Committente:
Benfante
Via Gramsci 2
Sant'Olcese (GE)

Livello di Progetto:

Titolo:

NUOVA PASSERELLA PEDONALE SUL TORRENTE SARDORELLA

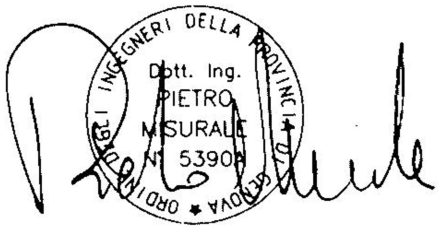
Oggetto:

RELAZIONE IDRAULICA

Codice Progetto:
P150-20

Nome File:
P150-20-I-RE-IDR-001-A

Firme:



Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	MI	29/09/20	PM	30/09/20

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA
efca
apave certification
ISO 9001 N° SC 10-2588/IAF 34
ISO 14001 N° SCA 19-3491/IAF 34
ISO 45001 N° SCS 20-336/IAF 34

ITEC engineering S.r.l.
19038 SARZANA (SP)
Via Variante Aurelia, 98
TEL. +39 0187 610532
info@itec-engineering.it

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi 7/9-10
TEL. +39 010 5959690
www.itec-engineering.it

E' vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

1 PREMESSA 2

2 TORRENTE SARDORELLA 3

4 INTERVENTI PREVISTI 4

5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5

5.1 PIANO DI BACINO 5
5.2 REGOLAMENTO REGIONALE 7

6 VERIFICHE IDRAULICHE 9

6.1 PORTATE DI RIFERIMENTO 9
6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO 9
6.3 PARAMETRI DI CALCOLO E CONFIGURAZIONI DI VERIFICA 9
6.4 ANALISI DEI RISULTATI 10

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 11

Allegati:

ALLEGATO A: Documentazione fotografica

ALLEGATO B: Verifiche idrauliche torrente Sardorella

Appendici:

APPENDICE 1: Software di calcolo Hec-Ras 5.0.7

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta su incarico della Benfante S.r.l. e contiene la verifica idraulica del tratto di torrente Sardorella in corrispondenza dell'attuale ponte carrabile di accesso allo stabilimento della Benfante, ubicato in Via Antonio Gramsci 2 in Comune di Sant'Olcese, che verrà demolito e sostituito da una nuova passerella pedonale a campata unica.

In figura 1 è riportata la foto area del tratto di torrente Sardorella oggetto di verifica con evidenziata la posizione dell'attuale ponte di accesso alla Benfante che verrà sostituito dalla nuova passerella pedonale.



Figura 1

2 TORRENTE SARDORELLA

Il bacino del torrente Sardorella drena una superficie complessiva di circa 13.7 km^2.

L'asta principale ha origine sulle pendici del monte Carossino (838 m), attraversa le frazioni di Piccarello e Manesseno di Sant'Olcese e sfocia nel torrente Secca, a sua volta affluente del torrente Polcevera.

I suoi affluenti principali sono i rii Ciazzi, Ciubeca, Gazu e Gazzo in sponda destra e il rio Busso in sponda sinistra.

Il bacino è delimitato a Nord e ad Ovest dallo spartiacque con il bacino del torrente Secca, a Est dallo spartiacque con il bacino del torrente Scrivia e a Sud dallo spartiacque con il bacino del torrente Bisagno.

Il tronco d'alveo oggetto di verifica è costituito dal tratto terminale del torrente Sardorella per una lunghezza complessiva di circa 1000 m a monte della confluenza con il torrente Secca.

In tale tratto l'asta del corso d'acqua si sviluppa secondo una direttrice E-O con pendenza media del fondo pari all'1.3% circa.

Il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni e risulta sgombero da grossi depositi, con scarsa vegetazione arborea ed arbustiva.

Le sezioni hanno forma regolare assimilabile alla rettangolare, con larghezze variabili tra 30 m e 45 m circa e altezza variabile tra 3.5 e 4.5 m circa.

Procedendo da valle verso monte in sponda destra l'argine è costituito da un muro in calcestruzzo per i primi 400 m (Via Poirè), da un terrapieno naturale per ulteriori 300 m e nuovamente da un muro in calcestruzzo per i restanti 300 m circa (Via Gramsci).

In sponda sinistra l'argine è costituito da un muro in c.a. per circa 700 m (Via Sardorella) e da un muro in calcestruzzo per i successivi 300 m circa (proprietà Benfante).

Nel tratto di interesse sono presenti quattro manufatti di attraversamento:

- ponte di Via Sardorella alla confluenza con il torrente Secca: a due campate con inclinazione di circa 30° rispetto all'asse del corso d'acqua, lunghezza circa 40 m, larghezza circa 10 m, luce libera 4.5 m circa.
- passerella pedonale di collegamento Via Sardorella - Via Poirè: a tre campate, lunghezza circa 40 m, larghezza circa 2.5 m, luce libera 4 m circa.
- ponte carrabile collegamento Via Sardorella - Via Poirè: a tre campate con inclinazione di circa 35° rispetto all'asse del corso d'acqua, lunghezza circa 70 m, larghezza circa 12 m, luce libera 4.0 m circa.
- ponte di accesso alla proprietà Benfante da Via Antonio Gramsci: a due campate, lunghezza circa 25 m, larghezza circa 6 m, luce libera 3.5 m circa.

4 INTERVENTI PREVISTI

Gli interventi previsti riguardano la demolizione dell'attuale ponte carrabile di accesso allo stabilimento della Benfante, ubicato in sponda sinistra del torrente Sardorella, che collega lo stabilimento con la viabilità spondale destra costituita da Via Gramsci in Comune di Sant'Olcese

L'attuale ponte è costituito da un manufatto in c.a. a due campate con una pila in alveo. Il ponte ha una lunghezza di circa 25 m, larghezza di circa 6 m e una luce libera di circa 3.5 m.

La nuova passerella sarà ubicata in corrispondenza dell'attuale ponte carrabile ed è prevista a campata unica con andamento leggermente arcuato con cuspide in mezzeria.

La luce libera al di sotto dell'intradosso varia all'incirca da un minimo di 3.7 m in corrispondenza delle spalle ad un massimo di 5 m in mezzeria.

La campata ha una lunghezza di circa 25 m e l'impalcato ha una larghezza di 2.4 m.

5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio per l'assetto idrogeologico del torrente Polcevera[1] e dal Regolamento Regionale n°3 del 14/07/2011[2] e dalle modifiche introdotte dalla DGR n°181 del 11/03/2016.

Il Piano di Bacino è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l'esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Il Regolamento disciplina le aree di pertinenza dei corsi d'acqua, in coerenza e in continuità con le previsioni dei piani di bacino e le normative vigenti in materia di polizia idraulica, e si applica a tutto il reticolo idrografico regionale e alle relative pertinenze.

5.1 PIANO DI BACINO

Come mostra l'estratto della *Carta delle fasce fluviali* del Piano di Bacino di seguito riportato, il ponte di accesso e l'area dello stabilimento della Benfante ricadono in Fascia B, (aree inondabili in caso di evento di piena 200-ennale).

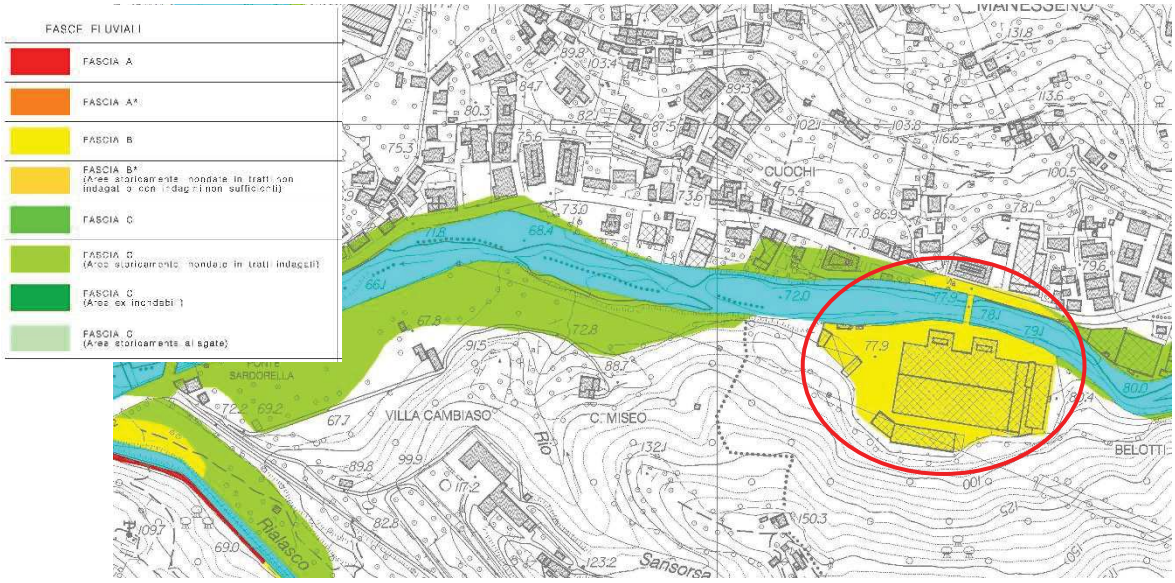


Figura 2

[1] Approvato con DCP n. 14 del 02/04/2003.
Ultima variante approvata: DDG n. 88 del 10/04/2017 entrata in vigore il 03/05/2017

[2] *Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua* attuativo della DGR 1360/2010.

Nel tratto oggetto di studio il torrente Sardorella risulta fra quelli indagati nell'ambito del Piano di Bacino del torrente orrente Polcevera come mostra la figura seguente.

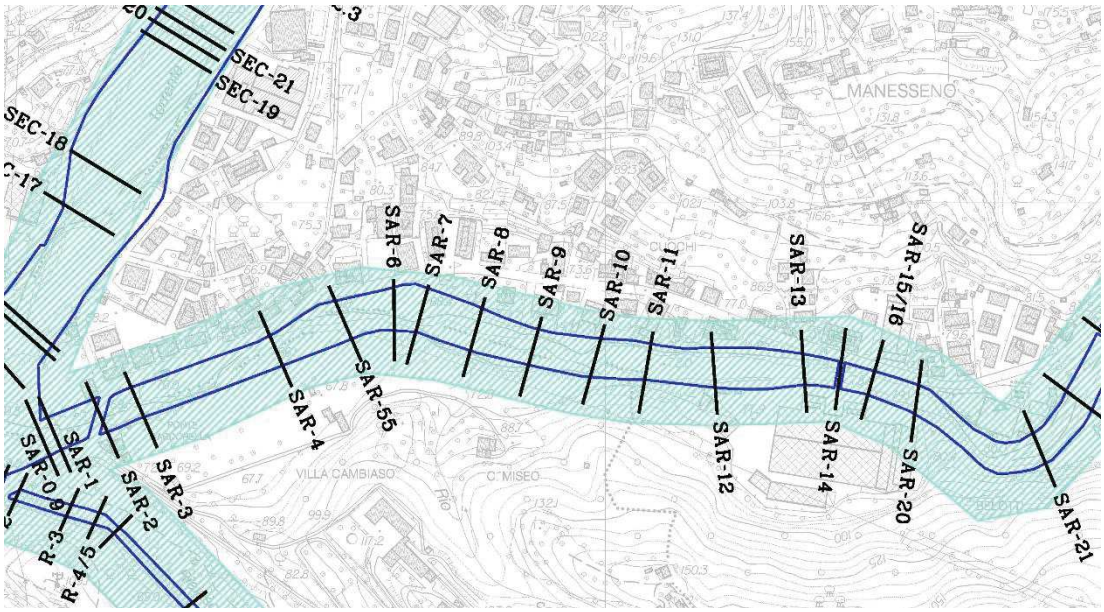


Figura 3

Nel Piano di Bacino le portate di piena con assegnato tempo di ritorno del torrente Sardorella e relativi affluenti sono state calcolate in diverse sezioni come mostrano gli estratti della carta dei sottobacini riportati nella figura e nella tabella seguenti.

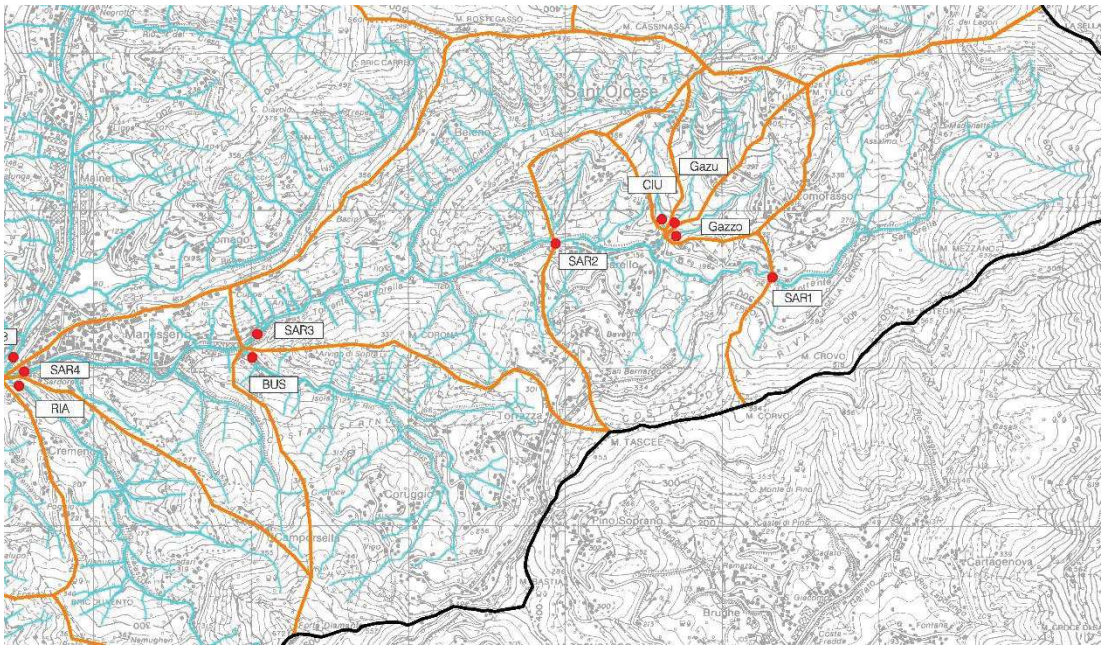


Figura 4

	Sezione di chiusura	Sottobacino	Superficie sottesa alla sez. di chiusura (Km²)	Portate di piena al colmo (m³/s)		
				T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
SARDORELLA	SAR4	Sardorella	13,7	245	290	325
	SAR3	Sardorella	9,57	197	245	280
	SAR2	Sardorella	6,48	115	140	160
	SAR1	Sardorella	3.59	70	90	100
	BUS	Busso	2,71	84	109	125
	CIU2	Ciubeca	1,06	29,4	42,5	51,2
	CIU1	Ciubeca	0,18	5,0	7,2	8,7
	Gazu	Gazu	0,50	13,9	20,1	24,1
	Gazzo	Gazzo	0,35	9,7	14	16,9

Tabella I

5.2 REGOLAMENTO REGIONALE

Il Regolamento (art. 3) suddivide i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico in classi in funzione dell'estensione dei bacini sottesi secondo il seguente schema.

Superficie sottesa [km^2]	Classificazione
S > 1	**Corso d'acqua di 1° livello**
0.25 ≤ S ≤ 1	**Corso d'acqua di 2° livello**
0.25 < S < 0.1	**Corso d'acqua di 3° livello**
S ≤ 0.1	**Corso d'acqua minuto**

Tabella II

Sulla base di quanto sopra il torrente Sardorella è classificabile come corso d'acqua di 1° livello.

