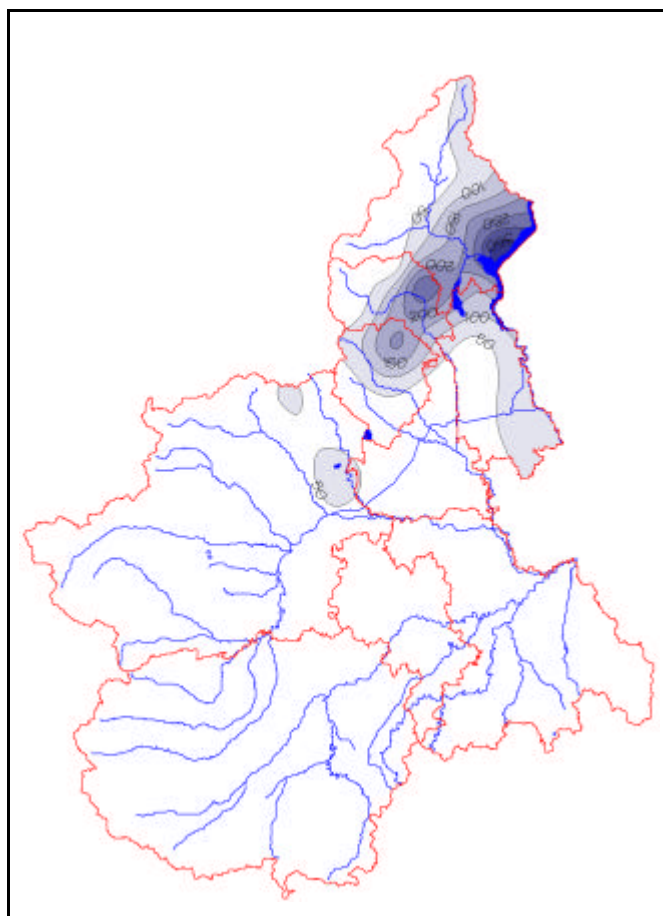


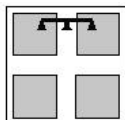
REGIONE PIEMONTE

**Direzione Regionale dei Servizi
Tecnici di Prevenzione**

L'EVENTO PLUVIOMETRICO DEL 4-5 SETTEMBRE 1998 IN PIEMONTE

A cura del Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio.





INDICE

INDICE	I
INDICE DELLE FIGURE	I
INDICE DELLE TABELLE	I
AVVERTENZA	II
1. INTRODUZIONE	1
2. SITUAZIONE METEOROLOGICA	2
4 Settembre 1998.....	2
5 Settembre 1998.....	4
Considerazioni generali	10
3. DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI	11
4. ANALISI IDROMETRICA	16

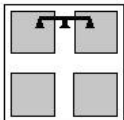
INDICE DELLE FIGURE

In copertina: Distribuzione dei totali di precipitazioni dei giorni 4-5 settembre 1998.

Figura 1 - Radiosondaggio di Milano Linate, ore 6 UTC del 4/9/1998.	3
Figura 2 - Analisi dalle 12 UTC del 4/9/1998 alle 6 UTC del 5/9/1998 dei campi di altezza di geopotenziale (linee continue) e temperatura (linee tratteggiate) a 500 hPa.....	4
Figura 3 - Analisi dalle 12 UTC del 4/9/1998 alle 6 UTC del 5/9/1998 dei campi di altezza di geopotenziale (linee continue) e temperatura (linee tratteggiate) a 700 hPa.	5
Figura 4 - Analisi delle 00 UTC del 5/9/1998 dei campi di umidità relativa (ombreggiato), temperatura (linee continue) e vento (freccie) a 850 hPa.....	6
Figura 5 - Analisi delle 6 UTC del 5/9/1998 del campo di pressione ridotta al livello del mare.	7
Figura 6 - Analisi delle 00 UTC del 5/9/1998 dei campi di umidità relativa (ombreggiato), temperatura (linee continue) e vento (freccie) a 700 hPa.....	8
Figura 7 - Radiosondaggio di Milano Linate, ore 6 UTC del 5/9/1998.....	9
Figura 8 - Distribuzione dei totali di pioggia caduta tra le 18:00 del 4/9/98 e le 6:00 del 5/9/98.....	11
Figura 9 - Precipitazioni cumulate e intensità nei giorni 4-5 settembre su Basso Toce-Verbanese Orientale.	13
Figura 10 - Precipitazioni cumulate e intensità nei giorni 4-5 settembre sulla media valle Sesia.....	13
Figura 11 - Distribuzione delle precipitazioni di massima intensità di durata 6 ore.	14
Figura 12 - Aree in cui il tempo di ritorno delle piogge di massima intensità di durata 6 ore ha superato i 100 anni.	15
Figura 13 - Idrogrammi dei giorni 3-4-5-6 settembre 1998.	16

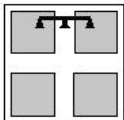
INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Totali giornalieri e massime intensità registrate nella zona Basso Toce-Verbanese Orientale.....	12
Tabella 2 - Totali giornalieri e massime intensità registrate nella zona Sesia-Strona.	12
Tabella 3 - Livelli idrometrici registrati durante l'evento.....	17
Tabella 4 - Confronto dei livelli idrometrici con valori di riferimento.	17



AVVERTENZA

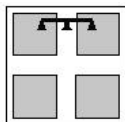
Le indicazioni temporali riportate nel testo, nelle figure e nelle tabelle sono riferite al meridiano di Greenwich. Per ottenere l'ora locale occorre aumentare i valori di 2 ore. I dati utilizzati sono quelli rilevati in tempo reale dalla rete meteo-idrografica regionale non ancora sottoposti al processo di validazione. Il quadro degli effetti è quello risultante dalle prime segnalazioni delle amministrazioni locali e dei primi sopralluoghi effettuati dai funzionari della Direzione Regionale dei Servizi Tecnici di Prevenzione e pertanto non è da considerarsi definitivo.



1. INTRODUZIONE

Nella notte fra il 4 e il 5 settembre 1998 il Piemonte è stato interessato dal transito di un fronte freddo di origine Atlantica che ha prodotto precipitazioni violente e diffuse sul settore settentrionale della regione. Le aree coinvolte sono state quelle della fascia prealpina e del tratto terminale delle valli Sesia e Toce nonché tutta la sponda del Lago Maggiore. In particolare in tale area si sono registrate precipitazioni di carattere eccezionale essendosi superati per alcune località di misura i tempi di ritorno di 100 anni. L'intero svolgimento dell'evento è stato registrato dalla Sala Situazione Rischi Naturali acquisendo ed elaborando con il supporto informativo del CSI-Piemonte i dati provenienti dalle centraline della rete meteorografica regionale integrata con la rete del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale ai sensi del protocollo d'intesa del 24/4/96.

La presente relazione illustra lo sviluppo dei fenomeni meteorologici, l'analisi delle precipitazioni e dei conseguenti deflussi, nonché un primo censimento dei danni.



2. SITUAZIONE METEOROLOGICA

Vengono analizzate le condizioni meteorologiche che hanno portato allo sviluppo di intense precipitazioni sulla Valsesia e sul Verbanò nella notte tra il 4 ed il 5 Settembre 1998.

4 Settembre 1998

Per l'esame dell'evento occorre porre in rilievo la situazione meteorologica dei tre giorni precedenti il 4/9, caratterizzata da un regime anticiclonico sul Piemonte con flusso di aria umida da ovest, sud-ovest, da un conseguente accumulo di umidità e da una sostanziale assenza di precipitazioni a causa delle proprietà stabilizzanti dell'anticiclone.

Le analisi del Centro Europeo di Reading delle 00 UTC del 4/9 mostrano che l'umidità relativa risulta essere al di sopra del 70% fino all'altezza di 700 hPa (3100 metri circa) su gran parte del Piemonte.

Anche dal radiosondaggio di Milano Linate delle 6 UTC del 4/9 (Figura) si nota che l'umidità relativa risulta essere al di sopra del 90% tra 370 e 2200 metri e tra 2800 e 3800 metri circa per poi calare bruscamente ai livelli immediatamente superiori, nei quali il vento è disposto da ovest, nord-ovest, mentre nei bassi strati proviene dai quadranti meridionali. La base delle nubi è molto bassa (il livello di condensazione forzata è sui 350 metri e quello di condensazione libera sui 1400 metri). Il profilo termodinamico risulta potenzialmente favorevole allo sviluppo di moti convettivi. Il valore del CAPE (energia potenziale disponibile per la convezione) di 735 J/kg è relativamente elevato, pur essendo inferiore ai 900 J/kg, che è la soglia minima suggerita per lo sviluppo della forte convezione.

