

Bacino idrografico del Torrente Boesio: stima dell'altezza di precipitazione per assegnati durata e tempo di ritorno

Breve nota del 29 luglio 2005

Guido Nigrelli* (guido.nigrelli@irpi.cnr.it)

1. Introduzione

Nell'ambito dell'attività inerente il Progetto "Damage" si stanno svolgendo studi per caratterizzare gli aspetti pluviometrici del Bacino idrografico del Torrente Boesio, area di studio nella quale vengono messe a punto metodologie innovative per la messa in sicurezza del territorio ai fini di protezione civile.

Uno dei principali parametri che vengono esaminati e che dovranno essere utilizzati per l'individuazione delle aree potenzialmente inondabili, è l'altezza di pioggia su base oraria che cade nel bacino. Tale parametro, è stato rilevato dalle stazioni pluviometriche ubicate all'interno dell'area di studio solo da pochi anni e non in tutti i casi, per cui non si dispone di serie storiche adeguate su cui effettuare le elaborazioni. Per ovviare a tale carenza, si è deciso di utilizzare i dati acquisiti da alcune stazioni pluviometriche ubicate nei bacini limitrofi e ritenute rappresentative, pervenendo successivamente alla conoscenza delle piogge orarie di interesse, mediante criteri di interpolazione.

Pertanto, alla luce della situazione riscontrata e considerando comunque l'approccio adottato come il migliore per gli obiettivi prefissati, si è pensato di ricavare i valori delle piogge orarie che cadono nel bacino anche mediante l'utilizzo di un'altra metodologia, al fine di ottenere maggiori informazioni su tale parametro e fornire spunti per analisi comparative. La presente nota riporta i risultati ottenuti mediante questo secondo metodo.

2. Metodologia applicata

Il metodo applicato è stato quello messo a punto nell'ambito del Progetto "*Valutazione delle Piene e delle Inondazioni*" (GNDCI-VAPI), per la valutazione degli eventi idrologici estremi, con particolare riferimento alle portate. Il progetto ha fornito una procedura di regionalizzazione per la stima delle piene anche per siti sprovvisti di dati idrometrici.

L'approccio metodologico utilizzato è basato sull'analisi statistica delle serie storiche disponibili e, attraverso gli strumenti dell'inferenza statistica, sono stati proposti e verificati modelli probabilistici capaci di descrivere il comportamento delle variabili indagate. Lo stimatore regionale gerarchico basato sulla distribuzione a doppia componente (TCEV) è stato utilizzato nell'ambito del progetto, evidenziando buone proprietà statistiche, sia nel caso delle piogge che delle portate. Inoltre, la distribuzione TCEV si è dimostrata, tra le distribuzioni del valore estremo, quella che meglio interpreta il comportamento osservato dei massimi annuali di precipitazione per le durate da 1 a 24 ore. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla bibliografia riportata.

Nell'ambito del Progetto INTERREG II Italia-Svizzera, Azione 2 "*Sintesi pluviometrica regionale e realizzazione di un atlante delle piogge intense sulle Alpi occidentali Italo-Svizzere*", la metodologia sopra citata è stata applicata all'arco alpino occidentale e a tale lavoro si è fatto riferimento per la procedura qui

utilizzata, ai fini della stima dell'altezza di precipitazione per assegnati durata e tempo di ritorno e per la definizione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) relative al Bacino idrografico del Torrente Boesio.

La procedura seguita ed i parametri utilizzati sono stati i seguenti:

- Localizzazione della regione omogenea nella quale il bacino è inserito (Figura 1);
- Identificazione del parametro pioggia indice (Figura 2). La pioggia indice è la media dei valori massimi annui di pioggia osservati per la durata considerata;
- Identificazione del parametro coefficiente di scala n (Figura 3);
- Predisposizione di un foglio di calcolo (Microsoft Excel) per l'inserimento dei parametri e l'automatizzazione delle elaborazioni (Figura 4);
- Calcolo del valore del quantile adimensionale di pioggia $X'(d,T)$, da dedurre dalla curva di crescita della corrispondente regione omogenea, per il tempo di ritorno T e la durata di interesse (eq. 1);
- Determinazione dell'altezza di precipitazione per assegnati durata e tempo di ritorno e definizione delle LSPP (eq. 2).

