

COMMITTENTE:



## COMUNE DI BOLLENGO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

OGGETTO:

### INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI DISSESTO IDROGEOLOGICO RETICOLO IDROGRAFICO E A PROTEZIONE ABITATI IN COMUNE DI BOLLENGO

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

COMUNE DI BOLLENGO

FASE PROGETTUALE:

### PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

8	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.
1	Agosto 2020	PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO		G.N.	G.N.
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

### RELAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA RIO MORTO

ARCHIVIO:

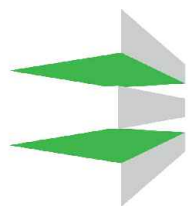
4848

FILE N°:

TESTAUNI

DATA:

Loranzè, Agosto 2020



**HYDROGEOS**  
STUDIO TECNICO ASSOCIATO

TAVOLA N°

B.1

SCALA:

#### Studio Tecnico Associato

ing. GABRIELE  
ing. NOASCONO  
ing. ODETTO  
geol. CAMBULI  
ing. VIGNONO  
ing. ZAPPALÀ  
P.IVA 08462870018

#### Sede legale

Via Giosuè Gianavello, n. 2  
10060 Rorà (TO)  
TEL. 0121/93.36.93  
FAX 0121/95.03.78

#### Sede operativa

Strada Provinciale 222, n. 31  
10010 Loranzè (TO)  
TEL. 0125/19.70.499  
FAX 0125/56.40.14  
e-mail: [info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it](mailto:info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it)

PROGETTISTA:

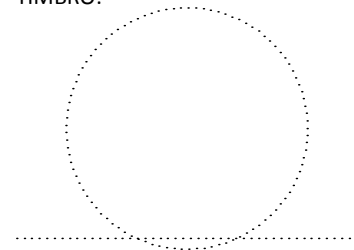
Dott. Ing. Gianluca NOASCONO  
N° 8292 Y ALBO INGEGNERI  
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



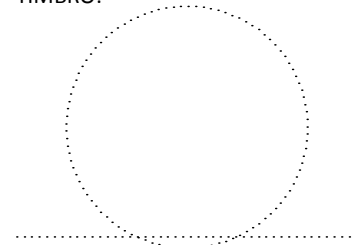
ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:







## INDICE

1	PREMESSE.....	2
2	ELABORATI DI PROGETTO .....	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	8
5	ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI .....	11
5.1	ANALISI STATISTICHE.....	12
5.2	RAGGUAGLIO DEI DATI DI PIOGGIA AL BACINO IN QUESTIONE .....	14
6	ASPETTI IDROLOGICI E DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA.....	16
6.1	CARATTERISTICHE FISICHE DEL BACINO .....	16
6.1.1	QUOTA MEDIA DEL BACINO E CURVA IPSOMETRICA.....	16
6.1.2	PENDENZA MEDIA DEI VERSANTI .....	20
6.1.3	PROFILO E PENDENZA MEDIA DELL'ASTA TORRENTIZIA .....	20
6.3	TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	21
6.4	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA .....	24
5	VERIFICA IDRAULICA.....	27
6.2	LA SITUAZIONE ATTUALE .....	28
6.3	LA CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO .....	31
7	RISULTATI .....	35



---

## 1 PREMESSE

Premessa alla seguente relazione idrologico-idraulica è la necessità di redigere la documentazione tecnica per i lavori del progetto intitolato “Interventi di mitigazione del rischio di dissesto idrogeologico del reticolo idrografico e a protezione abitati in comune di Bollengo”, per la quale è stato incaricato il sottoscritto da parte del Comune stesso.

I rii interessati nei tratti oggetto di studio sono due: il primo, il rio Vignarossa, scende da nord est verso il centro abitato in direzione sud ovest mentre il secondo, il rio Morto, costeggia il concentrico di Bollengo sul lato destro.

Gli interventi che si vogliono realizzare sono di natura idraulica e hanno come scopo il miglioramento delle condizioni di deflusso dei due corsi d'acqua con conseguente mitigazione del rischio di dissesto idrogeologico specialmente legato al verificarsi di eventi di precipitazione di notevole entità sia in termini di durata che di intensità. Nel corso degli anni infatti i due rii hanno già causato diverse situazioni di rischio.

L'intervento che si analizza nel presente elaborato è la sistemazione del Rio Morto, ovvero la suolatura del fondo alveo e delle sponde nei tratti che lo necessitano. Le opere da realizzare sul Rio Morto sono state suddivise in due interventi principali, l'intervento A e l'intervento B: l'intervento A interessa il tratto del Rio Morto situato a nord del concentrico di Bollengo a monte dell'attraversamento di Via G. Ceres, l'intervento B interessa il tratto a valle di quello precedente fino all'incrocio del Rio con la SP 263 (Via delle scuole).

Il presente studio idrologico-idraulico è quindi volto a determinare le portate che caratterizzano il corso d'acqua rispettivamente per tempi di ritorno pari a 20, 100, 200 e 500 anni in maniera tale da poter definire le altezze dei tiranti idrici corrispondenti al fine di verificare idraulicamente la soluzione progettuale scelta.

Le indagini di carattere idrologico-idraulico condotte sono state effettuate con riferimento ai risultati degli studi predisposti nell'ambito del PAI (**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.

Mediante le elaborazioni statistiche dei dati pluviometrici condotte e gli aspetti idrologici considerati sono state ricostruite le portate relative a diversi eventi di piena di progetto al variare del tempo di ritorno e i livelli idrici corrispondenti in modo tale da verificare che in corrispondenza delle sezioni del Rio Morto sulle quali si intende agire siano garantite le condizioni di sicurezza idraulica.

Sulla base dei calcoli idrologici svolti sono state quindi redatte due tavole, parte integrante della presente relazione, la “Tav. 2.4 – Calcoli idrologici, bacino intervento A” e la “Tav. 3.4 – Calcoli idrologici – bacino intervento B”.

La geometria dei corsi d'acqua (sezioni e profilo di fondo alveo) è stata ricostruita sulla base di un rilievo eseguito con drone e strumentazione GPS esteso all'area di specifico interesse e restituito in coordinate WGS 84 UTM 32 N.



---

## 2 ELABORATI DI PROGETTO

La documentazione tecnica è costituita dal seguente elaborato:

- Elab. B.1 – Relazione idrologico-idraulica – Rio Morto

e dalle seguenti tavole:

- Tav. 2.4 – Calcoli idrologici – Bacino Intervento A,
- Tav. 3.4 – Calcoli idrologici – Bacino Intervento B,



---

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la definizione dei criteri di valutazione delle portate di verifica si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti disposizioni normative:

➤ **PAI (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 – Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.

7. Norme di attuazione - Titolo II – Norme per le fasce fluviali - Allegato 3 – Metodo di delimitazione delle fasce fluviali.

➤ **Bollettino Ufficiale Regione Piemonte - Parte I e II Supplemento n.1 al B.U. numero 30 - 25 luglio 2002.**

Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45- 6656

➤ **D.P.G.R. Piemonte 06/12/2004, n. 14/R**

Regolamento regionale recante: "Prime disposizioni per il rilascio delle concessioni per l'utilizzo di beni del demanio idrico fluviale e lacuale non navigabile e determinazione dei relativi canoni (L.R. 18.5.2004, n. 12). B.R.U. Piemonte 09/12/2004, n.49

➤ **R.D. 25 luglio 1904, n. 523**

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie (G.U. del 7 ottobre 1904).

➤ **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.

allegato 1 - indirizzi per l'attuazione del PAI in materia urbanistica

allegato 2 - legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C. redatte in conformità alla circolare P.G.R. n. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99



allegato 3 - criteri per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico.

➤ **R.D. 25 luglio 1904, n. 523**

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie (G.U. del 7 ottobre 1904).

➤ **Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)**

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significative, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. Il piano su citato fornisce i profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale del bacino del Po.

➤ **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;

Il PS45 indica che l'assunzione della piena di progetto viene definita in funzione delle seguenti condizioni di compatibilità:

- Condizioni di compatibilità con la domanda di sicurezza locale;
- Difesa dell'incolumità della popolazione;
- Difesa dei beni pubblici e privati dai danni della piena;
- Ricerca tendenziale del minimo costo tra utilizzo antropico del territorio e interventi di difesa dai fenomeni di piena.
- Condizioni di compatibilità con le condizioni di deflusso nella rete idrografica;
- Assenza di aggravio delle sollecitazioni ai sistemi difensivi a valle (o a monte);
- Minimizzazione degli scostamenti rispetto alla tendenza evolutiva naturale;



- 
- Minimizzazione dei costi di mantenimento e manutenzione.

In considerazione delle condizioni sopra esposte, la piena di progetto viene definita in funzione dei fenomeni da controllare e del rischio compatibile.

La verifica idraulica dovrà considerare eventi di piena con tempi di ritorno differenti in funzione del grado di artificializzazione del corso d'acqua.

➤ **Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**

L'art. 38 del PAI – Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico – prevede che:

- All'interno della fascia A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o d'interesse pubblico (di competenza degli organi statali, regionali o degli altri enti territoriali) a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono avere luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso;
  - L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.
  - Le nuove opere di attraversamento, stradale e ferroviario, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui all'apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino del fiume Po.
- **Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B.**

La 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, stabilisce prescrizioni ed indirizzi sia per la progettazione e verifica idraulica di nuovi ponti, che per la verifica di quelli esistenti.

Si rimanda alla suddetta Direttiva evidenziando che:

---





a) nel caso di una nuova opera, le prescrizioni e gli indirizzi individuati sono rivolti a garantire:

- che l'inserimento della struttura sia coerente con l'assetto idraulico del corso d'acqua e non comporti alterazioni delle condizioni di rischio idraulico;
- che siano valutate in modo adeguato le sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l'opera, in rapporto alla sicurezza della stessa.

b) nel caso dei ponti esistenti, la presente direttiva indica, oltre ai criteri di compatibilità idraulica da rispettare e le procedure di verifica idraulica da attuare, nel caso di opere per le quali non sia soddisfatta la verifica idraulica di compatibilità:

- le eventuali condizioni di esercizio transitorio della struttura, sino alla realizzazione degli interventi di adeguamento progettati;
- i criteri di progettazione degli interventi correttivi e di adeguamento necessari.



---

## 4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Procedendo lungo la strada che collega Ivrea con il lago di Viverone si costeggia la Serra, collina laterale sinistra dell'anfiteatro morenico eporediese, alle cui pendici sorgono borghi dalle origini antiche; percorsi sei chilometri, superato il sito di Burolo, compare Bollengo, il cui territorio comunale si divide equamente tra il colle e il piano.

Il territorio comunale, della superficie di kmq 14,22 confina, andando in senso orario, a Nord con Torrazzo, a Est con Magnano e Palazzo Canavese, a Sud con Albiano d'Ivrea e a ovest con Ivrea e Burolo.

Il territorio comunale è caratterizzato da molteplici depressioni e da bacini lacustri presenti ovunque nell'agro eporediese, ai piedi delle alture moreniche. Il Comune di Bollengo mantiene e salvaguarda le sue caratteristiche di centro agricolo, che ne fanno un paese dove ancora si può vivere con tranquillità in un ambiente sostanzialmente integro, ma comunque negli ultimi anni la zona industriale e commerciale lungo la ex Statale 228 si è andata particolarmente espandendo.

Diversi sono i corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale e precisamente il Rio Morto, il Rio Albera, il Rio Vignarossa, il Rio Inchiglia e il Rio Mulini. La popolazione residente è di circa 2167 abitanti. Per ognuno degli interventi da eseguire sul Rio Morto è stato estratto il relativo bacino imbrifero; ogni bacino è stato chiuso in corrispondenza del punto di valle dell'intervento che si vuole realizzare in modo tale da individuare quale sia il contributo idrico che giunge nella sezione fluviale corrispondente. I bacini sono stati denominati in base alla lettera corrispettiva dell'intervento:

- Rio Morto – Bacino A;
- Rio Morto – Bacino B.

Il Rio Morto, corso d'acqua che parte da nord ovest in comune di Chiaverano e che procede verso sud est in direzione del concentrico di Bollengo, è stato chiuso, per quanto riguarda il bacino A, circa 30 m a monte dell'attraversamento che interessa Via Giuseppe Rossetto a quota 262 m s.l.m. mentre relativamente al bacino B la sezione di chiusura è stata posta più a valle a quota 243 m s.l.m., subito a monte dell'attraversamento della SP 263. Tali bacini si estendono in senso longitudinale e occupano parte della zona collinare-montuosa del comune di Bollengo, di Burolo e di Chiaverano estendendosi dunque verso ovest.

Il corso d'acqua si sviluppa da una quota di circa 520 m s.l.m. ed i relativi bacini imbrifero chiusi uno a quota 262 m s.l.m. e l'altro a quota 243 m s.l.m. hanno rispettivamente una superficie di circa 4,30 km<sup>2</sup> (Fig.3) e di 4,65 km<sup>2</sup> (Fig.4) ed una quota media pari a circa 493 e 477 m s.l.m..



Figura 1 - Inquadramento su ortofoto del bacino A del Rio Morto chiuso a quota 262 m s.l.m.

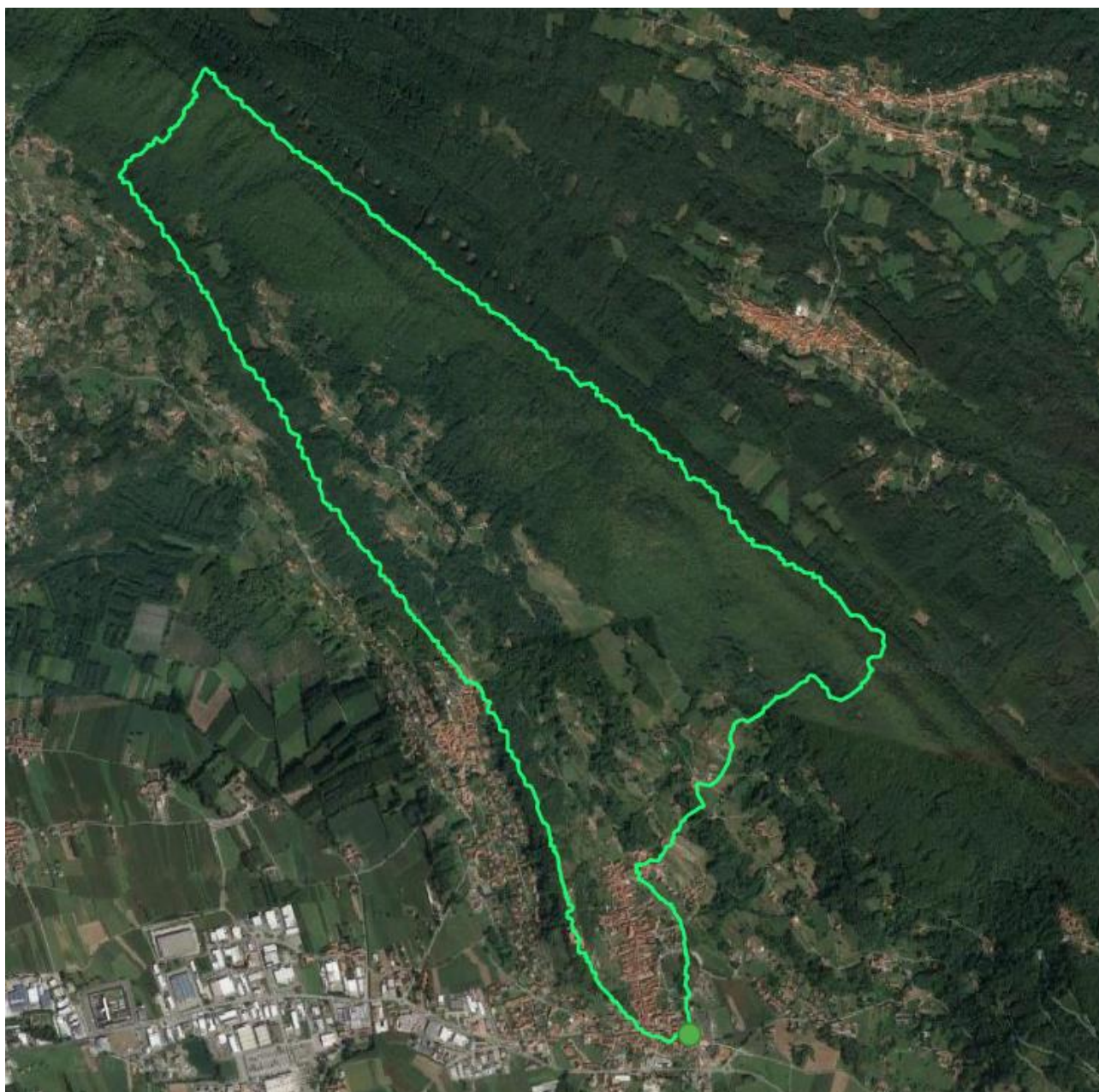


Figura 2 - Inquadramento su ortofoto del bacino B del Rio Morto chiuso a quota 243 m s.l.m.

Per maggiori ragguagli circa la locazione geografica dei siti oggetto di intervento, si rimanda agli stralci della Carta Tecnica Provinciale riportati in "Tav. 2.4- Calcoli Idrologici Bacino Intervento A e Tav. 3.4 – Calcoli Idrologici Bacino Intervento B".





## 5 ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI

L'elaborazione dei dati pluviometrici forniti da una stazione di misura delle piogge si svolge ricavando la relazione esistente tra l'altezza  $h$  delle precipitazioni e le loro durate  $t$ . Risulta però necessario, affinché le elaborazioni siano attendibili, che il periodo di osservazione sia sufficientemente ampio.

I dati pluviometrici rappresentano una serie cui si può fornire un significato statistico. Una serie completa può ad esempio essere costituita da tutte le precipitazioni di durata oraria registrate in un lungo periodo.

Le relazioni relative all'altezza di precipitazione  $h = h(t)$  sono generalmente fornite nella seguente forma:

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

nella quale le costanti  $a$  ed  $n$  (entrambe funzione del periodo di ritorno  $T_r$ ) sono determinate caso per caso.

Le curve che si deducono sono generalmente denominate *curve di possibilità climatica o pluviometrica*. Per costruire le equazioni relative ad un'assegnata stazione si utilizzano i dati che si estraggono dagli Annali idrologici.

Una serie completa relativa da una determinata stazione è costituita, per esempio, da tutte quelle precipitazioni di durata oraria registrate in un lungo periodo.

Gli elementi raccolti vengono ordinati, per le varie durate, in senso decrescente, ottenendo una matrice con un numero di colonne pari a quello delle durate considerate ed un numero di righe uguale a quello degli anni di osservazione.

Se si rappresentano nel piano  $(h, t)$  gli elementi della prima riga della matrice, unendo i punti così definiti, si ha una linea spezzata, che si può involuppare con una curva, matematicamente definibile a mezzo di un'equazione come la precedente.

Detta curva involuppo fornisce, per ogni durata  $t$ , il massimo valore  $h$  assegnabile al periodo esaminato, il quale può essere ritenuto rappresentativo quando la serie di valori elaborati sia estesa a sufficienza.

L'equazione precedente scritta in forma logaritmica:

$$\log h = \log a + n \cdot \log t$$

mostra la possibilità di dare luogo, nel piano bilogaritmico, alla rappresentazione del legame funzionale secondo una retta avente coefficiente angolare  $n$  ed intercetta all'origine (dove è  $t = 1$ ) pari ad  $a$ .

Bisogna notare come per un'assegnata frequenza probabile che dia la misura della rarità dell'evento, decrescendo l'intensità  $i$  della precipitazione con la durata  $t$ ,  $n$  è sempre inferiore ad 1 e si ha:



---

$$\frac{h}{t} = a \cdot t^{n-1}$$

## 5.1 ANALISI STATISTICHE

Le equazioni dei casi critici, pur fornendo informazioni d'interesse sul carattere degli eventi, non danno modo di marcare in forma esplicita ogni evento col valore della sua frequenza probabile: cioè, a causa delle ridotte dimensioni dei campioni non è possibile valutare quale sia la ricorrenza media del suo verificarsi.

Quando si voglia indagare in modo più accurato intorno a questo aspetto, disponendo di una lunga serie di osservazioni, si può determinare quale sia il periodo di anni (tempo di ritorno  $T_r$ ) nel quale, mediamente, un determinato evento sia eguagliato o superato, ricordando che esso non rappresenta una scadenza fissa per il prodursi di un evento, ma solo la probabilità che esso si verifichi mediamente una volta nel periodo considerato.

I procedimenti usati, con appropriate elaborazioni dei dati disponibili, consentono di allargare il campo delle previsioni oltre il periodo d'osservazione, con un'attendibilità che però va riducendosi all'aumentare del tempo di ritorno, in rapporto specialmente all'estensione del periodo di osservazione.

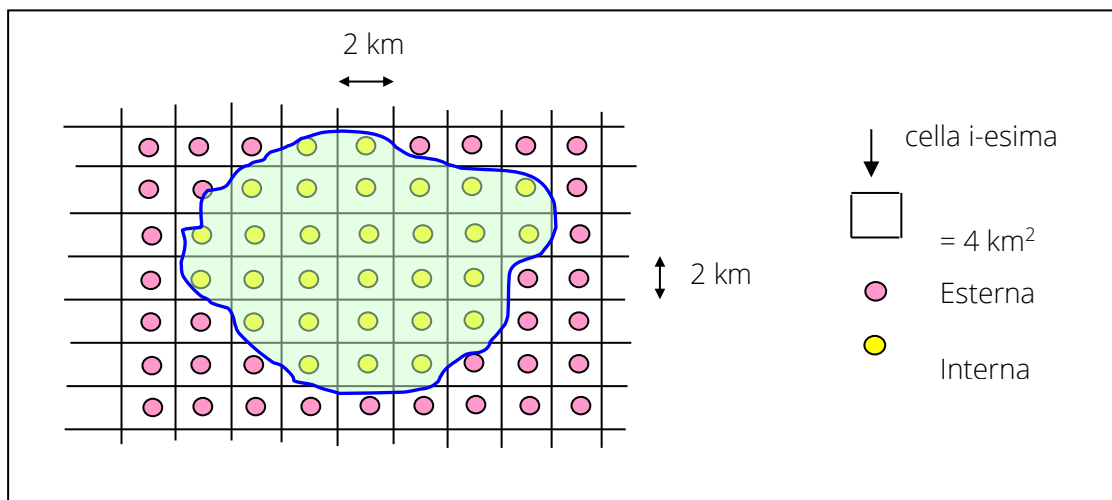
L'analisi viene comunemente svolta avvalendosi di metodi statistico-probabilistici, quali quello di Gumbel, denominato anche EVI (Extreme Value I).

Le indagini di carattere idraulico condotte sono state effettuate con riferimento ai risultati degli studi preposti nell'ambito del PAI (Progetto di Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico) ed in particolare nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", contenuta nel "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI) dell'Autorità di bacino del fiume PO, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter, adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001. Si ritiene opportuno seguire le istruzioni particolari contenute nella citata Direttiva che recita:

"Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette è stata condotta un'interpolazione spaziale con il metodo di kriging dei parametri  $a$  e  $n$  delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato.

Sovrapponendo la griglia con maglie quadrate di 2 km di lato al bacino digitalizzato è stato possibile risalire alle relative caratteristiche pluviometriche senza più la necessità di ragguagliare i dati di pioggia con i metodi tradizionali.

Nella figura sottostante è rappresentato lo schema utilizzato per la determinazione dei succitati parametri.



Si fa presente che il bacino A è contenuto in 4 celle e il bacino B in 5 celle contigue. Tenuto conto di ciò si è pensato di procedere alla determinazione dei parametri  $a$  e  $n$  attraverso una media ponderata che tenga conto della percentuale di area di bacino contenuta entro tali celle.

