



**PROTEA ASSOCIATI**  
**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**  
Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)  
☎/📠 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it  
P.iva/C.F. 03388100137

COMUNE DI CADEGLIANO VICONAGO	
Prot. 1818	AI
Arriv. - 9 MAG 2019	
Risposto II	
Cat. VI	Classe 8

## COMUNE DI CADEGLIANO VICONAGO

*Provincia di Varese*

OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE  
CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI  
PERICOLOSITA' DEL CONOIDE

**Committente: LA LOMBARDA SCAVI S.r.l.**



### VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA Torrente Cresta

Attuazione delle direttive di cui ALLA VIGENTE NORMATIVA art. 11 LR 4/2016

Dervio (LC), Maggio 2019



Dott. Ing. Claudia Anselmini



<b>ALLEGATI:</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO 1 - TABELLE RISULTATI MODELLAZIONE HEC-RAS</b>	<b>1</b>
<b>ALLEGATO 2 - SEZIONIPREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>1 DESCRIZIONE STATO DI FATTO DEI LUOGHI</b>	<b>3</b>
<b>2 STIMA DELLA PORTATA DI PIENA DEL TORRENTE CRESTA</b>	<b>4</b>
<b>3 MODELLAZIONE IDRAULICA MONODIMENSIONALE DEL TRATTO IN STUDIO</b>	<b>5</b>
3.1 MODELLO DI CALCOLO MONODIMENSIONALE (1D)	5
3.2 INSERIMENTO DATI GEOMETRIA DELL'ALVEO	6
3.3 INSERIMENTO PERDITE DI CARICO	6
3.4 INSERIMENTO BRIGLIE E SALTI DI FONDO	7
3.5 INSERIMENTO SEZIONI DA INTERPOLAZIONE HEC-RAS	7
3.6 INSERIMENTO VALORE DELLA PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO	8
3.7 MODELLAZIONE E RISULTATI OTTENUTI	9
<b>4 CONCLUSIONI</b>	<b>10</b>

**ALLEGATI:**

**ALLEGATO 1 - TABELLE RISULTATI MODELLAZIONE HEC-RAS**

**ALLEGATO 2 - SEZIONI**



## **PREMESSA**

La presente relazione idraulica è stata redatta su incarico dell'Impresa La Lombarda Scavi S.r.l., avente sede in Via Provinciale n. 1 nel Comune di Cadegliano - Viconago in Provincia di Varese, al fine di verificare che le opere realizzate nell'ambito degli interventi denominati "*Opere di regimazione idraulica del Torrente Cresta ai fini della riduzione del grado di pericolosità del conoide*", nel tratto in Località Previdè situato a monte dell'attraversamento della S.P. n. 61, siano idraulicamente compatibili con la proposta di ripermetrazione del conoide Valle Cresta.

Gli interventi di ultima realizzazione sono stati eseguiti dall'Impresa La Lombarda Scavi S.r.l. e terminati nel Luglio 2018, come da Certificato di Regolare Esecuzione rilasciato dal Direttore dei Lavori, il Geom. Roberto Zonari.

La richiesta di verifica di compatibilità idraulica delle opere realizzate è stata avanzata dall'Impresa La Lombarda Scavi S.r.l., al fine di concludere l'iter procedurale di ripermetrazione, dal momento che i lavori eseguiti, permettono la riduzione del grado di pericolosità del conoide.

Il presente studio è stato quindi redatto con la finalità di valutare il passaggio, in corrispondenza di questo tratto del Torrente Cresta, di una portata corrispondente a quella massima prevista nel progetto esecutivo del Dicembre 2010 e delle successive integrazioni.

Lo studio idraulico è stato eseguito tramite una modellazione idraulica monodimensionale su tutto il tratto investigato.

La definizione della geometria dell'area è stata eseguita facendo riferimento ad un apposito rilievo trasmesso dalla Committenza alla Scrivente nel Maggio 2019 e successivo alla conclusione degli interventi realizzati.



## 1 DESCRIZIONE STATO DI FATTO DEI LUOGHI

Lo stato di fatto dei luoghi è stato oggetto di apposito rilievo, eseguito dalla committenza nel Maggio 2019, quindi a lavori conclusi. Il rilievo è stato poi messo a disposizione della Scrivente da parte della Committenza.



*Vista al termine dei lavori realizzati.*



## 2 STIMA DELLA PORTATA DI PIENA DEL TORRENTE CRESTA

Per la stima della portata di piena del Torrente Cresta si è fatto riferimento alla "Relazione geologica" allegata allo "Studio geologico per la valutazione della pericolosità del conoide del T. Cresta" a firma del Dott. Roberto Granata (Studio CONGEO - Varese) e della Scrivente, a supporto del progetto esecutivo.

All'interno della sopracitata relazione viene definita la portata del corso d'acqua utilizzando la formula del "Metodo Razionale" per diversi tempi di ritorno (20, 100 e 200 anni).

Per il caso in oggetto, data la tipologia di intervento e le caratteristiche dello stesso, si è deciso di eseguire la verifica di compatibilità idraulica considerando un valore di portata avente tempo di ritorno sia centennale che duecentennale ( $Q_{100}$  e  $Q_{200}$ ).

Oltre ai due valori di portata precedentemente indicati, i quali si riferiscono alla sola portata di massima piena liquida del corso d'acqua, come richiesto anche dai competenti uffici della Regione Lombardia nel Febbraio 2012, dal momento che, nella "Relazione geologica" si parla di "presenza detritica lungo l'asta principale di circa 3.000 m<sup>3</sup>" (volume che viene calcolato come Magnitudo), si è deciso di eseguire la verifica anche nel caso di una portata di picco dovuta al passaggio di una colata detritica ( $Q_{CD}$ ). Per tale valore si è fatto riferimento a 15,00 m<sup>3</sup>/s, indicato nel documento "Proposta di nuova delimitazione della fattibilità geologica e dei vincoli PAI in seguito alla realizzazione delle opere di difesa sul conoide del T.te Valle Cresta - Integrazioni secondo il parere della Regione Lombardia (Prot. n. Z1.2012.0002764)" redatto dal Dott. Roberto Granata e dalla Scrivente nel Febbraio 2012.

Riassumendo, i valori di picco delle portate considerati nelle successive fasi di verifica di compatibilità idraulica sono riportati nella seguente tabella:

Descrizione portata	Portata di picco [m <sup>3</sup> /s]
Portata centennale ( $Q_{100}$ )	2,62
Portata duecentennale ( $Q_{200}$ )	2,85
Colata detritica ( $Q_{CD}$ )	15,00



### 3 MODELLAZIONE IDRAULICA MONODIMENSIONALE DEL TRATTO IN STUDIO

Date le dimensioni e le caratteristiche del tratto di corso d'acqua in oggetto, il quale presenta molte sezioni critiche da un punto di vista idraulico con salti di fondo, briglie, variazioni di geometria dell'alveo, si è scelto di eseguire una modellazione idraulica monodimensionale limitata all'alveo su tutto il tratto oggetto dei lavori.

Per la modellazione è stato utilizzato il software HEC-RAS versione 5.0.3 che permette l'inserimento della geometria dell'alveo e di tutte le strutture presenti al suo interno: salti di fondo, briglie, argini, ecc.

#### 3.1 MODELLO DI CALCOLO MONODIMENSIONALE (1D)

Le equazioni più adatte alla descrizione matematica del fenomeno sono quelle che fanno riferimento ad un moto di tipo permanente:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -J$$

$$H = z_f + y + \frac{v^2}{2g}$$

Come indicato dalla prima equazione sopra riportata, la portata non varia nel tempo; come valore critico si assume quello ricavato dall'idrogramma di progetto con picco massimo.

La seconda equazione, considerando l'ascissa curvilinea  $x$ , descrive le perdite di energia per unità di lunghezza dell'alveo ricavate dalla formulazione di Chezy (cadente  $J = V^2/(C^2 \cdot R)$ ), mentre la terza equazione esprime la conservazione dell'energia totale  $H$  della corrente, con  $z_f$  quota del fondo ed  $y$  tirante idrico.

Il tracciamento dei profili avviene mediante l'integrazione di questo sistema di equazioni; introducendo, in particolare, il concetto di energia specifica  $E$ , ovvero l'energia totale della corrente espressa rispetto ad un riferimento coincidente con il fondo della sezione, si ricava che:

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{\partial E}{\partial x} = i - J$$

Con  $i$  pendenza del fondo alveo.