Per quanto riguarda i limiti di inedificabilità, per i corsi d'acqua di 1°, 2° e 3° livello "indagati" (che sono stati oggetto di studio idraulico specifico), il Regolamento (art. 4) stabilisce una fascia di inedificabilità assoluta dai limiti dell'alveo pari a 10 m misurati:

a) dal limite più esterno tra il ciglio di sponda, il ciglio o il piede delle opere di protezione presenti e il limite demaniale;
b) dal piede esterno delle arginature, prescindendo dal limite demaniale, laddove siano presenti tratti sufficienti al deflusso della piena 200-ennale con adeguato franco, che rendono eventuali aree demaniali esterne avulse dall'alveo;
c) a partire dall'intersezione del livello di piena 200-ennale con la superficie topografica in caso di alvei incassati con sponde naturali, ove la definizione di cui alla lettere precedenti risulti non significativa.

L'art. 5 del Regolamento stabilisce che nella fascia di inedificabilità assoluta non sono ammessi interventi di nuova edificazione, mentre sono ammessi interventi sul patrimonio edilizio esistente non eccedenti la ristrutturazione edilizia, quali:

a) i modesti ampliamenti a fini igienico-sanitari e tecnologici, purché non riducano la distanza del fabbricato esistente dal corso d'acqua;
b) gli interventi di frazionamento interni, mutamenti di destinazione d'uso, ed il recupero a fini abitativi dei sottotetti esistenti e, più in generale, le sopraelevazioni che non configurino interventi di nuova costruzione;
c) pali o tralicci, recinzioni, cancelli, tettoie, o similari, purché amovibili in caso di necessità;
d) balconi e sbalzi;
e) la posa in opera di tubi o condotte di servizio.

Sono invece esclusi gli interventi di demolizione con ricostruzione, nonché gli interventi pertinenziali aventi sedime distinto dal fabbricato, a meno che si tratti di impianti tecnologici o similari. Sono comunque consentiti interventi di sostituzione edilizia che prevedano la ricostruzione degli edifici esistenti al di fuori della fascia di inedificabilità, sempre nel rispetto delle disposizioni connesse alla pericolosità idraulica di cui ai piani di bacino sull'assetto idrogeologico vigenti.

Per i corsi d'acqua di 1° e 2° livello il franco idraulico deve essere il maggiore tra:

- il carico cinetico della corrente determinabile come $U^2/2g$, dove U *(m/s)* è la velocità media della corrente e g *(m/s^2)* è l'accelerazione di gravità
- i valori della tabella seguente:

Argini e difese spondali	cm 50/100
Ponti e strutture di attraversamento fino a 12 m	cm 100/150
Coperture, tombinature, ponti oltre 12 m	cm 150/200

Tabella III

Infine per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza, e i franchi idraulici di sicurezza da adottare nelle verifiche idrauliche il Regolamento indica seguenti parametri.

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

Tabella IV

6 VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 PORTATE DI RIFERIMENTO

Ai fini del calcolo sono stati adottati i seguenti valori di portata di piena per assegnato periodo di ritorno relativi alla sezione terminale del torrente Sardorella indicati dal Piano di Bacino (sez. SAR4):

- T= 50 anni Q=245 m^3/s
- T=200 anni Q=290 m^3/s

6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche idrauliche sono state effettuate con il software di calcolo *Hec-Ras 5.0.7*[3].

Il software consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.

Per maggiori approfondimenti teorici a riguardo si rimanda all'Appendice 1 allegata alla presente relazione

6.3 PARAMETRI DI CALCOLO E CONFIGURAZIONI DI VERIFICA

E' stato effettuato il calcolo del profilo di rigurgito in moto permanente gradualmente variato del tratto di torrente Sardorella compreso tra la confluenza con il torrente Secca e località Bellotti a monte dell'edificio di proprietà della Benfante per una lunghezza complessiva di circa 1000 m.

Le informazioni di carattere topografico ai fini della verifica sono state desunte da un rilievo plano-altimetrico eseguito nel dicembre 2017[4] e messo a disposizione della committenza.

Ai fini del calcolo è stato assunto un valore del coefficiente *n* pari a 0.03, corrispondente a corsi d'acqua naturali con modesti depositi al fondo e argini cementati in buono stato.

Le verifiche sono state effettuate con le portate di piena 50-ennale e 200-ennale risultanti dal Piano integrando i profili per entrambe le condizioni di corrente veloce (Fr>1) da monte verso valle e di corrente lenta (Fr<1) da valle verso monte, imponendo quali condizioni al contorno all'estremità di monte la profondità critica (Fr=1) e all'estremità di valle i valori derivanti dalla confluenza con il torrente Secca.

---

[3] HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center - US Army Corps of Engineers

[4] *Rilievo plano-altimetrico e sezioni del torrente Sardorella (dicembre 2017)* Geom. Roberto Ciancio Piazza R. Baldini 4 - 16149 Genova

Le verifiche sono state effettuate nell'ipotesi di sponde infinite qualora il livello di piena superi le quote di sommità arginali.

Sono state analizzate due configurazioni di verifica, una relativa allo stato attuale con la presenza del ponte carrabile di accesso all'area dello stabilimento della Benfante e l'altra relativa allo stato di progetto con il ponte attuale demolito e sostituito dalla nuova passerella pedonale.

I risultati sono riassunti in forma numerica e grafica nell'Allegato B per entrambe le configurazioni esaminate.

6.4 ANALISI DEI RISULTATI

La verifica idraulica è stata effettuata per l'intero tratto di 1000 m circa (da sez. 1 a sez. 18), di seguito si riporta una breve descrizione dei risultati del tratto interessato dal manufatto in oggetto (da sez. 12.1 a sez. 18).

Stato attuale

Il deflusso della portata 50-ennale avviene senza esondazione lungo tutto il tratto con alternanza di tratti in corrente lenta a tratti in corrente veloce con profondità del pelo libero comprese tra 1.6 e 4 m e velocità comprese tra 3 e 6 m/s.

In corrispondenza del ponte di accesso alla proprietà Benfante il deflusso della portata 50-ennale avviene con quota massima del pelo libero pari a 75.8 m s.l.m. con franco idraulico rispetto all'intradosso pari a 0.8 m e carico totale di poco superiore all'intradosso.

Il profilo della portata 200-ennale è del tutto simile a quello della portata 50-ennale con altezze superiori di 0.15 m circa.

La portata defluisce con alternanza di corrente lenta e veloce con profondità del pelo libero comprese tra 1.7 e 5 m e velocità comprese tra 3.6 e 6.5 m/s.

In corrispondenza del ponte il deflusso della portata 200-ennale avviene con quota massima del pelo libero pari a 76.10 m s.l.m. con franco idraulico rispetto all'intradosso pari a 0.50 m e carico totale inferiore alla quota di estradosso.

La portata massima transitabile in corrispondenza del ponte in incipiente pressione (senza franco) è pari a 340 m^3/s, superiore alla portata 500-ennale.

Stato di progetto

In corrispondenza della nuova passerella pedonale di accesso all'area Benfante il deflusso della portata 50-ennale avviene con quota massima del pelo libero pari a 75.41 m s.l.m. con

franco idraulico rispetto all'intradosso pari a circa 2.2 m in corrispondenza delle spalle e di circa 3.1 m in mezzeria.

Il carico totale è ovunque contenuto al di sotto dell'impalcato.

In caso di portata 200-ennale il deflusso in corrispondenza della nuova passerella pedonale avviene con quota massima del pelo libero pari a 75.62 m s.l.m. con franco idraulico rispetto all'intradosso pari a circa 2.0 m in corrispondenza delle spalle e di circa 2.9 m in mezzeria.

Il carico totale è ovunque contenuto al di sotto dell'impalcato.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le verifiche idrauliche relative allo stato attuale hanno ha evidenziato che l'attuale ponte di accesso carrabile all'area Benfante non risulta conforme alla normativa idraulica per carenza di franco, tale carenza tuttavia non è tale da causare l'inondazione diretta dell'area.

La portata 200-ennale defluisce al di sotto dell'impalcato del ponte senza causarne la messa in pressione o il sormonto, pertanto la mappatura in Fascia B dell'area Benfante è dovuta alla sola carenza di franco idraulico che risulta di 60 cm rispetto ai 1.0/1.5 m richiesti dalla normativa.

Inoltre le verifiche hanno dimostrato che la massima portata defluibile al di sotto dell'impalcato (limite di incipiente messa in pressione) è superiore alla portata di piena 500-ennale indicata dal Piano di Bacino.

Nella configurazione di progetto la portata 200-ennale defluisce al di sotto dell'impalcato con un franco minimo di circa 2.0 m e la quota del carico totale della corrente è ovunque inferiore alla quota di estradosso del manufatto.

Pertanto, una volta demolito il ponte attuale e realizzata la nuova passerella pedonale, verranno meno le criticità idrauliche legate al ponte attuale e potrà essere proposta la riperimetrazione dell'area inondabile eliminando dalla mappatura del Piano di Bacino l'attuale Fascia B in corrispondenza dell'area Benfante.

ALLEGATO A

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1: tratto di alveo a monte del ponte Benfante



Foto 2: ponte Benfante (visto da monte)



Foto 3: ponte Benfante (lato monte)



Foto 4: ponte Benfante (lato valle)



Foto 5: ponte Benfante (visto da valle)

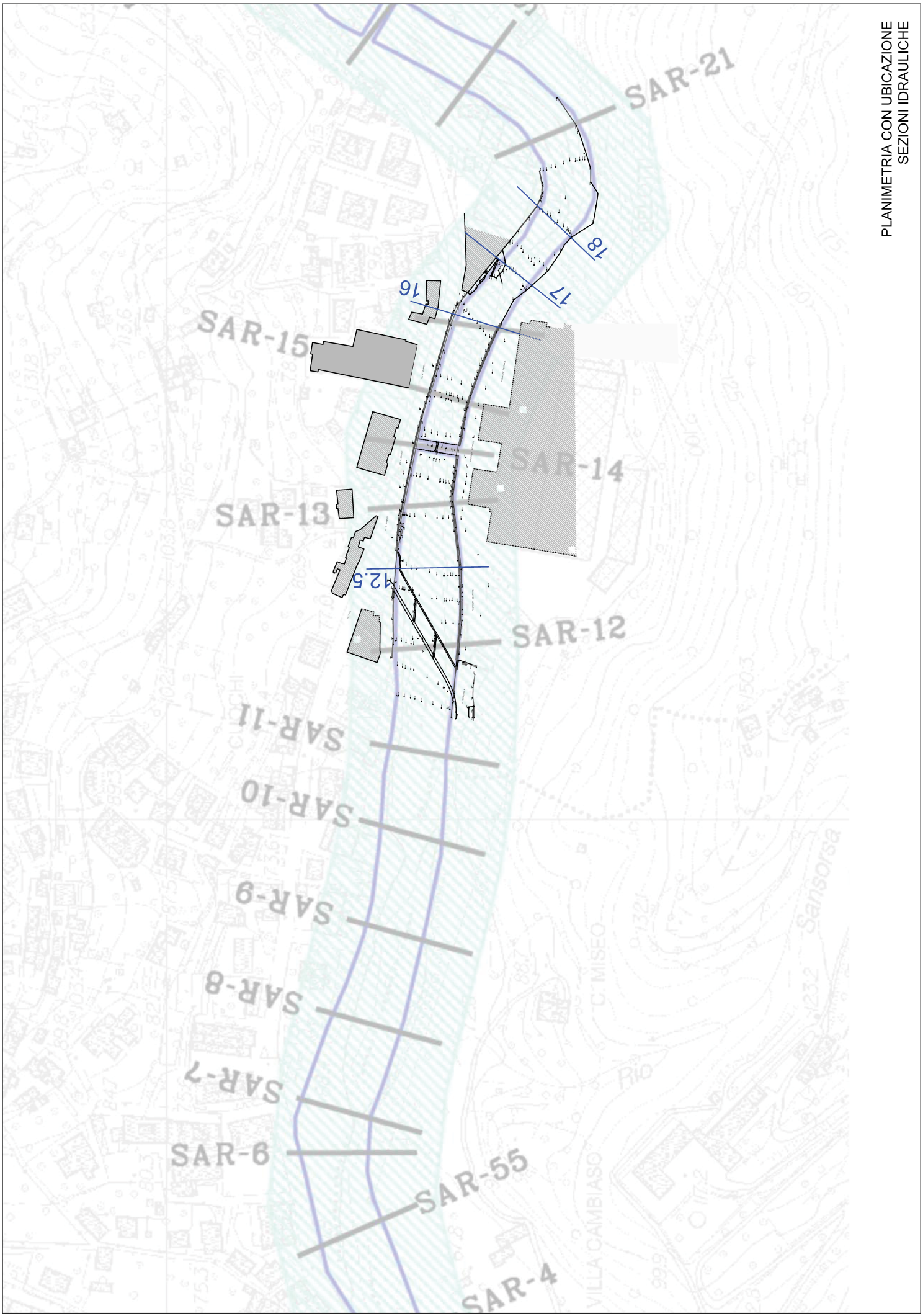


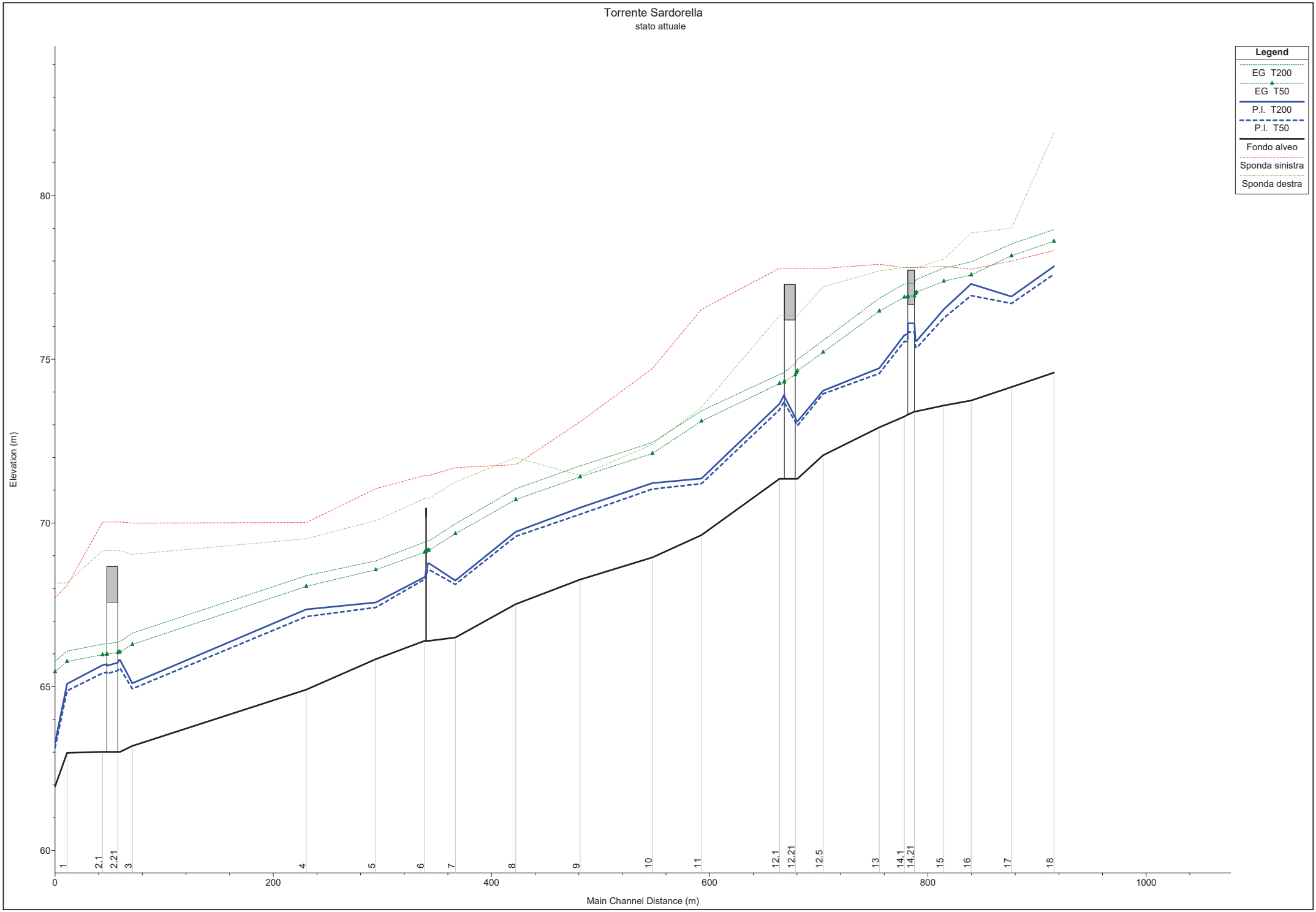
Foto 6: tratto di alveo a valle ponte Benfante

