

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC VERONA - PADOVA

SUB TRATTA VERONA – VICENZA

1° SUB LOTTO VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

VI PONTI E VIADOTTI

VI05B VIADOTTO SULL' "ALPONE" DAL Km 20+569.51 AL Km 20+727.51

SISTEMAZIONE ALVEO DEL TORRENTE ALPONE AL KM 20 + 626,13: RELAZIONE TECNICA

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.	SCALA:
ATI bonifica Progettista integratore Franco Persio Bocchetto Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 8664 – Sez. A settore Civile ed Ambientale	Consorzio IRICAV DUE Il Direttore		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I N 0 D 0 0 D I 2 R H V I 0 5 B 9 0 0 1 B

ATI bonifica	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data

Programmazione

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
B	EMISSIONE	M.Dotto	14/07/2015	A.Ianni	14/07/2015	U.Lugli	14/07/2015	N. Cognome data

File: IN0D00D12RHVI05B9001B_00B.DOCX

CUP:J41E91000000009

n. Elab.:

CIG:3320049F17

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	ASSETTO GEOMETRICO ALPONE	4
4	STUDIO IDRAULICO	6
4.1	CRITERI DI VERIFICA	7
4.2	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO.....	9
4.2.1	COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-GeoRAS	9
4.2.2	IL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO: HEC-RAS	10
4.2.2.1	CALCOLO DEL POFILO IN MOTO PERMANENTE	11
4.2.2.2	PROCEDURA DI CALCOLO	14
4.3	STATO ATTUALE.....	16
4.3.1	COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	16
4.3.2	CONDIZIONI DI VERIFICA E SIMULAZIONI EFFETUATE.....	16
4.3.2.1	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 184.45 m ³ /s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 30 ANNI	18
4.3.2.2	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 190.16 m ³ /s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 100 ANNI	19
4.3.2.3	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 194.74 m ³ /s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 200 ANNI	20
4.3.2.4	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 197.36 m ³ /s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 300 ANNI	23
4.3.2.5	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 199.85 m ³ /s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 500 ANNI	24
4.3.2.6	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 391.9 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 30 ANNI	27
4.3.2.7	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 484.7 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 100 ANNI	28
4.3.2.8	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 536.19 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 200 ANNI	29
4.3.2.9	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 566.37 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 300 ANNI	32
4.3.2.10	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 605.64 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 500 ANNI	33
4.4	STATO DI PROGETTO	36
4.4.1	ASSETTO GEOMETRICO DELL'ATTRAVERSAMENTO ALPONE DI PROGETTO.....	36
4.4.2	COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	37
4.4.3	CONDIZIONI DI VERIFICA	37
4.4.3.1	SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 184.45 m ³ /s RELATIVA A TR 30 ANNI	39
4.4.3.2	SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 190.16 m ³ /s RELATIVA A TR 100 ANNI	40

4.4.3.3	SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 194.74 m ³ /s RELATIVA A TR 200 ANNI	42
4.4.3.4	SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 197.36 m ³ /s RELATIVA A TR 300 ANNI	44
4.4.3.5	SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 199.85 m ³ /s RELATIVA A TR 500 ANNI	45
4.4.3.6	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 391.9 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 30 ANNI48
4.4.3.7	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 484.7 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 100 ANNI	49
4.4.3.8	SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D) DI 536.19 m ³ /s RELATIVA A TR 200 ANNI	51
4.4.3.9	SIMULAZIONE CON PORTATA DI 566.37 m ³ /s (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 300 ANNI	53
4.4.3.10	SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D) DI 605.64 m ³ /s RELATIVA A TR 500 ANNI	55
5	CONCLUSIONI.....	58
	ALLEGATO - Risultati simulazioni modello HEC-RAS.....	62

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	. Pag 4 di 85

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione, dopo una breve descrizione del torrente Alpone, si passerà alla descrizione della configurazione geometrica del tratto del corso d'acqua immediatamente a monte ed a valle dell'attraversamento della linea A.V./A.C..

Lo scopo della presente relazione è la verifica idraulica, effettuata secondo i criteri indicati da ITALFERR, del corso d'acqua per un tratto a cavallo dell'attraversamento, analizzando sia la situazione dello stato di fatto che dello stato di progetto.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Rilievi topografici:

- Corografia generale, codice "IN0D00DI2C2000000001A"
- Cartografia TAV 1-10, codice "IN0D00DI2R6IF0009001-10A00AAA"

Studi idrologici e idraulici - corografie dei bacini:

- Carta dei bacini idrografici con reticolo principale e secondario, codice "IN0D00DI2C2ID0000001A01A"
- Carta idrogeologica, codice "IN0D0DI2CID0000002A01A"

Sistemazioni alveo torrente Alpone al km 20+626.13:

- Stato di fatto e di progetto – planimetria e profilo, codice "IN0D00DI2PZIN6400001A"
- Stato di fatto e di progetto - sezioni trasversali, codice "IN0D00DI2WZIN3200001A"

3 ASSETTO GEOMETRICO ALPONE

Il torrente Alpone appartiene al sistema Chiampo – Alpone, il quale risulta costituito da un sistema di torrenti e canali che confluiscono nel torrente stesso, il quale nei pressi di Albaredo d'Adige, si immette nel fiume Adige.

Il torrente Chiampo nasce nel monte Grammolon a Crespadoro e, dopo aver attraversato i paesi di Crespadoro, San Pietro Mussolino, Chiampo e Arzignano, nei

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	. Pag 5 di 85

pressi di Montebello Vicentino riceve l'apporto del rio Rodegotto. A monte dell'abitato di San Bonifacio riceve l'apporto del torrente Aldegà. Il corso del Chiampo termina presso San Bonifacio con l'immissione delle sue acque nel torrente Alpone.

L'Alpone è un torrente che nasce nelle Prealpi Venete, sulle pendici del monte Purga di Bolca, a 550 m sul livello del mare, che si trova nel comune di Vestenanova. Il regime torrentizio che lo caratterizza è interessato da piene molto significative nei periodi piovosi; il torrente ha una lunghezza di circa 38 km con un bacino di 283 km².

La figura seguente riporta sulla sinistra lo schema idrografico con contestuale perimetro dei sottobacini utilizzati ai fini della produzione degli idrogrammi, sulla destra la tabella riassuntiva dei dati principali dei bacini.

L'Adige nasce da una sorgente sita non molto lontano dal lago di Resia, a quota 1.550 m.l.s.l.m., ha un bacino imbrifero di circa 12.100 km², un percorso di 409 km e sbocca nel mare Adriatico a Porto Fossone, tra le foci dei fiumi Brenta e Po. Il suo bacino idrografico interessa aree comprese nelle regioni Trentino-Alto Adige e Veneto, nonché, per una piccola parte, nel territorio svizzero. Tralasciando in questa sede la descrizione dell'alto tratto vallivo, che prende il nome di Val Venosta, procede da Merano sino a Trento (circa 9.810 km² di area drenata), per poi infine divenire Val Lagarina da qui fino a Verona (11.100 km² circa). Dalla Val Lagarina l'Adige assume carattere di fiume di pianura fino alla località di Albaredo, a valle di Verona, dove il fiume chiude il suo bacino tributario. Da qui al mare Adriatico, per circa 110 km, il fiume è per lo più pensile.

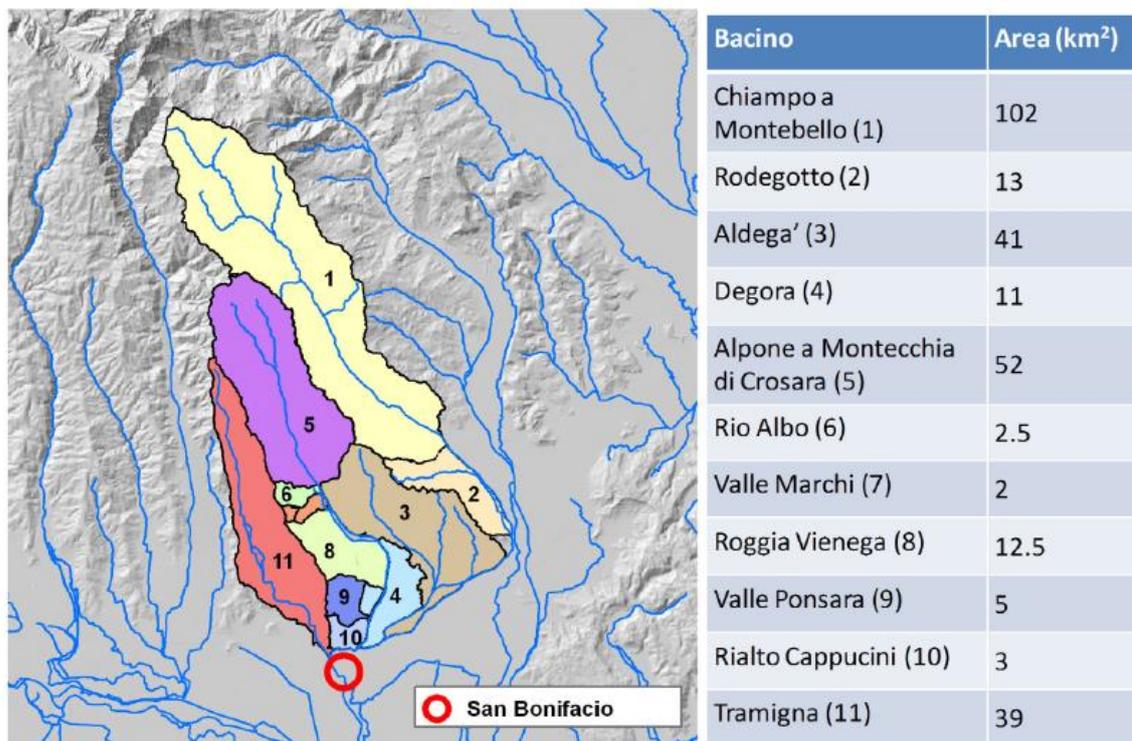


Figura 1 –Bacino afferente al torrente Alpone - Area 283 km².

4 STUDIO IDRAULICO

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso vanno condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- Assenza dell'opera di progetto – **stato attuale**;
- Presenza dell'opera nella configurazione definitiva – **stato di progetto**:

Lo stato attuale dei corsi d'acqua descrive la situazione dei luoghi nella configurazione esistente.

Lo stato di progetto analizza l'ipotesi di futuro inserimento lungo l'asta fluviale del manufatto AC.

Nel tratto analizzato, avendo infrastrutture rilevanti in affiancamento, gli studi sono stati condotti rendendo compatibile la soluzione idraulica con quanto esistente o in progetto.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	. Pag 7 di 85

4.1 CRITERI DI VERIFICA

La verifica idraulica di tutti gli attraversamenti è stata effettuata in conformità a quanto definito dal Manuale di progettazione ITALFERR che è stato il documento di riferimento per la progettazione delle opere in oggetto.

In sintesi, in esso riporta una serie di direttive da seguirsi per il corretto dimensionamento delle tombature, sotto l'aspetto del tempo di ritorno da utilizzarsi per le valutazioni idrologico-idrauliche e dei franchi idraulici da rispettarsi.

In particolare, per lo studio del Torrente Alpone, potendo utilizzare degli idrogrammi di piena messi a disposizione dall'Autorità di Bacino del fiume Adige, si è proceduto ad una doppia analisi, considerando sia per lo stato di fatto che per lo stato di progetto, valori di portata ricavati da modelli:

- solo monodimensionale (1D);
- monodimensionale accoppiato a bidimensionale (1D-2D).

Il modello solo monodimensionale considera la portata idrologica e quindi non tiene conto delle possibili esondazioni che naturalmente avvengono in caso di eventi estremi, cosa che invece in modello accoppiato è in grado di cogliere. Questo è il motivo per cui gli idrogrammi di piena 1D riportano valori nettamente superiori rispetto a quelli 1D-2D.

Le verifiche sul franco idraulico sono state condotte seguendo le norme tecniche per le costruzioni 2008, le quali riportano quanto segue:

“Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall'Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell'alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni.

Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.

Successivamente, con circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n.617 del 2 febbraio 2009, sono state fornite le istruzioni per l'applicazione delle suddette norme. In questa circolare, per quanto riguarda il franco idraulico dei ponti, al punto C5.1.2.4 si legge: "A titolo di indicazione, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 m o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco previsto deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m."

Sono quindi state estrapolate mediante metodologia VAPI, come suggerito nel manuale ITALFERR, le portate relative ai tempi di ritorno di 200 e 500 anni (non direttamente fornite dall'AABB) seguendo, come richiesto, i seguenti criteri in merito al franco idraulico:

- 1.5 m sulla piena con TR=200 anni;
- franco nullo sulla piena con TR=500 anni.

Si rende noto che i valori delle portate idrologiche, corrispondono a tempi di ritorno molto maggiori rispetto a quelle bidimensionali. Dal punto di vista progettuale idraulico, uno dei migliori approcci per la sistemazione fluviale consiste nel trovare opportune aree di esondazione controllata al fine di abbattere i picchi di piena, e non realizzando unicamente risezionamenti del corso d'acqua con l'intento di far transitare nel medesimo tutta l'acqua possibile. Il Genio Civile di Verona, nel 2014 ha indetto un bando di gara per la realizzazione del bacino di laminazione di Colombaretta: *l'opera sarà strutturata come bacino laterale al fiume della superficie complessiva di circa 30 ettari, suddiviso in due casse, di monte e di valle, della capacità di 600.000 e 335.000 mc. rispettivamente. E' stato calcolato che tale volume è in grado di decapitare le piene dell'Alpone anche di 50 mc/s, rendendo inoffensive le onde con tempi di ritorno*
IN0D00DI2RHIN6400001A.DOC

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	. Pag 9 di 85

o frequenza sino ad una volta ogni 70-80 anni: a Monteforte d'Alpone, ad esempio, la piena si presenterà ridotta da 130 a 80 mc/s ma l'opera darà grande beneficio anche al territorio di San Bonifacio.

4.2 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

Il codice di calcolo utilizzato per la valutazione dei profili idraulici implementa un modello in moto stazionario.

Il programma calcola profili di rigurgito in moto permanente sia in corrente lenta che veloce, inserisce eventuali risalti, prevede la presenza di attraversamenti e consente di ricavare tutti i parametri idraulici relativi al tratto analizzato

4.2.1 COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-GeoRAS

HEC-GeoRAS è un applicativo del programma ArcView, sviluppato dall'U.S. ArmyCorps of Engineers – HydrologicEngineeringCenter. Con HEC-GeoRAS è possibile costruire la geometria di un modello in HEC-RAS completamente in ambiente GIS, una volta in possesso di un DEM in formato TIN della zona da modellizzare. In ambiente GIS si definiscono:

- l'asse del fiume;
- le "flow path", da cui si calcolano le distanze tra le sezioni sia lungo l'alveo che lungo le zone golenali;
- le "banks, che definiscono la separazione tra aree golenali e alveo inciso;
- le tracce delle sezioni, che possono essere rettilinee o formate da delle spezzate, il programma estrae i profili delle sezioni dal DEM;
- le "ineffective flow area", che permettono di definire le reali aree di deflusso nei tratti di espansione e contrazione.

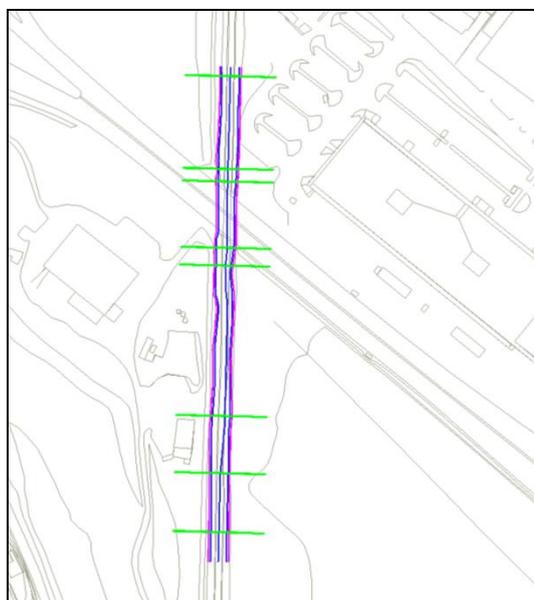


Figura 2 – Esempio di geometria in HEC-GeoRAS, in blu le flowpath, in magenta i “levees”, in verde le tracce delle sezioni.

Hec-GeoRAS esporta un file direttamente importabile in HEC-RAS. La geometria importata è georeferenziata.

4.2.2 IL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO: HEC-RAS

Il calcolo dei profili in moto permanente dei tratti di corsi d’acqua analizzati è stato fatto mediante la costruzione di modelli numerici basati sul codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System), sviluppato dall’U.S. ArmyCorps of Engineers – HydrologicEngineeringCenter. La versione del software utilizzata è la 4.1.0

HEC-RAS è un codice di calcolo monodimensionale che consente la determinazione di profili idrici di canali naturali e artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell’influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori ecc.) eventualmente presenti nel sistema. Possono essere modellati sia canali singoli che reti di canali naturali o artificiali, chiusi o aperti, con l’integrazione di profili di corrente lenta, veloce o di tipo “misto”.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	. Pag 11 di

4.2.2.1 CALCOLO DEL POFILO IN MOTO PERMANENTE

Il calcolo del profilo di moto permanente è fatto risolvendo tra due sezioni consecutive l'equazione dell'energia utilizzando una procedura iterativa denominata "standard stepmethod". L'equazione dell'energia risolta è riportata nella seguente formula:

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

dove:

- Y_1, Y_2 tirante d'acqua nelle sezioni 1 e 2;
- Z_1, Z_2 quota del fondo del canale alla sezione 1 e 2;
- α_1, α_2 coefficiente di Coriolis nella sezione 1 e 2;
- g accelerazione di gravità;
- h_e perdita di carico tra la sezione 1 e 2 definita da:

$$h_e = L \overline{S_f} + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

con:

- L distanza tra le due sezioni;
- $\overline{S_f}$ pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni;
- C coefficiente di espansione o contrazione.

Utilizzando la formula di Manning possiamo scrivere:

$$Q = \frac{AR_H^{2/3}}{n} \sqrt{S_f} = K \sqrt{S_f}$$

Dove K (conveyance) è un parametro geometrico, una volta prefissato un livello, da cui:

$$S_f = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

In ogni tratto esistono due valori di S_f , uno per ogni sezione che delimita il tratto, per cui viene calcolato un valore medio nel tratto, questo valore medio può essere calcolato utilizzando diverse formulazioni:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

Conduttività media (default per moto permanente e strutture)

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2}$$

Media aritmetica (default per moto vario)

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} \cdot S_{f2}}$$

Media geometrica

$$\frac{1}{\bar{S}_f} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{S_{f1}} + \frac{1}{S_{f2}} \right)$$

Media armonica

Nel calcolo il codice suddivide ogni sezione, in base ai valori imposti dall'utente, in tre parti: golena sinistra, canale principale e golena destra. Ad ognuna di queste parti si possono assegnare scabrezze e distanze rispetto alla sezione successiva diverse. La possibilità di definire distanze diverse tra zone golenali e canale principale consente di meglio rappresentare situazioni in cui l'alveo di magra è particolarmente sinuoso o nei tratti in curva. In questi casi la distanza che l'acqua percorre tra una sezione e l'altra è diversa a seconda che si trovi in alveo in una golena oppure nell'altra. Il modello è in grado di calcolare in modo più corretto le perdite di carico dovute all'attrito utilizzando l'effettivo percorso effettuato, nel caso di moto vario è possibile calcolare con migliore precisione i volumi invasati tra le due sezioni.

Per ogni sottosezione il programma determina i parametri geometrici ed idraulici per cui si ha:

$$Q = (K_{LOB} + K_{Ch} + K_{ROB}) \cdot \sqrt{S_f} = Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}$$

dove LOB indica la golena sinistra, Ch l'alveo inciso e ROB la golena destra.

La suddivisione in sottosezioni ha come ipotesi implicita che tra una sottosezione ed un'altra non vi sia scambio di quantità di moto, cioè che lungo il piano che le divide non ci sia attrito.

La definizione di una portata per ogni sottosezione permette il calcolo anche di una velocità distinta tra le tre diverse parti della sezione, non essendo più definita una velocità media per l'intera sezione è necessario valutare il coefficiente di Coriolis per la determinazione univoca del carico cinetico mediante la seguente formula:

$$\alpha \frac{\bar{V}}{2g} = \frac{Q_{LOB} \frac{V_{LOB}^2}{2g} + Q_{Ch} \frac{V_{Ch}^2}{2g} + Q_{ROB} \frac{V_{ROB}^2}{2g}}{Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}}$$

da cui:

$$\alpha = \frac{A_{Tot}^2 \left[\frac{K_{LOB}^3}{A_{LOB}^2} + \frac{K_{Ch}^3}{A_{Ch}^2} + \frac{K_{ROB}^3}{A_{ROB}^2} \right]}{K_{Tot}^3}$$

La suddivisione delle portate tra le diverse sottosezioni è utilizzata anche come peso nella determinazione della distanza tra due sezioni a partire dalle tre definite:

$$L = \frac{L_{LOB} \overline{Q_{LOB}} + L_{Ch} \overline{Q_{Ch}} + L_{ROB} \overline{Q_{ROB}}}{Q_{LOB} + Q_{Ch} + Q_{ROB}}$$

La variazione di scabrezza all'interno di una sezione può essere imposta non solo tra golene e alveo inciso, ma anche in qualsiasi altro tratto. In questo caso il codice, per ognuna delle tre sottosezioni, calcola la convayance come somma delle convayancedei tratti con scabrezza diversa, sempre con l'ipotesi che tra essi non vi sia attrito. Questa ipotesi può portare però a grossi errori nel caso sia applicata al canale principale. Infatti se la variazione di scabrezza è applicata alle sponde il considerare senza attrito il piano che separa le sponde dal centro alveo fa sì che quest'ultimo non risenta dell'attrito delle sponde.

Per il canale principale il codice verifica la pendenza del tratto in cui c'è la variazione di scabrezza (vedi figura successiva).

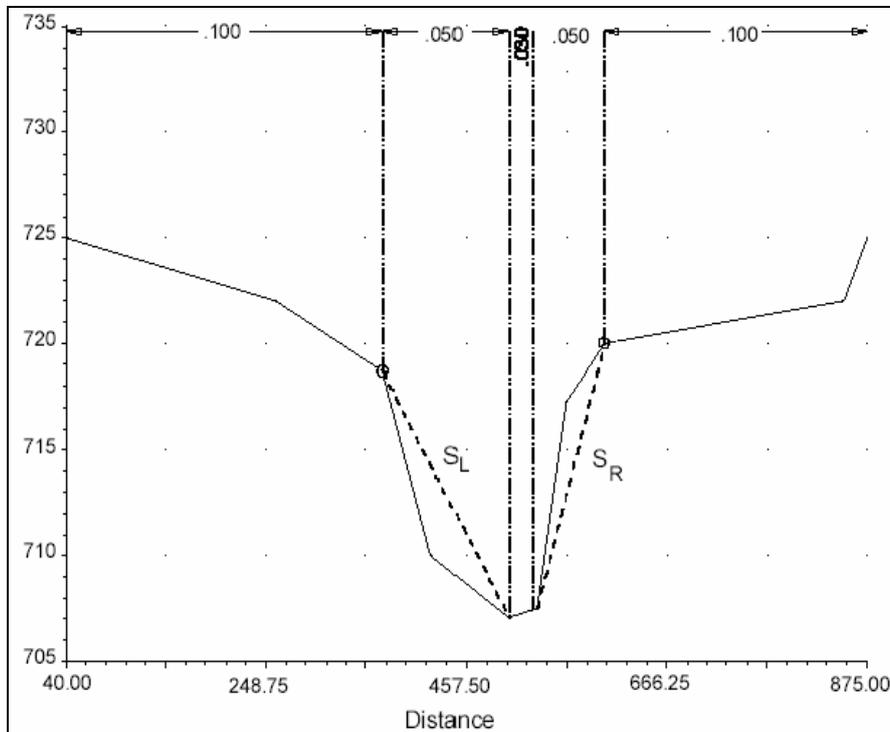


Figura 3 – Schematizzazione della variazione di scabrezza in Hec-Ras

Nel caso S_L e/o S_R siano maggiori di 5H:1V all'interno dell'alveo principale è calcolata una scabrezza equivalente con la formula di Einstein:

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N P_i n_i^{3/2}}{P} \right]^{2/3}$$

dove P_i è il perimetro bagnato individuato da ogni tratto con scabrezza diversa.

4.2.2.2 PROCEDURA DI CALCOLO

Per la determinazione del profilo il programma parte con il calcolo in corrente lenta, cioè a partire dalla condizione al contorno della sezione di valle procede nella valutazione dei livelli nelle sezioni più a monte seguendo la seguente procedura:

1. ipotizza un livello nella sezione più a monte;
2. sulla base del livello ipotizzato calcola la convayance totale e il carico cinetico;
3. dai valori del passo 2 calcola $\overline{S_f}$ e risolve l'equazione 2 per il calcolo di h_e ;

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	. Pag 15 di

4. dai valori del passo 2 e 3 risolve l'equazione 1 e calcola il livello nella sezione di monte;
5. confronta il livello calcolato con quello ipotizzato, se la differenza è maggiore alla tolleranza imposta ripete la procedura, altrimenti passa alla sezione successiva.

Il livello determinato viene confrontato con il livello critico, se il livello determinato è superiore al livello critico la soluzione è di corrente lenta e quindi valida, se invece è inferiore la corrente non è più lenta, viene imposta sulla sezione il livello critico e il calcolo riprende dall'altezza critica.

Terminato il calcolo in corrente lenta il programma procede con il calcolo del profilo in corrente rapida partendo dalla condizione al contorno della sezione di monte. Innanzitutto viene calcolata la spinta totale con il livello calcolato per la corrente lenta e quello per la corrente rapida. Il calcolo della spinta è fatto con la seguente formula:

$$SF = \beta \frac{Q^2}{gA} + AY_G$$

Se $SF_{SUB} > SF_{SUP}$ è valida la soluzione di corrente lenta, altrimenti è valida la soluzione di corrente rapida e continua il calcolo del profilo in corrente veloce verso valle con la procedura descritta per la corrente lenta. Se è valida la soluzione di corrente lenta il programma ricerca la prima sezione verso valle in cui la soluzione del profilo in corrente lenta era stata posta $WS = WS_{CRIT}$. Da qui ha inizio il calcolo del profilo in corrente veloce verso valle, valido finché non si arriva ad una sezione con una soluzione di corrente lenta alla quale corrisponde $SF_{SUB} > SF_{SUP}$. Si assume quindi che tra questa sezione e la precedente si instauri un risalto.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	Pag 16 di

4.3 STATO ATTUALE

4.3.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Per la simulazione dello stato di fatto sono stati utilizzati i rilievi messi a disposizione dal Genio Civile di Verona, sulla base del quale sono state ricavate le sezioni utili da inserire nel modello per il tratto di interesse, ossia quello a ridosso del ponte sulla SS. Porcilana. Sempre sulla base dei rilievi, è stato possibile inserire la geometria del ponte esistente nel modello.

4.3.2 CONDIZIONI DI VERIFICA E SIMULAZIONI EFFETUATE

Le verifiche sono state effettuate in un primo momento considerando le portate del modello 1D-2D con Tr di 30, 100, 200, 300 e 500 anni. Sono poi state considerate le portate del modello 1D con gli stessi tempi di ritorno, che non considerano però le esondazioni a monte della sezione di verifica.

Come condizione al contorno di valle è stata considerata una pendenza della linea dell'energia pari a quella media del fondo (moto uniforme).

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.033$ per il fondo alveo e pari a $n=0.05$ per banche e sponde. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3, 0.2 e 1 per gli imbocchi/sbocchi dei tombini.

La struttura presente, il ponte sulla Porcilana, è stata schematizzata in Hec-Ras come *bridge*. Il modello valuta le perdite di energia causate da questa struttura in tre parti, come evidenziato nella figura seguente:

1. Dovuta all'espansione del flusso che si verifica immediatamente a valle;
2. Dovuta all'opera stessa;
3. Dovuta alla contrazione del flusso che si verifica immediatamente a monte.

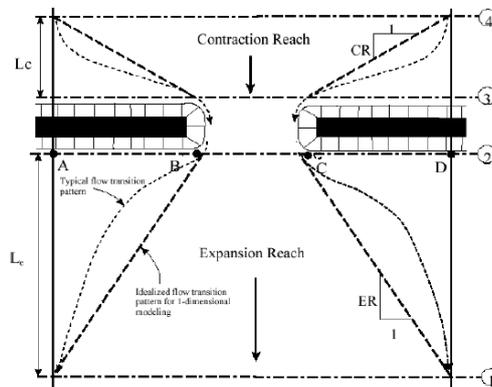


Figura 4 – Esempio di schematizzazione *bridge* in Hec-Ras

Si riporta di seguito lo schema planimetrico del modello HEC-RAS sviluppato con indicate le sezioni per le quali verranno presentati i risultati nel paragrafo successivo.

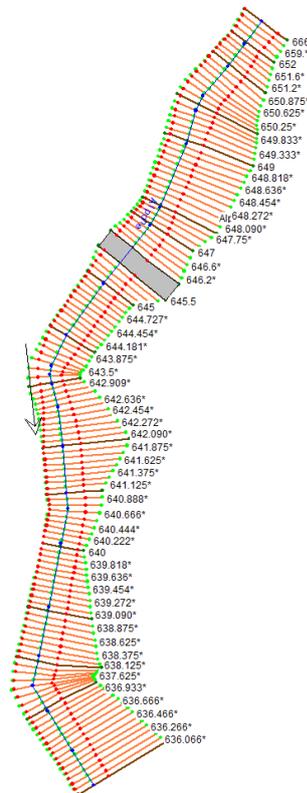


Figura 5 – Geometria in HEC-RAS dello stato di fatto, Torrente Alpone con indicata l'ubicazione delle sezioni e del ponte sulla Porcilana.

Per determinare con accuratezza il gradiente di energia, necessario per calcolare un valore attendibile delle perdite di attrito e di quelle di espansione e contrazione, è

stato necessario incrementare in fase di calcolo le sezioni trasversali andando ad interpolare le sezioni importate. Le sezioni interpolate sono indicate con un asterisco.

4.3.2.1 SIMULAZIONE CON PORTATA DI 184.45 m³/s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 30 ANNI

La prima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 184.45 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 30 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e **non le sommità arginali**:

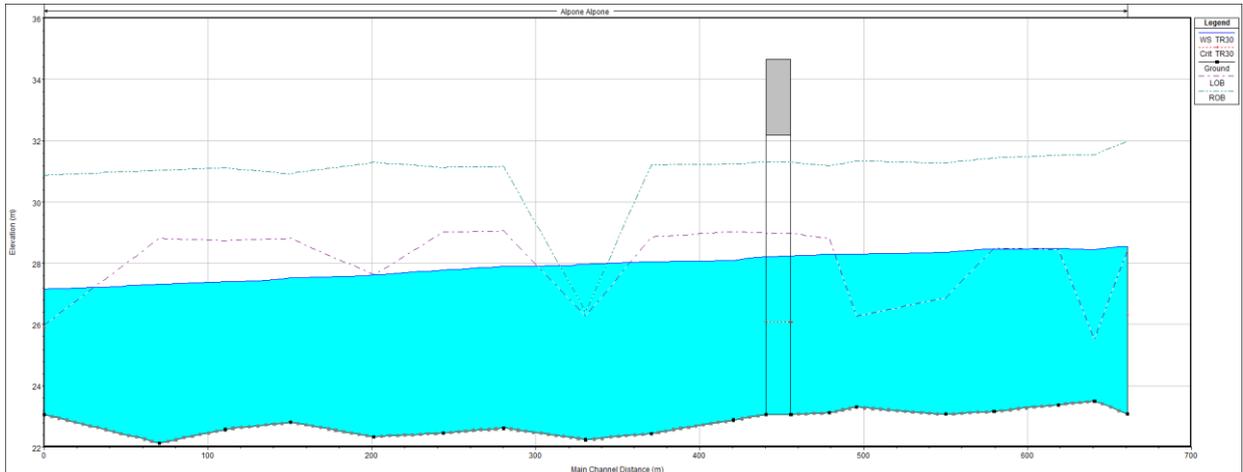


Figura 6 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=184.45 m³/s TR30 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

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
Alpone	656	TR30	184.45	23.09	28.57	26.32	28.76	0.000895	1.96	94.33	26.74	0.33
Alpone	652	TR30	184.45	23.52	28.46		28.73	0.001297	2.36	81.75	25.22	0.40
Alpone	651	TR30	184.45	23.38	28.50		28.68	0.000861	1.91	96.50	27.26	0.32
Alpone	650	TR30	184.45	23.17	28.48		28.64	0.000804	1.83	110.66	35.26	0.31
Alpone	649	TR30	184.45	23.07	28.36		28.61	0.001070	2.19	85.37	24.55	0.36
Alpone	648	TR30	184.45	23.30	28.30		28.54	0.001046	2.21	85.46	24.51	0.36
Alpone	647	TR30	184.45	23.13	28.30		28.52	0.001100	2.09	88.15	26.01	0.36
Alpone	646	TR30	184.45	23.06	28.25	26.09	28.49	0.001213	2.15	85.97	29.43	0.38
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR30	184.45	23.06	28.23		28.47	0.001237	2.16	85.33	28.59	0.38
Alpone	645	TR30	184.45	22.89	28.10		28.43	0.001779	2.53	72.89	22.56	0.45
Alpone	644	TR30	184.45	22.45	28.06		28.33	0.001376	2.33	79.11	22.83	0.40
Alpone	643	TR30	184.45	22.25	27.95		28.27	0.001207	2.51	77.07	22.40	0.39
Alpone	642	TR30	184.45	22.63	27.91		28.18	0.001301	2.33	79.18	21.98	0.39
Alpone	641	TR30	184.45	22.46	27.78		28.11	0.001854	2.56	72.10	23.03	0.46
Alpone	640	TR30	184.45	22.34	27.62		28.03	0.002290	2.83	65.11	20.25	0.50
Alpone	639	TR30	184.45	22.81	27.53		27.90	0.002097	2.69	68.48	22.16	0.49
Alpone	638	TR30	184.45	22.58	27.40		27.78	0.002289	2.74	67.21	22.92	0.51
Alpone	637	TR30	184.45	22.14	27.31		27.69	0.002138	2.75	67.19	21.57	0.50
Alpone	636	TR30	184.45	23.07	27.17	25.90	27.54	0.002000	2.70	68.94	23.61	0.49

Figura 7 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=184.45 m³/s TR30 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati di questa simulazione mettono in evidenza che il tratto di torrente considerato non presenta problemi idraulici né di sormonto arginale.

