



Comune di CASTELLANETA

prov. di Taranto
REGIONE PUGLIA

Impianto Agrovoltaico "Castellaneta"

della potenza di 78,004 MW in DC

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

castellaneta

CASTELLANETA srl
Via Monte di Pietà, 19 - 20121 MILANO
e-mail: castellaneta.srl@legalmail.it

PROGETTAZIONE:



TÈKNE srl
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso
(Direttore Tecnico)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi

CONSULENTE:

ATECH SRL



TEKNE srl
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
IL PRESIDENTE
Dott. RENATO MANSI

PD

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA E IDRAULICA

Tavola: **RE02.1**

Filename:
TKA855-PD-RE02.1-Relazione di compatibilità idrologica e idraulica-R0.docx

Data 1°emissione:
Settembre 2023

Redatto:
O.TRICARICO

Verificato:
G.PERTOSO

Approvato:
R.PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

n° revisione	1			
	2			
	3			
	4			

TKA855



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITA' DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE – SEDE PUGLIA	4
3. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI	11
4.1 Inquadramento geologico	17
4.2 Uso del suolo	18
4. ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN PUGLIA.....	19
4.1 Curve di possibilità climatica	24
5. ANALISI IDRAULICA.....	29
5.1 Valutazione portate di piena	29
5.2 Considerazioni finali sulla portata di piena	43
6. MODELLAZIONE IDRAULICA	44
7. CONCLUSIONI.....	54
ALLEGATI.....	55



1. PREMESSA

La presente **Relazione di Compatibilità Idrologica ed Idraulica** è stata redatta nell'ambito di un progetto per la **realizzazione di un impianto da fonti rinnovabili**, da ubicare nel territorio del comune di **Castellaneta (TA)**.

Il progetto in esame è proposto dalla società:

ECOTEC srl, con sede legale in Via Giovanni Battista Soresina n° 2 - 20144 Milano - Italia, C.F. e P.IVA. 10479120965 – REA MI 2534442 – T9K4ZHO, rappresentata, in qualità di Rappresentante dell'Impresa, dal Dott. Alessandro SALERNO.

Indirizzo PEC ecotec@pec.netclean.it

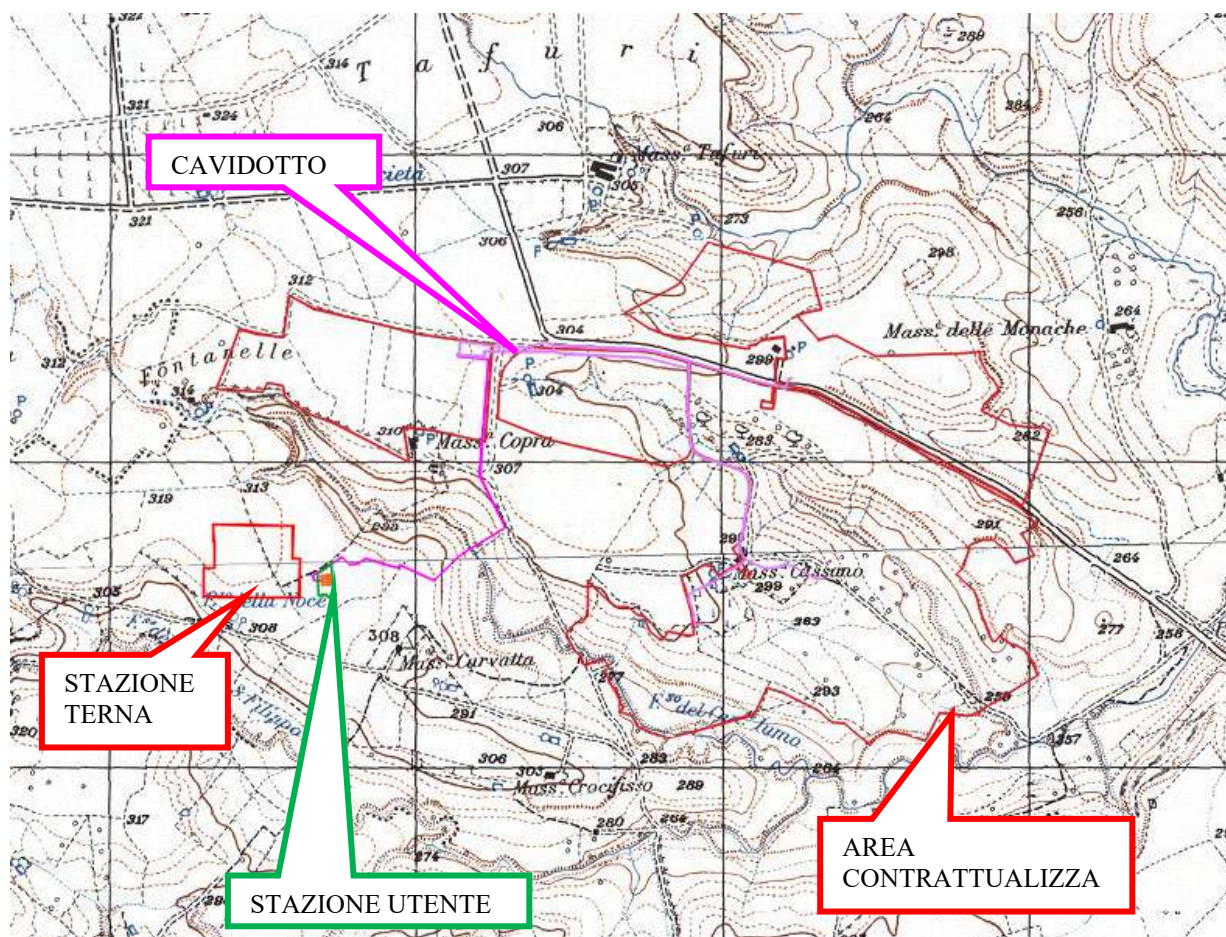


Figura 1 - Stralcio Corografia

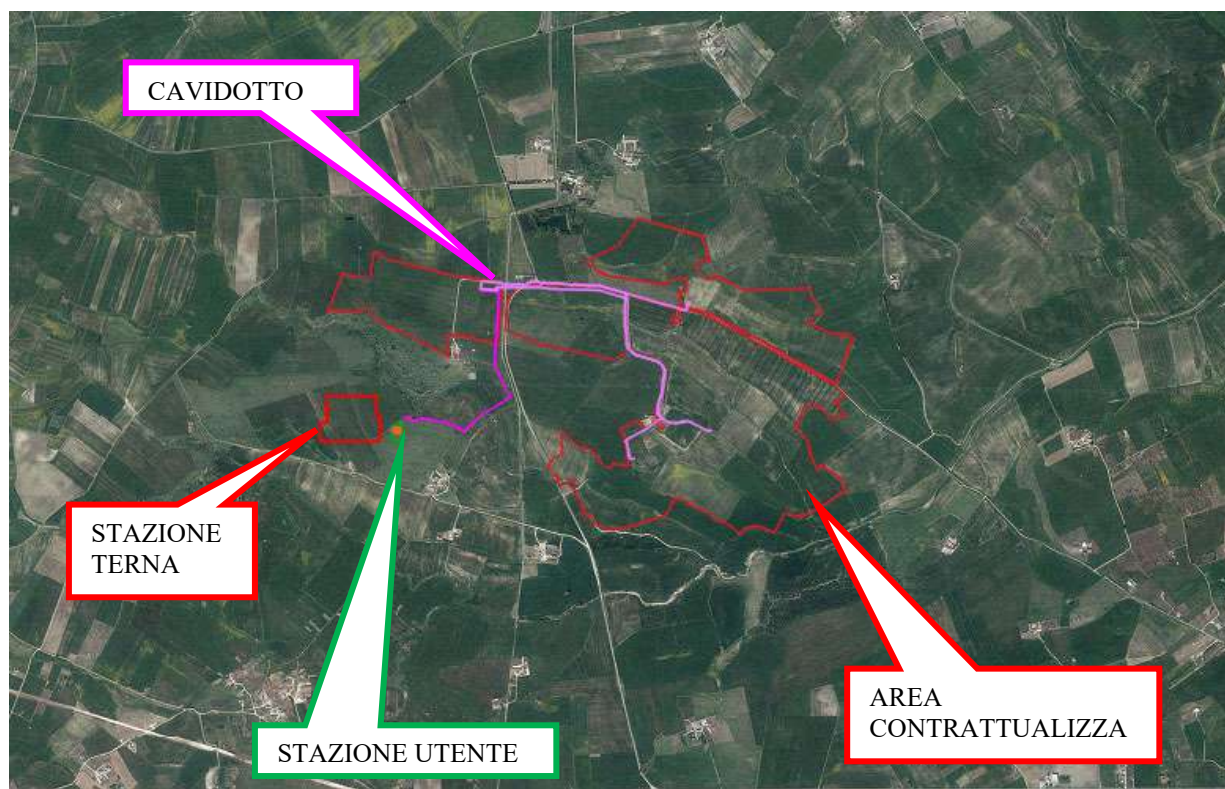


Figura 2 - Stralcio Ortofoto



2. AREE SOGGETTE A TUTELA DA PARTE DELL'AUTORITA' DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE – SEDE PUGLIA

Poiché l'area di intervento ricade su un suolo di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede Puglia (di seguito semplicemente denominata AdBP), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente ed alla prevenzione da possibili effetti dannosi prodotti dall'intervento antropico proposto, sono prese in esame le Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) redatte dalla stessa Autorità.

Conformemente al D.P.C.M. del 29 Settembre 1998, l'Autorità di Bacino ha individuato i tempi di ritorno T_r in 30, 200 e 500 anni per l'individuazione, rispettivamente, delle aree soggette ad Alta Probabilità (A.P.), Media Probabilità (M.P.) e Bassa Probabilità (B.P.) di esondazione.

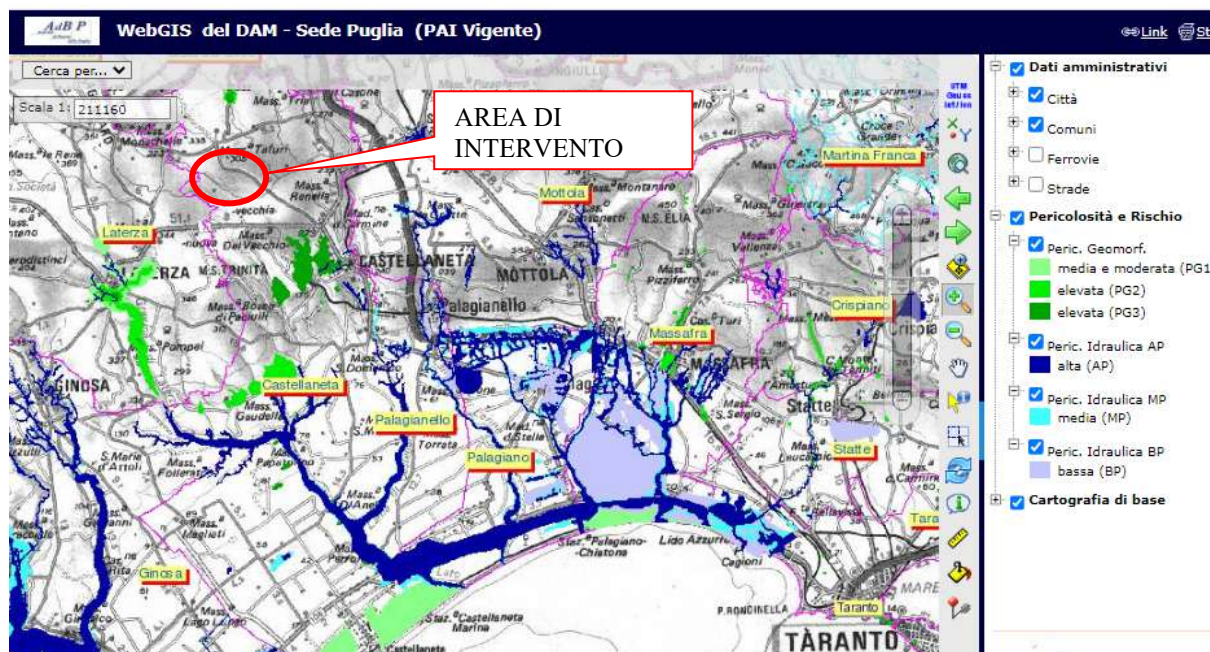


Figura 3 – Individuazione dell'area di intervento - WebGIS - del DAM - Sede Puglia (PAI Vigente) - con individuazione delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica – base IGM



Figura 4 – Individuazione dell'area di intervento - WebGIS - del DAM - Sede Puglia (PAI Vigente) - con individuazione delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica – base Ortofoto

Dall'analisi della Carta delle Aree soggette a Rischio Idrogeologico del PAI, l'area di intervento non è perimetrata per pericolosità idraulica o geomorfologica.

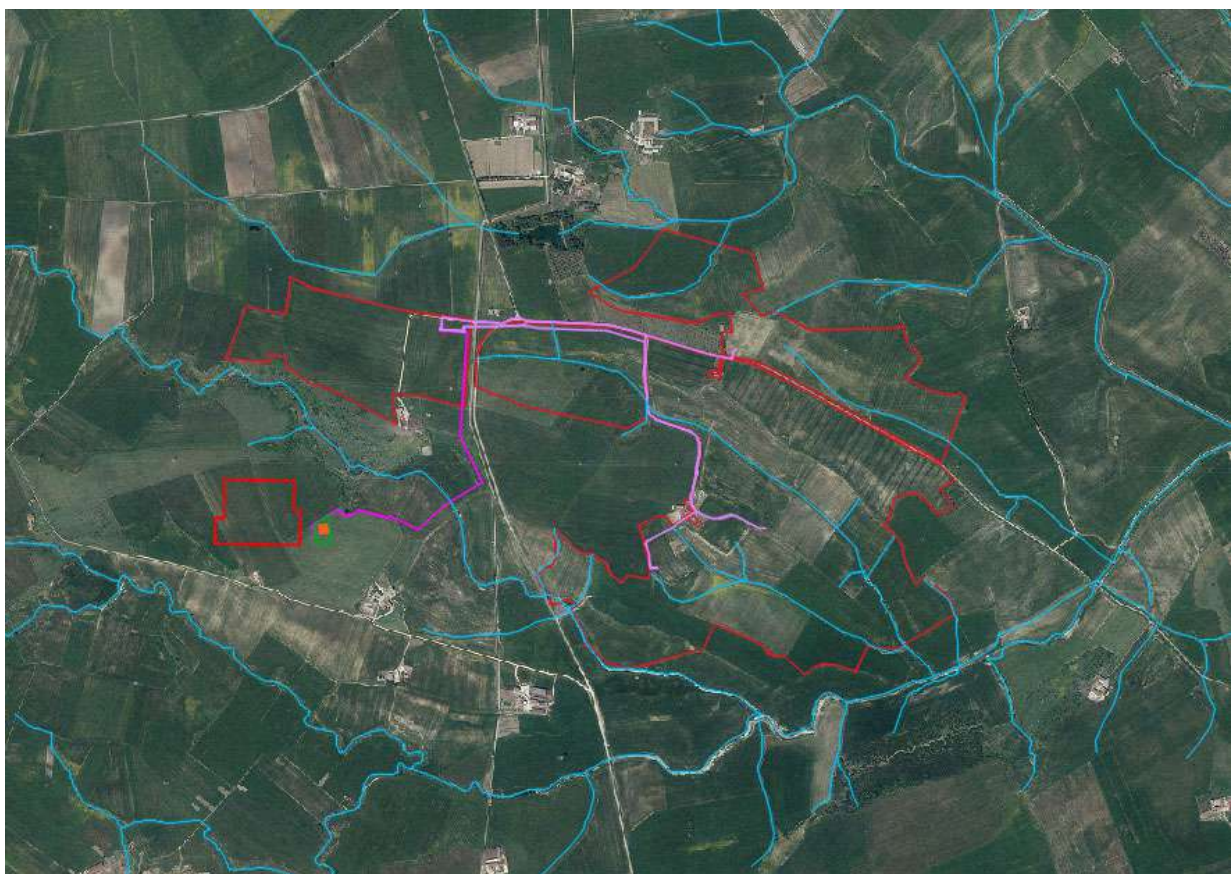


Figura 5 – Stralcio Ortofoto con reticolo idrogeomorfologico

Tuttavia, come è possibile desumere dall'immagine precedente, che riporta uno stralcio della carta idrogeomorfologica redatta dall'AdB Puglia, l'area di installazione d'impianto (in rosso) è interessata dalla presenza del reticolo ufficiale.

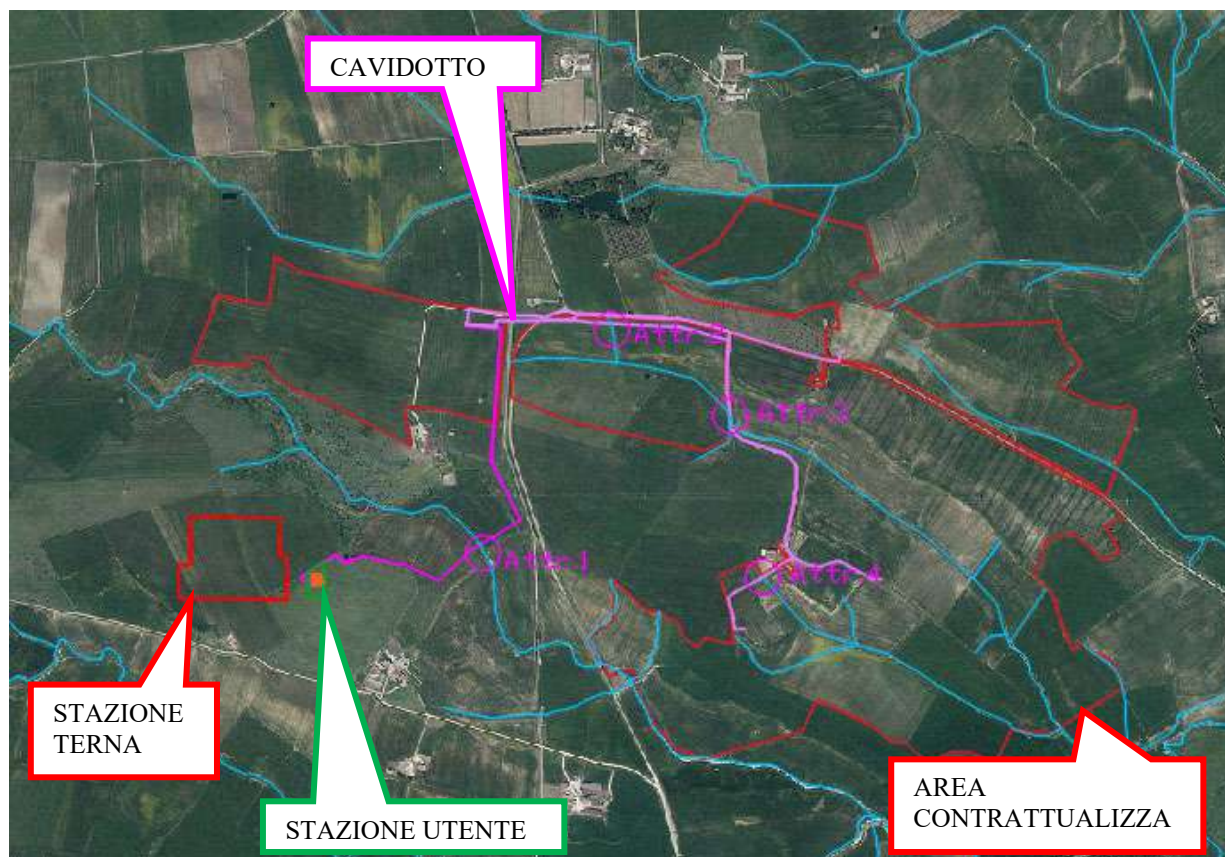


Figura 6 – Attraversamenti del cavidotto

Per ciò che concerne il cavidotto di collegamento (in magenta), analizzando le intersezioni con il reticolo della cartografia ufficiale, sono stati individuati **n.4 attraversamenti** alcune delle quali su strada esistente (segnato in verde nell'immagine precedente), che saranno risolti con tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).

In questo modo, l'utilizzo della tecnica della TOC garantisce che, nella sezione di attraversamento:

- non venga alterata la conformazione fisica e geologica del canale;
- non venga ristretta la sezione libera del canale;
- non venga alterato in alcun modo il naturale deflusso delle acque, anche in regime di piena.



N°	NOME	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAV.
1	Interferenza corso d'acqua secondario con attraversamento stradale			TOC
2	Interferenza corso d'acqua secondario			TOC
3	Interferenza corso d'acqua secondario			TOC
4	Interferenza corso d'acqua secondario con attraversamento stradale			TOC

Figura 7 – Individuazione interferenze cavidotto con reticolo idrogeomorfologico

La tecnica della **trivellazione orizzontale controllata** (TOC o Directional Drilling) verrà effettuata secondo i seguenti step:

- 1) scavo per l'esecuzione delle buche di partenza e arrivo necessarie,
- 2) esecuzione del foro pilota,



- 3) alesatura del foro fino al raggiungimento del diametro utile alla posa,
- 4) fornitura e posa dei tubi previsti ed esecuzione giunzione dei tubi,
- 5) riempimento della parte eccedente dei fori con sabbia,
- 6) posa di filo di tiro,
- 7) posa delle linee elettriche ed in fibra ottica,
- 8) esecuzione delle necessarie giunzioni di raccordo alle linee cavi interrati, rinterro e ripristino delle buche.

Il cavidotto verrà posato ad una profondità pari ad almeno 1,5 m rispetto alla quota del fondo dell'alveo. L'intervento verrà eseguito rigorosamente in sicurezza idraulica al fine di avere il cavidotto in posizione di tutta sicurezza rispetto alle possibili ondate di piena.

L'ubicazione dei pozzetti prefabbricati di partenza e di arrivo, previsti alle estremità del tratto di cavidotto interrato, avverrà al di fuori dell'area di esondazione e verranno realizzati con anelli prefabbricati in cemento armato sigillati con malta idroespansiva, dotati di chiusini con guarnizioni a tenuta in grado di funzionare correttamente anche in caso di eventi alluvionali.

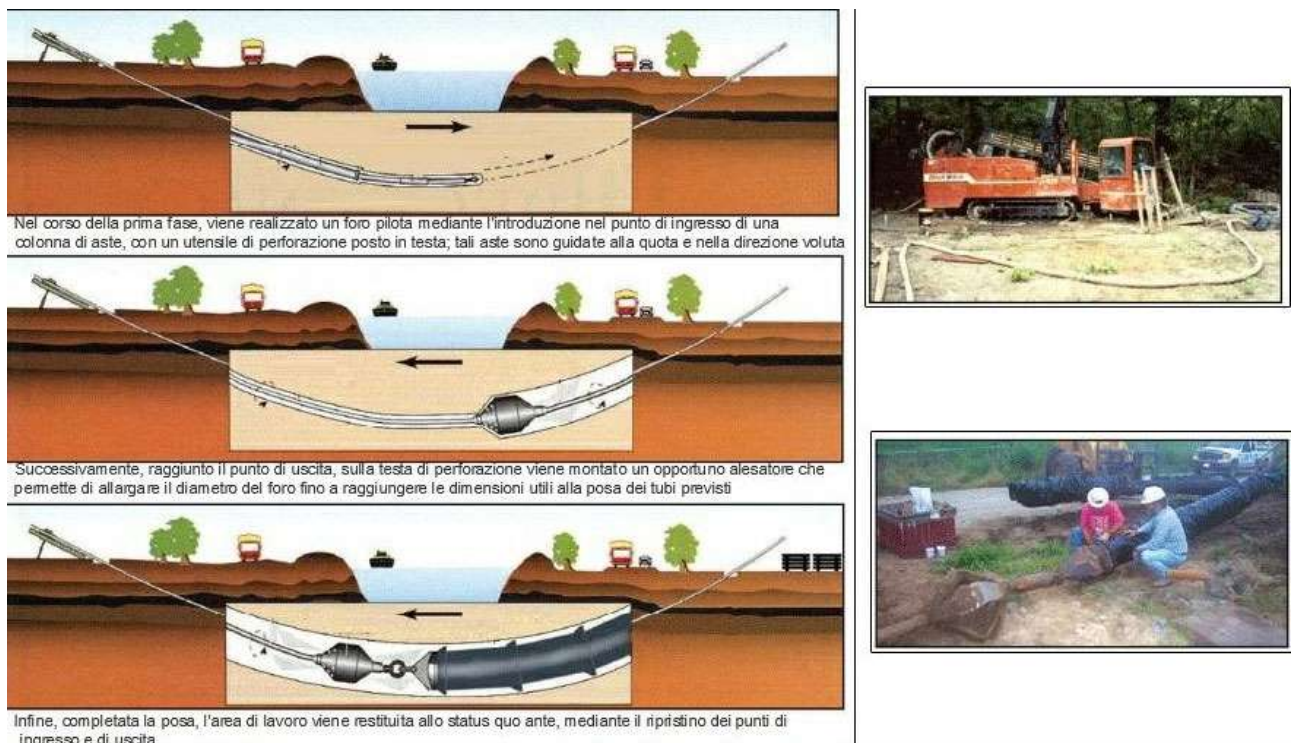


Figura 8 – Fasi di lavorazione tecnica TOC

Tuttavia, gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, sono **opere di pubblica utilità** ai sensi del Decreto Legislativo 29 Dicembre 2003, n.387 (Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità), e pertanto sono consentite anche in aree classificate come



Alvei fluviali in modellamento attivo e Aree golenali, **ai sensi dell'art. 6 e 10 delle NTA del PAI**, purché coerenti con gli obiettivi del Piano stesso.

Pertanto tutti questi gli attraversamenti siti a meno di 150 metri sono assoggettati agli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del PAI, soggetti all'acquisizione del parere dall'Autorità di Bacino della Puglia.

Nello specifico, l'opera **in oggetto risulta essere non delocalizzabile** e sostanzialmente si configura come *"...l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino"* rientrando pertanto tra le opere assentibili ai sensi dell'**articolo 6** *"Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali"* **comma 4 delle NTA del PAI**.

Pertanto, al **comma 7**, si richiede *"in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata."* ed al **comma 8** si definisce che *"Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m."*

Le **NTA del PAI all' art. 10** "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale", chiariscono che sono possibili interventi di realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti gli alvei fluviali e le fasce di pertinenza fluviale definite dal **comma 3** *"Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermini all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m."*

In considerazione di quanto su citato la presente relazione viene richiesta come integrazione alla documentazione progettuale ai fini della valutazione del rilascio del nulla osta da parte della stessa AdBP.



Lo studio è stato suddiviso nei seguenti punti:

- Fase di inquadramento generale dell'area di intervento: analisi di tutti gli elementi significativi di carattere geologico, geomorfologico ed idrogeologico della porzione di territorio oggetto di intervento;
- Fase di acquisizione dei dati: cartografia, rilievi topografici, modello digitale del terreno (DEM) e raccolta accurata di dati idrologici storici del tratto fluviale in esame;
- Fase di analisi idrologica con metodologia VaPi Puglia nell'ipotesi di verifica della "Sicurezza Idraulica" ovvero per un tempo di ritorno T_r pari a 200 anni;
- studio idraulico delle aste fluviali di interesse e determinazione dei livelli idrici e delle aree inondabili al variare del tempo di ritorno;
- analisi e valutazione della compatibilità idraulica delle opere oggetto di autorizzazione.

3. INQUADRAMENTO DEI BACINI IDROGRAFICI

Dall'analisi dell'orografia dell'area di intervento sono stati individuati **n.2 bacini idrografici principali** (asta A, B, C e D), con i relativi sottobacini per le aste secondarie confluenti (aste A.1-A.2-A.3-A.4-A.5-A.6-A.7-A.8-A.9-A.10-A.11-D.1-D.2-D.3).

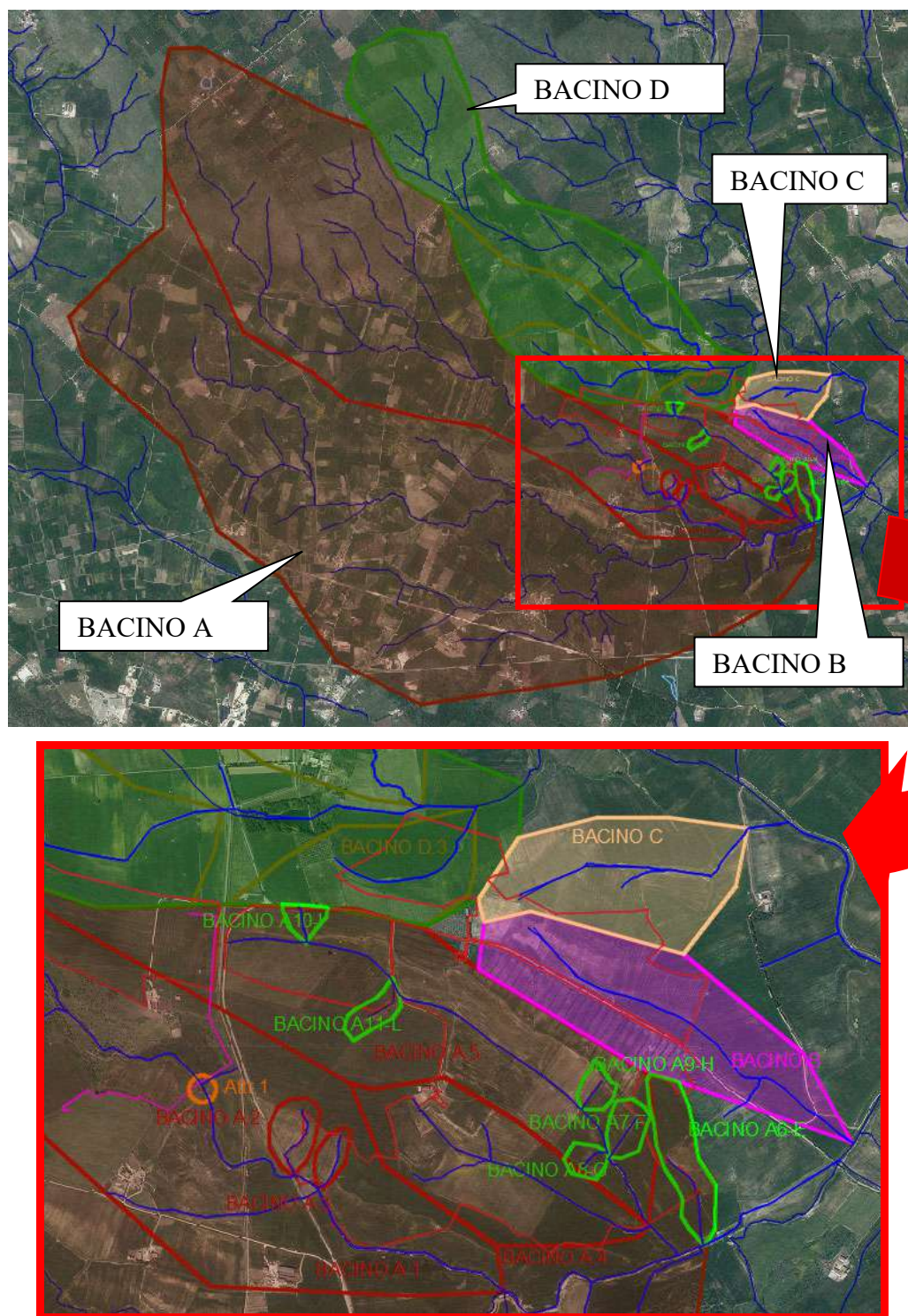


Figura 9 - Inquadramento dei bacini e dei sottobacini idrografici su Ortofoto



I parametri geomorfologici caratteristici del bacino idrografico sono indicati nella tabella seguente:

Bacino Asta A		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	12.50
<i>H massima del bacino</i>	[m]	430.00
<i>H media del bacino</i>	[m]	343.50
<i>H minima del bacino</i>	[m]	257.00
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	365.00
<i>H media dell'asta princ</i>	[m]	311.00
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	27.81
<i>Pendenza media del bacino</i>	[%]	1.28
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.01
Bacino Asta A.1		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	12.50
<i>H massima del bacino</i>	[m]	430.00
<i>H media del bacino</i>	[m]	347.00
<i>H minima del bacino</i>	[m]	264.00
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	390.00
<i>H media dell'asta princ</i>	[m]	327.00
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	10.46
<i>Pendenza media del bacino</i>	[%]	1.23
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.01
Bacino Asta A.2		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0.29
<i>H massima del bacino</i>	[m]	300.00
<i>H media del bacino</i>	[m]	288.50
<i>H minima del bacino</i>	[m]	277.00
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	290.00
<i>H media dell'asta princ</i>	[m]	283.50
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.04
<i>Pendenza media del bacino</i>	[%]	7.88
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.04



Bacino Asta A.3		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0.23
H massima del bacino	[m]	300.00
H media del bacino	[m]	288.50
H minima del bacino	[m]	277.00
H monte dell'asta princ.	[m]	290.00
H media dell'asta princ	[m]	283.50
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.02
Pendenza media del bacino	[%]	10.00
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.06
Bacino Asta A.4		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0.97
H massima del bacino	[m]	300.00
H media del bacino	[m]	279.50
H minima del bacino	[m]	259.00
H monte dell'asta princ.	[m]	290.00
H media dell'asta princ	[m]	274.50
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.37
Pendenza media del bacino	[%]	4.23
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.03
Bacino Asta A.5		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	2.02
H massima del bacino	[m]	310.00
H media del bacino	[m]	284.50
H minima del bacino	[m]	259.00
H monte dell'asta princ.	[m]	305.00
H media dell'asta princ	[m]	282.00
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.97
Pendenza media del bacino	[%]	2.49
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.02
Bacino Asta A.6E		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0.37
H massima del bacino	[m]	291
H minima del bacino	[m]	257
H monte dell'asta princ.	[m]	270
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.08
Pendenza media del bacino	[%]	9.26
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.04



Bacino Asta A.7F		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0.19
<i>H massima del bacino</i>	[m]	275
<i>H minima del bacino</i>	[m]	265
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	272
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.03
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.04
Bacino Asta A.8G		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0.12
<i>H massima del bacino</i>	[m]	282
<i>H minima del bacino</i>	[m]	270
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	282
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.02
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.10
Bacino Asta A.9H		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0.14
<i>H massima del bacino</i>	[m]	277
<i>H minima del bacino</i>	[m]	260
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	275
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.02
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.11
Bacino Asta A.10I		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0.18
<i>H massima del bacino</i>	[m]	306
<i>H minima del bacino</i>	[m]	290
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	303
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.02
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.07
Bacino Asta A.11L		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0.14
<i>H massima del bacino</i>	[m]	305
<i>H minima del bacino</i>	[m]	298
<i>H monte dell'asta princ.</i>	[m]	305
<i>Superficie del Bacino</i>	[Kmq]	0.02
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	[m/m]	0.05



Bacino Asta B		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	1.15
H massima del bacino	[m]	300.00
H media del bacino	[m]	278.50
H minima del bacino	[m]	257.00
H monte dell'asta princ.	[m]	290.00
H media dell'asta princ	[m]	273.50
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.48
Pendenza media del bacino	[%]	3.74
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.03
Bacino Asta C		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0.56
H massima del bacino	[m]	300.00
H media del bacino	[m]	280.00
H minima del bacino	[m]	260.00
H monte dell'asta princ.	[m]	290.00
H media dell'asta princ	[m]	275.00
Superficie del Bacino	[Kmq]	0.35
Pendenza media del bacino	[%]	7.08
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.05
Bacino Asta D		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	10.50
H massima del bacino	[m]	400.00
H media del bacino	[m]	337.50
H minima del bacino	[m]	275.00
H monte dell'asta princ.	[m]	395.00
H media dell'asta princ	[m]	335.00
Superficie del Bacino	[Kmq]	6.21
Pendenza media del bacino	[%]	1.14
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.01
Bacino Asta D.1		
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	10.50
H massima del bacino	[m]	400.00
H media del bacino	[m]	337.50
H minima del bacino	[m]	275.00
H monte dell'asta princ.	[m]	395.00
H media dell'asta princ	[m]	335.00
Superficie del Bacino	[Kmq]	3.72
Pendenza media del bacino	[%]	1.18
Pendenza media dell'asta principale	[m/m]	0.01



Bacino Asta D.2		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	<i>[Km]</i>	1.31
<i>H massima del bacino</i>	<i>[m]</i>	325.00
<i>H media del bacino</i>	<i>[m]</i>	315.50
<i>H minima del bacino</i>	<i>[m]</i>	306.00
<i>H monte dell'asta princ.</i>	<i>[m]</i>	320.00
<i>H media dell'asta princ</i>	<i>[m]</i>	313.00
<i>Superficie del Bacino</i>	<i>[Kmq]</i>	0.73
<i>Pendenza media del bacino</i>	<i>[%]</i>	1.41
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	<i>[m/m]</i>	0.01
Bacino Asta D.3		
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	<i>[Km]</i>	0.58
<i>H massima del bacino</i>	<i>[m]</i>	305.00
<i>H media del bacino</i>	<i>[m]</i>	290.00
<i>H minima del bacino</i>	<i>[m]</i>	275.00
<i>H monte dell'asta princ.</i>	<i>[m]</i>	300.00
<i>H media dell'asta princ</i>	<i>[m]</i>	287.50
<i>Superficie del Bacino</i>	<i>[Kmq]</i>	0.27
<i>Pendenza media del bacino</i>	<i>[%]</i>	5.17
<i>Pendenza media dell'asta principale</i>	<i>[m/m]</i>	0.04

4.1 Inquadramento geologico

Le aree interessate dalla realizzazione dell'opera in progetto ricadono nel Foglio 202 (Taranto) della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100.000.

Dal punto di vista geologico, la litologia dell'area in esame è rappresentata da unità a prevalente componente calcarea.

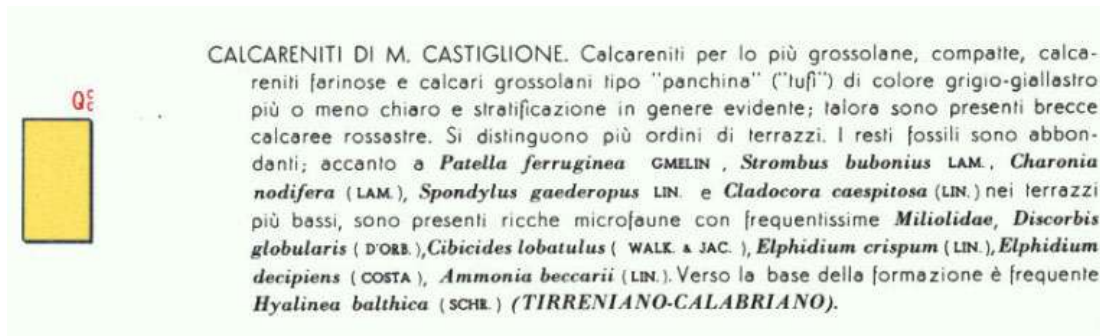


Figura 10 - Stralcio non in scala del foglio n°202 "Taranto" della Carta Geologica d'Italia con individuazione area di intervento



4.2 Uso del suolo

Per quanto riguarda l'uso del suolo, l'area d'impianto è caratterizzata esclusivamente da seminativi semplici in aree non irrigue.

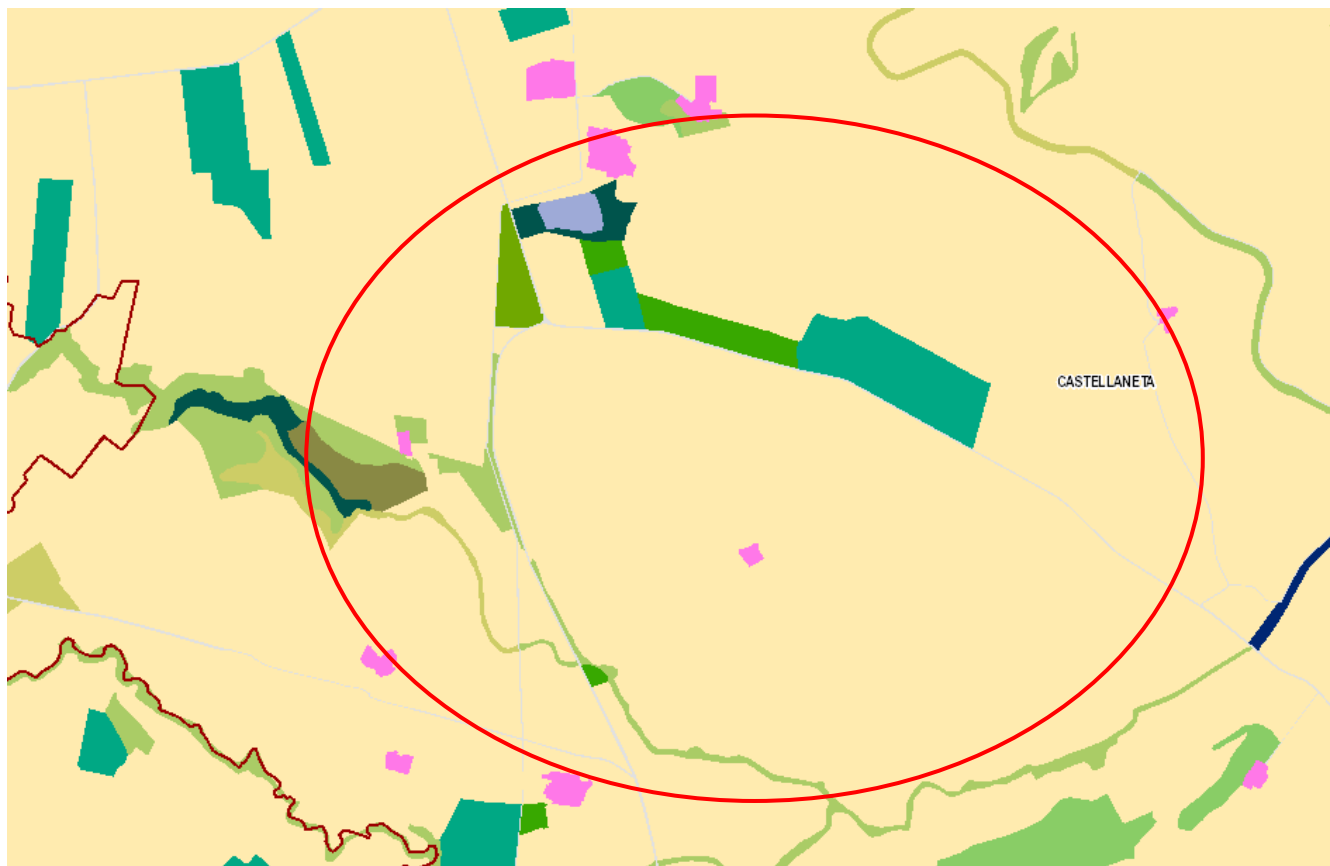


Figura 11 – Carta Uso del suolo



4. ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN PUGLIA

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica e nota come "analisi regionale".

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico, che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto, la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson,1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace,1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese Two Component Extreme Value, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio pugliese centro-meridionale, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa



variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 66 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti dall'analisi del I° livello e II° livello di regionalizzazione sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* .

L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione.

Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione CV e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea con un valore costante di Λ_1 . Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione.

Nel riquadro a seguire si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

	θ^*	Λ^*	Λ_1
Puglia centro meridionale	2.121	0.353	17.55

Tabella 1- Parametri d'interesse.



La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata $X_{d,TR}$ viene espressa in funzione di una quantità K_T , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno TR e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno TR ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

essendo $X_{d,TR}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno.

La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,TR}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno TR ed il fattore di crescita K_T , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. Infatti, calcolando, nelle stazioni disponibili, le medie pesate dei coefficienti di asimmetria e dei coefficienti di variazione alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria.

L'indipendenza dalla durata di K_T autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

Sulla scorta dei valori regionali dei parametri θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$, è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia centro – meridionale, anche se tale fattore può essere calcolata in funzione di TR attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

in cui i parametri a e b sono esprimibili in funzione dei valori regionali di θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$.

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R \quad (1)$$

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R \quad (2)$$

anche se va rimarcato come l'utilizzo di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle



piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = ad^n$$

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

Per l'intera regione pugliese si hanno le seguenti zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera $\mu(X_g)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(X_g)$ e le quote sul mare h :

ZONA 1-3	$\mu(h,t) = at^{(ch+D+\ln a - \ln a)/\ln 24}$
ZONA 2-4	$\mu(h,t) = at^n$

Tabella 2- Correlazione tra $\mu(X_g)$ e la durata di precipitazione.

in cui C e D sono parametri che dipendono dall'area omogenea;

- nell'area centro-meridionale della Puglia, il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione.

Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese - Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.

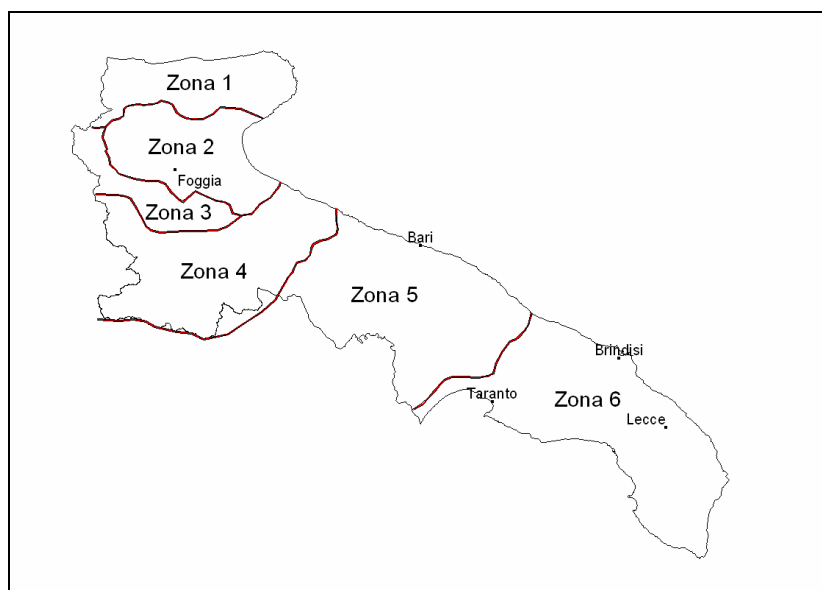


Figura 12 - Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(Ch+D+\ln \alpha - \ln a)/\ln 24} \quad (3)$$

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_d)$ relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità.

Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0,89; C e D rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati nel riquadro a seguire (cfr. Tabella 3).

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,00503	3,959	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	3,811	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	4,0837	-
6	0,89	33,7	0,0022	4,1223	-

Tabella 3 - Coefficienti del 3° livello di regionalizzazione.

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita (KT) per la precipitazione media:



$$h = K_T \cdot \mu(X_d) \quad (4)$$

4.1 Curve di possibilità climatica

Lo studio idrologico condotto ha, quindi, consentito la determinazione delle curve di possibilità climatiche a diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni) in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino oggetto del presente studio.

Per la determinazione delle curve di possibilità climatiche con il metodo di Gumbel si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica che interessa il bacino idrografico di interesse, la stazione pluviometrica di **Castellaneta**, che interessa per la maggior parte il bacino idrografico di interesse e di cui si riporta l'annale idrologico.

Stazione di:	Castellaneta				
anni	durate [ore]				
	1	3	6	12	24
1962	43.0	44.8	44.8	44.8	44.8
1963	20.6	35.0	38.8	42.0	42.4
1964	27.2	31.4	35.2	50.0	53.6
1965	43.4	50.6	51.0	51.0	51.4
1966	60.0	79.8	80.0	90.8	107.4
1967	40.0	44.8	44.8	44.8	44.8
1968	42.0	47.0	47.0	47.0	47.0
1969	31.8	37.6	62.0	63.6	68.6
1970	32.0	38.2	39.2	39.2	38.2
1971	24.0	41.8	43.6	45.2	59.2
1972	28.0	41.8	42.2	42.2	78.0
1973	25.0	25.8	33.4	41.4	60.8
1974	41.2	45.0	45.0	50.2	56.8
1975	17.4	32.0	48.6	51.8	52.6
1976	25.6	44.0	59.2	73.6	105.6
1977	15.0	28.4	36.0	39.6	39.8
1978	18.6	22.8	42.0	59.2	63.4
1979	13.2	29.4	40.0	48.4	51.6
1980	27.0	30.0	40.0	61.0	78.0
1981	26.8	27.2	27.4	27.4	32.2
1982	36.0	44.0	44.0	44.0	48.4
1983	26.0	37.8	46.8	53.4	59.4
1984	34.6	49.0	50.4	56.4	77.2
1985	19.6	42.0	52.2	55.0	75.0
1986	21.0	28.4	30.0	31.2	34.4
1987	20.8	38.0	38.8	38.8	40.8
1988	29.6	41.0	49.8	68.0	71.6
1989	29.8	40.6	42.8	50.0	50.0
1990	27.6	29.2	36.6	52.6	78.8
1991	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4



1992	12.4	27.8	32.6	35.0	44.8
1993	20.6	26.0	34.0	39.0	55.0
1994	>>	37.0	43.4	48.0	60.2
1995	27.8	27.8	27.8	31.8	49.2
1996	44.0	74.6	75.2	95.4	95.4
1997	88.6	121.6	121.8	122.8	123.4
1998	21.8	35.0	36.0	39.4	40.8
1999	27.0	62.6	66.8	66.8	81.6
2000	27.2	31.8	36.2	44.2	53.4
2001	15.8	21.0	25.6	44.2	52.6
2002	50.8	52.4	52.4	52.4	52.4
2003	142.2	224.0	242.6	244.2	244.4
2004	47.4	52.0	70.2	86.8	90.0
2005	28.0	50.8	51.6	75.2	88.0
2006	37.8	45.6	54.8	81.8	92.6
2007	26.0	39.0	45.4	49.2	55.4
2008	42.0	61.4	69.4	75.2	76.0
2009	21.8	29.8	32.0	35.8	46.2
2010	26.6	49.6	71.6	82.4	111.2
2011	19.4	31.0	40.2	47.6	78.6
2012	25.0	25.0	31.4	40.0	50.2

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche con il metodo VAPI si è verificato che l'area d'intervento si trova per la maggior parte nella **zona 5** (cfr. immagine seguente). Pertanto, si è applicata la relazione (4) e utilizzando i valori della Tabella 3 relativi alla zona 5.

Quindi, per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica si utilizza la seguente relazione:

$$x(t,z) = 28.20 t^{(0.0002z+4.0837+\ln 0.89-\ln 28.20)/\ln 24} \quad (5)$$

L'elaborazione dei dati pluviometrici ha condotto alla determinazione delle curve di possibilità climatica per i differenti tempi di ritorno.

Si riportano di seguito delle tabelle riassuntive relative alle altezze di pioggia ricavate utilizzando la metodologia VAPI e quella della distribuzione probabilistica di Gumbel (cfr. tabelle seguenti):

Tr = 30 anni					
Distribuzioni probabilistiche	DURATE				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
GUMBEL	82.752	114.578	123.098	130.539	140.389
VAPI	54.058	68.837	80.175	93.382	108.763

Tabella 4 – Tr = 30 anni - Altezze di pioggia (mm).