ALLEGATO B

VERIFICHE IDRAULICHE

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE
SEZIONI IDRAULICHE





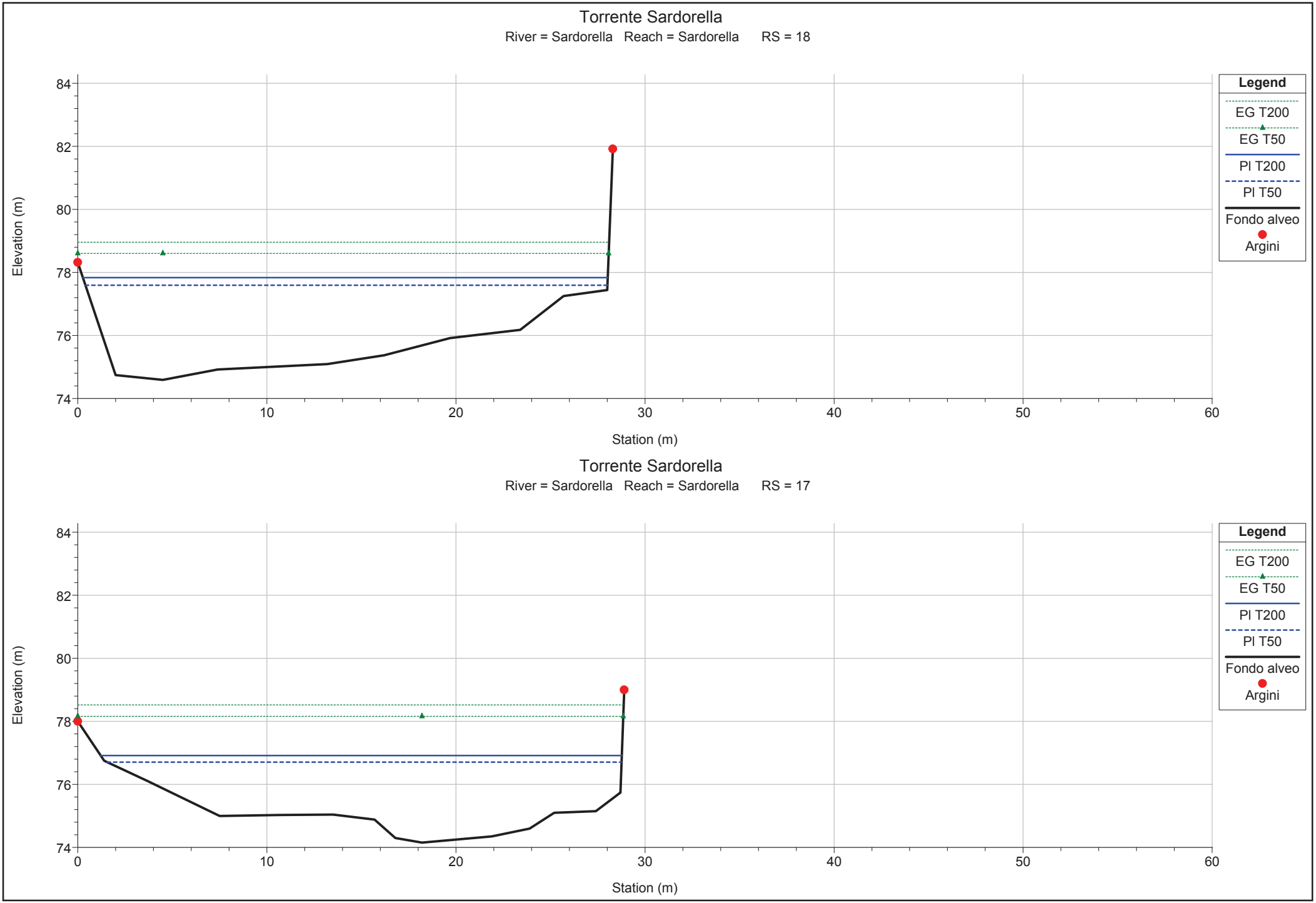
1 cm Horiz. = 30 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: Sardorella 2018 River: Sardorella Reach: Sardorella Profile: T200

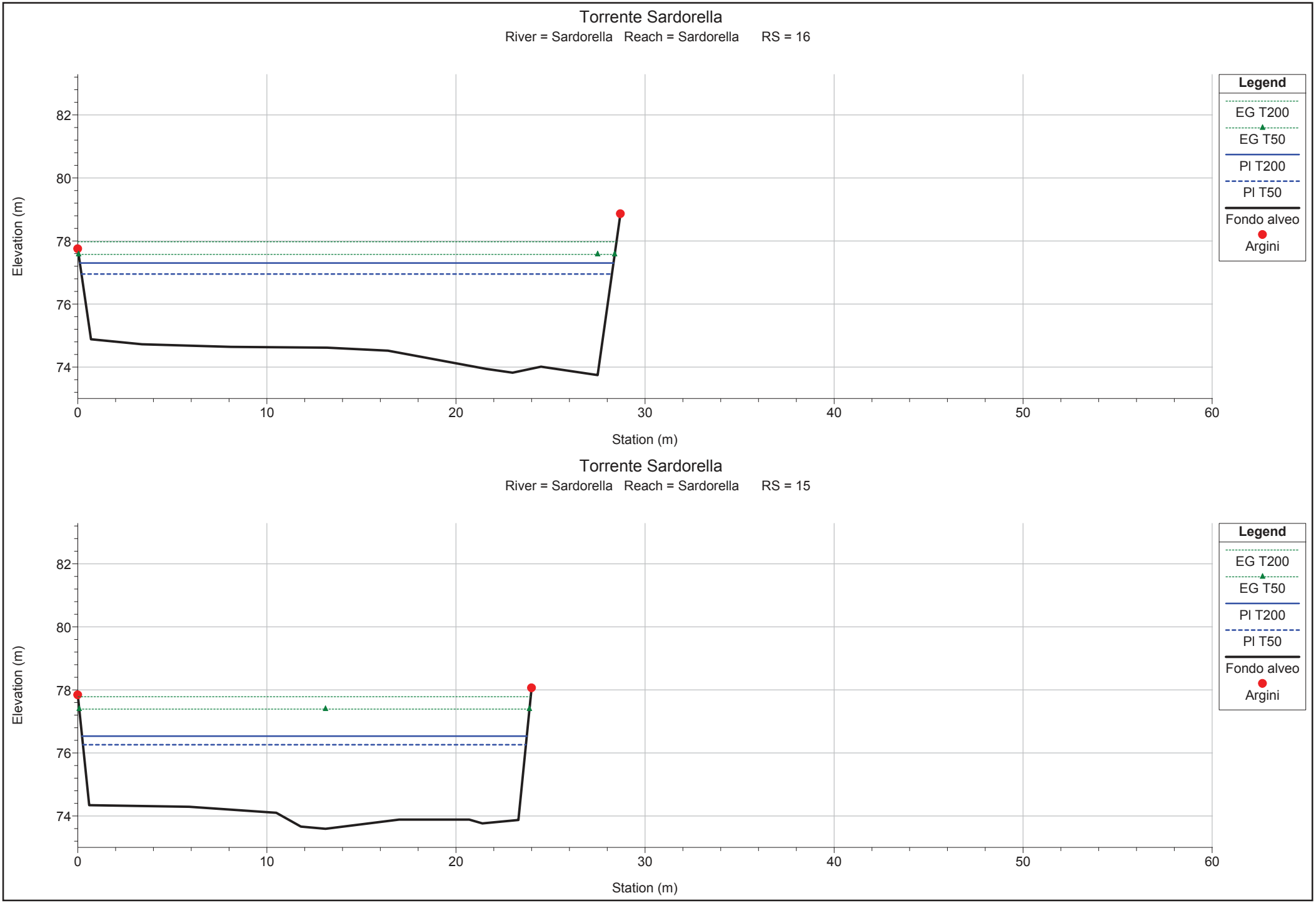
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sardorella	18	T200	960.57	290.00	74.59	78.32	81.92	77.84	2.23	3.25	78.96	4.69	61.80	27.76	1.00
Sardorella	17	T200	921.57	290.00	74.15	78.00	79.00	76.92	1.87	2.77	78.52	5.61	51.67	27.56	1.31
Sardorella	16	T200	884.57	290.00	73.74	77.75	78.86	77.30	2.83	3.56	77.97	3.64	79.75	28.22	0.69
Sardorella	15	T200	859.57	290.00	73.59	77.84	78.06	76.53	2.48	2.94	77.78	4.96	58.41	23.52	1.01
Sardorella	14.4	T200	834.57	290.00	73.41	77.80	77.80	75.56	1.93	2.15	77.44	6.08	47.72	24.78	1.40
Sardorella	14.3	T200	833.57	290.00	73.40	77.80	77.80	75.59	1.96	2.19	77.41	5.96	48.62	24.79	1.36
Sardorella	14.21		Bridge												
Sardorella	14.2	T200	832.58	290.00	73.31	77.80	77.80	75.77	2.14	2.46	77.30	5.47	53.03	24.80	1.19
Sardorella	14.1	T200	829.38	290.00	73.25	77.80	77.80	75.74	2.11	2.49	77.30	5.54	52.33	24.79	1.22
Sardorella	13	T200	806.38	290.00	72.92	77.90	77.70	74.73	1.55	1.81	76.87	6.48	44.78	28.84	1.66
Sardorella	12.5	T200	754.98	290.00	72.07	77.77	77.21	74.04	1.36	1.97	75.57	5.49	52.86	39.01	1.51
Sardorella	12.4	T200	731.38	290.00	71.35	77.78	76.33	73.10	1.21	1.74	74.99	6.09	47.60	39.42	1.77
Sardorella	12.3	T200	730.38	290.00	71.35	77.78	76.33	73.12	1.23	1.77	74.94	5.97	48.54	39.43	1.72
Sardorella	12.21		Bridge												
Sardorella	12.2	T200	729.39	290.00	71.35	77.78	76.33	73.92	2.03	2.57	74.59	3.61	80.29	39.47	0.81
Sardorella	12.1	T200	724.99	290.00	71.35	77.78	76.33	73.64	1.75	2.29	74.54	4.20	69.08	39.45	1.01
Sardorella	11	T200	653.40	290.00	69.63	76.52	73.53	71.36	1.30	1.73	73.43	6.37	45.54	34.91	1.78
Sardorella	10	T200	608.50	290.00	68.95	74.72	72.40	71.22	1.84	2.27	72.46	4.93	58.81	32.02	1.16
Sardorella	9	T200	542.15	290.00	68.27	73.09	71.45	70.47	1.88	2.20	71.74	5.00	58.01	30.78	1.16
Sardorella	8	T200	483.28	290.00	67.52	71.78	72.00	69.73	1.59	2.21	71.04	5.07	57.19	35.97	1.28
Sardorella	7	T200	427.91	290.00	66.50	71.69	71.25	68.24	1.11	1.74	69.97	5.83	49.75	45.01	1.77
Sardorella	6.3	T200	403.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.77	2.11	2.37	69.45	3.66	79.18	37.45	0.80
Sardorella	6.2	T200	402.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.76	2.10	2.36	69.45	3.68	78.73	37.44	0.81
Sardorella	6.11		Bridge												
Sardorella	6.1	T200	400.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.35	1.70	1.95	69.41	4.56	63.62	37.37	1.12
Sardorella	6	T200	399.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.35	1.70	1.95	69.41	4.57	63.46	37.37	1.12
Sardorella	5	T200	355.00	290.00	65.84	71.05	70.07	67.57	1.36	1.73	68.84	4.99	58.08	42.60	1.37
Sardorella	4	T200	291.21	290.00	64.91	70.01	69.52	67.36	2.05	2.45	68.39	4.49	64.54	31.43	1.00
Sardorella	3	T200	131.88	290.00	63.19	70.00	69.04	65.10	1.66	1.91	66.64	5.48	52.92	31.80	1.36
Sardorella	2.4	T200	120.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.82	2.56	2.81	66.38	3.32	87.36	34.10	0.66
Sardorella	2.3	T200	119.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.81	2.56	2.80	66.38	3.33	87.19	34.10	0.66
Sardorella	2.21		Bridge												
Sardorella	2.2	T200	108.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.69	2.44	2.68	66.31	3.49	83.00	34.06	0.71
Sardorella	2.1	T200	104.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.66	2.41	2.65	66.30	3.54	81.91	34.05	0.73
Sardorella	1	T200	72.00	290.00	62.98	68.09	68.17	65.09	1.99	2.11	66.09	4.42	65.60	33.00	1.00
Sardorella	0.3	T200	61.00	290.00	61.95	67.72	68.17	63.28	1.19	1.33	65.77	6.99	41.51	35.00	2.05