L'espressione che fornisce la probabilità cumulata di un assegnato quantile adimensionale di pioggia in funzione dei parametri della distribuzione TCEV è la seguente:

$$F_{x'}(d, x') = \exp \left[-\Lambda_1 \exp(-\eta * x') - \Lambda_* \left(\Lambda_1 \right) \frac{1}{\Theta_*} \left(\exp - \eta \frac{x'}{\Theta_*} \right) \right] \quad (\text{eq. 1})$$

I cui parametri $\Theta_*, \Lambda_*, \Lambda_1, \eta$ dipendono dalla durata e dalla regione omogenea considerata.

L'espressione che identifica l'altezza di precipitazione per assegnati durata e tempo di ritorno è la seguente:

$$h(d, T) = \mu * X'(t, d) * d^n \quad (\text{eq. 2})$$

In cui $h(d,T)$ rappresenta l'altezza di precipitazione massima annuale per durata d e periodo di ritorno T, μ il valore della pioggia indice da dedurre in funzione della localizzazione geografica del sito considerato, $X'(t,d)$ il quantile adimensionale di pioggia da dedurre dalla curva di crescita della corrispondente regione omogenea e n l'esponente della relazione di scala, anch'esso funzione della localizzazione geografica del sito.

Facendo riferimento alla Figura 4, i valori presenti nelle celle B21, C21, D21, E21 e F21, di colore nero e in carattere grassetto, sono stati calcolati automaticamente mediante l'inserimento della formula di cella A21; i valori presenti nelle celle B22, C22, D22, E22 e F22, di colore rosso e in carattere grassetto, sono stati calcolati automaticamente mediante l'inserimento dell'equazione 1; i valori presenti nelle celle B23, C23, D23, E23 e F23 sono stati stimati ed inseriti manualmente con lo scopo di far coincidere i valori della riga 22 con quelli della riga 21 delle stesse colonne; i valori presenti nelle celle B24, C24, D24, E24 e F24, di colore nero e in carattere grassetto, sono stati calcolati automaticamente mediante l'inserimento dell'equazione 2. L'esempio riporta il calcolo dei dati in funzione del $Tr=10$ anni (cella B19).