Tr = 200 anni					
Distribuzioni probabilistiche	DURATE				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
GUMBEL	116.037	161.253	171.577	179.448	189.951
VAPI	81.696	104.030	121.165	141.123	164.369

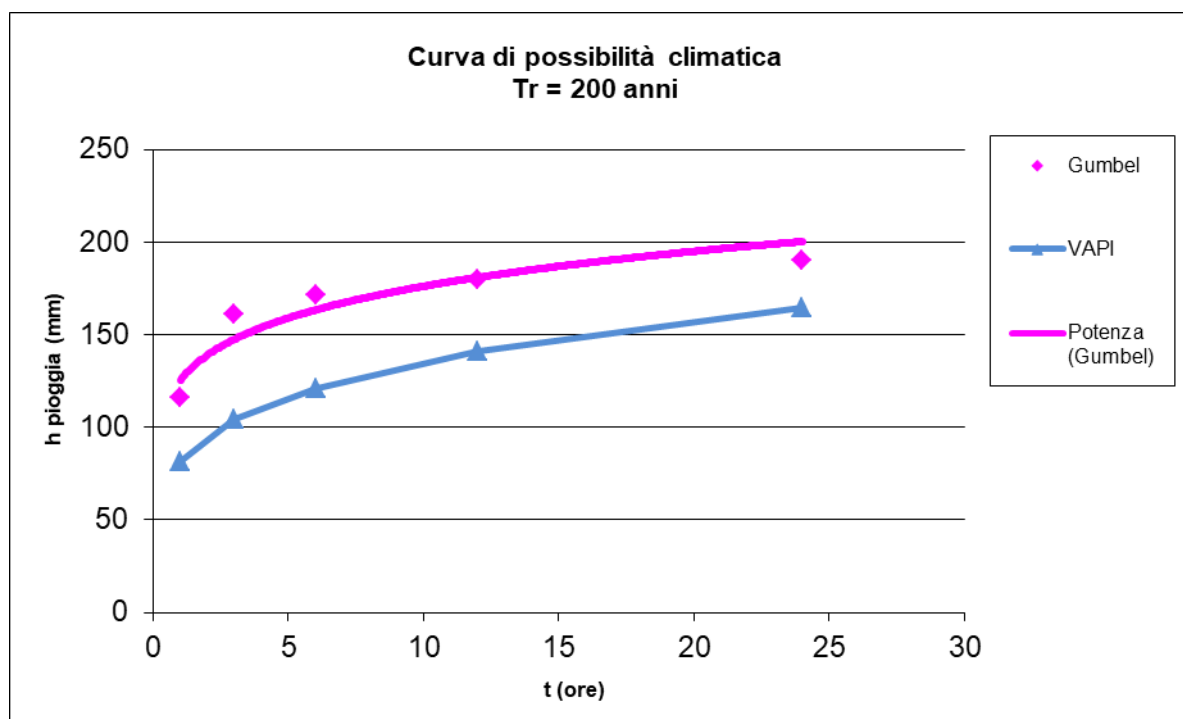
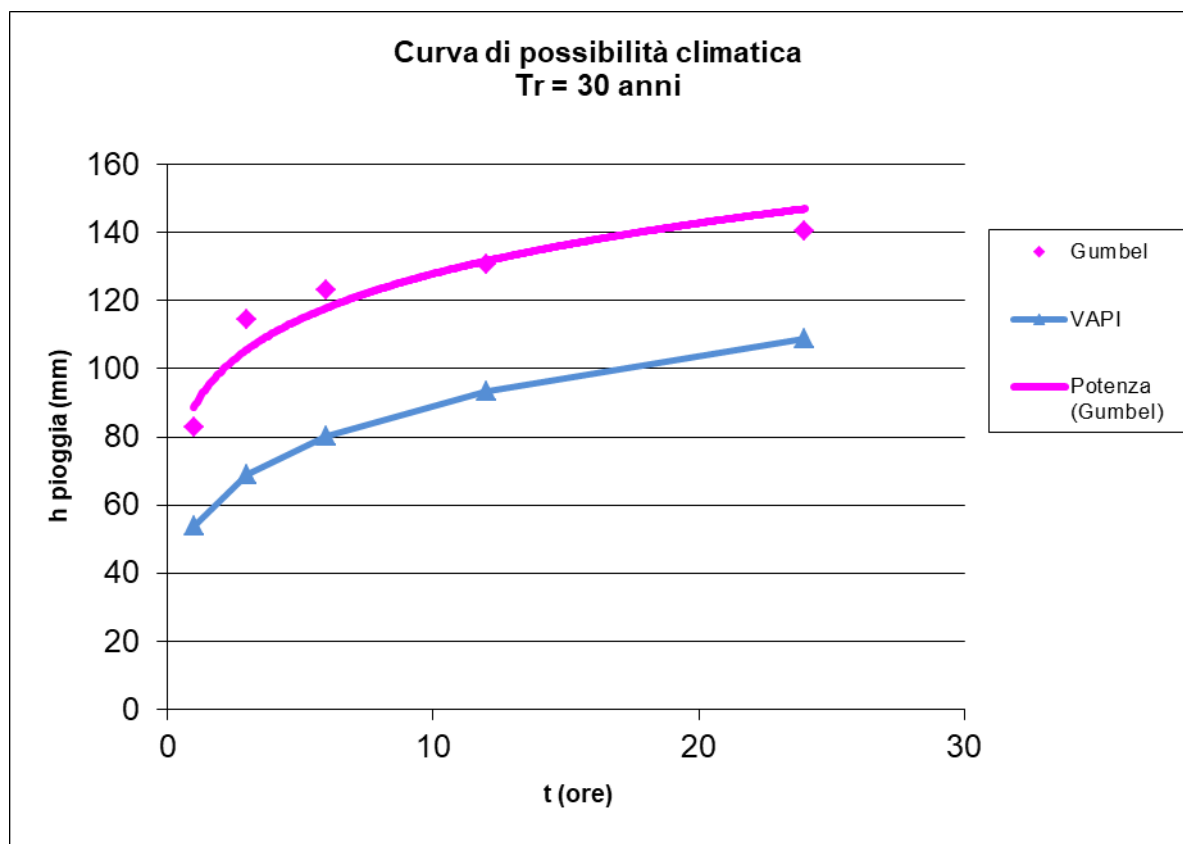
Tabella 5 – Tr = 200 anni - Altezze di pioggia (mm).

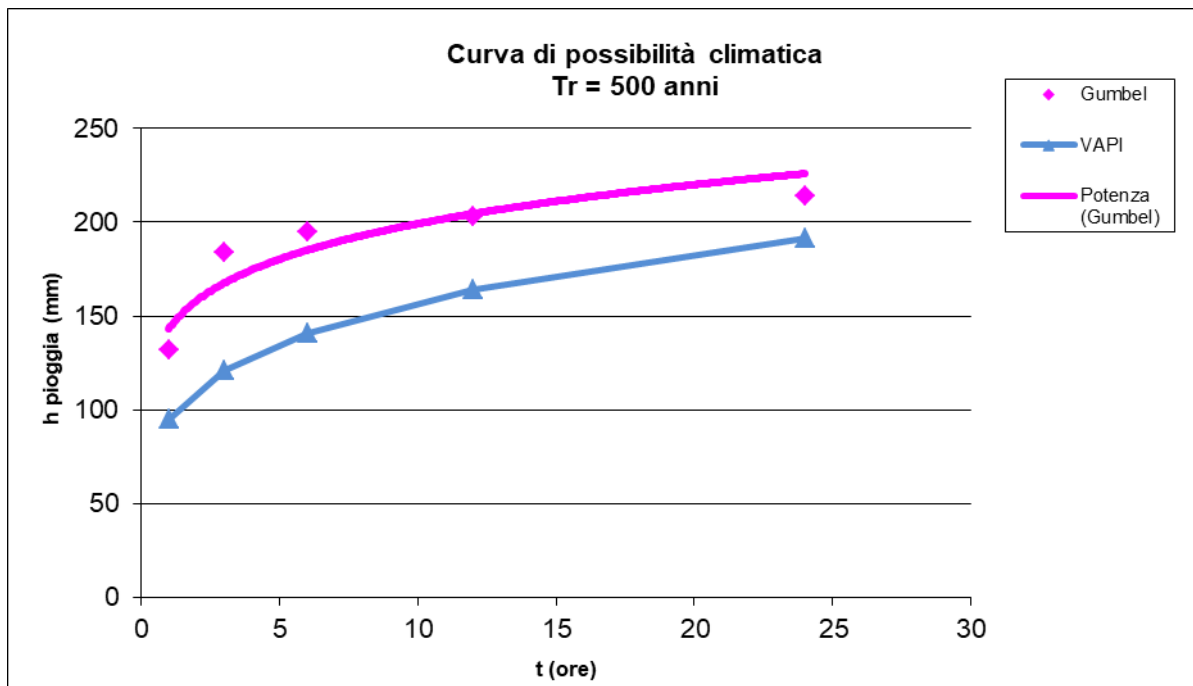
Tr = 500 anni					
Distribuzioni probabilistiche	DURATE				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
GUMBEL	132.019	183.663	194.853	202.931	213.748
VAPI	95.044	121.027	140.963	164.182	191.226

Tabella 6 – Tr = 500 anni - Altezze di pioggia (mm).

Confrontando le due metodologie adottate si evince che **le altezze di pioggia determinate utilizzando il metodo VAPI siano quasi sempre minori di quelle derivate dall'utilizzo della metodologia GUMBEL. Pertanto, nel presente studio è utilizzata la curva di possibilità climatica determinata dall'applicazione del metodo che ha fornito i valori più elevati delle altezze di pioggia.**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) si riportano le curve di possibilità climatiche ricavate in corrispondenza dei diversi tempi di ritorno adottati, per il bacino in analisi. Tali curve sono quelle utilizzate successivamente per la valutazione delle portate di piena in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino di interesse.







5. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica, necessaria al calcolo della portata di massima piena per i bacini individuati nell'area in questione, può essere condotta secondo vari metodi, tra i quali possono essere considerati:

- i metodi empirici, che si basano unicamente su parametri morfologici del bacino in esame, senza tenere in considerazione alcuna misura pluviometrica o idrometrica;
- i metodi semiempirici (utilizzati nel presente studio), che valutano la portata anche in funzione dell'altezza di pioggia;
- i metodi analitici, che si basano sull'ipotesi di una correlazione diretta tra afflussi e deflussi.

Il metodo da utilizzare dipende innanzitutto dal tipo di verifica idraulica che si intende condurre, in quanto, se si affronta un'analisi in moto permanente o addirittura uniforme, la portata massima può essere calcolata con metodi semplificati tipo il cinematico o razionale; quando la situazione morfologica ed idrografica diventa alquanto complessa, può rendersi indispensabile una verifica in moto vario e, di conseguenza, diventa necessario conoscere la forma dell'idrogramma di piena attraverso l'applicazione di metodi analitici.

In generale, nei casi di regolarità dell'asta fluviale e del bacino idrografico di pertinenza, è generalmente impiegato uno studio in moto permanente ricorrendo al metodo razionale per la determinazione della portata di massima piena.

5.1 Valutazione portate di piena

La stima delle portate di piena è stata effettuata applicando metodi analitici di tipo semplificato, in grado di definire, su base geomorfologica, un parametro chiave nel processo di generazione dei deflussi di piena, quale il tempo di corrivazione del bacino (t_c).

In particolare, è stato applicato, a diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni), il metodo di razionale e il metodo del Curve Number (CN).

Metodo Razionale

Per la determinazione della massima piena temibile è stato utilizzato il metodo razionale, che rappresenta un metodo indiretto basato sulle seguenti tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari ha:

$$Q = \frac{c * h * A * k}{t_c}$$



Q = portata di piena [m³/sec]

c = coefficiente di deflusso

h = pioggia netta [mm]

A = area del bacino [km²]

t_c = tempo di corrivazione [ore]

k = 0.2777 (fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura).

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione t_c: infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo t_c solo una parte del bacino A contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena.

Il tempo di corrivazione, che è un parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione di un bacino è generalmente definito come il tempo necessario alla goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura dello stesso.

Una relazione frequentemente utilizzata per il calcolo di tale grandezza è quella proposta da Giandotti (1934), valida per bacini idrografici aventi superficie (A) variabile tra 170 e 70000 km², che si esplicita nella seguente relazione:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}} \quad (6)$$

nella quale t_c è espresso in ore, A in km² mentre L, la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua a partire dallo spartiacque, è espressa in km e H_m, altitudine media del bacino, riferita alla sezione di chiusura, in metri sul livello del mare.

Pezzoli (1970), analizzando il comportamento di alcuni bacini piemontesi, ha proposto, invece, una diversa espressione del tempo di corrivazione che ha la seguente forma:

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i_a}} \quad (7)$$

nella quale t_c è espresso in ore e L in km. Il parametro i_a rappresenta la pendenza media (m/m) dell'asta principale.

Kirpich, infine, utilizzando i dati sperimentali di sei bacini americani, nel 1940, aveva

proposto una correlazione grafica tra il tempo di corrivazione e il rapporto $\frac{L}{\sqrt{i_a}}$. Tale grafico,



successivamente integrato dal contributo di altri dati sperimentali, ha condotto alla formulazione della seguente equazione, comunemente nota con il nome di equazione di Kirpich.

$$t_c = 0.00325 \left(\frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.77} \quad (10)$$

Il complesso dei valori determinabili con le succitate equazioni può essere ben rappresentato da un'unica espressione (Ferro, Sistemazione dei Bacini Idrografici, McGraw Hill, 2002), che integra tutti i contributi sperimentali derivanti dalle esperienze condotte, ed ha la seguente equazione, nel seguito denominata P-C-W-K:

$$t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.8} \quad (11)$$

nella quale t_c è espresso in minuti e L in metri.

Applicando le relazioni succitate, con riferimento ai parametri geomorfologici del bacino di interesse, si sono ottenuti i seguenti risultati:

	P-C-W-K (h)	Giandotti (h)	Pezzoli (h)	Kirpich (h)
BACINO Asta A	4.692	5.355	7.396	2.890
BACINO Asta A.1	4.411	4.348	6.848	2.724
BACINO Asta A.2	0.121	0.452	0.076	0.085
BACINO Asta A.3	0.090	0.333	0.053	0.064
BACINO Asta A.4	0.358	1.068	0.296	0.243
BACINO Asta A.5	0.742	1.728	0.737	0.490
BACINO Asta A.6E	0.158	0.508	0.107	0.111
BACINO Asta A.7F	0.090	0.521	0.053	0.064
BACINO Asta A.8G	0.041	0.346	0.020	0.030
BACINO Asta A.9H	0.047	0.317	0.024	0.035
BACINO Asta A.10I	0.068	0.379	0.037	0.049
BACINO Asta A.11L	0.063	0.468	0.034	0.046
BACINO Asta B	0.428	1.213	0.371	0.289
BACINO Asta C	0.189	0.897	0.133	0.131
BACINO Asta D	3.649	4.067	5.402	2.269
BACINO Asta D.1	3.649	3.710	5.402	2.266
BACINO Asta D.2	0.711	2.187	0.699	0.470
BACINO Asta D.3	0.211	0.949	0.153	0.146

La valutazione successiva di stima della portata di piena di calcolo è stata eseguita facendo riferimento al tempo di corrivazione valutato dalla media tra le suddette relazioni.

Il valore del tempo di corrivazione desunto dalla media è riportato nella tabella



segunte:

	Tc (h)
BACINO Asta A	5.083
BACINO Asta A.1	4.583
BACINO Asta A.2	0.183
BACINO Asta A.3	0.135
BACINO Asta A.4	0.491
BACINO Asta A.5	0.924
BACINO Asta A.6E	0.221
BACINO Asta A.7F	0.182
BACINO Asta A.8G	0.109
BACINO Asta A.9H	0.106
BACINO Asta A.10I	0.134
BACINO Asta A.11L	0.152
BACINO Asta B	0.575
BACINO Asta C	0.338
BACINO Asta D	3.847
BACINO Asta D.1	3.758
BACINO Asta D.2	1.017
BACINO Asta D.3	0.365

Per ciò che concerne il coefficiente di deflusso ϕ , esso è stato stimato effettuando una media pesata dei valori stimati per le differenti sub-aree isoparametriche caratterizzate da un determinato valore di tipo di terreno, dal punto di vista della geologia e dell'uso del suolo, sulla base dei valori consigliati in letteratura; i pesi sono stati calcolati in funzione delle sotto aree sull'area totale del bacino individuato.

Tra le numerose indicazioni esistenti nella letteratura tecnico-scientifica per la valutazione del coefficiente di deflusso, sono stati utilizzati i valori indicati dal Manuale di Ingegneria Civile riportati nella tabella seguente:

Tipo di terreno	Coltivato	Pascolo	Bosco
Molto permeabile: sabbia o ghiaia	0.20	0.15	0.30
Permeabile: limo	0.40	0.35	0.30
Poco permeabile: argilla o substrato roccioso	0.50	0.45	0.40
Tipologia urbanistica	ϕ		
Costruzioni dense	0.80		
Costruzioni Spaziate	0.60		
Aree con ampi cortili e giardini	0.50		



Zone a villini sparsi	0.30-0.40
Giardini, prati e zone non edificabili né destinate a strade	0.20
Parchi e boschi	0.05-0.10

Effettuando una media pesata per i bacini di interesse si ottiene un coefficiente di deflusso pari a 0,300.

Applicando i valori precedenti nella formula razionale sono stati ottenuti i seguenti valori per le portate di piena:

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	5.083	114.870	22.597	61.104
200 anni	125.485	0.147	5.083	159.375	31.352	84.779
500 anni	143.133	0.143	5.083	180.737	35.555	96.142

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell'Asta A

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	4.583	112.995	24.657	25.086
200 anni	125.485	0.147	4.583	156.963	34.252	34.847
500 anni	143.133	0.143	4.583	178.068	38.857	39.533

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell'Asta A.1

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.183	67.814	369.581	1.196
200 anni	125.485	0.147	0.183	97.795	532.974	1.725
500 anni	143.133	0.143	0.183	112.227	611.625	1.980

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell'Asta A.2

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.135	64.599	478.134	0.782
200 anni	125.485	0.147	0.135	93.491	691.979	1.131
500 anni	143.133	0.143	0.135	107.405	794.963	1.300

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell'Asta A.3

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.491	79.279	161.436	4.930
200 anni	125.485	0.147	0.491	113.027	230.157	7.029
500 anni	143.133	0.143	0.491	129.251	263.194	8.038

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell'Asta A.4



Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.924	87.644	94.841	7.695
200 anni	125.485	0.147	0.924	124.037	134.222	10.891
500 anni	143.133	0.143	0.924	141.522	153.142	12.426

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta A.5

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.221	69.841	316.149	2.091
200 anni	125.485	0.147	0.221	100.501	454.937	3.009
500 anni	143.133	0.143	0.221	115.255	521.726	3.451

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta A.6E

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.182	67.727	372.118	0.827
200 anni	125.485	0.147	0.182	97.678	536.684	1.193
500 anni	143.133	0.143	0.182	112.096	615.900	1.369

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta A.7F

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.109	62.442	572.516	0.762
200 anni	125.485	0.147	0.109	90.594	830.639	1.106
500 anni	143.133	0.143	0.109	104.156	954.990	1.271

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta A.8G

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.106	62.115	588.633	0.859
200 anni	125.485	0.147	0.106	90.155	854.350	1.246
500 anni	143.133	0.143	0.106	103.664	982.366	1.433

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta A.9H

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.134	64.487	482.565	0.861
200 anni	125.485	0.147	0.134	93.341	698.481	1.246
500 anni	143.133	0.143	0.134	107.236	802.464	1.432

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta A.10I

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.152	65.852	431.824	0.547
200 anni	125.485	0.147	0.152	95.171	624.076	0.791
500 anni	143.133	0.143	0.152	109.287	716.644	0.909

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta A.11L



Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.575	81.295	141.311	5.692
200 anni	125.485	0.147	0.575	115.688	201.094	8.101
500 anni	143.133	0.143	0.575	132.219	229.829	9.258

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta B

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.338	74.707	221.207	6.464
200 anni	125.485	0.147	0.338	106.973	316.747	9.255
500 anni	143.133	0.143	0.338	122.492	362.698	10.598

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta C

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	3.847	109.899	28.570	14.790
200 anni	125.485	0.147	3.847	152.975	39.768	20.587
500 anni	143.133	0.143	3.847	173.651	45.143	23.370

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta D

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	3.758	109.492	29.139	9.037
200 anni	125.485	0.147	3.758	152.449	40.571	12.582
500 anni	143.133	0.143	3.758	173.069	46.058	14.284

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta D.1

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	1.017	88.986	87.501	5.343
200 anni	125.485	0.147	1.017	125.796	123.696	7.554
500 anni	143.133	0.143	1.017	143.479	141.085	8.616

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta D.2

Tr	a	n	tc [h]	h [mm]	ic [mm]	Q [mc/s]
30 anni	88.749	0.159	0.365	75.623	207.365	4.649
200 anni	125.485	0.147	0.365	108.188	296.662	6.651
500 anni	143.133	0.143	0.365	123.849	339.606	7.614

Valori delle portate di piena con il metodo razionale del Bacino dell' Asta D.3



Metodo del Curve Number

Una metodologia per la stima delle precipitazioni efficaci che trova ampia applicazione è quella proposta dal Soil Conservation Service (1972). Il metodo, detto Metodo Curve Number (*“Soil Conservation Service Runoff Curve Number (CN) method”*, detto comunemente *Curve Number*), si basa sulla assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace) P_{net} risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda P (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

nella quale S è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione ed I_a è la cosiddetta perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno senza che si abbia creazione di deflusso; il parametro S corrisponde al volume idrico trattenuto dal terreno e dalla vegetazione, e quindi sottratto al deflusso superficiale dopo l'istante in cui si ha $P > I_a$; fino all'istante in cui non si ha $P > I_a$ il deflusso superficiale è da ritenersi praticamente assente.

In realtà con l'introduzione della perdita iniziale I_a si vuole tenere conto anche di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno, che ritardano il verificarsi del deflusso superficiale. In mancanza di adeguate osservazioni utili, per la stima di I_a si può fare ricorso alla seguente relazione:

$$I_a = 0,2 S$$

che risulta verificata in buona approssimazione.

La valutazione del valore di S può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), cui esso risulta legato dalla relazione:

$$S = S_0 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

S_0 è un fattore di scala pari a 254 se la pioggia viene espressa in mm.

L'indice CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e del grado di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico.

Il Soil Conservation Service (SCS), sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di prolungato adacquamento, ha classificato i vari tipi di suolo in quattro gruppi (A, B, C, D):

- GRUPPO A: Suoli aventi scarsa permeabilità di deflusso; capacità di infiltrazione in



condizioni di saturazione molto elevata.

- GRUPPO B: Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso; elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.

- GRUPPO C: Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta; scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.

- GRUPPO D: Potenzialità di deflusso molto elevata; scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione.

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di utilizzo del suolo.

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Valori del CN in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale.

Classe AMC	Precipitazioni nei dieci giorni precedenti (mm)
I (Terreno secco)	$0 < P < 50$
II (Umidità media)	$50 < P < 110$
III (Terreno da mediamente umido a saturo)	$P > 110$

Definizione delle condizioni di umidità antecedenti l'evento (AMC).



I valori del CN riportati nella tabella 3 si riferiscono ad una condizione di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico di tipo standard, precisamente quella intermedia indicata come AMC II (Antecedent Moisture Condition II).

Per condizioni iniziali differenti, vengono utilizzate delle relazioni di trasformazione del valore CN (II), relativo a AMC I, CN (I), ed in quello relativo a AMC III, CN (III).

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}} \quad CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)}$$

Nella fattispecie, considerata l'entità degli interventi e l'importanza degli stessi, **si è preferito, a vantaggio di sicurezza, adottare un valore di Curve Number pari al CN(III)**, in quanto trattasi di aree non completamente urbanizzate.

Nel caso in esame, quindi, sono stati sovrapposti i bacini idrografici sulla carta di uso del suolo e sulla carta geologica e ricavate le superfici specifiche in base alla qualità colturale e tipo di suolo.

Il valore del CN è stato stimato effettuando una media pesata dei valori corrispondenti alle differenti sub-aree isoparametriche caratterizzate da un determinato valore di uso del suolo e di tipo di suolo; i pesi sono stati calcolati in funzione delle aree delle singole parcelle sull'area totale del bacino individuato.

Per quanto riguarda la tipologia di terreno, è stato utilizzato, a vantaggio di sicurezza, il GRUPPO C (***Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta; scarsa capacità di infiltrazione e saturazione***).

Dalla media pesata in funzione della superficie sono stati ricavati i valori relativi al CN, riportati nella tabella seguente:

	CN _{II}	CN _{III}
BACINI DI PROGETTO	79.00	89.74

Tale procedimento ha reso possibile la stima dei due parametri S ed I_a a partire dalle caratteristiche litologiche e di uso del suolo del bacino e quindi la valutazione della pioggia netta.

Altro "tempo caratteristico" di un bacino è il "tempo di ritardo" t_L (lag time), generalmente definito come la distanza temporale tra il baricentro dell'idrogramma di piena superficiale, depurato cioè delle portate di base che sarebbero defluite nel corso d'acqua anche in assenza dell'evento di piena, e il baricentro del pluvigramma netto.

Il Soil Conservation Service (SCS) americano ha dedotto, empiricamente, che il rapporto t_L/t_c è pari a 0.6 (rapporto tra tempo di ritardo e tempo di corrivazione).



Per la stima del tempo di ritardo del bacino, nel caso in esame, si è utilizzata la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

in cui s è la pendenza del bacino espressa in %, L la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla displuviale espressa in Km.

Per il calcolo della portata al colmo Q_p (m^3/s) si considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in m^3 , ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_P}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_P t_b}{2}$$

avendo indicato con t_b la durata dell'evento di piena.

Poiché è stato stabilito sperimentalmente che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena t_b e pertanto:

$$t_b = 2.67 t_a$$

Utilizzando le formule di cui sopra, esprimendo il volume di deflusso V in mm, il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in Km^2 , si ottiene:

$$Q_P = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di t_a , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata t_p e indicando con t_L il tempo di ritardo, come prima calcolato, si effettua con la seguente relazione:

$$t_a = 0,5 t_p + t_L$$

È stato scelto come evento che massimizza il calcolo della portata di piena un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino, utilizzando come "t_c" i risultati ottenuti in base al calcolo effettuato al paragrafo precedente (cioè tempo di corrivazione calcolato con il metodo Pezzoli, Chow, Watt & Chow, Kirpich P-C-W-K, in quanto tale relazione è quella che meglio si adatta alle dimensioni dei bacini oggetto del presente studio).

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:



T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	77.209	50.762	4.132	50.762	6.674	44.004
200 anni	116.683	87.868	4.132	87.868	6.674	76.170
500 anni	135.748	106.210	4.132	106.210	6.674	92.070

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	75.499	49.197	4.218	49.197	6.510	16.450
200 anni	114.098	85.396	4.218	85.396	6.510	28.555
500 anni	132.741	103.306	4.218	103.306	6.510	34.543

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A.1

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	37.495	16.537	0.078	16.537	0.169	0.789
200 anni	56.665	32.376	0.078	32.376	0.169	1.545
500 anni	65.923	40.539	0.078	40.539	0.169	1.934

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A.2

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	35.099	14.711	0.057	14.711	0.124	0.482
200 anni	53.043	29.255	0.057	29.255	0.124	0.959
500 anni	61.710	36.795	0.057	36.795	0.124	1.206

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A.3

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	46.387	23.656	0.277	23.656	0.522	3.452
200 anni	70.103	44.295	0.277	44.295	0.522	6.464
500 anni	81.558	54.762	0.277	54.762	0.522	7.992

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A.4

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	53.147	29.344	0.657	29.344	1.119	5.313
200 anni	80.318	53.619	0.657	53.619	1.119	9.708
500 anni	93.442	65.827	0.657	65.827	1.119	11.918

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A.5

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	39.081	17.770	0.086	17.770	0.196	1.496
200 anni	59.061	34.465	0.086	34.465	0.196	2.902
500 anni	68.712	43.040	0.086	43.040	0.196	3.624

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A.6E

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	37.504	16.544	0.065	16.544	0.156	0.586
200 anni	56.678	32.387	0.065	32.387	0.156	1.148
500 anni	65.938	40.552	0.065	40.552	0.156	1.438

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell'Asta A.7F



T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	33.573	13.573	0.032	13.573	0.087	0.521
200 anni	50.737	27.294	0.032	27.294	0.087	1.048
500 anni	59.027	34.435	0.032	34.435	0.087	1.322

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta A.8G

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	33.371	13.424	0.035	13.424	0.087	0.559
200 anni	50.432	27.036	0.035	27.036	0.087	1.125
500 anni	58.672	34.124	0.035	34.124	0.087	1.420

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta A.9H

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	34.974	14.617	0.050	14.617	0.117	0.556
200 anni	52.854	29.094	0.050	29.094	0.117	1.106
500 anni	61.490	36.601	0.050	36.601	0.117	1.392

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta A.10I

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	35.973	15.372	0.053	15.372	0.129	0.376
200 anni	54.364	30.388	0.053	30.388	0.129	0.743
500 anni	63.246	38.154	0.053	38.154	0.129	0.933

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta A.11L

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	47.996	24.991	0.337	24.991	0.625	4.021
200 anni	72.534	46.497	0.337	46.497	0.625	7.482
500 anni	84.386	57.379	0.337	57.379	0.625	9.233

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta B

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	42.795	20.723	0.139	20.723	0.308	4.912
200 anni	64.674	39.424	0.139	39.424	0.308	9.346
500 anni	75.242	48.962	0.139	48.962	0.308	11.607

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta C

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	72.595	46.552	3.725	46.552	5.648	10.650
200 anni	109.709	81.210	3.725	81.210	5.648	18.578
500 anni	127.635	98.383	3.725	98.383	5.648	22.507

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta D

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	72.224	46.215	3.550	46.215	5.428	6.590
200 anni	109.148	80.676	3.550	80.676	5.428	11.504
500 anni	126.983	97.755	3.550	97.755	5.428	13.940

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta D.1



T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	54.256	30.295	0.625	30.295	1.133	4.074
200 anni	81.995	55.166	0.625	55.166	1.133	7.419
500 anni	95.393	67.659	0.625	67.659	1.133	9.099

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta D.2

T_R	P [mm]	P_{net}	T_L [h]	V [mm]	t_a [h]	Q_p [m ³ /s]
30 anni	43.481	21.277	0.166	21.277	0.348	3.420
200 anni	65.711	40.348	0.166	40.348	0.348	6.485
500 anni	76.447	50.064	0.166	50.064	0.348	8.047

Valori delle portate di piena con il metodo Curve Number del Bacino dell' Asta D.3



5.2 Considerazioni finali sulla portata di piena

Il confronto tra le due metodologie adottate ha evidenziato come le portate derivate utilizzando il metodo Curve Number (CN), per i bacini idrografici di interesse siano risultate, al variare del tempo di ritorno, quasi sempre minori di quelle derivate dall'utilizzo del metodo Razionale.

Si è scelto, pertanto, di utilizzare i valori derivanti dalla metodologia che ha restituito i valori di portata maggiori, tra metodo Razionale e del CN, a vantaggio di sicurezza:

Q (m ³ /sec)	Alta Pericolosità idraulica	Media Pericolosità idraulica	Bassa Pericolosità idraulica
	Tr= 30 anni	Tr= 200 anni	Tr= 500 anni
BACINO Asta A	61.10	84.78	96.14
BACINO Asta A.1	28.09	34.85	39.53
BACINO Asta A.2	1.20	1.72	1.98
BACINO Asta A.3	0.78	1.13	1.30
BACINO Asta A.4	4.93	7.03	8.04
BACINO Asta A.5	7.69	10.89	12.43
BACINO Asta A.6E	2.091	3.009	3.451
BACINO Asta A.7F	0.827	1.193	1.438
BACINO Asta A.8G	0.762	1.106	1.322
BACINO Asta A.9H	0.859	1.246	1.433
BACINO Asta A.10I	0.861	1.246	1.432
BACINO Asta A.11L	0.547	0.791	0.933
BACINO Asta B	5.69	8.10	9.26
BACINO Asta C	6.46	9.35	11.61
BACINO Asta D	14.79	20.59	23.37
BACINO Asta D.1	9.04	12.58	14.28
BACINO Asta D.2	5.34	7.55	9.10
BACINO Asta D.3	4.65	6.65	8.05



6. MODELLAZIONE IDRAULICA

Il tracciamento dei profili di corrente è stato condotto utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Questo software consente la simulazione di flussi idrici, nell'ipotesi di monodimensionalità della corrente, sia in moto permanente che in moto vario.

Il sistema comprende una interfaccia grafica, componenti separate per le analisi idrauliche dei due diversi tipi di moto, possibilità di analisi e memorizzazione dati, possibilità di esportazione e graficizzazione dei risultati.

Elemento chiave è che entrambi i tipi di simulazione citati usano una comune rappresentazione geometrica dei dati (l'alveo e le sue caratteristiche fisiche, geometriche ed idrauliche) e una comune routine di calcolo geometrico ed idraulico preliminare.

HEC-RAS è progettato per effettuare calcoli idraulici monodimensionali per una rete completa di canali naturali ed artificiali.

Nel caso di moto permanente, il software è in grado di modellare profili di correnti lente, veloci ed anche miste quando richiesto o ritenuto opportuno automaticamente dal programma.

Il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando valori delle portate di piena, riportati in precedenza, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni, come richiesto dall'Autorità di Bacino della Puglia per l'identificazione delle aree caratterizzate rispettivamente da alta (AP), media (MP) e bassa (BP) pericolosità idraulica.

Scabrezza di Manning

Le simulazioni sono state condotte utilizzando un valore del **coefficiente di scabrezza n secondo Manning che è pari a 0.033 sulle sponde dell'alveo e per il letto dell'alveo.**

Condizioni al contorno e condizioni iniziali

Le condizioni al contorno si distinguono in condizioni al contorno di tipo esterno e condizioni al contorno di tipo interno, ove per condizioni esterne si intendono le altezze idriche da assegnare nella sezione di calcolo posta a valle e in tutte le sezioni iniziali poste a monte del reticolo idrografico, mentre per condizioni interne sono intese quelle relative alle sezioni di confluenza di due o più rami dello stesso reticolo.

Per le sezioni di monte e di valle dei tratti studiati si è fissata l'altezza di moto uniforme.

Sezioni di calcolo e profilo longitudinale

La realizzazione dei modelli degli affluenti in esame è stata effettuata avendo come base cartografica il **DTM della Regione Puglia.**



Sulla base delle informazioni plano altimetriche disponibili è stato ricavato un **modello geometrico**, come base di input per il software HEC-RAS, costituito dagli alvei interferenti con il perimetro d'impianto, formati da un numero variabile di sezioni numerate progressivamente da monte verso valle.

Definito il **modello geometrico dello stato di fatto**, si è provveduto ad effettuare l'ipotesi di calcolo.

Si specifica che il bacino D* è dato dalla differenza di portata tra il bacino D e il bacino D.1.

Risultati delle simulazioni

Nel seguito, si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente, in riferimento all'asta modellata.

In particolare, sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, in condizioni di moto permanente in corrispondenza di portate di piena caratterizzate dal tempo di ritorno di 200 anni.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali, al variare del tempo di ritorno e per ognuna delle sezioni, sono riportati i **dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell'onda di piena**.

Le sigle riportate sono relative a:

- a) **Q total = Portata totale espressa in m³/s;**
- b) **Min Ch El = Quote del fondo dell'alveo;**
- c) **W.S. Elev = Quota del pelo libero;**
- d) **Crit W.S. = Quota critica del pelo libero;**
- e) **E.G. Elev = Quota della linea dell'energia;**
- f) **E.G. Slope = Pendenza della linea dell'energia;**
- g) **Vel Chnl = Velocità media della corrente nell'alveo;**
- h) **Flow area = Area totale della sezione liquida effettiva;**
- i) **Top Width = Larghezza superficiale della sezione liquida;**
- j) **Froude = Numero di Froude dell'alveo.**

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle seguenti (cfr. tabelle seguenti).



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HE													
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
ASTA L	Asta L	2	Tr=200 anni	0.79	298.31	298.47	298.50	298.57	0.062092	1.43	0.55	6.75	1.59
ASTA L	Asta L	1	Tr=200 anni	0.79	289.00	289.06	289.08	289.11	0.063860	1.00	0.79	16.71	1.47
ASTA I	Asta I	2	Tr=200 anni	1.24	303.13	303.33	303.34	303.40	0.034011	1.20	1.04	10.48	1.21
ASTA I	Asta I	1	Tr=200 anni	1.24	298.00	298.22	298.24	298.31	0.033925	1.29	0.96	8.72	1.23
ASTA H	Asta H	2	Tr=200 anni	1.25	267.52	267.91	267.73	267.91	0.001023	0.32	3.94	20.99	0.23
ASTA H	Asta H	1	Tr=200 anni	1.25	267.26	267.49	267.49	267.55	0.022213	1.07	1.16	10.02	1.01
ASTA G	Asta G	2	Tr=200 anni	1.10	272.00	272.08	272.11	272.17	0.073859	1.30	0.85	13.48	1.66
ASTA G	Asta G	1	Tr=200 anni	1.10	263.51	263.70	263.74	263.83	0.071093	1.63	0.67	7.39	1.73
ASTA F	Asta F	2	Tr=200 anni	1.92	281.10	281.23	281.27	281.37	0.089059	1.69	1.14	14.06	1.90
ASTA F	Asta F	1	Tr=200 anni	1.92	263.08	263.26	263.32	263.46	0.102095	1.96	0.98	10.73	2.07
ASTA E	Asta E	5	Tr=200 anni	3.00	272.03	272.22	272.26	272.34	0.048032	1.57	1.92	16.73	1.48
ASTA E	Asta E	4	Tr=200 anni	3.00	267.00	267.17	267.22	267.33	0.052369	1.77	1.69	13.31	1.57
ASTA E	Asta E	3	Tr=200 anni	3.00	262.25	262.43	262.47	262.58	0.043244	1.69	1.77	12.68	1.45
ASTA E	Asta E	2	Tr=200 anni	3.00	257.00	257.16	257.22	257.35	0.064132	1.94	1.54	12.09	1.74
ASTA E	Asta E	1	Tr=200 anni	3.00	255.87	256.12	256.09	256.18	0.011302	1.04	2.89	15.85	0.77
ASTA D.3	Asta D.3	7	Tr=200 anni	6.65	300.00	300.22	300.27	300.38	0.040010	1.76	3.78	24.22	1.42
ASTA D.3	Asta D.3	6	Tr=200 anni	6.65	295.75	296.07	296.10	296.19	0.043681	1.58	4.22	33.91	1.43
ASTA D.3	Asta D.3	5	Tr=200 anni	6.65	292.00	292.25	292.28	292.39	0.033322	1.69	3.93	23.27	1.31
ASTA D.3	Asta D.3	4	Tr=200 anni	6.65	287.62	287.99	288.08	288.26	0.052485	2.27	2.93	15.67	1.67
ASTA D.3	Asta D.3	3	Tr=200 anni	6.65	282.00	282.14	282.20	282.33	0.066984	1.93	3.44	28.19	1.76
ASTA D.3	Asta D.3	2	Tr=200 anni	6.65	277.16	277.60	277.65	277.80	0.032661	1.98	3.35	15.33	1.36
ASTA D.3	Asta D.3	1	Tr=200 anni	6.65	271.00	271.30	271.44	271.82	0.140411	3.20	2.08	13.93	2.64
ASTA D.2	Asta D.2	4	Tr=200 anni	7.55	313.00	313.11	313.11	313.17	0.021351	1.01	7.45	68.12	0.98
ASTA D.2	Asta D.2	3	Tr=200 anni	7.55	312.00	312.29	312.20	312.32	0.004468	0.76	9.93	43.13	0.51
ASTA D.2	Asta D.2	2	Tr=200 anni	7.55	311.15	311.64	311.58	311.71	0.008501	1.18	6.41	23.41	0.72
ASTA D.2	Asta D.2	1	Tr=200 anni	7.55	310.30	310.79	310.73	310.86	0.008501	1.18	6.41	23.40	0.72
ASTA D.1	Asta D.1	5	Tr=200 anni	12.58	302.18	302.48	302.54	302.69	0.050036	2.01	6.26	38.75	1.60
ASTA D.1	Asta D.1	4	Tr=200 anni	12.58	287.00	287.63	287.63	287.86	0.014360	2.11	5.95	13.28	1.01
ASTA D.1	Asta D.1	3	Tr=200 anni	12.58	284.00	284.40	284.58	285.00	0.078831	3.45	3.65	14.11	2.16
ASTA D.1	Asta D.1	2	Tr=200 anni	12.58	282.00	282.47	282.47	282.63	0.015670	1.80	7.00	21.40	1.00
ASTA D.1	Asta D.1	1	Tr=200 anni	12.58	278.85	279.15	279.26	279.55	0.084279	2.83	4.79	39.81	2.12
ASTA D*	Asta D*	10	Tr=200 anni	8.01	309.09	309.42	309.49	309.61	0.040057	1.95	4.11	22.62	1.46
ASTA D*	Asta D*	9	Tr=200 anni	8.01	305.09	305.42	305.49	305.61	0.039931	1.94	4.12	22.62	1.45
ASTA D*	Asta D*	8	Tr=200 anni	8.01	298.00	298.21	298.35	298.75	0.142699	3.25	2.46	16.22	2.67
ASTA D*	Asta D*	7	Tr=200 anni	8.01	293.65	294.06	294.08	294.21	0.021215	1.69	4.75	20.07	1.11
ASTA D*	Asta D*	6	Tr=200 anni	8.01	284.55	284.77	285.03	287.46	1.042782	7.26	1.10	9.71	6.87
ASTA D*	Asta D*	5	Tr=200 anni	8.01	281.51	281.91	281.91	282.06	0.016450	1.70	4.72	16.32	1.01
ASTA D*	Asta D*	4	Tr=200 anni	8.01	279.00	279.26	279.33	279.50	0.044811	2.16	3.71	18.99	1.56
ASTA D*	Asta D*	3	Tr=200 anni	8.01	276.00	276.19	276.20	276.28	0.023620	1.38	5.79	35.75	1.10
ASTA D*	Asta D*	2	Tr=200 anni	8.01	273.00	273.39	273.44	273.60	0.030606	2.04	3.92	16.35	1.33
ASTA D*	Asta D*	1	Tr=200 anni	8.01	272.00	272.38	272.34	272.47	0.010001	1.32	6.06	21.03	0.79
ASTA C	Asta C	10	Tr=200 anni	9.35	297.00	297.31	297.30	297.42	0.015324	1.49	6.30	25.25	0.95
ASTA C	Asta C	9*	Tr=200 anni	9.35	296.00	296.35	296.27	296.41	0.007007	1.07	8.74	31.90	0.65
ASTA C	Asta C	8	Tr=200 anni	9.35	295.00	295.23	295.23	295.33	0.018513	1.39	6.72	34.22	1.00
ASTA C	Asta C	7	Tr=200 anni	9.35	289.00	289.32	289.54	290.50	0.290828	4.83	1.94	12.05	3.84
ASTA C	Asta C	6	Tr=200 anni	9.35	283.51	283.92	283.95	284.09	0.025690	1.86	5.03	21.23	1.22
ASTA C	Asta C	5	Tr=200 anni	9.35	278.39	278.84	279.07	279.48	0.102364	3.56	2.63	11.78	2.41
ASTA C	Asta C	4	Tr=200 anni	9.35	274.00	274.47	274.51	274.67	0.026700	1.99	4.69	18.35	1.26
ASTA C	Asta C	3*	Tr=200 anni	9.35	269.00	269.27	269.42	269.80	0.113498	3.21	2.92	16.54	2.44
ASTA C	Asta C	2	Tr=200 anni	9.35	264.00	264.24	264.27	264.38	0.030590	1.70	5.67	32.85	1.27
ASTA C	Asta C	1	Tr=200 anni	9.35	261.00	261.26	261.30	261.43	0.028373	1.82	5.13	24.00	1.26



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
ASTA B	Asta B	11	Tr=200 anni	8.10	289.36	289.66	289.75	289.96	0.045074	2.40	3.37	14.77	1.60
ASTA B	Asta B	10	Tr=200 anni	8.10	284.00	284.33	284.44	284.70	0.061844	2.72	2.98	13.69	1.86
ASTA B	Asta B	9	Tr=200 anni	8.10	279.25	279.71	279.78	279.97	0.036908	2.28	3.56	14.49	1.47
ASTA B	Asta B	8	Tr=200 anni	8.10	275.51	275.82	275.90	276.08	0.041043	2.28	3.56	15.76	1.53
ASTA B	Asta B	7	Tr=200 anni	8.10	272.00	272.43	272.48	272.65	0.028963	2.06	3.93	15.56	1.31
ASTA B	Asta B	6	Tr=200 anni	8.10	269.00	269.25	269.29	269.42	0.035803	1.85	4.38	23.96	1.38
ASTA B	Asta B	5	Tr=200 anni	8.10	267.00	267.15	267.15	267.21	0.021320	1.14	7.11	54.36	1.01
ASTA B	Asta B	4	Tr=200 anni	8.10	263.10	263.52	263.64	263.91	0.056459	2.75	2.94	12.41	1.80
ASTA B	Asta B	3	Tr=200 anni	8.10	262.00	262.25	262.25	262.35	0.018521	1.42	5.70	28.11	1.01
ASTA B	Asta B	2	Tr=200 anni	8.10	259.85	260.10	260.11	260.19	0.025637	1.55	6.64	58.49	1.16
ASTA B	Asta B	1	Tr=200 anni	8.10	257.83	258.09	258.10	258.15	0.016425	1.21	8.20	70.16	0.93
ASTA A.5	Asta A.5	22	Tr=200 anni	10.89	304.00	304.44	304.40	304.53	0.010746	1.33	8.18	29.63	0.81
ASTA A.5	Asta A.5	21	Tr=200 anni	10.89	303.00	303.45	303.40	303.54	0.009169	1.26	8.62	30.02	0.75
ASTA A.5	Asta A.5	20	Tr=200 anni	10.89	301.99	302.12	302.12	302.18	0.021769	1.09	9.98	82.74	1.00
ASTA A.5	Asta A.5	19	Tr=200 anni	10.89	298.00	298.29	298.39	298.60	0.067476	2.48	4.40	24.93	1.88
ASTA A.5	Asta A.5	18	Tr=200 anni	10.89	296.00	296.32	296.32	296.45	0.017165	1.58	6.89	27.44	1.01
ASTA A.5	Asta A.5	17	Tr=200 anni	10.89	292.88	293.21	293.31	293.53	0.058776	2.53	4.30	21.19	1.80
ASTA A.5	Asta A.5	16	Tr=200 anni	10.89	289.98	290.42	290.43	290.59	0.017187	1.80	6.07	19.92	1.04
ASTA A.5	Asta A.5	15	Tr=200 anni	10.89	288.00	288.23	288.27	288.39	0.029011	1.75	6.21	31.30	1.26
ASTA A.5	Asta A.5	14	Tr=200 anni	10.89	285.00	285.23	285.27	285.40	0.030723	1.86	5.85	28.23	1.30
ASTA A.5	Asta A.5	13	Tr=200 anni	10.89	280.51	280.99	281.11	281.38	0.054157	2.79	3.90	15.65	1.78
ASTA A.5	Asta A.5	12	Tr=200 anni	10.89	277.48	277.96	277.99	278.16	0.020707	1.99	5.47	17.73	1.14
ASTA A.5	Asta A.5	11	Tr=200 anni	10.89	275.00	275.37	275.43	275.62	0.031904	2.21	4.92	18.75	1.38
ASTA A.5	Asta A.5	10	Tr=200 anni	10.89	272.26	272.90	272.84	273.01	0.009594	1.48	7.37	20.92	0.80
ASTA A.5	Asta A.5	9	Tr=200 anni	10.89	271.17	271.74	271.72	271.89	0.013176	1.72	6.34	18.23	0.93
ASTA A.5	Asta A.5	8	Tr=200 anni	10.89	269.91	270.24	270.24	270.36	0.017687	1.53	7.11	30.38	1.01
ASTA A.5	Asta A.5	7	Tr=200 anni	10.89	267.50	268.07	268.13	268.29	0.024347	2.13	5.48	25.53	1.24
ASTA A.5	Asta A.5	6	Tr=200 anni	10.89	265.00	265.37	265.43	265.59	0.030021	2.09	5.20	20.63	1.33
ASTA A.5	Asta A.5	5	Tr=200 anni	10.89	263.20	263.83	263.83	264.00	0.015980	1.83	5.97	18.08	1.01
ASTA A.5	Asta A.5	4	Tr=200 anni	10.89	260.96	261.51	261.59	261.80	0.031531	2.41	4.51	14.96	1.40
ASTA A.5	Asta A.5	3	Tr=200 anni	10.89	260.00	260.49	260.49	260.65	0.015863	1.77	6.14	19.38	1.00
ASTA A.5	Asta A.5	2	Tr=200 anni	10.89	258.00	258.38	258.43	258.60	0.027228	2.06	5.29	20.03	1.28
ASTA A.5	Asta A.5	1	Tr=200 anni	10.89	256.33	256.85	256.83	256.99	0.013005	1.61	6.74	21.07	0.91
ASTA A.4	Asta A.4	10	Tr=200 anni	7.03	289.01	289.32	289.41	289.62	0.050074	2.44	2.88	13.30	1.67
ASTA A.4	Asta A.4	9	Tr=200 anni	7.03	284.58	284.99	285.06	285.25	0.038287	2.26	3.11	13.15	1.49
ASTA A.4	Asta A.4	8	Tr=200 anni	7.03	279.00	279.13	279.21	279.39	0.100405	2.27	3.09	26.87	2.14
ASTA A.4	Asta A.4	7	Tr=200 anni	7.03	276.05	276.53	276.53	276.66	0.017704	1.56	4.50	18.68	1.01
ASTA A.4	Asta A.4	6	Tr=200 anni	7.03	273.85	274.07	274.10	274.20	0.036328	1.61	4.36	29.61	1.34
ASTA A.4	Asta A.4	5	Tr=200 anni	7.03	272.03	272.45	272.45	272.59	0.016615	1.67	4.22	15.09	1.01
ASTA A.4	Asta A.4	4	Tr=200 anni	7.03	270.04	270.58	270.60	270.74	0.020686	1.82	3.87	14.31	1.12
ASTA A.4	Asta A.4	3	Tr=200 anni	7.03	268.57	268.95	268.95	269.05	0.017495	1.43	4.98	24.56	0.99
ASTA A.4	Asta A.4	2	Tr=200 anni	7.03	265.95	266.11	266.15	266.25	0.051600	1.65	4.27	36.54	1.54
ASTA A.4	Asta A.4	1	Tr=200 anni	7.03	258.49	258.74	258.86	259.14	0.103396	2.78	2.53	16.53	2.27
ASTA A.3	Asta A.3	3	Tr=200 anni	1.13	296.80	297.03	297.03	297.09	0.022729	1.07	1.06	9.32	1.01
ASTA A.3	Asta A.3	2	Tr=200 anni	1.13	285.15	285.29	285.29	285.34	0.023108	1.01	1.12	10.89	1.01
ASTA A.3	Asta A.3	1	Tr=200 anni	1.13	271.87	272.07	272.07	272.12	0.020011	0.97	1.16	10.70	0.94
ASTA A.2	Asta A.2	3	Tr=200 anni	1.72	303.00	303.13	303.13	303.18	0.023081	0.96	1.79	18.68	0.99
ASTA A.2	Asta A.2	2	Tr=200 anni	1.72	290.17	290.42	290.42	290.48	0.021362	1.11	1.55	12.29	1.00
ASTA A.2	Asta A.2	1	Tr=200 anni	1.72	278.00	278.16	278.16	278.22	0.020002	1.03	1.67	14.09	0.96



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: 06 Profile: Tr=200 anni

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	9	Tr=200 anni	34.85	275.00	275.47	275.56	275.81	0.027304	2.56	13.60	37.10	1.35
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	8	Tr=200 anni	34.85	272.27	272.86	272.95	273.24	0.024192	2.72	12.81	29.18	1.31
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	7	Tr=200 anni	34.85	271.00	271.59	271.56	271.79	0.012235	1.97	17.65	38.99	0.94
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	6	Tr=200 anni	34.85	269.26	270.22	270.22	270.45	0.014502	2.14	16.31	36.28	1.02
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	5	Tr=200 anni	34.85	268.00	268.54	268.58	268.80	0.018921	2.26	15.40	38.50	1.14
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	4	Tr=200 anni	34.85	266.00	266.56	266.44	266.66	0.006119	1.41	24.69	53.70	0.66
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	3	Tr=200 anni	34.85	264.86	265.53	265.53	265.76	0.014055	2.13	16.39	35.97	1.01
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	2	Tr=200 anni	34.85	263.00	263.72	263.60	263.86	0.007114	1.67	20.91	39.65	0.73
ASTA A.1 V	Asta A.1 V	1	Tr=200 anni	34.85	261.69	262.62	262.62	262.90	0.013054	2.34	14.90	26.76	1.00
ASTA A.1 M	Asta A.1 M	14	Tr=200 anni	34.85	304.40	305.37	305.49	305.89	0.020004	3.19	10.94	16.90	1.26
ASTA A.1 M	Asta A.1 M	13	Tr=200 anni	34.85	302.12	303.13	303.28	303.69	0.024235	3.31	10.54	17.80	1.37
ASTA A.1 M	Asta A.1 M	12	Tr=200 anni	34.85	299.45	300.39	300.58	301.03	0.029157	3.55	9.83	17.18	1.50
ASTA A.1 M	Asta A.1 M	11	Tr=200 anni	34.85	298.07	299.01	299.01	299.30	0.012915	2.38	14.65	25.41	1.00
ASTA A.1 M	Asta A.1 M	10	Tr=200 anni	34.85	295.00	295.35	295.60	296.31	0.119010	4.34	8.04	30.06	2.68
ASTA A.1 CENTRAL	Asta A.1 C	5	Tr=200 anni	34.85	287.28	288.17	288.25	288.54	0.019405	2.71	12.84	24.81	1.20
ASTA A.1 CENTRAL	Asta A.1 C	4	Tr=200 anni	34.85	285.34	286.84	286.84	287.16	0.012634	2.51	13.86	21.63	1.00
ASTA A.1 CENTRAL	Asta A.1 C	3	Tr=200 anni	34.85	284.48	285.23	285.29	285.51	0.022113	2.33	14.96	40.18	1.22
ASTA A.1 CENTRAL	Asta A.1 C	2	Tr=200 anni	34.85	281.47	282.43	282.53	282.79	0.034045	2.65	13.17	40.32	1.48
ASTA A.1 CENTRAL	Asta A.1 C	1	Tr=200 anni	34.85	280.00	280.46	280.46	280.65	0.014890	1.96	17.76	45.90	1.01
ASTA A	Asta A	4	Tr=200 anni	84.78	257.15	258.86	258.86	259.31	0.010605	2.98	28.77	34.57	0.98
ASTA A	Asta A	3	Tr=200 anni	84.78	256.47	258.89	258.28	258.95	0.000781	1.24	87.81	83.12	0.30
ASTA A	Asta A	2	Tr=200 anni	84.78	256.41	258.43	258.43	258.75	0.005432	2.83	39.95	59.09	0.75
ASTA A	Asta A	1	Tr=200 anni	84.78	256.40	257.71	257.21	257.75	0.001002	1.01	94.04	106.27	0.31

Figura 13 – Parametri idraulici del calcolo in moto permanente

Si specifica che le sezioni sono numerate in modo decrescente da monte verso valle, mentre le distanze progressive in modo crescente da valle verso monte.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale.

