

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

Adeguamento S.P. 4

Relazione Idraulica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R I	N V 0 8 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	ITEC engineering 	17/09/2012	Ing. F. Colla 	19/09/2012	E. Pagani 	21/09/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-RI-NV08-00-001-A00.DOC
-----------	---

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc

INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA	5
2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE	5
3. RISPONDENZA AL PROGETTO DEFINITIVO	5
4. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI.....	6
5. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	7
6. INTERVENTI PREVISTI.....	8
7. METODOLOGIA DI CALCOLO	8
7.1. Verifiche idrauliche globali.....	9
7.2. Verifiche puntuali	11
7.3. Analisi dei fenomeni di erosione.....	12
8. VERIFICHE IDRAULICHE.....	14
8.1. Portate di progetto	14
8.2. Verifiche idrauliche	14
8.3. Calcolo dell'erosione e dimensionamento delle opere di protezione	17
9. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO	18

ALLEGATO A1 – ESTRATTO CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO

ALLEGATO A2 – VERIFICHE IDRAULICHE

ALLEGATO A3 – RISCHIO IDRAULICO

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc

Foglio
4 di 20

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p style="text-align: center;">ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 20</p>

1. PREMESSA

La presente relazione riporta le verifiche idrauliche di un tratto del torrente Verde compreso tra il viadotto ferroviario della linea Genova-Ovada, in Comune di Genova, e il ponte carrabile in località Ponte Ferriera, sul confine tra i Comuni di Campomorone e Ceranesi, per una lunghezza complessiva di circa 1700 m, e dell'interferenza costituita dal rio Senasci, affluente di destra del t. Verde, il cui sbocco è a valle della confluenza tra il t. Verde e il rio San Martino, e di alcuni affluenti minori.

Lo studio è finalizzato alla verifica di compatibilità idraulica della viabilità in sponda destra, nell'ambito del progetto definitivo Tratta A.V./A.C. Milano-Genova Terzo valico dei Giovi, Adeguamento SP4.

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio per la difesa idrogeologica, geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica e per la compatibilità delle attività estrattive del torrente Polcevera, approvato con DCP n. 14 del 2/04/03 e con DCP n. 38 del 30/09/2004 e s.m.i.

Le verifiche del torrente Verde sono state condotte attraverso il calcolo del profilo di rigurgito in moto permanente gradualmente variato nella configurazione attuale dell'alveo e nello stato di progetto, con la portata di massima piena 200-ennale risultante dal Piano, pari a 580 m³/s.

Per il rio Senasci è stata condotta una verifica puntuale volta alla determinazione della profondità di moto uniforme con un valore della portata di massima piena 200-ennale pari a 24.4 m³/s in condizione attuale, mentre per la configurazione di progetto è stata effettuata una verifica mediante calcolo del profilo di rigurgito.

Per le interferenze minori e per quelle caratterizzate da tratti con pendenze superiori al 10% sono state condotte verifiche di tipo puntuale assumendo valori di portata determinati applicando i contributi unitari previsti dal Piano.

Lo studio ha dimostrato la compatibilità idraulica dell'intervento.

2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE

In fase di approvazione del Progetto Definitivo del Terzo valico dei Giovi – linea AV/AC Milano-Genova – con delibera CIPE 80/2006 sono state indicate nella parte 1° dell'allegato 1 le prescrizioni del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

In particolare facendo riferimento al capitolo 4 – Corsi d'acqua – al capo "e" viene prescritta la modellazione in regime di moto permanente dei corsi d'acqua individuati come appartenenti al reticolo idrografico significativo definito dal Piano di Bacino di riferimento.

In ottemperanza a quanto richiesto si è pertanto provveduto ad aggiornare le verifiche in moto permanente riferite all'asta del torrente Verde già sviluppate nel progetto definitivo e, ove possibile, a sviluppare le stesse anche per i rivi significativi per cui precedentemente erano state eseguite verifiche di tipo puntuale.

In particolare nell'ambito del presente progetto si è provveduto a modellare in regime di moto permanente il tratto finale del rio Senasci a monte della confluenza con il torrente Verde; per quanto riguarda gli altri rivi significativi (n. 4) interessati dagli interventi di adeguamento della SP. 4 sono state condotte verifiche di carattere puntuale in quanto le pendenze caratteristiche dei tratti a monte e/o a valle delle opere oggetto di studio presentano pendenze sempre superiori al 10%, valore limite per l'uso del modello monodimensionale per lo studio del moto permanente.

3. RISPONDEZZA AL PROGETTO DEFINITIVO

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc</p> <p style="text-align: right;">Foglio 6 di 20</p>

Il progetto esecutivo oggetto della presente relazione risponde a quanto previsto nel precedente livello di progettazione definitiva; in questa ulteriore fase sono stati sviluppati gli elaborati conformemente al livello progettuale esecutivo per fornire i necessari elementi di dettaglio.

4. CARATTERISTICHE DEI CORSI D'ACQUA INTERFERENTI

Dalla confluenza del torrente Verde con il torrente Riccò, a Genova Pontedecimo, ha origine l'asta terminale del torrente Polcevera.

Il torrente Verde alla confluenza con il torrente Riccò sottende un bacino di 33.5 km²; il suo territorio appartiene amministrativamente ai Comuni di Ceranesi, Campomorone e Genova, rappresentando per alcuni tratti il confine fra gli stessi.

Il bacino presenta una forma allargata assimilabile ad un triangolo la cui base è orientata in direzione NE-SO; esso è delimitato a N dal bacino del torrente Lemme, appartenente al versante padano, a E dal bacino del torrente Riccò, a S da bacini minori affluenti di destra del torrente Polcevera e ad O dal bacino del torrente Gorzente, appartenente al versante padano.

La cima più alta è rappresentata dal Monte Taccone, a quota 1113 m s.l.m., all'estremità settentrionale del bacino.

Il reticolo idrografico di superficie è caratterizzato dalla presenza di un'asta principale e da una serie di affluenti minori su entrambe le sponde che incidono il versante in direzione prevalentemente obliqua rispetto all'asta principale: fra tutti, per importanza, si distinguono in sponda destra il rio S. Martino (superficie 11.2 km²), in sponda sinistra il rio D'Iso (superficie 7.2 km²).

L'asta principale ha una lunghezza di circa 10.5 km, con una pendenza media pari al 6% circa; la pendenza media dei versanti è pari al 50 % circa.

Il fondovalle risulta densamente urbanizzato sino a quote prossime a 200 m s.l.m.

Il tronco d'alveo oggetto di verifica è costituito dal tratto del torrente Verde compreso tra il viadotto ferroviario della linea Genova-Ovada, in Comune di Genova, e il ponte carrabile in località Ponte Ferriera, sul confine tra i Comuni di Campomorone e Ceranesi, per una lunghezza complessiva di circa 1700 m.

Nel tratto di interesse il torrente Verde presenta un andamento prevalentemente rettilineo con direzione principale NO-SE; le sezioni sono per la maggior parte di forma variabile tendenzialmente trapezia con larghezze al fondo variabili tra 10 m e 35 m circa.

La sponda destra risulta quasi interamente arginata con muri in calcestruzzo di altezza compresa tra 3 m e 10 m circa; solo nel tratto terminale di monte sono presenti alcuni edifici che fungono anche da argini. La sponda sinistra risulta arginata per alcuni tratti con muri in calcestruzzo di altezza compresa tra 3 m e 10 m circa ed per altri tratti presenta versanti interessati dalla presenza di edifici.

La pendenza media del fondo alveo è pari a 1.5% circa.

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

Lungo il tratto sono presenti, da valle verso monte, i seguenti manufatti di attraversamento: una briglia posta circa 120 m a monte del viadotto ferroviario da cui ha inizio il tratto di torrente Verde oggetto di verifica, la passerella pedonale Santa Marta, ubicata in comune di Ceranesi circa 250 m a monte della briglia, una seconda briglia posta circa 180 m a monte della passerella S. Marta, una terza briglia a monte di circa 150 m da quella precedente, una passerella pedonale lungo la SP.4 circa 450 m a monte della briglia, una quarta

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc Foglio 7 di 20

briglia, ubicata circa 150 m a monte della passerella pedonale, il ponte carrabile di via Villa Berrone ubicato circa 300 m a monte della briglia.

Nella mappatura delle fasce fluviali allegata al Piano, e riportate nell'allegato A1, le aree adiacenti al tratto oggetto di verifica risultano parzialmente soggette ad allagamento per eventi idrologici (mancato e/o insufficiente drenaggio della acque meteoriche), inoltre risultano tre aree inondabili in fascia A (T = 50 anni) in sponda sinistra per un tratto di 80 m a cavallo della passerella pedonale Santa Marta, in sponda sinistra a valle del ponte di via Villa Berrone per un tratto di circa 30 m di lunghezza ed una zona in sponda destra subito a monte dello stesso ponte per un tratto di circa 50 m; sono inoltre presenti due aree in fascia B (T = 200 anni) in sponda sinistra per un tratto di circa 220 m immediatamente a valle della passerella pedonale sulla SP4 ed una seconda zona in sponda destra per un tratto di 150 m a valle del ponte di via Villa Berrone.

5. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio per la difesa idrogeologica, geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica e per la compatibilità delle attività estrattive del torrente Polcevera, approvato con DCP n. 14 del 2/04/03 e con DCP n. 38 del 30/09/2004 e s.m.i..

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.

Essi forniscono i valori delle portate di piena da assumere alla base delle verifiche idrauliche nonché i criteri a cui attenersi per il dimensionamento delle opere in funzione della tipologia e dei vincoli esistenti.

Il torrente Verde è inserito tra i corsi d'acqua significativi nella Carta del reticolo idrografico principale allegata al Piano; esso risulta tra i tratti d'alveo indagati di cui sono state individuate le fasce di inondabilità, il cui stralcio cartografico è riportato in allegato.

Il Piano distingue quattro fasce di inondabilità di cui tre in funzione del tempo di ritorno: la fascia A che individua le aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata corrispondente a periodo di ritorno $T \leq 50$ anni, la fascia B che individua le aree esterne alle precedenti per $T \leq 200$ anni e la fascia C per $T \leq 500$ anni.

La fascia C* individua invece le aree storicamente inondate, anche se non indagate, esterne alla fascia C, derivanti dalla DGR 594/01 opportunamente modificate e aggiornate.

I criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere tengono conto delle norme di attuazione del Piano di Bacino, degli indirizzi e delle indicazioni emerse nel corso dei colloqui con gli uffici competenti della Provincia di Genova nonché delle raccomandazioni contenute nella L.R.38/98.

Ai fini del dimensionamento idraulico delle opere si distinguono le seguenti tipologie di intervento:

- strade e parcheggi a raso
- attraversamenti

Da un punto di vista generale, per quanto riguarda la viabilità, si distinguono i casi di adeguamento della viabilità esistente e di realizzazione di nuova viabilità.

Nei casi in cui l'adeguamento della viabilità esistente, pur se a raso, si limita ad un semplice intervento di manutenzione senza interferenze con l'attuale assetto idraulico dell'alveo e delle aree adiacenti, non è prevista alcuna sistemazione idraulica, anche se l'intervento dovesse ricadere in area inondabile.

Nei casi in cui tale adeguamento comporti invece la realizzazione di opere interferenti con il corso d'acqua e/o con le sponde (muri di sostegno, argini, sbalzi ecc.), e nei casi di realizzazione di nuovi tratti di viabilità e/o nuovi attraversamenti, l'intervento previsto, pur nel rispetto dei vincoli imposti dalla progettazione stradale, è

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc
	Foglio 8 di 20

stato comunque orientato a garantire il deflusso della portata 200-ennale in condizioni di sicurezza lungo tutto il tronco del corso d'acqua interessato, anche attraverso una nuova sistemazione dell'alveo e delle sponde.

Da un punto di vista generale le sistemazioni idrauliche sono limitate allo stretto necessario alla funzionalità dell'opera nel rispetto dell'attuale configurazione dei corsi d'acqua interferenti; si è verificato che gli interventi non comportassero in nessun caso restringimenti di alveo e non inducessero in generale effetti peggiorativi sul regime idraulico del corso d'acqua, con particolare riferimento agli effetti indotti sulla sponda opposta.

Al fine di preservare le opere dai possibili fenomeni erosivi della corrente, le fondazioni dei muri d'argine e delle opere in alveo in genere quali briglie, spalle e pile dei ponti, sono impostate ad una quota adeguatamente inferiore alla quota minima del fondo alveo (Talweg) e, quando necessario, protette con strutture elastiche quali scogliere di massi naturali, materassi tipo "Reno" o gabbioni, mantenendo per quanto possibile la naturalità dell'alveo e delle sponde.

Lungo i tratti di viabilità di cui è previsto l'adeguamento è stata effettuata la verifica idraulica dei manufatti di attraversamento esistenti al fine di individuare quelli ritenuti sufficienti al deflusso della portata 200-ennale, che possono pertanto essere mantenuti, e quelli di cui è opportuno prevedere il rifacimento perché insufficienti.

Il criterio adottato è quello di un franco minimo di 0.5 m rispetto all'intradosso per ponti, ponticelli e scatolari per i corsi d'acqua significativi (con superficie del bacino sotteso superiore a 0.2 Km²) e di un rapporto d'invaso inferiore a 0.75 per i manufatti di attraversamento dei corsi d'acqua minori (superficie del bacino inferiore a 0.2 Km²).

Per le interferenze della viabilità con i corsi d'acqua sono stati assunti i seguenti franchi di sicurezza minimi rispetto al deflusso della portata di piena 200-ennale: 0.5 m rispetto al piano viabile nel caso di strada a raso, 0.5 m rispetto alla quota di imposta di un'eventuale struttura a sbalzo.

Nel caso di nuovi attraversamenti dei corsi d'acqua significativi si è preferito, ove possibile, l'adozione di struttura a campata unica senza ingombri in alveo; salvo casi particolari specificatamente indicati nei Piani di bacino, il franco rispetto all'intradosso è stato assunto cautelativamente pari a 1.5 m, con un minimo di 1 m nel caso più favorevole di bacino sistemato a monte e di condizioni di deflusso più regolari.

Nel caso di ponti e ponticelli si è assunto comunque un valore minimo dell'altezza libera di 2 m; per gli scatolari si è assunta una dimensione minima di 2x2 m.

Per i corsi d'acqua secondari si è assunta una dimensione minima dei manufatti di attraversamento di 1.6x1.6 m, imposto dalle norme di Piano.

6. INTERVENTI PREVISTI

Gli interventi previsti riguardano sostanzialmente l'adeguamento della viabilità esistente in sponda destra del torrente Verde.

È previsto l'allargamento della sede stradale esistente, che richiede la realizzazione di sbalzi e consolidamenti di muri spondali esistenti e di prolungamenti di tombature relative ad affluenti del torrente Verde nel tratto di interesse nel rispetto dell'assetto idraulico del corso d'acqua e delle sponde.

Fra le interferenze idrauliche principali si segnalano gli interventi sul rio Senasci per il quale è prevista la realizzazione di uno scatolare di attraversamento con dimensioni interne nette di 3x4 m e la sistemazione a monte mediante gabbioni.

7. METODOLOGIA DI CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc Foglio 9 di 20

Le verifiche idrauliche dei vari tronchi d'alveo esaminati sono state condotte secondo due tipi d'approccio, uno a carattere più esteso, riferito al tratto d'alveo nel suo insieme, e l'altro a carattere locale, riferito ad un singolo manufatto o una singola sezione.

Le verifiche di tipo esteso hanno riguardato i tratti dei corsi d'acqua di maggior rilevanza per i quali si disponeva di un rilievo sufficientemente esteso dell'asta.

Le verifiche di tipo locale hanno riguardato singole sezioni in prossimità di ponti e tombinature lungo i tratti medio vallivi dei corsi d'acqua minori e lungo i tratti dei rivi principali per i quali non sia stato possibile effettuare altri tipi di verifiche.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati nell'ambito dell'attività di indagine propedeutica alla progettazione definitiva degli interventi.

I rilievi di dettaglio sono stati integrati, ove necessario, con la cartografica tecnica disponibile e con una serie di rilievi diretti in sito effettuati nel corso dei sopralluoghi di ricognizione

Si è anche provveduto alla verifica dei fenomeni di erosione in alveo dovuta alla presenza di elementi rigidi o ad elementi di protezione delle sponde e del fondo alveo.

7.1. Verifiche idrauliche globali

Le verifiche idrauliche di tipo globale sono state effettuate mediante l'ausilio di un *software*¹ per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche 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:

¹. HEC-RAS, Haestad Methods Inc. - Waterbury USA

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

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 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 tombature (*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 scavalco 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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc Foglio 11 di 20

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

La verifica del nodo di confluenza è eseguita mediante l'applicazione del teorema della quantità di moto.

In particolare è stato individuato un volume di controllo definito dalla superficie di contorno del tratto in esame in cui è applicabile la relazione generale:

$$F_e + G = M_u - M_e$$

dove F_e è la risultante delle forze di superficie (spinta idrostatica e attrito del fondo e delle pareti) agenti dall'esterno sul volume di controllo, G è la risultante delle forze di massa (in genere la forza peso), M_u ed M_e le quantità di moto delle masse che nell'unità di tempo entrano ed escono dal volume di controllo.

La metodologia di calcolo è applicabile al caso specifico di due rami che confluiscono in un terzo alla confluenza di un affluente nel corso d'acqua principale secondo un angolo di incidenza α rispetto alla direttrice principale di deflusso.

Il volume di controllo è individuato dalle due sezioni poste a monte della confluenza (individuate dai pedici 1 e 2 rispettivamente) ed una posta a valle (pedice 3).

Proiettando l'equazione della quantità di moto secondo l'asse del corso d'acqua di valle, che forma un angolo α_{1-2} e α_{1-3} con gli assi dei due corsi d'acqua a monte, vale la relazione:

$$(my + mq)_3 = (my + mq)_1 \cdot \cos \alpha_{1-3} + (W - F_f)_{1-3} + (my + mq)_{2-3} \cdot \cos \alpha_{2-3} + (W - F_f)_{2-3}$$

avendo indicato con:

$my = A \cdot Y =$ prodotto dell'area per la distanza verticale tra il pelo libero e il centro di gravità delle sezioni di deflusso.

$$mq = \frac{Q^2}{g \cdot A}$$

$F_f =$ forza dovuta all'attrito sul fondo e sulle pareti.

$W_x =$ forza peso nella direzione del flusso.

Ai fini della risoluzione dell'equazione dei momenti sono state fatte le seguenti assunzioni:

- rigurgito in corrente lenta con profondità del pelo libero nota nella sezione di valle;
- uguaglianza tra le quote del pelo libero nelle sezioni di monte del corso d'acqua principale e in quella dell'affluente;
- calcolo delle componenti di attrito e del peso come media pesata dei valori tra le sezioni di monte del corso d'acqua principale, dell'affluente e di valle, in funzione delle portate e dell'angolo di incidenza.

7.2. Verifiche puntuali

Le verifiche idrauliche sono state condotte secondo un tipo d'approccio a carattere locale riferito ad un singolo manufatto o una singola sezione.

In assenza di variazioni significative della forma e delle dimensioni dell'alveo sono state determinate le caratteristiche della corrente in condizioni di moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc Foglio 12 di 20

Dove: Q [m^3/s] è la portata, χ [$m^{1/2} s^{-1}$] il coefficiente di attrito, A [m^2] l'area della sezione liquida, R [m] il raggio idraulico, i la pendenza dell'alveo.

Le pendenze medie dell'alveo sono state calcolate sulla base dei rilievi di dettaglio o sulla base cartografica disponibile alle diverse scale.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

Dove: n [$m^{-1/3} s$] è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo.

La determinazione della profondità di moto uniforme è stata effettuata per pendenze del fondo sino al 10%, considerato il valore limite per l'applicabilità del metodo.

In mancanza di informazioni sulla pendenza del fondo e in casi particolari quali ad esempio le tombinate realizzate al di sotto di rilevati e/o discariche di materiali inerti, anche in presenza di pendenze significative, è stata comunque calcolata la profondità critica corrispondente al minimo contenuto energetico della corrente.

Le condizioni critiche sono state determinate imponendo uguale a 1 il numero di Froude della corrente:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{g \cdot \frac{A}{b}}$$

dove Q [m^3/s] è la portata, A [m^2] l'area e b [m] la larghezza del pelo libero, g [m/s^2] l'accelerazione di gravità.

Nel caso di sezioni rettangolari è possibile calcolare direttamente la profondità critica Y_c [m] mediante la

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{1}{g} \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^2}$$

In presenza di restringimenti dovuti alla particolare conformazione dell'alveo o alla presenza di manufatti artificiali, si è ipotizzato il moto con transizione attraverso lo stato critico all'interno della sezione ristretta ed è stata calcolata la profondità nella sezione di monte dovuta al rigurgito in corrente lenta.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'utilizzo della formula di Marchi, valida per sezioni rettangolari:

$$Y_m = K \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b_m^2 \cdot F_L^2}}$$

Dove: K è un fattore di forma, b_m [m] è la larghezza della sezione di monte e F_L è il valore del numero di Froude limite tabulato in funzione del rapporto di restringimento.

Il valore di K è stato assunto per tutte le verifiche uguale a 1.14, corrispondente alla situazione più sfavorevole di pile con fronti squadri.

7.3. Analisi dei fenomeni di erosione

Erosioni localizzate attorno alle pile dei ponti

Rapide variazioni di intensità e distribuzione delle velocità di una corrente a pelo libero possono provocare fenomeni di erosione localizzata, soprattutto nel caso in cui il fondo dell'alveo sia costituito da materiale incoerente.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc	Foglio 13 di 20

Tale fenomeno si presenta in corrispondenza di restringimenti, curve, salti di fondo e attorno ad ostacoli posti in alveo, quali le pile dei ponti: in quest'ultimo caso l'aumento della velocità in corrispondenza delle pile stesse provoca la formazione di un vortice con forma a ferro di cavallo che interessa l'area circostante la pila e che è il principale responsabile dell'erosione del fondo alveo.

Pertanto, per affrontare correttamente gli aspetti tecnici relativi alla tipologia delle fondazioni e delle eventuali protezioni da adottare, diventa fondamentale valutare la massima profondità di erosione che potrebbe verificarsi alla sezione di interesse.

Per la determinazione della massima profondità di scavo si è utilizzata la seguente espressione²:

$$y_s = s \cdot f_1(v/v_c) \cdot [2 \cdot \tanh(y/s)] \cdot f_2 \cdot f_3(\alpha, l/s)$$

dove: y_s [m] è la profondità di scavo misurata a partire dal fondo del terreno indisturbato, s [m] è la larghezza della pila di lunghezza l [m], f_1 è un coefficiente funzione del rapporto fra la velocità media v [m/s] della corrente indisturbata e la velocità critica di trascinamento v_c [m/s], y [m] è la profondità della corrente a monte della pila, f_2 è un coefficiente di forma e f_3 è un coefficiente funzione dell'angolo α che la corrente indisturbata forma con la pila e del rapporto l/s .

La velocità critica di trascinamento è definita dall'espressione

$$v_c = 1.1 \cdot [g \cdot (\rho_s - \rho) \cdot d_s / \rho]^{0.5} \cdot (y / d_s)^{0.2}$$

dove: g [m/s²] è l'accelerazione di gravità, ρ_s e ρ [kg/m³] sono rispettivamente la densità del materiale di fondo e la densità dell'acqua, d_s [m] è la dimensione del materiale che, nel caso di miscugli, viene assunta pari a d_{50} e gli altri simboli hanno il significato precedentemente indicato.

Il coefficiente f_1 assume i seguenti valori:

$$\begin{aligned} f_1 &= 0 && \text{per } v/v_c \leq 0.5 \\ f_1 &= (2 \cdot v/v_c - 1) && \text{per } 0.5 \leq v/v_c \leq 1.0 \\ f_1 &= 1 && \text{per } v/v_c \geq 1.0 \end{aligned}$$

Il coefficiente di forma f_2 assume il valore 1 per pile circolari o con fronti arrotondati, 0.75 per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente e 1.3 per pile rettangolari.

Il coefficiente f_3 , variabile fra 1 e 7, è invece determinato mediante apposito grafico riportato in letteratura (Marchi – Rubatta, opera citata, pag. 771) che fornisce tale valore in funzione dell'angolo di attacco α e del rapporto fra la lunghezza e la larghezza della pila.

Erosioni in alveo

Ai fini della valutazione dell'erosione in alveo dovuta alla presenza di elementi rigidi (platee, fondazioni di argini, briglie ecc.) si fa riferimento al caso più significativo del deflusso attraverso una soglia a stramazzo (o briglia).

Per la determinazione della massima profondità di erosione al piede si è fatto riferimento alla formula di Schoklitsch³, alla base di tutti i successivi studi di settore, espressa nella seguente forma:

$$y_s = 4.75 \cdot H^{0.2} \cdot q^{0.57} \cdot d_{90}^{-0.32} - y_0$$

² E. Marchi – A. Rubatta: Meccanica dei fluidi principi e applicazioni idrauliche - UTET

³ A. Schoklitsch: Kolkbildung unter Überfallstrahlen, Die Wassewirtschaft (1932)
A. Schoklitsch: Stauraumverlandung und Kolkabwehr, Julius Springer, Wien (1935)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc	Foglio 14 di 20

dove: $H[m]$ è la differenza fra i peli liberi a monte e a valle della briglia, $q[m^2/s]$ è la portata per unità di larghezza della briglia, $d_{90}[mm]$ è il diametro del vaglio che consente il passaggio del 90% in peso del materiale che costituisce il fondo e $y_0[m]$ è la profondità della corrente a valle della briglia.

Opere di protezione in massi naturali

Nei casi in cui sia necessario realizzare delle opere di protezione delle sponde o del fondo di un corso d'acqua con strutture permeabili, deformabili e isolate, quali le scogliere in pietrame sciolto, gabbioni, o materassi Reno, occorre determinare le condizioni di equilibrio del singolo masso soggetto alle forze idrodinamiche della corrente che tendono a metterlo in movimento.

Si tratta cioè di determinare le dimensioni minime del singolo masso, e conseguentemente il suo peso, in grado di garantire le condizioni di stabilità in presenza di una corrente caratterizzata da una velocità media v .

Le formule di uso più comune, derivate dagli studi di Shields sul trasporto solido, definiscono la velocità critica v_{cr} che dà luogo al moto in funzione del diametro equivalente d della particella immersa nella corrente secondo la seguente espressione:

$$v_{cr} = k \cdot d^{0.5}$$

con v_{cr} espresso in m/s e d in metri.

Il coefficiente k assume valori variabili fra 4 e 8; nella comune pratica progettuale si assume per $k=5^4$.

Quando k supera il valore di 8 si determinano le condizioni di movimento del singolo masso: pertanto, per il dimensionamento di massi cementati sul fondo dell'alveo, cautelativamente si assume un valore di k pari a 8.

Assumendo come velocità critica la velocità della corrente e risolvendo l'espressione secondo d , si ottiene la dimensione minima del masso da utilizzare nel caso esaminato.

La velocità che interessa è quella al fondo: nel caso in cui il battente idrico sia molto maggiore della dimensione del materiale la velocità al fondo può essere assunta pari al 75% della velocità media; nel caso in cui invece la dimensione del materiale sia confrontabile con la profondità della corrente è bene assumere come velocità al fondo la velocità media.

Analogamente alle soluzioni con massi naturali, sarà possibile fare ricorso a sistemi di gabbioni di dimensioni tali da garantire i pesi corrispondenti ai dimensionamenti precedentemente indicati, privilegiando la dimensione standard 1.0x1.0x2.0 m o materassi reno di spessore pari a 0.5 m.

8. VERIFICHE IDRAULICHE

8.1. Portate di progetto

La portata di progetto 200-ennale assunta per le verifiche idrauliche del torrente Verde nel tratto di interesse, riportata nel già citato Piano di Bacino, è pari a 580 m³/s.

Lo stesso Piano indica per il rio Senasci una portata 200-ennale pari a 24.4 m³/s.

8.2. Verifiche idrauliche

Le informazioni di carattere topografico ai fini della verifica sono state desunte da un rilievo plano-altimetrico dell'alveo e delle aree adiacenti eseguito nell'ambito del progetto generale.

⁴ L. Da Deppo-C. Datei-P. Salandin: Sistemazione dei corsi d'acqua, Cortina edizioni, Padova 1997.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc Foglio 15 di 20

Torrente Verde - Verifiche globali

Il calcolo del profilo è stato effettuato nella configurazione di stato attuale e di stato di progetto.

Lungo l'asta del corso d'acqua sono state individuate una serie di sezioni trasversali numerate dalla 18.2 alla 51, in funzione delle caratteristiche plano altimetriche del fondo e delle sponde (larghezza, pendenza, curve, presenza di manufatti ecc.).

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo di soli 10 m.

Nelle sezioni di calcolo del profilo quale quota di riferimento della sommità degli argini è stata assunta, quando presente, quella del piano viabile delle strade adiacenti.

Ai fini del calcolo è stato assunto un valore del coefficiente di scabrezza equivalente n pari a 0.03 corrispondente alla situazione di alveo naturale con presenza di ciottoli e ghiaia, sezioni di forma sostanzialmente regolare, presenza di ostruzioni in alveo quali pile di ponti, basamenti di tralicci ecc., scarsa presenza di vegetazione.

Le verifiche sono state effettuate con il valore di portata 200-ennale pari a $580 \text{ m}^3/\text{s}$, nell'ipotesi di sponde infinite qualora il livello di piena superi le quote di sommità arginali.

A favore di sicurezza si è preferito integrare i profili di rigurgito per la sola corrente lenta da valle verso monte, imponendo come condizione al contorno la profondità risultante dalla verifica del tratto a valle (vedi Relazione idraulica Nodo Pontedecimo).

I risultati sono riassunti in forma numerica e grafica per ciascuna configurazione esaminata nei seguenti elaborati riportati in Allegato A2:

Stato attuale

- Schema planimetrico dell'alveo con l'indicazione delle sezioni idrauliche di calcolo in scala 1:2000;
- Profilo di rigurgito in scala 1:2000/1:200;
- Tabelle riassuntive dei risultati.

Stato di progetto

- Schema planimetrico dell'alveo con l'indicazione delle sezioni idrauliche di calcolo in scala 1:2000;
- Profilo di rigurgito in scala 1: 1:2000/1:200;
- Tabelle riassuntive dei risultati.

Confronto attuale / progetto

- Profilo di rigurgito in scala 1: 1:2000/1:200;
- Sezioni trasversali di calcolo in scala 1:500/1:150 con l'indicazione delle quote del pelo libero.

Di seguito si riporta una descrizione dei risultati delle verifiche per le due configurazioni esaminate.

Stato attuale

Il deflusso avviene con altezze medie del pelo libero comprese tra 3.7 m e 6.4 m e velocità comprese tra 2.8 e 6.3 m/s.

Nel tratto compreso tra la sez. 22 e 25 in sponda destra il livello del pelo libero risulta a quota maggiore rispetto al piano campagna; tuttavia la strada risulta distante dal corso d'acqua e a quote superiori.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc Foglio 16 di 20

In corrispondenza della passerella Santa Marta (sez. 27) il profilo presenta un rigurgito in corrente lenta verso monte con quote del pelo libero prossime all'impalcato del ponte e superiori alla quota di sponda sinistra di circa 0.5 m; le velocità sono pari a circa 4.8 m/s.

Nel tratto compreso tra la sez. 32 e la sez. 40, le verifiche mostrano possibili esondazioni in sponda sinistra con quote del pelo libero superiori al piano campagna variabili da 0.1 a 1.3 m.

In corrispondenza della seconda passerella (sez. 42) le quote del pelo libero risultano prossime alle quote dell'intradosso con un franco di circa 0.5 m; i franchi rispetto al piano viabile delle aree adiacenti risultano invece pari a circa 0.2 m in sponda destra e 0.5 m in sponda sinistra.

Il deflusso attraverso il ponte in loc. Ponte Ferriera (sez. 50) avviene con quota del pelo libero a monte, prossima alla quota di imposta degli archi con una distanza di oltre 5 m rispetto alla sommità degli stessi.

I risultati hanno evidenziato una sostanziale concordanza con le verifiche del Piano di Bacino, ad eccezione di un breve tratto in sponda destra compreso tra le sezioni 22 e 25 che nel Piano risulta indicate solamente come storicamente inondato, mentre nella presente verifica risulta effettivamente inondabile per eventi con tempi di ritorno inferiori a 200 anni.

Stato di progetto

Gli interventi previsti nell'ambito del progetto della nuova viabilità non modificano in nessun modo l'attuale assetto idraulico del corso d'acqua.

I franchi di sicurezza rispetto alla quota della nuova viabilità spondale risultano ovunque superiori a 0.5 m. Nei tratti a sbalzo i franchi di sicurezza rispetto alla quota di imposta delle strutture risultano ovunque superiori a 0.5 m.

Rio Senasci

Stato attuale – verifiche puntuali

La verifica è stata condotta mediante la determinazione della profondità di moto uniforme nella sezione di interesse assumendo le attuali dimensioni del manufatto, pari a 2.5x2.6 m, un valore n [$m^{-1/3}s$] del coefficiente dimensionale di scabrezza pari a 0.03 e una pendenza del fondo pari al 2%.

In tali condizioni risulta una profondità di moto uniforme pari a 2.37 m: il franco idraulico risulta pertanto pari a 0.23 m e conseguentemente la sezione risulta inadeguata.

Stato di progetto – verifiche globali

Il calcolo del profilo di moto permanente è stato effettuato nella configurazione di stato di progetto.

Lungo l'asta del corso d'acqua sono state individuate una serie di sezioni trasversali numerate dalla 1 alla 8, in funzione delle caratteristiche plano altimetriche del fondo e delle sponde (larghezza, pendenza, curve, presenza di manufatti ecc.).

Ai fini del calcolo è stato assunto un valore del coefficiente di scabrezza equivalente n pari a 0.03 corrispondente alla situazione di alveo naturale con presenza di ciottoli e ghiaia, sezioni di forma sostanzialmente regolare, scarsa presenza di vegetazione.

Le verifiche sono state effettuate con il valore di portata 200-ennale pari a 24.4 m³/s.

A favore di sicurezza si è preferito integrare i profili di rigurgito per la sola corrente lenta da valle verso monte, imponendo come condizioni al contorno la profondità critica.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc Foglio 17 di 20

I risultati sono riassunti in forma numerica e grafica per ciascuna configurazione esaminata nei seguenti elaborati riportati in Allegato A2:

- Schema planimetrico dell'alveo con l'indicazione delle sezioni idrauliche di calcolo in scala 1:500;
- Profilo di rigurgito in scala 1:150/1:100;
- Tabelle riassuntive dei risultati;
- Sezioni i trasversali di calcolo in scala 1:100/1:100 con l'indicazione delle quote del pelo libero.

Il deflusso avviene con altezze medie del pelo libero comprese tra 3.7 m e 6.4 m e velocità comprese tra 2.8 e 6.3 m/s.

Interferenze minori – Verifiche puntuali

Per gli attraversamenti minori sono state condotte verifiche di carattere puntuale i cui risultati sono riportati in Allegato A2.

Per quanto riguarda i rivi significativi interessati da interventi (rio 1 – attraversamento T01, rio 7 – attraversamento T04) sono state condotte verifiche di tipo puntuale in quanto per il tratto a monte delle opere di attraversamento le pendenze risultano troppo elevate per l'applicazione di un modello monodimensionale di moto permanente.

In particolare in riferimento all'attraversamento T01 la verifica è stata condotta mediante la determinazione della profondità di moto uniforme nella sezione di interesse assumendo le attuali dimensioni del manufatto a sezione triangolare, con base pari a 2.6 m e altezza 3.9 m, un valore n [$m^{-1/3}s$] del coefficiente dimensionale di scabrezza pari a 0.03, una pendenza del fondo pari al 1% e una portata di calcolo pari a 0.73 m^3/s .

In tali condizioni risulta una profondità di moto uniforme pari a 1.35 m: il franco idraulico risulta pertanto maggiore di 2.5 m e conseguentemente la sezione risulta inadeguata.

Per quanto concerne la configurazione di progetto è stata determinata profondità di moto uniforme per la tubazione DN 1000 considerando un valore di scabrezza pari a 0.02 [$m^{-1/3}s$] e pendenza pari a 1%, in questo caso il deflusso della portata di verifica avviene con un grado di riempimento pari a 50 %.

In riferimento all'attraversamento T04 la verifica di moto uniforme è stata condotta assumendo le attuali dimensioni del manufatto a sezione rettangolare, con base pari a 1.8 m e altezza 1.6 m, un valore n [$m^{-1/3}s$] del coefficiente dimensionale di scabrezza pari a 0.03, una pendenza del fondo pari al 10% .

In tali condizioni risulta una profondità di moto uniforme pari a 0.13 m: il franco idraulico risulta pertanto pari a circa 1.5 m e conseguentemente la sezione risulta inadeguata.

8.3. Calcolo dell'erosione e dimensionamento delle opere di protezione

Tutte le opere di protezione al fondo e spondali verranno realizzate con strutture elastiche quali massi naturali e/o gabbioni.

Con riferimento a quanto riportato al paragrafo 5.3, assumendo cautelativamente un valore della velocità critica pari alla velocità massima del tratto, pari a circa 5 m/s, risulta:
 $d=(5/5)^2=1$ m, cui corrisponde un peso del singolo masso di circa 1.4 tonnellate.

Nel caso di massi cementati, assumendo $k=8$, si ottiene una diametro medio pari a circa 0.6 m, a cui corrisponde il peso minimo del singolo elemento pari a circa 300 kg.

Tali opere saranno realizzate con gabbioni che presentano peso minimo di 1000 kg.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc

Il raccordo con gli argini esistenti, sul rio Senasci, sarà eseguito mediante gabbioni e rivestimento del fondo alveo con materassi reno.

A monte del canale di imbocco al ponte sul fosso è prevista in sponda sinistra la realizzazione di un'arginatura di altezza totale pari a 4.0 m costituita da gabbioni delle dimensioni di 1.5x1.0x1.0 m e di 2.0x1.0x1.0 m, con larghezza di base pari a 2.5 m, con larghezza in sommità pari a 1.5 m e con larghezza intermedia pari a 2.0 m, compresa la realizzazione di sottofondo di posa costituito da cis magro per uno sviluppo complessivo pari a 8.0 m.

A valle del canale di raccordo con il fosso esistente, si prevede la sistemazione delle sponde con gabbioni su entrambe le sponde per un'altezza di circa 2 m.

9. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

Di seguito si riportano alcune valutazioni in merito all'analisi del rischio idraulico connesso alle fasi realizzative degli interventi.

Il generico rischio $R(t)$ è funzione dell'entità dei beni soggetti al rischio, della loro vulnerabilità, dell'intervallo temporale considerato e del tempo di ritorno associato all'evento critico.

Da ciò deriva che l'analisi di rischio non può prescindere da una adeguata conoscenza dei parametri socio-economici propri dell'area interessata dall'evento.

