

### 3. SINTESI DEL RAPPORTO REGIONALE SUL TRIVENETO

#### 3.1 Premessa

In questa breve nota vengono sintetizzati i risultati salienti del progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno per qualsiasi sezione del reticolo idrografico dei corsi d'acqua del Triveneto. L'illustrazione completa delle analisi condotte è riportata nel Rapporto Regionale *Valutazione delle piene del Triveneto* (Villi, V., 1999) in corso di pubblicazione, che costituisce il risultato delle indagini effettuate dall'U.O. 1.1 del GNDICI, presso l'Università di Padova. Alcune informazioni sono state tratte dal *Rapporto di Sintesi Nazionale* [Villi, 1994].

La presentazione sintetica dei risultati, che si riporta nel seguito, fornisce unicamente le indicazioni essenziali all'applicazione delle procedure proposte.

#### 3.2 Base dati utilizzata

##### 3.2.1 Pluviometria

La raccolta di informazioni idropluviometriche sul territorio del Triveneto fa capo al Magistrato alle Acque di Venezia, costituito nel 1907. Nel tempo sono state rilevate precipitazioni in 804 stazioni pluviometriche, su un territorio di 39836 km<sup>2</sup>.

Ai fini della regionalizzazione delle piogge giornaliere sono state condotte analisi su 39 serie storiche costituite da dati pubblicati sugli Annali Idrologici a tutto il 1993 e caratterizzate da numerosità campionaria pari o superiore a 50 anni, per complessivi 2445 dati e, successivamente, su 123 serie con numerosità  $\geq 38$  per le stime dei parametri di forma e di scala che caratterizzano la distribuzione probabilistica TCEV.

##### 3.2.2 Idrometria

Il SIMN non aveva pubblicato le serie storiche dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, che sono state quindi ricostruite a partire dai dati idrometrici originali, attraverso una ricostruzione delle scale di deflusso.

Al termine di tali elaborazioni, sono state ottenute 25 serie di osservazioni idrometriche con numerosità superiore a 30 anni.

#### 3.3 Leggi di variazione dei coefficienti di crescita con il periodo di ritorno

##### 3.3.1 Pluviometria

###### 3.3.1.1 Piogge giornaliere

Ai primi due livelli di regionalizzazione è stata verificata l'ipotesi che l'intero Triveneto ricada in un'unica zona omogenea (ZO), con parametri di forma della distribuzione TCEV pari a:

$$\Lambda^* = 0.8961$$

$$\theta^* = 1.7218$$

$$\Lambda_1 = 38.00$$

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della SZO pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di

crescita  $K_T$ :

$$T = \frac{1}{1 - F_k(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*})} \quad (3.2)$$

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della (2) per cui, fissato un valore  $T$  del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita  $K_T$ . Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, nella Tab. 3.1, i valori di  $K_T$  ottenuti numericamente dalla (2) per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
$K_T$	0.95	1.25	1.147	1.68	1.75	1.90	1.97	2.19	2.42	2.72	2.94

Tab. 3.1: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le piogge in Triveneto, per alcuni valori del periodo di ritorno  $T$ .

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left( \frac{\theta_* \text{Ln } \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln } T \quad (3.3)$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV nel Triveneto, diventa:

$$K_T = 0.650 + 0.324 \text{Ln } T \quad (3.4)$$

Per valori del periodo di ritorno superiori a 10 anni, l'errore nell'uso delle (3) in luogo della (2) è sempre inferiore al 10 %.

