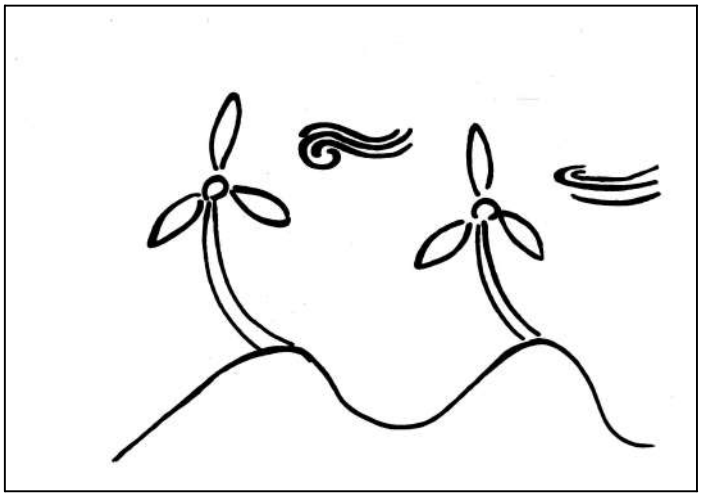
Firmato digitalmente da
Elisa Revelli
CN = Revelli Elisa
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Savona
C = IT

COMUNE DI BARDINETO

Provincia di Savona

PARCO EOLICO DA N. 2 AEROGENERATORI PER UN TOTALE DI 9 MW LOCALITA' "I GROPPI" - COMUNE DI BARDINETO (SV)



Committente :

TERSIA GREEN POWER

Tersia srl
Società a Responsabilità Limitata
Codice Fiscale e P.IVA 01363860097
tel. 019.810580 - www.tersia.it
email: ***info@tersia.it*** **- pec:** ***tersia@legalmail.it***

Oggetto Elaborato :

Relazione idraulica attraversamenti

Tav./Rel. :	BA-VV-REL29
Rev. :	**00**
Scala :	**1:.....**
Data :	**12/07/2023**
File :	BA-VV-REL29
Commessa :	.....

Tecnico redattore :

Ing. Elisa Revelli
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Savona n. 1670
Corso Dante n. 51 - 17014 Cairo Montenotte (SV)
c.f. RVL LSE 79B62 I480T - p.iva 01487790097
e-mail: e.revelli@tiscali.it - PEC elisa.revelli1@ingpec.eu

Ing. Elisa Revelli

REV./AGG.	DESCRIZIONE	DATA	DISEGNATO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO
00	EMISSIONE PER CONSEGNA	12/07/2023	E. REVELLI	E. REVELLI	E. REVELLI

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto ne' consegnato a terzi ne' utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta dell'autore, che ne detiene la proprietà.

INDICE

1.) PREMESSA 2
2.) INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA 3
2.1) Descrizione dei corsi d'acqua 3
2.2) Opere in progetto 5
4.) PORTATE DI PROGETTO 7
5.) VERIFICA IDRAULICA 9
5.1.) Profili idraulici per correnti in moto permanente 9
5.2.) Modellazione idraulica attraverso un ponte 13
5.2.1.) Calcoli in "Low Flow" 15
5.2.2.) Calcoli in" High Flow" 18
5.3.) Output della modellazione 21
6.) RISULTATI RELATIVI ALLE VERIFICHE IDRAULICHE 22
6.1) Analisi dei risultati 22
7.) CONCLUSIONI 24

Allegati nel testo:

- Stralcio Carta Tecnica Regionale – Scala 1:10.000;
- Estratto di mappa catastale comune di Bardineto – scala 1:2.000;
- Estratto di mappa catastale comune di Erli – scala 1:2.000;

RIO 1

- Bacino idrografico Rio 1– scala 1:5.000;
- Calcolo delle portate Rio 1 e area recapitante nell'attraversamento 1;
- Planimetria e sezioni topografiche Rio 1
- Output verifica idraulica Hec-Ras Rio 1;

RIO 2

- Bacino idrografico Rio 2– scala 1:5.000;
- Calcolo delle portate Rio 2 e area recapitante nell'attraversamento 2;
- Planimetria e sezioni topografiche Rio 2;
- Output verifica idraulica Hec-Ras Rio 2;

RIO 3

- Bacino idrografico Rio 3 – scala 1:5.000;
- Calcolo delle portate Rio 3 e area recapitante nell'attraversamento 3;
- Planimetria e sezioni topografiche Rio 3;
- Output verifica idraulica Hec-Ras Rio 3;

1.) PREMESSA

Il presente studio idraulico viene redatto nell'ambito del progetto per la realizzazione di un parco eolico costituito da n. 2 aerogeneratori per un totale di 9 MW in località "I Groppi" nel comune di Bardineto (SV).

I nuovi aerogeneratori saranno collocati rispettivamente sulla sommità di "Bric Tencione " e del "Bric i Groppi" e per il loro trasporto ai siti finali sarà utilizzata la strada esistente che interferisce con tre piccoli rii a carattere di semplice impluvio; la viabilità dovrà necessariamente essere adeguata alle caratteristiche richieste per il trasporto dei differenti elementi e delle attrezzature necessarie all'installazione e dovrà pertanto essere prevista la realizzazione di n. 3 nuovi attraversamenti.

A tal fine, viene realizzato uno studio idrologico-idraulico di dettaglio lungo i tre corsi d'acqua. e, sulla base di un rilievo topografico dei tratti di interesse, vengono allestiti i modelli numerici monodimensionali in condizioni di moto permanente finalizzati all'accertamento della compatibilità delle opere in progetto ai fini idraulici.

Il presente studio idraulico è redatto in conformità con quanto previsto nel "*PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL FIUME CENTA*" approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 47 del 25.11.2003 e nel Regolamento Regionale n. 3 del 14 luglio 2011 "*REGOLAMENTO RECANTE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI TUTELA DELLE AREE DI PERTINENZA DEI CORSI D'ACQUA"* e s.m.i.

2.) INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

Il parco eolico in progetto è ubicato in Località "I Groppi" nel comune di Bardineto (SV), sulle alture denominate "Bric Tencione" e Monte "I Groppi"; la zona è prevalentemente boscata, raggiungibile percorrendo strade forestali sterrate ed è sita in prossimità del limine Amministrativo regionale tra Piemonte e Liguria.

L'esatta ubicazione dell'area oggetto di intervento è meglio evidenziata nella figura sottostante nonché nello stralcio della Carta Tecnica Regionale e nei relativi estratti di mappa catastale riportati in allegato.



Figura 1: Individuazione area oggetto di indagine su foto satellitare.

Amministrativamente gli attraversamenti del Rio 1 e del Rio 2 sono ubicati in comune di Bardineto, mentre l'attraversamento sul Rio n. 3 è ubicato nel comune di Erli; catastalmente nessuno dei corsi d'acqua presenta sedime appartenente al demanio acque.

2.1) Descrizione dei corsi d'acqua

Dalla sovrapposizione del tracciato stradale con le cartografie del Reticolo Idrografico Regionale della Regione Liguria adottato con deliberazione della Giunta Regionale n. 507 del 21 giugno 2019 (vedi stralcio fuori scala della cartografia regionale riportato nella figura seguente) si evidenzia la presenza di tre brevi corsi d'acqua che interferiscono con esso.

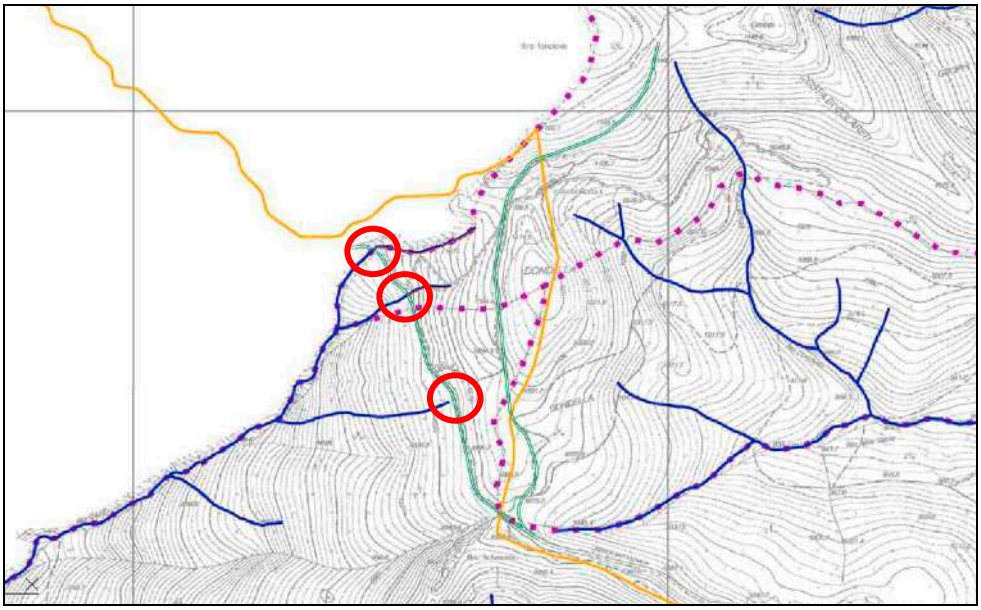


Figura 2: Perimetrazione reticolo idrografico regionale (Squadro 245020 – Bardineto)

I corsi d'acqua interferenti con la nuova viabilità sono affluenti in sponda destra del Rio Gozzo ed appartengono al bacino idrografico del T. Neva, le cui acque recapitano poi nel T. Arroscia e, a sua volta, nel T. Centa. Si tratta pertanto di piccoli corsi d'acqua appartenenti al versante tirrenico che nascono a poche decine di metri dallo spartiacque che li separa dal versante padano.

Le pendici dal quale traggono origine appartengono al versante occidentale del Bric Dondella e scorrono in direzione ovest per poche decine di metri fino ad intercettare il tracciato stradale. Dalla perimetrazione delle cartografie regionali il Rio 3 sembra avere la sorgente a valle della viabilità, tuttavia è bene evidente un impluvio anche a monte della strada e pertanto si ritiene di predisporre anche in questo caso un adeguato attraversamento.

La perimetrazione dei vari bacini idrografici è stata svolta su Carta Tecnica Regionale; è stata inoltre delimitata un'area posta a monte della strada poiché le acque di ruscellamento vengono raccolte nella cunetta laterale della strada e recapitano nei rii a monte degli attraversamenti, costituendo un incremento di portata che occorre tenere in considerazione.

I bacini idrografici chiusi in corrispondenza della strada, presentano forma allungata con elevata acclività e sottendono un'area scolante inferiore a 0,1 km^2 per cui possono essere classificati per superficie come appartenente al RETICOLO MINUTO ai sensi del Reg. Reg. n. 3/2001. I rii, nel loro corso, attraversano zone prevalentemente boscate che presentano un carattere di spiccata naturalità con antropizzazione totalmente assente.

Il tracciamento dei bacini idrografici su C.T.R. e la conseguente analisi morfologica ha consentito la determinazione di alcuni parametri fondamentali per il prosieguo dell'analisi idrologica che nel seguito vengono riassunti:

RIO 1 (sez. chiusura a monte dell'attraversamento 1)

S = superficie del bacino imbrifero = 0,031 km²;

S_{bis} = superficie scolante nella cunetta e recapitante nel Rio 1 = 0,003 km²

L = lunghezza asta principale = 202 m;

Q_{max} = altezza massima del bacino = 1150 m s.l.m.;

Q_{min} = altezza della sezione di chiusura del bacino = 1033 m s.l.m.;

Q_{sorg} = altezza della sorgente = 1090 m s.l.m.;

i_m = pendenza media dell'alveo dell'asta fluviale = 28,0 %;

d = dislivello asta principale = 57 m;

RIO 2 (sez. chiusura a monte dell'attraversamento 2)

S = superficie del bacino imbrifero = 0,035 km²;

S_{bis} = superficie scolante nella cunetta e recapitante nel Rio 1 = 0,011 km²

L = lunghezza asta principale = 85 m;

Q_{max} = altezza massima del bacino = 1150 m s.l.m.;

Q_{min} = altezza della sezione di chiusura del bacino = 1044 m s.l.m.;

Q_{sorg} = altezza della sorgente = 1070 m s.l.m.;

i_m = pendenza media dell'alveo dell'asta fluviale = 30,5 %;

d = dislivello asta principale = 26 m;

RIO 3 (sez. chiusura a monte dell'attraversamento 3)

S = superficie del bacino imbrifero = 0,020 km²;

S_{bis} = superficie scolante nella cunetta e recapitante nel Rio 1 = 0,014 km²

Q_{max} = altezza massima del bacino = 1125 m s.l.m.;

Q_{min} = altezza della sezione di chiusura del bacino = 1062 m s.l.m.;

2.2) Opere in progetto

Allo stato attuale lungo la viabilità esistente sono presenti n. 2 attraversamenti realizzati con tubi in cls diam. 60 cm ancora funzionanti ed un terzo, delle medesime dimensioni, che risulta poco visibile e probabilmente danneggiato.

Nelle condizioni di progetto verrà prevista in corrispondenza dei tre rii, la realizzazione di n. 3 nuovi attraversamenti realizzati con tubi in cls diam. interno 128 cm e pendenza di fondo pari al 5.5 %, già adeguati dal punto di vista dei carichi strutturali.

Si fa altresì presente che tra il Rio 2 ed il Rio 3 è presente uno scolo visibile dalle curve di livello del rilievo topografico si dettaglio dove verrà posizionato, a favore di sicurezza, un ulteriore

attraversamento lungo la strada. Nella successiva valutazione delle portate non è tuttavia stata presa in considerazione tale canalizzazione che diminuirebbe l'apporto idrico a monte dell'attraversamento 2, dimensionando le nuove opere a favore di sicurezza.

Per il corretto dimensionamento delle nuove opere sotto il profilo idraulico occorre fare riferimento a quanto stabilito dal Regolamento Regionale n. 3 del 14 luglio 2011 "*REGOLAMENTO RECANTE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI TUTELA DELLE AREE DI PERTINENZA DEI CORSI D'ACQUA"* e s.m.i.; all'Allegato 2 in particolare si prescrive che "*Per i tratti di corsi d'acqua del reticolo minuto i più adeguati franchi potranno essere determinati in sede di autorizzazione idraulica sulla base della tipologia dell'opera, del suo inserimento territoriale, delle caratteristiche della corrente e delle potenziali conseguenze in caso di insufficienza al deflusso, prevedendo comunque un valore minimo di 30 cm per le arginature e di 50 cm per ponti, attraversamenti e tombinature."*

4.) PORTATE DI PROGETTO

Il metodo proposto per la determinazione delle portate si basa su quanto riportato nella relazione generale del Piano di Bacino Stralcio sul rischio idrogeologico del Fiume Centa e sull'approccio proposto dal CIMA nella Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri ed in particolare per piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Kmq.

La formula che consente la determinazione delle portate di piena risulta essere:

$$Q_T = K_T \times A \times U_{A=2} \quad [m^3/s]$$

dove:

K_T = fattore di frequenza delle portate dipendente dal tempo di ritorno e vale:

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

Tabella 1: fattore di frequenza delle portate per i differenti tempi di ritorno (PdB Fiume Centa)

A = superficie drenata [km²];

$U_{A=2}$ = contributo unitario costante riferito ad aree scolanti di area pari a 2 km² fornito in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica [m³/s*km²],

Il tipo di bacino dipende dal grado di urbanizzazione e, più in generale, dall'estensione delle aree impermeabili secondo la classificazione seguente:

Tipo	**Descrizione**
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.

Tabella 2: classificazione dei bacini regionali (PdB Fiume Centa)

La tipologia prevalente è il tipo "D" le aree scolanti sono interamente coperte da vegetazione d'alto fusto trattandosi di appezzamenti di terreni a bosco.

La tabella seguente riporta invece la correlazione tra il contributo unitario $U_{A=2}$ e la posizione geografica; i bacini hanno una longitudine baricentrica di 8 gradi e 0.9 primi ed i valori corrispondenti sono stati ricavati per interpolazione lineare dai dati riportati sul P.d.B.

Longitudine		**Bacino Tipo**			
Gradi	**Primi**	**A**	**B**	**C**	**D**
8	0	7.9	6.59	5.05	4.43
8	0.9	7.94	6.63	5.08	4.46
8	2.5	8.02	6.70	5.12	4.50

Tabella 3: calcolo del parametro $U_{A=2}$ in funzione della posizione e del tipo di bacino.

Il procedimento sopra esposto per il calcolo delle portate è stato utilizzato per le analisi idrologiche svolte per i bacini del Rio 1, de Rio 2 e del Rio 3 nonché per i sottobacini localizzati a monte della strada e che, mediante la cunetta di monte, recapitano le acque nei rispettivi corsi d'acqua incrementandone la portata. La tabella seguente riassume i risultati meglio esplicitati negli allegati alla presente.

Bacino	**Area [km²]**	**$Q_{Tr=200\ anni}$ [m³/s]**
Rio 1	0.031	0.69
Area recapitante in Rio 1	0.003	0.07
Totale Attraversamento 1	**0.034**	**0.76**
Rio 2	0.035	0.78
Area recapitante in Rio 2	0.011	0.25
Totale Attraversamento 2	**0.046**	**1.03**
Rio 3	0.020	0.45
Area recapitante in Rio 3	0.014	0.31
Totale Attraversamento 3	**0.034**	**0.76**

Tabella 4: Portate di progetto Tr = 200 anni per la verifica degli attraversamenti

5.) VERIFICA IDRAULICA

Una volta determinate le portate di progetto, il passo successivo consiste nell'analisi idraulica del comportamento dei corsi d'acqua, ovvero nella determinazione dei livelli della superficie libera di deflusso che si instaurano in occasione della piena duecentennale assunta a riferimento.

Lo studio del deflusso in condizioni di piena per il calcolo dei livelli nella sezione di interesse è stato effettuato con un modello matematico proposto da HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) dipartimento della U.S. Army Corps of Engineers, Istitute for Water Resources, di recente realizzazione (la versione utilizzata è la 5.0.3).

Il programma simula il deflusso della corrente secondo un modello monodimensionale, determinando il profilo di corrente in funzione delle condizioni al contorno imposte nelle sezioni di ingresso e di uscita del tratto modellato, delle caratteristiche dell'alveo, e della presenza di ingombri od ostacoli (ponti, tombini, pile in alveo, ecc.).

I dati di cui necessita sono fondamentalmente di due tipi:

- dati di tipo geometrico:
  - coordinate verticali ed orizzontali delle varie sezioni dell'alveo ordinate a partire da monte verso valle;
  - distanza tra una sezione e la successiva;
  - posizione e geometria di eventuali argini, ponti, sfioratori, traverse fluviali e luci di deflusso;
  - coefficienti di contrazione ed espansione della corrente;
  - coefficiente di scabrezza di Manning variabile secondo i diversi tratti della sezione considerata.

- dati di tipo idraulico:
  - valori di portata;
  - tipo di moto (corrente lenta, corrente veloce o regime misto);
  - condizioni al contorno scelte a seconda del problema in esame e dei dati storici di cui si dispone.

5.1.) Profili idraulici per correnti in moto permanente

La procedura di calcolo è basata sulla soluzione dell'equazione dell'energia espressa monodimensionalmente (eq. 5.1). La perdita di energia (eq. 5.2) è valutata attraverso gli attriti (equazione di Manning (eq. 5.3)) e attraverso la contrazione o l'espansione del flusso (coefficienti moltiplicati per il gradiente di velocità tra una sezione e quella successiva).

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} + h_e \qquad \text{(eq. 5.1)}$$

dove:

Y_1, Y_2 = profondità dell'acqua nella sezione;

Z_1, Z_2 = altezza sul livello del mare del canale principale;

V_1, V_2 = velocità media;

α_1, α_2 = coefficienti di peso per la velocità;

g = accelerazione di gravità;

h_e = carico di energia perso (eq. 4.2).

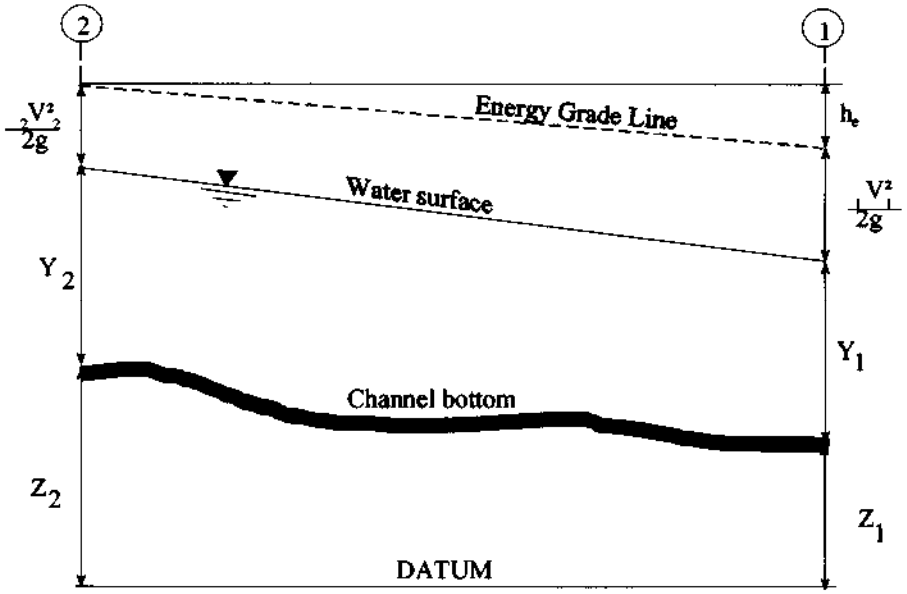


Figura 3:: Rappresentazione dei termini nell'equazione dell'energia

$$h_e = L \cdot \overline{S_f} + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} \right| \qquad \text{(eq. 5.2)}$$

dove:

L = portata unitaria (pesata sulla lunghezza del tratto di torrente o di canale in studio);

$\overline{S_f}$ = perdite di energia dovute all'attrito (valutabile attraverso diversi metodi a seconda della condizione morfologica del bacino e della tipologia di corrente in esame);

C = coefficiente di contrazione/espansione.

Le perdite di energia dovute all'attrito sono valutabili nella forma più generale possibile attraverso il rapporto $\overline{S_f} = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$ dove con K si indica il flusso d'acqua nelle diverse aree della sezione fluviale (flusso nel canale principale, flusso nell'area di piena ordinaria, flusso nell'area golenale, ecc.); dall'equazione di Manning:

$$K = \frac{1.486}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \qquad \text{(eq. 5.3)}$$

dove:

A = area di flusso,
R = raggio idraulico (area/perimetro bagnato),
n = coefficiente di scabrezza di Manning.

Tali parametri vanno specificati per ogni tipo di area in cui viene suddivisa la sezione.

In situazioni dove il profilo della superficie dell'acqua varia in modo molto rapido (i.e.: risalti idraulici, confluenze costituite da un angolo molto grande tra la direzione di flusso del fiume/canale principale e l'affluente, corrente veloce in prossimità di ponti o di infrastrutture idrauliche, ecc…) si utilizza l'equazione del momento (eq. 5.6) al posto di quella del bilancio energetico. Tale equazione è derivata dalla seconda legge della dinamica dei corpi di Newton:

$$\sum F_x = m \cdot a \qquad \text{(eq. 5.4)}$$

Applicando l'equazione (6.4) ad un corpo d'acqua compreso fra due sezioni 1 e 2, l'espressione precedente diventa:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q \cdot \rho \cdot \Delta V_x \qquad \text{(eq 5.5)}$$

dove:

$P = \gamma \cdot A \cdot \overline{Y}$ pressione idrostatica in prossimità delle sezioni 1 e 2;

γ = peso specifico dell'acqua;

$\overline{Y}$ = profondità dell'acqua misurata dalla superficie al centro del canale principale;

$W_x = \gamma \cdot \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot S_0$ forza peso dell'acqua calcolata nella direzione X di deflusso tra le sezioni 1 e 2;

Q = portata;

$\rho = \frac{\gamma}{g}$ densità dell'acqua;

$\Delta V_x = (\beta_1 \cdot V_1 - \beta_2 \cdot V_2)$ gradiente di velocità fra le due sezioni lungo la direzione longitudinale X;

β = coefficiente di momento che tiene conto della variazione di distribuzione delle velocità in canali irregolari.

F_f = forza esterna di attrito dalla sezione 2 alla sezione 1 calcolata con la formula $F_f = \tau \cdot \overline{P} \cdot L$ tenendo conto che la tensione di taglio è $\tau = \gamma \cdot \overline{R} \cdot \overline{S}_f$ dove $\overline{P}$ e $\overline{R}$ sono rispettivamente il perimetro bagnato mediato fra le due sezioni e il raggio idraulico medio.

Sostituendo alle forze interne ed esterne le loro note espressioni si ottiene l'equazione del momento:

$$\frac{Q_2 \cdot \beta_2}{g \cdot A_2} + A_2 \cdot \overline{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot \overline{S}_f = \frac{Q_1 \cdot \beta_1}{g \cdot A_1} + A_1 \cdot \overline{Y}_1 \qquad \text{(eq. 5.6)}$$

Nella figura che segue sono schematizzate le forze esterne e quelle interne che agiscono sul sistema "acqua" tra due sezioni successive.

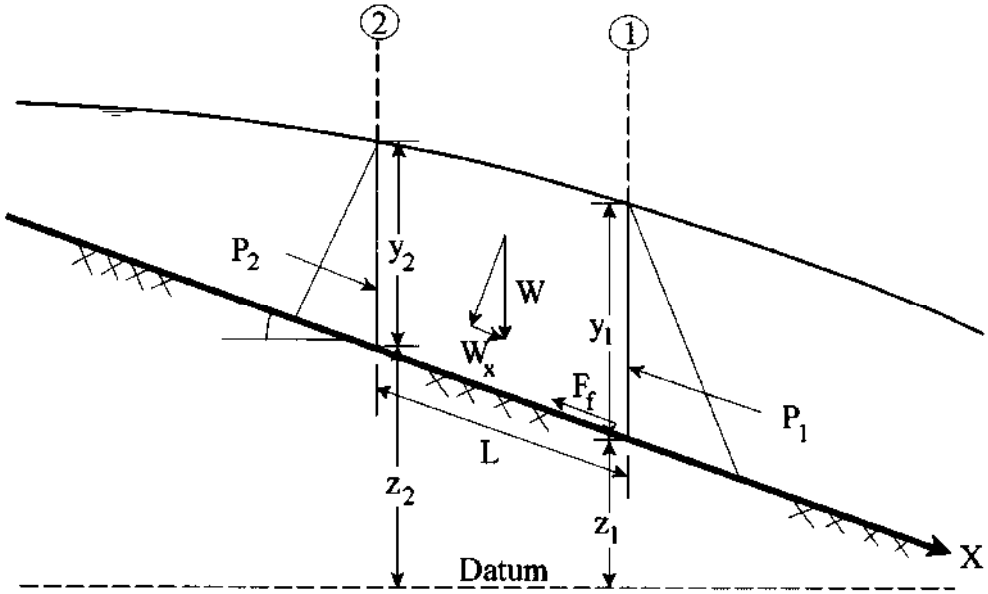


Figura 4: Applicazione del principio del momento

Nei calcoli si può inoltre considerare l'effetto di diversi tipi di ostruzioni al flusso dell'acqua come per esempio ponti, stramazzi, traverse, luci di deflusso e altre strutture impermeabili che occupano l'alveo. Generalmente l'obiettivo principale dell'applicazione di questo tipo di studio è costituito dalla ricerca delle aree esondabili ma si possono eseguire anche studi relativi all'effetto che eventuali argini o mutamenti morfologici dell'alveo hanno sul profilo della corrente.

5.2.) Modellazione idraulica attraverso un ponte

L'approccio di HEC RAS al problema della dinamica fluviale attraverso un ponte consiste nel calcolo delle perdite di energia totale da parte del fluido all'uscita dal ponte, dove generalmente si riscontra un'espansione del fluido, all'attraversamento di esso ed in ingresso, dove, invece, si riscontra una contrazione del fluido.

Per semplicità, nel seguito, si indica con routine il processo di calcolo precedentemente indicato.

La routine utilizza quattro sezioni per il calcolo della perdita di energia della massa fluida attraverso l'infrastruttura (vedi figura seguente). È necessario che le sezioni 4 e 1 siano inserite come dati geometrici di input mentre le restanti sono generate automaticamente dal programma.

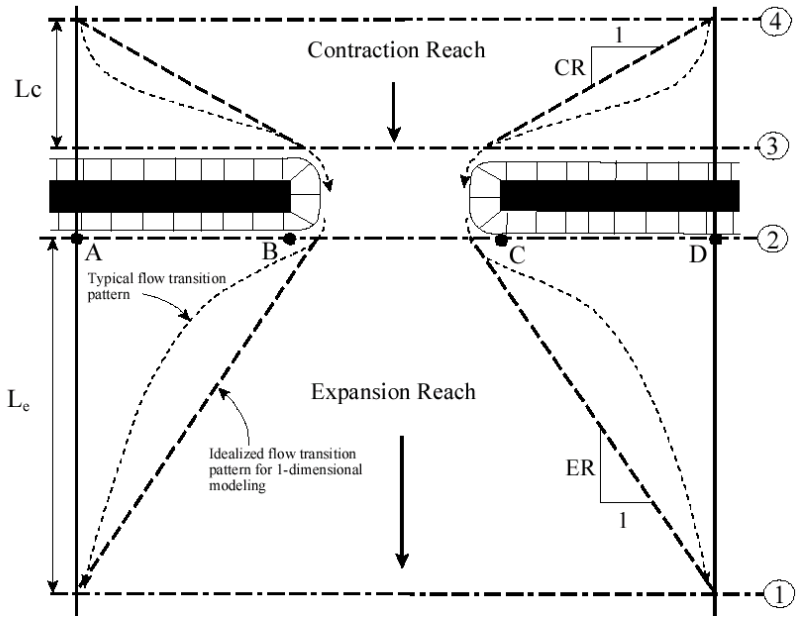


Figura 5: Posizione delle sezioni nei pressi di un ponte.

		$n_{ob} / n_{c=1}$	$n_{ob} / n_{c=2}$	$n_{ob} / n_{c=4}$
b/B = 0.10	S = 1 ft/mile	1.4 – 3.6	1.3 – 3.0	1.2 – 2.1
	5 ft/mile	1.0 – 2.5	0.8 – 2.0	0.8 – 2.0
	10 ft/mile	1.0 – 2.2	0.8 – 2.0	0.8 – 2.0
b/B = 0.25	S = 1 ft/mile	1.6 – 3.0	1.4 – 2.5	1.2 – 2.0
	5 ft/mile	1.5 – 2.5	1.3 – 2.0	1.3 – 2.0
	10 ft/mile	1.5 – 2.0	1.3 – 2.0	1.3 – 2.0
b/B = 0.50	S = 1 ft/mile	1.4 – 2.6	1.3 – 1.9	1.2 – 1.4
	5 ft/mile	1.3 – 2.1	1.2 – 1.6	1.0 – 1.4
	10 ft/mile	1.3 – 2.0	1.2 – 1.5	1.0 – 1.4

Valori del rapporto di espansione ER.

La tabella precedente fornisce un suggerimento sulla distanza dal ponte cui effettuare il rilievo topografico della sezione a valle:

b = lunghezza totale della luce libera del ponte ($\overline{BC}$ in *Figura 5*),

B = lunghezza totale del ponte ($\overline{AD}$ in *Figura 5*),

S = pendenza dell'alveo,

n_{ob} = scabrezza di Manning nella zona di esondazione,

n_c = scabrezza di Manning nel canale principale.

Nella routine la scabrezza di Manning è utilizzata per il calcolo delle perdite energetiche dovute agli attriti, ogni altra perdita di energia è calcolata attraverso coefficienti che rappresentano la variazione del carico cinetico della corrente fra una sezione e quella adiacente. Generalmente, ad un aumento di

velocità corrisponde una contrazione della corrente, viceversa in caso di rallentamento. Di seguito si forniscono alcuni valori tipici dei coefficienti di contrazione ed espansione in caso di moto in corrente lenta:

	Contrazione	Espansione
Nessuna perdita calcolata	0	0
Perdite graduali	0.1	0.3
Perdite in sezioni tipiche di ponti	0.3	0.5
Perdite localizzate	0.6	0.8

5.2.1.) Calcoli in "Low Flow"

Questo tipo di routine funziona quando il flusso del fiume attraverso il ponte è a "canale completamente aperto", ovvero quando l'altezza d'acqua massima non raggiunge la corda più bassa del ponte. In caso di moto in corrente lenta, il programma esegue una iterazione di calcoli utilizzando la formula del momento, descritta in precedenza, applicata ad un'altezza d'acqua pari a quella critica, per definire in quale classe di flusso ci si trova:

Classe A: il momento nella sezione a valle del ponte è maggiore di quello calcolato relativamente all'altezza critica attraverso il ponte;

Classe B: il momento nella sezione a valle del ponte è minore di quello calcolato relativamente all'altezza critica attraverso il ponte (si riscontra un fenomeno di risalto idraulico);

Classe C: il profilo che si riscontra attraverso il ponte è interamente supercritico (corrente localmente veloce).

