

Studio delle condizioni pluviometriche del bacino idrografico del Torrente Germanasca

G. Nigrelli

CNR – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Sezione di Torino

g.nigrelli@irpi.to.cnr.it

Il regime pluviometrico della Val Germanasca, l'esame delle precipitazioni massime di più giorni consecutivi e lo studio degli eventi pluviometrici, sono stati analizzati al fine di conoscere con maggior dettaglio quegli aspetti del clima che più predispongono il territorio all'instabilità dei versanti e lungo la rete idrografica. L'analisi storica delle osservazioni pluviometriche è stata effettuata applicando una metodologia di tipo classico, integrata con tecniche GIS.

Dall'elaborazione dei dati climatici è emerso che la distribuzione spaziale della quantità di pioggia totale annua che cade sul bacino è relativamente uniforme, mentre il numero di giorni piovosi varia sensibilmente. Gli apporti maggiori si hanno in primavera, secondariamente in autunno ove vi è anche la più alta probabilità che si verificano frane o alluvioni. Gli eventi pluviometrici di maggior rilevanza durano mediamente da due a cinque giorni, con apporti idrici maggiori nel secondo, terzo e quarto giorno.

Pluviometric analysis of the Germanasca basin (Western Alps, Italy)

The pluviometric regime, maximum precipitation for rainfalls lasting several consecutive days and pluviometric events have been analysed in order to obtain detailed information about climatic aspects that create the conditions most favourable to slope failures and streamfloods. The study was developed both by mean of a classical methodological approach, and using GIS techniques.

The pluviometric analysis showed an almost uniform spatial distribution of total annual rainfall, while the number of rainy days is quite variable. The larger amounts of rainfall occur in spring, secondarily in autumn, but in this season there is the highest probability of landslides and floods occurrence. The main pluviometric events last, usually, from two to five days, and the larger amounts of rainfall in most cases drop down during the second, the third and the fourth day.

Analyse pluviométrique pour l'étude du bassin versant du torrent Germanasca

Le régime pluviométrique, l'examen des précipitations maximales de plusieurs jours consécutifs et l'étude des caractéristiques de tels événements pluviométriques ont été analysés afin de connaître plus en détail les aspects du climat qui peuvent prédisposer le territoire aux éboulements et aux crues torrentielles. L'analyse historique des observations pluviométriques a été réalisée en utilisant une méthodologie traditionnelle, intégrée avec des techniques GIS.

Le traitement des données climatiques a permis de dire que la distribution spatiale de la pluie totale annuelle qui tombe sur le bassin versant est relativement uniforme, tandis que le numéro de jours pluvieux change sensiblement.

La plupart des apports arrivent au printemps et, en second lieu, en automne, quand les glissements de terrain ainsi que les crues torrentielles ont la plus haute probabilité de se déclencher.

Les plus importants épisodes pluvieux ont, en moyenne, une durée comprise entre deux et cinq jours, avec la plus grande quantité de pluie dans le deuxième, le troisième et le quatrième jour.

1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro ha come principale obiettivo lo studio di alcuni aspetti del clima della Val Germanasca: in particolare il regime pluviometrico, l'esame delle precipitazioni massime di più giorni consecutivi e l'analisi dei principali eventi pluviometrici, estremamente importanti sotto gli aspetti idrologico e di gestione dell'emergenza in caso di calamità naturali quali ad esempio frane o alluvioni. La conoscenza del clima presente in una determinata area geografica è fondamentale nel caso in cui si vogliano effettuare analisi territoriali-ambientali a diverso fine, oppure condurre ricerche e sperimentazioni mirate alla risoluzione di specifiche problematiche sorgenti dall'interazione uomo-natura. A tal fine è risultato utile iniziare con l'acquisire dettagliate informazioni su quegli aspetti del clima che più caratterizzano l'andamento ed il regime pluviometrico e predispongono il territorio al degrado dei versanti, attraverso l'analisi storica delle osservazioni meteorologiche, effettuata secondo una metodologia di tipo classico.

L'acquisizione dei dati pluviometrici è avvenuta utilizzando come fonte gli Annali Idrologici (19), integrati ove necessario da altre pubblicazioni (14, 15). Per poter eseguire le elaborazioni è risultato necessario rilevare alcuni dei più importanti parametri geografico-fisici di tipo quantitativo inerenti la Val Germanasca. A tal proposito è stato creato un GIS (ESRI ArcView) del bacino idrografico in oggetto, utilizzando come base cartografica di riferimento la Carta Tecnica Regionale (16).

I parametri climatici elaborati sono stati i seguenti:

- Precipitazioni, numero di giorni piovosi ed intensità delle precipitazioni, calcolate su base mensile, stagionale ed annua;
- Precipitazioni medie mensili, stagionali ed annue riferite all'intero bacino idrografico;
- Scomposizione delle precipitazioni medie mensili in funzione dell'intensità giornaliera;
- Regimi pluviometrici;
- Precipitazioni massime di più giorni consecutivi;
- Analisi degli eventi pluviometrici.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-FISICO

Il bacino idrografico del Torrente Germanasca (Fig. 1), chiuso alla confluenza Germanasca-Chisone, ha una estensione areale di circa 197 km², un perimetro di circa 68 km ed il rapporto di circolarità (17) è di 0,53. Il reticolo idrografico presenta un *pattern* di drenaggio convergente, di tipo dendritico. La lunghezza totale della rete idrografica è di circa 635 km e la densità di drenaggio risulta pari a 3,2 km/km². Il Torrente Germanasca è caratterizzato sotto l'aspetto idrologico, a fronte di un afflusso medio annuo di 1032 mm, da un deflusso medio annuo di 844 mm (coeff. di deflusso 0,82) e da una portata di 26,8 l/s/km² (1). Sotto l'aspetto geologico il bacino è inserito nel Massiccio cristallino interno del Dora-Maira ed è costituito principalmente da Unità ad Affinità Brianzonese (Ortogneiss, Gneiss, Metabasiti e Metatonaliti), da Unità ad Affinità Piemontese (Micascisti e Calcescisti) e da depositi fluviali e glaciali di origine quaternaria (7).

