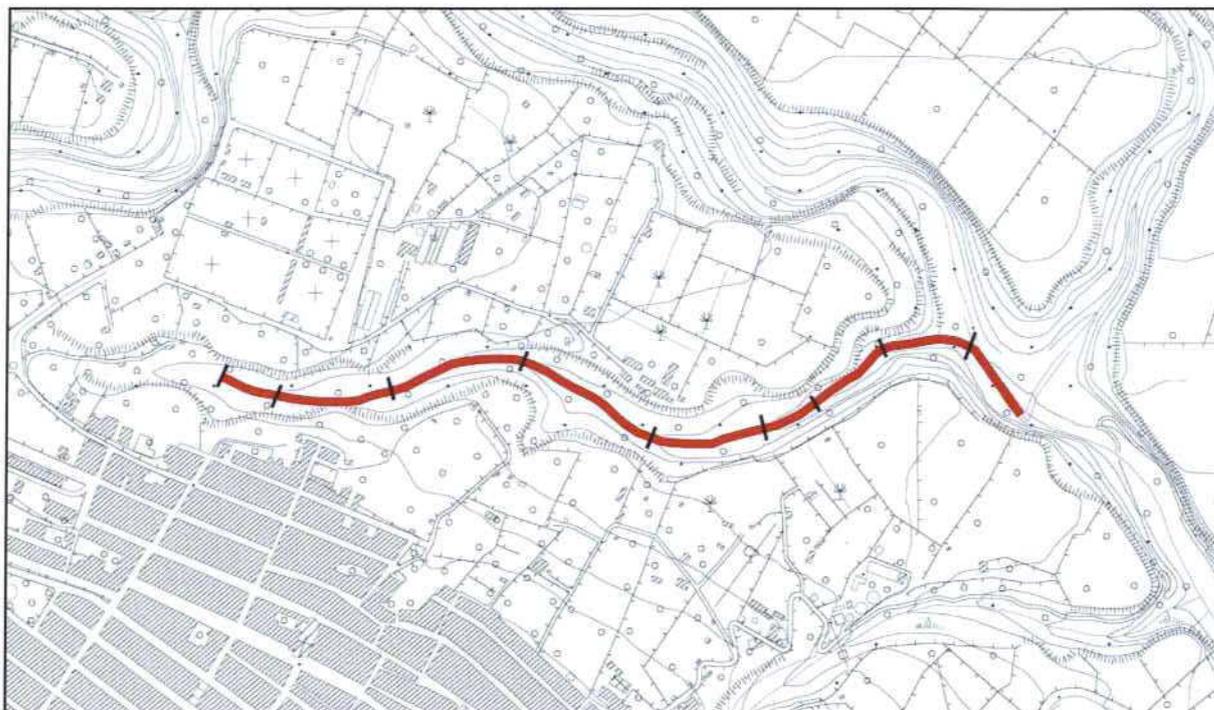


Regione Siciliana
Comune di
CANICATTINI BAGNI



**STUDIO DI VERIFICA E FATTIBILITÀ DEL CUNETTONE
DI DEFLUSSO DELLE ACQUE PIOVANE IN C.DA "PIGNATI"**

B

Relazione idrografica ed idrologica



ABEO s.r.l.
Via Principato di Monaco 12
96100 Siracusa (SR)
P. Iva 01340660891
www.abeo.it


L'Amministratore Unico
Dott. Geol. Umberto Vanella



Dott. Geol. Umberto Vanella



Dott. Arch. Emanuele Lombardo

1. PREMESSA

Giusta nota n. 15287 di prot. gen. del 26/09/2019, vista l'OCDPC n. 558/2018 - Interventi urgenti di Protezione Civile in conseguenza degli eccezionali eventi meteorologici dal 18 al 20 ottobre 2018, il Comune di Canicattini Bagni (SR) ha affidato ad ABEO s.r.l. l'incarico di eseguire lo STUDIO DI VERIFICA E FATTIBILITÀ DEL CUNETTONE DI DEFLUSSO DELLE ACQUE PIOVANE IN C.DA "PIGNATI" al fine di verificare lo stato di fatto e la fattibilità di interventi migliorativi tali da garantire una funzionalità capace di far fronte ad eventi meteorologici eccezionale paragonabili a quelli avuti tra il 18 ed il 20 ottobre 2018.

Si è eseguito quindi uno

A) Studio geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico e geologico-tecnico

e uno

B) Studio idrografico ed idrologico

della parte di territorio comunale interessata dal cunettone di deflusso delle acque piovane di Contrada "Pignati".

Nella presente relazione vengono esposte le risultanze dello studio di cui al precedente punto B).

Lo studio svolto è finalizzato al miglioramento della capacità delle sezioni idrauliche nel contenere le portate di piena attraverso ricalibrature e rettifiche ottenute mediante appropriati interventi di un ramo del primo ordine che si innesta nel fiume Ciane in territorio di Canicattini Bagni.