In mancanza di informazioni relative ai beni soggetti a rischio e alla loro eventuale vulnerabilità, si è proceduto all'individuazione di uno scenario di variazione della pericolosità a seguito di interventi temporanei (cantieri) interferenti con i corsi d'acqua.

È importante sottolineare che, al di là dei risultati che si possono ottenere con la metodologia proposta, la realizzazione dei lavori non potrà comunque prescindere da una corretta e oculata gestione del cantiere volta a garantire la massima sicurezza a cose e persone, siano esse coinvolte o meno nell'esecuzione dei lavori, anche nel rispetto delle prescrizioni che saranno impartite dagli Enti interessati.

Le valutazioni riportate nel seguito hanno pertanto un valore orientativo finalizzato a fornire un quadro di riferimento per gli operatori.

In tale contesto il rischio idraulico, inteso come pericolosità, viene definito come la frequenza di superamento di un evento critico in un determinato orizzonte temporale in relazione alle caratteristiche del sistema idraulico e del complesso infrastrutturale interferente.

Il sistema si intende idraulicamente in crisi ogniqualvolta si manifestano eventi che causano l'esondazione di parte della portata.

Definito il tempo di ritorno T espresso in anni, il rischio residuale R_n che in n anni venga superata la variabile idraulica di riferimento è espresso dalla seguente formula:

$$R_n = 1 - (1 - T^{-1})^n.$$

A ciascun valore delle portate con associato tempo di ritorno, indicate nel Piano di Bacino, è stato associato il relativo rischio residuale o grado di pericolosità riferito ad un orizzonte temporale di 3 anni, assunto quale valore di riferimento per la durata presunta del cantiere.

Con riferimento alle fasce di inondabilità riportate nel Piano di Bacino, alla portata 50-ennale risulta associata una probabilità di superamento in tre anni del 6%, alla portata 200-ennale dell'1.5% e alla portata 500-ennale dello 0.6%.

Al fine di valutare la variazione di pericolosità indotta da modifiche anche temporanee della configurazione dell'alveo durante le fasi realizzative, si sono costruite le curve di pericolosità nell'ipotesi di diversi gradi di restringimento delle sezioni di deflusso.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">ig51-01-e-cv-ri-nv08-00-001-a00.doc</p> <p style="text-align: right;">Foglio 19 di 20</p>

Tali curve sono state ricavate nell'ipotesi semplificativa, ma sufficientemente realistica, di dipendenza lineare tra la portata e la relativa sezione di deflusso (velocità costante).

In Allegato A3 è riportato un grafico con le curve di pericolosità per diversi gradi di restringimento.

L'analisi di tali grafici mostra che una riduzione delle sezioni di deflusso del 10% induce un aumento medio della pericolosità di circa 2 volte, una riduzione del 20% induce un aumento medio della pericolosità di circa 4 volte e una riduzione del 30% induce un aumento medio della pericolosità di circa 8 volte.

Il tratto del torrente Verde interessato dagli interventi risulta parzialmente insufficiente al deflusso per eventi 50-ennali (Fascia A).

In questo caso una riduzione delle sezioni di deflusso del 10% induce un incremento della pericolosità dal 6% dello stato attuale al 10% circa, una riduzione del 20% incrementa tale indice sino al 17% circa e una riduzione del 30% conduce ad un valore di pericolosità del 28%.

In altri termini, ciò significa che l'evento a cui è associata una uguale pericolosità della portata 50-ennale nelle condizioni attuali risulterebbe essere quello con tempo di ritorno pari a circa 30 anni nel primo caso, pari a circa 20 anni nel secondo caso e a 10 anni nel terzo.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	all-ri-001.doc	
--	----------------	--

ALLEGATO A1

ESTRATTO CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



all-ri-001.doc

ALLEGATO A2
VERIFICHE IDRAULICHE

ELENCO ELABORATI

Verifiche globali – torrente Verde

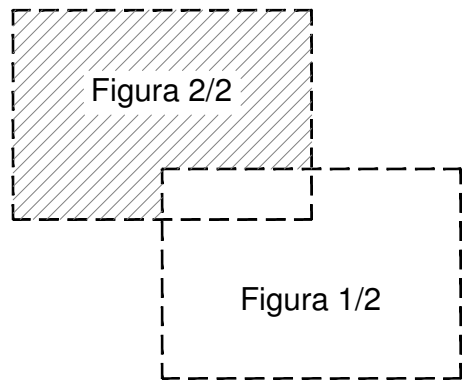
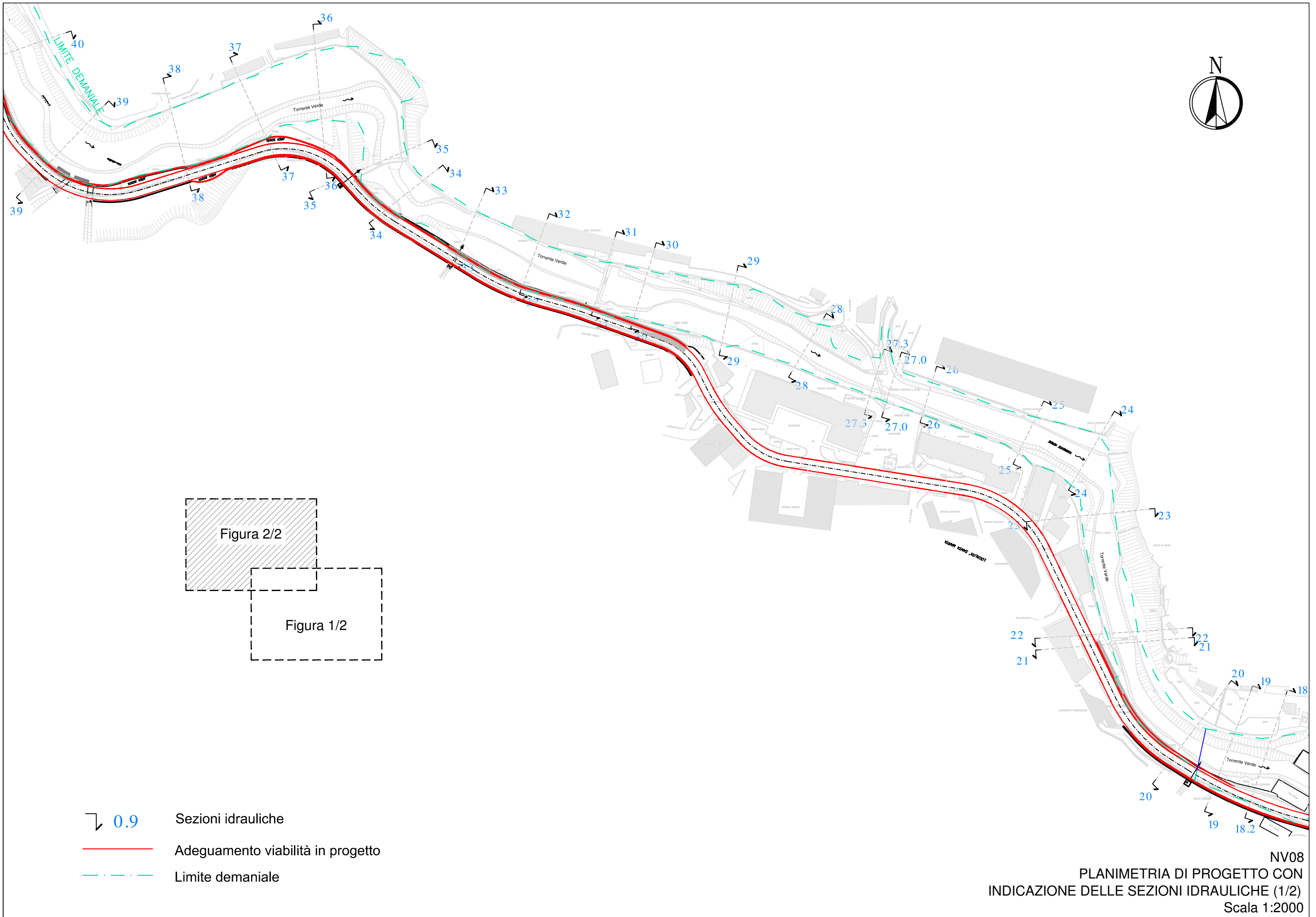
- Stato attuale
 - Profilo di rigurgito
 - Tabella riassuntiva dei risultati
- Stato di progetto
 - Profilo di rigurgito
 - Tabella riassuntiva dei risultati
- Confronto attuale/progetto
 - Profilo di rigurgito
 - Sezioni trasversali di calcolo




Verifiche globali – rio Senasci

- Stato di progetto
 - Planimetria con ubicazione sezioni idrauliche
 - Profilo di rigurgito
 - Tabella riassuntiva dei risultati
 - Sezioni trasversali di calcolo

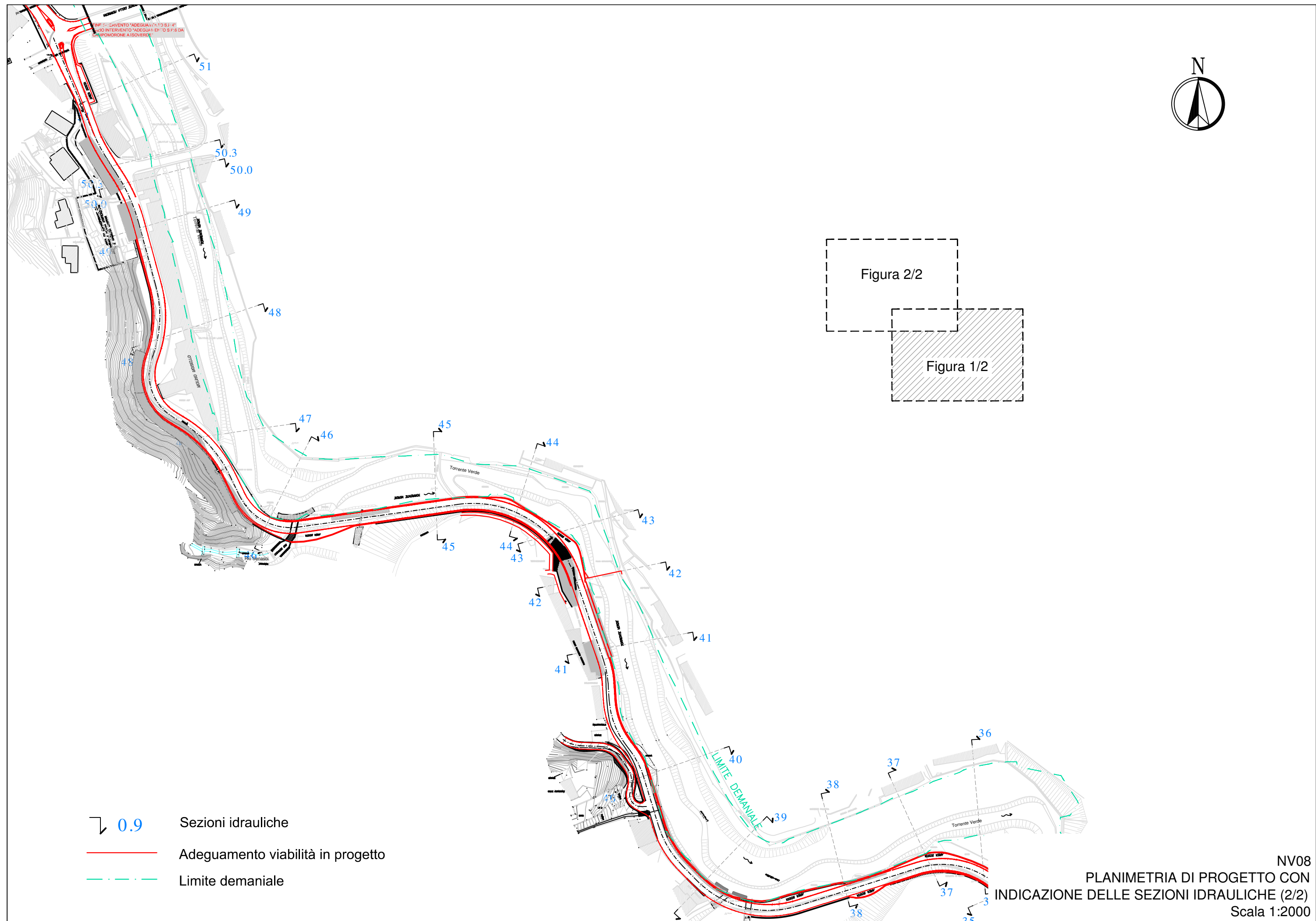
Verifiche puntuali




- Verifiche idrauliche
- Scale di deflusso

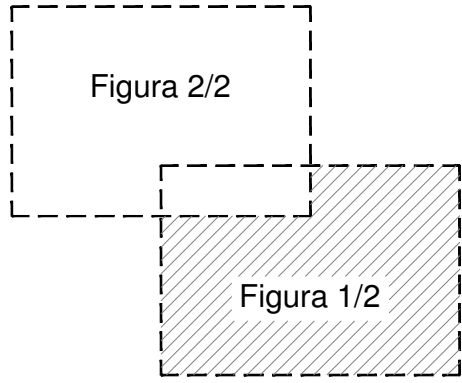


-  0.9 Sezioni idrauliche
-  Adeguamento viabilità in progetto
-  Limite demaniale

NV08
PLANIMETRIA DI PROGETTO CON
INDICAZIONE DELLE SEZIONI IDRAULICHE (1/2)
Scala 1:2000







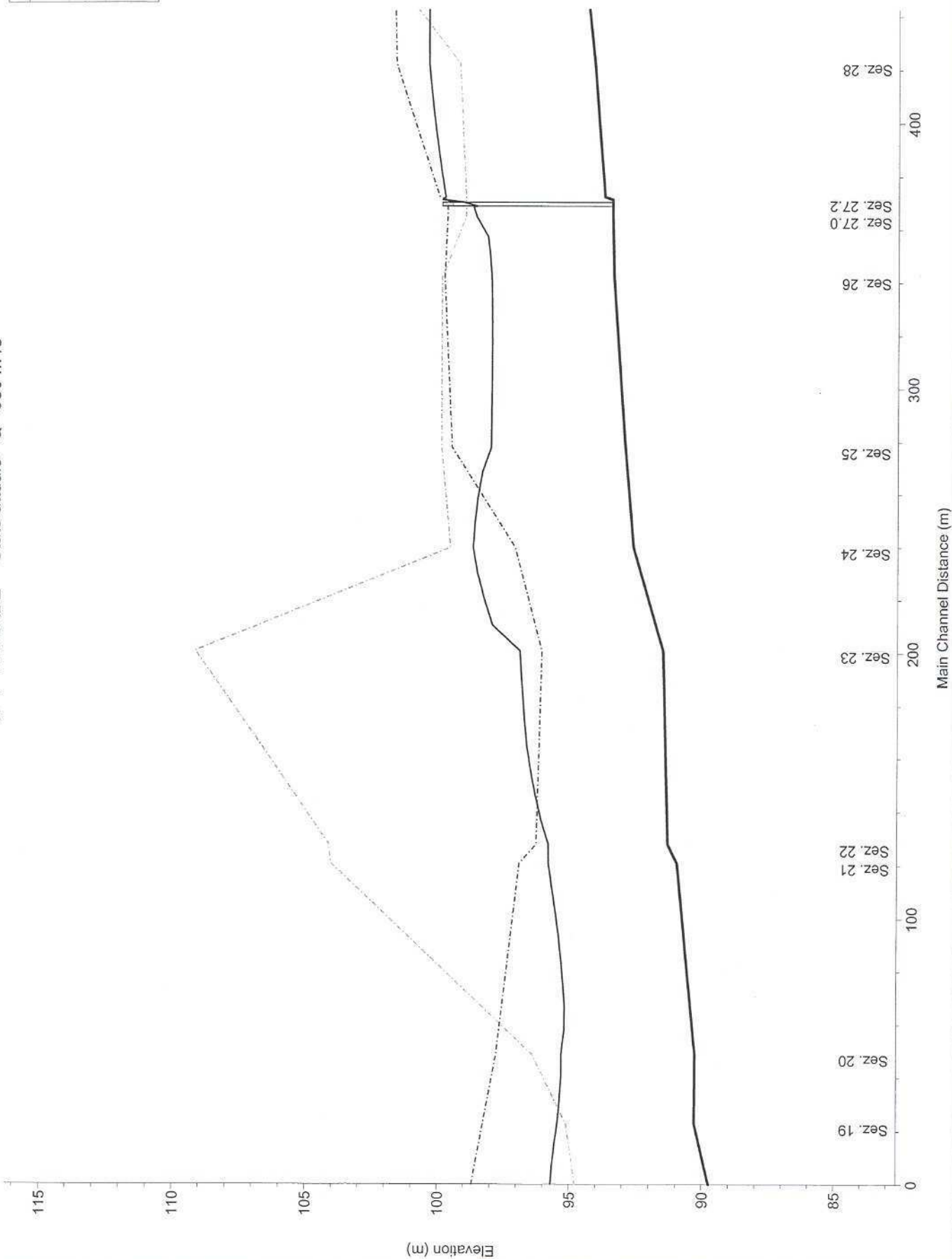
-  0.9 Sezioni idrauliche
-  Adeguamento viabilità in progetto
-  Limite demaniale



NV08
PLANIMETRIA DI PROGETTO CON
INDICAZIONE DELLE SEZIONI IDRAULICHE (2/2)
Scala 1:2000




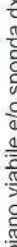
SP4 - T. VERDE Stato attuale - Q= 580 m³/s

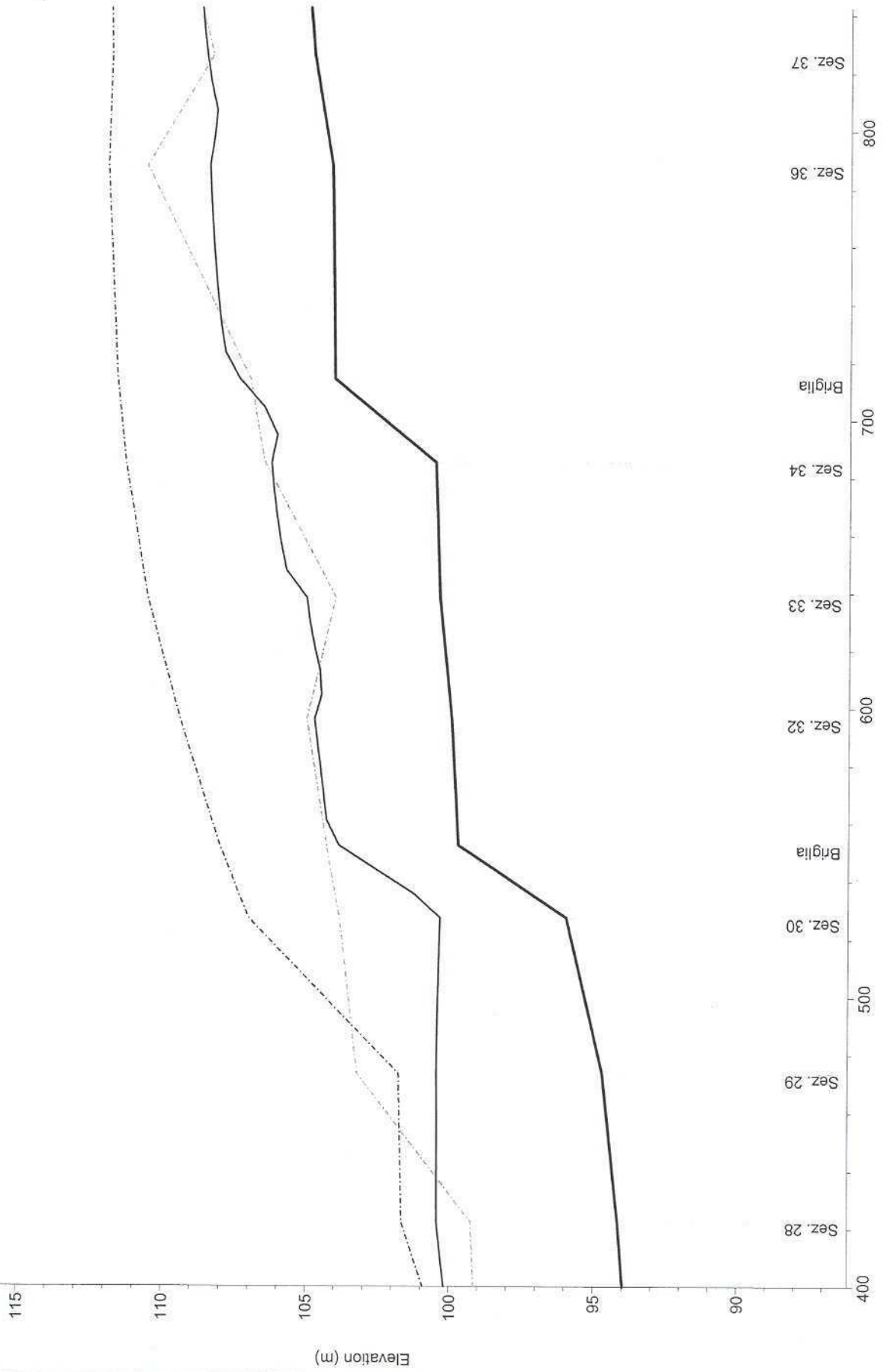
Legend	
	P.I. Q200
	Fondo alveo
	piano viabile e/o sponda sn
	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m





SP4 - T. VERDE Stato attuale - Q= 580 m³/s

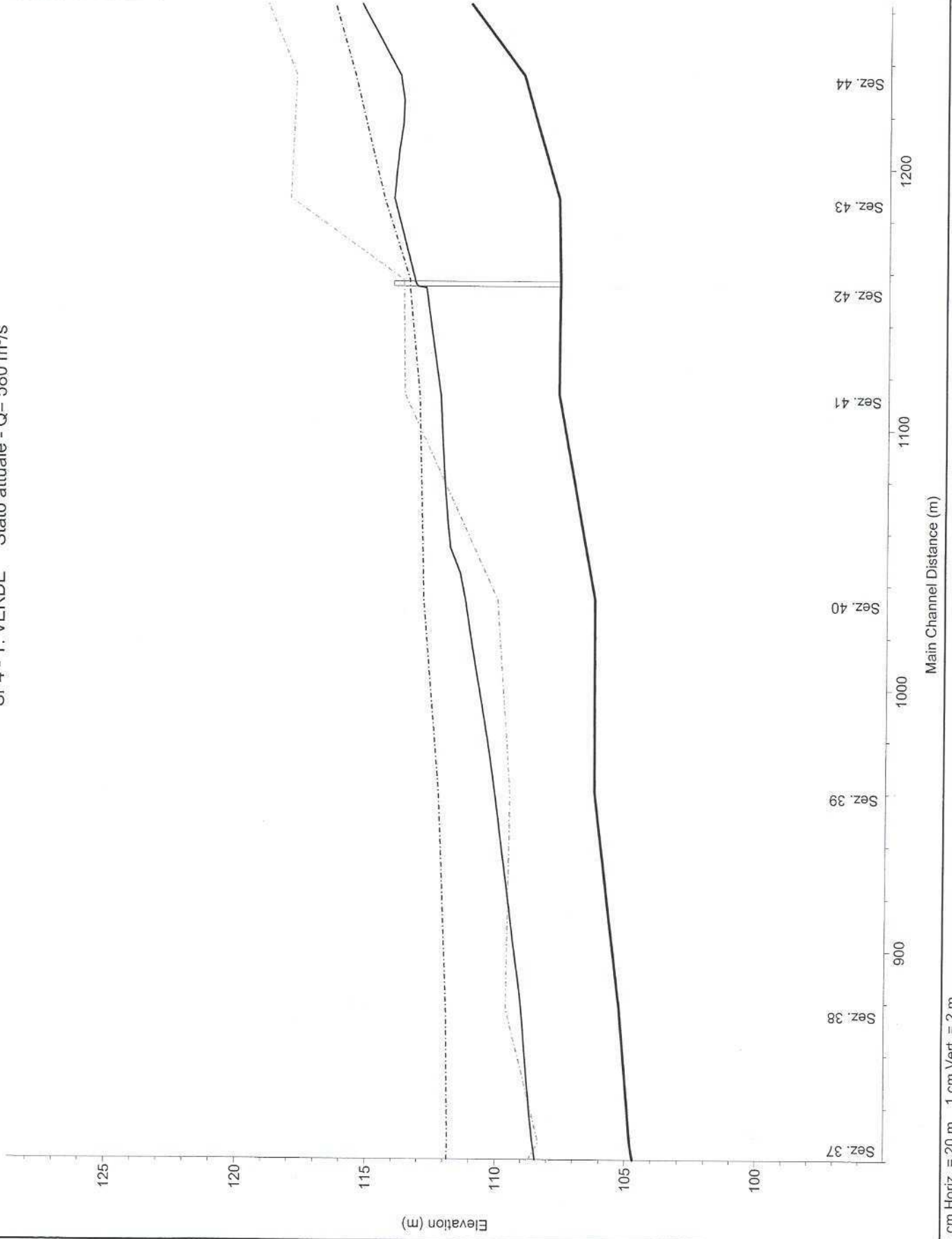
Legend	
	P.I. Q200
	Fondo alveo
	piano viabile e/o sponda sn
	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

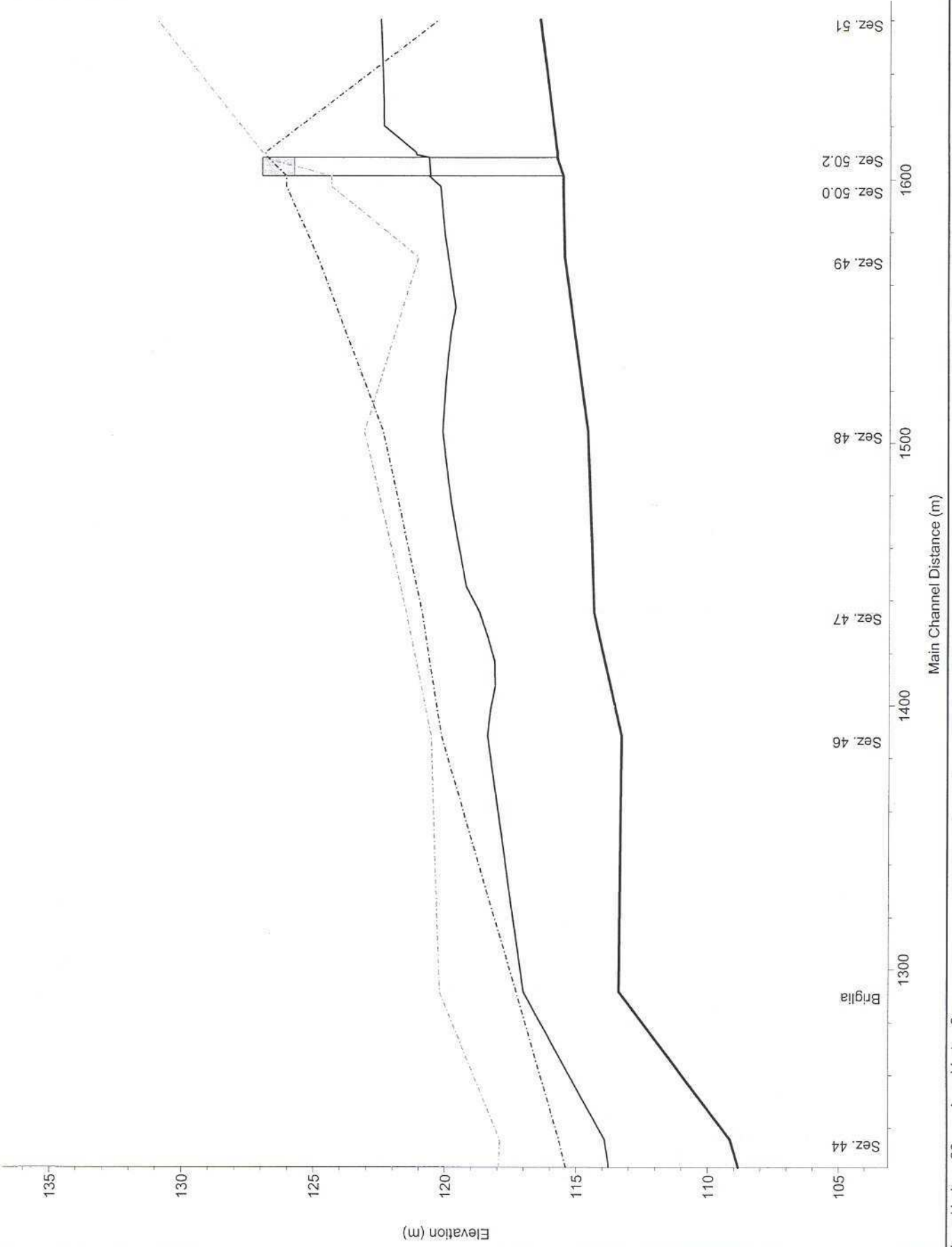
SP4 - T. VERDE Stato attuale - Q= 580 m³/s

Legend	
	P.I. Q200
	Fondo alveo
	piano viabile e/o sponda sn
	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m





SP4 - T. VERDE Stato attuale - Q= 580 m³/s

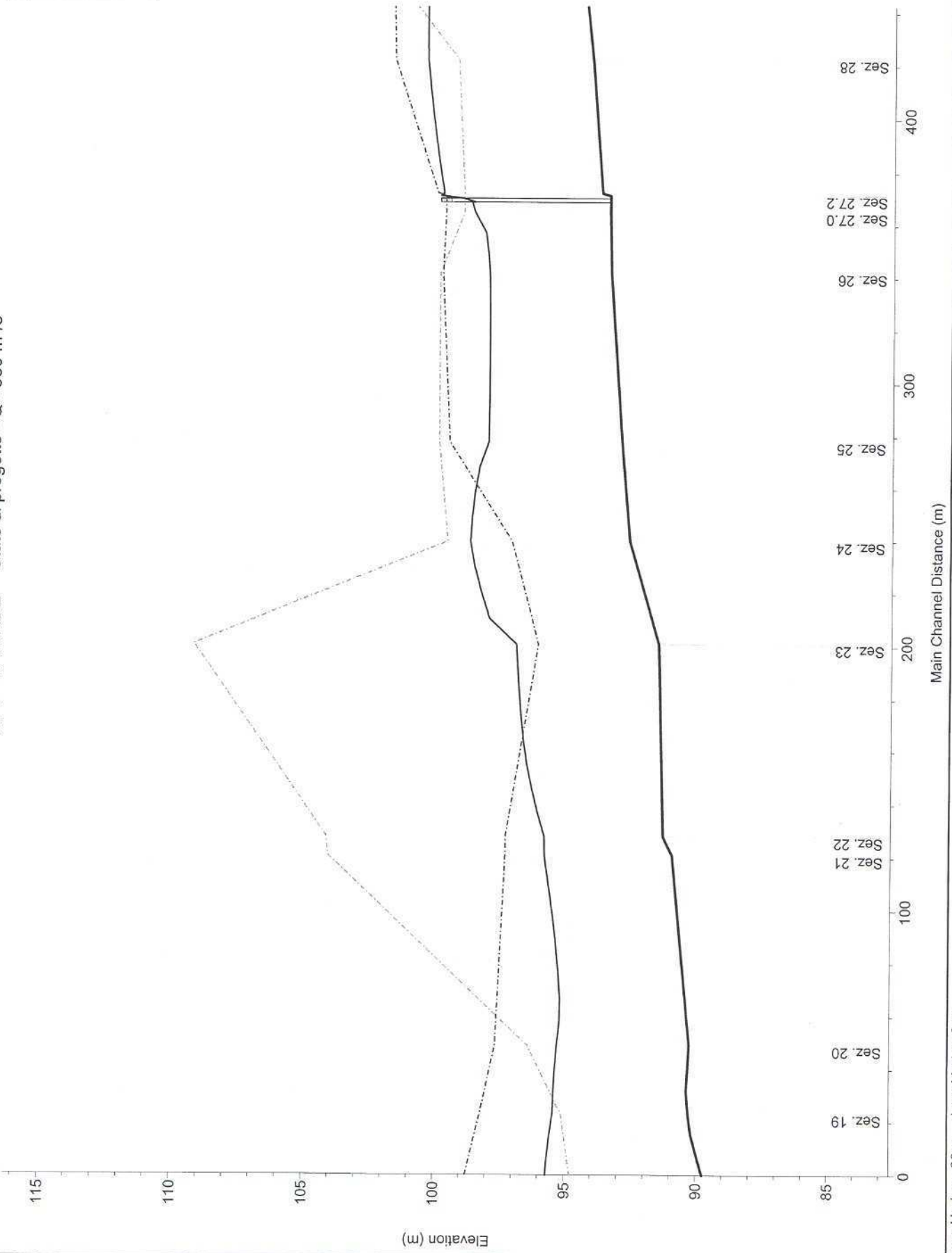


1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Hydr Depth (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	E.G. Elev (m)	Froude # Chl
Verde	18.2	Q200		580.00	89.74	94.77	98.68	95.69	5.95	4.12	3.02	191.87	46.60	96.16	0.48
Verde	19	Q200	23.00	580.00	90.27	95.11	98.25	95.43	5.16	4.36	4.22	137.41	31.50	96.34	0.65
Verde	20	Q200	49.00	580.00	90.25	96.40	97.75	95.28	5.03	3.34	4.99	116.17	34.74	96.55	0.87
Verde	21	Q200	121.00	580.00	90.95	104.03	96.90	95.79	4.84	3.16	5.60	103.57	32.82	97.39	1.01
Verde	22	Q200	128.00	580.00	91.30	104.10	96.26	95.80	4.50	3.39	5.79	100.10	29.51	97.51	1.00
Verde	23	Q200	201.00	580.00	91.50	109.15	96.07	96.90	5.40	3.88	6.17	93.96	24.23	98.84	1.00
Verde	24	Q200	240.00	580.00	92.63	99.55	97.10	98.69	6.06	5.12	2.82	205.50	40.17	99.09	0.40
Verde	25	Q200	278.00	580.00	92.95	99.90	99.50	98.02	5.07	4.47	5.39	107.55	24.03	99.50	0.81
Verde	26	Q200	342.01	580.00	93.40	99.90	99.80	98.02	4.62	4.25	6.32	91.84	21.63	100.05	0.98
Verde	27.0	Q200	365.01	580.00	93.45	99.00	99.70	98.60	5.15	4.45	5.82	99.59	22.40	100.32	0.88
Verde	27.1	Q200	369.01	580.00	93.45	99.00	99.70	98.72	5.27	4.55	5.67	102.33	22.48	100.36	0.85
Verde	27.11		Bridge												
Verde	27.2	Q200	371.51	580.00	93.45	99.00	99.70	99.88	6.43	5.67	4.51	128.73	22.70	100.92	0.60
Verde	27.3	Q200	372.51	580.00	93.75	99.00	100.00	99.78	6.03	5.29	4.84	119.90	22.69	100.97	0.67
Verde	28	Q200	422.51	580.00	94.14	99.24	101.65	100.42	6.28	5.05	3.78	153.64	30.43	101.15	0.54
Verde	29	Q200	473.50	580.00	94.68	103.20	101.76	100.44	5.76	4.28	4.10	141.46	33.04	101.30	0.63
Verde	30	Q200	527.51	580.00	95.95	103.84	107.00	100.33	4.38	3.62	5.04	115.16	31.78	101.62	0.84
Verde	31	Q200	552.50	580.00	99.70	104.30	108.00	103.86	4.16	3.56	5.93	97.81	27.51	105.66	1.00
Verde	32	Q200	596.50	580.00	99.95	105.00	109.40	104.73	4.78	4.06	4.86	119.29	29.38	105.94	0.77
Verde	33	Q200	638.50	580.00	100.38	104.00	110.53	105.01	4.63	3.79	6.12	94.79	25.03	106.92	1.00
Verde	34	Q200	685.50	580.00	100.54	106.50	111.30	106.27	5.73	4.82	4.27	135.96	28.23	107.20	0.62
Verde	35	Q200	714.51	580.00	104.06	107.00	111.60	107.37	3.31	2.82	5.26	110.28	39.14	108.78	1.00
Verde	36	Q200	788.51	580.00	104.17	110.60	111.94	108.43	4.26	2.84	3.67	157.86	55.65	109.12	0.70
Verde	37	Q200	826.51	580.00	104.81	108.31	111.82	108.54	3.73	2.95	5.39	107.52	36.50	110.02	1.00
Verde	38	Q200	877.51	580.00	105.23	109.60	111.90	109.01	3.78	2.98	5.39	107.58	36.16	110.49	1.00
Verde	39	Q200	960.50	580.00	106.24	109.50	112.25	110.09	3.85	3.09	5.52	105.04	34.04	111.64	1.00
Verde	40	Q200	1034.50	580.00	106.28	110.03	112.88	111.28	5.00	3.65	5.99	96.90	26.58	113.10	1.00
Verde	41	Q200	1113.50	580.00	107.72	113.66	113.09	112.28	4.56	3.70	5.22	111.01	29.97	113.67	0.87
Verde	41.8	Q200	1154.10	580.00	107.70	113.73	113.50	112.86	5.16	4.32	6.52	88.94	20.61	115.03	1.00
Verde	41.9	Q200	1154.60	580.00	107.70	113.72	113.72	113.21	5.51	4.60	6.04	96.06	20.90	115.07	0.90
Verde	42	Q200	1156.50	580.00	107.70	113.72	113.72	113.30	5.60	4.67	5.92	98.01	20.98	115.09	0.87
Verde	42.1	Q200	1157.00	580.00	107.70	113.73	113.50	113.31	5.61	4.68	5.91	98.13	20.99	115.09	0.87
Verde	43	Q200	1188.50	580.00	107.77	118.10	114.50	114.13	6.36	4.81	4.77	121.62	25.30	115.29	0.69
Verde	44	Q200	1235.50	580.00	109.15	117.90	115.65	113.91	4.76	4.10	6.36	91.18	22.26	115.97	1.00
Verde	45	Q200	1291.50	580.00	113.37	120.20	117.28	117.01	3.64	3.41	5.79	100.24	29.42	118.71	1.00
Verde	46	Q200	1388.50	580.00	113.29	120.54	120.15	118.39	5.10	3.64	4.10	141.39	38.90	119.25	0.69
Verde	47	Q200	1435.50	580.00	114.35	121.50	120.90	118.71	4.36	3.63	5.99	96.83	26.64	120.54	1.00
Verde	48	Q200	1504.50	580.00	114.60	123.12	122.40	120.13	5.53	4.37	3.92	148.09	33.85	120.91	0.60
Verde	49	Q200	1570.50	580.00	115.50	121.07	124.90	119.93	4.43	3.68	6.05	95.86	26.02	121.79	1.01
Verde	50.0	Q200	1597.50	580.00	115.57	124.40	126.11	120.24	4.67	3.82	6.14	94.41	24.71	122.16	1.00
Verde	50.1	Q200	1601.50	580.00	115.57	124.40	126.11	120.68	5.11	4.25	5.51	105.26	24.75	122.23	0.85
Verde	50.11		Bridge												
Verde	50.2	Q200	1609.50	580.00	115.80	127.02	126.90	121.15	5.35	4.77	6.05	95.89	20.10	123.01	0.88
Verde	50.3	Q200	1610.50	580.00	115.80	127.02	126.90	121.18	5.38	4.80	6.01	96.47	20.10	123.02	0.88
Verde	51	Q200	1660.50	580.00	116.44	131.00	120.30	122.52	6.08	5.29	3.80	152.54	28.81	123.25	0.53