Le relazioni utilizzate per la determinazione dei coefficienti  $a$  e  $n$  sono le seguenti:

$$a = \sum \frac{A_{Cella}}{A_{Totale}} \cdot a_{Cella}$$

$$n = \sum \frac{A_{Cella}}{A_{Totale}} \cdot n_{Cella}$$

dove:

- $A_{Totale}$  = area totale del bacino considerato;
- $A_{Cella}$  = area del bacino contenuta nella cella di 2 km di lato considerata;
- $a_{Cella}$  = altezza di pioggia per la durata di un'ora della cella esima;
- $n_{Cella}$  = esponente della cella esima;
- $a$  = altezza di pioggia per la durata di un'ora stimato per la trattazione idrologica;
- $n$  = esponente considerato per la trattazione idrologica.

I bacini in esame sono contenuti nelle seguenti celle:

#### BACINO A

		Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500	Area
BF81	a	55,370	71,230	78,010	86,980	678795
	n	0.317	0.313	0.312	0.310	
BG81	a	56,92	73,23	80,2	89,43	1386589
	n	0.318	0.316	0.315	0.314	



BG82	a	55,63	71,4	78,4	87,06	1959670
	n	0.313	0.12	0.312	0.31	
BH82	a	56,92	73,07	79.97	89,12	271053
	n	0.313	0.312	0.312	0.312	

#### BACINO B

		Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500	Area
BF81	a	55,370	71,230	78,010	86,980	678795
	n	0.317	0.313	0.312	0.310	
BG81	a	56,92	73,23	80,2	89,43	1386589
	n	0.318	0.316	0.315	0.314	
BG82	a	55,63	71,4	78,4	87,06	2159353
	n	0.313	0.12	0.312	0.31	
BH82	a	56,92	73,07	79.97	89,12	271053
	n	0.313	0.312	0.312	0.312	
BG83	a	54,20	69,39	75,89	84,48	147298
	n	0.307	0.306	0.305	0.305	

I valori ottenuti applicando il metodo descritto in precedenza sono i seguenti:

#### BACINO A

	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a	56.09	72.07	79.02	87.94
n	0.31	0.31	0.31	0.31

#### BACINO B

	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a	56.01	71.96	78.89	87.59
n	0.31	0.31	0.31	0.31

## 5.2 RAGGUAGLIO DEI DATI DI PIOGGIA AL BACINO IN QUESTIONE

Allo stato attuale non esiste una trattazione rigorosa per passare dal valore di  $h$  (altezza di precipitazione ricavata dalla relazione  $h=a \cdot t^n$ ) a quello di  $h'$  (altezza di precipitazione ragguagliata al bacino).





Le relazioni empiriche sono utilizzate per estendere la validità dell'equazione  $h=a \cdot t^n$  ad un'area più ampia di quella posta nell'intorno della stazione di misura utilizzata per dedurre l'equazione stessa. La grandezza  $a$  e l'esponente  $n$  possono, infatti, assumere valori un poco diversi da quelli calcolati per porre in conto l'effetto dell'aumento della superficie scolante  $S$ .

Le relazioni empiriche seguenti, dovute a U. Puppini, interpretano la nota osservazione secondo la quale l'intensità media ragguagliata d'una pioggia si riduce all'aumentare dell'area  $S$  del comprensorio o del bacino considerato: con la riserva ovvia che i risultati siano da utilizzare solamente come indicazioni.

$$a' = a \cdot \left[ 1 - 0,052 \frac{S}{100} + 0,002 \left( \frac{S}{100} \right)^2 \right] = a \cdot f_1(S)$$

$$n' = n + 0,0175 \frac{S}{100} = n + f_2(S)$$

Si riportano ora nella tabella seguente i diversi valori di  $[a']$  ed  $[n']$  per i vari tempi di ritorno per ciascun bacino.

#### BACINO A

	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a (PAI)	56.09	72.07	79.02	87.94
n (PAI)	0.31	0.31	0.31	0.31
a'	55.96	71.91	78.84	87.75
n'	0.32	0.31	0.31	0.31

#### BACINO B

	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a (PAI)	56.01	71.96	78.89	87.59
n (PAI)	0.31	0.31	0.31	0.31
a'	55.87	71.78	78.70	87.58
n'	0.32	0.31	0.31	0.31



## 6 ASPETTI IDROLOGICI E DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Nello studio dei fenomeni connessi a eventi pluviometrici è importante la conoscenza della portata liquida dei corsi d'acqua, in particolare delle massime portate che possono verificarsi in un determinato arco di tempo pari al tempo di ritorno.

Al fine di condurre uno studio il più completo possibile è anche indispensabile una valutazione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino in esame.

Allo scopo di determinare tali parametri è necessario in primo luogo uno studio dettagliato, per quanto possibile, delle caratteristiche fisiche del bacino stesso.

### 6.1 CARATTERISTICHE FISICHE DEL BACINO

#### 6.1.1 QUOTA MEDIA DEL BACINO E CURVA IPSOMETRICA

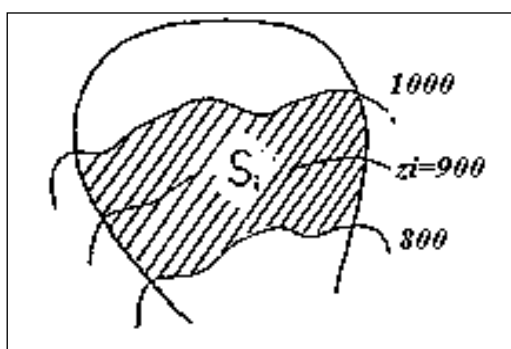
La quota media del bacino costituisce la media delle quote rappresentative del bacino stesso.

L'area  $S_i$  compresa tra due curve di livello costituisce il "peso" della quota  $z_i$  rappresentativa della superficie stessa:

$$H_m = \frac{\sum (z_i \cdot S_i)}{S}$$

dove:

- $H_m$  = quota media del bacino;
- $z_i$  = quota media di ciascuna superficie compresa tra due curve di livello, riferite al livello medio del mare;
- $S_i$  = superficie compresa tra due curve di livello consecutive;
- $S$  = superficie totale del bacino.



Al fine di mettere in evidenza il rapporto tra quota e relativa superficie, è utile costruire la curva ipsometrica che illustra l'andamento dello sviluppo superficiale rispetto alla quota.

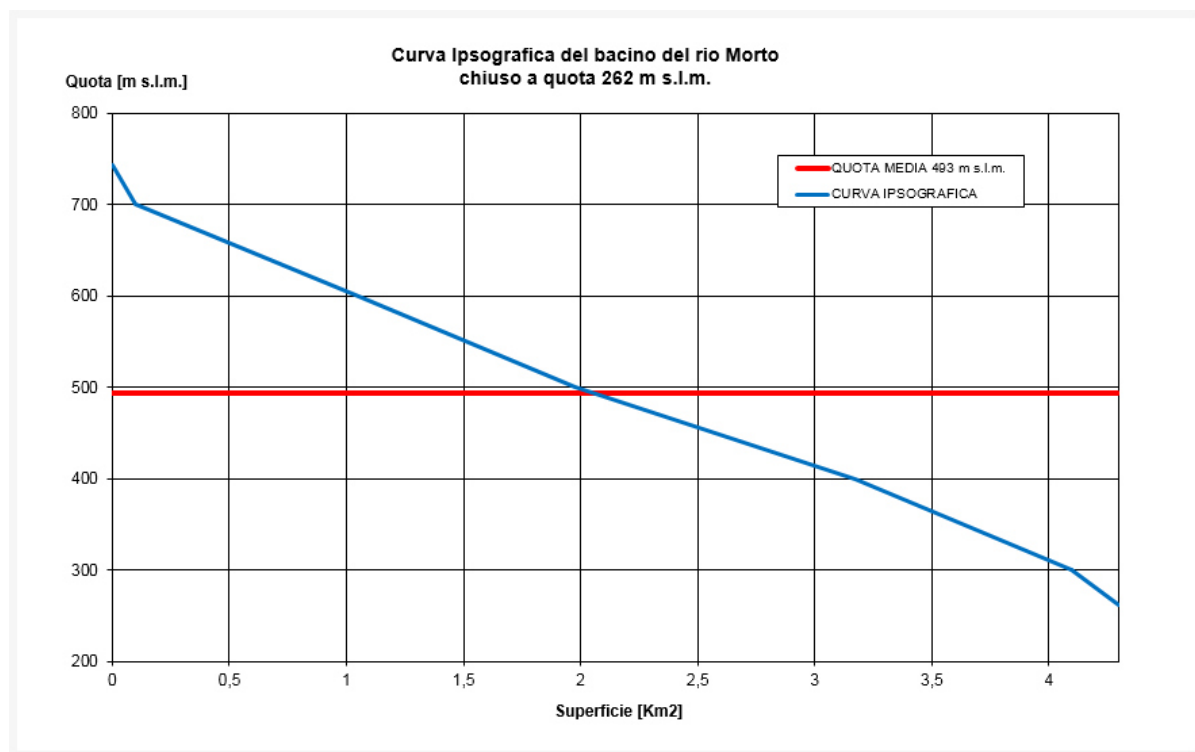


---

Sull'asse delle ascisse sono riportate le superfici cumulate espresse in  $\text{km}^2$  e sulle ordinate le quote medie tra due curve di livello successive espresse in metri: ad ogni quota viene fatta corrispondere la somma delle superfici parziali che si collocano ad una quota maggiore o uguale a quella assegnata. L'andamento di tale curva è indice dell'evoluzione del bacino, infatti una accentuata convessità rivela un bacino in uno stadio giovanile, ancora in fase di erosione, invece concavità e convessità si equivalgono in un bacino in uno stadio di equilibrio.



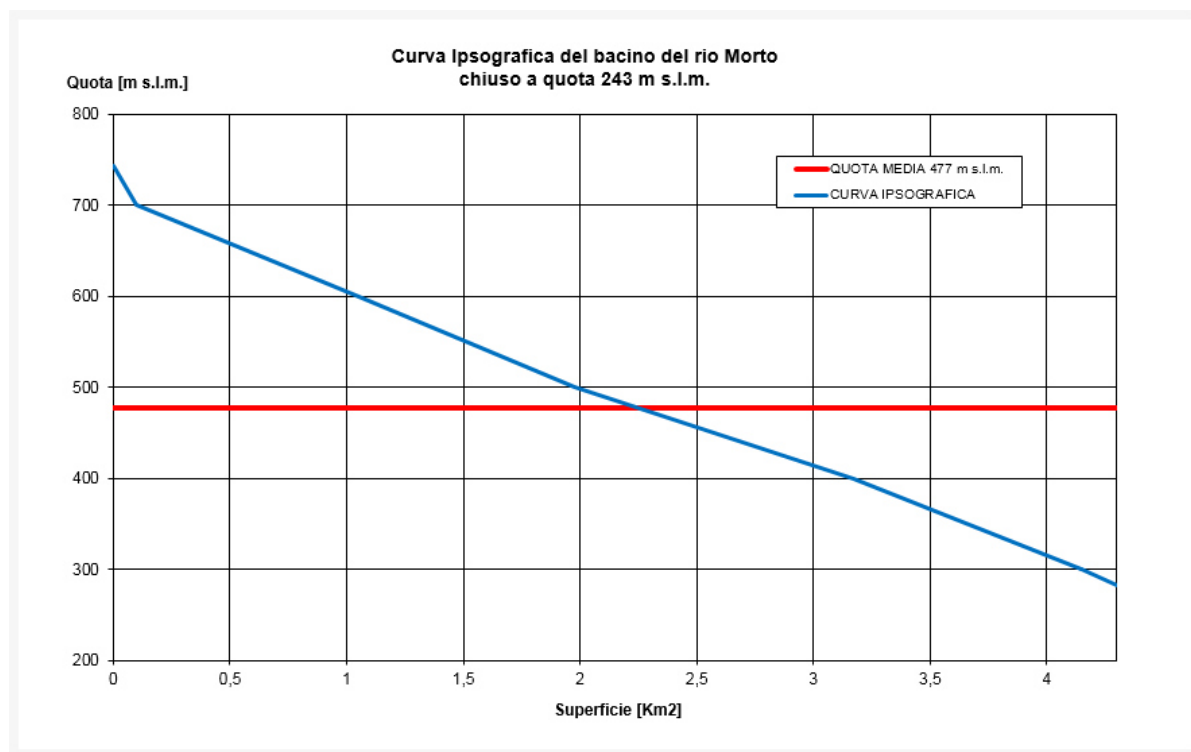
## BACINO A



Intervallo tra le isoipse		Superfici parziali		Superfici progressive	
hmax [m s.l.m.]	hmin [m s.l.m.]	$\Delta S$ [km²]	$\Delta S$ [%]	S cumulata [km²]	S cumulata [%]
743	700	0,10	2,3%	0,10	2,3%
700	600	0,95	22,2%	1,05	24,5%
600	500	0,93	21,6%	1,98	46,1%
500	400	1,19	27,7%	3,17	73,8%
400	300	0,93	21,6%	4,10	95,4%
300	262	0,20	4,6%	4,30	100,0%
<b><math>\Sigma</math></b>		<b>4.296</b>	<b>100%</b>		
Quota media				493	



## BACINO B



Intervallo tra le isoipse		Superfici parziali		Superfici progressive	
hmax [m s.l.m.]	hmin [m s.l.m.]	$\Delta S$ [km²]	$\Delta S$ [%]	S cumulata [km²]	S cumulata [%]
743	700	0,10	2,1%	0,10	2,1%
700	600	0,95	20,5%	1,05	22,6%
600	500	0,93	20,0%	1,98	42,6%
500	400	1,19	25,6%	3,17	68,3%
400	300	0,98	21,0%	4,15	89,3%
300	243	0,50	10,7%	4,64	100,0%
<b><math>\Sigma</math></b>		<b>4.643</b>	<b>100%</b>		
Quota media				477	

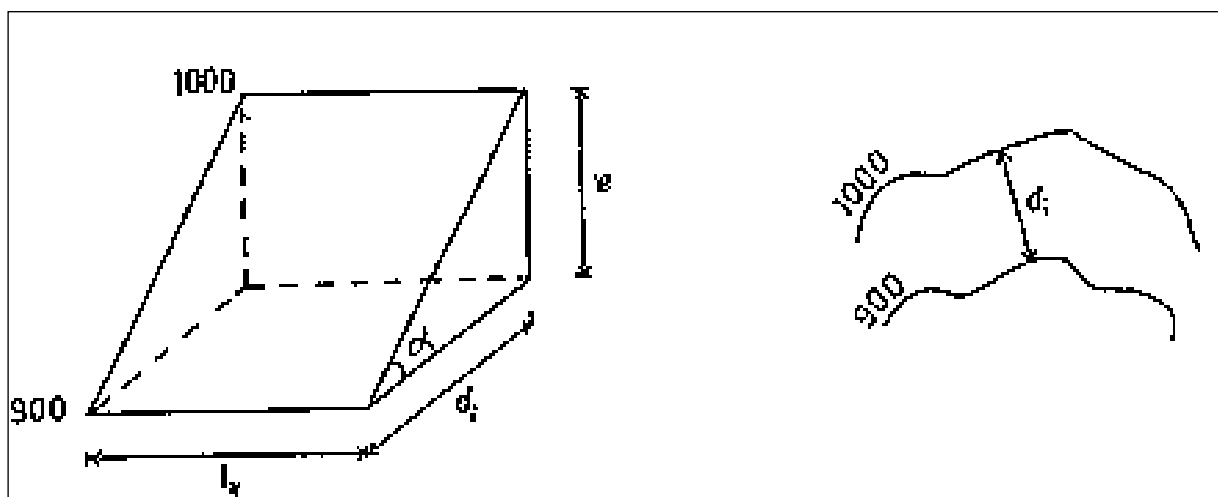


## 6.1.2 PENDENZA MEDIA DEI VERSANTI

Al fine di una migliore caratterizzazione dei bacini è necessaria la determinazione della pendenza media dei versanti. Poiché essa influenza notevolmente il ruscellamento superficiale, risulta essere uno dei parametri fondamentali per il calcolo del tempo di corrivazione in molte formule empiriche.

La pendenza media dei versanti ( $i_m$ ) si può considerare data dal rapporto tra le due superfici ortogonali (Fig. 6.1): la prima, verticale, data dalla sommatoria delle lunghezze ( $l_k$ ) delle curve di livello per l'equidistanza ( $e$ ) tra le stesse; la seconda, orizzontale, data dalla sommatoria delle superfici comprese fra le isoipse consecutive, cioè dalla superficie planimetrica totale del bacino ( $S$ ).

$$\operatorname{tg} \alpha_m = i_m = \frac{e \cdot \sum l_k}{S}$$



Schema esemplificativo del concetto di pendenza media del versante

## 6.1.3 PROFILO E PENDENZA MEDIA DELL'ASTA TORRENTIZIA

Per descrivere l'andamento di un torrente valutare la variabilità della pendenza dell'asta nei vari tratti, è indispensabile tracciarne una sezione longitudinale, cioè il profilo longitudinale.

Note le pendenze dei singoli tratti è quindi possibile calcolare la pendenza media dell'asta torrentizia attraverso la formula:

$$\sqrt{i_a} = \frac{L}{\sum(l_k / \sqrt{i_k})}$$

dove:

- $L$  = lunghezza totale dell'asta
- $l_k$  = lunghezza del tratto compreso tra due successive curve di livello
- $i_k$  = pendenza del tratto compreso tra due successive curve di livello.

I risultati dell'analisi sulla pendenza media delle aste sono riportati nelle seguenti tabelle.



### BACINO A

$h_{min}$ [m s.l.m.]	$h_{max}$ [m s.l.m.]	$Dh$ [m s.l.m.]	$Li$ [m]	$i_i$ [m/m]	Radq i	$Li/Radq\ i$
262	300	38	1147	0,033	0,182	6301,6
300	400	100	1620	0,062	0,248	6517,4
400	500	100	1062	0,094	0,307	3460,9
500	520	20	133	0,150	0,388	343,0
$\Sigma$			3962		$\Sigma$	16622,8
						$i_{media}$
						0.057
						5.7%

### BACINO B

$h_{min}$ [m s.l.m.]	$h_{max}$ [m s.l.m.]	$Dh$ [m s.l.m.]	$Li$ [m]	$i_i$ [m/m]	Radq i	$Li/Radq\ i$
243	300	57	1932	0,030	0,172	11247,9
300	400	100	1620	0,062	0,248	6517,4
400	500	100	1062	0,094	0,307	3460,9
500	520	20	133	0,150	0,388	343,0
$\Sigma$			4747		$\Sigma$	21569,2
						$i_{media}$
						0.048
						4.8%

## 6.3 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Per meglio caratterizzare un bacino dal punto di vista idraulico, si definisce il tempo di corrivazione  $T_c$ . Tale parametro, che è funzione delle caratteristiche morfometriche del bacino stesso, rappresenta il tempo impiegato dalla goccia d'acqua caduta nel punto del bacino idraulicamente più distante dalla sezione di chiusura  $H_0$ , per raggiungere la sezione stessa.

I valori delle massime intensità di pioggia, come è noto decrescono al crescere della durata ( $t$ ). Ciò comporta, in un piccolo bacino, che le precipitazioni più pericolose, in termini di contributi degli eventi di piena, siano quelle la cui durata " $t$ " sia relativamente breve, ma sufficientemente elevata da permettere il contemporaneo apporto di tutta la superficie scolante considerata, cioè le piogge di durata pari al tempo di corrivazione. È dunque evidente l'importanza di tale parametro al fine di stabilire una correlazione tra gli eventi di piena e le precipitazioni che contribuiscono ad innescarli.



In letteratura esistono numerose formule empiriche per valutare il tempo di corrivazione. In questa sede sono state utilizzate le formule proposte da Giandotti, Pezzoli, Puglisi, Ventura e Turazza.

Di seguito si riportano le formule utilizzate:

➤ GIANDOTTI 
$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

➤ PEZZOLI 
$$T_c = \frac{0,055 \cdot L}{\sqrt{i}}$$

➤ PUGLISI 
$$T_c = 6 \cdot L^{2/3} \cdot (H_{\max} - H_0)^{-1/3}$$

➤ VENTURA 
$$T_c = 0,1272 \cdot \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$$

➤ TURAZZA 
$$T_c = 1,085 \cdot \sqrt{S}$$

dove:

- S = superficie totale del bacino imbrifero sotteso [km<sup>2</sup>];
- H<sub>max</sub> = quota massima del bacino [m s.l.m.];
- H<sub>m</sub> = quota media del bacino [m s.l.m.];
- H<sub>0</sub> = quota sezione di chiusura del bacino [m s.l.m.];
- L = lunghezza dell'asta principale [km];
- i = pendenza media dell'asta principale;
- i<sub>v</sub> = pendenza media dei versanti.

La formula di Giandotti risulta sicuramente quella più utilizzata ed è considerata molto valida per l'asta principale di fiumi e di torrenti, con bacini medio grandi, aventi pendenze buone, ma non elevatissime (1,5 – 5 %): la formula di Pezzoli è adatta per valli laterali alpine piccolissime (5-50 km<sup>2</sup>), con forti pendenze (> 6 %); le formule proposte da Puglisi, Ventura e Turazza si adattano molto bene alle reti di bonifica.

Poiché il campo di applicazione della formula di Pezzoli è quello più aderente ai bacini in esame, si considera come tempo di corrivazione di progetto quello ricavato da tale formula.





## BACINO A

Rio Morto	
L [km]	3,96
Area bacino km <sup>2</sup>	4,30
i Pendenza media asta	5,7%
Hmax Quota massima	743
Hm Quota media	493
Ho quota sezione di chiusura	262

	Tc [h]
Giandotti	1,17
Pezzoli	0,91
Puglisi	1,92
Ventura	1,11
Turazza	2,25
<b>Tempo di corrivazione di progetto (Pezzoli)</b>	<b>0,91</b>

## BACINO B

Rio Morto	
L [km]	4,75
Area bacino km <sup>2</sup>	4,64
i Pendenza media asta	4,8%
Hmax Quota massima	743
Hm Quota media	477
Ho quota sezione di chiusura	243

	Tc [h]
Giandotti	1,29
Pezzoli	1,19
Puglisi	2,14
Ventura	1,25
Turazza	2,34
<b>Tempo di corrivazione di progetto (Pezzoli)</b>	<b>1,19</b>



---

## 6.4 CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

In mancanza di misurazioni dirette delle portate del torrente oggetto dello studio, dalle quali sia possibile valutare, in termini probabilistici, i massimi valori che possono verificarsi in un determinato arco di tempo, pari al tempo di ritorno  $T_r$ , si può precedere al calcolo delle portate di massima piena. Questo calcolo è stato eseguito mediante metodi indiretti che tengano conto degli elementi che influiscono sui fenomeni degli idrogrammi di piena quali la superficie del bacino, l'altezza delle precipitazioni intense registrate ai pluviografi in vicine stazioni meteorologiche, la pendenza media dei versanti, il coefficiente di corrivazione, il coefficiente di deflusso.

Il legame funzionale tra i valori della portata massima  $Q_{\max}$  e  $T_r$  è rappresentato da una funzione monotona, cioè all'aumentare di  $T_r$ , aumenta  $Q_{\max}$ . La circostanza che  $dQ_{\max}/dT_r$  decresca all'aumentare di  $T_r$  – cioè  $Q_{\max}$  cresca con minore rapidità di  $T_r$  – non accredita, però, valori di  $Q_{\max}$  oltre certi limiti di natura fisica. Premesso tutto ciò i calcoli effettuati in questo studio sono stati effettuati anche per periodi di ritorno di 500 anni, solamente per tentare di dare un vago ordine di grandezza al manifestarsi di un tale evento.