I principali processi morfogenetici che modellano questi rilievi sono di norma dovuti all'azione glacio-nivale, alle acque correnti superficiali o subsuperficiali ed alla gravità. Le forme che ne derivano risultano strettamente correlate alla litologia, al clima ed al regime termo-pluviometrico, nonché alla tipologia ed alla distribuzione della vegetazione. L'intervento antropico influisce in forma evidente nei fondovalle e sulle prime pendici dei versanti, soprattutto in quelli meno acclivi e meglio esposti, su cui sorgono diversi piccoli centri abitati e dove si svolgono le principali attività agro-silvo-pastorali.

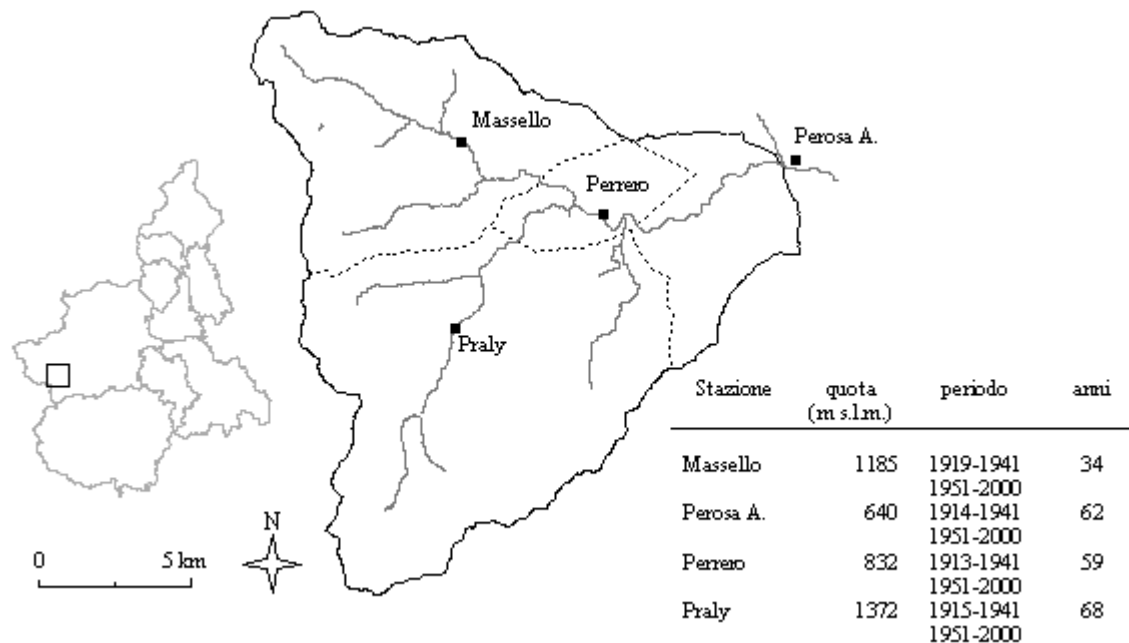


Figura 1 – Bacino idrografico del Torrente Germanasca. In evidenza le stazioni pluviometriche, le principali aste fluviali ed i limiti dei topoieti di Thiessen (linee tratteggiate).

Figure 1 – Sketchmap of the Germanasca basin showing pluviometric stations, main streams and the boundaries of the Thiessen polygons (broken lines).

3. PRECIPITAZIONI

Per tale studio sono state prese in considerazione quattro stazioni meteorologiche ufficiali; tre posizionate all'interno del bacino ed una ubicata in prossimità del punto di chiusura dello stesso (Fig. 1). Le precipitazioni medie di tutto il bacino, riportate in Tabella 1, sono state calcolate utilizzando due metodi diversi: la media aritmetica ed i topoieti. Per ovviare alle carenze del metodo della media aritmetica, si è utilizzato il metodo cosiddetto dei topoieti (6, 9), che risulta particolarmente adatto per bacini di piccole dimensioni. Nel caso specifico, poiché trattasi di un bacino montano, la costruzione geometrica è stata corretta tenendo conto della morfologia, degli spartiacque principali e secondari e di alcune osservazioni geomorfologiche effettuate sul terreno.

Precipitazioni mensili.

Osservando i dati riportati in Tabella 1 è possibile notare che il maggior numero di precipitazioni totali mensili è stato registrato dalla stazione di Perrero, nel mese di maggio (168,8 mm), mentre l'apporto minore lo si è avuto a Perosa A. in gennaio (40,3 mm). Massello è la stazione ove si sono registrati il maggior numero di giorni piovosi (16 g.p. a maggio), mentre l'opposto si è avuto a Perosa A. in gennaio e a Perrero in gennaio ed in luglio (4 g.p.).

Analizzando più a fondo i dati e correlandoli anche ai grafici di Figura 2, si può notare come le precipitazioni mensili di tutte e quattro le stazioni di misura presentino un classico andamento bimodale, tipico degli ambienti climatici piemontesi, con due massimi, uno primaverile ed uno autunnale e due minimi, uno invernale ed uno estivo. La collocazione nell'anno del minimo principale, del massimo principale e di quello secondario, calcolati su base stagionale, risulta di estrema importanza per la definizione del regime pluviometrico (15), come successivamente analizzato nel paragrafo 5. La stazione di Massello sembra differenziarsi dalle altre poiché mensilmente presenta un numero relativamente più elevato di giorni piovosi. I dati mensili di precipitazione totale evidenziano una relativa omogeneità riferita al massimo principale mentre, per quanto riguarda il minimo principale si hanno due situazioni distinte; le stazioni di Perosa A. e Praly presentano il minimo principale in inverno, mentre le stazioni di Massello e Perrero in estate.

