

# RAPPORTO D'EVENTO

## Foehn 22-24 dicembre 2023



A cura del  
*Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali*

Torino, 08 gennaio 2024

## SOMMARIO

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>ANALISI METEOROLOGICA</b>	<b>4</b>
INQUADRAMENTO E SITUAZIONE SINOTTICA	4
ANALISI ANEMOMETRICA	8
ANALISI TERMOMETRICA	12
<b>ATTIVITÀ DEL CENTRO FUNZIONALE</b>	<b>14</b>

*In copertina: Nubi lenticolari su Torino con iridescenze (foto Naima Vela).*

## INTRODUZIONE

Il 22 e 23 dicembre 2023 il Piemonte è stato interessato da un intenso evento favonico, legato all'interazione di una depressione in discesa dal Mar Baltico, e un anticiclone disposto sulle Isole Azzorre. Il gradiente di pressione tra questi due attori ha generato un forte vento nordoccidentale sulla nostra regione già a partire da giovedì 21 dicembre, che poi si è intensificato raggiungendo valori molto forti talora superiori ai 100 km/h anche agli sbocchi vallivi. Nelle valli i venti molto intensi si sono protratti per due giorni, e il brusco calo di umidità unito alla ventilazione e alla carenza di precipitazioni nei giorni precedenti ha favorito il proliferare di diversi incendi boschivi tra Giaveno e le Valli di Lanzo.

Il riscaldamento per caduta del vento ha portato temperature medie sensibilmente superiori alla media del periodo, nonché temperature massime da record in molte stazioni della rete di misura di ARPA Piemonte.

Il presente documento riporta un'analisi delle condizioni meteorologiche, delle osservazioni del sistema di monitoraggio meteoidrografico di Arpa Piemonte.

