



COMUNE DI SAN MARCO DEI CAVOTI

PROVINCIA DI BENEVENTO

- PROGETTO ESECUTIVO -

**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA
DELLA STRADA INTRACOMUNALE DI COLLEGAMENTO TRA I COMUNI DI:
SAN MARCO DEI CAVOTI – DI REINO - COLLE SANNITA.**

**PROGRAMMI DI INTERVENTO SULLA VIABILITA' REGIONALE FINANZIATI CON
LE RISORSE FSC 2014-2020 DI CUI ALLA DELIBERA CIPE 54-2016**

ASSE TEMATICO: D - MESSA IN SICUREZZA DEL PATRIMONIO INFRASTRUTTURALE ESISTENTE.

PROGRAMMA DI INTERVENTO: D.1- PROGRAMMA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLE RETI STRADALI PROVINCILI E COMUNALI.

RELAZIONE IDRAULICA

STUDIO IDROLOGICO DEL BACINO

Lo studio idrologico del bacino idrografico del Torrente Reinello ha consentito di determinare la portata di piena duecennale, assunta come elemento di calcolo come previsto dalle norme. Si tratta della portata che si verifica, secondo le statistiche di precipitazioni, una volta nel corso di duecento anni.

DATI PLUVIOMETRICI

Per avere una stima delle portate di massima piena che si formano all'interno di corpi ricettori, con un determinato tempo di ritorno T_r , sono stati analizzati i dati pluviometrici, dal 2003 al 2015, della stazione di Colle Sannita. Il metodo utilizzato è di tipo indiretto, in quanto il metodo diretto avrebbe richiesto l'installazione all'interno dell'alveo di apposita strumentazione per la misurazione della portata. I dati delle altezze di pioggia raccolti fanno riferimento alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di :	COLLE SANNITA				
Quota (m s.l.m.) :	500	Numero di osservazioni = 13			
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2003	49,20	60,60	68,40	69,00	88,60
2004	19,60	36,20	54,40	58,40	68,60
2005	24,60	31,60	32,20	58,00	89,00
2006	15,60	20,60	22,60	33,20	46,60
2007	14,20	23,20	26,00	26,40	29,20
2008	19,80	25,40	28,00	36,20	57,20
2009	35,60	37,20	37,40	37,40	57,20
2010	32,20	59,00	66,60	72,80	72,80
2011	27,80	50,80	62,40	88,80	90,60
2012	16,60	29,40	30,60	31,80	50,60
2013	39,00	43,20	49,20	73,40	82,40
2014	32,20	39,40	40,00	40,00	41,40
2015	57,60	114,00	149,60	171,00	173,80

DISTRIBUZIONE DI GUMBEL

Per l'elaborazione statistica dei dati pluviometrici a disposizione, si adotta la distribuzione di *Gumbel* detta anche "Legge asintotica del massimo valore", che ci consente di calcolare i valori delle altezze di pioggia massima:

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

Il metodo dei momenti di *Gumbel* ci consente di determinare i parametri μ e σ rispettivamente come media e scarto quadratico medio delle altezze di pioggia. Sono stati poi calcolati α e u per ciascuna durata t dell'evento di pioggia necessari per il calcolo delle altezze delle precipitazioni:

N° osservazioni = 12	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$	29,54	43,89	51,34	61,26	72,92
$\sigma(h_t)$	13,33	24,61	33,48	38,38	36,16
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$	0.10	0,05	0,04	0,03	0,04
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$	23,54	32,82	36,27	43,99	56,65

CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

Una volta trovati i parametri della distribuzione di *Gumbel*, si possono calcolare le massime altezze di pioggia raggiungibili in funzione del tempo di ritorno T_r , che è definito come il tempo che intercorre tra il verificarsi e il ripetersi dell'evento stesso. Si è scelto un tempo di ritorno pari a 200 anni. La curva esprime il legame esistente tra la durata dell'evento di pioggia e le altezze massime di pioggia relative a un prefissato tempo di ritorno. La formula utilizzata è la seguente:

$$h(T, t) = at^n$$

con:

h = altezza di pioggia in mm

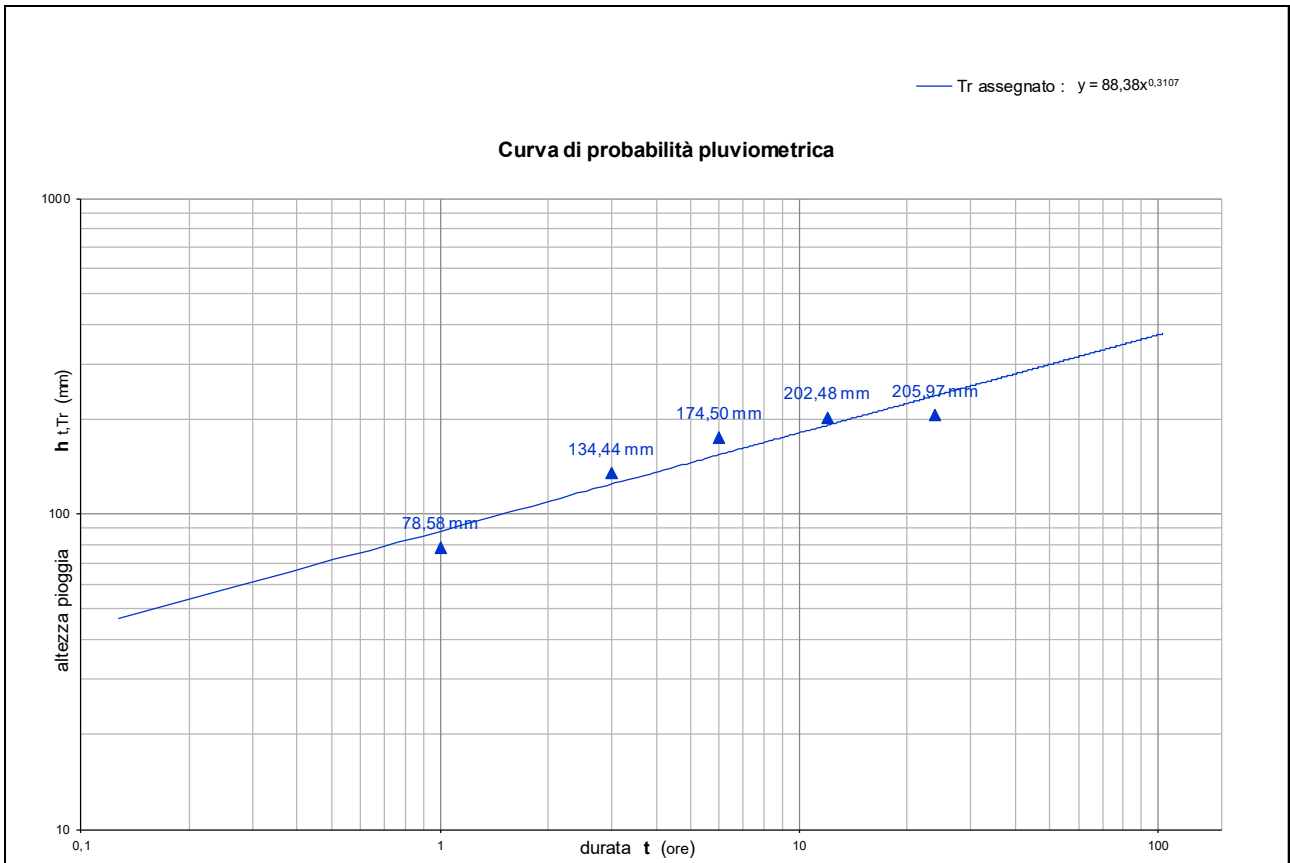
t= durata corrispondente ad h in ore

a, n= parametri caratteristici della curva

Attraverso questa elaborazione si ammette implicitamente che l'ordine di una pioggia rappresenti, oltre che la frequenza con cui essa si è manifestata nel passato, anche la probabilità che si verifichi nel futuro.

