

PROVINCIA DI TRENTO COMUNE DI CASTEL IVANO	RELAZIONE IDRAULICA	Pagina 1 di 32
	<i>Pista ciclopedonale Valsugana e Tesino – secondo tratto -</i>	

**PROVINCIA DI TRENTO
Comune di Castel Ivano**

***Pista ciclopedonale Valsugana e Tesino – secondo
tratto-***

COMMITTENTE: Comunità Valsugana e Tesino

RELAZIONE IDRAULICA

Castelnuovo, maggio 2020

IL TECNICO

Dott. Ing. Dandrea Sandro

INTRODUZIONE E CALCOLO DELLA PIENA CENTENARIA E BICENTENARIA

Lungo l'alveo del torrente vengono tracciate varie sezioni al fine di valutare le portate che possono transitare in tali sezioni del torrente con i relativi tiranti, dopo la realizzazione dei nuovi guadi. La portata in caso di piena bicentenaria del torrente Chieppena è valutata pari a 62.25 mc/sec e in caso di piena centenaria la portata risulta pari a 55.71 mc/sec.

La determinazione della portata di massima piena che defluisce attraverso la sezione di chiusura del torrente Chieppena, al variare del tempo di ritorno, è stata effettuata mediante il modello di regionalizzazione VAPI, ottenendo i valori riportati in Tabella 1.

T_r (anni)	200	100	50	30	10	5	2
Q (mc/s)	62.25	55.71	49.17	44.10	34.40	28.07	19.63

Tabella n. 1: valori del colmo della piena ricavati mediante il modello VAPI

Le relazioni adottate, seppur semplificate, consentono di modellare il calo del contributo unitario al crescere dell'area del bacino e costituiscono un buon termine di paragone per evitare di adottare portate poco credibili o comunque poco cautelative.

Tali portate sono uguali a quelle riportate nelle relazioni recentemente redatte per la costruzione della centrale idroelettrica sul torrente Chieppena. Nel riassunto non tecnico della centrale si trova anche che erano state richieste le medesime portate al Servizio Bacini Montani (Tabella 2).

T_r (anni)	200	100	50	30	10	5	2
Q (mc/s)	61.35	50.90	41.53	38.88	27.66	23.58	16.36

Tabella n. 2: valori del colmo della piena forniti dal Servizio Bacini Montani della P.A.T. nell'ambito del progetto della centrale idroelettrica sul torrente Chieppena.

Per verificare i nuovi guadi si utilizzerà quindi una portata bicentenaria aumentata di un coefficiente di sicurezza pari a 1.5 cioè pari a $61.35\text{m}^3/\text{sec} \times 1.5 = 92.00\text{ m}^3/\text{sec}$;

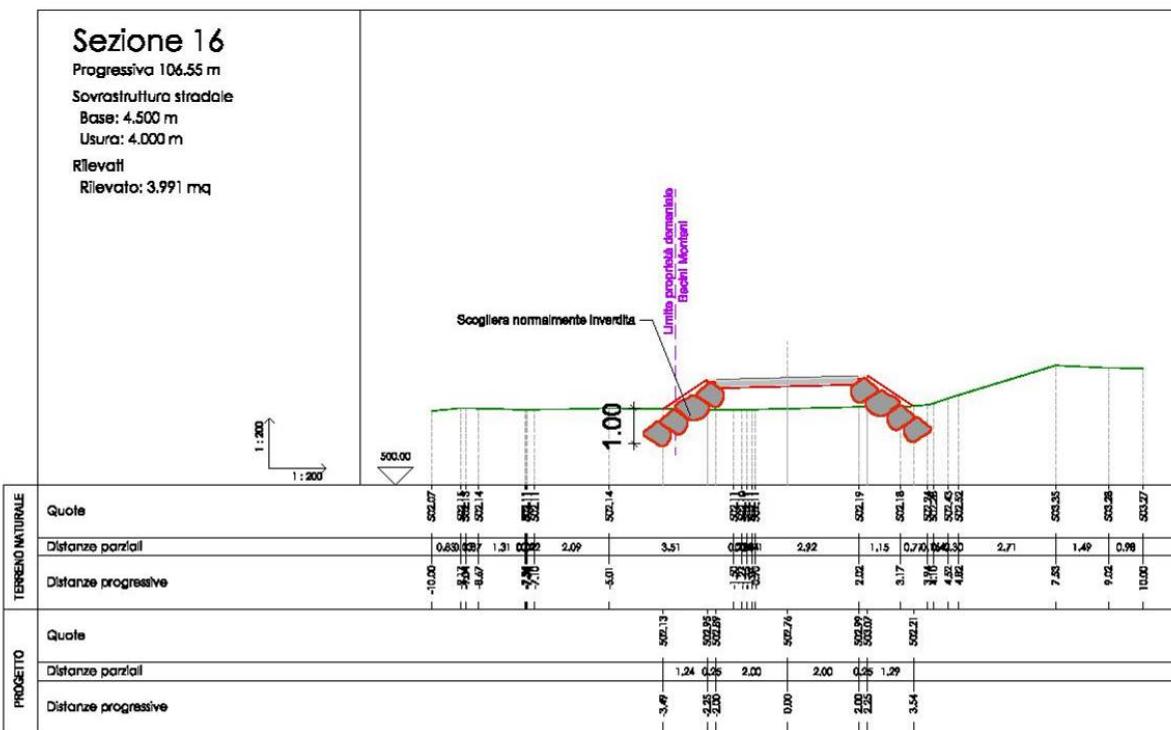
VALUTAZIONI IDRAULICHE INTERVENTO N. 2

Descrizione delle caratteristiche del nuovo guado.

Il secondo intervento, con cui si costruisce il primo guado, si realizza in corrispondenza del ponticello in legno e del guado esistente con cui si attraversa una prima volta il torrente Chieppena per raggiungere la località ai lupi. In questo caso si interessa un tratto di strada, o meglio di pista arginale pavimentata in macadam, già esistente, dove si prevede di realizzare un nuovo guado, con una pavimentazione in calcestruzzo, nel tratto in cui si attraverserà il torrente e in asfalto per i raccordi con cui si raggiungerà la strada esistente di cui si è già appaltata l'asfaltatura. Il guado sarà realizzato con n. 4 canale messe in successione per una lunghezza di circa 14.25 m. Per dare una larghezza sufficiente alla pista ciclabile si prevede di posare una dietro all'altra tre canale per una lunghezza complessiva di 6m (avendo ciascuna canala una lunghezza di 2.00 m). Le canale avranno un'altezza di 100 cm, con una sezione utile minima di passaggio di 70 cm, chiuse da una soletta amovibile in cemento. Le solette amovibili infatti saranno adatte qualora si debbano effettuare operazioni di pulizia del guado. Le canale saranno poggiate su una platea armata con uno spessore di 20cm e sono racchiuse all'interno di muretti in calcestruzzo armato in modo che le strutture prefabbricate siano stabili e siano solidali tra loro. Verticalmente sulle teste delle canale si realizzeranno dei muretti a "V" in modo da facilitare l'ingresso dell'acqua all'interno delle canale, e in sommità alle canale sarà presente un cordolo in cemento armato su tutta la lunghezza del guado. Quindi il prospetto del guado sarà costituito da un muro in cls faccia a vista. Con la realizzazione di questo nuovo guado si va di fatto a realizzare una nuova soglia nel torrente, ripristinando la sezione utile del torrente che allo stato attuale era compromessa dalla presenza del ponticello e dei rilevati della strada di accesso allo stesso.

Sui lati del guado si realizzeranno due tombe in terra di contenimento che impediranno ai veicoli di finire nel torrente. Non si prevede di posare nessun parapetto e nessuna barriera stradale in quanto l'altezza da "terra" delle strutture del guado sono minori o uguali ad 1.00 m e quindi secondo il codice della strada non serve la messa in opera di barriere stradali. Sul lato interno verso la ciclabile i tombe sono contenuti dalle cordonate stradali semplicemente appoggiate che in caso di piena saranno asportate dalla forza della corrente assieme ai due tombe di terra battuta.

Il guado sarà corazzato a monte e a valle da scogliere cementate vincolate in sommità (vedi immagine successiva) dalla platea in cls di spessore pari a 20 cm in modo che le piene non possano danneggiare le strutture del guado che funzionerà come una soglia cementata.



La strada attuale tra la sezione trasversale n. 5 e la n. 10 viene spostata sulla destra idrografica del torrente fino a sfiorare il tombino del ruscello e fino alla base della scogliera e inoltre viene riportata ad una misura di 4m, in questo modo si riesce a risagomare la sponda destra del torrente ricreando il profilo dell'argine sulla scorta della forma della briglia di valle, ripristinando la sezione utile del torrente.

In questo tratto i lavori previsti sono:

- Preparazione del piano di posa mediante preventivo scorticamento;
- Movimenti terra per costruzione tratti in rilevato e in trincea;
- Costruzione scogliere non cementate poste alla base delle rampe del rilevato tra sezione n. 5 e la sezione n. 11;
- Costruzione platea, muri in cemento armato e posa dei prefabbricati per costituire il nuovo guado;
- Costruzione dei tomii sulle strutture del guado con la posa in opera delle cordonate amovibili;
- Costruzione scogliere cementate poste alla base delle strutture del guado e del selciato posto a valle delle canale prefabbricate;
- Costruzione nuova massicciata stradale della pista ciclabile;
- Asfaltatura strada e pista ciclabile con monostrato cm 5;
- Realizzazione della pavimentazione in cls classe XF4 per resistere ai sali nel periodo invernale, tra la sezione n. 12 e la sezione n. 14;
- Demolizione del guado esistente e del ponticello esistente;

Calcolo portate degli scatolari

Il guado è composto da 4 scatolari, ciascun scatolare ha una sezione larga 3.00 m e alta 0.7 m. Si considera un tirante massimo all'interno dello scatolare pari a 0.6 m e una pendenza pari al 4.5%. Di seguito si riporta il calcolo della portata massima di ciascun scatolare. Ciascun scatolare ha una portata massima pari a $24.22 \text{ m}^3/\text{sec}$ quindi il guado riesce a convogliare attraverso gli scatolari al massimo $96.88 \text{ m}^3/\text{sec}$.

