

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Montebello Vicentino
PROGETTO ESECUTIVO
VIADOTTI E PONTI
VIADOTTO ALPONE DAL KM 20+569.51 AL KM 20+727.51– L=158,00 m
INTERFERENZE E SISTEMAZIONI IDRAULICHE
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI	SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli Ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Ottobre 2021	Consorzio Iricav Due inc. Paolo Carmona Data: Ottobre 2021		-

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	V	I	0	5	B	8	0	0	1	A	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
Firma	Data
Consorzio IricAV Due Luca RANDOLFI	Ottobre 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	PRIMA EMISSIONE	C. CALORE/ E. GENNARO	Ott. 2021	E. MARCHETTO	Ott. 2021	P. MARTINI	Ott. 2021	 Data: Ottobre 2021

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E9100000009

File: IN1712EI2RHVI05B8001A_01.DOCX

Cod. origine: IN1711EI2RHVI02A8001A



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 2 di 92

INDICE

INDICE DELLE FIGURE.....	4
PREMESSA.....	7
1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	8
2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO	9
3 INQUADRAMENTO DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI PE.....	10
4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO - IDRAULICO DEL T. ALPONE.....	14
4.1 STATO DI FATTO.....	14
4.2 INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI DELLA REGIONE DEL VENETO	17
4.3 INQUADRAMENTO IDRAULICO DEL PROGETTO ESECUTIVO IN CORSO	18
4.4 STATO DI PROGETTO	28
5 STUDIO IDRAULICO	32
5.1 CRITERI DI VERIFICA	32
5.2 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO.....	33
5.2.1 COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-RAS	34
5.2.2 IL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO: HEC-RAS	34
5.2.2.1 CALCOLO DEL PROFILO IN MOTO PERMANENTE	34
5.2.2.2 PROCEDURA DI CALCOLO	37
5.3 STATO DI FATTO.....	38
5.3.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	38
5.3.2 PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA	40
5.3.2.1 SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI	41
5.3.2.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	42
5.4 STATO DI PROGETTO – TORRENTE ALPONE	44
5.4.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA.....	44
5.4.2 PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA	45
5.4.2.1 SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI	46
5.5 VERIFICA DEL FRANCO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO.....	50
6 FASI DI CANTIERIZZAZIONE	51
6.1 DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI CANTIERE.....	51
6.1.1 PORTATA PER TEMPO DI RITORNO 1.5 ANNI.....	51
6.1.2 PORTATA ORDINARIA.....	52
6.1.3 PORTATA NEI PERIODI DI MAGRA	52
6.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE PROVVISORIALI PREVISTE	54
6.3 ELABORAZIONI TRAMITE HEC-RAS	56
7 CONCLUSIONI.....	58
BIBLIOGRAFIA.....	59
App 1. PARERE DI MASSIMA DEL GENIO CIVILE DI VERONA.....	61
App 2. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI FATTO.....	64
a. STATO DI FATTO PER TR PARI A 100 ANNI.....	64

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 3 di 92

b.	STATO DI FATTO PER TR PARI A 300 ANNI	67
App 3.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI PROGETTO	71
a.	STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 100 ANNI	71
b.	STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 300 ANNI	75
App 4.	RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – OPERE PROVVISORIALI.....	79
a.	PORTATA PER TR 1.5 ANNI (81.18 m ³ /s) con chiusura della sponda in sinistra idraulica	79
b.	PORTATA ORDINARIA (76 m ³ /s) con chiusura della sponda in sinistra idraulica.....	80
c.	PORTATA NEI PERIODI DI MAGRA (33 m ³ /s) con chiusura della sponda in sinistra idraulica	81
d.	PORTATA PER TR 1.5 ANNI (81.18 m ³ /s) con chiusura della sponda in destra idraulica	86
e.	PORTATA ORDINARIA (76 m ³ /s) con chiusura della sponda in destra idraulica	87
f.	PORTATA NEI PERIODI DI MAGRA (33 m ³ /s) con chiusura della sponda in destra idraulica	88

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 4 di 92

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.1 Soluzione del PD post Cipe.	10
Figura 3.2 Soluzione proposta al Genio Civile di Verona il 14-09-2021	11
Figura 3.3 Soluzione di PE con evidenziata la palificata CSP, idraulica-strutturale e priva di tiranti.	13
Figura 3.1 Schematizzazione del bacino idrografico dell'Alpone.	14
Figura 3.2 Torrente Alpone in corrispondenza dell'attraversamento della SP Porcilana.	15
Figura 3.3 Sezione n. 16 dal rilievo IricavDue del 2021 allo stato attuale.....	15
Figura 3.4 Torrente Alpone a monte dell'attuale attraversamento della SP Porcilana, vista verso valle.....	16
Figura 3.5 Torrente Alpone a valle dell'attuale attraversamento della SP Porcilana, vista verso monte.....	16
Figura 3.6 Bacini di laminazione in provincia di Verona. (da Regione Veneto - Difesa del Suolo).....	17
Figura 3.7 Corografia della schematizzazione del territorio indagato con il modello uni-bidimensionale: altimetria realizzata con i dati cartografici e topografici (rilievo LIDAR) disponibili.	18
Figura 3.8 Andamento dei tiranti per lo Scenario 0 Ante operam tempo di pioggia 24 ore per TR100 e TR300.....	20
Figura 3.9 Campi di velocità per lo Scenario 0 Ante operam tempo di pioggia di 24 ore e TR100 e TR300....	21
Figura 3.10 Sezione trasversale 16, quote del terreno e livelli idrici per TR100 e TR300 Ante operam.....	21
Figura 3.11 Mappa degli allagamenti per TR100 TP24h ante operam - scenario 0 (senza brecce) (Elab. IN1710EI2N3ID0000012B).	22
Figura 3.12 Mappa degli allagamenti per TR300 TP24h ante operam - scenario 0 (senza brecce) (Elab. IN1710EI2N3ID0000008B).	22
Figura 3.13 Andamento dei tiranti per lo Scenario 0 Post operam, tempo di pioggia 24 ore per TR100 e TR300.....	23
Figura 3.14 Campi di velocità per lo Scenario 0 Post operam tempo di pioggia di 24 ore e TR100 e TR300...24	24
Figura 3.15 Sezione trasversale 11 in corrispondenza della nuova viabilità stradale, quote del terreno e livelli idrici per TR100 e TR300 Post operam.	25
Figura 3.16 Sezione trasversale 16 in corrispondenza del viadotto ferroviario, quote del terreno e livelli idrici per TR100 e TR300 Post operam.	25
Figura 3.17 Mappa degli allagamenti per TR100 TP24h post operam - scenario 0 (senza brecce) (Elab. IN1710EI2N3ID0000022B).	26

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 5 di 92

Figura 3.18 Mappa degli allagamenti per TR300 TP24h post operam - scenario 0 (senza brecce) (Elab. IN1710EI2N3ID0000022B).....	26
Figura 3.19 Mappa degli allagamenti per TR100 TP24h post operam – post interventi della Regione Veneto (Elab. IN1710EI2N2ID0000001B).....	27
Figura 3.20 Mappa degli allagamenti per TR300 TP24h post operam – post interventi della Regione Veneto (Elab. IN1710EI2N2ID0000002B).....	28
Figura 3.21 Torrente Alpone – Sezione tipologica tratto iniziale con rivestimento spondale di progetto.....	29
Figura 3.22 Torrente Alpone – Sezione tipologica in corrispondenza del viadotto ferroviario.....	30
Figura 3.23 Torrente Alpone – Sezione tipologica tratto a monte del rivestimento spondale di progetto. ...	30
Figura 3.24 Torrente Alpone – Stralcio planimetrico Post Operam.....	31
Figura 4.1 Schematizzazione classica di una sezione.....	36
Figura 4.2 Torrente Alpone – Stralcio planimetrico stato di fatto con l’indicazione delle sezioni.	39
Figura 4.3 Geometria stato di fatto della modellazione con HEC-RAS.....	41
Figura 4.4 Torrente Alpone– Stralcio planimetrico stato di progetto con l’indicazione delle sezioni.	45
Figura 4.5 Scala delle portate nella sezione 0 (Consorzio Iricav Due, 04/2021).	46
Figura 4.6 Geometria stato di progetto della modellazione con HEC-RAS.	47
Figura 5.1 Altezze idrometriche massime giornaliere nel periodo 2015-2020 (arpav, 09/2021).	53
Figura 5.2 Portate massime giornaliere nel periodo 2015-2020 (arpav, 09/2021).....	53
Figura 5.3 Estratto dal profilo geotecnico in corrispondenza del viadotto Alpone VI05B (fonte: Elab. IN1710EI2LZGE0000016B).....	56

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 6 di 92

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3.1 Volumi invasati nelle casse di espansione realizzate o in fase di realizzazione o di prossimo avvio.	17
Tabella 3.2 Livello idrico e portata nei diversi configurazione. (Consorzio Iricav Due, 04/2021).	28
Tabella 4.1 Valori di portata per i diversi tempi di ritorno da modello 1D2D.....	40
Tabella 4.2 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di fatto.	42
Tabella 4.3 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di fatto.	43
Tabella 4.4 Valori di portata e livelli di valle nella sez. 0 per i diversi tempi di ritorno da modello 1D2D (Consorzio Iricav Due, 04/2021).	46
Tabella 4.5 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di progetto.....	48
Tabella 4.6 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di progetto.....	49
Tabella 4.7 Verifica del franco in corrispondenza del viadotto sul Alpone.....	50
Tabella 5.1 Livelli idrometrici massimi (relativi) registrati nella stazione del t. Alpone a San Bonifacio nel periodo 1986-2010.	51
Tabella 5.2 Livelli d'acqua rispetto allo zero idrometrico nella stazione di Alpone a San Bonifacio.	52
Tabella 5.3 Dati di riferimento della Stazione Alpone a S. Bonifacio (fonte: ArpaV).	52
Tabella 5.4 Portate massime giornaliere nei periodi di riferimento di magra invernale ed estivo.	54
Tabella 5.5 Tiranti idraulici per $Q=33 \text{ m}^3/\text{s}$ rispetto al talweg (evidenziato il tratto con palancolato).....	57

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 7 di 92

PREMESSA

Il presente documento illustra la soluzione di Progetto Esecutivo (PE) relativamente alle interferenze in viadotto, VI05-viadotto sul torrente Alpone, sistemazione alveo del torrente Alpone, previsto all'interno del 1° lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza compreso tra le progressive pk. 20+569.51 e pk. 20+727.51

Il presente documento è stato dapprima aggiornato in seguito alle istruttorie e tavoli tecnici con il Committente, quindi a seguito delle specifiche richieste di integrazioni durante la fase istruttoria e da ultimo il recepimento del quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo da parte del Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017. In particolare è stata recepita la Prescrizione n.77 circa la non presenza di pile nell'alveo di magra (nдр: in golena).

Rispetto alla soluzione del Progetto Definitivo post CIPE, il presente documento ha recepito la nuova configurazione delle pile/spalle del ponte così come concordata nel mese di settembre 2021 con il Genio Civile di Verona¹, a cui la soluzione era stata preventivamente sottoposta per un parere di massima.

La nuova soluzione di PE ha visto l'eliminazione della pila in golena sinistra e la realizzazione delle due spalle dentro le arginature (cfr. Capitolo 3).

La nuova soluzione di PE soddisfa peraltro la richiesta ante CIPE dello stesso Genio Civile di Verona di non avere pile in alveo, richiesta avvenuta nella fase approvativa del PD tramite la Regione del Veneto (Conferenza dei Servizi del 23-03-2016. Parere di Competenza. Allegato sub 2; nota del 22-01-2016 prot 24750 del Dipartimento Difesa del Suolo e Foreste della Regione del Veneto).

Nella presente relazione, dopo un breve quadro introduttivo del torrente Alpone, si procede con la descrizione della configurazione geometrica del tratto del corso d'acqua immediatamente a monte e a valle dell'attraversamento della linea A.V./A.C.

Lo scopo della presente relazione è la verifica idraulica del corso d'acqua per il tratto a cavallo dell'attraversamento. Sono state analizzate due distinte situazioni: la situazione dello stato attuale e quella relativa allo stato di progetto.

¹ Genio Civile di Verona, Parere di Massima su soluzione alternativa scavalco Torrente Alpone, 27-09-2021; in appendice 1

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 8 di 92

1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Sistemazione alveo torrente Alpone:

- Relazione idrologica e idraulica codice elaborato IN17EI2RHVI05B8001A
- Ante Operam – Planimetria, aree di esondazione Tavola 1/2 codice elaborato “IN1712EI2N7VI05B8001A”
- Ante Operam – Profilo e sezioni Tavola 2/2 codice elaborato “IN1712EI2FZVI05B8001A”
- Post Operam – Planimetria, aree di esondazione Tavola 1/2 codice elaborato “IN1712EI2N7VI05B8002A”
- Post Operam – Profilo e sezioni Tavola 2/2 codice elaborato “IN1712EI2FZVI05B8002A”
- Planimetria delle fasi realizzative codice elaborato “IN1712EI2P7VI05B8001A”
- Particolari costruttivi e protezioni di sponda codice elaborato IN1712EI2PZVI05B8002A

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 9 di 92

2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Presidenza del Consiglio dei ministri – Dipartimento della Protezione Civile – Commissario Delegato per l’Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto. OPCM n.3621 del 18/10/2007 – Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento.
- Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento. Riferimento allo studio redatto da Nordest Ingegneria S.r.l. per Unione Veneta Bonifiche.
- Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta – Interferenze con la rete idrografica - Ipotesi di Ubicazione Opere Idrauliche Per Smaltimento Acque Meteoriche del 28/04/2015.
- Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta – PIANO GENERALE DI BONIFICA E DI TUTELA DEL TERRITORIO - L.R. 12/2009 ART. 23 - D.G.R. 102/2010
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, Distretto Idrografico delle Alpi.
- Piano Territoriale di Coordinamento e Pianificazione della Provincia di Verona approvato con deliberazione di Giunta Regionale n. 236 del 3 marzo 2015.
- RFI – Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 3 – Corpo stradale, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017
- RFI – Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 – Ponti e strutture, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017
- RFI – Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II -Sezione 9 – Opere di difesa della sede ferroviaria, RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22/12/2017.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 10 di 92</p>	

3 INQUADRAMENTO DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI PE

In corrispondenza del Torrente ALPONE il Progetto Definitivo PD post CIPE prevede un impalcato ferroviario ad arco metallico di luce pari a 78 metri con una pila in alveo in corrispondenza di una gola in sinistra idraulica protetta con pietre cementate granitiche. Nelle immagini seguenti si riportano la sezione del viadotto in corrispondenza del torrente e le opere provvisionali previste in fase di realizzazione delle fondazioni delle pile.

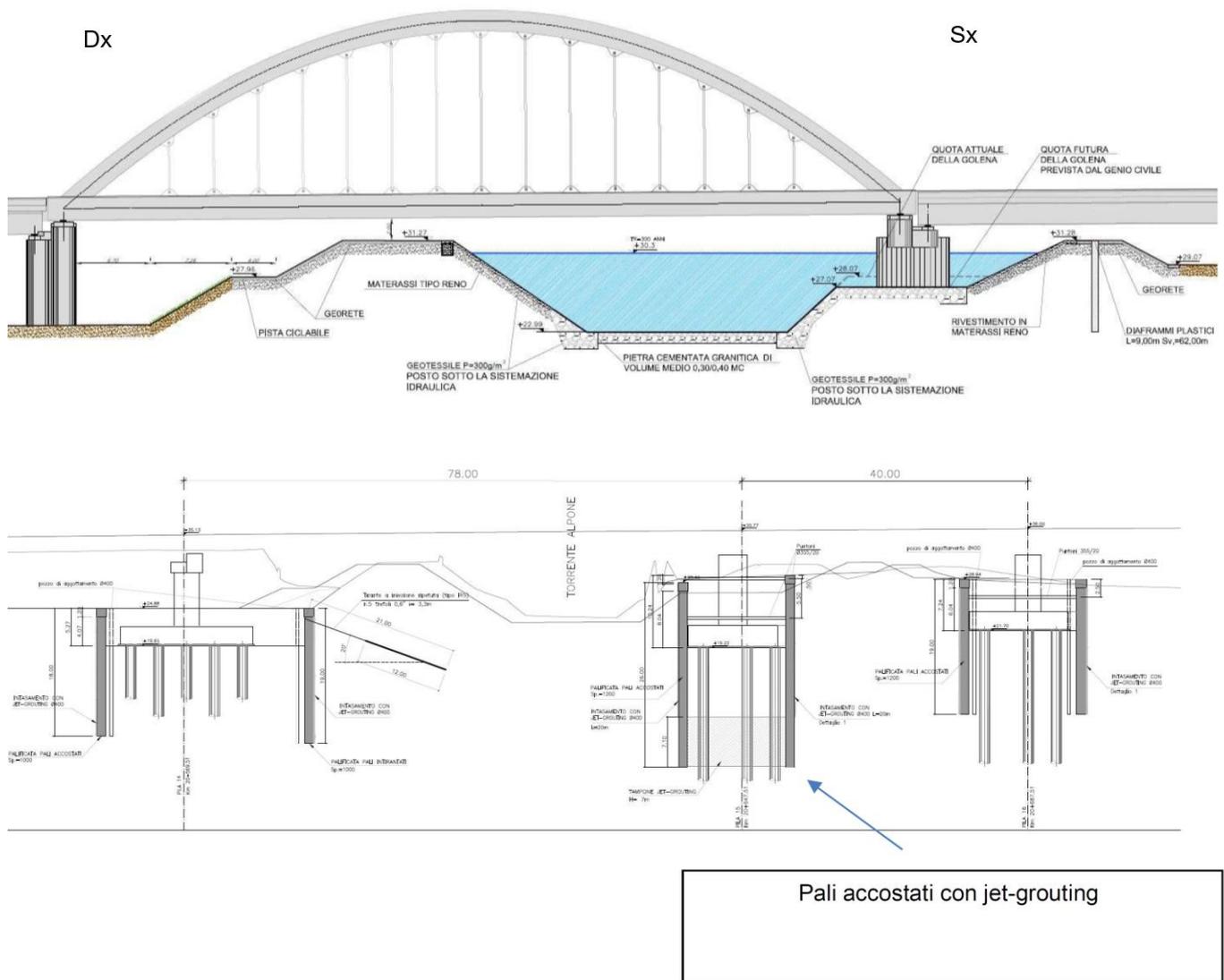


Figura 3.1 Soluzione del PD post Cipe.

Nel mese di settembre 2021, anche per tenere in conto della mutata morfologia del torrente soprattutto in sinistra idraulica avvenuta negli anni 2016-2018 da parte del Genio Civile di Verona (la gola sinistra era stata quasi tutta alzata alla quota arginale, andando a realizzare di fatto un argine ringrossato), è stata sottoposta al Genio Civile una soluzione progettuale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 11 di 92

alternativa (a quella del PD post Cipe) che prevedeva sostanzialmente lo spostamento del viadotto (78m) verso est, realizzando due classiche spalle nelle arginature (precedentemente diaframmate per circa 50m mediante pali secanti tirantati, il tutto evidentemente finalizzato per sostituire localmente l'arginatura dal punto di vista strutturale e di tenuta idraulica, sia nella fase di cantiere sia ad opera terminata). La soluzione ufficialmente inviata dal General Contractor al Genio Civile di Verona in data 14-09-2021 è rappresentata nelle figure che seguono.

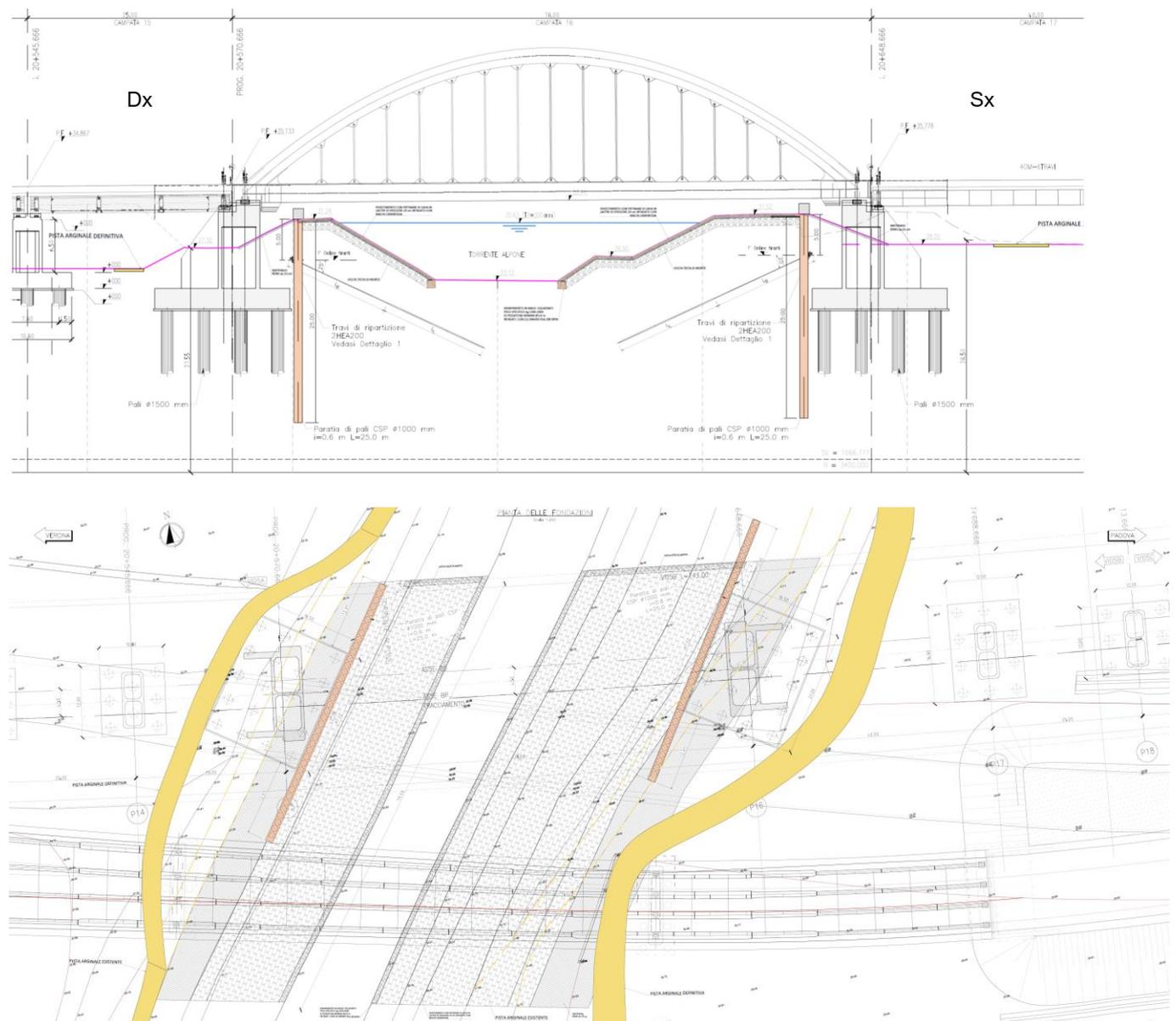


Figura 3.2 Soluzione proposta al Genio Civile di Verona il 14-09-2021

In estrema sintesi, il parere di massima del Genio Civile di Verona (riportato in Appendice 1) confermava la soluzione progettuale proposta dal General Contractor con parere di massima favorevole alle seguenti condizioni:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 12 di 92

- individuare e realizzare le piste di servizio di entrambe le sponde arginali (nдр: già presenti ma non indicate)
- eliminare i tiranti della palificata in sommità arginale (nдр: per evitare vie preferenziali alla filtrazione)
- dimensionare la palificata in sommità arginale per garantire la tenuta idraulica, “divenendo essa stessa muro arginale” (nдр: funzione strutturale ed idraulica)

Sulla base del parere di massima del Genio Civile di Verona il General Contractor ha quindi aggiornato la soluzione progettuale proposta a settembre 2021 nella soluzione finale di PE qui sotto rappresentata (estratto da tav IN1712EI2DZVI05B8001A e IN1712EI2DZVI05B8002A – Interferenze e sistemazioni idrauliche – Particolari costruttivi e protezioni di sponda – tav 1 di 2 e tav 2 di 2).

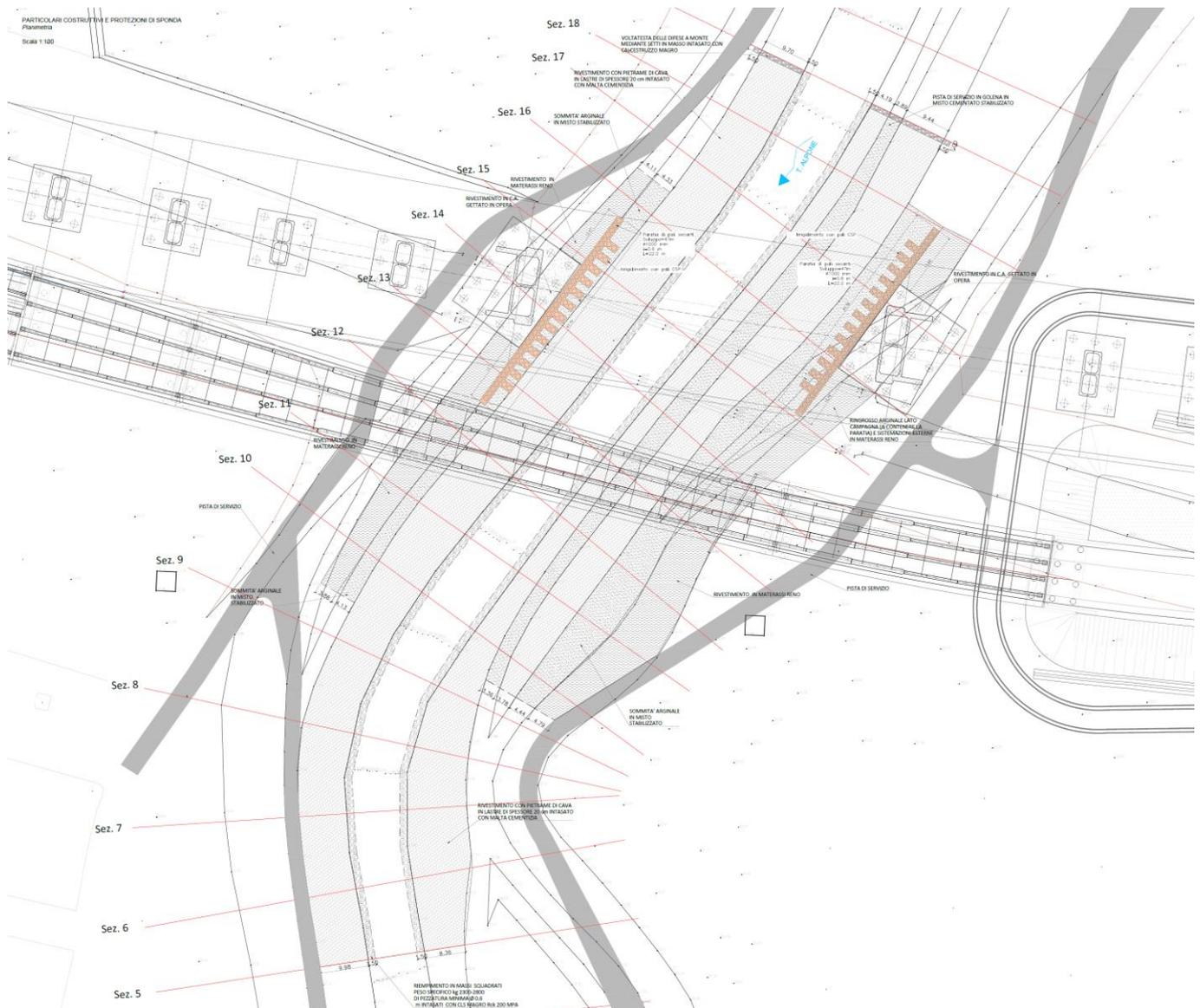


Figura 3.3 Soluzione di PE con evidenziata la palificata CSP, con funzione idraulica-strutturale e priva di tiranti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 14 di 92

4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO - IDRAULICO DEL T. ALPONE

4.1 STATO DI FATTO

Il torrente Alpone appartiene al sistema Chiampo – Alpone ed è costituito da un sistema di torrenti e canali che lo alimentano tra cui: i torrenti Tramigna, Chiampo, Tronega e Massara.

L'alpone ha origine sulle pendici del monte Purga di Bolca, a quota 550 m s.l.m.m., nelle Prealpi Venete, nel comune di Vestenanova e termina il suo corso dopo 38 Km nei pressi di Albaredo d'Adige, immettendosi poi nel fiume Adige. Il suo bacino idrografico afferente ha una superficie di circa 283 Km².

Dato il suo regime torrentizio che lo caratterizza nei periodi piovosi è interessato da eventi di piena violenti.

La Figura 4.1 riporta il suo bacino idrografico e sulla destra la tabella riassuntiva dei dati caratteristici dei bacini.

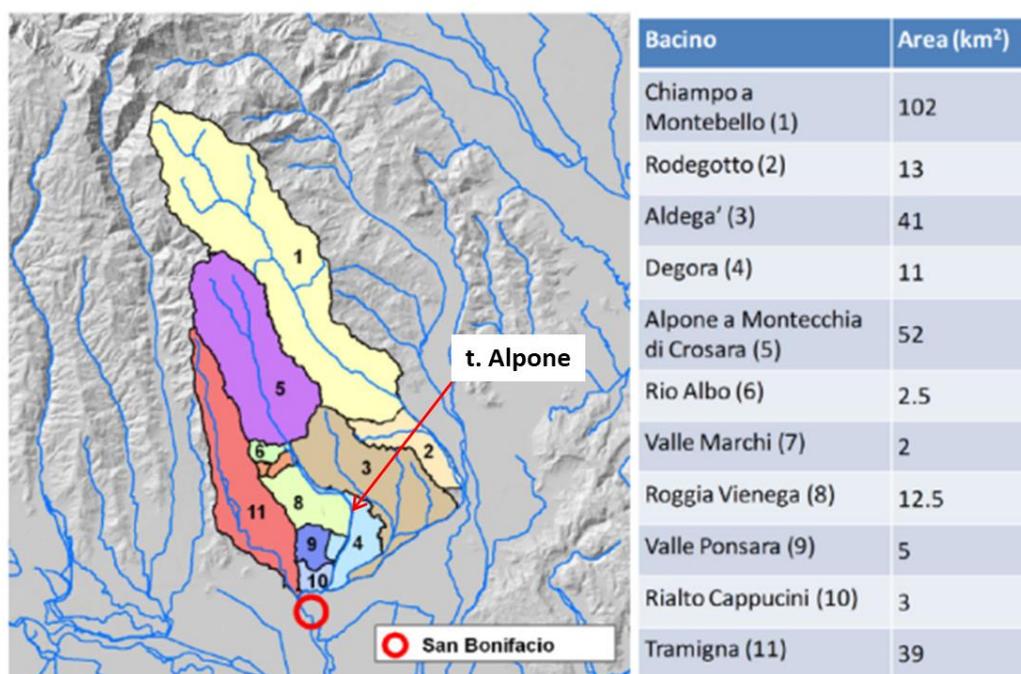


Figura 4.1 Schematizzazione del bacino idrografico dell'Alpone.

Dal rilievo fornito da IricAv Due, si sono ricostruite le sezioni trasversali in corrispondenza del t. Alpone. Le figure sottostanti Figura 4.2 e Figura 4.3 riportano l'inquadramento del tratto oggetto di intervento allo stato attuale e una sezione in corrispondenza del nuovo viadotto di progetto sull'Alpone.