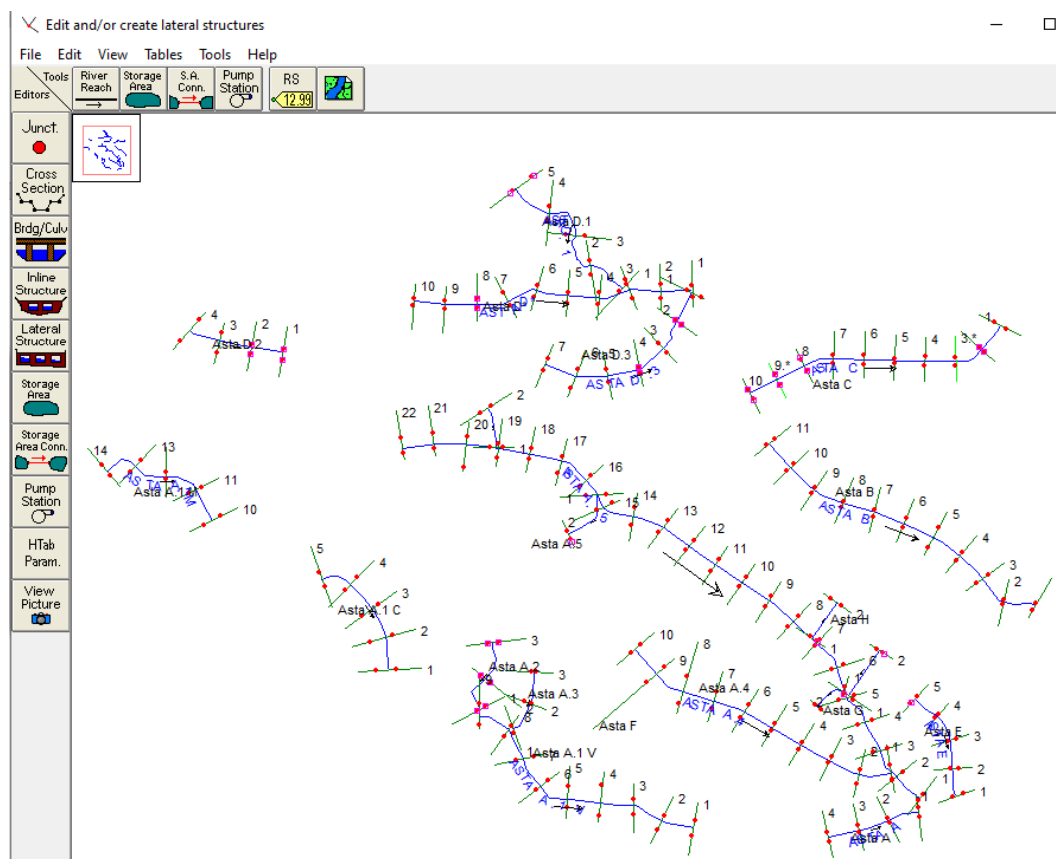


Figura 14 – Planimetria con indicazione delle sezioni su interfaccia Hec-Ras.

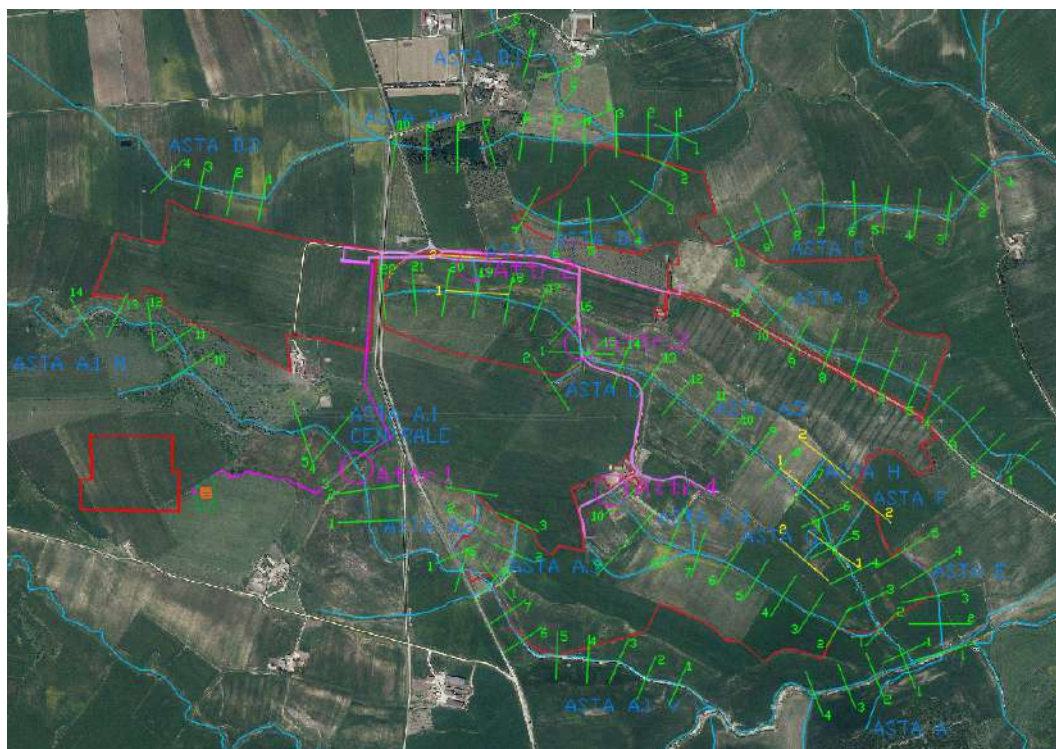
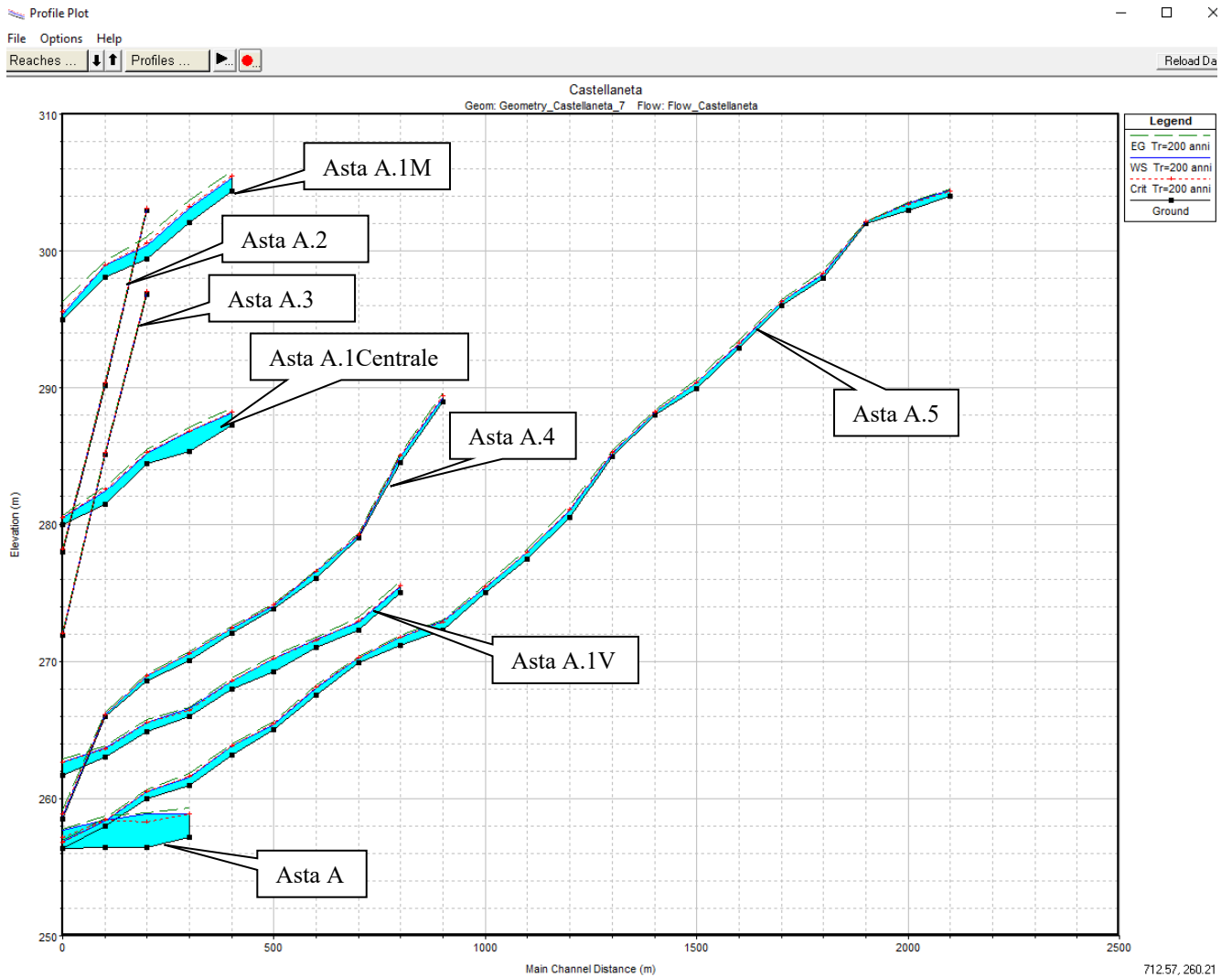
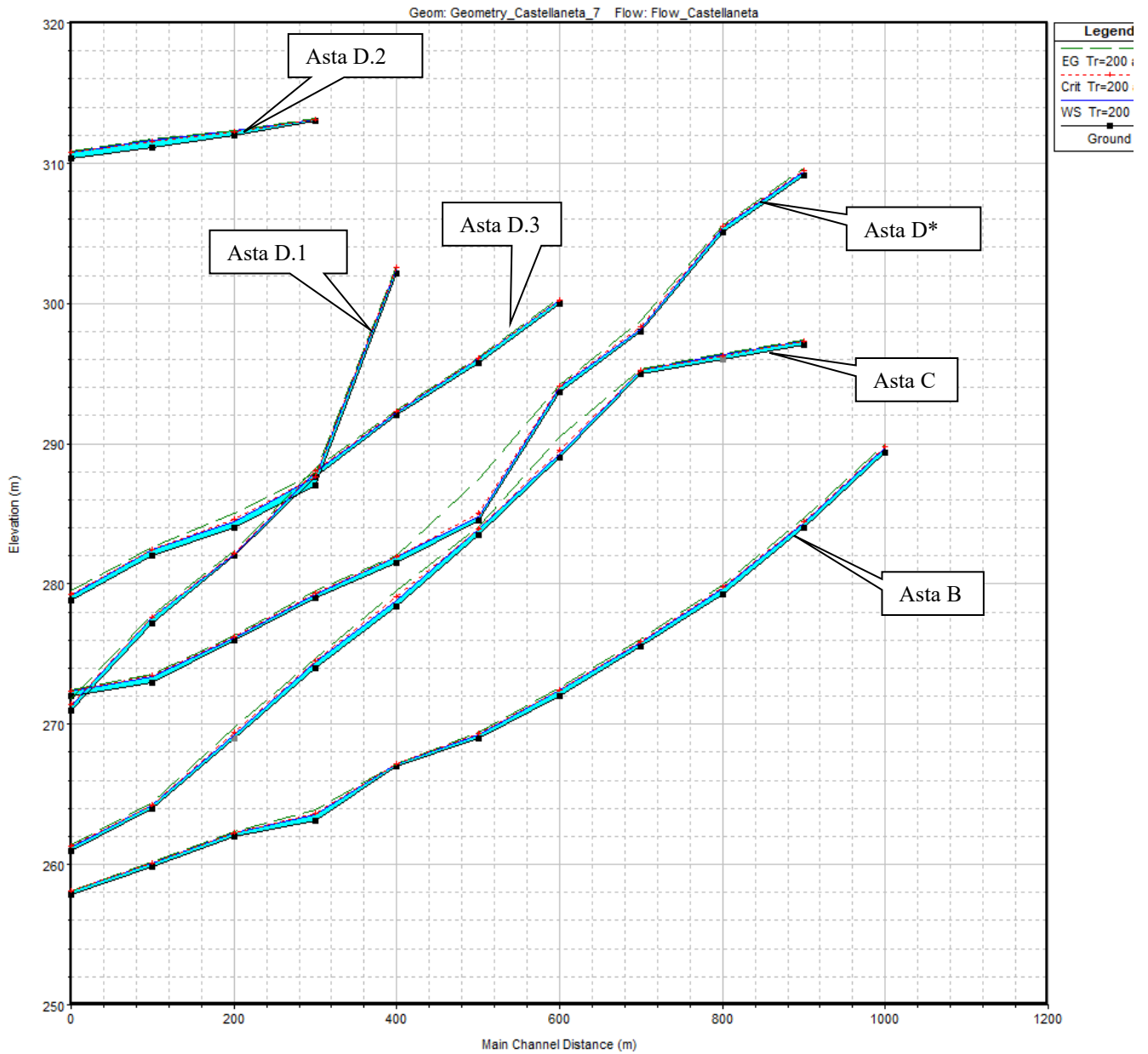


Figura 15 – Planimetria con indicazione delle sezioni su Hec-Ras.





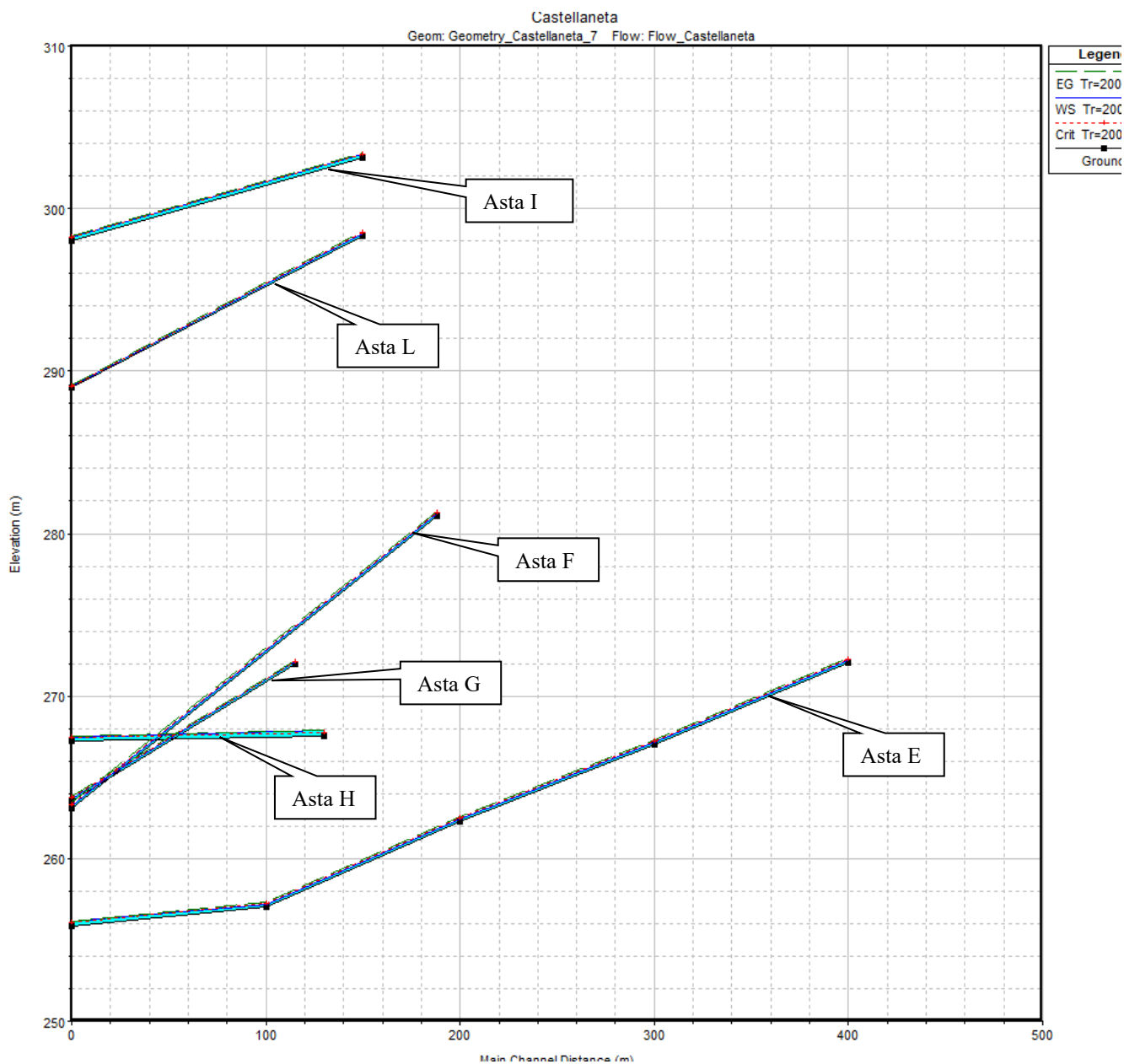


Figura 16 - Profilo longitudinale di moto permanente aste e affluenti studiati)
(è rappresentato graficamente il livello idrico corrispondente alla piena con $Tr=200$ anni)

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come il corso d'acqua in esame sia sufficiente a contenere la portata di piena bi-centenaria, quasi sempre contenuta in alveo o nelle sue aree golenali.

Tuttavia, data l'estrema vicinanza del corso d'acqua all'area perimetrata in arancio in cui verrà realizzato l'impianto da fonti rinnovabili, risulta inevitabile che essa si venga a trovare nelle immediate vicinanze delle aree inondabili; pertanto, al fine di garantire la



sicurezza dell'area, in caso di inondazione di piena, le opere di progetto verranno posizionate in modo da tale da escludere l'area perimetrata con il presente studio.

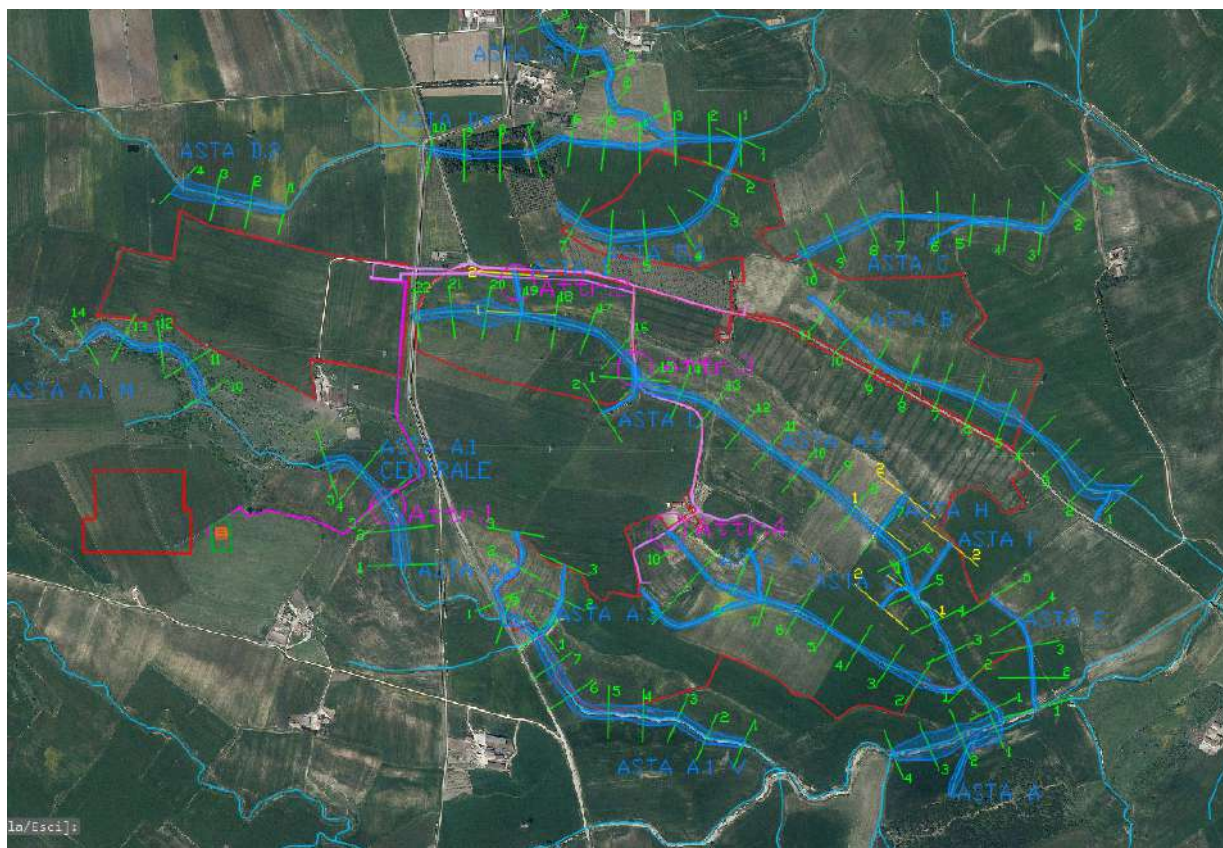


Figura 17 – Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali.

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (cfr. Quaderno delle sezioni in allegato).



7. CONCLUSIONI

Il presente Studio è stato redatto al fine di valutare la compatibilità idrologica ed idraulica relativo progetto per **la realizzazione di un impianto da fonti rinnovabili**, da ubicare nel territorio del comune di **Castellaneta (TA)**.

Conseguentemente al transito della portata al colmo di piena, per assegnato tempo di ritorno $T_r = 200$ anni (sussistenza della sicurezza idraulica), valutata nell'analisi idrologica secondo il modello discendente dall'analisi regionale delle piogge, proprio del progetto VaPi sulla Valutazione delle Piene in Puglia, si è **evidenziato il rispetto della sicurezza idraulica dell'area e delle opere di progetto a farsi**.

Adulteriore garanzia di sicurezza il cavidotto di collegamento, interferente con il reticolo idrografico, verrà realizzato con tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) che prevede una posa del cavo ad una profondità minima di 1,5 m dal piano campagna e l'ubicazione dei due pozzetti di estremità al di fuori delle aree inondabili individuate, non comporta alcuna modifica alla morfologia del reticolo idrografico, garantendo allo stesso tempo un ampio margine di sicurezza idraulica, sia nei confronti dei deflussi superficiali che di quelli (eventuali) sotterranei. I pozzetti prefabbricati di partenza e di arrivo, previsti alle estremità del tratto di cavidotto interrato, saranno realizzati con anelli prefabbricati in cemento armato sigillati con malta idroespansiva, dotati di chiusini con guarnizioni a tenuta in grado di funzionare correttamente anche in caso di eventi alluvionali garantendo sempre la sicurezza idraulica delle opere.

Si può, pertanto, asserire che **la realizzazione del parco fotovoltaico e delle opere accessorie, non comporta alcuna modifica al perimetro delle aree inondabili, e nessuna variazione del livello di sicurezza delle aree adiacenti.**

L'opera in progetto risulta, pertanto, compatibile con le finalità del Piano di Assetto Idraulico, garantendo altresì la sicurezza idraulica dell'area.



ALLEGATI

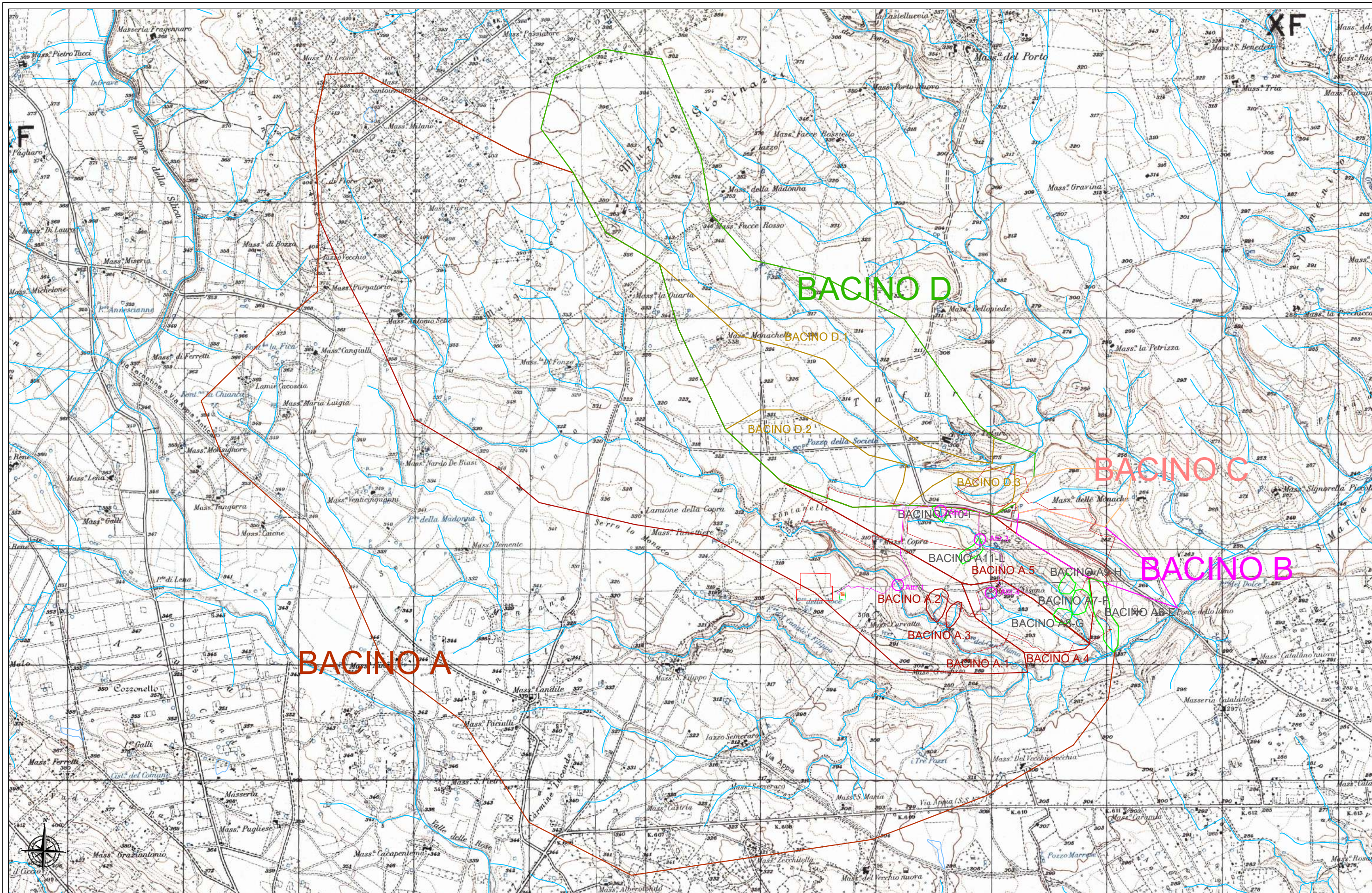
ALL 01 Inquadramento dei Bacini Idrografici su IGM 1:25.000

ALL 02 Inquadramento dei Bacini Idrografici su Ortofoto

ALL 03 Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali

ALL 04 Individuazione intersezioni cavidotto con reticolo idrografico

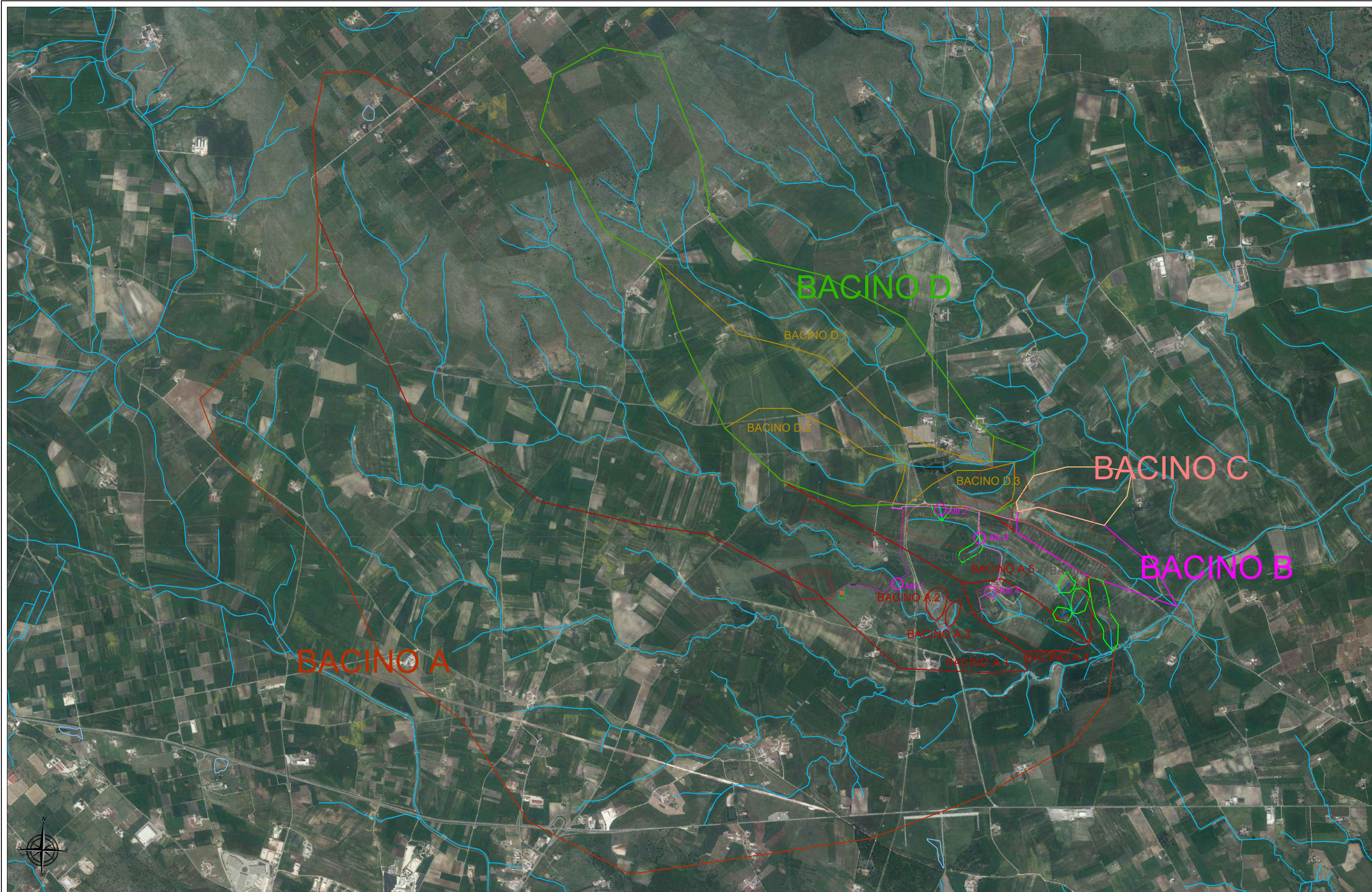
Quaderno delle sezioni



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DA ENERGIA RINNOVABILE
NEL COMUNE DI CASTELLANETA (TA)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
Inquadramento dei bacini idrografici su IGM 1:25.000
SCALA 1:30.000

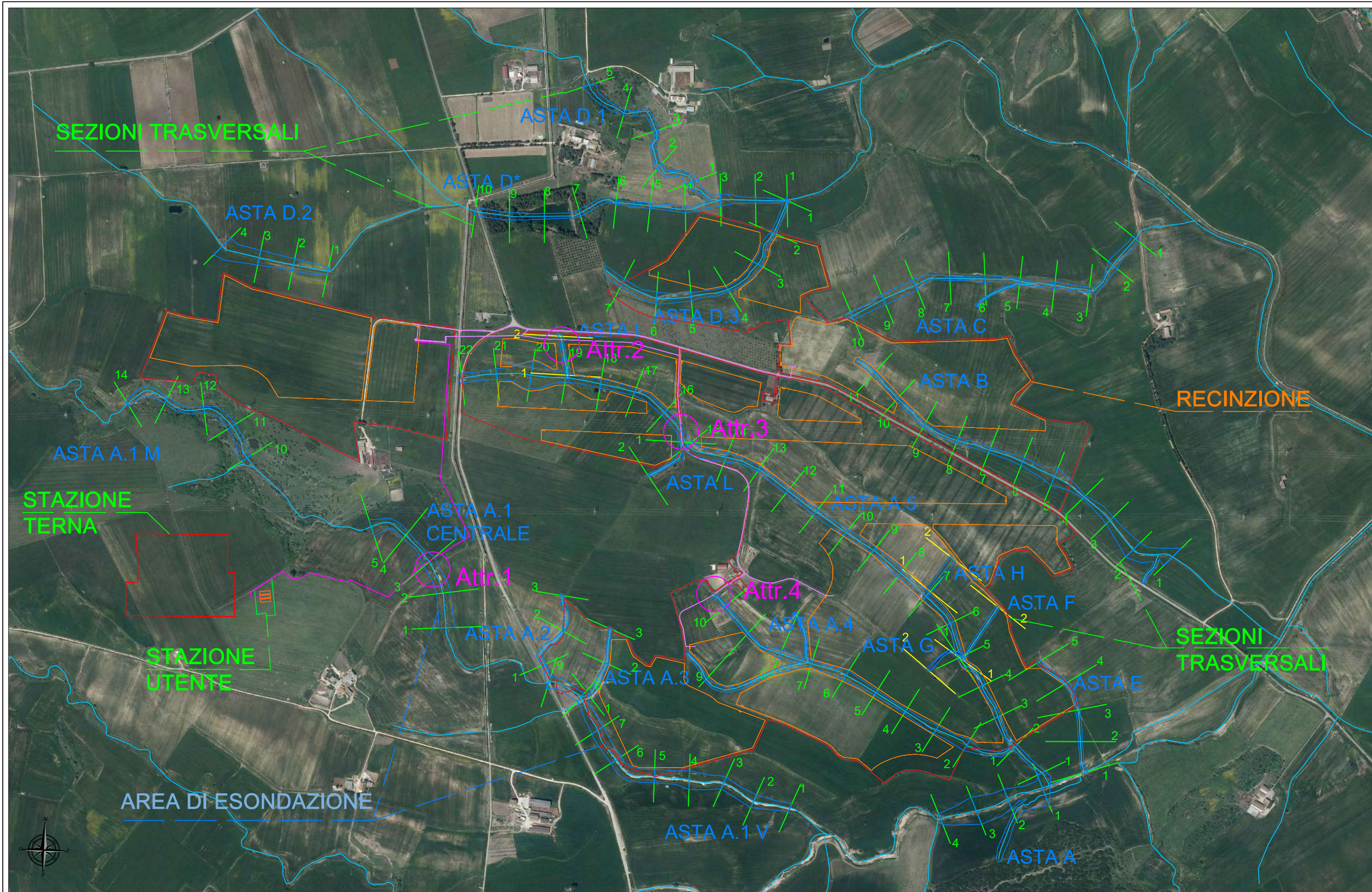
ALL 01



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DA ENERGIA RINNOVABILE
NEL COMUNE DI CASTELLANETA (TA)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
Inquadramento dei bacini idrografici su Ortofoto
SCALA 1:30.000

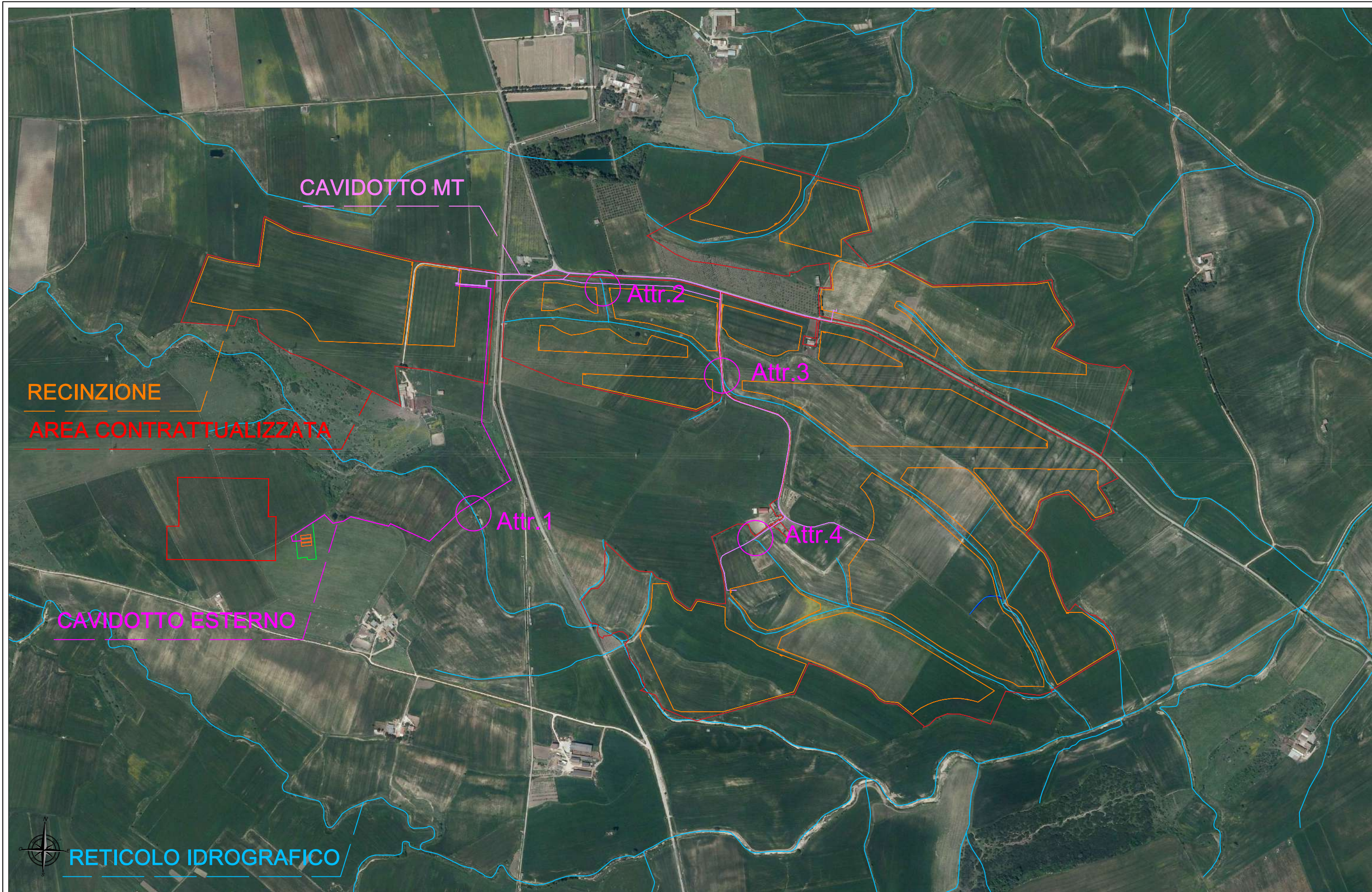
ALL 02



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DA ENERGIA RINNOVABILE
NEL COMUNE DI CASTELLANETA(TA)

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA IDRAULICA
Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali
SCALA 1:10.000