4.3.2.2 SIMULAZIONE CON PORTATA DI 190.16 m³/s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 100 ANNI

La seconda verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 190.16 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

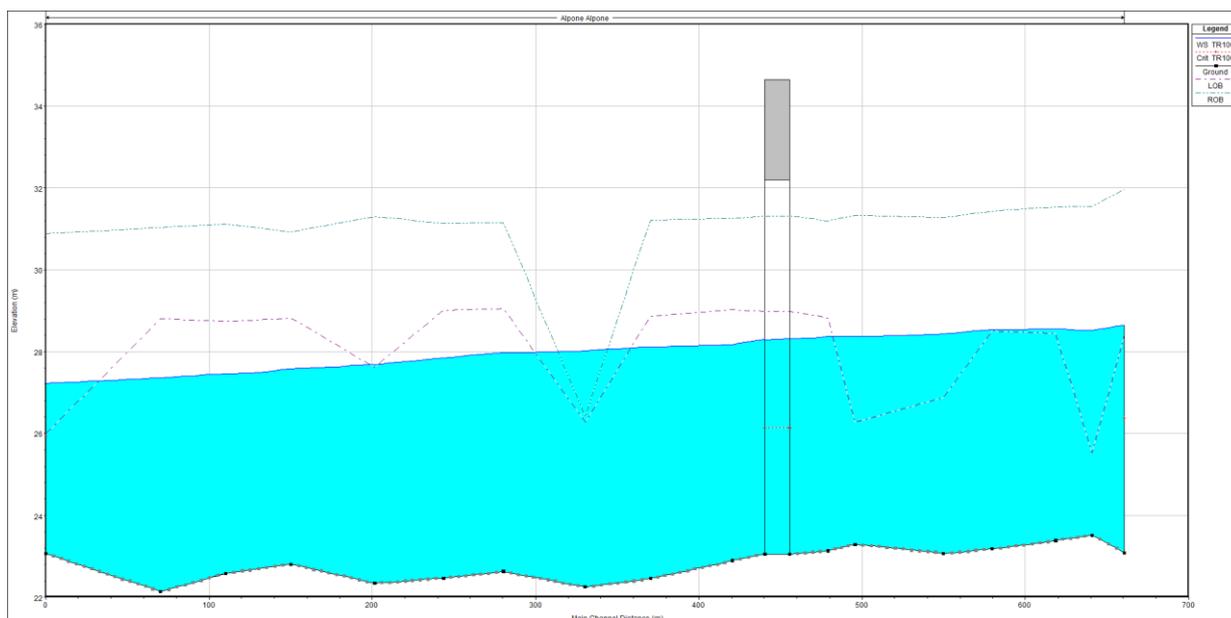


Figura 8 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=190.16 m³/s.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR100

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
Alpone	666	TR100	190.16	23.09	28.64	26.37	28.84	0.000894	1.98	96.27	26.88	0.33
Alpone	652	TR100	190.16	23.52	28.53		28.81	0.001298	2.39	83.55	25.41	0.40
Alpone	651	TR100	190.16	23.38	28.57		28.76	0.000861	1.93	98.47	27.40	0.32
Alpone	650	TR100	190.16	23.17	28.55		28.72	0.000802	1.85	113.25	35.51	0.31
Alpone	649	TR100	190.16	23.07	28.43		28.68	0.001074	2.21	87.11	24.70	0.37
Alpone	648	TR100	190.16	23.30	28.37		28.62	0.001051	2.24	87.18	24.68	0.36
Alpone	647	TR100	190.16	23.13	28.37		28.59	0.001103	2.11	90.00	26.20	0.36
Alpone	646	TR100	190.16	23.06	28.32	26.14	28.56	0.001212	2.17	88.13	30.80	0.38
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.6	TR100	190.16	23.06	28.30		28.54	0.001236	2.18	87.44	30.58	0.38
Alpone	645	TR100	190.16	22.89	28.17		28.50	0.001784	2.55	74.44	22.76	0.45
Alpone	644	TR100	190.16	22.45	28.12		28.41	0.001385	2.36	80.68	23.01	0.40
Alpone	643	TR100	190.16	22.25	28.02		28.34	0.001216	2.55	78.54	22.55	0.39
Alpone	642	TR100	190.16	22.63	27.97		28.26	0.001318	2.36	80.64	22.19	0.39
Alpone	641	TR100	190.16	22.46	27.85		28.19	0.001854	2.58	73.63	23.14	0.46
Alpone	640	TR100	190.16	22.34	27.68		28.10	0.002414	2.86	66.44	21.41	0.52
Alpone	639	TR100	190.16	22.81	27.59		27.97	0.002123	2.72	69.87	22.49	0.49
Alpone	638	TR100	190.16	22.58	27.46		27.85	0.002291	2.77	68.65	23.08	0.51
Alpone	637	TR100	190.16	22.14	27.37		27.76	0.002154	2.78	68.50	21.74	0.50
Alpone	636	TR100	190.16	23.07	27.23	25.95	27.61	0.002003	2.73	70.36	23.76	0.49

Figura 9 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=190.16 m³/s .

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di 190.16 m³/s non provochi problemi idraulici particolari o di sormonto arginale.

4.3.2.3 SIMULAZIONE CON PORTATA DI 194.74 m³/s (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 200 ANNI

La terza verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 194.74 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

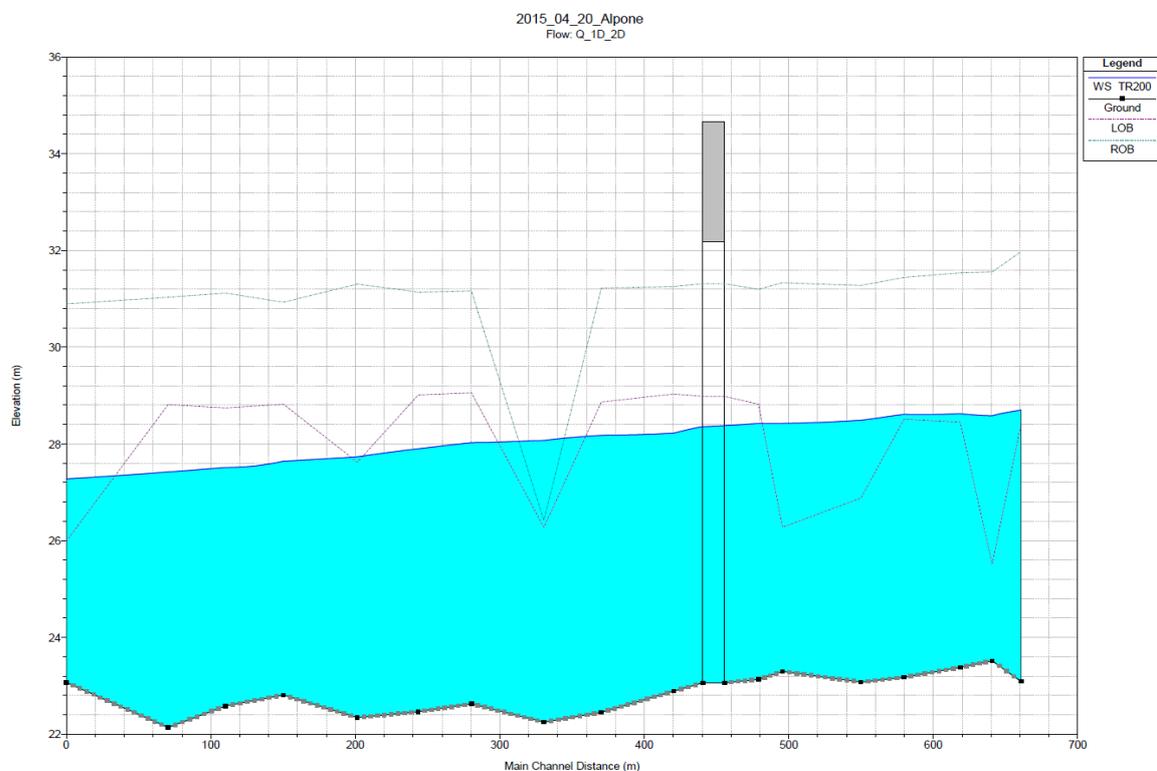


Figura 10 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=194.74 m³/s.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR200

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
Alpone	666	TR200	194.74	23.09	28.70	26.40	28.90	0.000894	1.99	97.83	27.00	0.33
Alpone	652	TR200	194.74	23.52	28.58		28.87	0.001297	2.41	85.00	25.57	0.40
Alpone	651	TR200	194.74	23.38	28.62		28.82	0.000860	1.95	100.05	27.51	0.33
Alpone	650	TR200	194.74	23.17	28.61		28.78	0.000799	1.86	115.33	35.68	0.31
Alpone	649	TR200	194.74	23.07	28.49		28.74	0.001077	2.23	88.48	24.82	0.37
Alpone	648	TR200	194.74	23.30	28.42		28.68	0.001055	2.26	88.55	24.81	0.37
Alpone	647	TR200	194.74	23.13	28.42		28.65	0.001105	2.13	91.48	26.34	0.36
Alpone	646	TR200	194.74	23.06	28.38	26.19	28.62	0.001211	2.18	89.88	31.37	0.38
Alpone	645.6											
Alpone	645.5	TR200	194.74	23.06	28.36		28.60	0.001235	2.20	89.16	31.14	0.38
Alpone	645	TR200	194.74	22.89	28.22		28.56	0.001787	2.57	75.68	22.91	0.45
Alpone	644	TR200	194.74	22.45	28.18		28.47	0.001393	2.38	81.92	23.15	0.40
Alpone	643	TR200	194.74	22.25	28.07		28.40	0.001223	2.58	79.71	22.64	0.39
Alpone	642	TR200	194.74	22.63	28.03		28.31	0.001332	2.38	81.80	22.35	0.40
Alpone	641	TR200	194.74	22.46	27.90		28.24	0.001854	2.60	74.84	23.22	0.46
Alpone	640	TR200	194.74	22.34	27.73		28.16	0.002451	2.88	67.55	21.90	0.52
Alpone	639	TR200	194.74	22.81	27.64		28.02	0.002144	2.74	71.02	22.79	0.50
Alpone	638	TR200	194.74	22.58	27.51		27.91	0.002291	2.79	69.82	23.22	0.51
Alpone	637	TR200	194.74	22.14	27.42		27.82	0.002163	2.80	69.58	21.87	0.50
Alpone	636	TR200	194.74	23.07	27.28	25.98	27.66	0.002001	2.75	71.54	23.89	0.49

Figura 11 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=194.74 m³/s .

Si riportano sul seguito i risultati sulla sezione relativa all'attraversamento della linea AV e in un'altra sezione più a valle, per dare evidenza grafica del tirante idrico:

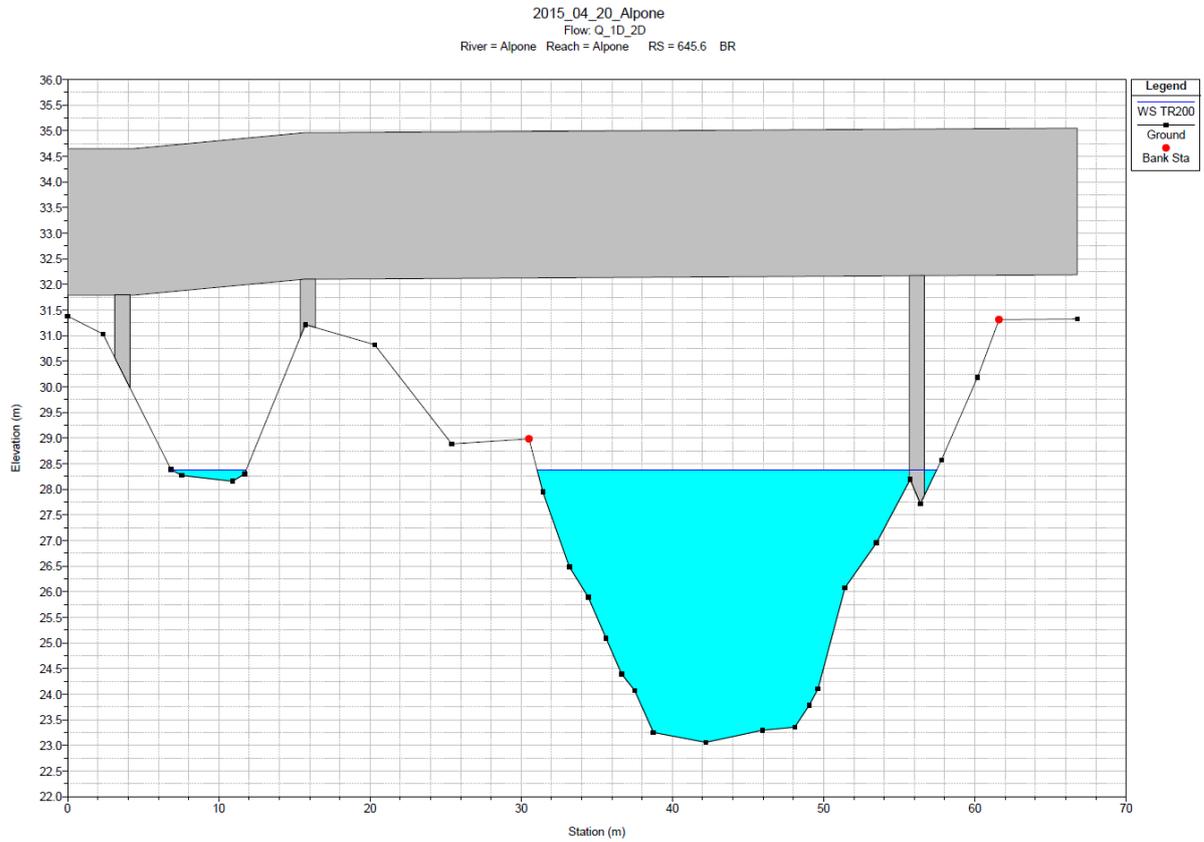


Figura 12 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=194.74 \text{ m}^3/\text{s}$.

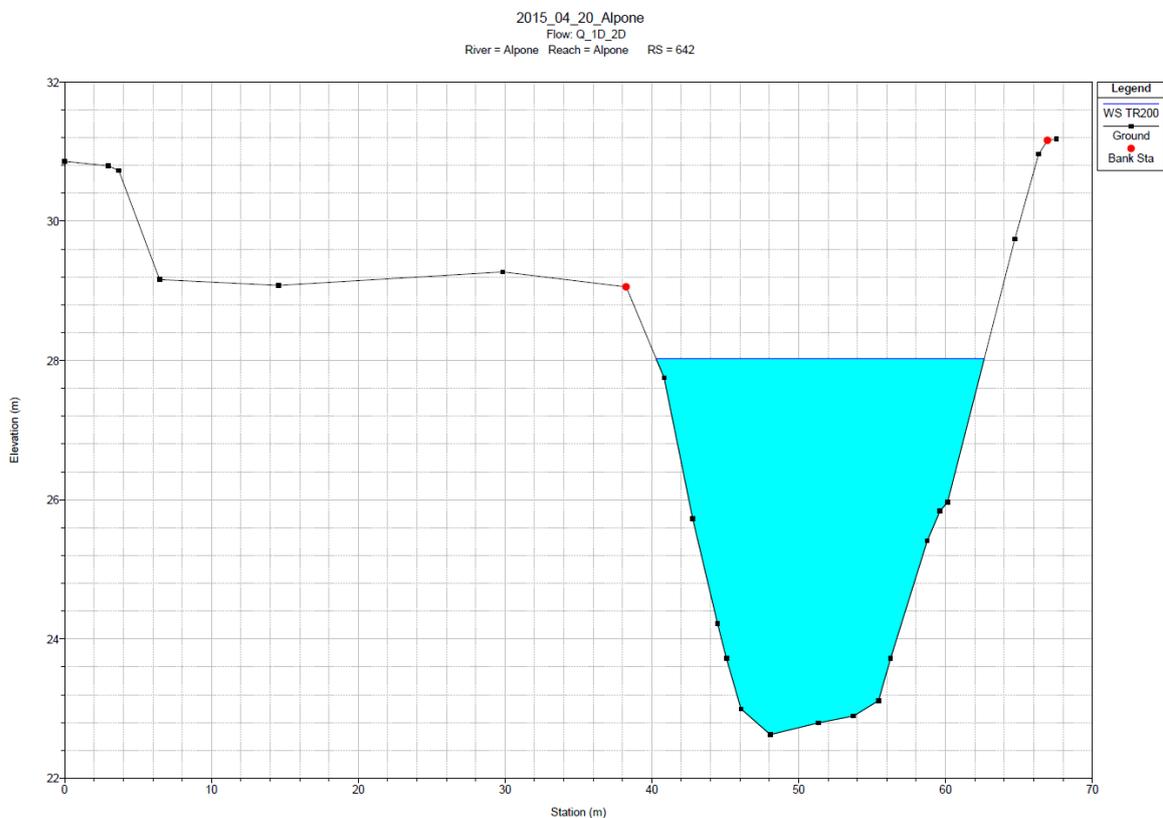


Figura 13 – Sezione a valle dell’attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=194.74 \text{ m}^3/\text{s}$.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $194.74 \text{ m}^3/\text{s}$, relativa al tempo di ritorno di 200 anni non provochi problemi idraulici particolari o di sormonto arginale.

4.3.2.4 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $197.36 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 300 ANNI

La quarta verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $197.36 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 300 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

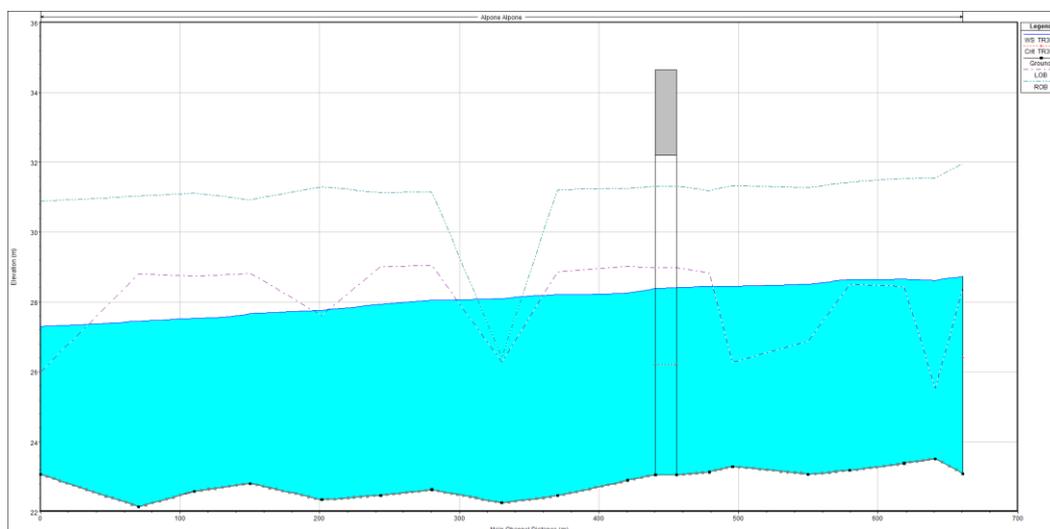


Figura 14 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=197.36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR300

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
Alpone	666	TR300	197.36	23.09	28.73	26.43	28.93	0.000894	2.00	98.70	27.06	0.33
Alpone	652	TR300	197.36	23.52	28.61		28.90	0.001298	2.42	85.80	25.64	0.40
Alpone	651	TR300	197.36	23.38	28.66		28.85	0.000860	1.96	100.93	27.57	0.33
Alpone	650	TR300	197.36	23.17	28.64		28.81	0.000797	1.87	116.49	35.77	0.31
Alpone	649	TR300	197.36	23.07	28.52		28.78	0.001078	2.24	89.26	24.89	0.37
Alpone	648	TR300	197.36	23.30	28.45		28.71	0.001058	2.27	89.32	24.88	0.37
Alpone	647	TR300	197.36	23.13	28.45		28.69	0.001106	2.14	92.30	26.43	0.37
Alpone	646	TR300	197.36	23.06	28.41	26.21	28.66	0.001211	2.19	90.87	31.57	0.38
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR300	197.36	23.06	28.39		28.64	0.001235	2.21	90.15	31.44	0.38
Alpone	645	TR300	197.36	22.89	28.25		28.59	0.001790	2.58	76.38	23.00	0.45
Alpone	644	TR300	197.36	22.45	28.21		28.50	0.001397	2.39	82.63	23.23	0.40
Alpone	643	TR300	197.36	22.25	28.10		28.43	0.001228	2.59	80.36	22.68	0.40
Alpone	642	TR300	197.36	22.63	28.06		28.35	0.001340	2.39	82.46	22.45	0.40
Alpone	641	TR300	197.36	22.46	27.93		28.28	0.001855	2.61	75.52	23.26	0.46
Alpone	640	TR300	197.36	22.34	27.76		28.19	0.002466	2.90	68.18	22.13	0.52
Alpone	639	TR300	197.36	22.81	27.67		28.06	0.002157	2.75	71.67	22.96	0.50
Alpone	638	TR300	197.36	22.58	27.54		27.94	0.002291	2.80	70.48	23.29	0.51
Alpone	637	TR300	197.36	22.14	27.45		27.85	0.002170	2.81	70.18	21.94	0.50
Alpone	636	TR300	197.36	23.07	27.30	26.00	27.69	0.002001	2.77	72.20	23.96	0.49

Figura 15 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=197.36 \text{ m}^3/\text{s}$.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $197.36 \text{ m}^3/\text{s}$ non provochi problemi idraulici particolari o di sormonto arginale.

4.3.2.5 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D-2D) RELATIVA A TR 500 ANNI

La quinta verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 500 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

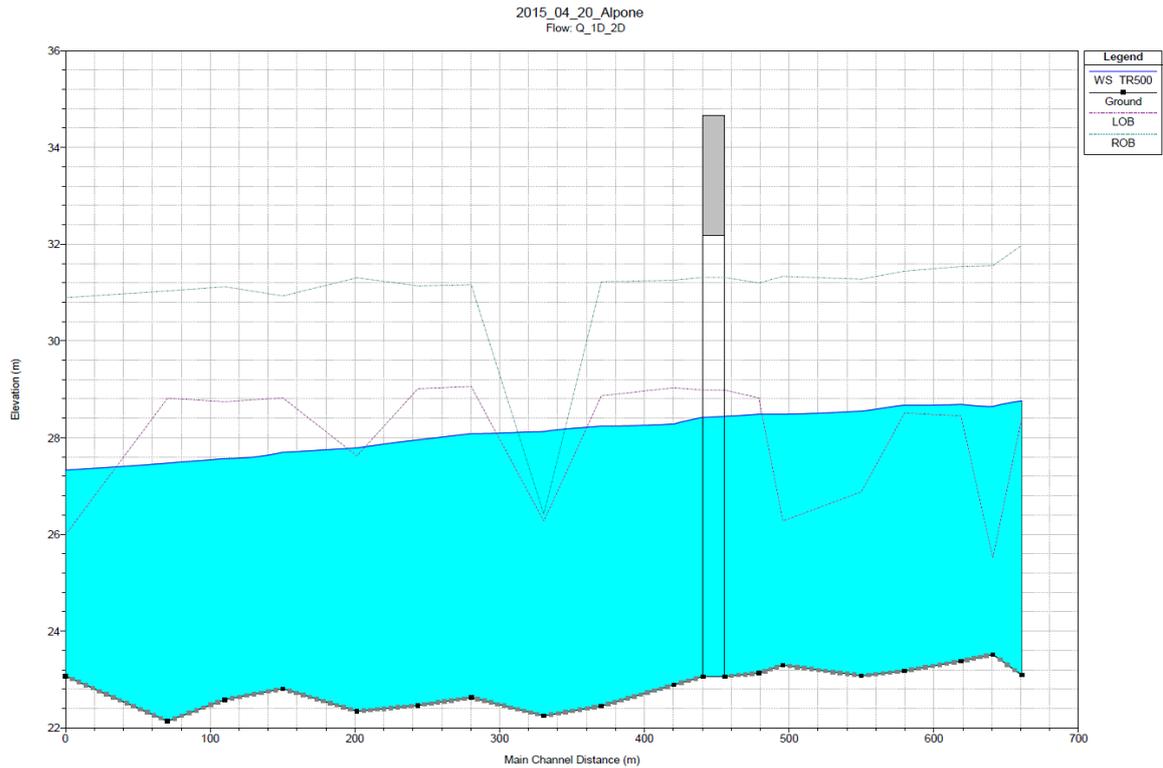


Figura 16 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR500

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
Alpone	666	TR500	199.85	23.09	28.76	26.45	28.97	0.000893	2.01	99.53	27.12	0.33
Alpone	652	TR500	199.85	23.52	28.64		28.94	0.001298	2.43	86.58	25.70	0.40
Alpone	651	TR500	199.85	23.38	28.69		28.88	0.000859	1.96	101.78	27.63	0.33
Alpone	650	TR500	199.85	23.17	28.67		28.84	0.000796	1.87	117.61	35.86	0.31
Alpone	649	TR500	199.85	23.07	28.55		28.81	0.001080	2.25	90.01	24.95	0.37
Alpone	648	TR500	199.85	23.30	28.48		28.75	0.001060	2.28	90.06	24.95	0.37
Alpone	647	TR500	199.85	23.13	28.48		28.72	0.001107	2.15	93.11	26.51	0.37
Alpone	646	TR500	199.85	23.06	28.44	26.24	28.69	0.001210	2.20	91.84	31.74	0.38
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR500	199.85	23.06	28.42		28.67	0.001234	2.21	91.10	31.61	0.38
Alpone	645	TR500	199.85	22.89	28.28		28.63	0.001791	2.59	77.06	23.08	0.45
Alpone	644	TR500	199.85	22.45	28.24		28.53	0.001401	2.40	83.31	23.31	0.41
Alpone	643	TR500	199.85	22.25	28.12		28.47	0.001232	2.61	80.97	22.72	0.40
Alpone	642	TR500	199.85	22.63	28.08		28.38	0.001347	2.41	83.07	22.53	0.40
Alpone	641	TR500	199.85	22.46	27.96		28.31	0.001856	2.62	76.15	23.30	0.46
Alpone	640	TR500	199.85	22.34	27.79		28.22	0.002470	2.91	68.78	22.26	0.53
Alpone	639	TR500	199.85	22.81	27.70		28.09	0.002168	2.76	72.29	23.12	0.50
Alpone	638	TR500	199.85	22.58	27.57		27.97	0.002292	2.81	71.10	23.36	0.51
Alpone	637	TR500	199.85	22.14	27.47		27.88	0.002176	2.82	70.75	22.01	0.50
Alpone	636	TR500	199.85	23.07	27.33	26.02	27.72	0.002001	2.78	72.82	24.03	0.50

Figura 17 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si riportano sul seguito i risultati sulla sezione relativa all'attraversamento della linea AV e in un'altra sezione più a valle, per dare evidenza grafica del tirante idrico:

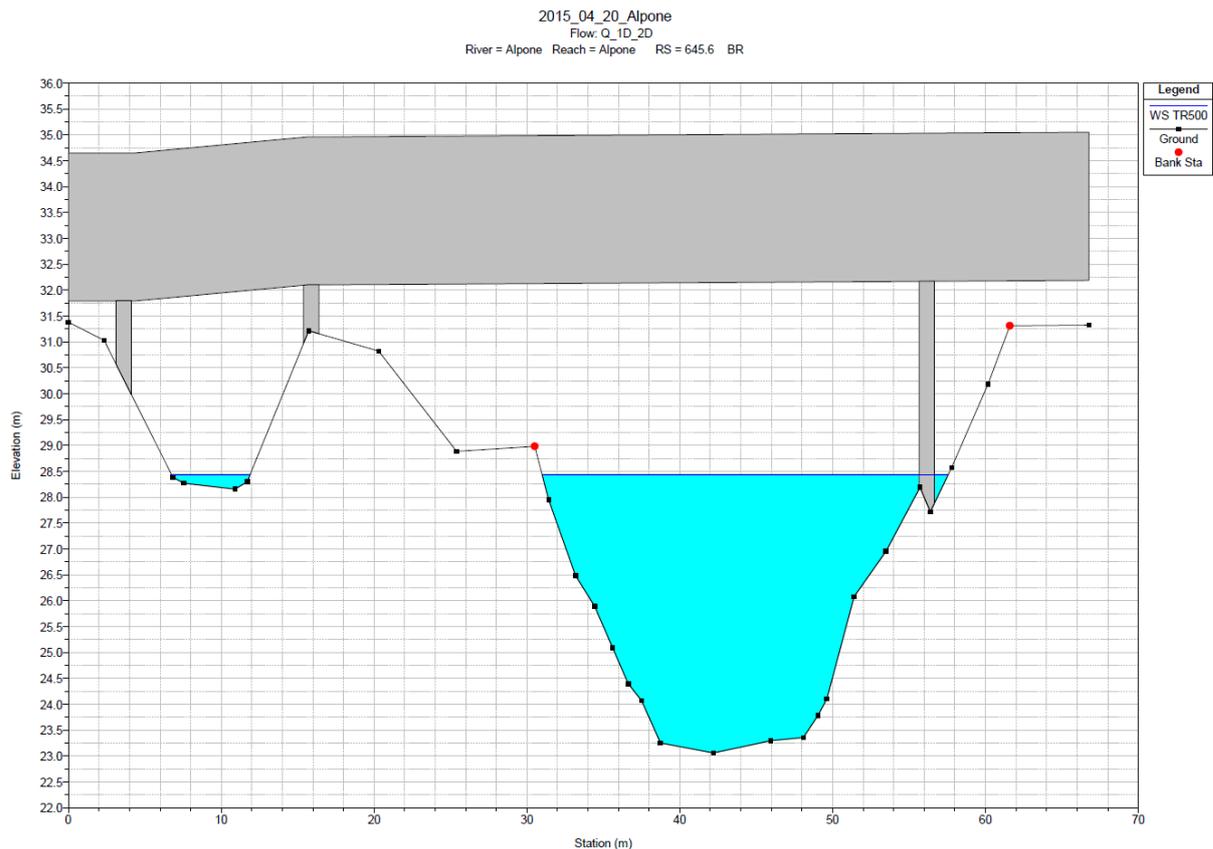


Figura 18 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$.

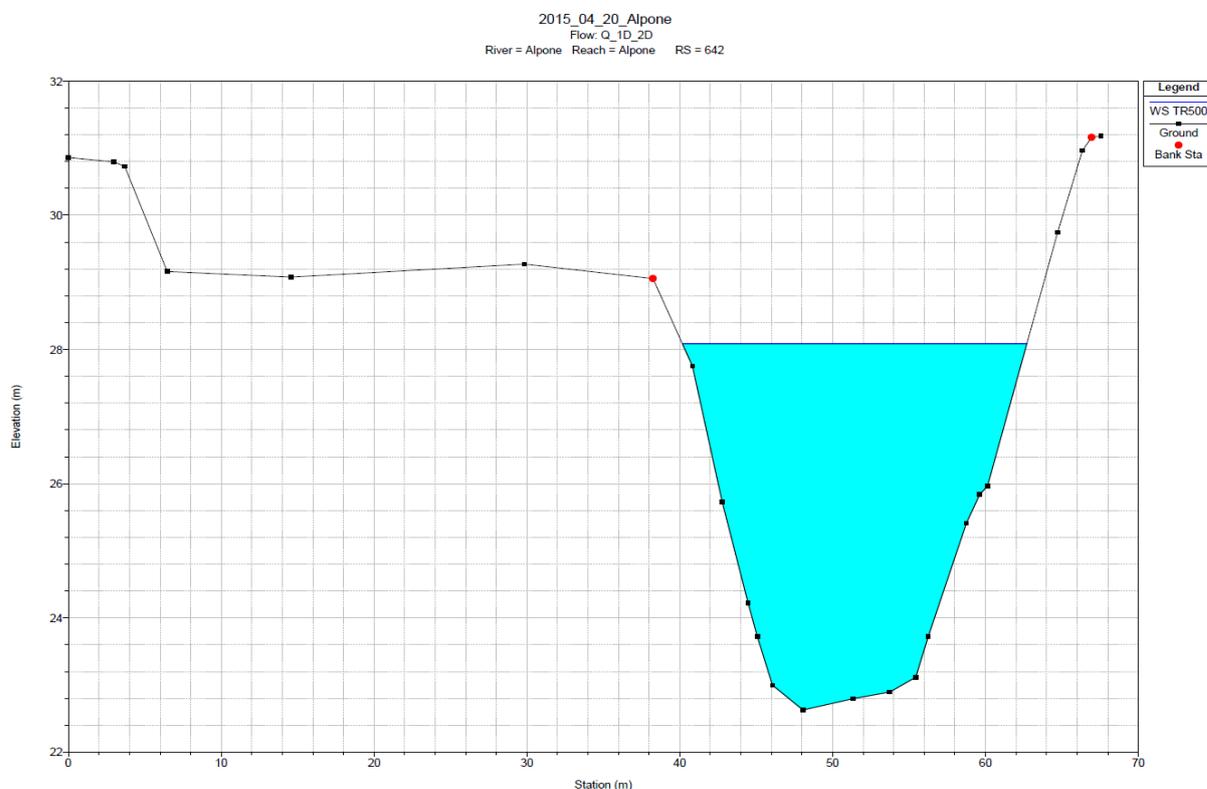


Figura 19 – Sezione a valle dell’attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $199.85 \text{ m}^3/\text{s}$, relativa al tempo di ritorno di 500 anni garantisca ancora il franco di sicurezza di 1.5 m richiesto da NTC 2008 e non provochi problemi idraulici particolari o di sormonto arginale.

