

## Prova Scritta

**Esercizio n°1**

Partendo dai seguenti valori di altezze di precipitazione osservate a passo di 30 minuti in un pluviometro calcolare con il metodo *CN* la pioggia netta per un bacino per il quale è stato stimato un valore del  $CN(II)=90$  ed un valore delle perdite iniziali  $I_a=5$  mm. Disegnare lo ietogramma di pioggia netta e totale.

T (min)	P (mm)
0	
30	20
60	8
90	4

**Esercizio n°2**

Assegnato il seguente idrogramma unitario a passo semiorario, le cui ordinate (in  $m^3/s/mm$ ) sono:

U ( $m^3/s/mm$ )	8	6	2
------------------	---	---	---

calcolare e disegnare l'idrogramma alla sezione di chiusura del bacino per l'evento di precipitazione di esercizio 1 calcolando la pioggia netta mediante il metodo  $\phi$  assumendo  $\phi=15$  mm/h.

Inoltre calcolare e disegnare l'idrogramma alla sezione di chiusura del bacino a fronte della pioggia netta calcolata nell'esercizio 1 mediante il metodo *CN* e confrontare e commentare i risultati ottenuti a fronte dei due diversi metodi di stima della pioggia netta. Con quale dei due metodi si ha il picco di piena maggiore? Perché?

**Esercizio n°3**

In una sezione di un corso d'acqua sono state registrate le seguenti portate massime annue. Assumendo di adottare una distribuzione di Gumbel determinare la portata decennale. Valutare inoltre mediante il test del  $\chi^2$  l'adattamento della distribuzione al campione di dati.

Anno	Q [ $m^3/s$ ]	Anno	Q [ $m^3/s$ ]
1989	83	1999	64.8
1990	52	2000	67.2
1991	30.8	2001	109
1992	98.8	2002	79.7
1993	48.1	2003	158
1994	189	2004	212
1995	72.1	2005	97.3
1996	47.2	2006	64.5
1997	158	2007	40.7
1998	78.6	2008	67.9

Prova Scritta

**Esercizio n°1**

Partendo dai seguenti valori di altezze di precipitazione osservate a passo di 30 minuti in un pluviometro calcolare con il metodo *CN* la pioggia netta per un bacino per il quale è stato stimato un valore del  $CN(II)=90$  ed un valore delle perdite iniziali  $I_a=5$  mm. Disegnare lo ietogramma di pioggia netta e totale.

T (min)	P (mm)
0	
30	20
60	8
90	4

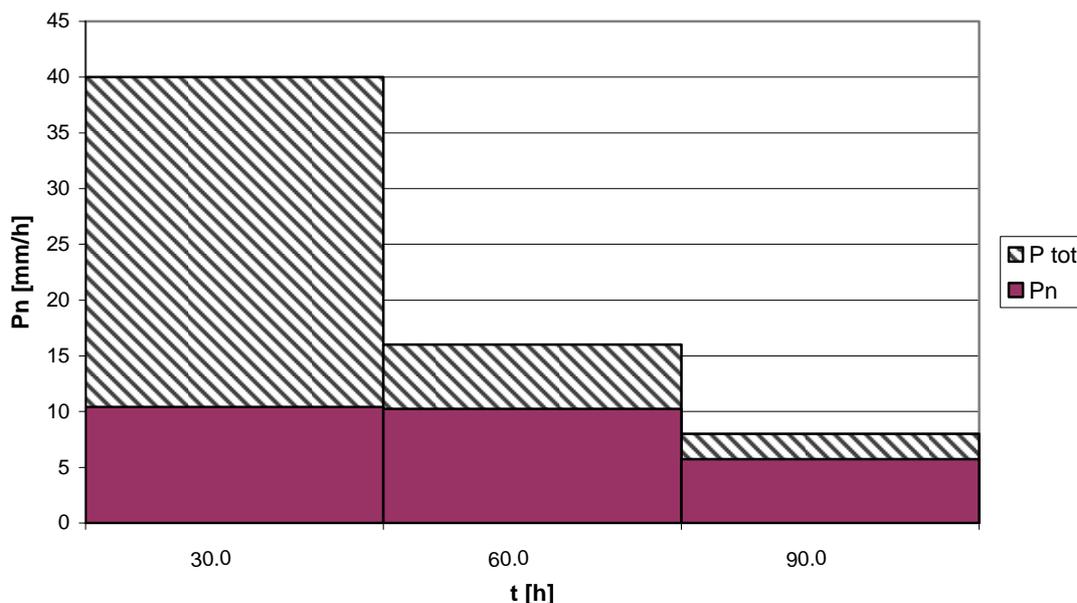
**Soluzione**

A fronte di un valore di  $CN=90$  e di  $I_a=5$  mm si ha:

