

IDROLOGIA 

-ESERCITAZIONE A CASA 2-

**RIEAME DEI RISULTATI DEL METODO  
RAZIONALE CON DUE METODI DI STIMA  
DELLA PIOGGIA NETTA**

Bellino Marco

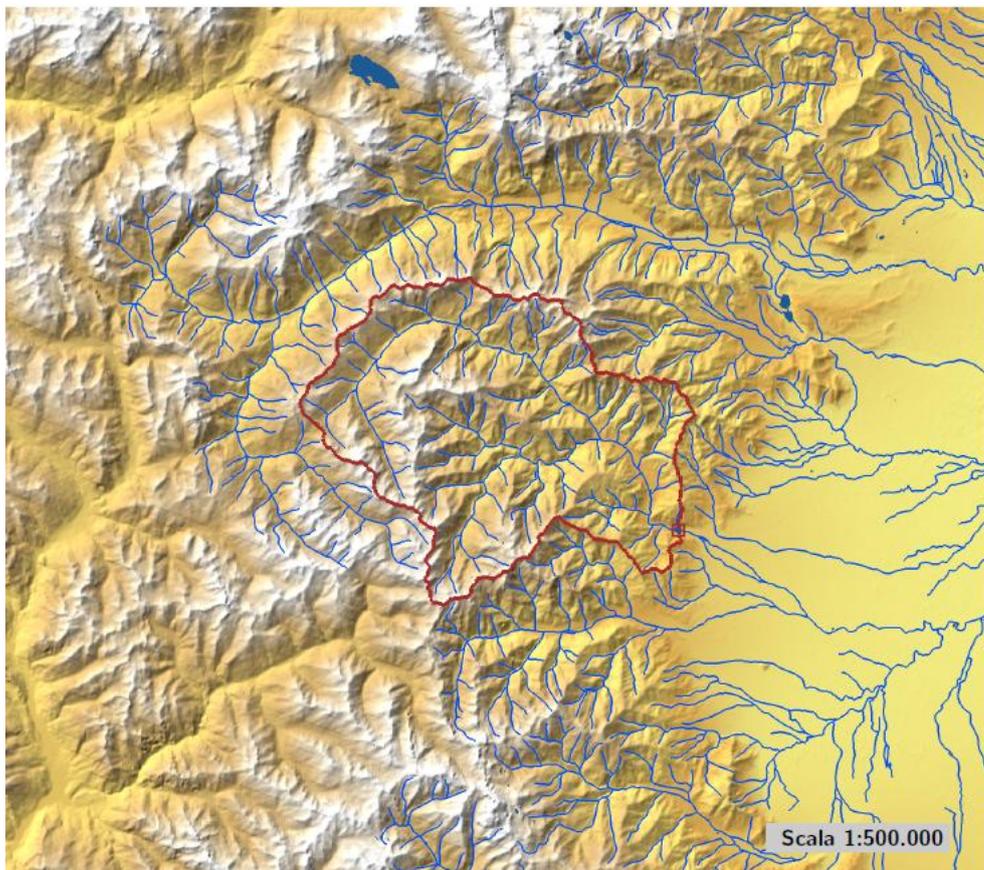
180100

## Introduzione

L'obiettivo che ci si pone è quello di considerare il risultato di portata al picco di progetto per  $T=100$  anni, relativo al bacino del Chisone a San Martino, ottenuto con metodo razionale e confrontarlo con quelli derivanti dal metodo della corrivazione, usando per il calcolo delle piogge nette sia il metodo  $\Psi$  che il metodo SCS-CN.



**Chisone a San Martino**



**Figura 1 – morfologia bacino del Chisone a San Martino**

## Capitolo 1

### Metodo razionale

Utilizzando i dati morfo-climatici relativi al bacino del Chisone a San Martino, tratti dalla relazione del progetto RENERFOR (Regione Piemonte-Politecnico), si possono trovare i valori necessari al calcolo del tempo di corrivazione  $t_c$  con la formula di Giandotti:

area bacino [km <sup>2</sup> ]	581	
quota massima	3234	
quota minima ( $h_0$ )	415	
lunghezza asta principale [km]	56,276	
quota media ( $h_m$ )	1739	
K(T=100)	2,37	
<i>Da esercitazione 4</i>	a	17,438
	n	0,506
	$\Psi$	0,402
k (numero di classi)	6	

