



Regione Umbria Servizio Protezione Civile

Sezione Centro Funzionale

ANALISI METEO-SINOTTICA EVENTO DEL 1-12 FEBBRAIO 2012



Renato Zauri

Foligno, 7 Settembre 2012

Sommario

Abbreviazioni.....	3
Introduzione.....	4
Inquadramento planetario.....	5
Il vortice polare ed il riscaldamento stratosferico.....	5
Lo stratwarming del 16 gennaio 2012.....	8
Inquadramento sinottico.....	10
Prima fase: 1 febbraio 2012.....	10
Seconda fase: 2 – 7 febbraio 2012.....	12
Terza fase: 10-12 febbraio 2012.....	18
Considerazioni finali.....	22
Ringraziamenti.....	25
Bibliografia.....	26

Per l'immagine di copertina, fonte: www.lanazione.it

Abbreviazioni

- AO – Arctic Oscillation
- CNMCA – Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica
- ECMWF – European Centre for Medium-Range Weather Forecast
- JMA – Japan Meteorological Agency
- MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
- MSG – Meteosat Second Generation
- NAM – Northern Hemisphere Annular Mode
- NAO – North Atlantic Oscillation
- NASA – National Aeronautics and Space Administration
- NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration
- SSW – Sudden Stratospheric Warming
- WMO – World Meteorological Organisation
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Introduzione

L'Umbria, come molta parte dell'Italia Peninsulare, nel periodo 1 - 12 Febbraio 2012 è stata interessata da intense nevicate e temperature rigide che hanno provocato notevoli disagi alla popolazione.

Il fenomeno è paragonabile con quanto già avvenuto sulla regione nel dicembre 1985, nel febbraio 1956 e nel febbraio 1929 rientrando, così, in una sorta di periodicità trentennale.

La principale causa è stata una consistente discesa verso le nostre latitudini di aria fredda proveniente dall'Europa nord-orientale e dalle pianure russo-siberiane, masse d'aria notoriamente più fredde di quelle che potrebbero arrivare dal Nord Atlantico, a seguito di un importante riscaldamento della stratosfera verificatosi diversi giorni prima.

A seguito dell'evento sono stati registrati spessori nevosi cumulati da una ventina di centimetri ad oltre il metro, con conseguenti notevoli difficoltà per la circolazione stradale, specie sui passi appenninici, in parte chiusi. Sono stati registrati, inoltre, temporanee interruzioni di forniture elettriche ed idriche e l'isolamento, per alcuni giorni, di località e frazioni in posizioni particolarmente disagiate.

L'entità dell'evento ha comportato, ovviamente, l'attivazione del sistema regionale e nazionale di Protezione Civile. Non ci sono state vittime, ma i danni economici stimati si aggirano intorno ai 352 milioni di Euro a cui aggiungere i 5,5 milioni impiegati per sostenere l'emergenza.

Lo scopo di questo breve lavoro è quello di indagare le cause del fenomeno da un punto di vista prettamente meteorologico ed a grande scala rimandando ad un successivo Rapporto di Evento l'analisi di dettaglio a scala locale.

Inquadramento planetario

Il fenomeno in oggetto rientra in una situazione, tipicamente invernale dell'emisfero Nord, successiva ad un riscaldamento della stratosfera (Sudden Stratospheric Warming, SSW), seguito ad un decremento, su valori negativi, dell'indice della Arctic Oscillation (AO).

Il vortice polare ed il riscaldamento stratosferico

Dopo l'equinozio d'autunno (23 settembre) il riscaldamento delle zone stratosferiche polari dell'emisfero Nord, dovuto principalmente all'azione di assorbimento dei raggi UV da parte dello strato di ozono, viene meno con il progressivo espandersi della notte polare verso latitudini inferiori.

Le temperature decrescono rapidamente e forti correnti occidentali vengono generate dall'azione combinata della forza di Coriolis e di un gradiente di temperatura, sempre più marcato, che si instaura tra l'Equatore ed il Polo.

Si crea, così, nella parte alta della stratosfera, un'intensa corrente occidentale (da Ovest verso Est) chiamata *vortice polare* che delimita una zona di bassa pressione molto stabile, grossomodo centrata sul Polo Nord.

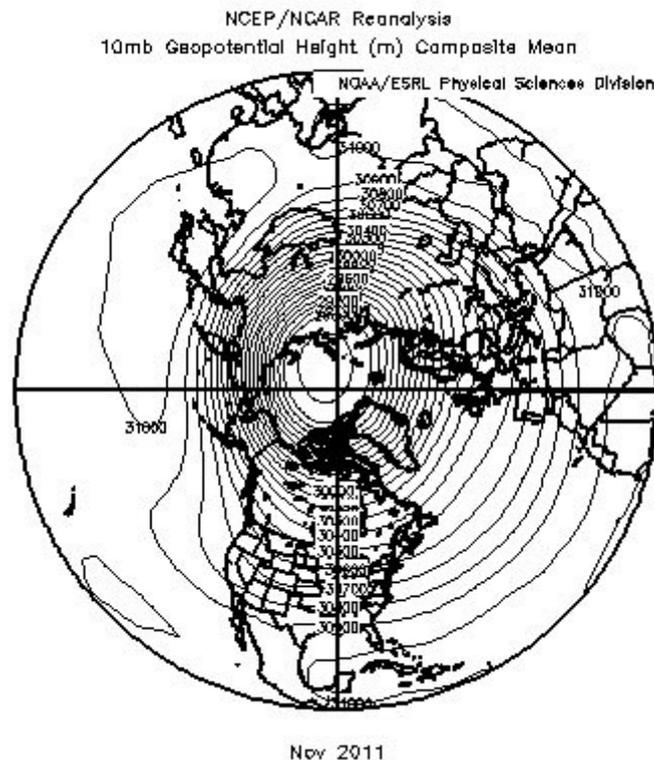


Fig.1 - Struttura del vortice polare - novembre 2011 (fonte NOAA/ESRL).