Integrando numericamente la seconda equazione si ricava il profilo di pelo libero e quindi le grandezze idrauliche ricercate per la stima delle zone inondabili.



### 3.2 INSERIMENTO DATI GEOMETRIA DELL'ALVEO

Al fine di una corretta modellazione dell'alveo del Torrente Cresta, si è fatto riferimento al rilievo eseguito dal Geom. Roberto Zonari nel Maggio 2019, dopo la conclusione dei lavori oggetto della presente verifica di compatibilità idraulica, e trasmesso alla Scrivente da parte della Committenza.

In particolare, per modellare il tratto di lunghezza 250 m circa (l'area interessata dai lavori è stata quella compresa tra la nuova briglia in pietrame realizzata a quota 332,50 m s.l.m. circa e la vasca esistente appena a monte dell'attraversamento della Strada Provinciale n. 61 a quota 277,30 m s.l.m.) sono state estrapolate dal rilievo un totale di 26 sezioni, alle quali è stato assegnato un numero identificativo crescente da valle verso monte, come richiesto dal software Hec-Ras.

### 3.3 INSERIMENTO PERDITE DI CARICO

Il software utilizzato, per quanto riguarda la modellazione dell'alveo del Torrente Cresta, permette di calcolare le perdite di carico distribuite derivanti dallo scorrimento dell'acqua su di una superficie non liscia mediante la formula di Chezy:

$$S_f = \frac{V^2}{(C_{chezy}^2 * R)}$$

Si può notare come tale perdita di energia dipenda sostanzialmente dalla velocità della corrente  $V$ , dal raggio idraulico della sezione  $R$  e dal coefficiente di Chezy. Tale coefficiente è a sua volta funzione del numero di Reynolds  $Re$ , della scabrezza relativa e della forma dell'alveo.

Poiché il regime dei canali naturali è assolutamente turbolento, la dipendenza dal numero di Reynolds è poco influente, per questo il coefficiente di Chezy viene determinato attraverso il metodo di Manning con relativo coefficiente  $n$  [s/m<sup>1/3</sup>]:

$$C_{chezy} = \left(\frac{1}{n}\right) * R^{\frac{1}{6}}$$

Il valore del coefficiente di Manning dipende da vari fattori quali la scabrezza superficiale (superfici artificiali, roccia, sedimenti), la vegetazione, la forma del fondo, le irregolarità al contorno (irregolarità sponde, forma sezione, curve) ed eventuali ostruzioni e singolarità.

Data la complessità della scelta di tale coefficiente, HEC-RAS fornisce una tabella che propone un range entro il quale scegliere il corretto valore in base ad una breve descrizione delle caratteristiche che dovrebbe avere la sezione. In particolare vengono richiesti tre diversi valori di questo coefficiente relativi alle tre parti in cui viene divisa la sezione ossia l'alveo centrale, la golena sinistra e quella destra.

Nel nostro caso, viste le caratteristiche pressoché omogenee su tutto il tratto oggetto di studio, si è assegnato un valore del coefficiente di Manning costante e pari a 0,025 per l'alveo centrale (ad eccezione che nell'ultimo tratto in corrispondenza della vasca in cemento armato dove è stato assegnato un coefficiente pari a 0,020) ed un valore pari a 0,050 per entrambe le sponde.



### 3.4 INSERIMENTO BRIGLIE E SALTII DI FONDO

All'interno del tratto considerato sono presenti diverse briglie e salti di fondo per un totale di 21, a partire dalla nuova briglia in pietrame realizzata in corrispondenza del limite di monte dell'area oggetto di intervento a quota 332,50 m s.l.m. circa, fino a quella di ingresso alla nuova vasca in cemento armato situata a quota 278,79 m s.l.m..

Le caratteristiche e le dimensioni (larghezza, altezza, eventuale gaveta, distanza tra i salti di fondo, ecc) sono state desunte sempre dal rilievo eseguito dal Geom. Roberto Zonari al termine dei lavori e messo a disposizione della Scrivente.

Le briglie ed i salti di fondo sono stati modellati definendo una sezione a monte ed una a valle del salto stesso aventi quota di fondo alveo differente.



*Esempio schematico di modellazione di salti di fondo verticali di piccola altezza.*

Inoltre, in corrispondenza di quelle briglie caratterizzate dalla presenza di una gaveta avente le spalle a quote superiori rispetto alla quota dell'alveo, come quella di ingresso alla nuova vasca in cemento armato, si è utilizzata la possibilità di inserire delle ostruzioni mediante l'opzione "Blocked obstructions" del software HEC-RAS.

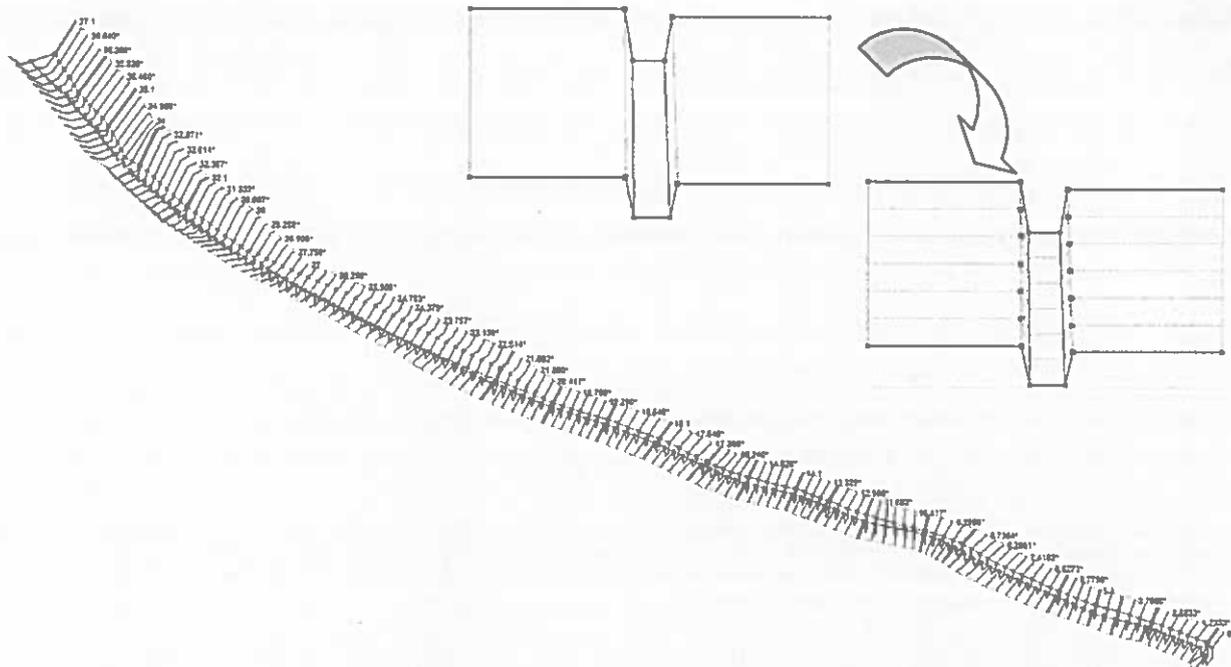
Questa opzione permette di definire aree della sezione trasversale attraverso le quali il flusso sarà permanentemente bloccato. I blocchi di ostruzione diminuiscono l'area di flusso ed aumentano il contorno bagnato di tanto quanto l'acqua viene a contatto con gli stessi; inoltre possono essere tracimati.

### 3.5 INSERIMENTO SEZIONI DA INTERPOLAZIONE HEC-RAS

In conclusione della definizione della geometria dell'alveo del Torrente Cresta, al fine di migliorarne la modellazione, si è proceduto alla generazione di nuove sezioni tra quelle precedentemente inserite.

In particolare, le nuove sezioni sono generate automaticamente dal software HEC-RAS che esegue un'interpolazione lineare basandosi sulle sezioni già inserite. La distanza massima tra le nuove sezioni è stata definita pari a 2,00 m.

Il risultato dell'interpolazione automatica eseguita dal software utilizzato è stata poi controllata e, se necessario, puntualmente corretta.