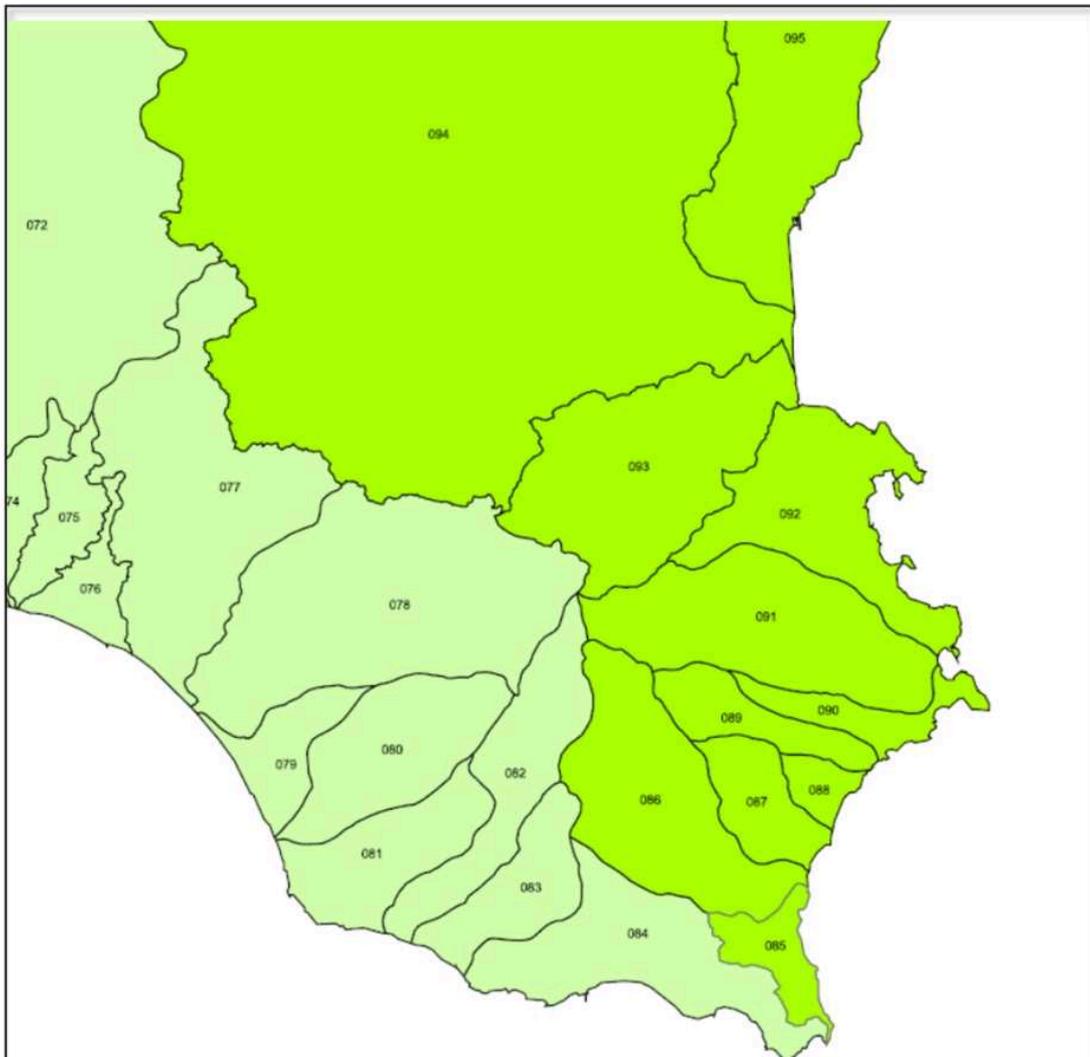
In prima istanza saranno determinate le curve di possibilità pluviometrica per la valutazione delle portate al colmo che scorrono nell'alveo interessato per un prefissato periodo di ritorno necessarie al dimensionamento del manufatto.

Calcolate le portate critiche in funzione di determinati periodi di ritorno, si eseguirà la verifica del deflusso attraverso le sezioni idrauliche predimensionate e potrà essere progettato il manufatto.

2. MORFOLOGIA DEL BACINO

Il territorio oggetto di studio è individuabile topograficamente nelle tavolette dell'I.G.M. "Canicattini Bagni" (F.274-III-SO) e nella sezione C.T.R. 646130 "Canicattini Bagni".

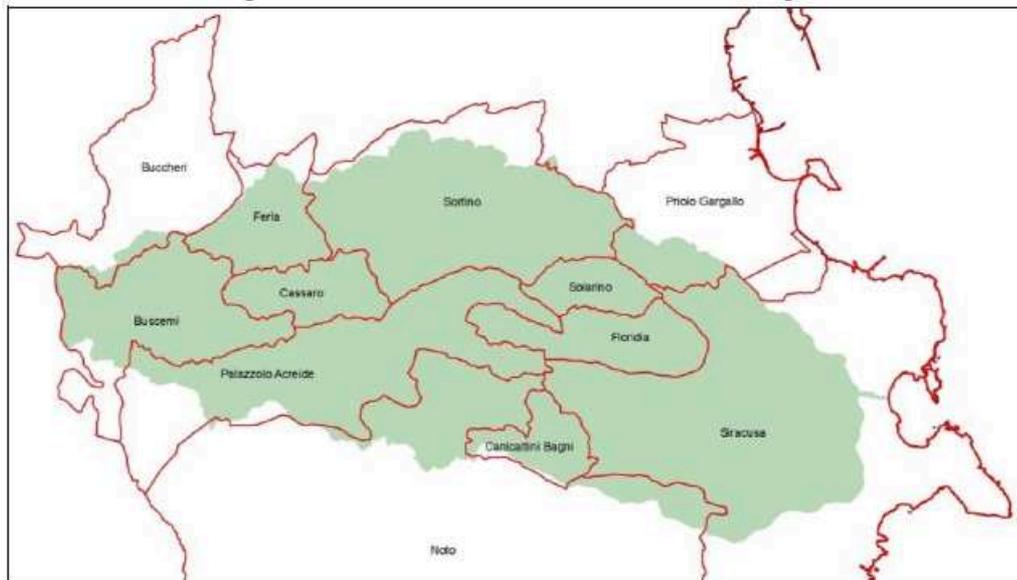
L'area in esame ricade nel bacino idrografico del fiume Anapo¹, la cui asta fluviale ha uno sviluppo lineare complessivo di circa 60 Km e sfocia nel Porto Grande di Siracusa. Il bacino idrografico del fiume Anapo, con il bacino del fiume Ciane e del canale Mammaiabica, si estende per una superficie complessiva di circa 450 km² nella porzione centro-settentrionale dell'altipiano Ibleo, con una forma allungata, Ovest-Est, nella direzione dell'alveo principale.



Inquadramento idrografico

¹ ARTA Sicilia – Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) – 091 Anapo

Nel bacino ricadono in modo totale o parziale diversi territori comunali facenti tutti parte della Provincia di Siracusa: Buccheri, Buscemi, Canicattini Bagni, Cassaro, Ferla, Florida, Noto, Palazzolo Acreide, Priolo Gargallo, Siracusa, Solarino, Sortino. Altresì vi ricadono direttamente i centri abitati di Buscemi, Canicattini Bagni, Cassaro, Ferla, Florida, Palazzolo Acreide, Solarino, Sortino.



Territori ricadenti nel bacino 091 Anapo

Ai fini del bilancio idrologico dell'area di bacino, va evidenziato che la morfologia individua diverse classi di pendenza, con una prevalenza della classe di pendenza 35%-10% nella porzione centrale di bacino, e dunque nell'altipiano calcareo, mentre la classe a pendenza >35% è relativa ai versanti delle gole, profondamente incise, nell'ambito sempre della parte montuosa del bacino. Le aree a debole pendenza sono individuabili nella porzione costiera e nell'immediato entroterra (ove ricade l'aria in esame), ovvero in corrispondenza delle porzioni culminanti dell'altipiano.