SP4 - T. VERDE Stato di progetto - Q= 580 m³/s

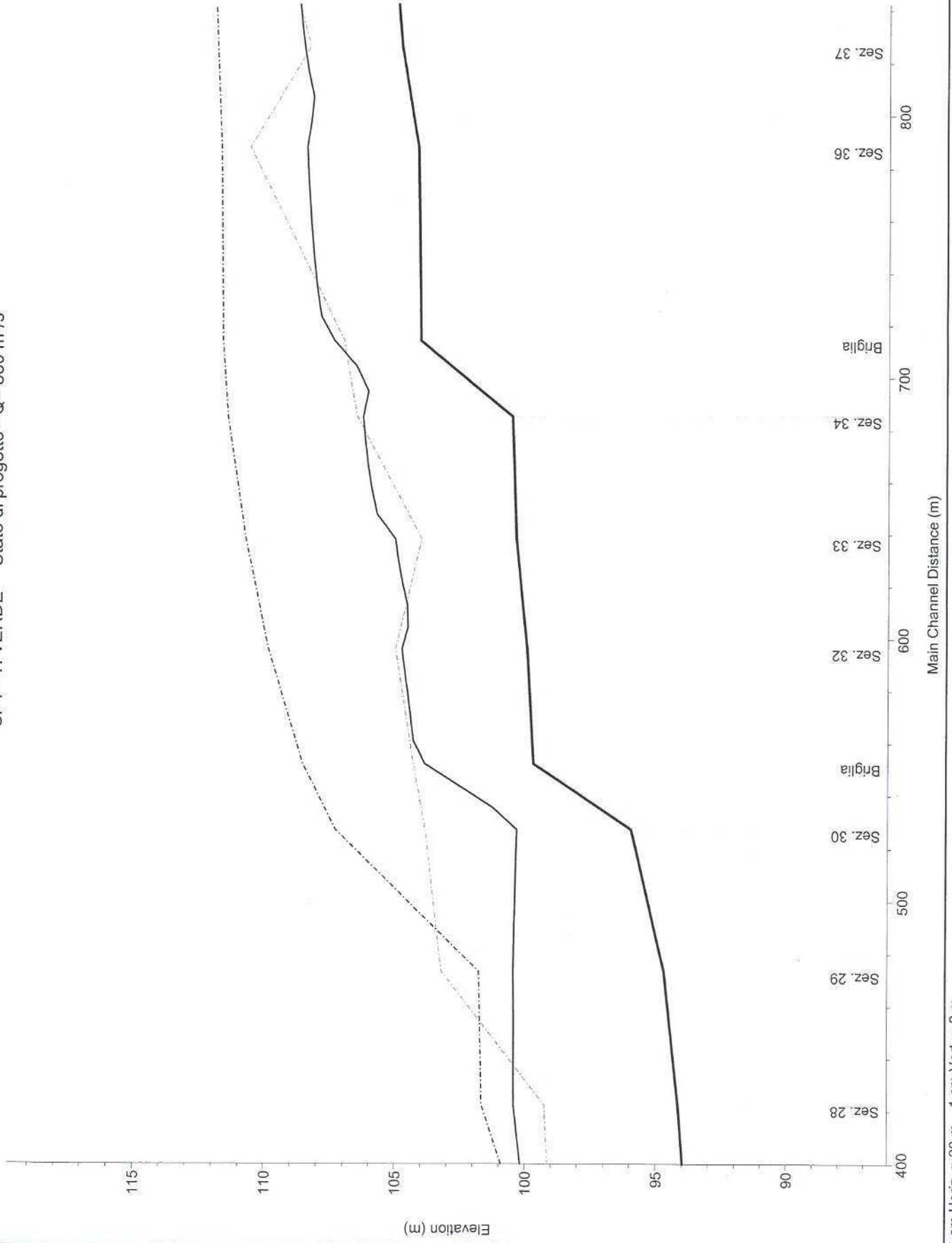
Legend	
	P.l. Q200
	Fondo alveo
	piano viabile e/o sponda sn
	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m





SP4 - T. VERDE Stato di progetto - Q= 580 m³/s

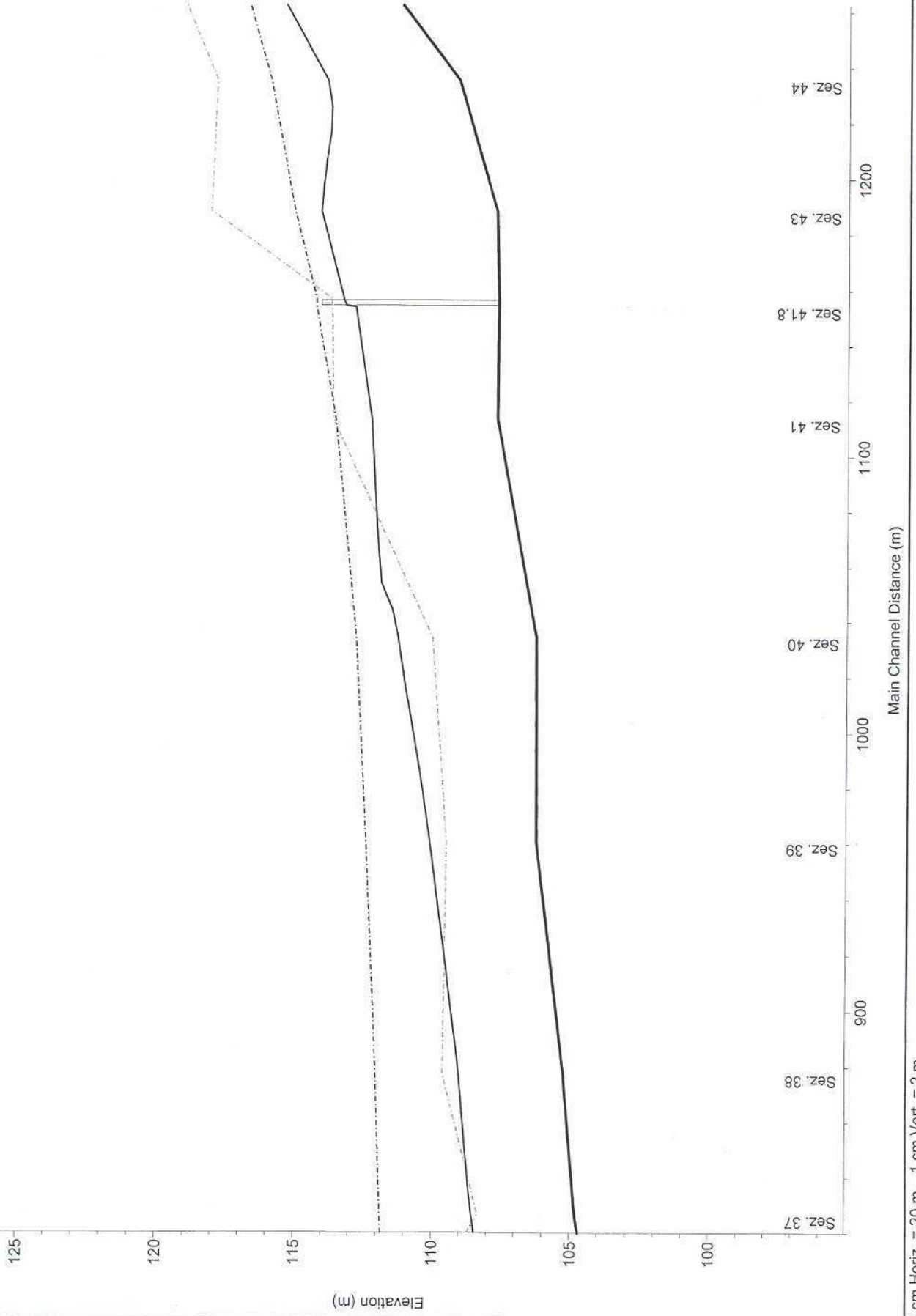
Legend	
	P.I. Q200
	Fondo alveo
	piano viabile e/o sponda sn
	piano viabile e/o sponda dx







1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

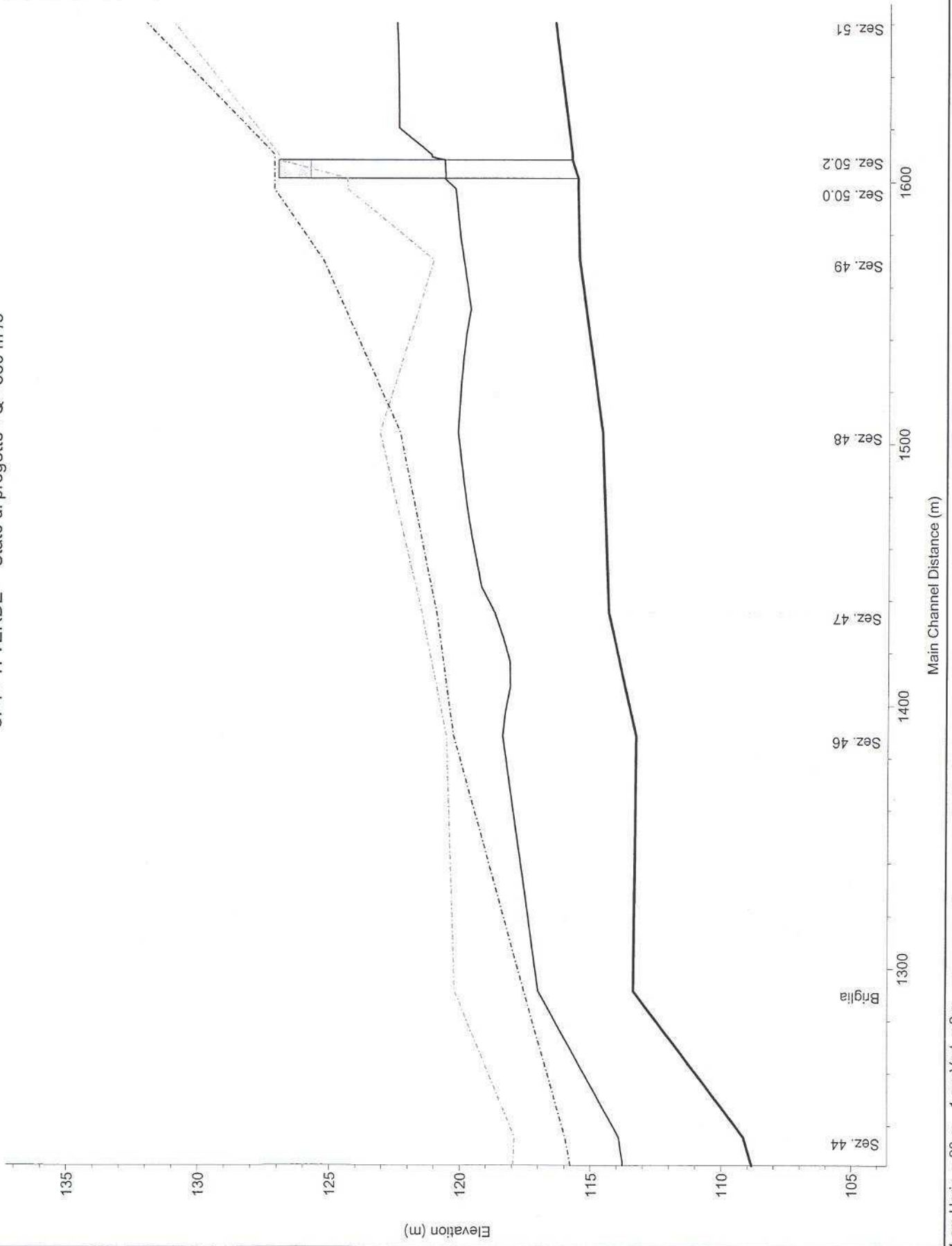
SP4 - T. VERDE Stato di progetto - Q= 580 m³/s

Legend	
	P.l. Q200
	Fondo alveo
	piano viabile e/o sponda sn
	piano viabile e/o sponda dx



SP4 - T. VERDE Stato di progetto - Q= 580 m³/s

Legend	
	P.I. Q200
	Fondo alveo
	piano viabile e/o sponda sn
	piano viabile e/o sponda dx

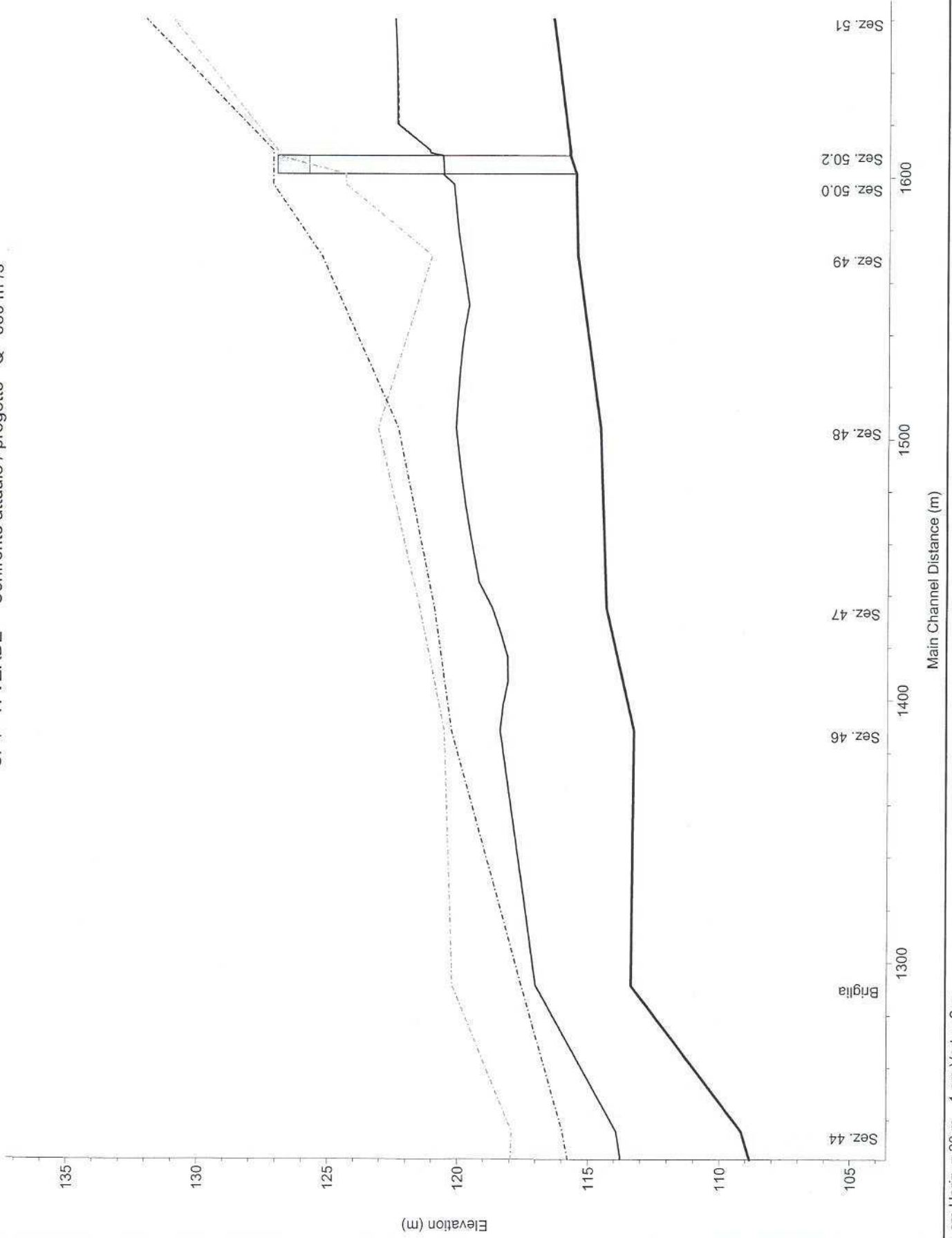


1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Hydr Depth (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	E.G. Elev (m)	Froude # Chl
Verde	18.2	Q200		580.00	89.74	94.77	98.75	95.69	5.95	4.12	3.02	191.87	46.60	96.16	0.48
Verde	19	Q200	23.00	580.00	90.27	95.11	98.19	95.43	5.16	4.36	4.22	137.45	31.50	96.34	0.64
Verde	20	Q200	49.00	580.00	90.25	96.40	97.63	95.27	5.02	3.33	5.01	115.77	34.75	96.55	0.88
Verde	21	Q200	121.00	580.00	90.95	104.03	97.28	95.79	4.84	3.16	5.60	103.57	32.82	97.39	1.01
Verde	22	Q200	128.00	580.00	91.30	104.10	97.28	95.80	4.50	3.40	5.79	100.23	29.52	97.51	1.00
Verde	23	Q200	201.00	580.00	91.50	109.15	96.07	96.91	5.41	3.88	6.16	94.10	24.23	98.84	1.00
Verde	24	Q200	240.00	580.00	92.63	99.55	97.10	98.69	6.06	5.11	2.82	205.47	40.17	99.09	0.40
Verde	25	Q200	278.00	580.00	92.95	99.90	99.50	98.02	5.07	4.47	5.39	107.52	24.03	99.50	0.81
Verde	26	Q200	342.01	580.00	93.40	99.90	99.80	98.02	4.62	4.25	6.32	91.82	21.63	100.05	0.98
Verde	27.0	Q200	365.01	580.00	93.45	99.00	99.70	98.59	5.14	4.44	5.83	99.42	22.39	100.32	0.88
Verde	27.1	Q200	369.01	580.00	93.45	99.00	99.70	98.71	5.26	4.55	5.67	102.23	22.47	100.35	0.85
Verde	27.11	Bridge													
Verde	27.2	Q200	371.51	580.00	93.45	99.00	99.70	99.88	6.43	5.67	4.51	128.73	22.70	100.92	0.60
Verde	27.3	Q200	372.51	580.00	93.75	99.00	100.00	99.78	6.03	5.29	4.84	119.90	22.69	100.97	0.67
Verde	28	Q200	422.51	580.00	94.14	99.24	101.65	100.42	6.28	5.05	3.78	153.64	30.43	101.15	0.54
Verde	29	Q200	473.50	580.00	94.68	103.20	101.76	100.44	5.76	4.28	4.10	141.46	33.04	101.30	0.63
Verde	30	Q200	527.51	580.00	95.95	103.84	107.28	100.33	4.38	3.62	5.04	115.16	31.78	101.62	0.84
Verde	31	Q200	552.50	580.00	99.70	104.30	108.54	103.87	4.17	3.57	5.94	97.71	27.39	105.66	1.00
Verde	32	Q200	596.50	580.00	99.95	105.00	109.86	104.75	4.80	4.08	4.84	119.94	29.37	105.94	0.76
Verde	33	Q200	638.50	580.00	100.38	104.00	110.73	105.01	4.63	3.79	6.12	94.79	25.03	106.92	1.00
Verde	34	Q200	685.50	580.00	100.54	106.50	111.43	106.27	5.73	4.82	4.27	135.94	28.22	107.20	0.62
Verde	35	Q200	714.51	580.00	104.06	107.00	111.63	107.37	3.31	2.82	5.26	110.27	39.13	108.78	1.00
Verde	36	Q200	788.51	580.00	104.17	110.60	111.70	108.43	4.26	2.84	3.67	157.92	55.65	109.12	0.70
Verde	37	Q200	826.51	580.00	104.81	108.31	111.85	108.54	3.73	2.95	5.39	107.52	36.50	110.02	1.00
Verde	38	Q200	877.51	580.00	105.23	109.60	112.02	109.01	3.78	2.98	5.39	107.69	36.15	110.49	1.00
Verde	39	Q200	960.50	580.00	106.24	109.50	112.40	110.09	3.85	3.09	5.52	105.03	34.03	111.65	1.00
Verde	40	Q200	1034.50	580.00	106.28	110.03	112.79	111.28	5.00	3.65	5.99	96.90	26.58	113.10	1.00
Verde	41	Q200	1113.50	580.00	107.72	113.66	113.57	112.26	4.54	3.69	5.26	110.31	29.91	113.67	0.87
Verde	41.8	Q200	1154.10	580.00	107.70	113.73	114.29	112.86	5.16	4.32	6.52	88.94	20.61	115.03	1.00
Verde	41.9	Q200	1154.60	580.00	107.70	113.72	113.72	113.21	5.51	4.60	6.04	96.05	20.90	115.07	0.90
Verde	42	Q200	1156.50	580.00	107.70	113.72	113.72	113.30	5.60	4.67	5.92	98.00	20.98	115.09	0.87
Verde	42.1	Q200	1157.00	580.00	107.70	113.73	114.29	113.31	5.61	4.68	5.91	98.12	20.98	115.09	0.87
Verde	43	Q200	1188.50	580.00	107.77	118.10	115.08	114.13	6.36	4.81	4.77	121.62	25.30	115.29	0.69
Verde	44	Q200	1235.50	580.00	109.15	117.90	115.96	113.91	4.76	4.10	6.36	91.14	22.23	115.97	1.00
Verde	45	Q200	1291.50	580.00	113.37	120.20	117.55	117.00	3.63	3.40	5.79	100.11	29.42	118.71	1.00
Verde	46	Q200	1388.50	580.00	113.29	120.54	120.26	118.39	5.10	3.64	4.10	141.30	38.86	119.25	0.69
Verde	47	Q200	1435.50	580.00	114.35	121.50	120.93	118.71	4.36	3.63	5.99	96.83	26.64	120.54	1.00
Verde	48	Q200	1504.50	580.00	114.60	123.12	122.35	120.13	5.53	4.37	3.92	148.09	33.85	120.91	0.60
Verde	49	Q200	1570.50	580.00	115.50	121.07	125.31	119.93	4.43	3.68	6.05	95.86	26.02	121.79	1.01
Verde	50.0	Q200	1597.50	580.00	115.57	124.40	127.18	120.24	4.67	3.82	6.15	94.38	24.69	122.16	1.00
Verde	50.1	Q200	1601.50	580.00	115.57	124.40	127.18	120.68	5.11	4.26	5.51	105.23	24.72	122.23	0.85
Verde	50.11	Bridge													
Verde	50.2	Q200	1609.50	580.00	115.80	127.02	127.18	121.15	5.35	4.77	6.05	95.89	20.10	123.01	0.88
Verde	50.3	Q200	1610.50	580.00	115.80	127.02	127.18	121.18	5.38	4.80	6.01	96.46	20.10	123.02	0.88
Verde	51	Q200	1660.50	580.00	116.44	131.00	132.04	122.51	6.07	5.29	3.81	152.42	28.81	123.25	0.53

SP4 - T. VERDE Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

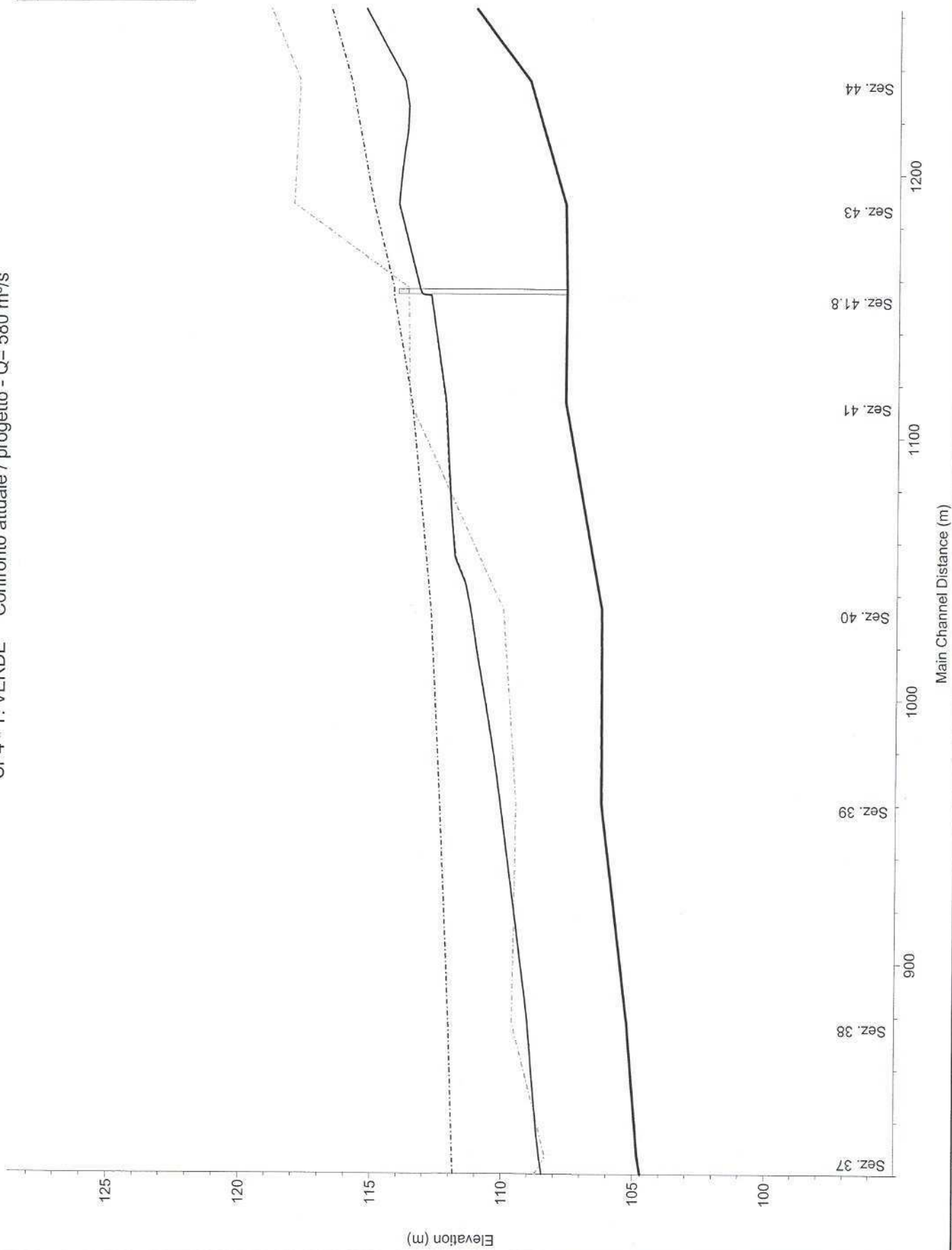
Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
- - -	P.I. Q200 - attuale
—	Fondo alveo
—	piano viabile e/o sponda sn
—	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

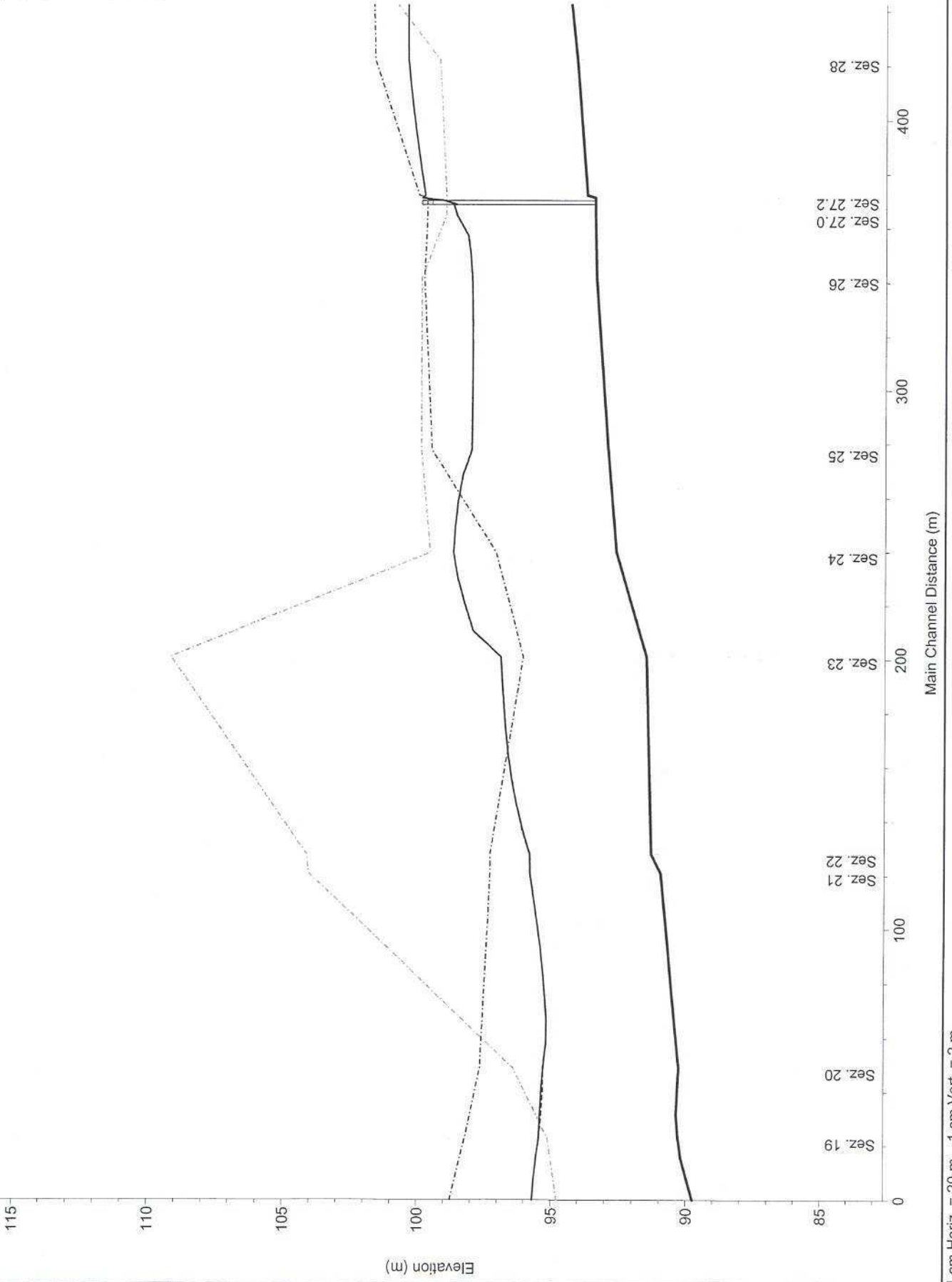
Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
- - -	P.I. Q200 - attuale
—	Fondo alveo
- - -	piano viabile e/o sponda sn
- - -	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

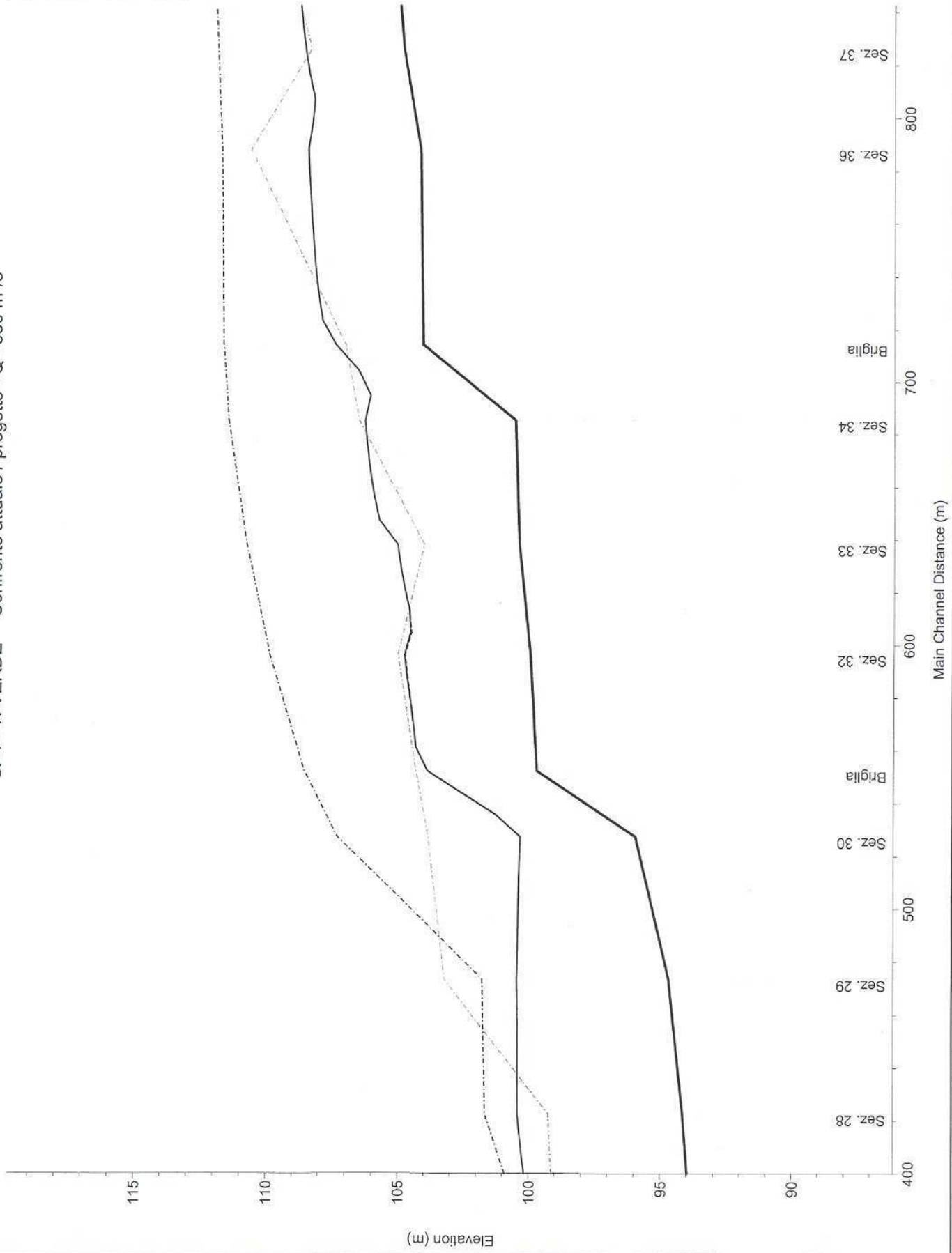
Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
- - -	P.I. Q200 - attuale
—	Fondo alveo
- - -	piano viabile e/o sponda sn
- - -	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

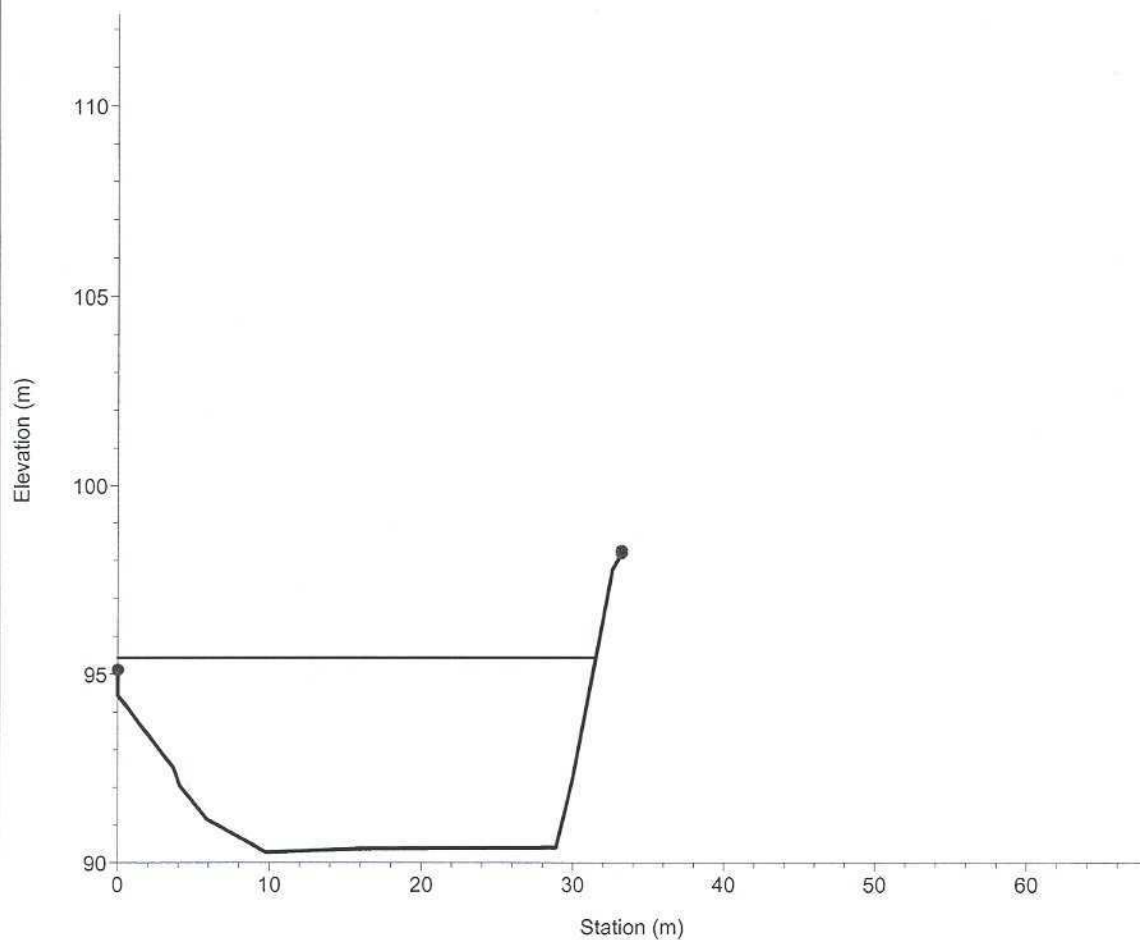
Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
- - -	P.I. Q200 - attuale
—	Fondo alveo
- - -	piano viabile e/o sponda sn
- - -	piano viabile e/o sponda dx



