

REGIONE PIEMONTE



TORINO METROPOLI



**UNIONE DI COMUNI MONTANI VALCHIUSELLA
COMUNE DI VIDRACCO**

PROGETTO ESECUTIVO

**REALIZZAZIONE PARCHEGGIO ATTREZZATO DI PRIMO ACCESSO
PARCO FLUVIALE DEL CHIUSELLA**



IL PROGETTISTA



DOC.

1 D

- RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

DATA: GIUGNO 2026



StudioTecnicoSuccio

ING. SUCCIO MARCO

**VIA TRIESTE 59 - 10080 BOSCONERO (TO)
TEL. 0119889208 - CELL. 3470473962
E-MAIL: MARCO@STUDIOSUCCIO.COM**

INDICE

1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLI ESISTENTI.....	4
3. ANALISI IDROLOGICA DEL BACINO DEL RIO QUAGLIA	5
3.1 – CARATTERI MORFOMETRICI DEL BACINO.....	5
3.2 – CALCOLO DELLE PORTATE: METODO DI REGIONALIZZAZIONE PAI	6
3.2.1 – <i>Tempo di corrivazione (tc)</i>	6
3.2.2 – <i>Equazione di possibilità pluviometrica</i>	7
3.2.3 – <i>Coefficiente di deflusso (c)</i>	7
3.2.4 – <i>Portata per tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni</i>	8
3.3 – VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO	9
4. VERIFICHE IDRAULICHE	11
4.1 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI IDRAULICI.....	13
4.2 – DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PROFONDITÀ DI EROSIONE.....	14
 ALLEGATI.....	16
- Tabulati delle verifiche idrauliche.....	17

1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione idrologico-idraulica è stata redatta in riferimento al Progetto di fattibilità tecnico economica relativamente alle "Opere di realizzazione area parcheggio", in Comune di Vidracco, a fregio del Rio Quaglia.

Le metodologie adottate per l'analisi idrologica e per le modellazioni idrauliche fanno riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti disposizioni normative:

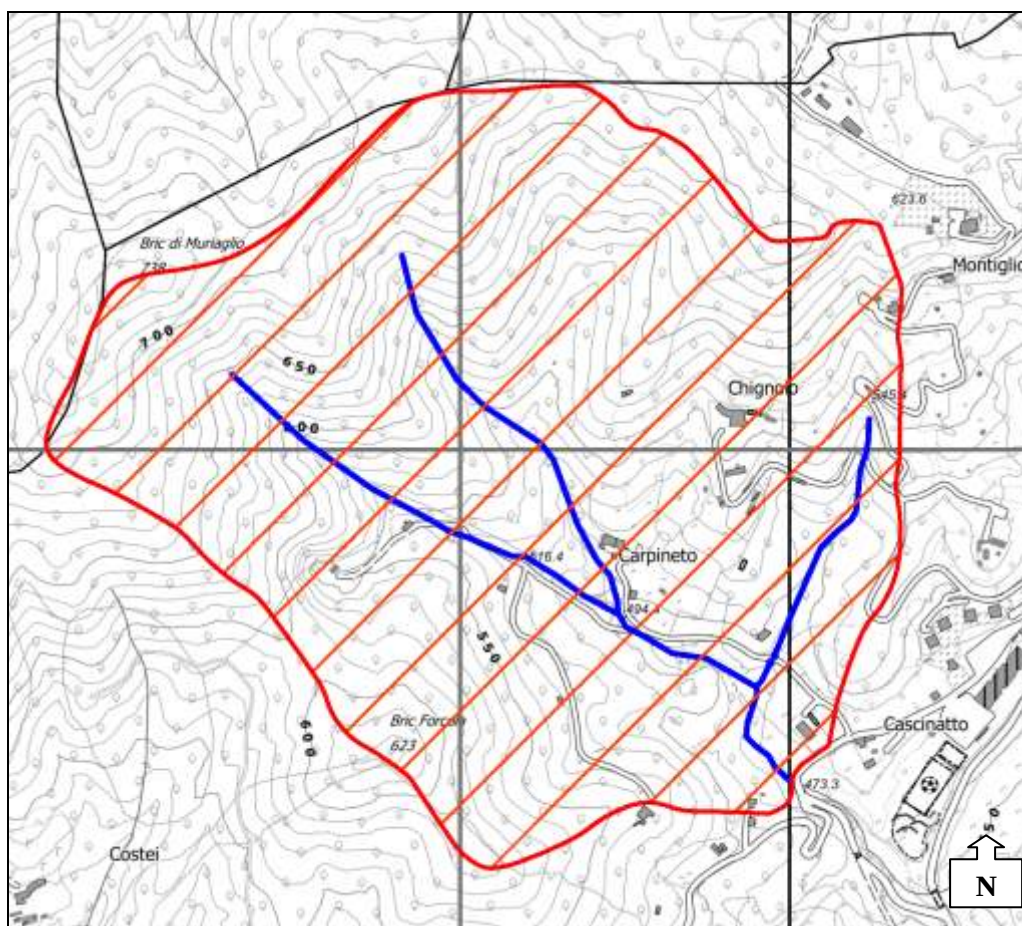
- *PS 45 (Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché il ripristino delle aree di esondazione)*, adottato con delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 9/1995 e pubblicato nel supplemento straordinario al Bollettino della Regione Piemonte n. 32 del 9/08/1995;
- *Direttiva (Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B)* emessa dall'autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del "Piano stralcio delle Fasce Fluviali", approvata dal Comitato tecnico in data 27.04.1999;
- *P.A.I. (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti*. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001;
- *7. Norme di attuazione P.A.I. – Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*;
- *Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45- 6656 – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*. Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico;
- *Deliberazione della Giunta Regionale 24 marzo 2025 n. 8-905 - Approvazione dei "Criteri e indirizzi in materia di difesa del suolo e pianificazione territoriale e urbanistica"*.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLI ESISTENTI

Il parcheggio in progetto, posto in vicinanza al corso del Rio Quaglia, è caratterizzato da un bacino di forma pressoché circolare, che a partire dal Bric di Muriaglio, al confine con i comuni di Castellamonte ed Issiglio, raggiunge il settore meridionale dell'abitato di Vidracco, in corrispondenza di Via Baldissero.

Il ramo principale del Rio Quaglia nasce lungo la dorsale spartiacque con i bacini del Rio Casciner e del Rio di Moiavera, ad una quota di circa 700 m s.l.m..

Il bacino imbrifero in esame presenta la sezione di chiusura ad una quota di circa 472 m s.l.m., una superficie di circa 0,8 km² ed una lunghezza massima del percorso idraulico più lungo pari a circa 1,1 km. *Figura 1.*



*Figura 1: ubicazione del settore di realizzazione del parcheggio
(base topografica tratta da BDTRE 1:10.000).*

3. ANALISI IDROLOGICA DEL BACINO DEL RIO QUAGLIA

3.1 – Caratteri morfometrici del bacino

Il bacino del Rio Quaglia, alla sezione di chiusura in esame, posta ad una quota di circa 472,0 m s.l.m., presenta i seguenti parametri morfometrici.

