

Alma Mater Studiorum · Università di Bologna

---

Scuola di Scienze  
Corso di Laurea in Fisica

**ANALISI DI CASI DI STUDIO  
METEOROLOGICI TRAMITE  
MODELLI DEL CENTRO EUROPEO**

**Relatore:**

**Prof. Rolando Rizzi**

**Presentata da:**

**Marco Cadau**

**Sessione II**

**Anno Accademico 2014/2015**



# Indice

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>2. MODUS OPERANDI.....</b>	<b>7</b>
<b>3. 5/6 FEBBRAIO 2015.....</b>	<b>11</b>
▪ Analisi.....	11
✓ Quadro Generale.....	11
✓ Piogge.....	13
✓ Neve.....	14
▪ Previsioni: esempio concreto.....	16
<b>4. 19/22 DICEMBRE 2009.....</b>	<b>19</b>
▪ Analisi.....	19
✓ Quadro Generale.....	19
✓ Precipitazioni: il gelicidio.....	20
▪ Previsioni .....	23
<b>5. 1 FEBBRAIO 2012 .....</b>	<b>25</b>
▪ Cenni all'ondata di gelo del Febbraio 2012.....	25
▪ Analisi del caso.....	26
✓ Quadro Generale.....	26
✓ Precipitazioni.....	29
<b>6. CONCLUSIONI.....</b>	<b>33</b>
<b>7. RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>37</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA.....</b>	<b>39</b>



# Introduzione

---

L'esperienza lavorativa all'ARPA è durata diverso tempo (dal 13 Aprile al 24 Maggio, per un totale di 100 ore) e mi ha messo nelle condizioni di accedere ad una grande mole di informazioni, dati, nonché di contenuti utili, talvolta indispensabili, per analizzare i casi più particolari dell'andamento dei fenomeni meteorologici in mesoscala e in scala quasi-sinottica. La zona oggetto dell'analisi è principalmente l'Emilia Romagna, considerata in un quadro complessivamente allargato al continente europeo. Questo studio, infatti, viene compiuto al fine di capire quali cause hanno determinato i fenomeni precipitativi che hanno coinvolto le zone interessate.

Questa analisi è volta a esaminare le perturbazioni che, in date diverse (5/6 Febbraio 2015, 19-22 dicembre 2009, 1 febbraio 2012), hanno portato piovosità diffusa e nevicate intense nell'Emilia-Romagna.

Il primo caso preso in esame, ossia quello relativo al periodo suddetto, ha rivestito grande importanza nello scenario dell'inverno scorso, in quanto ha provocato numerosi disagi alla viabilità, interruzione della distribuzione di acqua potabile e black-out elettrici nelle zone interessate da precipitazioni nevose; in Romagna invece sono stati numerosi gli allagamenti soprattutto nel Cesenate e nel Riminese.

Nel secondo caso analizzato, invece, assistiamo al fenomeno non troppo comune del gelicidio. Provoca, infatti, anch'esso disagi gravi alla viabilità stradale e autostradale, nonché il pericolo di interruzione della corrente nelle linee elettriche, dovuta al peso del ghiaccio depositato sui conduttori che fa crollare i cavi dell'alta tensione.

L'ultimo caso, infine, è stato trattato poiché rientrando nella famosa ondata di gelo della prima metà del Febbraio 2012. Vedremo, infatti, un quadro generale dell'ondata, dopodiché un "focus" sulle importanti nevicate del primo Febbraio in regione.

L'obiettivo di questo lavoro è anche quello di verificare la veridicità e l'affidabilità delle previsioni fornite all'ARPA e dalle analisi sperimentali. Vedremo quindi le carte, di vari tipi, di cui mi

sono appunto servito nella mia esperienza al servizio idrometeorologico, e da quelle studieremo i vari casi raffrontati ai dati sperimentali raccolti dall'ARPA stessa.

## Modus Operandi

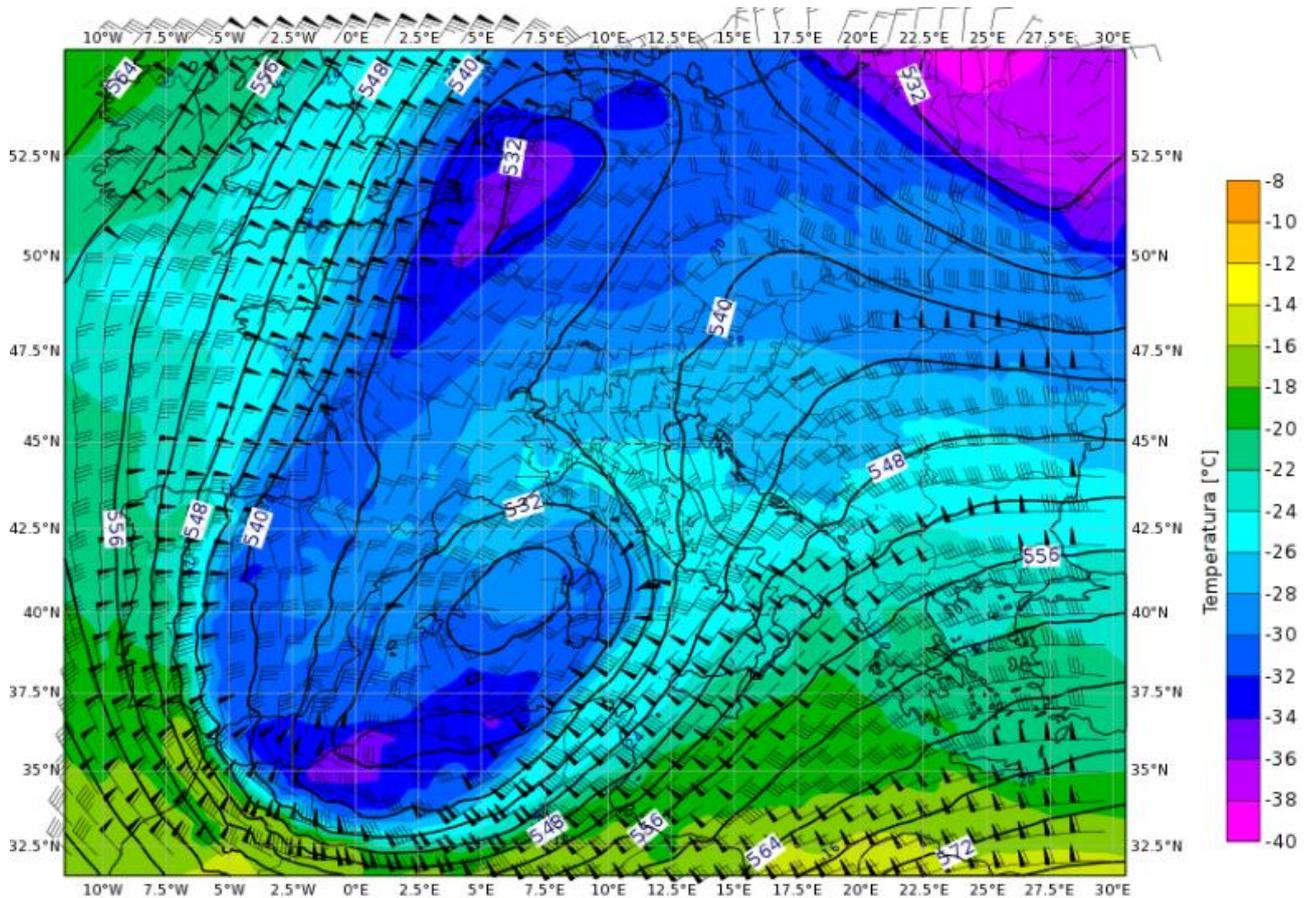
---

Il Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio Range (European Center for Medium-Range Weather Forecasts), ha sede a Reading (GB) e i paesi aderenti al progetto di ricerca traggono vantaggio mediante le mappe elaborate da uno dei maggiori complessi di supercomputer in Europa.

Mentre le analisi sono volte a esaminare cosa sia effettivamente successo ad una certa pressione o quota ad un certo istante temporale (chiaramente noto), le previsioni si basano su dei modelli numerici che permettono di dedurre l'andamento delle variabili fisiche più importanti per la meteorologia, al fine di avere un quadro più chiaro e completo possibile sulla descrizione dell'atmosfera e del suolo.

Le previsioni utilizzate sono quelle fornite dall'accordo LAMI (Limited Area Model Italia), ossia un accordo fra Arpa-Piemonte, Arpa-Emilia Romagna e Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana. Tramite questa collaborazione fra servizi idrometeorologici siamo in grado di sfruttare modelli numerici che prevedono periodicamente il quadro meteorologico a breve o a lungo periodo.

Queste previsioni sono quindi state fatte tramite modello COSMO-I7, che fornisce dati sulle variabili meteorologiche fino alle 72 ore successive. I punti di griglia di una carta predittiva sono i punti in cui effettivamente viene eseguita dal modello la previsione numerica, la distanza fra questi punti, sistemati a quadrato, determina l'effettiva risoluzione spaziale. Per il modello COSMO-I7 la risoluzione spaziale è di 7 km (per distinguere col modello COSMO-I2, sempre usato dall'accordo LAMI, che ha una risoluzione spaziale di 2,8 km e che fornisce quindi previsioni più precise ma più onerose in termini di risorse di calcolo. Questo fornisce dati per le successive 48 ore anziché 72).



I tipi di carte adoperati sono in larga parte quelli relativi a una serie di dati: l'altezza geopotenziale, il vento e la temperatura ad una certa pressione (500, 850 e 1000 hPa), per avere un quadro più completo possibile della situazione al suolo e in quota e per poter vedere in modo chiaro gli spostamenti delle masse d'aria (figura sopra). In una stessa mappa possono vedersi misurate diverse variabili.

- 1) La temperatura: tramite apposita legenda a lato, i colori caldi corrispondono in genere a temperature più elevate (rosso, arancione, giallo), mentre nella scala delle temperature più basse corrispondo a colori più freddi (azzurro cielo, poi blu elettrico, blu oltremare e nei casi peggiori viola). È molto importante per la comprensione dei moti delle masse d'aria calde o fredde, attraverso i fronti meteorologici.
- 2) Altezza geopotenziale: è rappresentata dalle linee scure. Esse sono delle isolinee: valori più bassi di geopotenziale sono sinonimo di lavoro minore da compiere contro la forza gravitazionale per spostare una massa unitaria d'aria. Essendo praticamente equivalente all'altezza effettiva in tantissime circostanze è in queste mappe misurata in decimetri, come fosse appunto una misura di lunghezza.
- 3) Pressione: tutti i punti della griglia di questo tipo di carta sono chiaramente alla stessa pressione (500 hPa, nel caso dell'esempio). I valori numerici del geopotenziale indicano l'altezza della superficie a pressione costante. Per la 500 hPa i valori di geopotenziale cadono nell'intervallo  $5 \div 5,5$  km, per la 850 hPa a  $1,2 \div 1,5$  km. La superficie 1000 hPa è

molto vicina al livello medio del mare e l'altezza di geopotenziale può variare di qualche centinaio di metri.

