COMUNE di MILLESIMO

PROVINCIA DI SAVONA



INTERVENTO DI SISTEMAZIONE FINALE E RECUPERO AMBIENTALE DELLA CAVA "BINE'"

COMMITTENTE

BAGNASCO EDOARDO S.r.l.
Via Cosseria 15
17056 - CENGIO (SV)

PROGETTISTI INCARICATI:

Geom. Tomaso Cerruti - Cerruti 1981 S.r.l.
Via Castellani 20 - 17043 Carcare (SV)

Dott. Geol. Marcello Brancucci
Via XX Settembre 5 - 17100 Savona

Ing. Roberto Desalvo - StAigeS Ingegneria S.r.l.
Corso Italia 22/6 - 17100 Savona

Dott. Fabio Palazzo
Dottore Agronomo, Guida Alpina-maestro di alpinismo
Landscape & Mountain design & planning
Via XX Settembre 28 10A - 16121 Genova

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	OTTOBRE 2019	PRIMA EMISSIONE

RELAZIONE IDRAULICA

1 PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Desalvo Roberto, amministratore unico e direttore tecnico della StAigeS Ingegneria s.r.l. con sede in Savona Corso Italia n. 22/6, su incarico della Committenza Impresa Bagnasco Edoardo S.r.l. redige la presente relazione idraulica inerente l'intervento di sistemazione idraulica del rio Sardo nell'ambito del progetto di sistemazione finale e recupero ambientale della cava denominata Binè, in comune di Millesimo (SV), da attuarsi nel tratto di corso d'acqua che costeggia il margine sud-est dell'area oggetto della passata attività estrattiva.

2 DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI OGGETTO DI INTERVENTO

La cava Binè risulta ubicata in una diramazione laterale alla valle principale percorsa dal fiume Bormida di Millesimo, in sponda orografica sinistra ad esso. Tale valle è a sua volta percorsa a sua volta dal rio Sardo, che confluisce nel fiume Bormida poco a monte del centro abitato di Millesimo. La zona di intervento è evidenziata nella seguente **Figura 1**.

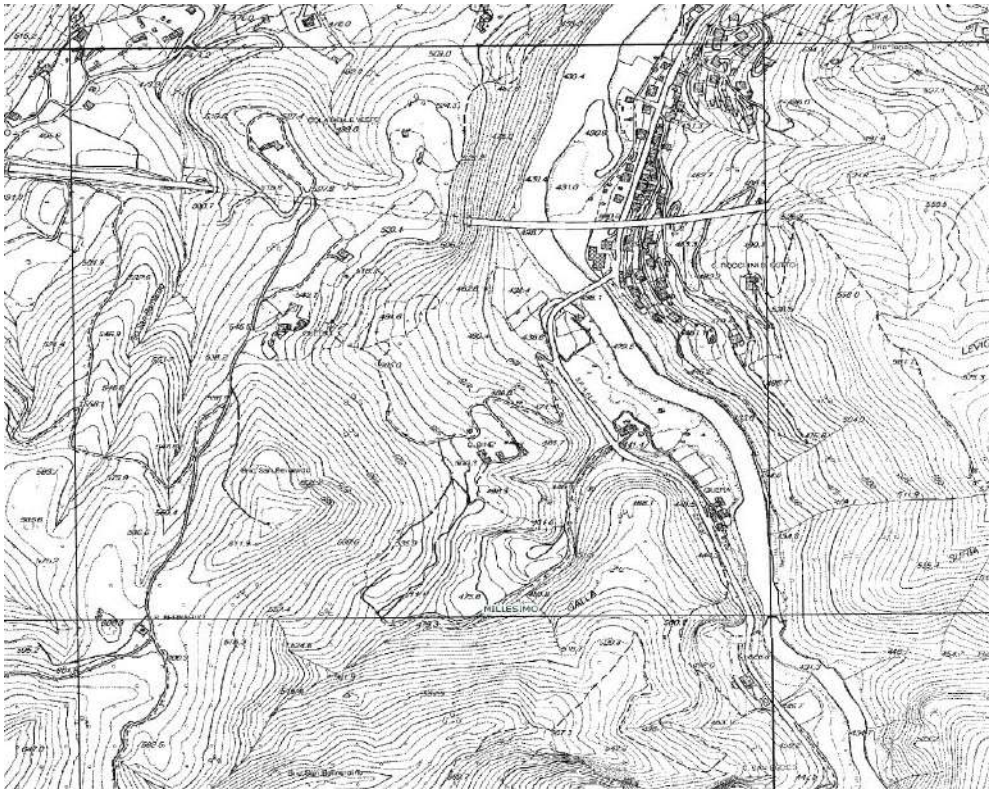


Figura 1: Individuazione dell'area di intervento su CTR 1:10000

Allo stato attuale il rio Sardo, meglio descritto al paragrafo successivo, costeggia la viabilità di accesso alla cava Binè che si diparte dalla S.P. n. 51. A causa dell'insufficienza idraulica di parte delle sezioni trasversali del rio, le portate tendono a deviare dall'alveo e ad invadere la strada sterrata posta in sponda sinistra del rio, specie in concomitanza di eventi piovosi intensi. Il deflusso incontrollato delle portate ha causato nel tempo il deterioramento della pista , che risulta caratterizzata da evidenti fenomeni erosivi.

In concomitanza con la sistemazione finale ed il recupero ambientale della cava Binè, pertanto, si provvederà anche alla sistemazione idraulica del rio, nella porzione che costeggia l'area sottoposta ad escavazione, al fine di consentire il contenimento delle portate di progetto all'interno del nuovo alveo.

3 IL BACINO IDROGRAFICO DEL RIO SARDO

Il rio Sardo, affluente di sinistra del fiume Bormida di Millesimo, è un corso d'acqua ricompreso nel reticolo idrografico del versante padano, pertanto ricade nel campo di competenza delle norme di attuazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI).

Il rio nasce ad una quota di circa 700 m s.l.m. e si immette nel fiume Bormida ad una quota di circa 430 m s.l.m. Il bacino idrografico sotteso dal torrente, chiuso alla confluenza con il fiume Bormida di Millesimo, è pari a circa 0,55 km^2, pertanto esso risulta classificato come corso d'acqua di secondo livello secondo la definizione riportata all'art. 3 del Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 e s.m.i.

Il bacino idrografico drenato dal rio Sardo risulta quasi totalmente coperto da boschi e scarsamente antropizzato. Le uniche tracce di attività umana sono individuabili nella presenza di strade di accesso ai fondi, comunque mantenute a fondo naturale, dell'area di cava oggetto della presente relazione e del breve tratto della S.P. n. 51 che interferisce con il rio nella sua parte terminale.

Il rio scorre sempre a cielo libero, ad esclusione del tratto in attraversamento sotto la strada provinciale.

Ai fini della verifica idraulica descritta nei paragrafi successivi, la sezione di chiusura afferente al rio Sardo è stata posta in corrispondenza della sua immissione nel fiume Bormida (**Figura 2**), quindi a favore di sicurezza, essendo la confluenza posta a valle della zona di intervento.

La confluenza tra i due corsi d'acqua, infatti, avviene a valle della S.P. 51 da cui parte la strada di accesso alla cava. Il bacino idrografico sotteso dal rio Sardo così calcolato risulta avere, come già indicato, una superficie pari a **0,55 km^2.**

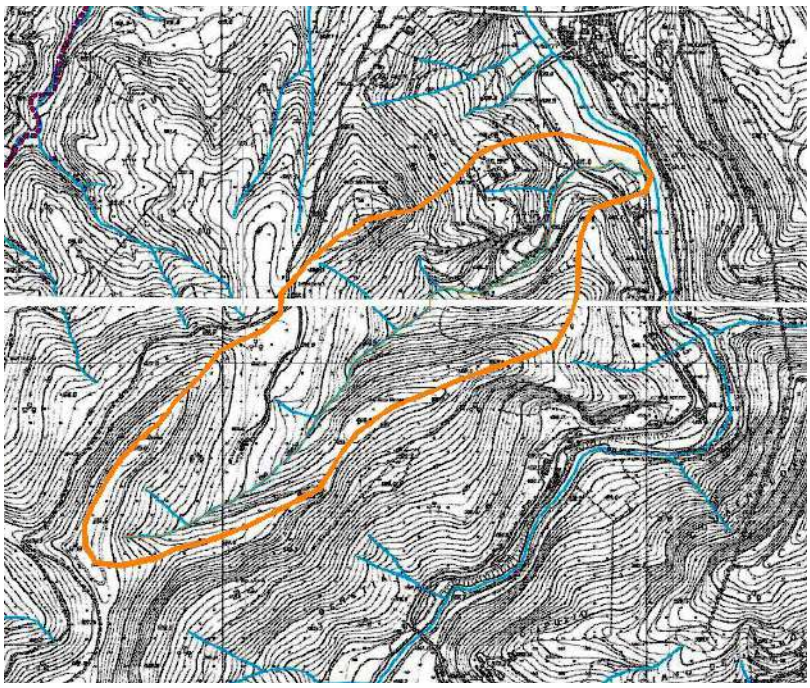


Figura 2: identificazione del bacino idrografico del rio Sardo sulla carta del reticolo idrografico della regione Liguria.

4 PORTATE DI PIENA DI PROGETTO PER IL BACINO DEL RIO SARDO

Le portate di piena di progetto relative al rio Sardo sono state determinate secondo la metodologia indicata nella "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"* emessa ai sensi dell'art. 10 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), nel seguito indicata brevemente come *Direttiva piene*.

- ***Stima del tempo di corrivazione***

La stima del tempo di corrivazione per il bacino è stata effettuata mediante l'applicazione di diverse formule empiriche di utilizzo corrente, riportate nella seguente **Tabella 1**, in cui:

A = superficie del bacino (km^2);

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km);

H_m = altitudine media del bacino (m s.l.m.);

H_0 = altitudine della sezione di chiusura (m s.l.m.);

Hmax = altitudine massima del bacino (m s.l.m.);

p = pendenza media dei versanti;

p_f= pendenza media fiume;

i = pendenza media dell'asta torrentizia.

I risultati dell'applicazione delle formulazioni sopra riportate sono indicati nella **Tabella 2**. Il tempo di corrivazione utilizzato per il calcolo delle portate è stato infine determinato come media sui valori ottenuti,

escludendo gli estremi inferiore e superiore. Il risultato è pari a **0,47 h**.

Giandotti	$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1{,}5\,L}{0.8\sqrt{H_m} - H_0}$
Ventura	$t_c = 0{,}127\sqrt{\frac{A}{i}}$
Pezzoli	$t_c = 0{,}055\frac{L}{\sqrt{i}}$
Kirpich	$t_c = 0{,}066\frac{L^{0{,}77}}{p}$
Tournon	$t_c = \frac{0{,}396\,L}{\sqrt{i}}\left(\frac{A}{L^2}\sqrt{\frac{i}{p}}\right)^{0{,}72}$
Puglisi	$t_c = 6\mathrm{L}^{2/3}\left(H_{max} - H_{min}\right)^{-1/3}$
Merlo	$t_c = 0{,}396\frac{L}{\sqrt{p}}\left(\frac{A}{L^2}\sqrt{\frac{p_f}{p}}\right)^{0{,}72}$

Tabella 1: formule utilizzate per la stima del tempo di corrivazione del rio Sardo.

Giandotti	*0,60*
Ventura	*0,24*
Pezzoli	*0,24*
Kirpich	*0,64*
Tournon	*0,48*
Puglisi	*1,33*
Merlo	*0,39*

Tabella 2: tempi di corrivazione (espressi in ore) derivanti dall'applicazione delle formule indicate in **Tabella 1**.

- ***Determinazione delle portate di progetto – metodo razionale***

La stima delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno è stata effettuata a partire dalle osservazioni pluviometriche relative al bacino idrografico chiuso alla sezione di interesse, con successiva applicazione del modello afflussi-deflussi nella forma del *metodo razionale*:

$$Q = 0{,}28\,ciA$$

dove:

Q = portata al colmo (m^3/s);

c = coefficiente di deflusso;

i = intensità di pioggia (mm/h);

A = superficie del bacino (km^2).

Data l'assenza di strumenti di misura delle precipitazioni intense all'interno del bacino idrografico del rio Sardo, per la valutazione delle altezze di pioggia riferite ai diversi periodi di ritorno (20, 100, 200 e 550 anni) si è fatto ricorso all'interpolazione spaziale dei parametri *a* ed *n* delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica ($h(t)=a*t_n$) effettuata con il metodo di Kriging, discretizzati in base ad un reticolo di 2 km di lato. Con riferimento all'Allegato 3 alla *Direttiva piene* (relativo alla distribuzione spaziale delle precipitazioni intense) ed alla **Figura 3** seguente, nella quale è riportata la sovrapposizione tra il bacino del rio Sardo e la griglia di discretizzazione precedentemente citata, è stato possibile individuare gli squadri di interesse all'interno dei quali ricade il bacino stesso e calcolare di conseguenza i parametri *a* ed *n* come media dei corrispondenti valori relativi ai singoli squadri secondo quanto riportato nella seguente **Tabella 3.**

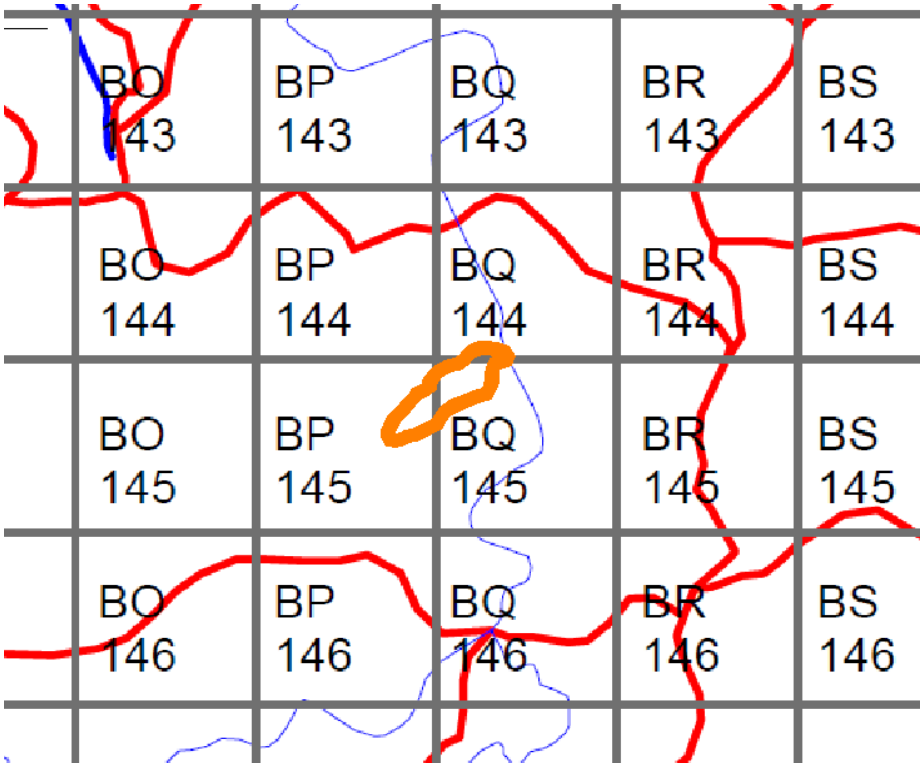


Figura 3: posizionamento del bacino idrografico del rio Sardo nella griglia di discretizzazione.

L'intensità di pioggia relativa ai diversi periodi di ritorno risulta derivabile dall'altezza di pioggia precedentemente calcolata, ipotizzando una durata pari a quella del tempo di corrivazione del bacino idrografico.

	T=20		T=100		T=200		T=500	
	a	n	a	n	a	n	a	n
BP145	*41.070*	*0.419*	*52.860*	*0.415*	*57.900*	*0.414*	*64.540*	*0.413*
BQ145	*42.360*	*0.419*	*54.510*	*0.415*	*59.720*	*0.413*	*66.580*	*0.412*
BP144	*42.570*	*0.422*	*54.900*	*0.419*	*60.160*	*0.418*	*67.100*	*0.418*
BQ144	*43.700*	*0.419*	*56.380*	*0.414*	*61.800*	*0.413*	*68.950*	*0.412*
BP146	*39.810*	*0.424*	*51.090*	*0.420*	*55.910*	*0.419*	*62.260*	*0.418*
BQ146	*40.890*	*0.424*	*52.450*	*0.421*	*57.410*	*0.419*	*63.940*	*0.418*
MEDIA	**41.73**	**0.421**	**53.70**	**0.417**	**58.82**	**0.416**	**65.56**	**0.415**

Tabella 3: parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica

Nella **Tabella 4** seguente si riporta una sintesi delle grandezze utilizzate per la determinazione delle portate al colmo del rio Sardo per i diversi periodi di ritorno ed i corrispondenti valori delle portate di progetto.
La stima del coefficiente di deflusso *c* indicato nelle tabelle precedentemente riportate è stata effettuata utilizzando il metodo SCS.

T_ritorno	***20***	***100***	***200***	***500***
h(T) (mm)	*30,37*	*39,18*	*42,96*	*47,92*
i(T) (mm/h)	*64,61*	*83,37*	*91,41*	*101,96*
C (-)	*0,38*	*0,45*	*0,48*	*0,51*
Q (m³/s)	***3,79***	***5,87***	***6,81***	***8,10***

Tabella 4: grandezze utilizzate nel calcolo delle portate al colmo e portate di progetto

Il coefficiente di deflusso di un bacino è definibile come la quota parte di pioggia che raggiunge la sezione interessata, e ottenibile dal seguente rapporto:

$$c = \frac{P_e}{h(T)}$$

dove P_e rappresenta la *precipitazione efficace* e $h(t_c)=at^n$ è la precipitazione totale precedentemente calcolata sulla base del reticolo geografico dei parametri *a* ed *n*. Tali parametri possono essere stimati mediante le seguenti formule:

$$P_e = \frac{P_n^2}{P_n + S} \qquad P_n = P - I_A \qquad I_A = k_{ia} S$$

dove:

- P = pioggia totale (mm);
- P_e = pioggia efficace (mm);
- P_n = pioggia netta (mm);
- S = capacità idrica massima del suolo (mm);

- I_A = perdite iniziali (mm);
- k_{ia} = coefficiente di perdite iniziali.

Applicando le formule sopra riportate, si può risalire al valore del coefficiente di deflusso richiesto per ogni tempo di ritorno desiderato.
Per il calcolo di IA si è considerato un coefficiente di perdite iniziali pari al 10% della capacità idrica massima del suolo S, operando a favore di sicurezza e in modo tale da mantenere sufficientemente elevata la portata in deflusso alla sezione.
La definizione di S dipende dalla classe del tipo di suolo presente nel bacino del rio Sardo. I tipi di suoli definiti nel metodo SCS sono i seguenti:

- A: elevata infiltrazione, per suoli con strati sabbiosi o di loess profondi, a siltosi aggregati (diametro 0,002-0,05 mm);
- B: infiltrazione moderata, per suoli con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi;
- C: infiltrazione lenta, per suoli con tessitura fine, quali argille limose, deboli strati di limo sabbioso, suoli con debole contenuto organico;
- D: infiltrazione molto lenta, per argille plastiche e compatte.

Volendo operare a favore di sicurezza, si è ipotizzato un terreno di tipo C e, sulla base di sopralluoghi eseguiti in sito, si è definita una tipologia di uso del suolo classificabile come “boschi e foreste con copertura moderata”. Si è scelto quindi un **CN** pari a **77**, sulla base della **Tabella 5**.

Tipologie di uso del suolo	Tipo di suolo			
	A	B	C	D
Suoli coltivati	62 - 72	71 - 81	78 - 88	81 - 91
Pascoli	39 - 68	61 - 79	74 - 86	80 - 89
Prati	30	58	71	78
Boschi e foreste con copertura modesta	45	66	77	83
Boschi e foreste con buona copertura dall'erosione e sottobosco	25	55	70	77
Aree a parco e di fruizione ricreativa:				
- con copertura erbacea superiore al 75%	39	61	74	80
- con copertura erbacea dal 50 al 75%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabili per l'85%)	89	92	94	95
Aree industriali (impermeabili per il 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali con percentuale media impermeabile:				
65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi, aree coperte (impermeabili)	98	98	98	98
Strade:				
- asfaltate	98	98	98	98
- inghiaiate	76	85	89	91

Tabella 5: valori di CN a seconda del tipo di suolo.

I risultati ottenuti per il calcolo del coefficiente di deflusso sono riportati nella seguente **Tabella 6.**

Tr	*20*	*100*	*200*	*500*
CN	*77*	*77*	*77*	*77*
S	*75,87*	*75,87*	*75,87*	*75,87*
Ia	*7,59*	*7,59*	*7,59*	*7,59*
Pe	*24,47*	*37,87*	*44,00*	*52,31*
c	***0,38***	***0,45***	***0,48***	***0,51***

Tabella 6: risultati per il coefficiente di deflusso e i vari parametri del metodo SCS .

5 DETERMINAZIONE PROFILI DI CORRENTE

Codice di calcolo utilizzato

La determinazione dei profili di rigurgito è stata condotta mediante lo specifico pacchetto software HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center, versione 5.5.0), che prevede la risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero nella schematizzazione monodimensionale.

La soluzione dell'equazione dei profili di rigurgito avviene nel software mediante l'applicazione dello schema di Euler-Cauchy, noto nella letteratura anglosassone con il nome di "Standard Step Method".

Il profilo è determinato in modo iterativo risolvendo l'equazione dell'energia tra due sezioni trasversali successive.

L'equazione dell'energia utilizzata dal programma è:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \Delta H \qquad (2.1)$$

dove:

- Y_1, Y_2 : tirante idrico nelle sezioni considerate;
- Z_1, Z_2 : quote del fondo alveo;
- V_1, V_2 : velocità medie (portata totale/area bagnata);
- α_1 , α_2 : coefficienti riduttori dell'energia cinetica;
- g : accelerazione di gravità;
- ΔH : perdita di carico.

Le condizioni al contorno sono applicate all'estremo di monte o di valle del tronco fluviale a seconda che ci si trovi nel caso di correnti rispettivamente veloci o lente. La soluzione si propaga alla sezione successiva dopo che il carico fra le due sezioni contigue risulta bilanciato con una tolleranza assegnata.

Qualora si verifichi una transizione da regime supercritico a subcritico, o viceversa, si è in presenza di moto rapidamente variato, l'equazione precedente non è più applicabile. Tale passaggio può essere causato da diversi fattori, quali per esempio un cambio significativo della pendenza del fondo, brusche variazioni di sezione o restringimenti determinati ad esempio dalla presenza di ponti con pile in alveo, confluenze, ecc.

In alcuni di questi casi è possibile fare uso di equazioni empiriche, in altri è necessario applicare l'equazione del Momento. L'espressione per la variazione del Momento nell'unità di tempo può essere scritta come:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q \cdot \rho \cdot \Delta V_x \qquad (2.2)$$

dove:

- P : pressione idrostatica nelle due sezioni consecutive del corso d'acqua;
- W_x : forza peso dell'acqua nella direzione x (direzione del moto);
- F_f : forza d'attrito;
- Q : portata del corso d'acqua;
- ρ : densità dell'acqua;
- ΔV_x : variazione della velocità tra le due sezioni consecutive.

Il pacchetto di calcolo richiede diversi dati di input tra i quali:

- descrizione geometrica completa del tronco fluviale, costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali e dal loro posizionamento plano – altimetrico, dalle lunghezze dei singoli tratti e dalle quote del fondo alveo e delle altezze arginali;
- caratterizzazione della resistenza dell'alveo mediante la definizione del coefficiente di scabrezza di Manning n e dei coefficienti di contrazione Cc e di espansione Ce ;

- condizioni idrauliche al contorno di valle o di monte per correnti lente o veloci all'inizio e alla fine del tratto analizzato;
- definizione geometrica ed idraulica di eventuali singolarità presenti in alveo (ponti, confluenze, etc.);
- definizione della portata di progetto.

- Definizione geometrica del corso d'acqua:

Per la definizione della geometria del corso d'acqua e realizzare il modello di calcolo, si è fatto riferimento ai rilievi plano altrimetrici di dettaglio relativi al tratto di interesse, forniti dal Geom. Tomaso Cerruti, al fine di poter tracciare correttamente le sezioni idrauliche corrispondenti allo stato di fatto.

Le sezioni così definite sono state implementate all'interno del modello HEC-RAS.

Nella seguente Figura 4 si riporta l'andamento del profilo longitudinale del corso d'acqua nella configurazione attuale, con evidenziate le sezioni trasversali.

- Parametri idraulici – parametri di scabrezza:

Nella modellazione di moto permanente monodimensionale il parametro di scabrezza per il tronco fluviale compreso fra due sezioni di calcolo porta in conto la natura, le condizioni vegetazionali e di manutenzione dell'alveo e delle sponde e le macroresistenze dovute alla variabilità longitudinale della geometria o a possibili variazioni brusche del perimetro bagnato al crescere della portata.

Nel caso in esame, il parametro di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato mantenuto costante lungo tutto il tratto del rio Sardo. Infatti, lo stato vegetazionale e la presenza di macroscabrezze all'interno dell'alveo permette di approssimare ogni sezione come un profilo a scabrezza costante, adottando un coefficiente di Strickler pari a circa **25 $m^{1/3}s^{-1}$** (Manning 0,04 $m^{-1/3}s$).

- Parametri idraulici – i coefficienti di contrazione ed espansione:

I coefficienti di contrazione ed espansione vengono usati per il calcolo delle perdite dovute alle transizioni d'alveo, intendendo con il termine "transizione" cambiamenti nella geometria delle sezioni d'alveo, siano essi restringimenti, allargamenti o presenza di manufatti, quali ponti o coperture.

In particolare si definisce un coefficiente di contrazione quando il carico cinetico nella sezione a valle di un ponte è maggiore del carico cinetico nella sezione a monte del restringimento. Viceversa, quando il carico cinetico nella sezione del restringimento è maggiore del carico cinetico della sezione dell'allargamento, ovvero della sezione di valle, si ha un'espansione del flusso della corrente: si definisce in questo caso un coefficiente di espansione.

I tipici valori assunti in un regime subcritico dai coefficienti di contrazione ed espansione sono riportati di

seguito (cfr. **Tabella 8**). Per un regime supercritico, invece, i valori dei coefficienti sono inferiori (cfr. **Tabella 9**):

Tabella 8: Coefficienti di espansione e contrazione - REGIME SUBCRITICO

	Contrazione	Espansione
Assenza di transizioni	0	0
Transizioni graduali	0.1	0.3
Sezioni in prossimità di ponti	0.3	0.5
Cambiamenti repentini	0.6	0.8

Tabella 9: Coefficienti di espansione e contrazione – REGIME SUPERCRITICO

	Contrazione	Espansione
Assenza di transizioni	0	0
Transizioni graduali	0.1	0.15
Sezioni in prossimità di ponti	0.1	0.2
Cambiamenti repentini	0.3	0.5

- Parametri idraulici – regime di moto e condizioni al contorno:

Definite le geometrie, resta da stabilire il tipo di regime di moto con cui effettuare il calcolo del profilo di rigurgito. Poiché non è possibile ipotizzare a priori un regime prettamente subcritico o supercritico per tutta la lunghezza del tratto d'alveo considerato, la scelta è ricaduta su un regime di moto di tipo misto, che richiede la definizione delle condizioni al contorno sia di monte che di valle.

La scelta delle condizioni al contorno è necessaria per determinare l'altezza che il pelo libero raggiunge in alveo.

Le condizioni al contorno che è possibile assegnare nel pacchetto software Hec-Ras sono essenzialmente tre:

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

La prima condizione, da preferire quando è possibile, si verifica quando il corso d'acqua in esame è collegato (a monte o a valle) ad un recipiente idrico (corso d'acqua maggiore, lago o mare) il cui livello possa considerarsi invariante nel tempo. La stessa condizione può essere applicata quando il livello da assegnare sia noto perché misurato in situ.

Quando non sia disponibile un valore noto del livello, è possibile ipotizzare l'instaurarsi delle condizioni di moto uniforme nel tratto a valle (per le correnti lente) o in quello a monte (per le correnti veloci). Tale condizione, tuttavia, potrebbe risultare affetta da errore elevato in quanto i corsi d'acqua naturali sono, per la loro intrinseca estrema variabilità, sempre molto lontani dalle condizioni ideali di moto uniforme.

Più facilmente, nei corsi d'acqua naturali si possono trovare situazioni morfologiche per le quali si stabiliscono per la corrente condizioni di deflusso in stato critico. Ciò accade, ad esempio, in corrispondenza di restringimenti dovuti ad un attraversamento, di una soglia di fondo, di un salto di fondo, ecc.

Quindi le sezioni estreme dei tratti dei corsi d'acqua, sia a monte che a valle, dovrebbero essere rilevate, per quanto possibile, in corrispondenza di tali situazioni, così da facilitare l'individuazione delle condizioni al contorno da assegnare.

Qualora non si abbiano elementi sufficienti per assegnare le condizioni al contorno con limitata incertezza, la soluzione consiste nel prolungare il tratto in studio verso monte e verso valle, rispettivamente per correnti veloci e correnti lente. In tal modo la condizione al contorno viene assegnata lontano dal tratto di effettivo interesse. Errori di valutazione nei livelli idrici da assegnare esercitano, in questo modo, una minore influenza sui valori delle caratteristiche idrometriche nel tratto considerato.

La lunghezza di prolungamento a valle o a monte richiesta per smorzare gli effetti di variazioni sulle condizioni al contorno dipende da diversi fattori: portata, scabrezza, pendenza e geometria della sezione.

È da sottolineare che quasi mai è possibile stabilire a priori il regime con cui si svolge il moto, soprattutto in corsi d'acqua naturali, dove per la estrema irregolarità della geometria si possono verificare vari cambiamenti di regime. È necessario, quindi, assegnare sempre entrambe le condizioni al contorno, a monte e a valle.

A seguito di tali premesse utili alla definizione delle condizioni al contorno, per il calcolo del profilo di rigurgito per l'asta principale del rio Sardo è stata effettuata la seguente scelta: livello di moto uniforme per l'assegnata portata e pendenza di fondo nota.

- Modellazione dell'attraversamento stradale:

L'attraversamento stradale della S.P. n. 51, posto a valle del tratto di intervento, è stato modellato mediante l'inserimento rispondenza della tombinatura è stata eseguita utilizzando la modellazione a "lid" che consente di simulare lunghi tratti tombati a sezione variabile. La geometria del terreno viene usata per descrivere la parte inferiore del tunnel, mentre l'opzione "lid" definisce la parte superiore. Il programma computa le sezioni munite di "lid" come se fossero sezioni a cielo aperto, utilizzando l'equazione dell'energia per il bilanciamento del profilo del pelo libero, con l'unica differenza che quando il pelo libero viene a contatto con la copertura il software sottrae area ed aumenta il perimetro bagnato.

6 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLA CONFIGURAZIONE ATTUALE

Con riferimento ai risultati della modellazione idraulica relativa allo stato attuale, riportati in **Allegato 1** sotto forma di sezioni e tabelle, si evidenzia l'esondazione delle portate di progetto dovuta all'insufficienza delle sezioni trasversali comprese tra la 30 e la 28.

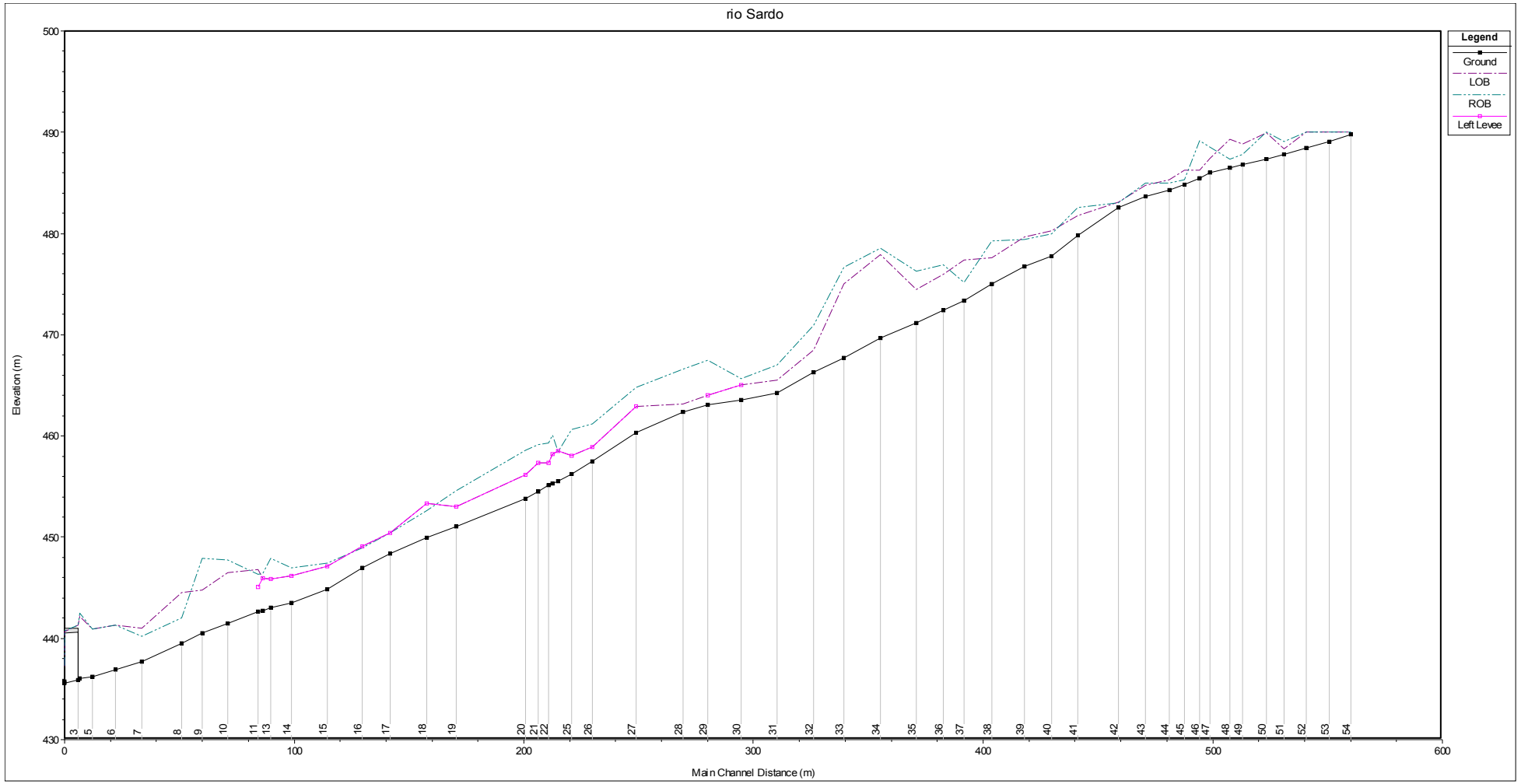


Figura 4: profilo stato attuale

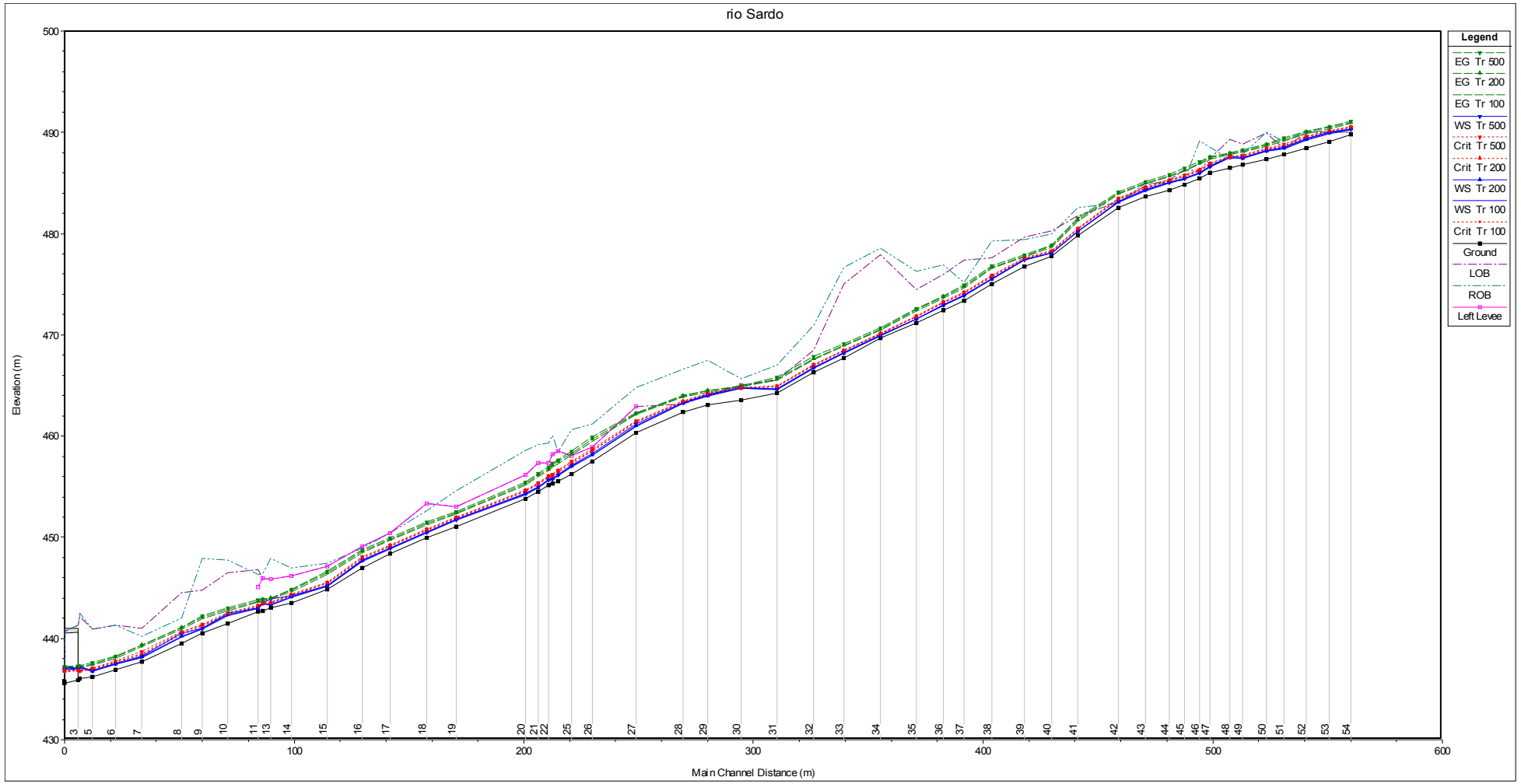


Figura 5: Profili di rigurgito stato attuale per tempi di ritorno pari a 100, 200 e 500 anni

7 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

La sistemazione idraulica del rio Sardo proposta in questa sede prevede la riprofilatura delle sponde del corso d'acqua con creazione di un nuovo alveo che ne riporti il tracciato all'interno dei limiti catastali, localmente esterni all'andamento attuale del rio.