Precipitazioni stagionali.

L'andamento stagionale delle precipitazioni evidenzia un picco massimo a Perrero, in primavera (414,0 mm) ed un minimo in inverno a Perosa A. (146,2 mm). Il maggior numero di giornate piovose si è registrato in primavera, a Massello (36 g.p.) ed il minimo in inverno, a Perosa A. ed a Perrero (14 g.p. entrambe). La distribuzione stagionale delle precipitazioni presenta caratteri comuni in tutto il bacino, anche se i dati rilevati dalla stazione di Massello si discostano leggermente rispetto a quelli delle altre stazioni. Da come si può notare osservando anche il grafico di Figura 2, la primavera è ovunque la stagione con la maggior quantità di precipitazioni e con il maggior numero di giorni piovosi, l'autunno è la stagione con la massima intensità delle precipitazioni in tutte le stazioni e l'inverno la stagione più arida.

Precipitazioni annue.

Le precipitazioni medie annue calcolate per le singole stazioni variano fra il valore massimo registrato a Massello (1169,9 mm) ed il valore minimo di Perosa A. (1024,7 mm). Il maggior numero di giorni piovosi è stato osservato a Massello (110 g.p.), il minor numero a Perrero (72 g.p.).

Precipitazioni medie di tutto il bacino.

L'analisi delle precipitazioni medie mensili, stagionali ed annue di tutto il bacino, eseguita con i metodi della media aritmetica e dei topoiati, ha fornito i dati riportati in Tabella 1. Facendo riferimento ai dati ottenuti dalla media topoiati, poiché maggiormente rappresentativi, si può notare come il periodo con i più alti apporti d'acqua meteorica sia la primavera (376,0 mm), seguito dall'autunno (343,1 mm). Per gli scopi del presente lavoro, risulta comunque di notevole importanza conoscere, oltre alla quantità di acqua, anche l'intensità e la distribuzione con la quale essa cade all'interno di un bacino.

Tabella 1 – Valori medi delle precipitazioni mensili, stagionali ed annue (mm), del numero di giorni piovosi (g.p.) e dell'intensità delle precipitazioni (i.p.). Nell'ultima colonna sono riportati i valori medi riferiti all'intero bacino, calcolati con il metodo della media aritmetica (a.) e dei topoiati.

Table 1 – Monthly, seasonal and annual average rainfalls (mm), number of rainy days (g.p.) and rainfall intensity (i.p.) in the last column the average values for the whole Germanasca basin are reported: they have been calculated, calculated with the mean arithmetic method (a.) and with the Thiessen method.

	Massello			Perosa Argentina			Perrero			Praly			media	
	mm	g.p.	i.p.	mm	g.p.	i.p.	mm	g.p.	i.p.	mm	g.p.	i.p.	a.	t.
G	54,2	5	11,3	40,3	4	9,3	56,5	4	12,9	42,6	5	8,2	48,4	46,6
F	55,3	5	10,4	45,8	5	9,1	59,8	5	12,7	51,2	5	9,4	53,0	52,3
M	95,2	10	9,1	78,8	7	11,2	99,8	7	15,3	71,7	7	10,4	86,4	81,8
A	154,0	9	16,6	124,6	8	14,7	145,4	8	18,5	129,3	8	15,3	138,3	137,3
M	149,7	16	9,3	155,5	11	14,7	168,8	9	18,6	131,2	9	14,0	151,3	142,6
G	94,3	9	10,9	101,2	9	11,8	93,5	7	13,8	104,7	9	11,7	98,4	100,5
L	49,5	9	5,3	49,5	6	8,9	46,0	4	11,0	47,7	6	7,9	48,2	48,3
A	64,9	6	10,8	69,7	6	11,4	70,3	5	14,5	65,9	7	9,9	67,7	66,4
S	112,9	7	15,4	91,6	7	14,0	95,6	5	17,6	100,0	7	14,0	100,0	102,4
O	139,4	11	12,9	114,4	7	15,6	160,5	8	21,4	129,6	8	16,7	136,0	132,0
N	131,9	13	10,4	93,3	7	14,0	101,0	6	17,4	102,2	7	14,7	107,1	110,0
D	68,6	9	7,6	60,0	5	11,7	60,8	5	12,0	64,5	6	11,1	63,5	65,0
I	178,1	19	9,3	146,2	14	10,1	177,1	14	12,5	158,3	16	9,6	164,9	163,9
P	398,9	36	11,1	358,8	26	13,8	414,0	23	17,6	332,3	25	13,4	376,0	361,7
E	208,7	24	8,7	220,4	20	10,9	209,7	16	13,3	218,3	22	10,1	214,3	215,2
A	384,2	31	12,5	299,2	20	14,6	357,1	19	19,0	331,8	22	15,2	343,1	344,5
Anno	1169,9	110	10,7	1024,7	81	12,6	1158,0	72	16,0	1040,7	85	12,3	1098,3	1085,3

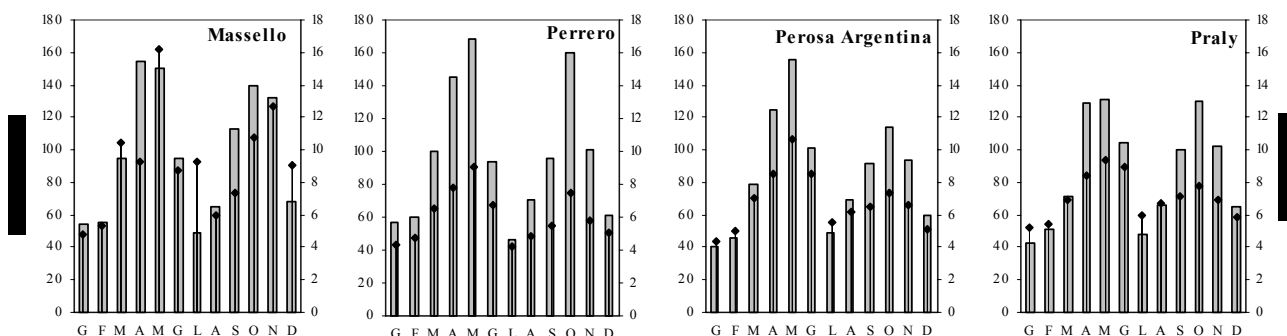


Figura 2 – Distribuzione mensile delle precipitazioni (istogrammi) e numero di giorni piovosi mensili (linee).
 Figure 2 – Monthly distribution of rainfalls (histograms) and number of rainy days (lines) for the four considered stations.