- 4) Vento: ogni "stanghetta" corrisponde approssimativamente a 5 m/s, con la bandierina che corrisponde a 5 stanghette.



*Esempio di simboli usati nella comprensione del modulo della velocità del vento. A sinistra abbiamo un esempio di 3 stanghette, a destra della bandierina corrispondente a 5 stanghette.*



L'orientamento del simbolo indica, prevedibilmente, la direzione di propagazione del vento.

In conclusione, per avere un quadro chiaro e più completo possibile della situazione la coesistenza di tutte queste variabili in una sola carta permette sicuramente di svolgere un'analisi abbastanza buona e soddisfacente.

Sono state usate anche delle mappe di riflettività: queste sono fornite dalle due stazioni meteorologiche di S. Pietro Capofume (BO) e Gattatico (RE), appartenenti alla rete di stazioni radar nazionale. La riflettività è una grandezza che mostra la quantità di radiazione che una nube (in questo caso) è in grado di riflettere, ed è strettamente collegata alla quantità di precipitazioni associate ad una certa nube. Si misura in dBZ (decibel per Z) ed è possibile correlare questo valore e la precipitazione istantanea, espressa in mm/h, nel seguente modo:

<10 dBZ	=	<0.2 mm/h (assente)	Pioggia a tratti
10-20 dBZ	=	0.2 mm/h (a tratti)	debole
20-35 dBZ	=	1-6 mm/h (debole)	media
35-45 dBZ	=	6-25 mm/h (media)	forte
45-55 dBZ	=	25-100 mm/h (forte)	intensa
>55 dBZ	=	>100 mm/h (intensa)	

Anche tramite scala di colori utilizzata in questa stessa tesi.

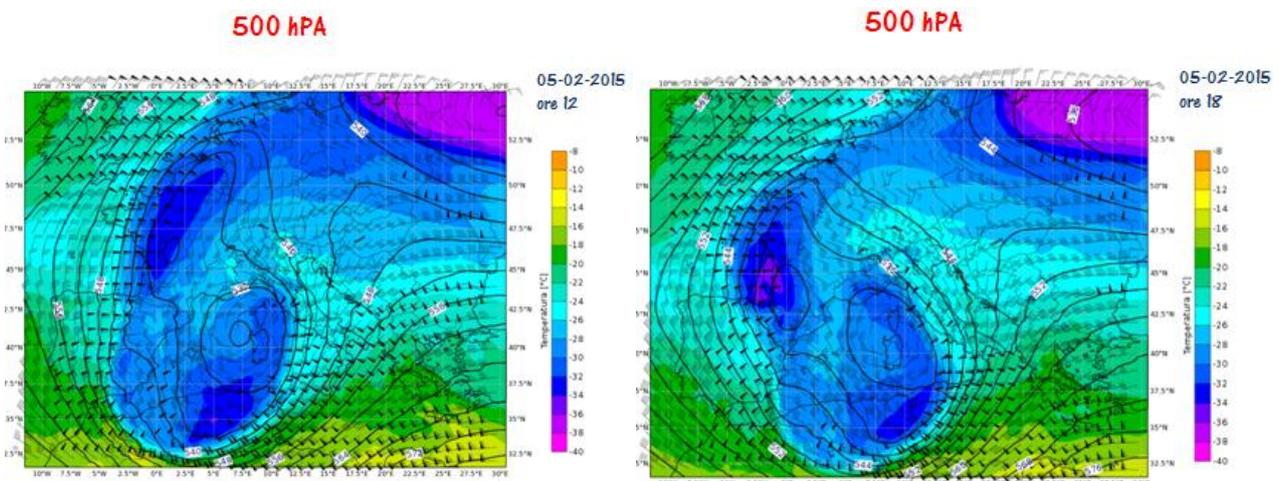


## 5-6 Febbraio 2015

### ANALISI

#### Quadro generale

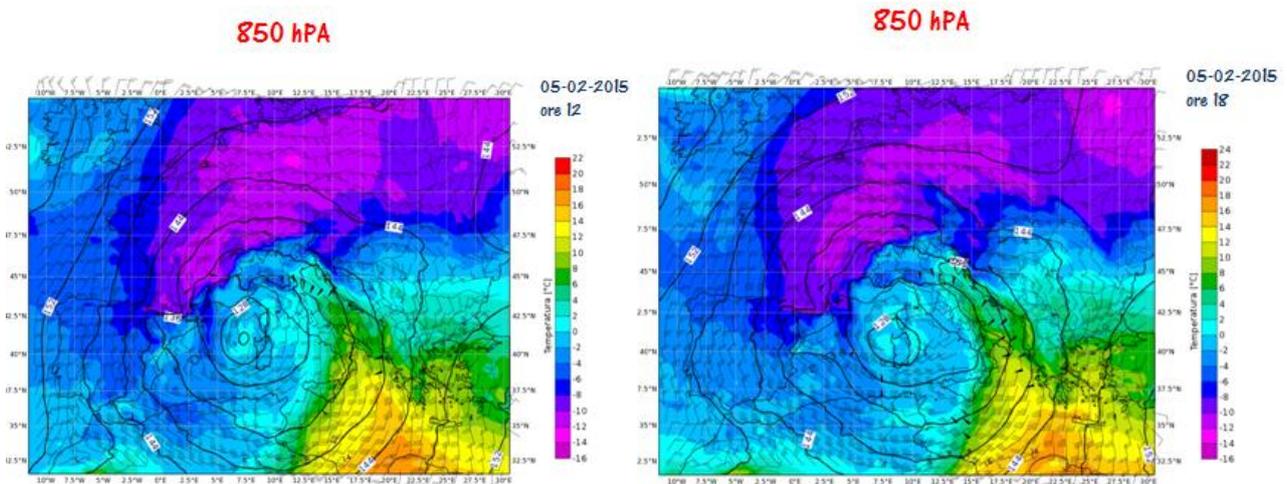
Si può vedere dalla carta del geopotenziale, assieme a vento e temperatura, come la perturbazione proveniente dal nord Atlantico (scende dalla zona delle isole Britanniche verticalmente per poi spostarsi verso la Spagna e, conseguentemente, verso il mar Tirreno) si piazza verso la Corsica e il Tirreno occidentale, dove presenta un forte minimo di pressione e temperatura. Questa persiste per diverse ore (più di 20) prima di scomparire gradualmente e ridurre le sue dimensioni. Tutto ciò traspare dalla 500 hPa, di cui si può vedere un andamento in funzione del tempo.



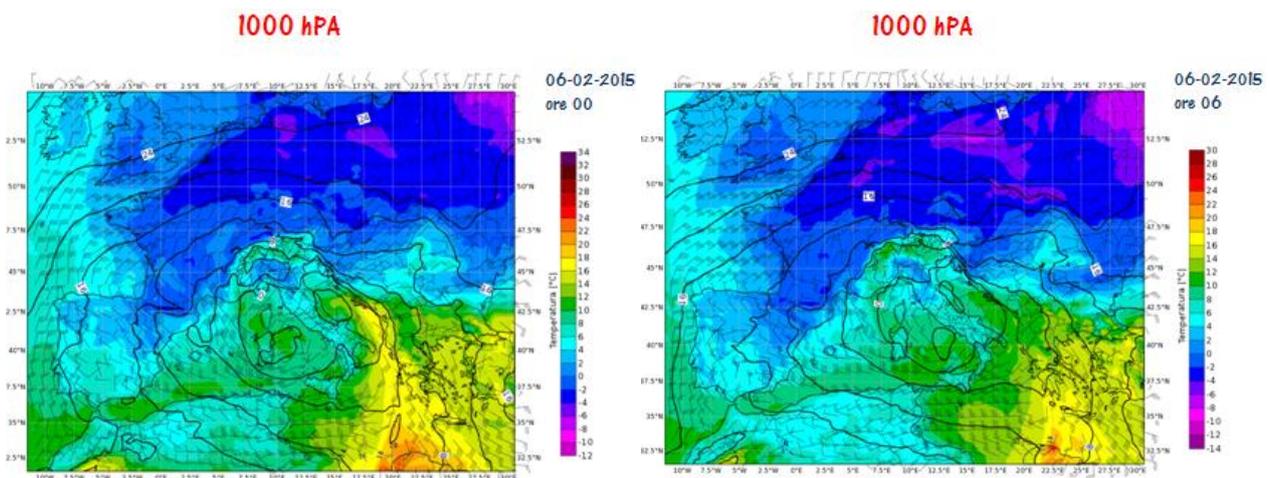
La situazione in zona 850 hPa risulta più o meno analoga, con una sostanziale novità: la presenza di un fronte caldo, proveniente dal nord-Africa che va a scontrarsi con quello freddo della perturbazione nord-Atlantica appena descritta. Infatti è esattamente questa la causa delle

precipitazioni più abbondanti proprio nella zona Padana, poiché l'incontro fra i due fronti avviene sostanzialmente nell'Adriatico settentrionale, come si può ben vedere dalla carta. Questo provocherà l'aumentare delle precipitazioni nevose specie nella zona appenninica (sito di minore temperatura) e nella Romagna.

[Presentazioni\850 hPa 4-6 Febbraio 2015.pptx](#)



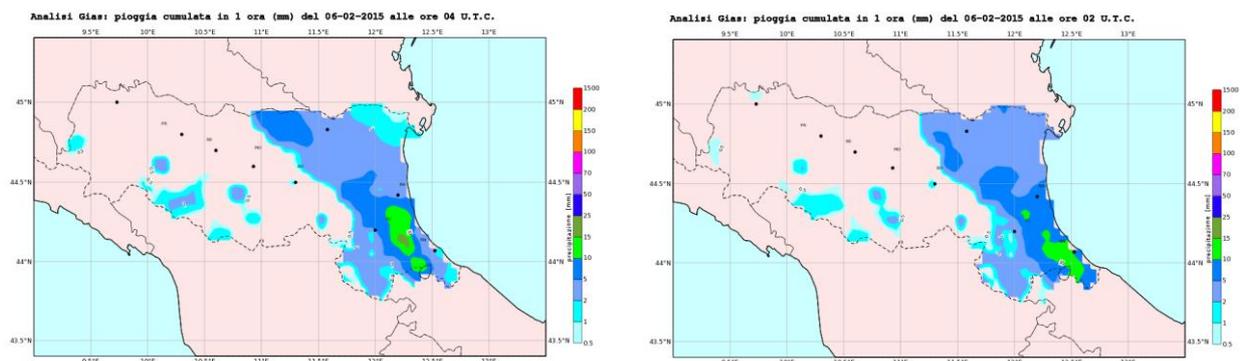
Il quadro delle temperature è ben chiaro davanti alla 1000 hPa, che evidenzia l'abbassamento del giorno 5 che permane fino al 6 Febbraio, fino a quando nelle ultime ore della giornata la situazione gradualmente torna alla normalità.



Un'osservazione da fare è che anche nella 500 hPa può in realtà essere osservato un elevato gradiente dell'altezza geopotenziale tra il 5 e il 6 febbraio, nella zona appenninica e, successivamente, in quella Adriatica. Ma passiamo a un quadro più dettagliato in termini di quantità di precipitazioni.