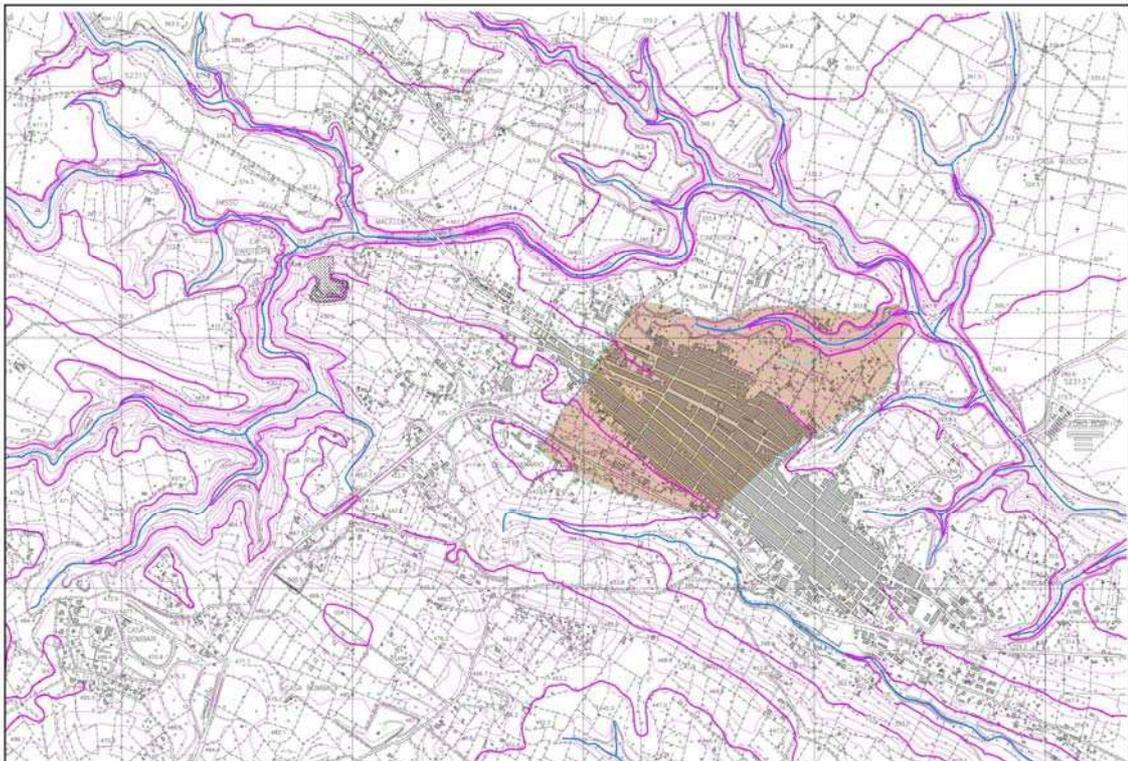
L'idrografia è rappresentata da una serie di corsi d'acqua che definiscono un sistema *subdendritico* (Panizza, 1988) con diversi canali secondari che presentano andamento pressoché parallelo al corso principale, indicativo di uno sviluppo idrografico del bacino influenzato da una serie di fratture più o meno parallele che seguono importanti direttrici tettoniche regionali.

Sotto l'aspetto morfologico, la parte più a monte del bacino è per lo più caratterizzata da varie incisioni in cui il letto si è impostato in rocce competenti, è a media-elevata pendenza, con erosione accentuata e pressoché privo di sedimenti, escluso per brevi tratti, ove si sono avuti grandi piene: è, questo, lo scenario tipico dell'area di studio. Diverso lo scenario verso valle, dove per la diminuzione di pendenza e la conseguente diminuzione di velocità l'alveo dei vari torrenti si trasforma a fondo mobile, con conseguente deposizione di sedimenti costituiti principalmente da elementi vulcanici e calcaremitici. I due scenari sono nettamente staccati tra loro da una serie di scarpate.

Il regime è tipicamente torrentizio: la differenza di portata tra la stagione estiva e quella invernale è tale che i deflussi superficiali nei corsi d'acqua siano apprezzabili solamente nella stagione invernale e soprattutto in occasione di precipitazioni intense e di una certa durata, mentre si presentano praticamente asciutti nel periodo estivo, per la scarsa piovosità e l'alta temperatura che favorisce l'evaporazione.

Il deflusso superficiale è limitato, oltre che dalle cause climatiche, anche dalla discreta permeabilità delle formazioni affioranti, dovuta anche ad una serie di fratturazioni che facilitano l'infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo, incrementando l'alimentazione del bacino idrogeologico prevalentemente per permeabilità secondaria. Inoltre, l'uso del suolo e la sua natura geopedologica determinano valori elevati di infiltrazione.

Nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I), il territorio di Canicattini Bagni ricade nel sottobacino R890W890 del bacino del fiume Anapo (091): l'area oggetto di studio è collocata proprio al confine centromeridionale del bacino, alla destra idrografica dello stesso, confluendo nel reticolo del Vallone Cavadonna.



Inquadramento dell'area di intervento

Si tratta di una superficie di piccole dimensioni estesa 0.86 km².

E' stata delimitata con i consueti metodi dell'idrologia usando la carta tecnica regionale in scala 1/10000.

Il suolo compreso nei limiti del piccolo bacino per circa il 50% è intensamente urbanizzato, mentre la restante parte è coperta da vegetazione più o meno diffusa o da

edilizia rada e comunque consente una maggiore permeabilità alle piogge rispetto alle superfici pavimentate o sede di costruzioni, di questo si tiene conto per la scelta del coefficiente di deflusso per il successivo dimensionamento del canale.

L'altitudine media di bacino è 353 m.s.l.m.

La pendenza media del bacino è del 19% ed è stata determinata esaminando le strisce di area comprese fra curve di livello con equidistanza ml.10.

