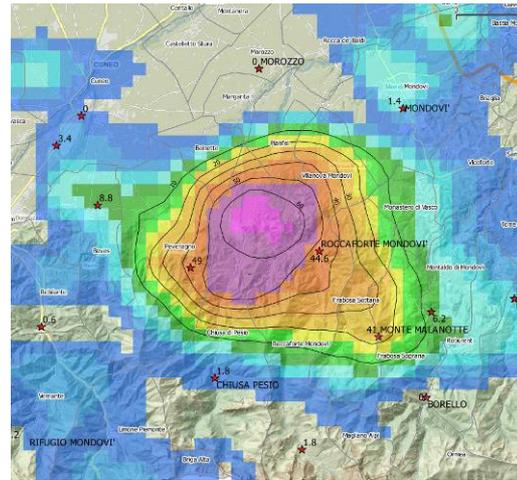
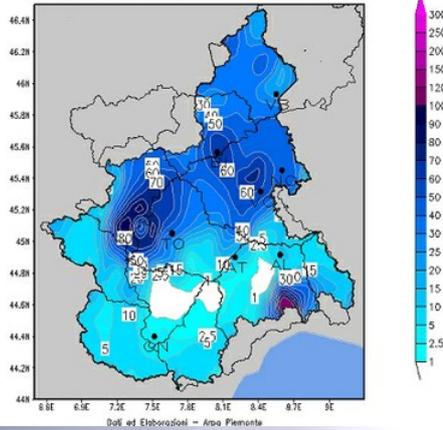
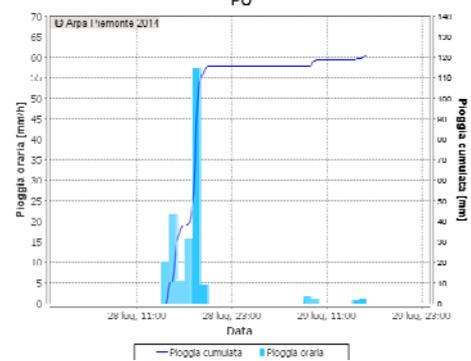


## EVENTI TEMPORALESCHI NEL MESE DI LUGLIO 2014

Precipitazioni (mm/24hr) ultime 24 ore  
Dato aggiornato al 08-07-2014 ore 06:30 UTC



**BAUDUCCHI (TO)**



A cura del *Dipartimento Sistemi Previsionali*

Torino, 7 agosto 2014

## SOMMARIO

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>EVENTO TEMPORALESCO DEL 7 LUGLIO 2014 .....</b>	<b>3</b>
<b>INQUADRAMENTO METEOROLOGICO .....</b>	<b>3</b>
<b>ANALISI PLUVIOMETRICA .....</b>	<b>5</b>
<b>EVENTO TEMPORALESCO DEL 12-13 LUGLIO 2014 .....</b>	<b>9</b>
<b>INQUADRAMENTO METEOROLOGICO .....</b>	<b>9</b>
<b>ANALISI PLUVIOMETRICA .....</b>	<b>12</b>
<b>EVENTO TEMPORALESCO DEL 24 LUGLIO 2014 .....</b>	<b>15</b>
<b>INQUADRAMENTO METEOROLOGICO .....</b>	<b>15</b>
<b>ANALISI PLUVIOMETRICA .....</b>	<b>23</b>
<b>EVENTI TEMPORALESCHI DEL 28-29 LUGLIO 2014 .....</b>	<b>25</b>
<b>INQUADRAMENTO METEOROLOGICO .....</b>	<b>25</b>
<b>ANALISI PLUVIOMETRICA .....</b>	<b>31</b>
<b>ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE .....</b>	<b>39</b>

In copertina: partendo dal riquadro in alto a sinistra, le precipitazioni cumulate in 24 ore fino alle 6:30 UTC del 8 luglio 2014; le forti precipitazioni su Chiusa Pesio (CN) del 13 luglio, la foto della cella temporalesca responsabile della tromba d'aria su Caraglio (CN) il 24 luglio 2014 ed infine lo istogramma della stazione meteorologica di Moncalieri - Bauducchi (TO) il 28 luglio 2004.

## INTRODUZIONE

Dal punto di vista delle piogge cadute sul territorio piemontese, il mese di luglio 2014 è senza precedenti negli ultimi 60 anni. La precipitazione totale media osservata è stata superiore di circa due volte e mezzo rispetto alla norma di riferimento (1971-2000), frutto di venti giornate piovose che hanno coinvolto tutta la regione e, in modo più continuo e intenso, le zone al nord del Po.

In questo contesto estremamente piovoso, forti rovesci e temporali hanno interessato il territorio regionale, determinando condizioni locali di criticità idrogeologica. Il 7 luglio una serie di forti temporali ha interessato il torinese, con Cantalupa (TO) e la bassa Val di Susa (TO) le zone più colpite. Il sistema di monitoraggio regionale ha registrato quel giorno picchi di oltre 150 mm in undici ore. Il 13 luglio una cella temporalesca si è abbattuta sull'abitato di Chiusa Pesio apportando oltre 65 mm in poche ore. Il 24 luglio un forte temporale ha attraversato Caraglio (CN), generando una tromba d'aria che ha colpito l'abitato. Infine nelle giornate del 28 e 29 luglio forti rovesci hanno interessato il torinese e l'albese con picchi localizzati estremamente elevati.

Attraverso l'analisi delle misure rilevate dai sistemi di monitoraggio gestiti da Arpa Piemonte, il presente rapporto fornisce un inquadramento degli eventi temporaleschi, delineandone l'intensità e la distribuzione territoriale dei fenomeni.

## EVENTO TEMPORALESCO DEL 7 LUGLIO 2014

### INQUADRAMENTO METEOROLOGICO

Nel corso della giornata del 7 luglio lo scenario a scala sinottica nella media troposfera vede una vasta area di bassa pressione, associata alla depressione d'Islanda, in approfondimento sul Mediterraneo occidentale ed in lenta traslazione verso levante, a causa della configurazione di blocco che si è venuta a determinare più a est per la presenza di un'area di alta pressione di matrice subtropicale che dal Golfo della Sirte si estende fino alla penisola scandinava e la Finlandia. Ad ovest dell'area depressionaria è presente un robusto campo di alta pressione, associato all'anticiclone delle Azzorre, che permane stazionario sull'Atlantico orientale (Figura 1).

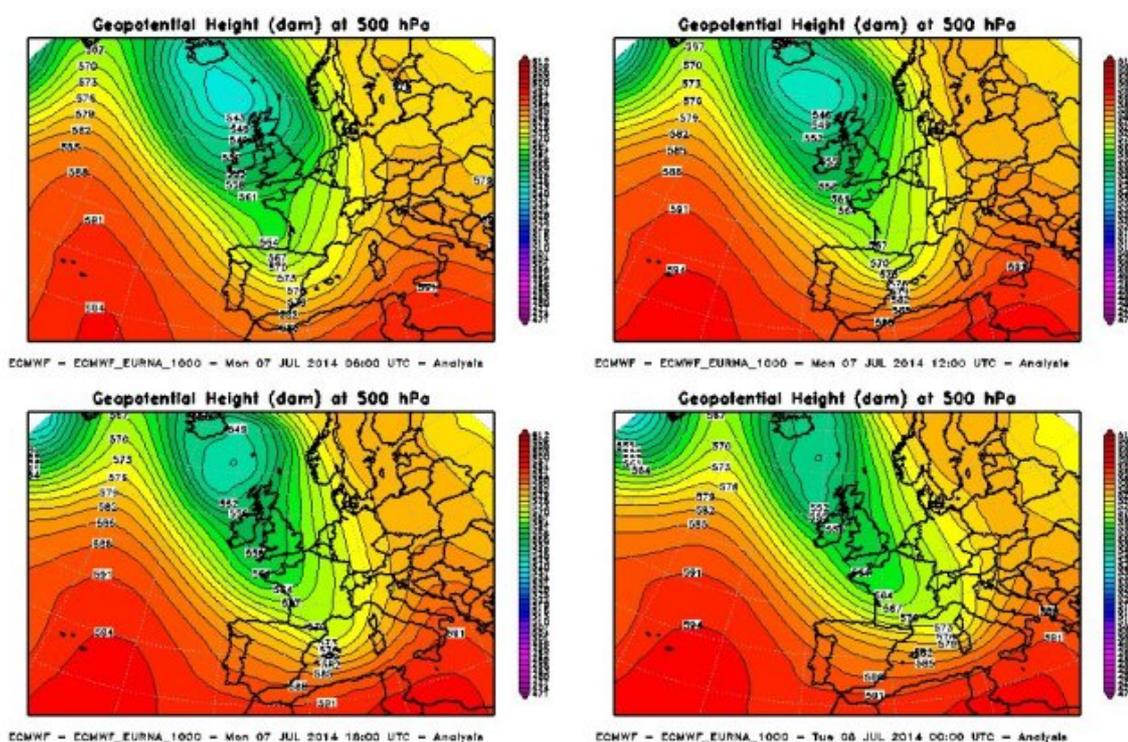


Figura 1. Mappe di analisi dell'altezza di Geopotenziale a 500 hPa nel corso della giornata del 7 luglio.

Il sistema frontale associato all'area depressionaria convoglia masse d'aria umida ed instabile sul nordovest della penisola, in seno ad intense correnti sudoccidentali (Figura 2), che già nella prima parte della giornata danno luogo a rovesci deboli o moderati sui settori occidentali e settentrionali della regione.

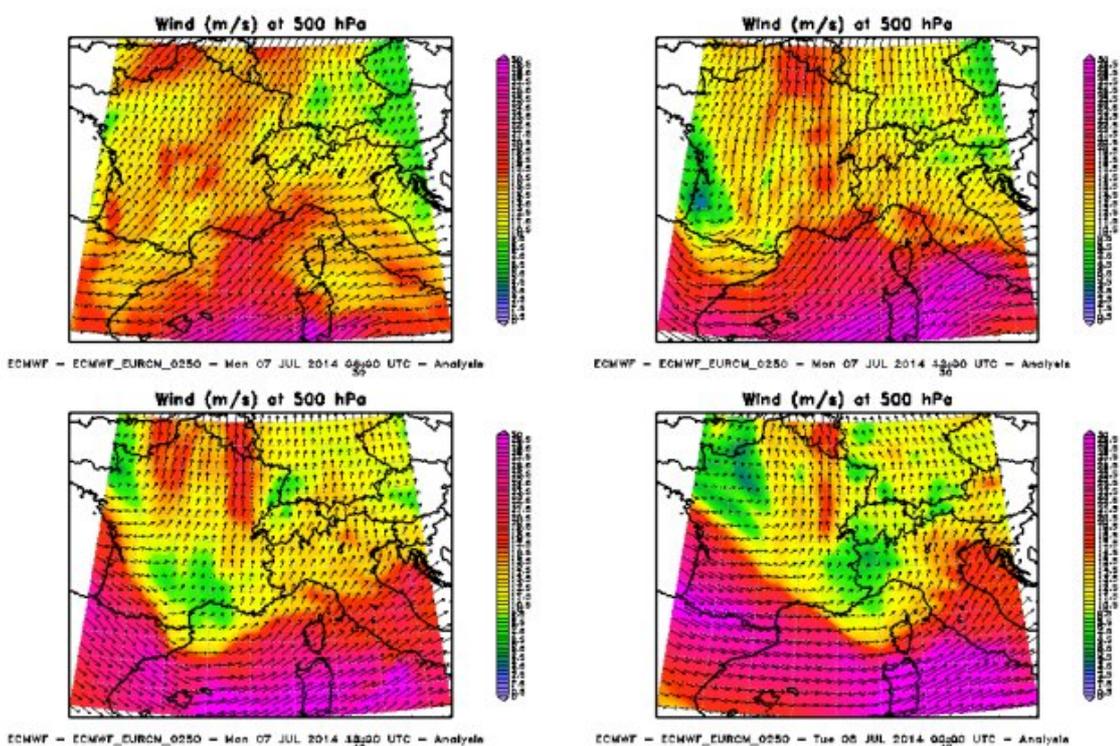


Figura 2. Mappe di analisi dell'intensità del vento (m/s) a 500 hPa nel corso della giornata del 7 luglio.

Nel corso del pomeriggio l'irruzione di aria fredda in quota (Figura 3) amplifica le condizioni di instabilità, causando l'innesco di temporali più diffusi ed intensi, mediamente forti ma localmente anche molto forti, in particolare sul Torinese, Biellese e Vercellese. In serata temporali forti transiteranno anche sul basso Alessandrino.

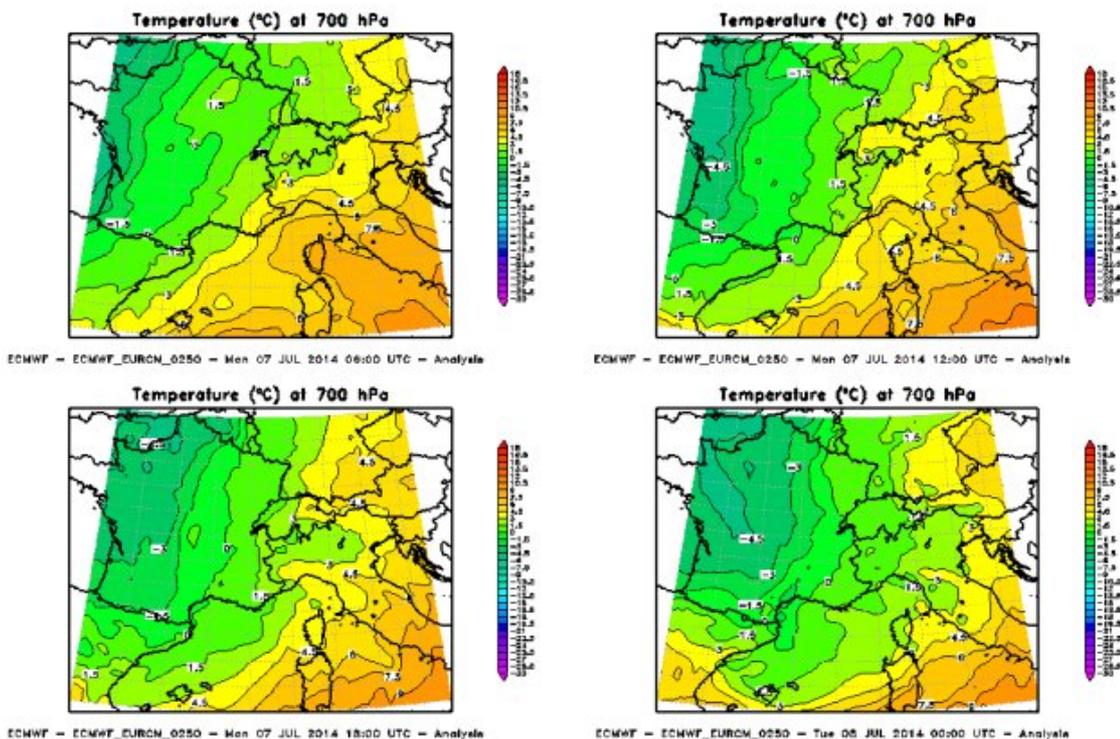


Figura 3. Mappe di analisi della temperatura a 700 hPa nel corso della giornata del 7 luglio.

I fenomeni temporaleschi più violenti sono stati accompagnati da venti intensi e rafficati (si segnalano le forti raffiche di vento nel Canavese, con i 77 km/h fatti registrare alle ore 17 locali dalla stazione di Caluso, i 71 km/h fatti registrare alle ore 15 locali a Borgone Susa e, nell'Alessandrino, i 66 km/h alle ore 23 locali a Ponzzone Bric Berton) e da grandinate (Figura 5).

## ANALISI PLUVIOMETRICA

Nel corso del pomeriggio e della serata del 7 luglio le precipitazioni intense ed a carattere di rovescio che hanno colpito in maniera sparsa alcune zone del Piemonte hanno fatto registrare dai pluviometri appartenenti alla Rete di Monitoraggio di Arpa Piemonte valori massimi sulla durata di 1 ora compresi tra 29,4mm a Biella e 68 mm a Ovada (AI).

Per la durata di 3 ore, invece, il massimo di pioggia è stato registrato a Borgone (To) ed è stato pari a 80,6 mm; i massimi di pioggia per durate di 6-12 e 24 ore sono pressoché identici a quelli di 3 ore, ciò di fatto conferma che il fenomeno precipitativo è stato intenso ma breve.

La Figura 4 mostra la precipitazione cumulata del 7 luglio 2014 dalle 10 alle 21 UTC, stimata dal sistema radar meteorologico piemontese, confrontata con i quantitativi registrati dai pluviometri della rete meteoidrografica regionale (indicati con i simboli in rosso scuro). L'analisi evidenzia due centri di scroscio in corrispondenza di Cantalupa (TO), con oltre 170 mm in 11 ore, e della bassa Val di Susa tra Chiusa di San Michele e Vaie (TO) con circa 150 mm nel medesimo intervallo.

