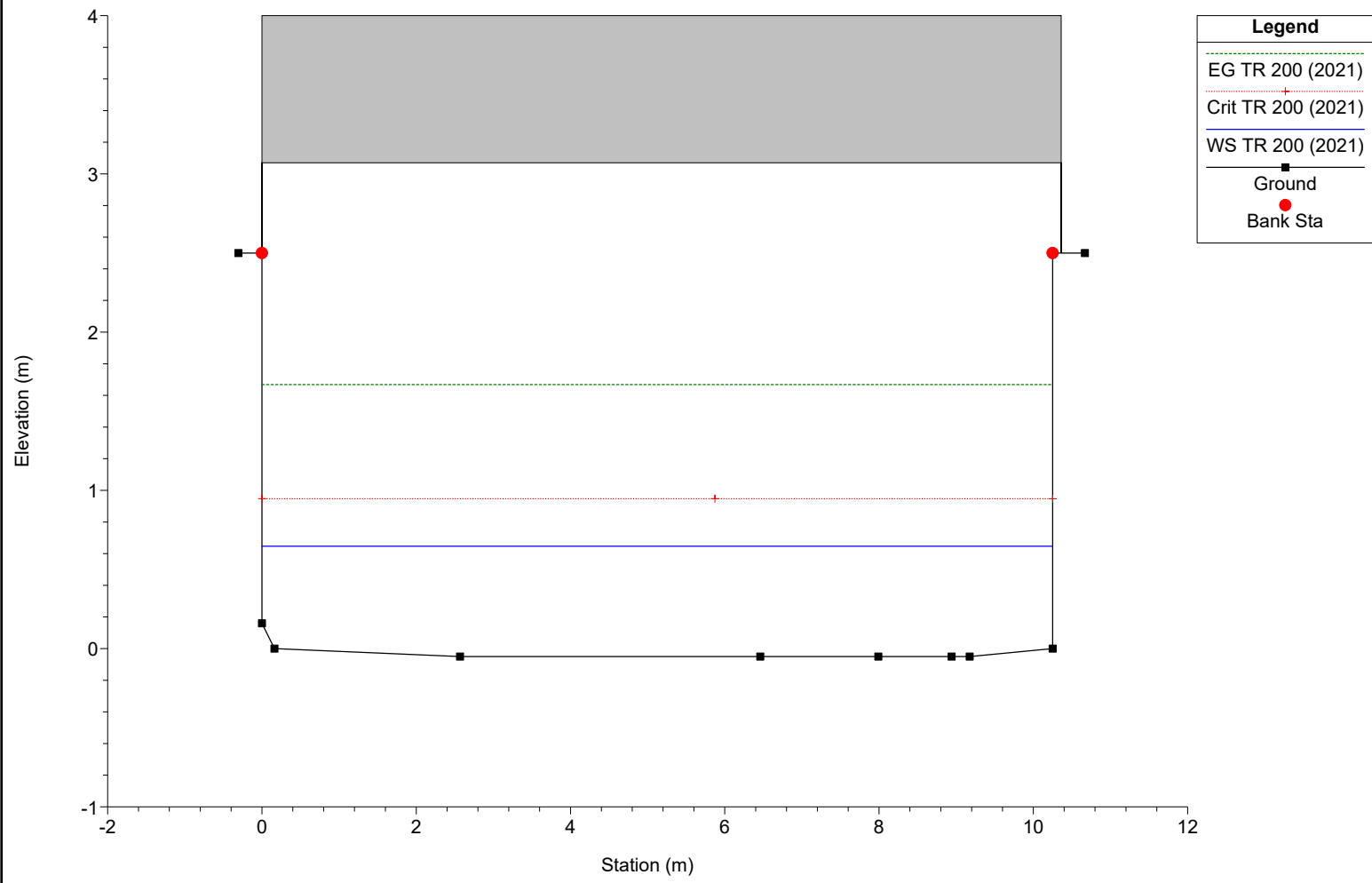
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -6 Regime di corrente: MISTO



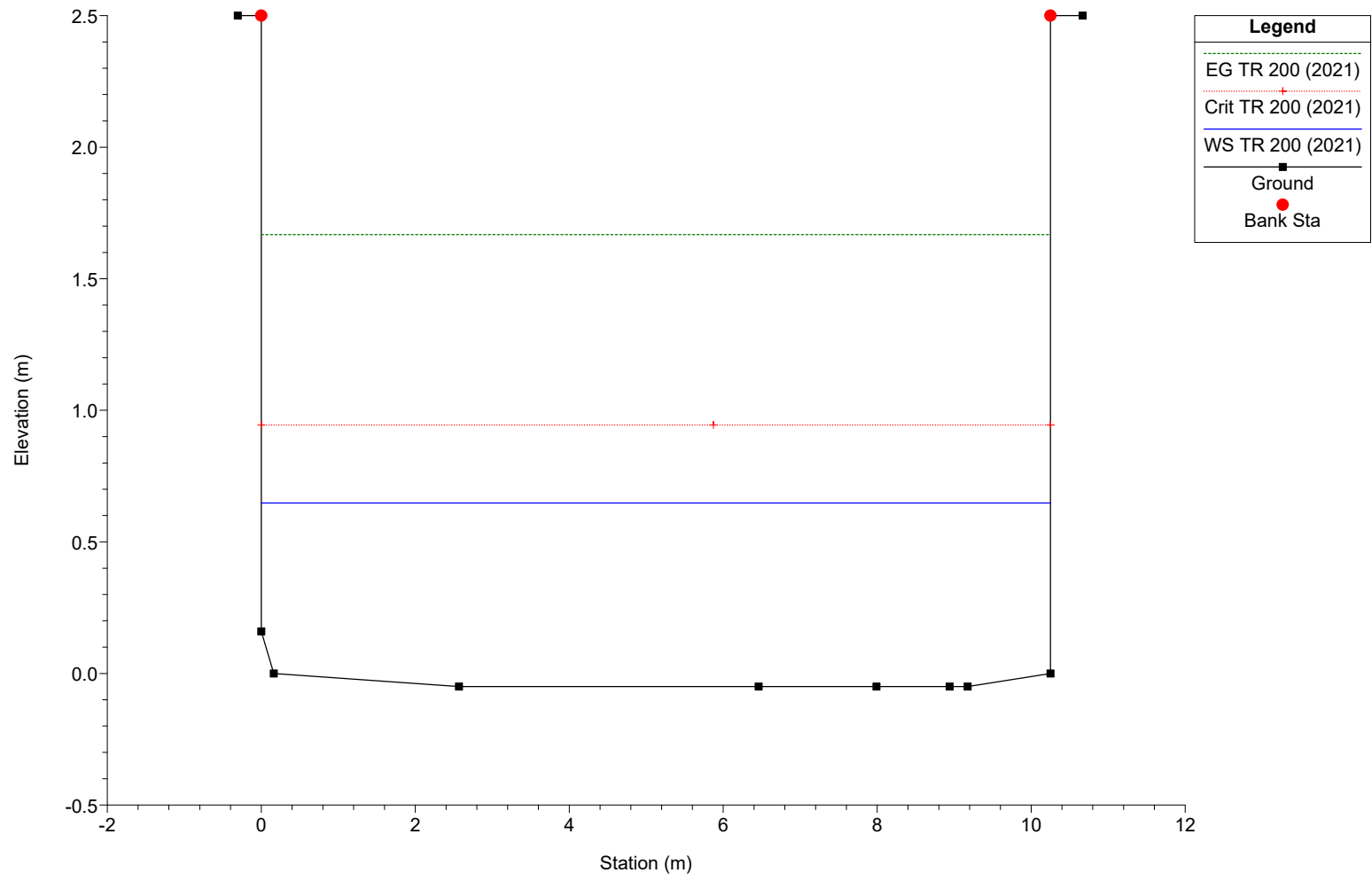
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -6.5 BR Regime di corrente: MISTO



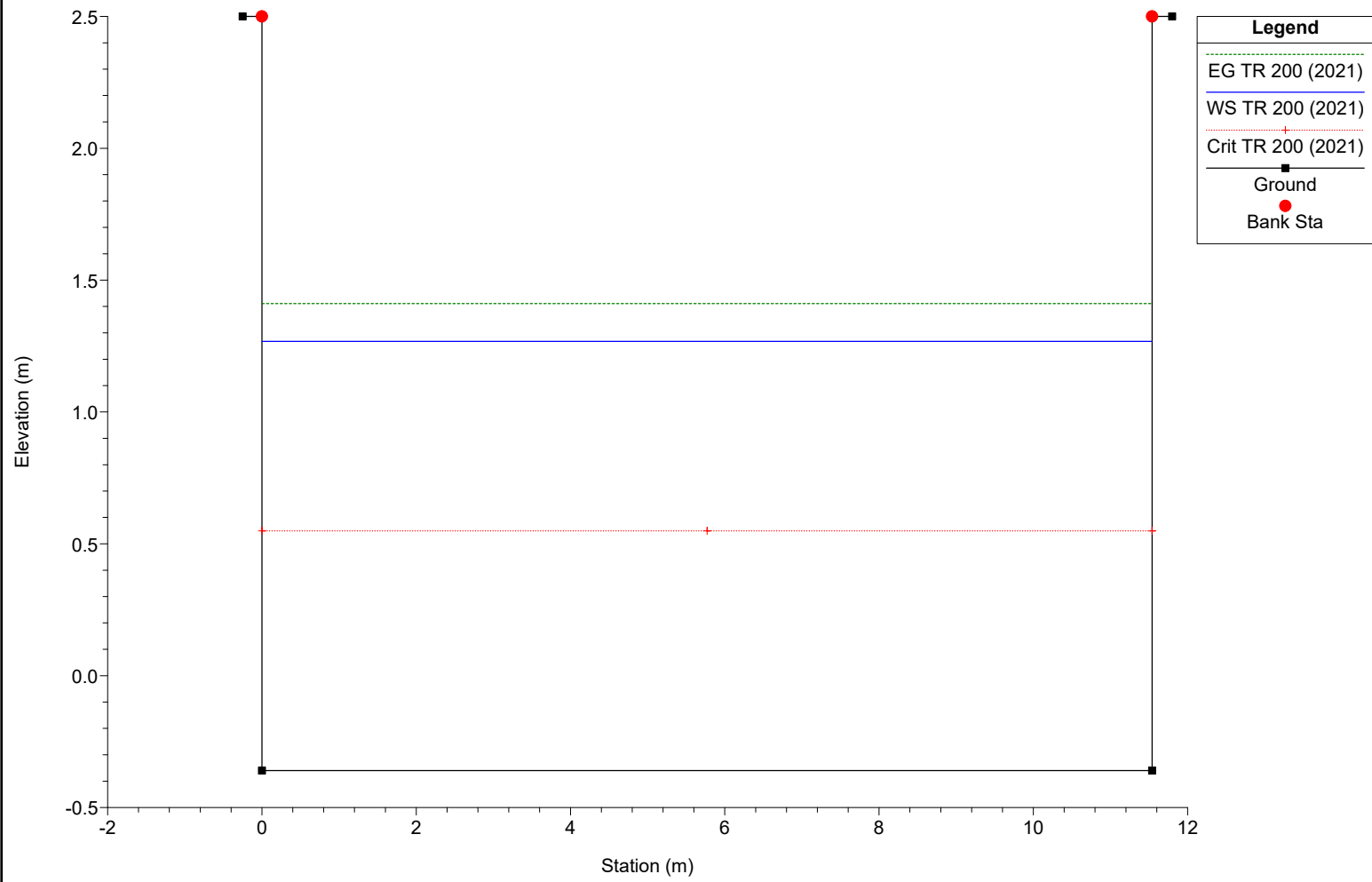
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -6.5 BR Regime di corrente: MISTO



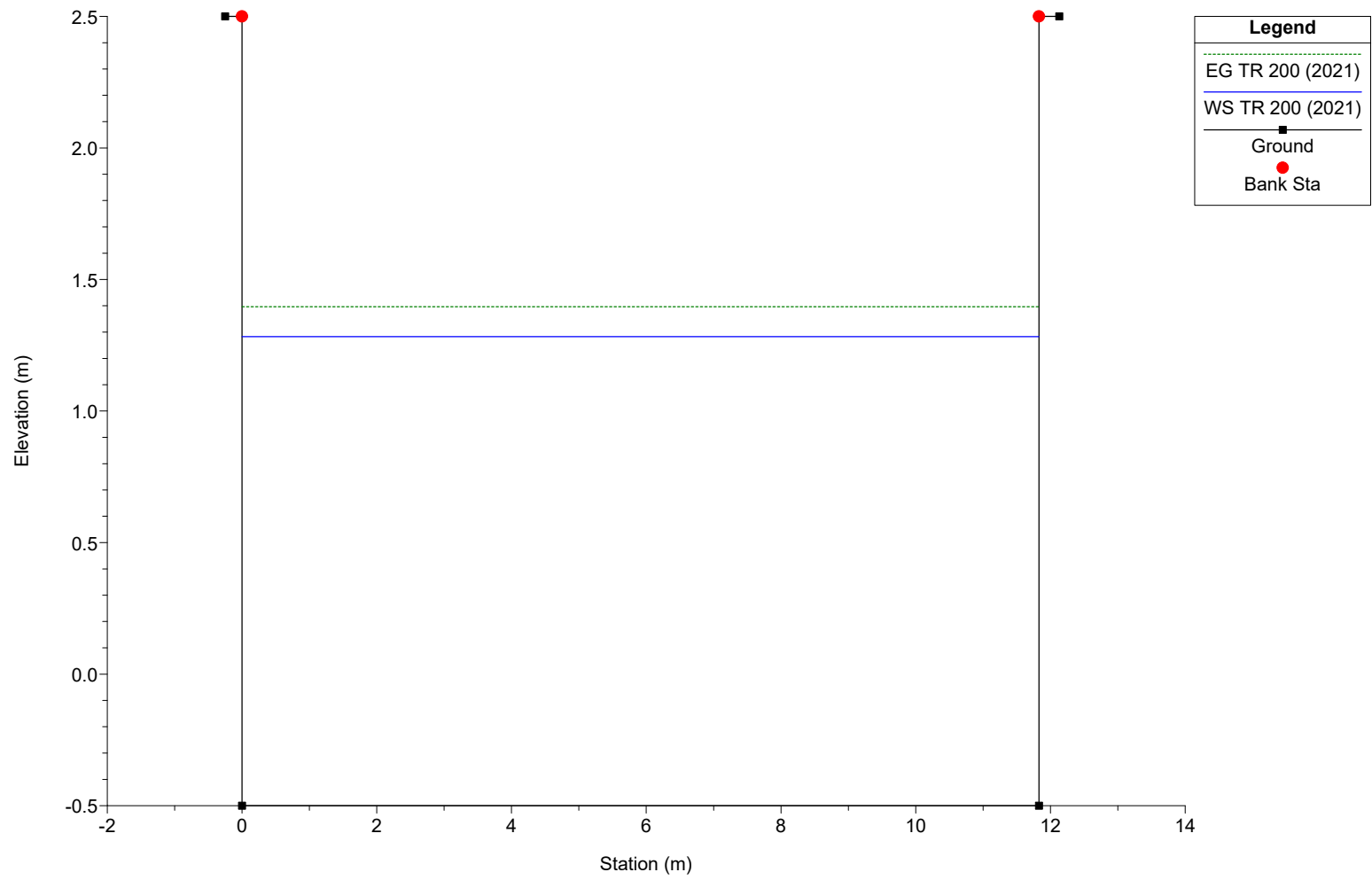
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -7 Regime di corrente: MISTO



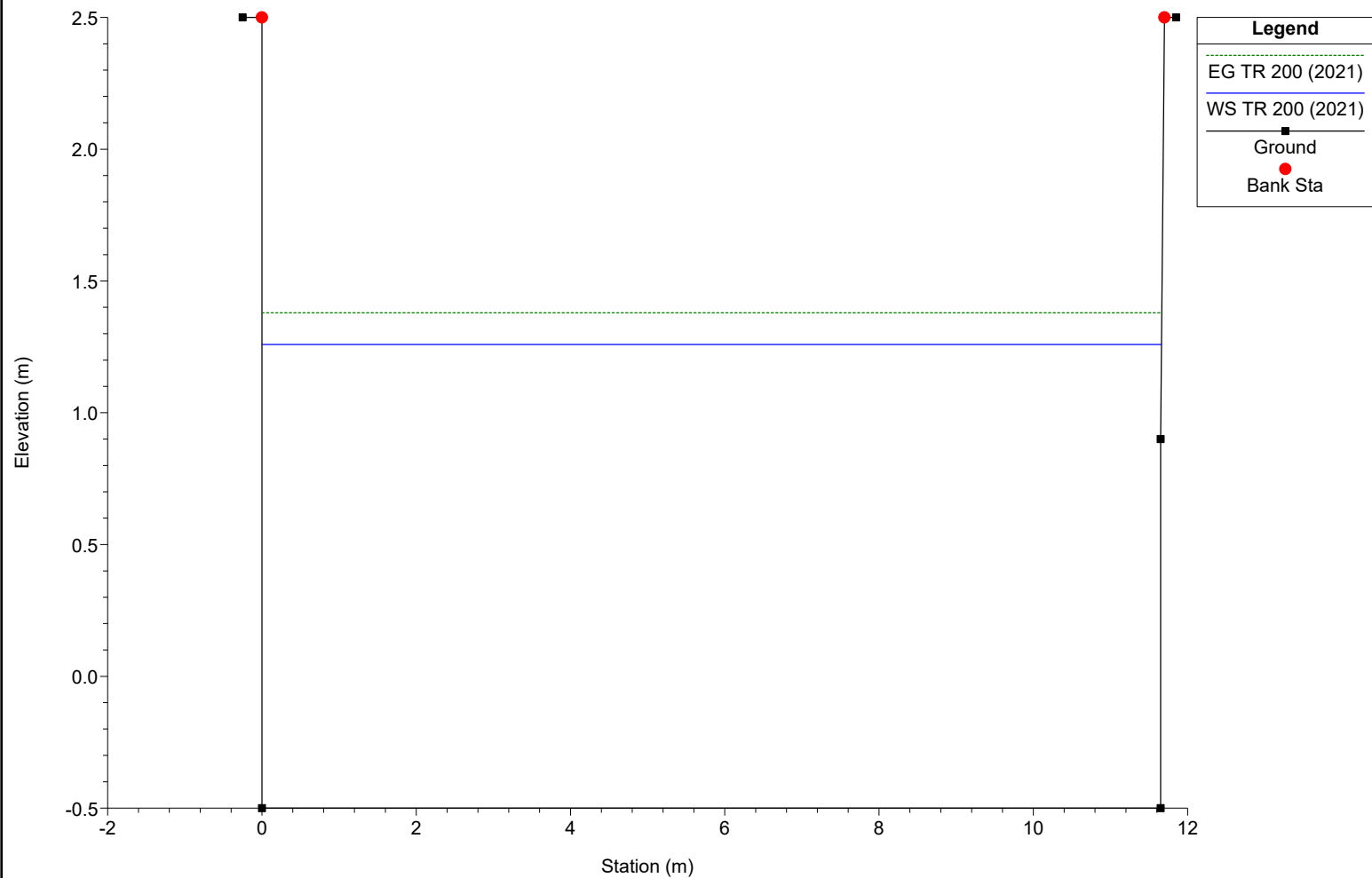
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -8 Regime di corrente: MISTO