L'intervento interesserà il tratto del rio Sardo che costeggia direttamente l'areale di cava Binè oggetto di sistemazione finale e reucupero ambientale, per una lunghezza complessiva di circa 370 m. Per la realizzazione delle nuove sponde si utilizzeranno gabbioni in rete metallica colmati con materiale lapideo, al fine di limitare l'impatto dell'opera stessa sull'ambiente circostante. L'altezza complessiva delle gabbionate sarà pari a 3 m; la disposizione dei singoli elementi sarà tale da garantirne la stabilità nel tempo e l'inserimento ottimale nel contesto circostante.

In corrispondenza del tratto terminale dell'intervento si prevede l'inserimento di una vasca di sedimentazione, realizzata anch'essa in gabbioni, dotata a valle di una briglia trasversale in c.a. sormontata da profili metallici finalizzati all'intercettazione di eventuale materiale flottante trasportato dalla corrente specie durante gli eventi di piena. La vasca avrà lo scopo di favorire l'accumulo del materiale grossolano trascinato a valle dal corso d'acqua. Il dimensionamento della vasca è stato effettuato mediante l'applicazione del metodo di Gavrilović nella sua formulazione semplificata, che consente di valutare il trasporto solido su scala annuale basandosi su alcuni parametri che tengono conto di:

- precipitazione media annua h (mm/y);
- grado di protezione del suolo da parte della vegetazione (Xa);
- erodibilità del suolo in funzione della sua litologia (Y);
- superficie del bacino S (km^2);
- isoterma media annua T (°C);
- tipologia ed intensità dei processi erosivi (Φ);
- pendenza media del bacinoI.

La formula applicabile è la seguente:

$$\dot{V} = \pi h \sqrt{X^3 Y^3 S \left(\frac{\langle T \rangle}{10} + 10\right)(\phi + \sqrt{I})^3}$$

Nelle seguenti **Tabelle 7** e **8** si riportano le grandezze descrittive del bacino del rio Sardo ed i valori dei parametri numerici utilizzati per la valutazione del volume erodibile.

L'applicazione della sopra citata metodologia ha consetito di definire il volume erodibile annuale pari a circa 80 m^3.

L'inserimento della vasca di sedimentazione risulta necessario soprattuto nelle fasi di ripristino

morfologico del versante oggetto di escavazione, durante il periodo transitorio in cui le operazioni di rinverdimento non avranno raggiunto un livello tale da garantire la protezione del pendio in fase di ricostruzione nei confronti dell'erosione indotta dal ruscellamento delle acque piovane. La presenza della vasca favorirà la deposizione del materiale eventualmente dilavato dal versante e captato dal rio Sardo, evitando quindi che lo stesso possa accumularsi nelle sezioni di valle, specie quelle poste in corrispondenza dell'attraversamento della S.P. n. 51.

S (superficie del bacino, km^2)	***0,55***
H (precipitazione media annua, mm/y)*	***810***
T (isoterma media annua, °C)*	***12,2***
Lunghezza asta torrentizia (L, km)	***1***
Quota minma bacino (Qmin, m)	***432***
Quota massima bacino (Qmax, m)	***700***

**** Dati ricavati da Atlante Climatico Liguria***

Tabella 7: caratteristiche geografiche e climatiche del bacino del rio Sardo.

Soil protection coefficient	***Xa***
Mixed and dense forest	0.05–0.20
Thin forest with grove	0.05–0.20
Coniferous forest with little grove, scarce bushes, bushy prairie	0.20–0.40
Damaged forest and bushes, pasture	0.40–0.60
Damaged pasture and cultivated land	0.60–0.80
Areas without vegetal cover	0.80–1.00
Soil erodibility coefficient	***Y***
Hard rock, erosion resistant	0.1–0.3
Rock with moderate erosion resistance	0.3–0.5
Weak rock, schistose, stabilised	0.5–0.6
Sediments, moraines, clay and other rock with little resistance	0.6–0.8
Fine sediments and soils without erosion resistance	0.8–1.0
Erosion and stream network development coefficient	***φ***
Little erosion on watershed	0.1–0.2
Erosion in waterways on 20–50% of the catchment area	0.3–0.5
Erosion in rivers, gullies and alluvial deposits, karstic erosion	0.6–0.7
50–80% of catchment area affected by surface erosion and landslides	0.8–0.9
Whole watershed affected by erosion	1.0

Tabella 8: fattori descrittivi utilizzati nel modello di Gavrilović.

Il nuovo tracciato planimetrico del rio Sardo ricalcherà il più fedelmente possibile l'andamento dei limiti catastali del corso d'acqua, evitando tuttavia i bruschi cambiamenti di direzione che li

caratterizzano e privilegiando un andamento il più possibile naturale e sinuoso.

8 RISULTATI DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA NELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

La modellazione idraulica relativa alla configurazione di progetto proposta (i cui risultati completi sono riportati nell'**Allegato 2**) evidenzia il pieno soddisfacimento delle normative idrauliche vigenti in termini di franchi spondali. Le sezioni trasversali di progetto garantiscono il deflusso in sicurezza della portata 200-ennale di riferimento lungo l'intero tratto di intervento.

La verifica di progetto è stata effettuata nella configurazione geometrica che considera la vasca di sedimentazione colma di sedimenti.

Nella seguente **Figura 7** si riporta il profilo di rigurgito delle portate nella configurazione di progetto.

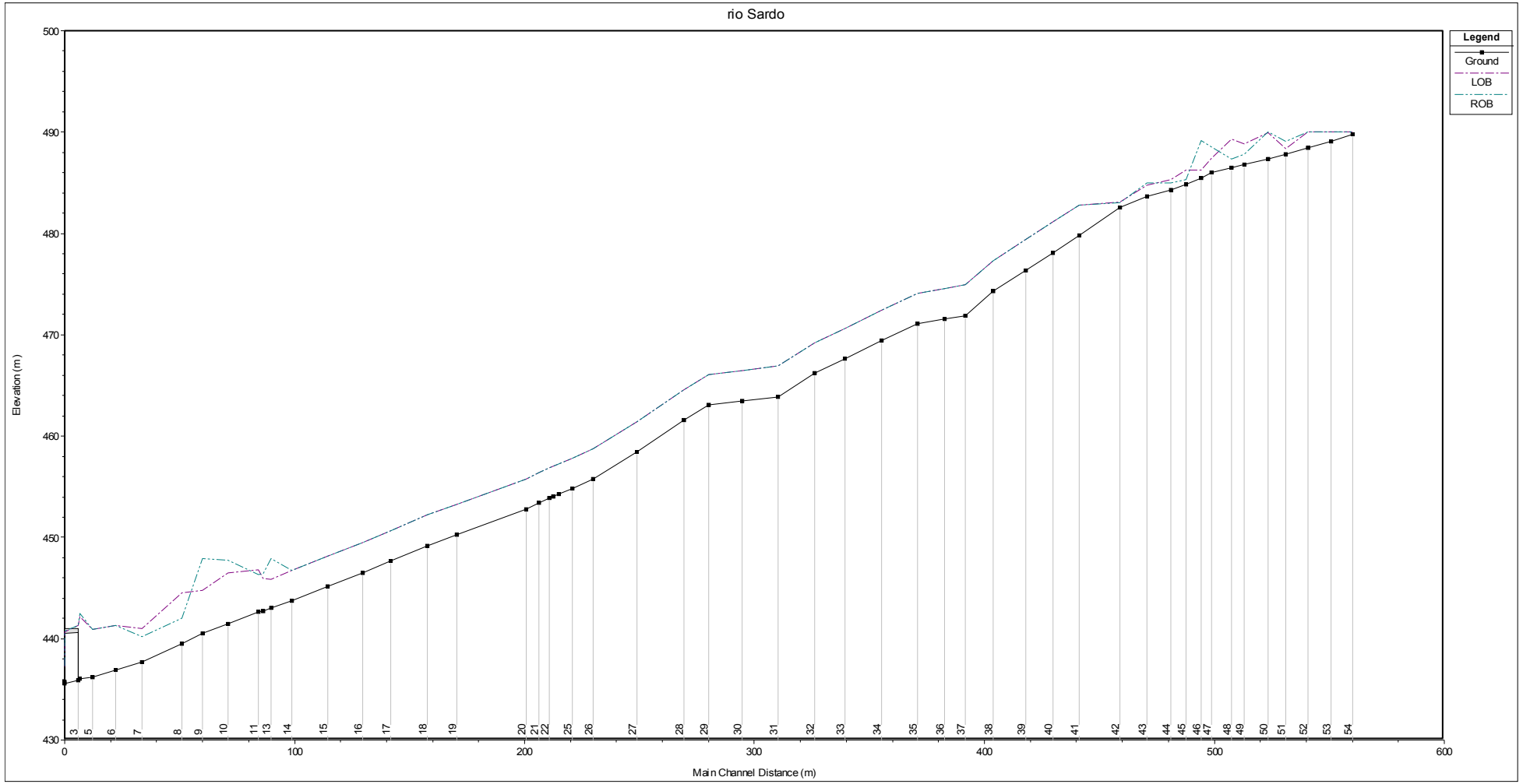


Figura 6: Profilo di progetto

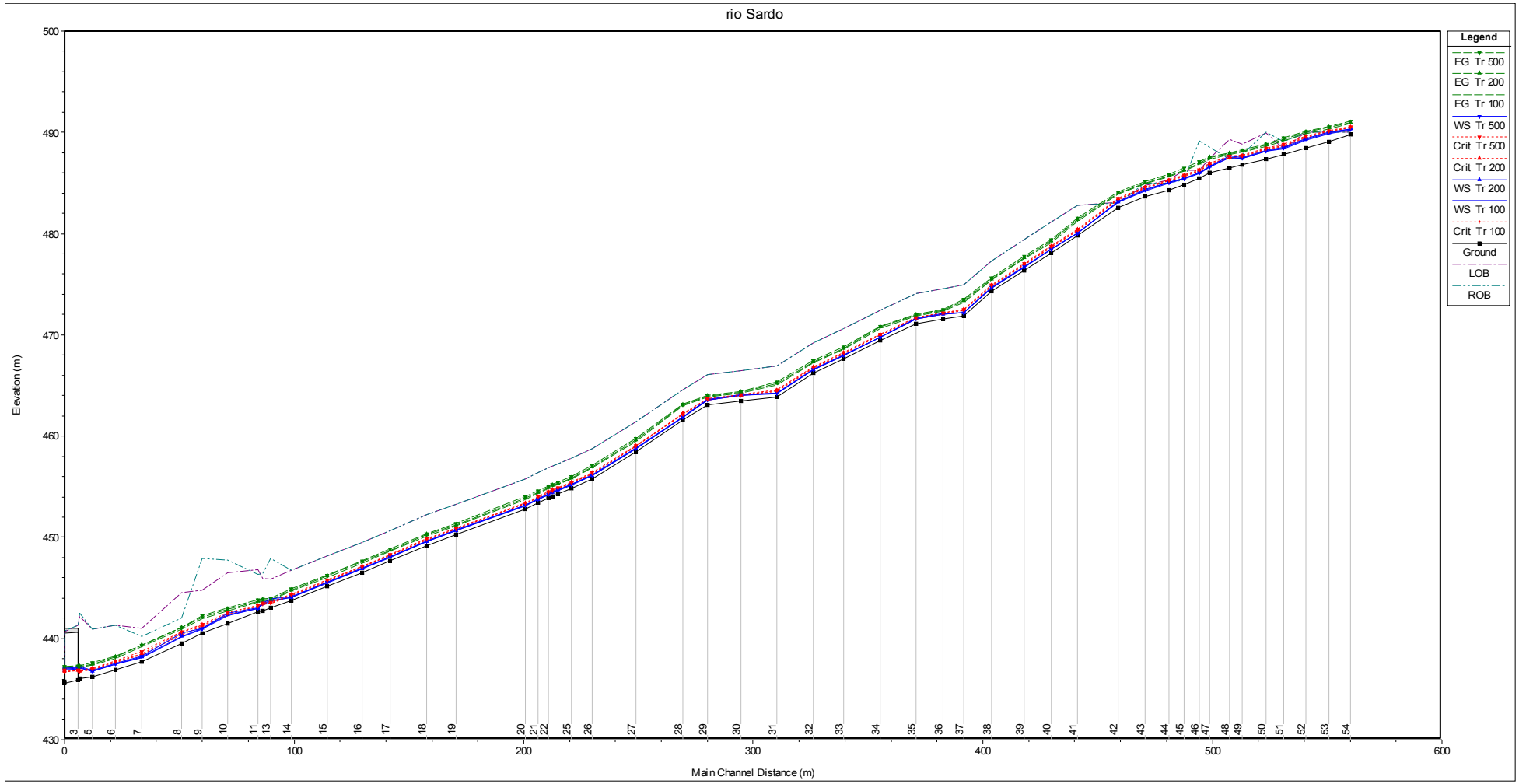


Figura 7: Profilo di progetto. Piena con tempi di ritorno 100, 200 e 500 anni

9 CONCLUSIONI

Il rio Sardo costeggia per buona parte del suo percorso il sito estrattivo di cava Binè, posto lungo la sponda sinistra del corso d'acqua.

Il progetto di sistemazione finale e recupero ambientale della cava prevede la realizzazione di interventi anche a carico del rio, che, allo stato attuale, presenta alcune criticità che determinano l'esondazione delle portate ed il deflusso incontrollato lungo la pista che fiancheggia il corso d'acqua.

La sistemazione idraulica del rio Sardo nel tratto prossimo all'area estrattiva di cava Binè consentirà di ripristinare le condizioni di deflusso ottimali per le portate di progetto che risulteranno contenute in alveo lungo l'intero tratto di intervento.

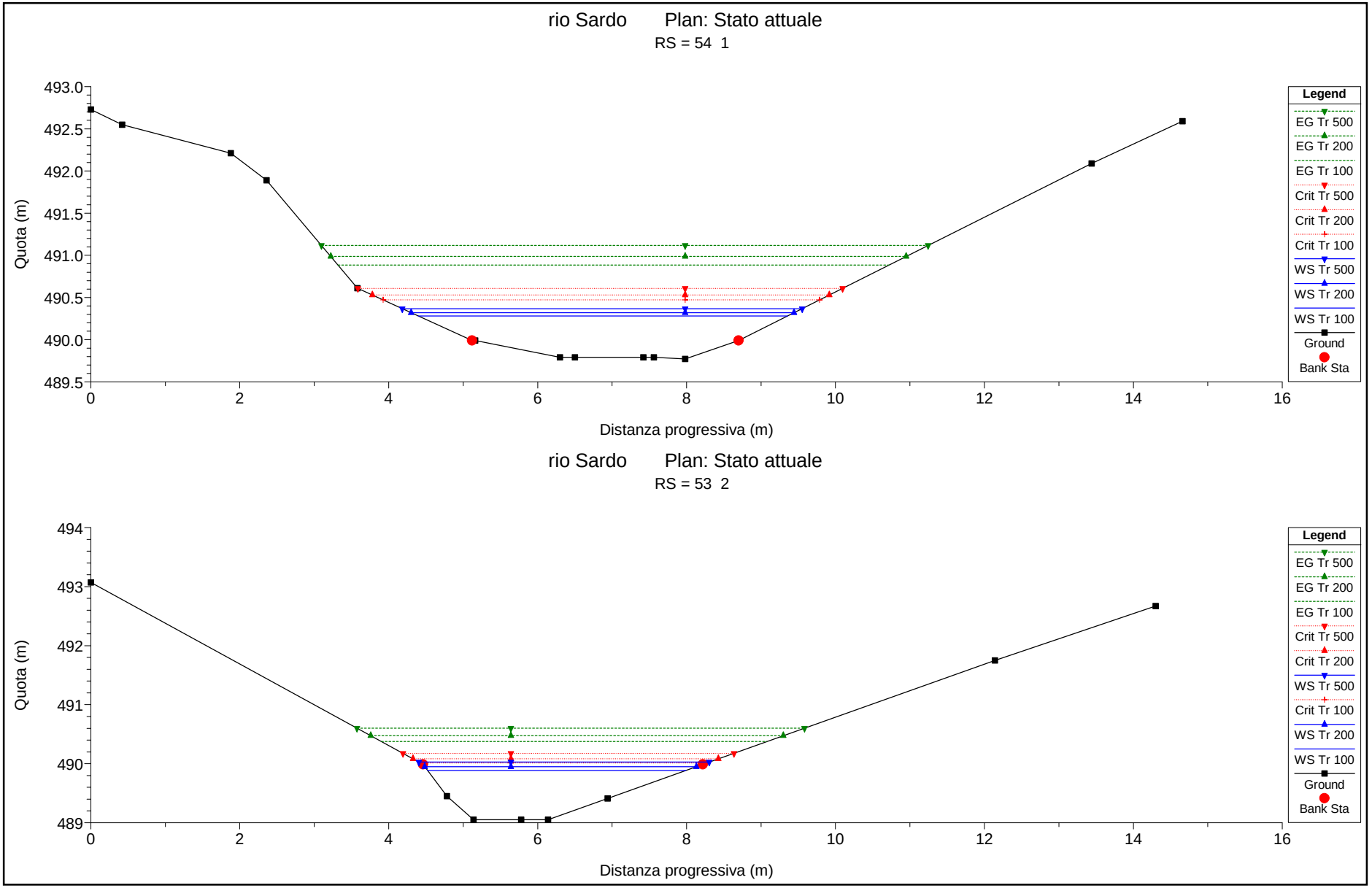
La ridefinizione del tracciato planimetrico del rio Sardo consentirà inoltre di riportare l'alveo del corso d'acqua all'interno dei confini demaniali, secondo un andamento il più possibile naturale ed armonico.

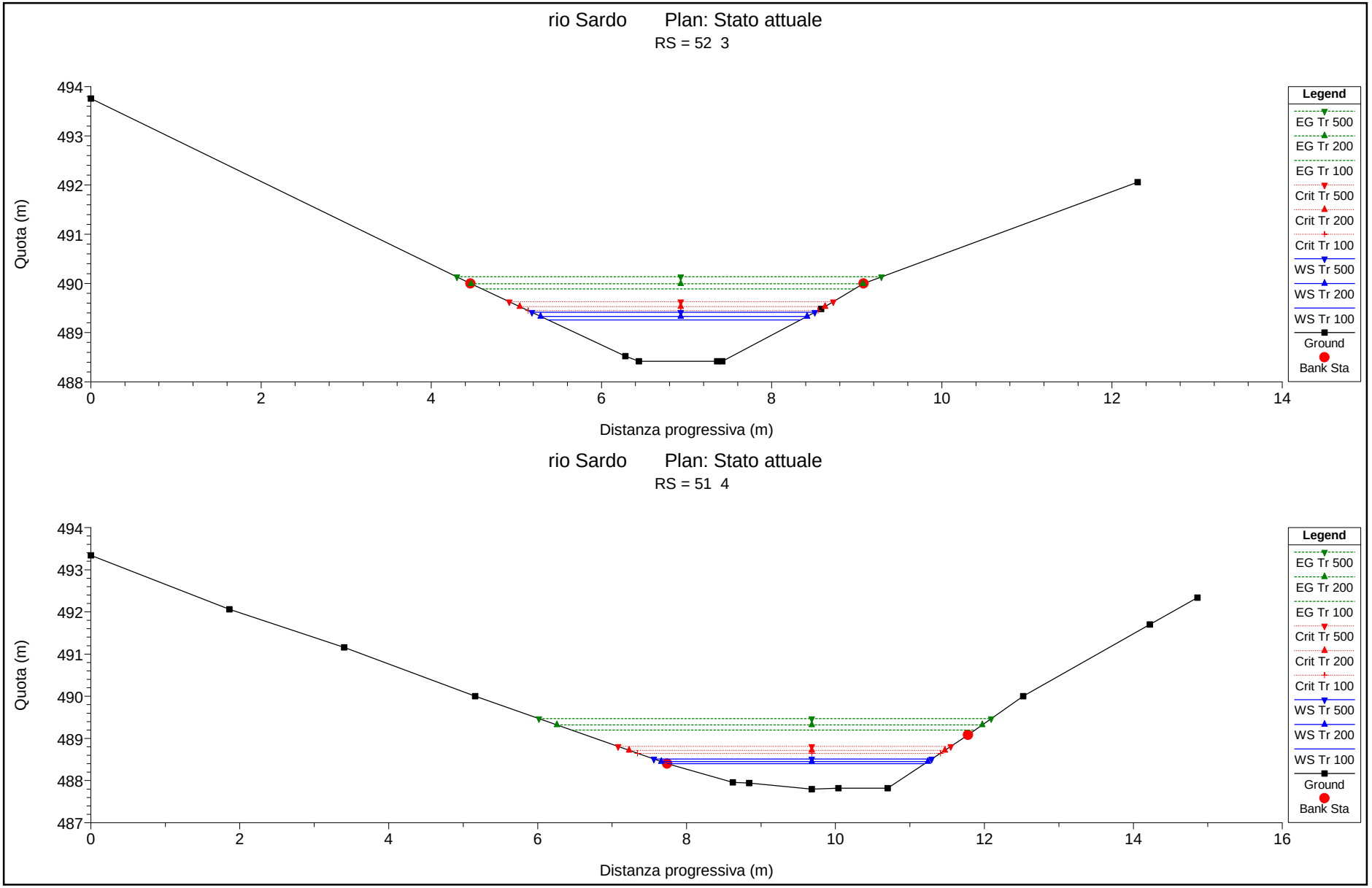
Savona, Ottobre 2019

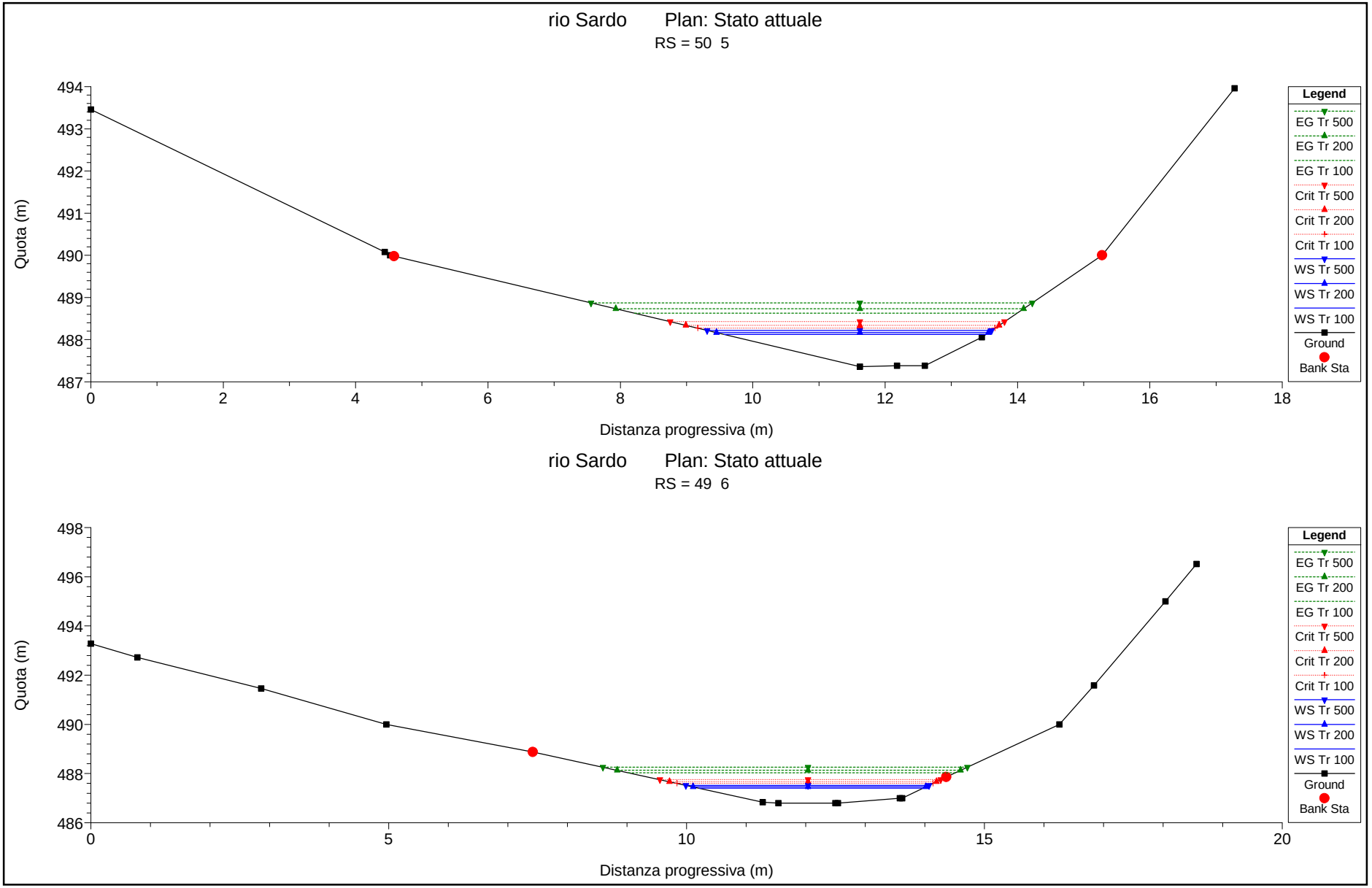
Il Tecnico

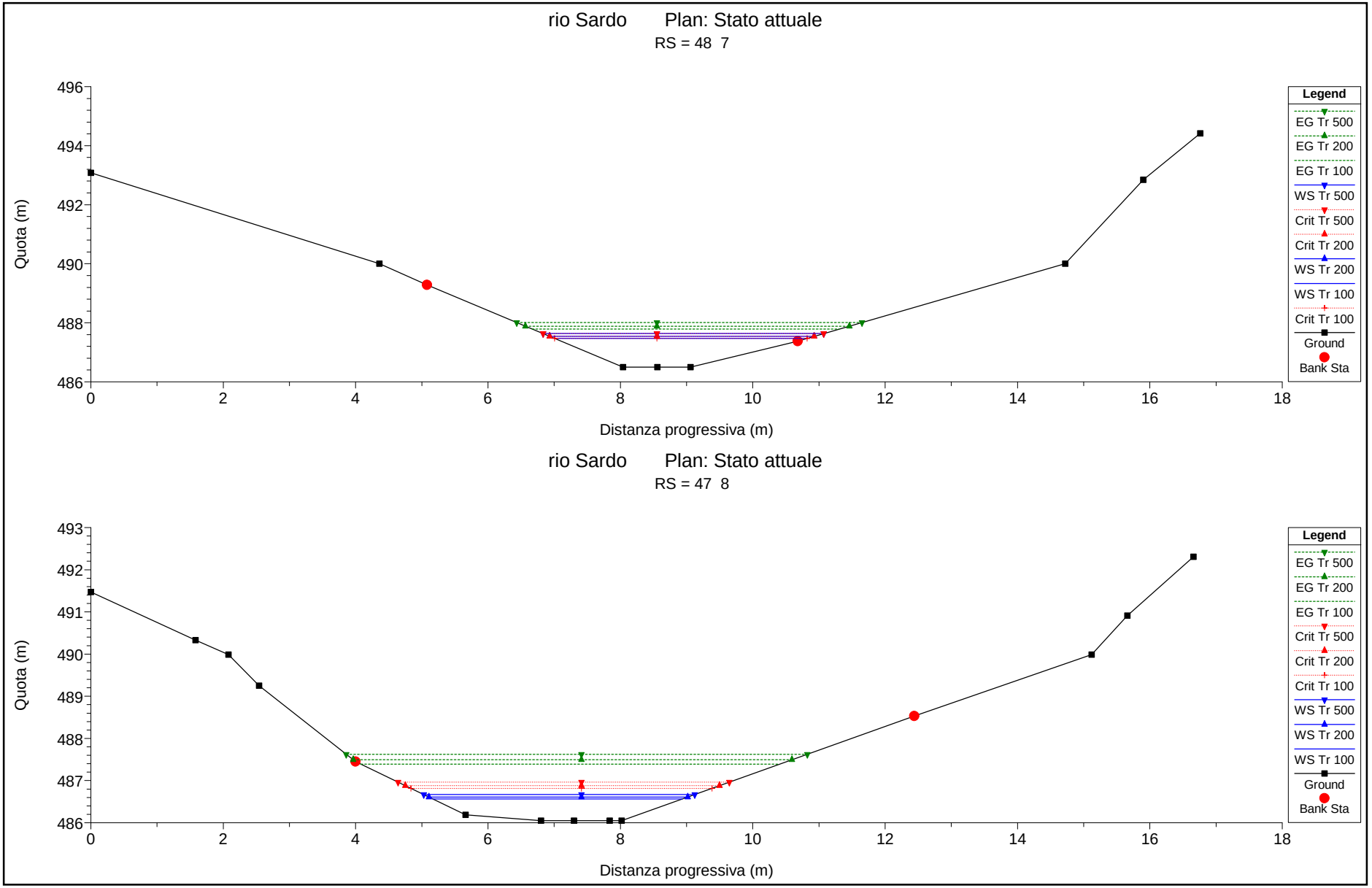
Ing. Desalvo Roberto

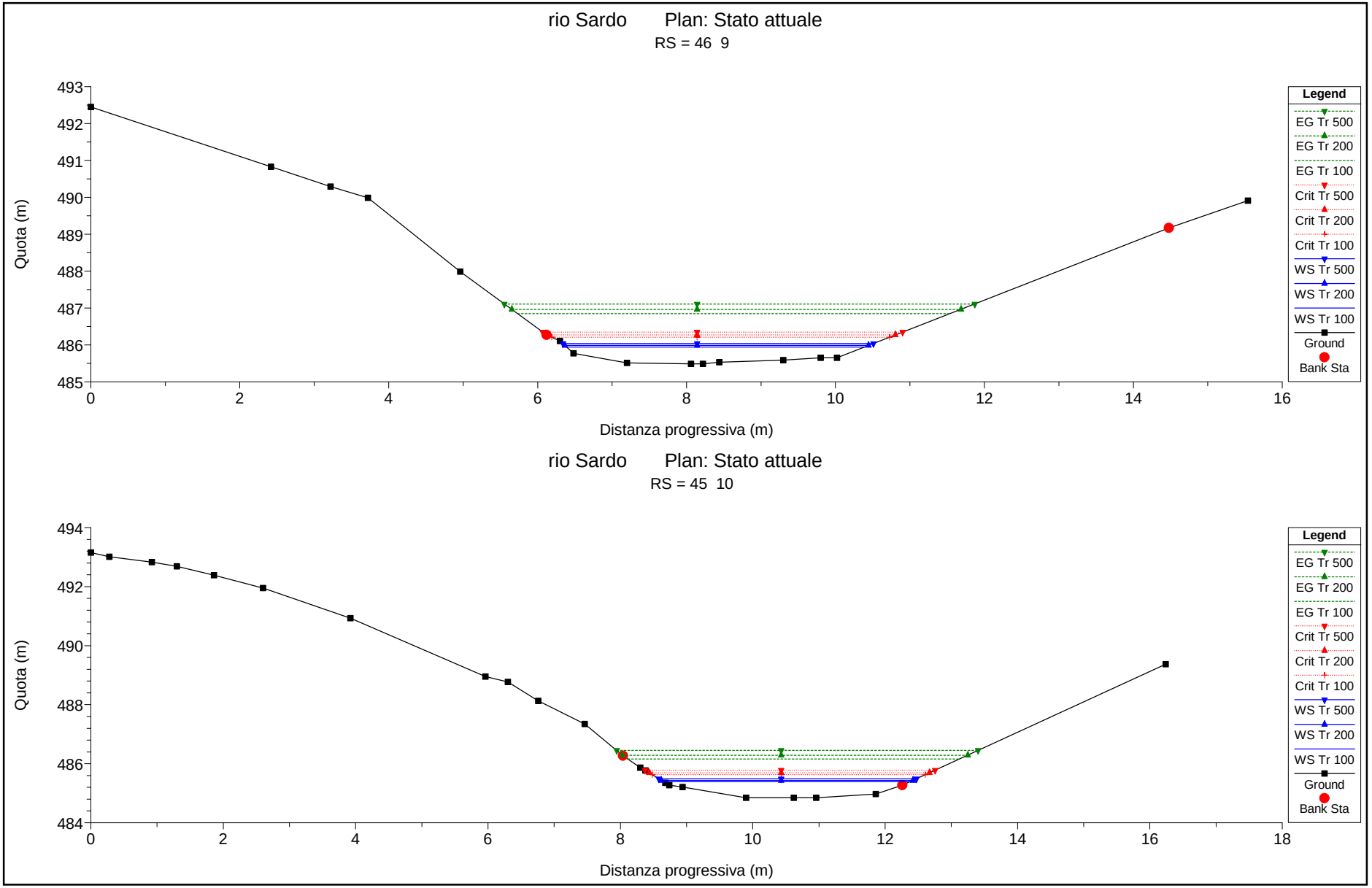
ALLEGATO 1

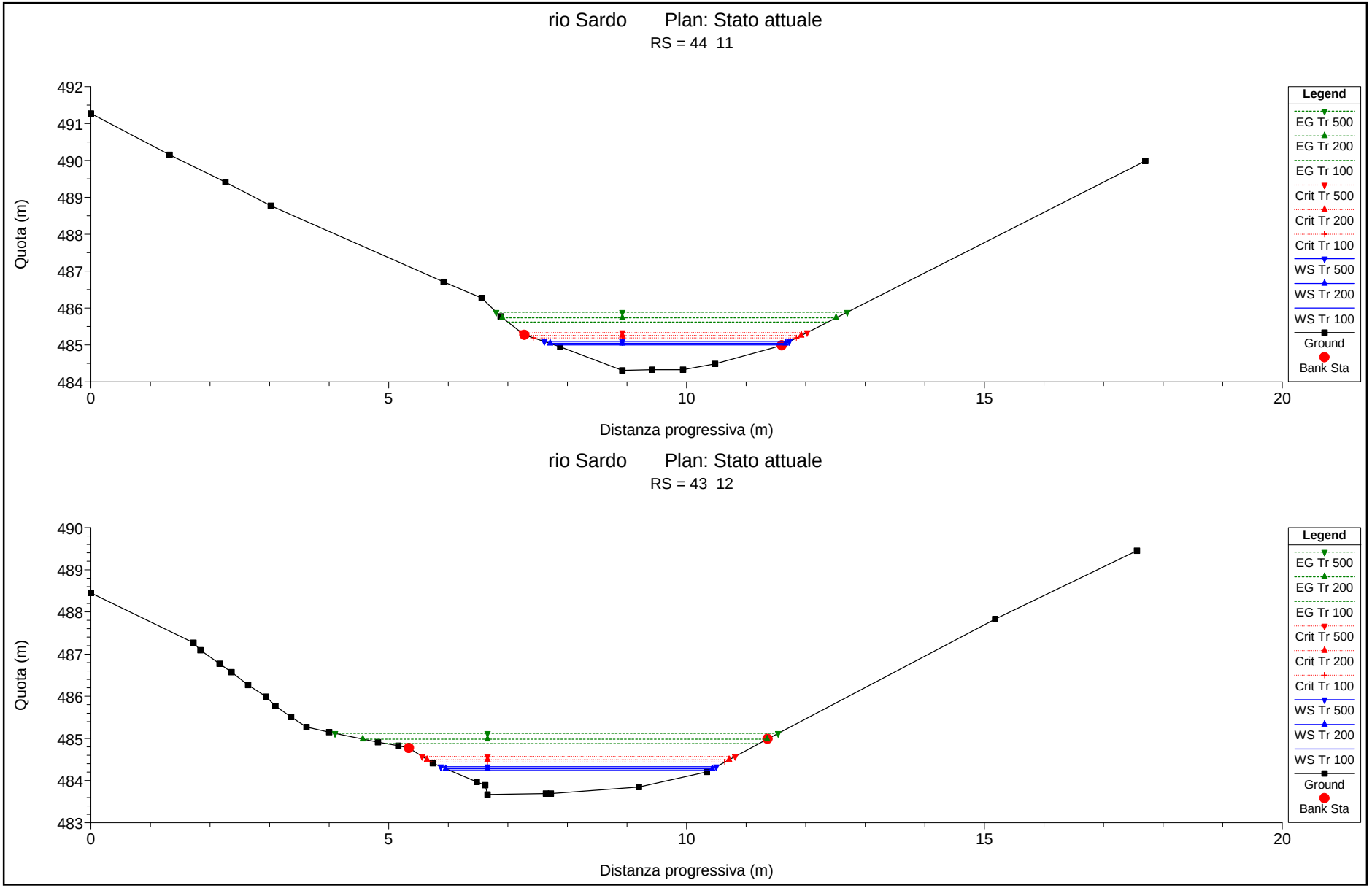

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 54 1
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 53 2
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