1 cm Horiz. = 20 m 1 cm Vert. = 2 m

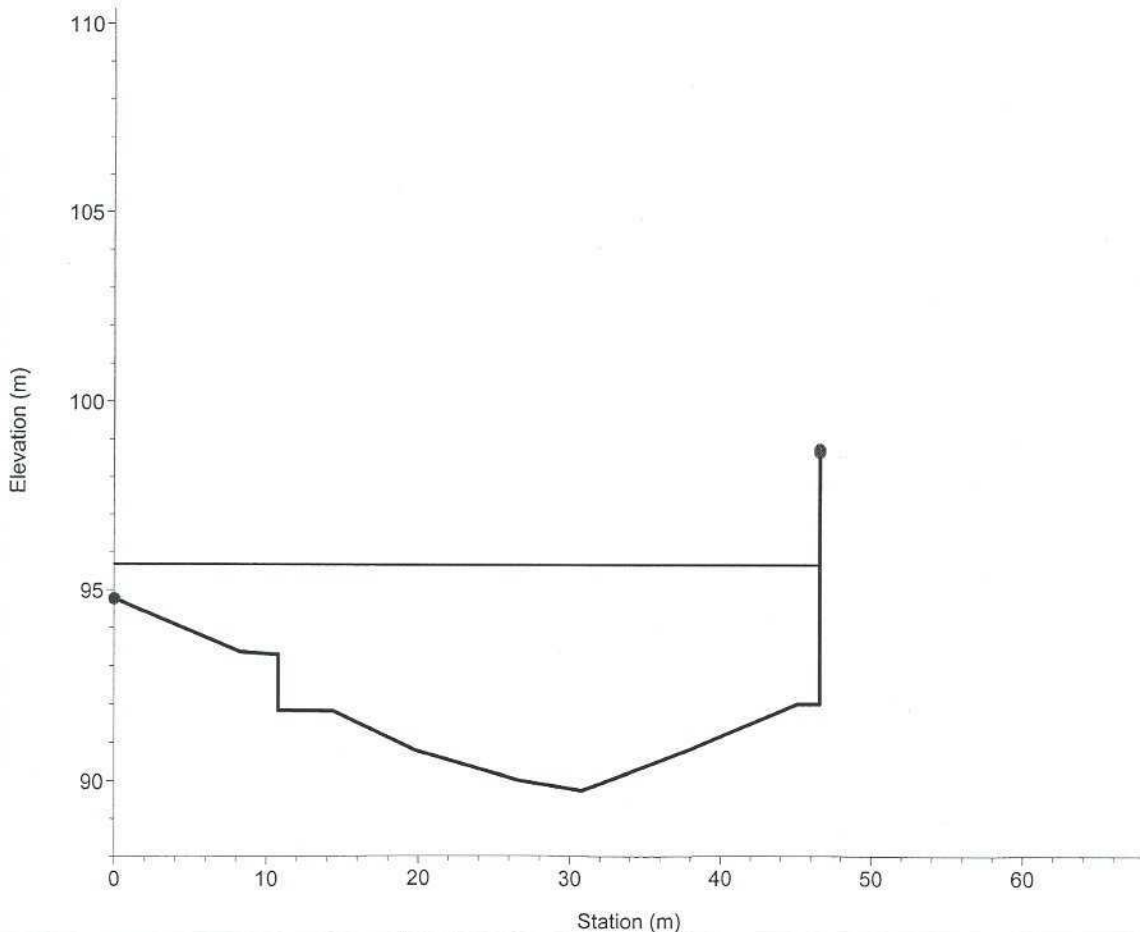
SP4 - T. VERDE

Sez. 19 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



SP4 - T. VERDE

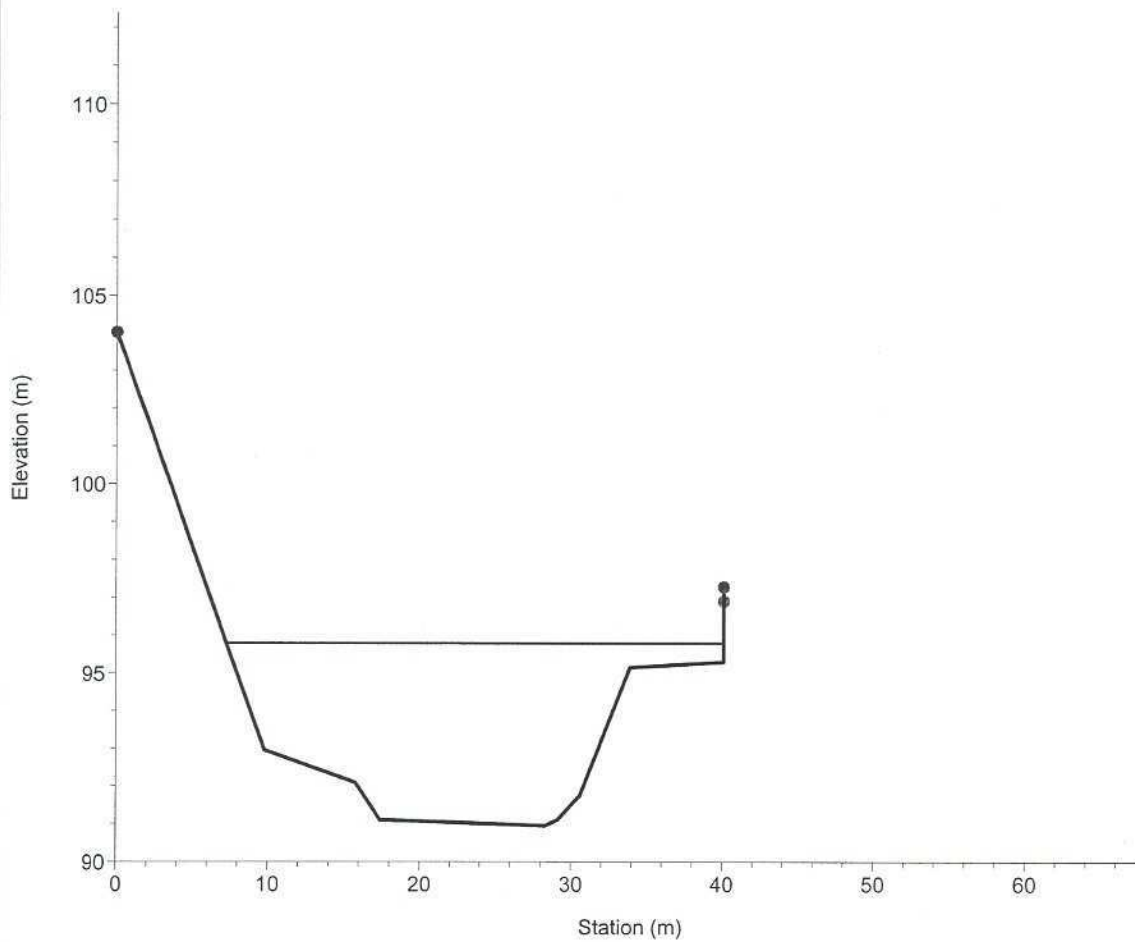
Sez. 18.2 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

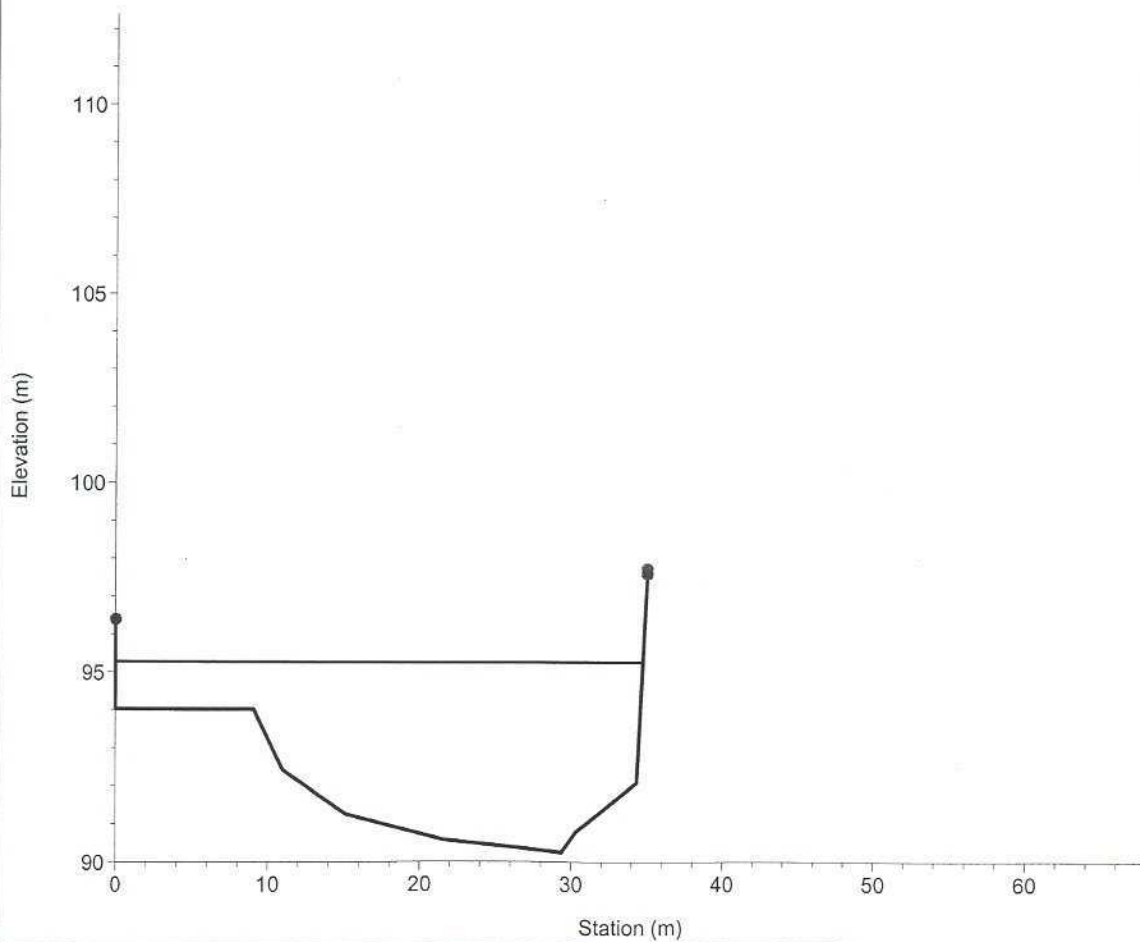
Sez. 21 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 20 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

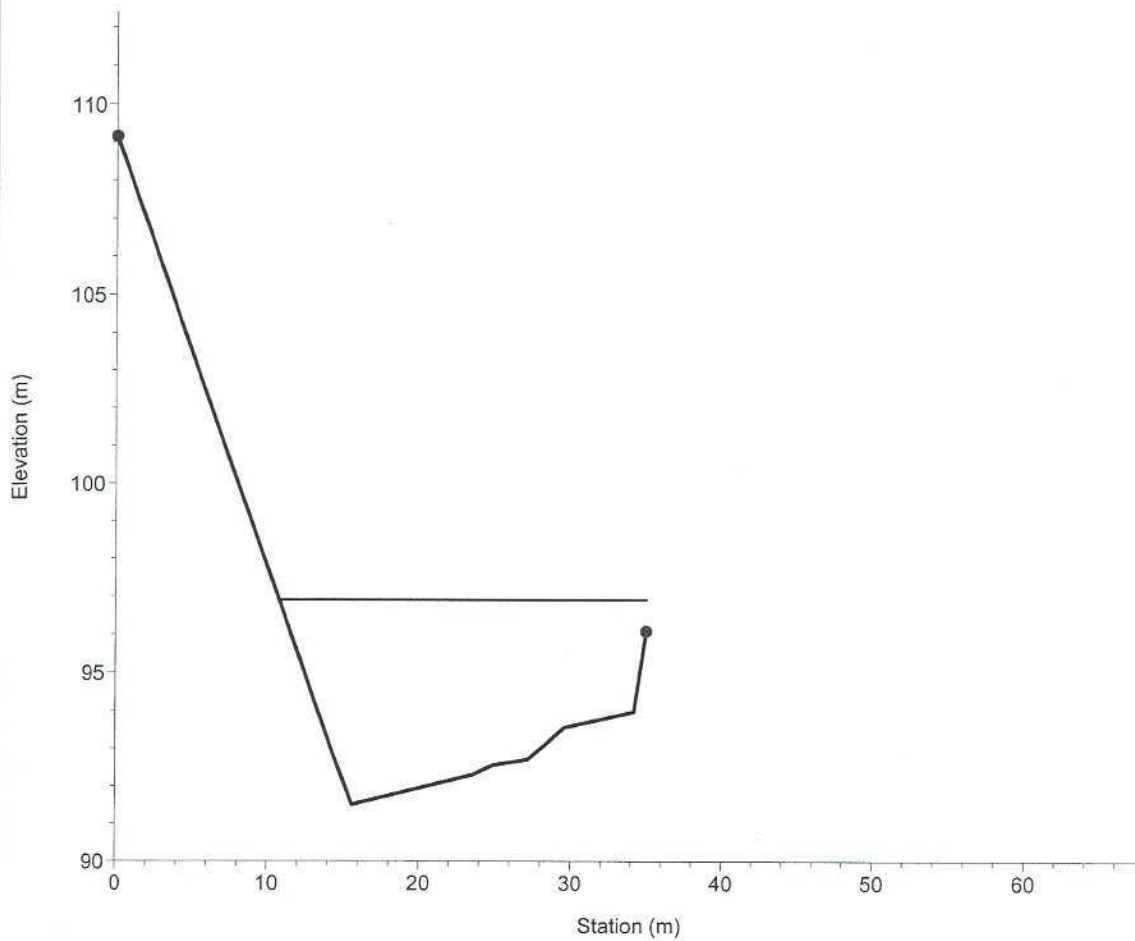


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

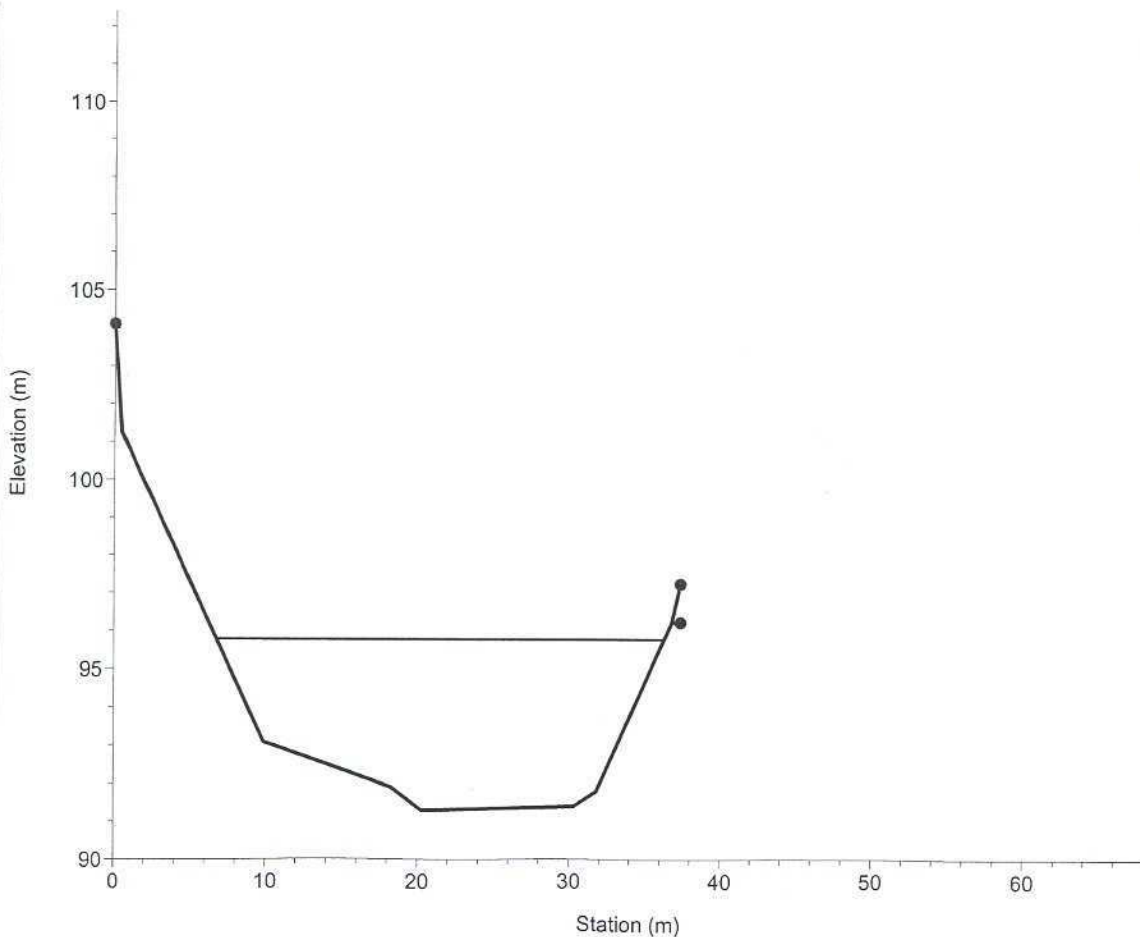
Sez. 23 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
—	- prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 22 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

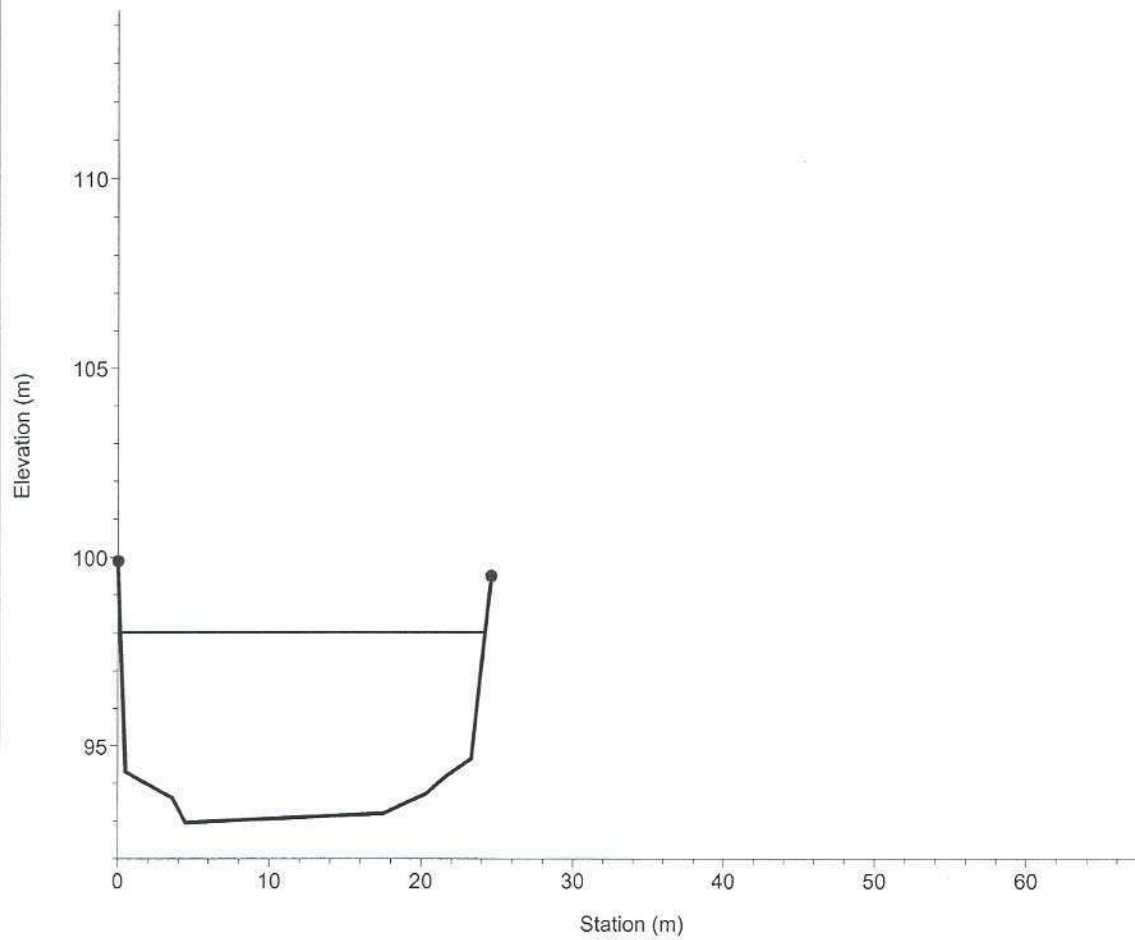


Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
—	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

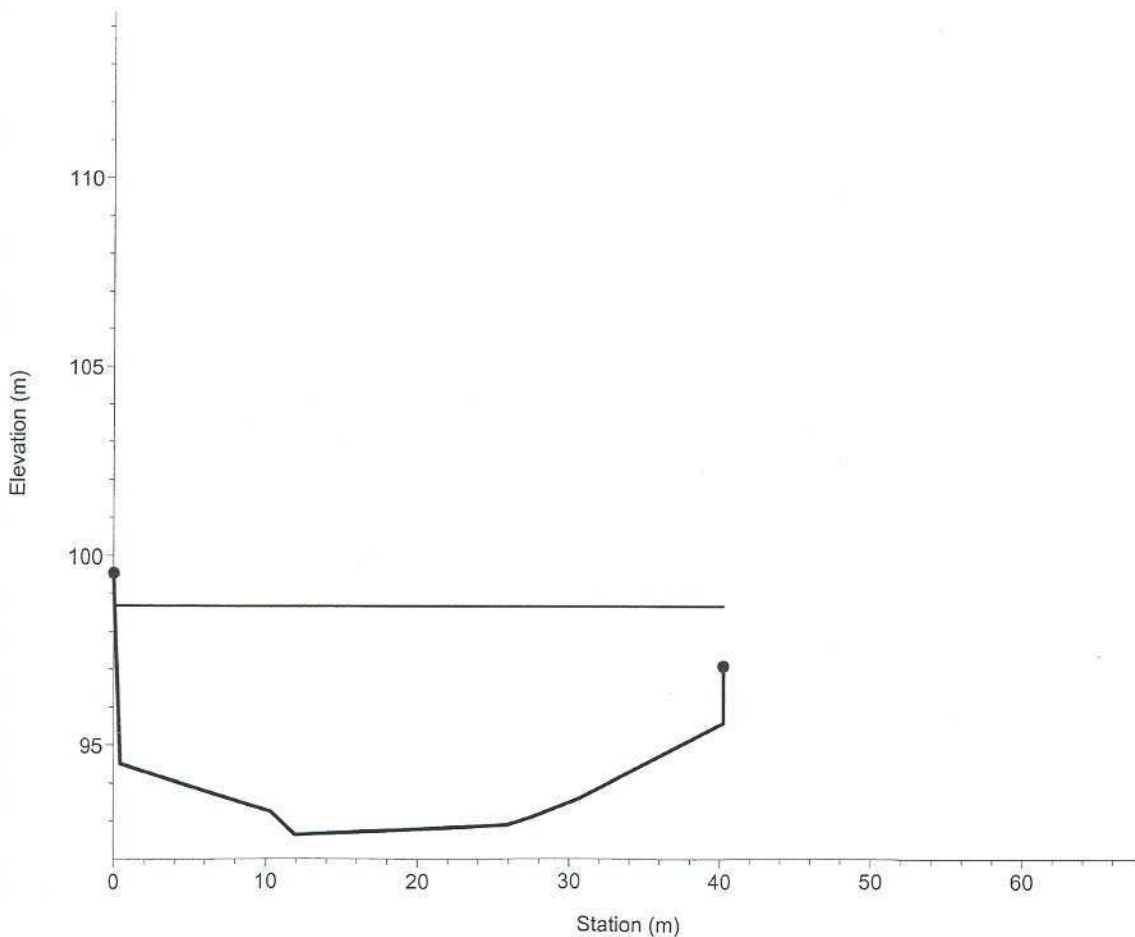
Sez. 25 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
—	- prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 24 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

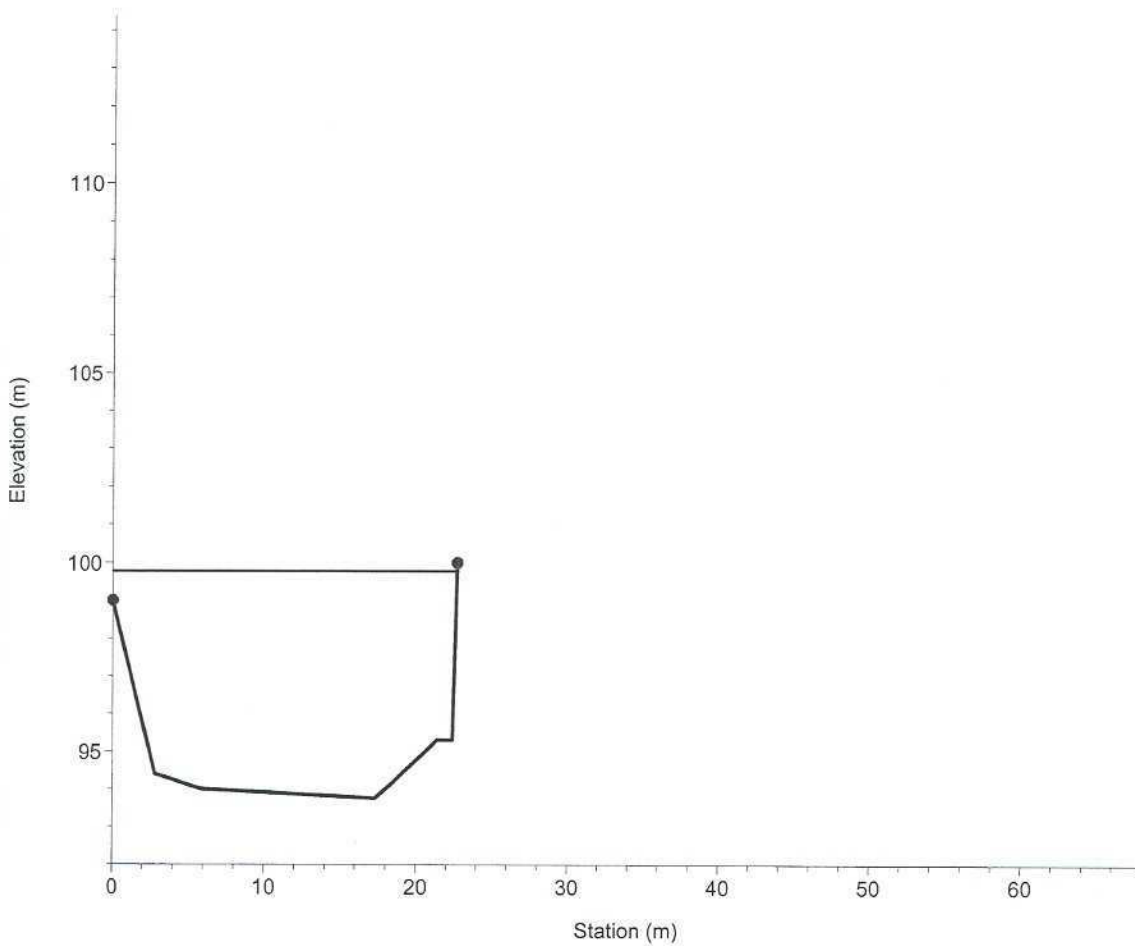


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
—	- prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

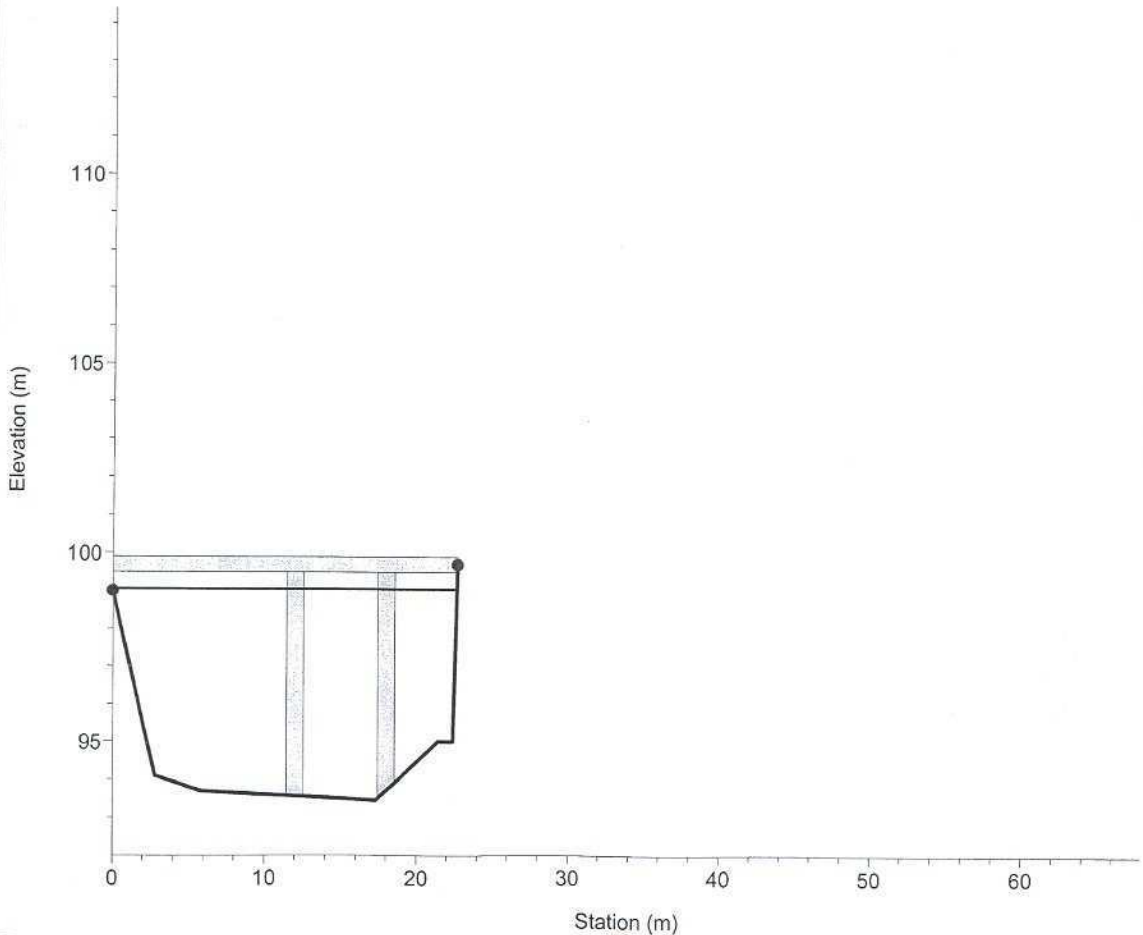
Sez. 27.3 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
—	- prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

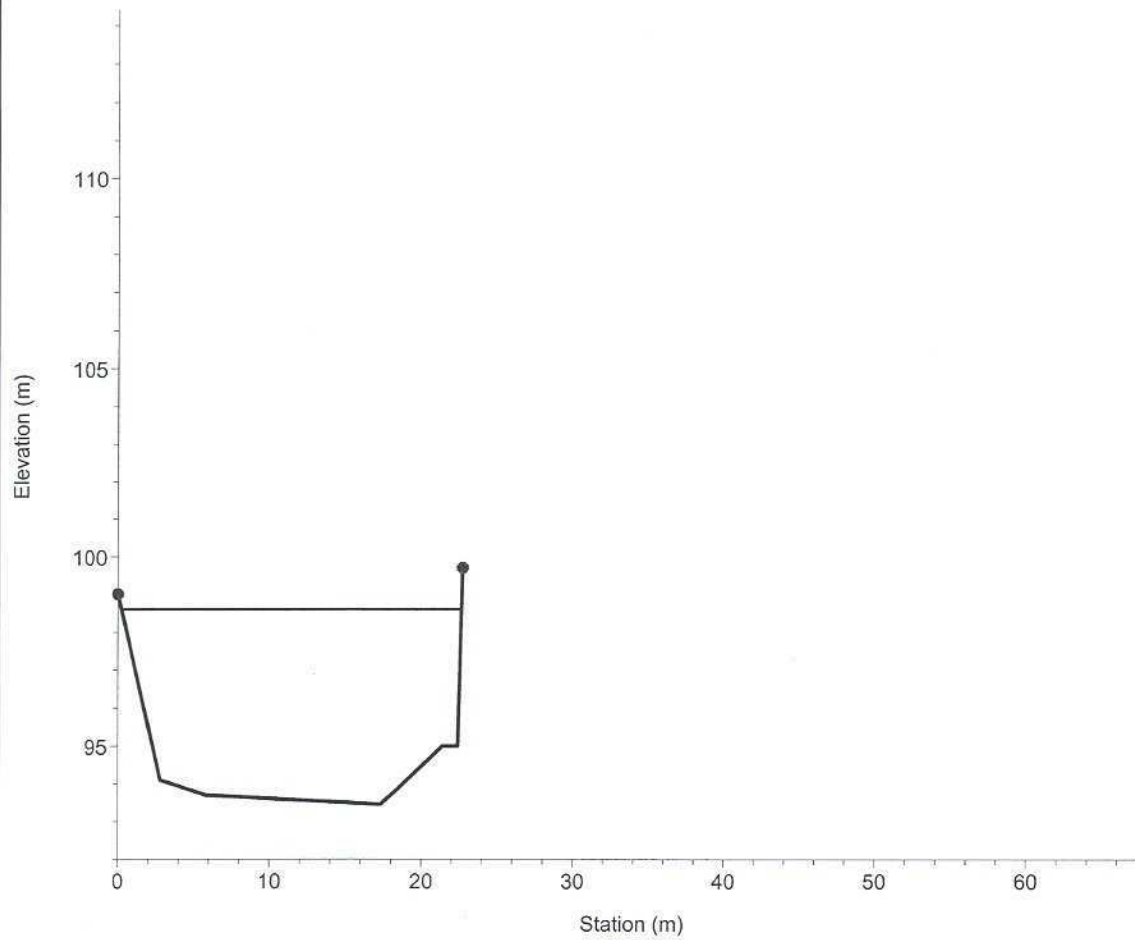


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
▨	- attuale
▨	- attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
▨	- prog-len
▨	- prog-len
—	Sezioni - prog-len
—	- prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

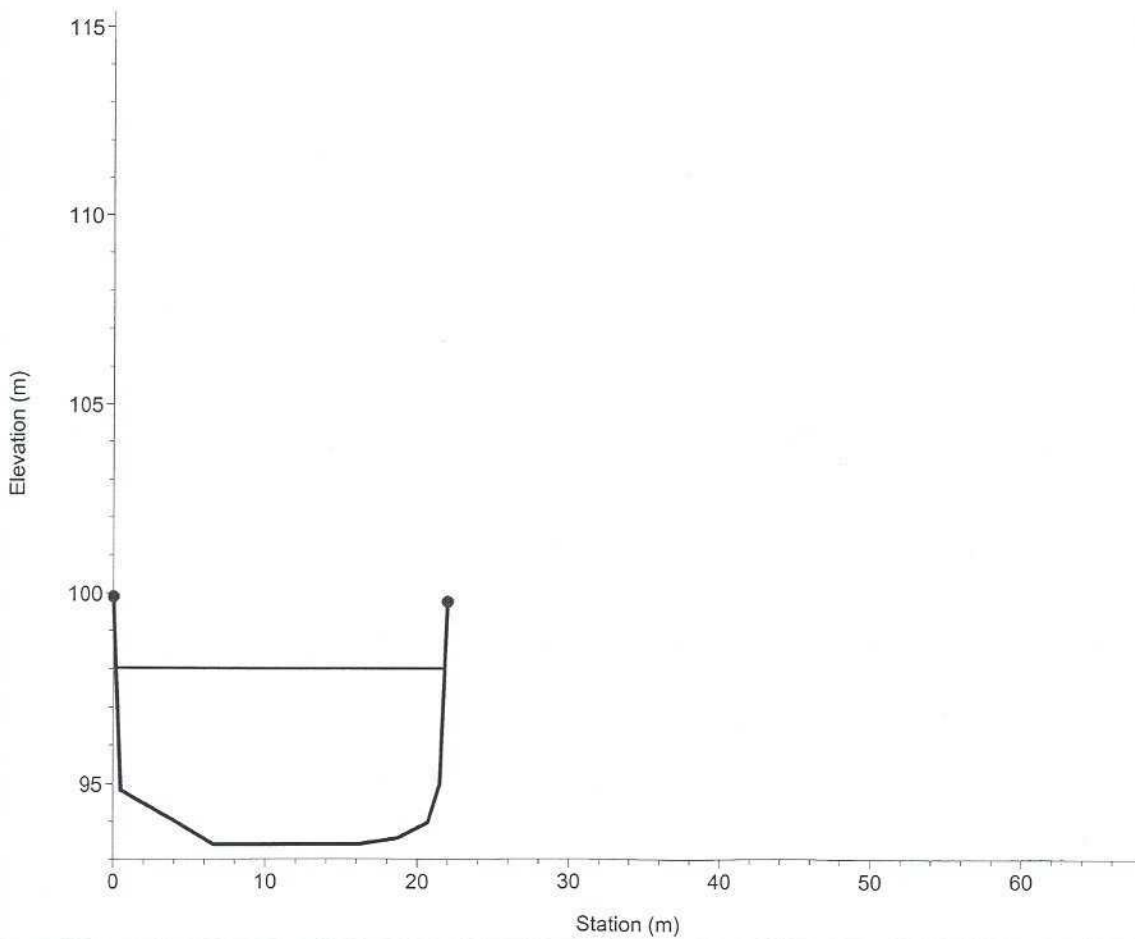
Sez. 27.0 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
⋯	- prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 26 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

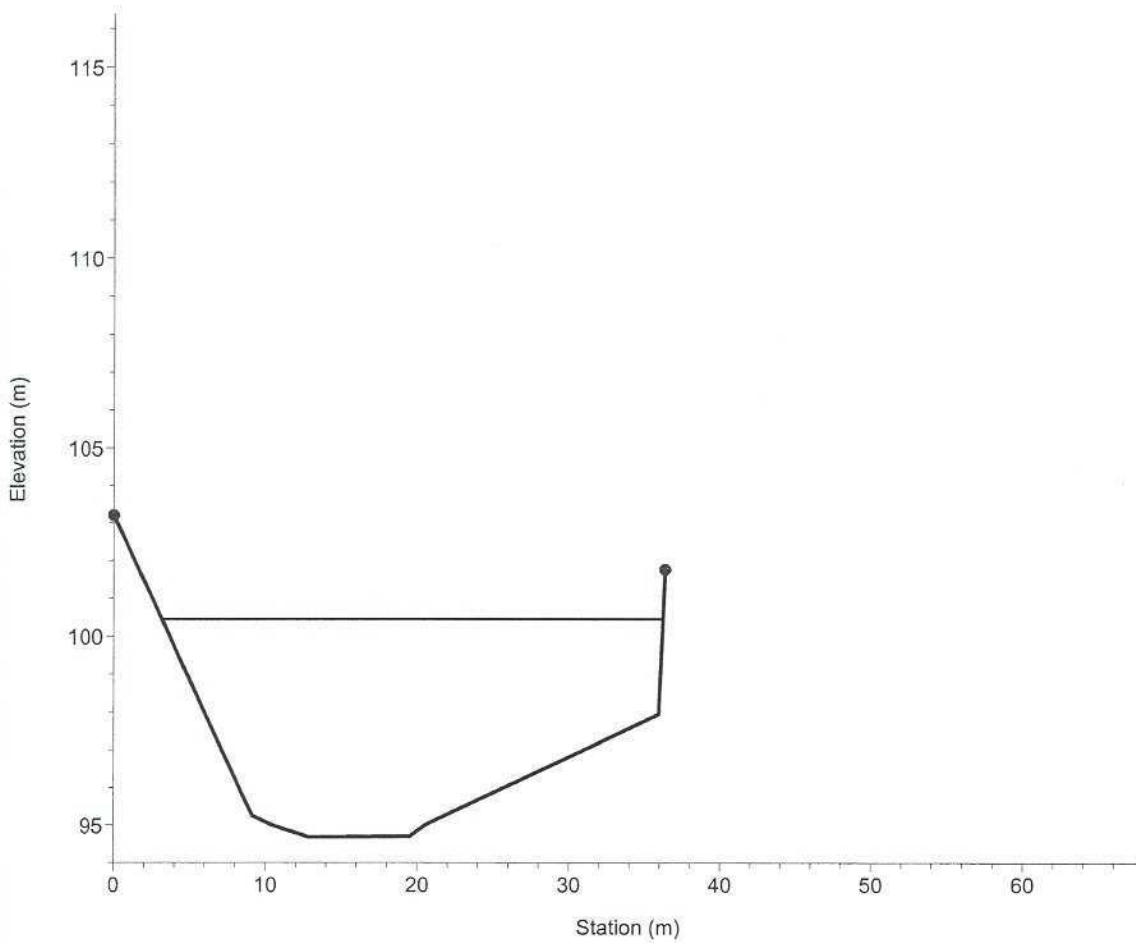


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
⋯	- prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