4. SCOMPOSIZIONE DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI IN FUNZIONE DELL'INTENSITÀ GIORNALIERA

Al fine di acquisire ulteriori informazioni ed approfondire le conoscenze circa la distribuzione della pioggia nel tempo, sia in termini qualitativi sia quantitativi, si è effettuata la scomposizione delle precipitazioni medie mensili in funzione dell'intensità giornaliera (6). Per il presente lavoro sono state individuate 6 classi di intensità, come riportato in Figura 3. La conoscenza di questo parametro riveste notevole importanza soprattutto perché fornisce una prima indicazione da utilizzare per la previsione e prevenzione degli eventi e può risultare utile anche nell'ambito di studi inerenti l'erosione del suolo.

In generale, si può osservare che in tutte e quattro le stazioni gli apporti di intensità più debole, in particolare quelli delle prime due classi, concorrono in misura minima all'organizzazione del regime pluviometrico, mentre le precipitazioni incluse nelle classi IV, V e VI sono quelle più frequenti (Fig. 3). Gli apporti maggiori, sia in valore assoluto e sia in percentuale, si hanno nei mesi primaverili ed autunnali, fenomeno tipico per le zone a clima temperato, mentre i mesi caratterizzati da piogge giornaliere meno intense sono quelli estivi e quelli invernali. A tal proposito occorre ricordare che le piogge estive sono di norma caratterizzate da apporti elevati in breve tempo (minuti oppure ore) e sono estremamente importanti per l'innesco di fenomeni rapidi quali il trasporto in massa sui versanti o nei solchi ripidi soggetti ad erosione (*debris flows* e *mudflows*), di conseguenza per poter avere informazioni in tal senso è necessario eseguire l'analisi delle precipitazioni brevi ed intense, di cui, per le stazioni considerate, non si hanno dati sufficienti.

A Massello, il mese con i valori più elevati di intensità giornaliera è novembre (55,8 mm, 42,3%), mentre a Perrero le maggiori intensità giornaliere sono state registrate in ottobre (73,5 mm valore massimo assoluto osservato, 45,8%). Anche a Praly le maggiori intensità giornaliere si sono avute in ottobre (65,1 mm, 50,2% valore massimo percentuale osservato), mentre a Perosa Argentina il mese con i maggiori contributi giornalieri risulta essere maggio (52,4 mm, 33,7%). Inoltre, le prime tre stazioni, presentano i valori massimi nella VI classe d'intensità, mentre Perosa A. nella V classe. L'analisi comparata dei dati provenienti dalle osservazioni pluviometriche con le informazioni storiche inerenti i principali fenomeni di dissesto, ha messo in evidenza come la primavera e, in principal modo l'autunno, siano i periodi in cui maggiore è la probabilità che si verificano frane e/o alluvionamenti.

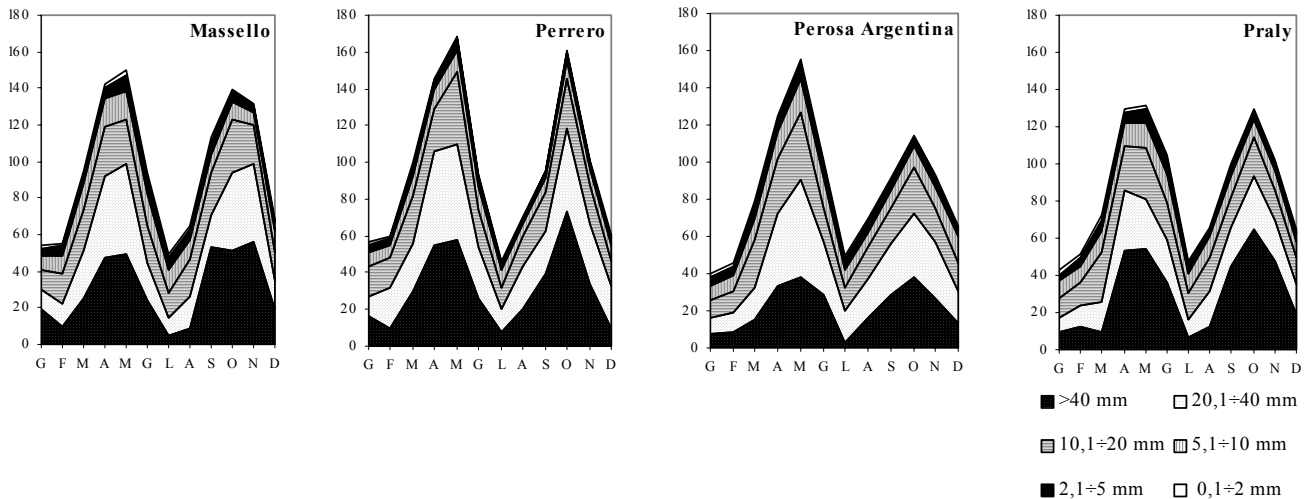


Figura 3 - Scomposizione delle precipitazioni medie mensili in funzione dell'intensità giornaliera.
 Figure 3 - Mean monthly rainfalls decomposition according to daily rainfall intensity.