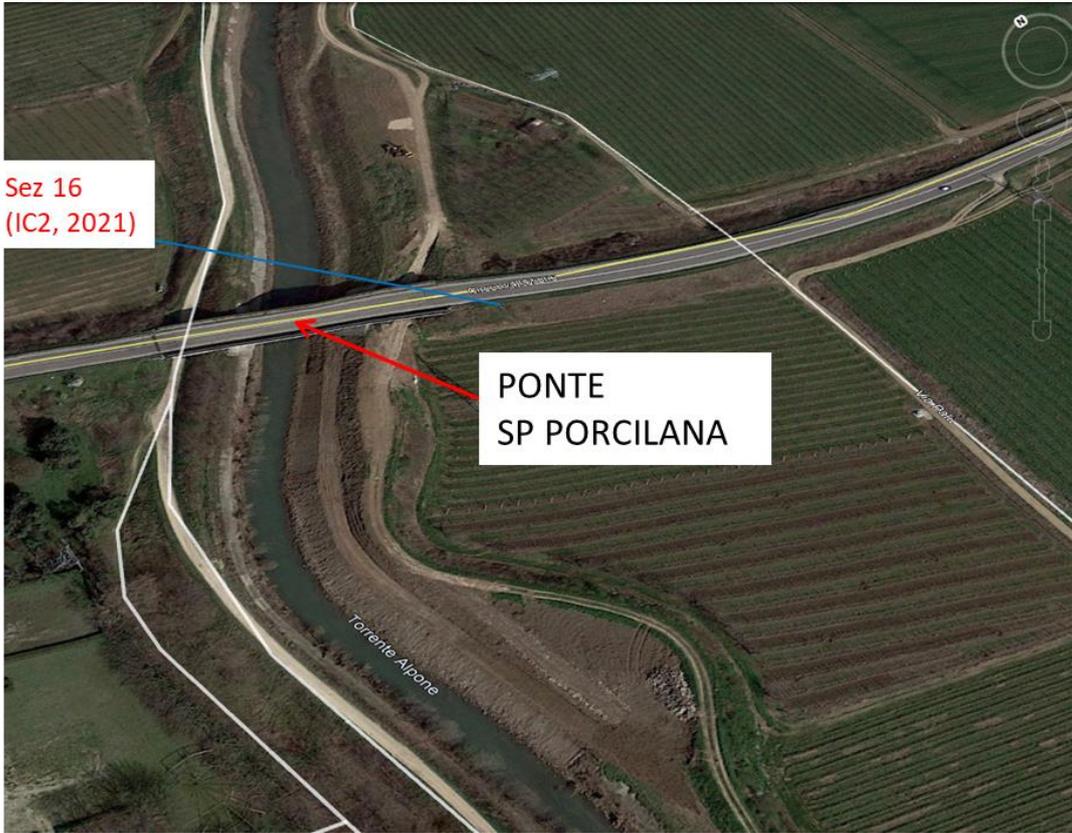


Figura 4.2 Torrente Alpone in corrispondenza dell'attraversamento della SP Porcilana.

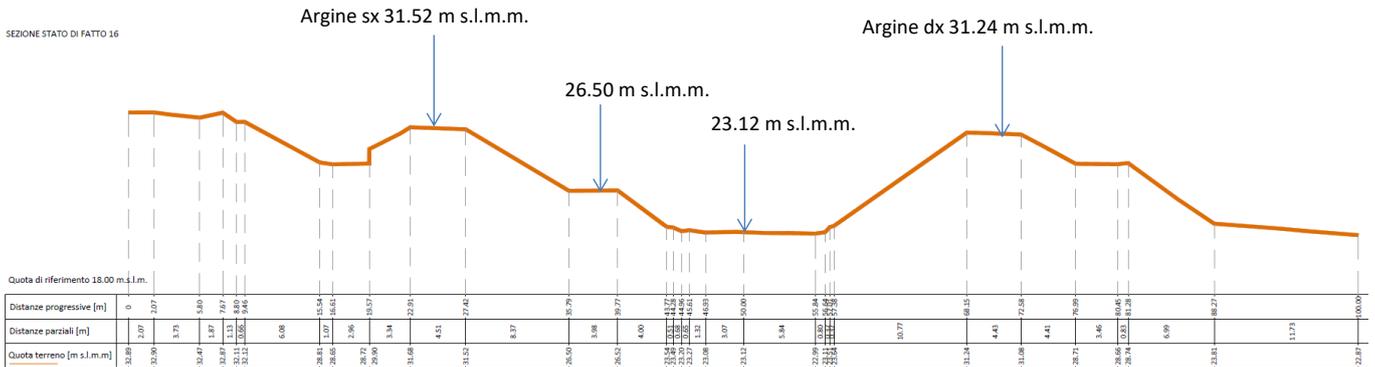


Figura 4.3 Sezione n. 16 dal rilievo IricavDue del 2021 allo stato attuale.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH V105B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 16 di 92</p>



Figura 4.4 Torrente Alpone a monte dell'attuale attraversamento della SP Porcilana, vista verso valle.



Figura 4.5 Torrente Alpone a valle dell'attuale attraversamento della SP Porcilana, vista verso monte.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 17 di 92

4.2 INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI DELLA REGIONE DEL VENETO

Nel Piano degli interventi della Regione Veneto, redatto ex OPCM 3906/2010, nel bacino idrografico del sistema Chiampo – Alpone, sono previsti 4 bacini di laminazione per la riduzione della portata nei singoli sottobacini e nel tratto finale che va in Adige (t. Alpone a valle di S. Bonifacio).

Alcune di queste opere (nota ²) sono già complete ed utilizzabili, come il bacino di laminazione della Colombaretta, altre sono in fase di realizzazione, come il bacino di San Lorenzo (50% al 31-12-2020; in completamento al 31-12-2021; fine lavori marzo 2022), altre sono di prossimo avvio, ovvero l'ampliamento del bacino di Montebello a servizio del t. Chiampo. Le opere per l'efficientamento dell'attuale bacino di S.Vito non sono ancora finanziate. Nella figura sottostante (Figura 4.6 Bacini di laminazione in provincia di Verona. (da Regione Veneto - Difesa del Suolo). Figura 4.6) i bacini di laminazione di cui sopra:

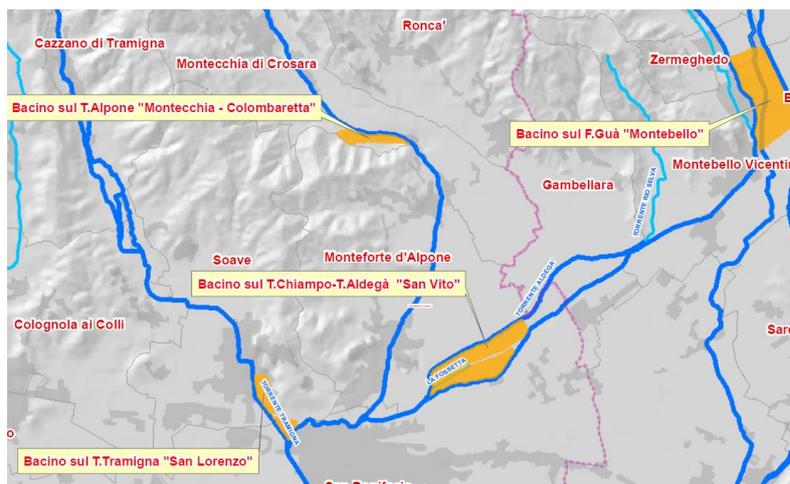


Figura 4.6 Bacini di laminazione in provincia di Verona. (da Regione Veneto - Difesa del Suolo).

Tabella 4.1 Volumi invasati nelle casse di espansione realizzate o in fase di realizzazione o di prossimo avvio.

Bacino di laminazione	Volume invasato [milioni di mc]
COLOMBARETTA (sul t. Alpone)	0.9
SAN VITO (sul t. Aldegà e sul t. Chiampo)	2
SAN LORENZO (sul t. Tramigna)	0.8
AMPLIAMENTO MONTEBELLO (sul t. Chiampo)	4.5

Nota ²: [Scheda riepilogativa sull'avanzamento dei lavori riguardanti i bacini di laminazione aggiornata al 21 dicembre 2020](#), Regione del Veneto, Direzione Difesa del Suolo; aggiornamento al 31-12-2021

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 18 di 92

4.3 INQUADRAMENTO IDRAULICO DEL PROGETTO ESECUTIVO IN CORSO

L'inquadrimento idraulico di tutto il bacino attraversato dalla linea AV/AC è stato definito mediante uno studio idraulico con modello 2d1d (Marzo 2021), già ampiamente discusso nella WBS ID00. Il territorio indagato comprende il sistema Chiampo-Alpone-Aldegà-Tramigna, il sistema Fibbio-Illasi e la Valpantena. Il modello redatto per il progetto esecutivo si inserisce come proseguimento di quello redatto nel progetto definitivo (2015).

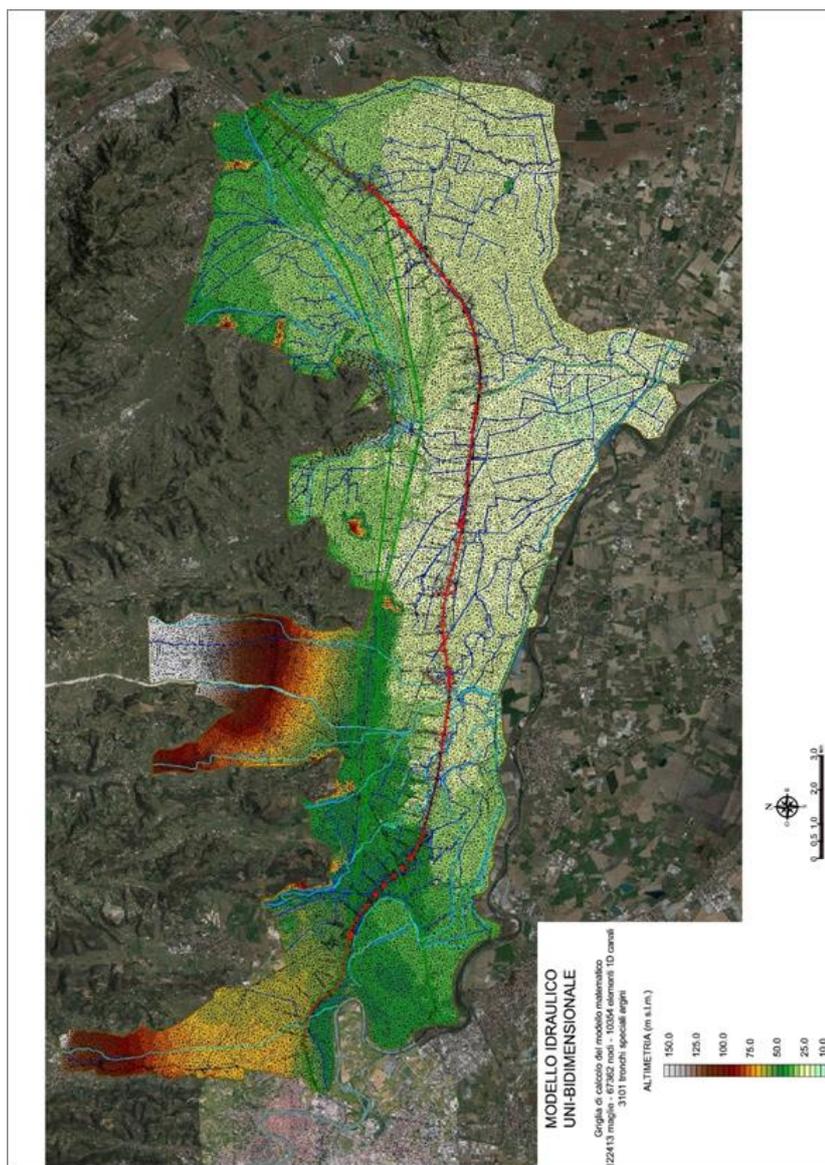


Figura 4.7 Corografia della schematizzazione del territorio indagato con il modello uni-bidimensionale: altimetria realizzata con i dati cartografici e topografici (rilievo LIDAR) disponibili.

È stato costruito (Marzo 2021) un modello generale che comprende il sistema Chiampo-Alpone-Aldegà-Tramigna, il sistema Fibbio-Illasi e la Valpantena. Il modello redatto per il

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 19 di 92

progetto esecutivo si inserisce come proseguimento di quello redatto nel progetto definitivo (2015).

Sono state utilizzate le sezioni trasversali fornite da IricAvDue unite ai rilievi aggiornati forniti dal Genio Civile e dal Consorzio di Bonifica (2020). L'idrologia è quella fornita dall'Autorità di Bacino Distrettuale (senza casse). Le casse di espansione (cfr. paragrafo 4.2) sono state modellate all'interno del modello, o come condizione al contorno. Si anticipa che a) nello stato attuale (ante operam) è considerata presente solo la cassa della Colombaretta nel t. Alpone oltre che il bacino di S.Vito "naturale"; b) nello stato di progetto (post-operam) cautelativamente di nuovo solo il bacino della Colombaretta e S.Vito; c) a lungo termine, (post interventi regione veneto) sono considerati nel modello anche l'ampliamento di Montebello a servizio del t. Chiampo e il bacino di S. Lorenzo sul Tramigna.

La relazione del modello 2d1d (WBS ID00) è costituita dall'elaborato:

- relazione idrologica-idraulica: risultati studio con modello uni-bidimensionale: IN1710EI2RHID0000003A

Alcune tavole di accompagnamento sono le seguenti:

- aree allagabili, tr100 anni, anteoperam: IN1710EI2N3ID0000012A
- aree allagabili, tr300 anni, anteoperam: IN1710EI2N3ID0000016A
- aree allagabili, tr100 anni, postoperam: IN1710EI2N3ID0000026A
- aree allagabili, tr300 anni, postoperam: IN1710EI2N3ID0000022A
- aree allagabili, tr100, post interventi RV: IN1710EI2N2ID0000001A
- aree allagabili, tr300, post interventi RV IN1710EI2N2ID0000002A

In questo contesto, nel seguito sono rappresentati in forma sintetica i principali risultati ottenuti nello studio con riferimento all'intorno del viadotto VI05 – attraversamento t. Alpone:

- **SCENARIO 0 - Ante Operam:** 1 cassa di laminazione attiva (Bacino del Colombaretta) e l'area di San Vito, sul t. Chiampo-t. Aldegà che si riempie naturalmente. Impalcato allo stato attuale del ponte della Polcilana (Figura 4.11 e Figura 4.12).
- **SCENARIO 0 - Post Operam:** 1 cassa di laminazione attiva (Bacino del Colombaretta) e l'area di San Vito, sul t. Chiampo-t. Aldegà che si riempie naturalmente. Impalcato allo stato di progetto del ponte della Porcilana (NV50) e del viadotto Alpone (VI05B) (Figura 4.17 e Figura 4.18).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 20 di 92</p>

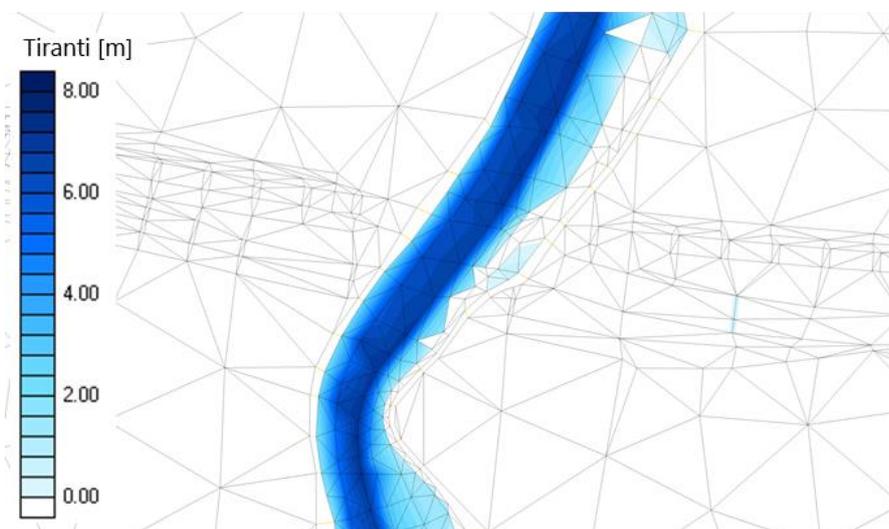
- **SCENARIO POST INTERVENTI REGIONE VENETO**

4 bacini di laminazione attivi, impalcato allo stato di progetto del ponte della Porcilana (NV50) e del viadotto Alpone (VI05B) (Figura 4.19 e Figura 4.20).

Le verifiche hanno considerato eventi con tempo di ritorno di 100 e 300 anni e tempo di pioggia di 24 ore.

SCENARIO 0, ANTE OPERAM:

SCENARIO 0, ANTE OPERAM, TIRANTI, TR100



SCENARIO 0, ANTE OPERAM, TIRANTI, TR300

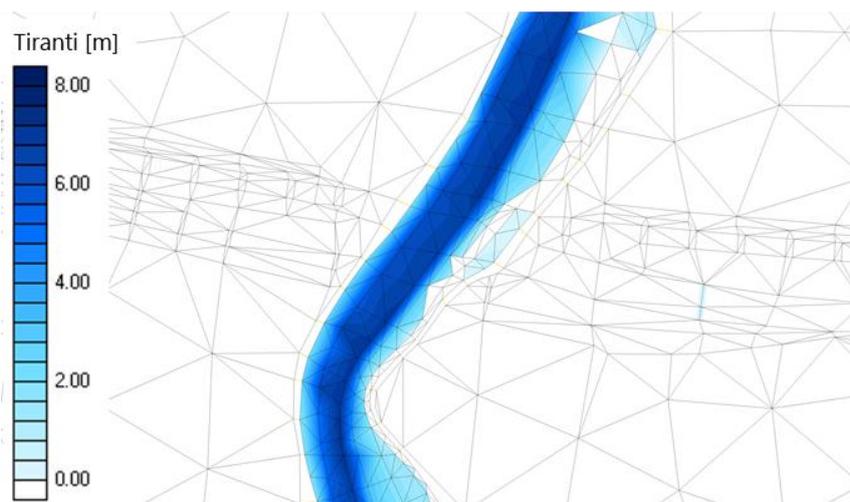
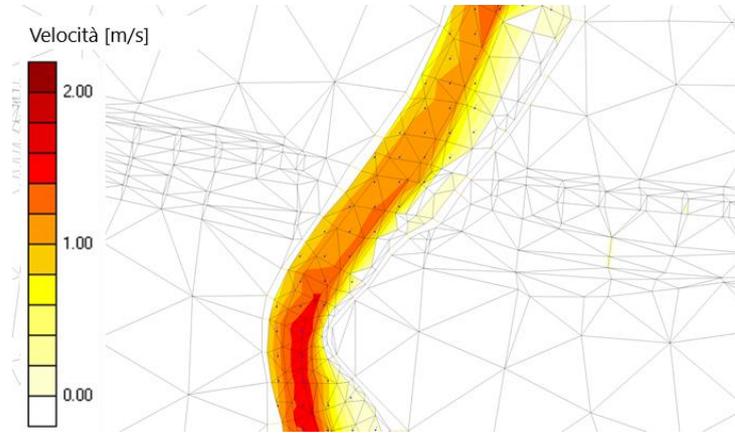


Figura 4.8 Andamento dei tiranti per lo Scenario 0 Ante operam tempo di pioggia 24 ore per TR100 e TR300.

SCENARIO 0, ANTE OPERAM, CAMPI DI VELOCITA', TR100



SCENARIO 0, ANTE OPERAM, CAMPI DI VELOCITA', TR300

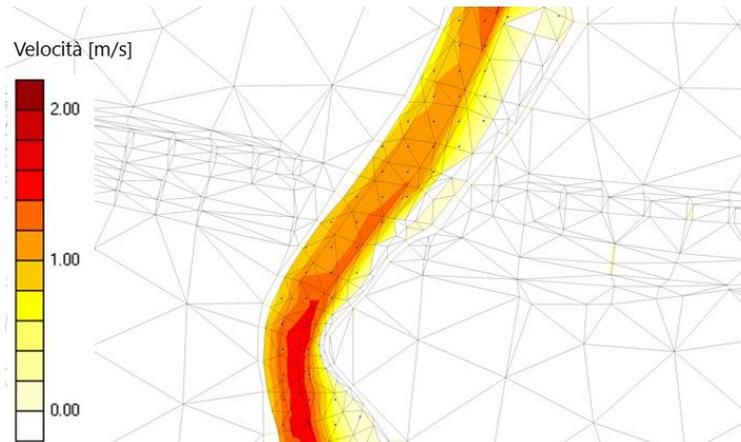


Figura 4.9 Campi di velocità per lo Scenario 0 Ante operam tempo di pioggia di 24 ore e TR100 e TR300.

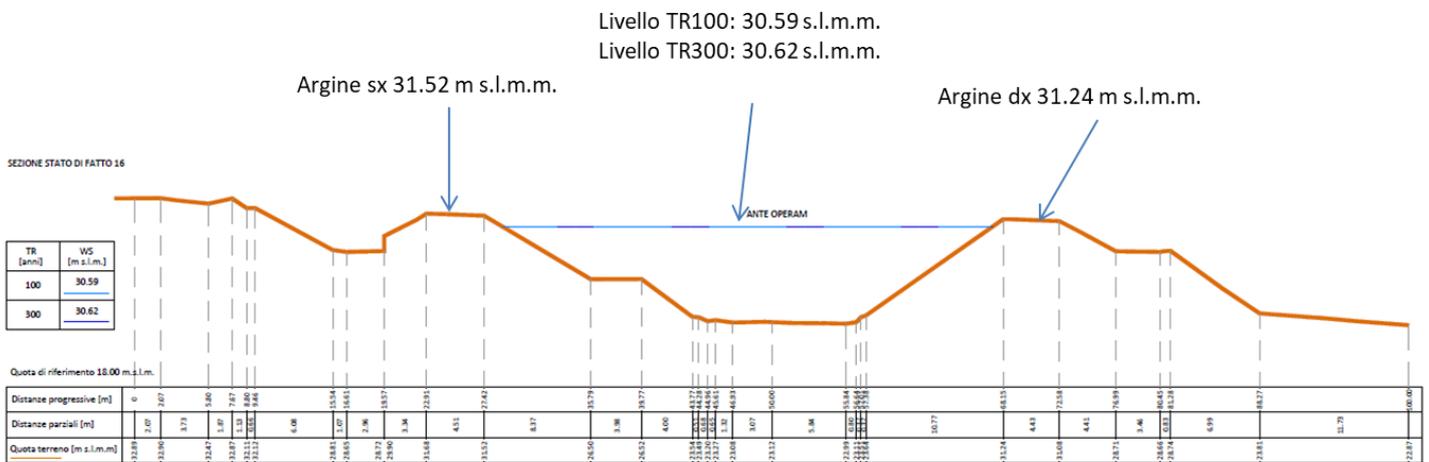


Figura 4.10 Sezione trasversale 16, quote del terreno e livelli idrici per TR100 e TR300 Ante operam.

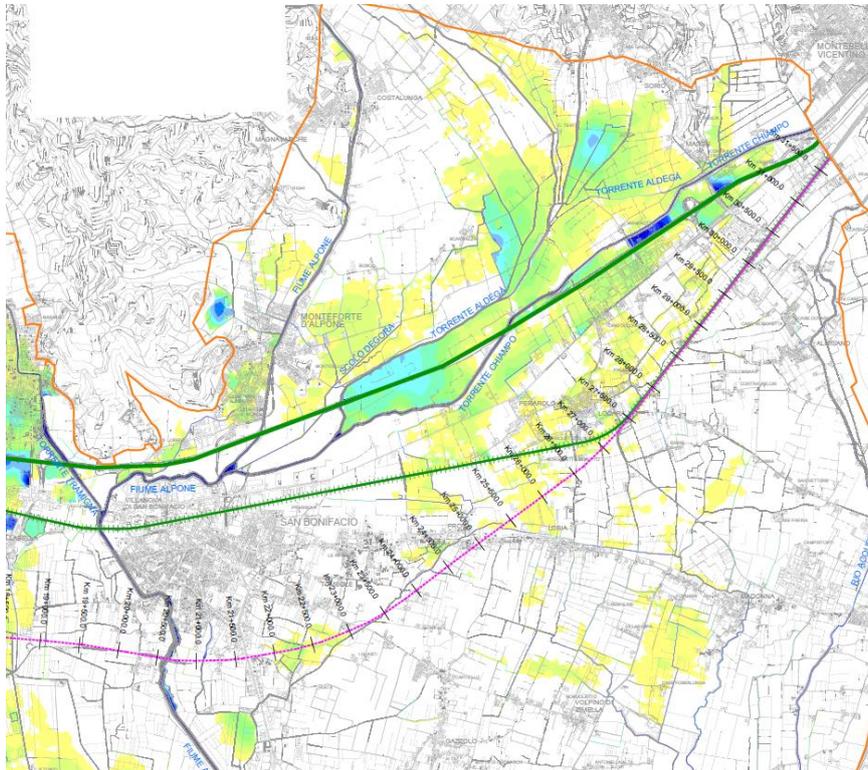


Figura 4.11 Mappa degli allagamenti per TR100 TP24h ante operam - scenario 0 (senza breccie) (Elab. IN1710EI2N3ID0000012B).

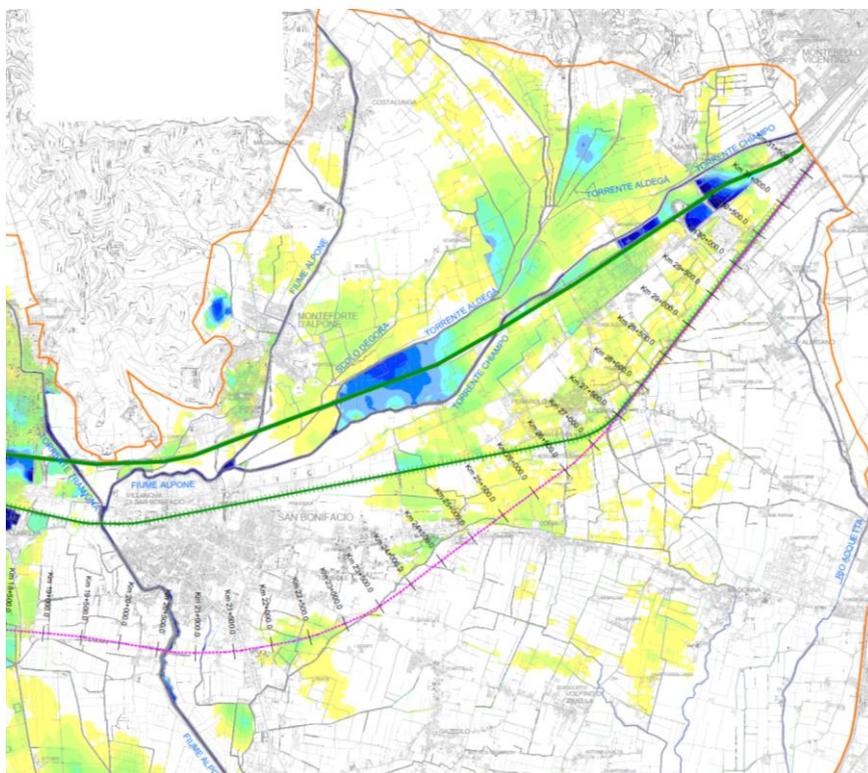
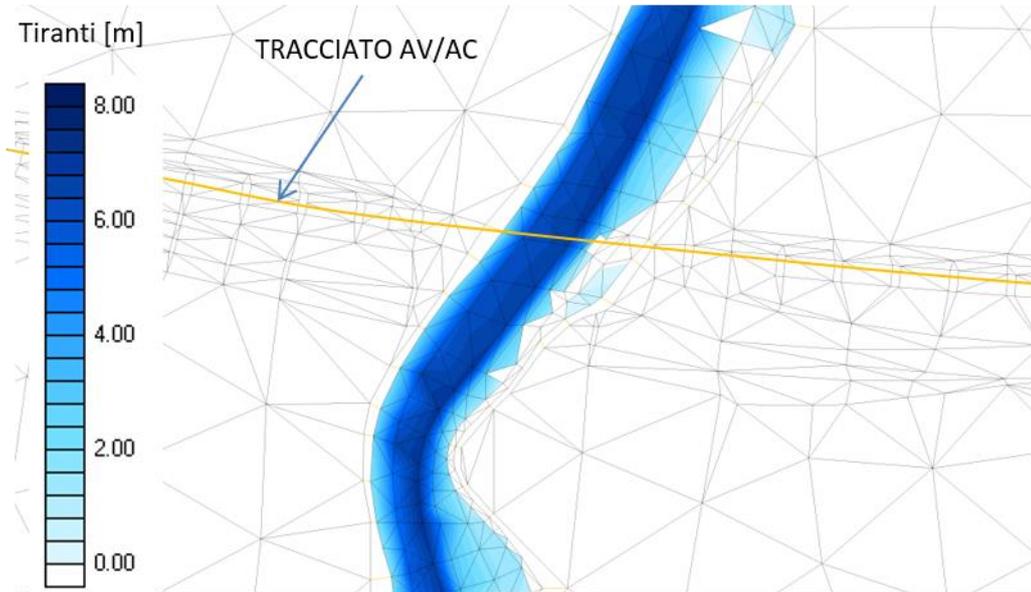


Figura 4.12 Mappa degli allagamenti per TR300 TP24h ante operam - scenario 0 (senza breccie) (Elab. IN1710EI2N3ID0000008B).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E12 RH V105B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 23 di 92</p>

SCENARIO 0, POST OPERAM:

SCENARIO 0, POST OPERAM, TIRANTI, TR100



SCENARIO 0, POST OPERAM, TIRANTI, TR300

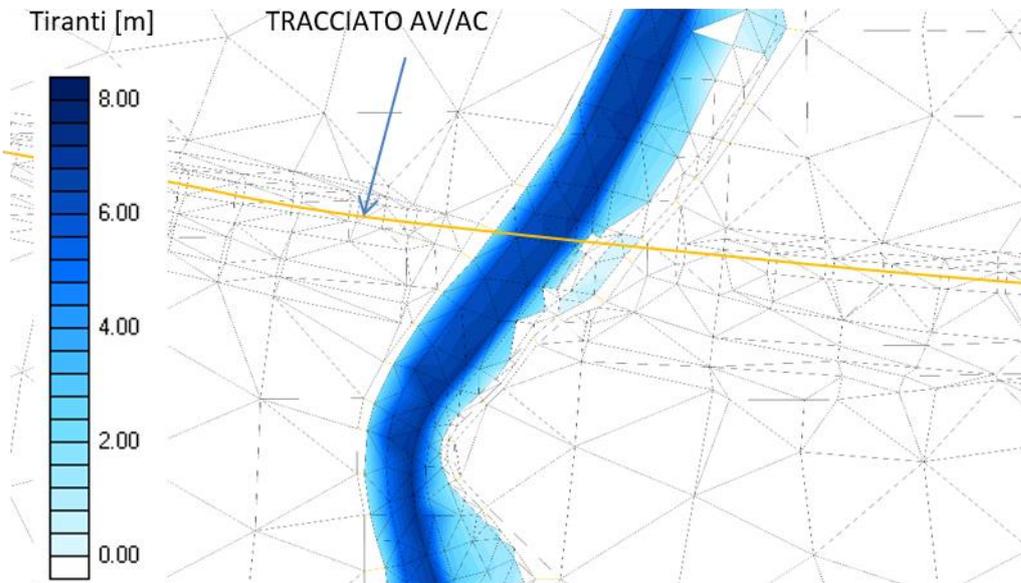
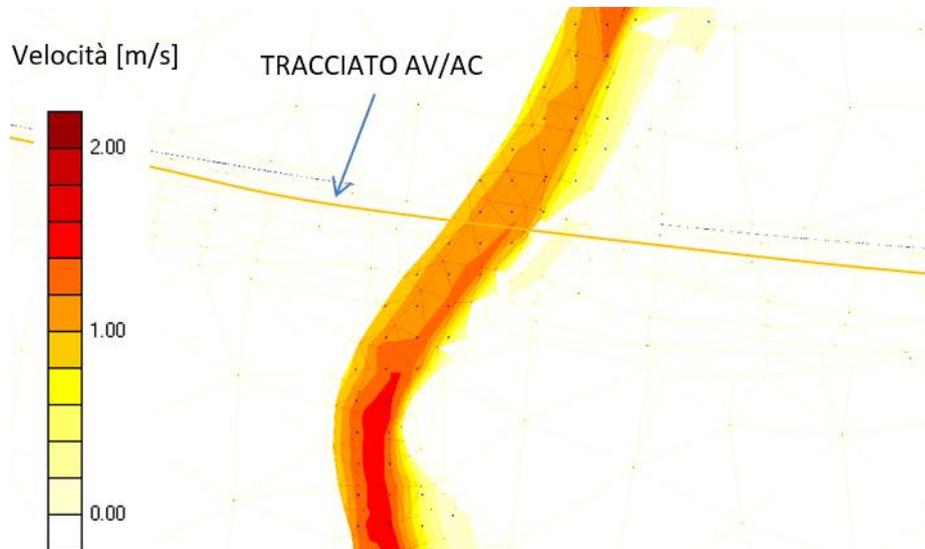


Figura 4.13 Andamento dei tiranti per lo Scenario 0 Post operam, tempo di pioggia 24 ore per TR100 e TR300.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 24 di 92</p>

SCENARIO 0, POST OPERAM, CAMPI DI VELOCITA', TR100



SCENARIO 0, POST OPERAM, CAMPI DI VELOCITA', TR300

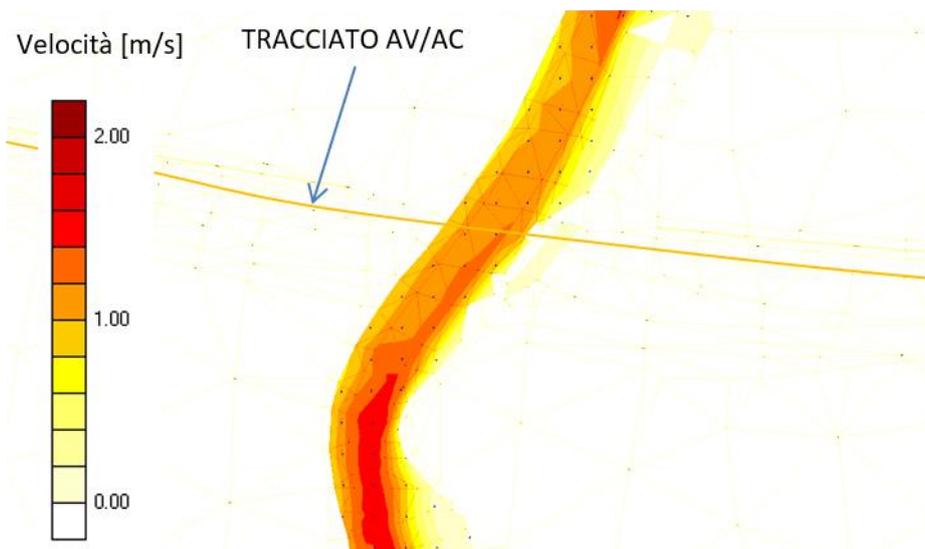


Figura 4.14 Campi di velocità per lo Scenario 0 Post operam tempo di pioggia di 24 ore e TR100 e TR300.