<i>Rio Quaglia – sezione di chiusura a 472,0 m s.l.m.</i>	
<i>Superficie (km²)</i>	0,8
<i>Lunghezza asta principale (km)</i>	1,1
<i>Quota media bacino rispetto alla sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	605,0
<i>Quota massima bacino rispetto alla sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	738,0
<i>Quota sezione di chiusura (m s.l.m.)</i>	472,0
<i>Inclinazione media dell'asta principale (%)</i>	24

Tabella 1: parametri morfometrici.

In riferimento alla *Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45- 6656*, in particolare all'Allegato 3 "*Criteri per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico*", si riportano di seguito i criteri di compatibilità idraulica per i ponti e i rilevati di accesso esistenti.

1. *Portata di piena di progetto.* Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:
 - per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della fascia B;
 - per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non inferiore a 100 anni.

Quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di importanza molto modesta, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate; in tali situazioni è comunque necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena di 200 anni e definire il comportamento dell'opera stessa in rapporto alla stessa piena.

3.2 – Calcolo delle portate: metodo di regionalizzazione PAI

La determinazione della portata di piena, associata ad eventi pluviometrici con tempo di ritorno di progetto, è stata effettuata introducendo i parametri "a" ed "n" delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica fornite dall'Autorità di Bacino¹ e che derivano da un'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette, attraverso un'interpolazione spaziale con il metodo di "Kriging" adottando un reticolo a maglia di 2 km di lato. *Tavola 2. (allegata fuori testo).*

I dati relativi alle celle PAI di interesse sono:

Cella	Tr20 (anni)		Tr100 (anni)		Tr200 (anni)	
	a	n	a	n	a	n
AY84	53,75	0,346	69,37	0,341	76,05	0,339
AY85	54,23	0,340	69,99	0,335	76,73	0,332
AZ84	53,02	0,338	68,37	0,333	74,93	0,331
AZ85	53,72	0,326	69,33	0,320	76,00	0,317

Tabella 2: parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica riferiti alle celle del reticolo di Kriging.

Considerando l'elevata variabilità climatica e pluviometrica in relazione alla ridotta estensione del bacino analizzato, si è scelto di adottare i parametri maggiormente cautelativi appartenenti alla cella "AY85 (Est UTM 401000; Nord UTM 5031000) ".

3.2.1 – Tempo di corrivazione (tc)

Il tempo di corrivazione può essere definito, in via teorica, come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distale del bacino a raggiungere la sezione di chiusura. In particolare rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre il quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione di chiusura.

Quando sia noto il valore medio delle velocità del deflusso superficiale, il tempo di corrivazione può essere stimato dividendo il percorso più lungo della rete idrografica per tale valore.

Nel caso in esame, il tempo di corrivazione è stato calcolato utilizzando la formula empirica di Giandotti (1934, 1937):

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} \quad (\text{ore})$$

¹ PAI: "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica; Allegato 3: distribuzione spaziale delle precipitazioni intense".

dove

$A (km^2)$ = superficie del bacino;

$L (km)$ = lunghezza dell'asta principale;

$H_m (m \text{ s.l.m.})$ = altezza media del bacino;

$H_0 (m \text{ s.l.m.})$ = altezza sezione di chiusura.

Per il Rio Quaglia, con sezione di chiusura a 472,0 m s.l.m., si ottiene il seguente tempo di corrivazione:

Rio Quaglia – sezione di chiusura a 472,0 m s.l.m.	
Tempo di corrivazione t_c (ore)	0,57

Tabella 3.

3.2.2 – Equazione di possibilità pluviometrica

La previsione quantitativa delle piogge intense è stata effettuata attraverso la determinazione dell'equazione di possibilità pluviometrica, analizzando la relazione che intercorre tra l'altezza di precipitazione e la sua durata, per un assegnato tempo di ritorno:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

Per l'analisi delle precipitazioni intense e di durata pari al tempo di corrivazione, con tempo di ritorno di 20, 100 e 200 anni, sono stati quindi adottati i parametri a ed n precedentemente ricavati.

La relazione relativa alla sezione di chiusura diviene quindi:

□ Rio Quaglia:

$$h(t) = a \cdot t^n = 54,23 \cdot 0,57^{0,340} = \mathbf{44,7 \text{ mm}} \quad (20 \text{ anni})$$

$$h(t) = a \cdot t^n = 69,99 \cdot 0,57^{0,335} = \mathbf{57,9 \text{ mm}} \quad (100 \text{ anni})$$

$$h(t) = a \cdot t^n = 76,73 \cdot 0,57^{0,332} = \mathbf{63,5 \text{ mm}} \quad (200 \text{ anni})$$

3.2.3 – Coefficiente di deflusso (c)

Questo parametro risulta essere un elemento di notevole incertezza nella determinazione della portata. Il suo valore deve infatti tenere conto di tutti quegli aspetti che mettono in relazione la portata di progetto e l'intensità di pioggia media. I fattori di maggiore influenza sono il fattore di ragguaglio della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato, il fattore di

trattenuta del terreno ed il fattore di laminazione. In un dato bacino il valore di "c" risulta poi variabile per ogni evento meteorico in funzione delle condizioni climatiche antecedenti. Per la determinazione del coefficiente è possibile fare riferimento a valori riportati dalla letteratura scientifica:

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

Tabella 4: Coefficienti di deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution Control Federation, con riferimento prevalente ai bacini urbani.

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
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

Tabella 5: Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964.

In base alle caratteristiche del bacino in esame è stato adottato il seguente coefficiente di deflusso:

Coefficiente di deflusso c
0,50

Tabella 6: coefficiente di deflusso adottato.

3.2.4 – Portata per tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni

Per la determinazione dei valori di portata riferita ad eventi meteorici intensi con tempo di ritorno di progetto è possibile utilizzare la relazione propria del "metodo razionale".

$$Q = 0.28 \cdot c \cdot A \frac{h(t)}{t_c}$$

dove:

c = coefficiente di deflusso;

$A(\text{km}^2)$ = superficie del bacino;

$\frac{h(t)}{t_c}$ = intensità di pioggia con durata pari a quella del tempo di corrivazione.

Rio Quaglia Sezione di chiusura a 472,0 m s.l.m.		
Portata (tempo di ritorno)	Portata (m^3/s)	Portata specifica ($\text{m}^3/\text{s km}^2$)
Q_{20}	9	11
Q_{100}	12	15
Q_{200}	13	16

Tabella 7: Rio Quaglia, portate ottenute adottando il metodo di Regionalizzazione PAI.