HEC-RAS Plan: Sardorella 2018 River: Sardorella Reach: Sardorella Profile: T50

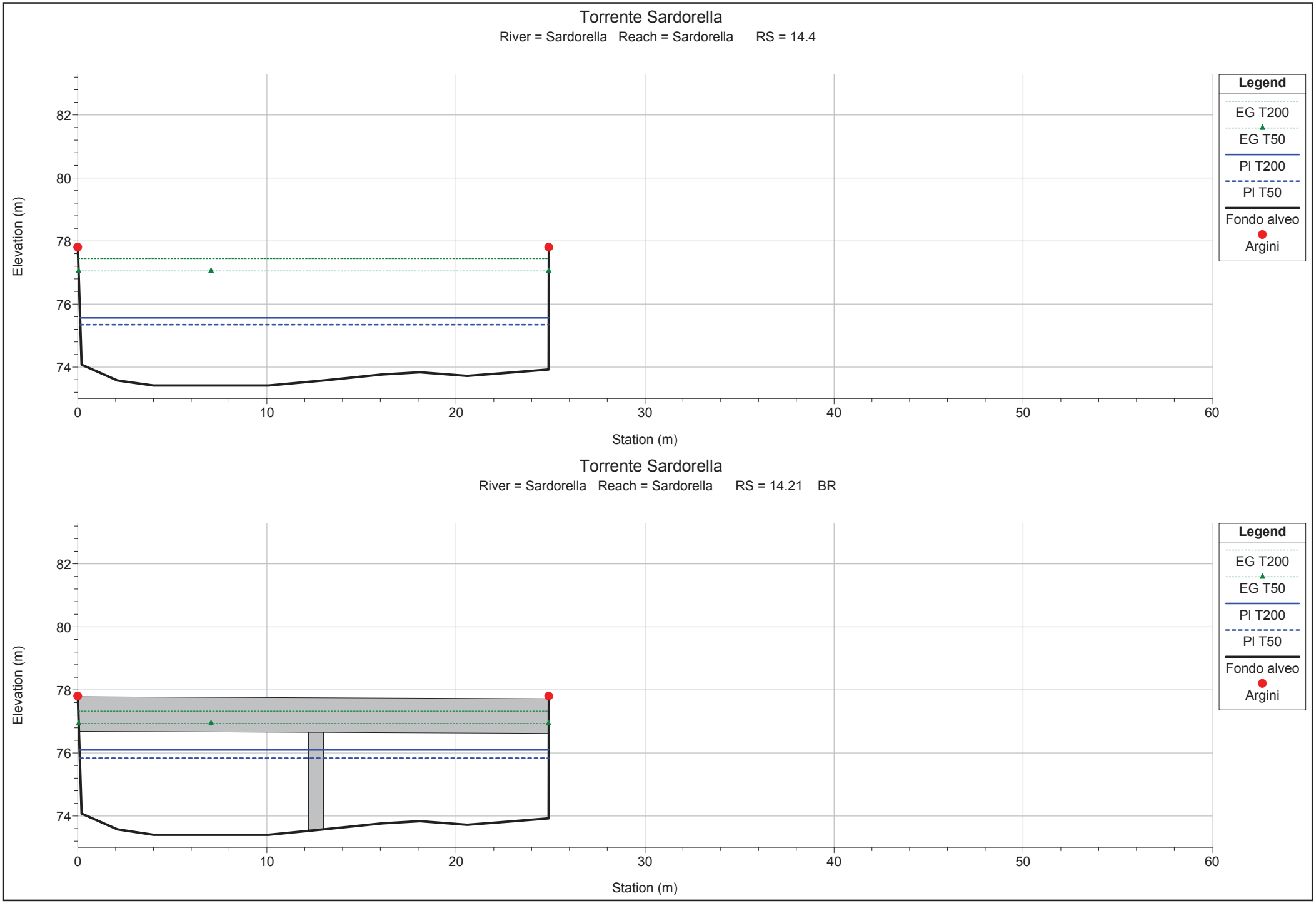
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sardorella	18	T50	960.57	245.00	74.59	78.32	81.92	77.60	2.00	3.01	78.60	4.44	55.13	27.61	1.00
Sardorella	17	T50	921.57	245.00	74.15	78.00	79.00	76.70	1.69	2.56	78.16	5.34	45.86	27.20	1.31
Sardorella	16	T50	884.57	245.00	73.74	77.75	78.86	76.95	2.49	3.21	77.57	3.51	69.83	28.06	0.71
Sardorella	15	T50	859.57	245.00	73.59	77.84	78.06	76.26	2.22	2.67	77.39	4.70	52.12	23.43	1.01
Sardorella	14.4	T50	834.57	245.00	73.41	77.80	77.80	75.34	1.71	1.94	77.04	5.77	42.43	24.77	1.41
Sardorella	14.3	T50	833.57	245.00	73.40	77.80	77.80	75.38	1.75	1.98	77.01	5.66	43.32	24.77	1.37
Sardorella	14.21		Bridge												
Sardorella	14.2	T50	832.58	245.00	73.31	77.80	77.80	75.54	1.91	2.23	76.91	5.17	47.36	24.78	1.20
Sardorella	14.1	T50	829.38	245.00	73.25	77.80	77.80	75.54	1.92	2.29	76.90	5.15	47.58	24.78	1.19
Sardorella	13	T50	806.38	245.00	72.92	77.90	77.70	74.57	1.39	1.65	76.47	6.11	40.09	28.78	1.65
Sardorella	12.5	T50	754.98	245.00	72.07	77.77	77.21	73.94	1.26	1.87	75.21	5.00	49.04	38.99	1.42
Sardorella	12.4	T50	731.38	245.00	71.35	77.78	76.33	72.97	1.08	1.62	74.65	5.73	42.76	39.42	1.76
Sardorella	12.3	T50	730.38	245.00	71.35	77.78	76.33	73.00	1.11	1.65	74.60	5.60	43.74	39.42	1.70
Sardorella	12.21		Bridge												
Sardorella	12.2	T50	729.39	245.00	71.35	77.78	76.33	73.72	1.83	2.37	74.31	3.40	72.14	39.46	0.80
Sardorella	12.1	T50	724.99	245.00	71.35	77.78	76.33	73.46	1.57	2.11	74.26	3.96	61.84	39.44	1.01
Sardorella	11	T50	653.40	245.00	69.63	76.52	73.53	71.20	1.15	1.57	73.11	6.12	40.04	34.74	1.82
Sardorella	10	T50	608.50	245.00	68.95	74.72	72.40	71.04	1.67	2.09	72.12	4.62	53.08	31.82	1.14
Sardorella	9	T50	542.15	245.00	68.27	73.09	71.45	70.27	1.69	2.00	71.41	4.73	51.78	30.63	1.16
Sardorella	8	T50	483.28	245.00	67.52	71.78	72.00	69.59	1.47	2.07	70.71	4.69	52.23	35.51	1.24
Sardorella	7	T50	427.91	245.00	66.50	71.69	71.25	68.12	1.00	1.62	69.67	5.51	44.45	44.45	1.76
Sardorella	6.3	T50	403.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.58	1.93	2.18	69.17	3.40	72.02	37.41	0.78
Sardorella	6.2	T50	402.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.57	1.92	2.17	69.16	3.42	71.69	37.41	0.79
Sardorella	6.11		Bridge												
Sardorella	6.1	T50	400.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.46	1.81	2.06	69.13	3.63	67.52	37.39	0.86
Sardorella	6	T50	399.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.28	1.63	1.88	69.11	4.02	60.91	37.36	1.01
Sardorella	5	T50	355.00	245.00	65.84	71.05	70.07	67.42	1.21	1.58	68.57	4.76	51.52	42.57	1.38
Sardorella	4	T50	291.21	245.00	64.91	70.01	69.52	67.14	1.84	2.23	68.06	4.25	57.63	31.40	1.00
Sardorella	3	T50	131.88	245.00	63.19	70.00	69.04	64.94	1.50	1.75	66.29	5.15	47.59	31.80	1.34
Sardorella	2.4	T50	120.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.56	2.31	2.55	66.06	3.11	78.76	34.02	0.65
Sardorella	2.3	T50	119.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.56	2.31	2.55	66.06	3.12	78.59	34.02	0.65
Sardorella	2.21		Bridge												
Sardorella	2.2	T50	108.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.44	2.20	2.43	65.99	3.28	74.66	33.99	0.71
Sardorella	2.1	T50	104.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.41	2.17	2.40	65.98	3.33	73.59	33.98	0.72
Sardorella	1	T50	72.00	245.00	62.98	68.09	68.17	64.88	1.78	1.90	65.77	4.18	58.60	32.97	1.00
Sardorella	0.3	T50	61.00	245.00	61.95	67.72	68.17	63.14	1.04	1.19	65.45	6.74	36.33	35.00	2.11



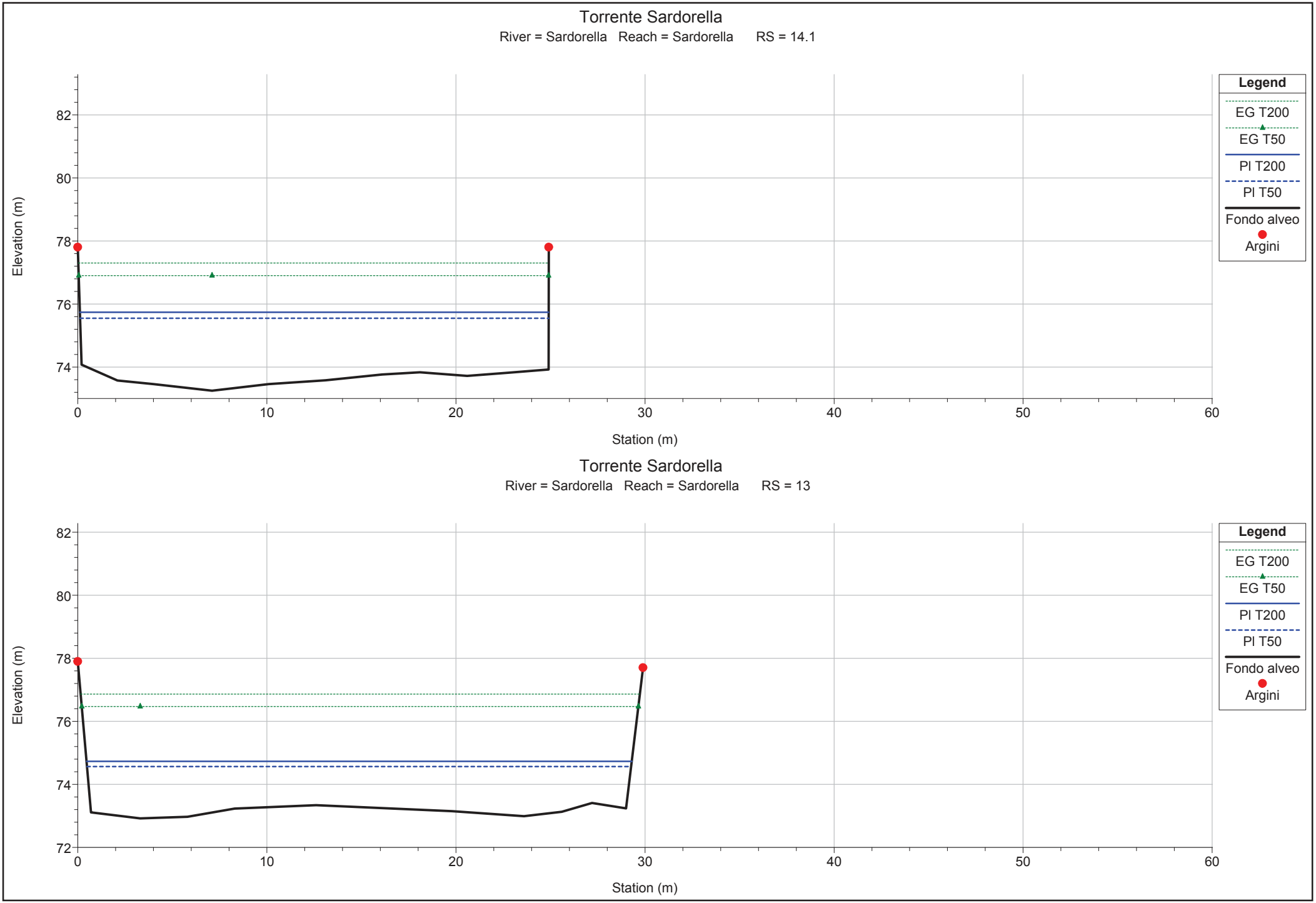
1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m



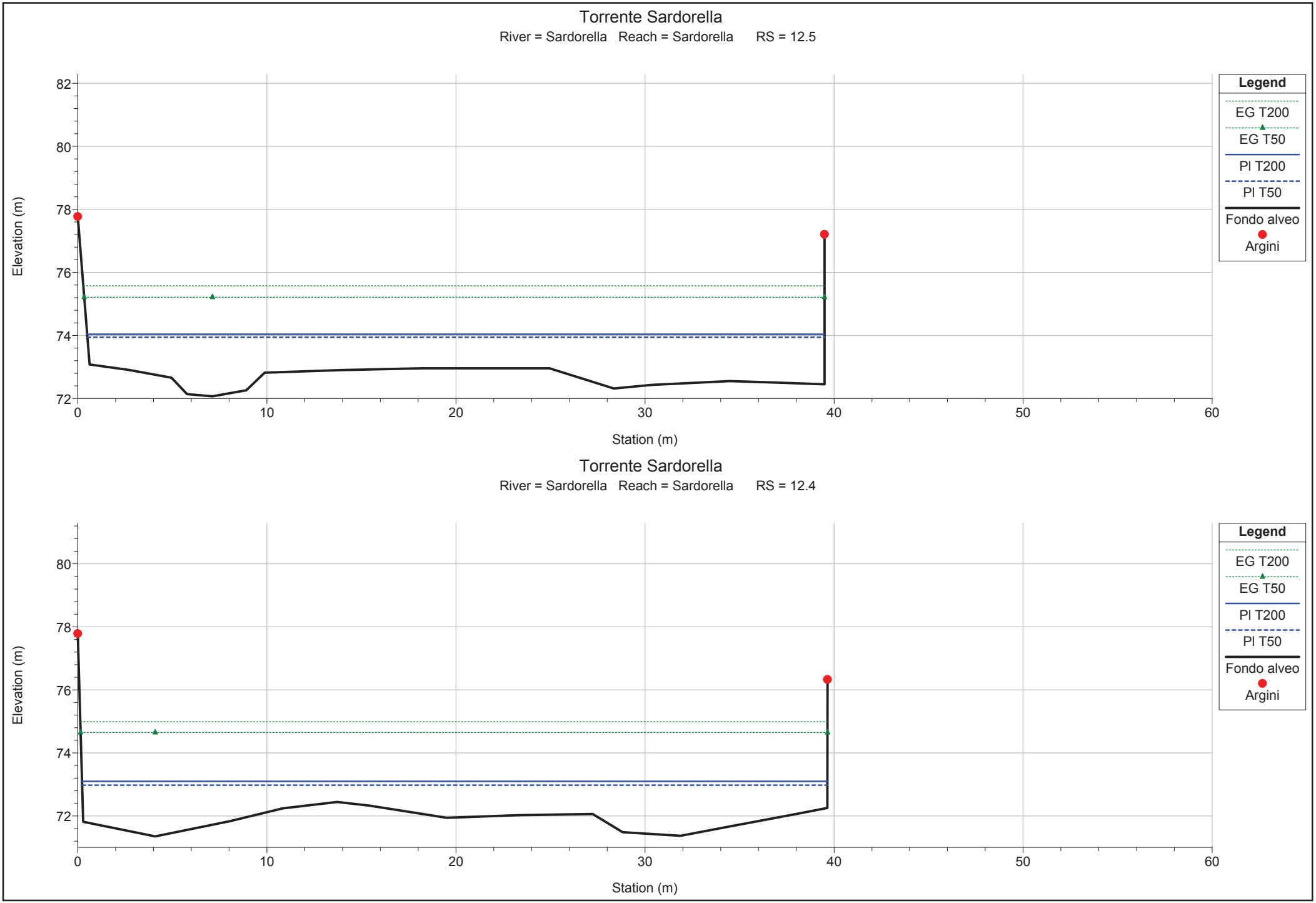
1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m



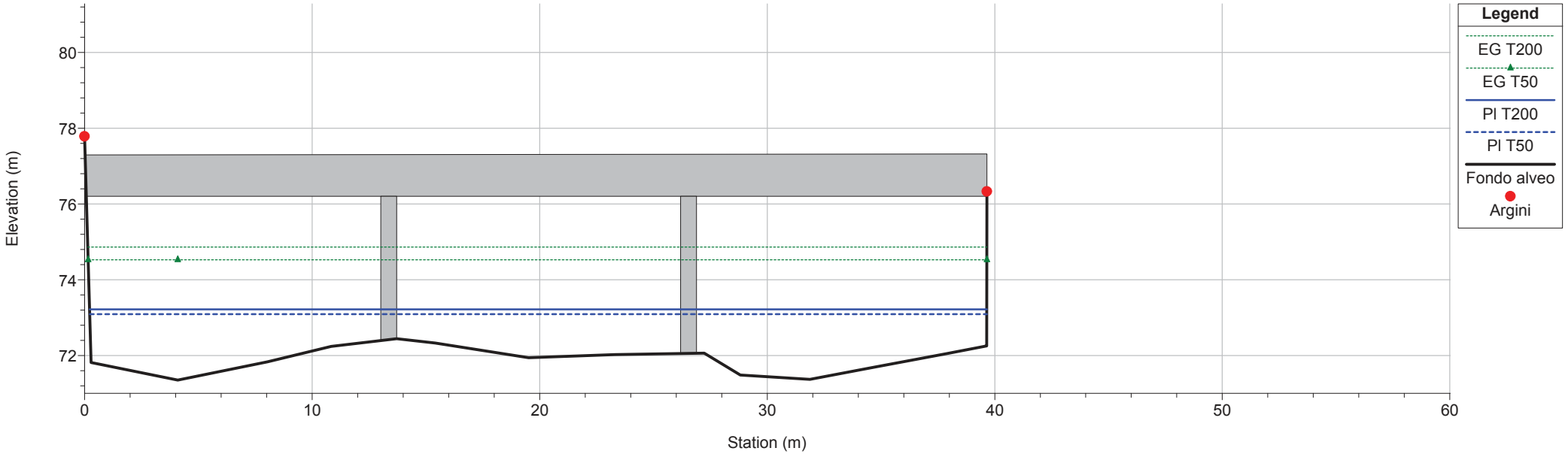
1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