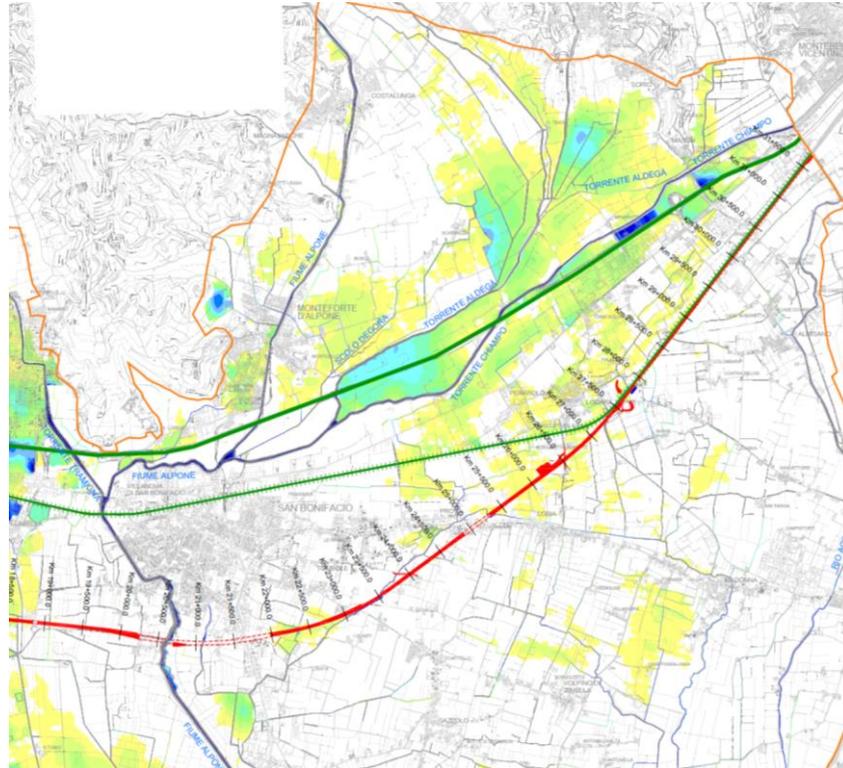


Figura 4.17 Mappa degli allagamenti per TR100 TP24h post operam - scenario 0 (senza breccie) (Elab. IN1710EI2N3ID0000022B).

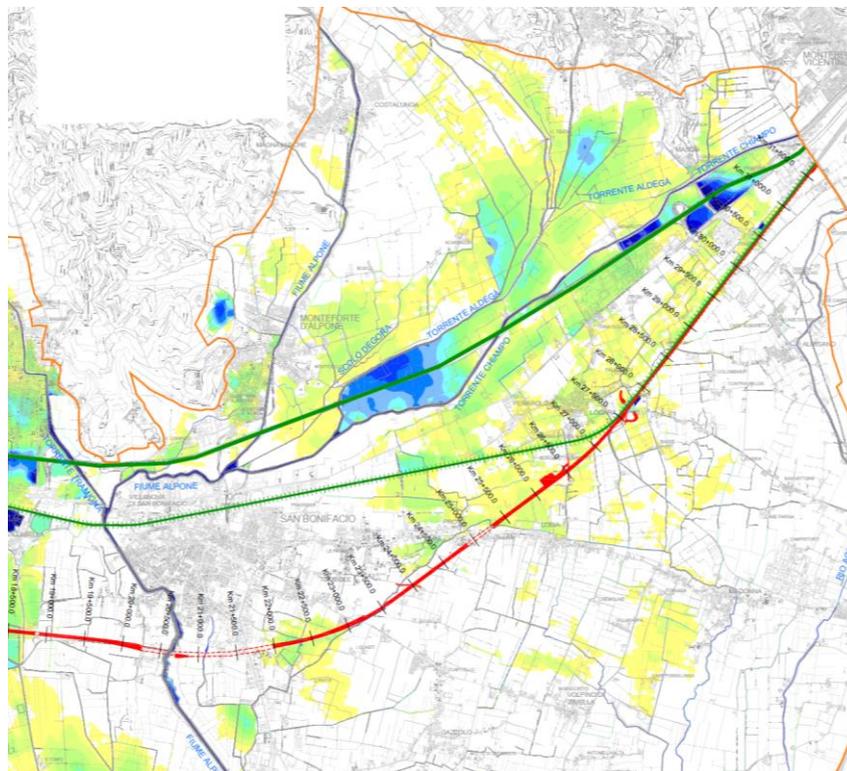


Figura 4.18 Mappa degli allagamenti per TR300 TP24h post operam - scenario 0 (senza breccie) (Elab. IN1710EI2N3ID0000022B).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH V105B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 27 di 92</p>

CONFIGURAZIONE POST INTERVENTI REGIONE VENETO:

La configurazione Post Interventi della Regione Veneto considera il contributo di tutte le 4 casse di espansione (vedere par. 4.2), ottenendo in questo modo una diminuzione dei valori di portata in Alpone dovuti all'effetto laminatorio delle casse (Figura 4.19 e Figura 4.20).

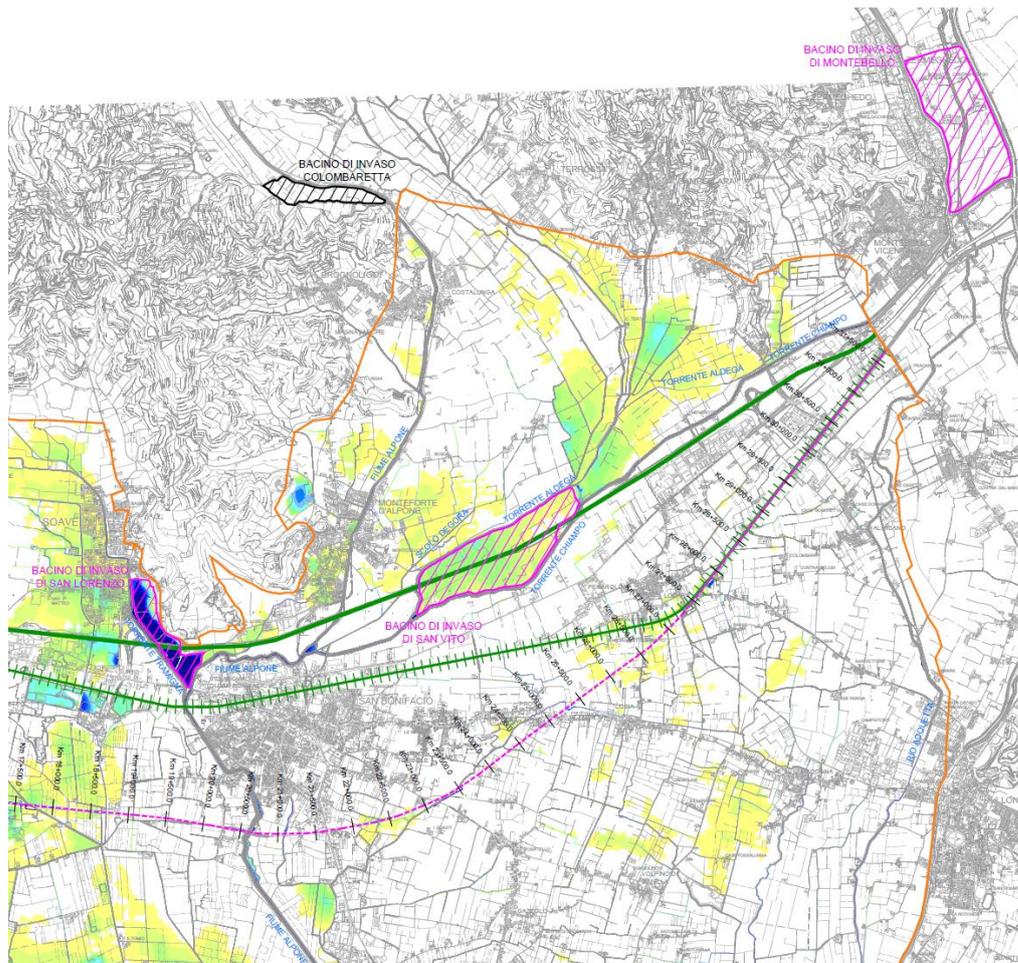


Figura 4.19 Mappa degli allagamenti per TR100 TP24h post operam – post interventi della Regione Veneto (Elab. IN1710EI2N21D0000001B).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 28 di 92

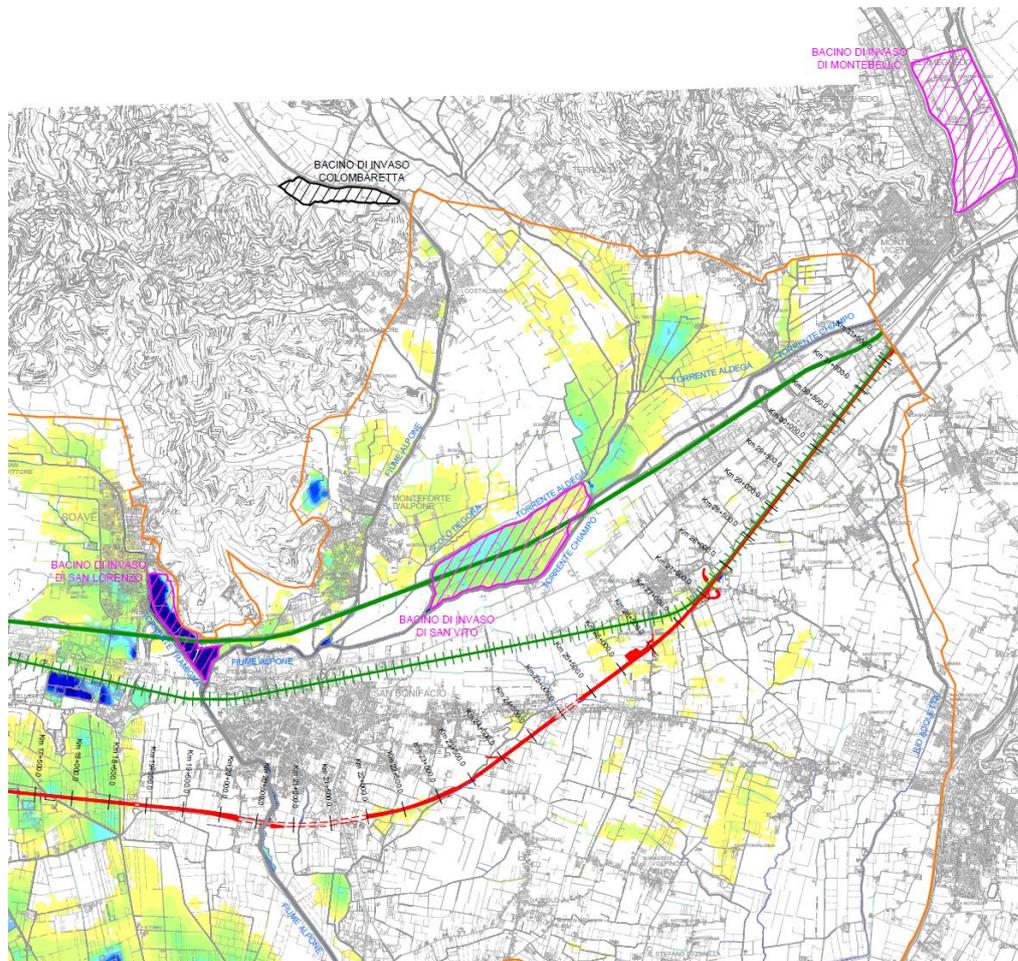


Figura 4.20 Mappa degli allagamenti per TR300 TP24h post operam – post interventi della Regione Veneto (Elab. IN1710EI2N2ID0000002B).

Pur essendo questo la situazione più realistica perché le casse sono o in realizzazione o finanziate e di prossimo avvio, nelle verifiche dei massimi livelli attesi ai ponti si è deciso di non tenerne conto per prudenza. Nella tabella sottostante (Tabella 4.2) i valori di portata nelle tre diverse configurazioni:

Tabella 4.2 Livello idrico e portata nei diversi configurazione. (Consorzio Iricav Due, 04/2021).

Configurazione	TR [anni]	Portata [m3/s]
0 – Ante Operam	100	229.31
0 – Ante Operam	300	231.78
0 – Post Operam	100	229.31
0 – Post Operam	300	231.78
Post Interventi RV	100	210.76
Post Interventi RV	300	213.84

4.4 STATO DI PROGETTO

La linea di progetto attraversa il torrente Alpone a sud del centro abitato di San Bonifacio, in prossimità della progressiva pk al km 20+592,74. Qui il tracciato si sviluppa in viadotto

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 29 di 92

e lo scavalco del corso d'acqua in esame avviene tramite un impalato di luce pari a 78 metri.

L'attraversamento in aereo della nuova linea in progetto (in difformità secondo quanto era previsto nel Progetto Definitivo, in cui veniva inserita una pila in alveo) non interferisce con il deflusso naturale del corso d'acqua e quindi la sua sezione di deflusso non viene modificata.

In fase di progetto esecutivo la sistemazione delle sponde interne del canale prevede il rivestimento sia in sinistra che in destra idraulica con pietrame di cava in lastre di spessore di 20 cm intasato con malta cementizia e immersato al piede con riempimento di massi intasati con calcestruzzo magro. Inoltre viene realizzata in corrispondenza della banca in sinistra idraulica una pista di servizio in misto stabilizzato cementato.

Tale sistemazione si sviluppa per un tratto di lunghezza pari a 210 m, circa 100 m a valle del ponte della Porcilana, al fine di proteggere anche il lato in destra idraulica soggetto a maggiori velocità a causa della curva presente.

Per ricoprire il tratto in ombra in corrispondenza sia della linea AV/AC che della Nuova Viabilità sulla SS Porcilana (NV50) si prevede un ulteriore ricoprimento lato campagna realizzando nella sponda esterna un rivestimento con materassi reno e ricoprendo la pista in sommità arginale in misto stabilizzato. Tale rivestimento si sviluppa per un tratto a monte e a valle dei due attraversamenti per una lunghezza totale di 105 metri.

La stabilità del rivestimento nei confronti della velocità della corrente è naturalmente verificata. A monte il rivestimento è presidiato da un voltatesta per evitare aggiramenti durante le piene. Il rivestimento delle sponde è esteso sotto l'attuale fondale con la pendenza della sponda per consentire espurghi manutentivi del fondo (fino a 1m) senza esporre il cordolo di base alla corrente.

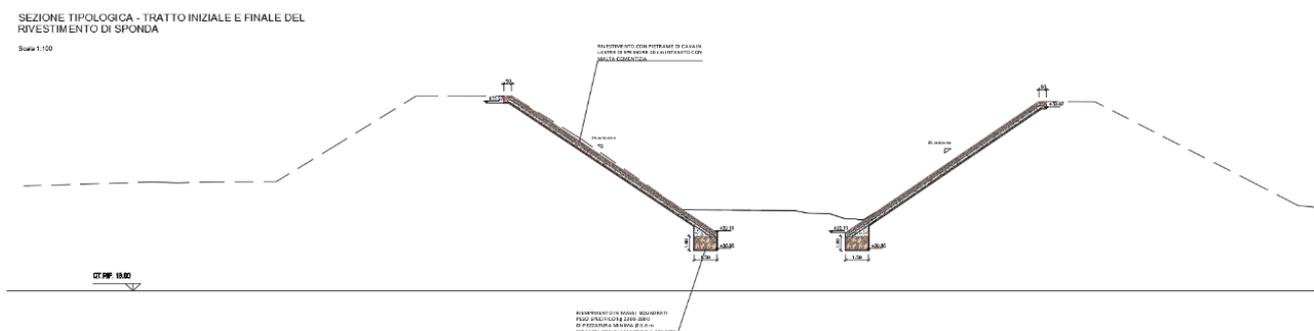


Figura 4.21 Torrente Alpone – Sezione tipologica tratto iniziale con rivestimento spondale di progetto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 32 di 92

5 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 (condizioni indisturbate) – **stato attuale**;
- Presenza dell'opera nella configurazione definitiva – **stato di progetto**.

5.1 CRITERI DI VERIFICA

La verifica idraulica di tutti gli attraversamenti è stata effettuata in conformità con quanto definito dal MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – RFI.

Nella PARTE II - SEZIONE 3 – CORPO STRADALE del manuale sopra citato, per i corsi d'acqua aventi un bacino afferente di superficie superiore a 10 km², denominati *Attraversamenti Principali*, il tempo di ritorno di riferimento è pari a 300 manuale anni. Si richiama integralmente il contenuto del paragrafo 3.7.2.2.1 del medesimo:

“3.7.2.2.1 Attraversamenti principali

Per tali categorie di opere si dovrà verificare la sezione di attraversamento in relazione alle caratteristiche dimensionali del manufatto in modo da minimizzare le modificazioni all'attuale deflusso nelle fasce fluviali, indotte dalla esecuzione delle opere.

Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti dei livelli di massima piena si specifica quanto segue:

- *franco minimo tra l'intradosso dell'opera e la quota del carico idraulico totale corrispondente al livello idrico di massima piena, calcolato come precedentemente descritto, pari a 0.50 m e comunque non inferiore a 1.5 m sul livello idrico nella sezione immediatamente a monte dell'attraversamento.*
- *posizionamento delle spalle del viadotto in modo tale da non ridurre significativamente la sezione di deflusso in alveo ed in golena;*
- *posizionamento e geometria delle pile in alveo ed in golena in modo da non provocare significativi fenomeni di rigurgito ovvero fenomeni di erosione localizzati sulle sponde ed in alveo;*
- *Il calcolo dello scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno deve essere valutato considerando le dimensioni delle pile; nel caso in cui il plinto di fondazione venga messo allo scoperto dall'erosione, le dimensioni maggiori e le forme più tozze dello stesso provocano un ulteriore scalzamento e pertanto, in tale condizione, il calcolo dell'erosione localizzata va ripetuto portando in conto la diversa geometria”.*

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 33 di 92

Come già detto l'impalcato previsto nella fase progettuale non presenta pile in alveo cosicché che il deflusso naturale del corso d'acqua non viene modificato e quindi non è stato considerato l'eventuale scalzamento localizzato indotto dalle opere di sostegno. Inoltre sono stati considerati i criteri di compatibilità idraulica previsti dalle prescrizioni ferroviarie e dalla normativa vigente data la presenza del ponte previsto nel progetto definito. Si richiama integralmente il contenuto del paragrafo 5.2.1.2 del DM 14.1.2008:

“5.2.1.2 Compatibilità idraulica

Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all'importanza del problema. Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i 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 sotto-trave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sotto-trave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.”

5.2 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

Il codice di calcolo utilizzato, illustrato successivamente, per la valutazione dei profili idraulici implementa un modello monodimensionale a moto permanente.

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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 34 di 92

5.2.1 COSTRUZIONE DEL MODELLO MEDIANTE HEC-RAS

Le sezioni di rilievo fornite da IricAV Due sono state utilizzate per il modello idraulico in HEC-RAS 1D.

5.2.2 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 6.0.0.

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".

Per una descrizione dettagliata del modello si rimanda al sito web ufficiale da cui è possibile scaricare il software e relativa documentazione (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>).

5.2.2.1 CALCOLO DEL PROFILO 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:

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

con:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 35 di 92

L distanza tra le due sezioni;

\bar{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:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad \text{Conduktività media (default per moto permanente e strutture)}$$

$$\bar{S}_f = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \quad \text{Media aritmetica (default per moto vario)}$$

$$\bar{S}_f = \sqrt{S_{f1} \cdot S_{f2}} \quad \text{Media geometrica}$$

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

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. 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:

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 36 di 92

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

La suddivisione in sottosezioni ha come ipotesi 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:

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

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.

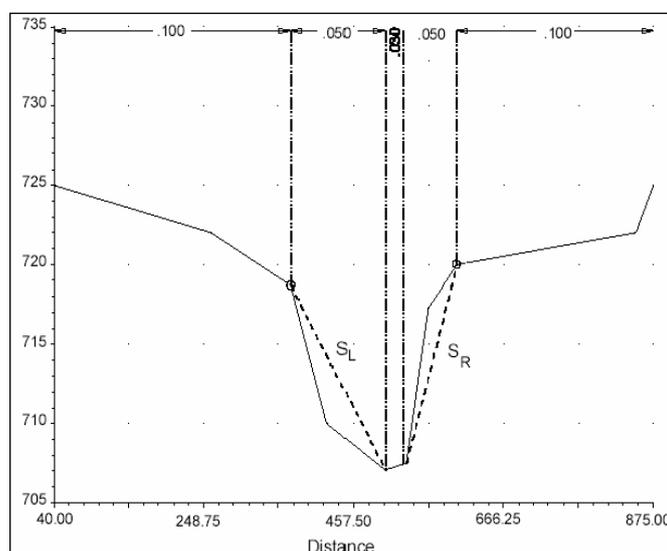


Figura 5.1 Schematizzazione classica di una sezione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 37 di 92

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.

5.2.2.2 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 ;
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 impostata 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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 38 di 92

alla quale corrisponde $SF_{SUB} > SF_{SUP}$. Si assume quindi che tra questa sezione e la precedente si instauri un risalto.

5.3 STATO DI FATTO

5.3.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Per le simulazioni riguardanti lo stato di fatto è stata effettuata una modellazione del terreno a partire dai celerimetrici forniti da IricAV Due: per la tratta interessata dall'intervento si è fatto riferimento al celerimetrico fornito in data 30/06/2021, per l'area circostante il celerimetrico fornito in data 05/08/2021.

Attraverso il programma HEC-RAS è stata costruita la geometria del modello inserendo le sezioni trasversali disponibili. Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico del tratto di torrente modellato con le sezioni rilevate.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 39 di 92</p>

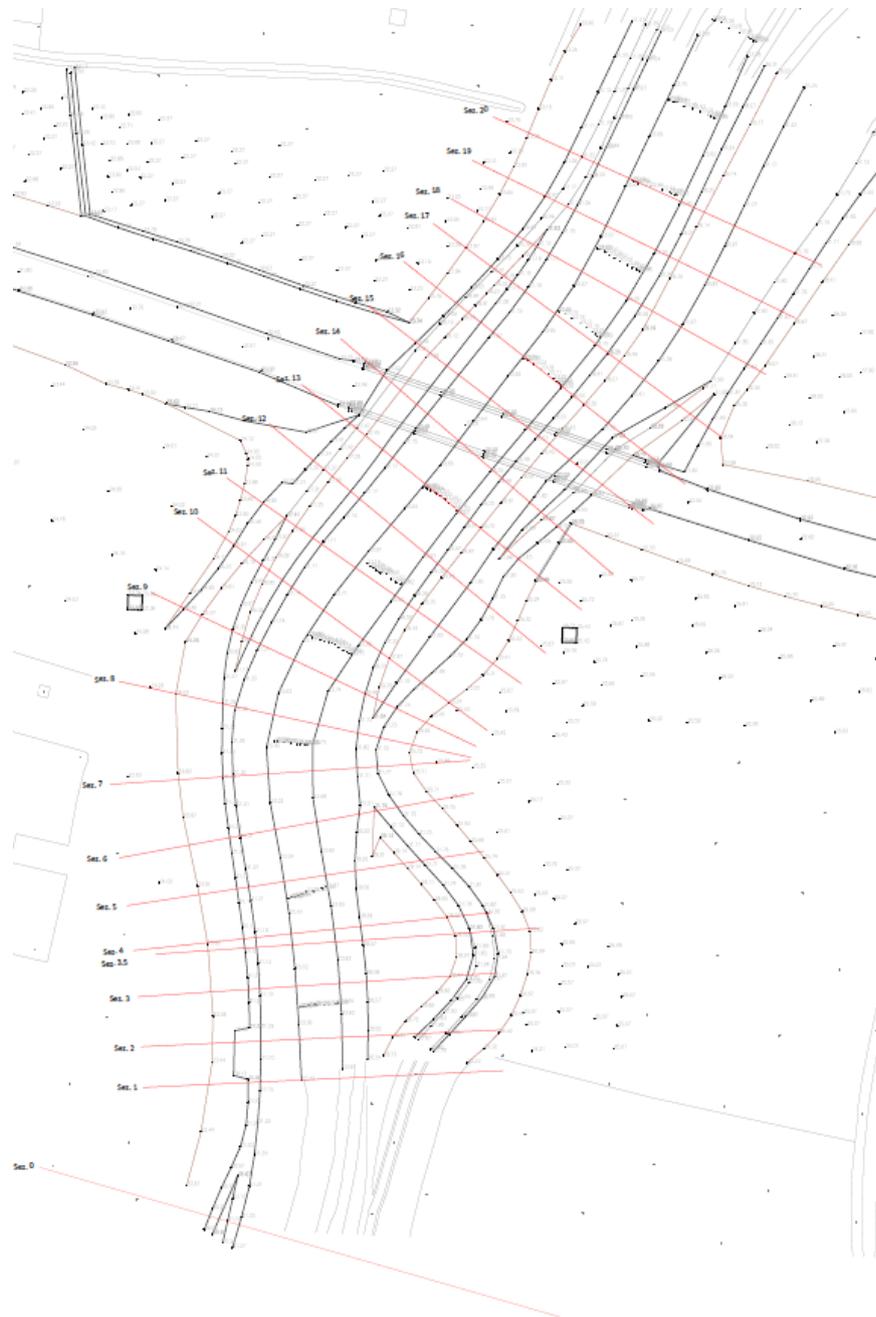


Figura 5.2 Torrente Alpone – Stralcio planimetrico stato di fatto con l'indicazione delle sezioni.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 40 di 92

5.3.2 PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA

Le portate utilizzate nelle verifiche idrauliche sono quelle fornite da Ipros, estrapolate dalla modellazione 1D2D. Gli idrogrammi a disposizione considerati sono associati a tempi di ritorno pari a 100 e 300 anni e tempi di pioggia di 24 ore.

È da ricordare che la portata reale in arrivo nelle sezioni considerate non è pari alla portata risultate dal calcolo idrologico, in quanto una porzione non trascurabile di tale portata viene esondata a monte del tratto in esame. Per tale motivo si è deciso di effettuare le verifiche con le sole portate da modello 1D2D.

Tabella 5.1 Valori di portata per i diversi tempi di ritorno da modello 1D2D.

	Q [m ³ /s]	
	TR100	TR300
Torrente Alpone	229.3	231.78

Come condizione al contorno di valle degli scenari TR100 e TR300 sono stati inseriti i valori di altezza d'acqua nella sezione più a valle (SEZ 0) fornita dal Genio Civile nel 2015. La simulazione è stata eseguita in regime subcritico.

Le scabrezze sono state considerate secondo la formulazione di Manning e il valore di resistenza utilizzato per la modellazione è pari a $n=0.04$ nel fondo alveo e $n=0.066$ per le sponde e golene. I coefficienti di contrazione ed espansione delle sezioni sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 41 di 92</p>

5.3.2.1 SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI

I risultati della simulazione a moto permanente per la situazione attuale per i tre scenari considerati, sono riportati in App 2.

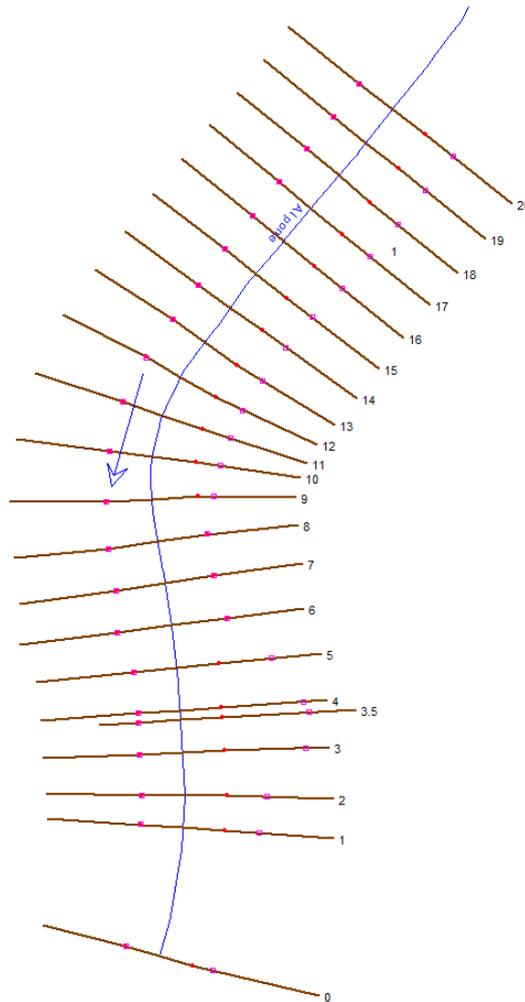


Figura 5.3 Geometria stato di fatto della modellazione con HEC-RAS.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 42 di 92

5.3.2.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI SIMULAZIONE PER TR 100

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato attuale con tempo di ritorno di 100 anni sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 5.2 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di fatto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch EI (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
1	20	TR100	229.3	22.98	30.63	25.84	30.7	0.000266	1.25	204.28	40.36	0.16
1	19	TR100	229.3	23.67	30.61	26.3	30.7	0.000318	1.32	193.93	40.42	0.18
1	18	TR100	229.3	23.44	30.61	26.25	30.69	0.000318	1.32	194.27	40.24	0.18
1	17	TR100	229.3	23.22	30.6	26.17	30.69	0.000326	1.34	190.54	38.98	0.18
1	16	TR100	229.3	22.99	30.59	26.04	30.68	0.000334	1.35	188.13	38.26	0.18
1	15	TR100	229.3	23.45	30.57	26.41	30.67	0.000411	1.46	173.78	36.38	0.2
1	14	TR100	229.3	23.53	30.56	26.52	30.67	0.000443	1.5	168.52	35.24	0.21
1	13	TR100	229.3	22.78	30.55	26.37	30.66	0.000431	1.49	168.77	34.99	0.2
1	12	TR100	229.3	23.61	30.55	26.51	30.65	0.000421	1.47	171.1	36.06	0.2
1	11	TR100	229.3	22.85	30.55	26.08	30.64	0.000333	1.35	184.84	37.14	0.18
1	10	TR100	229.3	23.2	30.54	26.35	30.64	0.0004	1.41	171.03	36.52	0.2
1	9	TR100	229.3	23.36	30.51	26.55	30.63	0.000545	1.52	150.93	33	0.22
1	8	TR100	229.3	23.01	30.5	26.45	30.62	0.00053	1.5	152.83	31.63	0.22
1	7	TR100	229.3	22.98	30.5	26.3	30.61	0.000493	1.47	156.16	31.62	0.21
1	6	TR100	229.3	23.43	30.47	26.63	30.6	0.000594	1.57	146.29	31.04	0.23
1	5	TR100	229.3	22.83	30.48	26.31	30.59	0.000441	1.45	174.55	45.1	0.2
1	4	TR100	229.3	23.46	30.48	26.5	30.58	0.000437	1.44	189.41	54.93	0.2
1	3.5	TR100	229.3	23.49	30.48	26.51	30.57	0.000427	1.42	193.94	56.63	0.2
1	3	TR100	229.3	23.24	30.48	26.43	30.57	0.000418	1.41	192.07	54.72	0.2
1	2	TR100	229.3	23.3	30.45	26.45	30.56	0.000474	1.49	165.08	39.76	0.21
1	1	TR100	229.3	23.11	30.43	26.44	30.55	0.000526	1.55	156.29	39.02	0.22
1	0	TR100	229.3	22.34	30.36	26.49	30.52	0.000712	1.81	135	29.46	0.25

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 43 di 92

SIMULAZIONE PER TR 300

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato attuale con tempo di ritorno di 300 anni sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 5.3 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di fatto.