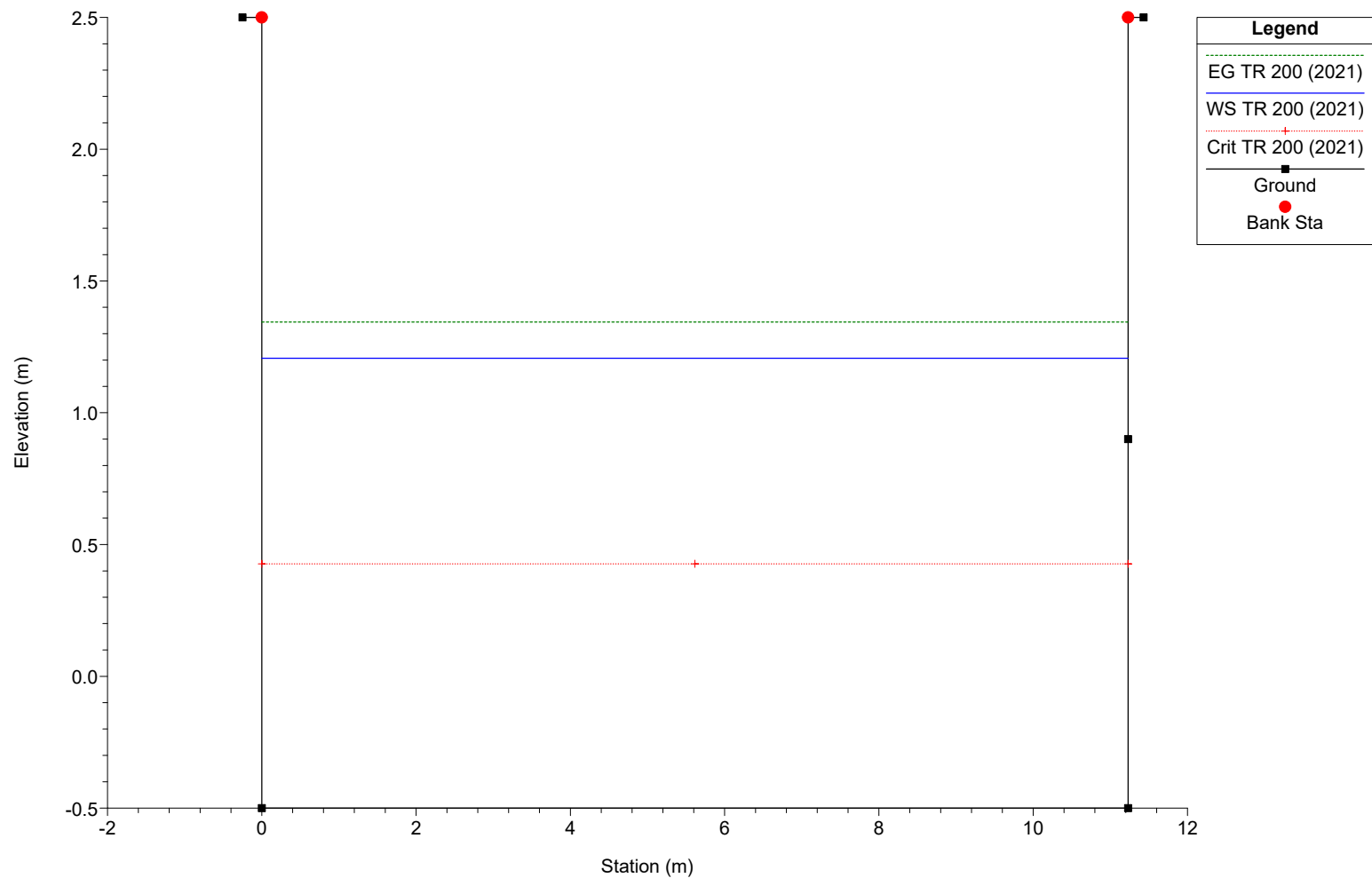
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -9 Regime di corrente: MISTO



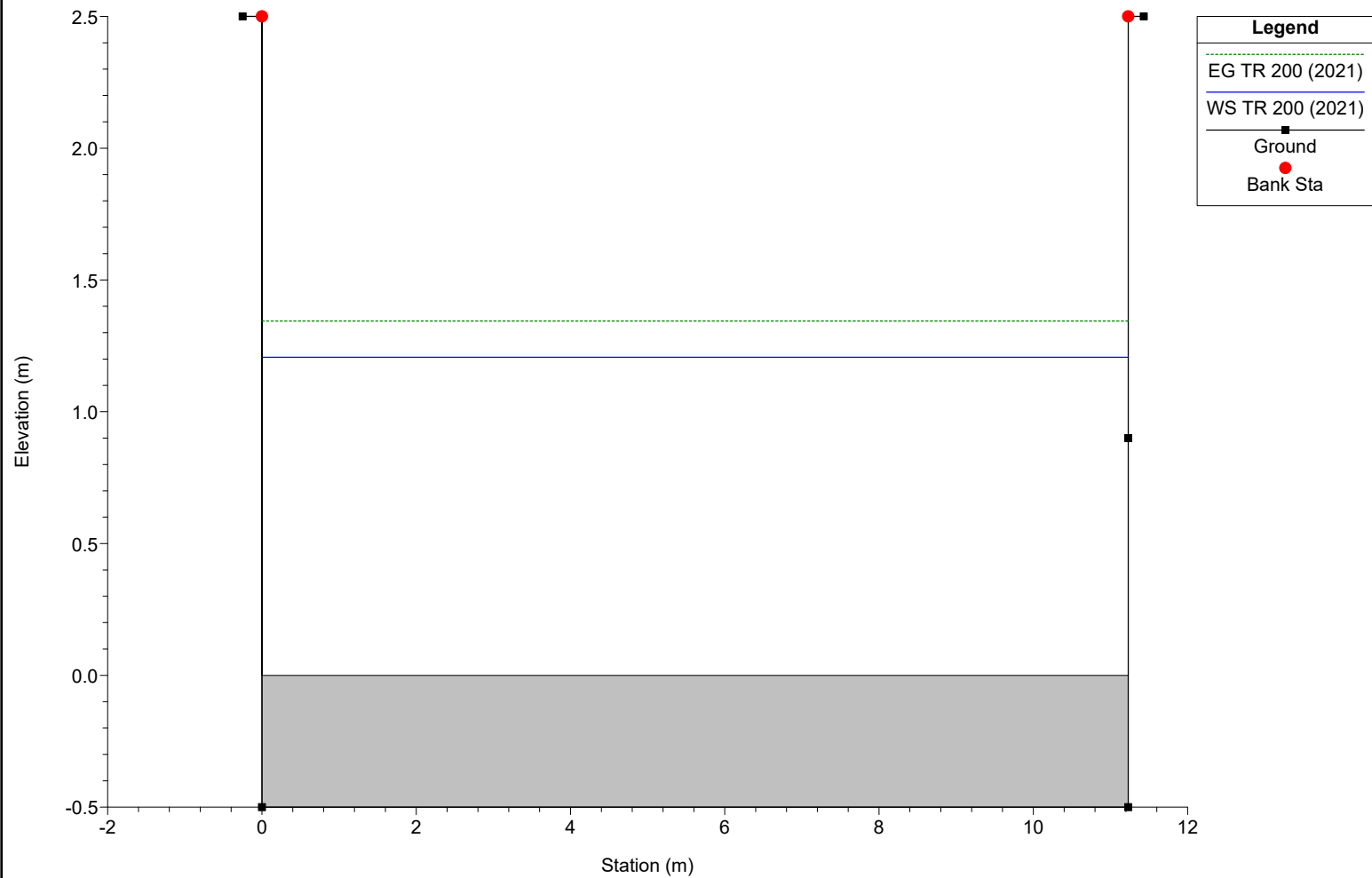
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -10 Regime di corrente: MISTO



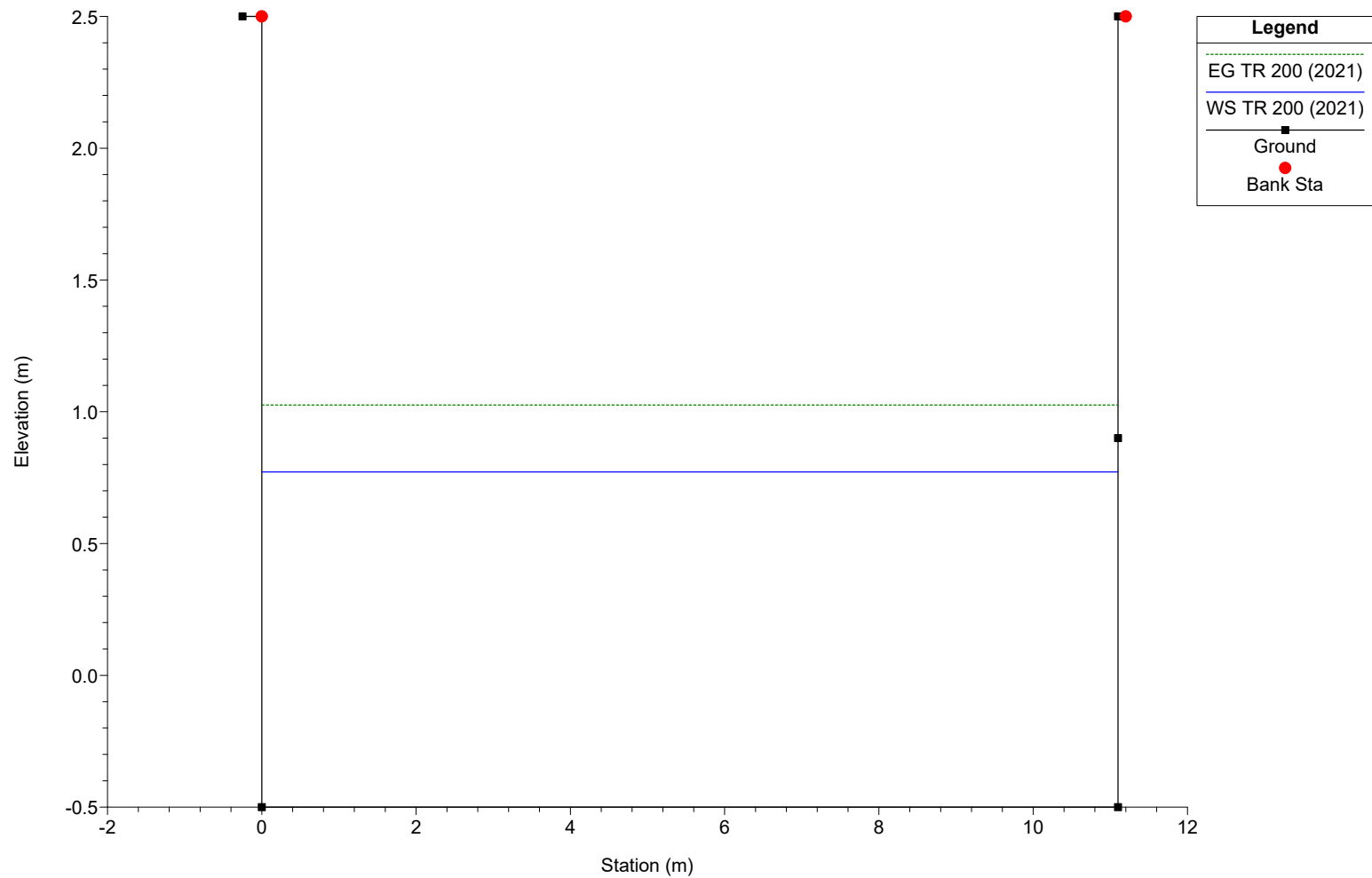
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -11 Regime di corrente: MISTO



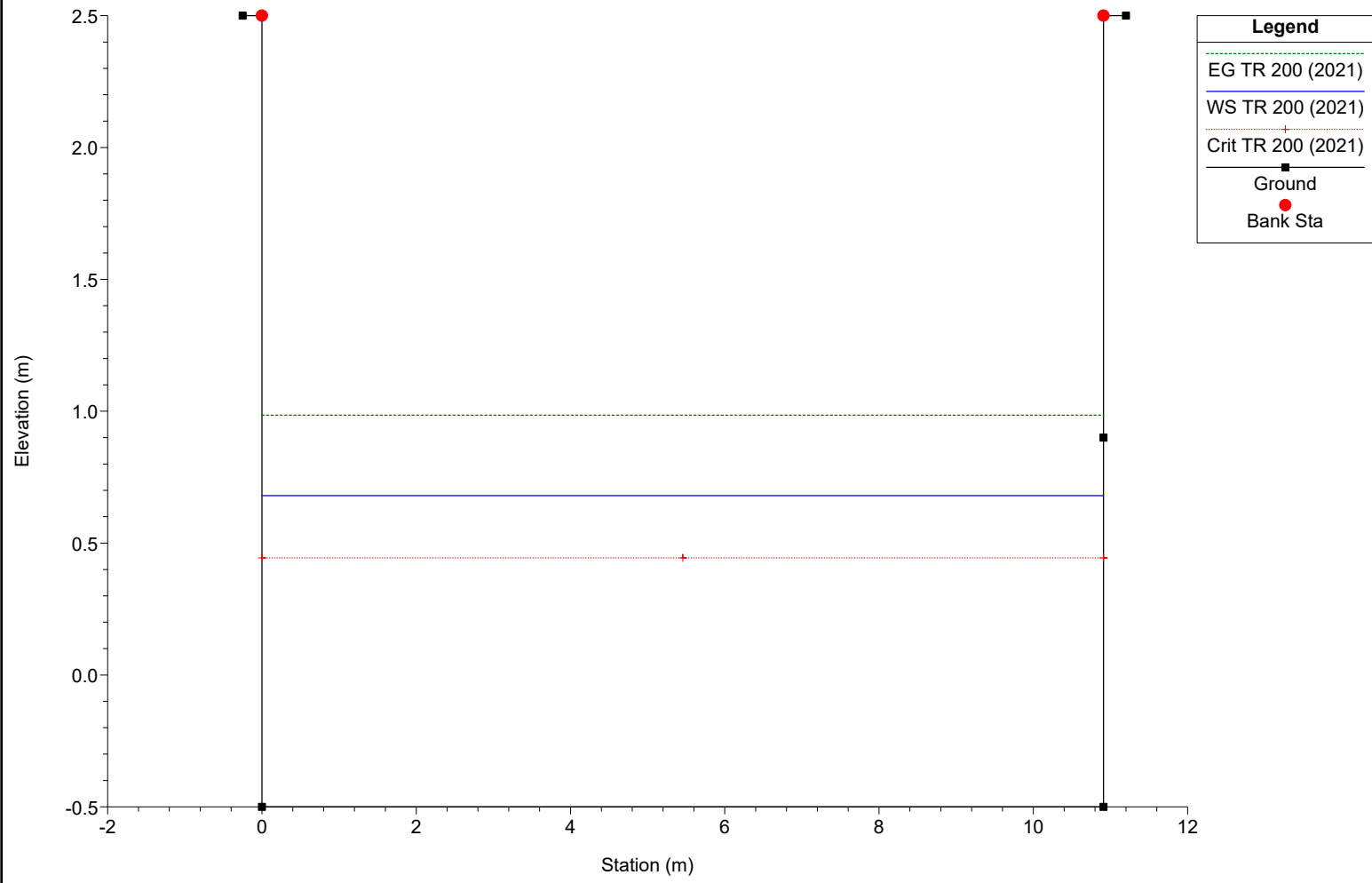
SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -11.1 IS Regime di corrente: MISTO



SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -12 Regime di corrente: MISTO