ALL 03



CAVIDOTTO MT

RECINZIONE

AREA CONTRATTUALIZZATA

Attr.2

Attr.3

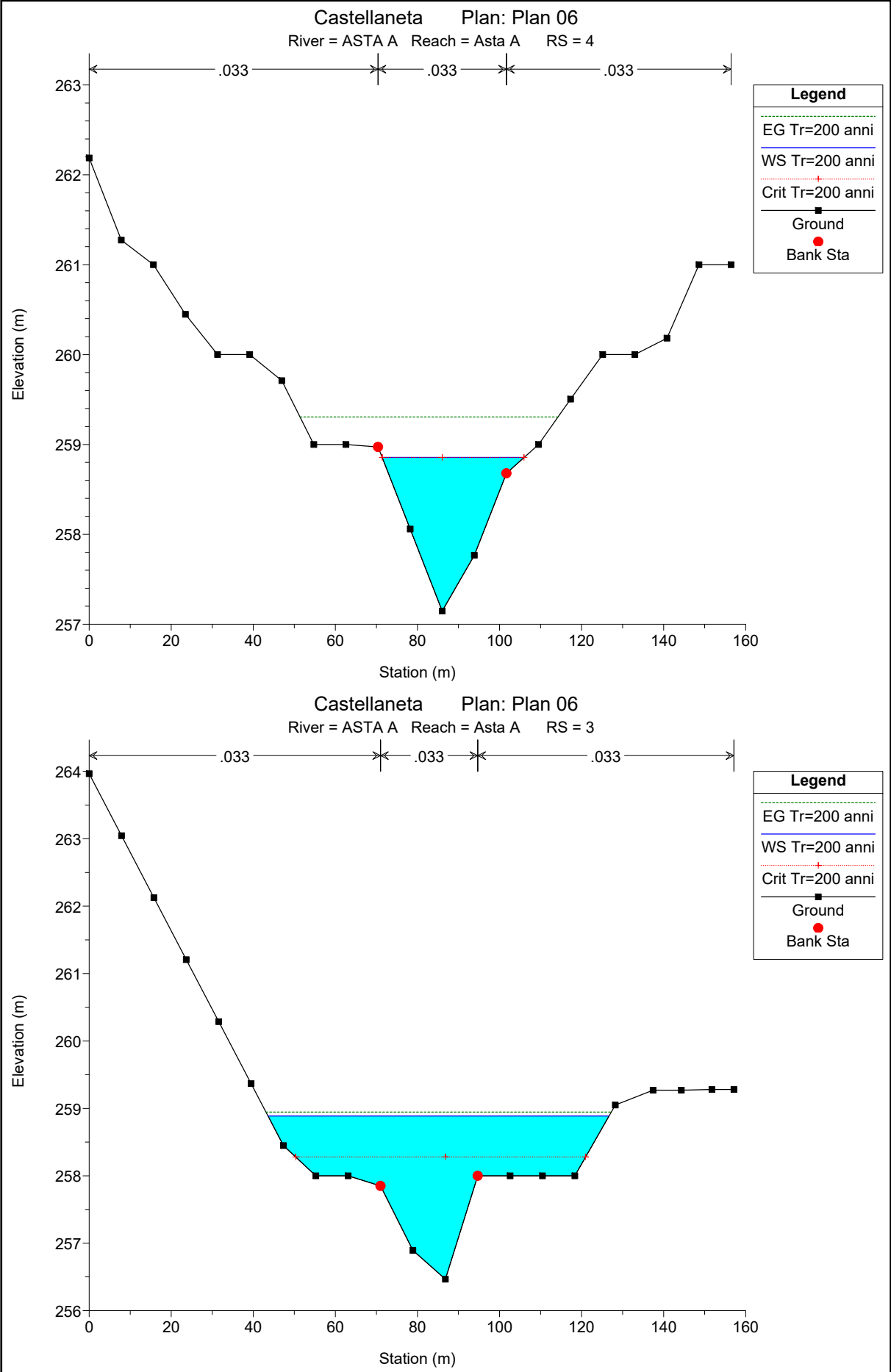
Attr.1

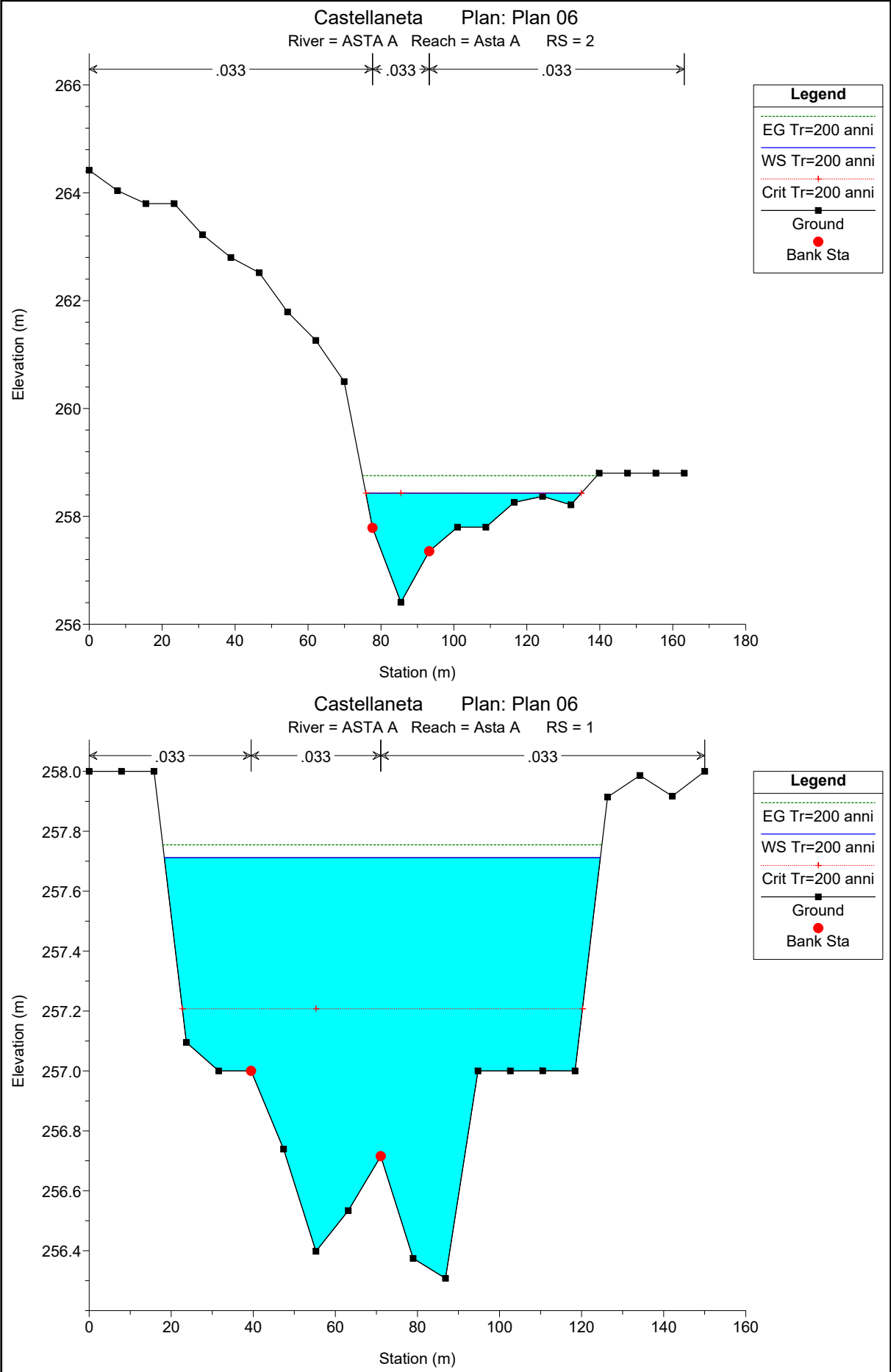
Attr.4

CAVIDOTTO ESTERNO

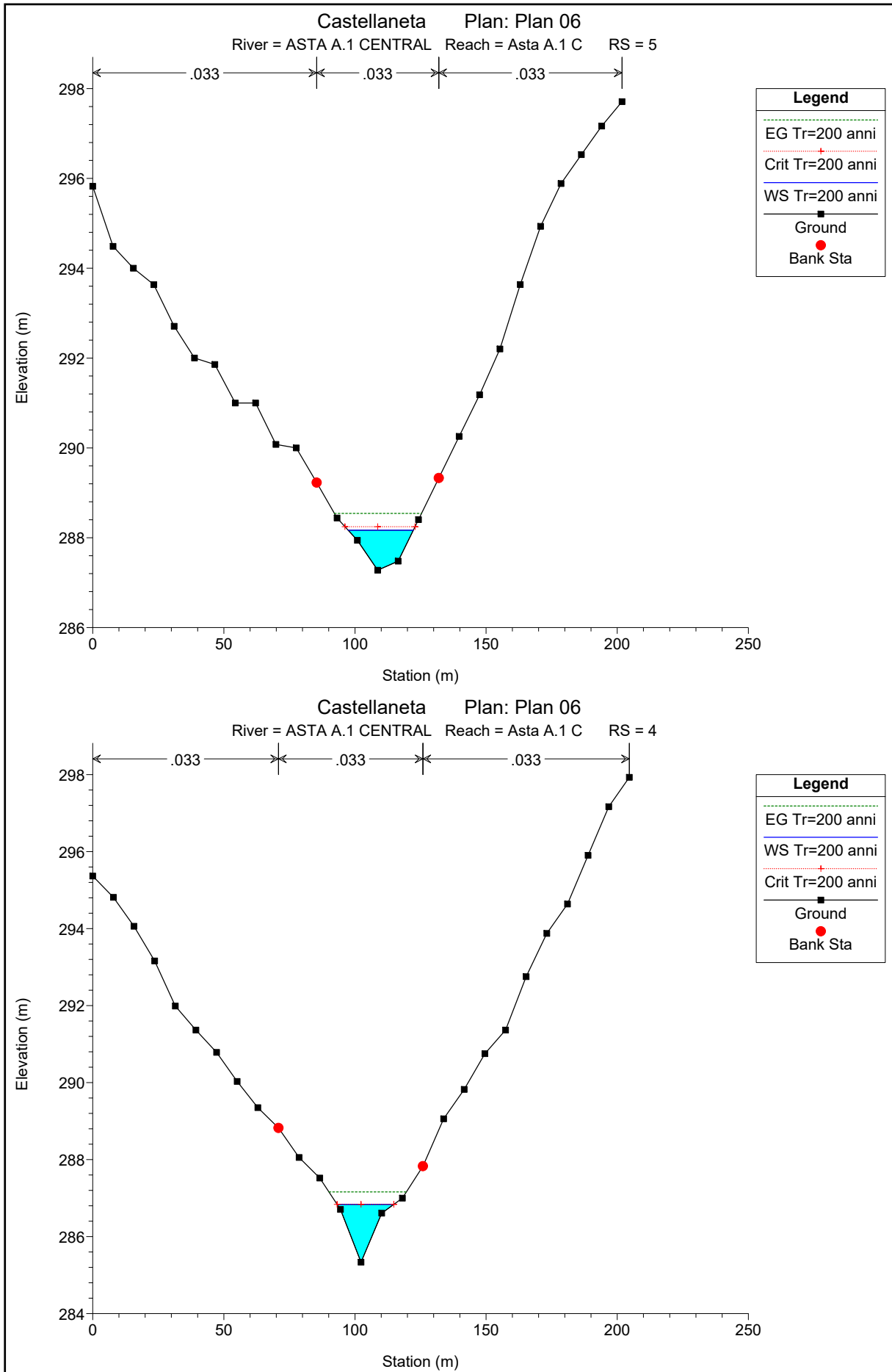
RETICOLO IDROGRAFICO

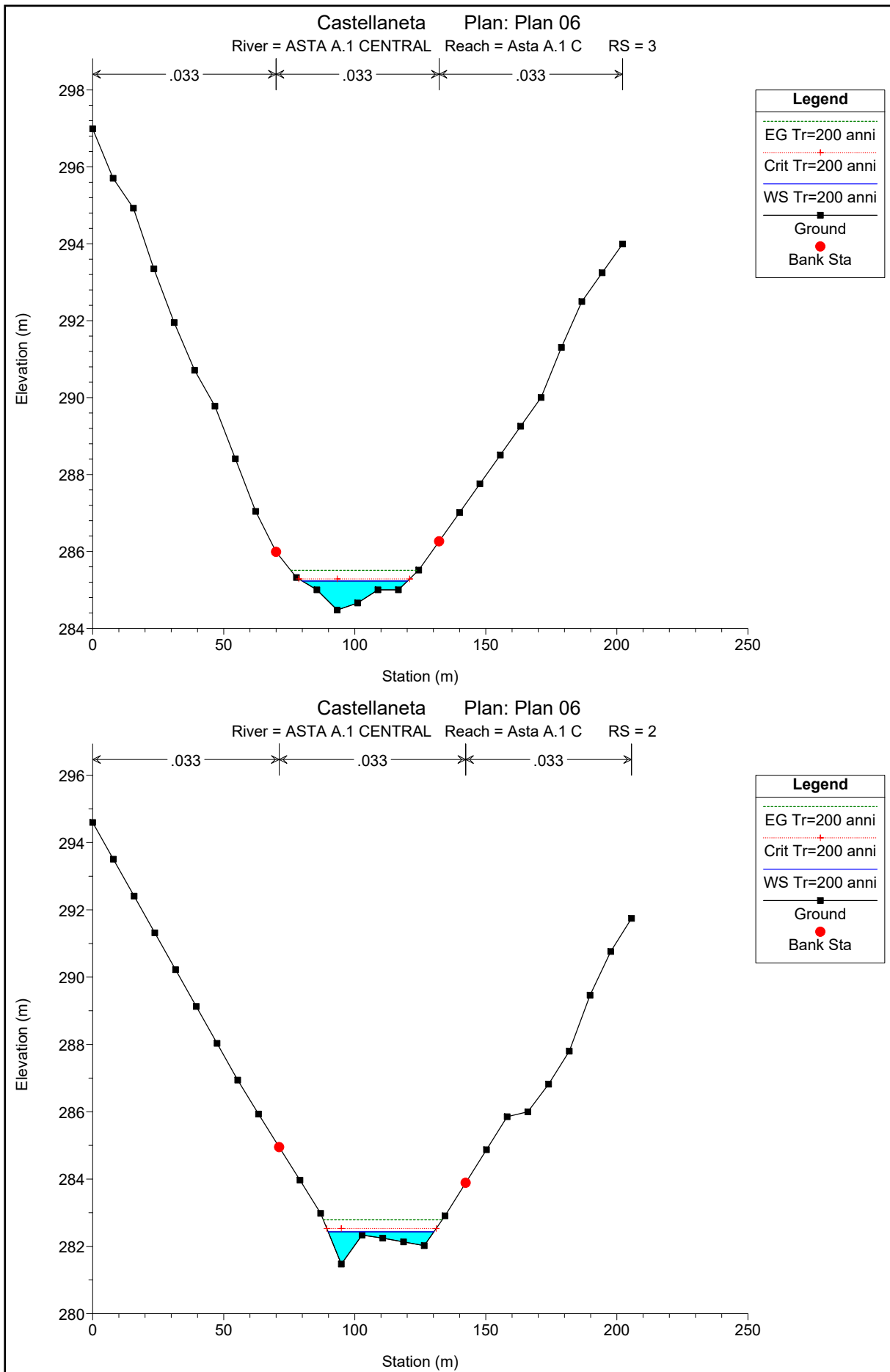
ASTA A

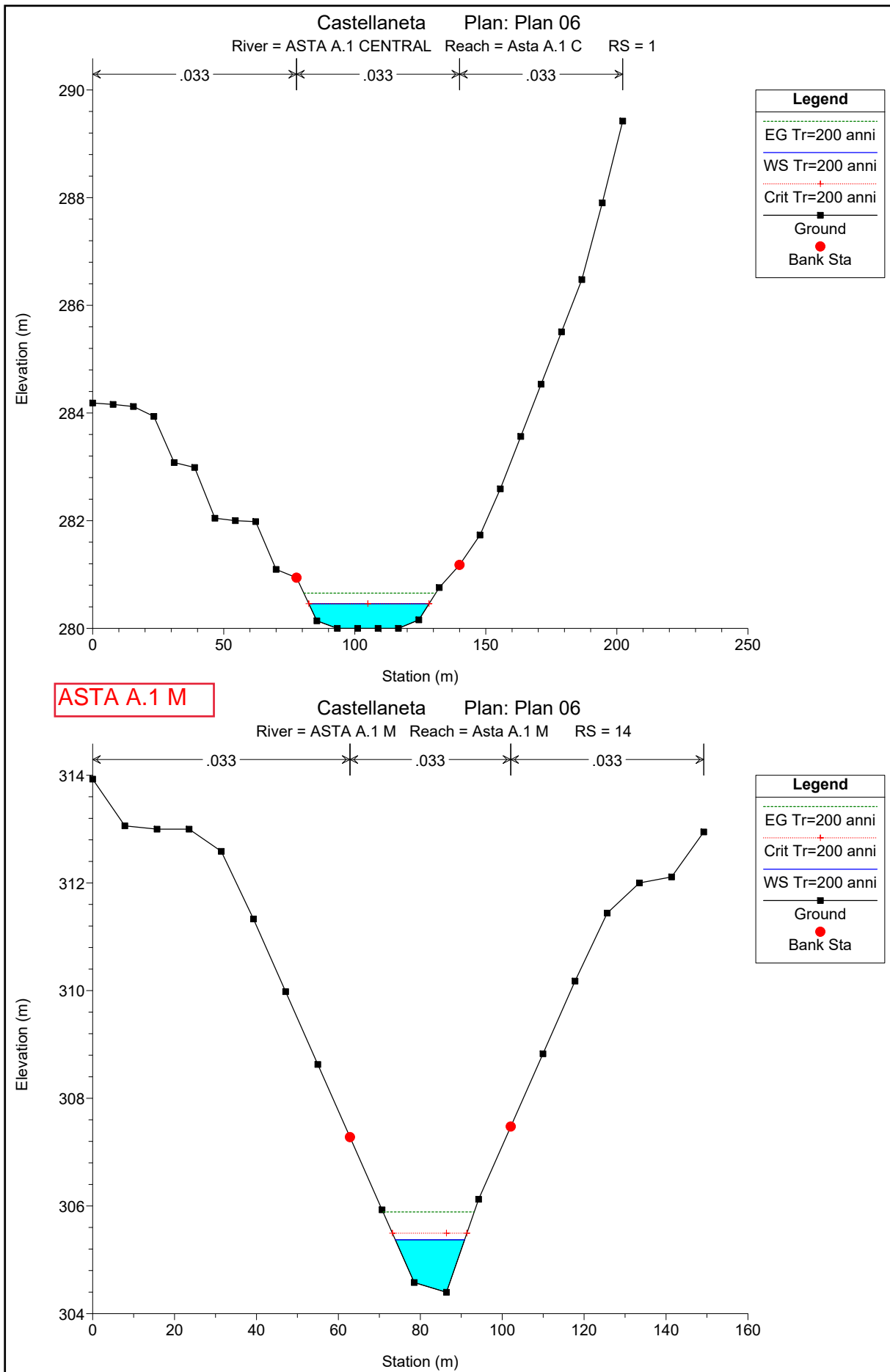


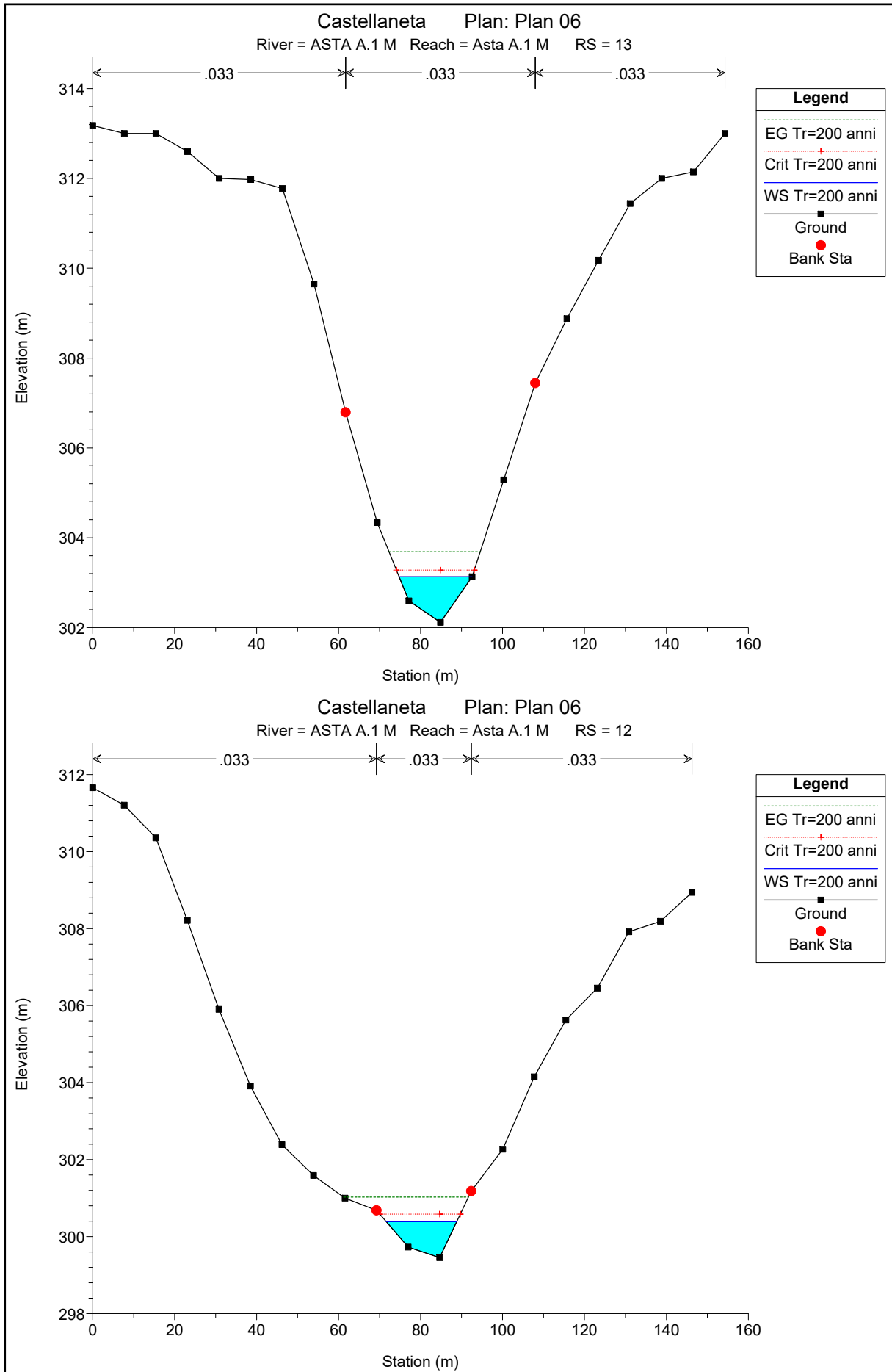


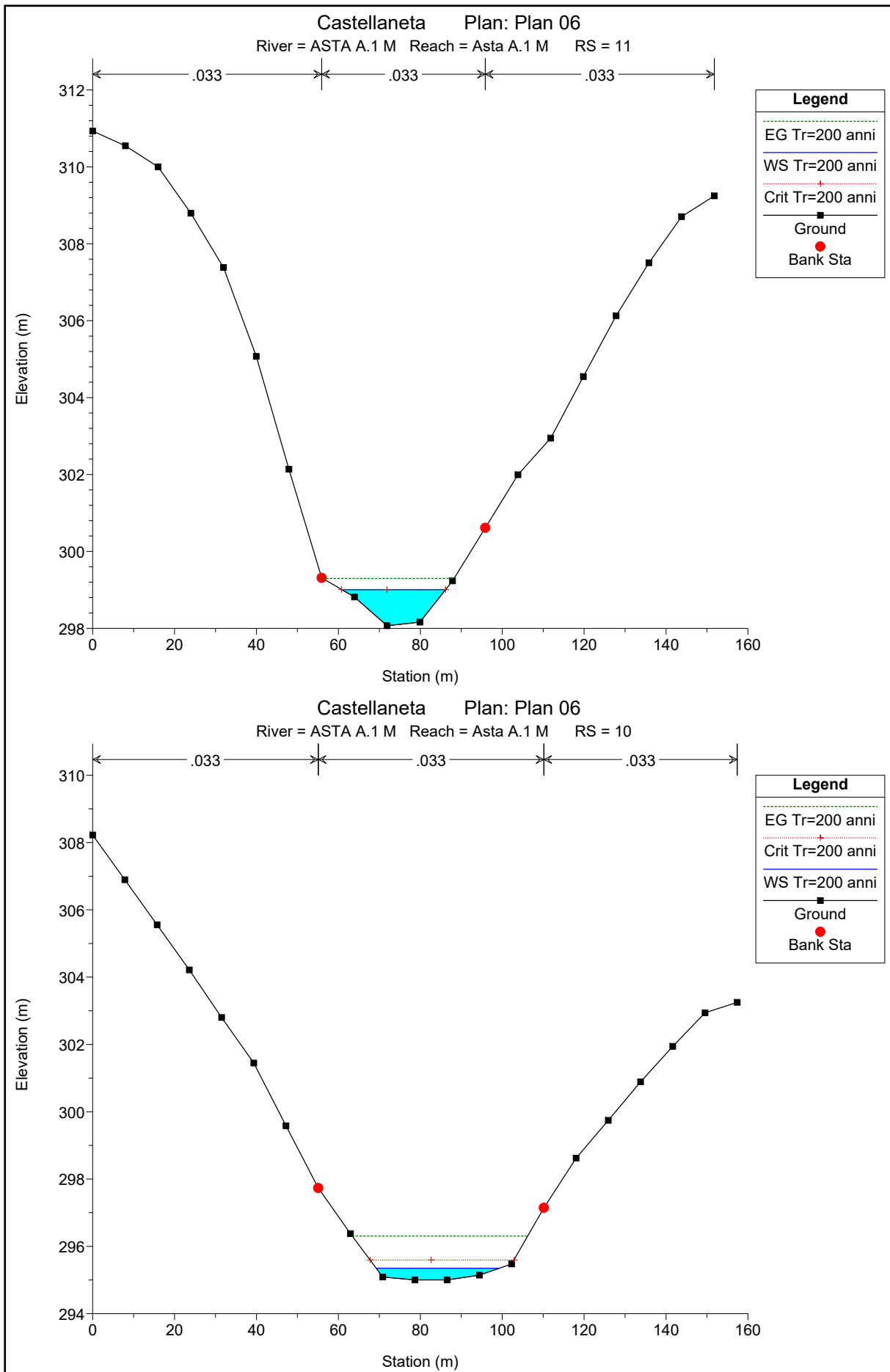
ASTA A.1 Centrale



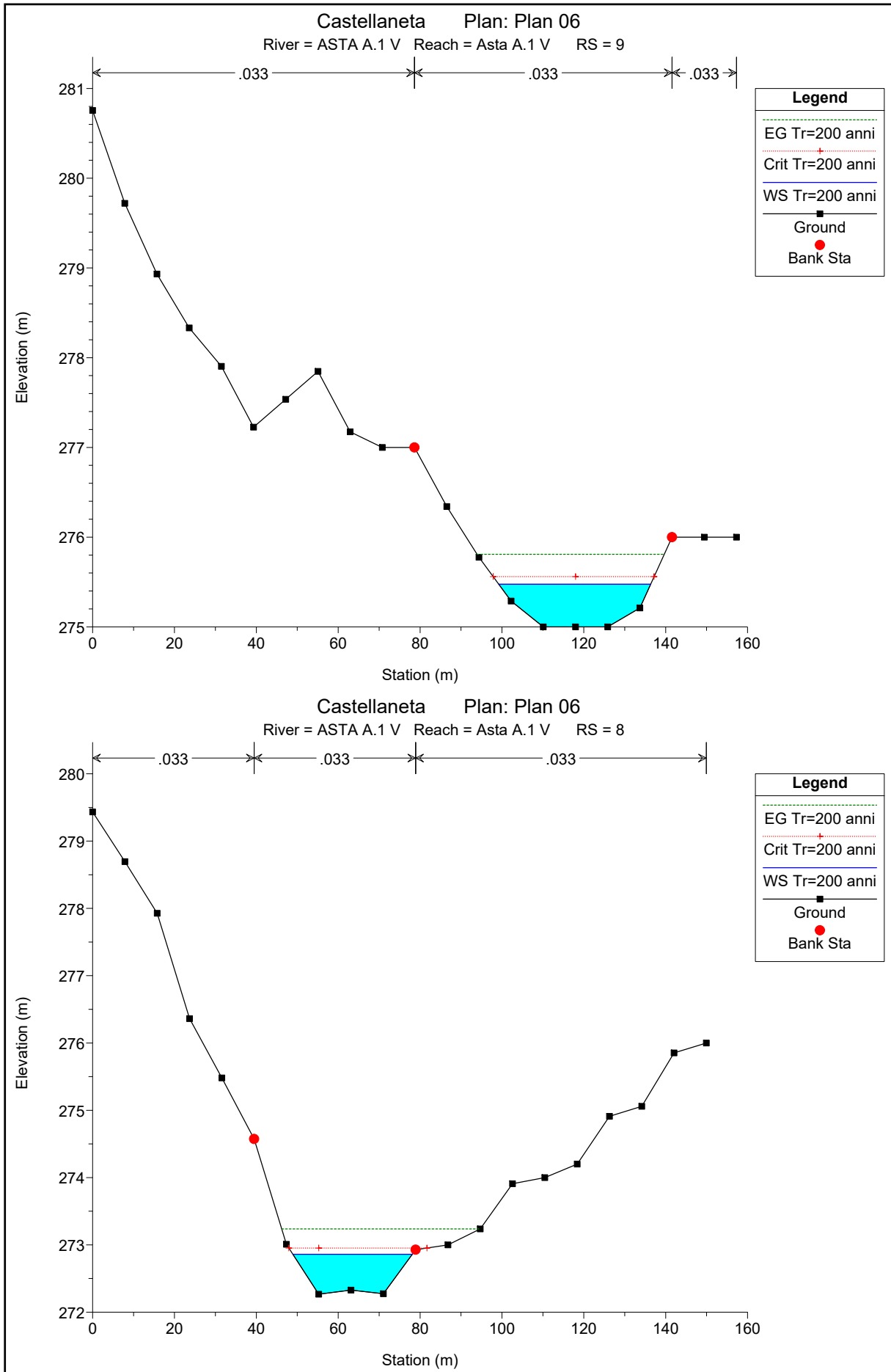


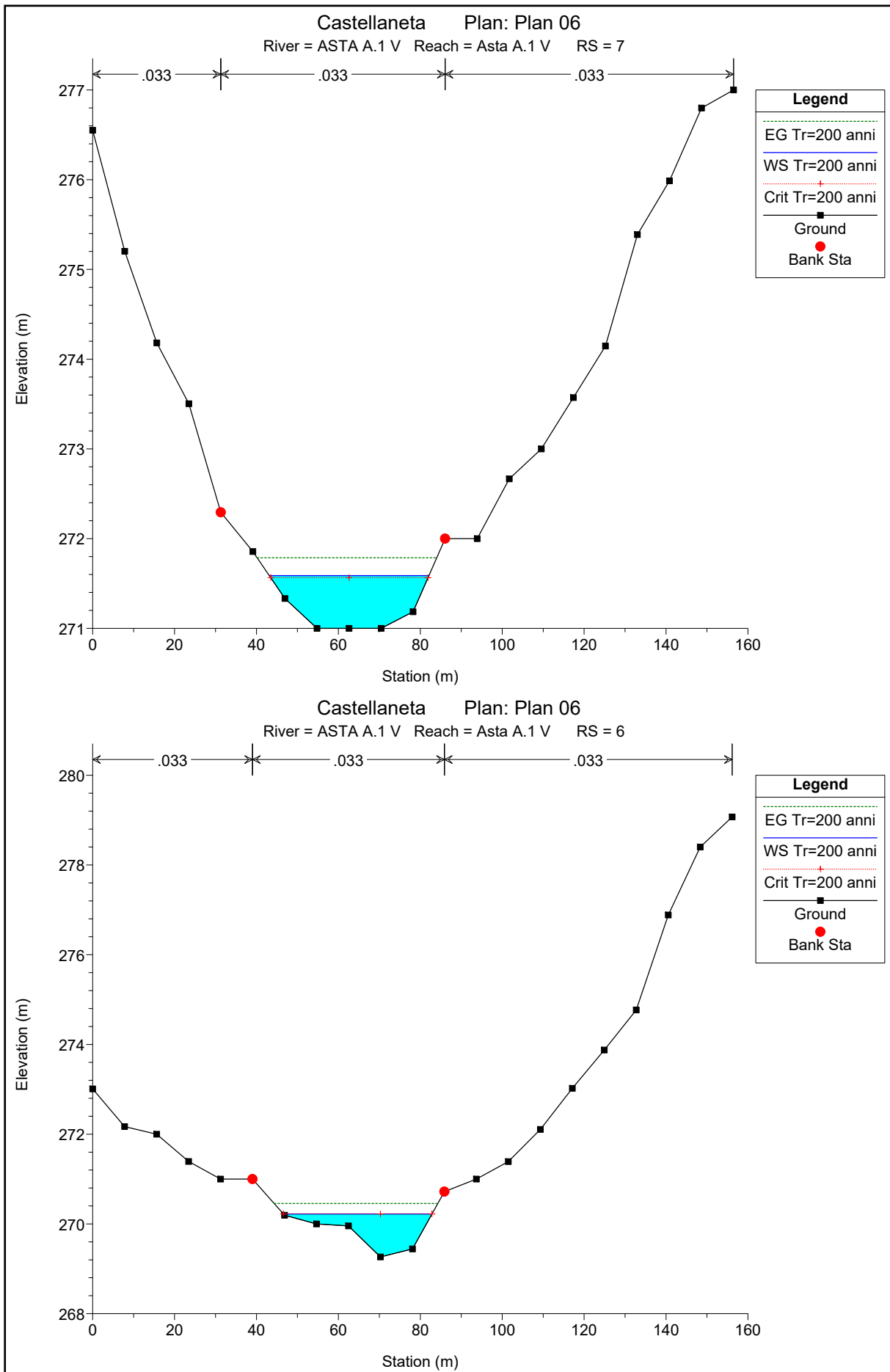


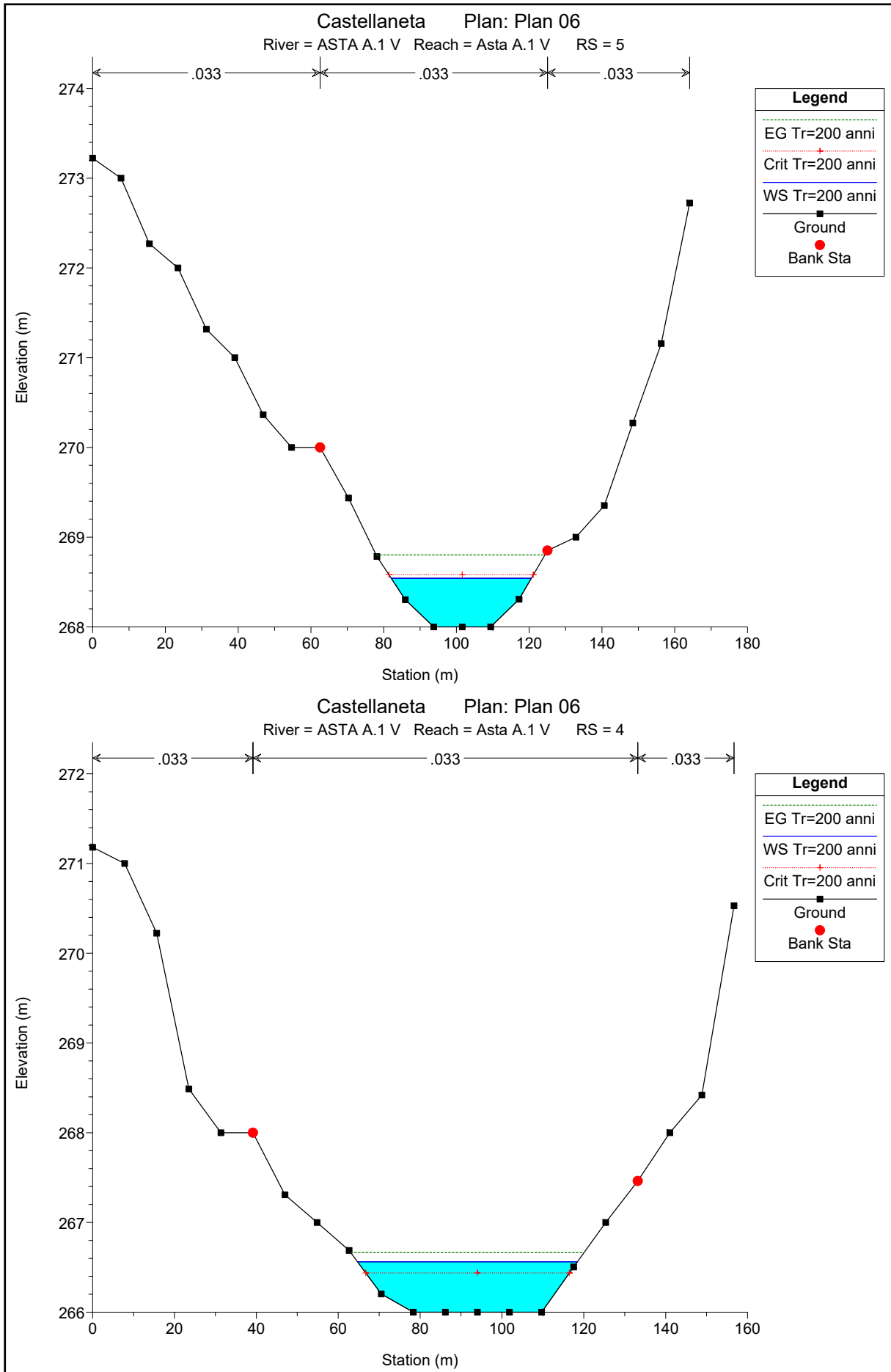


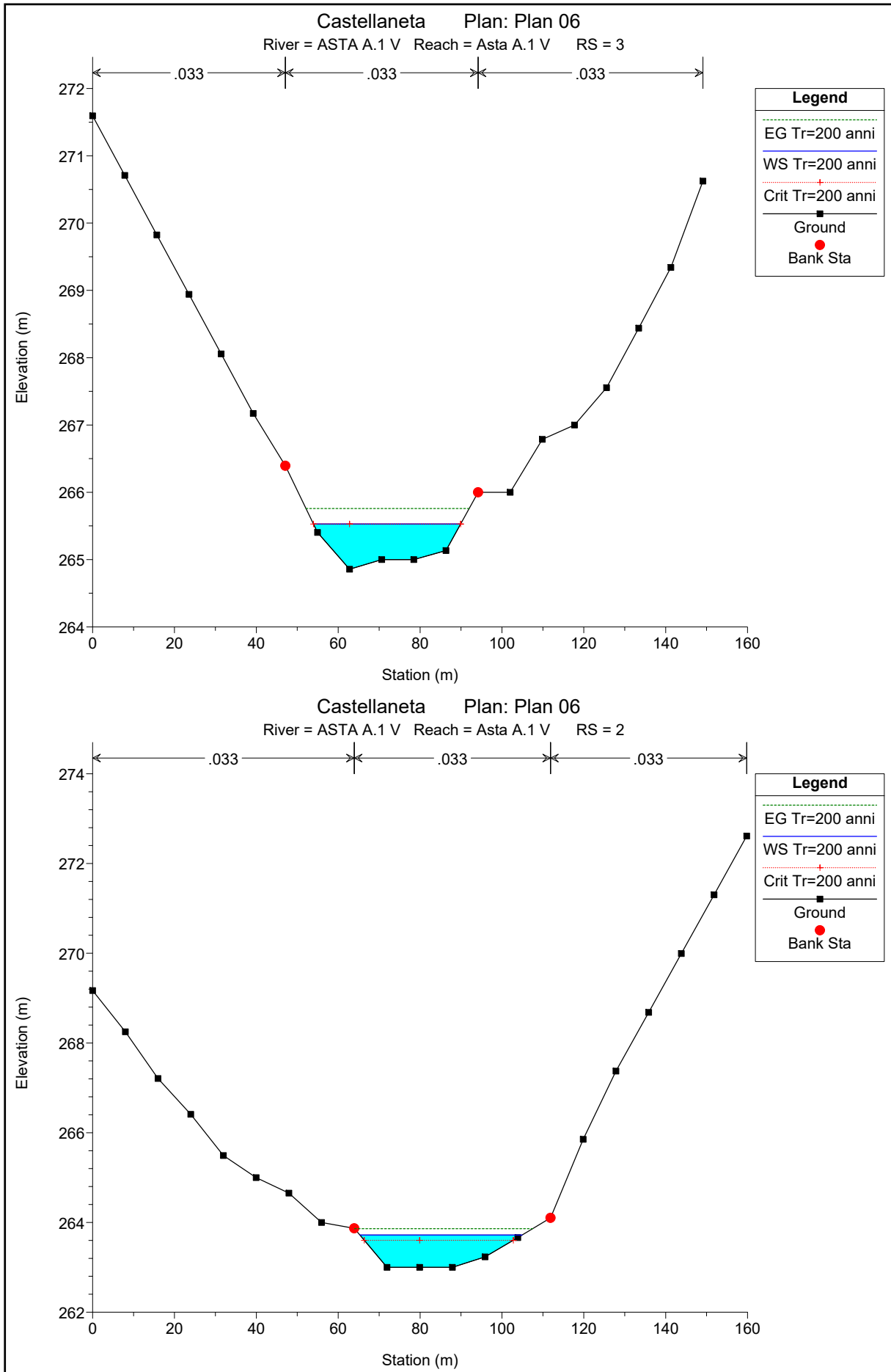


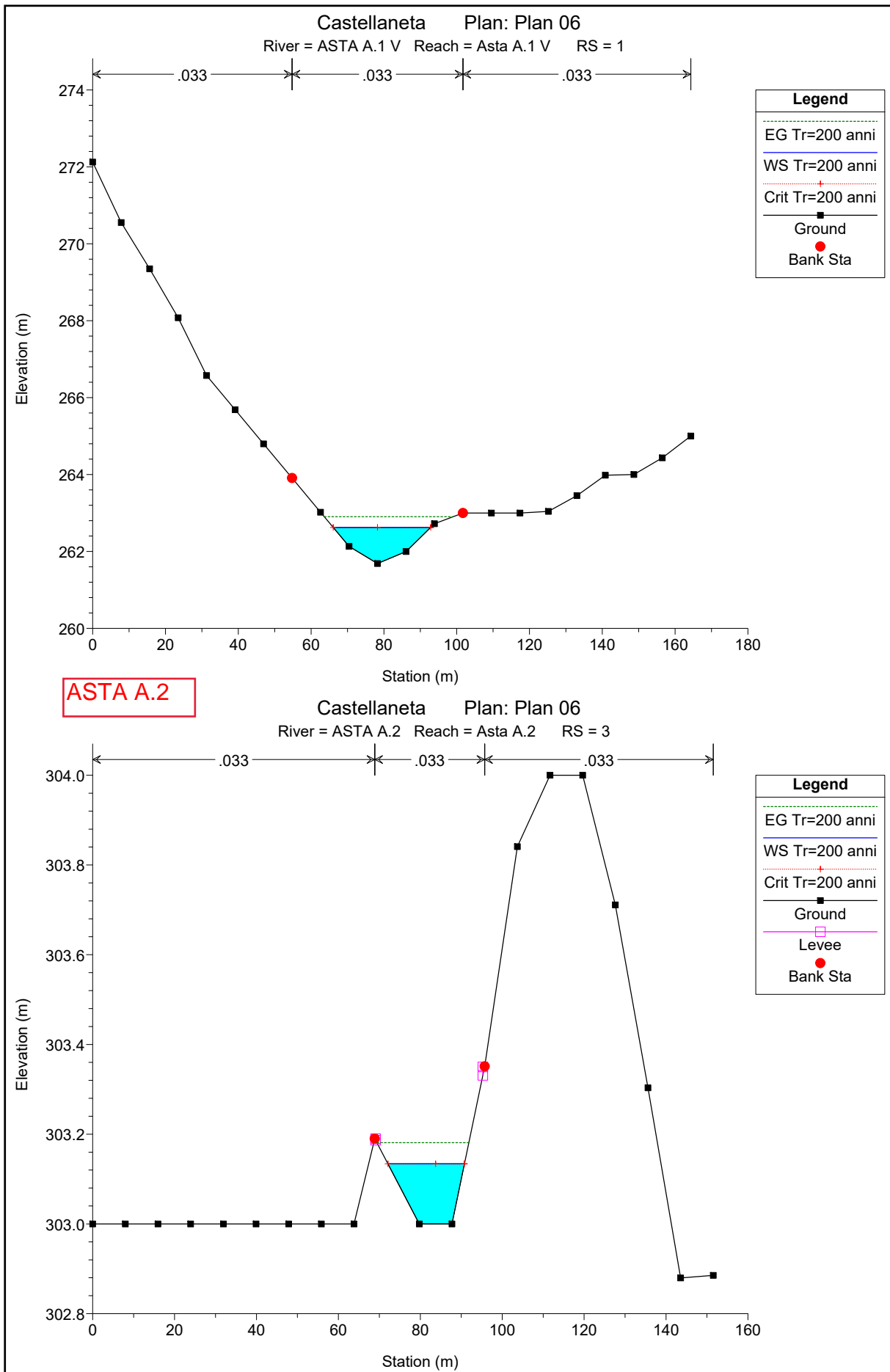
ASTA A.1 V

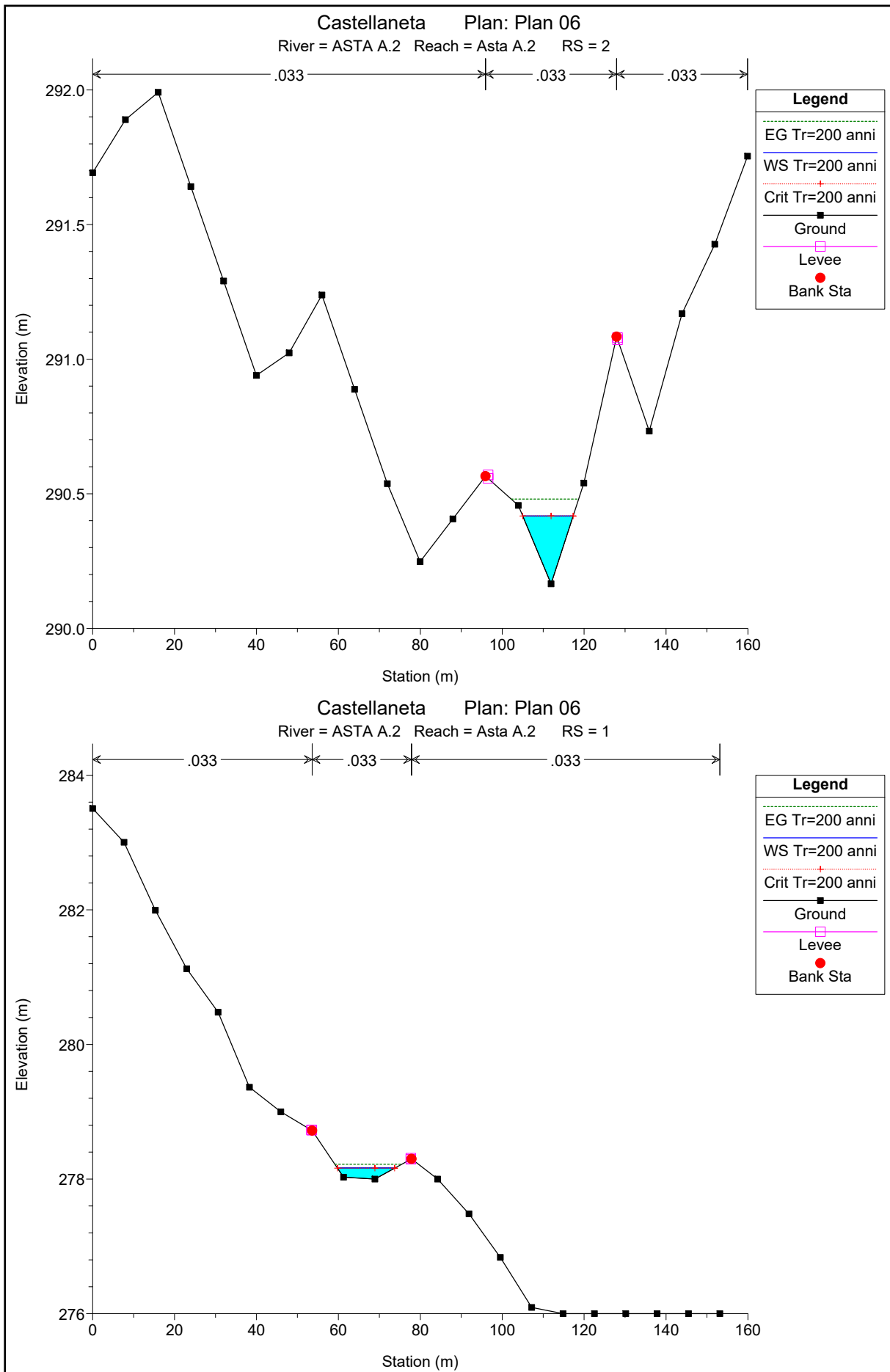




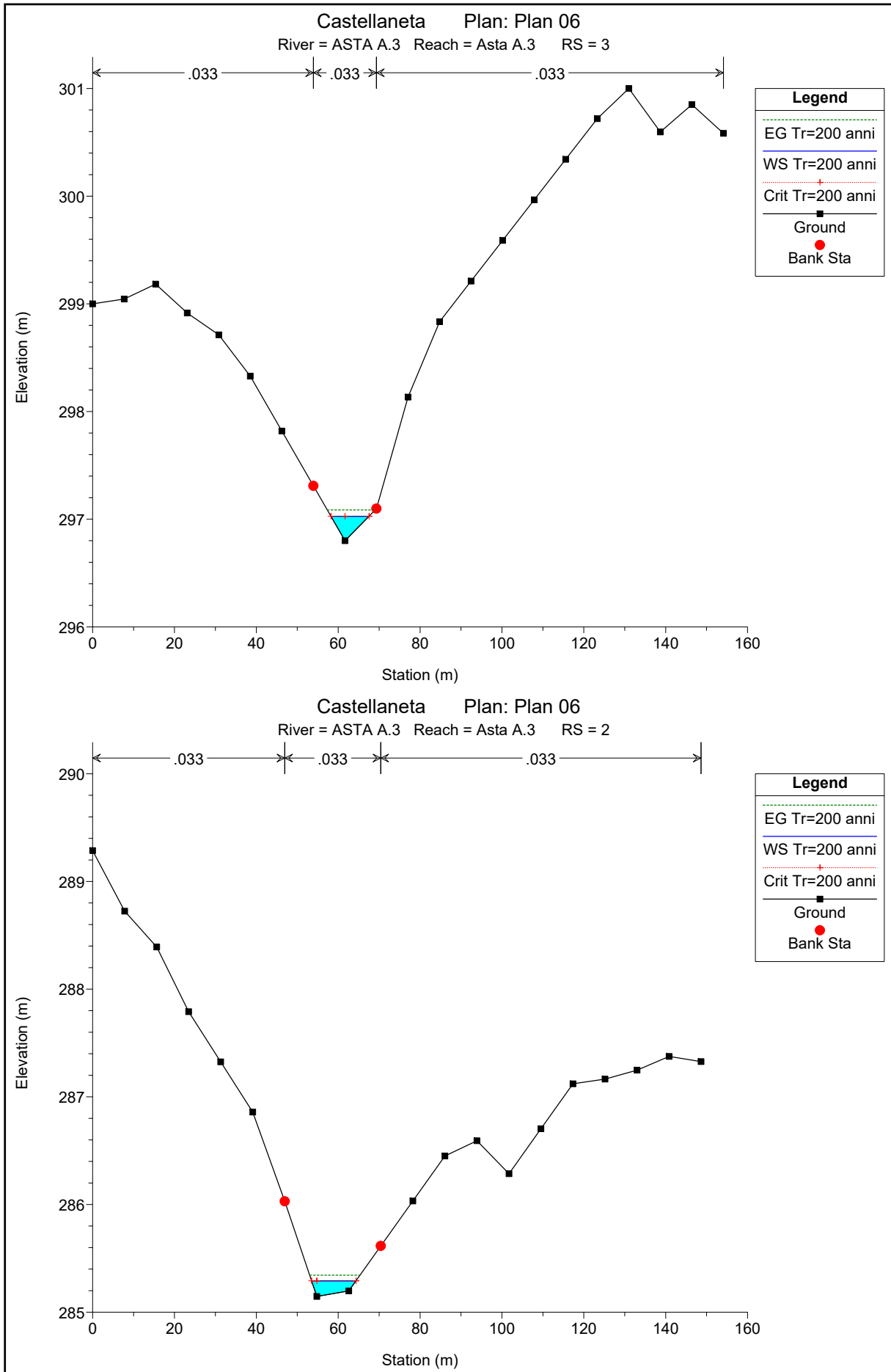


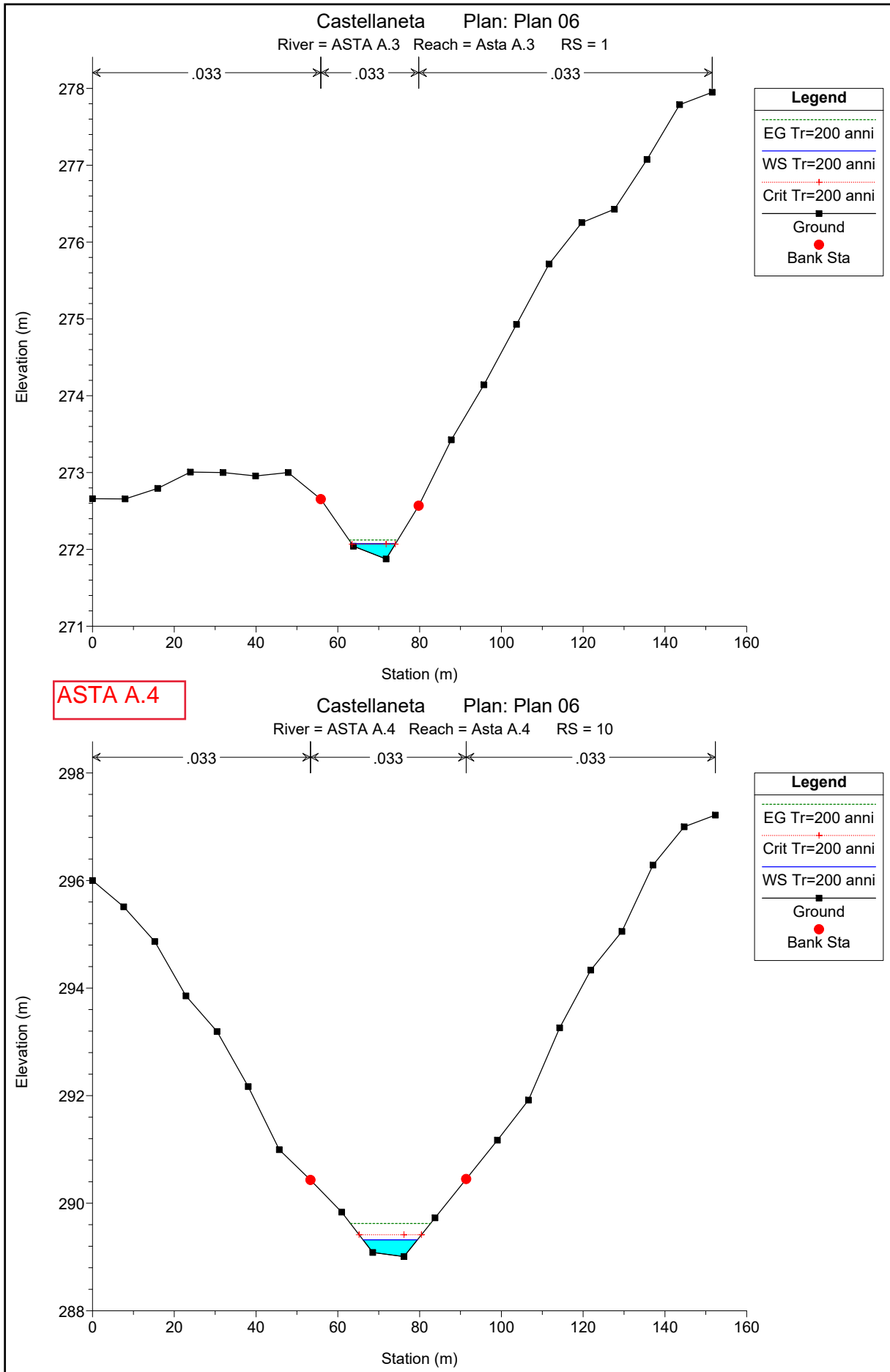


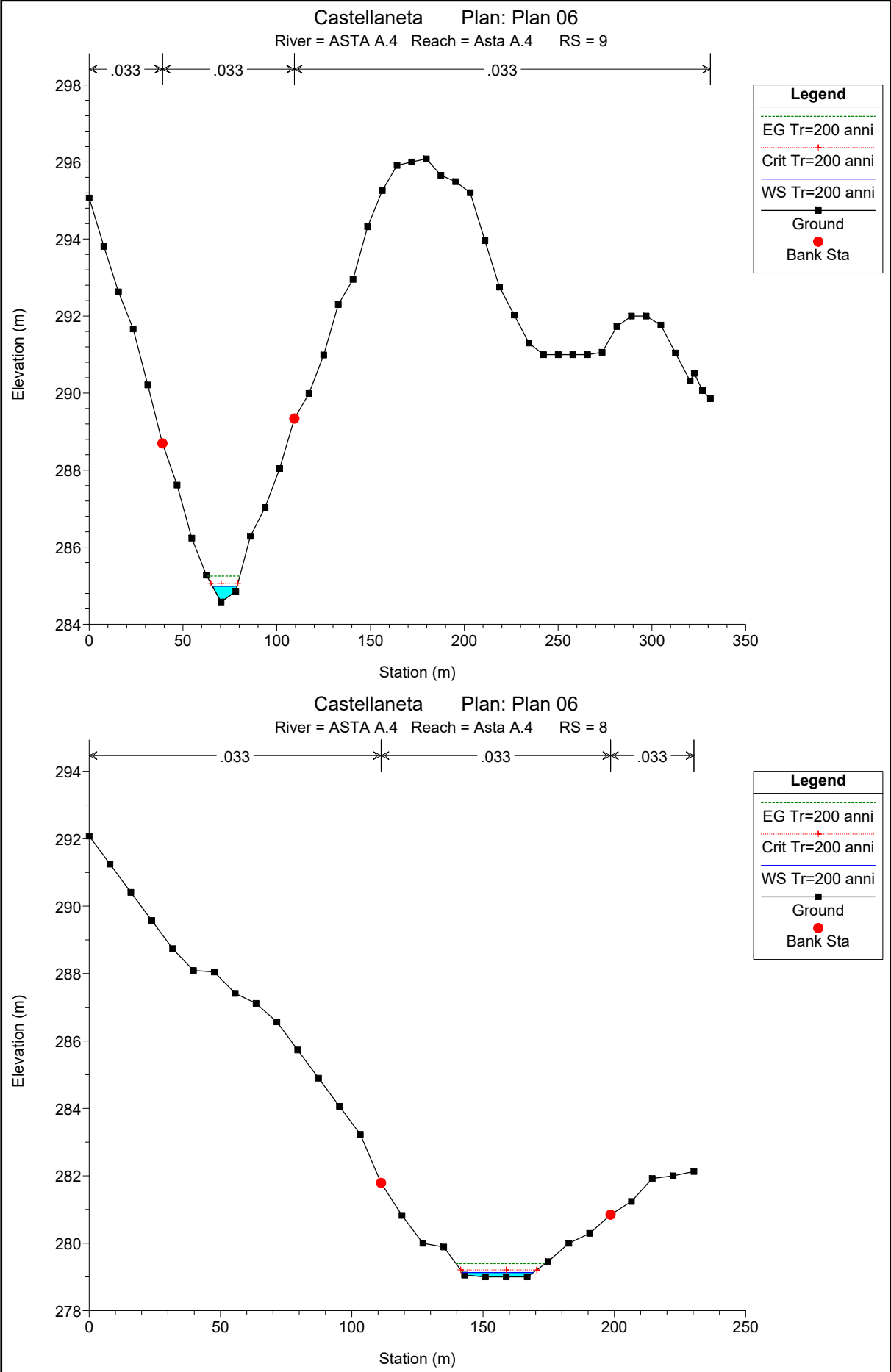


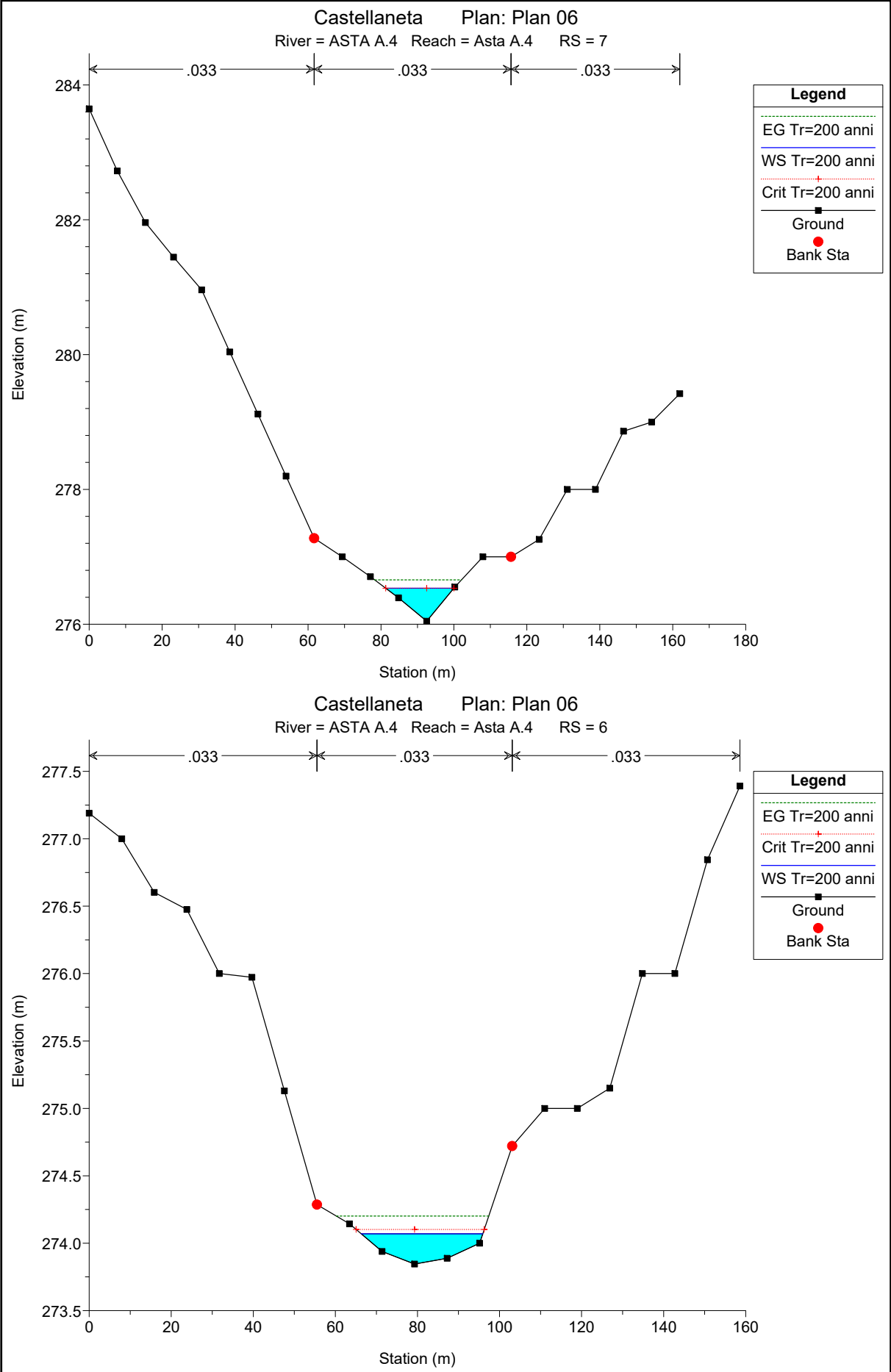


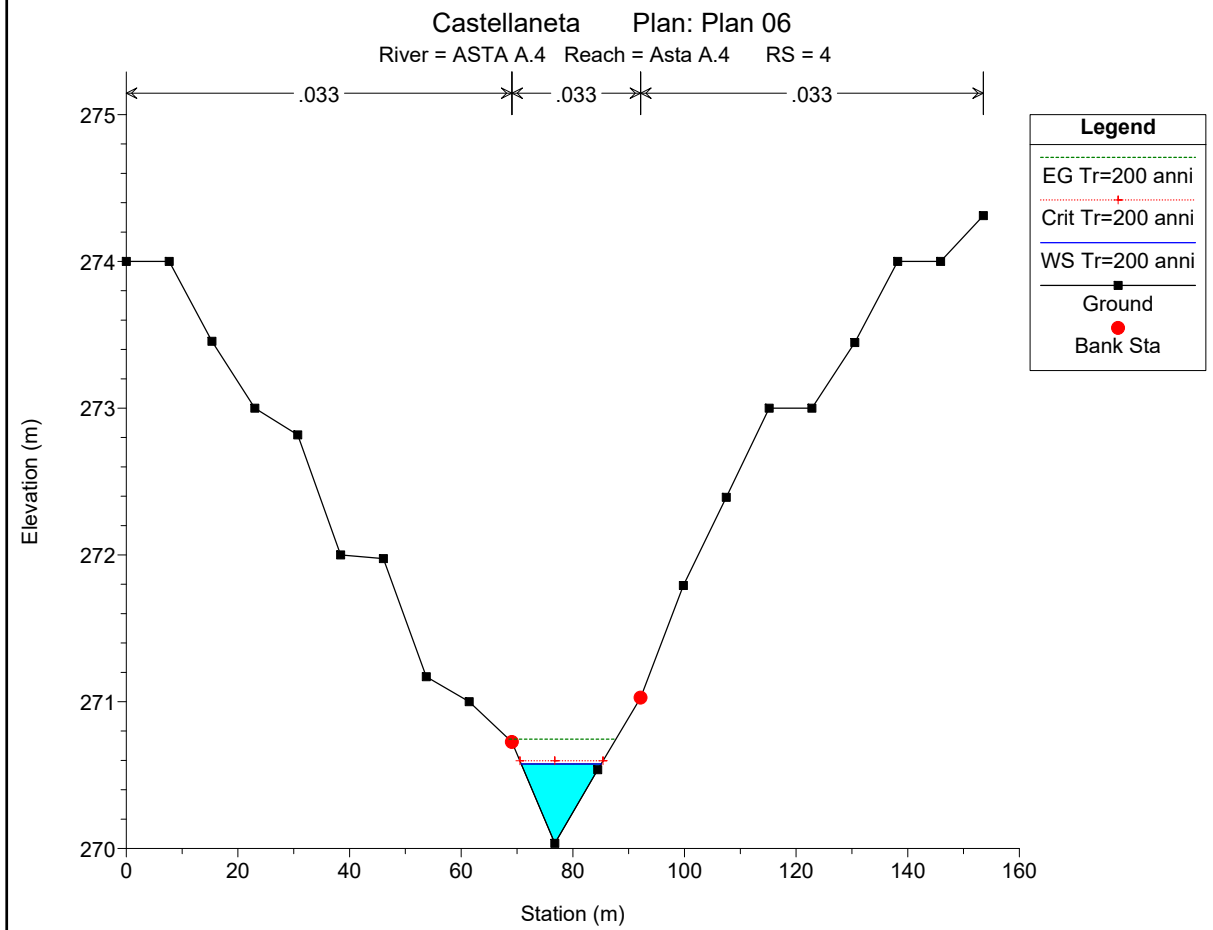
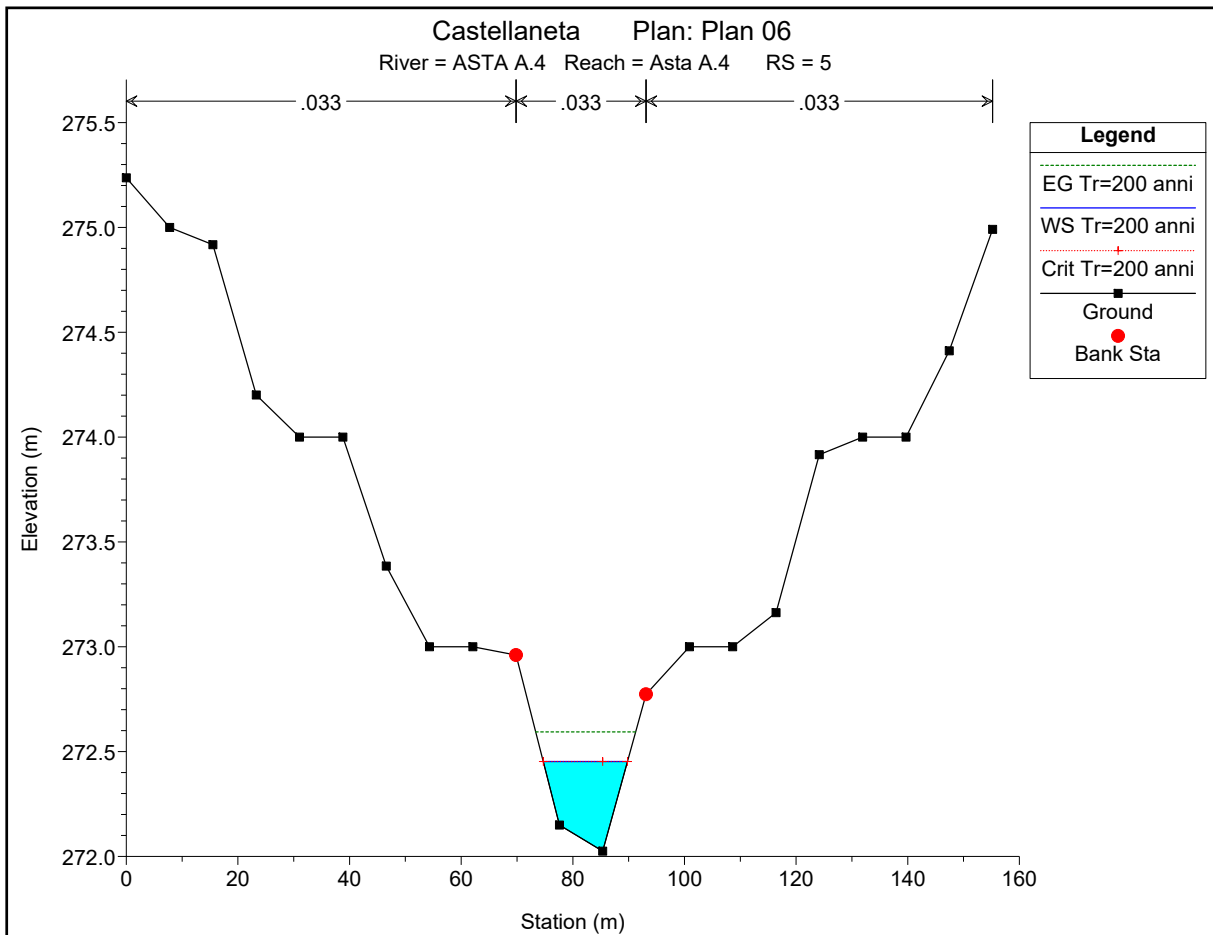
ASTA A.3

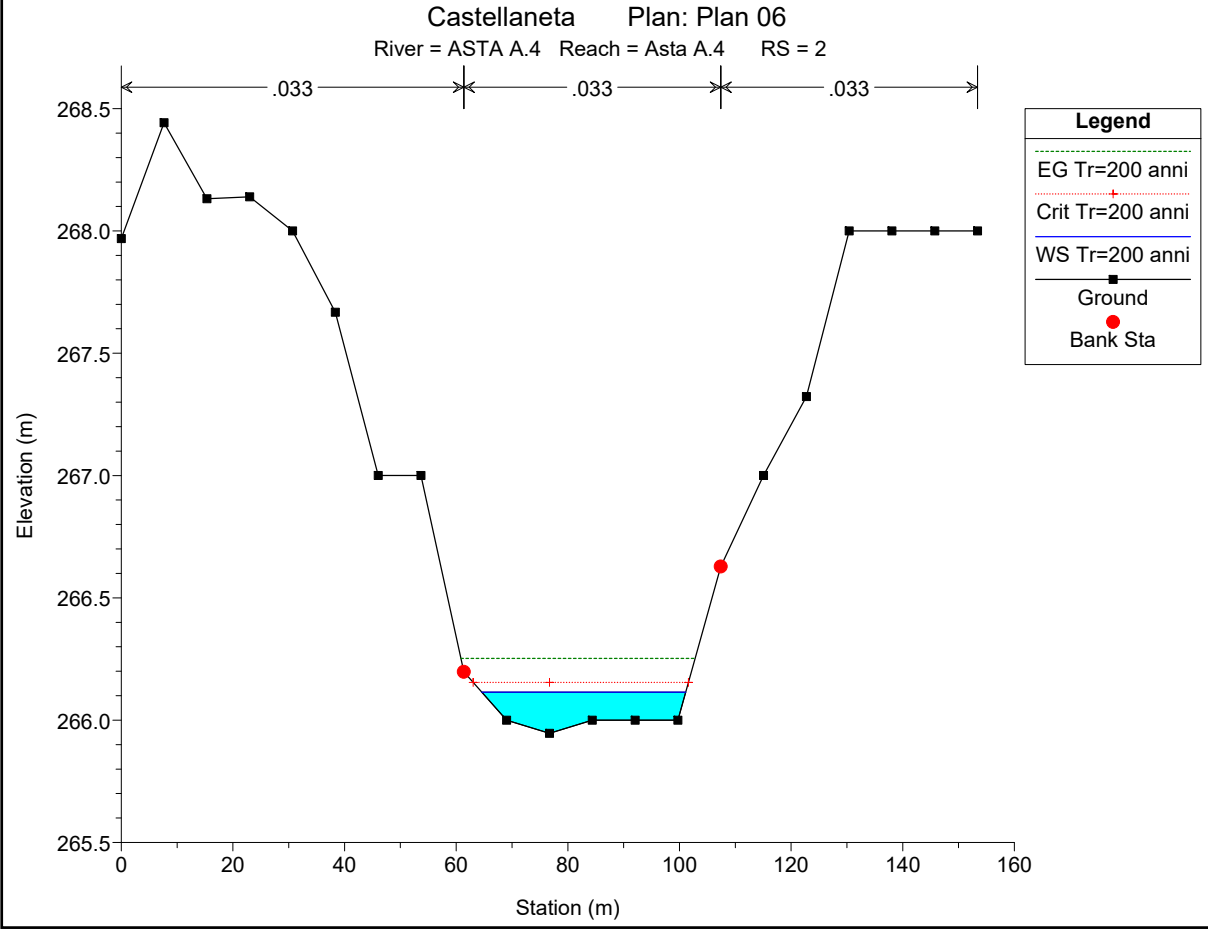
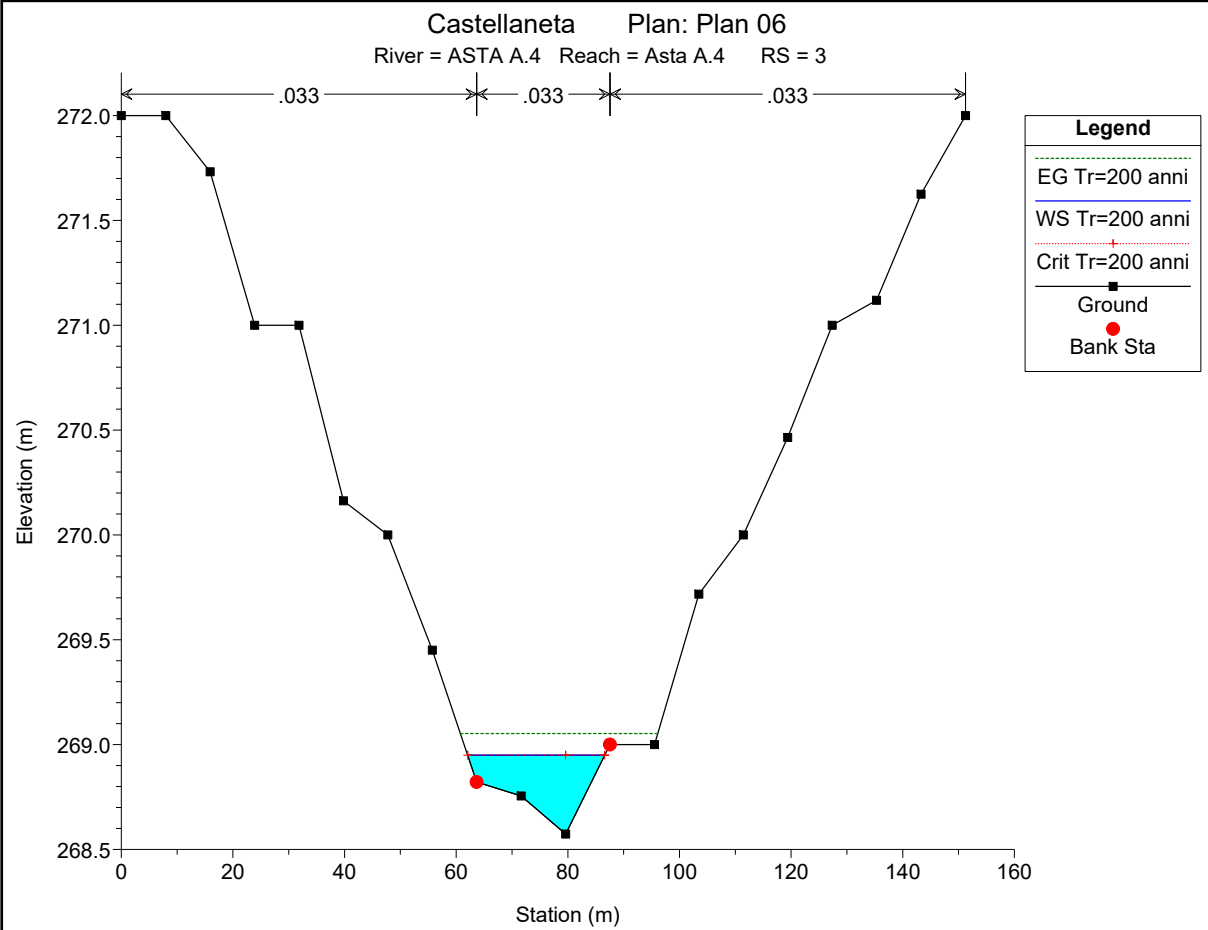


