COMUNE DI BORGHETTO SANTO SPIRITO

Committente:
Edilmaiella S.r.l.

Livello di Progetto:
STUDIO

Titolo:

STUDIO IDRAULICO PER LA SISTEMAZIONE DEL RIO CIANASTRI IN COMUNE DI BORGHETTO SANTO SPIRITO

Oggetto:

Relazione idraulica

Codice Progetto:
P091-17

Nome File:
P091-17-I-RE-IDR-001-A.DOCX

Firme:



Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	EM	08/01/2018	DR	17/01/18

ITEC engineering S.r.l.
19038 SARZANA (SP)
Via Variante Aurelia, 98
TEL. +39 0187 610532 FAX +39 0187 610775
info@itec-engineering.it

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi 7/9-10
TEL. +39 010 5959690 FAX +39 010 5848355
www.itec-engineering.it

Sistema Certificato UNI EN ISO 9001 SC 10-2588/EA 34

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

INDICE

1 PREMESSA 2

2 ASPETTI NORMATIVI 4

3 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERESSE 7

3.1 TRATTO DI VALLE 7
3.2 TRATTO DI MONTE 7

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI 8

4.1 TRATTO DI VALLE 8
4.2 TRATTO DI MONTE 9

5 VERIFICA IDRAULICA 10

5.1 PORTATE DI RIFERIMENTO 10
5.2 METODOLOGIA DI CALCOLO 11
5.3 CONFIGURAZIONI DI VERIFICA E PARAMETRI DI CALCOLO 11
5.4 RISULTATI 12
5.4.1 Configurazione attuale 12
5.4.2 Configurazione di Progetto 13

6 ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO 14

Allegati:

ALLEGATO 1: Bacino idrografico
ALLEGATO 2: Perimetrazione aree inondabili – stato attuale
ALLEGATO 3: Perimetrazione aree inondabili – stato progetto

ALLEGATO A: Verifiche idrauliche
ALLEGATO B: Documentazione fotografica

Appendici:

APPENDICE 1: Software di calcolo Hec-Ras 5.0.3

1 PREMESSA

La presente relazione contiene la verifica idraulica del Rio Cianastri nel tratto compreso tra via Castellaro e via Madonna degli Angeli nel Comune di Borghetto Santo Spirito (SV).

Il tratto è suddivisibile a sua volta in due tratti oggetto di differenti interventi di sistemazione idraulica:

- Tratto di valle: compreso tra via Cianastri e via Madonna degli Angeli della lunghezza di 230 m circa;
- Tratto di monte: compreso tra via Castellaro e via Cianastri della lunghezza di 150 m circa.

Il primo è curato dallo Studio Associato Romano[1] nell'ambito del progetto di urbanizzazione in attuazione del SUA di Iniziativa Privata in Zona C2 del Piano Regolatore Generale mentre il secondo è curato dalla scrivente ITEC-engineering per conto della società Edilmaiella S.r.l. nell'ambito del rinnovo della concessione idraulica del tratto di competenza.



Figura 1: Indicazione dei tratti del rio Cianastri

A seguito delle richieste della Regione Liguria – Settore Difesa del Suolo – Ufficio territoriale di Savona, è stata prodotto uno studio idraulico unitario del rio Cianastri ai fini della verifica di compatibilità degli interventi previsti con il Piano di Bacino del torrente Varatella, con la relativa analisi del rischio idraulico attuale e residuale.

[1] *Studio Associato Romano* - Viale Martiri della Libertà, 68/A, 17031 Albenga (SV), www.studioromano.org

A tal fine è stata effettuata un'unica simulazione idraulica dell'intero tratto del corso d'acqua comprensiva dei due interventi di valle e di monte, previa omogeneizzazione dei due rilievi e dei conseguenti singoli studi idraulici.

Gli interventi sono stati studiati al fine di garantire il corretto smaltimento della portata 200-ennale e consistono sostanzialmente nella realizzazione di un nuovo argine in sponda sinistra nel tratto di valle (a cielo aperto) e nella realizzazione di un nuovo canale di dimensioni di 1.5x2.0 m nel tratto di monte (tombinato).

L'analisi idraulica ha confermato la compatibilità degli interventi rispetto alla normativa idraulica di riferimento, costituita dal Piano di Stralcio sul Rischio Idrogeologico del bacino del Torrente Varatella e dal Regolamento Regionale 14.07.2003 n°3 e s.m.e i.

I due interventi sono tra loro compatibili e riconducono il rischio idraulico a livelli accettabili per tutta l'area; la realizzazione degli interventi relativi al tratto di valle consentono già di ricondurre per tale area il rischio idraulico a tempi di ritorno maggiori di 200 anni indipendentemente dagli interventi di monte.

Alla presente relazione sono allegati i seguenti elaborati grafici:

Tratto di monte (a cura di ITEC)

- P091-17-I-DI-GEN-001- A: Estratti cartografici
- P091-17-I-DI-IDR-001- A: Planimetria stato attuale - progetto
- P091-17-I-DI-IDR-002- A: Profilo longitudinale di progetto
- P091-17-I-DI-IDR-003- A: Sezioni stato attuale - progetto

Tratto di valle (a cura dello Studio Associato Romano)

- Tavola Idr 1: Progetto - Planimetria quotata con sezioni idrauliche

2 ASPETTI NORMATIVI

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del bacino del Torrente Varatella[2] (Ambito di Bacino di rilievo regionale Pora), approvato con D.C.P. n. 47 del 25-11-2003 e s.m.i. e dal Regolamento Regionale n°3 del 14/07/2011 così come modificato dalla DGR n°181 del 11/03/2016[3].

Il rio Cianastri fa parte dei corsi d'acqua significativi inseriti nella Carta della rete idrografica significativa del Piano di Bacino e fa parte dei corsi d'acqua riportati nella Carta del reticolo Idrografico Regionale come mostrano i due estratti cartografici di seguito riportati.

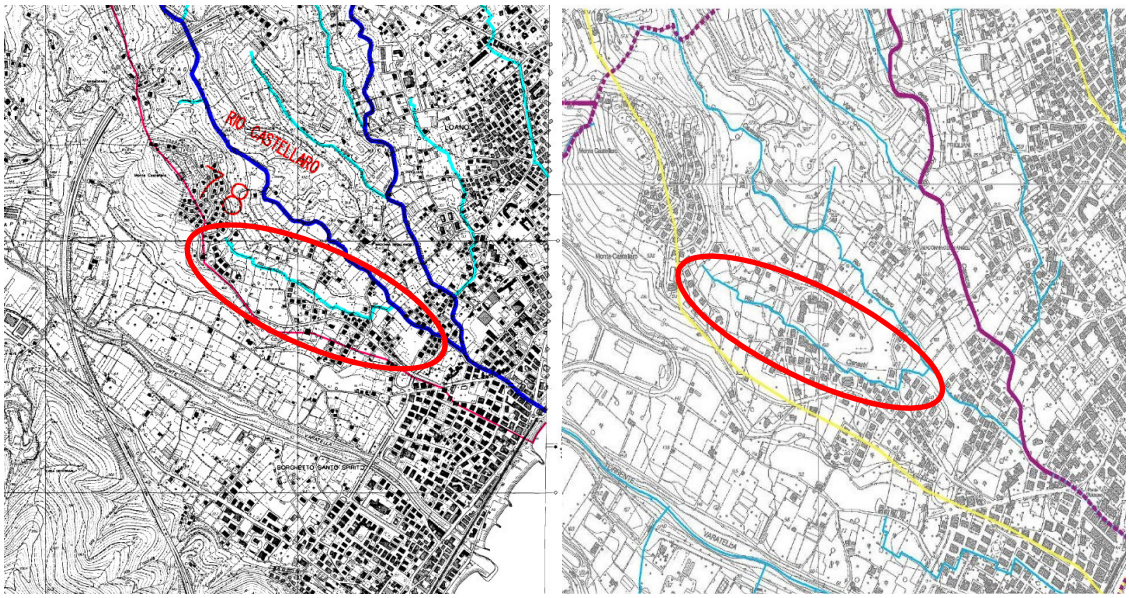


Figura 2 Estratti carotografia PdB e Reticolo Regionale

Allo sbocco nel rio Castellaro, il rio Cianastri sottende un bacino di 0.16 km^2 come indicato nella figura in Allegato 1.

Il rio Cianastri risulta compreso nel Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del bacino del Torrente Varatella ed è un affluente in destra idraulica del rio Castellaro, a sua volta affluente de torrente Casazza.

Il rio Cianastri non è indagato nell'ambito del suddetto Bacino e presenta sedime demaniale come indicato nel foglio 1 del catasto dei terreni di cui alla figura seguente.

[2] Approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n.47 del 25.11.2003, ultima modifica DGR n. 1324 del 30/12/2016 in vigore dal 01/02/2017.

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



Figura 3 Estratto catasto dei terreni – Foglio 1

Secondo la classificazione dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico in funzione dell'estensione dei bacini sottesi, il rio risulta appartenere al reticolo di terzo livello come risulta dalla tabella seguente.

Superficie sottesa [km^2]	**Classificazione**
S > 1	Corso d'acqua di 1° livello
0.25 ≤ S ≤ 1	Corso d'acqua di 2° livello
0.1 < S < 0. 25	Corso d'acqua di 3° livello
S ≤ 0.1	Corso d'acqua minuto

Tabella I

Per i corsi d'acqua di terzo livello i franchi non devono essere inferiori al valore maggiore tra:

- 0.5 il valore del carico cinetico della corrente definito come $U^2/2g$, dove U è la velocità media della corrente (m/s) e g l'accelerazione di gravità (m/s^2);

e i valori di seguito riportati:

I.	argini e difese spondali:	cm 50
II.	ponti e similari sino a 12 m:	cm 75
III.	coperture o tombinature, ponti e similari oltre m 12:	cm 100

Per quanto riguarda i limiti di inedificabilità dai corsi d'acqua la DGR n°181 del 11/03/2016 stabilisce una fascia di inedificabilità assoluta pari a 10 m per i corsi d'acqua ricadenti nel reticolo idrografico di primo secondo e terzo livello.

Il Regolamento fornisce inoltre i valori del coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler da utilizzare nelle verifiche idrauliche riportati nella seguente tabella:

Descrizione	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Corsi d'acqua 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
Corso d'acqua con fondo e argini totalmente cementati in ottimo stato e assenza di manufatti o discontinuità interferenti con le acque	40-45

Tabella IV

3 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERESSE

Il rio Cianastri è un affluente in sponda destra del rio Castellaro, a sua volta affluente del rio Casazza e fa parte del reticolo idrografico di terzo livello.

Esso sottende un bacino di circa 0.16 km^2 alla sezione di chiusura, coincidente con l'immissione nel rio Castellaro; l'estensione del bacino idrografico è riportato in Allegato 1.

L'asta ha una lunghezza di circa 800 m con una pendenza media pari a circa il 3% con quota massima e minima rispettivamente pari a circa 48 m s.l.m. e 10 m s.l.m.

Il bacino risulta naturale nella zona di monte che interessa aree coltivate, mentre risulta urbanizzato nella parte media e bassa che attraversa zone edificate con presenza di tratti tombinati.

3.1 TRATTO DI VALLE

Tale tratto è compreso tra via Cianastri e via Madonna degli Angeli per uno sviluppo complessivo pari a 230 m circa.

A valle della sezione di sbocco della tombinatura il rio scorre all'interno di alveo naturale avente in sponda destra una arginatura recentemente realizzata costituita da un muro a protezione delle abitazione adiacenti. La sponda sinistra risulta irregolare e di altezza variabile a tratti insufficiente al contenimento della portata 50-ennale.

A valle del tratto interessato da nuova urbanizzazione il rio si immette in un canale tombinato fino alla confluenza con il Rio Castellaro.

3.2 TRATTO DI MONTE

Tale tratto è compreso tra la sezione di imbocco della tombinatura in corrispondenza del parcheggio adiacente a via Cianastri e l'attraversamento di via Castellaro per uno sviluppo complessivo pari a 150 m circa.

Il rio risulta totalmente tombinato e il suo deflusso è garantito a monte di via Castellaro da una tubazione DN 1000, al di sotto dell'attraversamento da un canale a sezione rettangolare di dimensioni 2.1 x 1.2m e a valle da una tubazione DN 1200.

L'attuale condotta esistente è ubicata, per una lunghezza di circa 60 m, al di sotto delle aree verdi private pertinenziali alle abitazioni.

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Per il tratto del rio Cianastri oggetto del presente studio sono previsti degli interventi di sistemazione idraulica distinti per il tratto di valle e per il tratto di monte che vengono nel seguito descritti.

4.1 TRATTO DI VALLE

Gli interventi di sistemazione di tale tratto rientrano nell'ambito del progetto di urbanizzazione in attuazione del SUA di Iniziativa Privata in Zona C2 del Piano regolatore generale e prevedono sostanzialmente la realizzazione di un nuovo argine lungo la sponda sinistra, mantenendo la sponda destra e il fondo attuale del corso d'acqua.

Per maggiori dettagli si rimanda al relativo progetto di urbanizzazione dell'area ed in particolare agli elaborati idraulici dell'Ing. L. Romano.

Poiché la tombinatura prevista per il tratto di monte termina in corrispondenza di via Cianastri, 27 m a nord rispetto alla posizione attuale, ad una quota 16.70 m s.l.m., il progetto del tratto a valle prevede la realizzazione di un tratto di raccordo a valle di Via Cianastri e ad essa parallelo, consistente in un canale naturale con sponde in scogliera, della larghezza di 1.5 m al fondo, altezza 2.0 m e pendenza 3%.

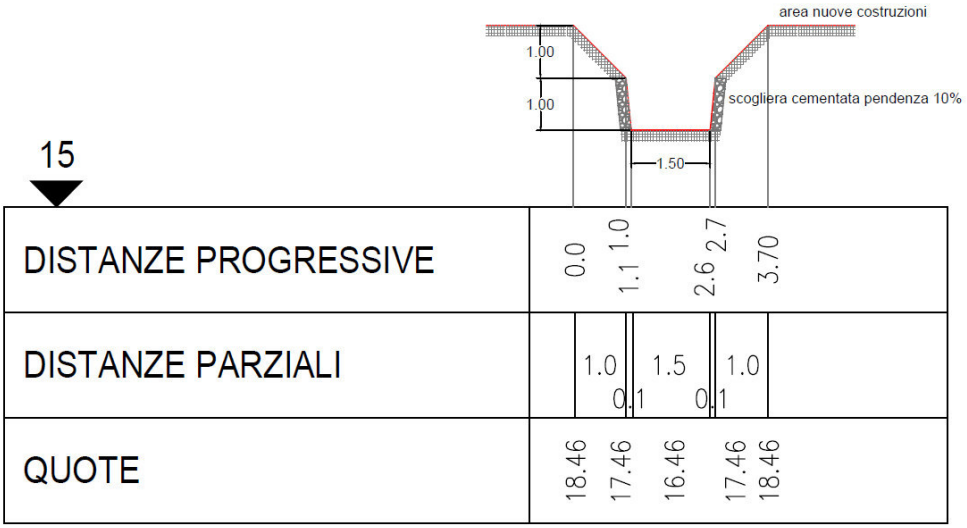


Figura 4 Schema della sezione del tratto di raccordo

In corrispondenza della strada di accesso all'area di nuova urbanizzazione è prevista la posa di uno scatolare di dimensioni 1.5 x 2.0 m per una lunghezza complessiva di circa 11 m.

4.2 TRATTO DI MONTE

Gli interventi di sistemazione previsti in tale tratto consistono sostanzialmente in:

- Rifacimento del tratto tombinato a monte di via Castellaro con sezione rettangolare a cielo aperto di dimensioni 1.5 x 2.0 m, pendenza 1.5%, lunghezza 21 m circa;
- Sostituzione della attuale tombinatura per l'attraversamento di via Castellaro con scatolare di dimensioni 1.5 x 2.0 m , pendenza 3% e lunghezza 10 m;
- Sostituzione tratto di tombinatura esistente al di sotto della strada pedonale con scatolare di dimensioni 1.5 x 2.0 m, pendenza 3% e lunghezza circa 37 m;
- Realizzazione di un nuovo tratto tombinato in prosecuzione di quello precedente su un tracciato diverso da quello esistente, con scatolare di dimensioni 1.5 x 2.0 m, pendenza 3% e lunghezza circa 70 m;

Il tracciato della tombinatura in progetto segue per la maggior parte quello della condotta esistente con una deviazione nel tratto terminale al fine di evitare l'interferenza con aree private e realizzare il nuovo manufatto prevalentemente lungo aree di competenza pubblica (strada di accesso ai parcheggi a raso); il tracciato rispetta inoltre il limite di 10 m dalla struttura del parcheggio interrato in sponda sinistra del rio.

Nel tratto a monte di via del Castellaro è prevista inoltre la realizzazione di una vasca di sedimentazione delle dimensioni di 1.0 x 2.0 m della lunghezza di 15 m dotata di un dente all'estremità di valle avente una serie di barre verticali per l'intercettazione di materiale flottante a protezione del tratto tombinato di valle.

La vasca è stata dimensionata cautelativamente con un volume utile di circa 22 m^3 sufficiente per il contenimento delle quantità media annua di materiale solido trasportato dalla corrente proveniente da monte.

Quest'ultimo valore è stato ricavato sulla base di un'erosione media di 0.2 mm/anno, valido per bacini di dimensioni e caratteristiche simili in ambito ligure.

5 VERIFICA IDRAULICA

5.1 PORTATE DI RIFERIMENTO

Il valore di portata per assegnato tempo di ritorno è stato valutato in ottemperanza alle norme di attuazione del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico del bacino del Torrente Varatella.

In particolare per i tratti non indagati, si è fatto riferimento allo Studio sulla caratterizzazione spaziale delle piogge intense e la regionalizzazione delle portate dei corsi d'acqua Liguri realizzato dal C.I.M.A dell'Università di Genova per conto della regione Liguria e datato 1999 (riferimento Provincia di Savona Settore Difesa del Suolo).

Il metodo consente il calcolo delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno in una sezione qualunque di un corso d'acqua ligure in funzione della sua ubicazione e della sua area sottesa.

Per i corsi d'acqua con superficie inferiore a 2 km² vale la relazione semplificata:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2}$$

dove $A[km^2]$ è la superficie del bacino sotteso, K_T è un fattore di frequenza tabellato in funzione del tempo di ritorno e $U_{A=2}[m^3\ s^{-1}\ km^2]$ rappresenta il contributo unitario per area pari a 2 km² tabellato in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.

K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in tabella:

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Nel caso in esame, considerando un bacino di tipo B (medio grado di urbanizzazione, CN=87), ed una longitudine rappresentativa pari a 8° 14', risulta:

$U_{A=2} = 7.82\ m^3s^{-1}\ km^2$

I valori di K_T per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni risultano rispettivamente pari a 3.47, 5.02 e 6.04.

Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in $m^3s^{-1}km^{-2}$, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, della tabella:

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	10	8,39	7,00	5,36	4,70
8	12.5	8,51	7,10	5,43	4,77
8	15	8,62	7,20	5,51	4,84
8	17.5	8,74	7,29	5,58	4,90

La portata di piena è stata calcolata separatamente per le due chiusure del tratto di monte (A=0.094 km^2) e del tratto di valle (A= 0.15 km^2), con i seguenti risultati:

Tratto	Area	Q_{50}	Q_{200}	Q_{500}
MONTE	0.094	2.3	3.4	4.1
VALLE	0.150	3.75	5.42	6.52

5.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche idrauliche sono state effettuate con il software di calcolo *Hec-Ras 5.0.3*[4] .

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.,

La metodologia è riportata più in dettaglio nell'Appendice 1 allegata alla presente relazione.

5.3 CONFIGURAZIONI DI VERIFICA E PARAMETRI DI CALCOLO

E' stata eseguita la verifica idraulica dell'intero tratto del rio Cianastri compreso tra via Castellaro e via Madonna degli Angeli con le portate 50-ennali e 200-ennali di riferimento sopra riportate.

Ai fini della verifica e della compatibilità idraulica degli interventi previsti, si è provveduto preliminarmente alla omogeneizzazione dei rilievi topografici per i due tratti di monte e di valle interessati dai progetti di sistemazione.

Le sezioni idrauliche definite nella *Relazione idrologica e idraulica* dello Studio Associato Romano sono state rinominate da valle verso monte, da 0.11 a 1.9, allo scopo di creare un unico profilo per il software di calcolo *Hec-Ras 5.0.3*.

Per quanto riguarda il tratto di monte si sono individuate una serie di di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche (larghezza, pendenza, curve, presenza di manufatti ecc.) numerate da valle verso monte da 1.9 a 13.

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

Per l'intero tratto sono state esaminate le seguenti configurazioni di verifica:

- **Stato attuale**
- **Stato di progetto**

Ai fini delle verifiche sono stati assunti i seguenti valori del parametro di scabrezza n di Manning:

- tratto di valle (alveo naturale) n= 0.05 (così come riportato nella *Relazione idrologica e idraulica* dello Studio Associato Romano);
- tratto di raccordo e tratto di monte (canale artificiale in cls) n=0.028;

Il profilo è stato integrato per entrambe le condizioni di corrente lenta (Fr<1) da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle (Fr>1), imponendo quali condizioni al contorno la profondità critica (Fr=1) per entrambe le sezioni di estremità.

5.4 RISULTATI

5.4.1 Configurazione attuale

Tratto di valle

Il deflusso della portata 50-ennale non risulta contenuto in sponda sinistra per mancanza di arginatura adeguata e pertanto si verifica l'allagamento dell'intera area adiacente.

In Allegato A sono riportati in forma grafica e tabellare i risultati delle verifiche effettuate

Tratto di monte

La portata 50-ennale defluisce in pressione per il primo tratto a monte di Via del Castellaro e con franchi idraulici inadeguati per il seguente tratto fino allo sbocco a valle di via Cianastri.

Il profilo della portata 200-ennale è del tutto simile a quello della portata 50-ennale con altezze superiori del pelo libero.

Il carico totale della corrente non risulta contenuto al di sotto della copertura lungo tutto il tratto sia per la portata 50-ennale che 200-ennale.

In Allegato A sono riportati in forma grafica e tabellare i risultati delle verifiche effettuate

5.4.2 Configurazione di Progetto

Tratto di valle

La configurazione di progetto permette il deflusso della portata 200-ennale senza esondazioni lungo l'area destinata a nuova urbanizzazione con franchi idraulici adeguati.

Permane un rischio residuale nel tratto tombinato a valle dell'area di nuova urbanizzazione (tra sez. 0.1 e sez. 0.6), di cui non è prevista in questa sede alcun intervento di sistemazione.

In corrispondenza dell'attraversamento della nuova strada di accesso all'area di nuova urbanizzazione in adiacenza a Via Cianastri (tra sez. 1.3 e sez. 1.5) il deflusso della por5tata 200-ennale avviene con altezza del pelo libero compresa tra 0.7 m e 1.0 m circa, con franchi superiori a 1 m rispetto all'intradosso e linea dei carichi contenuta.

Tratto di monte

La sistemazione di progetto permette di migliorare il deflusso della portata 200-ennale garantendo franchi idraulici adeguati lungo tutto il tratto compresi tra 1.2 m e 1.3 m nel tratto tombinato e tra 0.7 m e 1.5 m nel tratto a cielo aperto.

Le velocità sono comprese tra 1.3 m/s e 5.7 m/s circa e il carico totale della corrente risulta contenuto al di sotto della copertura e della sommità degli argini lungo tutto il tratto.

In Allegato A sono riportati in forma grafica e tabellare i risultati delle verifiche effettuate.

6 ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

Sulla base delle verifiche idrauliche complessive sono state tracciate le aree inondabili relative al tratto del rio Cianastri oggetto di studio compreso tra via Castellaro e via Madonna degli Angeli.

La perimetrazione è stata effettuata sulla base dei valori delle portate (e quindi dei relativi volumi) esondate e delle caratteristiche morfologiche delle aree interessate.

Le dinamiche di esondazione sono riconducibili, per quanto riguarda il tratto a cielo aperto di valle al fenomeno di espansione laterale della piena non contenuta in alveo, mentre per quanto riguarda il tratto tombinato di monte, sono riconducibili ad un fenomeno di rigurgito dovuto alla messa in pressione della tombinatura a monte di via Castellaro.

Gli interventi previsti per il tratto di valle consentono di ricondurre per tale area il rischio idraulico a tempi di ritorno maggiori di 200 anni indipendentemente dagli interventi di monte.

Infatti i volumi esondati nel tratto a monte sono naturalmente convogliati nel canale di raccordo a valle di via Cianastri senza interessare l'area destinata a nuova urbanizzazione, per effetto della presenza di una "corda molla" nel profilo stradale di via Cianastri con la quota inferiore in corrispondenza del canale di raccordo.

Permane un rischio residuale nel tratto tombinato a valle dell'area di nuova urbanizzazione (tra sez. 0.1 e sez. 0.6), di cui non è prevista in questa sede alcun intervento di sistemazione.

Gli interventi previsti per il tratto di monte consentono di ricondurre il rischio a tempi superiori a 200 anni anche par l'area compresa tra via Castellaro e via Cianastri.

La realizzazione congiunta di entrambi gli interventi (tratto di valle e tratto di monte) comporterebbe l'eliminazione del rischio idraulico per l'evento 200-ennale sull'intera area.

Negli Allegati 2 e 3 è riportata la mappatura delle aree inondabili nella configurazione attuale e in quella di progetto.

ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE



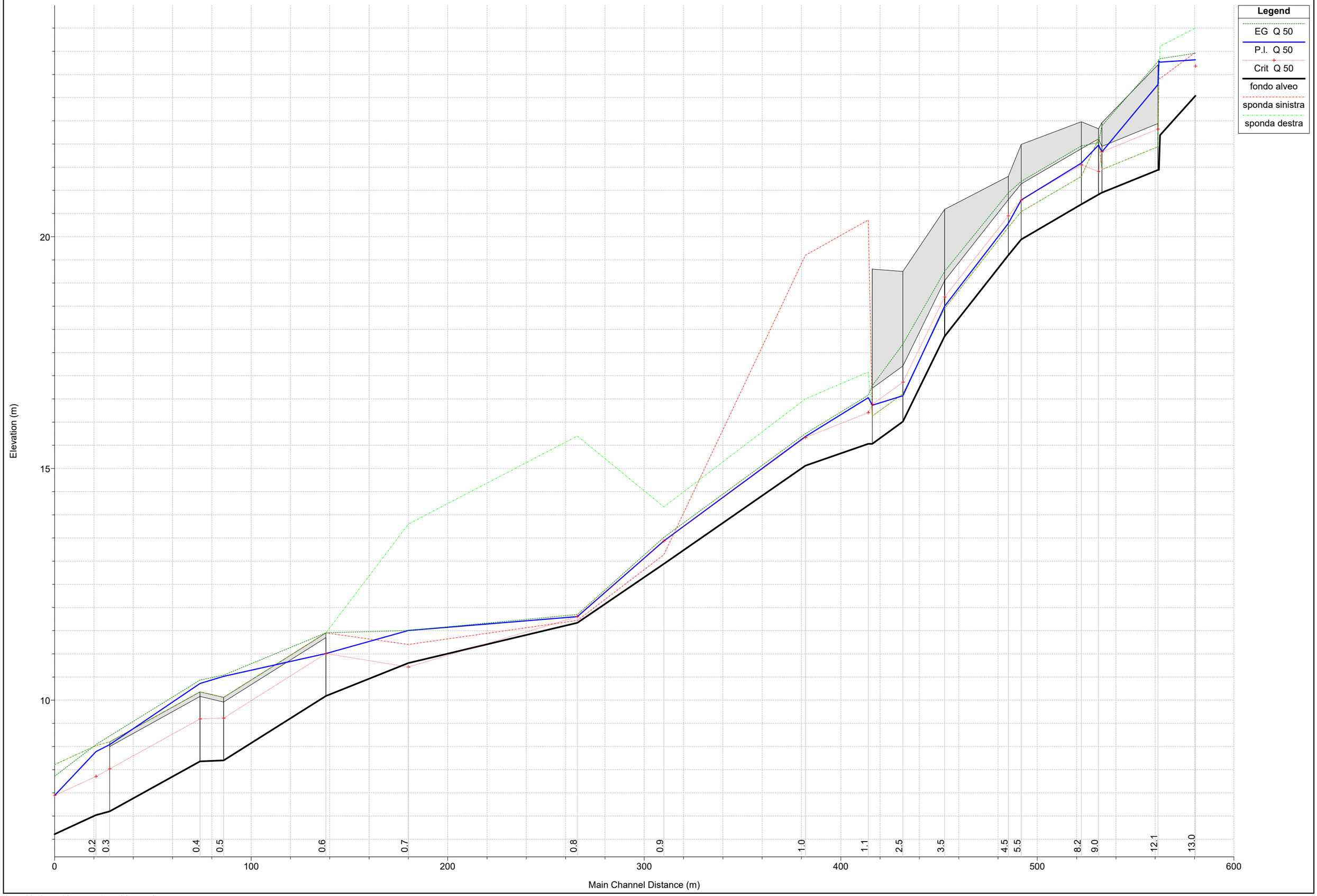
TRATTO DI MONTE
UBICAZIONE DELLE SEZIONI IDRAULICHE
FUORI SCALA

SEZIONI IDRAULICHE



TRATTO DI VALLE
ESTRATTO TAVOLA STUDIO ASSOCIATO ROMANO
UBICAZIONE DELLE SEZIONI IDRAULICHE
FUORI SCALA

Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale

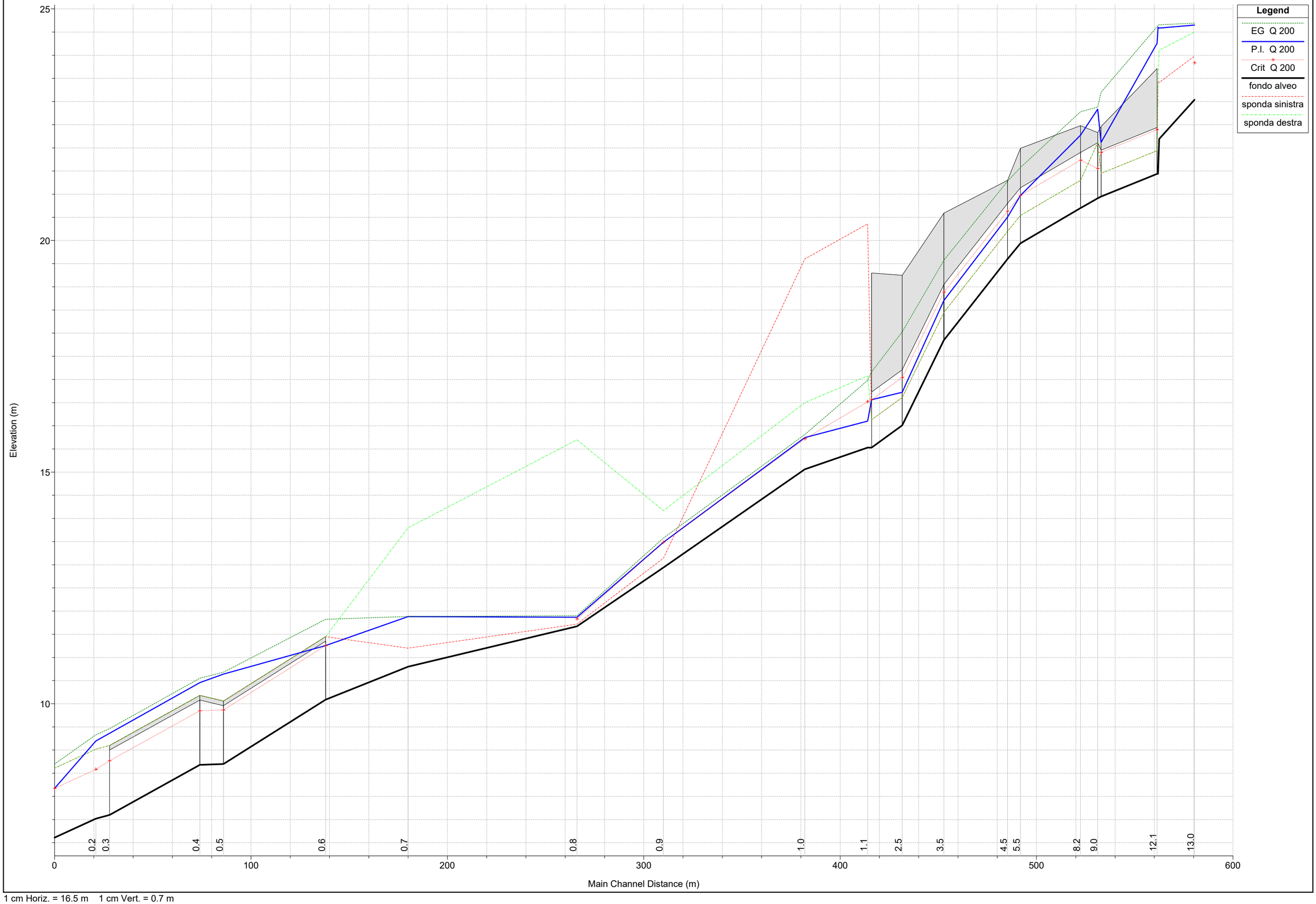


1 cm Horiz. = 16.5 m 1 cm Vert. = 0.7 m

HEC-RAS Plan: att River: Rio Cianastri Reach: Rio Cianastri Profile: Q 50

Reach	River Sta	Profile	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
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Cianastri	0.1	Q 50	3.75	7.11	8.61	8.61	7.95	0.82	0.83	8.36	2.85	1.32	1.61	1.00
Rio Cianastri	0.2	Q 50	3.75	7.52	9.02	9.02	8.89	1.33	1.37	9.04	1.71	2.19	1.64	0.47
Rio Cianastri	0.3	Q 50	3.75	7.60	9.00	9.00	9.04		1.44	9.23	1.92	1.96		0.51
Rio Cianastri	0.4	Q 50	3.75	8.68	10.08	10.08	10.36	0.45	1.68	10.43	1.28	3.30	7.40	0.29
Rio Cianastri	0.5	Q 50	3.75	8.70	9.96	9.96	10.51	0.69	1.81	10.54	0.71	5.12	7.40	0.17
Rio Cianastri	0.6	Q 50	3.75	10.09	11.35	11.35	11.00	0.89	0.91	11.45	2.96	1.27	1.42	1.00
Rio Cianastri	0.7	Q 50	3.75	10.80	11.20	13.80	11.50	0.72	1.06	11.50	0.07	40.32	56.04	0.03
Rio Cianastri	0.8	Q 50	3.75	11.67	11.72	15.70	11.80	0.09	0.13	11.85	0.89	3.95	42.93	0.98
Rio Cianastri	0.9	Q 50	3.75	12.94	13.14	14.17	13.44	0.18	0.50	13.51	1.56	3.37	18.98	0.86
Rio Cianastri	1.0	Q 50	3.75	15.06	19.60	16.50	15.69	0.16	0.63	15.75	1.10	3.41	20.77	0.87
Rio Cianastri	1.1	Q 50	3.75	15.53	20.36	17.08	16.53	0.23	1.00	16.58	1.01	3.70	16.26	0.68
Rio Cianastri	1.5	Q 50	2.30	15.53	16.13	16.13	16.37	0.78	0.84	16.79	2.87	0.80	1.02	1.00
Rio Cianastri	2.5	Q 50	2.30	16.01	16.61	16.61	16.57	0.42	0.56	17.68	4.67	0.49	1.17	2.30
Rio Cianastri	3.5	Q 50	2.30	17.85	18.45	18.45	18.50	0.52	0.65	19.25	3.84	0.60	1.16	1.52
Rio Cianastri	4.5	Q 50	2.30	19.60	20.20	20.20	20.29	0.56	0.69	20.94	3.59	0.64	1.14	1.39
Rio Cianastri	5.5	Q 50	2.30	19.94	20.54	20.54	20.79	0.81	0.85	21.19	2.82	0.82	1.01	0.98
Rio Cianastri	8.2	Q 50	2.30	20.70	21.30	21.30	21.59	0.87	0.89	21.96	2.69	0.85	0.98	0.91
Rio Cianastri	9.0	Q 50	2.30	20.91	22.11	22.11	21.98	1.07	1.07	22.03	1.03	2.24	2.10	0.32
Rio Cianastri	9.2	Q 50	2.30	20.95	21.45	21.45	21.83	1.12	0.88	22.39	3.32	0.69	0.62	1.13
Rio Cianastri	12.1	Q 50	2.30	21.44	21.94	21.94	23.28		1.84	23.78	3.12	0.74		0.73
Rio Cianastri	12.2	Q 50	2.30	21.44	23.44	23.44	23.79	2.35	2.35	23.83	0.86	2.68	1.14	0.18
Rio Cianastri	12.4	Q 50	2.30	22.19	23.41	24.11	23.76	1.57	1.57	23.84	1.22	1.89	1.20	0.31
Rio Cianastri	13.0	Q 50	2.30	23.04	23.98	24.50	23.82	0.56	0.78	23.96	1.67	1.38	2.45	0.71

Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale

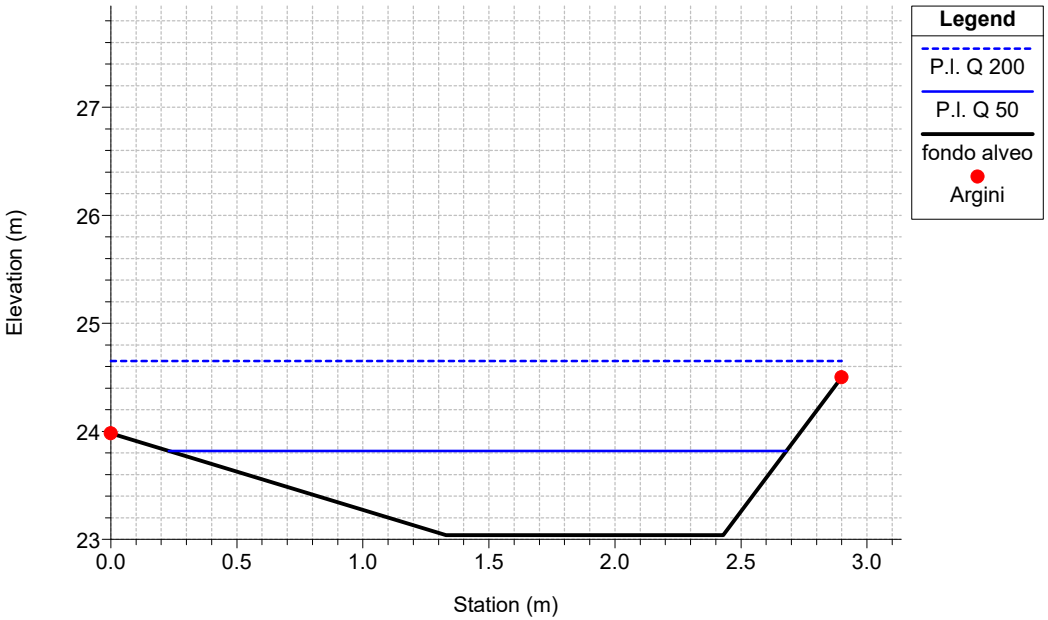


1 cm Horiz. = 16.5 m 1 cm Vert. = 0.7 m

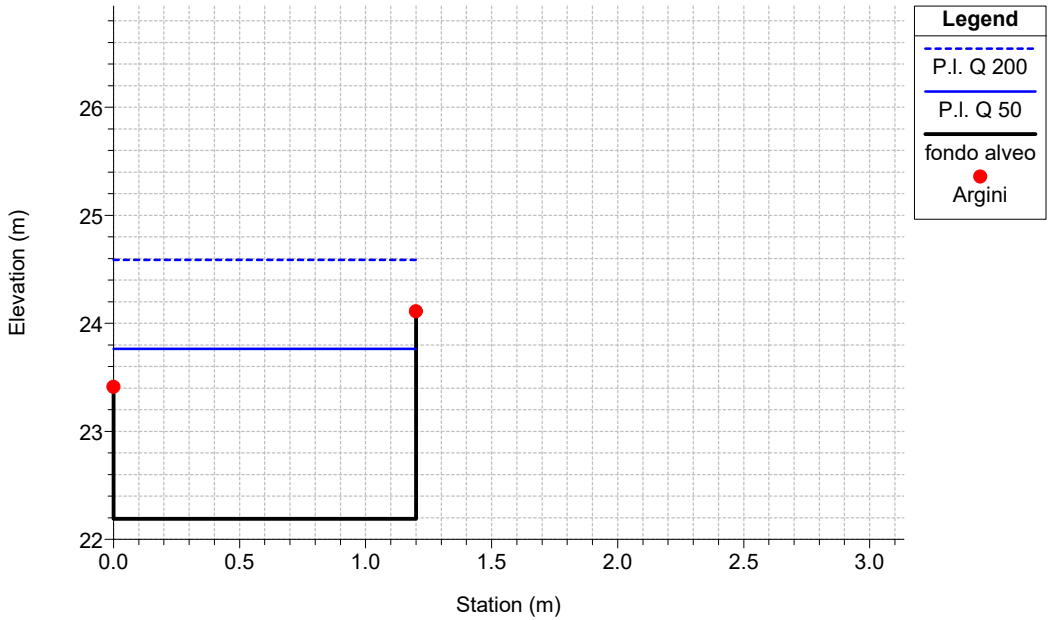
HEC-RAS Plan: att River: Rio Cianastri Reach: Rio Cianastri Profile: Q 200

Reach	River Sta	Profile	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
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Cianastri	0.1	Q 200	5.42	7.11	8.61	8.61	8.17	1.04	1.06	8.70	3.21	1.69	1.62	1.01
Rio Cianastri	0.2	Q 200	5.42	7.52	9.02	9.02	9.20	0.49	1.68	9.33	1.71	3.78	7.75	0.43
Rio Cianastri	0.3	Q 200	5.42	7.60	9.00	9.00	9.36	0.53	1.76	9.46	1.51	3.90	7.40	0.34
Rio Cianastri	0.4	Q 200	5.42	8.68	10.08	10.08	10.46	0.54	1.78	10.55	1.45	4.01	7.40	0.33
Rio Cianastri	0.5	Q 200	5.42	8.70	9.96	9.96	10.64	0.82	1.94	10.68	0.82	6.06	7.40	0.21
Rio Cianastri	0.6	Q 200	5.42	10.09	11.35	11.35	11.26	1.13	1.17	11.82	3.33	1.63	1.44	1.00
Rio Cianastri	0.7	Q 200	5.42	10.80	11.20	13.80	11.88	1.10	1.44	11.88	0.07	61.67	56.12	0.02
Rio Cianastri	0.8	Q 200	5.42	11.67	11.72	15.70	11.87	0.16	0.20	11.90	0.76	6.69	42.96	0.63
Rio Cianastri	0.9	Q 200	5.42	12.94	13.14	14.17	13.48	0.20	0.54	13.58	1.73	4.34	21.69	0.91
Rio Cianastri	1.0	Q 200	5.42	15.06	19.60	16.50	15.75	0.19	0.69	15.81	1.14	4.75	25.53	0.84
Rio Cianastri	1.1	Q 200	5.42	15.53	20.36	17.08	16.10	0.49	0.57	16.98	4.15	1.30	2.66	1.89
Rio Cianastri	1.5	Q 200	3.40	15.53	16.13	16.13	16.56	1.21	1.03	17.17	3.44	0.99	0.81	1.08
Rio Cianastri	2.5	Q 200	3.40	16.01	16.61	16.61	16.72	0.60	0.71	18.03	5.06	0.67	1.11	1.91
Rio Cianastri	3.5	Q 200	3.40	17.85	18.45	18.45	18.71	0.82	0.86	19.58	4.13	0.82	1.01	1.42
Rio Cianastri	4.5	Q 200	3.40	19.60	20.20	20.20	20.51	0.90	0.91	21.28	3.90	0.87	0.97	1.31
Rio Cianastri	5.5	Q 200	3.40	19.94	20.54	20.54	20.97	1.21	1.03	21.58	3.44	0.99	0.82	1.08
Rio Cianastri	8.2	Q 200	3.40	20.70	21.30	21.30	22.28		1.58	22.78	3.15	1.08		0.80
Rio Cianastri	9.0	Q 200	3.40	20.91	22.11	22.11	22.83	1.70	1.92	22.88	0.95	3.58	2.10	0.22
Rio Cianastri	9.2	Q 200	3.40	20.95	21.45	21.45	22.12		1.17	23.20	4.61	0.74		1.36
Rio Cianastri	12.1	Q 200	3.40	21.44	21.94	21.94	24.26	1.28	2.82	24.61	2.65	1.28	1.00	0.50
Rio Cianastri	12.2	Q 200	3.40	21.44	23.44	23.44	24.60	3.16	3.16	24.65	0.94	3.61	1.14	0.17
Rio Cianastri	12.4	Q 200	3.40	22.19	23.41	24.11	24.59	2.40	2.40	24.66	1.18	2.88	1.20	0.24
Rio Cianastri	13.0	Q 200	3.40	23.04	23.98	24.50	24.65	1.28	1.61	24.69	0.92	3.70	2.90	0.26

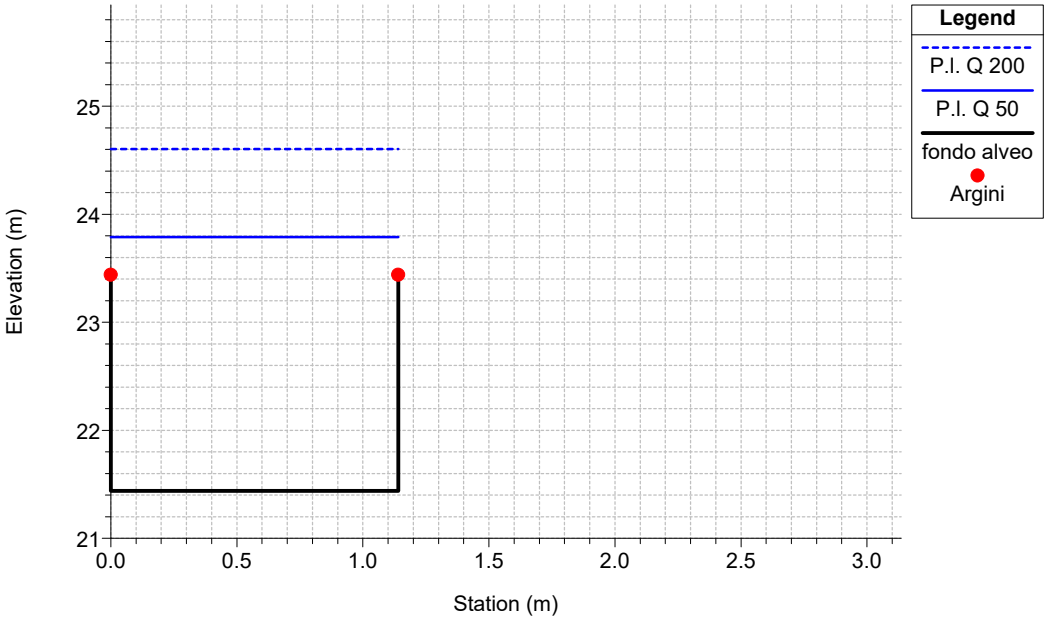
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 13.0



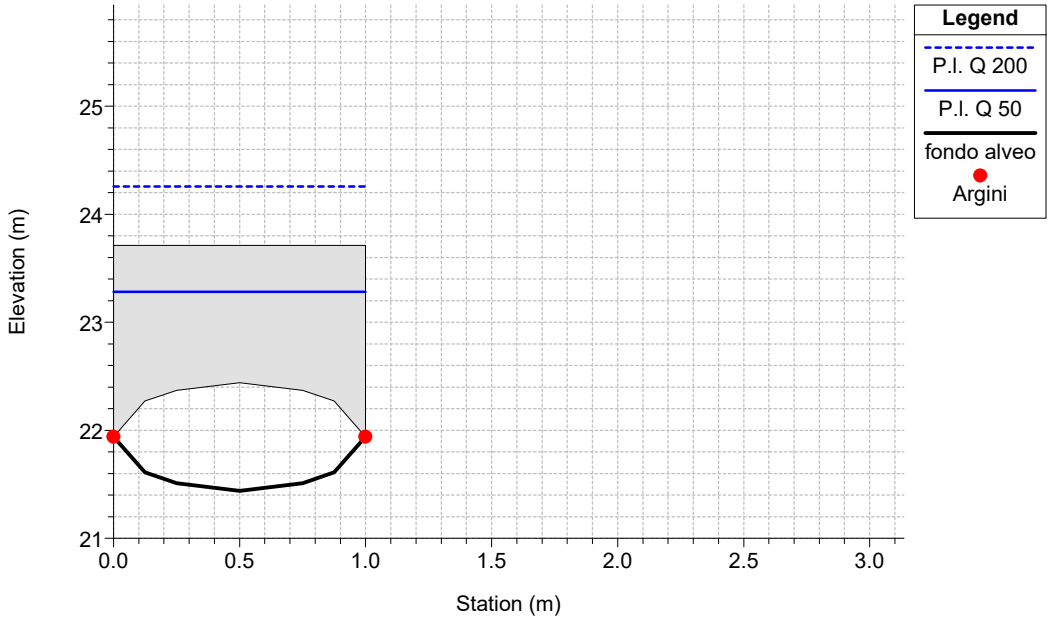
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 12.4



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 12.2

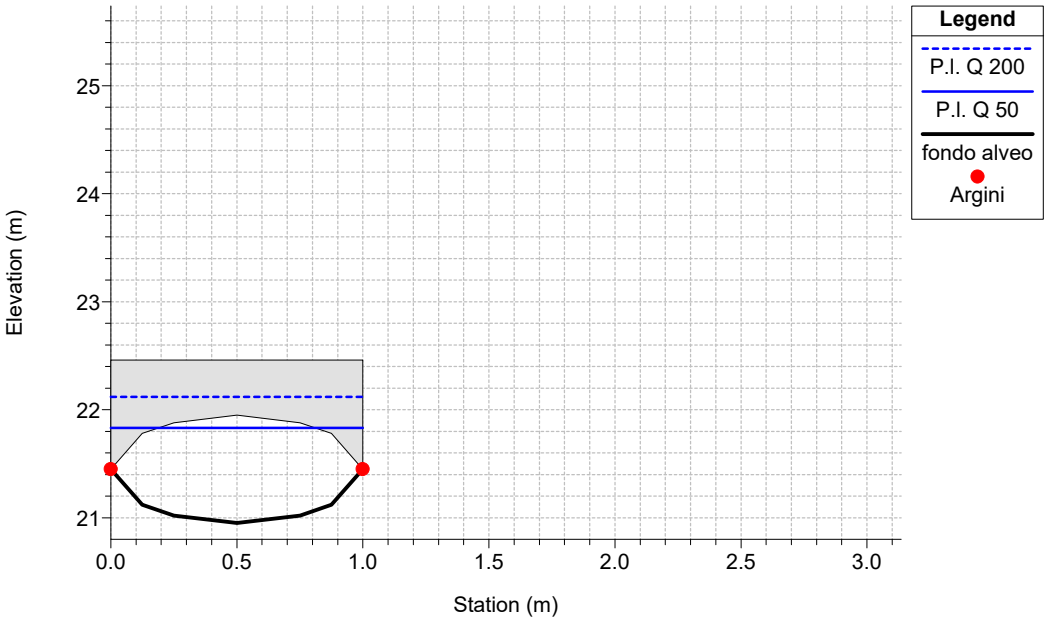


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 12.1

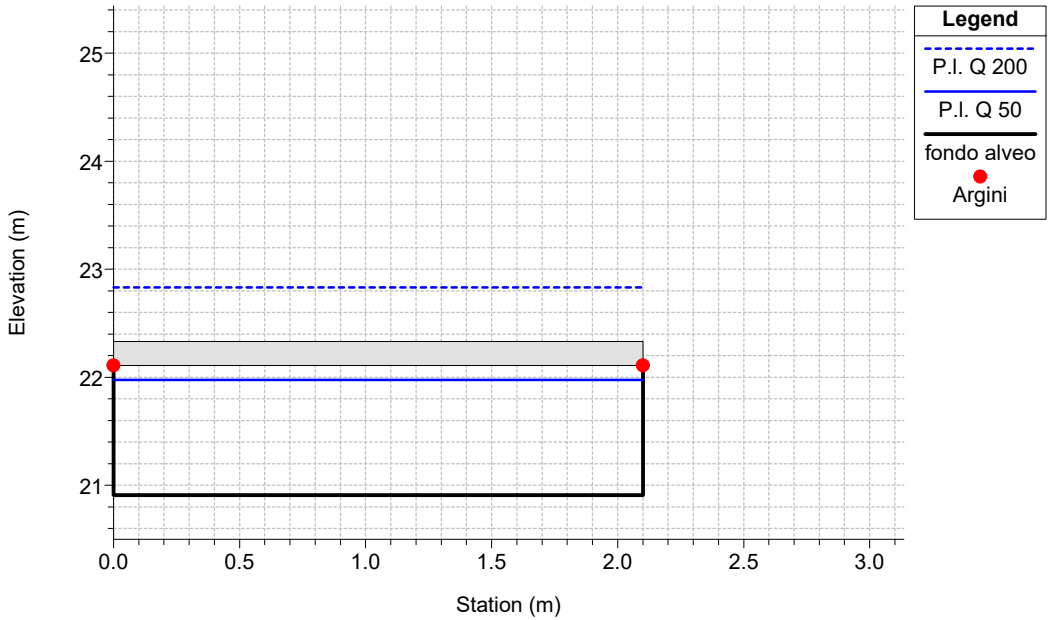


1 cm Horiz. = 0.3 m 1 cm Vert. = 0.7 m

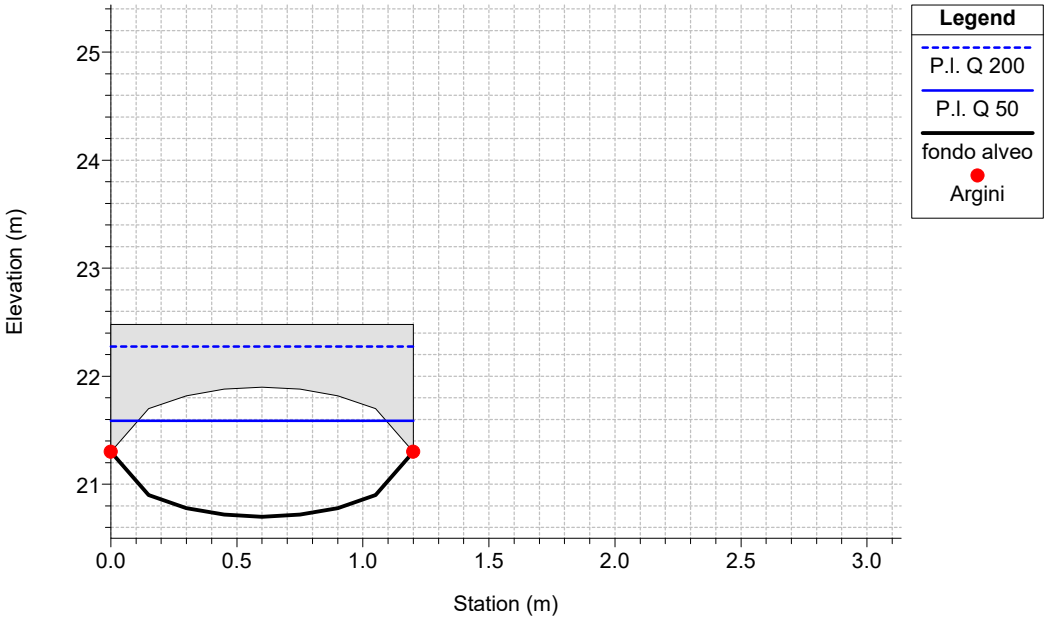
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 9.2