Dall'analisi sinottica del 4/9 ore 6 UTC rileviamo la presenza di una circolazione depressionaria avente il minimo ad ovest delle isole britanniche ed estesa con una saccatura fino al Golfo di Biscaglia. Alla saccatura è associato un sistema frontale completo in movimento verso levante.

Alle 12 UTC la saccatura si approfondisce ulteriormente, si intensifica il flusso di aria umida da sud-ovest e il settore caldo del sistema frontale è localizzato sull'Italia nord-occidentale. L'indice di instabilità di Whiting assume valori favorevoli allo sviluppo di temporali su tutto il Piemonte; velocità verticali ascendenti dell'ordine di 0.5 Pa/s nei bassi strati sono rilevate in particolare sul settore settentrionale della nostra regione. I primi fenomeni temporaleschi iniziano a verificarsi nella zona di Borgosesia (45.4 mm tra le 12 e le 14 UTC).

Le analisi delle 18 UTC mostrano che la saccatura tende a spostarsi verso est determinando un sensibile calo di geopotenziale a tutte le quote sul Piemonte (Figura e Figura). Un minimo secondario nei bassi strati sul Golfo del Leone tende a distaccarsi dalla saccatura principale. Prosegue l'afflusso di aria umida da sud-ovest; la colonna d'aria con umidità relativa superiore o prossima all'80% raggiunge i 500 hPa (5000 metri circa) su tutta la regione.

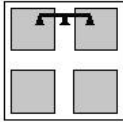
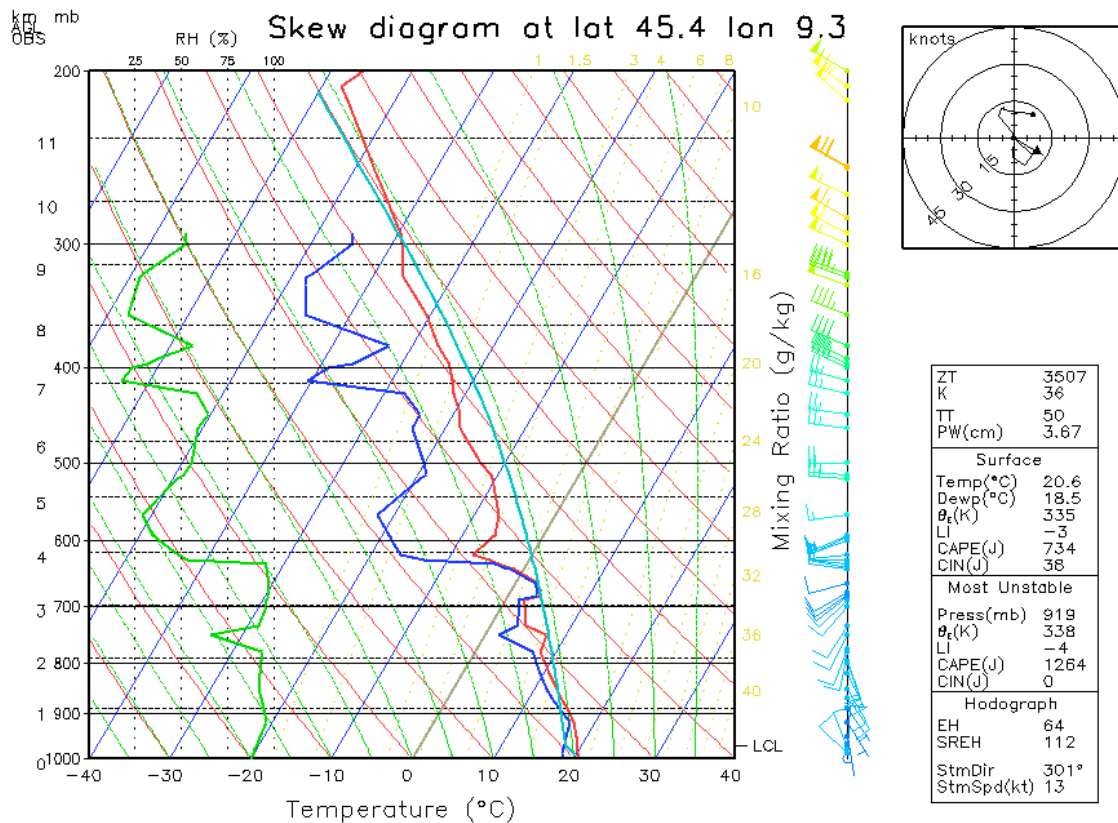


Figura 1 - Radiosondaggio di Milano Linate, ore 6 UTC del 4/9/1998.



Milano / Linate 107 m – Fri 04 SEP 1998 06:00 UTC

Il profilo termodinamico su Milano Linate indica che l'umidità relativa è maggiore del 75% tra 350 e 6500 metri in modo continuo; da notare che lo strato con il maggiore contenuto di umidità relativa (superiore al 90%) si localizza tra 3600 e 5200 metri. Anche le analisi del Centro Europeo confermano la presenza di un massimo di umidità tra 700 e 500 hPa sul Piemonte e sulla Lombardia settentrionali. Tale fatto, unito all'effetto delle velocità verticali ascendenti, favorisce la formazione di vasti cumulonembi ad elevato sviluppo verticale.

I fenomeni temporaleschi nella serata del 4/9 cominciano a diffondersi nella regione e ad avere maggiore intensità, ma sono ancora relativamente isolati. Da segnalare le intensità di 45 mm/h a Candia ed i 33.6 mm/h a Casale Monferrato, tra le 16 e le 17 UTC.

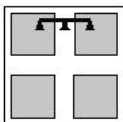
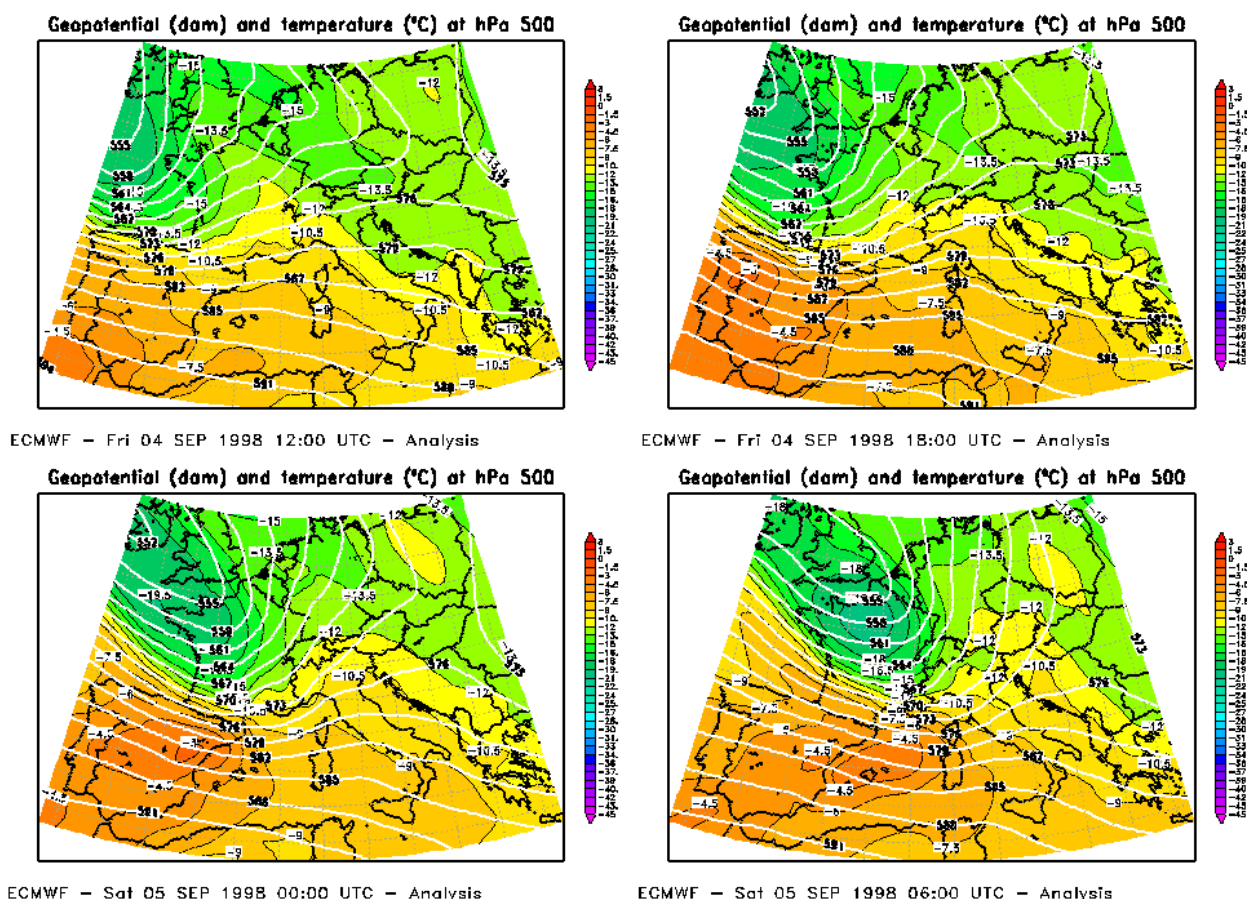