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
1	20	TR300	231.78	22.98	30.66	25.86	30.73	0.000268	1.25	205.57	40.46	0.16
1	19	TR300	231.78	23.67	30.64	26.32	30.73	0.000319	1.32	195.21	40.52	0.18
1	18	TR300	231.78	23.44	30.64	26.28	30.72	0.000319	1.32	195.55	40.34	0.18
1	17	TR300	231.78	23.22	30.63	26.18	30.72	0.000327	1.35	191.78	39.08	0.18
1	16	TR300	231.78	22.99	30.62	26.06	30.71	0.000335	1.36	189.35	38.35	0.18
1	15	TR300	231.78	23.45	30.6	26.43	30.71	0.000413	1.47	174.93	36.47	0.2
1	14	TR300	231.78	23.53	30.59	26.55	30.7	0.000444	1.51	169.63	35.32	0.21
1	13	TR300	231.78	22.78	30.58	26.39	30.69	0.000433	1.49	169.87	35.08	0.2
1	12	TR300	231.78	23.61	30.58	26.53	30.68	0.000422	1.48	172.23	36.15	0.2
1	11	TR300	231.78	22.85	30.58	26.1	30.67	0.000334	1.36	186.01	37.23	0.18
1	10	TR300	231.78	23.2	30.57	26.37	30.67	0.000401	1.42	172.18	36.61	0.2
1	9	TR300	231.78	23.36	30.54	26.57	30.66	0.000546	1.53	151.98	34.05	0.22
1	8	TR300	231.78	23.01	30.53	26.47	30.65	0.000533	1.51	153.82	31.72	0.22
1	7	TR300	231.78	22.98	30.53	26.32	30.64	0.000495	1.47	157.15	31.7	0.21
1	6	TR300	231.78	23.43	30.51	26.65	30.63	0.000596	1.57	147.25	31.13	0.23
1	5	TR300	231.78	22.83	30.51	26.33	30.62	0.000442	1.45	175.96	45.2	0.2
1	4	TR300	231.78	23.46	30.51	26.52	30.61	0.000437	1.44	191.14	55.03	0.2
1	3.5	TR300	231.78	23.49	30.51	26.53	30.61	0.000426	1.42	195.72	56.72	0.2
1	3	TR300	231.78	23.24	30.51	26.45	30.6	0.000418	1.41	193.79	54.82	0.2
1	2	TR300	231.78	23.3	30.48	26.47	30.59	0.000475	1.5	166.31	39.87	0.21
1	1	TR300	231.78	23.11	30.46	26.46	30.59	0.000527	1.56	157.49	39.12	0.22
1	0	TR300	231.78	22.34	30.39	26.51	30.55	0.000715	1.81	135.89	29.54	0.25

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 44 di 92

5.4 STATO DI PROGETTO – TORRENTE ALPONE

5.4.1 COSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA

Nella simulazione di progetto sono stati modellati l'impalcato della linea AV/AC di luce pari a 78 metri, la nuova viabilità SP Porcilana in corrispondenza della sezione 11 e le sistemazioni fluviali adottate per le sponde del torrente.

I ponti previsti nella progettazione definitiva sono stati modellati inserendo i dati geometrici come Lid all'interno della sezione corrispondente (Sezione 16 per il viadotto sull'Apone e Sezione 11 per la nuova viabilità SP Porcilana) e nelle sezioni interpolate adiacenti per una larghezza corrispondente alla larghezza dei ponti. La larghezza della sezione considerata è inferiore alla luce del viadotto e le spalle non rientrano nella sezione estratta.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 45 di 92</p>

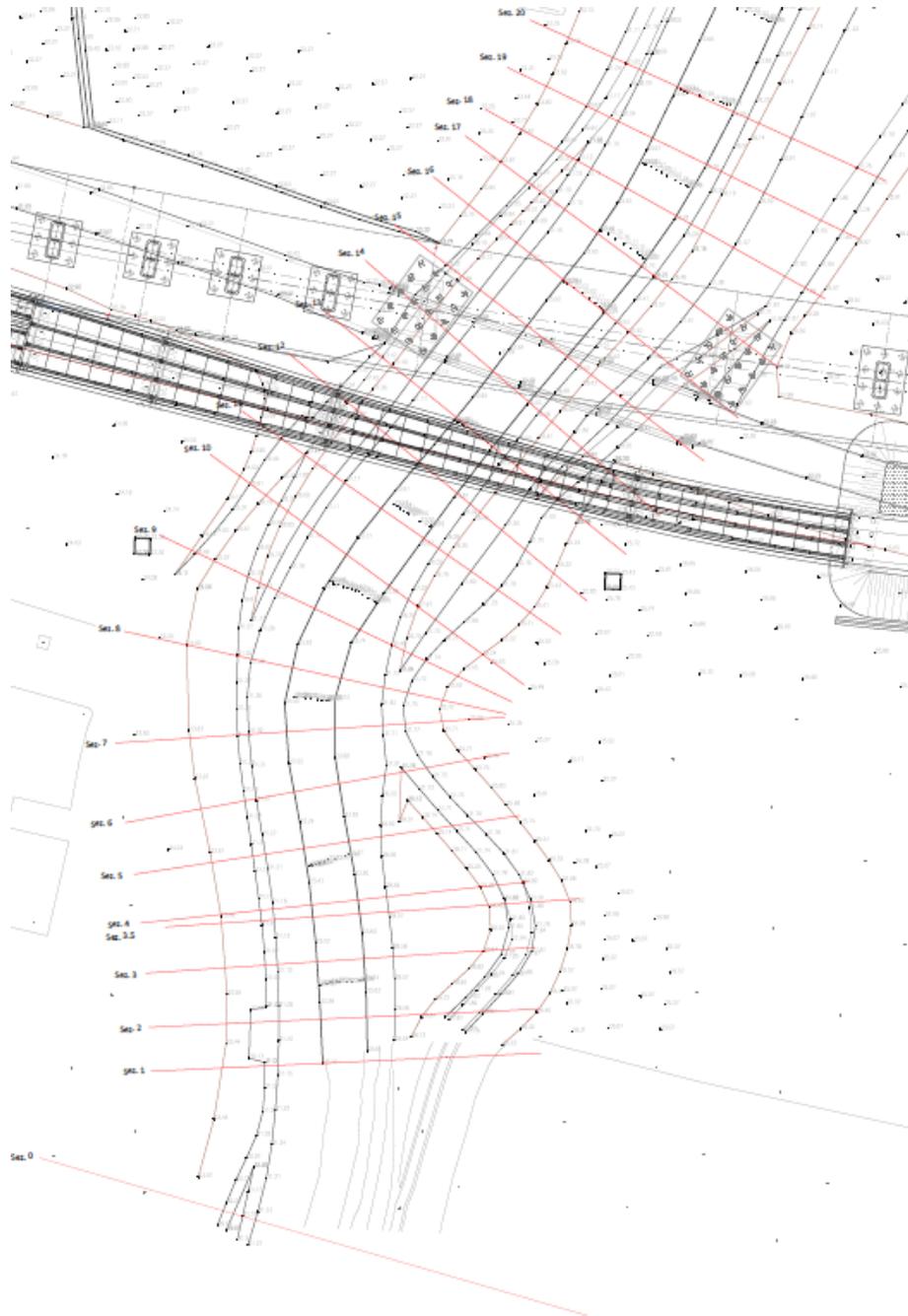


Figura 5.4 Torrente Alpone– Stralcio planimetrico stato di progetto con l'indicazione delle sezioni.

5.4.2 PORTATE DI PIENA E CONDIZIONI DI VERIFICA

Le verifiche sono state effettuate considerando le portate di Tabella 5.1.

Come condizione al contorno di valle degli scenari TR100 e TR300 è stata considerato il livello d'acqua nella sezione 0 (sezione da rilievo Genio Civile del 2015), estrapolato dalla modellazione 1D2D redatta da Ipros S.r.l. e riassunta nella Relazione Idrologica idraulica – Risultati Studio con Modello Uni-Bidimensionale Elaborato IN1710EI2RHID000003B.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 46 di 92

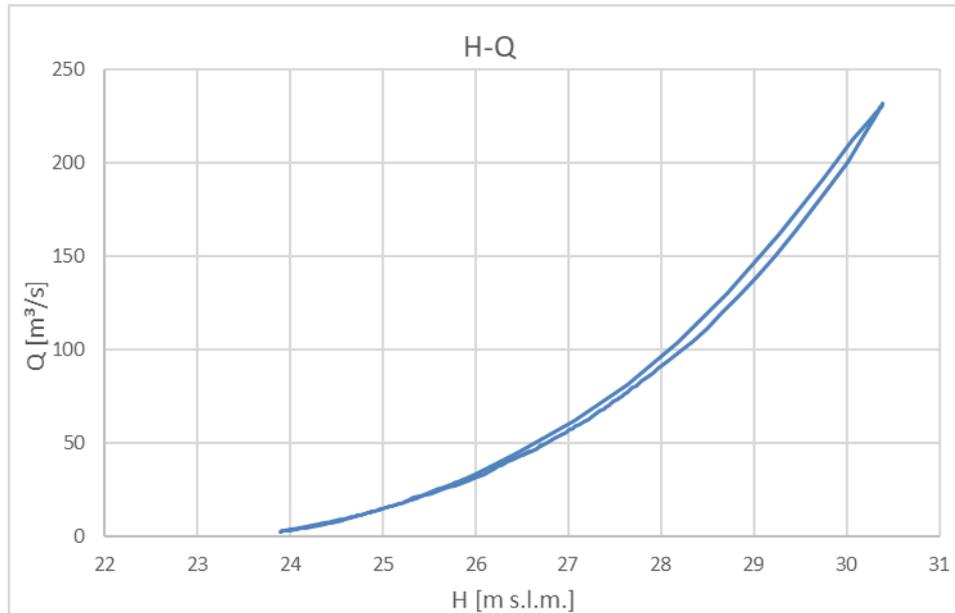


Figura 5.5 Scala delle portate nella sezione 0 (Consorzio Iricav Due, 04/2021).

Tabella 5.4 Valori di portata e livelli di valle nella sez. 0 per i diversi tempi di ritorno da modello 1D2D (Consorzio Iricav Due, 04/2021).

	TR100	TR300
Q [m³/s]	229.3	231.78
H [m s.l.m.]	30.36	30.39

Le scabrezze sono state considerate secondo la formulazione di Manning e il valore di resistenza utilizzato per la modellazione sono pari a:

- Nel tratto non interessato dai rivestimenti di sponda: $n = 0.04$ per l'alveo e $n = 0.066$ per le sponde e le golene;
- Nel tratto interessato dai rivestimenti di sponda: $n = 0.04$ sia per l'alveo che sponde e le golene.

I coefficienti di contrazione ed espansione delle sezioni sono stati definiti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3.

5.4.2.1 SIMULAZIONE DEI VARI SCENARI

Le sezioni ed il profilo longitudinale estratti da HEC-RAS sono presenti in App 3.

I risultati della simulazione mostrano come nel tratto analizzato il torrente Alpone risulti avere una sezione adeguata a contenere tali valori di portata per i tempi di ritorno considerati.

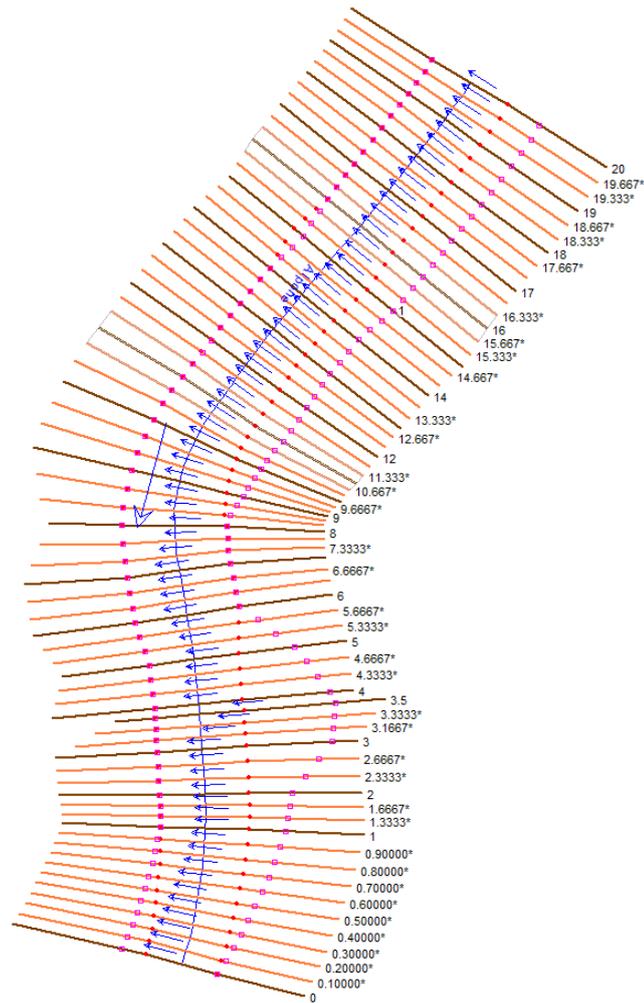


Figura 5.6 Geometria stato di progetto della modellazione con HEC-RAS.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 48 di 92

SIMULAZIONE PER TR 100 ANNI

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato di progetto con tempo di ritorno di 100 anni sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 5.5 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR100 anni allo stato di progetto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch EI (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
1	20	TR100	229.30	22.98	30.65	25.84	30.73	0.000263	1.24	205.43	40.45	0.16
1	19	TR100	229.30	23.67	30.65	26.32	30.72	0.000284	1.25	195.48	40.54	0.17
1	18	TR100	229.30	23.44	30.64	26.24	30.72	0.000282	1.25	195.70	40.29	0.17
1	17	TR100	229.30	23.22	30.64	26.15	30.71	0.000287	1.26	193.18	39.14	0.17
1	16	TR100	229.30	23.00	30.63	26.04	30.71	0.000298	1.29	189.81	38.38	0.17
1	15	TR100	229.30	23.48	30.61	26.41	30.70	0.000363	1.38	176.40	36.63	0.19
1	14	TR100	229.30	22.78	30.60	26.37	30.69	0.000389	1.42	170.64	35.13	0.19
1	13	TR100	229.30	22.78	30.59	26.36	30.69	0.000387	1.42	170.92	35.12	0.19
1	12	TR100	229.30	23.62	30.59	26.53	30.68	0.000381	1.40	172.53	36.16	0.19
1	11	TR100	229.30	22.85	30.59	26.08	30.67	0.000305	1.30	186.35	37.22	0.17
1	10	TR100	229.30	23.20	30.57	26.35	30.67	0.000380	1.38	172.43	36.60	0.19
1	9	TR100	229.30	23.36	30.54	26.55	30.66	0.000532	1.51	151.99	34.10	0.22
1	8	TR100	229.30	23.01	30.53	26.45	30.65	0.000513	1.48	154.66	31.79	0.21
1	7	TR100	229.30	22.98	30.53	26.30	30.64	0.000485	1.46	157.08	31.68	0.21
1	6	TR100	229.30	23.23	30.52	26.44	30.63	0.000520	1.49	153.65	31.69	0.22
1	5	TR100	229.30	22.83	30.52	26.31	30.62	0.000406	1.40	176.60	45.21	0.19
1	4	TR100	229.30	23.46	30.51	26.50	30.61	0.000427	1.42	191.22	55.03	0.20
1	3.5	TR100	229.30	23.49	30.51	26.51	30.61	0.000417	1.41	195.81	56.72	0.20
1	3	TR100	229.30	23.24	30.51	26.43	30.60	0.000409	1.40	193.86	54.82	0.20
1	2	TR100	229.30	23.30	30.48	26.45	30.59	0.000465	1.48	166.38	39.88	0.21
1	1	TR100	229.30	23.11	30.47	26.44	30.59	0.000515	1.54	157.58	39.13	0.22
1	0	TR100	229.30	22.34	30.36	26.46	30.55	0.000647	1.99	135.00	29.46	0.25

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 49 di 92

SIMULAZIONE PER TR 300 ANNI

I risultati della simulazione a moto permanente per lo stato di progetto con tempo di ritorno di 300 anni sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 5.6 Risultati HEC-RAS per lo scenario con TR300 anni allo stato di progetto.

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1	20	TR300	231.78	22.98	30.69	25.86	30.76	0.000264	1.25	206.72	40.56	0.16
1	19	TR300	231.78	23.67	30.68	26.34	30.76	0.000285	1.26	196.79	40.64	0.17
1	18	TR300	231.78	23.44	30.68	26.26	30.75	0.000283	1.25	196.99	40.39	0.17
1	17	TR300	231.78	23.22	30.67	26.17	30.75	0.000289	1.27	194.44	39.23	0.17
1	16	TR300	231.78	23.00	30.66	26.06	30.74	0.000300	1.29	191.04	38.47	0.17
1	15	TR300	231.78	23.48	30.64	26.43	30.73	0.000364	1.38	177.57	36.72	0.19
1	14	TR300	231.78	22.78	30.63	26.39	30.73	0.000390	1.42	171.76	35.21	0.19
1	13	TR300	231.78	22.78	30.62	26.38	30.72	0.000388	1.42	172.04	35.21	0.19
1	12	TR300	231.78	23.62	30.62	26.55	30.71	0.000383	1.41	173.68	36.25	0.19
1	11	TR300	231.78	22.85	30.62	26.10	30.71	0.000306	1.30	187.53	37.32	0.17
1	10	TR300	231.78	23.20	30.60	26.37	30.70	0.000381	1.39	173.60	36.69	0.19
1	9	TR300	231.78	23.36	30.57	26.57	30.69	0.000533	1.52	153.08	34.94	0.22
1	8	TR300	231.78	23.01	30.56	26.46	30.68	0.000515	1.49	155.67	31.88	0.22
1	7	TR300	231.78	22.98	30.56	26.32	30.67	0.000487	1.47	158.08	31.76	0.21
1	6	TR300	231.78	23.23	30.55	26.45	30.66	0.000522	1.50	154.65	31.78	0.22
1	5	TR300	231.78	22.83	30.55	26.33	30.65	0.000407	1.40	178.04	45.32	0.19
1	4	TR300	231.78	23.46	30.54	26.52	30.64	0.000427	1.43	192.98	55.12	0.20
1	3.5	TR300	231.78	23.49	30.54	26.53	30.64	0.000417	1.41	197.62	56.81	0.20
1	3	TR300	231.78	23.24	30.54	26.45	30.63	0.000409	1.40	195.61	54.92	0.20
1	2	TR300	231.78	23.30	30.51	26.47	30.62	0.000466	1.49	167.64	39.98	0.21
1	1	TR300	231.78	23.11	30.50	26.46	30.62	0.000517	1.55	158.81	39.24	0.22
1	0	TR300	231.78	22.34	30.39	26.49	30.58	0.000650	2.00	135.89	29.54	0.25

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 50 di 92

5.5 VERIFICA DEL FRANCO IN CORRISPONDENZA DEL VIADOTTO

È stata eseguita la verifica del franco tra pelo libero e intradosso del ponte. Come si evince da Tabella 5.7, il franco è sempre molto maggiore di 1.5 m.

Tabella 5.7 Verifica del franco in corrispondenza del viadotto sul Alpone.

	Quota intradosso viadotto [m.s.l.m.]	h TR100 [m.s.l.m.]	h TR300 [m.s.l.m.]
Torrente Alpone	33.25	30.63	30.66
FRANCO [m]		2.62	2.59

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 51 di 92	

6 FASI DI CANTIERIZZAZIONE

6.1 DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI CANTIERE

6.1.1 PORTATA PER TEMPO DI RITORNO 1.5 ANNI

Nella relazione idrologica e idraulica redatta da Ipros S.r.l. riferita al Progetto Definitivo “Destinazione del Bacino di San Lorenzo quale area di espansione del torrente Tramigna nei Comuni di Soave e San Bonifacio (VR) – ID PIANO 991” (maggio 2013), è presente la serie storica dei massimi annuali delle altezze idrometriche alla stazione ArpaV sul t. Alpone a San Bonifacio (Tab. 2.3 a pag. 25, Tabella 6.1) e quindi l’elaborazione statistica secondo Gumbel riportata in Tabella 6.2.

Tabella 6.1 Livelli idrometrici massimi (relativi) registrati nella stazione del t. Alpone a San Bonifacio nel periodo 1986-2010.

ANNO	H [m]
1986	1.72
1987	2.99
1988	3.33
1989	4.58
1990	4.90
1991	5.00
1992	5.70
1993	3.69
1994	5.08
1995	4.38
1996	4.62
1997	5.00
1998	4.03
1999	4.30
2000	4.61
2001	3.97
2002	3.02
2003	3.73
2004	4.66
2005	4.06
2006	1.48
2007	3.03
2008	5.33
2009	4.99
2010	6.30

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 52 di 92

Tabella 6.2 Livelli d'acqua rispetto allo zero idrometrico nella stazione di Alpone a San Bonifacio.

TR [anni]	H [m]
2	4.02
5	5.10
10	5.81
20	6.5
50	7.38
100	8.04

Interpolando i dati, è possibile trovare che per TR di 1.5 anni l'altezza d'acqua di riferimento è pari a 3.58 m.

Applicando la scala delle portate estrapolata dagli annali di ArpaV per gli anni 2005-2012 (ARPAV, 06/2008) (ARPAV, 12/2010) (ARPAV, 01/2012) (ARPAV, 05/2013) (ARPAV, 01/2014) è possibile ricavare per TR1.5 una portata pari a **81.2 m³/s**.

6.1.2 PORTATA ORDINARIA

La portata di piena ordinaria è definita come la portata in una sezione di un corso d'acqua che, rispetto alla serie storica dei massimi livelli o delle massime portate annuali verificatisi nella stessa sezione, è uguagliata o superata nel 75% dei casi (da Ministero LL.PP., Consiglio Superiore LL.PP., Servizio Idrografico, 1928).

Tali dati sono presentati in Tabella 6.1. L'altezza d'acqua superata nel 75% dei casi è pari a 3.3 m. Applicando la scala delle portate ArpaV (2005-2012) all'altezza di 3.3m si ottiene una portata di piena ordinaria pari a **76 m³/s**.

6.1.3 PORTATA NEI PERIODI DI MAGRA

Sono state analizzate le serie storiche delle altezze idrometriche massime giornaliere nella stazione del t. Alpone a San Bonifacio, presenti nel sito ArpaV dal 2015 al 2020 (arpav, 09/2021):

Tabella 6.3 Dati di riferimento della Stazione Alpone a S. Bonifacio (fonte: ArpaV).

Stazione	Alpone a S. Bonifacio	
Quota della stazione	25	m s.l.m.
Coordinata X	1676868	Gauss-Boaga fuso
Coordinata Y	5029882	Ovest (EPSG:3003)
Comune	SAN BONIFACIO (VR)	

È possibile identificare durante l'anno due periodi idonei per la cantierizzazione, uno estivo ed uno invernale. Il periodo estivo si estende da giugno a settembre compresi, mentre il periodo invernale si estende da dicembre a febbraio compresi.

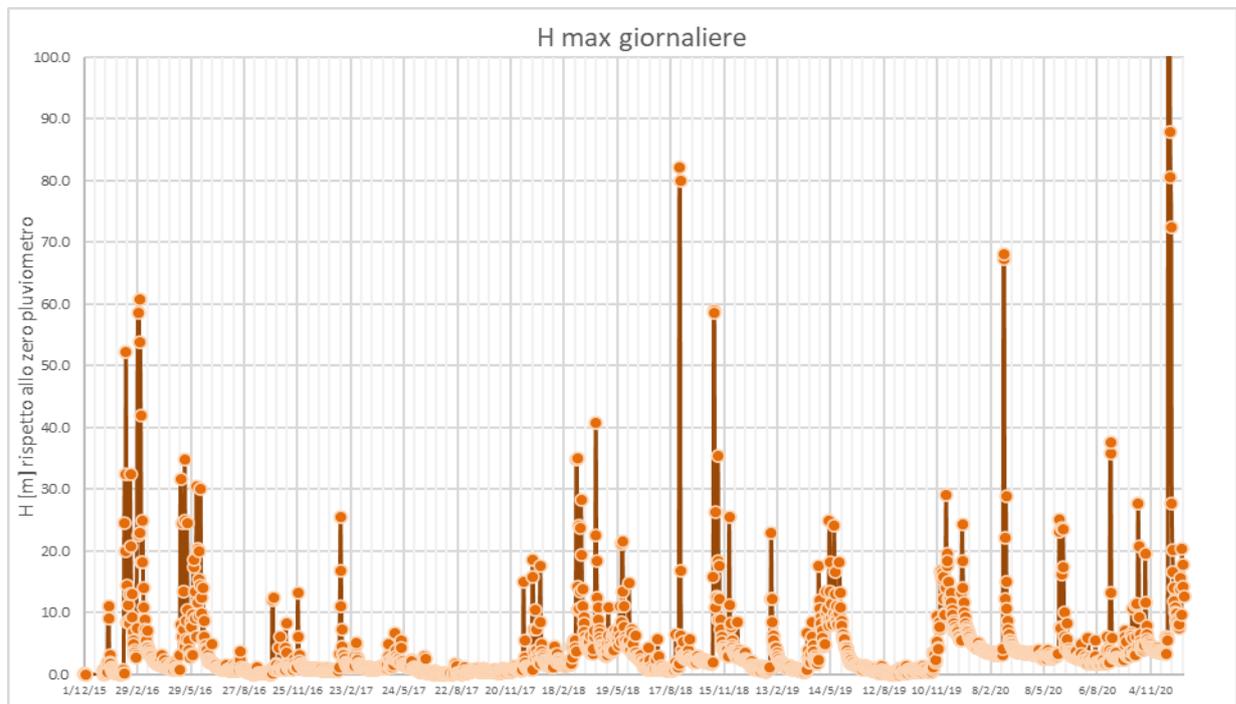


Figura 6.1 Altezze idrometriche massime giornaliere nel periodo 2015-2020 (arpav, 09/2021).

Applicando la scala delle portate estrapolata dagli annali di ArpaV per gli anni 2015-2019 (ARPAV, 08/2016) (ARPAV, 10/2017) (ARPAV, 12/2018) (ARPAV, 08/2019) (ARPAV, 09/2020) è possibile ricavare le portate massime giornaliere mostrate in Figura 6.2.

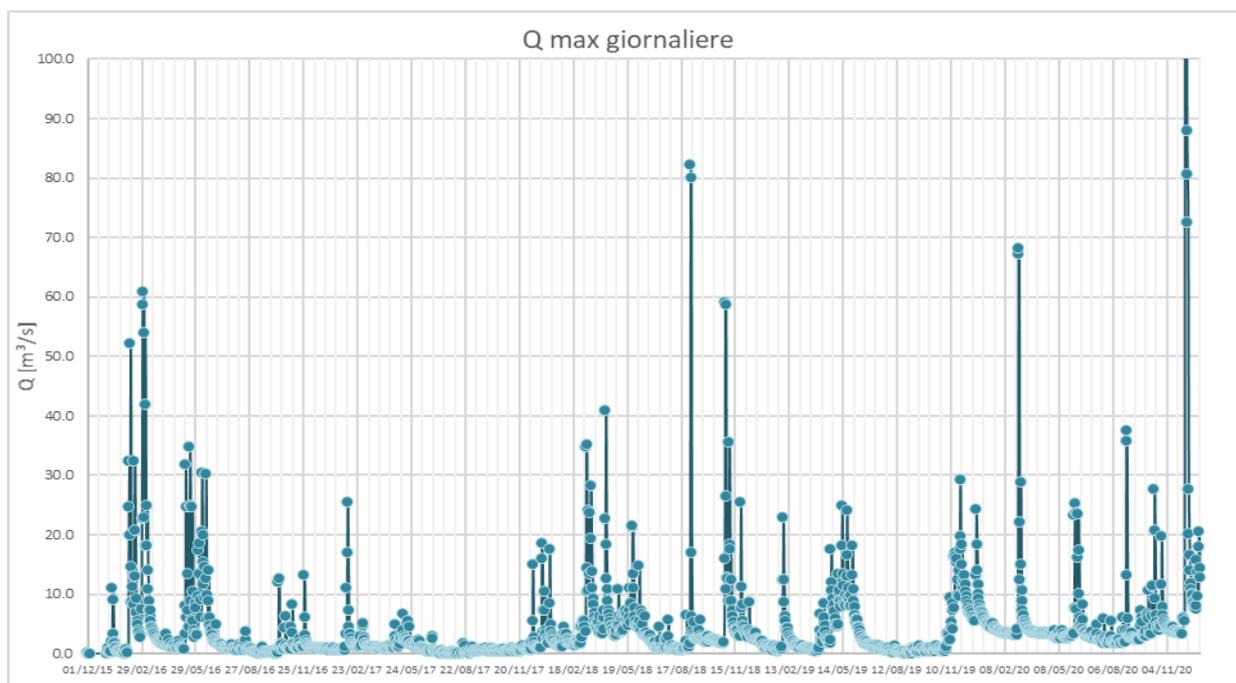


Figura 6.2 Portate massime giornaliere nel periodo 2015-2020 (arpav, 09/2021).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 54 di 92

Tabella 6.4 Portate massime giornaliere nei periodi di riferimento di magra invernale ed estivo.

	Q [m ³ /s]	
	DIC-GEN-FEB	GIU-LUG-AGO-SET
2015-2016	52.2	30.4
2016-2017	25.5	3.0
2017-2018	18.6	82.1
2018-2019	22.9	8.8
2019-2020	24.3	37.5
MAX	52.2	82.1
MEDIA	28.7	32.4

Come si può vedere da Tabella 6.4, la portata massima giornaliera nei periodi considerati risulta pari a **82.1** m³/s.

6.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE PROVVISORIALI PREVISTE

Con varie metodologie si è calcolata la portata di riferimento per un cantiere tradizionale.