La circolazione stratosferica viene perturbata, a volte in maniera significativa, da oscillazioni che si sviluppano in tropopausa su scala planetaria e che trasportano energia verso la stratosfera [1].

In opportune condizioni un'onda planetaria di ampiezza molto grande, solitamente

associata allo sviluppo di condizioni di blocco meteorologico, può propagare un impulso fino in stratosfera modificandone significativamente la struttura termica e circolatoria.

Il fenomeno del riscaldamento stratosferico (*Sudden Stratospheric Warming* o *stratwarming*) è dovuto all'azione di un anticiclone di blocco che si va a posizionare nelle regioni polari spostando verso latitudini più basse la struttura, estremamente fredda, creata dal vortice polare in fase di pre-riscaldamento (*displacement*).

Si ha, così, un indebolimento del gradiente tra polo e basse latitudini ed una inversione della circolazione. Può anche accadere che il vortice si spezzi (*splitting*) in due lobi quasi diametralmente opposti rispetto all'alta pressione sul Polo.

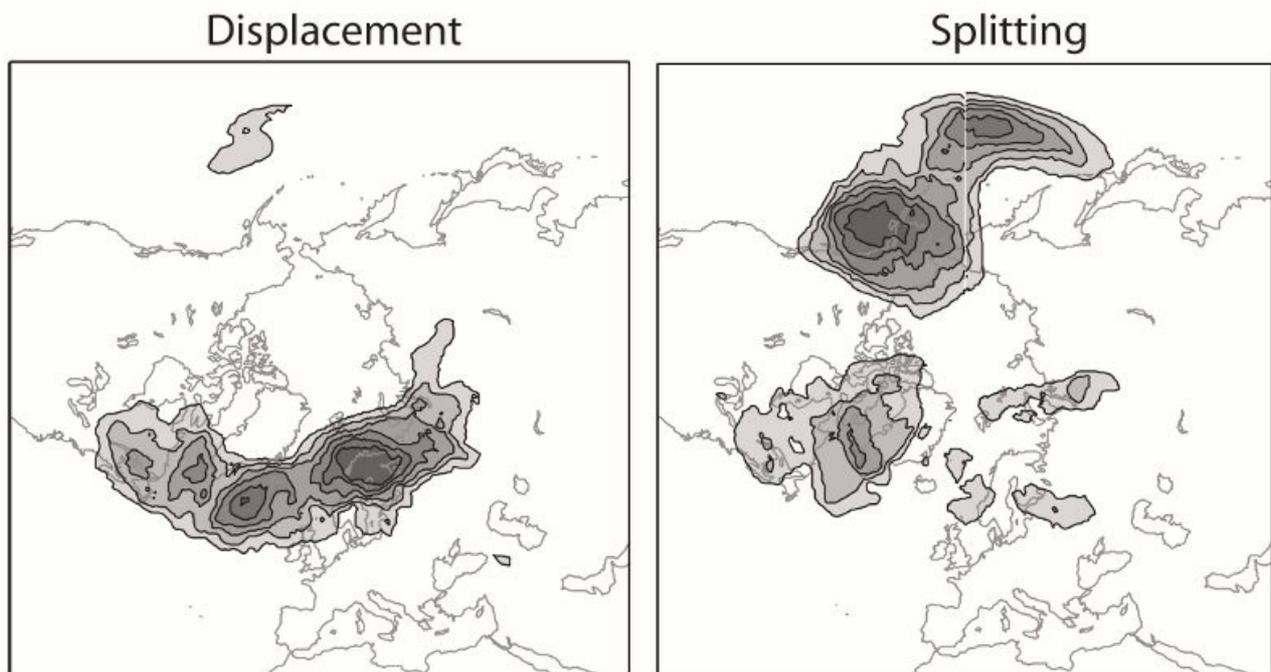


Fig.2 - Possibili modificazioni del Vortice Polare a seguito di un SSW [2].

Il riscaldamento avviene circa 7-10 giorni dopo l'impulso dell'onda planetaria, con le temperature stratosferiche che possono aumentare di diverse decine di gradi in pochi giorni.

Il fenomeno dura, generalmente, una decina di giorni, ma occorrono 4-6 settimane prima che la stratosfera ritorni allo stato iniziale. *Stratwarmings* che accadono sul finire dell'inverno non consentono il ripristino completo del vortice polare, pertanto la circolazione media della stratosfera si assesterà su una configurazione tipicamente primaverile.