Altezza critica di pioggia per un tempo di ritorno T pari a 200 mm/h

Tempo di ritorno		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
200 anni	H _{max}	78,58 mm	134,44mm	174,50 mm	202,48mm	205,97 mm



PORTATA DI MASSIMA AL COLMO

Le portate del bacino del torrente Reinello sono calcolate dalla sorgente, nel comune di Colle Sannita, alla sezione di chiusura posizionata nel comune di Reino in corrispondenza del ponte di attraversamento in località Padulo Piano. Il metodo utilizzato (metodo razionale) per il calcolo delle portate si basa su una rappresentazione statistica assai semplificata; si utilizzano i dati di precipitazione, le caratteristiche geologiche dei terreni e i parametri geometrici del bacino e dell'asta fluviale. Il metodo razionale ha alla base diverse ipotesi, di seguito si riportano le più importanti: la pioggia sia uniformemente distribuita nello spazio e nel tempo; la portata di colmo con un assegnato tempo di ritorno sia la maggiore; che la portata al colmo maggiore sia prodotta dall'evento con durata uguale al tempo di corrivazione del bacino. Inoltre, dobbiamo considerare il fatto che non tutta l'acqua piovuta contribuisce alla portata nel torrente, in quanto una parte di essa viene persa per infiltrazione nel terreno: tale capacità di assorbimento del terreno dipende sia dall'uso del suolo che dalle formazioni geologiche presenti nel bacino. Quindi considereremo, ai fini della determinazione della portata di piena, solo quella parte dell'acqua piovana che scorre sulla superficie del bacino per poi defluire nei suoi corsi d'acqua. Il parametro che permette di avere un'indicazione di massima sulla quantità d'acqua trattenuta è il *coefficiente medio di deflusso C* che tiene conto sia della permeabilità medio-bassa dei terreni sia dell'uso del suolo. Esistono diverse formule empiriche e tabelle per in cui compaiono la tipologia del suolo e la copertura della superficie del bacino, la pendenza del corso d'acqua, il tempo di ritorno. In coefficiente di deflusso utilizzato, in questo lavoro, è stato tratto da una tabella proposta da R.H. McCuen "Guide to Hydrological Analysis using SCS Methods"(1982) che mette in relazione i valori di *C* con il tipo di uso del suolo e con la permeabilità del substrato. Il valore utilizzato è pari a 0,87, visto che la maggior parte di aree è occupata da colture annuali associate a colture perenni.

La portata di massima viene determinata in funzione del tempo di corrivazione (t_c). Per tempo di corrivazione si intende il tempo teoricamente necessario affinché una goccia

d'acqua dal punto più distante possa raggiungere la sezione di chiusura del bacino. Esistono diverse formule empiriche per la stima del tempo di corrivazione, una delle più usate è quella di Giandotti:

formula di Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}}$$

t_c tempo di corrivazione in ore

S superficie del bacino in Km²

L lunghezza asta principale in Km

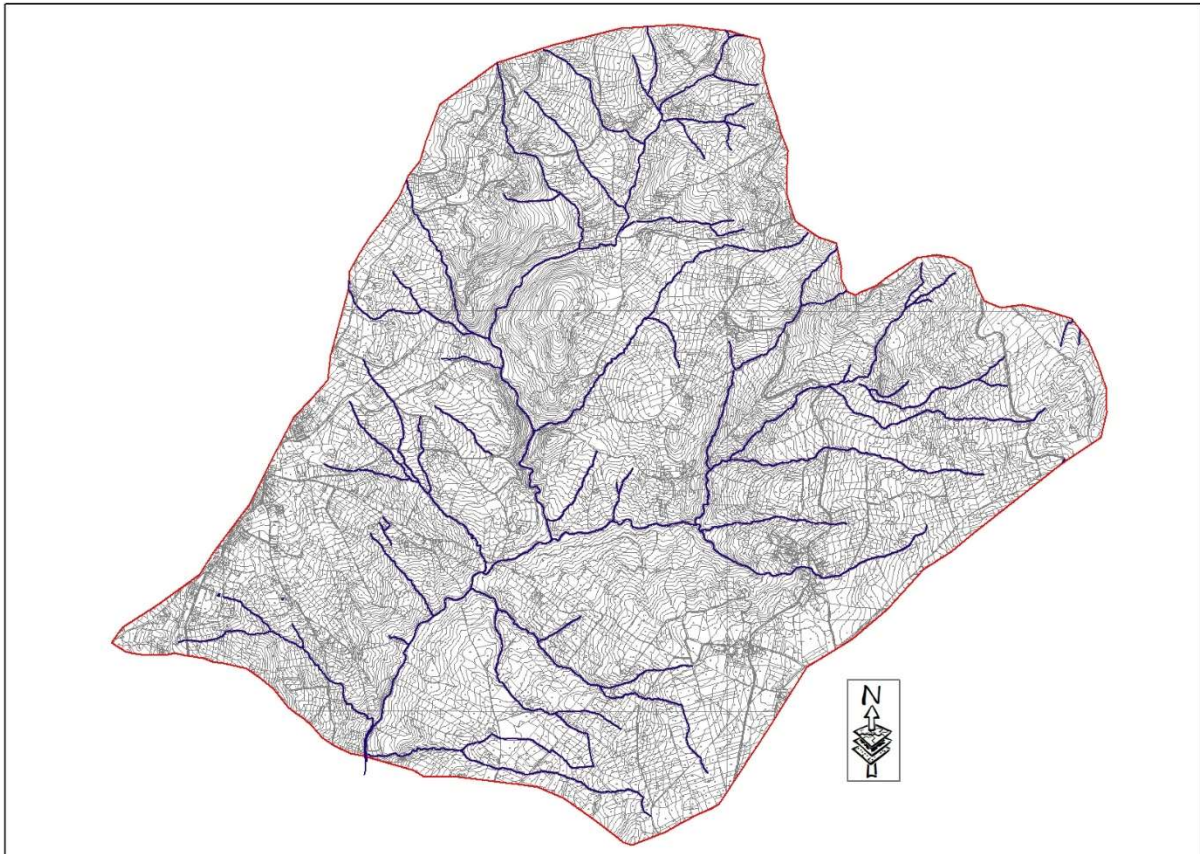
H_{max} altezza media del bacino in metri

H_0 altezza sezione in metri

formula di Pezzoli

$$t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$$

Caratteristiche morfologiche del bacino		
Area del bacino (Km ²)	Perimetro (Km)	Lunghezza asta principale (Km)
21,04	20,00	6,00



Vista panoramica del bacino del Torrente Reinello

Il calcolo della portata di massima piena è stato effettuato utilizzando il metodo cinematico o del ritardo di corrivazione, di seguito riportato in tabella.

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA			
Superficie del Bacino	S =	21,04	Km ²
Lunghezza percorso idraulico principale	L =	6,00	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	620,00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H0 =	520,00	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0,02	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	820,00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H0 =	520,00	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	Hm =	670	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	Hm - H0 =	150,00	m

Calcolo della portata massima per un assegnato tempo di ritorno
(FORMULA del METODO RAZIONALE)

$$Q_{max} = \frac{C \cdot h_c \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

C = coefficiente di deflusso

h_c = altezza critica di pioggia (mm/h)

S = superficie del bacino (km²)

t_c = tempo di corrivazione (ore)

$3,6$ = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m³/sec

Metodo di Giandotti

Deflusso C=	0,87	S (km²) =21,04	Tc(ore) 2,79
--------------------	-------------	----------------------------------	---------------------

Tr assegnato	a	n	tc (ore)	hc (mm/h)	Qmax (m³/sec)
200 anni	88,38	0,31	2.79	121,58	221,48