3.3 – Valutazione del trasporto solido

Per poter stimare i correttivi da applicare ai risultati delle elaborazioni idrauliche in relazione al trasporto solido, si è fatto riferimento a quanto indicato al paragrafo 2.4.2.1.4, punto 2, Allegato B, della D.G.R n. 2-11830 del 29 luglio 2009.

La relazione adottata per poter descrivere i fenomeni di interazione tra l'acqua ed il materiale di fondo è assai schematica, a causa delle notevoli indeterminazioni che si incontrano in fase di descrizione e trattazione. I valori ottenuti vanno quindi considerati con le dovute cautele, in quanto corrispondono a sole indicazioni di massima dei fenomeni in esame.

La relazione utilizzata per la stima dello strato di materiale solido in movimento è la seguente:

$$\frac{\delta_s}{d} = K_s \left[\frac{\Theta}{(\tan \phi - \tan \theta) \cos \theta} \right] \left[1 - 0,1 \left(\frac{\sin \theta}{\Theta} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \quad (\text{Franzi, 2001})$$

dove

δ_s = strato di materiale solido in movimento (m);

d = diametro del sedimento, considerato come d_{50} (m) e pari a 0,05 m;

K_s = assunto pari a 3;

Θ = coefficiente adimensionale in funzione delle caratteristiche dei granuli, della forma dell'alveo e del numero di Reynolds;

ϕ = angolo di attrito al taglio del materiale d'alveo posto pari a 35°;

θ = inclinazione locale dell'alveo pari al 6%.

Il valore medio della tensione tangenziale sul contorno bagnato per una portata duecentennale, considerando come sezione di riferimento la sezione n. 8, risulta:

$$\tau = \gamma R_H i = 112 \text{ N/m}^2$$

mentre il valore critico della tensione tangenziale per i depositi presenti in alveo con un d_{50} pari a 0,05 m, assumendo per il moto turbolento un valore di $\Theta (Re^*)=0,06$:

$$\tau_{cr} = 0,06(\gamma_s - \gamma)d_{50} = 46 \text{ N/m}^2$$

Per lo stesso valore del d_{50} il parametro Θ di Shields risulta essere:

$$\Theta = \frac{\gamma R_H i}{(\gamma_s - \gamma)d_{50}} = 0,15$$

ed infine:

$$\delta_s = 0,04 \text{ m}$$

Il valore relativo allo strato di materiale in movimento risulta in questo caso estremamente ridotto. Pertanto, con riferimento alle indicazioni fornite dalla Regione Piemonte a seguito degli eventi alluvionali del 1993 e del 2000, valide per i corsi d'acqua minori, i livelli idrici finali sono stati ottenuti incrementando di un termine compreso tra 1/3 ed 1/6 del tirante idrometrico. I dati storici relativi alla porzione di bacino in esame fanno escludere la possibilità di un trasporto solido rilevante, e quindi si è deciso di implementare il tirante idraulico di 1/6.

Tale correttivo è stato applicato ai tiranti idrici relativi alla portata duecentennale. *Tavola allegata...*

4. VERIFICHE IDRAULICHE

Il calcolo dei livelli di piena è stato condotto in moto permanente gradualmente vario a portata costante, mediante la risoluzione delle equazioni di bilancio energetico. E' stato per questo adottato il codice di calcolo HEC – RAS 5.0.3 (*US Army Corps of Engineers; Hydrologic Engineering Center*); il codice applicato consente anche di calcolare variazioni di profilo (dovute alla presenza di ostacoli al deflusso, restringimenti di sezione, passaggio di stato di una corrente).

Il codice di calcolo esegue la determinazione del profilo del pelo libero nelle condizioni di moto permanente monodimensionale. Il profilo del pelo libero è calcolato per ogni sezione trasversale risolvendo l'equazione dell'energia con una procedura iterativa denominata standard step method ampiamente descritta nei testi classici dell'idraulica delle correnti a pelo libero.

L'equazione dell'energia fra due sezioni trasversali "1" e "2", con la sezione "1" ubicata a valle della sezione "2", viene scritta nella forma classica, riferita all'unità di peso del liquido:

$$y_2 + z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

- y = profondità della corrente nella sezione (m);
- z = quota del fondo (m);
- V = velocità media della corrente nella sezione (portata totale/area totale);
- α = coefficiente di Coriolis che tiene conto della forma della sezione;
- g = accelerazione di gravità (9,81 m/s²);
- h_e = perdita di energia (m).

La portata che defluisce nelle sezioni è calcolata dalla formula:

$$Q = K S_f^{0.5} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

dove:

- $K = \frac{1}{n} R^{2/3} A$ indica la capacità di convogliamento di ciascun settore che compone la sezione;
- n = coefficiente di scabrezza (m^{-1/3} s) secondo Manning;
- A = area della sezione di deflusso (m²);
- R = raggio idraulico (m).

Le ipotesi di calcolo relative alle condizioni al contorno sono le seguenti:

- ✓ adozione di sezioni trasversali derivanti da rilievo topografico di dettaglio. Sono state introdotte n. 9 sezioni principali;
- ✓ introduzione delle portate di progetto nella tabella 7 (in m³/s);
 - *Rio Quaglia* → $Q_{20} = 9 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - $Q_{100} = 12 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - $Q_{200} = 13 \text{ m}^3/\text{s}$;
- ✓ condizione di monte: altezza critica;
- ✓ condizione di valle: altezza critica;
- ✓ coefficiente di scabrezza (*Manning*), costante per tutto il tratto d'alveo esaminato, così suddiviso:
 - 0,060: aree esterne all'alveo inciso;
 - 0,045: alveo principale e sponde naturali;
 - 0,023: muri di sponda inferiori;
- ✓ metodo di calcolo del profilo di corrente: "corrente mista";
- ✓ ai fini delle verifiche condotte risultano poco significativi i risultati relativi alle sezioni di limite: sezioni 1 e 9. I tiranti idrici calcolati per tali sezioni risultano pertanto puramente indicativi;
- ✓ metodo di calcolo del flusso in corrispondenza dell'attraversamento: "metodo dell'energia".

I risultati delle elaborazioni sono riportati nella tabella che segue. I parametri descritti sono:

- River Sta: sezione di calcolo;
- Profile: profilo (portata adottata in relazione al tempo di ritorno);
- Q Total (m³/s): portata totale di calcolo;
- Min Ch El (m s.l.m.): quota minima della sezione (fondo alveo);
- W.S. Elev (m s.l.m.): quota del pelo libero dell'acqua;
- Crit W.S. (m s.l.m.): quota altezza critica dell'acqua;
- E.G. Elev (m s.l.m.): quota della linea dell'energia;
- Vel Chnl (m/s): velocità media della corrente;
- Flow Area (m²): area interessata dal deflusso;
- Top Width (m): massima larghezza del pelo libero;
- Froude Chl: numero di Froude della corrente in alveo.