4.3.2.6 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 30 ANNI

La sesta verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 30 anni, fornita dal modello 1D che non tiene conto delle esondazioni a monte ovvero di eventuali effetti di laminazione degli interventi di messa in sicurezza previsti a seguito delle alluvioni del 2010 e 2012 ma ancora non realizzati.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

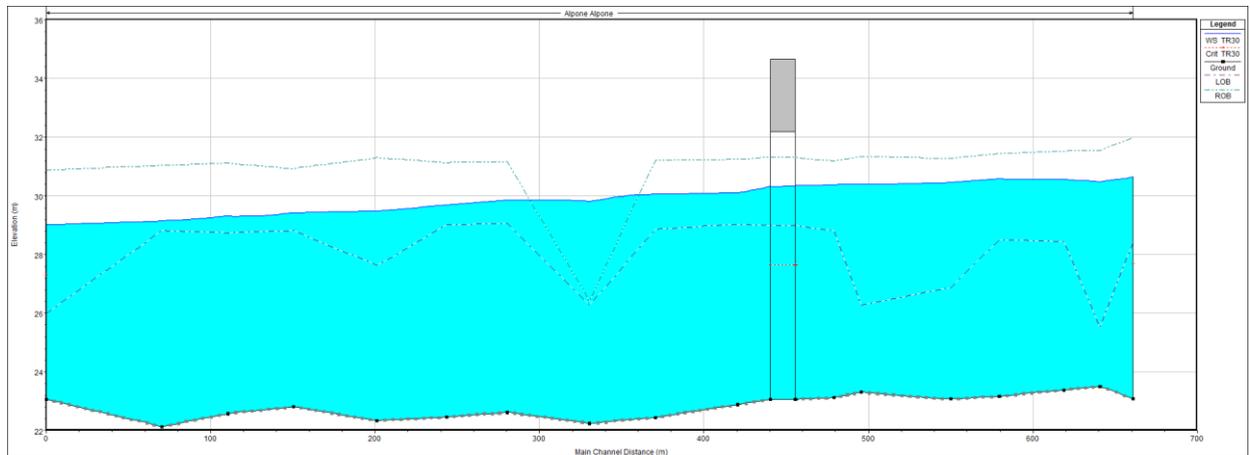


Figura 20 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=391.9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR30

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
Alpone	666	TR30	391.91	23.09	30.64	27.70	30.96	0.000923	2.54	160.04	35.60	0.36
Alpone	652	TR30	391.91	23.52	30.48		30.93	0.001353	3.02	143.40	35.02	0.43
Alpone	651	TR30	391.91	23.38	30.57		30.86	0.000841	2.42	178.03	47.08	0.34
Alpone	650	TR30	391.91	23.17	30.59		30.81	0.000712	2.21	220.44	62.81	0.31
Alpone	649	TR30	391.91	23.07	30.45		30.77	0.000969	2.63	186.67	64.47	0.36
Alpone	648	TR30	391.91	23.30	30.39		30.72	0.000991	2.68	179.52	56.18	0.37
Alpone	647	TR30	391.91	23.13	30.38		30.70	0.000984	2.54	172.90	49.31	0.36
Alpone	646	TR30	391.91	23.06	30.35	27.63	30.67	0.001049	2.57	171.37	49.84	0.37
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR30	391.91	23.06	30.32		30.64	0.001069	2.58	170.07	49.66	0.38
Alpone	645	TR30	391.91	22.89	30.11		30.61	0.001724	3.14	131.09	36.85	0.47
Alpone	644	TR30	391.91	22.45	30.06		30.51	0.001455	2.99	137.61	35.82	0.43
Alpone	643	TR30	391.91	22.25	29.82		30.44	0.001505	3.58	125.94	32.77	0.46
Alpone	642	TR30	391.91	22.63	29.87		30.30	0.001453	2.96	150.60	59.67	0.43
Alpone	641	TR30	391.91	22.46	29.68		30.23	0.001921	3.28	122.92	34.39	0.49
Alpone	640	TR30	391.91	22.34	29.49		30.15	0.002418	3.61	110.40	27.07	0.55
Alpone	639	TR30	391.91	22.81	29.42		30.00	0.002155	3.38	120.13	39.36	0.52
Alpone	638	TR30	391.91	22.58	29.30		29.88	0.002145	3.37	123.27	54.73	0.52
Alpone	637	TR30	391.91	22.14	29.15		29.78	0.002337	3.52	112.90	38.33	0.54
Alpone	636	TR30	391.91	23.07	29.02	27.29	29.62	0.002002	3.47	117.01	28.22	0.52

Figura 21 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=391.9 \text{ m}^3/\text{s}$.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ risulti contenuta nella geometria rilevata senza problemi di sormonto arginale.

4.3.2.7 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 100 ANNI

La settima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni, fornita dal modello 1D che non tiene conto delle esondazioni a monte ovvero di eventuali effetti di laminazione degli

interventi di messa in sicurezza previsti a seguito delle alluvioni del 2010 e 2012 ma ancora non realizzati.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

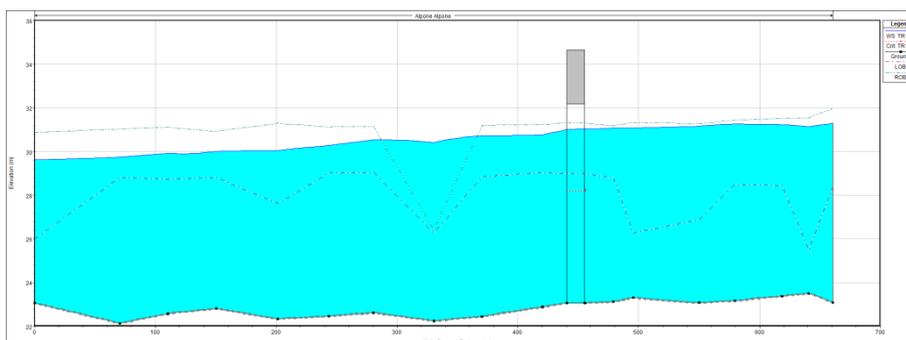


Figura 22 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=484.7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR100

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
Alpone	666	TR100	484.69	23.09	31.30	28.22	31.68	0.000965	2.76	184.63	38.24	0.37
Alpone	652	TR100	484.69	23.52	31.14		31.65	0.001395	3.24	167.20	37.15	0.44
Alpone	651	TR100	484.69	23.38	31.25		31.57	0.000847	2.58	210.78	49.43	0.35
Alpone	650	TR100	484.69	23.17	31.28		31.51	0.000685	2.30	264.75	64.91	0.31
Alpone	649	TR100	484.69	23.07	31.16		31.48	0.000922	2.68	233.20	67.91	0.36
Alpone	648	TR100	484.69	23.30	31.09		31.43	0.000947	2.78	219.58	58.07	0.37
Alpone	647	TR100	484.69	23.13	31.07		31.41	0.000957	2.68	207.77	51.74	0.36
Alpone	646	TR100	484.69	23.06	31.04	28.25	31.39	0.001020	2.71	207.60	56.62	0.37
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR100	484.69	23.06	31.01		31.36	0.001036	2.73	206.16	56.17	0.38
Alpone	645	TR100	484.69	22.89	30.77		31.32	0.001699	3.33	156.18	38.85	0.47
Alpone	644	TR100	484.69	22.45	30.72		31.23	0.001480	3.21	161.86	37.85	0.44
Alpone	643	TR100	484.69	22.25	30.42		31.15	0.001608	3.94	146.13	34.72	0.49
Alpone	642	TR100	484.69	22.63	30.55		30.98	0.001341	3.04	191.92	61.78	0.42
Alpone	641	TR100	484.69	22.46	30.29		30.92	0.001972	3.54	144.42	36.57	0.50
Alpone	640	TR100	484.69	22.34	30.05		30.83	0.002558	3.94	126.00	28.61	0.57
Alpone	639	TR100	484.69	22.81	30.01		30.66	0.002165	3.61	143.77	41.34	0.53
Alpone	638	TR100	484.69	22.58	29.93		30.53	0.001999	3.50	158.40	56.67	0.51
Alpone	637	TR100	484.69	22.14	29.74		30.44	0.002303	3.73	143.57	53.37	0.54
Alpone	636	TR100	484.69	23.07	29.61	27.78	30.28	0.002002	3.69	156.69	73.73	0.53

Figura 23 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=484.7 \text{ m}^3/\text{s}$.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ non sia più contenuta nella maggior parte delle sezioni, con conseguente sormonto arginale.

4.3.2.8 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $536.19 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 200 ANNI

L'ottava verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 536.19 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, fornita dal modello 1D che non tiene conto delle esondazioni a monte ovvero di eventuali effetti di laminazione degli interventi di messa in sicurezza previsti a seguito delle alluvioni del 2010 e 2012 ma ancora non realizzati.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

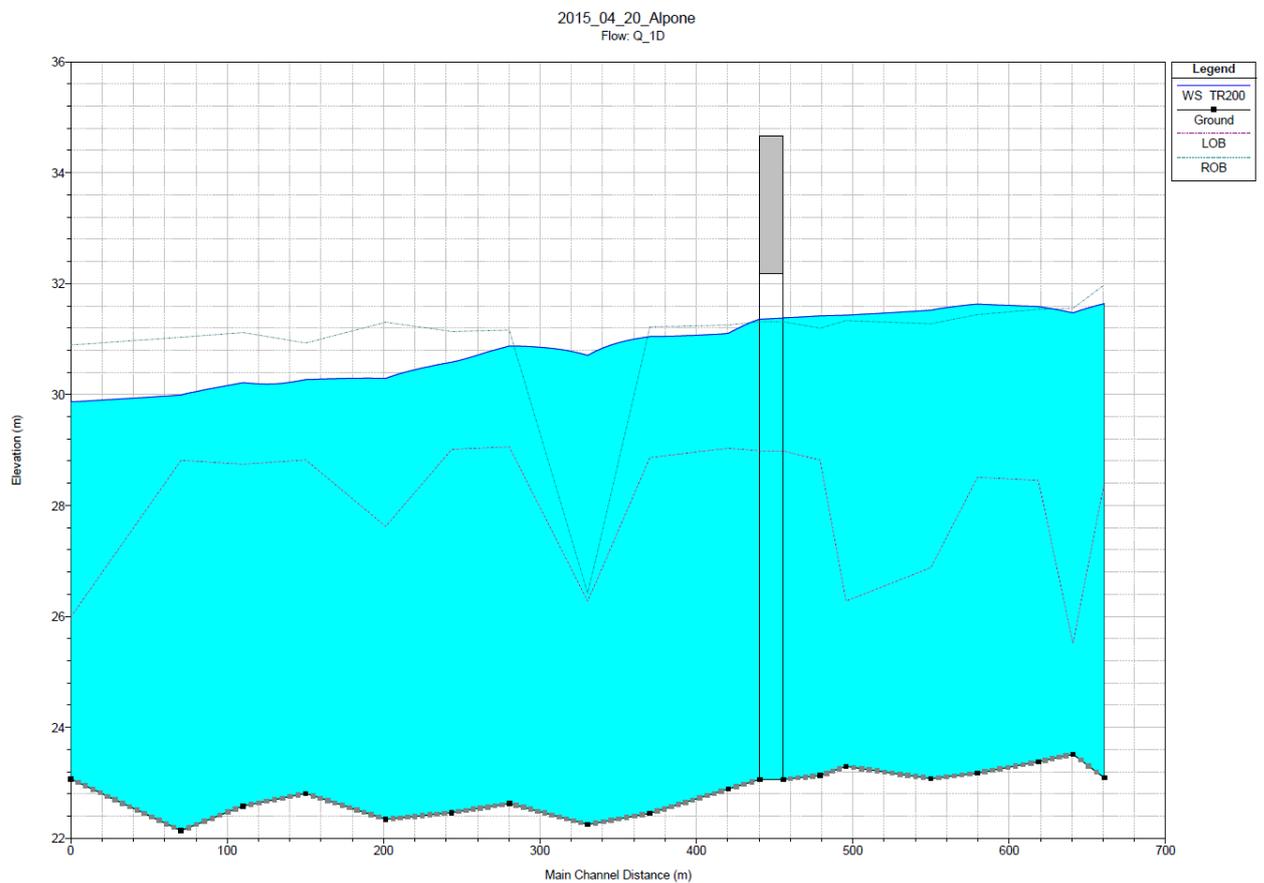


Figura 24 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=536.19 m³/s.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR200

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
Alpone	666	TR200	536.19	23.09	31.64	28.46	32.05	0.000988	2.87	197.74	39.82	0.38
Alpone	652	TR200	536.19	23.52	31.47		32.01	0.001427	3.36	179.63	38.82	0.45
Alpone	651	TR200	536.19	23.38	31.59		31.93	0.000854	2.67	228.01	52.26	0.35
Alpone	650	TR200	536.19	23.17	31.63		31.87	0.000687	2.34	288.58	69.47	0.31
Alpone	649	TR200	536.19	23.07	31.52		31.84	0.000887	2.70	258.57	72.35	0.35
Alpone	648	TR200	536.19	23.30	31.43		31.79	0.000943	2.86	240.56	63.92	0.37
Alpone	647	TR200	536.19	23.13	31.42		31.77	0.000946	2.76	226.20	56.22	0.36
Alpone	646	TR200	536.19	23.06	31.38	28.53	31.75	0.001006	2.78	228.60	66.77	0.37
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR200	536.19	23.06	31.36		31.73	0.001023	2.80	227.00	66.62	0.38
Alpone	645	TR200	536.19	22.89	31.10		31.68	0.001695	3.43	169.18	39.84	0.47
Alpone	644	TR200	536.19	22.45	31.05		31.59	0.001505	3.33	174.30	39.50	0.45
Alpone	643	TR200	536.19	22.25	30.71		31.51	0.001672	4.13	156.32	35.75	0.50
Alpone	642	TR200	536.19	22.63	30.87		31.32	0.001320	3.11	212.54	66.23	0.42
Alpone	641	TR200	536.19	22.46	30.58		31.25	0.002013	3.67	155.26	37.62	0.51
Alpone	640	TR200	536.19	22.34	30.29		31.16	0.002694	4.14	133.05	29.28	0.59
Alpone	639	TR200	536.19	22.81	30.27		30.97	0.002218	3.75	154.72	42.22	0.54
Alpone	638	TR200	536.19	22.58	30.21		30.83	0.001987	3.59	174.37	57.60	0.51
Alpone	637	TR200	536.19	22.14	29.99		30.73	0.002349	3.87	156.86	54.03	0.55
Alpone	636	TR200	536.19	23.07	29.87	28.05	30.55	0.002001	3.78	175.87	74.46	0.53

Figura 25 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - Q=536.19 m³/s.

Sul seguito si riportano i risultati sulla sezione di attraversamento e su una sezione più a valle in modo da dare evidenza grafica ai tiranti idrici.

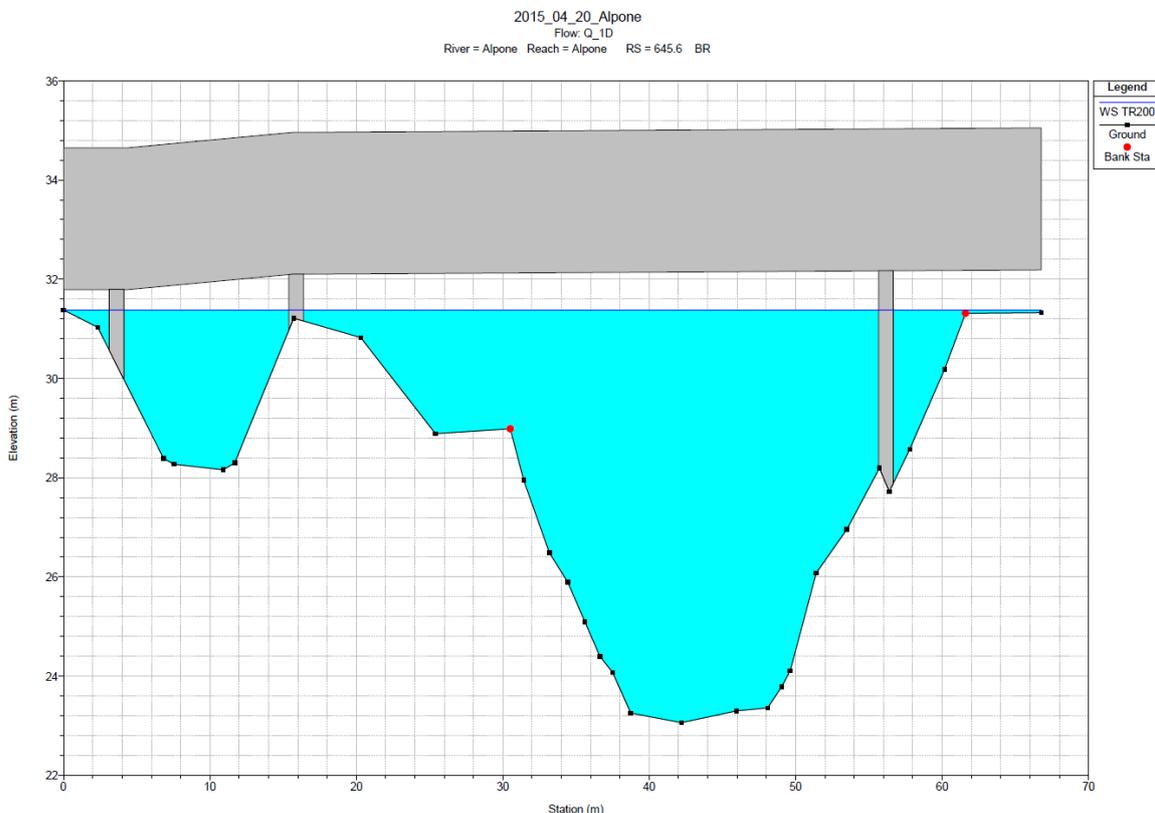


Figura 26 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - Q=536.19 m³/s.

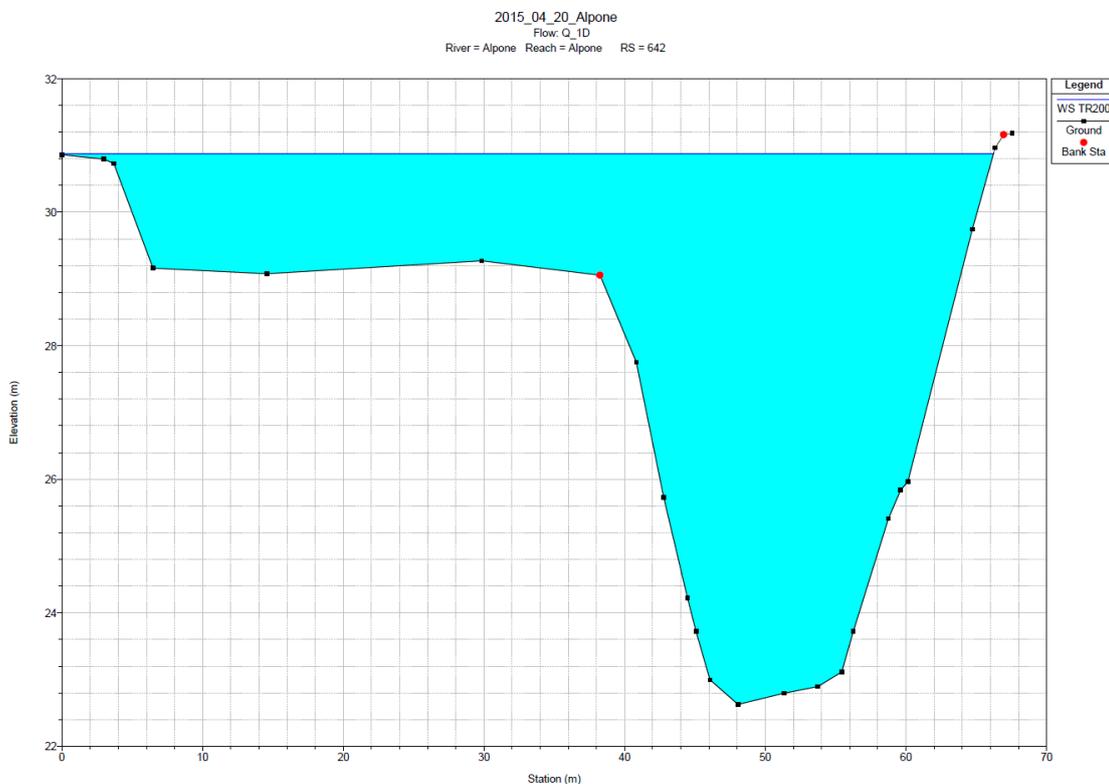


Figura 27 – Sezione a valle dell’attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=536.19 \text{ m}^3/\text{s}$.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $536.19 \text{ m}^3/\text{s}$ **non sia più contenuta** nella maggior parte delle sezioni, con conseguente sormonto arginale; il franco in corrispondenza dell’intradosso risulta ridotto a 0.77 m.

4.3.2.9 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 300 ANNI

La nona verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 300 anni, fornita dal modello 1D che non tiene conto delle esondazioni a monte ovvero di eventuali effetti di laminazione degli interventi di messa in sicurezza previsti a seguito delle alluvioni del 2010 e 2012 ma ancora non realizzati.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

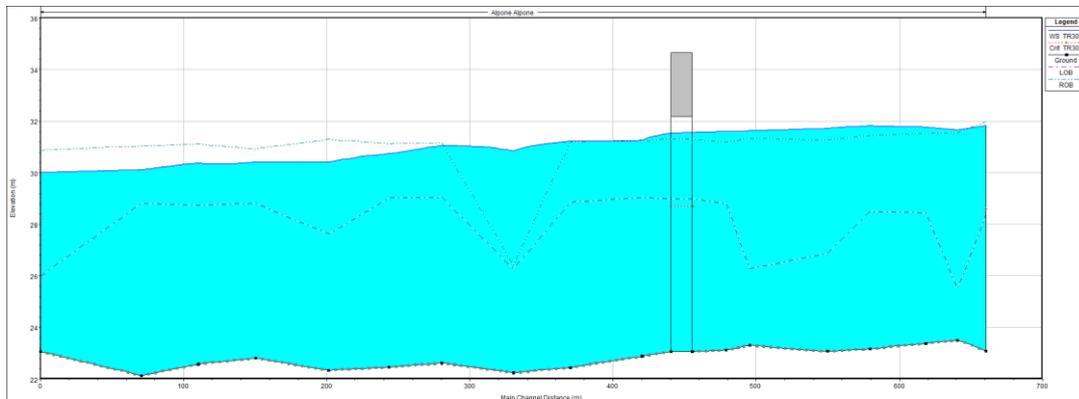


Figura 28 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=566.37 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR300

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
Alpone	666	TR300	566.37	23.09	31.83	28.60	32.25	0.000999	2.93	205.24	40.07	0.38
Alpone	652	TR300	566.37	23.52	31.65		32.21	0.001438	3.43	186.90	40.92	0.45
Alpone	651	TR300	566.37	23.38	31.78		32.13	0.000846	2.71	237.95	52.26	0.35
Alpone	650	TR300	566.37	23.17	31.83		32.06	0.000674	2.37	302.09	69.63	0.31
Alpone	649	TR300	566.37	23.07	31.72		32.03	0.000860	2.72	272.92	72.35	0.35
Alpone	648	TR300	566.37	23.30	31.63		31.99	0.000922	2.88	253.12	63.92	0.37
Alpone	647	TR300	566.37	23.13	31.61		31.97	0.000931	2.79	237.04	56.22	0.36
Alpone	646	TR300	566.37	23.06	31.58	28.69	31.95	0.000979	2.81	241.80	66.77	0.37
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR300	566.37	23.06	31.55		31.93	0.000996	2.83	240.15	66.77	0.37
Alpone	645	TR300	566.37	22.89	31.28		31.88	0.001717	3.51	176.54	43.91	0.48
Alpone	644	TR300	566.37	22.45	31.23		31.79	0.001514	3.39	181.50	39.86	0.45
Alpone	643	TR300	566.37	22.25	30.86		31.71	0.001716	4.25	162.02	36.78	0.51
Alpone	642	TR300	566.37	22.63	31.06		31.51	0.001299	3.12	225.07	66.65	0.42
Alpone	641	TR300	566.37	22.46	30.74		31.44	0.002042	3.75	161.36	38.23	0.52
Alpone	640	TR300	566.37	22.34	30.42		31.34	0.002780	4.26	136.88	29.64	0.60
Alpone	639	TR300	566.37	22.81	30.41		31.13	0.002256	3.83	160.67	42.69	0.54
Alpone	638	TR300	566.37	22.58	30.37		31.00	0.001978	3.63	183.53	58.13	0.51
Alpone	637	TR300	566.37	22.14	30.13		30.88	0.002378	3.95	164.19	54.39	0.56
Alpone	636	TR300	566.37	23.07	30.01	28.21	30.70	0.002001	3.83	186.48	74.87	0.53

Figura 29 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=566.37 \text{ m}^3/\text{s}$.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ provochi problemi di sormonto arginale solo in alcuni tratti a monte dove peraltro è in esecuzione il risezionamento del torrente stesso ad opera del Genio Civile di Verona al fine di aumentare la sezione idraulica e quindi la capacità di portata.

4.3.2.10 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $605.64 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 500 ANNI

La decima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $605.64 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 500 anni, fornita dal modello 1D che non

tiene conto delle esondazioni a monte ovvero di eventuali effetti di laminazione degli interventi di messa in sicurezza previsti a seguito delle alluvioni del 2010 e 2012 ma ancora non realizzati.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

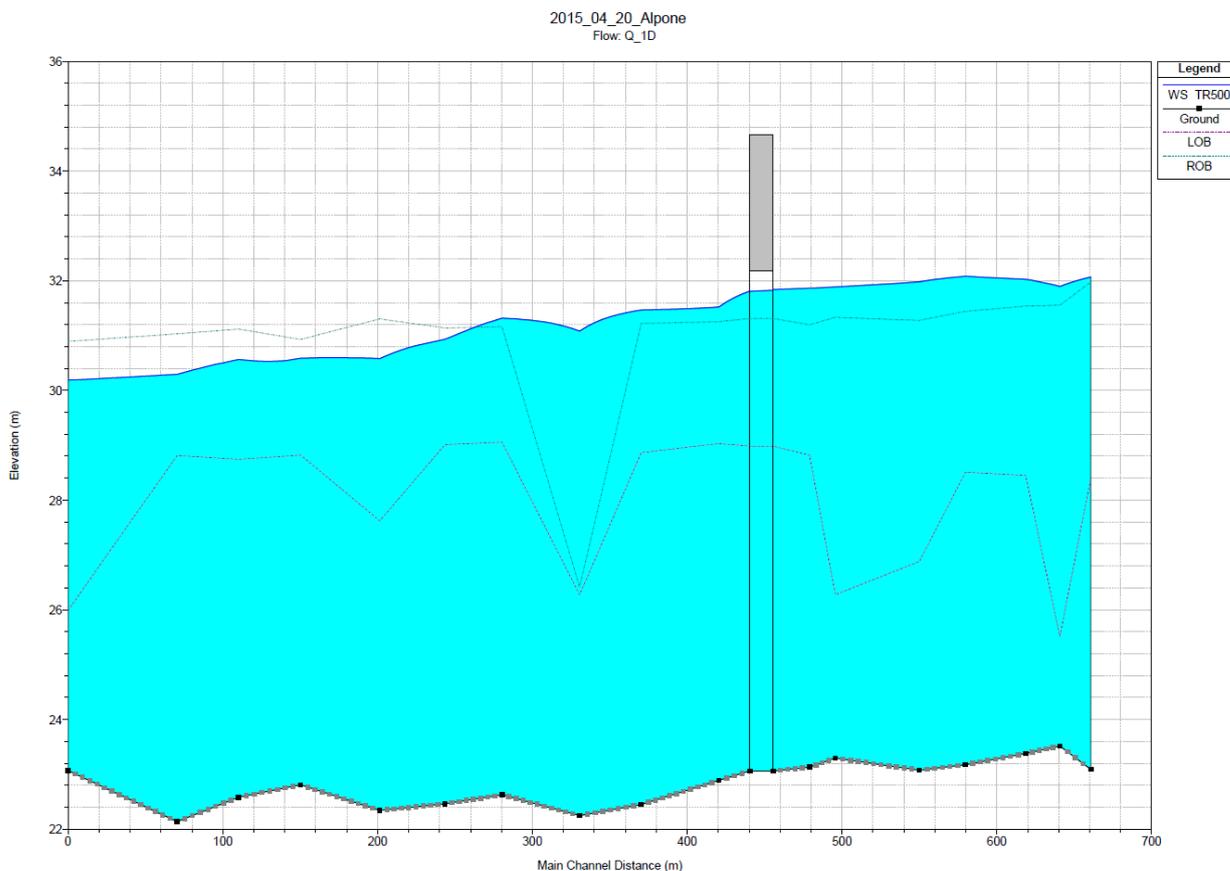


Figura 30 – Profilo dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=605.64 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR500

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
Alpone	666	TR500	605.64	23.09	32.07	28.78	32.51	0.001004	3.00	215.09	41.30	0.38
Alpone	652	TR500	605.64	23.52	31.90		32.48	0.001418	3.50	196.83	40.92	0.45
Alpone	651	TR500	605.64	23.38	32.03		32.39	0.000834	2.76	250.98	52.26	0.35
Alpone	650	TR500	605.64	23.17	32.08		32.32	0.000655	2.40	319.84	69.85	0.31
Alpone	649	TR500	605.64	23.07	31.98		32.30	0.000824	2.74	291.77	72.35	0.35
Alpone	648	TR500	605.64	23.30	31.89		32.25	0.000892	2.91	269.63	63.92	0.36
Alpone	647	TR500	605.64	23.13	31.86		32.23	0.000909	2.84	251.25	56.22	0.36
Alpone	646	TR500	605.64	23.06	31.84	28.90	32.21	0.000942	2.84	259.13	66.77	0.37
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR500	605.64	23.06	31.81		32.19	0.000959	2.85	257.28	66.77	0.37
Alpone	645	TR500	605.64	22.89	31.52		32.14	0.001675	3.57	187.16	43.91	0.48
Alpone	644	TR500	605.64	22.45	31.47		32.05	0.001494	3.46	191.18	40.35	0.45
Alpone	643	TR500	605.64	22.25	31.08		31.97	0.001741	4.37	170.10	37.08	0.51
Alpone	642	TR500	605.64	22.63	31.32		31.76	0.001247	3.13	242.14	67.55	0.41
Alpone	641	TR500	605.64	22.46	30.93		31.67	0.002121	3.87	169.04	42.09	0.53
Alpone	640	TR500	605.64	22.34	30.58		31.56	0.002893	4.41	141.68	30.08	0.62
Alpone	639	TR500	605.64	22.81	30.59		31.35	0.002299	3.94	168.33	43.30	0.55
Alpone	638	TR500	605.64	22.58	30.56		31.21	0.001974	3.70	194.76	58.77	0.51
Alpone	637	TR500	605.64	22.14	30.29		31.08	0.002414	4.04	173.35	54.84	0.56
Alpone	636	TR500	605.64	23.07	30.19	28.41	30.89	0.002001	3.89	199.77	75.39	0.53

Figura 31 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di fatto, Torrente Alpone - $Q=605.64 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sul seguito si riportano i risultati sulla sezione di attraversamento e su una sezione più a valle in modo da dare evidenza grafica ai tiranti idrici.

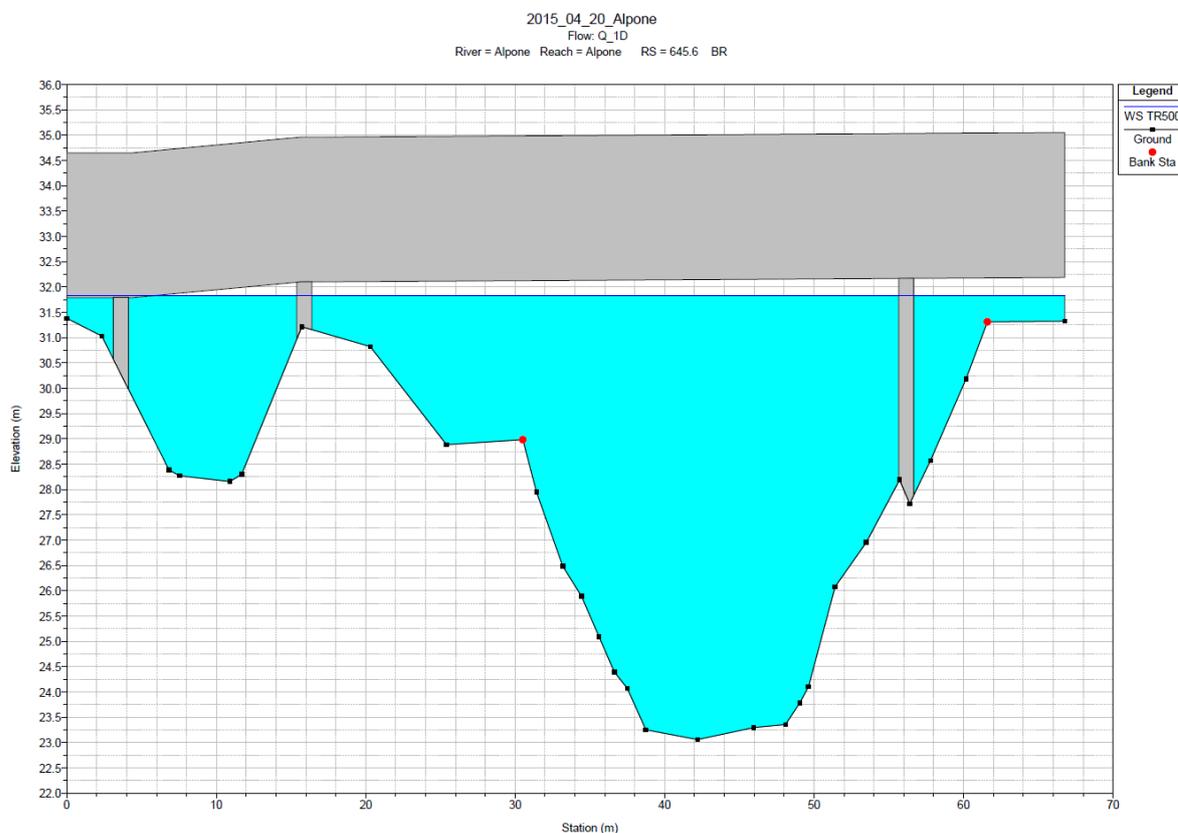


Figura 32 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=605.64 \text{ m}^3/\text{s}$.