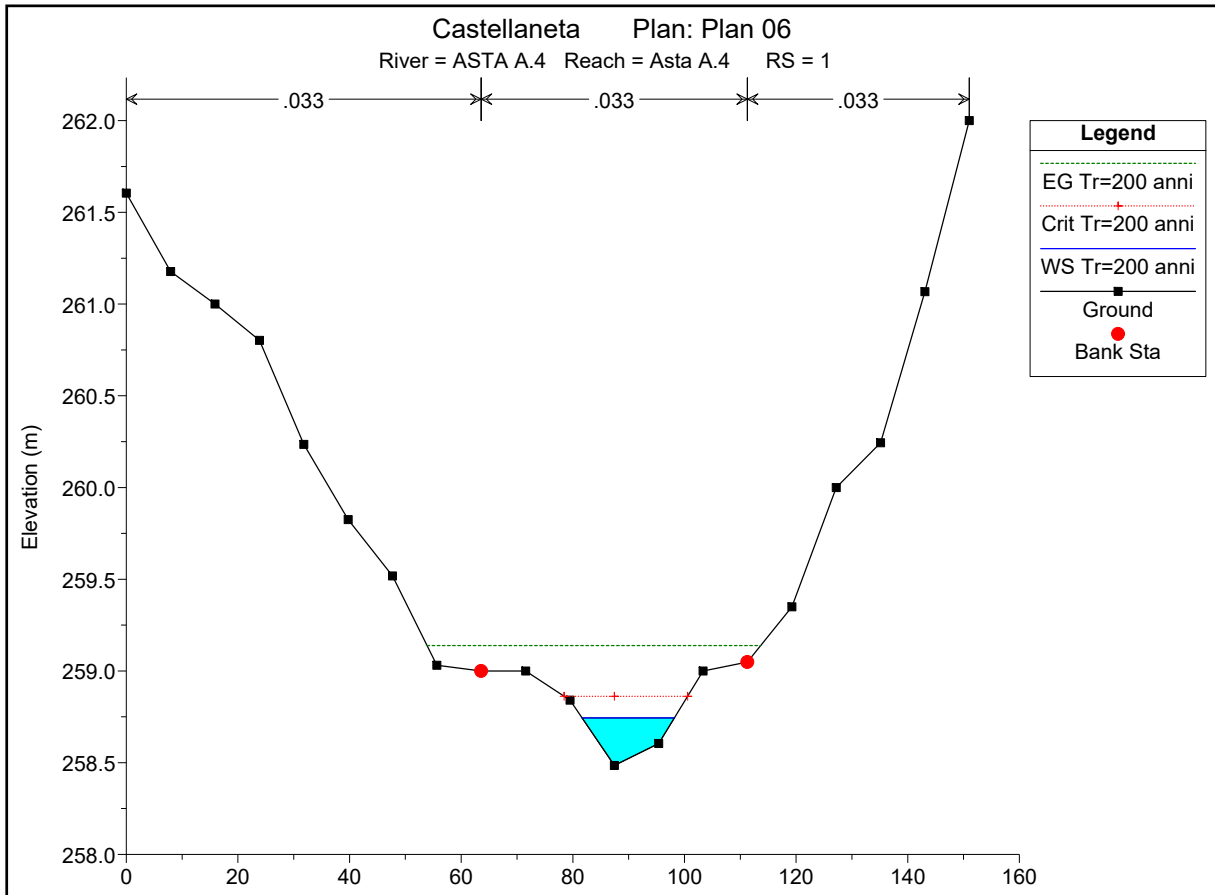




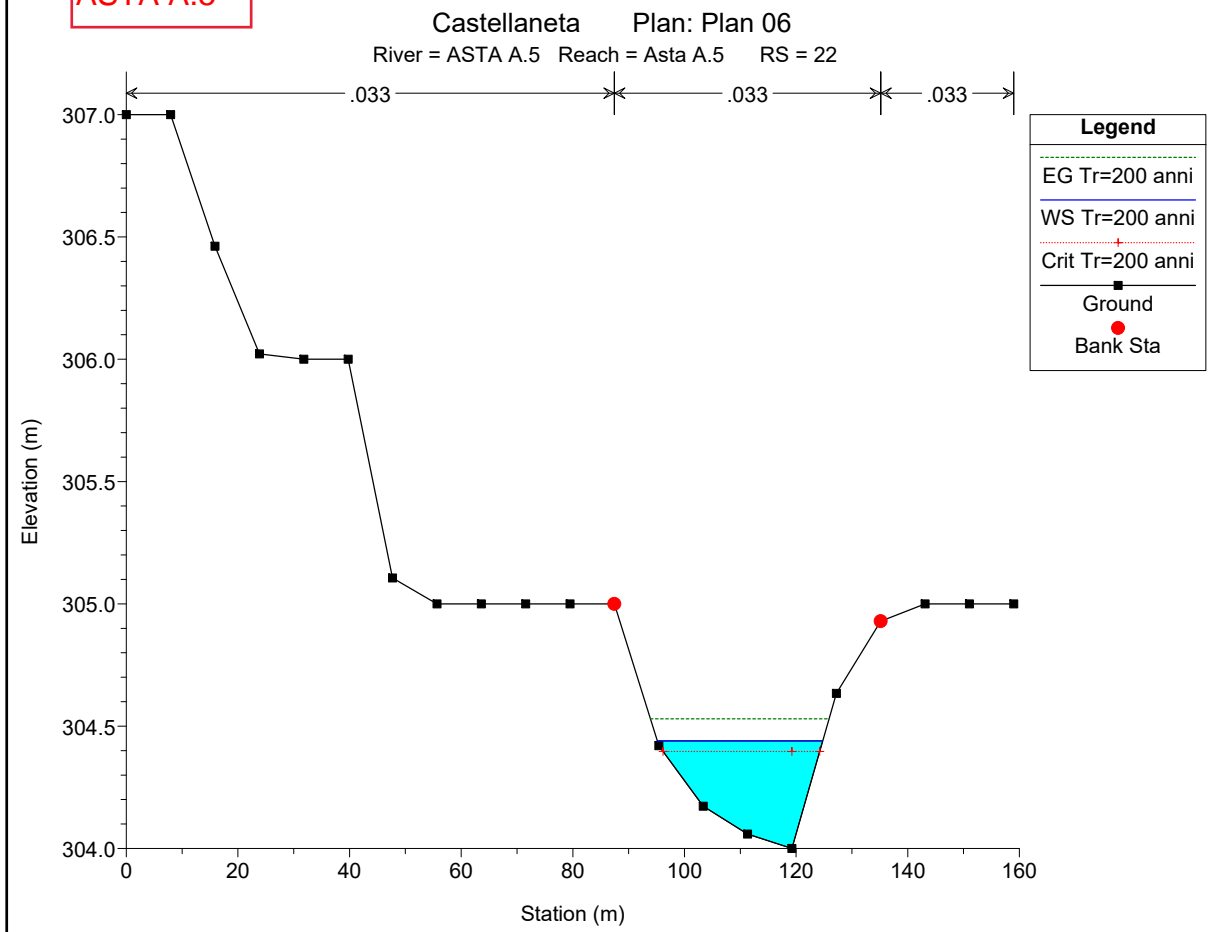


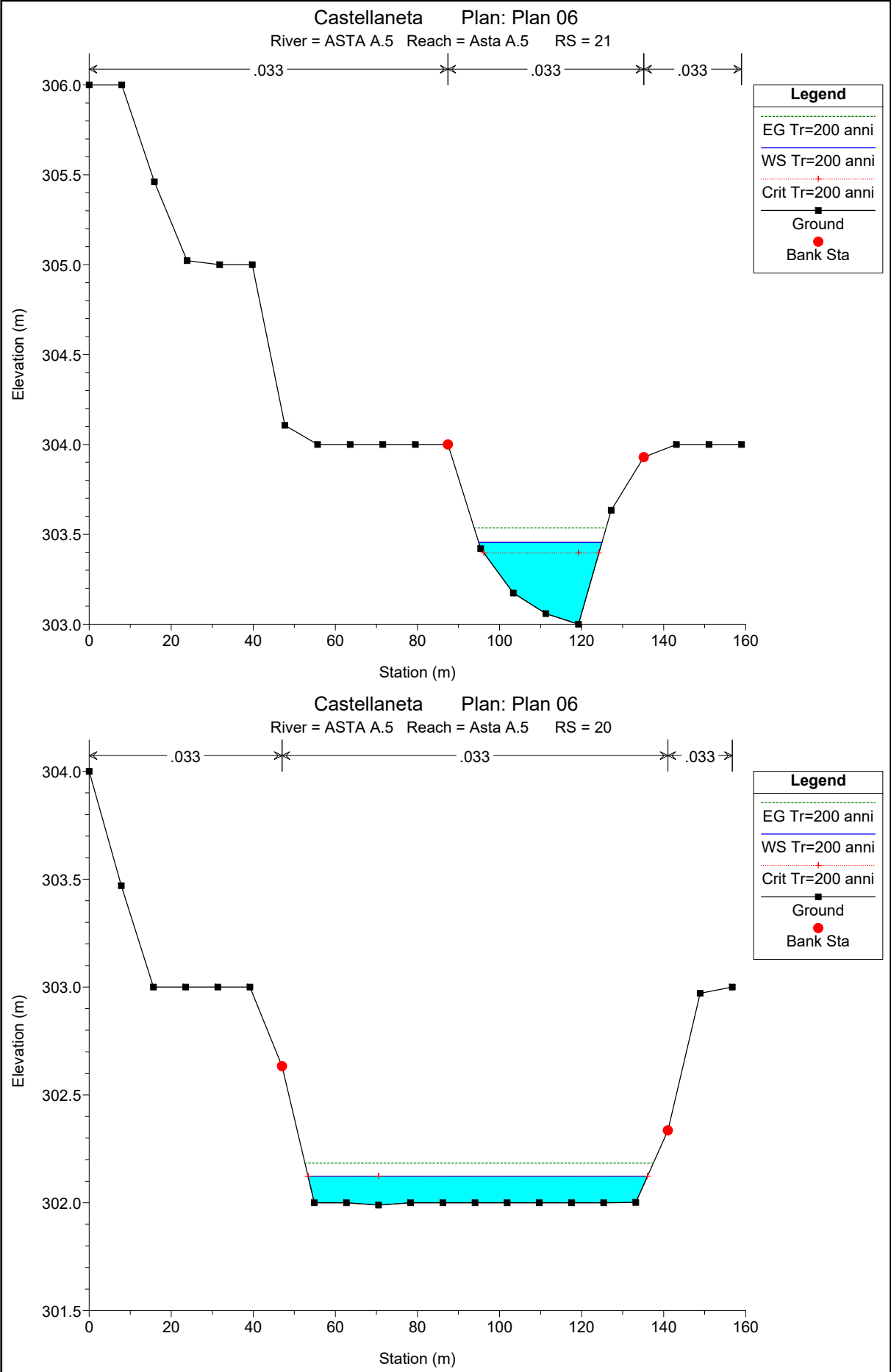


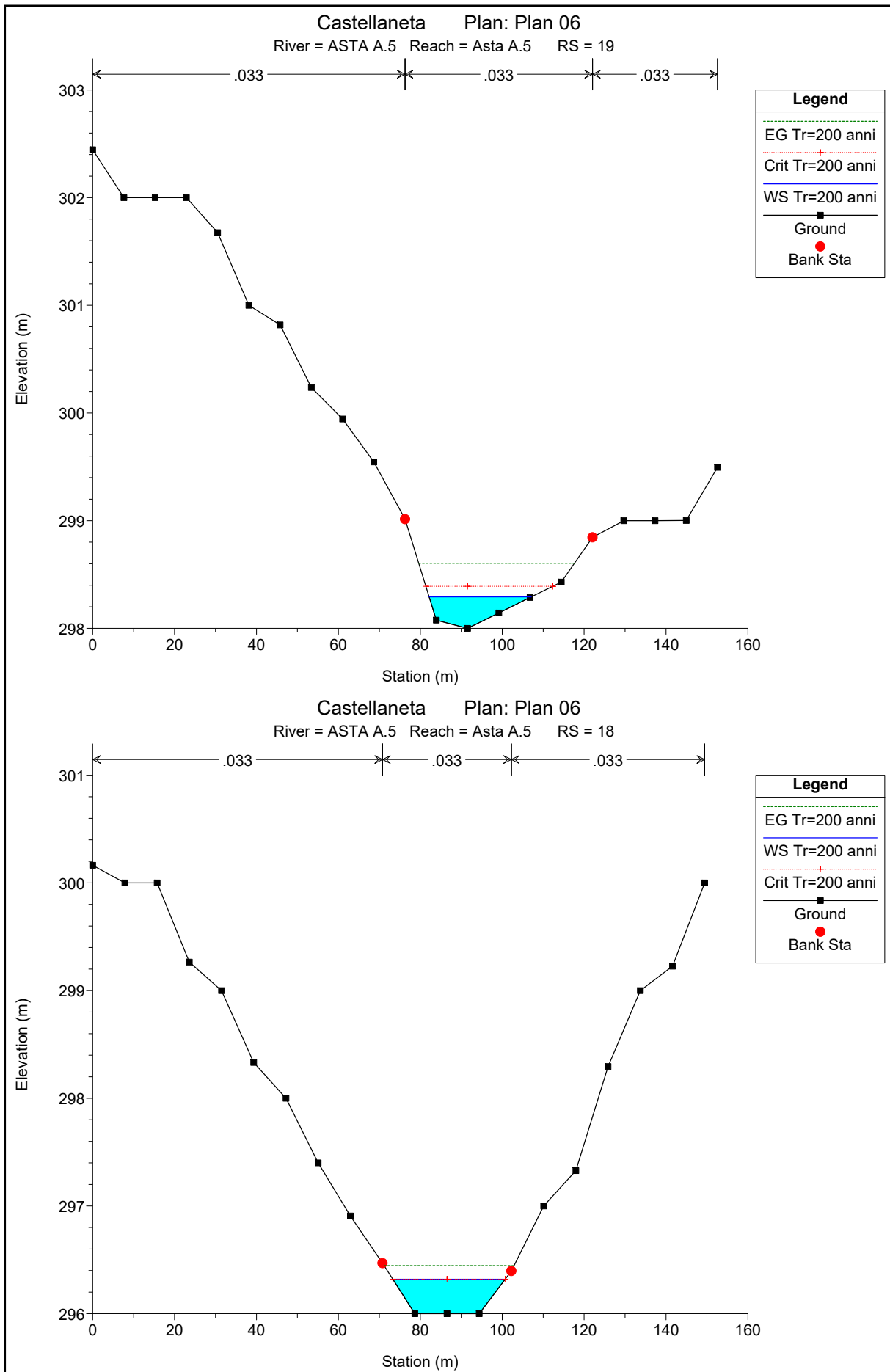


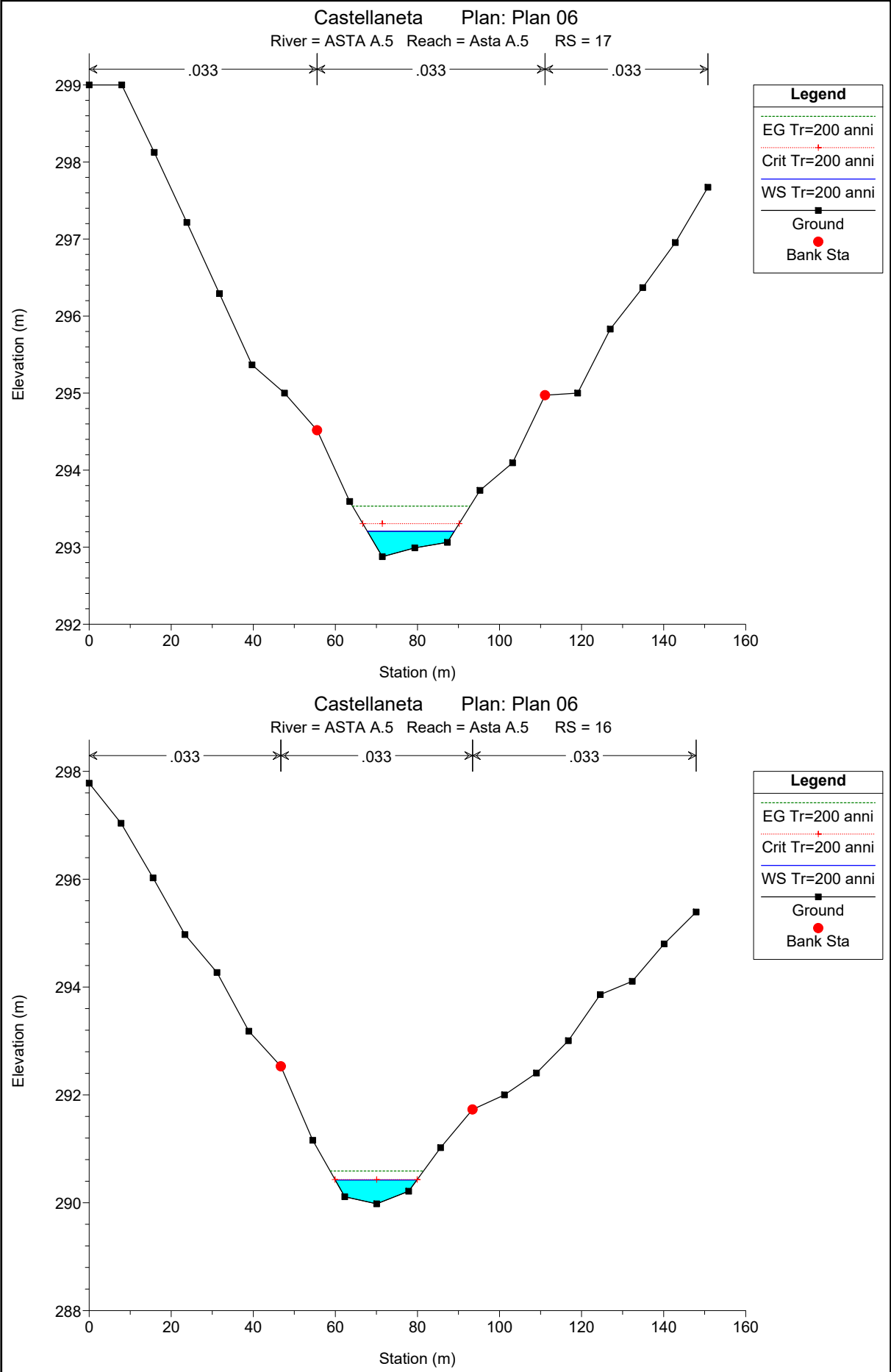


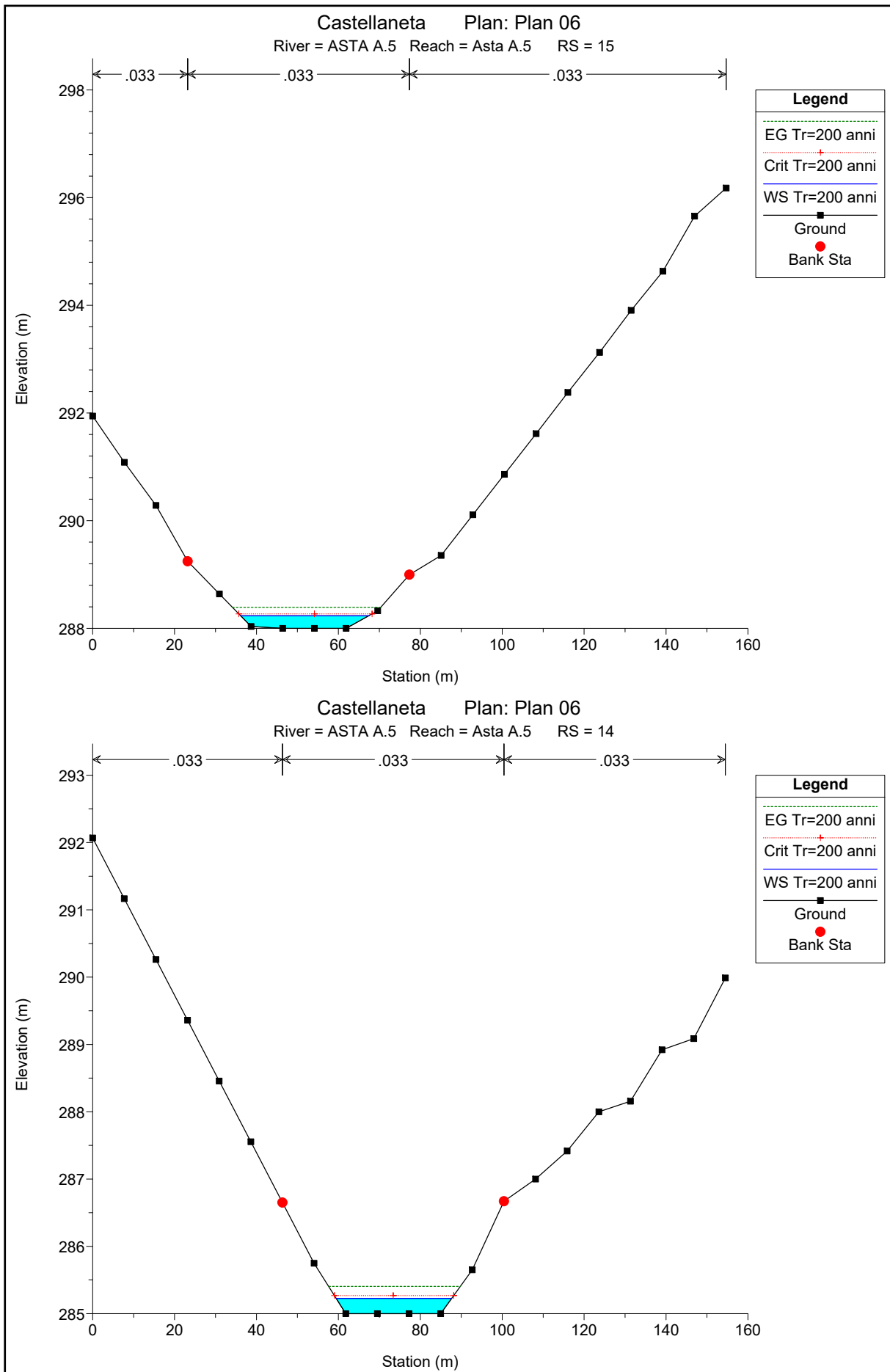
ASTA A.5

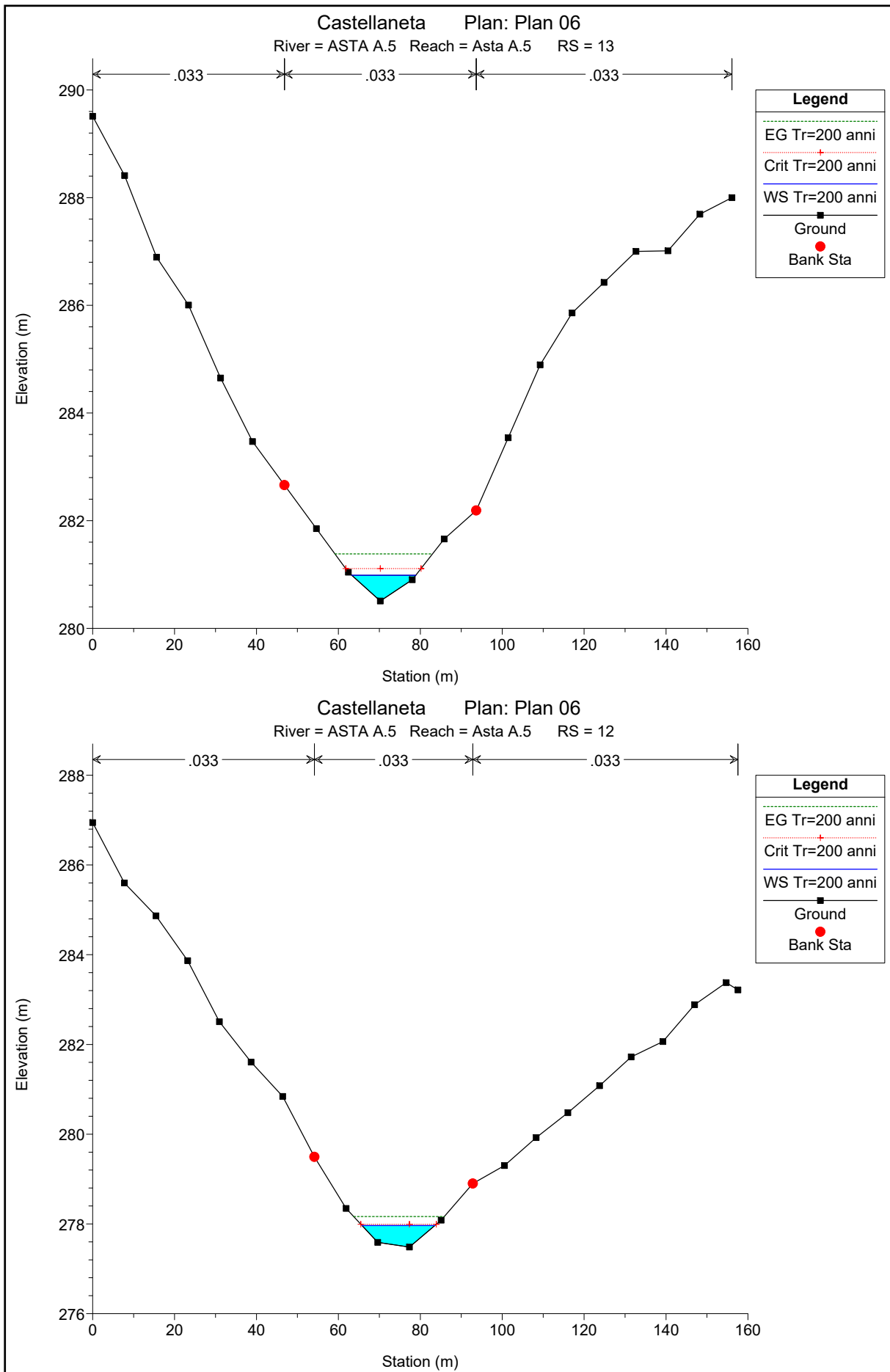


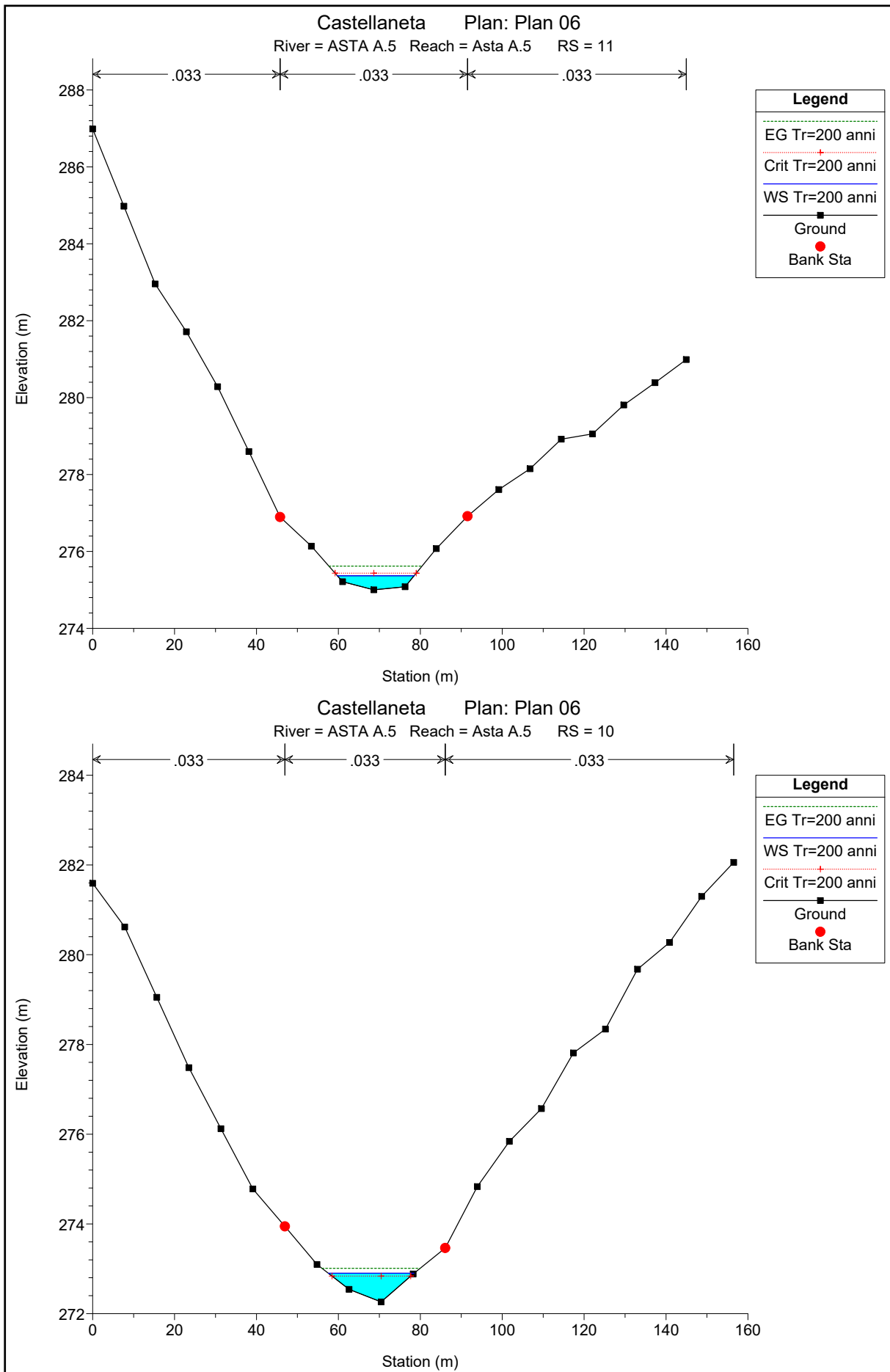


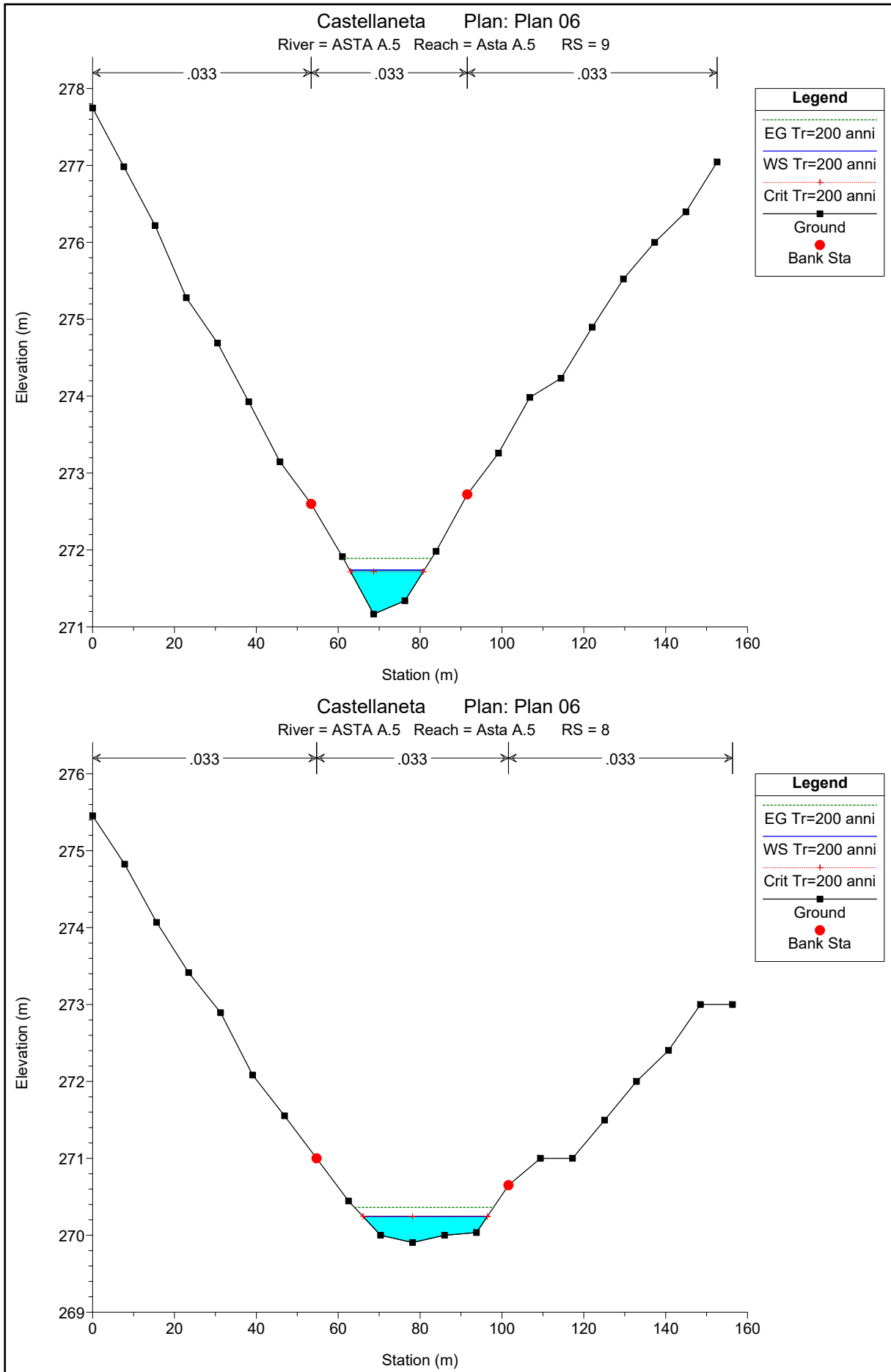


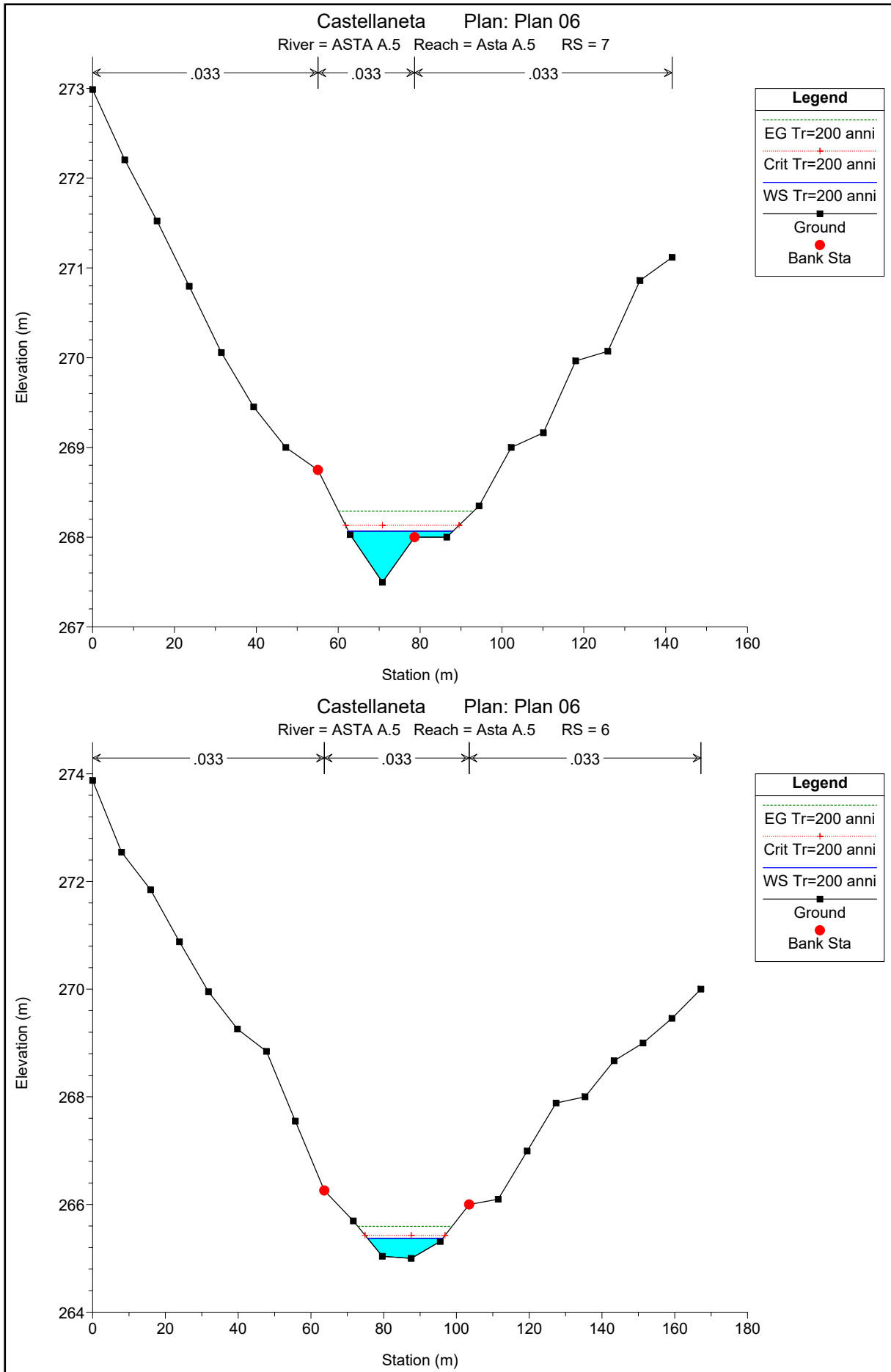


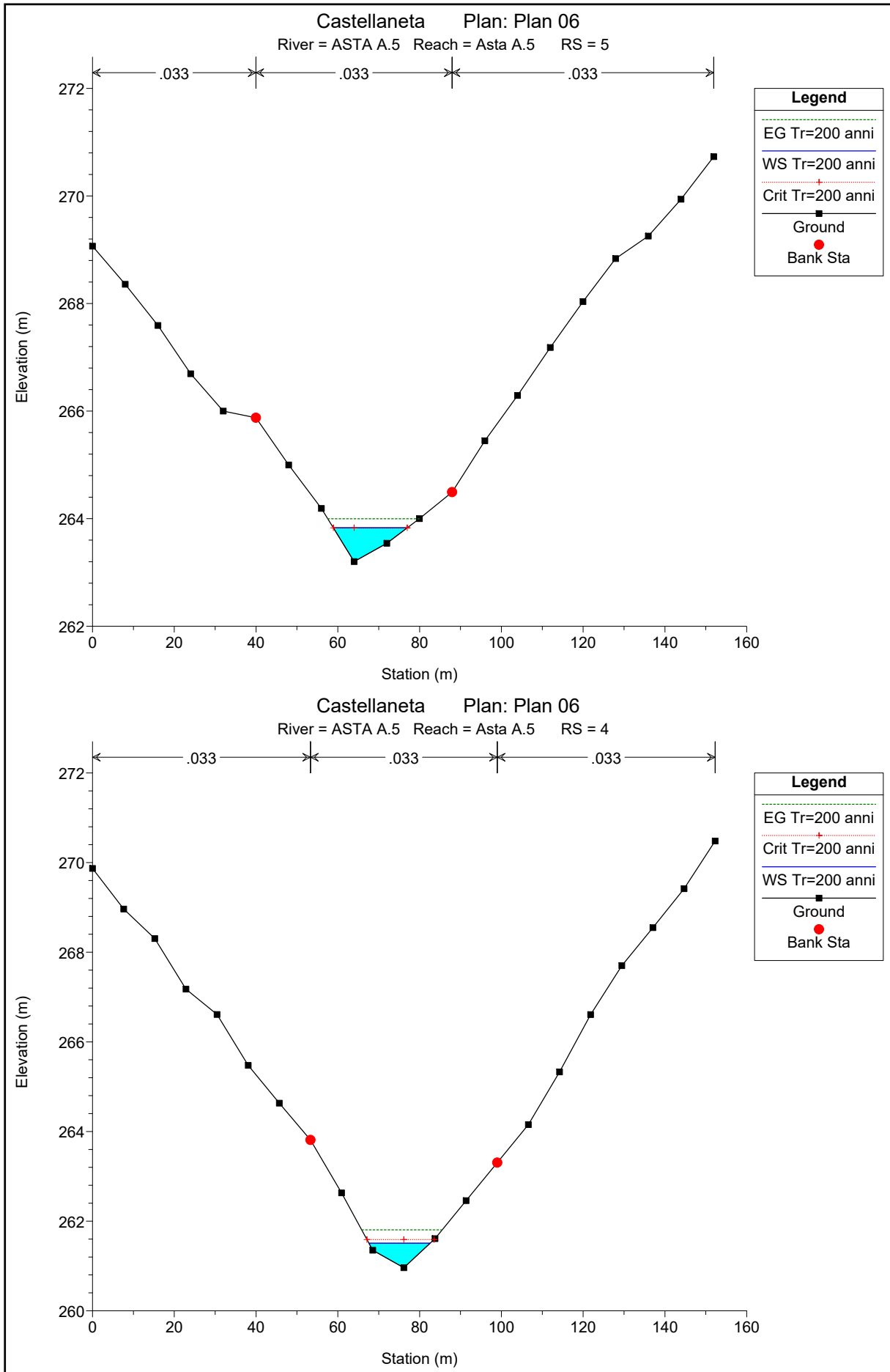


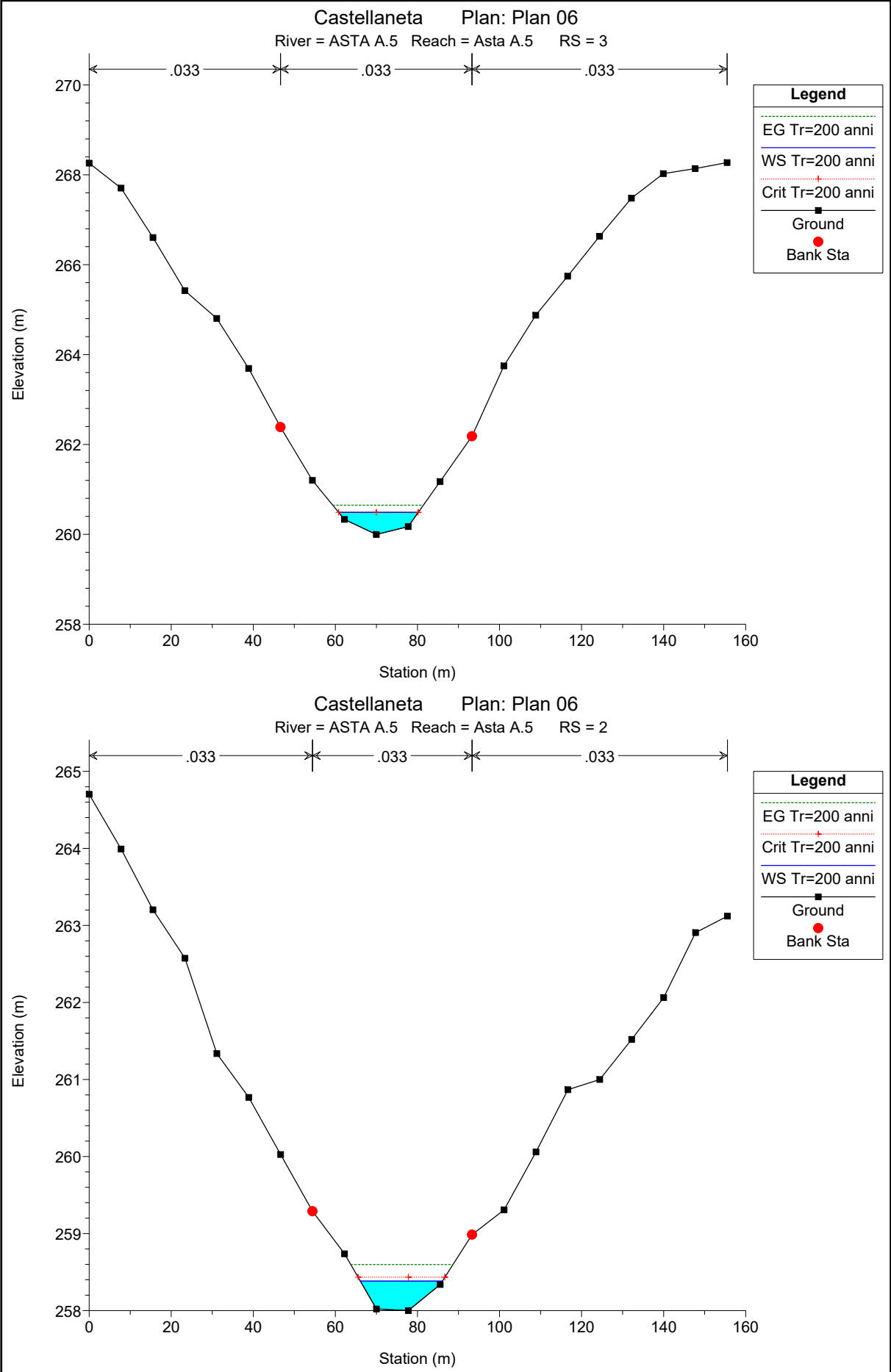


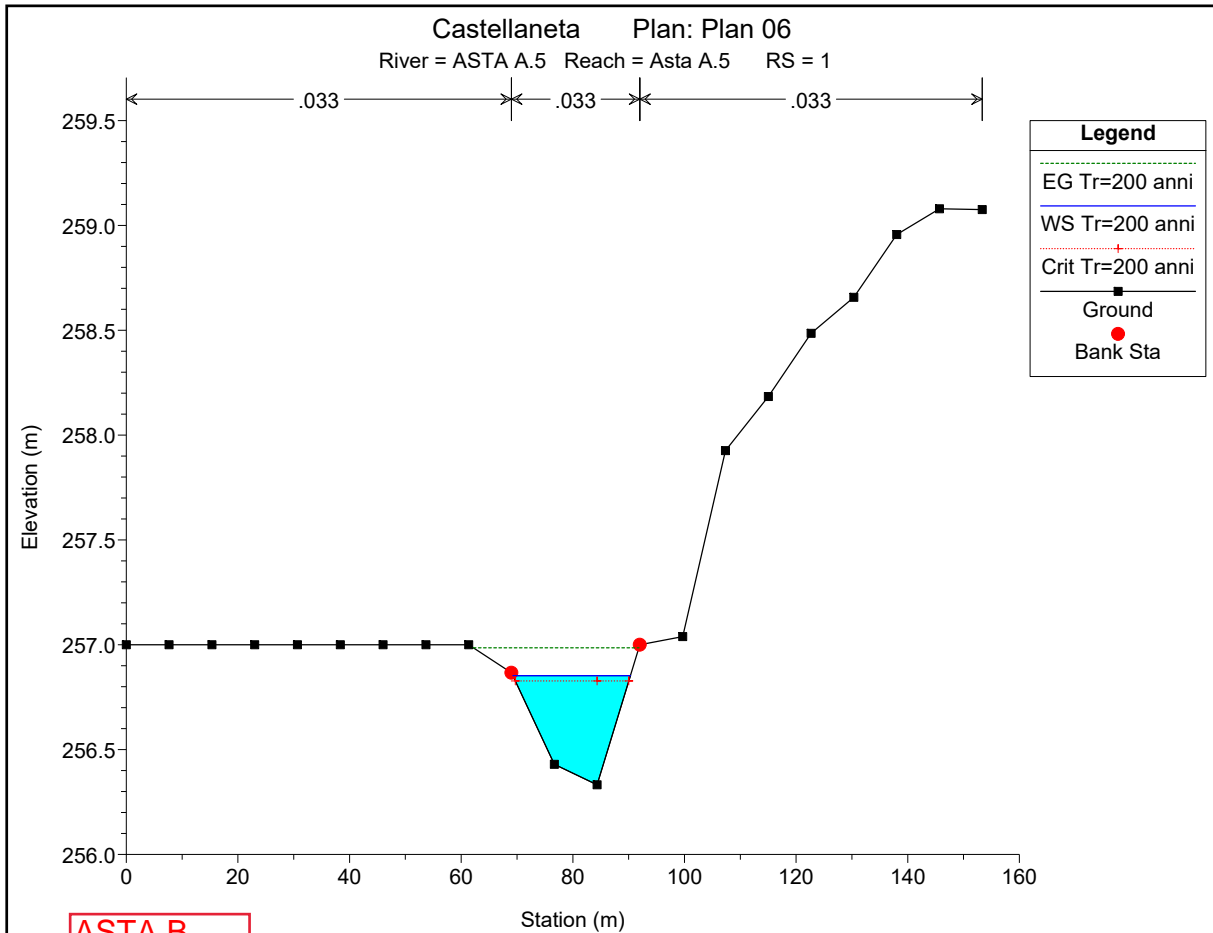




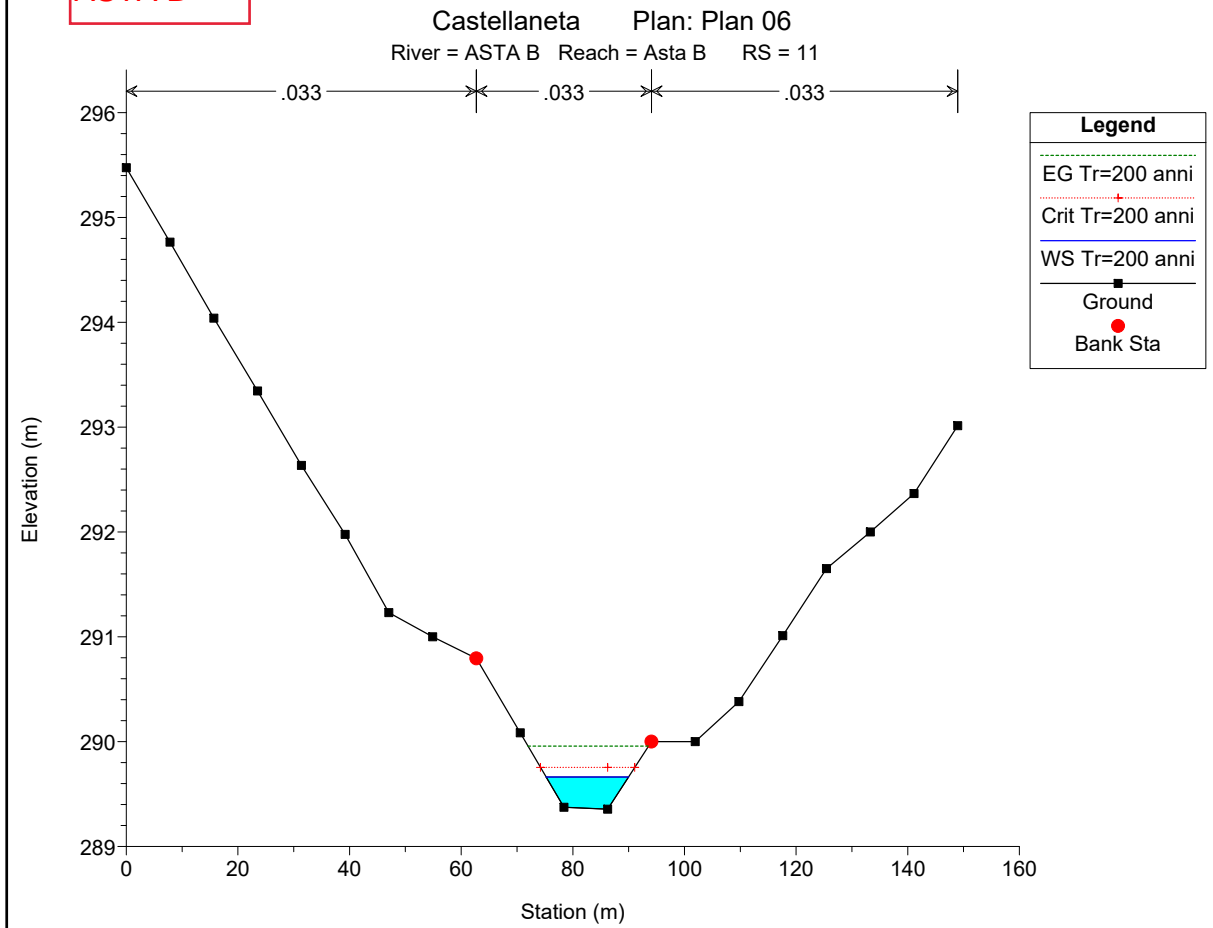


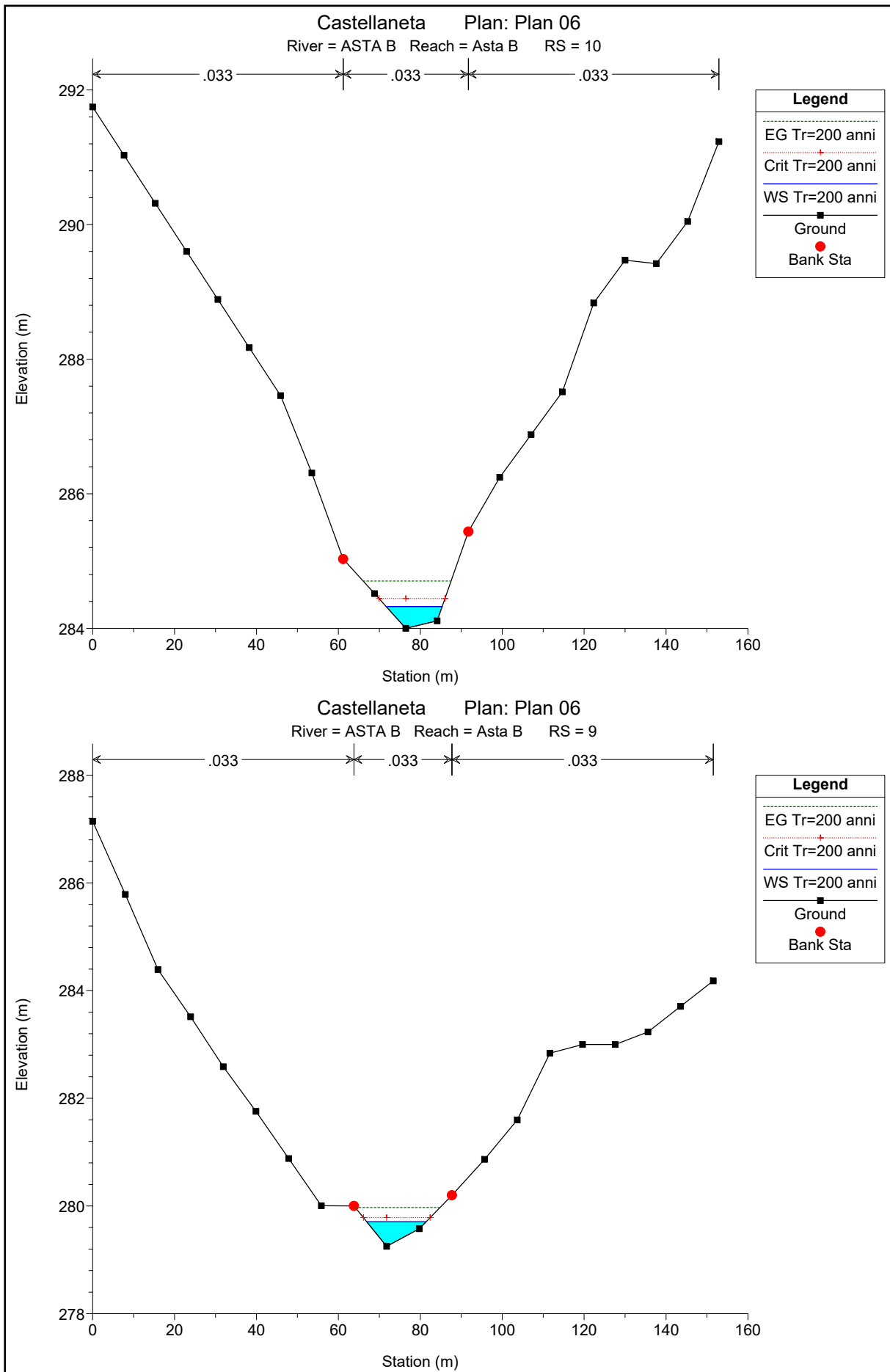


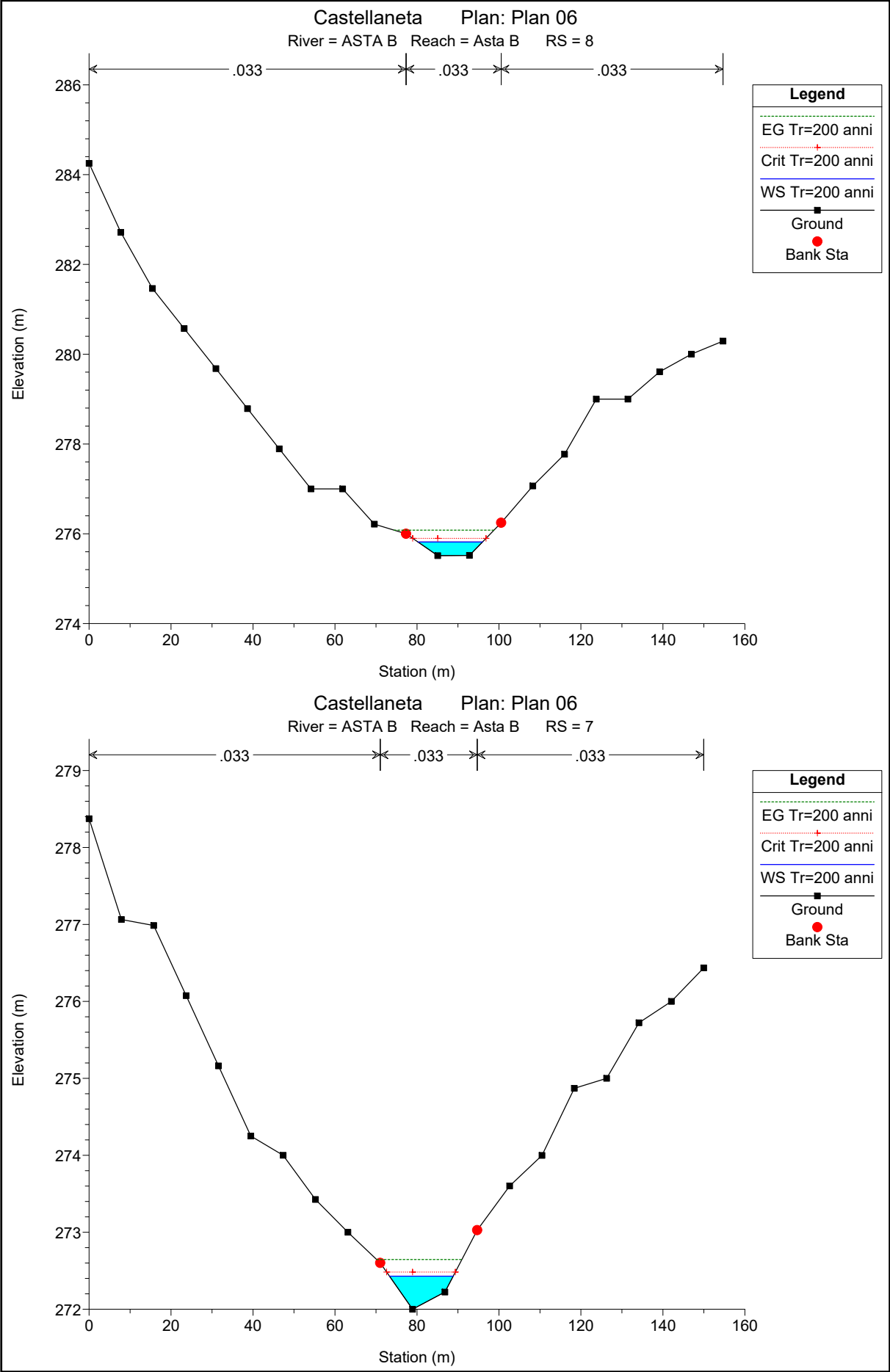


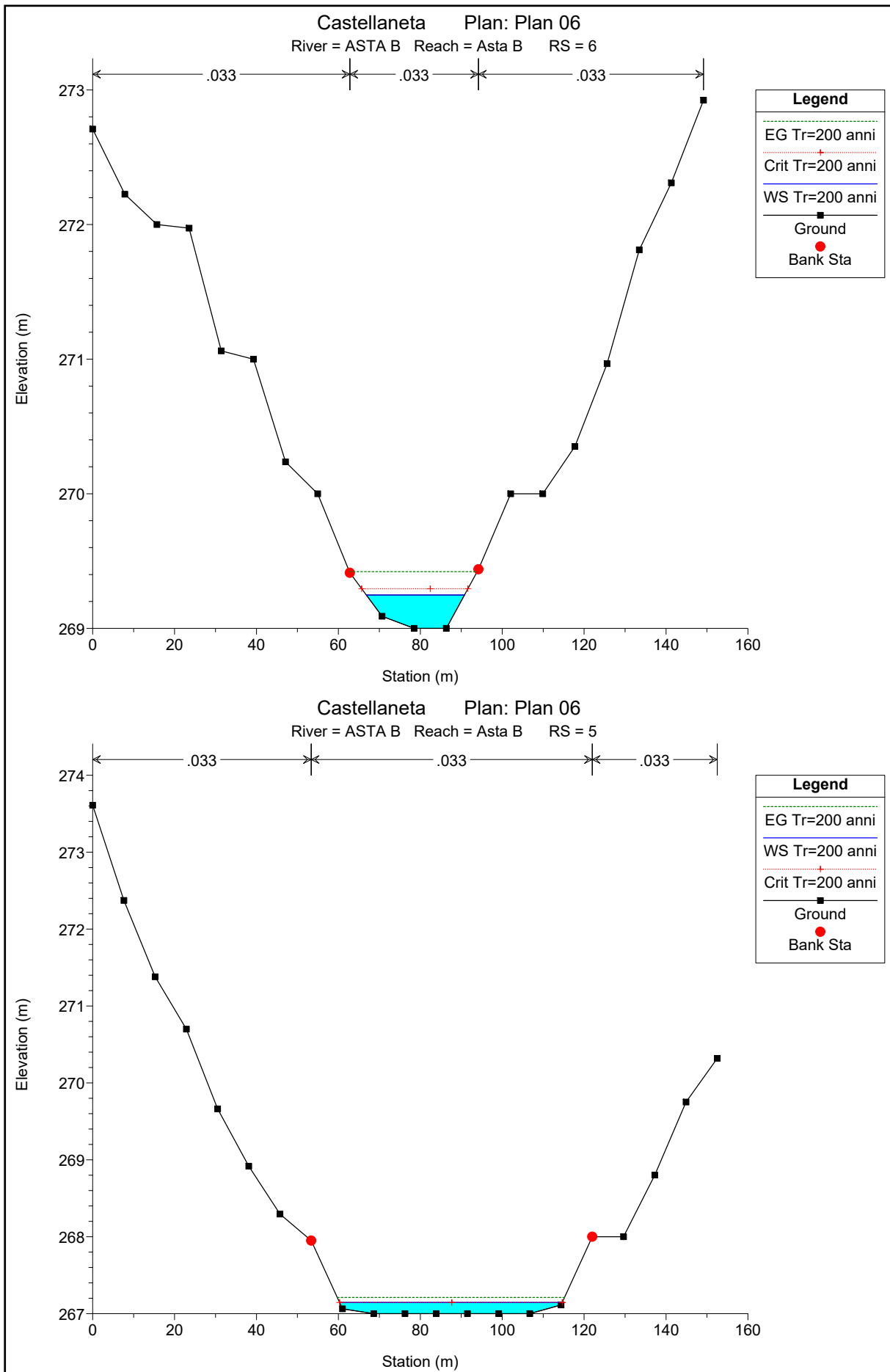


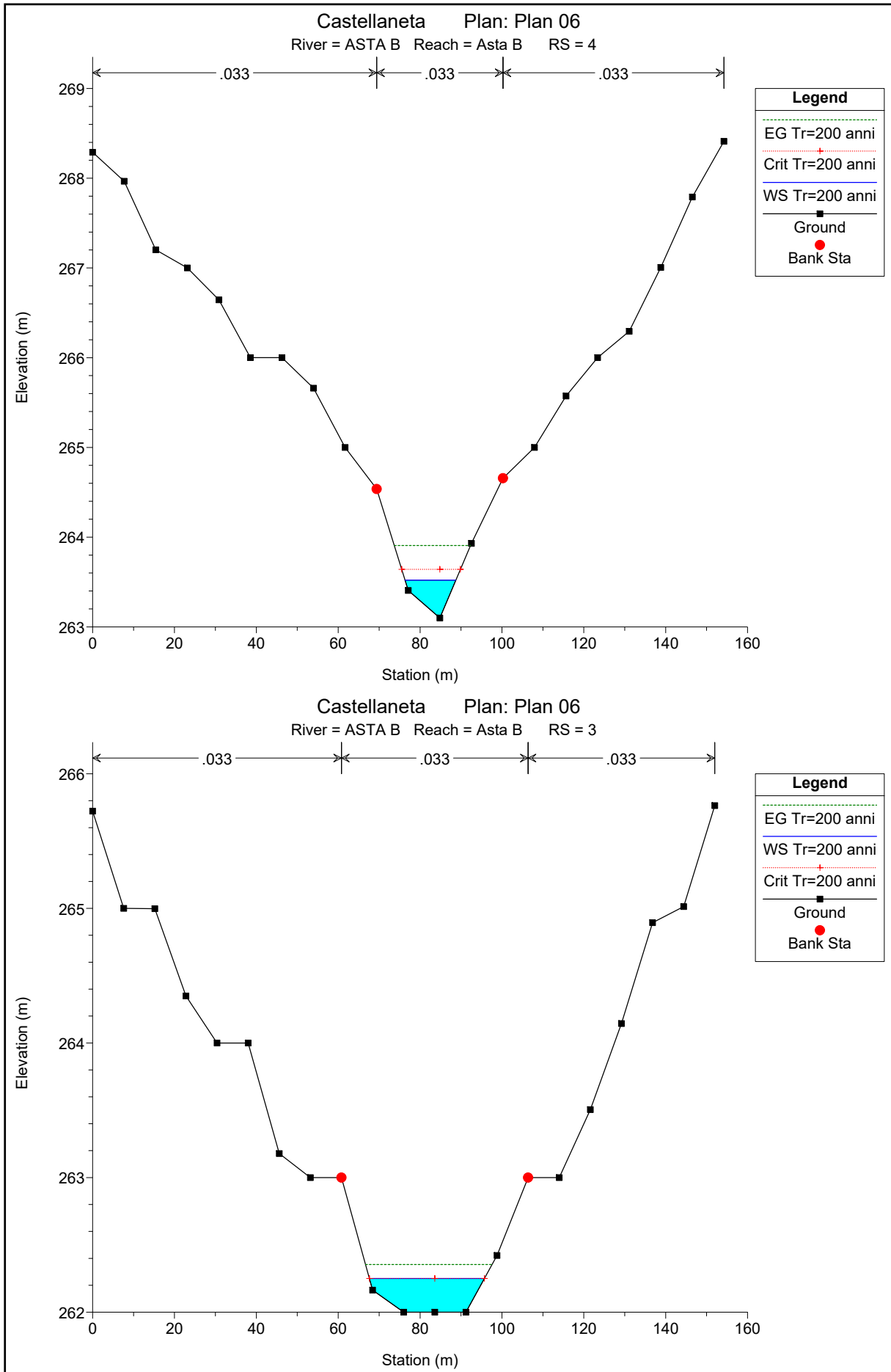
ASTA B

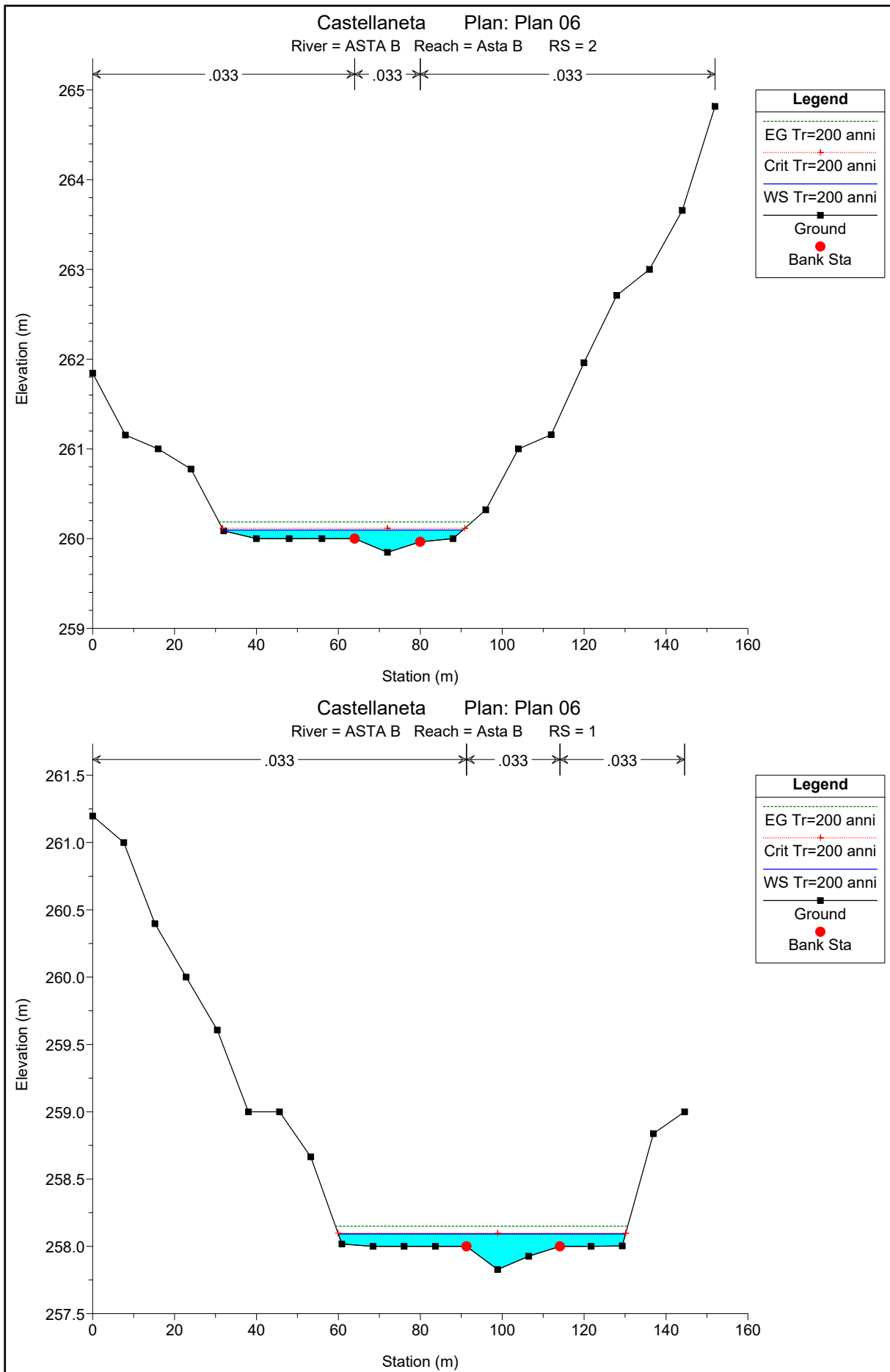




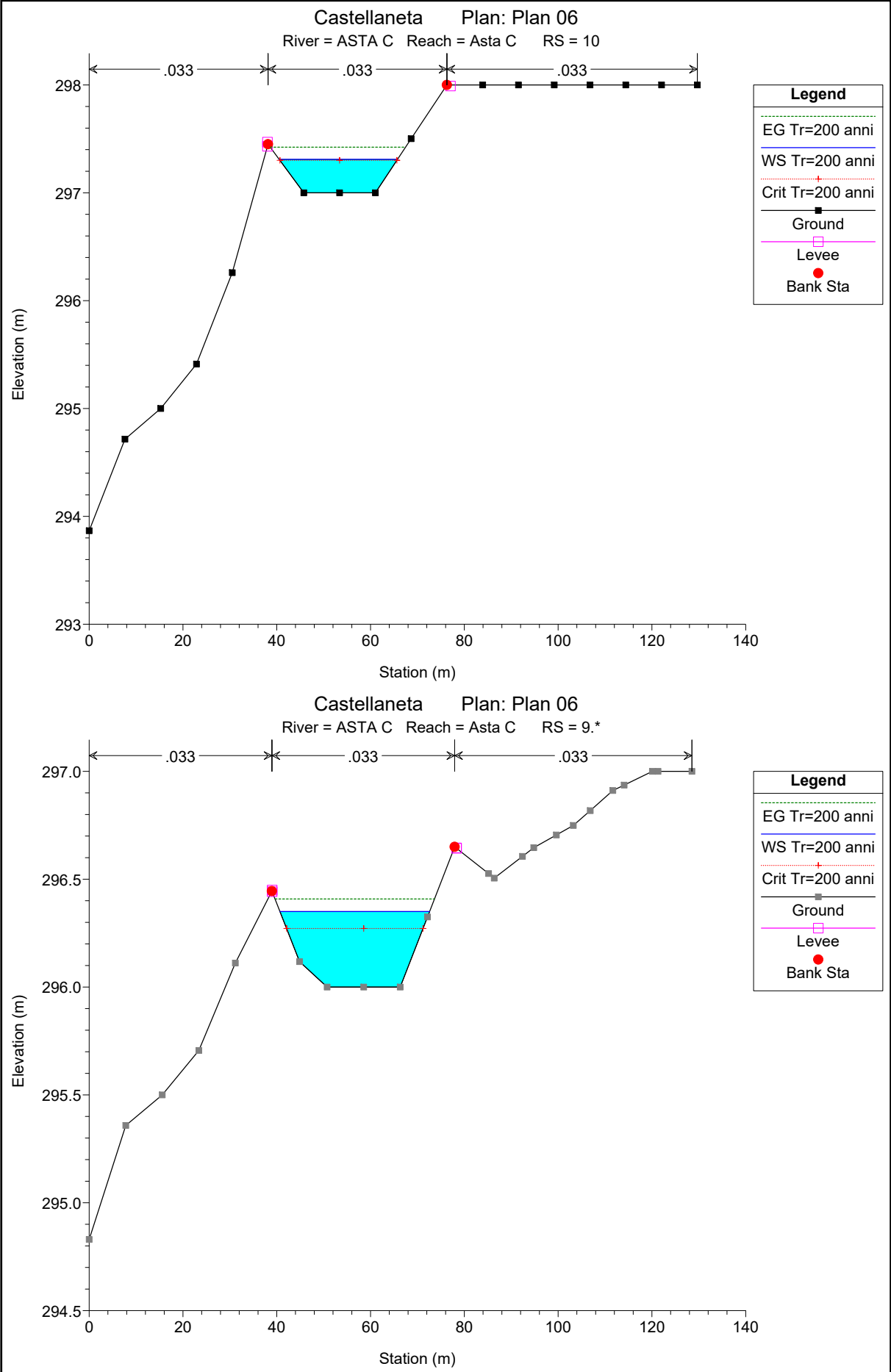


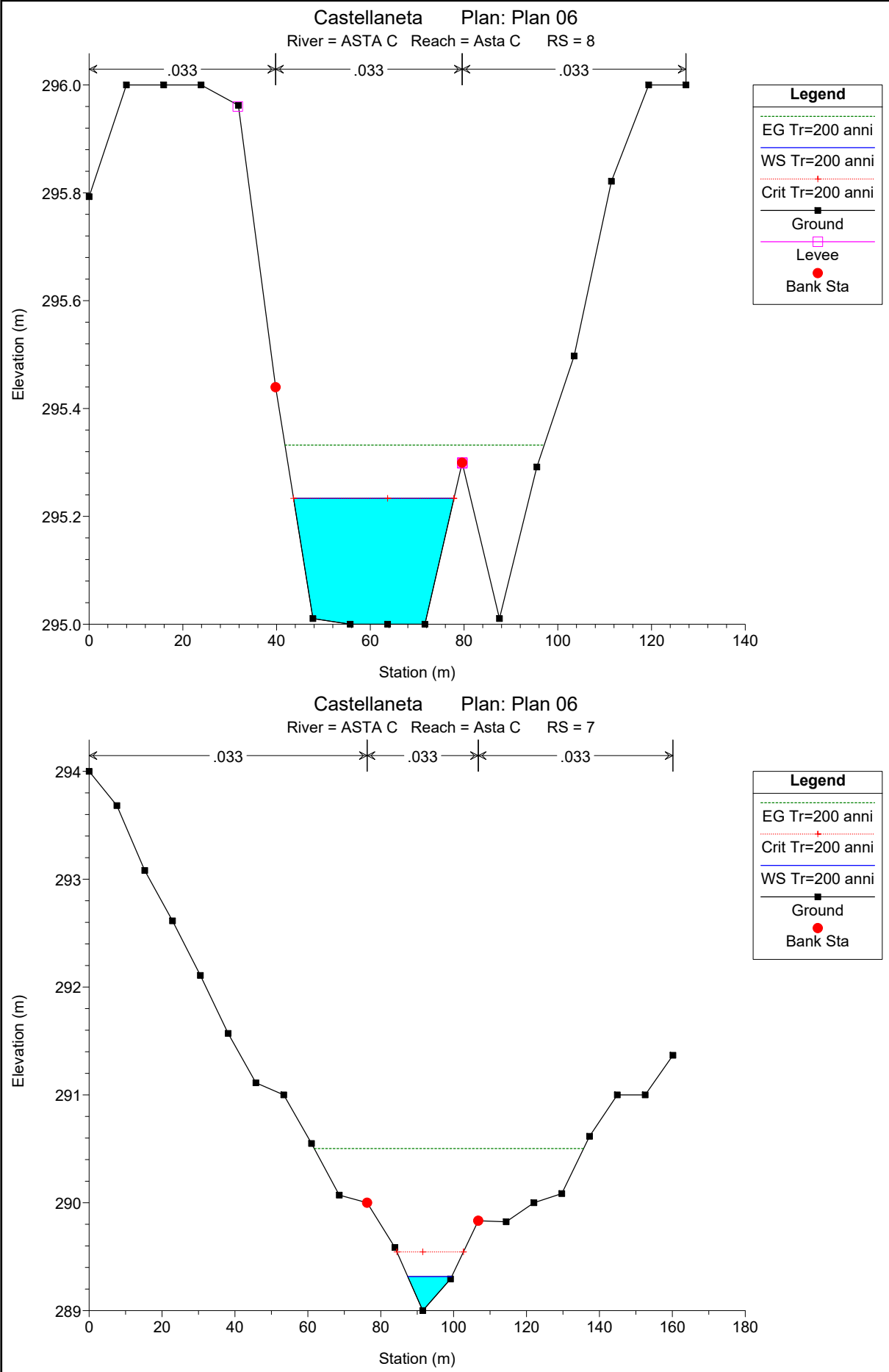


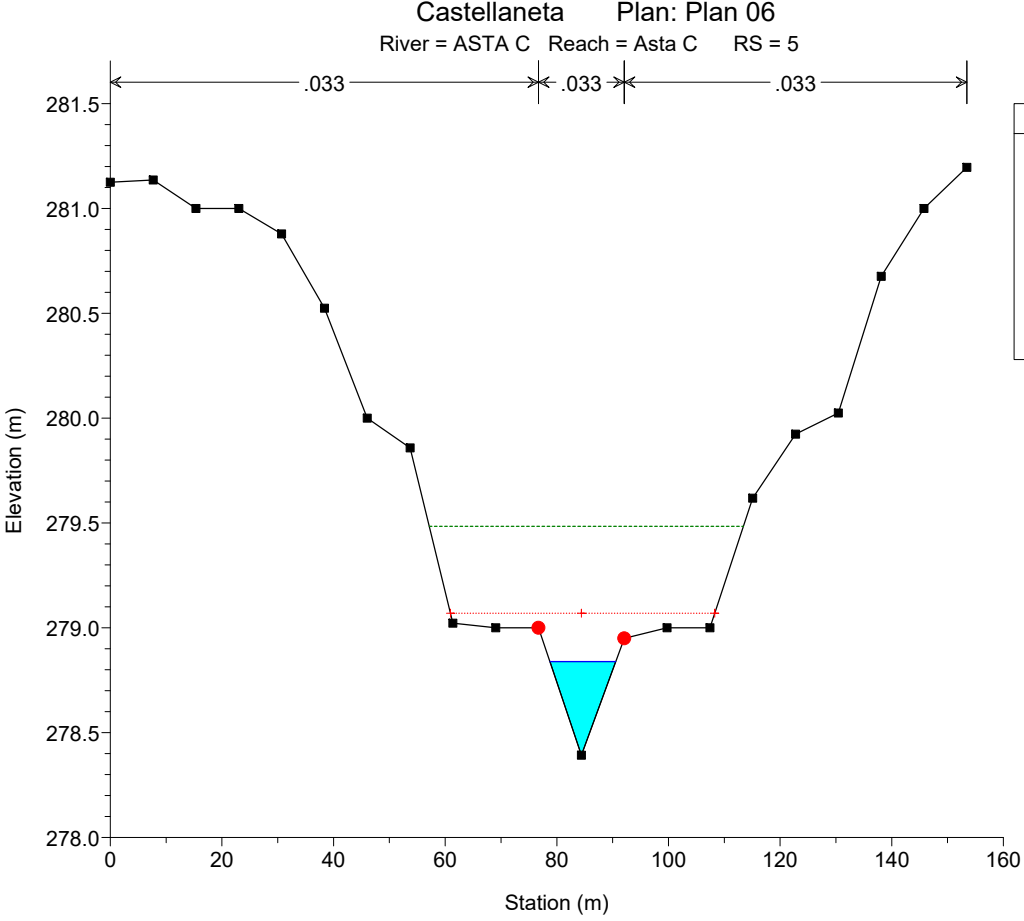
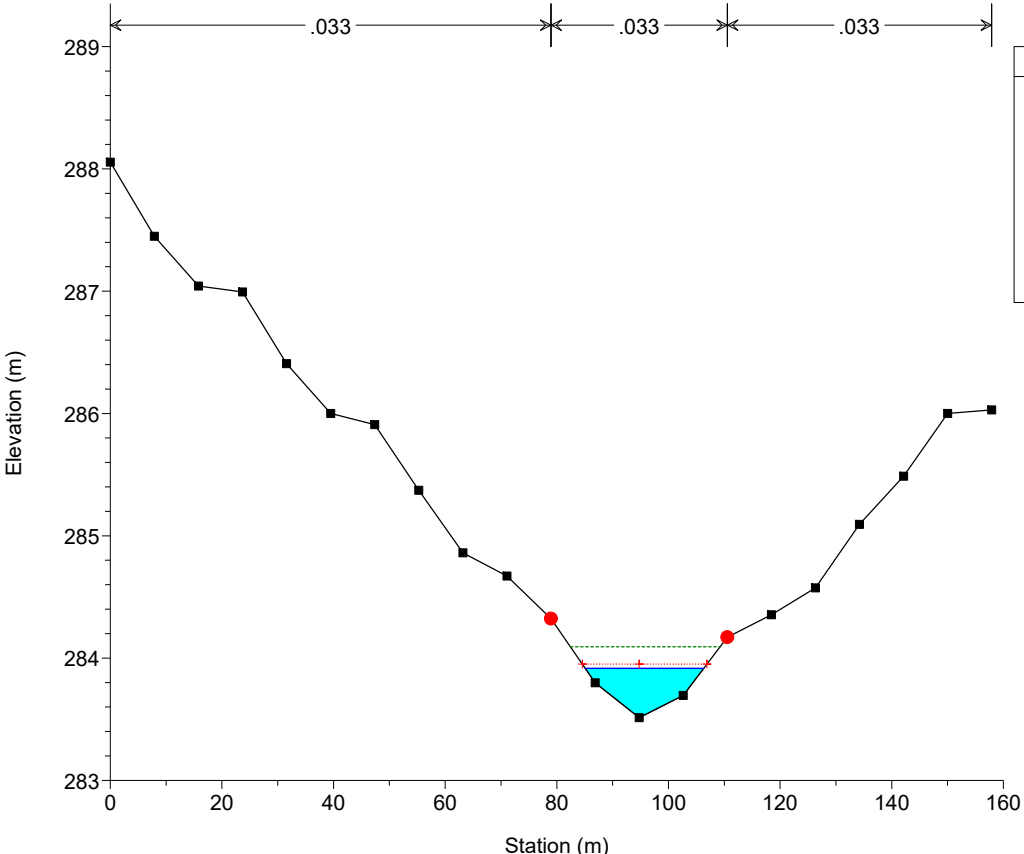
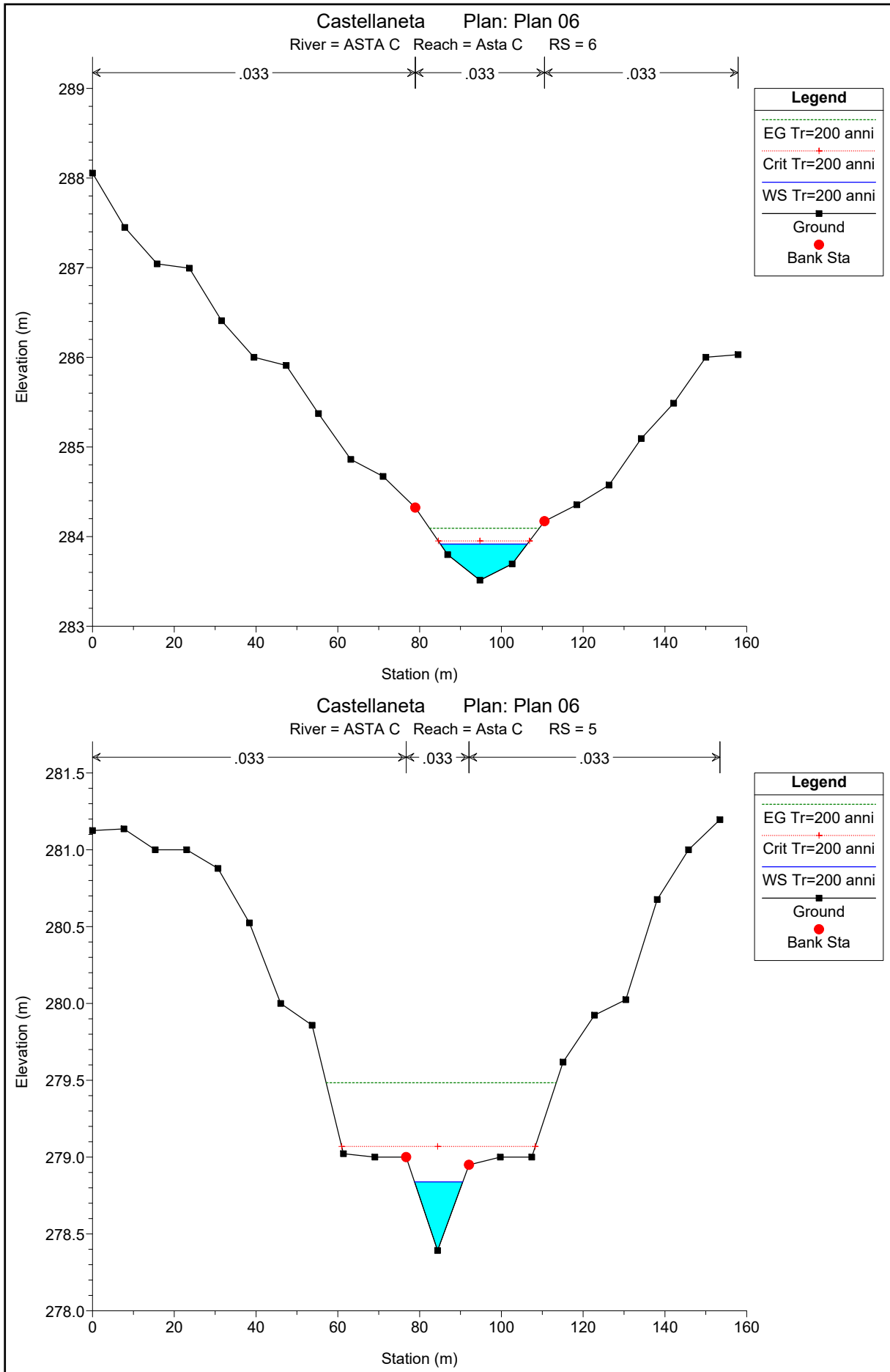