*Geometria del modello realizzato dopo inserimento delle sezioni da interpolazione Hec-Ras.*

### 3.6 INSERIMENTO VALORE DELLA PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO

Al fine di determinare il profilo idrico della corrente in condizioni di moto stazionario monodimensionale (moto permanente), sono stati inseriti i valori di portata pari alle portate di picco definite nel Capitolo precedente e corrispondenti alla portata liquida centennale ( $Q_{100}$ ), alla portata liquida duecentennale ( $Q_{200}$ ) e al verificarsi di una colata detritica ( $Q_{CD}$ ).

In particolare, in corrispondenza della sezione di monte del modello (sezione 37.1), sono stati inseriti i rispettivi valori delle portate di riferimento corrispondenti a:  $2,62 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $Q_{100}$ ),  $2,85 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $Q_{200}$ ) e  $15,00 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $Q_{CD}$ ).

Sono quindi state inserite le condizioni al contorno, necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (a monte e/o a valle). Questo dato è necessario al programma per poter effettuare i calcoli e determinare l'integrale particolare dell'equazione differenziale che regola il moto permanente:

$$\left( \frac{\delta E}{\delta s} \right) = s_0 - s_f$$

Dove  $s_0$  ed  $s_f$  rappresentano rispettivamente la pendenza e la cadente piezometrica. In particolare, nel caso di un regime di corrente lenta (altezza dell'acqua  $d$  maggiore dell'altezza critica  $d_c$  corrispondente alla minima quantità di energia), la condizione al contorno necessaria è quella di valle, difatti la corrente non risente di ciò che accade a monte. Viceversa, nel caso di un regime di corrente veloce ( $d < d_c$ ) la condizione di contorno necessaria sarà quella a monte.

Date le caratteristiche dell'alveo, le pendenze del tratto considerato, la presenza di briglie e salti di fondo, si presumono che la corrente del corso d'acqua sia veloce; tuttavia, non volendo tralasciare eventuali tratti in



corrente lenta, sfruttando la possibilità messa a disposizione dal software utilizzato, si sceglie di impostare un regime di corrente mista (lenta-veloce).

Come condizione al contorno, in base alle caratteristiche delle sezioni di partenza e chiusura scelte per la nostra modellazione, viene imposta l'altezza critica  $d_c$  sia per la sezione di valle sia per quella di monte. Nel caso il regime di corrente si mantenesse sempre in un regime di corrente definito (o sempre lento o sempre veloce) la condizione al contorno non necessaria ai fini del calcolo non verrà considerata da parte del programma.

### **3.7 MODELLAZIONE E RISULTATI OTTENUTI**

Rimandando alle tabelle a fine testo per maggiori dettagli relativi ai risultati ottenuti in corrispondenza delle sezioni inserite, si può osservare come il regime di corrente si mantenga, come atteso, costantemente veloce su tutto il tratto.

In particolare si può osservare come l'alveo, a seguito dei lavori effettuati, permetta il passaggio di tutte le portate di piena investigate, anche quella corrispondente ad una colata detritica, mantenendo il deflusso all'interno degli argini, quindi senza che si verifichi un'esondazione né della componente liquida né della componente solida.



## 4 CONCLUSIONI

La presente relazione idraulica è stata redatta su incarico dell'Impresa La Lombarda Scavi S.r.l., avente sede in Via Provinciale n. 1 nel Comune di Cadegliano - Viconago in Provincia di Varese, al fine di verificare che le opere realizzate nell'ambito degli interventi denominati "Opere di regimazione idraulica del Torrente Cresta ai fini della riduzione del grado di pericolosità del conoide", nel tratto in Località Previdè situato a monte dell'attraversamento della S.P. n. 61, siano idraulicamente compatibili con la proposta di ripermimetrazione del conoide Valle Cresta.

Gli interventi di ultima realizzazione sono stati eseguiti dall'Impresa La Lombarda Scavi S.r.l. e terminati nel Luglio 2018, come da Certificato di Regolare Esecuzione rilasciato dal Direttore dei Lavori, il Geom. Roberto Zonari.

La richiesta di verifica di compatibilità idraulica delle opere realizzate è stata avanzata dall'Impresa La Lombarda Scavi S.r.l., al fine di concludere l'iter procedurale di ripermimetrazione, dal momento che i lavori eseguiti, permettono la riduzione del grado di pericolosità del conoide.

Il presente studio è stato quindi redatto con la finalità di valutare il passaggio, in corrispondenza di questo tratto del Torrente Cresta, di una portata corrispondente a quella massima prevista nel progetto esecutivo del Dicembre 2010 e delle successive integrazioni.

La documentazione prodotta consiste in una parte introduttiva di inquadramento dei luoghi, nonché nella presentazione dei procedimenti adottati per l'esecuzione delle verifiche di compatibilità idraulica; quindi nella modellazione del tratto oggetto di studio mediante il software Hec-Ras.

Le verifiche di compatibilità idraulica sono state eseguite considerando una portata del Torrente Cresta pari a quella di massima piena centennale e duecentennale, inoltre è stato considerato anche il caso di accadimento di una colata detritica. La definizione della geometria dell'area è stata eseguita facendo riferimento ad un apposito rilievo dello stato di fatto a conclusione dei lavori trasmesso dalla Committenza alla Scrivente nel Maggio 2019.

I risultati ottenuti mostrano come l'alveo, nel tratto oggetto di studio, ossia quello compreso tra la nuova briglia in pietrame realizzata a quota 332,50 m s.l.m. circa e la vasca esistente appena a monte dell'attraversamento della Strada Provinciale n. 61 a quota 277,30 m s.l.m., sia **idraulicamente sufficiente** a consentire il passaggio della portate di piena di riferimento senza il verificarsi di possibili esondazioni che possano interessare le aree limitrofe; pertanto **gli interventi realizzati si ritengono compatibili idraulicamente con la massima portata di piena di riferimento prevista per il Torrente Cresta sia con tempo di ritorno centennale e duecentennale sia nel caso di una colata detritica.**

Concludendo si evidenzia che la verifica è stata eseguita considerando le attuali condizioni dei luoghi (stato di manutenzione, vegetazione, materiale depositato, ecc) che devono rimanere tali nel tempo.

Dervio (LC), Maggio 2019

Dott. Ing. Claudia Anselmini





# **ALLEGATO 1**

## **TABELLE RISULTATI MODELLAZIONE HEC - RAS**



**PORTATA DI PIENA CENTENNALE ( $Q_{100} = 2,62 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

River Sta	Profile	Q Total ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area ( $\text{m}^2$ )	Froude # Chl
37.1	Tr 100	2.62	334.15	334.42	1.64	1.90	1.03
37	Tr 100	2.62	332.46	332.65	6.05	0.43	4.64
36.1	Tr 100	2.62	330.96	331.21	5.40	0.49	3.60
36	Tr 100	2.62	330.30	330.52	6.43	0.41	4.46
35.1	Tr 100	2.62	328.90	329.14	5.61	0.47	3.88
35	Tr 100	2.62	328.21	328.43	6.63	0.39	4.65
34	Tr 100	2.62	326.43	326.65	6.82	0.39	4.81
33.1	Tr 100	2.62	325.71	325.91	6.34	0.41	4.60
33	Tr 100	2.62	325.25	325.44	6.90	0.38	5.09
32.1	Tr 100	2.62	322.81	322.99	5.74	0.46	4.36
32	Tr 100	2.62	322.19	322.35	6.61	0.40	5.25
30	Tr 100	2.62	319.79	319.96	5.66	0.46	4.41
27	Tr 100	2.62	316.08	316.32	6.26	0.42	4.12
25	Tr 100	2.62	312.75	312.98	6.17	0.42	4.17
22.1	Tr 100	2.62	306.80	307.01	6.06	0.43	4.34
22	Tr 100	2.62	305.90	306.08	7.28	0.36	5.58
20.1	Tr 100	2.62	304.12	304.43	5.89	0.44	3.49
20	Tr 100	2.62	303.67	303.96	6.55	0.40	3.99
19.1	Tr 100	2.62	302.07	302.35	6.00	0.44	3.73
19	Tr 100	2.62	301.42	301.67	6.92	0.38	4.52
18.1	Tr 100	2.62	300.12	300.42	5.82	0.45	3.50
18	Tr 100	2.62	299.60	299.87	6.59	0.40	4.13
17.1	Tr 100	2.62	298.35	298.61	5.69	0.46	3.65
17	Tr 100	2.62	297.79	298.03	6.54	0.40	4.37
15.1	Tr 100	2.62	296.60	296.91	5.78	0.45	3.42
15	Tr 100	2.62	296.09	296.36	6.55	0.40	4.06
14.1	Tr 100	2.62	295.56	295.88	5.06	0.52	2.94
14	Tr 100	2.62	294.99	295.26	6.06	0.43	3.77
13.1	Tr 100	2.62	294.29	294.58	5.54	0.47	3.37
13	Tr 100	2.62	293.43	293.67	6.87	0.38	4.55
12.1	Tr 100	2.62	292.64	292.95	5.68	0.46	3.34
12	Tr 100	2.62	291.84	292.10	6.91	0.38	4.37
10.1	Tr 100	2.62	290.56	290.82	5.56	0.47	3.60
10	Tr 100	2.62	289.85	290.07	6.65	0.39	4.55
9.1	Tr 100	2.62	289.19	289.43	5.51	0.48	3.70
9	Tr 100	2.62	288.71	288.93	6.25	0.42	4.35
6.1	Tr 100	2.62	284.84	285.11	5.99	0.44	3.84
6	Tr 100	2.62	284.26	284.50	6.81	0.38	4.52
5.1	Tr 100	2.62	283.12	283.34	6.13	0.43	4.42
5	Tr 100	2.62	282.40	282.61	7.09	0.37	5.11
4.1	Tr 100	2.62	281.85	282.06	6.22	0.42	4.43
4	Tr 100	2.62	281.32	281.52	6.91	0.38	5.07
3.1	Tr 100	2.62	280.56	280.73	5.59	0.47	4.40
3	Tr 100	2.62	280.00	280.15	6.39	0.41	5.28
1.1	Tr 100	2.62	278.37	278.67	5.13	0.51	3.27
1	Tr 100	2.62	277.07	277.19	7.32	0.36	6.74
0	Tr 100	2.62	277.07	277.20	6.72	0.39	5.93