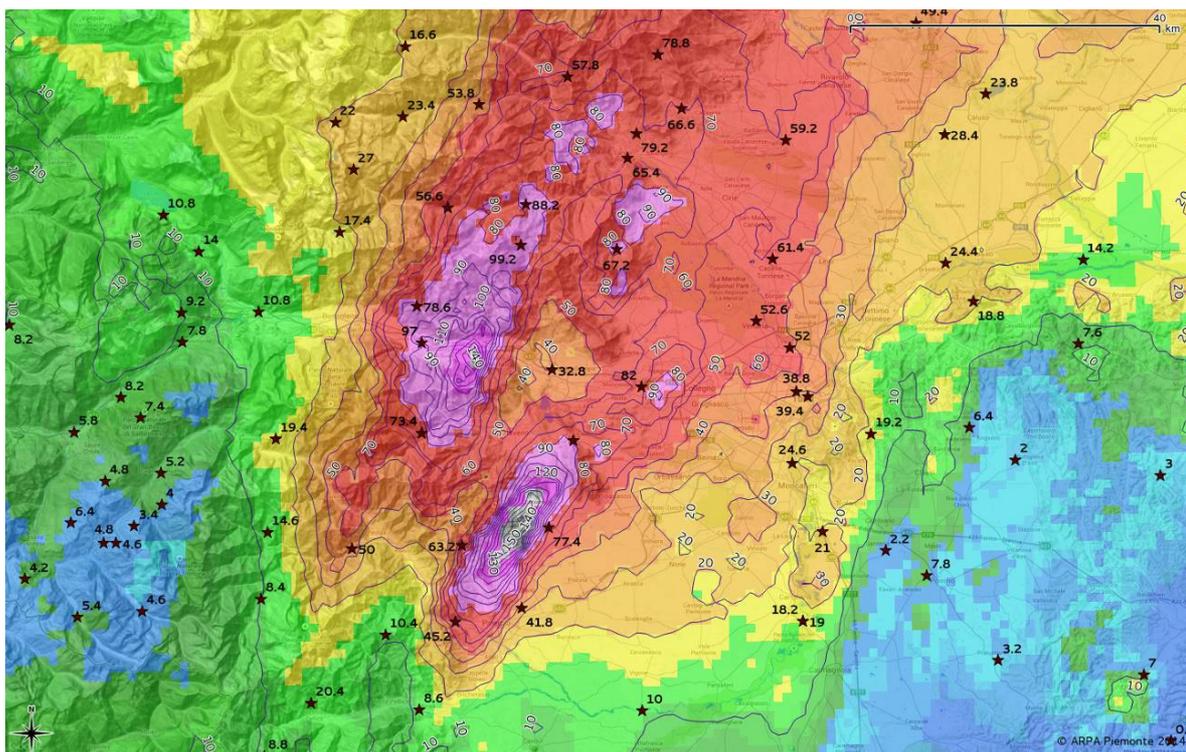


Figura 4. Dettaglio della precipitazione cumulata (mm) dal sistema radar meteorologico piemontese dalle 10 alle 21 UTC del 7 luglio 2014 sull'area tra la bassa Val di Susa e le Valli Chisone e Sangone (TO). I simboli mostrano i valori cumulati dalle stazioni della rete meteo idrografica regionale.

Sulla base delle misure del radar meteorologico è stata individuata la distribuzione delle grandinate: sono evidenziate in colore rosso, nella figura seguente, le aree in cui è stata stimata molto alta la probabilità di aver avuto grandinate.

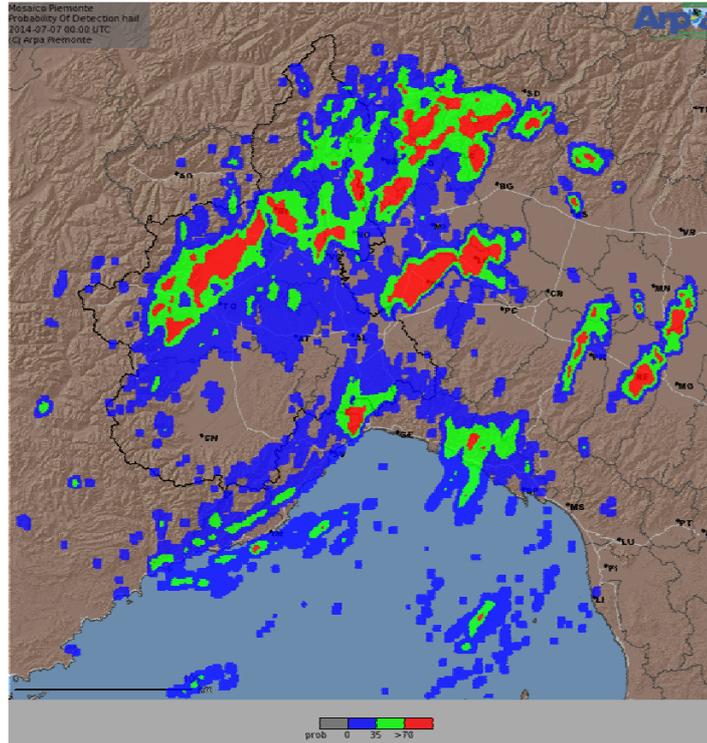


Figura 5. Mosaico Radar piemontese con le distribuzioni di probabilità di fenomeni grandinosi sul territorio.

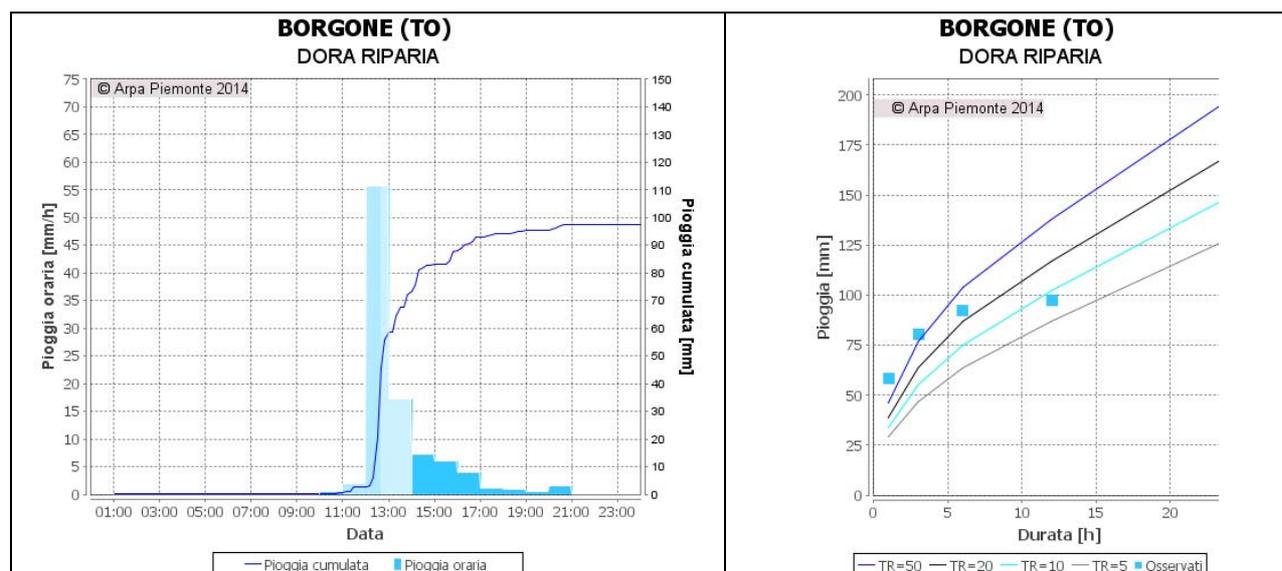
Nella Tabella 1 si riportano i valori massimi di pioggia per le durate da 1 a 24 ore registrati dalle stazioni pluviometriche della Rete di Monitoraggio.

Tabella 1. Massimi di pioggia, espressi in millimetri per diverse durate per le stazioni più significative.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Max 3 h	Max 6 h	Max 12 h	Max 24 h
B	SESIA	BIELLA	BI	BIELLA	29,4	29,4	53,8	63,8	63,8
C	DORA RIPARIA	BORGONE SUSA	TO	BORGONE	58,4	80,6	92,6	97,2	97,2
C	STURA DI LANZO	VIU'	TO	NIQUIDETTO	54,2	77,4	97,0	99,4	99,4
C	PO	PINEROLO	TO	TALUCCO	53,2	62,4	63,2	63,2	63,2
G	TANARO	OVADA	AL	OVADA	68,0	86,6	87,0	87,0	87,0
G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE BRIC BERTON	55,0	61,0	61,6	61,6	61,6
I	DORA BALTEA	PIVERONE	TO	PIVERONE	36,2	42,4	49,4	49,4	49,4
I	SESIA	ALBANO VERCELLESE	VC	ALBANO VERCELLESE	33,6	33,6	33,6	64,6	64,6
L	PO	CUMIANA	TO	CUMIANA	57,4	73,2	77,4	77,4	77,4
L	DORA RIPARIA	RIVOLI	TO	RIVOLI LA PEROSA	41,4	70,0	74,4	82,0	82,0

La caratterizzazione in termini statistici dell'evento si effettua mediante il confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSP) utilizzate nel sistema di allerta regionale.

Nella Figura 6 si riportano gli ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno. Le durate maggiormente critiche, sono state quelle di 1 e 3 ore infatti in alcuni casi la pioggia caduta in tali durate è superiore al tempo di ritorno di 50 anni [Borgone (To) e Ovada (AL)].



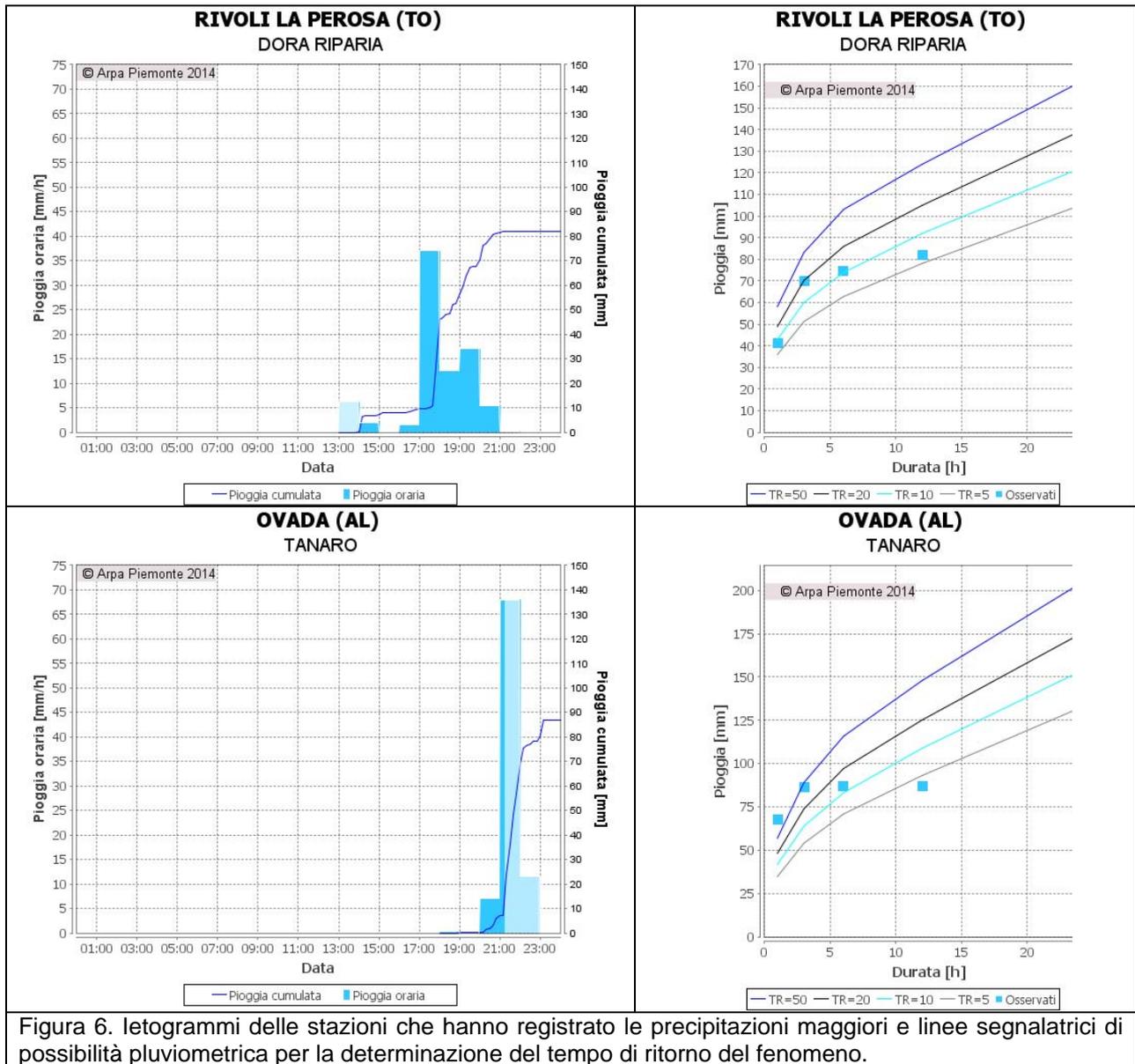
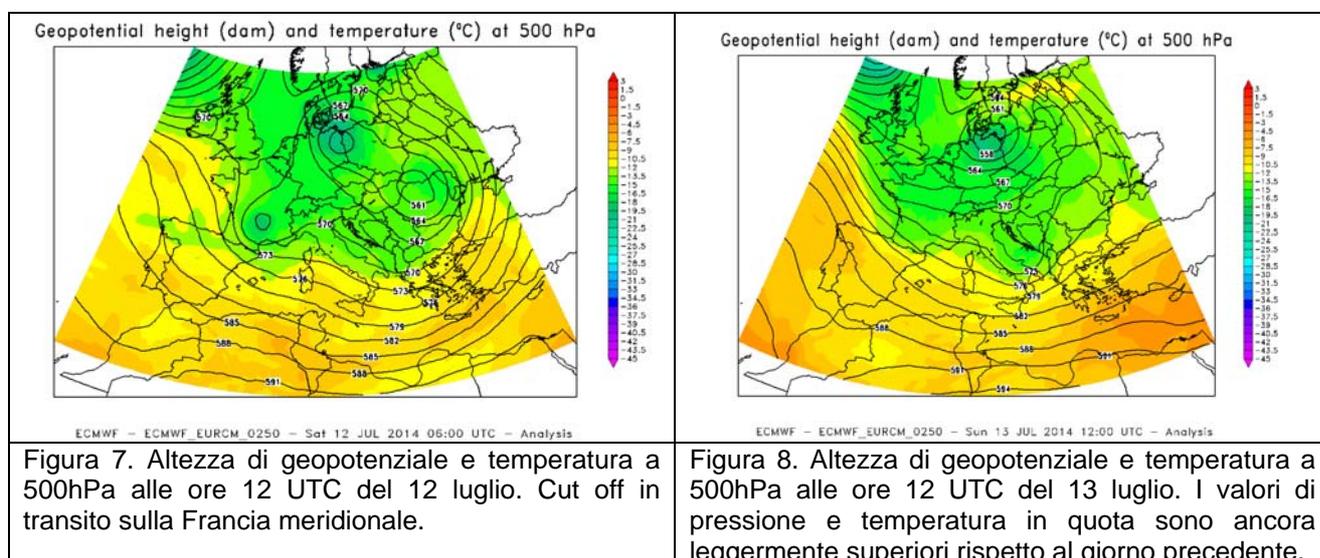


Figura 6. Ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

## EVENTO TEMPORALESCO DEL 12-13 LUGLIO 2014

### **INQUADRAMENTO METEOROLOGICO**

Nei giorni 12 e 13 luglio 2014 la situazione sinottica sull'Europa è caratterizzata dalla presenza di una vasta area depressionaria con minimo principale sulla Germania settentrionale ed estesa a sud sino alla Francia meridionale, all'Italia centrale e ai Balcani (Figura 7). Sabato 12 il transito di una circolazione depressionaria dalla Valle del Rodano verso il Tirreno settentrionale è la causa dell'instabilità e dei temporali verificatisi già in giornata, con fenomeni forti tra Torinese e Cuneese. Nelle prime ore di domenica 13 il progressivo allontanamento verso est ed il successivo colmamento di questa struttura (Figura 8), con una temporanea rimonta dei valori di pressione e temperatura in quota, mantiene il cielo soleggiato fino alle prime ore del pomeriggio. Pressione e temperatura restano su valori bassi per il periodo ed è sufficiente una nuova incursione di aria fredda, anche se di modesta entità (Figura 9), per scatenare l'instabilità e dare il luogo a temporali forti, in particolare su Torino nord e Chiusa Pesio (CN) dove si verificano allagamenti e viene richiesto l'intervento della Protezione Civile.