Il risultato non cambia e quindi su questo valore bisognerebbe tarare i presidi per tenere il cantiere all'asciutto. I cantieri idraulici necessariamente convivono con la possibilità di dover essere sgomberati al preannunciarsi di un evento e con la necessità di non operare in modo stabile/stanziale per periodi lunghi in alveo. Inoltre, risulta del tutto irrealistico pensare di mantenere in alveo opere provvisoriale, stabili e che restringono l'alveo, durante i periodi autunnali quando la possibilità di una piena critica non è da escludere sulla base del mero concetto di tempo di ritorno. Infine, il tratto in oggetto è interessato dalle portate afferenti a bacini con regimi diversi, sia montani (Chiampo, Alpone) che collinari (Tramigna e Aldegà): sono possibili quindi piene estive generate da fenomeni temporaleschi (piene impulsive) e piene autunnali/primaverili generate da fenomeni piovosi meno intensi e di più lunga durata

Se la portata di dimensionamento del palancoleto è dell'ordine di 30-40 m³/s (cfr paragrafo 6.3) si vede che si possono gestire tutte le piene tranne quelle maggiori/anomale dei periodi secchi.

Infatti, dall'analisi dei periodi di magra, si ricava che le portate maggiori di 30-40 m³/s sono dovute a rari eventi. Tenere il cantiere asciutto per portate più elevate comporterebbe un dimensionamento eccessivo delle opere provvisoriale (difficili da infiggere vista la stratigrafia del terreno, come si è spiegato in seguito).

Si è quindi deciso di realizzare opere provvisoriale costituite da

- Palancoleto in asse all'alveo del t. Alpone di altezza 12m (min 4m fuori-terra).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 55 di 92

- Rilevati di chiusura alle due estremità.

Al preannunciarsi di una piena con portata attesa superiore a quello di dimensionamento del palancolato (qualche giorno è il preavviso di allerta meteo/idro in Veneto dal Centro Funzionale della Protezione Civile) si prevede che

- i rilevati di chiusura vengano rimossi, in modo da evitare criticità dovute alla riduzione delle dimensioni dell'alveo;
- i palancolati in asse all'alveo del t. Alpone vengano mantenuti, in quanto disposti parallelamente alle velocità della corrente e di effetto nullo o quasi anche quando tracimati.

L'infissione del palancolato avviene da pista provvisoria in alveo e quindi da realizzarsi durante le secche estive o invernali. La distanza dell'asse palancolato dalla pista arginale esistente o dalla banca in sx è assai superiore a 5m (distanza massima in condizioni standard/tipiche tra mezzo vibroinfissore e palancolato).

Terminato il rivestimento in una sponda si passa all'altra sponda: vengono rimossi i rilevati di chiusura di estremità e spostati nella sponda opposta.

Le caratteristiche del suolo sotto l'aveo consentono l'infissione delle palancole trovandosi terreni poco addensati fino a 7m dal talweg. (Elaborato IN1710EI2LZGE0000016B: terreno composto prevalentemente da limi argillosi e argille limose per uno spessore di circa 7m seguito poi da uno strato sabbioso da mediamente addensati a molto addensati; cfr Figura 6.3). Sotto i 10÷12m la stratigrafia segnala ghiaia mediamente addensata con ciotoli anche di grandi dimensioni (NSPT \approx 60).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 56 di 92</p>

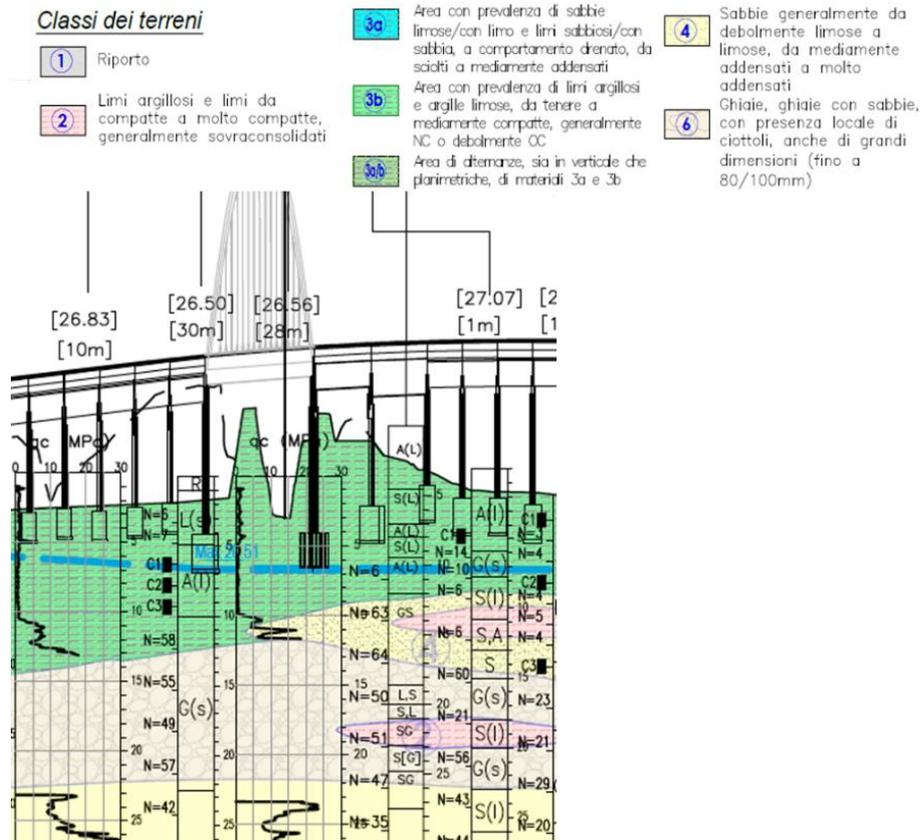


Figura 6.3 Estratto dal profilo geotecnico in corrispondenza del viadotto Alpone VI05B (fonte: Elab. IN1710EI2LZGE0000016B).

6.3 ELABORAZIONI TRAMITE HEC-RAS

Tramite modellazione Hec-Ras 1D è stato possibile stimare il livello in alveo corrispondente alle portate di cantiere ipotizzate e con alveo parzializzato dalla presenza di opere provvisionali. I risultati delle elaborazioni in Hec-Ras sono consultabili in App 4.

Come detto in precedenza, si è scelto di tutelare il cantiere dalle portate ordinarie dei periodi di magra con opere provvisionali dimensionate per la portata corrispondente al massimo tra il periodo estivo ed invernale delle medie dei massimi per i vari anni, pari a circa **33 m³/s**.

Dalle elaborazioni Hec-Ras, per portata pari a 33 m³/s, si ottengono i tiranti rispetto al talweg (Tabella 6.5).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 57 di 92	

Tabella 6.5 Tiranti idraulici per $Q=33 \text{ m}^3/\text{s}$ rispetto al talweg (evidenziato il tratto con palancolato).

Sezione	Tirante
	(m)
0	3.66
1	2.92
2	2.73
3	2.8
3.5	2.56
4	2.59
5	3.18
6	2.58
7	3.05
8	3.12
9	2.44
10	3.05
11	3.45
12	2.68
13	3.57
14	2.78
15	2.82
16	3.45
17	3.24
18	3.04
19	2.83
20	3.6

È confermato che l'altezza fuori talweg di 4m garantisce un franco idraulico di sicurezza dell'ordine di 0.5÷1m per portate dell'ordine di 30-40 m^3/s .

Il rilevato arginale a monte e a valle del tratto palancolato, di chiusura dell'area di cantiere, dovrà avere quota sommitale pari a circa 27 m s.l.m. nella sezione più a valle (sez. 5) e di 27.7 m s.l.m. nella sezione più a monte (sez.19).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 58 di 92	

7 CONCLUSIONI

Per le portate relative ai due scenari considerati: TR100 e TR300, come già accennato, il torrente ha una sezione adeguata a contenere tale valore di portata sia nello stato di fatto che in quello di progetto.

Nella situazione di progetto in corrispondenza del ponte il livello idrico arriva ad una quota al massimo di 30.66 m s.l.m. per TR 300 anni. L'intradosso dell'impalcato si trova ad una quota minima di 33.25 m s.l.m. rispettando così il franco idraulico richiesto dalle prescrizioni ferroviarie e dalla normativa vigente.

Lo stato di fatto si differenzia dallo stato di progetto solamente per la realizzazione del rivestimento spondale lato fiume con massi intasati in calcestruzzo e in materassi reno dal lato campagna e la realizzazione di tre piste in misto stabilizzato, sulla sommità arginale e sulla banca in sinistra e sulla sommità arginale in destra idraulica. Dal confronto delle simulazioni svolte dello stato di fatto e dello stato di progetto si evince che i risultati siano pressochè identici.

Si sottolinea che la cantierizzazione in alveo, su un cantiere lineare che si sviluppa per circa 250m, ha necessariamente messo in conto che le opere provvisorie in palancole vengano traccimate e i rilevati di testa dismessi e ricostruiti, non necessariamente una sola volta, in relazione al cronoprogramma operativo dei lavori. In altre parole che le zone di cantiere all'asciutto al piede dei rivestimenti possano essere abbandonate e quindi ripristinate nel seguito.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 59 di 92

BIBLIOGRAFIA

- ARPAV. (01/2012). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2010 - Relazione n. 01/12.
- ARPAV. (01/2014). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2012 - Relazione n. 01/14.
- ARPAV. (05/2013). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2011 - Relazione n. 03/13.
- ARPAV. (06/2008). Misure di portata eseguite da ARPAV negli anni 2004-2007 - Relazione n° 07/08.
- ARPAV. (08/2016). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2015.
- ARPAV. (08/2019). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2018.
- ARPAV. (09/2020). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2019.
- arpav. (09/2021). *Dati meteorologici ultimi anni.* Tratto da arpav.veneto.it:
https://www.arpa.veneto.it/bollettini/storico/Mappa_2019_LIVIDRO.htm?t=RG
- ARPAV. (10/2017). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2016.
- ARPAV. (12/2010). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2008-09 - Relazione n. 10/10.
- ARPAV. (12/2018). Misure di portata eseguite da ARPAV nell'anno 2017.
- Consorzio Iricav Due. (04/2021). IN1710EI2RHID0000003B-RELAZIONE MODELLO 2D1D.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH V105B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 60 di 92</p>

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 61 di 92

App 1. PARERE DI MASSIMA DEL GENIO CIVILE DI VERONA

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 62 di 92



REGIONE DEL VENETO

giunta regionale

Data 27/09/2021

Protocollo N° 0422221 Class: H.420.03.1 Fasc. 1

Allegati N° 0 per tot.pag. 0

Oggetto: Linea AV/AC Verona – Padova, Sub Tratta Verona – Vicenza. 1° Sub Lotto Verona – Montebello Vicentino.

Progetto definitivo- parere di massima su soluzione alternativa scavalco torrente Alpone.

Spett.le
CONSORZIO IRICAV DUE
Tratta AV/AC Verona-Padova
viale Giuseppe Mazzini, n. 75
36100 Vicenza
PEC: iricavdue@pec.it

Alla c.a. Resp. Servizi Tecnici e Progettazione
Ing. Giovanni MALAVENDA

Con la presente, a seguito Vs. gentile richiesta pervenuta a mezzo posta elettronica il 14 settembre 2021, si comunica che la Commissione Tecnica Regionale Decentrata di Verona nella seduta del giorno 16 settembre u.s., ha esaminato la proposta di variante in oggetto indicata.

La C.T.R.D. ha espresso parere di massima favorevole alla proposta di soluzione alternativa per lo scavalco del torrente Alpone nel comune di Caldiero (VR), secondo quanto rappresentato negli elaborati grafici prodotti, alle seguenti condizioni:

- dovranno essere individuate e realizzate le piste di servizio di entrambe le sponde arginali, verificandone la percorribilità anche con mezzi pesanti, garantendo in caso di piste ciclabili già oggetto di concessione la loro continuità;
- la palificata da realizzare in sommità arginale quale opera provvisoria dovrà essere priva di tiranti e dovrà essere dimensionata e realizzata in modo da garantire le funzioni di tenuta idraulica, divenendo essa stessa muro arginale, garantendone un adeguato ammassamento nei terreni di fondazione e nel corpo arginale, a monte e a valle della sezione dell'attraversamento. Si chiede pertanto di aggiornare il progetto con relazione idraulica e geotecnica per gli approfondimenti necessari per verificare la tenuta idraulica e geotecnica, in particolare contro il rischio di sifonamento, in tutte le fasi e condizioni di lavoro del setto, indicando anche le modalità esecutive, di controllo, accettazione e collaudo per garantire la definitiva destinazione del setto;
- la soluzione progettuale definitiva dovrà essere corredata dagli studi e dalle verifiche previste al punto C5.2.1.2 "compatibilità idraulica" della N.C.T. 2018 ovvero, in caso di applicazione delle N.C.T. del 2008, del punto corrispondente;
- prima dell'inizio dei lavori l'esecutore dovrà presentare alla scrivente Unità Organizzativa idonea polizza di assicurazione che garantisca danni subiti a causa dai lavori a opere preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori stessi, per una somma assicurata di € 5.000.000,00 (euro cinquemilioni/00). La polizza dovrà coprire anche i seguenti rischi: costo di ricostruzione delle opere preesistenti, costi di demolizione e di sgombero, danni da vibrazione, danni da rimozione, da franamento e cedimento del terreno;

Area Tutela e Sicurezza del Territorio
Direzione: Uffici territoriali per il dissesto idrogeologico – U.O. Genio Civile Verona
p.le Cadorna n. 2 – cap 37126 Verona Tel.045-8676593-94 – Fax 045-8676577

PEC: geniocivilevr@pec.regione.veneto.it e-mail: geniocivilevr@regione.veneto.it

Cod. Fisc. 80007580279

Codice Univoco Ufficio

LX9WLV

P.IVA 02392630279

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH V105B8 001	Rev. A	Foglio 63 di 92



REGIONE DEL VENETO

giunta regionale

- devono essere rispettate le prescrizioni per il rivestimento spondale e la difesa dall'erosione, formulate in occasione dell'esame dell'originaria proposta presentata;
- che prima dell'inizio dei lavori dovranno essere perfezionate le pratiche per il rilascio della concessione idraulica per l'attraversamento nonché per l'autorizzazione idraulica per l'esecuzione delle opere in fascia di rispetto.

Il progetto aggiornato e corredato degli elementi e approfondimenti prescritti dovrà essere trasmesso a questa Unità Organizzativa per l'approvazione in Commissione Tecnica Regionale Decentrata. Questa Struttura si riserva di dare ulteriori prescrizioni/condizioni in base alla valutazione degli ulteriori elaborati progettuali di maggior dettaglio, rispetto a quelli prodotti in data 14.09.2021.

Rimanendo a disposizione per eventuali chiarimenti, si porgono Distinti Saluti.

Il Direttore
 Dott. ing. Domenico Vinciguerra

*Responsabile del Procedimento: dott. ing. Domenico Vinciguerra
 Referente pratica: geom Giovanni Avesani - tel. 045/867.65.00*

a cartacea composta di 2 pagine, di documento amministrativo informatico firmato digitalmente da DOMENICO VINCIGUERRA, il cui originale viene servato nel sistema di gestione informatica dei documenti della Regione del Veneto - art.22.23.23 ter D.Lgs 7/3/2005 n. 82

Area Tutela e Sicurezza del Territorio
Direzione: Uffici territoriali per il dissesto idrogeologico – U.O. Genio Civile Verona
 p.le Cadorna n. 2 – cap 37126 Verona Tel.045-8676593-94 – Fax 045-8676577
PEC: geniocivilevr@pec.regione.veneto.it e-mail: geniocivilevr@regione.veneto.it

cod. Fisc. 80007580279

Codice Univoco Ufficio

LX9WLV

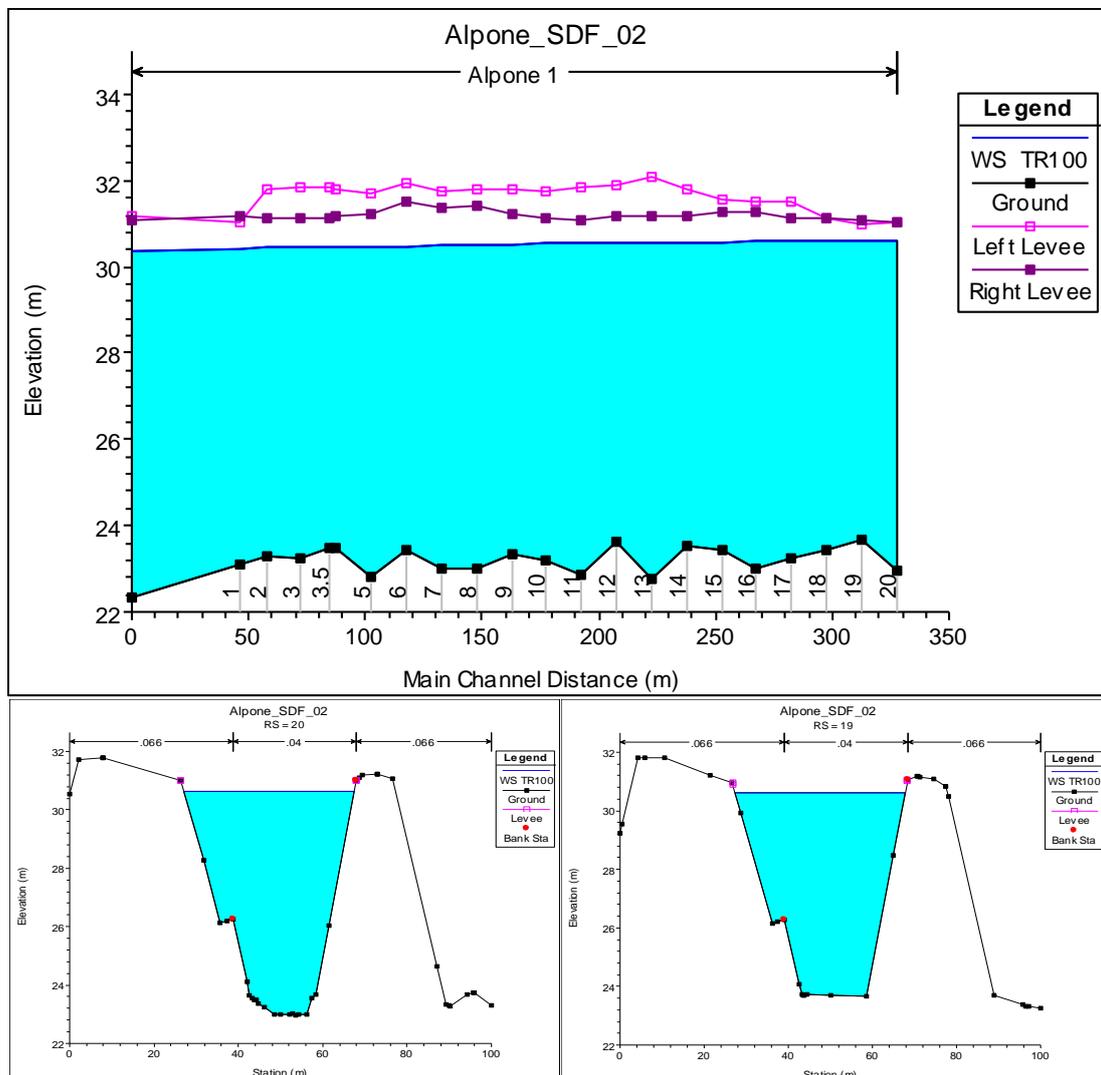
P.IVA 02392630279

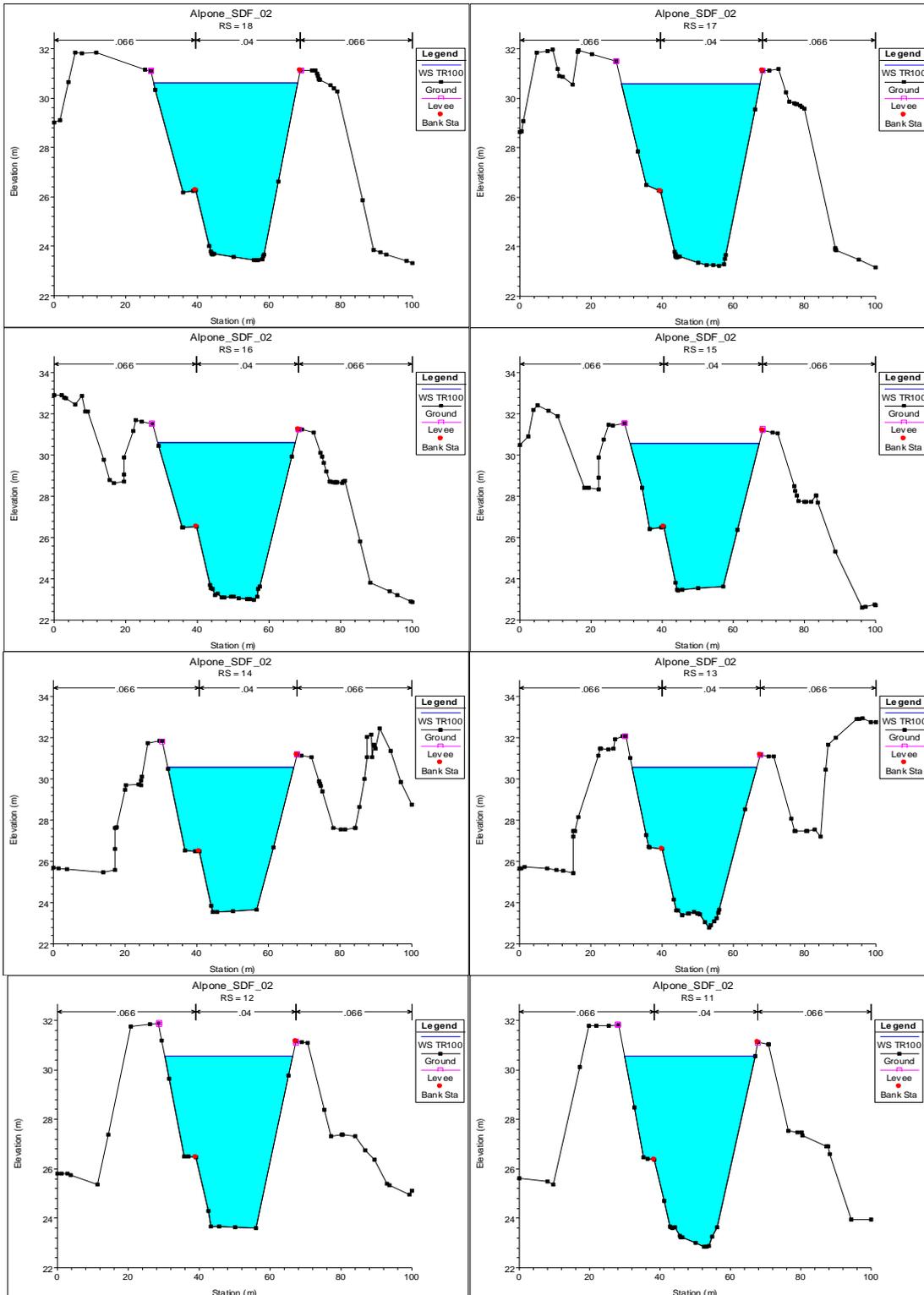
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 64 di 92</p>

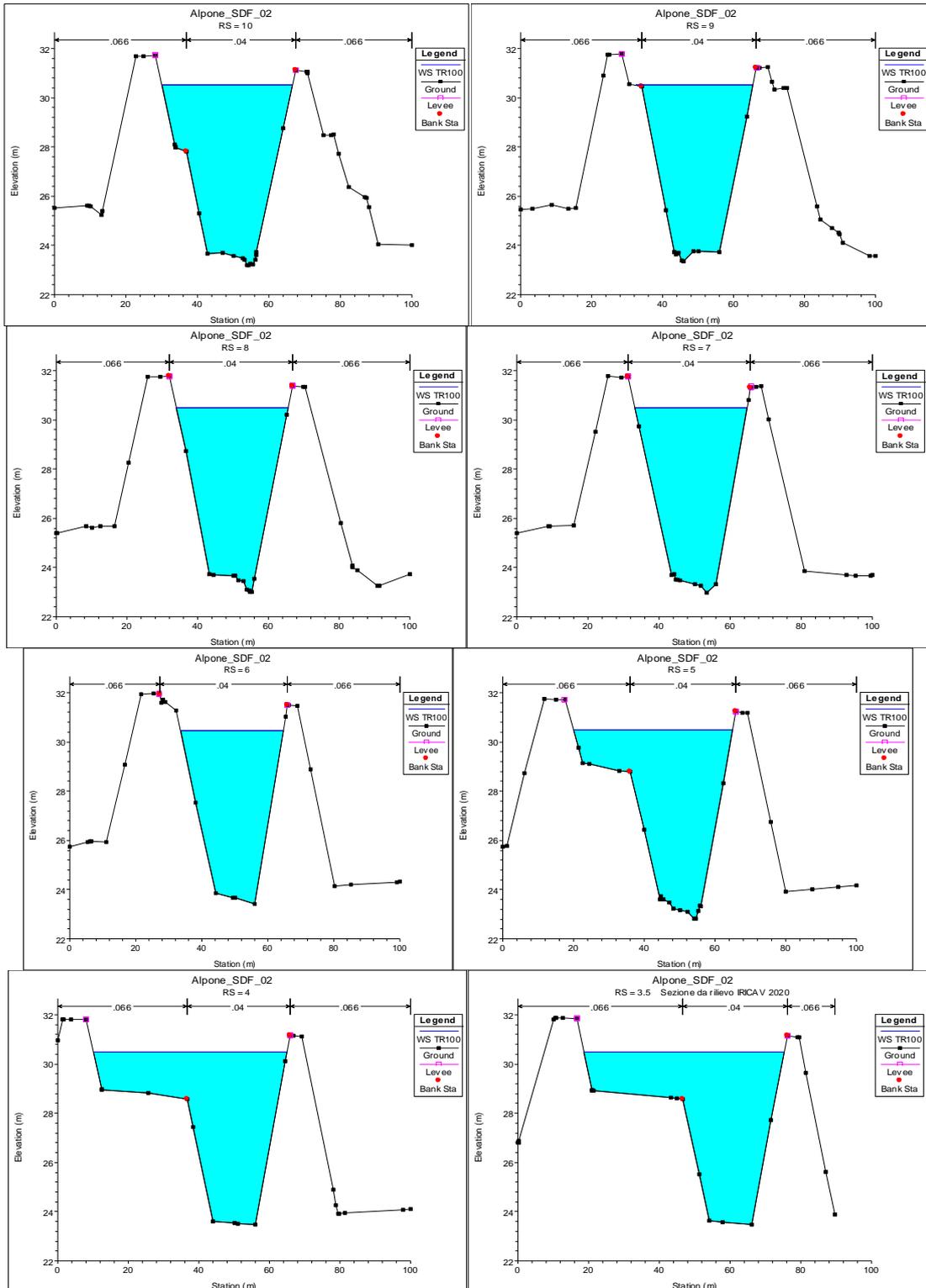
App 2. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI FATTO

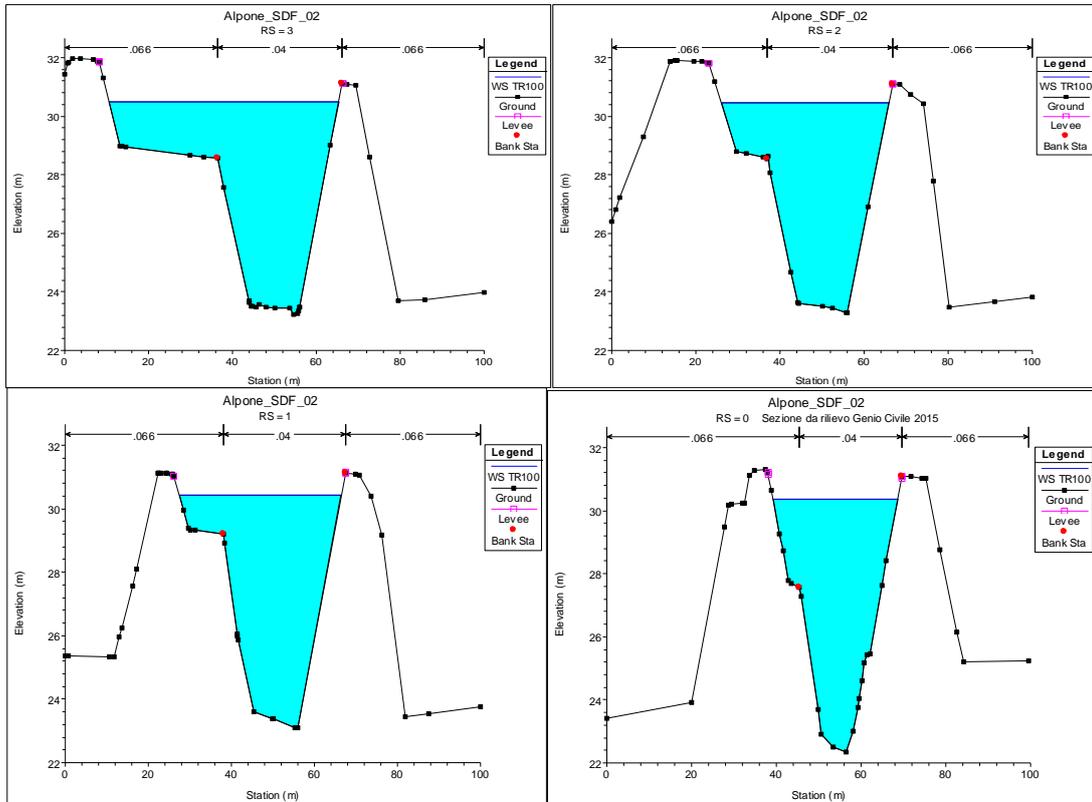
Si riportano gli output relativi a tutte le simulazioni effettuate, che comprendono i valori al colmo di tutti gli idrogrammi disponibili forniti dall’Autorità di bacino competente.