### 3.3.1.1 Piogge orarie

Le medesime procedure di stima sono state applicate alle serie storiche dei massimi annuali delle piogge orarie, ed hanno fornito i seguenti valori del parametro di scala  $\Lambda_1$ :

$\Lambda_1$	
30.16	per i massimi annuali delle piogge di durata 24 ore (133 serie $n \geq 38$ )
38.47	per i massimi annuali delle piogge di durata 12 ore (131 serie $n \geq 38$ )
40.02	per i massimi annuali delle piogge di durata 6 ore (133 serie $n \geq 38$ )
23.44	per i massimi annuali delle piogge di durata 3 ore (133 serie $n \geq 38$ )
23.78	per i massimi annuali delle piogge di durata 1 ora (133 serie $n \geq 38$ )

Le leggi di crescita regionale sono, durata per durata, date in Tab. 3.2

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
----------	---	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	------

$K_{T(24ora)}$	0.94	1.26	1.49	1.71	1.79	1.94	2.02	2.25	2.48	2.80	3.03
$K_{T(12ore)}$	0.95	1.25	1.47	1.68	1.75	1.90	1.97	2.19	2.41	2.71	2.94
$K_{T(6ore)}$	0.95	1.25	1.46	1.68	1.74	1.89	1.96	2.18	2.40	2.70	2.92
$K_{T(3ore)}$	0.94	1.28	1.51	1.75	1.83	1.99	2.07	2.32	2.56	2.89	3.14
$K_{T(1ora)}$	0.94	1.28	1.51	1.75	1.83	1.99	2.07	2.31	2.56	2.89	3.14

Tab. 3.2: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le piogge in Triveneto, per alcuni valori del periodo di ritorno T e per diverse durate.

Nella loro forma approssimata rappresentata dalla relazione logaritmica, tali curve sono:

$K_{T\ 24} = -0.172 + 0.480 \text{ Ln}(T)$
$K_{T\ 12} = 0.025 + 0.453 \text{ Ln}(T)$
$K_{T\ 6} = 0.178 + 0.442 \text{ Ln}(T)$
$K_{T\ 3} = 0.400 + 0.381 \text{ Ln}(T)$
$K_{T\ 1} = 0.392 + 0.392 \text{ Ln}(T)$

Si precisa che questi coefficienti di crescita si riferiscono alla suddivisione del territorio in un'unica sottozona omogenea. A questa conclusione si è giunti dopo aver constatato che, rispetto alle diverse ipotesi prese in considerazione (unica sottozona, due sottozone, più sottozone omogenee) i coefficienti di crescita differivano al massimo dell' 1%.

La scelta di individuare nel Triveneto anche un'unica sottozona omogenea se da un lato semplifica di molto l'applicazione del modello probabilistico TCEV, dall'altro però non appare tuttavia del tutto corretta, in quanto porterebbe ad escludere che nella varianza totale vi sia una componente imputabile alla varianza spaziale.

### 3.3.2 Idrometria

#### 3.3.2.1 Portate istantanee al colmo di piena

Sulla scorta delle elaborazioni, condotte utilizzando le 25 serie di osservazioni idrometriche ultra 30-ennali, si è pervenuti alla stima della cosiddetta curva di crescita regionale, ovvero della relazione che lega, per ogni sezione idrometrica considerata, il rapporto,  $K_T$ , tra la portata al colmo,  $Q_T$ , di assegnato tempo di ritorno, T, alla media dei colmi massimi annuali nella medesima sezione,  $m(Q)$ , e il tempo di ritorno stesso.

Utilizzando, secondo la procedura VAPI, la distribuzione TCEV, le stime dei parametri di forma e di scala che la caratterizzano, assumono per l'intera regione esaminata i seguenti valori:

$$\Lambda^* = 0.8937$$

$$\theta^* = 2.0184$$

$$\Lambda_1 = 15.862$$

In sintesi, i parametri ottenuti per l'intero territorio del Triveneto, utili ai fini della (3.2) sono riportati in Tab. 3.3.

Portate	$\theta^* = 2.018$	$\Lambda^* = 0.894$	$\Lambda_1 = 16$	$\eta = 4.547$
---------	--------------------	---------------------	------------------	----------------

Tab. 3.3: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle portate nel Triveneto

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della (2) per cui, fissato un valore  $T$  del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita  $K_T$ . Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, nella Tab. 3.4, i valori di  $K_T$  ottenuti numericamente dalla (2) per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
$K_T$	0.93	1.33	1.63	1.93	2.02	2.23	2.33	2.64	2.95	3.36	3.67

Tab. 3.4: valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le portate in Triveneto, per alcuni valori del periodo di ritorno  $T$ .