5. REGIME PLUVIOMETRICO

Per la definizione del regime pluviometrico presente in Val Germanasca, si è utilizzato il metodo dei poligoni di piovosità stagionale di Balseinte (6). Riportando sui quadranti di un piano cartesiano la piovosità, rappresentata dall'area di un rettangolo la cui base (ascisse) esprime l'intensità media di precipitazione e l'altezza la frequenza dei giorni piovosi (Fig. 4), si ottengono i poligoni relativi alle quattro stagioni di ogni stazione pluviometrica. Rettangoli con base allungata ed altezza ridotta indicano precipitazioni concentrate nel tempo e quindi intense.

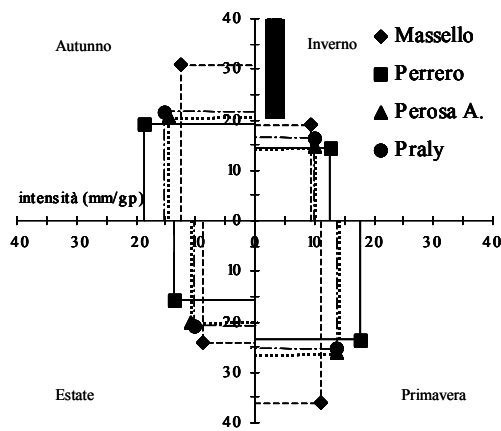


Figura 4 - Poligoni di piovosità stagionale.
 Figure 4 - Raininess seasonal polygons.

Dall'elaborazione dei dati disponibili risulta che mediamente in un anno a Massello cadono circa 1170 mm di pioggia in 110 giorni, mentre a Praly ne cadono poco meno, circa 1040 mm, ma in 85 giorni. Osservando i poligoni di piovosità stagionale riportati in Figura 4 si può notare come gli elementi caratterizzanti di tutto il bacino siano le precipitazioni primaverili ed autunnali. Emerge inoltre una sostanziale differenza tra le piogge di Massello e quelle relativamente più omogenee delle altre stazioni. Il regime pluviometrico risulta di tipo *Continental prealpino* (15), con il minimo principale in inverno, il massimo principale in primavera e quello secondario in autunno.

6. PRECIPITAZIONI MASSIME DI PIÙ GIORNI CONSECUTIVI

L'esame delle precipitazioni massime di più giorni consecutivi è di fondamentale importanza per studi e ricerche con finalità idrologiche ed idrogeologiche e diventa indispensabile qualora si

debbano programmare gli interventi da effettuarsi in caso di calamità naturale oppure si vogliono fare calcoli preventivi di massima piovosità.

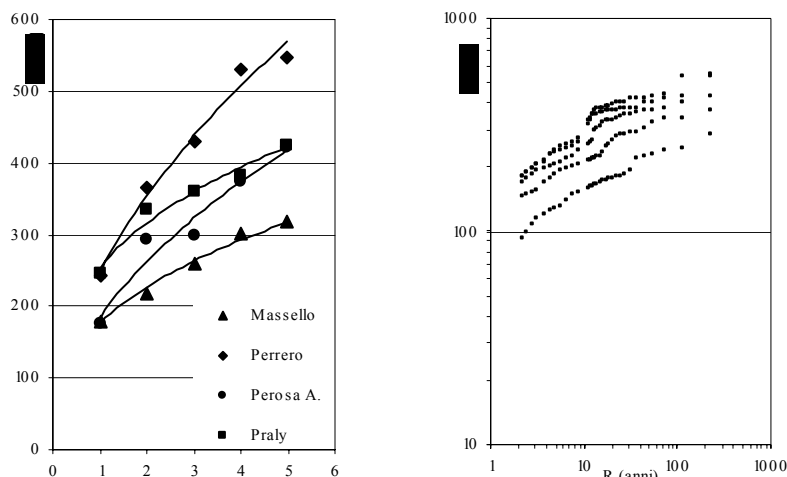
Per il presente studio sono stati esaminati tutti i casi pluviometrici con durata da 1 a 5 giorni consecutivi (Tabella 2), prendendo in considerazione i casi appartenenti alla I, II, V, X e XV posizione. Con tali dati sono state calcolate successivamente le curve d'involuppo riferite alla I posizione di ogni stazione (Figura 5), utilizzando l'equazione matematica " $H = aT^n$ ", dove "H" indica l'altezza della pioggia caduta nel tempo "T" ed "n" l'esponente inferiore all'unità. Inoltre, sono state calcolate le curve di ricorrenza sulla base dell'equazione generale " $\log R = a_0 + a_1(\log P) + a_2(\log P)^2$ ", dove "R" è la ricorrenza in anni e "P" la pioggia in mm (Figura 5).

Analizzando nel dettaglio i valori riportati in Tabella 2, è possibile notare una sostanziale differenza fra le precipitazioni massime di più giorni consecutivi di Massello rispetto a quelle delle altre stazioni. Vi sono anche differenze significative sotto l'aspetto quantitativo per i valori da tre a cinque giorni consecutivi, mentre per quel che riguarda i valori di un giorno osserviamo una relativa omogeneità. Praly è la stazione che, nel periodo considerato (cfr. Fig. 1), riceve la maggior quantità d'acqua giornaliera (246 mm), Perosa A. la minore (177 mm), mentre Perrero è la stazione che riceve gli apporti più elevati in cinque giorni consecutivi (547 mm) e Massello i minori (318 mm).

Tabella 2 – Precipitazioni massime (mm) da 1 a 5 giorni consecutivi appartenenti alla I, II, V, X e XV posizione.

Table 2 – Maximum highest rainfalls (mm) lasting from 1 to 5 consecutive days referred to the I, II, V, X and XV position.