a. STATO DI FATTO PER TR PARI A 100 ANNI

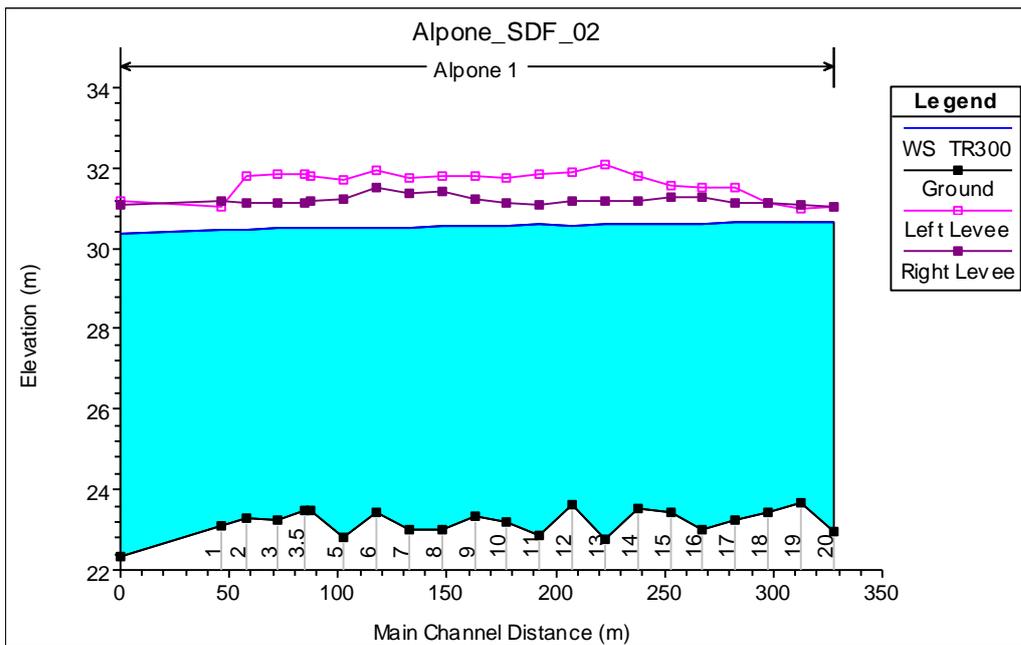


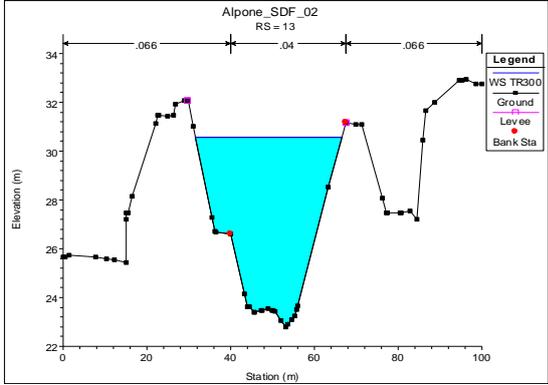
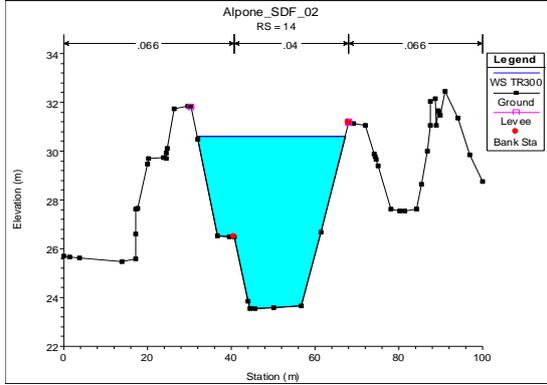
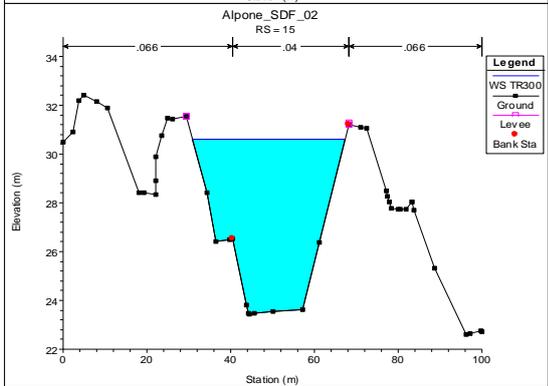
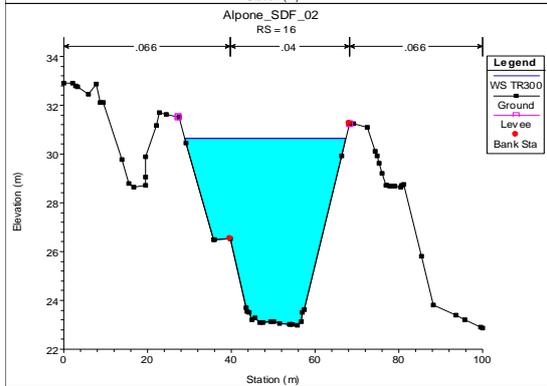
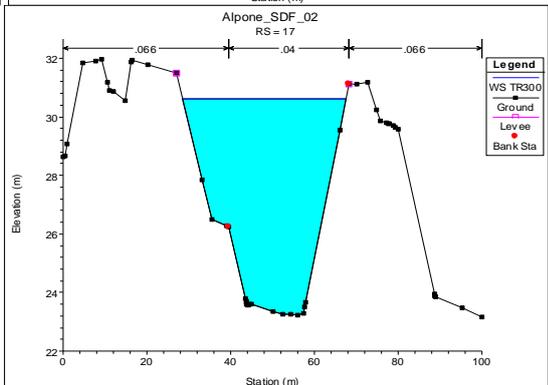
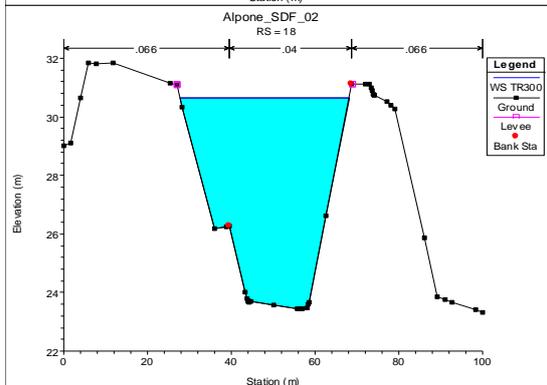
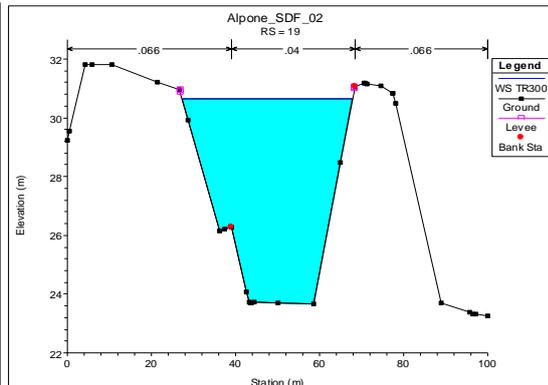
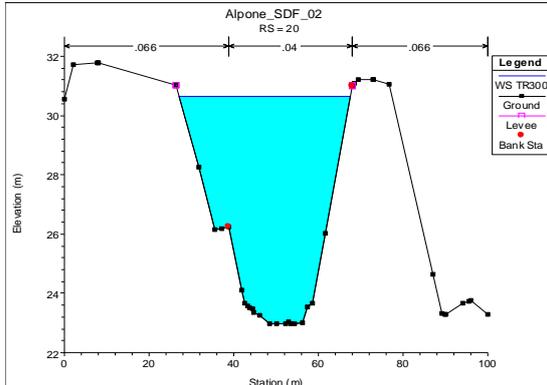


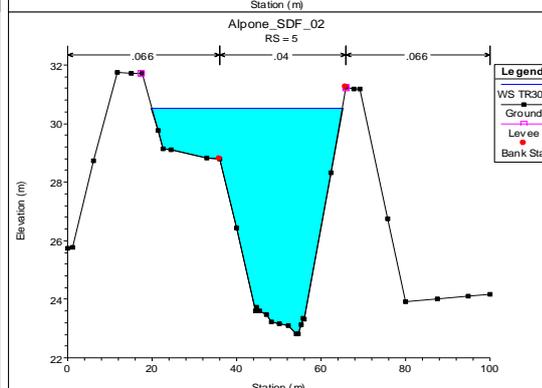
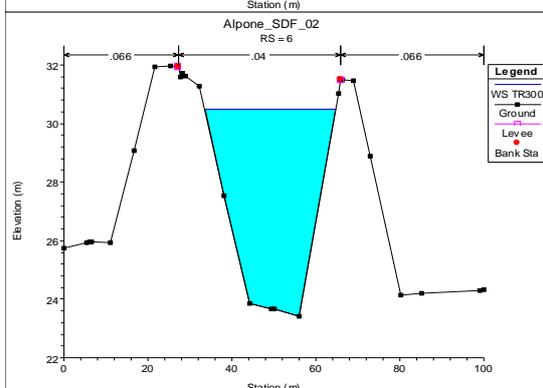
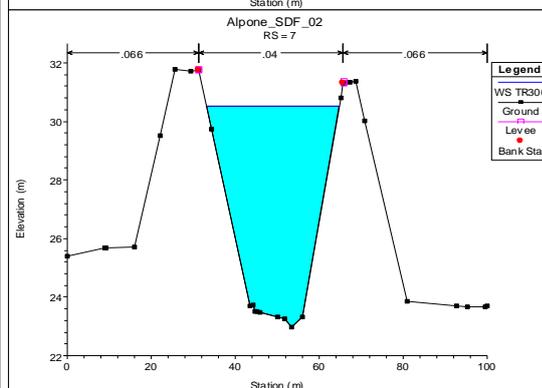
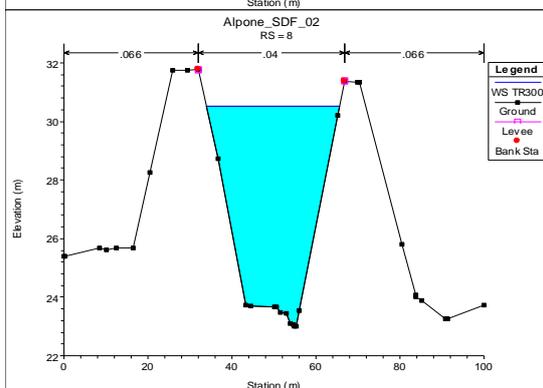
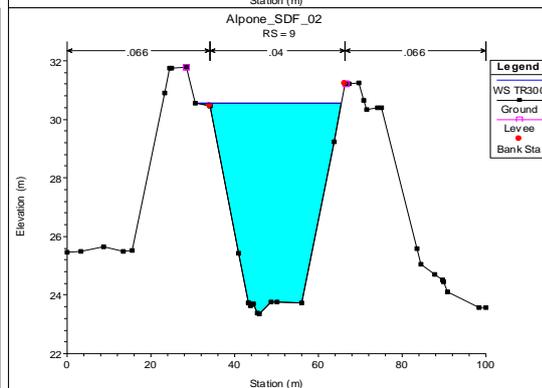
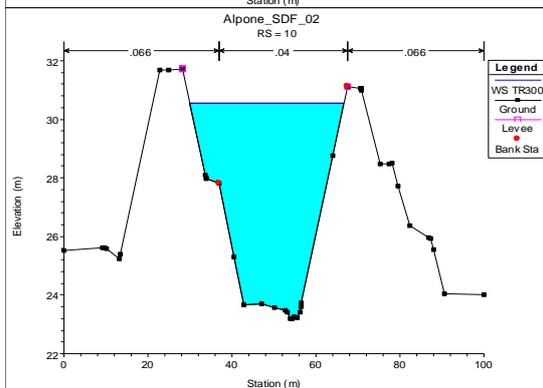
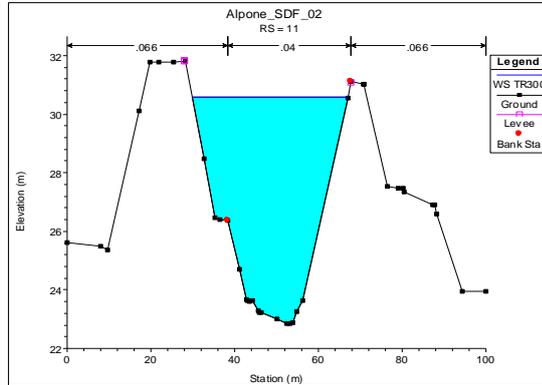
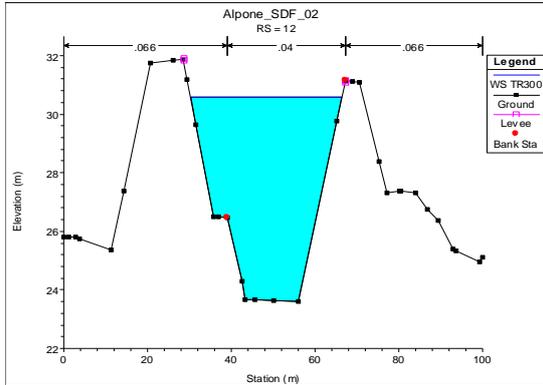


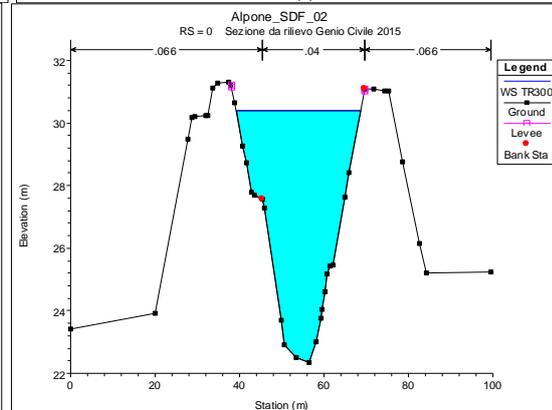
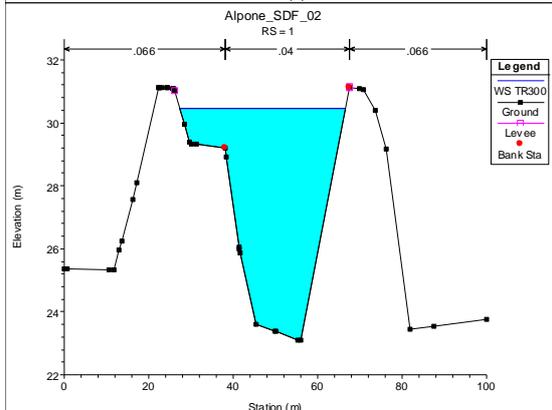
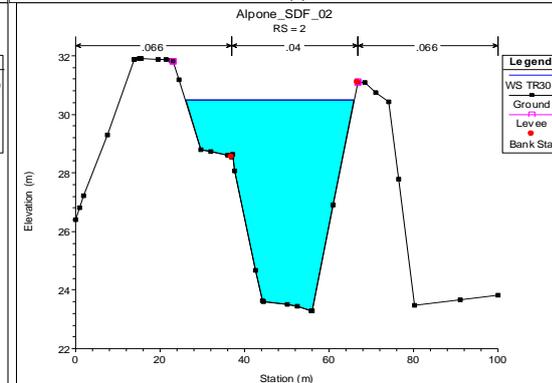
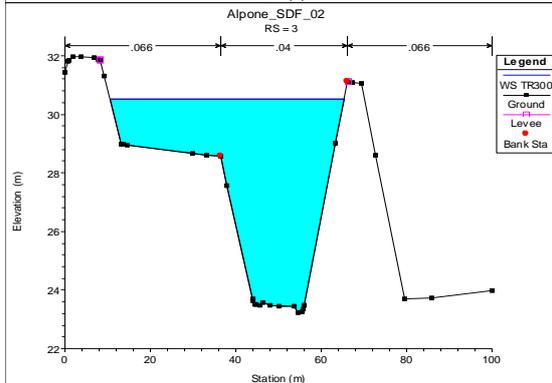
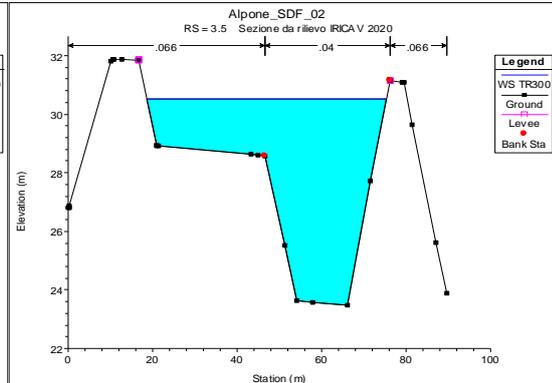
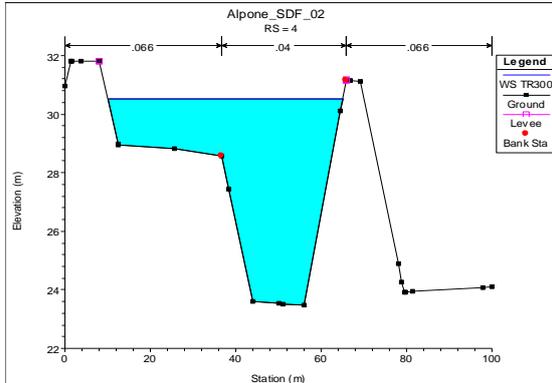


b. STATO DI FATTO PER TR PARI A 300 ANNI



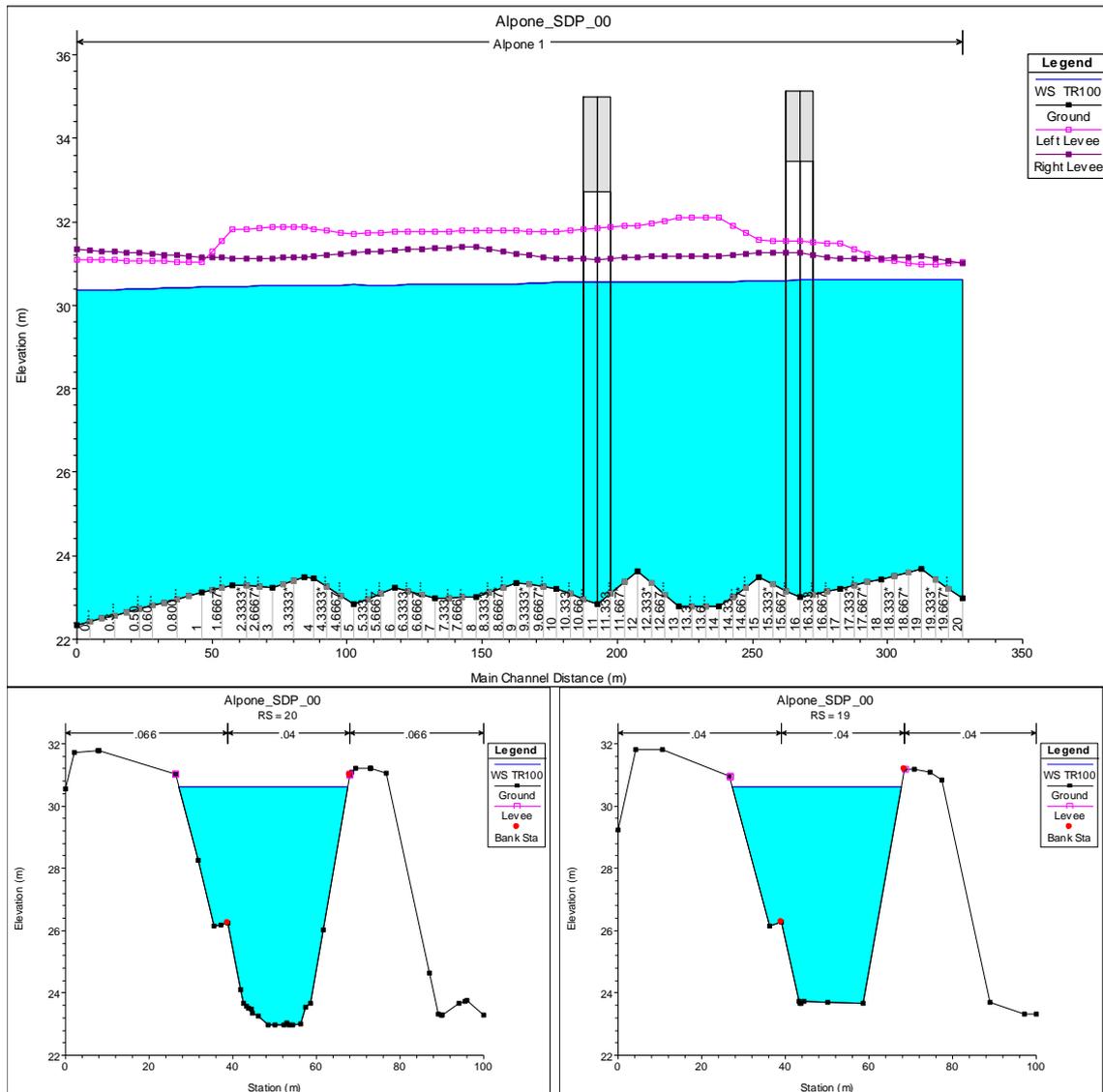


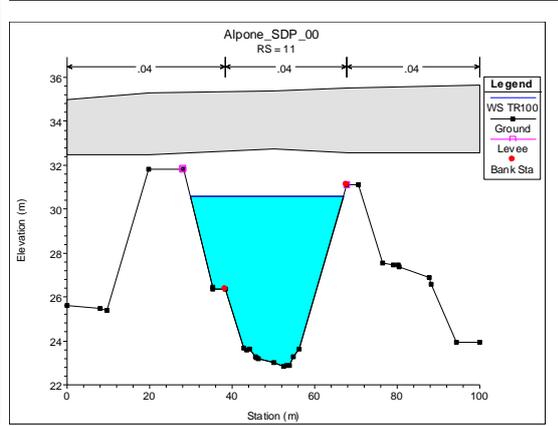
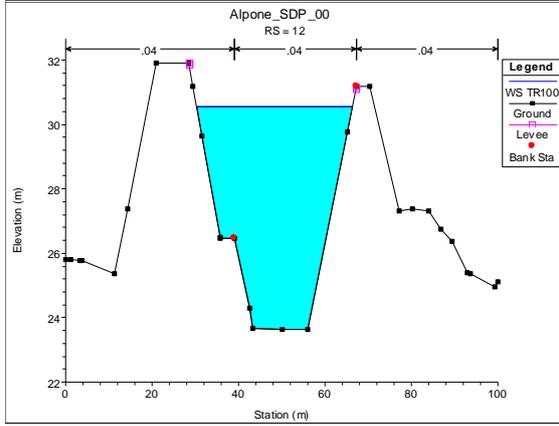
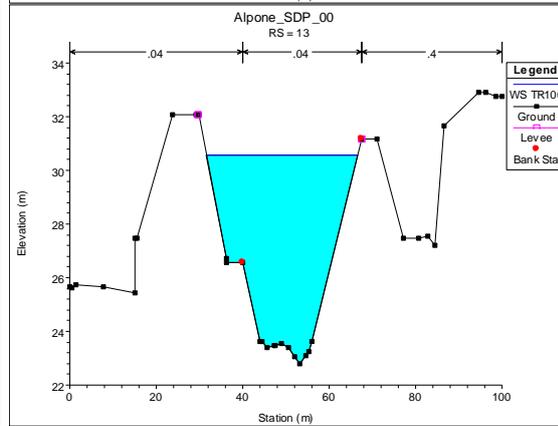
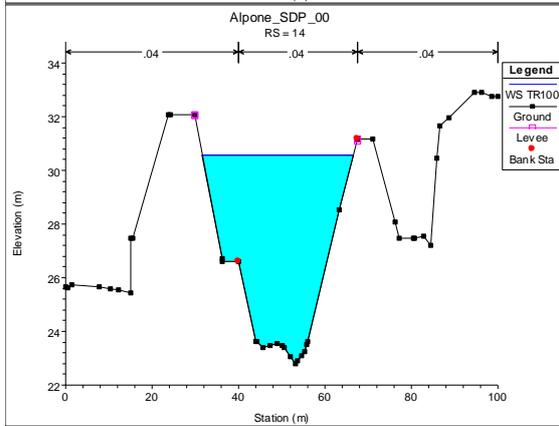
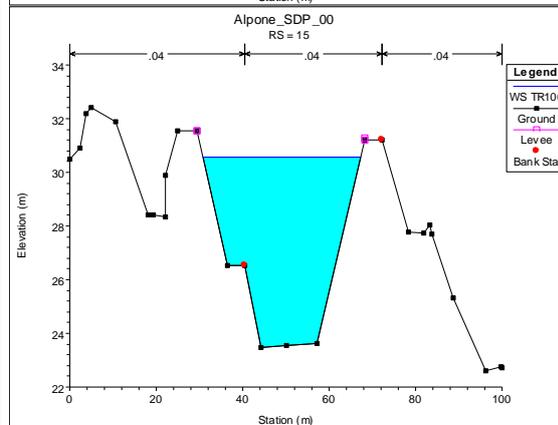
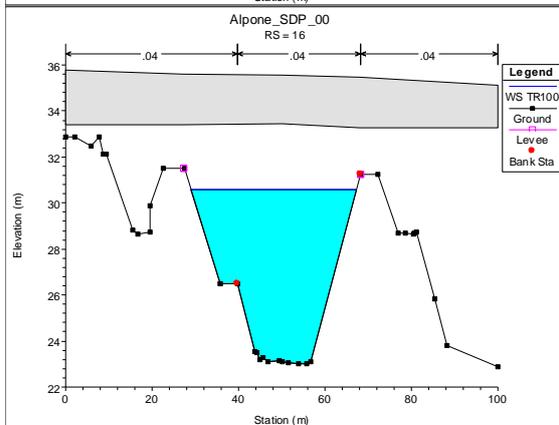
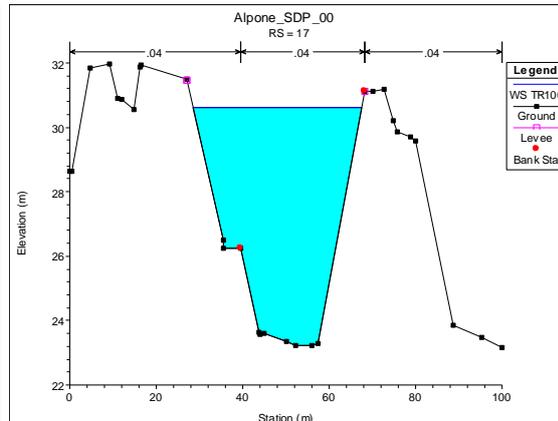
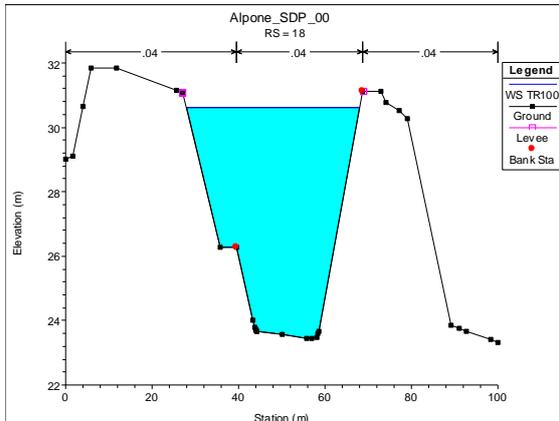


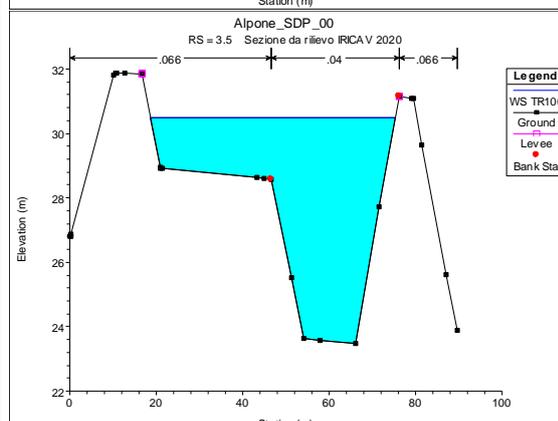
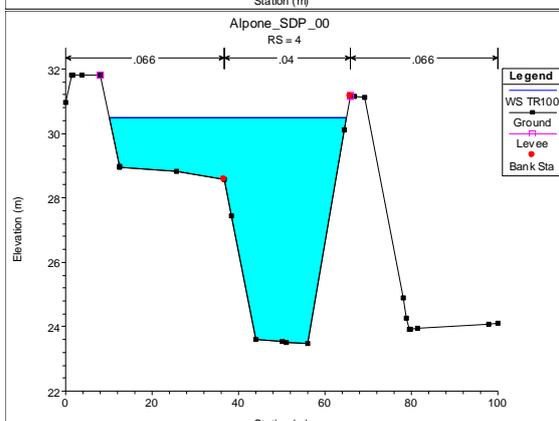
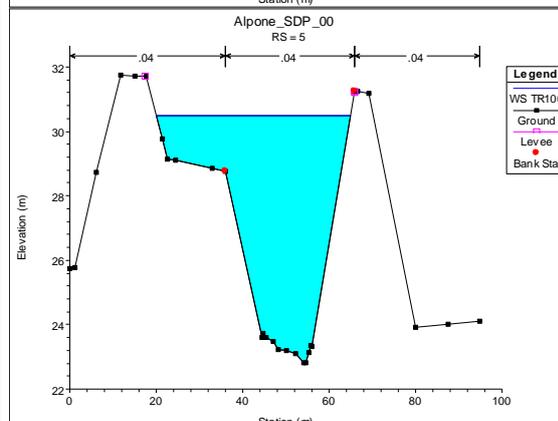
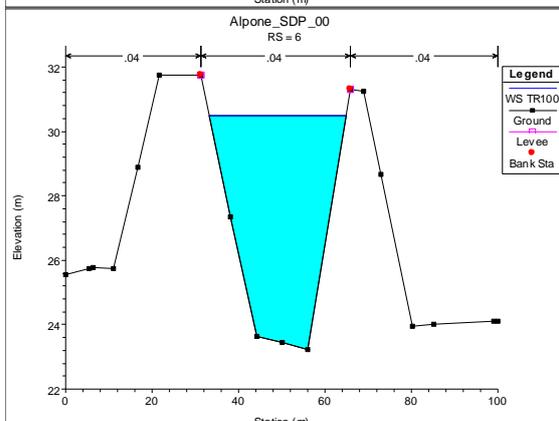
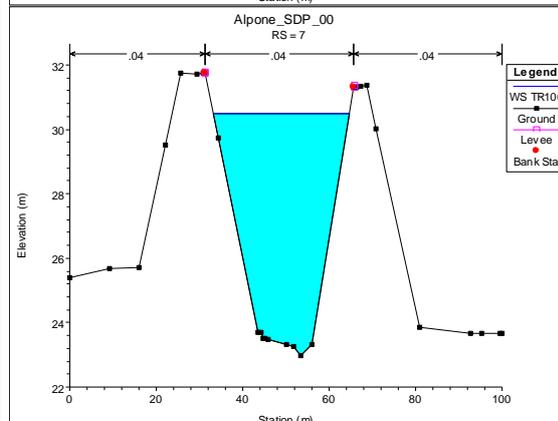
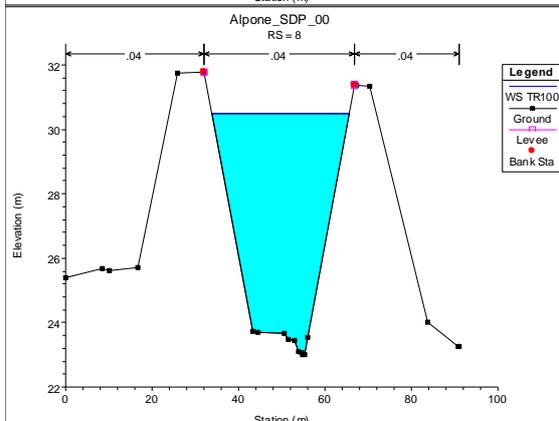
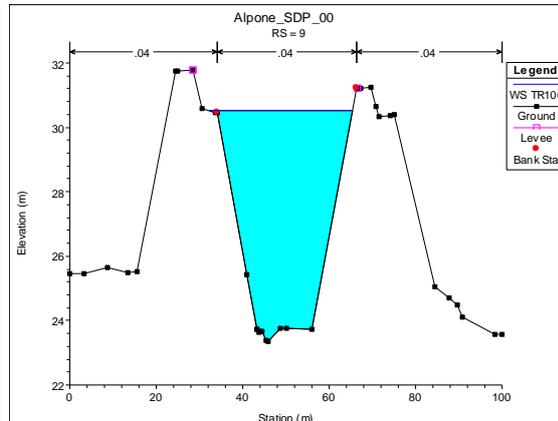
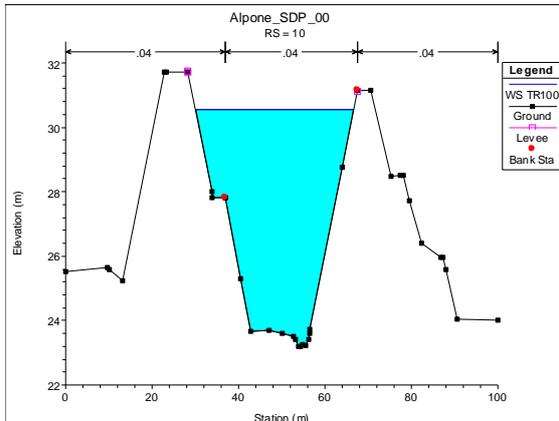