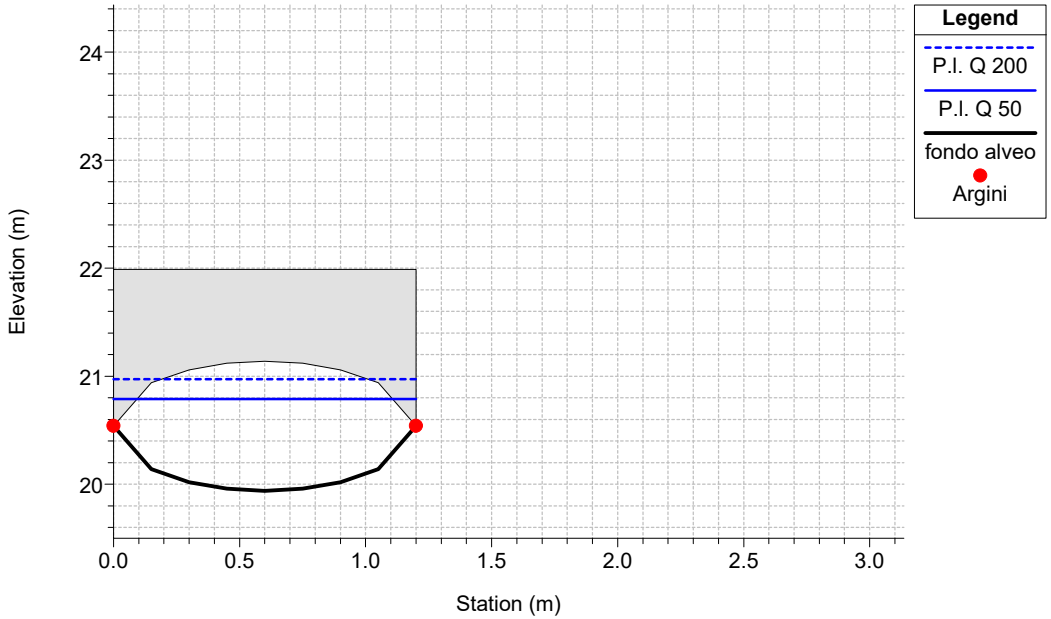
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 9.0



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 8.2

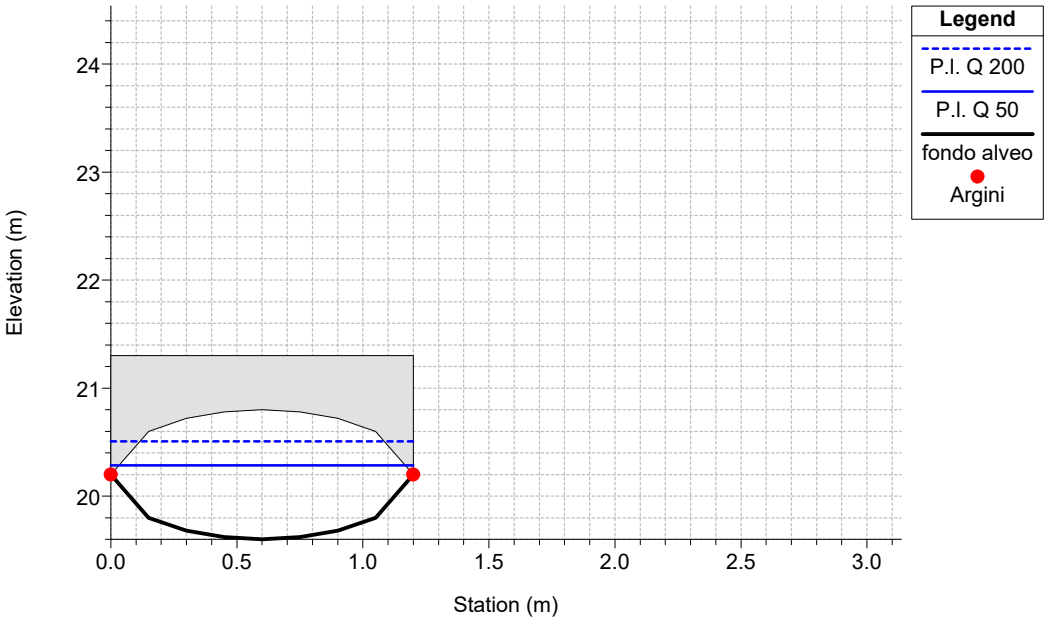


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 5.5

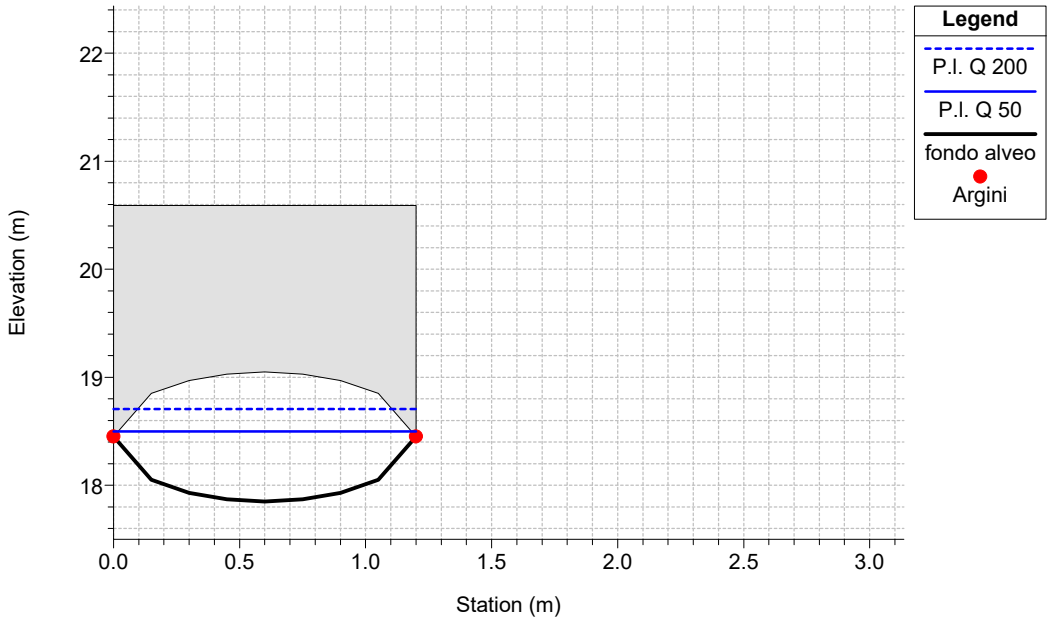


1 cm Horiz. = 0.3 m 1 cm Vert. = 0.7 m

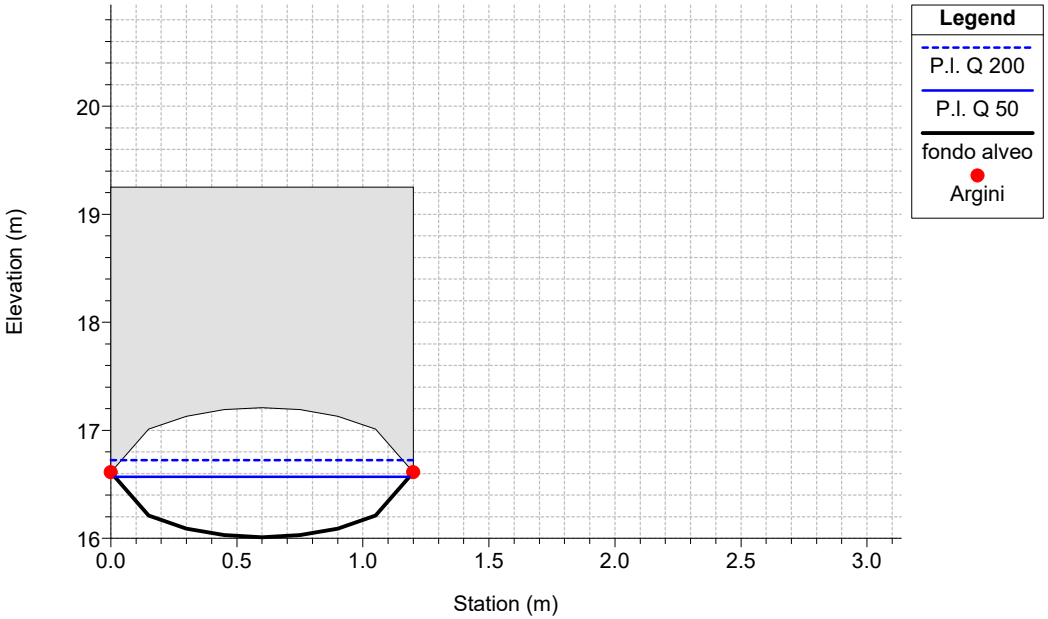
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 4.5



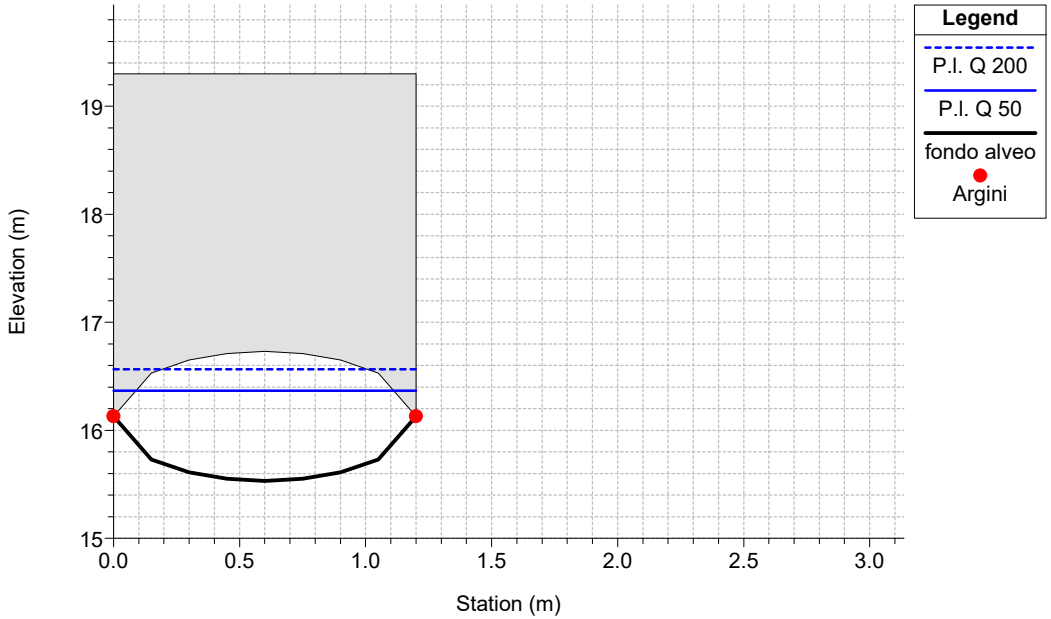
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 3.5



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 2.5

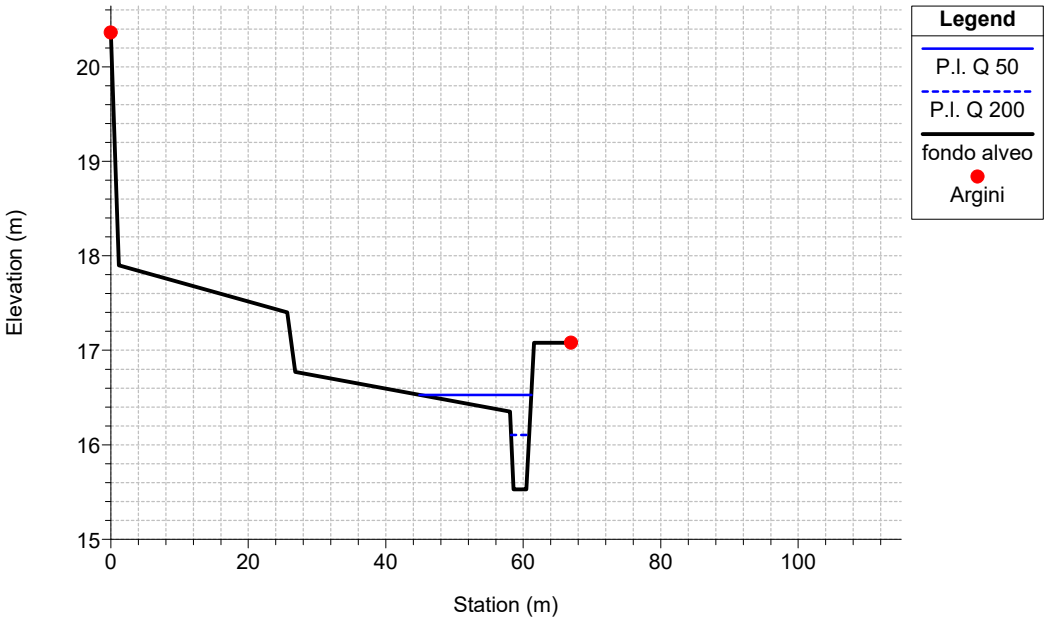


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 1.5

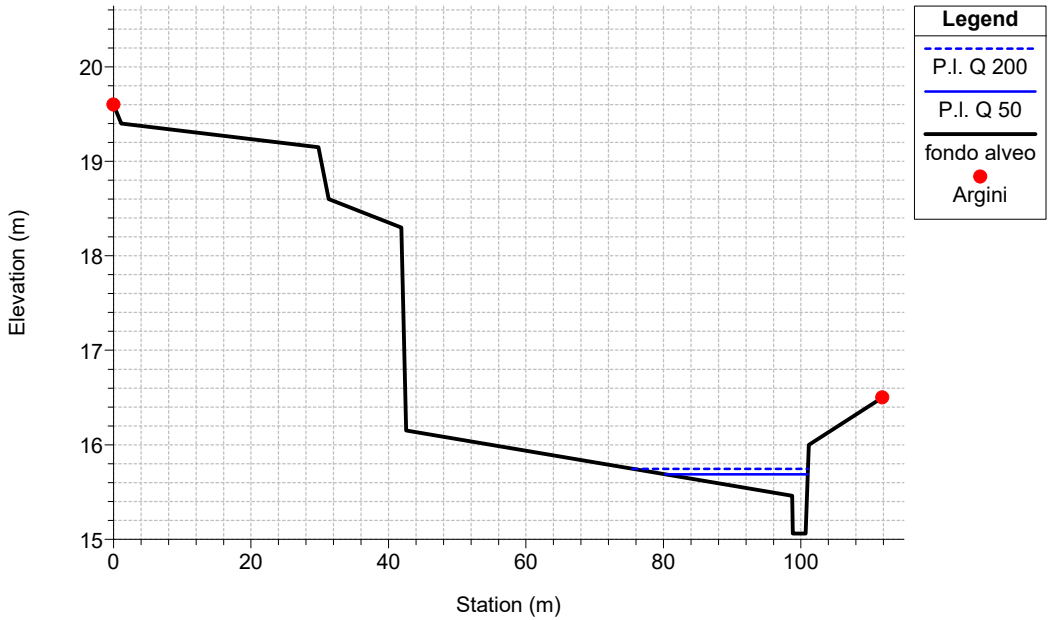


1 cm Horiz. = 0.3 m 1 cm Vert. = 0.7 m

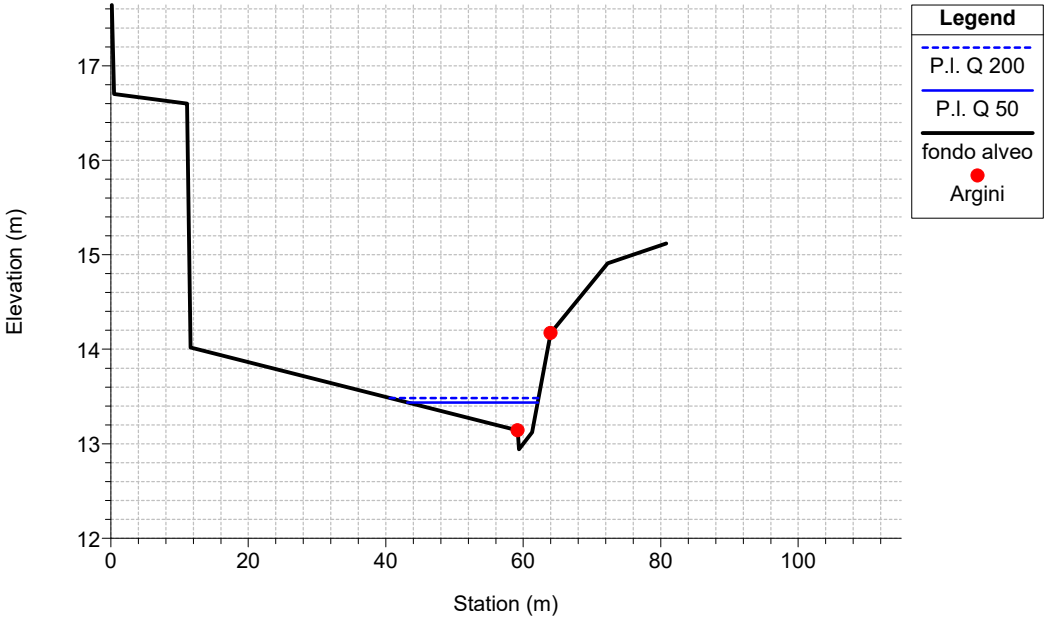
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 1.1



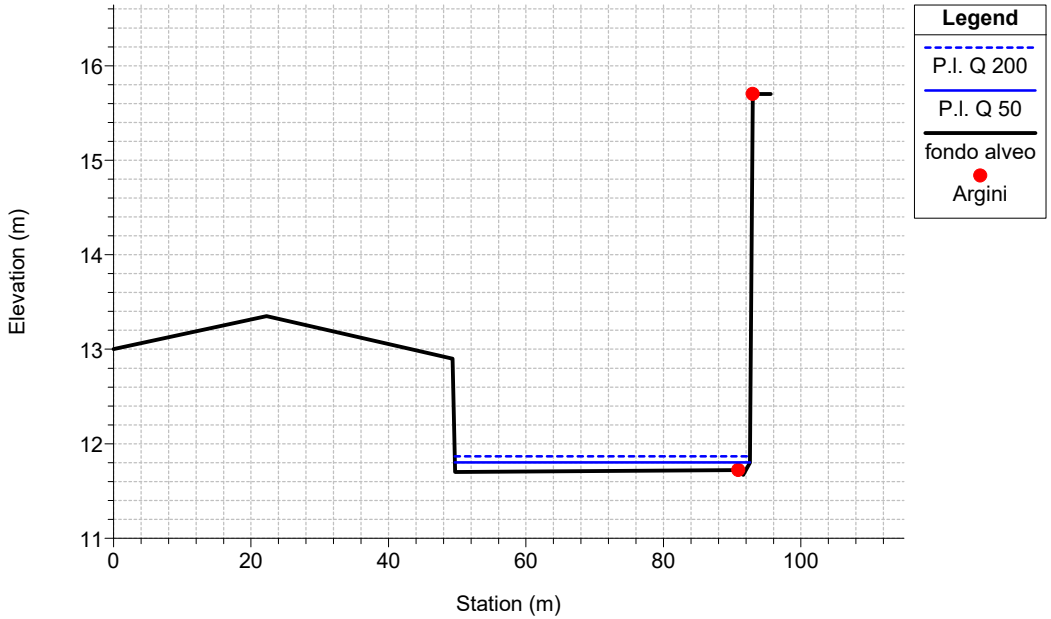
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 1.0



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 0.9



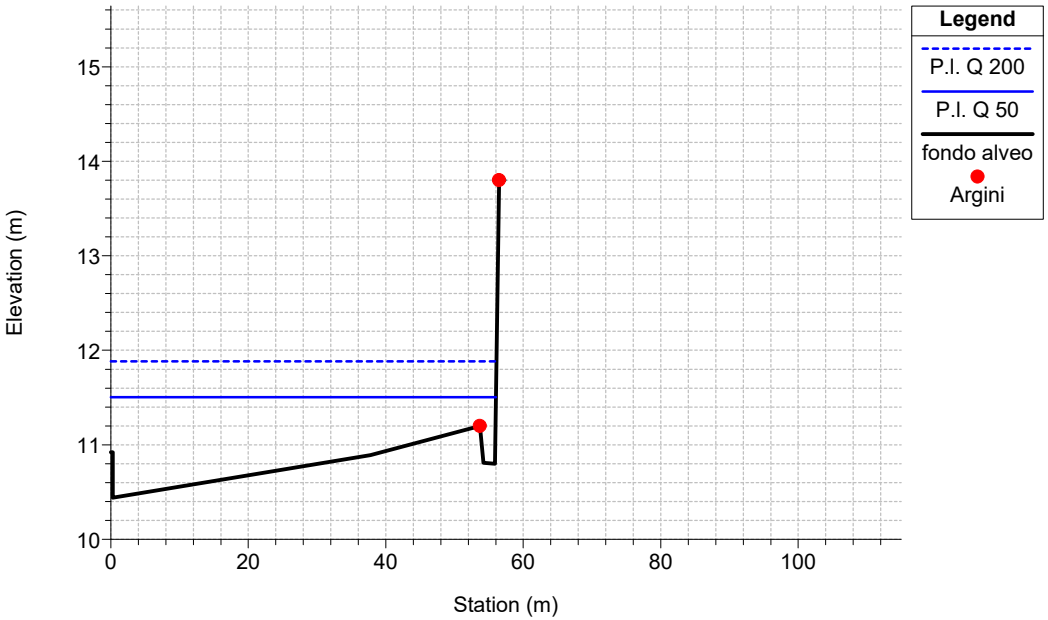
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 0.8



1 cm Horiz. = 11 m 1 cm Vert. = 0.8 m

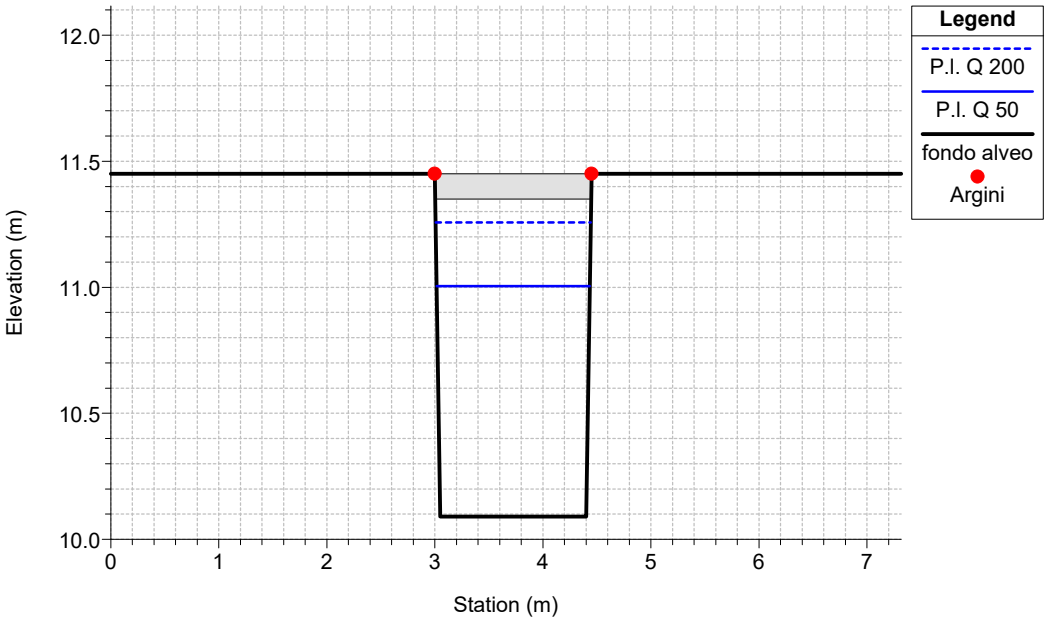
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale

RS = 0.7

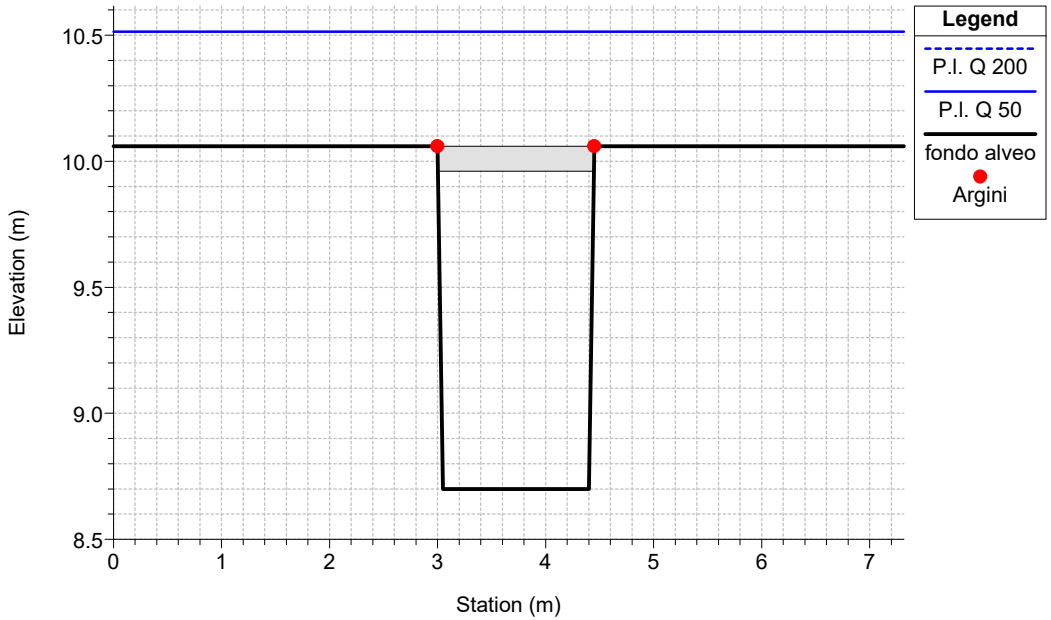


1 cm Horiz. = 11 m 1 cm Vert. = 0.8 m

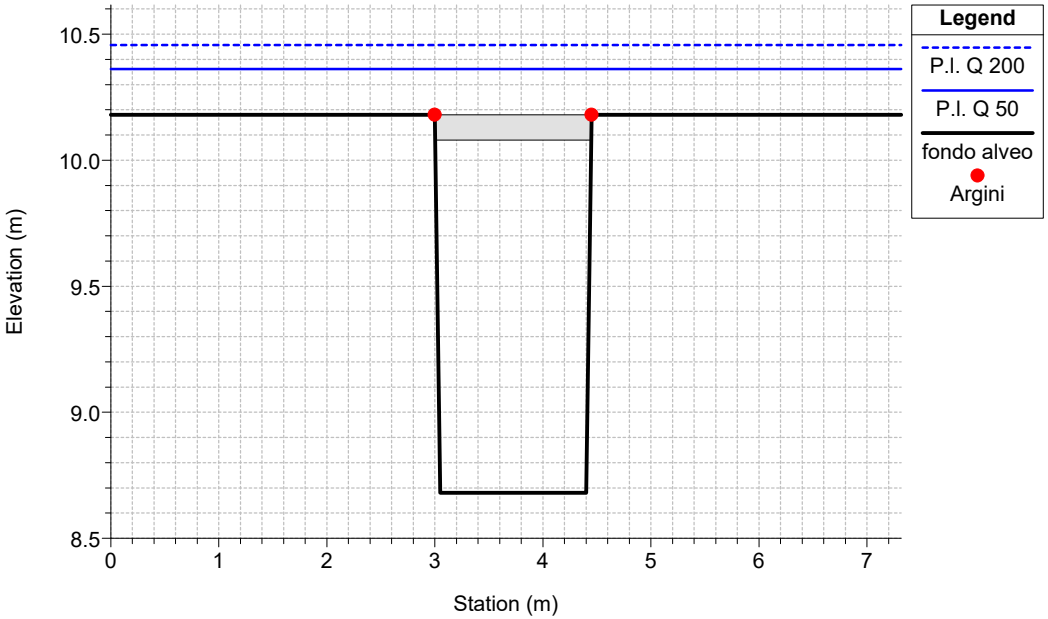
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 0.6



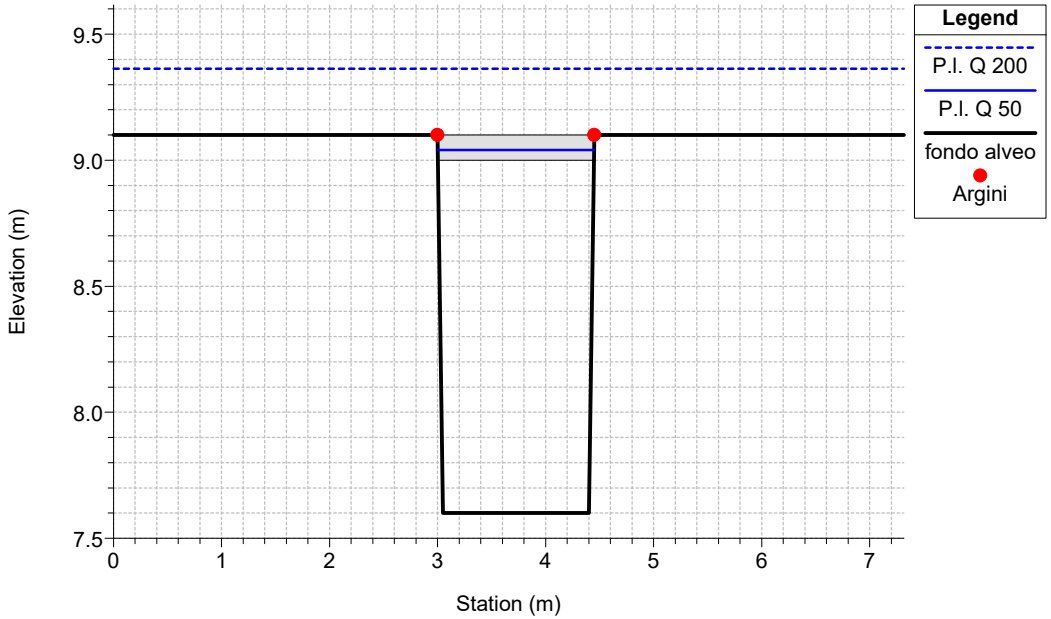
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 0.5



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 0.4



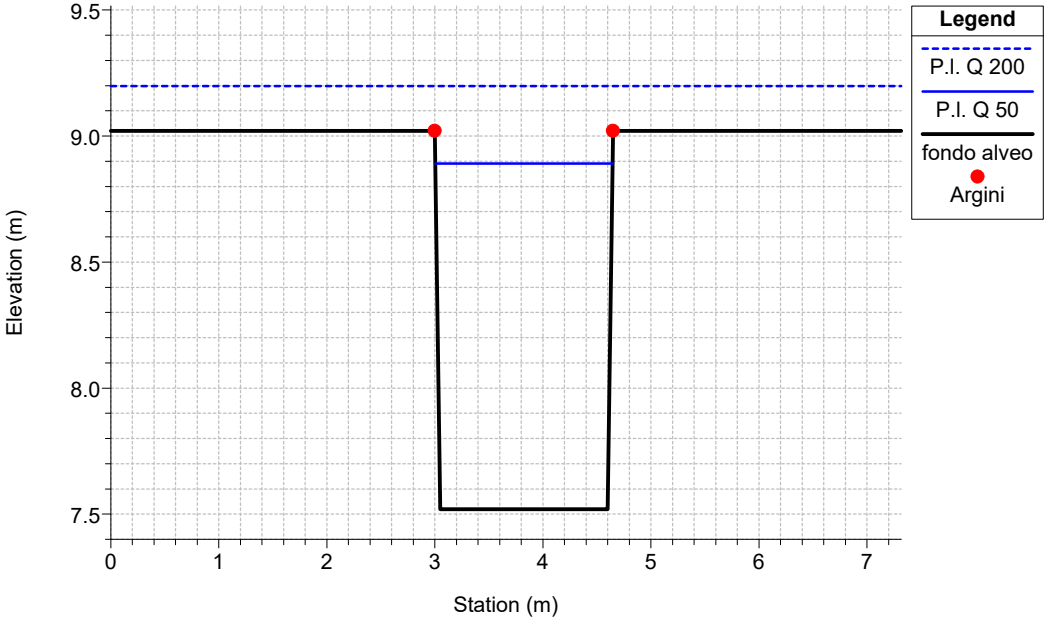
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale
RS = 0.3



1 cm Horiz. = 0.7 m 1 cm Vert. = 0.3 m

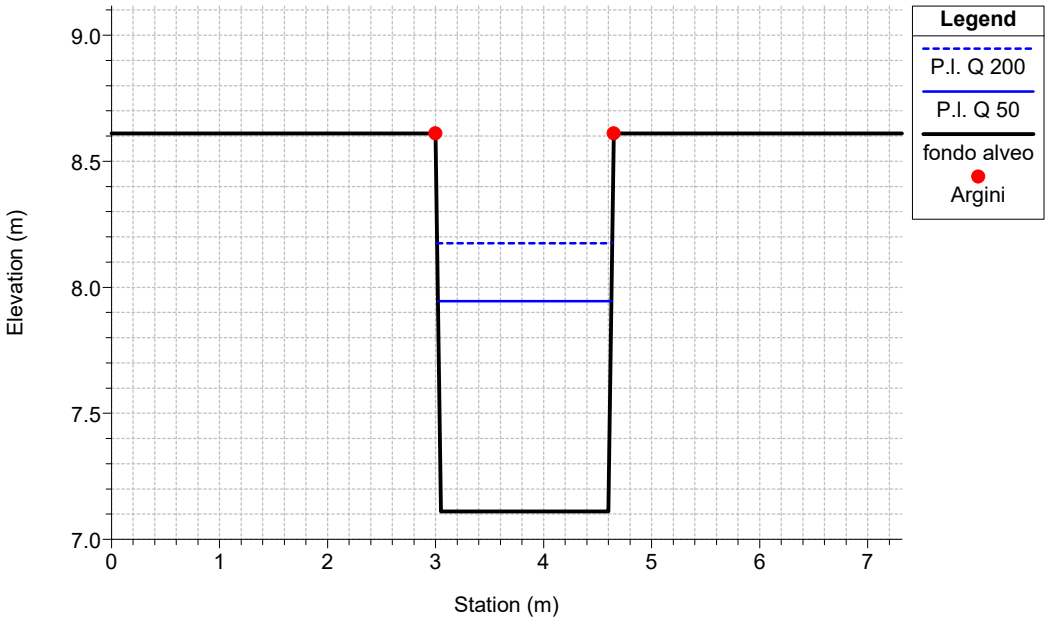
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale

RS = 0.2



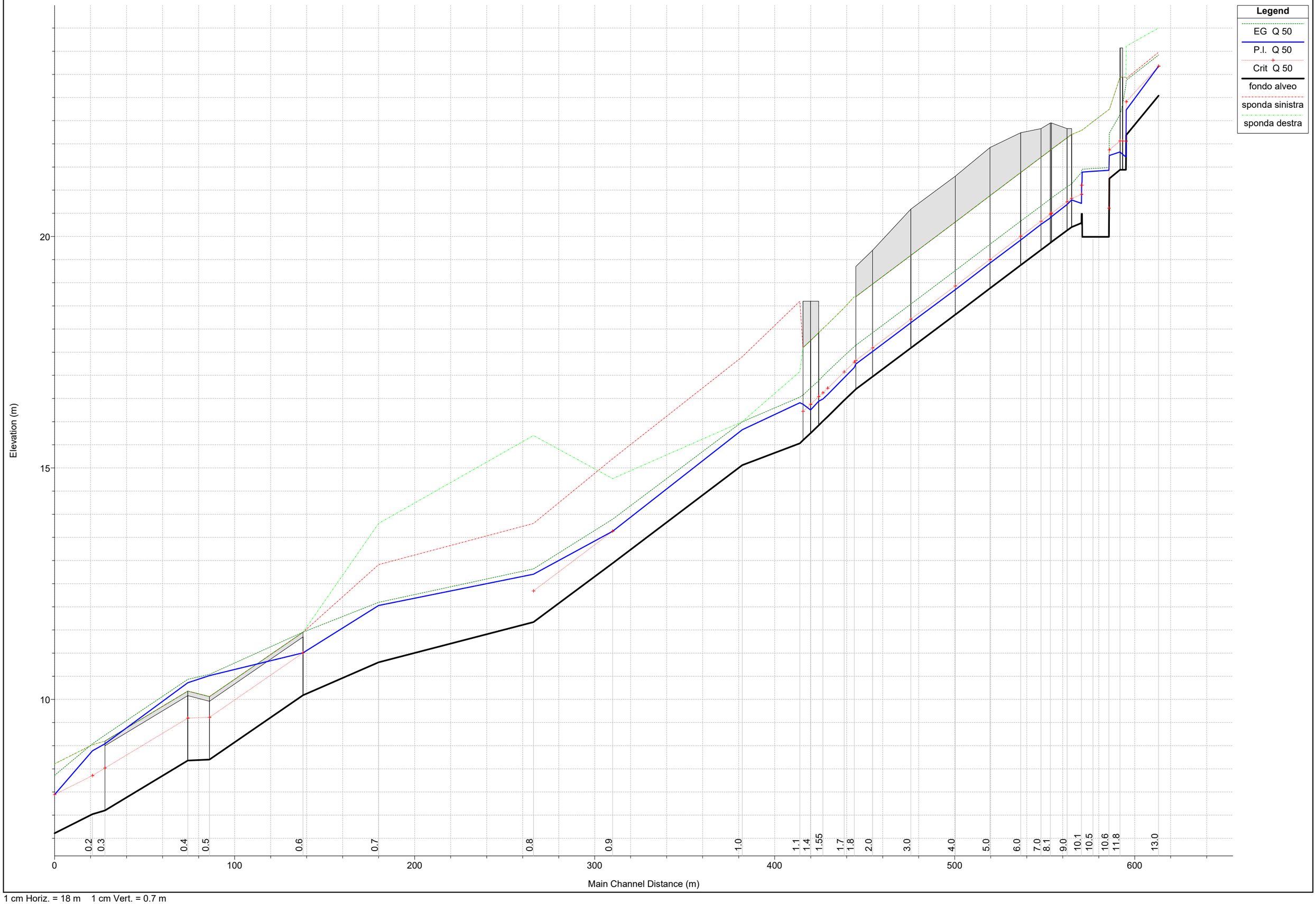
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri completo -Stato Attuale

RS = 0.1



1 cm Horiz. = 0.7 m 1 cm Vert. = 0.3 m

Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05

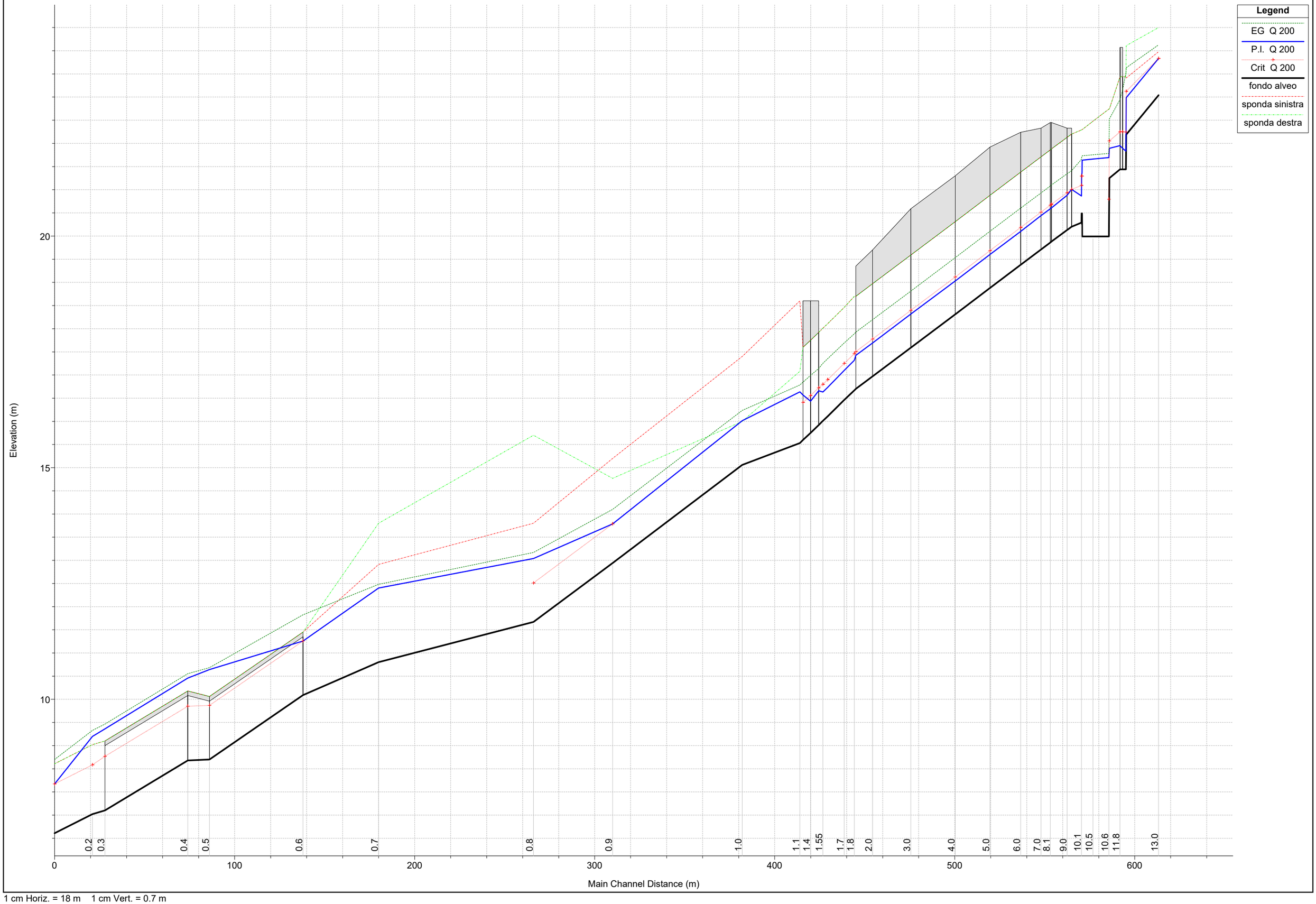


1 cm Horiz. = 18 m 1 cm Vert. = 0.7 m

HEC-RAS Plan: prog 05 River: Rio Cianastri Reach: Rio Cianastri Profile: Q 50

Reach	River Sta	Profile	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
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Cianastri	0.1	Q 50	3.75	7.11	8.61	8.61	7.95	0.82	0.83	8.36	2.85	1.32	1.61	1.00
Rio Cianastri	0.2	Q 50	3.75	7.52	9.02	9.02	8.89	1.33	1.37	9.04	1.71	2.19	1.64	0.47
Rio Cianastri	0.3	Q 50	3.75	7.60	9.00	9.00	9.04		1.44	9.23	1.92	1.96		0.51
Rio Cianastri	0.4	Q 50	3.75	8.68	10.08	10.08	10.36	0.45	1.68	10.43	1.28	3.30	7.40	0.29
Rio Cianastri	0.5	Q 50	3.75	8.70	9.96	9.96	10.51	0.69	1.81	10.54	0.71	5.12	7.40	0.17
Rio Cianastri	0.6	Q 50	3.75	10.09	11.35	11.35	11.00	0.89	0.91	11.45	2.96	1.27	1.42	1.00
Rio Cianastri	0.7	Q 50	3.75	10.80	12.91	13.80	12.03	1.16	1.23	12.10	1.16	3.24	2.80	0.34
Rio Cianastri	0.8	Q 50	3.75	11.67	13.80	15.70	12.70	0.94	1.03	12.82	1.51	2.49	2.64	0.50
Rio Cianastri	0.9	Q 50	3.75	12.94	15.20	14.77	13.63	0.51	0.69	13.89	2.25	1.66	3.26	1.01
Rio Cianastri	1.0	Q 50	3.75	15.06	17.40	16.00	15.82	0.71	0.76	16.00	1.84	2.04	2.88	0.70
Rio Cianastri	1.1	Q 50	3.75	15.53	18.60	17.08	16.41	0.79	0.88	16.53	1.54	2.44	3.09	0.55
Rio Cianastri	1.3	Q 50	2.30	15.60	17.60	17.60	16.37	0.77	0.77	16.57	1.98	1.16	1.50	0.72
Rio Cianastri	1.4	Q 50	2.30	15.75	17.75	17.75	16.25	0.50	0.50	16.73	3.05	0.75	1.50	1.38
Rio Cianastri	1.5	Q 50	2.30	15.92	17.92	17.92	16.44	0.52	0.52	16.88	2.94	0.78	1.50	1.30
Rio Cianastri	1.55	Q 50	2.30	16.01	18.01	18.01	16.49	0.46	0.48	16.98	3.12	0.74	1.60	1.46
Rio Cianastri	1.6	Q 50	2.30	16.11	18.11	18.11	16.59	0.46	0.48	17.08	3.12	0.74	1.60	1.47
Rio Cianastri	1.7	Q 50	2.30	16.46	18.46	18.46	16.95	0.47	0.49	17.42	3.06	0.75	1.60	1.42
Rio Cianastri	1.8	Q 50	2.30	16.67	18.70	18.70	17.17	0.48	0.50	17.62	2.97	0.77	1.60	1.37
Rio Cianastri	1.9	Q 50	2.30	16.70	18.70	18.70	17.24	0.54	0.54	17.65	2.82	0.81	1.50	1.22
Rio Cianastri	2.0	Q 50	2.30	16.97	18.97	18.97	17.51	0.54	0.54	17.92	2.83	0.81	1.50	1.23
Rio Cianastri	3.0	Q 50	2.30	17.59	19.59	19.59	18.14	0.55	0.55	18.54	2.81	0.82	1.50	1.21
Rio Cianastri	4.0	Q 50	2.30	18.31	20.31	20.31	18.85	0.54	0.54	19.26	2.84	0.81	1.50	1.23
Rio Cianastri	5.0	Q 50	2.30	18.88	20.88	20.88	19.42	0.54	0.54	19.83	2.82	0.82	1.50	1.22
Rio Cianastri	6.0	Q 50	2.30	19.38	21.38	21.38	19.92	0.54	0.54	20.33	2.83	0.81	1.50	1.23
Rio Cianastri	7.0	Q 50	2.30	19.71	21.71	21.71	20.26	0.55	0.55	20.66	2.79	0.82	1.50	1.20
Rio Cianastri	8.1	Q 50	2.30	19.86	21.86	21.86	20.40	0.54	0.54	20.81	2.84	0.81	1.50	1.23
Rio Cianastri	8.2	Q 50	2.30	19.88	21.88	21.88	20.42	0.55	0.55	20.83	2.81	0.82	1.50	1.22
Rio Cianastri	9.0	Q 50	2.30	20.13	22.13	22.13	20.69	0.56	0.56	21.07	2.73	0.84	1.50	1.16
Rio Cianastri	9.5	Q 50	2.30	20.20	22.20	22.20	20.79	0.59	0.59	21.13	2.61	0.88	1.50	1.09
Rio Cianastri	10.1	Q 50	2.30	20.29	22.29	22.29	20.71	0.42	0.42	21.38	3.62	0.63	1.50	1.78
Rio Cianastri	10.11	Q 50	2.30	20.49	22.29	22.29	21.11	0.62	0.62	21.42	2.48	0.93	1.50	1.01
Rio Cianastri	10.2	Q 50	2.30	20.49	22.30	22.30	21.18	0.69	0.69	21.43	2.22	1.03	1.50	0.85
Rio Cianastri	10.21	Q 50	2.30	19.99	22.30	22.30	21.39	1.40	1.40	21.45	1.10	2.10	1.50	0.30
Rio Cianastri	10.3	Q 50	2.30	19.99	22.30	22.30	21.39	1.40	1.40	21.45	1.10	2.10	1.50	0.30
Rio Cianastri	10.5	Q 50	2.30	19.99	22.48	22.48	21.41	1.42	1.42	21.47	1.08	2.12	1.50	0.29
Rio Cianastri	10.6	Q 50	2.30	19.99	22.74	22.74	21.43	1.44	1.44	21.49	1.07	2.16	1.50	0.28
Rio Cianastri	10.7	Q 50	2.30	21.25	22.74	22.74	21.75	0.50	0.50	22.23	3.08	0.75	1.50	1.40
Rio Cianastri	11.8	Q 50	2.30	21.44	23.44	23.44	21.83	0.39	0.39	22.63	3.97	0.58	1.50	2.04
Rio Cianastri	11.9	Q 50	2.30	21.44	23.44	23.44	21.82	0.38	0.38	22.66	4.05	0.57	1.50	2.10
Rio Cianastri	12.2	Q 50	2.30	21.44	23.44	23.44	21.77	0.33	0.33	22.85	4.60	0.50	1.50	2.55
Rio Cianastri	12.39	Q 50	2.30	21.44	23.44	23.44	21.72	0.28	0.28	23.27	5.52	0.42	1.50	3.34
Rio Cianastri	12.4	Q 50	2.30	22.19	23.41	24.11	22.73	0.54	0.54	23.37	3.55	0.65	1.20	1.54
Rio Cianastri	13.0	Q 50	2.30	23.04	23.98	24.50	23.68	0.48	0.64	23.92	2.18	1.06	2.21	1.01

Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05

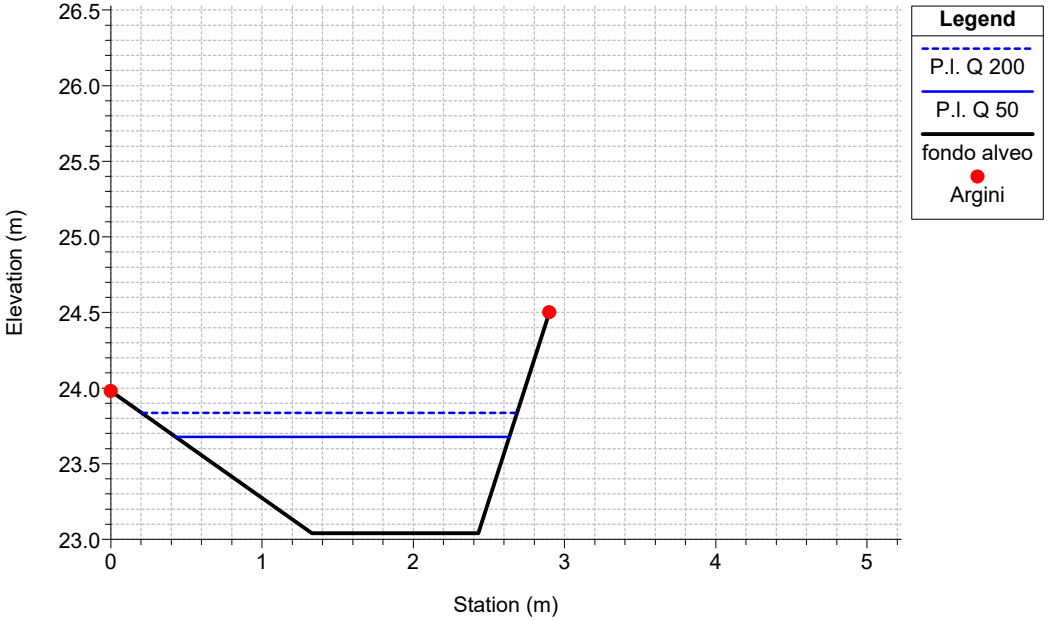


1 cm Horiz. = 18 m 1 cm Vert. = 0.7 m

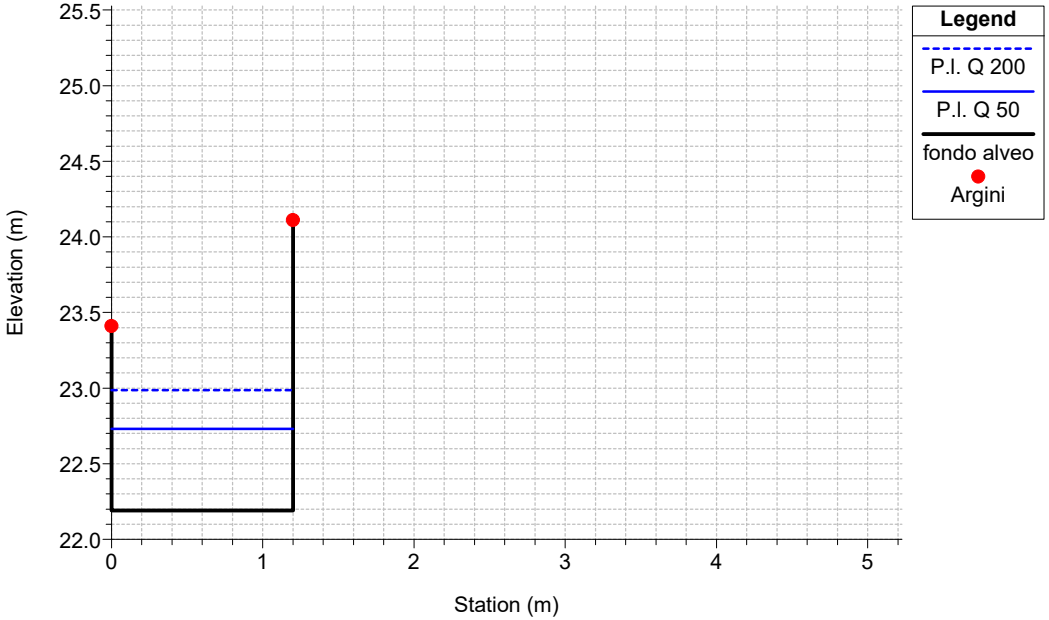
HEC-RAS Plan: prog 05 River: Rio Cianastri Reach: Rio Cianastri Profile: Q 200