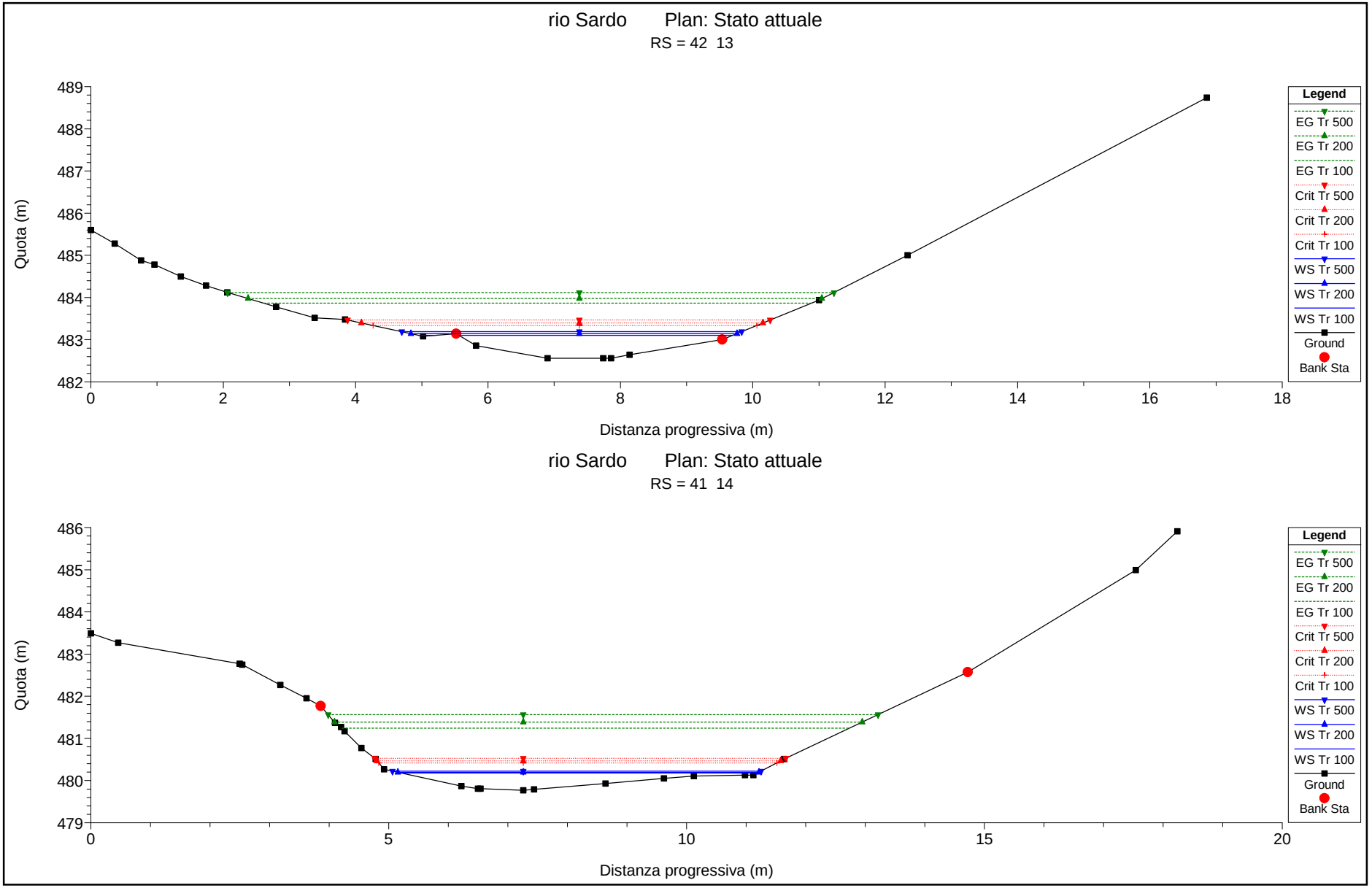

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 52 3
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 51 4
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

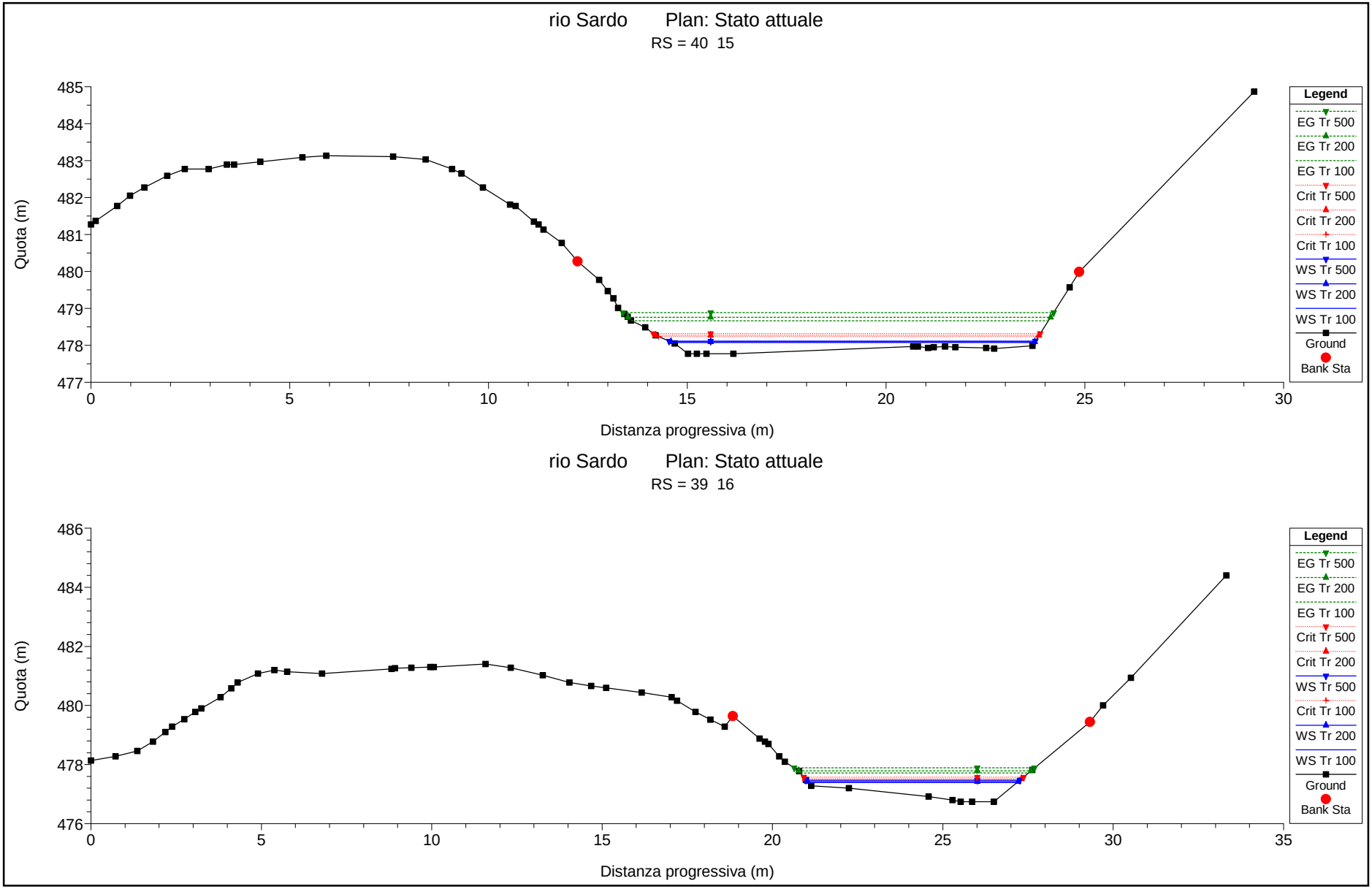

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 50 5
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 49 6
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

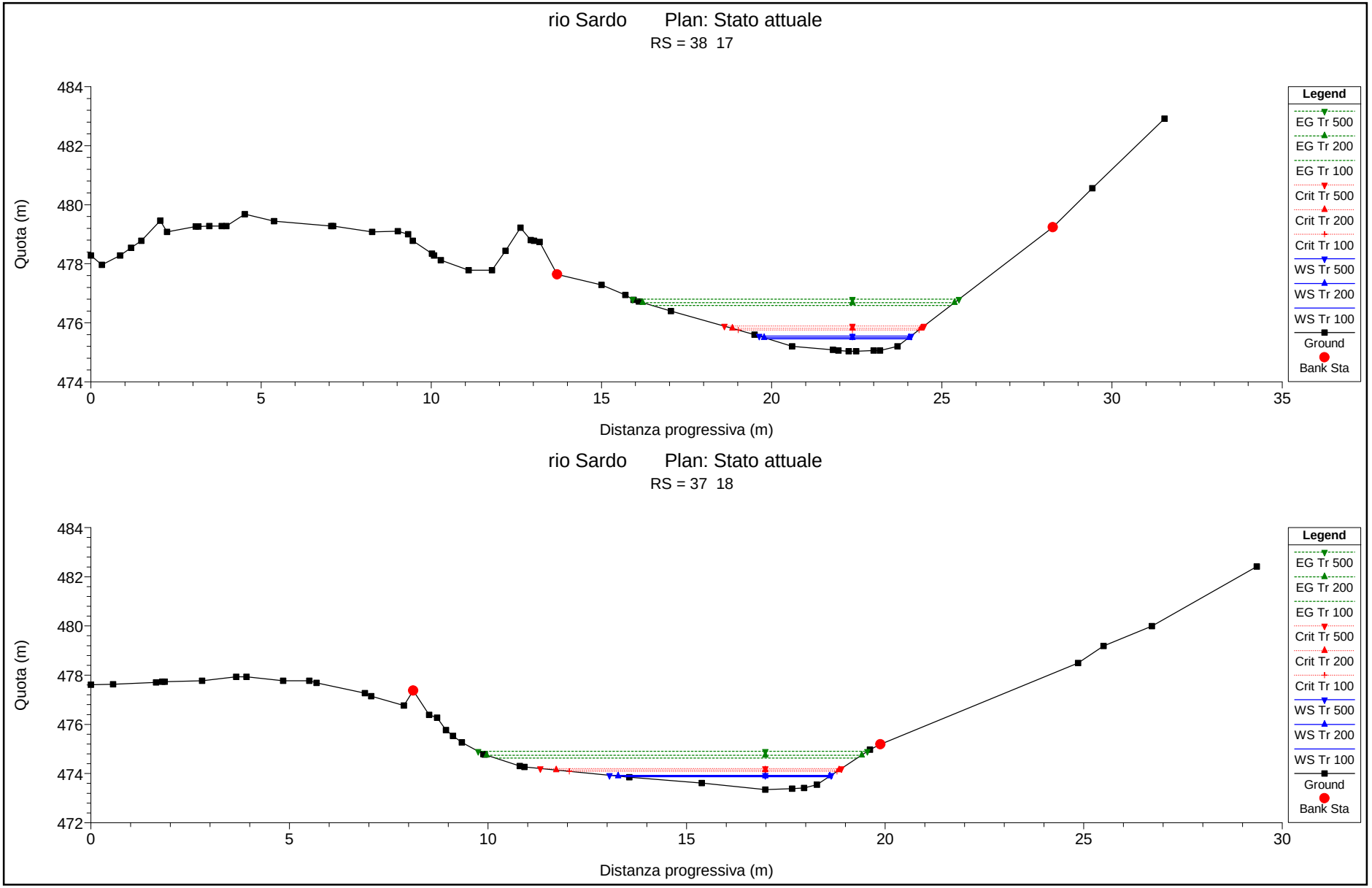

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 48 7
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
WS Tr 500
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 47 8
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

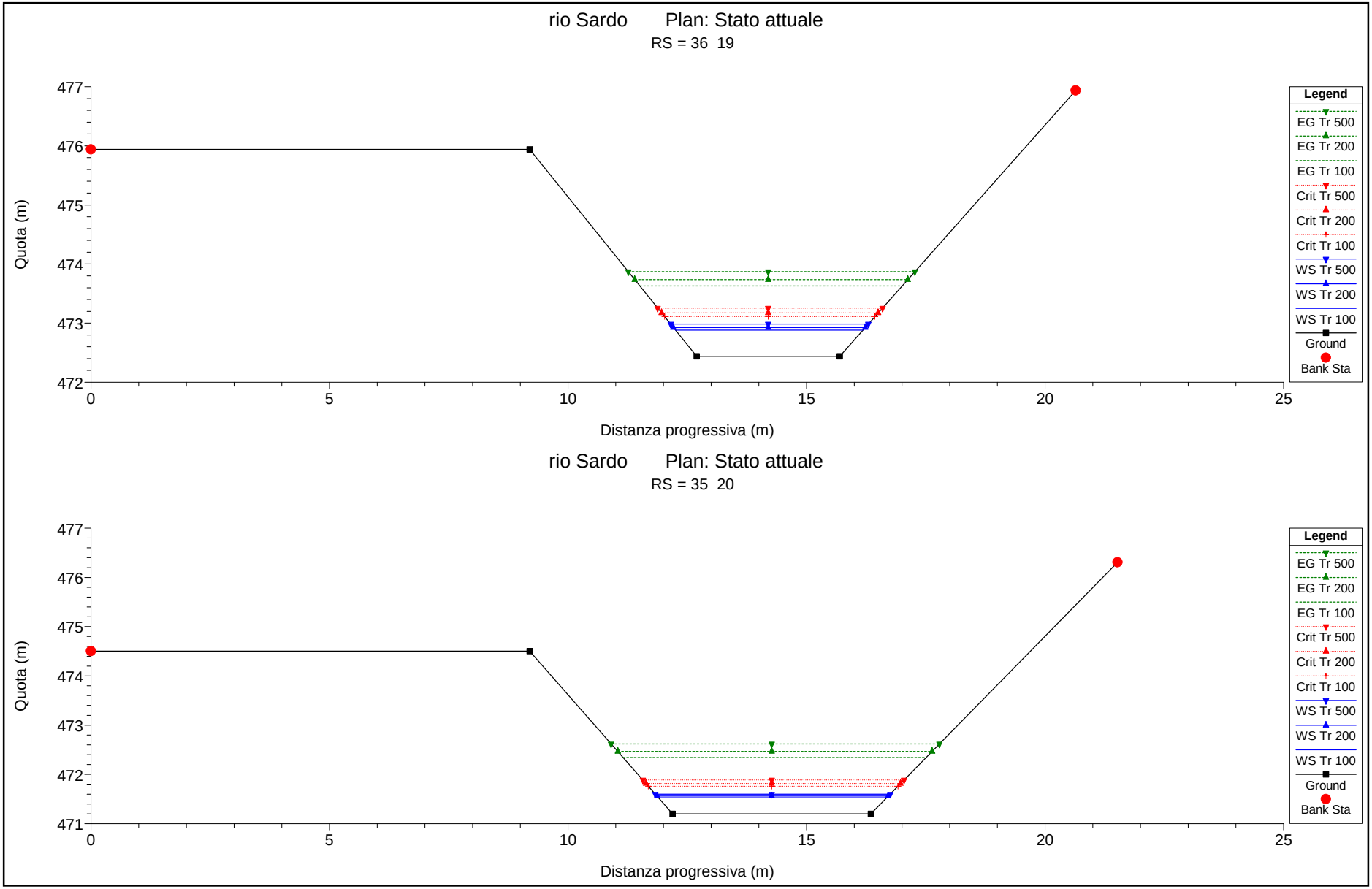

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 46 9
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 45 10
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

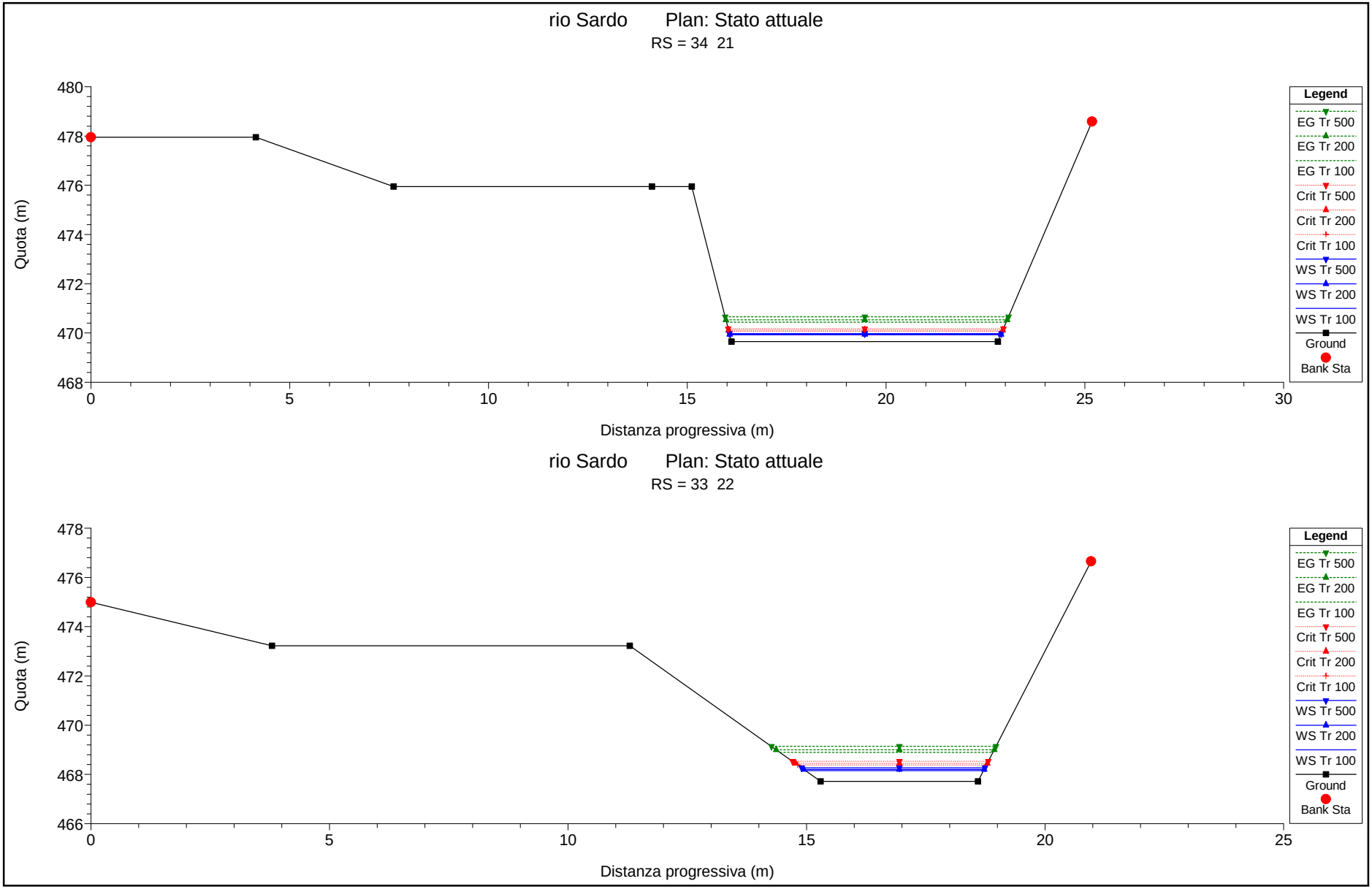

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 44 11
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 43 12
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

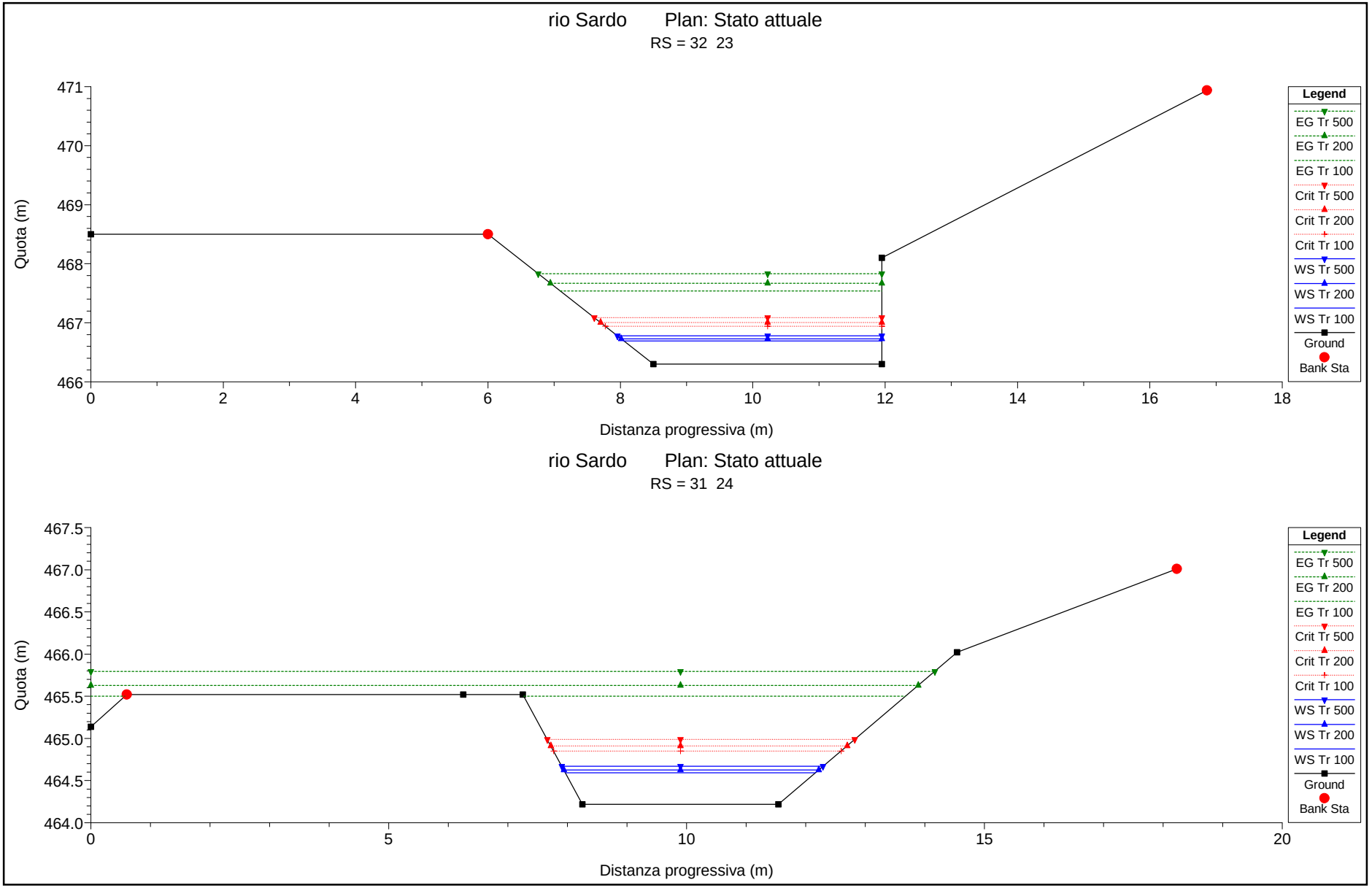

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 42 13
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 41 14
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

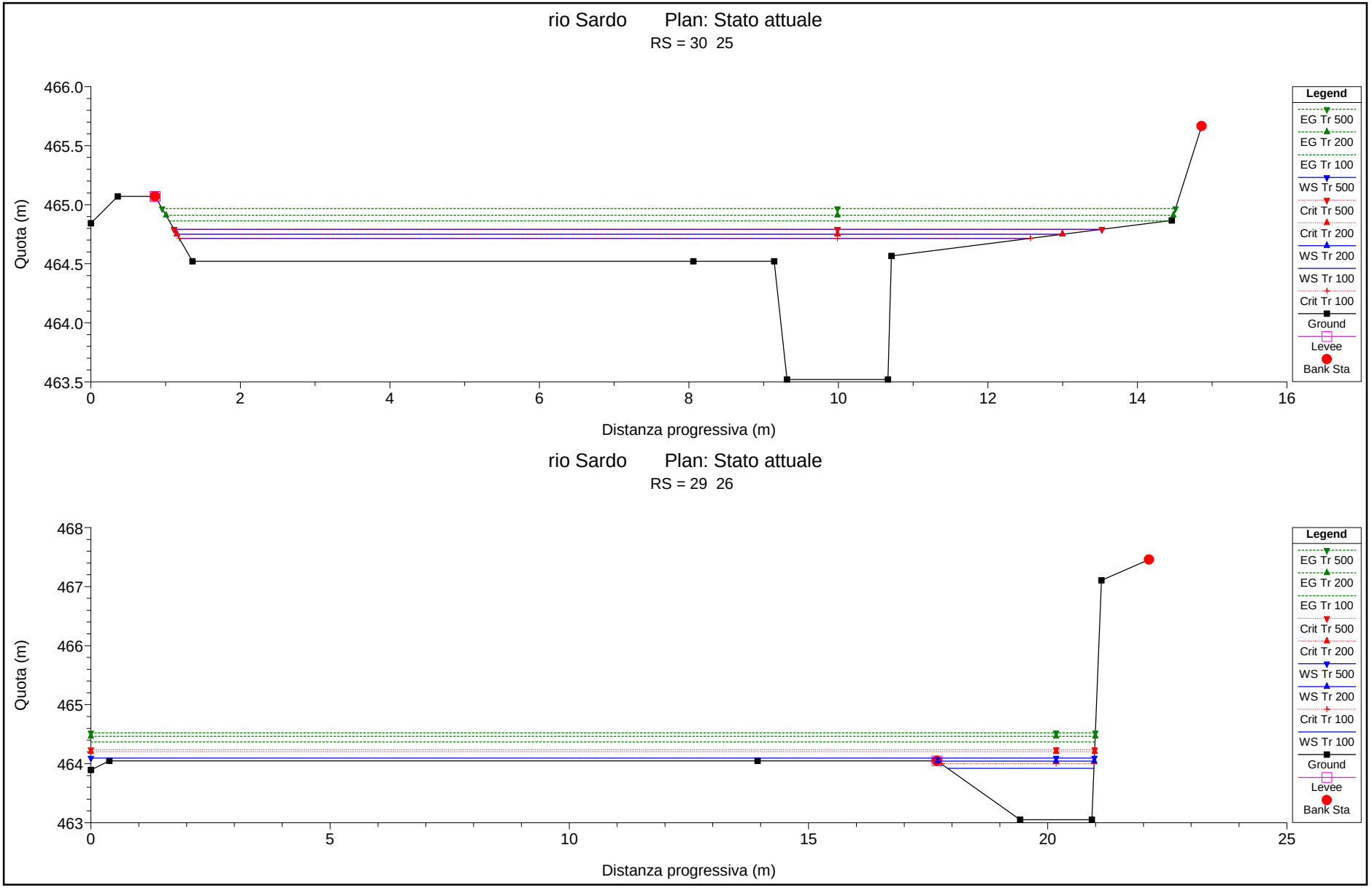

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 40 15
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 39 16
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

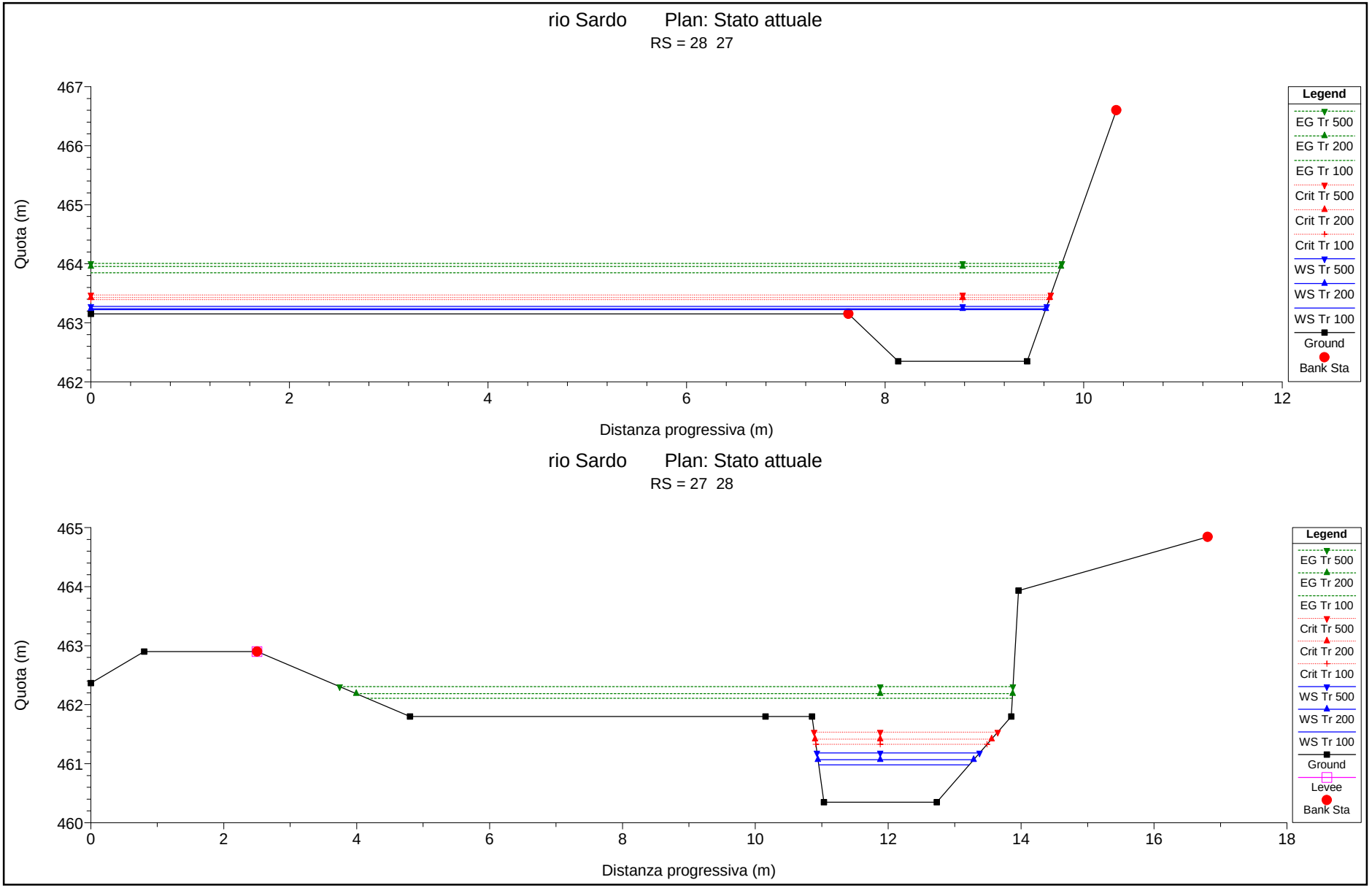

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 38 17
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 37 18
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

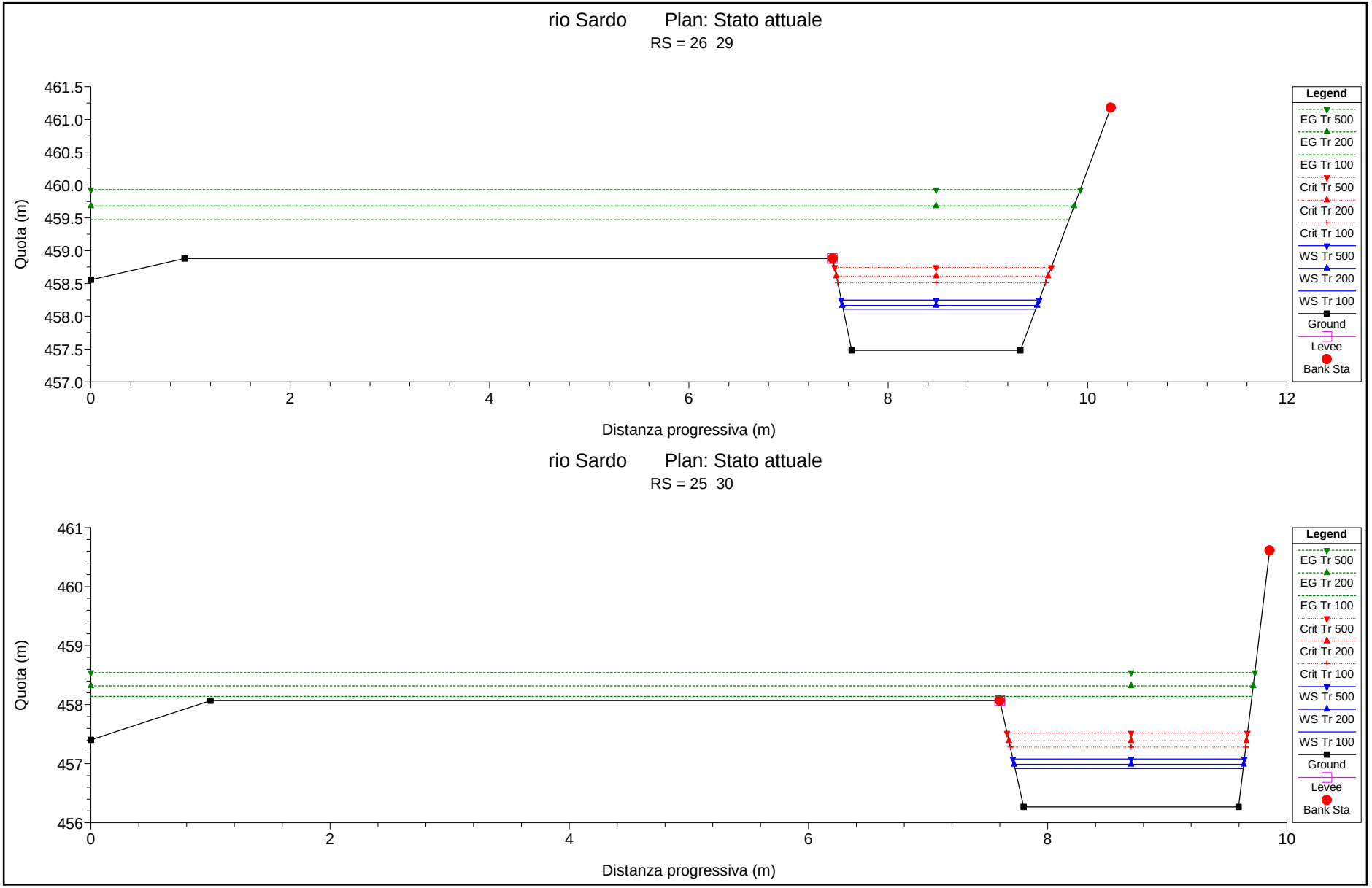

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 36 19
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 35 20
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

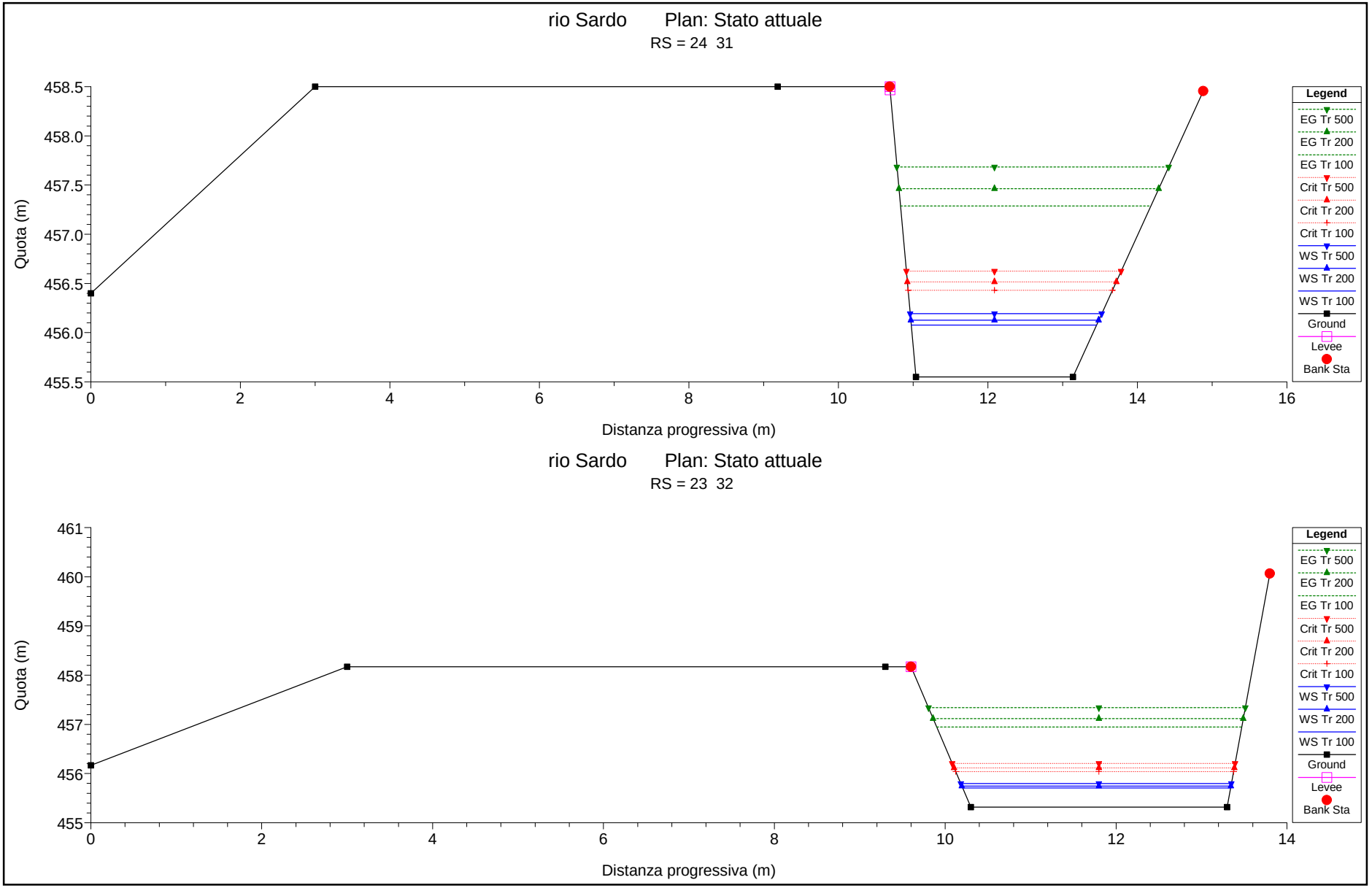

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 34 21
Quota (m)
480
478
476
474
472
470
468
0
5
10
15
20
25
30
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 33 22
Quota (m)
478
476
474
472
470
468
466
0
5
10
15
20
25
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