Secondo il WMO un riscaldamento stratosferico si verifica quando il gradiente delle temperature medie zonali a 10hPa tra 85°N e 60°N è positivo per più di 5 giorni. Se contemporaneamente si ha un'inversione della circolazione, cioè, da occidentale diventa orientale (da Est verso Ovest) l'evento viene classificato *major*, altrimenti viene classificato *minor* [3].

Affinché il riscaldamento abbia luogo è necessario, non solo che sia presente una propagazione d'energia verso l'alto a cura delle onde planetarie, ma anche che il Vortice Polare si trovi molto concentrato attorno al Polo, in questo caso la massa d'atmosfera contenuta nel vortice ed il relativo momento d'inerzia saranno relativamente bassi e subiranno in maniera considerevole l'azione dell'onda planetaria [4].

E' stato verificato [5] che le anomalie che si innescano nell'alta stratosfera si propagano, nel corso dell'evoluzione del SSW, verso il basso con tempi dell'ordine delle

settimane, fino alla tropopausa e da lì vanno ad influenzare la circolazione nei bassi strati. Ciò è stato osservato analizzando le variazioni di indici planetari relativi a fenomeni come la North Atlantic Oscillation (NAO) [6], l'Arctic Oscillation (AO)/Northern Hemisphere Annular Mode (NAM) [7] [8].

La NAO è un fenomeno relativo alle fluttuazioni di pressione al livello del mare in due distinti punti dell'Atlantico Settentrionale, centri delle due strutture sinottiche semi-permanenti più importanti per il clima alle nostre latitudini: l'Anticiclone delle Azzorre ed il Ciclone d'Islanda: esse determinano forza e direzione del flusso zonale occidentale e la direzione delle perturbazioni lungo l'Atlantico settentrionale. Il fenomeno presenta due fasi:

- Fase positiva (NAO+): Ciclone d'Islanda e Anticiclone delle Azzorre sono più forti della media ed i venti occidentali sono più intensi del normale. Avremo freddo sull'Atlantico nord-occidentale, tempo mite e piovoso su Islanda e Scandinavia e condizioni calde e secche sul Mediterraneo.
- Fase negativa (NAO-): Le strutture sono più deboli, come pure le correnti occidentali, quindi le perturbazioni si abbassano in latitudine. Avremo un clima più piovoso sull'Europa centro meridionale e possibili incursioni di aria fredda con nevicate a bassa quota.

La NAO ha una componente stratosferica che è accoppiata alla sua componente troposferica tramite la propagazione di onde. Le anomalie nella forza del vortice polare sono associate ad anomalie nella regione atlantica, che sono molto simili a quelle di una NAO. Un alto indice NAO porta ad un forte vortice stratosferico con un ritardo di circa 4-5 giorni. Il secondo aspetto di questo accoppiamento è un effetto diretto delle anomalie del vortice sulla troposfera [6].

La NAO è un fenomeno localizzato in una parte dell'emisfero Nord, pertanto, per tenere conto della variabilità globale del vortice stratosferico è più opportuno valutare la AO/NAM. L'indice AO descrive le anomalie di pressione a livello del mare tra fascia polare e una fascia intorno ai 45° di latitudine ed è un indice più affidabile per la stima della forza del vortice stratosferico. Anch'esso presenta due fasi:

- Fase positiva (AO+): Forte vortice polare, raffreddamento della stratosfera, correnti occidentali forti in troposfera con tempo stabile alle basse latitudini e perturbazioni in transito sul Nord Europa.
- Fase negativa (AO-): Vortice polare debole, stratosfera che potrebbe essere soggetta a riscaldamenti improvvisi (SSW), irruzioni d'aria fredda in troposfera verso le basse latitudini.

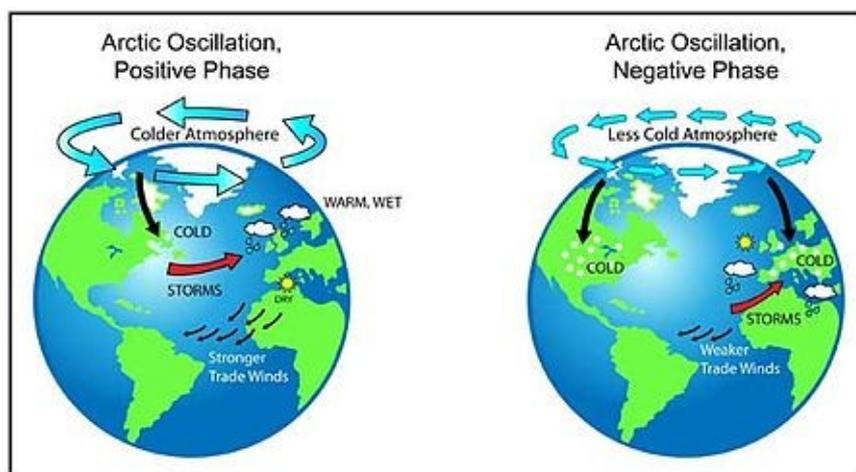


Fig.3 - Configurazioni delle fasi AO.

In base a quanto descritto precedentemente [4] ci aspettiamo che un SSW sia preceduto da una fase di AO fortemente positiva, corrispondente alla fase di pre-condizionamento del vortice. Nella fase di riscaldamento, l'AO assumerà valori via via più negativi.

Lo stratwarming del 16 gennaio 2012

Dalla metà di dicembre 2011 fino al 16 gennaio 2012 è stato registrato un riscaldamento della stratosfera polare di circa 55 gradi a 10hPa.