**CN 90.00**                       $S=28.22$  mm                       $I_a=5.00$  mm

t	P incr	P cum	Pn cum	Pn incr	Fa (perd cum)	i	i_netta
min	mm	mm	mm	mm	mm	(mm/h)	(mm/h)
0	0	0	0		0		
30.0	20.0	20.0	5.21	5.21	14.8	40	10.4
60.0	8.0	28.0	10.33	5.12	17.7	16	10.2
90.0	4.0	32.0	13.20	2.87	18.8	8	5.7

Cui corrisponde il seguente ietogramma di pioggia netta:



Prova Scritta

**Esercizio n°2**

Assegnato il seguente idrogramma unitario a passo semiorario, le cui ordinate (in m<sup>3</sup>/s/mm) sono:

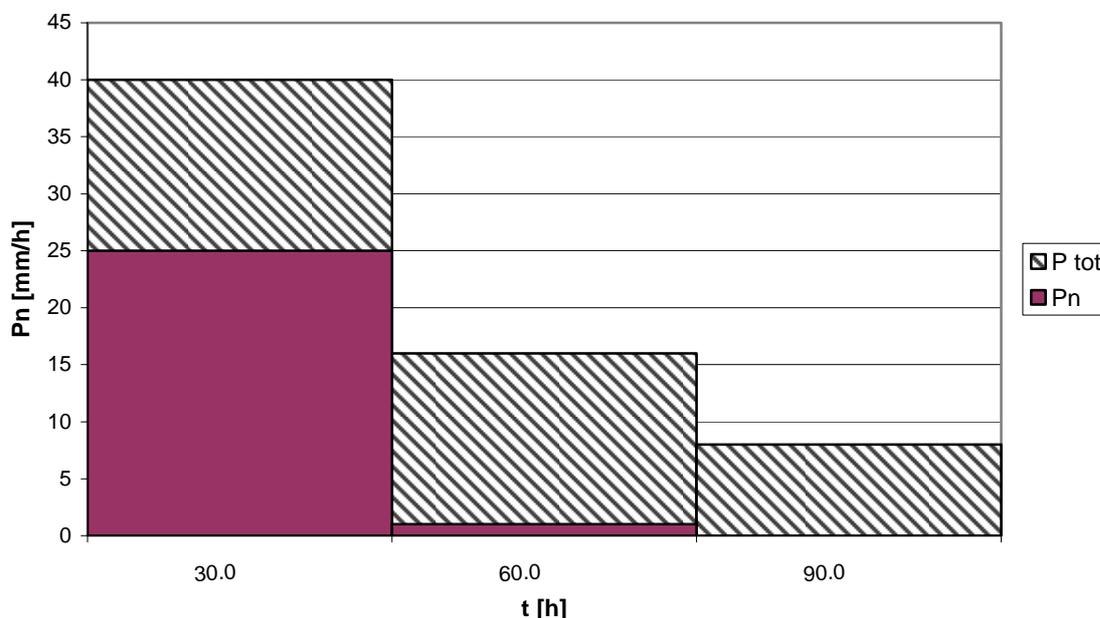
U (m <sup>3</sup> /s/mm)	8	6	2
--------------------------	---	---	---

calcolare e disegnare l'idrogramma alla sezione di chiusura del bacino per l'evento di precipitazione di esercizio 1 calcolando la pioggia netta mediante il metodo  $\phi$  assumendo  $\phi=15$  mm/h. Inoltre calcolare e disegnare l'idrogramma alla sezione di chiusura del bacino a fronte della pioggia netta calcolata nell'esercizio 1 mediante il metodo CN e confrontare e commentare i risultati ottenuti a fronte dei due diversi metodi di stima della pioggia netta. Con quale dei due metodi si ha il picco di piena maggiore? Perché?

