

Regione Piemonte
Provincia di Torino



COMUNE di
PINO TORINESE



**VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA E IDROGEOLOGICA
AI SENSI DELL'ART. 18, COMMA 2, DEL PIANO DI ASSETTO
IDROGEOLOGICO**

Titolo:

Relazione idraulica

Elaborato cartografico del : giugno 2005

Adozione: Delibera C.C.

Approvazione:

**Il responsabile
del procedimento:**

Il Tecnico incaricato: Dott. Geol. Marco Innocenti

Collaboratori: Dott. Geol. Luisella Bonioli



STUDIO ASSOCIATO ■ GEOL. MARCO INNOCENTI GEOL. MICHELANGELO DI GIOIA
10145 TORINO via P. Belli 65 - Telefono e Fax 011/7495917

SOMMARIO

| | |
|---|----------|
| 1.1 Premessa | 2 |
| 1.2 Calcolo delle portate di progetto | 2 |
| 1.3 Il Rio Gola | 4 |
| 1.3.1 Tratto 1 | 4 |
| 1.3.2 Tratto 2 | 5 |
| 1.3.3 Verifica delle portate smaltibili e analisi dei risultati | 7 |
| 1.4 Il Rio di Valle Ceppi | 9 |
| 1.4.1 Verifica delle portate smaltibili e analisi dei risultati | 10 |

TAVOLE FUORI TESTO

- TAV. 1** Rilievo topografico lungo il Rio Gola in Regione Commenda – Planimetrie e sezioni (scala 1:400, 1:200);
- TAV. 2** Rilievo topografico lungo il Rio Valle Ceppi e il Rio Gola nei pressi della confluenza – Planimetrie e sezioni (scala 1: 500, 1:200);

1. STUDIO IDRAULICO

1.1 PREMESSA

Al fine di delimitare le aree inondabili dei Rii Gola e di Valle Ceppi in corrispondenza a specifici tratti di interesse comunale, sono state eseguite alcune verifiche numeriche che hanno consentito altresì di definire con maggior dettaglio le relative perimetrazioni delle aree classificate nella carta di sintesi. Tali studi, come nel seguito descritto, si sono avvalsi di accurati rilievi topografici con il cui ausilio è stato possibile valutare, in corrispondenza delle varie sezioni di deflusso individuate, la capacità di smaltire le portate con assegnati tempi di ritorno.

1.2 CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO

Le portate di progetto dei corsi d'acqua qui esaminati, non fasciati, sono state determinate con riferimento alle indicazioni fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel cosiddetto P.S. 45. I valori sono stati ricavati per diversi tempi medi di ritorno.

Le precipitazioni di assegnato tempo di ritorno, utilizzate per il calcolo delle portate di progetto, sono state ricavate dall'elaborazione:

- dei dati forniti dall'Autorità di Bacino (Sottoprogetto SP-1) per la zona pluviometrica 15 ;
- dei dati desunti dall'Allegato 1 "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica" del P.A.I. (Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, n. 18/2001) degli "Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico", relativamente alle stazioni di Moncalieri (loc. Bauducchi) e Pino Tse (osservatorio).

Il risultato è esprimibile nella consueta forma esponenziale:

$$h_p = a \cdot t^n$$

Il tempo di ritorno, che costituisce un importante dato progettuale, correlato direttamente alla frequenza statistica di non superamento dell'evento, è stato posto pari a 20, 100, 200 e 500 anni.

I parametri delle equazioni utilizzate sono riportate nella sottostante tabella:

Tabella 1.2.1.

| Tr | PAI (area 15) | | Staz. Pino Tse | |
|-----|---------------|------|----------------|-------|
| | a | n | a | n |
| 20 | 98.6 | 0.26 | 40.32 | 0.256 |
| 100 | 124.7 | 0.24 | 50.99 | 0.250 |
| 200 | 136.0 | 0.23 | 55.63 | 0.249 |
| 500 | 150.8 | 0.22 | 61.72 | 0.247 |

La portata di progetto è stata calcolata con il cosiddetto "metodo razionale", che esprime la portata al colmo in funzione dell'intensità di precipitazione con durata pari al tempo di corrivazione, dell'area del bacino e di un coefficiente di deflusso. La formula viene così espressa:

$$Q = \frac{1}{3.6} C \frac{h_{T,Tc}}{Tc} S$$

in cui i simboli rappresentano rispettivamente:

| | | |
|-------------------|---|---------------------|
| Q | portata | (m ³ /s) |
| C | coefficiente di deflusso | - |
| h _{T,Tc} | altezza di precipitazione con tempo di ritorno T in anni e durata Tc in ore | (mm) |
| Tc | tempo di corrivazione del bacino | (ore) |
| S | area del bacino | (km ²) |

In tale formula il coefficiente di trasferimento afflussi-deflussi C rappresenta probabilmente il più empirico dei parametri necessari per l'utilizzo del metodo.

A proposito del citato coefficiente l'Allegato 1 della Direttiva dell'Autorità di Bacino del F. Po già richiamata, riporta n. 2 tabelle di riferimento, la prima delle quali, qui sotto trascritta, è raccomandata dall' *American Society of Civil Engineers* e dalla *Pollution Control Federation* e attiene prevalentemente ai bacini urbani.

Tabella 1.2.2.

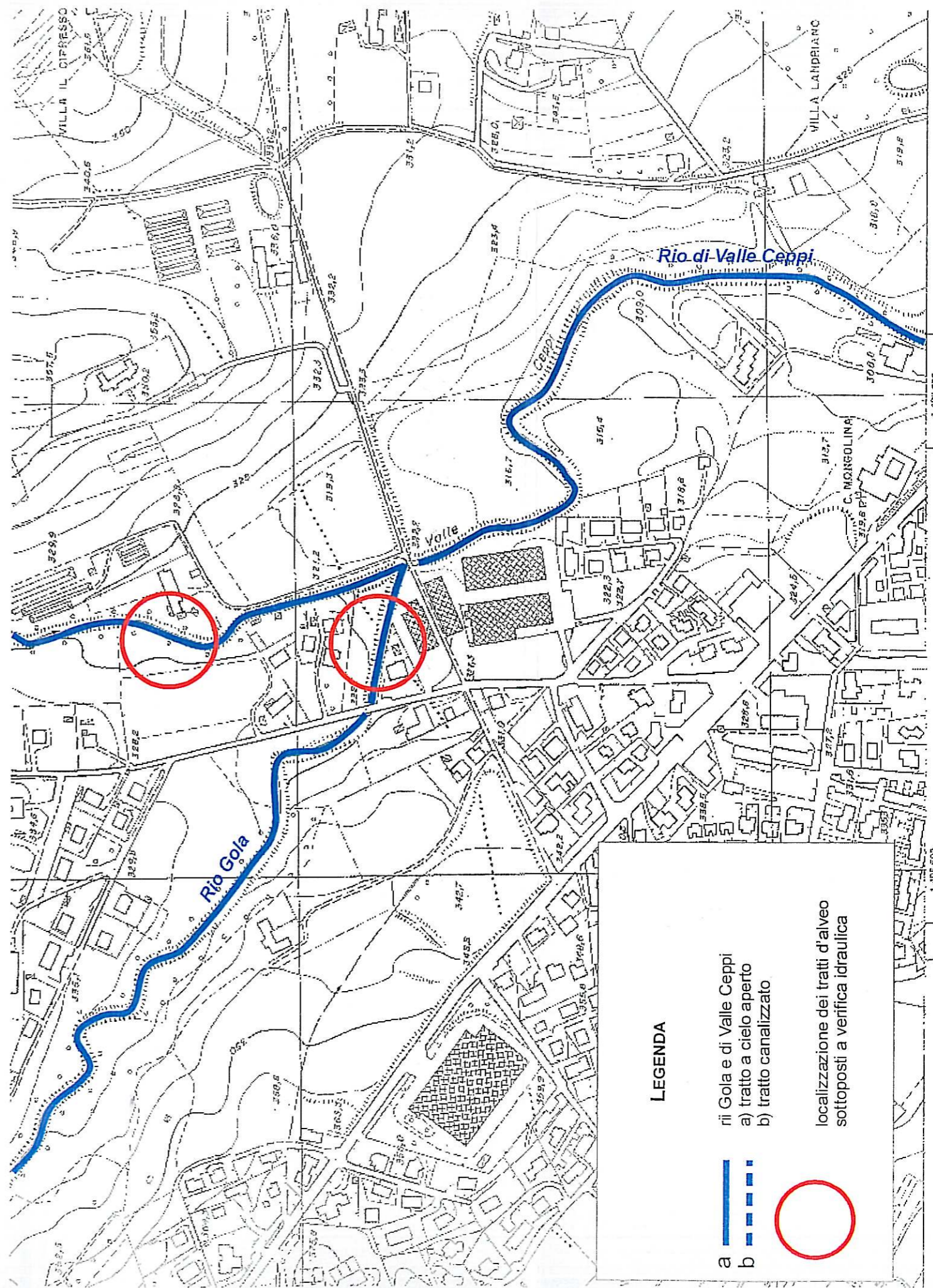
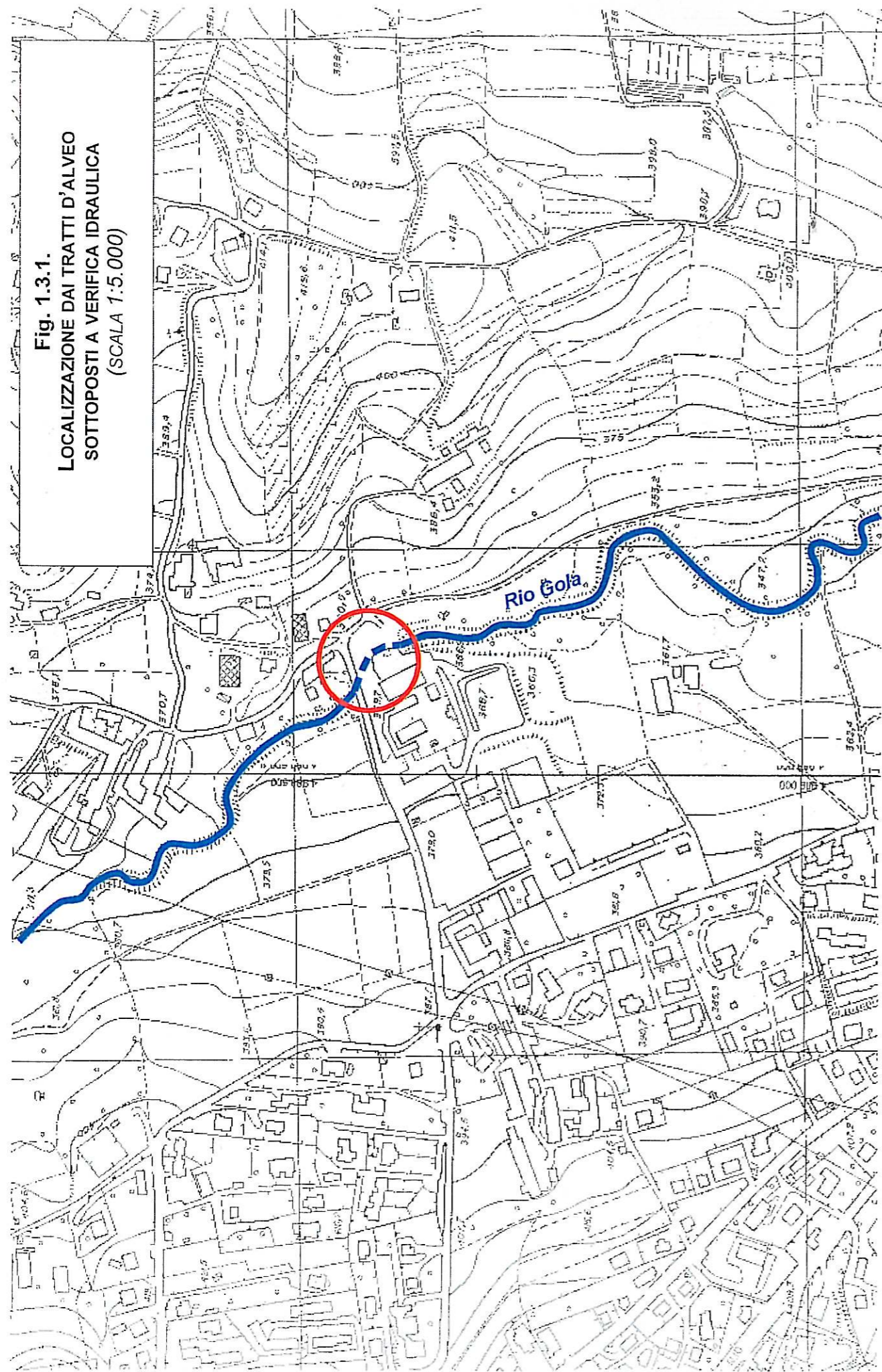
| caratteristiche del bacino | C |
|---|-----------|
| superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte ecc) | 0.70÷0.95 |
| suoli sabbiosi a debole pendenza (2%) | 0.05÷0.10 |
| suoli sabbiosi a pendenza media (2÷7%) | 0.10÷0.15 |
| suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%) | 0.15÷0.20 |
| suoli argillosi a debole pendenza (2%) | 0.13÷0.17 |
| suoli argillosi a pendenza media (2÷7%) | 0.18÷0.22 |
| suoli argillosi a pendenza elevata (7%) | 0.25÷0.35 |

La seconda tabella è elaborata da Ven Te Chow (1964) e raccomandata da *Handbook of Applied Hydrology*

Tabella 1.2.3.

| Tipo di suolo | C | |
|---|---------------|-------|
| | uso del suolo | |
| | coltivato | bosco |
| suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso | 0.20 | 0.10 |
| suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili | 0.40 | 0.30 |

Fig. 1.3.1.
LOCALIZZAZIONE DEI TRATTI D'ALVEO
SOTTOPOSTI A VERIFICA IDRAULICA
(SCALA 1:5.000)



| | | |
|---|------|------|
| suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile | 0.50 | 0.40 |
|---|------|------|

1.3 IL RIO GOLA

Per quanto concerne la geologia e morfologia del bacino del Rio Gola si rimanda ai paragrafi dedicati della relazione geologica nonché agli studi puntuali eseguiti per conto del Comune su tale corso d'acqua; la delimitazione del bacino imbrifero è riportata invece nella **Tav. 4 (Carta dell'idrografia)**.

I tratti del corso d'acqua analizzati nel presente studio sono quelli che, sulla base della presenza di punti critici (restringimenti e intubamenti) e di aree antropizzate limitrofe, possono ragionevolmente essere definiti come i più vulnerabili. La loro ubicazione è la seguente (**Fig. 1.3.1.**):

- (**tratto 1**) localizzato nei pressi dell'incrocio tra V. Valle Gola e Viale Miglioretti (Regione Commenda), in corrispondenza di un impianto sportivo comunale per attività natatorie;
- (**tratto 2**) localizzato a E di via dell'Olmo, quasi alla confluenza tra Rio Gola e Rio di Valle Ceppi.