Nel caso di flussi in classe A le perdite di energia tra le sezioni 4 e 3 e tra le sezioni 2 e 1 (vedi fig. 9.3) sono calcolati con le tecniche descritte in precedenza per analizzare gli effetti degli attriti e della contrazione o espansione del flusso. Tra le sezioni 3 e 2 le perdite di energia si possono calcolare mediante quattro diverse formule:

Equazione dell'energia,

Bilancio del momento,

Equazione di Yarnell,

Metodo FHWA WSPRO.

Si può scegliere di utilizzare uno solo di questi metodi oppure tutti insieme. Nel secondo caso HEC RAS consente di visualizzare un risultato per volta oppure solamente quello che fornisce un contenuto energetico maggiore.

L'equazione dell'energia utilizzata è la stessa descritta in precedenza per una normale sezione; in questo caso viene sottratta dall'area bagnata e dal perimetro bagnato la parte di alveo ostruita dal ponte.

Il bilancio del momento è eseguito in tre passi:

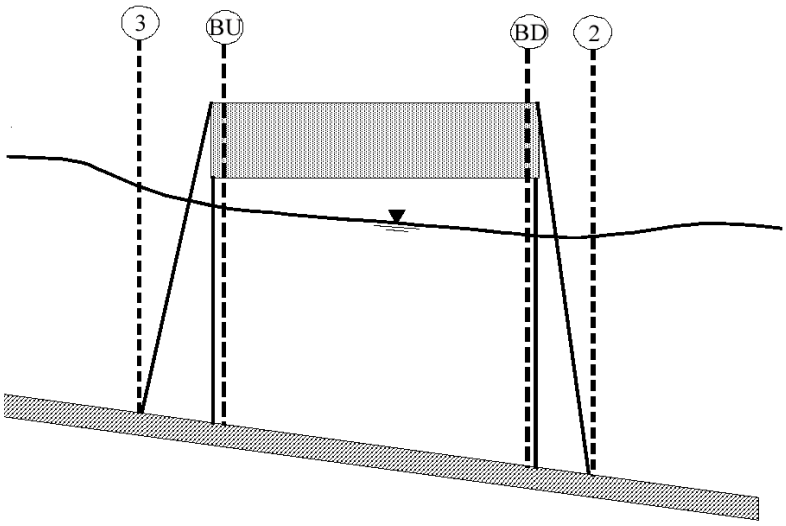


Figura 6: Sezioni adiacenti e interne al ponte.

Il primo passo consiste nel calcolare il bilancio del momento tra la sezione 2 e la sezione BD (vedi fig. 6) utilizzando la seguente formula:

$$A_{BD} \cdot \overline{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} \cdot Q_{BD}^2}{g \cdot A_{BD}} = A_2 \cdot \overline{Y}_2 + \frac{\beta_2 \cdot Q_2^2}{g \cdot A_2} - A_{p_{BD}} \cdot \overline{Y}_{p_{BD}} + F_f - W_x$$

dove:

A_2, A_{BD} = area di flusso libero alla sezione 2 e alla BD, rispettivamente;

$A_{p_{BD}}$ = area di ostruzione della pila del ponte dal lato verso valle;

$\overline{Y}_2$, $\overline{Y}_{BD}$ = distanza verticale dalla superficie dell'acqua al baricentro dell'area bagnata A_2 e A_{BD}, rispettivamente;

$\overline{Y}_{p_{BD}}$ = distanza verticale dalla superficie dell'acqua al baricentro dell'area bagnata della pila dal lato verso valle;

β_2, β_{BD} = coefficiente di momento che tiene conto della variazione di distribuzione delle velocità rispettivamente alla sezione 2 e alla sezione BD;

Q_2, Q_{BD} = portata;

g = accelerazione di gravità;

F_f = forza esterna dovuta all'attrito, per unità di peso di acqua;

W_x = forza dovuta al peso dell'acqua nella direzione del flusso, per unità di peso di acqua.

Il secondo passo è costituito da un bilancio del momento fra le sezioni BD e BU (vedi fig. 8):

$$A_{BU} \cdot \overline{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} \cdot Q_{BU}^2}{g \cdot A_{BU}} = A_{BD} \cdot \overline{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} \cdot Q_{BD}^2}{g \cdot A_{BD}} + F_f - W_x$$

Il passo finale è un bilancio di momento tra le sezioni BU e 3 (vedi fig. 4.4):

$$A_3 \cdot \overline{Y}_3 + \frac{\beta_3 \cdot Q_3^2}{g \cdot A_3} = A_{BU} \cdot \overline{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} \cdot Q_{BU}^2}{g \cdot A_{BU}} - A_{p_{BU}} \cdot \overline{Y}_{p_{BU}} + \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \frac{A_{p_{BU}} \cdot Q_3^2}{g \cdot A_3^2} + F_f - W_x$$

dove:

CD = coefficiente di erosione dovuto al flusso attorno alle pile del ponte; alcuni valori tipici si possono riscontrare nella tabella seguente:

Pier Shape	**Drag Coefficient C_D**
Circular pier	1.20
Elongated piers with semi-circular ends	1.33
Elliptical piers with 2:1 length to width	0.60
Elliptical piers with 4:1 length to width	0.32
Elliptical piers with 8:1 length to width	0.29
Square nose piers	2.00
Triangular nose with 30 degree angle	1.00
Triangular nose with 60 degree angle	1.39
Triangular nose with 90 degree angle	1.60
Triangular nose with 120 degree angle	1.72

Valori dei coefficienti di erosione a seconda della forma delle pile.

L'equazione di Yarnell è utilizzata per prevedere come varia la superficie dell'acqua dalla sezione 2, a valle, alla sezione 3, a monte; essa si basa su un metodo empirico, frutto di circa 2600 esperienze di laboratorio. I parametri utilizzati come variabili sono la forma, lo spessore, la lunghezza e l'angolo dei pilastri, nonché la velocità del flusso d'acqua. L'equazione risulta:

$$H_{3-2} = 2 \cdot K \cdot (K + 10 \cdot \omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15 \cdot \alpha^4) \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

dove:

H_{3-2} = differenza di altezza d'acqua dalla sezione 3 alla 2;

K = coefficiente di Yarnell dovuto alla forma delle pile (vedi tabella);

ω = rapporto tra l'altezza cinetica e la profondità dell'acqua alla sezione 2;

α = rapporto tra l'area di ostruzione dei pilastri e il totale dell'area libera alla sezione 2;

V_2 = velocità a valle della sezione 2.

Pier Shape	Yarnell K Coefficient
Semi-circular nose and tail	0.90
Twin-cylinder piers with connecting diaphragm	0.95
Twin-cylinder piers without diaphragm	1.05
90 degree triangular nose and tail	1.05
Square nose and tail	1.25
Ten pile trestle bent	2.50

Coefficienti di Yarnell a seconda della forma delle pile

Tale metodo non è risultato sensibile alla forma delle arcate e delle spalle del ponte né al suo spessore.

Il metodo FHWA WSPRO è risultato un'applicazione ottimizzata dell'equazione della conservazione dell'energia per HEC RAS.

5.2.2.) Calcoli in" High Flow"

In questo caso la corrente lambisce o supera l'altezza della corda più bassa del ponte. Per svolgere i calcoli si utilizzano equazioni di conservazione dell'energia oppure formule di moti in pressione o di stramazzi. Poiché il metodo relativo all'equazione di conservazione dell'energia è già stato esaminato in precedenza, si evidenziano in questa sede le altre due metodologie.

Nel caso di moti in pressione si possono verificare due situazioni: una in cui solo il profilo di corrente a monte entra in contatto con la corda bassa del ponte, l'altro in cui il moto è in pressione per tutta la larghezza del ponte.

Se il moto non è interamente in pressione si utilizza la formula seguente:

$$Q = C_d \cdot A_{BU} \cdot \left[Y_3 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_3 \cdot V_3^2}{2 \cdot g} \right]^{\frac{1}{2}}$$

dove:

Q = portata totale;

C_d = coefficiente di portata per il fluido in pressione;

A_{BU} = area libera dovuta all'apertura del ponte alla sezione BU;

Y_3 = altezza dell'acqua alla sezione 3;

Z = distanza verticale dalla corda inferiore del ponte al fondo del canale principale alla sezione BU.

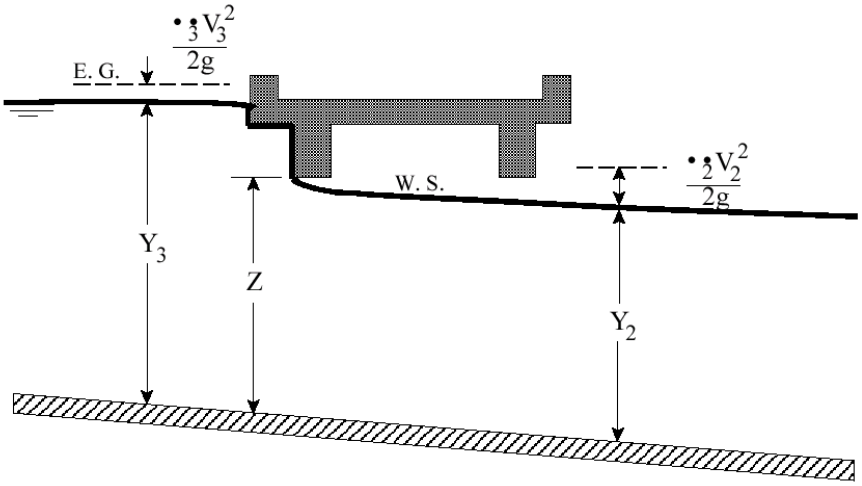
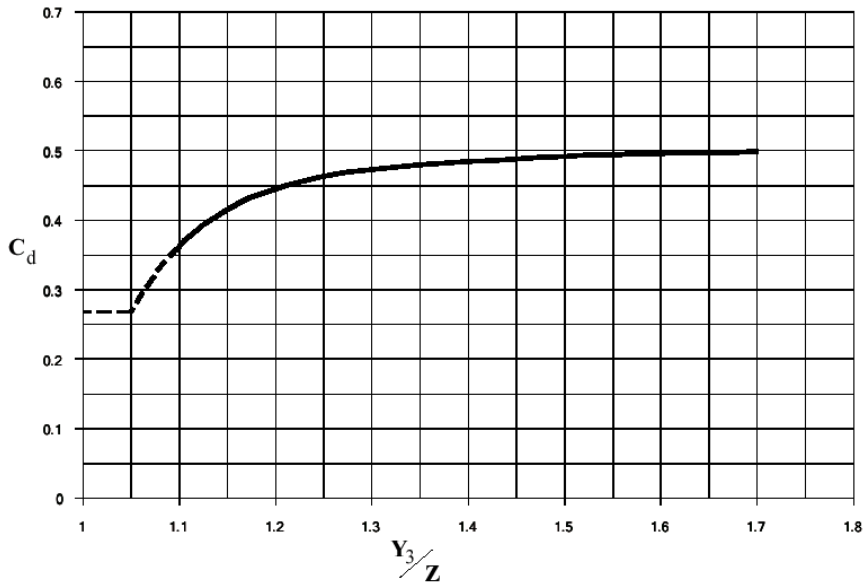


Figura 7: Esempio di flusso non interamente in pressione



Coefficiente di portata per flussi non interamente in pressione

Come si può vedere si può diagrammare la relazione che lega il parametro Cd al rapporto Y3/Z. Esiste inoltre un intervallo di valori in cui il moto non è ben definito ovvero per Y3/Z = 1.0 ÷ 1.1; in tale intervallo l'equazione precedente non vale.

Per moti interamente in pressione si adotta la seguente formula:

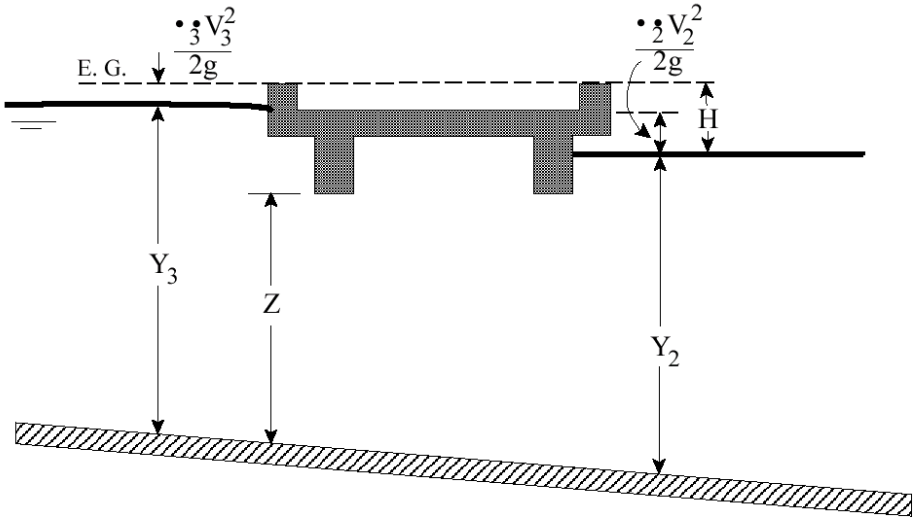
$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove:

C = coefficiente di portata per moti in pressione a tubo pieno;

H = differenza tra il gradiente di energia a monte e la quota della superficie dell'acqua a valle;

A = area dell'apertura del ponte.



Esempio di flusso in pressione "a tubo pieno".

Generalmente il coefficiente di portata assume valore C = 0.8, ma l'intervallo di variazione di tale parametro è tra 0.7 e 0.9. Quando si sceglie di utilizzare tale metodologia di calcolo, il programma compara la risposta di questa con i risultati ottenuti tramite il metodo "Low Flow"; si utilizza poi quello che dà la risposta più alta.

Nel caso in cui il flusso superi la corda superiore del ponte si utilizza il procedimento relativo al calcolo per gli stramazzi:

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

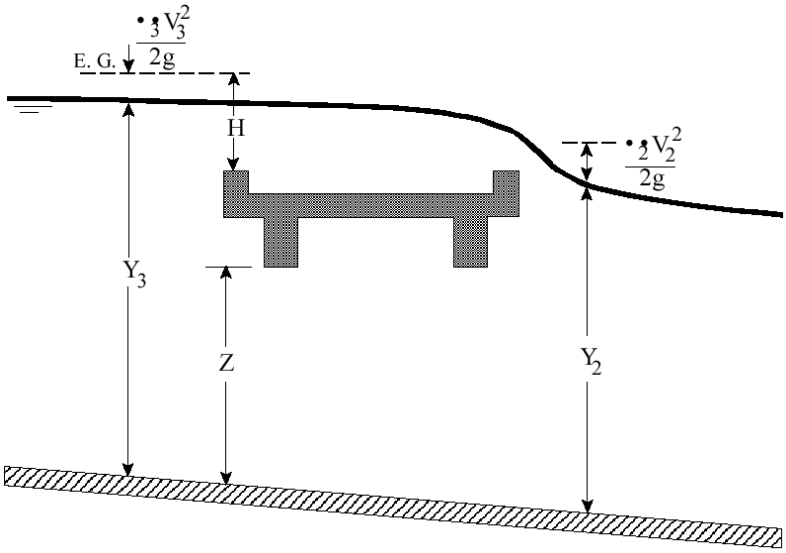
dove:

Q = portata totale del flusso sopra lo stramazzo;

C = coefficiente di portata per moti a stramazzo;

L = lunghezza totale dello stramazzo;

H = differenza di carico tra monte e centro dello stramazzo.



Esempio di ponte con flusso in pressione e stramazzo.

Il coefficiente C varia tra 1.38 e 1.71 e, in caso di alveo pulito, dipende principalmente dall'altezza d'acqua che si crea sopra lo stramazzo. Nel caso di canale ostruito da alberi, resti di vecchi ponti o immondizia, il valore di C diminuisce. Nel caso di stramazzi su ponti (stramazzo rettangolare) è consigliabile utilizzare C = 1.44. Nel caso di canali costruiti sotto terrapieni di strade si adotta un coefficiente tipico di sezioni trapezioidali pari cioè a C = 1.66.

5.3.) Output della modellazione

Il modello restituisce in *output* il disegno della traccia schematica bidimensionale del sistema fluviale o di canali che si sta indagando, il disegno delle sezioni trasversali, grafici indicanti la tipologia del profilo della corrente sia in direzione longitudinale sia trasversale (solo per le sezioni) rispetto al flusso della corrente e la scala delle portate.

I grafici delle sezioni riportano indicazioni relative all'altezza d'acqua corrispondente ad un certo tempo di ritorno, i limiti di ciò che si può considerare alveo principale, i valori di scabrezza utilizzati (e la variazione trasversale di essi), il nome del fiume/torrente indagato, il nome del ramo (tratto superiore, inferiore, ecc.) in esame e l'identificativo della sezione.

È possibile inoltre leggere i risultati sotto forma di tabelle in cui sono indicati i valori della velocità della corrente nelle varie aree in cui è stata divisa una sezione, le altezze idrometriche, le perdite di energia tra una sezione e quella successiva ed altri parametri idraulici.

6.) RISULTATI RELATIVI ALLE VERIFICHE IDRAULICHE

La base degli input geometrici per l'utilizzo di HEC RAS proviene dal rilievo topografico di dettaglio svolto lungo tutta l'area di intervento prendendo poi in considerazione le sezioni maggiormente significative di ciascun rio numerate progressivamente da valle verso monte e le cui tracce in planimetria ed i profili sono rappresentati nelle tavole grafiche allegate alla presente.

Al fine di valutare l'eventuale compatibilità dell'intervento con il regime del corso d'acqua è stata effettuata la simulazione con portate aventi Tr 200 anni e le verifiche monodimensionali sono state condotte in regime di moto permanente ed in condizioni di corrente mista, imponendo come condizione al contorno di monte la pendenza in moto uniforme e come condizione al contorno di valle l'altezza d'acqua raggiunta con l'ipotesi di corrente critica.

6.1) Analisi dei risultati

Dai calcoli svolti, si evince che le piene assunte a riferimento rimangono tutte contenute all'interno dell'alveo che appare fortemente inciso rispetto al piano campagna poichè i tratti indagati si presentano caratterizzato da sponde naturali che rappresentano un ostacolo morfologico all'espansione delle acque nelle aree limitrofe. I nuovi attraversamenti in progetto peraltro risultano adeguati dal punto di vista idraulico consentendo il transito delle portate due centennali nel rispetto del franco previsto dal Reg. Reg. n. 3/2011 e s.m.i.. La tabella seguente riassume, per ciascun nuovo attraversamento i parametri utili alla valutazione del franco idraulico che, per i corsi d'acqua appartenenti al reticolo minuto, deve essere superiore a 50 cm.

RIO 1	**Quota fondo alveo [m.s.l.m.]**	**Quota intradosso [m.s.l.m.]**	**Quota piena Tr200 [m.s.l.m.]**	**Franco [m]**
Sezione di monte	1028.83	1030.11	1029.56	**0.55**
Sezione di valle	1028.61	1029.89	1029.07	**0.82**

Tabella 5: Parametri idraulici nuovo attraversamento Rio 1

RIO 2	**Quota fondo alveo [m.s.l.m.]**	**Quota intradosso [m.s.l.m.]**	**Quota piena Tr200 [m.s.l.m.]**	**Franco [m]**
Sezione di monte	1038.97	1040.25	1039.19	**1.06**
Sezione di valle	1038.75	1040.03	1038.98	**1.05**

Tabella 6: Parametri idraulici nuovo attraversamento Rio 2

RIO 3	**Quota fondo alveo [m.s.l.m.]**	**Quota intradosso [m.s.l.m.]**	**Quota piena Tr200 [m.s.l.m.]**	**Franco [m]**
Sezione di monte	1057.69	1058.97	1058.15	**0.82**

Sezione di valle	1057.47	1058.75	1057.78	**0.97**

Tabella 7: Parametri idraulici nuovo attraversamento Rio 3

Dalle verifiche idrauliche svolte non si rilevano condizioni ostative o di aggravio del rischio idraulico a seguito della realizzazione dei nuovi attraversamenti; per tali ragioni, nonché dalle risultanze del modello numerico, si evince che l'intervento in progetto è COMPATIBILE con il regime idraulico dei corsi d'acqua.

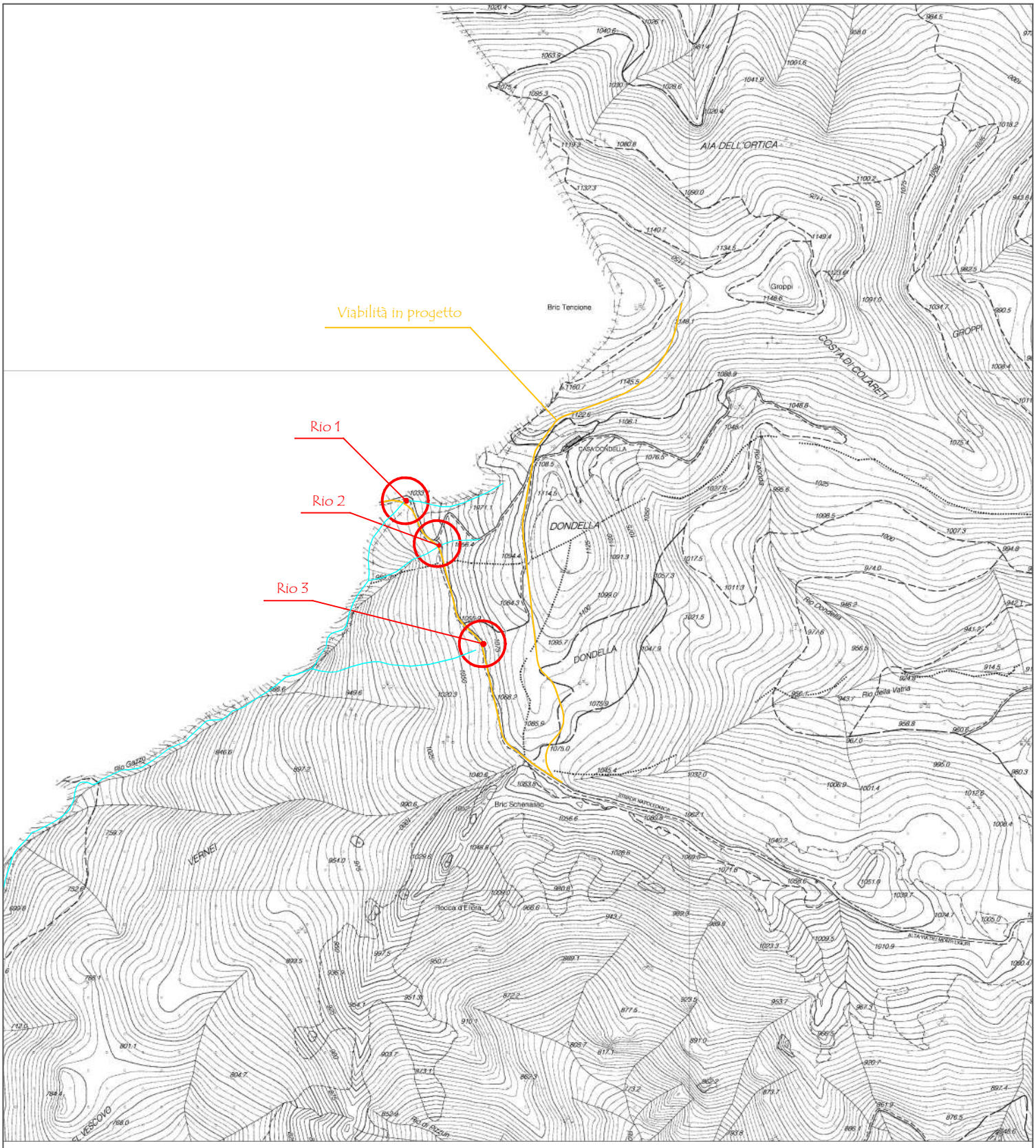
7.) CONCLUSIONI

Il presente studio idraulico è stato redatto nell'ambito del progetto per la realizzazione di un parco eolico costituito da n. 2 aerogeneratori per un totale di 9 MW in località "I Groppi" nel comune di Bardineto (SV). L'intervento di adeguamento della viabilità esistente interferisce con tre rii di modeste dimensioni appartenenti al reticolo minuto ed occorre pertanto dimensionare correttamente i nuovi attraversamenti che saranno costituiti da un tubo in cls diam. interno 128 cm con pendenza di fondo di circa 5.5%.

A tal fine, è stato realizzato uno studio idrologico-idraulico di dettaglio lungo il Rio 1, il Rio 2 ed il Rio 3 e, sulla base di un rilievo topografico del tratto di interesse, è stato allestito un modello numerico monodimensionale in condizioni di moto permanente finalizzato all'accertamento della compatibilità delle opere in progetto ai fini idraulici.

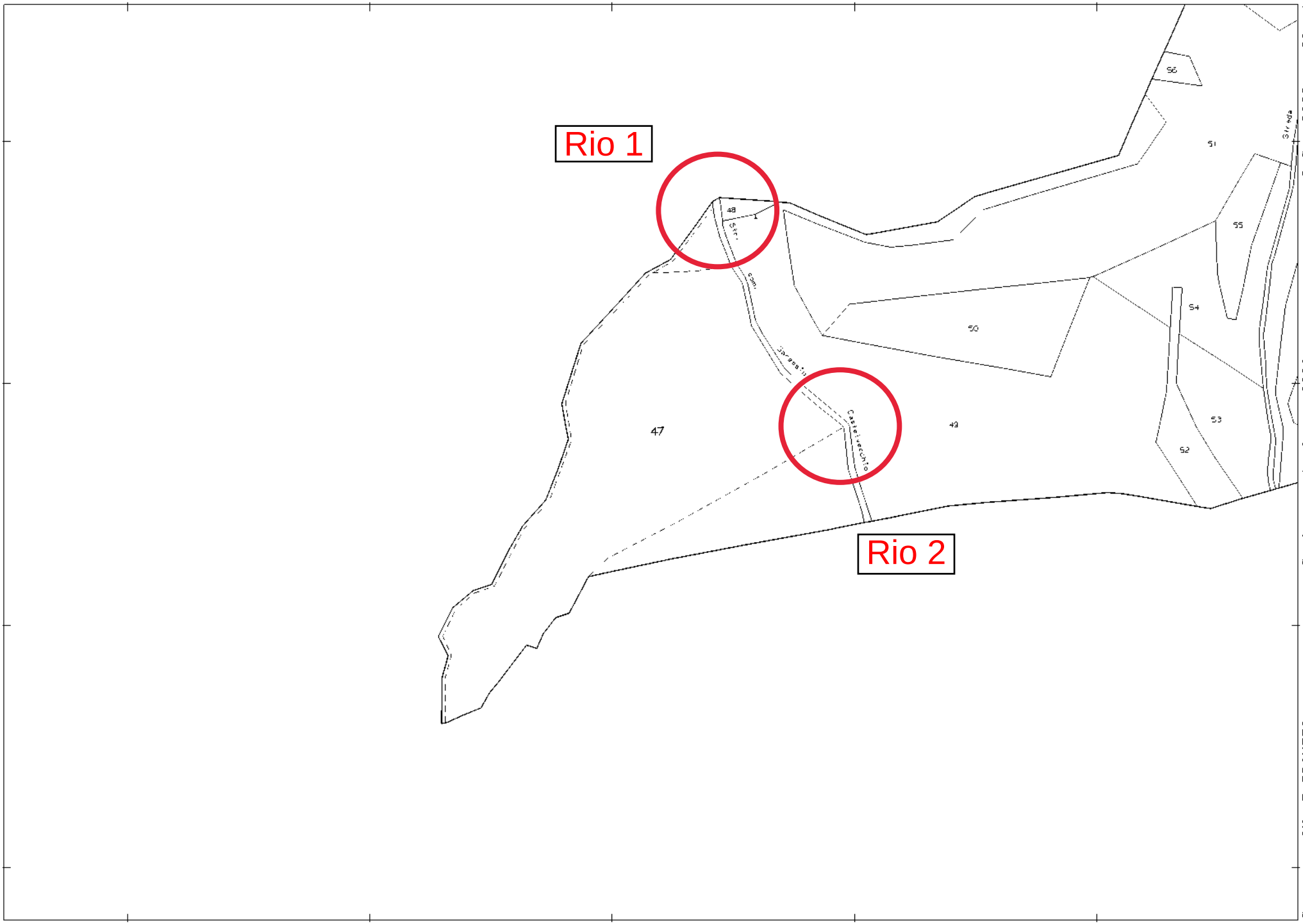
Alla luce delle verifiche idrauliche svolte, non si rilevano condizioni ostative alla realizzazione delle opere in progetto poiché si ritengono gli attraversamenti COMPATIBILI con il regime idraulico dei corsi d'acqua.

ALLEGATI



STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE
FOGLI 245023 E 245024

Scala 1:10.000


Direzione Provinciale di Savona Ufficio Provinciale - Territorio - Direttore FABIO PETTOROSSI
Vis tel.(0 90 euro)
Rio 1
Rio 2
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
Strada
Scala originale: 1:2000
Dimensione cornice: 534.000 x 378.000 metri
Protocollo pratica T17109/2023
2-Giu-2023 11:20:44
Comune: (SV) BARDINETO
Foglio: 19
N=-31700
E=-68000
1 Particella: 47



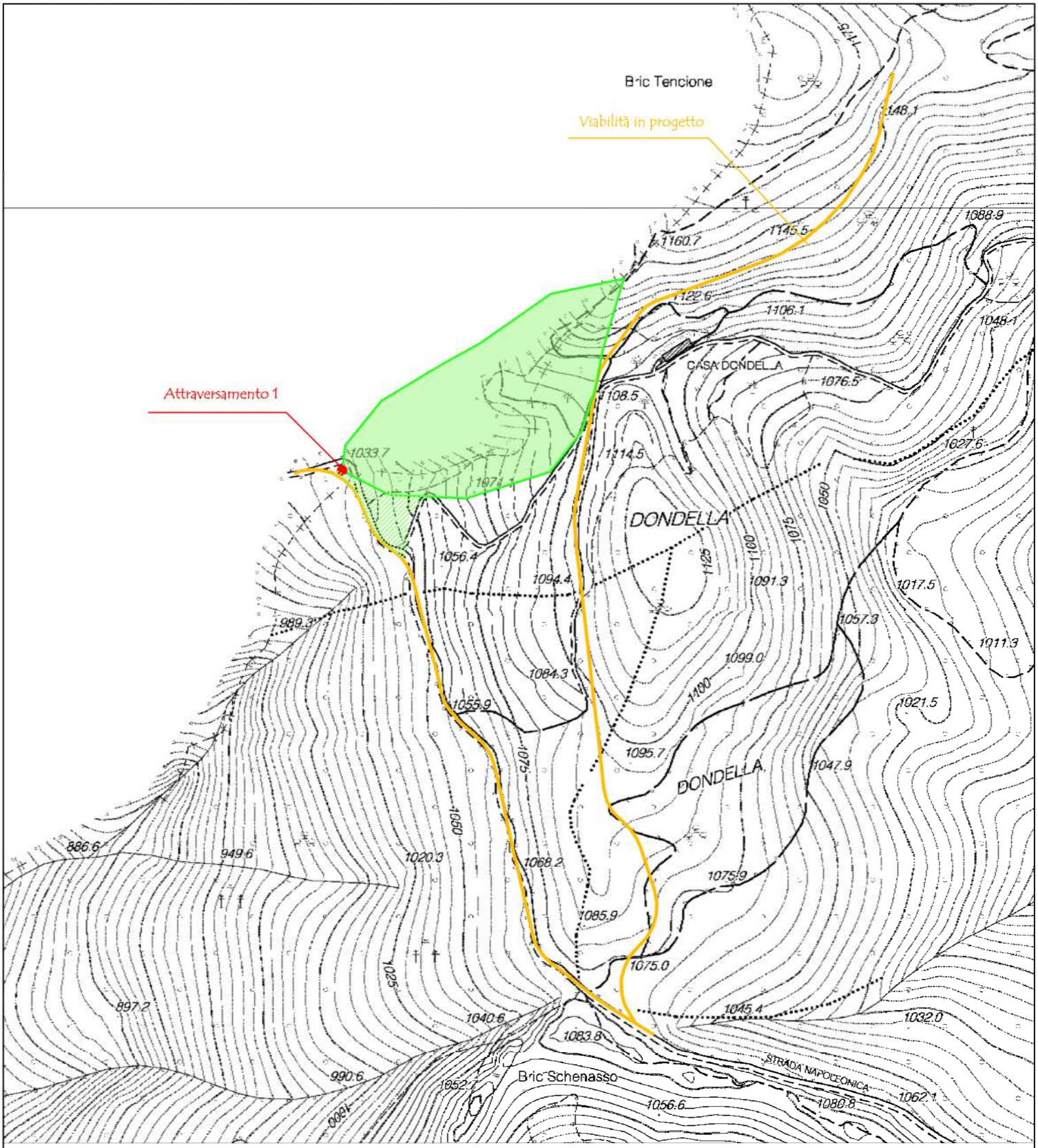
N=-31800

E=-68000

Scala originale: 1:2000
Dimensione cornice: 534.000 x 378.000 metri Protocollo pratica T17318/2023 2-Giu-2023 11:22:27
Comune: (SV) ERLI
Foglio: 1

1 Particella: 1

RIO 1



Bacino idrografico Rio Attraversamento 1 - S = 0.031 kmq (Reticolo minuto)

Area scolante raccolta dalla cunetta laterale e recapitante nell'Attraversamento 1 - S = 0.003 kmq

PERIMETRAZIONE BACINO IDROGRAFICO ATTRAVERSAMENTO 1

Scala 1:5.000

CALCOLO PORTATE BACINO "RIO 1"

$Q = K_T \times A \times U_{A=2}$

Bacino	Attraversamento 1
Area	0.031
Tipo bacino	D
Latitudine	8 gradi 0.9 primi

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

Classificazione bacini regionali	
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione.
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea.