**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.  
 Verifica di compatibilità idraulica



**PORTATA DI PIENA DUECENTENNALE ( $Q_{200} = 2,85 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

River Sta	Profile	Q Total ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area ( $\text{m}^2$ )	Froude # Chl
37.1	Tr 200	2.85	334.15	334.43	1.69	2.01	1.03
37	Tr 200	2.85	332.46	332.66	6.07	0.47	4.49
36.1	Tr 200	2.85	330.96	331.22	5.53	0.52	3.60
36	Tr 200	2.85	330.30	330.54	6.55	0.44	4.40
35.1	Tr 200	2.85	328.90	329.15	5.78	0.49	3.92
35	Tr 200	2.85	328.21	328.44	6.78	0.42	4.61
34	Tr 200	2.85	326.43	326.66	6.99	0.41	4.80
33.1	Tr 200	2.85	325.71	325.92	6.53	0.44	4.62
33	Tr 200	2.85	325.25	325.45	7.08	0.40	5.08
32.1	Tr 200	2.85	322.81	323.00	5.93	0.48	4.41
32	Tr 200	2.85	322.19	322.36	6.78	0.42	5.23
30	Tr 200	2.85	319.79	319.97	5.86	0.49	4.45
27	Tr 200	2.85	316.08	316.33	6.43	0.44	4.12
25	Tr 200	2.85	312.75	312.99	6.36	0.45	4.18
22.1	Tr 200	2.85	306.80	307.02	6.24	0.46	4.36
22	Tr 200	2.85	305.90	306.09	7.44	0.38	5.52
20.1	Tr 200	2.85	304.12	304.45	6.08	0.47	3.51
20	Tr 200	2.85	303.67	303.97	6.71	0.42	3.98
19.1	Tr 200	2.85	302.07	302.36	6.17	0.46	3.74
19	Tr 200	2.85	301.42	301.68	7.07	0.40	4.49
18.1	Tr 200	2.85	300.12	300.43	6.00	0.48	3.52
18	Tr 200	2.85	299.60	299.88	6.75	0.42	4.11
17.1	Tr 200	2.85	298.35	298.63	5.87	0.49	3.68
17	Tr 200	2.85	297.79	298.04	6.69	0.43	4.35
15.1	Tr 200	2.85	296.60	296.92	5.95	0.48	3.44
15	Tr 200	2.85	296.09	296.38	6.70	0.43	4.03
14.1	Tr 200	2.85	295.56	295.89	5.24	0.54	2.98
14	Tr 200	2.85	294.99	295.28	6.21	0.46	3.75
13.1	Tr 200	2.85	294.29	294.59	5.70	0.50	3.39
13	Tr 200	2.85	293.43	293.68	7.00	0.41	4.49
12.1	Tr 200	2.85	292.64	292.97	5.86	0.49	3.36
12	Tr 200	2.85	291.84	292.12	7.05	0.40	4.33
10.1	Tr 200	2.85	290.56	290.83	5.74	0.50	3.63
10	Tr 200	2.85	289.85	290.09	6.80	0.42	4.53
9.1	Tr 200	2.85	289.19	289.44	5.70	0.50	3.75
9	Tr 200	2.85	288.71	288.94	6.41	0.44	4.35
6.1	Tr 200	2.85	284.84	285.12	6.16	0.46	3.86
6	Tr 200	2.85	284.26	284.52	6.96	0.41	4.49
5.1	Tr 200	2.85	283.12	283.35	6.32	0.45	4.46
5	Tr 200	2.85	282.40	282.62	7.25	0.39	5.08
4.1	Tr 200	2.85	281.85	282.08	6.42	0.44	4.47
4	Tr 200	2.85	281.32	281.53	7.08	0.40	5.06
3.1	Tr 200	2.85	280.56	280.74	5.80	0.49	4.47
3	Tr 200	2.85	280.00	280.16	6.58	0.43	5.28
1.1	Tr 200	2.85	278.37	278.68	5.27	0.54	3.50
1	Tr 200	2.85	277.07	277.20	7.42	0.38	6.60
0	Tr 200	2.85	277.07	277.21	6.86	0.42	5.86

**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONCOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.  
 Verifica di compatibilità idraulica



**PORTATA DI PICCO DELLA COLATA DETRITICA ( $Q_{CD} = 15,00 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Froude # Chl
37.1	Colata	15.00	334.15	334.96	2.93	6.53	1.04
37	Colata	15.00	332.46	333.28	6.31	2.38	2.50
36.1	Colata	15.00	330.96	331.81	7.43	2.04	2.78
36	Colata	15.00	330.30	331.18	8.18	1.83	3.00
35.1	Colata	15.00	328.90	329.64	8.70	1.72	3.48
35	Colata	15.00	328.21	328.99	9.35	1.60	3.63
34	Colata	15.00	326.43	327.15	10.45	1.61	4.05
33.1	Colata	15.00	325.71	326.36	10.30	1.46	4.26
33	Colata	15.00	325.25	325.92	10.65	1.41	4.34
32.1	Colata	15.00	322.81	323.35	10.51	1.44	4.74
32	Colata	15.00	322.19	322.74	10.99	1.37	4.86
30	Colata	15.00	319.79	320.29	10.66	1.41	4.93
27	Colata	15.00	316.08	316.85	10.79	1.40	4.03
25	Colata	15.00	312.75	313.39	11.34	1.63	4.59
22.1	Colata	15.00	306.80	307.41	10.90	1.38	4.70
22	Colata	15.00	305.90	306.51	11.60	1.29	4.88
20.1	Colata	15.00	304.12	305.00	10.57	1.42	3.89
20	Colata	15.00	303.67	304.57	10.91	1.38	3.91
19.1	Colata	15.00	302.07	302.90	10.46	1.43	3.93
19	Colata	15.00	301.42	302.25	10.99	1.37	4.04
18.1	Colata	15.00	300.12	300.99	10.24	1.46	3.75
18	Colata	15.00	299.60	300.48	10.67	1.41	3.82
17.1	Colata	15.00	298.35	299.11	10.16	1.48	3.94
17	Colata	15.00	297.79	298.56	10.62	1.41	4.04
15.1	Colata	15.00	296.60	297.51	10.06	1.49	3.58
15	Colata	15.00	296.09	297.00	10.49	1.43	3.69
14.1	Colata	15.00	295.56	296.44	9.48	1.58	3.45
14	Colata	15.00	294.99	295.87	10.01	1.50	3.58
13.1	Colata	15.00	294.29	295.15	9.68	1.55	3.55
13	Colata	15.00	293.43	294.27	10.47	1.43	3.78
12.1	Colata	15.00	292.64	293.58	9.79	1.53	3.45
12	Colata	15.00	291.84	292.76	10.52	1.43	3.66
10.1	Colata	15.00	290.56	291.30	9.92	1.51	3.93
10	Colata	15.00	289.85	290.60	10.53	1.42	4.05
9.1	Colata	15.00	289.19	289.87	10.01	1.50	4.20
9	Colata	15.00	288.71	289.40	10.40	1.44	4.22
6.1	Colata	15.00	284.84	285.62	10.21	1.47	4.04
6	Colata	15.00	284.26	285.06	10.68	1.41	4.08
5.1	Colata	15.00	283.12	283.72	10.60	1.42	4.80
5	Colata	15.00	282.40	283.07	11.11	1.35	4.65
4.1	Colata	15.00	281.85	282.48	10.79	1.39	4.70
4	Colata	15.00	281.32	281.96	11.19	1.34	4.74
3.1	Colata	15.00	280.56	281.04	10.65	1.41	5.19
3	Colata	15.00	280.00	280.48	11.08	1.35	5.29
1.1	Colata	15.00	278.37	279.06	10.05	1.49	4.28
1	Colata	15.00	277.07	277.51	11.39	1.32	5.47
0	Colata	15.00	277.07	277.52	11.16	1.34	5.31