4.1 – Tabella riassuntiva dei parametri idraulici

Rio Quaglia – Verifica idraulica											
River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m s.l.m.)	W.S. Elev (m s.l.m.)	W.S. Elev + trasp.sol. (m s.l.m.)	Crit W.S. (m s.l.m.)	E.G. Elev (m s.l.m.)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude Chl
Sezione 9	Q20	9.0	477.04	477.85	/	477.85	478.10	2.20	4.19	9.07	0.99
Sezione 9	Q100	12.0	477.04	477.97	/	477.97	478.24	2.32	5.34	10.38	0.98
Sezione 9	Q200	13.0	477.04	478.01	478.17	478.01	478.29	2.36	5.71	10.76	0.98
Sezione 8	Q20	9.0	475.23	475.50	/	475.76	477.23	5.83	1.54	9.80	4.69
Sezione 8	Q100	12.0	475.23	475.54	/	475.83	477.40	6.05	1.98	11.01	4.55
Sezione 8	Q200	13.0	475.23	475.55	475.60	475.85	477.46	6.11	2.13	11.38	4.51
Sezione 7	Q20	9.0	474.23	475.72	/	475.79	476.07	2.66	3.72	7.90	0.96
Sezione 7	Q100	12.0	474.23	475.86	/	475.92	476.24	2.85	4.84	8.33	0.97
Sezione 7	Q200	13.0	474.23	475.90	476.18	475.96	476.29	2.90	5.19	8.39	0.97
Sezione 6	Q20	9.0	474.14	474.90	/	475.22	475.73	4.01	2.24	5.90	2.08
Sezione 6	Q100	12.0	474.14	475.00	/	475.30	475.91	4.21	2.85	6.65	2.05
Sezione 6	Q200	13.0	474.14	475.03	475.18	475.33	475.96	4.26	3.05	6.88	2.05
Sezione 5	Q20	9.0	474.09	474.84	/	475.03	475.38	3.48	3.07	10.84	1.60
Sezione 5	Q100	12.0	474.09	474.89	/	475.11	475.57	3.95	3.67	11.85	1.74
Sezione 5	Q200	13.0	474.09	474.91	475.05	475.13	475.62	4.09	3.86	12.15	1.78
Sezione 4	Q20	9.0	473.63	474.22	/	474.46	475.06	4.08	2.24	7.43	2.31
Sezione 4	Q100	12.0	473.63	474.30	/	474.57	475.25	4.35	2.82	7.61	2.21
Sezione 4	Q200	13.0	473.63	474.33	474.45	474.61	475.31	4.43	3.01	7.66	2.18
Sezione 3	Q20	9.0	473.69	474.09	/	474.24	474.59	3.14	2.87	10.31	1.88
Sezione 3	Q100	12.0	473.69	474.13	/	474.33	474.81	3.66	3.30	10.43	2.04
Sezione 3	Q200	13.0	473.69	474.14	474.22	474.35	474.87	3.80	3.45	10.47	2.08
Sezione 2	Q20	9.0	472.64	473.21	/	473.46	474.13	4.28	2.14	8.07	2.61

Sezione 2	Q100	12.0	472.64	473.27	<i>I</i>	473.57	474.34	4.63	2.64	8.31	2.58
Sezione 2	Q200	13.0	472.64	473.29	473.40	473.60	474.41	4.73	2.80	8.47	2.58
Sezione 1	Q20	9.0	472.44	473.48	<i>I</i>	473.52	473.77	2.43	3.89	8.26	1.06
Sezione 1	Q100	12.0	472.44	473.53	<i>I</i>	473.64	473.94	2.89	4.38	8.90	1.23
Sezione 1	Q200	13.0	472.44	473.55	473.74	473.67	474.00	3.02	4.55	9.11	1.28

Tabella 8: Rio Quaglia - tabella standard 1.

4.2 – Determinazione della massima profondità di erosione

Considerando il tratto di alveo interessato dalla realizzazione del parcheggio come un alveo tendenzialmente in equilibrio, si sono voluti verificare gli eventuali fenomeni erosivi di fondo alveo in corrispondenza dei muri di sostegno posti a fregio del corso d'acqua.

In questo caso si ricorre a formulazioni estremamente cautelative, atte alla valutazione delle eventuali erosioni localizzate del letto e dei potenziali fenomeni di escavazione in alveo, in modo che un potenziale approfondimento, rispetto alla quota minima iniziale del fondo, non possa interessare le fondazioni dei muri di sostegno.

A tal fine, specificatamente in virtù dei modelli conservativi utilizzati, può non essere necessario determinare aspetti di dettaglio, quali la velocità e la tensione tangenziale della corrente al fondo alveo e le caratteristiche del materiale che ne forma il letto.

In quest'ottica di verifica preliminare degli effetti idraulici delle piene, si fa riferimento agli studi di *Yalin (1964)*, *Nordin (1965)* ed *Altri*, che hanno proposto di assegnare alle possibili escavazioni un valore cautelativo, pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata (in particolare, venne dimostrato che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica). Una generalizzazione prudentiale, proposta in Italia, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena. Pertanto, una stima del tutto cautelativa della profondità delle potenziali escavazioni del fondo (Z) è data, in corrispondenza di una assegnata sezione, in ragione del 50% del battente idrometrico di piena (h_0):

$$Z = 0,5 \cdot h_0$$

Per quanto attiene alla formazione di buche ed approfondimenti locali, le condizioni necessarie per lo sviluppo del fenomeno sembrano individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella presenza di irregolarità geometriche dell'alveo, che innescano il fenomeno stesso. In questi casi e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 cm, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 cm, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione. In termini "qualitativi", per determinare un valore cautelativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo, indipendentemente dal diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena, tra i modelli disponibili (*Schoklitsch, Eggemberger, Adami*), la formula di *Schoklitsch (1935)* è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici e determina un valore medio rappresentativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo:

$$S = 0,378 \cdot H^{1/2} \cdot q^{0,35} + 2,15 \cdot a$$

dove

S = profondità massima dell'approfondimento rispetto alla quota media del fondo alveo;

$H = h_0 + v^2/2g$ (carico totale nella sezione immediatamente a monte del tratto in approfondimento);

$q = Q/L$ (portata specifica per unità di larghezza della corrente di piena in alveo);

a = dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle del tratto in approfondimento ed è assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima incisione, relativo ad una lunghezza pari all'altezza idrica massima ivi determinata.