SDP_2022_Keff_definitivo
RS = -13 Regime di corrente: MISTO







 <p>COMUNE DI GENOVA</p>	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

TABELLA RISULTATI HEC RAS

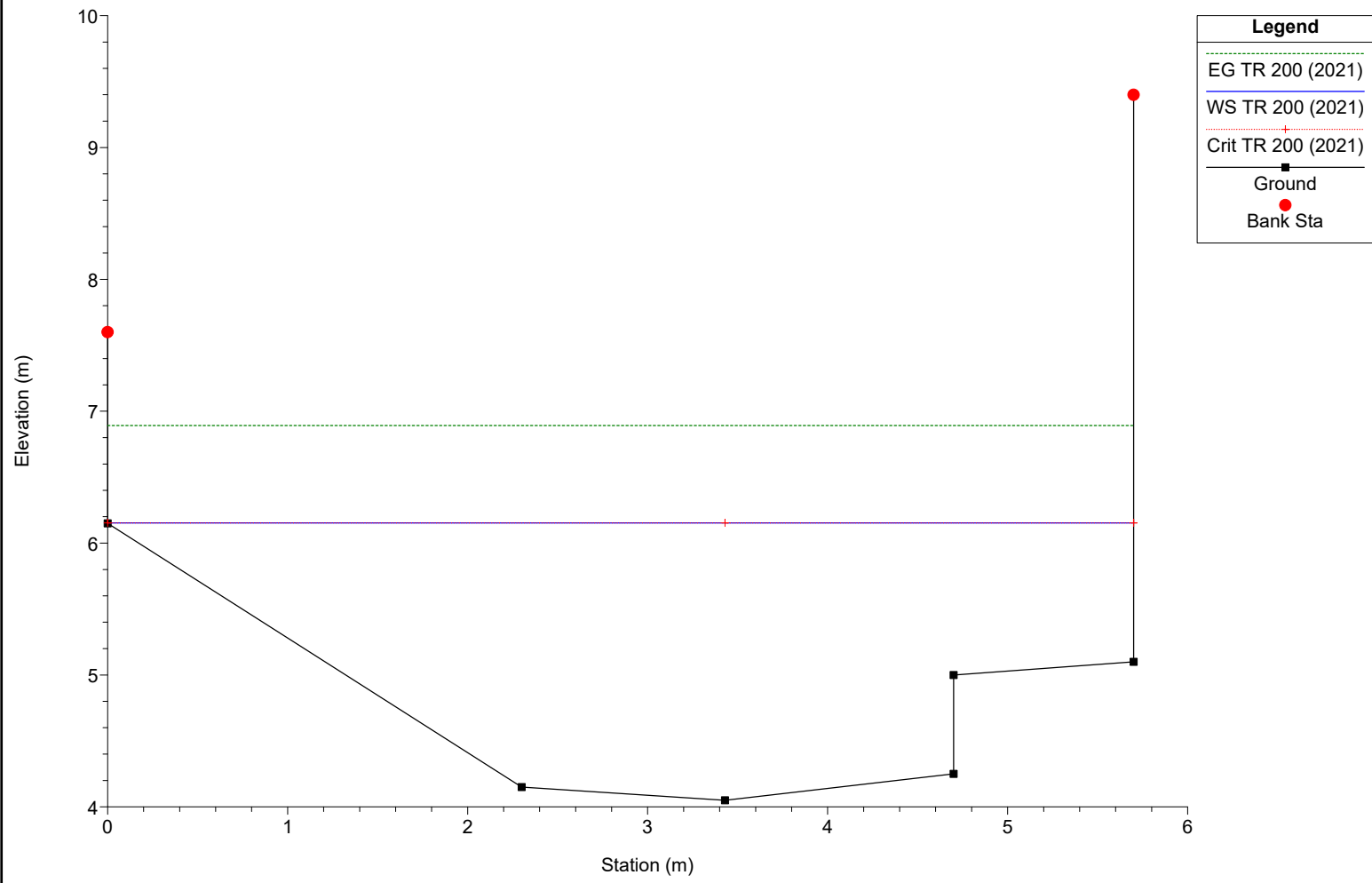
Reach	River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
San Michele	4	22.80	4.05	5.84	5.84	6.46	0.009126	3.49	6.53	5.34	1.01
San Michele	4	31.50	4.05	6.15	6.15	6.89	0.009064	3.81	8.27	5.70	1.01
San Michele	4	38.40	4.05	6.36	6.36	7.20	0.009240	4.06	9.45	5.70	1.01
San Michele	3	22.80	3.80	5.80	5.80	6.22	0.005791	2.86	7.97	5.30	0.75
San Michele	3	31.50	3.80	5.83	5.83	6.60	0.010472	3.88	8.12	5.30	1.00
San Michele	3	38.40	3.80	6.05	6.05	6.92	0.010649	4.14	9.27	5.30	1.00
San Michele	2	22.80	3.28	4.34	4.78	5.98	0.044804	5.76	4.18	8.10	2.24
San Michele	2	31.50	3.28	4.49	5.01	6.39	0.042204	6.27	5.35	8.10	2.21
San Michele	2	38.40	3.28	4.59	5.16	6.71	0.041849	6.67	6.15	8.10	2.22
San Michele	1	22.80	2.02	3.09	3.65	5.03	0.041929	6.18	3.69	3.97	2.05
San Michele	1	31.50	2.02	3.37	4.01	5.55	0.037562	6.55	4.81	4.02	1.91
San Michele	1	38.40	2.02	3.58	4.26	5.92	0.035211	6.77	5.67	4.05	1.83
San Michele	0.5	Bridge									
San Michele	-1	22.80	0.65	2.59	2.13	2.94	0.006010	2.63	8.67	4.95	0.63
San Michele	-1	31.50	0.65	2.96	2.44	3.42	0.006762	3.00	10.51	4.95	0.66
San Michele	-1	38.40	0.65	3.23	2.66	3.77	0.007274	3.24	11.85	4.95	0.67
San Michele	-2	22.80	0.59	2.13	2.09	2.75	0.013385	3.47	6.57	4.95	0.96
San Michele	-2	31.50	0.59	2.51	2.41	3.22	0.012040	3.73	8.45	5.02	0.91
San Michele	-2	38.40	0.59	2.78	2.63	3.56	0.011426	3.92	9.82	5.10	0.89
San Michele	-2.4	22.80	0.59	2.10	2.10	2.74	0.014448	3.56	6.40	4.95	1.00
San Michele	-2.4	31.50	0.59	2.40	2.40	3.21	0.015046	3.98	7.91	4.95	1.01
San Michele	-2.4	38.40	0.59	2.63	2.63	3.55	0.015367	4.24	9.05	4.95	1.00
San Michele	-2.5	22.80	0.50	1.07	1.46	2.55	0.078778	5.39	4.23	9.07	2.52
San Michele	-2.5	31.50	0.50	1.18	1.65	2.99	0.079425	5.97	5.28	9.70	2.58
San Michele	-2.5	38.40	0.50	1.26	1.80	3.32	0.079448	6.36	6.04	10.01	2.61
San Michele	-3	22.80	0.50	1.18	1.52	2.36	0.036943	4.80	4.75	8.90	2.10
San Michele	-3	31.50	0.50	1.30	1.73	2.80	0.038437	5.42	5.81	9.19	2.18
San Michele	-3	38.40	0.50	1.38	1.88	3.12	0.038483	5.84	6.58	9.20	2.20
San Michele	-4	22.80	0.21	0.96	1.31	2.15	0.028270	4.83	4.72	6.38	1.79
San Michele	-4	31.50	0.21	1.16	1.57	2.57	0.025992	5.25	5.99	6.38	1.73
San Michele	-4	38.40	0.21	1.31	1.76	2.87	0.024828	5.53	6.94	6.38	1.69
San Michele	-4.6	22.80	0.14	0.73	1.11	2.06	0.040017	5.09	4.48	7.73	2.14
San Michele	-4.6	31.50	0.14	0.88	1.34	2.47	0.037009	5.59	5.64	7.73	2.09
San Michele	-4.6	38.40	0.14	0.99	1.51	2.77	0.035374	5.91	6.50	7.73	2.06
San Michele	-4.7	22.80	0.14	0.73	1.11	2.06	0.040019	5.09	4.48	7.73	2.14
San Michele	-4.7	31.50	0.14	0.88	1.34	2.47	0.037010	5.59	5.64	7.73	2.09
San Michele	-4.7	38.40	0.14	0.99	1.51	2.77	0.035373	5.91	6.50	7.73	2.06
San Michele	-4.9	22.80	0.06	0.56	0.93	1.93	0.049523	5.18	4.40	9.00	2.37
San Michele	-4.9	31.50	0.06	0.68	1.14	2.35	0.046257	5.72	5.50	9.00	2.34
San Michele	-4.9	38.40	0.06	0.77	1.29	2.65	0.044520	6.08	6.31	9.00	2.32
San Michele	-5	22.80	0.06	0.55	0.93	1.93	0.049532	5.19	4.40	9.00	2.37
San Michele	-5	31.50	0.06	0.68	1.14	2.35	0.046265	5.72	5.50	9.00	2.34
San Michele	-5	38.40	0.06	0.77	1.29	2.65	0.044527	6.08	6.31	9.00	2.32
San Michele	-5.5	Bridge									
San Michele	-6	22.80	-0.05	0.46	0.81	1.71	0.043652	4.96	4.60	9.16	2.23
San Michele	-6	31.50	-0.05	0.58	1.02	2.15	0.042643	5.55	5.68	9.16	2.25
San Michele	-6	38.40	-0.05	0.66	1.17	2.46	0.042012	5.94	6.47	9.16	2.26
San Michele	-6.5	Bridge									
San Michele	-7	22.80	-0.05	0.56	0.75	1.27	0.019679	3.73	6.11	10.25	1.54
San Michele	-7	31.50	-0.05	0.65	0.94	1.67	0.023916	4.47	7.04	10.25	1.72
San Michele	-7	38.40	-0.05	0.72	1.08	1.97	0.026334	4.96	7.74	10.25	1.82
San Michele	-8	22.80	-0.36	1.03	0.37	1.14	0.001878	1.42	16.08	11.54	0.38
San Michele	-8	31.50	-0.36	1.27	0.55	1.41	0.002227	1.68	18.79	11.54	0.42
San Michele	-8	38.40	-0.36	1.44	0.68	1.61	0.002458	1.85	20.73	11.54	0.44
San Michele	-9	22.80	-0.50	1.04		1.12	0.001295	1.25	18.27	11.83	0.32
San Michele	-9	31.50	-0.50	1.28		1.40	0.001598	1.49	21.09	11.83	0.36
San Michele	-9	38.40	-0.50	1.45		1.59	0.001803	1.66	23.10	11.83	0.38
San Michele	-10	22.80	-0.50	1.03		1.11	0.001389	1.28	17.78	11.65	0.33
San Michele	-10	31.50	-0.50	1.26		1.38	0.001723	1.54	20.49	11.66	0.37
San Michele	-10	38.40	-0.50	1.43		1.57	0.001949	1.71	22.43	11.67	0.39
San Michele	-11	22.80	-0.50	0.99	0.25	1.08	0.001635	1.36	16.70	11.23	0.36
San Michele	-11	31.50	-0.50	1.21	0.43	1.34	0.002055	1.64	19.17	11.23	0.40
San Michele	-11	38.40	-0.50	1.36	0.56	1.53	0.002345	1.84	20.92	11.23	0.43
San Michele	-11.1	Inl Struct									
San Michele	-12	22.80	-0.50	0.72		0.86	0.002248	1.69	13.49	11.10	0.49
San Michele	-12	31.50	-0.50	0.77		1.03	0.003733	2.23	14.11	11.10	0.63
San Michele	-12	38.40	-0.50	0.87		1.19	0.004460	2.53	15.15	11.10	0.69
San Michele	-13	22.80	-0.50	0.68	0.26	0.84	0.002561	1.77	12.87	10.91	0.52
San Michele	-13	31.50	-0.50	0.68	0.44	0.99	0.004889	2.45	12.87	10.91	0.72

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
San Michele	-13	38.40	-0.50	0.68	0.58	1.13	0.007265	2.98	12.87	10.91	0.88

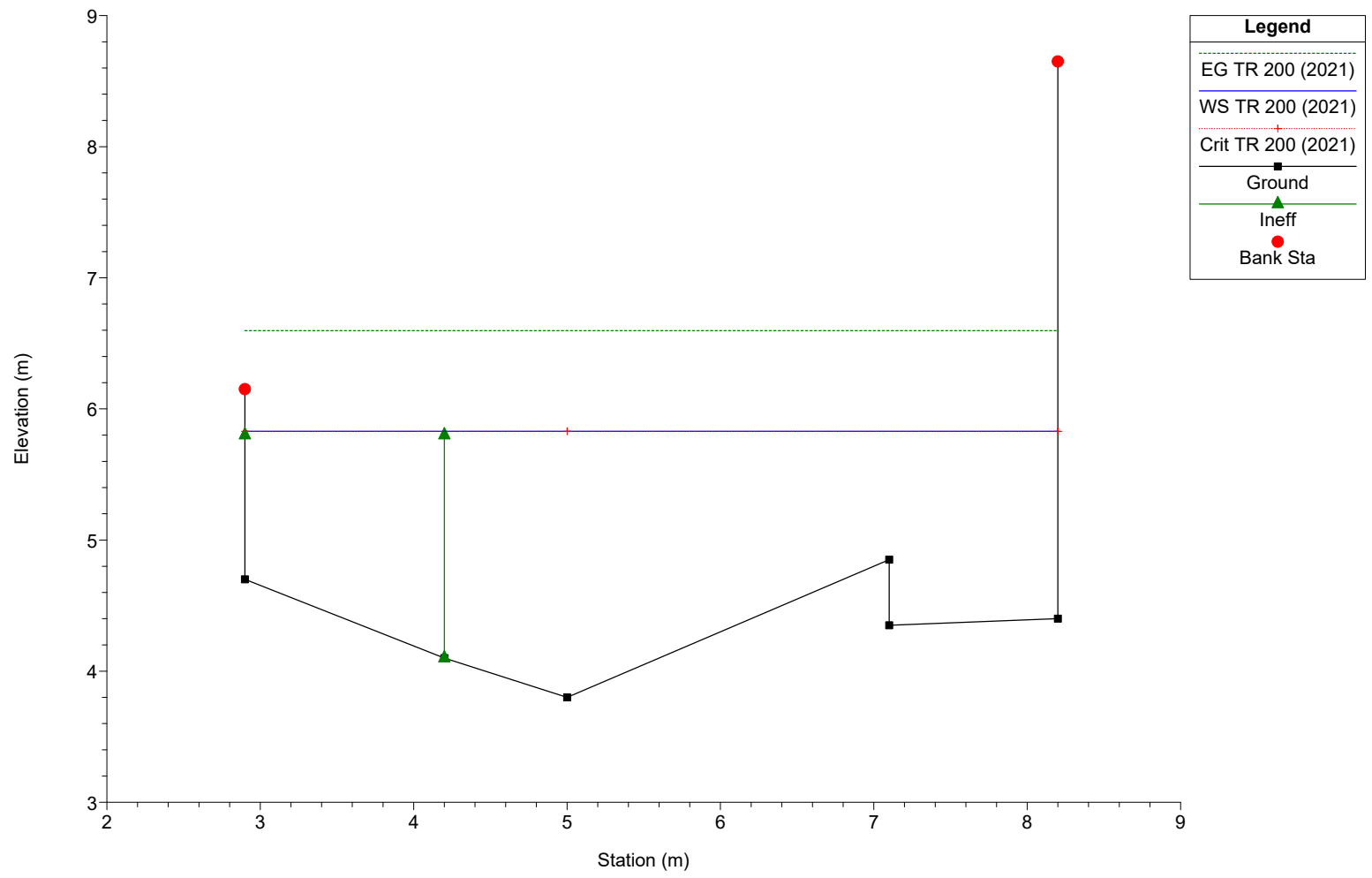
 COMUNE DI GENOVA	Realizzazione della nuova calata ad uso cantieristica navale all'interno del Porto Petroli di Genova Sestri Ponente e sistemazione idraulica del rio Molinassi Progetto definitivo per appalto integrato Lotto 1 II Stralcio
	Relazione idraulica

SEZIONI IDRAULICHE IN HEC RAS – CONDIZIONI DI PIENO RIEMPIMENTO

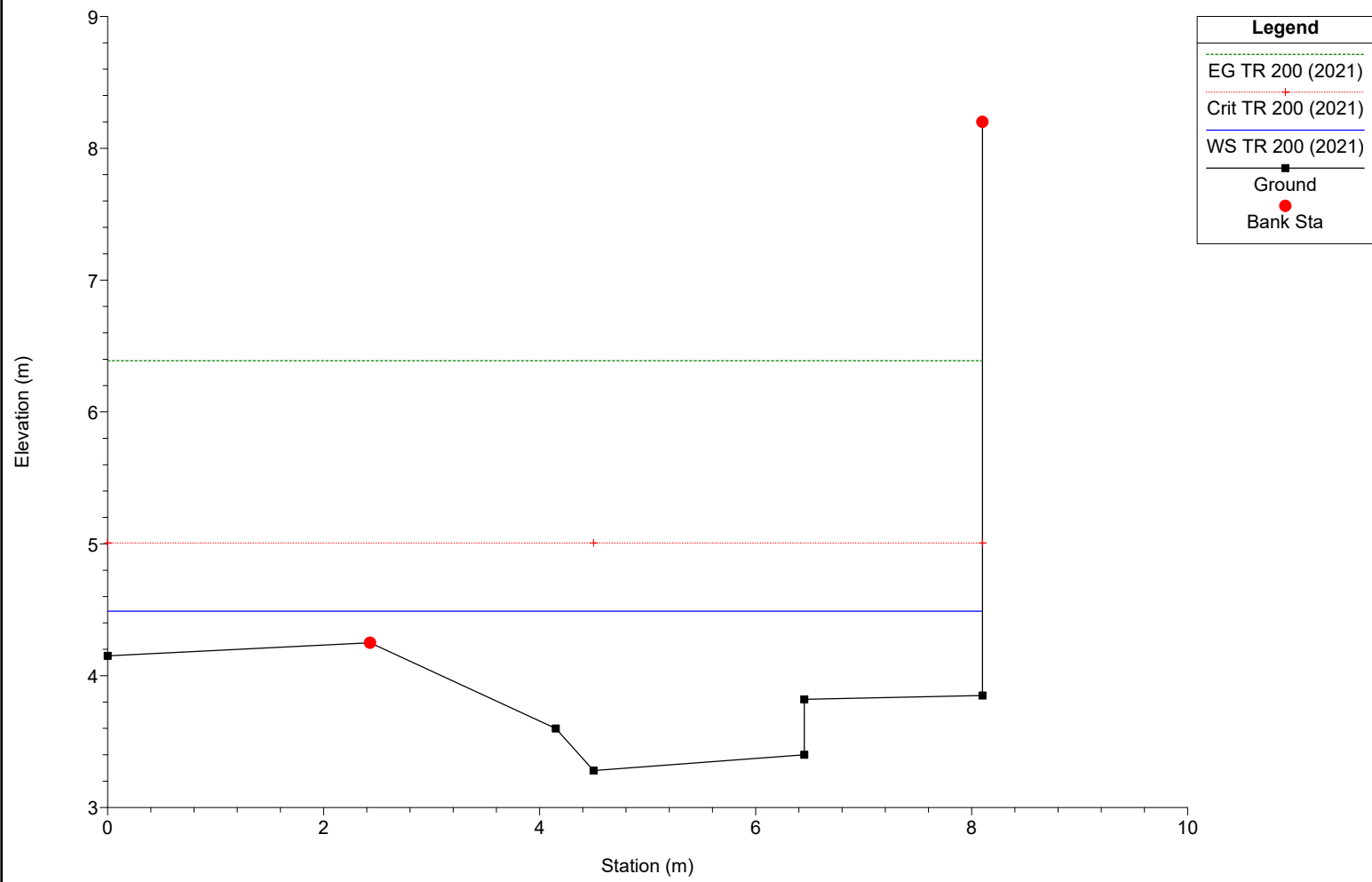
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = 4 Regime di corrente: MISTO