**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.  
 Verifica di compatibilità idraulica



# ALLEGATO 2

## SEZIONI

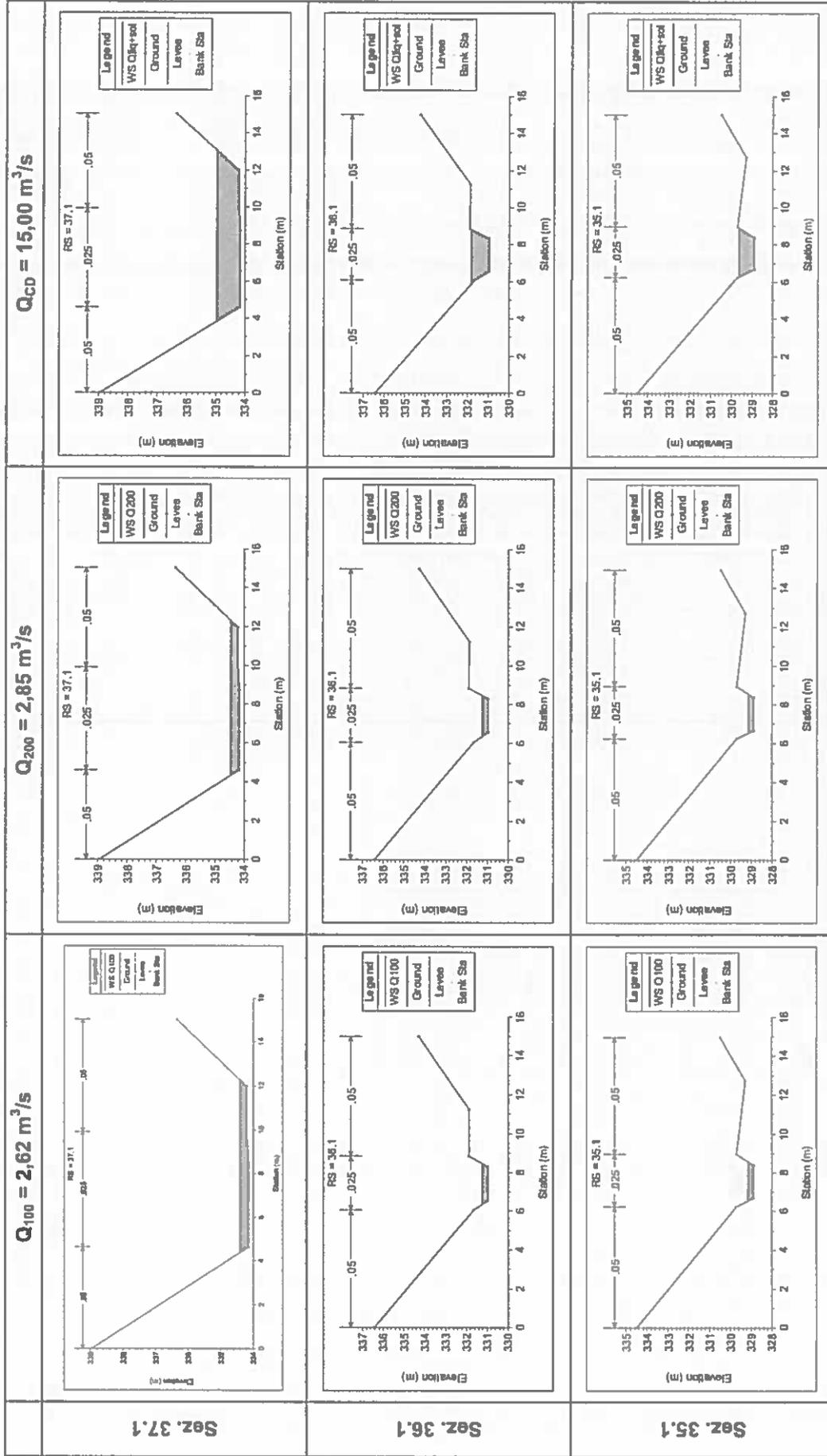


**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/☎ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it



**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.

Verifica di compatibilità idraulica

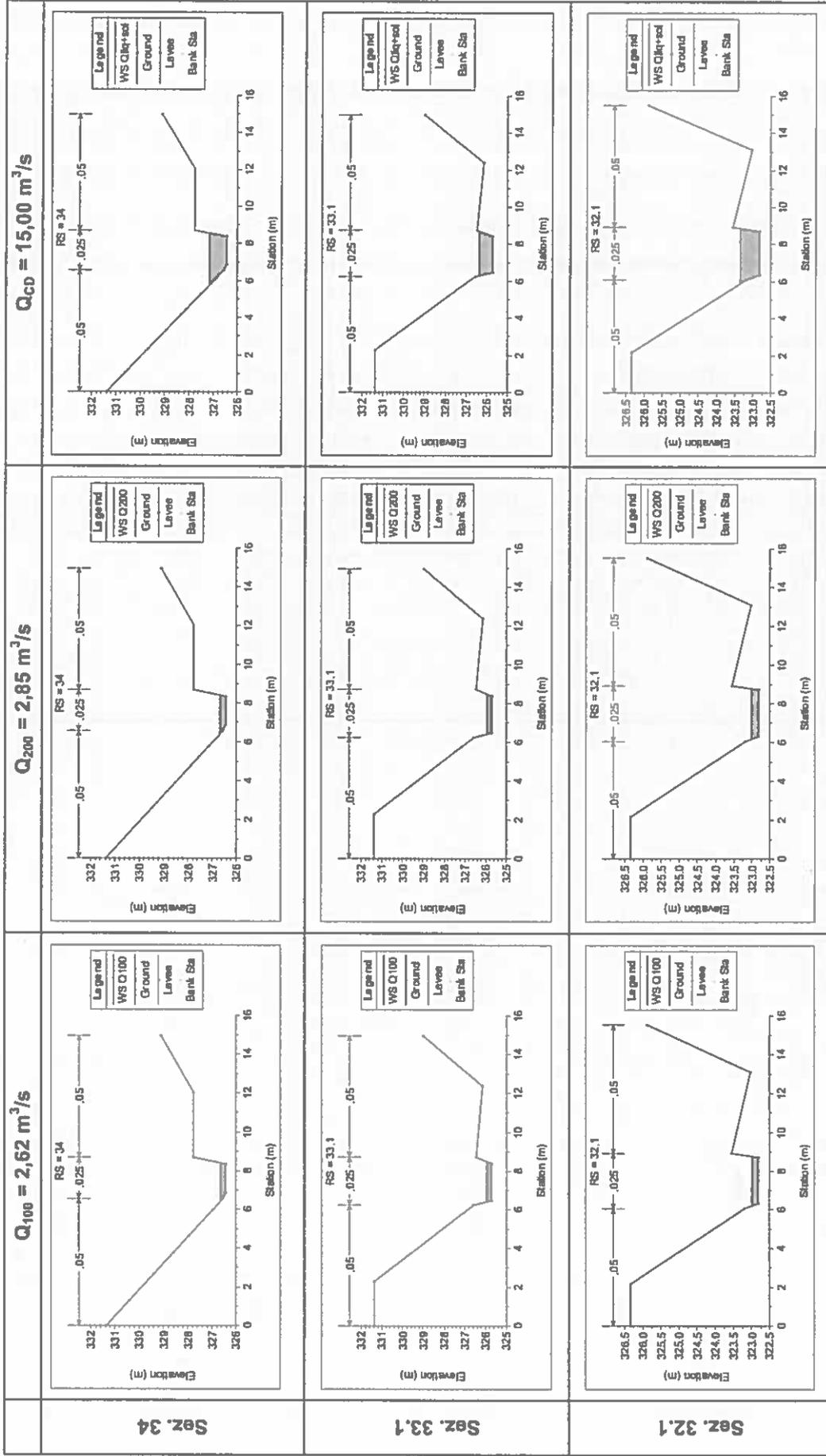


**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/✉ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it



**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.

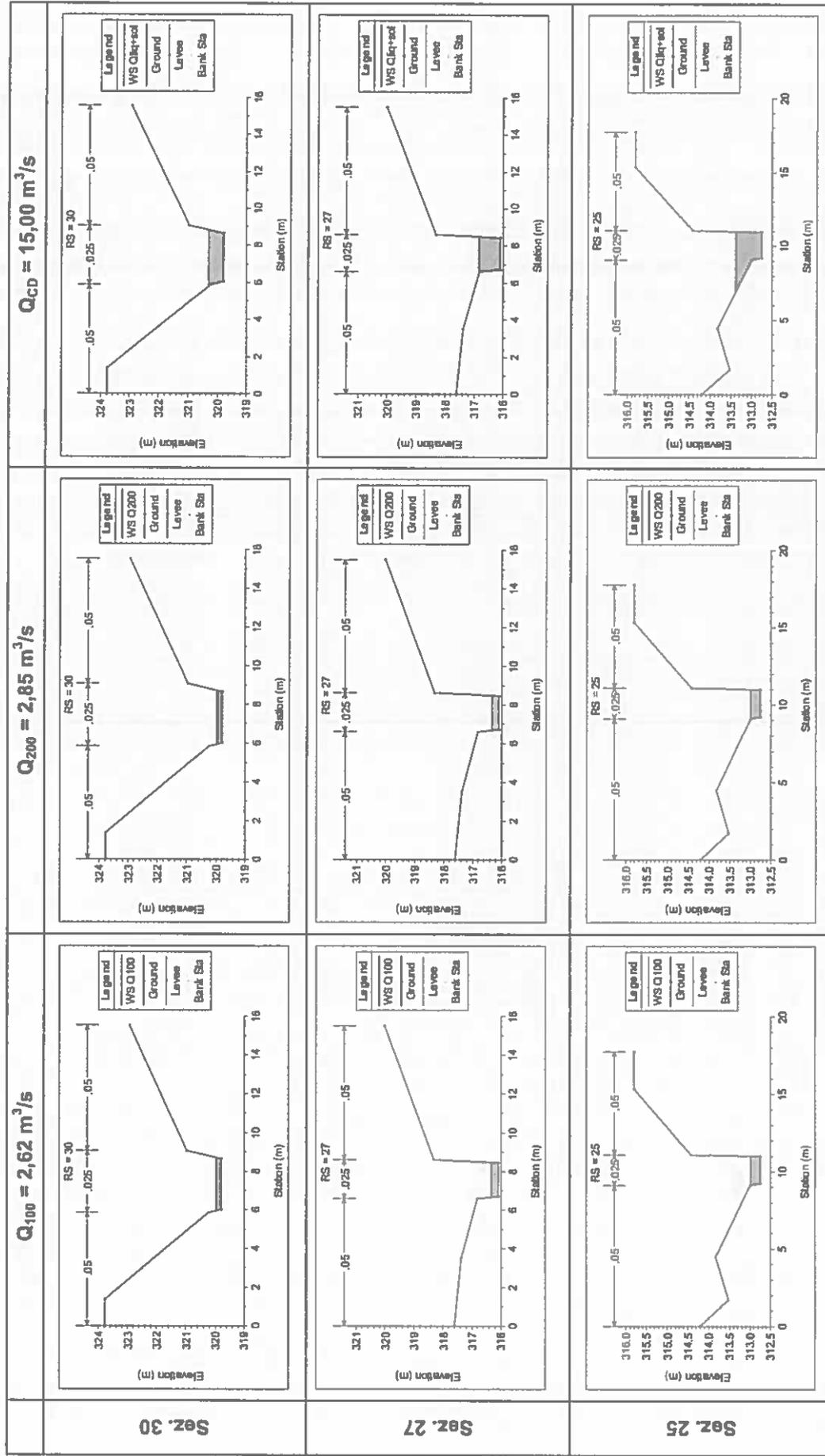
