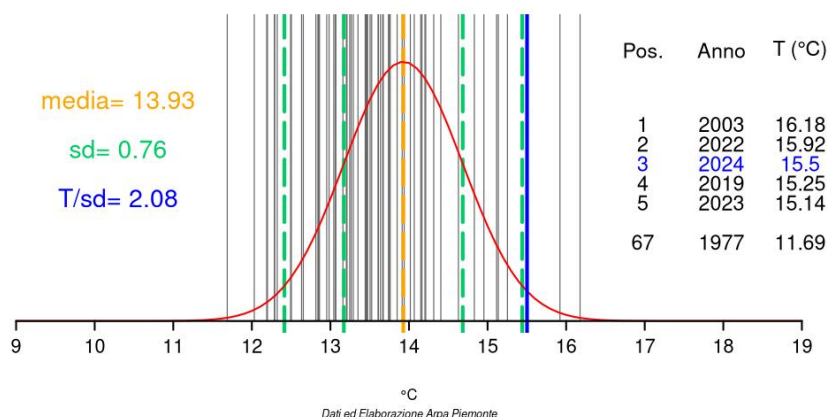


Distribuzione storica della T minima : stagione JJA anno 2024



Il Clima in Piemonte

Estate 2024

In Piemonte l'estate 2024 ha avuto una temperatura media di 19.7°C, con un'anomalia termica positiva di 1.2°C rispetto alla media del periodo 1991-2020, ed è stata la sesta stagione estiva più calda nella distribuzione storica degli ultimi 67 anni. È risultata invece la terza estate con le temperature minime più elevate, preceduta solo da quelle del 2003 e 2022.

Dal punto di vista pluviometrico le precipitazioni sono state prossime alla media degli anni 1991-2020, con 230.9 mm medi e un lieve deficit di 6.3 mm (pari al 3% circa).

Arpa Piemonte
Rischi Naturali
ed Ambientali

Sommario

Eventi in rilievo	3
Giugno 2024	3
1° giugno 2024: le temperature minime più basse della stagione	3
23 giugno 2024: il giorno mediamente più freddo della stagione	4
29-30 giugno 2024: l'evento pluviometrico più intenso della stagione	5
Luglio 2024	11
28 luglio 2024: le temperature più elevate nei capoluoghi	11
Agosto 2024	11
2 agosto 2024: intensi temporali	11
11 agosto 2024: il giorno più caldo della stagione	16
14 agosto 2024: i temporali più forti della stagione	17
Temperature	21
Temperature nei capoluoghi di provincia	25
Precipitazioni	28
Precipitazioni nei capoluoghi di provincia	30
Vento	31

Eventi in rilievo

Giugno 2024

1° giugno 2024: le temperature minime più basse della stagione

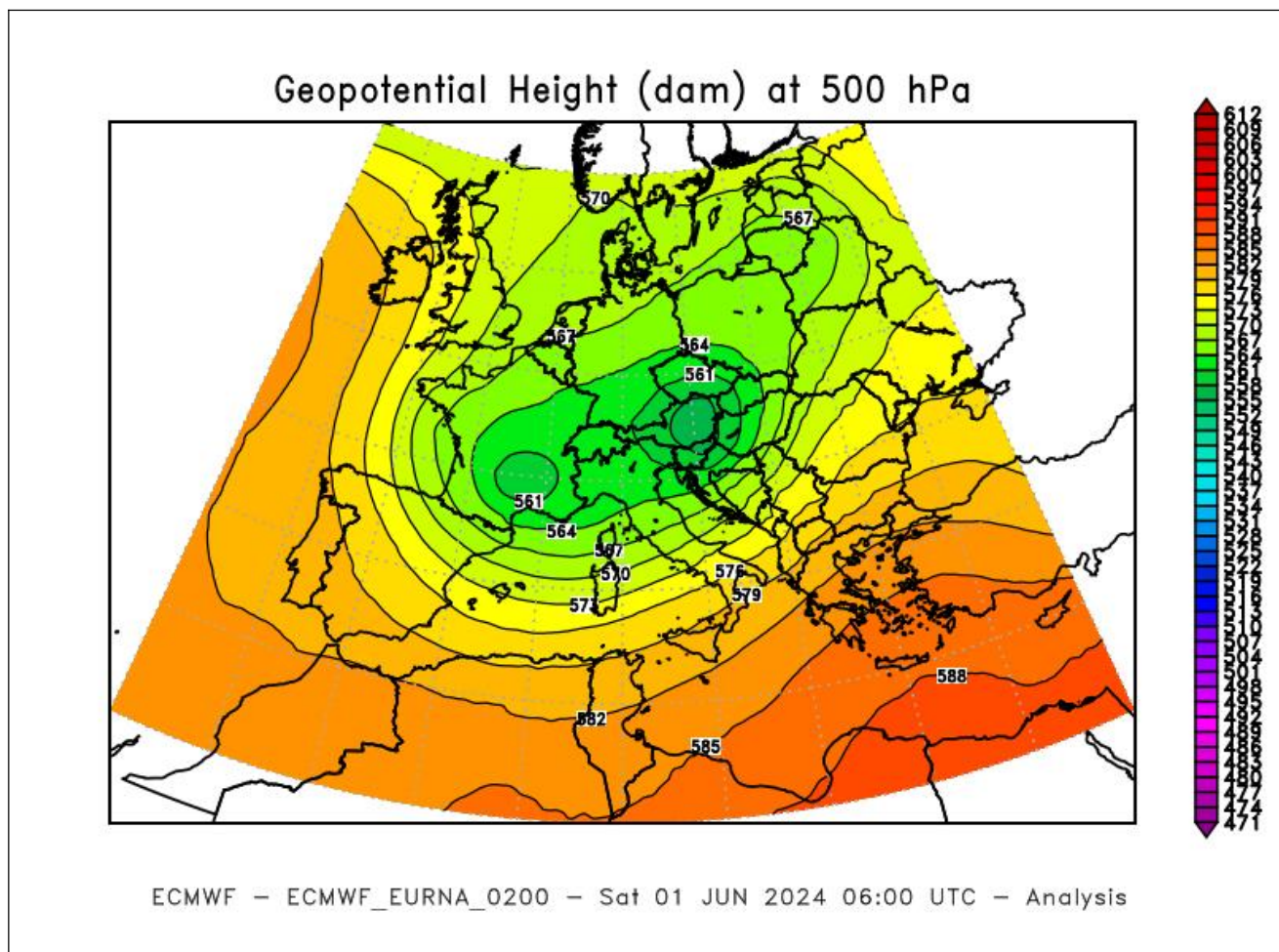


Figura 1 - Altezza di geopotenziale (dam) a 500 hPa alle ore 06 UTC del 1° giugno 2024. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF.

Nel primo giorno del mese di giugno 2024 il Piemonte si è trovato all'interno di un'area depressionaria in cui si evidenziavano due minimi distinti, uno sulla Francia a ovest dell'arco alpino e l'altro sull'Austria (Figura 1).

Tale struttura depressionaria ha causato rovesci e temporali sparsi nella seconda parte della giornata sui settori alpini piemontesi e sulle zone pianeggianti adiacenti, localmente associati a grandinate, di intensità debole o moderata. Ma l'effetto più rilevante è stato dal punto di vista termico; il 1° giugno è risultato il giorno con le temperature minime più basse della stagione sul Piemonte, con 8.8°C medi sul territorio piemontese.

23 giugno 2024: il giorno mediamente più freddo della stagione

Nel giorno 23 giugno il Piemonte si è trovato sotto l'influsso di una circolazione depressionaria avente il minimo sul mar Ligure nella prima parte della giornata (Figura 2 in alto), in leggera discesa verso sud dal pomeriggio (Figura 2 in basso)

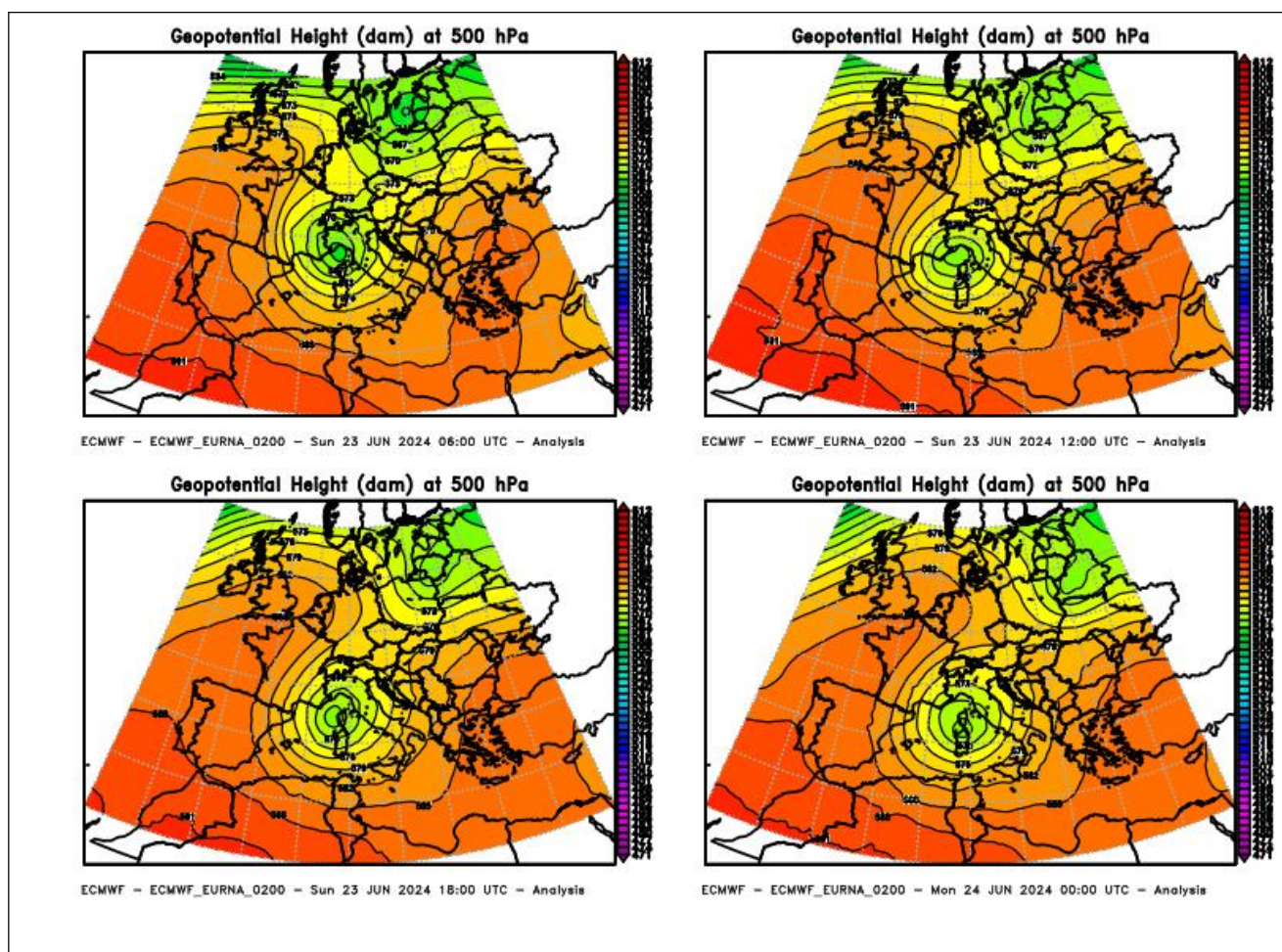


Figura 2 - Evoluzione dell'altezza di geopotenziale (dam) a 500 hPa tra le ore 06 UTC del 23 giugno 2024 e 00 UTC del 24 giugno 2024, intervallata ogni 6 ore. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF

Sul Piemonte è stata una giornata caratterizzata da cielo nuvoloso o molto nuvoloso, con una temperatura media di 13.1°C, risultata la più bassa del mese.

Si sono verificate precipitazioni diffuse sul settore centro-meridionale del territorio piemontese, localmente forti e a carattere temporalesco, mentre sul resto della regione i fenomeni precipitativi sono stati più deboli e sparsi.

29-30 giugno 2024: l'evento pluviometrico più intenso della stagione

Nel corso di sabato 29 giugno, una circolazione depressionaria centrata tra la Spagna e le Baleari è risalita progressivamente tra la Francia orientale e le regioni alpine occidentali, richiamata dalla depressione principale presente sul Nord Europa, erodendo così il bordo più occidentale del campo di alta pressione di matrice africana presente sul Mediterraneo (Figura 3).

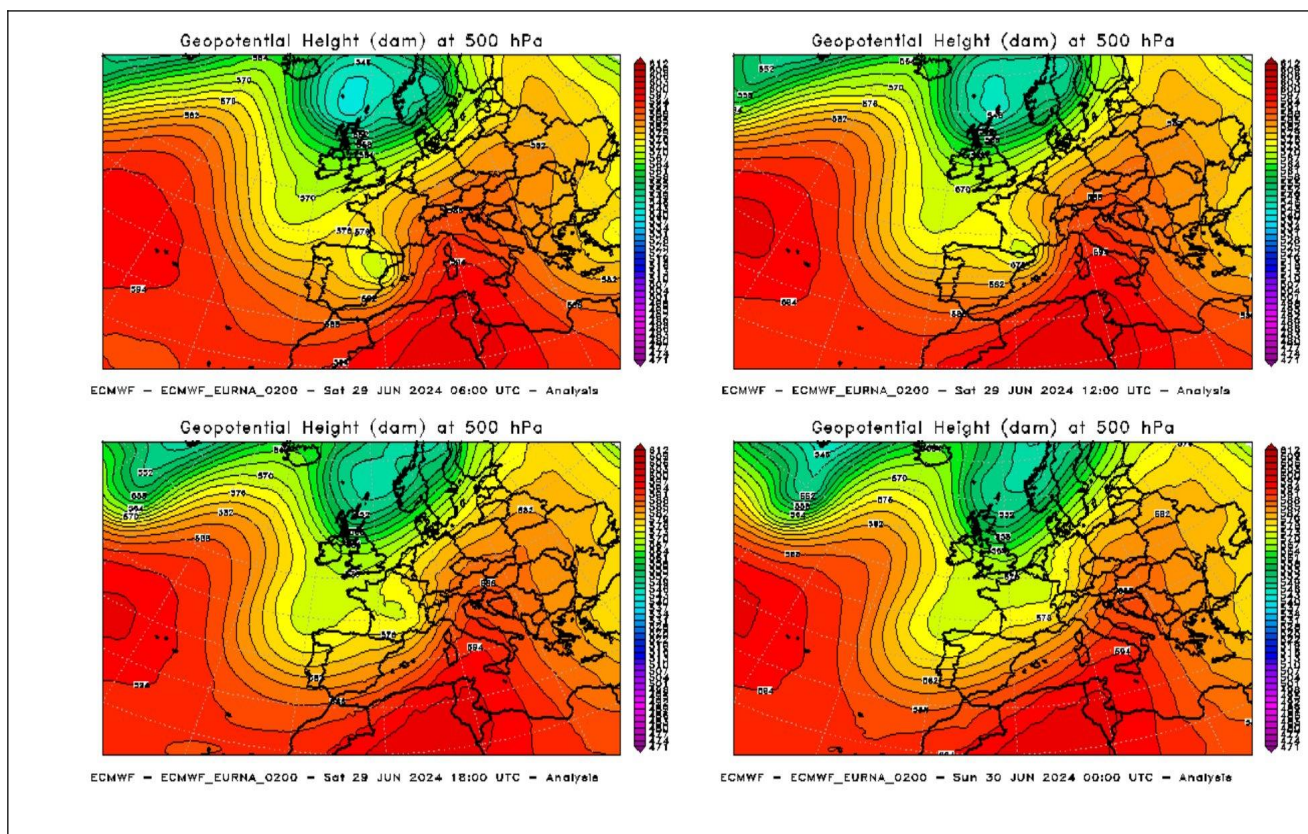


Figura 3 - Andamento dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa (circa 5500 m) ogni 6 ore per sabato 29 giugno 2024. Elaborazione di ARPA Piemonte su dati ECMWF.

La bassa pressione era associata ad una goccia d'aria fredda in quota (Figura 4, anch'essa in movimento dalla Spagna verso nordest).

Il movimento della depressione, e dei sistemi frontali associati, ha portato ad una decisa intensificazione delle correnti, da sudovest negli strati più alti dell'atmosfera e da sud-sudest negli strati medio-bassi, insieme ad infiltrazioni di aria più fresca in quota sui settori nordoccidentali e settentrionali della regione.

Infatti, anche se il cuore freddo si attenuava parzialmente mentre saliva verso nordest (Figura 4), in quota sul nordovest italiano è comunque giunta aria progressivamente più fredda di quella preesistente, in grado di far calare l'altezza dello zero termico misurato nel radiosondaggio di Novara Cameri; tale valore è progressivamente diminuito dai 4490 m di sabato 29 giugno alle 00 UTC, ai 4330 m di sabato alle 12 UTC e infine ai 3920 m di domenica 30 giugno alle 00 UTC.