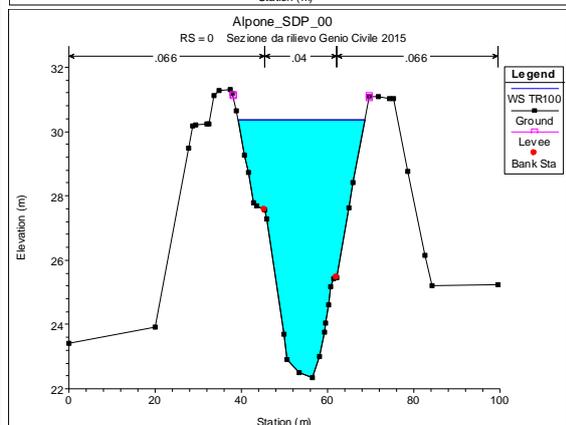
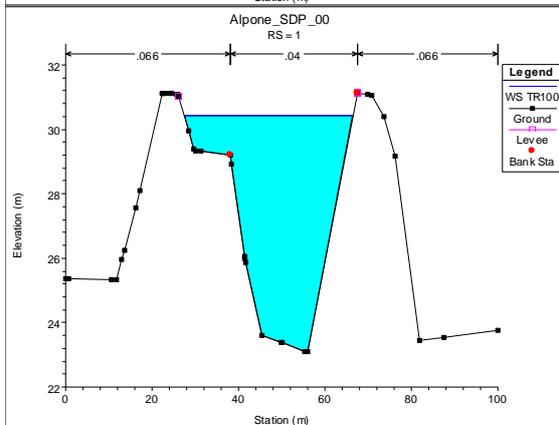
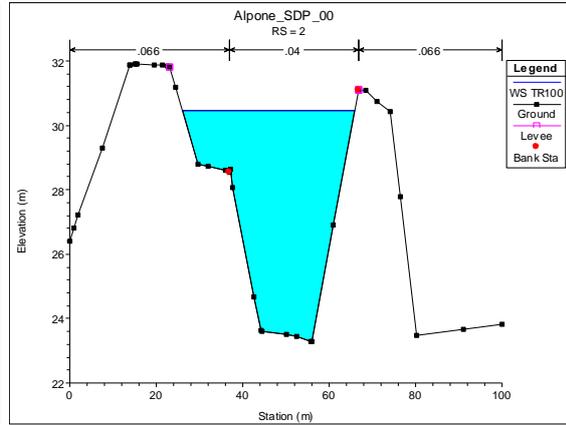
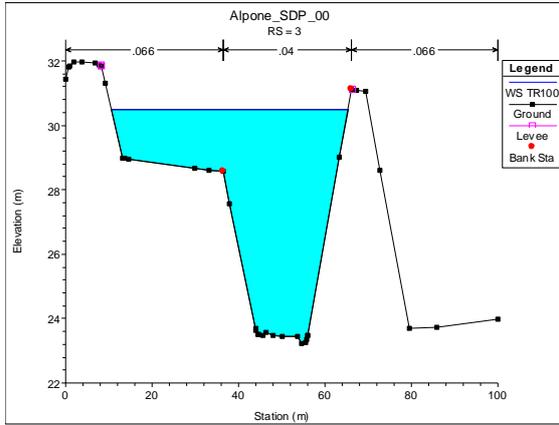
App 3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – STATO DI PROGETTO

a. STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 100 ANNI



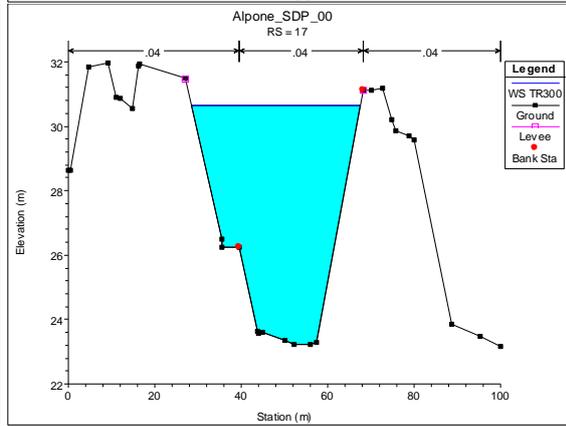
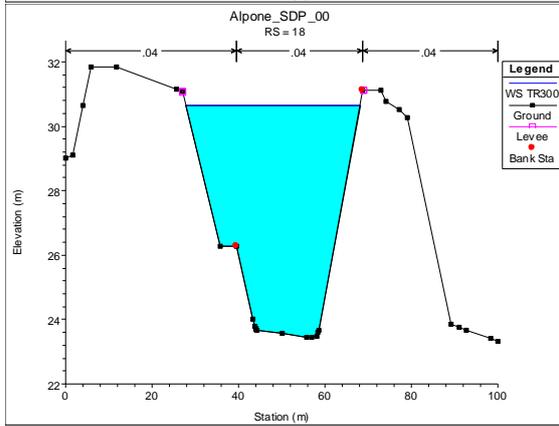
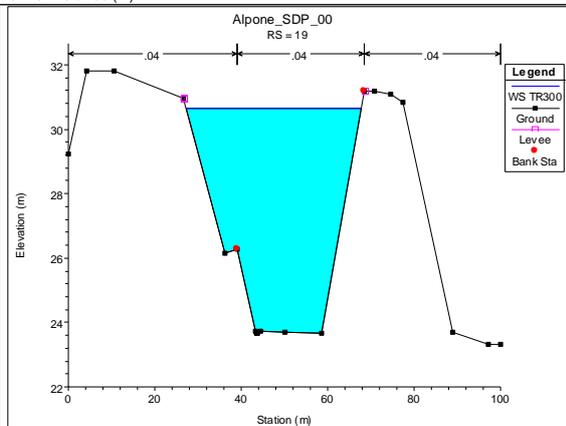
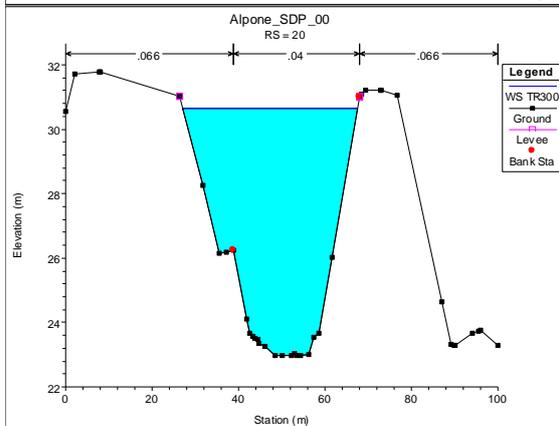
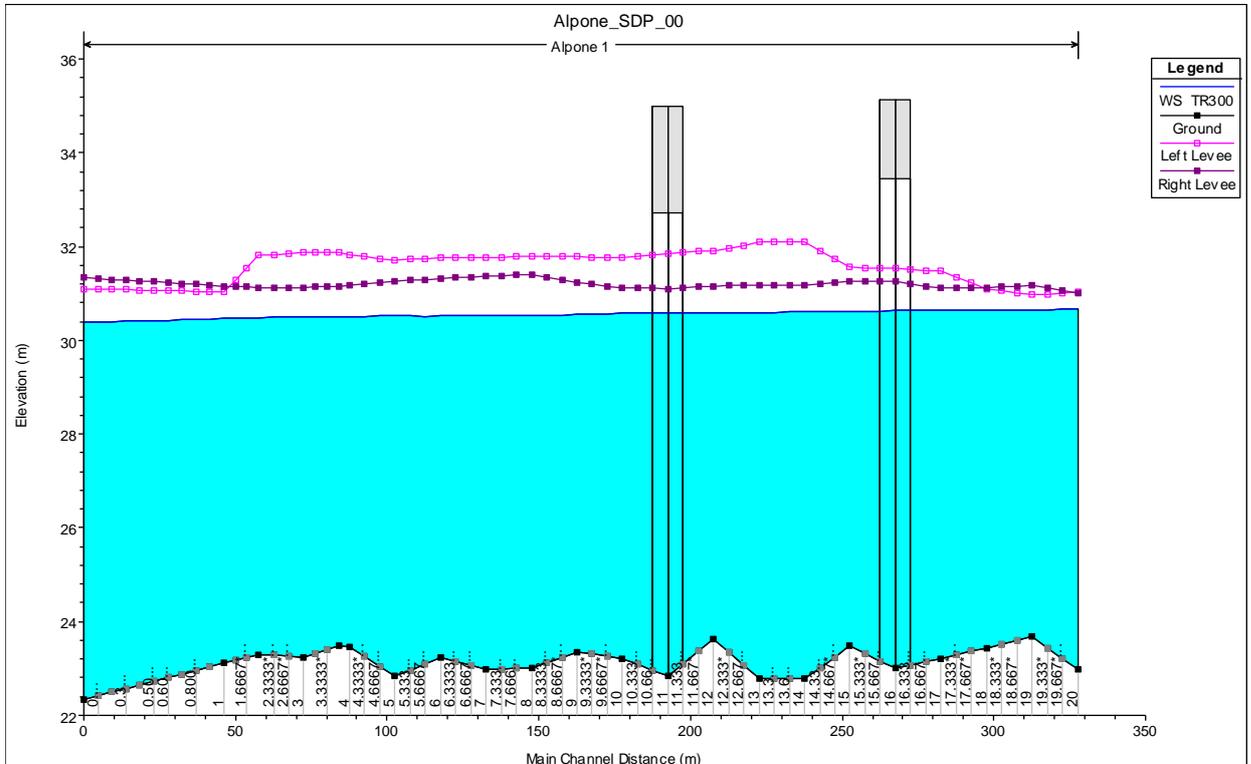


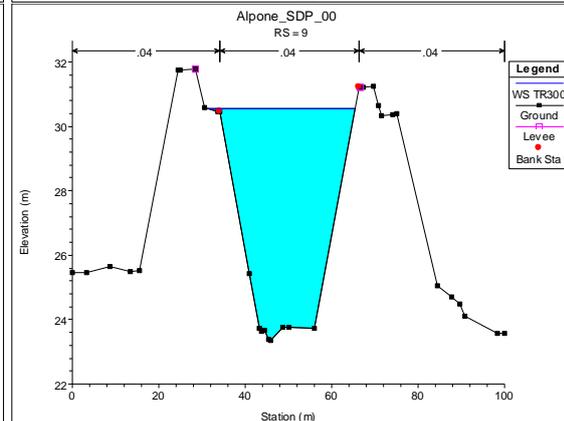
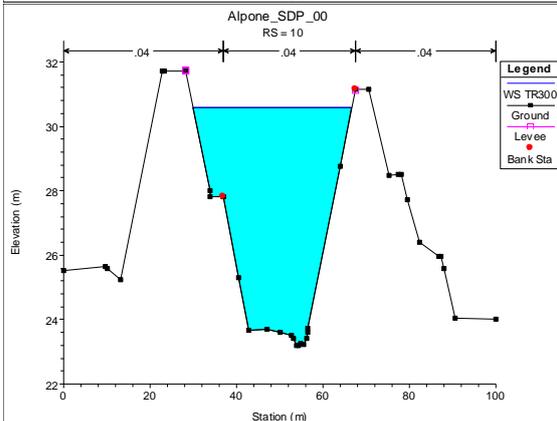
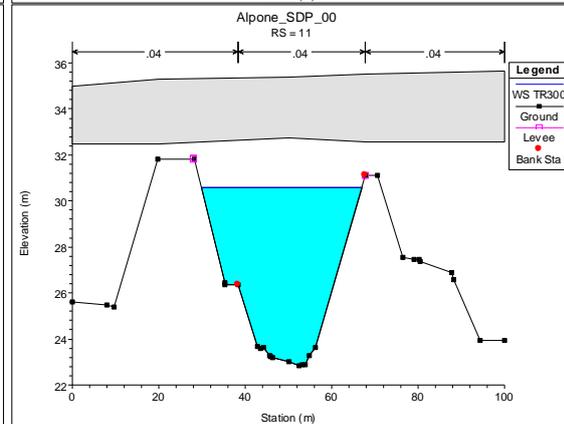
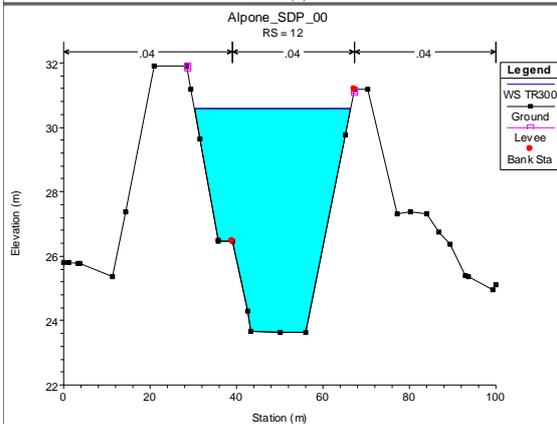
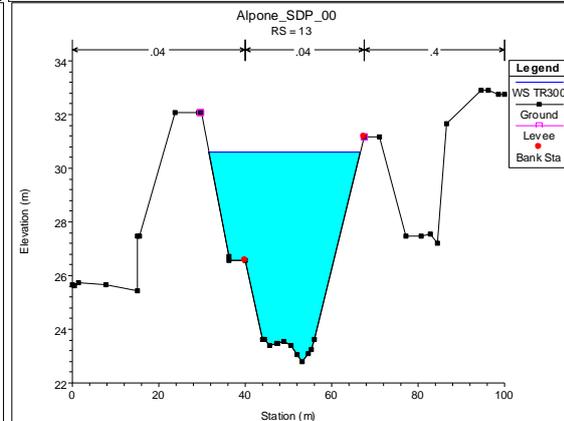
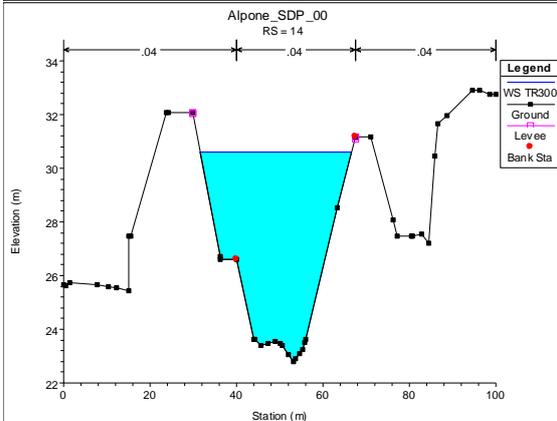
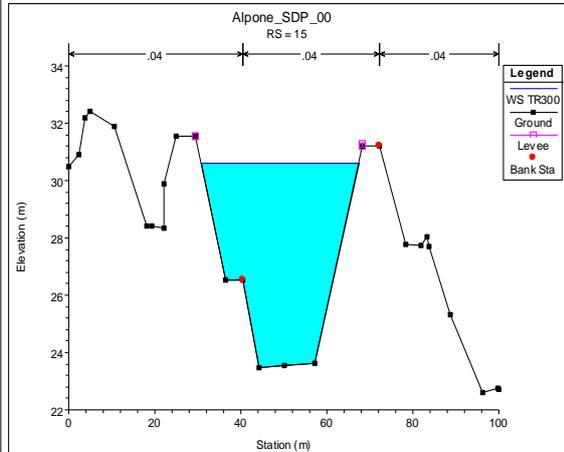
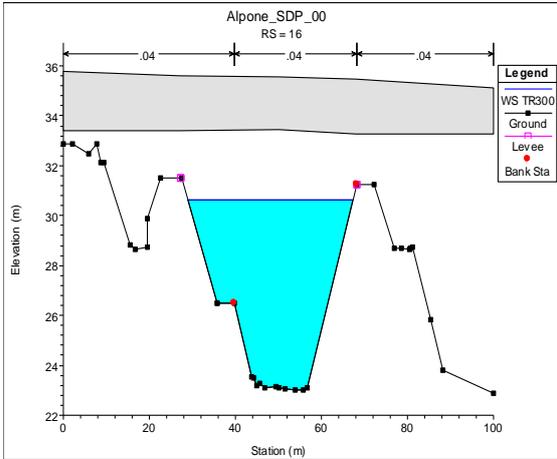


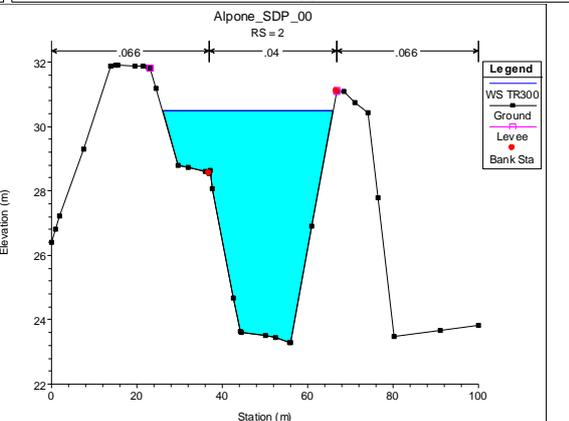
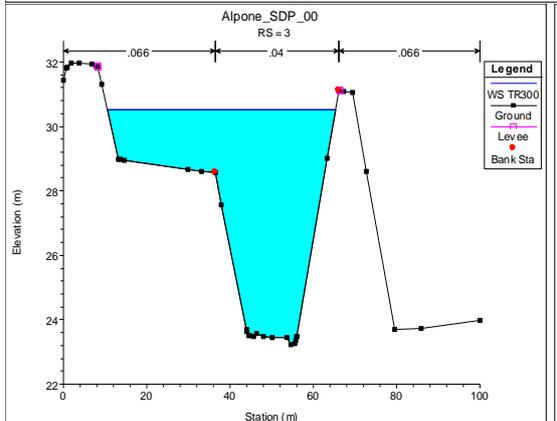
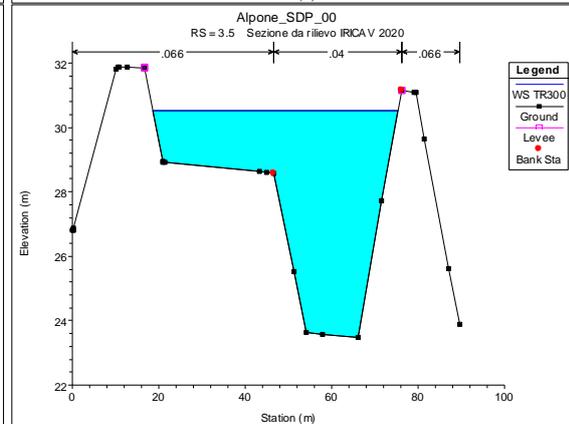
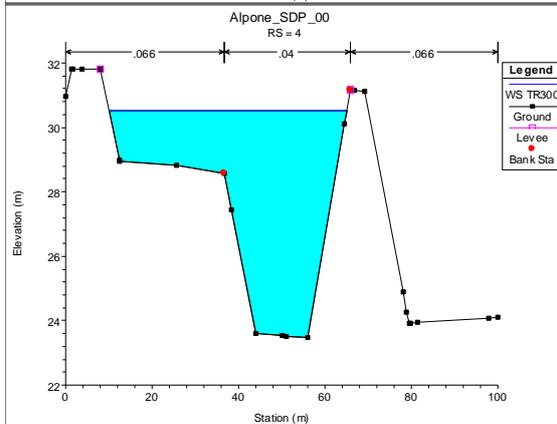
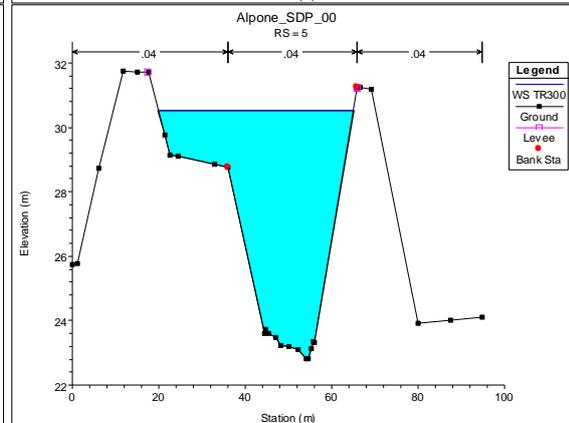
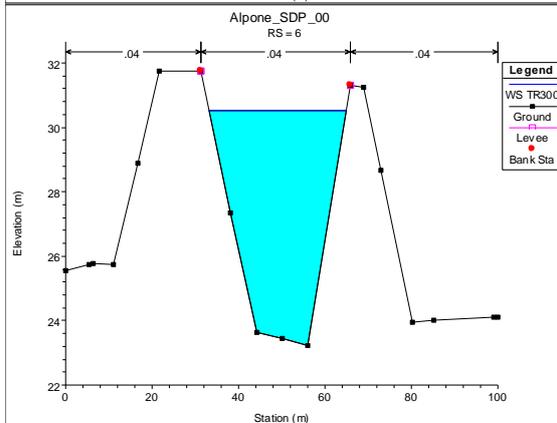
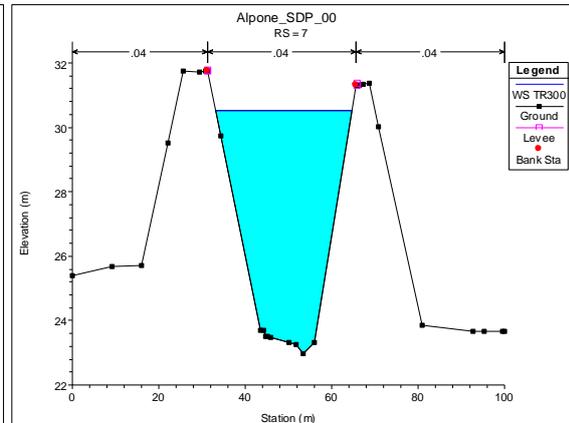
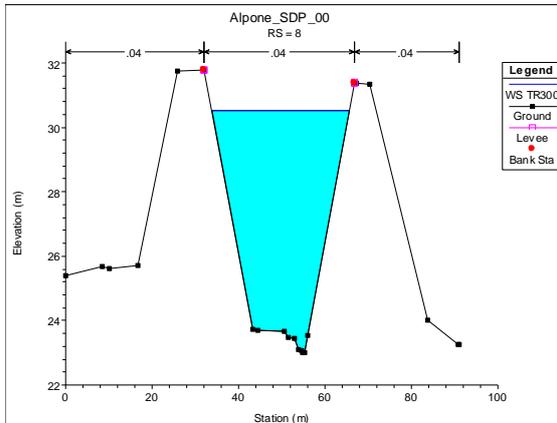


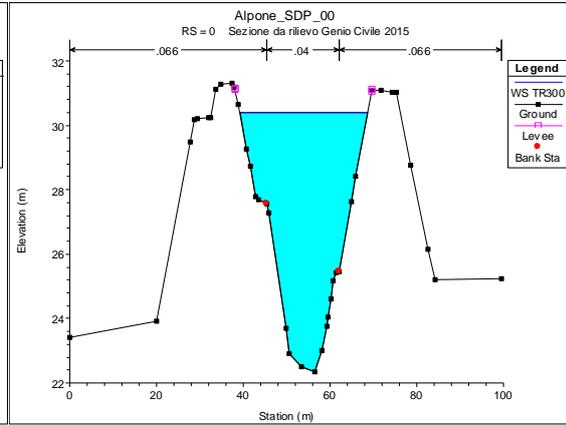
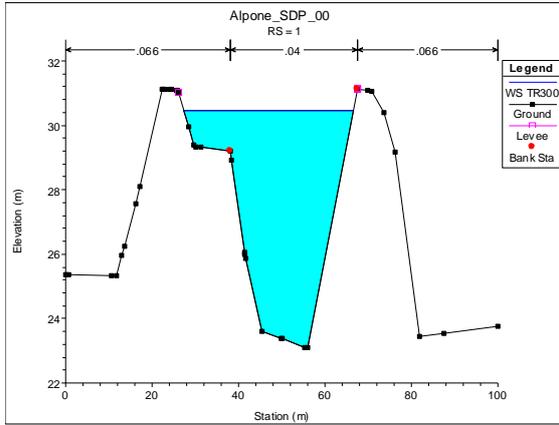


b. STATO DI PROGETTO PER TR PARI A 300 ANNI









GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 79 di 92

App 4. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IN HEC RAS – OPERE PROVVISORIALI

Si riportano gli output relativi a tutte le simulazioni effettuate, con le diverse ipotesi di portata di cantiere.

a. PORTATA PER TR 1.5 ANNI (81.18 m³/s) con chiusura della sponda in sinistra idraulica

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	Tirante (m)
20	TR1.5	81.18	22.98	28.45	24.55	28.47	0.000127	0.7	123.96	33.33	0.11	5.47
19	TR1.5	81.18	23.67	28.3	25.88	28.45	0.001471	1.73	46.92	13.18	0.29	4.63
18	TR1.5	81.18	23.44	28.29	25.73	28.43	0.001361	1.68	48.36	13.36	0.28	4.85
17	TR1.5	81.18	23.22	28.25	25.7	28.41	0.001528	1.75	46.36	12.75	0.29	5.03
16	TR1.5	81.18	22.99	28.22	25.66	28.38	0.001669	1.8	45.02	12.37	0.3	5.23
15	TR1.5	81.18	23.56	28.15	26.05	28.35	0.002182	1.99	40.73	12.26	0.35	4.59
14	TR1.5	81.18	23.59	28.15	25.89	28.31	0.001611	1.78	45.74	13.55	0.31	4.56
13	TR1.5	81.18	22.78	28.12	25.67	28.28	0.001644	1.8	45.07	12.79	0.31	5.34
12	TR1.5	81.18	23.61	28.06	26.01	28.25	0.002096	1.96	41.36	12.66	0.35	4.45
11	TR1.5	81.18	22.85	28.06	25.53	28.21	0.001532	1.74	46.61	13.13	0.3	5.21
10	TR1.5	81.18	23.2	28.01	25.78	28.19	0.001818	1.87	43.46	12.8	0.32	4.81
9	TR1.5	81.18	23.72	27.9	26.14	28.15	0.002759	2.18	37.16	11.81	0.39	4.18
8	TR1.5	81.18	23.01	27.86	25.95	28.1	0.002776	2.2	36.9	11.25	0.39	4.85
7	TR1.5	81.18	22.98	27.7	26.07	28.04	0.004253	2.59	31.4	9.66	0.46	4.72
6	TR1.5	81.18	23.43	27.71	25.94	27.97	0.002877	2.24	36.29	11.26	0.4	4.28
5	TR1.5	81.18	22.83	27.71	25.55	27.92	0.002215	2.02	40.09	11.56	0.35	4.88
4	TR1.5	81.18	23.46	27.8	25.11	27.86	0.000447	1.07	76.12	23.78	0.19	4.34
3.5	TR1.5	81.18	23.49	27.8	25.12	27.86	0.000447	1.07	76.17	23.87	0.19	4.31
3	TR1.5	81.18	23.24	27.79	25.03	27.85	0.00042	1.04	78.07	24.18	0.18	4.55
2	TR1.5	81.18	23.3	27.79	25.06	27.84	0.000427	1.05	77.55	24.15	0.19	4.49
1	TR1.5	81.18	23.11	27.78	25.01	27.84	0.000434	1.07	76.12	23.1	0.19	4.67
0	TR1.5	81.18	22.34	27.74	24.73	27.81	0.000561	1.2	67.63	21.93	0.21	5.4

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 80 di 92

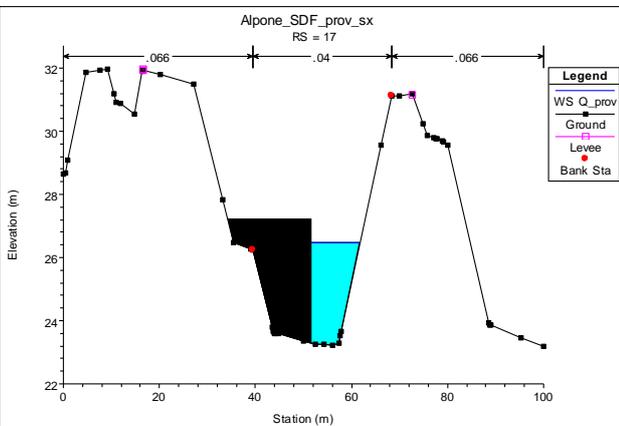
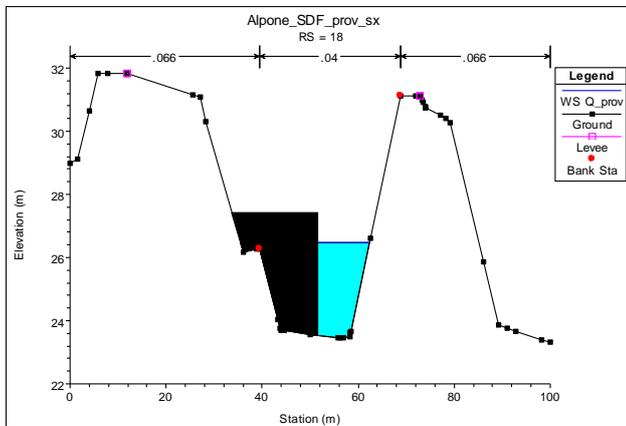
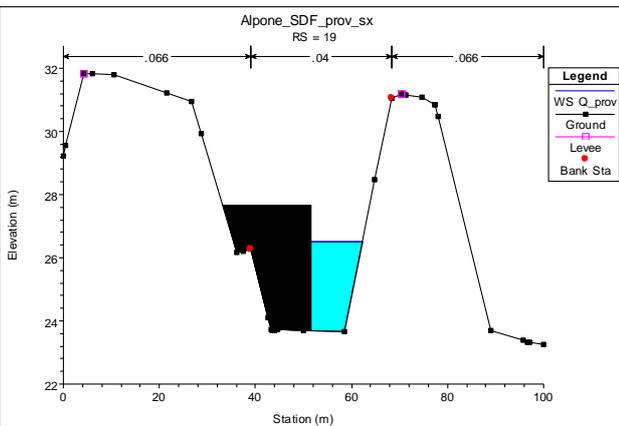
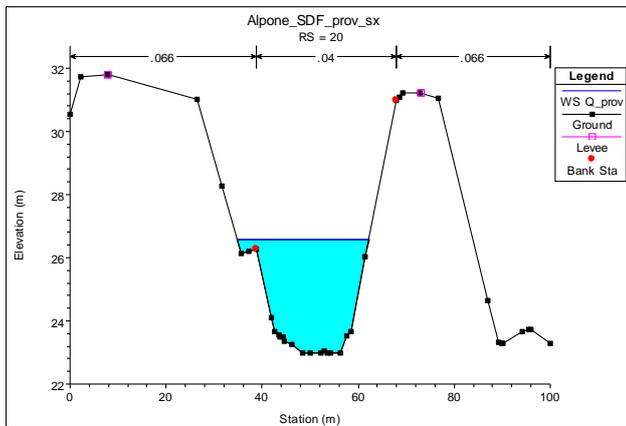
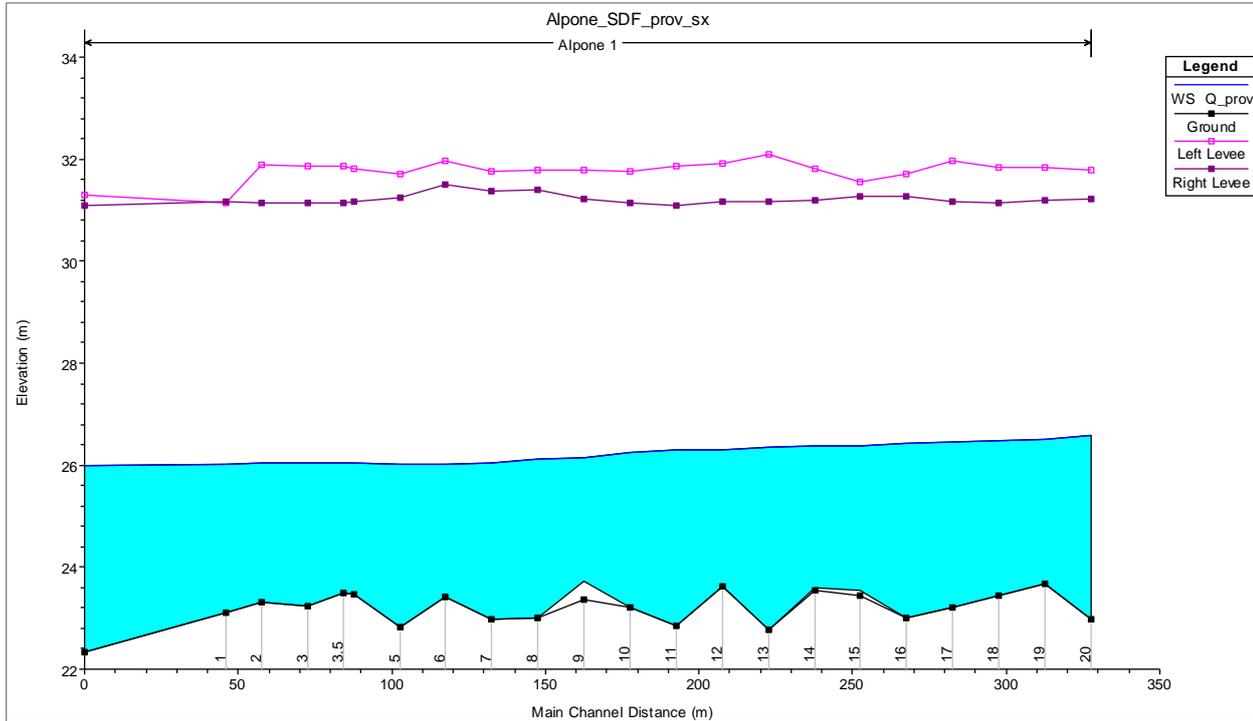
b. PORTATA ORDINARIA (76 m³/s) con chiusura della sponda in sinistra idraulica