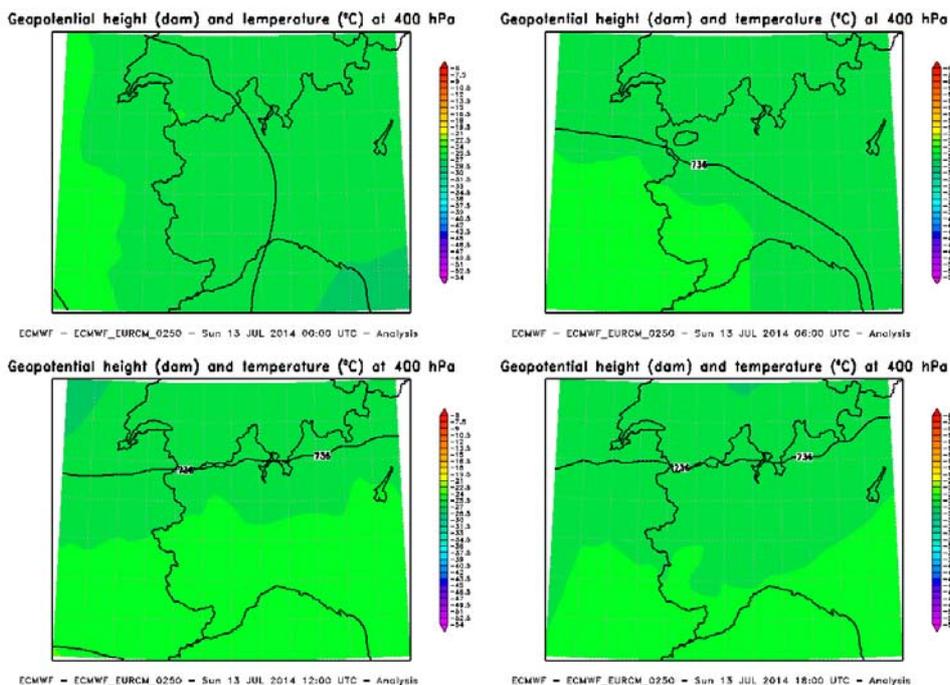


Figura 9. Altezza di geopotenziale e temperatura a 400hPa alle ore 00, 06,12 e 18 UTC del 13 luglio. Si nota chiaramente l'intrusione di aria fredda l'ultima scadenza.

Un altro fattore destabilizzante è l'ingresso di aria umida da sud nei bassi strati, che favorisce lo sviluppo dei temporali su tutta la fascia che va dal cuneese all'astigiano fino al pavese (Figura 10), alimentando le celle temporalesche e fornendo loro ulteriore energia. Questa linea è chiaramente visibile nelle immagini radar e da satellite (Figura 11 e Figura 12).

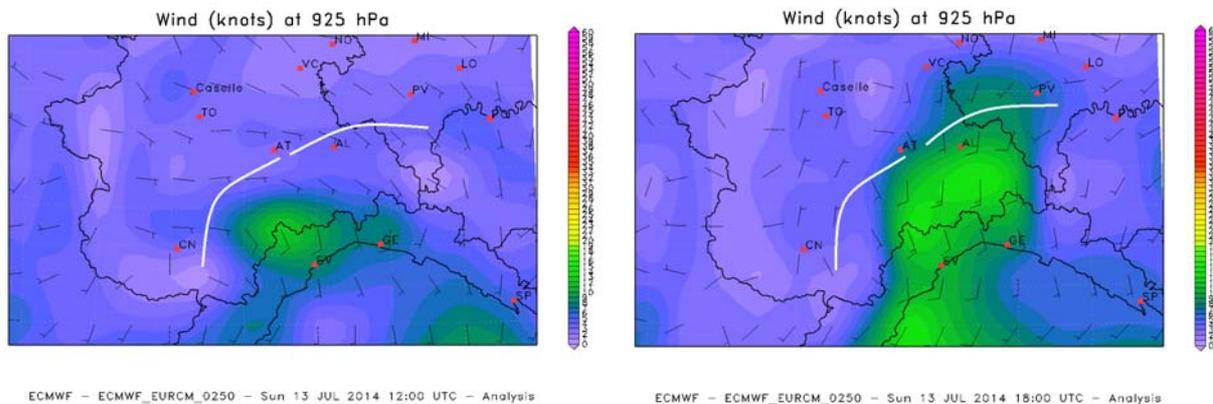


Figura 10. Circolazione dei venti alle ore 12 e 18 UTC del 13 luglio sul Piemonte meridionale. Le linee bianche indicano la fascia lungo cui sono avvenuti i temporali.

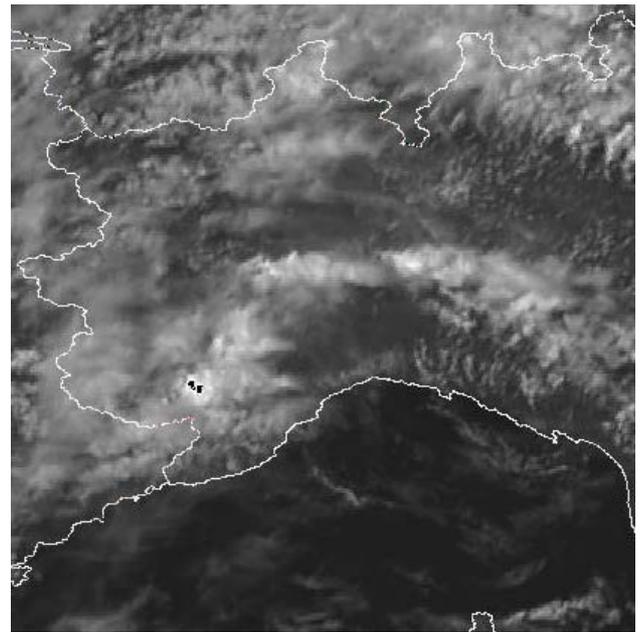
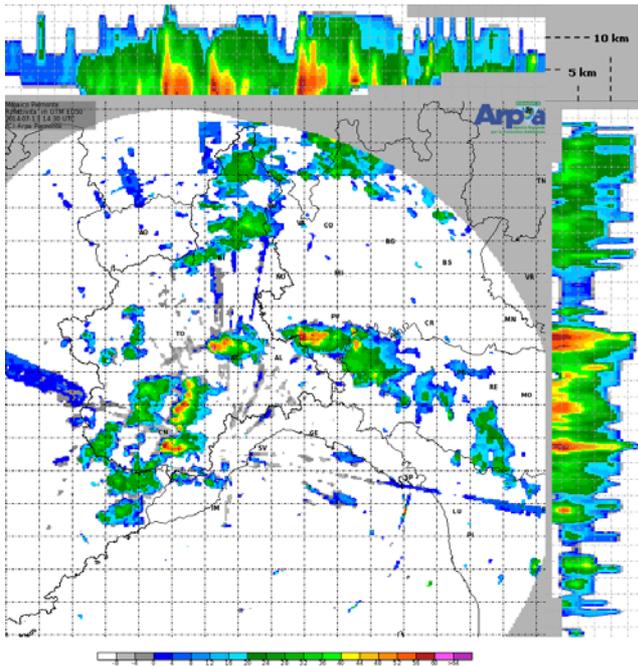


Figura 11. Massima echo radar alle ore 14:30 UTC del 13 luglio. Si nota la linea di celle temporalesche tra Cuneese e Astigiano.

Figura 12: Immagine da satellite ore 14:30 UTC del 13 luglio.

Tra le ore 12 e le ore 18 UTC del 13 luglio i venti sudoccidentali che colpiscono l'Appennino tendono a convergere sul basso Cuneese (Figura 13), dove, per sollevamento orografico, favoriscono la formazione di cumuli temporaleschi. I venti si dispongono paralleli all'asse della Valle Pesio, che canalizza e concentra le masse d'aria umida comportando piogge molto abbondanti ed intense su un'area relativamente ristretta.

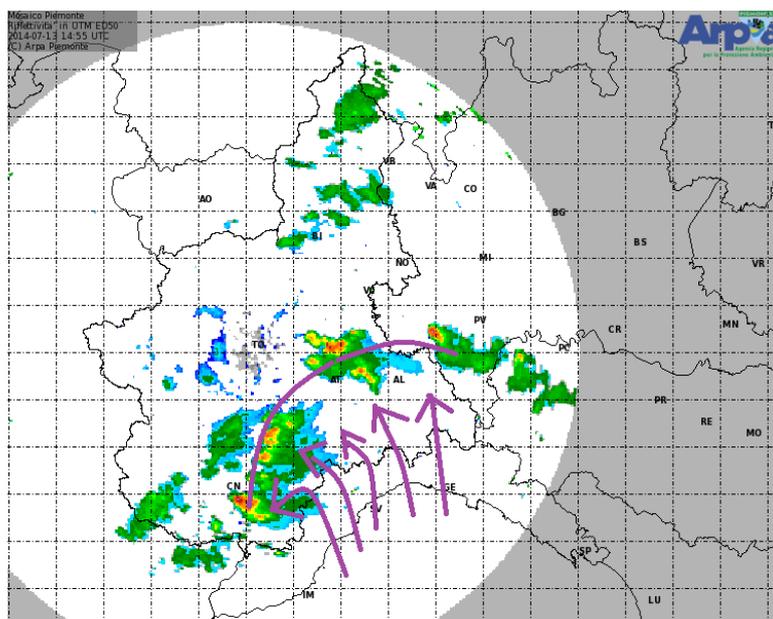


Figura 13. Immagine della riflettività radar alle ore 14:55 UTC del 13 luglio, con l'indicazione della direzione del vento nei bassi strati e la convergenza dei flussi sulla zona di Chiusa Pesio (CN).

## ANALISI PLUVIOMETRICA

I temporali che hanno colpito alcuni comuni del Piemonte la sera di domenica 13 luglio 2014 sono stati meno intensi di quelli avvenuti il 7 luglio precedente: i pluviometri appartenenti alla rete di monitoraggio di Arpa Piemonte hanno registrato valori massimi di un'ora compresi tra 25 mm e 49.6 mm rispettivamente a Biella ed a Torino.

La Figura 14 mostra il dettaglio sul Comune di Chiusa Pesio (CN) della precipitazione del 24 luglio 2014 dalle ore 12 alle ore 24 UTC, stimata dal sistema radar meteorologico piemontese e confrontata coi pluviometri a terra L'analisi evidenzia come il centro di scroscio abbia colpito l'abitato, con quantitativi superiori ai 65 mm e con un centro di scroscio (in fucsia) di circa una decina di km<sup>2</sup>.

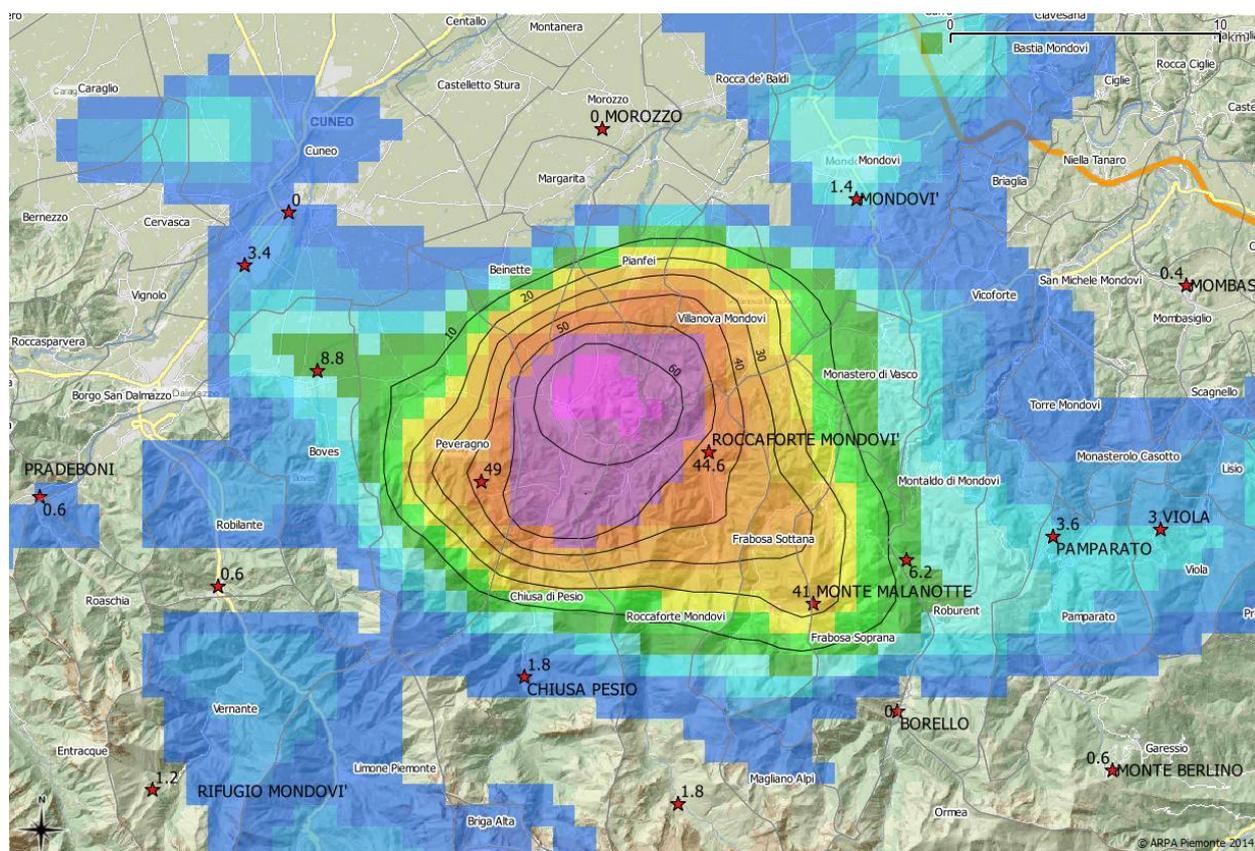


Figura 14. Precipitazione cumulata (mm) dal sistema radar meteorologico piemontese dalle ore 12 alle ore 24 UTC del 28 luglio nell'area del Torinese. I simboli mostrano la collocazione delle stazioni della rete meteo idrografica regionale e le relative precipitazioni osservate nel medesimo intervallo temporale.

Nella Tabella 2 si riportano i valori massimi di pioggia per le durate da 1 a 24 ore registrati dalle stazioni pluviometriche più significative. Il fenomeno temporalesco si è esaurito nel corso di tre ore.

Tabella 2. Massimi di pioggia, espressi in millimetri, per diverse durate per le stazioni più significative.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Max 3 h	Max 6 h	Max 12 h	Max 24 h
B	SESIA	BIELLA	BI	BIELLA	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2
F	TANARO	ROCCAFORTE MONDOVI'	CN	ROCCAFORTE MONDOVI'	39,0	44,6	45,4	45,4	45,4
F	TANARO	PEVERAGNO	CN	PRADEBONI	36,2	49,0	49,0	49,0	49,0
F	TANARO	FRABOSA SOTTANA	CN	MONTE MALANOTTE	34,4	41,4	48,4	48,4	48,4
I	TICINO	CAMERI	NO	CAMERI	34,8	35,2	35,2	35,2	35,2
L	DORA RIPARIA	TORINO	TO	TORINO REISS ROMOLI	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6

La caratterizzazione in termini statistici dell'evento si effettua mediante il confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSP) utilizzate nel sistema di allerta regionale.

Nella Figura 15 si riportano gli ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno dell'evento. A Roccaforte Mondovì (CN) ed a Torino la durata più critica è stata quella di un'ora, caratterizzata per entrambi i pluviometri, da un tempo di ritorno di circa 20 anni.