Figura 2 - Analisi dalle 12 UTC del 4/9/1998 alle 6 UTC del 5/9/1998 dei campi di altezza di geopotenziale (linee continue) e temperatura (linee tratteggiate) a 500 hPa.



5 Settembre 1998

Nelle prime ore del 5 prosegue il moto verso est della struttura depressionaria ed anche il calo di pressione sull'Italia settentrionale; il fronte freddo associato è posizionato ai margini occidentali della catena alpina. Il minimo nei bassi strati si localizza sulla Costa Azzurra e di conseguenza nei bassi strati sul Piemonte il flusso è da sud-est. L'analisi del livello isobarico di 850 hPa (Figura) mostra una evidente zona di convergenza da sud, sud-est localizzata nella zona del Verbano.

Le precipitazioni sono diffuse su tutto il Piemonte; sul settore settentrionale in diverse località si registrano picchi superiori ai 20 mm/h.

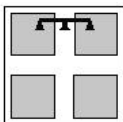
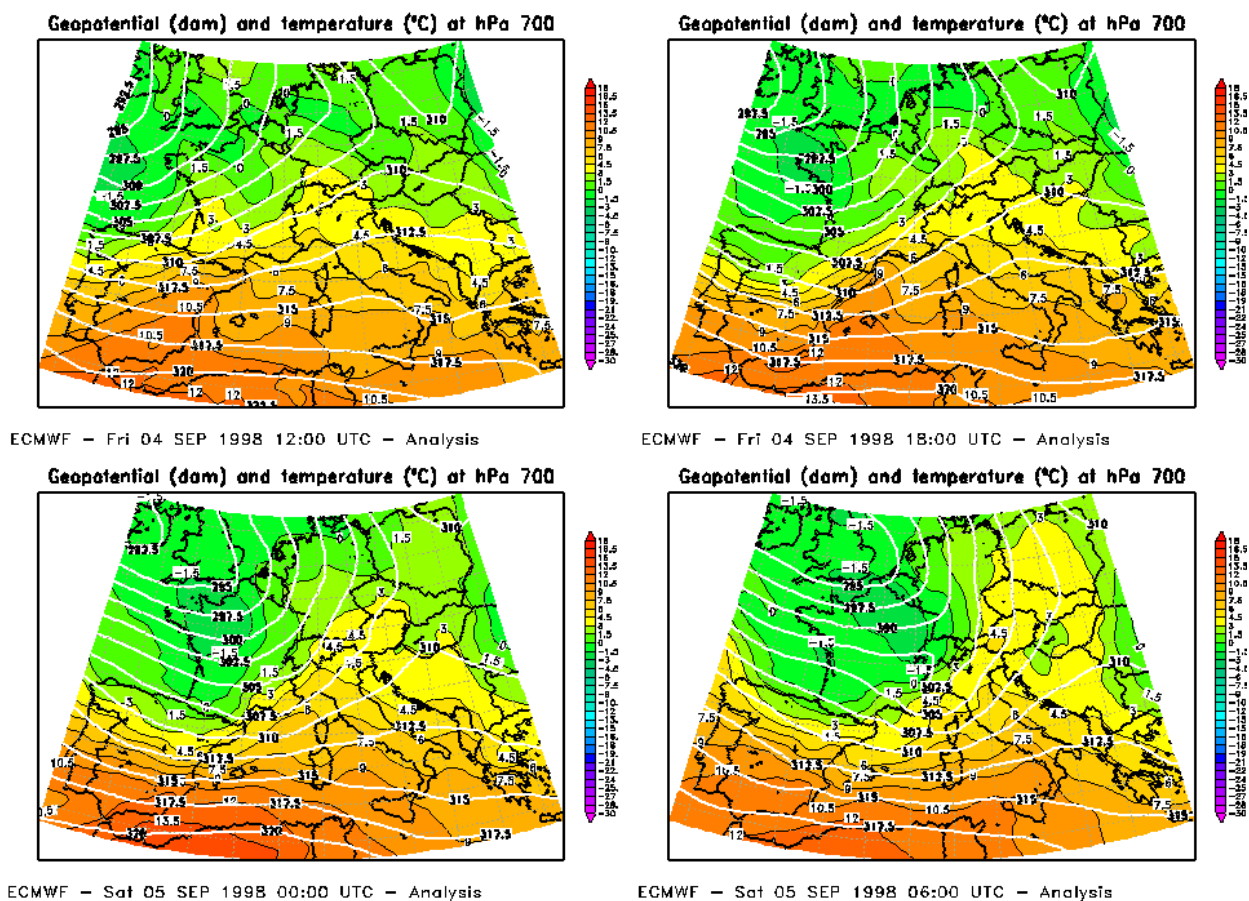


Figura 3 - Analisi dalle 12 UTC del 4/9/1998 alle 6 UTC del 5/9/1998 dei campi di altezza di geopotenziale (linee continue) e temperatura (linee tratteggiate) a 700 hPa.



Le 6 UTC corrispondono all'istante in cui il calo di pressione è più marcato ed inizia a verificarsi anche una diminuzione di temperatura (sul settore settentrionale a 700 hPa la temperatura cala di circa 4 gradi in 6 ore) con una conseguente diminuzione dello zero termico (da 3500 a 3100 metri sul settore settentrionale e da 3800 a 3500 metri sul basso Piemonte). Il minimo al suolo è ora situato sul Ponente ligure (Figura). Dalla Figura notiamo l'area con umidità prossima alla saturazione localizzata tra il Piemonte nord-orientale ed il Trentino. Il profilo termodinamico su Milano Linate (7) indica la presenza di nubi sempre più estese verticalmente (lo strato con umidità superiore al 75% si estende quasi ininterrottamente dal suolo fino a 7500 metri); lo strato con maggiore umidità risulta sempre essere in quota (tra 2600 e 4800 metri).

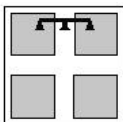
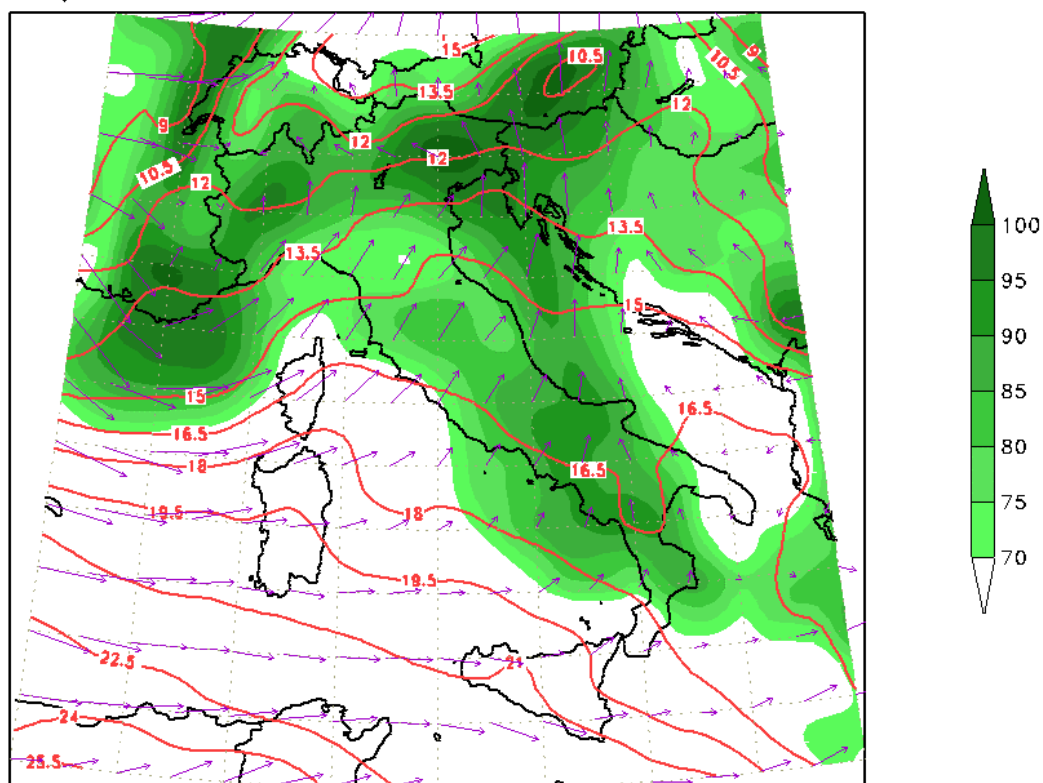


Figura 4 - Analisi delle 00 UTC del 5/9/1998 dei campi di umidità relativa (ombreggiato), temperatura (linee continue) e vento (freccette) a 850 hPa.