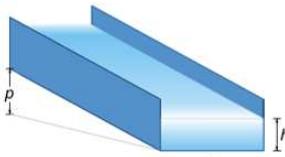
Portata di un ruscello

Dati di calcolo

b	<input type="text" value="3"/>	m	= Larghezza del canale
h	<input type="text" value="0.75"/>	m	= Spessore del battente d'acqua
p	<input type="text" value="0.045"/>	m/m	= Pendenza
c	<input type="text" value="0.15"/>		= Scabrezza

Calcola **Reset**

Q m^3/s = Portata del canale



Scabrezza relativa all'alveo:

- 0.05 Plastica con giunti ben raccolti
- 0.10 Cemento lisciatò o metallico
- 0.15 Cemento grossolano, muratura regolare
- 0.30 Cemento con ciottoli di fiume infissi
- 0.35 Cemento degradato, muratura grezza

Le cifre decimali possono essere separate sia dal punto sia dalla virgola.

Quindi di fatto i quattro scatolari risultano in grado di smaltire una portata pari a $96.88 \text{ m}^3/\text{sec}$ superiore alla piena bicentenaria. Nel caso in cui essi si ostruissero per una piena maggiore o, in particolare, per un fenomeno di trasporto solido, la pendenza dell'alveo di monte diventerebbe pari a 4.2%, che in alcuni tratti corrisponde alla pendenza attuale (come rappresentato nel profilo della tavola di progetto n.16)

Con questa pendenza si calcolano i tiranti sulla sezione degli scatolari (sez A tavola n. 11A) e sulla sezione di monte (sez B tavola n. 11A).

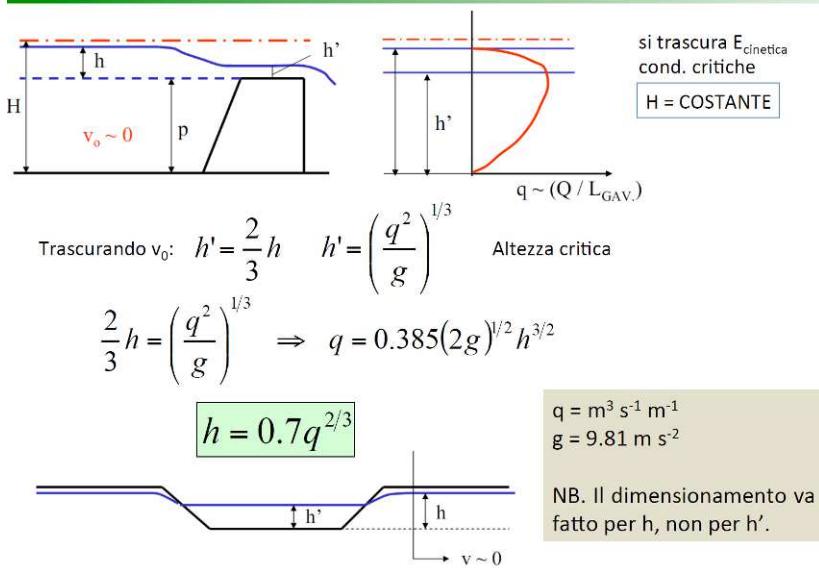
Calcolo portate e tiranti nelle sezioni critiche del terrente Chieppena nel tratto interessato dall'intervento n. 2

Nella tavola di progetto n. 8 si può notare che immediatamente a monte della briglia di valle l'alveo del torrente era stato sagomato di fatto secondo la forma dell'enorme briglia costruita a seguito dell'alluvione disastrosa del 1966.

Tale conformazione dell'alveo e delle sue sponde è stata modificata profondamente dalla costruzione di un guado e dal posizionamento di un piccolo ponticello in legno che con una luce decisamente insufficiente e con dei rilevati delle stradine di accesso va a modificare decisamente la capacità di trasporto liquido e solido del torrente.

La briglia esistente posta a valle del nuovo guado ha le caratteristiche riportate nell'immagine che segue "briglia 1" dove la prima gavetta ha una larghezza di base pari a 15.50 m e un'altezza pari a 2.00 m. Si verifica tale gavetta con la formula per uno stramazzo a parete grossa, riportata di seguito, considerando che la sezione è un trapezio.

La briglia è assimilata a uno stramazzo in parete grossa



in cui ΔL è il contributo di ciascun triangolo laterale:

$$\Delta L = \frac{1}{3} \left(\frac{y}{\tan \alpha} \right) \quad \text{per } \alpha = 45^\circ \Rightarrow \Delta L = 0.33y$$

si risolve per tentativi

$$h = 0.7 \left[\frac{Q}{L + \frac{2}{3} \frac{y}{\tan \alpha}} \right]$$

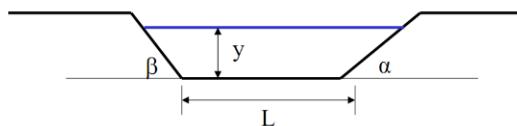
Per sponde con diversa inclinazione si può generalizzare:

$$Q = 1.705 h^{3/2} \left[L + \frac{2}{5} h \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right) \right]$$

Che va comunque risolta per tentativi se l'incognita è h

Quindi con i dati di progetto della gavetta della briglia n. 1

Gavetta TRAPEZIA



applicando la formula

$$Q = 1.705 h^{3/2} \left[L + \frac{2}{5} h \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right) \right]$$

si ottiene una portata pari a $82.47 \text{ m}^3/\text{sec}$ leggermente inferiore alla portata di calcolo pari a $92.00 \text{ m}^3/\text{sec}$

Q=	82,47	m³/sec
L=	15,5	m
h=	2	m
alfa=	45	gradi
beta=	45	gradi

La portata di $92.00 \text{ m}^3/\text{sec}$ si ottiene con un $h = 2.15 \text{ m}$, di fatto quindi si può concludere che la prima gavetta delle briglie esistenti è in grado di far defluire una piena bicentenaria, e che probabilmente all'epoca della costruzione avevano tenuto conto di una portata bicentenaria leggermente inferiore pari agli $82.42 \text{ m}^3/\text{sec}$ calcolati sopra.

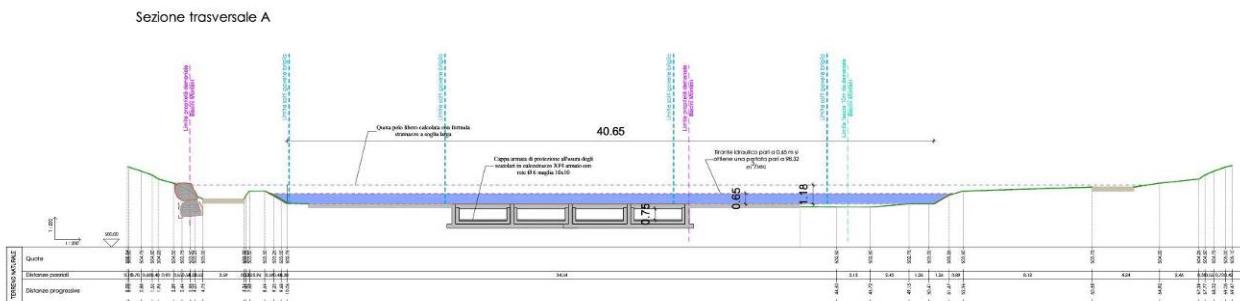
La briglia posta a valle del guado nella località lupi rappresentata nella tavola n. 17 – briglia 1-risulta praticamente uguale a quella posta a valle del primo guado, e quindi è in grado di far defluire le stesse portate con gli stessi tiranti.

Il nuovo guado in caso di piena bicentenaria funzionerà come una soglia in quanto i quattro scatolari si ostruiranno e il torrente avrà un profilo con delle pendenze pari al 3.5% a valle del guado e del 4.2% a monte del guado, come rappresentato nella tavola n. 16 di progetto.

Verificando il guado con la formula per uno stramazzo a parete grossa, di cui si è disegnata la sezione A nelle tavole n. 9A e n. 11A, si ottiene il transito della portata bicentenaria con un tirante pari a 1.18 m.

Q= **92,56** m³/sec
L= 40,65 m
h= 1,18 m
alfa= 29 gradi
beta= 29 gradi

Con questo tirante come rappresentato nella sezione A della tavola 11A riportata anche qui sotto l'acqua non esonda e rimane all'interno dell'area protetta sulla destra idrografica da una scogliera e sulla sinistra rimane all'interno della pista ciclabile.



Se si guarda la sezione della briglia di valle del guado si evince che il dislivello tra la base della gavetta della briglia (quota 499.15 m) e lo spigolo della spalla della briglia (quota 503.40 m) è pari a 4.25 m che è lo stesso dislivello tra la quota dell'alveo e la sommità degli argini che si ha dove non è presente il guado. Sommando l'innalzamento all'interno dell'alveo della quota del fondo per la realizzazione del guado 1 m più il tirante di 1.18 m si ha un totale di 2.18 m che è un valore molto inferiore ai 4.25 m della sommità delle sponde degli argini e della spalla delle briglie.