Verifica di compatibilità idraulica

**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/☎ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it



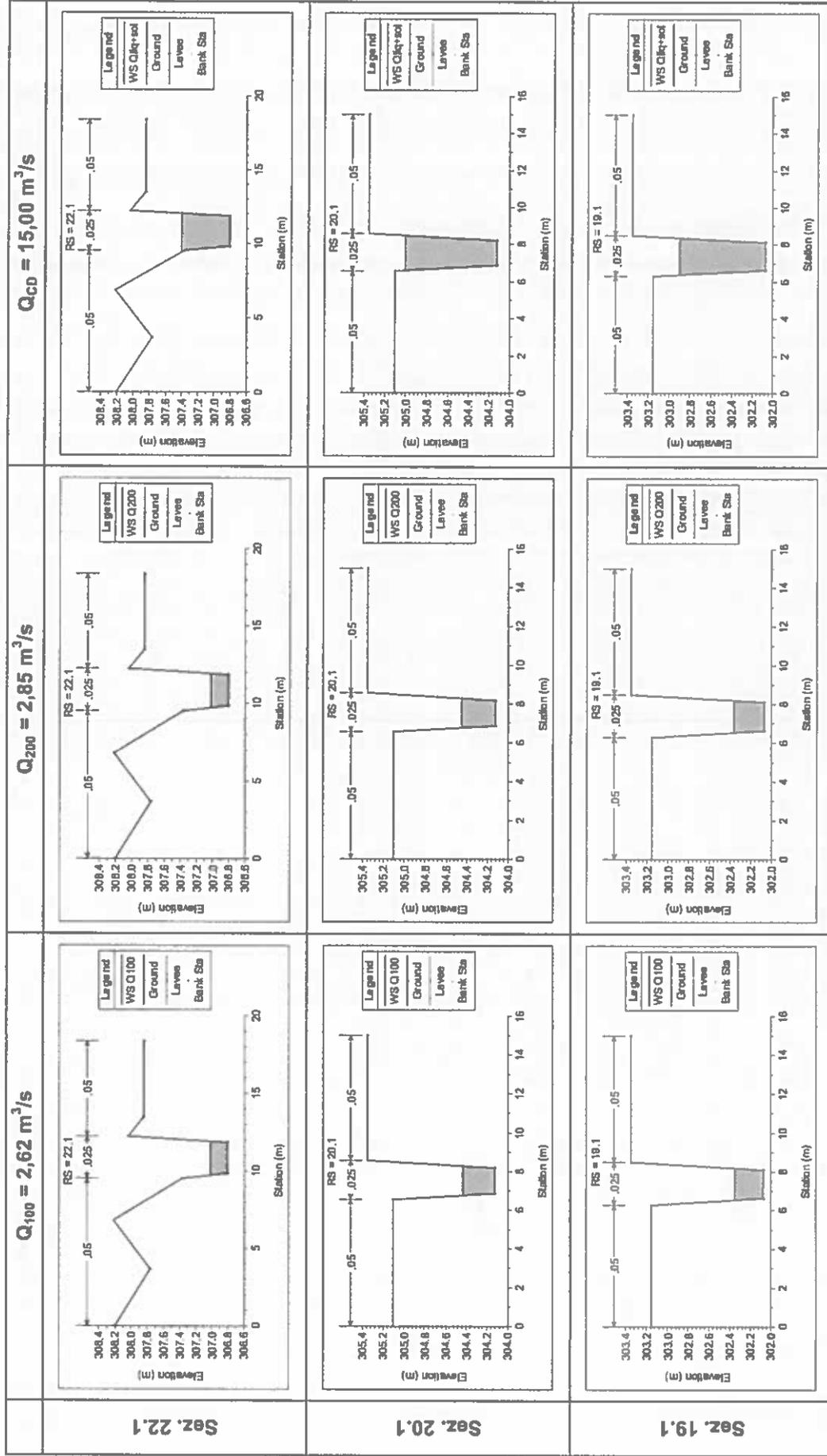


**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/✉ 0341.851176 - info@proteaingegneria.it



**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: *La Lombarda Scavi S.r.l.*

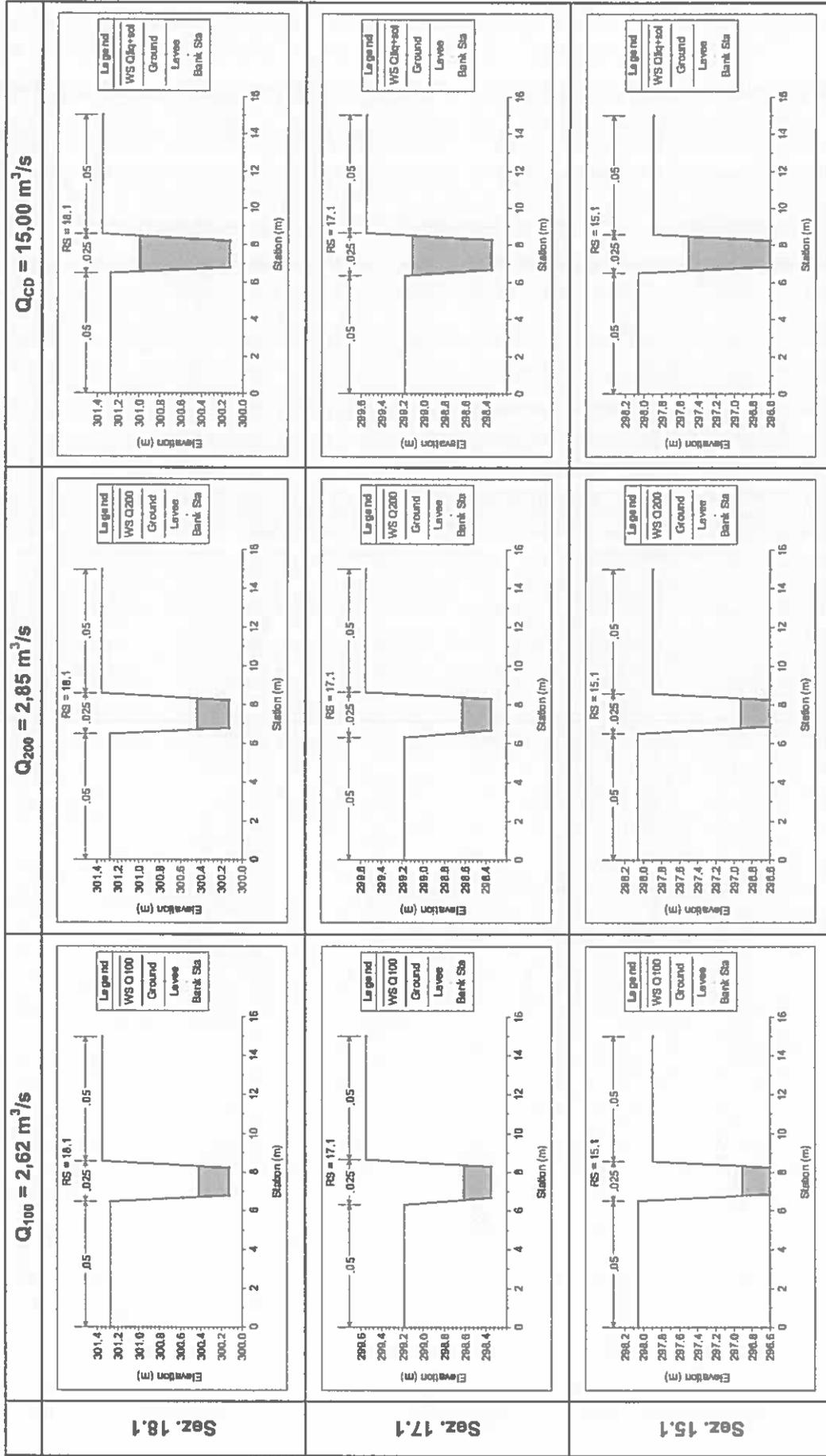
Verifica di compatibilità idraulica

**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/✉ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it