Allo scopo di semplificare l'applicazione del modello, è stata ricavata un'espressione esplicita di  $K_T$  in funzione del logaritmo del tempo di ritorno  $T$  dell'evento, espresso in anni:

$$K_T = 0.5444 + 0.4396 \ln(T) \quad (3.5)$$

L'uso della (3.3), per periodi di ritorno compresi tra 5 e 1000 anni, comporta un errore inferiore al 2%.

### 3.4 Stima del valor medio

#### 3.4.1 Leggi di probabilità pluviometriche

##### 3.4.1.1 Piogge puntuali

Dopo aver verificato la trasferibilità delle osservazioni di Milano sui rapporti tra piogge medie medie annue e quote delle stazioni pluviometriche, (figura 3.1), ai rapporti tra la medie dei massimi giornalieri e le quote stesse, in considerazione della disponibilità di dati sperimentali e della loro distribuzione spaziale (si disponeva infatti della stima della media delle precipitazioni per le varie durate e giornaliere, in quasi 140 stazioni con una densità di circa una stazione ogni 280 km<sup>2</sup>, considerando le sole stazioni con più di 35 anni di osservazione) si è fatto ricorso alla mappatura di  $\bar{x}$ .

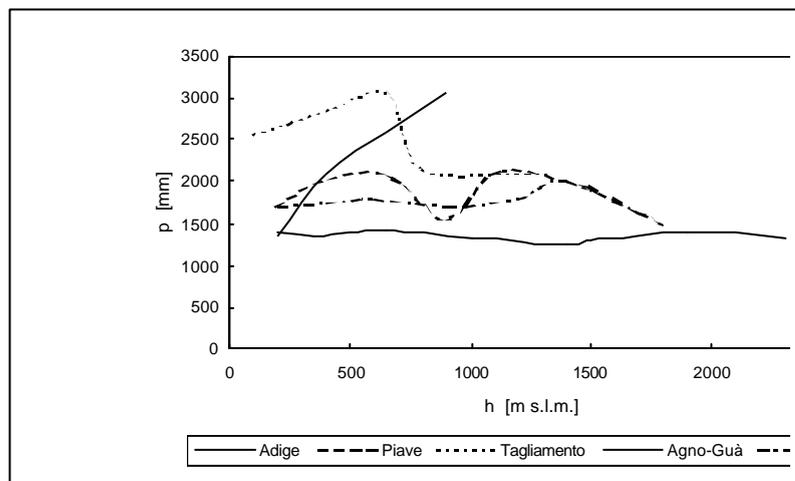


Figura 3.1: Profili ietografici delle precipitazioni medie annue col variare dell'altitudine nei principali bacini dell'Italia nordorientale (Miliani 1937, 1939).

I risultati sono riassunti nelle mappe allegate, che consentono la determinazione puntuale di  $\bar{x}_g$  e delle medie delle precipitazioni massime annuali per le varie durate.

### 3.4.2 Piena media annua

#### 3.3.2.1 Portata al colmo di piena istantanea: modelli empirici

Per la determinazione della portata al colmo di dato tempo di ritorno occorre moltiplicare il valore di  $K_T$  per quello della portata indice, in questo caso coincidente con la media dei colmi  $m(Q)$ . Per le varie zone del Triveneto sono state stimate le relazioni interpolari di seguito riportate.