## Piogge

Delle deboli piogge erano cominciate già dal 4 Febbraio nella Romagna e localmente nell'Appennino, per interrompersi a fine giornata e riprendere nella notte fra il 4 e il 5. Gradualmente nell'Appennino si sono tramutate col passare del tempo in acquaneve, specie a partire dalla notte. In Romagna, invece, il quadro è ben diverso: lo scontro fra fronte caldo e fronte freddo nel bacino dell'Adriatico settentrionale, nella giornata del 5, ha portato, oltre che a un'intensificazione delle precipitazioni, anche a un marcato aumento della ventilazione sull'Adriatico nella notte fra 5 e 6 Febbraio (particolarmente vistoso nelle 850 hPa della pagina precedente). Inoltre, causa un innalzamento del livello del mare (dovuto alle maree), le mareggiate sulla Romagna sono state ancora più distruttive, aggravate poi ulteriormente dalla pioggia incessante caduta fino al pomeriggio del 6.



*Quadro della situazione a Rimini (figura a lato) e a Lido Adriano (subito sotto) nella giornata del 6 Febbraio. Sono quindi stati interessati alle piogge combinate con le intense mareggiate tutte le coste della regione, dal Ravennate al Rimini.*



## Neve

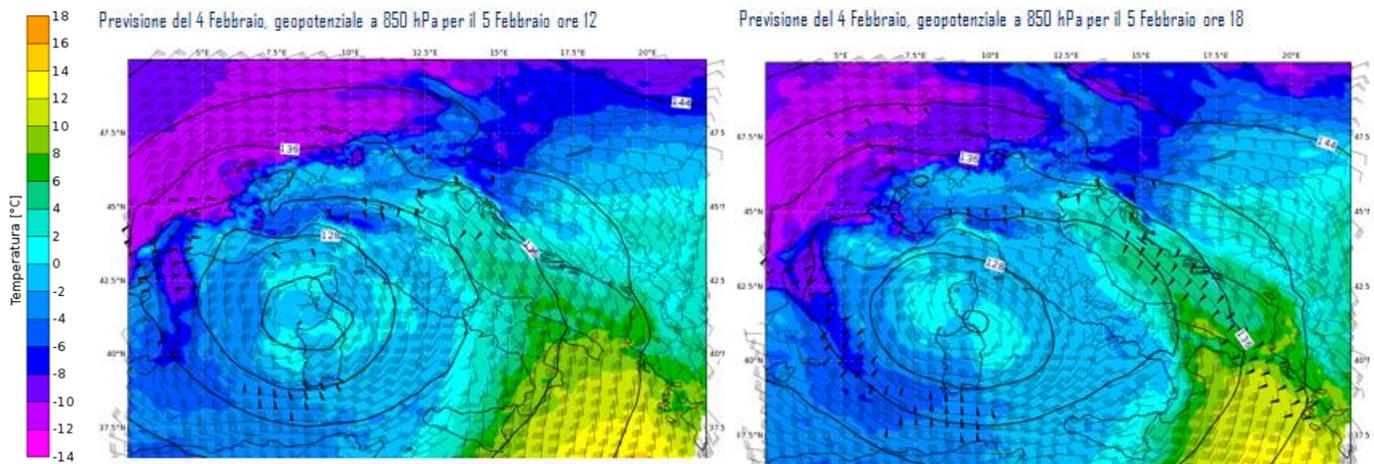
L'evoluzione delle precipitazioni nevose ha inizio il 5 Febbraio nella maggior parte dei rilievi. In ogni caso, l'apogeo è arrivato nella notte fra il 5 e il 6 anche in Pianura, sull'Emilia e soprattutto nella parte centro-orientale della regione. A Bologna le nevicate sono durate tutta la notte fino a mattinata inoltrata, quando l'aumento di temperatura ha tramutato le precipitazioni in pioggia e tali hanno continuato per tutta la giornata.

Dato (cm)	Località OSSERVATORE	Quota (m)	Comune
30	ANZOLA EMILIA	38	ANZOLA EMILIA (BO)
29	BORGO PANIGALE BOLOGNA	50	BOLOGNA (BO)*
28	BOLOGNA-QUARTIERE RENO	51	BOLOGNA (BO)
28	<i>Bologna Ex-Idrografico</i>	53	<i>BOLOGNA (BO)</i>
25	BOLOGNA STAZIONE	54	BOLOGNA (BO)
20	CORTICELLA	54	BOLOGNA (BO)
19	SAN LAZZARO DI SAVENA	73	SAN LAZZARO DI SAVENA (BO)*
23	CASTEL DE BRITTI	101	SAN LAZZARO DI SAVENA (BO)
50	<i>Riola di Vergato</i>	256	<i>GRIZZANA MORANDI (BO)</i>
40	<i>Prugnolo</i>	276	<i>CASTEL SAN PIETRO TERME (BO)</i>
51	<i>Diga di Pavana</i>	480	<i>CASTEL DI CASIO (BO)</i>
49	<i>Diga di Suviana</i>	500	<i>CAMUGNANO (BO)</i>
85	<i>Monzuno</i>	600	<i>MONZUNO (BO)</i>
85	MONZUNO	600	MONZUNO (BO)
112	<i>Cà Bortolani</i>	705	<i>SAVIGNO (BO)</i>
100	<i>Diga del Brasimone</i>	846	<i>CAMUGNANO (BO)</i>
105	PASSO BRASA	895	CASTEL D'AIANO (BO)
35	<i>Casola Valsenio</i>	195	<i>CASOLA VALSENIO (RA)</i>
31	FRAZ SAN RUFFILLO	390	CASOLA VALSENIO (RA)
45	LOC. PRUGNO	400	CASOLA VALSENIO (RA)
17	<i>Modigliana</i>	173	<i>MODIGLIANA (FC)</i>
25	<i>Santa Sofia</i>	290	<i>SANTA SOFIA (FC)</i>

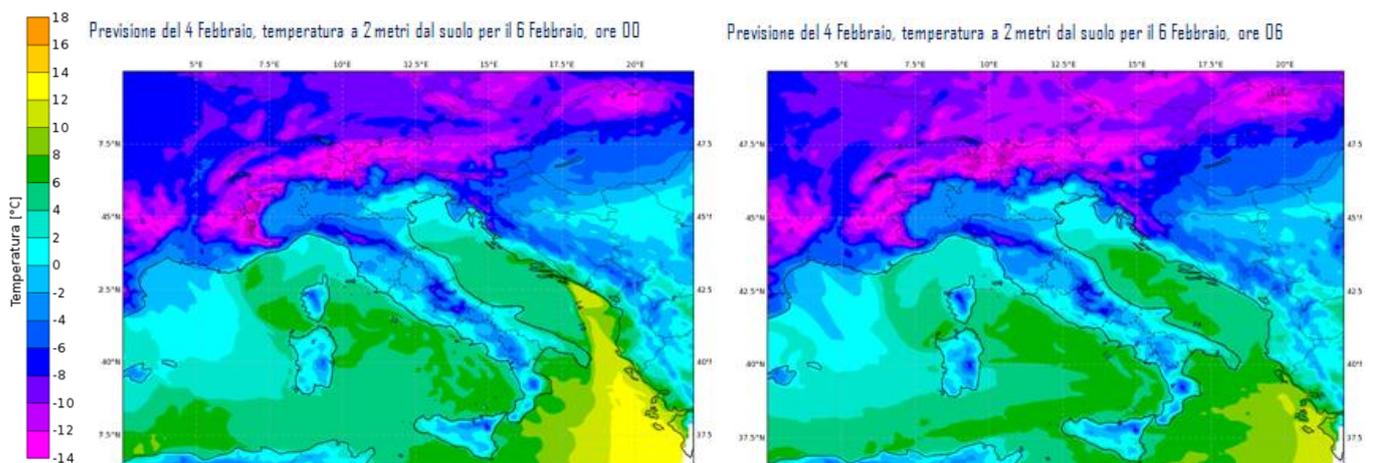
Fenomeni analoghi in tutta la via Emilia fino all'altezza di Castel San Pietro Terme/Imola, come si può vedere dalla situazione delle piogge (la cartina a pag.11 non indica le nevicate, che si sono evidentemente verificate in tutta l'Emilia).

## PREVISIONI: esempio di confronto

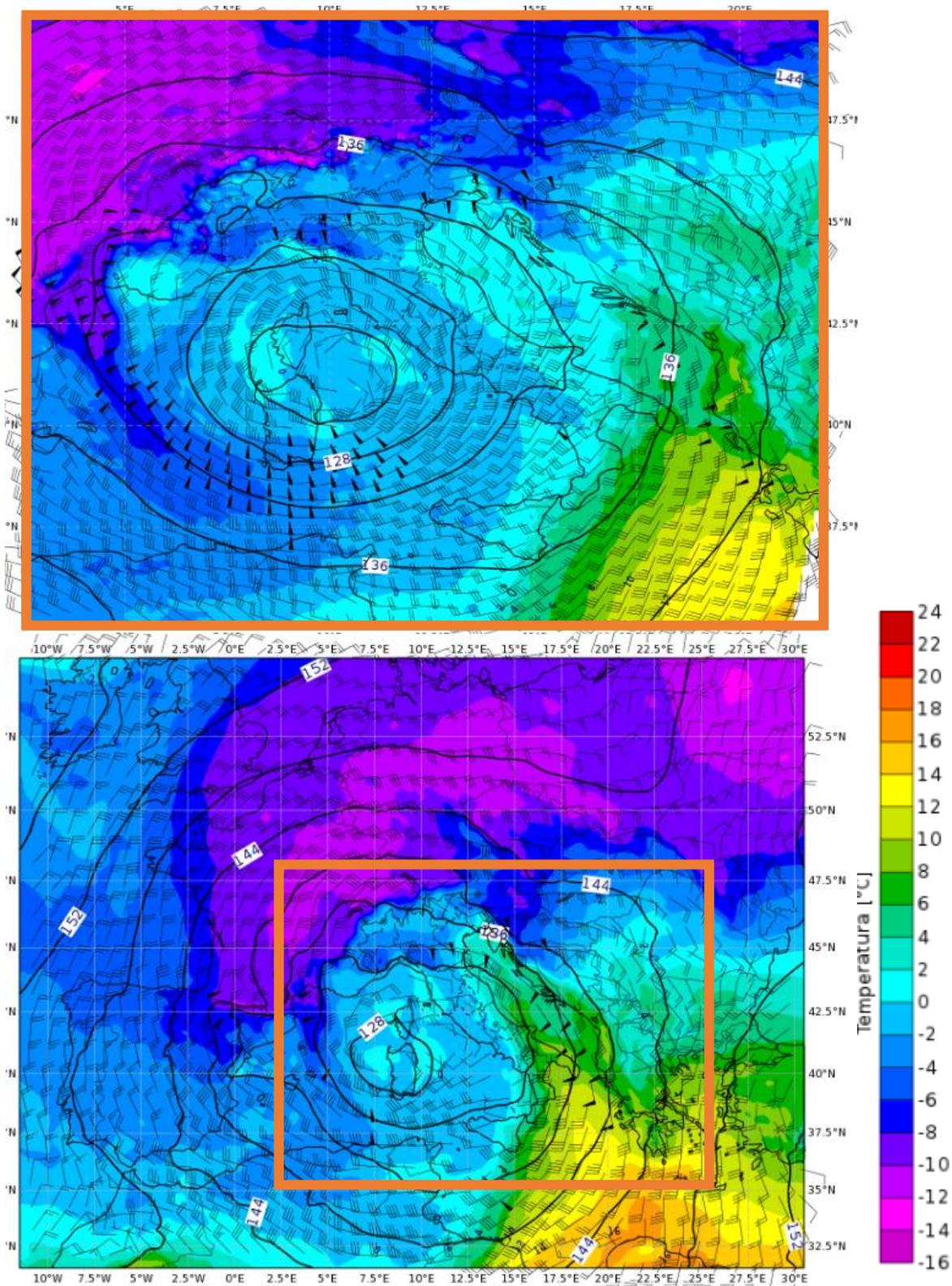
E' interessante notare come le previsioni del 4 Febbraio provenienti dal LAMI abbiano individuato il minimo depressionario per la giornata del 5 Febbraio con buona precisione (geopotenziale a 850 hPa) e lo scontro fra i due fronti caldo e freddo sull'Adriatico con ottima precisione e puntualità.