	1	2	3	4	5
Massello:					
I	180,0	218,0	259,7	301,0	318,0
II	176,2	214,0	256,0	262,0	264,0
V	161,0	205,0	232,3	244,0	252,0
X	136,0	180,0	199,4	204,5	206,3
XV	119,7	157,5	191,7	196,0	197,0
Perrero:					
I	241,6	366,6	428,6	531,0	547,0
II	222,0	339,8	406,0	430,6	533,0
V	173,0	287,6	368,6	404,8	423,0
X	145,0	213,2	311,6	353,6	378,8
XV	128,8	198,4	219,8	250,0	295,0
Perosa Argentina:					
I	177,0	292,4	299,0	373,0	422,6
II	147,6	193,4	201,6	253,8	280,4
V	121,0	150,0	196,0	219,8	229,8
X	108,0	141,0	180,0	198,5	206,3
XV	91,0	136,4	163,3	186,8	198,8
Praly:					
I	246,0	336,0	359,0	381,2	424,8
II	229,6	324,0	358,0	379,0	406,8
V	162,3	255,0	329,4	362,4	374,6
X	150,0	203,2	228,4	254,0	257,3
XV	125,8	190,7	211,0	241,3	242,4



Massello: $y = 175,92x^{0,3668}$ $R^2 = 0,9859$

Perrero: $y = 246,60x^{0,5206}$ $R^2 = 0,9869$

Perosa A.: $y = 183,76x^{0,5127}$ $R^2 = 0,9567$

Praly: $y = 253,40x^{0,3187}$ $R^2 = 0,9661$

1 giorno: $\text{LogR} = 9,5725 - 11,8370(\text{LogP}) + 3,6191(\text{LogP})^2$; $R^2 = 0,9864$

2 gg: $\text{LogR} = 12,5480 - 14,0140(\text{LogP}) + 3,8809(\text{LogP})^2$; $R^2 = 0,9708$

3 gg: $\text{LogR} = 35,4210 - 32,3310(\text{LogP}) + 7,4723(\text{LogP})^2$; $R^2 = 0,9403$

4 gg: $\text{LogR} = 38,4090 - 34,1590(\text{LogP}) + 7,6856(\text{LogP})^2$; $R^2 = 0,9379$

5 gg: $\text{LogR} = 31,1920 - 27,8100(\text{LogP}) + 6,2893(\text{LogP})^2$; $R^2 = 0,9497$

Figura 5 – A sinistra curve di involuppo delle precipitazioni massime (I posizione) con durata da 1 a 5 giorni consecutivi e, in basso, relative funzioni potenza. A destra curve di ricorrenza delle precipitazioni massime (mm). La curva più in basso si riferisce alle precipitazioni di 1 giorno.

Figure 5 – On the left, envelope curves of highest rainfalls (I position), lasting from 1 to 5 days and, below, related mathematical functions. On the right, recurrence curves of highest rainfalls lasting from 1 to 5 days. The lowest curve is referred to 1 day rainfalls. Below, related mathematical functions are reported.

7. ANALISI DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI

L'analisi degli eventi pluviometrici integra lo studio delle precipitazioni massime di più giorni consecutivi ed offre la possibilità di esaminare nel dettaglio l'evento, caratterizzandolo quantitativamente e qualitativamente. A tal fine sono stati presi in considerazione i casi in cui si sono registrati valori giornalieri di pioggia superiori a 100 mm. Si è scelto di utilizzare questa "soglia pluviometrica" poiché corrispondente a circa il 10% del totale annuo di pioggia caduta per ogni stazione. Inoltre, contributi idrici inferiori a 10 mm/giorno sono stati considerati ininfluenti.

I dati riportati in Tabella 3 mettono in evidenza come, in tutte le stazioni esaminate, i giorni di maggior pioggia siano tendenzialmente il secondo, il terzo ed il quarto. Gli eventi durano mediamente da due a cinque giorni, anche se alcune volte possono protrarsi per più giorni o addirittura esaurirsi in un unico giorno. Raramente il primo giorno è quello con i maggiori apporti meteorici ed altrettanto raramente lo sono il quinto ed il sesto. In linea generale possiamo dire che in Val Germanasca gli eventi pluviometrici durano mediamente 3-5 giorni circa e si manifestano in maniera abbastanza simile. Essi iniziano con una prima fase, della durata media di 1-2 giorni, in cui le perturbazioni atmosferiche iniziano a scaricare acqua, ma in forma lieve e sporadica. Successivamente vi è una seconda fase, la più importante e pericolosa, di circa 1-2 giorni, in cui l'evento inizia a manifestarsi in tutta la sua energia. In questi giorni la pioggia cade incessantemente e nell'arco della giornata essa giunge al suolo anche sotto forma di ripetuti rovesci caratterizzati da forte intensità. Infine si passa ad una terza fase, che può durare 1 o più giorni, in cui l'evento si esaurisce secondo diverse forme, altre volte questa fase può mancare. Questa tipologia d'evento, non è sicuramente la peggiore da un punto di vista dinamico-evolutivo, poiché dà la possibilità - durante la prima fase - agli Enti e Servizi preposti al governo del territorio ed alla gestione dell'emergenza (Regioni, Provincie, Comuni, Protezione Civile, ecc.), in accordo con le previsioni meteorologiche, di attivarsi per far fronte al pericolo probabile. Ovviamente la seconda e la terza

fase sono le più importanti e delicate poiché possono creare situazioni di rischio e rendere difficoltoso il lavoro conseguente ad esso.

Gli eventi meteorologici di maggior rilevanza che hanno colpito la Val Germanasca, in base all'analisi pluviometrica effettuata, sono quelli del 5 novembre 1962, del 18 maggio 1977, del 29 marzo 1981 e del 13 ottobre 2000 (3, 18). In tali circostanze si ebbero numerosi fenomeni sui versanti, in gran parte riconducibili a frane superficiali per decorticamento di suoli con fluidificazione dei materiali coinvolti e locali crolli di materiale lapideo. Nelle incisioni vallive secondarie si manifestarono fenomeni torrentizi parossistici, in alcuni casi innescati da frane alla testata degli impluvi, anche con fenomeni di trasporto in massa. Lungo le aste torrentizie principali si ebbero rilevanti processi di erosione, trasporto e deposito (18). Numerosi ed ingenti furono i danni in varie località, alle attività produttive, alle abitazioni ed in particolar modo alla viabilità.

