



Esercizio a casa 2

Antonucci
Francesco

Per questo esercizio sono stati utilizzati i dati relativi al bacino del “Chisone a S.Martino”; in particolare:

- Quota media: $z_{\text{medio}}=1739$ m
- Quota minima: $z_{\text{min}}=415$ m
- Quota massima: $z_{\text{max}}=3234$ m
- Area del bacino: $A=580,5$ km²
- Lunghezza dell’asta principale: $L=56,276$ km
- Coefficiente di afflusso: $\psi=0,402$
- Media coefficiente pluviale orario CPP: $a=17,438$
- Media esponente CPP: $n=0,506$
- Fattore di crescita della precipitazione: $K(T=100)=K_{100}=2,37$

(quest’ultimo preso dallo studio delle piogge estreme di Pragelato) (distribuzione GEV).

Il primo passo consiste nel ricavare il tempo di corrivazione utilizzando la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{z_{\text{medio}} - z_{\text{min}}}} = 6,21 \text{ ore } \approx 6 \text{ ore}$$

Questo valore si può confrontare con quello derivante dalla formula empirica:

$$t_c = L/v \cong 10 \text{ ore} \quad \text{con } v = 1,5 \text{ m/s}$$

Si è calcolata l’intensità di pioggia costante:

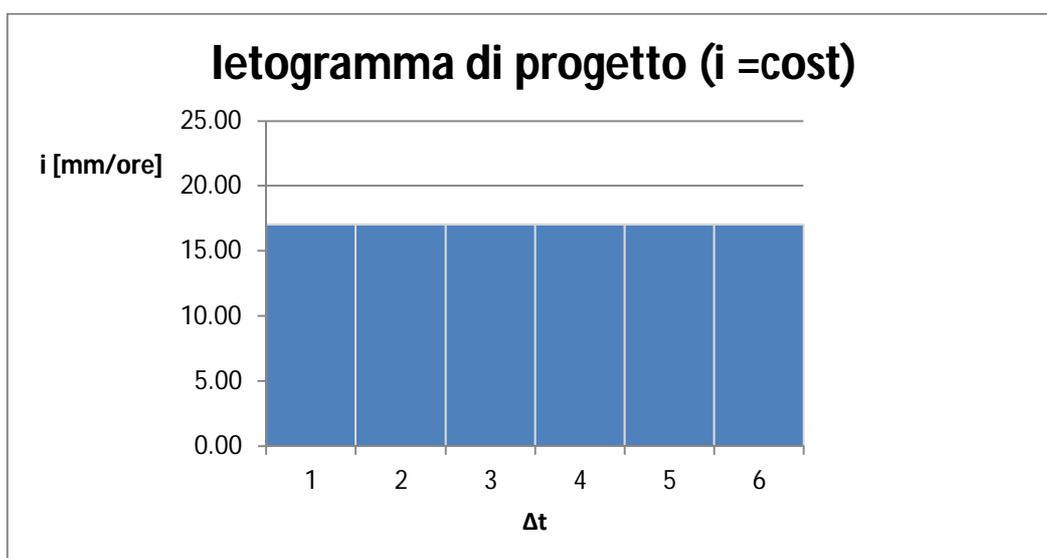
$$i_{100} = a \cdot K_{100} \cdot t_c^{(n-1)} = 17,05 \text{ mm/ore}$$

A questo punto è utile assegnare un primo valore “speditivo” alla stima della portata Q_{100} con la formula razionale:

$$Q_{100} = \frac{i_{100} \cdot \psi \cdot A}{3,6} = 1105,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

Considerando il bacino diviso in $k=6$ classi di isocorrive, si può determinare uno ietogramma di progetto rettangolare con intensità media costante nel tempo.