**Soluzione**

A fronte di un valore di  $\phi=15$  mm/h, ad ogni passo temporale di 30 minuti le perdite sarebbero pari a 7.5 mm, per cui si ha il seguente ietogramma di pioggia netta:

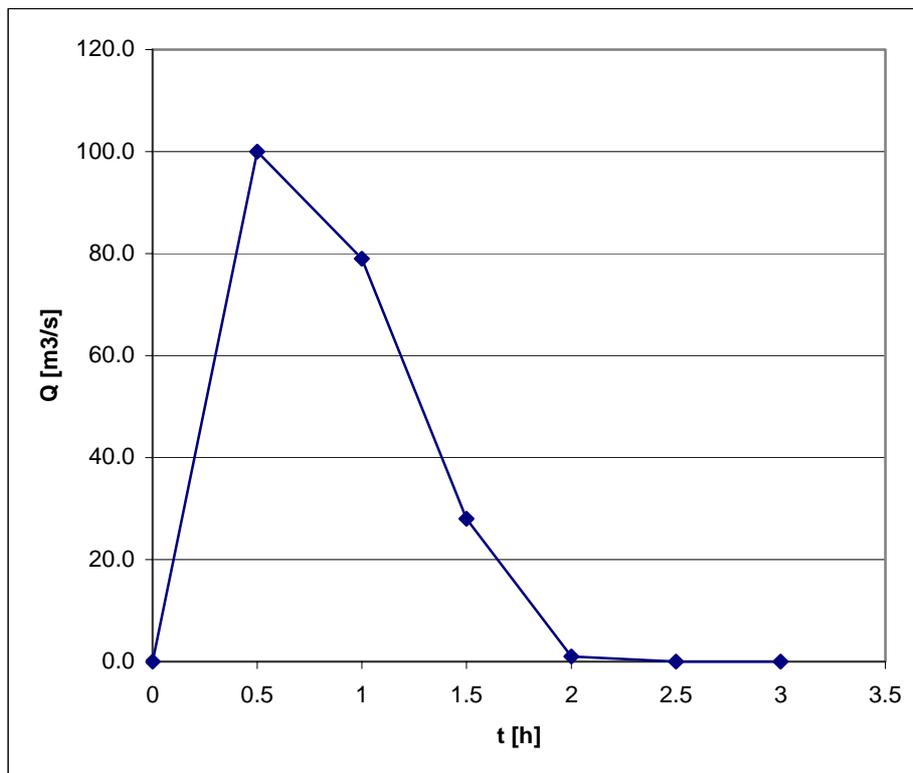
t	P	Pnetta	i	i_netta
min	mm	mm	(mm/h)	(mm/h)
0	0			
30.0	20.0	12.5	40	25.0
60.0	8.0	0.5	16	1.0
90.0	4.0	0.0	8	0.0



Prova Scritta

Per l'assegnato idrogramma unitario si ottiene quindi:

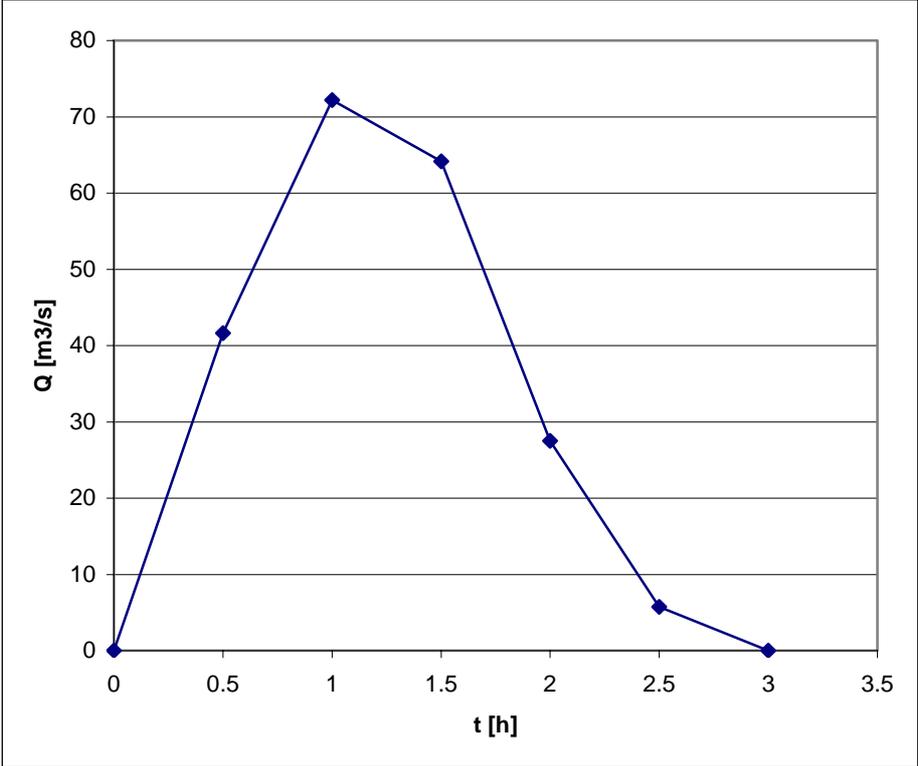
t [h]	UH [m3/s/mm]	Pnetta [mm]	Q dir [m3/s]
0	0		0.0
0.5	8	12.5	100.0
1	6	0.5	79.0
1.5	2	0.0	28.0
2			1.0
2.5			0