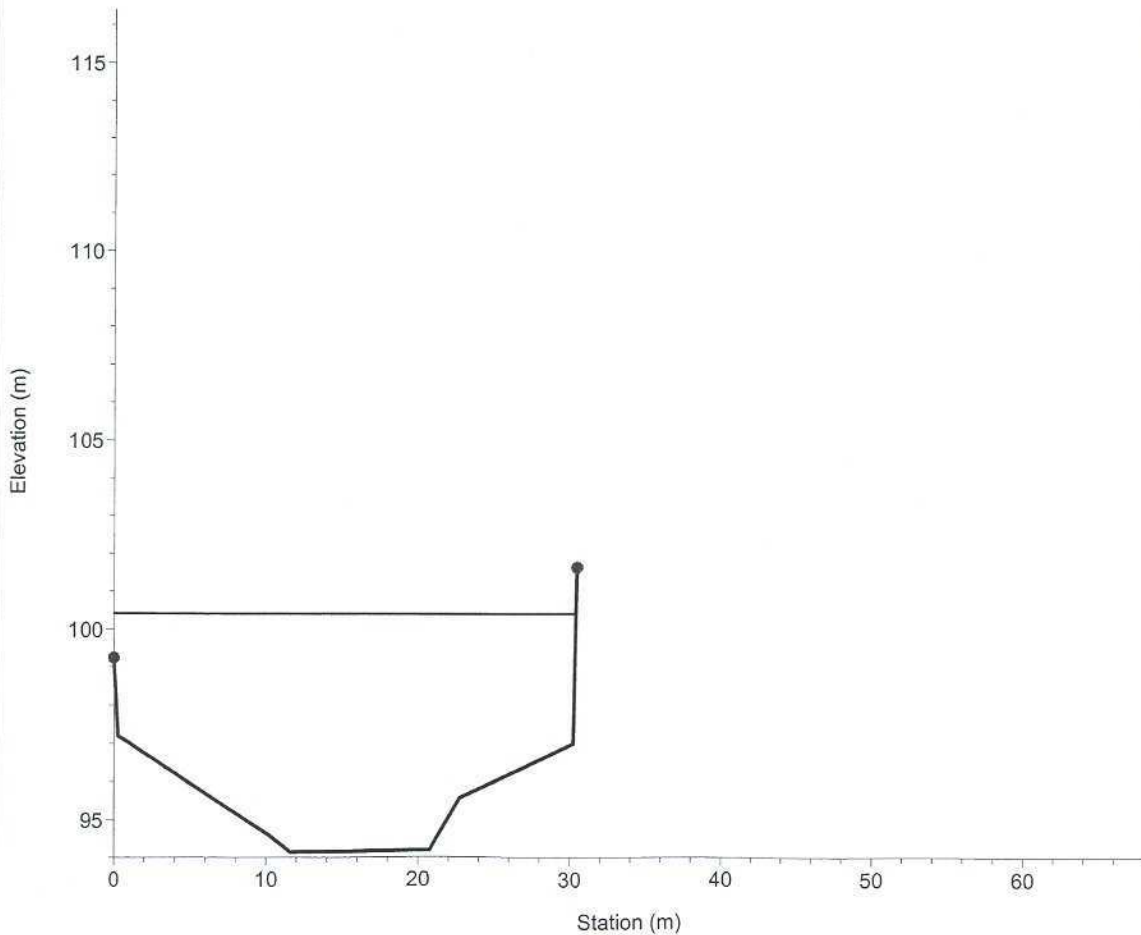
SP4 - T. VERDE

Sez. 29 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



SP4 - T. VERDE

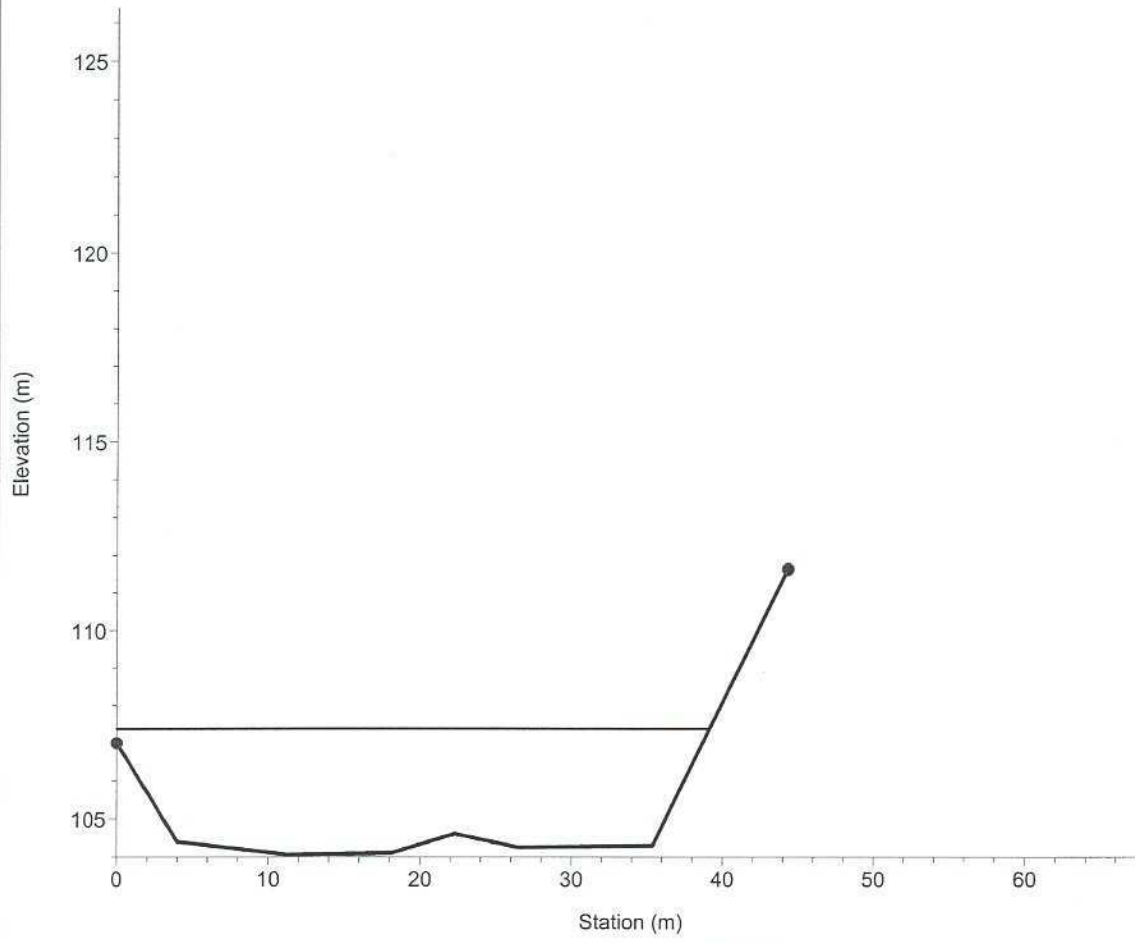
Sez. 28 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

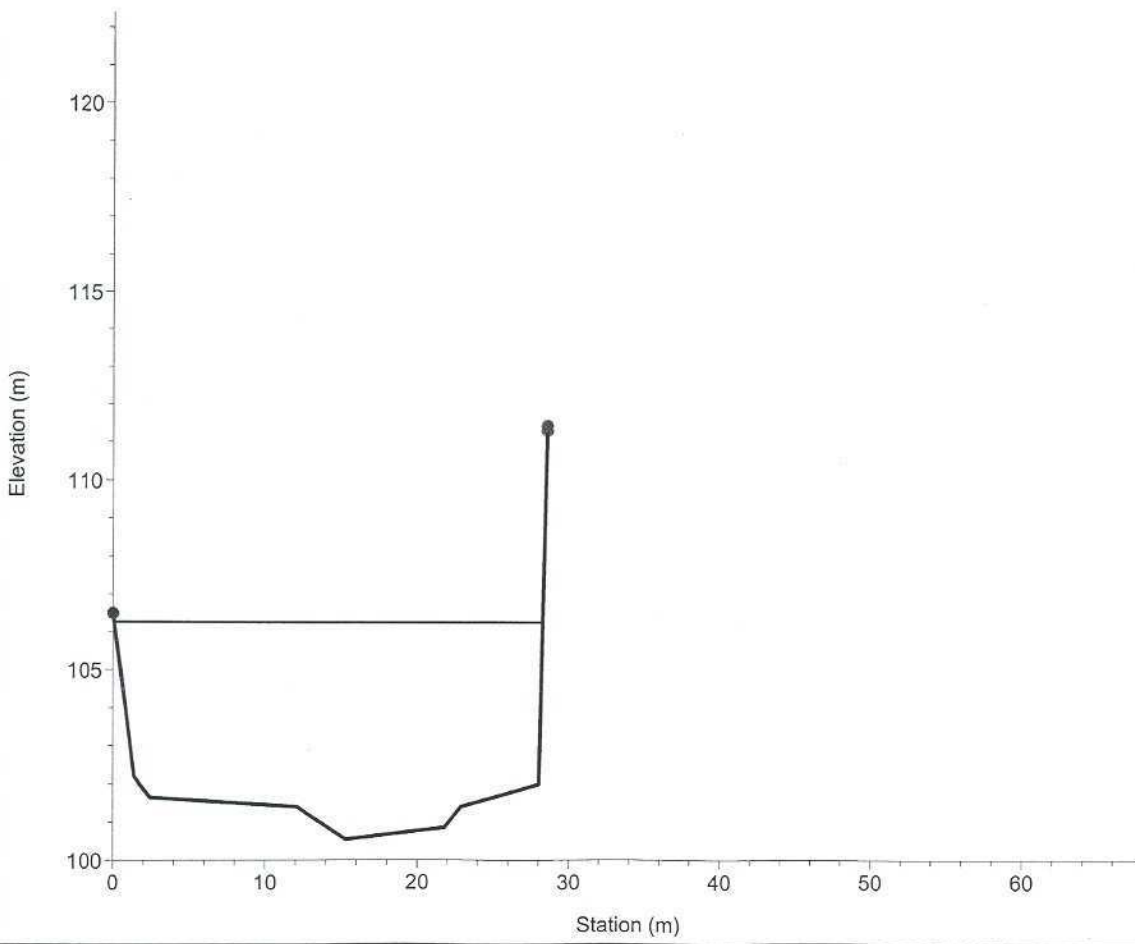
Briglia Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 34 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

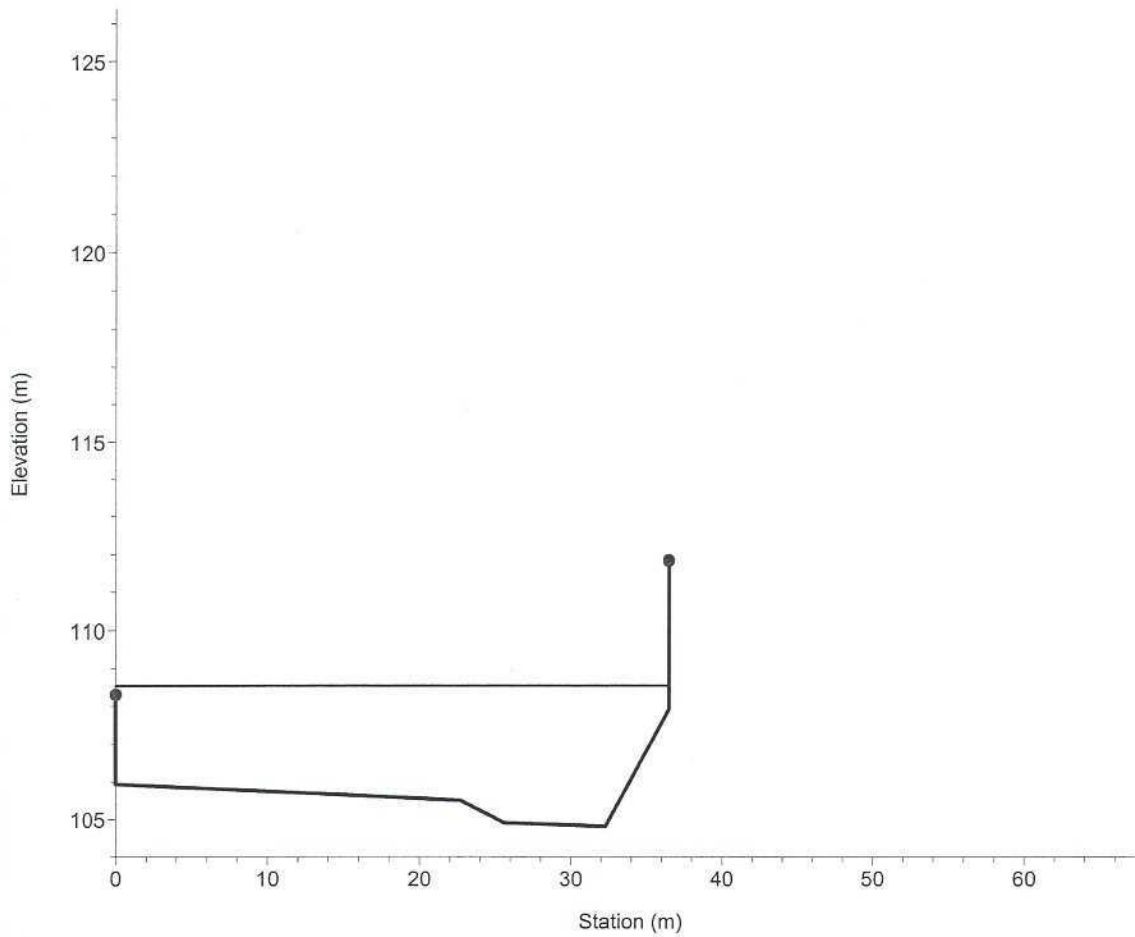


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

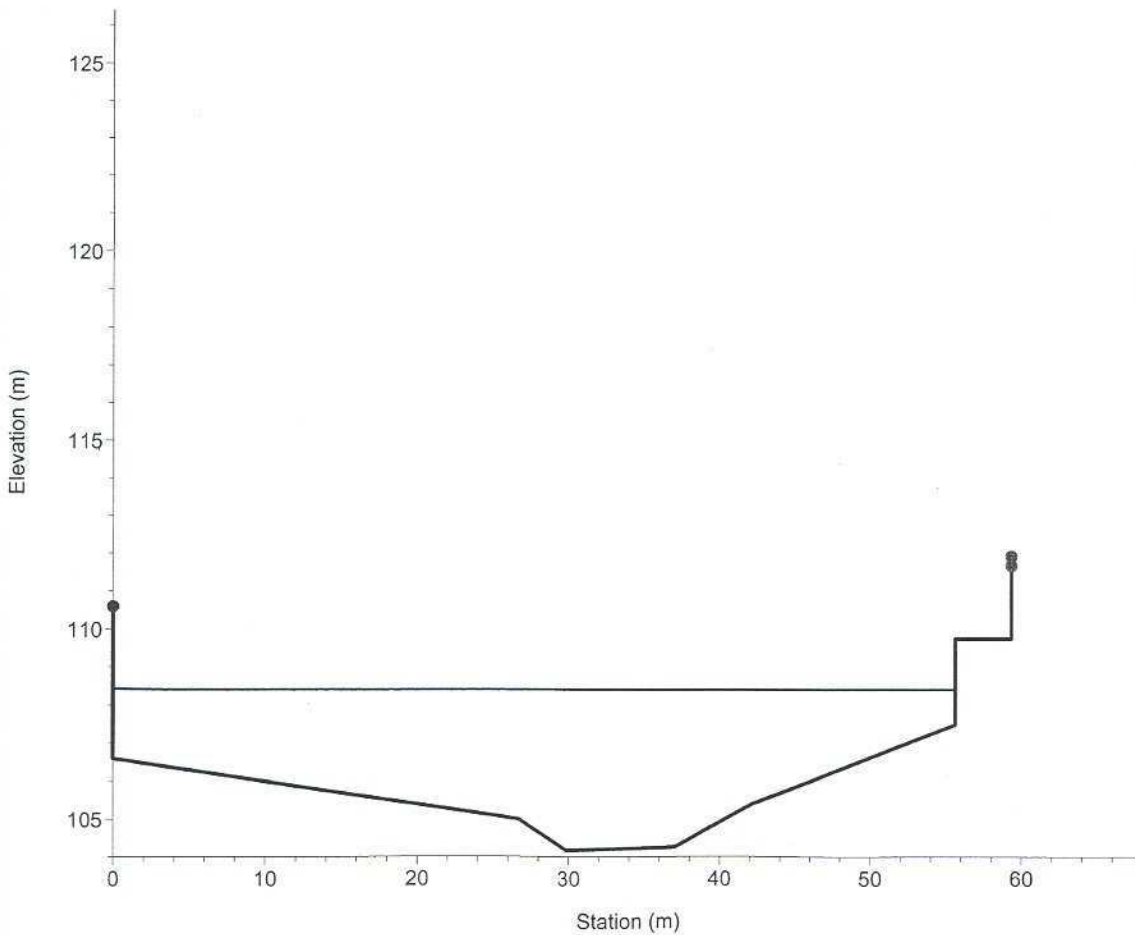
Sez. 37 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	P.I. Q200 - prog-len
—	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 36 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



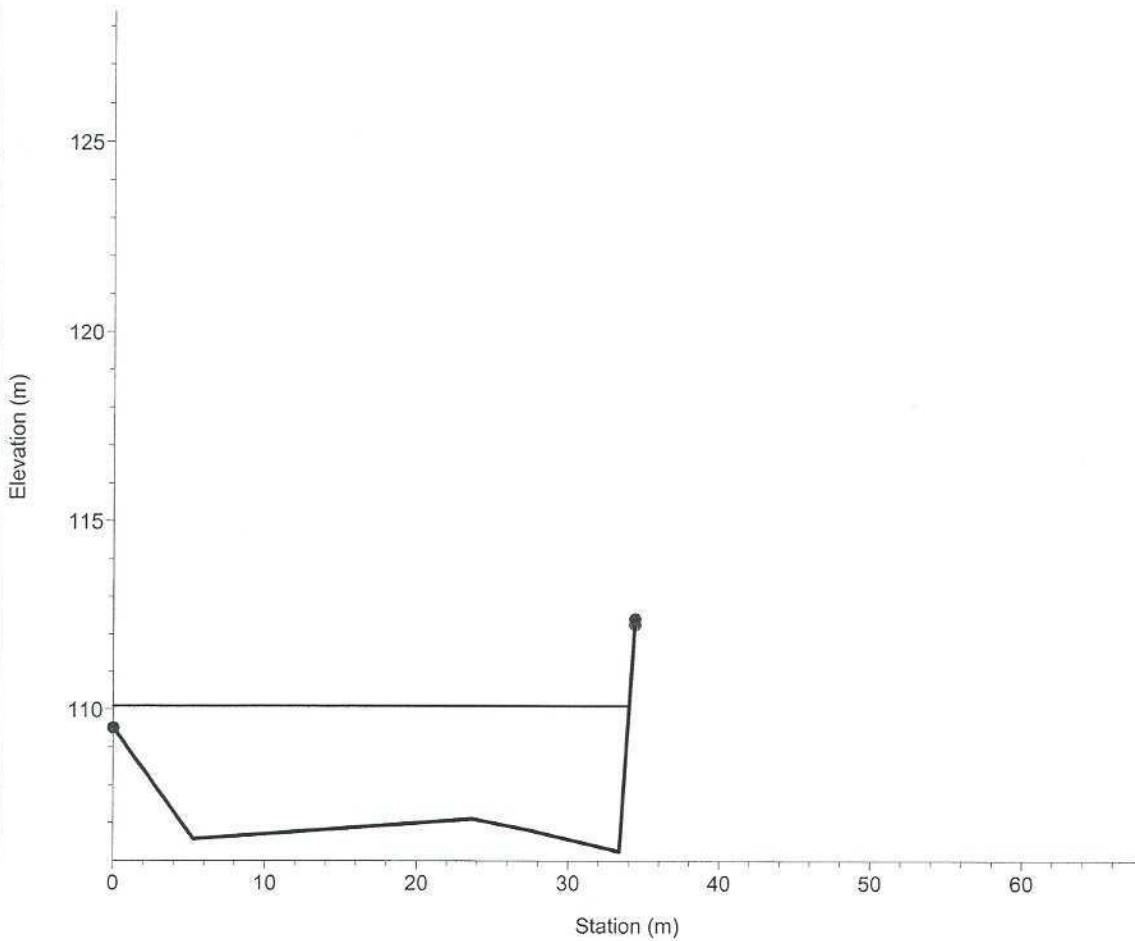
Legend	
⋯	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

Sez. 39 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

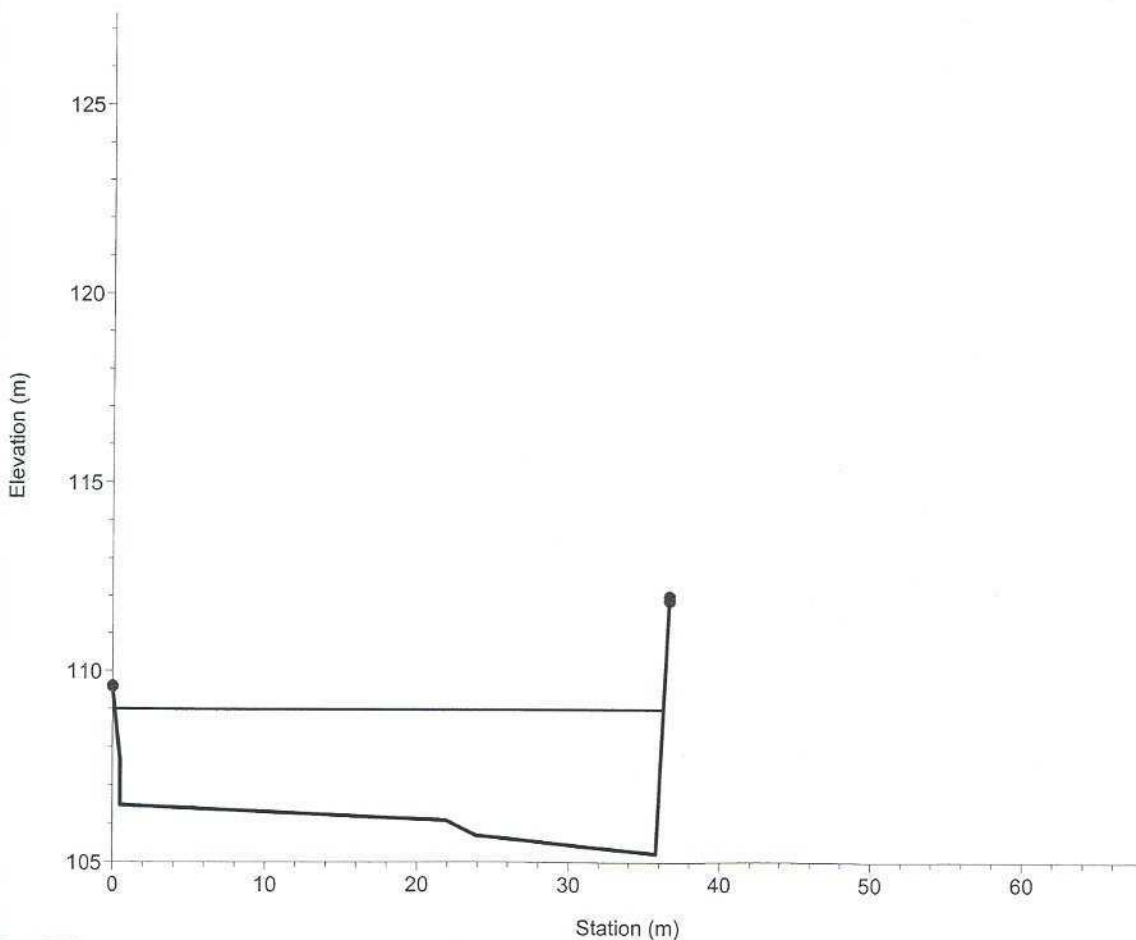
Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len



SP4 - T. VERDE

Sez. 38 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

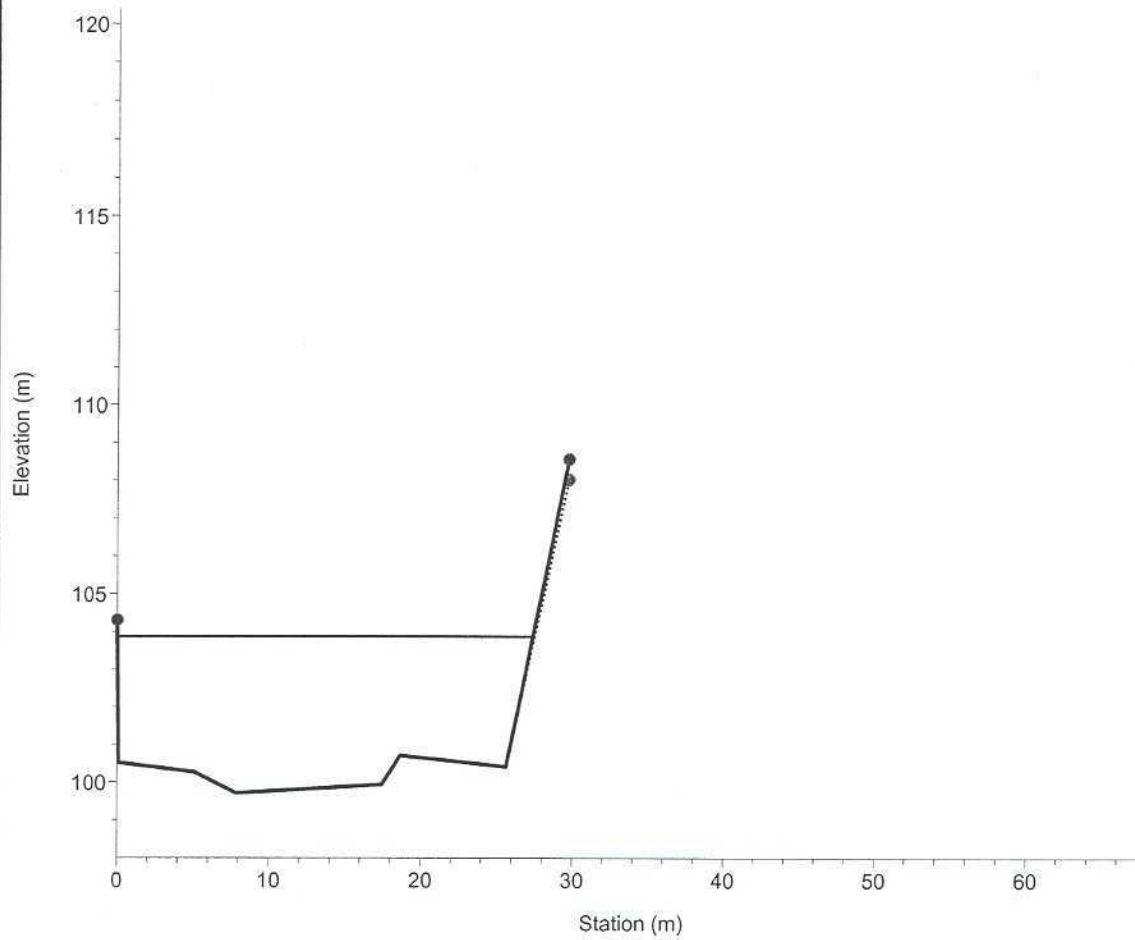
Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len



1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

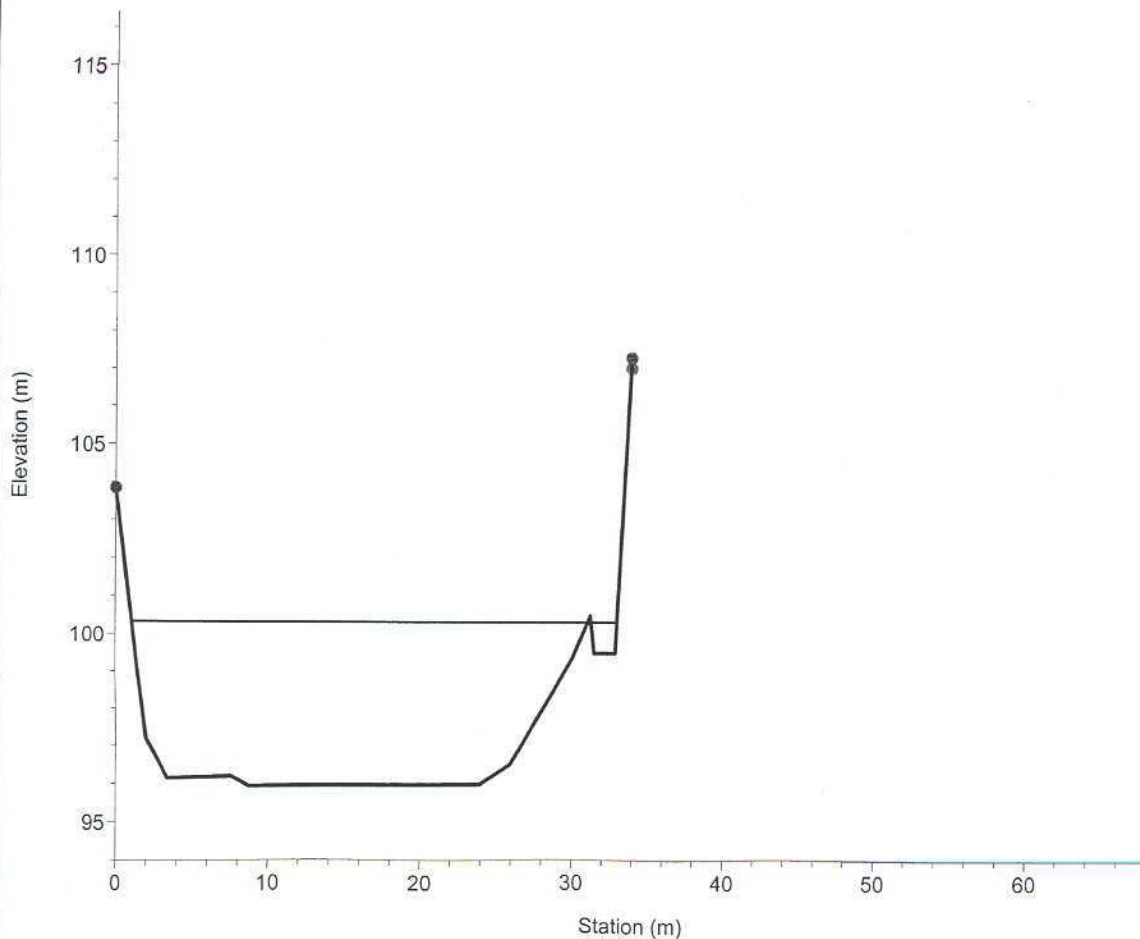
SP4 - T. VERDE

Briglia Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



SP4 - T. VERDE

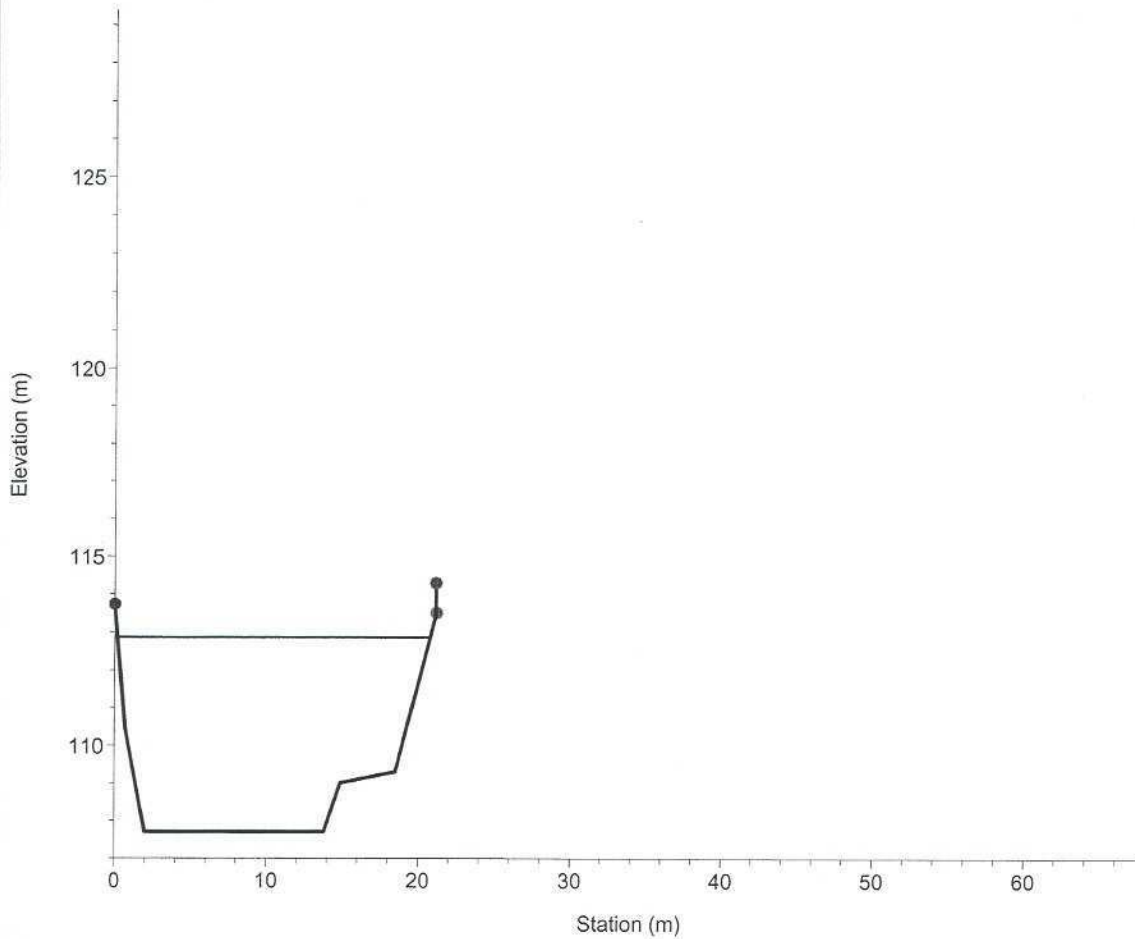
Sez. 30 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

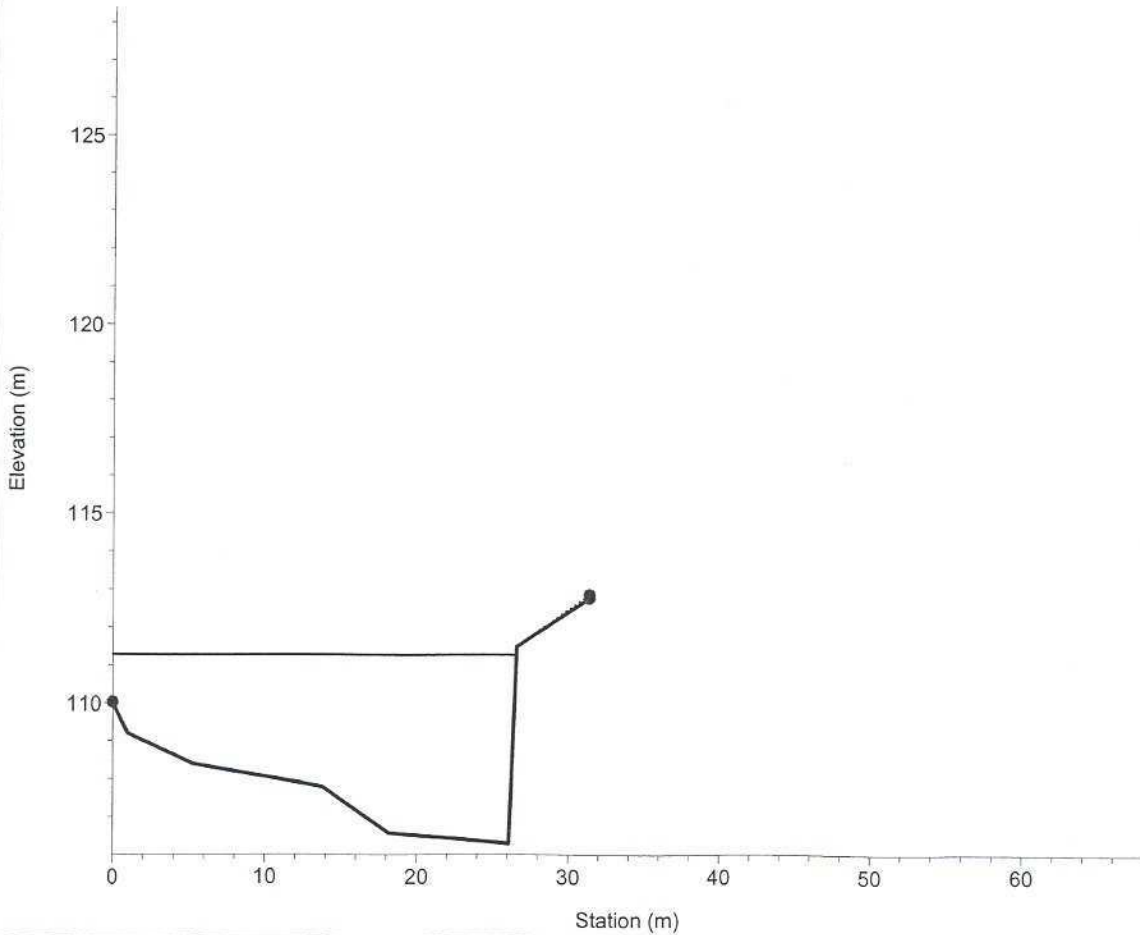
Sez. 41.8 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 40 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