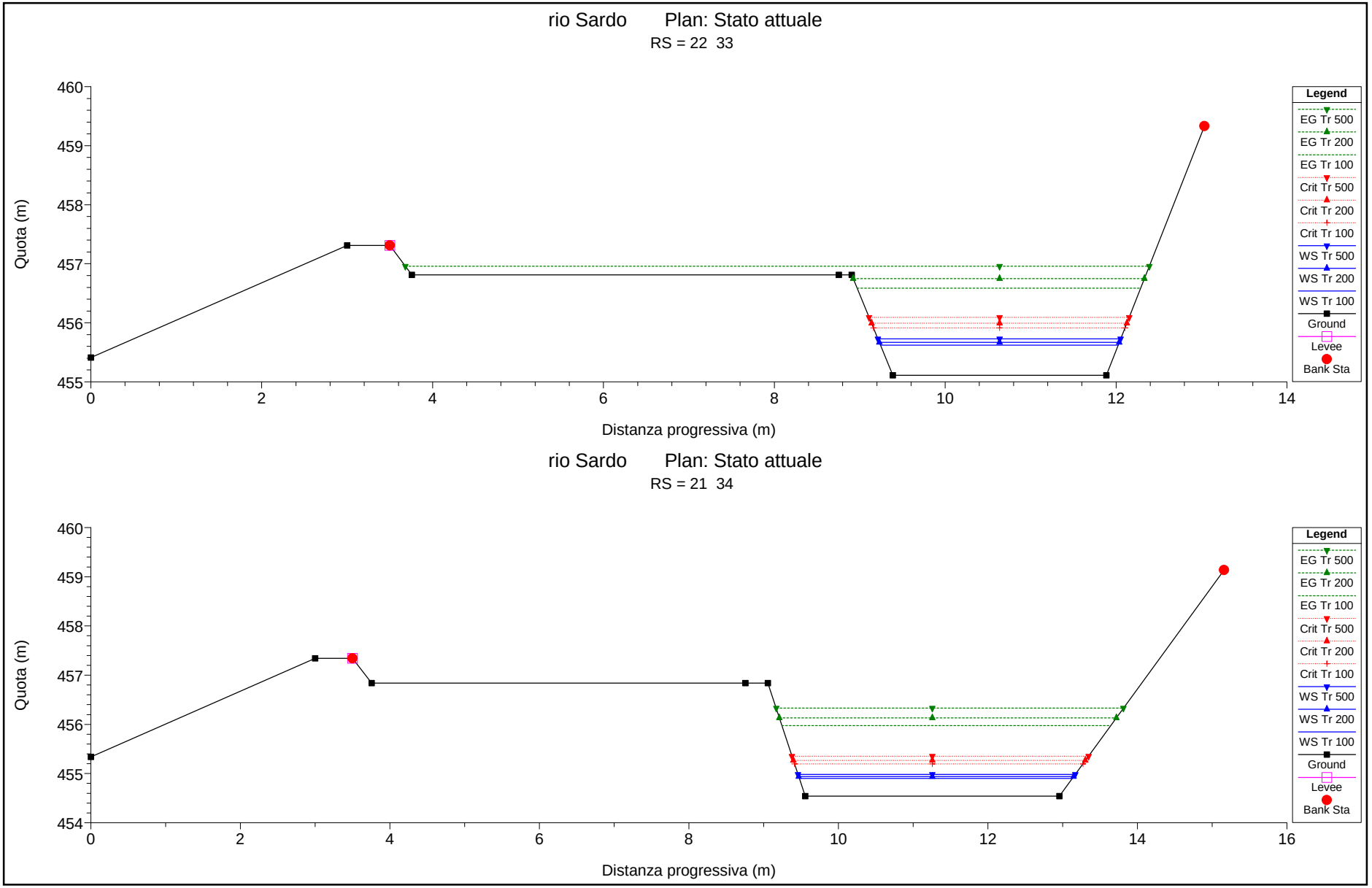

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 32 23
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 31 24
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

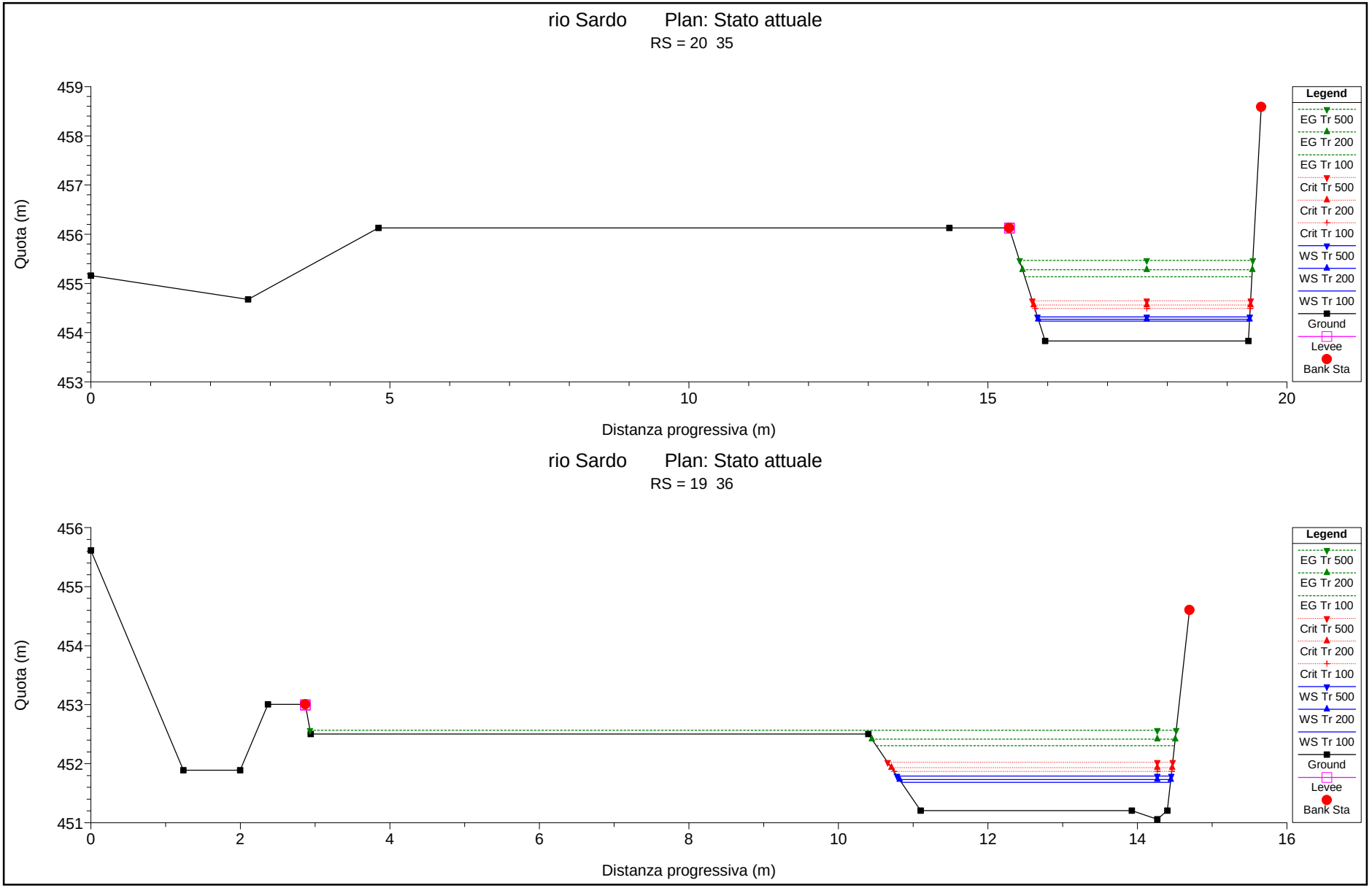

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 30 25
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
WS Tr 500
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 29 26
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
WS Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

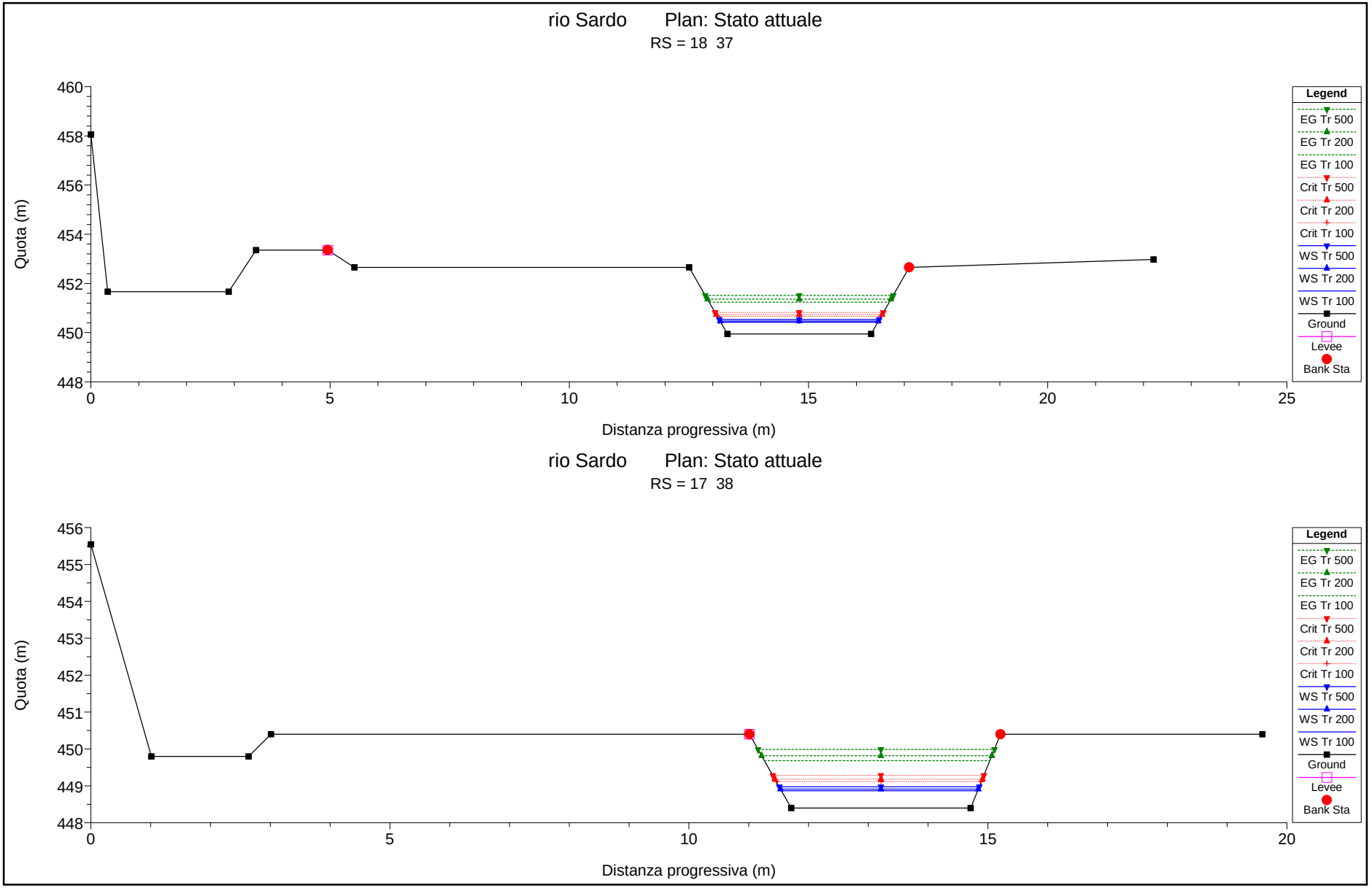

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 28 27
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 27 28
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

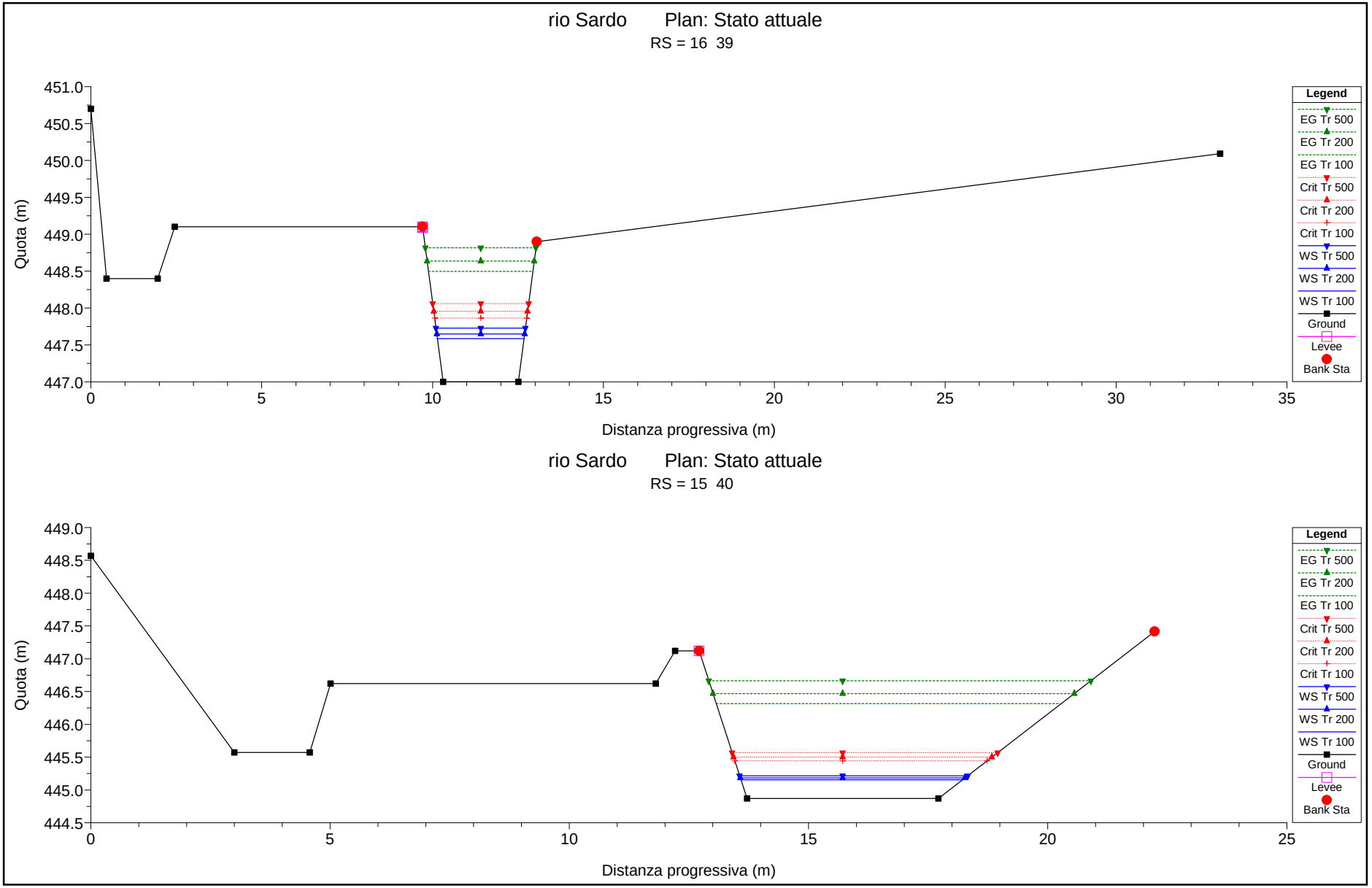

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 26 29
Quota (m)
461.5
461.0
460.5
460.0
459.5
459.0
458.5
458.0
457.5
457.0
0
2
4
6
8
10
12
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 25 30
Quota (m)
461
460
459
458
457
456
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

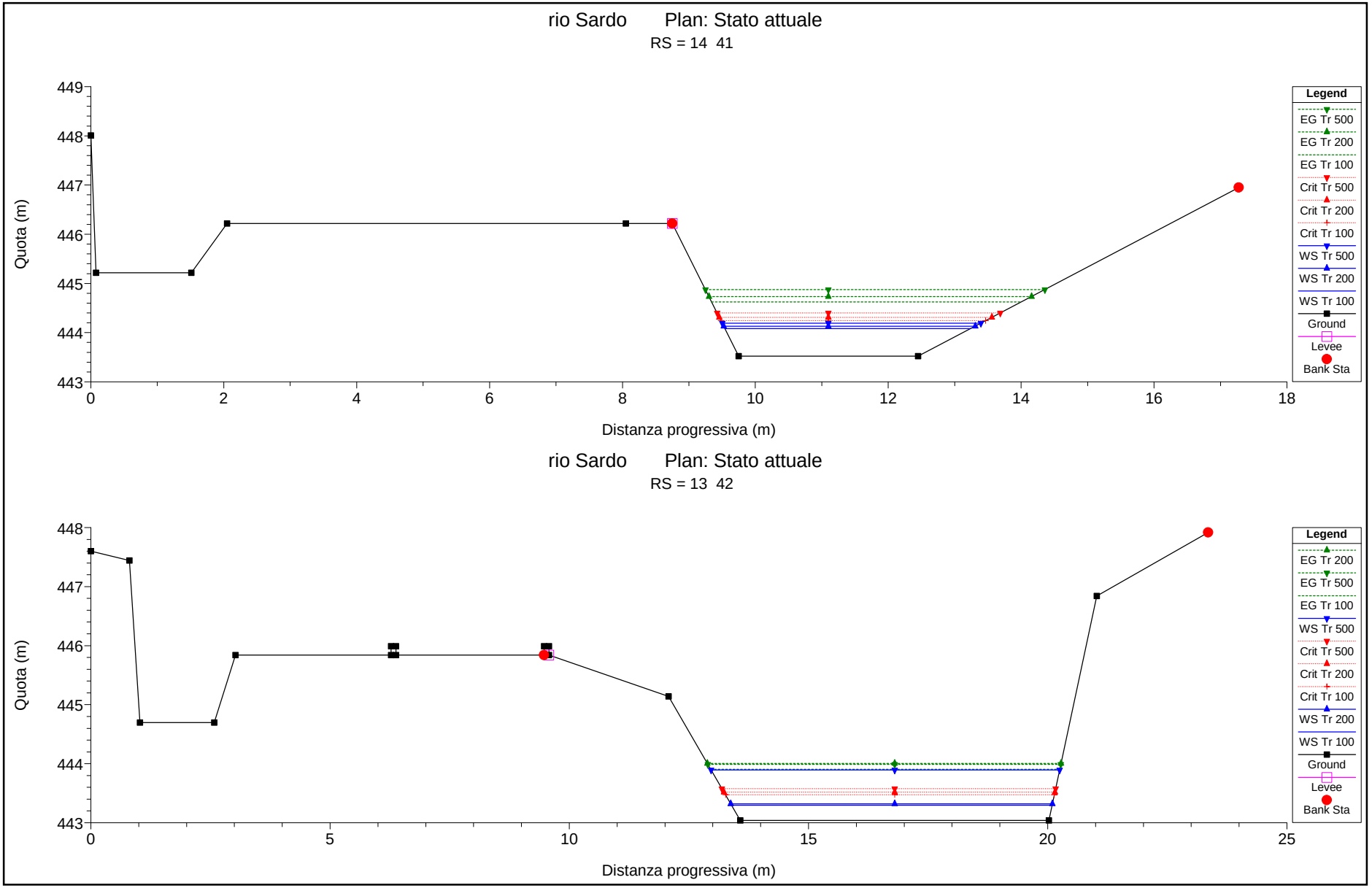

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 24 31
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 23 32
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

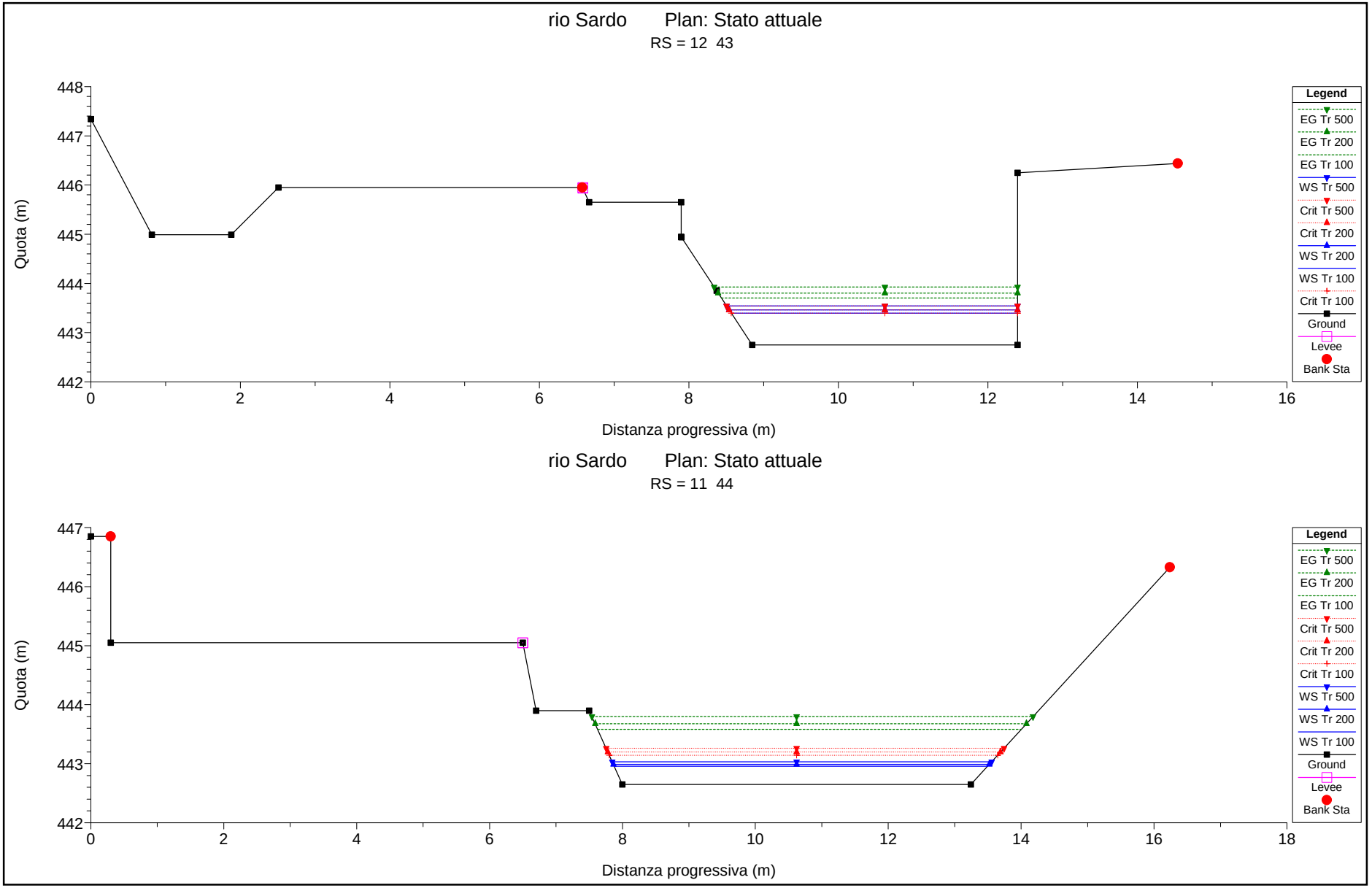

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 22 33
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 21 34
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

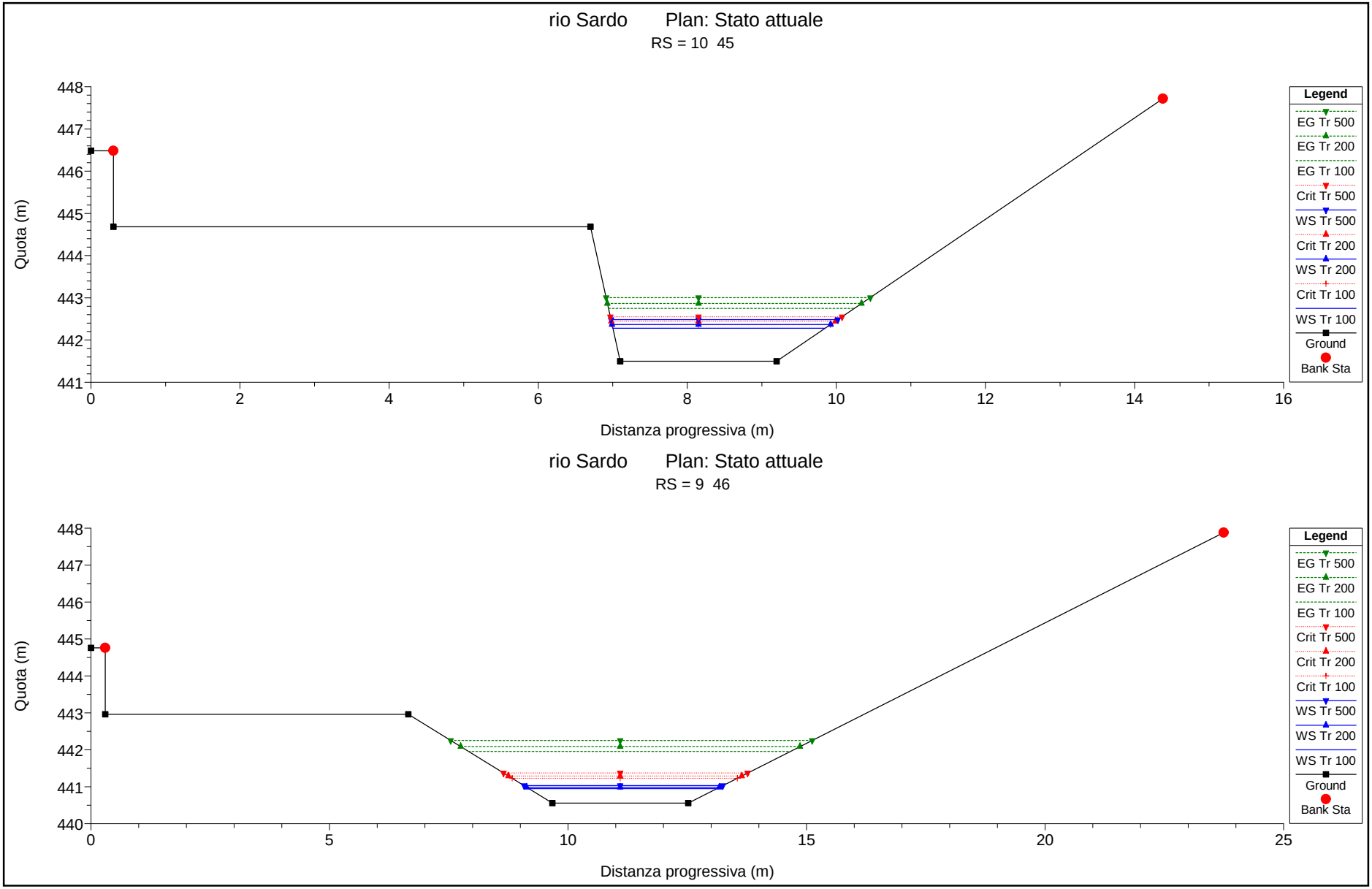

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 20 35
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 19 36
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

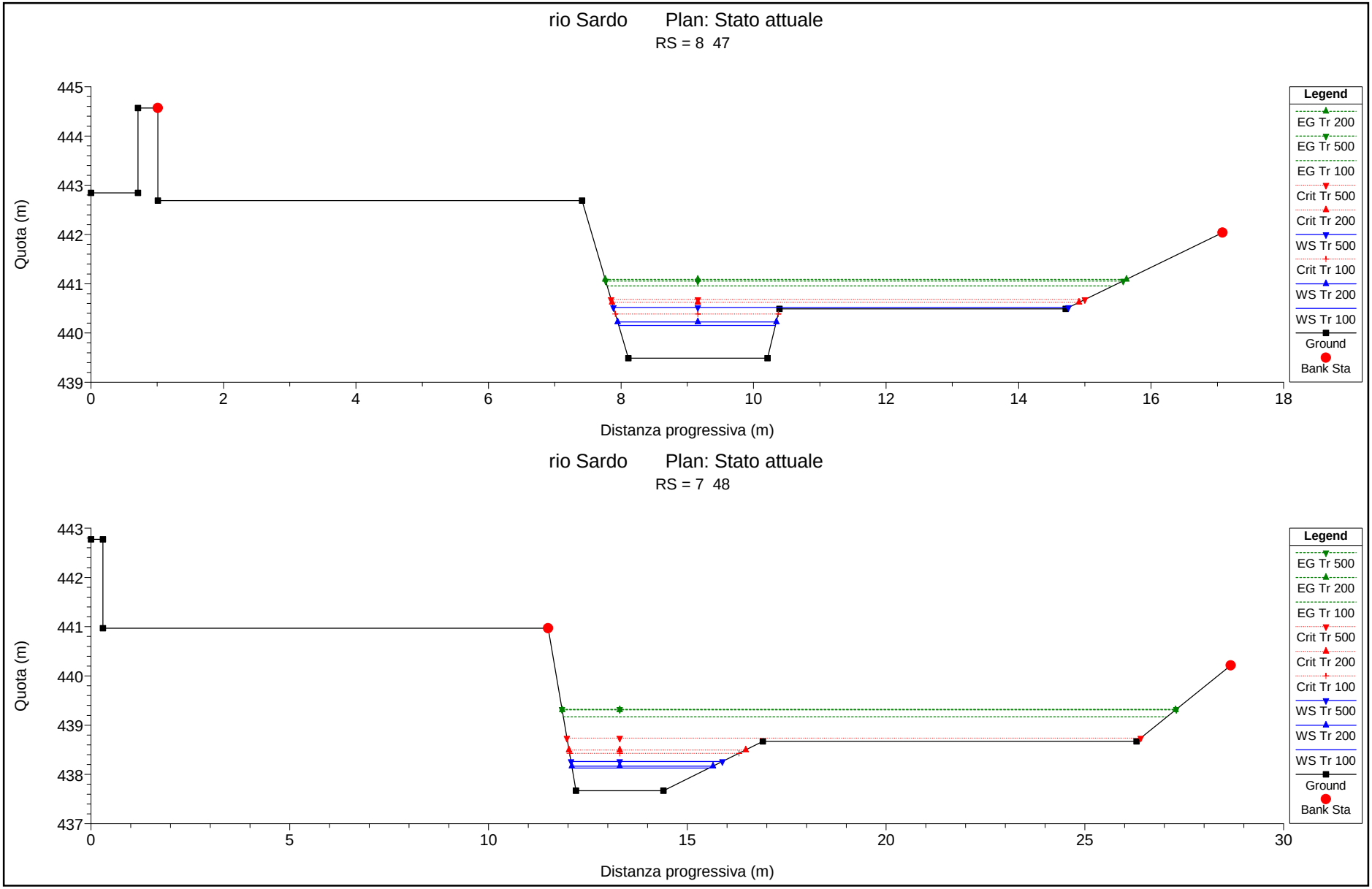

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 18 37
Quota (m)
460
458
456
454
452
450
448
0
5
10
15
20
25
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 17 38
Quota (m)
456
455
454
453
452
451
450
449
448
0
5
10
15
20
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

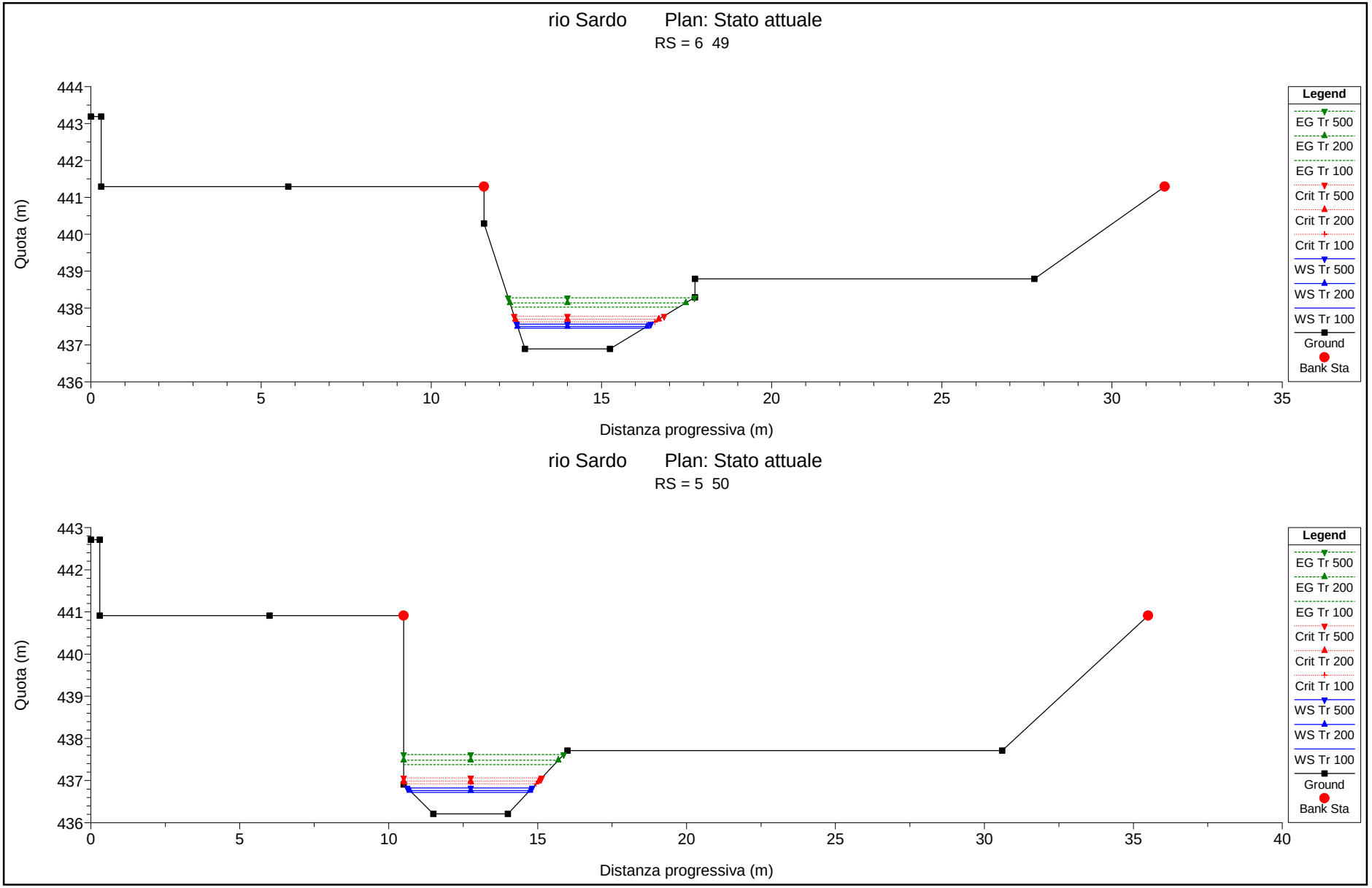

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 16 39
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 15 40
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