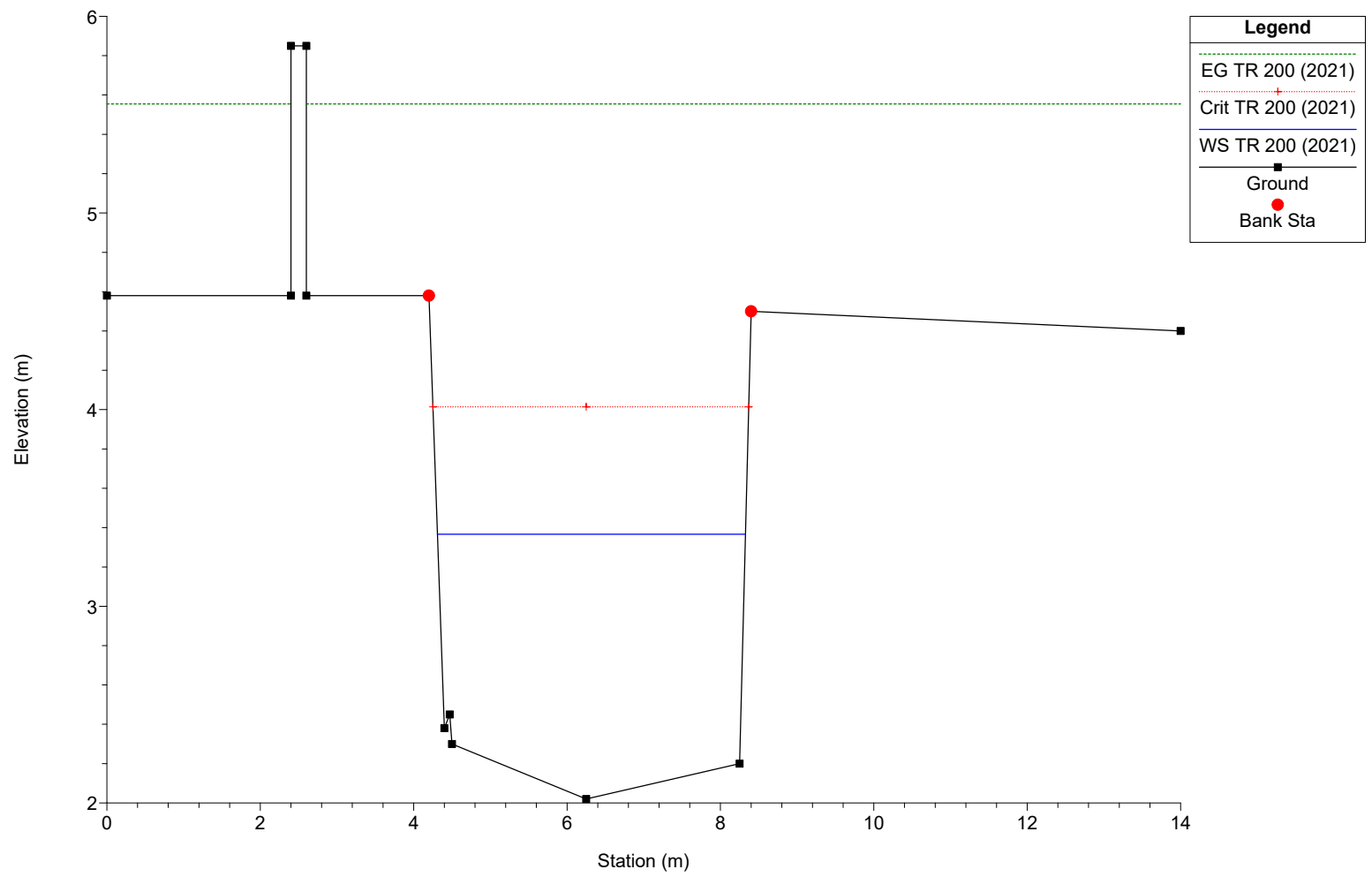
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = 3 Regime di corrente: MISTO



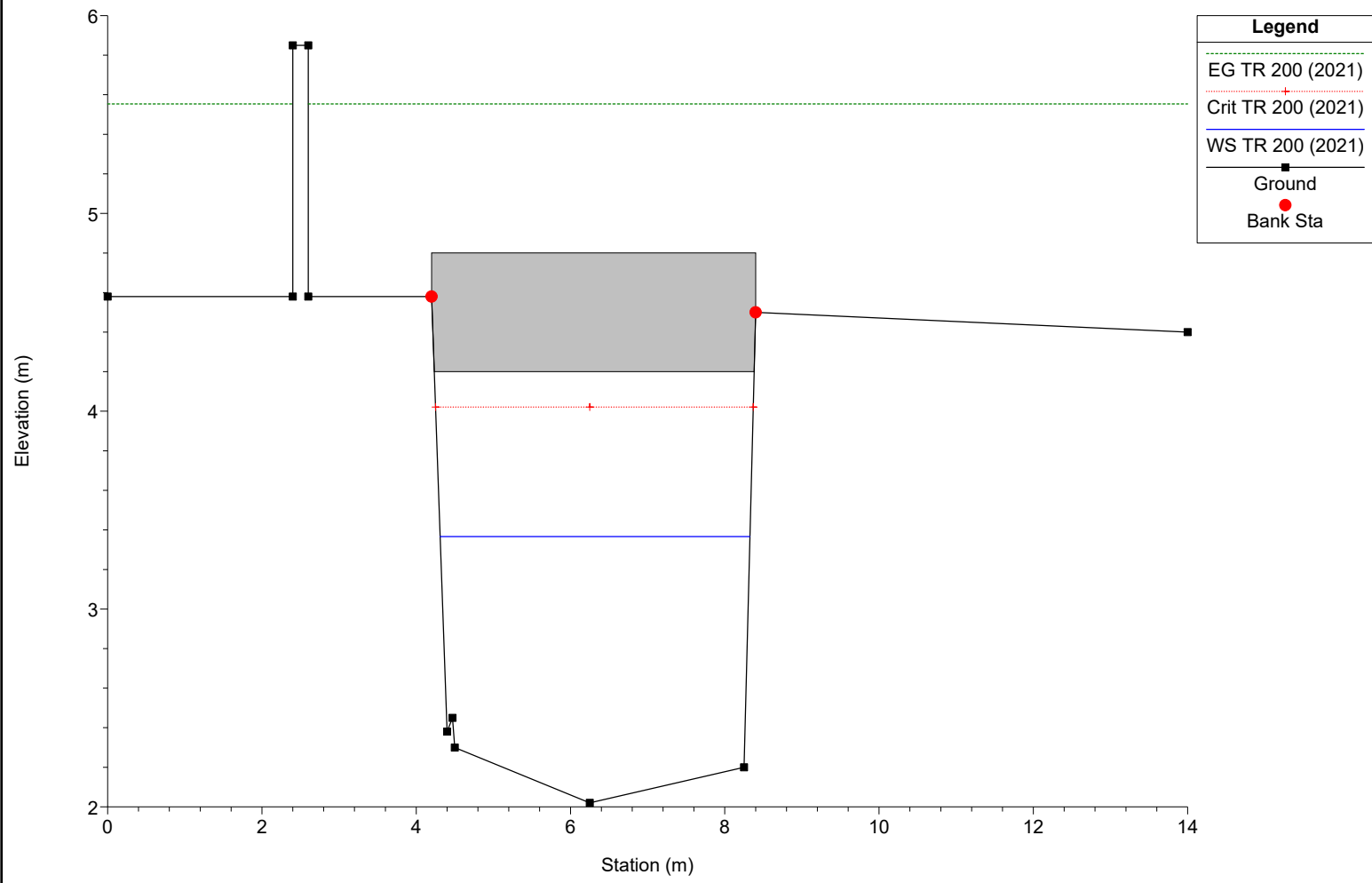
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = 2 Regime di corrente: MISTO



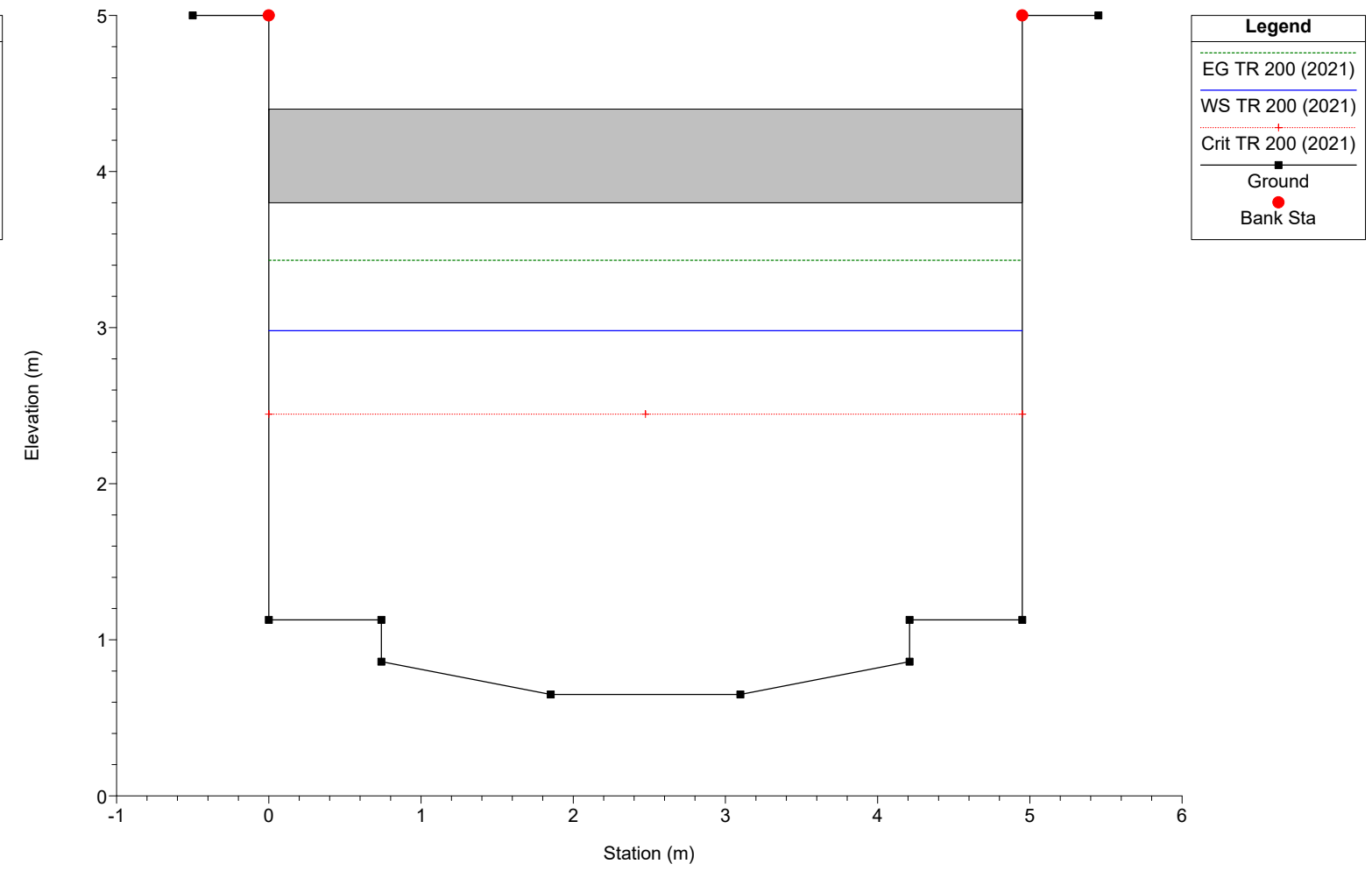
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = 1 Regime di corrente: MISTO



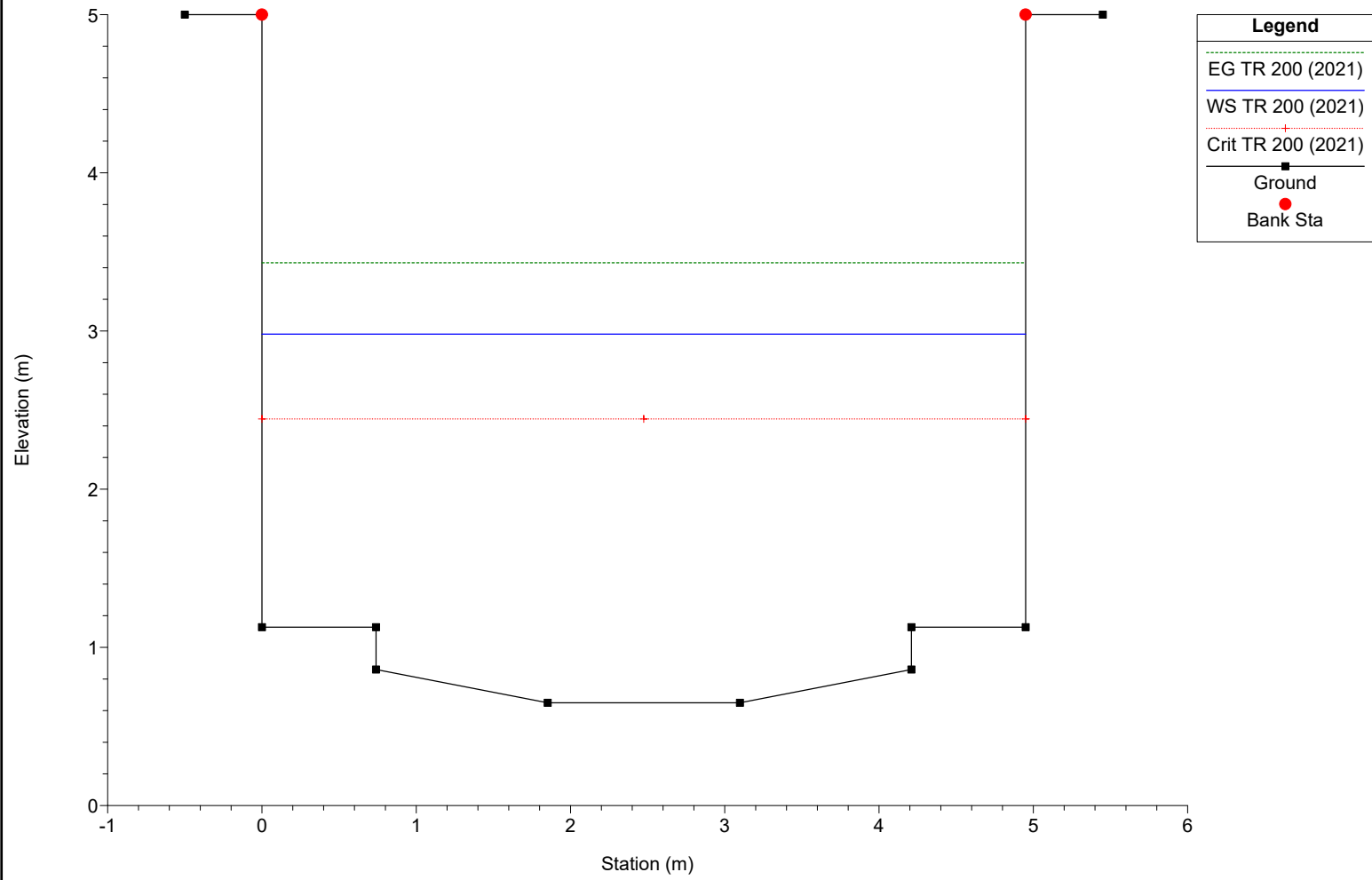
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = 0.5 BR Regime di corrente: MISTO



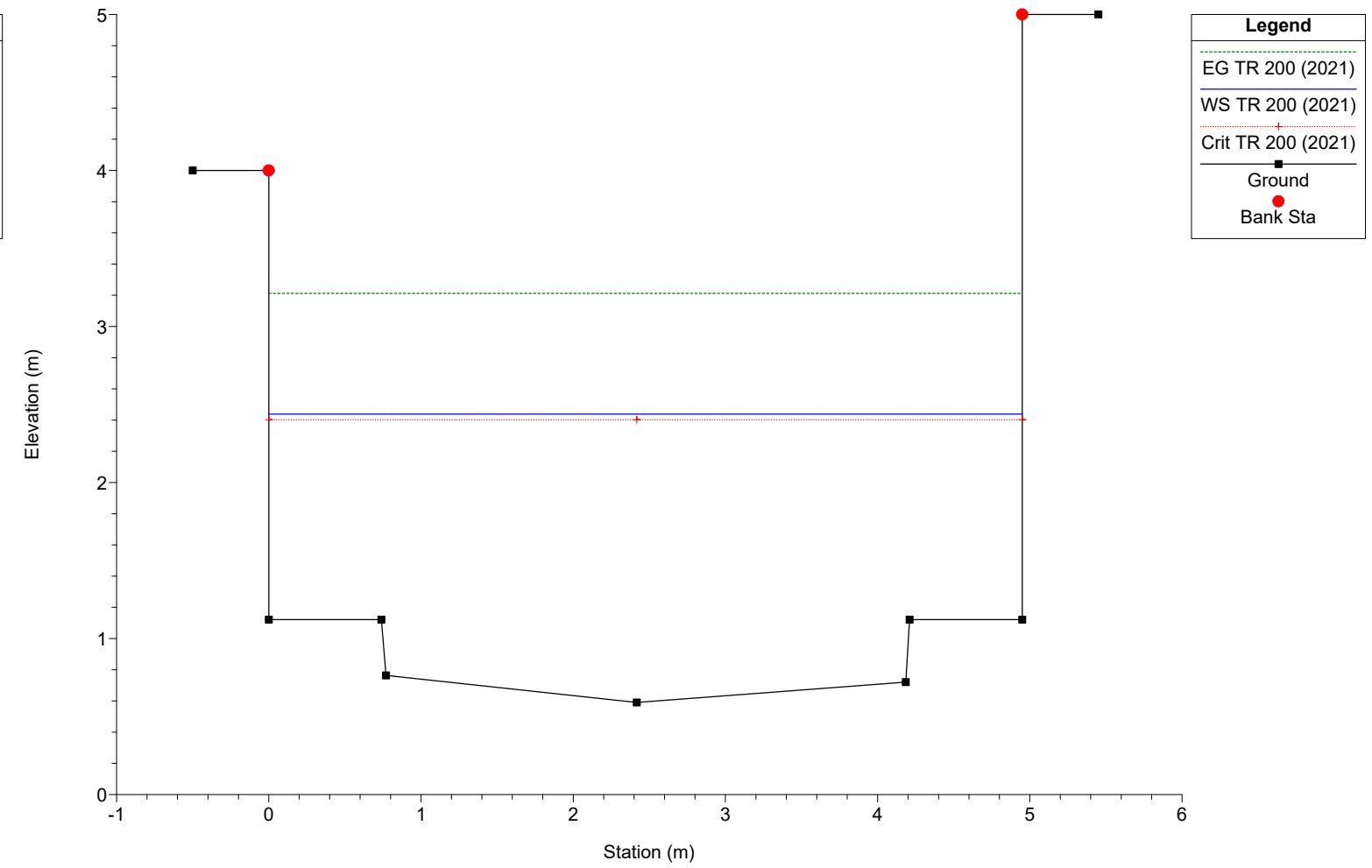
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = 0.5 BR Regime di corrente: MISTO