Fra i metodi in uso vi sono quelli razionali e quelli empirici. I primi tengono conto di tutte le caratteristiche del bacino sopra elencate e che non sono comunque sempre di facile ed immediato utilizzo a causa della difficoltà nel ricercare alcuni coefficienti per la mancanza di dati statistici; i secondi tengono conto di uno solo o pochi elementi (es. superficie del bacino) e con i quali tuttavia, a volte, si ottengono gli stessi risultati che si raggiungono con i metodi razionali.

In questa sede è stato applicato il metodo razionale cinematico.

Detto metodo cinematico si basa sulle seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta unicamente a un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura

Il metodo cinematico calcola quindi la portata di massima piena nel modo seguente:

$$Q_{\max} = C \cdot \frac{P_t \cdot S_b}{3,6 \cdot T_c}$$

dove:

- $C$  = coefficiente di deflusso;
- $P_t$  = altezza di pioggia critica di durata uguale al tempo di corrivazione [mm];
- $S_b$  = superficie del bacino [km<sup>2</sup>];



- $T_c$  = tempo di corrivazione [ore].

Tutte le grandezze sono espresse in unità di misura coerenti.

L'altezza di pioggia critica  $P_t$  di durata uguale al tempo di corrivazione  $T_c$  si ricava dalle curve di possibilità climatica, di equazioni  $h = a' \cdot t^{n'}$ , i cui parametri  $a'$  ed  $n'$ , diversi per ogni tempo di ritorno  $T_r$ , sono stati ottenuti mediante elaborazione statistiche e ragguagliati al bacino in esame con il metodo di Puppini.

Il coefficiente di deflusso  $C$  varia in funzione della diversa copertura vegetale e della permeabilità del terreno ed in funzione diretta della pendenza media dei versanti.

Molto difficoltosa risulta la stima di tale parametro; per fare ciò si è fatto riferimento alle indicazioni riportate sul Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme di attuazione – adottate con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

Esso, facendo riferimento ai Coefficienti di Deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution Control Federation, propone:

Caratteristiche del bacino	$\phi$ Coeff. Deflusso
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 media pendenza (2%-7%)	0.10 – 0.15
Suoli sabbiosi a elevata pendenza (7%)	0.15 – 0.20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0.13 – 0.17
Suoli argillosi a media pendenza (2%-7%)	0.18 – 0.22
Suoli argillosi a elevata pendenza (7%)	0.25 – 0.35

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

Dall'esame della soprastante tabella, visto che i bacini sono sostanzialmente ricoperto da superfici naturali (boschi e prati), si ricava un valore plausibile del coefficiente di deflusso pari a 0,40. Per il bacino A si utilizza quindi il valore 0,4, per il bacino B che comprende tutto il centro abitato di Bollengo si assume un coefficiente di deflusso maggiore, pari a 0,5, per considerare tutte le superfici impermeabili.



### BACINO A

	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a (PAI)	56,09	72,07	79,02	87,94
n (PAI)	0,31	0,31	0,31	0,31
a'	55,96	71,91	78,84	87,75
n'	0,32	0,31	0,31	0,31
h [mm]	54,4	69,9	76,7	85,3
<b>Q [m3/s]</b>	<b>28,4</b>	<b>36,5</b>	<b>40,0</b>	<b>44,5</b>
Contributo specifico [m3/s/km2]	6,6	8,5	9,3	10,4

### BACINO B

	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a (PAI)	56.01	71.96	78.89	87.59
n (PAI)	0.31	0.31	0.31	0.31
a'	55.87	71.78	78.70	87.58
n'	0.32	0.31	0.31	0.31
h [mm]	59.0	75.7	83.0	92.4
<b>Q [m3/s]</b>	<b>32.1</b>	<b>41.2</b>	<b>45.1</b>	<b>50.2</b>
Contributo specifico [m3/s/km2]	6.9	8.9	9.7	10.8



## 5 VERIFICA IDRAULICA

Nel presente capitolo si verifica l'adeguatezza del fiume in esame nei riguardi della portata di massima piena definita. La verifica idraulica ha per scopo l'individuazione dei franchi minimi in corrispondenza del passaggio di una piena con tempo di ritorno determinato, secondo le indicazioni riportate nell'informatica del Piano Stralcio Fasce Fluviali.

Nel corso della verifica, effettuata in condizioni di moto uniforme, si è analizzato il comportamento idraulico nelle differenti sezioni del canale rispetto ai valori di portata precedentemente calcolati, aventi tempi di ritorno ventennale, centennale, duecentennale e cinquecentennale, al fine di valutarne i rispettivi scenari. I diversi tratti sono stati verificati con l'ipotesi di moto uniforme secondo la formula di Strickler qui riportata:

$$Q = 1000 \cdot A \cdot K_s \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i_f}$$

dove:

- Q è la portata in l/sec
- A è l'area bagnata in mq
- $R=A/P$  è il raggio idraulico dato dal rapporto tra l'area bagnata (A in mq) ed il contorno bagnato (P in m);
- $i_f$  è la pendenza del fondo
- $K_s$  è la scabrezza del collettore

I tratti esistenti e quelli in progetto sono stati verificati sulla base della minima pendenza presente nei singoli tratti.

Relativamente alla scabrezza del canale si è considerato un valore del coefficiente di Strickler di  $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  idoneo per un materiale quale il calcestruzzo, di  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le sezioni in massi cementati e di  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per i tratti in terra caratterizzati da ciottoli e vegetazione erbacea.

La portata di piena di progetto da utilizzare per le verifiche dovrà essere assunta in funzione del tempo di ritorno riportato secondo normativa; quest'ultimo 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.

In casi eccezionali, 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.

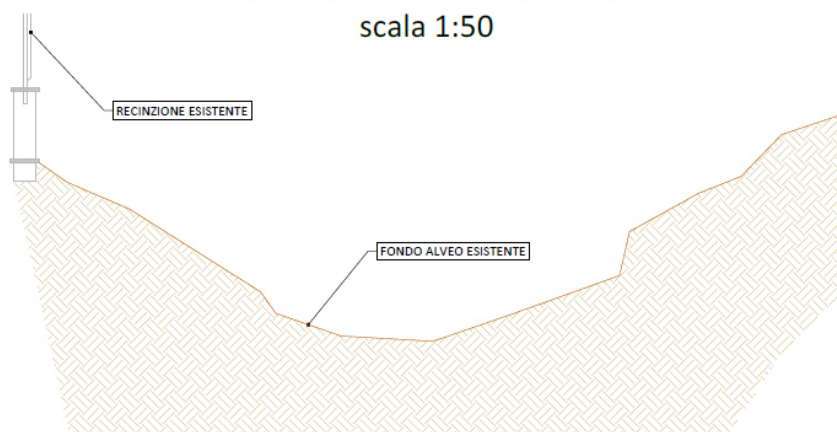
Il Rio Morto non risulta interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali, sarebbe quindi sufficiente la verifica delle opere in progetto per la portata di piena di 100 anni; tuttavia, per verificare che le opere in progetto non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante si analizzerà il loro comportamento per la piena di 200 anni.

I differenti tratti del rio oggetto di intervento sono stati quindi verificati prima nella configurazione attuale e successivamente nella configurazione post intervento in modo tale da valutare quali sono le migliorie dal punto di vista idraulico apportate dagli interventi in progetto.

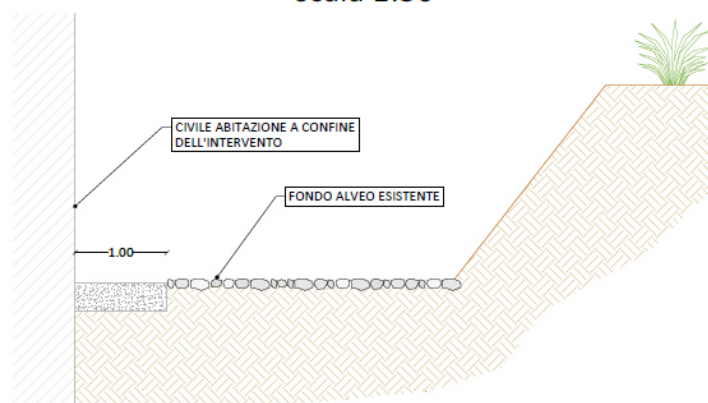
## 6.2 LA SITUAZIONE ATTUALE

Per l'intervento A sono state rappresentate 3 sezioni tipo principali; le sezioni tipo nella situazione esistente utilizzate per le verifiche sono riportate nelle figure seguenti, per maggiori dettagli sulla loro ubicazione fare riferimento alle rispettive planimetrie di progetto.

**SEZIONE A - A' DI RILIEVO**  
scala 1:50



**SEZIONE B - B' DI RILIEVO**  
scala 1:50



### SEZIONE C - C' DI RILIEVO scala 1:50

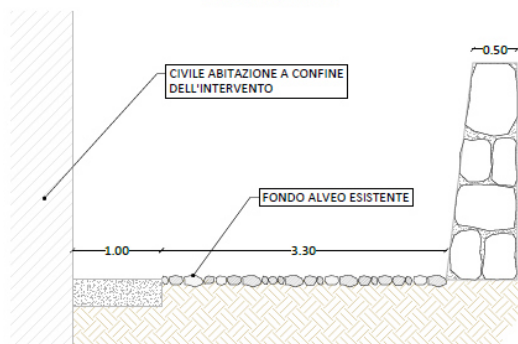


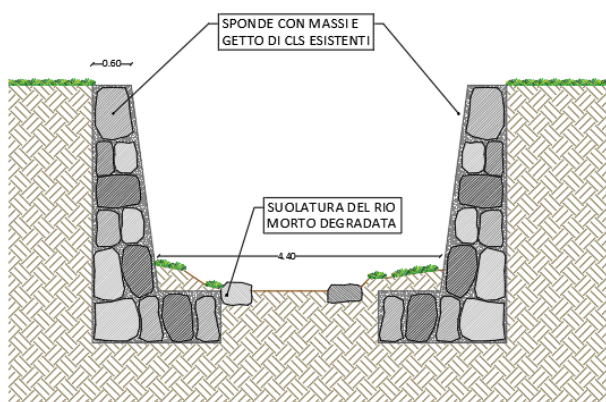
Figura 3 – Sezioni tipo del canale relative all'intervento A

La verifica eseguita per la portata di piena duecentennale definita in precedenza, la  $Q_{TR200}$ , ha permesso di trovare i seguenti risultati nel tratto interessato dall'intervento A:

Sezione tipo	Altezza minima delle sponde nel tratto	Tirante idrico raggiunto per la $Q_{TR200}$	Franco rispetto alle sponde
Sezione A-A'	2,00 m	1,60 m	0,40 m
Sezione B-B'	2,00 m	1,84 m	0,16 m
Sezione C-C'	2,40 m	2,18 m	0,22 m

Per l'intervento B sono state invece definite 4 sezioni tipo; le sezioni tipo nella situazione esistente utilizzate per le verifiche sono riportate nelle figure seguenti, per maggiori dettagli sulla loro ubicazione fare riferimento alle rispettive planimetrie di progetto.

### SEZIONE TIPO TRATTO 3 - STATO ATTUALE scala 1:50

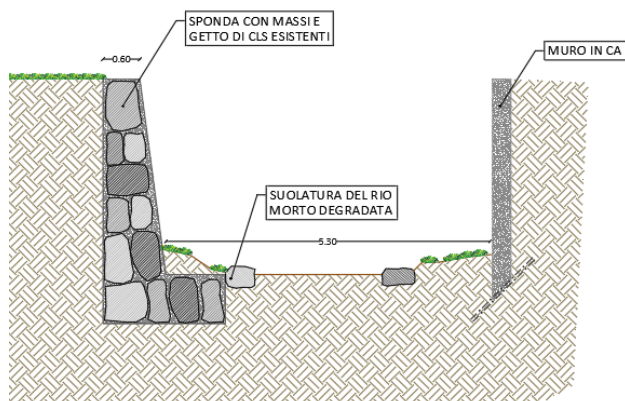






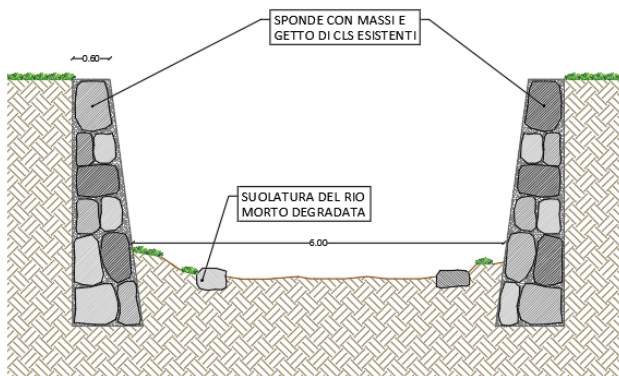
#### SEZIONE TIPO TRATTO 4 - STATO ATTUALE

scala 1:50



#### SEZIONE TIPO TRATTO 5 - STATO ATTUALE

scala 1:50



#### SEZIONE TIPO TRATTO 6 - STATO ATTUALE

scala 1:50

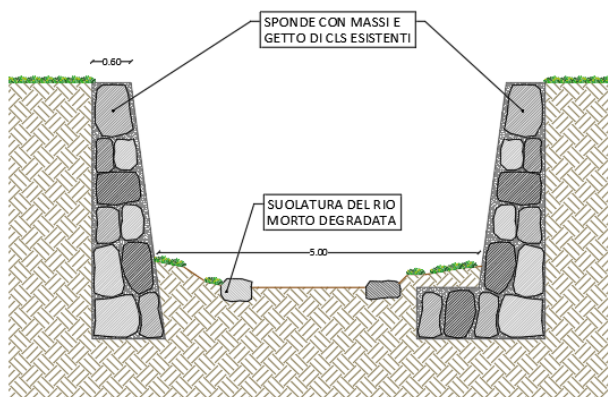


Figura 4 – Sezioni tipo del canale relative all'intervento B





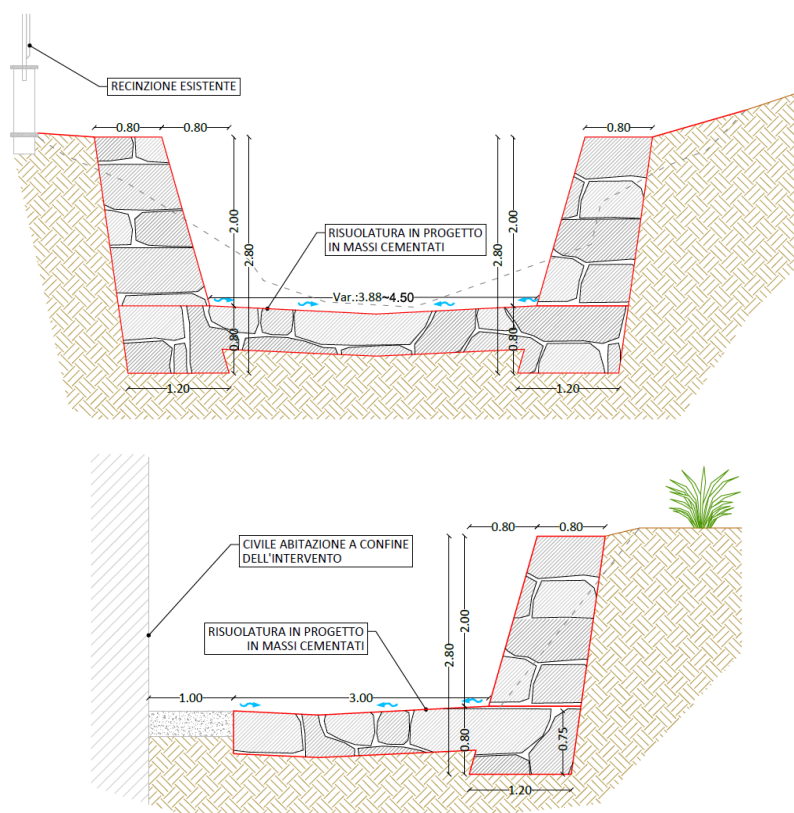
La verifica eseguita per la portata di piena duecentennale definita in precedenza, la  $Q_{TR200}$ , ha permesso di trovare i seguenti risultati nel tratto interessato dall'intervento B:

Sezione tipo	Altezza minima delle sponde nel tratto	Tirante idrico raggiunto per la $Q_{TR200}$	Franco rispetto alle sponde
Tratto 3	3,00 m	2,88 m	0,12 m
Tratto 4	3,00 m	2,82 m	0,18 m
Tratto 5	3,00 m	1,98 m	1,02 m
Tratto 6	3,00 m	2,31 m	0,69 m

Le acque risultano defluire completamente all'interno delle sezioni tipo presenti lungo il tratto del Rio Morto oggetto di intervento, anche se con un franco minimo.

### 6.3 LA CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

Per l'intervento A sono state rappresentate 3 sezioni tipo principali; le sezioni tipo nella situazione post intervento sono riportate nelle figure seguenti, per maggiori dettagli sulla loro ubicazione fare riferimento alle rispettive planimetrie di progetto.



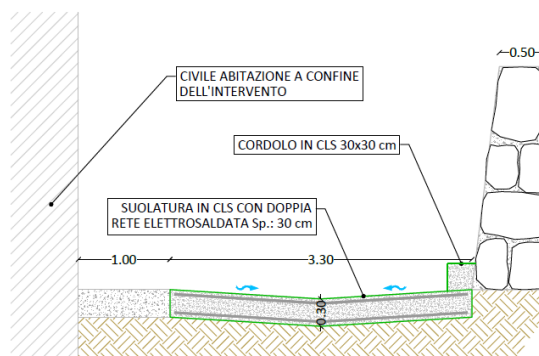
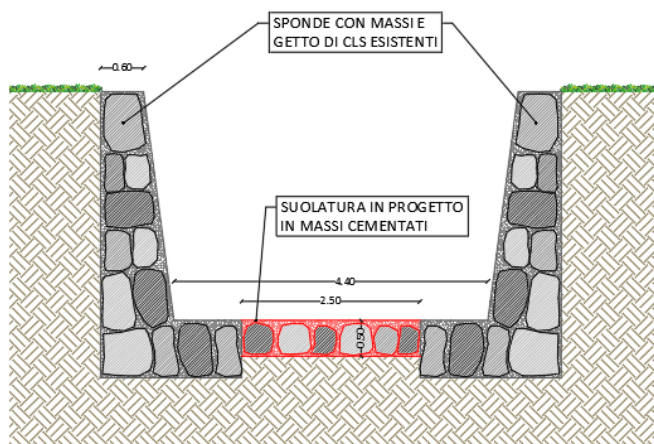


Figura 5 – Sezioni tipo del canale relative all'intervento A

La verifica eseguita per la portata di piena duecentennale definita in precedenza, la  $Q_{TR200}$ , ha permesso di trovare i seguenti risultati nel tratto interessato dall'intervento A:

Tratto	Altezza minima delle sponde nel tratto	Tirante idrico raggiunto per la $Q_{TR200}$	Franco rispetto alle sponde
Sezione A-A'	2,00 m	1,53 m	0,47 m
Sezione B-B'	2,00 m	1,69 m	0,31 m
Sezione C-C'	2,40 m	1,32 m	1,08 m

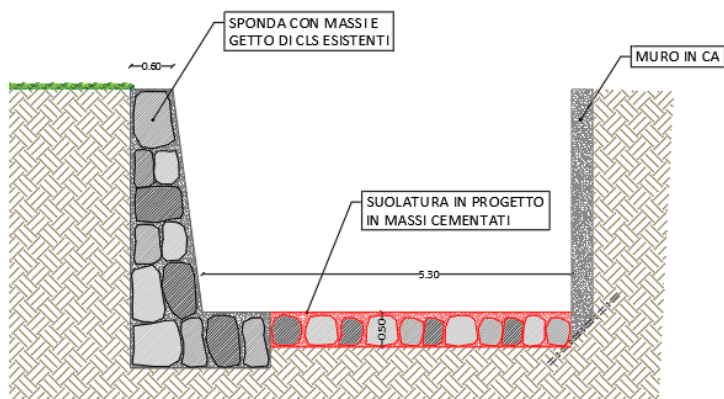
### SEZIONE TIPO TRATTO 3 - PROGETTO scala 1:50





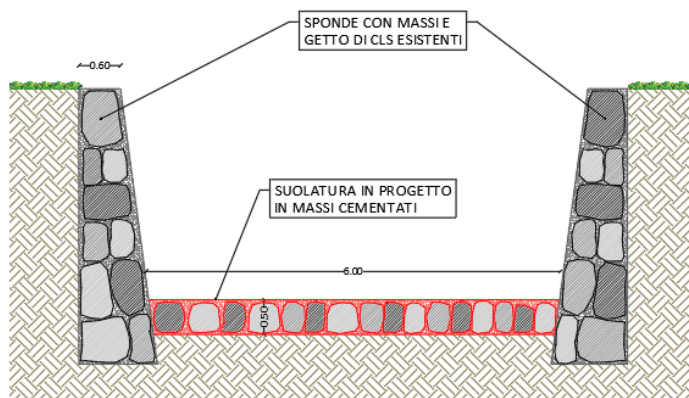
### SEZIONE TIPO TRATTO 4 - PROGETTO

scala 1:50



### SEZIONE TIPO TRATTO 5 - PROGETTO

scala 1:50





## SEZIONE TIPO TRATTO 6 - PROGETTO

scala 1:50

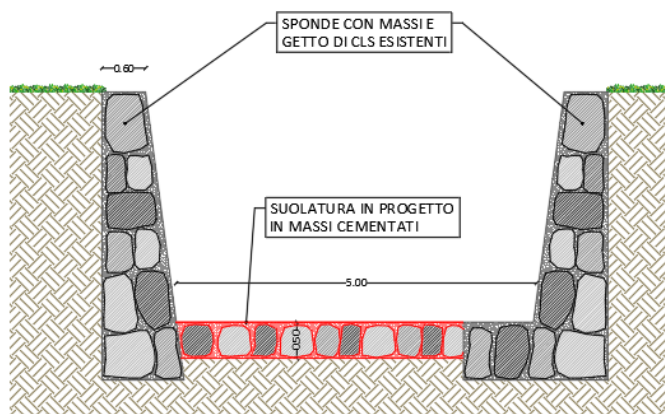


Figura 6 – Sezioni tipo del canale relative all'intervento B

La verifica eseguita per la portata di piena duecentennale definita in precedenza, la  $Q_{TR200}$ , ha permesso di trovare i seguenti risultati nel tratto interessato dall'intervento B:

Sezione tipo	Altezza minima delle sponde nel tratto	Tirante idrico raggiunto per la $Q_{TR200}$	Franco rispetto alle sponde
Tratto 3	3,00 m	2,34 m	0,66 m
Tratto 4	3,00 m	2,28 m	0,72 m
Tratto 5	3,00 m	1,62 m	1,38 m
Tratto 6	3,00 m	1,90 m	1,10 m

Gli interventi in progetto oltre a consolidare le scogliere e i muri esistenti permettono, grazie ad una diminuzione della scabrezza dell'alveo, di conseguire una diminuzione dei livelli del pelo libero.

Il livello del pelo libero non supera mai l'altezza delle sponde nei due tratti analizzati, si può quindi affermare che le sezioni in progetto risultano idraulicamente verificate per le portate calcolate.



## 7 RISULTATI

La seguente relazione idrologico-idraulica viene redatta per i lavori del progetto intitolato “Interventi di mitigazione del rischio di dissesto idrogeologico del reticolo idrografico e a protezione abitati in comune di Bollengo”, per la quale è stato incaricato il sottoscritto da parte del Comune stesso.