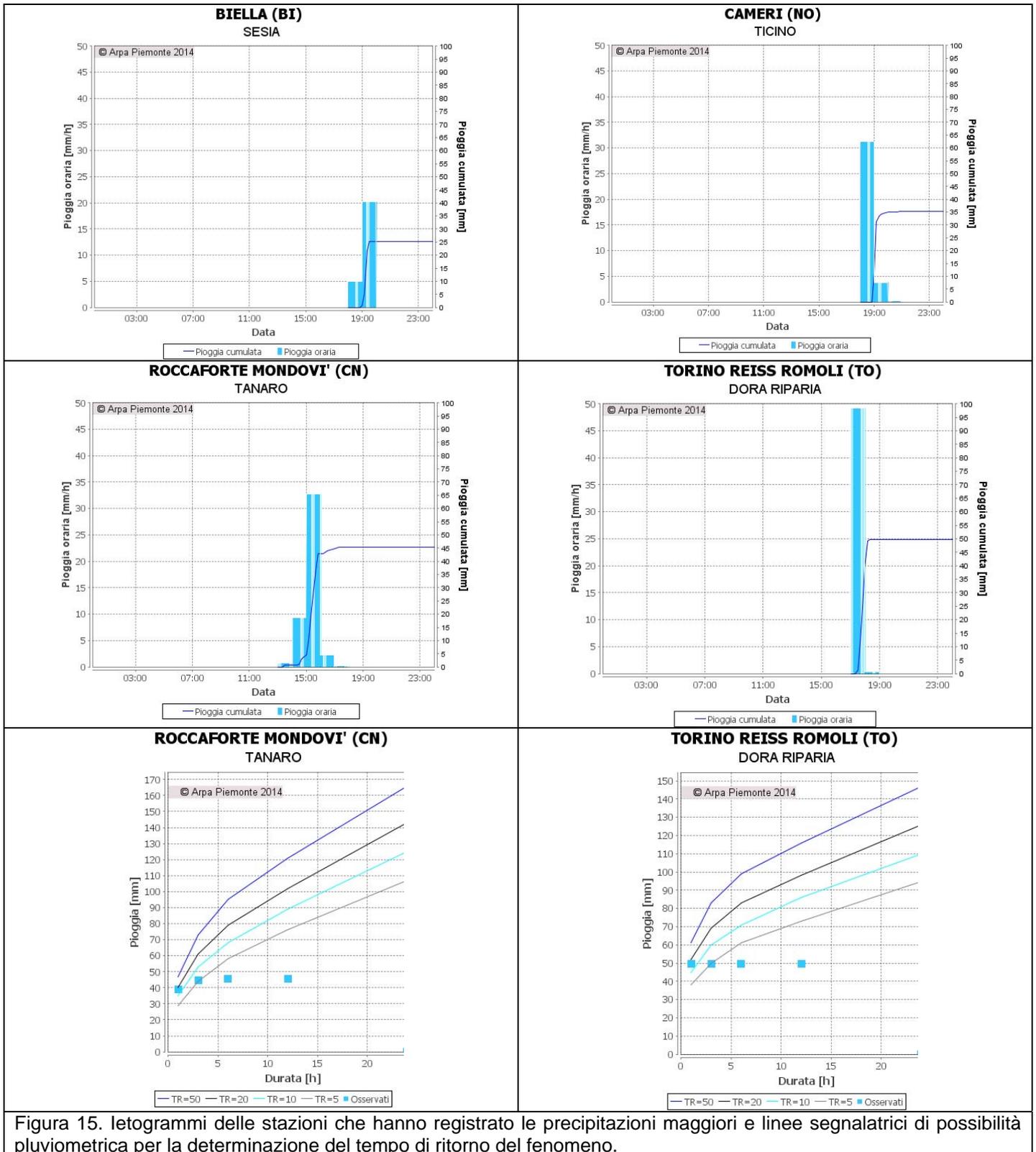


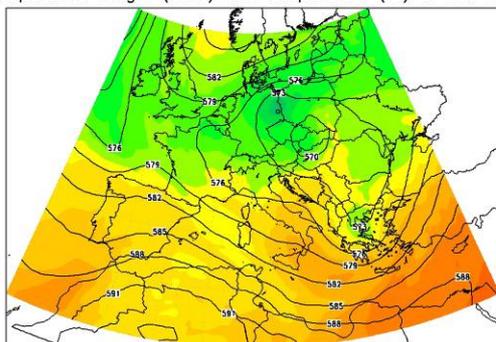
Figura 15. Ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

## EVENTO TEMPORALESCO DEL 24 LUGLIO 2014

### INQUADRAMENTO METEOROLOGICO

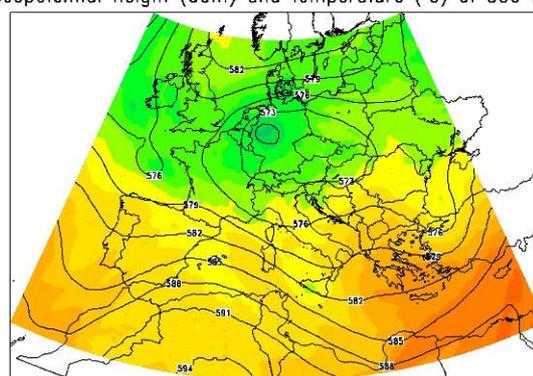
Nella giornata del 24 luglio una blanda depressione, presente sul centro Europa, si muove di moto retrogrado verso ovest, causando un modesto afflusso di aria fredda in quota sul nord Italia (Figura 16). Il Piemonte si trova inoltre nella zona di separazione tra la massa d'aria più fredda relativa alla depressione di cui sopra e l'aria più calda associata ad un anticiclone africano presente sul Mediterraneo occidentale.

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



ECMWF - ECMWF\_EURCM\_0250 - Thu 24 JUL 2014 00:00 UTC - Analysis

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa

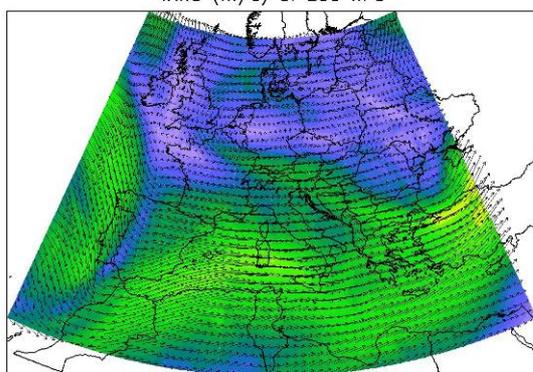


ECMWF - ECMWF\_EURCM\_0250 - Thu 24 JUL 2014 12:00 UTC - Analysis

Figura 16. Altezza di geopotenziale e temperatura a 500hPa il 24 luglio alle ore 00 (a sinistra) ed alle ore 12 UTC (a destra).

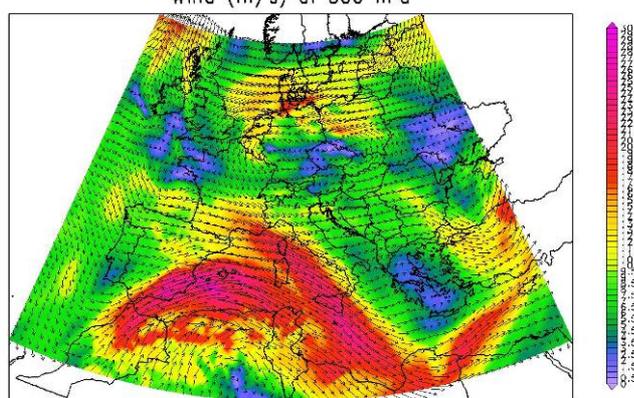
In corrispondenza della zona di separazione tra le due masse d'aria è presente un ramo della corrente a getto, con venti forti in quota anche più in basso, fino al livello pressorio di 500 hPa. La nostra regione viene, nel corso della giornata del 24 luglio, a trovarsi in corrispondenza dell'area di "left exit" sia della corrente a getto che dei forti venti a quote inferiori (Figura 17), area su cui è presente l'effetto destabilizzante di un'avvezione cospicua di vorticità positiva, in particolare sul basso Piemonte (Figura 18).

Wind (m/s) at 200 hPa



ECMWF - ECMWF\_EURCM\_0250 - Thu 24 JUL 2014 18:00 UTC - Analysis

Wind (m/s) at 500 hPa



ECMWF - ECMWF\_EURCM\_0250 - Thu 24 JUL 2014 18:00 UTC - Analysis

Figura 17. Vento a 200hPa (jet streak) e a 500hPa il 24 luglio alle ore 18 UTC.

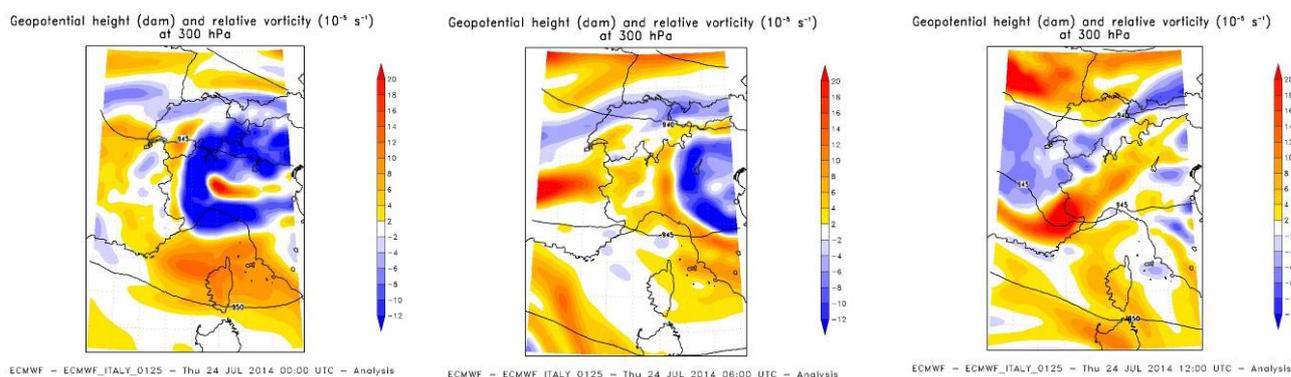


Figura 18. Sequenza dell'avvezione di vorticità positiva in quota sul Piemonte il 24 luglio.

Scendendo nel dettaglio, sul basso Piemonte è presente inoltre una convergenza, in atto già dalla mattina, di flussi umidi, che aggiungono una componente orografica alla già notevole instabilità presente (Figura 19). La confluenza dei venti e dell'umidità nei bassi strati è un elemento favorevole all'innesco delle celle temporalesche.

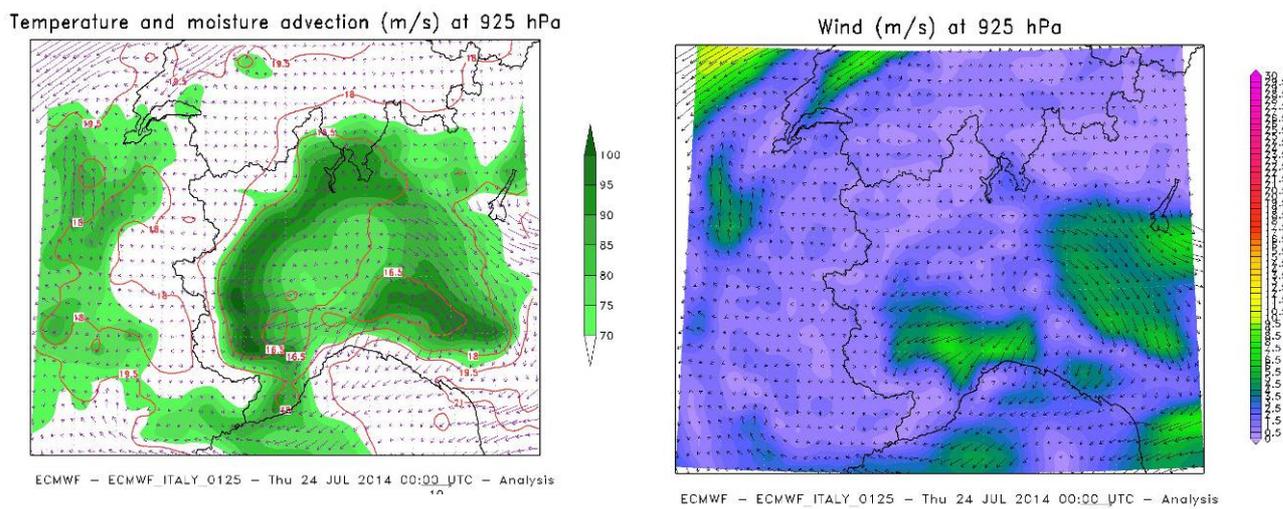


Figura 19. Avvezione di umidità (a sinistra) e venti (a destra) nei bassi strati atmosferici il 24 luglio alle ore 00 UTC.

Dando un ultimo scorcio ai radiosondaggi osservati su Cuneo Levaldigi (Figura 20), si vede già al mattino la notevole umidità presente addirittura fino a 5 km di quota e oltre, con livello di condensazione prossimo al suolo e *lapse rate* ambientale prossimo all'adiabatica umida lungo tutto il profilo. L'acqua precipitabile è inoltre superiore ai 30 mm. Alle 12 UTC, l'instabilità è decisamente aumentata, intorno ai 1100 J/kg di CAPE, 32 °C di Whiting Index, mentre l'umidità in tutto il profilo è sempre molto elevata.

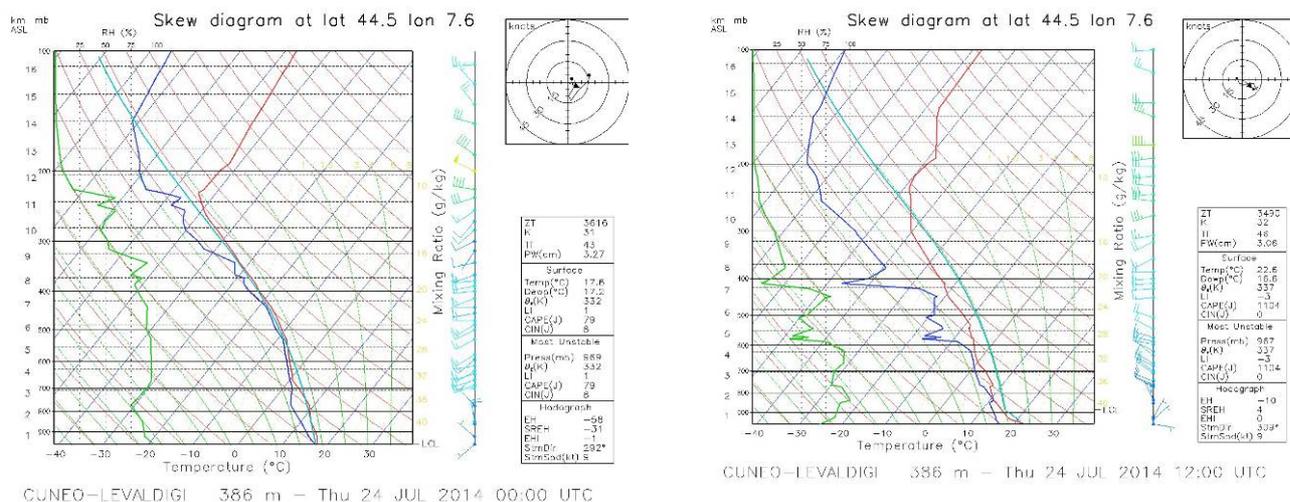


Figura 20. Radiosondaggi a Cuneo Levaldigi il 24 luglio alle ore 00 UTC (a sinistra) ed alle ore 12 UTC (a destra).

Ciò che si è verificato è stata quindi la formazione di celle temporalesche sulle zone pedemontane occidentali piemontesi dal tardo pomeriggio, in particolare la strutturazione di una cella molto energetica dalle 18 UTC sul Cuneese, qualche decina di km a ovest del capoluogo, che si è poi mossa lentamente verso est intensificandosi (mostrando una riflettività radar tipica delle strutture grandinogene, Figura. 21). Dai dati a nostra disposizione non è possibile classificarla con certezza come una supercella viste anche le dimensioni ridotte della struttura, ma testimonianze hanno evidenziato una rotazione ciclonica della cella tipica delle strutture supercellulari.

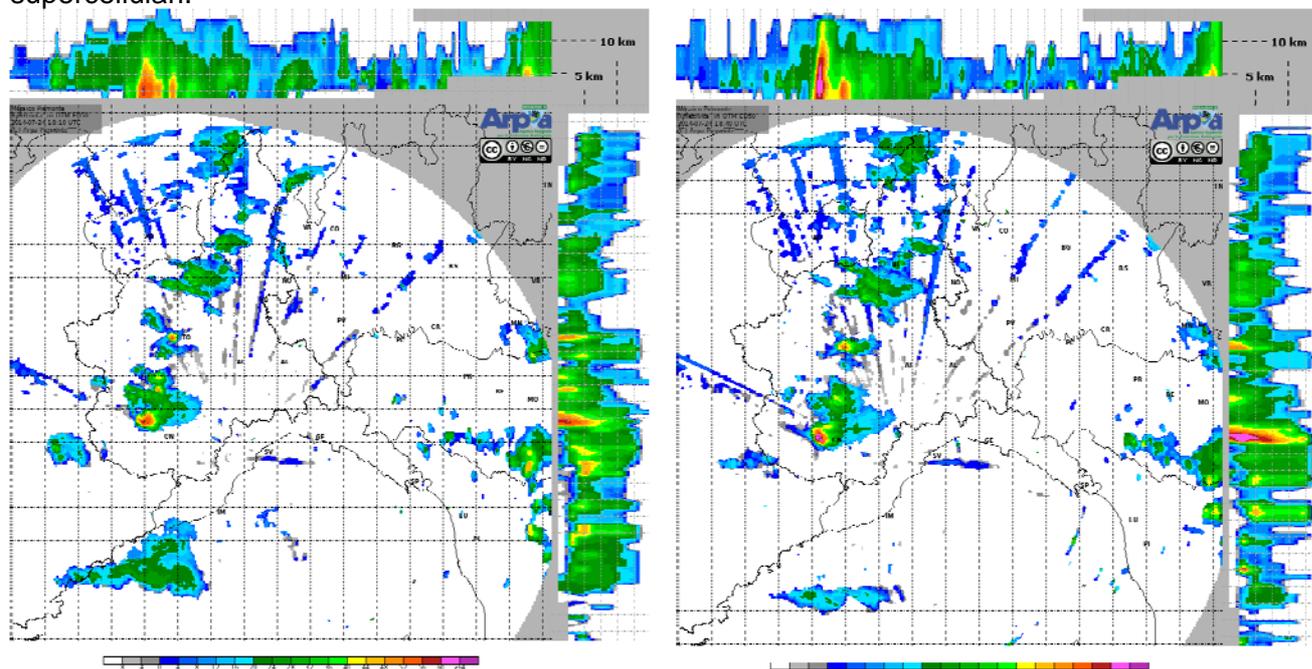


Figura 21. Immagini radar delle celle convettive sul Piemonte il 24 luglio alle ore 18:10 ed alle ore 18:40 UTC. E' ben visibile la cella più strutturata sul Cuneese.