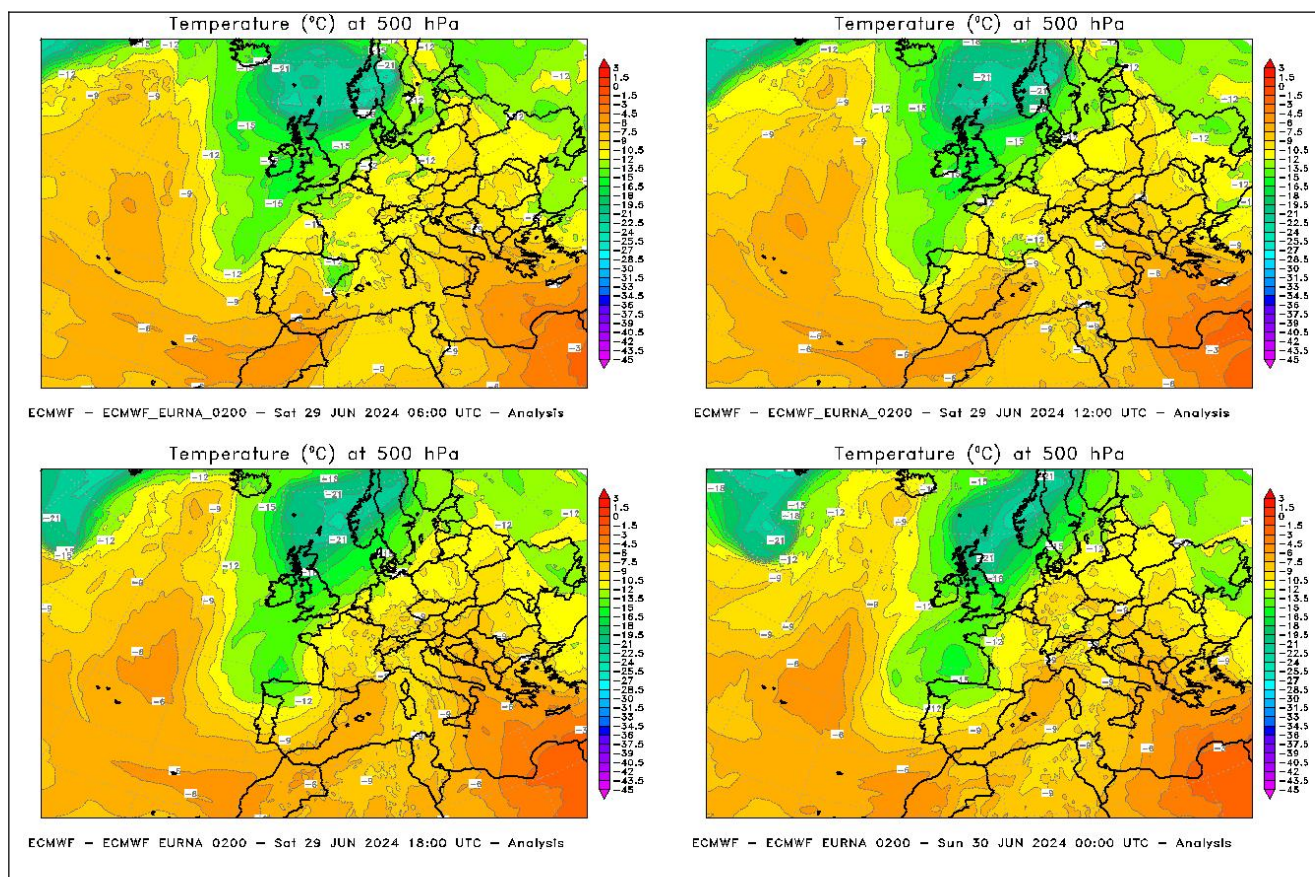


Figura 4 - Andamento della temperatura in quota, a 500 hPa (circa 5500 m), ogni 6 ore per sabato 29 giugno 2024. Elaborazione di ARPA Piemonte su dati ECMWF

Anche la formazione di un relativo minimo depressionario al suolo, in risalita dall'area dei Pirenei all'Alsazia, e poi verso la Germania, ha determinato la formazione di un marcato gradiente barico a cavallo dell'arco alpino, favorendo l'intensificazione negli strati medio-bassi dei venti sudorientali.

Tale evoluzione ha visto quindi l'azione congiunta di diversi fattori: le preesistenti condizioni atmosferiche calde e umide determinatesi nelle due giornate precedenti, con un elevato accumulo di energia potenziale favorevole allo sviluppo di fenomeni temporaleschi intensi; l'interazione dei flussi sostenuti con l'orografia e l'ingresso di aria più fredda in quota. La concomitanza di questi fattori ha determinato l'innescio di rovesci e temporali intensi sulle zone di media e bassa valle nordoccidentali e settentrionali e sulla fascia pedemontana adiacente; i temporali si sono generati per più ore sulle medesime zone, determinando piogge molto intense e localmente stazionarie a causa del relativo blocco del campo di alta pressione, che non ha favorito il naturale spostamento del sistema perturbato verso est (seppur esso sia rimasto comunque libero di salire gradualmente verso nordest).

Il radiosondaggio effettuato a Novara Cameri alle ore 12 UTC (Figura 5) ci mostra un profilo dominato dai venti orientali fino a circa 1.5 km dal suolo e poi con venti occidentali o sud-occidentali nei restanti strati più alti fino alla tropopausa. È interessante notare l'elevata umidità dei primi 2 km di atmosfera, con temperatura di rugiada in superficie pari a 22.7 °C e un valore

decisamente alto di temperatura potenziale equivalente, pari a 357 K, sintomo di una massa d'aria molto calda e umida nei bassi strati pronta ad alimentare la convezione.

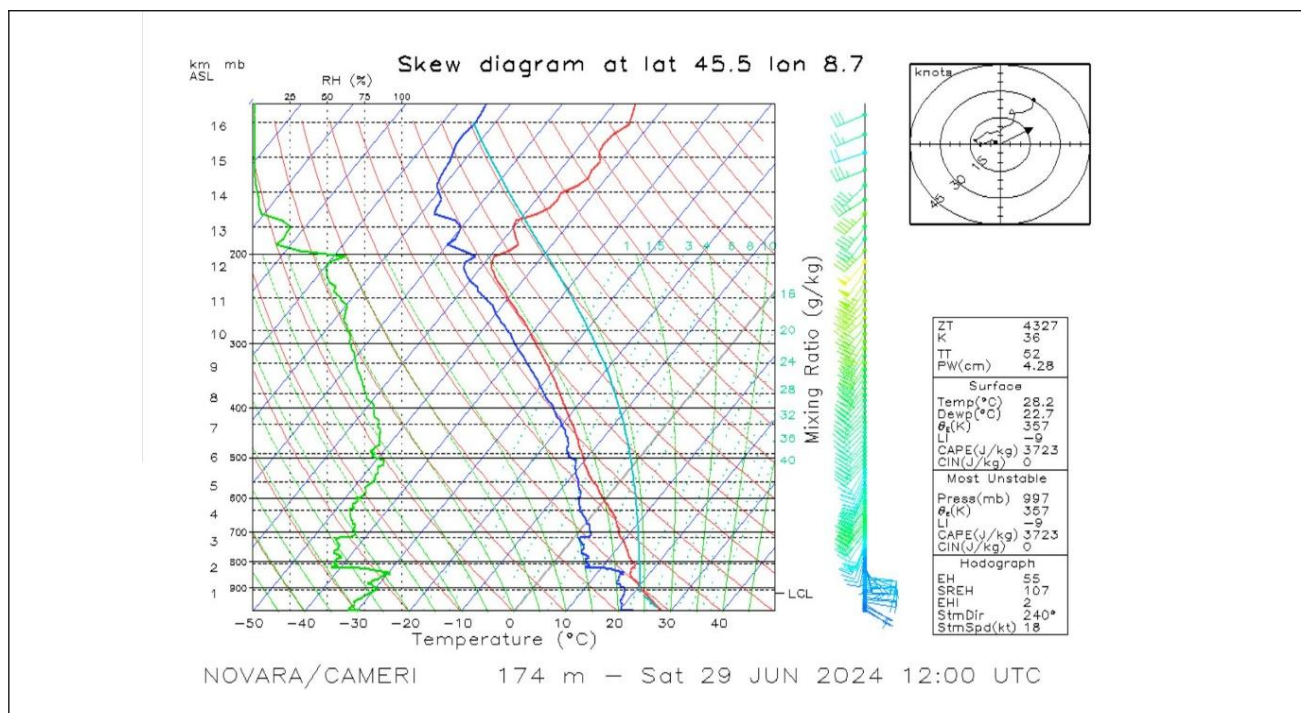


Figura 5 - Radiosondaggio effettuato presso l'aeroporto di Novara Cameri alle ore 12 UTC di sabato 29 giugno 2024 che evidenzia gli elevati valori degli indici di instabilità (CAPE, Lifted index, K index), di acqua precipitabile (PW) ed un valore di CIN (eventuali condizioni inibenti la convezione) pari a 0. Elaborazione ARPA Piemonte su informazioni dell'Aeronautica Militare.

Il livello di convezione libera era approssimativamente posizionato a 1 km dal suolo; tra circa 2 e 3 km di quota si trovava una zona con umidità relativa di poco superiore al 50%, che poi si incrementava negli strati medio-alti della troposfera, portandosi a valori superiori al 75% tra 5 e 8 km, dove anche il profilo di temperatura seguiva la curva adiabatica satura. Il CAPE (energia potenziale a disposizione della convezione) risultava essere molto elevato (>3500 J/kg) e l'inibizione sottostante nulla. Questo ha permesso la formazione di un flusso umido ascendente consistente.

Nel complesso, l'umidità accumulata in atmosfera nei giorni precedenti, in particolare nei bassi strati, ha elevato consistentemente l'acqua a disposizione del sistema convettivo, raggiungendo un valore di acqua precipitabile totale pari a 42,8 mm.

L'immagine della riflettività osservata dal radar di Bric della Croce (Figura 6) evidenzia le precipitazioni intense che nel pomeriggio hanno insistito tra le medie valli dalle Alpi Cozie settentrionali fino alle Pennine, con picchi di precipitazione in particolare tra Valli di Lanzo, Orco e valle di Cogne in Valle d'Aosta. La rigenerazione delle celle è proseguita per diverse ore, ma la successiva traslazione del sistema verso nord-est ha fatto sì che le precipitazioni più intense interessassero poi la Valtournenche, la Valle Anzasca, l'alta Ossola e le vallate di confine in

territorio svizzero. Nelle zone citate le piogge eccezionalmente intense hanno causato allagamenti, piene improvvise, colate detritiche ed erosioni spondali, localmente di grave intensità.

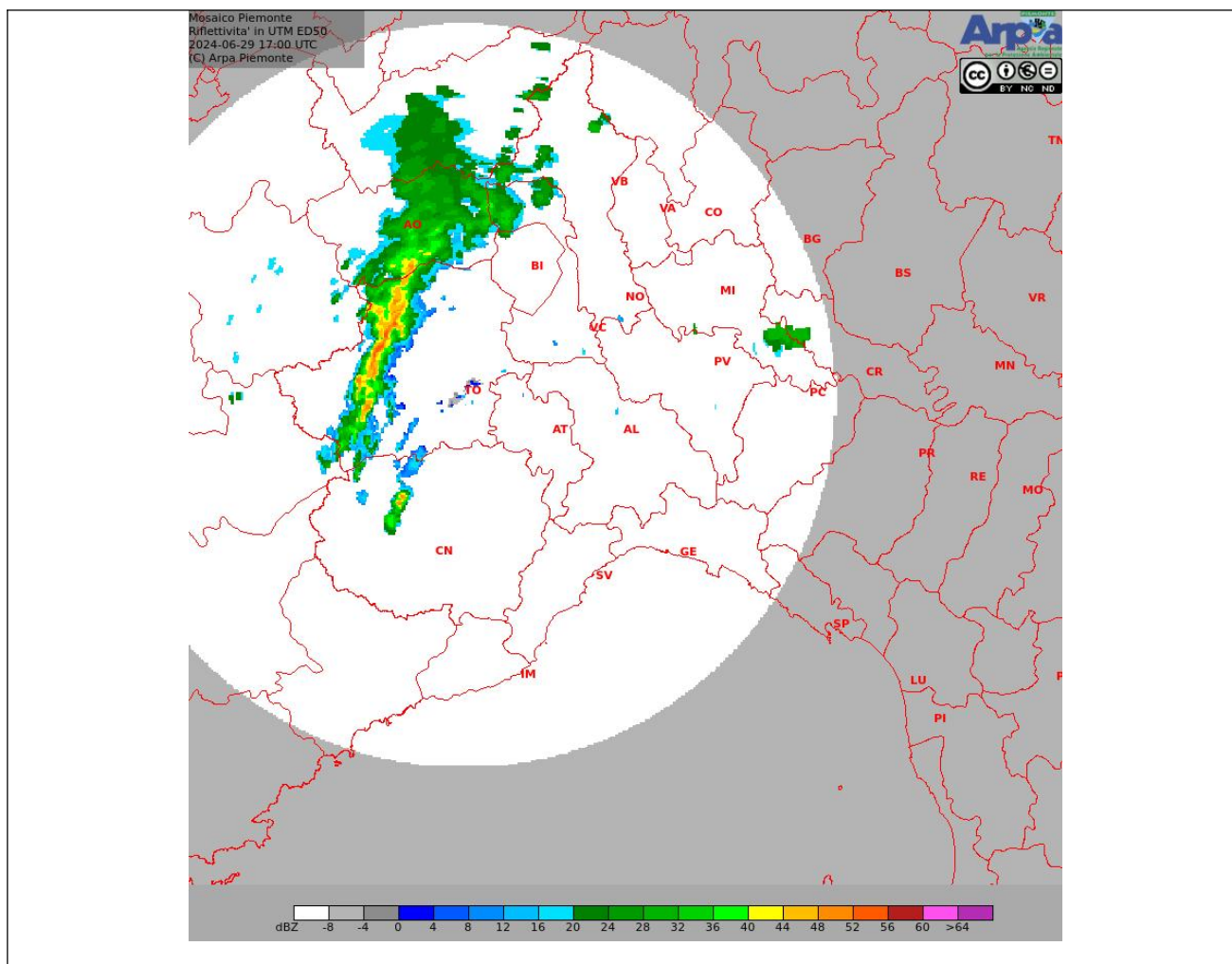


Figura 6 - Immagine della riflettività del radar di Bric della Croce alle ore 17 UTC del 29 giugno 2024

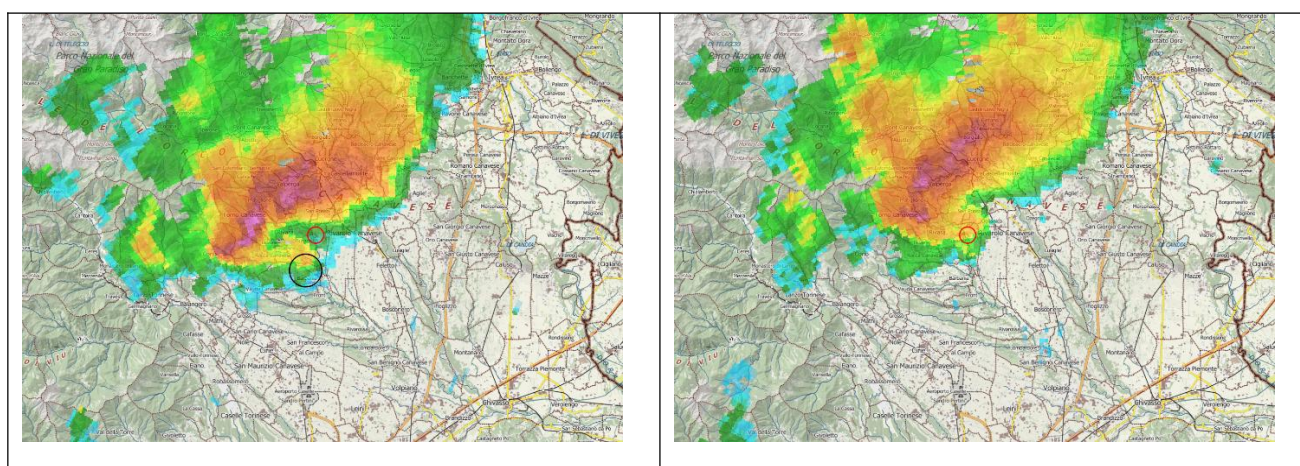


Figura 7 - Mappe di osservazioni dal radar di Bric della Croce in occasione della supercella che ha interessato il Canavese attorno alle ore 20 UTC (22 locali) di sabato 29 giugno 2024

In serata, nella fascia oraria tra le 19 e le 21 UTC circa, un altro evento convettivo eccezionale si è sviluppato sulla zona pedemontana del Torinese (Figura 7). Una cella temporalesca si è innescata sulla fascia pedemontana, tra le valli Sangone e Chisone, e l'ha percorsa fino all'alto Canavese. Il temporale ha acquistato rapidamente il carattere di supercella di violenza eccezionale, in particolare nella zona compresa da Corio verso nord-est tra Forno Canavese, Busano, Castellamonte e Cuorgnè. Questa zona è stata interessata da grandinate eccezionali, con chicchi diffusamente oltre i 5-8 cm di diametro e fino a massimi di circa 11-12 cm.