1.3.1 TRATTO 1

Per quanto concerne il tratto 1, considerando la sezione di chiusura in corrispondenza del ponte di Viale Miglioretti, la determinazione del T_c e quindi anche di Q_{max} è stata effettuata con riferimento ai seguenti parametri morfometrici:

| | |
|--|--|
| superficie bacino: | 3.0 km² |
| lunghezza asta principale | 2.6 km |
| quota massima del bacino | 570 m (da CTP alla scala 1:5.000) |
| quota sezione di chiusura | 360 m (da CTP alla scala 1:5.000) |
| quota media: | 437 m |
| pendenza media dell'asta principale | 0.06 |

Il tempo di corrivazione (T_c) definito coi metodi di Giandotti e Ventura è risultato, alla sezione di chiusura stabilita, rispettivamente pari a **1.55h** e **0.90h**; il valore assunto nei calcoli è derivato dalla media dei valori sopra riportati, pari cioè a **1.22h**.

Il coefficiente di deflusso (C) è stato calcolato col metodo della media ponderata utilizzando i valori riportati in tabella 1.2.2 per le superfici impermeabili (0.80 per 0.385 km² di estensione) e per i suoli argillosi a pendenza elevata (0.35 per 2.915 km² di estensione); il valore ottenuto è risultato pari 0.44, arrotondato a **0.45**. Tuttavia, poiché tale tabella fa riferimento a pendenze del 7%, certamente inferiori rispetto alla pendenza media dei versanti dell'area indagata, si è preferito utilizzare cautelativamente il valore di **0.6**, riportato anche nella relazione idraulica a cura dall'Ing. M. Quaglia ($T_c = 1.0h$, $C = 0.60$), redatta in occasione del progetto per la copertura e la rettifica dell'alveo del Rio Miglioretti nel tratto corrispondente appunto agli impianti sportivi di Regione Commenda (2002).

Per quanto concerne la determinazione delle portate di progetto (Q_p), sono stati considerati i dati relativi all'area omogenea 15 del PAI e alla stazione di Pino Tse; la sottostante tabella riassuntiva riporta i valori determinati alla sezione di chiusura:

Tabella 1.3.1.1

| Tr (anni) | PAI (area omogenea 15) | Stazione di Pino Tse (Osservatorio) |
|--------------|-------------------------|--|
| | Q _{max} (mc/s) | |
| 20 | 18.6 | 17.4 |
| 100 | 25.0 | 22.0 |
| 200 | 28.1 | 24.0 |
| 500 | 32.1 | 26.6 |

Il valore di Q_p assunto nel calcolo idraulico ($Tr=200$ anni) è pari a **$Q_p = 28.1$ mc/s** corrispondente alla portata ottenuta utilizzando i dati pluviometrici desunti dal P.A.I. e i valori di input sopra riportati ($T_c = 1.22h$, $C = 0.6$).

Per il coefficiente di scabrezza si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di *Open Channel Hydraulics, Ven Te Chow, McGraw Hill International Editions*, utilizzando cautelativamente, per i tratti d'alveo naturali, il coefficiente di scabrezza di Strickler per i corsi d'acqua minori fortemente irregolari, pari a **25** (corrispondente a **0.04** secondo Manning) per il tratto a monte del primo ponte, pari a **20** (corrispondente a **0.05** secondo Manning) per l'ultimo tratto più vegetato, a valle dell'ultima canalizzazione.

1.3.2 TRATTO 2

Il secondo tratto considerato (tratto 2) è caratterizzato dalla sezione di chiusura posta in corrispondenza del ponte di Via dell'Olmo. I parametri morfometrici del bacino sotteso inseriti nel calcolo per la determinazione del T_c e quindi anche di Q_{max} sono i seguenti:

| | |
|--|--|
| superficie bacino: | 4.2 km² |
| lunghezza asta principale | 4.7 km |
| quota massima del bacino | 570 m (da CTP alla scala 1:5.000) |
| quota sezione di chiusura | 321 m (da CTP alla scala 1:5.000) |
| quota media: | 417 m |
| pendenza media dell'asta principale | 0.05 |

Il tempo di corrivazione (T_c), calcolato coi metodi di Giandotti e Ventura, è risultato, alla sezione di chiusura stabilita, rispettivamente di **1.95h** e **1.16h**;

nei calcoli è stato assunto un valore derivato dalla media di tali valori, cioè **1.55h**.

Il coefficiente di deflusso (**C**) è stato calcolato col metodo della media ponderata, utilizzando i valori riportati in tabella 1.2.2 per le superfici impermeabili (0.80 per 0.885 km² di estensione) e per i suoli argillosi a pendenza elevata (0.35 per 3.315 km² di estensione); il valore ottenuto è risultato pari a 0.45. Anche in questo caso però, in considerazione della maggiore pendenza media dei versanti dell'area indagata rispetto a quelle cui fanno riferimento i dati della tab. 1.2.2., si è preferito adottare cautelativamente il valore di **0.6**.

Per quanto concerne la determinazione delle portate di progetto (**Qp**), si è proceduto con il medesimo criterio più sopra illustrato, ovvero considerando i dati relativi all'area omogenea 15 del PAI e alla stazione di Pino Tse.

I valori determinati alla sezione di chiusura data sono riportati nella sottostante tabella:

Tabella 1.3.2.1

| Tr (anni) | PAI (area omogenea 15) | Stazione di Pino Tse (Osservatorio) |
|----------------------|-------------------------------|--|
| | Qmax (mc/s) | |
| 20 | 21.8 | 20.4 |
| 100 | 29.2 | 25.7 |
| 200 | 32.7 | 28.0 |
| 500 | 37.3 | 31.1 |

Il valore di **Qp** assunto nel calcolo idraulico (**Tr=200** anni) è pari a **Qp = 32.7 mc/s** e corrisponde alla portata ottenuta utilizzando i dati pluviometrici desunti dal P.A.I. e i valori di input sopra riportati (**Tc = 1.55h, C = 0.60**).

E' opportuno specificare che, trattandosi di un tratto fluviale parzialmente artificiale, caratterizzato cioè da un fondo regolare, da una sponda sinistra vegetata e una destra rappresentata da un muro in cls, la valutazione del coefficiente di scabrezza (sempre facendo riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di *Open Channel Hydraulics, Ven Te Chow, McGraw Hill International Editions*) è stata fatta operando la media tra il coefficiente di scabrezza di Strickler per i corsi d'acqua minori con alvei fortemente irregolari, pari a **25** (corrispondente a **0.04** secondo Manning) e i canali a pareti in cemento, pari a **60** (corrispondente a **0.018** secondo Manning); il valore di scabrezza ottenuto è risultato pertanto pari a **0.029**.

1.3.3 VERIFICA DELLE PORTATE SMALTIBILI E ANALISI DEI RISULTATI

Per il compimento dello studio idraulico sono stati eseguiti (a cura dello Studio SKEMA Services Key Maker) dettagliati rilievi plano-altimetrici dei tratti di alveo oggetto di indagine, i cui esiti sono riportati nelle **Tavv. 1 e 2** fuori testo.

Per quanto concerne il **tratto 1**, le verifiche idrauliche in corrispondenza di ogni sezione sono state eseguite impiegando il software di modellazione per le analisi fluviali elaborato dall'*Hydrologic Engineering Center* e denominato HEC-RAS (*U.S. Army Corps of Engineers River Analysis System*), nella versione più aggiornata 3.1.2. Tale programma consente di calcolare il profilo idraulico di moto stazionario, in alveo non prismatico a fondo fisso, per una qualsiasi rete idrografica a pelo libero, nell'ipotesi di flusso omogeneo e monodimensionale.

L'algoritmo di calcolo è basato sulla soluzione dell'equazione di bilancio energetico tra sezioni contigue. Le perdite di carico sono valutate in base alla scabrezza (*coefficiente di Manning*) e ad un fattore di contrazione ed espansione che tiene conto della variazione della sezione di deflusso.

Gli effetti localizzati che determinano rapide variazioni del profilo idraulico come ponti, confluenze, intubamenti etc., sono simulati mediante l'applicazione dell'equazione di conservazione della quantità di moto.

Le condizioni ipotizzate per l'elaborazione dei calcoli sono state le seguenti:

- n. 11 sezioni;
- regime di flusso subcritico;
- portata di riferimento utilizzata nel calcolo pari a **28.0 mc/s** , come riportato nel paragrafo 1.3.1.;
- condizioni al contorno pari alla pendenza motrice (come da rilievo topografico), assimilabile a quella media dell'alveo nel tratto di valle (in assenza di dati relativi alle portate e alle altezze idrometriche raggiunte dal Rio Gola durante i maggiori eventi di piena);
- n. 3 tombinature a partire da Viale Miglioretti, assimilate " *pipe culvert*" a fondo però naturale (ipotesi di "*highest energy grade*"); poiché il software dimensiona automaticamente la larghezza della tombinatura, data l'altezza e la tipologia, si è cercato di conferire alla medesima una forma e una superficie il più possibile aderente all'opera esistente; ove ciò non è risultato attuabile, si è optato cautelativamente per il mantenimento della forma a scapito di una riduzione della larghezza e quindi dell'area del "*culvert*"; si è inoltre ipotizzata la presenza di un'altezza di 0.4 m dal fondo alveo a flusso interdetto (*blocked*) al fine di simulare la presenza di ostacoli all'interno della sezione, dovuti alla presenza di depositi in alveo.
- scabrezza (espressa in termini di *n* di Manning) variabile orizzontalmente attraverso la sezione trasversale, valutata in 0.04 e 0.05 (alveo attivo e

sponde interessate da vegetazione), 0.016 (sponde con muri in cemento) e 0.024-0.04 (tratto canalizzato con rivestimento in metallo corrugato e alveo naturale).

I risultati delle simulazioni idrauliche sono visibili nell'**Allegato 1**. I citati elaborati evidenziano come, nonostante l'occlusione totale delle luci dei culvert, gli interventi realizzati siano compatibili anche con portate di progetto con $Tr = 200$ anni; non si osservano infatti tracimazioni per rigurgito nelle sezioni a monte o comprese tra i vari tratti a cielo aperto della canalizzazione. Inoltre, nonostante non sia rispettato il franco di 1 m tra la quota idrometrica e l'intradosso del manufatto, franco fissato dai criteri di compatibilità idraulica solo per i ponti e non per i culvert, si sottolinea come tale assunto sia valido genericamente per portate con Tr non inferiori ai 100 anni. Nel caso in esame, in cui il calcolo idraulico è stato effettuato utilizzando valori di portate con $Tr=200$ anni, è sufficiente dimostrare come le condizioni ipotizzate non aggravino il rischio idraulico nelle aree circostanti.

Si ribadisce inoltre come i parametri utilizzati nella verifica siano estremamente cautelativi, in relazione sia alla portata di piena, calcolata con un coefficiente di deflusso molto elevato, sia alle dimensioni della sezione dell'opera, ridotta per questioni grafiche rispetto a quella reale, sia alla presenza di parziali ostruzioni nel tratto di valle le quali, relativamente al tipo di flusso ipotizzato (subcritico), influenzano in modo determinante la modellizzazione idraulica. E' tuttavia necessario, da parte dell'Amministrazione Comunale, programmare interventi periodici di manutenzione dell'opera e del corso d'acqua in corrispondenza alla medesima, al fine di garantire la massima capacità di deflusso, rimuovendo le eventuali parziali occlusioni, rappresentate dalla vegetazione o dai depositi di terreno a seguito di eventi di trasporto solido.

Per ciò che attiene al **tratto 2** la verifica idraulica lungo il tratto più critico individuato nel settore di pianura del corso d'acqua è stata invece eseguita ponendo la condizione di flusso uniforme e utilizzando la formula di Chézy, che fornisce il valore di velocità della corrente v in funzione della natura dell'alveo (coefficiente di scabrezza n), della sua pendenza i e della geometria della sezione (raggio idraulico R) :

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Le condizioni ipotizzate per l'elaborazione dei calcoli sono state le seguenti:

- n. 1 sezione;
- portata di riferimento pari a **32.7 mc/s**, come riportato nel paragrafo 1.3.2.;
- scabrezza (espressa in termini di n di Manning) pari a 0.029, come riportato nel paragrafo 1.3.2.
- pendenza dell'alveo pari a 0.015, come da rilievo topografico

La portata smaltibile da tale sezione è risultata pari a **49.1 mc/s**, decisamente superiore rispetto a quella sopra riportata e calcolata per $T_r = 200$ anni.

1.4 IL RIO DI VALLE CEPPI

Relativamente alla geologia e morfologia del bacino del Rio di Valle Ceppi si rimanda ai paragrafi dedicati nella relazione geologica; anche in questo caso per la delimitazione del bacino imbrifero si rimanda alla **Tav. 4** della cartografia geologica della variante di P.R.G.C. in itinere (**Carta dell'idrografia**).

Il tratto del Rio di Valle Ceppi analizzato è quello che, sulla base della localizzazione topografica, dell'entità dell'incisione del corso d'acqua nel contesto del fondovalle alluvionale e della presenza nelle vicinanze di aree antropizzate, è stato ritenuto maggiormente vulnerabile nei confronti di una dinamica esondativa. E' parso quindi che tali elementi caratterizzassero il tratto localizzato circa 250 m a monte della confluenza col Rio Gola (v.si **Fig. 1.3.1.**)

I parametri morfometrici inseriti nel calcolo per la determinazione del T_c e quindi anche di Q_{max} sono i seguenti:

| | |
|--|--|
| superficie bacino: | 5.2 km² |
| lunghezza asta principale | 5.3 km |
| quota massima del bacino | 655 m (da CTP alla scala 1:5.000) |
| quota sezione di chiusura | 321 m (da CTP alla scala 1:5.000) |
| quota media: | 455 m |
| pendenza media dell'asta principale | 0.06 |

Il tempo di corrivazione (**T_c**), calcolato coi metodi di Giandotti e Ventura, è risultato alla sezione di chiusura stabilita rispettivamente di **1.84h** e **1.18h**; nei calcoli è stata assunta la media di tali valori, pari a **1.51h**.

Il coefficiente di deflusso (**C**) è stato calcolato col metodo della media ponderata utilizzando i valori riportati in tabella 1.2.2 per le superfici impermeabili (0.80 per 0.40 km² di estensione) e per i suoli argillosi a pendenza elevata (0.35 per 4.80 km² di estensione), ottenendone un valore di 0.38; per le motivazioni già espresse nei paragrafi precedenti, è stato però assunto un valore pari a **0.6**.