2015_04_20_Alpone
Flow: Q_1D
River = Alpone Reach = Alpone RS = 642

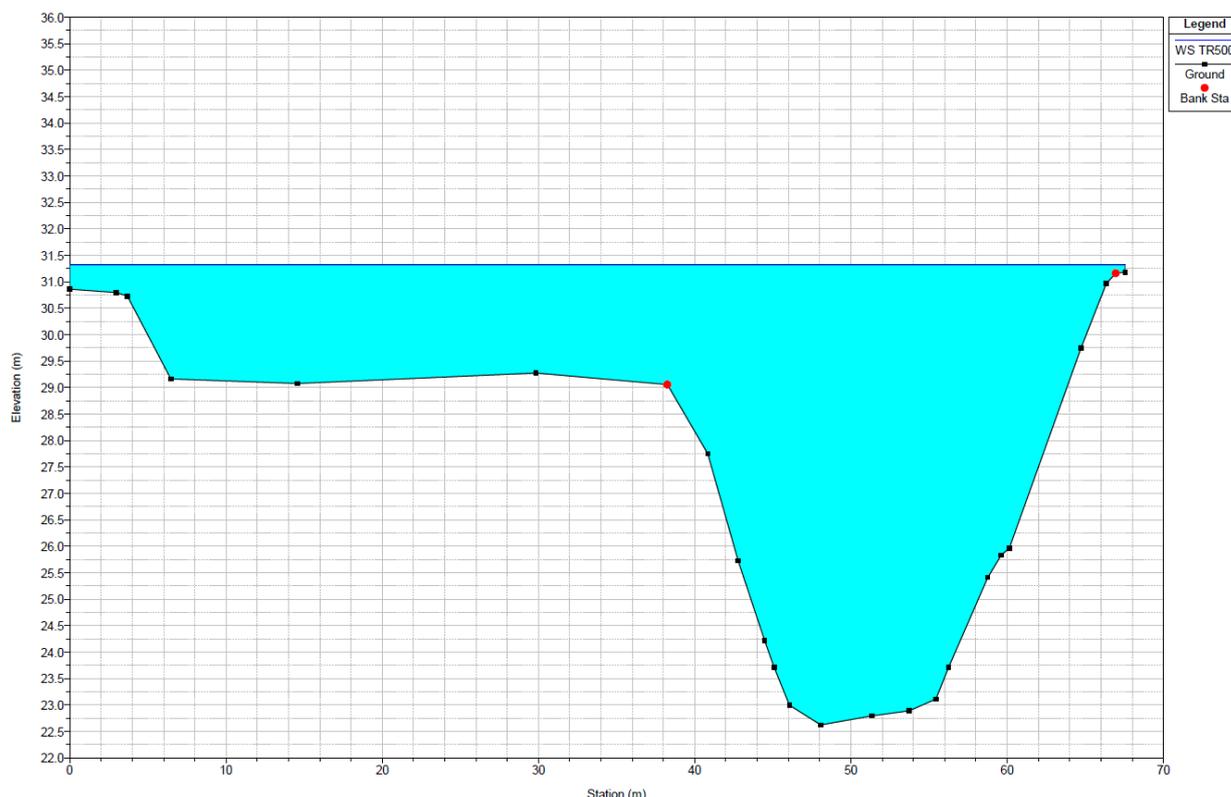


Figura 33 – Sezione a valle dell’attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=605.64 \text{ m}^3/\text{s}$.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $605.64 \text{ m}^3/\text{s}$ **non sia più contenuta** nella maggior parte delle sezioni, con conseguente sormonto arginale; il franco in corrispondenza dell’intradosso risulta pari a 0.32 m.

4.4 STATO DI PROGETTO

4.4.1 ASSETTO GEOMETRICO DELL’ATTRAVERSAMENTO ALPONE DI PROGETTO

Il Torrente Alpone interferisce con il tracciato AV a sud del centro abitato di San Bonifacio e viene attraversato con una prima campata di approccio di 25 m, una campata speciale di 78 m ed una campata di approccio ad est di 40 m. L’attuale alveo del torrente non viene interessato dalla presenza di pile a sostegno dell’impalcato, in modo da, come richiesto dal Genio Civile di Verona, non creare fenomeni di ristagno della velocità con conseguente accumulo di materiale solido e riduzione della capacità

di portata della sezione. E' comunque in corso una sistemazione fluviale ad opera del Genio Civile di Verona con il fine di risezionare l'alveo in modo tale da aumentare la capacità di portata del tratto a monte dell'attuale ponte sulla SS. Porcilana, in corrispondenza quindi dell'interferenza in oggetto.

Di seguito si riporta uno stralcio di planimetria di progetto che mostra la soluzione progettuale.

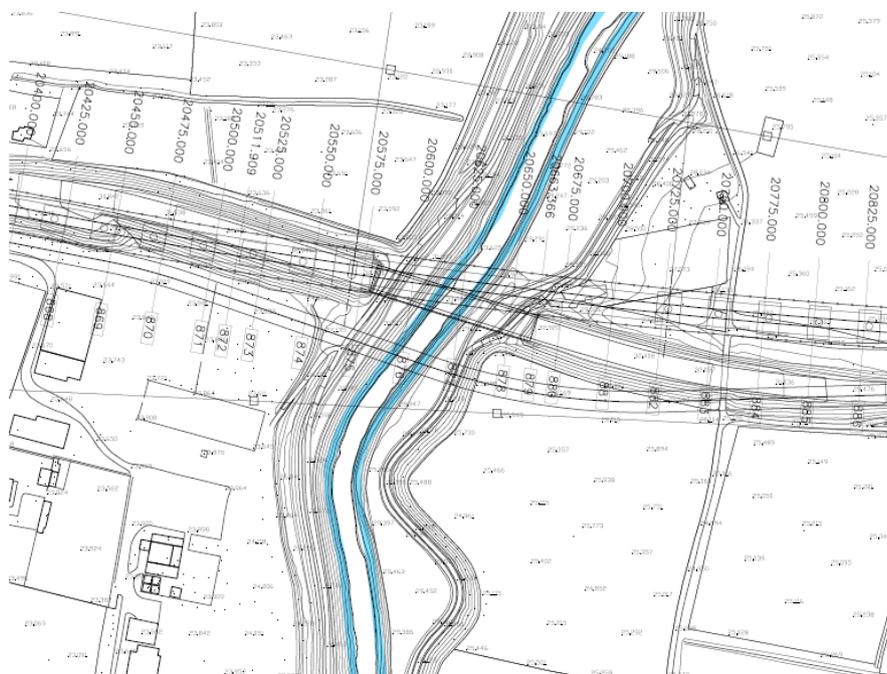


Figura 34 – Stralcio planimetrico stato di progetto - Torrente Alpone

4.4.2 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Per la simulazione dello stato di fatto sono stati utilizzati i rilievi messi a disposizione dal Genio Civile di Verona, sulla base del quale sono state ricavate le sezioni utili da inserire nel modello per il tratto di interesse, ossia quello a ridosso del ponte sulla SS. Porcilana. E' stato poi inserito il ponte di progetto facendo riferimento alla planimetria e profilo del tracciato AV Verona Porta Vescovo – Montebello Vicentino di variante.

4.4.3 CONDIZIONI DI VERIFICA

Le verifiche sono state effettuate in un primo momento considerando le portate del modello 1D-2D con Tr di 30, 100, 200, 300 e 500 anni. Sono poi state considerate le IN0D00DI2RHIN6400001A.DOC

portate del modello 1D con gli stessi tempi di ritorno, che non considerano però le esondazioni a monte della sezione di verifica, causate da eventi estremi.

Come condizione al contorno di valle è stata considerata una pendenza della linea dell'energia pari a quella media del fondo.

Come scabrezze sono stati considerati valori, secondo la formulazione di Manning, pari a $n=0.033$ per il fondo alveo e pari a $n=0.05$ per banche e sponde. I coefficienti di contrazione ed espansione sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3, 0.2 e 1 per gli imbocchi/sbocchi dei tombini.

Il ponte di progetto, caratterizzato dalla campata speciale di 78 m, è stato schematizzato in Hec-Ras come *bridge*. Il modello valuta le perdite di energia causate da questa struttura in tre parti, come evidenziato nella figura seguente:

1. Dovuta all'espansione del flusso che si verifica immediatamente a valle;
 2. Dovuta all'opera stessa;
 3. Dovuta alla contrazione del flusso che si verifica immediatamente a monte.
- come tombini a sezione rettangolare, utilizzando la formulazione della conservazione dell'energia.

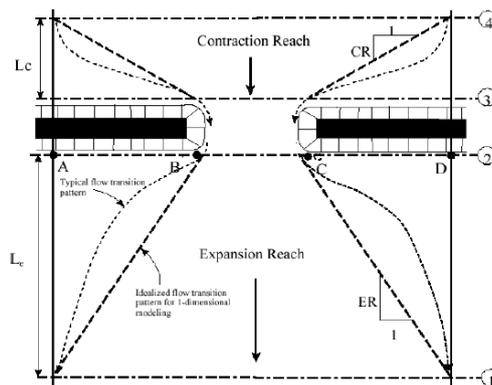


Figura 35 – Esempio di schematizzazione *bridge* in Hec-Ras

Si riporta di seguito lo schema planimetrico del modello HEC-RAS sviluppato con indicate le sezioni per le quali verranno presentati i risultati nel paragrafo successivo.

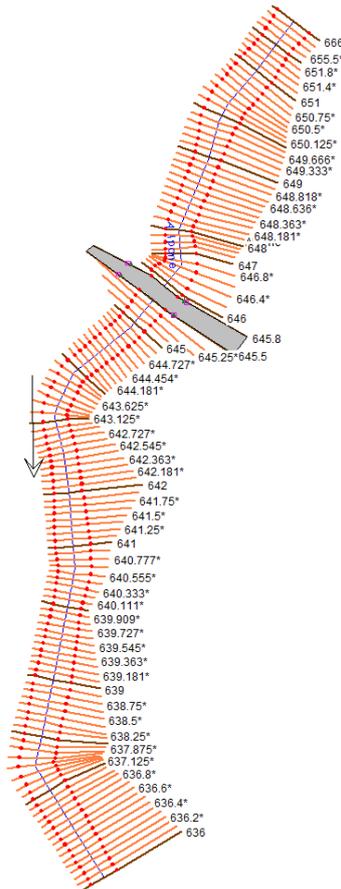


Figura 36 –Geometria in HEC-RAS dello stato di progetto, Torrente Alpone con indicata l'ubicazione delle sezioni e del nuovo ponte AV.

Per determinare con accuratezza il gradiente di energia, necessario per calcolare un valore attendibile delle perdite di attrito e di quelle di espansione e contrazione, è stato necessario incrementare in fase di calcolo le sezioni trasversali andando ad interpolare le sezioni importate. Le sezioni interpolate sono indicate con un asterisco.

4.4.3.1 SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 184.45 m³/s RELATIVA A TR 30 ANNI

La prima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 184.45 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 30 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

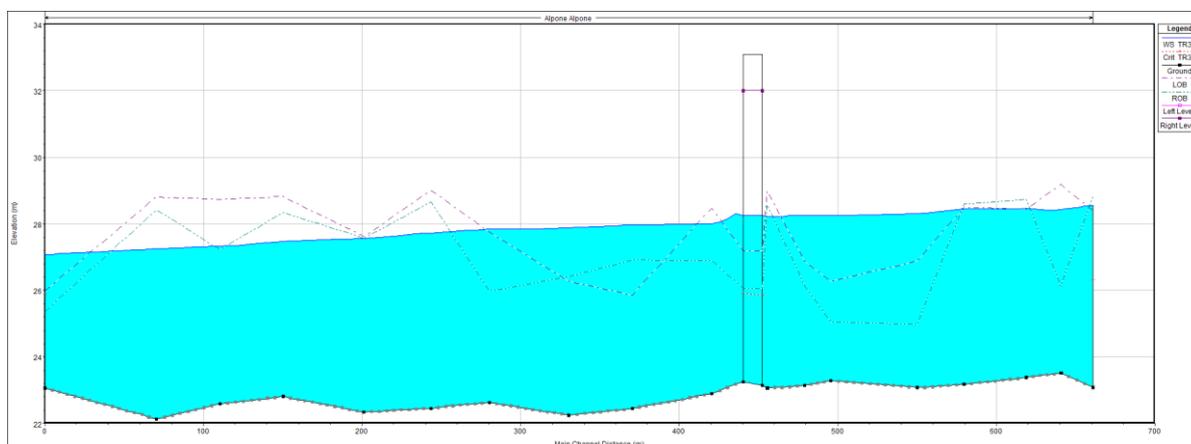


Figura 37 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=184.45 \text{ m}^3/\text{s}$ TR30 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR30

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
Alpone	666	TR30	184.45	23.09	28.55	26.32	28.74	0.000912	1.97	93.76	26.69	0.33
Alpone	652	TR30	184.45	23.52	28.44		28.71	0.001299	2.35	81.31	25.17	0.40
Alpone	651	TR30	184.45	23.38	28.47		28.66	0.000882	1.93	95.77	27.21	0.33
Alpone	650	TR30	184.45	23.17	28.45		28.61	0.000823	1.85	109.68	35.13	0.31
Alpone	649	TR30	184.45	23.07	28.30		28.58	0.001040	2.37	83.91	24.42	0.37
Alpone	648	TR30	184.45	23.30	28.24		28.52	0.000994	2.38	84.13	24.38	0.37
Alpone	647	TR30	184.45	23.13	28.25		28.50	0.000979	2.21	86.98	25.89	0.36
Alpone	646	TR30	184.45	23.06	28.23		28.47	0.001241	2.17	85.24	28.47	0.38
Alpone	645.8	TR30	184.45	23.14	28.25	25.88	28.45	0.000765	2.00	95.77	27.68	0.32
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR30	184.45	23.26	28.24	25.90	28.44	0.000787	2.01	95.08	27.64	0.32
Alpone	645	TR30	184.45	22.89	28.01		28.37	0.001720	2.66	70.83	22.30	0.45
Alpone	644	TR30	184.45	22.45	27.96		28.28	0.001245	2.50	77.01	22.59	0.39
Alpone	643	TR30	184.45	22.25	27.89		28.22	0.001270	2.55	75.69	22.26	0.40
Alpone	642	TR30	184.45	22.63	27.84		28.14	0.001240	2.43	77.69	21.76	0.39
Alpone	641	TR30	184.45	22.46	27.72		28.07	0.001953	2.61	70.80	22.90	0.47
Alpone	640	TR30	184.45	22.34	27.56		27.99	0.002301	2.88	64.01	19.36	0.51
Alpone	639	TR30	184.45	22.81	27.47		27.86	0.002189	2.74	67.29	21.90	0.50
Alpone	638	TR30	184.45	22.58	27.34		27.74	0.002275	2.80	65.95	22.67	0.51
Alpone	637	TR30	184.45	22.14	27.25		27.65	0.002245	2.80	65.98	21.39	0.51
Alpone	636	TR30	184.45	23.07	27.09	25.89	27.49	0.002000	2.84	67.00	23.39	0.50

Figura 38 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=184.45 \text{ m}^3/\text{s}$ TR30 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mostrano come la sistemazione apportata nella fase di progetto non cambi la situazione idraulica del torrente nel tratto esaminato.

4.4.3.2 SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI $190.16 \text{ m}^3/\text{s}$ RELATIVA A TR 100 ANNI

La seconda verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 190.16 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

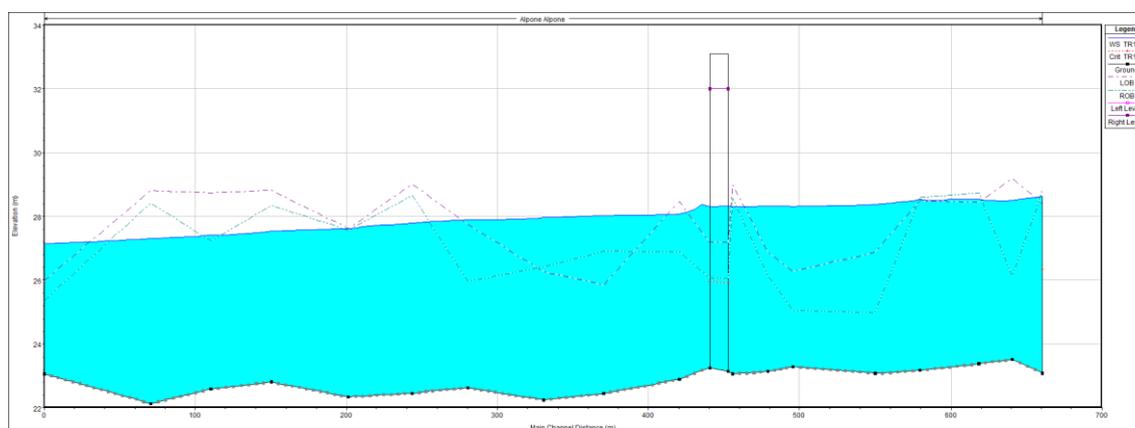


Figura 39 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - Q=190.16 m³/s TR100 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR100

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
Alpone	666	TR100	190.16	23.09	28.62	26.35	28.82	0.000911	1.99	95.70	26.84	0.34
Alpone	652	TR100	190.16	23.52	28.51		28.79	0.001298	2.37	83.11	25.36	0.40
Alpone	651	TR100	190.16	23.38	28.54		28.73	0.000880	1.95	97.74	27.35	0.33
Alpone	650	TR100	190.16	23.17	28.52		28.69	0.000822	1.86	112.27	35.44	0.31
Alpone	649	TR100	190.16	23.07	28.37		28.65	0.001044	2.40	85.59	24.56	0.37
Alpone	648	TR100	190.16	23.30	28.31		28.60	0.001000	2.41	85.80	24.54	0.37
Alpone	647	TR100	190.16	23.13	28.32		28.57	0.000980	2.24	88.77	26.07	0.36
Alpone	646	TR100	190.16	23.06	28.30		28.54	0.001240	2.19	87.32	30.54	0.38
Alpone	645.8	TR100	190.16	23.14	28.32	25.93	28.53	0.000767	2.02	97.71	27.89	0.32
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR100	190.16	23.26	28.31	25.95	28.52	0.000788	2.04	97.01	27.85	0.32
Alpone	645	TR100	190.16	22.89	28.07		28.44	0.001731	2.69	72.29	22.49	0.45
Alpone	644	TR100	190.16	22.45	28.03		28.35	0.001253	2.54	78.48	22.75	0.40
Alpone	643	TR100	190.16	22.25	27.95		28.29	0.001280	2.59	77.11	22.40	0.40
Alpone	642	TR100	190.16	22.63	27.90		28.21	0.001248	2.46	79.08	21.96	0.39
Alpone	641	TR100	190.16	22.46	27.79		28.14	0.001956	2.63	72.30	23.05	0.47
Alpone	640	TR100	190.16	22.34	27.62		28.06	0.002314	2.92	65.23	20.36	0.51
Alpone	639	TR100	190.16	22.81	27.54		27.93	0.002214	2.77	68.65	22.19	0.50
Alpone	638	TR100	190.16	22.58	27.40		27.81	0.002276	2.83	67.34	22.93	0.51
Alpone	637	TR100	190.16	22.14	27.31		27.72	0.002265	2.83	67.26	21.58	0.51
Alpone	636	TR100	190.16	23.07	27.14	25.94	27.56	0.002000	2.88	68.38	23.55	0.50

Figura 40 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone - Q=190.16 m³/s TR100 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mostrano come la sistemazione apportata nella fase di progetto non cambi la situazione idraulica del torrente nel tratto esaminato.

4.4.3.3 SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 194.74 m³/s RELATIVA A TR 200 ANNI

La terza verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 194.74 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

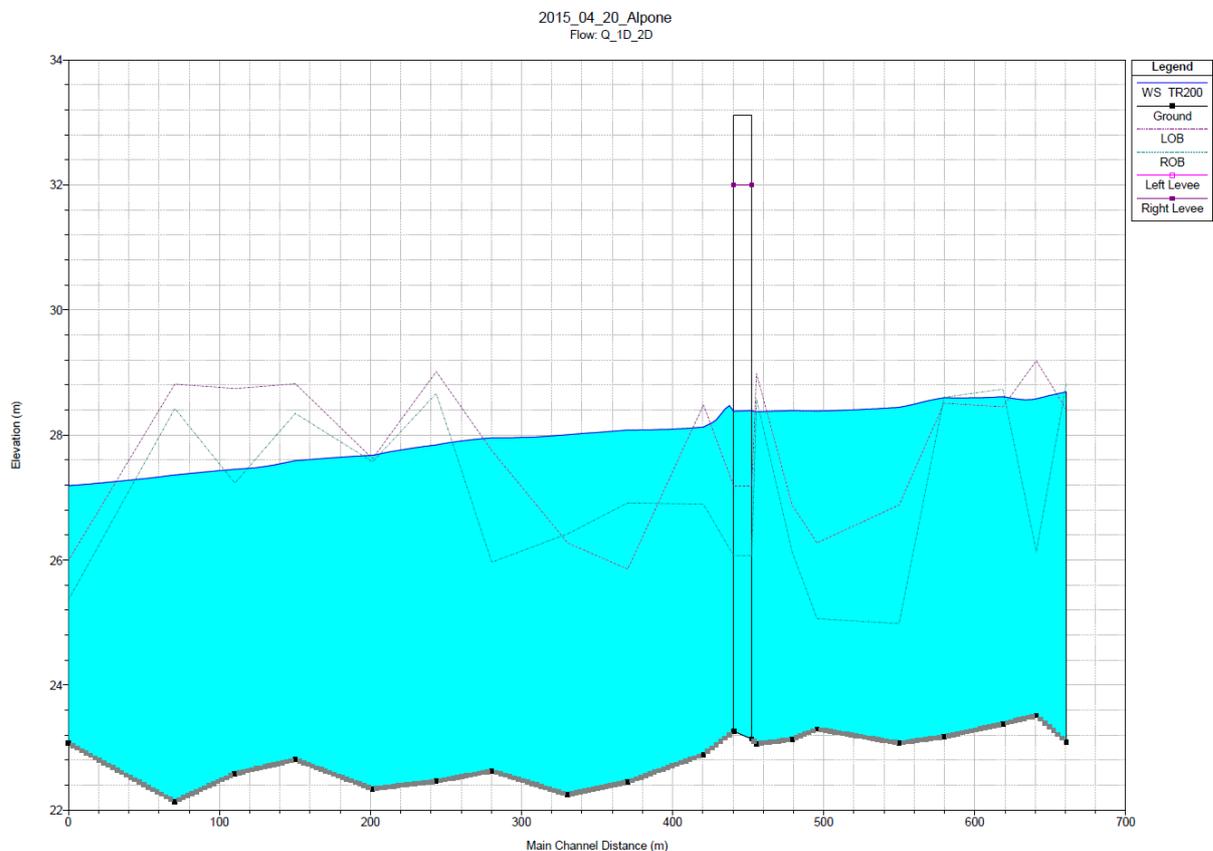


Figura 41 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - Q=194.74 m³/s TR200 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR200

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
Alpone	666	TR200	194.74	23.09	28.69	26.39	28.89	0.000901	2.00	97.56	26.98	0.33
Alpone	652	TR200	194.74	23.52	28.58		28.86	0.001284	2.38	84.86	25.55	0.40
Alpone	651	TR200	194.74	23.38	28.61		28.81	0.000870	1.95	99.67	27.48	0.33
Alpone	650	TR200	194.74	23.17	28.59		28.76	0.000809	1.87	114.82	35.64	0.31
Alpone	649	TR200	194.74	23.07	28.44		28.73	0.001034	2.41	87.30	24.72	0.37
Alpone	648	TR200	194.74	23.30	28.38		28.67	0.000992	2.43	87.51	24.71	0.37
Alpone	647	TR200	194.74	23.13	28.39		28.64	0.000968	2.25	90.62	26.26	0.36
Alpone	646	TR200	194.74	23.06	28.37	26.20	28.61	0.001224	2.19	88.87	31.26	0.38
Alpone	645.8	TR200	194.74	23.14	28.39	25.98	28.60	0.000758	2.03	99.70	28.10	0.32
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR200	194.74	23.26	28.38	26.00	28.59	0.000779	2.05	99.01	28.06	0.32
Alpone	645	TR200	194.74	22.89	28.13		28.50	0.001740	2.72	73.45	22.63	0.45
Alpone	644	TR200	194.74	22.45	28.08		28.41	0.001260	2.56	79.65	22.89	0.40
Alpone	643	TR200	194.74	22.25	28.01		28.35	0.001287	2.62	78.28	22.52	0.40
Alpone	642	TR200	194.74	22.63	27.96		28.27	0.001252	2.48	80.23	22.13	0.40
Alpone	641	TR200	194.74	22.46	27.84		28.20	0.001953	2.65	73.53	23.14	0.47
Alpone	640	TR200	194.74	22.34	27.68		28.12	0.002307	2.94	66.29	21.29	0.51
Alpone	639	TR200	194.74	22.81	27.59		27.98	0.002231	2.79	69.80	22.47	0.51
Alpone	638	TR200	194.74	22.58	27.45		27.87	0.002278	2.85	68.44	23.06	0.51
Alpone	637	TR200	194.74	22.14	27.36		27.77	0.002278	2.85	68.29	21.71	0.51
Alpone	636	TR200	194.74	23.07	27.19	25.97	27.62	0.002000	2.90	69.48	23.67	0.51

Figura 42 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone 194.74 m³/s TR200 anni.

Si riportano sul seguito i risultati sulla sezione di attraversamento della linea AV ed in una sezione a valle, per dare evidenza grafica dei tiranti idrici.

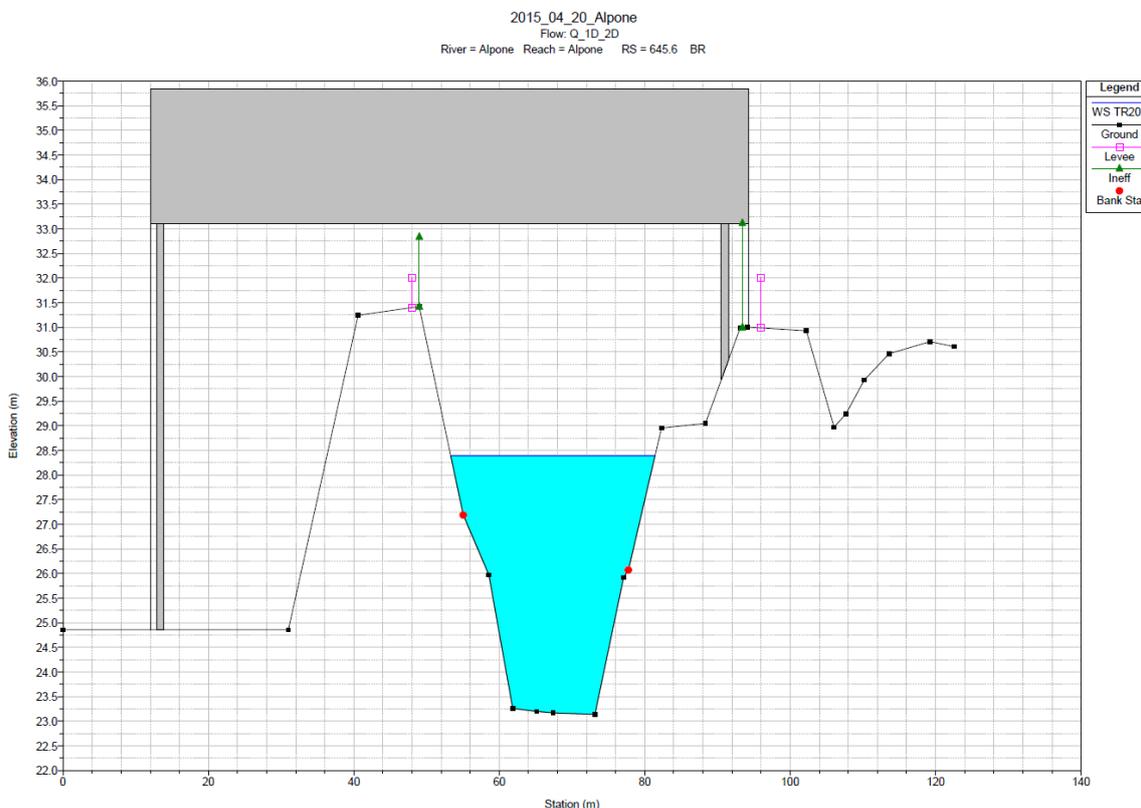


Figura 43 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - 194.74 m³/s TR200 anni.

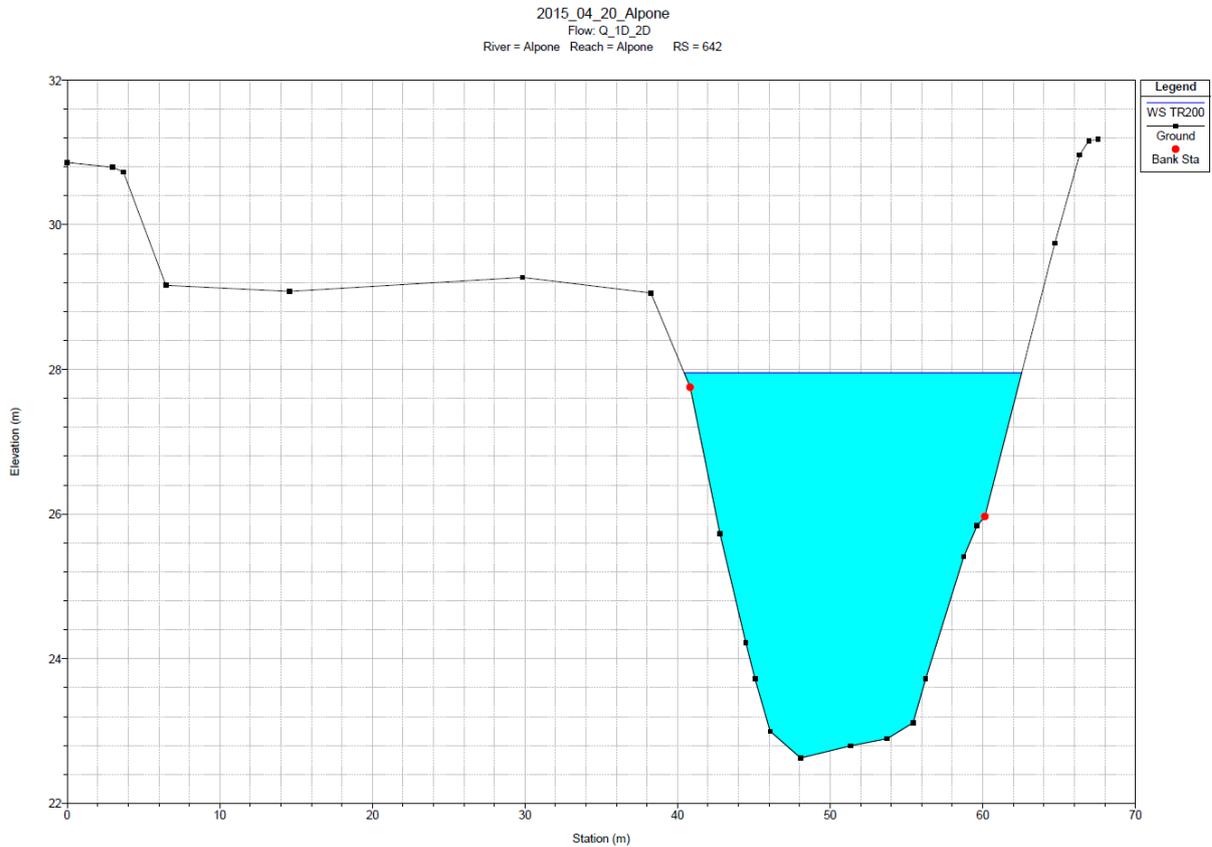


Figura 44 – Sezione a valle dell’attraversamento AV, Torrente Alpone - 194.74 m³/s TR200 anni.

I risultati della simulazione mostrano come la sistemazione apportata nella fase di progetto non cambi la situazione idraulica del torrente nel tratto esaminato, e come la portata di 194.74 m³/s, relativa al tempo di ritorno di 200 anni garantisca il franco di sicurezza di 1.5 m richiesto da NTC 2008 e non provochi problemi idraulici particolari o di sormonto arginale.

4.4.3.4 SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI 197.36 m³/s RELATIVA A TR 300 ANNI

La quarta verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 197.36 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 300 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

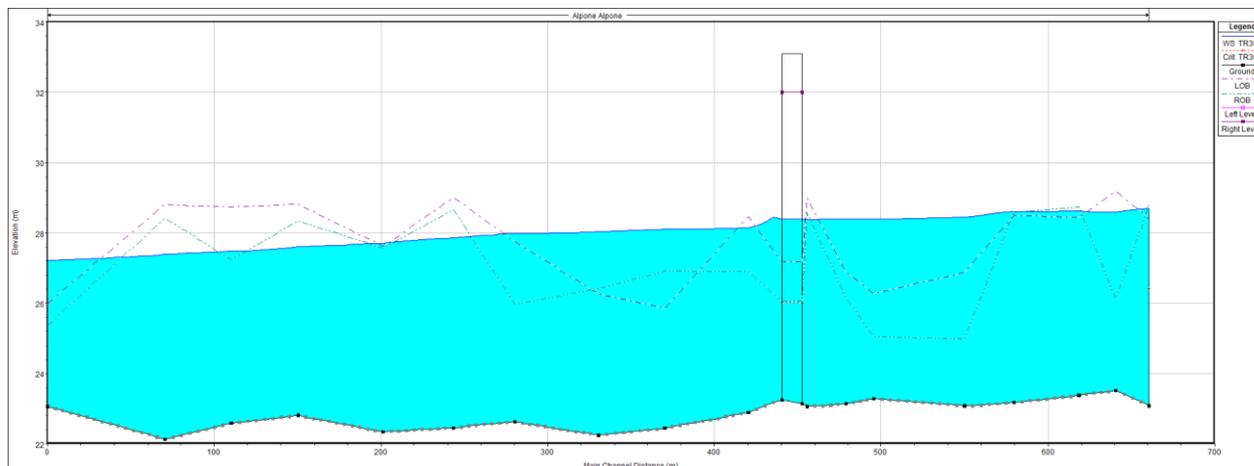


Figura 45 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=197.36 \text{ m}^3/\text{s}$ TR300 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR300

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
Alpone	666	TR300	197.36	23.09	28.71	26.42	28.92	0.000909	2.01	98.13	27.02	0.34
Alpone	652	TR300	197.36	23.52	28.60		28.89	0.001298	2.40	85.35	25.61	0.40
Alpone	651	TR300	197.36	23.38	28.63		28.83	0.000879	1.97	100.19	27.52	0.33
Alpone	650	TR300	197.36	23.17	28.61		28.78	0.000816	1.88	115.50	35.70	0.31
Alpone	649	TR300	197.36	23.07	28.46		28.75	0.001048	2.43	87.69	24.75	0.38
Alpone	648	TR300	197.36	23.30	28.40		28.69	0.001006	2.45	87.88	24.74	0.37
Alpone	647	TR300	197.36	23.13	28.41		28.66	0.000981	2.27	91.02	26.30	0.36
Alpone	646	TR300	197.36	23.06	28.38		28.63	0.001239	2.21	90.02	31.41	0.38
Alpone	645.8	TR300	197.36	23.14	28.41	26.00	28.62	0.000769	2.05	100.13	28.15	0.32
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR300	197.36	23.26	28.39	26.03	28.61	0.000790	2.07	99.43	28.11	0.32
Alpone	645	TR300	197.36	22.89	28.16		28.53	0.001743	2.73	74.13	22.72	0.45
Alpone	644	TR300	197.36	22.45	28.11		28.44	0.001263	2.58	80.34	22.97	0.40
Alpone	643	TR300	197.36	22.25	28.03		28.38	0.001293	2.64	78.90	22.58	0.40
Alpone	642	TR300	197.36	22.63	27.98		28.30	0.001257	2.50	80.85	22.22	0.40
Alpone	641	TR300	197.36	22.46	27.87		28.23	0.001954	2.66	74.18	23.18	0.47
Alpone	640	TR300	197.36	22.34	27.70		28.15	0.002313	2.96	66.82	21.62	0.51
Alpone	639	TR300	197.36	22.81	27.61		28.01	0.002251	2.81	70.35	22.61	0.51
Alpone	638	TR300	197.36	22.58	27.48		27.90	0.002280	2.87	69.07	23.13	0.51
Alpone	637	TR300	197.36	22.14	27.39		27.81	0.002287	2.87	68.86	21.78	0.51
Alpone	636	TR300	197.36	23.07	27.22	25.99	27.65	0.002000	2.92	70.11	23.74	0.51

Figura 46 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=197.36 \text{ m}^3/\text{s}$ TR300 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mostrano come la sistemazione apportata nella fase di progetto non cambi la situazione idraulica del torrente nel tratto esaminato.