Nel caso in esame, la stima dell'approfondimento massimo rispetto alla quota media del fondo alveo è stata determinata considerando il valore più cautelativo tra quelli ottenuti applicando le relazioni precedentemente descritte e considerando i parametri geometrici ed idraulici relativi alla sezione n. 5.

$$Z = 0,5 \cdot h_0 = 0,5 \cdot (475,05 - 474,09) = 0,48m$$

e

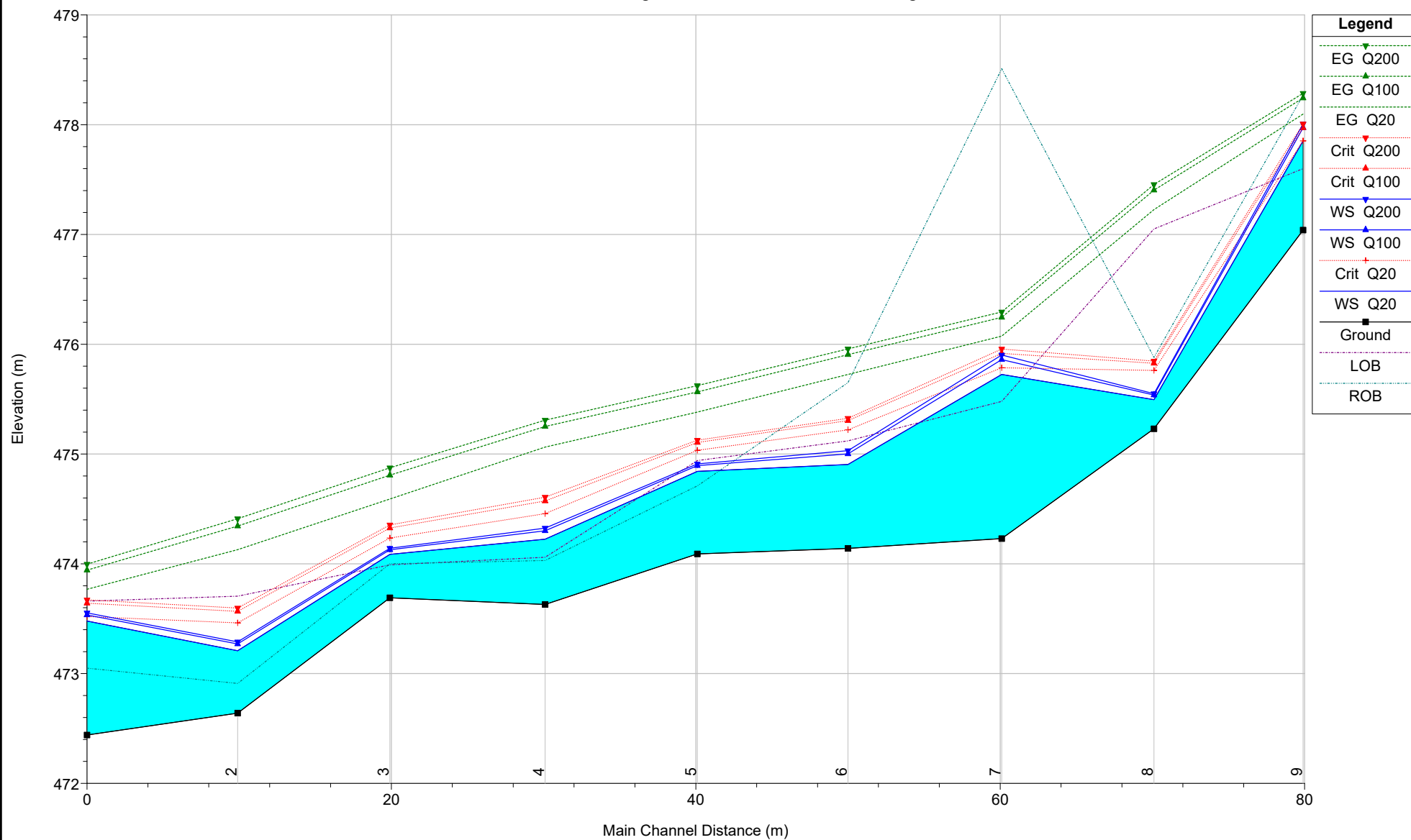
$$S = 0,378 \cdot H^{1/2} \cdot q^{0,35} + 2,15 \cdot a = 0,378 \cdot (1,53)^{1/2} \cdot 1,3^{0,35} + 2,15 \cdot 0,20 = 0,94m$$

È pertanto possibile stimare, cautelativamente, un approfondimento medio dell'ordine di 1,0 m. Quest'ultimo valore rappresenta pertanto la profondità minima di ammorsamento delle fondazioni dei muri di contenimento/sponda.

A L L E G A T I

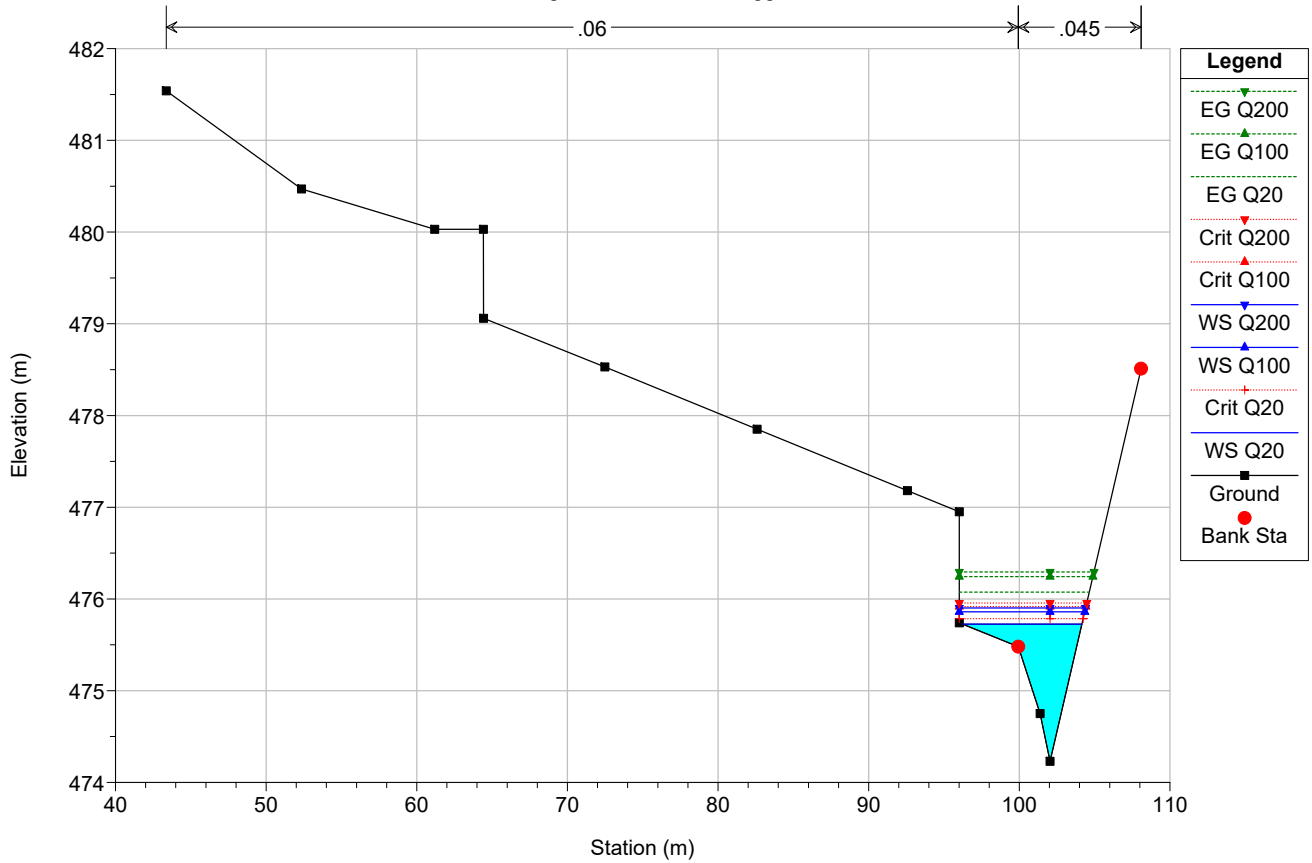
T A B U L A T I D E L L E V E R I F I C H E I D R A U L I C H E