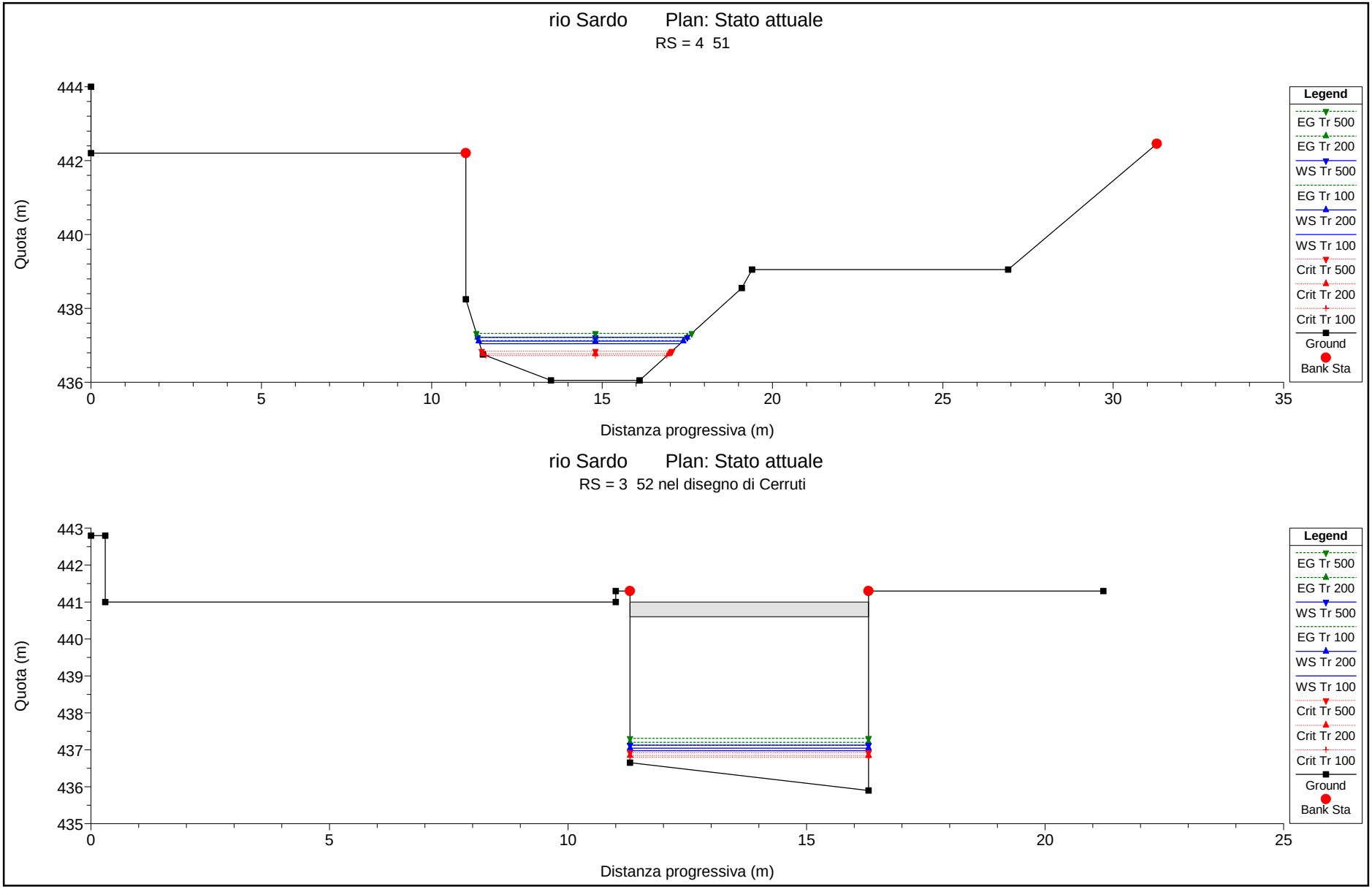

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 14 41
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 13 42
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 200
EG Tr 500
EG Tr 100
WS Tr 500
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta

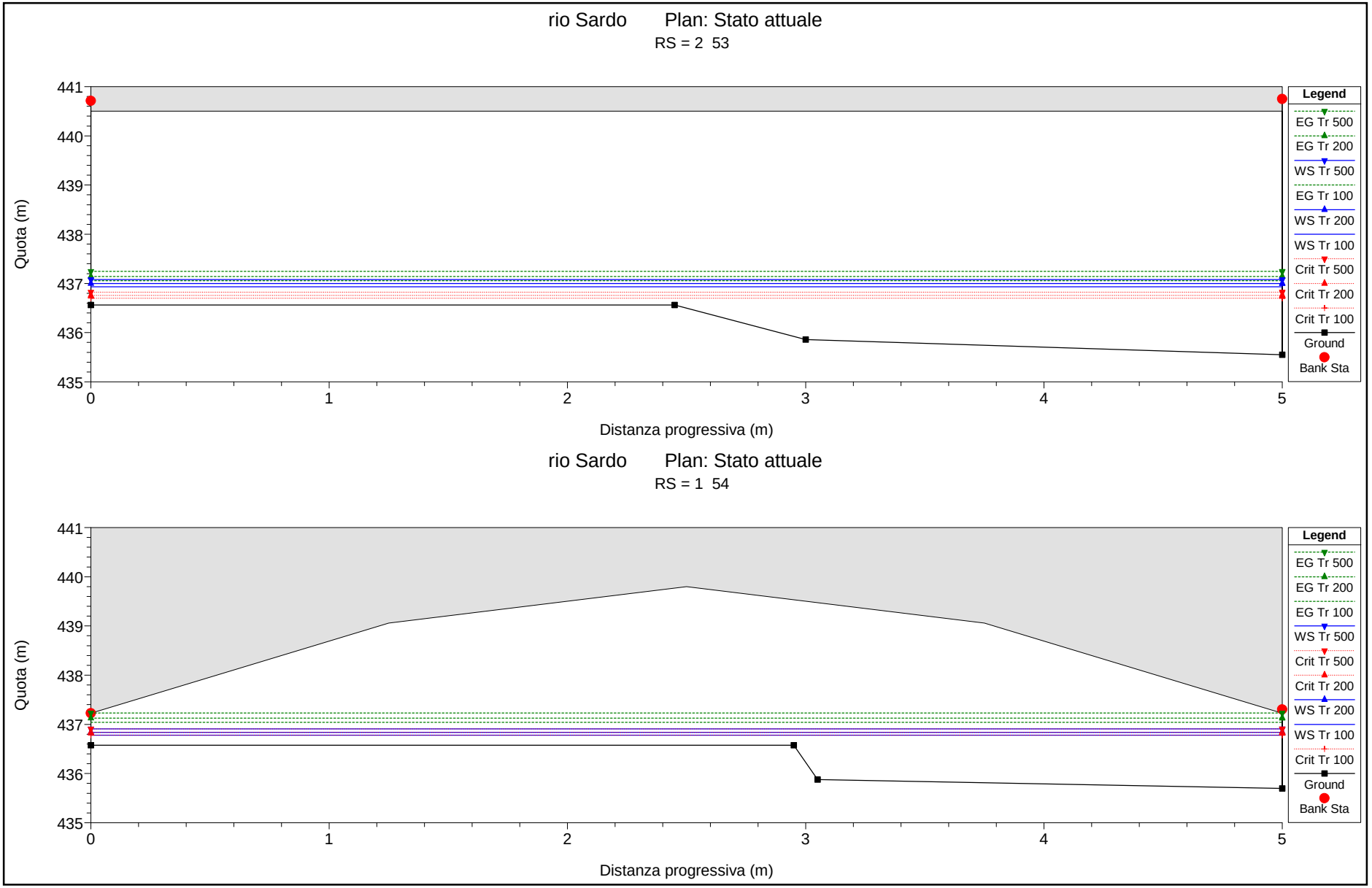

rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 12 43
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
WS Tr 500
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 11 44
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Levee
Bank Sta


rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 10 45
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
WS Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 9 46
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 8 47
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 200
EG Tr 500
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 7 48
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 6 49
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 5 50
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 4 51
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
WS Tr 500
EG Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 3 52 nel disegno di Cerruti
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
WS Tr 500
EG Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 2 53
Quota (m)
441
440
439
438
437
436
435
0
1
2
3
4
5
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
WS Tr 500
EG Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: Stato attuale
RS = 1 54
Quota (m)
441
440
439
438
437
436
435
0
1
2
3
4
5
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
WS Tr 500
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta

HEC-RAS Plan: Stato_attuale River: rio Sardo Reach: cava Bine

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	54	Tr 100	5.87	489.77	490.28	490.47	490.88	0.060022	3.51	1.78	4.96	1.69
cava Bine	54	Tr 200	6.81	489.77	490.32	490.53	490.99	0.060029	3.71	1.97	5.14	1.71
cava Bine	54	Tr 500	8.10	489.77	490.37	490.61	491.12	0.060070	3.96	2.22	5.37	1.74
cava Bine	53	Tr 100	5.87	489.05	489.89	490.01	490.37	0.042579	3.10	1.90	3.47	1.34
cava Bine	53	Tr 200	6.81	489.05	489.95	490.08	490.47	0.042253	3.21	2.12	3.65	1.34
cava Bine	53	Tr 500	8.10	489.05	490.03	490.18	490.60	0.040789	3.36	2.41	3.90	1.34
cava Bine	52	Tr 100	5.87	488.42	489.26	489.45	489.89	0.054596	3.51	1.67	2.97	1.49
cava Bine	52	Tr 200	6.81	488.42	489.33	489.53	490.00	0.053222	3.61	1.88	3.13	1.49
cava Bine	52	Tr 500	8.10	488.42	489.41	489.63	490.13	0.052558	3.76	2.15	3.33	1.49
cava Bine	51	Tr 100	5.87	487.80	488.40	488.65	489.20	0.088324	3.95	1.49	3.46	1.92
cava Bine	51	Tr 200	6.81	487.80	488.45	488.72	489.32	0.086153	4.13	1.65	3.58	1.92
cava Bine	51	Tr 500	8.10	487.80	488.51	488.81	489.47	0.082651	4.33	1.88	3.73	1.91
cava Bine	50	Tr 100	5.87	487.36	488.13	488.27	488.63	0.048509	3.13	1.87	3.96	1.46
cava Bine	50	Tr 200	6.81	487.36	488.17	488.34	488.73	0.051473	3.33	2.04	4.11	1.51
cava Bine	50	Tr 500	8.10	487.36	488.22	488.43	488.87	0.055128	3.58	2.26	4.30	1.57
cava Bine	49	Tr 100	5.87	486.80	487.41	487.60	488.03	0.065225	3.51	1.67	3.76	1.68
cava Bine	49	Tr 200	6.81	486.80	487.46	487.67	488.13	0.063881	3.64	1.87	3.90	1.68
cava Bine	49	Tr 500	8.10	486.80	487.52	487.75	488.26	0.062673	3.80	2.13	4.08	1.68
cava Bine	48	Tr 100	5.87	486.50	487.47	487.47	487.79	0.022110	2.49	2.36	3.81	1.00
cava Bine	48	Tr 200	6.81	486.50	487.54	487.54	487.89	0.021667	2.60	2.63	4.00	1.00
cava Bine	48	Tr 500	8.10	486.50	487.63	487.63	488.01	0.020688	2.72	3.02	4.24	0.99
cava Bine	47	Tr 100	5.87	486.05	486.56	486.82	487.39	0.100536	4.02	1.46	3.77	2.06
cava Bine	47	Tr 200	6.81	486.05	486.61	486.88	487.49	0.097728	4.16	1.64	3.91	2.06
cava Bine	47	Tr 500	8.10	486.05	486.67	486.96	487.62	0.094508	4.33	1.87	4.09	2.05
cava Bine	46	Tr 100	5.87	485.49	485.95	486.21	486.85	0.125548	4.20	1.40	4.01	2.27
cava Bine	46	Tr 200	6.81	485.49	485.99	486.27	486.96	0.122303	4.38	1.55	4.08	2.27
cava Bine	46	Tr 500	8.10	485.49	486.04	486.35	487.11	0.118118	4.59	1.76	4.17	2.25

HEC-RAS Plan: Stato_attuale River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	45	Tr 100	5.87	484.85	485.39	485.63	486.16	0.084004	3.88	1.52	3.73	1.92
cava Bine	45	Tr 200	6.81	484.85	485.44	485.69	486.29	0.083993	4.09	1.67	3.80	1.94
cava Bine	45	Tr 500	8.10	484.85	485.49	485.78	486.45	0.083543	4.35	1.88	3.89	1.96
cava Bine	44	Tr 100	5.87	484.31	485.00	485.19	485.62	0.064251	3.48	1.69	3.83	1.67
cava Bine	44	Tr 200	6.81	484.31	485.04	485.26	485.74	0.065915	3.69	1.85	3.95	1.71
cava Bine	44	Tr 500	8.10	484.31	485.09	485.34	485.89	0.067904	3.95	2.05	4.11	1.76
cava Bine	43	Tr 100	5.87	483.67	484.24	484.44	484.88	0.080389	3.54	1.66	4.36	1.83
cava Bine	43	Tr 200	6.81	483.67	484.28	484.50	484.99	0.080970	3.72	1.83	4.48	1.85
cava Bine	43	Tr 500	8.10	483.67	484.33	484.57	485.12	0.081903	3.94	2.06	4.62	1.89
cava Bine	42	Tr 100	5.87	482.56	483.10	483.34	483.86	0.092325	3.87	1.53	4.41	2.00
cava Bine	42	Tr 200	6.81	482.56	483.14	483.40	483.98	0.090506	4.05	1.71	4.93	2.01
cava Bine	42	Tr 500	8.10	482.56	483.19	483.47	484.12	0.088162	4.29	1.95	5.14	2.02
cava Bine	41	Tr 100	5.87	479.77	480.18	480.42	481.25	0.265469	4.58	1.28	5.96	3.15
cava Bine	41	Tr 200	6.81	479.77	480.20	480.47	481.38	0.265416	4.82	1.41	6.06	3.19
cava Bine	41	Tr 500	8.10	479.77	480.23	480.53	481.56	0.265287	5.12	1.58	6.19	3.24
cava Bine	40	Tr 100	5.87	477.77	478.08	478.23	478.66	0.173103	3.39	1.73	9.11	2.49
cava Bine	40	Tr 200	6.81	477.77	478.09	478.27	478.76	0.177381	3.62	1.88	9.16	2.55
cava Bine	40	Tr 500	8.10	477.77	478.11	478.32	478.89	0.182183	3.90	2.08	9.21	2.62
cava Bine	39	Tr 100	5.87	476.74	477.39	477.47	477.72	0.040364	2.53	2.32	6.12	1.31
cava Bine	39	Tr 200	6.81	476.74	477.43	477.52	477.79	0.040545	2.67	2.55	6.19	1.33
cava Bine	39	Tr 500	8.10	476.74	477.47	477.57	477.89	0.040960	2.85	2.84	6.28	1.35
cava Bine	38	Tr 100	5.87	475.04	475.46	475.76	476.59	0.183679	4.71	1.25	4.11	2.73
cava Bine	38	Tr 200	6.81	475.04	475.50	475.81	476.68	0.171552	4.82	1.41	4.26	2.67
cava Bine	38	Tr 500	8.10	475.04	475.55	475.89	476.80	0.158753	4.95	1.64	4.46	2.61
cava Bine	37	Tr 100	5.87	473.35	473.87	474.09	474.63	0.127264	3.86	1.52	5.13	2.27
cava Bine	37	Tr 200	6.81	473.35	473.90	474.14	474.75	0.132959	4.09	1.67	5.33	2.33

HEC-RAS Plan: Stato_attuale River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	37	Tr 500	8.10	473.35	473.93	474.21	474.90	0.139717	4.36	1.86	5.58	2.42
cava Bine	36	Tr 100	5.87	472.44	472.88	473.11	473.63	0.092298	3.83	1.53	3.93	1.96
cava Bine	36	Tr 200	6.81	472.44	472.93	473.17	473.74	0.089990	3.98	1.71	4.02	1.95
cava Bine	36	Tr 500	8.10	472.44	472.98	473.26	473.87	0.087231	4.17	1.94	4.14	1.94
cava Bine	35	Tr 100	5.87	471.20	471.53	471.76	472.34	0.133759	4.00	1.47	4.79	2.31
cava Bine	35	Tr 200	6.81	471.20	471.56	471.82	472.47	0.133658	4.22	1.61	4.85	2.33
cava Bine	35	Tr 500	8.10	471.20	471.60	471.89	472.62	0.132867	4.47	1.81	4.92	2.36
cava Bine	34	Tr 100	5.87	469.65	469.92	470.07	470.44	0.100811	3.18	1.84	6.82	1.95
cava Bine	34	Tr 200	6.81	469.65	469.95	470.12	470.53	0.103068	3.39	2.01	6.83	2.00
cava Bine	34	Tr 500	8.10	469.65	469.98	470.17	470.66	0.106025	3.65	2.22	6.84	2.05
cava Bine	33	Tr 100	5.87	467.72	468.16	468.38	468.89	0.090113	3.80	1.55	3.74	1.88
cava Bine	33	Tr 200	6.81	467.72	468.21	468.45	469.00	0.087033	3.95	1.73	3.78	1.87
cava Bine	33	Tr 500	8.10	467.72	468.27	468.53	469.14	0.083630	4.13	1.96	3.85	1.85
cava Bine	32	Tr 100	5.87	466.30	466.69	466.94	467.54	0.119507	4.08	1.44	3.90	2.14
cava Bine	32	Tr 200	6.81	466.30	466.73	467.00	467.67	0.119533	4.29	1.59	3.94	2.16
cava Bine	32	Tr 500	8.10	466.30	466.78	467.09	467.83	0.119077	4.55	1.78	3.99	2.17
cava Bine	31	Tr 100	5.87	464.22	464.59	464.85	465.50	0.135669	4.22	1.39	4.20	2.34
cava Bine	31	Tr 200	6.81	464.22	464.63	464.91	465.63	0.135615	4.44	1.54	4.28	2.36
cava Bine	31	Tr 500	8.10	464.22	464.67	464.99	465.79	0.135678	4.70	1.72	4.38	2.39
cava Bine	30	Tr 100	5.87	463.52	464.71	464.71	464.86	0.028410	1.71	3.44	11.38	0.99
cava Bine	30	Tr 200	6.81	463.52	464.75	464.75	464.91	0.027765	1.77	3.84	11.85	1.00
cava Bine	30	Tr 500	8.10	463.52	464.79	464.79	464.97	0.027363	1.86	4.35	12.41	1.00
cava Bine	29	Tr 100	5.87	463.05	463.92	464.00	464.37	0.037101	2.96	1.98	3.06	1.17
cava Bine	29	Tr 200	6.81	463.05	464.04	464.21	464.46	0.030741	2.87	2.38	3.28	1.08
cava Bine	29	Tr 500	8.10	463.05	464.10	464.24	464.52	0.030797	2.98	3.41	20.98	1.08
cava Bine	28	Tr 100	5.87	462.35	463.22	463.39	463.85	0.060245	3.67	1.99	9.62	1.37

HEC-RAS Plan: Stato_attuale River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	28	Tr 200	6.81	462.35	463.24	463.43	463.95	0.069274	3.98	2.17	9.62	1.47
cava Bine	28	Tr 500	8.10	462.35	463.28	463.47	464.01	0.071493	4.15	2.53	9.63	1.50
cava Bine	27	Tr 100	5.87	460.35	460.98	461.33	462.11	0.120810	4.71	1.25	2.26	2.02
cava Bine	27	Tr 200	6.81	460.35	461.07	461.42	462.19	0.105958	4.68	1.45	2.34	1.90
cava Bine	27	Tr 500	8.10	460.35	461.18	461.53	462.31	0.093678	4.69	1.73	2.45	1.78
cava Bine	26	Tr 100	5.87	457.48	458.11	458.51	459.47	0.154643	5.18	1.13	1.93	2.16
cava Bine	26	Tr 200	6.81	457.48	458.16	458.61	459.68	0.159113	5.45	1.25	1.95	2.18
cava Bine	26	Tr 500	8.10	457.48	458.25	458.74	459.93	0.161619	5.75	1.41	1.99	2.18
cava Bine	25	Tr 100	5.87	456.27	456.92	457.28	458.14	0.135742	4.89	1.20	1.91	1.97
cava Bine	25	Tr 200	6.81	456.27	456.99	457.39	458.32	0.135981	5.10	1.33	1.92	1.95
cava Bine	25	Tr 500	8.10	456.27	457.08	457.52	458.54	0.136685	5.36	1.51	1.93	1.94
cava Bine	24	Tr 100	5.87	455.55	456.08	456.43	457.29	0.142570	4.88	1.20	2.48	2.23
cava Bine	24	Tr 200	6.81	455.55	456.13	456.52	457.46	0.143787	5.12	1.33	2.52	2.25
cava Bine	24	Tr 500	8.10	455.55	456.19	456.62	457.68	0.144981	5.41	1.50	2.56	2.26
cava Bine	23	Tr 100	5.87	455.32	455.71	456.04	456.95	0.182224	4.93	1.19	3.14	2.56
cava Bine	23	Tr 200	6.81	455.32	455.75	456.12	457.12	0.181726	5.19	1.31	3.15	2.56
cava Bine	23	Tr 500	8.10	455.32	455.80	456.21	457.34	0.181436	5.50	1.47	3.17	2.57
cava Bine	22	Tr 100	5.87	455.11	455.62	455.91	456.59	0.110615	4.35	1.35	2.78	2.00
cava Bine	22	Tr 200	6.81	455.11	455.67	455.99	456.75	0.113467	4.61	1.48	2.81	2.03
cava Bine	22	Tr 500	8.10	455.11	455.73	456.09	456.96	0.116913	4.91	1.65	2.84	2.06
cava Bine	21	Tr 100	5.87	454.54	454.90	455.20	455.98	0.162840	4.59	1.28	3.65	2.47
cava Bine	21	Tr 200	6.81	454.54	454.94	455.27	456.13	0.162806	4.83	1.41	3.68	2.49
cava Bine	21	Tr 500	8.10	454.54	454.98	455.35	456.33	0.163087	5.14	1.58	3.71	2.52
cava Bine	20	Tr 100	5.87	453.83	454.23	454.49	455.13	0.123481	4.20	1.40	3.52	2.13
cava Bine	20	Tr 200	6.81	453.83	454.27	454.56	455.28	0.124980	4.44	1.53	3.54	2.15
cava Bine	20	Tr 500	8.10	453.83	454.32	454.65	455.47	0.126799	4.74	1.71	3.55	2.18

HEC-RAS Plan: Stato_attuale River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	19	Tr 100	5.87	451.06	451.68	451.87	452.30	0.070577	3.49	1.68	3.60	1.63
cava Bine	19	Tr 200	6.81	451.06	451.73	451.93	452.42	0.070754	3.67	1.85	3.63	1.64
cava Bine	19	Tr 500	8.10	451.06	451.79	452.02	452.57	0.071182	3.90	2.08	3.67	1.65
cava Bine	18	Tr 100	5.87	449.95	450.42	450.66	451.24	0.097536	4.01	1.46	3.28	1.92
cava Bine	18	Tr 200	6.81	449.95	450.47	450.74	451.36	0.095340	4.18	1.63	3.31	1.90
cava Bine	18	Tr 500	8.10	449.95	450.53	450.82	451.52	0.093066	4.40	1.84	3.34	1.89
cava Bine	17	Tr 100	5.87	448.40	448.87	449.12	449.68	0.096565	4.00	1.47	3.28	1.91
cava Bine	17	Tr 200	6.81	448.40	448.91	449.18	449.82	0.097383	4.21	1.62	3.31	1.93
cava Bine	17	Tr 500	8.10	448.40	448.97	449.28	449.99	0.097551	4.46	1.81	3.34	1.94
cava Bine	16	Tr 100	5.87	447.00	447.59	447.87	448.50	0.095225	4.23	1.39	2.53	1.83
cava Bine	16	Tr 200	6.81	447.00	447.65	447.95	448.64	0.093872	4.40	1.55	2.57	1.81
cava Bine	16	Tr 500	8.10	447.00	447.73	448.06	448.81	0.092682	4.62	1.75	2.62	1.80
cava Bine	15	Tr 100	5.87	444.87	445.16	445.44	446.31	0.229215	4.77	1.23	4.63	2.95
cava Bine	15	Tr 200	6.81	444.87	445.18	445.50	446.47	0.228737	5.02	1.36	4.69	2.98
cava Bine	15	Tr 500	8.10	444.87	445.22	445.57	446.66	0.227081	5.33	1.52	4.77	3.01
cava Bine	14	Tr 100	5.87	443.52	444.08	444.24	444.62	0.053700	3.26	1.80	3.70	1.49
cava Bine	14	Tr 200	6.81	443.52	444.13	444.31	444.73	0.055054	3.44	1.98	3.78	1.52
cava Bine	14	Tr 500	8.10	443.52	444.19	444.40	444.88	0.056842	3.67	2.21	3.89	1.56
cava Bine	13	Tr 100	5.87	443.04	443.30	443.47	443.91	0.127195	3.46	1.70	6.70	2.19
cava Bine	13	Tr 200	6.81	443.04	443.32	443.52	444.01	0.127466	3.66	1.86	6.73	2.22
cava Bine	13	Tr 500	8.10	443.04	443.89	443.58	443.99	0.004931	1.38	5.86	7.28	0.49
cava Bine	12	Tr 100	5.87	442.75	443.40	443.40	443.71	0.025402	2.46	2.38	3.83	1.00
cava Bine	12	Tr 200	6.81	442.75	443.46	443.46	443.80	0.025167	2.58	2.64	3.86	0.99
cava Bine	12	Tr 500	8.10	442.75	443.54	443.54	443.93	0.025790	2.75	2.95	3.89	1.01
cava Bine	11	Tr 100	5.87	442.65	442.96	443.14	443.58	0.106417	3.50	1.68	5.62	2.04
cava Bine	11	Tr 200	6.81	442.65	442.99	443.20	443.68	0.104187	3.67	1.86	5.66	2.05
cava Bine	11	Tr 500	8.10	442.65	443.03	443.26	443.80	0.101430	3.88	2.09	5.71	2.05

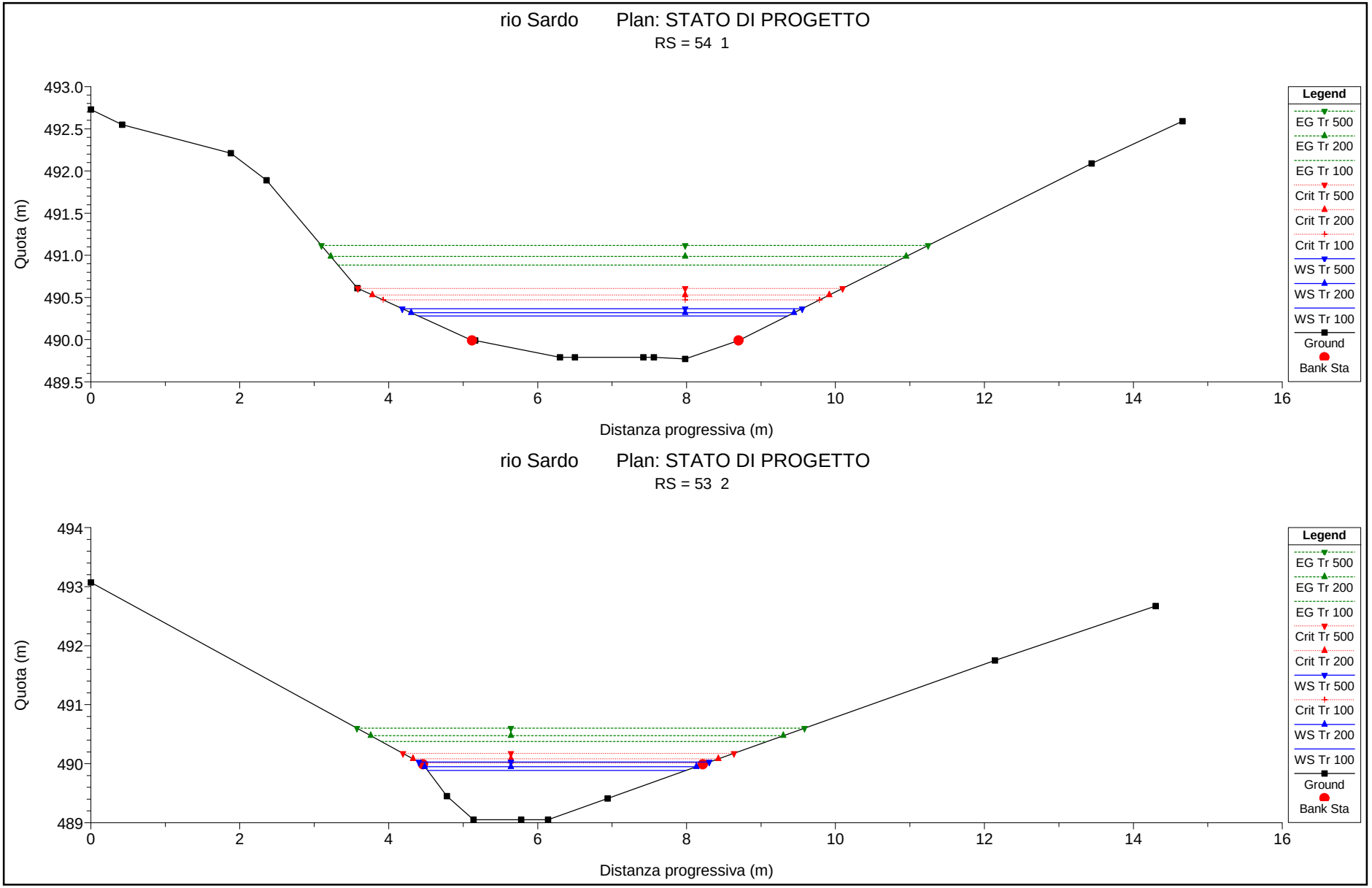
HEC-RAS Plan: Stato_attuale River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

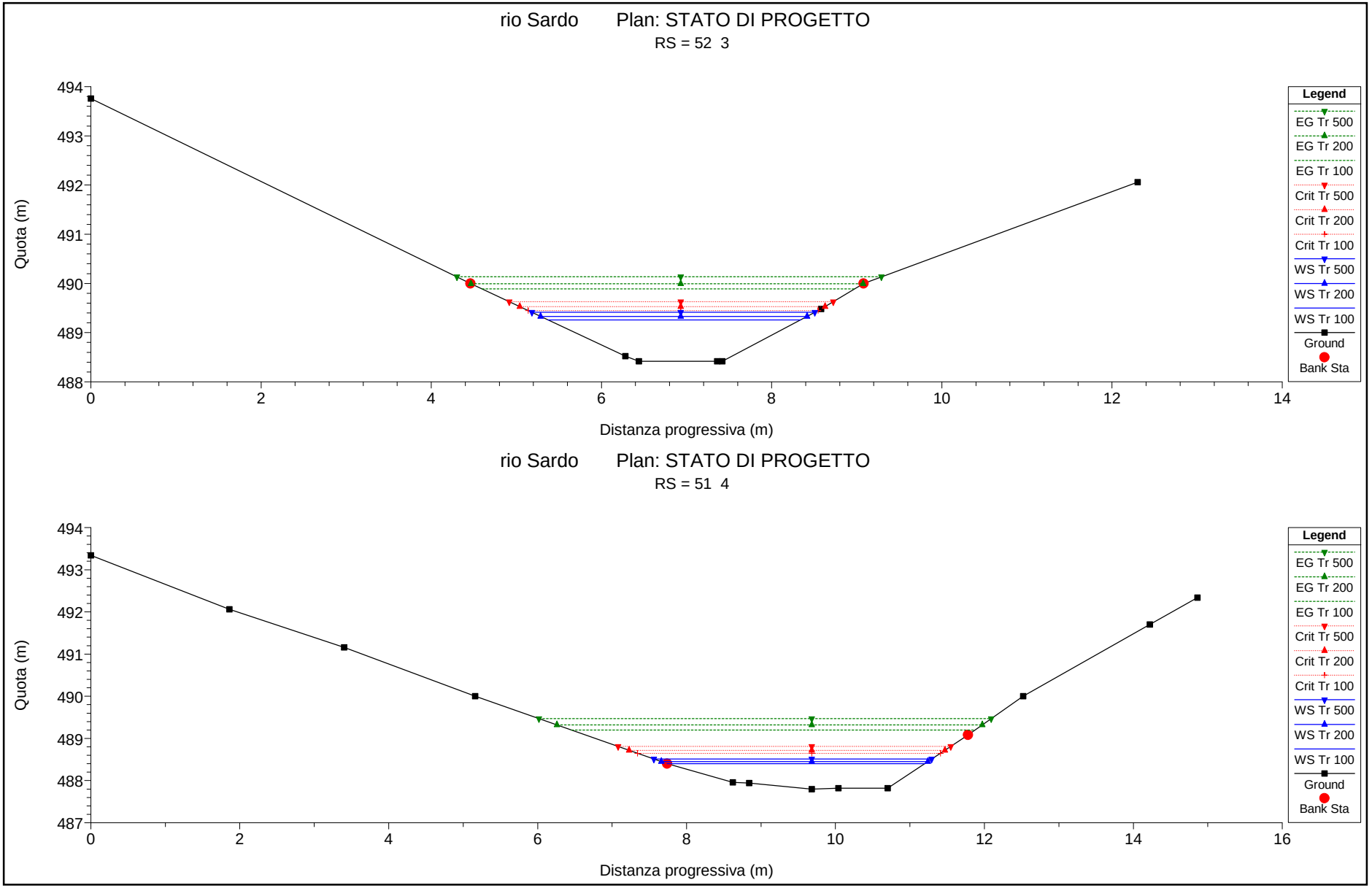
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
cava Bine	10	Tr 100	5.87	441.50	442.28	442.36	442.75	0.037901	3.04	1.93	2.85	1.18
cava Bine	10	Tr 200	6.81	441.50	442.37	442.45	442.86	0.036093	3.12	2.18	2.93	1.15
cava Bine	10	Tr 500	8.10	441.50	442.49	442.55	443.01	0.033875	3.20	2.53	3.04	1.12
cava Bine	9	Tr 100	5.87	440.56	440.95	441.23	441.96	0.147154	4.44	1.32	3.94	2.45
cava Bine	9	Tr 200	6.81	440.56	440.99	441.29	442.09	0.145843	4.65	1.47	4.04	2.46
cava Bine	9	Tr 500	8.10	440.56	441.03	441.37	442.25	0.144174	4.89	1.66	4.17	2.48
cava Bine	8	Tr 100	5.87	439.49	440.15	440.39	440.96	0.077898	3.97	1.48	2.36	1.60
cava Bine	8	Tr 200	6.81	439.49	440.23	440.62	441.09	0.076419	4.11	1.66	2.39	1.58
cava Bine	8	Tr 500	8.10	439.49	440.52	440.68	441.06	0.086881	3.25	2.50	6.87	1.72
cava Bine	7	Tr 100	5.87	437.67	438.13	438.43	439.17	0.141447	4.51	1.30	3.45	2.35
cava Bine	7	Tr 200	6.81	437.67	438.17	438.50	439.31	0.142783	4.73	1.44	3.56	2.38
cava Bine	7	Tr 500	8.10	437.67	438.26	438.74	439.32	0.111322	4.56	1.78	3.80	2.13
cava Bine	6	Tr 100	5.87	436.89	437.46	437.63	438.03	0.058349	3.35	1.75	3.71	1.55
cava Bine	6	Tr 200	6.81	436.89	437.50	437.69	438.14	0.059917	3.53	1.93	3.81	1.58
cava Bine	6	Tr 500	8.10	436.89	437.56	437.78	438.28	0.061599	3.75	2.16	3.93	1.62
cava Bine	5	Tr 100	5.87	436.21	436.72	436.92	437.38	0.073270	3.59	1.64	3.91	1.77
cava Bine	5	Tr 200	6.81	436.21	436.77	436.99	437.48	0.072837	3.74	1.82	4.04	1.78
cava Bine	5	Tr 500	8.10	436.21	436.82	437.06	437.62	0.072583	3.94	2.06	4.20	1.80
cava Bine	4	Tr 100	5.87	436.05	437.04	436.72	437.13	0.004629	1.31	4.47	5.89	0.48
cava Bine	4	Tr 200	6.81	436.05	437.12	436.77	437.21	0.004720	1.39	4.91	6.00	0.49
cava Bine	4	Tr 500	8.10	436.05	437.21	436.84	437.32	0.004795	1.47	5.51	6.15	0.50
cava Bine	3	Tr 100	5.87	435.90	436.98	436.80	437.12	0.010079	1.67	3.51	5.00	0.64
cava Bine	3	Tr 200	6.81	435.90	437.04	436.85	437.20	0.010308	1.77	3.84	5.00	0.65
cava Bine	3	Tr 500	8.10	435.90	437.13	436.92	437.31	0.010609	1.90	4.27	5.00	0.65
cava Bine	2	Tr 100	5.87	435.55	436.93	436.70	437.06	0.009109	1.56	3.76	5.00	0.57
cava Bine	2	Tr 200	6.81	435.55	437.00	436.76	437.14	0.009549	1.67	4.09	5.00	0.59