**Tabella 1 – dati essenziali tratti dalla relazione del progetto RENERFOR (Regione Piemonte-Politecnico)**

$$t_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1,5 * L}{0,8 * \sqrt{h_m - h_0}} = \frac{4 * \sqrt{581} + 1,5 * 56,276}{0,8 * \sqrt{1739 - 415}} = 6,212 \cong 6 \text{ ore}$$

Questa stima di  $t_c$  è necessaria per assegnare il valore alla grandezza che costituisce la scala dei tempi per il metodo della corrivazione, è anche utile per assegnare un primo valore alla stima di  $Q_{100}$  con la formula razionale:

$$Q_{100} = \frac{i_{100}(tc) * \psi * A}{3,6}$$

In cui  $\psi$  rappresenta il coefficiente di afflusso ed  $i_{100}(tc)$  si può determinare con la relazione:

$$i_{100}(tc) = a * K_{100} * t_c^{(n-1)} = 17,438 * 2,37 * 6^{(0,506-1)} = 17,082 \text{ mm/ora}$$

Come richiesto il valore di intensità ottenuto si manterrà costante per tutto lo svolgimento dell'esercitazione.

Sostituendo quindi i valori nella formula razionale si ottiene:

$$Q_{100} = \frac{17,082 * 0,402 * 581}{3,6} = 1108,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

Determinato questo valore speditivo, utile al confronto, si procede all'utilizzo del metodo cinematico (della corrivazione).

## Capitolo 2

### Metodo della corrivazione

L'applicazione del metodo della corrivazione richiede come prima operazione una suddivisione del tempo di corrivazione  $t_c$  in intervalli  $\Delta t$ , questi valutabili come:

$$\Delta t = \frac{t_c}{k} \cong \frac{6}{6} = 1 \text{ ora}$$

Sarà quindi semplice passare da intensità di pioggia in  $[mm/ora]$  a pioggia (lorda) in  $[mm]$ , secondo la formula:

$$P_{lorda} = i * \Delta t = 17,082 * 1 = 17,082 \text{ mm}$$

Poiché il metodo si applica a valori di pioggia netta, nel seguito si riportano i due metodi utilizzati per ricavarla a partire da quella lorda.

#### - Metodo $\Psi$

Metodo che considera la pioggia netta come percentuale della pioggia lorda utilizzando il coefficiente  $\psi$  e, permette di valutarla attraverso la relazione:

$$P_{netta} = P_{lorda} * \psi = 17,082 * 0,402 = 6,87 \text{ mm}$$

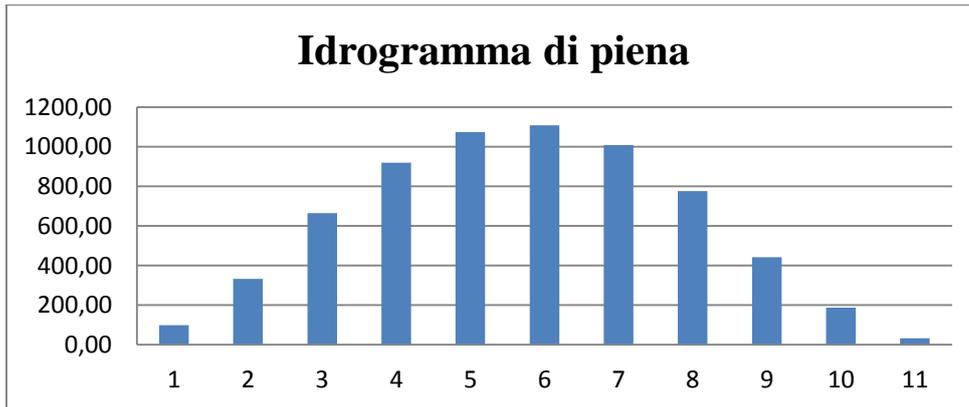
Quindi si riportano di seguito i risultati dei calcoli ottenuti con il calcolatore di Excel