$U_{A=2}$ interpolazione lineare contributo unitario per A=2 km^2

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	Primi	A	B	C	D
8	0	7.9	6.59	5.05	4.43
8	0.9	7.94	6.63	5.08	4.46
8	2.5	8.02	6.70	5.12	4.50

CALCOLO PORTATE METODO CIMA

Tr [anni]		K_T	A [km^2]	$U_{A=2}$		Q [m^3/s]
5		1.29	0.031	4.46		0.18
10		1.79	0.031	4.46		0.25
30		2.90	0.031	4.46		0.40
50		3.47	0.031	4.46		0.48
100		4.25	0.031	4.46		0.59
200		5.02	0.031	4.46		**0.69**
500		6.04	0.031	4.46		0.83

CALCOLO PORTATE RECAPITANTI IN "ATTRAVERSAMENTO 1"

$Q = K_T \times A \times U_{A=2}$

Bacino	Sopra strada in Rio 1
Area	0.003
Tipo bacino	D
Latitudine	8 gradi 0.9 primi

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

Classificazione bacini regionali	
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione.
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea.

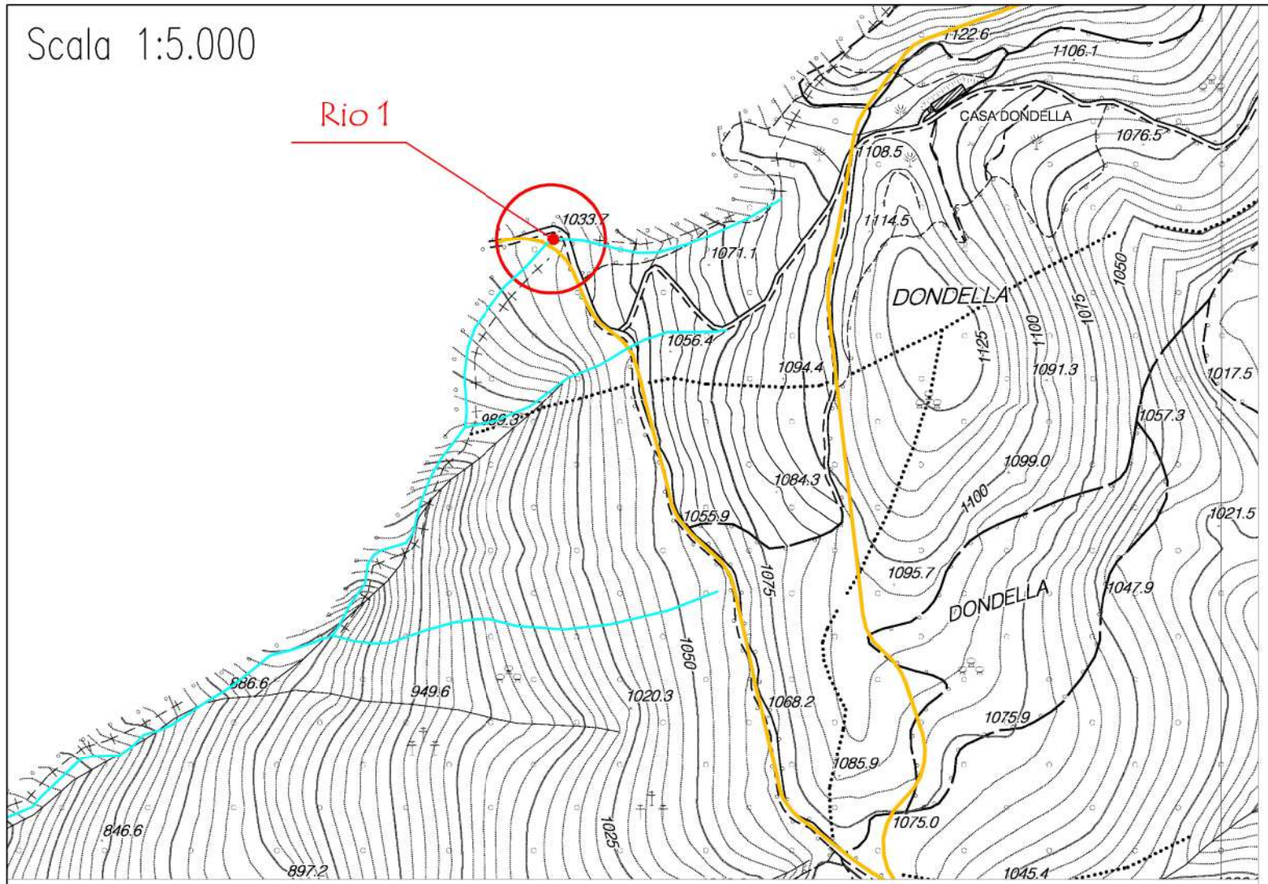
$U_{A=2}$ interpolazione lineare contributo unitario per A=2 km^2

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	Primi	A	B	C	D
8	0	7.9	6.59	5.05	4.43
8	0.9	7.94	6.63	5.08	4.46
8	2.5	8.02	6.70	5.12	4.50

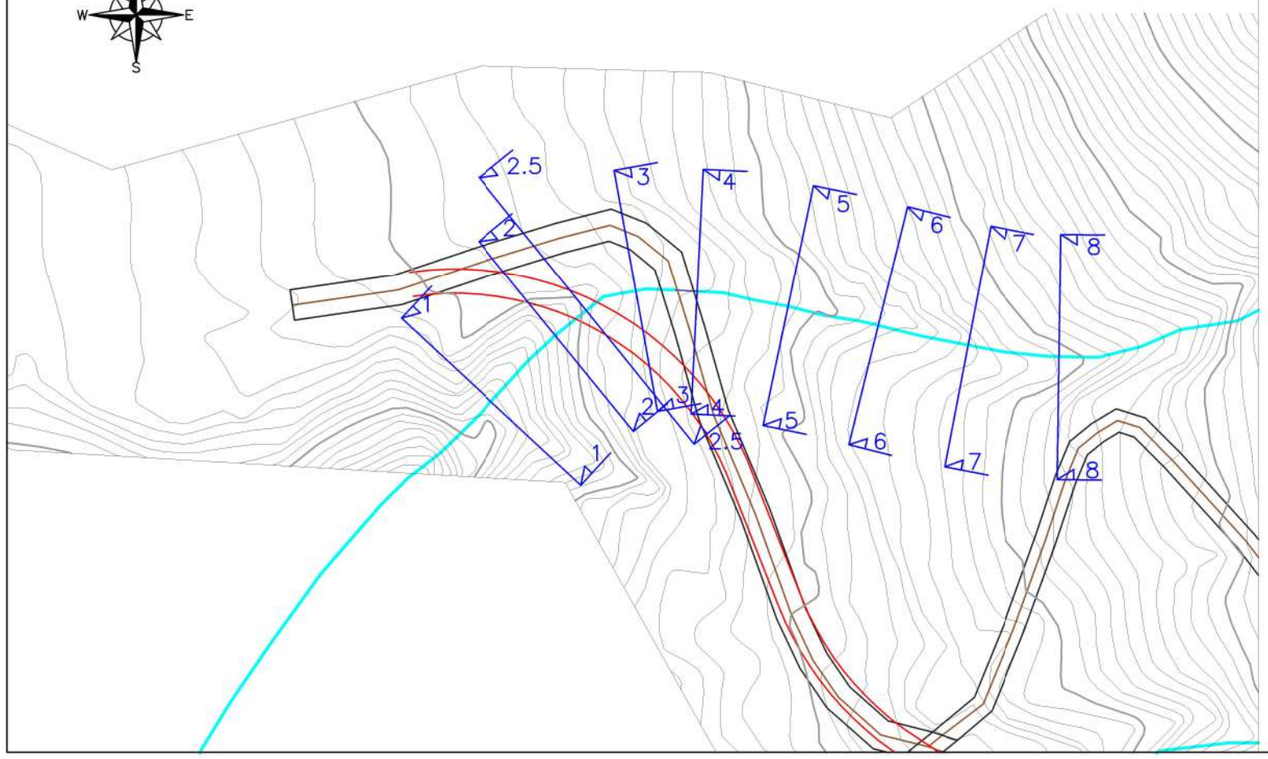
CALCOLO PORTATE METODO CIMA

Tr [anni]		K_T	A [km^2]	$U_{A=2}$		Q [m^3/s]
5		1.29	0.003	4.46		0.02
10		1.79	0.003	4.46		0.02
30		2.90	0.003	4.46		0.04
50		3.47	0.003	4.46		0.05
100		4.25	0.003	4.46		0.06
200		5.02	0.003	4.46		**0.07**
500		6.04	0.003	4.46		0.08

Scala 1:5.000

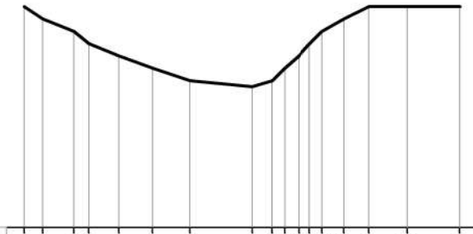


Scala 1:1.000



Scala 1:500

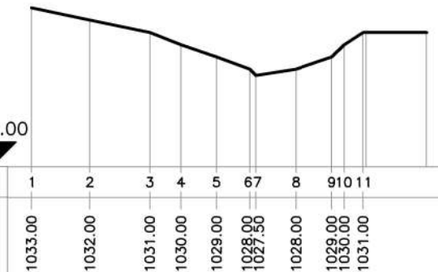
Sezione 1-1



1010.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Quote	1028.00	1027.00	1026.00	1025.00	1024.00	1023.00	1022.00	1121.50	1022.00	1023.00	1024.00	1025.00	1026.00	1027.00	1028.00	1028.00	1028.00
Distanze parziali		1.51	2.52	1.23	2.45	2.74	3.03	5.09	1.60	1.06	1.15	0.88		1.79	2.02	3.13	4.27
Distanze progressive	0.00	1.51	4.03	5.26	7.71	10.45	13.48	18.57	20.17	21.22	22.37	23.25	24.30	26.09	28.10	31.23	35.50

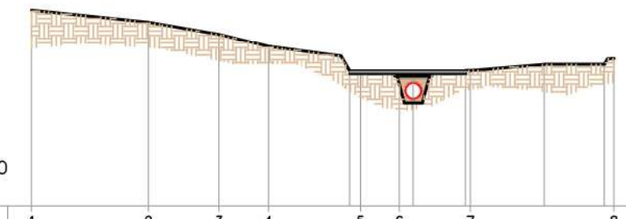
Sezione 2-2



1020.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Quote	1033.00	1032.00	1031.00	1030.00	1029.00	1028.00	1027.50	1028.00	1029.00	1030.00	1031.00
Distanze parziali		4.75	4.91	2.52	2.89	2.71	0.50	3.27	2.95	1.03	1.53
Distanze progressive	0.00	4.75	9.66	12.18	15.06	17.77	18.27	21.55	24.49	25.52	27.05

Sezione 2.5-2.5

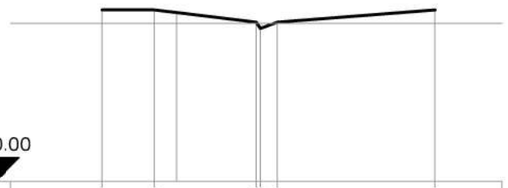


1020.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8
Quote	1036.00	1035.00	1034.00	1033.00	1032.00	1031.00	1031.00	1032.00
Distanze parziali		9.52	5.73	4.04	7.56	3.16	5.77	11.71
Distanze progressive	00'0	9.52	15.26	19.29	26.86	30.02	35.79	47.49

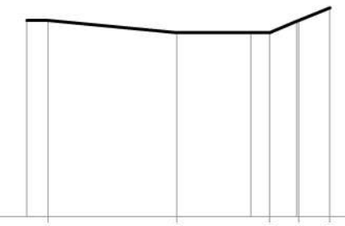
Scala 1:500

Sezione 3-3



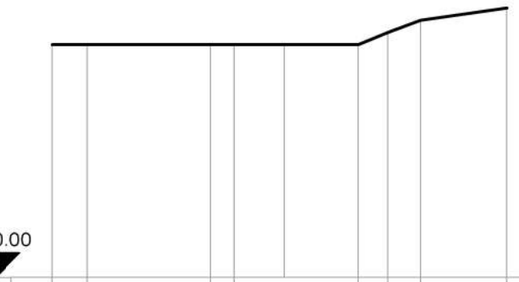
Punti battuti	1	2	3	4	5	6
Quote	1034.00	1034.00	1033.00	1032.50	1033.00	1034.00
Distanze parziali		4.26	8.31	0.33	1.37	12.83
Distanze progressive	0.00	4.26	12.56	12.89	14.27	27.10

Sezione 4-4



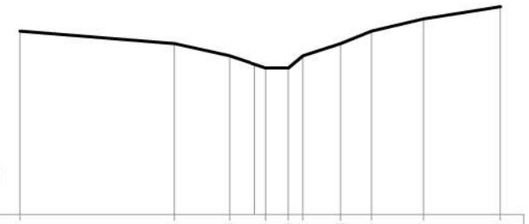
Punti battuti	1	2	3	4	5
Quote	1036.00	1035.00	1035.00	1036.00	1037.00
Distanze parziali		10.48	7.60	2.38	2.51
Distanze progressive	0.00	10.48	18.08	20.47	22.98

Sezione 5-5



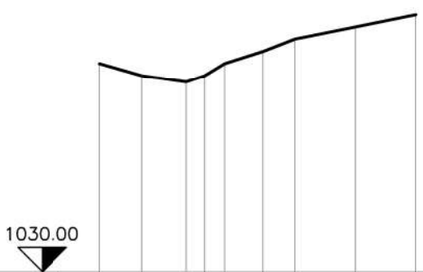
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8
Quote	1039.00	1039.00	1039.00	1039.00	1039.00	1040.00	1041.00	1042.00
Distanze parziali		2.85	10.05	1.92	10.09	2.41	2.67	7.01
Distanze progressive	0.00	2.85	12.88	14.75	24.83	27.31	29.84	36.83

Sezione 6-6



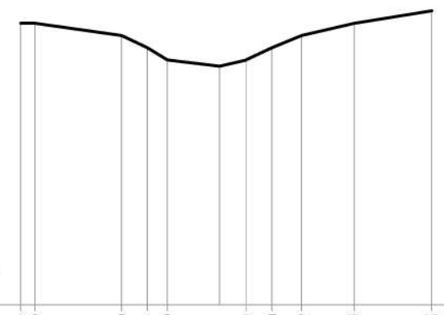
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quote	1045.00	1044.00	1043.00	1042.00	1042.00	1043.00	1044.00	1045.00	1046.00	1047.00
Distanze parziali		12.58	4.51	2.98	1.83	1.19	3.07	2.53	4.23	6.26
Distanze progressive	0.00	12.58	17.09	20.07	21.90	23.09	26.16	28.69	32.91	39.18

Sezione 7-7

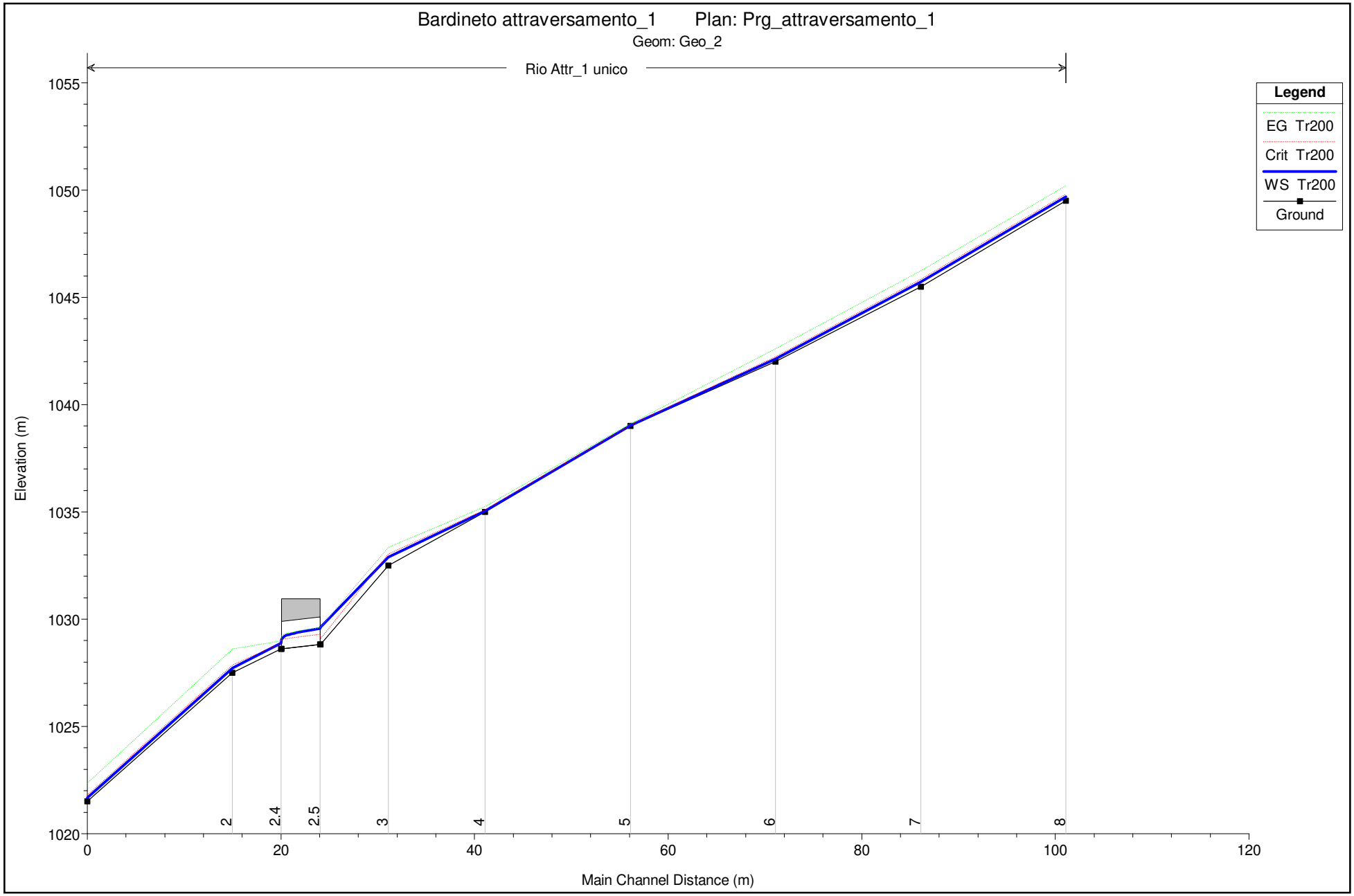


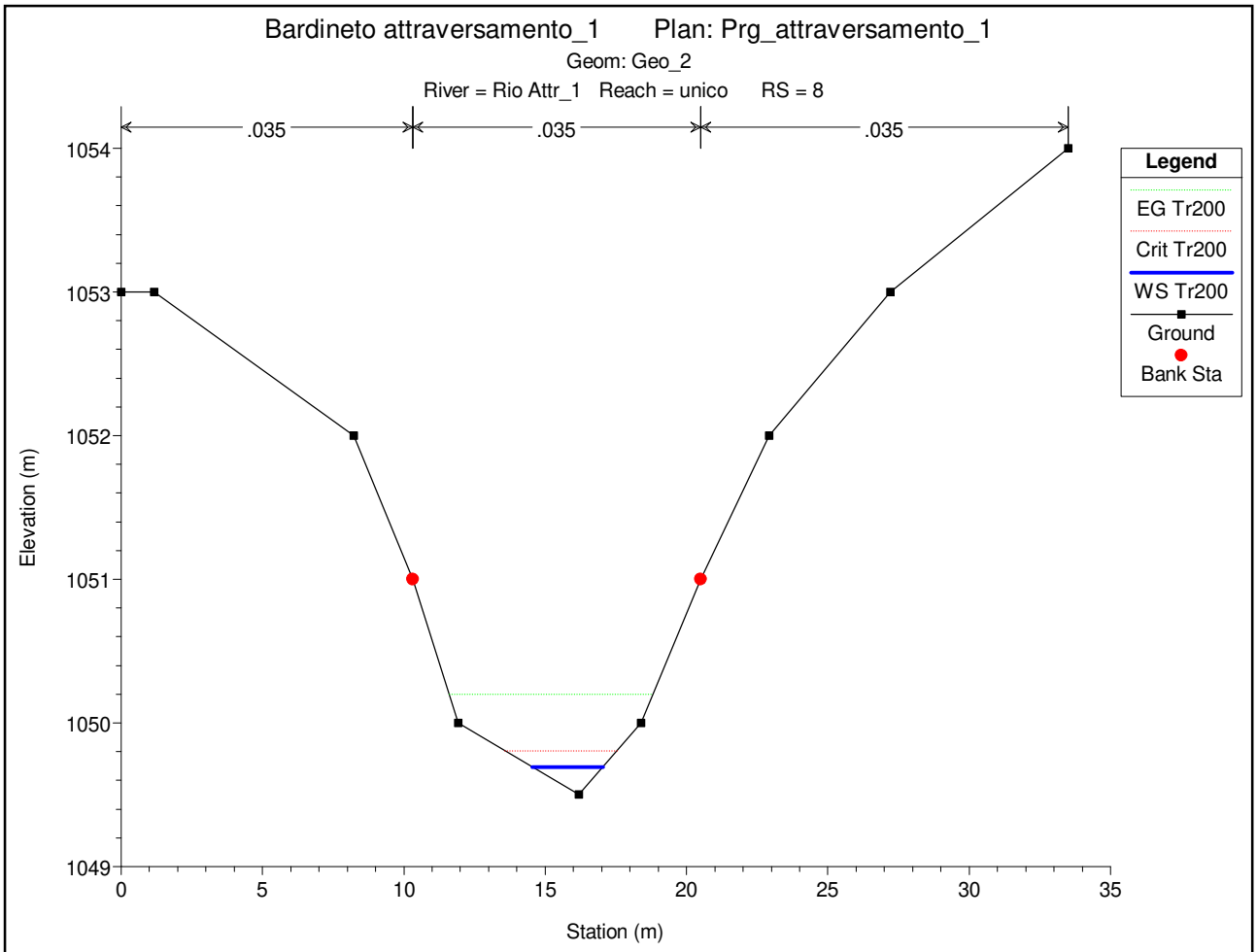
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8
Quote	1047.00	1046.00	1046.00	1047.00	1048.00	1049.00	1050.00	1051.00
Distanze parziali		3.45	5.13	1.61	3.11	2.60	4.94	4.88
Distanze progressive	0.00	3.45	8.58	10.20	13.31	15.91	20.85	25.73

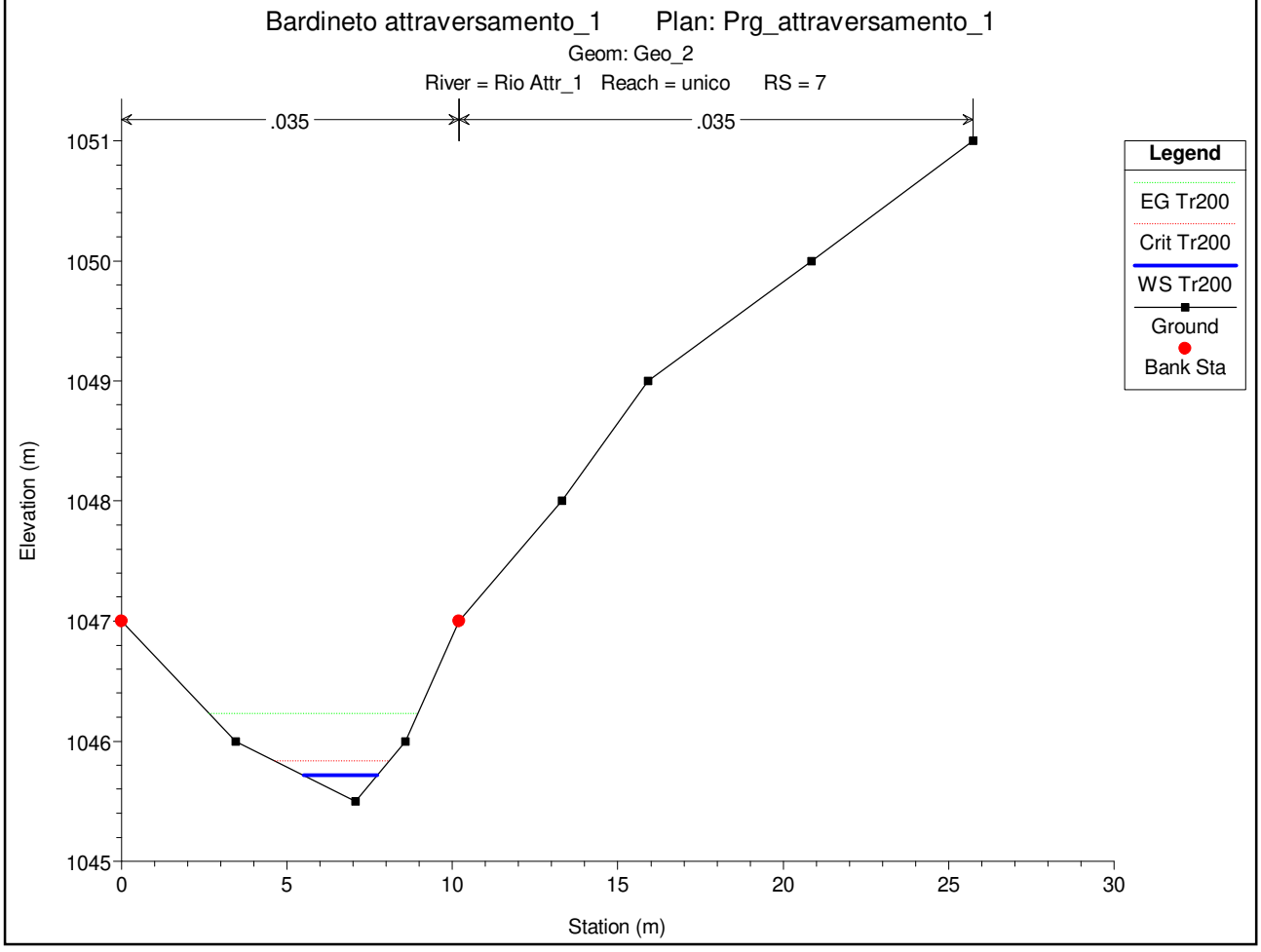
Sezione 8-8

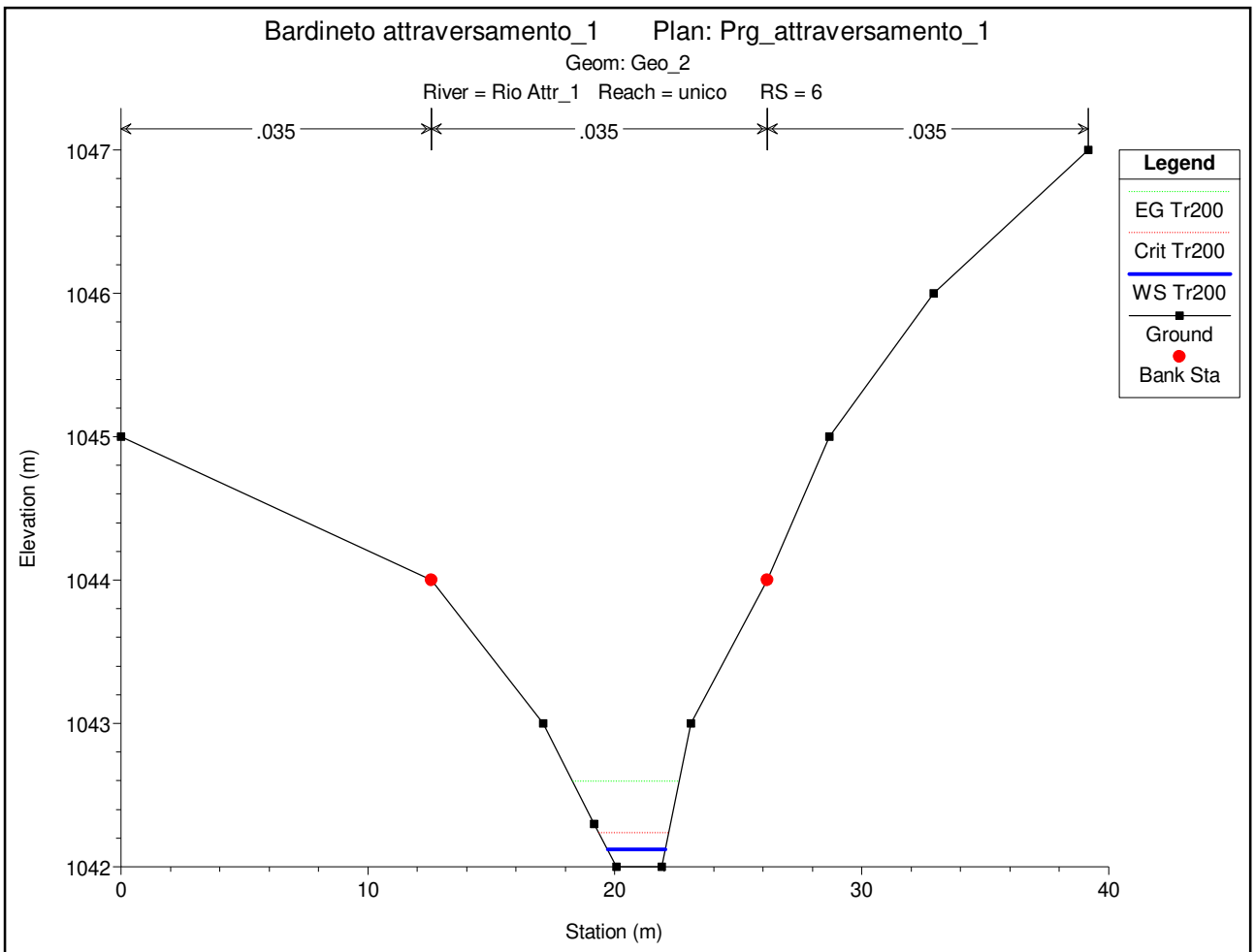


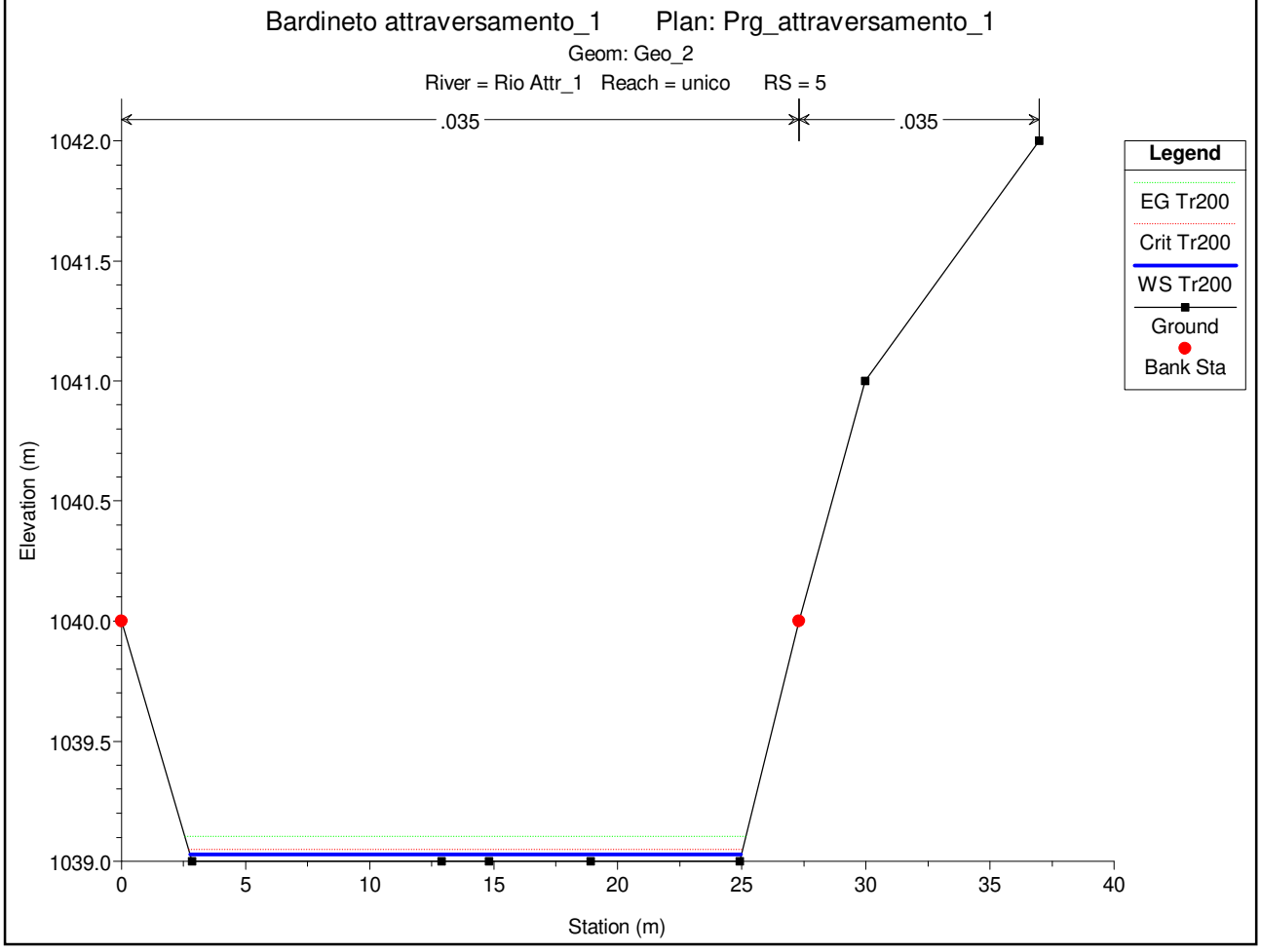
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quote	1053.00	1053.00	1052.00	1051.00	1050.00	1050.00	1051.00	1052.00	1053.00	1054.00
Distanze parziali		1.17	7.04	2.09	1.62	6.46	2.09	2.41	4.29	6.30
Distanze progressive	0.00	1.17	8.22	10.31	11.93	18.39	20.51	22.92	27.21	33.51