Temperature and moisture advection at hPa 850



ECMWF - Sat 05 SEP 1998 00:00 UTC - Analysis

A causa di tutti questi fattori concomitanti, tra le 00 e le 6 UTC le precipitazioni raggiungono le massime intensità di tutto l'evento (94 mm/h a Varallo Sesia e 65.4 mm/h a Pallanza tra le 2 e le 3 UTC) ed in diverse località si registrano picchi superiori ai 20 mm/h per più ore consecutive.

Infine alle 12 UTC la saccatura si porta sull'Italia nord-orientale, sul Piemonte il flusso si dispone da nord-ovest e le piogge si attenuano rapidamente.

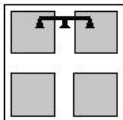
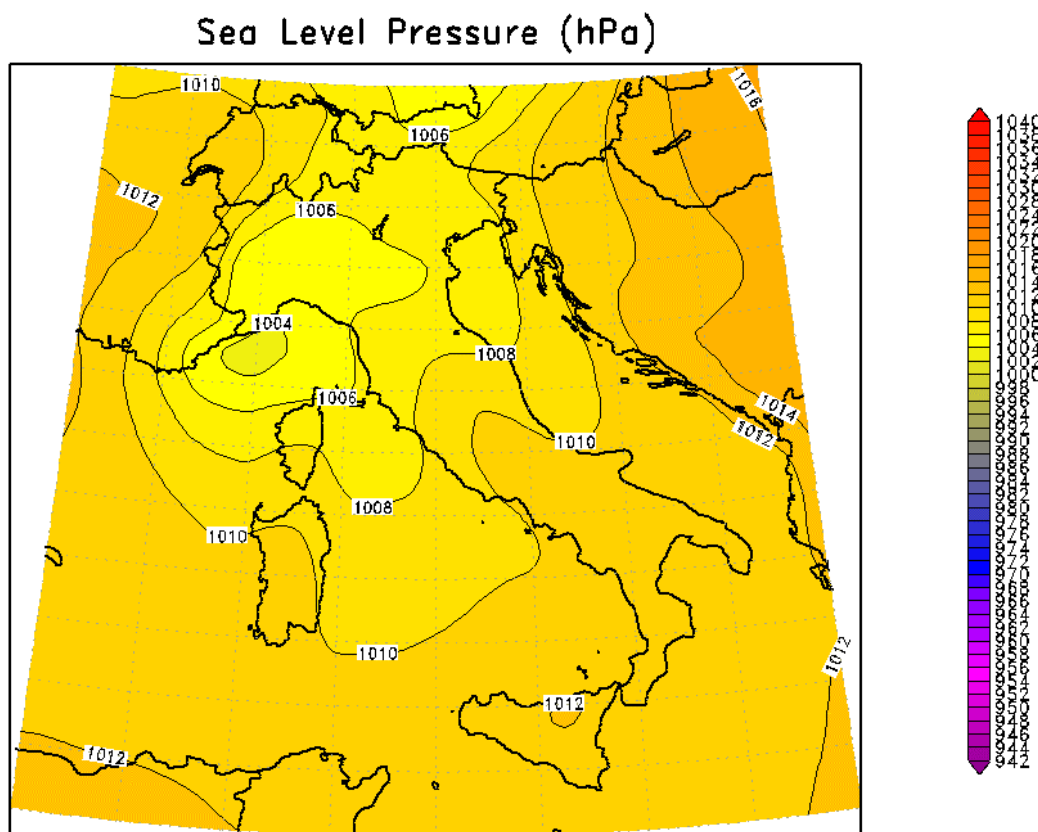


Figura 5 - Analisi delle 6 UTC del 5/9/1998 del campo di pressione ridotta al livello del mare.



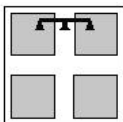
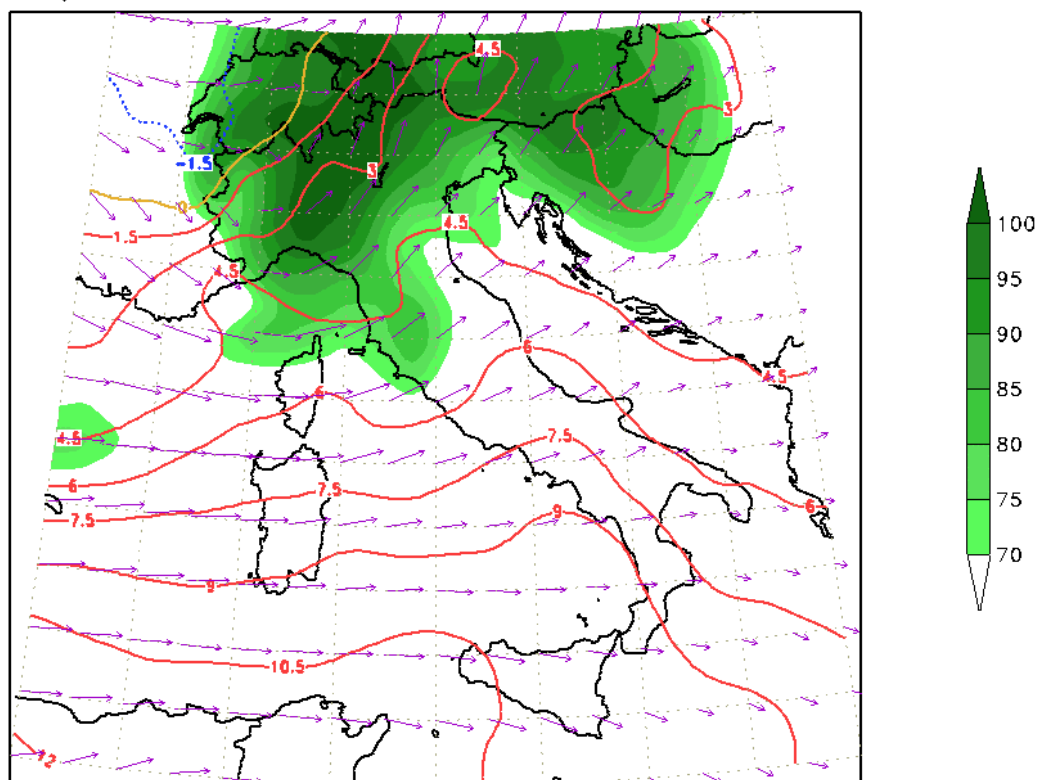


Figura 6 - Analisi delle 00 UTC del 5/9/1998 dei campi di umidità relativa (ombreggiato), temperatura (linee continue) e vento (freccette) a 700 hPa.