Fig.4 - Andamento delle temperature a 10hPa, in grigio la media trentennale (Fonte: JMA).

L'evento è risultato significativo ed inquadrabile in SSW di tipo *major*.

La fase di pre-condizionamento è individuabile nell'ultima decade di dicembre con un indice AO fortemente positivo (Fig. 5).

Normalized GPH anomaly (65°N-90°N)
(21Oct2011 - 17Feb2012)

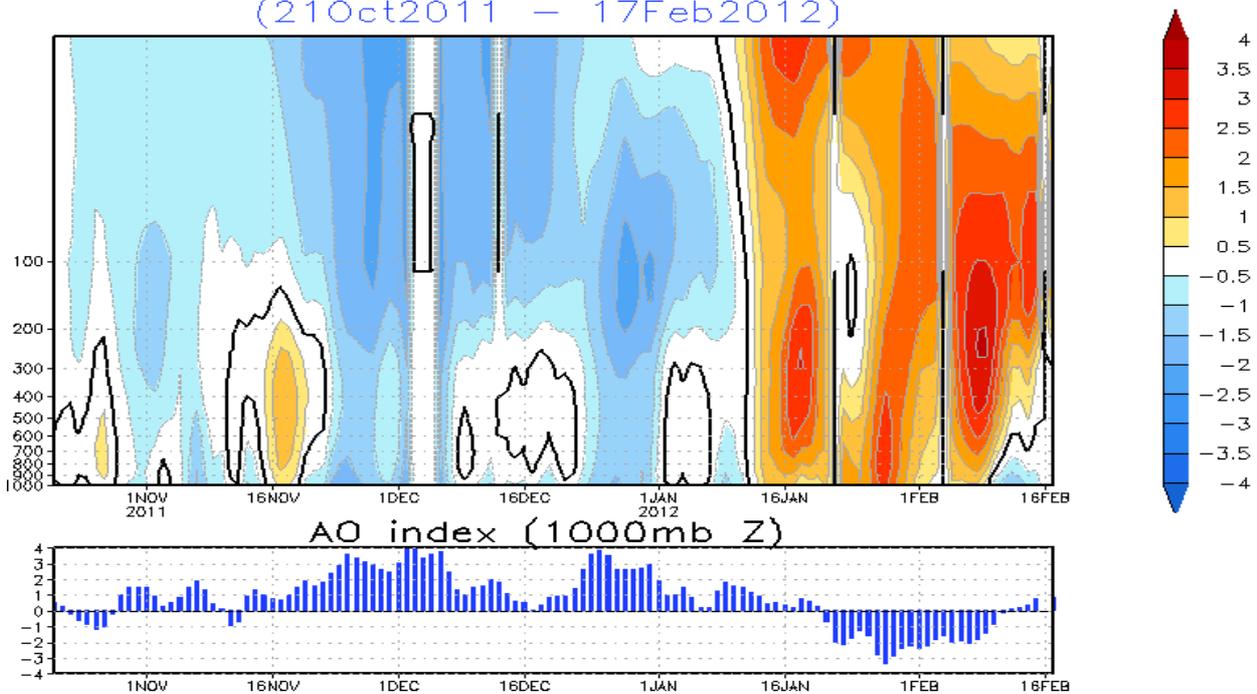


Fig.5 - Andamento dell'anomalia di geopotenziale nell'area polare e corrispondente indice AO (Fonte NOAA/CPC).

L'ingresso dell'onda planetaria ed il progressivo indebolimento del vortice inizia i primi di gennaio, innescato da un rafforzamento dell'Anticiclone delle Aleutine e dopo circa due settimane l'alta pressione, indicata dall'anomalia positiva di geopotenziale, si colloca sulla regione polare, soppiantando la bassa pressione delimitata dal vortice, spostandola (*displacement*) verso latitudini più basse sulla Siberia.

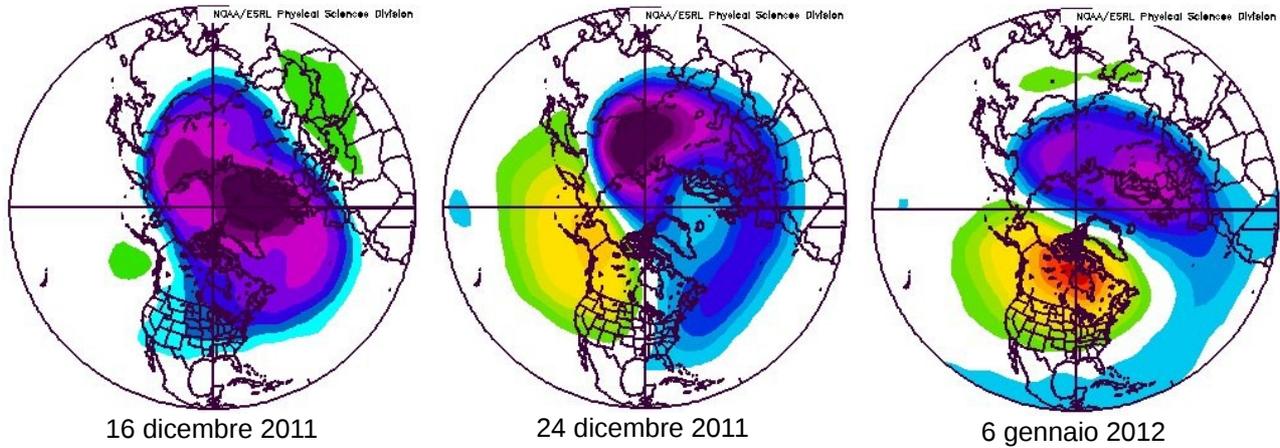


Fig.6 - Anomalia media giornaliera di geopotenziale a 10hPa (Fonte:NOAA/ESRL).