Reach	River Sta	Profile	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
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rio Cianastri	0.1	Q 200	5.42	7.11	8.61	8.61	8.17	1.04	1.06	8.70	3.21	1.69	1.62	1.01
Rio Cianastri	0.2	Q 200	5.42	7.52	9.02	9.02	9.20	0.49	1.68	9.33	1.71	3.78	7.75	0.43
Rio Cianastri	0.3	Q 200	5.42	7.60	9.00	9.00	9.36	0.53	1.76	9.46	1.51	3.90	7.40	0.34
Rio Cianastri	0.4	Q 200	5.42	8.68	10.08	10.08	10.46	0.54	1.78	10.55	1.45	4.01	7.40	0.33
Rio Cianastri	0.5	Q 200	5.42	8.70	9.96	9.96	10.64	0.82	1.94	10.68	0.82	6.06	7.40	0.21
Rio Cianastri	0.6	Q 200	5.42	10.09	11.35	11.35	11.26	1.13	1.17	11.82	3.33	1.63	1.44	1.00
Rio Cianastri	0.7	Q 200	5.42	10.80	12.91	13.80	12.40	1.49	1.60	12.48	1.26	4.31	2.90	0.33
Rio Cianastri	0.8	Q 200	5.42	11.67	13.80	15.70	13.04	1.26	1.37	13.17	1.60	3.38	2.69	0.46
Rio Cianastri	0.9	Q 200	5.42	12.94	15.20	14.77	13.79	0.62	0.85	14.10	2.48	2.19	3.52	1.00
Rio Cianastri	1.0	Q 200	5.42	15.06	17.40	16.00	16.01	0.80	0.95	16.24	2.09	2.60	3.26	0.71
Rio Cianastri	1.1	Q 200	5.42	15.53	18.60	17.08	16.64	0.97	1.11	16.79	1.71	3.16	3.26	0.56
Rio Cianastri	1.3	Q 200	3.40	15.60	17.60	17.60	16.57	0.97	0.97	16.85	2.34	1.45	1.50	0.76
Rio Cianastri	1.4	Q 200	3.40	15.75	17.75	17.75	16.44	0.69	0.69	16.99	3.30	1.03	1.50	1.27
Rio Cianastri	1.5	Q 200	3.40	15.92	17.92	17.92	16.66	0.74	0.74	17.14	3.06	1.11	1.50	1.14
Rio Cianastri	1.55	Q 200	3.40	16.01	18.01	18.01	16.63	0.60	0.62	17.25	3.48	0.98	1.62	1.44
Rio Cianastri	1.6	Q 200	3.40	16.11	18.11	18.11	16.73	0.60	0.62	17.35	3.49	0.98	1.62	1.44
Rio Cianastri	1.7	Q 200	3.40	16.46	18.46	18.46	17.10	0.61	0.64	17.69	3.41	1.00	1.63	1.39
Rio Cianastri	1.8	Q 200	3.40	16.67	18.70	18.70	17.32	0.62	0.65	17.89	3.35	1.01	1.63	1.36
Rio Cianastri	1.9	Q 200	3.40	16.70	18.70	18.70	17.42	0.72	0.72	17.92	3.13	1.08	1.50	1.18
Rio Cianastri	2.0	Q 200	3.40	16.97	18.97	18.97	17.69	0.72	0.72	18.19	3.14	1.08	1.50	1.18
Rio Cianastri	3.0	Q 200	3.40	17.59	19.59	19.59	18.32	0.73	0.73	18.81	3.12	1.09	1.50	1.17
Rio Cianastri	4.0	Q 200	3.40	18.31	20.31	20.31	19.03	0.72	0.72	19.54	3.15	1.08	1.50	1.19
Rio Cianastri	5.0	Q 200	3.40	18.88	20.88	20.88	19.60	0.72	0.72	20.10	3.13	1.09	1.50	1.18
Rio Cianastri	6.0	Q 200	3.40	19.38	21.38	21.38	20.10	0.72	0.72	20.60	3.14	1.08	1.50	1.18
Rio Cianastri	7.0	Q 200	3.40	19.71	21.71	21.71	20.44	0.73	0.73	20.93	3.11	1.09	1.50	1.16
Rio Cianastri	8.1	Q 200	3.40	19.86	21.86	21.86	20.59	0.73	0.73	21.08	3.11	1.09	1.50	1.16
Rio Cianastri	8.2	Q 200	3.40	19.88	21.88	21.88	20.61	0.73	0.73	21.10	3.12	1.09	1.50	1.17
Rio Cianastri	9.0	Q 200	3.40	20.13	22.13	22.13	20.88	0.75	0.75	21.35	3.02	1.12	1.50	1.12
Rio Cianastri	9.5	Q 200	3.40	20.20	22.20	22.20	21.01	0.81	0.81	21.41	2.81	1.21	1.50	1.00
Rio Cianastri	10.1	Q 200	3.40	20.29	22.29	22.29	20.86	0.57	0.57	21.66	3.94	0.86	1.50	1.66
Rio Cianastri	10.11	Q 200	3.40	20.49	22.29	22.29	21.29	0.80	0.80	21.70	2.82	1.21	1.50	1.01
Rio Cianastri	10.2	Q 200	3.40	20.49	22.30	22.30	21.37	0.88	0.88	21.71	2.57	1.32	1.50	0.87
Rio Cianastri	10.21	Q 200	3.40	19.99	22.30	22.30	21.64	1.65	1.65	21.73	1.38	2.47	1.50	0.34
Rio Cianastri	10.3	Q 200	3.40	19.99	22.30	22.30	21.64	1.65	1.65	21.73	1.38	2.47	1.50	0.34
Rio Cianastri	10.5	Q 200	3.40	19.99	22.48	22.48	21.66	1.67	1.67	21.75	1.36	2.51	1.50	0.34
Rio Cianastri	10.6	Q 200	3.40	19.99	22.74	22.74	21.69	1.70	1.70	21.78	1.33	2.56	1.50	0.33
Rio Cianastri	10.7	Q 200	3.40	21.25	22.74	22.74	21.89	0.64	0.64	22.53	3.53	0.96	1.50	1.41
Rio Cianastri	11.8	Q 200	3.40	21.44	23.44	23.44	21.95	0.51	0.51	22.95	4.42	0.77	1.50	1.97
Rio Cianastri	11.9	Q 200	3.40	21.44	23.44	23.44	21.94	0.50	0.50	22.97	4.49	0.76	1.50	2.02
Rio Cianastri	12.2	Q 200	3.40	21.44	23.44	23.44	21.89	0.45	0.45	23.16	4.99	0.68	1.50	2.36
Rio Cianastri	12.39	Q 200	3.40	21.44	23.44	23.44	21.83	0.39	0.39	23.52	5.75	0.59	1.50	2.92
Rio Cianastri	12.4	Q 200	3.40	22.19	23.41	24.11	22.99	0.80	0.80	23.63	3.56	0.96	1.20	1.27
Rio Cianastri	13.0	Q 200	3.40	23.04	23.98	24.50	23.84	0.57	0.79	24.13	2.39	1.42	2.48	1.01

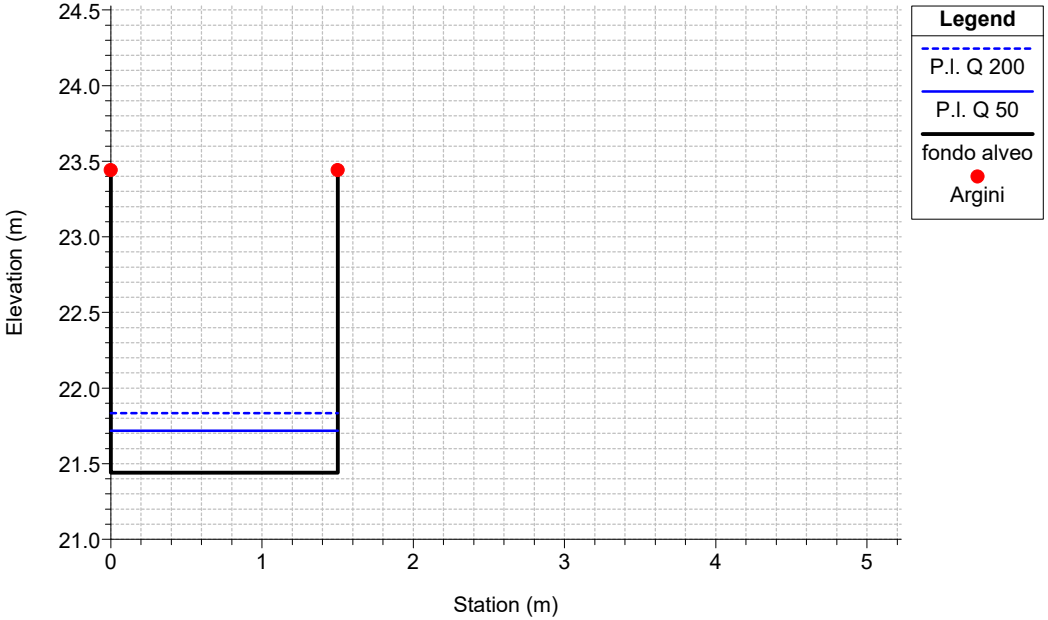
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 13.0



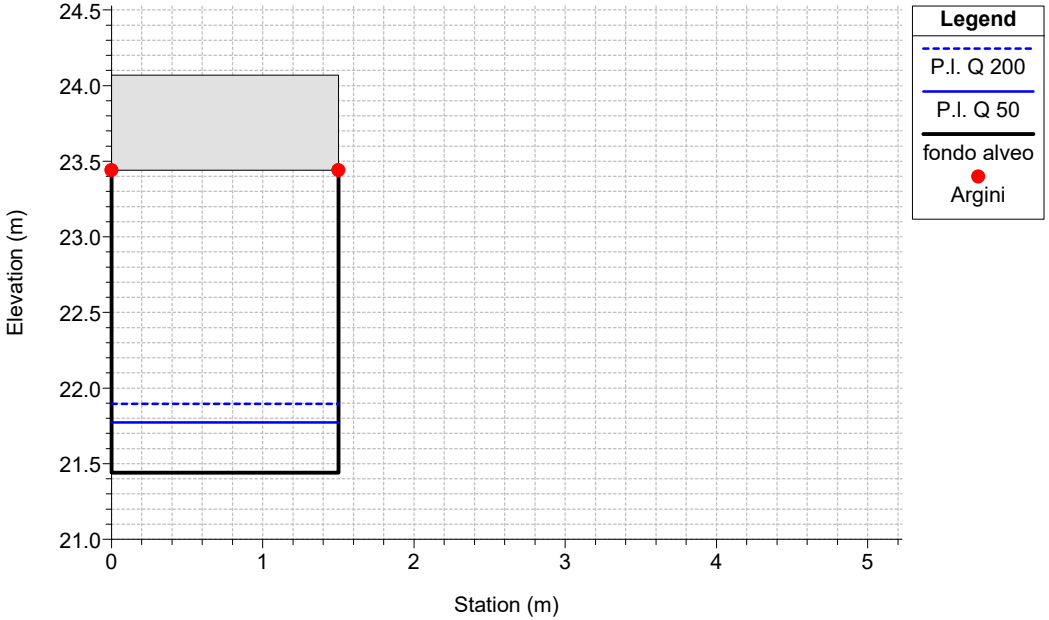
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 12.4



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 12.39

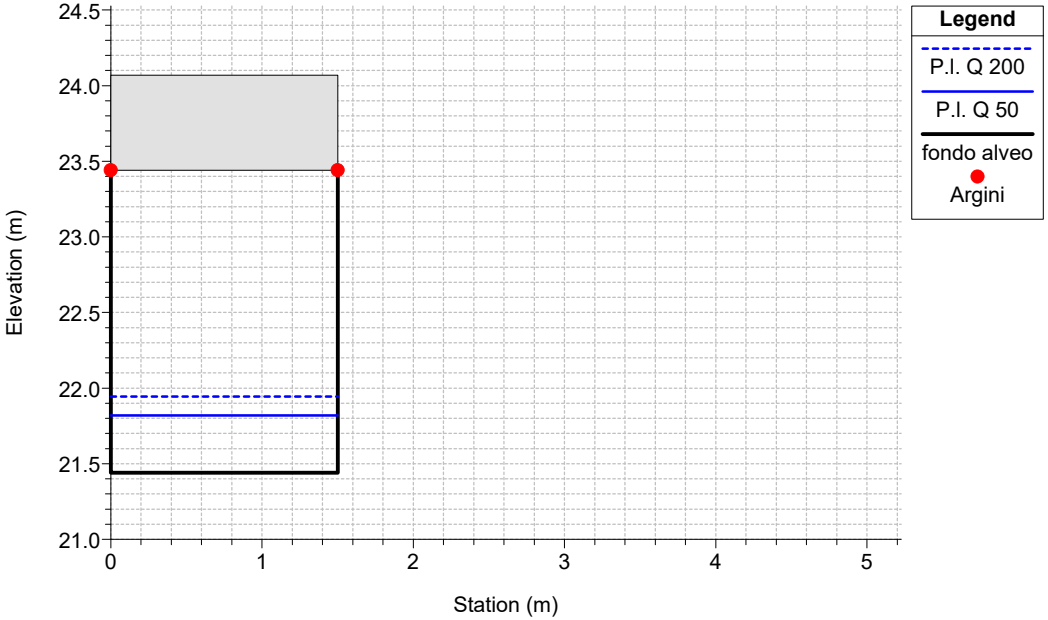


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 12.2

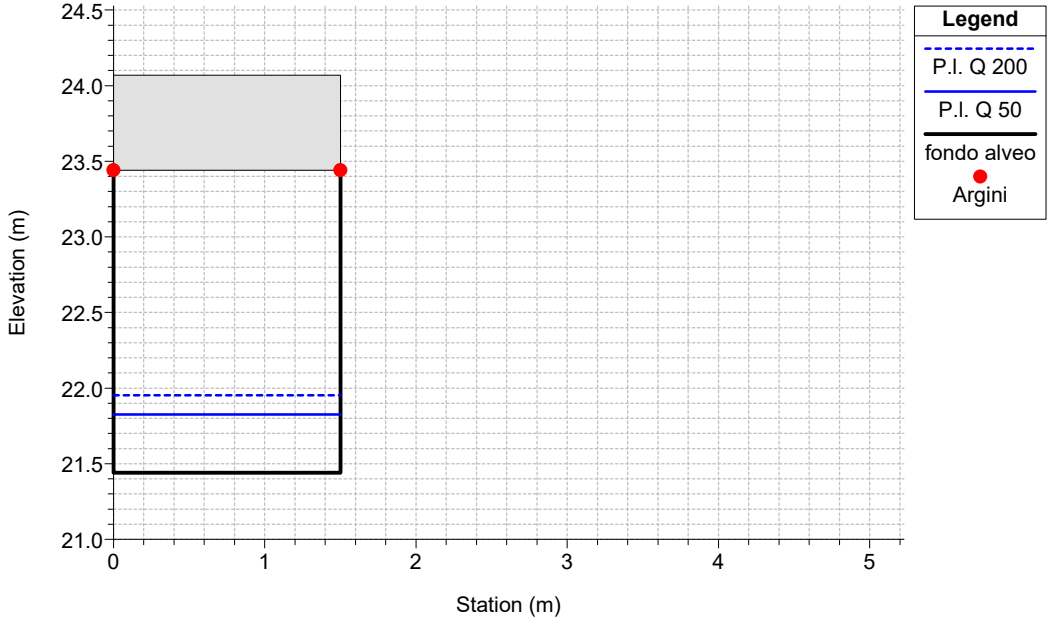


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

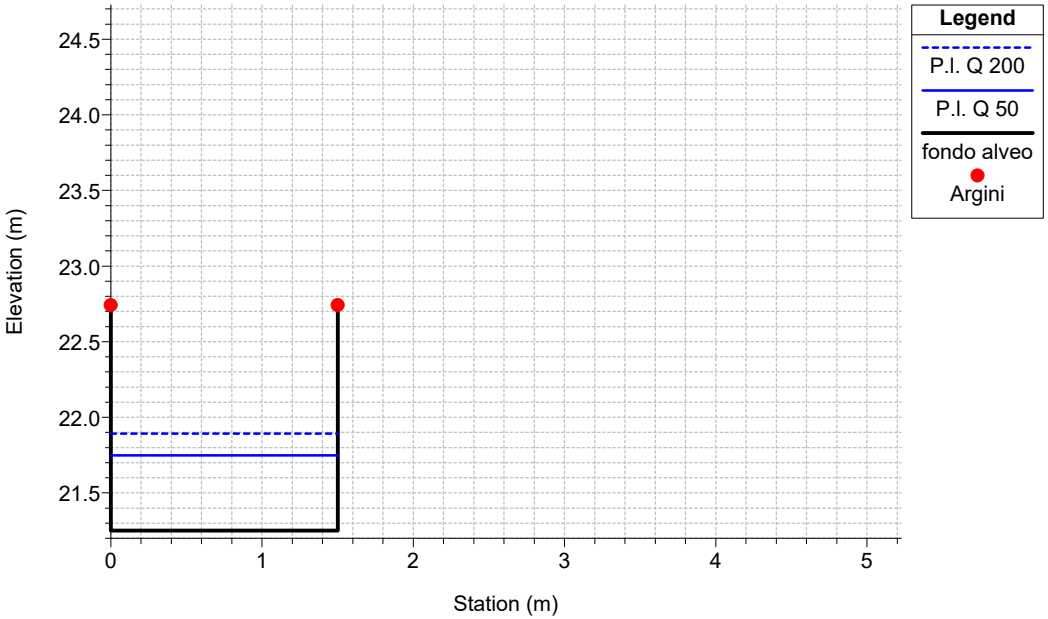
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 11.9



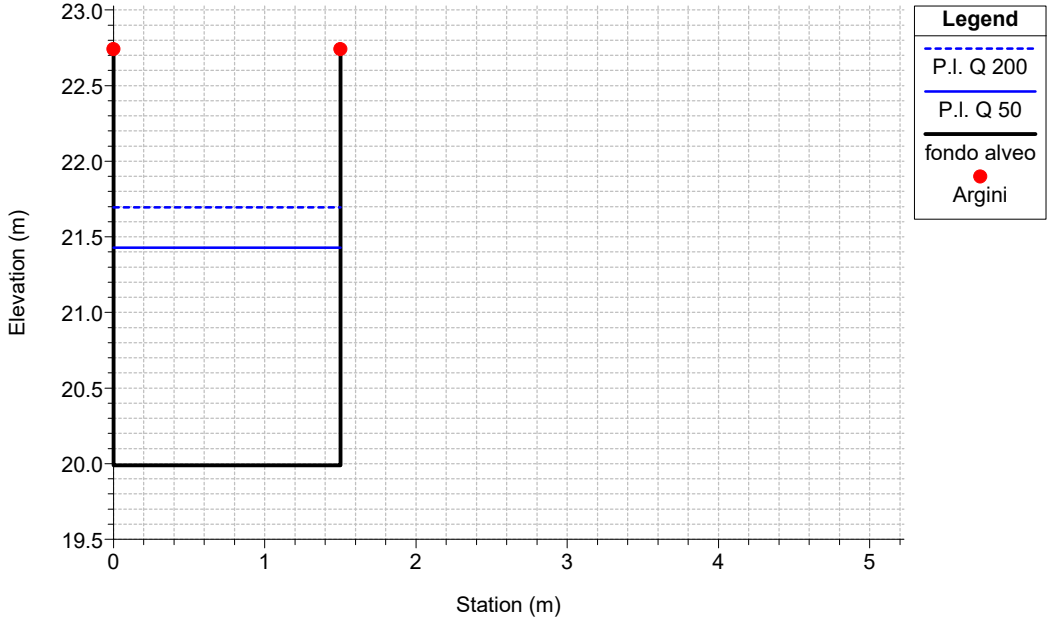
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 11.8



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.7

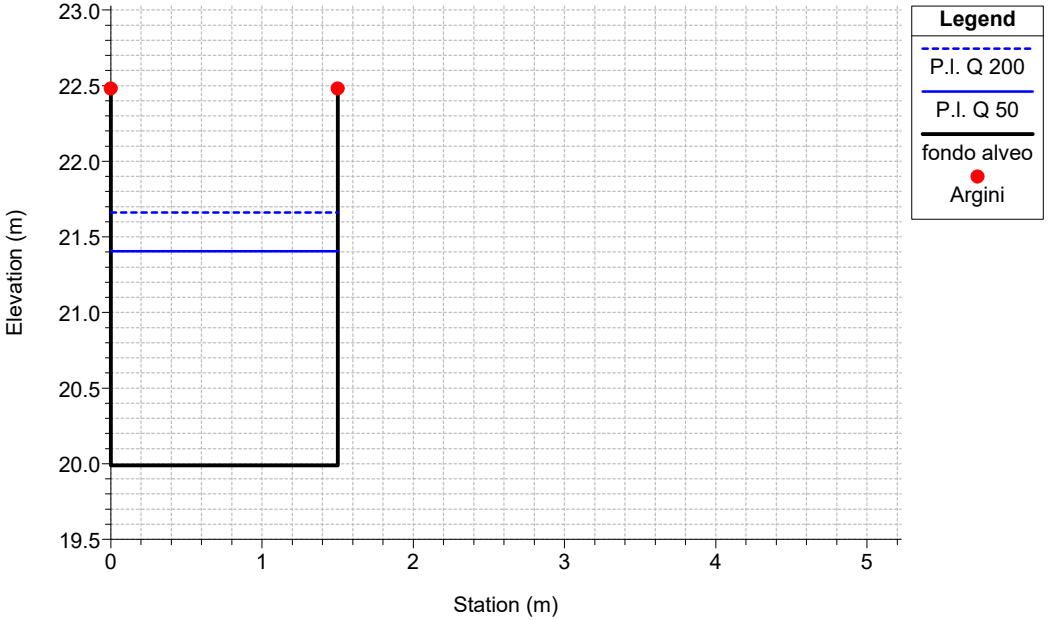


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.6

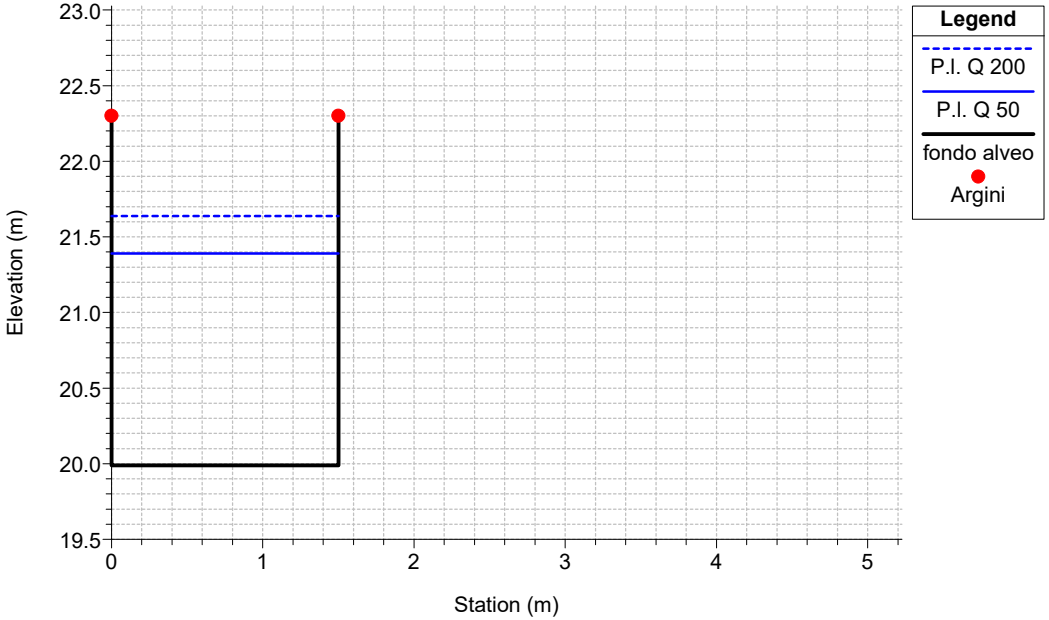


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

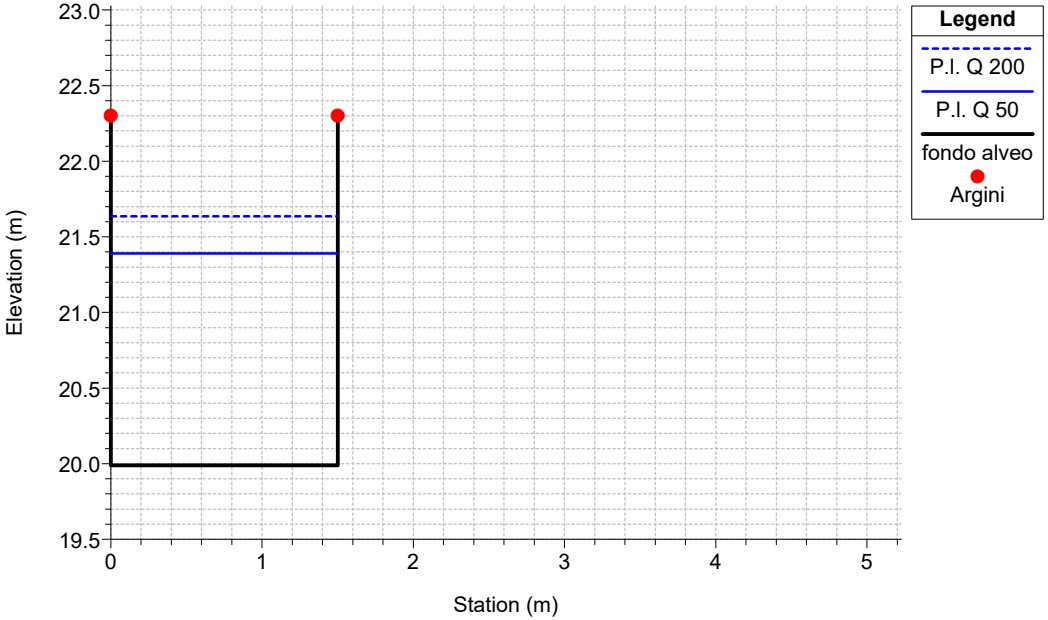
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.5