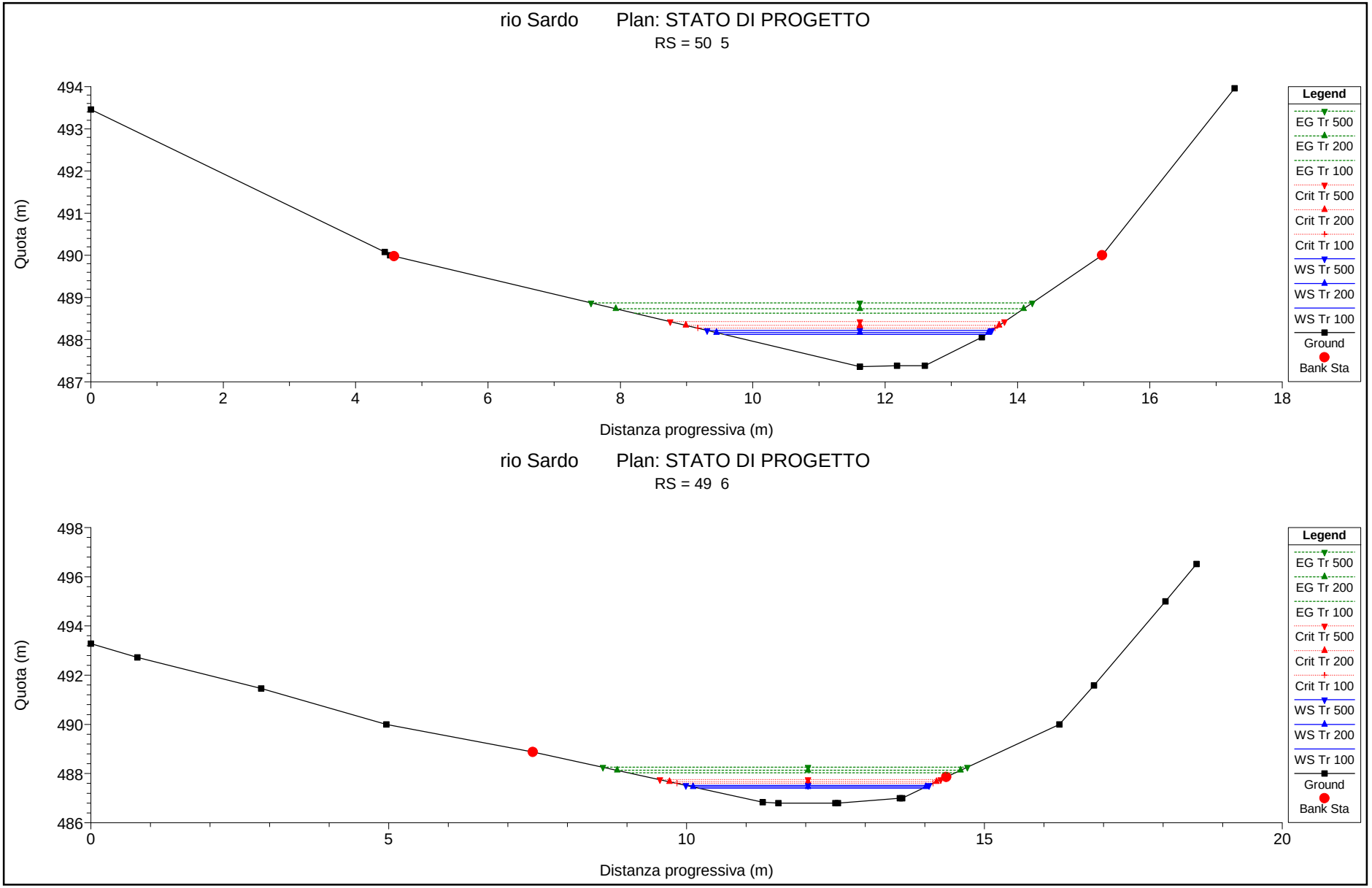
HEC-RAS Plan: Stato_attuale River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

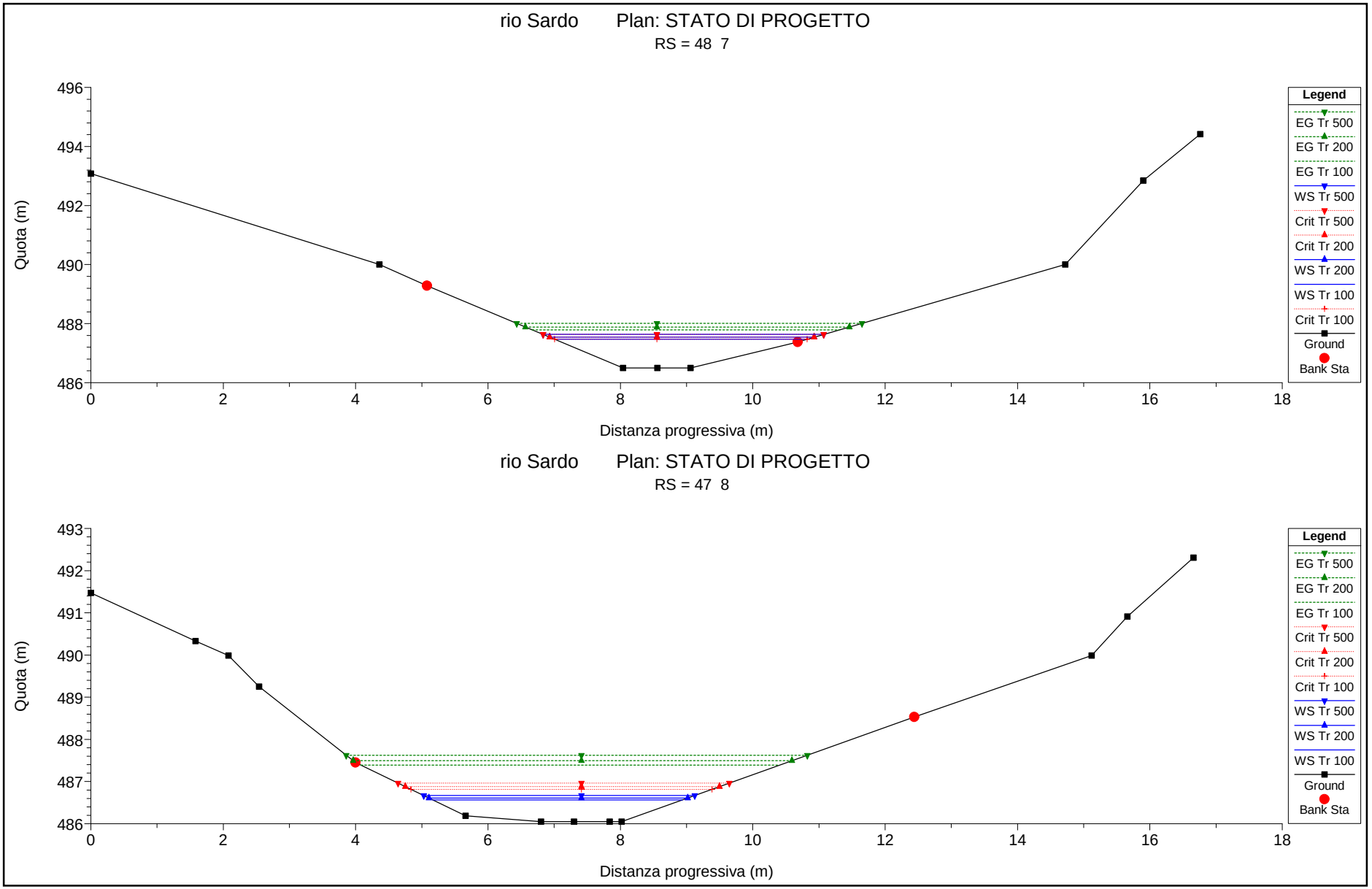
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
cava Bine	2	Tr 500	8.10	435.55	437.08	436.82	437.25	0.010086	1.80	4.50	5.00	0.61
cava Bine	1	Tr 100	5.87	435.70	436.78	436.78	437.04	0.030151	2.26	2.60	5.00	1.00
cava Bine	1	Tr 200	6.81	435.70	436.84	436.84	437.12	0.029754	2.38	2.87	5.00	1.00
cava Bine	1	Tr 500	8.10	435.70	436.91	436.91	437.23	0.029058	2.51	3.23	5.00	1.00

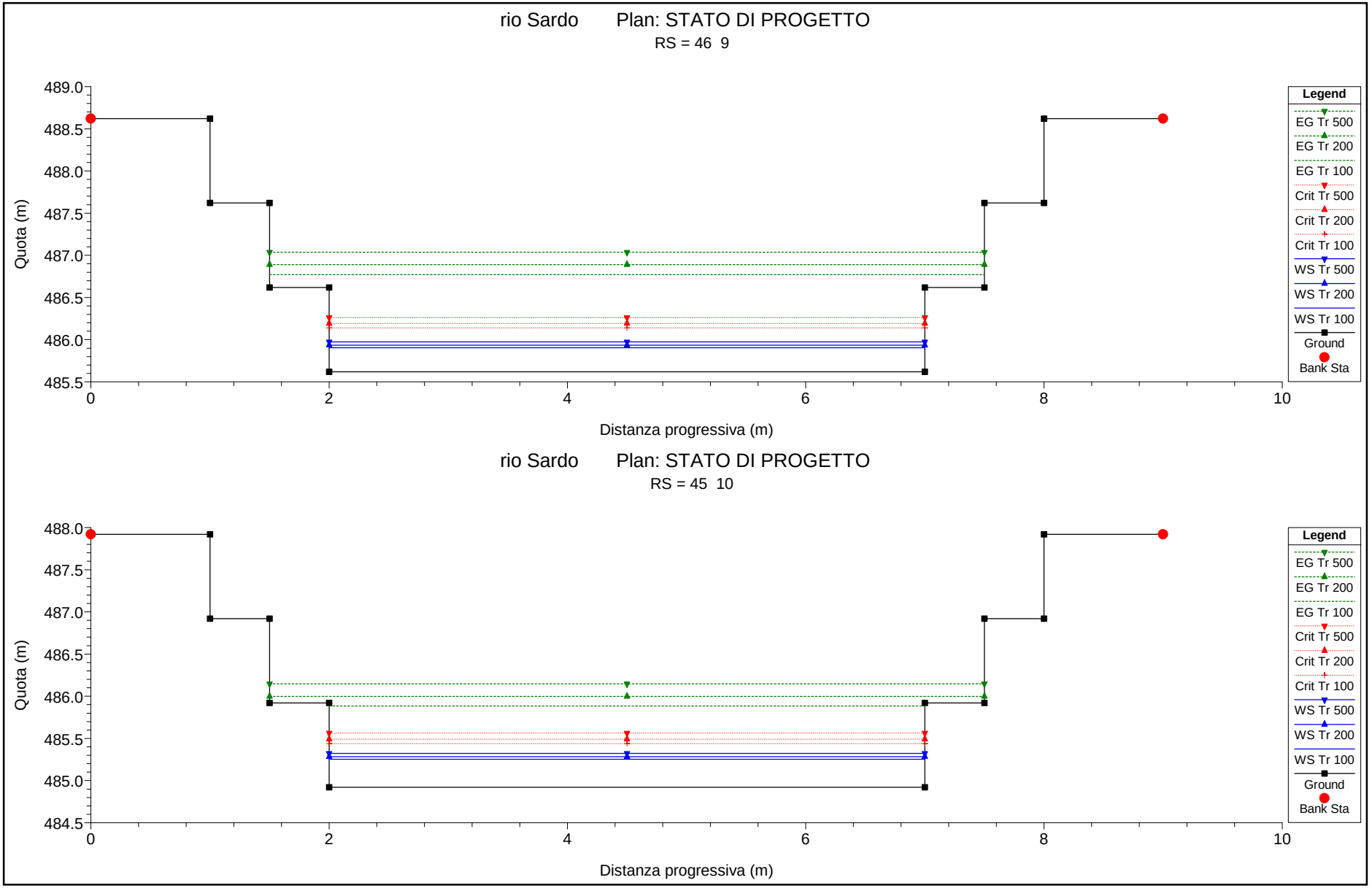
ALLEGATO 2

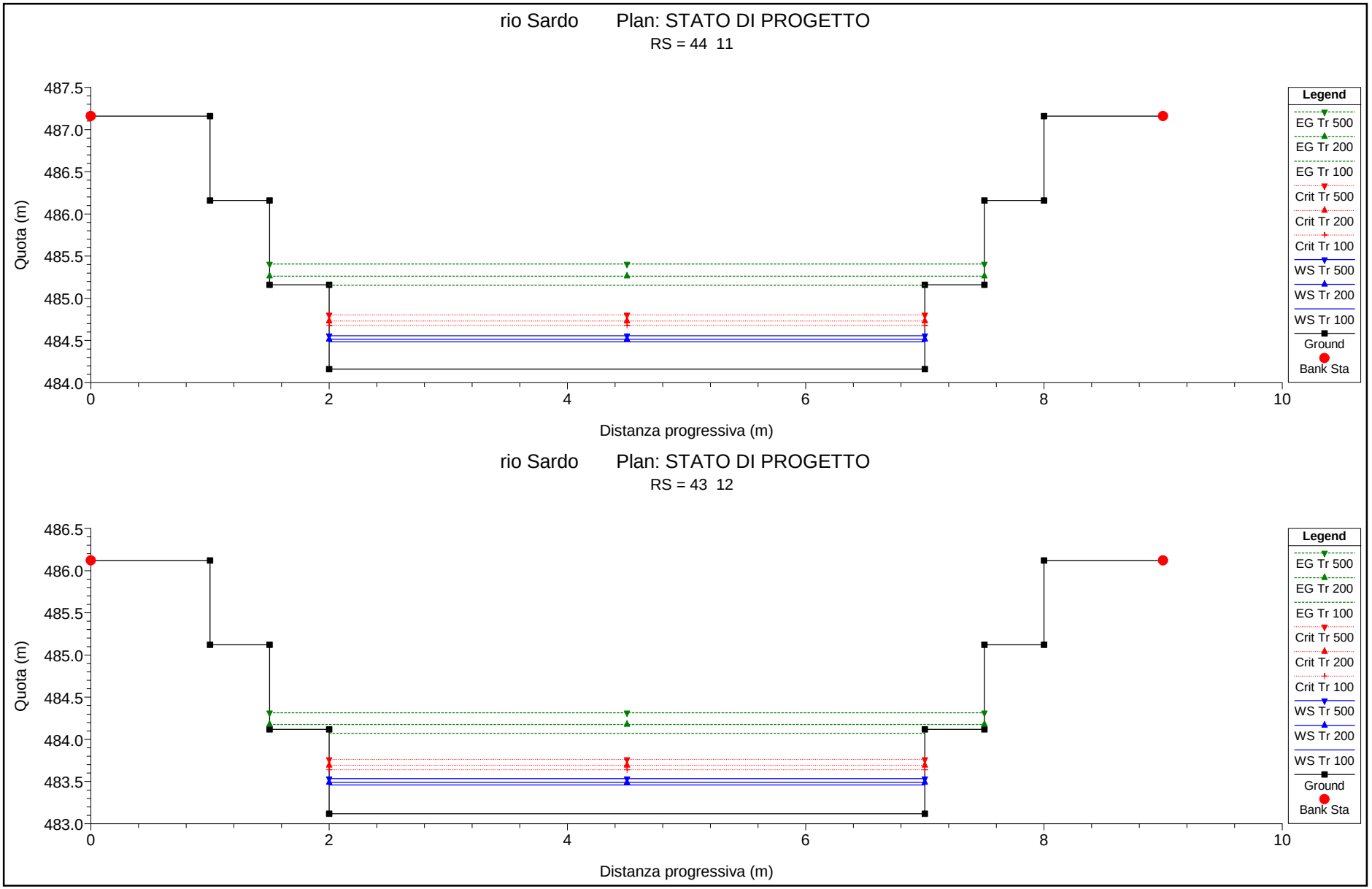

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 54 1
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 53 2
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

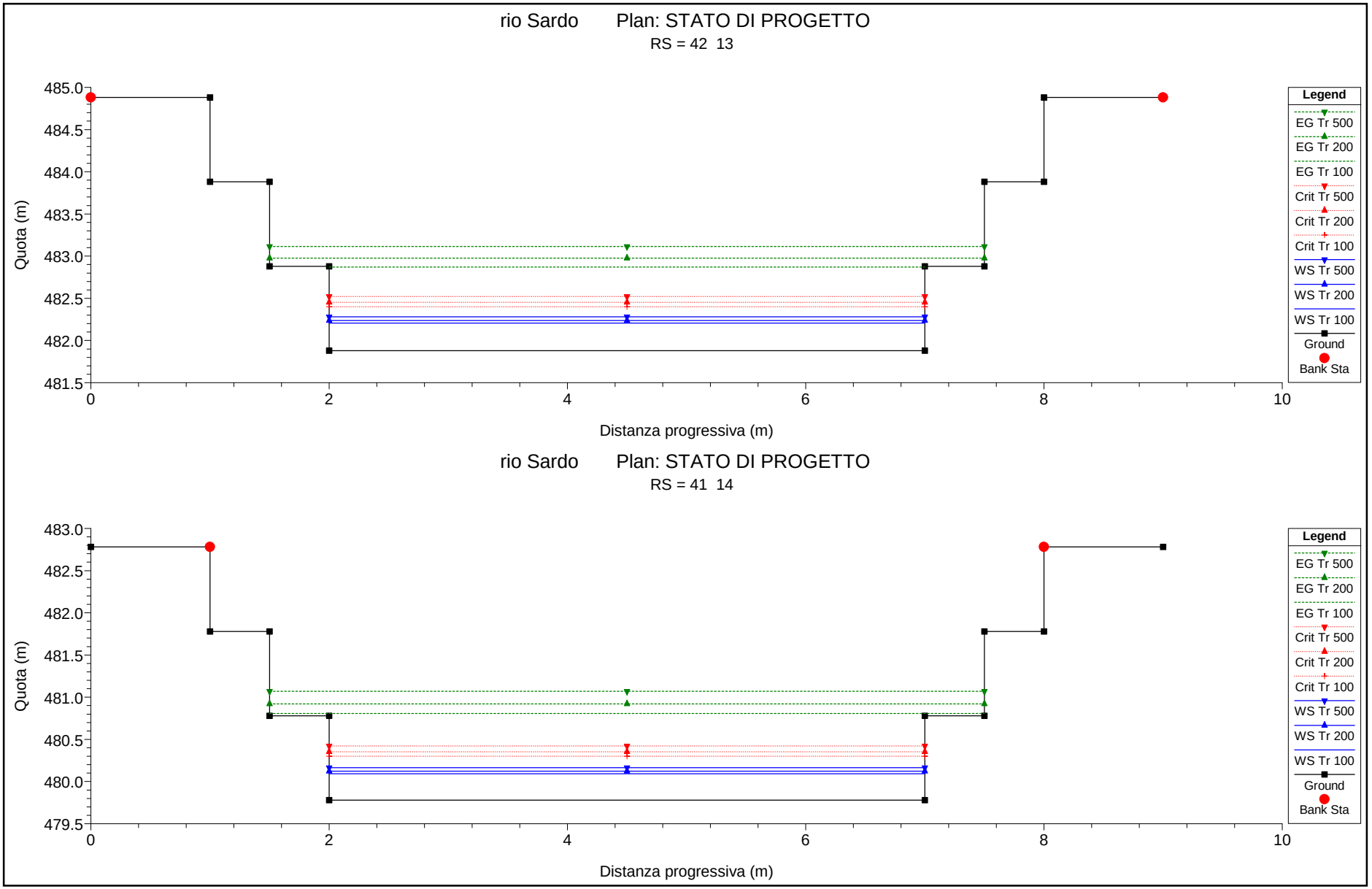

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 52 3
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 51 4
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

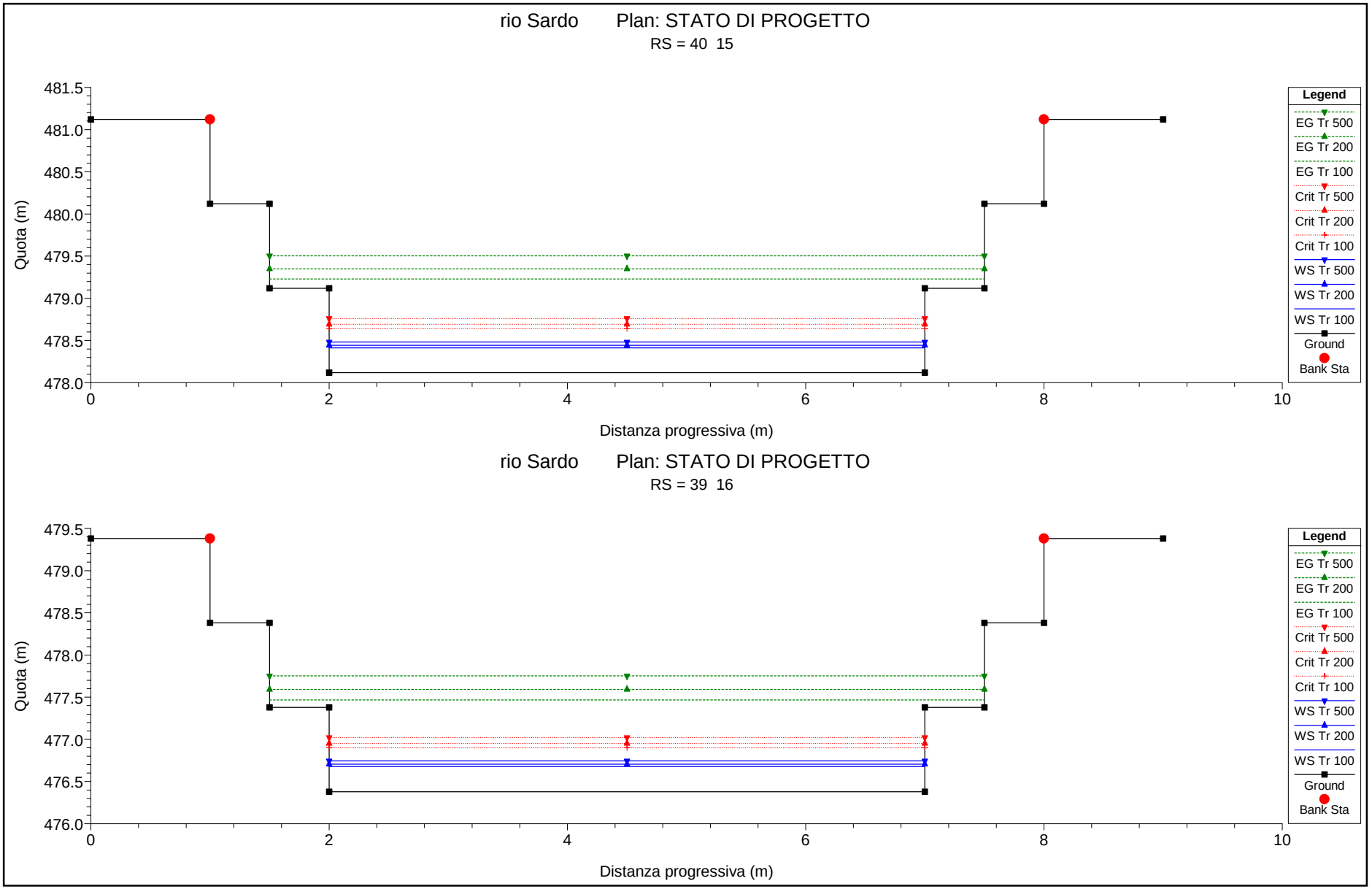

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 50 5
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 49 6
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

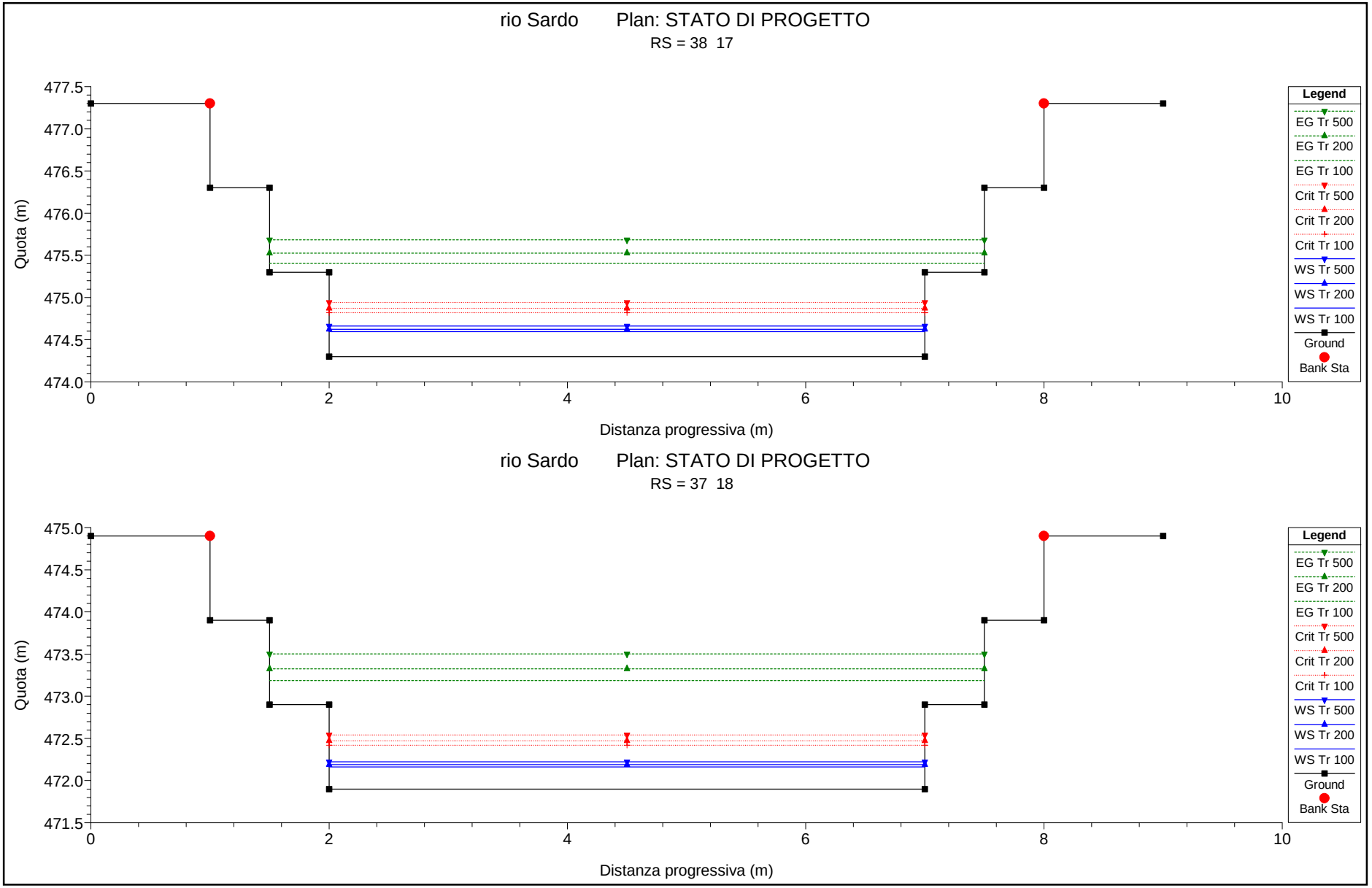

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 48 7
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
WS Tr 500
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 47 8
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

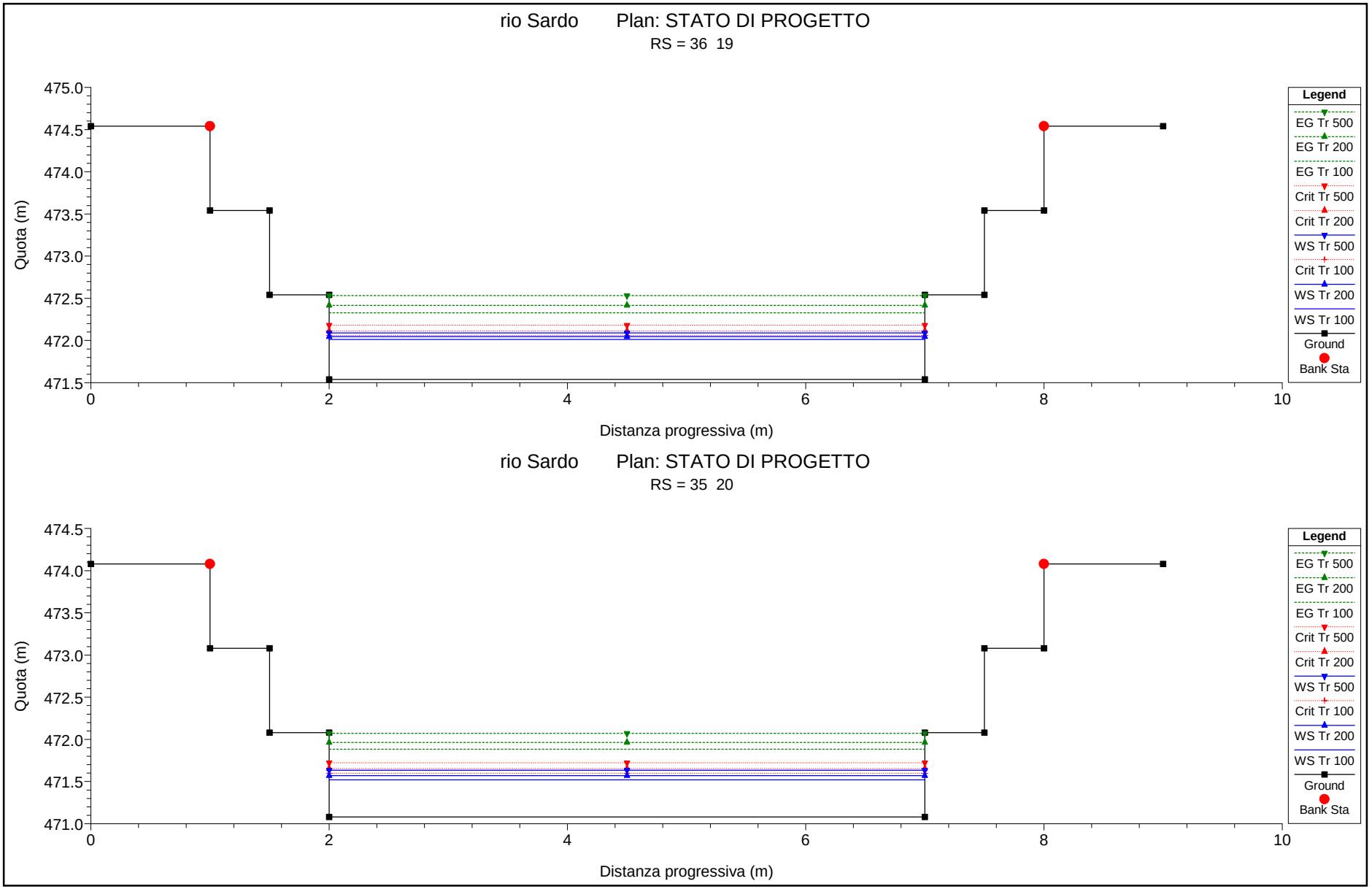

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 46 9
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 45 10
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

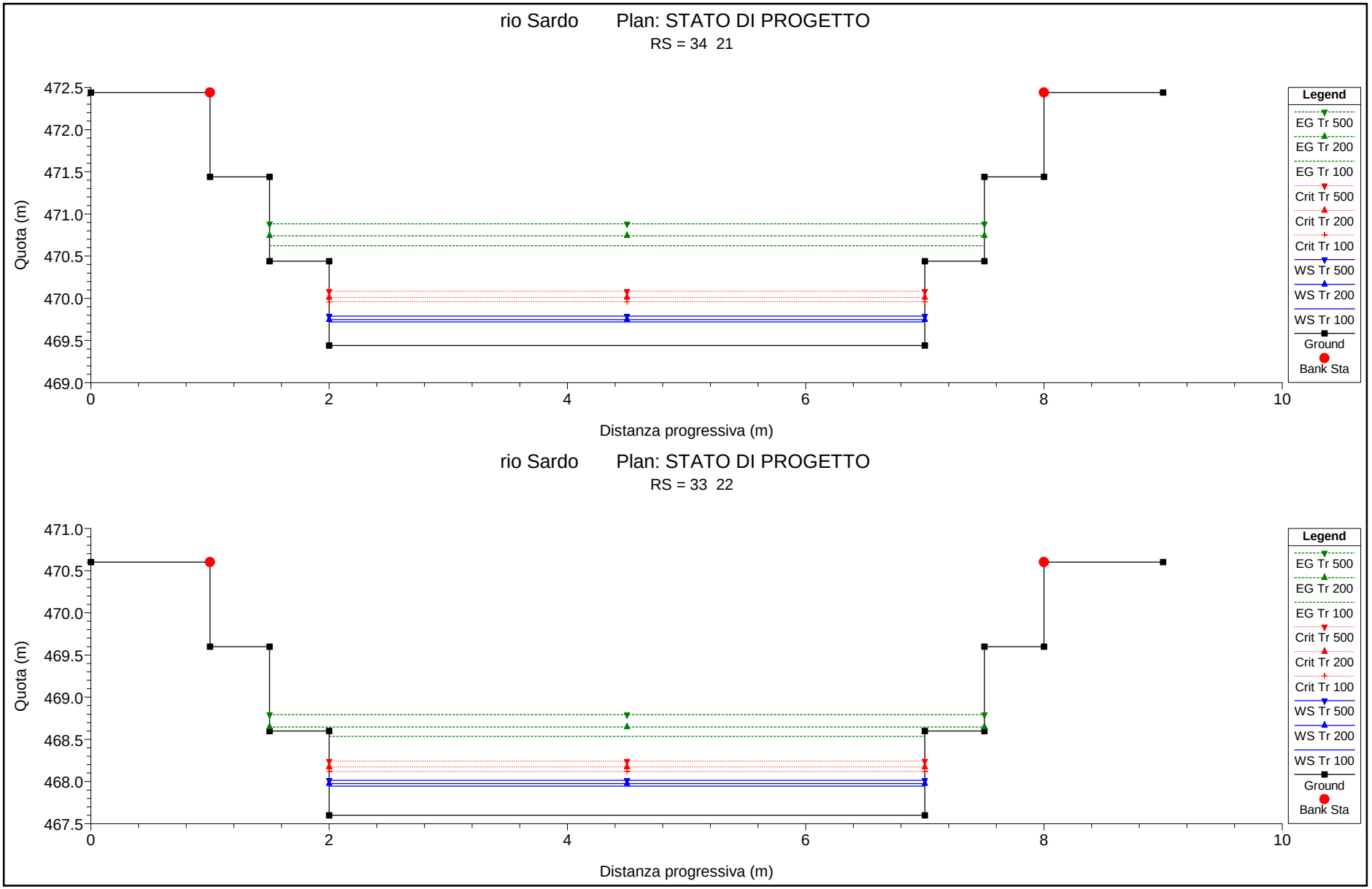

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 44 11
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 43 12
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

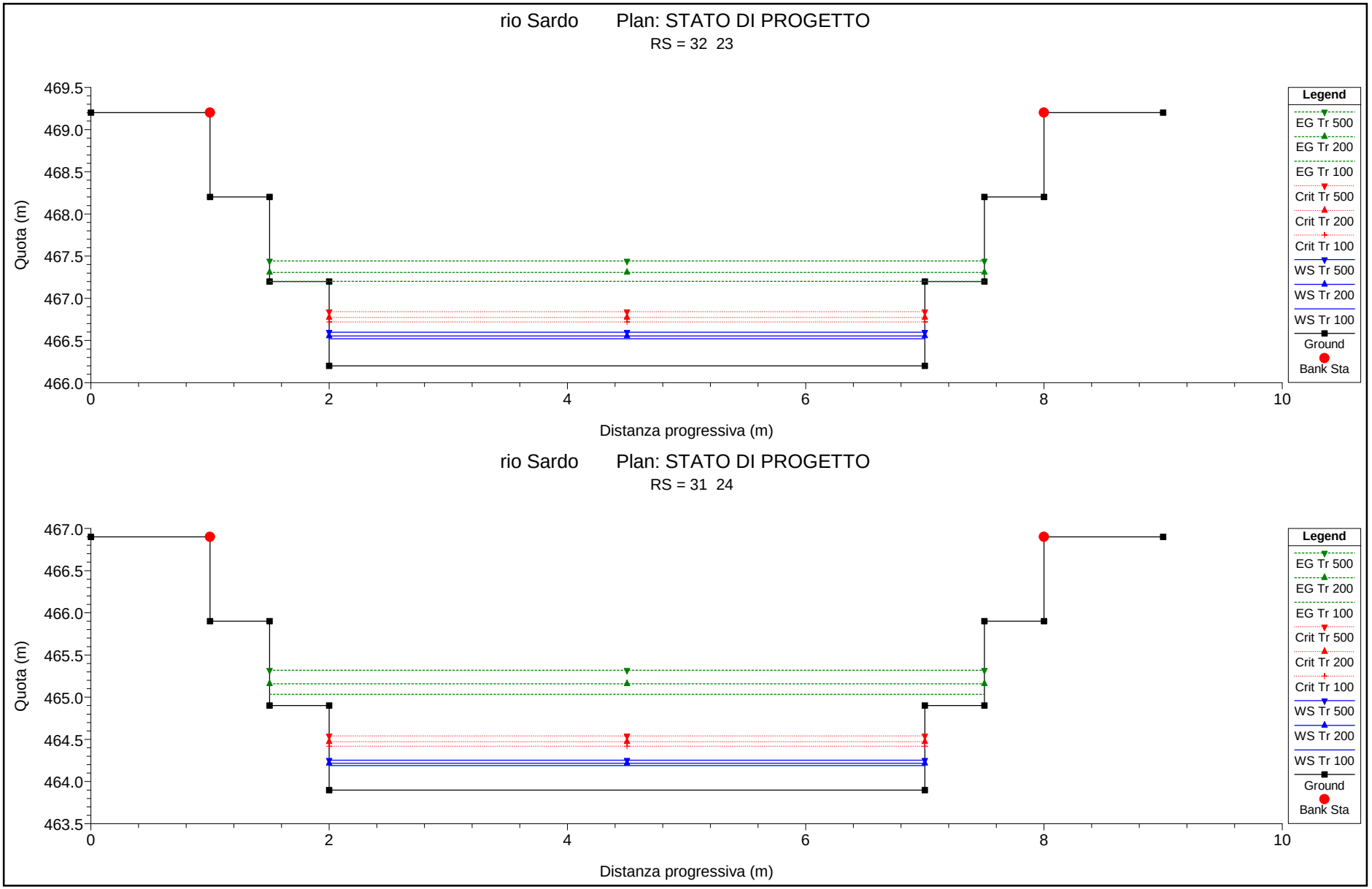

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 42 13
Quota (m)
485.0
484.5
484.0
483.5
483.0
482.5
482.0
481.5
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 41 14
Quota (m)
483.0
482.5
482.0
481.5
481.0
480.5
480.0
479.5
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