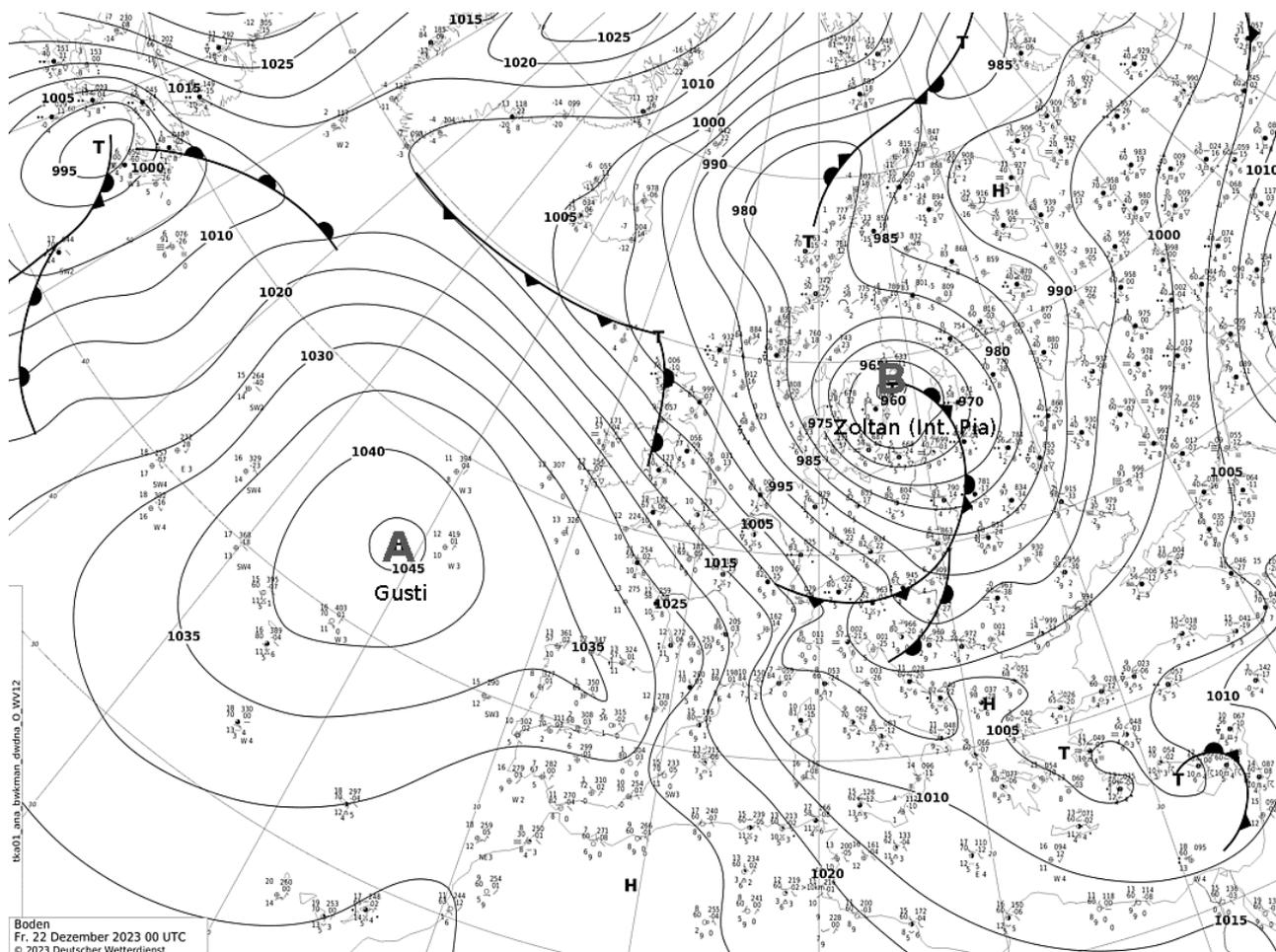


**Figura 1** - Nubi lenticolari in Val Susa con iridescenze il 22 dicembre 2023. Foto di Daniele Cat Berro

## ANALISI METEOROLOGICA

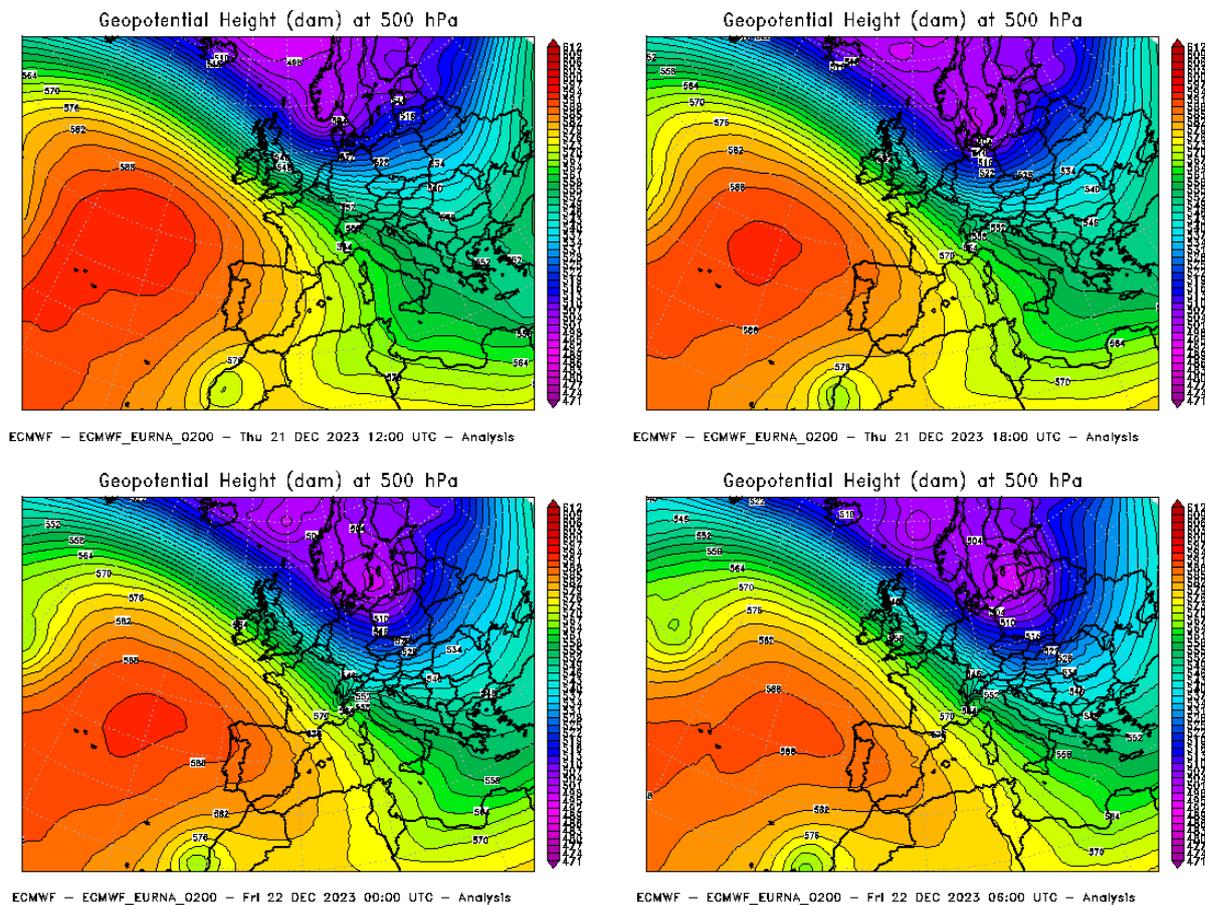
### Inquadramento e situazione sinottica

La situazione meteorologica a livello sinottico tra il 21 e il 22 dicembre è ben rappresentata dalla carta dei fronti e della pressione al livello del mare riportata in Figura 2. I due attori protagonisti sono un'alta pressione con centro situato nei pressi delle Isole Azzorre, e una bassa pressione (nominata Zoltan dall'Università di Berlino e internazionalmente Pia) con centro sul Mar Baltico.



**Figura 2** - Carta sinottica di analisi della pressione al suolo con i fronti e le stazioni SYNOP per le 00 UTC del 22 dicembre 2023. Elaborazione Deutscher Wetterdienst.

Tra giovedì 21 e venerdì 22 dicembre la lenta discesa verso sud in direzione dei Balcani e del Mar Mediterraneo orientale della depressione Zoltan ha portato a un aumento del gradiente barico presente tra le due strutture, gradiente che si è rivelato molto marcato in prossimità dell'arco alpino, dove le isobare risultano anche flesse, come visibile nella Figura 2. La Figura 3 mostra la situazione sinottica in quota, in particolare al livello di 500 hPa (corrispondente circa a 5500 m, media troposfera), mentre la Figura 4 riporta per le stesse scadenze temporali, tra le 12 UTC del 21 dicembre 2023 e le 6 UTC del 22 dicembre 2023 intervallate di 6 ore, la pressione al livello del mare. Osservando le immagini relative alle due quote (Figure 3 e 4) si può notare l'uniformità della colonna atmosferica e la mancanza di disallineamenti sulla verticale; ciò comporta una limitata dinamicità del sistema, ulteriormente evidenziata dalla mancanza di zone frontali nei pressi dell'evento (Figura 2). Nelle medesime immagini è altresì ben evidente il forte gradiente barico presente a ridosso dell'arco alpino, responsabile dello sviluppo dell'intenso vento geostrofico in quota con provenienza nordoccidentale sulla nostra regione. L'interazione di tali intense correnti con la catena montuosa ha inoltre prodotto la caratteristica configurazione delle isobare detta "naso del foehn" visibile in Figura 4.

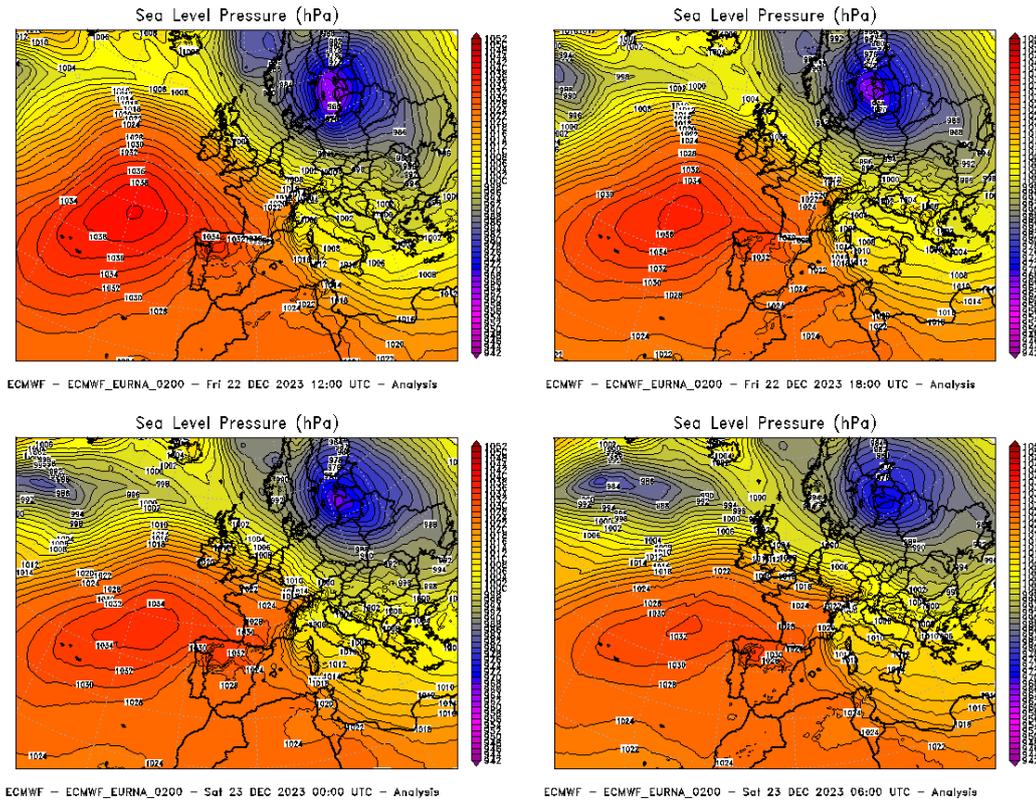


**Figura 3** - Analisi dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa (circa 5500 m) ogni sei ore a partire dalle ore 12 UTC del 21 dicembre 2023. In viola si nota l'area di bassa pressione in discesa dal Mar Baltico, mentre in arancione l'alta pressione delle Azzorre. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF.