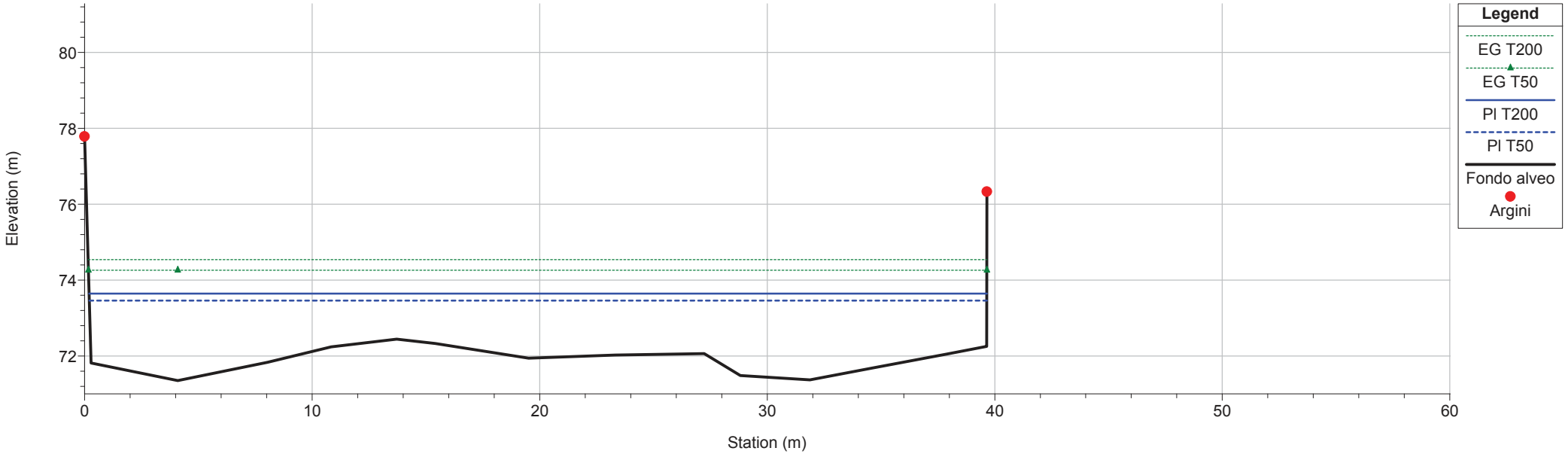
Torrente Sardorella

River = Sardorella Reach = Sardorella RS = 12.21 BR



Torrente Sardorella

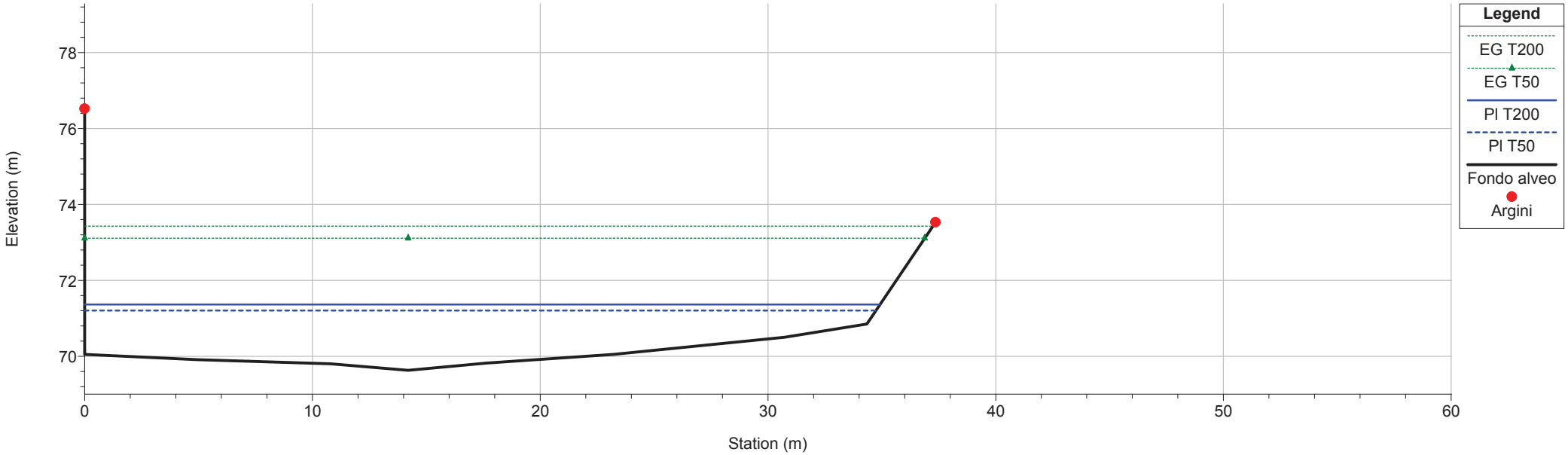
River = Sardorella Reach = Sardorella RS = 12.1



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

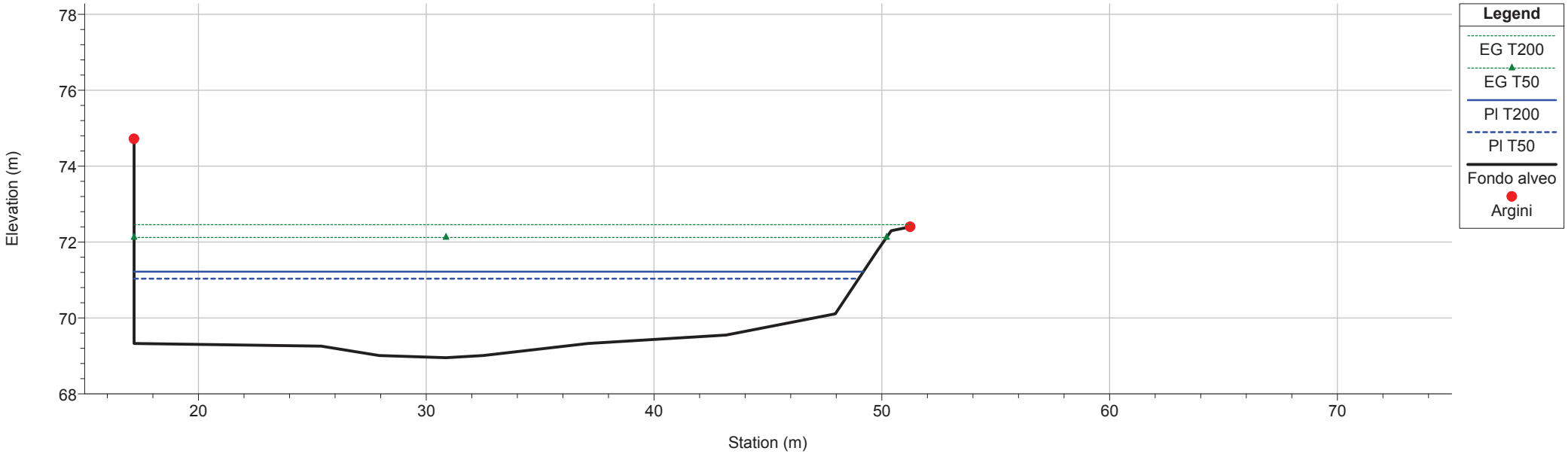
Torrente Sardorella

River = Sardorella Reach = Sardorella RS = 11

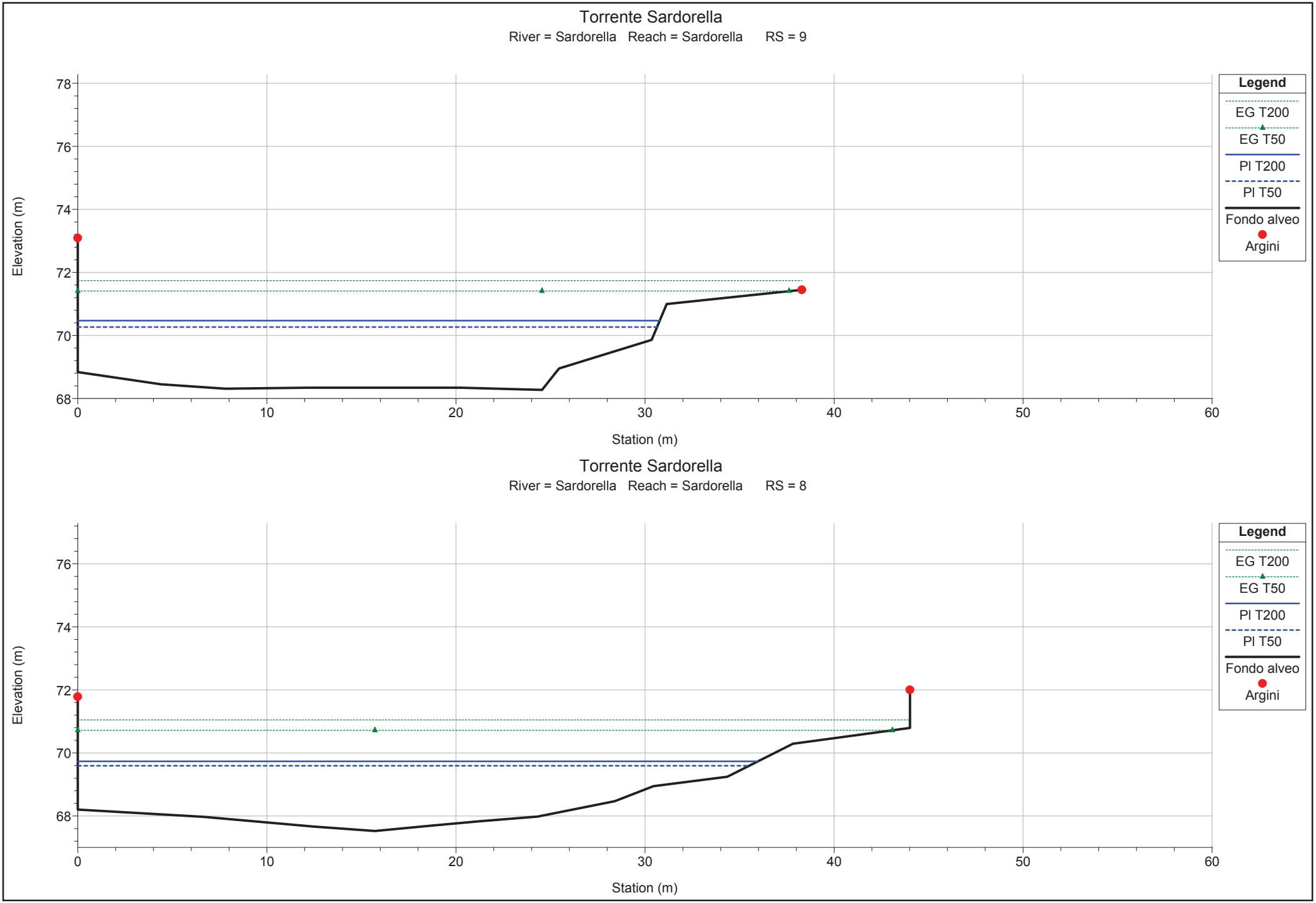


Torrente Sardorella

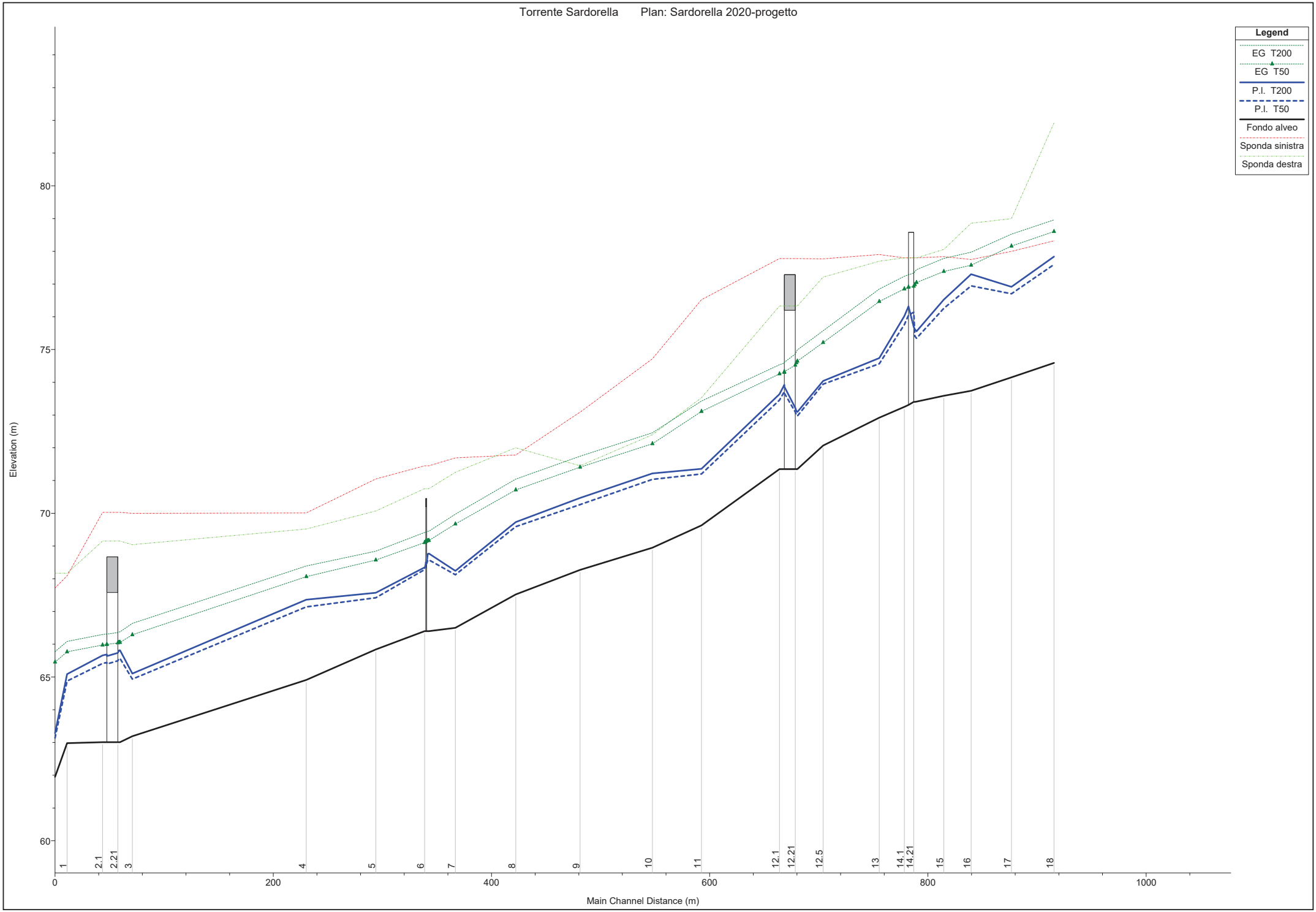
River = Sardorella Reach = Sardorella RS = 10