Si è analizzata la possibilità che l'acqua nel superare il guado possa risalire lungo la pista ciclabile sul lato destro del torrente. Si è potuto quindi verificare che con la creazione del nuovo guado il pelo libero dell'acqua in corrispondenza del guado con una piena bicentenaria raggiungerebbe, una quota pari a 503.88 m (502.70 m+1.18 m) (vedi tavola n. 11A sezione trasversale A), quando la spalla destra della briglia su cui sale la strada si trova allo stato attuale ad una quota pari a 504.05 m (vedi profilo tavola n.10 in corrispondenza della sezione n. 6) con un franco di 17 cm.

Per garantire che il torrente non possa esondare sul lato destro lungo la strada si preferisce aumentare il franco e portarlo a 75 cm. Tra la sezione n. 8 e la sezione n. 9 la strada esistente viene alzata fino ad una quota pari a 504,63 cm (vedi profilo tavola n. 10 tra sez n. 5 e sez n. 6). Lo stesso lavoro verrà fatto sulla strada posta sulla sinistra che sale sulla briglia.

Il calcolo del guado effettuato con la formula dello stramazzo a parete larga è estremamente cautelativo in quanto si trascura l'energia cinetica.

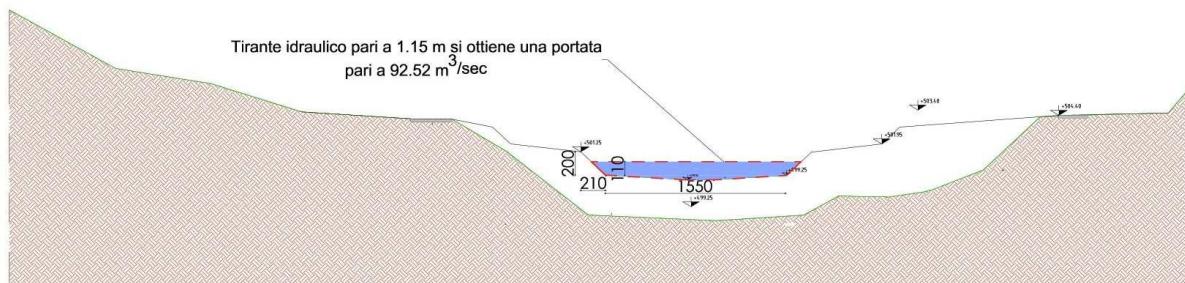
Si è quindi voluto verificare alcune sezioni dell'alveo, a monte della briglia 1, in corrispondenza del guado e a valle del guado ottenendo tiranti molto inferiori come descritto nelle pagine successive. Si sono fatte queste verifiche in quanto si ritiene che se il guando si interra a monte probabilmente lo scalino presente a valle, inferiore ad un metro, quasi sicuramente verrà colmato dal materiale per cui probabilmente si avrà un'unica livelletta tra il guado e la briglia di valle.

Si segnala inoltre che a causa dei recenti danni causati da Vaia, sul torrente ci saranno fenomini di trasporto solido frequenti fino a quando gli alvei degli affluenti di monte non si rinverdiranno e non si consolideranno. Pertanto si prevede che il comune dovrà pulire i guadi anche alcune volte all'anno.

Si è voluto anche verificare che le varie sezioni dell'alveo del torrente avessero delle dimensioni idonee per garantire il passaggio della piena bicentenaria per questo si sono analizzate varie sezioni.

La prima sezione che si è presa in considerazione è quella posta immediatamente a monte della briglia di valle dove di fatto l'alveo ha la forma della briglia.

Si riporta di seguito un'immagine dell'alveo sezionato che si può trovare in scala più grande nella tavola di progetto n. 16 (in quanto la gavetta delle briglie a valle del guado dei lupi sono tutte uguali, cambiano le altezze).



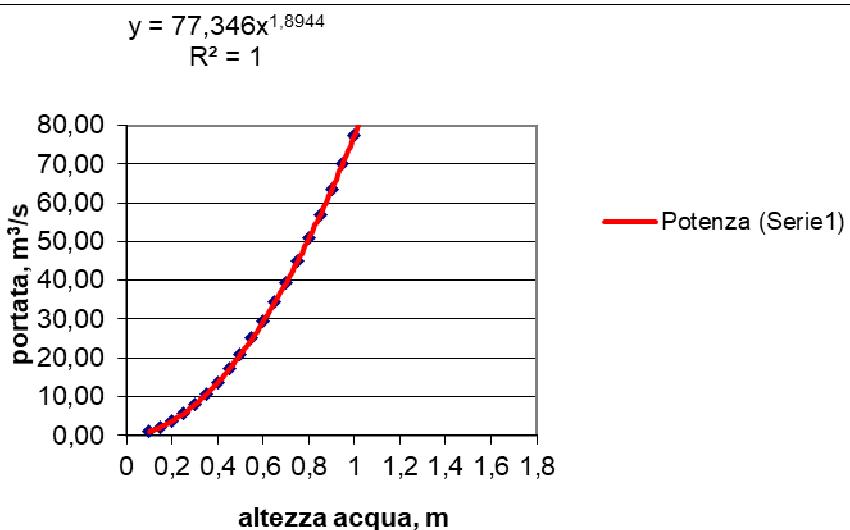
Sezione alveo

Usando la formula di Chezy si può calcolare la portata della gavetta “bassa” che ha una larghezza di base pari a 15.50 m e una altezza pari a 200 cm con una sezione trapezoidale i cui lati hanno una pendenza pari a 45°. Il torrente ha una pendenza pari a 4.5 cm ogni metro quindi pari ad una pendenza dello 0.45%; come coefficiente di scabrezza si è utilizzato il coefficiente di Bazin che risulta pari a 2,3 nel caso di alvei naturali (Tabella n.3)

	Coeff. di scabrezza di Bazin
Tipologia	
Pareti cemento lisciato, curve ampie, acqua limpida	0,06
Pareti cemento liscio, curve strette, acqua non limpida	0,10
Pareti cemento non liscio, curve strette, acqua non limpida	0,16
Tubi cemento lisciato, curve ampie, acqua limpida	0,18
Tubi cemento liscio, curve strette, acqua non limpida	0,23
Canali in cemento grezzo, in muratura accurata	0,36
Canali in muratura di pietrame	0,46
Grandi canali in cemento grezzo	0,58
Grandi Canali in terra; pareti muratura deteriorata	0,85
Canali in terra; pareti muratura con lime	1,00
Canali in terra con lime	1,30
Canali in terra in cattive condizioni	1,75
Alvei naturali; canali in abbandono	2,30

Tabella n. 3

Dal calcolo sotto riportato emerge che nella sezione in parola si ha una portata pari a quella bicentenaria aumentata di un coefficiente di sicurezza pari a 1.5 cioè pari a $61.35 \text{ m}^3/\text{sec} \times 1.5 = 92.02 \text{ m}^3/\text{sec}$; quando il tirante idraulico risulta pari a 1.10 m si ottiene una portata pari a $92.52 \text{ m}^3/\text{sec}$



Lo stesso calcolo per la stessa sezione è stato effettuato con il coefficiente di scabrezza di Strickler che fornisce una portata pari a 88.72 m³/sec con un tirante (altezza di moto uniforme pari a 1.15 m).

DATI GEOMETRICI

SEZIONE: Rettangolare
 Trapezia
 Circolare

BASE: m

PENDENZA SPONDE (H:V): m/m

SCABREZZA

INDICE DI SCABREZZA: Strickler
 Manning

TIPO:

SOTTOTIPO:

	Descrizione	Scabrezza	Minima	Massima
 Sel	sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	25.000	33.333	20.000
 Sel	sul fondo: ciotoli e grandi massi	20.000	25.000	14.286

Selezionare una riga dalla tabella sovrastante cliccando sul segno di spunta oppure immettere direttamente il valore di scabrezza desiderato nella casella sottostante.

SCABREZZA DI CALCOLO:

DATI DI CALCOLO

INCognita: Altezza di moto uniforme
 Pendenza
 Portata

PENDENZA: m/m *

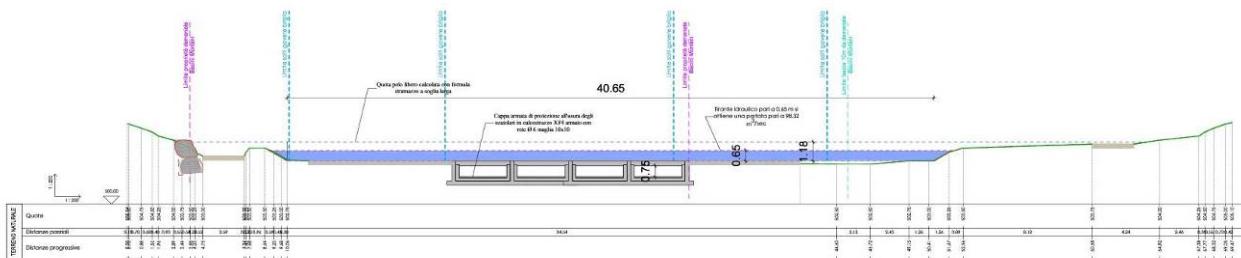
ALTEZZA DI MOTO UNIFORME: m

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	<input type="text" value="1.15"/> m
PENDENZA:	<input type="text" value="0.035000"/> m/m
PORTATA:	<input type="text" value="91.06"/> mc/s
VELOCITA':	<input type="text" value="4.74"/> m/s
ALTEZZA CINETICA:	<input type="text" value="1.15"/> m
ENERGIA SPECIFICA:	<input type="text" value="2.30"/> m
ALTEZZA CRITICA:	<input type="text" value="1.47"/> m
PENDENZA CRITICA:	<input type="text" value="0.015415"/> m/m
AREA BAGNATA:	<input type="text" value="19.21"/> mq
CONTORNO BAGNATO:	<input type="text" value="18.84"/> m
RAGGIO IDRAULICO:	<input type="text" value="1.020"/> m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	<input type="text" value="17.92"/> m
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="1.46"/>
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="forte pendenza"/>

In corrispondenza del guado di cui si è disegnata la sezione A nelle tavole n. 9A e n. 11A, con il calcolo successivo si stabilisce che con un tirante pari a 0.65 m si ha una portata di $98.32 \text{ m}^3/\text{sec}$ superiore alla portata bicentenaria aumentata del coefficiente di sicurezza cioè pari a $92.02 \text{ m}^3/\text{sec}$. Si riporta di seguito un'immagine della sezione dell'alveo che si può trovare in scala più grande nella tavola di progetto n. 11A.