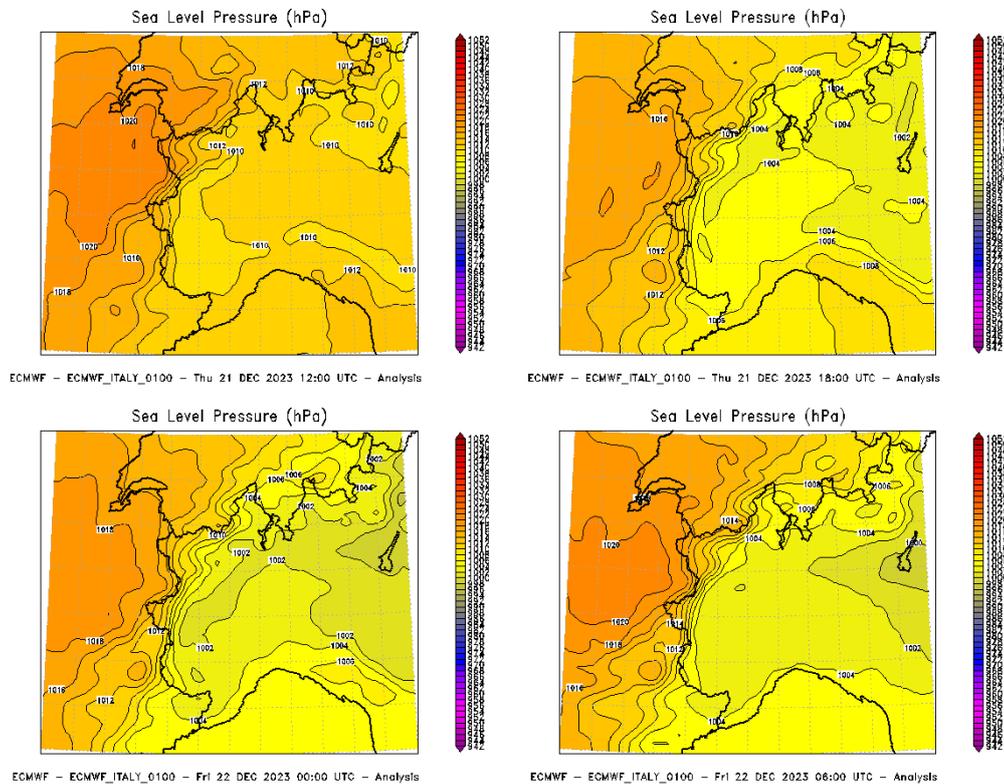
Tale interazione della catena montuosa con l'intenso flusso nordoccidentale porta anche ad una recrudescenza del gradiente barico al suolo, generando una differenza di pressione tra il lato nord alpino e quello sud alpino (pianura piemontese) di oltre 18 hPa (Figura 5). La configurazione barica è rimasta praticamente immutata per tutta la giornata di venerdì 22, poi il centro dell'alta pressione sulle Azzorre si è spostato verso ovest, mentre la saccatura che dal Baltico si protendeva verso sud ha ruotato il suo asse, e ha traslato il centro depressionario verso est, indebolendo in generale il gradiente di pressione che investiva l'arco alpino. Conseguentemente anche il gradiente barico al suolo si è ridotto, conducendo verso una progressiva riduzione dei venti sia in quota che nei bassi strati.

Il dissolvimento completo di questa dicotomia barica è avvenuto nella sera di domenica 24 dicembre, quando il campo barico in quota ha assunto una configurazione zonale.

Il primo effetto della configurazione sinottica di questi due giorni è stato il posizionamento della corrente a getto tra Inghilterra, Francia e Italia, come si può vedere in Figura 6, con direzione nordovest, e una velocità del flusso di oltre 200 km/h. A questo riguardo sono molto interessanti i valori misurati dal radiosondaggio effettuato alla stessa ora, e partito dall'aeroporto di Cuneo Levaldigi (Figura 7), dove la velocità del vento misurata è risultata di 325 km/h a circa 12 km di quota (livello della tropopausa), mentre a 300 hPa ha misurato 232 km/h, con direzione nord-nordovest. In quel radiosondaggio la sonda ha raggiunto la Toscana prima di esplodere in stratosfera. Il profilo termico dell'atmosfera misurato è inoltre risultato molto secco con umidità relativa prossima al 25% per quasi tutto il profilo, ad esclusione dello strato limite superficiale in cui non aveva ancora fatto irruzione il foehn.

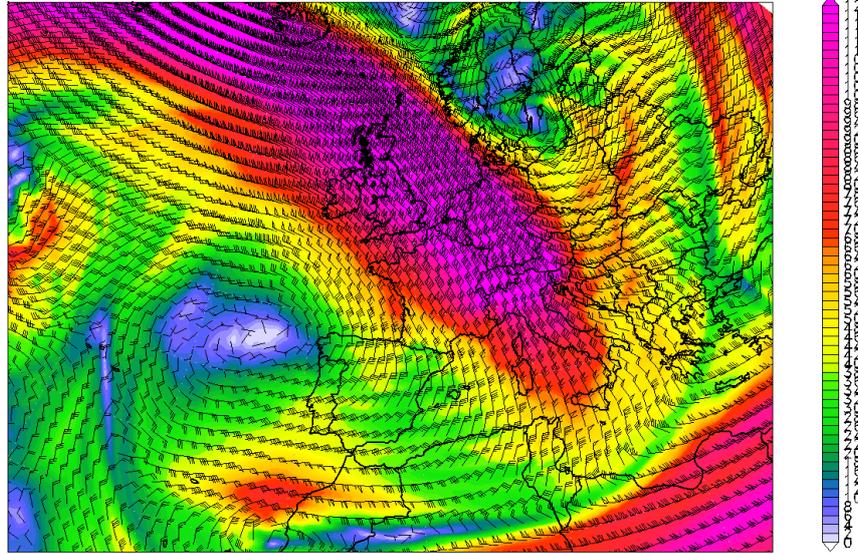


**Figura 4** - Analisi della pressione atmosferica al livello del mare ogni sei ore a partire dalle 12 UTC del 21 dicembre 2023. I colori blu-viola indicano una pressione atmosferica inferiore a 970 hPa, mentre l'arancione-rosso superiore a 1030 hPa. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF.