Temperature and moisture advection at hPa 700



ECMWF - Sat 05 SEP 1998 06:00 UTC == Analysis

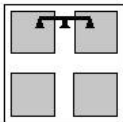
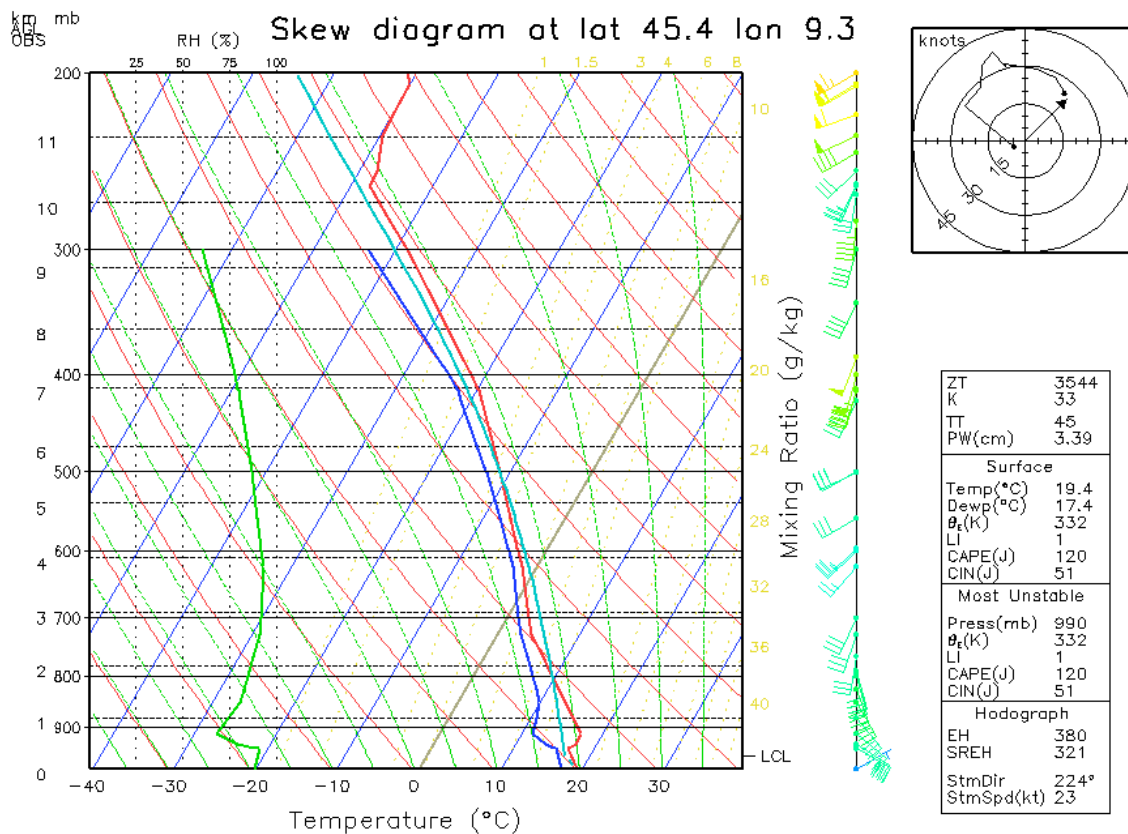
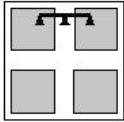


Figura 7 - Radiosondaggio di Milano Linate, ore 6 UTC del 5/9/1998.



Milano / Linate 107 m - Sat 05 SEP 1998 06:00 UTC



Considerazioni generali

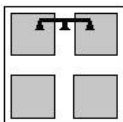
Il passaggio del sistema frontale sul Piemonte è stato relativamente veloce in quanto non era presente, al contrario di altri eventi caratterizzati da precipitazioni intense, una rilevante configurazione di blocco anticiclonico ad est. L'evento infatti ha avuto una durata di circa 12 ore. Tuttavia le precipitazioni sono state molto intense: su alcune località del Verbano e della Valsesia si sono avute precipitazioni cumulate su 6 ore superiori a 200 mm mentre su 12 ore è da rimarcare il picco di 352.2 mm a Pallanza.

All'intensità delle precipitazioni ha senz'altro contribuito la forte presenza di umidità anche negli istanti precedenti al passaggio frontale; i tre giorni precedenti sono stati contrassegnati da condizioni anticicloniche con flusso di aria umida da sud-ovest.

I fenomeni convettivi hanno avuto un ruolo importante nell'evento; i radiosondaggi esaminati indicano valori relativamente elevati del CAPE (i 735 J/kg rilevati a Milano Linate non sono trascurabili); tuttavia nelle zone interessate da forti precipitazioni l'instabilità è stata con molta probabilità più elevata e favorita dalla convergenza negli strati medio-bassi che si instaura in una zona in cui si ha un rapido incremento della quota orografica.

Sul Verbano e sulla Valsesia, in condizioni di forte flusso dai quadranti meridionali, si possono verificare con relativa frequenza precipitazioni intense a causa del sollevamento orografico che subisce l'aria umida in moto verso la catena alpina. Questo è risultato maggiormente rilevante in questo evento in cui si sono presentate considerevoli velocità verticali ascendenti. Inoltre la convergenza del flusso sopra i bacini lacustri ha aumentato l'apporto di umidità a ridosso dei rilievi.

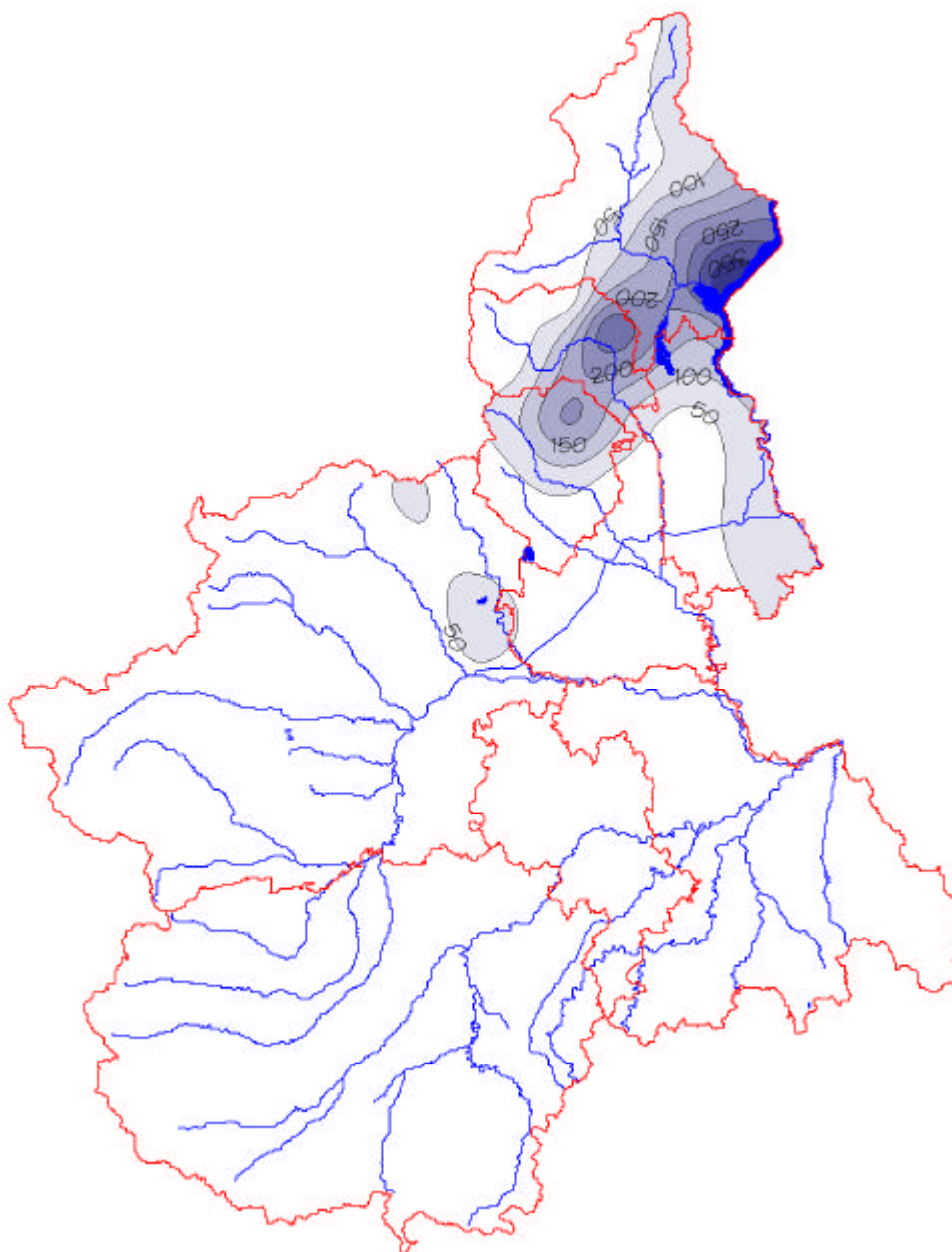
Infine il minimo secondario ai bassi livelli sul Golfo Ligure è stato un altro fattore aggravante; la diminuzione di pressione sia al suolo che in quota sul Piemonte è stata sensibile.