L'inversione della circolazione stratosferica, a causa dello stabilirsi dell'anomala alta pressione al polo ha dato luogo ad una subsidenza di aria stratosferica nei bassi strati delle medie latitudini dando luogo allo sviluppo di:

1. una profonda saccatura retrograda che dalle pianure siberiane si è estesa sul continente europeo fin sul bacino Mediterraneo.
2. L'estensione verso l'Atlantico settentrionale di un ramo dell'Anticiclone delle Azzorre.

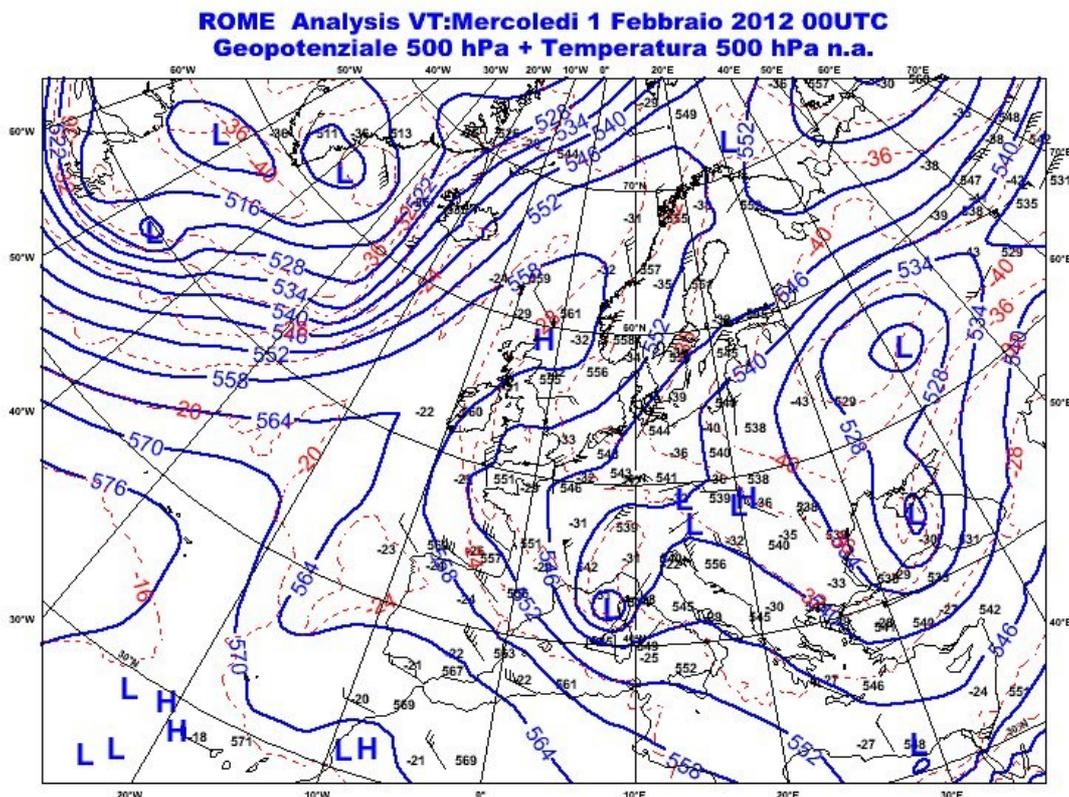


Fig.7 - Analisi del geopotenziale a 500hPa alle 00Z del 1 febbraio 2012 (Fonte: CNMCA).

Inquadramento sinottico

Il motore sinottico dell'evento è stata l'estensione dell'Anticiclone delle Azzorre dall'Atlantico verso il Mare del Nord, fino al Mar di Norvegia. Conseguentemente una saccatura retrograda si è estesa dalle pianure della Russia Siberiana sull'Europa Orientale fino al Mediterraneo Occidentale.

La massa d'aria, di matrice artica continentale quindi molto fredda, arrivando alle nostre latitudini ha trovato masse di aria calda e stabile come risultante della situazione di forte stabilità (vedasi AO positiva a partire da novembre) che aveva caratterizzato, fino ad allora, la stagione invernale.

Prima fase: 1 febbraio 2012

Il 31 gennaio un sistema frontale, già in fase di occlusione, si affaccia sul Mediterraneo occidentale attraverso la Valle del Rodano dirigendosi rapidamente verso il Mare Tirreno. L' 1 febbraio il vortice depressionario sposta rapidamente il suo centro d'azione dal Golfo del Leone fin sull'Adriatico Meridionale in poco meno di 24 ore (Fig.8).