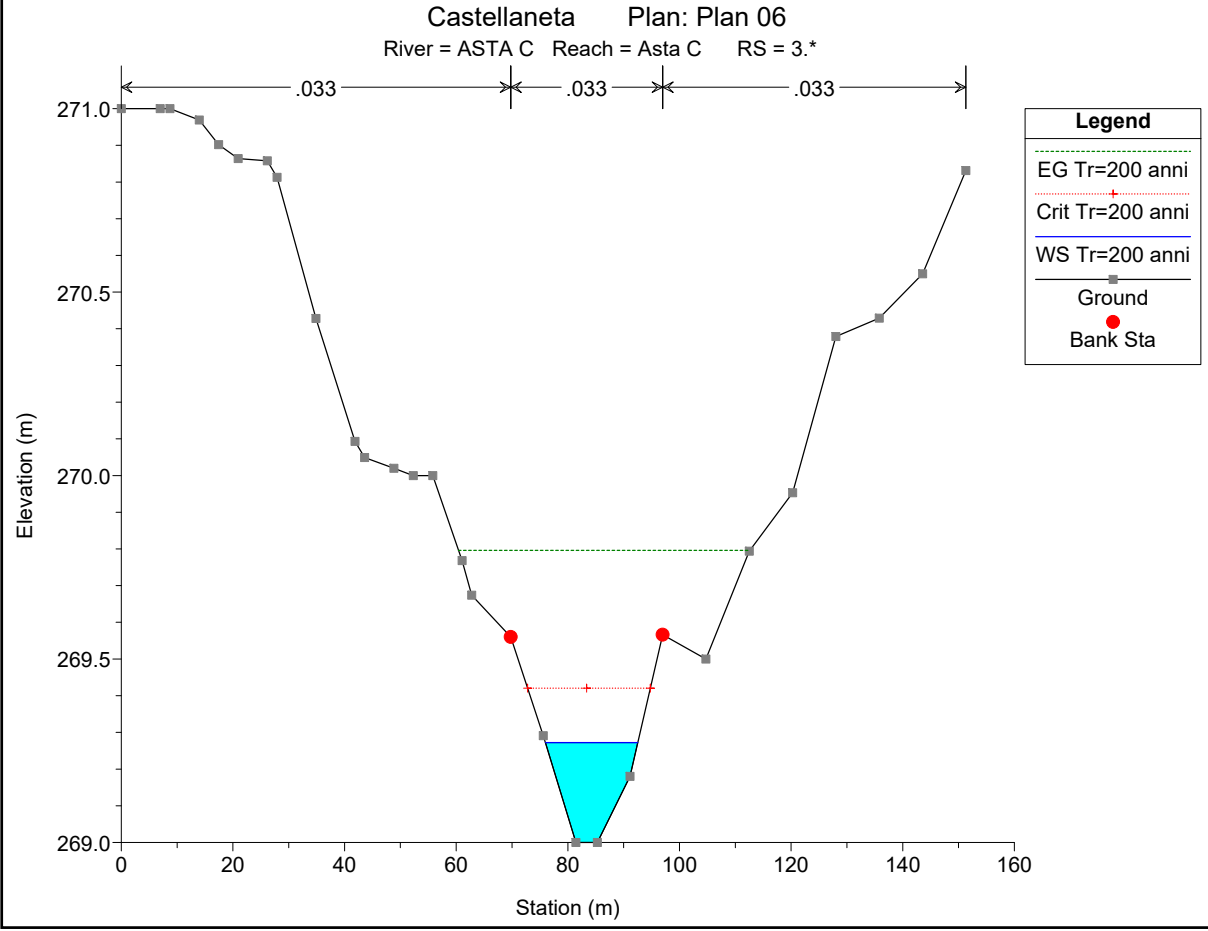
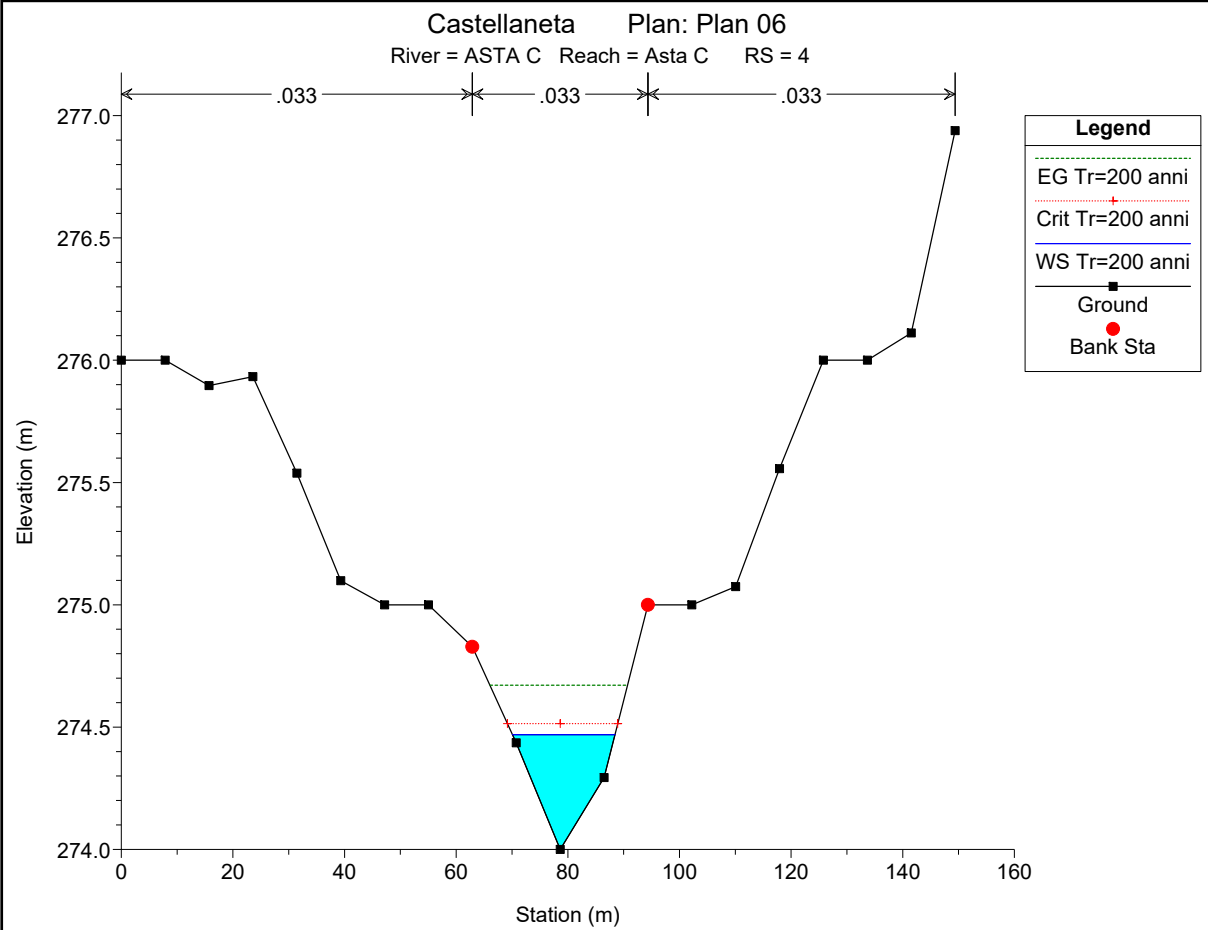