Sezione trasversale A



Scala delle portate in moto uniforme									
Siano dati									
L	m	40,65		D	a	C			
s	m/m	1,77							
i	%	4,2							
γ		2,30							
$s=a/h$									
$DC=L+2a$				B	L	A			

$$Q = A \cdot V = A \cdot X \sqrt{R \cdot i} = A \cdot X \sqrt{\frac{A}{C} \cdot i}$$

Calcolo										
h, m	a, m	DC, m	AC=BD, m	Area, m ²	Cont.	Bagn., m	R, m	X	V, m/s	Q, m ³ /s
0,1	0,18	41,00	0,20	4,08	41,06	0,10	10,49	0,68	2,77	
0,15	0,27	41,18	0,30	6,14	41,26	0,15	12,49	0,99	6,06	
0,2	0,35	41,36	0,41	8,20	41,46	0,20	14,10	1,28	10,54	
0,25	0,44	41,54	0,51	10,27	41,67	0,25	15,45	1,57	16,15	
0,3	0,53	41,71	0,61	12,35	41,87	0,30	16,62	1,85	22,86	
0,35	0,62	41,89	0,71	14,44	42,07	0,34	17,66	2,12	30,64	
0,4	0,71	42,07	0,81	16,54	42,28	0,39	18,60	2,38	39,45	
0,45	0,80	42,24	0,91	18,65	42,48	0,44	19,46	2,64	49,28	
0,5	0,89	42,42	1,02	20,77	42,68	0,49	20,25	2,89	60,10	
0,55	0,97	42,60	1,12	22,89	42,89	0,53	20,97	3,14	71,89	
0,6	1,06	42,77	1,22	25,03	43,09	0,58	21,65	3,38	84,64	
0,65	1,15	42,95	1,32	27,17	43,29	0,63	22,29	3,62	98,32	
0,7	1,24	43,13	1,42	29,32	43,50	0,67	22,89	3,85	112,92	
0,75	1,33	43,31	1,52	31,48	43,70	0,72	23,45	4,08	128,43	
0,8	1,42	43,48	1,63	33,65	43,90	0,77	23,99	4,30	144,84	
0,85	1,50	43,66	1,73	35,83	44,11	0,81	24,49	4,52	162,12	
0,9	1,59	43,84	1,83	38,02	44,31	0,86	24,98	4,74	180,28	
0,95	1,68	44,01	1,93	40,21	44,51	0,90	25,44	4,96	199,29	
1	1,77	44,19	2,03	42,42	44,72	0,95	25,88	5,17	219,15	
1,05	1,86	44,37	2,13	44,63	44,92	0,99	26,31	5,37	239,85	
1,1	1,95	44,54	2,24	46,86	45,12	1,04	26,71	5,58	261,39	
1,15	2,04	44,72	2,34	49,09	45,33	1,08	27,10	5,78	283,74	
1,2	2,12	44,90	2,44	51,33	45,53	1,13	27,48	5,98	306,91	
1,25	2,21	45,08	2,54	53,58	45,73	1,17	27,84	6,18	330,88	
1,3	2,30	45,25	2,64	55,84	45,94	1,22	28,19	6,37	355,65	
1,35	2,39	45,43	2,74	58,10	46,14	1,26	28,53	6,56	381,22	
1,4	2,48	45,61	2,85	60,38	46,34	1,30	28,86	6,75	407,57	
1,45	2,57	45,78	2,95	62,66	46,55	1,35	29,17	6,94	434,70	
1,5	2,66	45,96	3,05	64,96	46,75	1,39	29,48	7,12	462,60	
1,55	2,74	46,14	3,15	67,26	46,95	1,43	29,78	7,30	491,27	
1,6	2,83	46,31	3,25	69,57	47,16	1,48	30,07	7,48	520,70	
1,65	2,92	46,49	3,35	71,89	47,36	1,52	30,35	7,66	550,89	

$$y = 218,37x^{1,8808}$$
$$R^2 = 0,9999$$



Lo stesso calcolo per la stessa sezione è stato effettuato con il coefficiente di scabrezza di Strikler che fornisce una portata pari a $102.04 \text{ m}^3/\text{sec}$ con un tirante (altezza di moto uniforme pari a 0.65m)

DATI GEOMETRICI

SEZIONE: Rettangolare
 Trapezia
 Circolare

BASE: m

PENDENZA SPONDE (H:V): m/m

SCABREZZA

INDICE DI SCABREZZA: Strickler
 Manning

TIPO:

SOTTOTIPO:

	Descrizione	Scabrezza	Minima	Massima
 Sel	sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	25.000	33.333	20.000
 Sel	sul fondo: ciotoli e grandi massi	20.000	25.000	14.286

Selezionare una riga dalla tabella sovrastante cliccando sul segno di spunta oppure immettere direttamente il valore di scabrezza desiderato nella casella sottostante.

SCABREZZA DI CALCOLO:

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	<input type="text" value="0.65"/> m
PENDENZA:	<input type="text" value="0.042000"/> m/m
PORTATA:	<input type="text" value="102.04"/> mc/s
VELOCITA':	<input type="text" value="3.76"/> m/s
ALTEZZA CINETICA:	<input type="text" value="0.72"/> m
ENERGIA SPECIFICA:	<input type="text" value="1.37"/> m
ALTEZZA CRITICA:	<input type="text" value="0.85"/> m
PENDENZA CRITICA:	<input type="text" value="0.016974"/> m/m
AREA BAGNATA:	<input type="text" value="27.17"/> mq
CONTORNO BAGNATO:	<input type="text" value="43.29"/> m
RAGGIO IDRAULICO:	<input type="text" value="0.628"/> m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	<input type="text" value="42.95"/> m
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="1.51"/>
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="forte pendenza"/>

Con le formule suddette, la creazione del nuovo guado porterebbe il franco tra il pelo libero dell'acqua in corrispondenza del guado che con una piena bicentenaria raggiungerebbe una quota pari a 503.35m (502.7m +0.65m) (vedi tavola n. 11A sezione trasversale A) quando la spalla destra

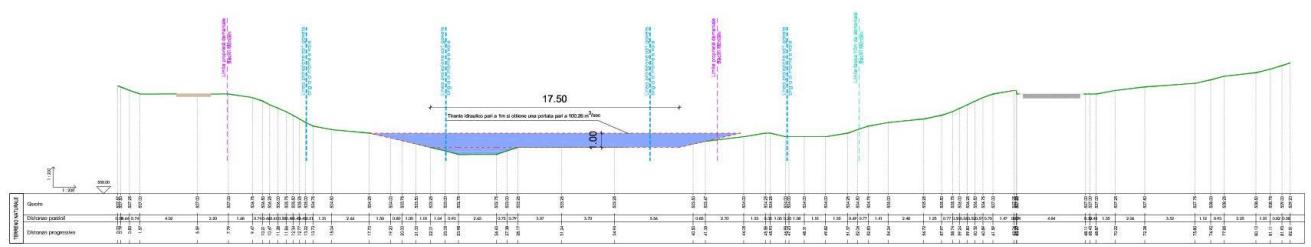
della briglia su cui sale la strada si trova allo stato attuale ad una quota pari a 504.05 m (vedi profilo tavola n.10 in corrispondenza della sezione n. 6) con un franco di 70 cm.

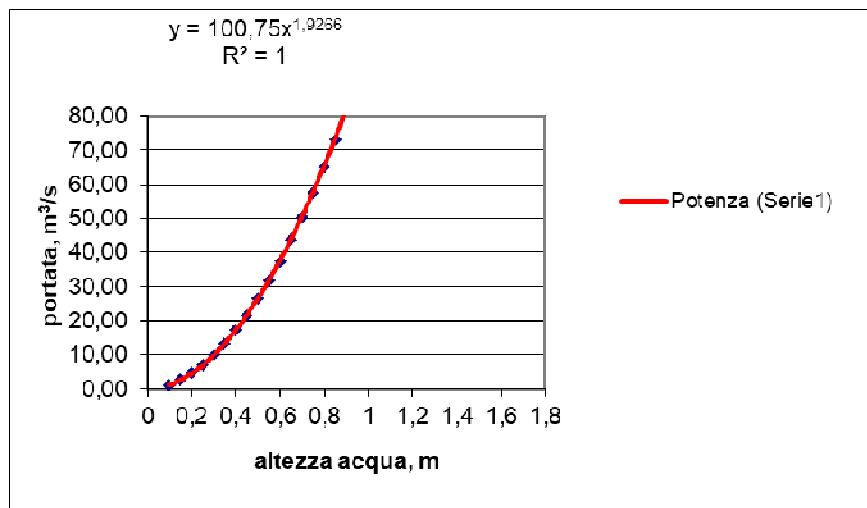
Per garantire che il torrente non possa esondare sul lato destro lungo la strada si preferisce aumentare il franco e portarlo a 90cm. Tra la sezione n. 5 e la sezione n. 6 la strada esistente viene alzata di 25cm (vedi profilo tavola n. 10 tra sez n. 5 e sez n. 6). Lo stesso lavoro verrà fatto sulla strada posta sulla sinistra che sale sulla briglia.