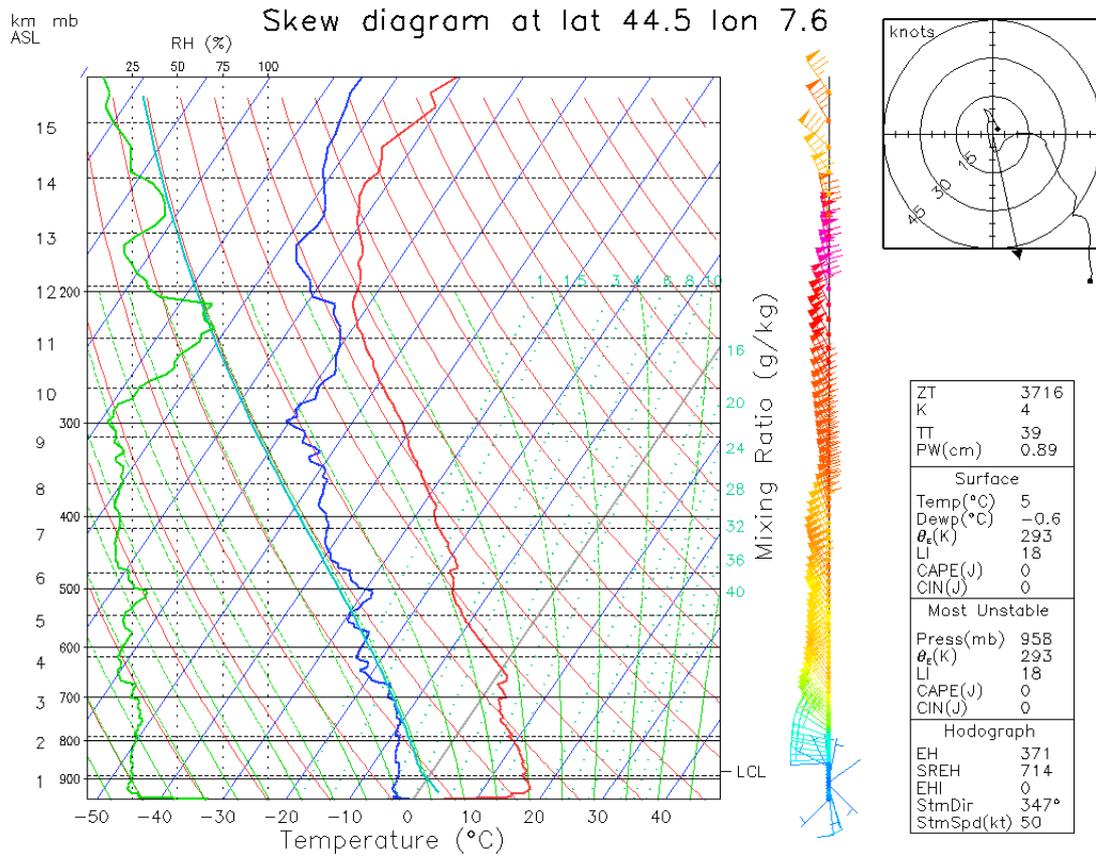
**Figura 5** - Analisi della pressione atmosferica al livello del mare ogni sei ore a partire dalle 12 UTC del 21 dicembre 2023. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF.

Wind (knots) at 300 hPa



ECMWF – ECMWF\_EURNA\_0200 – Fri 22 DEC 2023 00:00 UTC – Analysis

**Figura 6** - Analisi della velocità e direzione del vento a 300 hPa (circa 9.5 km dal livello del mare) per le ore 00 UTC del 22 dicembre 2023. Elaborazione ARPA Piemonte su dati ECMWF.



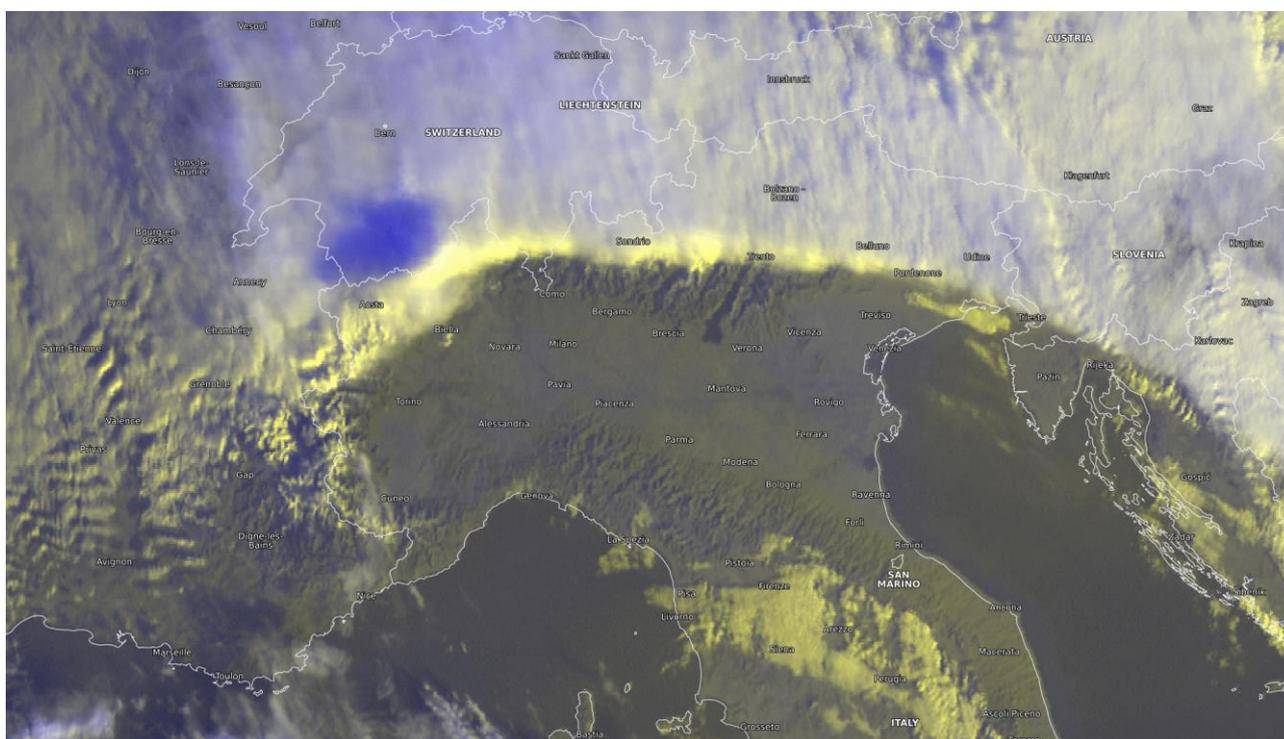
CUNEO-LEVALDIGI 384 m – Fri 22 DEC 2023 00:00 UTC

**Figura 7** - Radiosondaggio partito dall'aeroporto di Cuneo Levaldigi alle ore 00 UTC del 22 dicembre 2023.

In territorio francese, negli strati più bassi, l'interazione del flusso con le Alpi ha costretto la massa d'aria a sollevarsi raggiungendo il punto di saturazione; ciò ha dato luogo ad una nuvolosità compatta oltralpe e precipitazioni di tipo orografico a carattere nevoso sulle creste di confine soprattutto tra Alpi Graie e Lepontine. Il cosiddetto “muro del foehn”, ovvero la nuvolosità legata al processo di sollevamento e saturazione dell'aria, ha quindi valicato lo spartiacque includendo buona parte della Val d'Ossola, come si può vedere dall'immagine nel canale del visibile del satellite geostazionario METEOSAT (Figura 8).

Dai crinali italiani la massa d'aria è poi discesa, ormai quasi priva di umidità, seguendo un profilo adiabatico secco e riscaldandosi notevolmente, originando quindi il foehn vero e proprio.

Allargando lo sguardo verso Est si nota come, a causa dell'estrema intensità e persistenza delle correnti settentrionali che raggiungono tutto il nord Italia, l'Alto Adige, la parte montana del Veneto e il Friuli risultino a loro volta completamente coperti da nuvolosità da sbarramento orografico.



**Figura 8** - Immagine del satellite geostazionario METEOSAT nel canale del visibile alle ore 08 UTC del 22 dicembre 2023. Immagine EUMETSAT.

