

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI UDINE
COMUNE DI FORNI AVOLTRI

Committente: CONSORZIO BOSCHI CARNICI

Progetto:

D21-cobc-1958

Ripristino viabilità forestale RIFUGIO TOLAZZI – RIFUGIO
VOLAIA in Comune di Forni Avoltri

RELAZIONE IDRAULICA

Il geologo:
dott. Danilo Simonetti



Paluzza, 06.08.2021

Danilo Simonetti – dottore geologo – Vicolo S. Giacomo, 20/a – 33026 PALUZZA (Udine)
C.F. SMNDNL65B11L195C P.IVA 02079150302
Tel. 0433775477 Cell. 3395474708
E-mail simonettidanilo@alice.it PEC danilosimonetti@epap.sicurezzapostale.it

1. INDIVIDUAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL RIO LANDRI E CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

Il Rio Landri, affluente destro del Rio Morareto, sviluppa il proprio bacino idrografico fra il Monte Capolago e il Monte Coglians al confine di Stato con l'Austria nel Comune di Forni Avoltri.

Il bacino è caratterizzato alla base da scarsa vegetazione d'alta montagna, mentre è praticamente spoglio di vegetazione dai 1700 m verso l'alto dove predominano i ghiaioni e la roccia affiorante. Alla sezione di chiusura del guado il bacino presenta le seguenti caratteristiche morfometriche:

- Superficie: 1,7 kmq
- Quota minima: 1480 m
- Quota massima: 2780 m
- Quota media: 2064,69 m
- Lunghezza dell'asta principale: 1,8 km

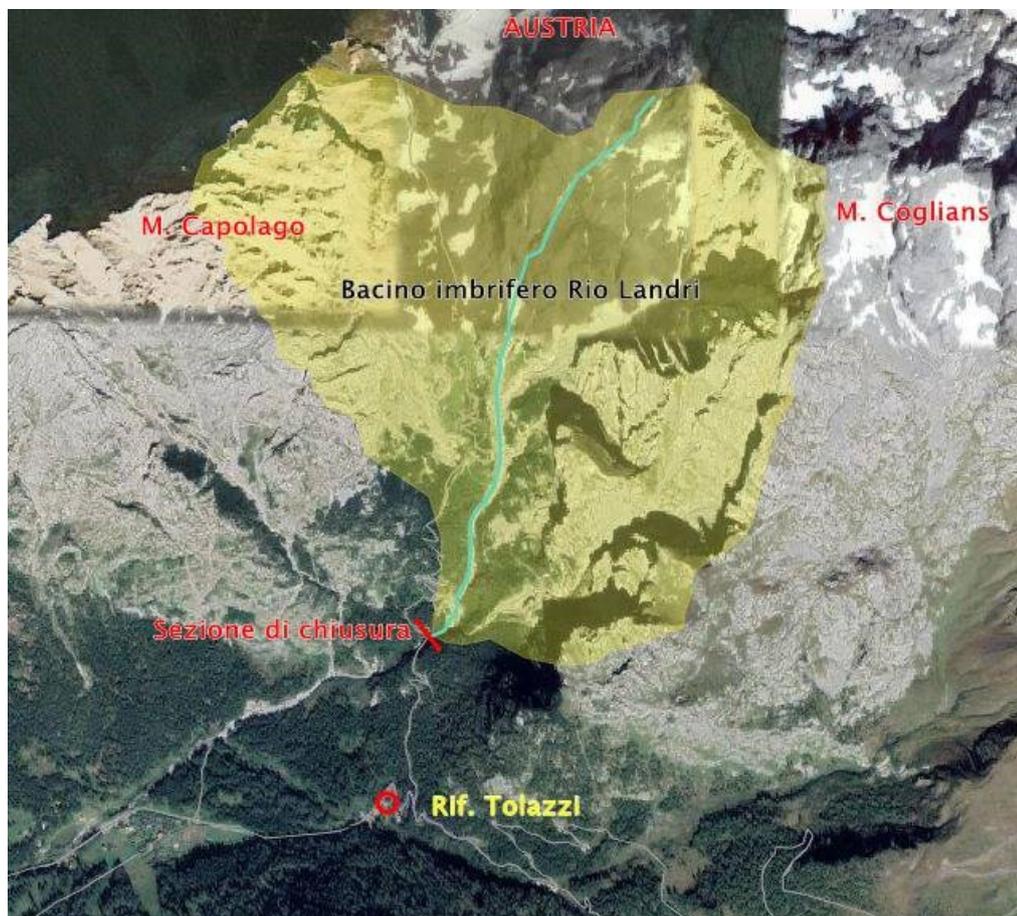
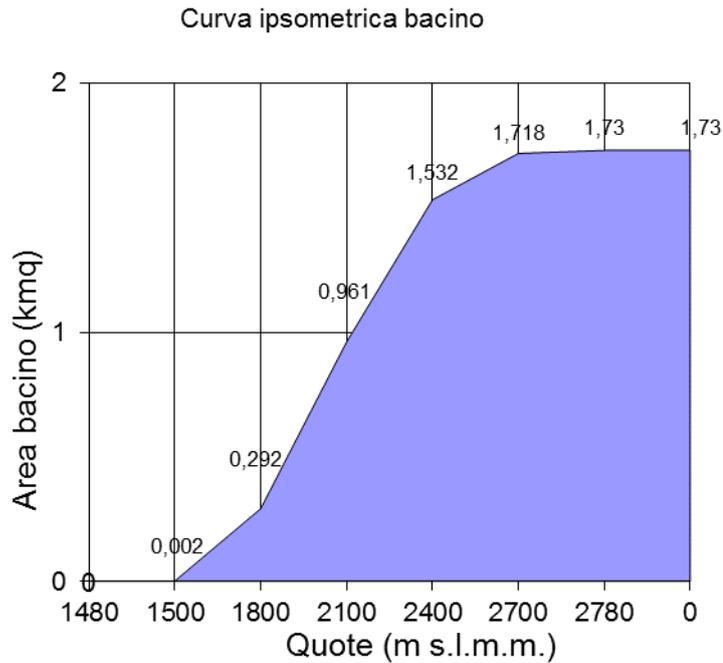