**OPERE DI REGIMAZIONE IDRICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.

Verifica di compatibilità idraulica

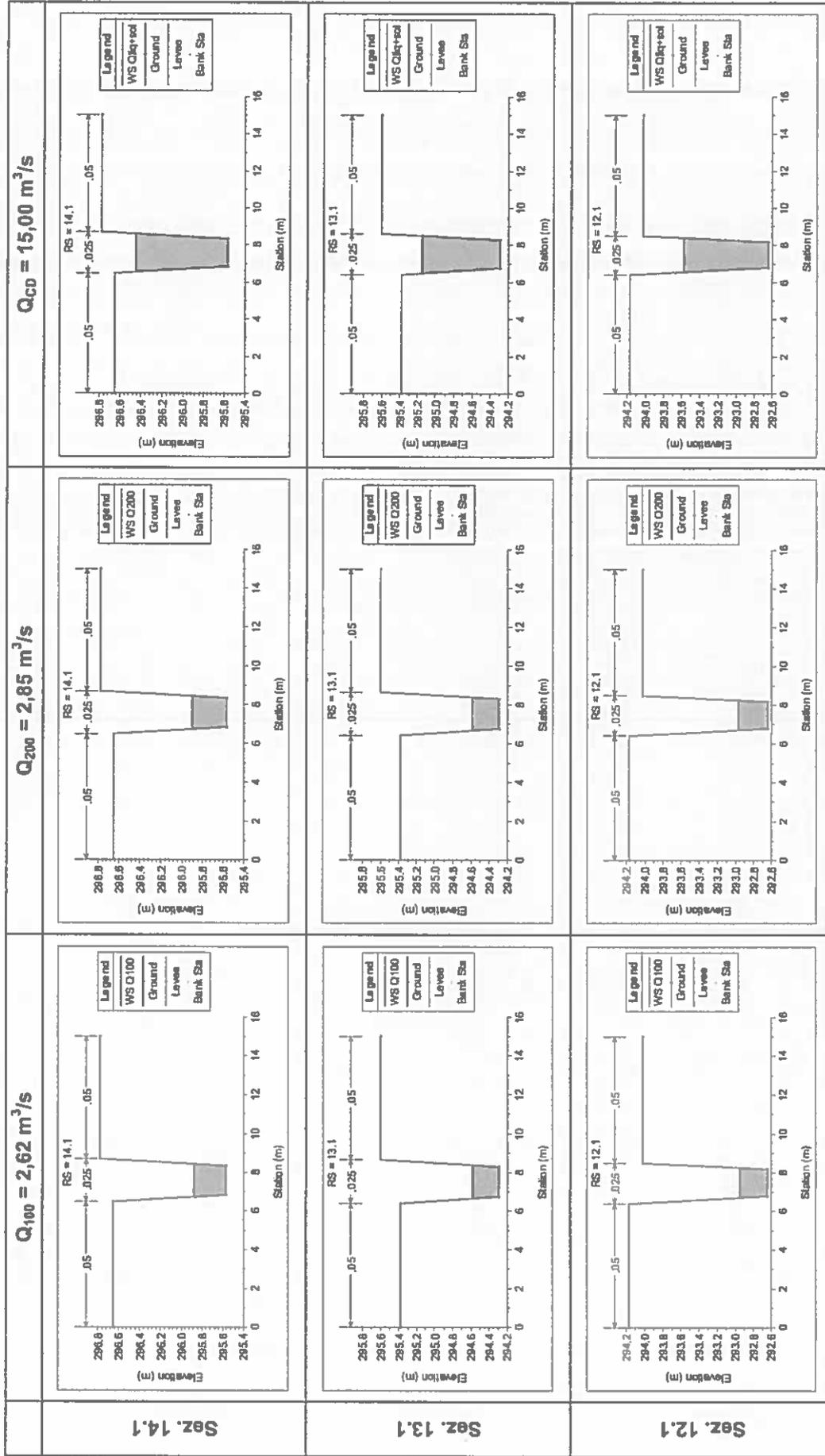


**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Derivo (LC)

☎/☎ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it



**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.

Verifica di compatibilità idraulica

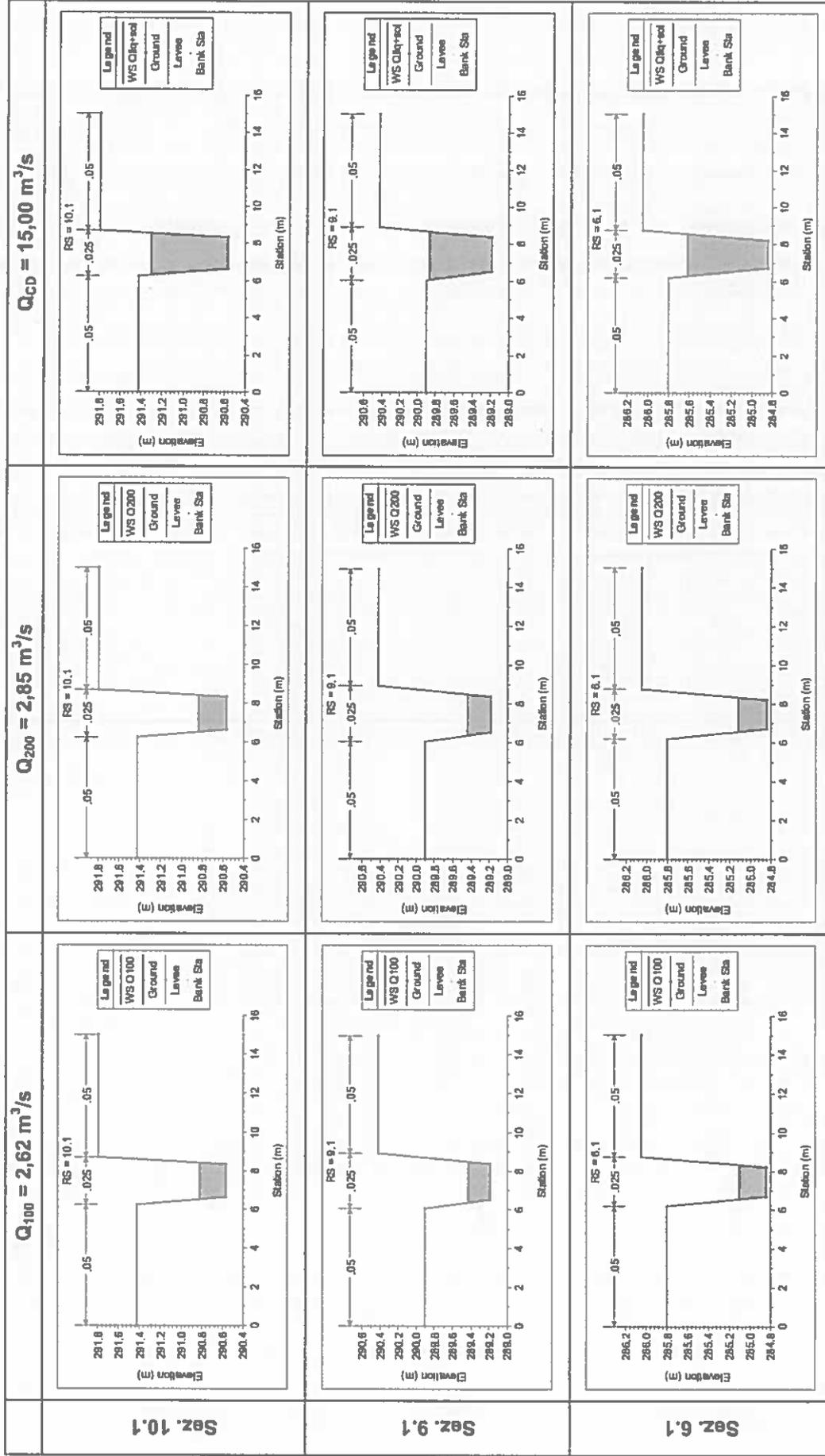


**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/✉ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it



**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.

Verifica di compatibilità idraulica