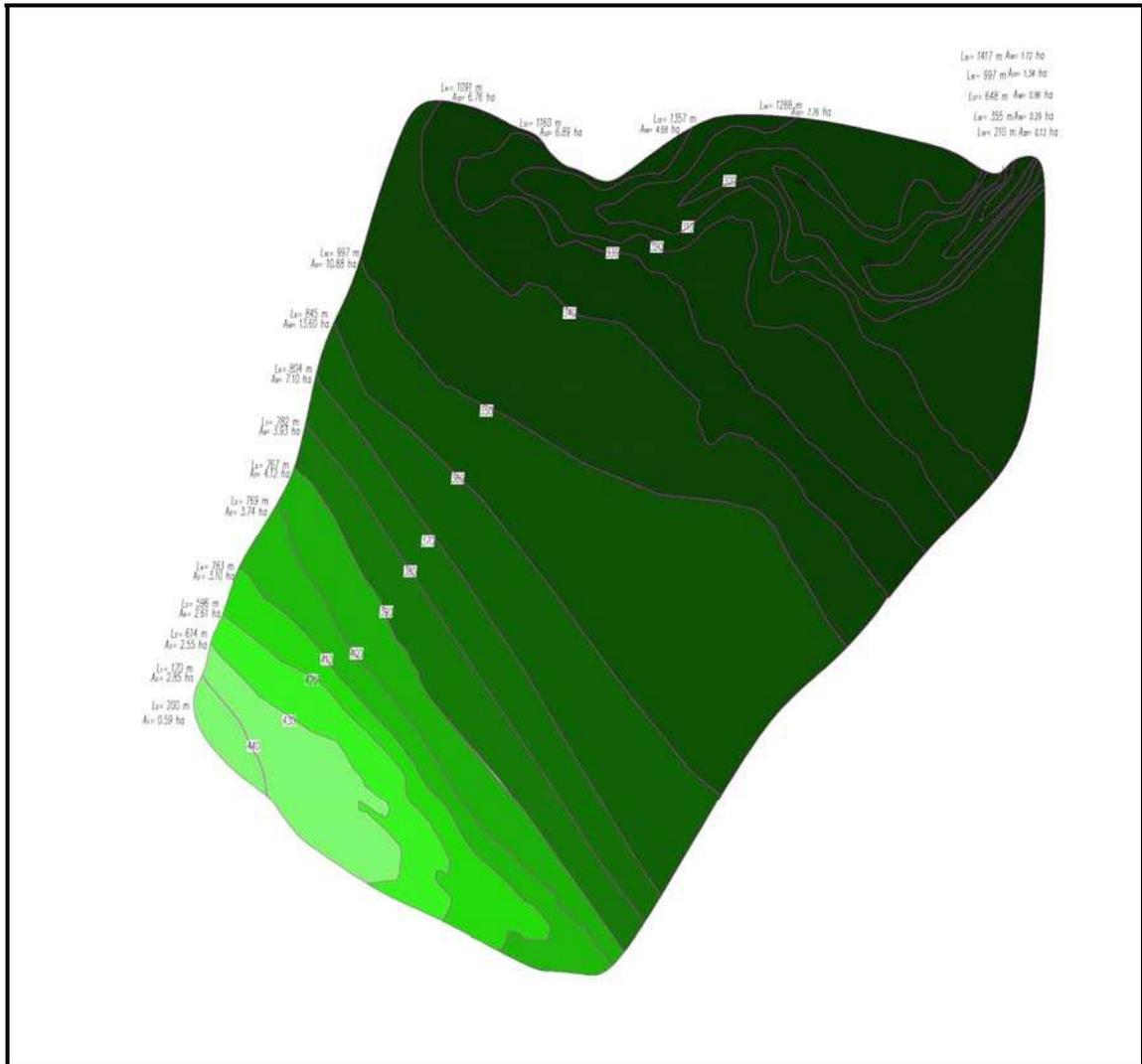
Ad ogni singola striscia può attribuirsi la pendenza $i_i = \frac{\Delta z * L_i}{A_i}$

con

- A_i area della generica striscia i
- L_i lunghezza media della striscia
- Δz Salto di quota

come pendenza media dell'intero bacino si assume la media pesata delle diverse strisce, calcolate assumendo come pesi i rapporti tra le aree delle strisce e l'area totale di bacino.

h_i	A_i	$h_i * A_i$	L_m	I_i	
Altitudine media s.l.m. (m)	Area fra due curve di livello (ha)		Lunghezza media area elementare	Pendenza media per striscia	$I_i * A_i / A$
445	0,59	263	185	3136	22
435	2,85	1240	605	2123	71
425	2,55	1084	690	2704	81
415	2,61	1083	776	2973	91
405	3,1	1256	768	2477	90
395	3,74	1477	775	2071	91
385	4,12	1586	793	1925	93
375	3,93	1474	825	2098	96
365	7,1	2592	921	1297	108
355	13,6	4828	1044	768	122
345	10,88	3754	1126	1034	132
335	6,76	2265	1259	1862	147
325	6,89	2239	1323	1919	155
315	4,68	1474	1352,5	2890	158
305	7,76	2367	1207	1555	141
295	1,72	507	822,5	4782	96
285	1,34	382	501,5	3743	59
275	0,86	237	282,5	3285	33
265	0,29	77	105	3621	135
255	0,13	33	0	0	
Somme	86	30216			1919
$h = h_i * A_i / A$ Altitudine media bacino m. s.l.m.	353			$I_m = \Sigma I_i * A_i / A$ pendenza media del bacino	0,19



Aree parziali del bacino

3. ANALISI IDROLOGICA

La determinazione delle dimensioni delle opere che costituiscono un sistema di drenaggio richiede la conoscenza delle portate che affluiscono tramite le superfici scolanti.

Le portate di progetto al colmo dipendono da:

- caratteristiche dell'evento meteorico che interessa il bacino tributario sotteso
- caratteristiche del bacino sotteso stesso (superficie, lunghezza, pendenza, copertura del suolo,....)

Indicata con h l'altezza di pioggia e $i = h/t$ l'intensità media, estesa a tutto il bacino in esame, si definisce **tempo di corrivazione** " T_c " il tempo che impiega la particella elementare, caduta nel punto idraulicamente più lontano, a raggiungere la sezione considerata.

Viene inoltre assunta l'ipotesi che la **durata T_p della precipitazione di progetto** P sia pari al tempo di corrivazione T_c . All'istante T_c , quando tutta la superficie del bacino concorre alla produzione del deflusso alla sezione di chiusura, la precipitazione cessa e la portata inizia a diminuire. Quindi anche T_a , ossia il **tempo di accumulo o di concentrazione**, risulta esattamente uguale a T_c e T_p .

Secondo i presupposti del metodo razionale se la durata della pioggia, di intensità costante, è superiore al tempo di corrivazione, si osserva una persistenza della portata massima ma non un incremento della stessa, dato che non può aumentare la superficie del bacino che produce portata già al 100% al tempo T_c . L'idrogramma assume la forma di un trapezio con base minore pari a $tp-tc$ e base maggiore pari a $tp+tc$. Se, al contrario, la durata della precipitazione di intensità costante è inferiore al tempo di corrivazione, non si arriva alla completa contribuzione areale da parte del bacino. L'idrogramma risulta di forma triangolare ma con la portata massima minore e successiva al termine della precipitazione.

Per l'area di studio è stato svolto un accurato approfondimento relativo alle registrazioni pluviometriche disponibili.

Sono stati presi in considerazione i dati raccolti presso la stazione pluviografica di Canicattini Bagni. Sono state analizzate le registrazioni di massima intensità per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore riportati all'interno degli Annali Idrologici, sezione B "Pluviometria".

Ai fini della verifica idraulica del canale si adotta il modello razionale, facendo riferimento ad un **periodo di ritorno $T_r = 50$ anni** che è congruo con la natura e la presumibile durata dell'opera.

Il tempo di corrivazione T_c è espresso mediante la formula di Pasini, ossia

$$T_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{AL}}{0.8\sqrt{i}} = 0.41 \text{ (ore)}$$

dove

- L = 2.0 km è la lunghezza dell'asta principale di bacino
 A = 0.860 km² è l'area del bacino
 i = 0.19 è la pendenza media dell'asta principale

4. DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Tra i vari metodi statistico-probabilistici per l'analisi di campioni di altezze di pioggia massime annuali il più noto è quello di *Gumbel (1958)* che lega la legge di crescita della variabile casuale **h** con il tempo di ritorno **T_r** secondo l'espressione statistica:

$$h(T_r) = \bar{h} + F \sigma(h)$$

Pertanto, fissato preliminarmente il tempo di ritorno **T_r** (anni), verrà calcolata per ogni durata **h(T_r)**, altezza di pioggia eguagliata o non superata nel **T_r**.