A monte del guado si è disegnata la sezione B nella tavola n. 9A e n. 11A, con il calcolo successivo si stabilisce che con un tirante pari a 1.00m si ha una portata di $100,26 \text{ m}^3/\text{sec}$ superiore alla portata bicanteria aumentata del coefficiente di sicurezza cioè pari a $92,02 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Si riporta di seguito un'immagine della sezione dell'alveo che si può trovare in scala più grande nella tavola di progetto n. 11A.

Sezione trasversale B





Lo stesso calcolo per la stessa sezione è stato effettuato con il coefficiente di scabrezza di Strickler che fornisce una portata pari a 98.48 m³/sec con un tirante (altezza di moto uniforme pari a 1.00 m).

DATI GEOMETRICI

SEZIONE: Rettangolare
 Trapezia
 Circolare

BASE: m

PENDENZA SPONDE (H:V): m/m

SCABREZZA

INDICE DI SCABREZZA: Strickler
 Manning

TIPO:

SOTTOTIPO:

	Descrizione	Scabrezza	Minima	Massima
 Sel	sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	25.000	33.333	20.000
 Sel	sul fondo: ciotoli e grandi massi	20.000	25.000	14.286

Selezionare una riga dalla tabella sovrastante cliccando sul segno di spunta oppure immettere direttamente il valore di scabrezza desiderato nella casella sottostante.

SCABREZZA DI CALCOLO:

DATI DI CALCOLO

INCognita: Altezza di moto uniforme
 Pendenza
 Portata

PENDENZA: m/m *

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME: m

Calcola

Inserire un valore numerico valido per la pendenza tra 0.0001 e 0.2

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	<input type="text" value="1.00"/> m
PENDENZA:	<input type="text" value="0.042000"/> m/m
PORTATA:	<input type="text" value="98.48"/> mc/s
VELOCITA':	<input type="text" value="4.52"/> m/s
ALTEZZA CINETICA:	<input type="text" value="1.04"/> m
ENERGIA SPECIFICA:	<input type="text" value="2.04"/> m
ALTEZZA CRITICA:	<input type="text" value="1.32"/> m
PENDENZA CRITICA:	<input type="text" value="0.015606"/> m/m
AREA BAGNATA:	<input type="text" value="21.80"/> mq
CONTORNO BAGNATO:	<input type="text" value="26.33"/> m
RAGGIO IDRAULICO:	<input type="text" value="0.828"/> m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	<input type="text" value="26.10"/> m
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="1.58"/>
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="forte pendenza"/>

In tutte e tre le sezioni l' alveo risulta in grado di trasportare la piena bicentenaria.

VALUTAZIONI IDRAULICHE INTERVENTO N. 3 - GUADO AI LUPI

Descrizione delle caratteristiche del nuovo guado.

Il terzo intervento necessario per realizzare un nuovo guado in località ai Lupi, nel tratto compreso tra la briglia posta immediatamente prima della sez. n. 1 alla sez. n. 23 non segue il tracciato della pista esistente, infatti dalla sezione n. 1 alla sezione n. 5 il progetto coincide con la strada arginale esistente dove la piattaforma stradale risulta quasi idonea ma immediatamente dopo il nuovo tracciato seguirà la strada forestale, per poi svoltare a sinistra e scendere con una pendenza vicina all' 8% nel greto del torrente. La pista continua con un tratto pianeggiante per circa 26.40 m, che corrisponde con l'attraversamento del torrente, per poi cominciare a salire con una pendenza costante pari al 10.92% fino a collegarsi con la strada esistente.

In progetto si prevede di spostare il nuovo guado più a monte di quello esistente in modo da:

- Aumentare la quota del fondo del torrente in corrispondenza del nuovo guado (quota 548.00 m) rispetto alla briglia di valle (quota 545.46 m) di circa 2.54 m e rispetto al guado esistente (quota 546.93 m) di circa 1.07 m. In questo modo si garantisce un franco maggiore rispetto ai trasporti del torrente Lusumina che tendono a riempire il corso del torrente Chieppena.
- Poter demolire il guado esistente e poter riprofilare l'alveo aumentando la pendenza subito a monte della briglia posta immediatamente a valle portandola ad una pendenza pari a 2.2 % e a 3.2 % nel caso in cui il guado si interri anche a valle.
- Poter demolire la passerella in legno esistente ripristinando la totalità della larghezza utile dell'alveo che in questo momento è notevolmente ridotta dal piccolo ponte, dal guado e dai rilevati della strada di accesso a tale guado (vedi foto n.30 e 31 della documentazione fotografica).
- Gli argini in corrispondenza del guado sono stati protetti con delle scogliere fino all' altezza massima di piena bicentenaria.
- I calcoli delle portate del guado sono stati effettuati non sottraendo la portata del rio Lusumina, che confluisce a valle del guado, ipotesi molto cautelativa.

Raggiunto il torrente si prevede di realizzare un nuovo guado, con una pavimentazione in calcestruzzo nel tratto in cui si attraverserà il torrente e in asfalto per i raccordi.

Il guado sarà realizzato con n. 4 canale messe in successione per una lunghezza di circa 14.25 m. Per dare una larghezza sufficiente alla pista ciclabile si prevede di posare una dietro all'altra tre canale per una lunghezza complessiva di 6m (avendo ciascuna canala una lunghezza di 2.00 m). Le canale avranno un'altezza di 100c m, con una sezione utile minima di passaggio di 70cm, chiuse da

una soletta amovibile in cemento. Le solette amovibili infatti saranno adatte qualora si debbano effettuare operazioni di pulizia del guado. Le canale saranno poggiate su una platea armata con uno spessore di 20cm e sono racchiuse all'interno di muretti in calcestruzzo armato in modo che le strutture prefabbricate siano stabili e siano solidali tra loro. Verticalmente sulle teste delle canale si realizzeranno dei muretti a "V" in modo da facilitare l'ingresso dell'acqua all'interno delle canale, e in sommità alle canale sarà presente un cordolo in cemento armato su tutta la lunghezza del guado. Quindi il prospetto del guado sarà costituito da un muro in cls faccia a vista.

Sui lati del guado si realizzeranno due tomi in terra di contenimento che impediranno ai veicoli di finire nel torrente. Non si prevede di posare nessun parapetto e nessuna barriera stradale in quanto l'altezza da "terra" delle strutture del guado sono minori o uguali ad 1.00 m e quindi secondo il codice della strada non serve mettere in opera di barriere stradali. Sul lato interno verso la ciclabile i tomi sono contenuti da delle cordonate stradali semplicemente appoggiate che in caso di piena saranno asportate dalla forza della corrente assieme ai tomi di terra battuta.

Con il progetto si prevede di raggiungere la sponda opposta del torrente e iniziare a salire rimanendo fuori dalla proprietà demaniale, per questo sarà necessario realizzare un nuovo tratto di strada a mezza costa sostenuta a valle da una nuova scogliera cementata e a monte le rampe saranno sostenute anche da una nuova scogliera. La nuova pista ciclopedinale salirà con una pendenza pari a 10.92% in modo da giungere in corrispondenza della sezione n. 19, cioè in corrispondenza della prima briglia del torrente Lusumina ad una quota di +0.80 m dalla sommità della briglia. Ad una quota che da un minimo di sicurezza rispetto alle possibili esondazioni del torrente. Inoltre a protezione della ciclabile si provvederà a riempire l'avvallamento posto dietro all'argine realizzando una sorta di tomo a lato della ciclabile la cui sommità è più alta di circa 1.8 m dalla sommità della spalla della briglia esistente.

La ciclabile continuerà quindi ancora verso monte lambendo la proprietà demaniale e allontanandosi di vari metri dall'alveo rispetto al tracciato della pista attuale.

Il guado sarà corazzato a monte e a valle da scogliere cementate vincolate in sommità dalla platea in cls di spessore pari a 20 cm in modo che le piene non possano danneggiare le strutture del guado che funzionerà come una soglia cementata.

In questo tratto i lavori previsti sono:

- Preparazione del piano di posa mediante preventivo scorticamento;
- Movimenti terra per costruzione tratti in rilevato e in trincea;
- Costruzione scogliere cementate poste alla base del versante che sostiene la strada forestale tra la sezione n. 7 e la sezione n. 10;
- Costruzione scogliere cementate poste alla base del rilevato che sostiene la nuova ciclabile tra la sezione n. 14 e la sezione n. 19;
- Costruzione del nuovo banchettone in cemento armato con la posa della sovrastante barriera stradale in legno e acciaio;
- Costruzione scogliere cementate poste alla base delle rampe del versante tra la sezione n. 14 e la sezione n. 16;
- Costruzione platea, muri in cemento armato e posa dei prefabbricati per costituire il nuovo guado;
- Costruzione dei tomi sulle strutture del guado con la posa in opera delle cordonate amovibili;

- Costruzione scogliere cementate poste alla base delle strutture del guado e del selciato posto a valle delle canale prefabbricate e a protezione delle sponde degli argini;
- Costruzione nuova massicciata stradale della pista ciclabile;
- Asfaltatura strada e pista ciclabile con monostrato cm 5;
- Realizzazione della pavimentazione in cls classe XF4 per resistere ai sali nel periodo invernale, tra la sezione n. 9 e la sezione n. 14;
- Demolizione del guado esistente e della passerella in legno;

Calcolo portate degli scatolari

Il guado è composto da 4 scatolari, ciascun scatolare ha una sezione larga 3.00 m e alta 0.7 m. Si considera un tirante massimo all'interno dello scatolare pari a 0.6m e una pendenza pari al 4.5%. Di seguito si riporta il calcolo della portata massima di ciascun scatolare. Ciascun scatolare ha una portata massima pari a 24.22 m³/sec quindi il guado riesce a convogliare attraverso gli scatolari al massimo 96.88 m³/sec.