Per quanto concerne la determinazione delle portate di progetto (Q_p), sono stati considerati i dati relativi all'area omogenea 15 del PAI e alla stazione di Pino Tse; la sottostante tabella riassuntiva riporta i valori determinati alla sezione di chiusura:

Tabella 1.4.1.

| | | |
|--|-------------------------------|--|
| | PAI (area omogenea 15) | Stazione di Pino Tse (Osservatorio) |
|--|-------------------------------|--|

| Tr (anni) | Q _{max} (mc/s) | |
|--------------|-------------------------|------|
| 20 | 27.6 | 25.7 |
| 100 | 36.9 | 32.4 |
| 200 | 41.3 | 35.4 |
| 500 | 47.1 | 39.2 |

Il valore di **Q_p** assunto nel calcolo idraulico (Tr=200 anni) è **41.3 mc/s** , che corrisponde alla portata ottenuta utilizzando i dati pluviometrici desunti dal P.A.I. e i valori di input sopra riportati (T_c = 1.22h, C = 0.45).

Per il coefficiente di scabrezza si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di *Open Channel Hydraulics, Ven Te Chow, McGraw Hill International Editions*, utilizzando cautelativamente il coefficiente di scabrezza di Strickler per i corsi d'acqua minori fortemente irregolari, pari a **20** (corrispondente a **0.05** secondo Manning).

1.4.1 VERIFICA DELLE PORTATE SMALTIBILI E ANALISI DEI RISULTATI

I dettagliati rilievi plano-altimetrici eseguiti dallo Studio SKEMA Services Key Maker sono stati estesi anche a questo tratto di alveo (v.si **Tav. 2** fuori testo).

Anche in questo caso, le verifiche idrauliche in corrispondenza di ogni sezione sono state eseguite impiegando il software di modellazione per le analisi fluviali HEC-RAS nella versione più aggiornata 3.1.2.

Le condizioni ipotizzate per l'elaborazione dei calcoli sono state le seguenti:

- n. 2 sezioni;
- regime di flusso subcritico;
- portata di riferimento utilizzata nel calcolo pari a **41.0 mc/s**, come riportato nel paragrafo 1.4.;
- condizioni al contorno pari alla pendenza motrice (come da rilievo topografico), assimilabile a quella media dell'alveo nel tratto di valle (in assenza di dati relativi alle portate e alle altezze idrometriche raggiunte dal Rio di Valle Ceppi durante i maggiori eventi di piena);
- scabrezza (espressa in termini di **n** di Manning) considerata cautelativamente pari a 0.05 sia per l'alveo sia per le sponde (alveo attivo e sponde interessate da vegetazione).

I risultati delle simulazioni idrauliche, riportate nell'**Allegato 1**, evidenziano come la sezione 2 sia in grado di contenere portate con Tr = 200 anni, mentre la sezione 1 mostra, per circa 12÷13 m in sponda sinistra, una centimetrica lama d'acqua di esondazione (max 5 cm); ciò concorda con quanto è stato riferito allo scrivente dagli abitanti del luogo, i quali affermano che, durante l'alluvione del 1994, a cui è stato attribuito un Tr pari a circa 200 anni, nonostante la piena sia stata effettivamente contenuta nella sezione, le acque abbiano raggiunto il limite massimo della sopraccitata

sponda e un minimo incremento di portata avrebbe sicuramente causato una seppur minima tracimazione. Si tratta comunque di una lama d'acqua di minima entità, compatibile con una pericolosità moderata secondo i criteri fissati dalla Circ. P.G.R. 7/LAP.

Torino, luglio 2005

Geol. Marco INNOCENTI
N° 63 Ordine Geologi del Piemonte

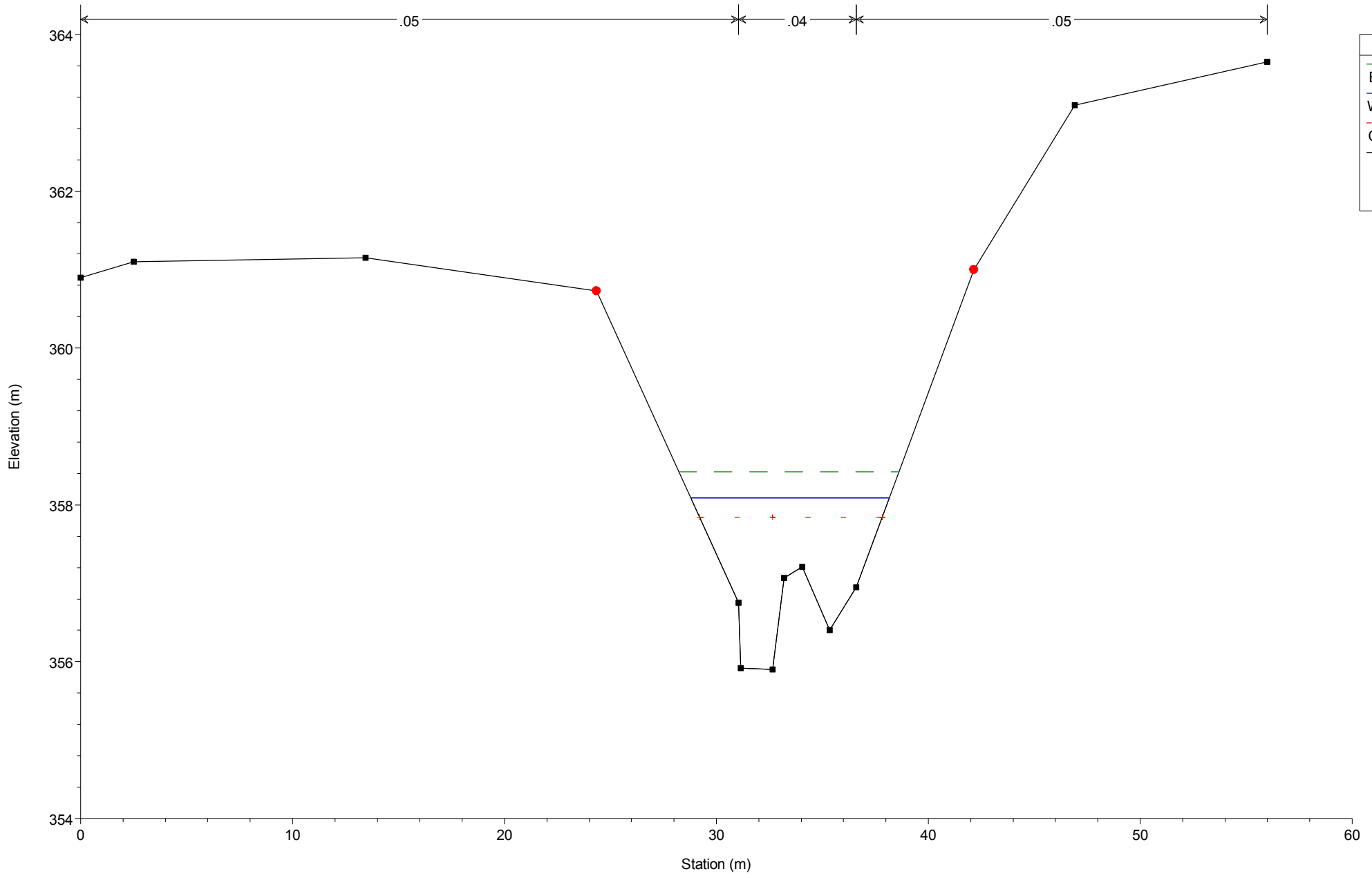
Geol. Luisella BONIOLI
N° 261 Ordine Geologi del Piemonte

Allegato 1

**Sezioni analizzate e tabelle riassuntive
dei risultati del calcolo idraulico**

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

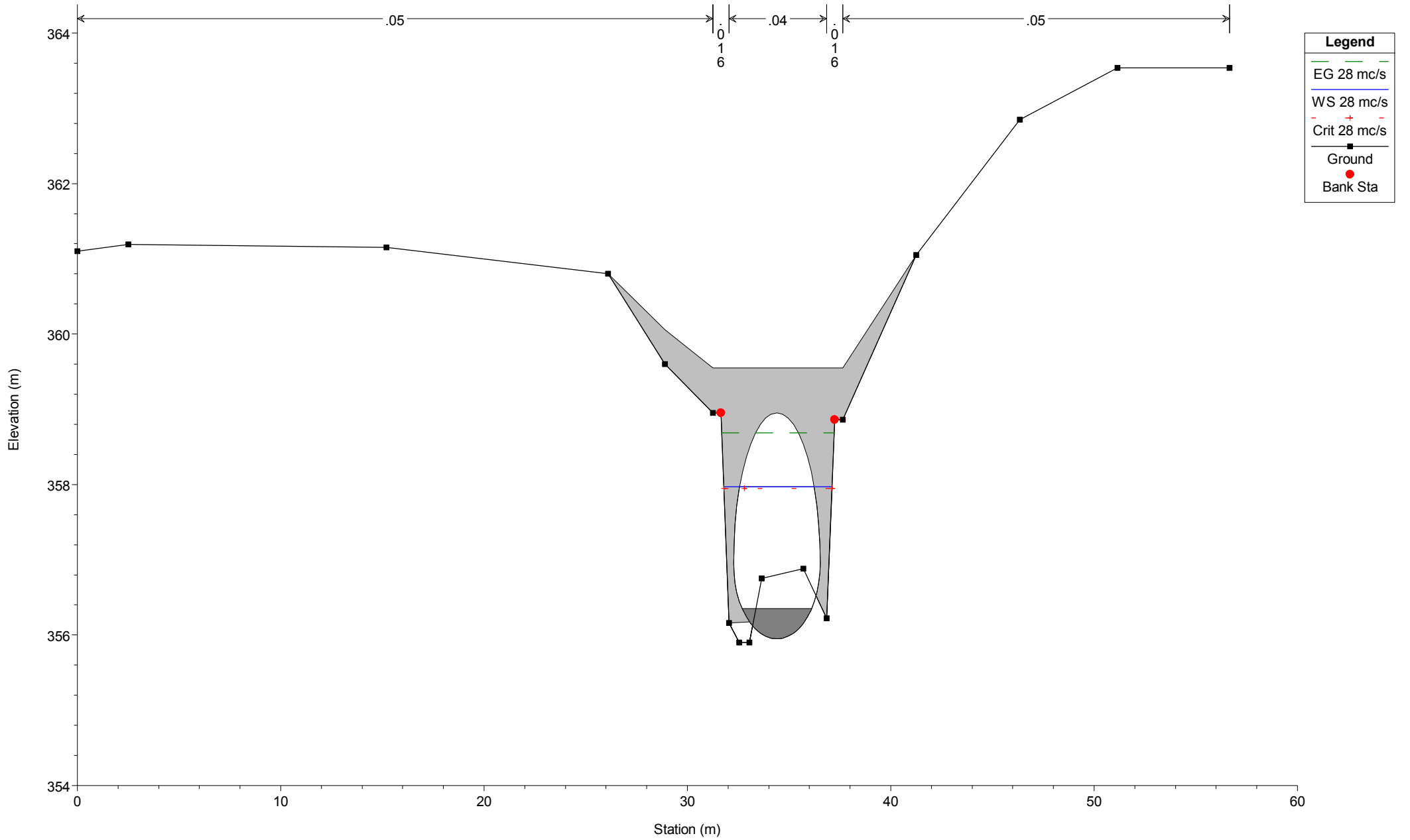
sezione 1



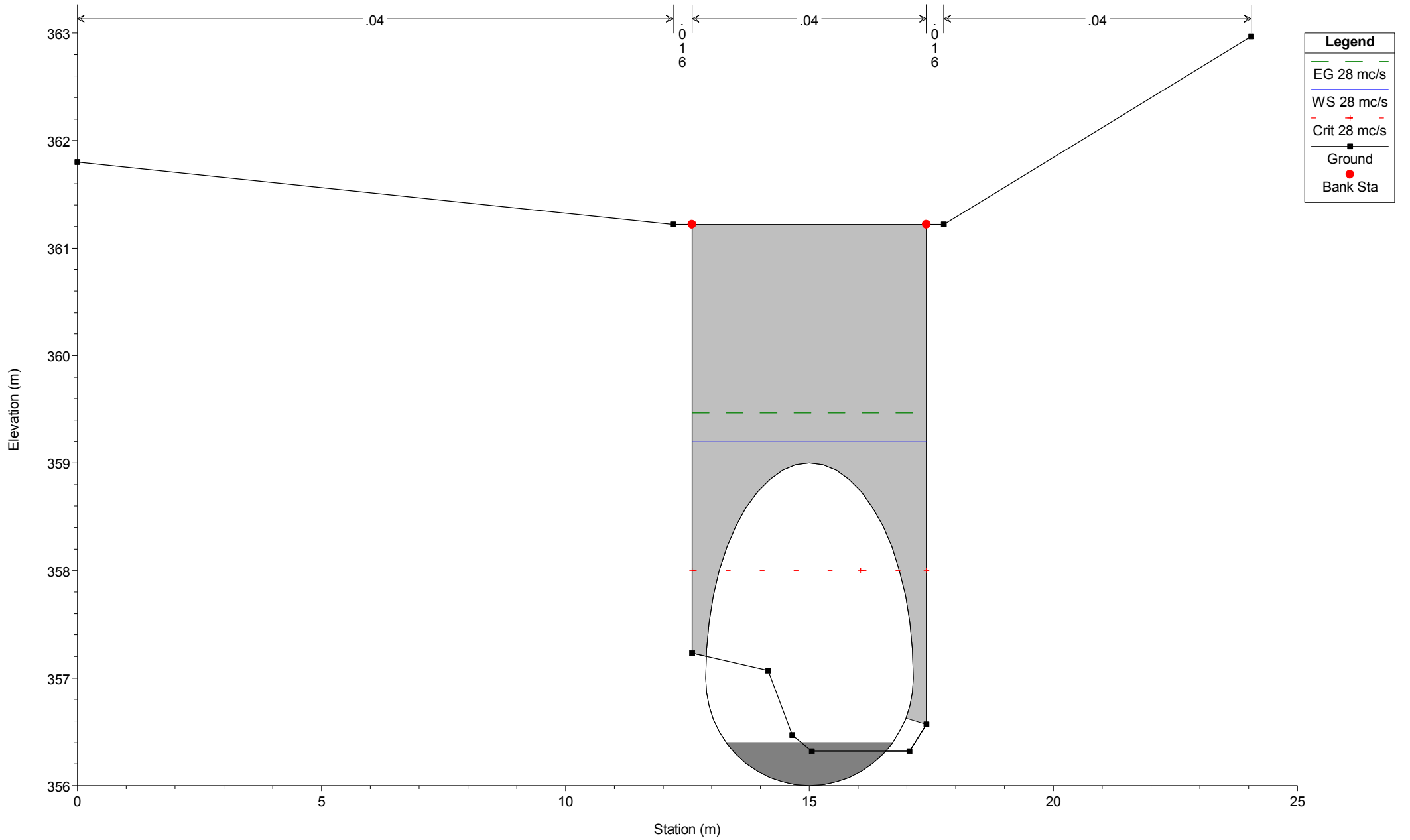
Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005



Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

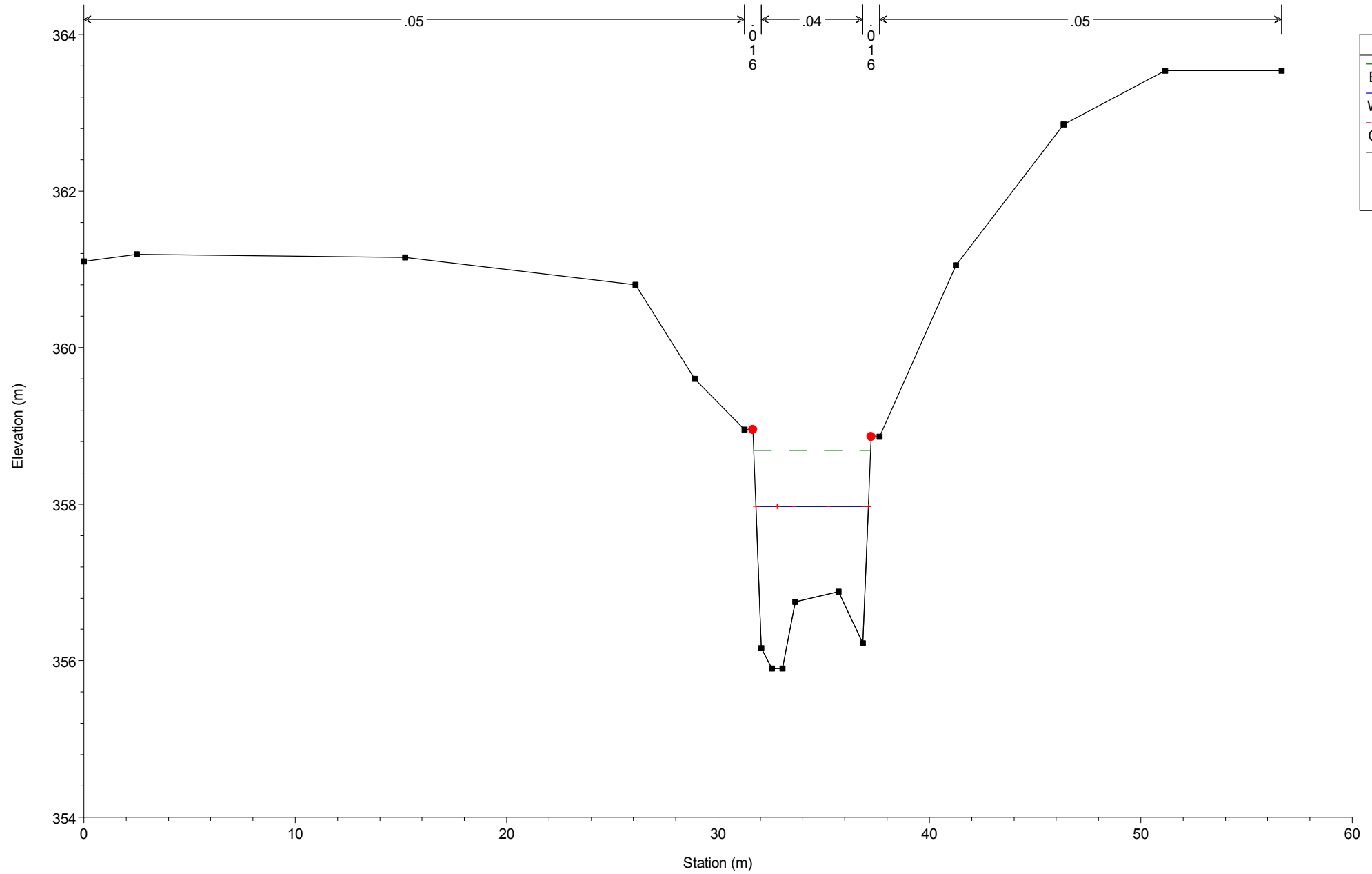


Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

sezione 2

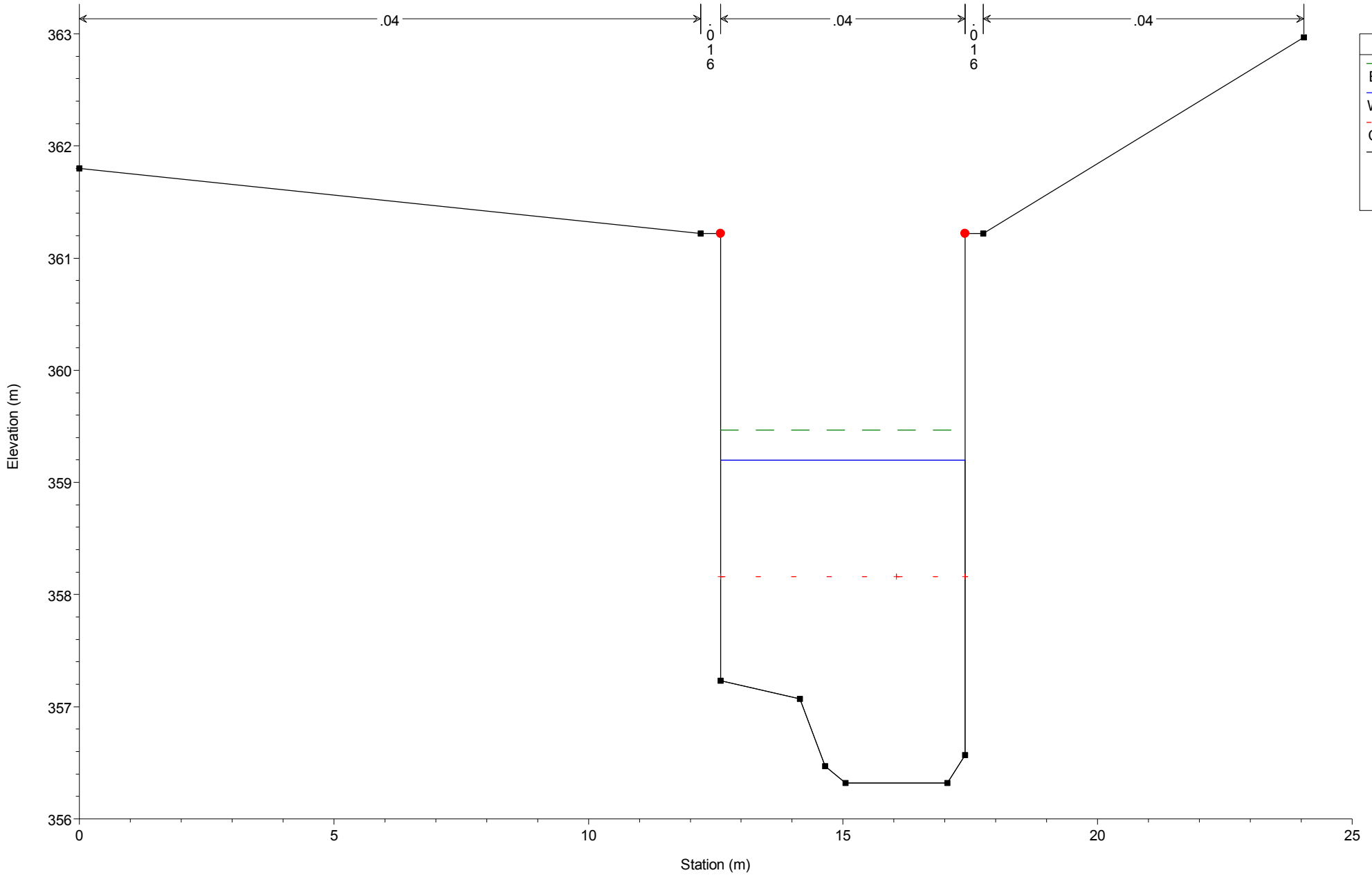


Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

sezione 3

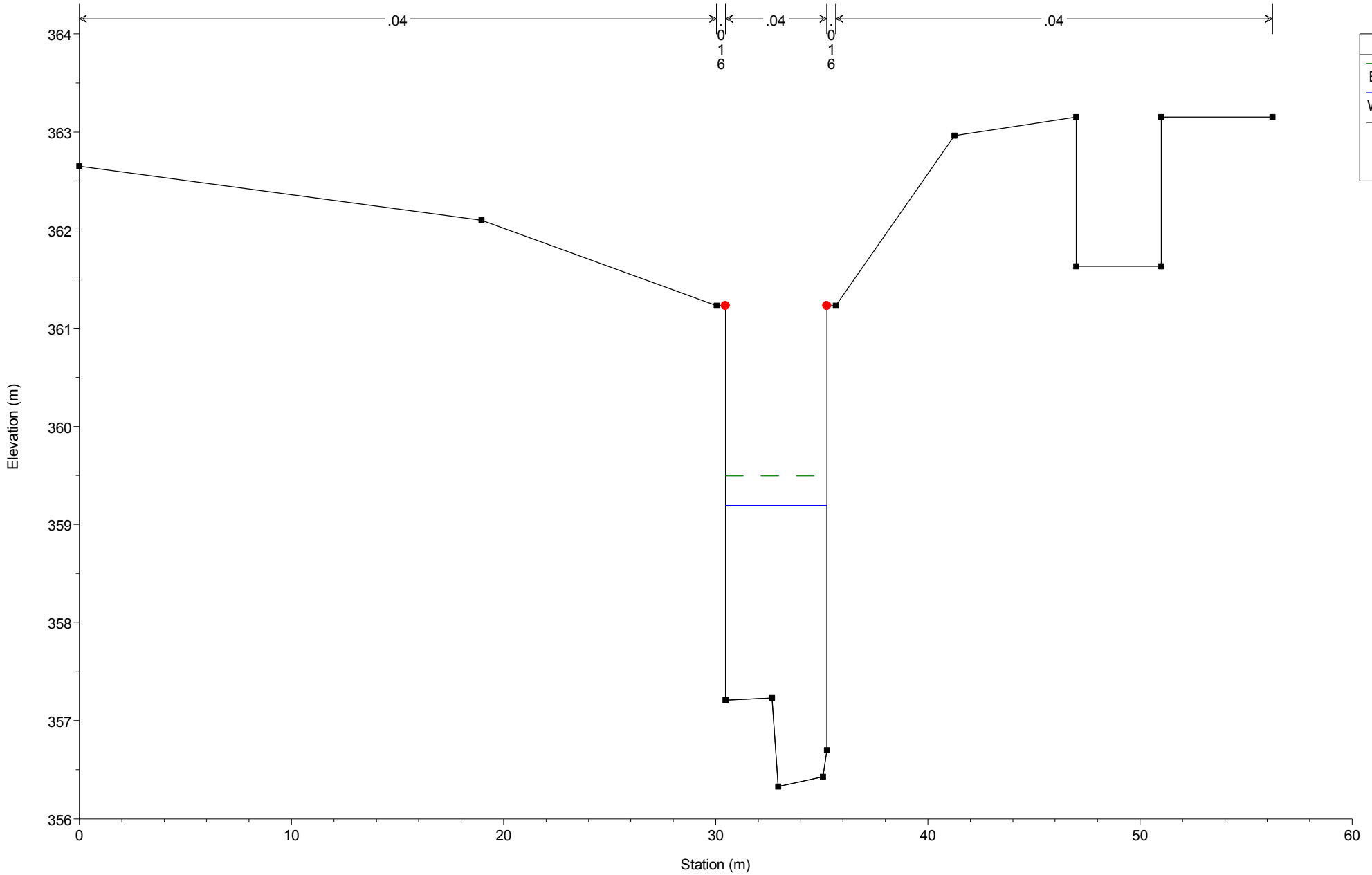


Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

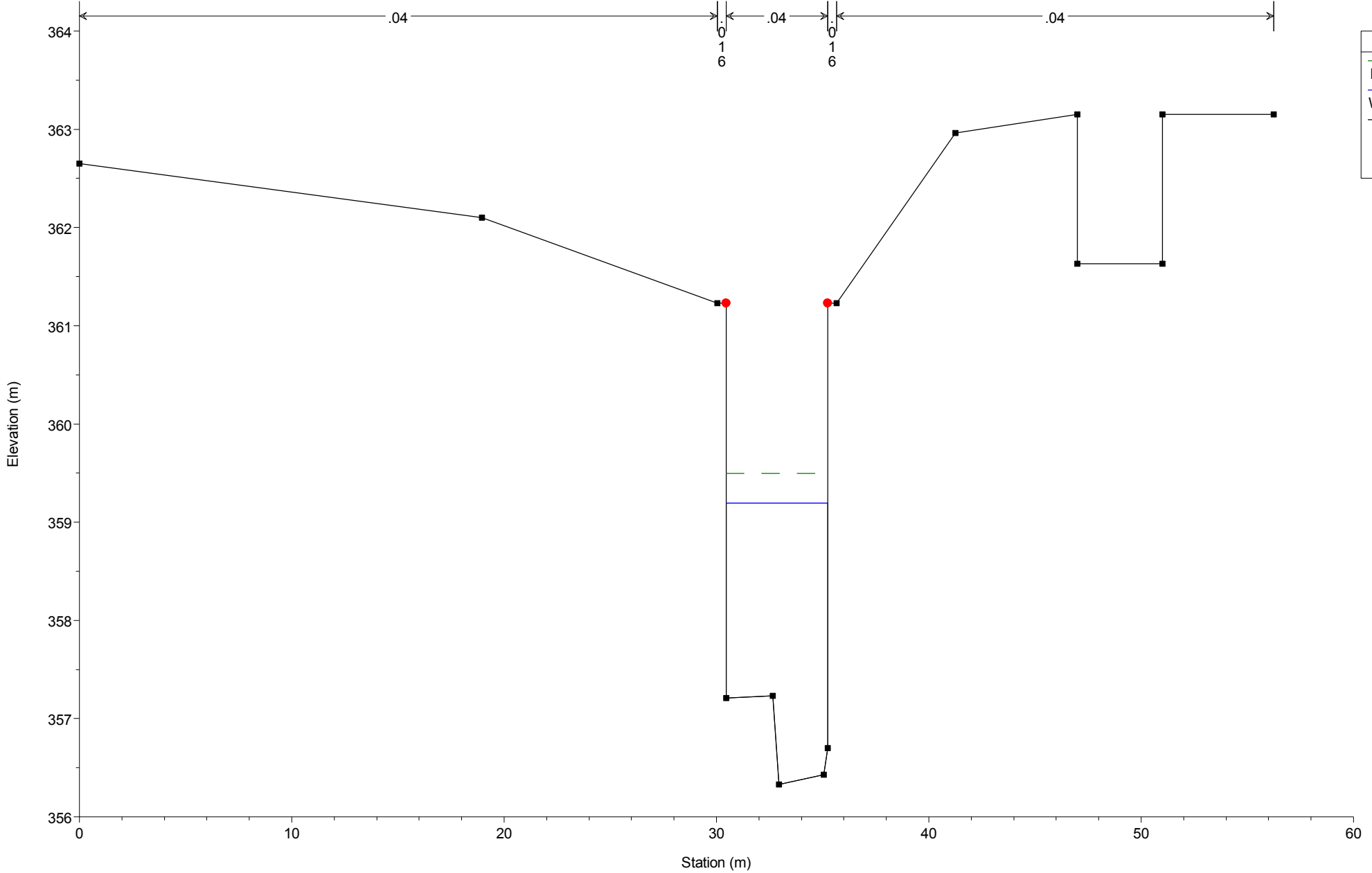
Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