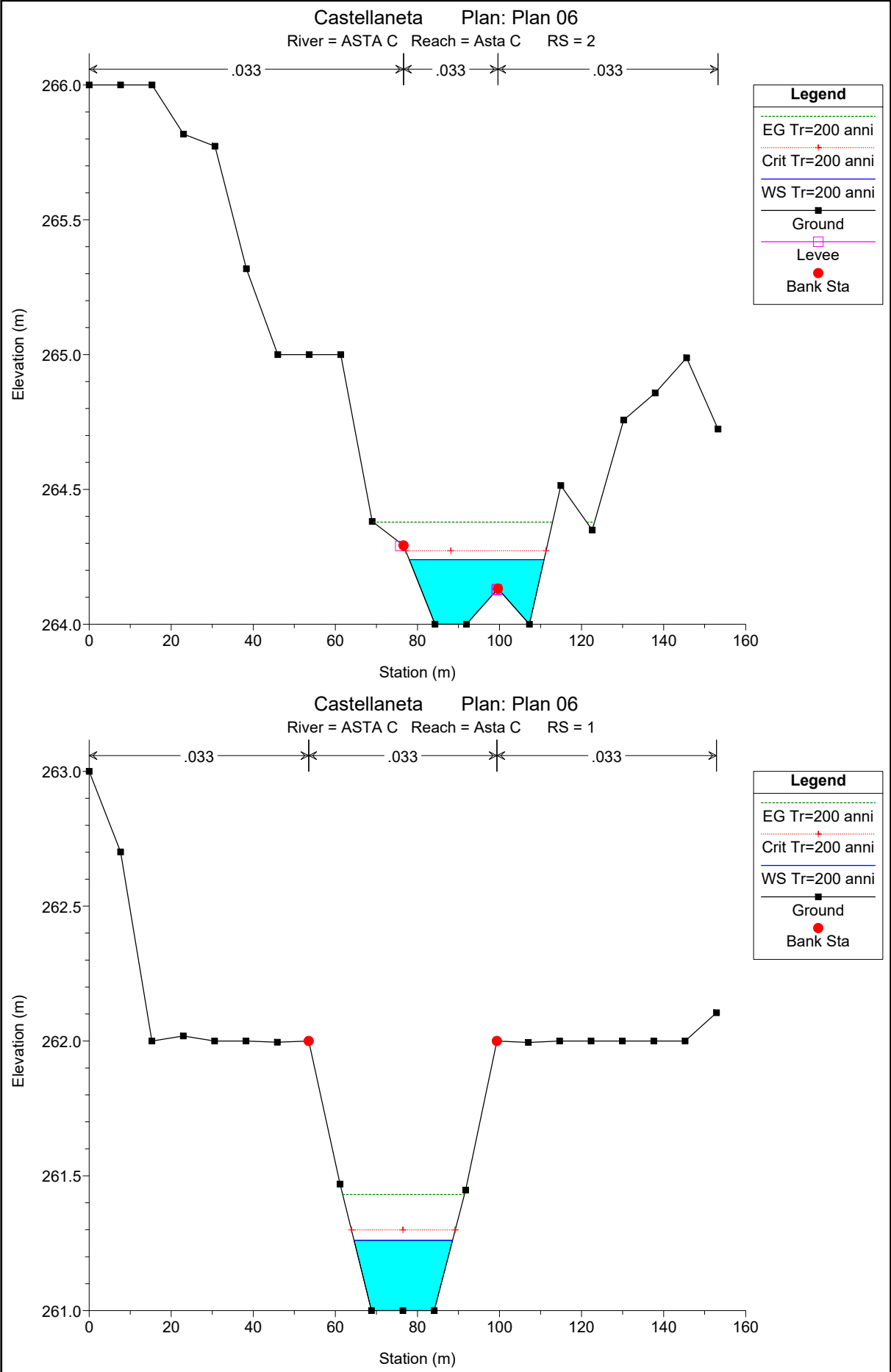
ASTA C



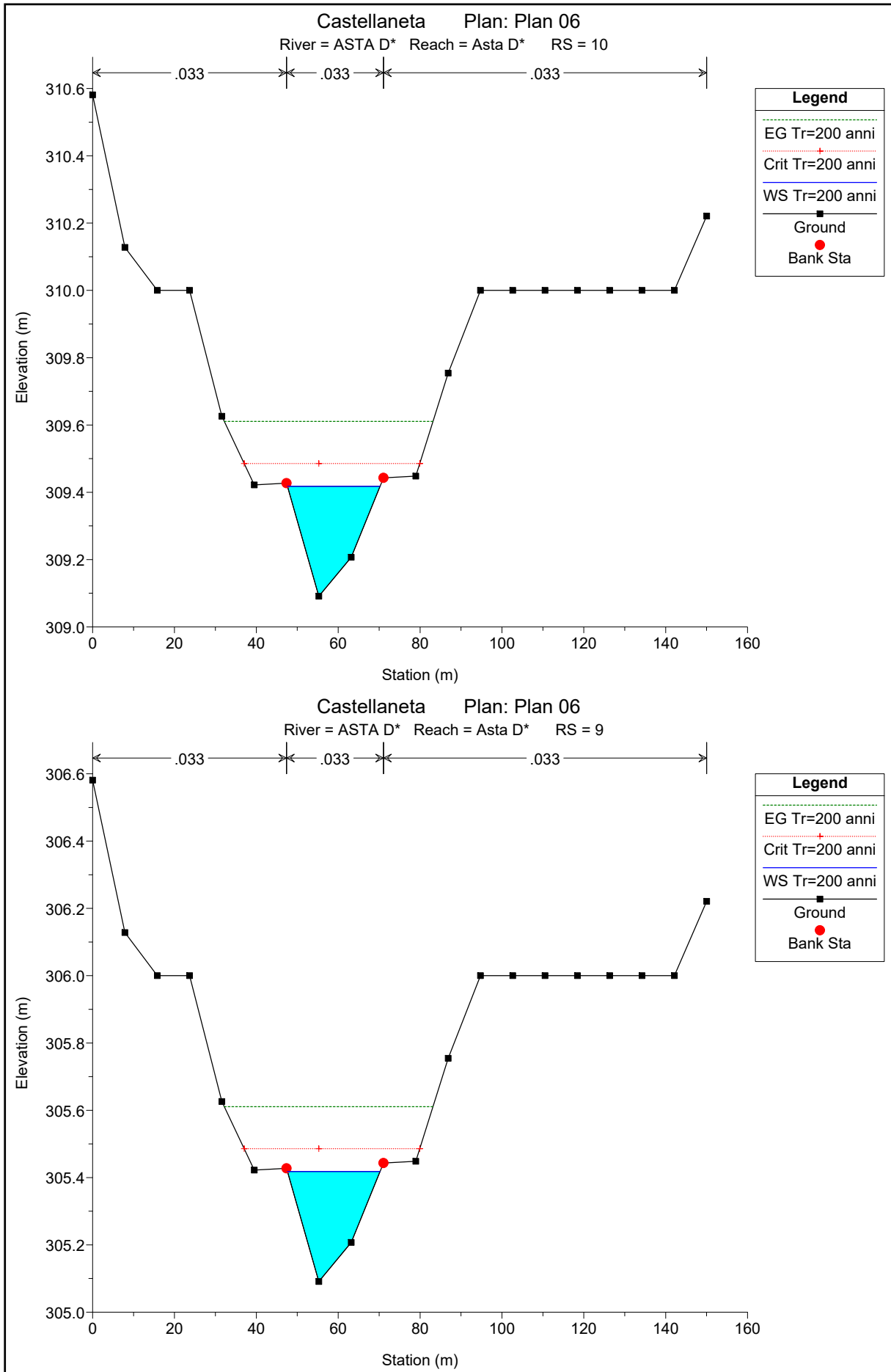


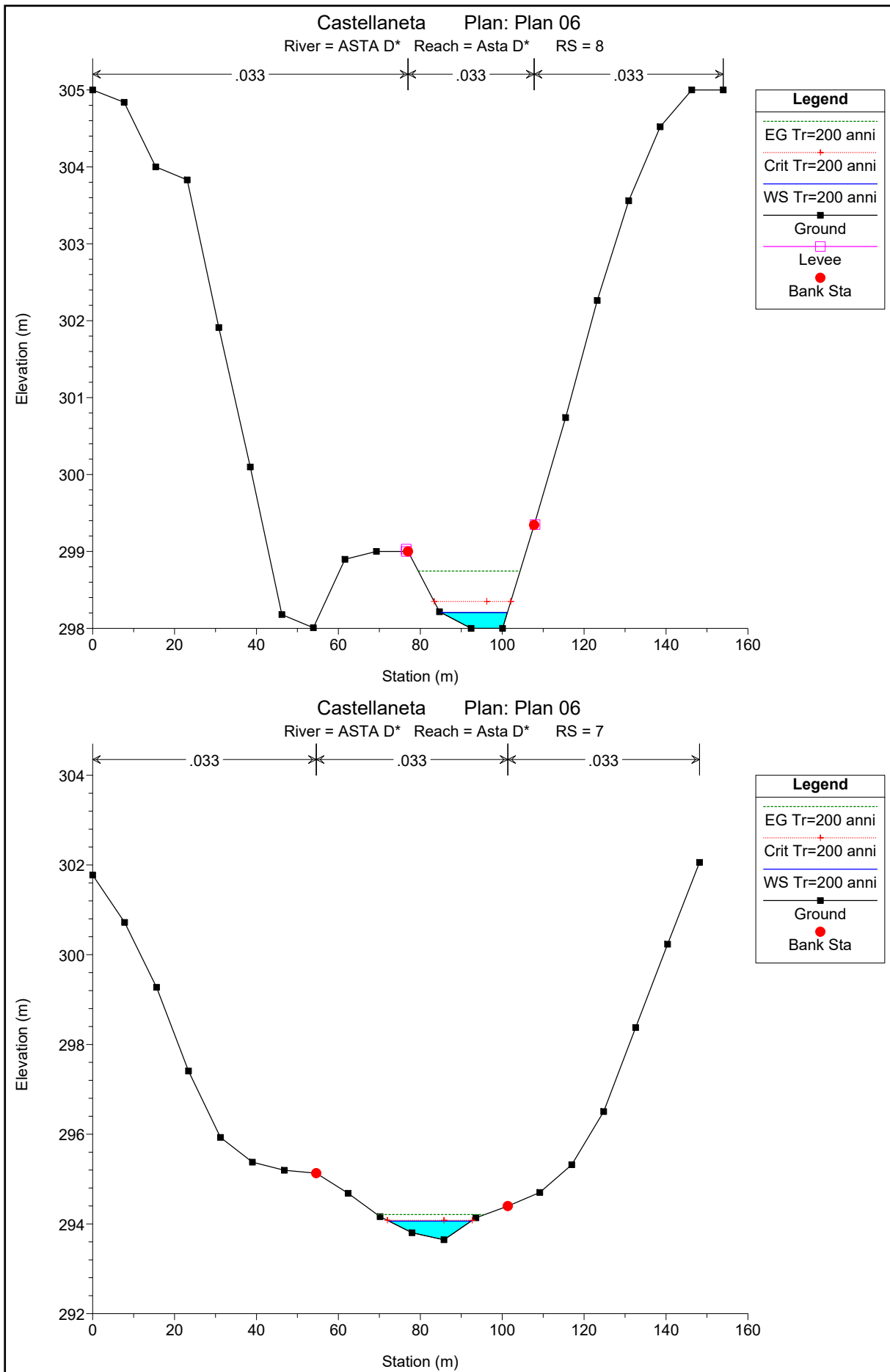


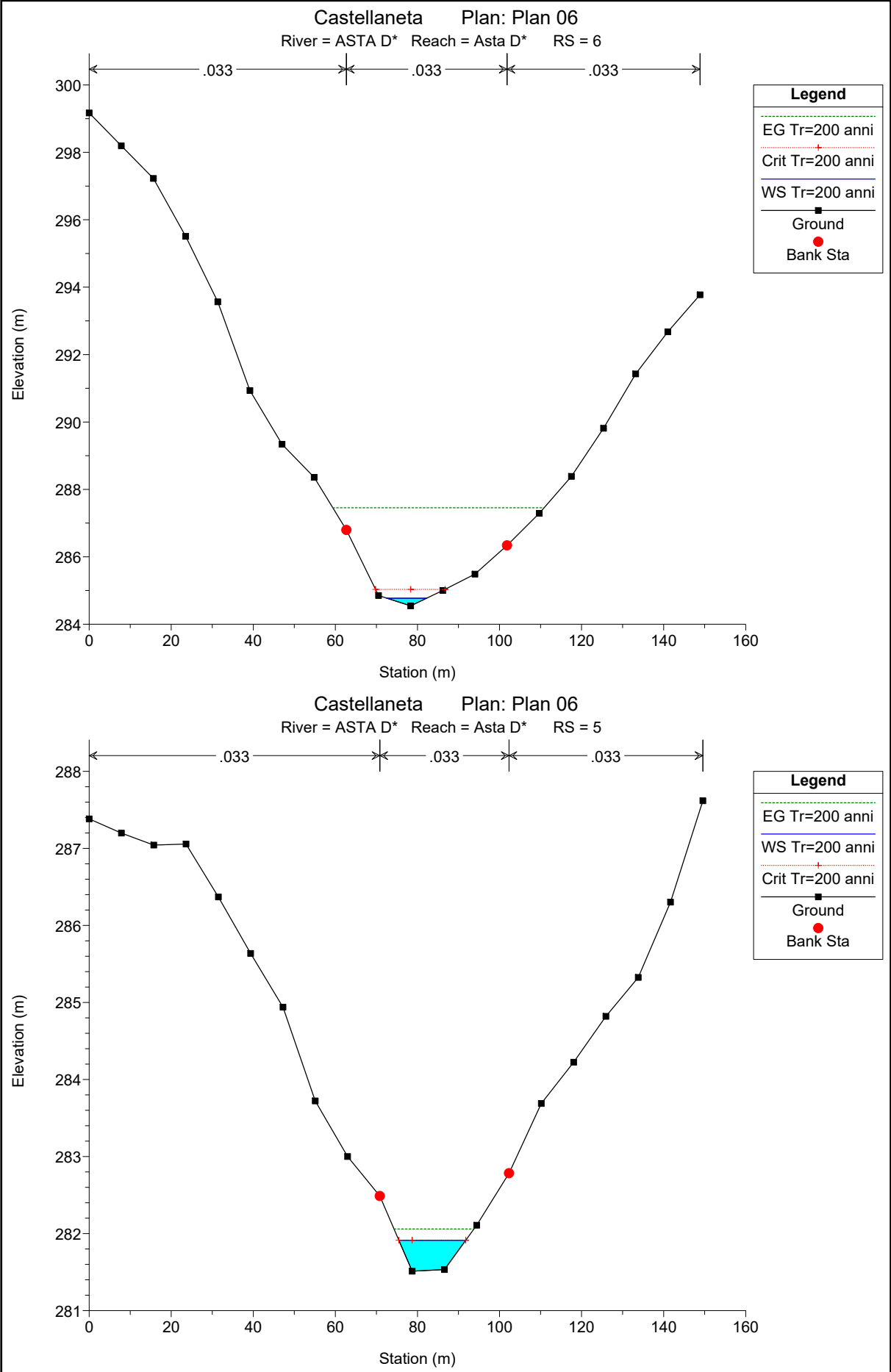


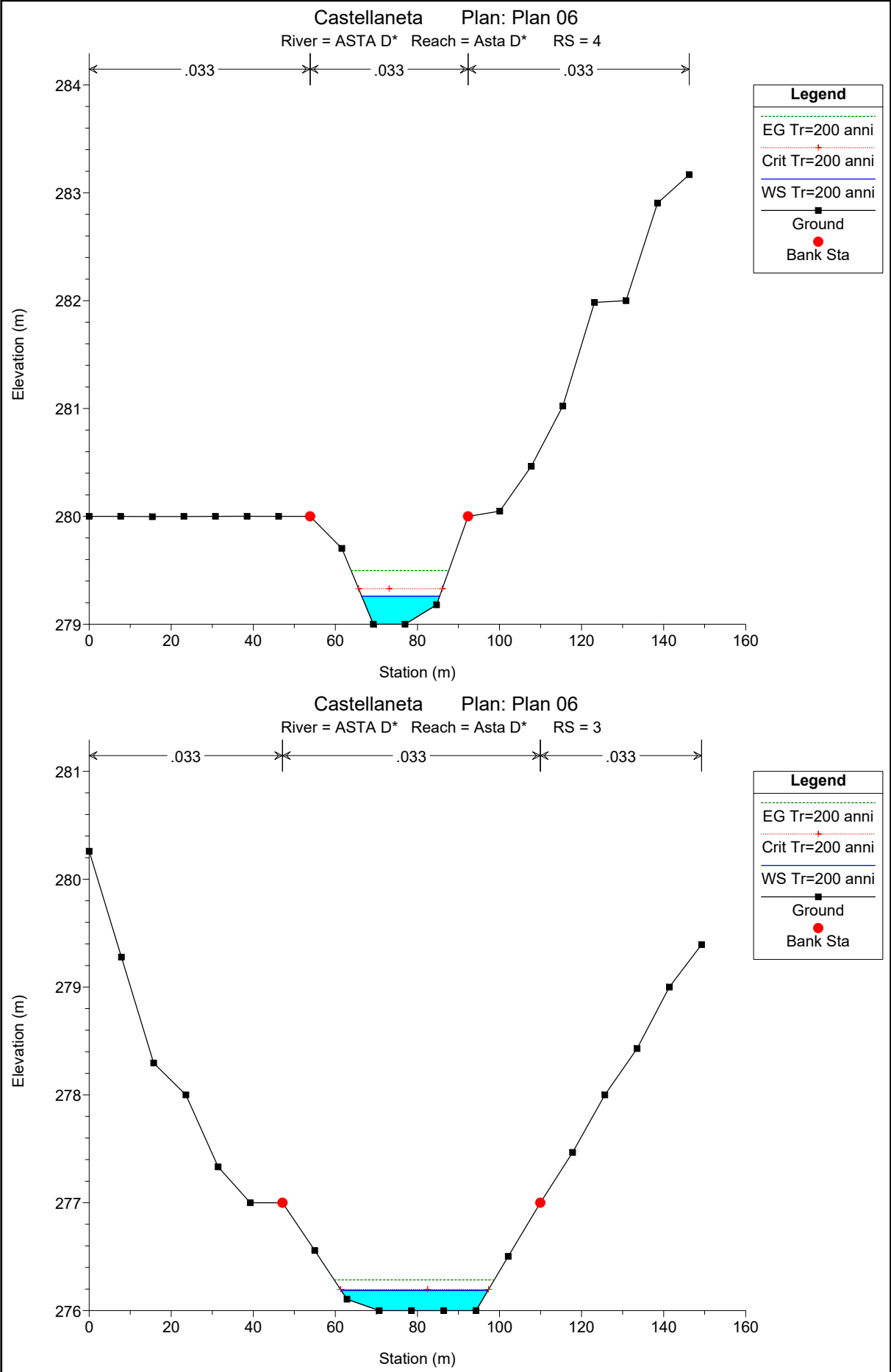


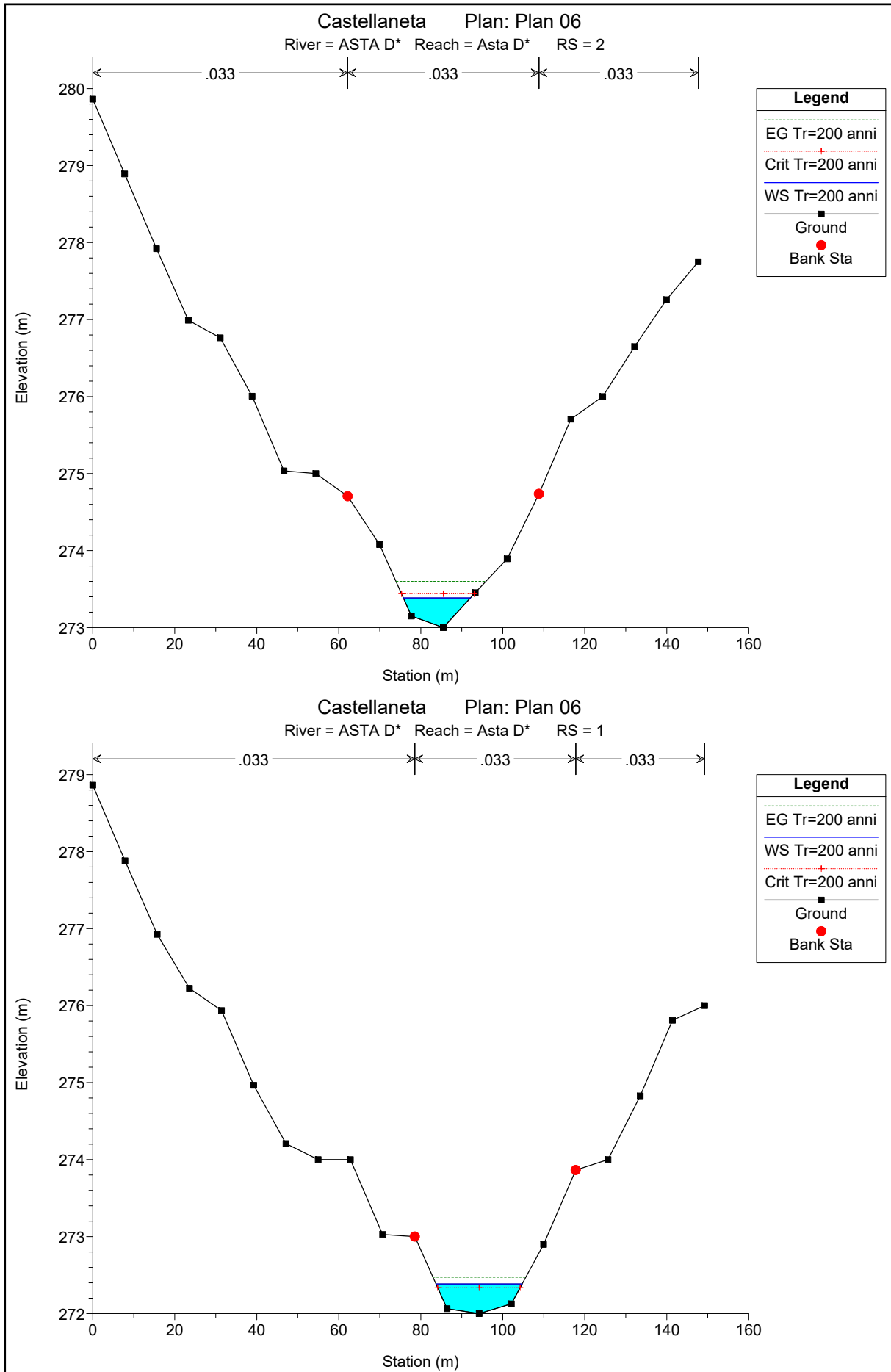
ASTA D*



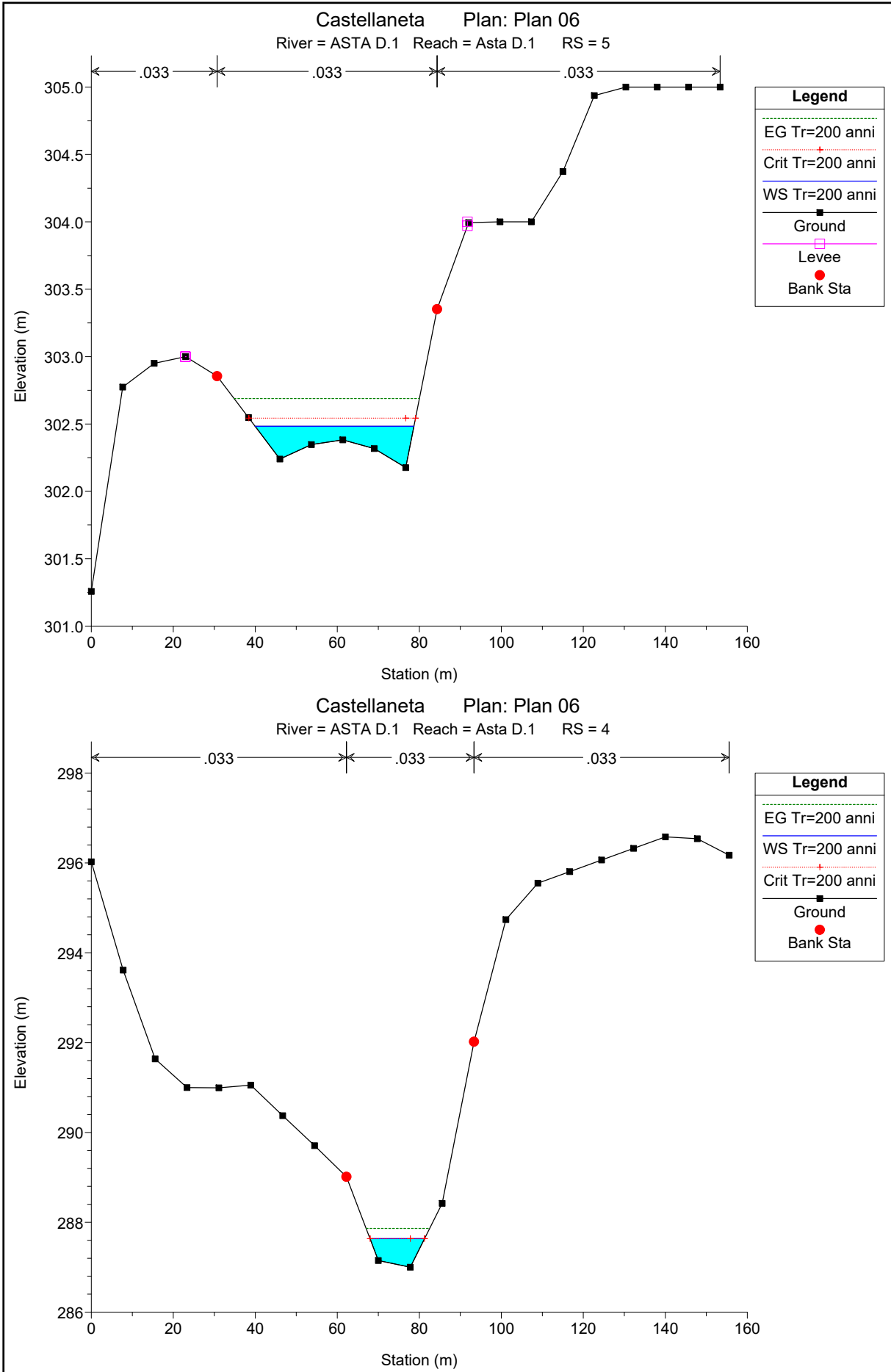


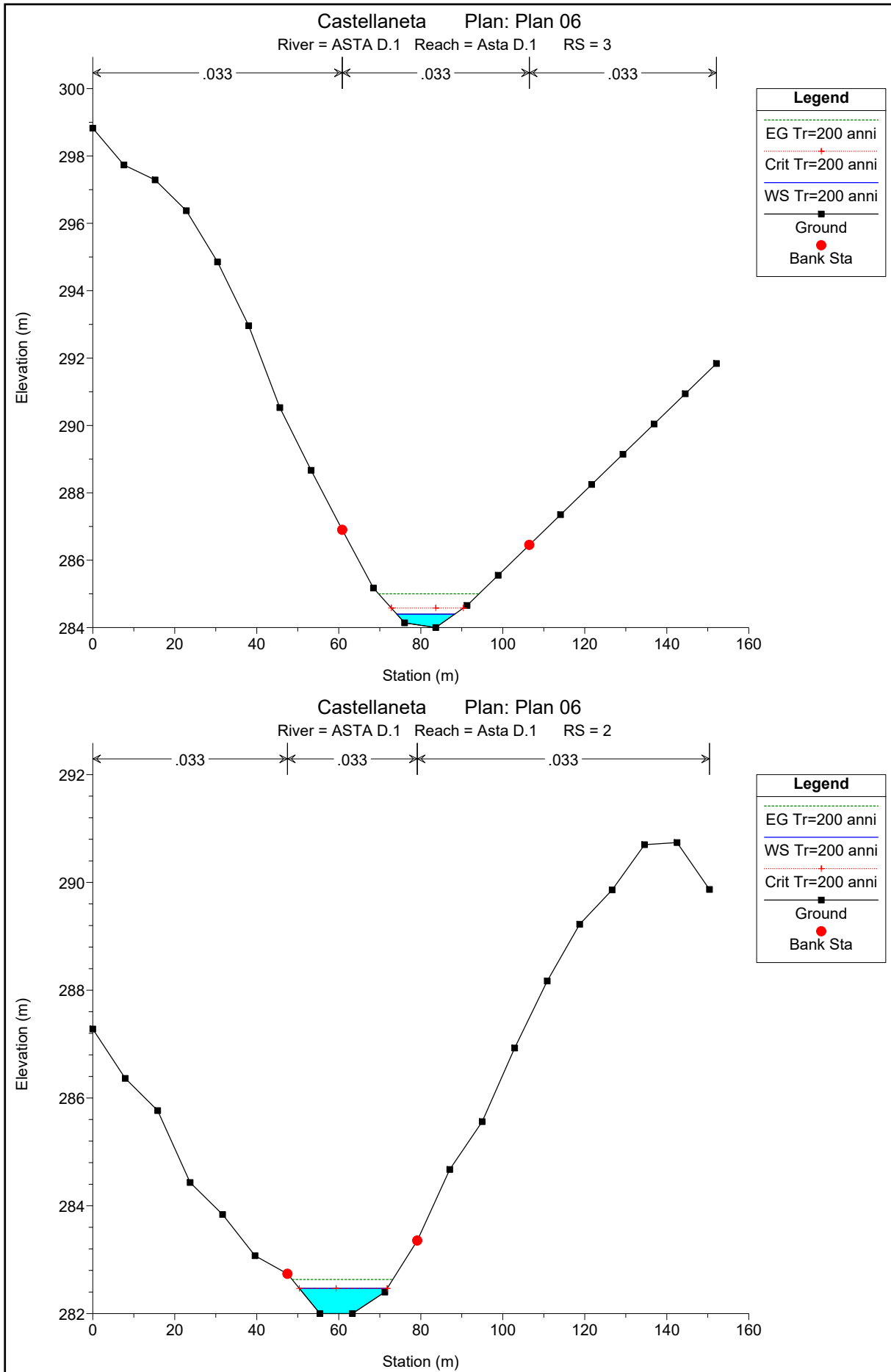


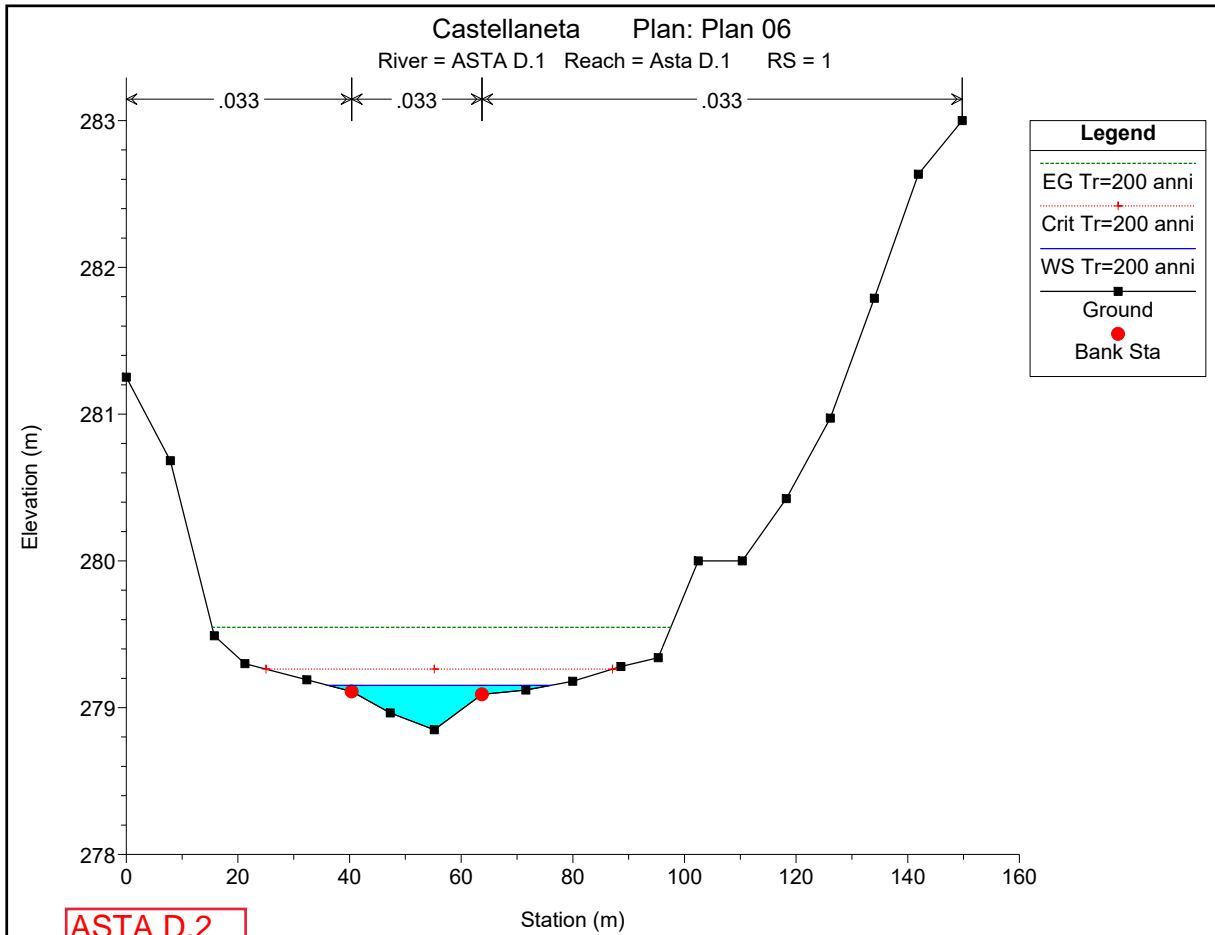




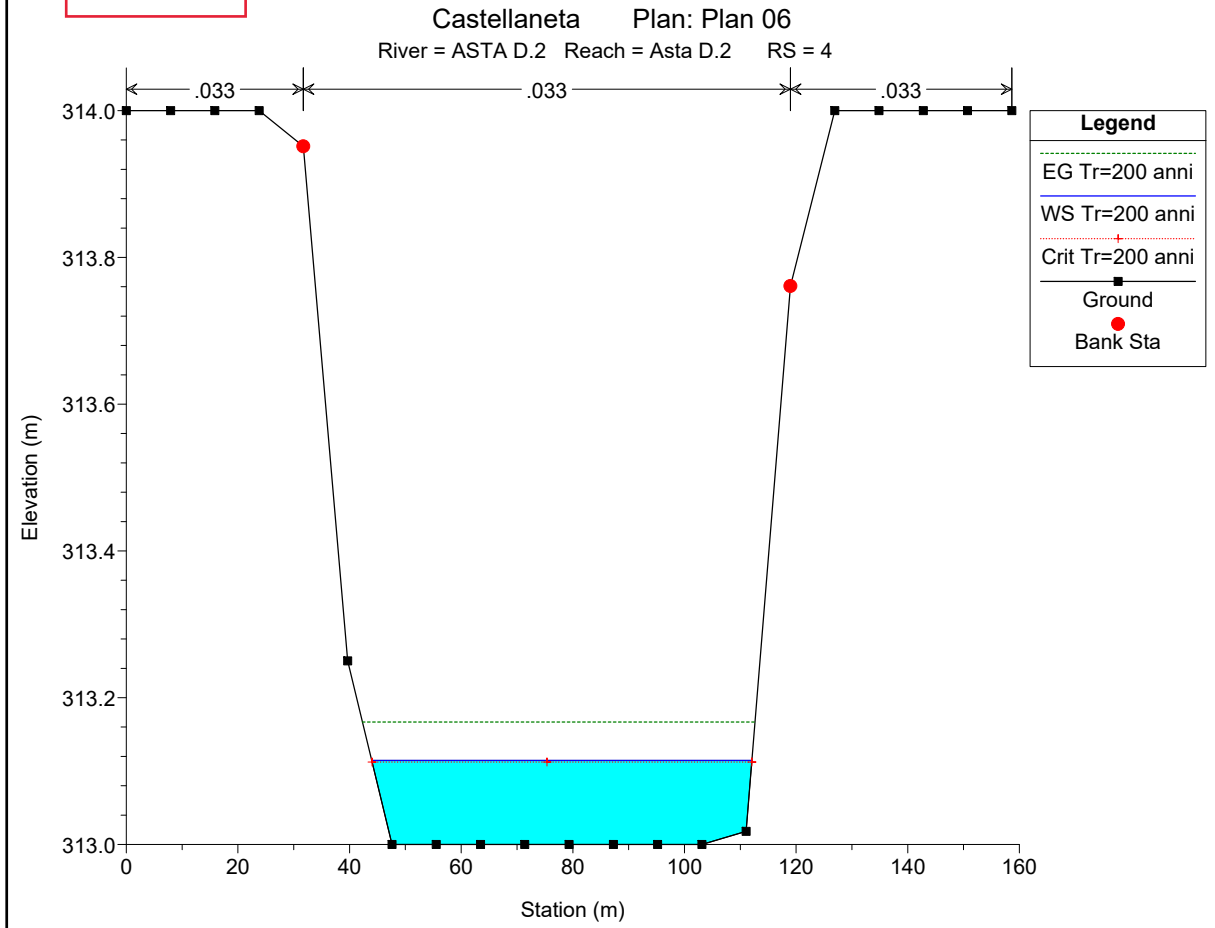
ASTA D.1

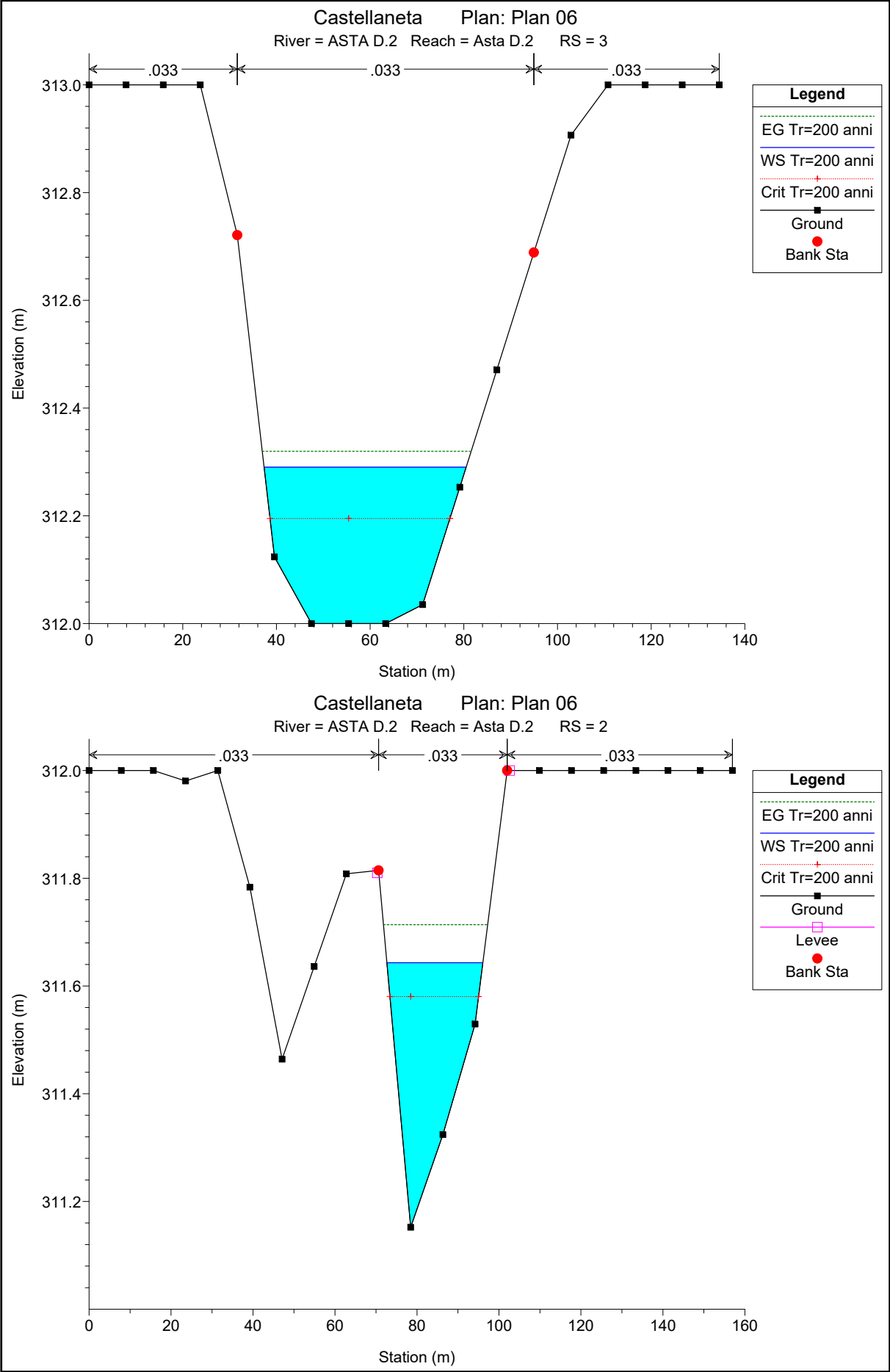


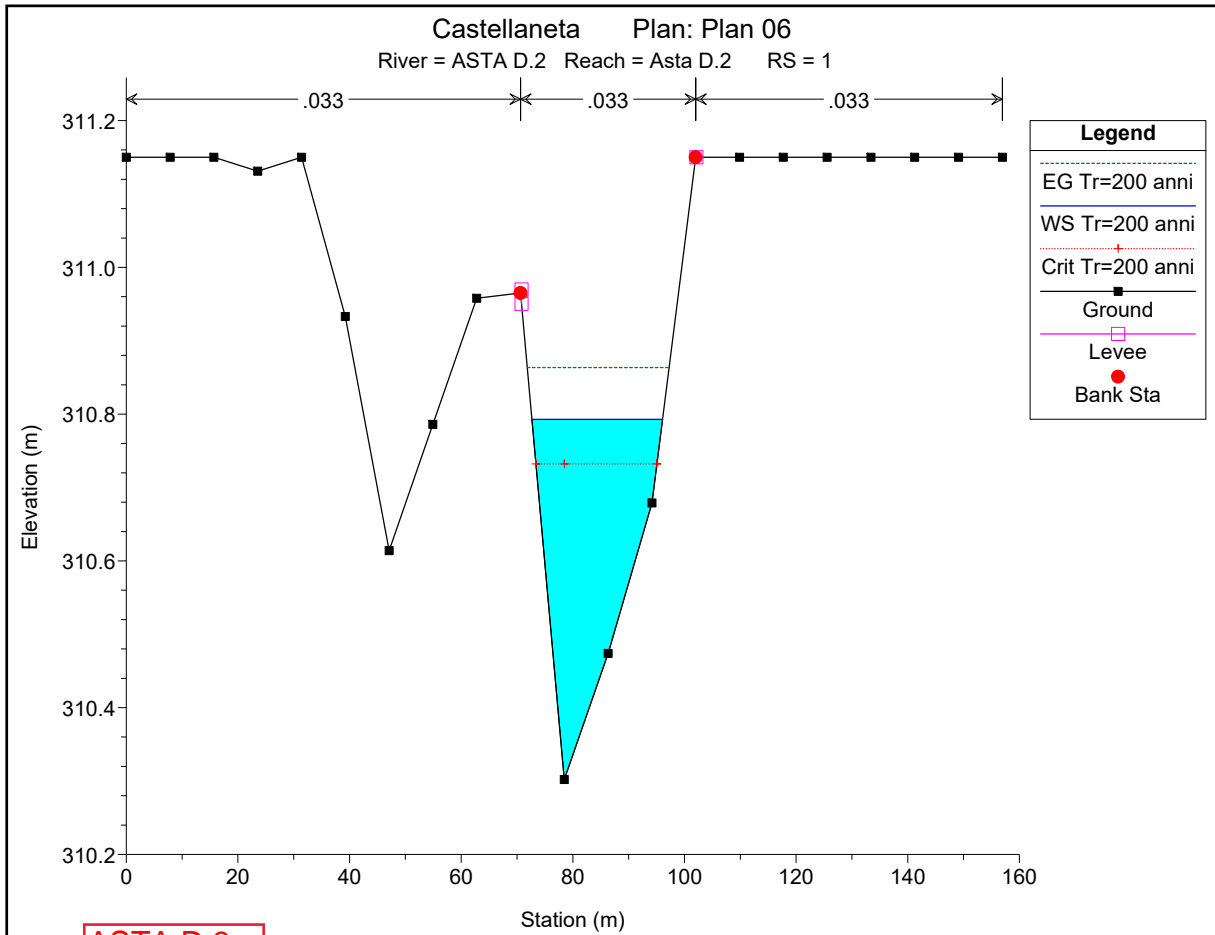




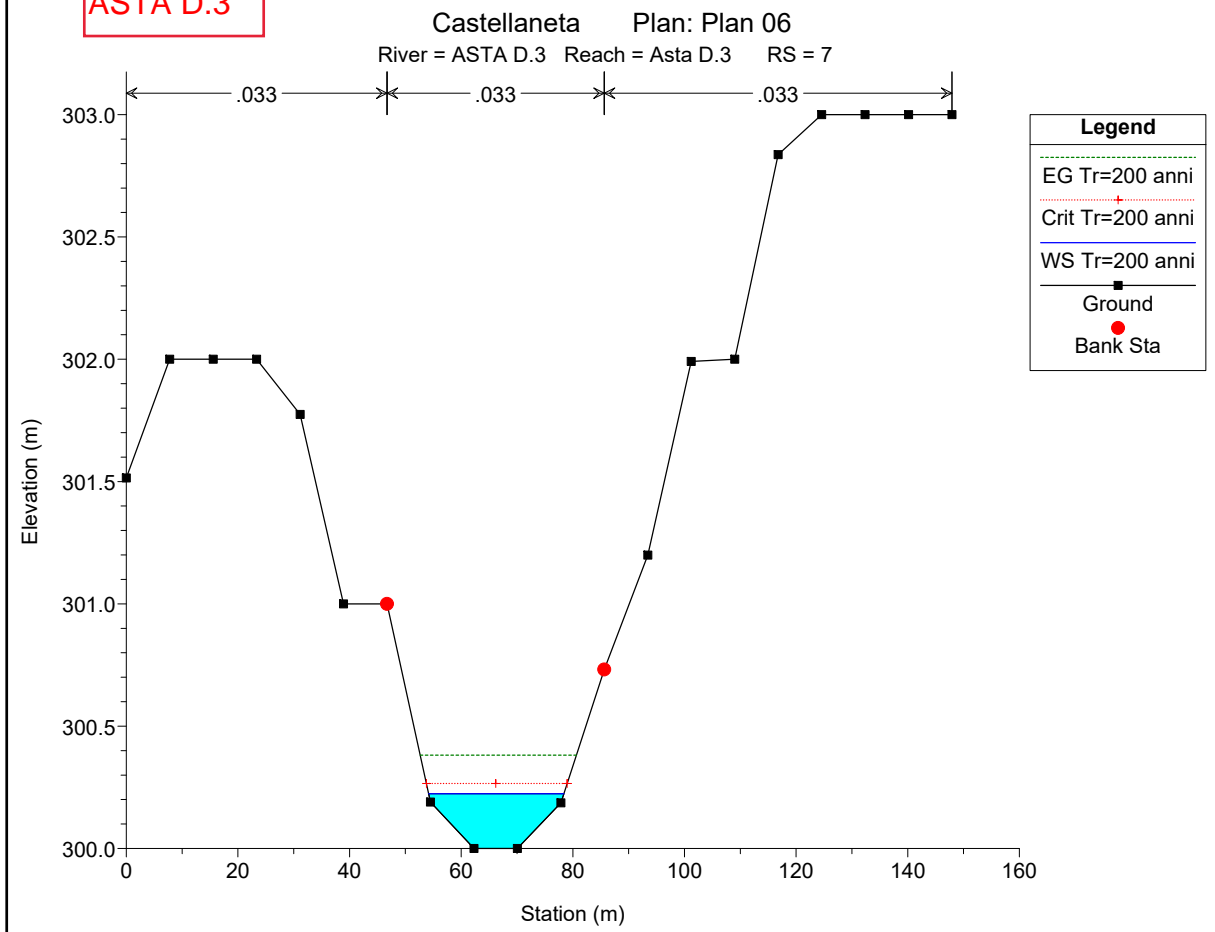
ASTA D.2