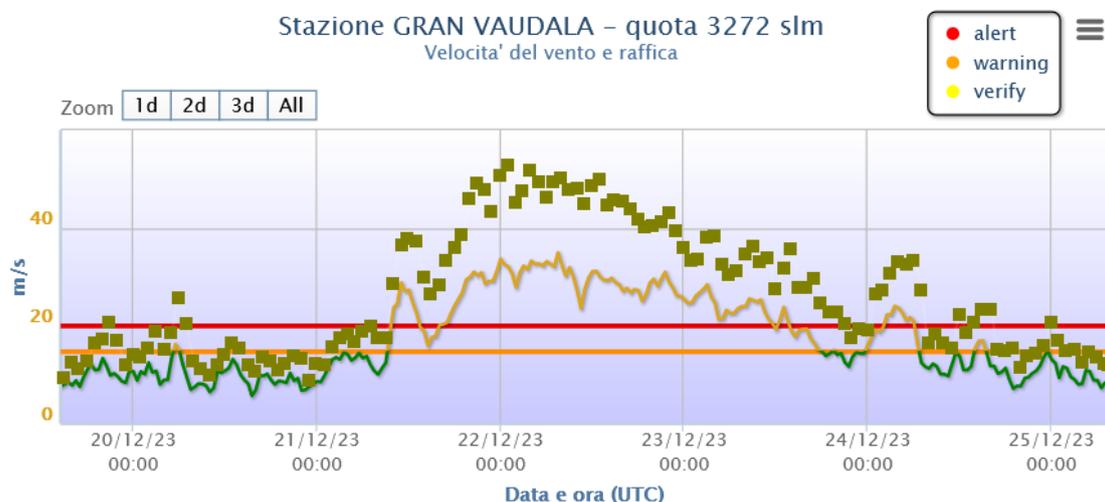
Nelle mappe di analisi del modello meteorologico IFS di ECMWF è possibile apprezzare il calo dell'umidità relativa a 2 metri, legato proprio all'irruzione del foehn caldo e secco, prima dalle valli alpine occidentali, poi alle pianure piemontesi, per estendersi infine a tutta la pianura padana. Va considerato però che il modello non è riuscito a cogliere appieno il calo di umidità che si è prolungato anche per la giornata di sabato, soprattutto nei settori occidentali della regione.

## Analisi anemometrica

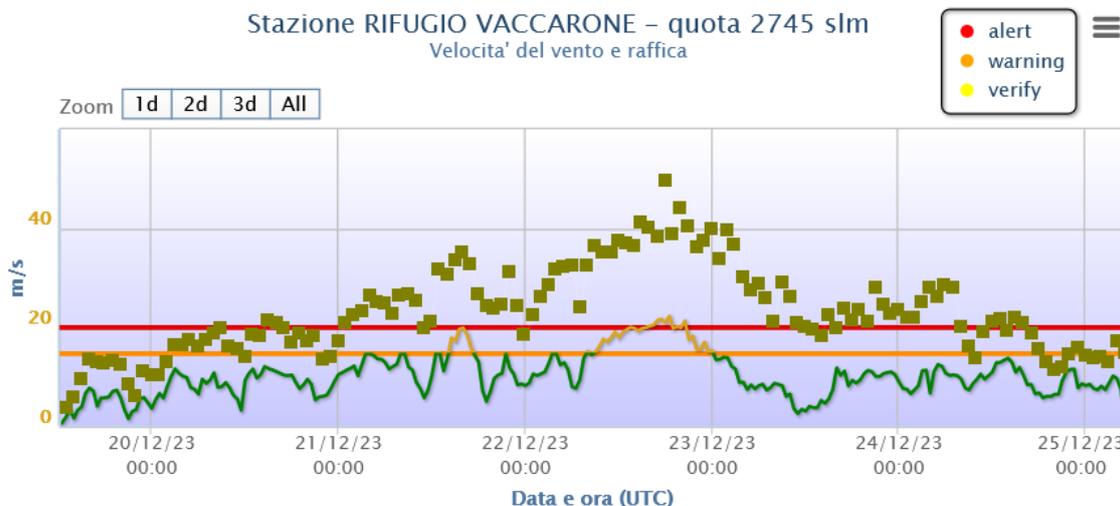
L'intensificazione del vento sulle creste delle Alpi Occidentali è iniziata già dalla mattina di giovedì 21 (Figura 9 e Figura 10), per poi progressivamente estendersi nelle vallate dalle ore centrali (Figura 11 e Figura 12), ed infine raggiungere le pianure nella notte tra giovedì 21 e venerdì 22 (Figura 13).

Il foehn si è incanalato nelle valli raggiungendo velocità molto elevate e segnando nuovi record per la stazione del Rifugio Vaccarone (179.3 km/h) e per quella di Avigliana (114.8 km/h) nella velocità della raffica del vento. Altre stazioni meteorologiche estranee alla rete ARPA, hanno misurato

velocità molto elevate del vento, come ad esempio quella della Sacra di San Michele (Comunità dei Rosminiani) allo sbocco della Valle di Susa, che per la sua posizione elevata e centrale nella valle ha colto il getto in uscita dalla stessa, con una raffica misurata di 228.5 km/h al mattino di venerdì 22.



**Figura 9** - Velocità del vento medio (linea verde) e della raffica (quadrati oro) nella stazione della Gran Vaudala (TO) in alta Valle Orco



**Figura 10** - Velocità del vento medio (linea verde) e della raffica (quadrati oro) nella stazione del Rifugio Vaccarone (TO) in alta Valle di Susa

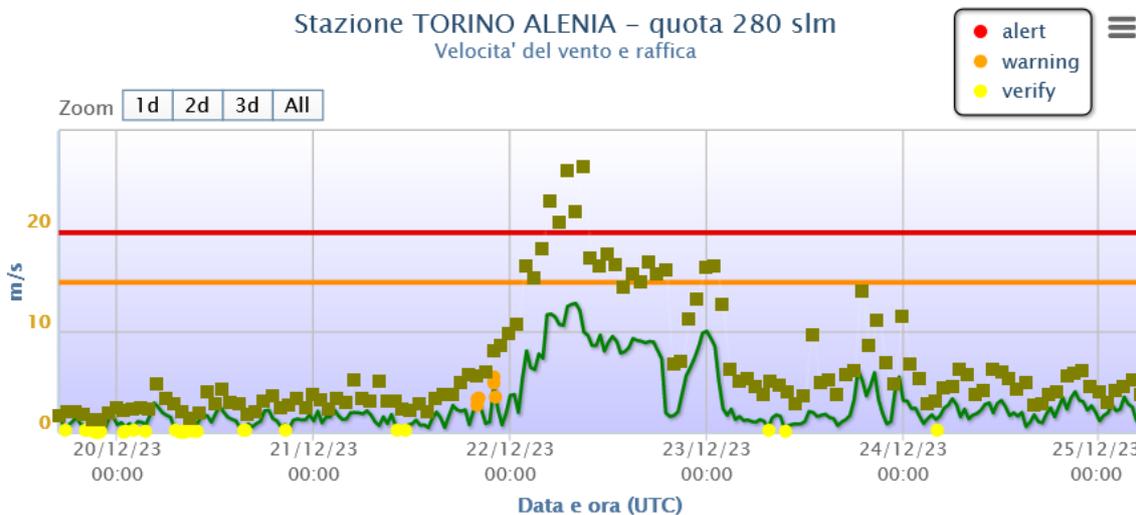
Come dimostrano le figure riportanti la velocità del vento, la massima intensità dell'evento è stata misurata, per le stazioni di montagna, tra giovedì e venerdì, e presenta un plateau di valori elevati per tutto venerdì 22 e sabato 23 (Figura 9), mentre è apprezzabile il ritardo del picco più intenso nelle stazioni di Avigliana (TO) con 114.8 km/h, Caselle Torinese (TO) con 98.3 km/h e Torino Alenia con 95.4 km/h, che presentano una differenza di 3.30 ore tra le raffiche più intense: per Avigliana è avvenuta alle 6:30 e per la Torino alle 10:00, ore locali.