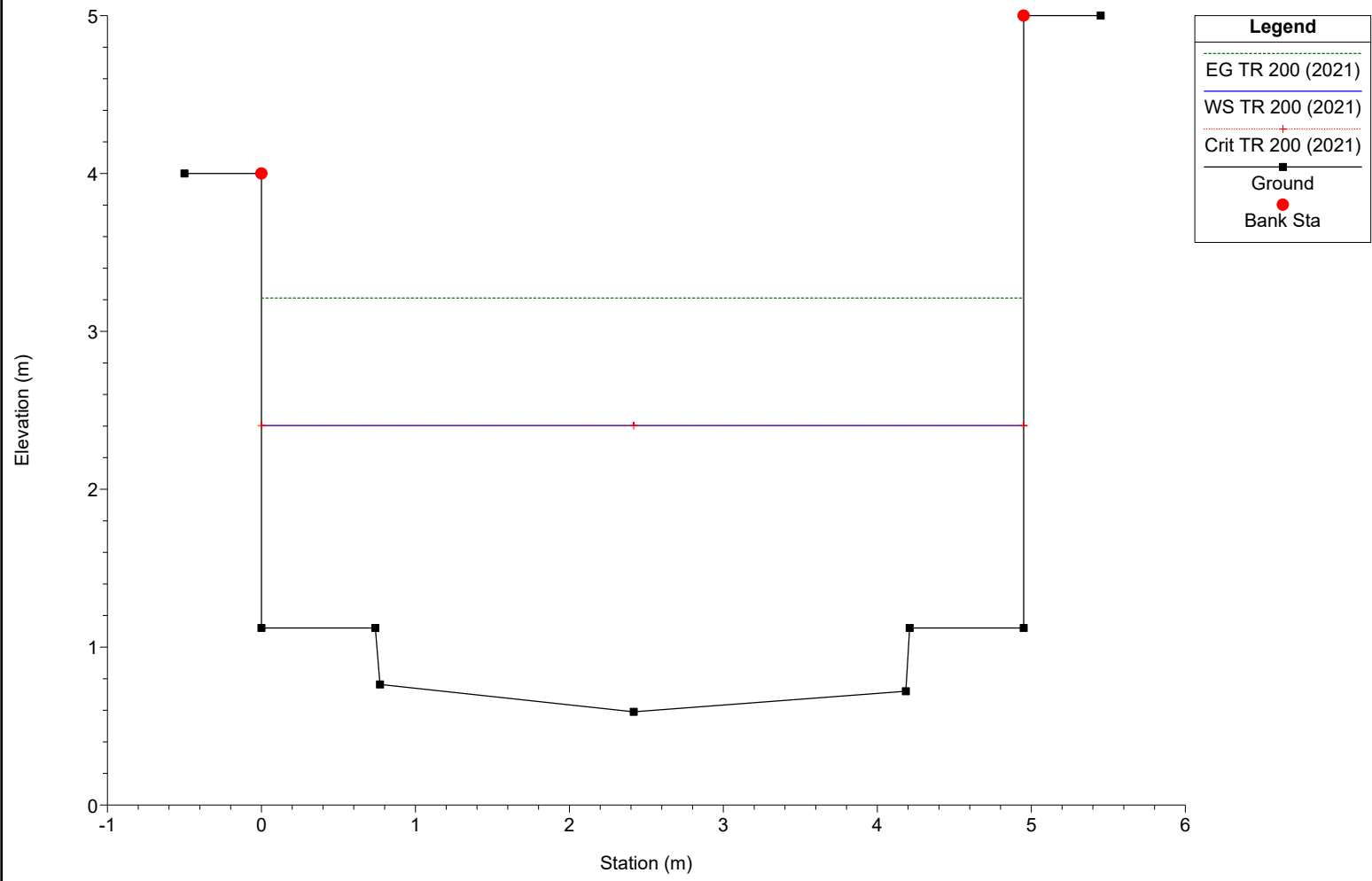
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -1 Regime di corrente: MISTO



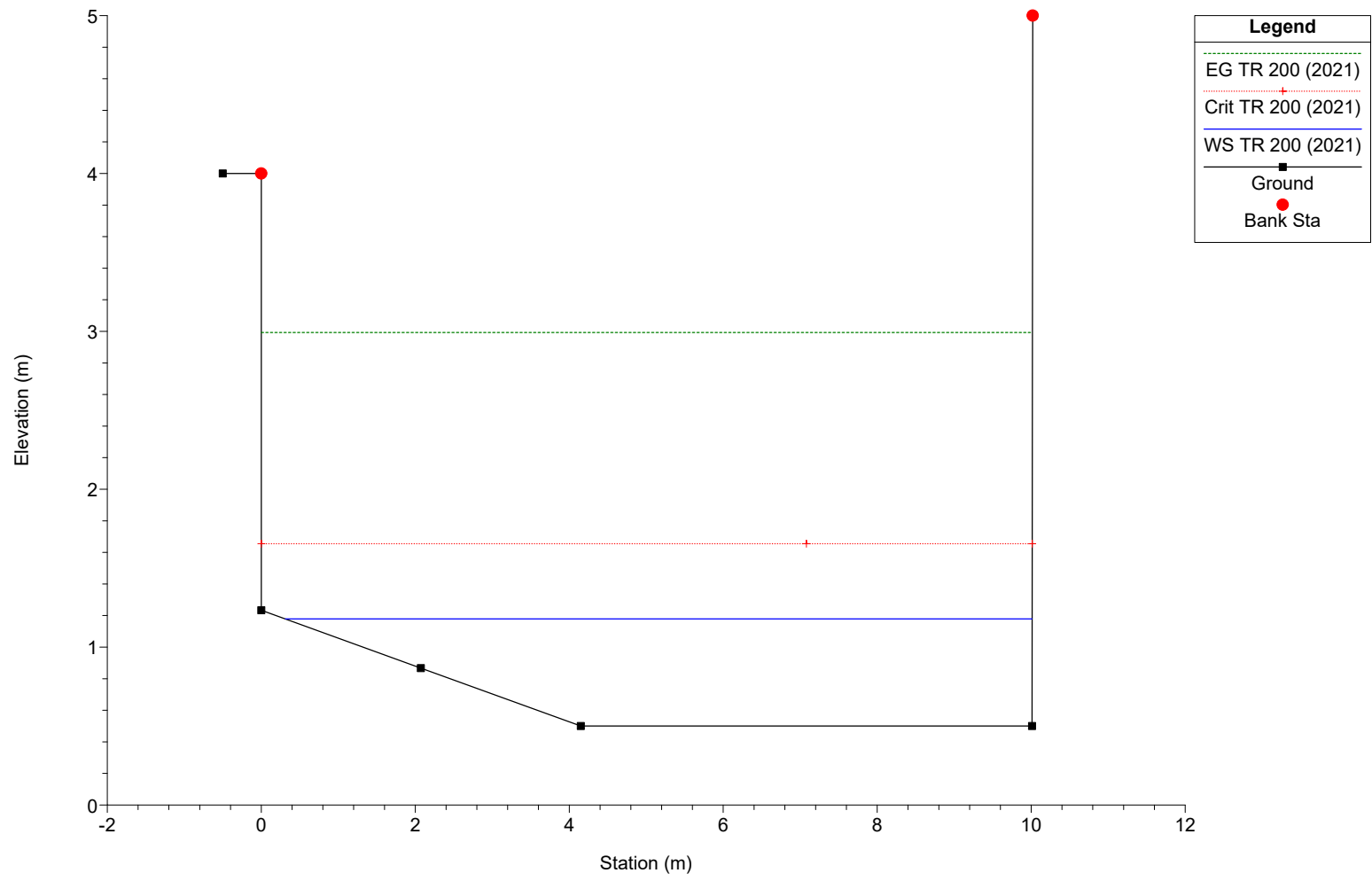
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -2 Regime di corrente: MISTO



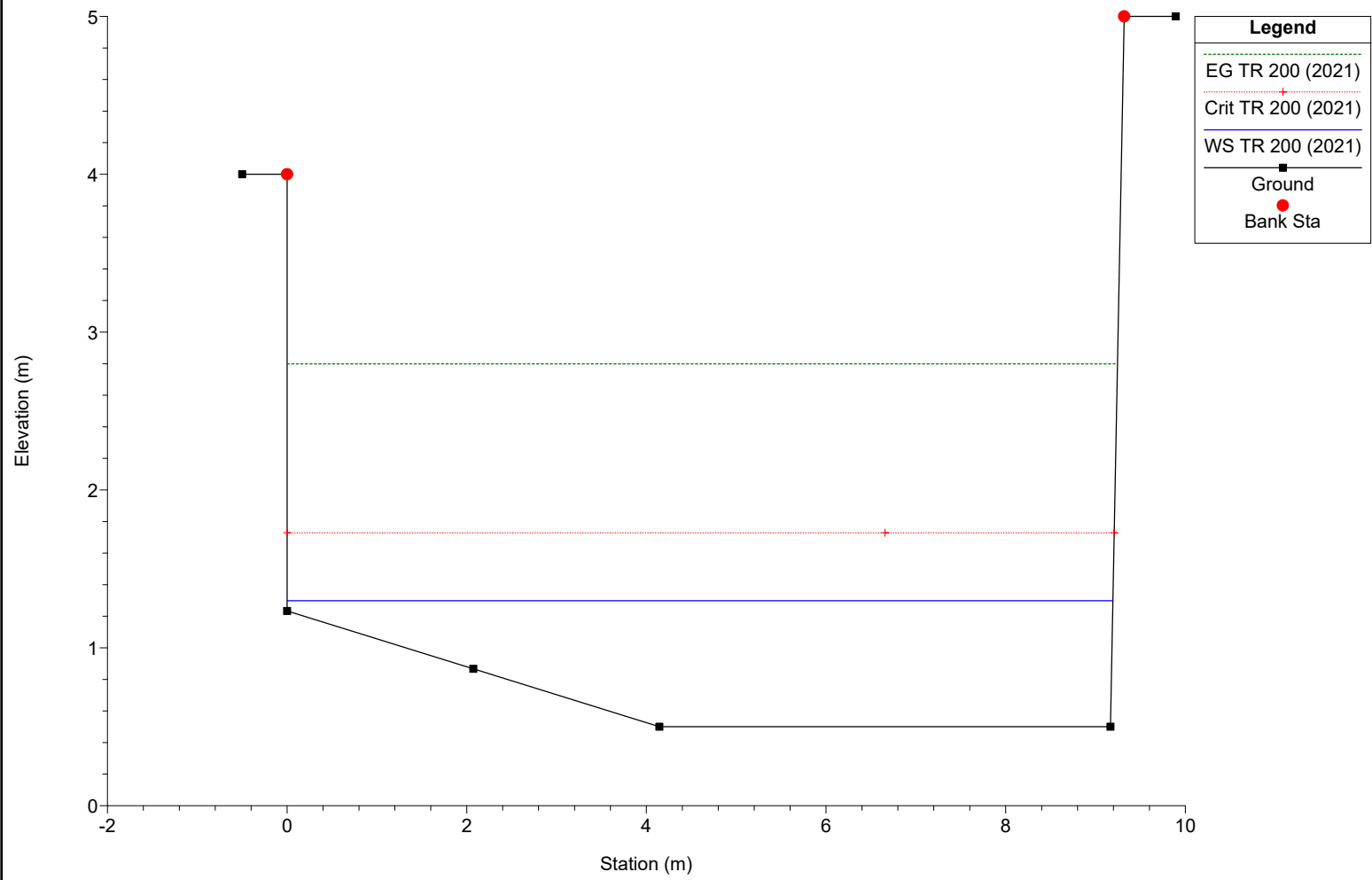
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -2.4 Regime di corrente: MISTO



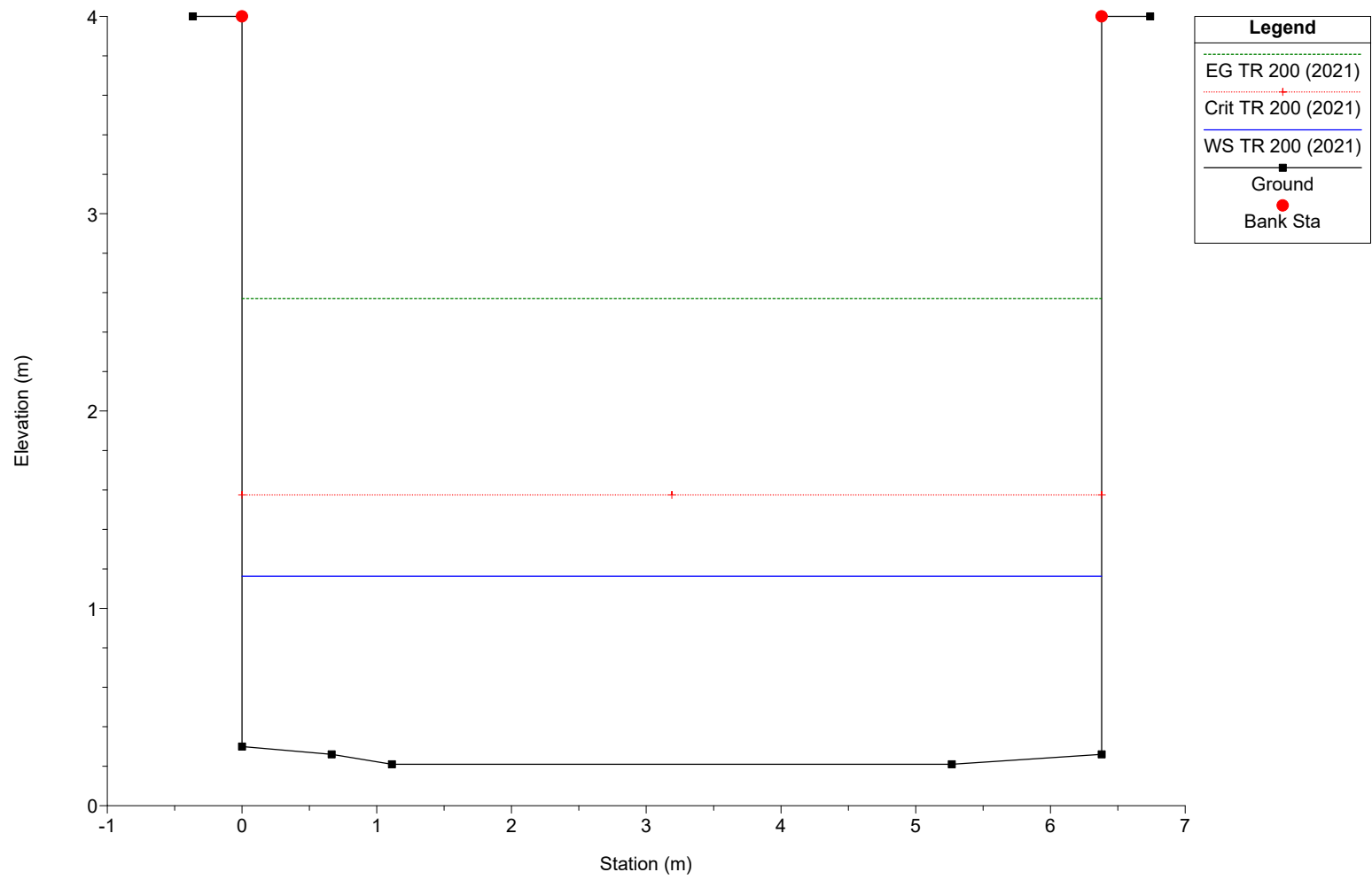
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -2.5 Regime di corrente: MISTO



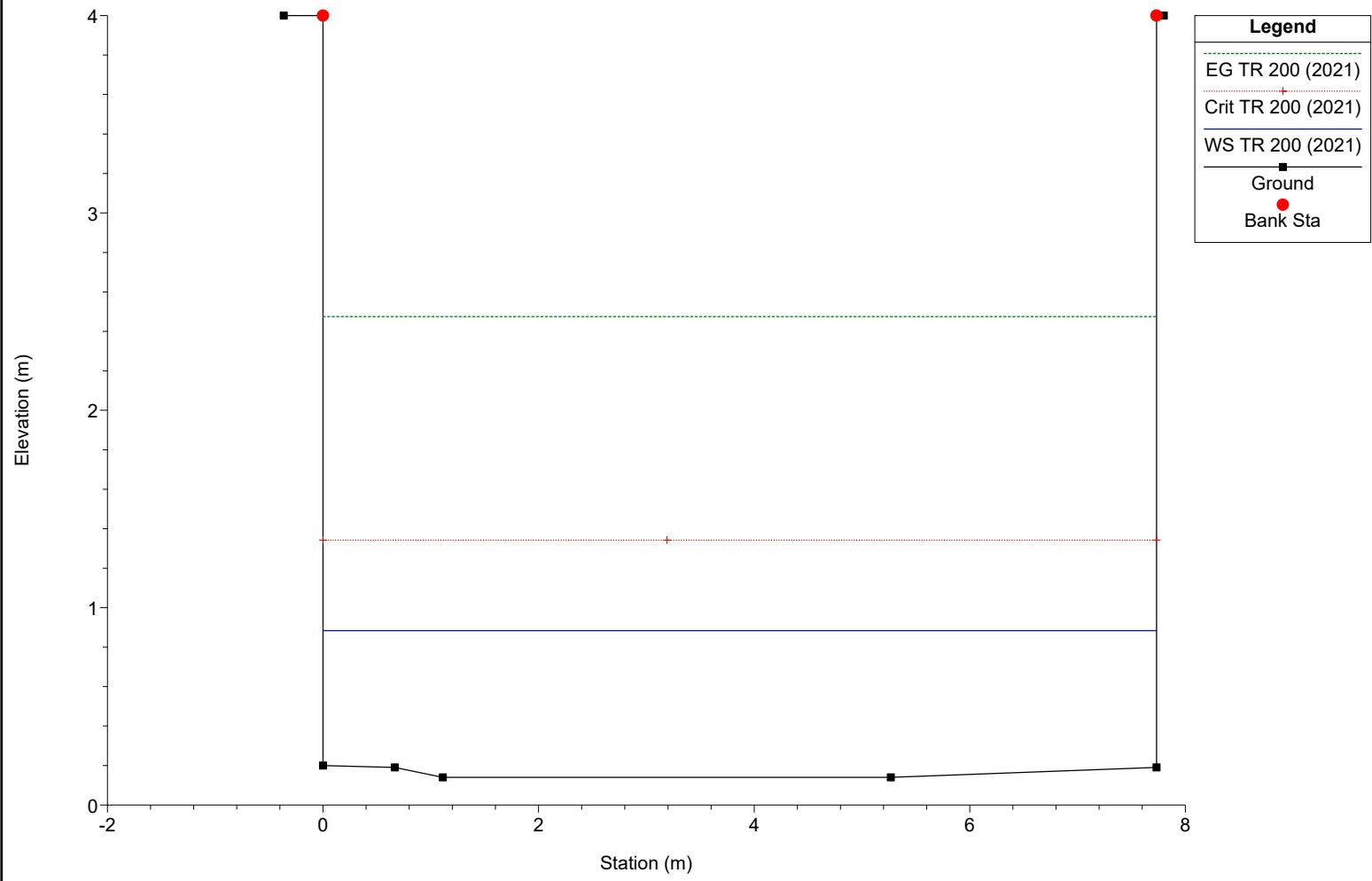
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -3 Regime di corrente: MISTO