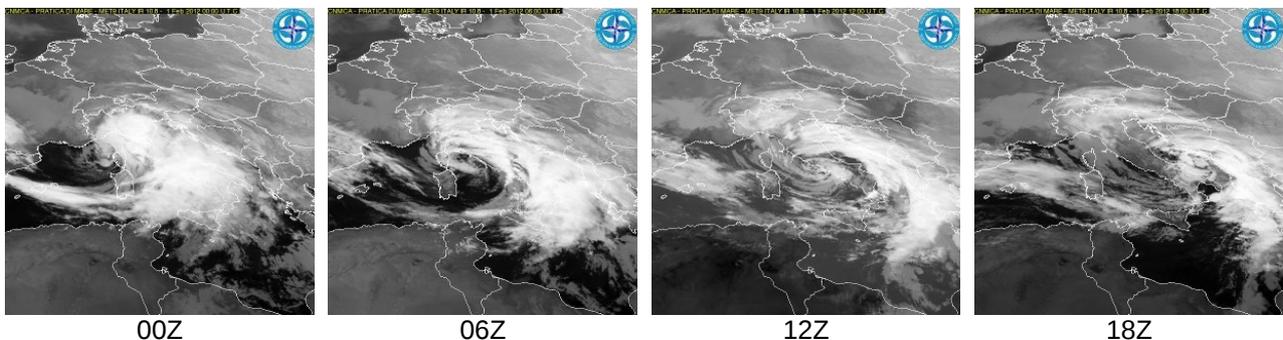


Fig.8 – Evoluzione del vortice depressionario 1 febbraio 2012 (Fonte: CNMCA).

Nelle primissime fasi l'Umbria viene interessata da correnti sud-orientali poi, nel corso della mattinata, subentra una circolazione da Nord-Est. L'avvezione calda nord-orientale ha contribuito a sostenere sistemi convettivi che hanno dato luogo ad intense nevicate lungo la dorsale appenninica ed i settori occidentali della regione.

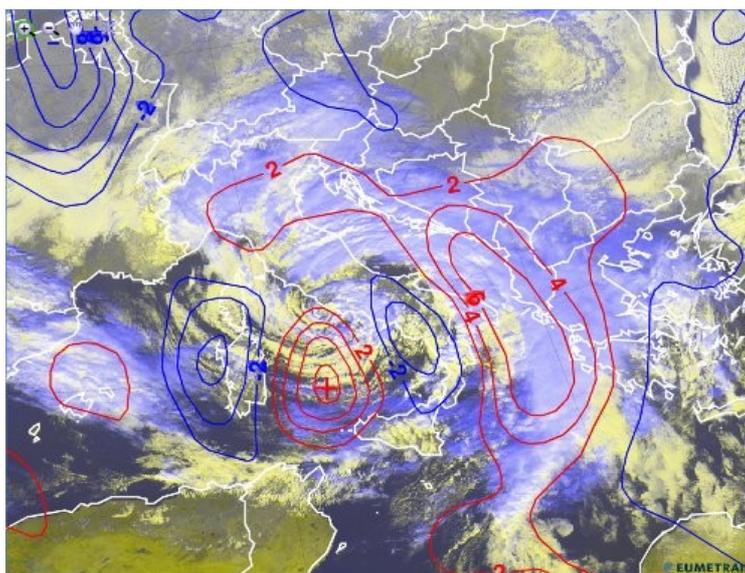


Fig.9 – 1 febbraio 2012 ore 12Z. Le curve di livello indicano l'avvezione di temperatura a 700hPa (positiva in rosso, negativa in blu) (Fonte: EUMETRAIN).