**Figura 11** - Velocità del vento medio (linea verde) e della raffica (quadrati oro) nella stazione di Susa Pietrastretta (TO)



**Figura 12** - Velocità del vento medio (linea verde) e della raffica (quadrati oro) nella stazione di Avigliana (TO) in bassa Val di Susa



**Figura 13** - Velocità del vento medio (linea verde) e della raffica (quadrati oro) nella stazione di Torino Alenia

In Tabella 1 sono riportate le velocità medie giornaliere del vento e della massima raffica per le stazioni della rete meteorografica regionale che, per quest'ultima variabile, hanno misurato valori superiori a 72 km/h.

La giornata del 22 dicembre 2023, giorno centrale dell'evento, spicca per raffiche molto forti dove si notano diverse stazioni di pianura e collina (quote inferiori ai 700 m), mentre giovedì 21 e sabato 23 dicembre sono caratterizzati da stazioni di media o alta montagna. Da notare sono le velocità medie giornaliere che in taluni casi sono superiori 25 km/h in pianura e superiori a 35-40 km/h in montagna. Tra tutte spicca la Gran Vaudala in alta Valle Orco, con velocità media giornaliera di 107.3 km/h per il 22 dicembre.

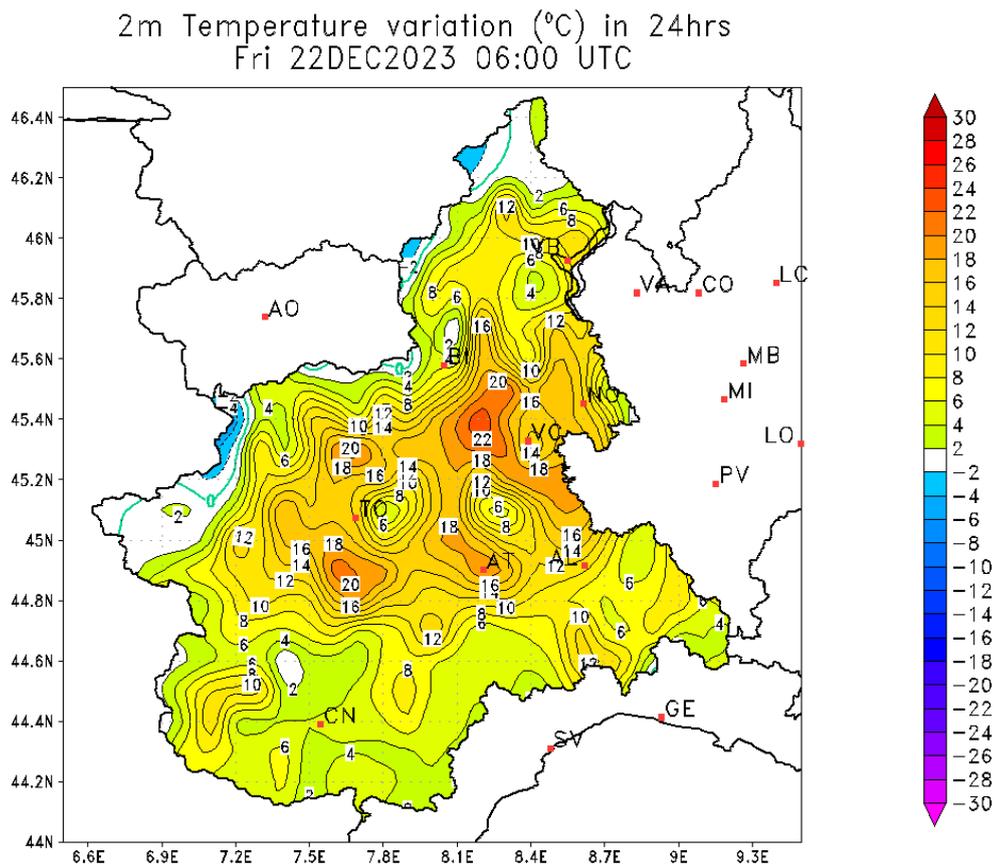
Comune	Provincia	Denominazione	Quota sito [m]	Data	Media [km/h]	Ora raffica (UTC)	Raffica [km/h]
SUSA	TO	PIETRASTRETTA	520	21/12/2023	36,4	03:00	110,2
CASELLE TORINESE	TO	CASELLE	300	21/12/2023	11,2	23:18	91,4
AVIGLIANA	TO	AVIGLIANA	340	21/12/2023	10,4	23:47	86,4
VENARIA	TO	VENARIA LA MANDRIA	337	21/12/2023	5	23:44	84,6
BORGONE SUSÀ	TO	BORGONE	400	21/12/2023	13	23:59	79,2
PINEROLO	TO	PINEROLO	340	21/12/2023	7,6	22:12	73,4
SUSA	TO	PIETRASTRETTA	520	22/12/2023	41,4	16:58	117,4
AVIGLIANA	TO	AVIGLIANA	340	22/12/2023	36,7	04:32	114,8
BORGONE SUSÀ	TO	BORGONE	400	22/12/2023	32,8	11:12	108
CASELLE TORINESE	TO	CASELLE	300	22/12/2023	25,9	01:08	98,3
TORINO	TO	TORINO ALENIA	280	22/12/2023	28,8	08:14	95,4
MONTALDO SCARAMPI	AT	MONTALDO SCARAMPI	289	22/12/2023	14,8	03:50	93,6
BORGOFRANCO D'IVREA	TO	BORGOFRANCO D'IVREA	337	22/12/2023	29,9	06:07	92,5
CARMAGNOLA	TO	CARMAGNOLA	232	22/12/2023	13,7	01:32	85,3
VENARIA	TO	VENARIA LA MANDRIA	337	22/12/2023	14	01:18	85
MONCALIERI	TO	BAUDUCCHI	226	22/12/2023	15,1	03:43	84,6
VERBANIA	VB	PALLANZA LAGO MAGGIORE	202	22/12/2023	9,4	08:04	84,6
BUTTIGLIERA D'ASTI	AT	BUTTIGLIERA D'ASTI	290	22/12/2023	19,1	01:37	76,3
TORINO	TO	TORINO REISS ROMOLI	241	22/12/2023	13	09:10	74,9
SUSA	TO	PIETRASTRETTA	520	23/12/2023	27,4	14:00	78,1

**Tabella 1** - Velocità del vento media giornaliera e raffica massima giornaliera per le stazioni della rete sotto i 700 m slm e con raffica superiore a 72 km/h.