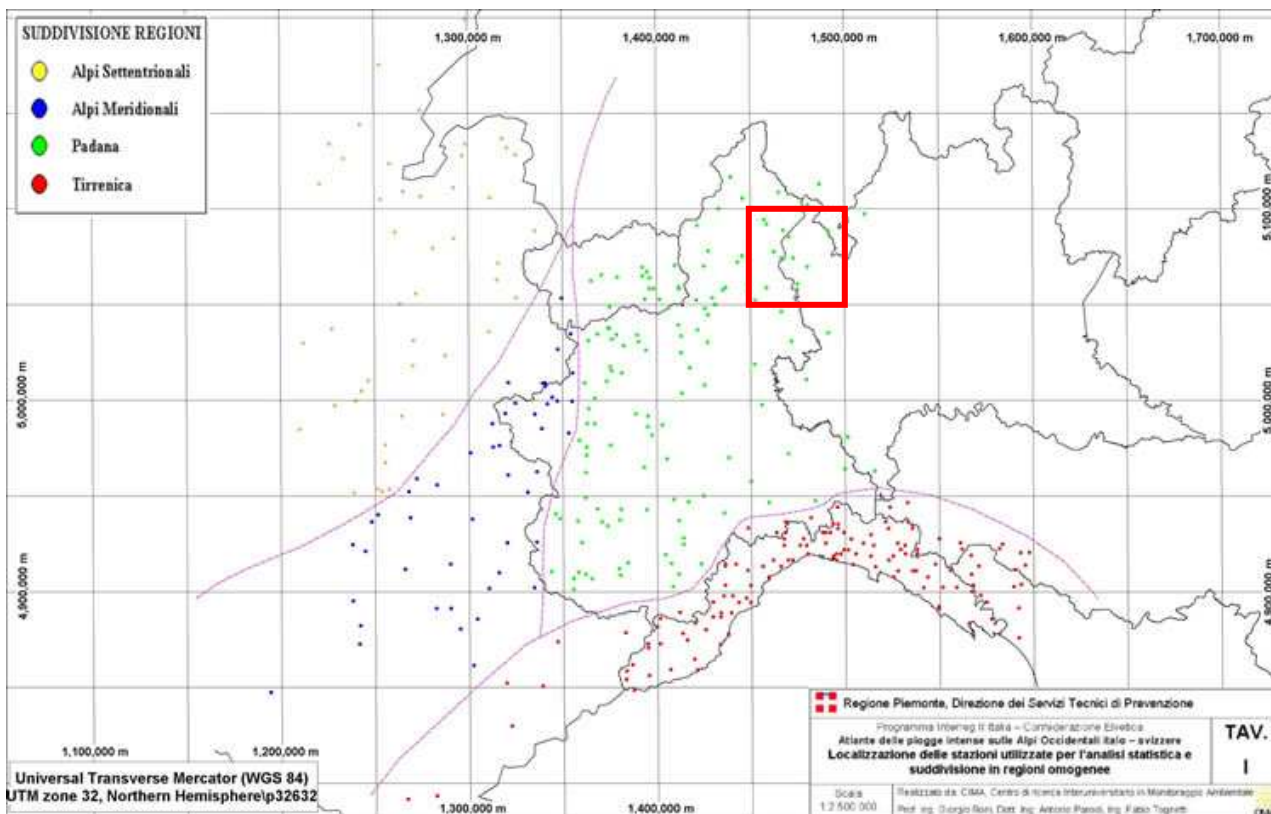


Figura 1 – Progetto INTERREG II Italia-Svizzera, Azione 2 “Sintesi pluviometrica regionale e realizzazione di un atlante delle piogge intense sulle Alpi occidentali Italo-Svizzere”: carta a bassa risoluzione della localizzazione delle stazioni utilizzate per l’analisi statistica e per la suddivisione in regioni omogenee. Il riquadro rosso aggiunto, identifica l’area geografica all’interno della quale è ubicato il bacino oggetto di studio.