Molto valido anche il quadro delle sole temperature, che ha risposto alle aspettative, sia numericamente che in termini di tempistiche già dalle previsioni del 4.



Possiamo notare un esempio concreto di come le previsioni abbiano rispecchiato effettivamente la realtà dei fatti grazie a questo confronto visivo (per quanto sia approssimativo: all'ARPA, come si vedrà più dettagliatamente in seguito, il verificare se una previsione sia o meno attendibile viene fatto in modo molto più approfondito):



*Esempio della stima della bontà delle previsioni LAMI del modello COSMO-I7, per la giornata del 5 Febbraio (ore 18), per la carta a 850 hPa. Nei riquadri arancioni possiamo vedere lo stesso territorio (abbiamo già notato che le previsioni a disposizione dell'ARPA ricoprono solo il territorio nazionale, a differenza delle analisi del Centro Europeo). È straordinaria la somiglianza fra zona del minimo depressionario nonché valore del geopotenziale. Si può però vedere una sovrastima dei venti in quota, ma lo scontro fronte freddo-fronte caldo è stato comunque ottimamente previsto.*

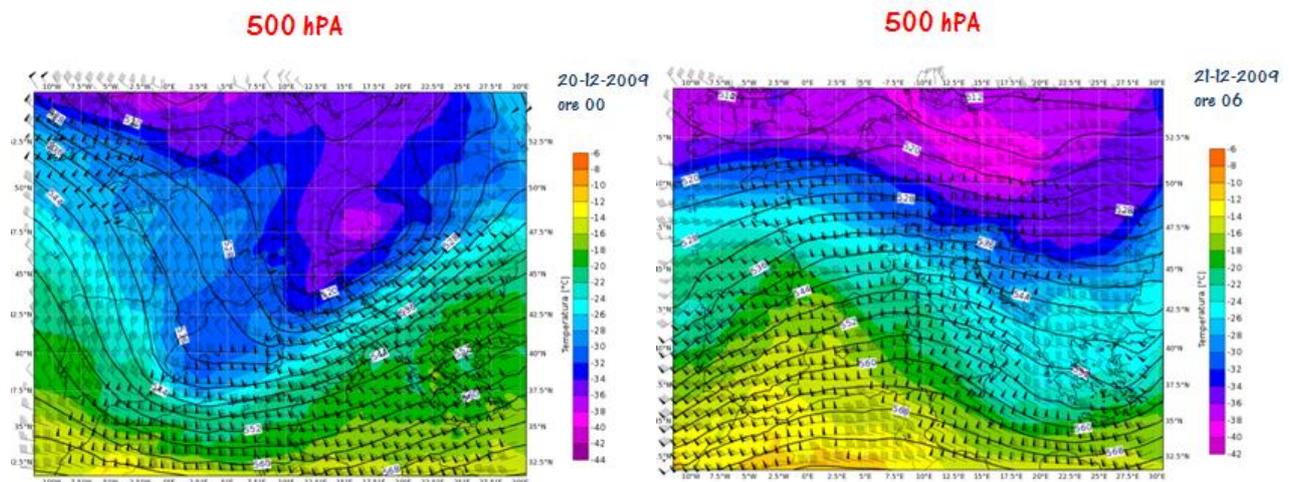


# 19-22 Dicembre 2009

## ANALISI

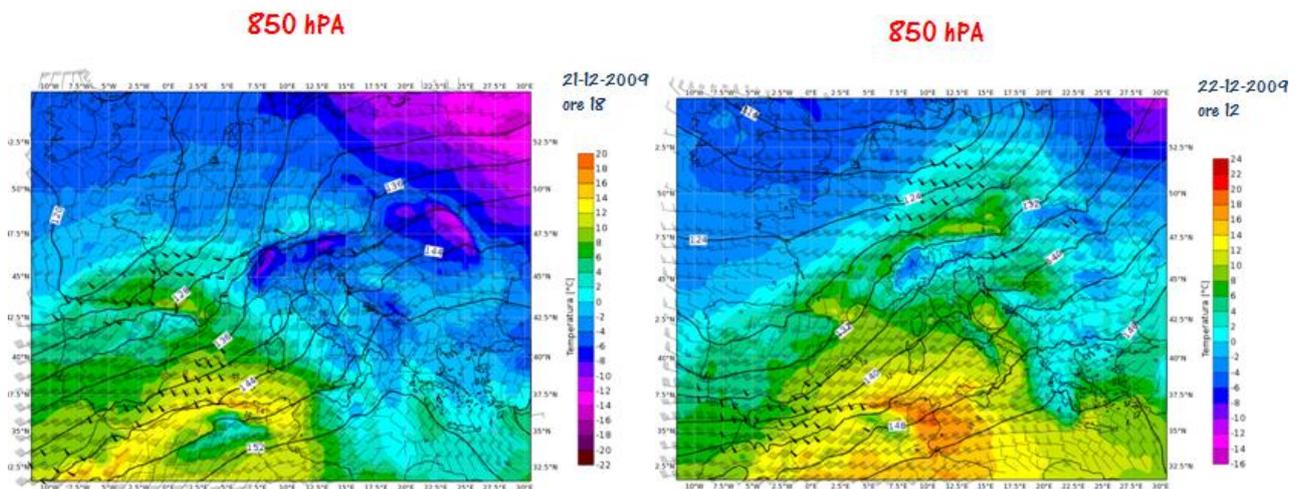
### Quadro generale

In questo caso abbiamo davanti una perturbazione proveniente dal nord-Europa. Questa, dopo che il minimo depressionario è rimasto nel centro Europa per tutta la giornata del 19, inizia a spostarsi verso est con conseguente spostamento del fronte freddo, come si può ben vedere dalla 500 hPa. Questo spostamento continua anche nei giorni successivi fino all'indebolimento e allo scontro con un fronte caldo che inizia a stabilizzarsi sull'Italia settentrionale dal 22 Dicembre.

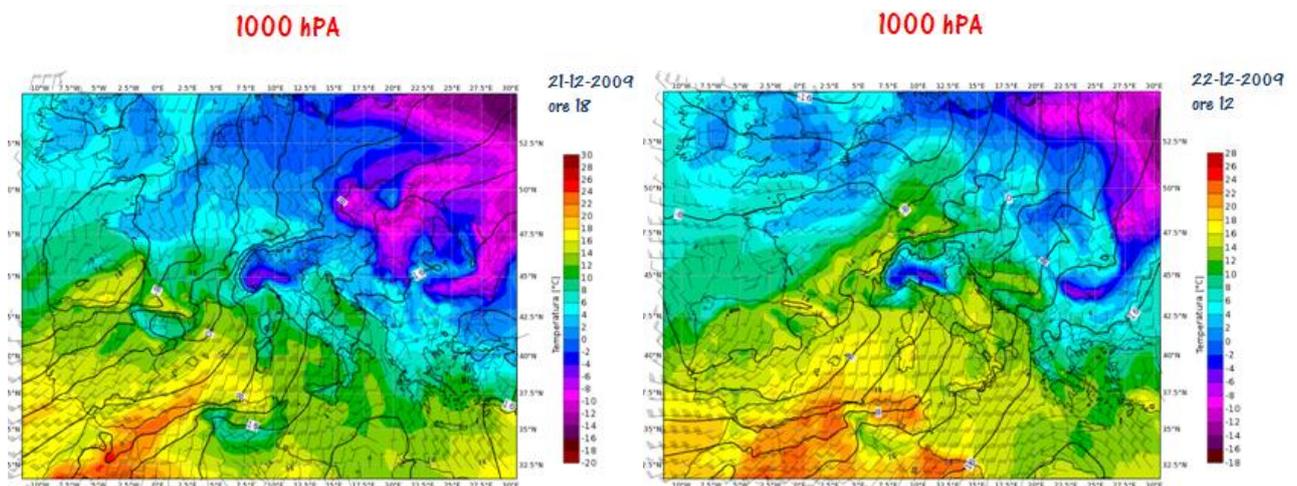


Anche la 850 hPa descrive la medesima situazione: i minimi depressionari sono presenti proprio a ridosso delle Alpi nelle giornate 19-20 Dicembre e ciò determina una marcata diminu-

zione delle temperature. Il fronte caldo dei giorni successivi provoca quindi un rapido gradiente termico, che comporta un aumento delle precipitazioni e la trasformazione di esse da nevose a piovose.



Questa escursione termica di cui abbiamo appena accennato è perfettamente inquadrabile nella 1000 hPa, dove si vedono le temperature minime del 19-20 Dicembre salire rapidamente anche di 10 °C in pianura.