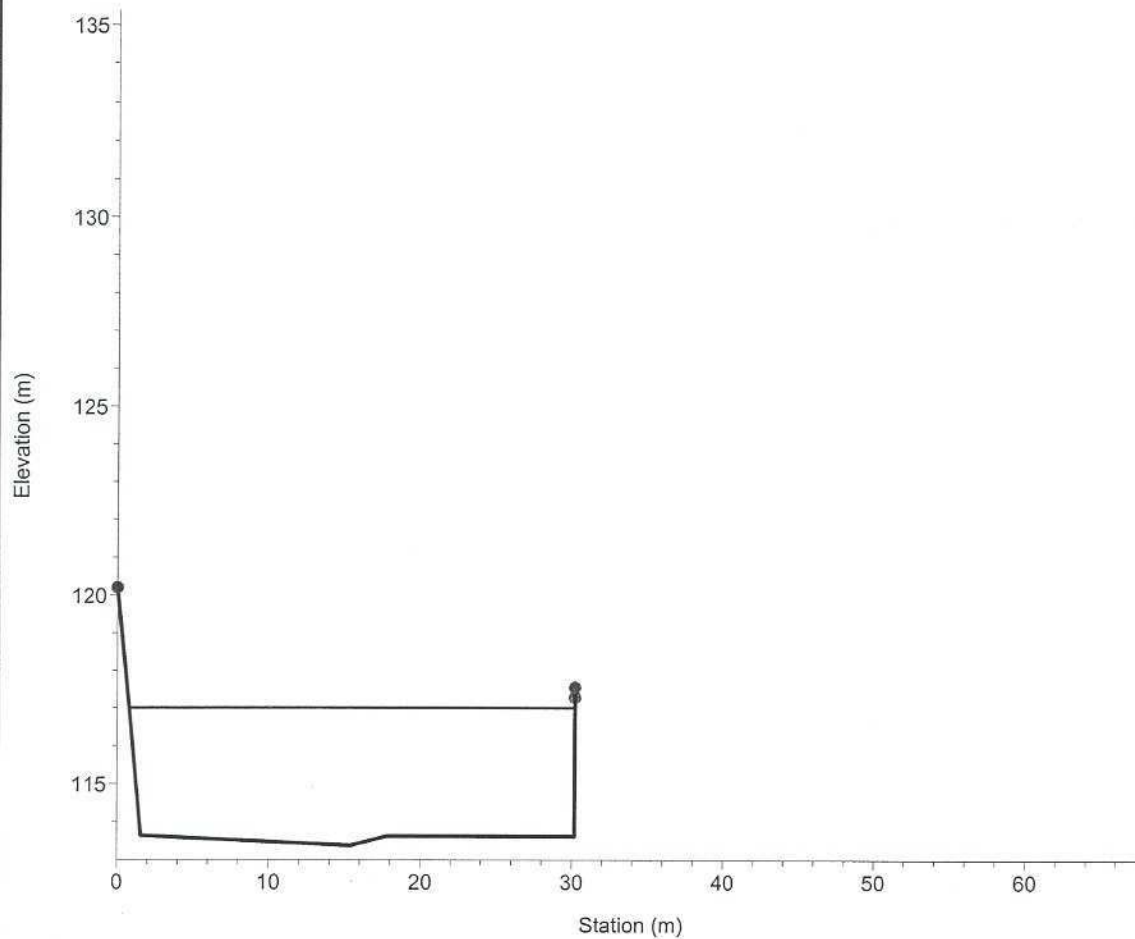


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
-	- attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
-	- prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

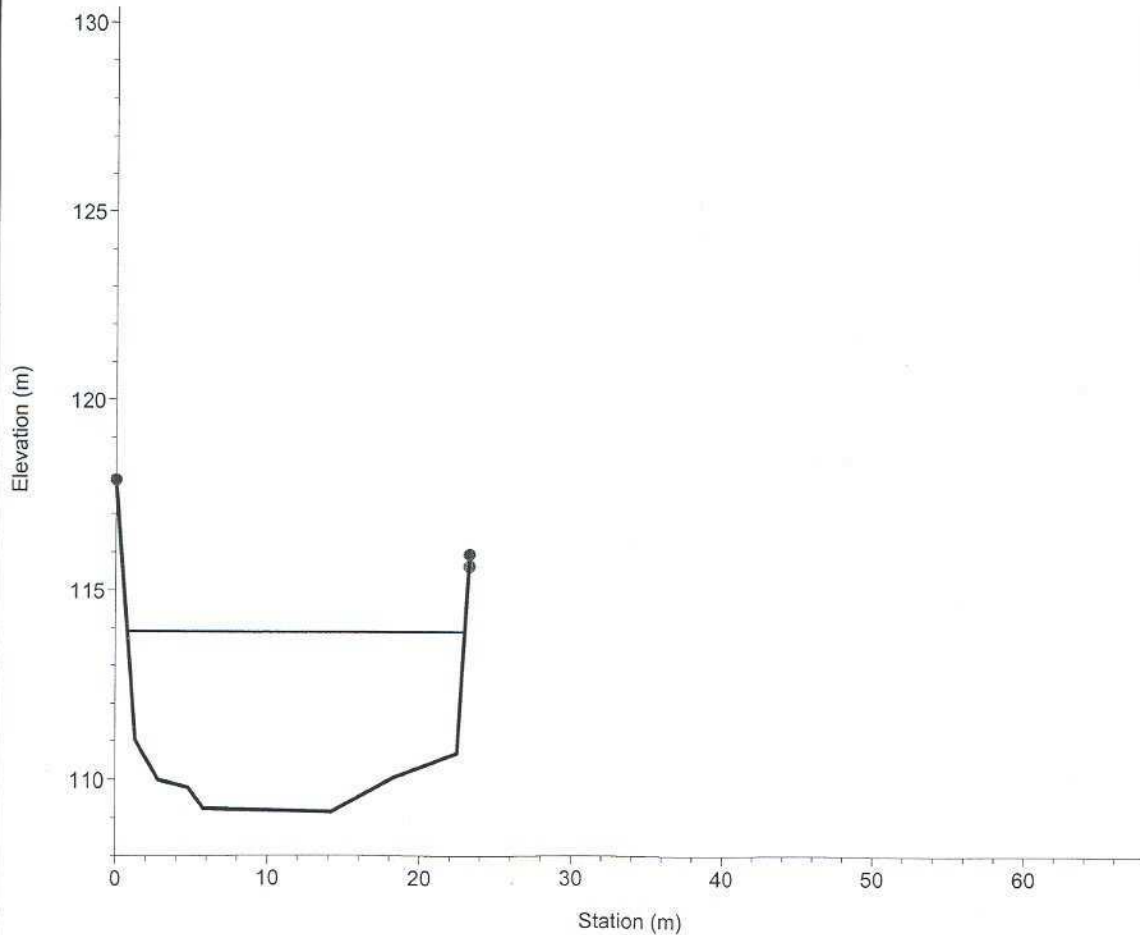
Briglia Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
- - -	P.I. Q200 - prog-len
.....	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 44 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

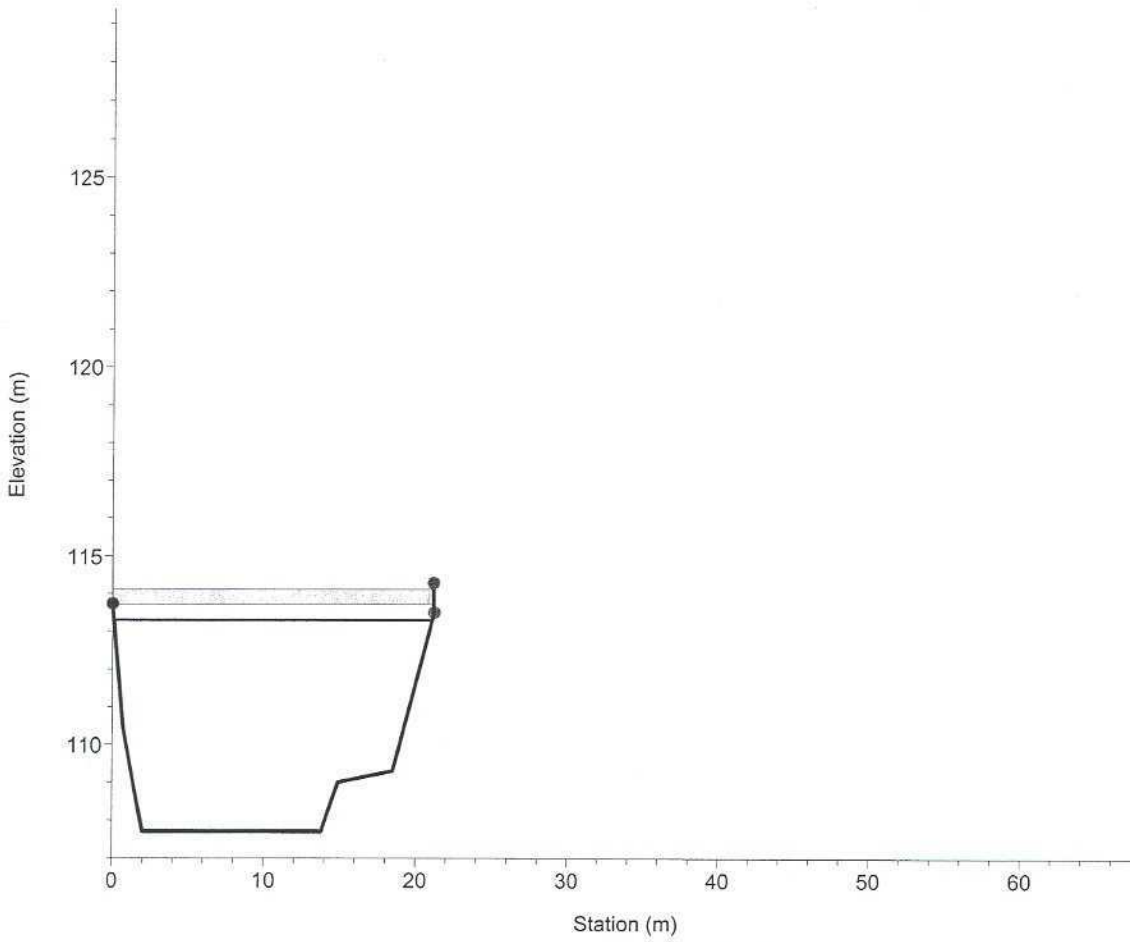


Legend	
- - -	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
.....	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

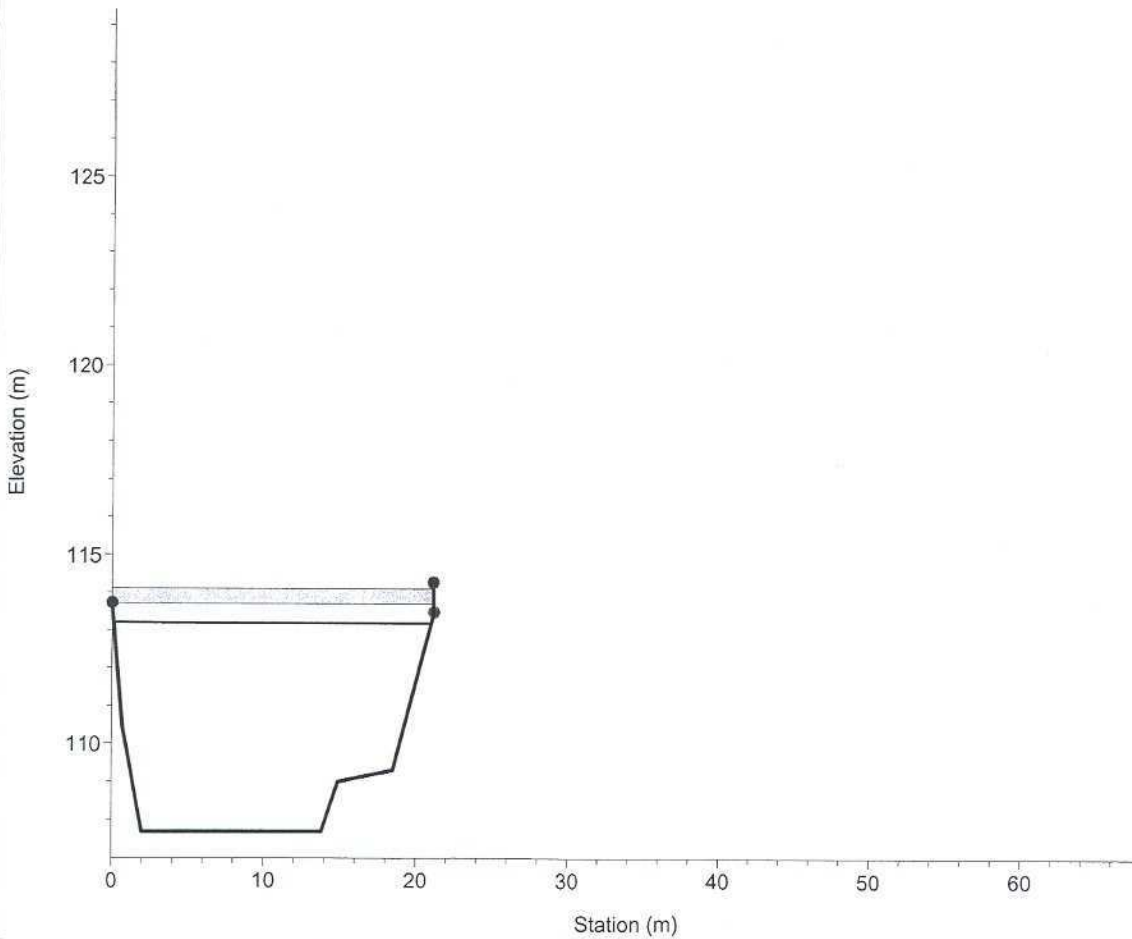
Sez. 42 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
- - -	P.I. Q200 - prog-len
▨	- attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
▨	- prog-len
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 42 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

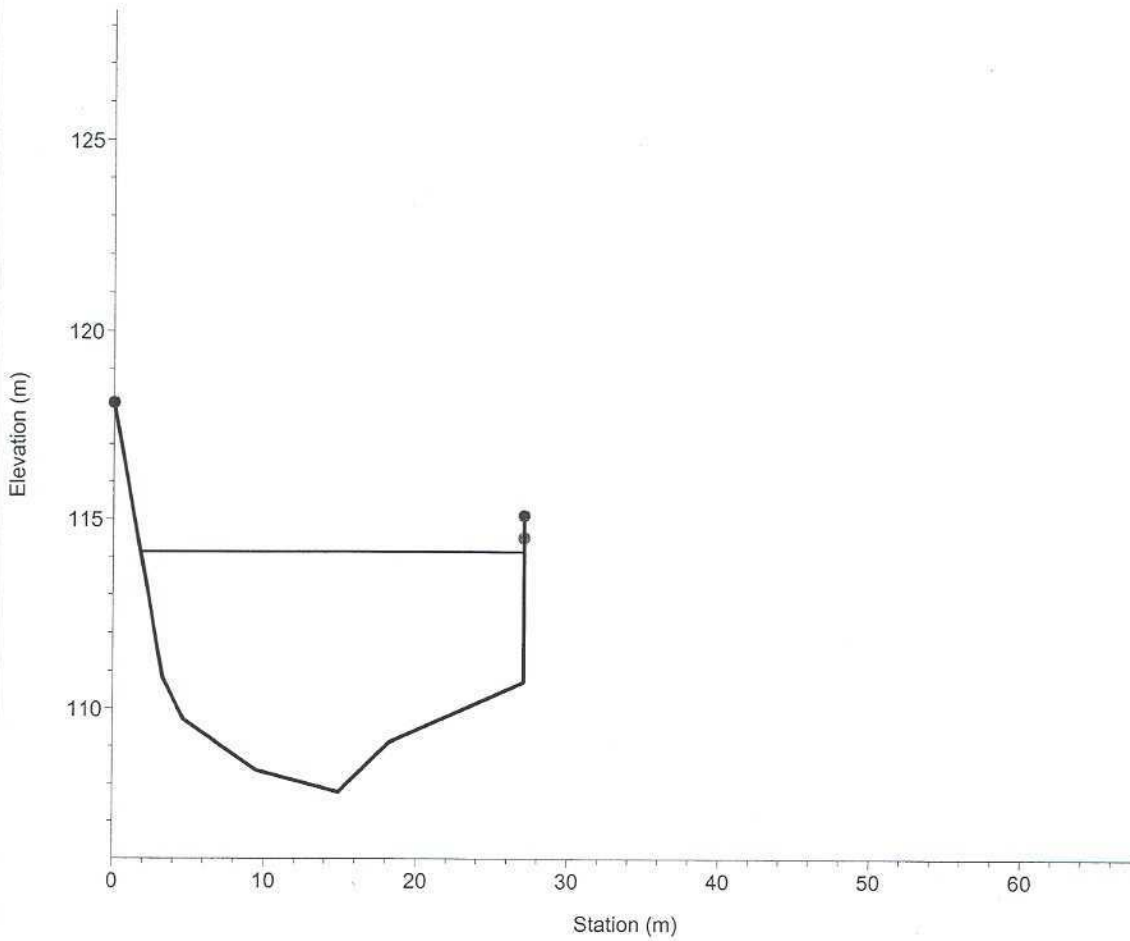


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
- - -	P.I. Q200 - prog-len
▨	- attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
▨	- prog-len
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

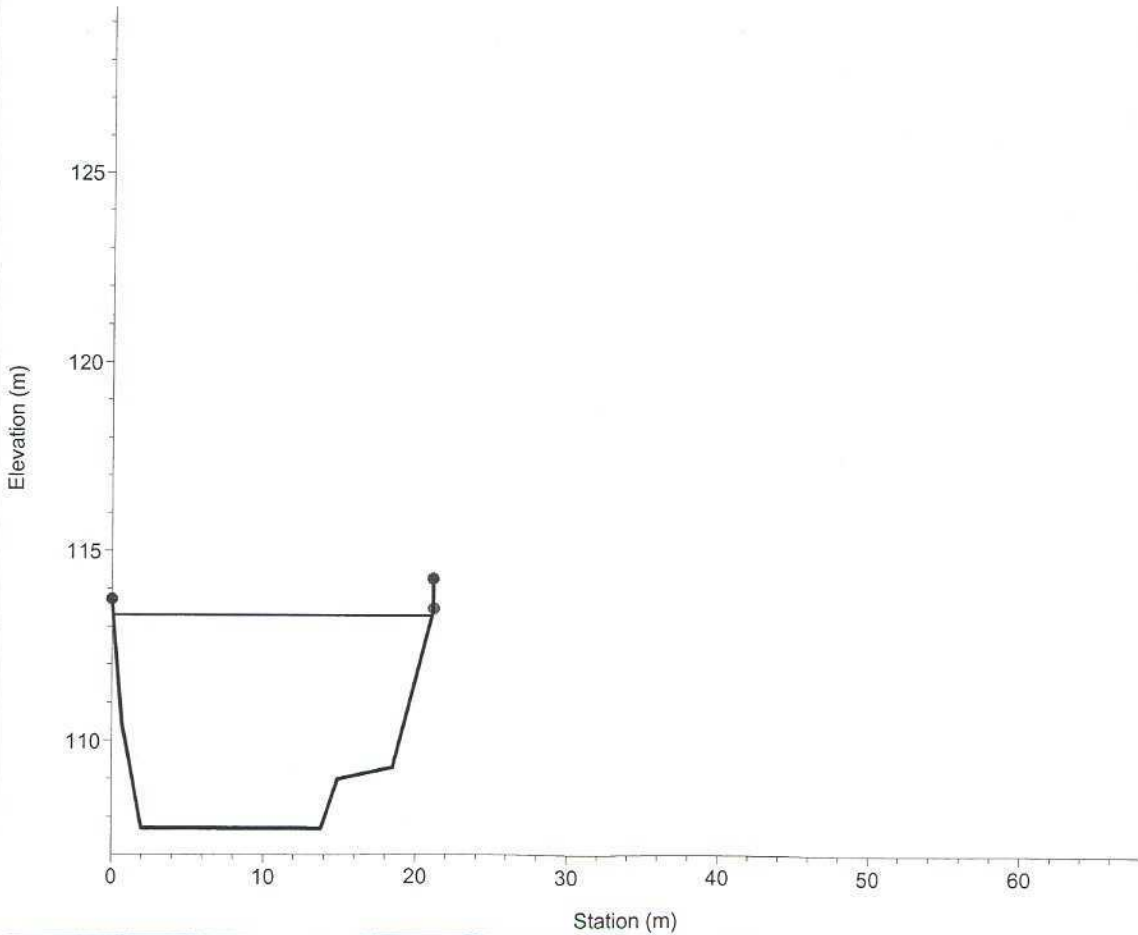
Sez. 43 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 42.1 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

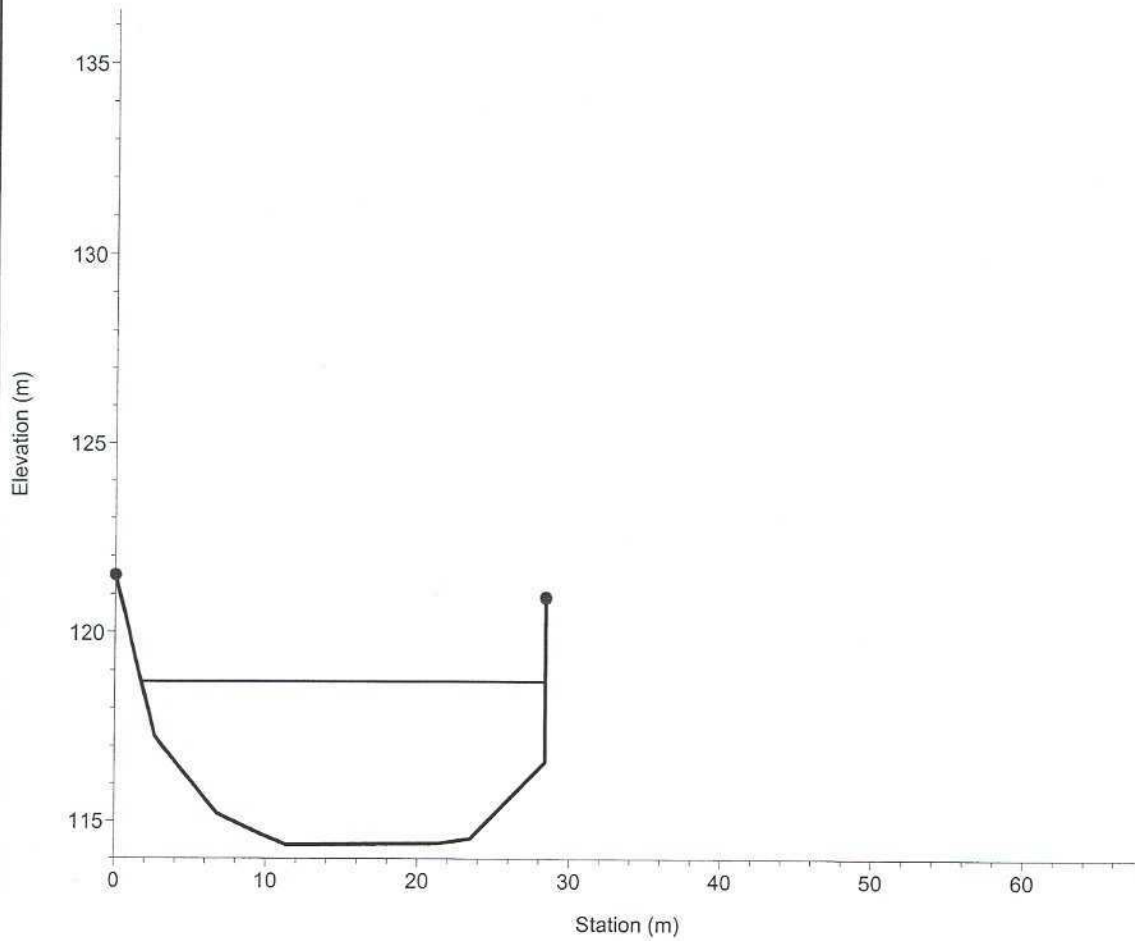


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
—	P.I. Q200 - prog-len
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

SP4 - T. VERDE

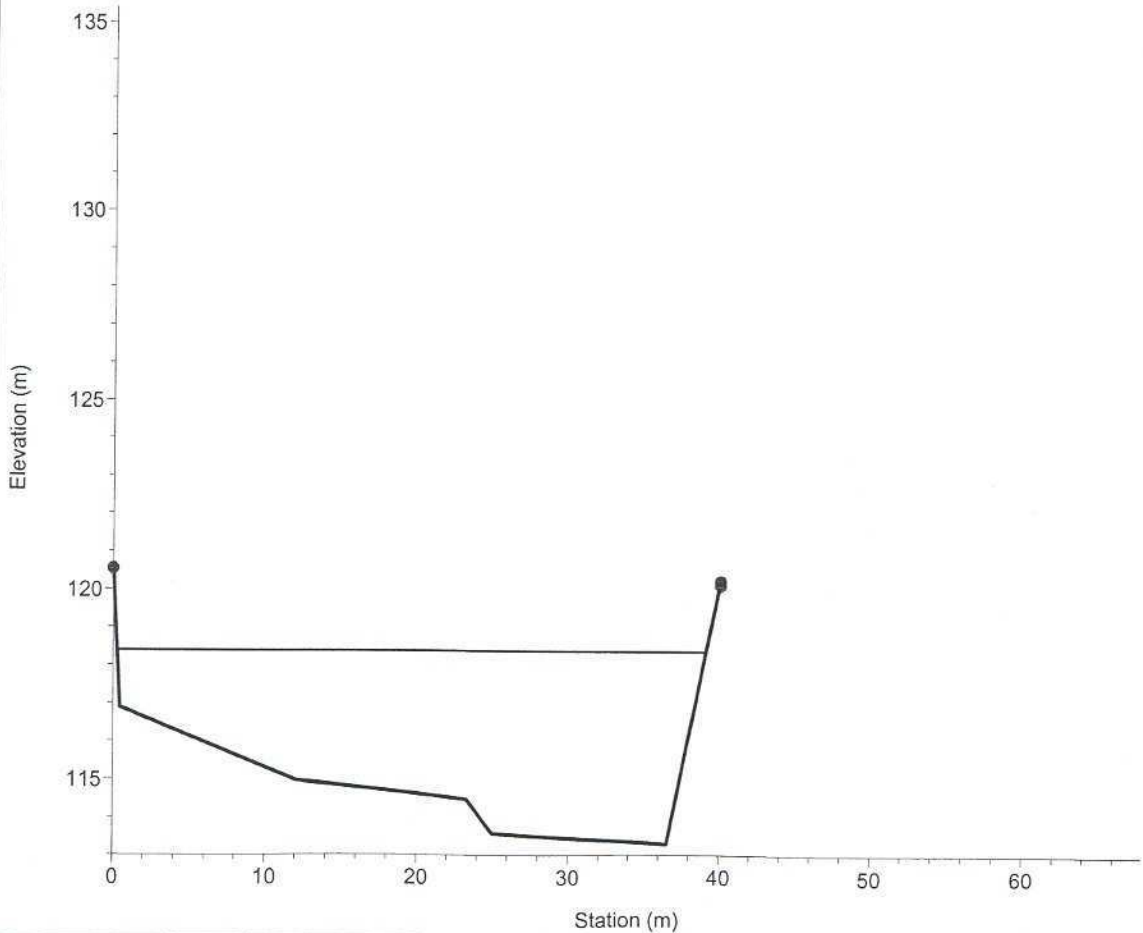
Sez. 47 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

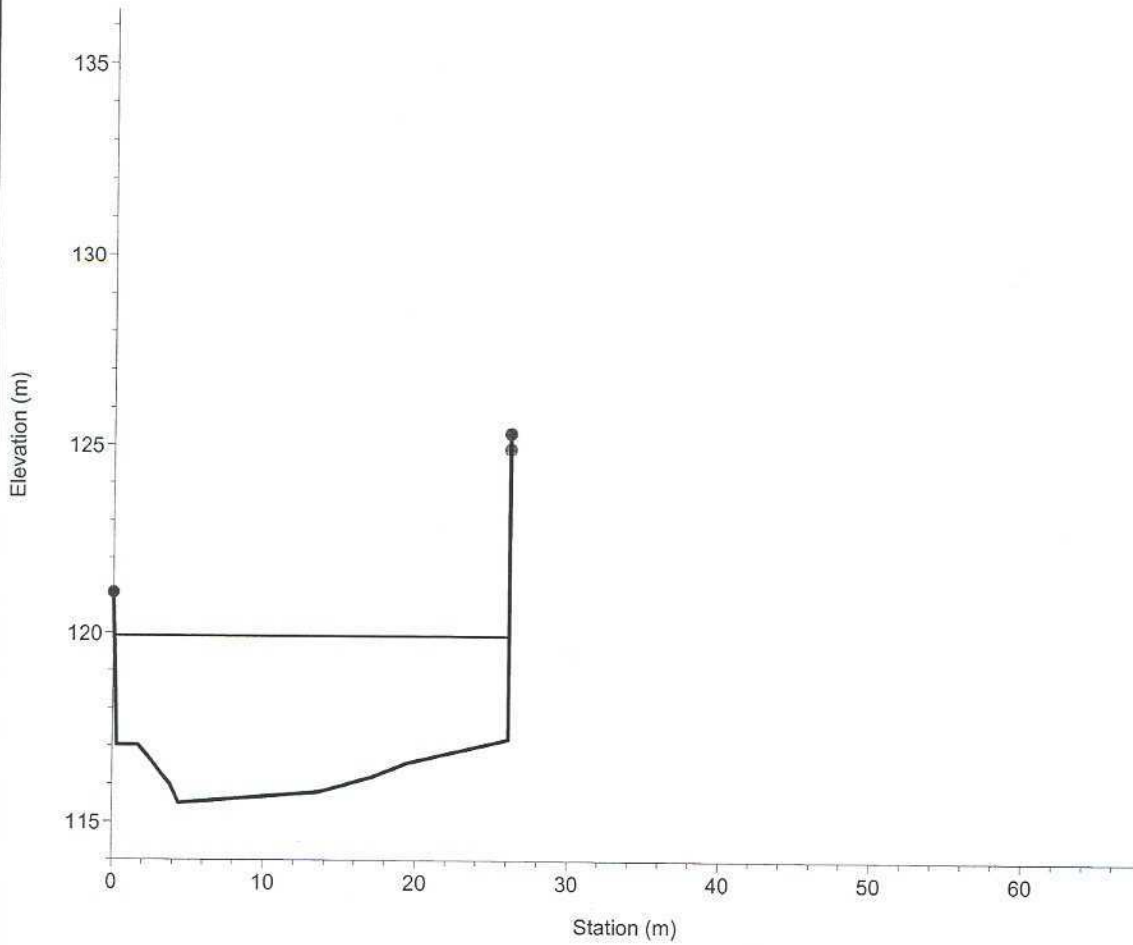
Sez. 46 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - prog-len
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	Sezioni - attuale
●	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
●	Argini - prog-len

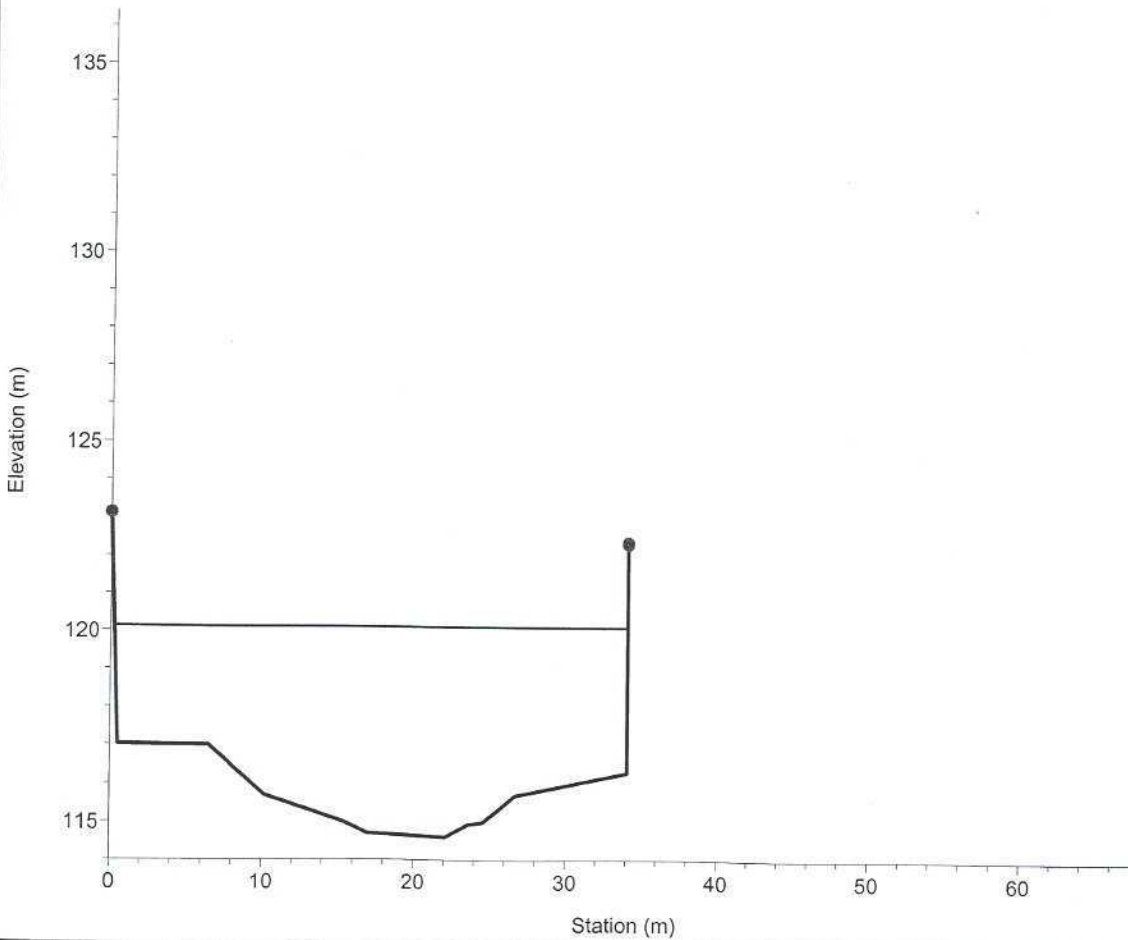
SP4 - T. VERDE

Sez. 49 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



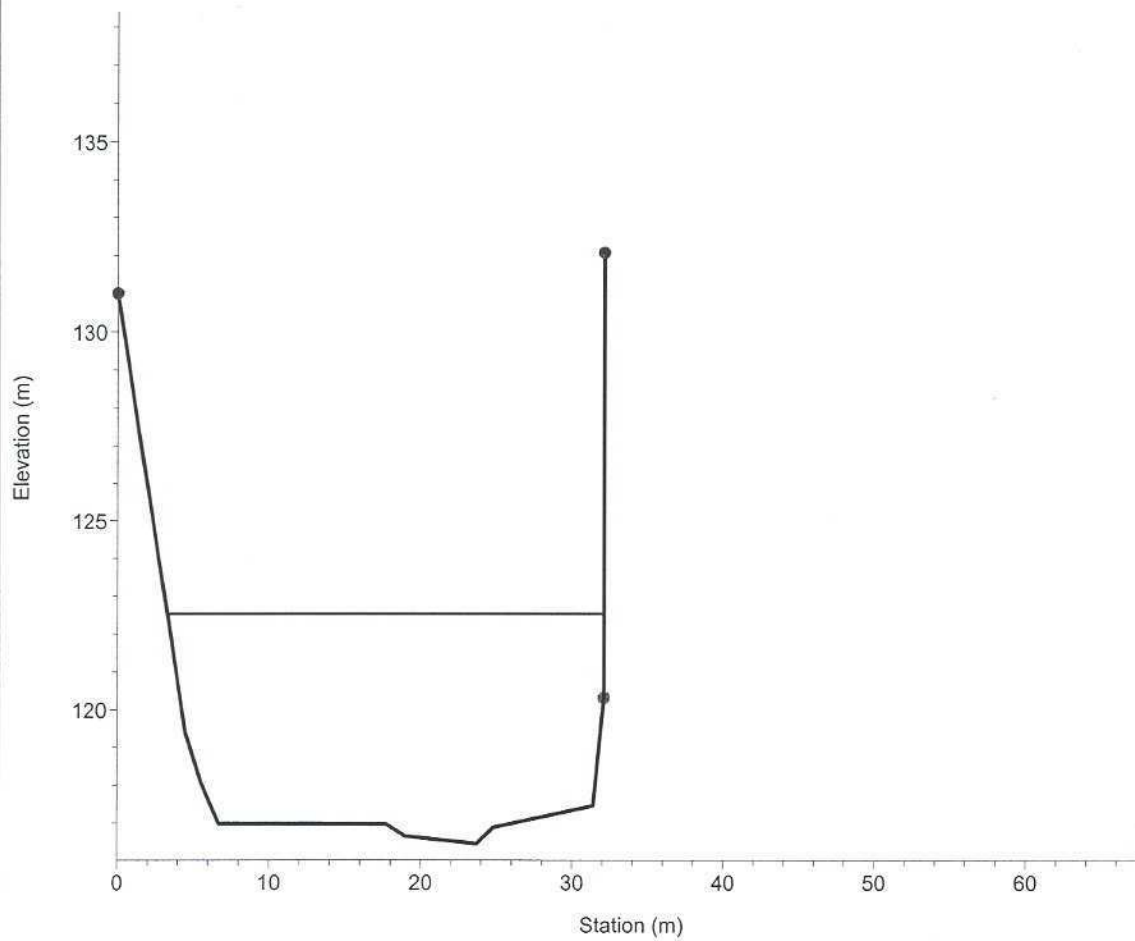
SP4 - T. VERDE

Sez. 48 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



SP4 - T. VERDE

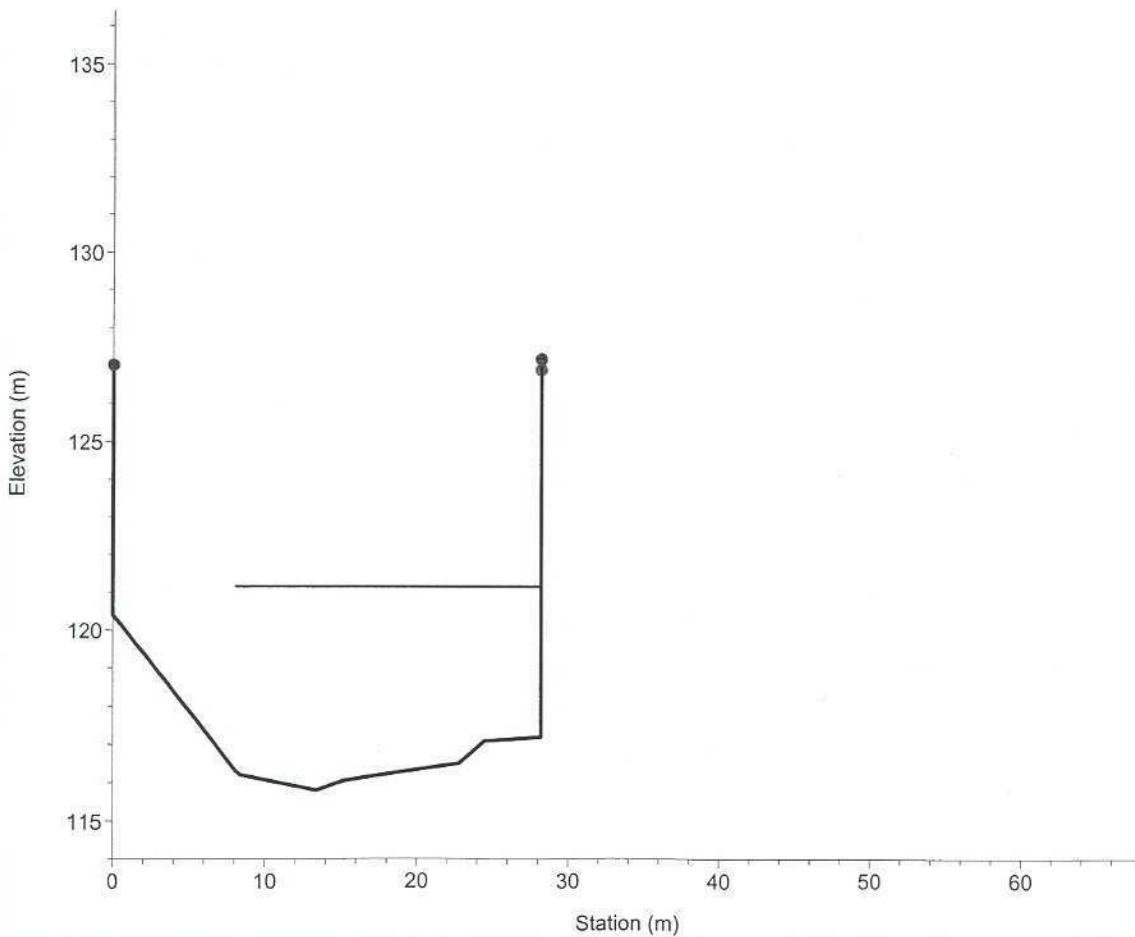
Sez. 51 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s



Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	P.I. Q200 - prog-len
—	Sezioni - attuale
•	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
•	Argini - prog-len

SP4 - T. VERDE

Sez. 50.3 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

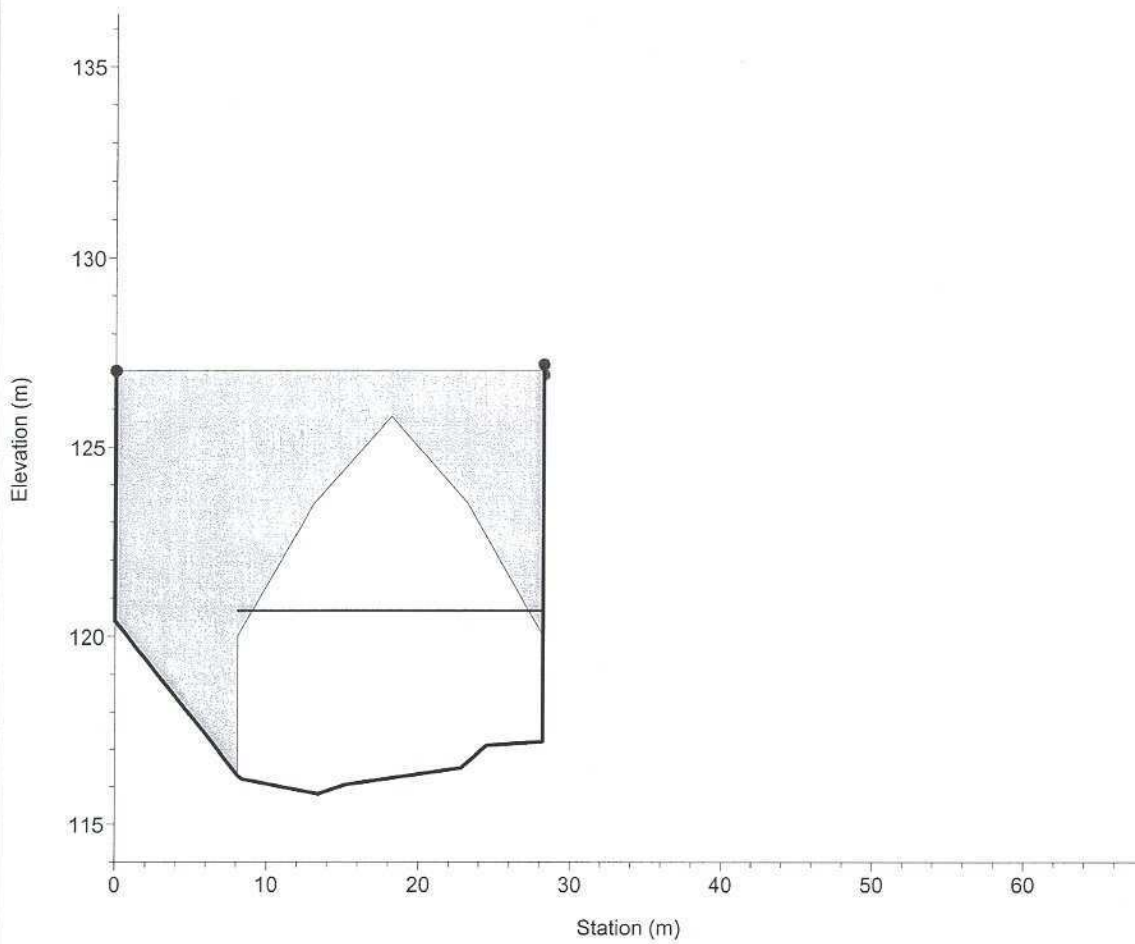


Legend	
—	P.I. Q200 - attuale
⋯	P.I. Q200 - prog-len
—	Sezioni - attuale
- attuale	Argini - attuale
—	Sezioni - prog-len
- prog-len	Argini - prog-len

1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m

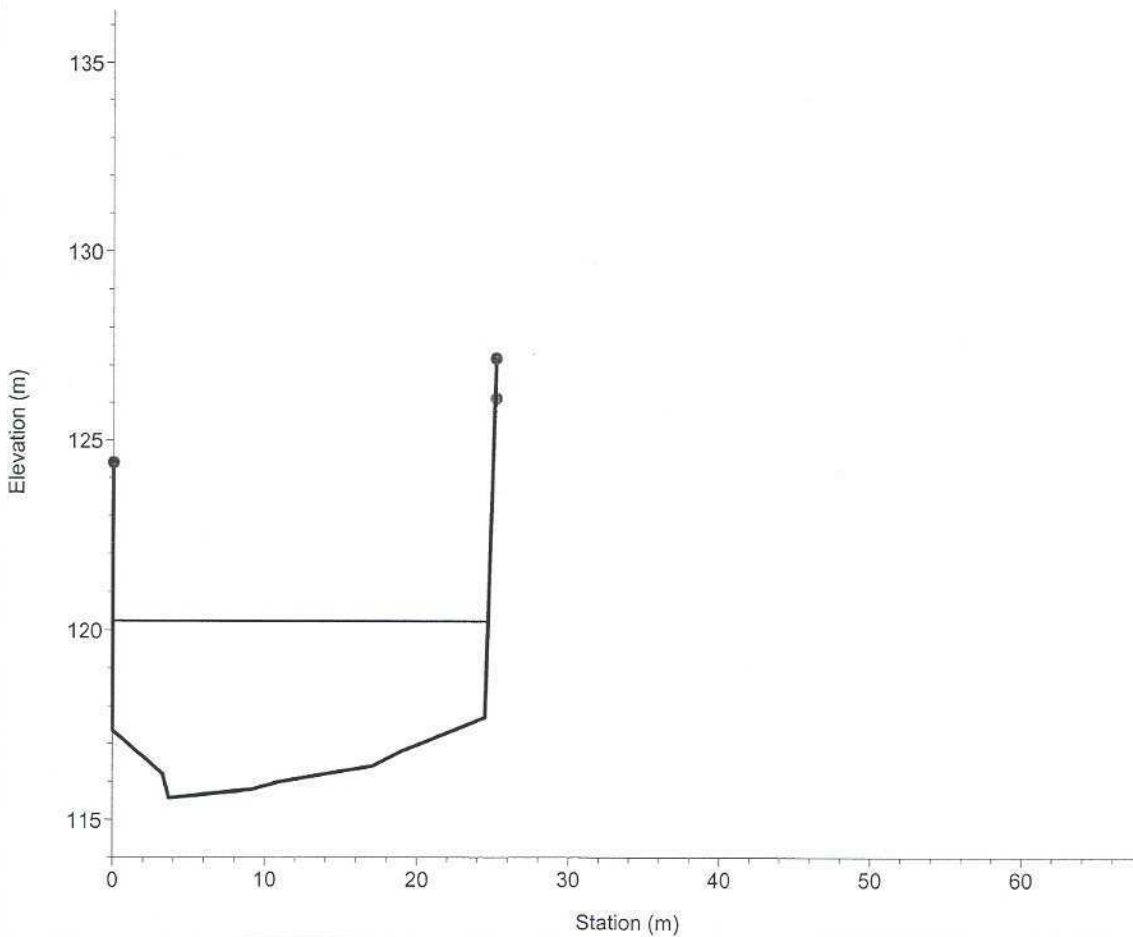
SP4 - T. VERDE
 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

Legend	
P.I. Q200 - attuale	
P.I. Q200 - prog-len	
- attuale	
Sezioni - attuale	
- attuale	
Argini - attuale	
- prog-len	
Sezioni - prog-len	
- prog-len	
Argini - prog-len	

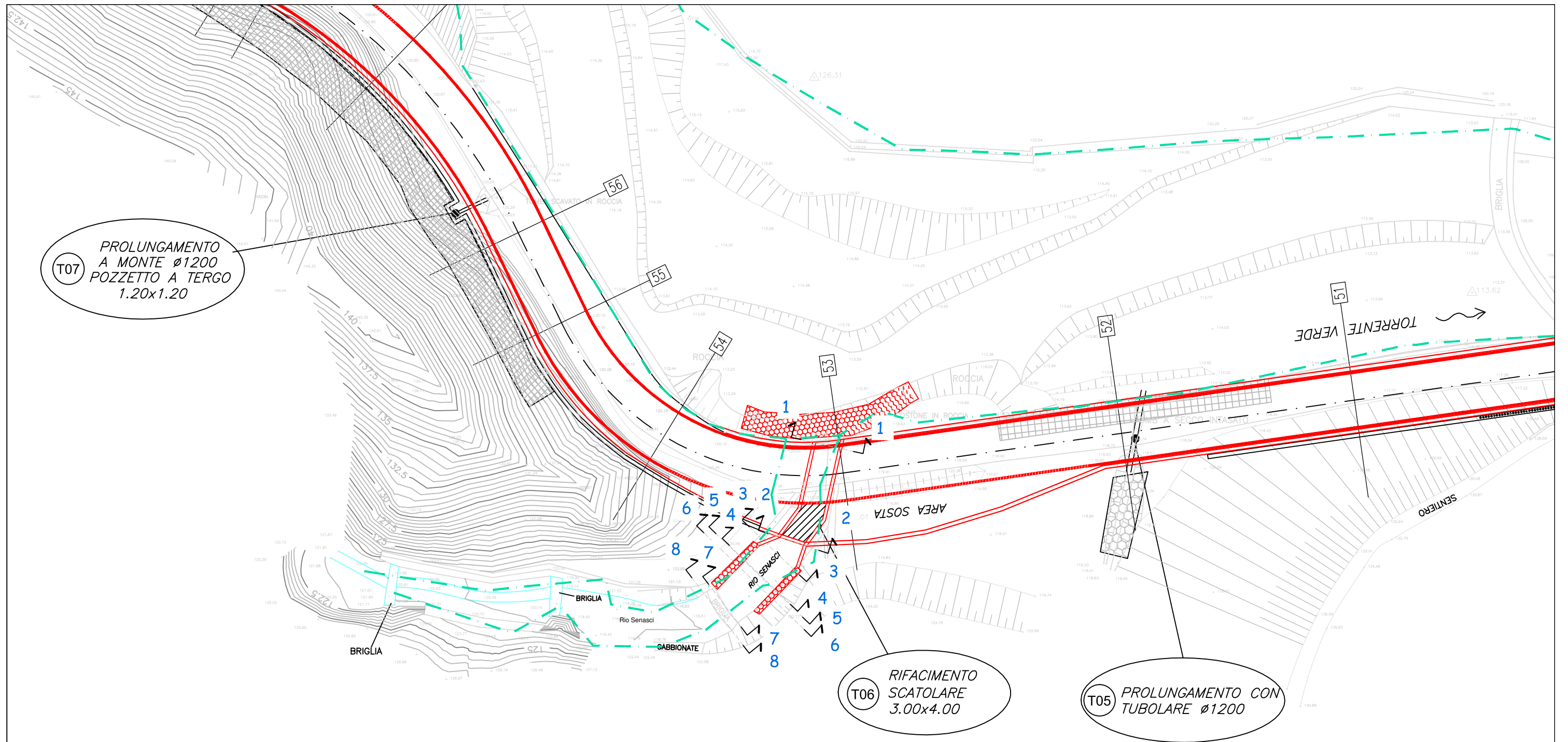





SP4 - T. VERDE
 Sez. 50.0 Confronto attuale / progetto - Q= 580 m³/s

Legend	
P.I. Q200 - prog-len	
P.I. Q200 - attuale	
Sezioni - attuale	
Argini - attuale	
Sezioni - prog-len	
Argini - prog-len	

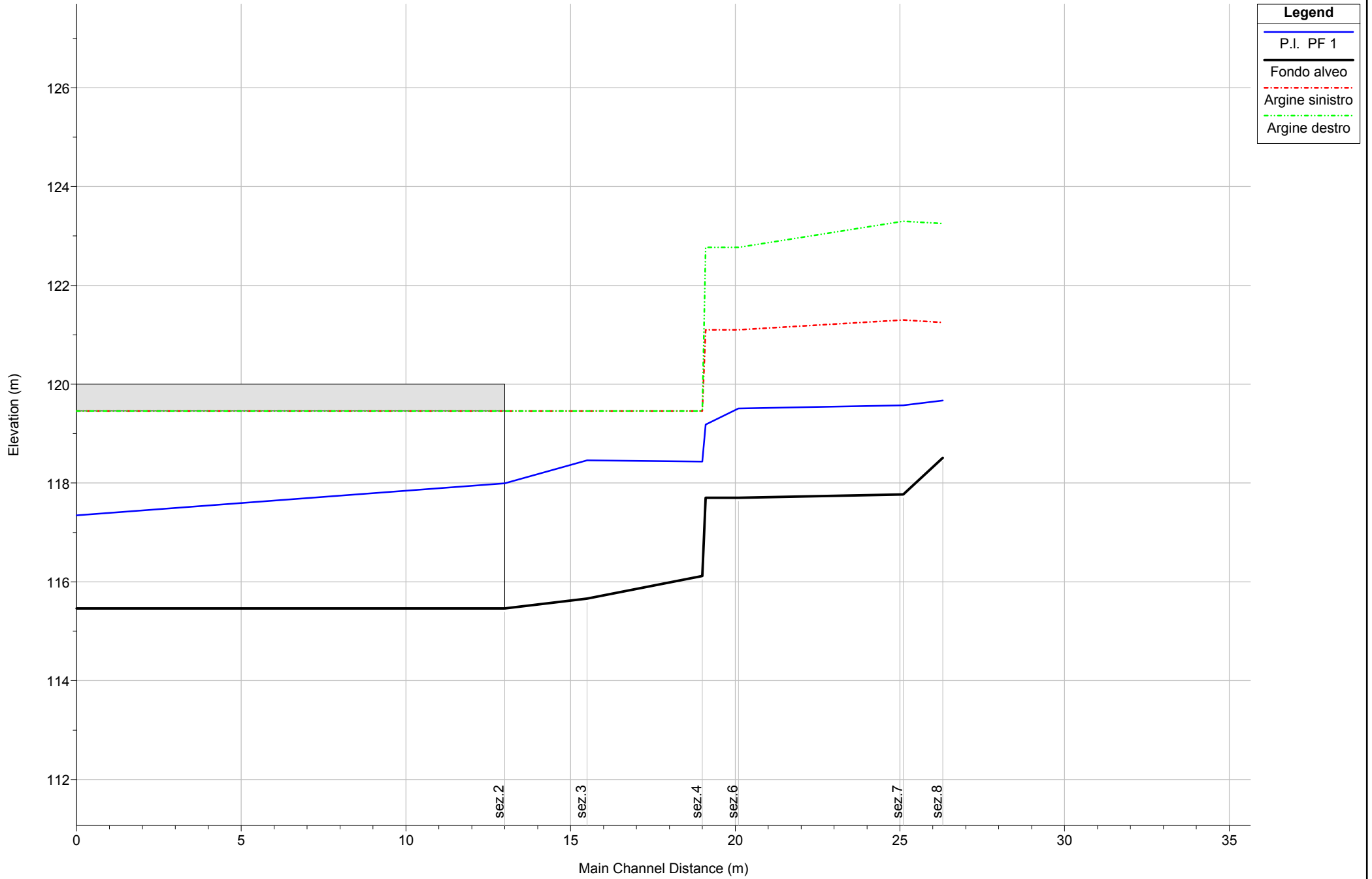


1 cm Horiz. = 5 m 1 cm Vert. = 2 m



-  0.9 Sezioni idrauliche
-  Adeguamento viabilità in progetto
-  Limite demaniale

SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s

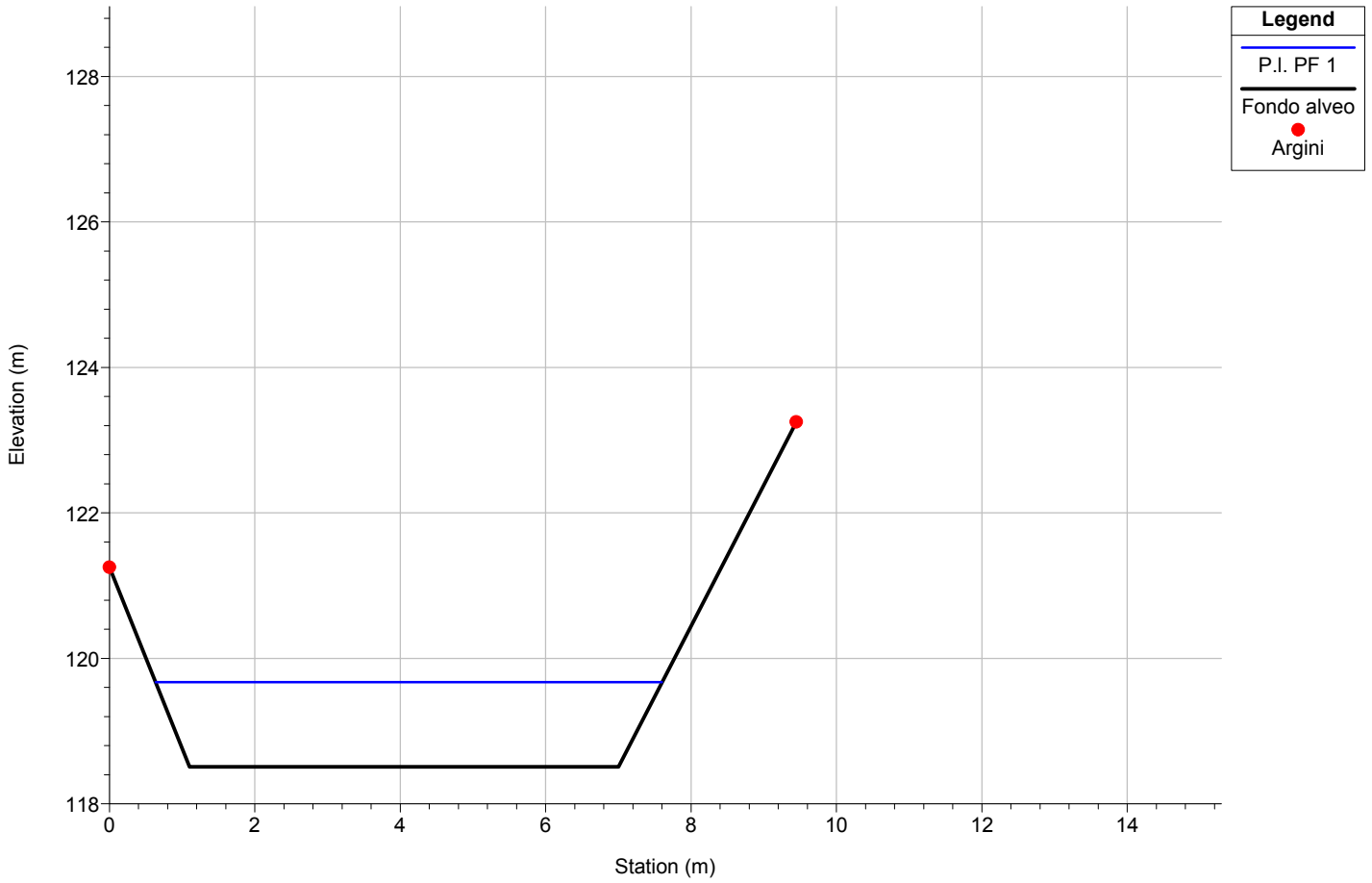


1 cm Horiz. = 1.5 m 1 cm Vert. = 1 m

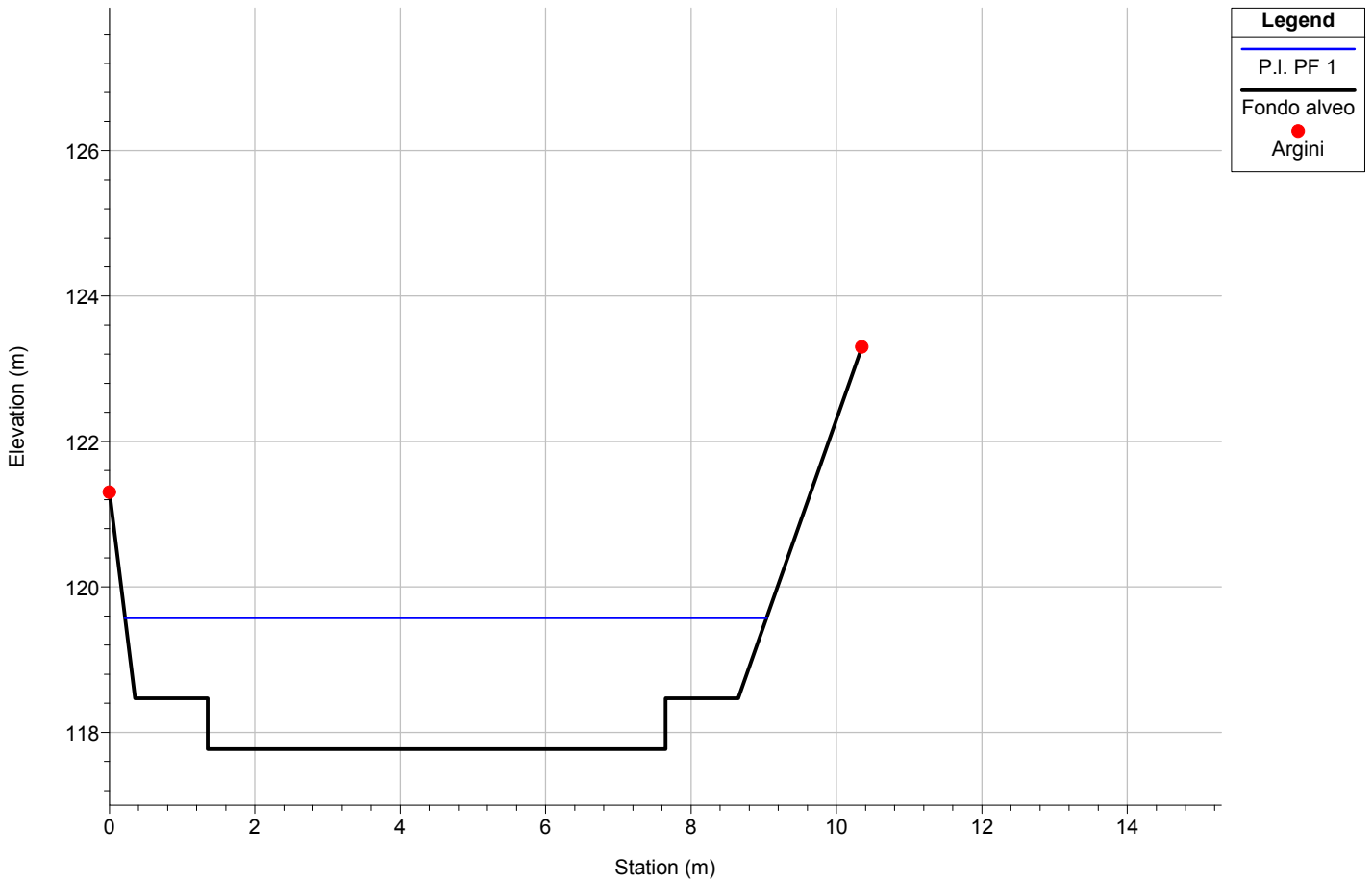
HEC-RAS Plan: senasci-pr-mista River: senasci Reach: verde Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Hydr Depth (m)	Max Chl Dpth (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
verde	1	PF 1		24.40	115.46	119.46	119.46	117.35	1.89	1.89	118.29	4.31	5.66	3.00	1.00
verde	2	PF 1	13.00	24.40	115.46	119.46	119.46	117.99	2.53	2.53	118.52	3.21	7.60	3.00	0.64
verde	3	PF 1	15.50	24.40	115.66	119.46	119.46	118.46	2.45	2.80	118.57	1.46	16.69	6.80	0.30
verde	4	PF 1	19.00	24.40	116.12	119.46	119.46	118.44	2.09	2.32	118.59	1.71	14.24	6.80	0.38
verde	5	PF 1	19.10	24.40	117.70	121.10	122.77	119.18	0.99	1.48	119.68	3.12	7.81	7.90	1.00
verde	6	PF 1	20.10	24.40	117.70	121.10	122.77	119.51	1.69	1.81	119.71	1.99	12.23	7.25	0.49
verde	7	PF 1	25.10	24.40	117.77	121.30	123.30	119.57	1.57	1.80	119.73	1.76	13.87	8.83	0.45
verde	8	PF 1	26.30	24.40	118.51	121.25	123.25	119.67	1.07	1.16	120.21	3.26	7.48	6.97	1.01

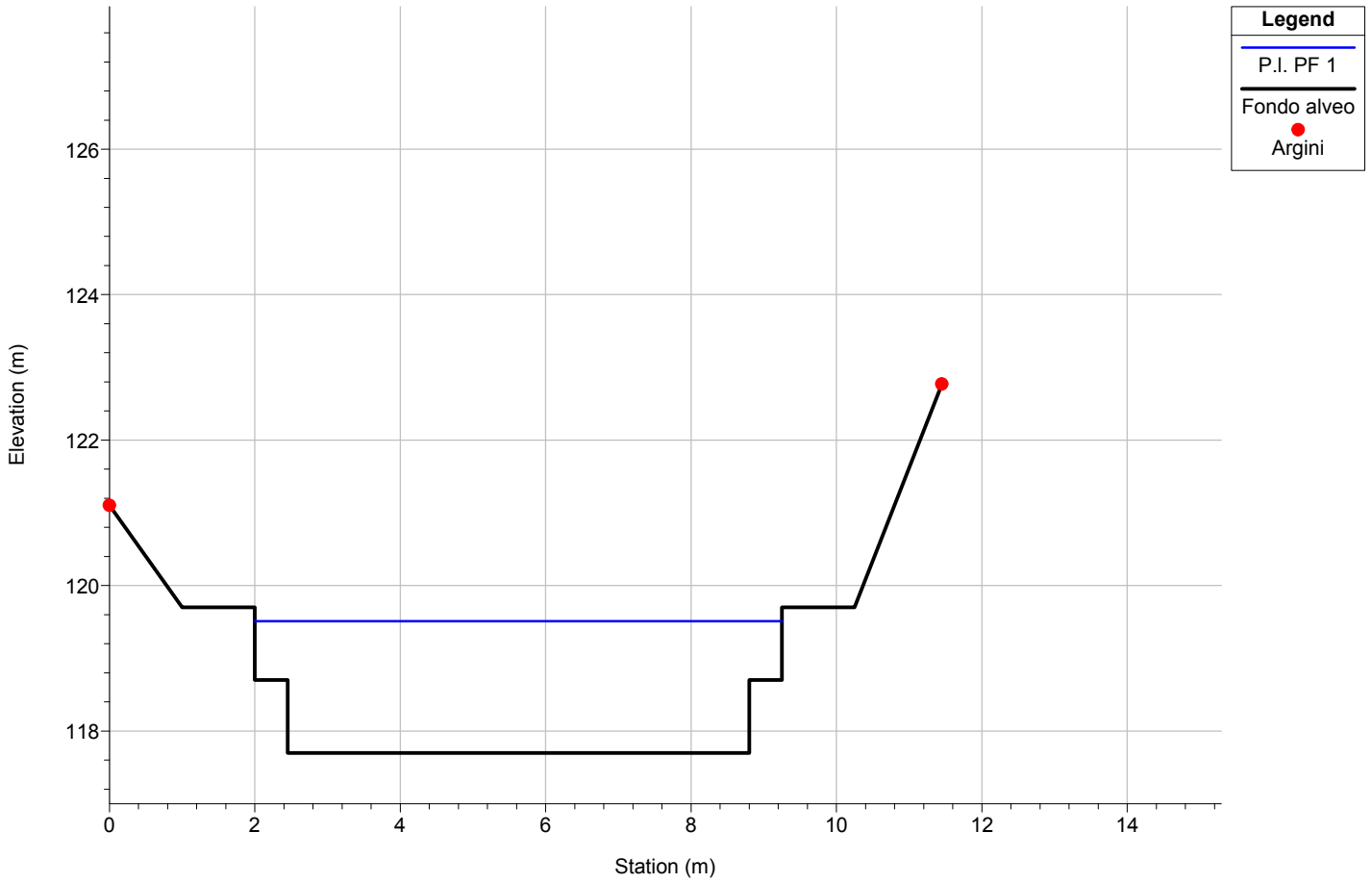
River = senasci Reach = verde sez.8
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



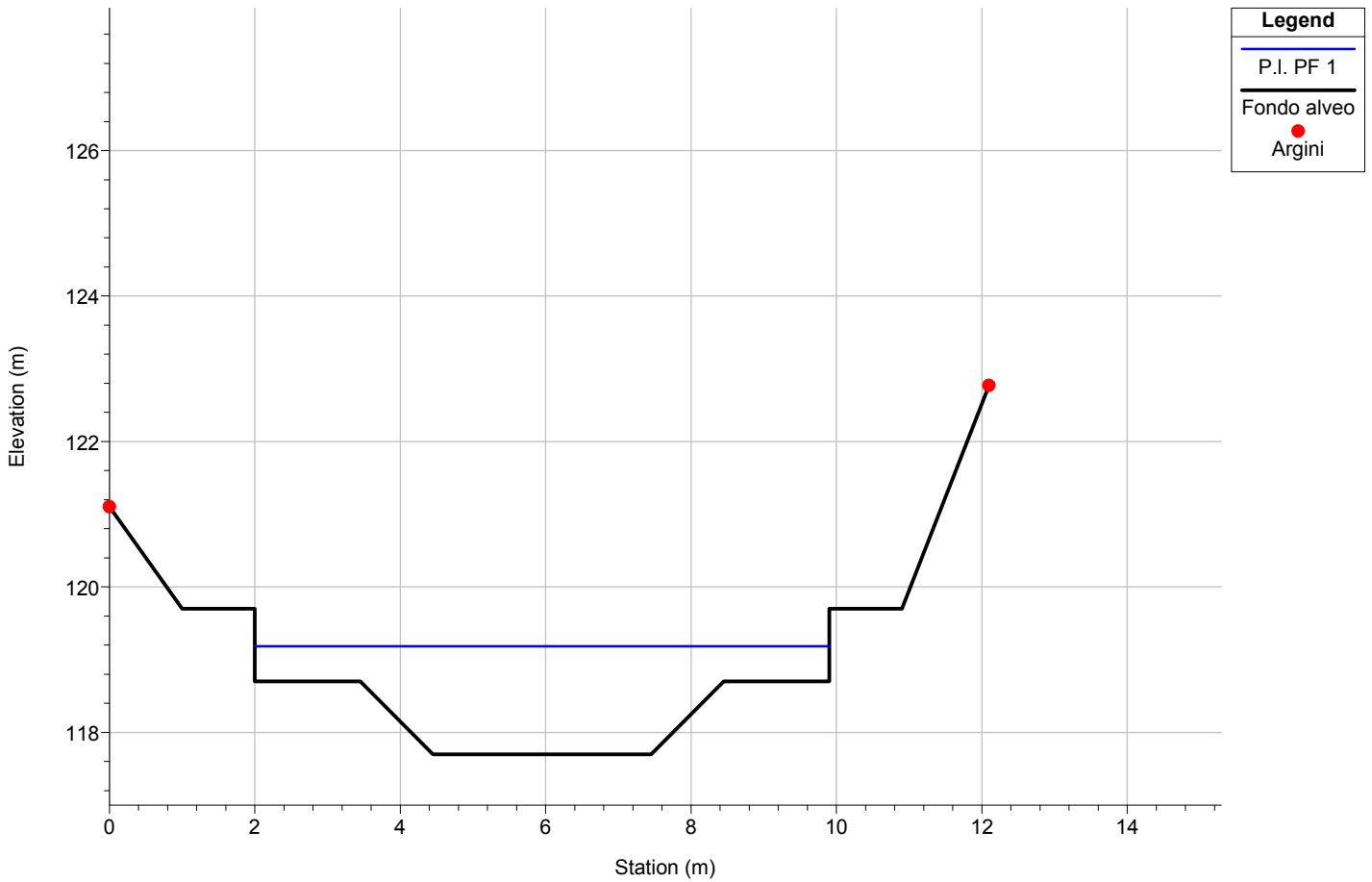
River = senasci Reach = verde sez.7
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



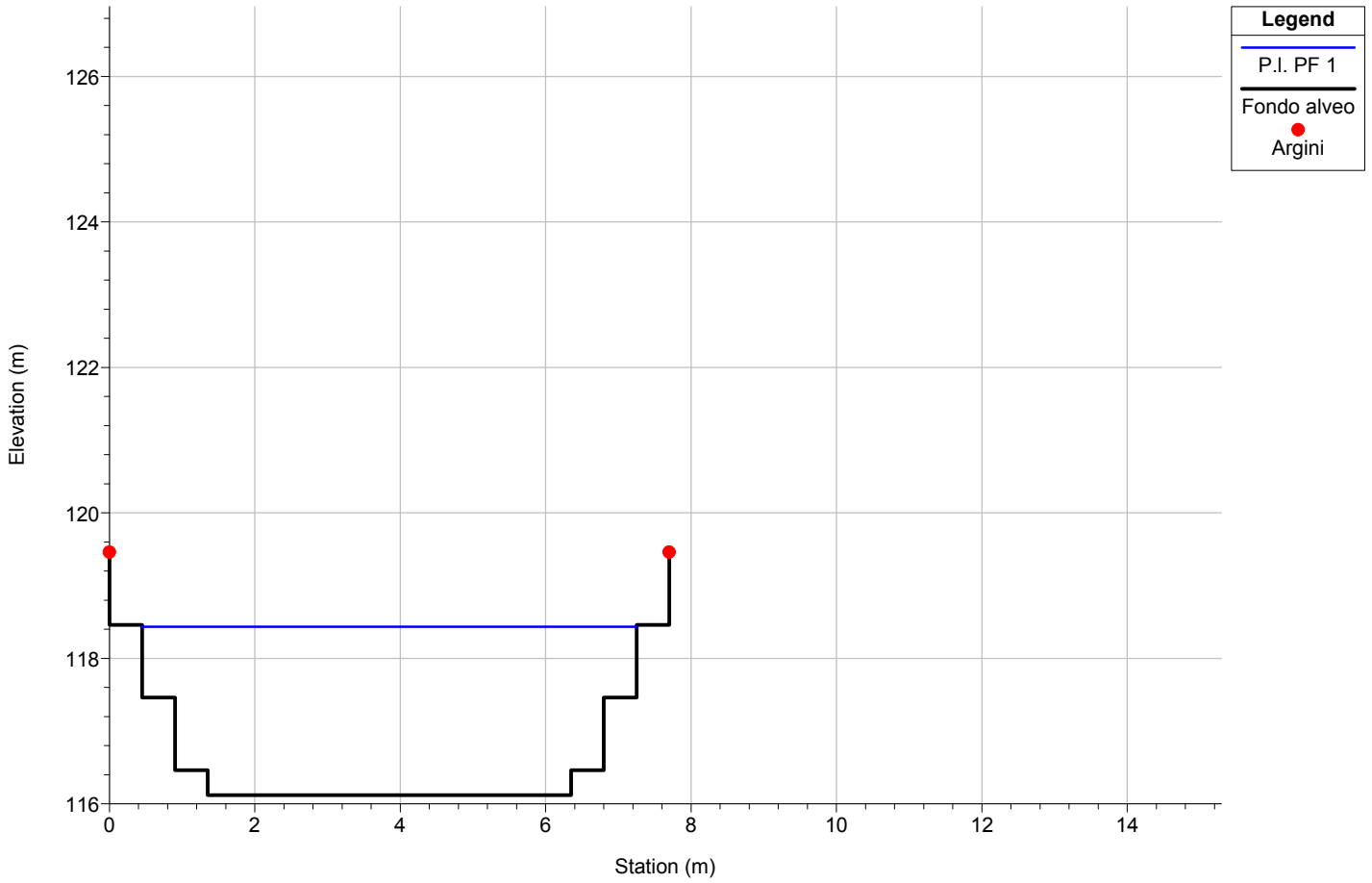
River = senasci Reach = verde sez.6
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