BACINO	Sottobacini	Relazione interpolare	Limiti di validità	Note
ADIGE	Alto bacino fino a Tel e Rienza fino alla confluenza	$m(Q) = 10.4 \cdot 10^{-2} A$	$200 \leq A \leq 2000 km^2$	
	Affluenti dell'alto Adige e della Rienza	$m(Q) = 5.5 A^{0.52}$	$70 \leq A \leq 800 km^2$	1)
	Affluenti medio bacino dell'Adige da Merano a Rovereto	$m(Q) = 10.63 A^{0.40}$	$70 \leq A \leq 1200 km^2$	2)
	Asta principale da Merano a Rovereto	$m(Q) = 44.44 \cdot 10^{-2} A^{0.844}$		
BRENTA e PIAVE	Parte montana	$m(Q) = 56.08 \cdot 10^{-2} A^{0.88}$	$20 \leq A \leq 500 km^2$	3)
	Bassa valle del Piave, del Brenta e affluenti	$m(Q) = 1.76 \cdot A^{0.78}$		4)
TAGLIAMENTO	Valle del Tagliamento Fella	$m(Q) = 0.67 A$	$50 \leq A \leq 2000 km^2$	5)
LIVENZA	Parte montana	$m(Q) = 10.19 A^{0.45}$	$40 \leq A \leq 300 km^2$	6)
BACCHIGLIONE	Intero bacino	$m(Q) = 13.58 A^{0.42}$	$100 \leq A \leq 1400 km^2$	7)

Tabella 3.7 Parametri a e b delle relazione,  $m(Q)=a A^b$ , per i bacini del Triveneto (le aree sono espresse in  $[km^2]$ , le portate in  $[m^3/s]$ ).

Note:

- 1) Curva tarata come interpolare delle quattro coppie di  $m(Q)$ -A (relative alle sezioni dell'Isarco a Bressanone, dell'Aurino a Caminata e a S.Giorgio, del Rio Riva a Seghe di Riva) che presentano i contributi più elevati della zona. Essa costituisce pertanto, rispetto al complesso dei dati disponibili, una sorta di curva inviluppo.
- 2) Recenti stime su portate di piena dell'Avisio, effettuate tramite il bilancio afflussi-deflussi del serbatoio di Stramentizzo, sembrano indicare valori di portate medie più elevate rispetto a quelle stimate dai dati reperibili sulle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano. Appare pertanto consigliabile, ai fini delle stime della portata indice dei tributari del medio bacino dell'Adige, procedere a verifiche puntuali basate sulla frequenza di esondazioni segnalate in relazioni alla capacità di portata degli alvei.
- 3) Curva tarata come interpolare di cinque coppie  $m(Q)$ -A (relative alle sezioni del Piave a Ponte Cordevole, Presenaio e Ponte della Lasta, del Mis a Ponte S.Antonio e del Boite a Vodo), che costituisce una sorta di

inviluppo rispetto al complesso dei dati relativi ad affluenti dell'alto bacino del Piave.

- 4) Curva tarata utilizzando dati del Cordevole pubblicati su specifici studi sulla valle del Piave.
- 5) La curva sovrastima i dati delle  $m(Q)$  per le sezioni idrometriche del Fella a Dogna e del Tagliamento ad Invillino. Per quest'ultima sezione, data la minore piovosità, la relazione interpolare potrebbe fornire valori un po' sovrastimati.
- 6) La relazione vale per la parte montana del bacino. Per le sezioni più vallive dell'asta principale, ove diviene significativo il contributo delle risorgive, i valori forniti dalla relazione precedente vanno integrati aggiungendo il loro contributo. Esiste comunque il problema della dispersione nei materassi alluvionali dell'acquifero indifferenziato, a monte della linea delle risorgive, che non è facilmente valutabile. Indicativamente comunque, a fini cautelativi, si potrebbe trascurare quest'ultimo fenomeno, specie per gli eventi di minore frequenza.
- 7) Stima effettuata impiegando due sole coppie di dati (Astico a Forni di Valdastico e Bacchiglione a Montegalbella). Appare pertanto consigliabile, ai fini delle stime della portata indice, procedere a verifiche puntuali basate sulla frequenza di esondazioni segnalate in relazioni alla capacità di portata degli alvei.

### Riferimenti bibliografici

- Villi, V., Valutazione delle piogge estreme nell'Italia Nord-Orientale, in *La valutazione delle piene in Italia-Rapporto Nazionale di Sintesi*, Bozza, CNR-GNDICI, Allegato C, 1994.
- Villi, V., *Valutazione delle Piene nel Triveneto*, Rapporto Regionale GNDICI, manoscritto non pubblicato, 1999.