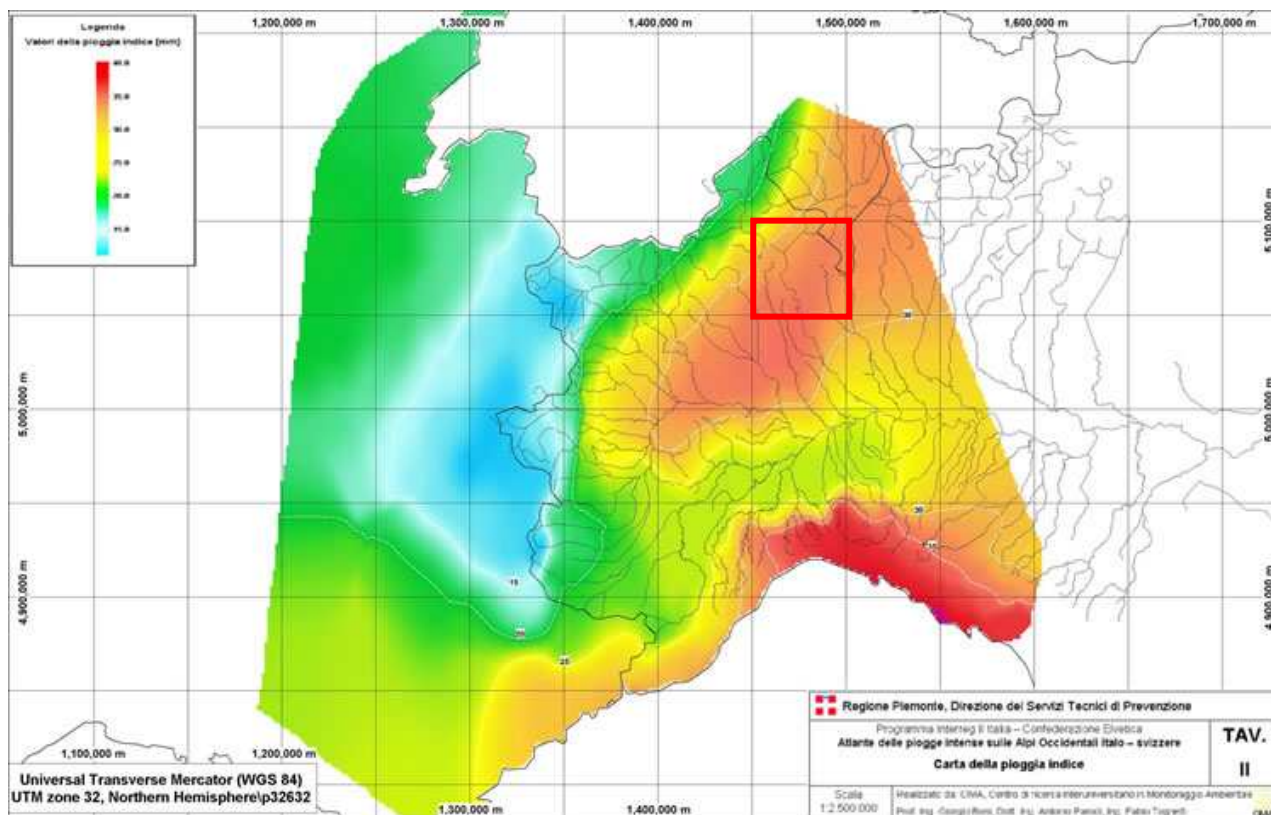


Figura 2 – Progetto INTERREG II Italia-Svizzera, Azione 2 “Sintesi pluviometrica regionale e realizzazione di un atlante delle piogge intense sulle Alpi occidentali Italo-Svizzere”: carta a bassa risoluzione della pioggia indice. Il riquadro rosso aggiunto, identifica l’area geografica all’interno della quale è ubicato il bacino oggetto di studio.

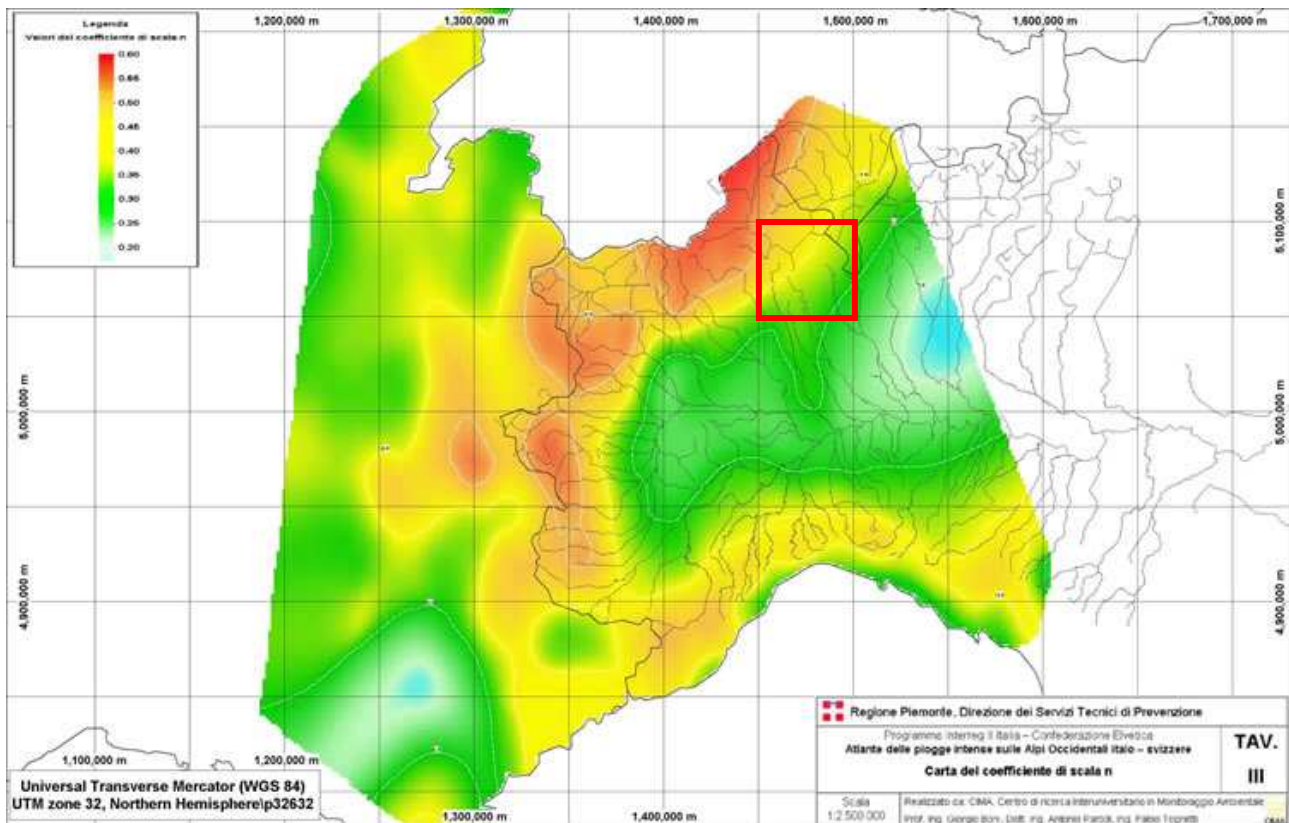


Figura 3 – Progetto INTERREG II Italia-Svizzera, Azione 2 “Sintesi pluviometrica regionale e realizzazione di un atlante delle piogge intense sulle Alpi occidentali Italo-Svizzere”: carta a bassa risoluzione del coefficiente di scala n. Il riquadro rosso aggiunto, identifica l’area geografica all’interno della quale è ubicato il bacino oggetto di studio.