L'intervento analizzato nel presente elaborato è la sistemazione del Rio Morto, ovvero la suolatura del fondo alveo e delle sponde nei tratti che lo necessitano. Le opere da realizzare sul Rio Morto sono state suddivise in due interventi principali, l'intervento A e l'intervento B: l'intervento A interessa il tratto del Rio Morto situato a nord del concentrico di Bollengo a monte dell'attraversamento di Via G. Ceres, l'intervento B interessa il tratto a valle di quello precedente fino all'incrocio del Rio con la SP 263 (Via delle scuole).

Gli interventi che si vogliono realizzare hanno come scopo il miglioramento delle condizioni di deflusso del corso d'acqua con conseguente mitigazione del rischio di dissesto idrogeologico specialmente legato al verificarsi di eventi di precipitazione di notevole entità sia in termini di durata che di intensità. Nel corso degli anni infatti il rio ha già causato diverse situazioni di rischio.

Gli interventi in progetto oltre a consolidare le scogliere e i muri esistenti permettono, grazie ad una diminuzione della scabrezza dell'alveo, di conseguire una diminuzione dei livelli del pelo libero. La sicurezza idraulica delle aree circostanti al tratto oggetto di intervento aumenterà perché diminuirà la possibilità che il rio esondi; inoltre verrà annullata del tutto la possibilità di crescita di vegetazione infestante che diminuirebbe notevolmente la sezione di deflusso.

Una volta determinate le portate che caratterizzano il corso d'acqua, rispettivamente per tempi di ritorno pari a 20, 100, 200 e 500 anni, sono state definite le altezze dei tiranti idrici corrispondenti al fine di verificare idraulicamente la soluzione progettuale scelta.

Le indagini di carattere idrologico-idraulico condotte sono state effettuate con riferimento ai risultati degli studi predisposti nell'ambito del PAI (**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.

Nel corso della verifica, effettuata in condizioni di moto uniforme, si è analizzato il comportamento idraulico nelle differenti sezioni del canale rispetto ai valori di portata precedentemente calcolati al fine di valutarne i rispettivi scenari.

Le sezioni in progetto risultano quindi idraulicamente verificate per la portata di piena duecentennale, come si osserva in dettaglio sulle tabelle riportate nelle pagine seguenti.



TABELLA 1

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE  
A SEZIONE TRAPEZIA**

PROGETTO: RIO MORTO

TRONCO: SEZIONE A-A' STATO ATTUALE

**DATI**

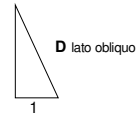
BASE (B)

ALTEZZA (A)

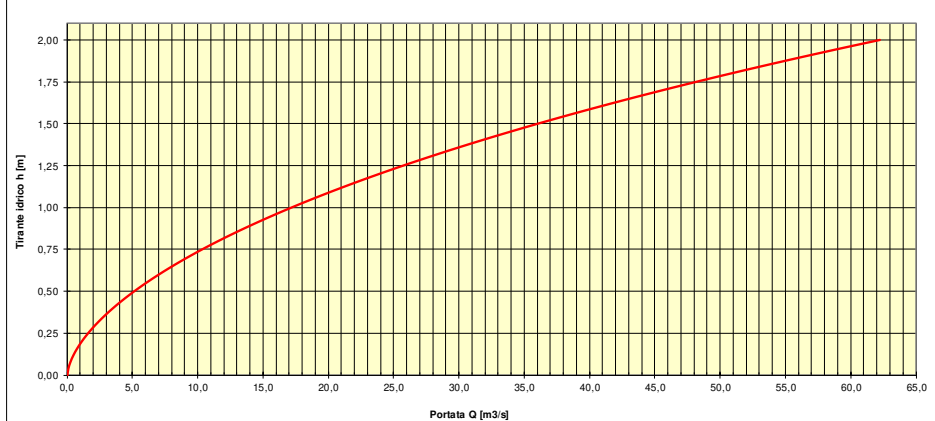
PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

4,00	(m)
2,00	(m)
17,00	(m/km)
30	(m <sup>1/3</sup> /s)

Paramento  
0,7**RISULTATI**

Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,04	2,0%	0,07	4,14	0,16	0,07	0,03	0,721	0,01	0,04	0,67	32,73
2	0,08	4,0%	0,14	4,28	0,33	0,23	0,07	0,799	0,03	0,08	1,31	26,65
3	0,12	6,0%	0,21	4,42	0,50	0,46	0,11	0,844	0,04	0,11	1,93	23,85
4	0,16	8,0%	0,28	4,56	0,68	0,74	0,15	0,875	0,06	0,15	2,52	22,18
5	0,20	10,0%	0,35	4,70	0,86	1,08	0,19	0,899	0,08	0,18	3,10	21,06
6	0,24	12,0%	0,42	4,84	1,04	1,47	0,24	0,916	0,10	0,22	3,66	20,24
7	0,28	14,0%	0,49	4,98	1,23	1,54	0,28	0,931	0,12	0,25	4,21	19,63
8	0,32	16,0%	0,56	5,12	1,43	1,67	0,33	0,942	0,14	0,28	4,74	19,15
9	0,36	18,0%	0,63	5,26	1,63	1,79	0,38	0,952	0,16	0,31	5,26	18,76
10	0,40	20,0%	0,70	5,40	1,83	1,90	0,43	0,960	0,18	0,34	5,76	18,44
11	0,44	22,0%	0,77	5,53	2,04	2,01	0,49	0,967	0,21	0,37	6,26	18,18
12	0,48	24,0%	0,84	5,67	2,25	2,11	0,52	0,973	0,23	0,40	6,74	17,96
13	0,52	26,0%	0,91	5,81	2,47	2,21	0,55	0,978	0,25	0,42	7,21	17,77
14	0,56	28,0%	0,98	5,95	2,69	2,30	0,62	0,982	0,27	0,45	7,68	17,61
15	0,60	30,0%	1,05	6,09	2,91	2,39	0,68	0,986	0,29	0,48	8,13	17,48
16	0,64	32,0%	1,12	6,23	3,15	2,48	0,73	0,990	0,31	0,50	8,58	17,36
17	0,68	34,0%	1,19	6,37	3,38	2,56	0,78	0,993	0,33	0,53	9,02	17,25
18	0,72	36,0%	1,26	6,51	3,62	2,65	0,84	0,995	0,36	0,56	9,45	17,16
19	0,76	38,0%	1,33	6,65	3,87	2,72	0,89	0,998	0,38	0,58	9,88	17,07
20	0,80	40,0%	1,40	6,79	4,11	2,80	0,95	1,000	0,40	0,61	10,30	17,00
21	0,84	42,0%	1,46	6,93	4,37	2,88	1,00	1,002	0,42	0,63	10,72	16,94
22	0,88	44,0%	1,53	7,07	4,63	2,95	1,06	1,004	0,44	0,65	11,13	16,88
23	0,92	46,0%	1,60	7,21	4,89	3,02	1,12	1,005	0,46	0,68	11,53	16,82
24	0,96	48,0%	1,67	7,35	5,16	3,09	1,17	1,007	0,49	0,70	11,93	16,77
25	1,00	50,0%	1,74	7,49	5,43	3,16	1,23	1,008	0,51	0,73	12,33	16,73
26	1,04	52,0%	1,81	7,63	5,71	3,22	1,29	1,009	0,53	0,75	12,72	16,69
27	1,08	54,0%	1,88	7,77	5,99	3,29	1,35	1,010	0,55	0,77	13,10	16,65
28	1,12	56,0%	1,95	7,91	6,27	3,35	1,41	1,011	0,57	0,79	13,49	16,62
29	1,16	58,0%	2,02	8,05	6,56	3,41	1,47	1,012	0,59	0,82	13,87	16,59
30	1,20	60,0%	2,09	8,19	6,86	3,48	1,54	1,013	0,62	0,84	14,24	16,56
31	1,24	62,0%	2,16	8,32	7,16	3,54	1,60	1,014	0,64	0,86	14,61	16,53
32	1,28	64,0%	2,23	8,46	7,46	3,60	1,66	1,015	0,66	0,88	14,98	16,50
33	1,32	66,0%	2,30	8,60	7,77	3,65	1,73	1,016	0,68	0,90	15,35	16,48
34	1,36	68,0%	2,37	8,74	8,08	3,71	1,79	1,016	0,70	0,92	15,72	16,46
35	1,40	70,0%	2,44	8,88	8,40	3,77	1,86	1,017	0,72	0,95	16,08	16,43
36	1,44	72,0%	2,51	9,02	8,72	3,82	1,92	1,018	0,75	0,97	16,44	16,41
37	1,48	74,0%	2,58	9,16	9,05	3,88	1,99	1,018	0,77	0,99	16,79	16,39
38	1,52	76,0%	2,65	9,30	9,38	3,93	2,06	1,019	0,79	1,01	17,15	16,38
39	1,56	78,0%	2,72	9,44	9,72	3,99	2,12	1,019	0,81	1,03	17,50	16,36
40	1,60	80,0%	2,79	9,58	10,06	4,04	2,19	1,020	0,83	1,05	17,85	16,34
41	1,64	82,0%	2,86	9,72	10,40	4,09	2,26	1,021	0,85	1,07	18,19	16,32
42	1,68	84,0%	2,93	9,86	10,75	4,14	2,33	1,021	0,88	1,09	18,54	16,31
43	1,72	86,0%	3,00	10,00	11,11	4,20	2,40	1,022	0,90	1,11	18,88	16,29
44	1,76	88,0%	3,07	10,14	11,47	4,25	2,47	1,022	0,92	1,13	19,23	16,28
45	1,80	90,0%	3,14	10,28	11,83	4,30	2,54	1,022	0,94	1,15	19,57	16,26
46	1,84	92,0%	3,21	10,42	12,20	4,35	2,62	1,023	0,96	1,17	19,90	16,25
47	1,88	94,0%	3,28	10,56	12,57	4,39	2,69	1,023	0,98	1,19	20,24	16,23
48	1,92	96,0%	3,35	10,70	12,95	4,44	2,76	1,024	1,01	1,21	20,58	16,22
49	1,96	98,0%	3,42	10,84	13,33	4,49	2,84	1,024	1,03	1,23	20,91	16,21
50	2,00	100,0%	3,49	10,98	13,71	4,54	2,91	1,025	1,05	1,25	21,24	16,19

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA**



## MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE TRAPEZIA

PROGETTO RIO MORTO

TRONCO: SEZIONE A-A' CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

### DATI

BASE (B)

4,00 (m)

ALTEZZA (A)

2,00 (m)

PENDENZA MOTRICE (i)

17,00 (m/km)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

40 (m<sup>1/3</sup>/s)Paramento  
1,5

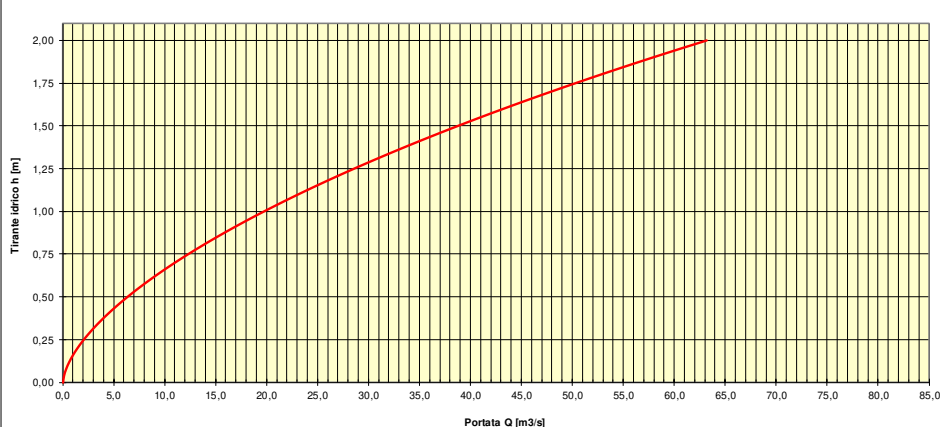
D lato obliquo

1

### RISULTATI

	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,04	2,0%	0,05	4,10	0,16	0,60	0,10	0,04	0,963	0,02	0,04	0,67	18,34
2	0,08	4,0%	0,10	4,19	0,32	0,95	0,31	0,08	1,069	0,05	0,08	1,31	14,88
3	0,12	6,0%	0,14	4,29	0,49	1,23	0,60	0,13	1,131	0,08	0,11	1,94	13,28
4	0,16	8,0%	0,19	4,38	0,66	1,47	0,97	0,18	1,175	0,11	0,15	2,55	12,32
5	0,20	10,0%	0,24	4,48	0,83	1,69	1,40	0,23	1,207	0,15	0,18	3,14	11,67
6	0,24	12,0%	0,29	4,58	1,00	1,89	1,89	0,28	1,232	0,18	0,22	3,71	11,20
7	0,28	14,0%	0,34	4,67	1,17	2,07	2,43	0,34	1,252	0,22	0,25	4,26	10,85
8	0,32	16,0%	0,38	4,77	1,35	2,25	3,03	0,39	1,268	0,26	0,28	4,81	10,57
9	0,36	18,0%	0,43	4,87	1,53	2,41	3,68	0,44	1,282	0,30	0,31	5,33	10,35
10	0,40	20,0%	0,48	4,96	1,71	2,56	4,37	0,50	1,293	0,33	0,34	5,85	10,17
11	0,44	22,0%	0,53	5,06	1,89	2,70	5,11	0,55	1,302	0,37	0,37	6,35	10,03
12	0,48	24,0%	0,58	5,15	2,07	2,84	5,89	0,60	1,310	0,41	0,40	6,84	9,90
13	0,52	26,0%	0,62	5,25	2,26	2,97	6,72	0,66	1,317	0,45	0,43	7,32	9,80
14	0,56	28,0%	0,67	5,35	2,45	3,10	7,59	0,72	1,323	0,49	0,46	7,79	9,72
15	0,60	30,0%	0,72	5,44	2,64	3,22	8,50	0,77	1,327	0,53	0,49	8,25	9,65
16	0,64	32,0%	0,77	5,54	2,83	3,34	9,45	0,83	1,332	0,57	0,51	8,70	9,59
17	0,68	34,0%	0,82	5,63	3,03	3,45	10,44	0,89	1,335	0,61	0,54	9,14	9,54
18	0,72	36,0%	0,87	5,73	3,23	3,56	11,47	0,94	1,338	0,64	0,56	9,57	9,50
19	0,76	38,0%	0,91	5,83	3,43	3,66	12,53	1,00	1,341	0,68	0,59	9,99	9,46
20	0,80	40,0%	0,96	5,92	3,63	3,76	13,64	1,06	1,343	0,72	0,61	10,41	9,43
21	0,84	42,0%	1,01	6,02	3,83	3,86	14,78	1,12	1,344	0,76	0,64	10,82	9,41
22	0,88	44,0%	1,06	6,12	4,04	3,95	15,96	1,18	1,346	0,80	0,66	11,22	9,39
23	0,92	46,0%	1,11	6,21	4,24	4,05	17,17	1,23	1,347	0,83	0,68	11,62	9,37
24	0,96	48,0%	1,15	6,31	4,45	4,14	18,42	1,29	1,348	0,87	0,71	12,01	9,36
25	1,00	50,0%	1,20	6,40	4,67	4,22	19,71	1,35	1,349	0,91	0,73	12,39	9,35
26	1,04	52,0%	1,25	6,50	4,88	4,31	21,03	1,41	1,349	0,95	0,75	12,77	9,34
27	1,08	54,0%	1,30	6,60	5,10	4,39	22,39	1,47	1,350	0,98	0,77	13,14	9,33
28	1,12	56,0%	1,35	6,69	5,32	4,47	23,78	1,53	1,350	1,02	0,79	13,50	9,33
29	1,16	58,0%	1,39	6,79	5,54	4,55	25,21	1,59	1,350	1,06	0,82	13,87	9,33
30	1,20	60,0%	1,44	6,88	5,76	4,63	26,67	1,66	1,350	1,09	0,84	14,22	9,33
31	1,24	62,0%	1,49	6,98	5,99	4,71	28,17	1,72	1,350	1,13	0,86	14,58	9,33
32	1,28	64,0%	1,54	7,08	6,21	4,78	29,70	1,78	1,350	1,17	0,88	14,92	9,33
33	1,32	66,0%	1,59	7,17	6,44	4,85	31,27	1,84	1,349	1,20	0,90	15,27	9,34
34	1,36	68,0%	1,63	7,27	6,67	4,93	32,87	1,90	1,349	1,24	0,92	15,61	9,34
35	1,40	70,0%	1,68	7,37	6,91	5,00	34,51	1,97	1,349	1,27	0,94	15,94	9,35
36	1,44	72,0%	1,73	7,46	7,14	5,07	36,18	2,03	1,348	1,31	0,96	16,27	9,36
37	1,48	74,0%	1,78	7,56	7,38	5,13	37,89	2,09	1,347	1,34	0,98	16,60	9,36
38	1,52	76,0%	1,83	7,65	7,62	5,20	39,63	2,15	1,347	1,38	1,00	16,93	9,37
39	1,56	78,0%	1,87	7,75	7,86	5,27	41,40	2,22	1,346	1,41	1,01	17,25	9,38
40	1,60	80,0%	1,92	7,85	8,11	5,33	43,21	2,28	1,346	1,45	1,03	17,56	9,39
41	1,64	82,0%	1,97	7,94	8,35	5,39	45,05	2,35	1,345	1,48	1,05	17,88	9,40
42	1,68	84,0%	2,02	8,04	8,60	5,46	46,93	2,41	1,344	1,52	1,07	18,19	9,41
43	1,72	86,0%	2,07	8,13	8,85	5,52	48,85	2,48	1,344	1,55	1,09	18,50	9,42
44	1,76	88,0%	2,12	8,23	9,11	5,58	50,79	2,54	1,343	1,59	1,11	18,81	9,43
45	1,80	90,0%	2,16	8,33	9,36	5,64	52,78	2,61	1,342	1,62	1,12	19,11	9,44
46	1,84	92,0%	2,21	8,42	9,62	5,70	54,79	2,67	1,341	1,65	1,14	19,41	9,45
47	1,88	94,0%	2,26	8,52	9,88	5,76	56,84	2,74	1,340	1,69	1,16	19,71	9,46
48	1,92	96,0%	2,31	8,62	10,14	5,81	58,93	2,81	1,340	1,72	1,18	20,00	9,47
49	1,96	98,0%	2,36	8,71	10,40	5,87	61,05	2,87	1,339	1,76	1,19	20,30	9,48
50	2,00	100,0%	2,40	8,81	10,67	5,93	63,21	2,94	1,338	1,79	1,21	20,59	9,50

### MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO HYDROGEOS

P.IVA / C.F. 08462870018

Sede Operativa: SP 222 n.31 - 10010 Loranze (TO)

Sede legale: via Gianavello n.2 - 10060 Rorà (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

info.hydrogeos@pec.it





TABELLA 3

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE  
A SEZIONE TRAPEZIA**

PROGETTO: RIO MORTO

TRONCO: SEZIONE B-B' STATO ATTUALE

**DATI**

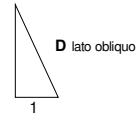
BASE (B)

ALTEZZA (A)

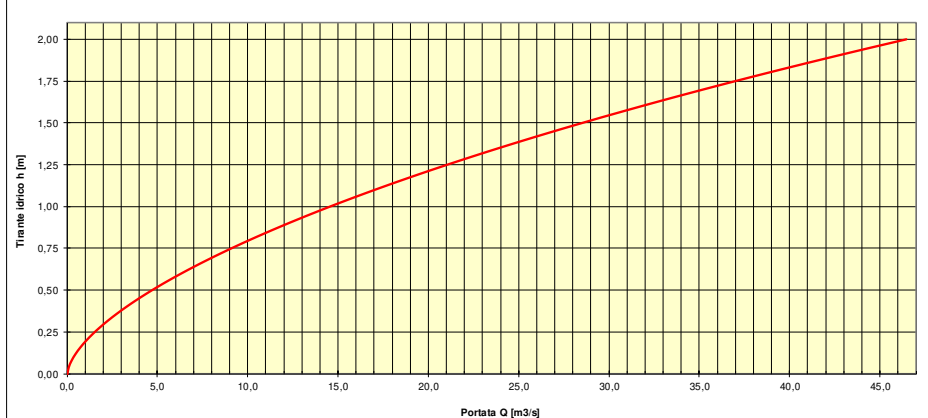
PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

4,00	(m)
2,00	(m)
17,00	(m/km)
30	(m <sup>1/3</sup> /s)