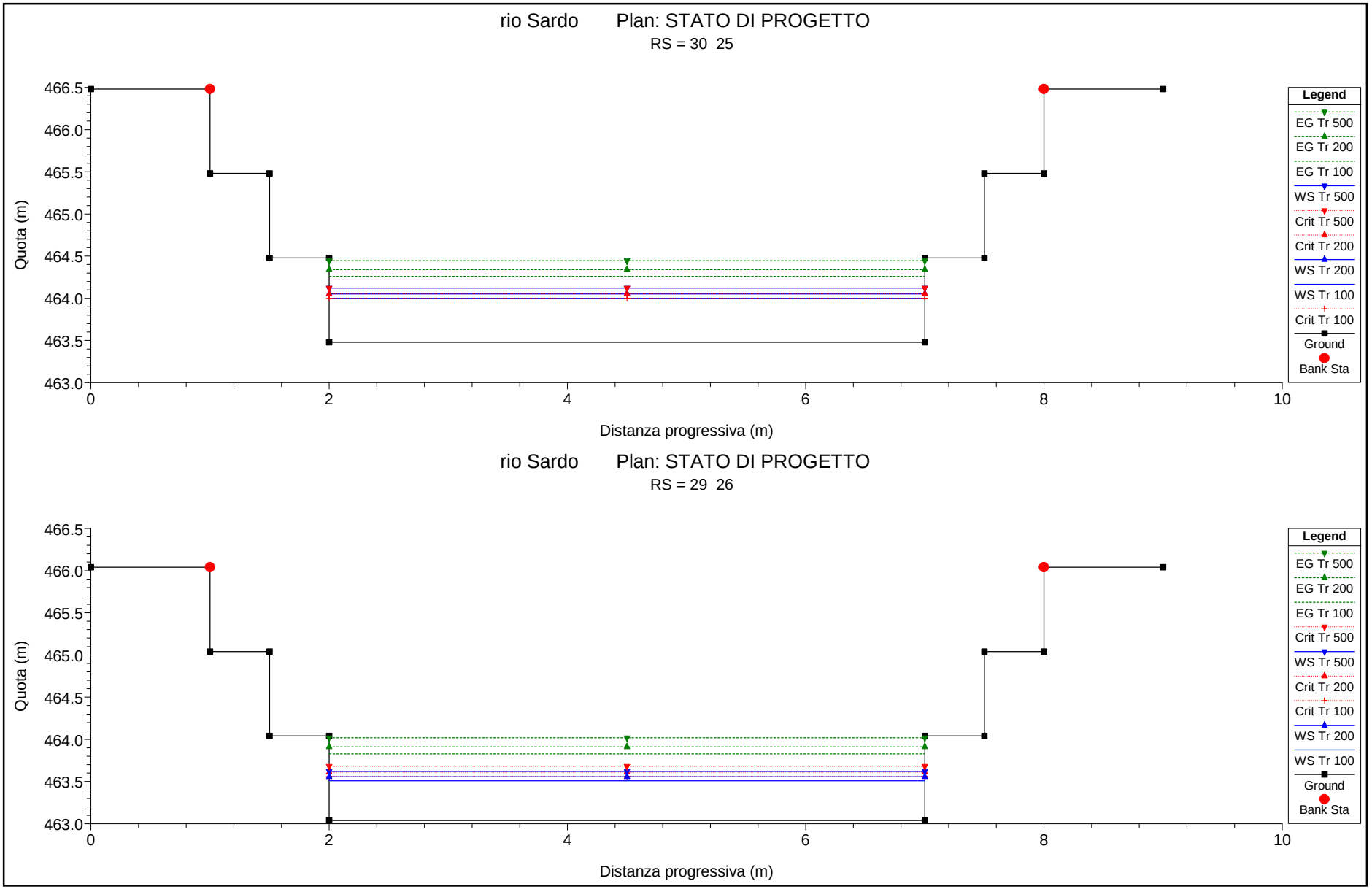

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 40 15
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 39 16
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

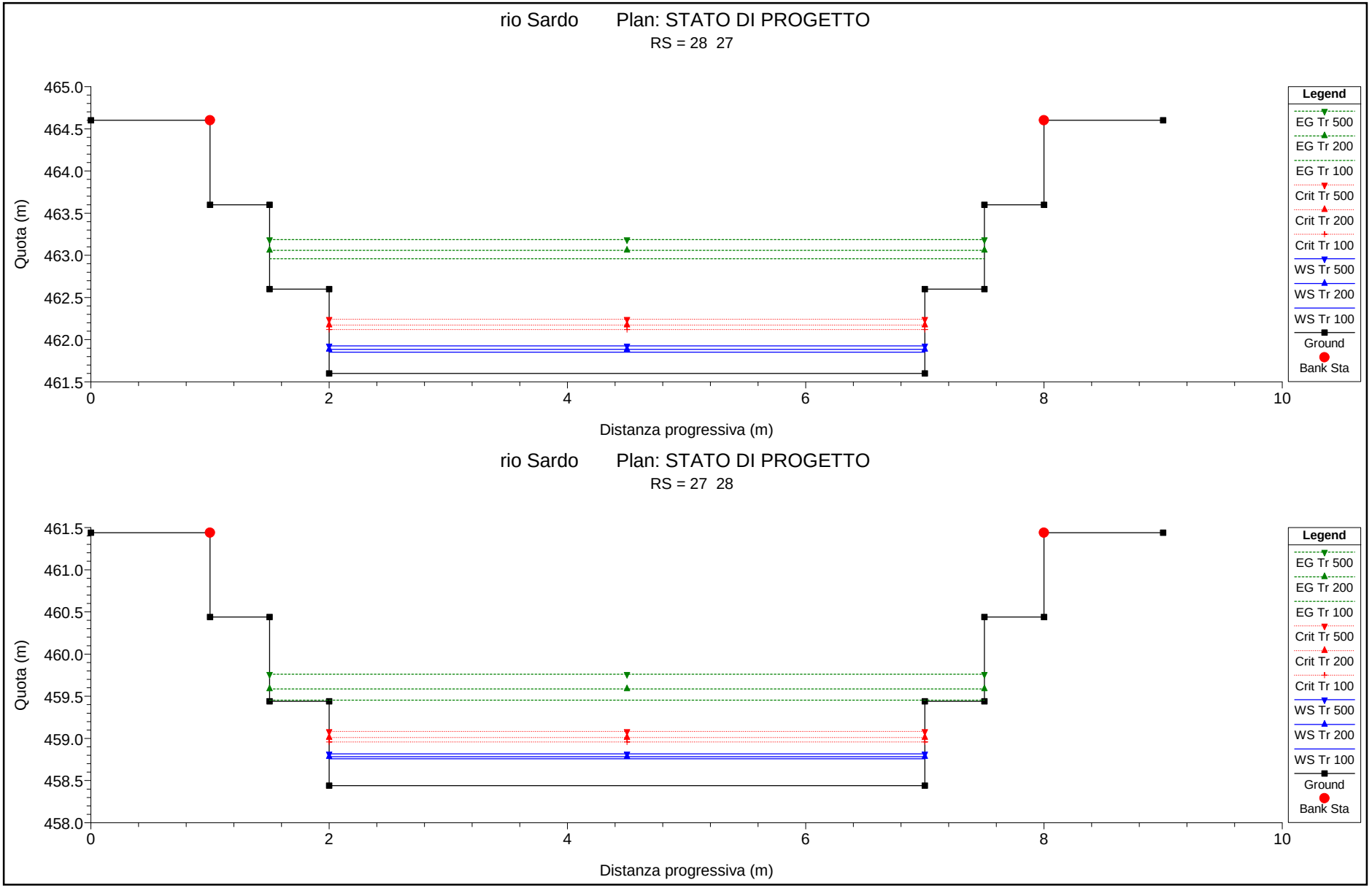

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 38 17
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 37 18
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

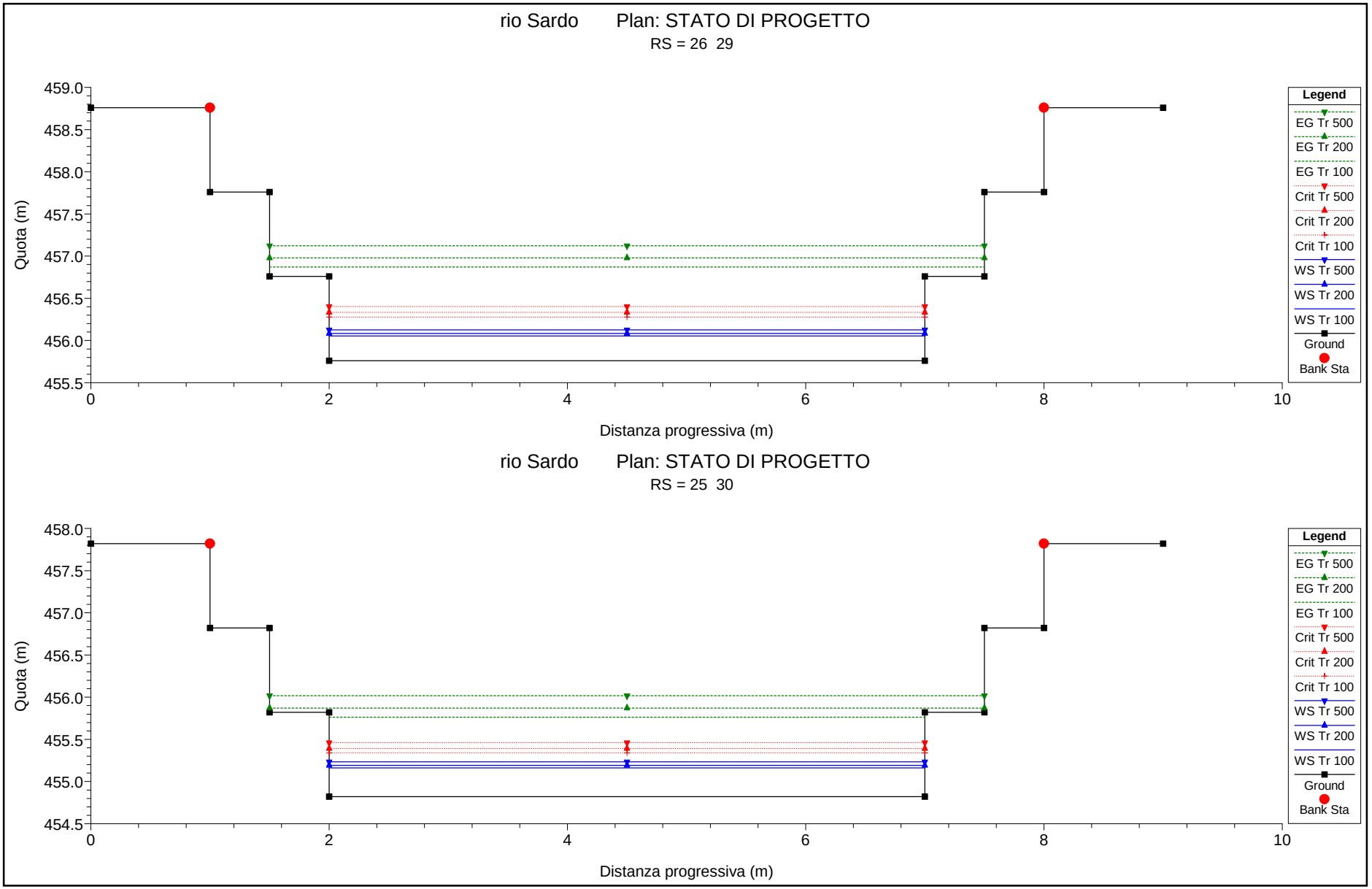

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 36 19
Quota (m)
475.0
474.5
474.0
473.5
473.0
472.5
472.0
471.5
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 35 20
Quota (m)
474.5
474.0
473.5
473.0
472.5
472.0
471.5
471.0
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

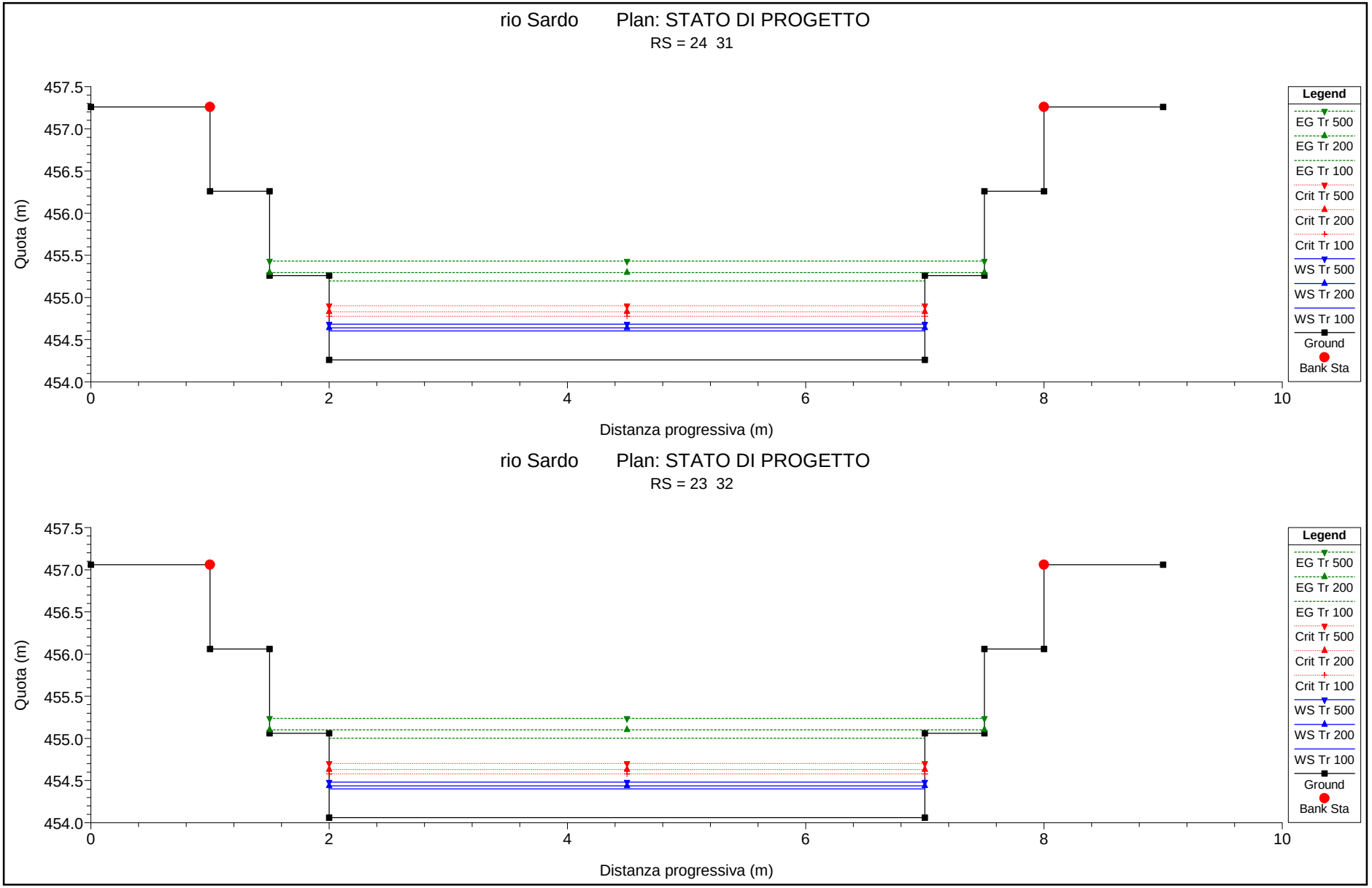

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 34 21
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 33 22
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

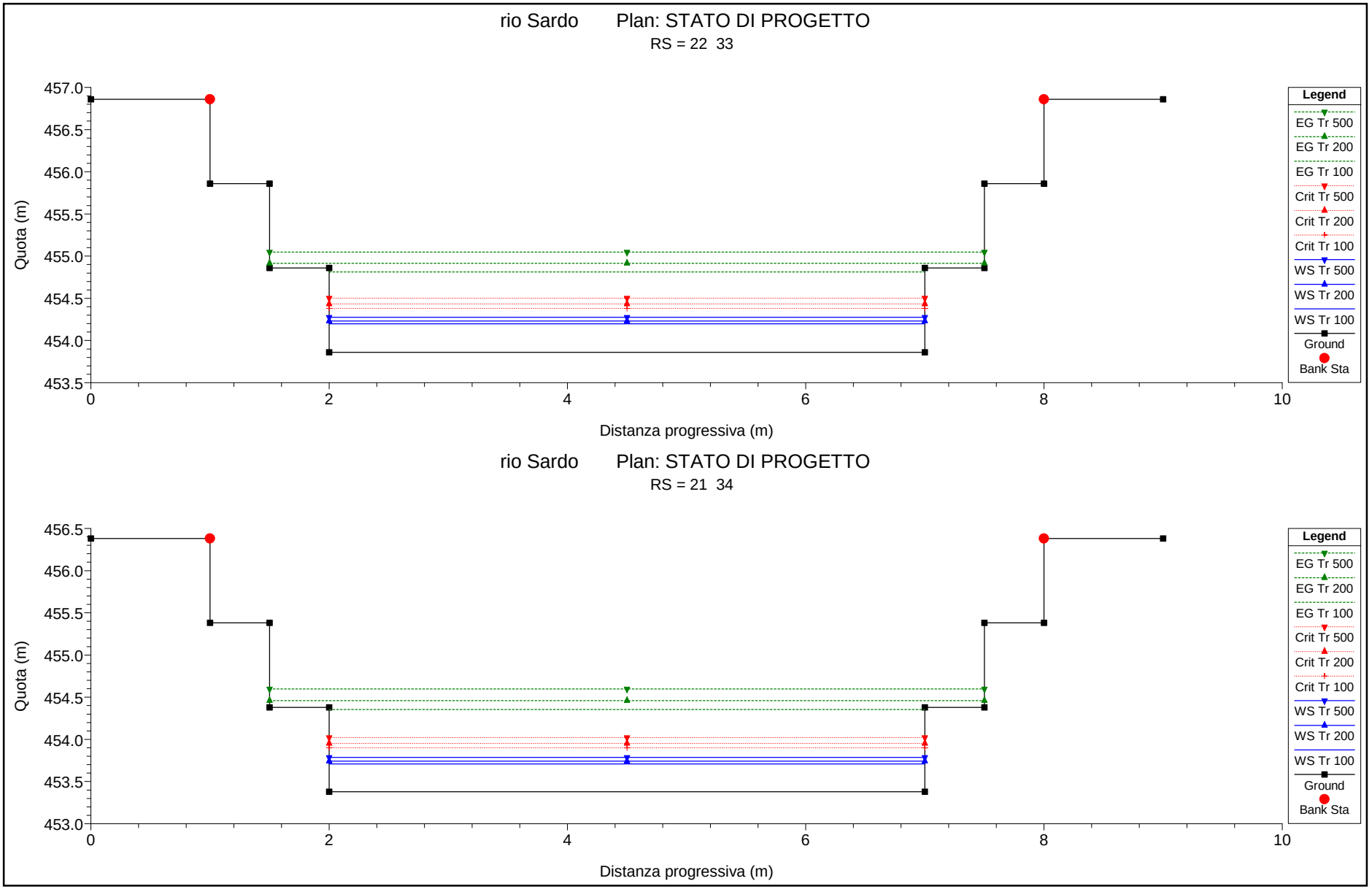

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 32 23
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 31 24
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

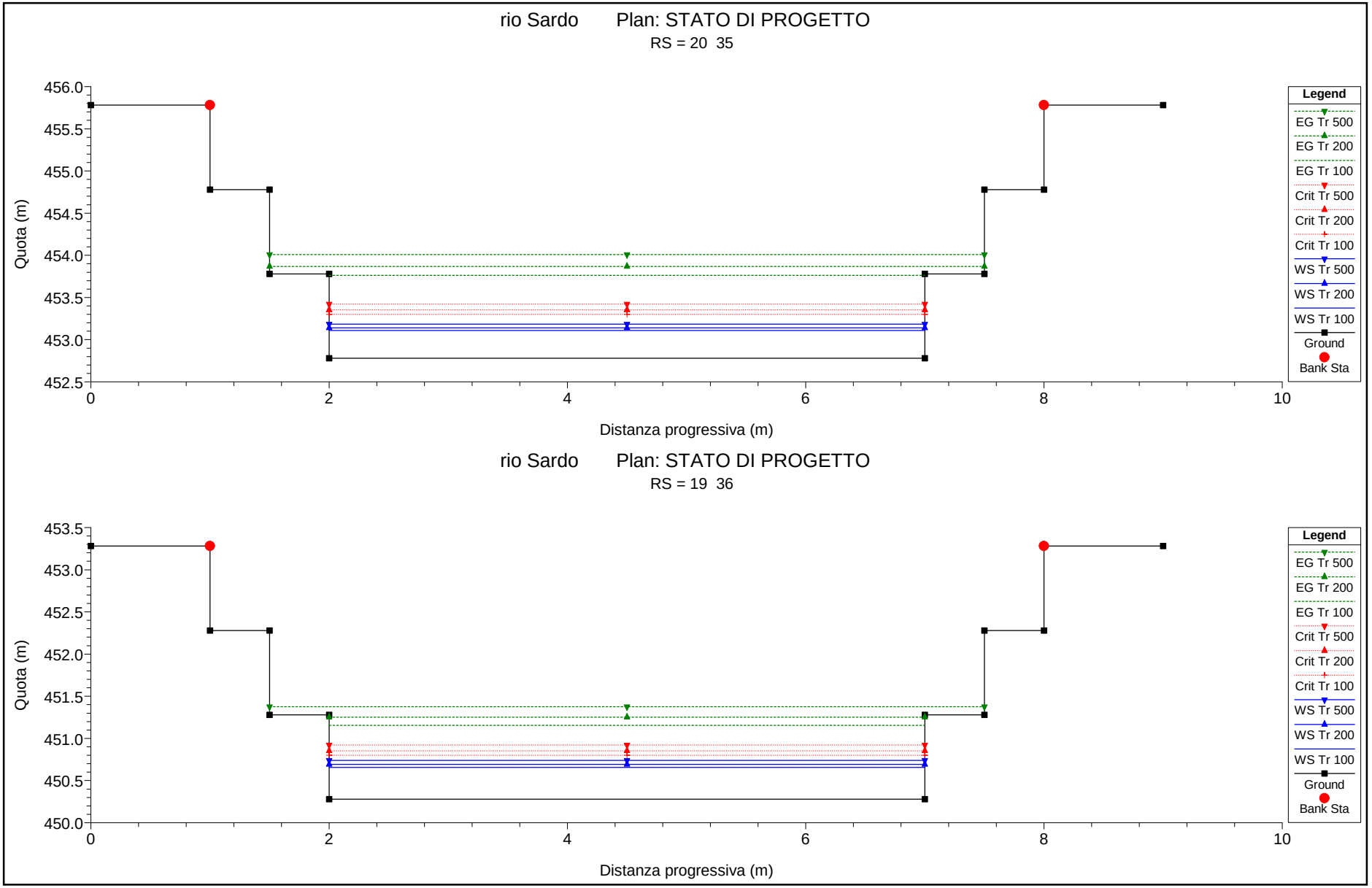

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 30 25
Quota (m)
466.5
466.0
465.5
465.0
464.5
464.0
463.5
463.0
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
WS Tr 500
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 29 26
Quota (m)
466.5
466.0
465.5
465.0
464.5
464.0
463.5
463.0
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
WS Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

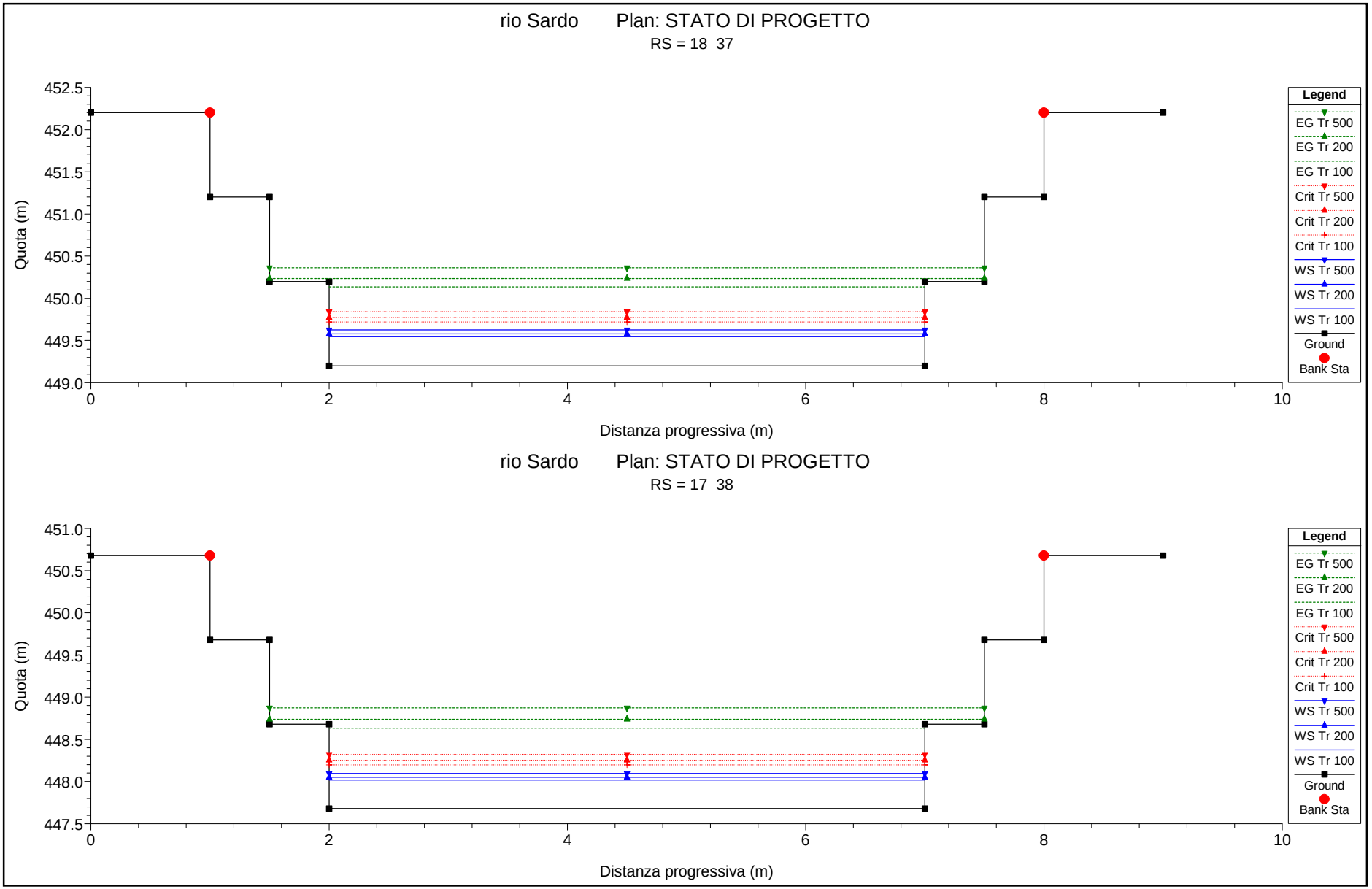

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 28 27
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 27 28
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

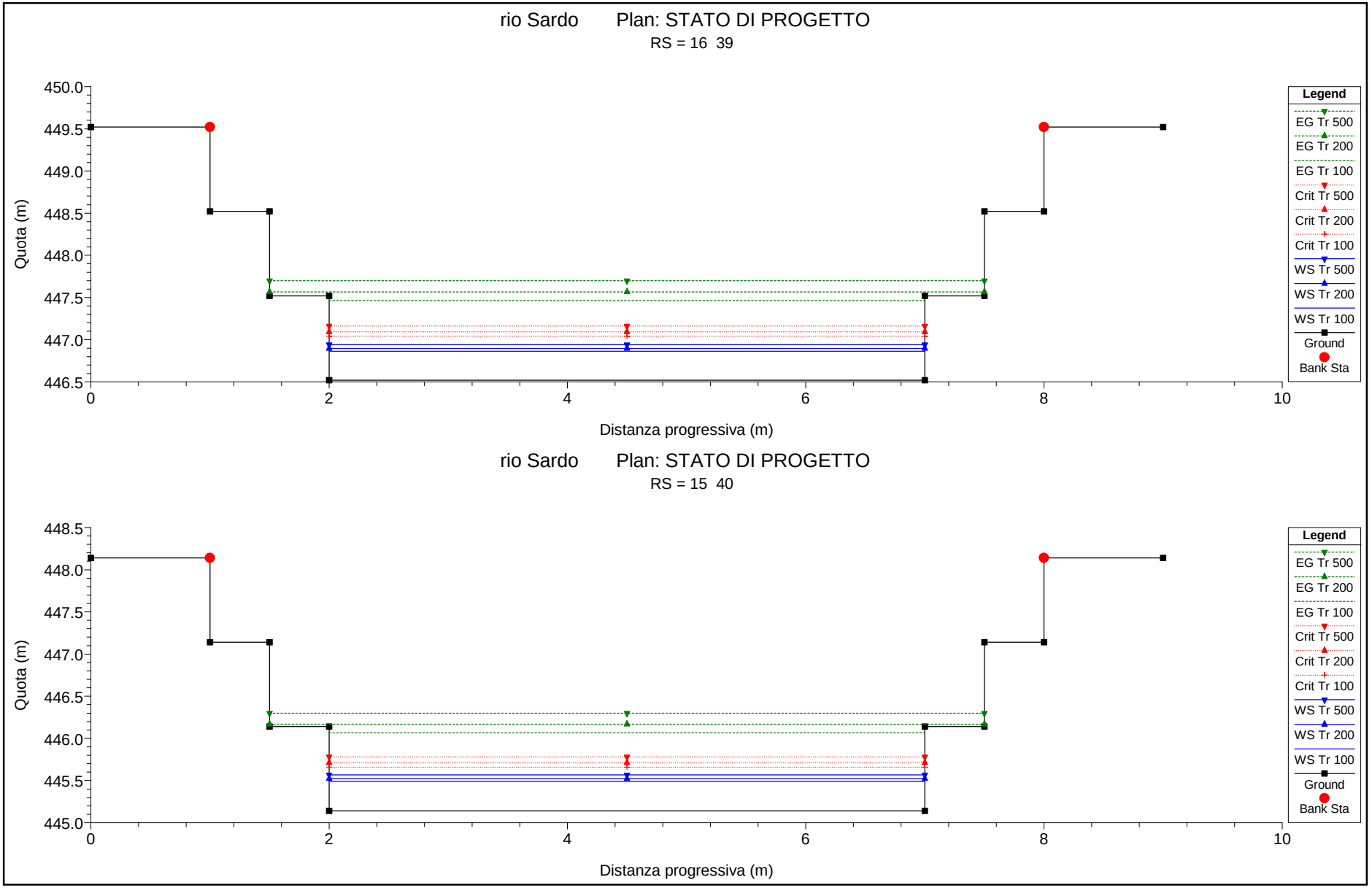

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 26 29
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 25 30
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

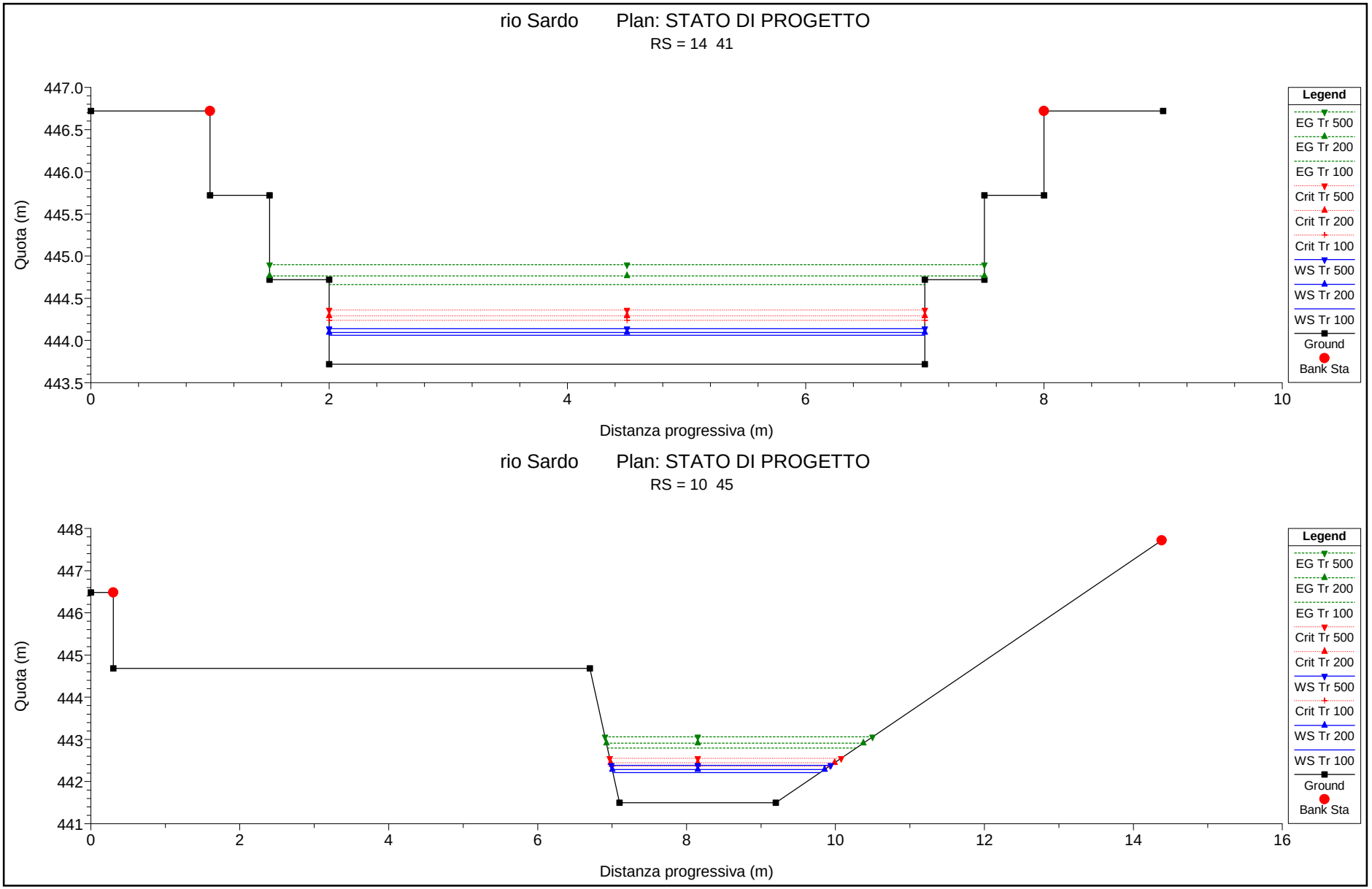

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 24 31
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 23 32
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