Tabella 3 – Eventi pluviometrici ordinati in forma decrescente in funzione della precipitazione totale.

Table 3 – Pluviometric events listed in a decreasing order according to total rainfall amount. Rainfall amount for each day of the event are also reported. In bold is indicated the highest daily value.

Data inizio evento	Precipitazioni giornaliere (mm)							Totale
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	
Massello:								
13/10/2000	41,6	193,4	146,4	26,6				408,0
26/09/1938	17,0	45,0	56,0	95,0	105,0			318,0
24/04/1926	41,7	160,0	58,0					259,7
20/05/1937	41,0	167,0	35,0					243,0
07/06/1953	30,0	80,0	130,0					240,0
04/10/1919	54,0	160,0	18,3					232,3
26/09/1933	35,0	37,0	119,7	37,8				229,5
28/04/1936	75,0	105,0	35,0					215,0
01/10/1928	25,0	180,0						205,0
15/05/1926	26,4	111,0	62,0					199,4
22/05/1959	20,2	121,4	54,2					195,8
26/09/1953	11,0	12,0	161,0					184,0
30/09/1941	175,0							175,0
13/10/1953	19,0	117,0	33,0					169,0
25/09/1956	36,0	121,0						157,0
12/11/1941	23,0	102,0	31,0					156,0
13/10/1935	155,0							155,0
29/09/1932	127,0							127,0
11/11/1935	110,0							110,0
Perrero:								
29/03/1981	16,0	102,4	62,0	241,6	125,0			547,0
05/11/1962	18,0	55,6	56,0	222,0	71,4	30,4	10,0	463,4
13/10/2000	18,0	193,2	146,6	35,2				393,0
17/05/1977	20,0	24,0	116,4	171,2	42,0			373,6
12/01/1978	10,0	51,0	62,0	43,2	42,2	102,6	45,0	356,0
27/04/1928	25,0	70,0	145,0					240,0
19/03/1971	14,0	12,2	62,0	151,0				239,2
27/10/1964	24,4	122,6	70,0	16,0				233,0
20/05/1937	28,0	185,0	15,0					228,0
21/09/1920	13,0	25,4	173,0	11,0				222,4
17/02/1974	36,4	74,8	108,6					219,8
07/06/1953	31,0	42,0	135,0					208,0
01/05/1940	106,0	40,0	42,0	11,0				199,0
22/05/1959	12,0	144,0	42,2					198,2
27/10/1937	35,0	19,0	105,0	34,0				193,0
26/09/1953	21,0	16,0	127,0	15,0	13,0			192,0
29/08/1977	24,4	128,8	25,0					178,2
03/10/1973	110,2	67,2						177,4
30/09/1941	166,0							166,0
10/05/1981	12,0	134,0	18,2					164,2
05/06/1973	23,0	117,4	23,6					164,0
25/09/1956	37,0	111,0	15,0					163,0
28/10/1913	30,0	116,9						146,9
13/04/1918	24,0	120,0						144,0
04/10/1919	16,6	127,0						143,6
07/10/1961	130,0	10,2						140,2
Perosa Argentina:								

30/03/1981	73,6	49,6	177,0	115,4				415,6
19/03/1971	15,0	3,6	45,8	147,6				212,0
22/09/1920	17,7	35,6	110,0	38,4				201,7
07/06/1953	10,0	50,0	121,0					181,0
15/12/1960	12,0	18,0	31,0	108,0				169,0
28/04/1928	40,0	110,0						150,0
01/12/1955	134,4							134,4
Praly:								
05/11/1962	25,6	75,4	20,0	229,6	56,2	43,6		450,4
24/04/1926	22,0	246,0	90,0	21,0				379,0
13/10/2000	35,0	99,2	224,8	12,2				371,2
17/10/1953	10,0	28,4	162,3	36,2	12,5	30,3	16,0	295,7
11/06/1957	18,6	6,7	120,0	50,0	13,3	40,0	44,0	292,6
10/06/2000	66,8	125,8	34,6	44,0				271,2
03/10/1919	14,0	100,0	155,0					269,0
22/05/1959	25,8	160,0	65,0					250,8
07/06/1953	40,5	59,0	149,5					249,0
06/10/1996	14,8	30,8	130,6	57,2				233,4
21/09/1920	30,2	45,0	150,0					225,2
28/04/1936	56,0	103,0	40,5					199,5
02/10/1961	21,2	122,4	53,2					196,8
05/11/1994	38,8	113,4	38,4					190,6
15/05/1922	20,5	120,4	45,0					185,9
23/09/1993	36,0	115,8	33,2					185,0
28/04/1928	16,0	150,0						166,0
29/04/1930	145,0	15,0						160,0
26/09/1953	15,0	20,0	100,0	23,8				158,8
26/06/1994	43,2	101,4						144,6
20/05/1937	14,5	112,0	12,0					138,5

8. CONCLUSIONI

In conclusione si può dire che in Val Germanasca la distribuzione spaziale della quantità di pioggia totale annua che cade sul bacino è relativamente uniforme, mentre il numero di giorni piovosi varia sensibilmente e conseguentemente anche l'intensità media annua. A Massello, stazione che per quanto riguarda i parametri esaminati si discosta dalle altre in maniera abbastanza evidente, piove poco di più rispetto alle altre tre località, però la pioggia è distribuita in un numero maggiore di giorni e quindi vi sono meno probabilità che l'acqua meteorica svolga un ruolo determinante per il degrado del territorio in generale. L'innesco di fenomeni franosi o episodi alluvionali causati dalle abbondanti piogge è maggiormente probabile nella zona di Perrero ed a valle di detta località, ove si sono registrate quantità di precipitazioni totali annue simili a quelle osservate alla stazione di Massello, però cadute in un numero nettamente minore di giorni.