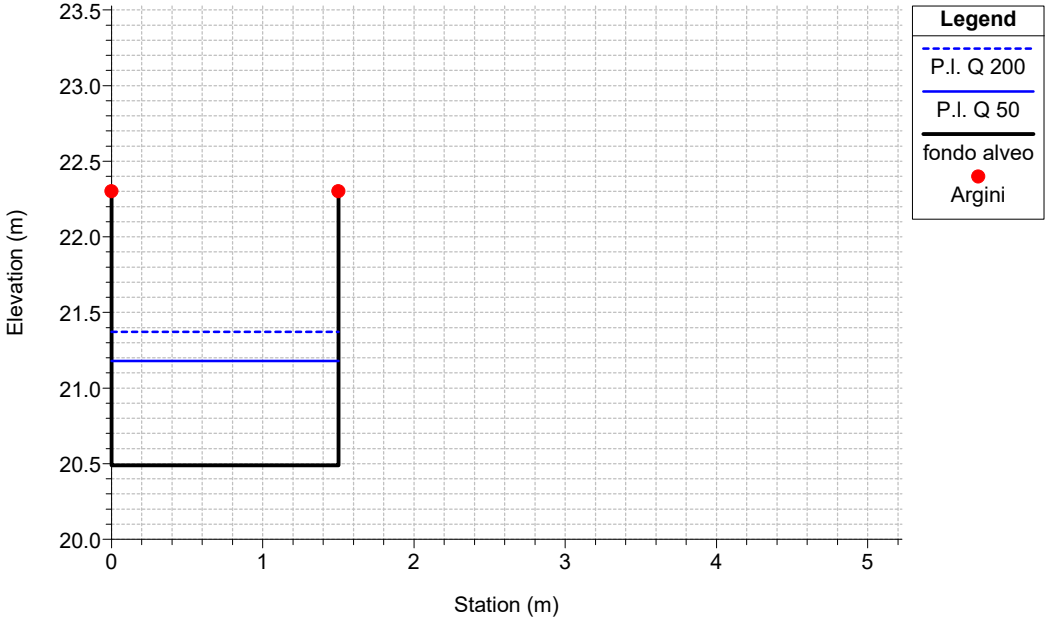
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.3



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.21

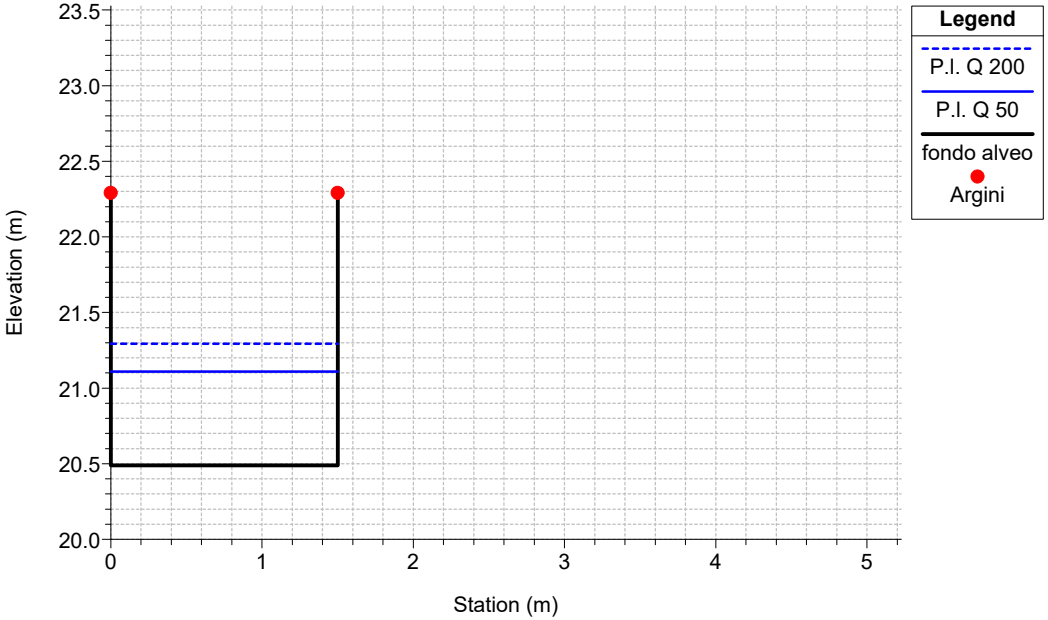


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.2

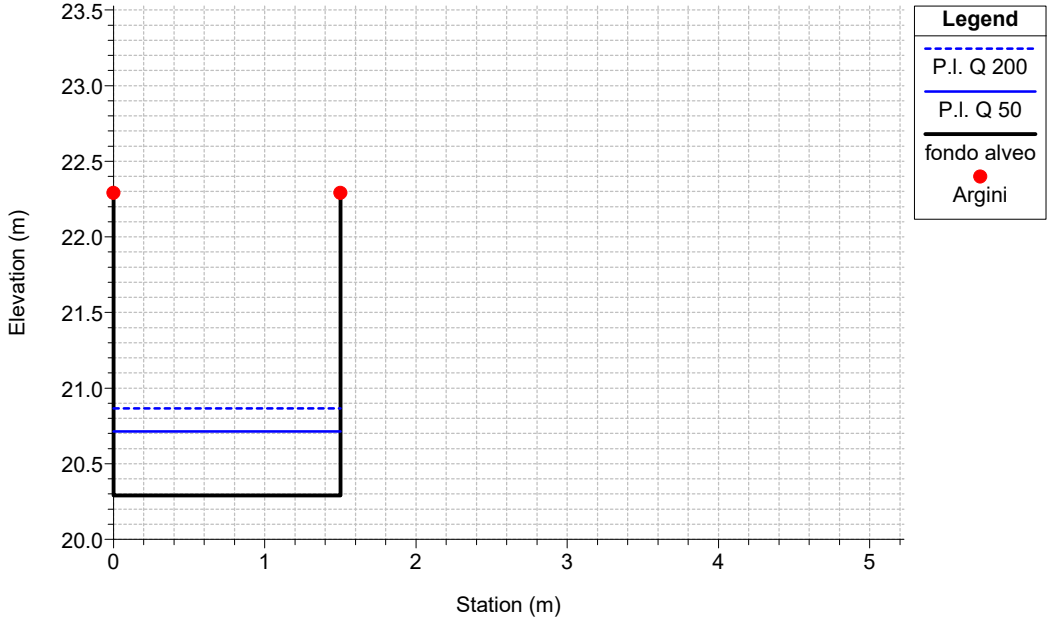


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

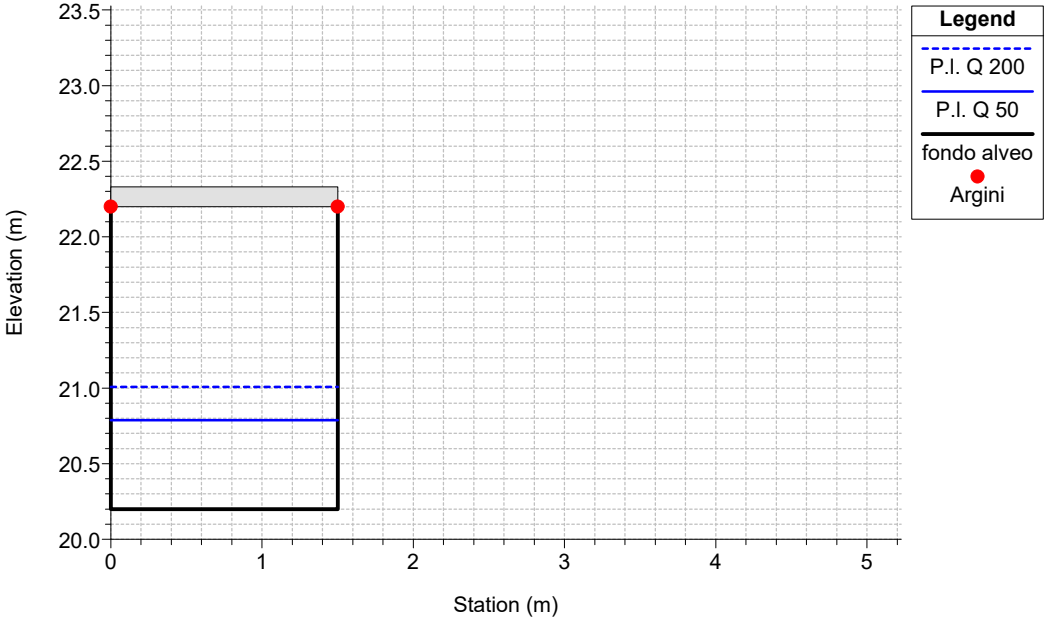
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.11



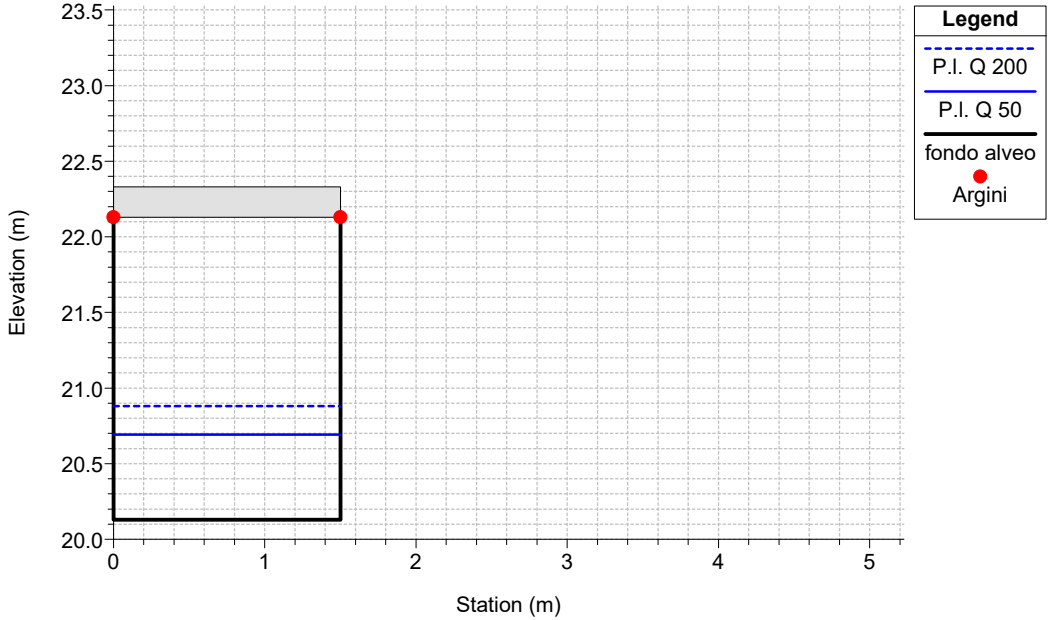
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 10.1



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 9.5

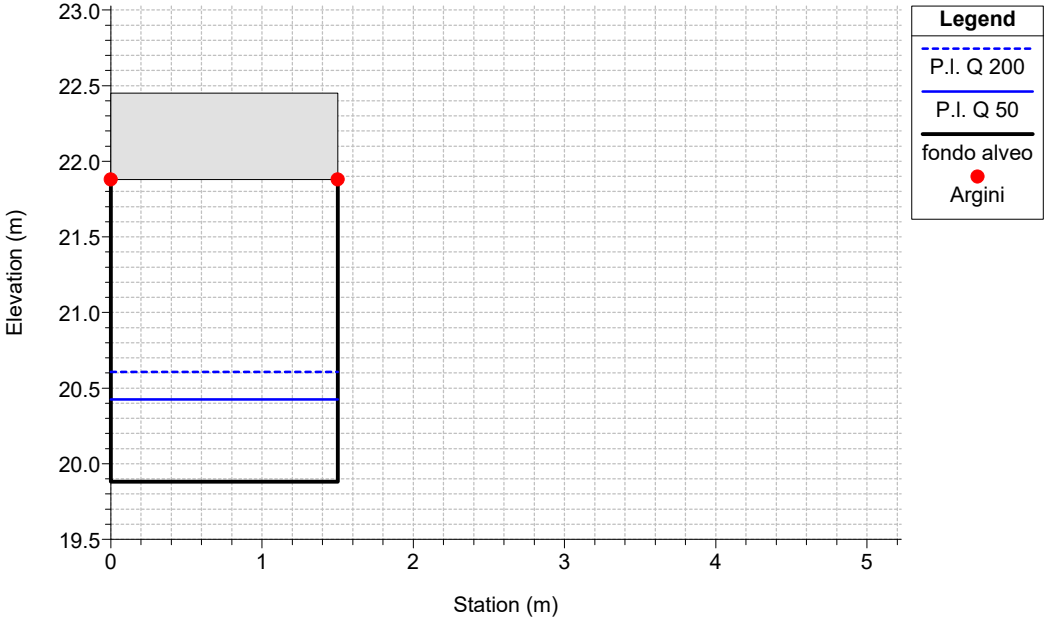


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 9.0

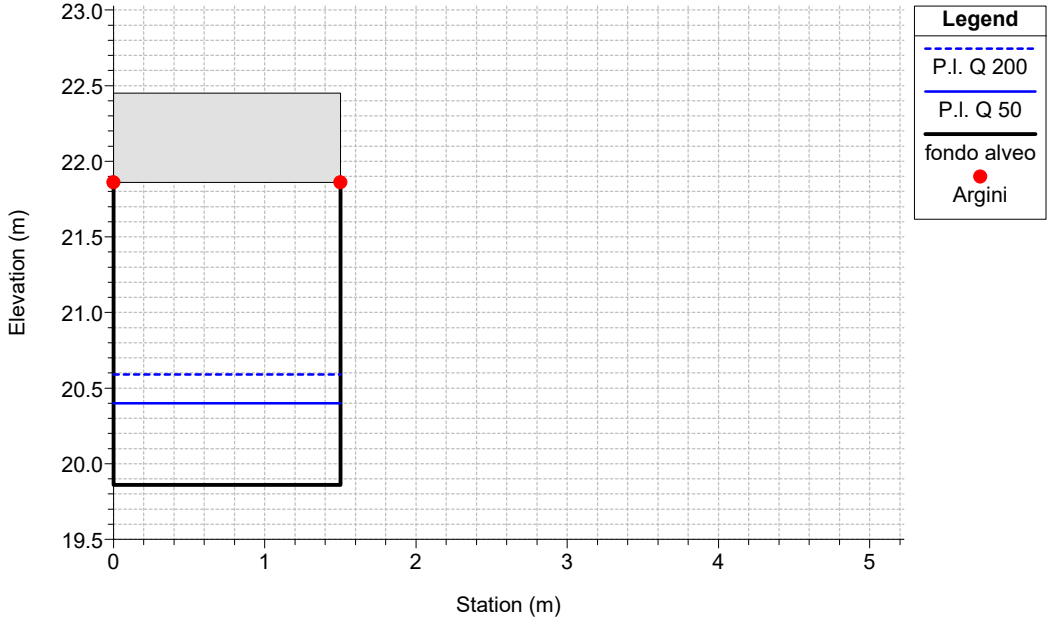


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

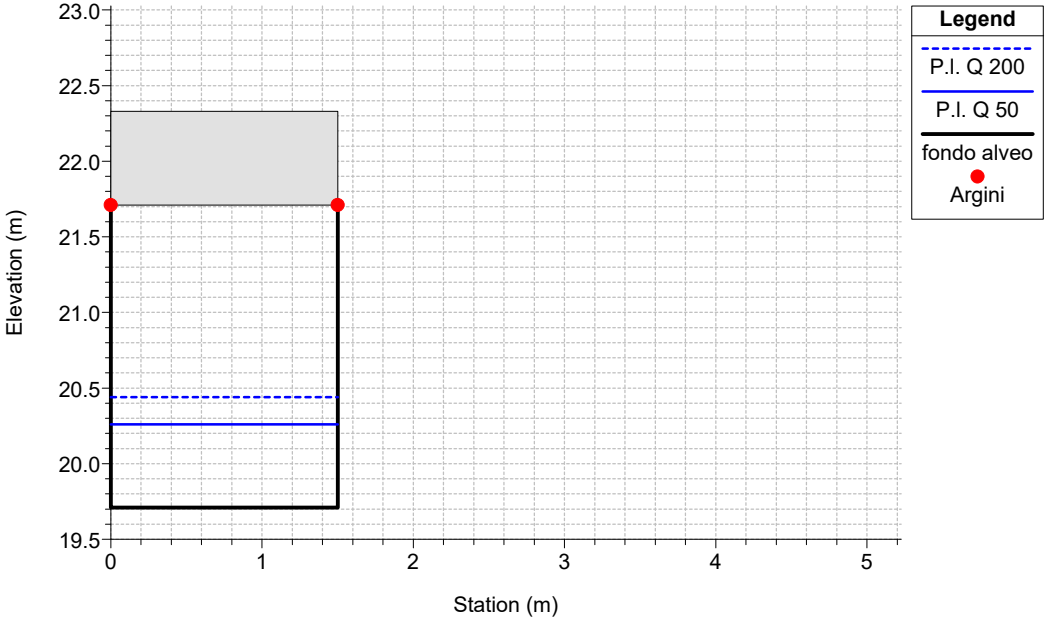
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 8.2



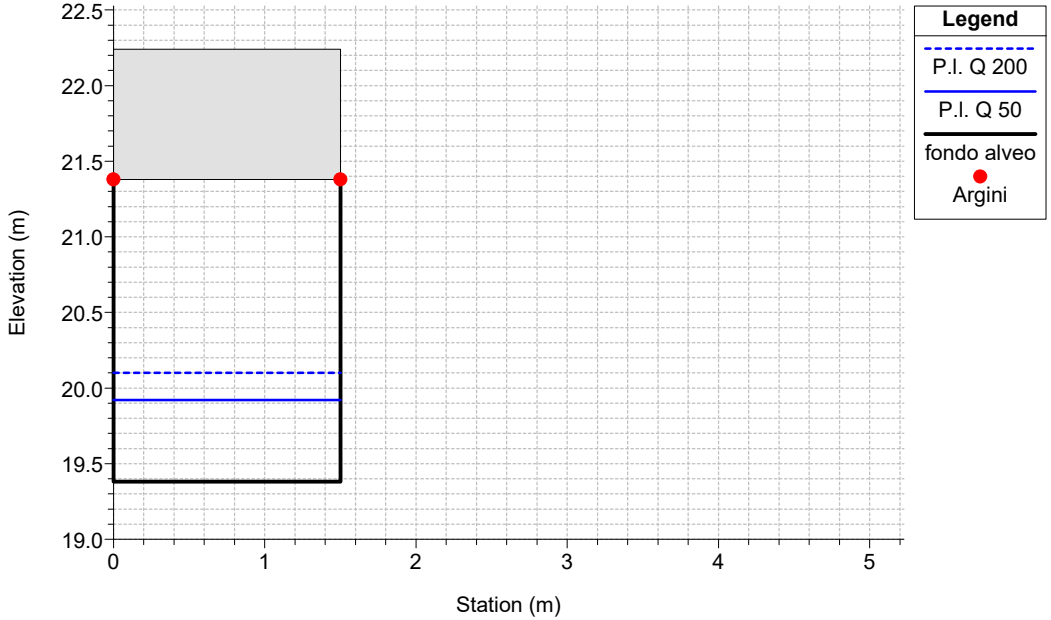
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 8.1



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 7.0

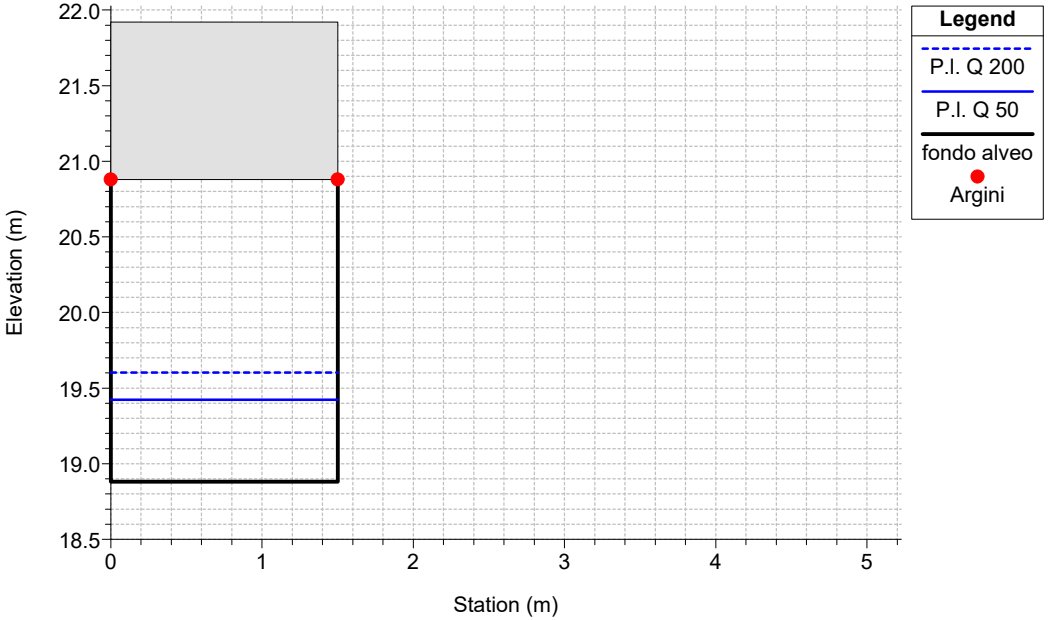


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 6.0

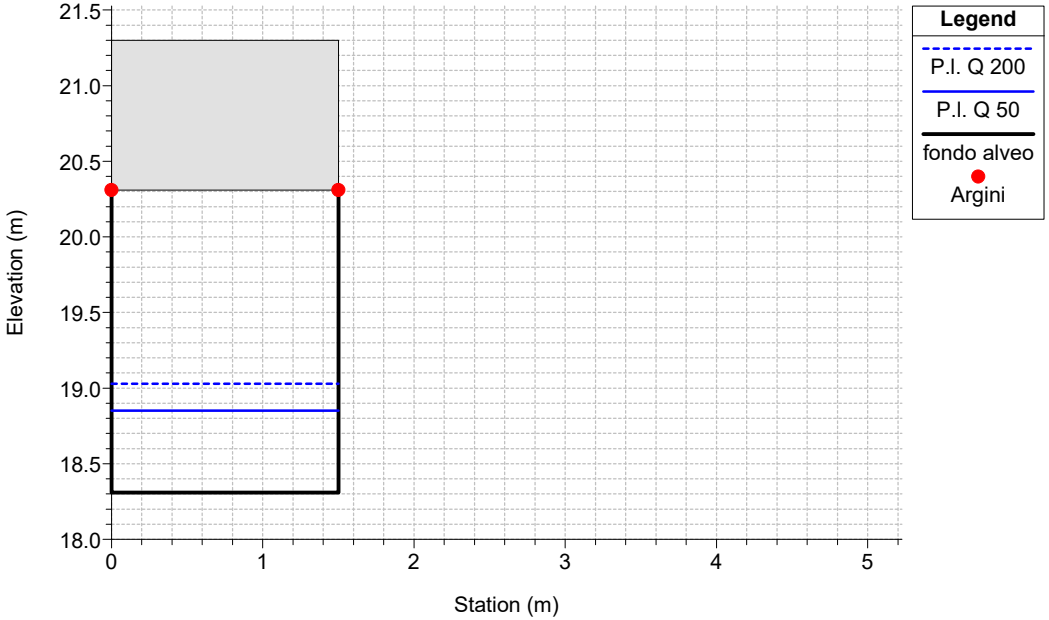


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

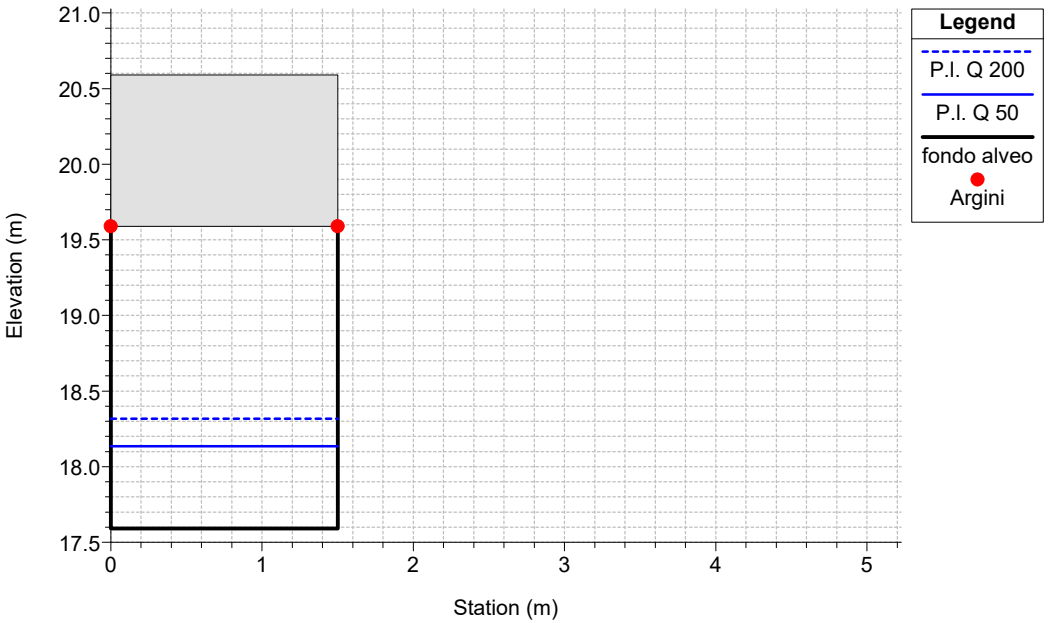
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 5.0