Verifiche Rio Quaglia Plan: Verifiche Rio Quaglia



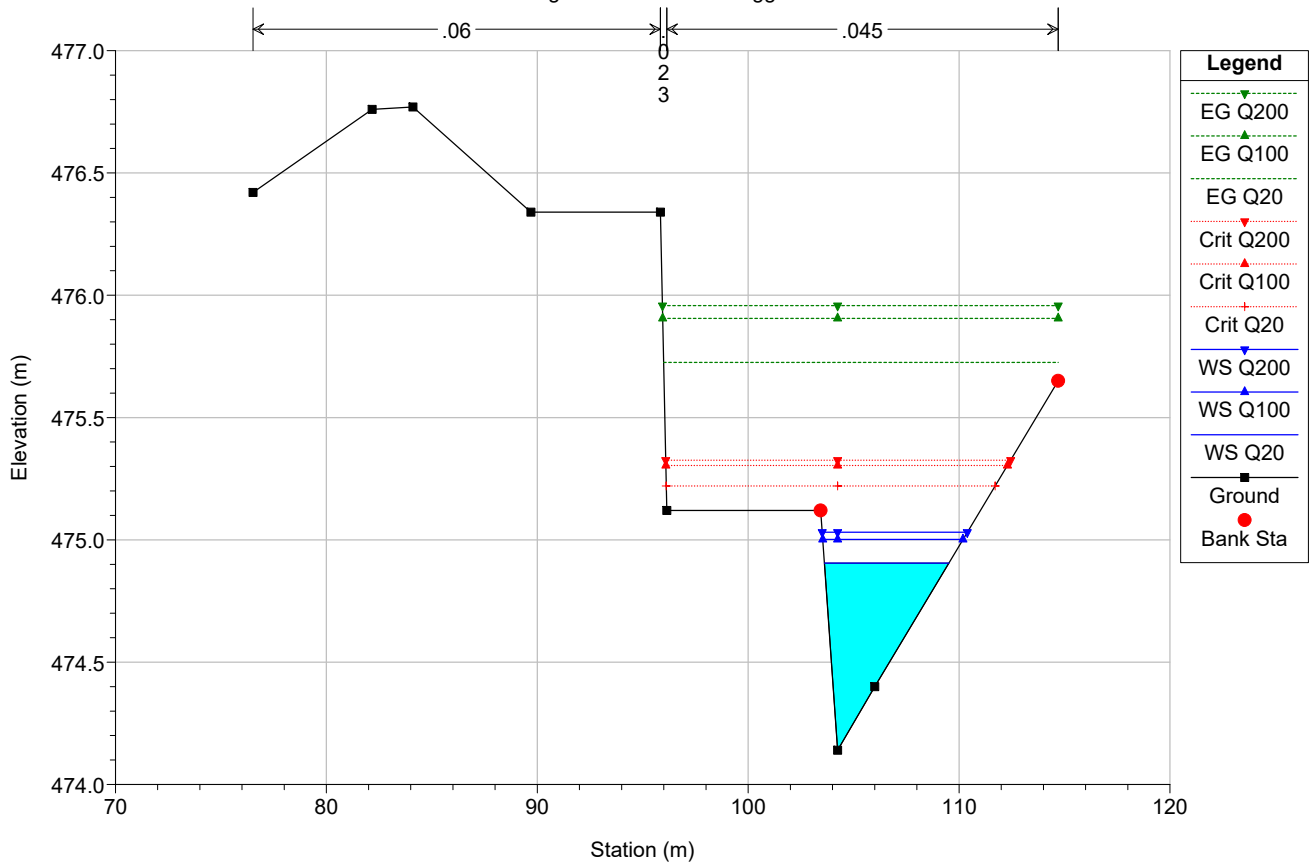
Verifiche Rio Quaglia Plan: Verifiche Rio Quaglia