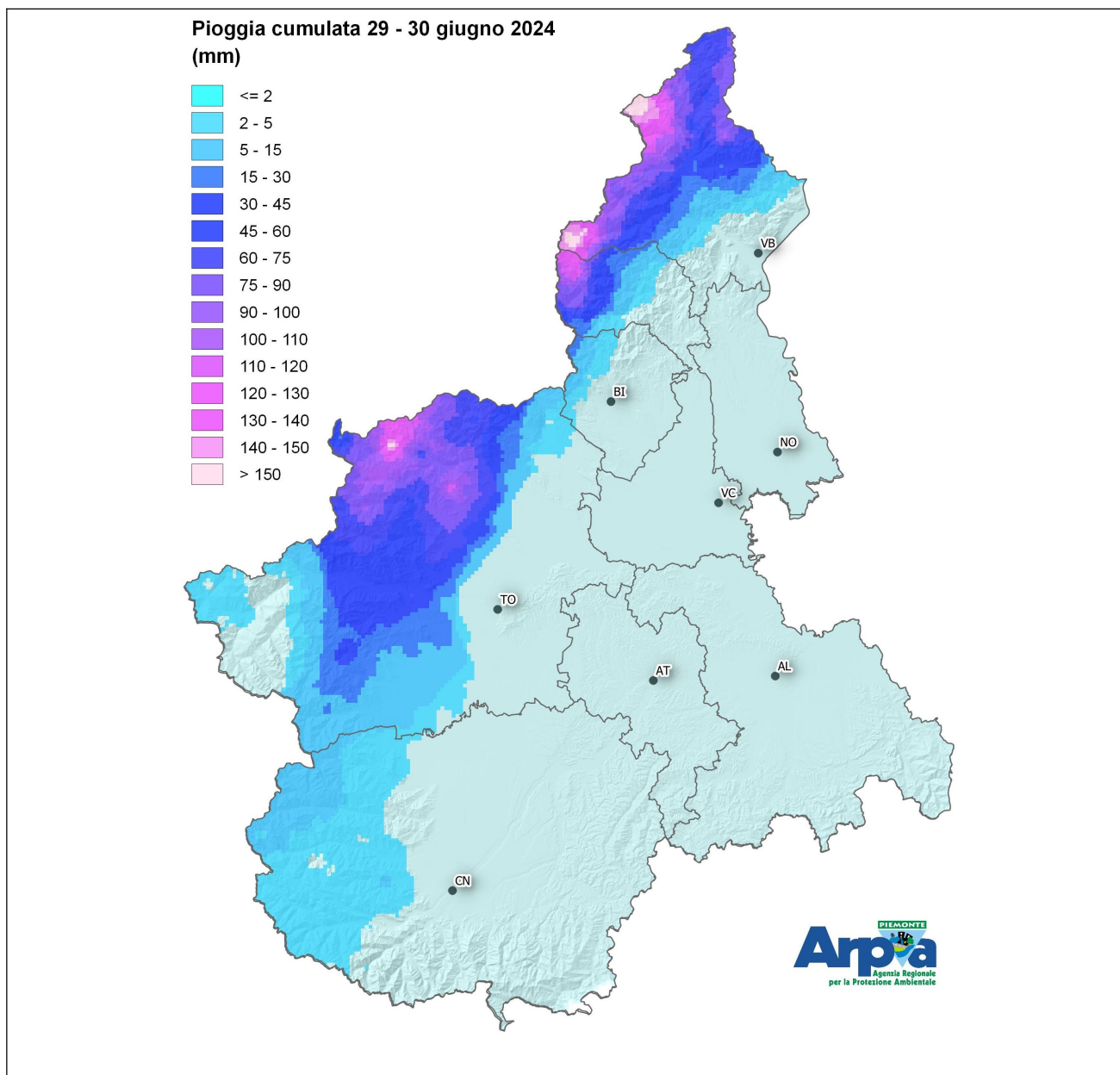


Figura 8 - Pioggia cumulata dal 29 al 30 giugno 2024.

In Figura 8 è rappresentata la precipitazione cumulata delle giornate del 29 e 30 giugno. Precipitazioni abbondanti si sono verificate sulla fascia alpina soprattutto tra Alpi Graie e

Lepontine. In particolare, sono stati registrati valori di pioggia cumulata anche superiori ai 150 mm nelle valli di Lanzo, in valle Orco e in valle Anzasca.

Il 29 giugno 2024 è risultato il giorno più piovoso della stagione con 16.4 mm medi sul territorio piemontese; si tratta di un valore relativamente basso in quanto le precipitazioni sono risultate sostanzialmente assenti sui settori pianeggianti e sui rilievi del basso Piemonte.

Tra il 29 e il 30 giugno 2024 si sono verificati i picchi pluviometrici più elevati dell'estate su quasi tutti gli intervalli orari: 127.2 mm/3h a Noasca (TO), 162.2 mm/6h, 197.4 mm/12h e 228.3 mm/24h all'Alpe Veglia (VB).

Come conseguenza delle abbondanti precipitazioni, I primi consistenti innalzamenti dei corsi d'acqua si sono verificati nelle valli di Lanzo nella serata di sabato: la Stura di Valgrande a Cantoira (TO) e la Stura di Lanzo a Mezzenile (TO) hanno superato repentinamente la soglia di pericolo raggiungendo il colmo alle 19:00 UTC (21:00 locali). Nelle stesse ore, il torrente Orco ha superato il livello di pericolo in corrispondenza della sezione di Spineto (TO). A valle, il colmo di piena del torrente è transitato a San Benigno (TO) nelle prime ore di domenica, raggiungendo la soglia di guardia. A seguito delle forti precipitazioni che hanno interessato la Valle d'Aosta, la Dora Baltea a Tavagnasco (TO) ha superato il livello di guardia nelle prime ore di domenica, raggiungendo il colmo di piena alle 2:30 UTC (4:30 locali).

Nella notte tra sabato e domenica anche nel Verbano ci sono stati importanti innalzamenti dei corsi d'acqua del reticolo secondario: a San Carlo (VB), il torrente Anza ha superato il livello di pericolo alle 20:30 UTC di sabato ed è tornato sotto il livello di guardia nella tarda mattinata di domenica. Anche il torrente Ovesca a Villadossola (VB) ha superato la soglia di pericolo, raggiungendo il colmo alle 00:00 UTC (2:00 locali) di domenica. Nelle stesse ore, il Toce a Domodossola (VB) ha raggiunto il livello di guardia. Tutti i contributi sono defluiti alla chiusura del bacino del Toce, dove il colmo di piena ordinaria è transitato a Candoglia (VB) alle 4:00 UTC (6:00 locali) di domenica, determinando anche un incremento del livello del Lago Maggiore. Quest'ultimo si è mantenuto al di sotto della soglia di guardia e ha registrato presso la stazione di Pallanza (VB) il livello massimo di 4,7 metri alle 17:00 UTC (19:00 locali) di domenica. Le piogge intense hanno anche determinato l'attivazione di diversi dissesti. Le zone più colpite sono state quelle comprese tra le Valli di Lanzo, le valli Orco e Soana in provincia di Torino; le valli Anzasca, Sesia e Devero nel nord Piemonte.

Ulteriori dettagli sull'evento possono essere visualizzati sul seguente rapporto elaborato da ARPA Piemonte: <https://www.arpa.piemonte.it/notizia/pubblicato-rapporto-devento-relativo-agli-eventi-meteoidrologici-29-30-giugno-2024>

Luglio 2024

28 luglio 2024: le temperature più elevate nei capoluoghi

Il 28 luglio 2024 il Piemonte si è trovato sotto l'influenza di un'area di alta pressione di matrice africana che ha determinato condizioni di tempo generalmente stabile e poco nuvoloso sul territorio piemontese. Contemporaneamente a nord delle Alpi una saccatura è tralata dalla Germania verso l'Europa orientale, convogliando una circolazione da nordovest a media e alta quota sul Piemonte, con un debole effetto favonico che ha incrementato la subsidenza indotta dalla struttura anticiclonica (Figura 9). È stato il giorno in cui la maggioranza dei capoluoghi piemontesi ha registrato la temperatura più alta della stagione.

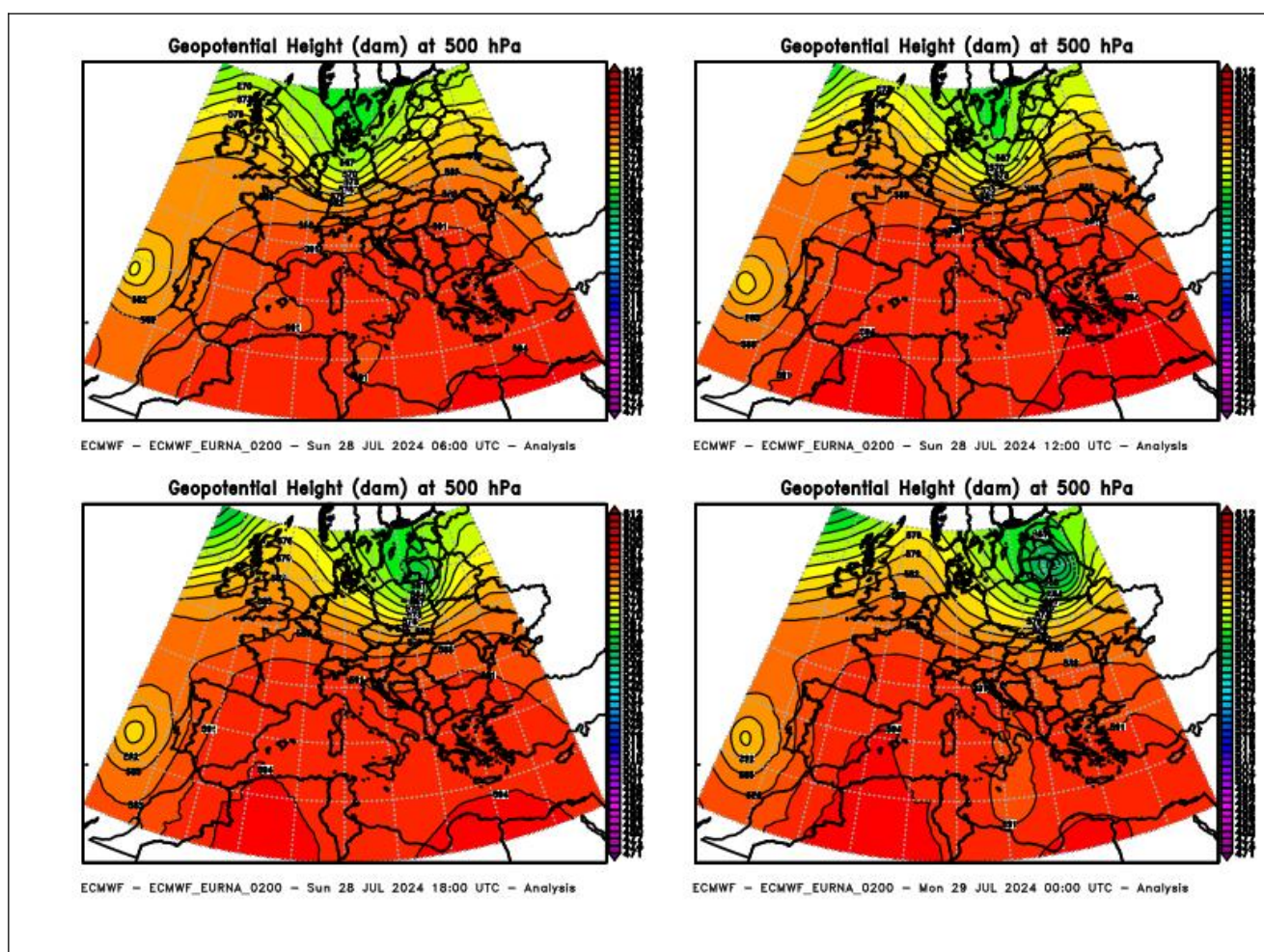


Figura 9 - Evoluzione dell'altezza di geopotenziale (dam) a 500 hPa tra le ore 06 UTC del 28 luglio 2024 e 00 UTC del 29 luglio 2024, intervallata ogni 6 ore. Elaborazione Arpa Piemonte su dati ECMWF.

Agosto 2024

2 agosto 2024: intensi temporali

Nel corso della giornata di venerdì 2 agosto 2024 il bordo settentrionale di un'alta pressione di matrice subtropicale presente in area mediterranea ha subito una lieve flessione a ridosso del nordovest italiano a causa del transito di un'ondulazione atlantica che ha creato anche un minimo

secondario sulle isole Baleari (Figura 10): all'interno dell'onda depressionaria si muovevano masse d'aria relativamente più fresca in quota (Figura 11).

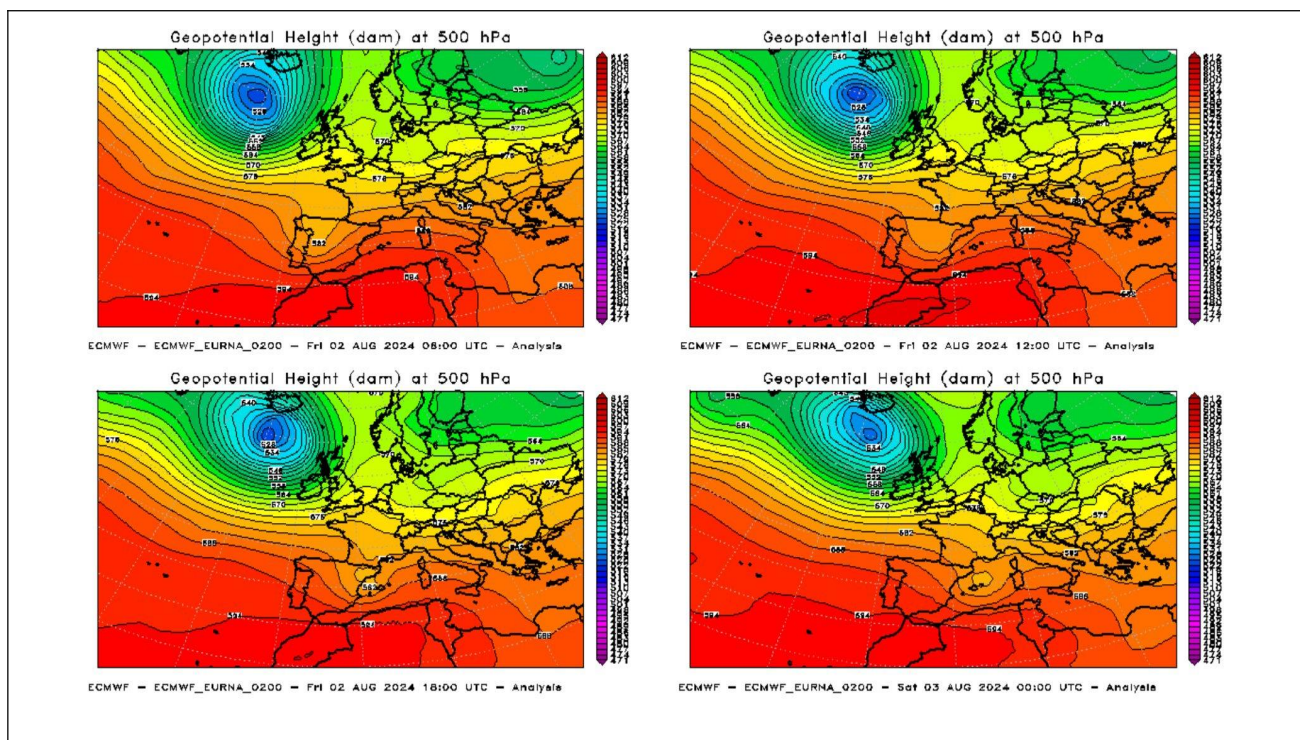


Figura 10 - Evoluzione dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa tra le ore 06 UTC del 2 agosto 2024 e 00 UTC del 3 agosto 2024, intervallata ogni 6 ore. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF

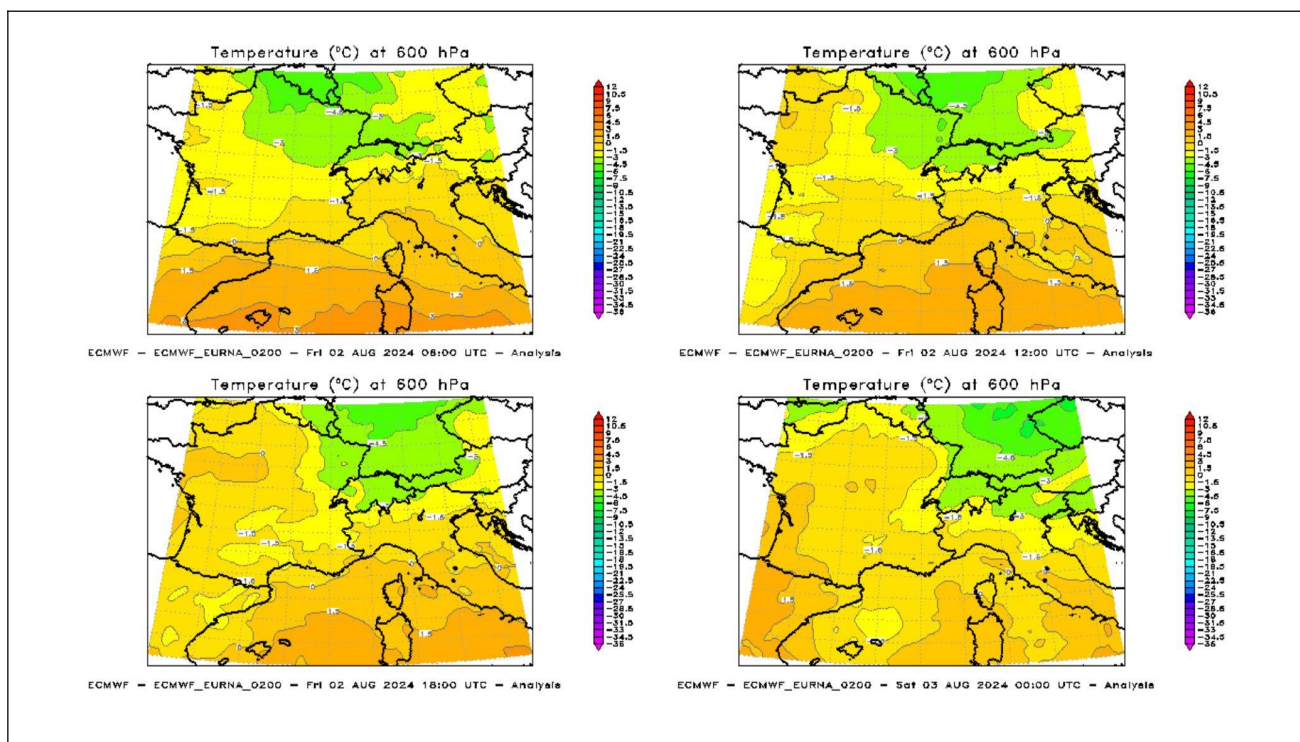


Figura 11 - Evoluzione della temperatura a 600 hPa tra le ore 06 UTC del 2 agosto 2024 e 00 UTC del 3 agosto 2024, intervallata ogni 6 ore. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF

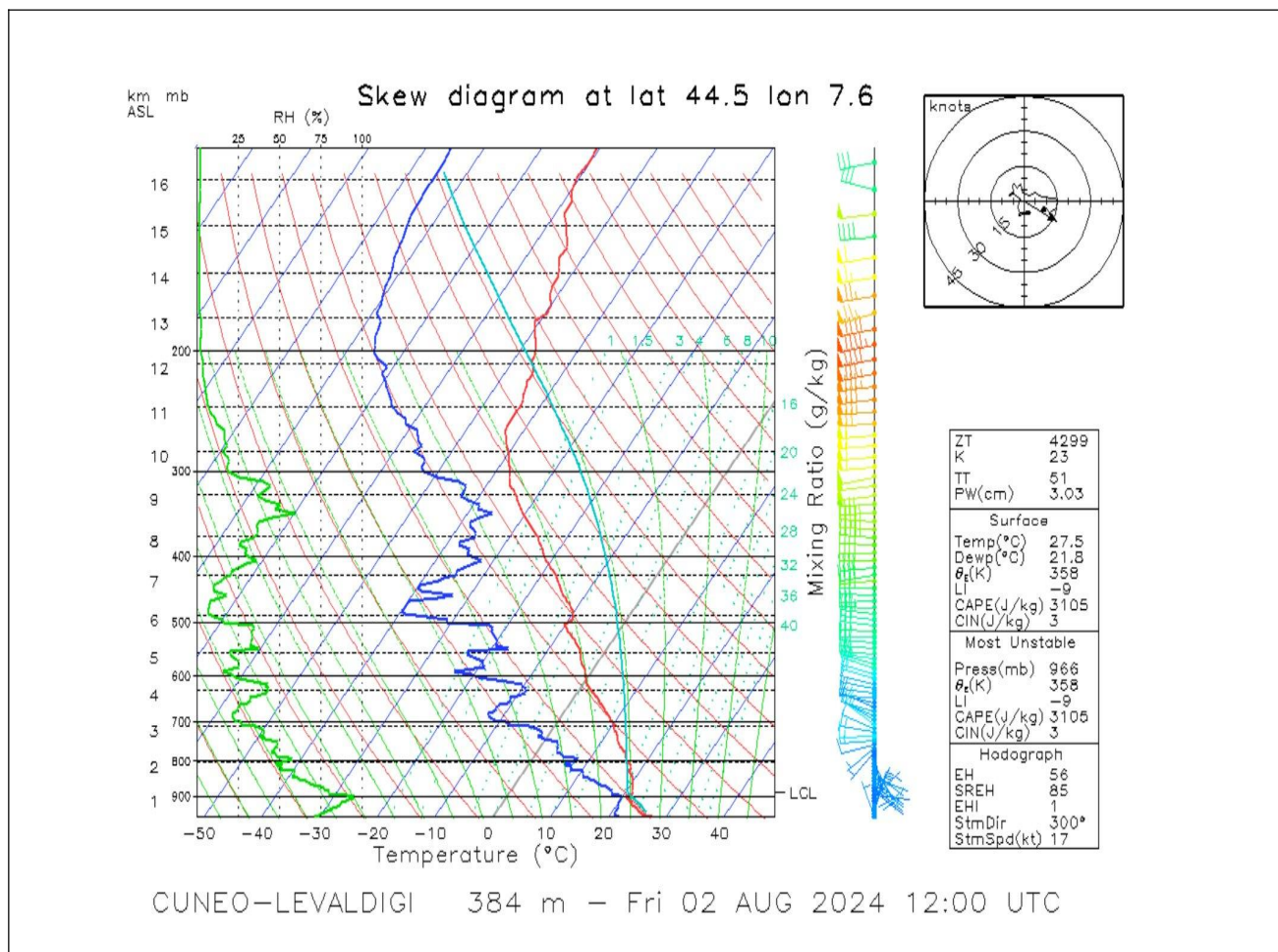


Figura 12 - Radiosondaggio eseguito a Cuneo Levaldigi delle ore 12 UTC del 2 agosto 2024.

Il transito di aria più fredda in quota, ha determinato un marcato aumento dell'instabilità atmosferica, come risulta dal radiosondaggio eseguito a Cuneo Levaldigi a metà giornata del 2 agosto (Figura 12), ove si evidenziano i valori degli indici di instabilità CAPE (3105 J/kg) e LI (Lifted Index, -9°C), la bassa quota del livello di condensazione forzata (LCL) e, al contrario, i valori quasi nulli dell'inibizione convettiva (CIN).

Inoltre, le condizioni atmosferiche preesistenti erano caratterizzate da elevati valori di temperatura ed umidità relativa sul territorio piemontese a causa della persistente presenza dell'anticiclone di matrice africana. Pertanto, l'arrivo di aria fresca in un'atmosfera calda e umida ha determinato l'innesco di rovesci e temporali dapprima a ridosso delle vallate alpine e della fascia pedemontana adiacente; una prima supercella ha interessato la zona di Sabbia nell'alto Vercellese al primo pomeriggio. Successivamente è stata coinvolta l'area collinare del Torinese dove il temporale formatosi è risultato persistente, autorigenerandosi nel corso del pomeriggio, e in estensione verso ovest e i quartieri centrali e nordorientali della città (Figura 13). Dal tardo pomeriggio e poi in serata i temporali hanno interessato in maniera più diffusa il Cuneese.

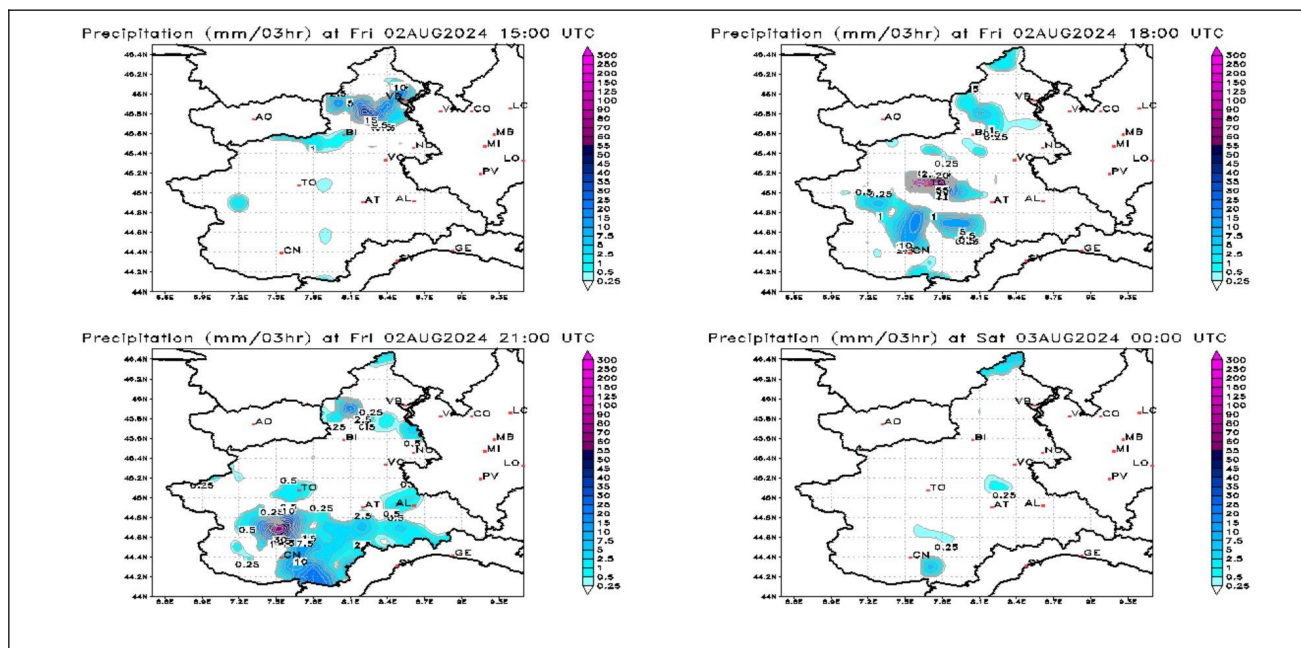


Figura 13 - Precipitazioni cumulate in 3h dalle 15 UTC del 2 agosto alle 00 UTC del 3 agosto 2024.

Le precipitazioni più intense si sono registrate a Venaria Reale (TO), dove sono caduti 85,5 mm di pioggia in un'ora e 93,5 mm in tre ore. Molto intense le precipitazioni anche sul centro e sulla zona settentrionale dell'abitato di Torino: le cumulate orarie registrate dalle stazioni di Torino Reiss Romoli e Torino Giardini Reali sono state, rispettivamente, pari a 66,4 mm e 77,7 mm. Abbondanti anche le precipitazioni sulla collina torinese: la stazione di Pino Torinese (TO) ha registrato 39,6 mm di pioggia cumulata in 1 ora e 78,3 mm in 3 ore.

Violenti temporali, associati a grandinate di medie dimensioni, hanno interessato anche le pianure del Cuneese dal tardo pomeriggio. Le precipitazioni più intense sono state registrate a Saluzzo (CN) con 48,0 mm in un'ora e 63,1 in tre ore ed a Villanova Solaro (CN) con 43,9 mm in un'ora e 60,6 mm in tre ore.

Temporali localmente molto forti si sono verificati anche al confine tra Vercellese e Verbanese al primo pomeriggio; le precipitazioni più intense sono state rilevate a Sabbia (VC), con 54,2 mm in un'ora.

I temporali sono stati accompagnati da grandine anche di grosse dimensioni, in particolare sul Torinese con chicchi di 4-5 cm di diametro.

Le intense precipitazioni hanno provocato una repentina risposta da parte del reticolo fluviale. A Torino, a causa dell'intenso afflusso meteorico proveniente dall'agglomerato urbano, il livello della Dora Riparia a Torino è salito di circa 90 cm in due ore, per poi decrescere rapidamente. Altrettanto marcata la risposta del Po che, a Castiglione Torinese (TO), ha subito un incremento di 140 cm in un'ora e mezza, per poi tornare ai precedenti livelli di deflusso già nella serata del 2 agosto.

I fenomeni temporaleschi sono stati anche associati a forti raffiche di vento. In particolare, spiccano Torino Reiss Romoli con 71,6 km/h alle ore 16:46 UTC (18:46 locali) e Caselle con 68,4 km/h alle ore 17:22 UTC (19:22 locali). I temporali che hanno interessato il Cuneese dalle 19 locali sono stati accompagnati da raffiche comprese tra 60 e 50 km/h.

Bacino	Comune	Prov	Denominazione	Quota [m]	Data	Ora raffica (UTC)	Raffica [km/h]
DORA RIPARIA	TORINO	TO	TORINO REISS ROMOLI	241	02/08/2024	16:46	71,6
PO	CASELLE TORINESE	TO	CASELLE	285	02/08/2024	17:22	68,4
PO	TORINO	TO	TORINO VIA DELLA CONSOLATA	244	02/08/2024	16:04	63,0
VARAITA	VILLANOVA SOLARO	CN	VILLANOVA SOLARO	267	02/08/2024	18:32	62,6
TANARO	FOSSANO	CN	FOSSANO	403	02/08/2024	17:43	60,8
DORA RIPARIA	TORINO	TO	TORINO ALENIA	280	02/08/2024	17:21	60,5
PO	MONCALIERI	TO	BAUDUCCHI	226	02/08/2024	17:01	55,1
DORA RIPARIA	RIVOLI	TO	RIVOLI LA PEROSA	368	02/08/2024	16:43	53,3
DORA RIPARIA	BORGONE SUSA	TO	BORGONE	400	02/08/2024	17:06	50,8
SESIA	LOZZOLO	VC	LOZZOLO	529	02/08/2024	14:26	50,4
TANARO	CUNEO	CN	CUNEO CAMERA COMMERCIO	540	02/08/2024	18:02	49,3
TANARO	BOSIO	AL	BRIC CASTELLARO	415	02/08/2024	18:39	49,0

Tabella 1 - Massime raffiche di vento giornaliere del 2 agosto 2024

Ulteriori dettagli sull'evento possono essere visualizzati sul seguente rapporto redatto da ARPA Piemonte: <https://www.arpa.piemonte.it/pubblicazione/rapporto-evento-temporalesco-2-agosto-2024>.

11 agosto 2024: il giorno più caldo della stagione

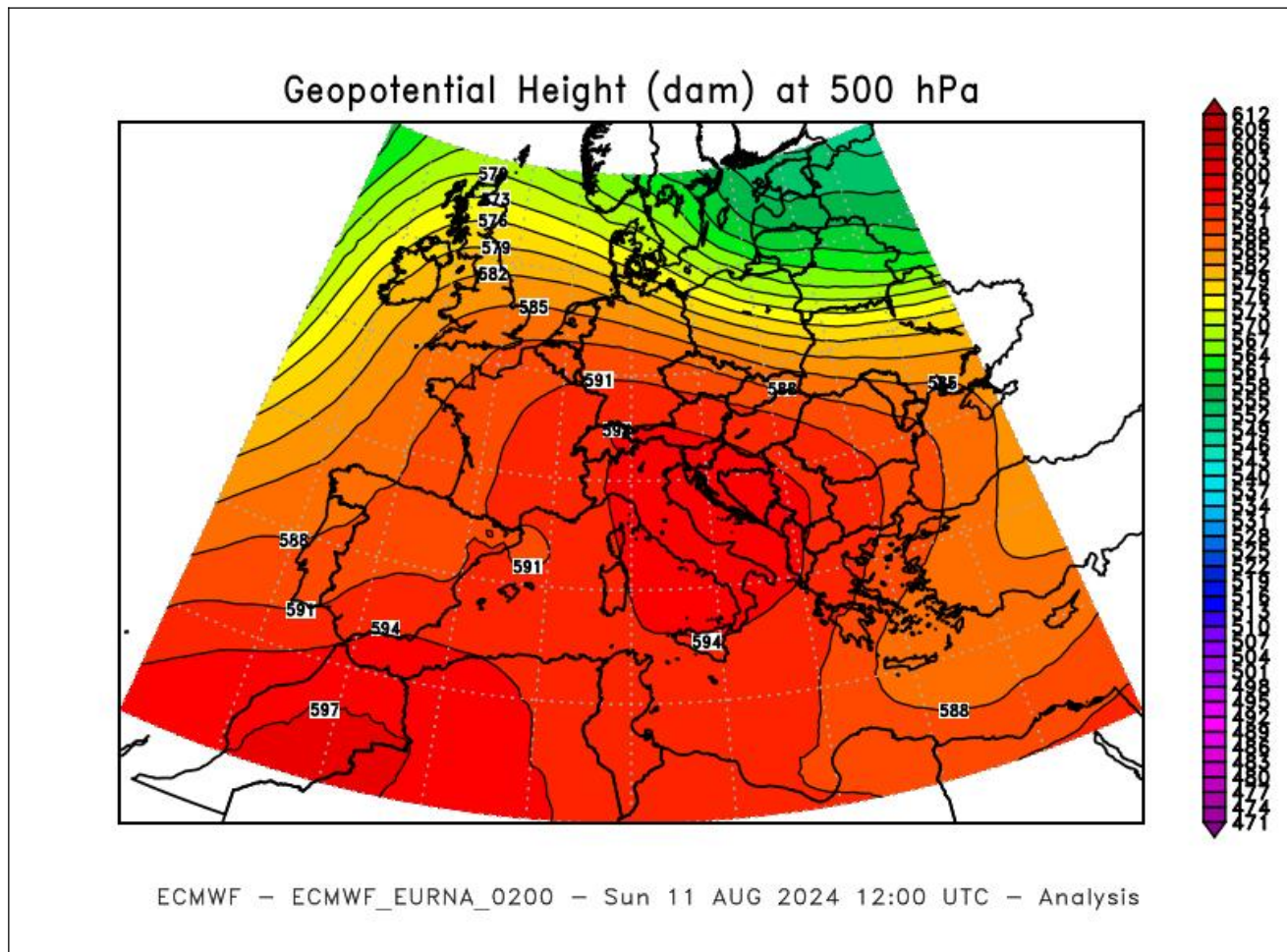


Figura 14 - Altezza di geopotenziale a 500 hPa alle ore 12 UTC dell'11 agosto 2024. Elaborazione Arpa Piemonte su dati ECMWF

Nel giorno 11 agosto 2024 sul Piemonte è stato interessato da un'area di alta pressione di matrice africana avente i massimi tra l'Italia e la penisola balcanica (Figura 14). Tale giornata è risultata la più calda della stagione sul territorio piemontese considerato nella sua globalità. Nei due giorni successivi la pressione ha iniziato a calare a causa del progressivo avvicinamento di una struttura depressionaria che sarà esaminata nel prossimo paragrafo. Tuttavia, nei bassi strati atmosferici è perdurata la presenza di aria calda; il 12 agosto 2024 la media delle temperature massime in pianura ha raggiunto il valore più alto dell'estate con 33.5°C mentre il 13 agosto 2024 i 37.8°C raggiunti a Sezzadio (AL) rappresentano il picco termico estivo.