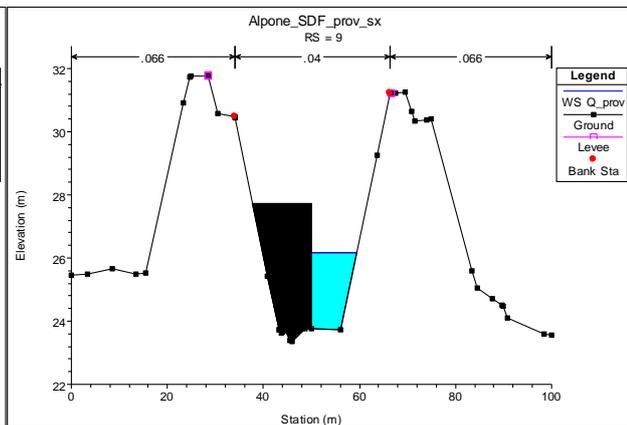
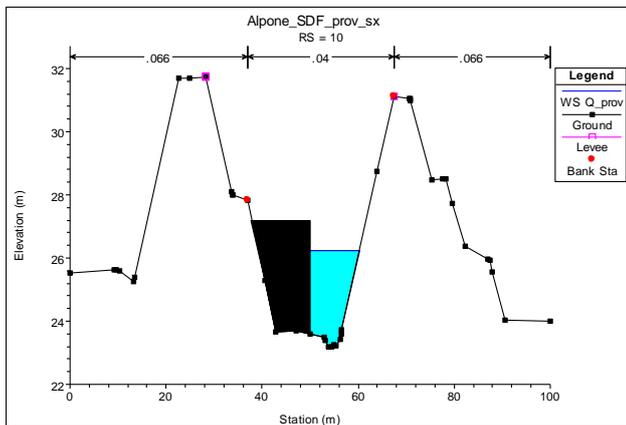
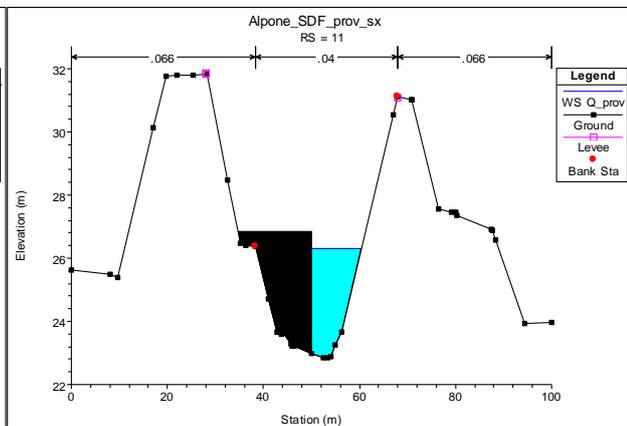
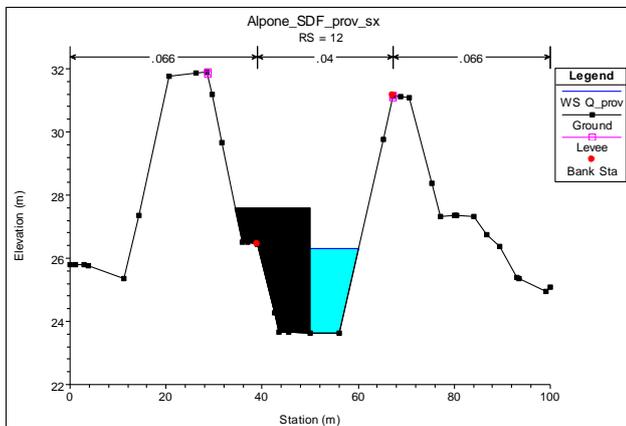
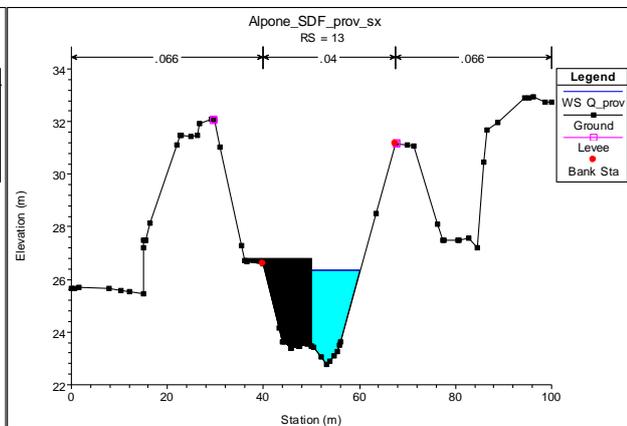
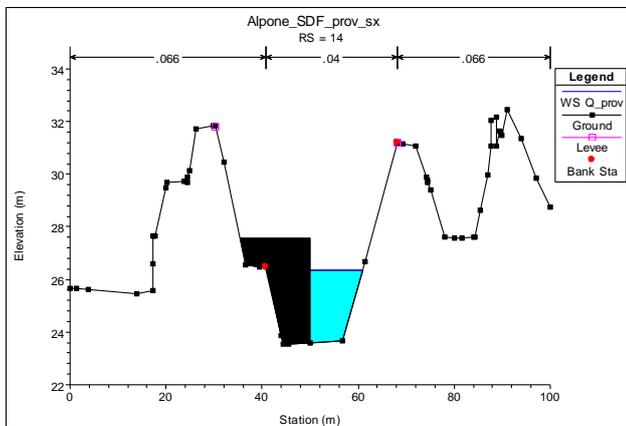
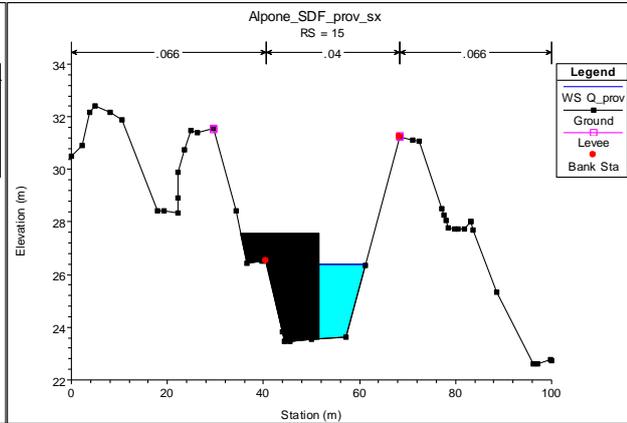
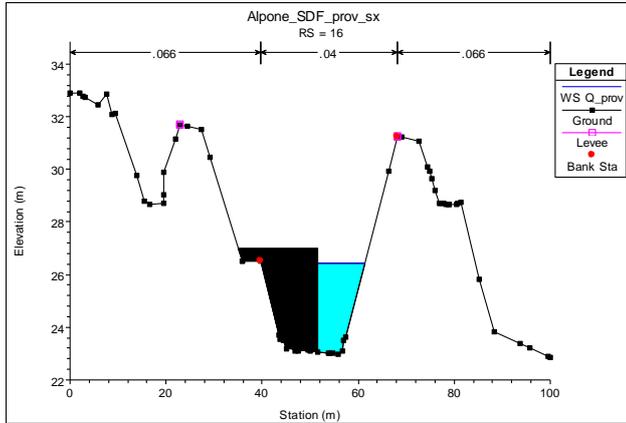
River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Tirante (m)
20	Q_ord	76	22.98	28.29	24.5	28.31	0.000125	0.68	118.76	32.82	0.11	5.31
19	Q_ord	76	23.67	28.15	25.79	28.3	0.001447	1.69	44.95	12.99	0.29	4.48
18	Q_ord	76	23.44	28.13	25.64	28.27	0.001335	1.64	46.36	13.15	0.28	4.69
17	Q_ord	76	23.22	28.1	25.6	28.25	0.001496	1.71	44.47	12.54	0.29	4.88
16	Q_ord	76	22.99	28.07	25.56	28.22	0.001631	1.76	43.2	12.16	0.3	5.08
15	Q_ord	76	23.56	28	25.96	28.19	0.002154	1.95	38.94	12.04	0.35	4.44
14	Q_ord	76	23.59	28	25.8	28.15	0.001591	1.74	43.74	13.33	0.31	4.41
13	Q_ord	76	22.78	27.97	25.57	28.13	0.00161	1.76	43.21	12.57	0.3	5.19
12	Q_ord	76	23.61	27.91	25.92	28.1	0.002074	1.92	39.53	12.44	0.34	4.3
11	Q_ord	76	22.85	27.91	25.43	28.06	0.001499	1.7	44.71	12.9	0.29	5.06
10	Q_ord	76	23.2	27.86	25.69	28.03	0.001788	1.83	41.62	12.59	0.32	4.66
9	Q_ord	76	23.72	27.76	26.04	27.99	0.002735	2.14	35.49	11.62	0.39	4.04
8	Q_ord	76	23.01	27.72	25.85	27.95	0.002729	2.15	35.33	11.06	0.38	4.71
7	Q_ord	76	22.98	27.57	25.96	27.89	0.004158	2.52	30.12	9.5	0.45	4.59
6	Q_ord	76	23.43	27.58	25.84	27.82	0.002827	2.19	34.77	11.09	0.39	4.15
5	Q_ord	76	22.83	27.57	25.45	27.77	0.002157	1.97	38.54	11.39	0.34	4.74
4	Q_ord	76	23.46	27.66	25.04	27.71	0.000443	1.04	72.78	23.39	0.19	4.2
3.5	Q_ord	76	23.49	27.66	25.05	27.71	0.000444	1.04	72.83	23.47	0.19	4.17
3	Q_ord	76	23.24	27.65	24.97	27.71	0.000417	1.02	74.67	23.78	0.18	4.41
2	Q_ord	76	23.3	27.65	25	27.7	0.000424	1.02	74.16	23.75	0.19	4.35
1	Q_ord	76	23.11	27.64	24.95	27.69	0.000429	1.04	72.89	22.75	0.19	4.53
0	Q_ord	76	22.34	27.6	24.64	27.67	0.000557	1.18	64.68	19.86	0.21	5.26

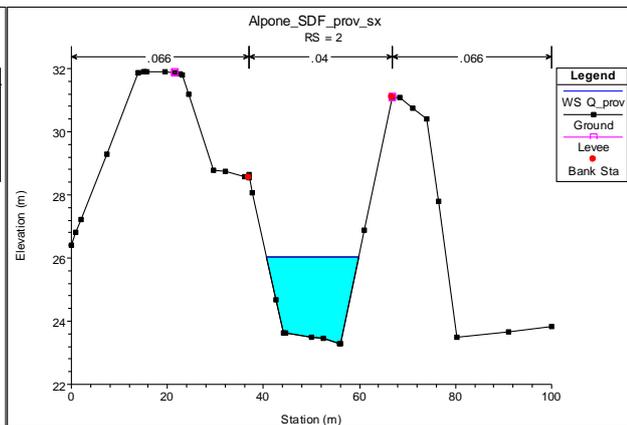
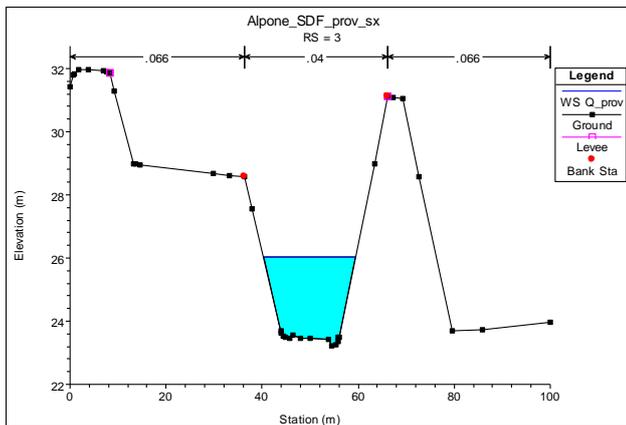
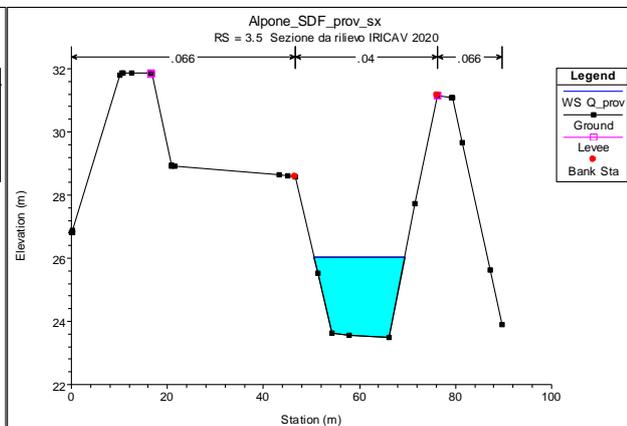
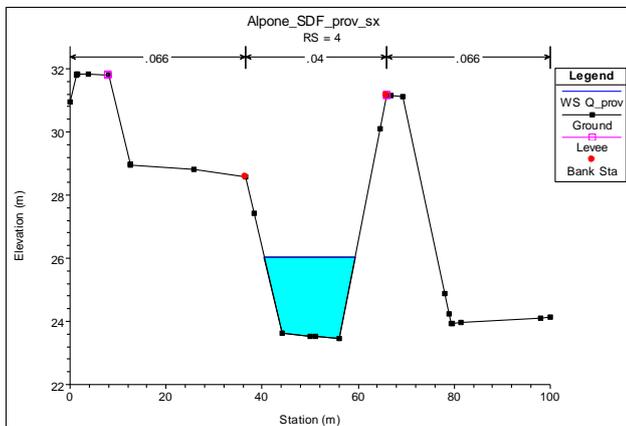
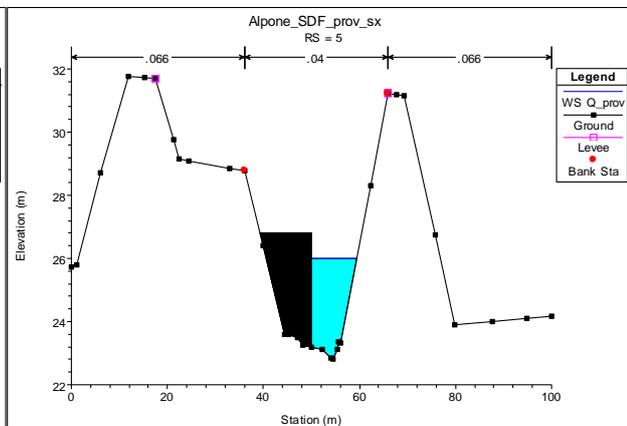
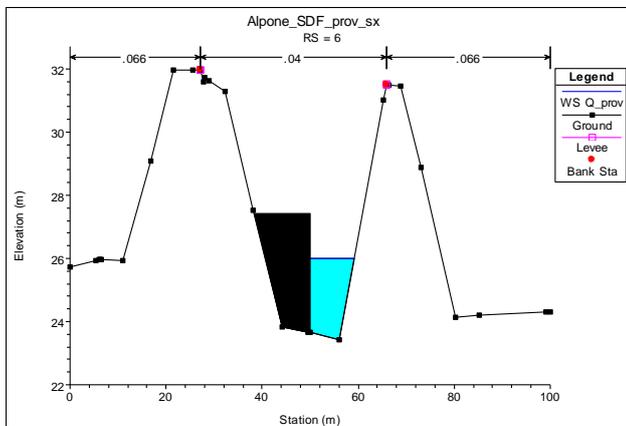
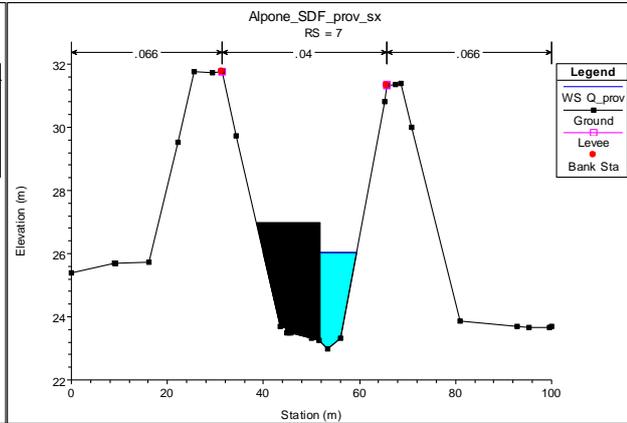
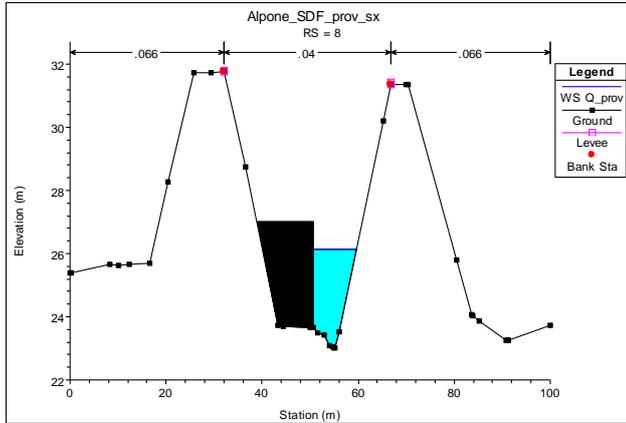
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 81 di 92

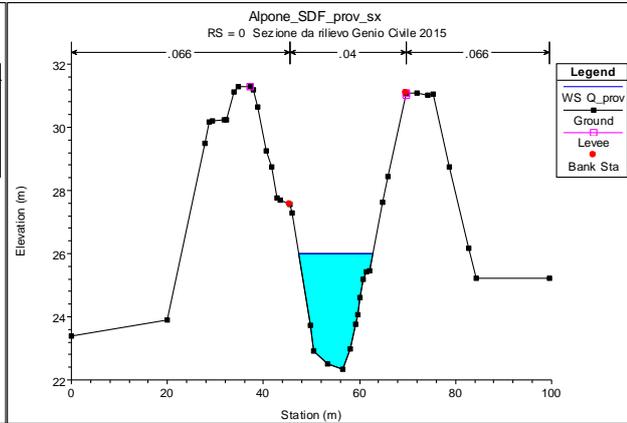
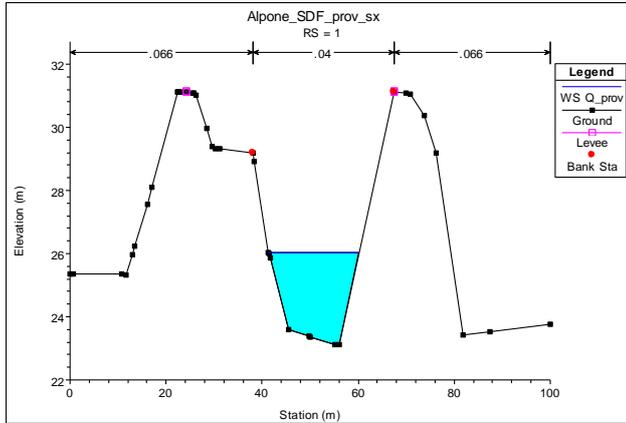
c. PORTATA NEI PERIODI DI MAGRA (33 m³/s) con chiusura della sponda in sinistra idraulica

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	Tirante (m)
20	Q_prov	33	22.98	26.58	23.93	26.6	0.000112	0.5	67.32	27.48	0.1	3.6
19	Q_prov	33	23.67	26.5	24.93	26.58	0.00131	1.31	25.27	10.82	0.27	2.83
18	Q_prov	33	23.44	26.48	24.76	26.56	0.001134	1.24	26.56	10.86	0.25	3.04
17	Q_prov	33	23.22	26.46	24.66	26.54	0.001214	1.28	25.79	10.26	0.26	3.24
16	Q_prov	33	22.99	26.44	24.56	26.53	0.001277	1.3	25.29	9.85	0.26	3.45
15	Q_prov	33	23.56	26.38	25.01	26.5	0.002032	1.54	21.37	9.63	0.33	2.82
14	Q_prov	33	23.59	26.37	24.92	26.46	0.001541	1.38	23.99	10.88	0.3	2.78
13	Q_prov	33	22.78	26.35	24.59	26.44	0.00132	1.33	24.84	10.11	0.27	3.57
12	Q_prov	33	23.61	26.29	24.99	26.41	0.002065	1.54	21.37	10.01	0.34	2.68
11	Q_prov	33	22.85	26.3	24.47	26.38	0.001217	1.28	25.87	10.4	0.26	3.45
10	Q_prov	33	23.2	26.25	24.76	26.36	0.001618	1.42	23.25	10.23	0.3	3.05
9	Q_prov	33	23.72	26.16	25.11	26.32	0.002955	1.77	18.67	9.39	0.4	2.44
8	Q_prov	33	23.01	26.13	24.84	26.27	0.002517	1.69	19.48	8.87	0.36	3.12
7	Q_prov	33	22.98	26.03	24.85	26.22	0.003578	1.95	16.95	7.62	0.42	3.05
6	Q_prov	33	23.43	26.01	24.9	26.16	0.002787	1.74	18.92	9.17	0.39	2.58
5	Q_prov	33	22.83	26.01	24.48	26.12	0.001768	1.48	22.28	9.41	0.31	3.18
4	Q_prov	33	23.46	26.05	24.42	26.08	0.000498	0.85	38.73	18.9	0.19	2.59
3.5	Q_prov	33	23.49	26.05	24.43	26.08	0.000503	0.85	38.65	18.96	0.19	2.56
3	Q_prov	33	23.24	26.04	24.34	26.08	0.000455	0.82	40.07	19.16	0.18	2.8
2	Q_prov	33	23.3	26.03	24.37	26.07	0.000472	0.83	39.56	19.16	0.19	2.73
1	Q_prov	33	23.11	26.03	24.29	26.06	0.000466	0.84	39.41	18.8	0.18	2.92
0	Q_prov	33	22.34	26	23.82	26.04	0.000489	0.89	36.89	15.44	0.18	3.66









GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 86 di 92

d. PORTATA PER TR 1.5 ANNI (81.18 m³/s) con chiusura della sponda in destra idraulica

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch EI	Bank Elev	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	Tirante
		(m ³ /s)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
20	TR1.5	81.18	22.98		28.33	24.55	28.36	0.000138	0.72	120.13	32.96	0.11	5.35
19	TR1.5	81.18	23.68	26.28	28.27	25.71	28.35	0.001064	1.27	69.41	32.67	0.27	4.59
18	TR1.5	81.18	23.54	26.29	28.26	25.73	28.33	0.000993	1.24	70.95	32.64	0.26	4.72
17	TR1.5	81.18	23.28	26.25	28.25	25.59	28.32	0.000841	1.2	73.39	31.71	0.24	4.97
16	TR1.5	81.18	23.05	26.52	28.24	25.35	28.3	0.000729	1.16	75.65	30.99	0.22	5.19
15	TR1.5	81.18	23.45	26.54	28.19	25.7	28.28	0.001403	1.42	61.77	29.31	0.3	4.74
14	TR1.5	81.18	23.53	26.59	28.12	26.06	28.25	0.002498	1.69	52	28.75	0.39	4.59
13	TR1.5	81.18	23.4	26.59	28.12	25.94	28.21	0.001206	1.39	62.49	28.32	0.28	4.72
12	TR1.5	81.18	23.64	26.46	28.07	25.93	28.19	0.002047	1.59	54.53	28.98	0.36	4.43
11	TR1.5	81.18	23	26.34	28.08	25.54	28.15	0.000895	1.23	69.91	30.03	0.25	5.08
10	TR1.5	81.18	23.59	27.83	28.02	25.86	28.13	0.001655	1.48	55.06	29.01	0.33	4.43
9	TR1.5	81.18	23.36	30.46	27.92	25.88	28.09	0.003325	1.86	43.68	24.32	0.44	4.56
8	TR1.5	81.18	23.66		27.92	25.85	28.04	0.001732	1.54	52.8	24.34	0.33	4.26
7	TR1.5	81.18	23.25		27.92	25.51	28.01	0.001236	1.38	58.83	24.53	0.28	4.67
6	TR1.5	81.18	23.65		27.74	26.21	27.97	0.004613	2.09	38.81	23.4	0.52	4.09
5	TR1.5	81.18	23.18		27.75	25.93	27.9	0.002338	1.69	48.06	23.87	0.38	4.57
4	TR1.5	81.18	23.46		27.8	25.11	27.86	0.000447	1.07	76.12	23.78	0.19	4.34
3.5	TR1.5	81.18	23.49		27.8	25.12	27.86	0.000447	1.07	76.17	23.87	0.19	4.31
3	TR1.5	81.18	23.24		27.79	25.03	27.85	0.00042	1.04	78.07	24.18	0.18	4.55
2	TR1.5	81.18	23.3		27.79	25.06	27.84	0.000427	1.05	77.55	24.15	0.19	4.49
1	TR1.5	81.18	23.11		27.78	25.01	27.84	0.000434	1.07	76.12	23.1	0.19	4.67
0	TR1.5	81.18	22.34		27.74	24.73	27.81	0.000561	1.2	67.63	21.93	0.21	5.4

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 87 di 92

e. PORTATA ORDINARIA (76 m³/s) con chiusura della sponda in destra idraulica

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch EI (m)	Bank Elev	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	Tirante (m)
20	Q_ord	76	22.98		28.22	24.5	28.24	0.000132	0.7	116.44	32.6	0.11	5.24
19	Q_ord	76	23.68	26.28	28.16	25.63	28.23	0.001096	1.25	65.76	32.3	0.27	4.48
18	Q_ord	76	23.54	26.29	28.14	25.65	28.22	0.001019	1.23	67.3	32.27	0.26	4.6
17	Q_ord	76	23.28	26.25	28.13	25.5	28.2	0.000853	1.18	69.83	31.36	0.24	4.85
16	Q_ord	76	23.05	26.52	28.12	25.26	28.19	0.000732	1.13	72.17	30.64	0.22	5.07
15	Q_ord	76	23.45	26.54	28.07	25.61	28.17	0.001451	1.4	58.46	29.01	0.3	4.62
14	Q_ord	76	23.53	26.59	28	25.96	28.14	0.002683	1.69	48.65	28.43	0.4	4.47
13	Q_ord	76	23.4	26.59	28	25.84	28.1	0.001238	1.37	59.21	28	0.29	4.6
12	Q_ord	76	23.64	26.46	27.95	25.84	28.07	0.002188	1.59	51.08	28.64	0.37	4.31
11	Q_ord	76	23	26.34	27.96	25.45	28.03	0.000916	1.21	66.34	29.68	0.25	4.96
10	Q_ord	76	23.59	27.83	27.9	25.77	28.01	0.001751	1.47	51.64	27.11	0.33	4.31
9	Q_ord	76	23.36	30.46	27.79	25.79	27.97	0.003649	1.87	40.59	23.97	0.46	4.43
8	Q_ord	76	23.66		27.79	25.77	27.91	0.001819	1.53	49.71	24	0.34	4.13
7	Q_ord	76	23.25		27.79	25.43	27.88	0.001273	1.36	55.72	24.18	0.29	4.54
6	Q_ord	76	23.65		27.6	26.11	27.83	0.005341	2.14	35.45	22.99	0.55	3.95
5	Q_ord	76	23.18		27.61	25.84	27.75	0.002558	1.7	44.64	23.44	0.39	4.43
4	Q_ord	76	23.46		27.66	25.04	27.71	0.000443	1.04	72.78	23.39	0.19	4.2
3.5	Q_ord	76	23.49		27.66	25.05	27.71	0.000444	1.04	72.83	23.47	0.19	4.17
3	Q_ord	76	23.24		27.65	24.97	27.71	0.000417	1.02	74.67	23.78	0.18	4.41
2	Q_ord	76	23.3		27.65	25	27.7	0.000424	1.02	74.16	23.75	0.19	4.35
1	Q_ord	76	23.11		27.64	24.95	27.69	0.000429	1.04	72.89	22.75	0.19	4.53
0	Q_ord	76	22.34		27.6	24.64	27.67	0.000557	1.18	64.68	19.86	0.21	5.26

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RH VI05B8 001	Rev. A	Foglio 88 di 92

f. PORTATA NEI PERIODI DI MAGRA (33 m³/s) con chiusura della sponda in destra idraulica

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch EI	Bank Elev	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	Tirante
		(m ³ /s)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
20	Q_prov	33	22.98		26.54	23.93	26.55	0.000117	0.51	66.2	27.36	0.1	3.56
19	Q_prov	33	23.68	26.28	26.48	24.84	26.55	0.00091	1.13	30.03	15.97	0.24	2.8
18	Q_prov	33	23.54	26.29	26.46	24.82	26.53	0.001012	1.17	28.87	15.97	0.25	2.92
17	Q_prov	33	23.28	26.25	26.45	24.67	26.51	0.000887	1.12	29.71	15.36	0.23	3.17
16	Q_prov	33	23.05	26.52	26.44	24.4	26.5	0.000764	1.07	30.88	11.62	0.21	3.39
15	Q_prov	33	23.45	26.54	26.4	24.75	26.48	0.001179	1.26	26.19	10.84	0.26	2.95
14	Q_prov	33	23.53	26.59	26.32	24.99	26.46	0.002258	1.62	20.38	9.09	0.35	2.79
13	Q_prov	33	23.4	26.59	26.3	24.89	26.42	0.001943	1.52	21.71	9.65	0.32	2.9
12	Q_prov	33	23.64	26.46	26.28	24.95	26.39	0.001819	1.46	22.58	10.66	0.32	2.64
11	Q_prov	33	23	26.34	26.28	24.57	26.36	0.001134	1.22	27.09	11.5	0.25	3.28
10	Q_prov	33	23.59	27.83	26.23	24.91	26.33	0.001744	1.44	22.99	10.83	0.31	2.64
9	Q_prov	33	23.36	30.46	26.19	24.9	26.3	0.001946	1.52	21.78	10.18	0.33	2.83
8	Q_prov	33	23.66		26.16	24.91	26.27	0.001892	1.48	22.25	10.65	0.33	2.5
7	Q_prov	33	23.25		26.16	24.61	26.24	0.001168	1.23	26.88	11.91	0.26	2.91
6	Q_prov	33	23.65		26	25.17	26.2	0.004133	1.98	16.68	9.26	0.47	2.35
5	Q_prov	33	23.18		25.98	24.87	26.13	0.002969	1.75	18.81	9.32	0.39	2.8
4	Q_prov	33	23.46		26.05	24.42	26.08	0.000498	0.85	38.73	18.9	0.19	2.59
3.5	Q_prov	33	23.49		26.05	24.43	26.08	0.000503	0.85	38.65	18.96	0.19	2.56
3	Q_prov	33	23.24		26.04	24.34	26.08	0.000455	0.82	40.07	19.16	0.18	2.8
2	Q_prov	33	23.3		26.03	24.37	26.07	0.000472	0.83	39.56	19.16	0.19	2.73
1	Q_prov	33	23.11		26.03	24.29	26.06	0.000466	0.84	39.41	18.8	0.18	2.92
0	Q_prov	33	22.34		26	23.82	26.04	0.000489	0.89	36.89	15.44	0.18	3.66