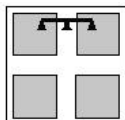


3. DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

Le piogge intense si sono concentrate in meno di 12 ore. L'area interessata da precipitazioni di massima intensità di durata 6 ore superiori ai 100 mm si estende dal Biellese Orientale sino al Lago Maggiore includendo la Media valle Sesia, la Valle Storna e il Basso Toce (Figura).

Figura 8 - Distribuzione dei totali di pioggia caduta tra le 18:00 del 4/9/98 e le 6:00 del 5/9/98.





Analizzando gli istogrammi di precipitazione più significativi del 4 e 5 settembre 1998 (Figura , Figura), si può osservare che l'inizio delle piogge intense è avvenuto alle ore 20:00 del 4 settembre nella zona del Basso Toce - Verbano, anticipato, con modesti afflussi, di circa un'ora, nella zona Sesia-Strona, e può considerarsi generalmente concluso alle ore 7:00 del 5 settembre.

La distribuzione delle massime intensità nella zona Toce-Verbano e Biellese-Orientale ha un andamento confrontabile nelle varie stazioni di rilevamento, con un primo scroscio tra le ore 20:00 e 22:00 del giorno 4, seguito da un secondo momento di forte precipitazione tra le ore 3:00 e le ore 5:00 del giorno 5.

I totali di pioggia dell'evento sono ragguardevoli alle stazioni di Pallanza, Someraro, Mottarone, Candoglia e Trivero (Tabella). In questa zona le massime intensità orarie sono state raggiunte intorno alle ore 3:00 del giorno 5 in concomitanza con il secondo scroscio dell'evento.

Tabella 1 - Totali giornalieri e massime intensità registrate nella zona Basso Toce-Verbano-Biellese Orientale.

Stazione	Totale	Massime intensità			Massimi storici disponibili (1951-1986)					
					1 ora		3 ore		6 ore	
		1 ora	3 ore	6 ore	mm	data	mm	data	mm	data
Pallanza	352.2	82.2	160.0	241.0						
Someraro	223.6	36.2	92.2	125.6						
Mottarone	191.6	52.6	82.2	123.2						
Candoglia	192.4	52.0	98.2	156.6	69.0	2/8/68	122.0	22/9/81	180.0	22/8/65
Trivero	205.0	51.8	100.4	144.8	60.0	2/11/68	130.0	2/11/68	195.0	2/11/68

Nella zona Sesia-Strona (Tabella), la distribuzione delle massime intensità orarie si è concentrata in un unico momento fra le ore 2:00 e le ore 4:00 del giorno 5.

Tabella 2 - Totali giornalieri e massime intensità registrate nella zona Sesia-Strona.

Stazione	Totale	Massime intensità			Massimi storici disponibili (1951-1986)					
					1 ora		3 ore		6 ore	
		1 ora	3 ore	6 ore	mm	data	mm	data	mm	data
Sambughetto	206.4	50.8	109.4	156.0						
Sabbia	259.6	67.2	153.6	218.4						
Varallo	257.4	94.0	184.0	212.0	60.0	2/8/68	100.0	4/8/42	137.0	3/8/42

Il Novarese è stato invece interessato da precipitazioni di una certa intensità solo nella mattina del giorno 5 fra le ore 6:00 e le ore 7:00.

L'eccezionalità del fenomeno è evidenziata sia dagli elevati tempi di ritorno, che nelle aree colpite superano nettamente i 100 anni (Figura), sia dal confronto con i massimi storici pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale; i massimi sulle 6 ore registrati a Pallanza, Sabbia e Varallo sono superati solo dal valore registrato a Lavagnina il 13 agosto 1935 (381.0 mm) e da quello registrato a Masone il 20 ottobre 1959 (283.6 mm). I valori registrati sono superiori anche a quelli citati da Ambrosetti et alii (1980) e disponibili per l'evento del 7 agosto 1978 durante il quale si ebbero un massimo sulle 3 ore pari a 118 mm a Palagnedra ed un massimo sulle 6 ore di 148 mm a Locarno-Magadino. L'evento risulta anche di gravità simile rispetto a quello che colpì Omegna il 7 luglio 1995. In quell'occasione infatti sulla cima del Mottarone si registrarono delle precipitazioni di massima intensità di durata 3 ore prossime ai 180 mm, mentre a Pallanza in tre ore si raggiunsero i 140 mm.

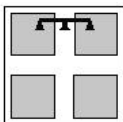


Figura 9 - Precipitazioni cumulate e intensità nei giorni 4-5 settembre su Basso Toce-Verbano-Biellesse Orientale.

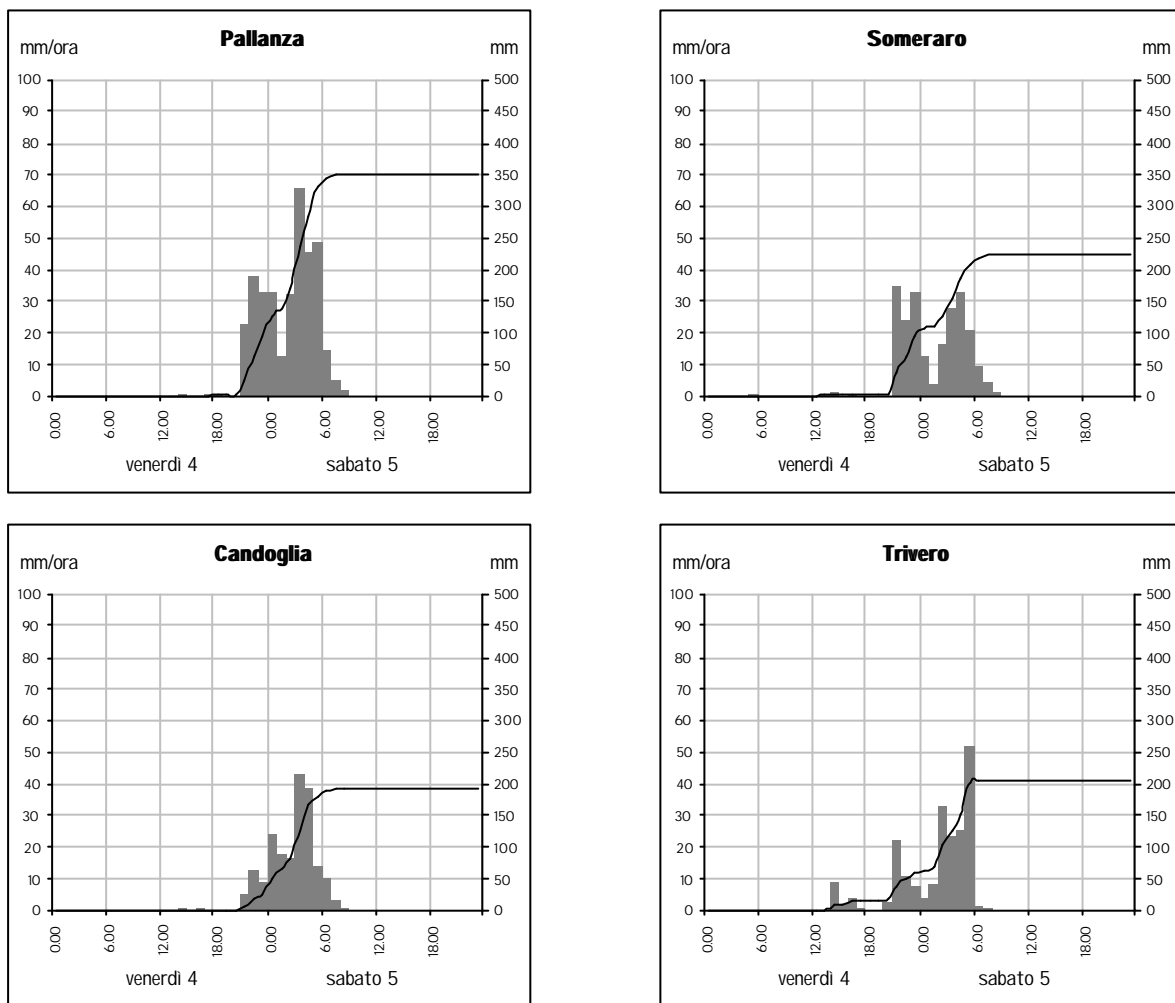
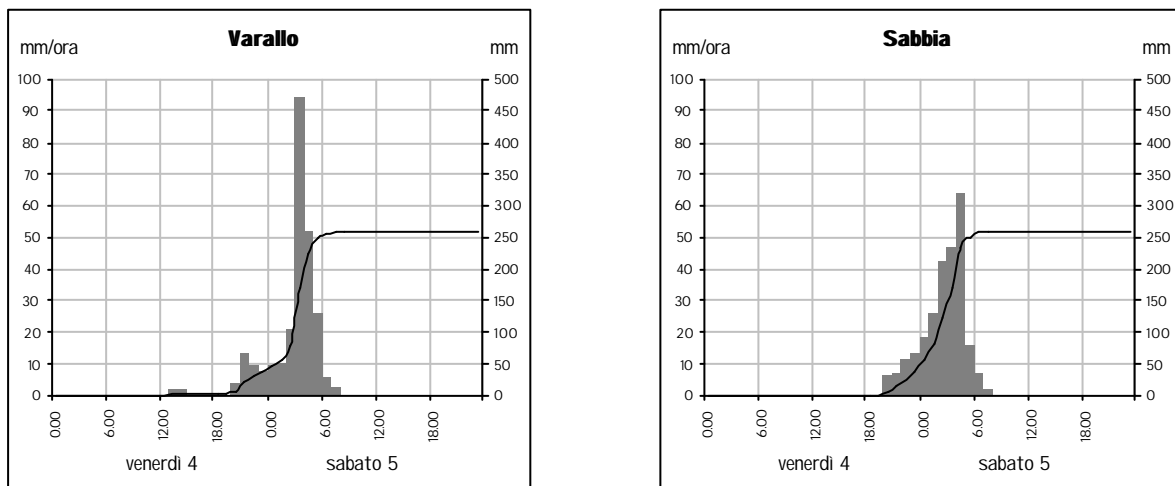