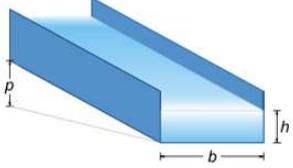
Portata di un ruscello

Dati di calcolo

b	3	m	= Larghezza del canale
h	0.75	m	= Spessore del battente d'acqua
p	0.045	m/m	= Pendenza
c	0.15		= Scabrezza

Calcola **Reset**

Q **24.2238462** m³/s = **Portata del canale**



Scabrezza relativa all'alveo:

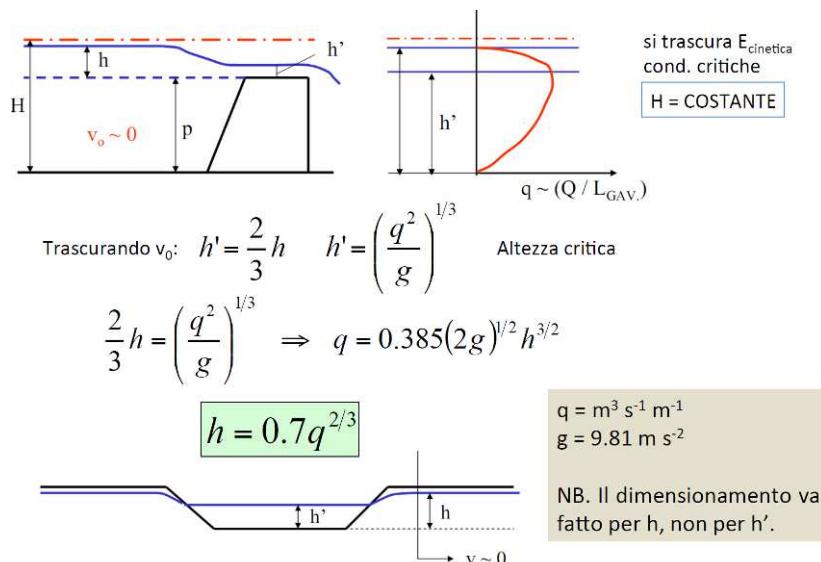
- 0.05 Plastica con giunti ben raccordati
- 0.10 Cemento lisciatò o metallico
- 0.15 Cemento grossolano, muratura regolare
- 0.30 Cemento con ciottoli di fiume infissi
- 0.35 Cemento degradato, muratura grezza

Le cifre decimali possono essere separate sia dal punto sia dalla virgola.

Quindi di fatto i quattro scatolari risultano in grado di smaltire una portata pari a 96.88m³/sec superiore alla piena bicentenaria. Nel caso in cui essi si ostruissero per una piena maggiore o, in particolare, per un fenomeno di trasporto solido, la pendenza dell'alveo di monte diventerebbe pari a 5.4 %, che corrisponde alla pendenza attuale del torrente nel tratto immediatamente a monte di dove si realizza il nuovo guado (come rappresentato nel profilo della tavola di progetto n.17). Con questa pendenza si calcolano i tiranti sulla sezione degli scatolari (sez. A tavola n. 13A) e sulla sezione di monte (sez. B tavola n. 13A).

Calcolo portate e tiranti nelle sezioni critiche del terrente Chieppena nel tratto interessato dall'intervento n. 3

Per prima cosa come richiesto si è verificato il guado con la formula per uno stramazzo a parete grossa, di cui si è disegnata la sezione A nelle tavole n. 17 e n. 15A, si ottiene il transito della portata bicentenaria con un tirante pari a 1.52 m.



in cui ΔL è il contributo di ciascun triangolo laterale:

The diagram shows a trapezoidal gasholder with height y and side slope $S/3 : S$. The angle α is 45° . The lateral contribution is $\Delta L = \frac{1}{3} \left(\frac{y}{\tan \alpha} \right)$. For $\alpha = 45^\circ$, $\Delta L = 0.33y$.

si risolve per tentativi

$$h = 0.7 \left[\frac{Q}{L + \frac{2}{3} \frac{y}{\tan \alpha}} \right]$$

N.B. $y = h$ = altezza della gavetta da dimensionare

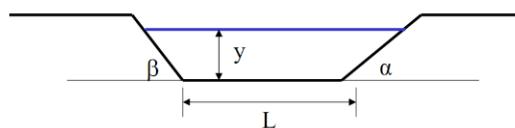
Per sponde con diversa inclinazione si può generalizzare:

$$Q = 1.705h^{3/2} \left[L + \frac{2}{5}h \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right) \right]$$

Che va comunque risolta per tentativi se l'incognita è h

Quindi con i dati di progetto della gavetta della briglia n. 1

Gaveta TRAPEZIA

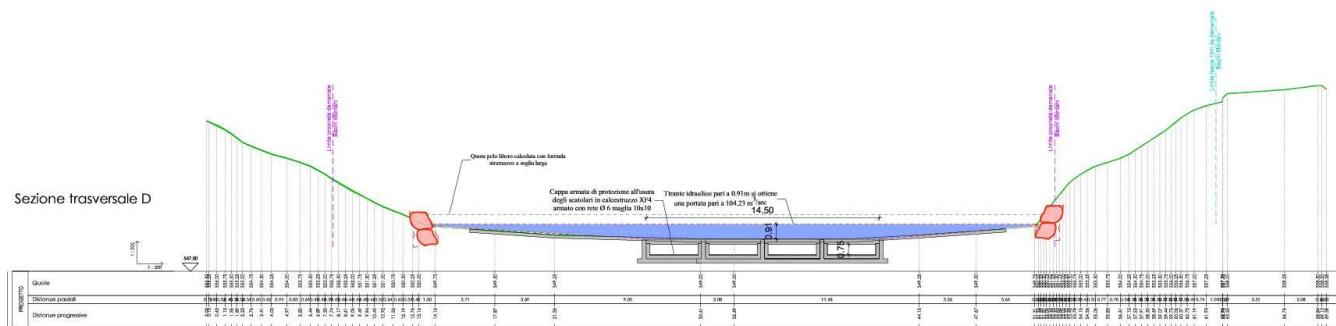


applicando la formula

$$Q = 1.705 h^{3/2} \left[L + \frac{2}{5} h \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{1}{\tan \beta} \right) \right]$$

Q=	92,20 m³/sec
L=	14,95 m
h=	1,52 m
alfa=	5 gradi
beta=	5 gradi

Con questo tirante come rappresentato nella sezione D della tavola 15A riportata anche qui sotto l'acqua non esonda e rimane all'interno dell'area protetta sulla destra idrografica da una scogliera e sulla sinistra dall'altra scogliera della pista ciclabile.



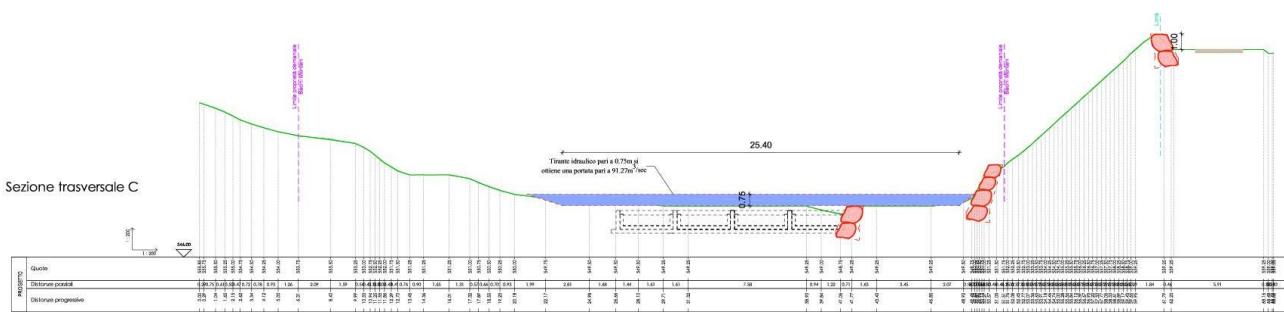
Si segnala inoltre che a causa dei recenti danni causati da Vaia, sul torrente ci saranno fenomini di trasporto solido frequenti fino a quando gli alvei degli affluenti di monte non si rinverdiranno e non si consolideranno. Pertanto si prevede che il comune dovrà pulire i guadi anche alcune volte all'anno.

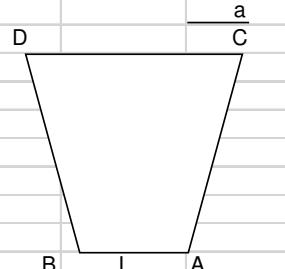
Si è voluto anche verificare che le varie sezioni dell'alveo del torrente avessero delle dimensioni idonee per garantire il passaggio della piena bicentenaria per questo si sono analizzate varie sezioni.