Paramento  
0,7**RISULTATI**

Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,04	2,0%	0,07	4,11	0,16	0,45	0,07	0,721	0,01	0,04	0,67	32,72
2	0,08	4,0%	0,14	4,22	0,32	0,71	0,23	0,799	0,03	0,08	1,31	26,65
3	0,12	6,0%	0,21	4,33	0,49	0,92	0,45	0,844	0,04	0,11	1,93	23,86
4	0,16	8,0%	0,28	4,44	0,66	1,10	0,72	0,875	0,06	0,15	2,52	22,21
5	0,20	10,0%	0,35	4,55	0,83	1,26	1,04	0,897	0,08	0,18	3,10	21,11
6	0,24	12,0%	0,42	4,66	1,00	1,40	1,40	0,915	0,10	0,21	3,65	20,32
7	0,28	14,0%	0,49	4,77	1,18	1,54	1,81	0,928	0,12	0,25	4,19	19,73
8	0,32	16,0%	0,56	4,88	1,35	1,66	2,25	0,939	0,14	0,28	4,72	19,27
9	0,36	18,0%	0,63	4,99	1,53	1,78	2,73	0,948	0,16	0,31	5,22	18,92
10	0,40	20,0%	0,70	5,10	1,71	1,89	3,24	0,955	0,18	0,34	5,72	18,64
11	0,44	22,0%	0,77	5,21	1,90	2,00	3,79	0,961	0,20	0,36	6,20	18,41
12	0,48	24,0%	0,84	5,32	2,08	2,10	4,37	0,966	0,22	0,39	6,66	18,23
13	0,52	26,0%	0,91	5,43	2,27	2,19	4,98	0,970	0,24	0,42	7,12	18,08
14	0,56	28,0%	0,98	5,54	2,46	2,28	5,62	0,973	0,26	0,45	7,57	17,96
15	0,60	30,0%	1,05	5,65	2,66	2,37	6,29	0,976	0,29	0,47	8,00	17,86
16	0,64	32,0%	1,12	5,76	2,85	2,45	6,99	0,978	0,31	0,50	8,42	17,78
17	0,68	34,0%	1,19	5,87	3,05	2,53	7,72	0,980	0,33	0,52	8,84	17,72
18	0,72	36,0%	1,26	5,98	3,25	2,61	8,47	0,981	0,35	0,54	9,25	17,67
19	0,76	38,0%	1,33	6,09	3,45	2,68	9,26	0,982	0,37	0,57	9,65	17,63
20	0,80	40,0%	1,40	6,20	3,66	2,75	10,07	0,983	0,39	0,59	10,04	17,60
21	0,84	42,0%	1,46	6,30	3,86	2,82	10,91	0,983	0,41	0,61	10,42	17,58
22	0,88	44,0%	1,53	6,41	4,07	2,89	11,77	0,984	0,43	0,63	10,79	17,57
23	0,92	46,0%	1,60	6,52	4,28	2,96	12,66	0,984	0,45	0,66	11,16	17,56
24	0,96	48,0%	1,67	6,63	4,50	3,02	13,58	0,984	0,46	0,68	11,53	17,56
25	1,00	50,0%	1,74	6,74	4,71	3,08	14,52	0,984	0,48	0,70	11,88	17,56
26	1,04	52,0%	1,81	6,85	4,93	3,14	15,49	0,984	0,50	0,72	12,24	17,57
27	1,08	54,0%	1,88	6,96	5,15	3,20	16,49	0,983	0,52	0,74	12,58	17,58
28	1,12	56,0%	1,95	7,07	5,38	3,26	17,51	0,983	0,54	0,76	12,92	17,59
29	1,16	58,0%	2,02	7,18	5,60	3,31	18,56	0,983	0,56	0,78	13,26	17,61
30	1,20	60,0%	2,09	7,29	5,83	3,37	19,63	0,982	0,58	0,80	13,59	17,63
31	1,24	62,0%	2,16	7,40	6,06	3,42	20,73	0,981	0,60	0,82	13,91	17,65
32	1,28	64,0%	2,23	7,51	6,29	3,47	21,86	0,981	0,62	0,84	14,24	17,67
33	1,32	66,0%	2,30	7,62	6,52	3,53	23,01	0,980	0,63	0,86	14,55	17,70
34	1,36	68,0%	2,37	7,73	6,76	3,58	24,18	0,979	0,65	0,87	14,87	17,72
35	1,40	70,0%	2,44	7,84	7,00	3,63	25,39	0,979	0,67	0,89	15,18	17,75
36	1,44	72,0%	2,51	7,95	7,24	3,68	26,61	0,978	0,69	0,91	15,48	17,77
37	1,48	74,0%	2,58	8,06	7,48	3,72	27,86	0,977	0,71	0,93	15,78	17,80
38	1,52	76,0%	2,65	8,17	7,73	3,77	29,14	0,976	0,72	0,95	16,08	17,83
39	1,55	77,4%	2,70	8,24	7,90	3,80	30,02	0,976	0,74	0,96	16,28	17,85
40	1,60	80,0%	2,79	8,39	8,23	3,86	31,77	0,975	0,76	0,98	16,67	17,89
41	1,64	82,0%	2,86	8,50	8,48	3,91	33,13	0,974	0,78	1,00	16,96	17,92
42	1,68	84,0%	2,93	8,61	8,74	3,95	34,50	0,973	0,80	1,01	17,25	17,95
43	1,72	86,0%	3,00	8,72	8,99	3,99	35,91	0,972	0,81	1,03	17,53	17,98
44	1,76	88,0%	3,07	8,83	9,25	4,04	37,34	0,971	0,83	1,05	17,82	18,02
45	1,80	90,0%	3,14	8,94	9,51	4,08	38,80	0,971	0,85	1,06	18,09	18,05
46	1,84	92,0%	3,21	9,05	9,78	4,12	40,28	0,970	0,86	1,08	18,37	18,08
47	1,88	94,0%	3,28	9,16	10,04	4,16	41,79	0,969	0,88	1,10	18,65	18,11
48	1,92	96,0%	3,35	9,27	10,31	4,20	43,32	0,968	0,90	1,11	18,92	18,14
49	1,96	98,0%	3,42	9,38	10,58	4,24	44,88	0,967	0,92	1,13	19,19	18,17
50	2,00	100,0%	3,49	9,49	10,86	4,28	46,46	0,966	0,93	1,14	19,45	18,21

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA**





TABELLA

4

## MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE TRAPEZIA

PROGETTO RIO MORTO

TRONCO: SEZIONE B-B' CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

### DATI

BASE (B)

4,00 (m)

ALTEZZA (A)

2,00 (m)

PENDENZA MOTRICE (i)

17,00 (m/km)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

40 (m<sup>1/3</sup>/s)

Paramento  
1,5

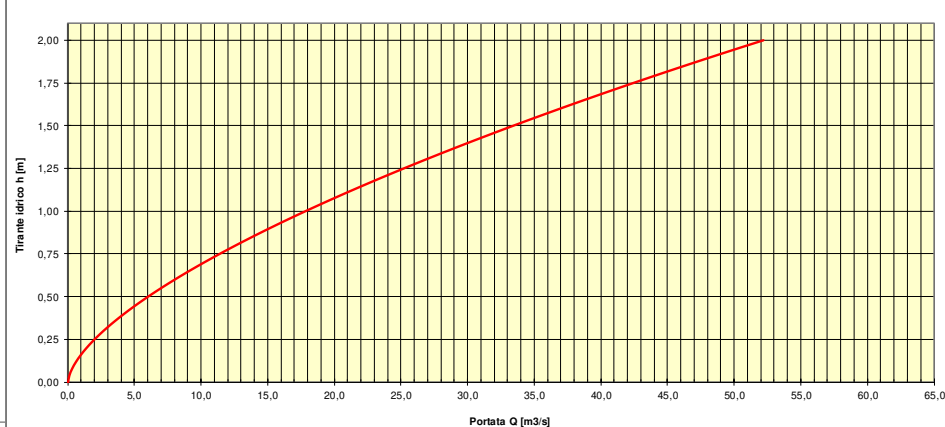
D lato obliquo

1

### RISULTATI

	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,04	2,0%	0,05	4,09	0,16	0,60	0,10	0,04	0,962	0,02	0,04	0,67	18,37
2	0,08	4,0%	0,10	4,18	0,32	0,95	0,30	0,08	1,067	0,05	0,08	1,31	14,93
3	0,12	6,0%	0,14	4,26	0,48	1,22	0,59	0,13	1,128	0,08	0,11	1,93	13,35
4	0,16	8,0%	0,19	4,35	0,65	1,47	0,95	0,18	1,170	0,11	0,15	2,53	12,41
5	0,20	10,0%	0,24	4,44	0,81	1,68	1,37	0,23	1,201	0,14	0,18	3,11	11,78
6	0,24	12,0%	0,29	4,53	0,98	1,88	1,84	0,28	1,225	0,18	0,22	3,68	11,33
7	0,28	14,0%	0,34	4,62	1,15	2,06	2,36	0,33	1,243	0,22	0,25	4,22	11,00
8	0,32	16,0%	0,38	4,70	1,31	2,23	2,93	0,38	1,258	0,25	0,28	4,75	10,74
9	0,36	18,0%	0,43	4,79	1,48	2,39	3,54	0,43	1,270	0,29	0,31	5,26	10,54
10	0,40	20,0%	0,48	4,88	1,65	2,53	4,19	0,48	1,280	0,33	0,34	5,76	10,38
11	0,44	22,0%	0,53	4,97	1,82	2,67	4,88	0,53	1,287	0,36	0,37	6,24	10,26
12	0,48	24,0%	0,58	5,06	2,00	2,81	5,61	0,59	1,294	0,40	0,39	6,71	10,16
13	0,52	26,0%	0,62	5,14	2,17	2,93	6,37	0,64	1,299	0,44	0,42	7,17	10,08
14	0,56	28,0%	0,67	5,23	2,34	3,05	7,16	0,69	1,303	0,48	0,45	7,62	10,01
15	0,60	30,0%	0,72	5,32	2,52	3,17	7,99	0,74	1,306	0,51	0,47	8,05	9,96
16	0,64	32,0%	0,77	5,41	2,70	3,28	8,84	0,79	1,309	0,55	0,50	8,47	9,92
17	0,68	34,0%	0,82	5,50	2,87	3,38	9,73	0,84	1,311	0,58	0,52	8,89	9,90
18	0,72	36,0%	0,87	5,59	3,05	3,49	10,64	0,90	1,312	0,62	0,55	9,29	9,87
19	0,76	38,0%	0,91	5,67	3,23	3,58	11,59	0,95	1,313	0,65	0,57	9,69	9,86
20	0,80	40,0%	0,96	5,76	3,41	3,68	12,56	1,00	1,313	0,69	0,59	10,07	9,85
21	0,84	42,0%	1,01	5,85	3,60	3,77	13,55	1,05	1,314	0,72	0,61	10,45	9,85
22	0,88	44,0%	1,06	5,94	3,78	3,86	14,58	1,11	1,313	0,76	0,64	10,82	9,86
23	0,92	46,0%	1,11	6,03	3,96	3,94	15,63	1,16	1,313	0,79	0,66	11,18	9,86
24	0,96	48,0%	1,15	6,11	4,15	4,03	16,70	1,21	1,312	0,83	0,68	11,53	9,87
25	1,00	50,0%	1,20	6,20	4,33	4,11	17,80	1,26	1,311	0,86	0,70	11,88	9,89
26	1,04	52,0%	1,25	6,29	4,52	4,18	18,92	1,32	1,310	0,89	0,72	12,22	9,90
27	1,08	54,0%	1,30	6,38	4,71	4,26	20,06	1,37	1,309	0,93	0,74	12,55	9,92
28	1,12	56,0%	1,35	6,47	4,90	4,33	21,23	1,42	1,308	0,96	0,76	12,88	9,94
29	1,16	58,0%	1,39	6,55	5,09	4,41	22,42	1,47	1,306	0,99	0,78	13,20	9,96
30	1,20	60,0%	1,44	6,64	5,28	4,48	23,63	1,53	1,305	1,02	0,79	13,51	9,99
31	1,24	62,0%	1,49	6,73	5,47	4,54	24,86	1,58	1,303	1,05	0,81	13,82	10,01
32	1,28	64,0%	1,54	6,82	5,67	4,61	26,12	1,63	1,301	1,08	0,83	14,13	10,04
33	1,32	66,0%	1,59	6,91	5,86	4,67	27,40	1,68	1,299	1,11	0,85	14,43	10,07
34	1,36	68,0%	1,63	6,99	6,06	4,74	28,70	1,74	1,297	1,14	0,87	14,72	10,10
35	1,40	70,0%	1,68	7,08	6,25	4,80	30,02	1,79	1,295	1,17	0,88	15,01	10,13
36	1,44	72,0%	1,73	7,17	6,45	4,86	31,36	1,84	1,293	1,20	0,90	15,29	10,16
37	1,48	74,0%	1,78	7,26	6,65	4,92	32,72	1,90	1,291	1,23	0,92	15,57	10,19
38	1,52	76,0%	1,83	7,35	6,85	4,98	34,10	1,95	1,289	1,26	0,93	15,85	10,23
39	1,55	77,4%	1,86	7,41	6,99	5,02	35,04	1,99	1,288	1,28	0,94	16,03	10,25
40	1,60	80,0%	1,92	7,52	7,25	5,09	36,92	2,06	1,285	1,32	0,96	16,39	10,30
41	1,64	82,0%	1,97	7,61	7,46	5,14	38,36	2,11	1,283	1,35	0,98	16,65	10,33
42	1,68	84,0%	2,02	7,70	7,66	5,20	39,82	2,16	1,281	1,38	1,00	16,92	10,37
43	1,72	86,0%	2,07	7,79	7,87	5,25	41,30	2,22	1,278	1,41	1,01	17,17	10,40
44	1,76	88,0%	2,12	7,88	8,07	5,30	42,80	2,27	1,276	1,43	1,03	17,43	10,44
45	1,80	90,0%	2,16	7,96	8,28	5,35	44,32	2,32	1,274	1,46	1,04	17,68	10,47
46	1,84	92,0%	2,21	8,05	8,49	5,40	45,86	2,38	1,272	1,49	1,05	17,92	10,51
47	1,88	94,0%	2,26	8,14	8,70	5,45	47,42	2,43	1,270	1,51	1,07	18,17	10,55
48	1,92	96,0%	2,31	8,23	8,91	5,50	48,99	2,48	1,267	1,54	1,08	18,41	10,58
49	1,96	98,0%	2,36	8,32	9,12	5,55	50,59	2,54	1,265	1,57	1,10	18,65	10,62
50	2,00	100,0%	2,40	8,40	9,33	5,59	52,20	2,59	1,263	1,59	1,11	18,88	10,66

### MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO HYDROGEOS

P.IVA / C.F. 08462870018

Sede Operativa: SP 222 n.31 - 10010 Loranze (TO)

Sede legale: via Gianavello n.2 - 10060 Rorà (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

info.hydrogeos@pec.it



TABELLA 5

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE  
A SEZIONE TRAPEZIA**

PROGETTO: RIO MORTO

TRONCO: SEZIONE C-C STATO ATTUALE

**DATI**

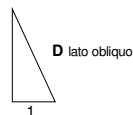
BASE (B)

ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

4,30	(m)
2,40	(m)
17,00	(m/km)
30	(m <sup>1/3</sup> /s)

Paramento  
8**RISULTATI**

Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,30	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,05	2,0%	0,05	4,40	0,21	0,11	0,04	0,742	0,01	0,05	0,80	30,85
2	0,10	4,0%	0,10	4,49	0,41	0,80	0,08	0,822	0,03	0,09	1,56	25,18
3	0,14	6,0%	0,15	4,59	0,62	1,03	0,13	0,867	0,05	0,14	2,30	22,61
4	0,19	8,0%	0,19	4,69	0,83	1,23	0,18	0,898	0,08	0,18	3,00	21,10
5	0,24	10,0%	0,24	4,78	1,04	1,41	0,23	0,919	0,10	0,22	3,68	20,11
6	0,29	12,0%	0,29	4,88	1,24	1,57	0,28	0,936	0,13	0,25	4,33	19,41
7	0,34	14,0%	0,34	4,97	1,45	1,72	0,33	0,948	0,15	0,29	4,96	18,91
8	0,38	16,0%	0,39	5,07	1,66	1,86	0,37	0,958	0,18	0,33	5,57	18,54
9	0,43	18,0%	0,44	5,17	1,87	1,99	0,42	0,965	0,20	0,36	6,15	18,26
10	0,48	20,0%	0,48	5,26	2,08	2,11	0,47	0,970	0,23	0,39	6,71	18,06
11	0,53	22,0%	0,53	5,36	2,29	2,22	0,52	0,974	0,25	0,43	7,26	17,90
12	0,58	24,0%	0,58	5,46	2,50	2,32	0,57	0,977	0,28	0,46	7,78	17,79
13	0,62	26,0%	0,63	5,55	2,71	2,42	0,62	0,980	0,30	0,49	8,29	17,72
14	0,67	28,0%	0,68	5,65	2,92	2,52	0,67	0,981	0,32	0,52	8,78	17,67
15	0,72	30,0%	0,73	5,75	3,13	2,61	0,72	0,982	0,35	0,54	9,26	17,65
16	0,77	32,0%	0,77	5,84	3,34	2,69	0,76	0,982	0,37	0,57	9,72	17,64
17	0,82	34,0%	0,82	5,94	3,55	2,78	0,81	0,981	0,39	0,60	10,16	17,65
18	0,86	36,0%	0,87	6,03	3,76	2,85	0,86	0,981	0,42	0,62	10,60	17,68
19	0,91	38,0%	0,92	6,13	3,97	2,93	0,91	0,980	0,44	0,65	11,02	17,72
20	0,96	40,0%	0,97	6,23	4,19	3,00	0,95	0,978	0,46	0,67	11,43	17,77
21	1,01	42,0%	1,02	6,32	4,40	3,07	1,00	0,977	0,48	0,70	11,82	17,83
22	1,06	44,0%	1,06	6,42	4,61	3,14	1,05	0,975	0,50	0,72	12,21	17,89
23	1,10	46,0%	1,11	6,52	4,82	3,20	1,10	0,973	0,52	0,74	12,58	17,97
24	1,15	48,0%	1,16	6,61	5,04	3,26	1,14	0,971	0,54	0,76	12,95	18,05
25	1,20	50,0%	1,21	6,71	5,25	3,32	1,19	0,968	0,56	0,78	13,30	18,13
26	1,25	52,0%	1,26	6,81	5,46	3,38	1,23	0,966	0,58	0,80	13,65	18,23
27	1,30	54,0%	1,31	6,90	5,68	3,43	1,28	0,963	0,60	0,82	13,98	18,32
28	1,34	56,0%	1,35	7,00	5,89	3,49	1,33	0,961	0,62	0,84	14,31	18,42
29	1,39	58,0%	1,40	7,09	6,11	3,54	1,37	0,958	0,64	0,86	14,63	18,53
30	1,44	60,0%	1,45	7,19	6,32	3,59	1,42	0,955	0,66	0,88	14,94	18,63
31	1,49	62,0%	1,50	7,29	6,54	3,64	1,46	0,952	0,67	0,90	15,25	18,74
32	1,54	64,0%	1,55	7,38	6,75	3,69	1,51	0,950	0,69	0,91	15,55	18,86
33	1,58	66,0%	1,60	7,48	6,97	3,73	1,55	0,947	0,71	0,93	15,84	18,97
34	1,63	68,0%	1,64	7,58	7,18	3,78	1,59	0,944	0,73	0,95	16,12	19,09
35	1,68	70,0%	1,69	7,67	7,40	3,82	1,64	0,941	0,74	0,96	16,40	19,21
36	1,73	72,0%	1,74	7,77	7,62	3,86	1,68	0,938	0,76	0,98	16,67	19,33
37	1,78	74,0%	1,79	7,87	7,83	3,90	1,73	0,935	0,78	1,00	16,93	19,46
38	1,82	76,0%	1,84	7,96	8,05	3,94	1,77	0,932	0,79	1,01	17,19	19,58
39	1,87	78,0%	1,89	8,06	8,27	3,98	1,82	0,929	0,81	1,03	17,44	19,71
40	1,92	80,0%	1,93	8,15	8,49	4,02	1,86	0,926	0,82	1,04	17,69	19,84
41	1,97	82,0%	1,98	8,25	8,70	4,05	1,90	0,923	0,84	1,05	17,93	19,97
42	2,02	84,0%	2,03	8,35	8,92	4,09	1,94	0,920	0,85	1,07	18,17	20,10
43	2,06	86,0%	2,08	8,44	9,14	4,12	1,99	0,917	0,87	1,08	18,40	20,23
44	2,11	88,0%	2,13	8,54	9,36	4,16	2,03	0,914	0,88	1,10	18,63	20,37
45	2,16	90,0%	2,18	8,64	9,58	4,19	2,07	0,911	0,90	1,11	18,86	20,50
46	2,21	92,0%	2,23	8,73	9,80	4,22	2,11	0,908	0,91	1,12	19,07	20,63
47	2,26	94,0%	2,27	8,83	10,02	4,26	2,16	0,905	0,92	1,13	19,29	20,77
48	2,30	96,0%	2,32	8,93	10,24	4,29	2,20	0,902	0,94	1,15	19,50	20,91
49	2,35	98,0%	2,37	9,02	10,46	4,32	2,24	0,899	0,95	1,16	19,71	21,04
50	2,40	100,0%	2,42	9,12	10,68	4,35	2,28	0,896	0,96	1,17	19,91	21,18

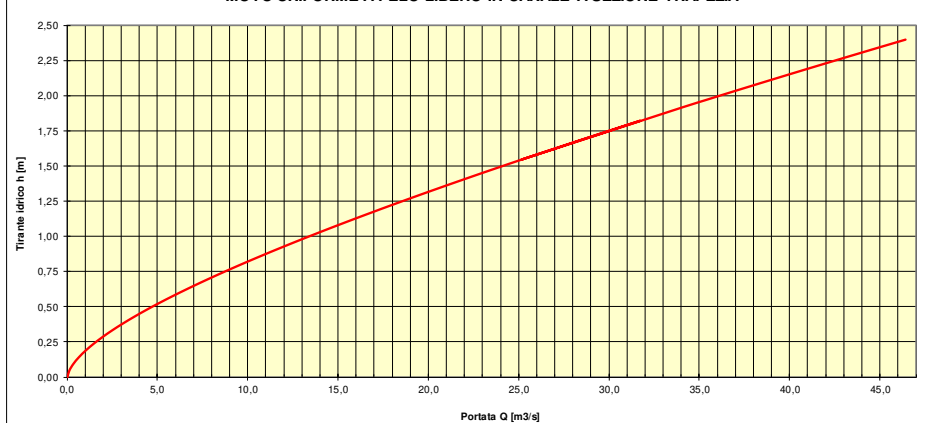
**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA**



TABELLA 6

## MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE TRAPEZIA

PROGETTO RIO MORTO

TRONCO: SEZIONE C-C' CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

### DATI

BASE (B)

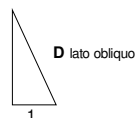
ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

4,30	(m)
2,40	(m)
17,00	(m/km)
60	(m <sup>1/3</sup> /s)