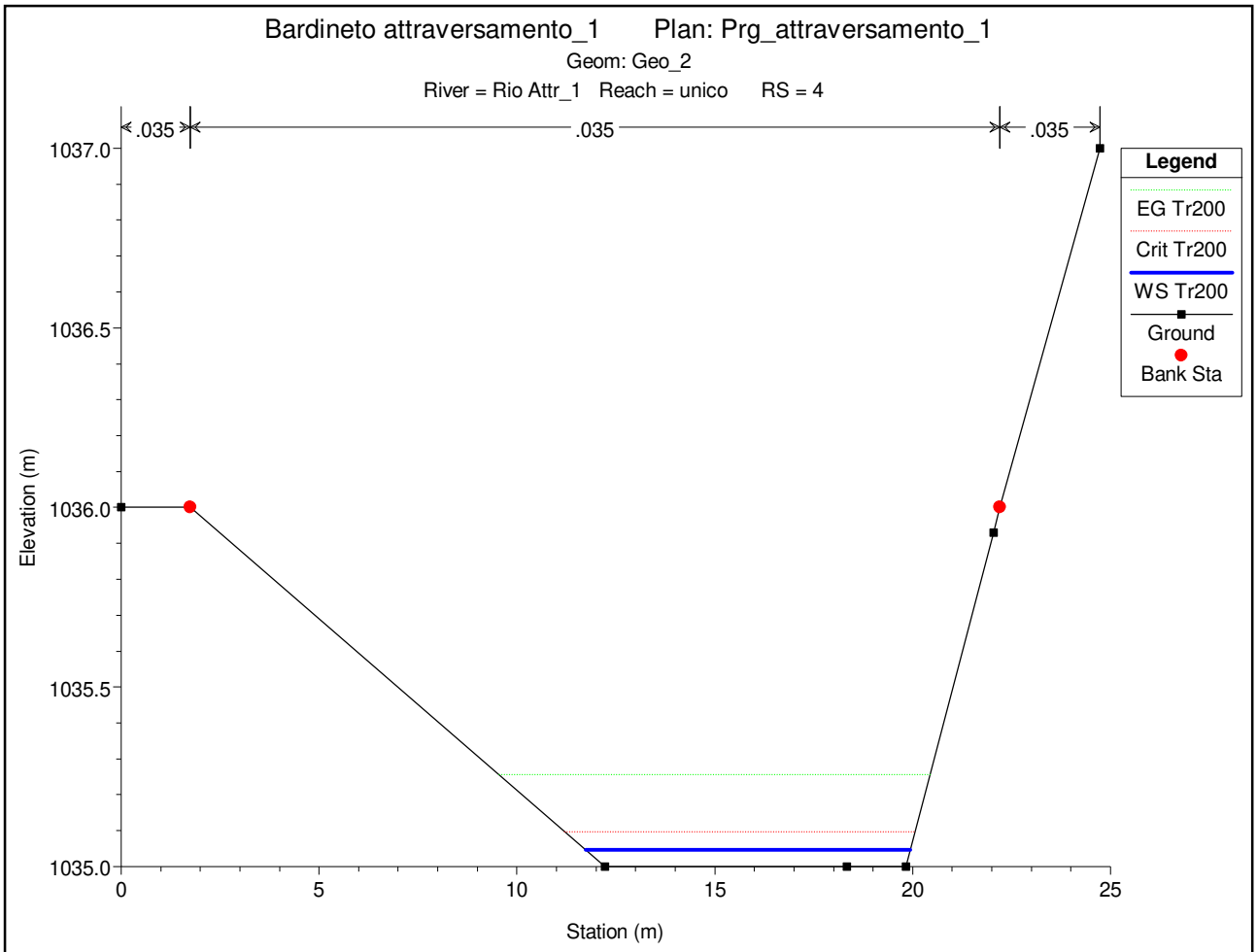

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
Rio Attr_1 unico
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
1055
1050
1045
1040
1035
1030
1025
1020
0
20
40
60
80
100
120
2
2.4
2.5
3
4
5
6
7
8

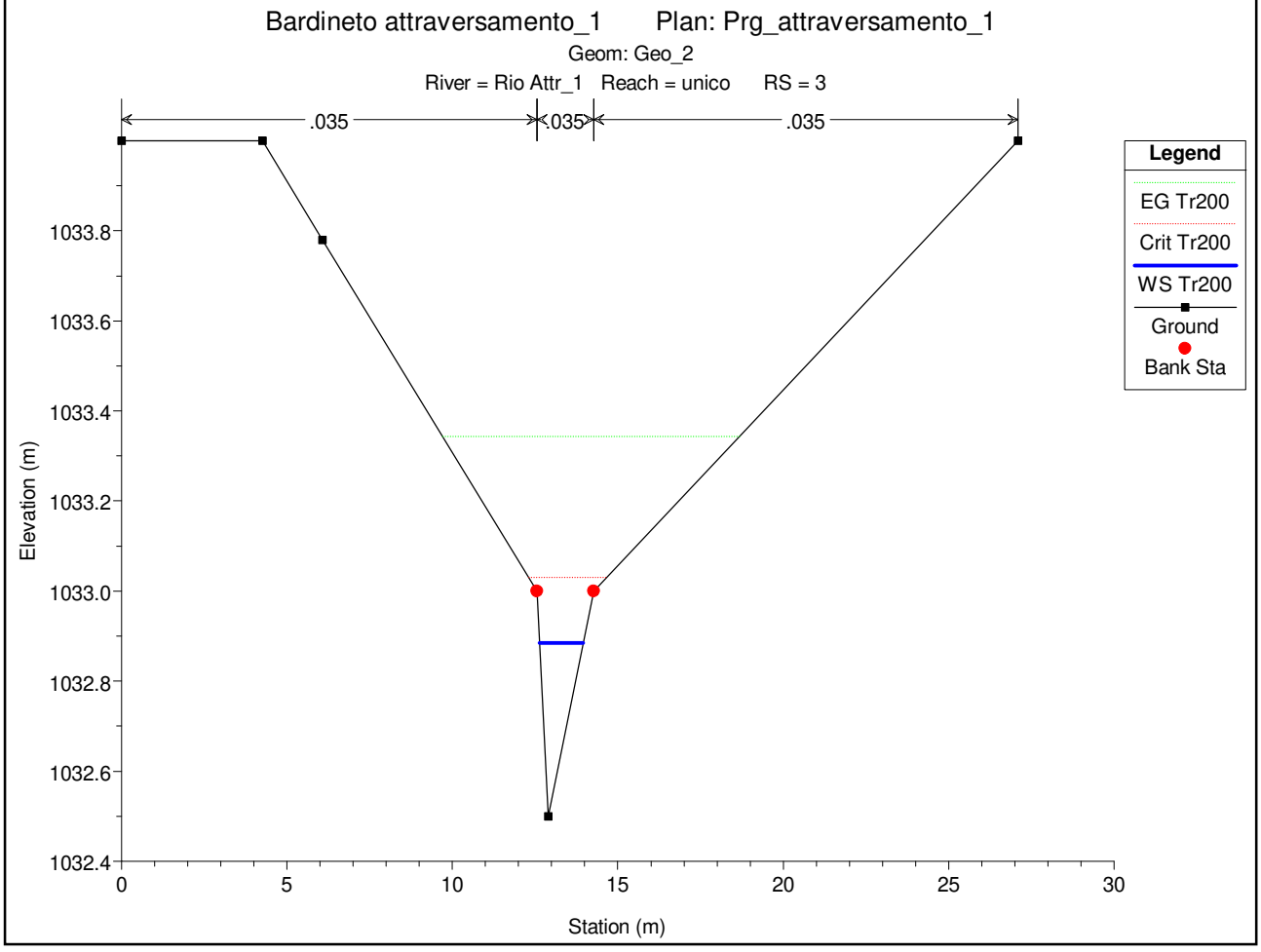

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 8
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1054
1053
1052
1051
1050
1049
0
5
10
15
20
25
30
35

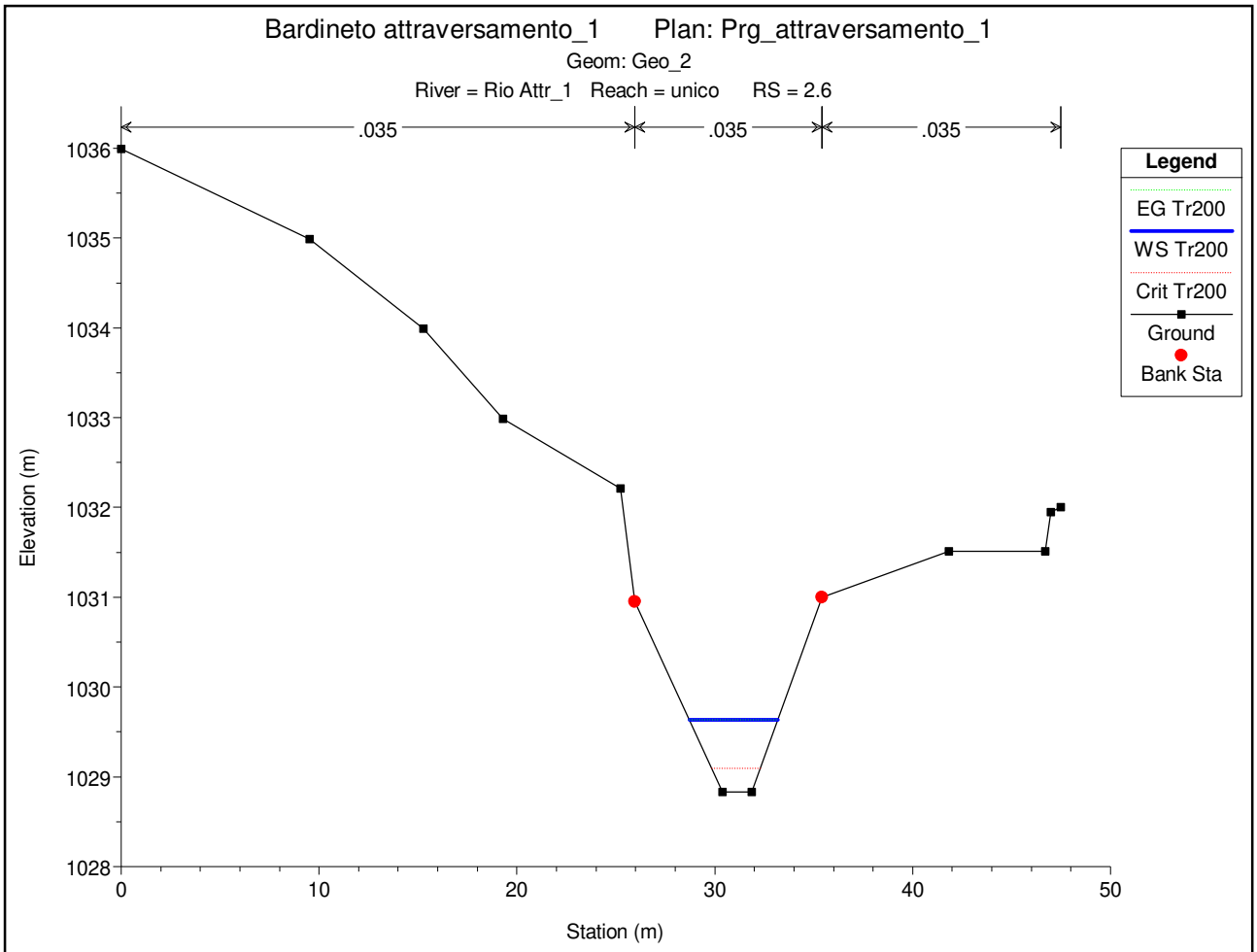

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 7
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1051
1050
1049
1048
1047
1046
1045
0
5
10
15
20
25
30

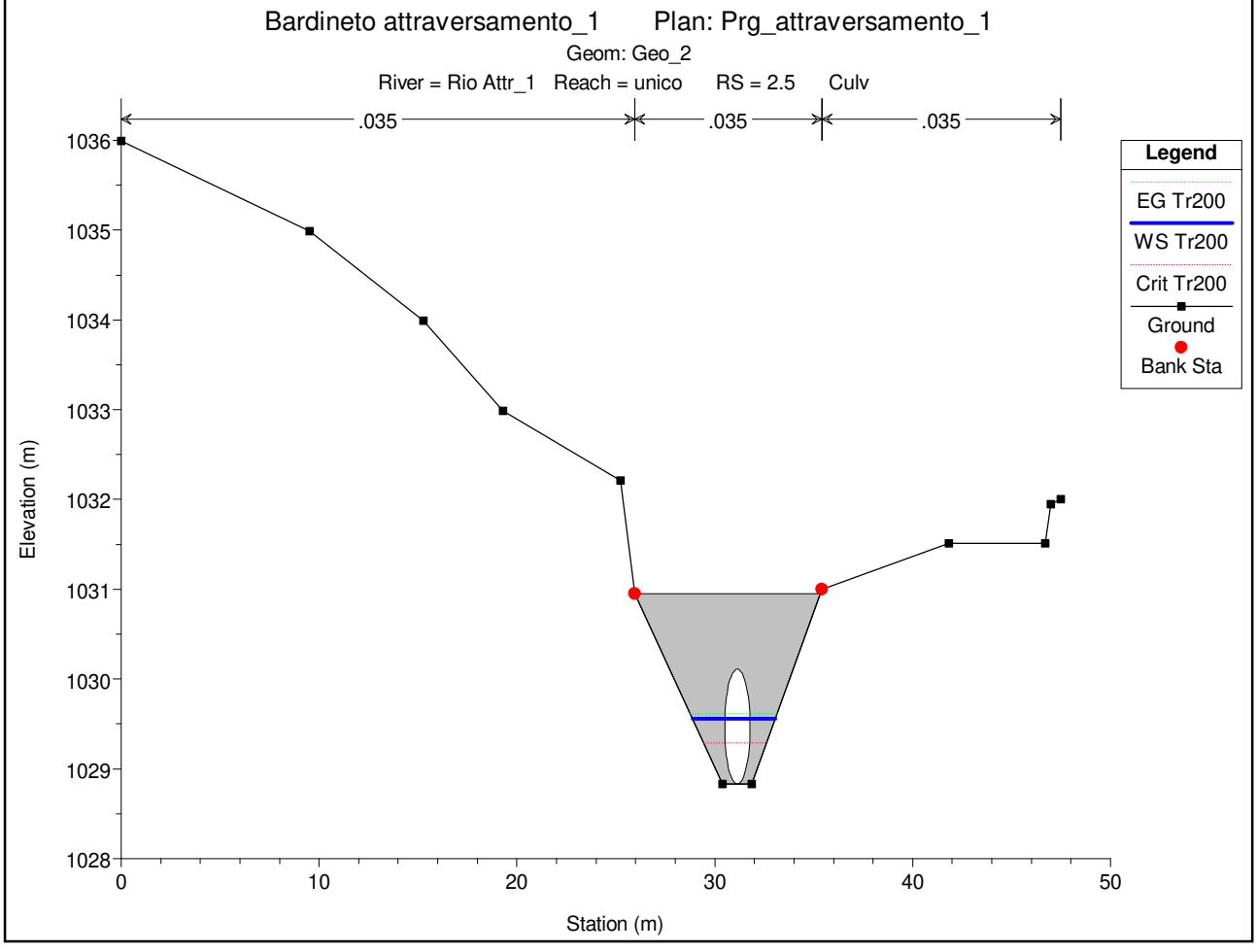

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 6
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1047
1046
1045
1044
1043
1042
0
10
20
30
40

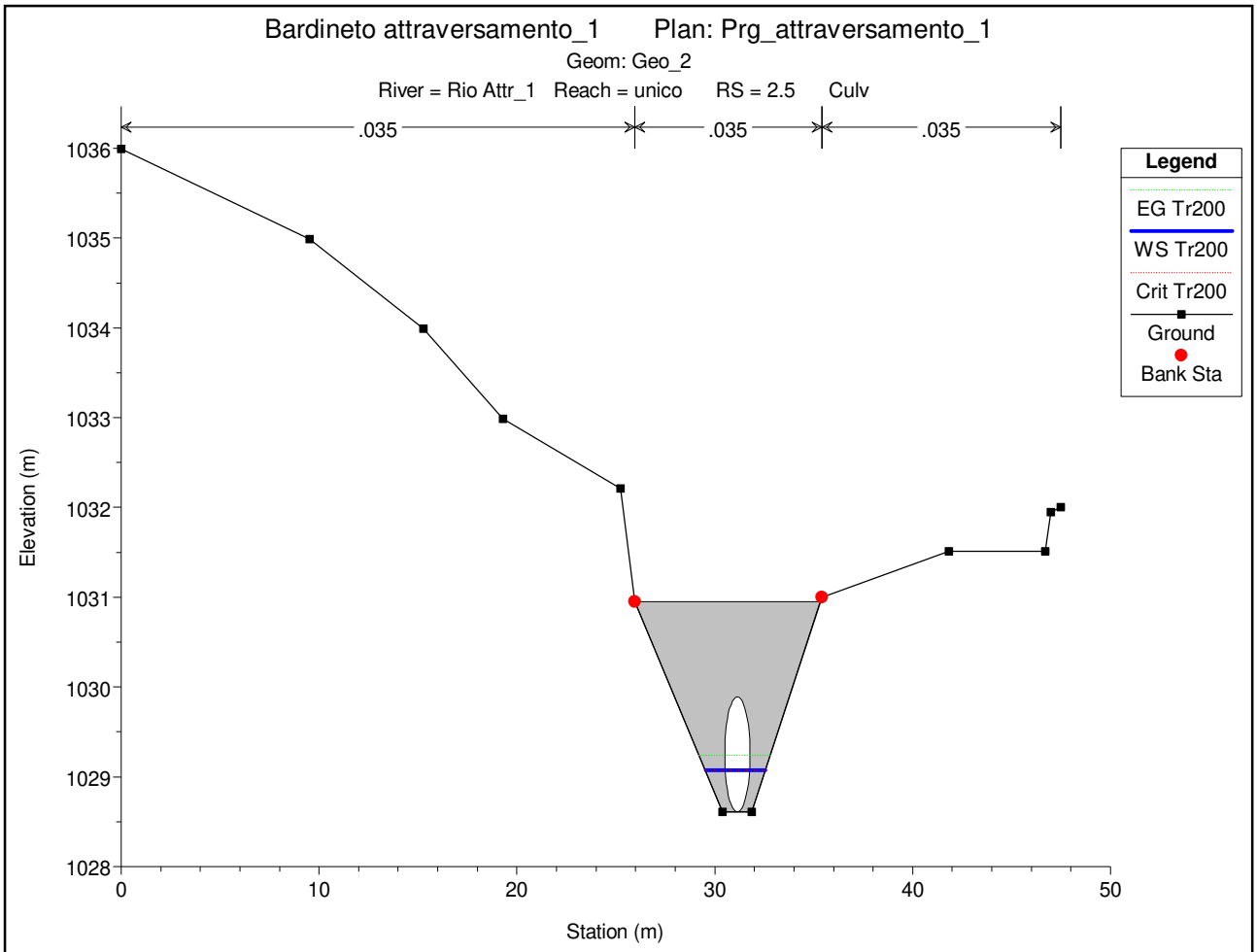

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 5
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1042.0
1041.5
1041.0
1040.5
1040.0
1039.5
1039.0
0
5
10
15
20
25
30
35
40

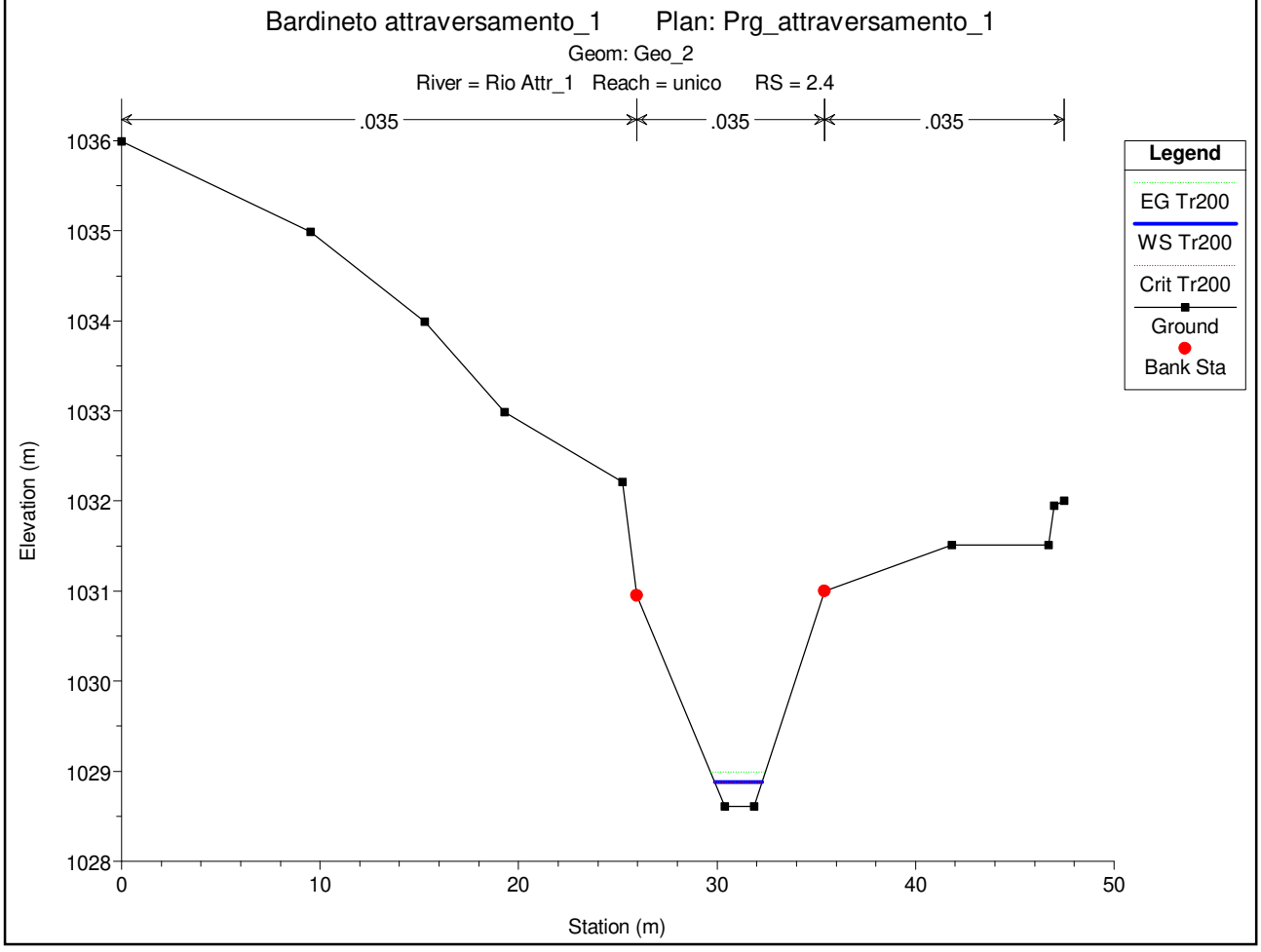

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 4
.035
.035
.035
1037.0
1036.5
1036.0
1035.5
1035.0
Elevation (m)
0
5
10
15
20
25
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta

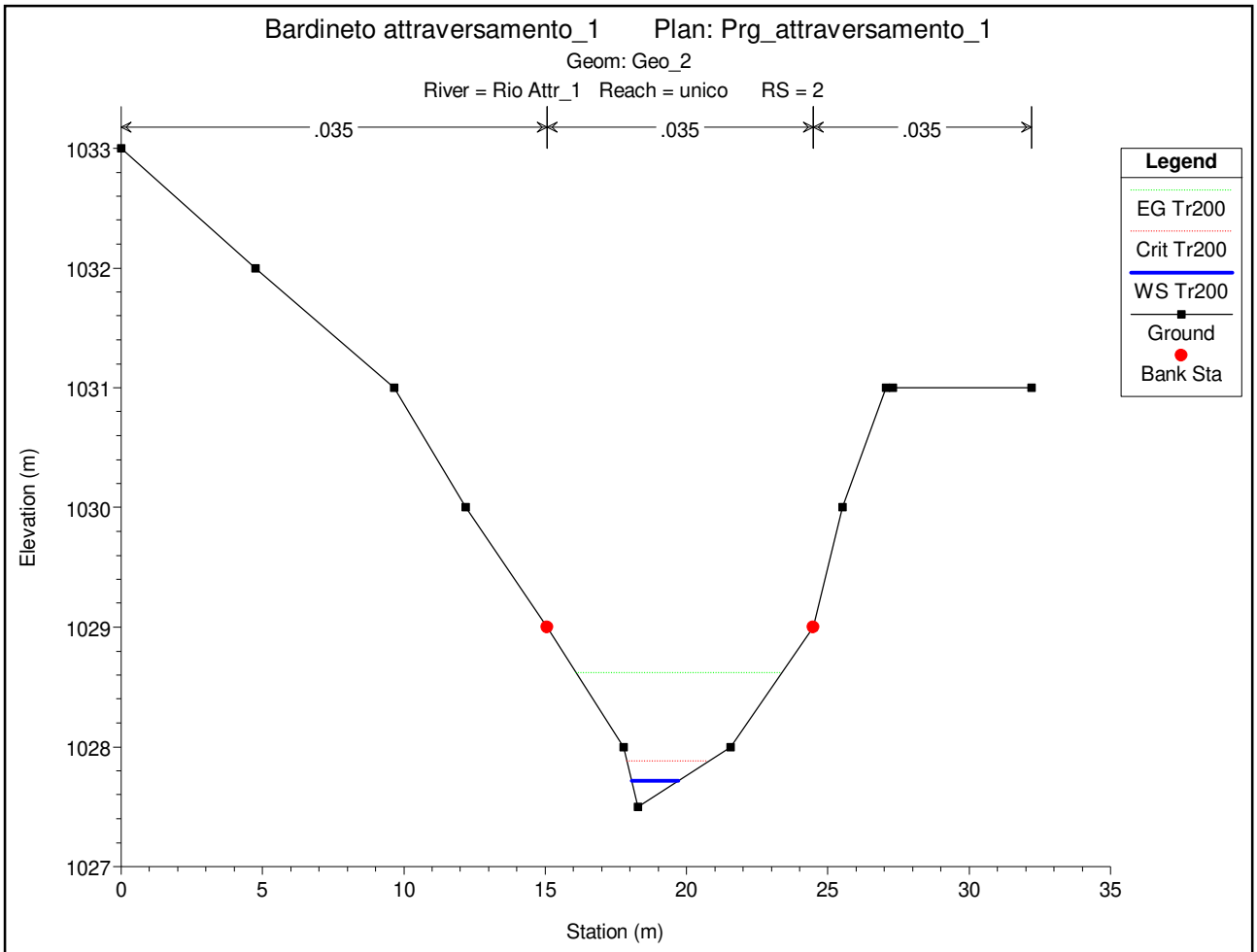

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 3
.035
.035
.035
1033.8
1033.6
1033.4
1033.2
1033.0
1032.8
1032.6
1032.4
Elevation (m)
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta

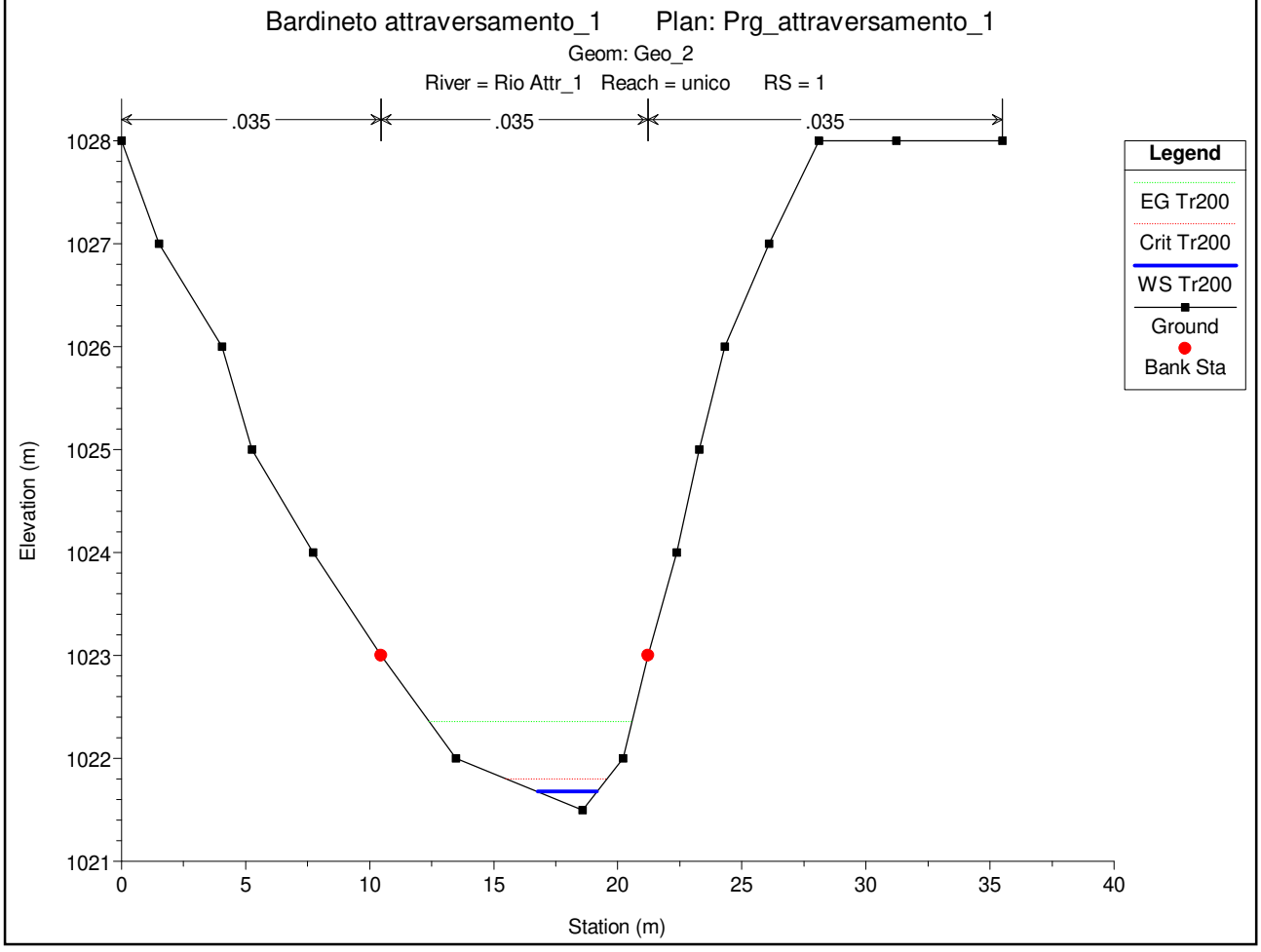

Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 2.6
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1036
1035
1034
1033
1032
1031
1030
1029
1028
0
10
20
30
40
50


Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 2.5 Culv
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1036
1035
1034
1033
1032
1031
1030
1029
1028
0
10
20
30
40
50


Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 2.5 Culv
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1036
1035
1034
1033
1032
1031
1030
1029
1028
0
10
20
30
40
50


Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 2.4
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1036
1035
1034
1033
1032
1031
1030
1029
1028
0
10
20
30
40
50


Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 2
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1033
1032
1031
1030
1029
1028
1027
0
5
10
15
20
25
30
35


Bardineto attraversamento_1 Plan: Prg_attraversamento_1
Geom: Geo_2
River = Rio Attr_1 Reach = unico RS = 1
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1028
1027
1026
1025
1024
1023
1022
1021
0
5
10
15
20
25
30
35
40

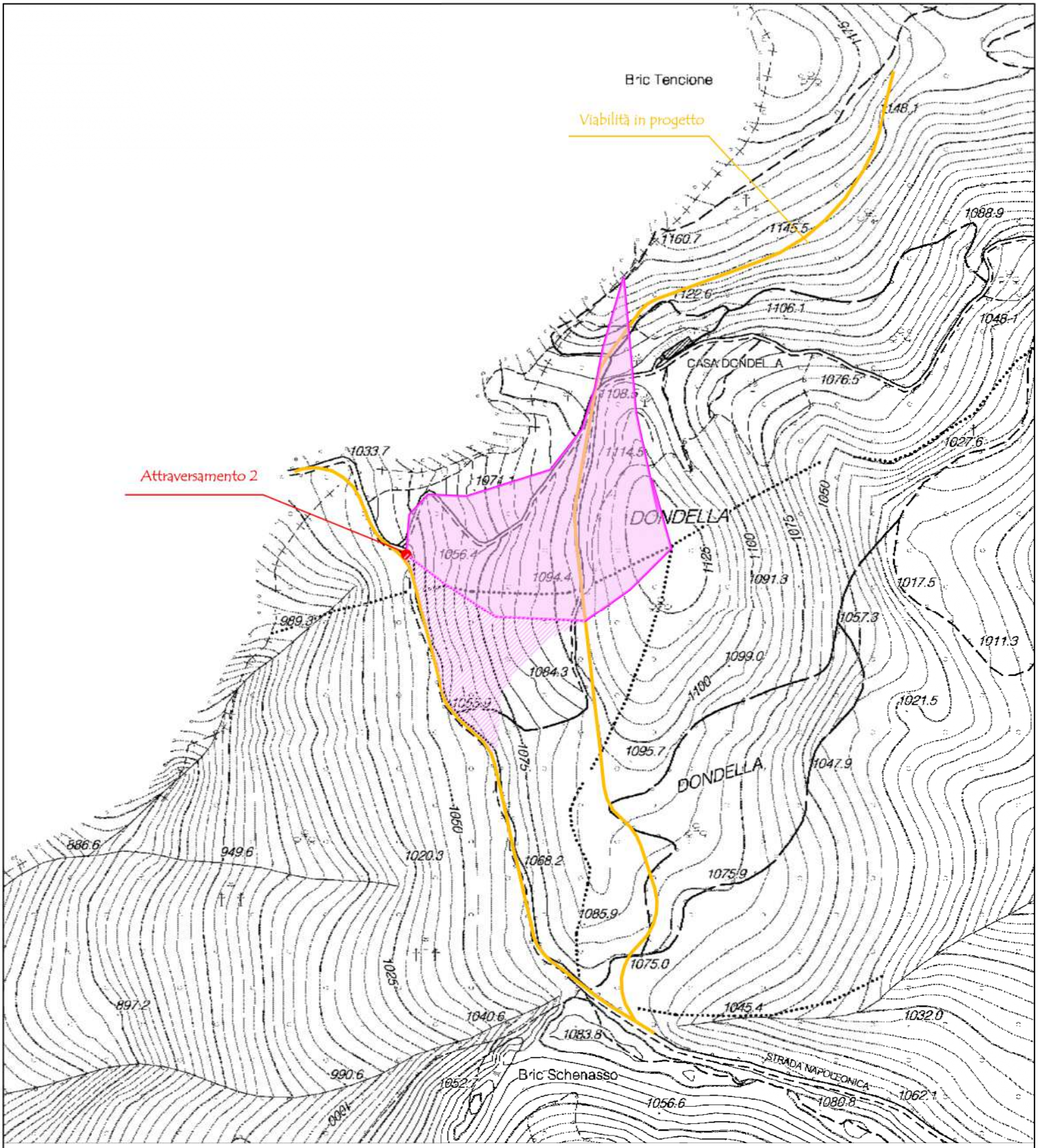
HEC-RAS Plan: Prg_attr_1 River: Rio Attr_1 Reach: unico Profile: Tr200

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)	
unico	8	Tr200	0.76	1049.50	1049.69	1049.81	1050.20	0.280372	3.16	0.24	2.49	3.24
unico	7	Tr200	0.76	1045.50	1045.72	1045.84	1046.23	0.249724	3.19	0.24	2.21	3.10
unico	6	Tr200	0.76	1042.00	1042.12	1042.24	1042.60	0.233969	3.05	0.25	2.33	2.99
unico	5	Tr200	0.76	1039.00	1039.03	1039.05	1039.10	0.216366	1.22	0.62	22.21	2.34
unico	4	Tr200	0.76	1035.00	1035.05	1035.10	1035.26	0.306316	2.02	0.38	8.21	3.02
unico	3	Tr200	0.76	1032.50	1032.89	1033.03	1033.34	0.127717	3.00	0.25	1.32	2.18
unico	2.6	Tr200	0.76	1028.83	1029.63	1029.10	1029.64	0.000327	0.32	2.37	4.45	0.14
unico	2.5		Culvert									
unico	2.4	Tr200	0.76	1028.61	1028.88	1028.88	1028.99	0.021629	1.46	0.52	2.38	1.00
unico	2	Tr200	0.76	1027.50	1027.72	1027.88	1028.62	0.450638	4.21	0.18	1.65	4.06
unico	1	Tr200	0.76	1021.50	1021.68	1021.80	1022.36	0.426036	3.65	0.21	2.37	3.93

Plan: Prg_attr_1 Rio Attr_1 unico RS: 2.5 Culv Group: Culvert #1 Profile: Tr200

Q Culv Group (m3/s)	0.76	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	1.00
Q Barrel (m3/s)	0.76	Culv Vel DS (m/s)	1.82
E.G. US. (m)	1029.64	Culv Inv El Up (m)	1028.83
W.S. US. (m)	1029.63	Culv Inv El Dn (m)	1028.61
E.G. DS (m)	1028.99	Culv Frctn Ls (m)	0.00
W.S. DS (m)	1028.88	Culv Exit Loss (m)	0.25
Delta EG (m)	0.65	Culv Entr Loss (m)	0.03
Delta WS (m)	0.75	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	1029.44	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	1029.64	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	1029.56	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	1029.07	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.77	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	0.46	Min El Weir Flow (m)	1030.95

RIO 2



Bacino idrografico Rio Attraversamento 2 - S = 0.035 kmq (Reticolo minuto)

Area scolante raccolta dalla cunetta laterale e recapitante nell'Attraversamento 2 - S = 0.011 kmq

PERIMETRAZIONE BACINO IDROGRAFICO ATTRAVERSAMENTO 2

Scala 1:5.000

CALCOLO PORTATE BACINO "ATTRAVERSAMENTO 2"

$Q = K_T \times A \times U_{A=2}$

Bacino	Attraversamento 2
Area	0.035
Tipo bacino	D
Latitudine	8 gradi 0.9 primi

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

Classificazione bacini regionali	
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione.
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea.

$U_{A=2}$ interpolazione lineare contributo unitario per A=2 km^2

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	Primi	A	B	C	D
8	0	7.9	6.59	5.05	4.43
8	0.9	7.94	6.63	5.08	4.46
8	2.5	8.02	6.70	5.12	4.50

CALCOLO PORTATE METODO CIMA

Tr [anni]		K_T	A [km^2]	$U_{A=2}$		Q [m^3/s]
5		1.29	0.035	4.46		0.20
10		1.79	0.035	4.46		0.28
30		2.90	0.035	4.46		0.45
50		3.47	0.035	4.46		0.54
100		4.25	0.035	4.46		0.66
200		5.02	0.035	4.46		**0.78**
500		6.04	0.035	4.46		0.94

CALCOLO PORTATE RECAPITANTI IN "ATTRAVERSAMENTO 2"

$Q = K_T \times A \times U_{A=2}$

Bacino	Sopra strada in Rio 2
Area	0.011
Tipo bacino	D
Latitudine	8 gradi 0.9 primi

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

Classificazione bacini regionali	
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione.
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea.

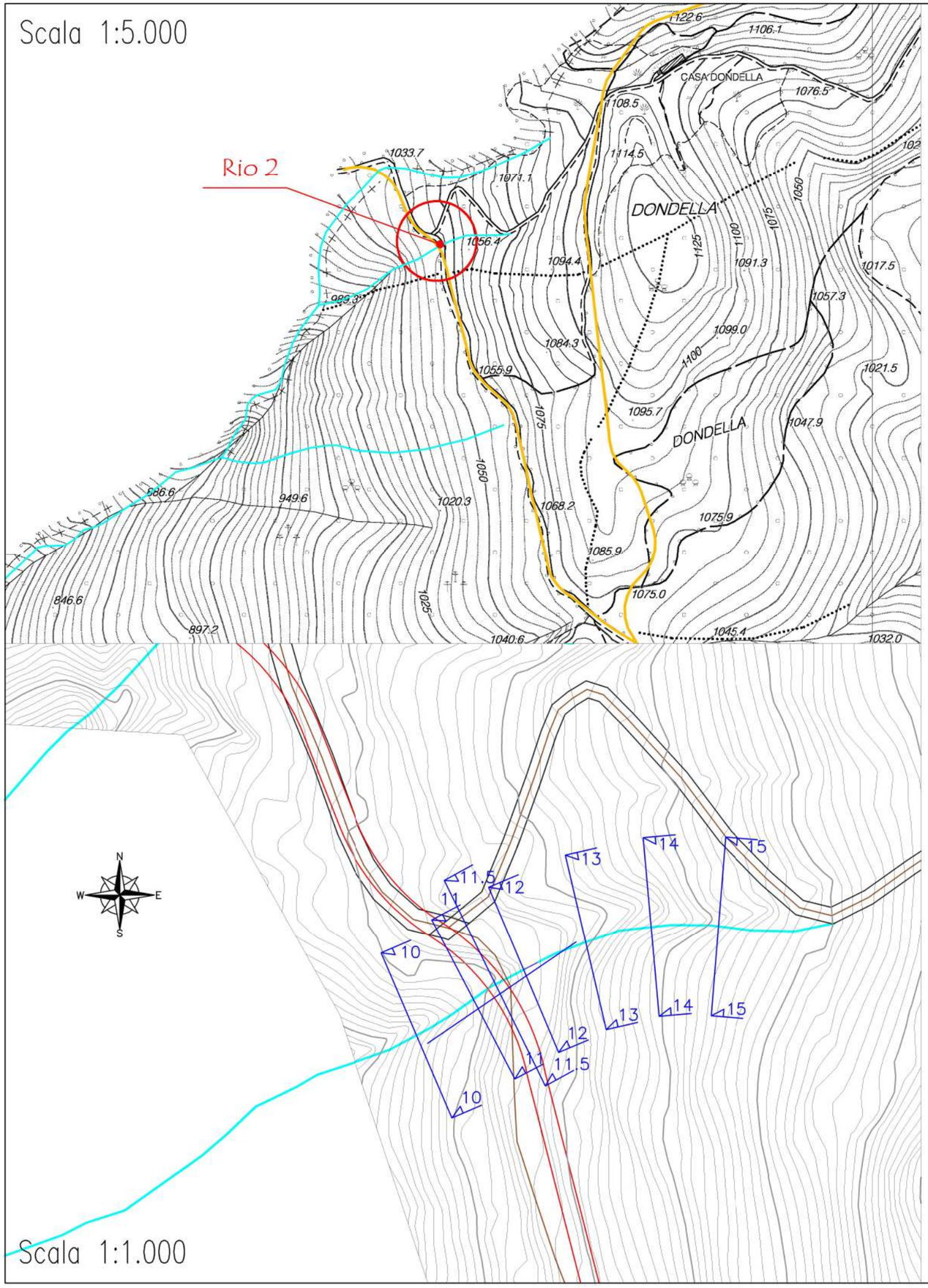
$U_{A=2}$ interpolazione lineare contributo unitario per A=2 km^2

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	Primi	A	B	C	D
8	0	7.9	6.59	5.05	4.43
8	0.9	7.94	6.63	5.08	4.46
8	2.5	8.02	6.70	5.12	4.50

CALCOLO PORTATE METODO CIMA

Tr [anni]		K_T	A [km^2]	$U_{A=2}$		Q [m^3/s]
5		1.29	0.011	4.46		0.06
10		1.79	0.011	4.46		0.09
30		2.90	0.011	4.46		0.14
50		3.47	0.011	4.46		0.17
100		4.25	0.011	4.46		0.21
200		5.02	0.011	4.46		**0.25**
500		6.04	0.011	4.46		0.30

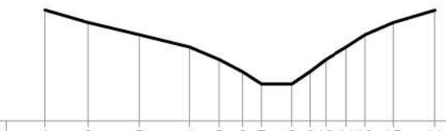
Scala 1:5.000



Scala 1:1.000

Scala 1:500

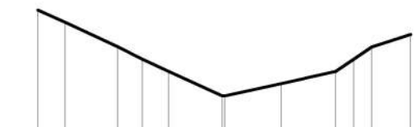
Sezione 10-10



1030.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Quote	1039.00	1038.00	1037.00	1036.00	1035.00	1034.00	1033.00	1033.00	1034.00	1035.00	1036.00	1037.00	1038.00	1039.00
Distanze parziali		3.51	4.17	4.08	2.43	1.90	1.53	2.47	1.49	1.28	1.71	1.53	2.32	3.35
Distanze progressive	0.00	3.51	7.68	11.76	14.19	16.09	17.62	20.10	21.59	22.87	24.58	26.11	28.43	31.78

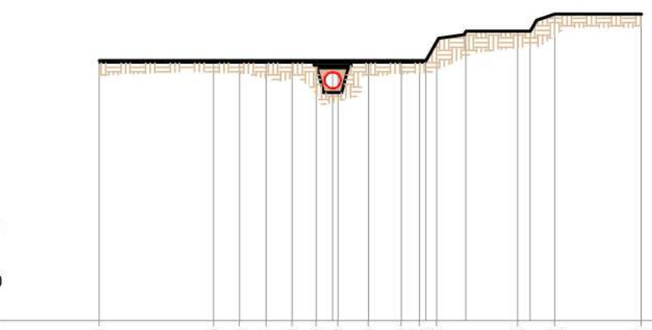
Sezione 11-11



1030.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quote	1045.00	1044.00	1043.00	1042.00	1041.00	1040.00	1038.00	1039.00	1040.00	1041.00	1042.00	1043.00
Distanze parziali		2.23	2.17	2.10	2.02	2.12	4.37	4.79	4.50	1.48	1.45	3.16
Distanze progressive	0.00	2.23	4.40	6.49	8.52	10.64	15.01	19.80	24.30	25.78	27.24	30.40

Sezione 11.5-11.5

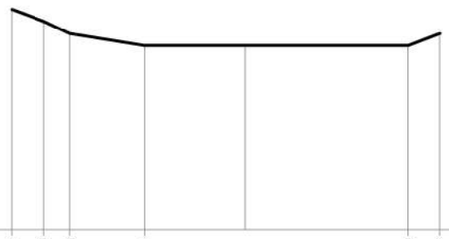


1020.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Quote	1041.22	1041.22	1041.22	1041.22	1041.22	1041.22	1041.22	1041.22	1041.22	1041.22	1043.00	1043.59	1045.00	1045.00
Distanze parziali		9.31	2.09	2.17	2.10	2.04	1.77	2.48	2.66	1.48	1.39	6.59	3.03	7.04
Distanze progressive	0.00	9.31	11.40	13.57	15.68	17.72	19.49	21.97	24.63	26.11	27.51	34.10	37.13	44.17

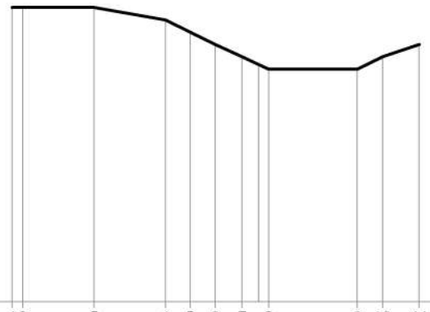
Scala 1:500

Sezione 12-12



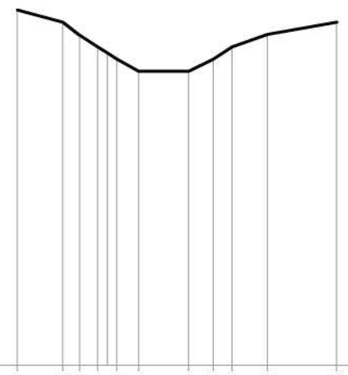
Punti battuti	1	2	3	4	5	6
Quote	1048.00	1047.00	1046.00	1045.00	1045.00	1046.00
Distanze parziali		2.67	2.10	6.12	21.41	2.60
Distanze progressive	0.00	2.67	4.77	10.89	32.30	34.90

Sezione 13-13



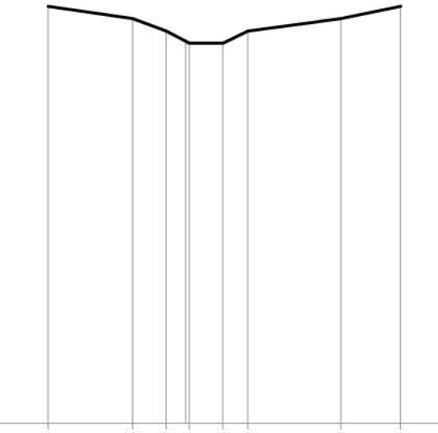
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Quote	1054.00	1054.00	1054.00	1053.00	1052.00	1051.00	1050.00	1049.00	1049.00	1050.00	1051.00
Distanze parziali		0.86	5.81	5.80	2.03	2.01	2.20	2.16	7.27	2.07	2.96
Distanze progressive	0.00	0.86	6.67	12.47	14.50	16.51	18.71		28.15	30.22	33.18

Sezione 14-14

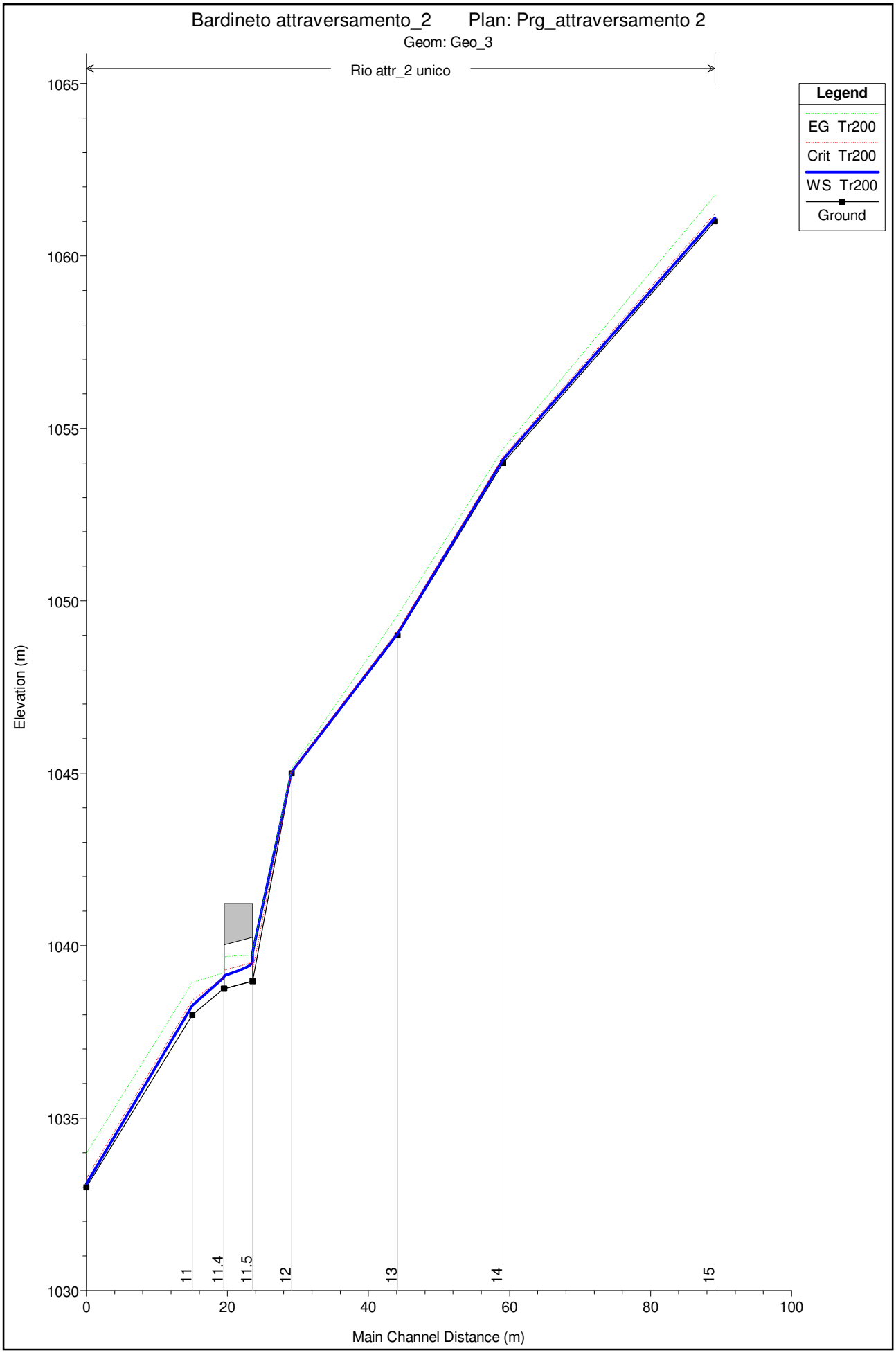


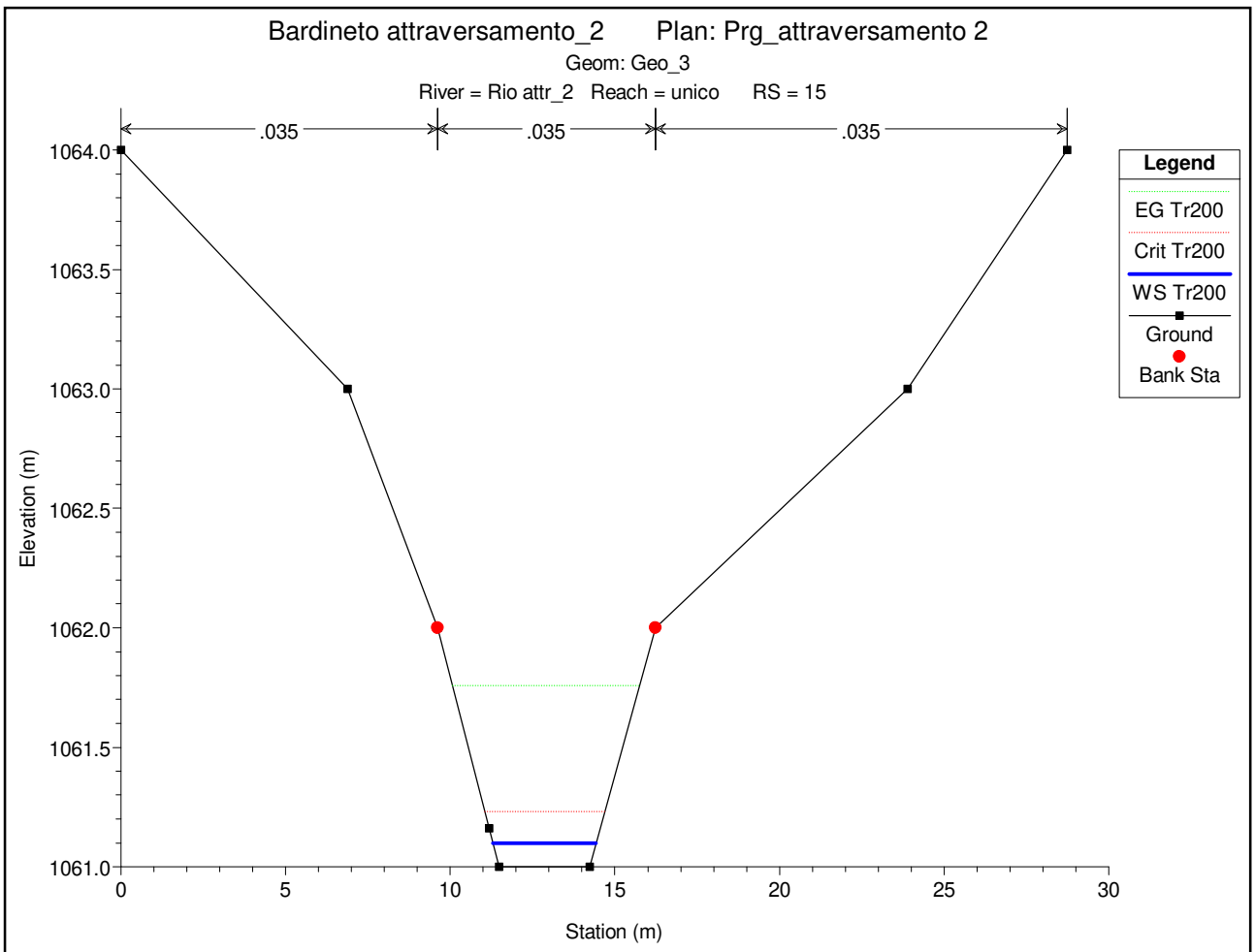
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10
Quote	1059.00	1058.00	1057.00	1056.00	1055.00	1054.00	1054.00	1055.00	1056.00	1057.00	1058.00
Distanze parziali		3.56	1.37	1.47	1.56	1.78	4.08	2.01	1.52	2.87	5.63
Distanze progressive	0.00	3.70	5.08	6.54	8.11	9.89	13.96	15.97	17.49	20.36	25.99