La Figura 22 mostra il percorso della cella temporalesca alla quale si è formata la tromba d'aria che ha interessato Caraglio (CN), rilevata dal sistema d'inseguimento dei temporali basato sui radar meteorologici del Piemonte. Le ellissi individuano l'estensione della cella, l'etichetta mostra l'ora UTC ed il colore la sua intensità: il colore rosso è associato a temporali violenti. La cella si è formata alle 17:05 in Valle Po intensificandosi e spostandosi verso sud con una

velocità media di 22 km/h. Attorno alle 18:35 UTC sul comune di Caraglio (CN) produce la tromba d'aria e si porta verso sudest interessando Cuneo e Boves (CN); raggiunti i rilievi, il fenomeno si è attenuato. La sua durata complessiva è stata di 145 minuti.



Figura 22. Percorso della cella temporalesca alla quale si è formata la tromba d'aria che ha interessato Caraglio (CN); nel testo è presente una descrizione dettagliata della figura.

Da alcune foto (Figura 23 e Figura 24) si vede inoltre il basso livello di condensazione (e quindi della base della nube) e dei *lowering* della base stessa del cumulonembo, con un indizio di *funneling* (Figura 24) proprio alle 18:30 UTC in corrispondenza dell'area geografica della presunta tromba d'aria. Le trombe d'aria avvengono con maggiore probabilità in concomitanza con livelli di condensazione prossimi al suolo, maggiormente in strutture supercellulari in cui è presente una rotazione dell'*updraft*, e il primo indizio è un abbassamento della base del cumulonembo (*lowering*), fino a formare una struttura a imbuto (*funnel cloud*).

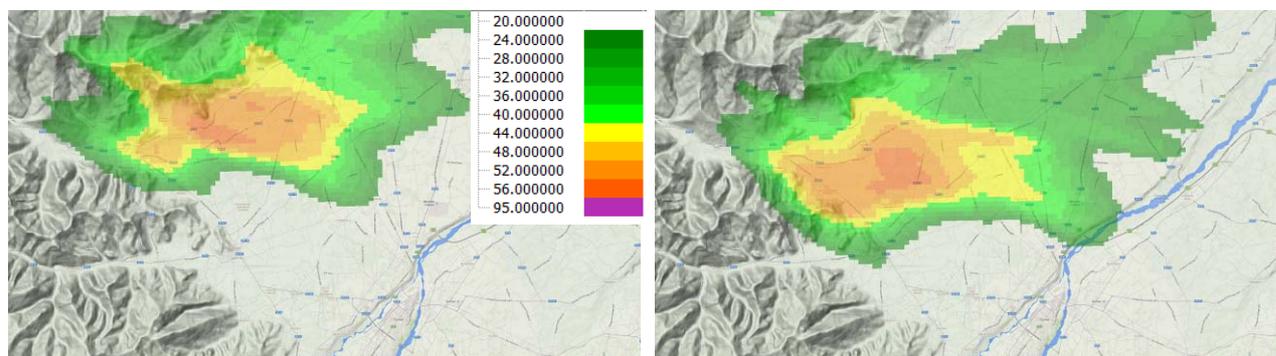


Figura 23. Foto della cella temporalesca da Madonna dell'Olmo (CN) alle 20:30 locali, dove si vede verso ovest la zona della *wall cloud* (o nube a muro), che indica la potenziale rotazione della struttura temporalesca e la zona dove le correnti ascensionali (*updraft*) sono più intense.



Figura 24. Foto della cella temporalesca da Madonna dell'Olmo (CN) verso Caraglio (CN) alle ore 20:30 locali, con evidenziati due lowering (abbassamenti della base della nube) con forma ad imbuto, indizi di una potenziale area soggetta a trombe d'aria.

La Figura 25 mostra il dettaglio della riflettività radar all'elevazione di 1,2° nella zona di Caraglio (CN), tra le 18:15 e le 18:45 UTC. Si nota il movimento della cella temporalesca da Nord-Ovest verso Sud-Est e la notevole intensificazione dopo le 18:30 UTC, nei pressi di Cuneo. Intorno alle 18:35 UTC una protuberanza sul lato Sud della cella temporalesca è associata ad una rotazione antioraria (Figura 26), come si evince dall'analisi della velocità radiale del radar di Bric della Croce. Tale rotazione è verosimilmente associata al mesociclone dal quale si è originata la tromba d'aria tra le località di Caraglio, San Rocco e Bernezzo (CN).



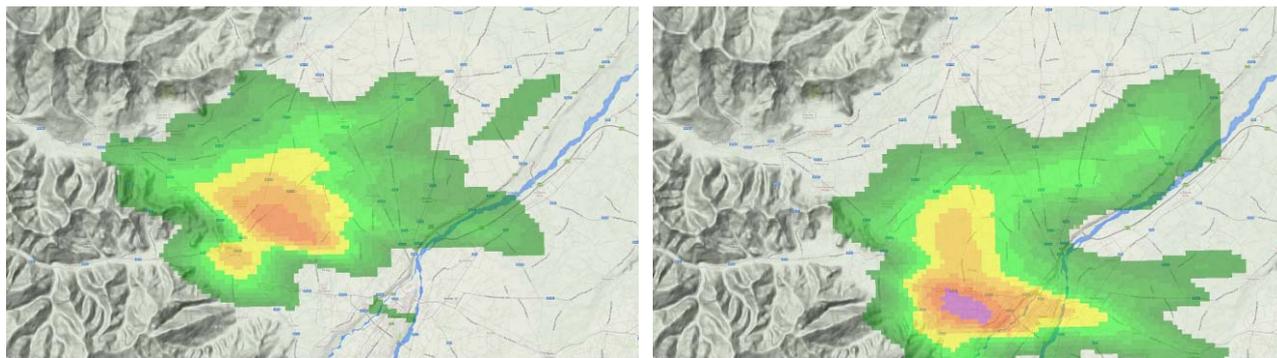


Figura 25. Bric della Croce, PPI all'elevazione di 1.2° alle 18.15 e 18.25 UTC (alto), 18.35, 18.45 UTC (basso). L'altezza del fascio sull'area esaminata è di circa 2500 m.s.l.m.

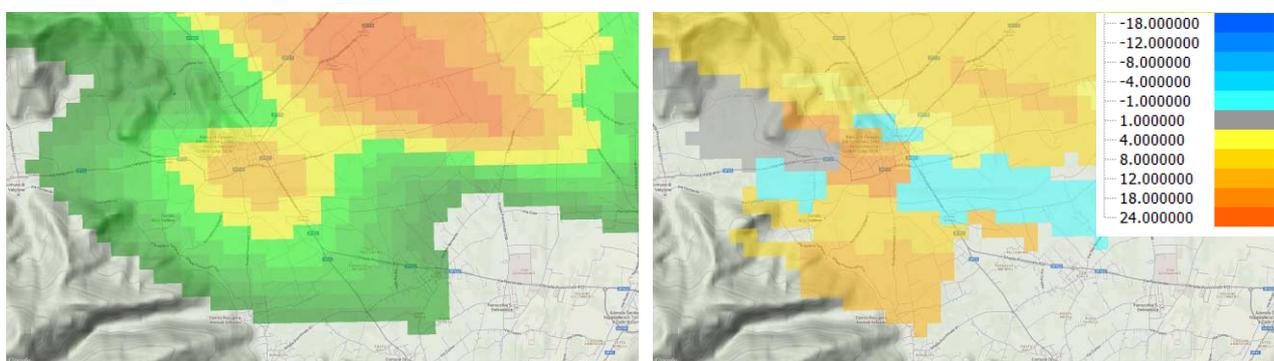


Figura 26. Dettaglio del PPI alle 18:35 UTC. Sinistra: riflettività, destra: velocità Doppler. Il radar si trova a Nord-Nord-Est rispetto all'area rappresentata, per cui le regioni adiacenti con velocità positiva (colore arancione) e negativa (azzurro) indicano la presenza di una circolazione antioraria alla quota di circa 2500 m.s.l.m.

Ulteriori indizi della presenza di una tromba d'aria sono infatti i suoi effetti, tra cui lo scoperchiamento dei tetti di alcune case, di un capannone industriale e l'abbattimento di numerosi alberi (Figura 27, Figura 28 e Figura 29), effetti imputabili solamente ad eventi estremi come una tromba d'aria, un *downburst* o un *derecho*.



Figura 27. Caraglio (CN): immagine del tetto di un capannone industriale scoperto (foto La Stampa).



Figura 28. Caraglio (CN): immagine di un albero divelto dal temporale (foto La Stampa).



Figura 29. San Rocco di Bernezzo (CN): mezzi spalaneve in azione a seguito della grandinata (foto La Stampa)

## ANALISI PLUVIOMETRICA

La Figura 30 mostra la precipitazione cumulata del 24 luglio 2014 tra ore 18 e le ore 21 UTC, stimata dal sistema radar meteorologico piemontese, confrontata con i quantitativi registrati dai pluviometri della rete meteo idrografica regionale (indicati con i simboli in rosso). L'analisi evidenzia alcuni picchi, associati al fenomeno temporalesco che ha colpito la zona, con un massimo di oltre 30 mm nel comune di Caraglio (CN).

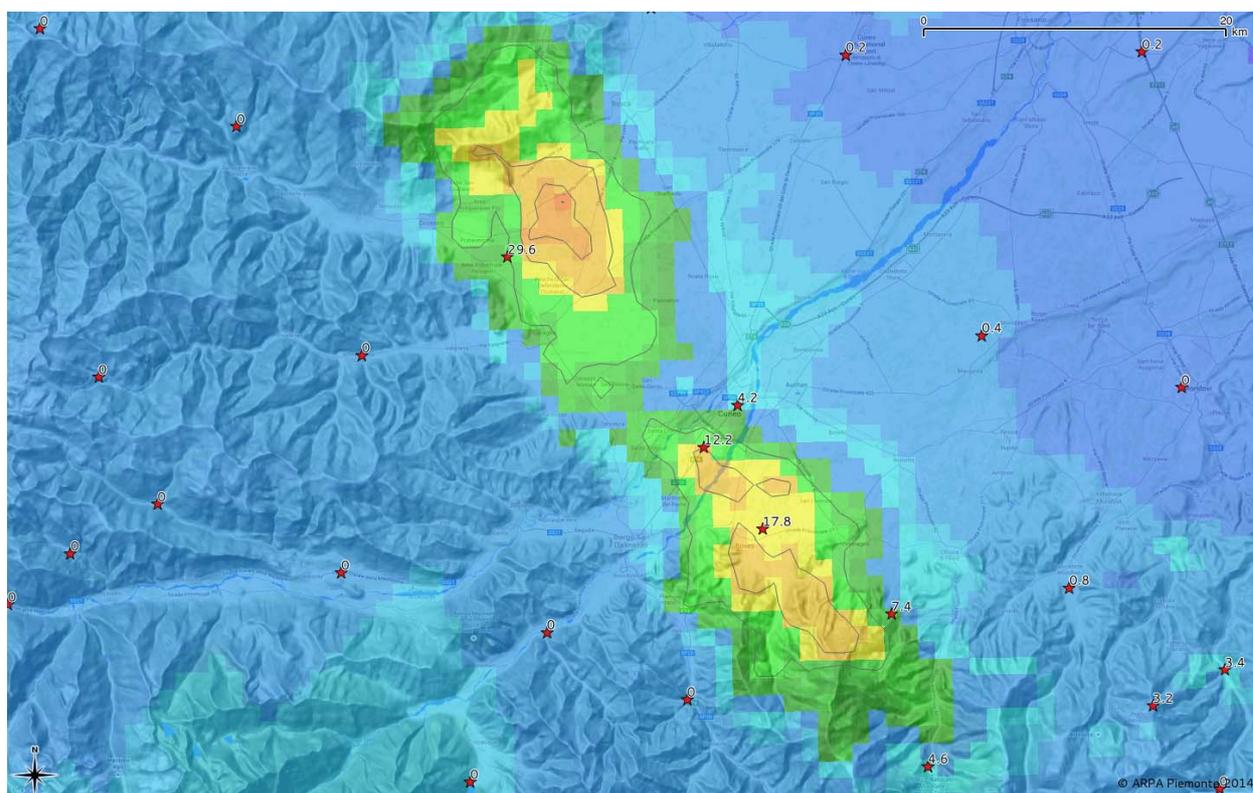


Figura 30. Precipitazione cumulata (mm) dal sistema radar meteorologico piemontese tra 18 alle 21 UTC del 24 luglio nell'area tra i comuni di Caraglio e Boves (CN). I simboli mostrano l'ubicazione delle stazioni della rete di monitoraggio regionale e le relative precipitazioni osservate.

La tabella seguente riporta i massimi di precipitazione più significativi misurati dai pluviometri nel corso dell'evento: la Figura 31 mostra gli ietogrammi. Si segnala che nella stazione di Dronero (CN) è stato superato il tempo di ritorno di 10 anni sulla durata di un'ora.

Tabella 3. Massimi di pioggia, espressi in millimetri, per diverse durate per le stazioni più significative.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Max 3 h	Ma 6 h	Max 12 h	Ma 24 h
E	MAIRA	DRONERO	CN	DRONERO	29,6	30,0	30,0	30,0	30,0
M	TANARO	CUNEO	CN	CUNEO CASCINA VECCHIA	12,2	13,0	13,0	13,0	13,0

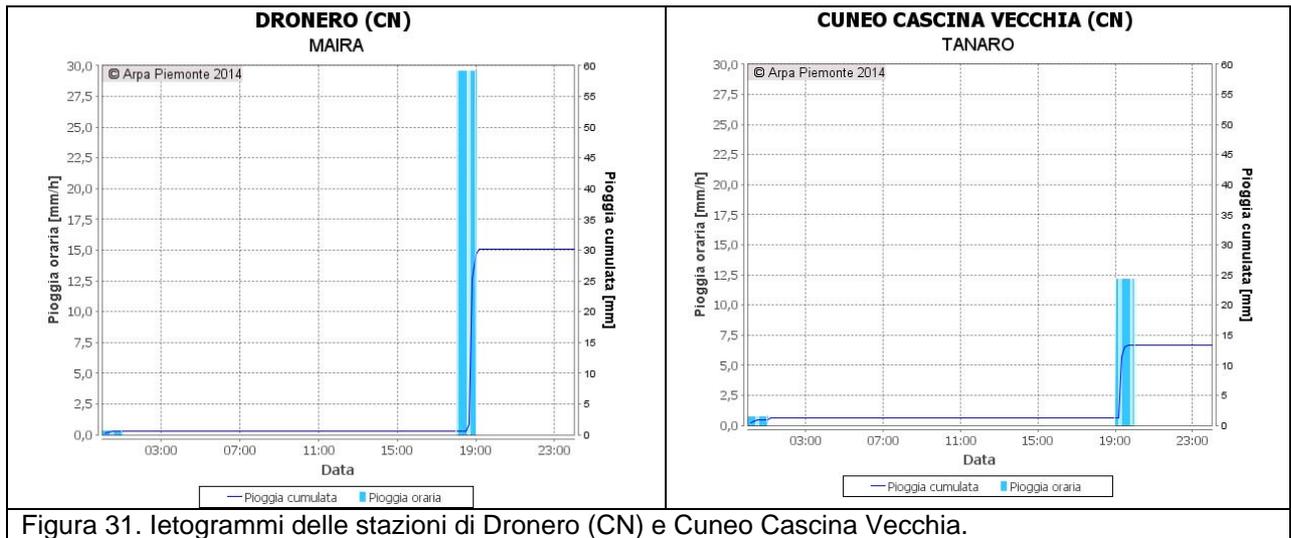


Figura 31. Ietogrammi delle stazioni di Dronero (CN) e Cuneo Cascina Vecchia.