4.4.3.5 SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D-2D) DI $199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ RELATIVA A TR 500 ANNI

La quinta verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 500 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

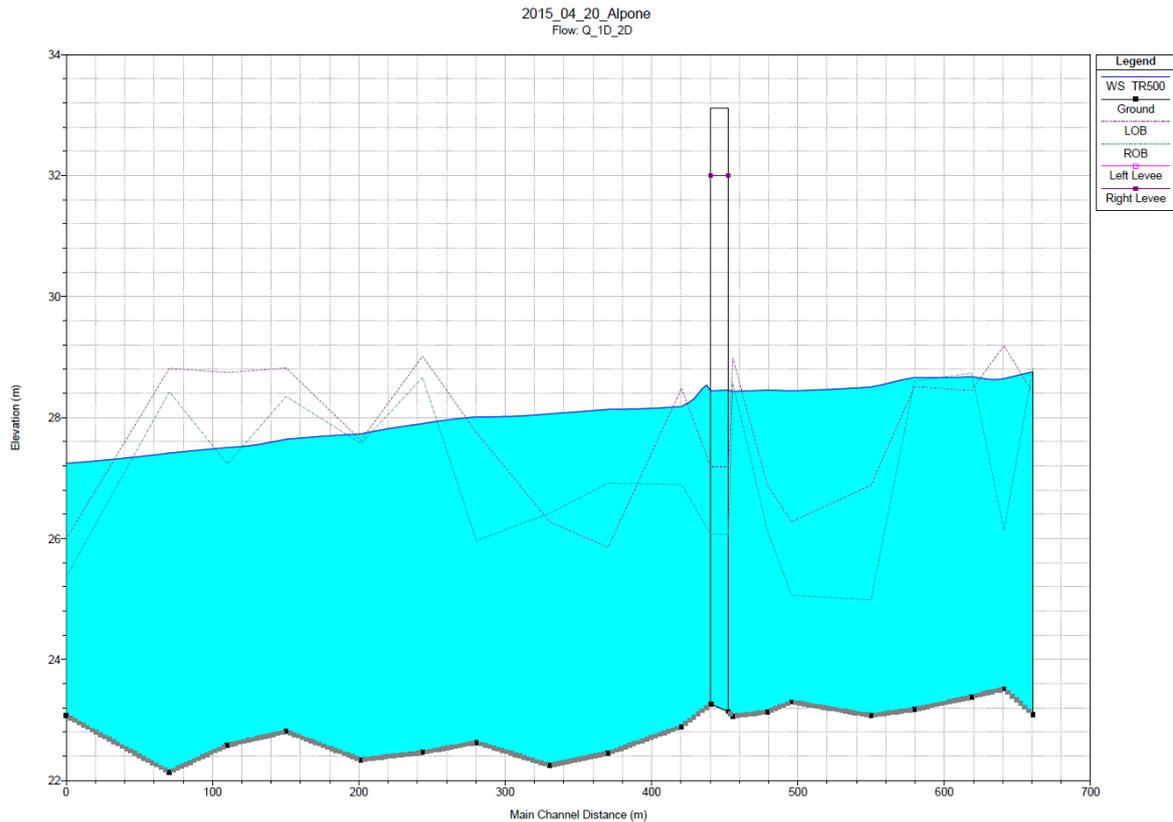


Figura 47 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR500

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
Alpone	666	TR500	199.85	23.09	28.75	26.43	28.96	0.000899	2.01	99.31	27.11	0.33
Alpone	652	TR500	199.85	23.52	28.64		28.93	0.001281	2.40	86.48	25.69	0.40
Alpone	651	TR500	199.85	23.38	28.67		28.87	0.000868	1.97	101.43	27.60	0.33
Alpone	650	TR500	199.85	23.17	28.66		28.83	0.000801	1.88	117.14	35.83	0.31
Alpone	649	TR500	199.85	23.07	28.50		28.79	0.001036	2.44	88.83	24.85	0.37
Alpone	648	TR500	199.85	23.30	28.44		28.74	0.000995	2.46	89.03	24.85	0.37
Alpone	647	TR500	199.85	23.13	28.45		28.71	0.000968	2.27	92.25	26.42	0.36
Alpone	646	TR500	199.85	23.06	28.43	26.25	28.68	0.001223	2.21	90.54	31.69	0.38
Alpone	645.8	TR500	199.85	23.14	28.45	26.03	28.67	0.000758	2.06	101.46	28.29	0.32
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR500	199.85	23.26	28.44	26.05	28.66	0.000779	2.07	100.77	28.25	0.32
Alpone	645	TR500	199.85	22.89	28.18		28.56	0.001749	2.74	74.74	22.79	0.45
Alpone	644	TR500	199.85	22.45	28.14		28.47	0.001267	2.59	80.95	23.04	0.40
Alpone	643	TR500	199.85	22.25	28.06		28.41	0.001297	2.65	79.51	22.63	0.41
Alpone	642	TR500	199.85	22.63	28.01		28.33	0.001260	2.51	81.45	22.30	0.40
Alpone	641	TR500	199.85	22.46	27.90		28.26	0.001954	2.67	74.82	23.22	0.47
Alpone	640	TR500	199.85	22.34	27.73		28.18	0.002307	2.97	67.44	21.85	0.51
Alpone	639	TR500	199.85	22.81	27.64		28.04	0.002259	2.81	71.01	22.79	0.51
Alpone	638	TR500	199.85	22.58	27.50		27.93	0.002281	2.88	69.66	23.20	0.52
Alpone	637	TR500	199.85	22.14	27.41		27.83	0.002293	2.88	69.41	21.85	0.52
Alpone	636	TR500	199.85	23.07	27.24	26.01	27.68	0.002000	2.93	70.70	23.80	0.51

Figura 48 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500 anni.

Si riportano sul seguito i risultati sulla sezione di attraversamento della linea AV ed in una sezione a valle, per dare evidenza grafica dei tiranti idrici.

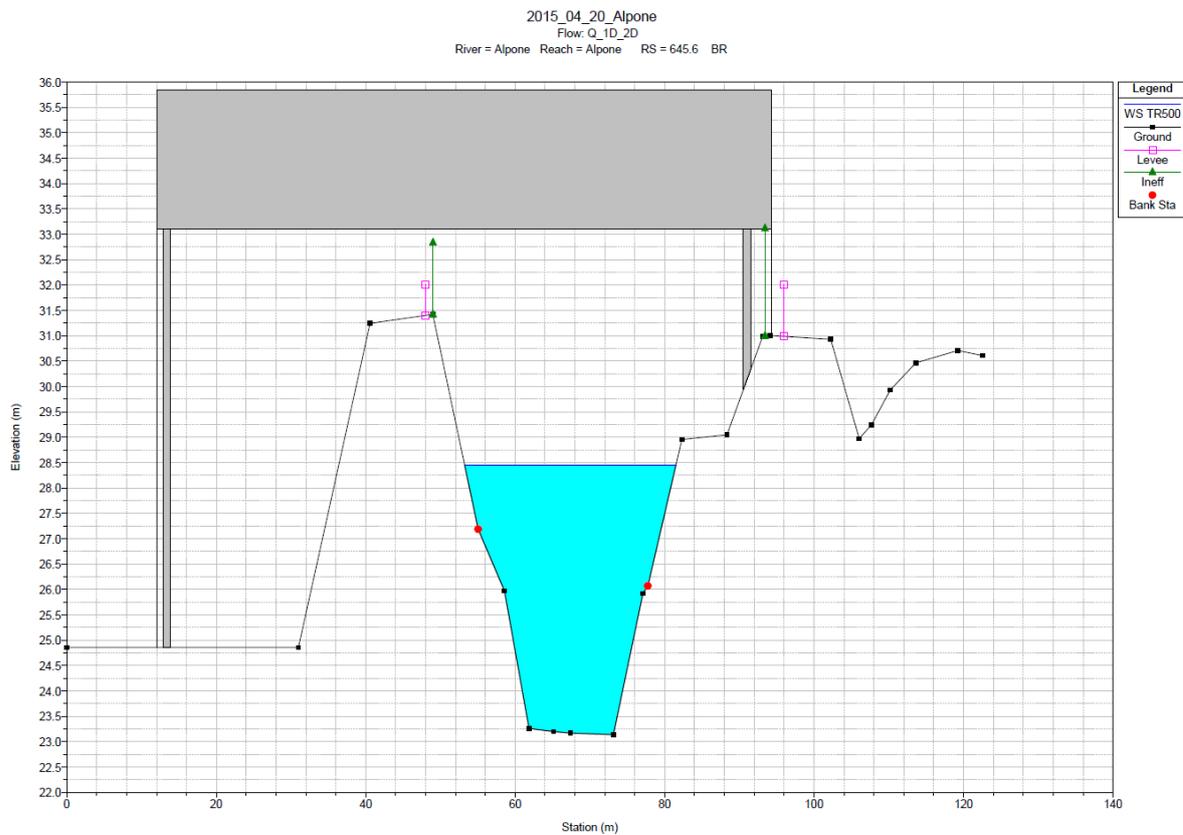


Figura 49 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500 anni.

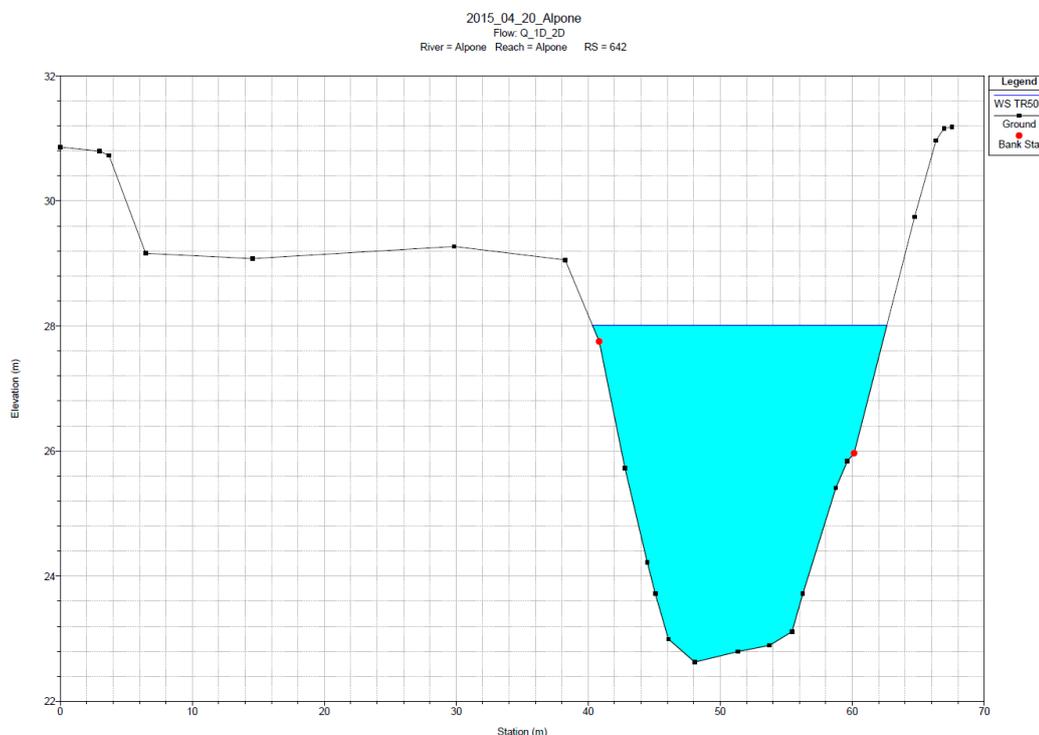


Figura 50 – Sezione a valle dell’attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=199.85 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500 anni.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $199.85 \text{ m}^3/\text{s}$, relativa al tempo di ritorno di 500 anni garantisca ancora il franco di sicurezza di 1.5 m richiesto da NTC 2008 e non provochi problemi idraulici particolari o di sormonto arginale.

4.4.3.6 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 30 ANNI

La sesta verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 30 anni, fornita dal modello 1D che non tiene conto delle possibili esondazioni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

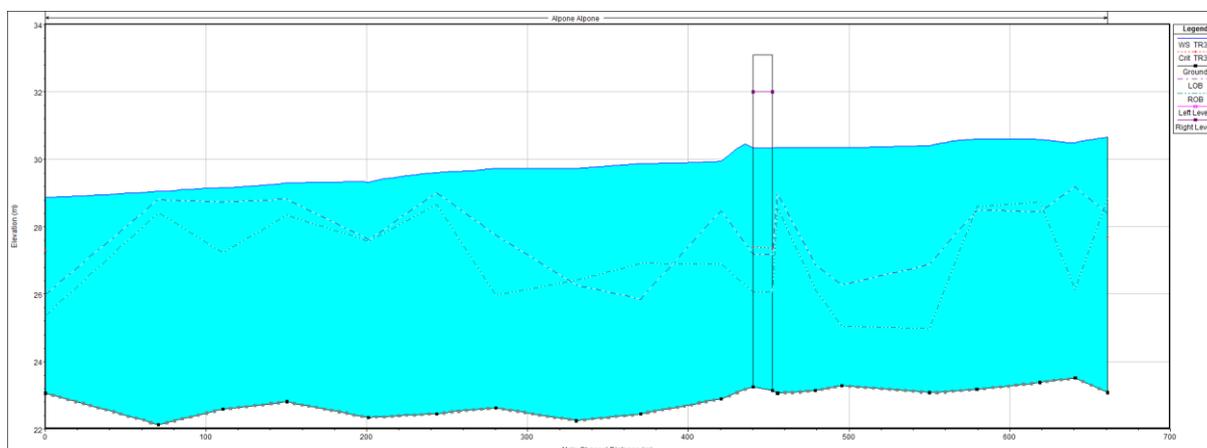


Figura 51 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=197.36 \text{ m}^3/\text{s}$ TR30 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR30												
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
Alpone	666	TR30	391.91	23.09	30.65	27.70	30.98	0.000840	2.56	160.68	35.67	0.35
Alpone	652	TR30	391.91	23.52	30.51		30.95	0.001210	3.02	144.25	35.10	0.41
Alpone	651	TR30	391.91	23.38	30.59		30.88	0.000764	2.44	179.10	47.15	0.33
Alpone	650	TR30	391.91	23.17	30.61		30.84	0.000650	2.24	222.00	62.88	0.30
Alpone	649	TR30	391.91	23.07	30.42		30.80	0.000926	2.94	184.29	64.37	0.38
Alpone	648	TR30	391.91	23.30	30.35		30.75	0.000931	3.01	177.48	56.08	0.38
Alpone	647	TR30	391.91	23.13	30.36		30.73	0.000899	2.82	171.53	49.21	0.37
Alpone	646	TR30	391.91	23.06	30.36		30.69	0.000961	2.60	172.18	49.96	0.36
Alpone	645.8	TR30	391.91	23.14	30.34	27.37	30.68	0.000780	2.67	168.84	41.00	0.34
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR30	391.91	23.26	30.33	27.39	30.68	0.000796	2.68	167.96	40.95	0.35
Alpone	645	TR30	391.91	22.89	29.95		30.55	0.001737	3.50	125.25	36.37	0.48
Alpone	644	TR30	391.91	22.45	29.88		30.46	0.001435	3.47	131.18	35.27	0.45
Alpone	643	TR30	391.91	22.25	29.74		30.38	0.001583	3.64	123.30	32.51	0.47
Alpone	642	TR30	391.91	22.63	29.72		30.26	0.001379	3.32	142.22	59.24	0.44
Alpone	641	TR30	391.91	22.46	29.62		30.19	0.001903	3.35	120.65	34.15	0.49
Alpone	640	TR30	391.91	22.34	29.34		30.10	0.002386	3.90	106.40	26.66	0.55
Alpone	639	TR30	391.91	22.81	29.31		29.93	0.002206	3.50	115.69	38.98	0.53
Alpone	638	TR30	391.91	22.58	29.16		29.81	0.002225	3.61	115.41	54.29	0.54
Alpone	637	TR30	391.91	22.14	29.06		29.72	0.002410	3.61	109.47	33.23	0.55
Alpone	636	TR30	391.91	23.07	28.87	27.28	29.58	0.001998	3.80	112.75	27.88	0.54

Figura 52 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ TR30 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ non provochi problemi idraulici particolari o di sormonto arginale in conseguenza della soluzione progettuale proposta.

4.4.3.7 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 100 ANNI

La settima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 484.7 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni, fornita dal modello 1D che non tiene conto delle possibili esondazioni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

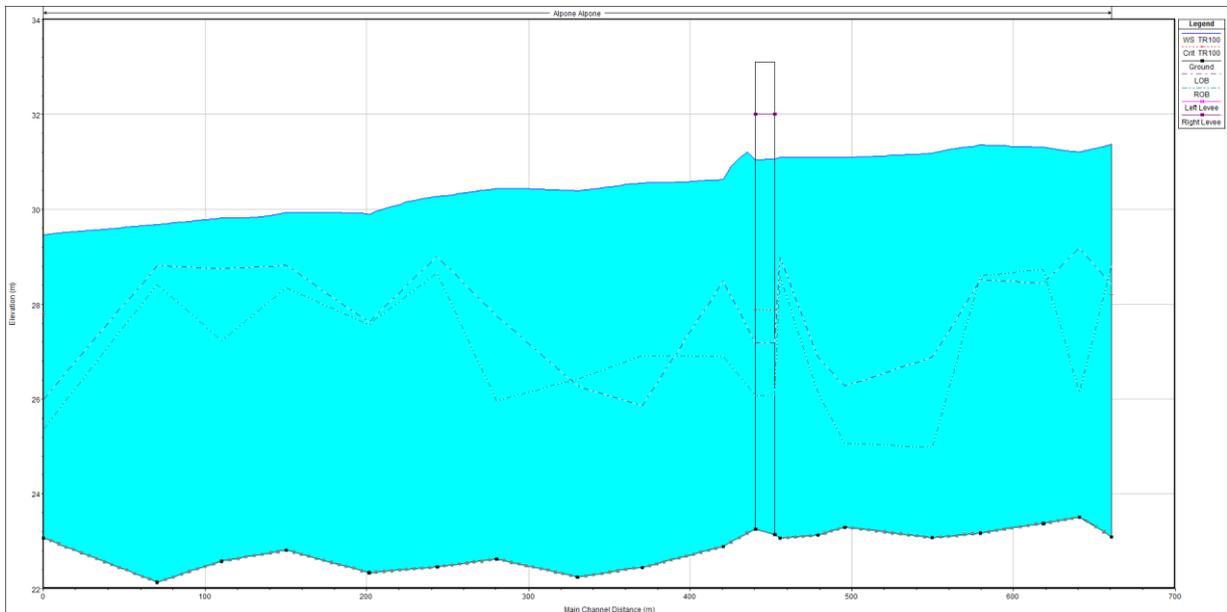


Figura 53 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - Q=484.7 m³/s TR100 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR100

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
Alpone	666	TR100	484.69	23.09	31.37	28.21	31.75	0.000842	2.78	187.19	38.50	0.35
Alpone	652	TR100	484.69	23.52	31.21		31.72	0.001198	3.25	169.81	37.37	0.42
Alpone	651	TR100	484.69	23.38	31.32		31.64	0.000738	2.60	214.34	49.82	0.33
Alpone	650	TR100	484.69	23.17	31.36		31.59	0.000599	2.34	269.65	65.81	0.29
Alpone	649	TR100	484.69	23.07	31.18		31.56	0.000838	3.02	234.14	67.99	0.36
Alpone	648	TR100	484.69	23.30	31.10		31.51	0.000864	3.13	220.41	58.11	0.37
Alpone	647	TR100	484.69	23.13	31.10		31.50	0.000859	2.98	208.87	51.83	0.36
Alpone	646	TR100	484.69	23.06	31.10		31.46	0.000898	2.74	211.45	58.02	0.36
Alpone	645.8	TR100	484.69	23.14	31.06	27.86	31.45	0.000785	2.88	199.29	46.50	0.35
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR100	484.69	23.26	31.05	27.88	31.44	0.000800	2.89	198.37	46.48	0.35
Alpone	645	TR100	484.69	22.89	30.63		31.30	0.001696	3.74	150.78	38.42	0.48
Alpone	644	TR100	484.69	22.45	30.55		31.22	0.001456	3.75	155.58	37.33	0.46
Alpone	643	TR100	484.69	22.25	30.39		31.14	0.001632	3.96	145.24	34.63	0.49
Alpone	642	TR100	484.69	22.63	30.45		30.99	0.001260	3.44	185.72	61.47	0.43
Alpone	641	TR100	484.69	22.46	30.28		30.92	0.001834	3.59	143.97	36.53	0.49
Alpone	640	TR100	484.69	22.34	29.90		30.82	0.002512	4.29	121.91	28.21	0.58
Alpone	639	TR100	484.69	22.81	29.92		30.62	0.002118	3.73	140.27	41.05	0.53
Alpone	638	TR100	484.69	22.58	29.82		30.50	0.002014	3.75	151.83	56.29	0.52
Alpone	637	TR100	484.69	22.14	29.68		30.41	0.002259	3.82	140.38	53.21	0.55
Alpone	636	TR100	484.69	23.07	29.48	27.79	30.29	0.002001	4.10	146.86	73.34	0.55

Figura 54 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ TR100 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ risulti tutta contenuta, con annullamento del franco arginale, all'interno della geometria rilevata a meno di rari puntuali sormonti arginali.

4.4.3.8 SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D) DI $536.19 \text{ m}^3/\text{s}$ RELATIVA A TR 200 ANNI

L'ottava verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $536.19 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

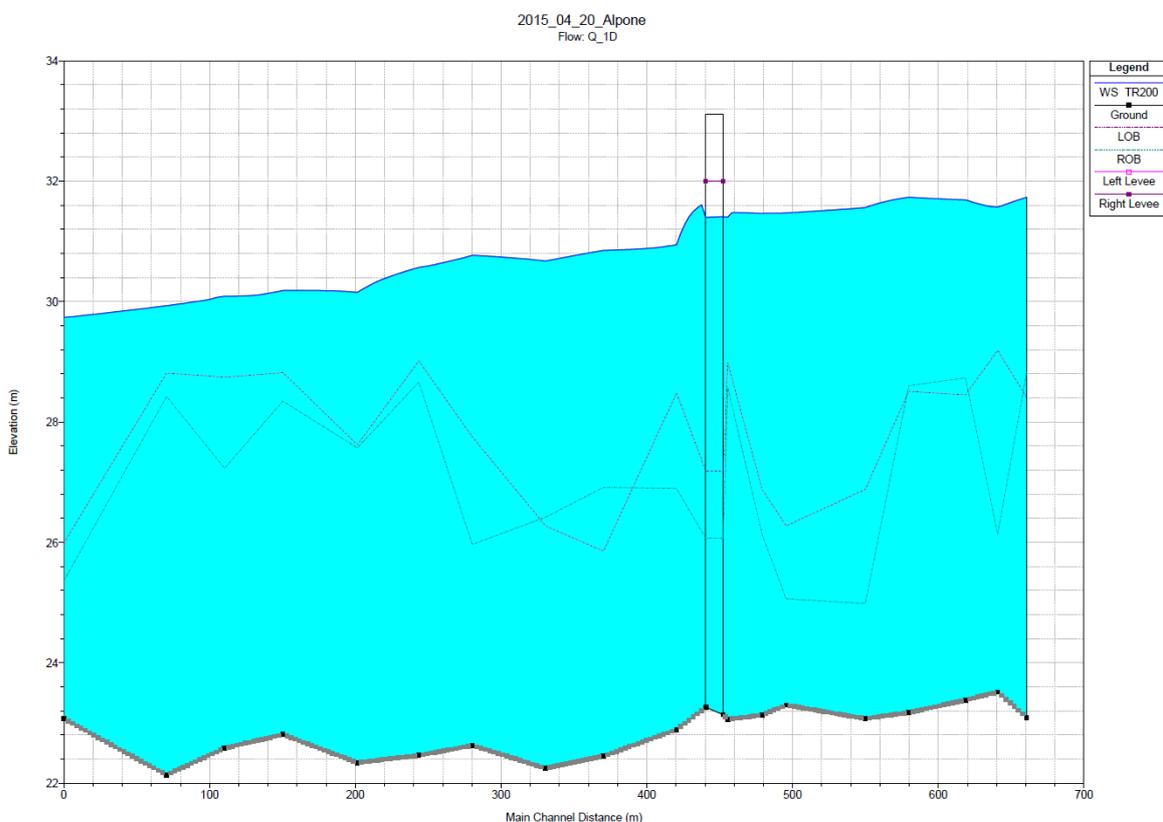


Figura 55 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=536.19 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR200

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
Alpone	666	TR200	536.19	23.09	31.73	28.46	32.15	0.000845	2.89	201.55	39.95	0.36
Alpone	652	TR200	536.19	23.52	31.57		32.11	0.001204	3.38	183.36	39.93	0.42
Alpone	651	TR200	536.19	23.38	31.69		32.03	0.000731	2.69	233.25	52.26	0.33
Alpone	650	TR200	536.19	23.17	31.73		31.97	0.000580	2.39	295.65	69.56	0.29
Alpone	649	TR200	536.19	23.07	31.56		31.94	0.000808	3.08	261.33	72.35	0.36
Alpone	648	TR200	536.19	23.30	31.47		31.90	0.000863	3.23	243.10	63.92	0.38
Alpone	647	TR200	536.19	23.13	31.46		31.89	0.000856	3.08	228.91	56.22	0.37
Alpone	646	TR200	536.19	23.06	31.40	28.50	31.84	0.001006	3.00	199.39	66.77	0.38
Alpone	645.8	TR200	536.19	23.14	31.41	28.11	31.83	0.000789	2.99	214.97	47.62	0.36
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR200	536.19	23.26	31.40	28.13	31.82	0.000804	3.00	213.97	46.98	0.36
Alpone	645	TR200	536.19	22.89	30.94		31.66	0.001720	3.89	162.72	39.35	0.49
Alpone	644	TR200	536.19	22.45	30.85		31.57	0.001505	3.92	166.74	38.24	0.47
Alpone	643	TR200	536.19	22.25	30.67		31.49	0.001702	4.16	155.15	35.56	0.50
Alpone	642	TR200	536.19	22.63	30.77		31.32	0.001240	3.52	205.72	62.81	0.43
Alpone	641	TR200	536.19	22.46	30.57		31.26	0.001861	3.74	154.66	37.56	0.50
Alpone	640	TR200	536.19	22.34	30.15		31.16	0.002636	4.53	129.00	28.90	0.60
Alpone	639	TR200	536.19	22.81	30.18		30.93	0.002155	3.89	151.08	41.93	0.54
Alpone	638	TR200	536.19	22.58	30.09		30.80	0.002003	3.87	167.25	57.19	0.53
Alpone	637	TR200	536.19	22.14	29.93		30.71	0.002287	3.97	153.61	53.87	0.55
Alpone	636	TR200	536.19	23.07	29.74	28.07	30.58	0.002001	4.23	166.02	74.08	0.56

Figura 56 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone Q=536.19 m³/s TR200 anni.

Si riportano sul seguito i risultati sulla sezione di attraversamento della linea AV ed in una sezione a valle, per dare evidenza grafica dei tiranti idrici.

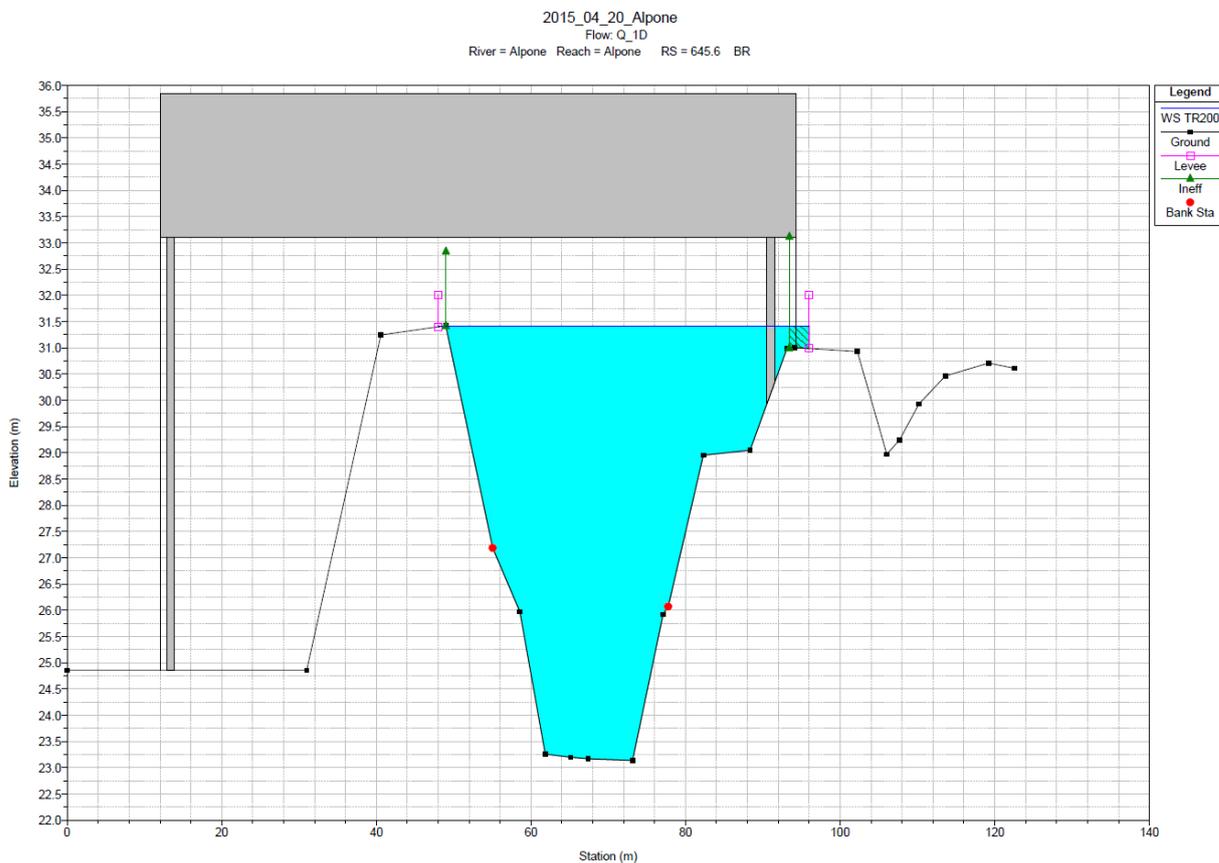


Figura 57 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=536.19 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 anni.

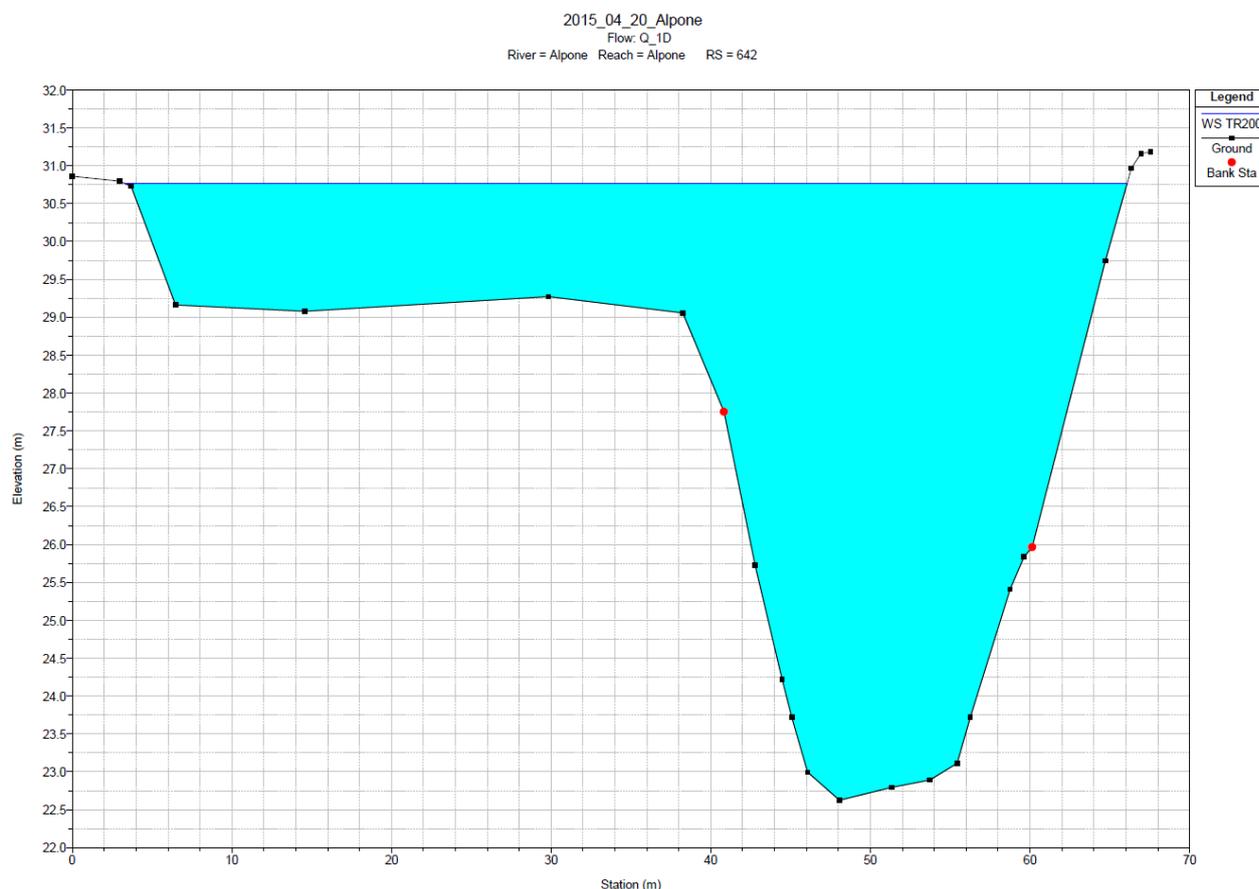


Figura 58 – Sezione a valle dell'attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=536.19 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 anni.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $536.19 \text{ m}^3/\text{s}$, relativa al tempo di ritorno di 200 anni risulti contenuta nelle sezioni a valle dell'attraversamento della linea AV: il franco di sicurezza di 1.5 m richiesto da NTC 2008 viene garantito (1.7 m) anche se risultano problemi di sormonto arginale in alcune sezioni a monte.