## Analisi termometrica

La forte ventilazione, come già accennato nell'analisi meteorologica, è stata accompagnata da un marcato aumento delle temperature, proprio per il riscaldamento adiabatico della massa d'aria in caduta dall'arco alpino. Nella giornata di venerdì 22, e successivamente nella giornata di sabato 23 dicembre sono stati segnati numerosi record di temperatura massima. Il 22 dicembre ha registrato inoltre una temperatura media sul Piemonte pari a 10.1 °C, subito superata da quella del 23 dicembre con 11.4 °C, di 9°C sopra la norma del periodo. In questa data 105 termometri della rete ARPA Piemonte, pari a quasi il 30% del totale, hanno stabilito il primato di temperatura massima per il mese di dicembre dal momento della loro installazione. Il picco più elevato è stato misurato a Cumiana (TO) con 25.2°C, ma anche a Bra (CN), Treiso (CN) e Villanova Solaro (CN) la temperatura massima giornaliera ha superato la soglia "primaverile" dei 25°C. Resiste invece a Torino Giardini Reali il record di 21.6°C stabilito il giorno precedente, 22 dicembre 2023.

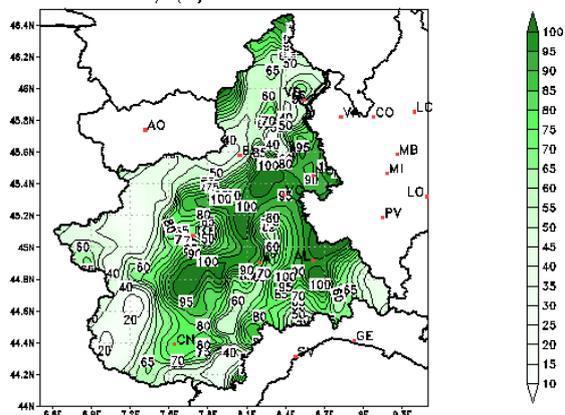
Interessante è osservare la differenza di temperatura in 24 ore misurata dalla rete ARPA Piemonte per la giornata del 22 dicembre alle 7:00 ora locale (Figura 14): su alcuni punti stazione sono stati superati i 20°C di differenza rispetto la mattina precedente, mentre i colori azzurri sulle creste fanno notare la presenza del muro del foehn.



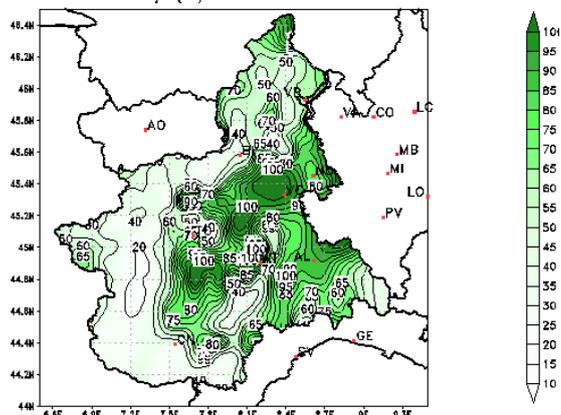
**Figura 14** - Differenza di temperatura a 2 metri in 24 ore il 22 dicembre 2023 ore 6:00 UTC. Dati della rete ARPA Piemonte.

Un altro parametro caratteristico delle irruzioni favoniche è il brusco calo dell'umidità relativa a 2 metri (Figura 15), che rispecchia l'avanzamento dalle Alpi verso le pianure del foehn.

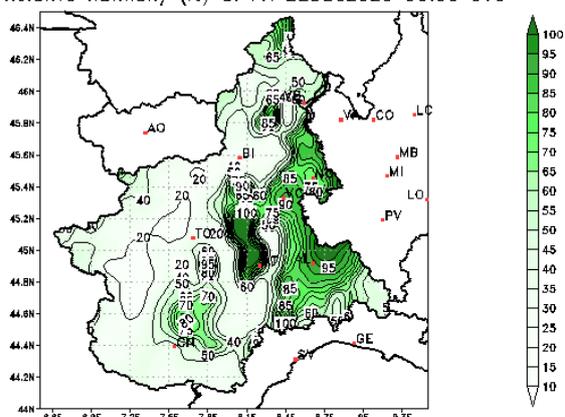
2m Relative humidity (%) at Thu 21DEC2023 18:00 UTC



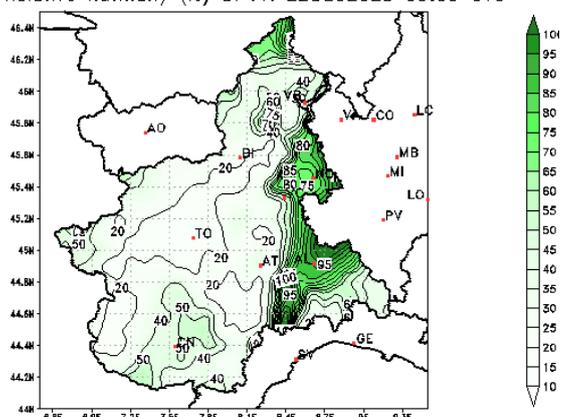
2m Relative humidity (%) at Thu 21DEC2023 21:00 UTC



2m Relative humidity (%) at Fri 22DEC2023 00:00 UTC



2m Relative humidity (%) at Fri 22DEC2023 03:00 UTC



**Figura 15** - Umidità relativa a 2 metri misurata dalla rete ARPA Piemonte da giovedì 21 dicembre 2023 ore 18 UTC intervallata di tre ore.

## ATTIVITÀ DEL CENTRO FUNZIONALE

Sulla base delle previsioni meteorologiche e delle valutazioni degli effetti al suolo, il Centro Funzionale di Arpa Piemonte dalla giornata di mercoledì 20 dicembre segnalava nel Bollettino di Vigilanza le aree maggiormente coinvolte dal peggioramento a partire dal pomeriggio di giovedì, con l'indicazione di vento molto forte sulle aree alpine in estensione alle pianure (icone nere).

L'indicazione della ventilazione intensa nel bollettino di vigilanza meteorologica è stata confermata con le successive emissioni. Nelle figure seguenti si riportano i Bollettini di Vigilanza Meteorologica emessi dal 20 al 22 dicembre 2023.