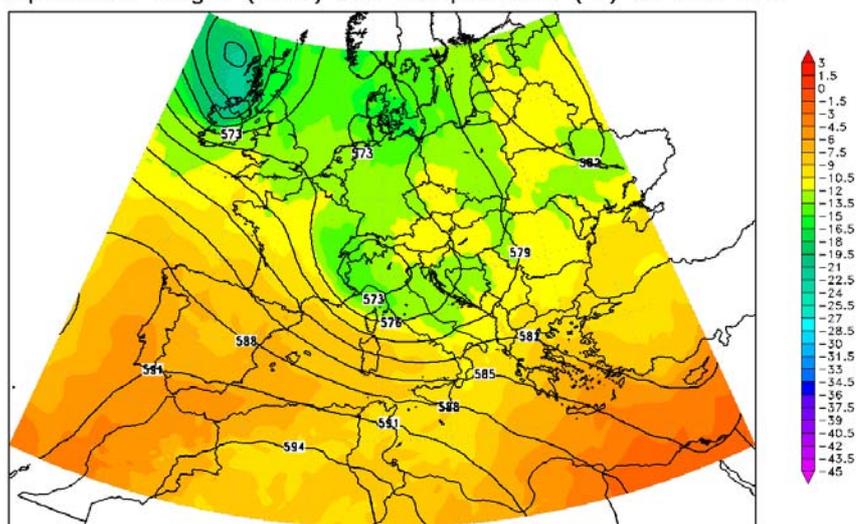
## EVENTI TEMPORALESCHI DEL 28-29 LUGLIO 2014

### **INQUADRAMENTO METEOROLOGICO**

Nella giornata del 28 luglio e nella successiva notte una circolazione depressionaria chiusa proveniente dal Nord della Francia, ha raggiunto il Piemonte, causando temporali violenti con forti precipitazioni, raffiche di vento e grandine. Il Canavese ed il Torinese sono le zone più colpite nel pomeriggio del 28 luglio, l'alessandrino e la pianura del cuneese nella successiva notte e nella giornata del 29 luglio.

Dopo il transito, sull'Italia settentrionale, di un primo minimo in quota nei giorni 25-26 luglio (Figura 32), senza un corrispettivo centro di bassa pressione al suolo, che ha causato qualche temporale anche localmente forte sul Piemonte, l'assenza di una permanente rimonta anticiclonica fa sì che si instauri un canale di bassa pressione dal nord Europa verso l'Italia che favorisce l'ingresso delle perturbazioni dal nord Atlantico.

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa

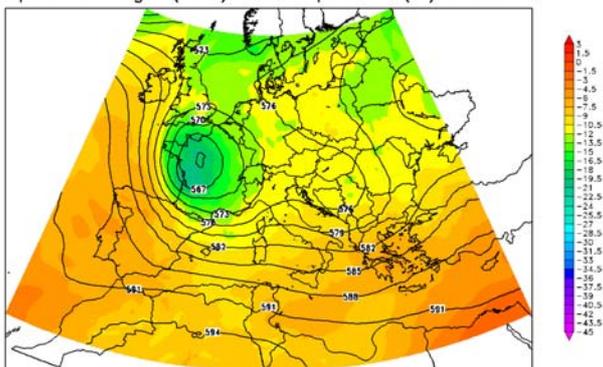


ECMWF – ECMWF\_EURCM\_0250 – Sat 26 JUL 2014 18:00 UTC – Analysis

Figura 32. Altezza di geopotenziale e temperatura a 500hPa il 26luglio alle ore 18:00 UTC.

Questa configurazione, associata alla mancanza di un'area di alta pressione sui Balcani, lascia spazio alla discesa di una nuova struttura di bassa pressione dalle Isole Britanniche (Figura 32), molto fredda e strutturata attorno a un minimo decisamente profondo per la stagione. La depressione transita sulla Francia verso il Mediterraneo, dove inizia a far sentire la sua influenza il pomeriggio di lunedì 28 luglio (Figura 33 e Figura 34).

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



ECMWF - ECMWF\_EURCM\_0250 - Mon 28 JUL 2014 18:00 UTC - Analysis

Figura 33. Altezza di geopotenziale e temperatura a 500hPa il 28 luglio alle ore 18 UTC.



Figura 34. Immagine da satellite nel canale del visibile del 28 luglio alle ore 17 UTC: si riconosce il fronte freddo associato al minimo di pressione.

Dopo una prima parte di giornata soleggiata, il Piemonte si trova quindi nel pomeriggio del 28 luglio ai margini della circolazione depressionaria, ed il profilo verticale dell'atmosfera subisce una rapida quanto molto intensa destabilizzazione in poche ore a causa dell'ingresso di aria fredda e della circolazione sudoccidentale che apporta umidità a tutti i livelli (giungendo ad avere un profilo di temperatura potenziale equivalente instabile anche di 16 °C, come si vede in Figura 35).

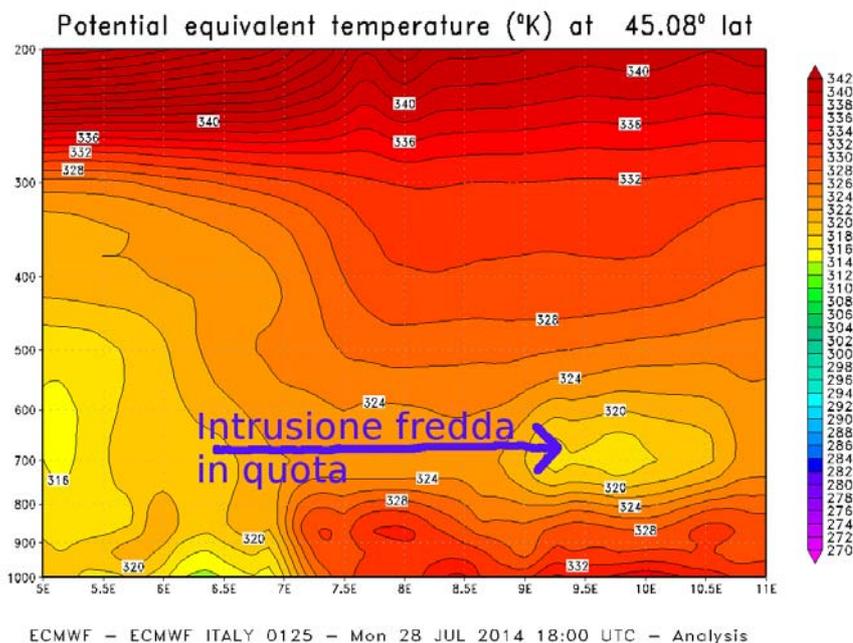


Figura 35. Profilo verticale di ThetaE a una latitudine di circa 45°N, con evidenziata l'intrusione fredda in quota il 28 luglio alle ore 18 UTC.

La conseguenza è stata quindi una rapida formazione di cumuli e cumulonembi, con lo sviluppo di temporali a partire dalle ore centrali sui rilievi alpini occidentali, in rapida estensione nelle ore pomeridiane alle pianure piemontesi, distribuiti secondo una evidente linea di instabilità (Figura 36).

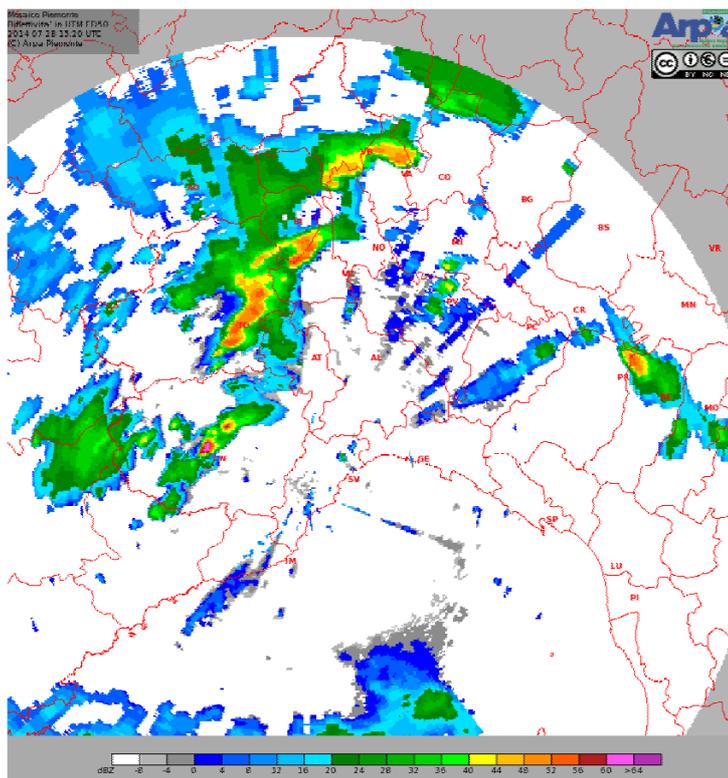


Figura 36. La prima linea di instabilità individuata da radar il 28 luglio alle ore 15 UTC.

L'avvezione di aria fredda e di vorticità positiva per l'avvicinamento del minimo di pressione al nord Italia, unito al raffreddamento dovuto al *downdraft* della linea di instabilità evidenziata in Figura 36 fa sì che dietro questa struttura (cioè più a ovest) si formino nuove celle temporalesche. In particolare, una cella sulle pianure centrali piemontesi intorno alle ore 18:30 UTC, pare acquisire una struttura rotazionale e un'estensione tipica dei mesocicloni (supercelle), come si vede nelle Figura 37.

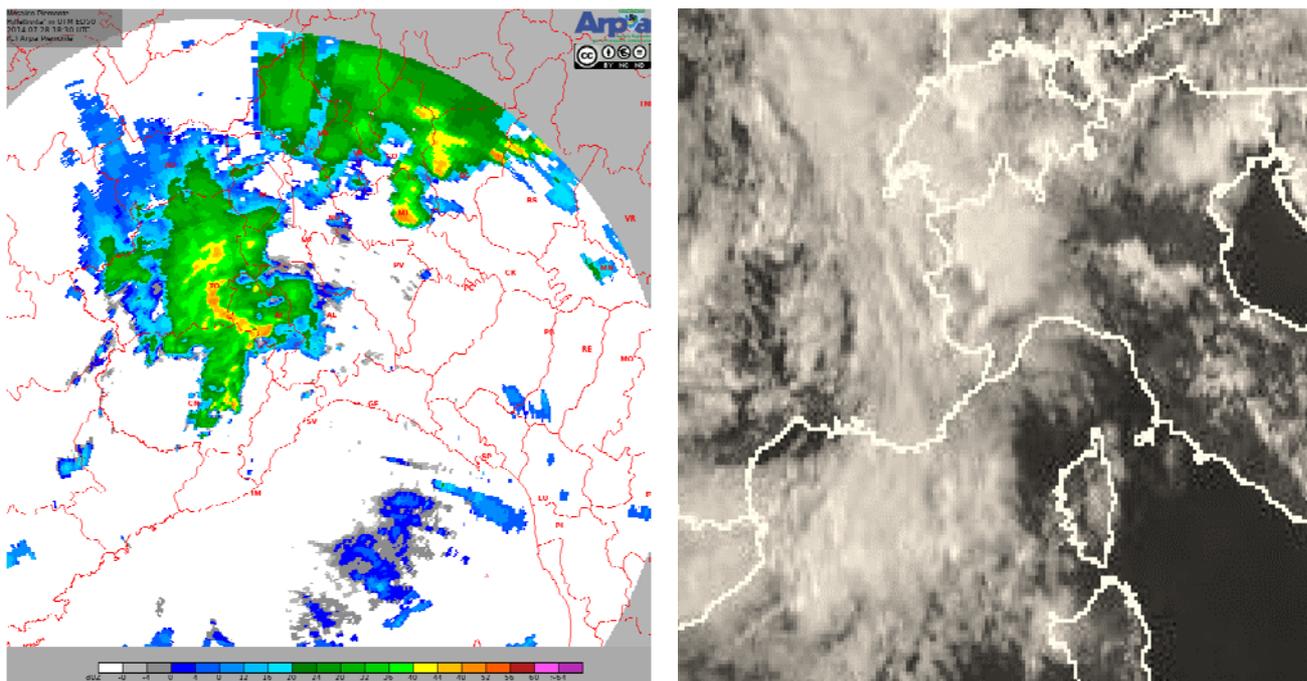
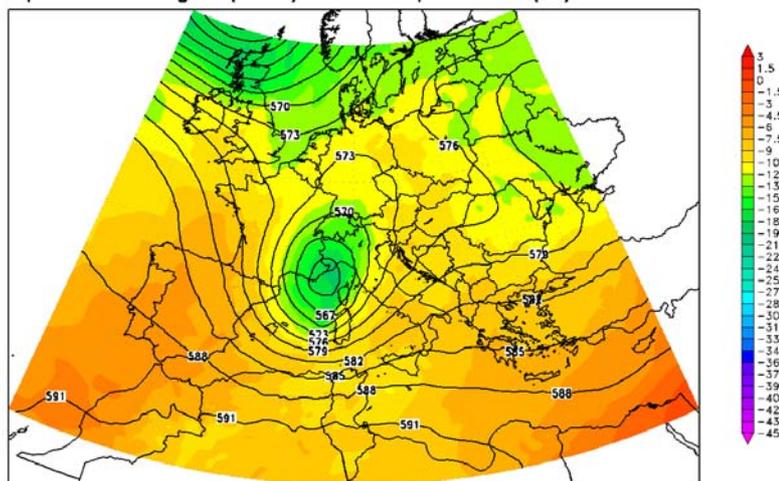


Figura 37. Immagini da radar e da satellite della presunta supercella formatasi sulle pianure il 28luglio alle ore 18:30 UTC.

I valori medi areali hanno raggiunto i 40 mm in 12 ore su Toce e Sesia e 30 mm sulle pianure. Nella notte, forti rovesci hanno colpito l'alto Scrivia in provincia di Alessandria.

Martedì 29 luglio il minimo di pressione, entrato sul Mediterraneo, transita rapidamente sul Mar Ligure (Figura 38), conservando il suo nucleo molto freddo per la stagione (-18 °C a 500 hPa) e la strutturazione in circolazione chiusa a tutte le quote.

Geopotential height (dam) and temperature (°C) at 500 hPa



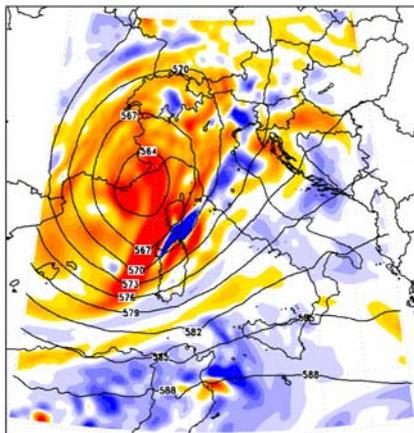
ECMWF - ECMWF\_EURCM\_0250 - Tue 29 JUL 2014 18:00 UTC - Analysis

Figura 38. Altezza di geopotenziale e temperatura a 500hPa il 29 luglio alle ore 18:00 UTC.

Ad aumentare le condizioni d'instabilità atmosferica, già notevole per l'avvezione fredda, vi è poi l'impressionante avvezione di vorticità positiva, e la formazione di un minimo barico anche al suolo (Figura 39), fattore quest'ultimo che predispone ad un pattern di circolazione delle correnti

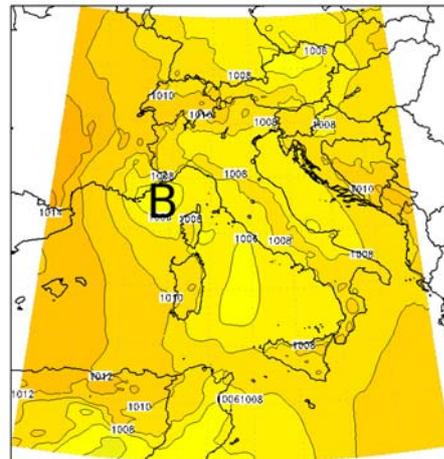
particolarmente pericoloso per le zone pedemontane piemontesi e per il Cuneese, a causa dello sbarramento orografico.

Geopotential height (dam) and relative vorticity ( $10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ) at 500 hPa



ECMWF - ECMWF\_ITALY\_0125 - Tue 29 JUL 2014 18:00 UTC - Analysis

Sea Level Pressure (hPa)



ECMWF - ECMWF\_ITALY\_0125 - Tue 29 JUL 2014 18:00 UTC - Analysis

Figura 39. Altezza di geopotenziale e vorticità a 500 hPa (a sinistra) e pressione al livello del mare (a destra) il 29 luglio alle ore 18:00 UTC.

Gli effetti di questa configurazione sono la formazione di celle temporalesche già a partire dalle prime ore del mattino e persistenti fino al tardo pomeriggio, con la formazione di un'altra struttura con eco a uncino (Figura 40 e Figura 41) e notevole estensione tra Cuneese, Torinese e Astigiano.