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m



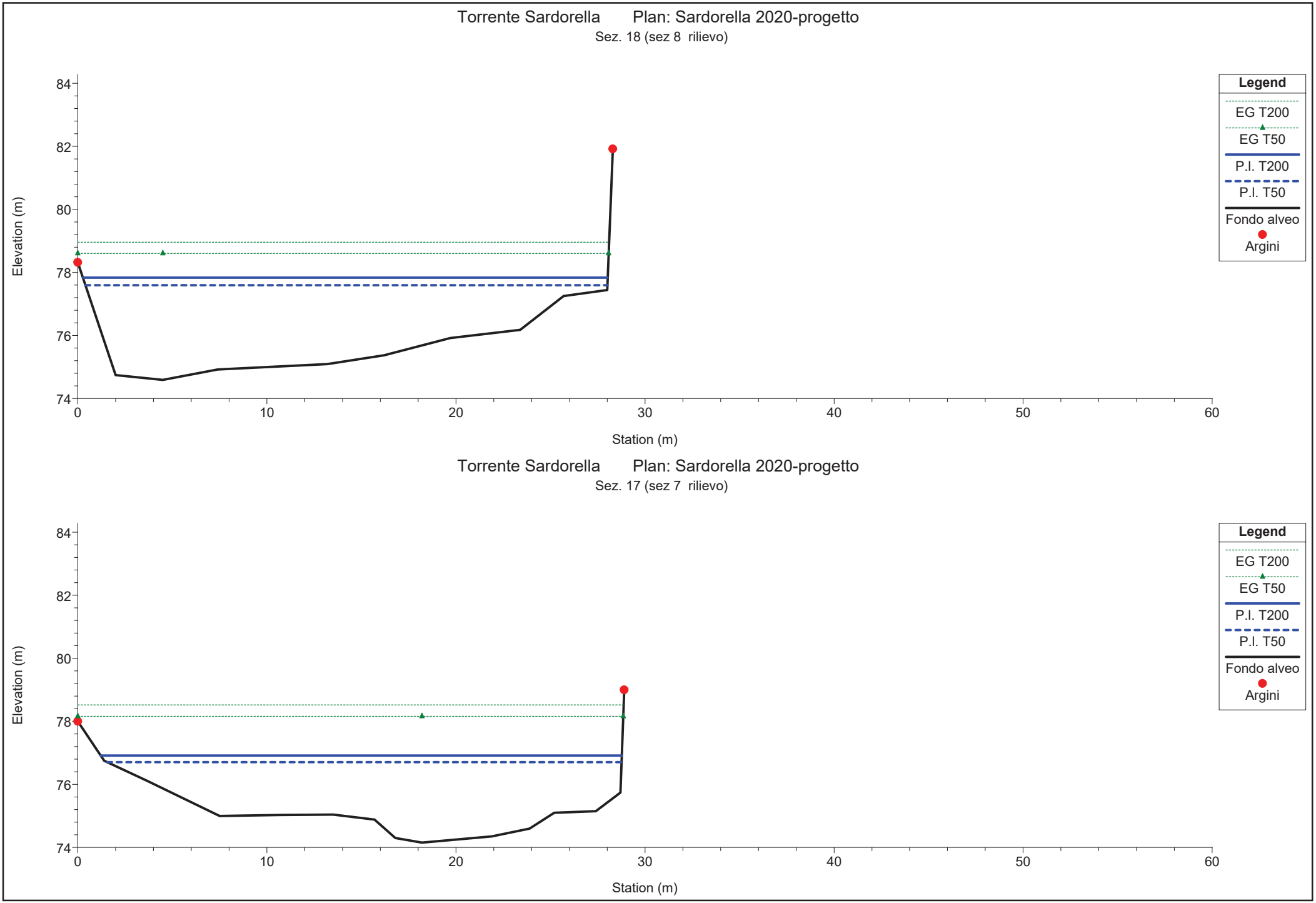
1 cm Horiz. = 30 m 1 cm Vert. = 1 m

HEC-RAS Plan: progetto River: Sardorella Reach: Sardorella Profile: T200

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sardorella	18	T200	961.77	290.00	74.59	78.32	81.92	77.84	3.25	2.23	78.96	4.69	61.80	27.76	1.00
Sardorella	17	T200	922.77	290.00	74.15	78.00	79.00	76.92	2.77	1.87	78.52	5.61	51.67	27.56	1.31
Sardorella	16	T200	885.77	290.00	73.74	77.75	78.86	77.30	3.56	2.83	77.97	3.64	79.75	28.22	0.69
Sardorella	15	T200	860.77	290.00	73.59	77.84	78.06	76.53	2.94	2.48	77.78	4.96	58.41	23.52	1.01
Sardorella	14.4	T200	835.77	290.00	73.41	77.80	77.80	75.56	2.15	1.93	77.44	6.08	47.72	24.78	1.40
Sardorella	14.3	T200	834.17	290.00	73.40	77.80	77.80	75.62	2.22	1.99	77.38	5.88	49.35	24.79	1.33
Sardorella	14.21		Bridge												
Sardorella	14.2	T200	833.18	290.00	73.31	77.80	77.80	76.32	3.01	2.68	77.29	4.35	66.65	24.83	0.85
Sardorella	14.1	T200	829.38	290.00	73.25	77.80	77.80	76.02	2.77	2.40	77.24	4.88	59.43	24.81	1.01
Sardorella	13	T200	806.38	290.00	72.92	77.90	77.70	74.74	1.82	1.56	76.85	6.44	45.06	28.84	1.64
Sardorella	12.5	T200	754.98	290.00	72.07	77.77	77.21	74.04	1.97	1.35	75.58	5.49	52.84	39.01	1.51
Sardorella	12.4	T200	731.38	290.00	71.35	77.78	76.33	73.09	1.74	1.21	74.99	6.09	47.60	39.42	1.77
Sardorella	12.3	T200	730.38	290.00	71.35	77.78	76.33	73.12	1.77	1.23	74.94	5.97	48.54	39.43	1.72
Sardorella	12.21		Bridge												
Sardorella	12.2	T200	729.39	290.00	71.35	77.78	76.33	73.92	2.57	2.03	74.59	3.61	80.29	39.47	0.81
Sardorella	12.1	T200	724.99	290.00	71.35	77.78	76.33	73.64	2.29	1.75	74.54	4.20	69.08	39.45	1.01
Sardorella	11	T200	653.40	290.00	69.63	76.52	73.53	71.36	1.73	1.30	73.43	6.37	45.54	34.91	1.78
Sardorella	10	T200	608.50	290.00	68.95	74.72	72.40	71.22	2.27	1.84	72.46	4.93	58.81	32.02	1.16
Sardorella	9	T200	542.15	290.00	68.27	73.09	71.45	70.47	2.20	1.88	71.74	5.00	58.01	30.78	1.16
Sardorella	8	T200	483.28	290.00	67.52	71.78	72.00	69.73	2.21	1.59	71.04	5.07	57.19	35.97	1.28
Sardorella	7	T200	427.91	290.00	66.50	71.69	71.25	68.24	1.74	1.11	69.97	5.83	49.75	45.01	1.77
Sardorella	6.3	T200	403.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.77	2.37	2.11	69.45	3.66	79.18	37.45	0.80
Sardorella	6.2	T200	402.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.76	2.36	2.10	69.45	3.68	78.73	37.44	0.81
Sardorella	6.11		Bridge												
Sardorella	6.1	T200	400.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.35	1.95	1.70	69.41	4.56	63.62	37.37	1.12
Sardorella	6	T200	399.67	290.00	66.40	71.45	70.75	68.35	1.95	1.70	69.41	4.57	63.46	37.37	1.12
Sardorella	5	T200	355.00	290.00	65.84	71.05	70.07	67.57	1.73	1.36	68.84	4.99	58.08	42.60	1.37
Sardorella	4	T200	291.21	290.00	64.91	70.01	69.52	67.36	2.45	2.05	68.39	4.49	64.54	31.43	1.00
Sardorella	3	T200	131.88	290.00	63.19	70.00	69.04	65.10	1.91	1.66	66.64	5.48	52.92	31.80	1.36
Sardorella	2.4	T200	120.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.82	2.81	2.56	66.38	3.32	87.36	34.10	0.66
Sardorella	2.3	T200	119.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.81	2.80	2.56	66.38	3.33	87.19	34.10	0.66
Sardorella	2.21		Bridge												
Sardorella	2.2	T200	108.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.69	2.68	2.44	66.31	3.49	83.00	34.06	0.71
Sardorella	2.1	T200	104.52	290.00	63.01	70.03	69.15	65.66	2.65	2.41	66.30	3.54	81.91	34.05	0.73
Sardorella	1	T200	72.00	290.00	62.98	68.09	68.17	65.09	2.11	1.99	66.09	4.42	65.60	33.00	1.00
Sardorella	0.3	T200	61.00	290.00	61.95	67.72	68.17	63.28	1.33	1.19	65.77	6.99	41.51	35.00	2.05

HEC-RAS Plan: progetto River: Sardorella Reach: Sardorella Profile: T50

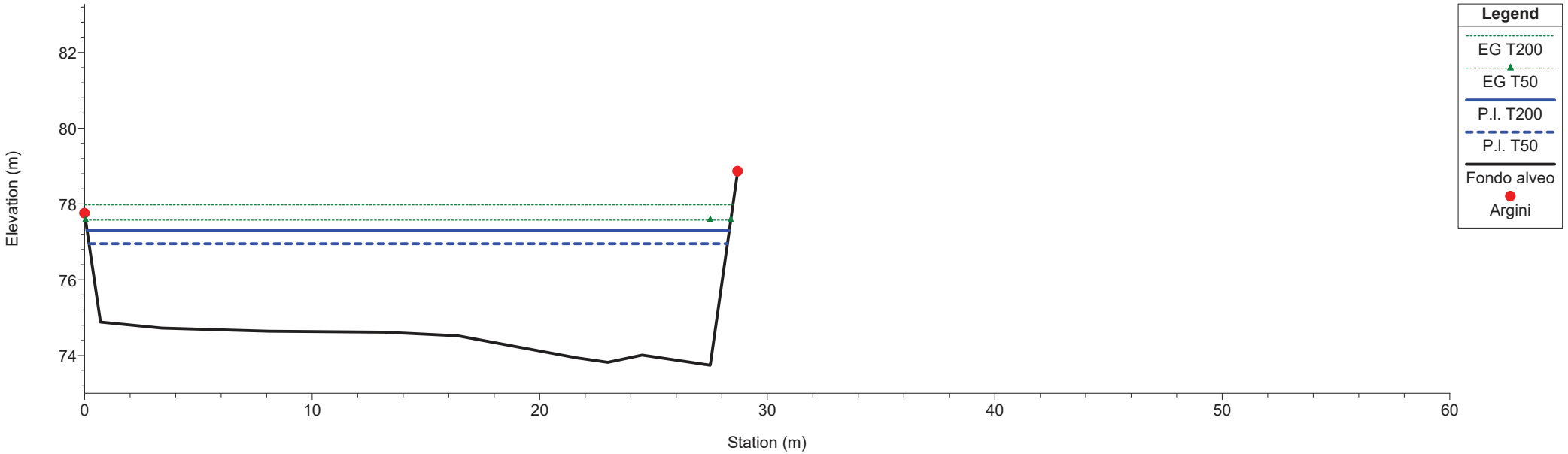
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Hydr Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Sardorella	18	T50	961.77	245.00	74.59	78.32	81.92	77.60	3.01	2.00	78.60	4.44	55.13	27.61	1.00
Sardorella	17	T50	922.77	245.00	74.15	78.00	79.00	76.70	2.56	1.69	78.16	5.34	45.86	27.20	1.31
Sardorella	16	T50	885.77	245.00	73.74	77.75	78.86	76.95	3.21	2.49	77.57	3.51	69.82	28.06	0.71
Sardorella	15	T50	860.77	245.00	73.59	77.84	78.06	76.26	2.67	2.22	77.39	4.70	52.13	23.43	1.01
Sardorella	14.4	T50	835.77	245.00	73.41	77.80	77.80	75.34	1.94	1.71	77.04	5.77	42.43	24.77	1.41
Sardorella	14.3	T50	834.17	245.00	73.40	77.80	77.80	75.41	2.01	1.78	76.98	5.56	44.05	24.78	1.33
Sardorella	14.21		Bridge												
Sardorella	14.2	T50	833.18	245.00	73.31	77.80	77.80	76.05	2.74	2.41	76.90	4.09	59.88	24.81	0.84
Sardorella	14.1	T50	829.38	245.00	73.25	77.80	77.80	75.76	2.51	2.14	76.85	4.62	52.97	24.80	1.01
Sardorella	13	T50	806.38	245.00	72.92	77.90	77.70	74.57	1.65	1.39	76.47	6.10	40.14	28.78	1.65
Sardorella	12.5	T50	754.98	245.00	72.07	77.77	77.21	73.94	1.87	1.26	75.21	5.00	49.04	38.99	1.42
Sardorella	12.4	T50	731.38	245.00	71.35	77.78	76.33	72.97	1.62	1.08	74.65	5.73	42.75	39.42	1.76
Sardorella	12.3	T50	730.38	245.00	71.35	77.78	76.33	73.00	1.65	1.11	74.60	5.60	43.74	39.42	1.70
Sardorella	12.21		Bridge												
Sardorella	12.2	T50	729.39	245.00	71.35	77.78	76.33	73.72	2.37	1.83	74.31	3.40	72.14	39.46	0.80
Sardorella	12.1	T50	724.99	245.00	71.35	77.78	76.33	73.46	2.11	1.57	74.26	3.96	61.84	39.44	1.01
Sardorella	11	T50	653.40	245.00	69.63	76.52	73.53	71.20	1.57	1.15	73.11	6.12	40.04	34.74	1.82
Sardorella	10	T50	608.50	245.00	68.95	74.72	72.40	71.04	2.09	1.67	72.12	4.62	53.08	31.82	1.14
Sardorella	9	T50	542.15	245.00	68.27	73.09	71.45	70.27	2.00	1.69	71.41	4.73	51.78	30.63	1.16
Sardorella	8	T50	483.28	245.00	67.52	71.78	72.00	69.59	2.07	1.47	70.71	4.69	52.23	35.51	1.24
Sardorella	7	T50	427.91	245.00	66.50	71.69	71.25	68.12	1.62	1.00	69.67	5.51	44.45	44.45	1.76
Sardorella	6.3	T50	403.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.58	2.18	1.93	69.17	3.40	72.02	37.41	0.78
Sardorella	6.2	T50	402.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.57	2.17	1.92	69.16	3.42	71.69	37.41	0.79
Sardorella	6.11		Bridge												
Sardorella	6.1	T50	400.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.46	2.06	1.81	69.13	3.63	67.52	37.39	0.86
Sardorella	6	T50	399.67	245.00	66.40	71.45	70.75	68.28	1.88	1.63	69.11	4.02	60.91	37.36	1.01
Sardorella	5	T50	355.00	245.00	65.84	71.05	70.07	67.42	1.58	1.21	68.57	4.76	51.52	42.57	1.38
Sardorella	4	T50	291.21	245.00	64.91	70.01	69.52	67.14	2.23	1.84	68.06	4.25	57.63	31.40	1.00
Sardorella	3	T50	131.88	245.00	63.19	70.00	69.04	64.94	1.75	1.50	66.29	5.15	47.59	31.80	1.34
Sardorella	2.4	T50	120.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.56	2.55	2.31	66.06	3.11	78.76	34.02	0.65
Sardorella	2.3	T50	119.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.56	2.55	2.31	66.06	3.12	78.59	34.02	0.65
Sardorella	2.21		Bridge												
Sardorella	2.2	T50	108.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.44	2.43	2.20	65.99	3.28	74.66	33.99	0.71
Sardorella	2.1	T50	104.52	245.00	63.01	70.03	69.15	65.41	2.40	2.17	65.98	3.33	73.59	33.98	0.72
Sardorella	1	T50	72.00	245.00	62.98	68.09	68.17	64.88	1.90	1.78	65.77	4.18	58.60	32.97	1.00
Sardorella	0.3	T50	61.00	245.00	61.95	67.72	68.17	63.14	1.19	1.04	65.45	6.74	36.33	35.00	2.11