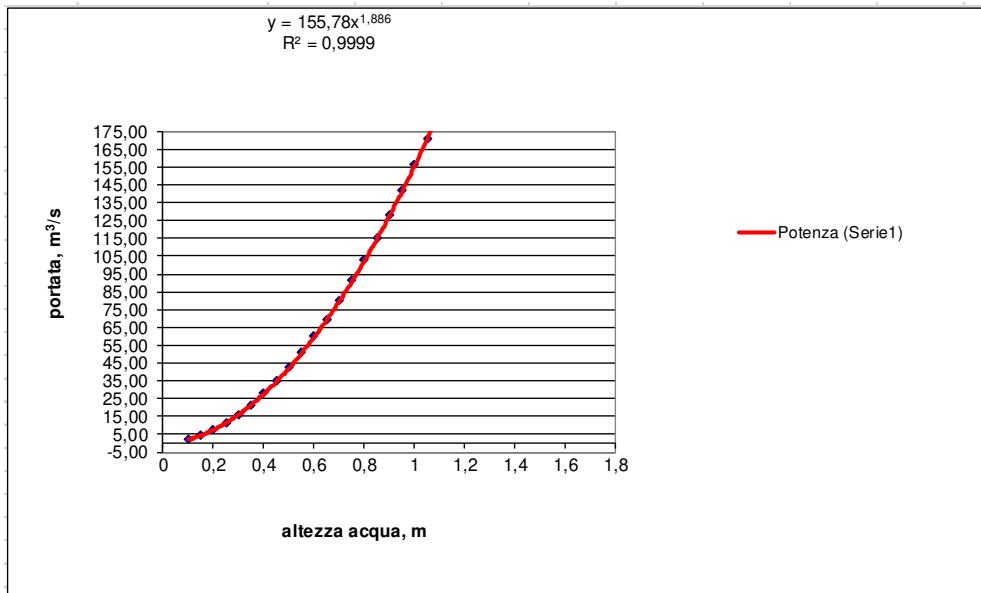
Nella tavola di progetto n. 13 sono rappresentate le sezioni C, D ed E utilizzate per la verifica idraulica del corso d'acqua dopo la realizzazione del guado.

La prima sezione che si è presa in considerazione è quella posta immediatamente a monte del nuovo guado sezione C.

Si riporta di seguito un'immagine della sezione C che si può trovare in scala più grande nella tavola di progetto n. 15A.



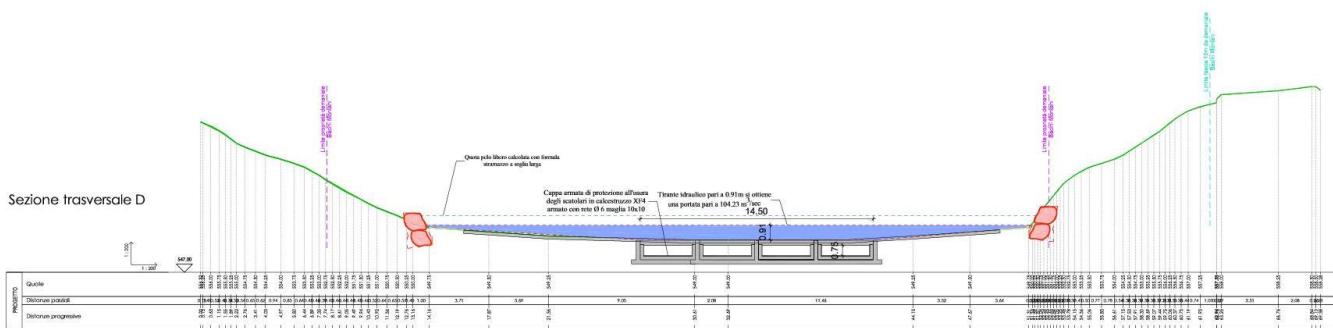
Scala delle portate in moto uniforme									
Siano dati									
L	m	25,4							
s	m/m	2,06							
i	%	5,4							
γ		2,30							
$s=a/h$		$a=s \cdot h$							
$DC=L+2a$									
									
$Q = A \cdot V = A \cdot X \sqrt{R \cdot i} = A \cdot X \sqrt{\frac{A}{C} \cdot i}$									
Calcolo									
h, m	a, m	DC, m	AC=BD, m	Area, m^2	Cont. Bagn., m	R, m	X	V, m/s	Q, m^3/s
0,1	0,21	25,81	0,23	2,56	25,86	0,10	10,47	0,77	1,96
0,15	0,31	26,02	0,34	3,86	26,09	0,15	12,46	1,11	4,29
0,2	0,41	26,22	0,46	5,16	26,32	0,20	14,05	1,45	7,46
0,25	0,52	26,43	0,57	6,48	26,54	0,24	15,38	1,77	11,44
0,3	0,62	26,64	0,69	7,81	26,77	0,29	16,54	2,08	16,20
0,35	0,72	26,84	0,80	9,14	27,00	0,34	17,57	2,38	21,71
0,4	0,82	27,05	0,92	10,49	27,23	0,39	18,49	2,67	27,97
0,45	0,93	27,25	1,03	11,85	27,46	0,43	19,33	2,95	34,95
0,5	1,03	27,46	1,14	13,22	27,69	0,48	20,10	3,23	42,63
0,55	1,13	27,67	1,26	14,59	27,92	0,52	20,81	3,50	51,01
0,6	1,24	27,87	1,37	15,98	28,15	0,57	21,47	3,76	60,08
0,65	1,34	28,08	1,49	17,38	28,38	0,61	22,09	4,02	69,82
0,7	1,44	28,28	1,60	18,79	28,61	0,66	22,67	4,27	80,22
0,75	1,55	28,49	1,72	20,21	28,83	0,70	23,22	4,52	91,27
0,8	1,65	28,70	1,83	21,64	29,06	0,74	23,73	4,76	102,98
0,85	1,75	28,90	1,95	23,08	29,29	0,79	24,23	5,00	115,32
0,90	1,85	29,11	2,06	24,53	29,52	0,83	24,69	5,23	128,29
0,95	1,96	29,31	2,18	25,99	29,75	0,87	25,14	5,46	141,90
1	2,06	29,52	2,29	27,46	29,98	0,92	25,56	5,69	156,12
1,05	2,16	29,73	2,40	28,94	30,21	0,96	25,97	5,91	170,96
1,1	2,27	29,93	2,52	30,43	30,44	1,00	26,36	6,13	186,41
1,15	2,37	30,14	2,63	31,93	30,67	1,04	26,74	6,34	202,47
1,2	2,47	30,34	2,75	33,45	30,90	1,08	27,10	6,55	219,13
1,25	2,58	30,55	2,86	34,97	31,12	1,12	27,45	6,76	236,39
1,3	2,68	30,76	2,98	36,50	31,35	1,16	27,78	6,97	254,25
1,35	2,78	30,96	3,09	38,04	31,58	1,20	28,10	7,17	272,70
1,4	2,88	31,17	3,21	39,60	31,81	1,24	28,42	7,37	291,74
1,45	2,99	31,37	3,32	41,16	32,04	1,28	28,72	7,56	311,36
1,5	3,09	31,58	3,43	42,74	32,27	1,32	29,01	7,76	331,57
1,55	3,19	31,79	3,55	44,32	32,50	1,36	29,30	7,95	352,36
1,6	3,30	31,99	3,66	45,91	32,73	1,40	29,57	8,14	373,72
1,65	3,40	32,20	3,78	47,52	32,96	1,44	29,84	8,33	395,67



Lo stesso calcolo per la stessa sezione e per le sezioni successive non è stato effettuato con il coefficiente di scabrezza di Strickler in quanto si è visto nei calcoli del guado precedente che si ottengono le stesse portate con poco scostamento utilizzando le formule con il coefficiente di Bazin.

La seconda sezione che si è presa in considerazione è quella posta in corrispondenza del nuovo guado sezione D.

Si riporta di seguito un'immagine della sezione D che si può trovare in scala più grande nella tavola di progetto n. 15A.



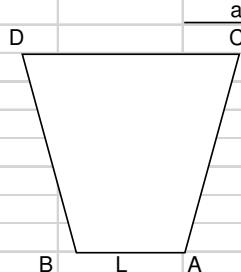
Scala delle portate in moto uniforme

Siano dati

L	m	14,5
s	m/m	14,8
i	%	5,6
γ		2,30

$$s=a/h \quad a=s \cdot h$$

$$DC=L+2a$$

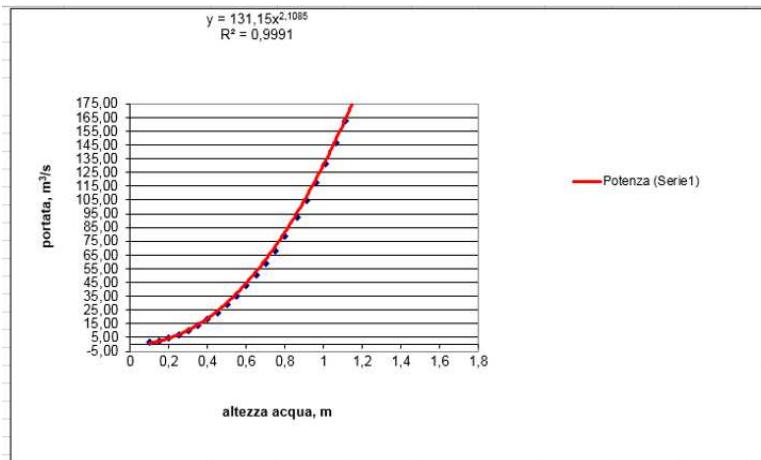


dati da inserire

$$Q = A \cdot V = A \cdot X \sqrt{R \cdot i} = A \cdot X \sqrt{\frac{A}{C} \cdot i}$$