Fig. 1: Bacino imbrifero del Rio Landri

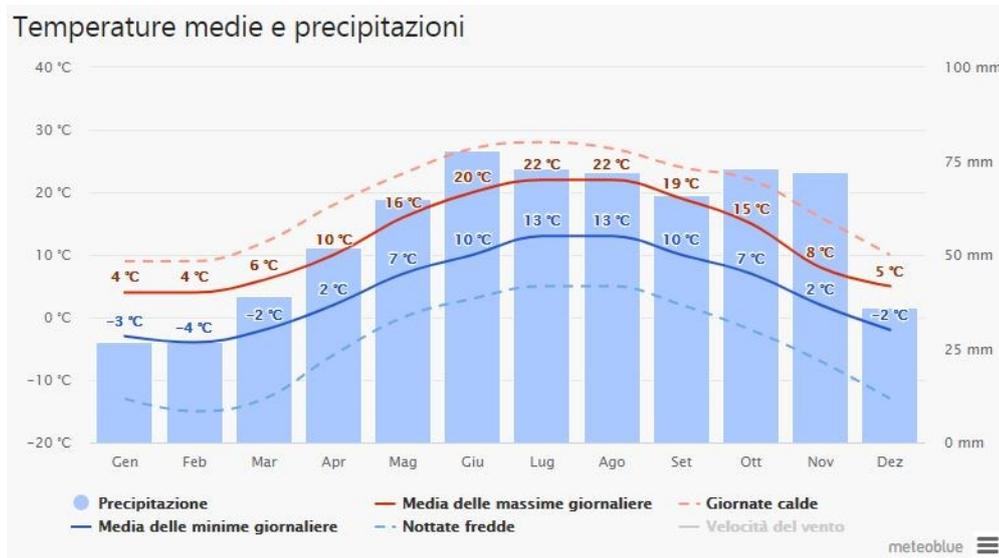
La curva ipsografica del bacino, elaborata alla sezione di chiusura di quota 1480 m s.l.m., rende conto dello stadio giovanile con prevalenza della fase erosiva su quella di deposito.



2. CARATTERISITICHE TERMICHE E PLUVIOMETRICHE

Il clima di Forni Avoltri è caratterizzato da estati miti e inverni freddi con le precipitazioni che si concentrano nel periodo che va dalla tarda primavera all'autunno (regime continentale). Mediamente in quota le precipitazioni nevose sono abbondanti con permanenza della neve al suolo da fine novembre a maggio e oltre.

Alla figura sotto sono riportati i dati relativi alle temperature e alle precipitazioni medie mensili di Forni Avoltri.



(Fonte: meteoblue.com)

- Elaborazione delle precipitazioni

Al fine di valutare la quantità di pioggia h (mm) che può cadere durante un evento estremo di durata t (ore) e tempo di ritorno Tr (anni) si fa uso della curva di possibilità pluviometrica:

$$h(Tr,t) = a t^n$$

dove a (mm/ora) e n (-9) sono ricavati dal software Rainmap FVG 2.0 distribuito dalla Regione Friuli Venezia Giulia.

