

**Progetto 2: STIMA DI PLUVIOGRAMMI DI PROGETTO IN AREA URBANA**

Nella tabella 1 sono riportati i valori  $h(d)$  delle altezze di pioggia massima annuale (mm) misurate a Torino-Giardini Reali per le durate  $d=1, 3, 6, 12, 24$  ore nel periodo di osservazione 1928 – 1986.

Tabella 1. Estremi pluviometrici orari della stazione di Torino

Anno	d = 1	d = 3	d = 6	d = 12	d = 24
1928	31	33	33	38	56
1929	20.6	22.5	25.4	27.4	27.8
1930	21	33.5	36.5	61.5	98
1931	18.9	21	30	50.4	70.7
1932	62.2	64.2	65.2	65.2	72.6
1933	17.6	29	32.6	39.6	51.2
1934	32.4	36	36	40	60
1935	15.6	24.6	35.6	48.2	51.4
1937	31	52	54.8	68.2	68.4
1938	42.6	54.6	54.8	54.8	70.6
1939	31	33	33	35.4	51.6
1942	33	38	38	38	43
1943	24.2	24.2	25.4	32.2	44.6
1945	15	25.6	32.6	37	41
1946	15.6	23	25	41	66
1947	32.6	38	67	87.4	104
1949	30.4	30.4	30.4	44	65.6
1951	20.4	30	48	67	71
1952	53.6	69	70.6	70.6	72.8
1954	57.6	61	61	61	64
1955	30.8	45.6	45.6	64.6	81.6
1956	32.6	41	52.2	52.8	73.6
1957	23.8	23.8	27.8	46	73
1958	31.4	33	35.8	53.4	74.4
1959	36	48	70	110	140
1960	60	61.6	72.6	80	82.8
1961	58.4	61.2	61.2	78	135
1962	23.4	25.4	50	52.6	74.2
1963	27.2	52	64	73.6	93
1964	21	24	29.2	42.2	49.6
1965	28	28	28	28	28
1966	28	31.2	34.8	54.6	57.8
1967	25	43	43	43	43
1968	28	34.8	53.6	53.6	66.8
1969	18	26.4	27.6	28.2	46.8
1970	26.2	27	38	40.2	43
1971	24	28.4	37.4	37.4	44
1972	36	40	48.6	57	66
1973	46.8	50.2	55	107	120.2
1974	19.8	30.8	31	42.2	74.4
1975	43.6	48.8	49.8	62.4	99.2

1976	22.6	47.2	66.8	85	85
1977	25.6	30	30	47	60.4
1979	51	55.2	55.2	55.2	55.2
1980	37	54	67.6	75.8	83
1981	20.8	26.2	39.6	52	99
1982	25.8	37.8	39	40	44
1983	28.2	31.2	34.2	47.4	60.6
1984	16	22	28.6	42.4	61.4
1985	32.2	38.2	44	45.8	52.6
1986	30.4	31	37	45.4	52

**A.** Utilizzando i dati riportati in tabella si costruiscano le famiglie di curve IDF con la distribuzione di probabilità di Gumbel. In particolare i passaggi sono:

1. Determinare la relazione che lega la media dei massimi di precipitazione  $\bar{h}_d$  alle durate utilizzando un modello di regressione  $\bar{h}_d = a \cdot d^n$ , con  $d$  = durata (ore). Stimare  $a$  ed  $n$  tramite regressione lineare sui logaritmi. Per farlo è necessario calcolare le medie dei massimi annui di precipitazione registrati nelle 5 durate. Rappresentare in grafico osservazioni e retta interpolare.
2. Considerando l'uso del modello probabilistico di Gumbel, con parametri stimati con i momenti ordinari, calcolare i coefficienti di variazione dei massimi annui di precipitazione registrati nelle 5 durate e rappresentarli in grafico. Assumere quindi un unico coefficiente di variazione ( $\overline{CV}$ ) pari alla media dei cinque coefficienti di variazione.
3. Utilizzare la legge di Gumbel nella forma di dipendenza da media e coefficiente di variazione (parametri stimati con il metodo dei momenti)

$$h_{d,T} = \bar{h}_d \left\{ 1 - \overline{CV} \left[ 0.45 + \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln \left( \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right) \right] \right\}$$

per rappresentare i quantili di precipitazione relativi alla generica durata  $d$  una volta fissato il periodo di ritorno  $T$ . Si costruiscano le curve corrispondenti a  $T = 10, 50$  e  $100$  anni (curve IDF) rappresentandole sia in coordinate cartesiane sia in scala bi-logaritmica.

Su queste curve si riportino i punti corrispondenti ai massimi di evento per le varie durate disponibili, misurati il 20 giugno 2007 nella stessa stazione e pubblicati in:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/idrologia-e-neve/neve-e-valanghe/relazioni-tecniche/analisi-eventi-meteorologici/eventi-2007/ParteA.pdf>

**B.** Con riferimento alla curva IDF relativa a  $T=50$  si costruisca lo ietogramma di progetto per una durata di pioggia  $t_p=6$  ore, usando intervalli  $\Delta t=1$ h. Si rappresenti sia il pluviogramma costante (rettangolare) sia quello costruito mediante lo schema Chicago. Gli istogrammi andranno riportati in termini di altezze di pioggia  $H_j$  ed anche di intensità medie  $i_j$  corrispondenti ad ogni intervallo.