14 agosto 2024: i temporali più forti della stagione

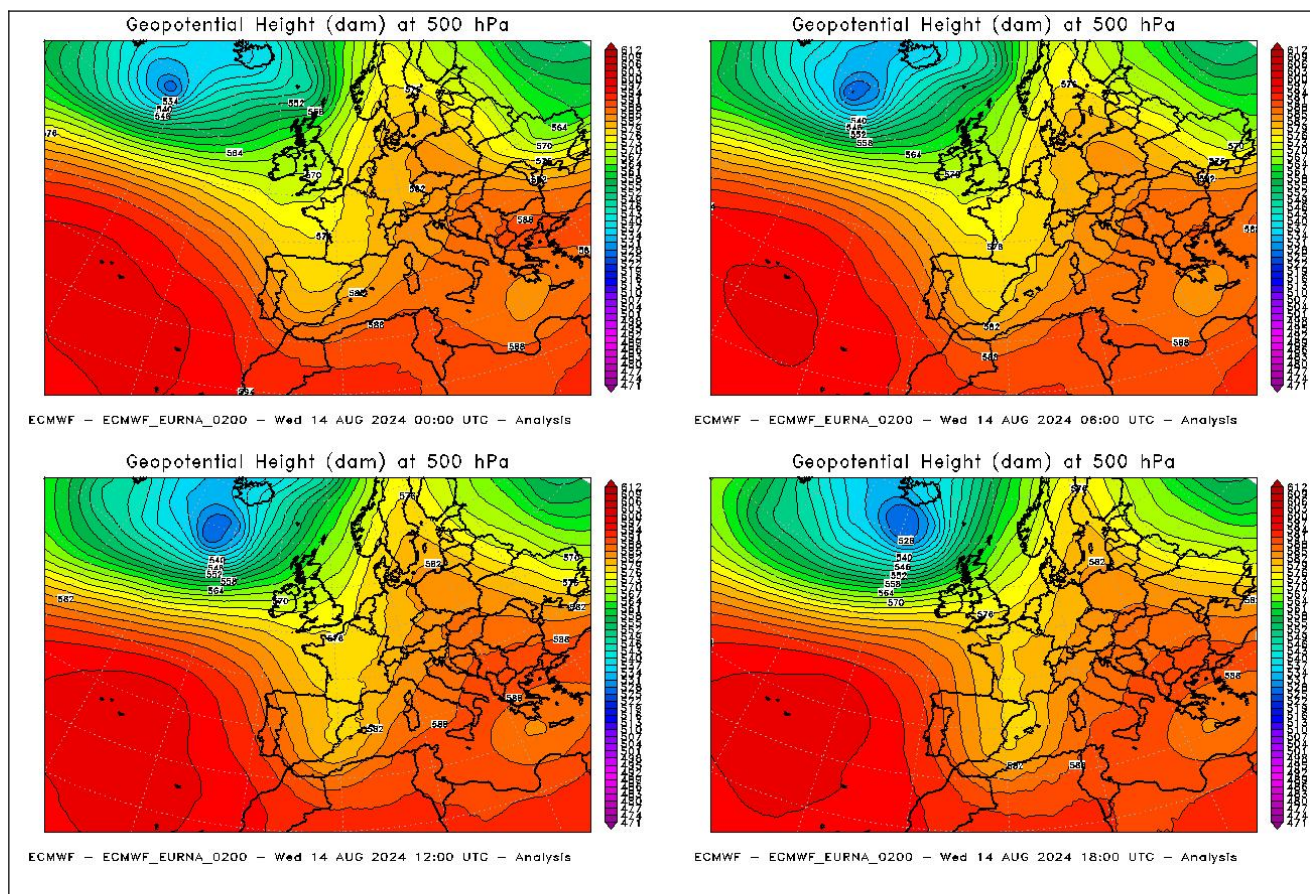


Figura 15 - Evoluzione dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa (dam) tra le ore 00 e 18 UTC del 14 agosto 2024, intervallata ogni 6 ore. Elaborazione Arpa Piemonte su dati ECMWF

Nel corso della giornata di mercoledì 14 agosto 2024, una saccatura estesa dalle Isole Britanniche alla Penisola Iberica e al Mediterraneo occidentale si muoveva lentamente verso est, evolvendo verso una situazione di isolamento del minimo barico (cut-off) in prossimità delle isole Baleari (Figura 15).

Questa configurazione sinottica ha determinato, sul Piemonte, l'afflusso di correnti sudoccidentali umide in quota, associate a modeste infiltrazioni di aria relativamente più fresca (Figura 16).

L'arrivo delle correnti più umide e instabili è risultato successivo ad una intensa ondata di caldo afoso sulla regione, durata diversi giorni e foriera di temperature massime in pianura attorno ai 34-36 °C nei due giorni precedenti, associate anche ad alta umidità relativa. Nella giornata di mercoledì 14 agosto 2024, le temperature massime hanno subito una flessione rispetto ai due giorni precedenti. L'atmosfera risultava instabile, come mostrato dal radiosondaggio effettuato presso Cuneo-Levaldigi (Figura 17) alle 12 UTC. Gli indici di instabilità erano alti, anche se non eccezionali. Il profilo atmosferico risultava notevolmente umido in tutta la troposfera, producendo un valore di vapore acqueo precipitabile prossimo a circa 34 mm.

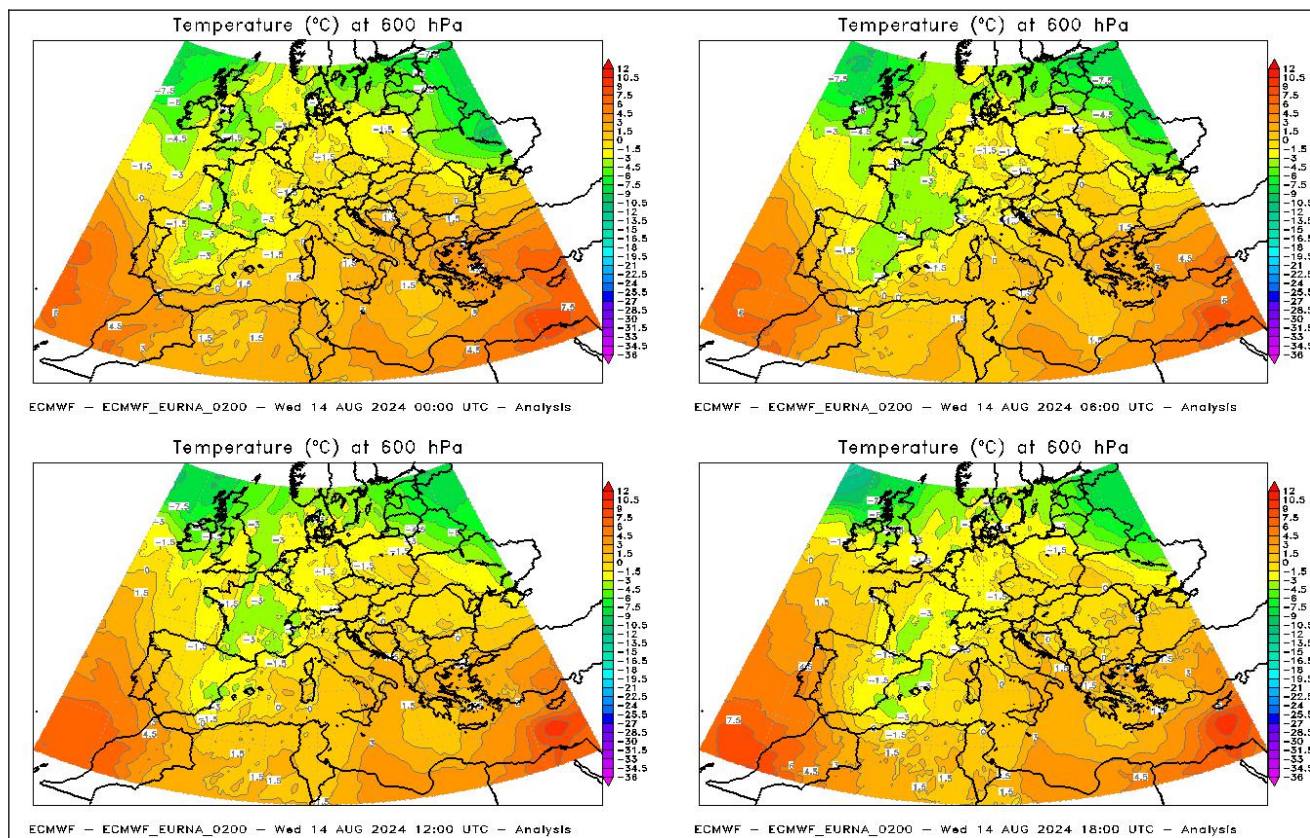


Figura 16 - Evoluzione della temperatura a 600 hPa (circa 4400 metri) durante la giornata di mercoledì 14 agosto 2024, dalle 00 alle 18 UTC, intervallata ogni 6 ore. Elaborazione Arpa Piemonte su dati ECMWF.

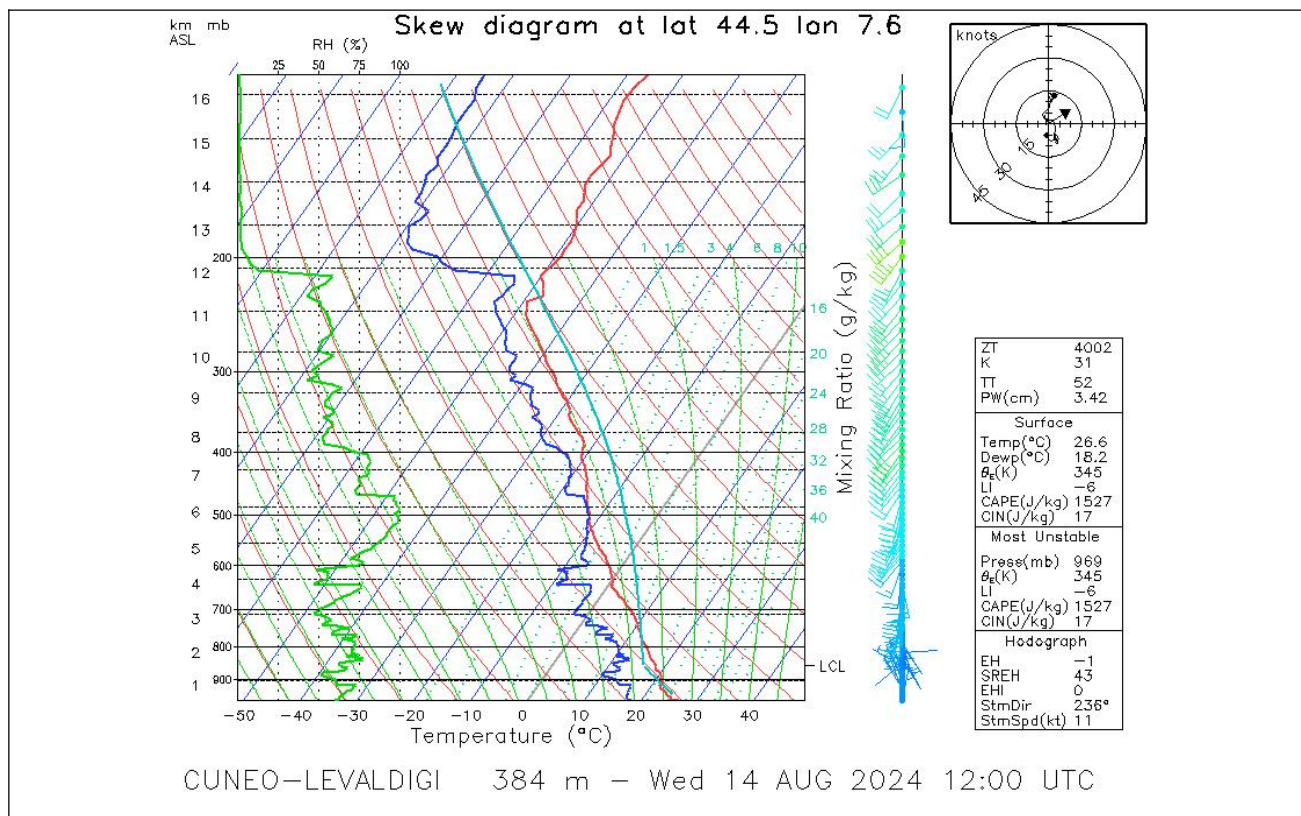


Figura 17 - Radiosondaggio eseguito a Cuneo Levaldigi delle ore 12 UTC del 14 agosto 2024.

Il wind shear tra 0 e 6 km, era attorno ai 10 m/s, su valori non particolarmente alti, a causa di una ventilazione in quota di intensità moderata e di direzione sudoccidentale. La situazione era comunque favorevole allo sviluppo di fenomeni temporaleschi localmente intensi.