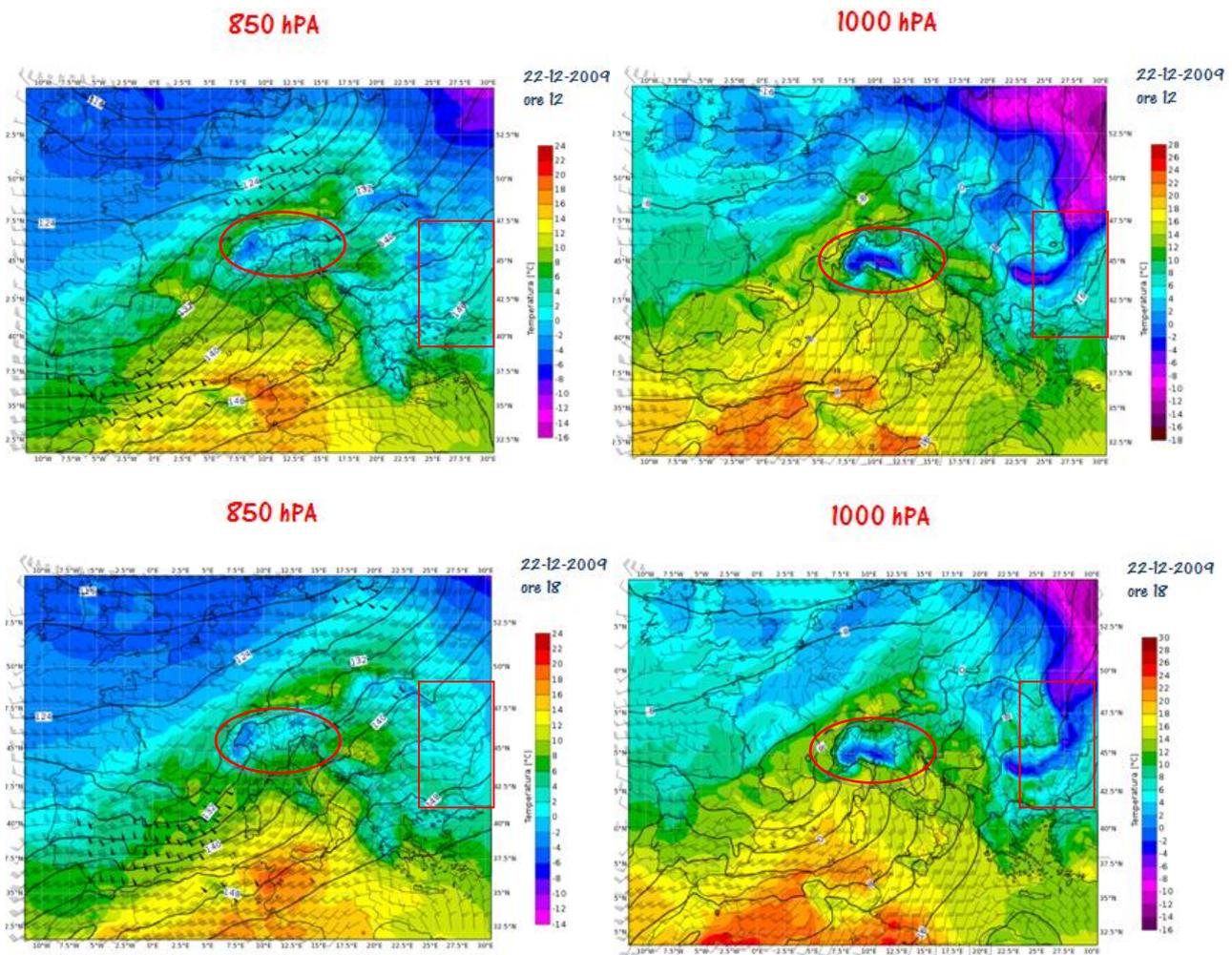


Passiamo, ora, ad un quadro più dettagliato in termini di fenomeni precipitativi.

## Precipitazioni: il gelicidio

In tutta la regione i fenomeni a carattere nevoso, date le basse temperature, si sono protratti dal 18 al 19 Dicembre, anche in pianura. Ma la cosa che sicuramente più si è fatta sentire in termini di importanza è stato il fenomeno del gelicidio: nell'Appennino emiliano, specie dal

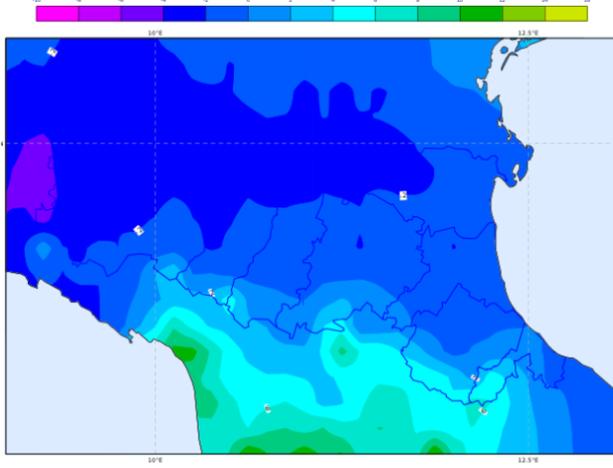
Piacentino al Reggiano, la quota dello zero termico si è abbassata meno di quanto sia successo nella Romagna. Al suolo, infatti, la maggior precipitazione nevosa ha determinato una permanenza maggiore del manto e quindi una temperatura sottozero. Ciò ha provocato il fenomeno del gelicidio nelle giornate di 21 e 22 Dicembre, poiché si sono verificati fenomeni piovosi che hanno visto l'acqua congelarsi a pochi metri dal suolo. Infatti, la temperatura anche a quote "elevate" era più alta rispetto allo zero altimetrico e non ha permesso la formazione di fenomeni nevosi specie nelle pianure. Bisogna fare attenzione di nuovo alla 850 hPa:



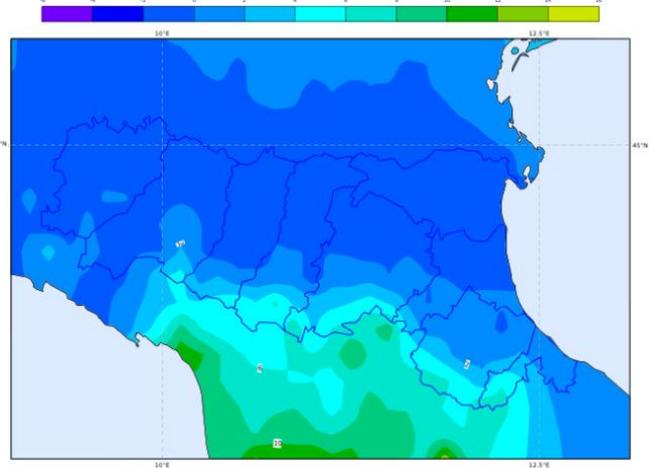
*850 e 1000 hPa confrontate nella giornata del 22. Nella pianura padana si ha una non corrispondenza della temperatura in quota con quella osservata al suolo. Si noti, a titolo esemplificativo, la marcatezza del fenomeno nei rettangoli a lato, nell'entroterra Balcanico.*

Si osservi che non concorda col quadro delle temperature al suolo, poiché queste erano nettamente inferiori (si notino i -2 °C del ferrarese, mentre in quota ci sono 6-8 °C!). Infatti a quella quota c'è stato lo scioglimento della neve che poi è di nuovo congelata arrivando a quota 1000 hPa (si veda la figura sopra) formando uno strato di ghiaccio che ha creato numerosi problemi alla circolazione soprattutto in pianura e sulla via Emilia.

Analisi Temperatura 2m dal suolo del 20091222 alle 08 U.T.C.



Analisi Temperatura 2m dal suolo del 20091222 alle 12 U.T.C.



*Temperatura a 2m dal suolo osservata alle 8 e alle 12 del 22 Dicembre. Soprattutto nella zona del Po si notano le temperature sottozero o quasi, che quindi riescono a giustificare il congelamento dell'acqua caduta.*

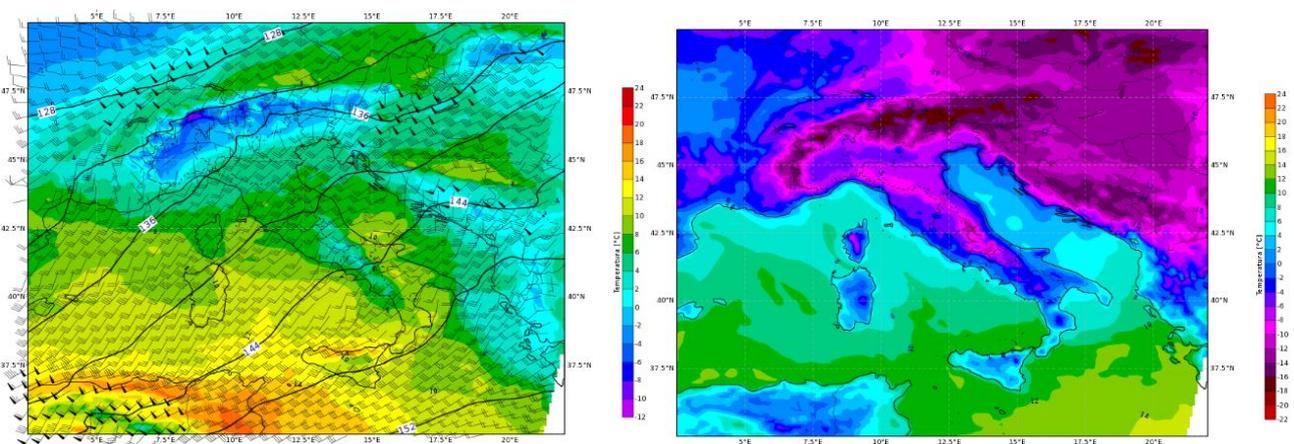
Sull'Appennino il fenomeno è stato meno marcato a causa delle nevicate che si sono protratte anche per tutta la giornata del 22 Dicembre. La persistenza dell'aria fredda nel corso del tempo, acuita dal manto nevoso, non ha permesso alla neve in quota di sciogliersi.