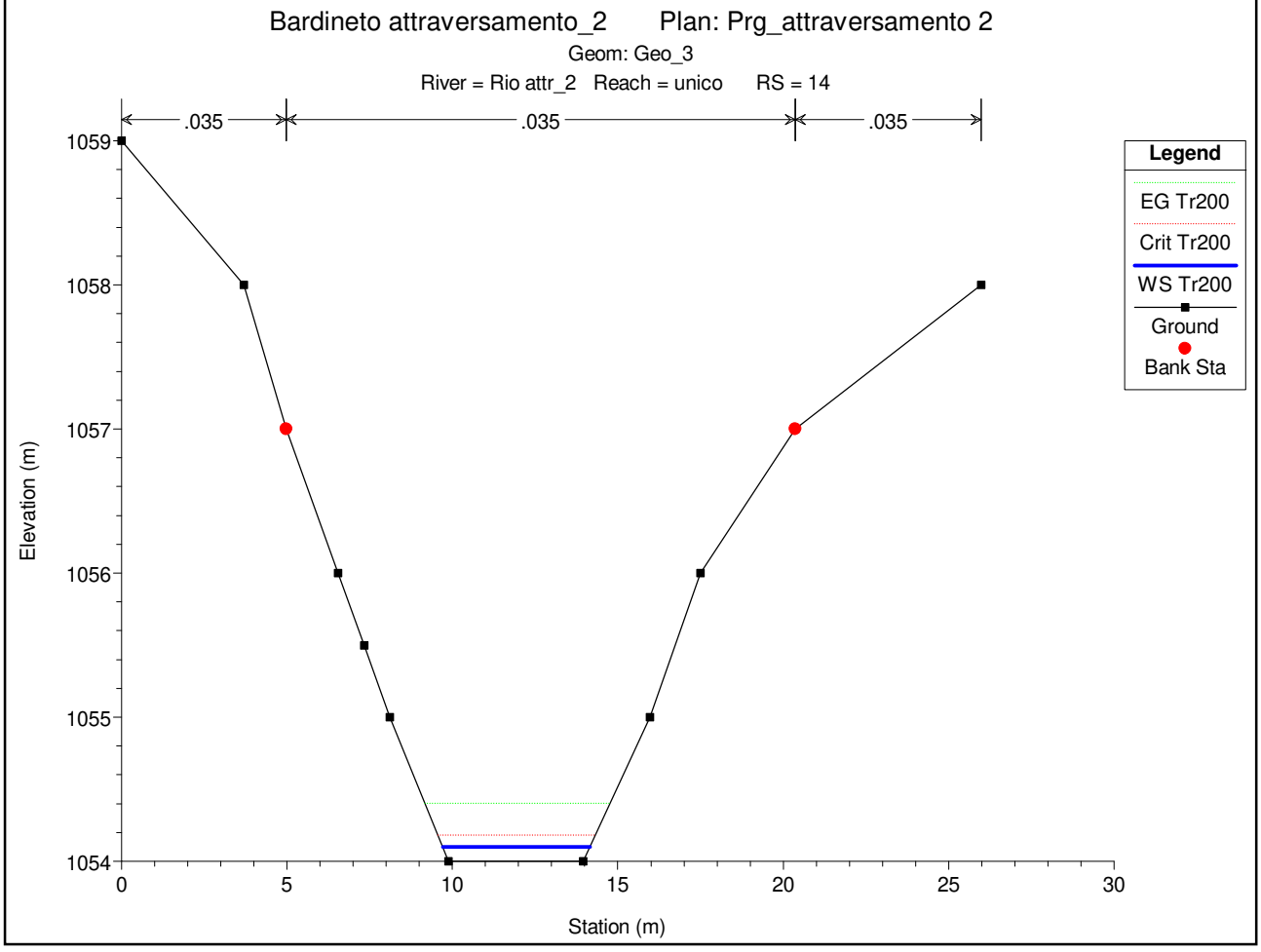
Sezione 15-15

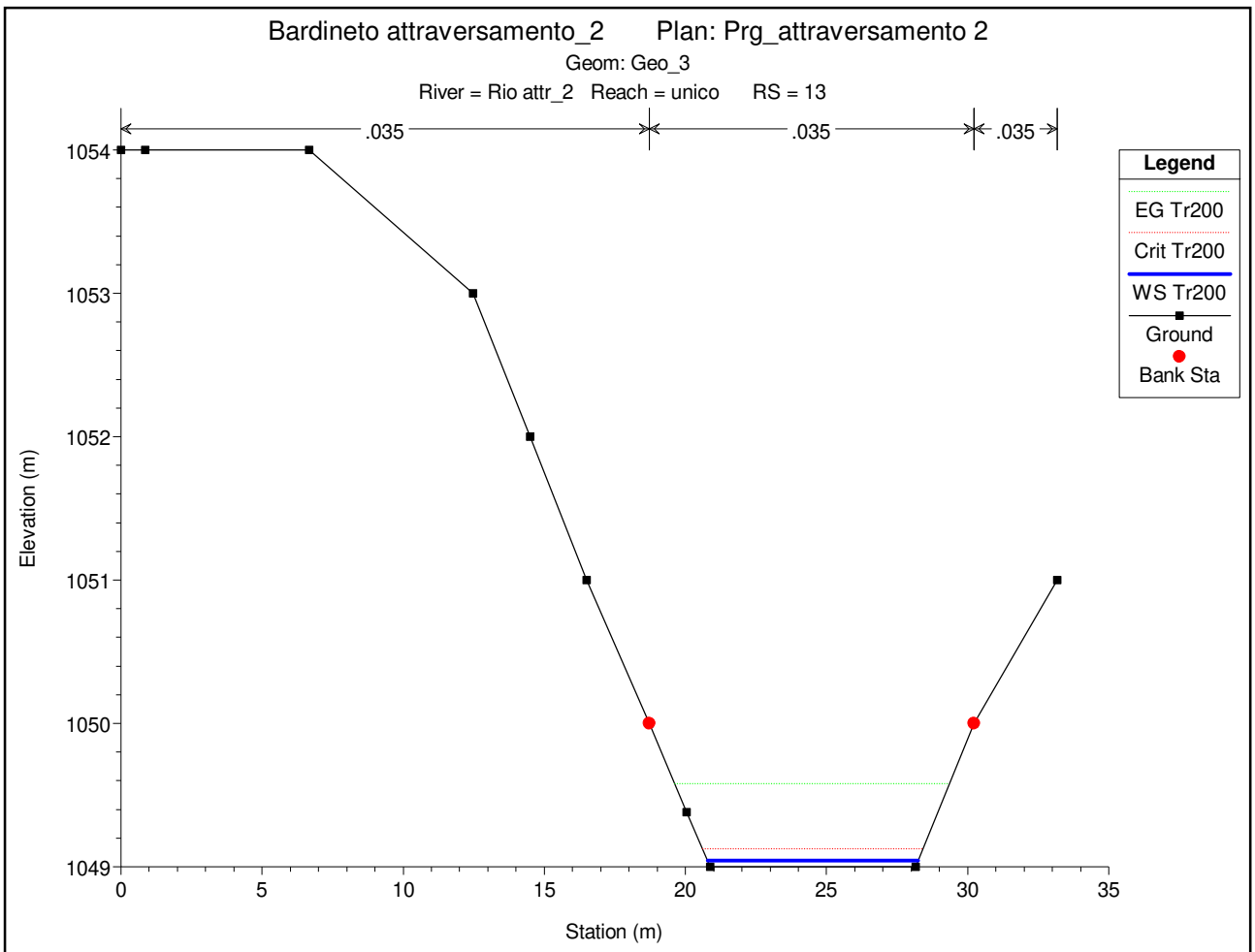


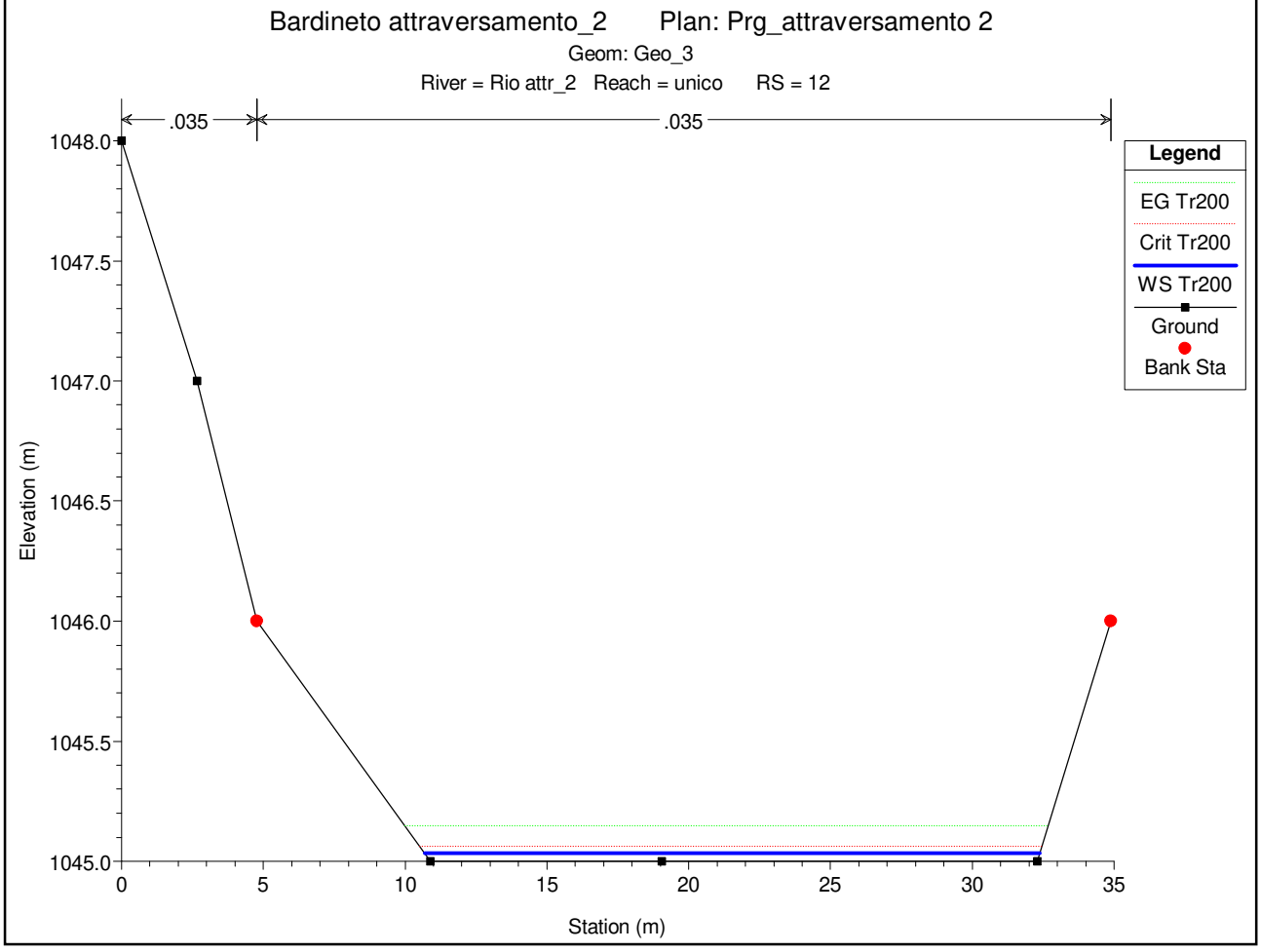
Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8
Quote	1064.00	1063.00	1062.00	1061.00	1061.00	1062.00	1063.00	1064.00
Distanze parziali		6.88	2.73	1.88	2.73	2.01	7.64	4.85
Distanze progressive	0.00	6.88	9.61	9.35	14.23	16.24	23.88	28.73

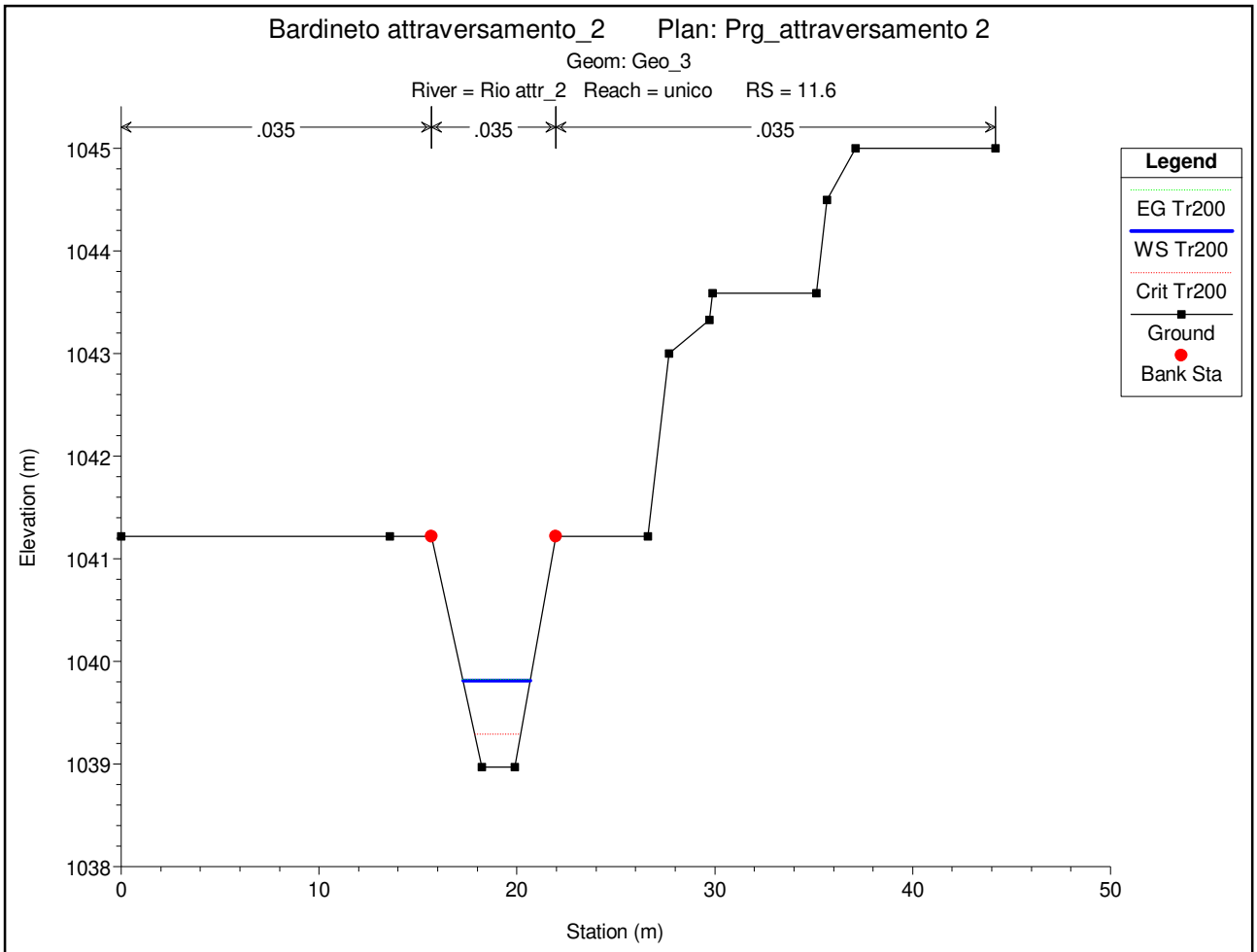

Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
Rio attr_2 unico
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Elevation (m)
1065
1060
1055
1050
1045
1040
1035
1030
0
20
40
60
80
100
Main Channel Distance (m)
11
11.4
11.5
12
13
14
15

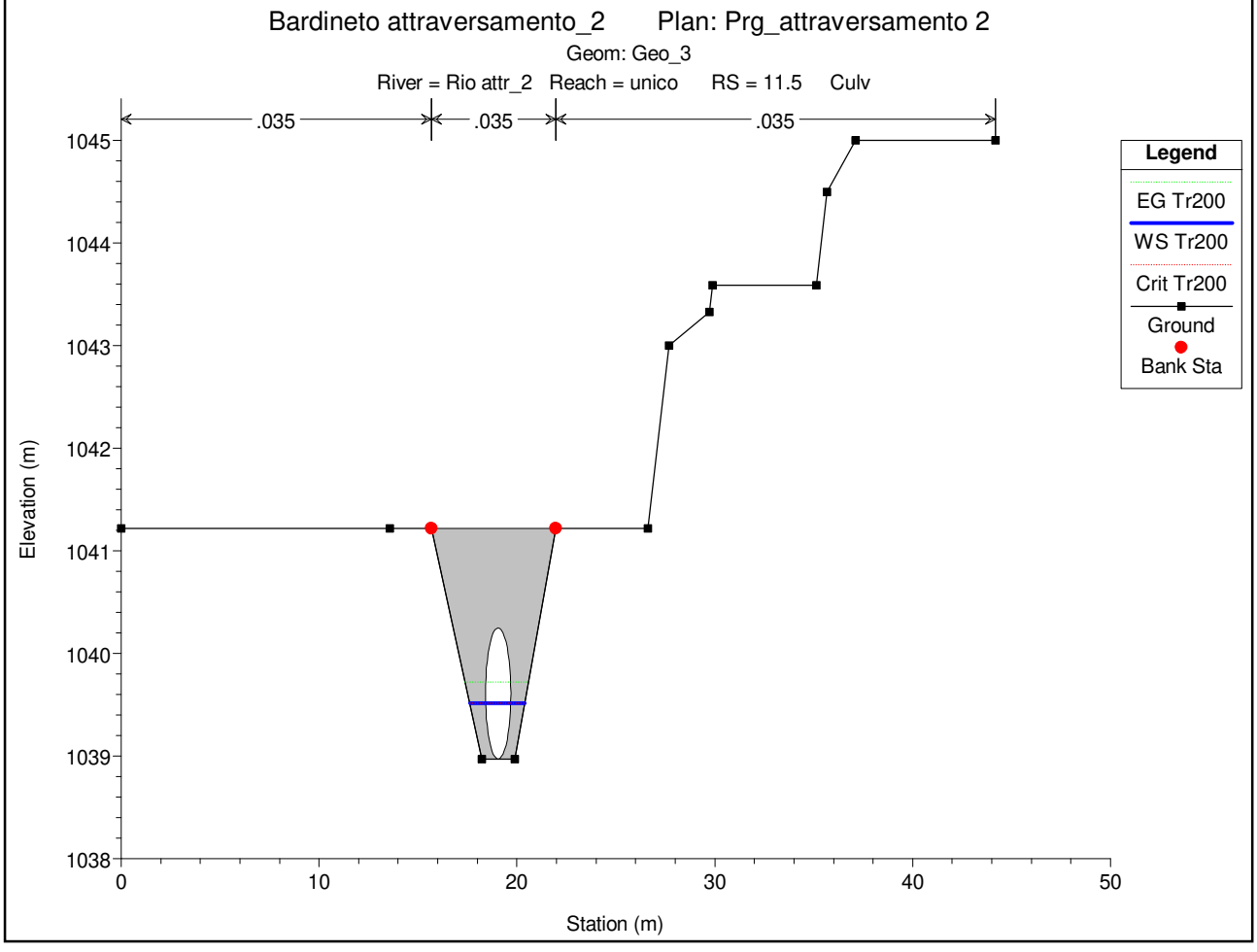

Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 15
.035
.035
.035
1064.0
1063.5
1063.0
1062.5
1062.0
1061.5
1061.0
Elevation (m)
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta

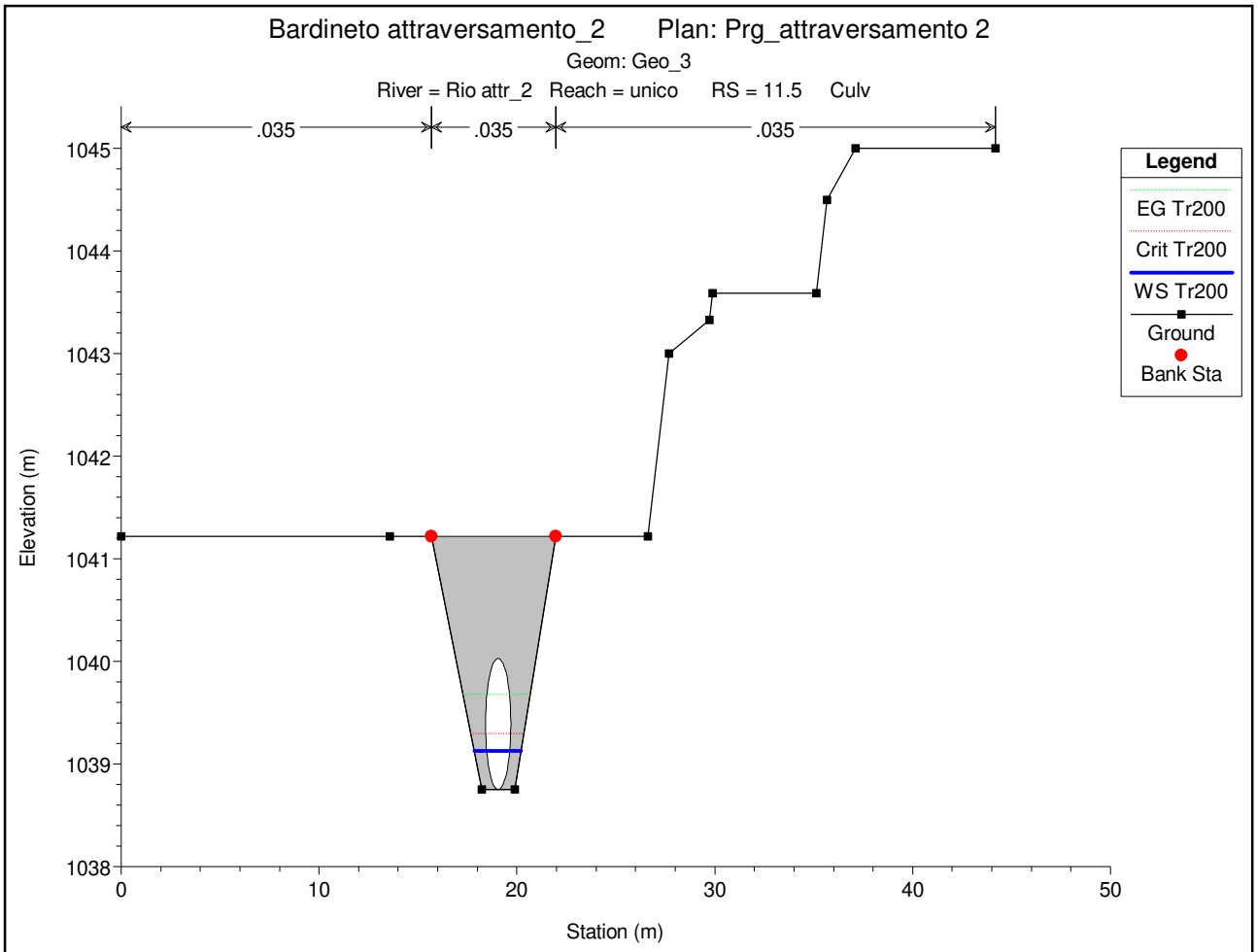

Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 14
.035
.035
.035
1059
1058
1057
1056
1055
1054
Elevation (m)
0
5
10
15
20
25
30
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta

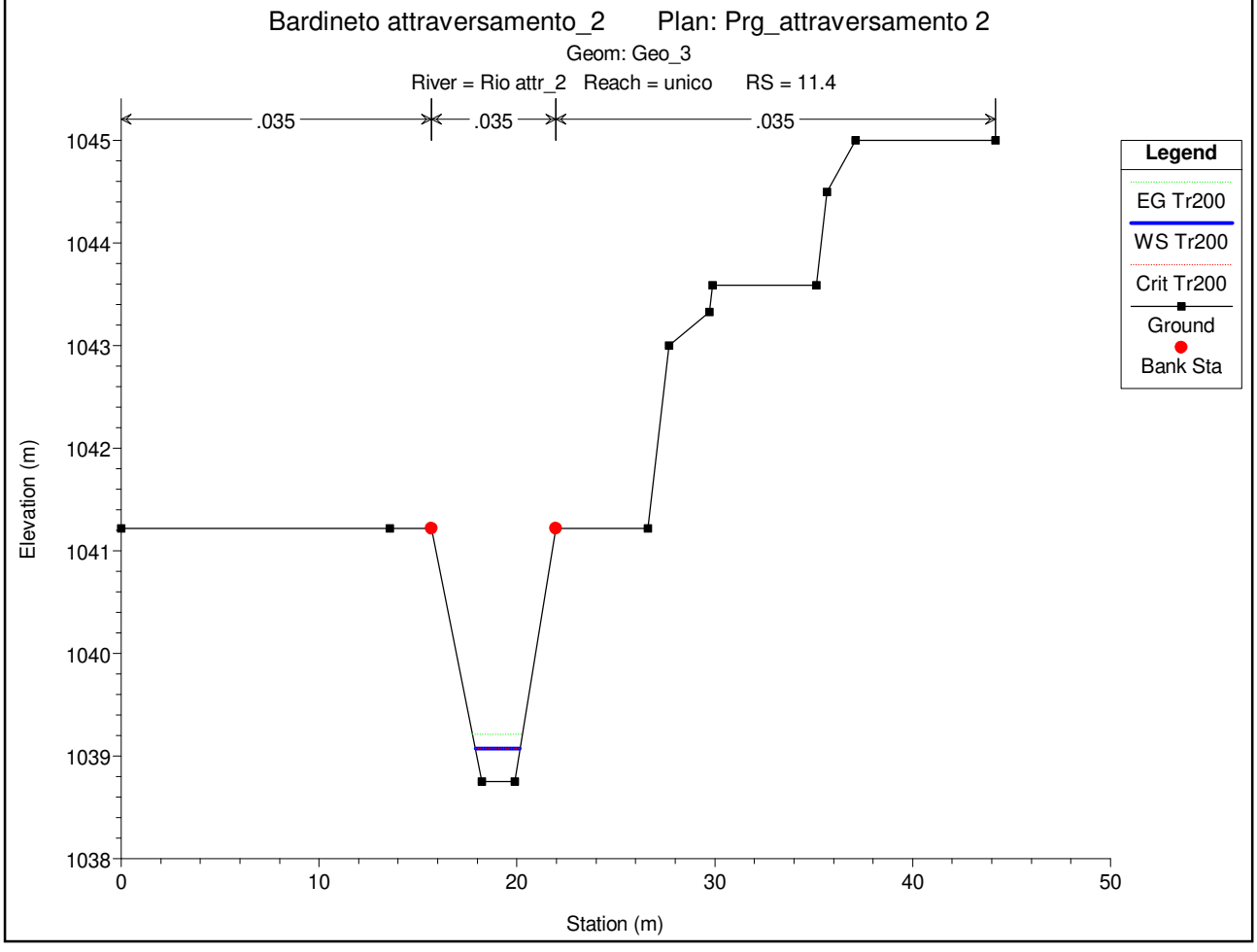

Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 13
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1054
1053
1052
1051
1050
1049
0
5
10
15
20
25
30
35

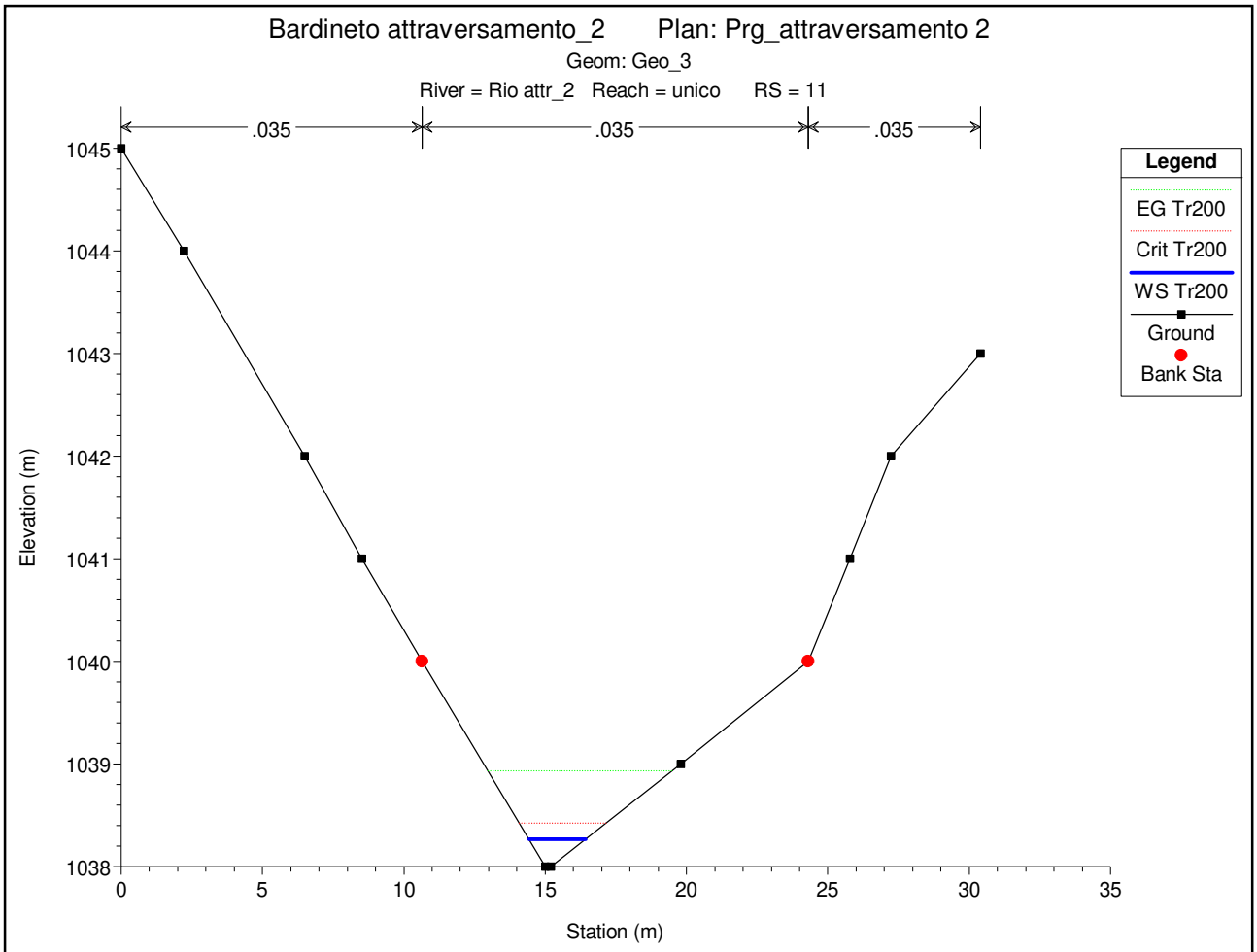

Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 12
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1048.0
1047.5
1047.0
1046.5
1046.0
1045.5
1045.0
0
5
10
15
20
25
30
35

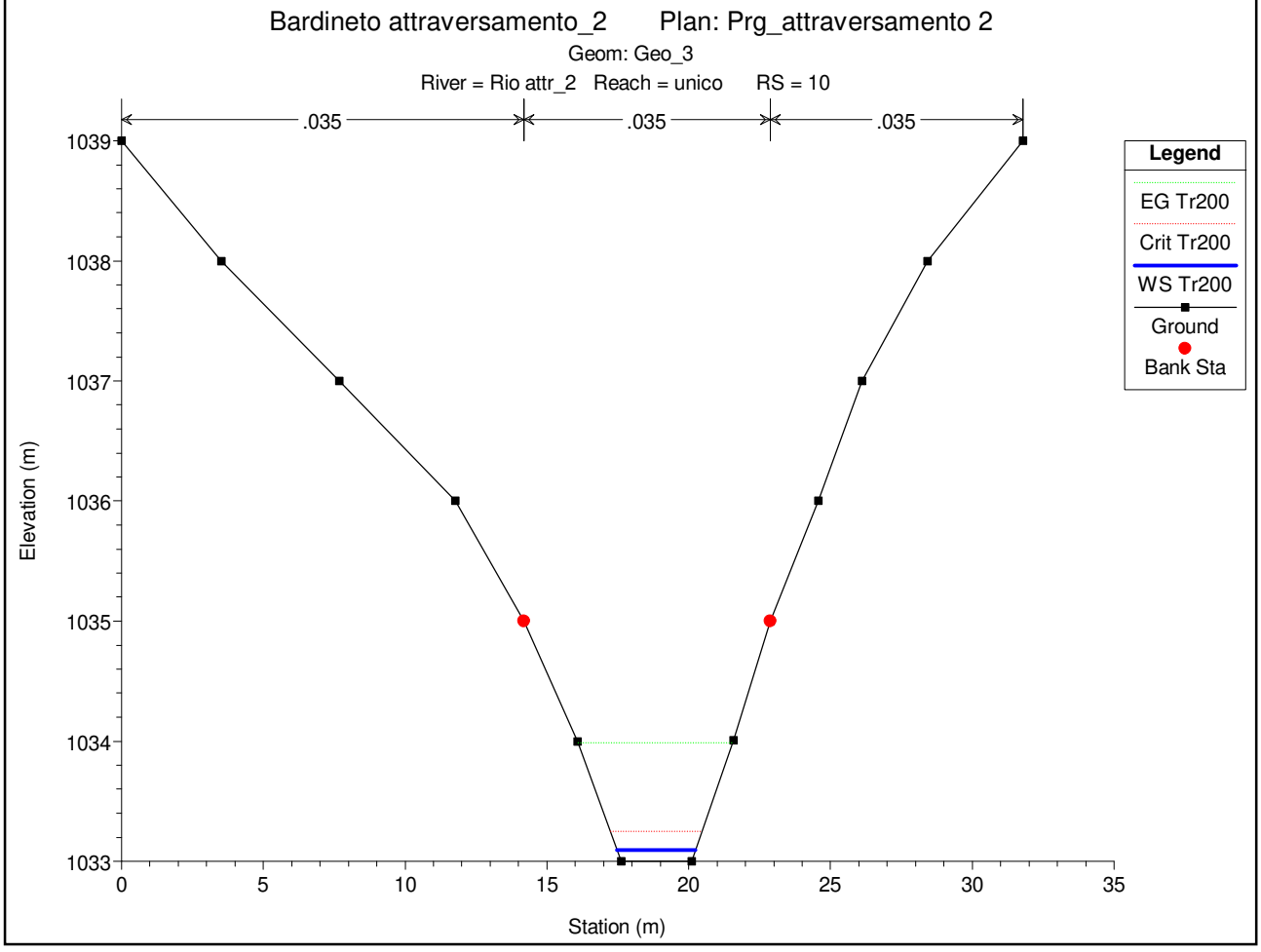

Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 11.6
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 11.5 Culv
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 11.5 Culv
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
0
10
20
30
40
50


Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 11.4
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
0
10
20
30
40
50


Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 11
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1045
1044
1043
1042
1041
1040
1039
1038
0
5
10
15
20
25
30
35


Bardineto attraversamento_2 Plan: Prg_attraversamento 2
Geom: Geo_3
River = Rio attr_2 Reach = unico RS = 10
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1039
1038
1037
1036
1035
1034
1033
0
5
10
15
20
25
30
35

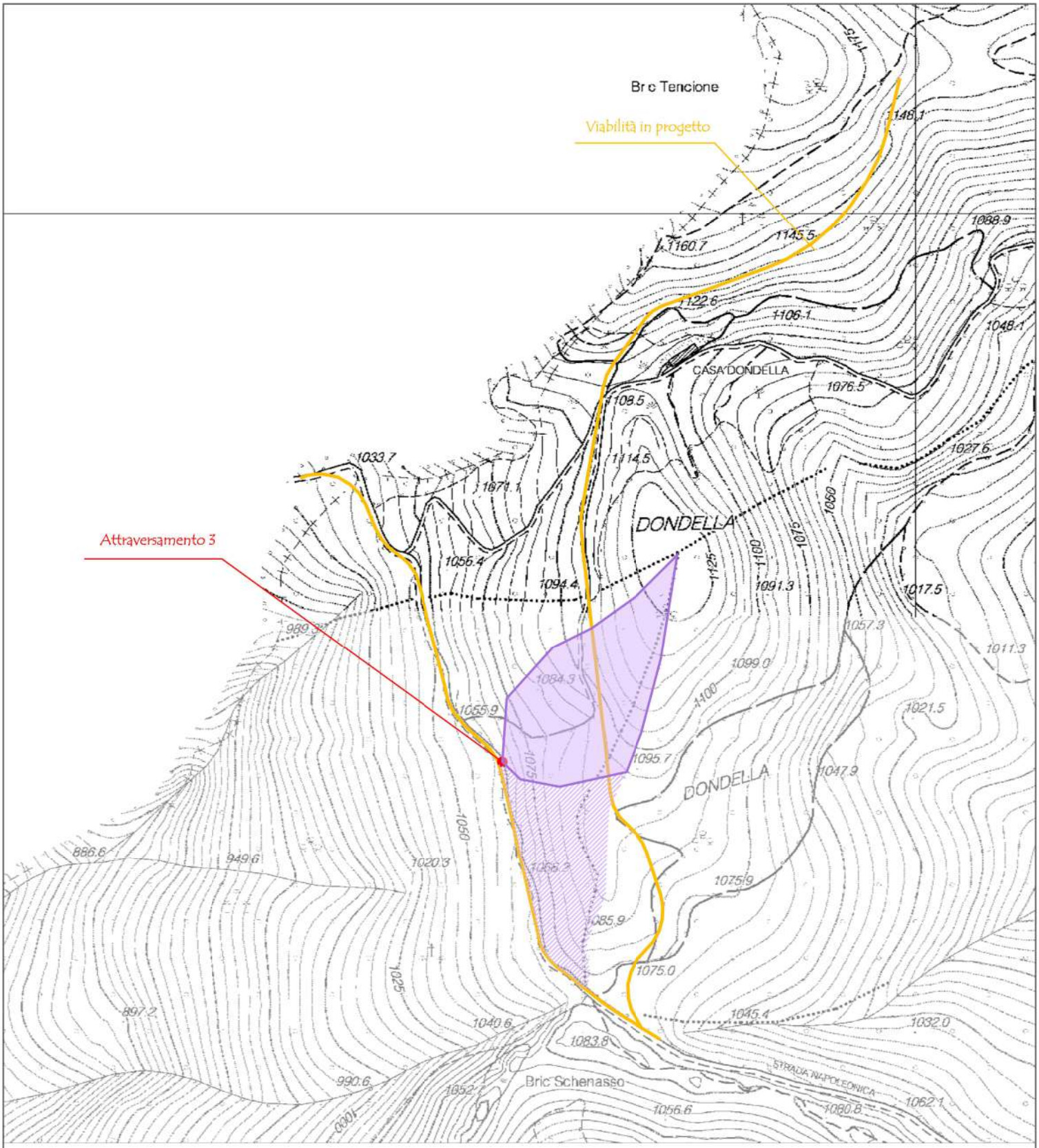
HEC-RAS Plan: Prg_attr_2 River: Rio attr_2 Reach: unico Profile: Tr200

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)	
unico	15	Tr200	1.03	1061.00	1061.10	1061.23	1061.75	0.380185	3.57	0.29	3.12	3.74
unico	14	Tr200	1.03	1054.00	1054.10	1054.18	1054.40	0.166744	2.42	0.43	4.45	2.50
unico	13	Tr200	1.03	1049.00	1049.04	1049.13	1049.57	0.847738	3.22	0.32	7.45	4.96
unico	12	Tr200	1.03	1045.00	1045.05	1045.06	1045.10	0.080043	1.03	1.00	21.81	1.54
unico	11.6	Tr200	1.03	1038.97	1039.04	1039.29	1042.79	3.458820	8.58	0.12	1.79	10.59
unico	11.5		Culvert									
unico	11.4	Tr200	1.03	1038.75	1038.98	1039.07	1039.27	0.062770	2.37	0.44	2.09	1.65
unico	11	Tr200	1.03	1038.00	1038.28	1038.42	1038.81	0.166151	3.23	0.32	2.09	2.64
unico	10	Tr200	1.03	1033.00	1033.09	1033.25	1034.16	0.742855	4.59	0.22	2.74	5.12

Plan: Prg_attr_2 Rio attr_2 unico RS: 11.5 Culv Group: Culvert #1 Profile: Tr200

Q Culv Group (m3/s)	1.03	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	6.88
Q Barrel (m3/s)	1.03	Culv Vel DS (m/s)	6.47
E.G. US. (m)	1042.79	Culv Inv El Up (m)	1038.97
W.S. US. (m)	1039.04	Culv Inv El Dn (m)	1038.75
E.G. DS (m)	1039.21	Culv Frctn Ls (m)	0.00
W.S. DS (m)	1039.07	Culv Exit Loss (m)	1.91
Delta EG (m)	3.58	Culv Entr Loss (m)	1.19
Delta WS (m)	0.03	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)		Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)		Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	1039.19	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	1038.98	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.27	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	0.54	Min El Weir Flow (m)	1041.22

RIO 3



Bacino idrografico Rio Attraversamento 3 - S = 0.020 kmq (Reticolo minuto)

Area scolante raccolta dalla cunetta laterale e recapitante nell'Attraversamento 3 - S = 0.014 kmq

PERIMETRAZIONE BACINO IDROGRAFICO ATTRAVERSAMENTO 3

Scala 1:5.000

CALCOLO PORTATE BACINO "ATTRAVERSAMENTO 3"

$Q = K_T \times A \times U_{A=2}$

Bacino	Attraversamento 3
Area	0.020
Tipo bacino	D
Latitudine	8 gradi 0.9 primi

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

Classificazione bacini regionali	
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione.
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea.