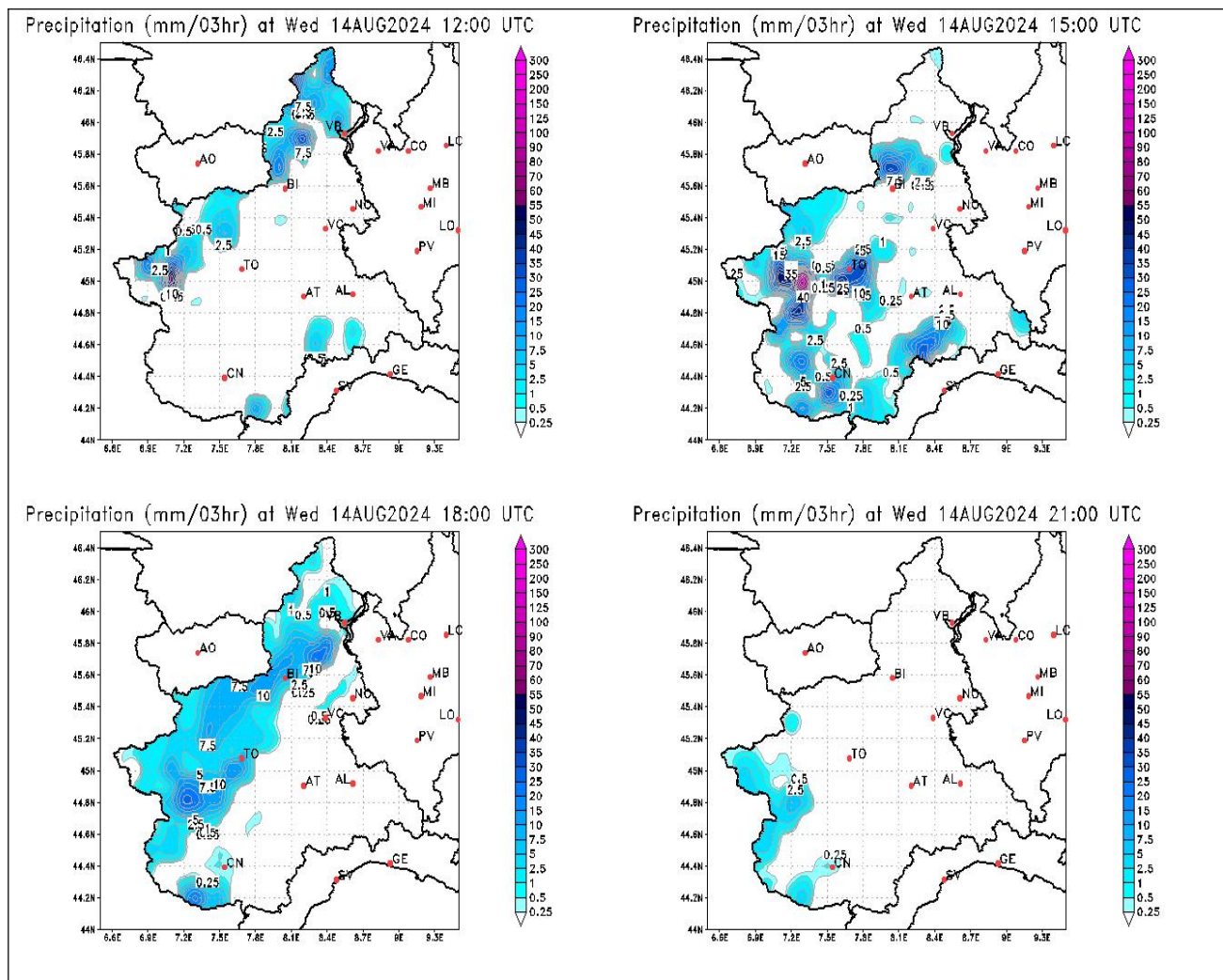


Figura 18 - Precipitazioni cumulate in intervalli di 3 ore dalle 12 UTC alle 21 UTC del 14 agosto 2024, dai dati della rete osservativa regionale.

La Figura 18 mostra le piogge cumulate su intervalli di 3 ore dalle 12 UTC (14 locali) alle 21 UTC (23 locali) di mercoledì 14 agosto. Si osserva come tra la tarda mattinata e le ore centrali siano già stati attivi temporali sulle zone alpine nordoccidentali, e nel frattempo hanno iniziato a innescarsi fenomeni temporaleschi lungo il confine con la Liguria. Nella prima parte del pomeriggio i temporali sono diventati più intensi e diffusi, interessando anche la zona di Torino e il Cuneese, mentre lo scroscio più intenso si è verificato sui bacini del Chisone e del Sangone (locali picchi fino a circa 120 mm in 3 ore). La città di Torino è stata interessata da un violento nubifragio, accompagnato da grandine di medie dimensioni, e raffiche di vento superiori a 50-60 km/h; di conseguenza si sono registrati allagamenti e cadute di alberi.

La genesi del temporale che ha investito Torino è probabilmente da attribuire alla convergenza di venti al suolo. La Figura 19 mostra le misure di velocità e direzione della raffica di vento registrate

dalla rete osservativa regionale alle 14 UTC, ovvero in prossimità delle fasi di innesco del temporale. Si può notare come i venti da sudest sul basso Piemonte, in uscita dai temporali sul confine ligure, abbiano creato una convergenza con i venti di uscita dai temporali (outflow) presenti sui settori alpini del Torinese. Questo è molto probabilmente il meccanismo che ha innescato il temporale, poi sviluppatosi grazie all'instabilità atmosferica presente.

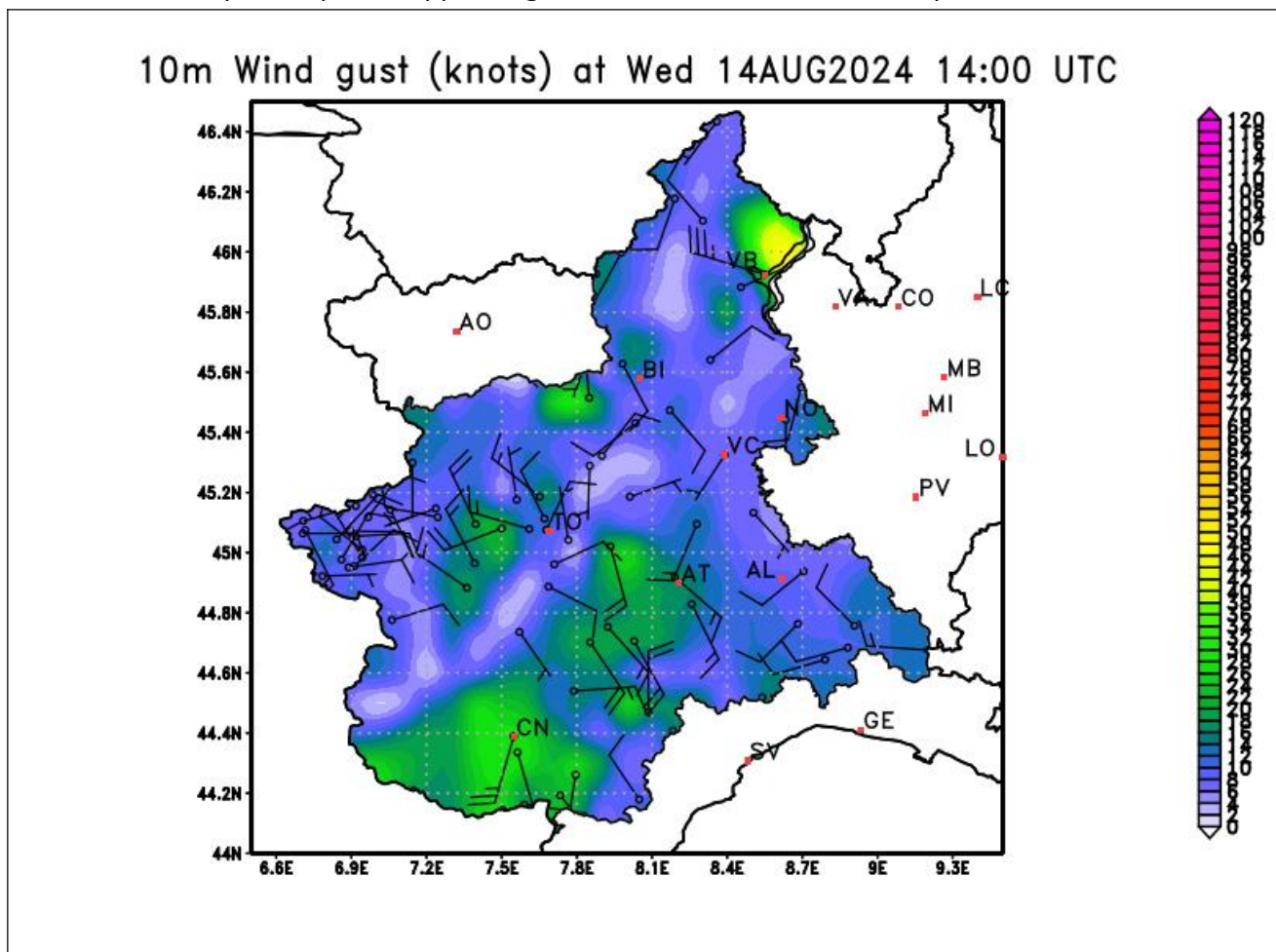


Figura 19 - Raffica di vento a 10 m in nodi registrata alle ore 14 UTC dagli anemometri della rete osservativa di ARPA Piemonte.

Le precipitazioni più intense si sono registrate a Pinerolo (TO) e Fenestrelle (TO), dove le stazioni di Talucco e Prà Catinat hanno registrato rispettivamente 117.9 mm e 96.1 mm in tre ore. In particolare, a Talucco il picco pluviometrico di 95.7 mm/h rappresenta anche il valore più elevato della stagione su tale intervallo orario. Violenti temporali, associati localmente a grandinate di medie dimensioni, hanno interessato anche la zona meridionale dell'abitato di Torino: la cumulata oraria registrata dalla stazione di Torino Vallere è stata di 55.4 mm. Abbondanti anche le precipitazioni sulla collina torinese: la stazione di Pino Torinese (TO) ha registrato 38.2 mm in 3 ore. Temporali localmente forti si sono verificati anche nel Vercellese; le precipitazioni più intense sono state rilevate a Borgosesia (VC), con 45.4 mm in un'ora.

Bacino	Comune	Prov	Denominazione	Quota [m]	Data	Ora raffica (UTC)	Raffica [km/h]
TICINO	VERBANIA	VB	PALLANZA LAGO MAGGIORE	202	14/08/2024	12:28	68.0
DORA RIPARIA	TORINO	TO	TORINO REISS ROMOLI	241	14/08/2024	14:37	67.3
DORA RIPARIA	BORGONE SUSA	TO	BORGONE	400	14/08/2024	09:50	57.6
DORA BALTEA	BORGOFRANCO D'IVREA	TO	BORGOFRANCO D'IVREA	337	14/08/2024	09:50	57.6
DORA RIPARIA	TORINO	TO	TORINO ALENIA	280	14/08/2024	14:33	56.2
PO	CASELLE TORINESE	TO	CASELLE	285	14/08/2024	14:51	55.1
PO	CUMIANA	TO	CUMIANA	327	14/08/2024	14:23	54.4
PO	CARMAGNOLA	TO	CARMAGNOLA	232	14/08/2024	14:54	52.9
PO	PINO TORINESE	TO	PINO TORINESE	608	14/08/2024	14:43	51.5
PO	PINEROLO	TO	PINEROLO	340	14/08/2024	14:31	50.4
TANARO	BOVES	CN	BOVES	575	14/08/2024	13:32	50.0

Tabella 2 - Massime raffiche giornaliere di vento (km/h) del 14 agosto 2024.

I valori di massima raffica giornaliera registrati mostrano il passaggio delle celle temporalesche. In particolare, spiccano Pallanza Lago in Verbania con 68 km/h alle 12:38 UTC (14:38 locali) e Torino Reiss Romoli con 67,3 km/h alle ore 14:37 UTC (16:37 locali). Anche il Pinerolese ha registrato raffiche forti con 54,4 km/h a Cumiana (TO) alle 14:23 UTC (16:23 locali) e a Pinerolo (TO) con 50,4 km/h alle 14:31 UTC (16:31 locali).

La stazione portatile MAWS collocata sul tetto della sede di Arpa Piemonte ha registrato una massima raffica di 60.5 km/h alle 14:20 UTC (16:20 locali), pochi minuti dopo l'inizio delle precipitazioni: il valore e le tempistiche sono coerenti con l'arrivo del downdraft associato al temporale. Contemporaneamente la stazione ha registrato un brusco calo delle temperature da 30.9 °C a 17.3 °C in 10 minuti.

Ulteriori dettagli sull'evento analizzato possono essere visualizzati nel seguente rapporto elaborato da ARPA Piemonte: <https://www.arpa.piemonte.it/pubblicazione/rapporto-temporali-14-agosto-2024>

Temperature

In Piemonte l'estate 2024 ha avuto una temperatura media di 19.7°C, con un'anomalia termica positiva di 1.2°C rispetto alla media del periodo 1991-2020, ed è stata la sesta stagione estiva più calda nella distribuzione storica degli ultimi 67 anni.

È risultata invece la terza estate con le temperature minime più elevate, preceduta solo da quelle del 2003 e 2022 (Figura 20). È interessante notare come tra i primi 5 posti figurino le ultime tre stagioni estive.

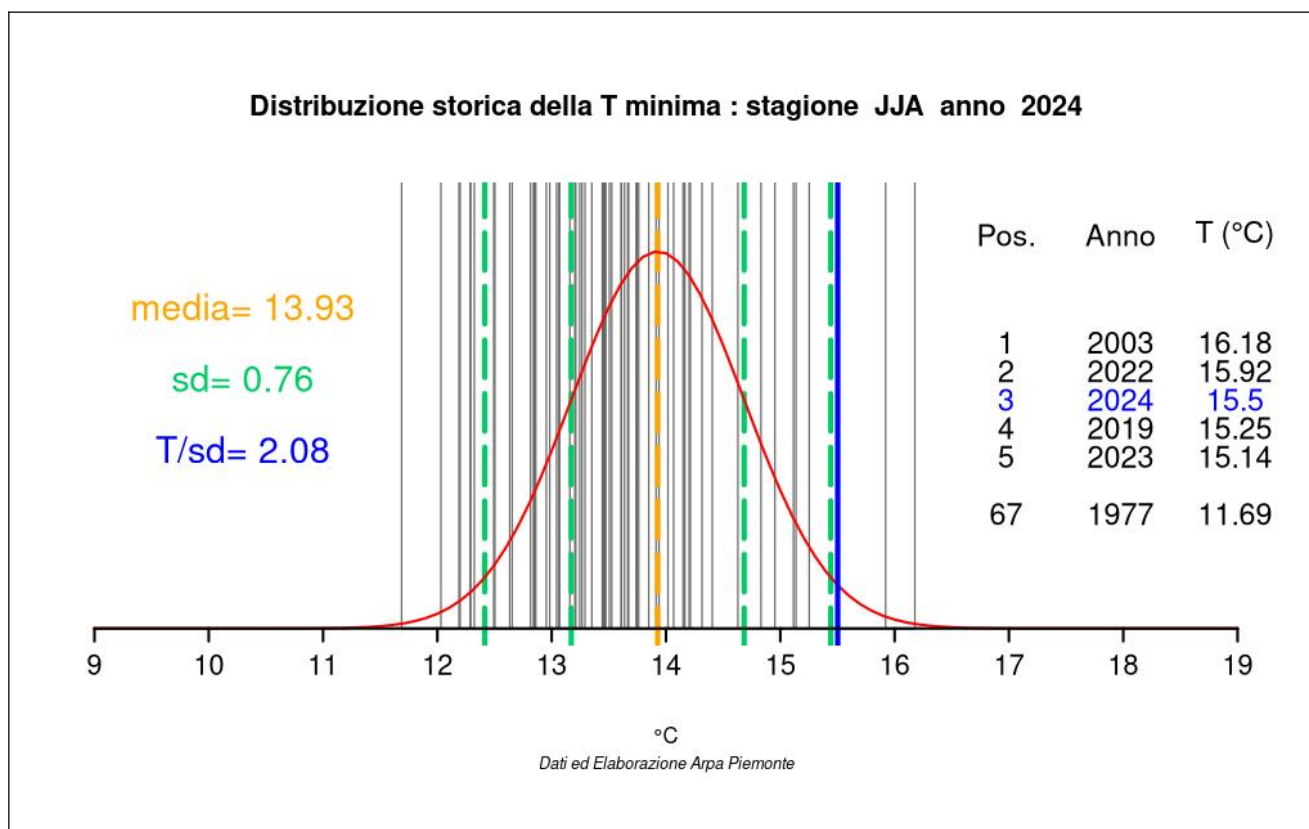


Figura 20 – Distribuzione storica delle temperature minime estive in Piemonte.

Giugno 2024 è stato il mese più freddo dell'estate e l'unico con una lieve anomalia negativa; agosto è risultato il mese più caldo con uno scostamento positivo di 2.5°C, piazzandosi al secondo posto dopo agosto 2003 nella classifica del mese; rilevante anche l'anomalia termica di luglio, +1.4°C, cfr. Tabella 3.

Temperatura media	Media (°C)	Anomalia (°C)	Posizione	Media in pianura (°C)
Giugno 2024	16.6	-0.4	nella norma	19.7
Luglio 2024	20.7	+1.4	7° più caldo	24.1
Agosto 2024	21.6	+2.5	2° più caldo	24.4
Estate 2024	19.7	+1.2	6° più calda	22.7

Tabella 3 - Temperature medie in Piemonte nell'estate 2024. Per ciascun mese e per la stagione sono riportate la temperatura media in °C, la relativa anomalia rispetto alla media 1991-2020, la posizione nell'intera serie storica ed il valore medio sulle località pianeggianti. I mesi e la stagione sono evidenziati in colore arancione (caldo) o azzurro (freddo) se si trovano nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto se sono tra le prime tre.

Le temperature massime hanno avuto un'anomalia positiva leggermente più contenuta, di 0.8°C circa rispetto alla climatologia 1991-2020, classificandosi al decimo posto nella rispettiva distribuzione storica (Tabella 4). Non si sono verificati primati di temperatura massima stagionale; infatti, non sono stati superati i 40°C come avvenuto in estati passate.

Temperatura massima	Media (°C)	Anomalia termica (°C)	Posizione nella distribuzione storica	Valore medio in pianura (°C)	Percentuale record termici stabiliti (%)
Giugno 2024	20.4	-1.0	27° più freddo	24.5	0
Luglio 2024	25.0	+1.0	14° più caldo	29.3	0
Agosto 2024	26.0	+2.4	2° più caldo	30.5	0
Estate 2024	23.8	+0.8	10° più calda	28.1	0

Tabella 4 -- Temperature massime in Piemonte nell'estate 2024. Sono riportati il valore medio, l'anomalia delle temperature in °C rispetto alla norma 1991-2020, la posizione nell'intera serie storica, il valore medio sulle località di pianura, la percentuale di stazioni meteorologiche che hanno fatto registrare il loro record di temperatura. I mesi e la stagione sono evidenziati in colore arancione (caldo) o blu (freddo) se si trovano nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto se sono tra le prime tre.