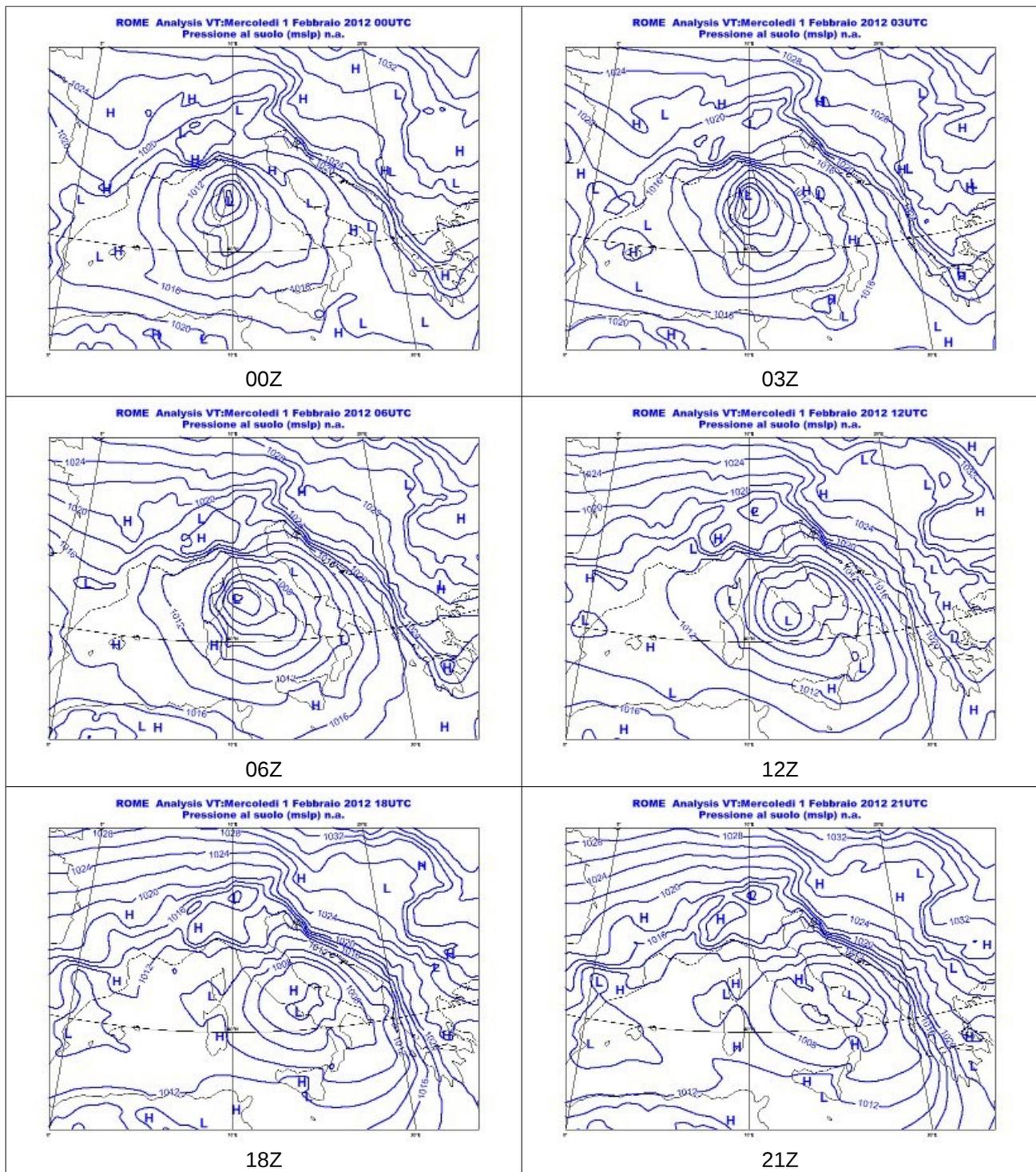


Fig.10 – Evoluzione del vortice depressionario 1 febbraio 2012. Analisi della Pressione al Suolo (Fonte: CNMCA).

Lo spostamento verso SE del centro d'azione ha consentito un parziale miglioramento sui settori occidentali con deboli piogge nel pomeriggio. Sui rilievi, invece, si sono avute nevicate persistenti, ma con intensità in graduale diminuzione solo in serata.

Le precipitazioni più consistenti sono state provocate da sistemi convettivi sviluppatisi sulle Marche e sufficientemente intensi da interessare anche le zone orientali della nostra regione, come mostra l'analisi dinamica delle nubi ed il campo delle velocità verticali (Fig. 11).