Δt ore	i cost mm/ore
1	17,05
2	17,05
3	17,05
4	17,05
5	17,05
6	17,05



In base alla suddivisione delle aree secondo l'ipotesi isocorrive=isoipse esposta in seguito, si è ricavato l'idrogramma di piena con il metodo cinematico, procedendo fino al tempo $t=12\Delta t$.

z_j [m.s.l.m]	Aree a_j [km ²]
3234	0
2764	17,415
2294	81,27
1824	133,515
1354	174,15
884	121,905
415	52,245

Per la costruzione dell'idrogramma di piena, si consiglia di impostare il foglio excel seguendo il seguente schema:

C13		f*		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1														
2							U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8
3														
4						Portata *3.6 /A (mc/s)	0.001	0.0159	0.0316	0.0464	0.0591	0.0743	0.0874	0.1016
5	P1	0.1		=SOMMA(D5)		=D\$4*B5								
6	P2	0.1		=SOMMA(D6:E6)		=D\$4*B6	=E\$4*B5							
7	P3	0.1		=SOMMA(D7:F7)		=D\$4*B7	=E\$4*B6	=F\$4*B5						
8	P4	0.1		=SOMMA(D8:G8)		=D\$4*B8	=E\$4*B7	=F\$4*B6	=G\$4*B5					
9	P5	0.1		=SOMMA(D9:H9)		=D\$4*B9	=E\$4*B8	=F\$4*B7	=G\$4*B6	=H\$4*B5				
10	P6	0.1		=SOMMA(D10:I10)		=D\$4*B10	=E\$4*B9	=F\$4*B8	=G\$4*B7	=H\$4*B6	=I\$4*B5			
11	P7													
12	P8													
13	P9													
14	P10													
15	P11													
16	P12													
17	P13													
18	P14													
19	P15													
20	P16													
21	P17	MAX		Somma ->		U1 P17	U2 P16	U3 P15	U4 P14	U5 P13	U6 P12	U7 P11	...	
22	0			Somma ->			U2 P17	U3 P16	U4 P15	U5 P14	U6 P13	U7 P12	...	
23	0			Somma ->				U3 P17	U4 P16	U5 P15	U6 P14	U7 P13	...	
24	0			Somma ->					U4 P17	U5 P16	U6 P15	U7 P14	...	
25	0												

Con l'unica differenza che nel nostro caso le aree non sono state adimensionalizzate. Le portate relative sono state calcolate con la seguente formula tipica del metodo cinematico:

$$Q(r) = \frac{A}{3,6} \sum_{j=1}^{r \leq k} i_j \cdot a_{r-j+1}$$

t [ore]	intervalli	i_n [mm/ore]	portata	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	Q [m ³ /s]	
0	P0	0	0	52,245	121,905	174,15	133,515	81,27	17,415	0,00	m ³ /s
1	P1	6,86	358,19	358,186						99,50	m ³ /s
2	P2	6,86	1193,95	358,186	835,768					331,65	m ³ /s
3	P3	6,86	2387,91	358,186	835,768	1193,955				663,31	m ³ /s
4	P4	6,86	3303,27	358,186	835,768	1193,955	915,365			917,58	m ³ /s
5	P5	6,86	3860,45	358,186	835,768	1193,955	915,365	557,179		1072,35	m ³ /s
6=tc	P6	6,86	3979,85	358,186	835,768	1193,955	915,365	557,179	119,395	1105,51	m ³ /s
7	P7	0	3621,66	0	835,768	1193,955	915,365	557,179	119,395	1006,02	m ³ /s
8	P8	0	2785,89	0	0	1193,955	915,365	557,179	119,395	773,86	m ³ /s
9	P9	0	1591,94	0	0	0	915,365	557,179	119,395	442,21	m ³ /s
10	P10	0	676,57	0	0	0	0	557,179	119,395	187,94	m ³ /s
11	P11	0	119,40	0	0	0	0	0	119,395	33,17	m ³ /s
12	P12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	m ³ /s