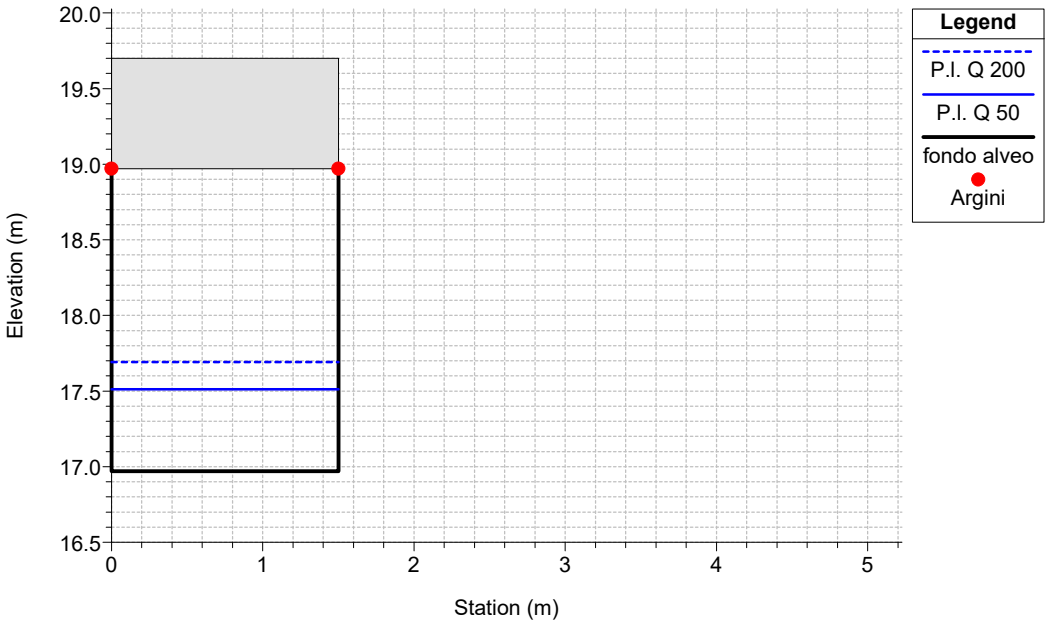
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 4.0



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 3.0

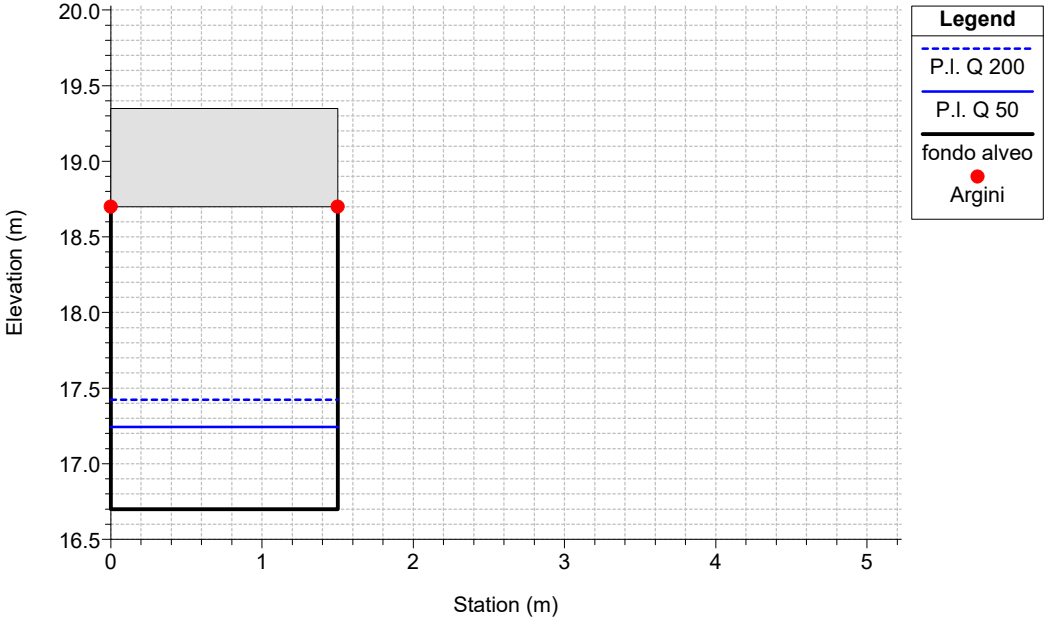


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 2.0

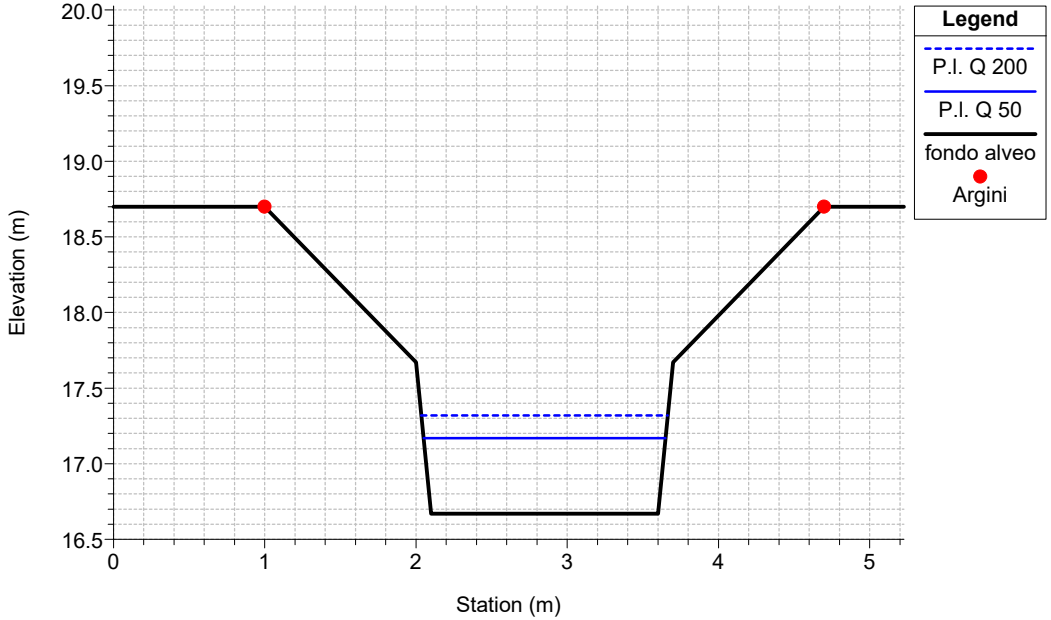


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

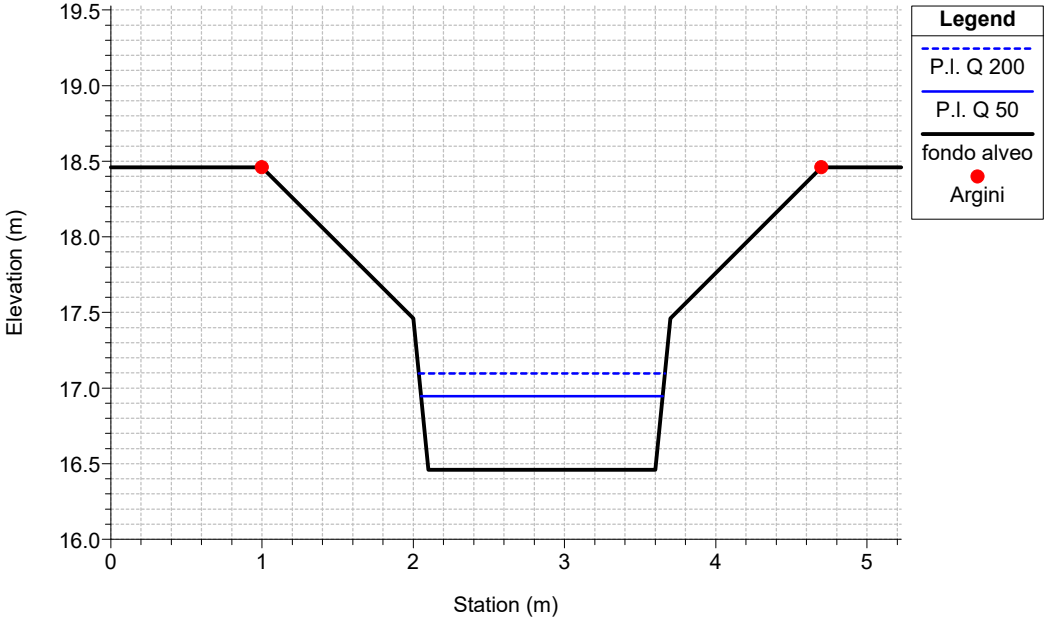
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.9



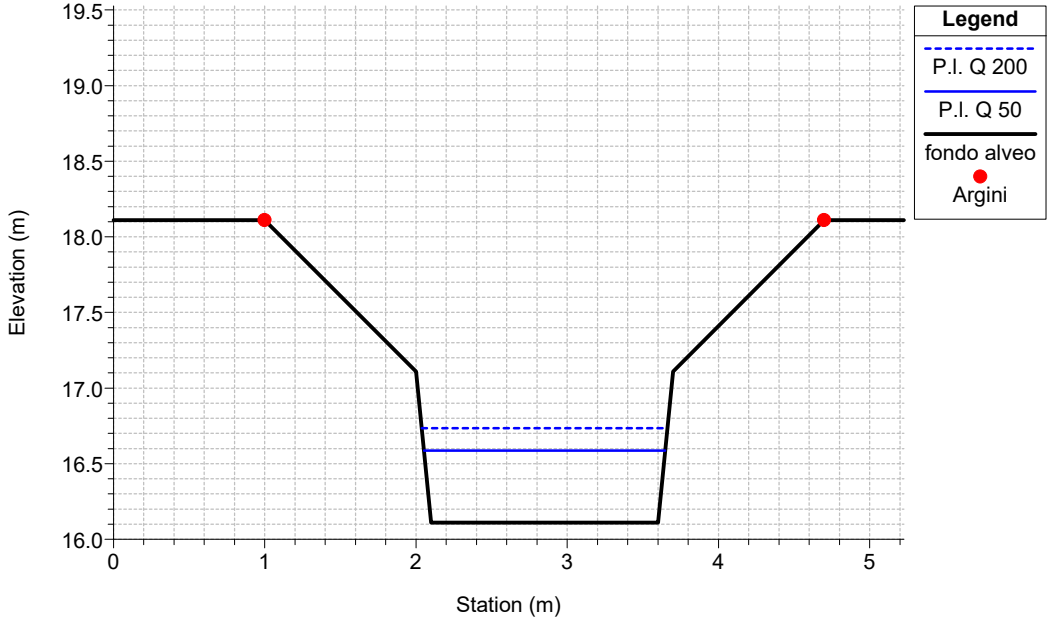
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.8



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.7

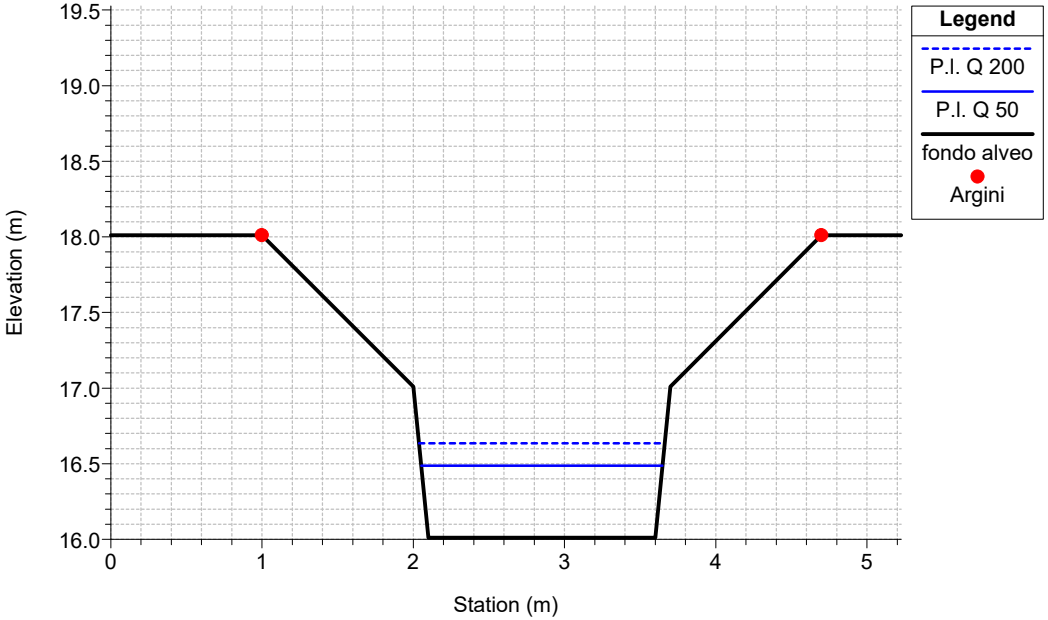


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.6

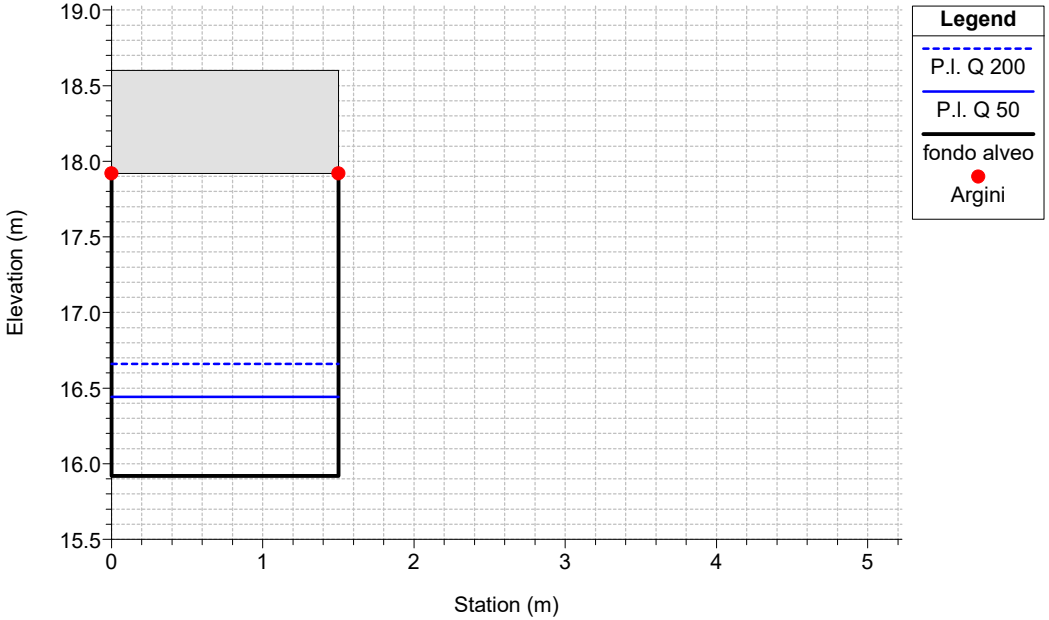


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

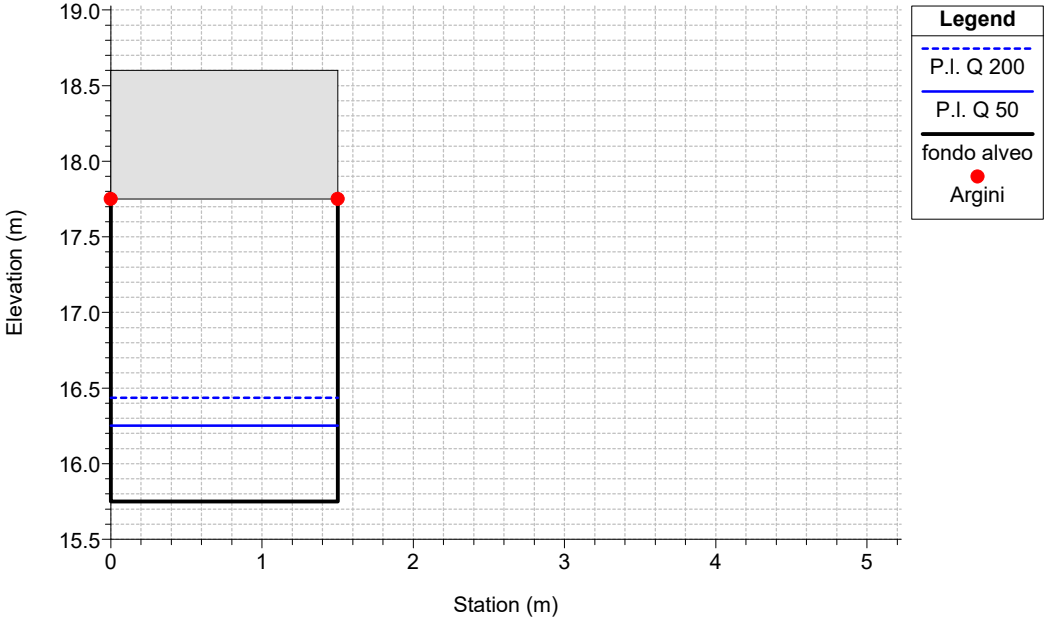
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.55



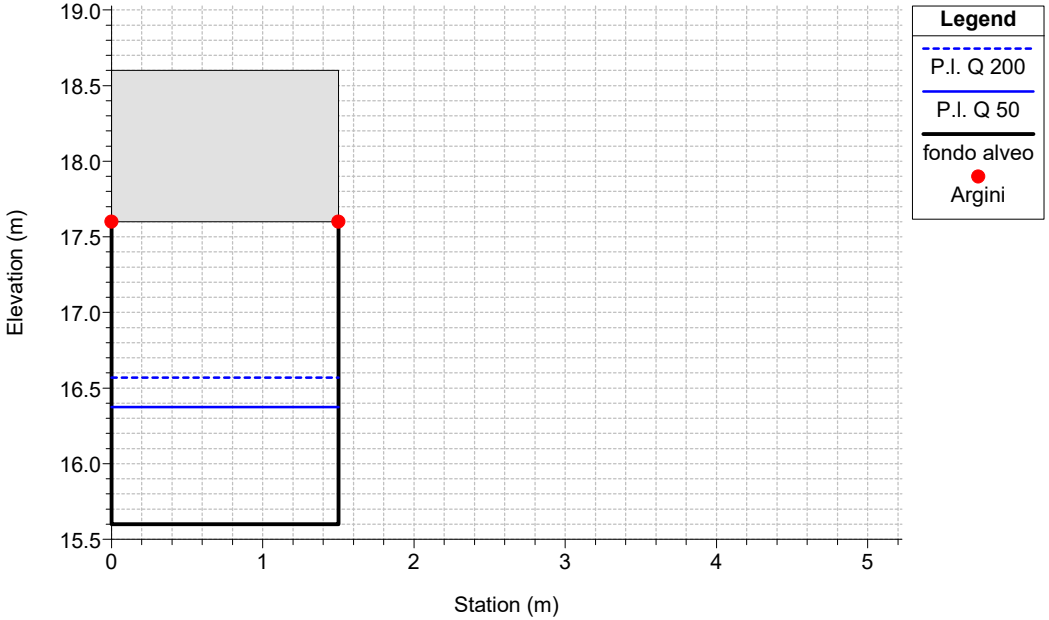
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.5



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.4

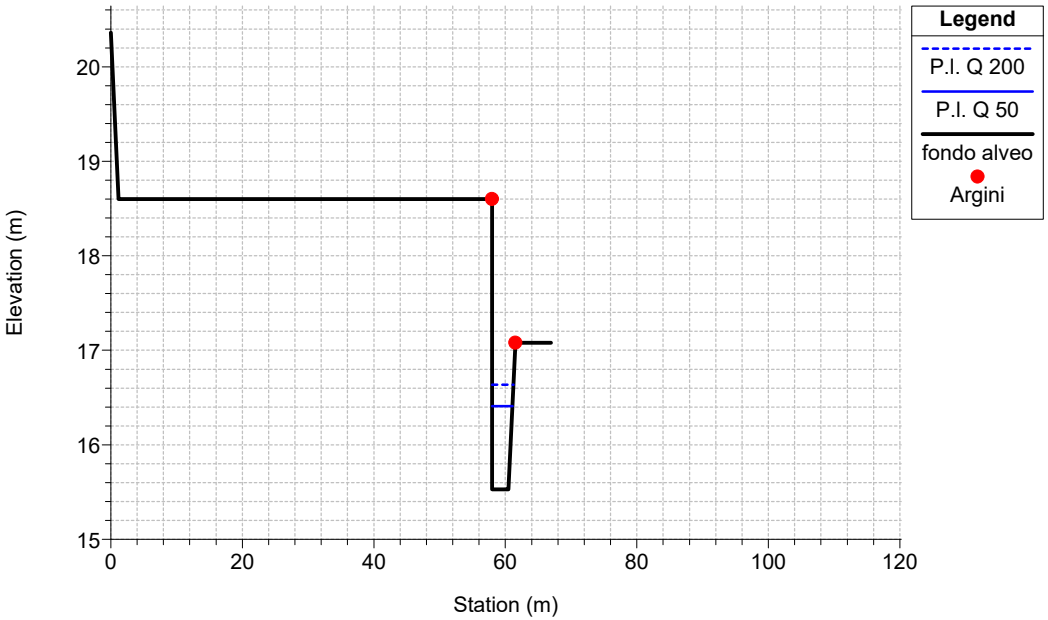


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.3

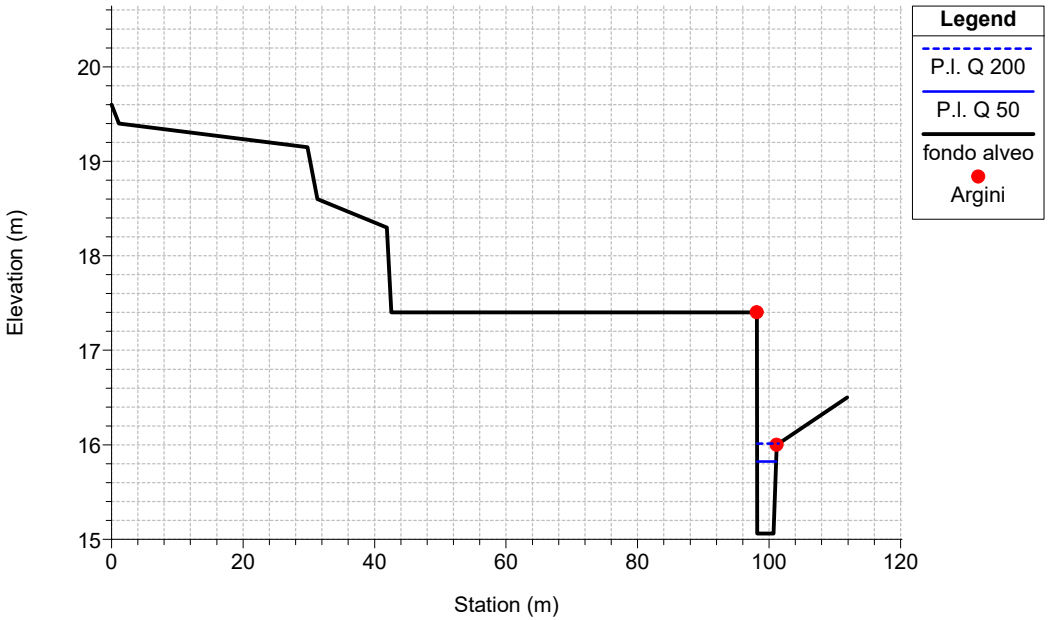


1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

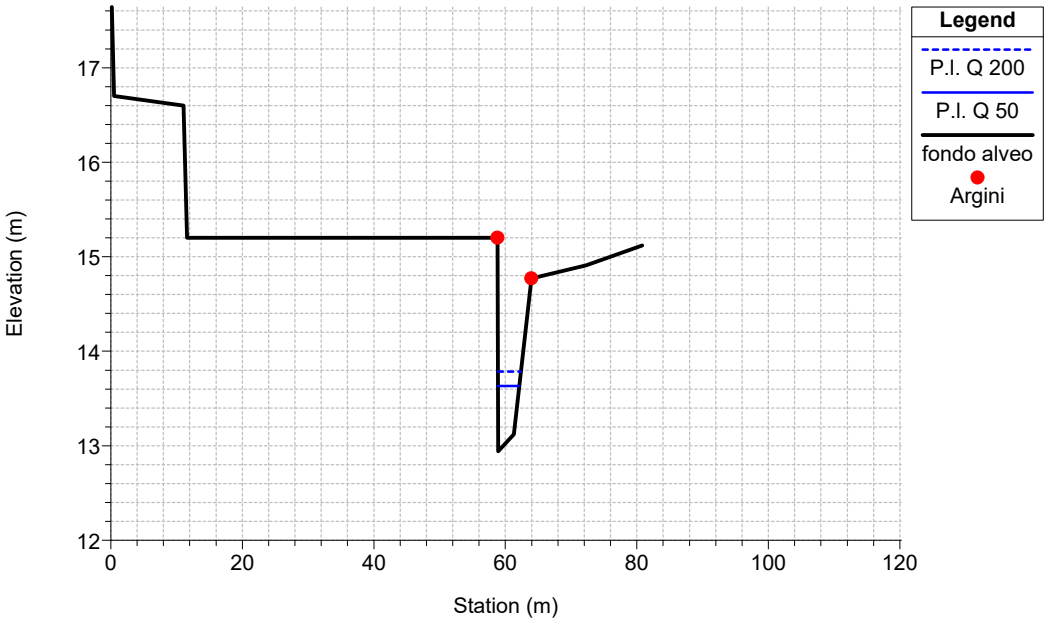
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.1