sezione 4.1

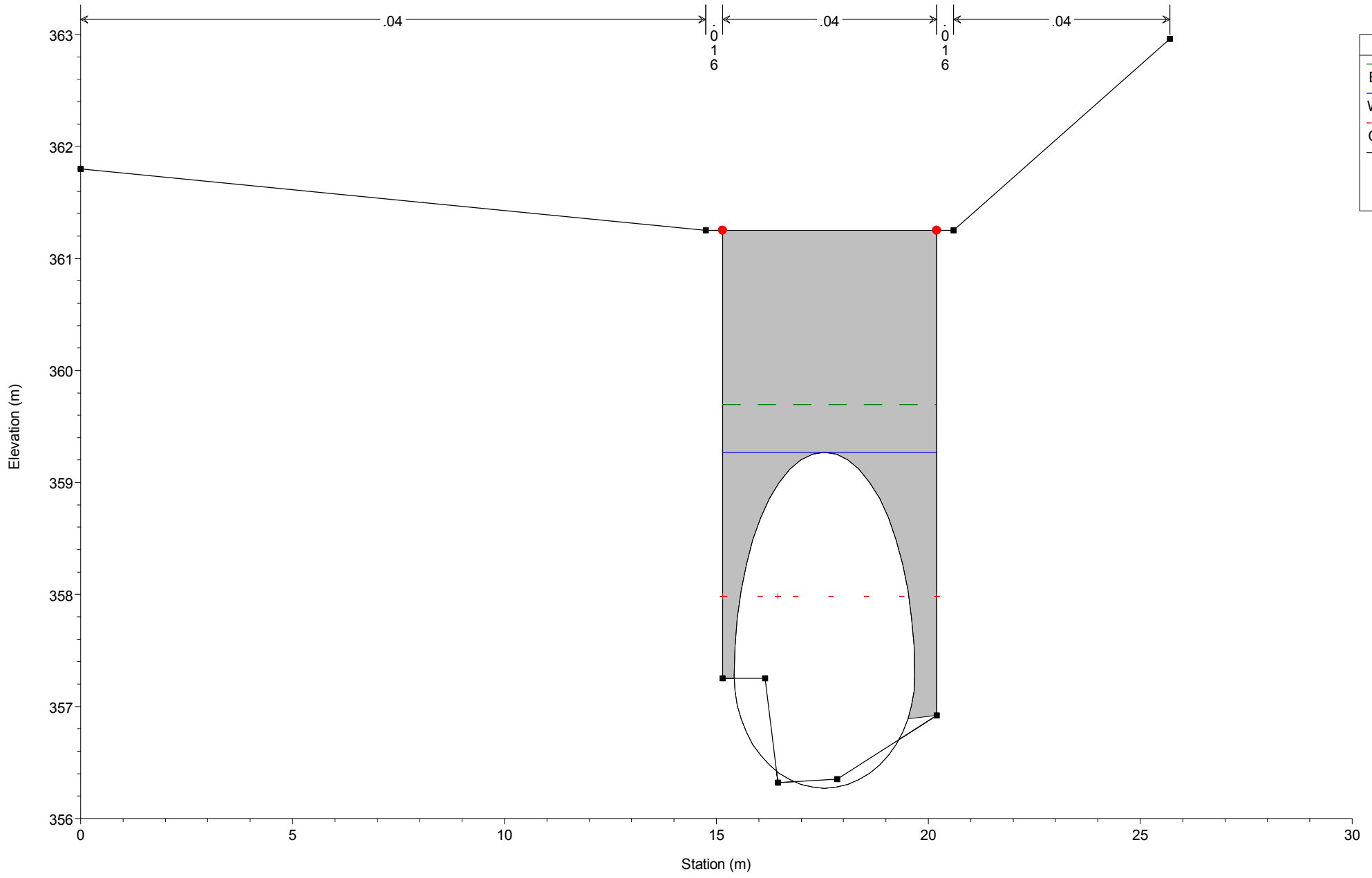


Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

sezione 4



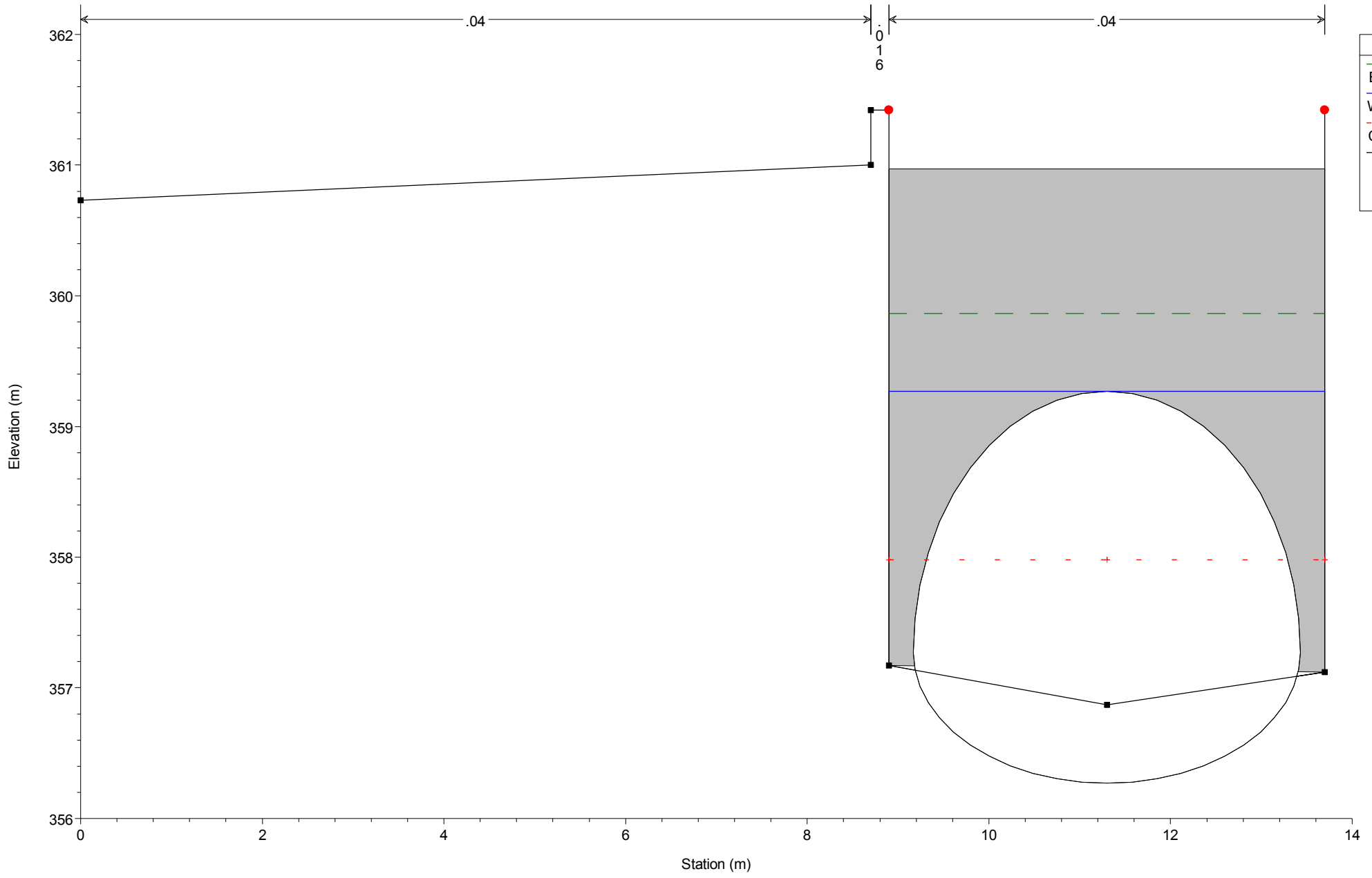
Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005



Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

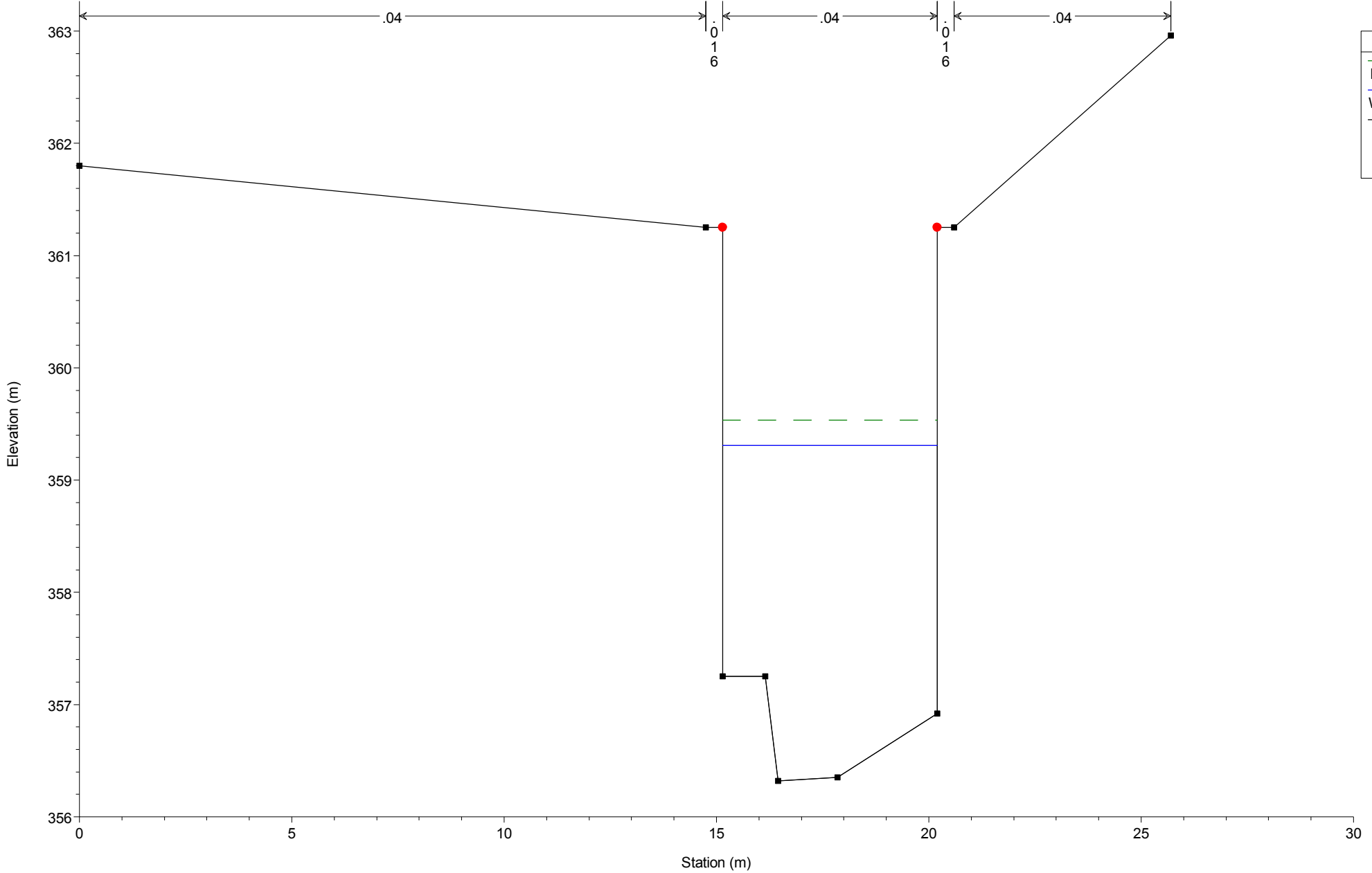


Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

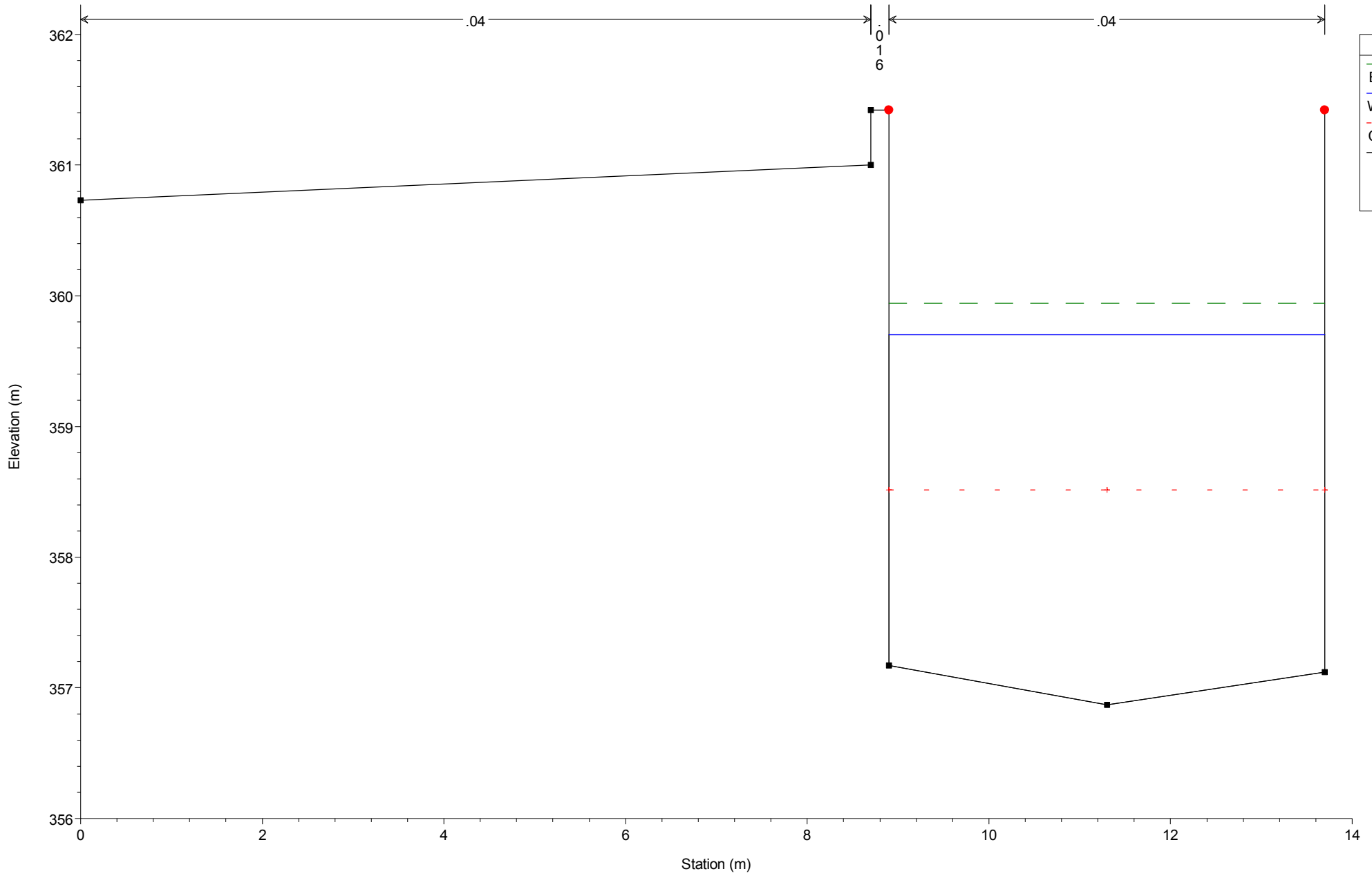
sezione 5



Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

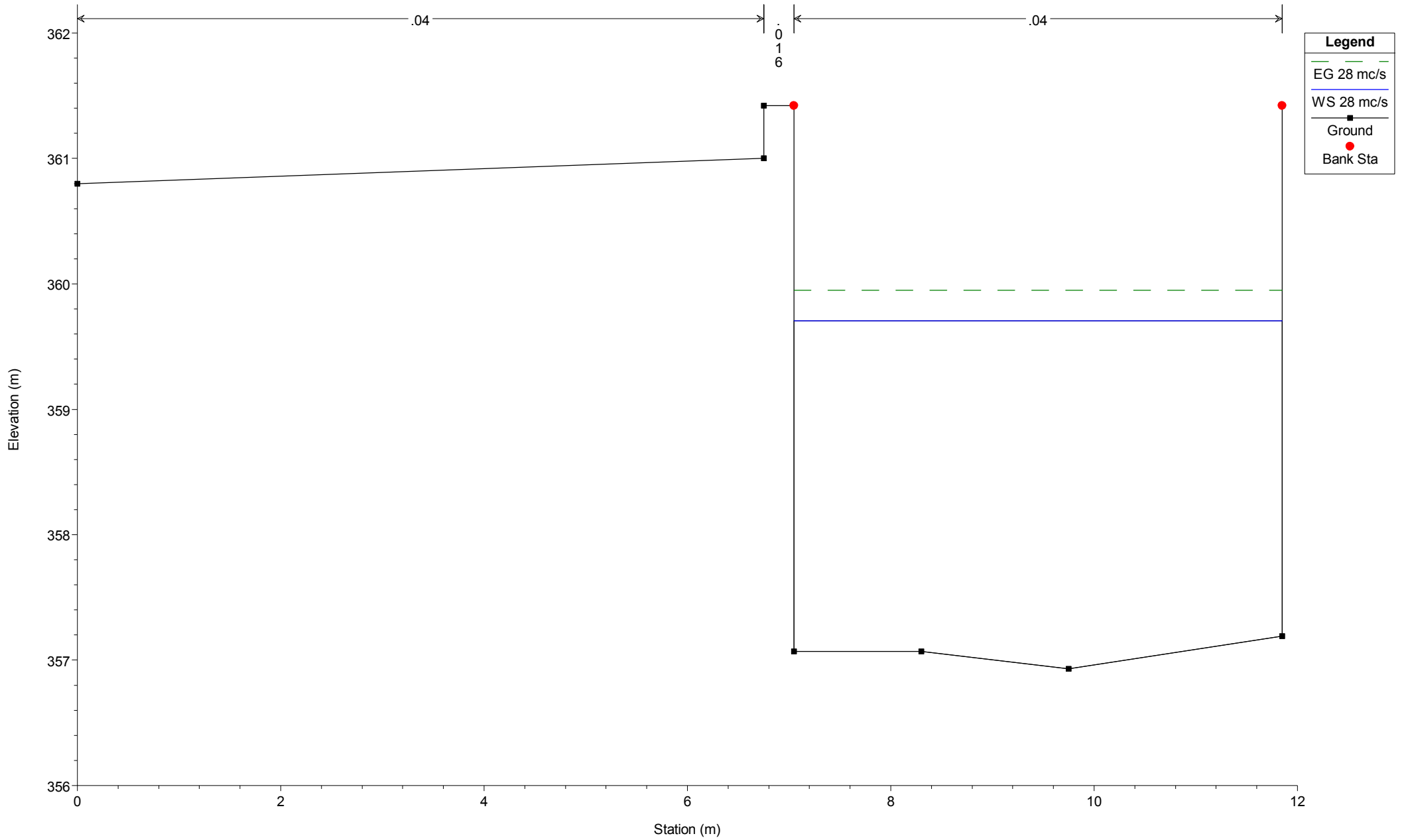
Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005
sezione 6



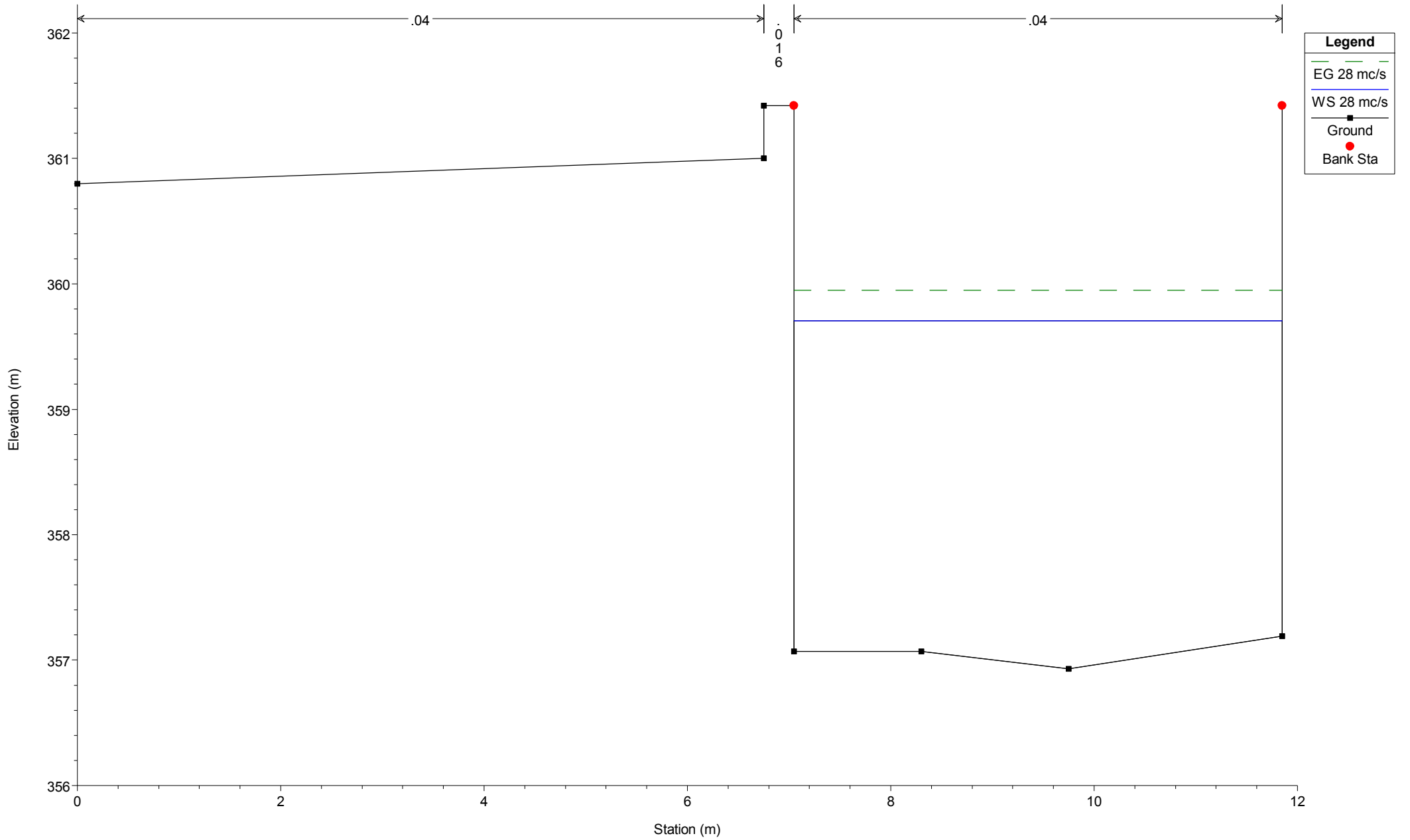
Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

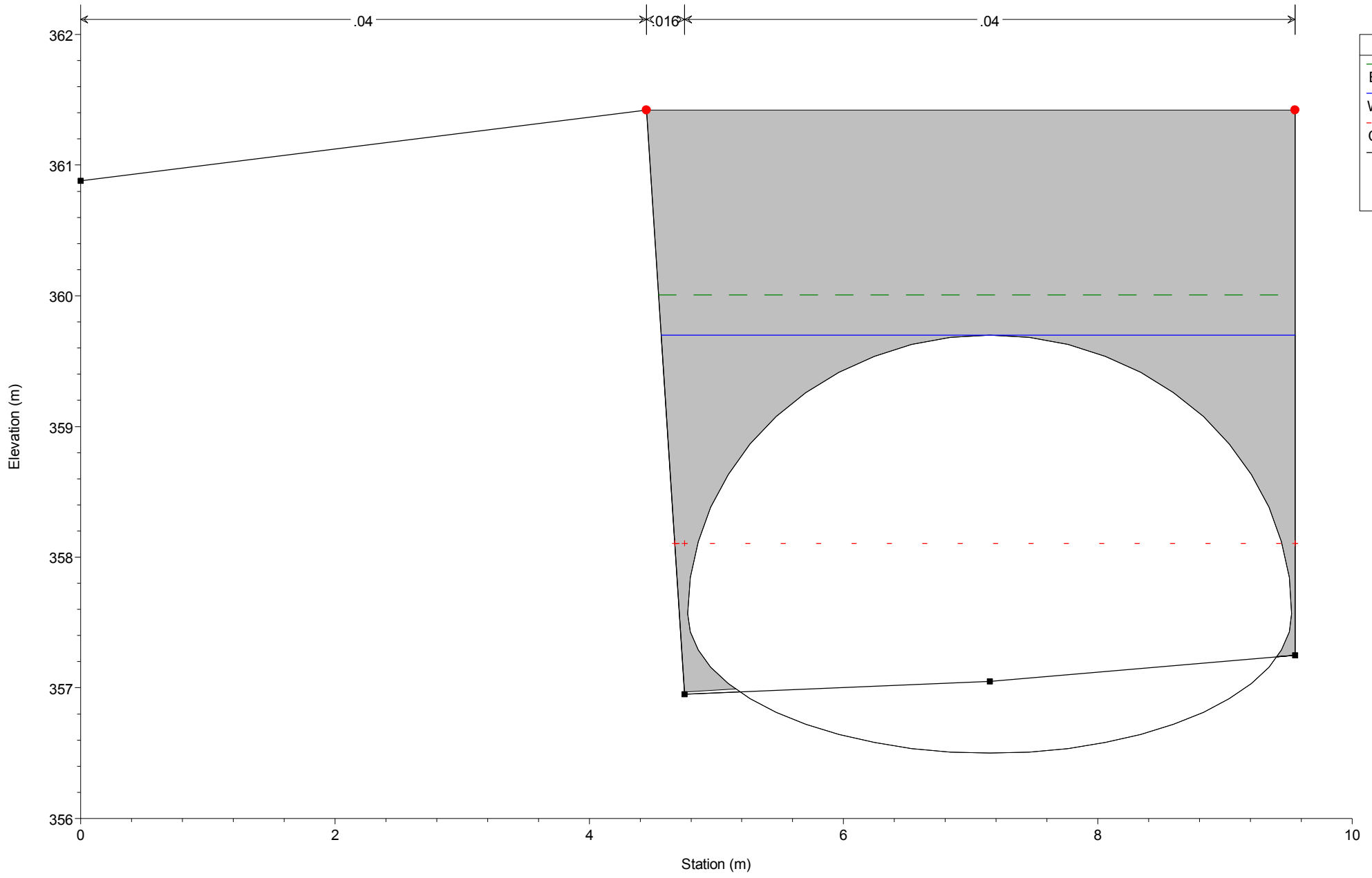
Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005
sezione 7.1



Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005
sezione 7

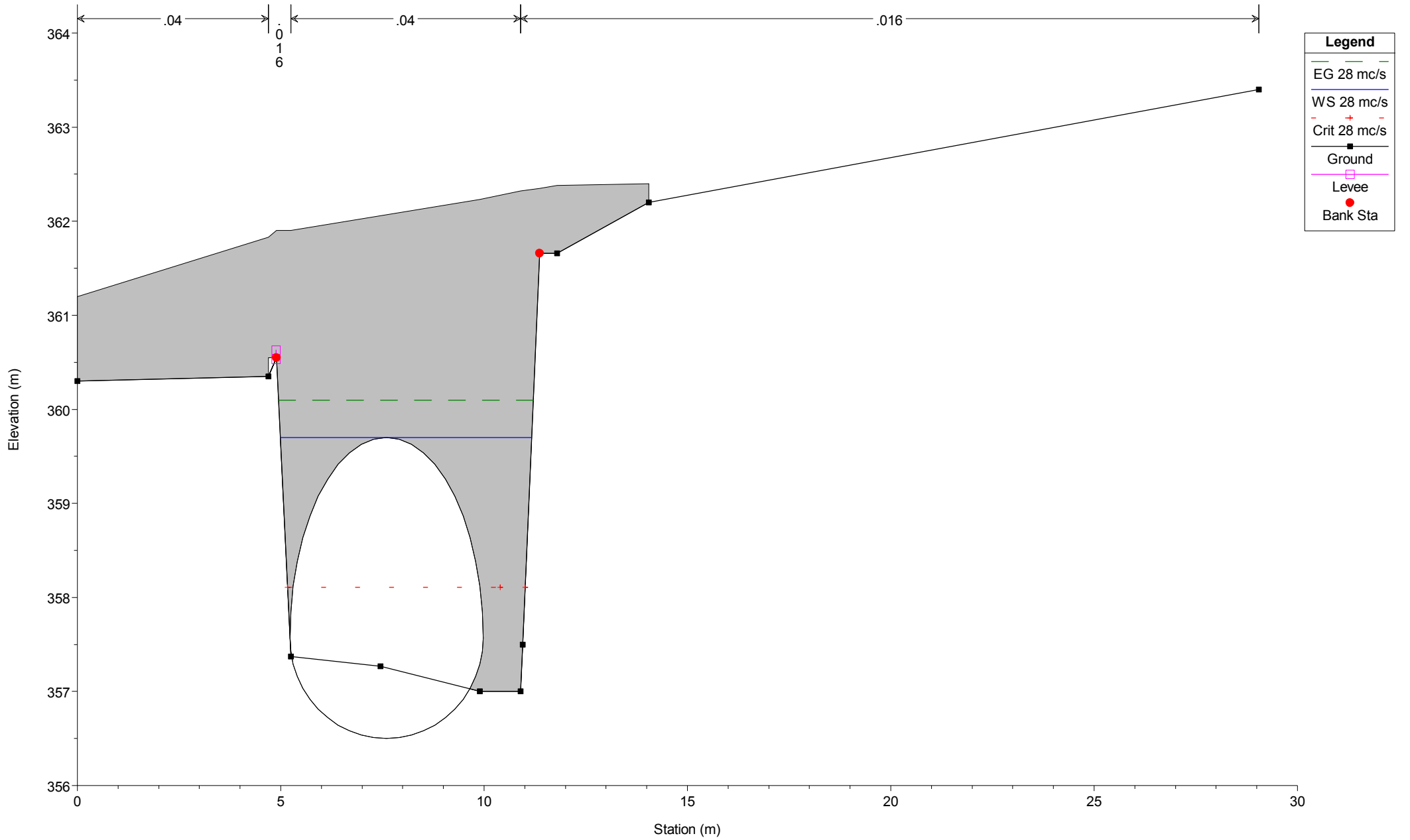


Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005

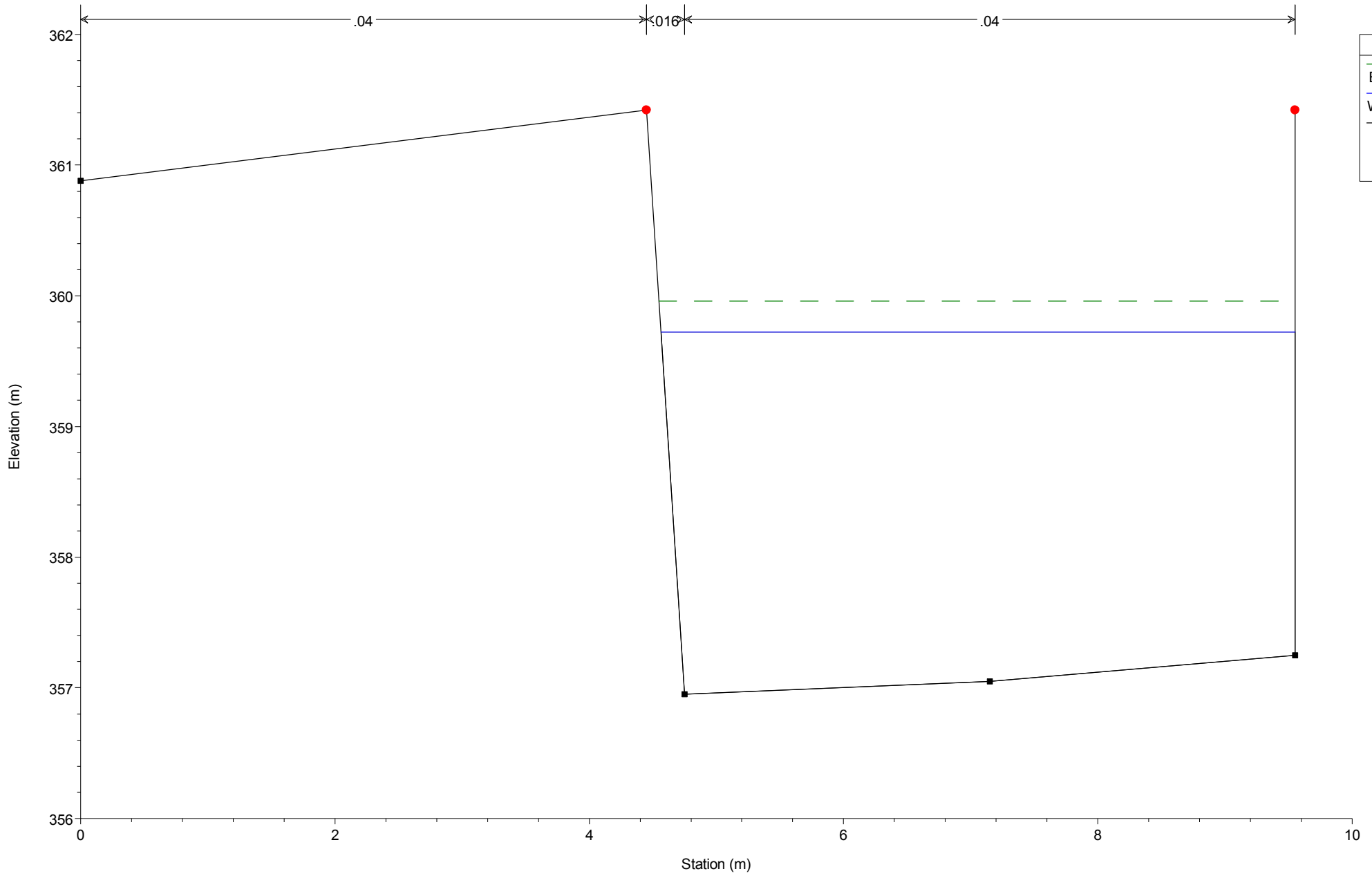


| Legend | |
|-----------------------|--------------|
| — — — — — | EG 28 mc/s |
| ————— | WS 28 mc/s |
| - - - - - + - - - - - | Crit 28 mc/s |
| ————— | Ground |
| ● | Bank Sta |

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005



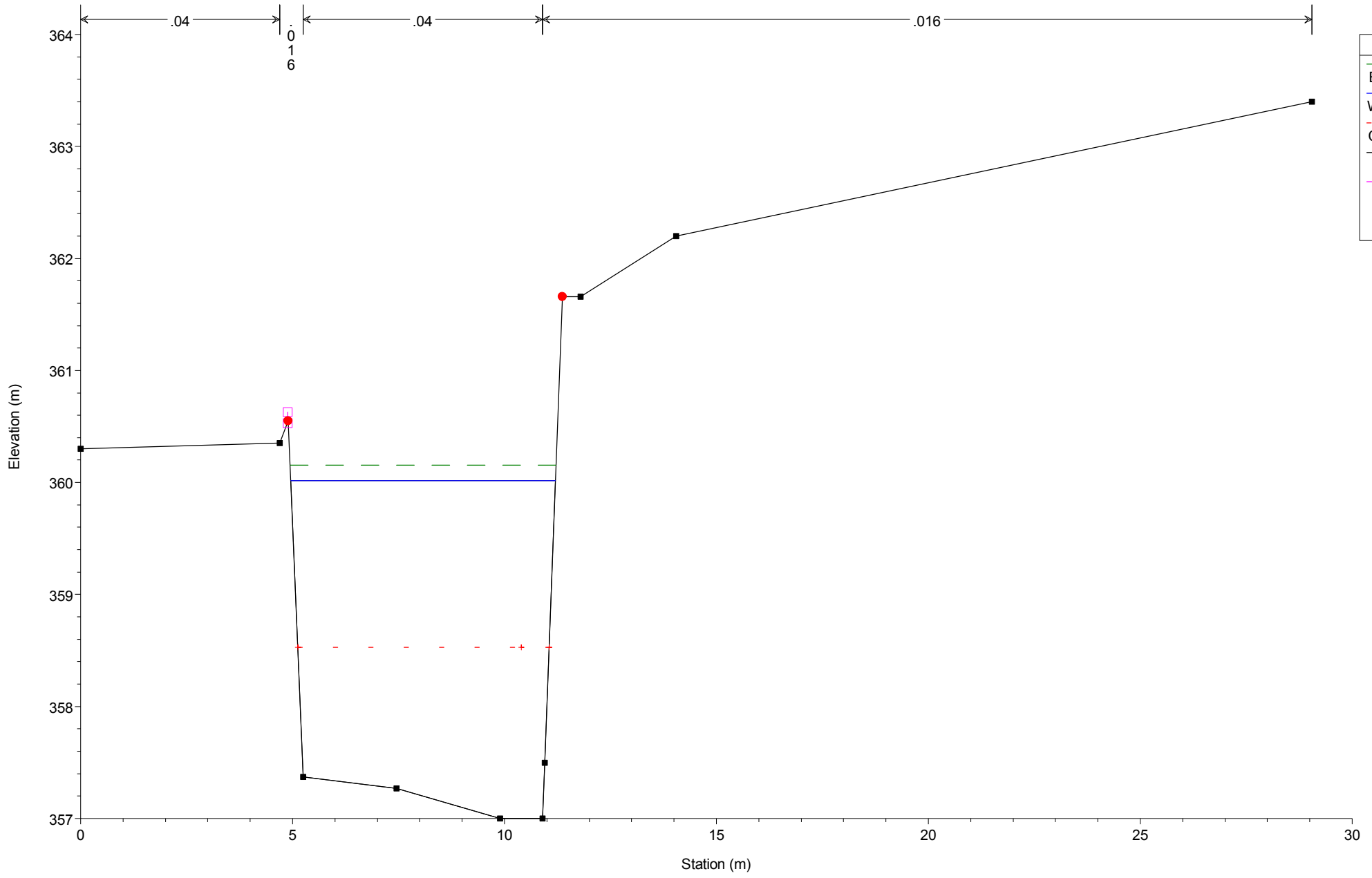
Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005
sezione 8



Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

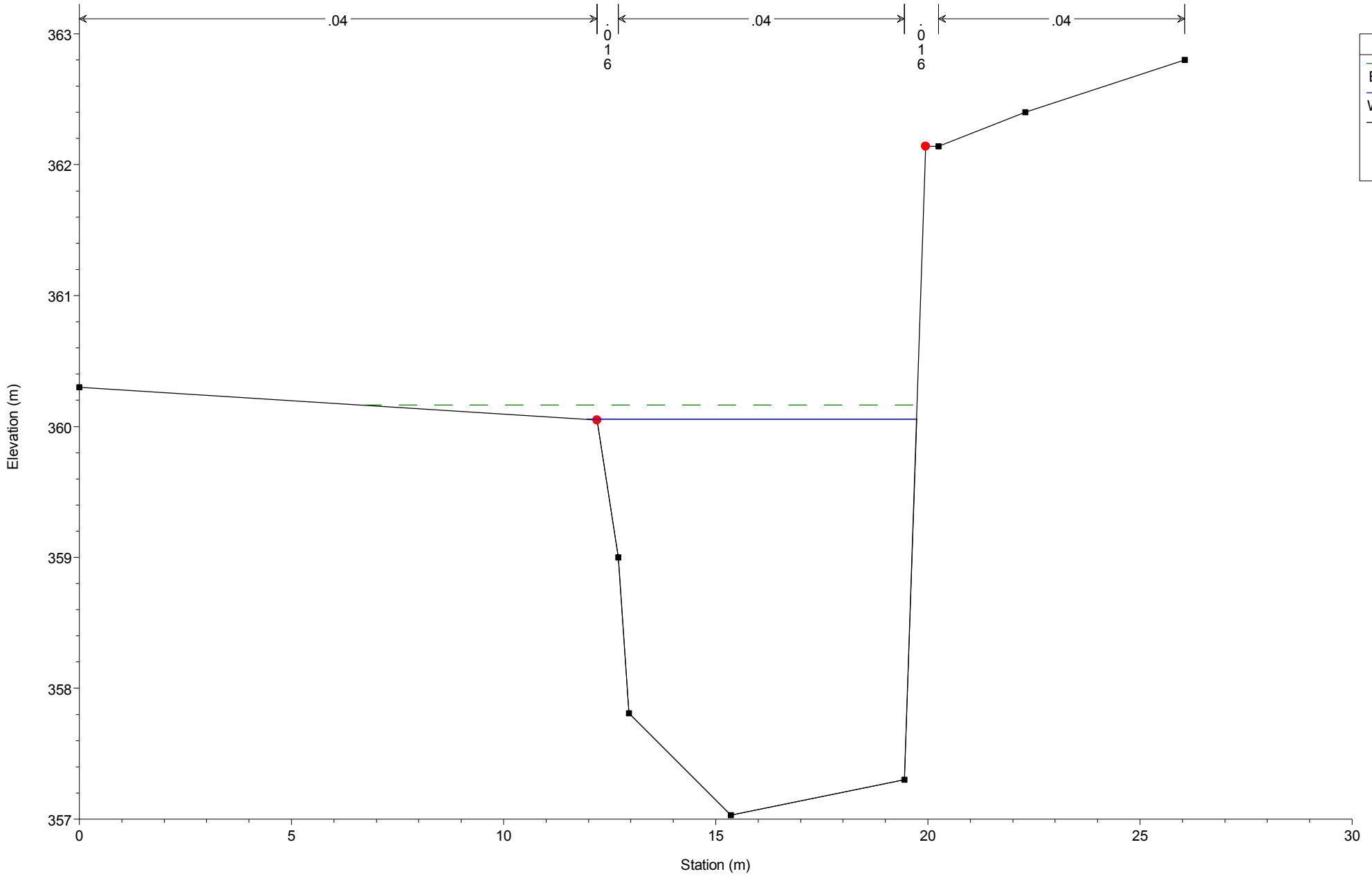
Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005
sezione 9



Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Crit 28 mc/s
- Ground
- Levee
- Bank Sta