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
	$P_{lorda}$	17,082	17,082	17,082	17,082	17,082	17,082					
	$\Psi$	0,402										
	$P_{netta}$	6,867	6,867	6,867	6,867	6,867	6,867					
52,2	A1	358,765	358,765	358,765	358,765	358,765	358,765	0	0	0	0	0
121,9	A2	0	837,117	837,117	837,117	837,117	837,117	837,117	0	0	0	0
174,2	A3	0	0	1195,88	1195,88	1195,88	1195,88	1195,88	1195,88	0	0	0
133,5	A4	0	0	0	916,843	916,843	916,843	916,843	916,843	916,843	0	0
81,3	A5	0	0	0	0	558,078	558,078	558,078	558,078	558,078	558,078	0
17,4	A6	0	0	0	0	0	119,588	119,588	119,588	119,588	119,588	119,588
	Portata	99,66	332,19	664,38	919,06	1074,08	1107,30	1007,64	775,11	442,92	188,24	33,22
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q12

Tabella 2 – Metodo della corrivazione valutato su piogge nette calcolate secondo la metodologia  $\Psi$

In cui i le aree, secondo la suddivisione in 6 classi, sono state ricavate dalla curva ipsografica per il bacino in questione. Mentre i valori interni alla matrice ed i valori di portata finali, di seguito rappresentati, si sono ottenuti applicando le formule:

$$P_r = \sum_{j=1}^r a_j * i_{r-j+1} \rightarrow Q = \frac{P_r}{3,6}$$



In conclusione si ottiene che la pioggia più lunga produce un picco di piena  $Q_{max} = 1107,3 \text{ m}^3/\text{s}$  che, come ci si sarebbe potuto aspettare, è prossimo a quello ottenuto con la formula razionale.

- **Metodo SCS-CN**

Metodo *Curve Number*, introdotto dal Soil Conservation Service (SCS). Ha conosciuto una notevole diffusione negli Stati Uniti d'America. Secondo tale modello, il volume specifico di pioggia netta  $P_{netta}$  (altezza di pioggia netta), dall'inizio dell'evento meteorico fino all'istante generico  $t$ , risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda  $P$ , caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Questa relazione è valida soltanto per  $P \geq I_a$ , mentre nel caso in cui l'altezza di pioggia risulti minore di  $I_a$  si ha  $P_{netta}=0$ . I parametri che rientrano nella relazione sono:

- $I_a$  è la perdita iniziale (intercettazione della pioggia da parte di foglie ed altri oggetti sul suolo), pari a  $0,2S$ ;
- $P$  è la pioggia lorda valutata sul tempo di corrivazione, pari a:

$$P = i * t_c = 17,082 * 6,212 = 106,12 \text{ mm}$$

- $S$  è la massima capacità di ritenzione idrica che si può ricavare in funzione al tipo di suolo, in particolare secondo il metodo *Curve Number* viene proposta la formulazione di seguito riportata, risolvibile avendo noto il valore di CN pari a 74

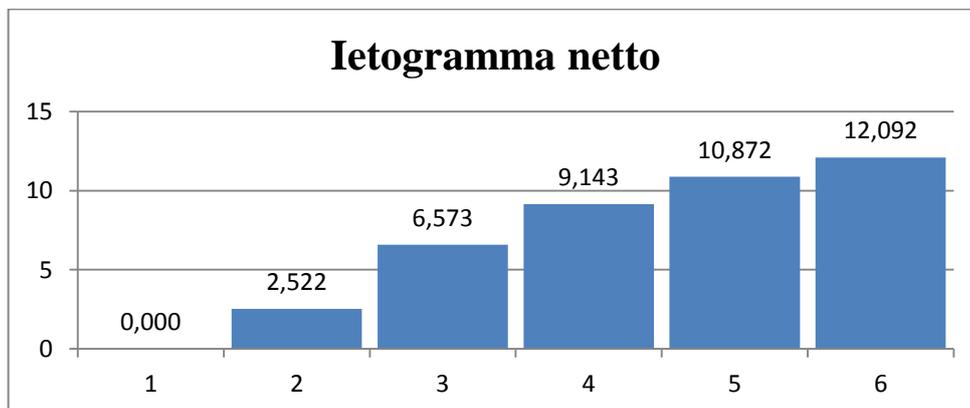
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = \frac{25400}{74} - 254 = 89,24 \text{ mm}$$

Noti quindi questi valori si può valutare la pioggia netta, il cui valore risulta:

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} = \frac{(106,12 - 0,2 * 89,24)^2}{106,12 + 0,8 * 89,24} = 43,89 \text{ mm}$$