Verranno ricercati, per la stazione pluviometrica di Canicattini Bagni (la più vicina al bacino):

- h** il valore medio delle altezze di precipitazione, di un'assegnata durata, negli **N** anni osservati
- F** fattore di frequenza o fattore di crescita, funzione del tempo di ritorno **T_r**
- σ(h)** la stima dello scarto quadratico medio del campione, fattore di scala

Secondo la funzione di distribuzione EV1 di Gumbel, adottando per il fattore di frequenza l'espressione $F = \frac{Y(T_r) - Y_N}{S_N}$

$$\text{si ha: } h(T_r) = \bar{h} + \frac{\sigma(h)}{S_N} Y(T_r) - \frac{\sigma(h)}{S_N} \bar{Y}_N$$

con

$$Y(T_r) \text{ variabile ridotta di Gumbel, pari a } Y(T_r) = -\ln \left[-\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right] = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right]$$

Y_N stima del valore medio del campione della variabile ridotta, pari a $Y_N = \frac{1}{N} \sum Y(T_i)$

S_N stima dello scarto quadratico medio del campione della variabile ridotta, pari a:

$$S_N = \sqrt{\left\{ \frac{1}{N-1} \sum [Y(T_i) - Y_N]^2 \right\}}$$

con

N dimensione del campione;

i rango del dato del campione graduato in ordine decrescente;

T_i tempo di ritorno del dato del campione graduato in ordine decrescente, determinato, secondo Gringorten, con la relazione di stima:

$$T_i = (N+0.12)/(i-0.44)$$

Nella Tabella I sono riportate le stime dei valori della variabile ridotta **Y(T)** di Gumbel

Tabella I

Tempo di ritorno T [anni]	Y(T)	Tempo di ritorno T [anni]	Y(T)
5	1,4999	150	5,0073
10	2,2504	200	5,2958
15	2,6738	250	5,5195
20	2,9702	300	5,7021
25	3,1985	350	5,8565
30	3,3843	400	5,9902
35	3,5409	450	6,1081
40	3,6762	500	6,2136
45	3,7954	1000	6,9073
50	3,9019	2000	7,6007
100	4,6001	5000	8,5171

Nella Tabella II sono riportati i valori di Y_N e di S_N stimati per N variabile con scansione unitaria

Tabella II

Stima della media della variabile ridotta $\overline{Y_N}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,5410	0,5438	0,5461	0,5481	0,5499	0,5514	0,5528	0,5540	0,5551	0,5561
20	0,5570	0,5578	0,5586	0,5593	0,5993	0,5605	0,5611	0,5616	0,5621	0,5625
30	0,5629	0,5633	0,5637	0,5641	0,5644	0,5647	0,5650	0,5653	0,5656	0,5658
40	0,5661	0,5663	0,5665	0,5668	0,5670	0,5672	0,5674	0,5675	0,5677	0,5679
50	0,5680	0,5682	0,5683	0,5685	0,5686	0,5688	0,5689	0,5690	0,5692	0,5693
60	0,5694	0,5695	0,5696	0,5697	0,5698	0,5699	0,5700	0,5701	0,5702	0,5703
70	0,5704	0,5705	0,5705	0,5706	0,5707	0,5708	0,5709	0,5709	0,5710	0,5711
80	0,5711	0,5712	0,5713	0,5713	0,5714	0,5715	0,5715	0,5716	0,5716	0,5717
90	0,5717	0,5718	0,5718	0,5719	0,5719	0,5720	0,5720	0,5721	0,5721	0,5722
100	0,5722	0,5723	0,5723	0,5724	0,5724	0,5724	0,5725	0,5725	0,5726	0,5726
Stima dello scarto quadratico medio della variabile ridotta S_N										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1,1849	1,1906	1,1955	1,1998	1,2037	1,2071	1,2102	1,2130	1,2156	1,2179
20	1,2201	1,2221	1,2239	1,2256	1,2272	1,2287	1,2301	1,2315	1,2327	1,2339
30	1,2350	1,2361	1,2371	1,2380	1,2389	1,2398	1,2406	1,2414	1,2422	1,2429
40	1,2436	1,2443	1,2449	1,2455	1,2461	1,2467	1,2472	1,2478	1,2483	1,2488
50	1,2492	1,2497	1,2502	1,2506	1,2510	1,2514	1,2518	1,2522	1,2526	1,2530
60	1,2533	1,2537	1,2540	1,2543	1,2546	1,2549	1,2552	1,2555	1,2558	1,2561
70	1,2564	1,2566	1,2569	1,2572	1,2574	1,2577	1,2579	1,2581	1,2584	1,2586
80	1,2588	1,2590	1,2592	1,2594	1,2596	1,2598	1,2600	1,2602	1,2604	1,2606
90	1,2608	1,2609	1,2611	1,2613	1,2614	1,2616	1,2618	1,2619	1,2621	1,2622
100	1,2624	1,2625	1,2627	1,2628	1,2630	1,2631	1,2632	1,2634	1,2635	1,2636

Disponendo dei dati pluviometrici rilevati dagli annali idrologici e riferiti alla stazione di Canicattini Bagni, di seguito riportati:

anno	t [ore]				
	1	3	6	12	24
1974	34,8	37,4	51,4	53,8	56,8
1975	56,0	88,4	107,6	114,2	149,6
1976	38,2	55,2	63,8	81,8	86,2
1978	25,4	37,6	42,4	62,6	66,4
1981	18,4	23,2	23,8	34,0	47,6
1982	27,6	31,0	53,8	84,0	125,0
1983	22,4	32,6	45,0	48,6	73,6
1984	34,2	42,6	42,6	42,6	42,6
1988	16,0	28,4	43,2	65,4	84,2
1989	44,0	84,4	115,0	147,0	190,8
1990	47,0	97,0	125,0	153,8	224,6
1991	60,0	109,8	115,0	120,8	174,0
1992	28,0	57,2	119,4	147,4	170,4
1994	27,2	33,4	36,4	61,0	68,4
2001	22,4	36,4	46,0	52,0	54,0
2003	53,0	79,2	85,2	114,8	158,0
2004	20,4	38,8	60,8	73,0	76,2
2005	40,4	75,4	96,6	177,8	225,8
2012	47,4	65,0	118,0	175,6	241,4
2013	25,0	30,2	48,8	58,6	69,8
2014	40,0	48,2	56,2	81,8	90,6

per i periodi di ritorno $T_r=30$, $T_r=50$; $T_r=100$ anni si calcolano i seguenti elementi:

tp	h_{media}	$s(h)$	S_N	Y_N	T_r	$-\ln \frac{T_r - 1}{T_r}$	$Y(T_R)$	h
ore	mm				anni			mm
1	34,7	12,95	1,2221	0,5578	30	0,03390	3,384	64,6
3	53,9	25,62	1,2221	0,5578	30	0,03390	3,384	113,1
6	71,2	33,32	1,2221	0,5578	30	0,03390	3,384	148,3
12	92,9	45,34	1,2221	0,5578	30	0,03390	3,384	197,8
24	117,9	65,04	1,2221	0,5578	30	0,03390	3,384	268,3