Sostanzialmente assenti anche i record di temperatura minima stagionale (Tabella 5).

Temperatura minima	Media (*C)	Anomalia termica (°C)	Posizione nella distribuzione storica	Valore medio in pianura (°C)	Percentuale record termici stabiliti (%)
Giugno 2024	12.7	+0.2	18° più caldo	15.6	0
Luglio 2024	16.5	+1.9	4° più caldo	19.3	0
Agosto 2024	17.2	+2.6	1° più caldo	19.5	0
Estate 2024	15.5	+1.6	3° più calda	18.1	0

Tabella 5 - Temperature minime in Piemonte nell'estate 2024. Sono riportati il valore medio, l'anomalia delle temperature in °C rispetto alla norma 1991-2020, la posizione nell'intera serie storica, il valore medio sulle località di pianura, la percentuale di stazioni meteorologiche che hanno fatto registrare il loro record di temperatura. I mesi e la stagione sono evidenziati in colore arancione (caldo) o blu (freddo) se si trovano nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto se sono tra le prime tre.

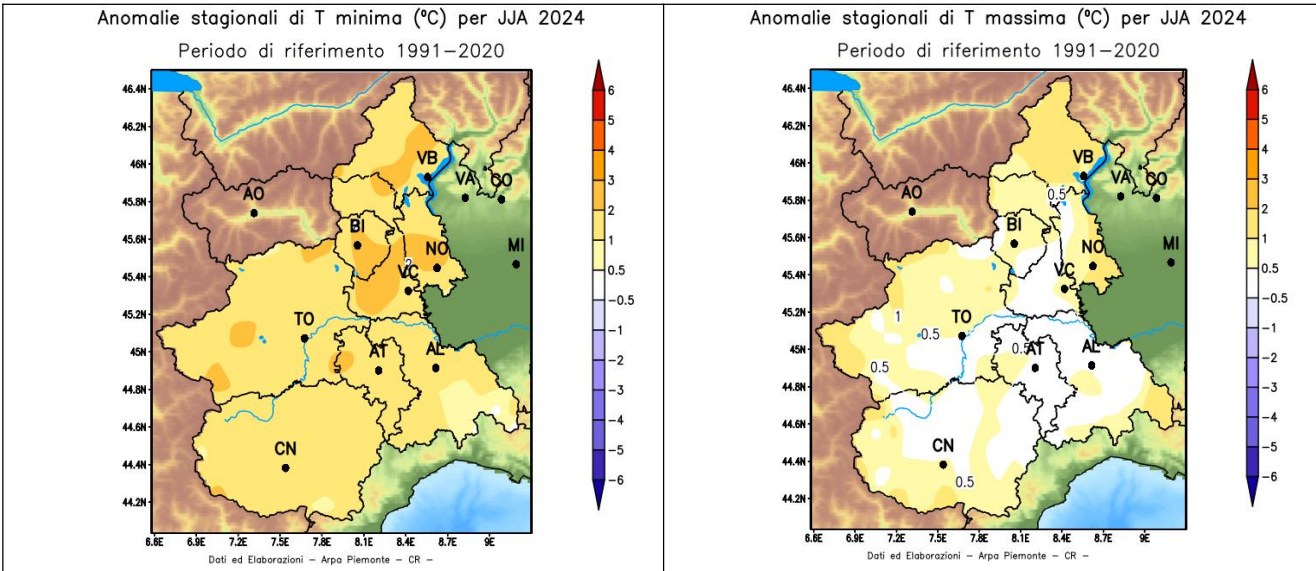
Il giorno più caldo dell'estate 2024 è stato l'11 agosto mentre le temperature massime più elevate in pianura si sono verificate il giorno successivo e il picco termico stagionale è stato registrato il 13 agosto a Sezzadio (AL) con 37.8°C (Tabella 6 e Tabella 7). Il 23 giugno è stato il giorno mediamente più freddo del mese, mentre il 1° giugno ha registrato le temperature minime più basse, sulle località con quota inferiore a 700 m il picco minimo è stato registrato a Sparone (TO) con 7°C nel primo giorno di giugno (Tabella 6 e Tabella 7).

Piemonte				Pianura piemontese			
Giorno con temperatura media più alta	Valore (°C)	Giorno con temperature massime più alte	Valore (°C)	Giorno con temperatura media più alta	Valore (°C)	Giorno con temperature massime più alte	Valore (°C)
11 agosto	24.3	28 luglio	28.9	11 agosto	27.5	12 agosto	33.5
Giorno con temperatura media più bassa	Valore (°C)	Giorno con temperature minime più basse	Valore (°C)	Giorno con temperatura media più bassa	Valore (°C)	Giorno con temperature minime più basse	Valore (°C)
23 giugno	13.1	1° giugno	8.8	23 giugno	15.7	1° giugno	11.0

Tabella 6 – Giorni più freddi e più caldi nell’ Estate 2024 in Piemonte e sulle località pianeggianti piemontesi

	Giorno	Località	Valore (°C)
Temperatura più alta in pianura	13 agosto 2024	Sezzadio (AL)	37.8
Temperatura più bassa in pianura	1° giugno 2024	Sparone (TO)	7.0

Tabella 7 – Estremi termici registrati nelle località pianeggianti piemontesi nell’estate 2024



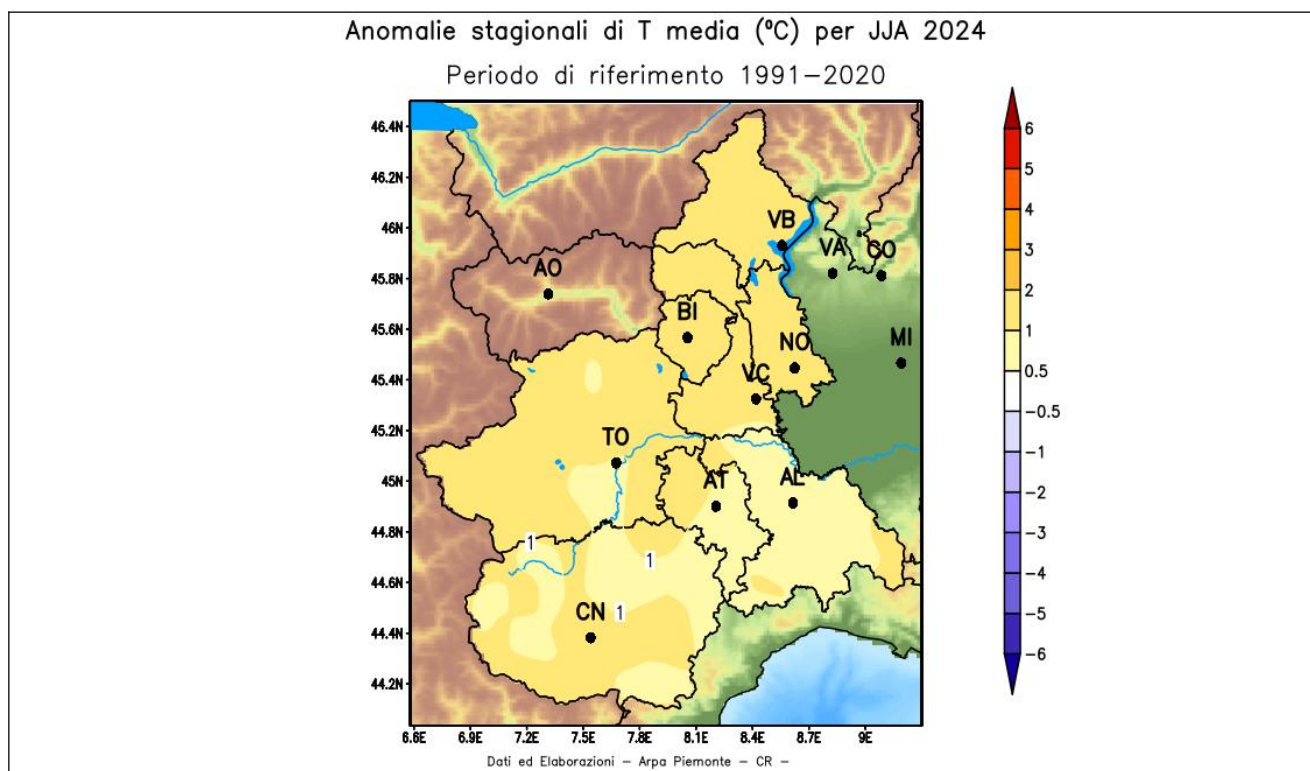


Figura 21 - Anomalia della temperatura minima (pagina precedente a sinistra), massima (pagina precedente a destra) e media (pagina corrente) nell'estate 2024 rispetto alla norma del periodo 1991-2020

Dall'analisi della distribuzione territoriale delle temperature minime, massime e medie (Figura 21), notiamo come l'anomalia termica positiva è stata generalmente presente su tutto il territorio piemontese per le temperature medie e minime, mentre per le temperature massime diversi settori pianeggianti hanno registrato valori prossimi alla norma.

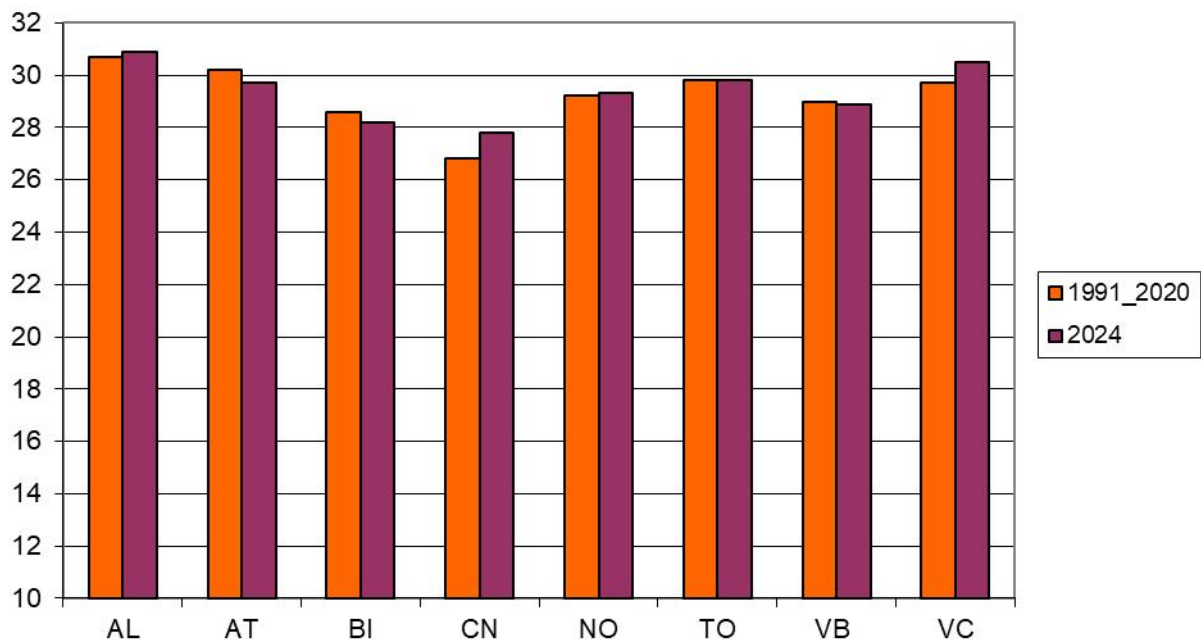
Temperature nei capoluoghi di provincia

Le temperature medie e le temperature minime sono state superiori ai valori climatologici in tutti i capoluoghi di provincia, mentre le temperature massime sono state nella media ad Alessandria, Novara, Torino e Verbania (Pallanza), lievemente inferiori alla media ad Asti e Biella e superiori alla media a Cuneo e Vercelli. (Figura 22)

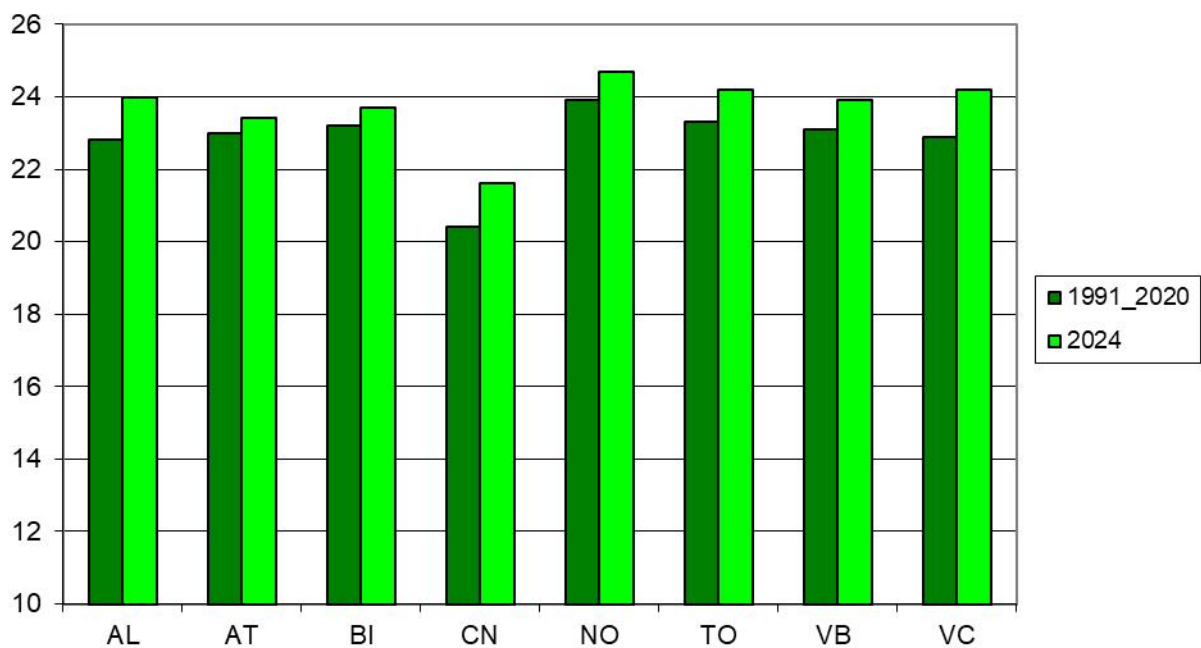
Il valore più alto delle temperature massime giornaliere nell'estate 2024 si è verificato il 28 luglio ad Alessandria, Asti, Biella, Cuneo (Boves) e Torino, il 12 agosto a Novara e Vercelli e il 13 agosto a Verbania (Pallanza). Il picco è stato pari a 36,3°C è stato registrato ad Alessandria.

Il valore più basso delle temperature minime è stato registrato in tutti i capoluoghi di provincia il 1° giugno, con picco negativo di 8,9°C ad Asti e Cuneo.