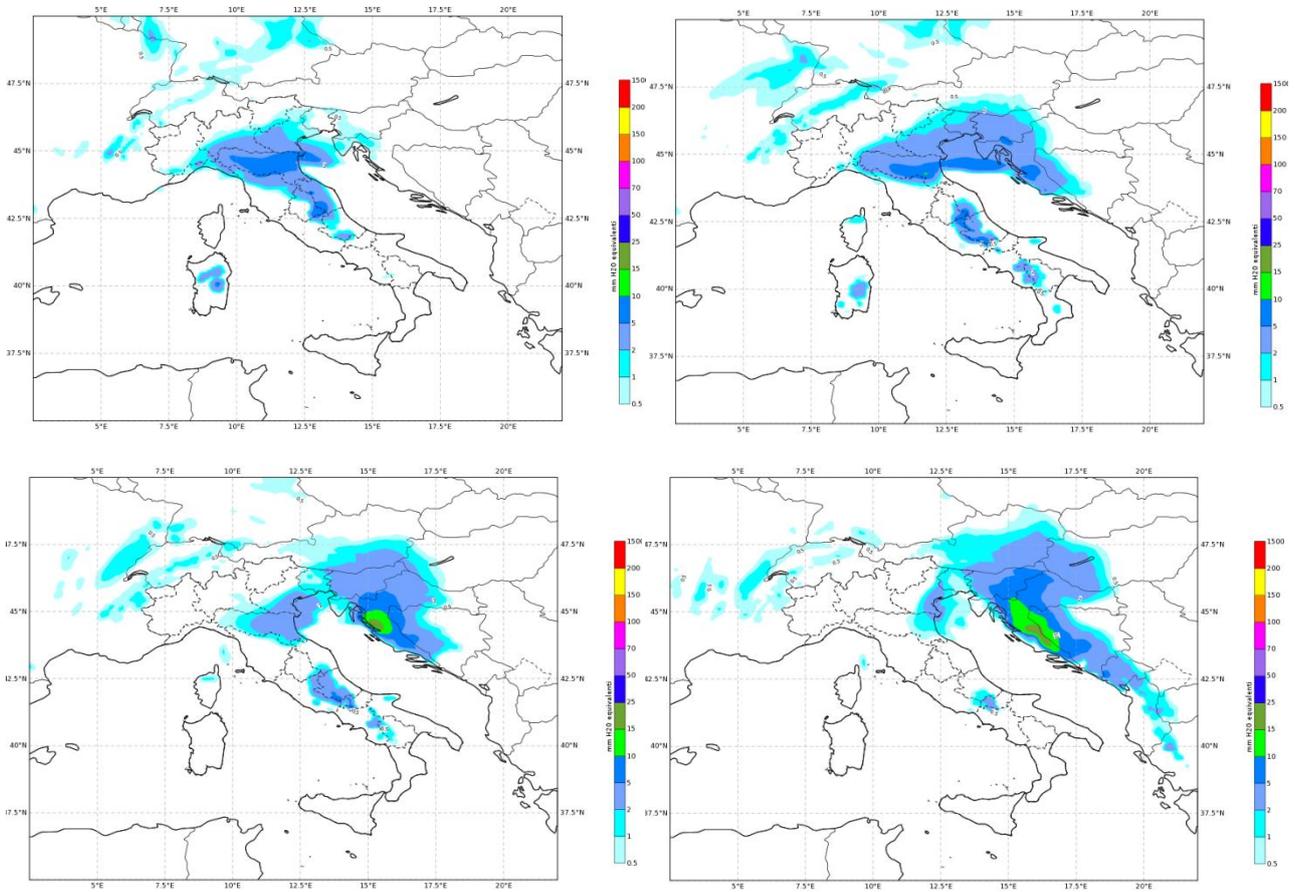
## PREVISIONI

Per quanto riguarda le carte geopotenziali, il centro europeo ci ha fornito delle ottime previsioni anche per quanto riguarda l'interpretazione del gelicidio. Infatti, già dalla previsione del 20 si nota la discordanza fra le temperature in quota e al suolo.



*Previsione LAMI del 19 Dicembre, per la giornata del 20, per il geopotenziale a 850 hPa (a sinistra) e per la temperatura al suolo (a destra). Specie in pianura padana il quadro quindi che ha portato al fenomeno del gelicidio è ben marcato.*

Come si può notare la previsione del centro europeo aveva diagnosticato in maniera abbastanza precisa i flocchi nevosi anche in pianura.



*Previsione LAMI del 19 Dicembre, per la giornata del 19 stesso, in intervalli di 3 ore dalle 3 alle 12. La scala è in “mm H<sub>2</sub>O equivalenti” e indica, chiaramente, i mm d’acqua al suolo corrispondenti all’intensità di fenomeni nevosi. In genere, 1 cm di neve corrisponde a 1 mm d’acqua. Si noti l’insistenza dei fenomeni nella nottata e il progressivo allontanamento delle nevicate a est dell’Adriatico nella seconda parte della giornata.*

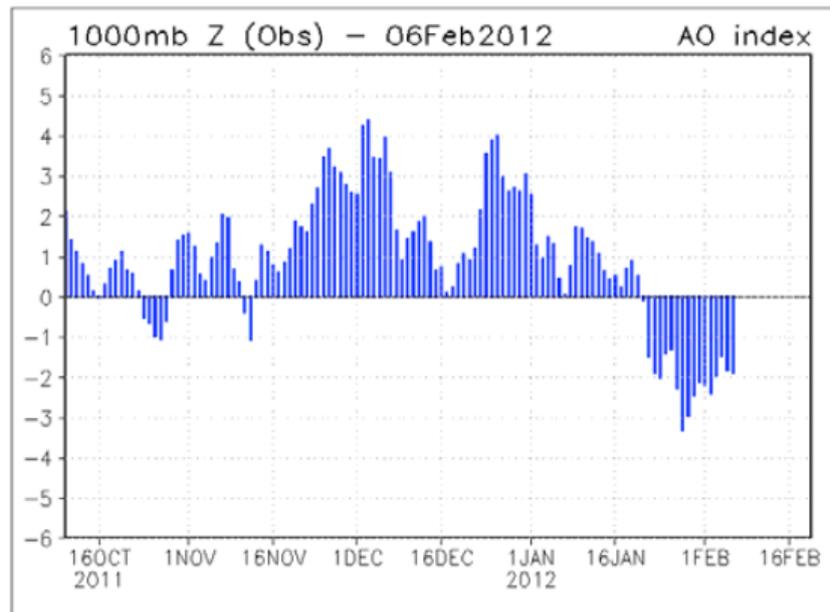
## 01 Febbraio 2012

---

### CENNI ALL'ONDATA DI GELO DEL FEBBRAIO 2012

Questo caso di studio è da collocare nell'importante e famosa ondata di gelo che ha colpito l'Europa nel periodo da fine Gennaio a metà Febbraio 2012. È entrata nella storia a causa la persistenza di basse temperature e dei fenomeni precipitativi, specialmente nevosi.

Per individuare le motivazioni di questo fenomeno, possiamo analizzare la variazione dell'Oscillazione Artica (indice AO, Artic Oscillation). Questo funge da indicatore sull'attività del vortice polare, che è fra i principali motori della circolazione nell'emisfero boreale e determinante per molte perturbazioni in grande scala (fra cui, appunto, questa). Osserviamo la seguente figura:



In breve, il grafico si suddivide in due zone ben distinte. A ordinate c'è appunto l'indice AO. Quando questo valore è positivo il vortice polare ha una posizione abbastanza definita e centrata al polo, un campo di bassa pressione alle alte latitudini e, alle medie latitudini, alta pressione con conseguente mitezza delle temperature.

Al contrario, per valori negativi il vortice è destabilizzato e può scindersi in più parti, che vanno a determinare severe ondate di freddo alle medie latitudini. Si noti come l'indice dalla seconda metà di Gennaio in poi sia stabilmente negativo, per cui lo splitting del vortice polare è avvenuto più volte consecutivamente.

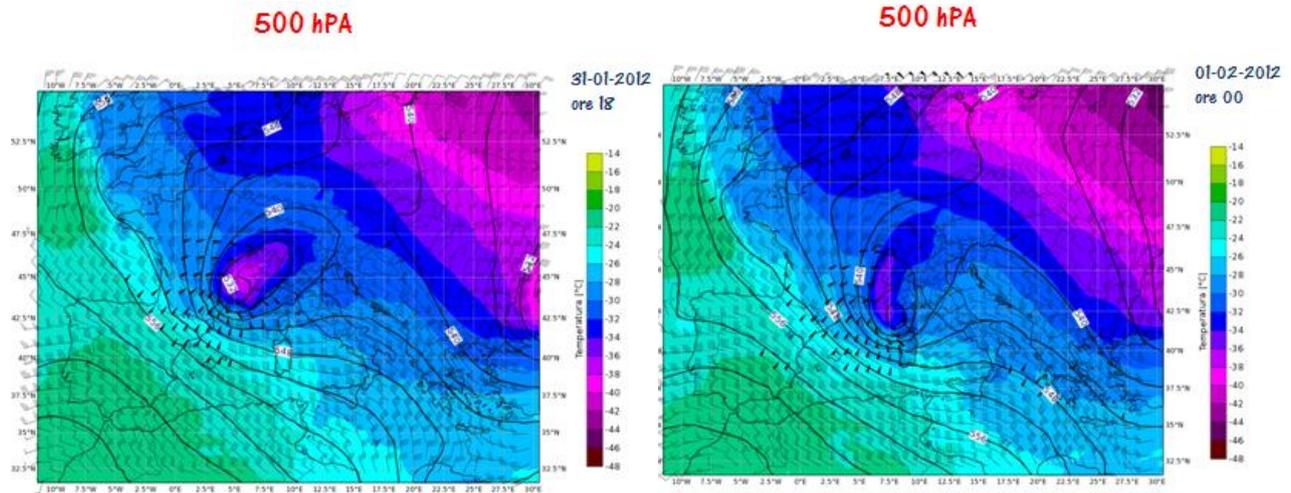
L'aria artica è stata comunque supportata dall'anticiclone Russo-Siberiano che è, come spesso succede nella stagione invernale, migrato verso ovest nella zona Urali/Caucaso (in genere la posizione di questo gelido anticiclone è invece nella Siberia sopra Mongolia e Kazakistan). L'aria fredda si è quindi scontrata con l'aria umida presente stabilmente nel Mediterraneo nonché, ad alte latitudini, con l'Anticiclone delle Azzorre. Sono stati proprio questi scontri a provocare le diffuse precipitazioni e i prolungati periodi di gelo in gran parte dell'Europa.

## ANALISI DEL CASO

### Quadro Generale

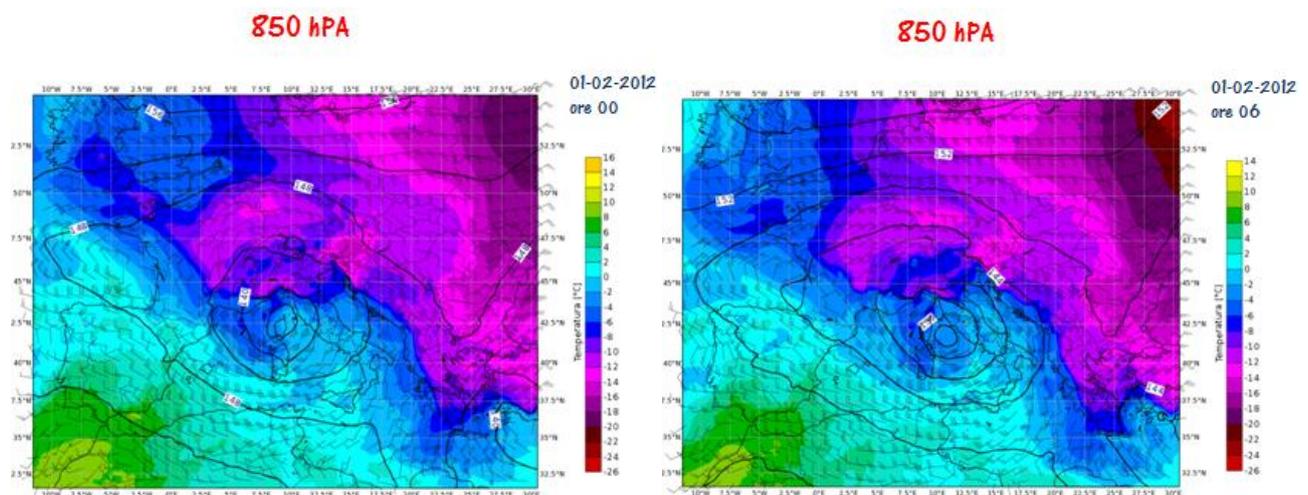
Per quanto riguarda la nostra penisola, il gelo intenso è arrivato dal 29 Gennaio (specie nella zona centro-occidentale del nord Italia) e si è sviluppato specialmente nelle regioni Settentrionali e centro-meridionali (effetti meno marcati o addirittura nulli in Salento e in alcune zone

della Calabria e della Sicilia), ma nella regione Emilia-Romagna ha avuto inizio dalla giornata del 31. Tutto ciò può chiaramente essere riassunto nella 500 hPa:



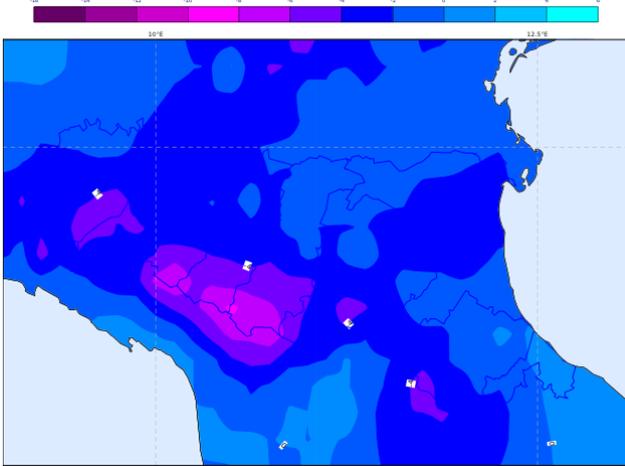
Si osservi lo spostamento del minimo depressionario e termico, che dal Parigino (nelle prime ore della mattina del 31) si sposta verso sud-est e inizia a far sentire i suoi effetti sulla parte occidentale dell'Italia.