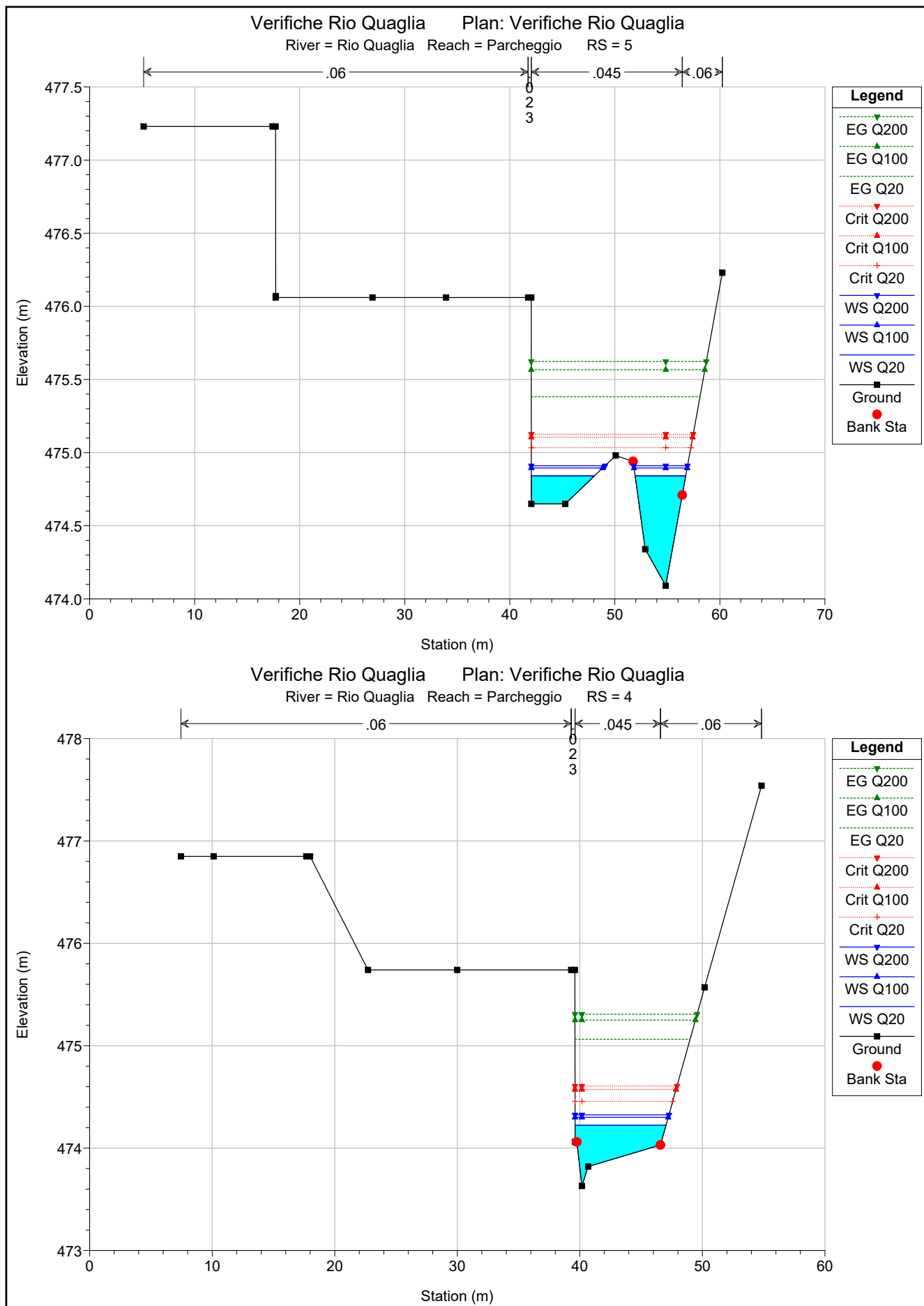
River = Rio Quaglia Reach = Parcheggio RS = 7