determinazione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica:					
da INTERREG II Italia-Svizzera con metodologia VAPI-GNDCI e TCEV					
(i valori in grassetto provengono da formule)					
sito: Bacino idrografico T. Boesio					
Lat.					
Long.					
Tav. I - Regione	padana				
Tav. II - pioggia indice (mm)	33				
Tav. III - valore esponente di scala n	0,45				
parametri della distrib. TCEV (Tab. 1)	ore	Θ^*	Λ^*	$\Lambda 1$	η
	1	1,778	0,193	19,554	3,840
	3	1,996	0,261	26,848	4,291
	6	2,219	0,148	29,852	4,254
	12	1,915	0,160	31,632	4,291
	24	1,638	0,168	27,666	3,897
stima LSPP con Tr anni	10				
ore	1	3	6	12	24
$F_x(d,x') = (T-1)/T$ da ottenere	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
$F_x(d,x')$ stimato con la TCEV	0,9001	0,9019	0,9004	0,8977	0,9006
quantile adimensionale di pioggia	1,49	1,48	1,45	1,43	1,53
pioggia stimata (mm)	49,2	80,1	107,2	144,4	211,0

Figura 4 – Parte del foglio di calcolo (Microsoft Excel) implementato per l’elaborazione automatica dei dati.

3. Risultati

In Figura 5 sono riportati il grafico ed i dati delle altezze di precipitazione per assegnati durata e tempo di ritorno (metodologia GNDCI-VAPI, distribuzione di probabilità genitrice TCEV). In Tabella 1 sono riportate le funzioni potenza delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ricavate dal grafico sotto riportato mediante "curve fitting".