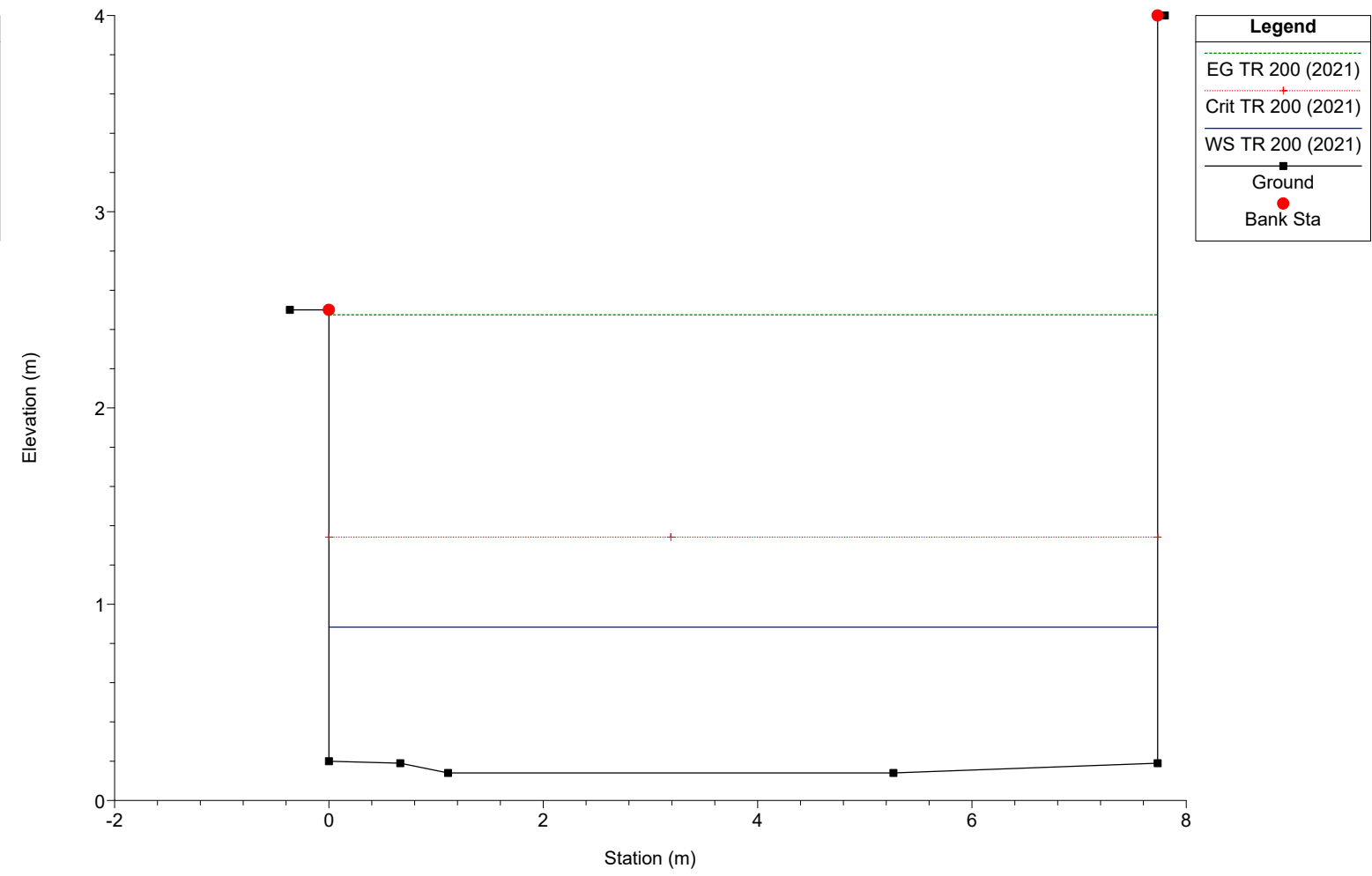
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -4 Regime di corrente: MISTO



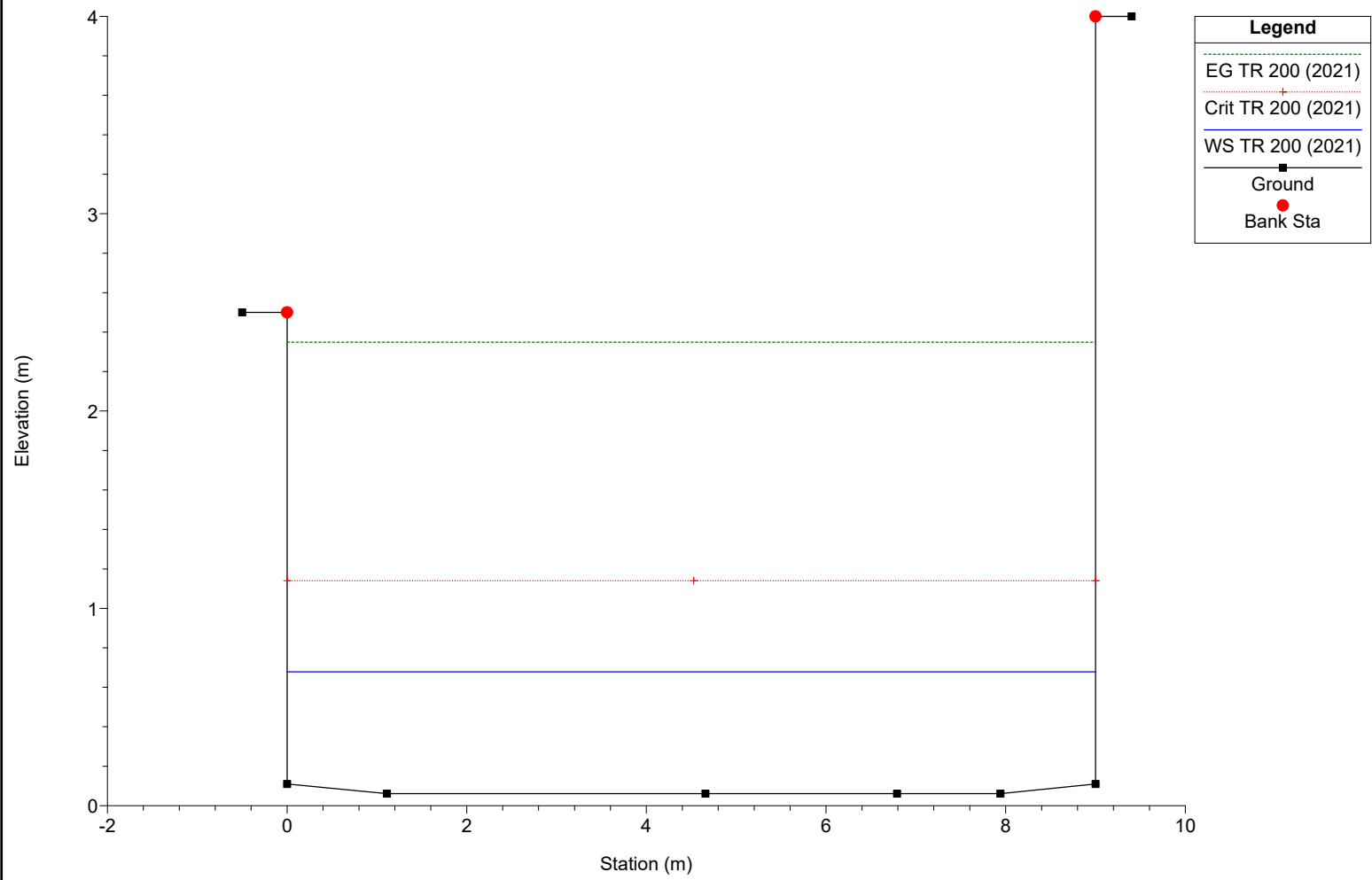
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -4.6 Regime di corrente: MISTO



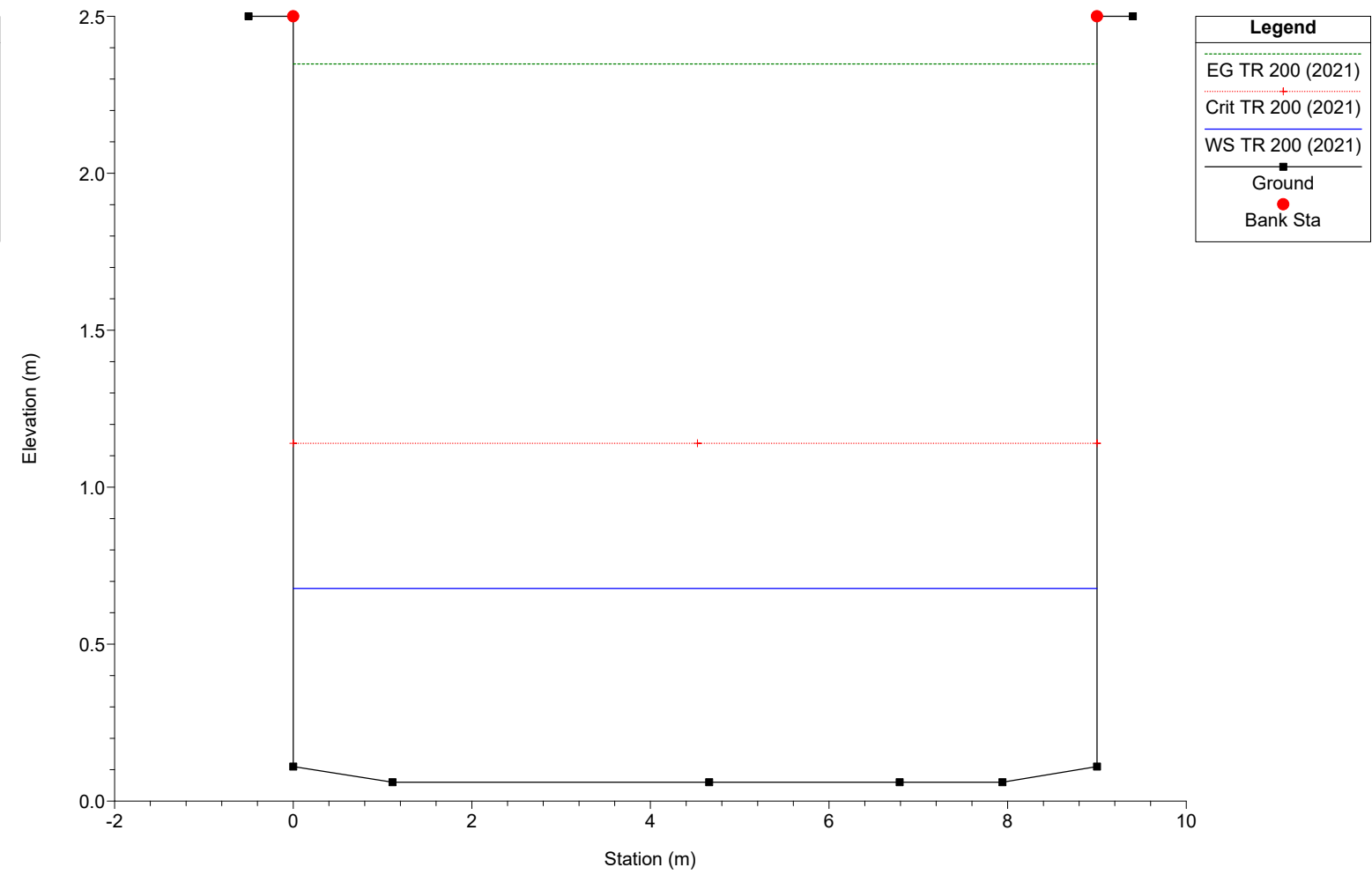
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -4.7 Regime di corrente: MISTO



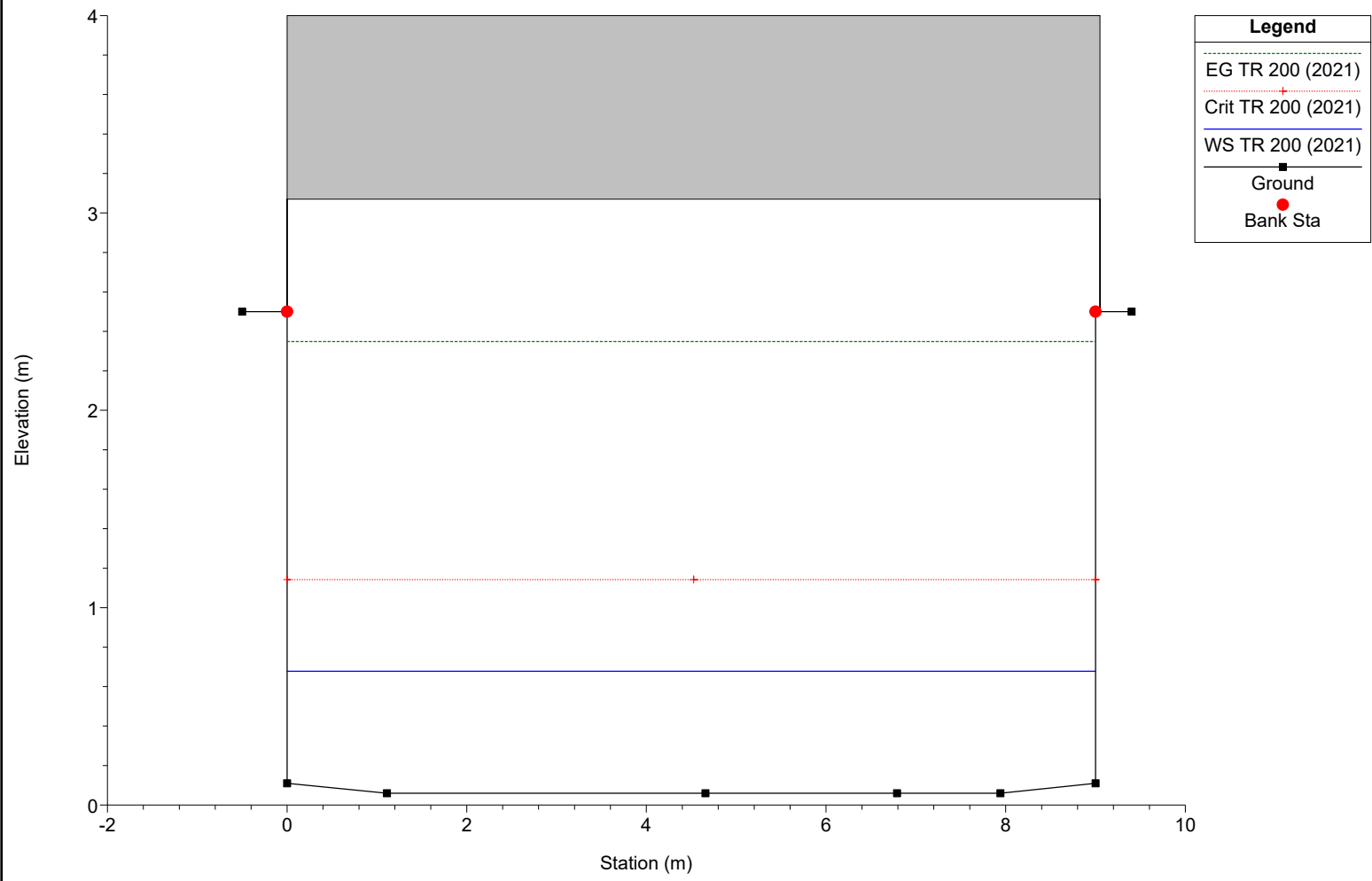
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -4.9 Regime di corrente: MISTO



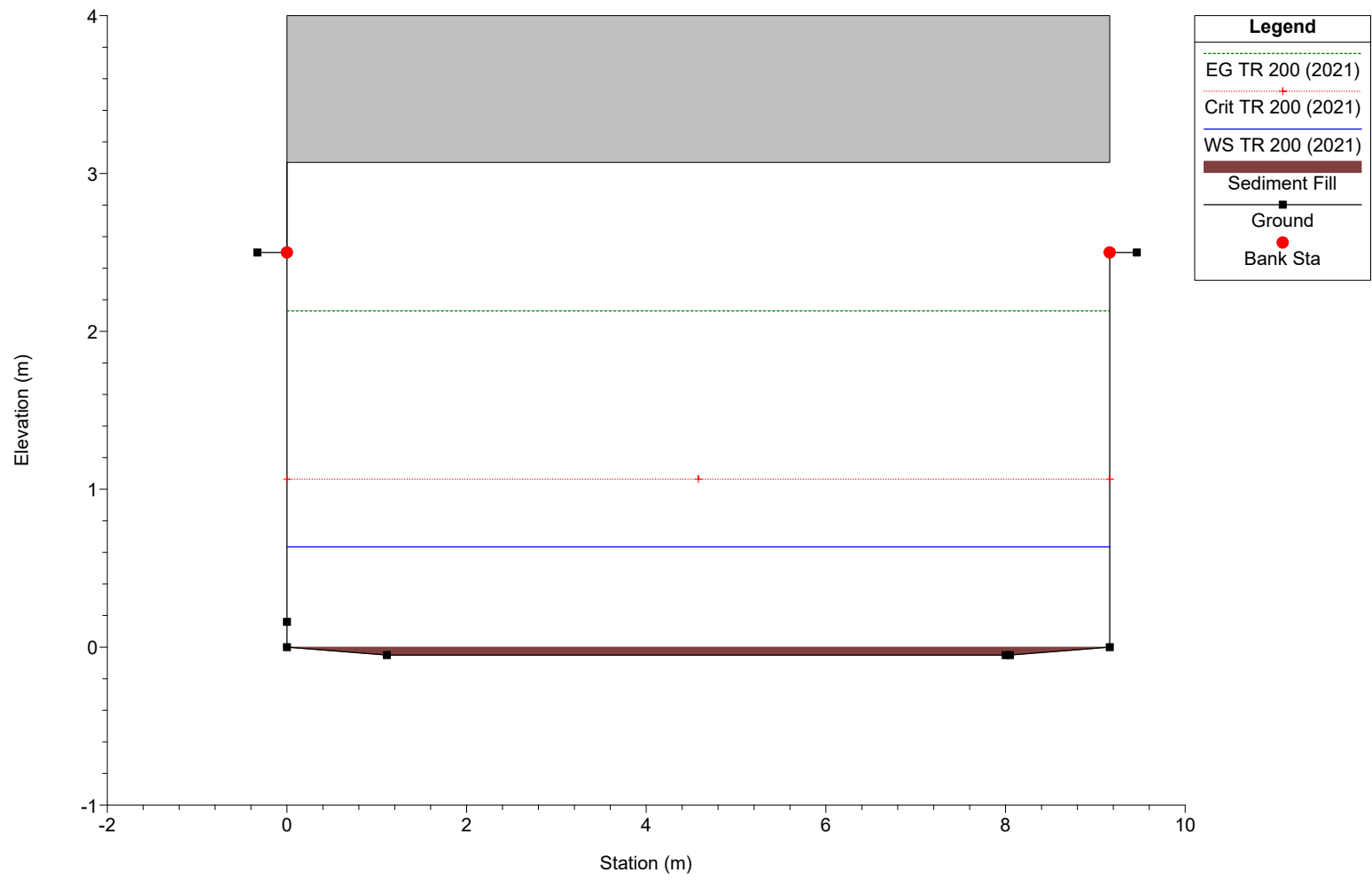
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -5 Regime di corrente: MISTO