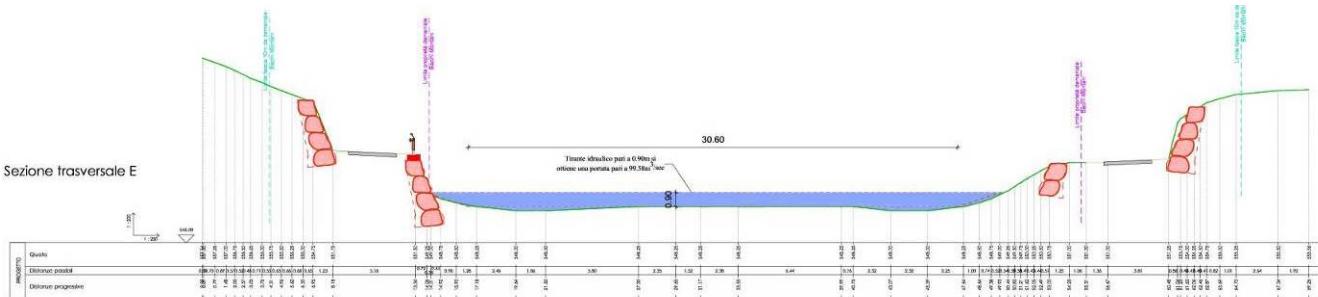
Calcolo

h, m	a, m	DC, m	AC=BD, m	Area, m ²	Cont. Bagn., m	R, m	X	V, m/s	Q, m ³ /s
0,1	1,48	17,46	1,48	1,60	17,47	0,09	10,11	0,72	1,16
0,15	2,22	18,94	2,23	2,51	18,95	0,13	11,88	1,02	2,57
0,2	2,96	20,42	2,97	3,49	20,43	0,17	13,25	1,30	4,53
0,25	3,70	21,90	3,71	4,55	21,92	0,21	14,39	1,55	7,06
0,3	4,44	23,38	4,45	5,68	23,40	0,24	15,35	1,79	10,17
0,35	5,18	24,86	5,19	6,89	24,88	0,28	16,20	2,02	13,89
0,4	5,92	26,34	5,93	8,17	26,37	0,31	16,95	2,23	18,24
0,45	6,66	27,82	6,68	9,52	27,85	0,34	17,63	2,44	23,23
0,5	7,40	29,30	7,42	10,95	29,33	0,37	18,26	2,64	28,91
0,55	8,14	30,78	8,16	12,45	30,82	0,40	18,84	2,83	35,29
0,6	8,88	32,26	8,90	14,03	32,30	0,43	19,38	3,02	42,39
0,65	9,62	33,74	9,64	15,68	33,78	0,46	19,88	3,20	50,24
0,7	10,36	35,22	10,38	17,40	35,27	0,49	20,35	3,38	58,88
0,75	11,10	36,70	11,13	19,20	36,75	0,52	20,80	3,56	68,32
0,8	11,84	38,18	11,87	21,07	38,23	0,55	21,23	3,73	78,59
0,86	12,73	39,96	12,76	23,42	40,01	0,59	21,71	3,93	92,05
0,91	13,47	41,44	13,50	25,45	41,50	0,61	22,10	4,10	104,23
0,96	14,21	42,92	14,24	27,56	42,98	0,64	22,47	4,26	117,33
1,01	14,95	44,40	14,98	29,74	44,46	0,67	22,82	4,42	131,37
1,06	15,69	45,88	15,72	32,00	45,95	0,70	23,16	4,57	146,37
1,11	16,43	47,36	16,47	34,33	47,43	0,72	23,49	4,73	162,36
1,16	17,17	48,84	17,21	36,73	48,91	0,75	23,81	4,88	179,37
1,21	17,91	50,32	17,95	39,21	50,40	0,78	24,12	5,03	197,41
1,26	18,65	51,80	18,69	41,77	51,88	0,81	24,41	5,18	216,51
1,31	19,39	53,28	19,43	44,39	53,36	0,83	24,70	5,33	236,71
1,36	20,13	54,76	20,17	47,09	54,85	0,86	24,98	5,48	258,01
1,41	20,87	56,24	20,92	49,87	56,33	0,89	25,26	5,62	280,45
1,46	21,61	57,72	21,66	52,72	57,81	0,91	25,52	5,77	304,05
1,51	22,35	59,20	22,40	55,64	59,30	0,94	25,78	5,91	328,84
1,56	23,09	60,68	23,14	58,64	60,78	0,96	26,03	6,05	354,83
1,61	23,83	62,16	23,88	61,71	62,26	0,99	26,28	6,19	382,06
1,66	24,57	63,64	24,62	64,85	63,75	1,02	26,52	6,33	410,54



Sezione di valle

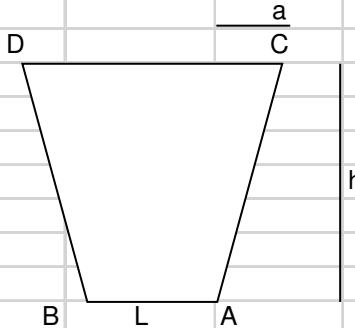
La terza sezione che si è presa in considerazione è quella posta a valle del nuovo guado sezione E. Si riporta di seguito un'immagine della sezione E che si può trovare in scala più grande nella tavola di progetto n. 15A.



Scala delle portate in moto uniforme

Siano dati								
L	m	30,6						
s	m/m	3,05						
i	%	2,2						
γ		2,30						

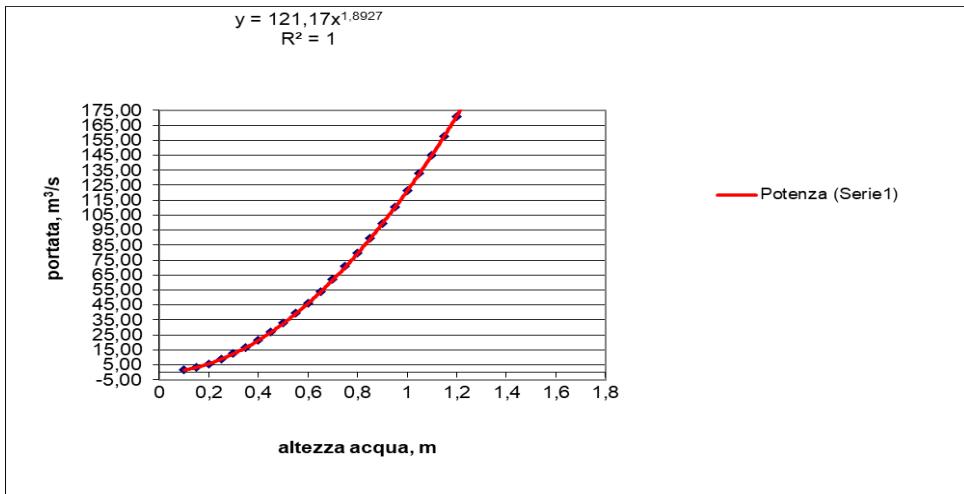
$$s=a/h \quad a=s \cdot h \\ DC=L+2a$$



$$Q = A \cdot V = A \cdot X \sqrt{R \cdot i} = A \cdot X \sqrt{\frac{A}{C} \cdot i}$$

Calcolo

h, m	a, m	DC, m	AC=BD, m	Area, m ²	Cont.	Bagn., m	R, m	X	V, m/s	Q, m ³ /s
0,1	0,31	31,21	0,32	3,09	31,24	0,10	10,47	0,49	1,51	
0,15	0,46	31,52	0,48	4,66	31,56	0,15	12,45	0,71	3,31	
0,2	0,61	31,82	0,64	6,24	31,88	0,20	14,04	0,92	5,75	
0,25	0,76	32,13	0,80	7,84	32,20	0,24	15,37	1,12	8,82	
0,3	0,92	32,43	0,96	9,45	32,53	0,29	16,52	1,32	12,49	
0,35	1,07	32,74	1,12	11,08	32,85	0,34	17,54	1,51	16,75	
0,4	1,22	33,04	1,28	12,73	33,17	0,38	18,46	1,70	21,59	
0,45	1,37	33,35	1,44	14,39	33,49	0,43	19,29	1,88	26,99	
0,5	1,53	33,65	1,60	16,06	33,81	0,48	20,06	2,05	32,94	
0,55	1,68	33,96	1,77	17,75	34,13	0,52	20,77	2,22	39,44	
0,6	1,83	34,26	1,93	19,46	34,45	0,56	21,43	2,39	46,47	
0,65	1,98	34,57	2,09	21,18	34,77	0,61	22,04	2,55	54,04	
0,7	2,14	34,87	2,25	22,91	35,09	0,65	22,62	2,71	62,12	
0,75	2,29	35,18	2,41	24,67	35,41	0,70	23,16	2,87	70,72	
0,8	2,44	35,48	2,57	26,43	35,74	0,74	23,68	3,02	79,84	
0,85	2,59	35,79	2,73	28,21	36,06	0,78	24,17	3,17	89,46	
0,90	2,75	36,09	2,89	30,01	36,38	0,82	24,63	3,32	99,58	
0,95	2,90	36,40	3,05	31,82	36,70	0,87	25,07	3,46	110,20	
1	3,05	36,70	3,21	33,65	37,02	0,91	25,50	3,61	121,32	
1,05	3,20	37,01	3,37	35,49	37,34	0,95	25,90	3,75	132,93	
1,1	3,36	37,31	3,53	37,35	37,66	0,99	26,29	3,88	145,03	
1,15	3,51	37,62	3,69	39,22	37,98	1,03	26,66	4,02	157,62	
1,2	3,66	37,92	3,85	41,11	38,30	1,07	27,02	4,15	170,69	
1,25	3,81	38,23	4,01	43,02	38,62	1,11	27,36	4,28	184,24	
1,3	3,97	38,53	4,17	44,93	38,95	1,15	27,70	4,41	198,28	
1,35	4,12	38,84	4,33	46,87	39,27	1,19	28,02	4,54	212,79	
1,4	4,27	39,14	4,49	48,82	39,59	1,23	28,33	4,67	227,78	
1,45	4,42	39,45	4,65	50,78	39,91	1,27	28,63	4,79	243,25	
1,5	4,58	39,75	4,81	52,76	40,23	1,31	28,92	4,91	259,19	
1,55	4,73	40,06	4,98	54,76	40,55	1,35	29,20	5,03	275,61	
1,6	4,88	40,36	5,14	56,77	40,87	1,39	29,48	5,15	292,50	
1,65	5,03	40,67	5,30	58,79	41,19	1,43	29,74	5,27	309,86	



Castelnuovo, maggio 2020

II Tecnico

Dott. Ing. Sandro Dandrea