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 1.0

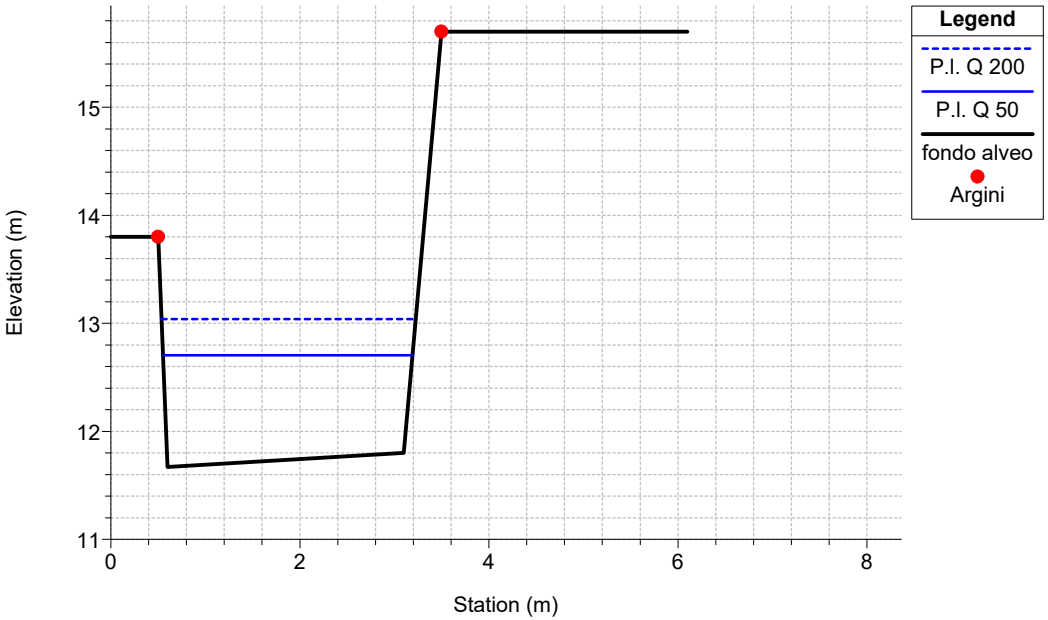


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.9

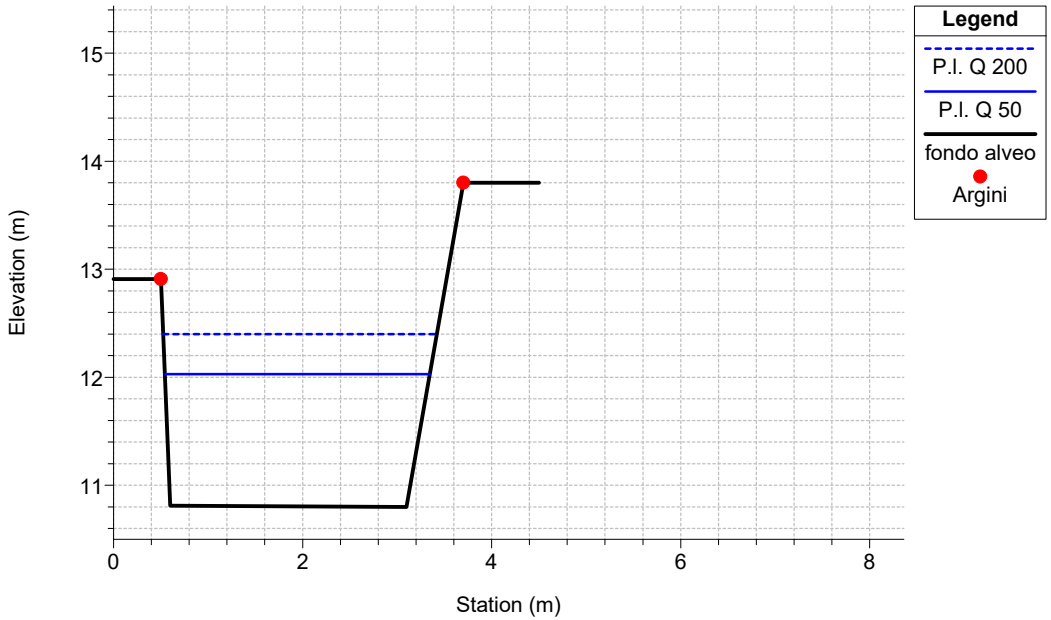


1 cm Horiz. = 11.5 m 1 cm Vert. = 0.8 m

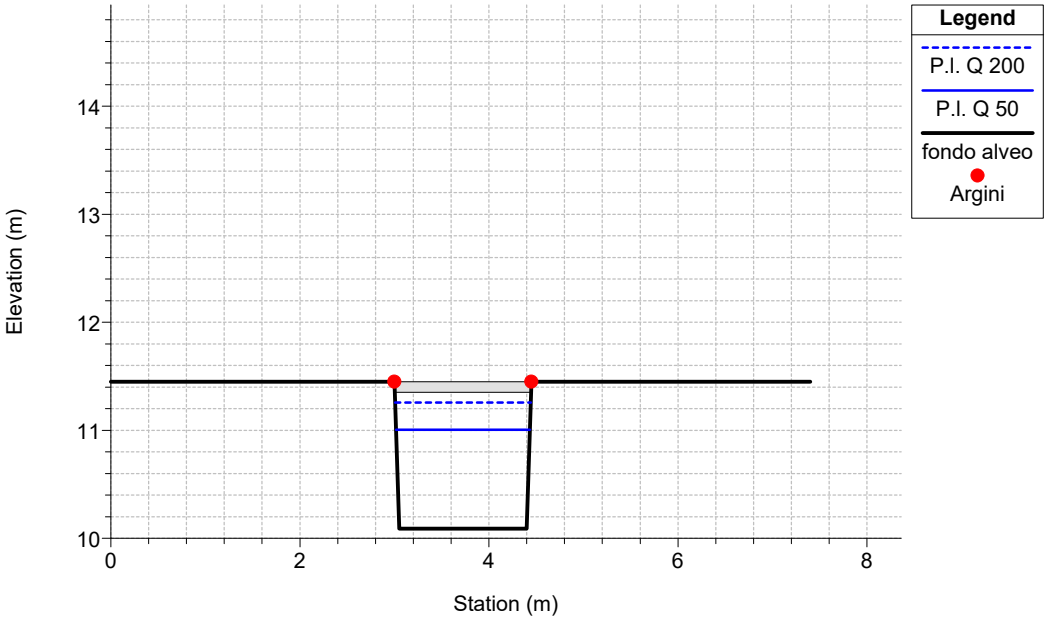
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.8



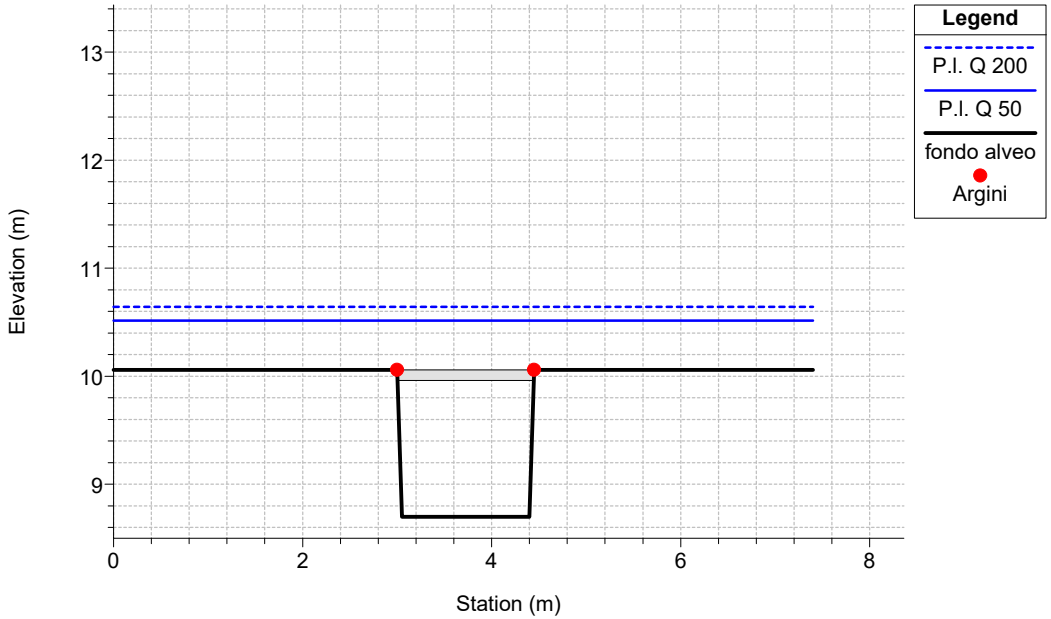
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.7



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.6

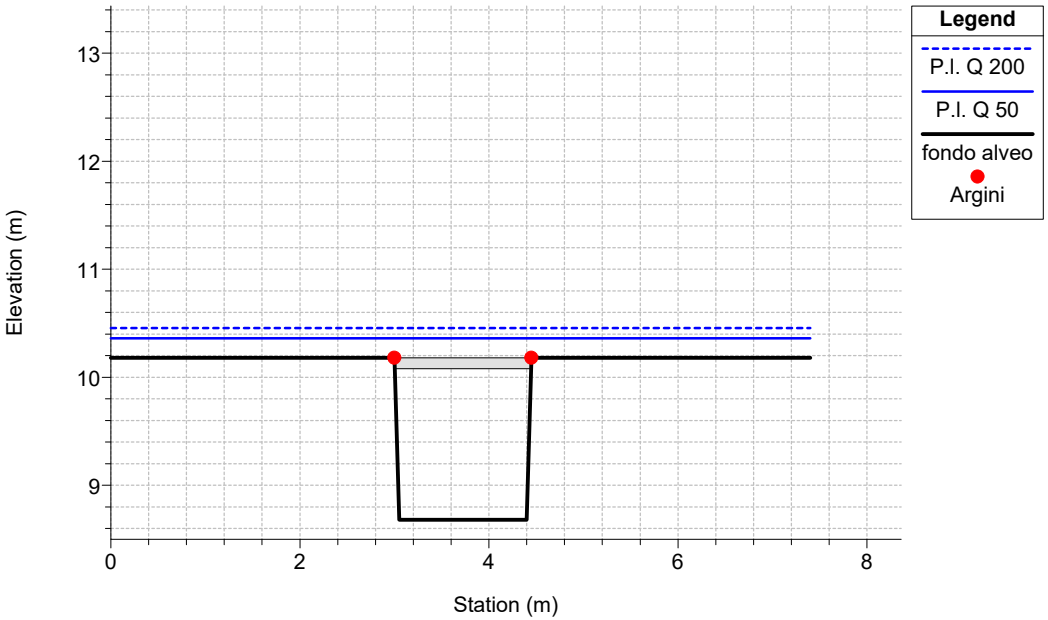


Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.5

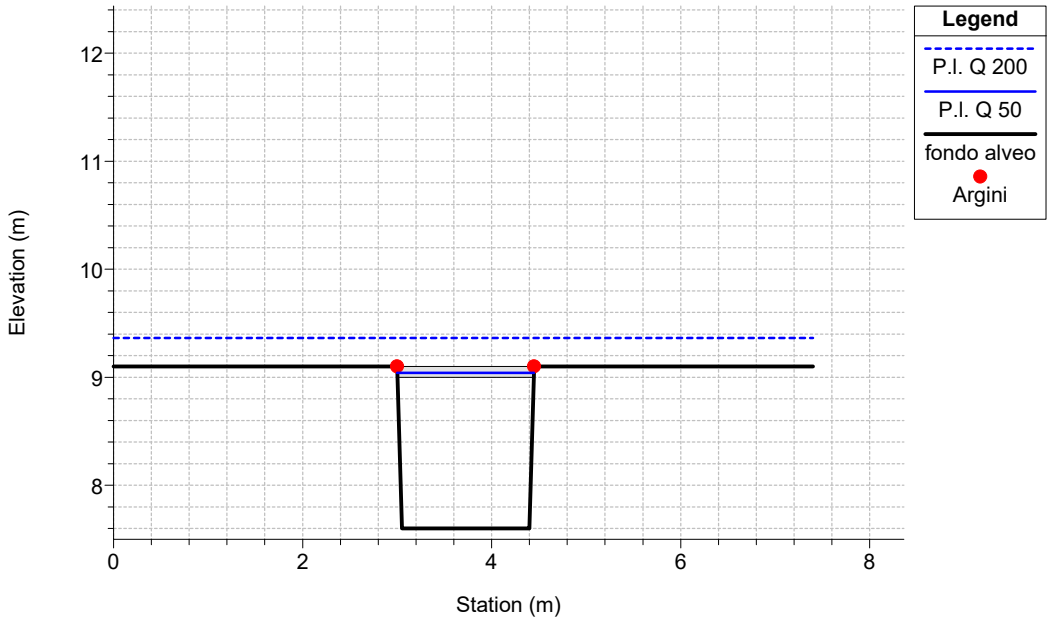


1 cm Horiz. = 0.8 m 1 cm Vert. = 0.7 m

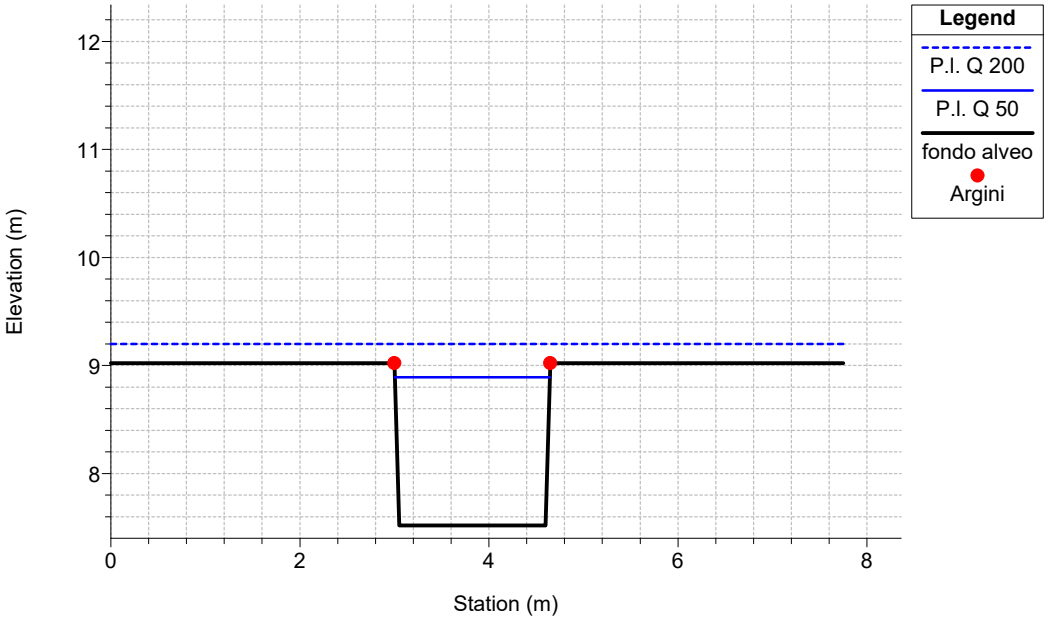
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.4



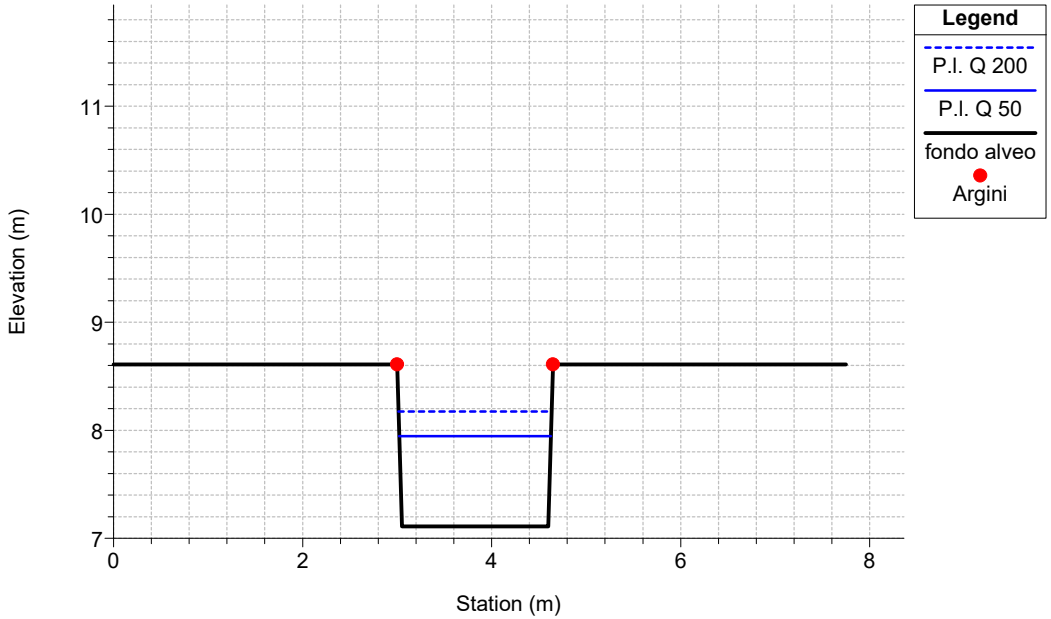
Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.3



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.2



Rio Cianastri Plan: Rio Cianastri-prog 05
RS = 0.1



1 cm Horiz. = 0.8 m 1 cm Vert. = 0.7 m

ALLEGATO B

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

APPENDICE 1

SOFTWARE DI CALCOLO HEC-RAS 5.0.3

Il software di calcolo *Hec-Ras 5.0.3* 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:

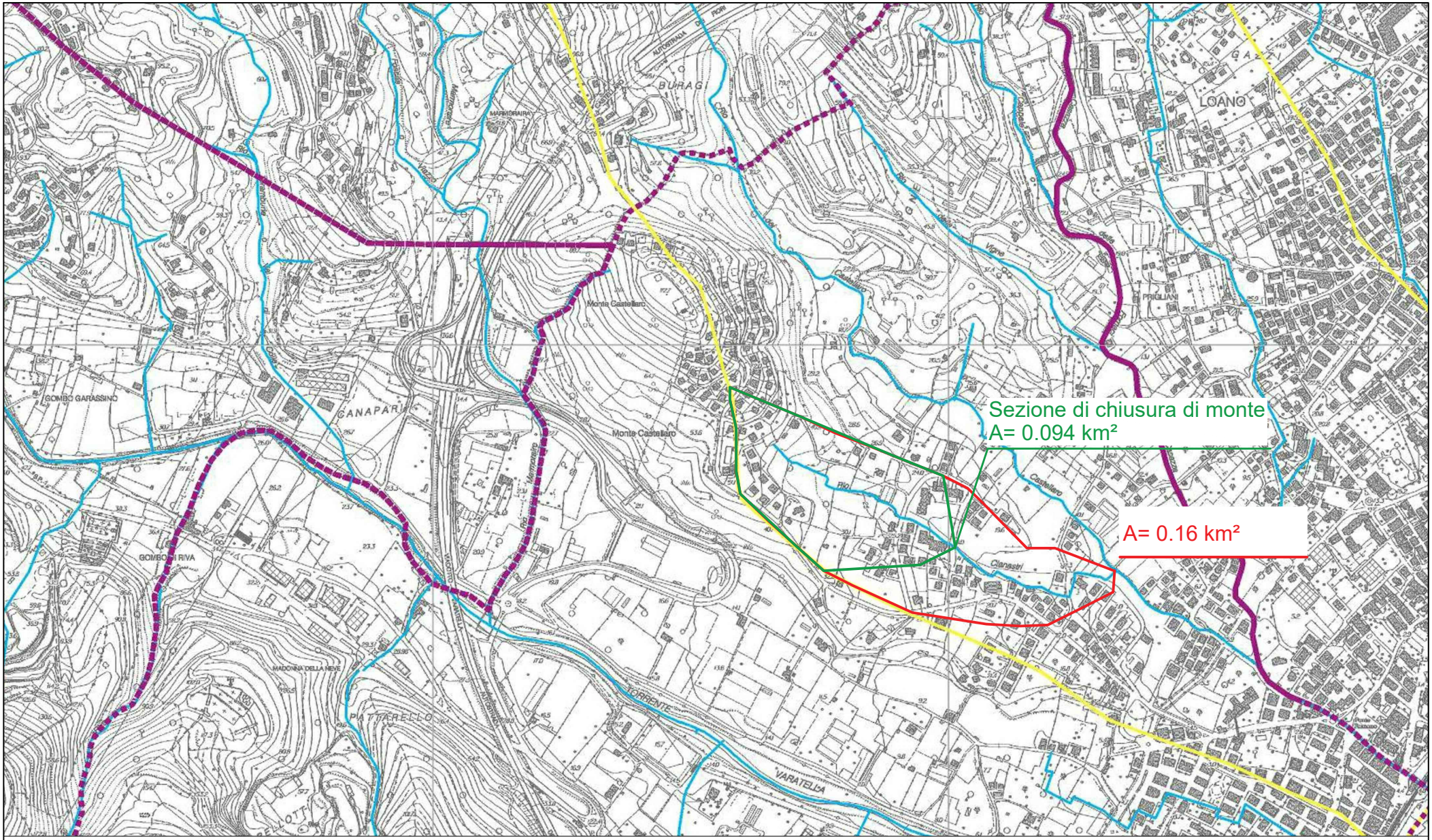
$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

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*).

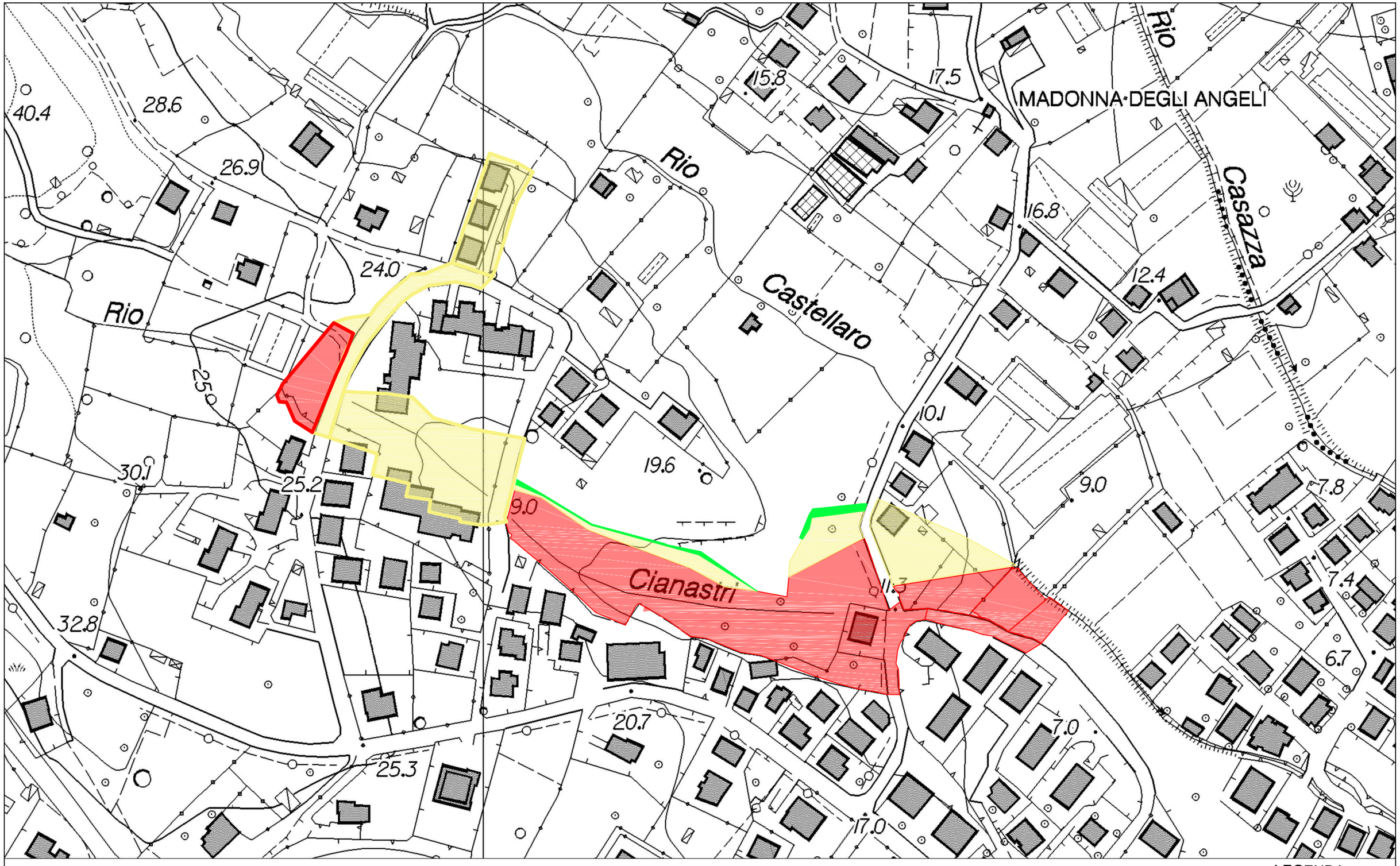
Nel rispetto dell'equazione di continuità il programma fornisce in quest'ultimo caso per ciascuna configurazione di portata imposta da monte l'entità delle portate esondate per ciascuno stramazzo laterale e la portata residua di valle, con i rispettivi livelli.



ALLEGATO 1

Bacino idrografico Rio Cianastri

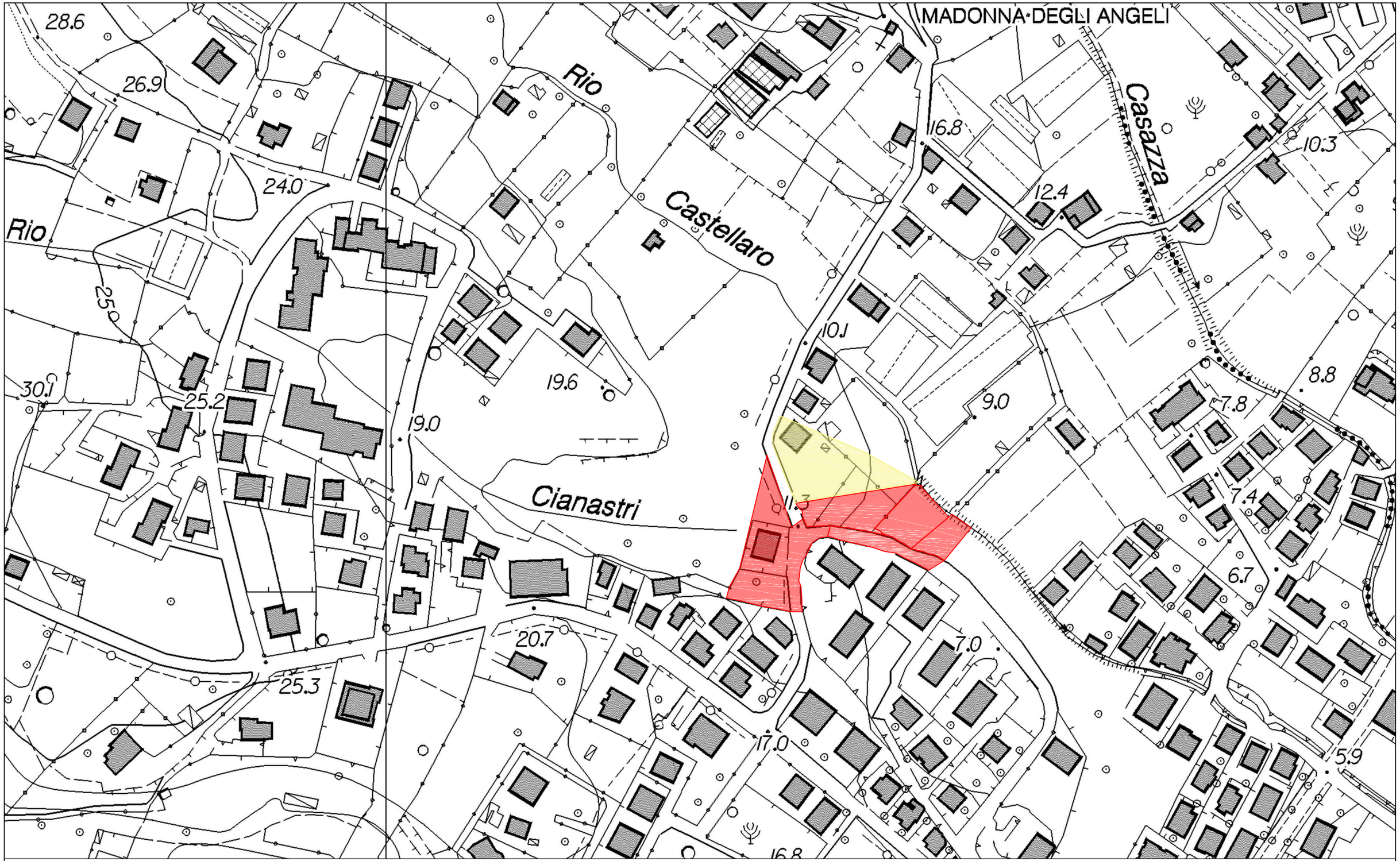
Scala 1:10.000



ALLEGATO 2
PERIMETRAZIONE AREE INONDABILI - STATO DI ATTUALE
SCALA 1:2000

LEGENDA

- Q50
- Q200
- Q500



ALLEGATO 3
PERIMETRAZIONE AREE INONDABILI - STATO DI PROGETTO
SCALA 1:2000

LEGENDA
Q50
Q200
Q500