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est							
	E				N		
Input	2356839				5162725		
Baricentro cella	2356750				5162750		
Parametri LSPP							
n	0,50						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
a	24,6	32,6	38,4	44,3	52,6	59,2	66,2
Precipitazioni (mm)							
	Tempo di ritorno (Anni)						
Durata (Hr)	2	5	10	20	50	100	200
1	24,6	32,6	38,4	44,3	52,6	59,2	66,2
2	34,8	46,2	54,4	62,8	74,4	83,8	93,7
3	42,7	56,7	66,7	77,0	91,2	102,7	114,9
4	49,3	65,5	77,1	88,9	105,4	118,7	132,7
5	55,2	73,2	86,2	99,5	117,9	132,8	148,5
6	60,5	80,3	94,5	109,0	129,2	145,5	162,7
7	65,3	86,7	102,1	117,8	139,6	157,2	175,8
8	69,9	92,7	109,2	126,0	149,3	168,1	188,0
9	74,1	98,4	115,8	133,6	158,4	178,4	199,5
10	78,2	103,7	122,1	140,9	167,0	188,0	210,3
11	82,0	108,8	128,1	147,8	175,2	197,3	220,6
12	85,7	113,7	133,8	154,4	183,0	206,1	230,5
13	89,2	118,3	139,3	160,7	190,5	214,5	239,9
14	92,6	122,8	144,6	166,8	197,8	222,7	249,0
15	95,8	127,2	149,7	172,7	204,7	230,5	257,8
16	99,0	131,4	154,6	178,4	211,5	238,1	266,3
17	102,0	135,4	159,4	183,9	218,0	245,5	274,5
18	105,0	139,4	164,0	189,3	224,4	252,6	282,5
19	107,9	143,2	168,6	194,5	230,6	259,6	290,3
20	110,7	146,9	172,9	199,6	236,6	266,3	297,9
21	113,5	150,6	177,2	204,5	242,4	272,9	305,2
22	116,1	154,1	181,4	209,3	248,2	279,4	312,5
23	118,8	157,6	185,5	214,1	253,8	285,7	319,5
24	121,3	161,0	189,5	218,7	259,3	291,9	326,4

Tabella 1: Output del programma RainMap FVG 2.0

Per le piogge inferiori all'ora l'esponente n deve essere corretto come segue. $n' = n * 4/3$

Per il calcolo delle portate si farà riferimento a un tempo di ritorno $Tr = 50$ anni, dunque nel seguito i parametri adottati sono $a_{50} = 52,6 \text{ mm/ora}^n$, $n = 0,67$ per le piogge della durata inferiore all'ora, ovvero:

$$h(Tr,t) = 52,6 * t^{0,67}$$

3. CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Il calcolo di portata di massima piena utilizzato è di tipo cinematico. La relazione utilizzata si basa sulla stima del *tempo di corrivazione* T_c , inteso come il tempo necessario affinché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale è eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani del bacino. Il tempo di corrivazione è una costante per ciascun bacino, in quanto funzione della morfologia, della litologia affiorante e della copertura vegetale.

Il *tempo di corrivazione* è ricavabile attraverso la *Formula di Giandotti*:

$$T_c = 4 S^{0,5} + \frac{1,5 L}{0,8 (H_m - H_0)^{0,5}}$$

Avendosi per il bacino in esame:

S = area totale dalla sezione di chiusura

L = lunghezza asta principale dalla sezione di chiusura
 Hm = quota media bacino dalla sezione di chiusura
 H₀ = quota della sezione di chiusura

Per la sezione di chiusura prescelta (guado di quota 1480 m slm) Tc è pari a 0,41 ore.
 In assenza di stazioni di misura fisse per la misura delle portate liquide, la portata al colmo con tempo di ritorno Tc è qui calcolata attraverso la formula del Metodo Razionale.

$$\text{Formula del Metodo razionale} \quad Q_{\max} (\text{mc/s}) = \frac{C * hc * S}{3,6 * Tc}$$

Dove:

Q_{max} = portata di massima piena al colmo per un dato periodo di ritorno (mc/s);

C = coefficiente di deflusso, variabile da 0 a 1 (qui assunto pari a 0,20);

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

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

Tab. 2

hc = altezza di precipitazione ragguagliata riferita al Tc per un dato periodo di ritorno;

S = area del bacino (Kmq);

Tc = tempo di corrivazione.