Inoltre, si può notare il classico scontro fronte freddo-fronte "caldo" (anticiclone delle Azzorre), il quale porta diffuse precipitazioni, specialmente a carattere nevoso causa le temperature già rigide prima del suo passaggio. Il quadro delle temperature, invece, è più chiaro nella 850 hPa, dove si riscontra un loro ulteriore calo.

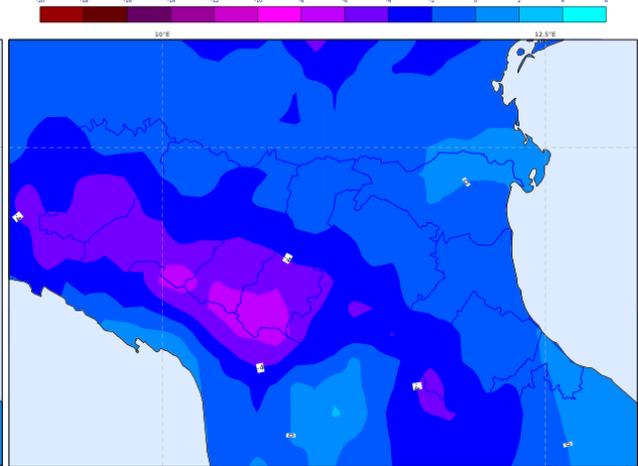


Ancora più chiara è la situazione dal quadro della temperatura non in quota nella sola regione Emilia-Romagna:

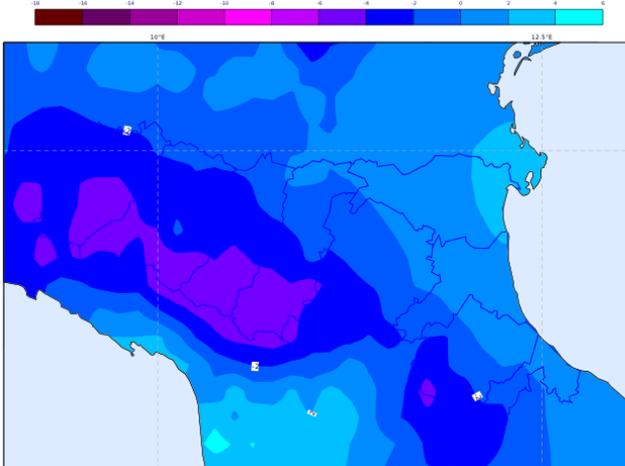
Analisi Temperatura 2m dal suolo del 20120131 alle 00 U.T.C.



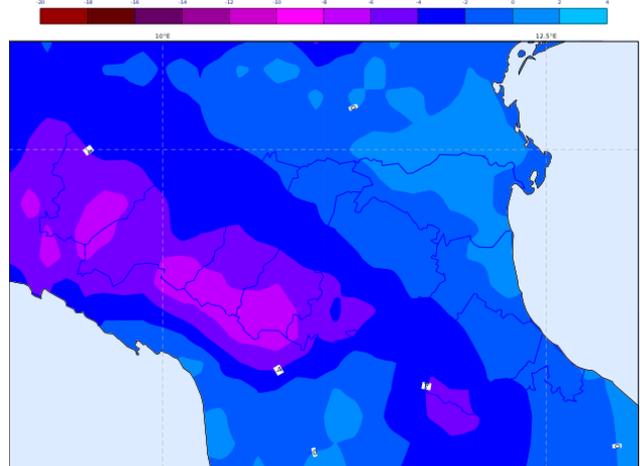
Analisi Temperatura 2m dal suolo del 20120131 alle 06 U.T.C.



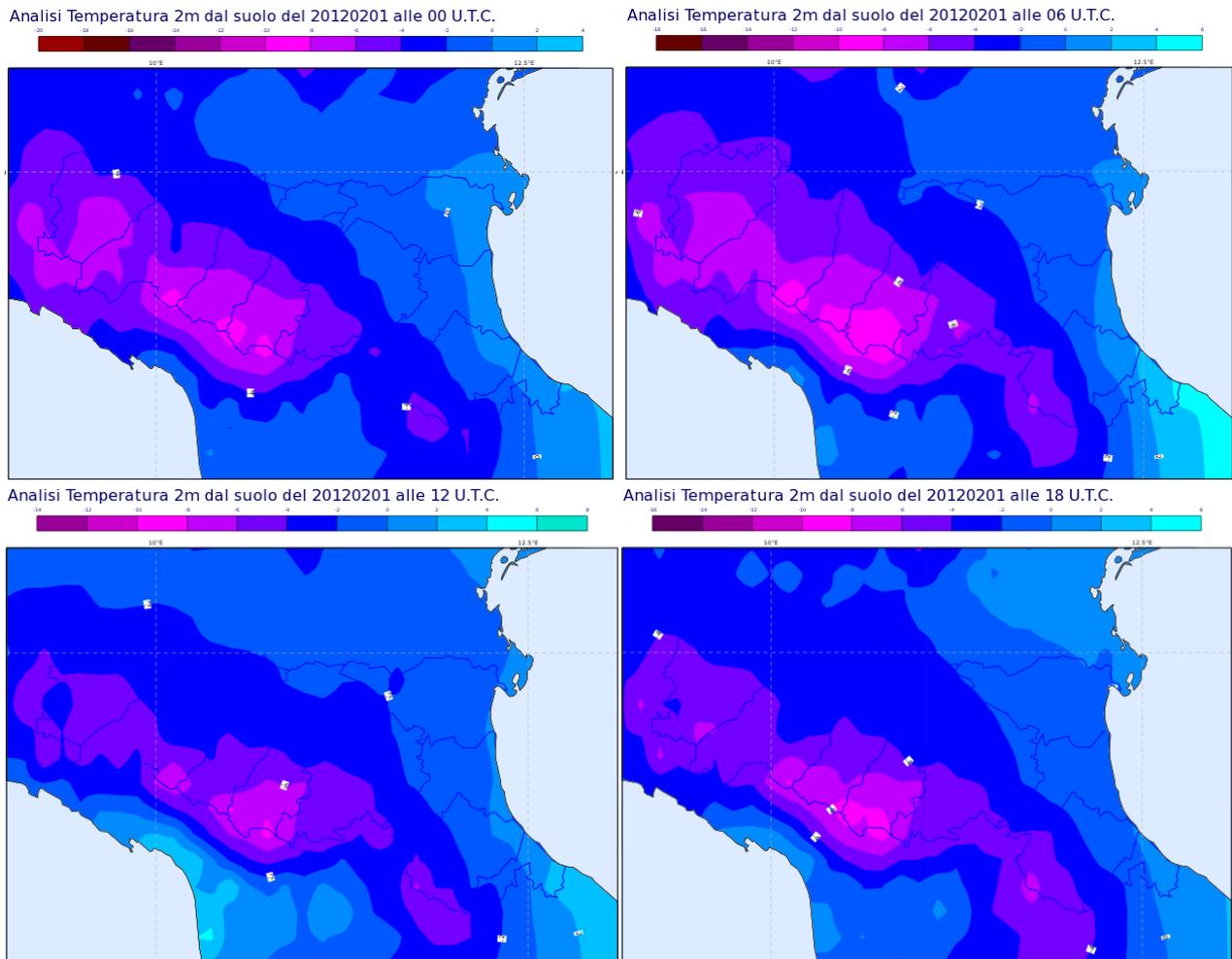
Analisi Temperatura 2m dal suolo del 20120131 alle 12 U.T.C.



Analisi Temperatura 2m dal suolo del 20120131 alle 18 U.T.C.

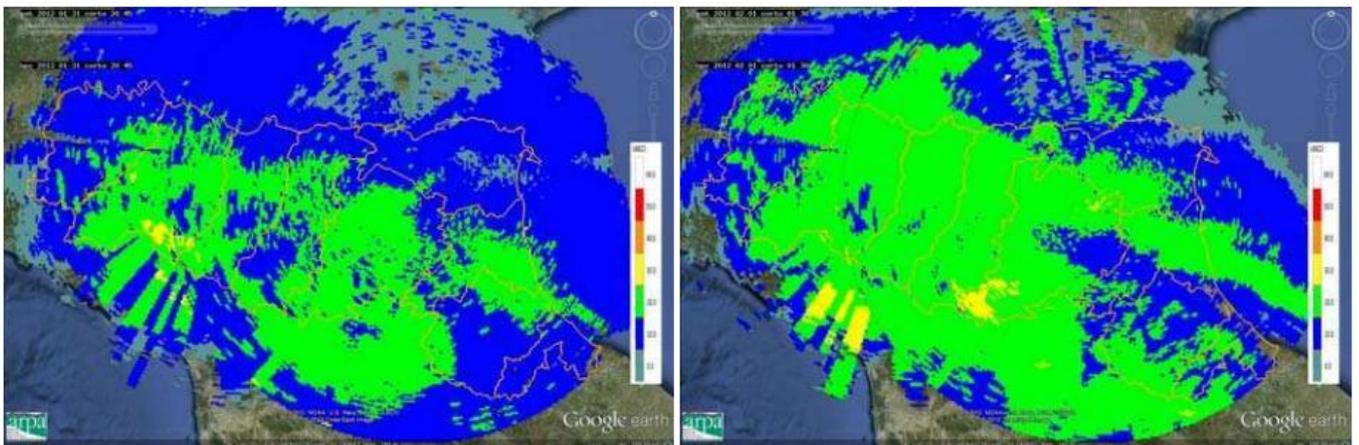


Si vede come, anche nelle zone costiere, raramente la temperatura superi lo zero a 2m dal suolo. Sia nella giornata del 31, a prescindere dall'orario, sia nella giornata dell'1:



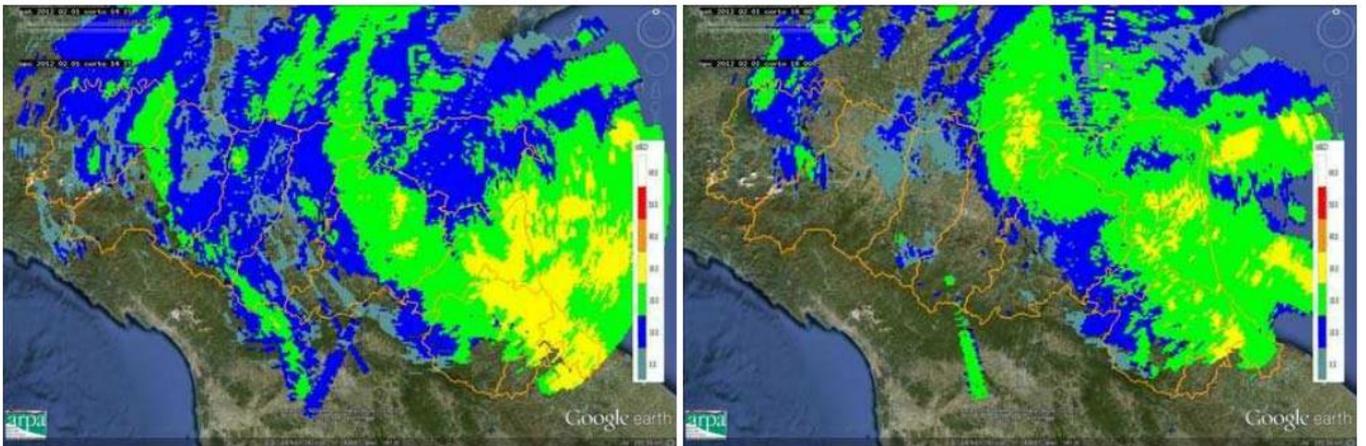
## Precipitazioni

Il culmine della precipitazione arriva proprio nella notte fra 31 e 1 Febbraio, dove le nevicate interessano grossomodo tutta la regione indistintamente.

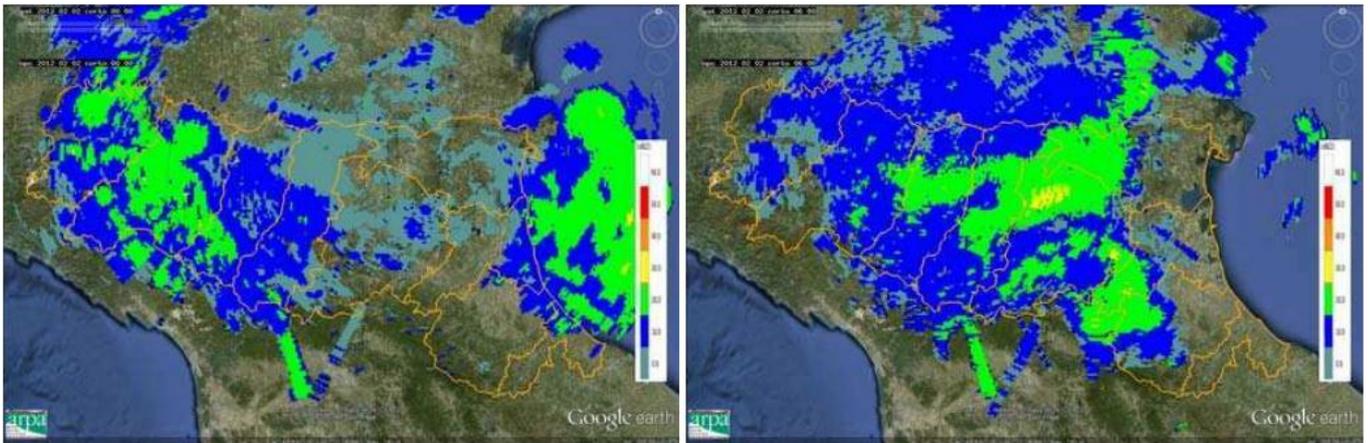


*Fig.23 - Mappe di riflettività del 31/01/2012 alle 20:45UTC (a sinistra) e del 01/02/2012 alle ore 01:30 UTC (a destra).*

È con l'avanzare della giornata che l'entroterra romagnolo viene interessato maggiormente dalle nevicate: la perturbazione si è spostata leggermente verso est e si muove lentamente in senso orario. Con l'arrivo della sera, invece, le nevicate iniziano a dare una tregua anche alla parte orientale della regione, dove cadono pochi fiocchi di neve localmente sull'Appennino e sul Piacentino.



*Fig.25 - Mappe di riflettività del 01/02/2012 alle 14:15 UTC (a sinistra) e alle 18:00 UTC (a destra).*



*Mappe di riflettività nello stesso giorno alle 18:00 e a mezzanotte. Si noti l'attenuazione dei fenomeni, specie in termini di quantità di fiocchi.*

Dunque, più che nel piacentino e nel parmense, i manti più spessi si sono verificati da Modena in poi con il culmine a Forlì – Cesena, dove hanno superato i 60 cm nelle sole 24 ore dell'1 Febbraio.



*Gli effetti dell'eccezionale nevicata, a Novafeltria (RN) e a Bologna.*

Subito sotto, in sintesi, possiamo trovare una tabella dove sono raccolte le misure delle precipitazioni nevose di diverse città dell'Emilia-Romagna, rapportata ai casi di grande nevicata storiche. Possiamo dire che nella nostra regione la portata dell'evento, a differenza della situazione di altre regioni italiane (dove il fenomeno è più stato visto come una compensazione di un Gennaio e, più complessivamente, di un inverno molto miti), sia stato quindi di eccezionale portata specie nella Romagna che generalmente è portata ad avere nevicata di minore rilievo.

	Dati febbraio 2012		Raffronti storici			
	Precipitazione nevosa: valore massimo in 24 ore (cm)	Totale neve caduta dal 31/01 al 06/02 (cm)	Data	Precipitazione nevosa: valore massimo in 24 ore (cm)	Selezione di alcuni eventi significativi a partire dal 1900: periodo	Precipitazione nevosa cumulata nel periodo (cm)
PIACENZA	20	22	03/01/1911	86	01-10 gennaio 1985	100
					01-10 febbraio 1947	70
PARMA	14	18	03/01/1911	64	13-17 gennaio 1985	58
					14-17 febbraio 1986	34
MODENA	35	52	14/12/1844	89	19-23 febbraio 1933	96
					27-28/02-01/03/1909	83
BOLOGNA	45	65	29/02/2004	42	14-17 gennaio 1985	75
					10-14 gennaio 1956	63
FORLI'	63	109	13/02/1929	60	11-14 febbraio 1929	173
					05-10 gennaio 1985	66



## Conclusioni

---

La mia formazione relativa ai principali meccanismi di previsione e analisi delle carte meteorologiche è derivata dalla mia esperienza lavorativa all'ARPA, che ho trovato molto interessante e stimolante. In questa sono stato istruito sulla corretta interpretazione delle variabili, sul funzionamento e comportamento dei modelli del Centro Europeo, nonché su cenni e modi di agire sulla verifica della corrispondenza fra analisi e previsioni. Certamente è un lavoro molto rigoroso e statisticamente significativo, che equipara i minimi dettagli di una carta con l'altra al fine di notare eventuali errori sistematici o incertezze sperimentali o numeriche. Quindi la meteorologia rimane tutt'altro che una scienza approssimativa a livello statistico/sperimentale, anzi richiede un'attenta analisi quantitativa di dati, variabili e modelli minimizzando il più possibile le incertezze (che comunque ci sono, come in ogni apparato scientifico e soprattutto fisico).

È stato quindi un periodo a dir poco importantissimo nella formazione delle mie conoscenze in ambito meteorologico, dove ho potuto per la prima volta vedere con i miei occhi gli apparati sperimentali di cui ha la fortuna di avvalersi la regione Emilia-Romagna e, più in largo, l'Italia e il continente Europeo (o perlomeno gli stati aderenti al progetto del Centro Europeo).

Nel mio piccolo sono stato istruito a darmi un'idea della qualità delle previsioni raffrontate alle analisi sperimentali tramite confronto diretto fra carte e paragoni fra i valori delle variabili meteorologiche in gioco, come visto nell'esempio per il caso del 5-6 Febbraio 2015. Ribadisco, in ogni caso, la complessità di questo processo quando le verifiche devono essere accurate e rigorose.

La veridicità e precisione delle previsioni e delle analisi fornite all'ARPA dal centro europeo è stata quindi più che soddisfacente. Infatti le analisi delle carte geopotenziali si sono rivelate molto efficaci, semplici da interpretare e da leggere e precise. Un'altra grande risorsa del servizio idrometeorologico è quella delle carte relative alla temperatura al suolo, di cui in questo lavoro si è fatto largo uso, che consentono un'analisi molto dettagliata anche in termini locali

e per fare delle stime delle situazioni micro-meteorologiche. Stesse note positive possono essere attribuite alle previsioni maturate dall'accordo LAMI fra Arpa-Piemonte, Arpa-Emilia Romagna e Aeronautica Militare Italiana.

Si può quindi ritenere assolutamente sicuro continuare ad affidarsi all'ARPA sia per la grande quantità di archivi, dati e analisi, sia per avere delle buone/ottime previsioni specie sul breve termine.

## Ringraziamenti

---

Certamente le persone da ringraziare per la stesura di questo lavoro ma soprattutto nel completamento complessivo di questo mio primo faticoso percorso universitario sarebbero e sono tante. In primis mi sento di ringraziare il mio relatore, il prof. Rolando Rizzi, che con pazienza e giudizio mi ha guidato verso quella che ritengo un buon risultato finale di quella che era nata come solo un'idea, generata da una grande passione. Non da meno è stato l'aiuto del dottor Andrea Selvini, principale assistente della piacevole esperienza lavorativa all'ARPA, nonché mio istruttore per le principali dinamiche all'interno del centro, che si è mostrato molto disponibile e gentile e ha fatto davvero tutto il possibile per farmi avere un quadro più completo e chiaro possibile dei casi analizzati. Grazie anche al direttore Carlo Cacciamani, che per primo è stato in grado di darmi l'opportunità di lavorare in questa struttura.

In ogni caso è impossibile non considerare il contributo della mia splendida famiglia nell'avermi permesso di trasferirmi, di realizzare tutti i sogni che il futuro spero mi dia l'opportunità di vedere concretamente sulla mia strada. I miei tanti amici, senza i quali non sarei assolutamente niente di quello che sono. Io stesso non riesco a credere di essere arrivato sino a qua, e buona parte del merito è anche loro, da Macomer a Cagliari, fino all'ultima (per ora!) tappa dei miei tanti spostamenti, la bella Bologna.

Spero solo di avere ancora l'appoggio delle tante persone che fanno parte della mia vita, di conoscerne di nuove e di migliorare ancora di più come studente, come lavoratore e come persona. Ancora a tutti:

Grazie.



## Bibliografia e Sitografia

---

1. Wallace J. M. , Hobbs P. V. , Atmospheric Science: An Introduction Survey , Academic Press, 2006
2. Murry L. Salby, Physics of the Atmosphere and Climate, Cambridge University Press, 2012
3. Sito dell'ARPA Emilia-Romagna: servizio idro-meteo-clima <http://www.arpa.emr.it/>
4. Sito del Centro Europeo: <http://www.ecmwf.int/>