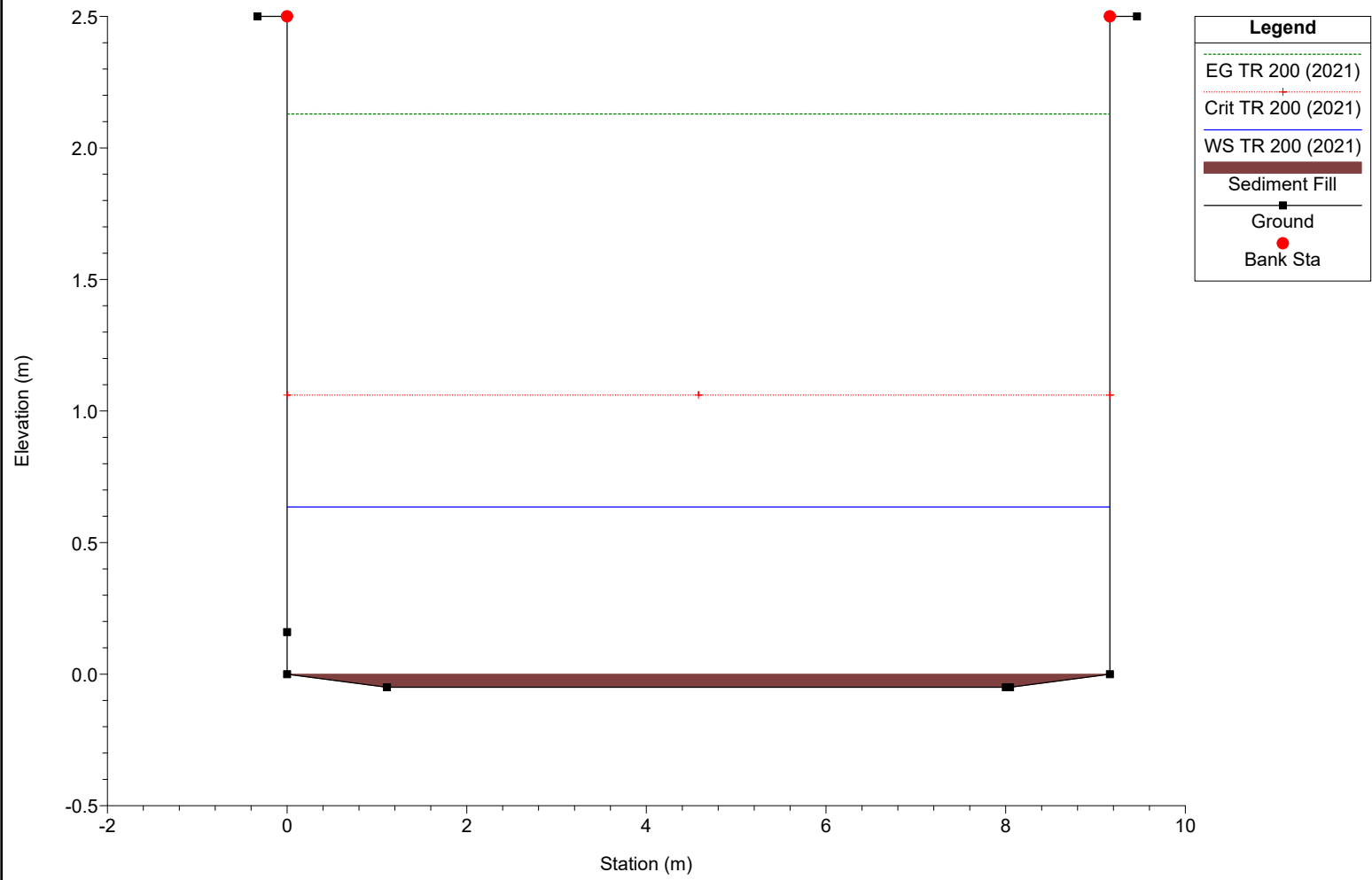
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -5.5 BR Regime di corrente: MISTO



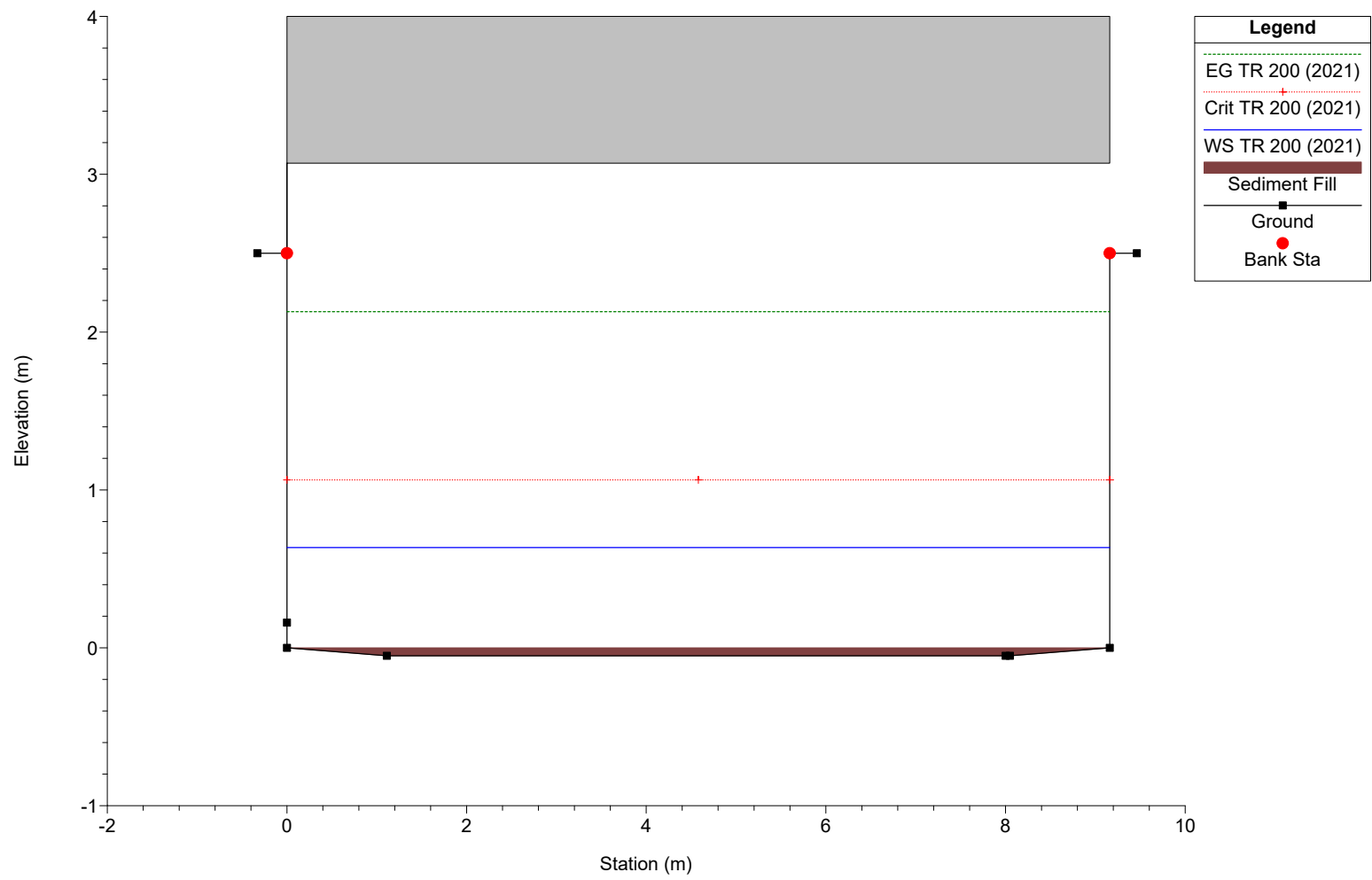
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -5.5 BR Regime di corrente: MISTO



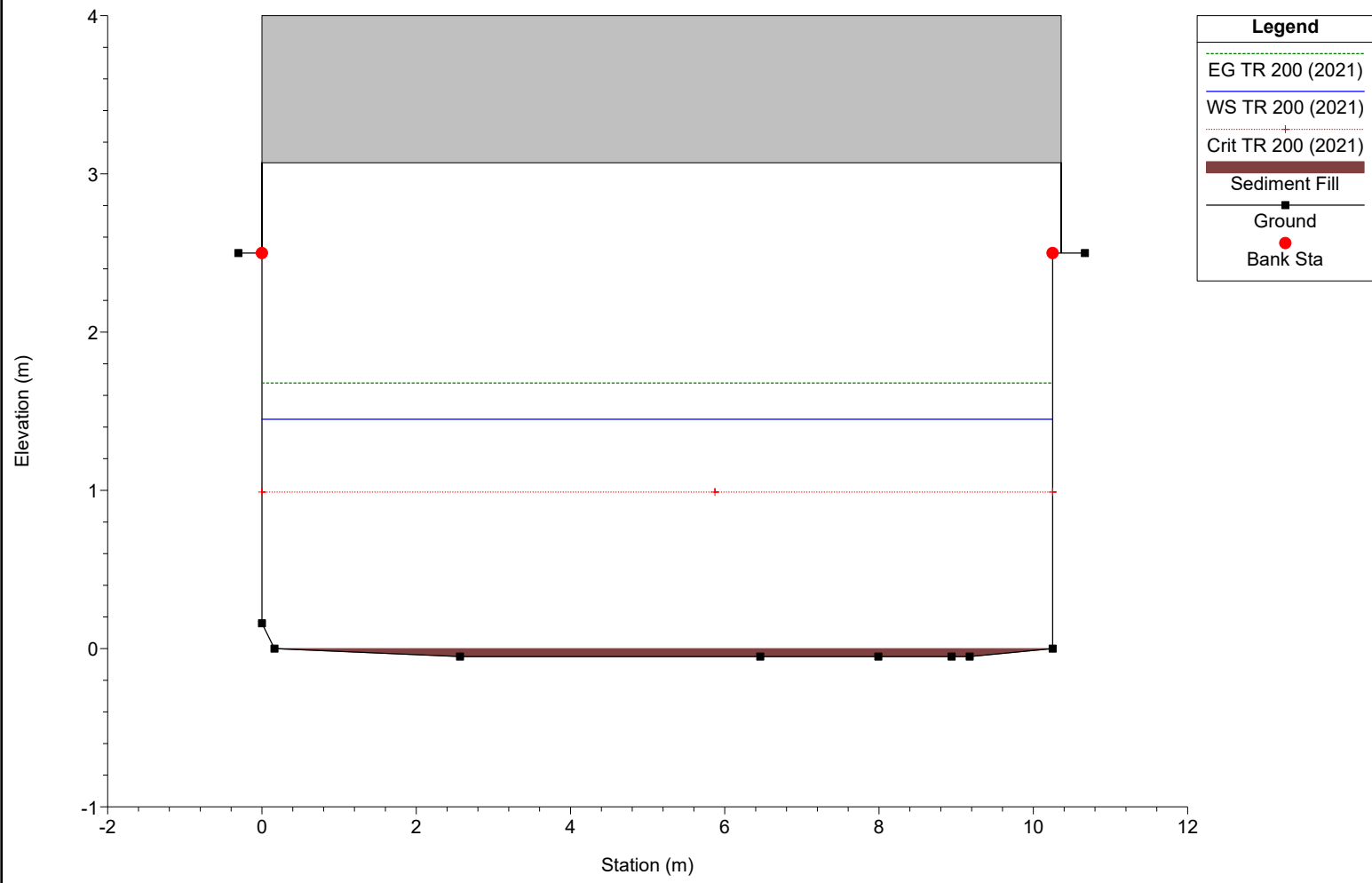
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -6 Regime di corrente: MISTO



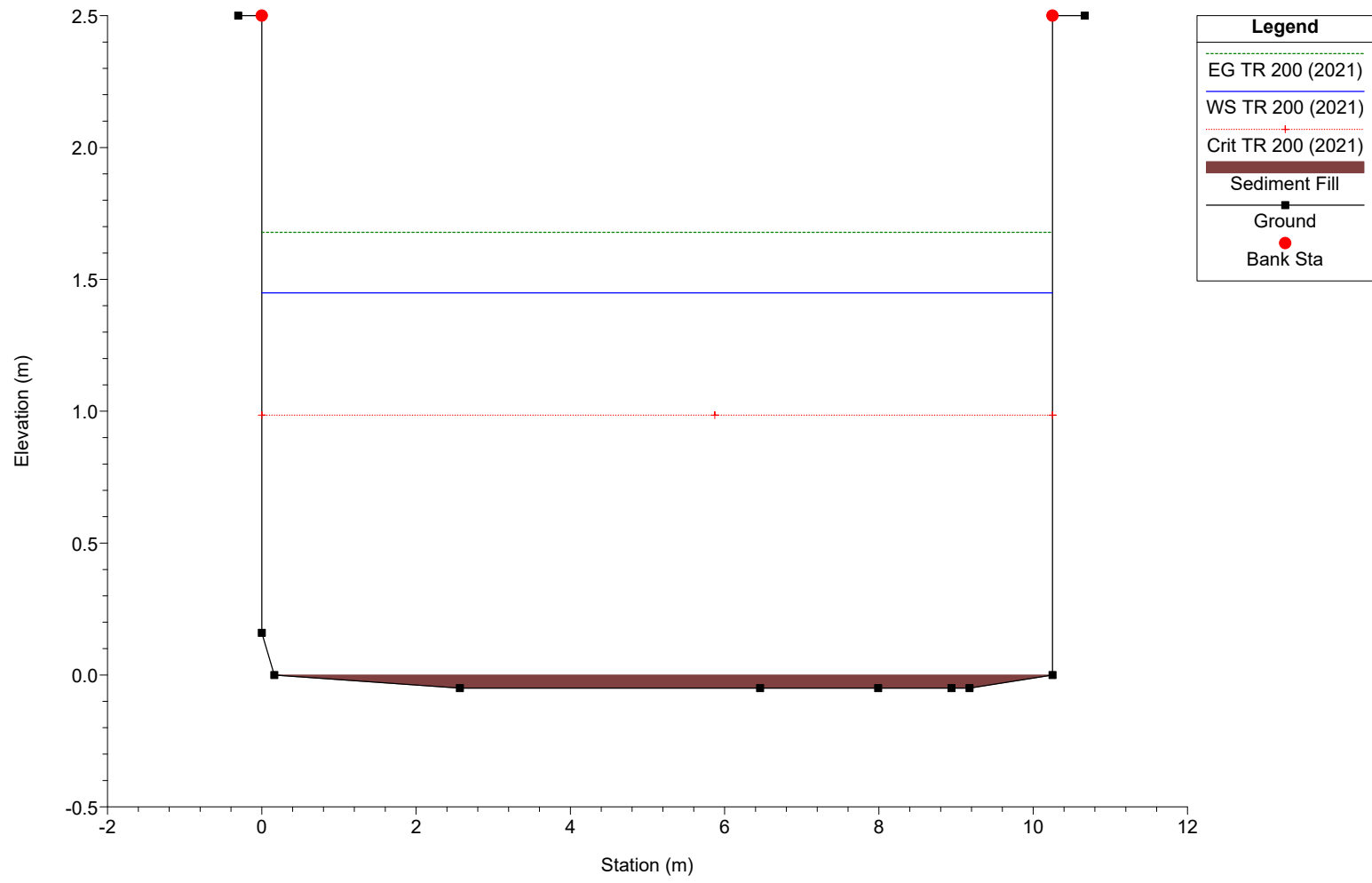
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -6.5 BR Regime di corrente: MISTO



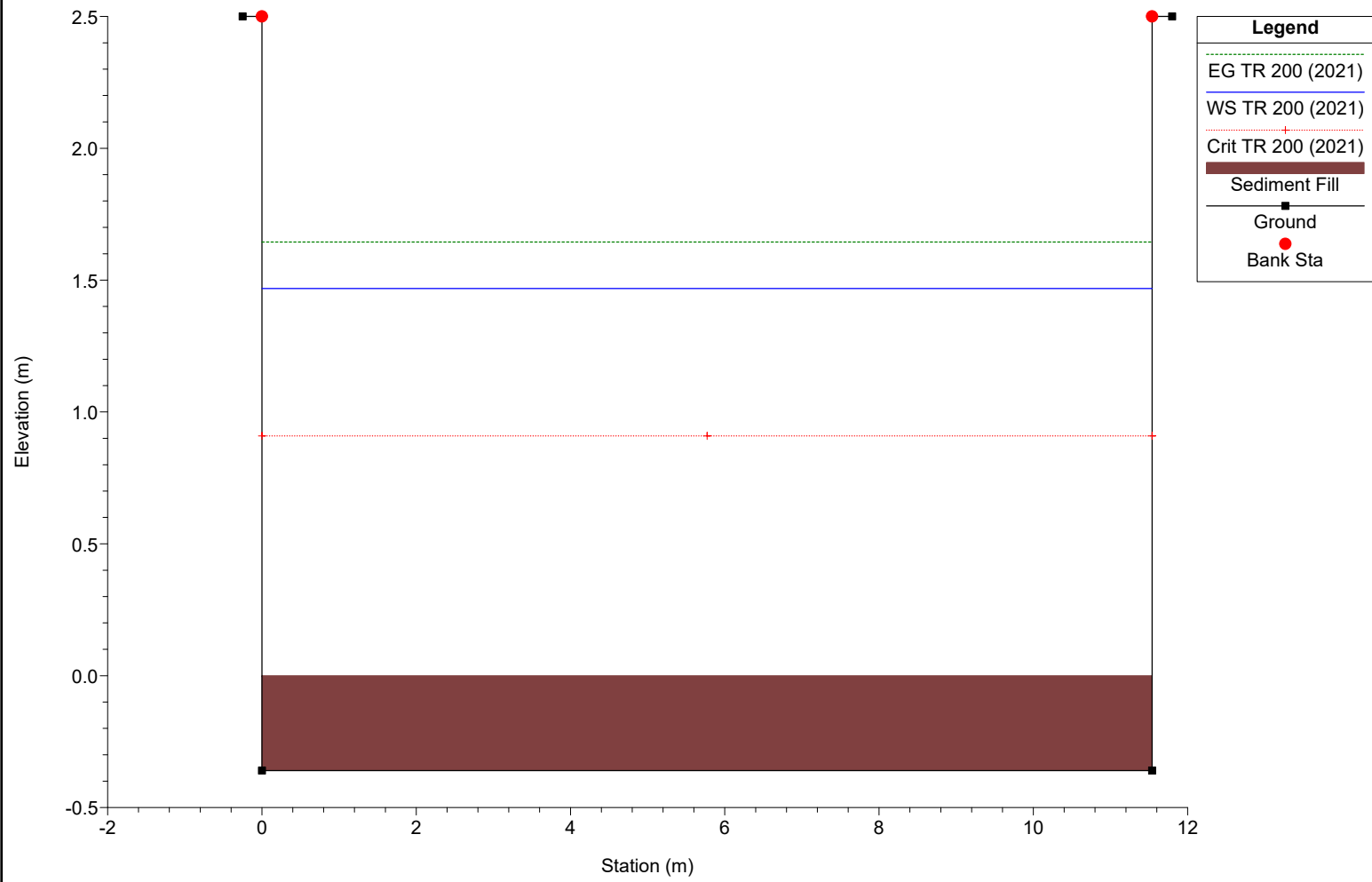
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -6.5 BR Regime di corrente: MISTO