La primavera e l'autunno sono i due momenti sicuramente più importanti sotto l'aspetto pluviometrico e di conseguenza anche i più critici per il verificarsi di quei fenomeni legati all'attività fluviale, torrentizia e di versante, strettamente legati all'acqua irruenta ed estremamente pericolosi. Durante il periodo primaverile, spesso l'azione sinergica dell'evento meteo-pluviometrico associato ad altre concause di tipo naturale, come la fusione delle nevi, predispone ancor più il territorio al disequilibrio creando situazioni difficilmente prevedibili e prevenibili, quindi ad elevato rischio in aree antropizzate. Il periodo autunnale è quello in cui vi è la più alta probabilità che si verifichino eventi di particolare rilevanza, poiché risulta quello caratterizzato in tutte e quattro le stazioni esaminate, dal più elevato valore stagionale di intensità di precipitazione. L'analisi degli eventi pluviometrici supporta quanto sopra citato, evidenziando inoltre una ben precisa tipologia di evento predominante.

Con il presente lavoro si sono voluti studiare alcuni aspetti del clima della Val Germanasca, con l'obiettivo di contribuire all'approfondimento delle conoscenze in tale territorio. Le ricerche che in questo bacino vengono svolte dall'I.R.P.I. Sezione di Torino sin dal 1977, sono state riunite di recente, su incarico della Provincia di Torino-Settore Protezione Civile nell'ambito di apposita convenzione, in una banca dati georeferenziata (GIS) e costituiscono un valido supporto tecnico agli Enti preposti al governo del territorio, nonché utili indicazioni ai progettisti degli interventi di difesa per la prevenzione e la mitigazione del rischio idraulico e geologico.

NOTAZIONE

Si ringrazia il Dott. Mario Govi, il Dott. Domenico Tropeano e l'Ing. Giorgio Lollino (CNR-IRPI, Sezione di Torino) per gli utili suggerimenti forniti durante la revisione del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

1. AA.VV. (2002): "Risorse Idriche Superficiali dei Principali Bacini della Provincia di Torino", Provincia di Torino, Settore Risorse Idriche (dalla rete internet).
2. Accordi B., Angelucci A., Avena G.C., Bernardini F., Boni C.F., Bruno F., Cercato M., Coppola B., Fiore G., Funicello R., Giglio G., La Monica G.B., Lupia Palmieri E., Mattioli B., Parotto M. (1969): "Idrogeologia dell'Alto Bacino del Liri (Appennino Centrale). Ricerche geologiche, climatiche, idrologiche, vegetazionali, geomorfiche e sistematorie", *Geologia Romana*, VIII, pp. 177-559.
3. Anselmo V. (1978): "L'evento idrologico del 19 maggio 1977 nei bacini del Pellice e Germanasca", *Atti del XVI Convegno di idraulica e costruzioni idrauliche, Torino, 25-26-27 settembre*.
4. Anselmo V., Godone F., Tropeano D. (1982): "Eventi idrologici in piccoli bacini montani, osservazioni sulla relazione afflussi-deflussi", *Atti del Convegno "Dinamica dell'acqua nel terreno e bilancio idrologico nei bacini forestali"*, AIGR, Padova, 19 novembre, pp. 309-324.
5. Benestad R. E. (2003): "How often can we expect a record event?", *Climate Research*, Vol. 25, pp. 3-13.
6. Biancotti A. (1982): "Ricerche di Geografia fisica nel bacino del Fiume Varaita (Alpi Cozie, Piemonte)", CNR - Centro di Studi sui Problemi dell'Orogeno delle Alpi Occidentali, Torino, P.F. Conservazione del Suolo, Sottoprogetto Dinamica dei Versanti, pubbl. 138, pp.69.
7. Borghi A., Cadoppi P., Porro A., Sacchi R., Sandrone R. (1984): "Osservazioni geologiche nella Val Germanasca e nella media Val Chisone (Alpi Cozie)", *Estratto dal Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino - Volume 2, n 2*, pp. 504-529.
8. Chorley R.J. (1957): "Climate and morphometry", *Journal of Geology*, 65, pp. 628-638.
9. Chow V. T., Maidment D. R., Mays L. W. (1988): "Applied hydrology", McGraw-Hill, Book Company, New York.
10. Flageollet J. C., Maquaire O., Martin B., Weber D. (1999): «Landslides and climatic conditions in the Barcelonnette and Vars basins (Southern French Alps, France)», *Geomorphology*, 30, pp. 65-78.
11. Govi M. (1977): "Analisi morfometriche applicate allo studio di piccoli bacini, problemi di erodibilità e trasporto solido", *Relazione invitata al Seminario "Simulazione idrologica dei bacini imbriferi"*, 14-18 febbraio, Padova, pp. 45-65.
12. Govi M. (1979): "L'assetto geomorfologico nella valutazione dei rischi connessi ad eventi idrologici estremi, Relazione invitata al Seminario su "La pianificazione di bacino", Genova, CNR - P.F. Conservazione del Suolo, Istituto di Idraulica - Università di Genova, Regione Liguria - Assessorato all'Ambiente.
13. Pinna M. (1977): "Climatologia", UTET, Torino.
14. Regione Piemonte - CNR (1990): "Banca dati pluviometrici", CSI Piemonte.
15. Regione Piemonte - Università degli Studi di Torino (1998): "Distribuzione regionale di piogge e temperature", *Collana studi climatologici in Piemonte, Volume 1, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio - Dipartimento di Scienze della Terra*.
16. Regione Piemonte, Settore Cartografico (1991): "Carta Tecnica Regionale", scala 1:10000.
17. Strahler A.N. (1958): "Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms", *Bulletin of the American Geological Society*, 69, pp. 279-300.
18. Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turitto O., Sorzana P., Negrini G., Arattano M. (1999): "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale, Periodo 1975-1981", CNR-GNDICI, Pubblicazione n 1927, pp. 279.

19. Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma, Bacino del Po: “Annali Idrologici”, Roma, Istituto Poligrafico dello Stato.