$U_{A=2}$ interpolazione lineare contributo unitario per A=2 km^2

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	Primi	A	B	C	D
8	0	7.9	6.59	5.05	4.43
8	0.9	7.94	6.63	5.08	4.46
8	2.5	8.02	6.70	5.12	4.50

CALCOLO PORTATE METODO CIMA

Tr [anni]		K_T	A [km^2]	$U_{A=2}$		Q [m^3/s]
5		1.29	0.02	4.46		0.11
10		1.79	0.02	4.46		0.16
30		2.90	0.02	4.46		0.26
50		3.47	0.02	4.46		0.31
100		4.25	0.02	4.46		0.38
200		5.02	0.02	4.46		**0.45**
500		6.04	0.02	4.46		0.54

CALCOLO PORTATE RECAPITANTI IN "ATTRAVERSAMENTO 3"

$Q = K_T \times A \times U_{A=2}$

Bacino	Sopra strada in Rio 3
Area	0.014
Tipo bacino	D
Latitudine	8 gradi 0.9 primi

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

Classificazione bacini regionali	
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione.
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea.

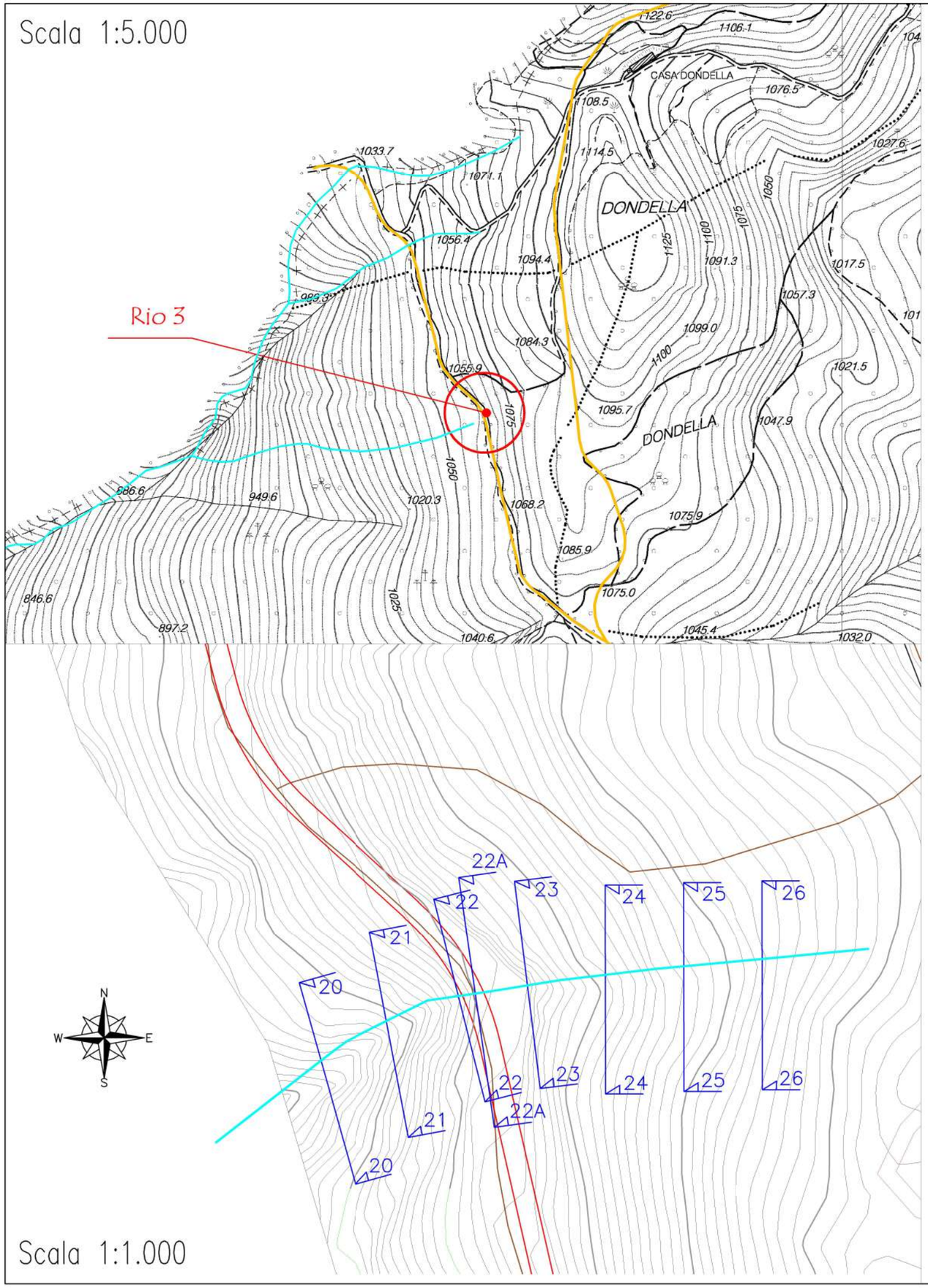
$U_{A=2}$ interpolazione lineare contributo unitario per A=2 km^2

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	Primi	A	B	C	D
8	0	7.9	6.59	5.05	4.43
8	0.9	7.94	6.63	5.08	4.46
8	2.5	8.02	6.70	5.12	4.50

CALCOLO PORTATE METODO CIMA

Tr [anni]		K_T	A [km^2]	$U_{A=2}$		Q [m^3/s]
5		1.29	0.014	4.46		0.08
10		1.79	0.014	4.46		0.11
30		2.90	0.014	4.46		0.18
50		3.47	0.014	4.46		0.22
100		4.25	0.014	4.46		0.27
200		5.02	0.014	4.46		**0.31**
500		6.04	0.014	4.46		0.38

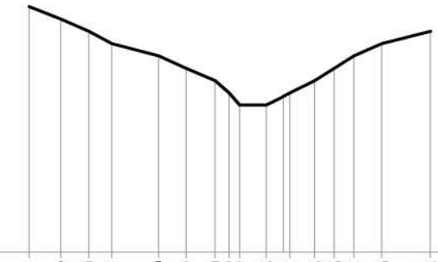
Scala 1:5.000



Scala 1:1.000

Scala 1:500

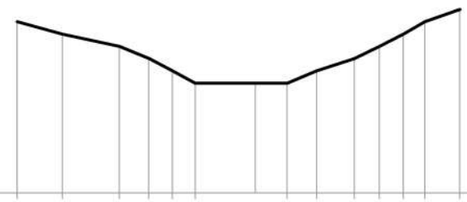
Sezione 20-20



1030.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Quote	1050.00	1049.00	1048.00	1047.00	1046.00	1045.00	1044.00	1043.00	1042.00	1042.00	1043.00	1044.00	1045.00	1046.00	1047.00	1048.00
Distanze parziali		2.58	2.27	1.87	3.81	2.27	2.27	1.15	0.86	2.16	1.99	2.01	1.58	1.62	2.27	3.96
Distanze progressive	0.00	2.58	4.86	6.72	10.53	12.78	15.13	16.28	17.14	19.30	21.29	23.30	24.88	26.50	28.76	32.72

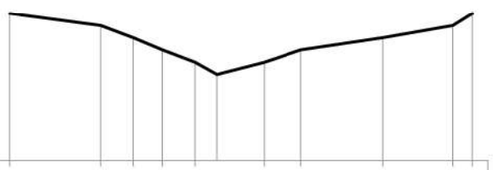
Sezione 21-21



1040.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Quote	1054.00	1053.00	1052.00	1051.00	1050.00	1049.00	1049.00	1050.00	1051.00	1052.00	1053.00	1054.00	1055.00
Distanze parziali		3.68	4.64	2.40	1.91	1.87	7.54	2.39	3.08	2.03	1.95	1.74	2.83
Distanze progressive	0.00	3.68	8.32	10.72	12.63	14.50	22.04	24.44	27.52	29.55	31.50	33.24	36.08

Sezione 22-22

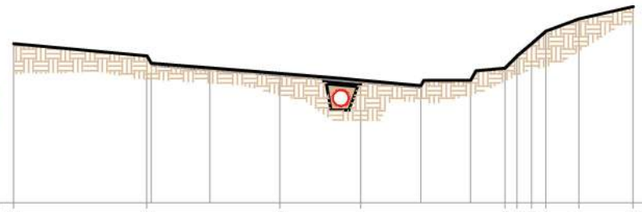


1050.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quote	1062.00	1061.00	1060.00	1059.00	1058.00	1058.00	1059.00	1060.00	1061.00	1062.00
Distanze parziali		7.41	2.63	2.38	2.67	5.65	3.00	6.71	5.67	1.60
Distanze progressive	0.00	7.41	10.04	12.41	15.08	20.74	23.73	30.44	36.11	37.71

Scala 1:500

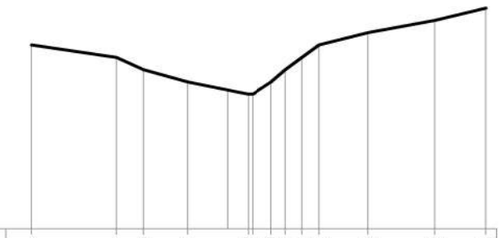
Sezione 22.5-22.5



1050.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quote	1063.00	1062.00	1061.00	1060.00	1061.00	1062.00	1063.00	1064.00	1065.00	1066.00
Distanze parziali		10.84	10.84	6.58	11.83	0.96	1.18	1.17	2.68	4.40
Distanze progressive	0.00	10.84	21.68	28.26	40.08	41.04	42.23	43.40	46.08	50.48

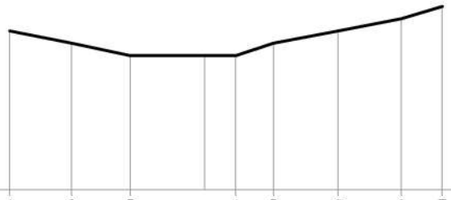
Sezione 23-23



1050.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Quote	1065.00	1064.00	1063.00	1062.00	1061.00	1061.00	1062.00	1063.00	1064.00	1065.00	1066.00	1067.00	1068.00
Distanze parziali		6.93	2.20	3.59	4.96	1.53	1.16	1.37	1.38	3.98	5.45	4.14	
Distanze progressive	0.00	6.93	9.13	12.72	17.68	17.94	19.57	20.73	22.09	23.48	27.46	32.91	37.05

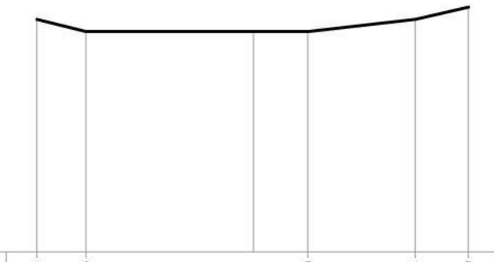
Sezione 24-24



1060.00

Punti battuti	1	2	3	4	5	6	6	7
Quote	1073.00	1072.00	1071.00	107100	1072.00	1073.00	1074.00	1075.00
Distanze parziali		5.04	4.78	8.59	3.09	5.26	5.13	3.32
Distanze progressive	0.00	5.04	9.82	18.41	21.49	26.75	31.88	35.20

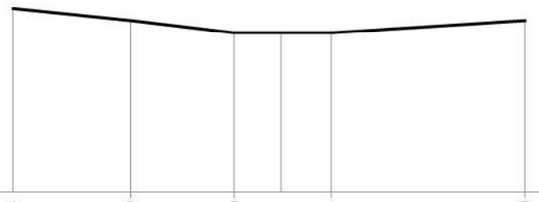
Sezione 25-25



1060.00

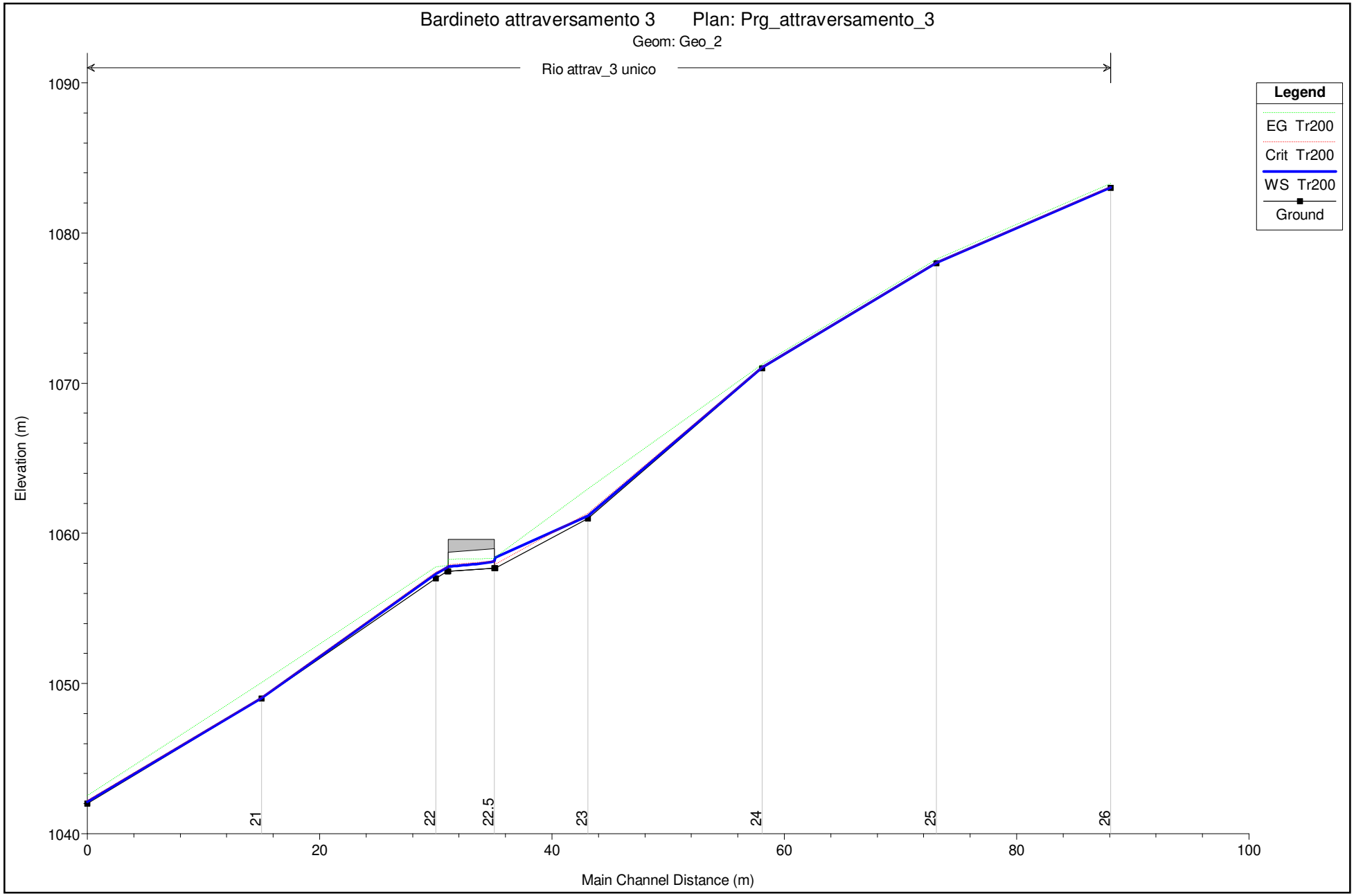
Punti battuti	1	2	3	4	5
Quote	1079.00	1078.00	1078.00	1079.00	1080.00
Distanze parziali		4.01	18.12	8.73	4.32
Distanze progressive	0.00	4.01	22.13	30.86	35.18

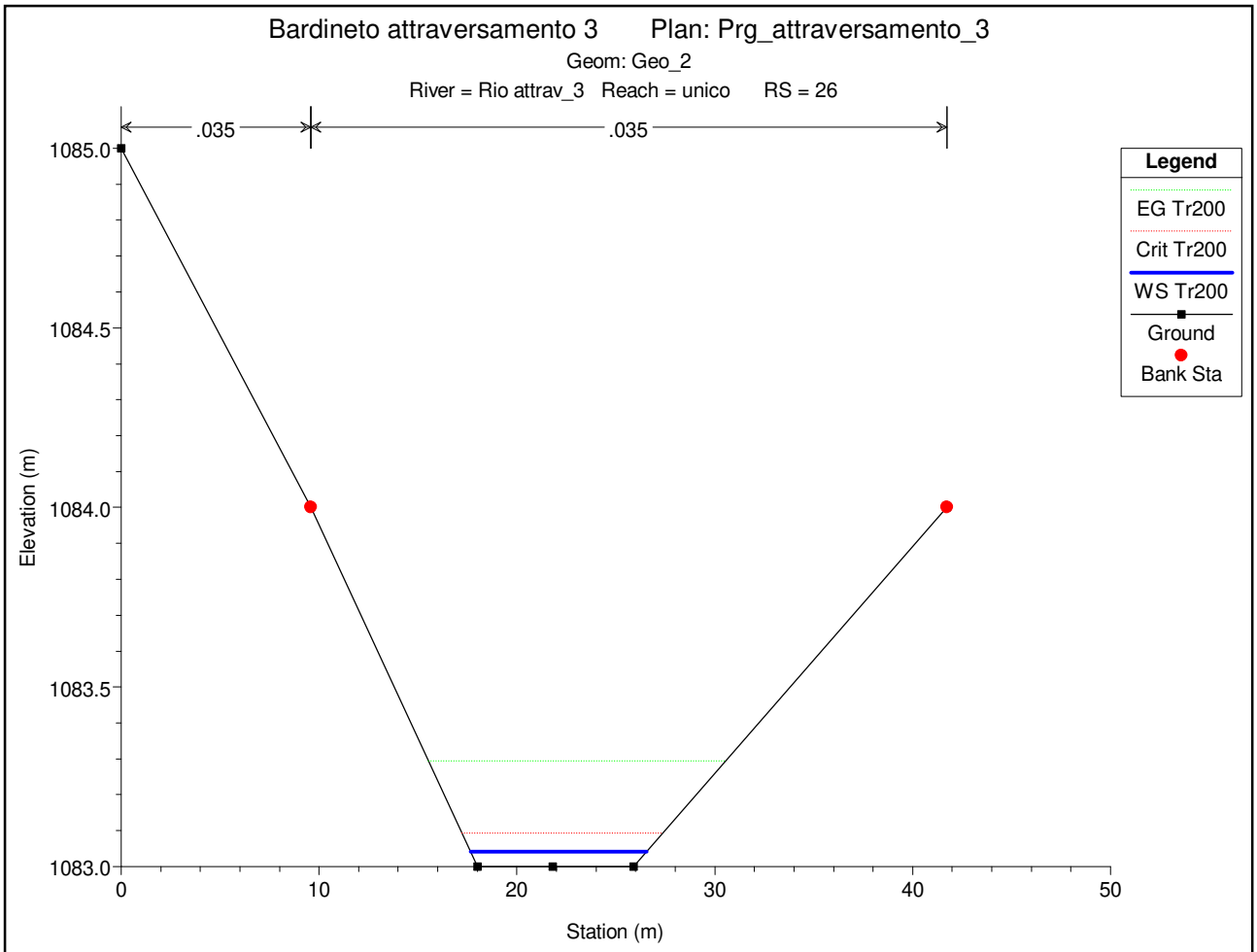
Sezione 26-26

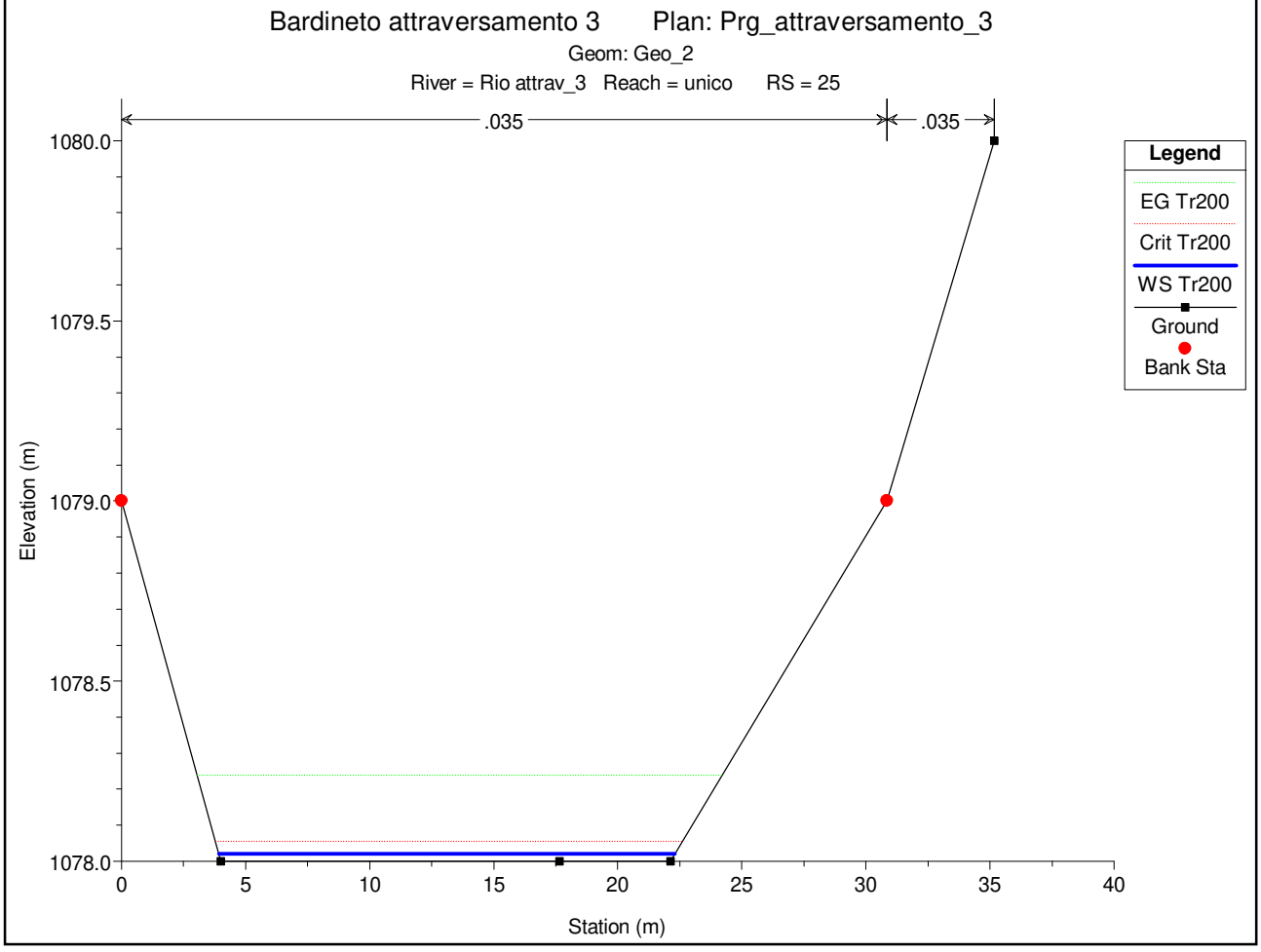


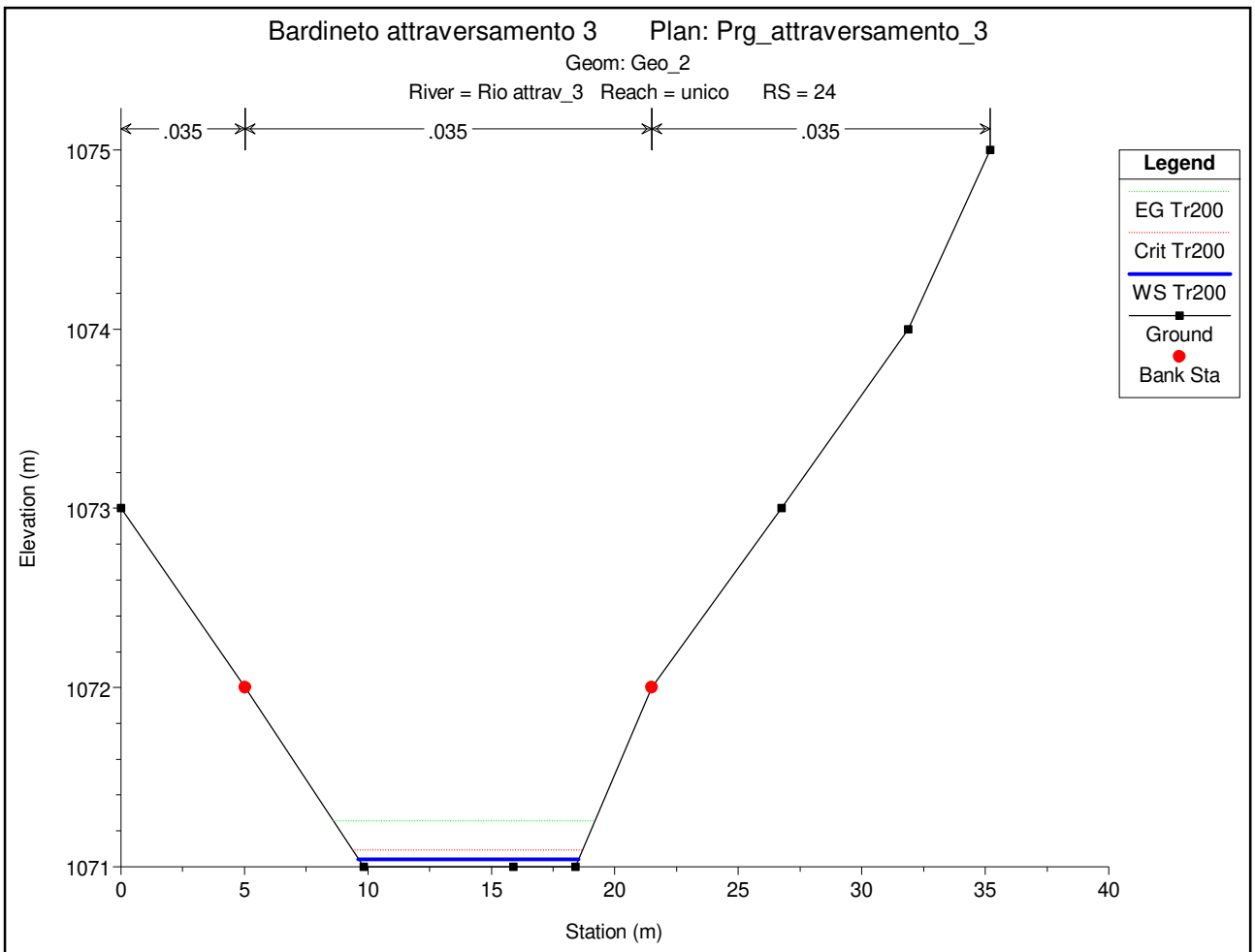
1070.00

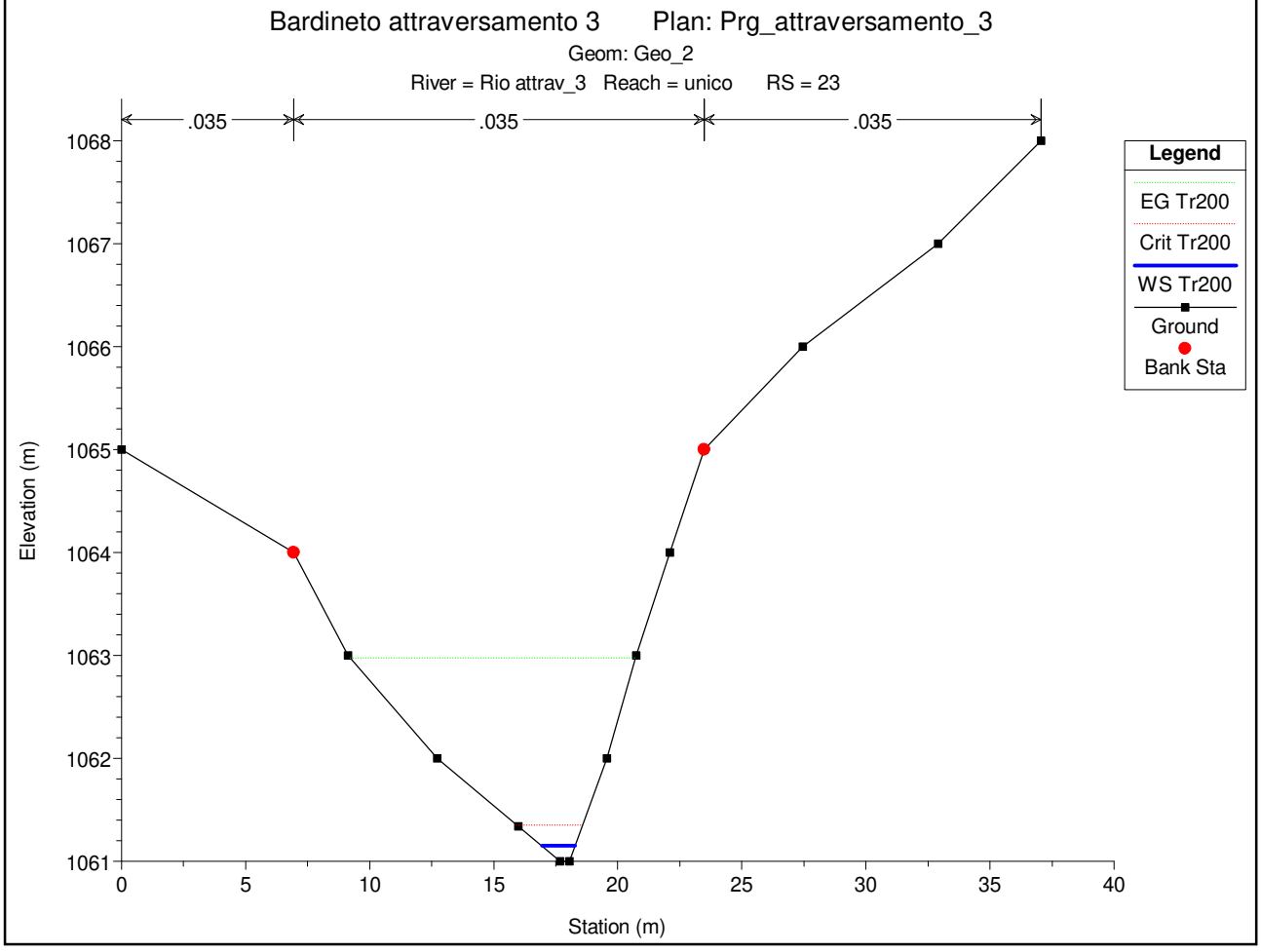
Punti battuti	1	2	3	4	5
Quote	1085.00	1084.00	1083.00	1083.00	1084.00
Distanze parziali		9.58	8.43	7.90	
Distanze progressive	0.00	9.58	18.01	25.91	41.73