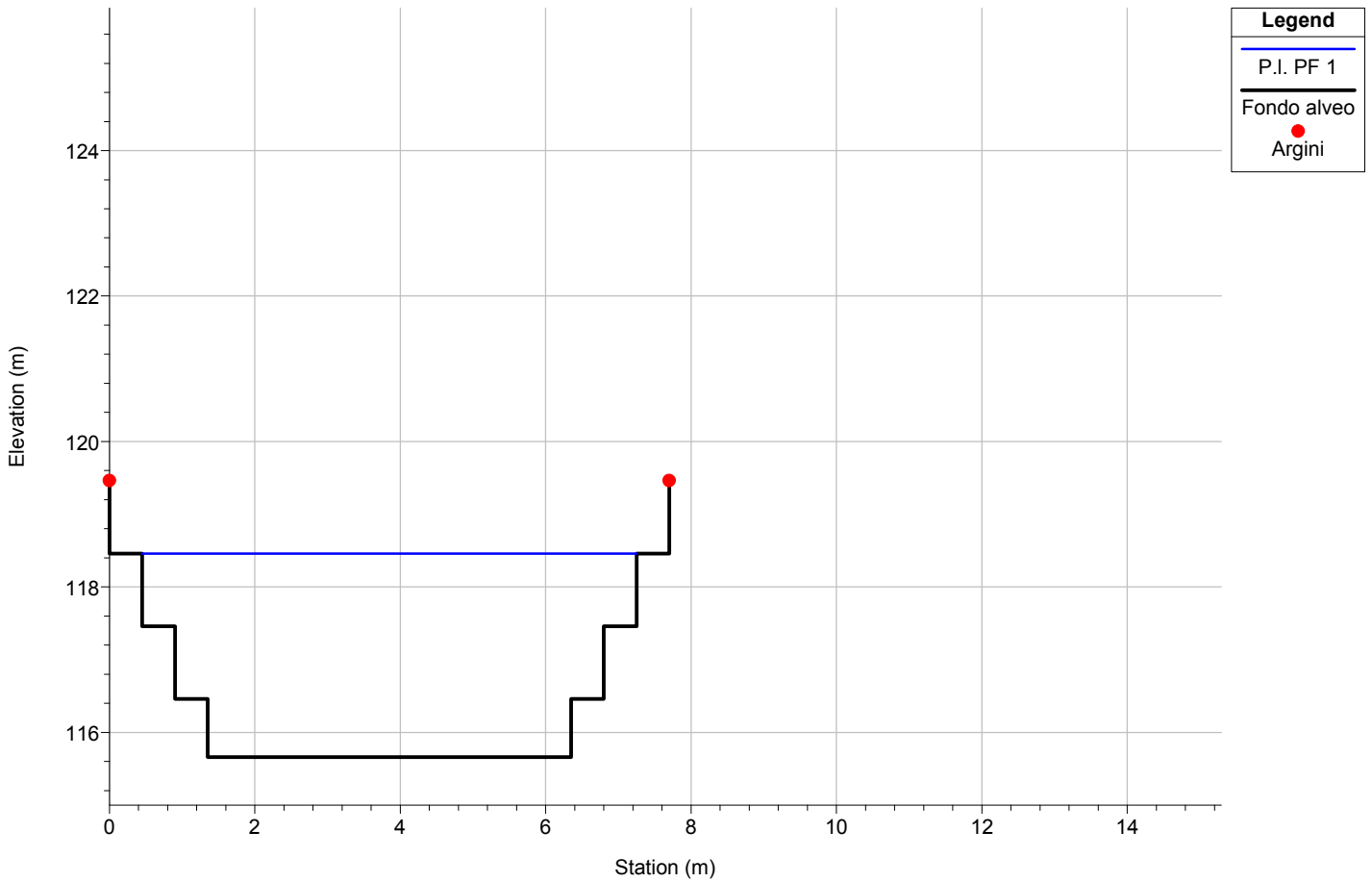
River = senasci Reach = verde sez.5
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



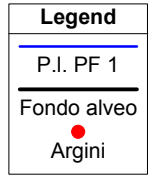
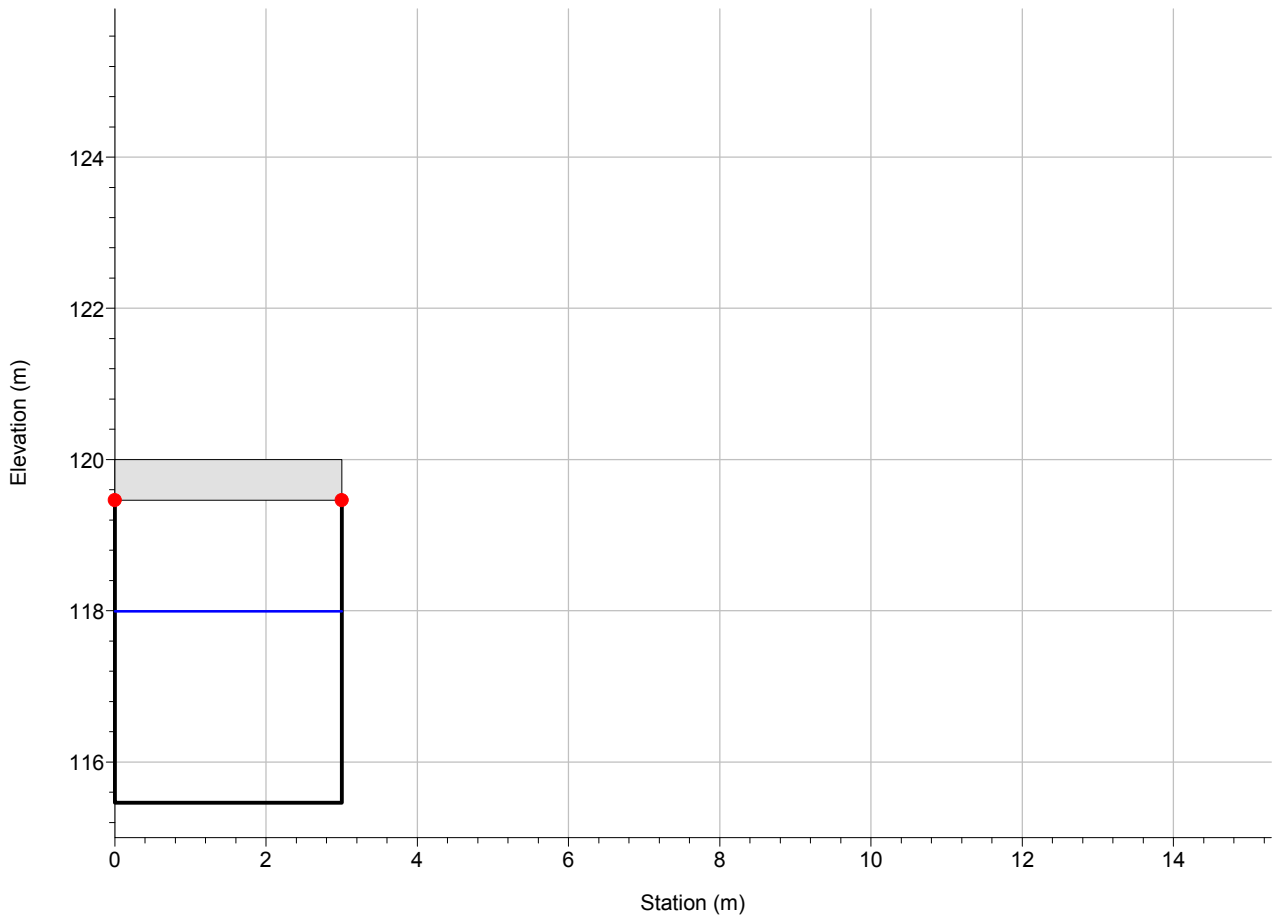
River = senasci Reach = verde sez.4
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



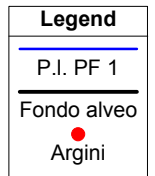
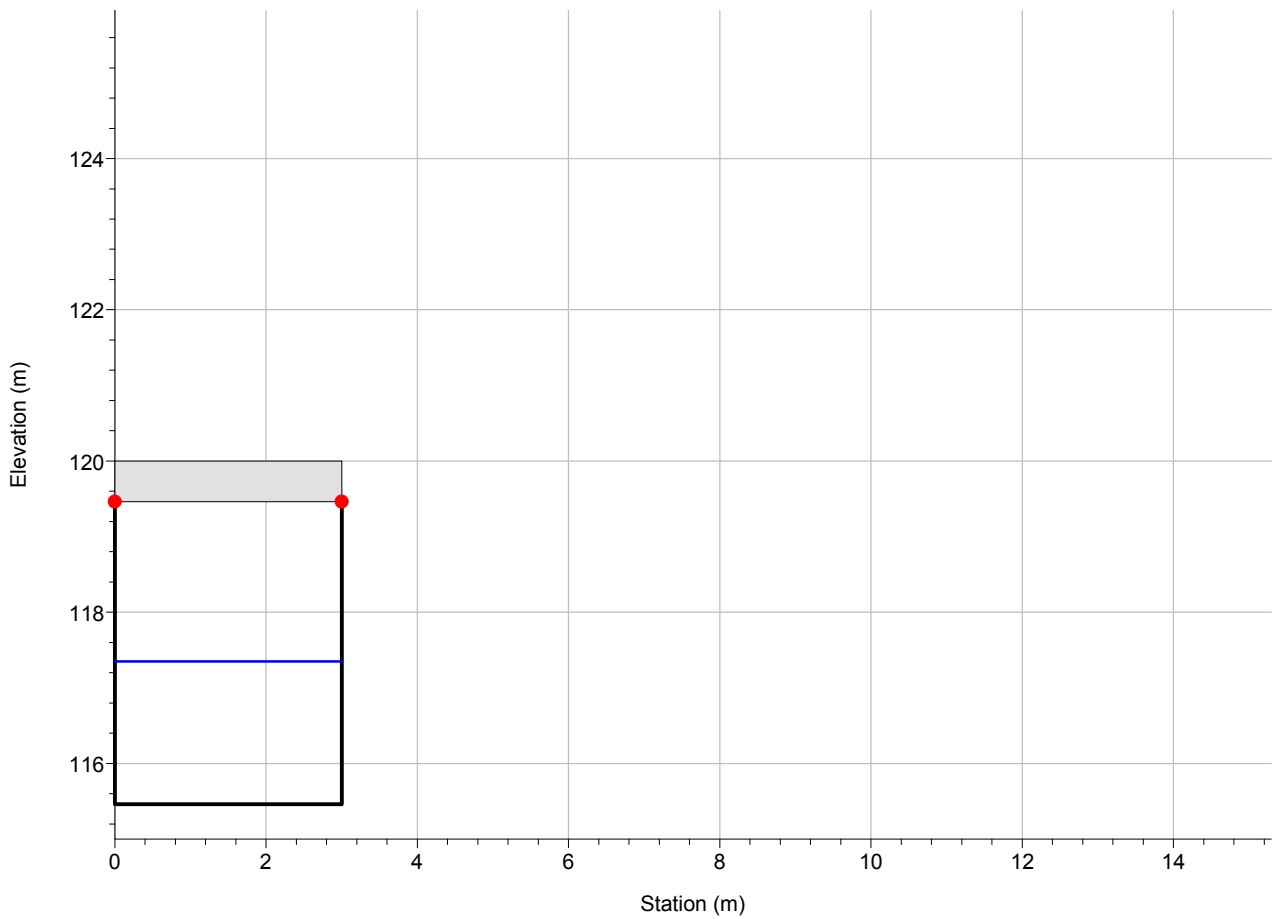
River = senasci Reach = verde sez.3
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



River = senasci Reach = verde sez.2
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



River = senasci Reach = verde sez.1
SP.4 - rio Senasci - Q=24.4 m³/s



Adeguamento SP4

Tabella:

Verifiche idrauliche attraversamenti minori

N° Attraversamento	Codice opera	Portata progetto Q [m³/s]	Tipologia e Forma	Caratteristiche geometriche				Verifica idraulica				Verificato	Intervento previsto
				Base B [m]	Altezza H [m]	Diametro D [mm]	Pendenza if [m/m]	Altezza Yu [m]	Rapporto d'invaso	Velocità v [m/s]	Numero di Froude		
1	T01	0.73	Trapezia	2.6	3.9		0.01	1.02	0.26	1.68	0.26	SI	Prolungamento DN1000
2		5.18	Scatolare	2.55	1.3		0.01	0.69	0.53	2.93	1.12	SI	
3		3.66	Scatolare	1	1		0.07	0.64	0.64	5.67	2.26	SI	
4	T02	0.24	Tubazione			500	0.10	0.20	0.40	3.57	2.94	SI	Prolungamento DN600
	T03	-	Tubazione										DN300
5		0.02	Tubazione			400	0.01	0.11	0.28	0.80	0.91	SI	
6		0.37	Trapezia	3.9	1		0.02	0.30	0.30	1.95	0.44	SI	
7	T04	6.83	Scatolare	1.8	1.6		0.01	1.19	0.74	3.20	0.94	SI	Prolungamento scatolare
8	T08	4.51	Scatolare	2	1.8		0.10	0.35	0.19	6.43	3.47	SI	Prolungamento scatolare
9	T05	0.37	Scatolare	1.1	1.8		0.01	0.23	0.13	1.49	1.51	SI	Prolungamento DN1200
rio Senasci 10	T06	24.40	Scatolare	2.5	2.6		0.02	2.37	0.91	4.12	0.86	NO	Sostituzione scatolare
11	T07	0.05	Scatolare	1.2	1.8		0.01	0.06	0.03	0.72	1.37	SI	Prolungamento DN1200
12		0.30	Scatolare	0.8	1.5		0.01	0.25	0.17	1.44	1.64	SI	
13		1.09	Scatolare	1	1.1		0.01	0.54	0.49	2.03	0.88	SI	

Nota: relativamente all'attraversamento T03 si precisa che non si tratta di interferenze col reticolo idrografico, ma di condotte DN300 mm per lo smaltimento delle acque meteoriche.

Adeguamento SP 4

Tabella : Scala di deflusso sezione trapezia

Attraversamento 1

Larghezza base minore	b	0	m
Larghezza base maggiore	B	2.6	
Altezza sponde	H	3.9	m

Scabrezza	n	=	0.02	
pendenza fondo	if	=	0.01	m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.50	0.13	1.15	0.13	0.11	0.10	0.15	1.17	0.070	0.570	0.33
1.00	0.26	2.20	0.42	0.19	0.10	0.70	1.66	0.140	1.140	0.26
1.20	0.31	2.62	0.58	0.22	0.10	1.07	1.83	0.171	1.371	0.24
1.50	0.38	3.25	0.87	0.27	0.10	1.81	2.08	0.220	1.720	0.22
2.00	0.51	4.30	1.48	0.34	0.10	3.64	2.46	0.308	2.308	0.20
2.50	0.64	5.35	2.25	0.42	0.10	6.33	2.81	0.402	2.902	0.19
3.00	0.77	6.40	3.18	0.50	0.10	10.00	3.14	0.502	3.502	0.18
3.50	0.90	7.45	4.28	0.57	0.10	14.77	3.45	0.608	4.108	0.17
3.90	1.00	8.29	5.27	0.64	0.10	19.45	3.69	0.696	4.596	0.16

Adeguamento SP 4

Tabella : Scala di deflusso sezione trapezia

Attraversamento 6

Larghezza base minore	b	0	m
Larghezza base maggiore	B	3.9	
Altezza sponde	H	1	m

Scabrezza	n	=	0.02	
pendenza fondo	if	=	0.02	m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.000	0.000	0.05
0.10	0.10	0.53	0.03	0.05	0.10	0.03	1.02	0.053	0.153	0.60
0.20	0.20	0.96	0.10	0.10	0.10	0.15	1.52	0.118	0.318	0.50
0.30	0.30	1.39	0.20	0.14	0.10	0.39	1.95	0.194	0.494	0.44
0.40	0.40	1.82	0.34	0.19	0.10	0.80	2.33	0.277	0.677	0.40
0.50	0.50	2.25	0.53	0.23	0.10	1.41	2.68	0.367	0.867	0.37
0.60	0.60	2.68	0.74	0.28	0.10	2.24	3.01	0.462	1.062	0.35
0.70	0.70	3.11	1.00	0.32	0.10	3.33	3.32	0.563	1.263	0.34
0.80	0.80	3.54	1.30	0.37	0.10	4.69	3.62	0.669	1.469	0.32
0.90	0.90	3.96	1.63	0.41	0.10	6.37	3.91	0.778	1.678	0.31
1.00	1.00	4.39	2.00	0.46	0.10	8.37	4.18	0.892	1.892	0.30

Adeguamento SP 4

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 3

Larghezza **B** 1 m
 Altezza sponde **H** 1 m

Scabrezza **n** = 0.02
 pendenza fondo **if** = 0.07 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.09
0.10	0.10	1.20	0.10	0.08	1.00	0.25	2.52	0.325	0.425	2.55
0.20	0.20	1.40	0.20	0.14	1.00	0.72	3.62	0.666	0.866	2.58
0.30	0.30	1.60	0.30	0.19	1.00	1.30	4.33	0.957	1.257	2.53
0.40	0.40	1.80	0.40	0.22	1.00	1.94	4.85	1.201	1.601	2.45
0.50	0.50	2.00	0.50	0.25	1.00	2.62	5.25	1.405	1.905	2.37
0.60	0.60	2.20	0.60	0.27	1.00	3.34	5.56	1.578	2.178	2.29
0.70	0.70	2.40	0.70	0.29	1.00	4.07	5.82	1.725	2.425	2.22
0.80	0.80	2.60	0.80	0.31	1.00	4.82	6.03	1.853	2.653	2.15
0.88	0.88	2.76	0.88	0.32	1.00	5.43	6.17	1.943	2.823	2.10
0.90	0.90	2.80	0.90	0.32	1.00	5.59	6.21	1.964	2.864	2.09
1.00	1.00	3.00	1.00	0.33	1.00	6.36	6.36	2.061	3.061	2.03

Adeguamento SP 4

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 7

Larghezza **B** 1.8 m
 Altezza sponde **H** 1.6 m

Scabrezza **n** = 0.02
 pendenza fondo **if** = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.10	0.06	2.00	0.18	0.09	1.80	0.18	1.00	0.051	0.151	1.01
0.20	0.13	2.20	0.36	0.16	1.80	0.54	1.50	0.114	0.314	1.07
0.30	0.19	2.40	0.54	0.23	1.80	1.00	1.85	0.174	0.474	1.08
0.40	0.25	2.60	0.72	0.28	1.80	1.53	2.12	0.230	0.630	1.07
0.50	0.31	2.80	0.90	0.32	1.80	2.11	2.35	0.281	0.781	1.06
0.60	0.38	3.00	1.08	0.36	1.80	2.73	2.53	0.326	0.926	1.04
0.70	0.44	3.20	1.26	0.39	1.80	3.38	2.69	0.368	1.068	1.03
0.80	0.50	3.40	1.44	0.42	1.80	4.06	2.82	0.405	1.205	1.01
0.90	0.56	3.60	1.62	0.45	1.80	4.76	2.94	0.439	1.339	0.99
1.00	0.63	3.80	1.80	0.47	1.80	5.47	3.04	0.470	1.470	0.97
1.10	0.69	4.00	1.98	0.50	1.80	6.19	3.13	0.499	1.599	0.95
1.20	0.75	4.20	2.16	0.51	1.80	6.93	3.21	0.525	1.725	0.94
1.30	0.81	4.40	2.34	0.53	1.80	7.68	3.28	0.549	1.849	0.92
1.40	0.88	4.60	2.52	0.55	1.80	8.44	3.35	0.571	1.971	0.90
1.50	0.94	4.80	2.70	0.56	1.80	9.20	3.41	0.592	2.092	0.89
1.60	1.00	5.00	2.88	0.58	1.80	9.97	3.46	0.611	2.211	0.87

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 8

Larghezza B 2 m
Altezza sponde H 1.8 m

Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.1 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.11
0.10	0.06	2.20	0.20	0.09	2.00	0.64	3.20	0.521	0.621	3.23
0.20	0.11	2.40	0.40	0.17	2.00	1.92	4.79	1.169	1.369	3.42
0.30	0.17	2.60	0.60	0.23	2.00	3.57	5.95	1.804	2.104	3.47
0.40	0.22	2.80	0.80	0.29	2.00	5.49	6.86	2.398	2.798	3.46
0.50	0.28	3.00	1.00	0.33	2.00	7.60	7.60	2.945	3.445	3.43
0.60	0.33	3.20	1.20	0.38	2.00	9.87	8.22	3.446	4.046	3.39
0.70	0.39	3.40	1.40	0.41	2.00	12.25	8.75	3.903	4.603	3.34
0.80	0.44	3.60	1.60	0.44	2.00	14.73	9.21	4.322	5.122	3.29
0.90	0.50	3.80	1.80	0.47	2.00	17.29	9.61	4.705	5.605	3.23
1.00	0.56	4.00	2.00	0.50	2.00	19.92	9.96	5.057	6.057	3.18
1.10	0.61	4.20	2.20	0.52	2.00	22.60	10.27	5.380	6.480	3.13
1.20	0.67	4.40	2.40	0.55	2.00	25.33	10.56	5.679	6.879	3.08
1.30	0.72	4.60	2.60	0.57	2.00	28.10	10.81	5.955	7.255	3.03
1.40	0.78	4.80	2.80	0.58	2.00	30.91	11.04	6.211	7.611	2.98
1.50	0.83	5.00	3.00	0.60	2.00	33.74	11.25	6.448	7.948	2.93
1.60	0.89	5.20	3.20	0.62	2.00	36.61	11.44	6.670	8.270	2.89
1.70	0.94	5.40	3.40	0.63	2.00	39.49	11.62	6.876	8.576	2.84
1.80	1.00	5.60	3.60	0.64	2.00	42.40	11.78	7.070	8.870	2.80

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 9

Larghezza B 1.1 m
Altezza sponde H 1.8 m

Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.10	0.06	1.30	0.11	0.08	1.10	0.11	0.96	0.047	0.147	0.97
0.20	0.11	1.50	0.22	0.15	1.10	0.31	1.39	0.099	0.299	0.99
0.30	0.17	1.70	0.33	0.19	1.10	0.55	1.68	0.143	0.443	0.98
0.40	0.22	1.90	0.44	0.23	1.10	0.83	1.89	0.181	0.581	0.95
0.50	0.28	2.10	0.55	0.26	1.10	1.13	2.05	0.214	0.714	0.92
0.60	0.33	2.30	0.66	0.29	1.10	1.44	2.18	0.241	0.841	0.90
0.70	0.39	2.50	0.77	0.31	1.10	1.76	2.28	0.265	0.965	0.87
0.80	0.44	2.70	0.88	0.33	1.10	2.08	2.37	0.286	1.086	0.85
0.90	0.50	2.90	0.99	0.34	1.10	2.42	2.44	0.304	1.204	0.82
1.00	0.56	3.10	1.10	0.35	1.10	2.76	2.51	0.320	1.320	0.80
1.10	0.61	3.30	1.21	0.37	1.10	3.10	2.56	0.334	1.434	0.78
1.20	0.67	3.50	1.32	0.38	1.10	3.45	2.61	0.347	1.547	0.76
1.30	0.72	3.70	1.43	0.39	1.10	3.79	2.65	0.359	1.659	0.74
1.40	0.78	3.90	1.54	0.39	1.10	4.14	2.69	0.369	1.769	0.73
1.50	0.83	4.10	1.65	0.40	1.10	4.50	2.73	0.379	1.879	0.71
1.60	0.89	4.30	1.76	0.41	1.10	4.85	2.76	0.387	1.987	0.70
1.70	0.94	4.50	1.87	0.42	1.10	5.21	2.78	0.395	2.095	0.68
1.80	1.00	4.70	1.98	0.42	1.10	5.56	2.81	0.402	2.202	0.67

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 10

Larghezza B 2.5 m
Altezza sponde H 2.6 m

Scabrezza n = 0.03
 pendenza fondo if = 0.02 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.000	0.000	0.15
0.20	0.08	2.90	0.50	0.17	2.50	0.73	1.46	0.109	0.309	1.04
0.40	0.15	3.30	1.00	0.30	2.50	2.13	2.13	0.231	0.631	1.07
0.60	0.23	3.70	1.50	0.41	2.50	3.87	2.58	0.340	0.940	1.06
0.80	0.31	4.10	2.00	0.49	2.50	5.84	2.92	0.435	1.235	1.04
1.00	0.38	4.50	2.50	0.56	2.50	7.96	3.19	0.517	1.517	1.02
1.20	0.46	4.90	3.00	0.61	2.50	10.20	3.40	0.589	1.789	0.99
1.40	0.54	5.30	3.50	0.66	2.50	12.51	3.57	0.651	2.051	0.96
1.60	0.62	5.70	4.00	0.70	2.50	14.89	3.72	0.706	2.306	0.94
1.80	0.69	6.10	4.50	0.74	2.50	17.32	3.85	0.755	2.555	0.92
2.00	0.77	6.50	5.00	0.77	2.50	19.79	3.96	0.798	2.798	0.89
2.20	0.85	6.90	5.50	0.80	2.50	22.29	4.05	0.837	3.037	0.87
2.40	0.92	7.30	6.00	0.82	2.50	24.82	4.14	0.872	3.272	0.85
2.60	1.00	7.70	6.50	0.84	2.50	27.37	4.21	0.904	3.504	0.83

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 11

Larghezza B 1.2 m
Altezza sponde H 1.8 m

Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.10	0.06	1.40	0.12	0.09	1.20	0.12	0.97	0.048	0.148	0.98
0.20	0.11	1.60	0.24	0.15	1.20	0.34	1.41	0.102	0.302	1.01
0.30	0.17	1.80	0.36	0.20	1.20	0.62	1.71	0.149	0.449	1.00
0.40	0.22	2.00	0.48	0.24	1.20	0.93	1.93	0.190	0.590	0.97
0.50	0.28	2.20	0.60	0.27	1.20	1.26	2.10	0.225	0.725	0.95
0.60	0.33	2.40	0.72	0.30	1.20	1.61	2.24	0.256	0.856	0.92
0.70	0.39	2.60	0.84	0.32	1.20	1.98	2.35	0.282	0.982	0.90
0.80	0.44	2.80	0.96	0.34	1.20	2.35	2.45	0.306	1.106	0.87
0.90	0.50	3.00	1.08	0.36	1.20	2.73	2.53	0.326	1.226	0.85
1.00	0.56	3.20	1.20	0.38	1.20	3.12	2.60	0.345	1.345	0.83
1.10	0.61	3.40	1.32	0.39	1.20	3.51	2.66	0.361	1.461	0.81
1.40	0.78	4.00	1.68	0.42	1.20	4.71	2.80	0.401	1.801	0.76
1.50	0.83	4.20	1.80	0.43	1.20	5.12	2.84	0.412	1.912	0.74
1.60	0.89	4.40	1.92	0.44	1.20	5.52	2.88	0.422	2.022	0.73
1.70	0.94	4.60	2.04	0.44	1.20	5.93	2.91	0.431	2.131	0.71
1.80	1.00	4.80	2.16	0.45	1.20	6.34	2.94	0.439	2.239	0.70

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 12

Larghezza B 0.8 m
Altezza sponde H 1.5 m

Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.10	0.07	1.00	0.08	0.08	0.80	0.07	0.93	0.044	0.144	0.94
0.20	0.13	1.20	0.16	0.13	0.80	0.21	1.30	0.087	0.287	0.93
0.30	0.20	1.40	0.24	0.17	0.80	0.37	1.54	0.121	0.421	0.90
0.40	0.27	1.60	0.32	0.20	0.80	0.55	1.71	0.149	0.549	0.86
0.50	0.33	1.80	0.40	0.22	0.80	0.73	1.83	0.172	0.672	0.83
0.60	0.40	2.00	0.48	0.24	0.80	0.93	1.93	0.190	0.790	0.80
0.70	0.47	2.20	0.56	0.25	0.80	1.12	2.01	0.206	0.906	0.77
0.80	0.53	2.40	0.64	0.27	0.80	1.33	2.07	0.219	1.019	0.74
0.90	0.60	2.60	0.72	0.28	0.80	1.53	2.12	0.230	1.130	0.71
1.00	0.67	2.80	0.80	0.29	0.80	1.74	2.17	0.240	1.240	0.69
1.10	0.73	3.00	0.88	0.29	0.80	1.94	2.21	0.248	1.348	0.67
1.40	0.93	3.60	1.12	0.31	0.80	2.57	2.30	0.269	1.669	0.62
1.50	1.00	3.80	1.20	0.32	0.80	2.78	2.32	0.274	1.774	0.60

Tabella : Scala di deflusso sezione rettangolare

Attraversamento 13

Larghezza B 1 m
Altezza sponde H 1.1 m

Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [mc/s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.10	0.09	1.20	0.10	0.08	1.00	0.10	0.95	0.046	0.146	0.96
0.20	0.18	1.40	0.20	0.14	1.00	0.27	1.37	0.095	0.295	0.98
0.30	0.27	1.60	0.30	0.19	1.00	0.49	1.64	0.137	0.437	0.95
0.40	0.36	1.80	0.40	0.22	1.00	0.73	1.83	0.172	0.572	0.93
0.50	0.45	2.00	0.50	0.25	1.00	0.99	1.98	0.201	0.701	0.90
0.60	0.55	2.20	0.60	0.27	1.00	1.26	2.10	0.225	0.825	0.87
0.70	0.64	2.40	0.70	0.29	1.00	1.54	2.20	0.246	0.946	0.84
0.80	0.73	2.60	0.80	0.31	1.00	1.82	2.28	0.265	1.065	0.81
0.90	0.82	2.80	0.90	0.32	1.00	2.11	2.35	0.281	1.181	0.79
1.00	0.91	3.00	1.00	0.33	1.00	2.40	2.40	0.294	1.294	0.77
1.10	1.00	3.20	1.10	0.34	1.00	2.70	2.45	0.307	1.407	0.75

Adeguamento SP 4Tabella : **Scala di deflusso sezione circolare****Attraversamento 4****Diametro interno 500 mm**

Raggio R = 0.25 m
 Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.1 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Angolo al centro alfa [rad]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m ³ /s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.32
0.05	0.10	1.29	0.32	0.01	0.03	0.30	0.02	1.59	0.128	0.178	2.74
0.10	0.20	1.85	0.46	0.03	0.06	0.40	0.07	2.43	0.301	0.401	2.94
0.15	0.30	2.32	0.58	0.05	0.09	0.46	0.15	3.07	0.480	0.630	2.98
0.20	0.40	2.74	0.68	0.07	0.11	0.49	0.26	3.57	0.648	0.848	2.94
0.25	0.50	3.14	0.79	0.10	0.13	0.50	0.39	3.95	0.796	1.046	2.85
0.30	0.60	3.54	0.89	0.12	0.14	0.49	0.52	4.24	0.916	1.216	2.70
0.35	0.70	3.96	0.99	0.15	0.15	0.46	0.65	4.43	0.999	1.349	2.50
0.40	0.80	4.43	1.11	0.17	0.15	0.40	0.76	4.51	1.035	1.435	2.22
0.45	0.90	5.00	1.25	0.19	0.15	0.30	0.83	4.44	1.007	1.457	1.80
0.50	1.00	6.28	1.57	0.20	0.13	0.00	0.78	3.95	0.796	1.296	0.00

Adeguamento SP 4Tabella : **Scala di deflusso sezione circolare****Attraversamento 5****Diametro interno 400 mm**

Raggio R = 0.2 m
 Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Angolo al centro alfa [rad]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m ³ /s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.10
0.05	0.13	1.45	0.29	0.01	0.03	0.26	0.00	0.50	0.013	0.063	0.86
0.10	0.25	2.09	0.42	0.02	0.06	0.35	0.02	0.75	0.029	0.129	0.90
0.15	0.38	2.64	0.53	0.04	0.08	0.39	0.04	0.94	0.045	0.195	0.90
0.20	0.50	3.14	0.63	0.06	0.10	0.40	0.07	1.08	0.059	0.259	0.87
0.25	0.63	3.65	0.73	0.08	0.11	0.39	0.10	1.17	0.070	0.320	0.81
0.30	0.75	4.19	0.84	0.10	0.12	0.35	0.12	1.22	0.076	0.376	0.72
0.35	0.88	4.84	0.97	0.12	0.12	0.26	0.14	1.22	0.076	0.426	0.59
0.40	1.00	6.28	1.26	0.13	0.10	0.00	0.14	1.08	0.059	0.459	0.00

Adeguamento SP 4Tabella : **Scala di deflusso sezione circolare****Attraversamento T03****Diametro interno 300 mm**

Raggio R = 0.15 m
 Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Angolo al centro alfa [rad]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m ³ /s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.10
0.05	0.17	1.68	0.25	0.01	0.03	0.22	0.00	0.49	0.012	0.062	0.84
0.10	0.33	2.46	0.37	0.02	0.06	0.28	0.02	0.73	0.027	0.127	0.86
0.15	0.50	3.14	0.47	0.04	0.08	0.30	0.03	0.89	0.040	0.190	0.83
0.20	0.67	3.82	0.57	0.05	0.09	0.28	0.05	0.98	0.049	0.249	0.75
0.25	0.83	4.60	0.69	0.06	0.09	0.22	0.06	1.01	0.052	0.302	0.61
0.30	1.00	6.28	0.94	0.07	0.08	0.00	0.06	0.89	0.040	0.340	0.00

Adeguamento SP 4Tabella : **Scala di deflusso sezione circolare****Attraversamento 1****Diametro interno 1000 mm**

Raggio R = 0.5 m
 Scabrezza n = 0.02
 pendenza fondo if = 0.01 m/m

Altezza pelo libero Y [m]	Rapporto d'invaso Y/D [-]	Angolo al centro alfa [rad]	Perimetro bagnato P [m]	Area A [mq]	Raggio idraulico R [m]	Larghezza pelo libero b [m]	Portata Q [m ³ /s]	Velocità V [m/s]	Carico cinetico Hc [m]	Carico specifico H [m]	Numero di Froude Fr [-]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.10
0.10	0.10	1.29	0.64	0.04	0.06	0.60	0.03	0.80	0.032	0.132	0.97
0.20	0.20	1.85	0.93	0.11	0.12	0.80	0.14	1.22	0.076	0.276	1.04
0.30	0.30	2.32	1.16	0.20	0.17	0.92	0.31	1.54	0.121	0.421	1.06
0.40	0.40	2.74	1.37	0.29	0.21	0.98	0.53	1.79	0.163	0.563	1.04
0.50	0.50	3.14	1.57	0.39	0.25	1.00	0.78	1.98	0.201	0.701	1.01
0.60	0.60	3.54	1.77	0.49	0.28	0.98	1.05	2.13	0.231	0.831	0.96
0.70	0.70	3.96	1.98	0.59	0.30	0.92	1.30	2.22	0.252	0.952	0.89
0.80	0.80	4.43	2.21	0.67	0.30	0.80	1.52	2.26	0.261	1.061	0.79
0.90	0.90	5.00	2.50	0.74	0.30	0.60	1.66	2.23	0.254	1.154	0.64
1.00	1.00	6.28	3.14	0.79	0.25	0.00	1.56	1.99	0.201	1.201	0.03

GENERAL CONTRACTOR



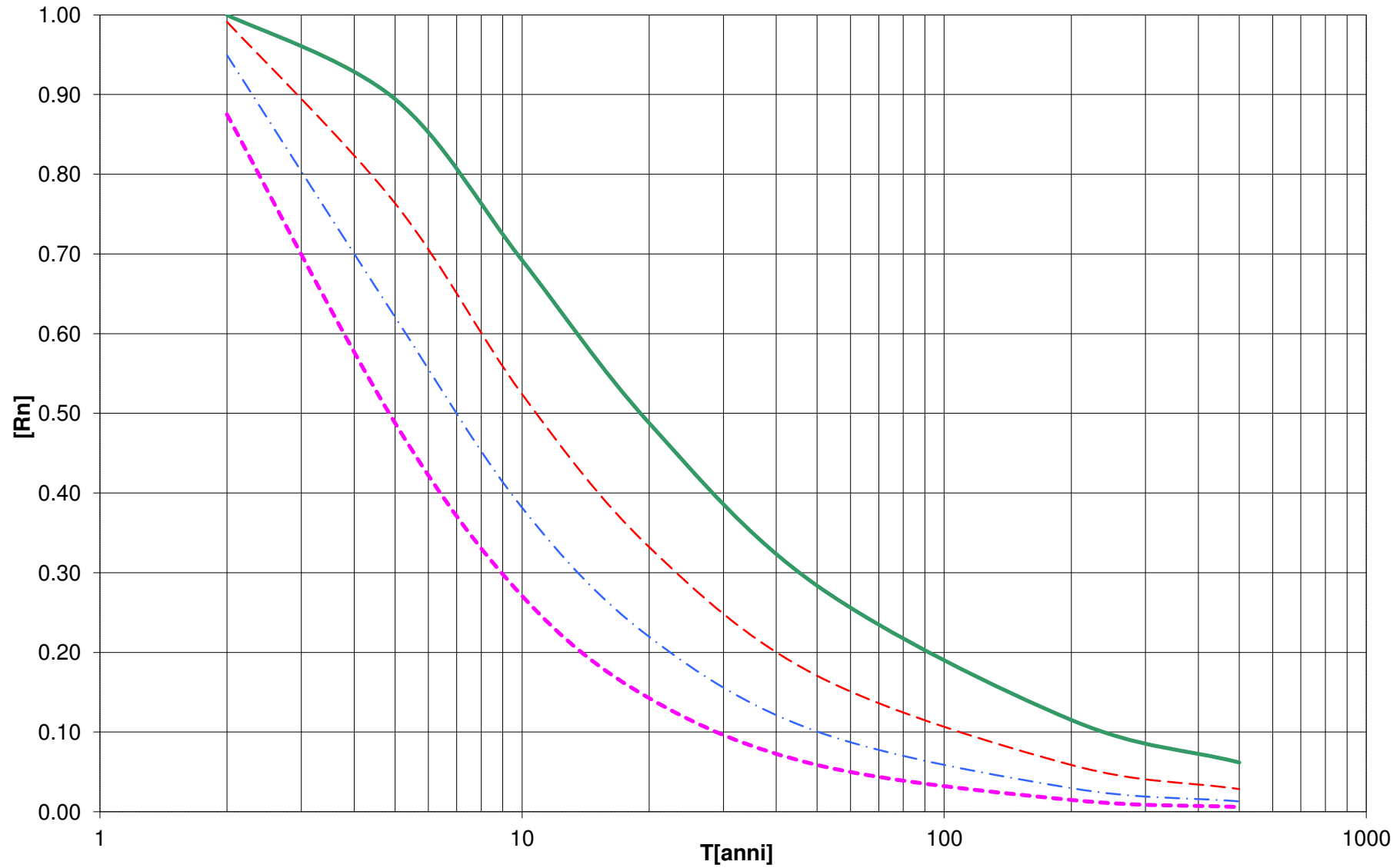
ALTA SORVEGLIANZA



all-ri-001.doc

ALLEGATO A3
RISCHIO IDRAULICO

Curva della pericolosità torrente Verde



Grado di restringimento

--- r = 0

-.- r = 0.1

--- r = 0.2

— r = 0.3