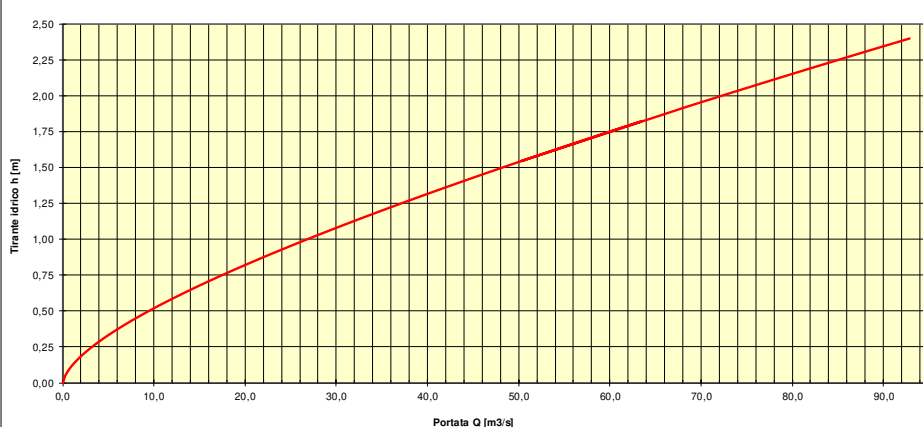
Paramento  
8



### RISULTATI

	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,05	2,0%	0,05	4,40	0,21	1,02	0,21	0,06	1,485	0,05	0,05	0,80	7,71
2	0,10	4,0%	0,10	4,49	0,41	1,59	0,66	0,13	1,643	0,13	0,09	1,56	6,30
3	0,14	6,0%	0,15	4,59	0,62	2,06	1,28	0,21	1,734	0,22	0,14	2,30	5,65
4	0,19	8,0%	0,19	4,69	0,83	2,46	2,04	0,28	1,795	0,31	0,18	3,00	5,27
5	0,24	10,0%	0,24	4,78	1,04	2,82	2,92	0,36	1,839	0,41	0,22	3,68	5,03
6	0,29	12,0%	0,29	4,88	1,24	3,15	3,91	0,44	1,872	0,50	0,25	4,33	4,85
7	0,34	14,0%	0,34	4,97	1,45	3,44	5,00	0,52	1,896	0,60	0,29	4,96	4,73
8	0,38	16,0%	0,39	5,07	1,66	3,72	6,17	0,59	1,915	0,70	0,33	5,57	4,63
9	0,43	18,0%	0,44	5,17	1,87	3,97	7,42	0,67	1,930	0,80	0,36	6,15	4,57
10	0,48	20,0%	0,48	5,26	2,08	4,21	8,75	0,75	1,941	0,90	0,39	6,71	4,51
11	0,53	22,0%	0,53	5,36	2,29	4,43	10,15	0,83	1,949	1,00	0,43	7,26	4,48
12	0,58	24,0%	0,58	5,46	2,50	4,65	11,60	0,91	1,955	1,10	0,46	7,78	4,45
13	0,62	26,0%	0,63	5,55	2,71	4,85	13,12	0,98	1,959	1,20	0,49	8,29	4,43
14	0,67	28,0%	0,68	5,65	2,92	5,04	14,69	1,06	1,962	1,29	0,52	8,78	4,42
15	0,72	30,0%	0,73	5,75	3,13	5,22	16,32	1,14	1,963	1,39	0,54	9,26	4,41
16	0,77	32,0%	0,77	5,84	3,34	5,39	17,99	1,21	1,963	1,48	0,57	9,72	4,41
17	0,82	34,0%	0,82	5,94	3,55	5,55	19,71	1,29	1,963	1,57	0,60	10,16	4,41
18	0,86	36,0%	0,87	6,03	3,76	5,71	21,48	1,37	1,961	1,66	0,62	10,60	4,42
19	0,91	38,0%	0,92	6,13	3,97	5,86	23,28	1,44	1,959	1,75	0,65	11,02	4,43
20	0,96	40,0%	0,97	6,23	4,19	6,00	25,12	1,52	1,956	1,84	0,67	11,43	4,44
21	1,01	42,0%	1,02	6,32	4,40	6,14	27,01	1,59	1,953	1,92	0,70	11,82	4,46
22	1,06	44,0%	1,06	6,42	4,61	6,27	28,92	1,66	1,949	2,01	0,72	12,21	4,47
23	1,10	46,0%	1,11	6,52	4,82	6,40	30,88	1,74	1,945	2,09	0,74	12,58	4,49
24	1,15	48,0%	1,16	6,61	5,04	6,52	32,86	1,81	1,941	2,17	0,76	12,95	4,51
25	1,20	50,0%	1,21	6,71	5,25	6,64	34,88	1,89	1,936	2,25	0,78	13,30	4,53
26	1,25	52,0%	1,26	6,81	5,46	6,76	36,92	1,96	1,932	2,33	0,80	13,65	4,56
27	1,30	54,0%	1,31	6,90	5,68	6,87	39,00	2,03	1,927	2,40	0,82	13,98	4,58
28	1,32	55,0%	1,33	6,95	5,78	6,92	40,04	2,07	1,924	2,44	0,83	14,15	4,59
29	1,39	58,0%	1,40	7,09	6,11	7,08	43,23	2,18	1,916	2,55	0,86	14,63	4,63
30	1,44	60,0%	1,45	7,19	6,32	7,18	45,38	2,25	1,910	2,63	0,88	14,94	4,66
31	1,49	62,0%	1,50	7,29	6,54	7,28	47,56	2,32	1,905	2,70	0,90	15,25	4,69
32	1,54	64,0%	1,55	7,38	6,75	7,37	49,77	2,39	1,899	2,77	0,91	15,55	4,71
33	1,58	66,0%	1,60	7,48	6,97	7,46	51,99	2,46	1,893	2,84	0,93	15,84	4,74
34	1,63	68,0%	1,64	7,58	7,18	7,55	54,24	2,53	1,887	2,91	0,95	16,12	4,77
35	1,68	70,0%	1,69	7,67	7,40	7,64	56,51	2,60	1,881	2,97	0,96	16,40	4,80
36	1,73	72,0%	1,74	7,77	7,62	7,72	58,81	2,67	1,875	3,04	0,98	16,67	4,83
37	1,78	74,0%	1,79	7,87	7,83	7,80	61,12	2,74	1,869	3,10	1,00	16,93	4,86
38	1,82	76,0%	1,84	7,96	8,05	7,88	63,45	2,81	1,863	3,17	1,01	17,19	4,90
39	1,55	64,5%	1,56	7,41	6,80	7,39	50,27	2,41	1,898	2,78	0,92	15,61	4,72
40	1,92	80,0%	1,93	8,15	8,49	8,03	68,18	2,95	1,851	3,29	1,04	17,69	4,96
41	1,97	82,0%	1,98	8,25	8,70	8,11	70,57	3,02	1,845	3,35	1,05	17,93	4,99
42	2,02	84,0%	2,03	8,35	8,92	8,18	72,97	3,09	1,839	3,41	1,07	18,17	5,02
43	2,06	86,0%	2,08	8,44	9,14	8,25	75,40	3,15	1,833	3,47	1,08	18,40	5,06
44	2,11	88,0%	2,13	8,54	9,36	8,32	77,84	3,22	1,827	3,52	1,10	18,63	5,09
45	2,16	90,0%	2,18	8,64	9,58	8,38	80,30	3,29	1,821	3,58	1,11	18,86	5,12
46	2,21	92,0%	2,23	8,73	9,80	8,45	82,78	3,36	1,815	3,64	1,12	19,07	5,16
47	2,26	94,0%	2,27	8,83	10,02	8,51	85,27	3,42	1,809	3,69	1,13	19,29	5,19
48	2,30	96,0%	2,32	8,93	10,24	8,57	87,77	3,49	1,803	3,75	1,15	19,50	5,23
49	2,35	98,0%	2,37	9,02	10,46	8,63	90,30	3,56	1,798	3,80	1,16	19,71	5,26
50	2,40	100,0%	2,42	9,12	10,68	8,69	92,83	3,62	1,792	3,85	1,17	19,91	5,30

### MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO HYDROGEOS

P.IVA / C.F. 08462870018

Sede Operativa: SP 222 n.31 - 10010 Loranze (TO)

Sede legale: via Gianavello n.2 - 10060 Rorà (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

info.hydrogeos@pec.it



TABELLA 7

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE  
A SEZIONE TRAPEZIA**

PROGETTO: RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 3 STATO ATTUALE

**DATI**

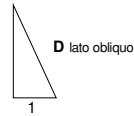
BASE (B)

ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

4,40	(m)
3,00	(m)
8,00	(m/km)
30	(m <sup>1/3</sup> /s)

Paramento  
8**RISULTATI**

Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,40	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	4,52	0,26	0,11	0,04	0,527	0,01	0,06	0,47	28,79
2	0,12	4,0%	0,12	4,64	0,53	0,33	0,08	0,582	0,02	0,11	0,91	23,62
3	0,18	6,0%	0,18	4,76	0,80	0,65	0,13	0,613	0,03	0,17	1,34	21,30
4	0,24	8,0%	0,24	4,88	1,06	0,97	0,18	0,633	0,05	0,22	1,74	19,97
5	0,30	10,0%	0,30	5,00	1,33	1,11	0,23	0,647	0,06	0,27	2,13	19,11
6	0,36	12,0%	0,36	5,13	1,60	1,23	0,27	0,657	0,08	0,31	2,50	18,52
7	0,42	14,0%	0,42	5,25	1,87	1,35	0,32	0,665	0,09	0,36	2,85	18,11
8	0,48	16,0%	0,48	5,37	2,14	1,45	0,37	0,670	0,11	0,40	3,19	17,81
9	0,54	18,0%	0,54	5,49	2,41	1,55	0,42	0,674	0,12	0,44	3,52	17,61
10	0,60	20,0%	0,60	5,61	2,69	1,64	0,47	0,677	0,14	0,48	3,83	17,46
11	0,66	22,0%	0,67	5,73	2,96	1,73	0,52	0,679	0,15	0,52	4,13	17,36
12	0,72	24,0%	0,73	5,85	3,23	1,81	0,56	0,680	0,17	0,55	4,42	17,30
13	0,78	26,0%	0,79	5,97	3,51	1,88	0,61	0,680	0,18	0,59	4,70	17,28
14	0,84	28,0%	0,85	6,09	3,78	1,95	0,66	0,681	0,19	0,62	4,97	17,27
15	0,90	30,0%	0,91	6,21	4,06	2,02	0,71	0,680	0,21	0,65	5,23	17,29
16	0,96	32,0%	0,97	6,33	4,34	2,09	0,76	0,680	0,22	0,68	5,48	17,32
17	1,02	34,0%	1,03	6,46	4,62	2,15	0,80	0,679	0,23	0,72	5,72	17,37
18	1,08	36,0%	1,09	6,58	4,90	2,20	0,85	0,677	0,25	0,74	5,96	17,43
19	1,14	38,0%	1,15	6,70	5,18	2,26	0,90	0,676	0,26	0,77	6,19	17,50
20	1,20	40,0%	1,21	6,82	5,46	2,31	0,94	0,674	0,27	0,80	6,41	17,58
21	1,26	42,0%	1,27	6,94	5,74	2,37	0,99	0,673	0,29	0,83	6,62	17,67
22	1,32	44,0%	1,33	7,06	6,03	2,41	1,04	0,671	0,30	0,85	6,83	17,77
23	1,38	46,0%	1,39	7,18	6,31	2,46	1,08	0,669	0,31	0,88	7,03	17,87
24	1,44	48,0%	1,45	7,30	6,60	2,51	1,13	0,667	0,32	0,90	7,23	17,97
25	1,50	50,0%	1,51	7,42	6,88	2,55	1,18	0,665	0,33	0,93	7,42	18,08
26	1,56	52,0%	1,57	7,54	7,17	2,59	1,22	0,663	0,34	0,95	7,60	18,20
27	1,62	54,0%	1,63	7,67	7,46	2,63	1,27	0,661	0,35	0,97	7,78	18,32
28	1,68	56,0%	1,69	7,79	7,74	2,67	1,31	0,659	0,36	0,99	7,96	18,44
29	1,74	58,0%	1,75	7,91	8,03	2,71	1,36	0,657	0,37	1,02	8,13	18,56
30	1,80	60,0%	1,81	8,03	8,33	2,75	1,40	0,654	0,39	1,04	8,30	18,69
31	1,86	62,0%	1,87	8,15	8,62	2,78	1,45	0,652	0,40	1,06	8,46	18,81
32	1,92	64,0%	1,93	8,27	8,91	2,82	1,49	0,650	0,41	1,08	8,62	18,94
33	1,98	66,0%	2,00	8,39	9,20	2,85	1,54	0,648	0,42	1,10	8,77	19,08
34	2,04	68,0%	2,06	8,51	9,50	2,89	1,58	0,645	0,42	1,12	8,93	19,21
35	2,10	70,0%	2,12	8,63	9,79	2,92	1,63	0,643	0,43	1,13	9,07	19,35
36	2,16	72,0%	2,18	8,75	10,09	2,95	1,67	0,641	0,44	1,15	9,22	19,48
37	2,22	74,0%	2,24	8,87	10,38	2,98	1,71	0,639	0,45	1,17	9,36	19,62
38	2,28	76,0%	2,30	9,00	10,68	3,01	1,76	0,636	0,46	1,19	9,50	19,76
39	2,34	78,0%	2,36	9,12	10,98	3,04	1,80	0,634	0,47	1,20	9,64	19,90
40	2,40	80,0%	2,42	9,24	11,28	3,07	1,85	0,632	0,48	1,22	9,77	20,04
41	2,46	82,0%	2,48	9,36	11,58	3,09	1,89	0,630	0,49	1,24	9,90	20,18
42	2,52	84,0%	2,54	9,48	11,88	3,12	1,93	0,627	0,50	1,25	10,03	20,32
43	2,58	86,0%	2,60	9,60	12,18	3,15	1,98	0,625	0,50	1,27	10,15	20,46
44	2,64	88,0%	2,66	9,72	12,49	3,17	1,99	0,623	0,51	1,28	10,28	20,60
45	2,70	90,0%	2,72	9,84	12,79	3,20	2,06	0,621	0,52	1,30	10,40	20,74
46	2,76	92,0%	2,78	9,96	13,10	3,22	2,11	0,619	0,53	1,31	10,52	20,89
47	2,82	94,0%	2,84	10,08	13,40	3,24	2,15	0,617	0,54	1,33	10,63	21,03
48	2,88	96,0%	2,90	10,20	13,71	3,27	2,19	0,615	0,54	1,34	10,75	21,17
49	2,94	98,0%	2,96	10,33	14,02	3,29	2,24	0,613	0,55	1,36	10,86	21,31
50	3,00	100,0%	3,02	10,45	14,33	3,31	2,28	0,611	0,56	1,37	10,97	21,46

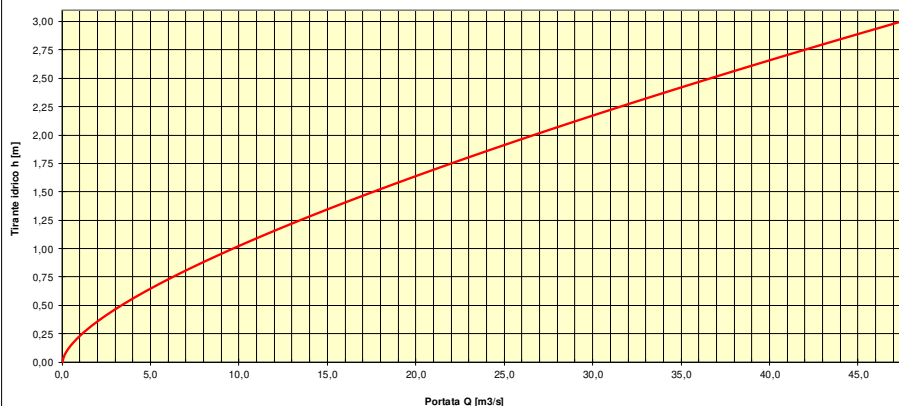
**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA**



TABELLA 8

## MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE TRAPEZIA

PROGETTO RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 3 CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

### DATI

BASE (B)

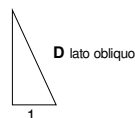
ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

4,40	(m)
3,00	(m)
8,00	(m/km)
40	(m <sup>1/3</sup> /s)

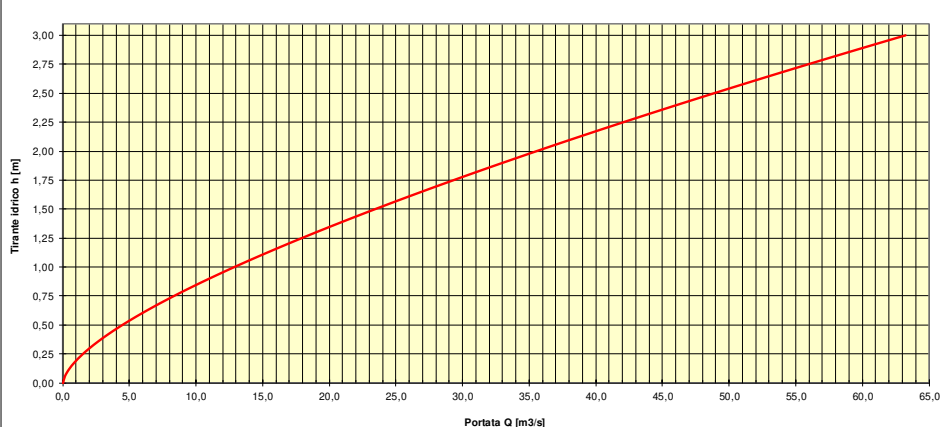
Paramento  
8



### RISULTATI

	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	4,52	0,26	0,54	0,14	0,05	0,703	0,01	0,06	0,47	16,20
2	0,12	4,0%	0,12	4,64	0,53	0,84	0,45	0,10	0,776	0,04	0,11	0,91	13,28
3	0,18	6,0%	0,18	4,76	0,80	1,09	0,86	0,16	0,817	0,06	0,17	1,34	11,98
4	0,24	8,0%	0,24	4,88	1,06	1,29	1,38	0,22	0,844	0,09	0,22	1,74	11,23
5	0,30	10,0%	0,30	5,00	1,33	1,48	1,97	0,27	0,863	0,11	0,27	2,13	10,75
6	0,36	12,0%	0,36	5,13	1,60	1,65	2,63	0,33	0,876	0,14	0,31	2,50	10,42
7	0,42	14,0%	0,42	5,25	1,87	1,80	3,36	0,39	0,886	0,16	0,36	2,85	10,19
8	0,48	16,0%	0,48	5,37	2,14	1,94	4,15	0,45	0,894	0,19	0,40	3,19	10,02
9	0,54	18,0%	0,54	5,49	2,41	2,07	4,99	0,51	0,899	0,22	0,44	3,52	9,90
10	0,60	20,0%	0,60	5,61	2,69	2,19	5,88	0,57	0,903	0,24	0,48	3,83	9,82
11	0,66	22,0%	0,67	5,73	2,96	2,30	6,81	0,63	0,905	0,27	0,52	4,13	9,77
12	0,72	24,0%	0,73	5,85	3,23	2,41	7,79	0,68	0,907	0,30	0,55	4,42	9,73
13	0,78	26,0%	0,79	5,97	3,51	2,51	8,80	0,74	0,907	0,32	0,59	4,70	9,72
14	0,84	28,0%	0,85	6,09	3,78	2,60	9,86	0,80	0,907	0,35	0,62	4,97	9,72
15	0,90	30,0%	0,91	6,21	4,06	2,69	10,94	0,86	0,907	0,37	0,65	5,23	9,73
16	0,96	32,0%	0,97	6,33	4,34	2,78	12,06	0,92	0,906	0,39	0,68	5,48	9,74
17	1,02	34,0%	1,03	6,46	4,62	2,86	13,21	0,97	0,905	0,42	0,72	5,72	9,77
18	1,08	36,0%	1,09	6,58	4,90	2,94	14,40	1,03	0,903	0,44	0,74	5,96	9,81
19	1,14	38,0%	1,15	6,70	5,18	3,01	15,61	1,09	0,901	0,46	0,77	6,19	9,85
20	1,20	40,0%	1,21	6,82	5,46	3,09	16,84	1,14	0,899	0,49	0,80	6,41	9,89
21	1,26	42,0%	1,27	6,94	5,74	3,15	18,11	1,20	0,897	0,51	0,83	6,62	9,94
22	1,32	44,0%	1,33	7,06	6,03	3,22	19,40	1,26	0,895	0,53	0,85	6,83	9,99
23	1,38	46,0%	1,39	7,18	6,31	3,28	20,71	1,31	0,892	0,55	0,88	7,03	10,05
24	1,44	48,0%	1,45	7,30	6,60	3,34	22,05	1,37	0,890	0,57	0,90	7,23	10,11
25	1,50	50,0%	1,51	7,42	6,88	3,40	23,41	1,42	0,887	0,59	0,93	7,42	10,17
26	1,56	52,0%	1,57	7,54	7,17	3,46	24,79	1,48	0,884	0,61	0,95	7,60	10,24
27	1,62	54,0%	1,63	7,67	7,46	3,51	26,19	1,53	0,881	0,63	0,97	7,78	10,30
28	1,68	56,0%	1,69	7,79	7,74	3,57	27,61	1,59	0,878	0,65	0,99	7,96	10,37
29	1,74	58,0%	1,75	7,91	8,03	3,62	29,05	1,64	0,875	0,67	1,02	8,13	10,44
30	1,80	60,0%	1,81	8,03	8,33	3,67	30,51	1,70	0,872	0,68	1,04	8,30	10,51
31	1,86	62,0%	1,87	8,15	8,62	3,71	32,00	1,75	0,869	0,70	1,06	8,46	10,58
32	1,92	64,0%	1,93	8,27	8,91	3,76	33,49	1,81	0,866	0,72	1,08	8,62	10,66
33	1,98	66,0%	2,00	8,39	9,20	3,80	35,01	1,86	0,863	0,74	1,10	8,77	10,73
34	2,04	68,0%	2,06	8,51	9,50	3,85	36,55	1,92	0,860	0,75	1,12	8,93	10,81
35	2,10	70,0%	2,12	8,63	9,79	3,89	38,10	1,97	0,857	0,77	1,13	9,07	10,88
36	2,16	72,0%	2,18	8,75	10,09	3,93	39,67	2,02	0,854	0,79	1,15	9,22	10,96
37	2,22	74,0%	2,24	8,87	10,38	3,97	41,25	2,08	0,851	0,80	1,17	9,36	11,04
38	2,28	76,0%	2,30	9,00	10,68	4,01	42,85	2,13	0,848	0,82	1,19	9,50	11,11
39	2,34	78,0%	2,36	9,12	10,98	4,05	44,47	2,18	0,845	0,84	1,20	9,64	11,19
40	2,40	80,0%	2,42	9,24	11,28	4,09	46,11	2,24	0,843	0,85	1,22	9,77	11,27
41	2,46	82,0%	2,48	9,36	11,58	4,12	47,75	2,29	0,840	0,87	1,24	9,90	11,35
42	2,52	84,0%	2,54	9,48	11,88	4,16	49,42	2,34	0,837	0,88	1,25	10,03	11,43
43	2,58	86,0%	2,60	9,60	12,18	4,19	51,10	2,40	0,834	0,90	1,27	10,15	11,51
44	2,64	88,0%	2,66	9,72	12,49	4,23	52,79	2,45	0,831	0,91	1,28	10,28	11,59
45	2,70	90,0%	2,72	9,84	12,79	4,26	54,50	2,50	0,828	0,93	1,30	10,40	11,67
46	2,76	92,0%	2,78	9,96	13,10	4,29	56,22	2,55	0,825	0,94	1,31	10,52	11,75
47	2,82	94,0%	2,84	10,08	13,40	4,32	57,96	2,61	0,822	0,95	1,33	10,63	11,83
48	2,88	96,0%	2,90	10,20	13,71	4,36	59,71	2,66	0,820	0,97	1,34	10,75	11,91
49	2,94	98,0%	2,96	10,33	14,02	4,39	61,48	2,71	0,817	0,98	1,36	10,86	11,99
50	3,00	100,0%	3,02	10,45	14,33	4,42	63,26	2,76	0,814	0,99	1,37	10,97	12,07

### MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO HYDROGEOS

P.IVA / C.F. 08462870018

Sede Operativa: SP 222 n.31 - 10010 Loranze (TO)

Sede legale: via Gianavello n.2 - 10060 Rorà (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

info.hydrogeos@pec.it



TABELLA 9

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE  
A SEZIONE TRAPEZIA**

PROGETTO: RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 4 STATO ATTUALE

**DATI**

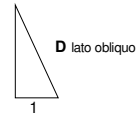
BASE (B)

ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

5,30	(m)
3,00	(m)
6,00	(m/km)
30	(m <sup>1/3</sup> /s)