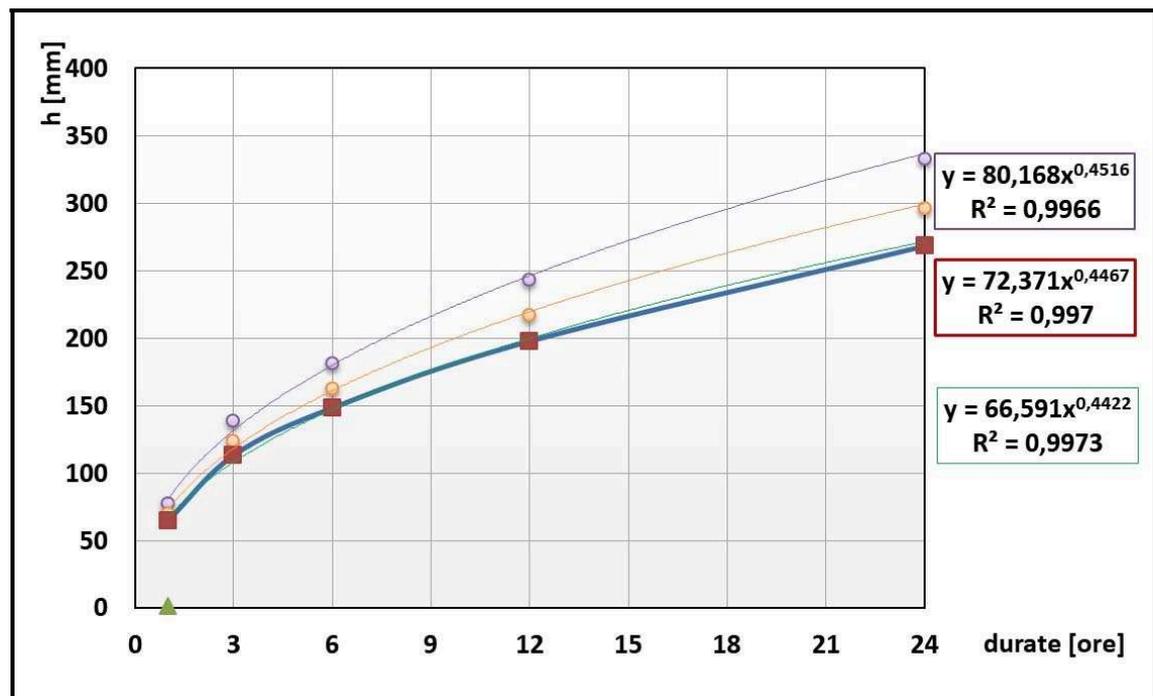
tp	h_{media}	$s(h)$	S_N	Y_N	T_r	$-\ln \frac{T_r - 1}{T_r}$	$Y(T_R)$	h
ore	mm				anni			mm
1	34,7	12,95	1,2221	0,5578	50	0,02020	3,902	70,1
3	53,9	25,62	1,2221	0,5578	50	0,02020	3,902	124,0
6	71,2	33,32	1,2221	0,5578	50	0,02020	3,902	162,4
12	92,9	45,34	1,2221	0,5578	50	0,02020	3,902	217,0
24	117,9	65,04	1,2221	0,5578	50	0,02020	3,902	295,9

Tp	h _{media}	s(h)	S _N	Y _N	T _r	$-\ln \frac{T_r - 1}{T_r}$	Y(T _R)	h
ore	mm				anni			mm
1	34,7	12,95	1,2221	0,5578	100	0,01005	4,600	77,5
3	53,9	25,62	1,2221	0,5578	100	0,01005	4,600	138,6
6	71,2	33,32	1,2221	0,5578	100	0,01005	4,600	181,5
12	92,9	45,34	1,2221	0,5578	100	0,01005	4,600	242,9
24	117,9	65,04	1,2221	0,5578	100	0,01005	4,600	333,0

con i quali, fissato un tempo di ritorno T_r per ogni durata, si possono tracciare i corrispondenti valori di altezze di precipitazioni h e definire la **pioggia di progetto h = atⁿ** che ricorre mediamente ogni T_r anni e definire quindi le curve di possibilità pluviometrica riportate nel grafico che segue.

La curva relativa ad un tempo di ritorno di 50 anni ha la seguente equazione

$$Y = 72,371 * t^{0,4467}$$



Curve di possibilità pluviometrica per Tr=30 ; Tr =50; Tr=100; anni

5. CALCOLO DELL'AFFLUSSO METEORICO E VERIFICA DELLE DIMENSIONI DEL CANALE

Conoscendo l'altezza di pioggia h e conseguentemente l'intensità i si può subito determinare la **portata che defluisce attraverso la sezione terminale del bacino**

$$Q = \frac{\varphi \cdot i \cdot A}{3,6} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

in cui:

$\varphi = 0.5$ coefficiente di deflusso

A area del bacino (in kmq)

$h = 72,371 \cdot t^{0,4467} = 55,86$ mm (per $t = 0.406$ ore)

$T_c = 0.406$ (ore)

$i = 55.86/0.406 = 138$ mm/h : intensità della pioggia di durata eguale al tempo di corrivazione (in mm/h);