Figura 10 - Precipitazioni cumulate e intensità nei giorni 4-5 settembre sulla media valle Sesia.



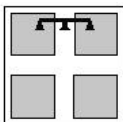
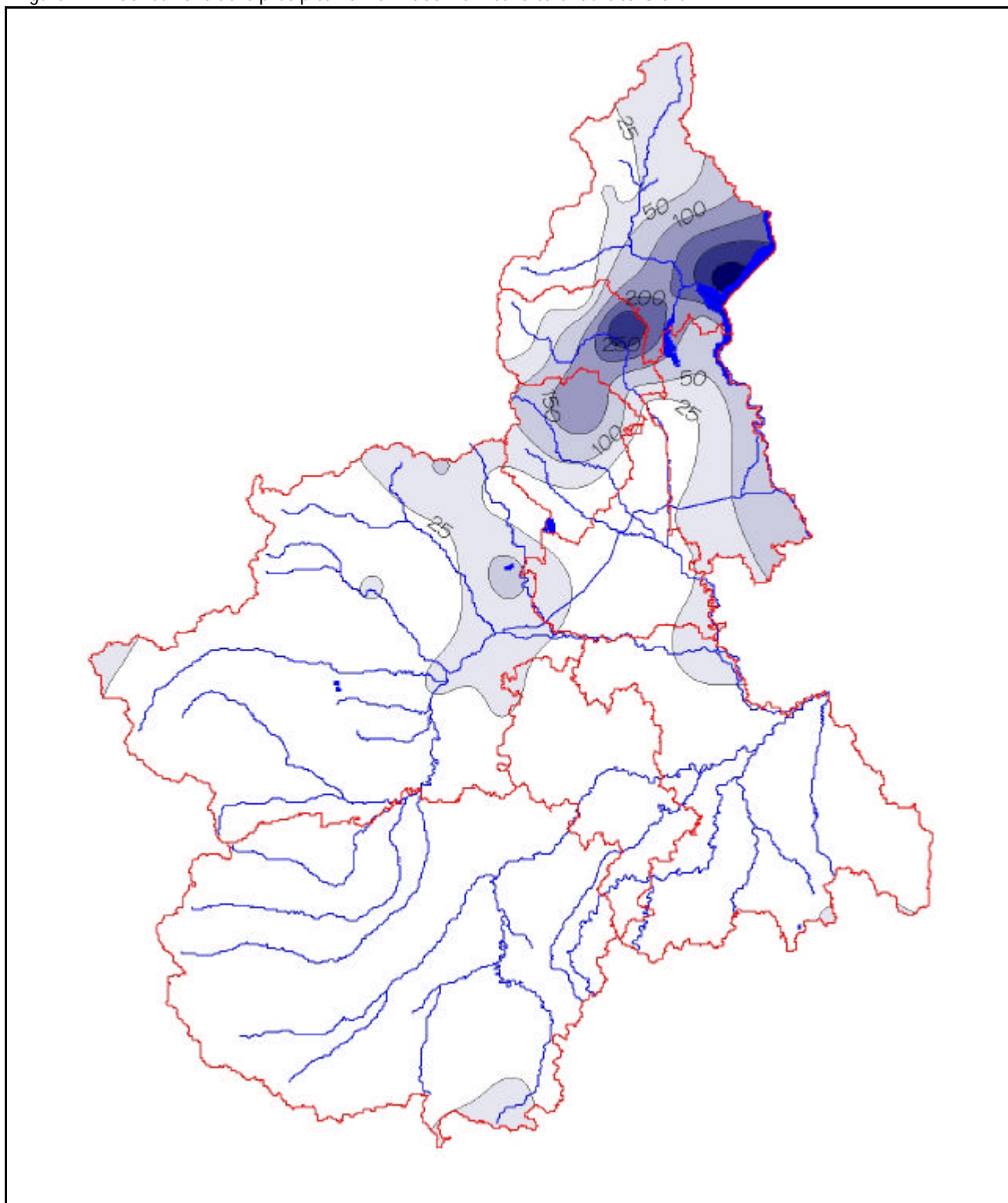


Figura 11 - Distribuzione delle precipitazioni di massima intensità di durata 6 ore.



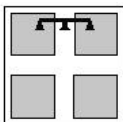
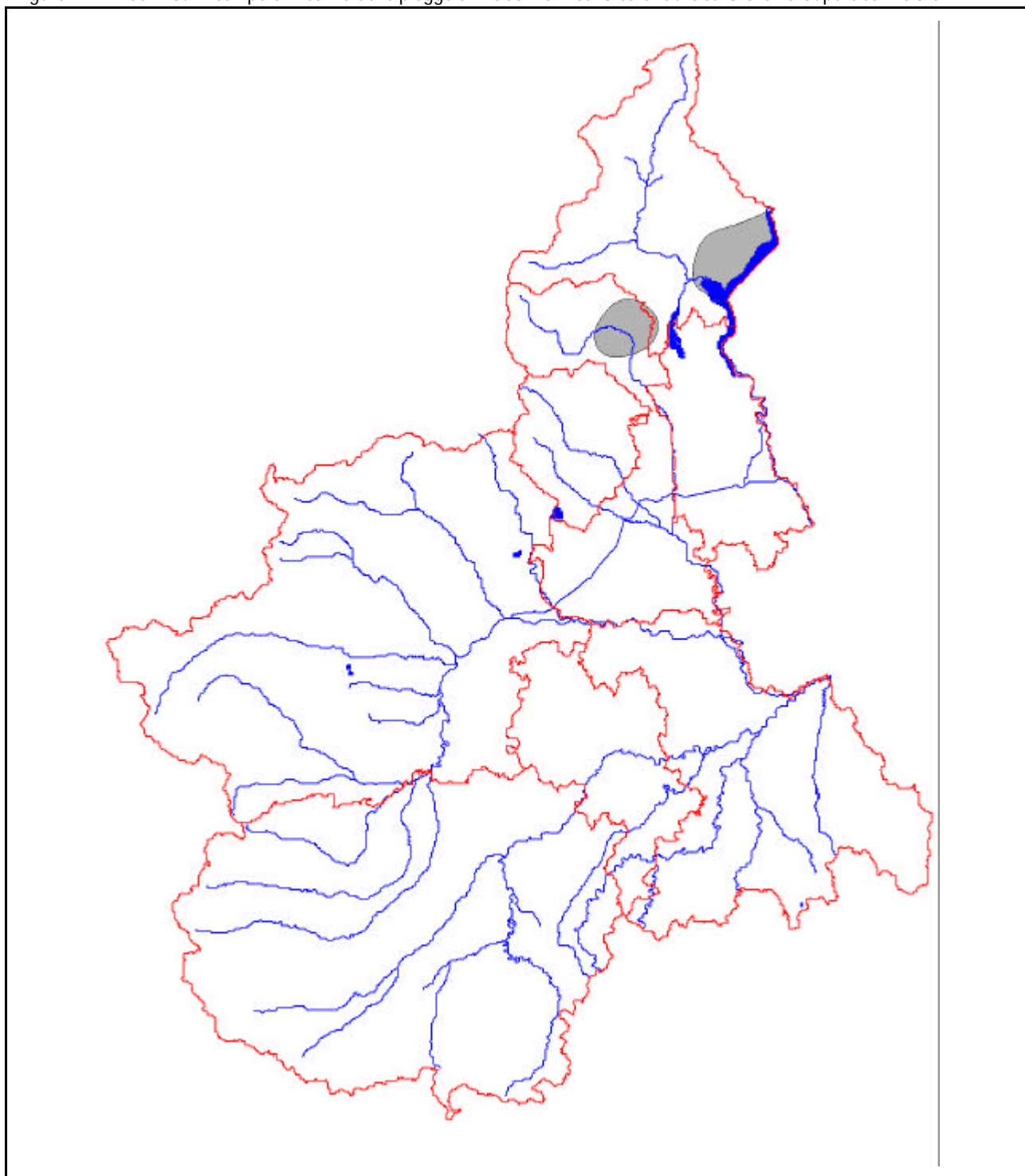
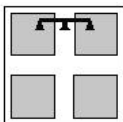