Paramento  
8**RISULTATI**

Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	5,30	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	5,42	0,32	0,35	0,11	0,04	0,458	0,01	0,06	0,35
2	0,12	4,0%	0,12	5,54	0,64	0,55	0,35	0,08	0,506	0,02	0,11	0,69
3	0,18	6,0%	0,18	5,66	0,96	0,71	0,68	0,12	0,534	0,03	0,17	1,01
4	0,24	8,0%	0,24	5,78	1,28	0,85	1,08	0,16	0,553	0,04	0,22	1,32
5	0,30	10,0%	0,30	5,90	1,60	0,97	1,55	0,21	0,566	0,05	0,27	1,62
6	0,36	12,0%	0,36	6,02	1,92	1,08	2,08	0,25	0,576	0,06	0,32	1,91
7	0,42	14,0%	0,42	6,14	2,24	1,18	2,65	0,29	0,584	0,07	0,36	2,18
8	0,48	16,0%	0,48	6,26	2,56	1,28	3,27	0,34	0,590	0,08	0,41	2,45
9	0,54	18,0%	0,54	6,38	2,88	1,37	3,94	0,38	0,594	0,10	0,45	2,71
10	0,60	20,0%	0,60	6,50	3,20	1,45	4,64	0,43	0,597	0,11	0,49	2,95
11	0,66	22,0%	0,67	6,63	3,53	1,53	5,38	0,47	0,600	0,12	0,53	3,19
12	0,72	24,0%	0,73	6,75	3,85	1,60	6,15	0,52	0,602	0,13	0,57	3,42
13	0,78	26,0%	0,79	6,87	4,17	1,67	6,96	0,56	0,603	0,14	0,61	3,65
14	0,84	28,0%	0,85	6,99	4,50	1,73	7,79	0,60	0,604	0,15	0,64	3,86
15	0,90	30,0%	0,91	7,11	4,82	1,79	8,65	0,65	0,604	0,16	0,68	4,07
16	0,96	32,0%	0,97	7,23	5,15	1,85	9,53	0,69	0,604	0,17	0,71	4,27
17	1,02	34,0%	1,03	7,35	5,47	1,91	10,44	0,73	0,604	0,19	0,74	4,47
18	1,08	36,0%	1,09	7,47	5,80	1,96	11,38	0,78	0,603	0,20	0,78	4,66
19	1,14	38,0%	1,15	7,59	6,12	2,01	12,33	0,82	0,602	0,21	0,81	4,84
20	1,20	40,0%	1,21	7,71	6,45	2,06	13,31	0,86	0,601	0,22	0,84	5,02
21	1,26	42,0%	1,27	7,83	6,78	2,11	14,30	0,91	0,600	0,23	0,87	5,19
22	1,32	44,0%	1,33	7,95	7,10	2,16	15,32	0,95	0,599	0,24	0,89	5,36
23	1,38	46,0%	1,39	8,07	7,43	2,20	16,35	0,99	0,598	0,25	0,92	5,53
24	1,44	48,0%	1,45	8,19	7,76	2,24	17,40	1,03	0,597	0,26	0,95	5,69
25	1,50	50,0%	1,51	8,31	8,09	2,28	18,47	1,07	0,595	0,27	0,97	5,84
26	1,56	52,0%	1,57	8,43	8,42	2,32	19,55	1,12	0,594	0,27	1,00	5,99
27	1,62	54,0%	1,63	8,55	8,75	2,36	20,64	1,16	0,592	0,28	1,02	6,14
28	1,68	56,0%	1,69	8,67	9,08	2,40	21,76	1,20	0,590	0,29	1,05	6,28
29	1,74	58,0%	1,75	8,79	9,41	2,43	22,88	1,24	0,589	0,30	1,07	6,42
30	1,80	60,0%	1,81	8,91	9,74	2,47	24,02	1,28	0,587	0,31	1,09	6,56
31	1,86	62,0%	1,87	9,03	10,07	2,50	25,17	1,32	0,585	0,32	1,12	6,69
32	1,92	64,0%	1,93	9,15	10,41	2,53	26,34	1,36	0,583	0,33	1,14	6,82
33	1,98	66,0%	2,00	9,28	10,74	2,56	27,52	1,40	0,581	0,33	1,16	6,95
34	2,04	68,0%	2,06	9,40	11,07	2,59	28,70	1,44	0,580	0,34	1,18	7,07
35	2,10	70,0%	2,12	9,52	11,41	2,62	29,91	1,48	0,578	0,35	1,20	7,19
36	2,16	72,0%	2,18	9,64	11,74	2,65	31,12	1,52	0,576	0,36	1,22	7,31
37	2,22	74,0%	2,24	9,76	12,07	2,68	32,34	1,56	0,574	0,37	1,24	7,42
38	2,28	76,0%	2,30	9,88	12,41	2,71	33,57	1,60	0,572	0,37	1,26	7,54
39	2,34	78,0%	2,36	10,00	12,74	2,73	34,82	1,64	0,570	0,38	1,27	7,65
40	2,40	80,0%	2,42	10,12	13,08	2,76	36,07	1,68	0,568	0,39	1,29	7,76
41	2,46	82,0%	2,48	10,24	13,42	2,78	37,33	1,72	0,567	0,39	1,31	7,86
42	2,52	84,0%	2,54	10,36	13,75	2,81	38,60	1,76	0,565	0,40	1,33	7,97
43	2,58	86,0%	2,60	10,48	14,09	2,83	39,88	1,79	0,563	0,41	1,34	8,07
44	2,64	88,0%	2,66	10,60	14,43	2,85	41,18	1,83	0,561	0,42	1,36	8,17
45	2,70	90,0%	2,72	10,72	14,77	2,88	42,47	1,87	0,559	0,42	1,38	8,26
46	2,76	92,0%	2,78	10,84	15,10	2,90	43,78	1,91	0,557	0,43	1,39	8,36
47	2,82	94,0%	2,84	10,96	15,44	2,92	45,10	1,95	0,555	0,43	1,41	8,45
48	2,88	96,0%	2,90	11,08	15,78	2,94	46,42	1,99	0,553	0,44	1,42	8,54
49	2,94	98,0%	2,96	11,20	16,12	2,96	47,75	2,02	0,552	0,45	1,44	8,63
50	3,00	100,0%	3,02	11,32	16,46	2,98	49,10	2,06	0,550	0,45	1,45	8,72

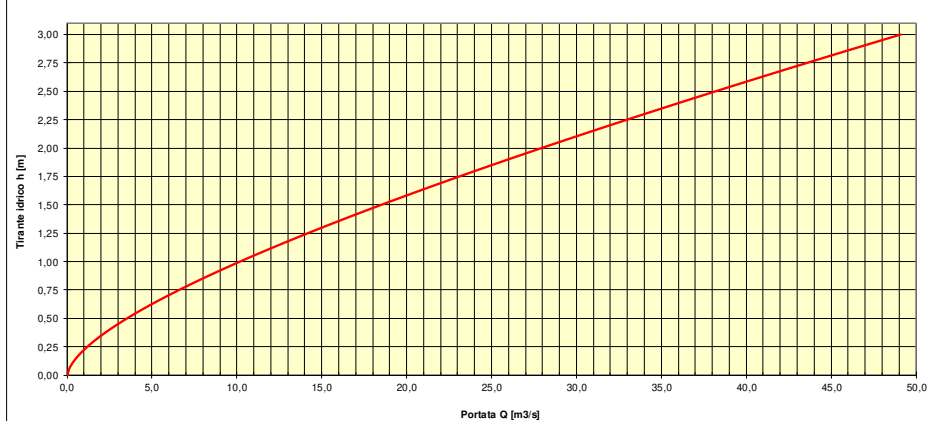
**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA**



TABELLA 10

## MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE TRAPEZIA

PROGETTO RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 4 CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

### DATI

BASE (B)

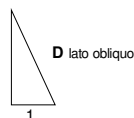
ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

5,30	(m)
3,00	(m)
6,00	(m/km)
40	(m <sup>1/3</sup> /s)

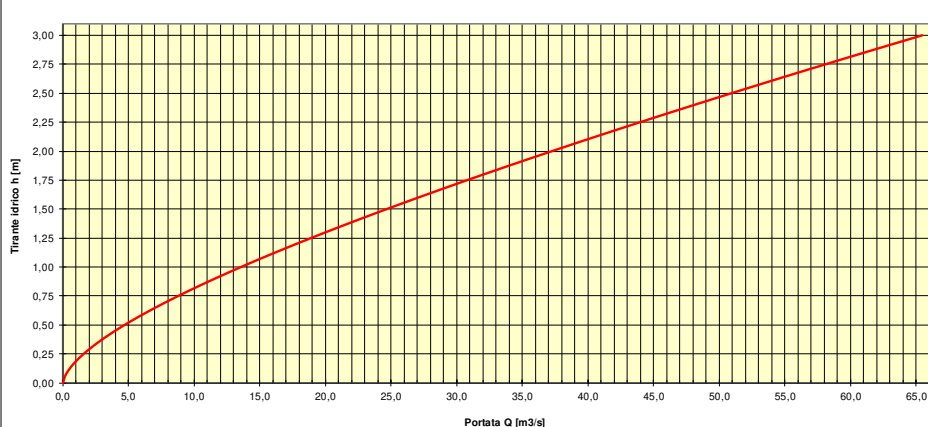
Paramento  
8



### RISULTATI

	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	5,42	0,32	0,47	0,15	0,04	0,610	0,01	0,06	0,35	16,12
2	0,12	4,0%	0,12	5,54	0,64	0,73	0,47	0,09	0,675	0,03	0,11	0,69	13,16
3	0,18	6,0%	0,18	5,66	0,96	0,95	0,90	0,14	0,712	0,05	0,17	1,01	11,82
4	0,24	8,0%	0,24	5,78	1,28	1,13	1,44	0,20	0,737	0,07	0,22	1,32	11,03
5	0,30	10,0%	0,30	5,90	1,60	1,30	2,07	0,25	0,755	0,09	0,27	1,62	10,52
6	0,36	12,0%	0,36	6,02	1,92	1,44	2,77	0,30	0,768	0,11	0,32	1,91	10,16
7	0,42	14,0%	0,42	6,14	2,24	1,58	3,53	0,36	0,779	0,13	0,36	2,18	9,90
8	0,48	16,0%	0,48	6,26	2,56	1,71	4,36	0,41	0,786	0,15	0,41	2,45	9,71
9	0,54	18,0%	0,54	6,38	2,88	1,82	5,25	0,46	0,792	0,17	0,45	2,71	9,57
10	0,60	20,0%	0,60	6,50	3,20	1,93	6,19	0,52	0,796	0,19	0,49	2,95	9,46
11	0,66	22,0%	0,67	6,63	3,53	2,03	7,17	0,57	0,800	0,21	0,53	3,19	9,38
12	0,72	24,0%	0,73	6,75	3,85	2,13	8,20	0,63	0,802	0,23	0,57	3,42	9,33
13	0,78	26,0%	0,79	6,87	4,17	2,22	9,27	0,68	0,804	0,25	0,61	3,65	9,29
14	0,84	28,0%	0,85	6,99	4,50	2,31	10,38	0,73	0,805	0,27	0,64	3,86	9,27
15	0,90	30,0%	0,91	7,11	4,82	2,39	11,53	0,78	0,805	0,29	0,68	4,07	9,26
16	0,96	32,0%	0,97	7,23	5,15	2,47	12,71	0,84	0,805	0,31	0,71	4,27	9,26
17	1,02	34,0%	1,03	7,35	5,47	2,55	13,93	0,89	0,805	0,33	0,74	4,47	9,26
18	1,08	36,0%	1,09	7,47	5,80	2,62	15,17	0,94	0,804	0,35	0,78	4,66	9,28
19	1,14	38,0%	1,15	7,59	6,12	2,69	16,44	0,99	0,803	0,37	0,81	4,84	9,30
20	1,20	40,0%	1,21	7,71	6,45	2,75	17,74	1,05	0,802	0,39	0,84	5,02	9,33
21	1,26	42,0%	1,27	7,83	6,78	2,81	19,07	1,10	0,801	0,40	0,87	5,19	9,36
22	1,32	44,0%	1,33	7,95	7,10	2,87	20,42	1,15	0,799	0,42	0,89	5,36	9,40
23	1,38	46,0%	1,39	8,07	7,43	2,93	21,80	1,20	0,797	0,44	0,92	5,53	9,44
24	1,44	48,0%	1,45	8,19	7,76	2,99	23,20	1,25	0,795	0,46	0,95	5,69	9,48
25	1,50	50,0%	1,51	8,31	8,09	3,04	24,62	1,30	0,793	0,47	0,97	5,84	9,53
26	1,56	52,0%	1,57	8,43	8,42	3,10	26,06	1,35	0,791	0,49	1,00	5,99	9,58
27	1,62	54,0%	1,63	8,55	8,75	3,15	27,53	1,40	0,789	0,50	1,02	6,14	9,63
28	1,68	56,0%	1,69	8,67	9,08	3,19	29,01	1,45	0,787	0,52	1,05	6,28	9,69
29	1,74	58,0%	1,75	8,79	9,41	3,24	30,51	1,50	0,785	0,54	1,07	6,42	9,74
30	1,80	60,0%	1,81	8,91	9,74	3,29	32,03	1,55	0,782	0,55	1,09	6,56	9,80
31	1,86	62,0%	1,87	9,03	10,07	3,33	33,56	1,60	0,780	0,57	1,12	6,69	9,86
32	1,92	64,0%	1,93	9,15	10,41	3,37	35,12	1,65	0,778	0,58	1,14	6,82	9,92
33	1,98	66,0%	2,00	9,28	10,74	3,42	36,69	1,70	0,775	0,59	1,16	6,95	9,98
34	2,04	68,0%	2,06	9,40	11,07	3,46	38,27	1,75	0,773	0,61	1,18	7,07	10,05
35	2,10	70,0%	2,12	9,52	11,41	3,50	39,87	1,79	0,770	0,62	1,20	7,19	10,11
36	2,16	72,0%	2,18	9,64	11,74	3,53	41,49	1,84	0,768	0,64	1,22	7,31	10,18
37	2,22	74,0%	2,24	9,76	12,07	3,57	43,12	1,89	0,765	0,65	1,24	7,42	10,24
38	2,28	76,0%	2,30	9,88	12,41	3,61	44,76	1,94	0,763	0,66	1,26	7,54	10,31
39	2,34	78,0%	2,36	10,00	12,74	3,64	46,42	1,99	0,760	0,68	1,27	7,65	10,38
40	2,40	80,0%	2,42	10,12	13,08	3,68	48,09	2,03	0,758	0,69	1,29	7,76	10,45
41	2,46	82,0%	2,48	10,24	13,42	3,71	49,77	2,08	0,755	0,70	1,31	7,86	10,52
42	2,52	84,0%	2,54	10,36	13,75	3,74	51,47	2,13	0,753	0,71	1,33	7,97	10,59
43	2,58	86,0%	2,60	10,48	14,09	3,77	53,18	2,17	0,750	0,73	1,34	8,07	10,66
44	2,64	88,0%	2,66	10,60	14,43	3,81	54,90	2,22	0,748	0,74	1,36	8,17	10,73
45	2,70	90,0%	2,72	10,72	14,77	3,84	56,63	2,27	0,745	0,75	1,38	8,26	10,80
46	2,76	92,0%	2,78	10,84	15,10	3,86	58,38	2,31	0,743	0,76	1,39	8,36	10,87
47	2,82	94,0%	2,84	10,96	15,44	3,89	60,13	2,36	0,740	0,77	1,41	8,45	10,94
48	2,88	96,0%	2,90	11,08	15,78	3,92	61,90	2,40	0,738	0,78	1,42	8,54	11,02
49	2,94	98,0%	2,96	11,20	16,12	3,95	63,67	2,45	0,736	0,79	1,44	8,63	11,09
50	3,00	100,0%	3,02	11,32	16,46	3,98	65,46	2,50	0,733	0,81	1,45	8,72	11,16

### MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO HYDROGEOS

P.IVA / C.F. 08462870018

Sede Operativa: SP 222 n.31 - 10010 Loranze (TO)

Sede legale: via Gianavello n.2 - 10060 Rorà (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

info.hydrogeos@pec.it



TABELLA 11

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE  
A SEZIONE TRAPEZIA**

PROGETTO: RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 5 STATO ATTUALE

**DATI**

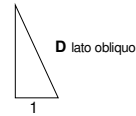
BASE (B)

ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

6,00	(m)
3,00	(m)
11,00	(m/km)
30	(m <sup>1/3</sup> /s)

Paramento  
8**RISULTATI**

Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	6,12	0,36	0,48	0,17	0,621	0,01	0,06	0,65	28,54
2	0,12	4,0%	0,12	6,24	0,72	0,75	0,54	0,688	0,03	0,12	1,27	23,21
3	0,18	6,0%	0,18	6,36	1,08	0,97	1,05	0,728	0,05	0,17	1,87	20,77
4	0,24	8,0%	0,24	6,48	1,45	1,16	1,68	0,755	0,07	0,22	2,46	19,31
5	0,30	10,0%	0,30	6,60	1,81	1,33	2,41	0,774	0,09	0,27	3,02	18,35
6	0,36	12,0%	0,36	6,73	2,18	1,48	3,23	0,789	0,11	0,32	3,56	17,66
7	0,42	14,0%	0,42	6,85	2,54	1,63	4,13	0,801	0,13	0,37	4,08	17,15
8	0,48	16,0%	0,48	6,97	2,91	1,76	5,11	0,810	0,16	0,42	4,59	16,76
9	0,54	18,0%	0,54	7,09	3,28	1,88	6,16	0,817	0,18	0,46	5,08	16,46
10	0,60	20,0%	0,60	7,21	3,65	2,00	7,28	0,823	0,20	0,51	5,56	16,23
11	0,66	22,0%	0,67	7,33	4,01	2,11	8,46	0,828	0,23	0,55	6,02	16,05
12	0,72	24,0%	0,73	7,45	4,38	2,21	9,69	0,832	0,25	0,59	6,47	15,91
13	0,78	26,0%	0,79	7,57	4,76	2,31	10,98	0,834	0,27	0,63	6,91	15,80
14	0,84	28,0%	0,85	7,69	5,13	2,40	12,31	0,837	0,29	0,67	7,33	15,72
15	0,90	30,0%	0,91	7,81	5,50	2,49	13,70	0,838	0,32	0,70	7,74	15,66
16	0,96	32,0%	0,97	7,93	5,88	2,58	15,13	0,839	0,34	0,74	8,14	15,62
17	1,02	34,0%	1,03	8,06	6,25	2,66	16,60	0,840	0,36	0,78	8,53	15,59
18	1,08	36,0%	1,09	8,18	6,63	2,73	18,12	0,840	0,38	0,81	8,91	15,58
19	1,14	38,0%	1,15	8,30	7,00	2,81	19,68	0,840	0,40	0,84	9,28	15,58
20	1,20	40,0%	1,21	8,42	7,38	2,88	21,27	0,840	0,42	0,88	9,64	15,59
21	1,26	42,0%	1,27	8,54	7,76	2,95	22,90	0,840	0,44	0,91	9,99	15,60
22	1,32	44,0%	1,33	8,66	8,14	3,02	24,56	0,839	0,46	0,94	10,34	15,63
23	1,38	46,0%	1,39	8,78	8,52	3,08	26,26	0,838	0,48	0,97	10,67	15,66
24	1,44	48,0%	1,45	8,90	8,90	3,15	27,99	0,837	0,50	1,00	11,00	15,70
25	1,50	50,0%	1,51	9,02	9,28	3,21	29,76	0,836	0,52	1,03	11,31	15,74
26	1,56	52,0%	1,57	9,14	9,66	3,26	31,55	0,835	0,54	1,06	11,63	15,79
27	1,62	54,0%	1,63	9,27	10,05	3,32	33,37	0,833	0,56	1,08	11,93	15,84
28	1,68	56,0%	1,69	9,39	10,43	3,38	35,22	0,832	0,58	1,11	12,23	15,90
29	1,74	58,0%	1,75	9,51	10,82	3,43	37,10	0,830	0,60	1,14	12,52	15,96
30	1,80	60,0%	1,81	9,63	11,21	3,48	39,01	0,829	0,62	1,16	12,80	16,02
31	1,86	62,0%	1,87	9,75	11,59	3,53	40,94	0,827	0,64	1,19	13,08	16,09
32	1,92	64,0%	1,93	9,87	11,98	3,58	42,90	0,825	0,65	1,21	13,35	16,16
33	1,98	66,0%	2,00	9,99	12,37	3,63	44,88	0,823	0,67	1,24	13,62	16,23
34	2,04	68,0%	2,06	10,11	12,76	3,67	46,88	0,821	0,69	1,26	13,88	16,30
35	2,10	70,0%	2,12	10,23	13,15	3,72	48,91	0,820	0,71	1,29	14,14	16,38
36	2,16	72,0%	2,18	10,35	13,54	3,76	50,97	0,818	0,72	1,31	14,39	16,45
37	2,22	74,0%	2,24	10,47	13,94	3,81	53,04	0,816	0,74	1,33	14,64	16,53
38	2,28	76,0%	2,30	10,60	14,33	3,85	55,14	0,814	0,75	1,35	14,88	16,61
39	2,34	78,0%	2,36	10,72	14,72	3,89	57,26	0,812	0,77	1,37	15,11	16,69
40	2,40	80,0%	2,42	10,84	15,12	3,93	59,40	0,810	0,79	1,40	15,35	16,77
41	2,46	82,0%	2,48	10,96	15,52	3,97	61,56	0,808	0,80	1,42	15,58	16,86
42	2,52	84,0%	2,54	11,08	15,91	4,01	63,74	0,806	0,82	1,44	15,80	16,94
43	2,58	86,0%	2,60	11,20	16,31	4,04	65,95	0,804	0,83	1,46	16,02	17,03
44	2,64	88,0%	2,66	11,32	16,71	4,08	68,17	0,802	0,85	1,48	16,24	17,12
45	2,70	90,0%	2,72	11,44	17,11	4,11	70,41	0,800	0,86	1,50	16,45	17,20
46	2,76	92,0%	2,78	11,56	17,51	4,15	72,67	0,798	0,88	1,51	16,66	17,29
47	2,82	94,0%	2,84	11,68	17,91	4,18	74,95	0,796	0,89	1,53	16,87	17,38
48	2,88	96,0%	2,90	11,80	18,32	4,22	77,24	0,794	0,91	1,55	17,07	17,47
49	2,94	98,0%	2,96	11,93	18,72	4,25	79,56	0,791	0,92	1,57	17,27	17,56
50	3,00	100,0%	3,02	12,05	19,13	4,28	81,89	0,789	0,93	1,59	17,46	17,65

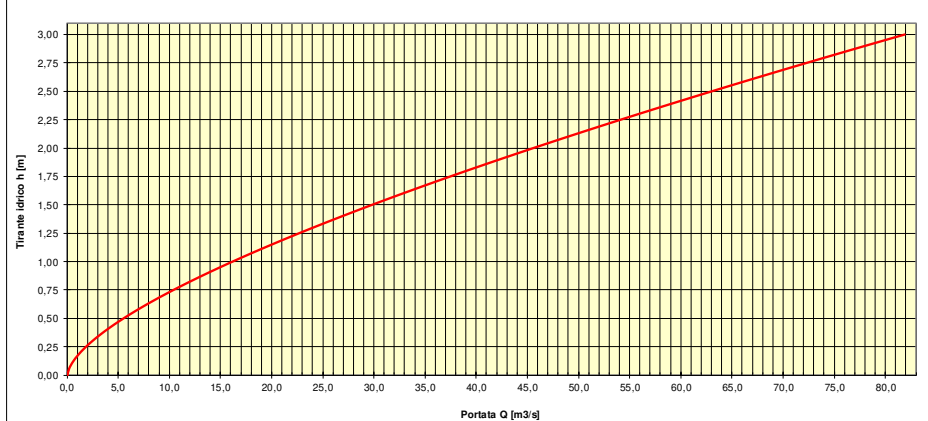
**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA**





TABELLA 12

## MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE TRAPEZIA

PROGETTO RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 5 CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

### DATI

BASE (B)

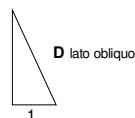
ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

6,00	(m)
3,00	(m)
11,00	(m/km)
40	(m <sup>1/3</sup> /s)