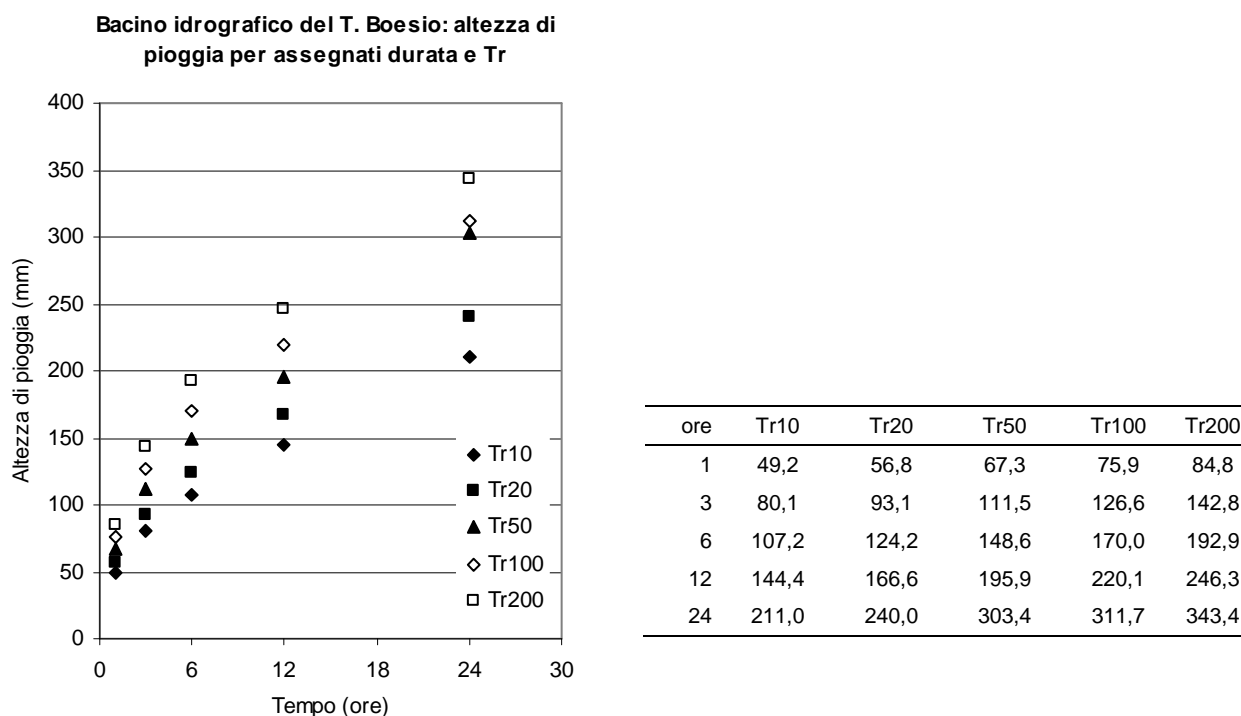


Figura 5 – Bacino idrografico del Torrente Boesio: stima dell'altezza di precipitazione per assegnati durata e tempo di ritorno (metodologia GNDCI-VAPI, distribuzione di probabilità genitrice TCEV).

Tabella 1 – Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica.

Tempo di ritorno (anni)	Funzione potenza	R ²
Tr 10	$y = 48,572x^{0,4515}$	0,9978
Tr 20	$y = 56,428x^{0,4472}$	0,9985
Tr 50	$y = 66,369x^{0,4607}$	0,9940
Tr 100	$y = 76,753x^{0,4372}$	0,9984
Tr 200	$y = 86,566x^{0,4332}$	0,9977

Nell'utilizzare i dati ricavati mediante questa metodologia, non bisogna dimenticare che essi provengono da metodi di regionalizzazione che utilizzano elaborazioni statistico-probabilistiche fornenti stime su parametri fisici rilevati da stazioni limitrofe, spesso ubicate in bacini diversi, come nel nostro caso. Inoltre, la posizione geografica e la morfologia, unite ad un diverso grado di antropizzazione del territorio, fanno sì che il bacino presenti ambienti diversi e condizioni pluviometriche marcatamente differenziate. Questo è ancor più evidente per le precipitazioni orarie oppure di breve durata e forte intensità. I dati devono quindi considerarsi indicativi dell'area in esame e, più in generale, di riferimento per studi con finalità idrologiche.

Principali riferimenti bibliografici

- AA.VV. (2001) - *Sintesi pluviometrica regionale e realizzazione di un atlante delle piogge intense sulle Alpi occidentali Italo-Svizzere*. Relazione finale, Progetto INTERREG II Italia-Svizzera, Azione 2, 23-32.
- Arnel N., Gabriele S. (1988) – *The Performance of the Two-Component Extreme Value Distribution in Regional Flood Frequency Analysis*. Water Resources Research, Vol. 24, No 6, 879-887.
- Boni G., Parodi A. (2001) – *Sintesi pluviometrica regionale: realizzazione di un atlante sperimentale delle piogge intense sulle Alpi franco-italiane*. Rapporto finale, Progetto INTERREG II Italia-Francia, Azione 3.
- Fiorentino M., Gabriele S. (1985) – *Distribuzione TCEV: Metodi di stima dei parametri e proprietà statistiche degli stimatori*. Geodata 25, Cosenza, pagg. 41.
- Fiorentino M., Gabriele S., Rossi F., Versace P. (1987) – *Regional Flood Frequency Analysis Using the Two-Component Extreme Value Distribution. A Key Reference Abstract*. Exerpta, Vol. 2, No 2, 39-50.
- Gabriele S., Arnel N. (1991) – *A Hierarchical Approach to Regional Flood Frequency Analysis*. Water Resources Research, Vol. 27, No 6, 1281-1289.
- Gabriele S., Iiritano G. (1994) – *Alcuni aspetti teorici ed applicativi nella regionalizzazione delle piogge con il metodo TCEV*. CNR-GNDICI, Linea di Ricerca n 1, U.O. 1.4, Pubblicazione n 1089, pagg. 48.
- Rossi F., Fiorentino M., Versace P. (1984) – *Two-Component Extreme Value Distribution for Flood Frequency Analysis*. Water Resources Research, Vol. 20, No 7, 847-856.
- Rossi F., Fiorentino M., Versace P. (1986) – *Comment on "Two-Component Extreme Value Distribution for Flood Frequency Analysis"*. Water Resources Research, Vol. 22, No 2, 263-266.
- Rossi F., Fiorentino M., Versace P. (1986) – *Replay*. Water Resources Research, Vol. 22, No 2, 267-269.

Un sincero ringraziamento a Fabio Luino, Chiara Giorgia Cirio e Marcella Biddoccu per gli utili consigli e le belle giornate passate insieme.