MEDIA DELLE TEMPERATURE MASSIME IN ESTATE



TEMPERATURE MEDIE IN ESTATE



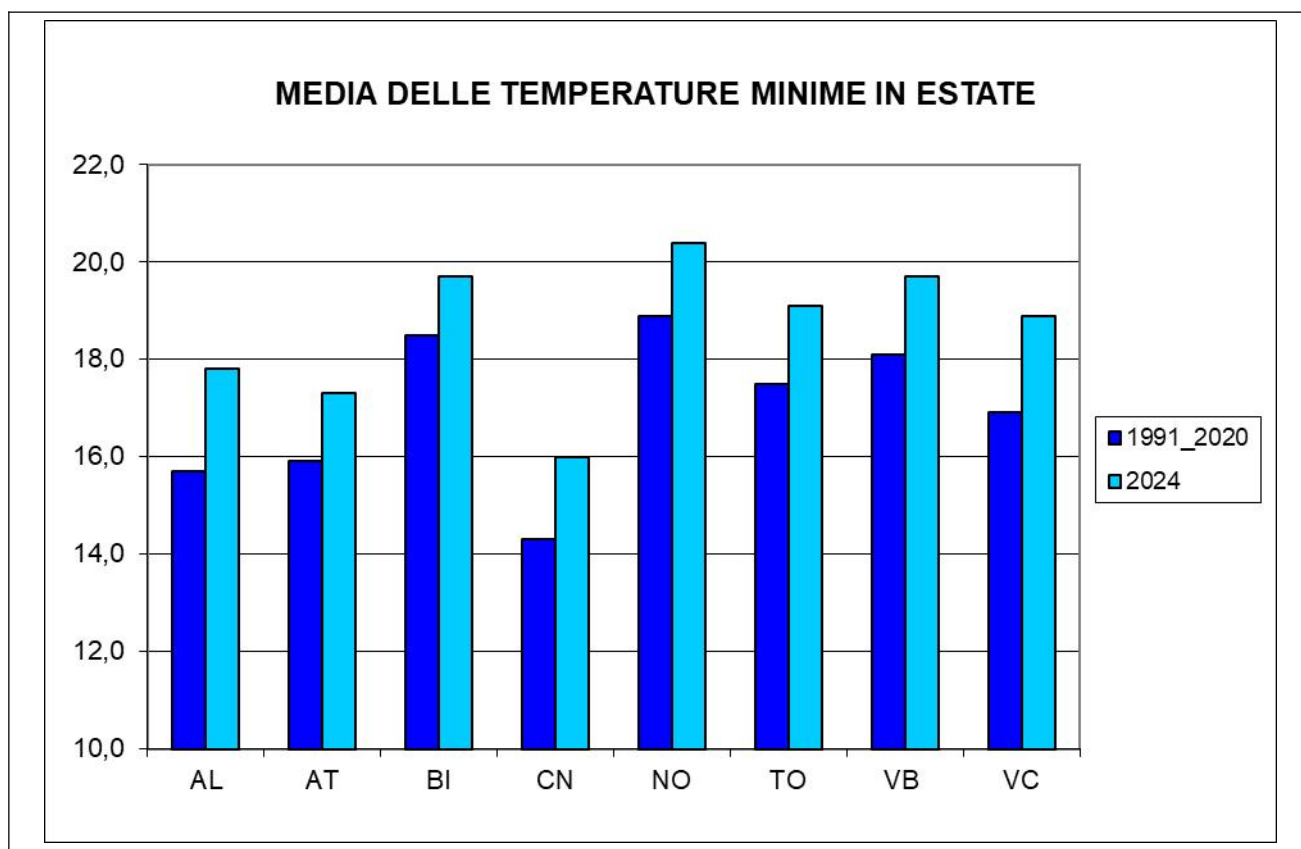


Figura 22 - Andamento della temperatura massima, media e minima nei capoluoghi di provincia nell'estate 2024, rispetto alla climatologia del periodo 1991-2020 (fonte Arpa Piemonte)

I giorni tropicali (temperatura massima $>30^{\circ}\text{C}$) sono risultati superiori alla media in tutti i capoluoghi ad eccezione di Asti. Le notti tropicali (temperature minime sopra 20°C) sono risultate in tutti i capoluoghi notevolmente al di sopra delle medie, il numero più alto di notti tropicali è stato 55 a Novara. (Tabella 8.)

	Giorni tropicali		Notti tropicali			Giorni tropicali		Notti tropicali	
	1991_2020	2024	1991_2020	2024		1991_2020	2024	1991_2020	2024
AL	55.8	58	2.9	15	NO	39.7	48	32.5	55
AT	49.6	47	4.3	17	TO	44	51	17.2	35
BI	33.2	37	28.4	48	VB	38.7	46	19.9	49
CN	15.7	22	0.9	5	VC	45.9	56	8.6	29

Tabella 8 - Numeri di giorni e di notti tropicali registrati nel 2024 e media climatica del periodo 1991 – 2020

Per quanto riguarda le ondate di calore, intese come almeno tre giorni consecutivi di caldo intenso, nell'estate 2024 si sono registrati dai 3 ai 6 eventi a seconda dei capoluoghi, esclusivamente nei mesi di luglio, agosto e inizio settembre. Il dettaglio nella tabella di seguito (Tabella 9)

CAPOLUOGO	N. ONDATE	PERIODI
ALESSANDRIA	6	dal 09/07 all' 11/07 dal 17/07 al 19/07 dal 22/07 al 24/07 dal 27/07 al 14/08 dal 21/08 al 25/08 dal 28/08 all' 01/09
ASTI	3	dal 27/07 al 13/08 dal 23/08 al 25/08 dal 28/08 all' 01/09
BIELLA	3	dal 31/07 al 02/08 dal 09/08 al 14/08 dal 28/08 all' 01/09
CUNEO	4	dal 28/07 al 03/08 dal 05/08 al 07/08 dal 09/08 al 13/08 dal 29/08 all'01/09
NOVARA	5	dal 09/07 all'11/07 dal 16/07 al 19/07 dal 27/07 al 14/08 dal 23/08 al 25/08 dal 27/08 all' 01/09
TORINO	3	dal 29/07 al 02/08 dal 06/08 al 13/08 dal 28/08 all' 01/09
VERBANIA	4	dal 28/07 all' 01/08 dal 09/08 al 13/08 dal 23/08 al 25/09 dal 27/08 all' 01/09
VERCELLI	6	dal 09/07 all'11/07 dal 17/07 al 19/07 dal 22/07 al 24/07 dal 26/07 al 13/08 dal 23/08 al 25/08 dal 27/08 all' 01/09

Tabella 9: numero di ondate di calore e periodi in cui si sono registrate per capoluogo

Precipitazioni

In Piemonte nell'estate 2024 le precipitazioni sono state prossime alla media degli anni 1991-2020. con 230.9 mm medi e un lieve deficit di 6.3 mm (pari al 3% circa), cfr. Tabella 10.

Giugno è stato il mese più piovoso con 125.4 mm medi che rappresentano il 54% della precipitazione stagionale; luglio e agosto hanno avuto entrambi una precipitazione di poco inferiore a 53 mm. cfr. Tabella 10.

I primati di precipitazione stagionale in 24 ore si sono verificati in una decina di stazioni pluviometriche (pari al 3% del totale) della rete ARPA Piemonte, in prevalenza tra il 29 e 30 giugno 2024.

Precipitazione	Anomalia pluviometrica (%)	Posizione nella distribuzione storica	Valore medio (mm)	Percentuale record pluviometrici in 24 ore stabiliti (%)
Giugno 2024	+33	10° più piovoso	125.4	6
Luglio 2024	-20	28° meno piovoso	52.8	2
Agosto 2024	-31	12° meno piovoso	52.7	0
Estate 2024	-3	nella norma	230.9	3

Tabella 10 - Precipitazioni cumulate medie in Piemonte nell'estate 2024. Sono riportati l'anomalia percentuale dalla norma 1991-2020, la posizione relativa rispetto all'intera serie storica, il valore medio, la percentuale di stazioni meteorologiche che hanno fatto registrare il loro record di precipitazione cumulata in 24 ore. I mesi e la stagione sono evidenziati in colore arancione (secco) o azzurro (umido) se si trovano nelle prime 10 posizioni storiche, in grassetto se sono tra le prime tre.

Sempre negli ultimi due giorni del mese di giugno si è verificata la maggior parte dei picchi pluviometrici stagionali: 127.2 mm/3h a Noasca (TO) e poi tre valori puntualmente più elevati all'Alpe Veglia (VB) con 162.2 mm/6h, 197.4 mm/12h e 228.3 mm/24h. Unica eccezione il picco pluviometrico orario di 95.7 mm/h a Talucco (TO) il 14 agosto nel corso di un forte temporale (Tabella 11).

Intervallo temporale (ore)	Giorno	Ora (UTC)	Località	Valore (mm)
1	14-ago-2024	14:30	Talucco (TO)	95.7
3	29-giu-2024	19:10	Noasca (TO)	127.2
6	29-giu-2024	20:50	Alpe Veglia (VB)	162.2
12	30-giu-2024	02:10	Alpe Veglia (VB)	197.4
24	30-giu-2024	10:50	Alpe Veglia (VB)	228.3

Tabella 11 – Picchi pluviometrici registrati in Piemonte nell'estate 2024 nei vari intervalli orari. L'ora indicata (UTC) si riferisce alla fine dell'evento precipitativo.

Nella Figura 23 a sinistra vediamo la distribuzione della precipitazione cumulata mensile sul Piemonte, con picchi maggiori attorno ai 400-500 mm sulla zona del lago Maggiore e sull'alto Novarese; presente un massimo precipitativo leggermente inferiore sulle Alpi Marittime. Tali zone sono anche quelle che hanno registrato la maggiore anomalia positiva di precipitazione rispetto

alla norma del periodo 1991-2020; prevalenza di valori prossimi alla climatologia sul resto della regione, con l'eccezione di un picco negativo sull'alto Verbano (Figura 23 a destra).

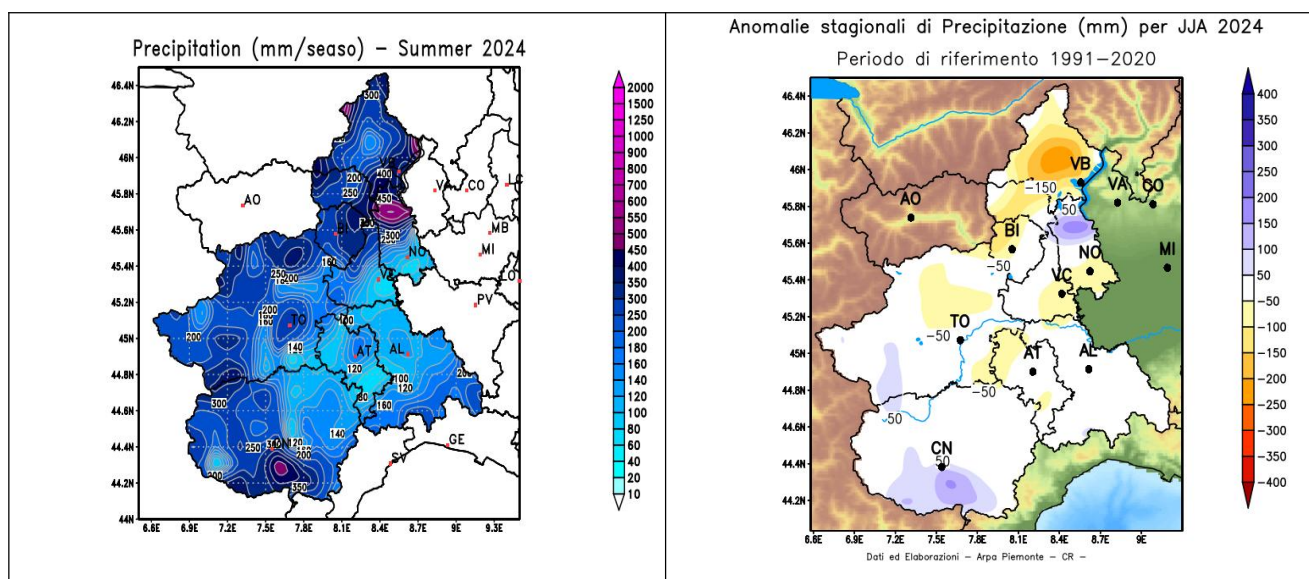


Figura 23 - Precipitazione cumulata (sinistra) e anomalia rispetto alla climatologia degli anni 1991-2020 (destra) sul Piemonte nell'estate 2024.

Precipitazioni nei capoluoghi di provincia

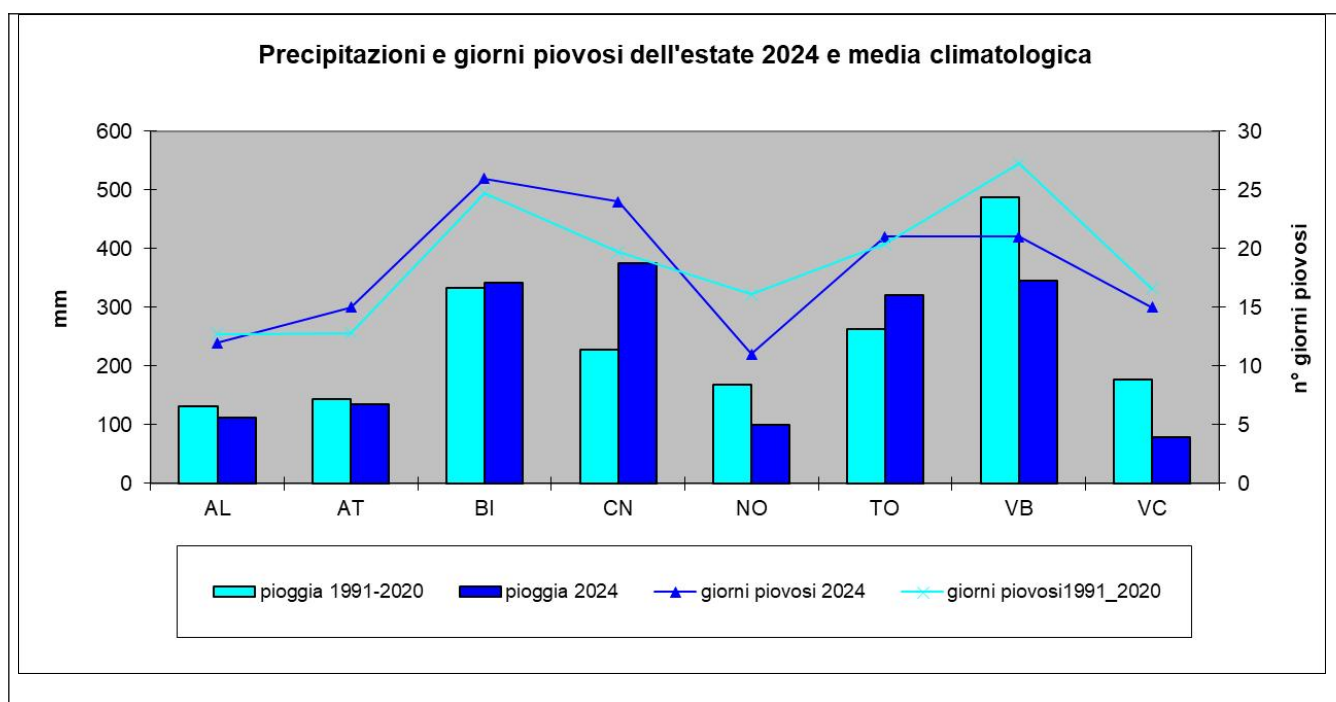


Figura 24 - Precipitazione cumulata dell'estate 2024 e numero di giorni piovosi nei capoluoghi di provincia rispetto alla media 1991-2020 (fonte Arpa Piemonte) (Periodo di riferimento 2000-2020 per Verbania e Biella)

Nei capoluoghi di provincia le precipitazioni sono state inferiori ai valori medi del periodo di riferimento tranne che a Biella, Cuneo (Boves) e Torino dove sono state superiori alla media. Gli scostamenti delle precipitazioni variano da 141,5 mm in meno a Verbania (Pallanza) fino a 148,6 mm in più a Cuneo (Boves): cfr. Figura 24.

Il numero di giorni piovosi è risultato superiore alla norma ad Asti, Biella, Cuneo (Boves) e lievemente superiore a Torino. Al contrario è risultato inferiore alla norma a Novara, Verbania, Vercelli e lievemente più basso a Alessandria: cfr. Figura 24.

Il giorno con la maggior quantità di pioggia è stato il 15 giugno a Verbania, il 6 luglio a Biella, il 7 luglio ad Asti e Alessandria, il 2 agosto a Torino e il 18 agosto a Cuneo (Boves). Si è trattato di episodi temporaleschi e per questo i giorni sono diversi tra loro. La maggior quantità di pioggia giornaliera è stata registrata a Verbania con 83.8 mm.

Vento

Nell'estate 2024 nei capoluoghi di provincia piemontesi la velocità media stagionale del vento è variata da 1.2 m/s. registrati a Boves (CN) fino a 2.2 m/s a Oropa. Mentre la massima raffica (22.1 m/s) è stata misurata ad Alessandria Lobbi il 12 luglio, durante un evento temporalesco (Tabella 12).

Località	Velocità media (m/s)	Massima raffica (m/s)	Data massima raffica	Località	Velocità media (m/s)	Massima raffica (m/s)	Data massima raffica
Alessandria Lobbi	2.1	22.1	12/07/2024	Oropa (BI)	2.2	15.3	21/06/2024
Asti	1.6	19.1	07/08/2024	Pallanza (VB)	1.6	20.3	22/06/2024
Cuneo (Boves)	1.2	19.1	07/08/2024	Torino Alenia	1.8	17.1	01/07/2024
Novara	1.5	13.1	12/07/2024	Vercelli	1.5	18.6	12/07/2024

Tabella 12 – Velocità media e massima raffica misurate nei capoluoghi di provincia

	Velocità media (m/s)	Raffica media (m/s)	Raffica massima (m/s)	quota stazioni (m s.l.m)
AL	1.7	7.3	26.8	700
AL	2.4	8.3	22.1	1500
AL	3.5	10.5	22.1	2500
AT	2.1	7.4	27.9	700
BI	1.8	6.2	22.7	700
BI	2.2	6.2	15.3	1500
CN	1.4	6.7	22	700
CN	2.8	8.6	24.4	1500
CN	2.1	8.9	25.2	2500
NO	1.7	6.5	14.9	700

TO	1.4	6.7	23.1	700
TO	2	9.4	32.6	1500
TO	1.5	7.6	24.9	2500
VB	1.2	6.8	20.3	700
VB	2.1	7.4	23.2	1500
VB	1.5	10.6	36.9	2500
VC	1.5	6.9	18.6	700
VC	0.7	6.2	22.7	1500
VC	1.5	5.6	14.4	2500

Tabella 13 – Velocità media, raffica media e massima. Mediate per provincia e per fasce altimetriche

Nell'estate 2024 si sono avuti 4 giorni con *foehn*: 3 a giugno, 1 a luglio e nessuno ad agosto; al di sotto del valore medio estivo di 12.