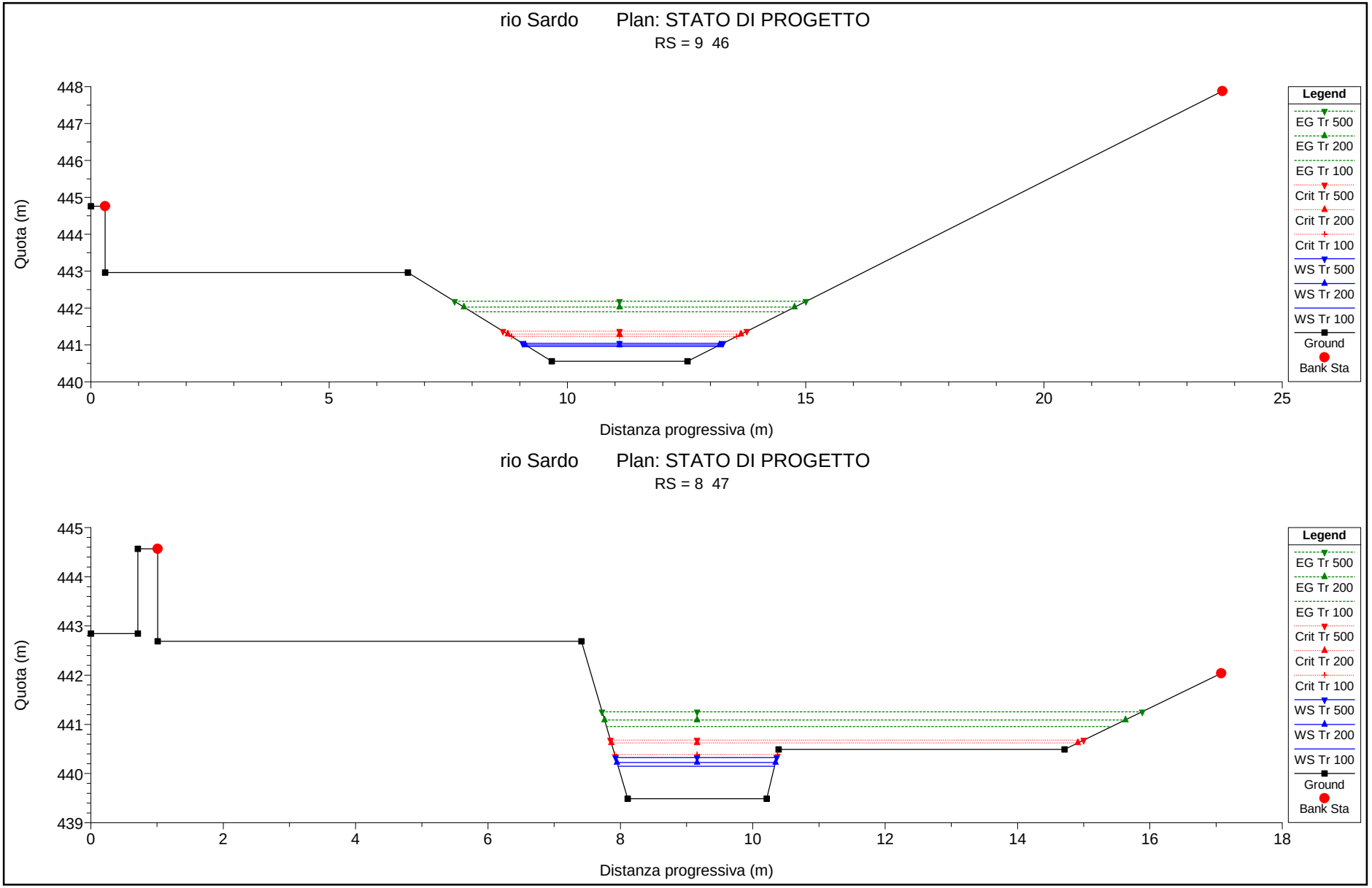

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 22 33
Quota (m)
457.0
456.5
456.0
455.5
455.0
454.5
454.0
453.5
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 21 34
Quota (m)
456.5
456.0
455.5
455.0
454.5
454.0
453.5
453.0
0
2
4
6
8
10
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

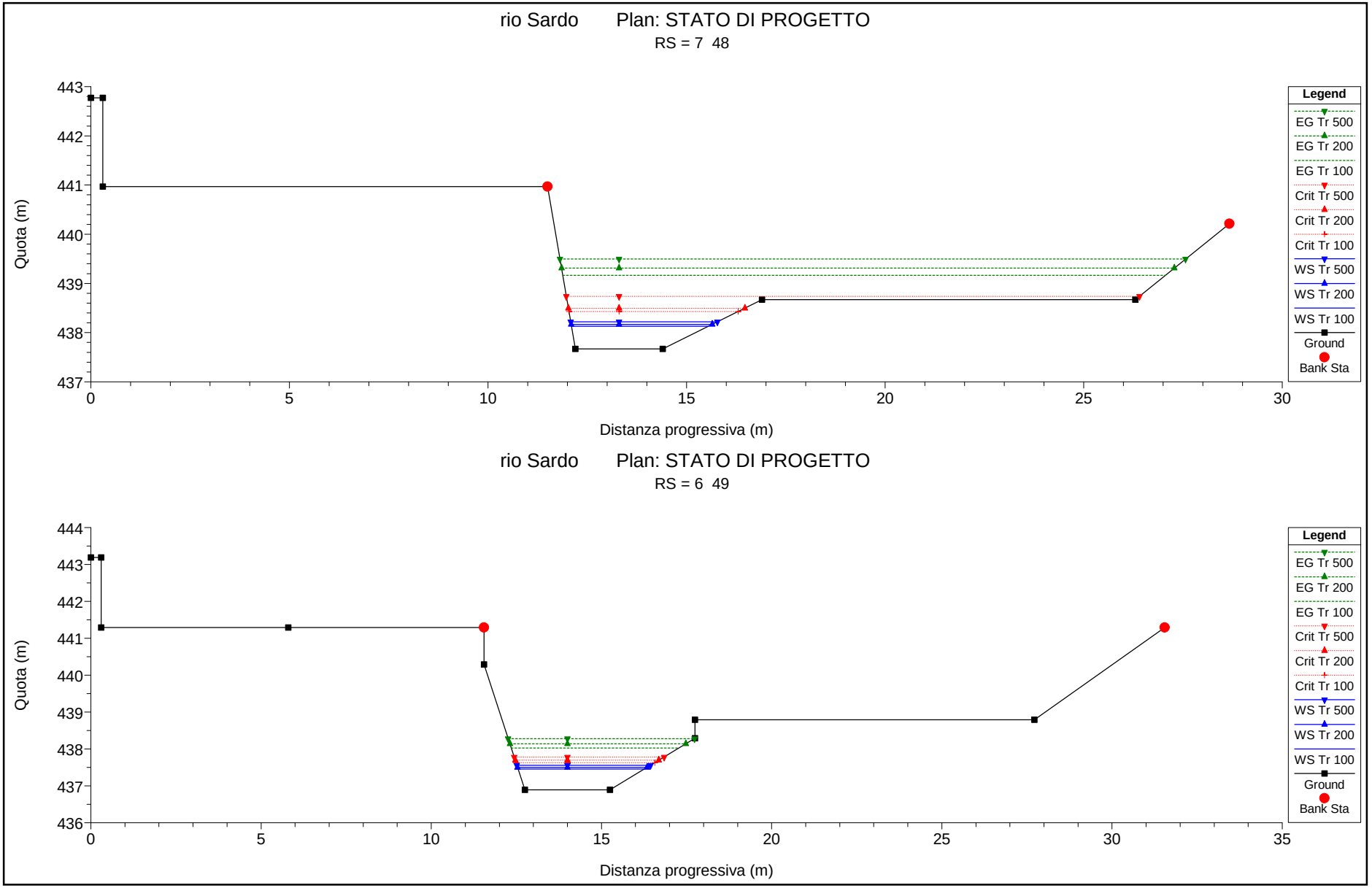

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 20 35
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 19 36
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

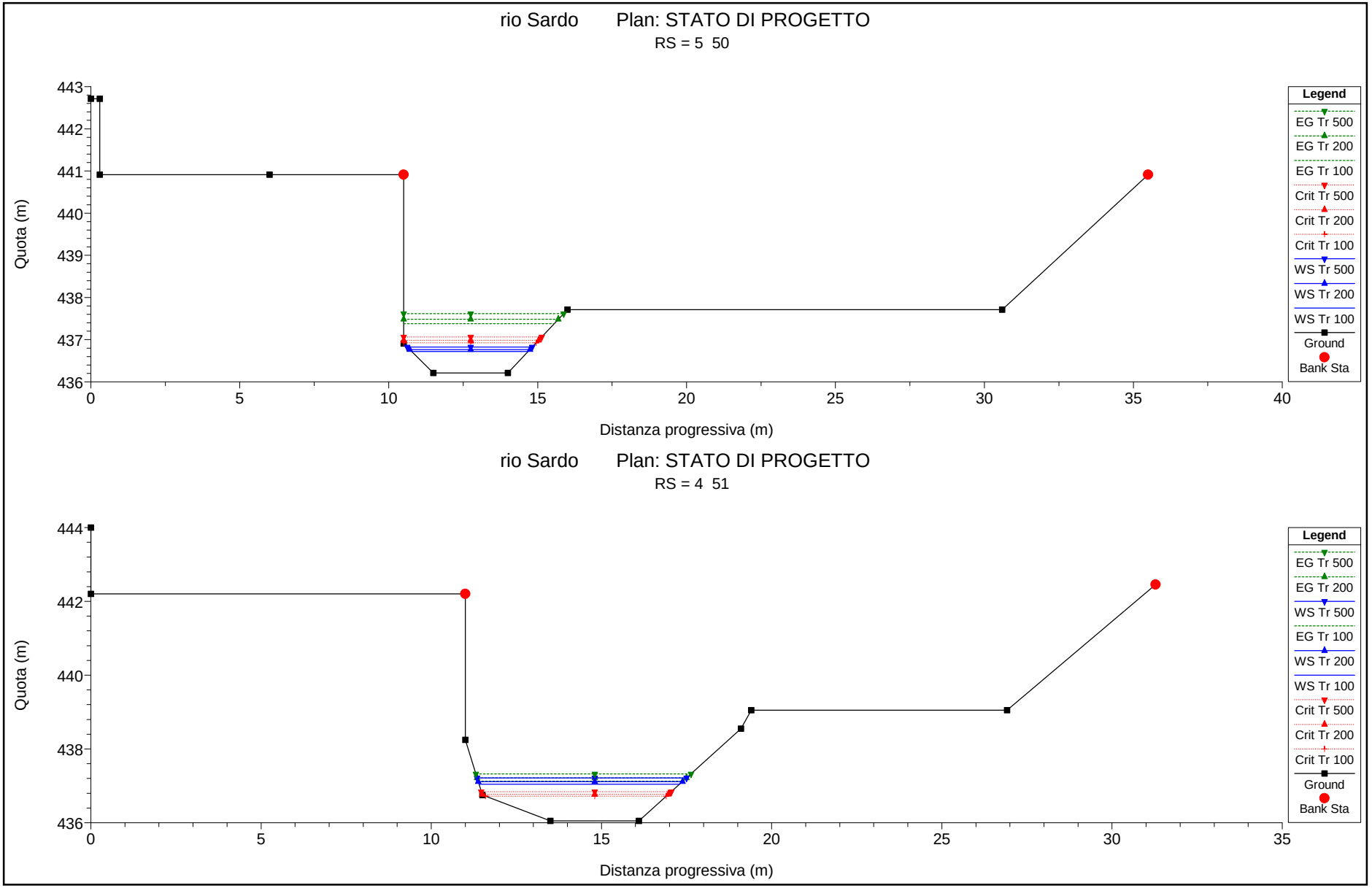

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 18 37
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 17 38
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

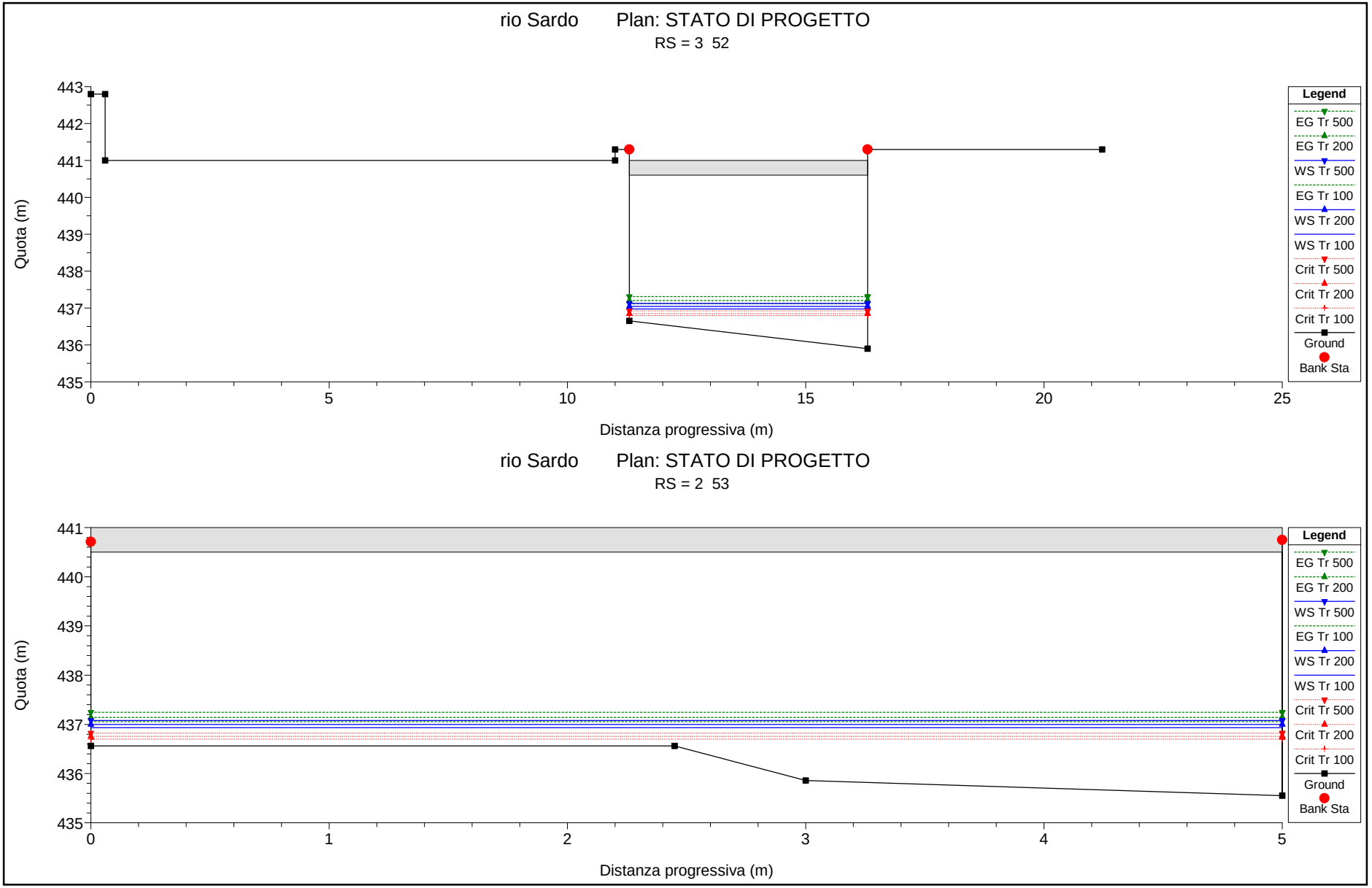

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 16 39
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 15 40
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 14 41
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 10 45
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
WS Tr 500
Crit Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 9 46
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 8 47
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta

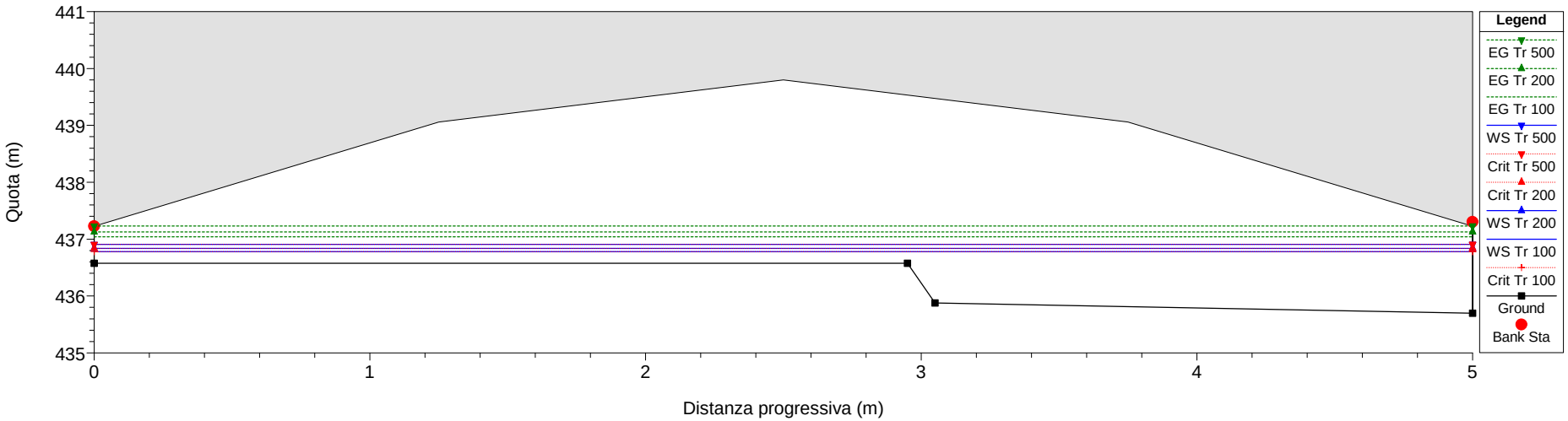

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 7 48
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 6 49
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 5 50
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
EG Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
WS Tr 500
WS Tr 200
WS Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 4 51
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
WS Tr 500
EG Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta


rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 3 52
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
WS Tr 500
EG Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta
rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO
RS = 2 53
Quota (m)
Distanza progressiva (m)
Legend
EG Tr 500
EG Tr 200
WS Tr 500
EG Tr 100
WS Tr 200
WS Tr 100
Crit Tr 500
Crit Tr 200
Crit Tr 100
Ground
Bank Sta

rio Sardo Plan: STATO DI PROGETTO

RS = 1 54



HEC-RAS Plan: PROG River: rio Sardo Reach: cava Bine

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	54	Tr 100	5.87	489.77	490.28	490.47	490.88	0.060022	3.51	1.78	4.96	1.69
cava Bine	54	Tr 200	6.81	489.77	490.32	490.53	490.99	0.060029	3.71	1.97	5.14	1.71
cava Bine	54	Tr 500	8.10	489.77	490.37	490.61	491.12	0.060070	3.96	2.22	5.37	1.74
cava Bine	53	Tr 100	5.87	489.05	489.89	490.01	490.37	0.042579	3.10	1.90	3.47	1.34
cava Bine	53	Tr 200	6.81	489.05	489.95	490.08	490.47	0.042253	3.21	2.12	3.65	1.34
cava Bine	53	Tr 500	8.10	489.05	490.03	490.18	490.60	0.040789	3.36	2.41	3.90	1.34
cava Bine	52	Tr 100	5.87	488.42	489.26	489.45	489.89	0.054596	3.51	1.67	2.97	1.49
cava Bine	52	Tr 200	6.81	488.42	489.33	489.53	490.00	0.053222	3.61	1.88	3.13	1.49
cava Bine	52	Tr 500	8.10	488.42	489.41	489.63	490.13	0.052558	3.76	2.15	3.33	1.49
cava Bine	51	Tr 100	5.87	487.80	488.40	488.65	489.20	0.088324	3.95	1.49	3.46	1.92
cava Bine	51	Tr 200	6.81	487.80	488.45	488.72	489.32	0.086153	4.13	1.65	3.58	1.92
cava Bine	51	Tr 500	8.10	487.80	488.51	488.81	489.47	0.082651	4.33	1.88	3.73	1.91
cava Bine	50	Tr 100	5.87	487.36	488.13	488.27	488.63	0.048509	3.13	1.87	3.96	1.46
cava Bine	50	Tr 200	6.81	487.36	488.17	488.34	488.73	0.051473	3.33	2.04	4.11	1.51
cava Bine	50	Tr 500	8.10	487.36	488.22	488.43	488.87	0.055128	3.58	2.26	4.30	1.57
cava Bine	49	Tr 100	5.87	486.80	487.41	487.60	488.03	0.065225	3.51	1.67	3.76	1.68
cava Bine	49	Tr 200	6.81	486.80	487.46	487.67	488.13	0.063881	3.64	1.87	3.90	1.68
cava Bine	49	Tr 500	8.10	486.80	487.52	487.75	488.26	0.062673	3.80	2.13	4.08	1.68
cava Bine	48	Tr 100	5.87	486.50	487.47	487.47	487.79	0.022110	2.49	2.36	3.81	1.00
cava Bine	48	Tr 200	6.81	486.50	487.54	487.54	487.89	0.021667	2.60	2.63	4.00	1.00
cava Bine	48	Tr 500	8.10	486.50	487.63	487.63	488.01	0.020688	2.72	3.02	4.24	0.99
cava Bine	47	Tr 100	5.87	486.05	486.56	486.82	487.39	0.100536	4.02	1.46	3.77	2.06
cava Bine	47	Tr 200	6.81	486.05	486.61	486.88	487.49	0.097728	4.16	1.64	3.91	2.06
cava Bine	47	Tr 500	8.10	486.05	486.67	486.96	487.62	0.094508	4.33	1.87	4.09	2.05
cava Bine	46	Tr 100	5.87	485.62	485.90	486.14	486.77	0.168001	4.13	1.42	5.00	2.47
cava Bine	46	Tr 200	6.81	485.62	485.93	486.19	486.89	0.164119	4.33	1.57	5.00	2.46
cava Bine	46	Tr 500	8.10	485.62	485.97	486.26	487.04	0.158504	4.57	1.77	5.00	2.45

HEC-RAS Plan: PROG River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	45	Tr 100	5.87	484.92	485.25	485.44	485.88	0.101073	3.52	1.67	5.00	1.94
cava Bine	45	Tr 200	6.81	484.92	485.28	485.49	486.00	0.103526	3.74	1.82	5.00	1.98
cava Bine	45	Tr 500	8.10	484.92	485.32	485.56	486.15	0.106267	4.02	2.01	5.00	2.02
cava Bine	44	Tr 100	5.87	484.16	484.48	484.68	485.16	0.111793	3.63	1.62	5.00	2.04
cava Bine	44	Tr 200	6.81	484.16	484.52	484.73	485.26	0.111223	3.83	1.78	5.00	2.05
cava Bine	44	Tr 500	8.10	484.16	484.56	484.80	485.41	0.111239	4.08	1.98	5.00	2.07
cava Bine	43	Tr 100	5.87	483.12	483.46	483.64	484.07	0.096190	3.46	1.69	5.00	1.90
cava Bine	43	Tr 200	6.81	483.12	483.49	483.69	484.18	0.096827	3.67	1.86	5.00	1.92
cava Bine	43	Tr 500	8.10	483.12	483.53	483.76	484.31	0.097371	3.91	2.07	5.00	1.94
cava Bine	42	Tr 100	5.87	481.88	482.21	482.40	482.87	0.109811	3.61	1.63	5.00	2.02
cava Bine	42	Tr 200	6.81	481.88	482.24	482.45	482.98	0.108968	3.81	1.79	5.00	2.03
cava Bine	42	Tr 500	8.10	481.88	482.28	482.52	483.11	0.108144	4.05	2.00	5.00	2.04
cava Bine	41	Tr 100	5.87	479.78	480.09	480.30	480.81	0.123094	3.74	1.57	5.00	2.13
cava Bine	41	Tr 200	6.81	479.78	480.12	480.35	480.92	0.123053	3.95	1.72	5.00	2.15
cava Bine	41	Tr 500	8.10	479.78	480.16	480.42	481.07	0.122826	4.21	1.92	5.00	2.17
cava Bine	40	Tr 100	5.87	478.12	478.41	478.64	479.23	0.152084	4.00	1.47	5.00	2.36
cava Bine	40	Tr 200	6.81	478.12	478.44	478.69	479.35	0.150739	4.21	1.62	5.00	2.37
cava Bine	40	Tr 500	8.10	478.12	478.48	478.76	479.50	0.149245	4.48	1.81	5.00	2.38
cava Bine	39	Tr 100	5.87	476.38	476.68	476.90	477.47	0.144411	3.93	1.49	5.00	2.30
cava Bine	39	Tr 200	6.81	476.38	476.71	476.95	477.59	0.145192	4.17	1.63	5.00	2.33
cava Bine	39	Tr 500	8.10	476.38	476.74	477.02	477.75	0.146036	4.45	1.82	5.00	2.35
cava Bine	38	Tr 100	5.87	474.30	474.59	474.82	475.40	0.150253	3.98	1.47	5.00	2.34
cava Bine	38	Tr 200	6.81	474.30	474.62	474.87	475.53	0.149750	4.21	1.62	5.00	2.36
cava Bine	38	Tr 500	8.10	474.30	474.66	474.94	475.68	0.149245	4.48	1.81	5.00	2.38
cava Bine	37	Tr 100	5.87	471.90	472.16	472.42	473.19	0.219131	4.48	1.31	5.00	2.80
cava Bine	37	Tr 200	6.81	471.90	472.19	472.47	473.32	0.216205	4.72	1.44	5.00	2.81

HEC-RAS Plan: PROG River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	37	Tr 500	8.10	471.90	472.22	472.54	473.50	0.212477	5.01	1.62	5.00	2.81
cava Bine	36	Tr 100	5.87	471.54	472.01	472.06	472.33	0.034104	2.49	2.36	5.00	1.16
cava Bine	36	Tr 200	6.81	471.54	472.05	472.11	472.42	0.036732	2.69	2.53	5.00	1.21
cava Bine	36	Tr 500	8.10	471.54	472.09	472.18	472.53	0.040117	2.94	2.75	5.00	1.27
cava Bine	35	Tr 100	5.87	471.08	471.52	471.60	471.88	0.042416	2.67	2.20	5.00	1.29
cava Bine	35	Tr 200	6.81	471.08	471.57	471.65	471.96	0.040718	2.78	2.45	5.00	1.27
cava Bine	35	Tr 500	8.10	471.08	471.63	471.72	472.07	0.039543	2.93	2.76	5.00	1.26
cava Bine	34	Tr 100	5.87	469.44	469.72	469.96	470.62	0.179524	4.21	1.39	5.00	2.55
cava Bine	34	Tr 200	6.81	469.44	469.75	470.01	470.74	0.174550	4.41	1.54	5.00	2.54
cava Bine	34	Tr 500	8.10	469.44	469.79	470.08	470.88	0.165941	4.63	1.75	5.00	2.50
cava Bine	33	Tr 100	5.87	467.60	467.94	468.12	468.54	0.091427	3.41	1.72	5.00	1.85
cava Bine	33	Tr 200	6.81	467.60	467.98	468.17	468.65	0.093650	3.63	1.88	5.00	1.89
cava Bine	33	Tr 500	8.10	467.60	468.01	468.24	468.79	0.097123	3.91	2.07	5.00	1.94
cava Bine	32	Tr 100	5.87	466.20	466.52	466.72	467.20	0.114031	3.65	1.61	5.00	2.06
cava Bine	32	Tr 200	6.81	466.20	466.55	466.77	467.31	0.112186	3.84	1.77	5.00	2.06
cava Bine	32	Tr 500	8.10	466.20	466.60	466.84	467.44	0.110195	4.07	1.99	5.00	2.06
cava Bine	31	Tr 100	5.87	463.90	464.19	464.42	465.03	0.161036	4.07	1.44	5.00	2.42
cava Bine	31	Tr 200	6.81	463.90	464.22	464.47	465.16	0.160406	4.30	1.58	5.00	2.44
cava Bine	31	Tr 500	8.10	463.90	464.25	464.54	465.32	0.159084	4.57	1.77	5.00	2.45
cava Bine	30	Tr 100	5.87	463.48	464.00	464.00	464.26	0.025237	2.26	2.60	5.00	1.00
cava Bine	30	Tr 200	6.81	463.48	464.05	464.05	464.34	0.025103	2.38	2.86	5.00	1.00
cava Bine	30	Tr 500	8.10	463.48	464.12	464.12	464.45	0.024940	2.52	3.21	5.00	1.01
cava Bine	29	Tr 100	5.87	463.04	463.51	463.56	463.83	0.034425	2.50	2.35	5.00	1.16
cava Bine	29	Tr 200	6.81	463.04	463.56	463.61	463.91	0.034448	2.64	2.58	5.00	1.17
cava Bine	29	Tr 500	8.10	463.04	463.62	463.68	464.02	0.034060	2.79	2.90	5.00	1.17
cava Bine	28	Tr 100	5.87	461.60	461.85	462.12	462.96	0.248319	4.66	1.26	5.00	2.97

HEC-RAS Plan: PROG River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	28	Tr 200	6.81	461.60	461.88	462.17	463.06	0.227826	4.80	1.42	5.00	2.88
cava Bine	28	Tr 500	8.10	461.60	461.93	462.24	463.19	0.207655	4.97	1.63	5.00	2.78
cava Bine	27	Tr 100	5.87	458.44	458.76	458.96	459.45	0.118514	3.70	1.59	5.00	2.10
cava Bine	27	Tr 200	6.81	458.44	458.78	459.01	459.59	0.124669	3.97	1.72	5.00	2.16
cava Bine	27	Tr 500	8.10	458.44	458.82	459.08	459.76	0.131705	4.31	1.88	5.00	2.24
cava Bine	26	Tr 100	5.87	455.76	456.05	456.28	456.87	0.152393	4.00	1.47	5.00	2.36
cava Bine	26	Tr 200	6.81	455.76	456.09	456.33	456.98	0.147367	4.19	1.63	5.00	2.34
cava Bine	26	Tr 500	8.10	455.76	456.13	456.40	457.12	0.143009	4.42	1.83	5.00	2.33
cava Bine	25	Tr 100	5.87	454.82	455.16	455.34	455.76	0.092979	3.43	1.71	5.00	1.87
cava Bine	25	Tr 200	6.81	454.82	455.19	455.39	455.87	0.095311	3.65	1.87	5.00	1.91
cava Bine	25	Tr 500	8.10	454.82	455.23	455.46	456.02	0.097729	3.92	2.07	5.00	1.95
cava Bine	24	Tr 100	5.87	454.26	454.60	454.78	455.20	0.091395	3.41	1.72	5.00	1.85
cava Bine	24	Tr 200	6.81	454.26	454.64	454.83	455.30	0.090610	3.59	1.90	5.00	1.86
cava Bine	24	Tr 500	8.10	454.26	454.68	454.90	455.43	0.090905	3.83	2.12	5.00	1.88
cava Bine	23	Tr 100	5.87	454.06	454.40	454.58	455.00	0.093236	3.43	1.71	5.00	1.87
cava Bine	23	Tr 200	6.81	454.06	454.44	454.63	455.10	0.092631	3.61	1.88	5.00	1.88
cava Bine	23	Tr 500	8.10	454.06	454.48	454.70	455.24	0.092608	3.85	2.10	5.00	1.90
cava Bine	22	Tr 100	5.87	453.86	454.20	454.38	454.81	0.096796	3.47	1.69	5.00	1.91
cava Bine	22	Tr 200	6.81	453.86	454.23	454.43	454.91	0.096217	3.66	1.86	5.00	1.91
cava Bine	22	Tr 500	8.10	453.86	454.28	454.50	455.05	0.095685	3.89	2.08	5.00	1.93
cava Bine	21	Tr 100	5.87	453.38	453.71	453.90	454.36	0.104776	3.56	1.65	5.00	1.98
cava Bine	21	Tr 200	6.81	453.38	453.74	453.95	454.46	0.104064	3.75	1.82	5.00	1.99
cava Bine	21	Tr 500	8.10	453.38	453.79	454.02	454.60	0.103235	3.99	2.03	5.00	2.00
cava Bine	20	Tr 100	5.87	452.78	453.11	453.30	453.76	0.106868	3.58	1.64	5.00	2.00
cava Bine	20	Tr 200	6.81	452.78	453.14	453.35	453.87	0.106635	3.78	1.80	5.00	2.01
cava Bine	20	Tr 500	8.10	452.78	453.18	453.42	454.01	0.106267	4.02	2.01	5.00	2.02

HEC-RAS Plan: PROG River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	19	Tr 100	5.87	450.28	450.66	450.80	451.15	0.069755	3.13	1.88	5.00	1.63
cava Bine	19	Tr 200	6.81	450.28	450.69	450.85	451.25	0.070205	3.31	2.06	5.00	1.65
cava Bine	19	Tr 500	8.10	450.28	450.74	450.92	451.38	0.070826	3.54	2.29	5.00	1.67
cava Bine	18	Tr 100	5.87	449.20	449.54	449.72	450.14	0.091333	3.41	1.72	5.00	1.85
cava Bine	18	Tr 200	6.81	449.20	449.58	449.77	450.23	0.090107	3.58	1.90	5.00	1.86
cava Bine	18	Tr 500	8.10	449.20	449.63	449.84	450.36	0.088732	3.80	2.13	5.00	1.86
cava Bine	17	Tr 100	5.87	447.68	448.02	448.20	448.63	0.096593	3.47	1.69	5.00	1.90
cava Bine	17	Tr 200	6.81	447.68	448.05	448.25	448.74	0.096919	3.67	1.86	5.00	1.92
cava Bine	17	Tr 500	8.10	447.68	448.09	448.32	448.87	0.097069	3.91	2.07	5.00	1.94
cava Bine	16	Tr 100	5.87	446.52	446.86	447.04	447.46	0.093364	3.43	1.71	5.00	1.87
cava Bine	16	Tr 200	6.81	446.52	446.90	447.09	447.57	0.093212	3.62	1.88	5.00	1.89
cava Bine	16	Tr 500	8.10	446.52	446.94	447.16	447.70	0.093436	3.86	2.10	5.00	1.90
cava Bine	15	Tr 100	5.87	445.14	445.49	445.66	446.07	0.087709	3.36	1.74	5.00	1.82
cava Bine	15	Tr 200	6.81	445.14	445.52	445.71	446.17	0.087942	3.56	1.92	5.00	1.83
cava Bine	15	Tr 500	8.10	445.14	445.57	445.78	446.30	0.087935	3.79	2.14	5.00	1.85
cava Bine	14	Tr 100	5.87	443.72	444.06	444.24	444.66	0.093526	3.43	1.71	5.00	1.87
cava Bine	14	Tr 200	6.81	443.72	444.10	444.29	444.76	0.093241	3.62	1.88	5.00	1.89
cava Bine	14	Tr 500	8.10	443.72	444.14	444.36	444.90	0.093021	3.86	2.10	5.00	1.90
cava Bine	10	Tr 100	5.87	441.50	442.21	442.36	442.79	0.050491	3.37	1.74	2.78	1.36
cava Bine	10	Tr 200	6.81	441.50	442.29	442.45	442.91	0.049557	3.49	1.95	2.85	1.35
cava Bine	10	Tr 500	8.10	441.50	442.38	442.55	443.06	0.048448	3.64	2.23	2.95	1.34
cava Bine	9	Tr 100	5.87	440.56	440.96	441.23	441.90	0.132147	4.29	1.37	3.97	2.33
cava Bine	9	Tr 200	6.81	440.56	441.00	441.29	442.02	0.130976	4.48	1.52	4.08	2.34
cava Bine	9	Tr 500	8.10	440.56	441.05	441.37	442.18	0.129479	4.72	1.72	4.21	2.36
cava Bine	8	Tr 100	5.87	439.49	440.15	440.39	440.96	0.078506	3.98	1.48	2.36	1.61
cava Bine	8	Tr 200	6.81	439.49	440.23	440.62	441.09	0.076524	4.12	1.65	2.39	1.58
cava Bine	8	Tr 500	8.10	439.49	440.33	440.68	441.26	0.073858	4.27	1.90	2.43	1.54

HEC-RAS Plan: PROG River: rio Sardo Reach: cava Bine (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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)	
cava Bine	7	Tr 100	5.87	437.67	438.13	438.43	439.17	0.140930	4.51	1.30	3.45	2.34
cava Bine	7	Tr 200	6.81	437.67	438.17	438.50	439.31	0.142671	4.73	1.44	3.56	2.38
cava Bine	7	Tr 500	8.10	437.67	438.22	438.74	439.50	0.144709	5.00	1.62	3.69	2.41
cava Bine	6	Tr 100	5.87	436.89	437.46	437.63	438.03	0.058349	3.35	1.75	3.71	1.55
cava Bine	6	Tr 200	6.81	436.89	437.50	437.69	438.14	0.059917	3.53	1.93	3.81	1.58
cava Bine	6	Tr 500	8.10	436.89	437.56	437.78	438.28	0.061909	3.76	2.15	3.93	1.62
cava Bine	5	Tr 100	5.87	436.21	436.72	436.92	437.38	0.073270	3.59	1.64	3.91	1.77
cava Bine	5	Tr 200	6.81	436.21	436.77	436.99	437.48	0.072837	3.74	1.82	4.04	1.78
cava Bine	5	Tr 500	8.10	436.21	436.82	437.06	437.62	0.072598	3.94	2.06	4.20	1.80
cava Bine	4	Tr 100	5.87	436.05	437.04	436.72	437.13	0.004629	1.31	4.47	5.89	0.48
cava Bine	4	Tr 200	6.81	436.05	437.12	436.77	437.21	0.004720	1.39	4.91	6.00	0.49
cava Bine	4	Tr 500	8.10	436.05	437.21	436.84	437.32	0.004795	1.47	5.51	6.15	0.50
cava Bine	3	Tr 100	5.87	435.90	436.98	436.80	437.12	0.010079	1.67	3.51	5.00	0.64
cava Bine	3	Tr 200	6.81	435.90	437.04	436.85	437.20	0.010308	1.77	3.84	5.00	0.65
cava Bine	3	Tr 500	8.10	435.90	437.13	436.92	437.31	0.010609	1.90	4.27	5.00	0.65
cava Bine	2	Tr 100	5.87	435.55	436.93	436.70	437.06	0.009109	1.56	3.76	5.00	0.57
cava Bine	2	Tr 200	6.81	435.55	437.00	436.76	437.14	0.009549	1.67	4.09	5.00	0.59
cava Bine	2	Tr 500	8.10	435.55	437.08	436.82	437.25	0.010086	1.80	4.50	5.00	0.61
cava Bine	1	Tr 100	5.87	435.70	436.78	436.78	437.04	0.030151	2.26	2.60	5.00	1.00
cava Bine	1	Tr 200	6.81	435.70	436.84	436.84	437.12	0.029754	2.38	2.87	5.00	1.00
cava Bine	1	Tr 500	8.10	435.70	436.91	436.91	437.23	0.029058	2.51	3.23	5.00	1.00