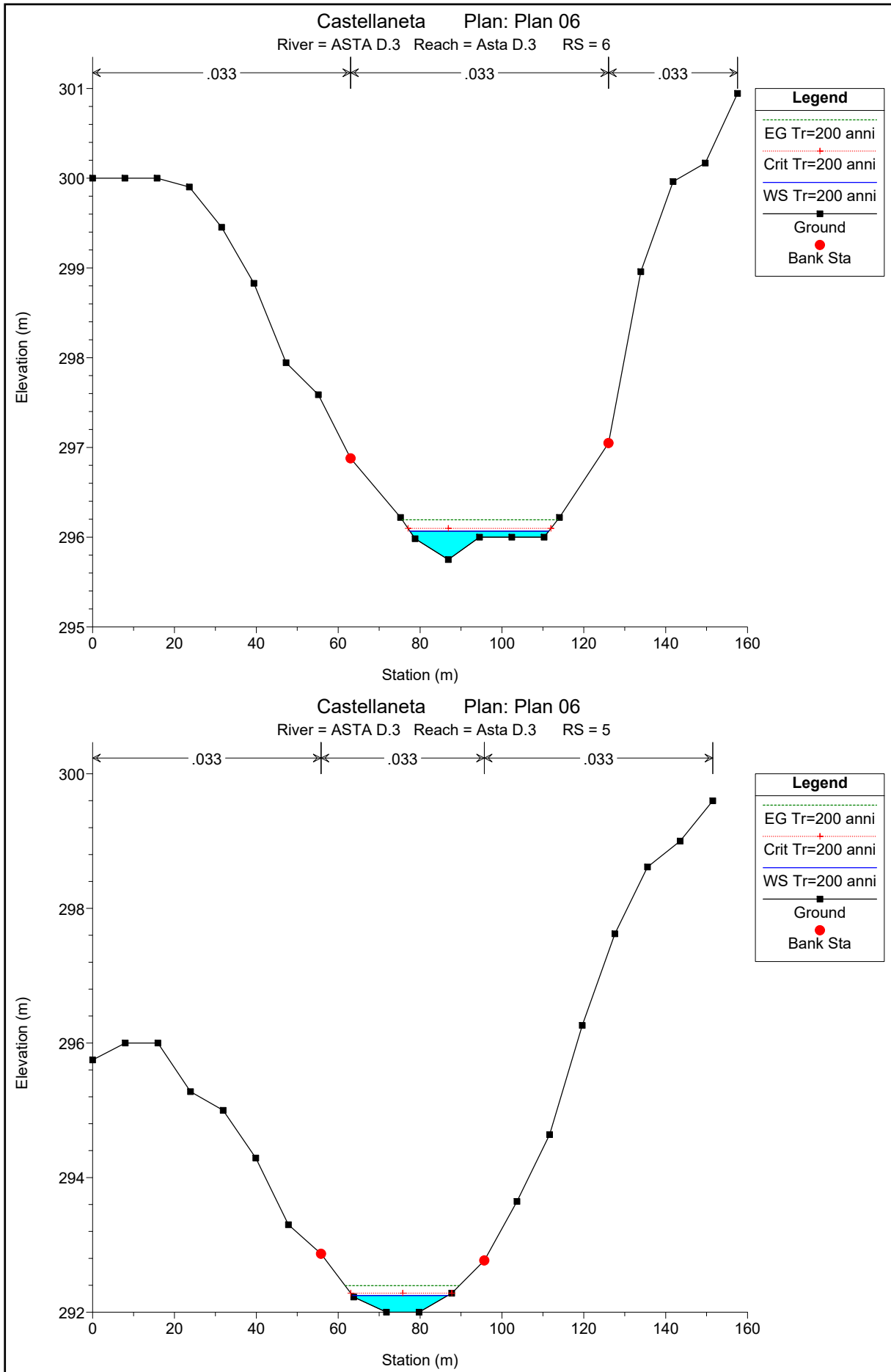


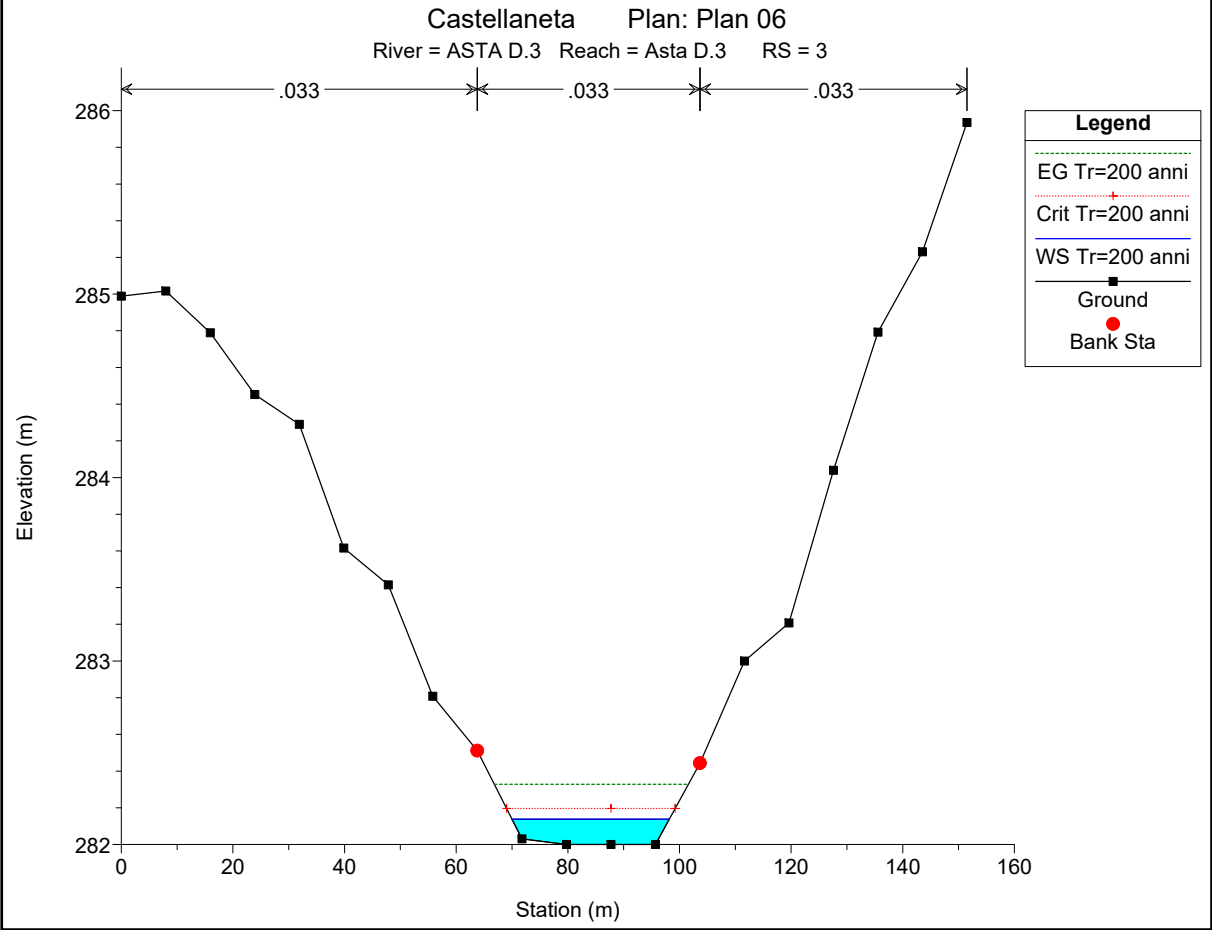
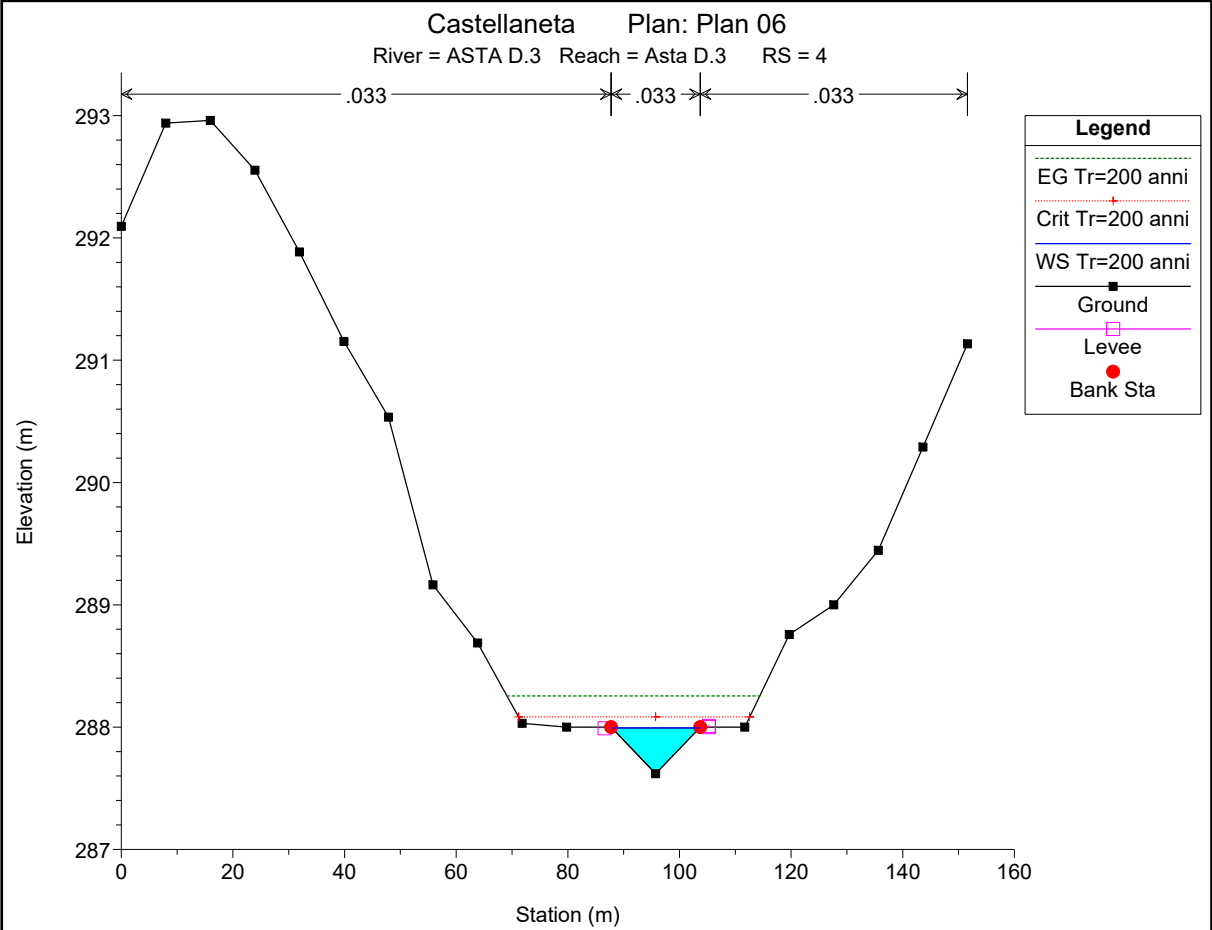


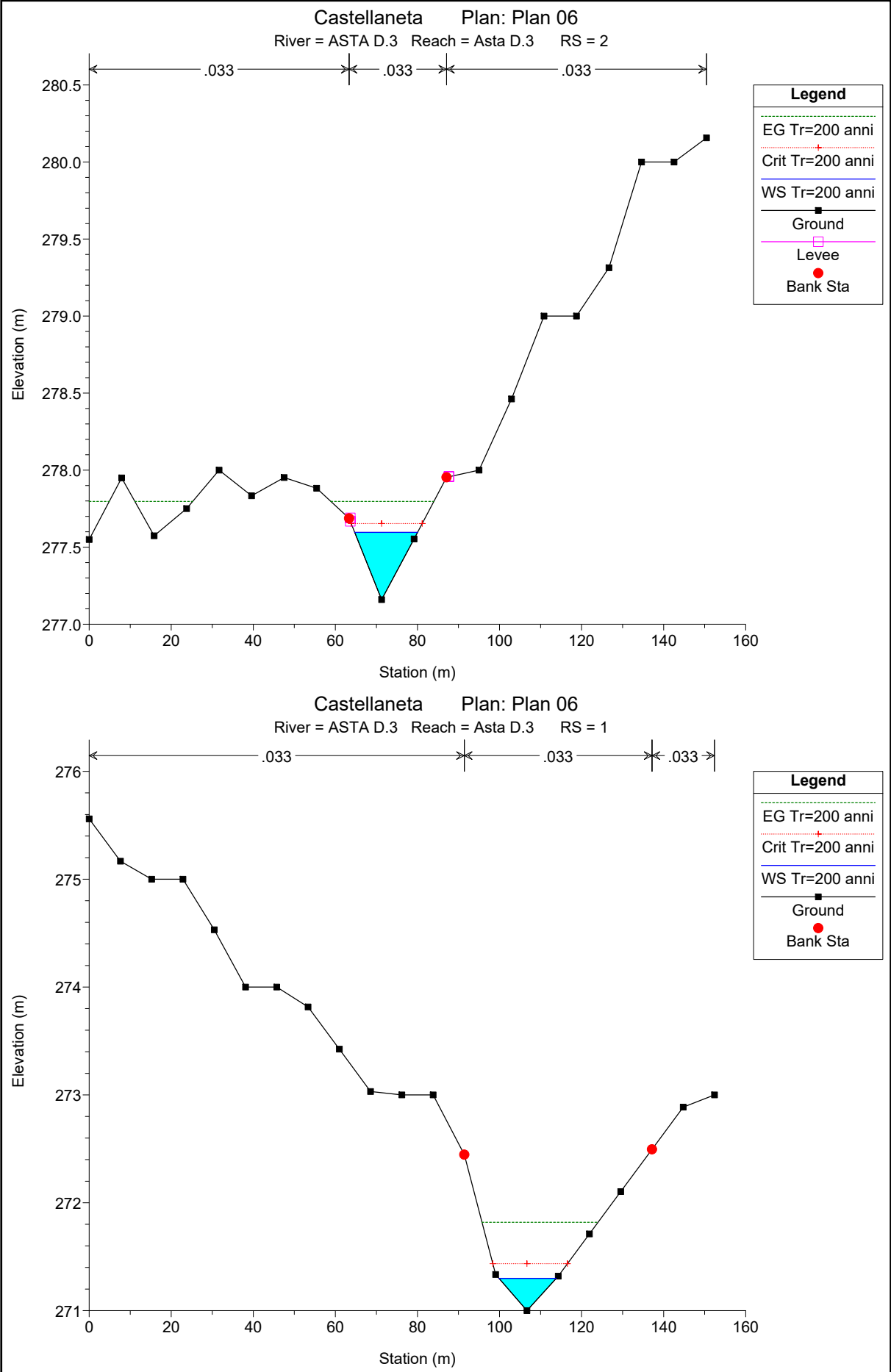


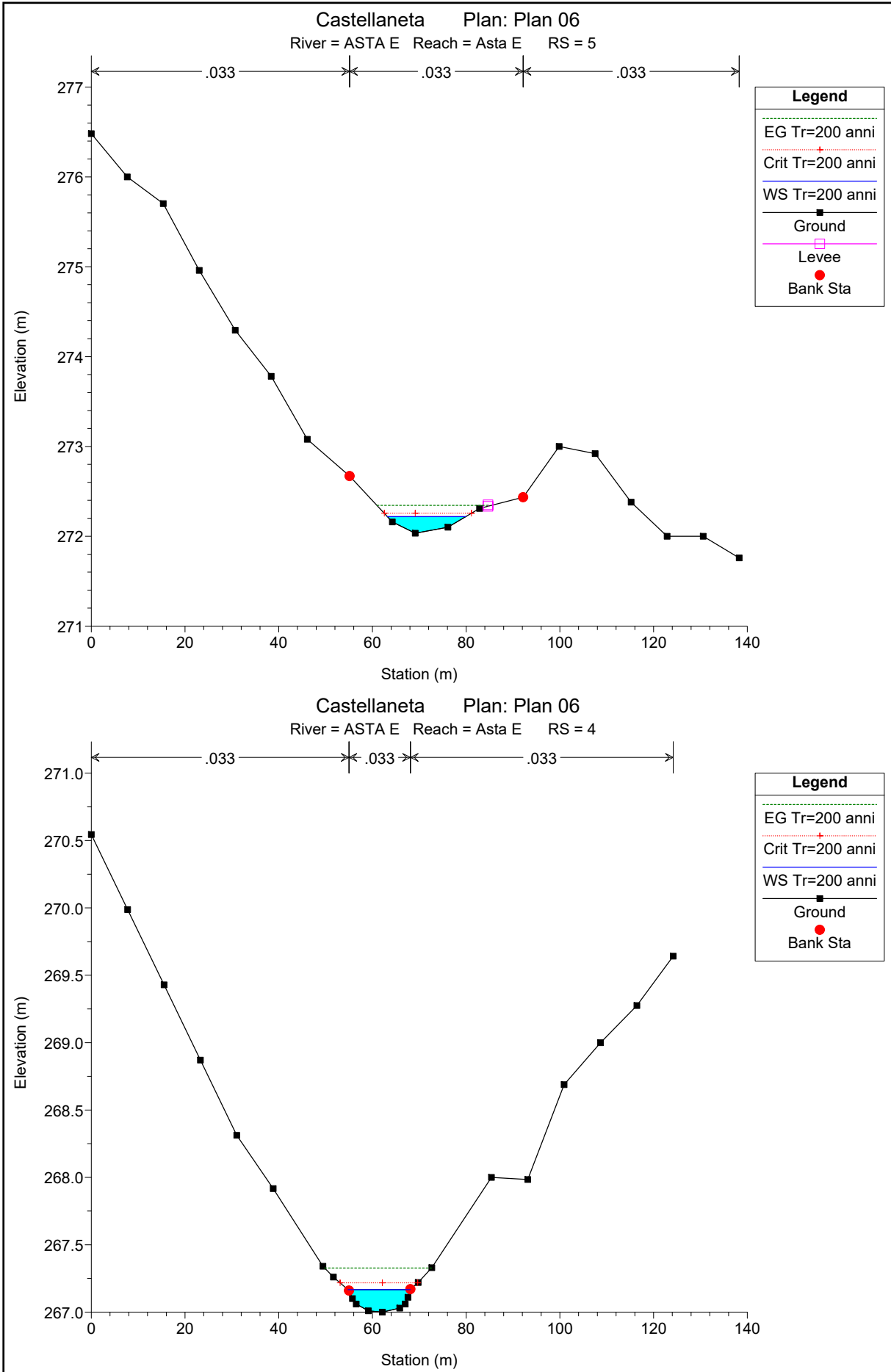
ASTA D.3

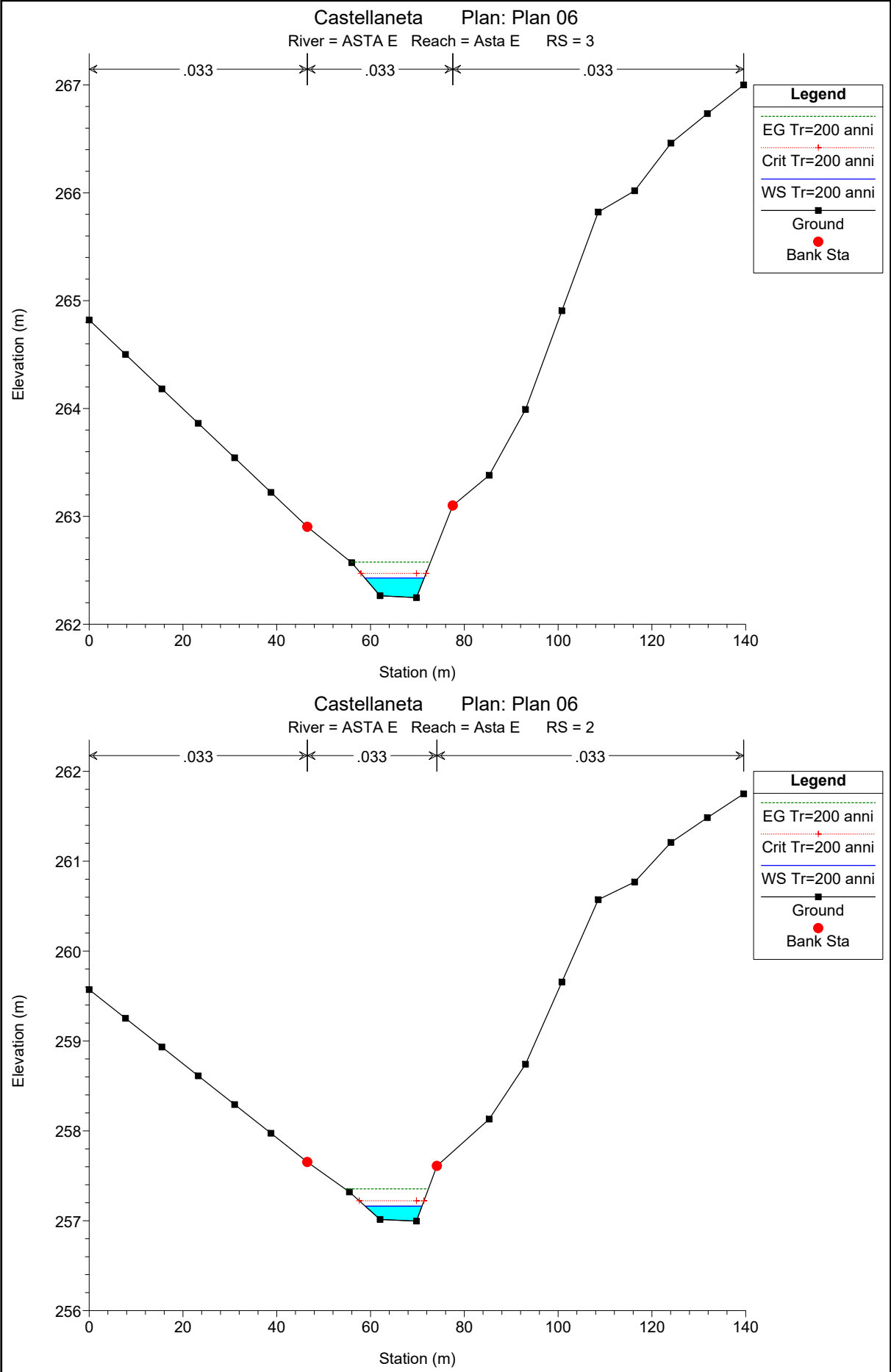


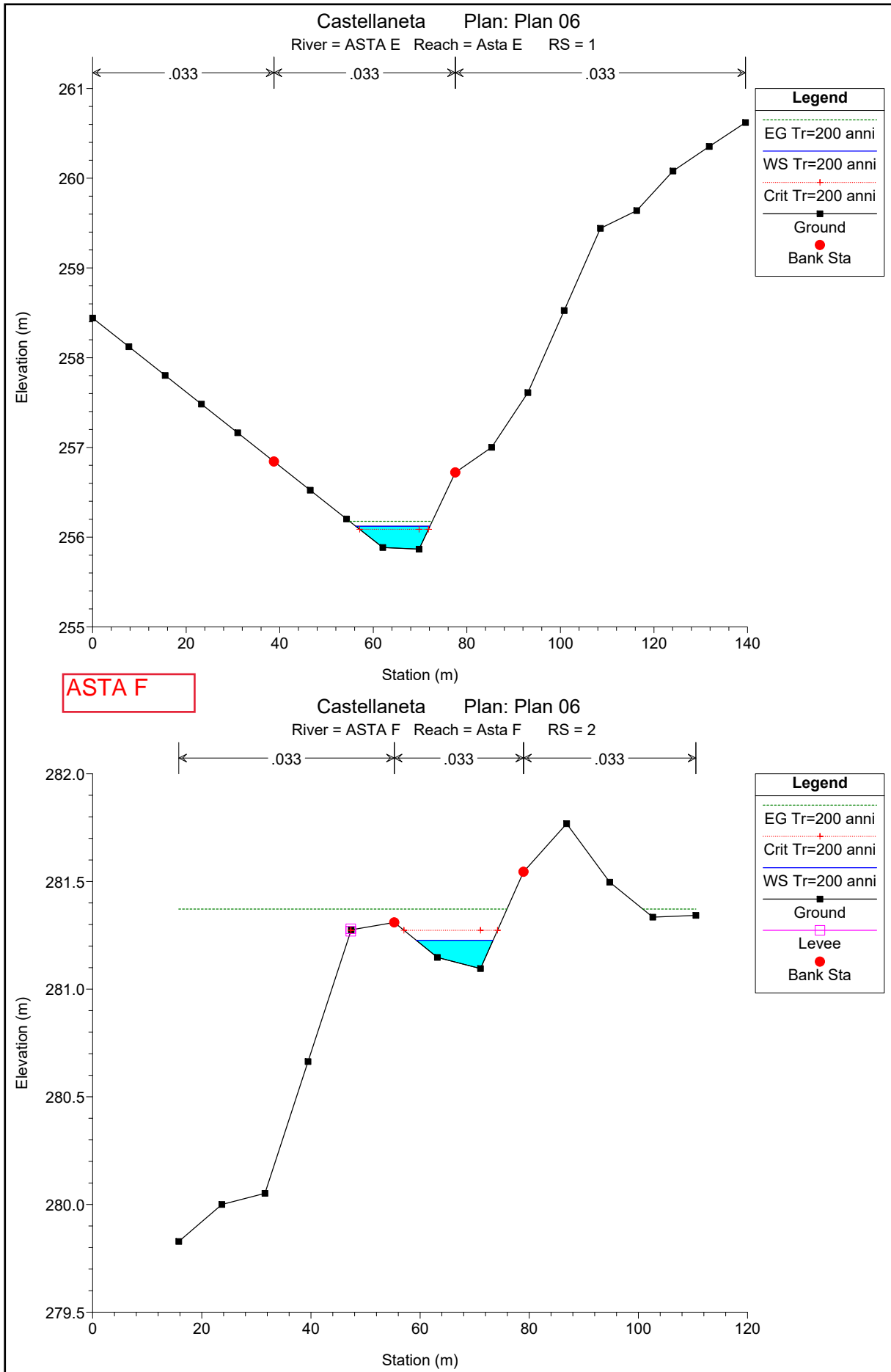


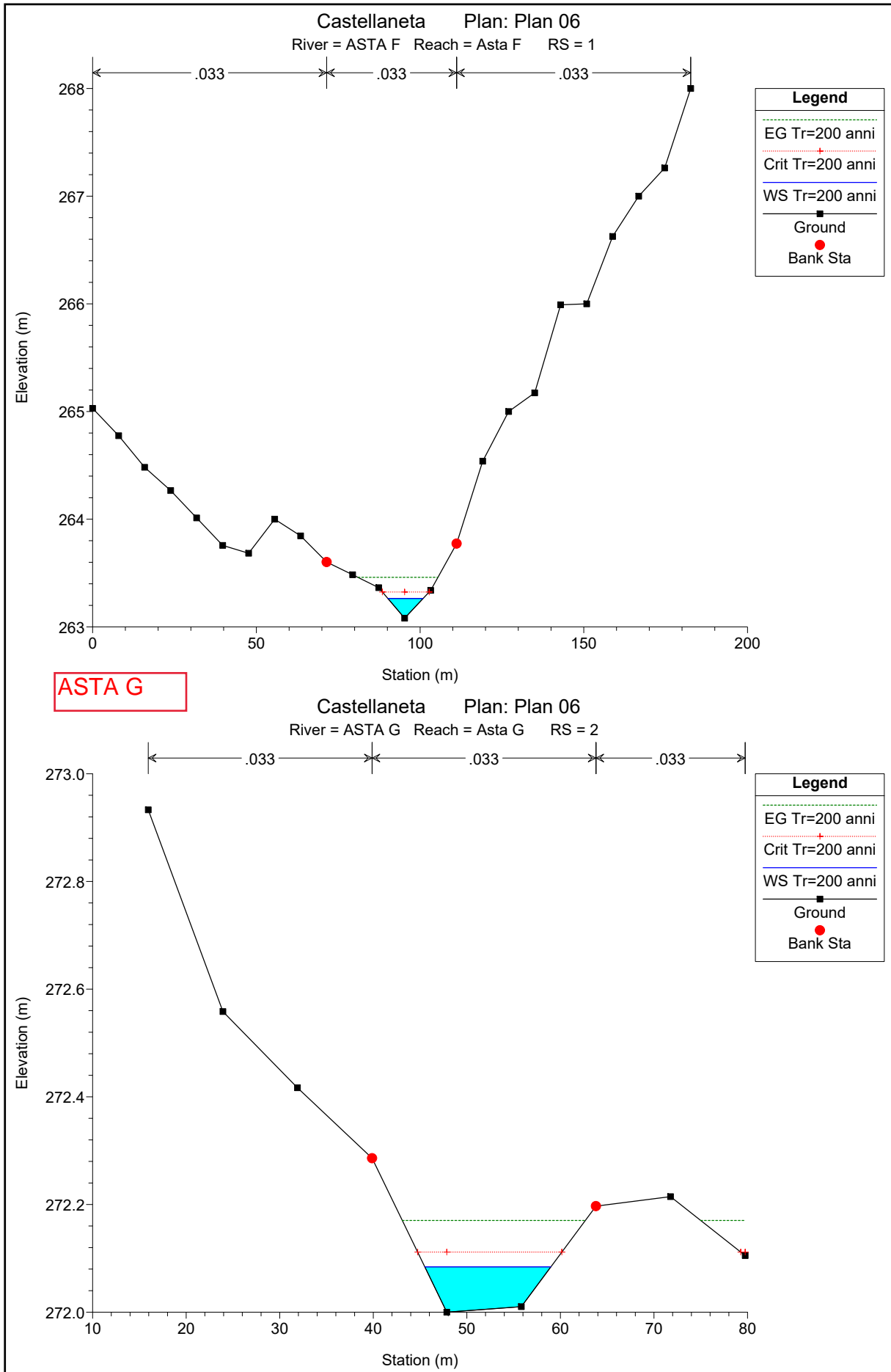


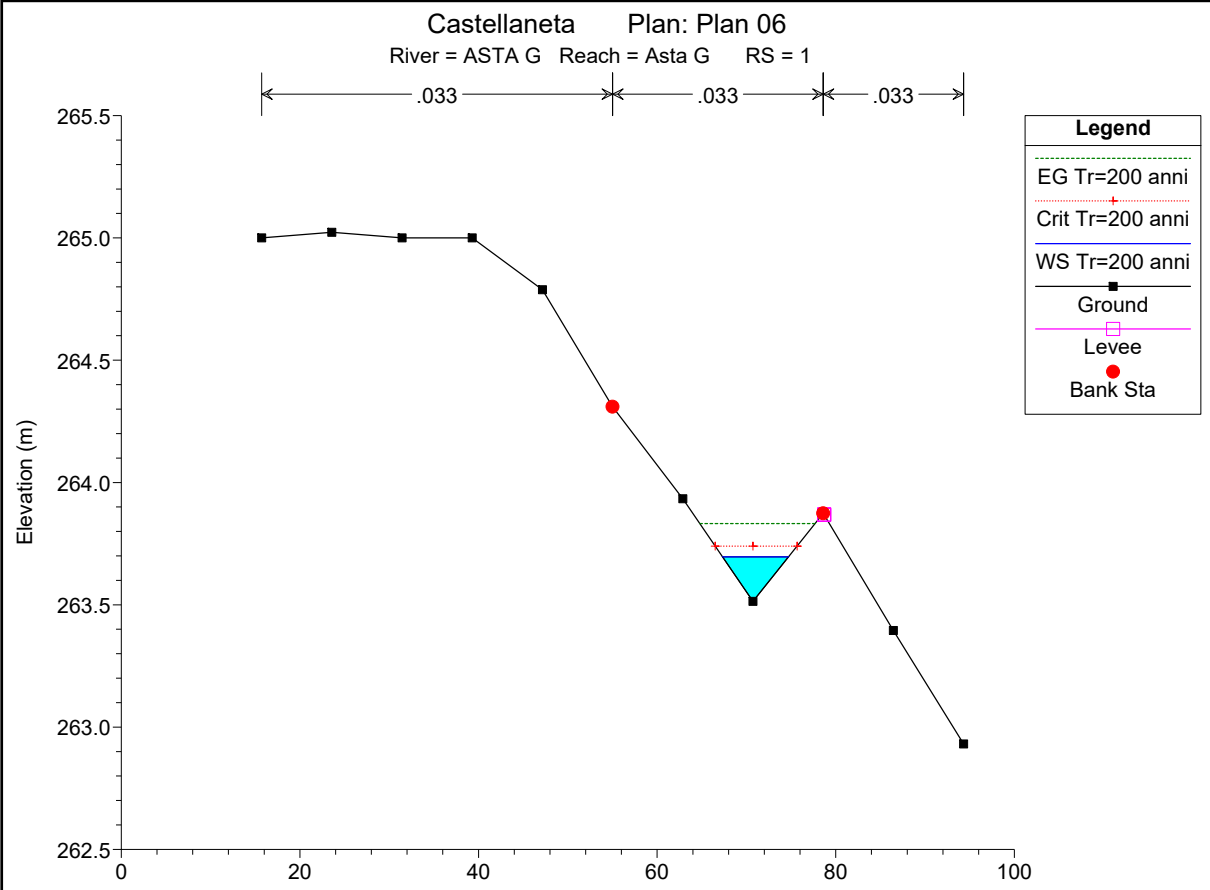




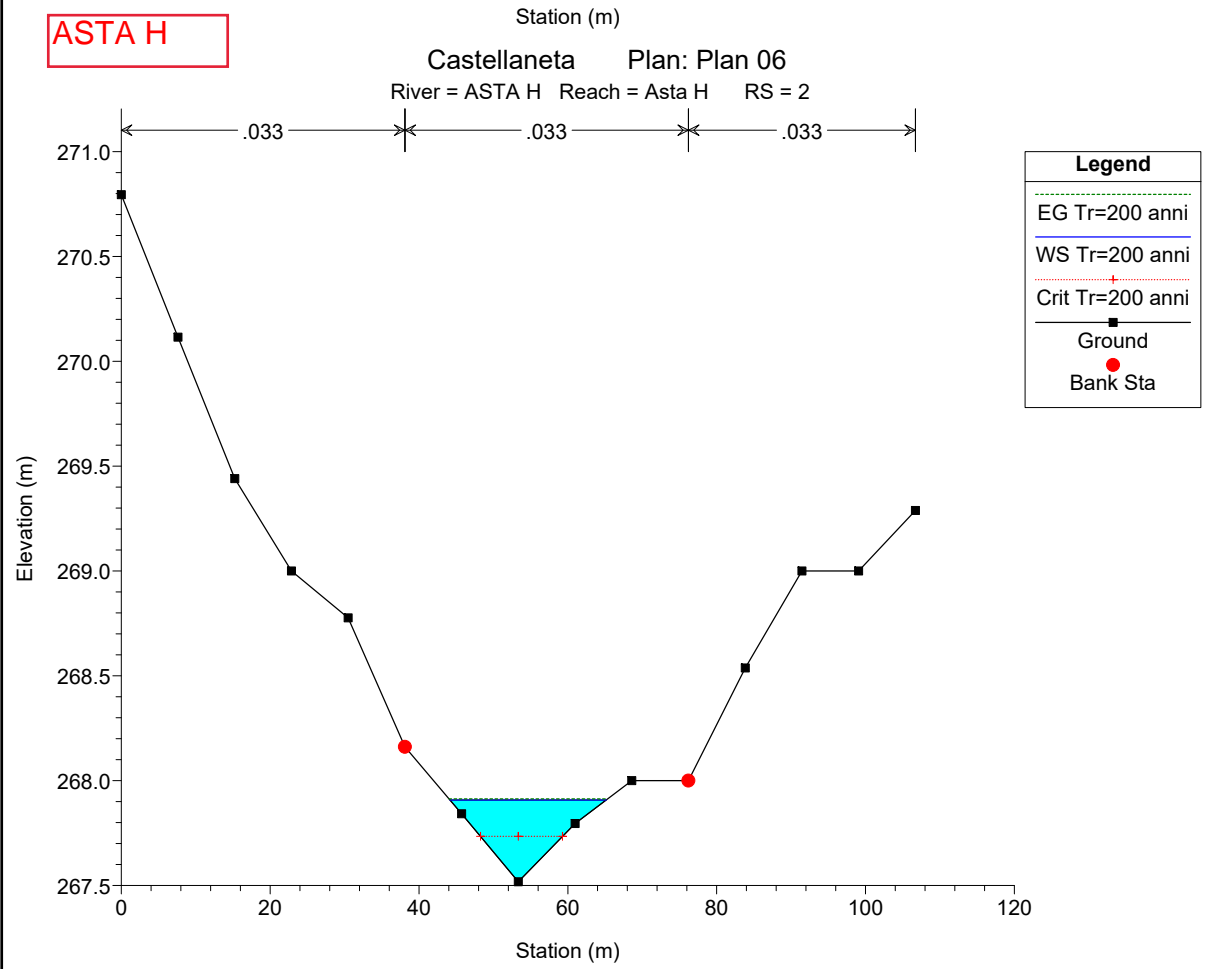


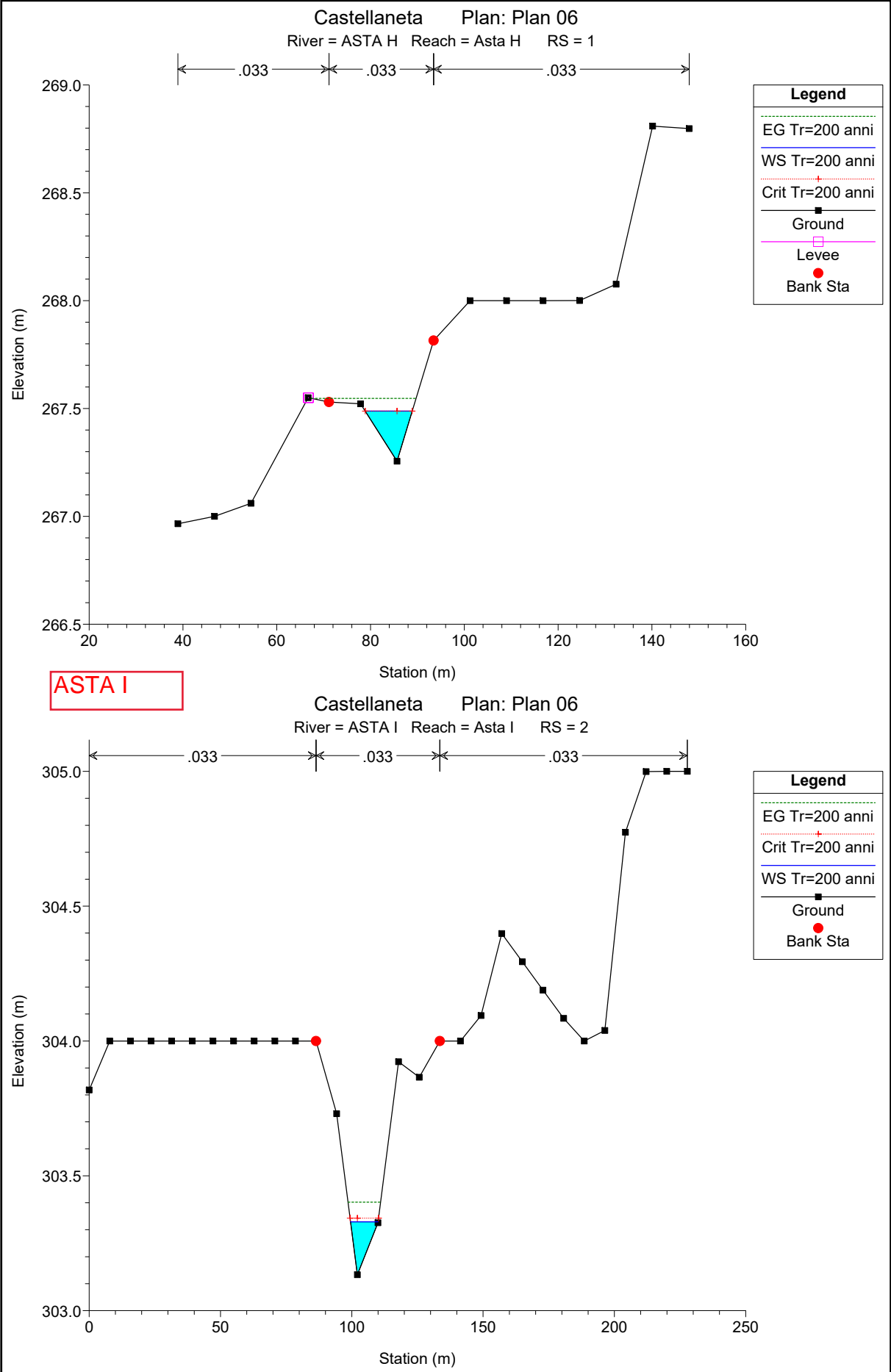


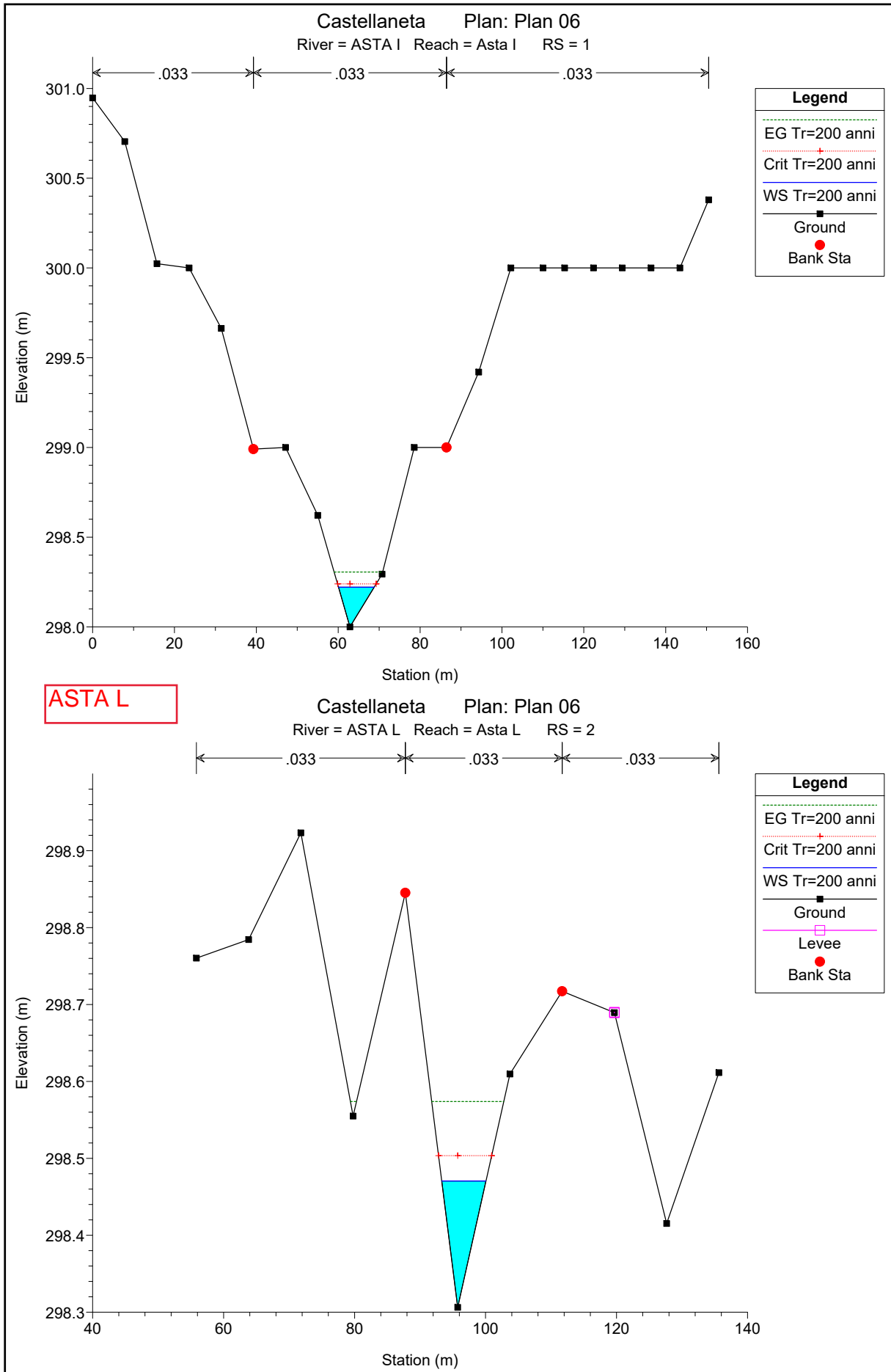




ASTA H







Castellaneta Plan: Plan 06
River = ASTA L Reach = Asta L RS = 1