Coerentemente col metodo della corrivazione, si è eseguita la divisione in classi, in particolare la richiesta è stata quella di mantenere l'intensità di pioggia media costante per un tempo compreso tra  $1/6$  e  $6/6$  di  $t_c$ , il che ha implicato un numero di classi  $k=6$ . Per ognuna delle quali analogamente a quanto sopra riportato si è valutato un valore di  $P_e$ , il quale risulta essere però un valore di pioggia netta "cumulata", poiché derivante da volumi di pioggia complessivi e non parziali. Le piogge parziali sono quindi ricavate per differenza, usando la formula:

$$\Delta P_e = P_e((i)\Delta t) - P_e((i - 1)\Delta t)$$



Di seguito si riporta la tabella con i risultati:

k (classi)	i	P	P <sub>cumulate</sub>	Controllo $P > I_a$	P <sub>e</sub>	$\Delta P_e$
1	17,082	17,082	17,082	Falso	0,000	0,000
2	17,082	17,082	34,164	Vero	2,522	2,515
3	17,082	17,082	51,246	Vero	9,095	6,573
4	17,082	17,082	68,328	Vero	18,237	9,143
5	17,082	17,082	85,410	Vero	29,110	10,872
6	17,082	17,082	102,492	Vero	41,202	12,092

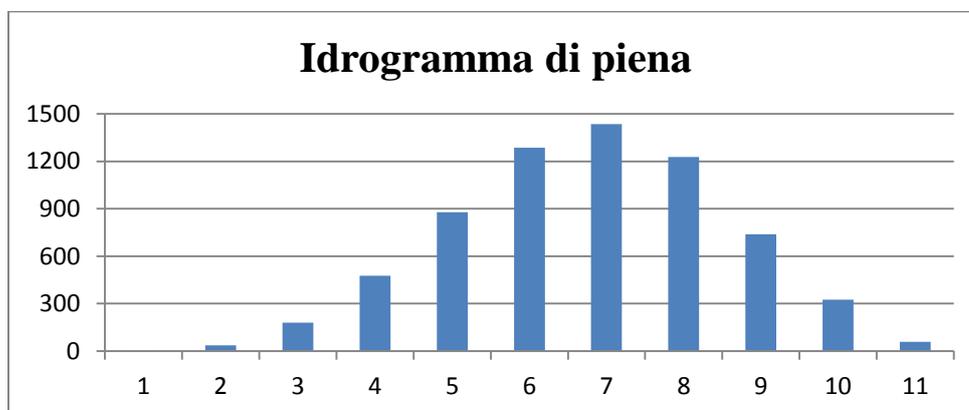
Tabella 3 – calcolo delle piogge nette parziali

Il naturale proseguo è stato quello di applicare il metodo della corrivazione, analogamente a quanto visto per il Metodo  $\Psi$ . Si riporta la tabella con i risultati:

		$\Delta P_e$	0,007	2,515	6,573	9,143	10,872	12,092					
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
52,2	A1	0,347	131,401	343,406	477,654	568,028	631,768	0	0	0	0	0	0
121,9	A2	0	0,810	306,602	801,281	1114,527	1325,399	1474,126	0	0	0	0	0
174,2	A3	0	0	1,157	438,003	1144,687	1592,181	1893,428	2105,894	0	0	0	0
133,5	A4	0	0	0	0,887	335,802	877,594	1220,672	1451,628	1614,519	0	0	0
81,3	A5	0	0	0	0	0,540	204,401	534,187	743,018	883,600	982,750	0	0
17,4	A6	0	0	0	0	0	0,116	43,800	114,469	159,218	189,343	210,589	0
	Portata	0,10	36,73	180,88	477,17	878,77	1286,52	1435,06	1226,39	738,15	325,58	58,50	0
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q12

Tabella 4 – Metodo della corrivazione valutato su piogge nette parziali calcolate con metodo SCS-CN

I cui valori finali di portata, ottenuti come al metodo precedente, sono di seguito rappresentati:



Si ottiene che la pioggia più lunga produce un picco di piena  $Q_{max} = 1435,06 \text{ m}^3/\text{s}$  maggiore del valore ottenuto con formula razionale, poiché basato su un approccio sostanzialmente diverso.