Figura 12 - Aree in cui il tempo di ritorno delle piogge di massima intensità di durata 6 ore ha superato i 100 anni.

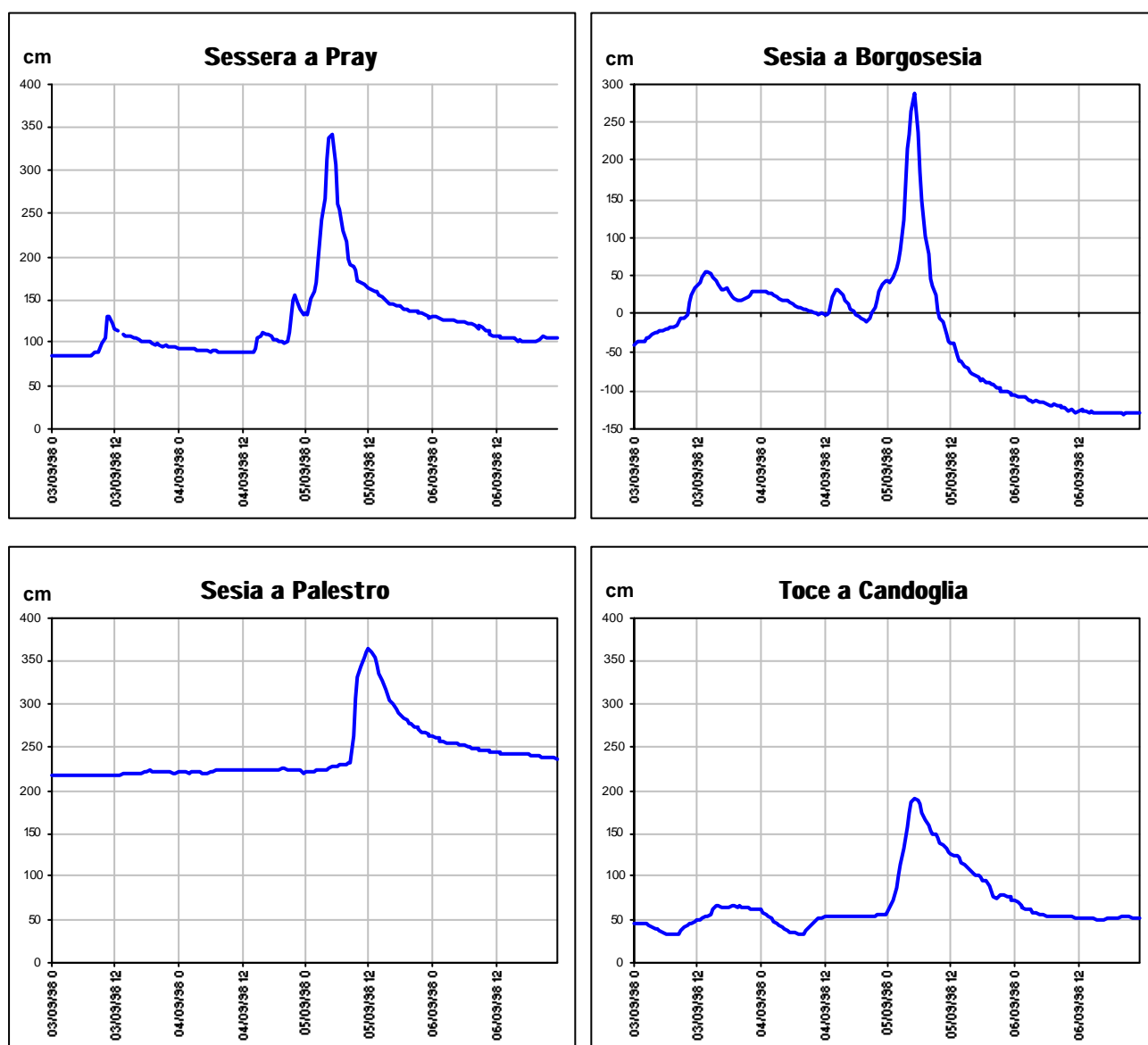




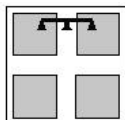
4. ANALISI IDROMETRICA

Le intense precipitazioni che sono cadute nella notte tra il 4 e il 5 settembre hanno prodotto significativi innalzamenti dei livelli di alcuni corsi d'acqua nelle Provincie di Vercelli e del Verbano-Cusio-Ossola. Dall'analisi delle misure effettuate dalle stazioni idrometriche (Figura) si deduce che tra i corsi d'acqua principali, solamente il F. Sesia è stato interessato da un fenomeno di piena, che è transitata alle ore 5:00 (GMT) a Borgosesia ed alle 12:00 a Vercelli (Tabella).

Figura 13 - Idrogrammi dei giorni 3-4-5-6 settembre 1998.



Le piogge cadute più abbondanti nel medio bacino (Varallo 257 mm, Sabbia 259 mm) fanno ipotizzare che il Sesia abbia ricevuto i maggiori contributi di portata dal T. Mastallone. A valle di Borgosesia, il Sesia ha poi ricevuto notevoli contributi dal T. Sessera che è andato in piena per le forti piogge cadute in questa valle (Trivero 205 mm).



Durante l'evento sono stati superati i livelli di guardia del Sesia e del Sessera (Tabella). Il Sesia si è comunque mantenuto abbondantemente al di sotto dei valori raggiunti in occasione della piena del settembre 1993 che è stata la più significativa dell'ultimo decennio.

Tabella 3 - Livelli idrometrici registrati durante l'evento.

Corso d'acqua	Stazione di misura		valore al colmo registrato	
	Località	bacino idrografico (kmq)	livello (cm)	data e ora
Torrente Sessera	Pray	-	341	5/9/98 5:00
Fiume Sesia	Borgosesia	695	288	5/9/98 5:00
Fiume Sesia	Palestro (Vercelli)	2274	364	5/9/98 12:00
Fiume Toce	Candoglia	1532	190	5/9/98 5:00

Tabella 4 - Confronto dei livelli idrometrici con valori di riferimento.

Stazione di misura	misura durante l'evento (cm)	livello di guardia (cm)	alluvione settembre 1993	
			livello (cm)	data
Sessera a Pray	341	240	-	-
Sesia a Borgosesia	288	250	5.05	24/9/1993
Sesia a Palestro	364	350	5.68	25/9/1993
Toce a Candoglia	190	400	8.76	24/9/1993

Le piogge cadute in meno di dodici ore nel Verbano e nel Cusio (Pallanza 349 mm, Mottarone 184 mm) e le notevoli intensità orarie (Pallanza 82 mm/h) possono aver causato fenomeni di esondazione dei corsi d'acqua minori. Non si dispone di misure dell'attività torrentizia di questi corsi d'acqua, mentre l'idrometro in località Candoglia testimonia che il Toce a monte della confluenza dello Strona di Omegna non è stato interessato da piene significative durante questo evento.