4.4.3.9 SIMULAZIONE CON PORTATA DI $566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ (MODELLO 1D) RELATIVA A TR 300 ANNI

La nona verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a $566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ relativa ad un tempo di ritorno di 300 anni, fornita dal modello 1D che non tiene conto delle possibili esondazioni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

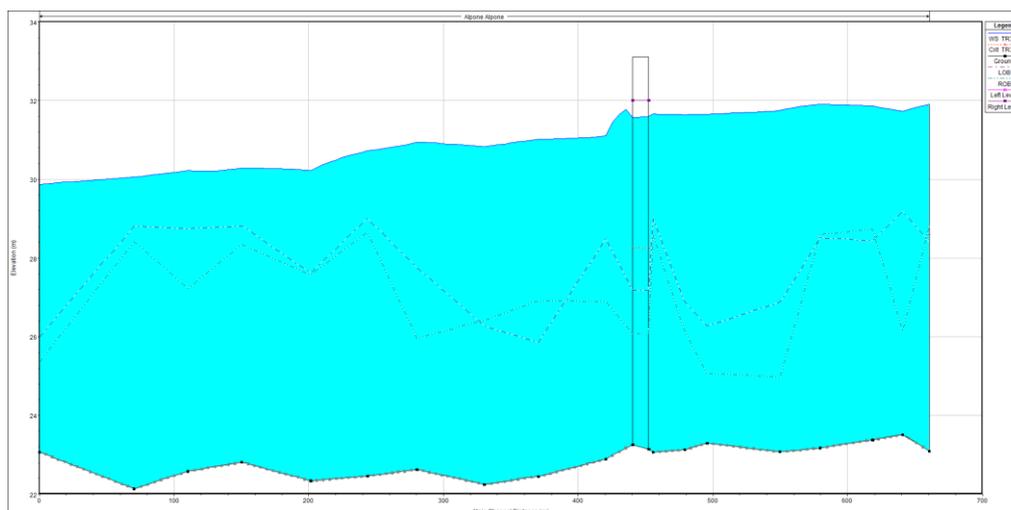


Figura 59 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ TR300 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 10 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR300

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
Alpone	666	TR300	566.37	23.09	31.91	28.59	32.34	0.000857	2.96	208.68	40.19	0.36
Alpone	652	TR300	566.37	23.52	31.74		32.31	0.001226	3.47	190.29	40.92	0.43
Alpone	651	TR300	566.37	23.38	31.87		32.22	0.000736	2.75	242.64	52.26	0.33
Alpone	650	TR300	566.37	23.17	31.92		32.17	0.000579	2.43	308.47	69.71	0.29
Alpone	649	TR300	566.37	23.07	31.75		32.13	0.000797	3.11	275.07	72.35	0.36
Alpone	648	TR300	566.37	23.30	31.66		32.09	0.000859	3.28	254.93	63.92	0.38
Alpone	647	TR300	566.37	23.13	31.65		32.08	0.000858	3.13	239.09	56.22	0.37
Alpone	646	TR300	566.37	23.06	31.66		32.04	0.000863	2.85	247.28	66.77	0.36
Alpone	645.8	TR300	566.37	23.14	31.59	28.26	32.03	0.000798	3.06	223.01	48.00	0.36
Alpone	645.6		Bridge									
Alpone	645.5	TR300	566.37	23.26	31.58	28.27	32.02	0.000814	3.07	221.94	47.02	0.36
Alpone	645	TR300	566.37	22.89	31.11		31.86	0.001733	3.98	169.57	40.12	0.49
Alpone	644	TR300	566.37	22.45	31.02		31.77	0.001536	4.03	173.17	39.43	0.48
Alpone	643	TR300	566.37	22.25	30.83		31.69	0.001745	4.27	160.90	36.74	0.51
Alpone	642	TR300	566.37	22.63	30.94		31.51	0.001246	3.59	216.98	66.31	0.43
Alpone	641	TR300	566.37	22.46	30.72		31.45	0.001884	3.83	160.54	38.13	0.51
Alpone	640	TR300	566.37	22.34	30.22		31.32	0.002813	4.72	131.14	29.10	0.62
Alpone	639	TR300	566.37	22.81	30.29		31.09	0.002230	4.01	155.66	42.30	0.55
Alpone	638	TR300	566.37	22.58	30.22		30.96	0.002028	3.96	174.74	57.63	0.53
Alpone	637	TR300	566.37	22.14	30.06		30.87	0.002310	4.06	160.76	54.22	0.56
Alpone	636	TR300	566.37	23.07	29.88	28.22	30.73	0.002001	4.30	176.58	74.49	0.56

Figura 60 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ TR300 anni.

In allegato si riportano i risultati sulle sezioni principali.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ non sia più contenuta all'interno della geometria rilevata, con conseguente sormonto arginale.

4.4.3.10 SIMULAZIONE CON PORTATA (MODELLO 1D) DI 605.64 m³/s RELATIVA A TR 500 ANNI

La decima verifica è stata svolta a moto permanente considerando una portata pari a 605.64 m³/s relativa ad un tempo di ritorno di 500 anni.

Si riporta di seguito il profilo ottenuto, tenendo presente che LOB e ROB indicano rispettivamente la banca sinistra e destra e non le sommità arginali:

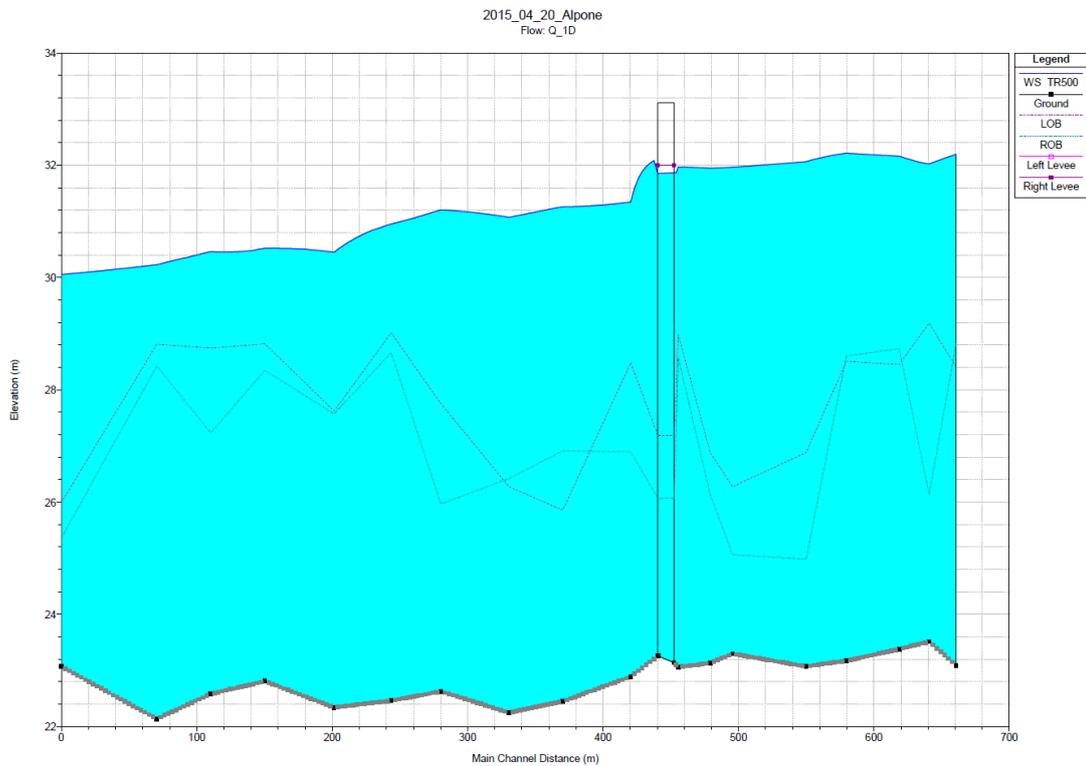


Figura 61 – Profilo dello stato di progetto, Torrente Alpone - Q=605.64 m³/s TR500 anni.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti:

HEC-RAS Plan: Plan 23 River: Alpone Reach: Alpone Profile: TR500

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
Alpone	666	TR500	605.64	23.09	32.19	28.78	32.64	0.000848	3.03	220.28	41.30	0.36
Alpone	652	TR500	605.64	23.52	32.02		32.61	0.001197	3.53	202.04	40.92	0.42
Alpone	651	TR500	605.64	23.38	32.16		32.52	0.000717	2.79	257.93	52.26	0.33
Alpone	650	TR500	605.64	23.17	32.21		32.46	0.000556	2.45	329.25	69.90	0.29
Alpone	649	TR500	605.64	23.07	32.06		32.44	0.000750	3.10	297.66	72.35	0.35
Alpone	648	TR500	605.64	23.30	31.96		32.39	0.000817	3.28	274.63	63.92	0.37
Alpone	647	TR500	605.64	23.13	31.95		32.38	0.000827	3.16	256.04	56.22	0.37
Alpone	646	TR500	605.64	23.06	31.97	28.81	32.34	0.000815	2.86	267.76	66.77	0.35
Alpone	645.8	TR500	605.64	23.14	31.87	28.44	32.32	0.000788	3.11	235.42	48.00	0.36
Alpone	645.6	Bridge										
Alpone	645.5	TR500	605.64	23.26	31.86	28.47	32.31	0.000806	3.13	234.26	47.02	0.36
Alpone	645	TR500	605.64	22.89	31.34		32.13	0.001755	4.10	179.45	43.91	0.50
Alpone	644	TR500	605.64	22.45	31.26		32.04	0.001541	4.12	182.77	40.35	0.48
Alpone	643	TR500	605.64	22.25	31.07		31.96	0.001750	4.37	169.74	37.07	0.51
Alpone	642	TR500	605.64	22.63	31.21		31.77	0.001201	3.61	234.71	67.55	0.43
Alpone	641	TR500	605.64	22.46	30.95		31.72	0.001883	3.93	169.90	42.14	0.51
Alpone	640	TR500	605.64	22.34	30.46		31.60	0.002818	4.84	137.73	29.71	0.62
Alpone	639	TR500	605.64	22.81	30.52		31.34	0.002183	4.08	165.53	43.08	0.55
Alpone	638	TR500	605.64	22.58	30.46		31.20	0.001948	3.99	188.70	58.43	0.52
Alpone	637	TR500	605.64	22.14	30.23		31.07	0.002340	4.17	169.73	54.66	0.57
Alpone	636	TR500	605.64	23.07	30.05	28.43	30.93	0.002001	4.38	189.75	74.99	0.56

Figura 62 – Tabella riassuntiva dei risultati dello stato di progetto, Torrente Alpone - $Q=605.64 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500 anni.

Si riportano sul seguito i risultati sulla sezione di attraversamento della linea AV ed in una sezione a valle, per dare evidenza grafica dei tiranti idrici.

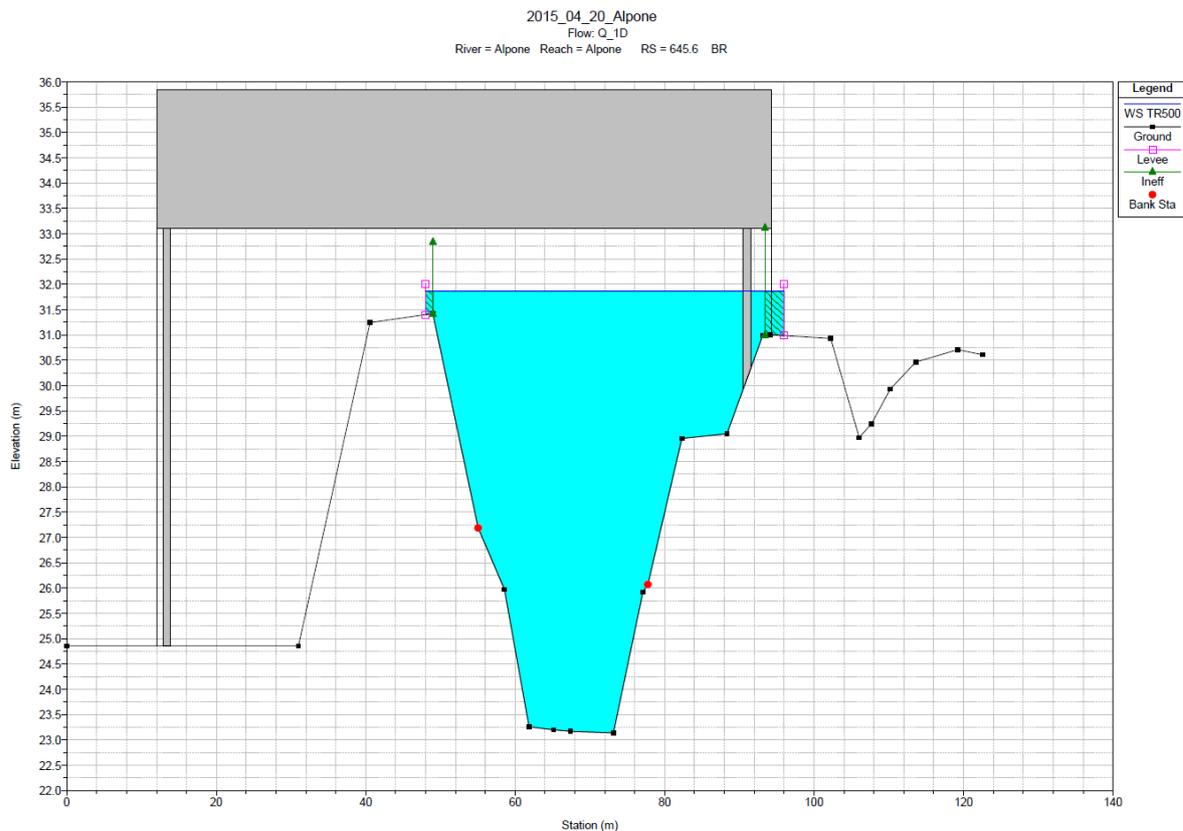


Figura 63 – Sezione di attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=605.64 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500 anni.

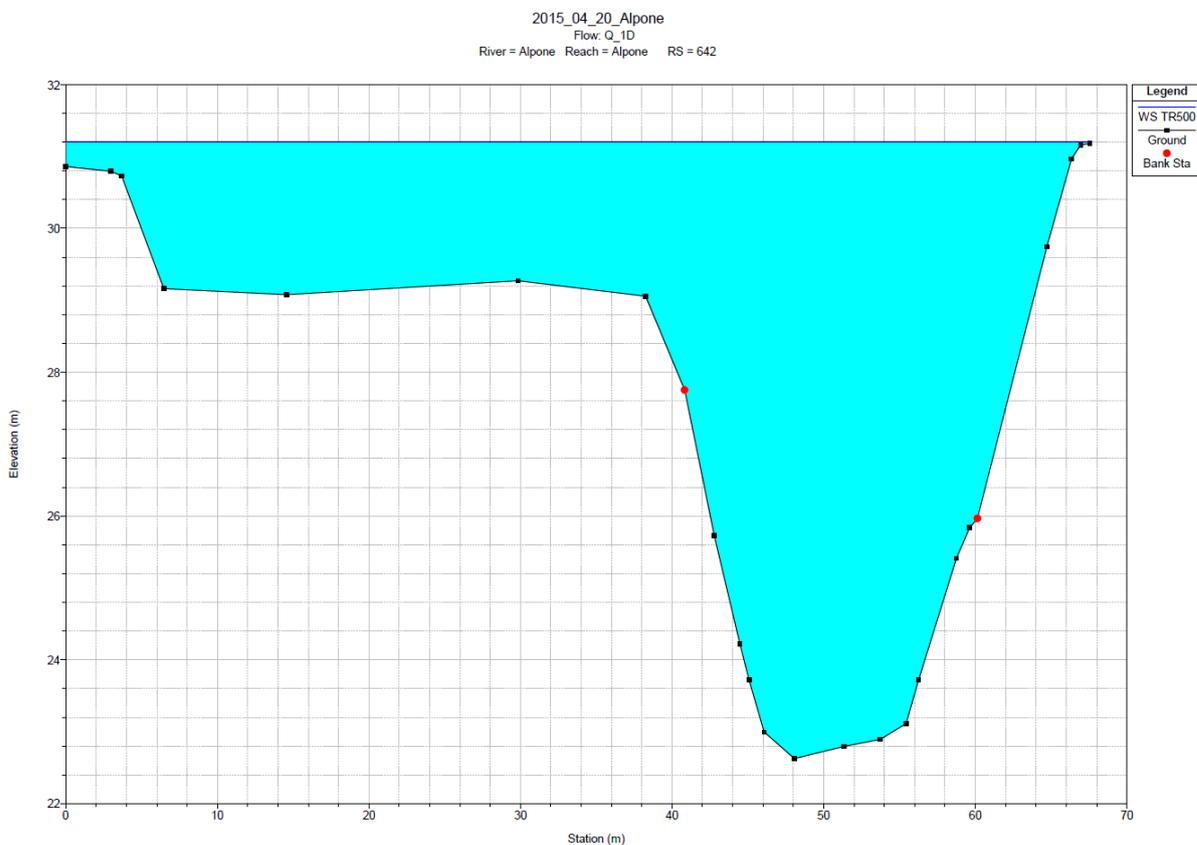


Figura 64 – Sezione a valle dell’attraversamento AV, Torrente Alpone - $Q=605.64 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500 anni.

I risultati della simulazione mettono in evidenza come la portata di $605.64 \text{ m}^3/\text{s}$, relativa al tempo di ritorno di 500 anni risulti contenuta nelle sezioni a valle dell’attraversamento della linea AV, mentre il franco idraulico si riduce a 1.25 m; si hanno comunque esondazioni a monte dell’attraversamento della linea AV.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE TECNICA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D00DI2RHVI05B9001B_00B	. Pag 58 di

5 CONCLUSIONI

Le simulazioni svolte prendono in considerazione due differenti tipi di dati di input che possono sostanzialmente essere considerati come portata *idrologica* e portata *effettiva*. La prima è molto superiore alla seconda per il fatto che, quest'ultima, stima le esondazioni che possono verificarsi in seguito ad eventi estremi.

La soluzione progettuale, che prevede la realizzazione del ponte ferroviario sulla Porcilana, non comporta modifiche all'attuale regime idraulico del corso d'acqua: la sezione idraulica non varia se non minimamente in corrispondenza della pila posta in golena sinistra.

Il nuovi ponti garantiscono:

- un franco di 1 metro dal sottotrave per un evento con tempo di ritorno pari a 300 anni, sulla base del manuale ITALFERR;
- un franco di 1.5 m sul sottotrave per un evento con tempo di ritorno di 200 anni, come richiesto da NTC 2008;
- un franco di oltre un metro per un evento con tempo di ritorno di 500 anni.

Si riportano sul seguito le tabelle riassuntive per quanto riguarda i franchi idraulici considerando sia le portate ottenute dal modello bidimensionale, che quelle ottenute dal modello monodimensionale, confrontando quindi i tiranti idrici con le quote di sottotrave esistente prima e di progetto poi.

Stato di fatto

Tr	Q (m3/s) 1D-2D					intradosso ponte (m)
	184.45	190.16	194.74	197.36	199.85	
30 franco (m)	28.25 3.9					32.15
100 franco (m)		28.32 3.83				
200 franco (m)			28.38 3.77			
300 franco (m)				28.41 3.74		
500 franco (m)					28.44 3.71	

Stato di fatto

Tr	Q (m3/s) 1D					intradosso ponte (m)
	391.9	484.7	536.19	566.37	605.64	
30 franco (m)	30.34 1.81					32.15
100 franco (m)		31.03 1.12				
200 franco (m)			31.38 0.77			
300 franco (m)				31.57 0.58		
500 franco (m)					31.83 0.32	

Stato di progetto

Tr	Q (m3/s) 1D-2D					intradosso ponte (m)
	184.45	190.16	194.74	197.36	199.85	
30 franco (m)	28.26 4.85					33.11
100 franco (m)		28.33 4.78				
200 franco (m)			28.39 4.72			
300 franco (m)				28.42 4.69		
500 franco (m)					28.45 4.66	

Stato di progetto

Tr	Q (m3/s) 1D					intradosso ponte (m)
	391.9	484.7	536.19	566.37	605.64	
30 franco (m)	30.35 2.76					33.11
100 franco (m)		31.08 2.03				
200 franco (m)			31.41 1.7			
300 franco (m)				31.62 1.49		
500 franco (m)					31.86 1.25	

Nel rispetto della normativa tecnica per le costruzioni 2008, la quota tra l'intradosso dell'impalcato e l'alveo del torrente Alpone, risulta abbondantemente sopra i 6-7 m, come evidenziato nell'immagine sottostante.

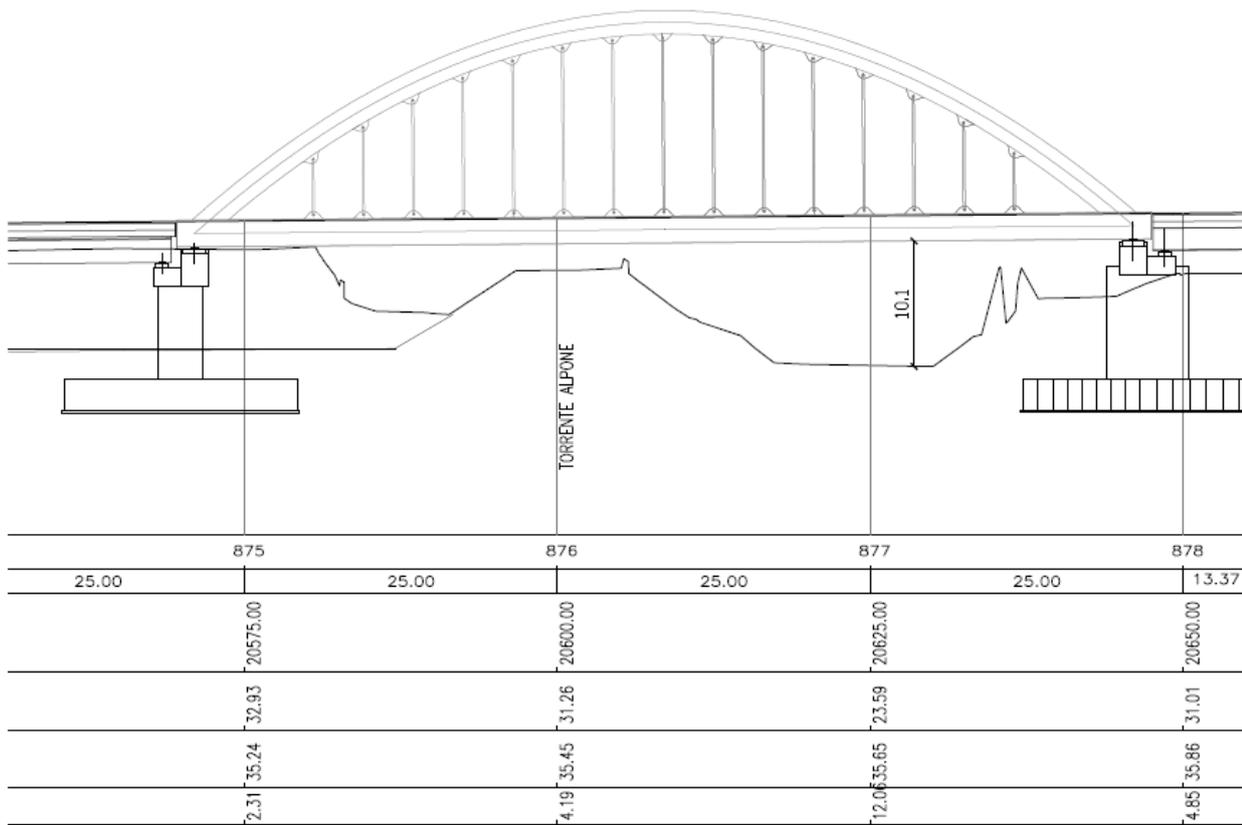


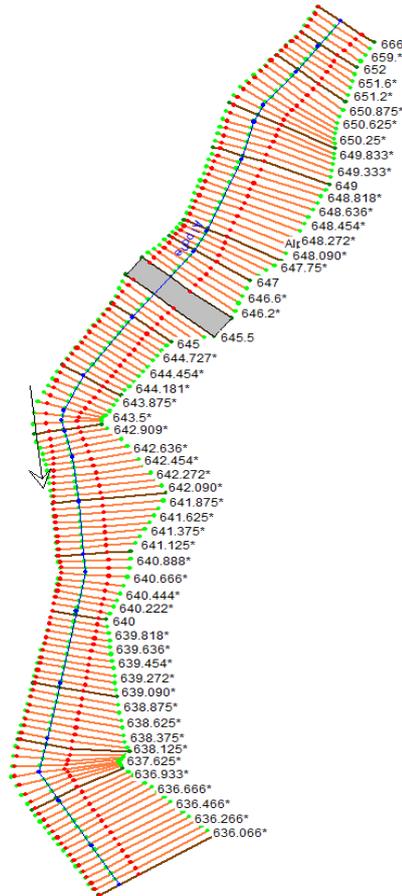
Figura 65 – Distanza intradosso-fondo alveo Alpone > 6/7 metri

ALLEGATO - Risultati simulazioni modello HEC-RAS

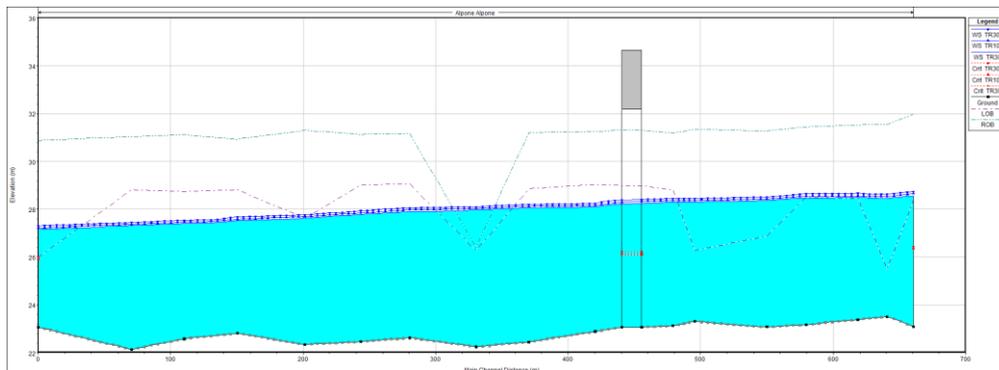
STATO DI FATTO

- PORTATA (1D-2D) Q=184.45 m³/s TR 30 ANNI;
- PORTATA (1D-2D) Q=190.16 m³/s TR 100 ANNI;
- PORTATA (1D-2D) Q=197.36 m³/s TR 300 ANNI;

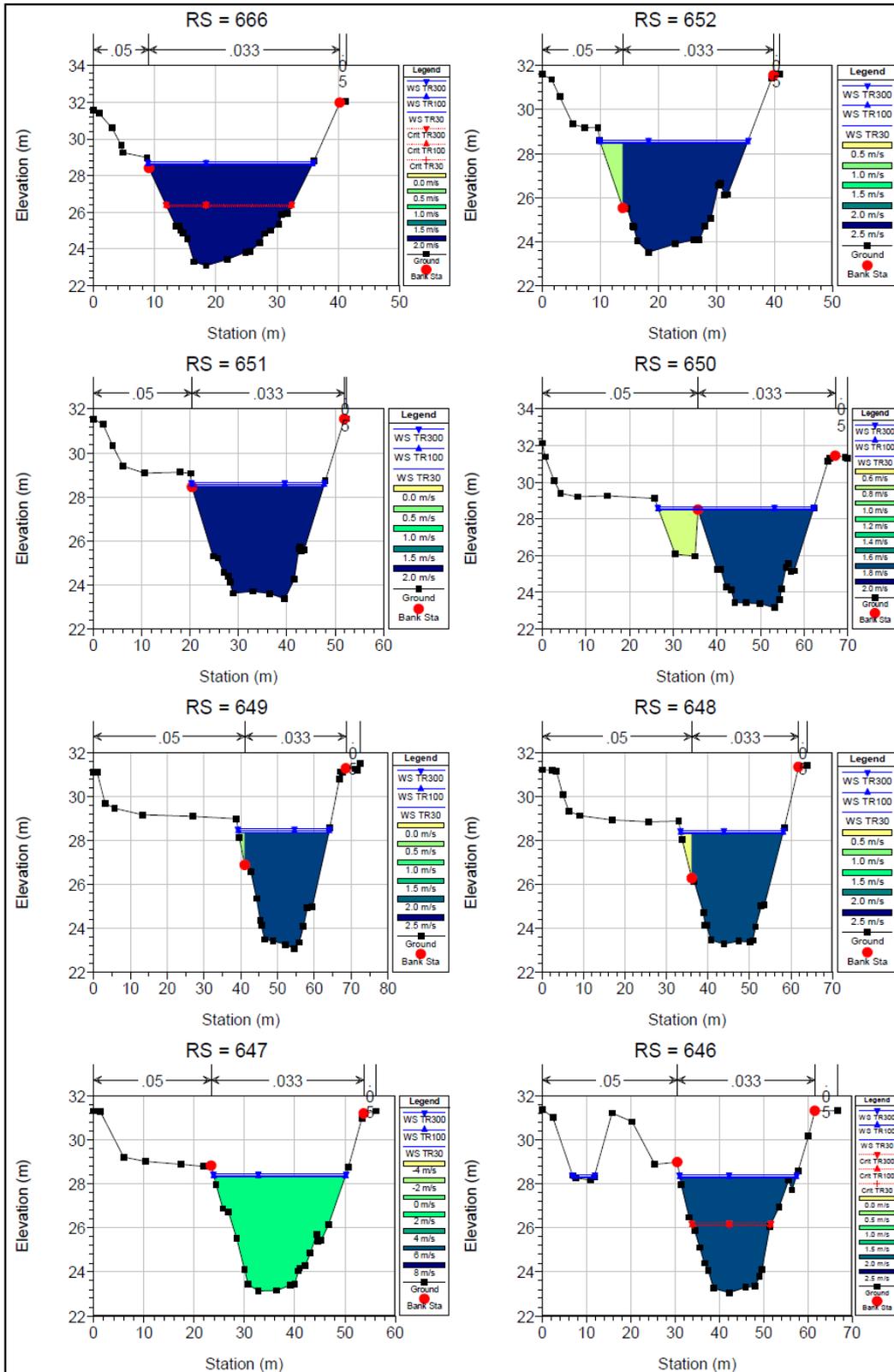
Planimetria modello HEC:

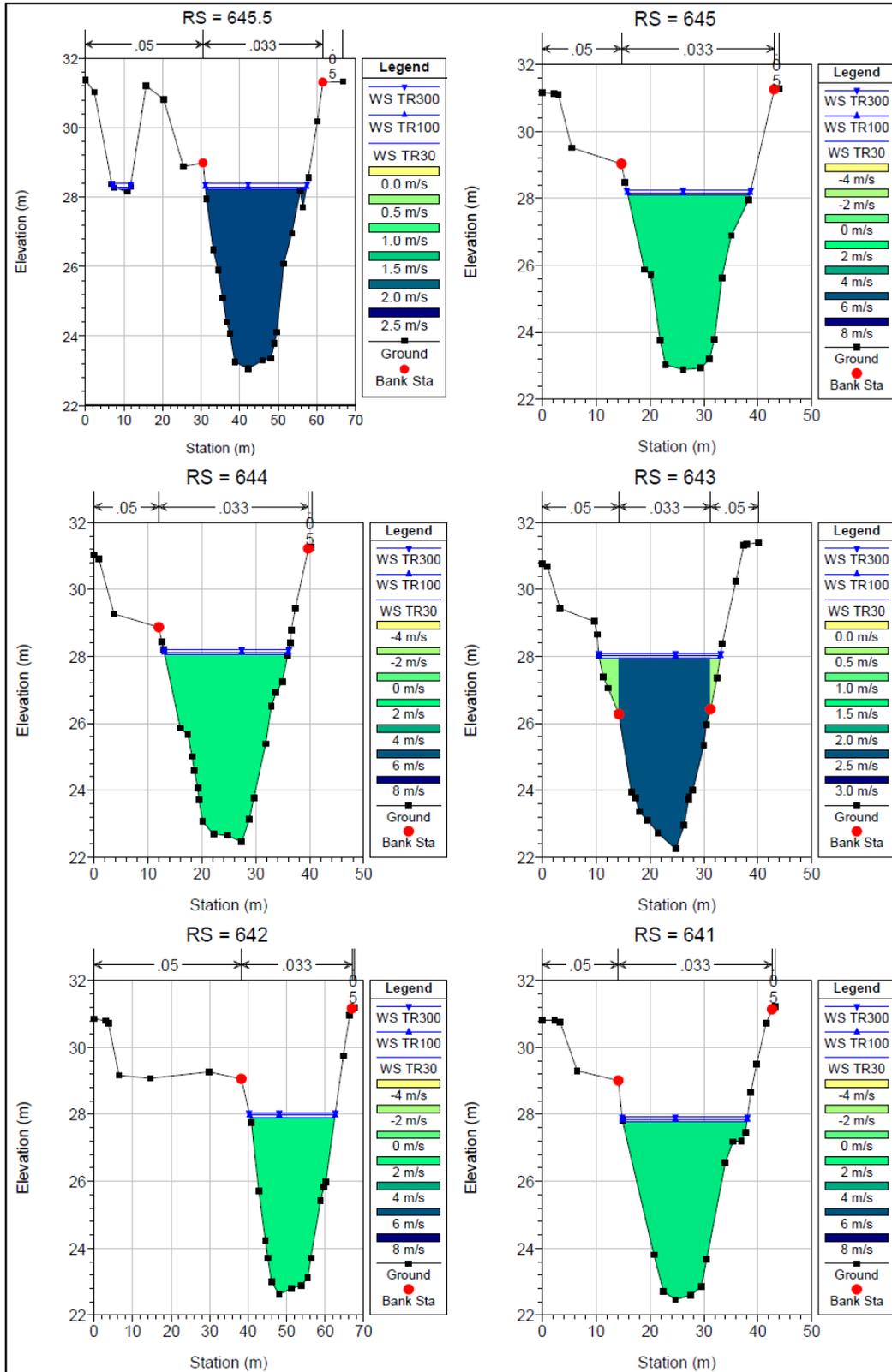


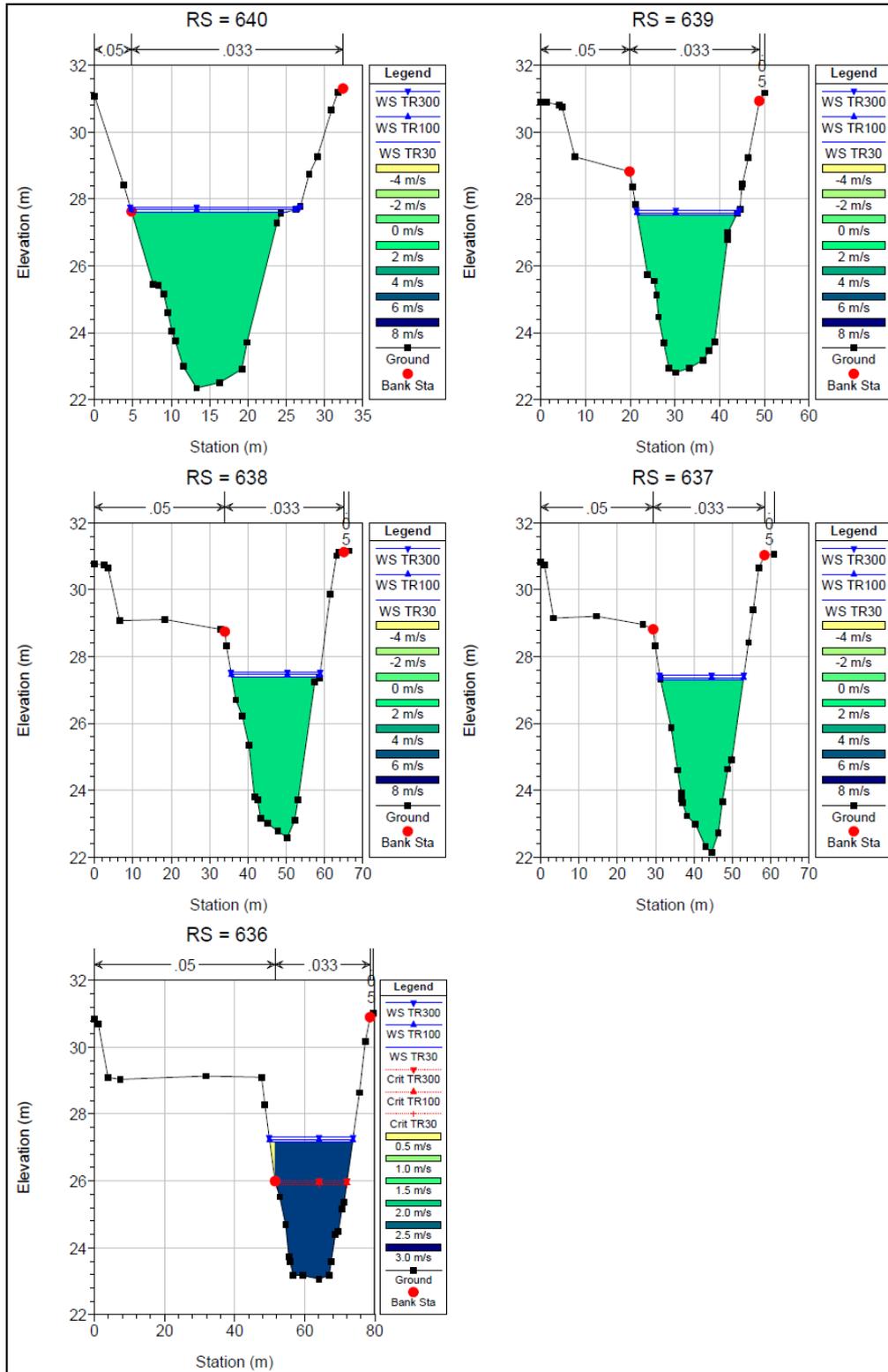
Profilo modello HEC:

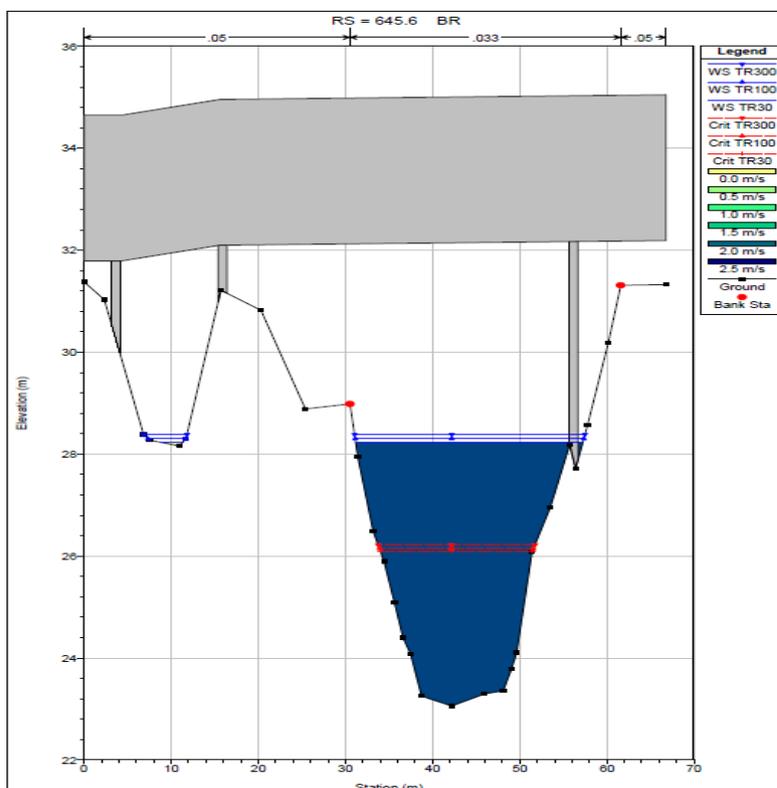
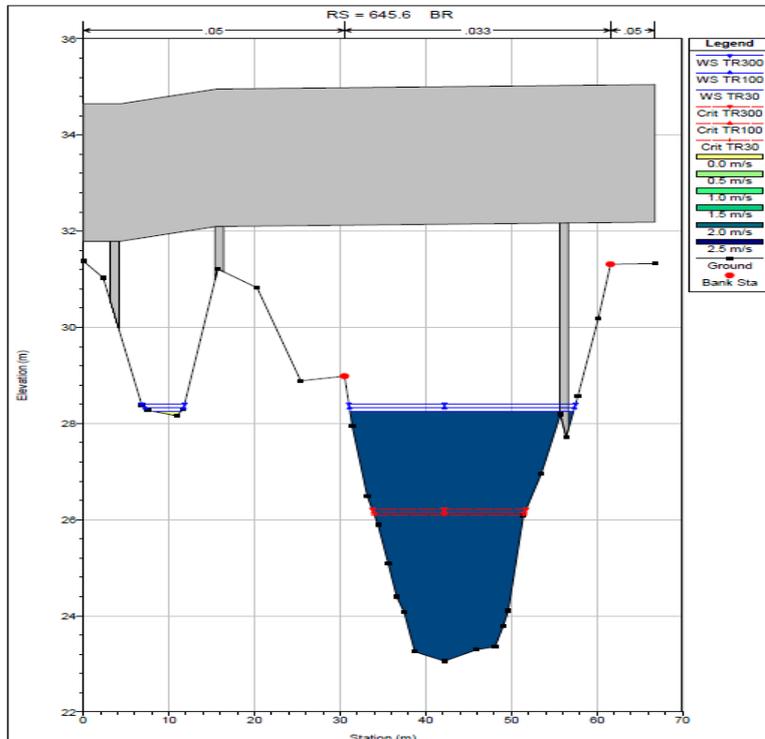


Sezioni modello HEC:







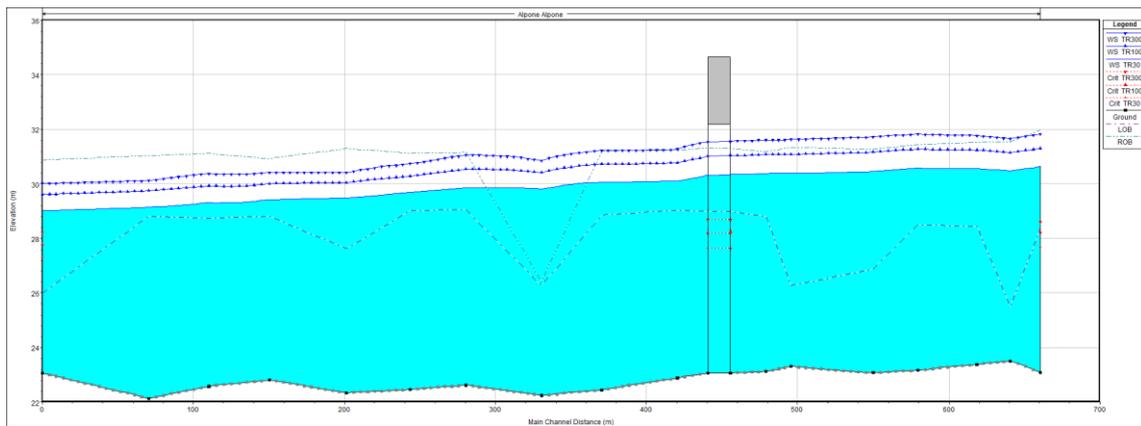


STATO DI FATTO

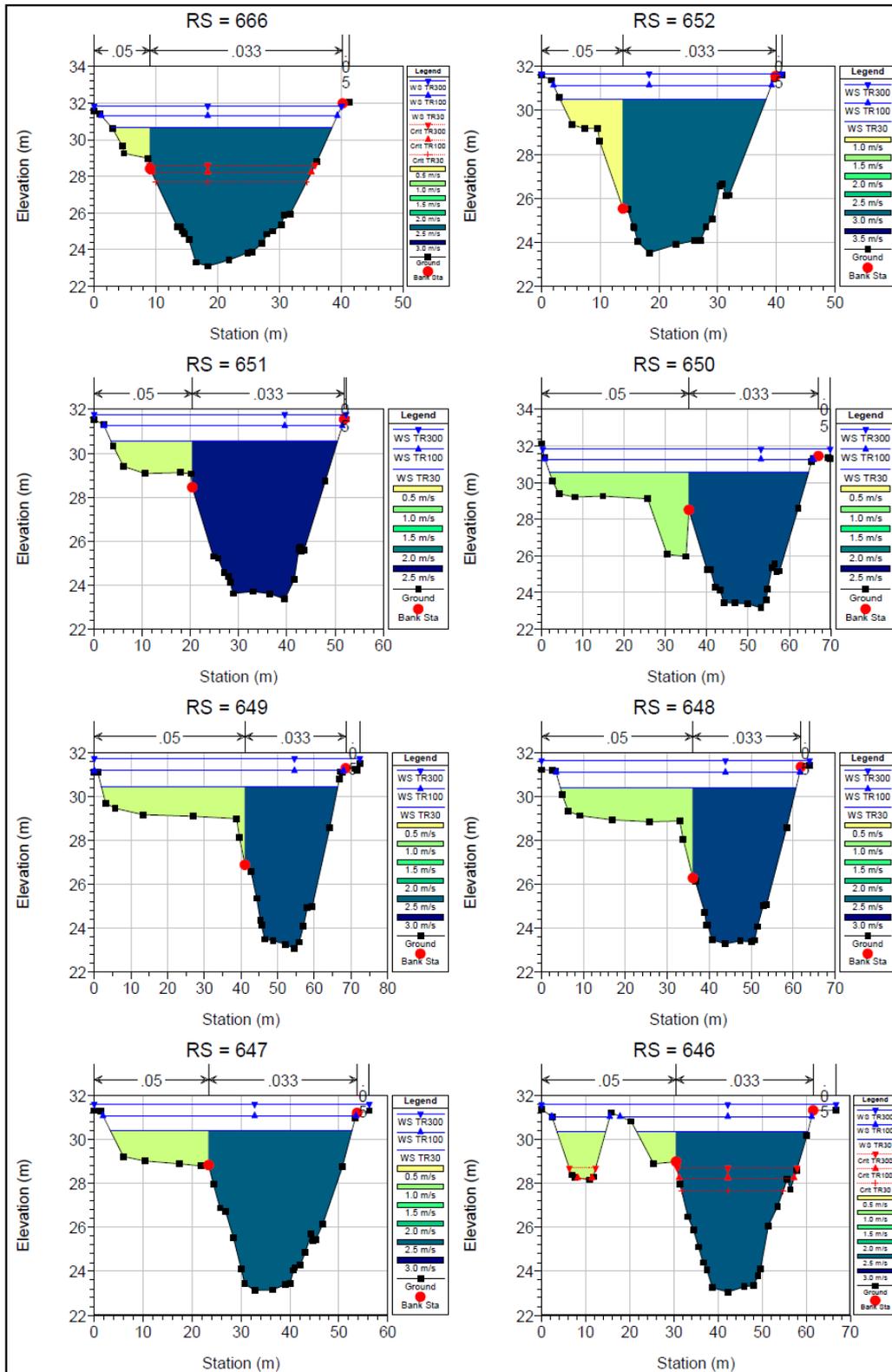
- PORTATA (1D) $Q=391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 30 ANNI;

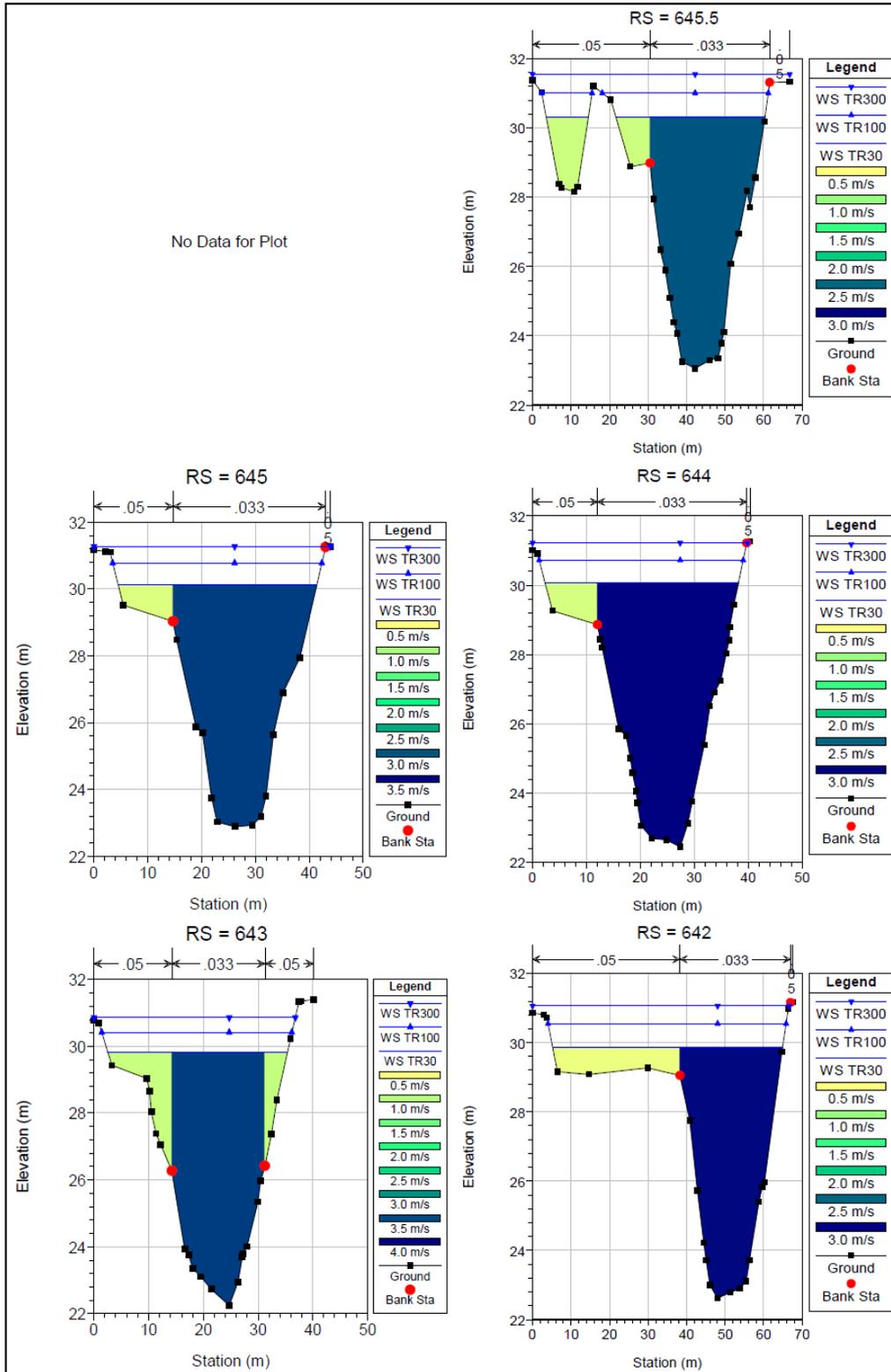
- PORTATA (1D) $Q=484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 100 ANNI;
- PORTATA (1D) $Q=566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 300 ANNI;

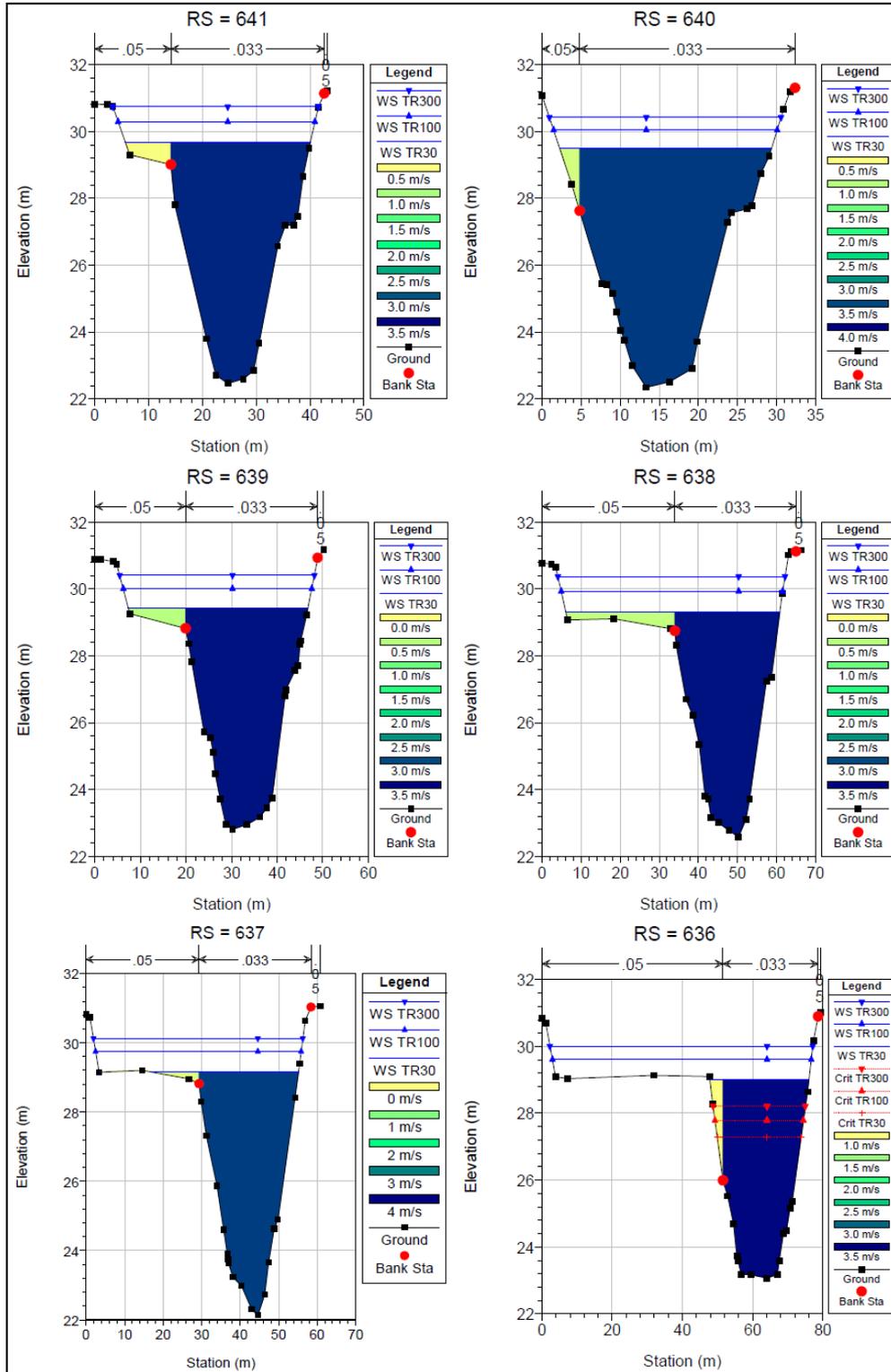
Profilo modello HEC:

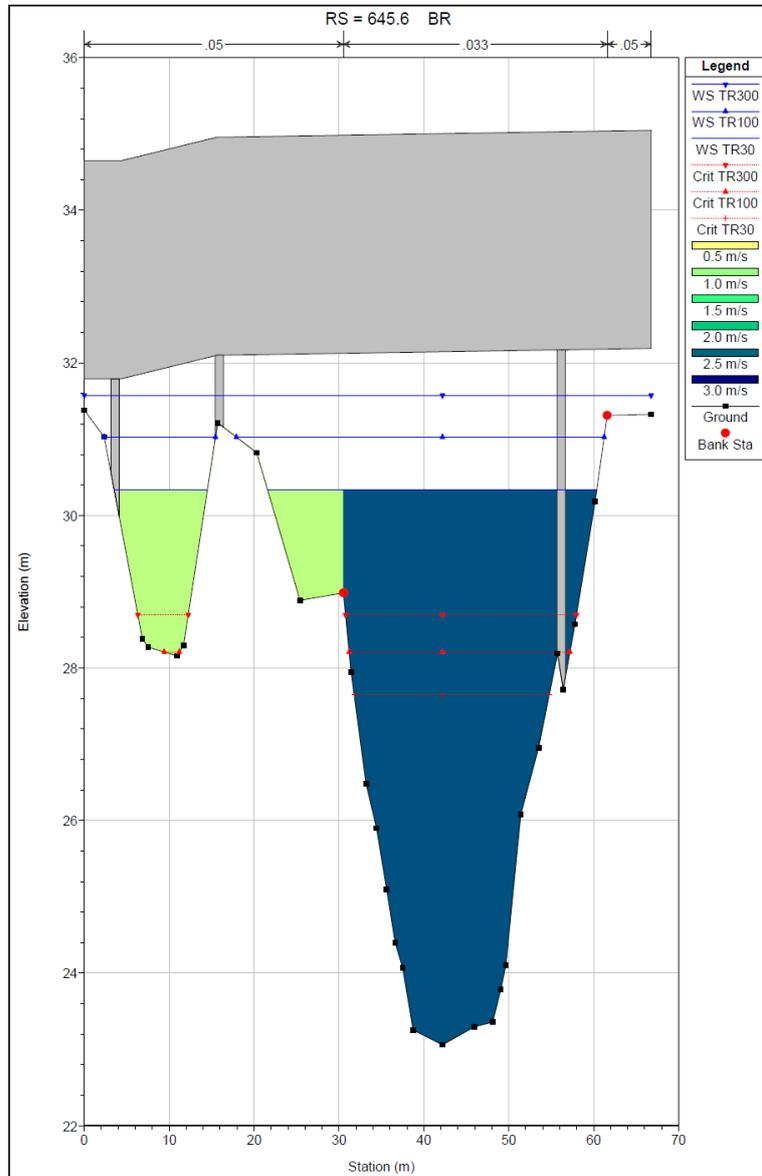


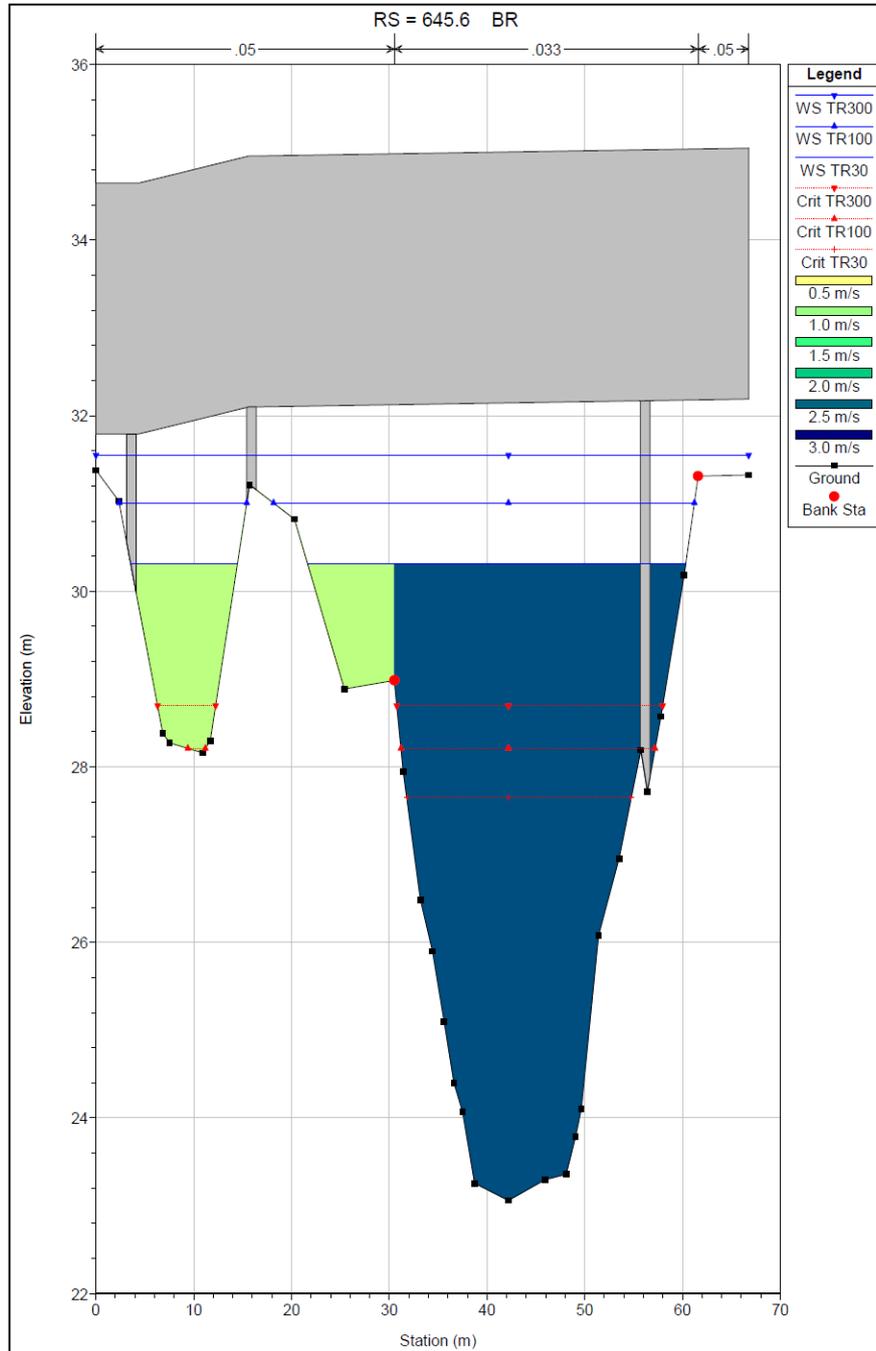
Sezioni modello HEC:









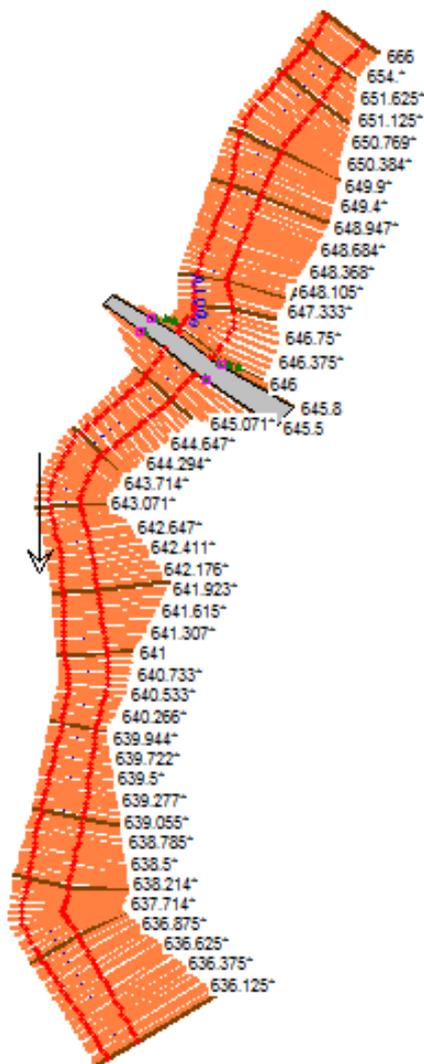


STATO DI PROGETTO

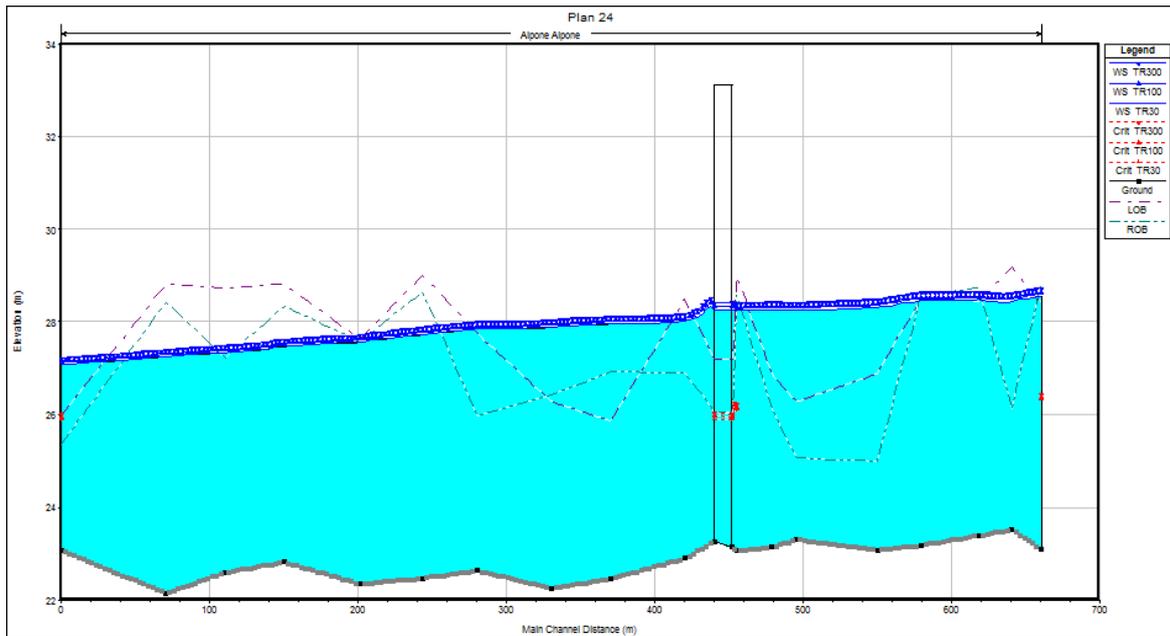
IN0D00DI2RHIN6400001A.DOC

- PORTATA (1D-2D) $Q=184.45 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 30 ANNI;
- PORTATA (1D-2D) $Q=190.16 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 100 ANNI;
- PORTATA (1D-2D) $Q=197.36 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 300 ANNI;