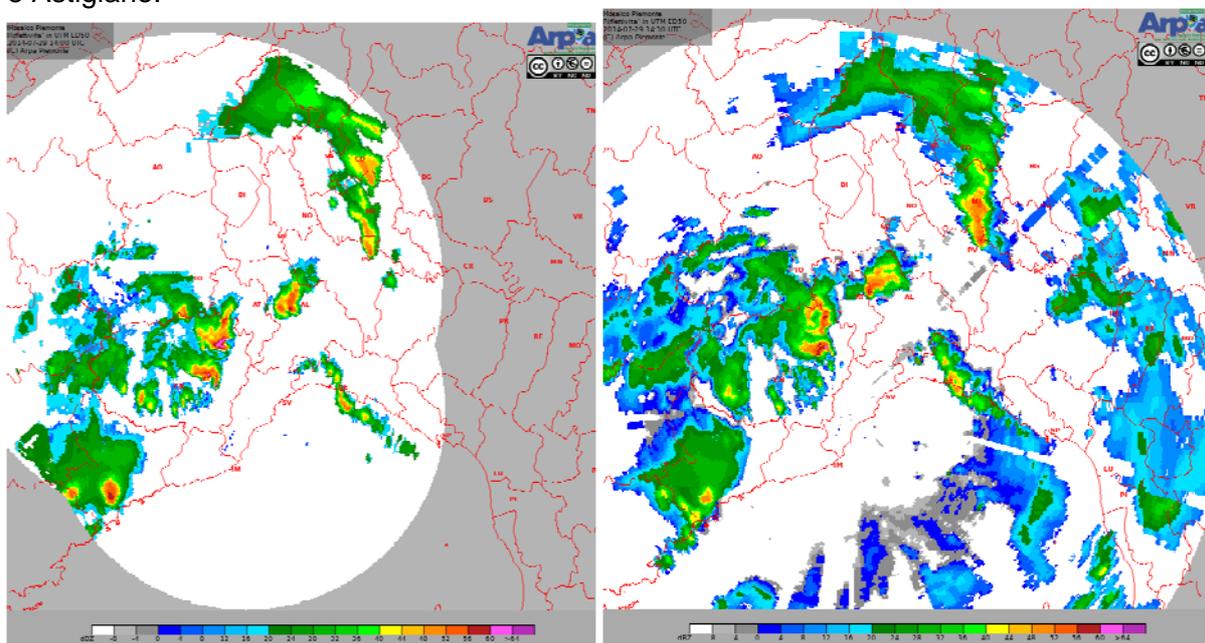


Figura 40. Immagini da radar della supercella formatasi sulle pianure il 29 luglio alle ore 15:00 UTC (a sinistra) e alle ore 15:30 UTC (a destra).

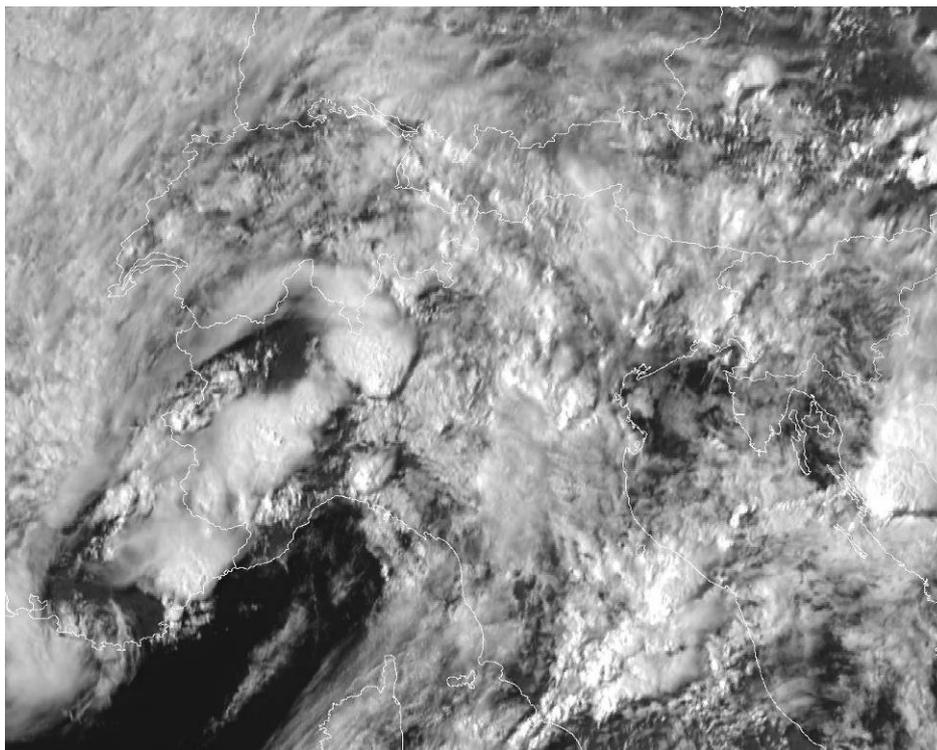


Figura 41. Immagine da satellite nel canale del visibile della supercella formatasi sulle pianure il 29 luglio tra le 15 e le 15:30 UTC.

L'allontanamento rapido del minimo verso est fa sì che le precipitazioni non persistano eccessivamente sulla stessa area o sulle stesse stazioni, e tendano all'esaurimento sul nostro territorio nella serata. Nella prima parte della giornata le precipitazioni più intense sono state registrate ancora sui settori settentrionali con oltre 30 mm areali sul Verbano, nel pomeriggio i fenomeni temporaleschi si sono attenuati sui settori settentrionali della regione, concentrandosi sulla provincia di Varese, mentre forti rovesci hanno interessato le pianure del Torinese e Cuneese. Il minimo di pressione si è in seguito allontanato rapidamente verso sudest, giungendo sul centro Italia e lasciando sul Piemonte condizioni di tempo poco o parzialmente nuvoloso nella mattinata del 30 luglio 2014 (Figura 42).

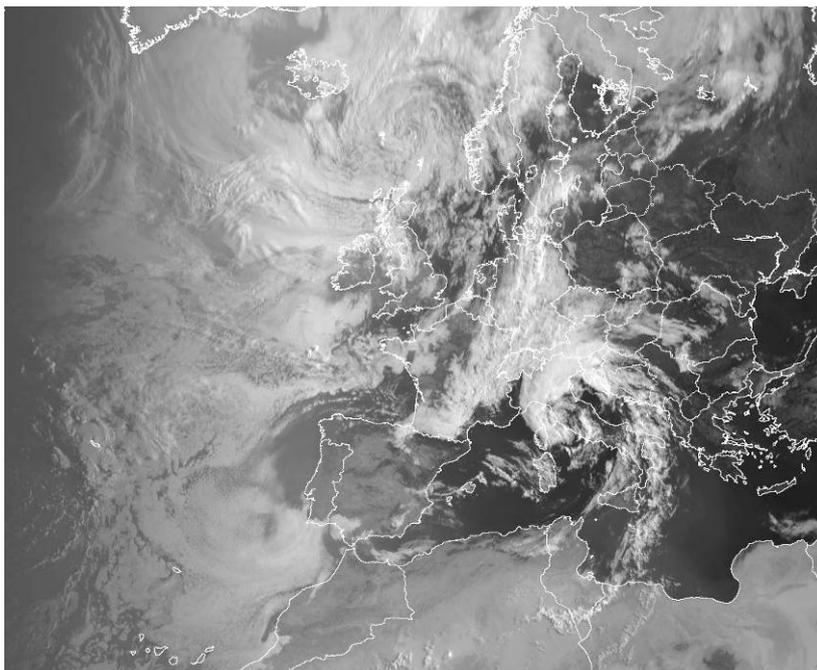


Figura 42. Immagine da satellite nel canale del visibile del minimo barico sull'Italia centrale il 30 luglio alle ore 7:00 UTC.

Forti raffiche di vento hanno accompagnato i fenomeni temporaleschi. A Caselle Torinese (TO) sono state registrate raffiche di oltre 82 km/h ed a Torino di oltre 70 km/h. Nell'alessandrino la stazione di Castellaro (AL) ha rilevato 73 km/h.

## **ANALISI PLUVIOMETRICA**

Tra lunedì 28 e martedì 29 luglio alcune stazioni pluviometriche hanno registrato totali di pioggia compresi tra 100 e 130 mm. La Figura 43 mostra la precipitazione cumulata del 28 luglio dalle 12 alle 24 UTC, stimata dal sistema radar meteorologico piemontese, confrontata con i quantitativi registrati dai pluviometri (indicati con i simboli in rosso). L'analisi evidenzia vi siano stati differenti picchi con apporti significativi. In particolare, emergono le precipitazioni registrate sul Monte Turu (1355 m. s.l.m) in prossimità di Cafasse (TO), dove si sono superati i 120 mm, e sulla zona a sud di Moncalieri (TO) con quantitativi che hanno superato gli 80 mm.

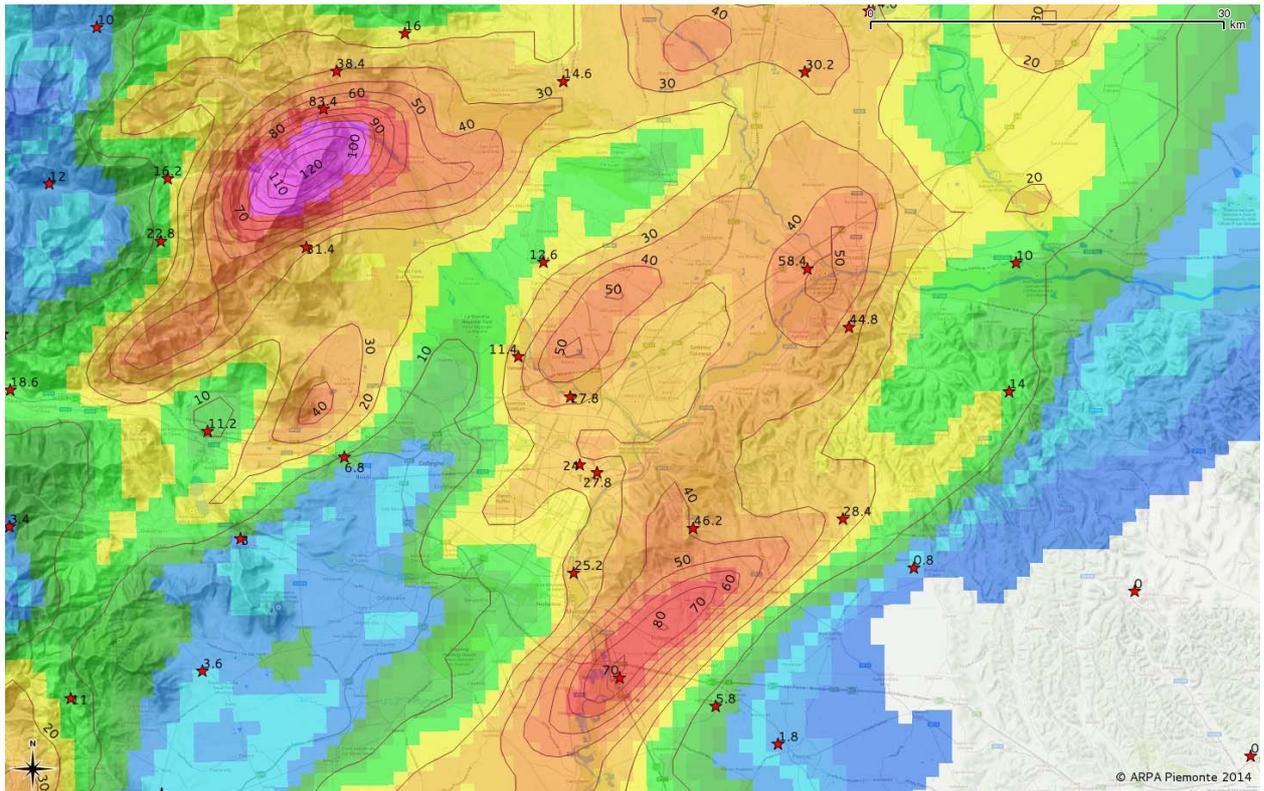


Figura 43. Precipitazione cumulata (mm) dal sistema radar meteorologico piemontese dalle ore 12 alle ore 24 UTC del 28 luglio nell'area del Torinese. I simboli mostrano la collocazione delle stazioni della rete di monitoraggio regionale e le relative precipitazioni osservate.

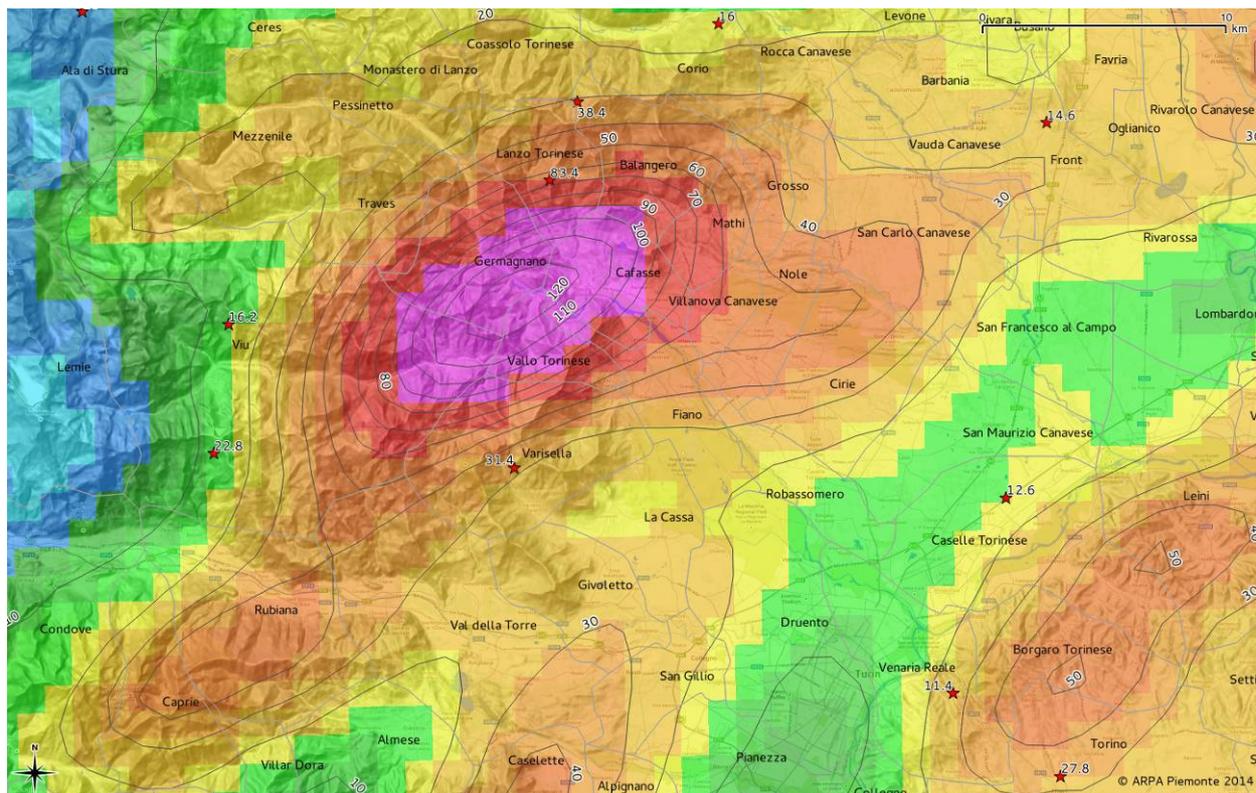


Figura 44. Dettaglio della precipitazione cumulata (mm) dal sistema radar meteorologico piemontese dalle 12 alle 24 UTC del 28 luglio sull'area allo sbocco delle Valli di Lanzo (TO). I simboli mostrano la collocazione delle stazioni della rete di monitoraggio regionale e le relative precipitazioni osservate.

La Figura 44 mostra il dettaglio della precipitazione stimata dalle 12 alle 24 UTC del 28 luglio per la zona allo sbocco della Valli di Lanzo (TO). Il dettaglio con i totali di pioggia, espressi in millimetri, per le stazioni più significative nelle due giornate dell'evento è riportato nella Tabella 4: le zone più interessate al fenomeno sono state le province di Verbania, Novara, Vercelli e Torino.