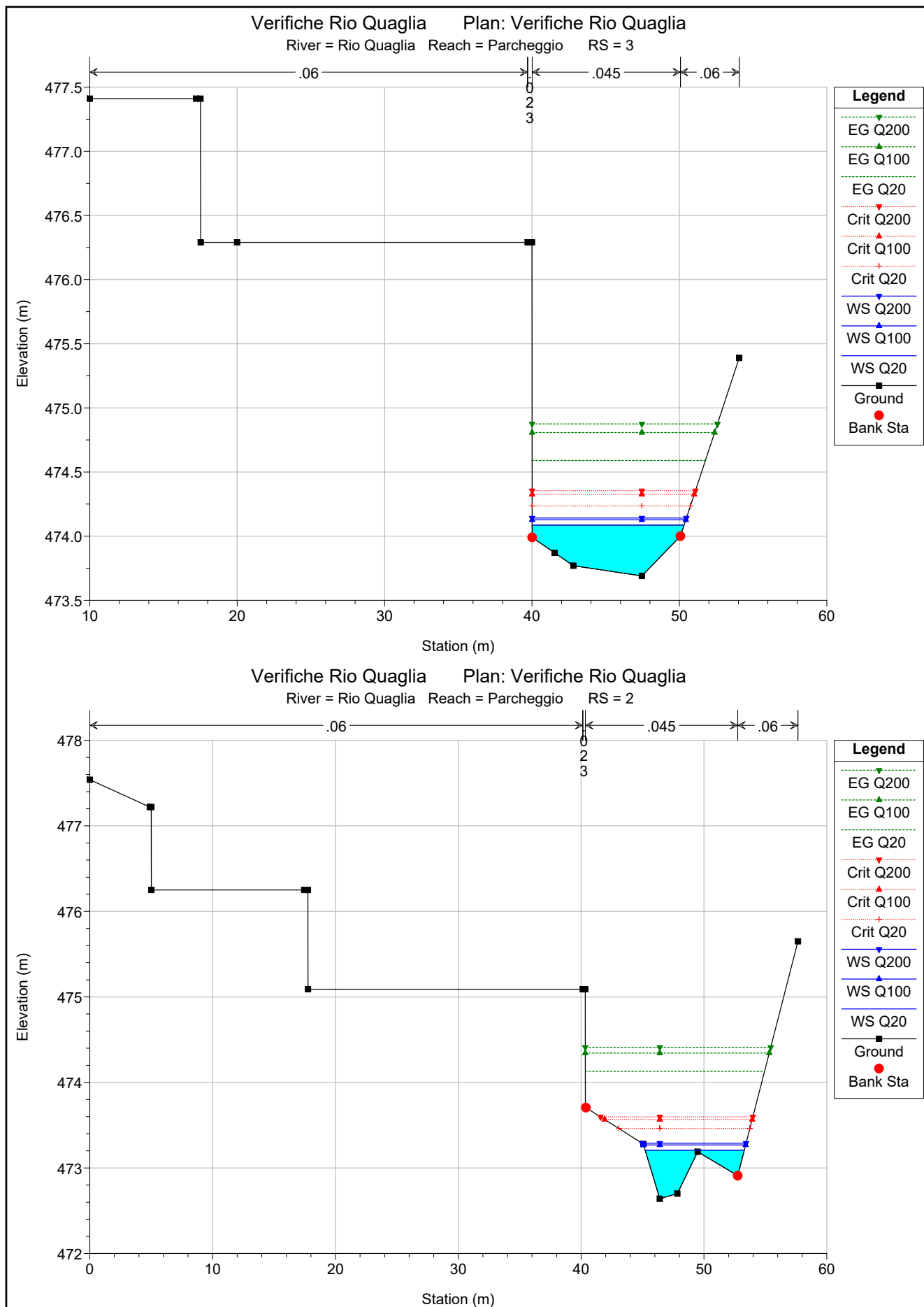


Verifiche Rio Quaglia Plan: Verifiche Rio Quaglia

River = Rio Quaglia Reach = Parcheggio RS = 6

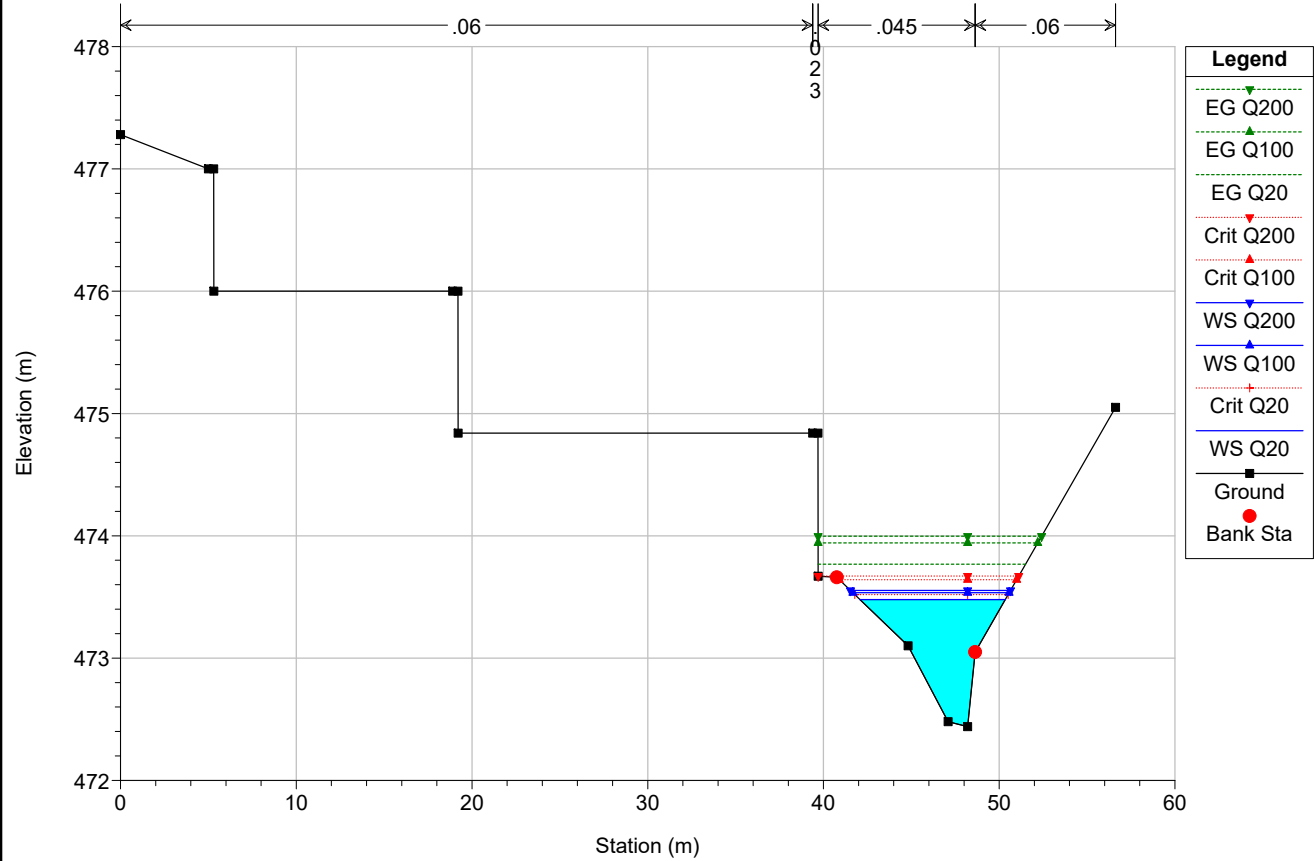






Verifiche Rio Quaglia Plan: Verifiche Rio Quaglia

River = Rio Quaglia Reach = Parcheggio RS = 1



HEC-RAS Plan: Rio Quaglia River: Rio Quaglia Reach: Parcheggio

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Parcheggio	9	Q20	9.00	477.04	477.85	477.85	478.10	2.20	4.19	9.07	0.99
Parcheggio	9	Q100	12.00	477.04	477.97	477.97	478.24	2.32	5.34	10.38	0.98
Parcheggio	9	Q200	13.00	477.04	478.01	478.01	478.29	2.36	5.71	10.76	0.98
Parcheggio	8	Q20	9.00	475.23	475.50	475.76	477.23	5.83	1.54	9.80	4.69
Parcheggio	8	Q100	12.00	475.23	475.54	475.83	477.40	6.05	1.98	11.01	4.55
Parcheggio	8	Q200	13.00	475.23	475.55	475.85	477.46	6.11	2.13	11.38	4.51
Parcheggio	7	Q20	9.00	474.23	475.72	475.79	476.07	2.66	3.72	7.90	0.96
Parcheggio	7	Q100	12.00	474.23	475.86	475.92	476.24	2.85	4.84	8.33	0.97
Parcheggio	7	Q200	13.00	474.23	475.90	475.96	476.29	2.90	5.19	8.39	0.97
Parcheggio	6	Q20	9.00	474.14	474.90	475.22	475.73	4.01	2.24	5.90	2.08
Parcheggio	6	Q100	12.00	474.14	475.00	475.30	475.91	4.21	2.85	6.65	2.05
Parcheggio	6	Q200	13.00	474.14	475.03	475.33	475.96	4.26	3.05	6.88	2.05
Parcheggio	5	Q20	9.00	474.09	474.84	475.03	475.38	3.48	3.07	10.84	1.60
Parcheggio	5	Q100	12.00	474.09	474.89	475.11	475.57	3.95	3.67	11.85	1.74
Parcheggio	5	Q200	13.00	474.09	474.91	475.13	475.62	4.09	3.86	12.15	1.78
Parcheggio	4	Q20	9.00	473.63	474.22	474.46	475.06	4.08	2.24	7.43	2.31
Parcheggio	4	Q100	12.00	473.63	474.30	474.57	475.25	4.35	2.82	7.61	2.21
Parcheggio	4	Q200	13.00	473.63	474.33	474.61	475.31	4.43	3.01	7.66	2.18
Parcheggio	3	Q20	9.00	473.69	474.09	474.24	474.59	3.14	2.87	10.31	1.88
Parcheggio	3	Q100	12.00	473.69	474.13	474.33	474.81	3.66	3.30	10.43	2.04
Parcheggio	3	Q200	13.00	473.69	474.14	474.35	474.87	3.80	3.45	10.47	2.08
Parcheggio	2	Q20	9.00	472.64	473.21	473.46	474.13	4.28	2.14	8.07	2.61
Parcheggio	2	Q100	12.00	472.64	473.27	473.57	474.34	4.63	2.64	8.31	2.58
Parcheggio	2	Q200	13.00	472.64	473.29	473.60	474.41	4.73	2.80	8.47	2.58
Parcheggio	1	Q20	9.00	472.44	473.48	473.52	473.77	2.43	3.89	8.26	1.06
Parcheggio	1	Q100	12.00	472.44	473.53	473.64	473.94	2.89	4.38	8.90	1.23
Parcheggio	1	Q200	13.00	472.44	473.55	473.67	474.00	3.02	4.55	9.11	1.28