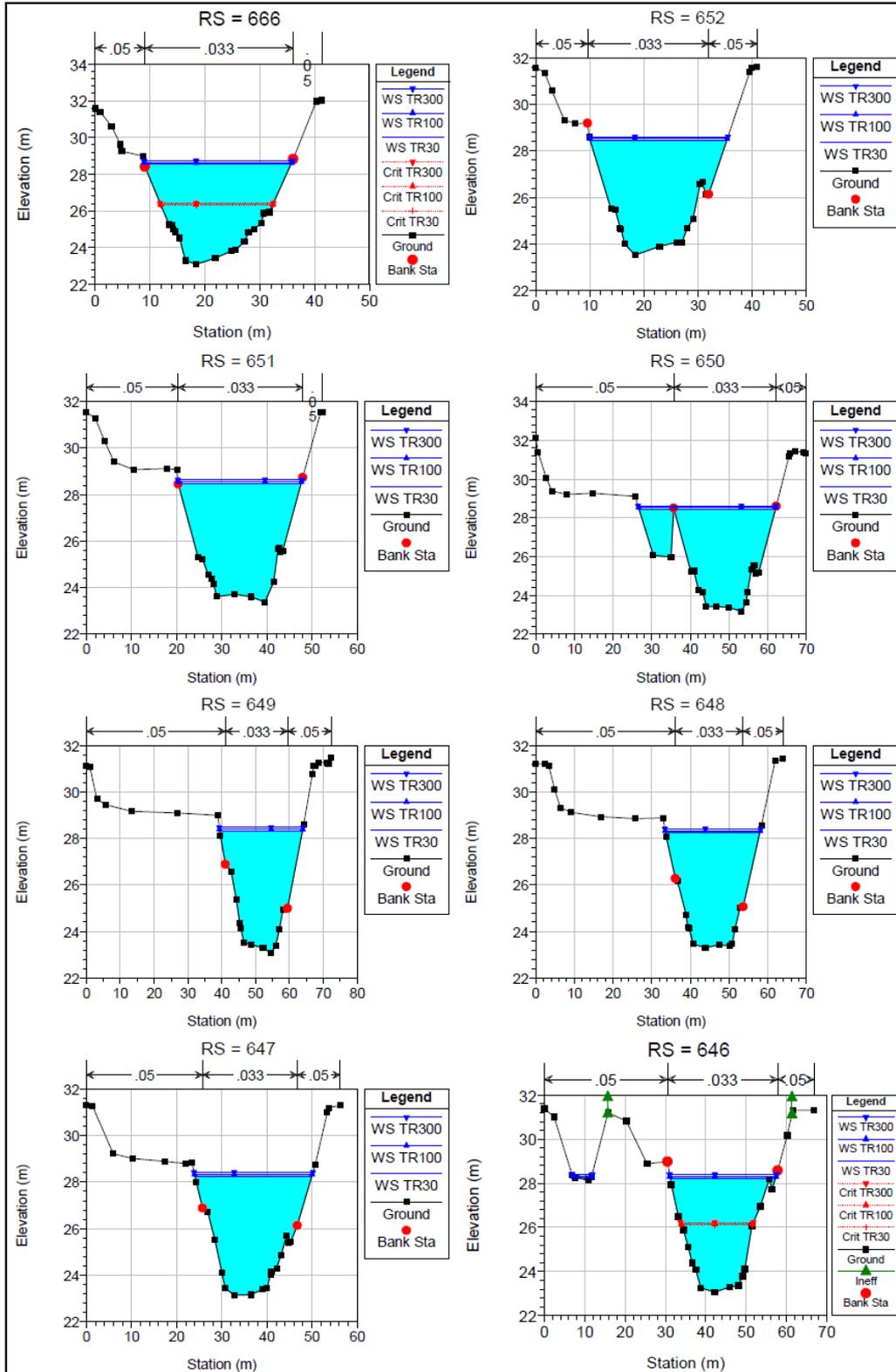
Planimetria modello HEC:

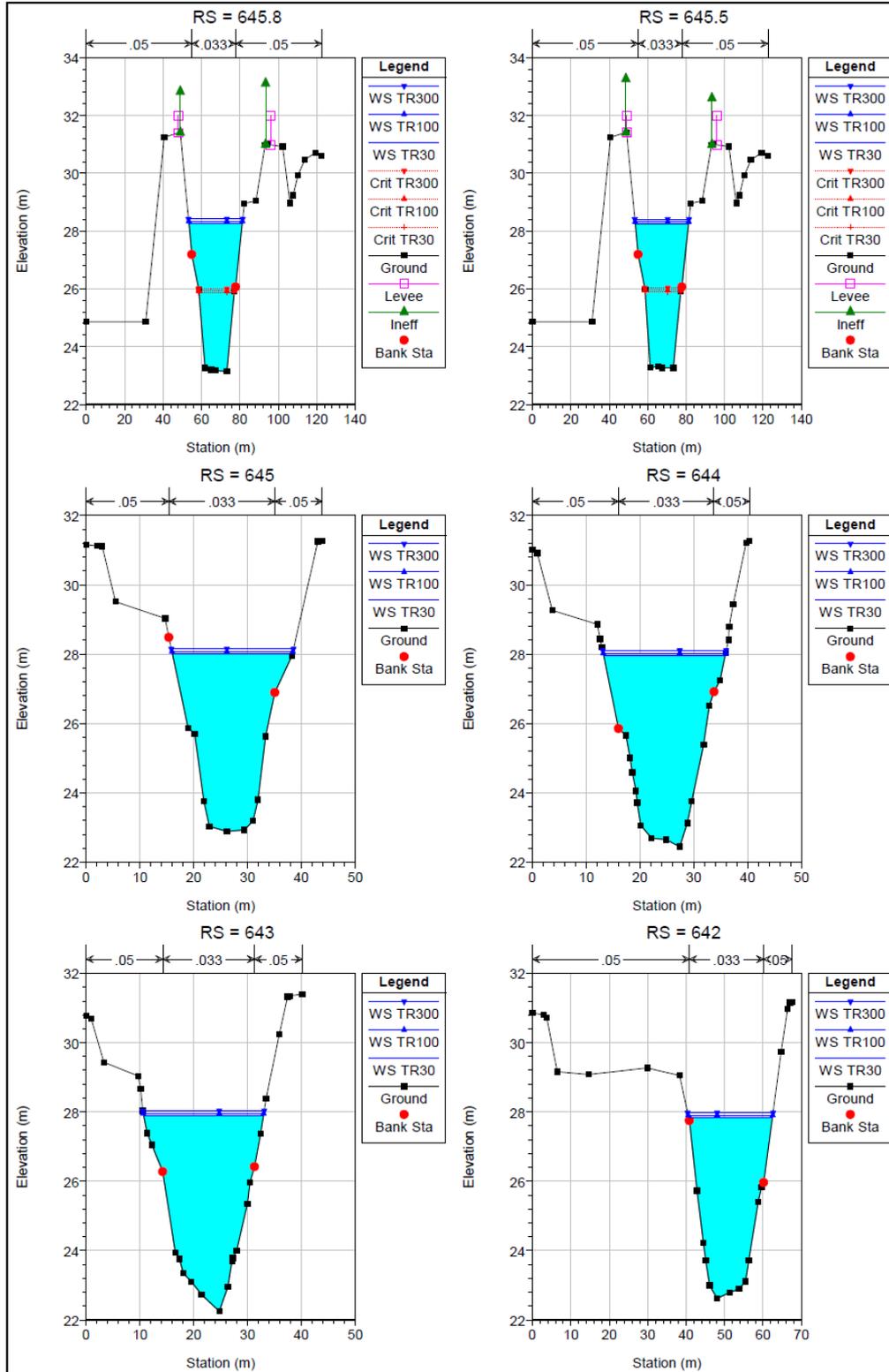


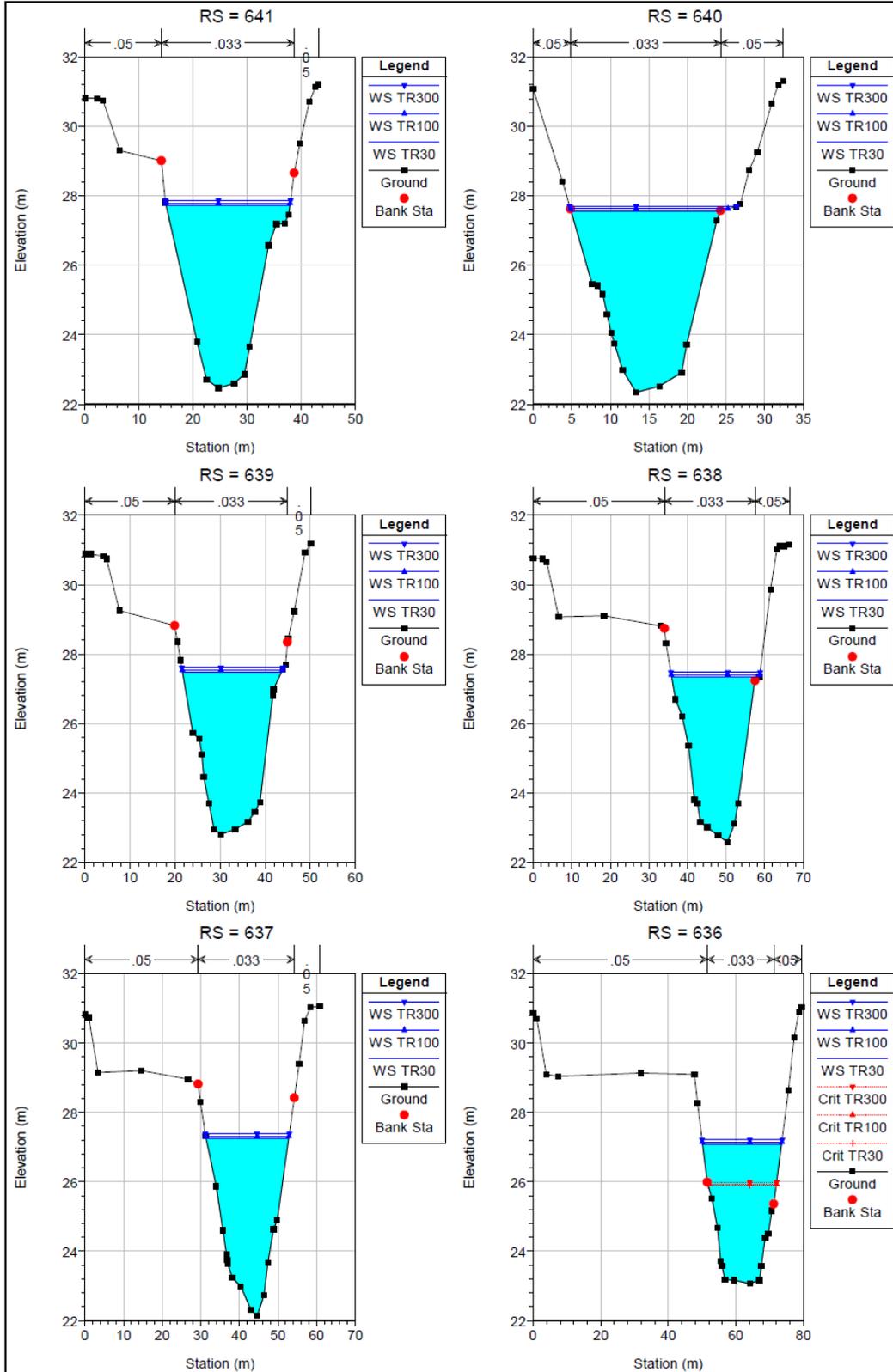
Profilo modello HEC:

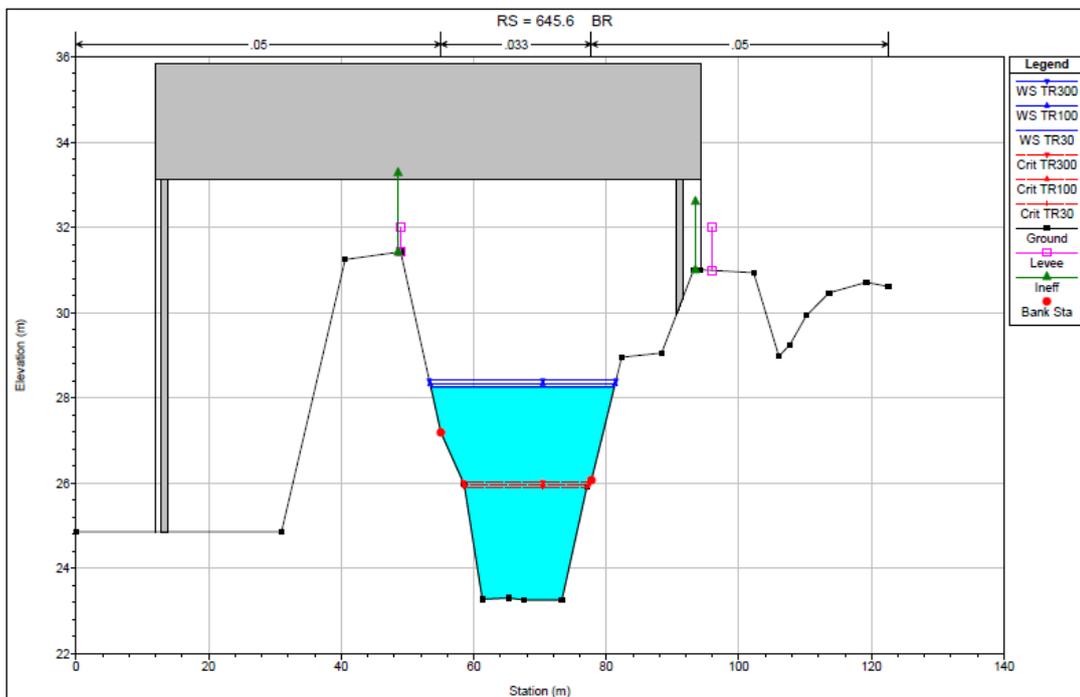
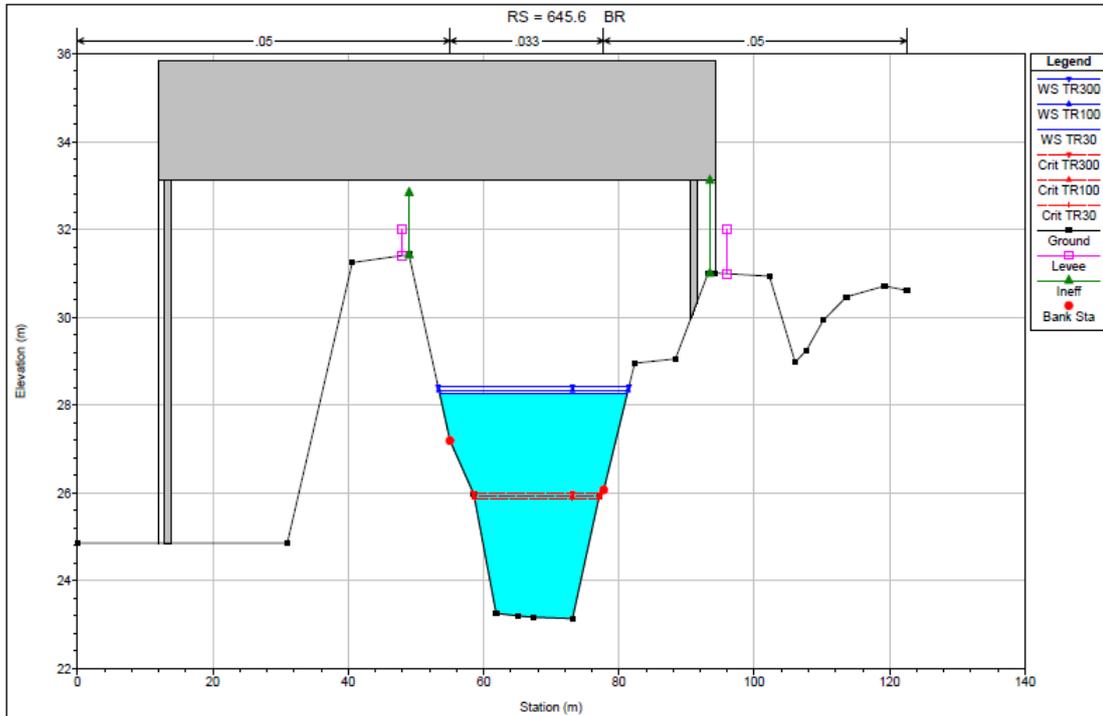


Sezioni modello HEC:







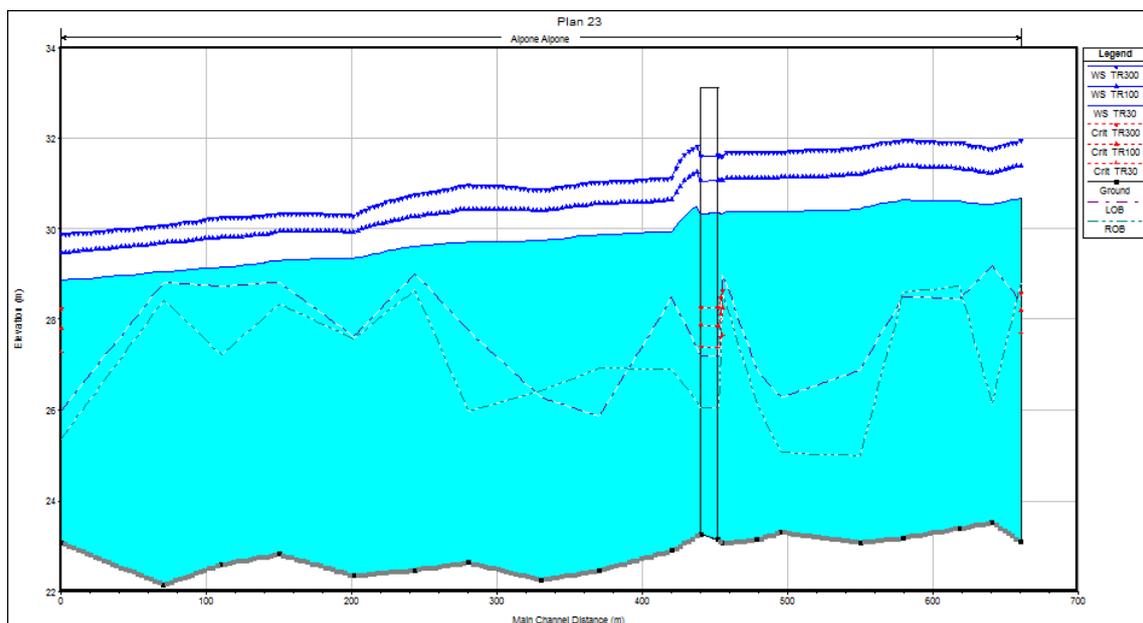


STATO DI PROGETTO

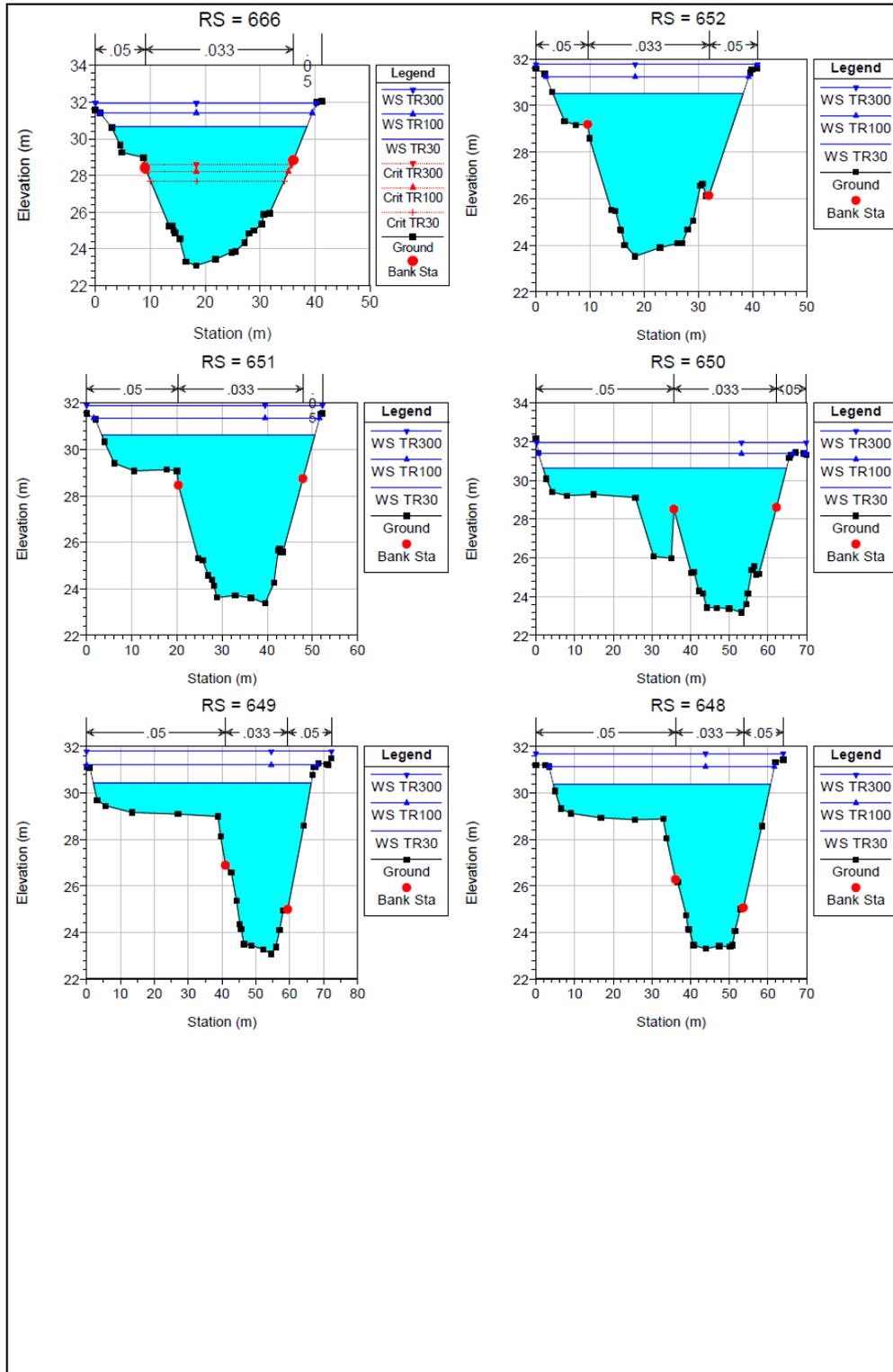
IN0D00DI2RHIN6400001A.DOC

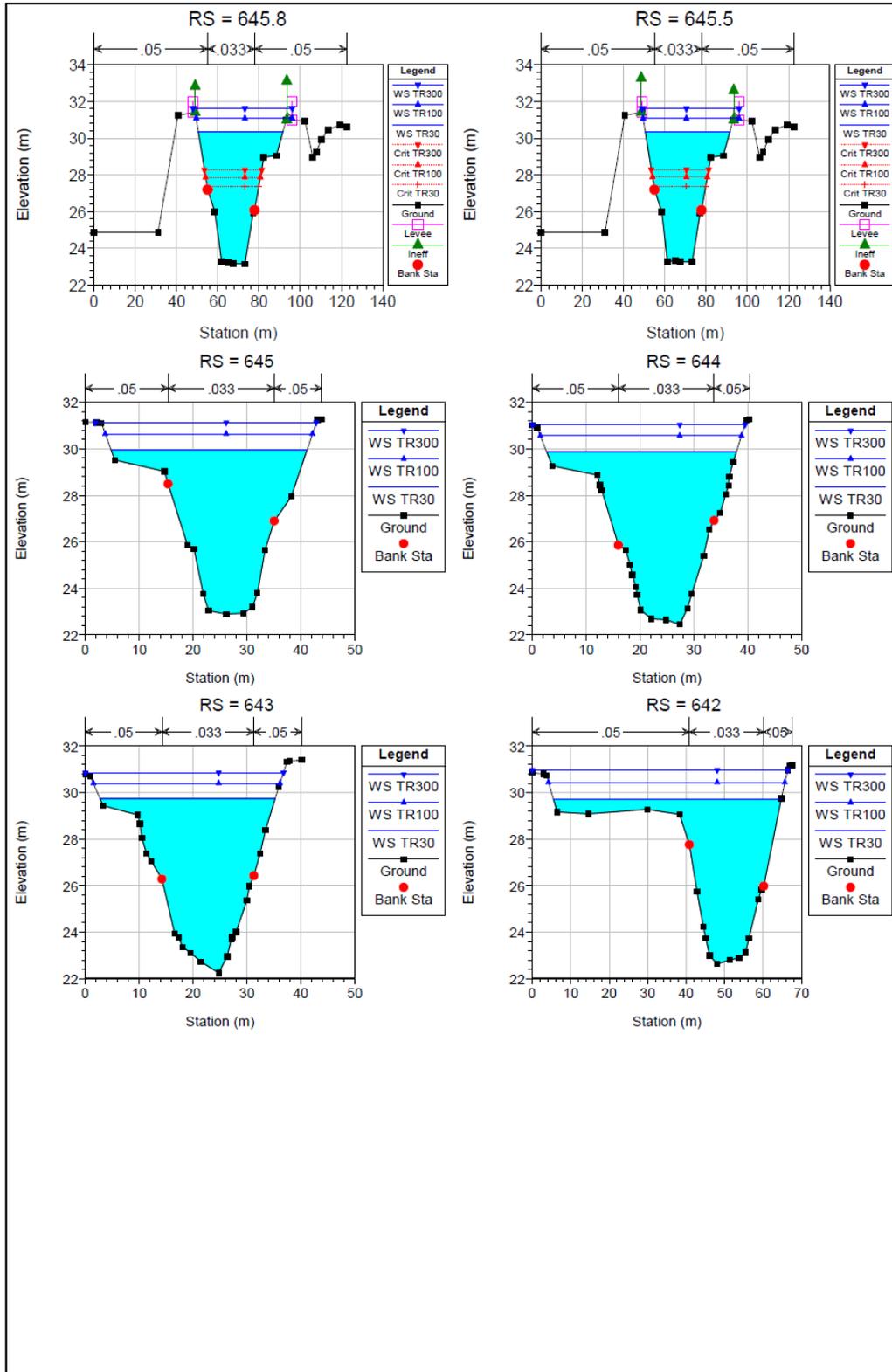
- PORTATA (1D) $Q=391.9 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 30 ANNI;
- PORTATA (1D) $Q=484.7 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 100 ANNI;
- PORTATA (1D) $Q=566.37 \text{ m}^3/\text{s}$ TR 300 ANNI;

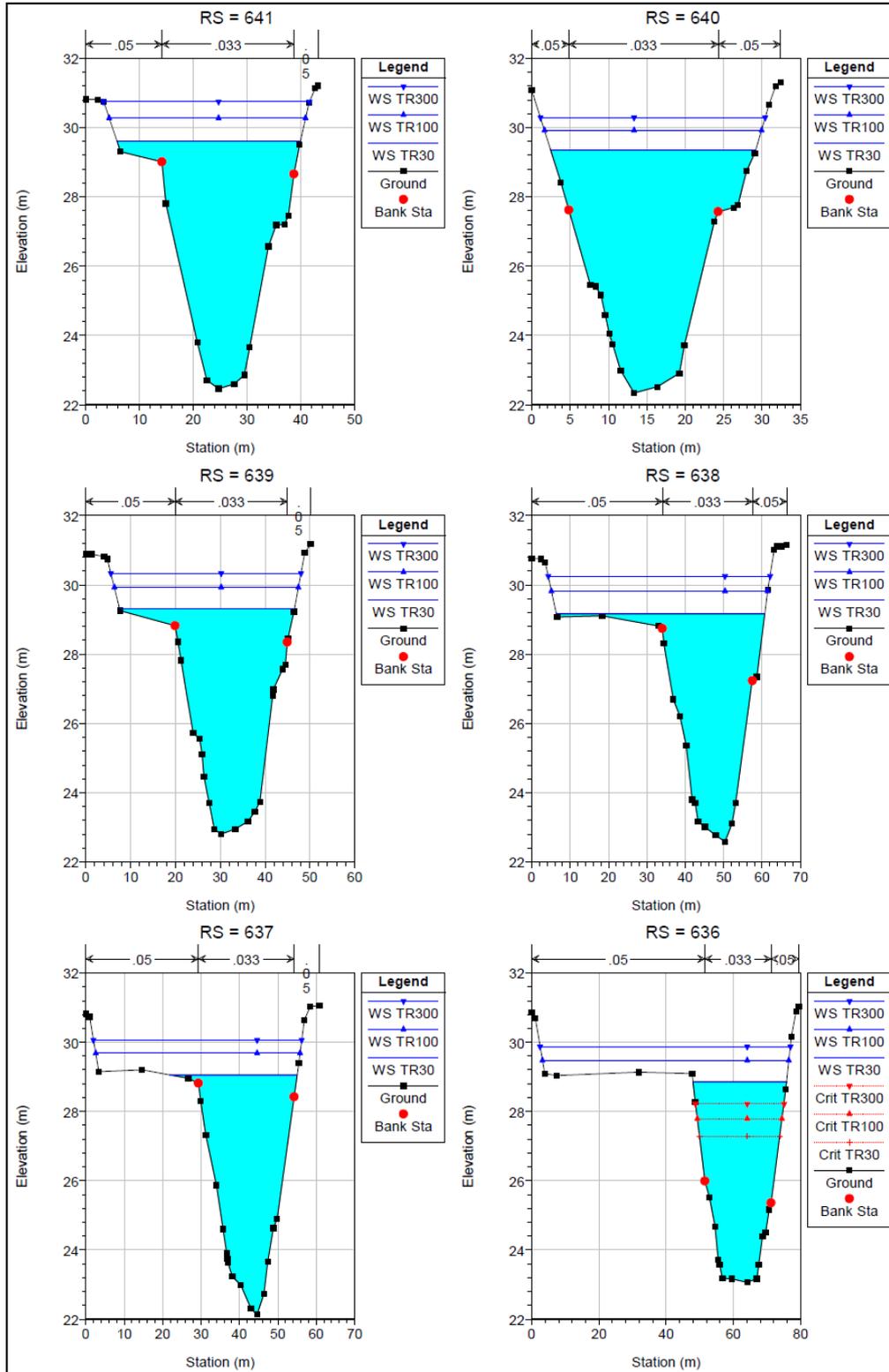
Profilo modello HEC:

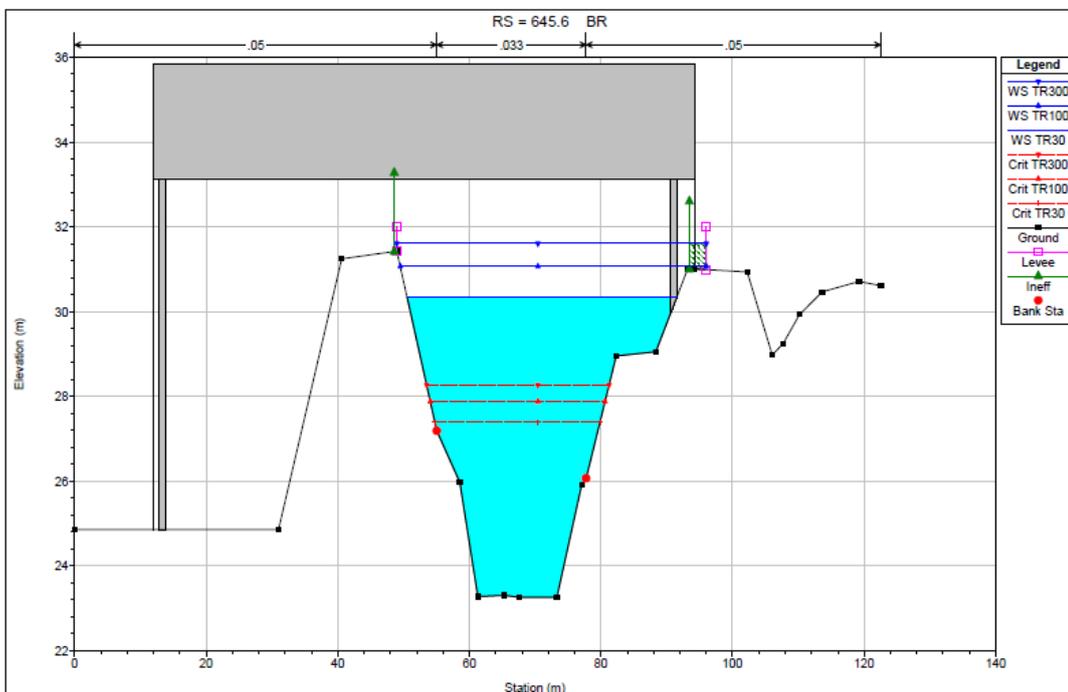
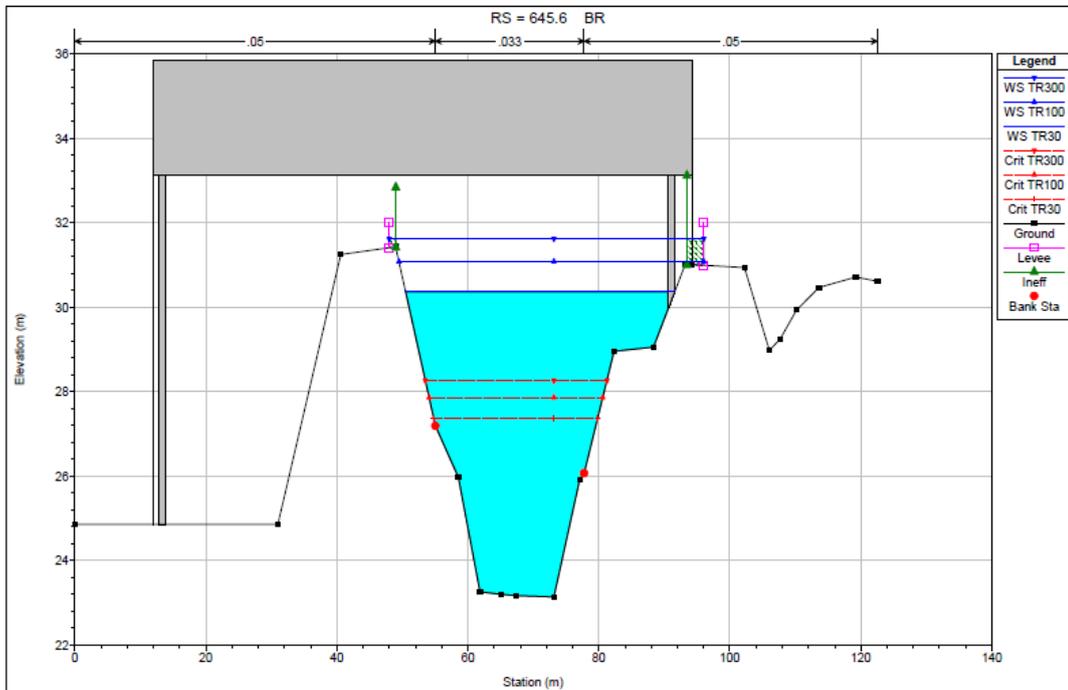


Sezioni modello HEC:









Per esigenze legate al software e per dare migliore evidenza grafica alle sezioni qui riportate, si allega una tabella che indica la diversa nomenclatura delle sezioni stesse tra file dwg ed hec ras:

SEZIONE ELABORATO DWG	SEZIONE HEC-RAS
OLEODOTTO	666

65B	652
65A	651
65	650
PONTE C	649
PONTE B	648
PONTE A	647
PORCILANA	646
21	645
22	644
23	643
24	642
25	641
26	640
27	639
28	638
29	637
30	636