Tabella 4. Totali di pioggia, espressi in millimetri, per le stazioni più significative nelle giornate dell'evento.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	28/07	29/07	Totale
A	TICINO	TRONTANO	VB	MOTTAC	75,8	53,4	129,2
A	TICINO	DRUOGNO	VB	DRUOGNO	69,4	48,2	117,6
A	TICINO	TOCENO	VB	ARVOGNO	67,6	48,2	115,8
A	AGOGNA TERDOPPIO	NEBBIUNO	NO	NEBBIUNO	88,2	26,2	114,4
A	TICINO	PIEVE VERGONTE	VB	FOMARCO	63,0	50,8	113,8
A	TICINO	DOMODOSSOLA	VB	DOMODOSSOLA	63,8	45,6	109,4
A	TICINO	CESARA	VB	CESARA	46,6	59,8	106,4
A	TICINO	CANNOBIO	VB	CANNOBIO	15,8	90,2	106,0
A	TICINO	VALSTRONA	VB	SAMBUGHETTO	44,2	59,8	104,
0B	SEZIA	BIELLA	BI	OROPA	102,0	16,6	118,6
B	DORA BALTEA	BROSSO	TO	CAVALLARIA	66,2	34,4	100,6
B	SEZIA	SABBIA	VC	SABBIA	63,8	36,4	100,2
C	STURA DI LANZO	LANZO TORINESE	TO	LANZO STURA DI LANZO	90,2	42,8	133,0
H	SCRIVIA	FRACONALTO	AL	FRACONALTO	60,0	57,0	117,0
I	PO	VEROLENGO	TO	VEROLENGO	79,8	35,4	115,2
L	PO	MONCALIERI	TO	BAUDUCCHI	115,8	5,2	121
L	PO	PINO TORINESE	TO	PINO TORINESE	75,2	36,6	111,8

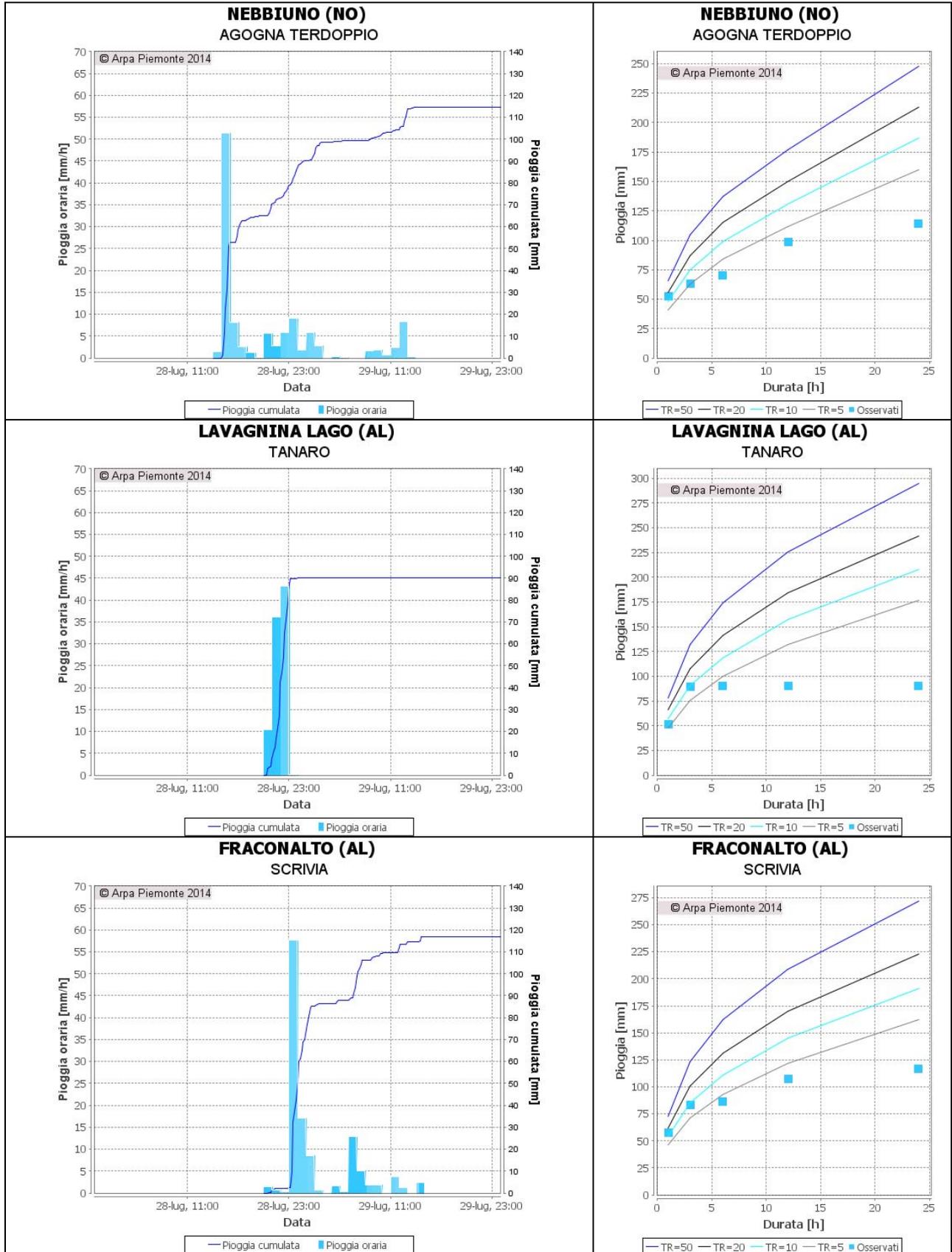
Nella Tabella 5 si riportano i valori massimi di pioggia per le durate da 1 a 24 ore registrati dalle stazioni pluviometriche più significative della Rete di Monitoraggio. Le massime intensità di precipitazione sono state quelle di un'ora e di tre ore: nella provincia di Novara a Nebbiuno si sono avuti 53 mm in un'ora, a Oropa (BI) e a Casaleggio Borio rispettivamente 56,6 mm e 89,8 mm in tre ore. Il pluviometro di Bauducchi, ubicato nel Comune di Moncalieri (TO), è quello che ha fatto registrare massimi di pioggia più alti durante l'evento: 64 mm in un'ora, 83 mm in tre e 116 mm in sei ore; tali valori sono caratterizzati da tempi di ritorno stimati superiori ai 50 anni.

Tabella 5. Massimi di pioggia, espressi in millimetri per diverse durate per le stazioni più significative.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Ma 3 h	Max 6 h	Max 12 h	Max 24 h
A	AGOGNA TERDOPPIO	NEBBIUNO	NO	NEBBIUNO	52,8	63,2	70,4	98,4	114,4
A	TICINO	TRONTANO	VB	MOTTAC	36,0	41,2	51,2	78,0	120,4
A	TICINO	CANNOBIO	VB	CANNOBIO	31,8	53	78,6	87,6	105,6
B	SEZIA	CELLIO	VC	CELLIO	36,0	47,4	52,4	79,8	95,6
B	SEZIA	BIELLA	BI	OROPA	35,0	56,6	71,6	98,0	108,8
B	SEZIA	SABBIA	VC	SABBIA	18,8	34,0	62,2	90,4	100,2
C	STURA DI LANZO	LANZO TORINESE	TO	LANZO STURA DI LANZO	54,0	74,0	86,2	90,2	131,2
G	TANARO	CASALEGGIO BOIRO	AL	LAVAGNINA LAGO	51,4	89,8	90,0	90,0	90,0
G	TANARO	BOSIO	AL	CAPANNE MARCAROLO	46,6	53,2	56,4	56,6	59,0
H	SCRIVIA	ARQUATA SCRIVIA	AL	ARQUATA SCRIVIA	60,4	87,6	90	91,8	92,2
H	SCRIVIA	FRACONALTO	AL	FRACONALTO	57,6	83,2	86,2	107,6	117,0
I	PO	VEROLENGO	TO	VEROLENGO	50,0	72,8	79,4	79,4	111,2
L	PO	MONCALIERI	TO	BAUDUCCHI	64,0	83,4	115,8	115,8	119,0
L	PO	BRANDIZZO	TO	BRANDIZZO MALONE	50,8	58,8	85,4	86,8	91,8
L	PO	PINO TORINESE	TO	PINO TORINESE	36,8	45,4	75,2	75,2	109,8

La caratterizzazione in termini statistici dell'evento si effettua mediante il confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSP) utilizzate nel sistema di allerta regionale.

Nella Figura 45 si riportano gli ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno dell'evento. A parte il caso del pluviometro di Bauducchi (Moncalieri-TO), già citato in precedenza, a Lanzo (TO) ed a Fraconalto (AL) la durata più critica è stata quella di tre ore con tempi di ritorno stimati pari a 20 anni, altrove e per durate maggiori sono stati inferiori a i 5 anni.



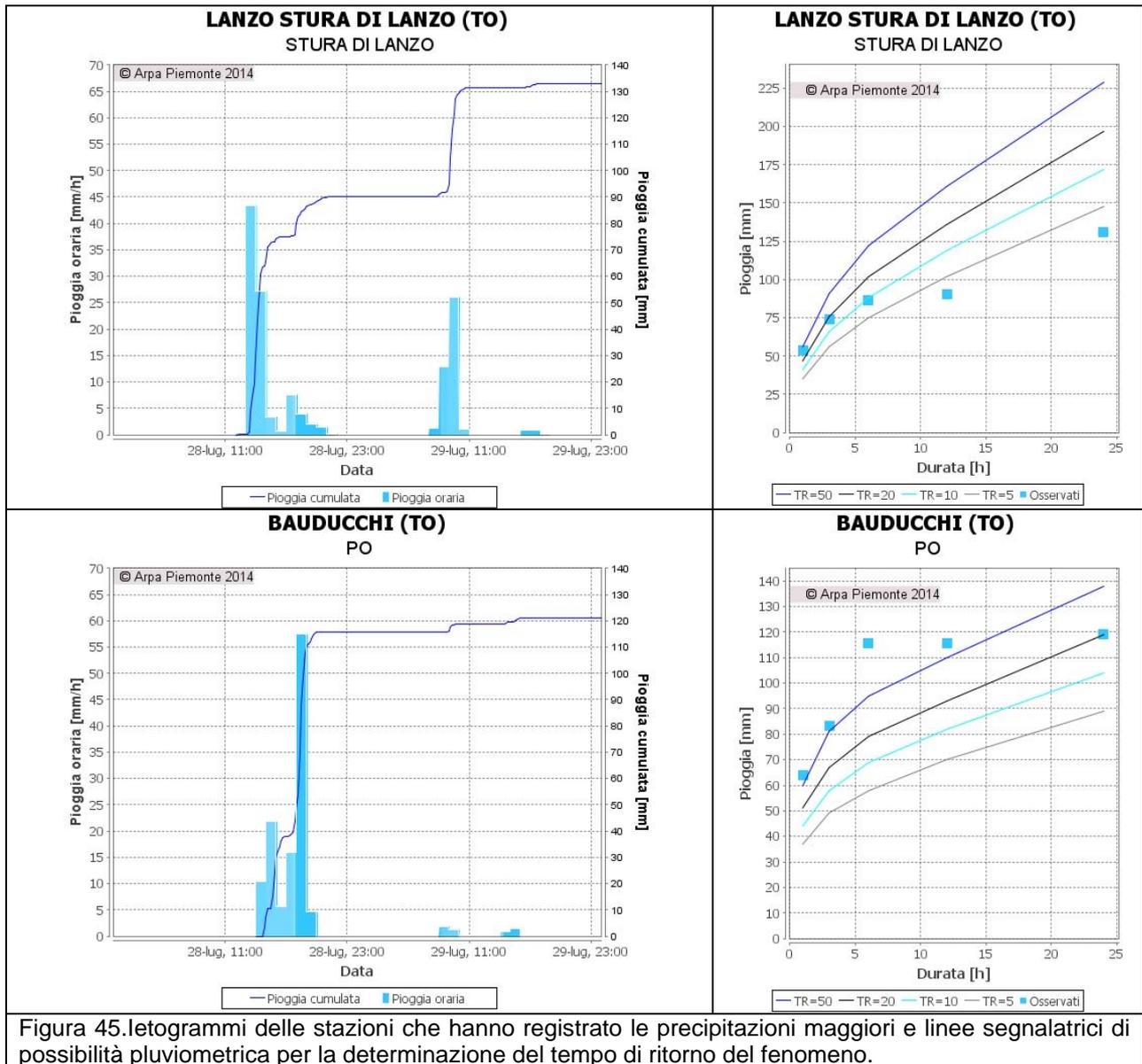


Figura 45. Ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

La Figura 46 mostra la precipitazione cumulata del 29 luglio dalle ore 15 alle ore 18 UTC, stimata dal sistema radar meteorologico piemontese, confrontata con i quantitativi registrati dai pluviometri, indicati con i simboli in rosso. L'analisi evidenzia come il centro di scroscio abbia colpito gli abitati di Castiglione Faletto e Grinzane Cavour (CN), con quantitativi superiori a 80 mm in 3 ore.

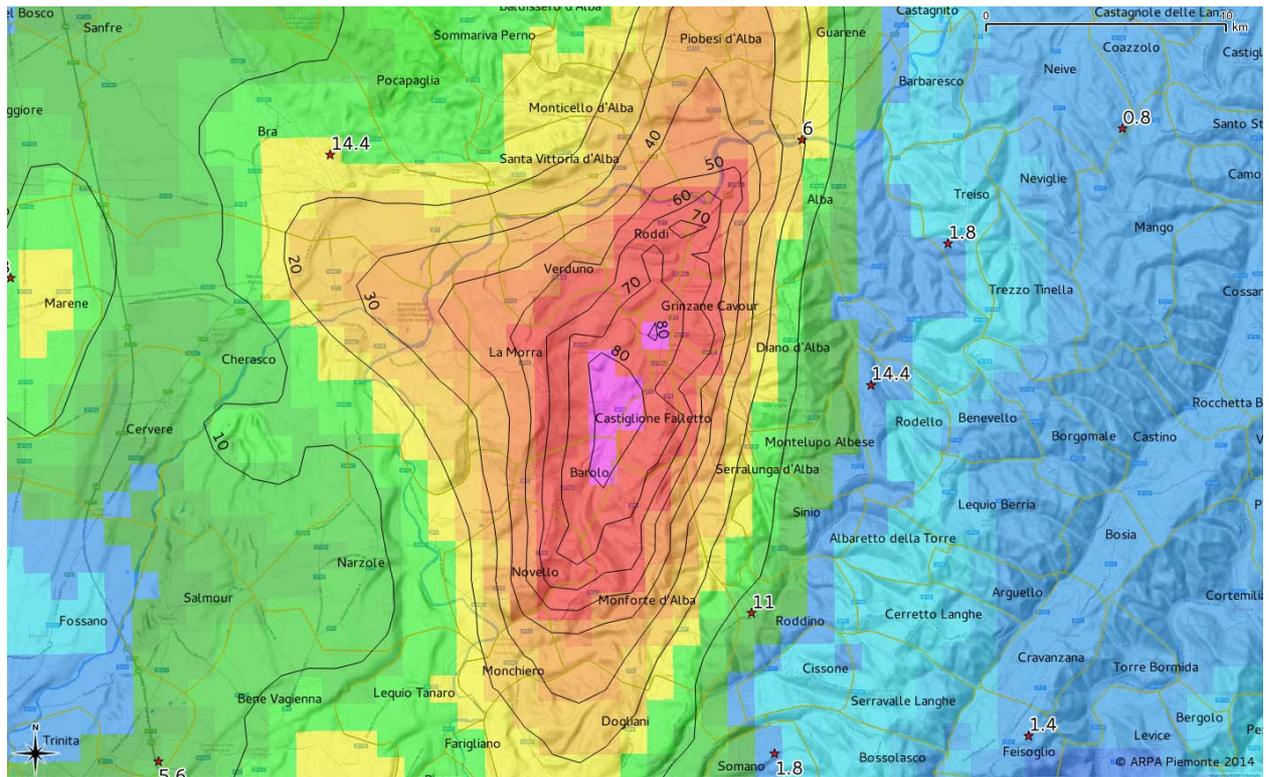


Figura 46 Precipitazione cumulata dal sistema radar meteorologico piemontese dalle ore 15 alle ore 18 UTC del 29 luglio sulla valle del Talloria (CN).

## ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE

In occasione degli eventi temporaleschi il Centro Funzionale Regionale ha intensificato il monitoraggio e reso frequenti le elaborazioni modellistiche. Sono stati pubblicati aggiornamenti della situazione sul sito istituzionale dell'Agenzia con tempestivi resoconti dei fenomeni in atto sulla regione. Il sistema di monitoraggio meteoidrologico in tempo reale ha operato regolarmente nel corso degli eventi.

Occorre specificare che la predicibilità dei fenomeni convettivi è, per sua natura, difficoltosa. Temporali anche violenti, ma isolati, spesso possono “*sfuggire*” ai processi di elaborazione previsionale. Nel caso di condizioni atmosferiche instabili determinate da forzanti a scale maggiori, s’innescano fenomeni diffusi ed organizzati, che manifestano maggiore predicibilità. Tali sono state le condizioni del 7 luglio e del 28 e 29 luglio, nel corso delle quali il Centro Funzionale di Arpa Piemonte ha emesso bollettini di allerta meteoidrografica che contenevano un avviso per forti temporali ed un'allerta gialla (criticità ordinaria) per rischio idrogeologico per le abbondanti e localizzate precipitazioni attese.