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

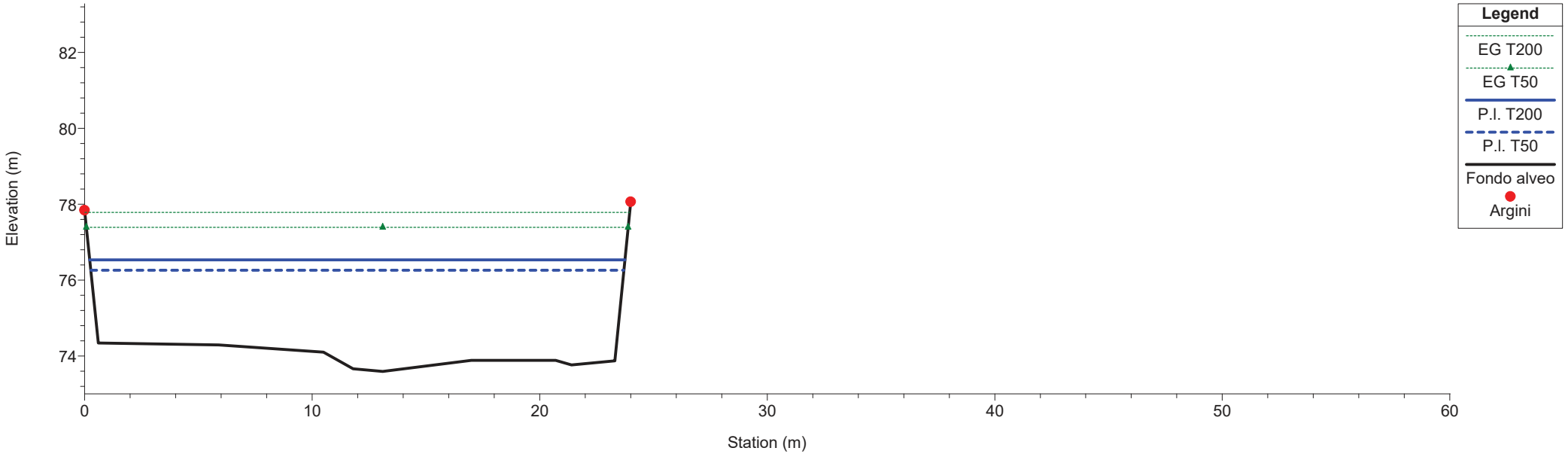
Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 16 (sez 6 rilievo)



Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

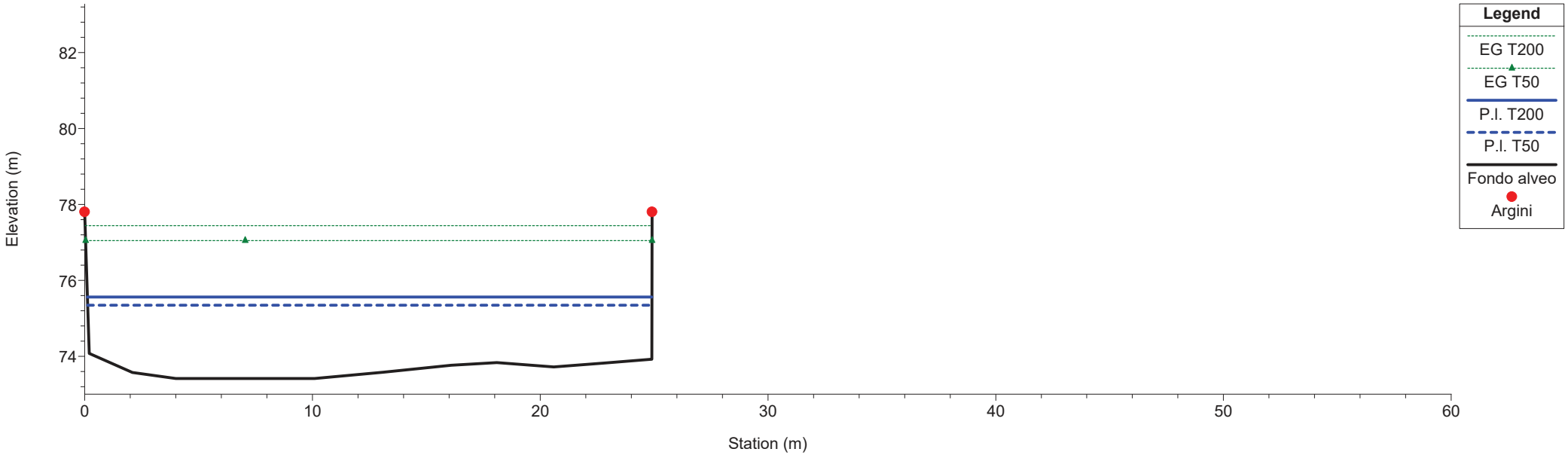
Sez. 15 (sez 5 rilievo)



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

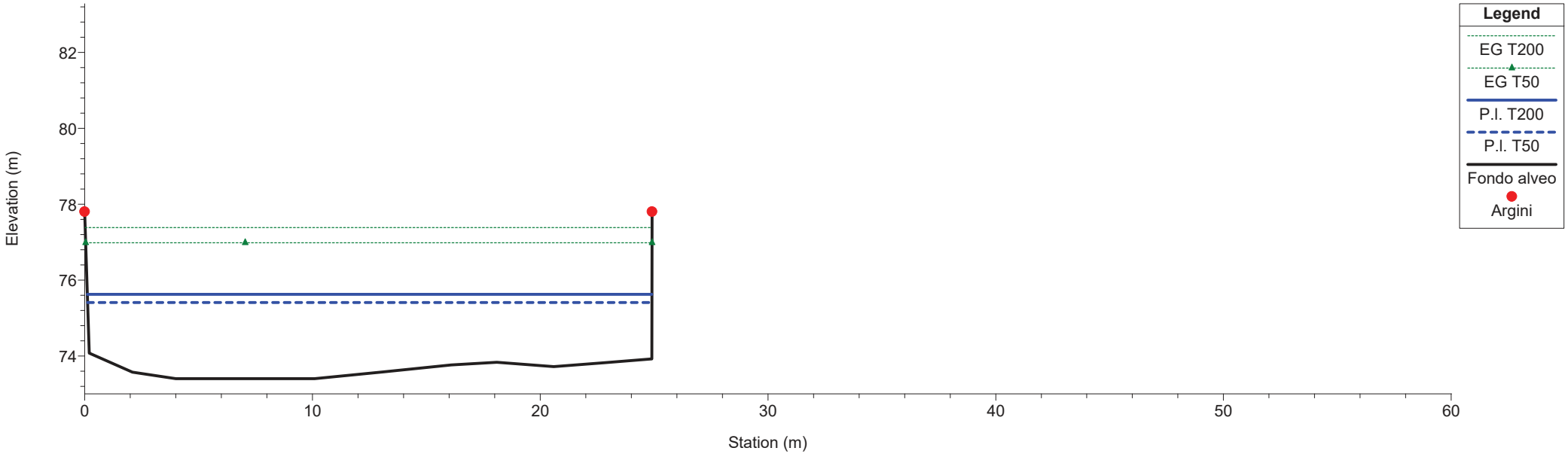
Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 14.4



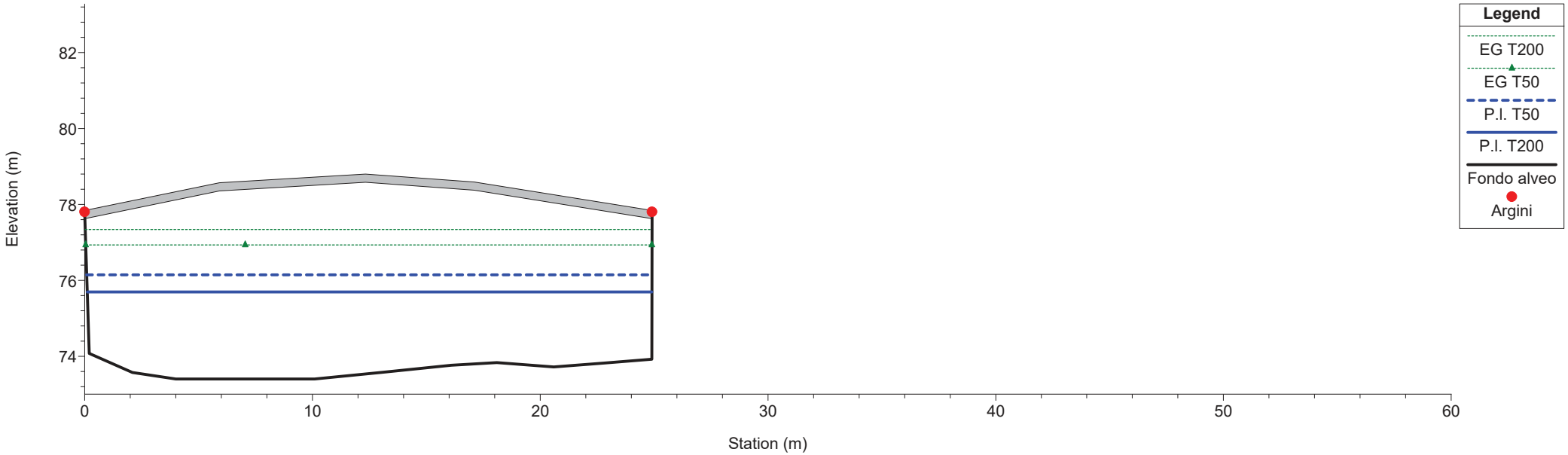
Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 14.3



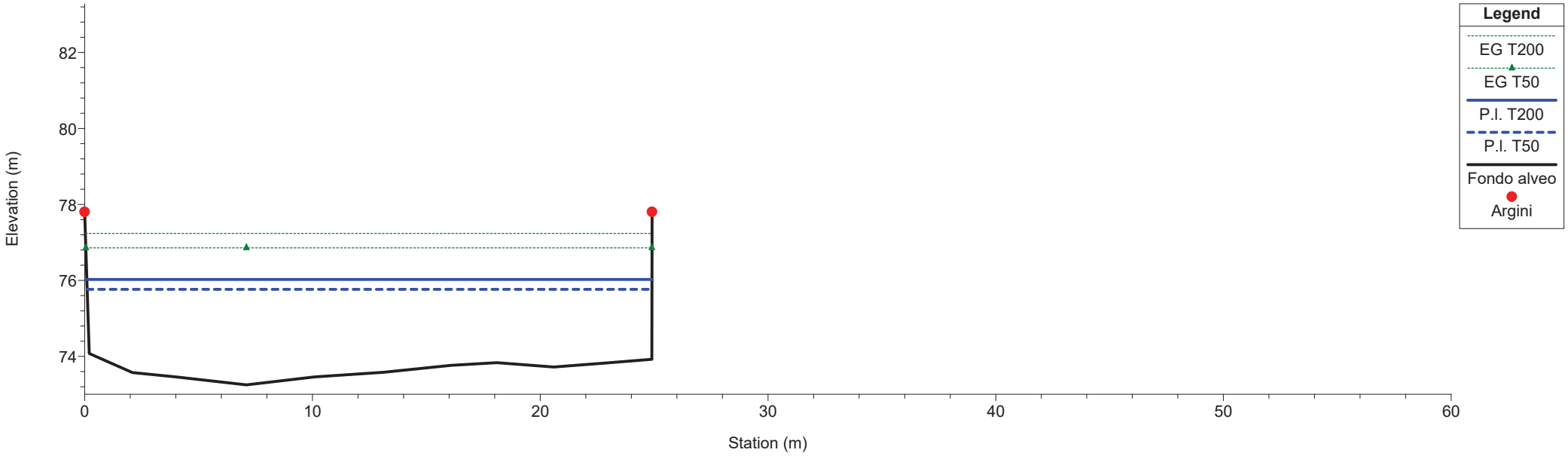
1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto



Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

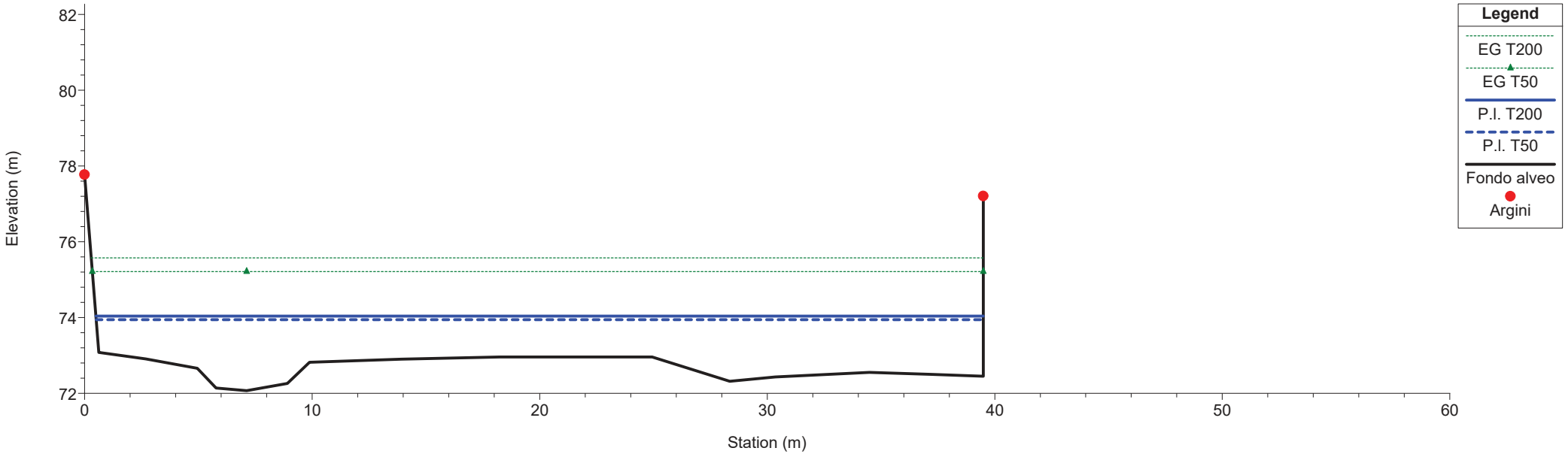
Sez. 14.1 (sez 4 rilievo)



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

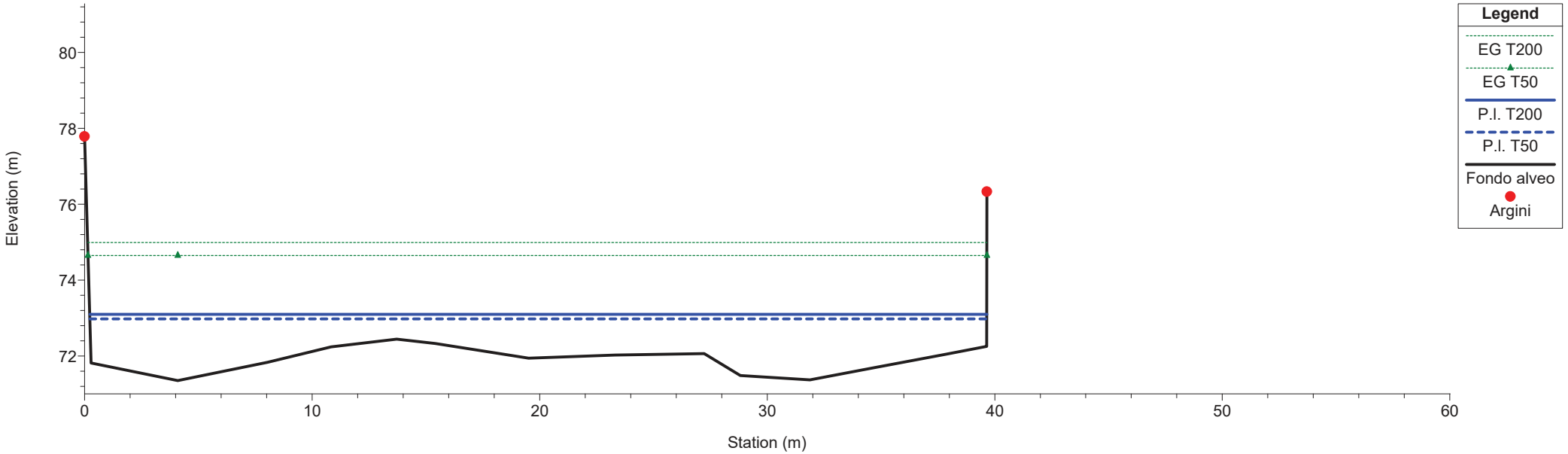
Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 12.5 (sez 2 rilievo)