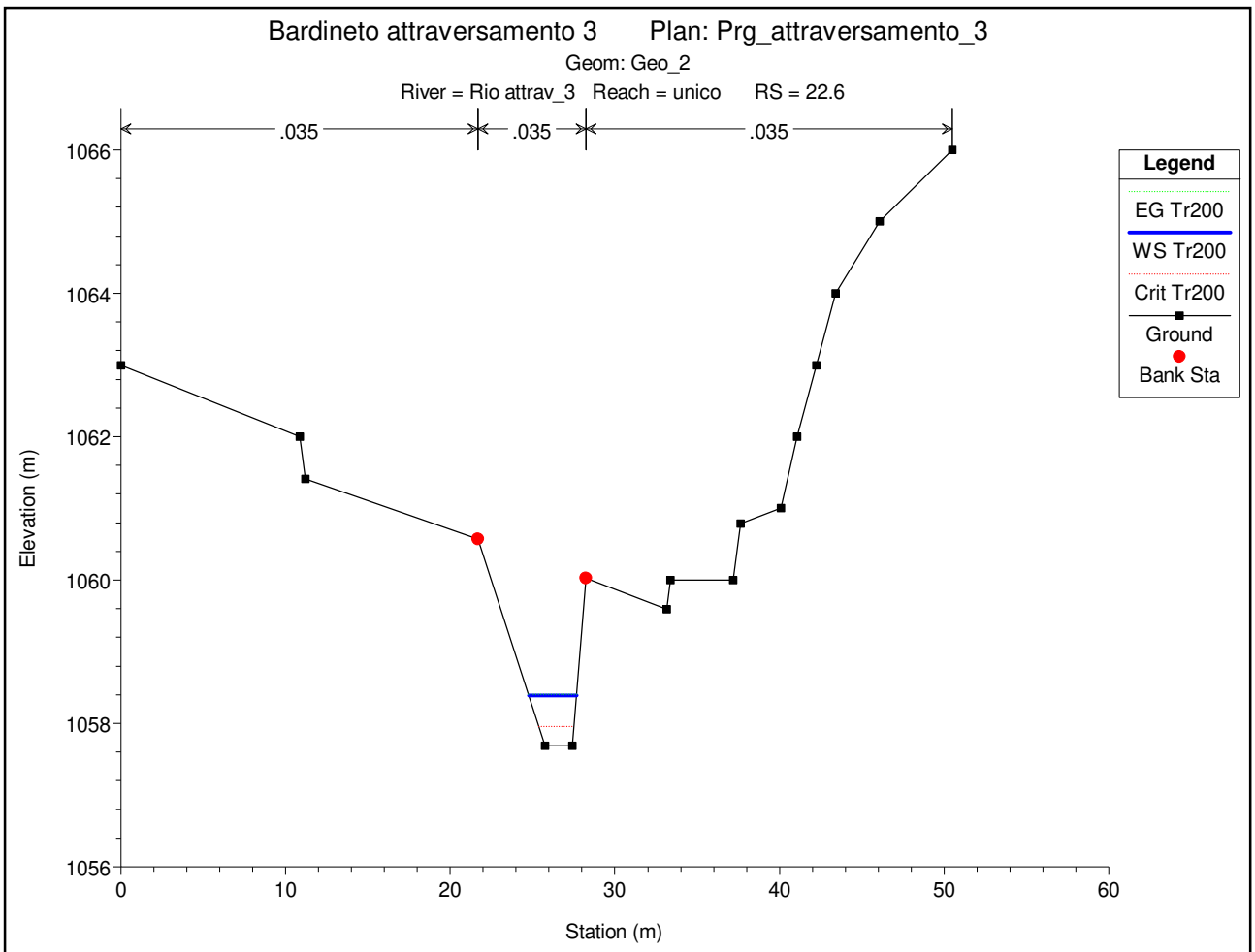

Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
Rio attrav_3 unico
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Elevation (m)
1090
1080
1070
1060
1050
1040
0
20
40
60
80
100
Main Channel Distance (m)
21
22
22.5
23
24
25
26

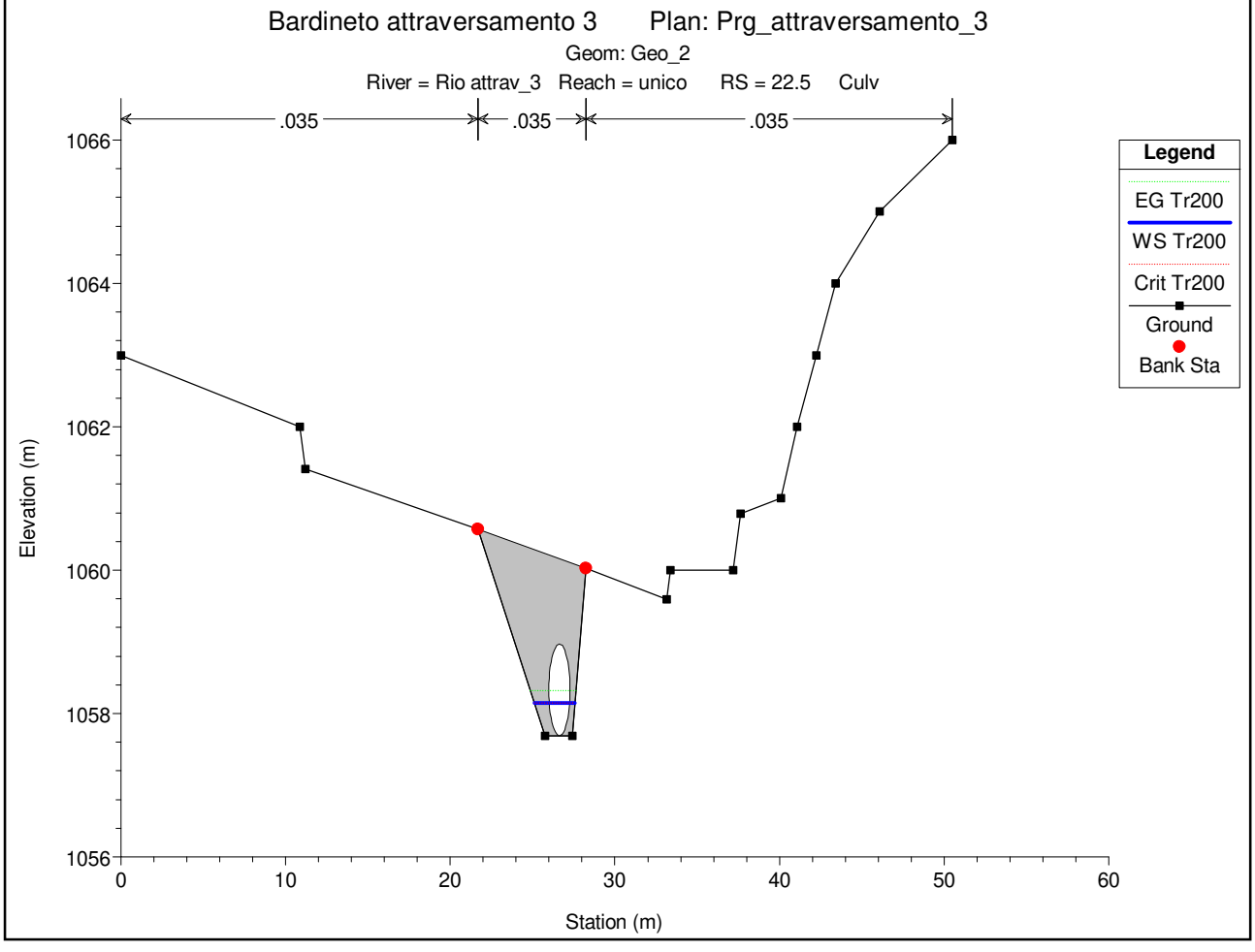

Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 26
.035
.035
1085.0
1084.5
1084.0
1083.5
1083.0
Elevation (m)
0
10
20
30
40
50
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta

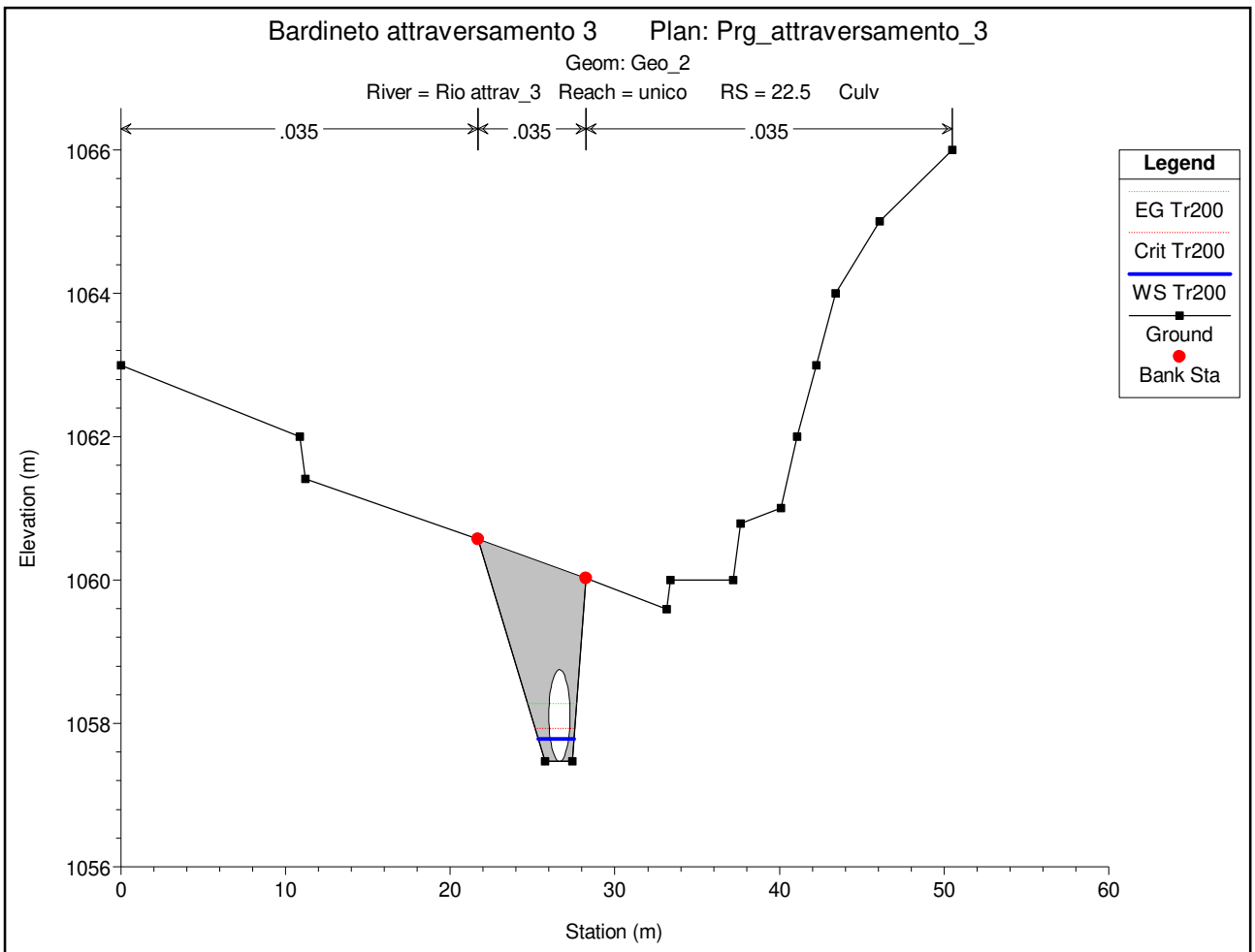

Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 25
.035
.035
1080.0
1079.5
1079.0
1078.5
1078.0
Elevation (m)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta

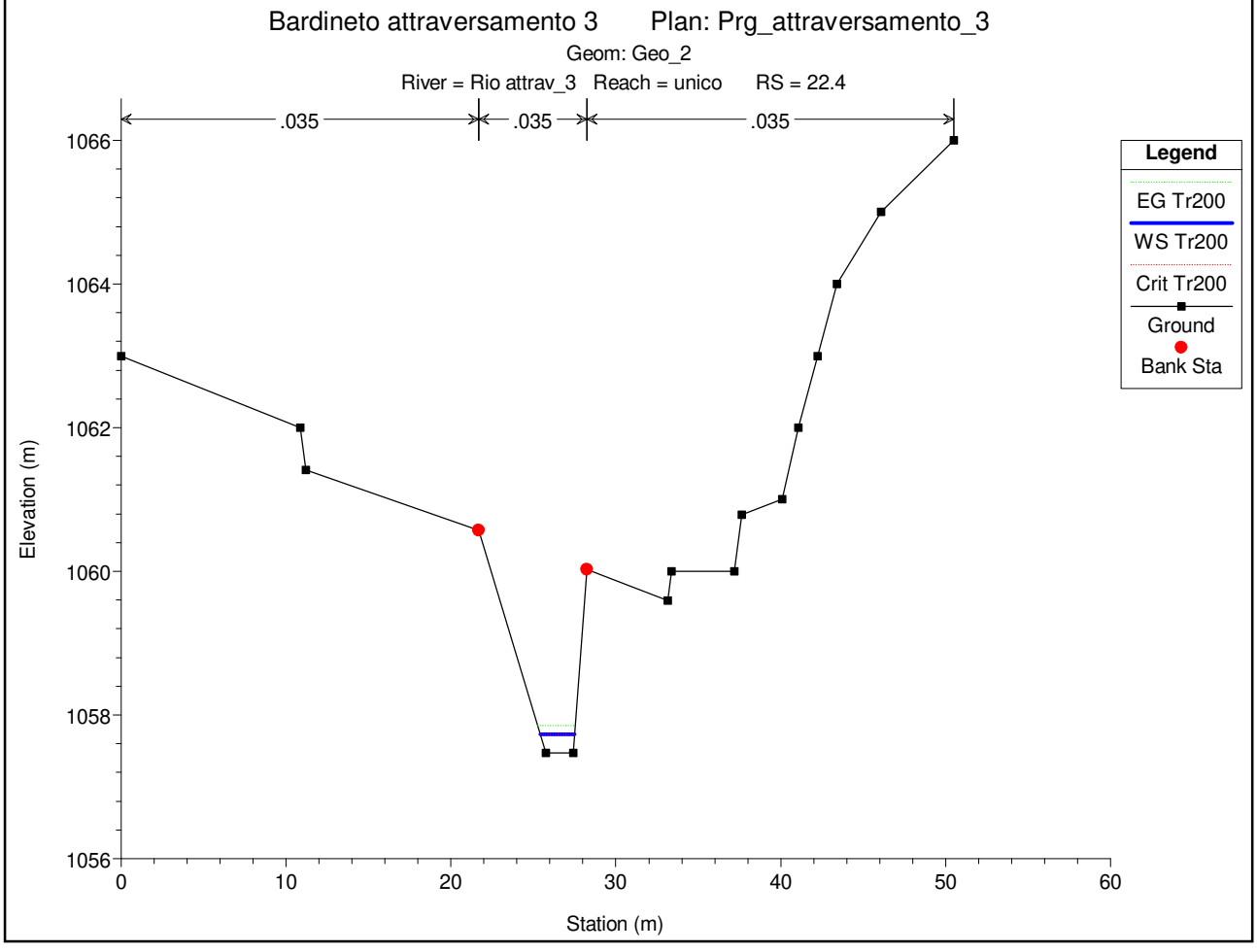

Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 24
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1075
1074
1073
1072
1071
0
5
10
15
20
25
30
35
40

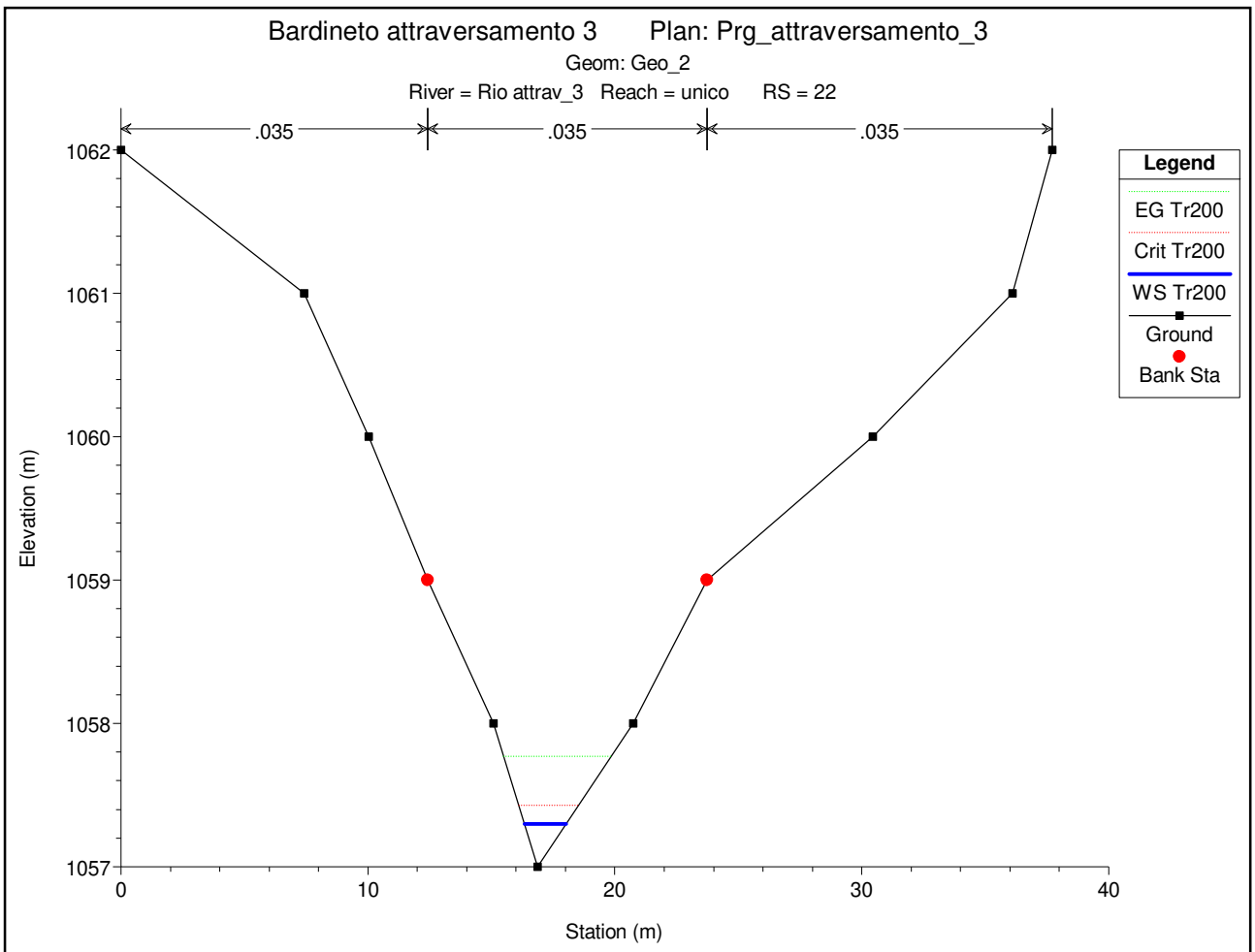

Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 23
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1068
1067
1066
1065
1064
1063
1062
1061
0
5
10
15
20
25
30
35
40

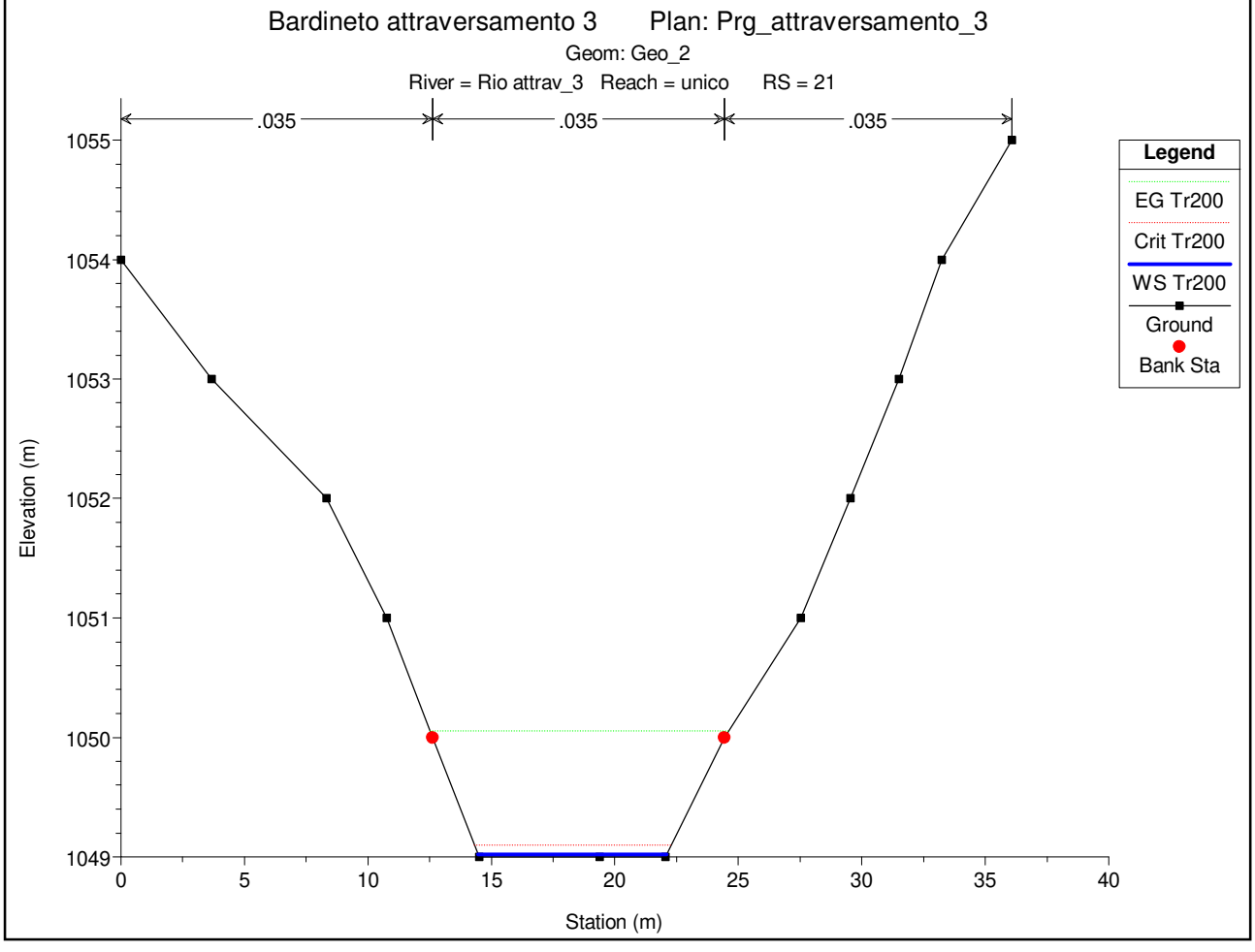

Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 22.6
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1056
1058
1060
1062
1064
1066
0
10
20
30
40
50
60

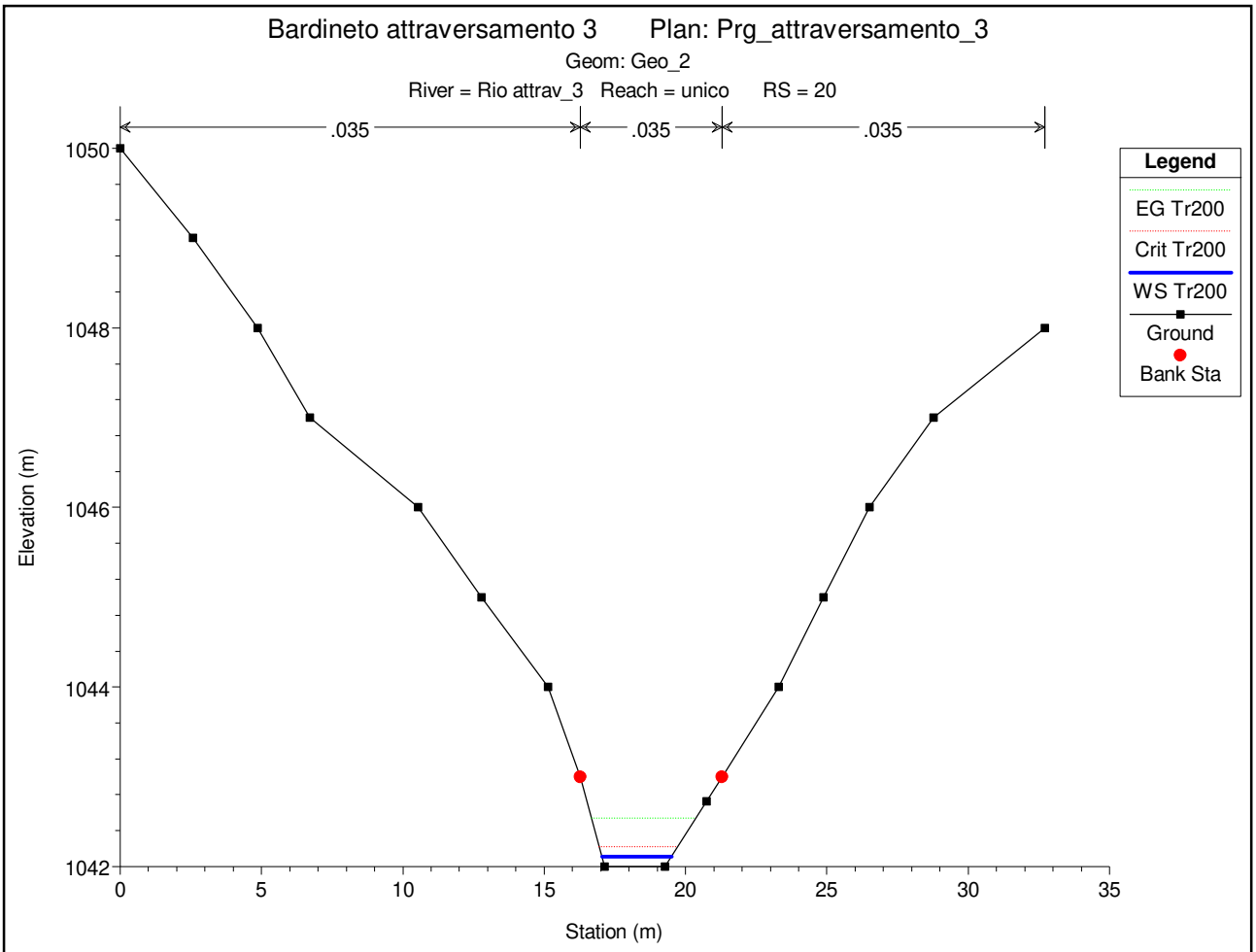

Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 22.5 Culv
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1056
1058
1060
1062
1064
1066
0
10
20
30
40
50
60


Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 22.5 Culv
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1056
1058
1060
1062
1064
1066
0
10
20
30
40
50
60


Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 22.4
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
WS Tr200
Crit Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
1056
1058
1060
1062
1064
1066
0
10
20
30
40
50
60


Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 22
.035
.035
.035
1062
1061
1060
1059
1058
1057
Elevation (m)
0
10
20
30
40
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta


Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 21
.035
.035
.035
1055
1054
1053
1052
1051
1050
1049
Elevation (m)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Station (m)
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta


Bardineto attraversamento 3 Plan: Prg_attraversamento_3
Geom: Geo_2
River = Rio attrav_3 Reach = unico RS = 20
.035
.035
.035
Legend
EG Tr200
Crit Tr200
WS Tr200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
1050
1048
1046
1044
1042
0
5
10
15
20
25
30
35
Station (m)

HEC-RAS Plan: Prg_attr_3 River: Rio attrav_3 Reach: unico Profile: Tr200

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)	
unico	26	Tr200	0.76	1083.00	1083.04	1083.09	1083.29	0.470319	2.23	0.34	8.89	3.63
unico	25	Tr200	0.76	1078.00	1078.02	1078.06	1078.24	0.972960	2.07	0.37	18.38	4.69
unico	24	Tr200	0.76	1071.00	1071.04	1071.09	1071.26	0.356150	2.05	0.37	8.92	3.20
unico	23	Tr200	0.76	1061.00	1061.15	1061.35	1062.98	1.070924	5.99	0.13	1.33	6.20
unico	22.6	Tr200	0.76	1057.69	1058.39	1057.95	1058.41	0.000811	0.47	1.61	2.91	0.20
unico	22.5		Culvert									
unico	22.4	Tr200	0.76	1057.47	1057.74	1057.74	1057.85	0.023109	1.53	0.50	2.10	1.00
unico	22	Tr200	0.76	1057.00	1057.30	1057.43	1057.77	0.158397	3.05	0.25	1.68	2.53
unico	21	Tr200	0.76	1049.00	1049.02	1049.10	1050.06	4.007146	4.50	0.17	7.64	9.67
unico	20	Tr200	0.76	1042.00	1042.11	1042.22	1042.54	0.210247	2.89	0.26	2.47	2.82

Plan: Prg_attr_3 Rio attrav_3 unico RS: 22.5 Culv Group: Culvert #1 Profile: Tr200

Q Culv Group (m3/s)	0.76	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	1.82
Q Barrel (m3/s)	0.76	Culv Vel DS (m/s)	3.10
E.G. US. (m)	1058.41	Culv Inv El Up (m)	1057.69
W.S. US. (m)	1058.39	Culv Inv El Dn (m)	1057.47
E.G. DS (m)	1057.85	Culv Frctn Ls (m)	0.00
W.S. DS (m)	1057.74	Culv Exit Loss (m)	0.42
Delta EG (m)	0.55	Culv Entr Loss (m)	0.08
Delta WS (m)	0.66	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)	1058.30	Weir Sta Lft (m)	
E.G. OC (m)	1058.41	Weir Sta Rgt (m)	
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	
Culv WS Inlet (m)	1058.15	Weir Max Depth (m)	
Culv WS Outlet (m)	1057.78	Weir Avg Depth (m)	
Culv Nml Depth (m)	0.24	Weir Flow Area (m2)	
Culv Crt Depth (m)	0.46	Min El Weir Flow (m)	1059.59