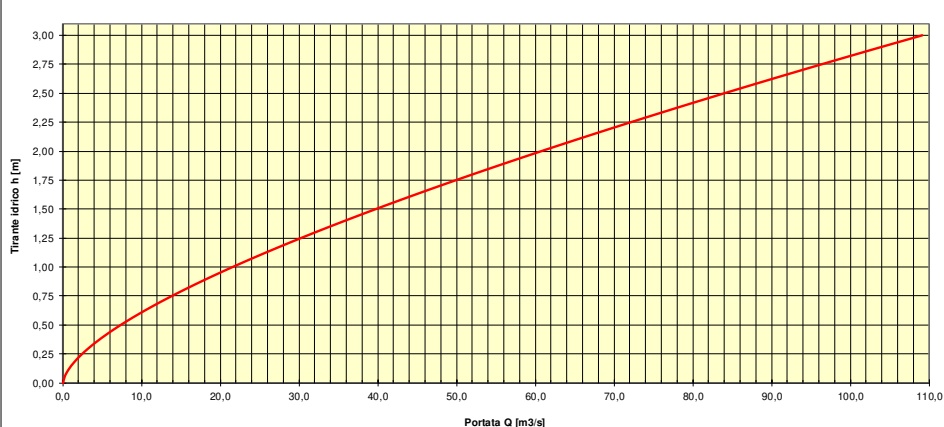
Paramento  
8



### RISULTATI

	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	6,12	0,36	0,64	0,23	0,05	0,828	0,02	0,06	0,65	16,05
2	0,12	4,0%	0,12	6,24	0,72	1,00	0,72	0,11	0,918	0,05	0,12	1,27	13,05
3	0,18	6,0%	0,18	6,36	1,08	1,29	1,40	0,18	0,970	0,08	0,17	1,87	11,68
4	0,24	8,0%	0,24	6,48	1,45	1,54	2,23	0,24	1,006	0,12	0,22	2,46	10,86
5	0,30	10,0%	0,30	6,60	1,81	1,77	3,21	0,31	1,032	0,16	0,27	3,02	10,32
6	0,36	12,0%	0,36	6,73	2,18	1,98	4,30	0,37	1,052	0,20	0,32	3,56	9,93
7	0,42	14,0%	0,42	6,85	2,54	2,17	5,51	0,44	1,068	0,24	0,37	4,08	9,65
8	0,48	16,0%	0,48	6,97	2,91	2,34	6,82	0,51	1,080	0,28	0,42	4,59	9,43
9	0,54	18,0%	0,54	7,09	3,28	2,51	8,22	0,58	1,090	0,32	0,46	5,08	9,26
10	0,60	20,0%	0,60	7,21	3,65	2,66	9,70	0,64	1,098	0,36	0,51	5,56	9,13
11	0,66	22,0%	0,67	7,33	4,01	2,81	11,27	0,71	1,104	0,40	0,55	6,02	9,03
12	0,72	24,0%	0,73	7,45	4,38	2,95	12,92	0,78	1,109	0,44	0,59	6,47	8,95
13	0,78	26,0%	0,79	7,57	4,76	3,08	14,63	0,85	1,113	0,48	0,63	6,91	8,89
14	0,84	28,0%	0,85	7,69	5,13	3,20	16,42	0,91	1,115	0,52	0,67	7,33	8,84
15	0,90	30,0%	0,91	7,81	5,50	3,32	18,26	0,98	1,118	0,56	0,70	7,74	8,81
16	0,96	32,0%	0,97	7,93	5,88	3,43	20,17	1,05	1,119	0,60	0,74	8,14	8,78
17	1,02	34,0%	1,03	8,06	6,25	3,54	22,14	1,12	1,120	0,64	0,78	8,53	8,77
18	1,08	36,0%	1,09	8,18	6,63	3,65	24,16	1,18	1,120	0,68	0,81	8,91	8,76
19	1,14	38,0%	1,15	8,30	7,00	3,75	26,23	1,25	1,120	0,72	0,84	9,28	8,76
20	1,20	40,0%	1,21	8,42	7,38	3,84	28,36	1,32	1,120	0,75	0,88	9,64	8,77
21	1,26	42,0%	1,27	8,54	7,76	3,94	30,53	1,38	1,120	0,79	0,91	9,99	8,78
22	1,32	44,0%	1,33	8,66	8,14	4,02	32,75	1,45	1,119	0,83	0,94	10,34	8,79
23	1,38	46,0%	1,39	8,78	8,52	4,11	35,02	1,51	1,117	0,86	0,97	10,67	8,81
24	1,44	48,0%	1,45	8,90	8,90	4,19	37,33	1,58	1,116	0,90	1,00	11,00	8,83
25	1,50	50,0%	1,51	9,02	9,28	4,27	39,68	1,65	1,115	0,93	1,03	11,31	8,85
26	1,56	52,0%	1,57	9,14	9,66	4,35	42,07	1,71	1,113	0,97	1,06	11,63	8,88
27	1,62	54,0%	1,63	9,27	10,05	4,43	44,50	1,78	1,111	1,00	1,08	11,93	8,91
28	1,68	56,0%	1,69	9,39	10,43	4,50	46,96	1,84	1,109	1,03	1,11	12,23	8,94
29	1,74	58,0%	1,75	9,51	10,82	4,57	49,47	1,91	1,107	1,07	1,14	12,52	8,98
30	1,80	60,0%	1,81	9,63	11,21	4,64	52,01	1,97	1,105	1,10	1,16	12,80	9,01
31	1,86	62,0%	1,87	9,75	11,59	4,71	54,59	2,04	1,103	1,13	1,19	13,08	9,05
32	1,92	64,0%	1,93	9,87	11,98	4,77	57,19	2,10	1,100	1,16	1,21	13,35	9,09
33	1,98	66,0%	2,00	9,99	12,37	4,84	59,84	2,16	1,098	1,19	1,24	13,62	9,13
34	2,04	68,0%	2,06	10,11	12,76	4,90	62,51	2,23	1,095	1,22	1,26	13,88	9,17
35	2,10	70,0%	2,12	10,23	13,15	4,96	65,22	2,29	1,093	1,25	1,29	14,14	9,21
36	2,16	72,0%	2,18	10,35	13,54	5,02	67,96	2,36	1,090	1,28	1,31	14,39	9,25
37	2,22	74,0%	2,24	10,47	13,94	5,07	70,72	2,42	1,088	1,31	1,33	14,64	9,30
38	2,28	76,0%	2,30	10,60	14,33	5,13	73,52	2,48	1,085	1,34	1,35	14,88	9,34
39	2,34	78,0%	2,36	10,72	14,72	5,19	76,35	2,55	1,082	1,37	1,37	15,11	9,39
40	2,40	80,0%	2,42	10,84	15,12	5,24	79,20	2,61	1,080	1,40	1,40	15,35	9,44
41	2,46	82,0%	2,48	10,96	15,52	5,29	82,08	2,67	1,077	1,43	1,42	15,58	9,48
42	2,52	84,0%	2,54	11,08	15,91	5,34	84,99	2,74	1,074	1,45	1,44	15,80	9,53
43	2,58	86,0%	2,60	11,20	16,31	5,39	87,93	2,80	1,072	1,48	1,46	16,02	9,58
44	2,64	88,0%	2,66	11,32	16,71	5,44	90,89	2,86	1,069	1,51	1,48	16,24	9,63
45	2,70	90,0%	2,72	11,44	17,11	5,49	93,88	2,92	1,066	1,53	1,50	16,45	9,68
46	2,76	92,0%	2,78	11,56	17,51	5,53	96,89	2,98	1,063	1,56	1,51	16,66	9,73
47	2,82	94,0%	2,84	11,68	17,91	5,58	99,93	3,05	1,061	1,59	1,53	16,87	9,78
48	2,88	96,0%	2,90	11,80	18,32	5,62	102,99	3,11	1,058	1,61	1,55	17,07	9,83
49	2,94	98,0%	2,96	11,93	18,72	5,67	106,08	3,17	1,055	1,64	1,57	17,27	9,88
50	3,00	100,0%	3,02	12,05	19,13	5,71	109,19	3,23	1,053	1,66	1,59	17,46	9,93

### MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO HYDROGEOS

P.IVA / C.F. 08462870018

Sede Operativa: SP 222 n.31 - 10010 Loranze (TO)

Sede legale: via Gianavello n.2 - 10060 Rorà (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

info.hydrogeos@pec.it



TABELLA 13

**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE  
A SEZIONE TRAPEZIA**

PROGETTO: RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 6 STATO ATTUALE

**DATI**

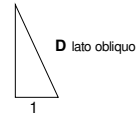
BASE (B)

ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

5,00	(m)
3,00	(m)
11,00	(m/km)
30	(m <sup>1/3</sup> /s)

Paramento  
8**RISULTATI**

Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	5,12	0,30	0,48	0,14	0,619	0,01	0,06	0,65	28,68
2	0,12	4,0%	0,12	5,24	0,60	0,74	0,45	0,685	0,03	0,11	1,26	23,43
3	0,18	6,0%	0,18	5,36	0,90	0,96	0,87	0,723	0,05	0,17	1,85	21,06
4	0,24	8,0%	0,24	5,48	1,21	1,15	1,38	0,748	0,07	0,22	2,42	19,67
5	0,30	10,0%	0,30	5,60	1,51	1,31	1,98	0,766	0,09	0,27	2,97	18,77
6	0,36	12,0%	0,36	5,73	1,82	1,46	2,66	0,779	0,11	0,32	3,49	18,13
7	0,42	14,0%	0,42	5,85	2,12	1,60	3,40	0,789	0,13	0,36	3,99	17,68
8	0,48	16,0%	0,48	5,97	2,43	1,73	4,20	0,796	0,15	0,41	4,48	17,34
9	0,54	18,0%	0,54	6,09	2,74	1,85	5,05	0,802	0,17	0,45	4,94	17,09
10	0,60	20,0%	0,60	6,21	3,05	1,96	5,96	0,807	0,20	0,49	5,39	16,91
11	0,66	22,0%	0,67	6,33	3,35	2,06	6,91	0,810	0,22	0,53	5,83	16,77
12	0,72	24,0%	0,73	6,45	3,66	2,16	7,91	0,812	0,24	0,57	6,25	16,67
13	0,78	26,0%	0,79	6,57	3,98	2,25	8,95	0,814	0,26	0,60	6,65	16,61
14	0,84	28,0%	0,85	6,69	4,29	2,34	10,03	0,815	0,28	0,64	7,05	16,57
15	0,90	30,0%	0,91	6,81	4,60	2,42	11,14	0,815	0,30	0,68	7,43	16,55
16	0,96	32,0%	0,97	6,93	4,92	2,50	12,29	0,815	0,32	0,71	7,80	16,55
17	1,02	34,0%	1,03	7,06	5,23	2,58	13,48	0,815	0,34	0,74	8,15	16,57
18	1,08	36,0%	1,09	7,18	5,55	2,65	14,69	0,814	0,36	0,77	8,50	16,60
19	1,14	38,0%	1,15	7,30	5,86	2,72	15,94	0,813	0,38	0,80	8,84	16,63
20	1,20	40,0%	1,21	7,42	6,18	2,79	17,22	0,812	0,40	0,83	9,16	16,68
21	1,26	42,0%	1,27	7,54	6,50	2,85	18,52	0,811	0,41	0,86	9,48	16,74
22	1,32	44,0%	1,33	7,66	6,82	2,91	19,85	0,809	0,43	0,89	9,79	16,80
23	1,38	46,0%	1,39	7,78	7,14	2,97	21,20	0,807	0,45	0,92	10,09	16,87
24	1,44	48,0%	1,45	7,90	7,46	3,03	22,58	0,806	0,47	0,94	10,38	16,95
25	1,50	50,0%	1,51	8,02	7,78	3,08	23,99	0,804	0,48	0,97	10,67	17,03
26	1,56	52,0%	1,57	8,14	8,10	3,14	25,42	0,802	0,50	1,00	10,95	17,11
27	1,62	54,0%	1,63	8,27	8,43	3,19	26,87	0,800	0,52	1,02	11,22	17,20
28	1,68	56,0%	1,69	8,39	8,75	3,24	28,34	0,798	0,53	1,04	11,48	17,29
29	1,74	58,0%	1,75	8,51	9,08	3,29	29,83	0,795	0,55	1,07	11,74	17,39
30	1,80	60,0%	1,81	8,63	9,41	3,33	31,34	0,793	0,57	1,09	11,99	17,48
31	1,86	62,0%	1,87	8,75	9,73	3,38	32,88	0,791	0,58	1,11	12,24	17,58
32	1,92	64,0%	1,93	8,87	10,06	3,42	34,43	0,789	0,60	1,13	12,48	17,69
33	1,98	66,0%	2,00	8,99	10,39	3,46	36,00	0,786	0,61	1,16	12,71	17,79
34	2,04	68,0%	2,06	9,11	10,72	3,51	37,59	0,784	0,63	1,18	12,94	17,90
35	2,10	70,0%	2,12	9,23	11,05	3,55	39,20	0,782	0,64	1,20	13,17	18,00
36	2,16	72,0%	2,18	9,35	11,38	3,59	40,83	0,779	0,66	1,22	13,39	18,11
37	2,22	74,0%	2,24	9,47	11,72	3,62	42,47	0,777	0,67	1,24	13,60	18,22
38	2,28	76,0%	2,30	9,60	12,05	3,66	44,13	0,775	0,68	1,26	13,81	18,34
39	2,31	77,1%	2,33	9,66	12,23	3,68	45,02	0,773	0,69	1,27	13,92	18,40
40	2,40	80,0%	2,42	9,84	12,72	3,73	47,50	0,770	0,71	1,29	14,22	18,56
41	2,46	82,0%	2,48	9,96	13,06	3,77	49,21	0,767	0,72	1,31	14,42	18,68
42	2,52	84,0%	2,54	10,08	13,39	3,80	50,94	0,765	0,74	1,33	14,62	18,79
43	2,58	86,0%	2,60	10,20	13,73	3,84	52,68	0,763	0,75	1,35	14,81	18,91
44	2,64	88,0%	2,66	10,32	14,07	3,87	54,44	0,760	0,76	1,36	15,00	19,03
45	2,70	90,0%	2,72	10,44	14,41	3,90	56,21	0,758	0,78	1,38	15,18	19,15
46	2,76	92,0%	2,78	10,56	14,75	3,93	57,99	0,756	0,79	1,40	15,36	19,26
47	2,82	94,0%	2,84	10,68	15,09	3,96	59,80	0,753	0,80	1,41	15,54	19,38
48	2,88	96,0%	2,90	10,80	15,44	3,99	61,61	0,751	0,81	1,43	15,72	19,50
49	2,94	98,0%	2,96	10,93	15,78	4,02	63,44	0,749	0,82	1,44	15,89	19,62
50	3,00	100,0%	3,02	11,05	16,13	4,05	65,29	0,746	0,84	1,46	16,06	19,74

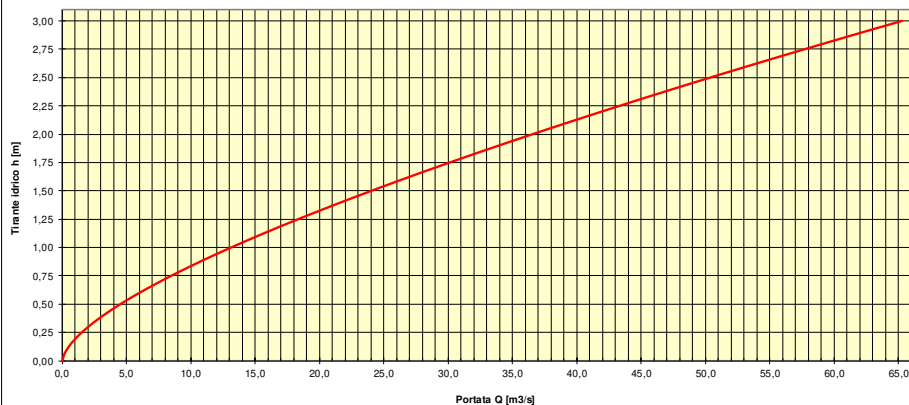
**MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA**



TABELLA 14

## MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE TRAPEZIA

PROGETTO RIO MORTO

TRONCO: TRATTO 6 CONFIGURAZIONE POST INTERVENTO

### DATI

BASE (B)

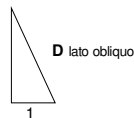
ALTEZZA (A)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

5,00	(m)
3,00	(m)
11,00	(m/km)
40	(m <sup>1/3</sup> /s)

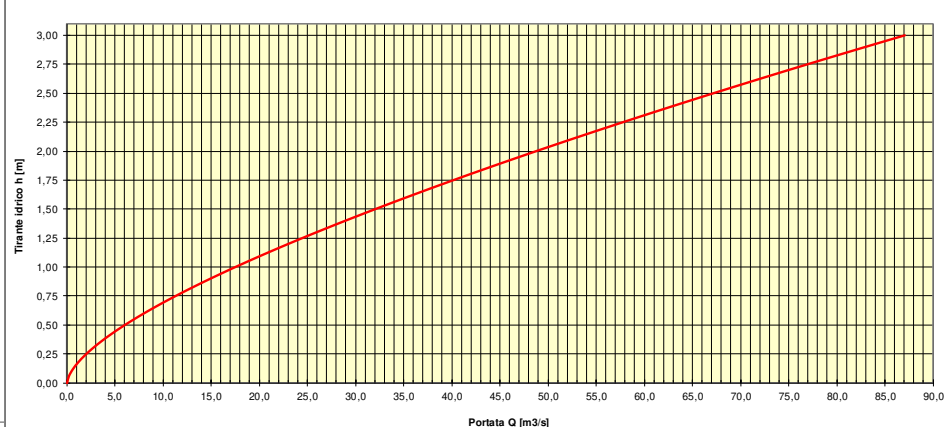
Paramento  
8



### RISULTATI

	Y	RIEMP.	D	B	A	V	Q	Yc	Fr	V <sup>2</sup> /2g	Ri	τ	ic
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m)		(m)	(m)		(m/km)
0	0,00	0,0%	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!	0,00	0,00	0,00	#DIV/0!
1	0,06	2,0%	0,06	5,12	0,30	0,63	0,19	0,05	0,826	0,02	0,06	0,65	16,13
2	0,12	4,0%	0,12	5,24	0,60	0,99	0,60	0,11	0,914	0,05	0,11	1,26	13,18
3	0,18	6,0%	0,18	5,36	0,90	1,28	1,16	0,18	0,964	0,08	0,17	1,85	11,85
4	0,24	8,0%	0,24	5,48	1,21	1,53	1,85	0,24	0,997	0,12	0,22	2,42	11,07
5	0,30	10,0%	0,30	5,60	1,51	1,75	2,65	0,31	1,021	0,16	0,27	2,97	10,56
6	0,36	12,0%	0,36	5,73	1,82	1,95	3,54	0,37	1,039	0,19	0,32	3,49	10,20
7	0,42	14,0%	0,42	5,85	2,12	2,13	4,53	0,44	1,052	0,23	0,36	3,99	9,94
8	0,48	16,0%	0,48	5,97	2,43	2,30	5,60	0,50	1,062	0,27	0,41	4,48	9,75
9	0,54	18,0%	0,54	6,09	2,74	2,46	6,74	0,57	1,070	0,31	0,45	4,94	9,61
10	0,60	20,0%	0,60	6,21	3,05	2,61	7,94	0,64	1,076	0,35	0,49	5,39	9,51
11	0,66	22,0%	0,67	6,33	3,35	2,75	9,22	0,70	1,080	0,38	0,53	5,83	9,43
12	0,72	24,0%	0,73	6,45	3,66	2,88	10,55	0,77	1,083	0,42	0,57	6,25	9,38
13	0,78	26,0%	0,79	6,57	3,98	3,00	11,93	0,83	1,085	0,46	0,60	6,65	9,34
14	0,84	28,0%	0,85	6,69	4,29	3,12	13,37	0,90	1,086	0,50	0,64	7,05	9,32
15	0,90	30,0%	0,91	6,81	4,60	3,23	14,86	0,97	1,087	0,53	0,68	7,43	9,31
16	0,96	32,0%	0,97	6,93	4,92	3,33	16,39	1,03	1,087	0,57	0,71	7,80	9,31
17	1,02	34,0%	1,03	7,06	5,23	3,44	17,97	1,10	1,086	0,60	0,74	8,15	9,32
18	1,08	36,0%	1,09	7,18	5,55	3,53	19,59	1,16	1,086	0,64	0,77	8,50	9,33
19	1,14	38,0%	1,15	7,30	5,86	3,63	21,25	1,23	1,084	0,67	0,80	8,84	9,36
20	1,20	40,0%	1,21	7,42	6,18	3,71	22,95	1,29	1,083	0,70	0,83	9,16	9,38
21	1,26	42,0%	1,27	7,54	6,50	3,80	24,69	1,35	1,081	0,74	0,86	9,48	9,42
22	1,32	44,0%	1,33	7,66	6,82	3,88	26,46	1,42	1,079	0,77	0,89	9,79	9,45
23	1,38	46,0%	1,39	7,78	7,14	3,96	28,27	1,48	1,077	0,80	0,92	10,09	9,49
24	1,44	48,0%	1,45	7,90	7,46	4,04	30,11	1,55	1,074	0,83	0,94	10,38	9,53
25	1,50	50,0%	1,51	8,02	7,78	4,11	31,98	1,61	1,072	0,86	0,97	10,67	9,58
26	1,56	52,0%	1,57	8,14	8,10	4,18	33,89	1,67	1,069	0,89	1,00	10,95	9,62
27	1,62	54,0%	1,63	8,27	8,43	4,25	35,82	1,74	1,066	0,92	1,02	11,22	9,67
28	1,68	56,0%	1,69	8,39	8,75	4,32	37,78	1,80	1,063	0,95	1,04	11,48	9,73
29	1,74	58,0%	1,75	8,51	9,08	4,38	39,77	1,86	1,061	0,98	1,07	11,74	9,78
30	1,80	60,0%	1,81	8,63	9,41	4,44	41,79	1,92	1,058	1,01	1,09	11,99	9,83
31	1,86	62,0%	1,87	8,75	9,73	4,50	43,84	1,99	1,055	1,03	1,11	12,24	9,89
32	1,90	63,2%	1,91	8,82	9,92	4,54	45,04	2,02	1,053	1,05	1,13	12,38	9,92
33	1,98	66,0%	2,00	8,99	10,39	4,62	48,00	2,11	1,048	1,09	1,16	12,71	10,01
34	2,04	68,0%	2,06	9,11	10,72	4,68	50,12	2,17	1,045	1,11	1,18	12,94	10,07
35	2,10	70,0%	2,12	9,23	11,05	4,73	52,27	2,23	1,042	1,14	1,20	13,17	10,13
36	2,16	72,0%	2,18	9,35	11,38	4,78	54,43	2,29	1,039	1,17	1,22	13,39	10,19
37	2,22	74,0%	2,24	9,47	11,72	4,83	56,63	2,36	1,036	1,19	1,24	13,60	10,25
38	2,28	76,0%	2,30	9,60	12,05	4,88	58,84	2,42	1,033	1,22	1,26	13,81	10,31
39	2,34	78,0%	2,36	9,72	12,38	4,93	61,08	2,48	1,030	1,24	1,27	14,02	10,38
40	2,40	80,0%	2,42	9,84	12,72	4,98	63,34	2,54	1,026	1,26	1,29	14,22	10,44
41	2,46	82,0%	2,48	9,96	13,06	5,03	65,62	2,60	1,023	1,29	1,31	14,42	10,51
42	2,52	84,0%	2,54	10,08	13,39	5,07	67,92	2,66	1,020	1,31	1,33	14,62	10,57
43	2,58	86,0%	2,60	10,20	13,73	5,11	70,24	2,72	1,017	1,33	1,35	14,81	10,64
44	2,64	88,0%	2,66	10,32	14,07	5,16	72,58	2,78	1,014	1,36	1,36	15,00	10,70
45	2,70	90,0%	2,72	10,44	14,41	5,20	74,94	2,84	1,011	1,38	1,38	15,18	10,77
46	2,76	92,0%	2,78	10,56	14,75	5,24	77,33	2,90	1,008	1,40	1,40	15,36	10,84
47	2,82	94,0%	2,84	10,68	15,09	5,28	79,73	2,96	1,004	1,42	1,41	15,54	10,90
48	2,88	96,0%	2,90	10,80	15,44	5,32	82,15	3,02	1,001	1,44	1,43	15,72	10,97
49	2,94	98,0%	2,96	10,93	15,78	5,36	84,59	3,08	0,998	1,46	1,44	15,89	11,04
50	3,00	100,0%	3,02	11,05	16,13	5,40	87,05	3,14	0,995	1,49	1,46	16,06	11,10

### MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN CANALE A SEZIONE TRAPEZIA



STUDIO TECNICO ASSOCIATO HYDROGEOS

P.IVA / C.F. 08462870018

Sede Operativa: SP 222 n.31 - 10010 Loranze (TO)

Sede legale: via Gianavello n.2 - 10060 Rorà (TO)

Tel. +39 0125 1970499

Fax +39 0125 564014

info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

info.hydrogeos@pec.it