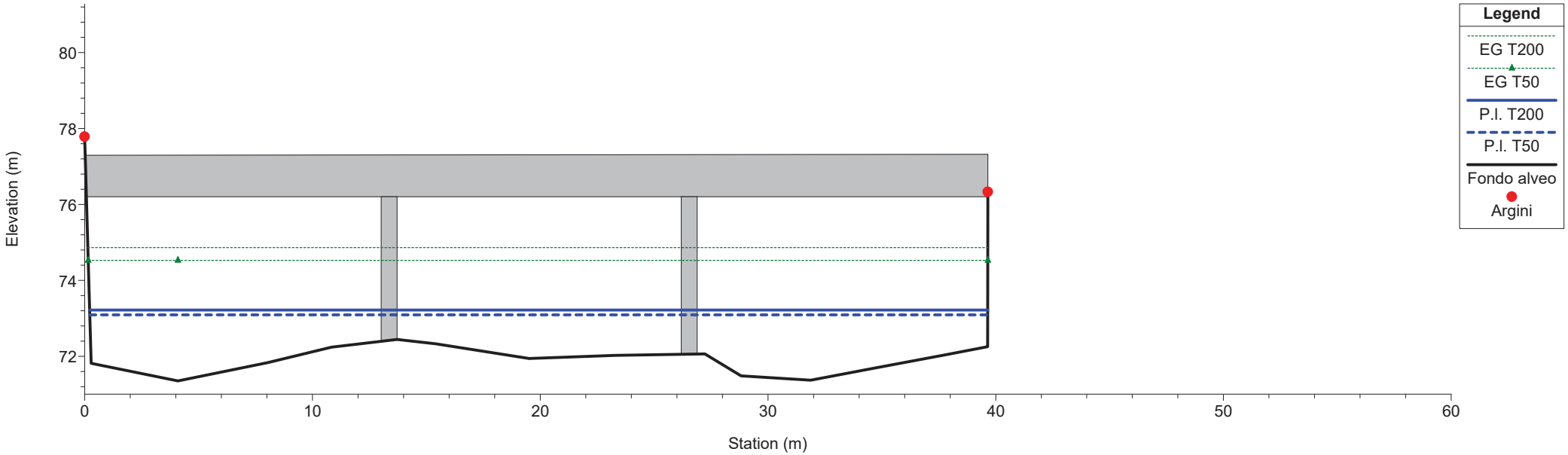
Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 12.4



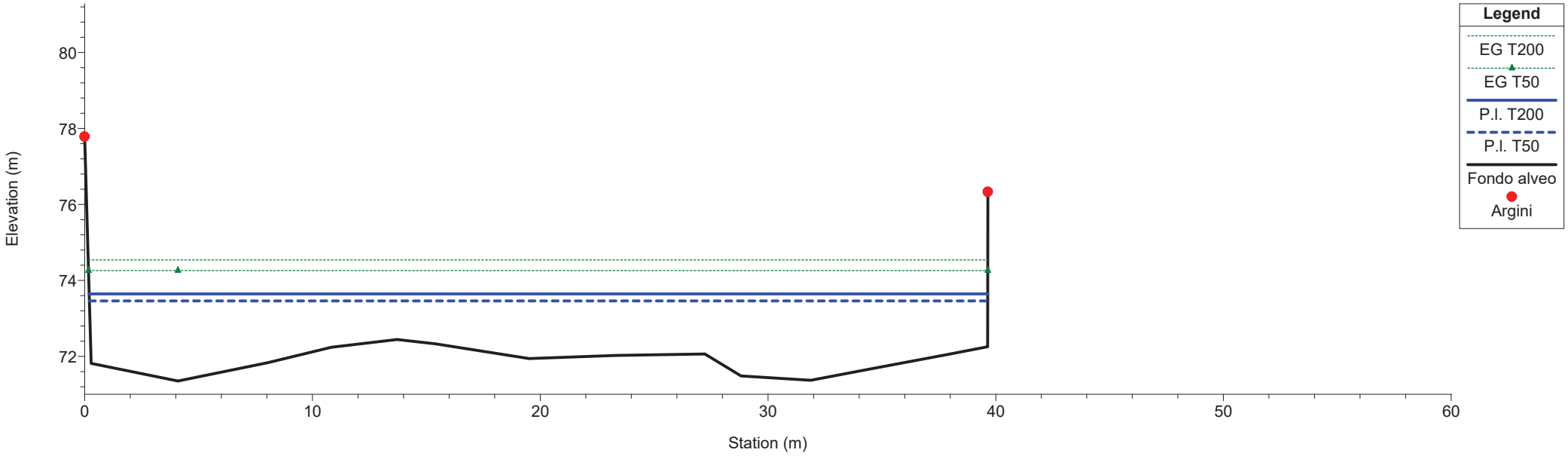
1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto



Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

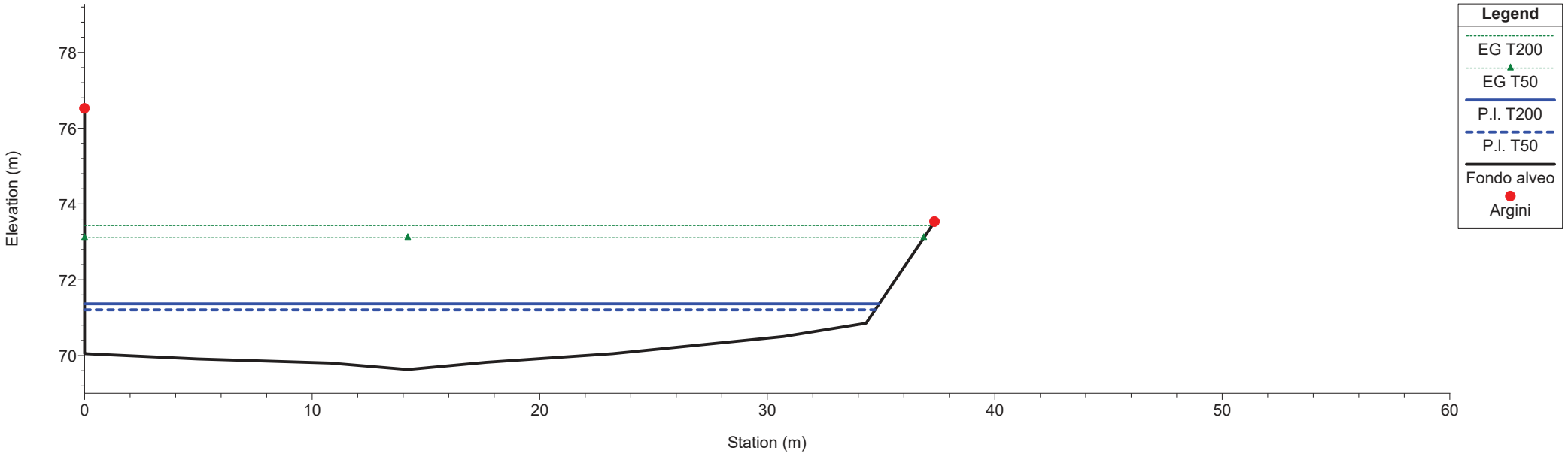
Sez. 12.1



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

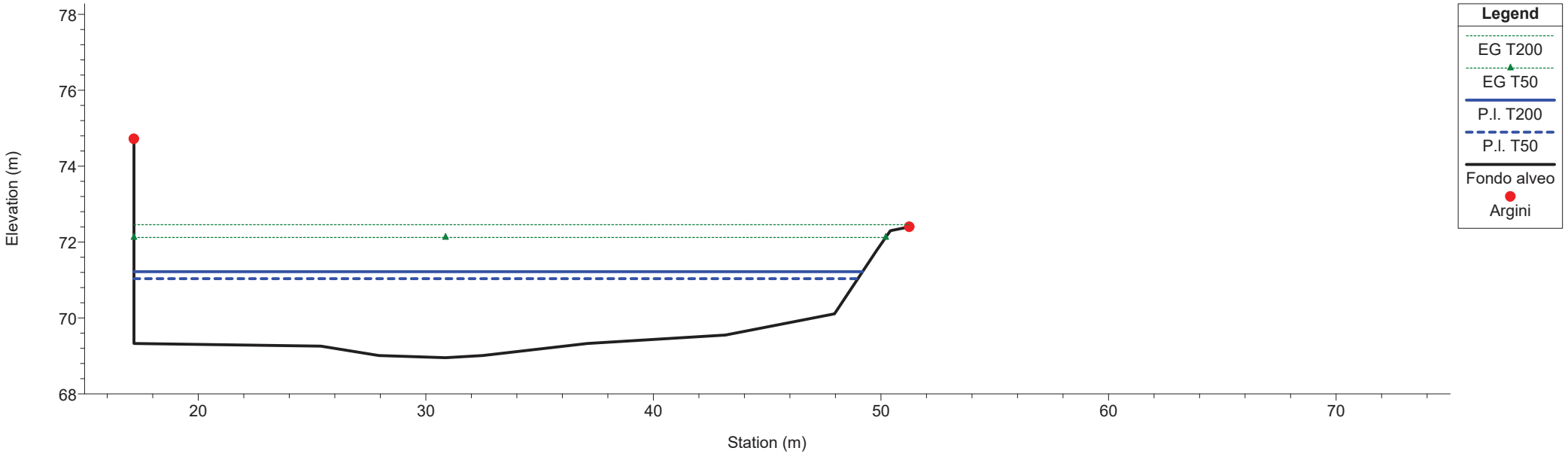
Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 11



Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

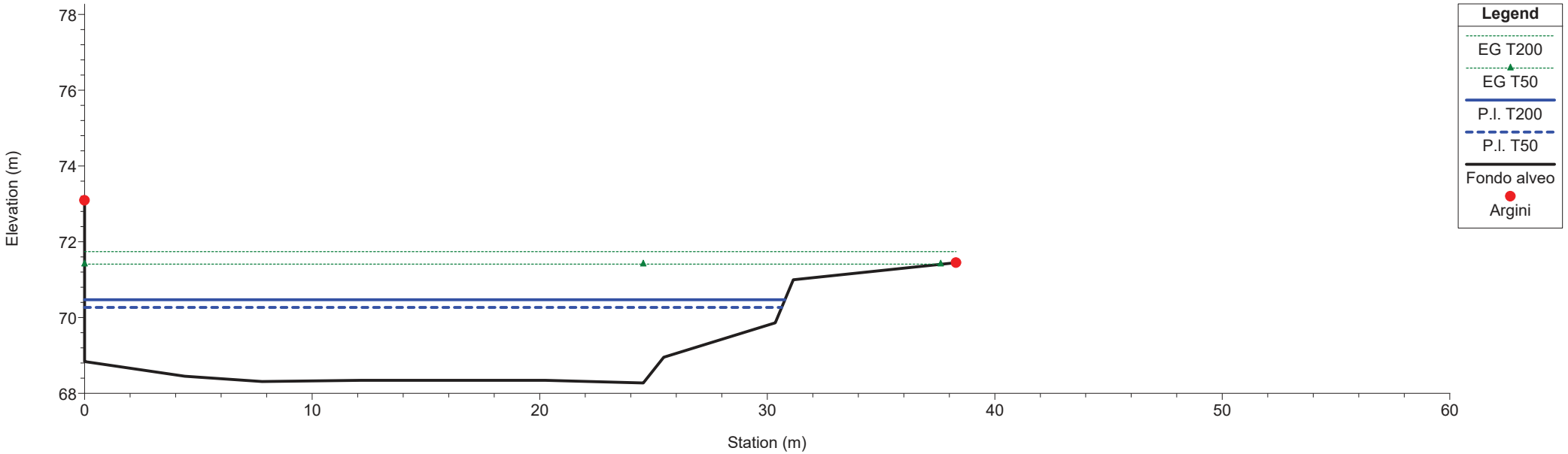
Sez. 10



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

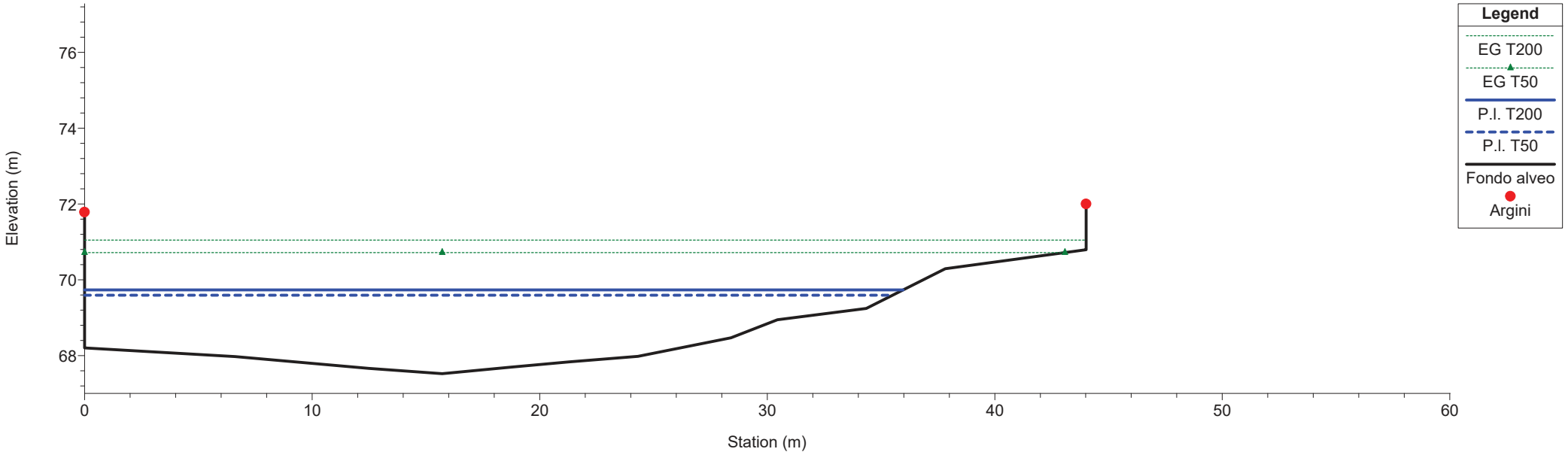
Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 9



Torrente Sardorella Plan: Sardorella 2020-progetto

Sez. 8



1 cm Horiz. = 2.5 m 1 cm Vert. = 1.5 m

APPENDICE 1

SOFTWARE DI CALCOLO HEC-RAS 5.0.7

Il software di calcolo *Hec-Ras* della US Army Corps of Engineers consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.,

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove $H_1[m]$ ed $H_2[m]$ sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, $h_f[m]$ sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre $h_e[m]$ è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza $L[m]$.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K}\right]^2$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove $A[m^2]$ l'area della sezione liquida, $R[m]$ il raggio idraulico e $n[m^{-1/3}\ s]$ è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il valore del coefficiente n è determinato secondo la procedura sviluppata da Cowan selezionando le caratteristiche più rilevanti ai fini della quantificazione dell'indice di resistenza.

Il termine h_e dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 $[m/s]$ sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro *n* di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombinature (*bridge* and *culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (*Standard step method*), il metodo dei momenti (*Momentum Balance*), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A[m^2]$, $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L[m]$ e $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalcamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Il modello consente inoltre il calcolo del funzionamento in pressione di coperture, scatolari, tombinature e della portata esondata lungo le sponde nei tratti a cielo aperto quando il livello superi le quote di sommità arginale (*lateral structure*).

Nel rispetto dell'equazione di continuità il programma fornisce in quest'ultimo caso per ciascuna configurazione di portata imposta da monte l'entità delle portate esondate per ciascuno stramazzo laterale e la portata residua di valle, con i rispettivi livelli.