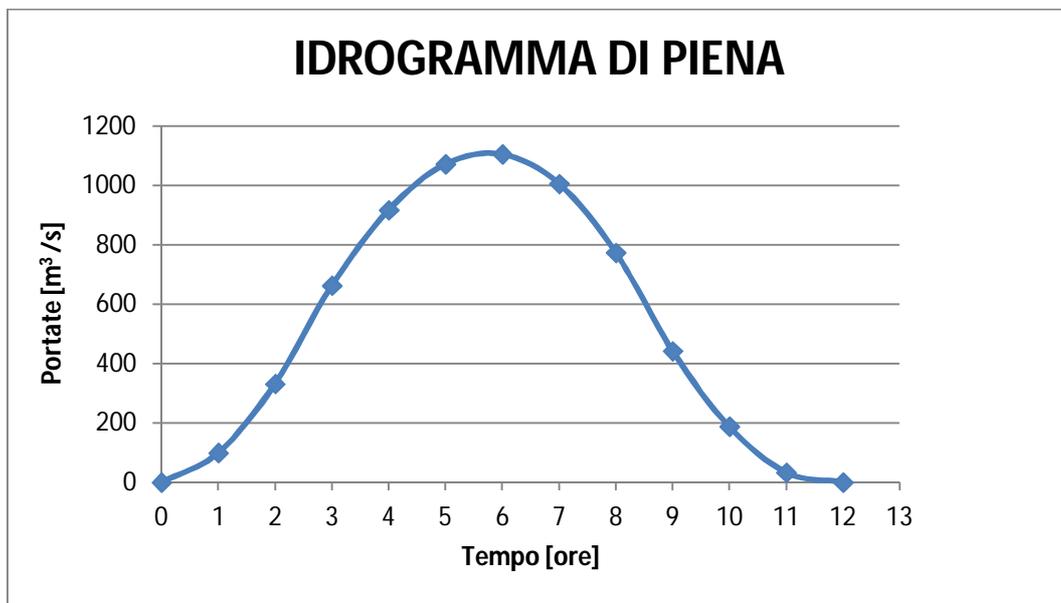
Dove l'intensità di pioggia media considerata è quella netta, cioè $i_n = i \cdot \psi$, in questo modo si tiene conto dei deflussi sotterranei.

Avendo considerata una intensità di pioggia costante nel tempo, la portata massima si raggiunge al tempo di corrivazione ($t_c=6$ ore) e vale:

$$Q_{max} = 1105,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

Questa coincide con quella calcolata precedentemente con la formula razionale:

$$Q_{100} = \frac{i_{100} \cdot \psi \cdot A}{3,6} = 1105,51 \text{ m}^3/\text{s}$$



Metodo SCS-CN (Curve Number)

Questa volta stimiamo gli assorbimenti col metodo SCS-CN.

L'indice CN da usare è pari a 74, esso è funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione.

Il massimo volume specifico (altezza in "mm") d'acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione è pari a :

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) = 89,24 \text{ mm}$$

La pioggia lorda in ingresso P, è pari all'intensità di pioggia media che abbiamo già calcolato: P=17,05mm, ed è ancora una volta costante nel tempo.

Per un ogni durata, si calcola la pioggia cumulata nei vari intervalli di tempo "P cumulata", e infine per ogni pioggia cumulata, si è calcolato il valore del volume specifico (altezza) di pioggia netta P_{net} sfruttando la classica formula:

$$P_{net} = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

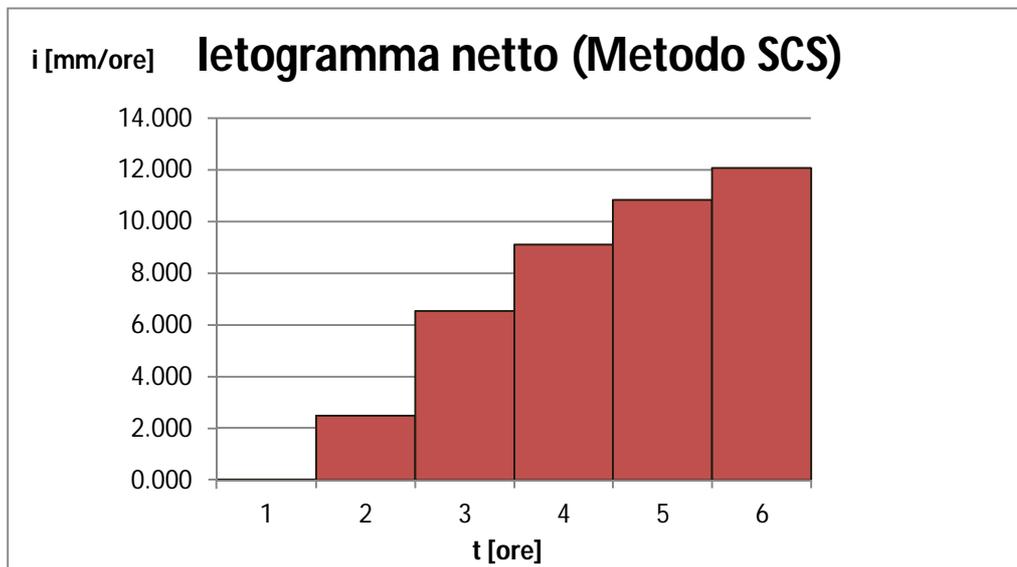
Si calcola infine la ΔP_{net} come successiva sottrazione dei valori:

$$\Delta P_{net} = P_{net(i+\Delta t)} - P_{net(i-1)*\Delta t}$$

Dato che $\Delta t=1$; i valori ΔP_{net} coincidono con le intensità di pioggia nette i [mm/ore], calcolate stavolta con il Metodo SCS-CN.

t	P (i lorda)	P cumulata	P_{net}	ΔP_{net}	i (netta)
1	17,054	17,054	0,007	0,007	0,007
2	17,054	34,109	2,506	2,499	2,499
3	17,054	51,163	9,056	6,550	6,550
4	17,054	68,218	18,172	9,116	9,116
5	17,054	85,272	29,017	10,845	10,845
6	17,054	102,327	41,081	12,064	12,064

Si riporta in seguito lo ietogramma netto:



E' stata calcolata la portata al picco, seguendo gli stessi passaggi visti in precedenza con il metodo della corrivazione:

t [ore]	intervalli	i_n [mm/ore]	portata	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	Q [m ³ /s]	
0	P0	0	0	52,245	121,905	174,15	133,515	81,27	17,415	0,00	m ³ /s
1	P1	0,01	0,37	0,373						0,10	m ³ /s
2	P2	2,50	131,43	130,556	0,869					36,51	m ³ /s
3	P3	6,55	648,07	342,197	304,631	1,242				180,02	m ³ /s
4	P4	9,12	1710,88	476,279	798,460	435,187	0,952			475,24	m ³ /s
5	P5	10,84	3152,77	566,573	1111,317	1140,657	333,643	0,580		875,77	m ³ /s
6	P6	12,06	4617,59	630,274	1322,003	1587,596	874,504	203,087	0,124	1282,66	m ³ /s
7	P7	0	5152,20	0	1470,639	1888,576	1217,157	532,307	43,519	1431,17	m ³ /s
8	P8	0	4403,76	0	0	2100,913	1447,908	740,878	114,066	1223,27	m ³ /s
9	P9	0	2650,79	0	0	0	1610,700	881,335	158,760	736,33	m ³ /s
10	P10	0	1169,28	0	0	0	0	980,426	188,858	324,80	m ³ /s
11	P11	0	210,09	0	0	0	0	0	210,091	58,36	m ³ /s
12	P12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	m ³ /s

La portata massima si raggiunge al tempo t_7 (cioè dopo 7 ore dall'inizio dell'evento meteorico) ed è pari a **1431,17 m³/s**, come si può notare dal seguente idrogramma di piena