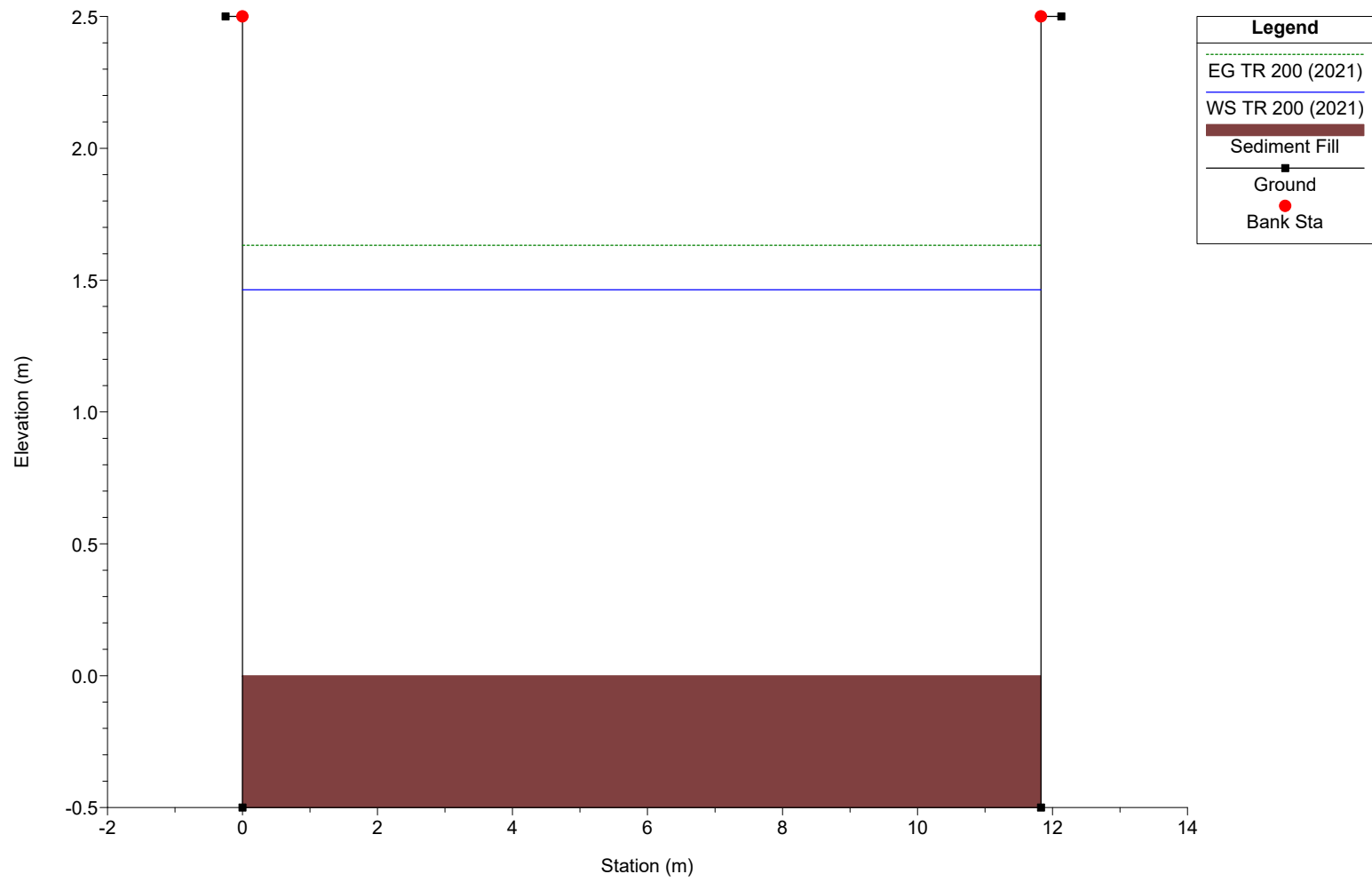
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -7 Regime di corrente: MISTO



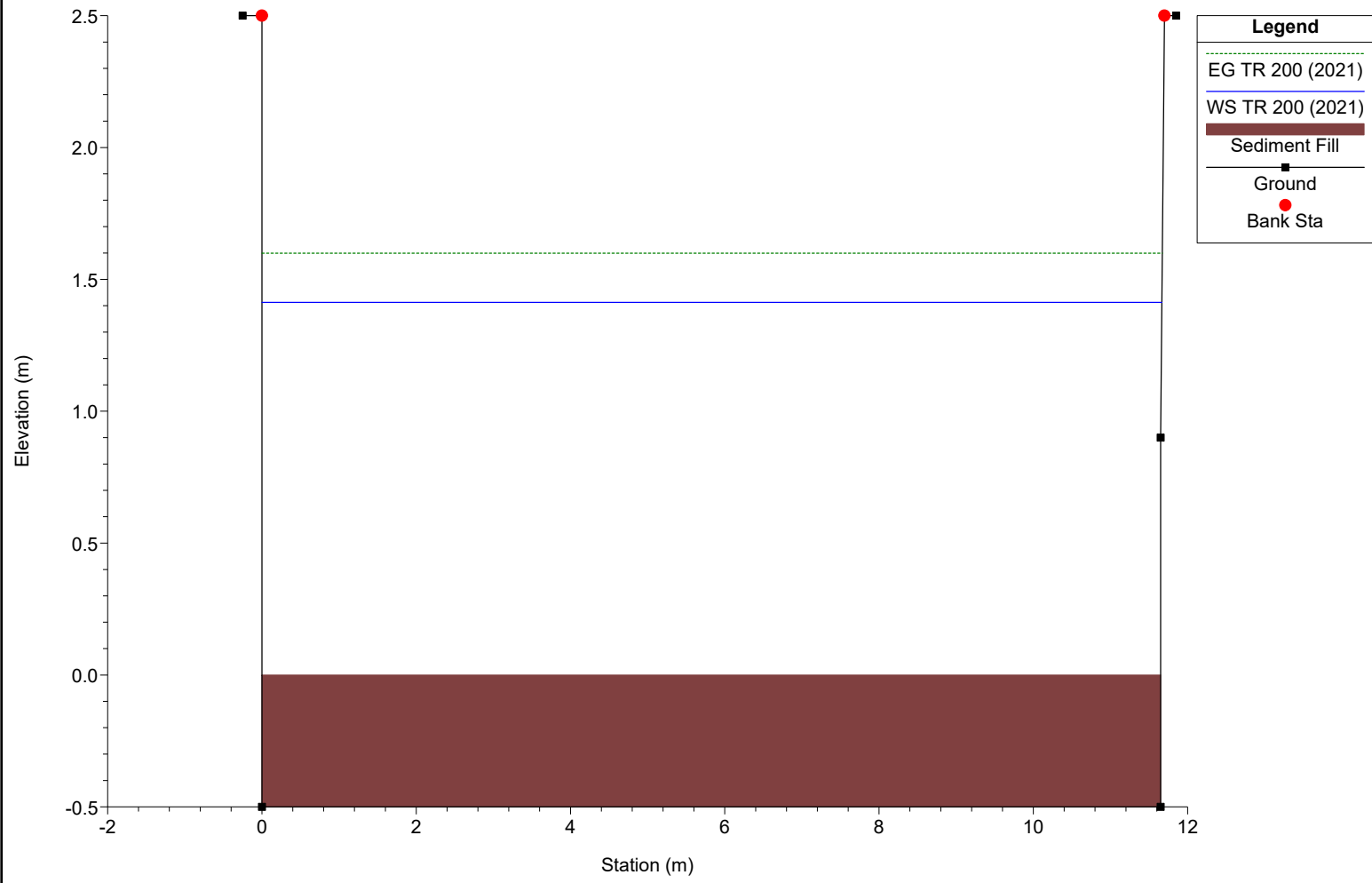
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -8 Regime di corrente: MISTO



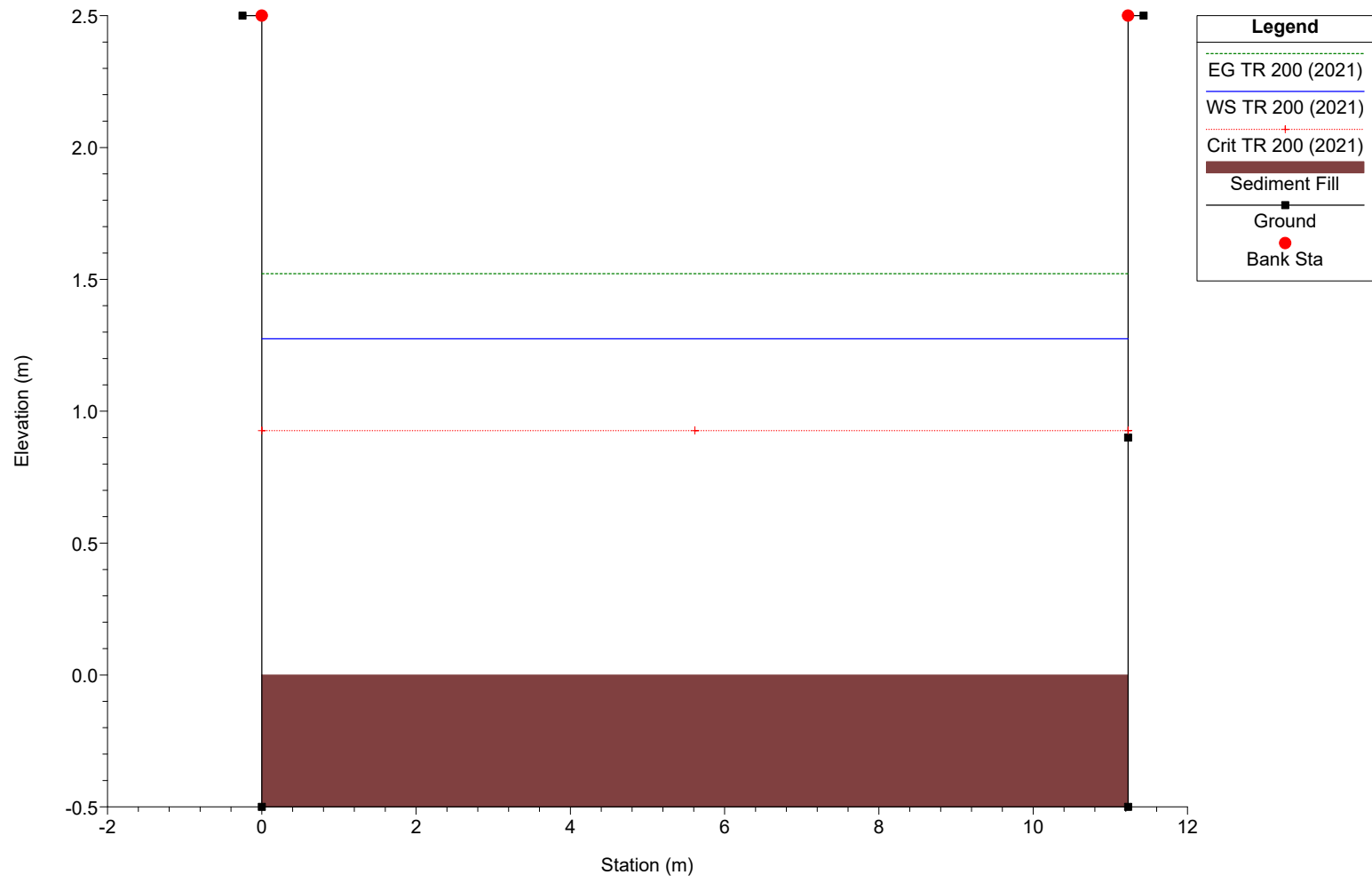
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -9 Regime di corrente: MISTO



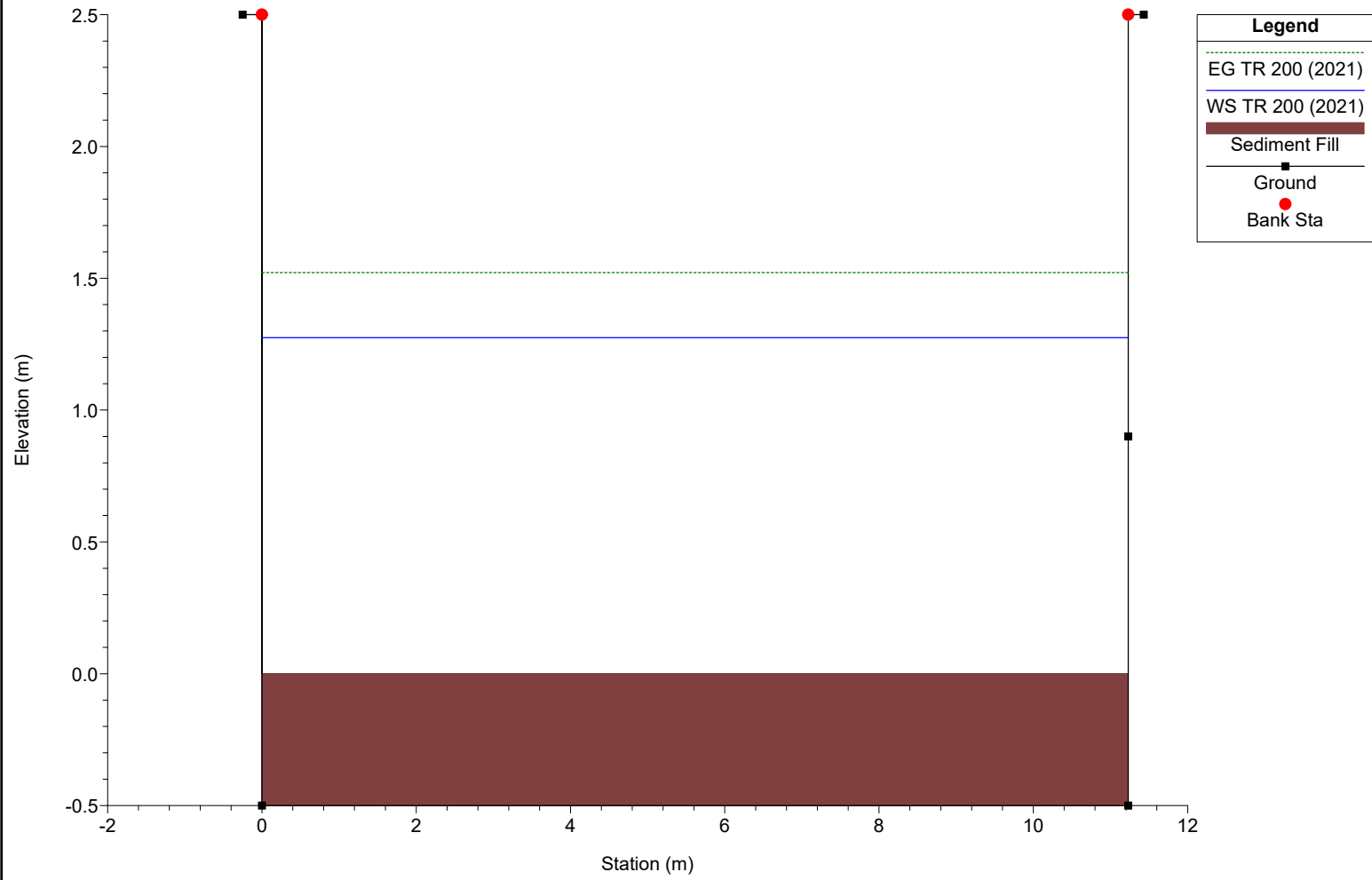
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -10 Regime di corrente: MISTO



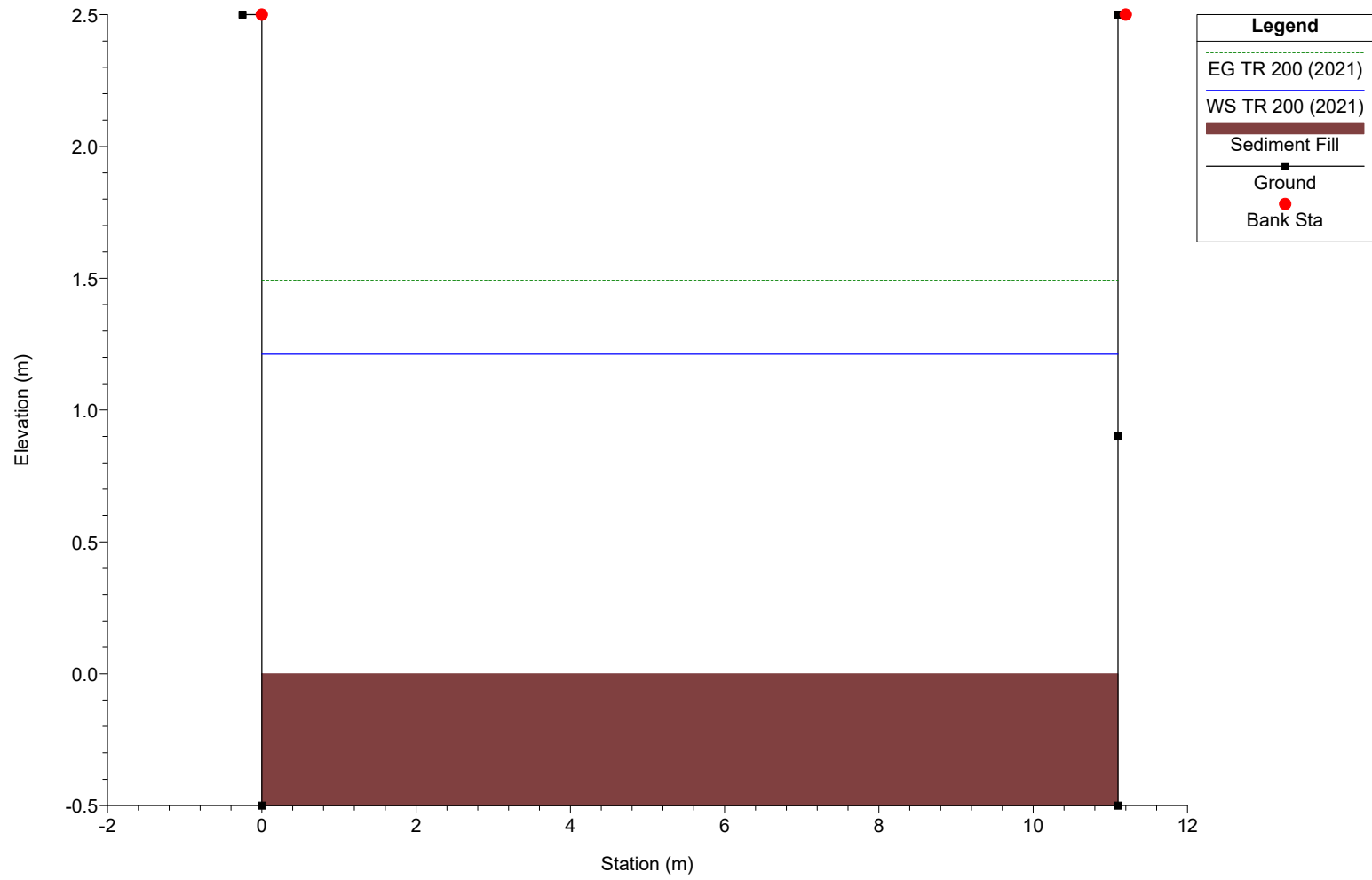
SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -11 Regime di corrente: MISTO



SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -11.1 IS Regime di corrente: MISTO



SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -12 Regime di corrente: MISTO



SDP_2022_Keff_definitivo_sed
RS = -13 Regime di corrente: MISTO