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE										
FORMULA				h(t) = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione						
Curva di probabilità pluviometrica		h(t) = a t(exp n)		a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (50-100-200 anni)						
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE										
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 50	n Tr 50	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
33T	336798 m E	5162448 m N	52,6	0,670	59,2	0,670	66,2	0,670		
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE										
Tr	h(t)									
50	⇒	28,90	h(t) = massima precipitazione in mm al tempo t							
100	⇒	32,53	t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore]							
200	⇒	36,38	Tr = tempo di ritorno							
500	⇒		0,41							

Tab. 3

4. VERIFICA DELLE SEZIONI IDRAULICHE

Per la valutazione dei livelli idrometrici raggiungibili in condizioni di piena al colmo entro la sezione rilevata è stata eseguita un'analisi nell'ipotesi di moto uniforme.

La portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione:

$$Q \text{ (mc/sec)} = A * V_m$$

Dove:

A = area della sezione bagnata (m²);

V_m = velocità media della corrente (m/s).

La velocità media della corrente può essere ricavata dalla *relazione di Gauckler – Strickler*:

$$V_m \text{ (m/sec)} = K_s * R_h^{0.6667} * (i/100)^{0.5}$$

Con:

K_s (m^{1/3}/s⁻¹) = coefficiente di resistenza di Strickler (k_s = 30);

R_h (m) = Raggio idraulico (= area sezione bagnata/perimetro bagnato);

i (%) = pendenza dell'alveo nel tratto considerato (12%).

CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico ~ 2 m; larghezza in piena < 30 m)	STRICKLER K _s = 1/n (m ^{1/3} s ⁻¹)
Corsi d'acqua di pianura	
• alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
• alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
• alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
• alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
• fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
• alveo in roccia regolare	30-25
• fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	20-15
• alveo in roccia irregolare	20-15

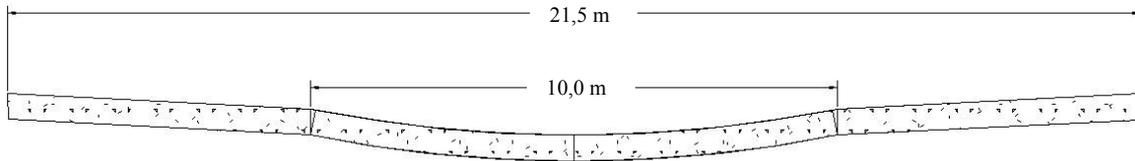
Tab. 4

A questo punto è possibile calcolare la portata smaltibile, da confrontare con la portata di piena di riferimento.

Di seguito si riassumono i risultati ottenuti per la sezione trasversale considerata:

- **Guado di quota 1480 m slm**

SEZIONE GUADO DI QUOTA 1480 m slm



Portata di piena teorica Tr = 50 anni (m ³ /s)	Portata di massima piena calcolata Per Tr = 50 anni (m ³ /s)
$Q_{\max} (Tr = 50 \text{ anni}) = 6,677 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{\max} = 8,04 \text{ m}^3/\text{s}$

A fronte di portate attese nel periodo di ritorno di 50 anni pari a 6,677 mc/s, la sezione di chiusura è in grado di smaltire 8,04 mc/s, pertanto **la verifica è soddisfatta.**

Paluzza, 06.08.2021

geol. Danilo Simonetti



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Vista da SE



Vista da SW

Nota: Al netto del risultato, peraltro favorevole, della verifica idraulica, le correnti di piena sono vincolate da sponde in roccia che si elevano alcune decine di metri a partire dal guado; la strada inoltre realizza in questo punto una profonda cunetta, pertanto se ne deduce che sono impossibili tracimazioni delle correnti di piena anche in occasione di eventi con tempi di ritorno centenari e/o bicentenari.

LSPP Friuli Venezia Giulia

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est

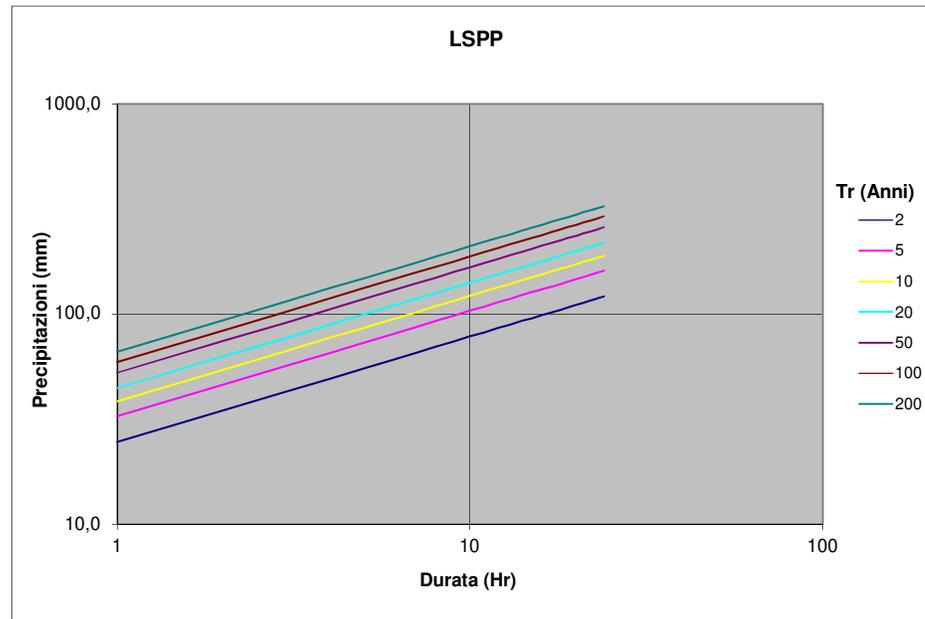
	E	N
Input	2356839	5162725
Baricentro cella	2356750	5162750