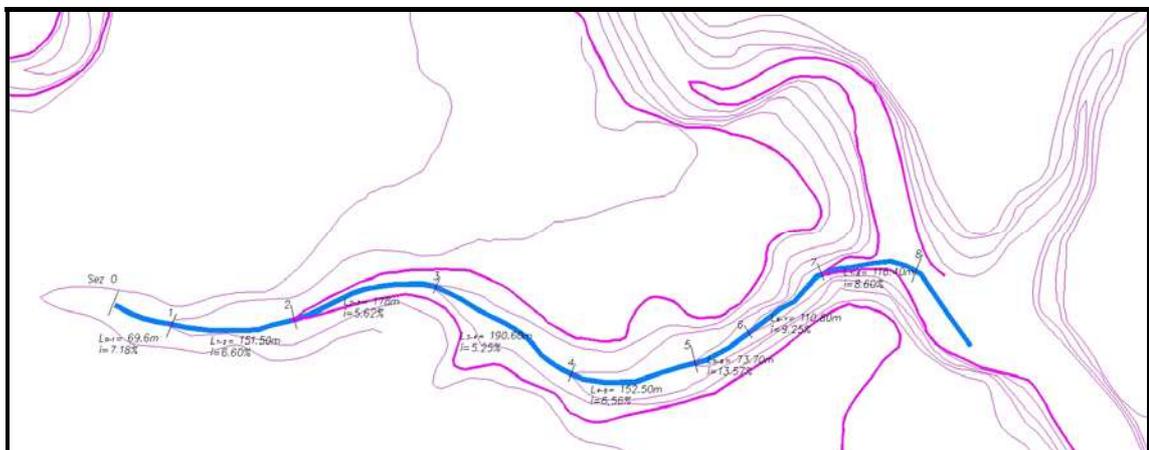
La portata alla sezione di chiusura del bacino è:

$$Q = \frac{\varphi \cdot i \cdot A}{3,6} = 0.5 \cdot 138 \cdot 0.847 / 3.6 = 16.24 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Il canale si sviluppa per una lunghezza di circa 1.300 m.

I primo 1000 metri hanno una pendenza media del 6% mentre la parte rimanente presenta una pendenza più accentuata.

L'intervento che si propone è di ricavare un profilo di forma rettangolare o trapezia da rivestire in pietrame la cui sezione idraulica soddisfi le caratteristiche geometriche indicate di seguito.



Planimetria del canale con pendenze calcolate in tratti compresi fra due curve di livello consecutive

6. SCALA DELLE PORTATE DEL MOTO UNIFORME

6.1. SEZIONE TRAPEZIA

Dati:

Base minore a = 0.5 m
 Inclinazione lati 100%
 i = Pendenza del canale 6%

Si è eseguito il calcolo utilizzando le formula di Chezy:

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

con

C contorno bagnato

R raggio idraulico

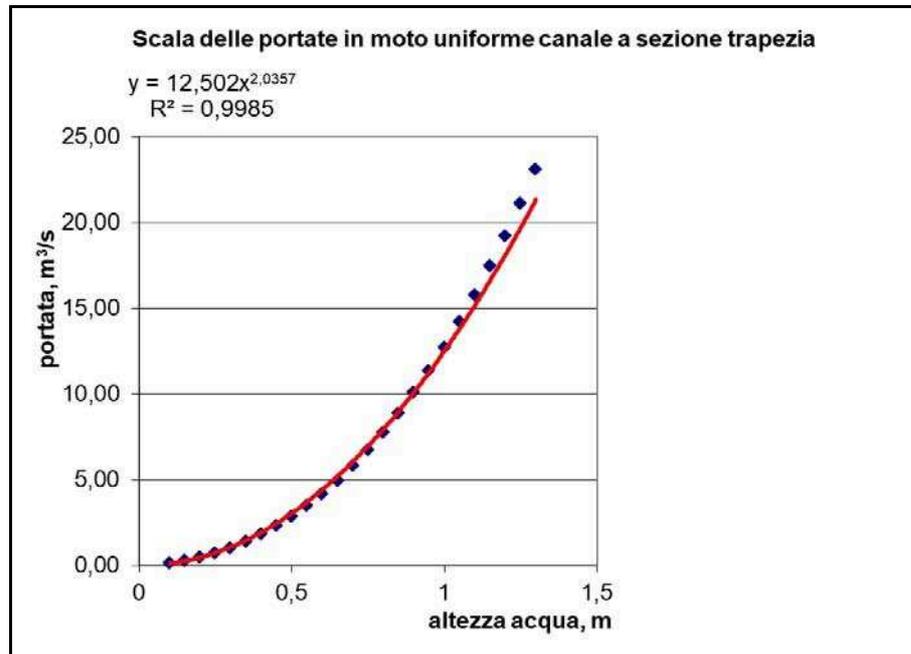
A area della sezione idraulica

$\chi = 0.46$ coefficiente determinato con la formula di Bazin per canali in muratura

h altezza del pelo libero

h (m)	a (m)	DC (m)	AC=BD (m)	Area (m ²)	Contorno Bagnato (m)	R (m)	X	V (m/s)	Q (m ³ /s)
0,10	0,10	0,70	0,14	0,06	0,78	0,08	32,69	2,22	0,13
0,15	0,15	0,80	0,21	0,10	0,92	0,11	36,01	2,86	0,28
0,20	0,20	0,90	0,28	0,14	1,07	0,13	38,34	3,40	0,48
0,25	0,25	1,00	0,35	0,19	1,21	0,16	40,14	3,88	0,73
0,30	0,30	1,10	0,42	0,24	1,35	0,18	41,62	4,30	1,03
0,35	0,35	1,20	0,49	0,30	1,49	0,20	42,87	4,69	1,40
0,40	0,40	1,30	0,57	0,36	1,63	0,22	43,96	5,06	1,82
0,45	0,45	1,40	0,64	0,43	1,77	0,24	44,92	5,40	2,31
0,50	0,50	1,50	0,71	0,50	1,91	0,26	45,79	5,73	2,87
0,55	0,55	1,60	0,78	0,58	2,06	0,28	46,58	6,05	3,49
0,60	0,60	1,70	0,85	0,66	2,20	0,30	47,30	6,35	4,19
0,65	0,65	1,80	0,92	0,75	2,34	0,32	47,97	6,64	4,97
0,70	0,70	1,90	0,99	0,84	2,48	0,34	48,59	6,93	5,82
0,75	0,75	2,00	1,06	0,94	2,62	0,36	49,18	7,20	6,75
0,80	0,80	2,10	1,13	1,04	2,76	0,38	49,72	7,47	7,77
0,85	0,85	2,20	1,20	1,15	2,90	0,40	50,24	7,74	8,88
0,90	0,90	2,30	1,27	1,26	3,05	0,41	50,72	7,99	10,07
0,95	0,95	2,40	1,34	1,38	3,19	0,43	51,19	8,24	11,35
1,00	1,00	2,50	1,41	1,50	3,33	0,45	51,63	8,49	12,73
1,05	1,05	2,60	1,48	1,63	3,47	0,47	52,04	8,73	14,21
1,10	1,10	2,70	1,56	1,76	3,61	0,49	52,44	8,97	15,78
1,15	1,15	2,80	1,63	1,90	3,75	0,51	52,83	9,20	17,46
1,20	1,20	2,90	1,70	2,04	3,89	0,52	53,19	9,43	19,24
1,25	1,25	3,00	1,77	2,19	4,04	0,54	53,55	9,66	21,12
1,30	1,30	3,10	1,84	2,34	4,18	0,56	53,88	9,88	23,12

Scala delle portate del moto uniforme - Sezione trapezia



6.2. SEZIONE RETTANGOLARE

Dati:

Base a = 1.00 m
 i = Pendenza del canale 6%

Si è eseguito il calcolo utilizzando le formula di Chezy:

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

con

C contorno bagnato

R raggio idraulico

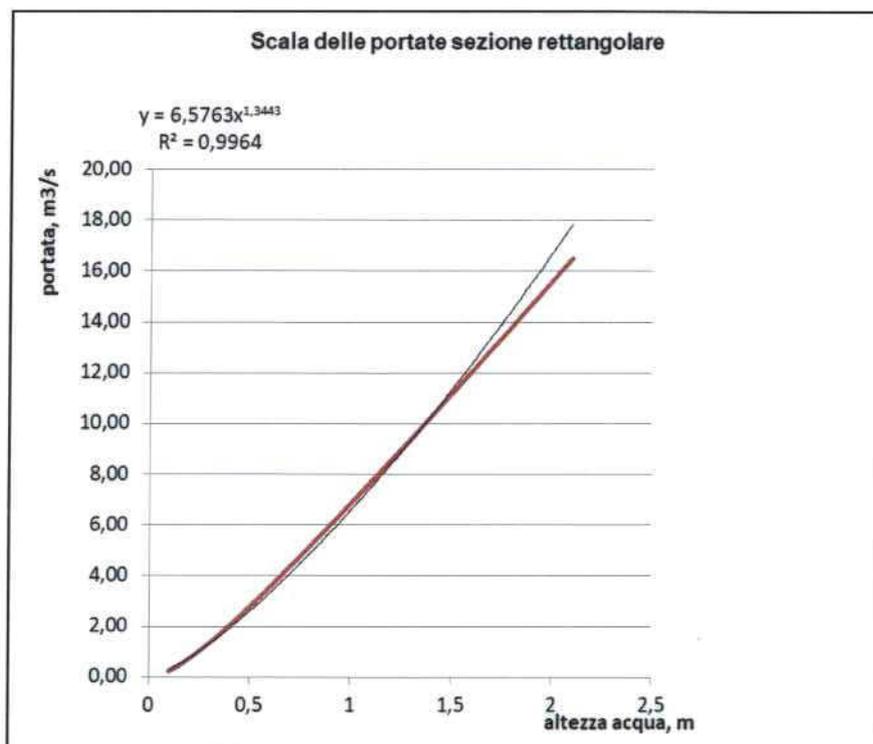
A area della sezione idraulica

$\chi = 0.46$ coefficiente determinato con la formula di Bazin per canali in muratura

h altezza del pelo libero

h (m)	a (m)	Larghezza (m)		Area (m ²)	Contorno Bagnato (m)	R (m)	X	V (m/s)	Q (m ³ /s)
0,10	0,00	1,00	0,10	0,10	1,20	0,08	33,55	2,37	0,24
0,15	0,00	1,00	0,15	0,15	1,30	0,12	36,96	3,07	0,46
0,20	0,00	1,00	0,20	0,20	1,40	0,14	39,24	3,63	0,73
0,25	0,00	1,00	0,25	0,25	1,50	0,17	40,91	4,09	1,02
0,30	0,00	1,00	0,30	0,30	1,60	0,19	42,19	4,47	1,34
0,35	0,00	1,00	0,35	0,35	1,70	0,21	43,20	4,80	1,68
0,40	0,00	1,00	0,40	0,40	1,80	0,22	44,03	5,08	2,03
0,45	0,00	1,00	0,45	0,45	1,90	0,24	44,73	5,33	2,40
0,50	0,00	1,00	0,50	0,50	2,00	0,25	45,31	5,55	2,77
0,55	0,00	1,00	0,55	0,55	2,10	0,26	45,82	5,74	3,16
0,60	0,00	1,00	0,60	0,60	2,20	0,27	46,26	5,92	3,55
0,65	0,00	1,00	0,65	0,65	2,30	0,28	46,64	6,07	3,95
0,70	0,00	1,00	0,70	0,70	2,40	0,29	46,98	6,22	4,35
0,75	0,00	1,00	0,75	0,75	2,50	0,30	47,29	6,34	4,76
0,80	0,00	1,00	0,80	0,80	2,60	0,31	47,56	6,46	5,17
0,85	0,00	1,00	0,85	0,85	2,70	0,31	47,81	6,57	5,58
0,90	0,00	1,00	0,90	0,90	2,80	0,32	48,03	6,67	6,00
0,95	0,00	1,00	0,95	0,95	2,90	0,33	48,23	6,76	6,42
1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	48,42	6,85	6,85
1,05	0,00	1,00	1,05	1,05	3,10	0,34	48,59	6,93	7,27
1,10	0,00	1,00	1,10	1,10	3,20	0,34	48,75	7,00	7,70
1,15	0,00	1,00	1,15	1,15	3,30	0,35	48,90	7,07	8,13
1,20	0,00	1,00	1,20	1,20	3,40	0,35	49,03	7,14	8,56
1,25	0,00	1,00	1,25	1,25	3,50	0,36	49,16	7,20	9,00
1,30	0,00	1,00	1,30	1,30	3,60	0,36	49,28	7,25	9,43
1,35	0,00	1,00	1,35	1,35	3,70	0,36	49,39	7,31	9,87
1,40	0,00	1,00	1,40	1,40	3,80	0,37	49,49	7,36	10,30
1,45	0,00	1,00	1,45	1,45	3,90	0,37	49,59	7,41	10,74
1,50	0,00	1,00	1,50	1,50	4,00	0,38	49,68	7,45	11,18
1,55	0,00	1,00	1,55	1,55	4,10	0,38	49,77	7,50	11,62
1,60	0,00	1,00	1,60	1,60	4,20	0,38	49,85	7,54	12,06
1,65	0,00	1,00	1,65	1,65	4,30	0,38	49,93	7,58	12,50
1,70	0,00	1,00	1,70	1,70	4,40	0,39	50,00	7,61	12,94
1,75	0,00	1,00	1,75	1,75	4,50	0,39	50,07	7,65	13,38
1,80	0,00	1,00	1,80	1,80	4,60	0,39	50,13	7,68	13,83
1,85	0,00	1,00	1,85	1,85	4,70	0,39	50,20	7,71	14,27
1,90	0,00	1,00	1,90	1,90	4,80	0,40	50,26	7,74	14,72
1,95	0,00	1,00	1,95	1,95	4,90	0,40	50,31	7,77	15,16
2,00	0,00	1,00	2,00	2,00	5,00	0,40	50,37	7,80	15,61
2,05	0,00	1,00	2,05	2,05	5,10	0,40	50,42	7,83	16,05
2,10	0,00	1,00	2,10	2,10	5,20	0,40	50,47	7,86	16,50

Scala delle portate del moto uniforme - Sezione rettangolare



Dott. Arch. Emanuele Lombardo

Dott. Geol. Umberto Vanella