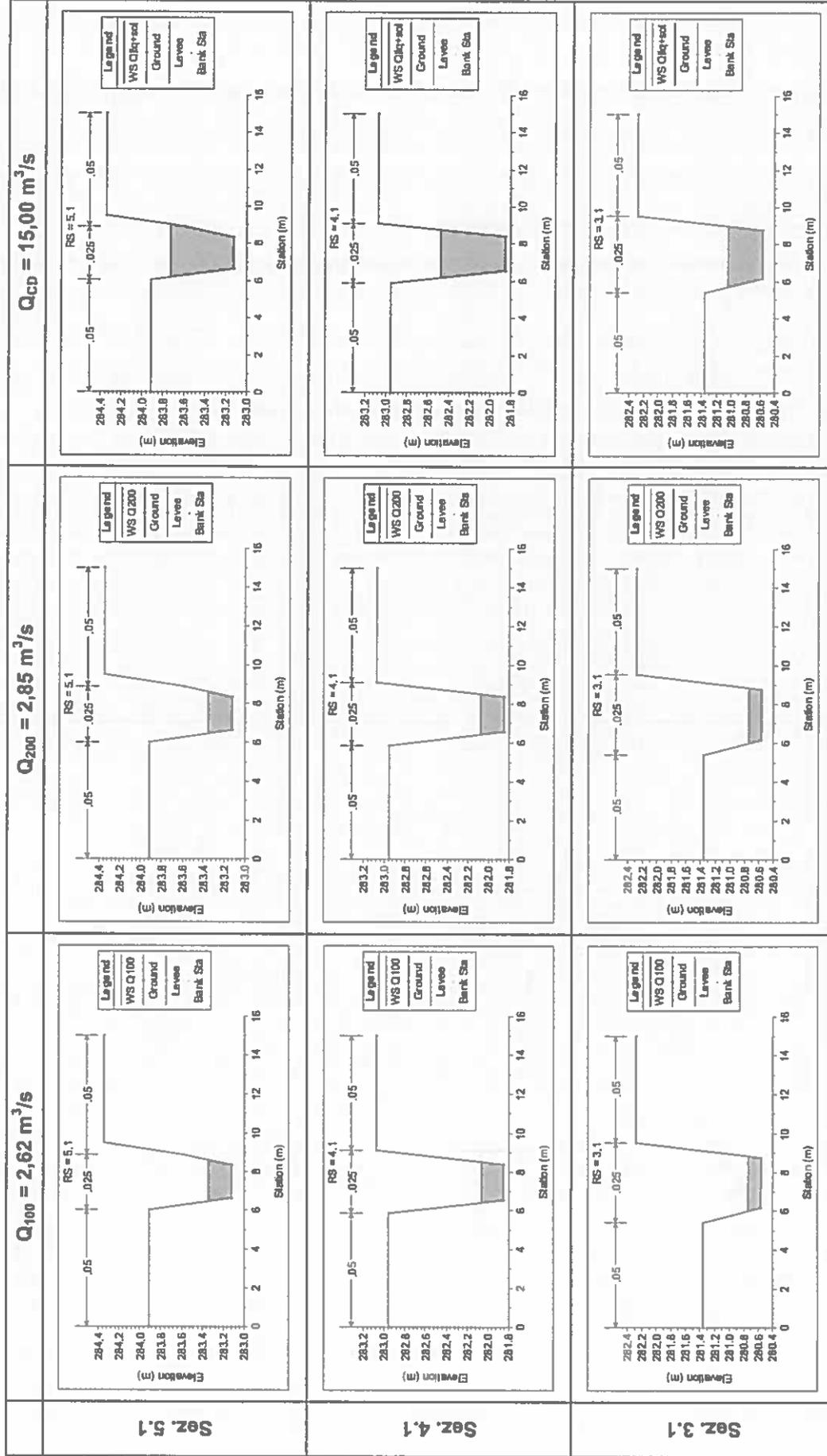


**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/☎ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it



**OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CRESTA AI FINI DELLA RIDUZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' DEL CONOIDE**

Committente: La Lombarda Scavi S.r.l.

Verifica di compatibilità idraulica



**STUDIO PROTEA ASSOCIATI**

**DOTT. ING. CLAUDIA ANSELMINI**

Via Giacomo Matteotti, 66 - 23824 Dervio (LC)

☎/☎ 0341.851176 - ✉ info@proteaingegneria.it