Parametri LSPP

n	0,50						
Tempo di ritorno (Anni)							
	2	5	10	20	50	100	200
a	24,6	32,6	38,4	44,3	52,6	59,2	66,2

Precipitazioni (mm)

Tempo di ritorno (Anni)							
Durata (Hr)	2	5	10	20	50	100	200
1	24,6	32,6	38,4	44,3	52,6	59,2	66,2
2	34,8	46,2	54,4	62,8	74,4	83,8	93,7
3	42,7	56,7	66,7	77,0	91,2	102,7	114,9
4	49,3	65,5	77,1	88,9	105,4	118,7	132,7
5	55,2	73,2	86,2	99,5	117,9	132,8	148,5
6	60,5	80,3	94,5	109,0	129,2	145,5	162,7
7	65,3	86,7	102,1	117,8	139,6	157,2	175,8
8	69,9	92,7	109,2	126,0	149,3	168,1	188,0
9	74,1	98,4	115,8	133,6	158,4	178,4	199,5
10	78,2	103,7	122,1	140,9	167,0	188,0	210,3
11	82,0	108,8	128,1	147,8	175,2	197,3	220,6
12	85,7	113,7	133,8	154,4	183,0	206,1	230,5
13	89,2	118,3	139,3	160,7	190,5	214,5	239,9
14	92,6	122,8	144,6	166,8	197,8	222,7	249,0
15	95,8	127,2	149,7	172,7	204,7	230,5	257,8
16	99,0	131,4	154,6	178,4	211,5	238,1	266,3
17	102,0	135,4	159,4	183,9	218,0	245,5	274,5
18	105,0	139,4	164,0	189,3	224,4	252,6	282,5
19	107,9	143,2	168,6	194,5	230,6	259,6	290,3
20	110,7	146,9	172,9	199,6	236,6	266,3	297,9
21	113,5	150,6	177,2	204,5	242,4	272,9	305,2
22	116,1	154,1	181,4	209,3	248,2	279,4	312,5
23	118,8	157,6	185,5	214,1	253,8	285,7	319,5
24	121,3	161,0	189,5	218,7	259,3	291,9	326,4



STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Descrizione : VERIFICA IDRAULICA

Punto di sezione : RIO LANDRI (1480 m slm)

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)	
DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO	DATI RISULTANTI
S ⇒ 1,700 [Km ²] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}}$ ⇒ 0,41 [ore]
L ⇒ 1,800 [Km] Lunghezza asta principale	
Hm ⇒ 2064,69 [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
Ho ⇒ 1480,00 [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE											
FORMULA				$h(t) = a t^{(exp n)}$ $h(t)$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (50-100-200 anni)							
Curva di probabilità pluviometrica											
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE											
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 50	n Tr 50	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500	
33T	336798 m E	5162448 m N	52,6	0,670	59,2	0,670	66,2	0,670			
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE											
Tr	⇒	h(t)									
50	⇒	28,90	$h(t)$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] 0,41 Tr = tempo di ritorno								
100	⇒	32,53									
200	⇒	36,38									
500	⇒										

PORTATE DI MASSIMA PIENA	
FORMULA del METODO RAZIONALE	
$Q_c = 0,278 \frac{c h(t) S}{T_c}$	dove Q_c ⇒ portata al colmo c ⇒ 0,2 coefficiente di deflusso $h(t)$ ⇒ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) S ⇒ 1,7 [Km ²] Superficie Bacino T_c ⇒ 0,41 [ore] Tempo di corrivazione
Tempo di ritorno (anni)	Portate al colmo = Q_c [mc/sec]
50	6,677
100	7,515
200	8,403
500	

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	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