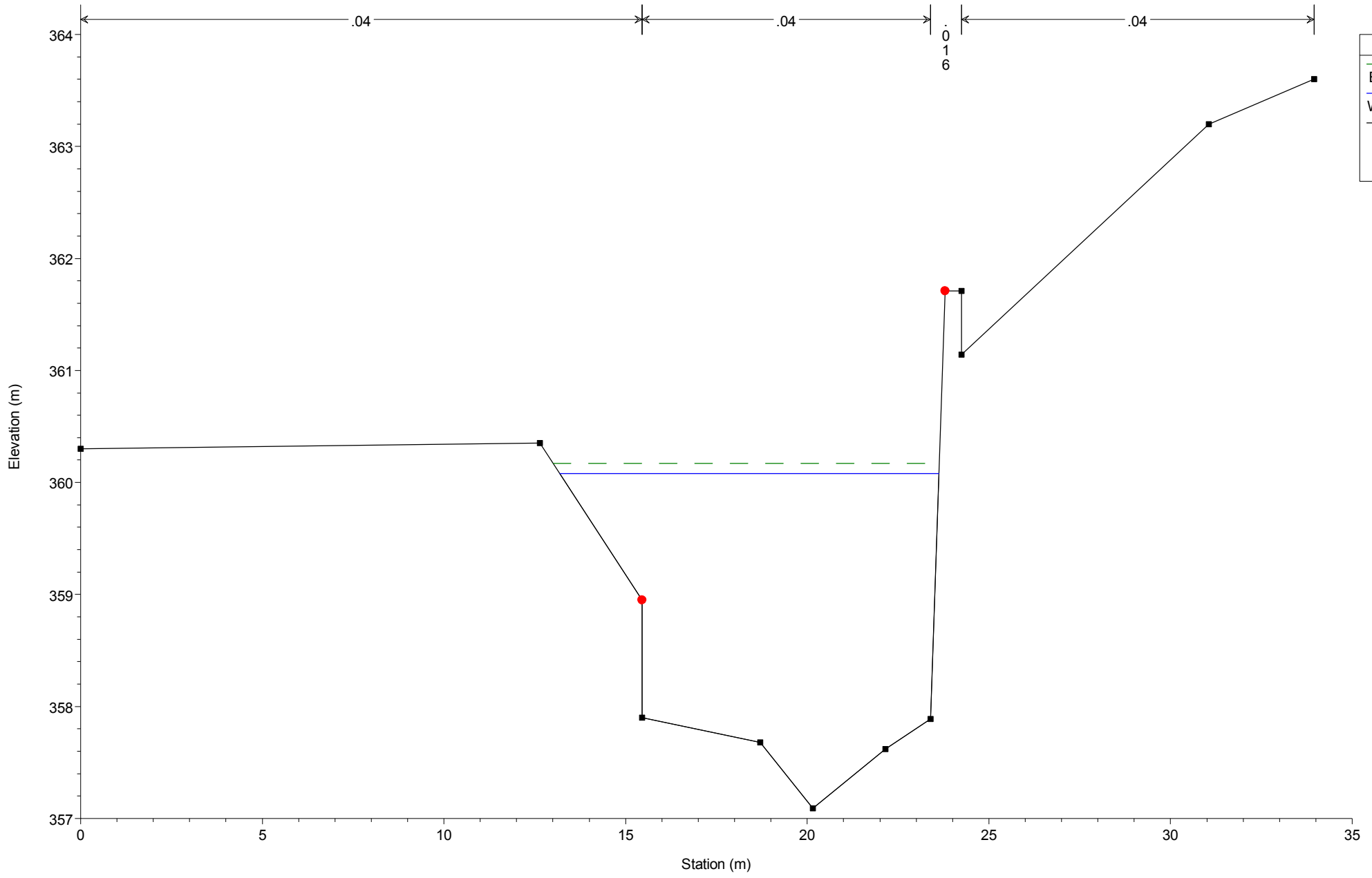
Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005
sezione 10



Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

Rio Gola Plan: Plan 01 06/07/2005
sezione 11



Legend

- EG 28 mc/s
- WS 28 mc/s
- Ground
- Bank Sta

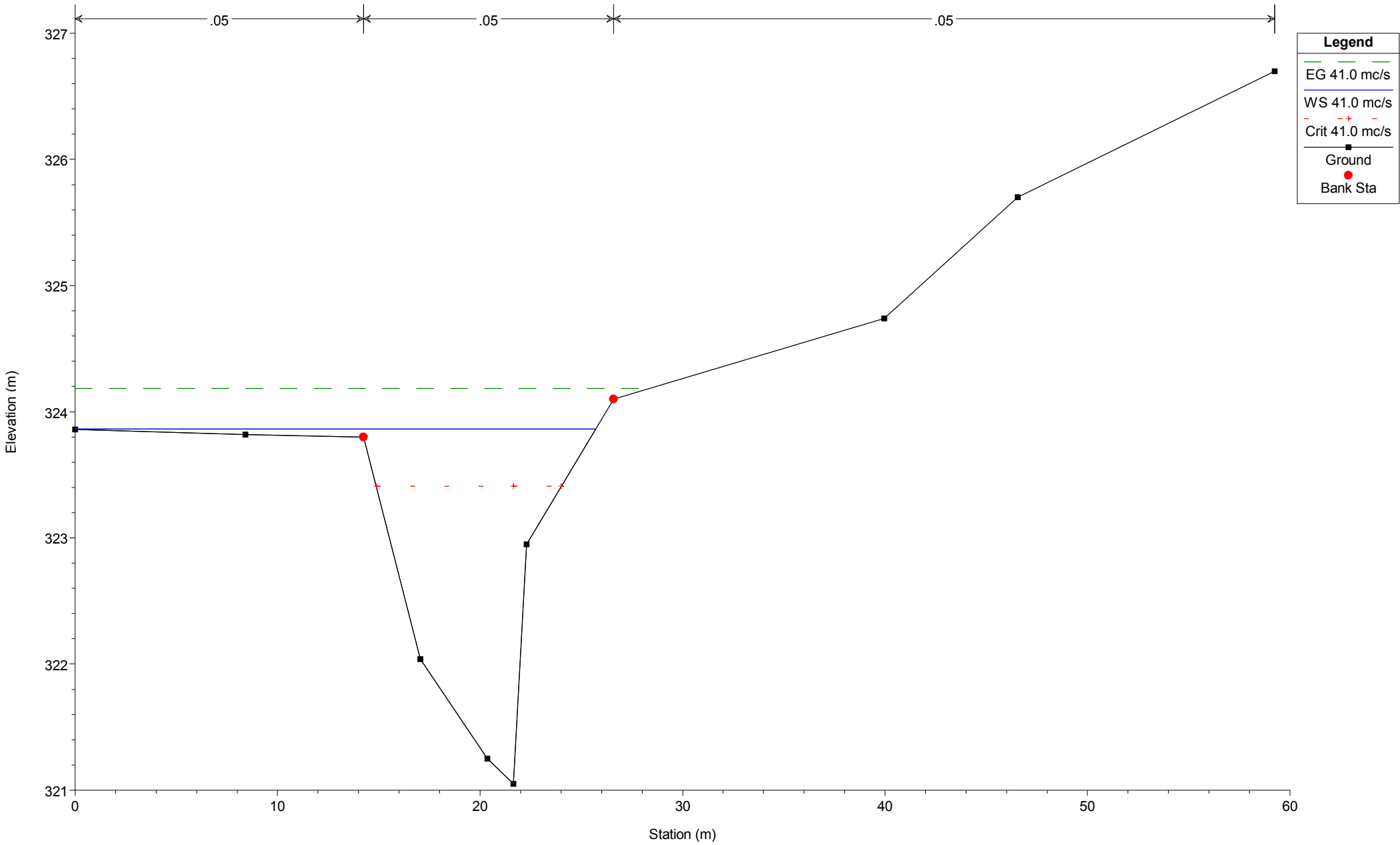
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Gola Reach: Miglioretti Profile: 28 mc/s

| Reach | River Sta | Profile | Q Total | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area | Top Width | Froude # Chl |
|-------------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|--------------|
| | | | (m3/s) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m/m) | (m/s) | (m2) | (m) | |
| Miglioretti | 11 | 28 mc/s | 28.00 | 357.09 | 360.08 | | 360.17 | 0.001161 | 1.37 | 21.21 | 10.44 | 0.28 |
| Miglioretti | 10 | 28 mc/s | 28.00 | 357.03 | 360.05 | | 360.16 | 0.001202 | 1.46 | 19.24 | 7.78 | 0.29 |
| Miglioretti | 9 | 28 mc/s | 28.00 | 357.00 | 360.02 | 358.53 | 360.16 | 0.001399 | 1.66 | 16.85 | 6.25 | 0.32 |
| Miglioretti | 8.5 | | Culvert | | | | | | | | | |
| Miglioretti | 8 | 28 mc/s | 28.00 | 356.95 | 359.72 | | 359.96 | 0.003915 | 2.16 | 12.96 | 4.99 | 0.43 |
| Miglioretti | 7.1 | 28 mc/s | 28.00 | 356.93 | 359.71 | | 359.95 | 0.005529 | 2.19 | 12.77 | 4.80 | 0.43 |
| Miglioretti | 7 | 28 mc/s | 28.00 | 356.93 | 359.71 | | 359.95 | 0.005531 | 2.19 | 12.77 | 4.80 | 0.43 |
| Miglioretti | 6 | 28 mc/s | 28.00 | 356.87 | 359.70 | 358.52 | 359.94 | 0.005278 | 2.16 | 12.94 | 4.80 | 0.42 |
| Miglioretti | 5.5 | | Culvert | | | | | | | | | |
| Miglioretti | 5 | 28 mc/s | 28.00 | 356.32 | 359.31 | | 359.54 | 0.005056 | 2.11 | 13.26 | 5.05 | 0.42 |
| Miglioretti | 4.1 | 28 mc/s | 28.00 | 356.33 | 359.19 | | 359.50 | 0.007937 | 2.43 | 11.50 | 4.80 | 0.50 |
| Miglioretti | 4 | 28 mc/s | 28.00 | 356.33 | 359.19 | | 359.50 | 0.007941 | 2.43 | 11.50 | 4.80 | 0.50 |
| Miglioretti | 3 | 28 mc/s | 28.00 | 356.32 | 359.20 | 358.16 | 359.47 | 0.006229 | 2.29 | 12.23 | 4.80 | 0.46 |
| Miglioretti | 2.5 | | Culvert | | | | | | | | | |
| Miglioretti | 2 | 28 mc/s | 28.00 | 355.90 | 357.97 | 357.97 | 358.69 | 0.018303 | 3.75 | 7.47 | 5.32 | 1.01 |
| Miglioretti | 1 | 28 mc/s | 28.00 | 355.90 | 358.09 | 357.84 | 358.42 | 0.014009 | 2.55 | 10.99 | 9.37 | 0.75 |

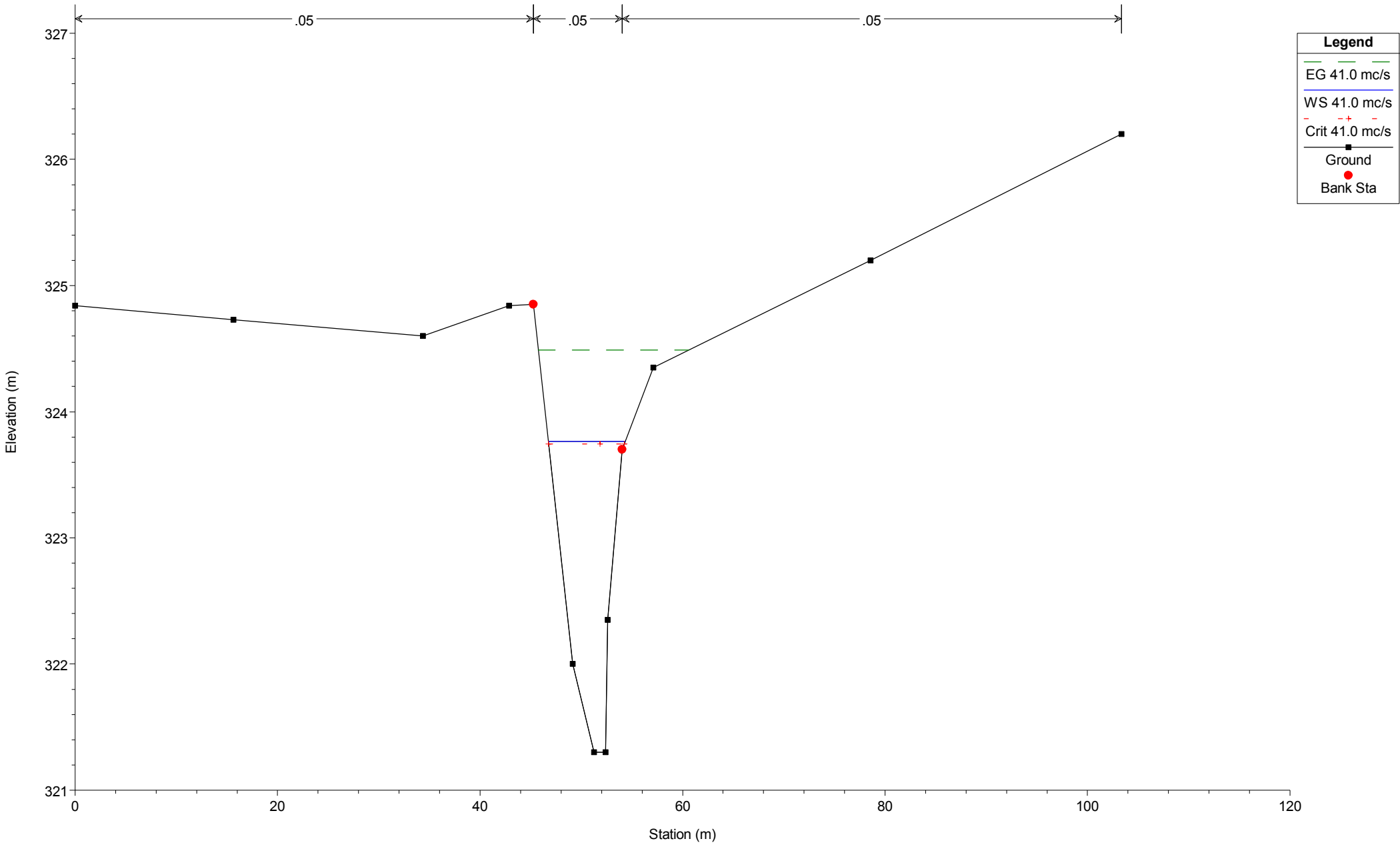
Rio Valle Ceppi

Plan: Plan 01 27/07/2005

sezione 1



Rio Valle Ceppi Plan: Plan 01 27/07/2005
sezione 2



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Valle Ceppi Reach: confluenza Profile: 41.0 mc/s

| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|------------|-----------|-----------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| confluenza | 2 | 41.0 mc/s | 41.00 | 321.30 | 323.76 | 323.74 | 324.49 | 0.029433 | 3.78 | 10.87 | 7.61 | 0.99 |
| confluenza | 1 | 41.0 mc/s | 41.00 | 321.05 | 323.86 | 323.41 | 324.18 | 0.012413 | 2.51 | 16.76 | 25.71 | 0.67 |