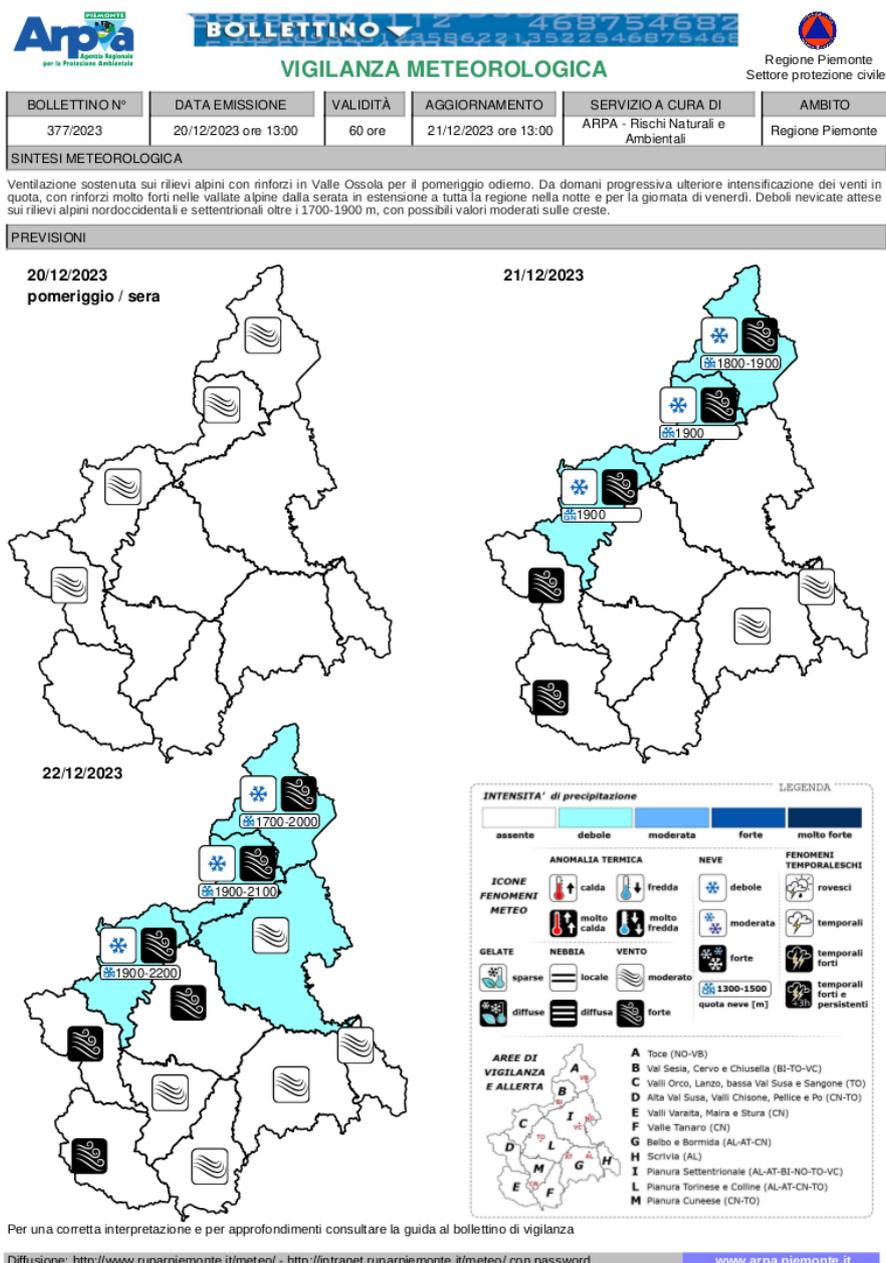


Figura 16 - Bollettino di vigilanza meteorologica emesso il 20 dicembre 2023.

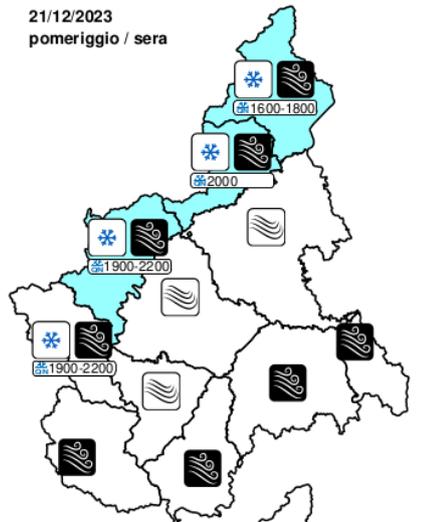
BOLLETTINO N°	DATA EMISSIONE	VALIDITÀ	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO
379/2023	21/12/2023 ore 13:00	60 ore	22/12/2023 ore 13:00	ARPA - Rischi Naturali e Ambientali	Regione Piemonte

**SINTESI METEOROLOGICA**

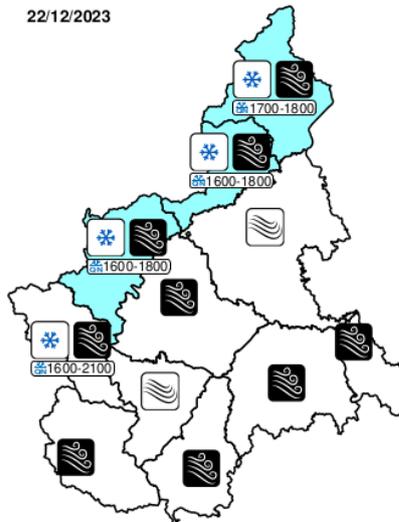
Fino alla giornata di sabato previsti venti forti in quota, associati a nevicate in alta valle tra Alpi Graie e Lepontine, moderate sulle creste fino al pomeriggio di domani, con foehn in progressiva estensione agli sbocchi vallivi e aree collinari e nella giornata di domani diffuso a tutta la regione. Attese raffiche superiori ai 140 km/h sulle creste alpine, oltre i 100 km/h nelle valli nordoccidentali e fino agli sbocchi vallivi e oltre i 70-80 km/h su zone di pianura e collina.

**PREVISIONI**

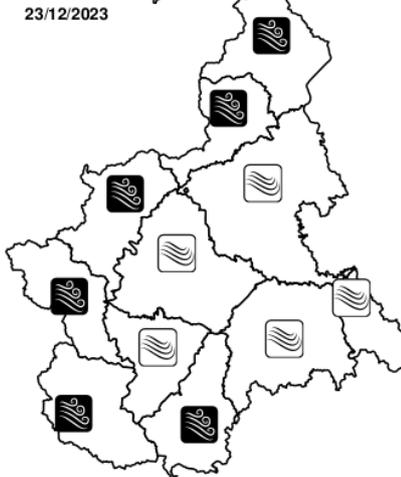
21/12/2023  
pomeriggio / sera



22/12/2023



23/12/2023



INTENSITA' di precipitazione				LEGENDA	
assente	debole	moderata	forte		
ANOMALIA TERMICA		NEVE		FENOMENI TEMPORALESCHI	
ICONE	↑ calda	↓ fredda	debole	rovesci	
FENOMENI METEO	molto calda	molto fredda	moderata	temporali	
GELATE	NEBBIA		forte	temporali forti	
sparse	locale	moderata	1300-1500	temporali forti e persistenti	
diffuse	diffusa	forte	quota neve [m]		
AREE DI VIGILANZA E ALLERTA			<ul style="list-style-type: none"> <li>A Toce (NO-VB)</li> <li>B Val Sesia, Cervo e Chiusella (BI-TO-VC)</li> <li>C Valli Orco, Lanzo, bassa Val Susa e Sangone (TO)</li> <li>D Alta Val Susa, Valli Chisone, Pellice e Po (CN-TO)</li> <li>E Valli Varaita, Maira e Stura (CN)</li> <li>F Valle Tanaro (CN)</li> <li>G Belbo e Bormida (AL-AT-CN)</li> <li>H Scrivia (AL)</li> <li>I Pianura Settentrionale (AL-AT-BI-NO-TO-VC)</li> <li>L Pianura Torinese e Colline (AL-AT-CN-TO)</li> <li>M Pianura Cuneese (CN-TO)</li> </ul>		

Per una corretta interpretazione e per approfondimenti consultare la guida al bollettino di vigilanza

Diffusione: <http://www.ruparpiemonte.it/meteo/> - <http://intranet.ruparpiemonte.it/meteo/> con password

[www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

Figura 17 - Bollettino di vigilanza meteorologica emesso il 21 dicembre 2023.