A fronte della pioggia netta calcolata con il metodo CN si otterrebbe invece:

t [h]	UH [m3/s/mm]	Pnetta [mm]	Q dir [m3/s]
0	0		0
0.5	8	5.2	41.6
1	6	5.1	72.2
1.5	2	2.9	64.1
2			27.5
2.5			5.7
3			0

Prova Scritta



## Prova Scritta

**Esercizio n°3**

In una sezione di un corso d'acqua sono state registrate le seguenti portate massime annue. Assumendo di adottare una distribuzione di Gumbel determinare la portata decennale. Valutare inoltre mediante il test del  $\chi^2$  l'adattamento della distribuzione al campione di dati.

Anno	Q [m <sup>3</sup> /s]	Anno	Q [m <sup>3</sup> /s]
1989	83	1999	64.8
1990	52	2000	67.2
1991	30.8	2001	109
1992	98.8	2002	79.7
1993	48.1	2003	158
1994	189	2004	212
1995	72.1	2005	97.3
1996	47.2	2006	64.5
1997	158	2007	40.7
1998	78.6	2008	67.9

**Soluzione**

Sulla base del campione di dati, mediante il metodo dei momenti si stimano i parametri della distribuzione di Gumbel:

$$F_x(x) = \exp\left\{-\exp\left[-\frac{(x-u)}{\alpha}\right]\right\};$$

$$\sigma^2 = 1.645\alpha^2;$$

$$\mu = u + 0.5772\alpha;$$

essendo

$$\hat{\mu} = 90.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\hat{\sigma}^2 = 2540.7 \text{ m}^6/\text{s}^2$$

da cui

$$u = 68.3, \alpha = 39.3$$

La portata di assegnato tempo di ritorno  $T=10$  anni sarà:

$$Q_{T=10} = u - \alpha \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{10}\right)\right) = 156.7 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Per valutare l'adattamento della distribuzione di probabilità assumo  $k=5$  classi equiprobabili ( $p_i=0.2$ ), ovvero:

<b>F</b>	<b>Q</b>
0	-inf
0.2	49.55

Prova Scritta

0.4	71.69
0.6	94.65
0.8	127.20
1	inf

Essendo il numero totale di osservazioni pari  $N=20$ , il numero atteso di osservazioni per ogni classe sarebbe pari a  $N p_i = 4$ .

Il numero  $n_i$  effettivo di osservazioni che ricade in ciascuna classe è:

30.8	
40.7	
47.2	
48.1	4
<hr/>	
52	
64.5	
64.8	
67.2	
67.9	5
<hr/>	
72.1	
78.6	
79.7	
83	4
<hr/>	
97.3	
98.8	
109	3
<hr/>	
158	
158	
189	
212	4

Cui corrisponde

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^5 \frac{(n_i - Np_i)^2}{Np_i} = 0.5$$

Livello di significatività  $\alpha=0.10$

Dalle tabelle della distribuzione  $\chi^2$  ottengo

$$\chi_{5-2-1,0.1}^2 = 4.6$$

Per cui essendo  $0.5 < 4.6$  posso accettare  $H_0$  al livello di significatività  $\alpha=0.10$