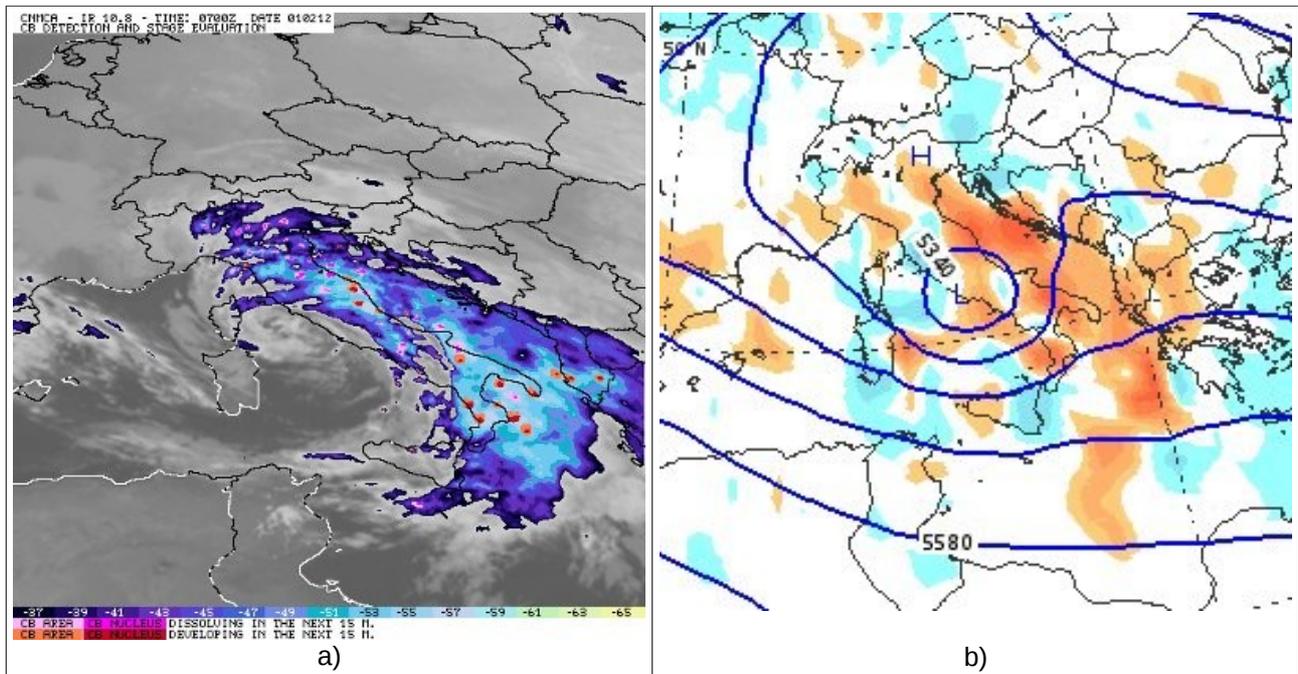


Fig.11 – Attività convettiva del 1 febbraio 2012: a) Analisi dinamica delle nubi (07Z): le celle convettive sono evidenziate dai colori rosa ed arancio. b) Campo delle velocità verticali del modello ECMWF (12Z): i colori dall'ocra all'arancio indicano correnti ascendenti via via più intense. (Fonte: CNMCA/ECMWF).

Seconda fase: 2 – 7 febbraio 2012

Il 2 febbraio lo scenario è dominato da una saccatura retrograda sull'Europa che va dalle regioni della Russia Occidentale alle coste del Portogallo.

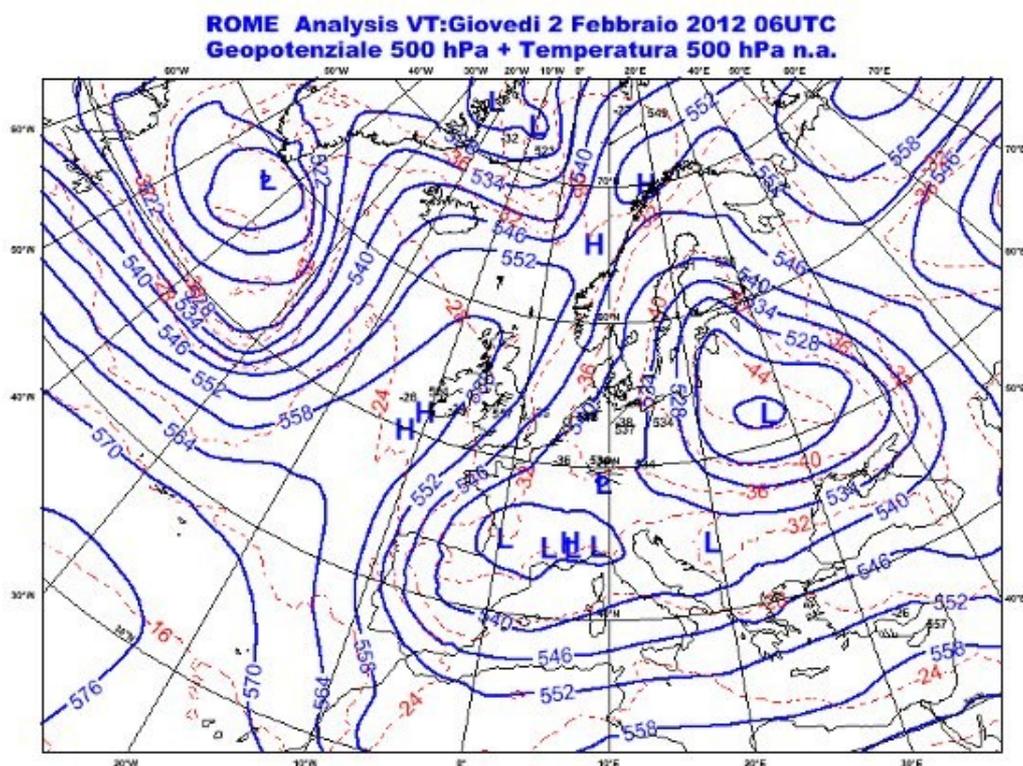


Fig.12 - Analisi a 500hPa delle 06Z del 2 febbraio 2012 (Fonte: CNMCA).

In seno ad essa sono presenti due sotto-strutture: un minimo, molto profondo e ben consolidato, sull'Europa dell'est ed un altro in via di approfondimento, sulla Francia.

Lungo il margine meridionale della saccatura principale, sul Mediterraneo Occidentale, sono presenti due sistemi frontali distesi in moto zonale verso Levante (Fig. 13):

1. Un sistema frontale freddo (CF in CA, Cold Front in Cold Advection [9]) alimentato da aria fredda (isolinee blu sulla Penisola Iberica) di matrice artico marittima in discesa dalle regioni scandinave lungo un canale ben evidenziato dalla banda scura visibile nell'immagine da satellite sul il margine settentrionale dell'Europa;
2. Un sistema frontale caldo (WF Band, Warm Front Band [9]), poco intenso, dovuto ad un richiamo caldo (isolinee rosse) dal Nord Africa (masse d'aria continentali sub-tropicali).

I sistemi procedono allineati per un po', poi inizia una ciclogenesi sul Mediterraneo, con centro d'azione ad Ovest delle Baleari nella prima mattinata del 2, con lo sviluppo di un minimo più deciso ad Ovest della Sardegna nel pomeriggio ed in successivo spostamento verso il Tirreno Meridionale (Fig. 14).

In questa fase i fenomeni sono risultati deboli per gran parte della giornata e hanno interessato i rilievi orientali, orvietano e perugino. In serata le precipitazioni hanno assunto carattere diffuso intensificandosi lungo la dorsale appenninica ed i settori meridionali.

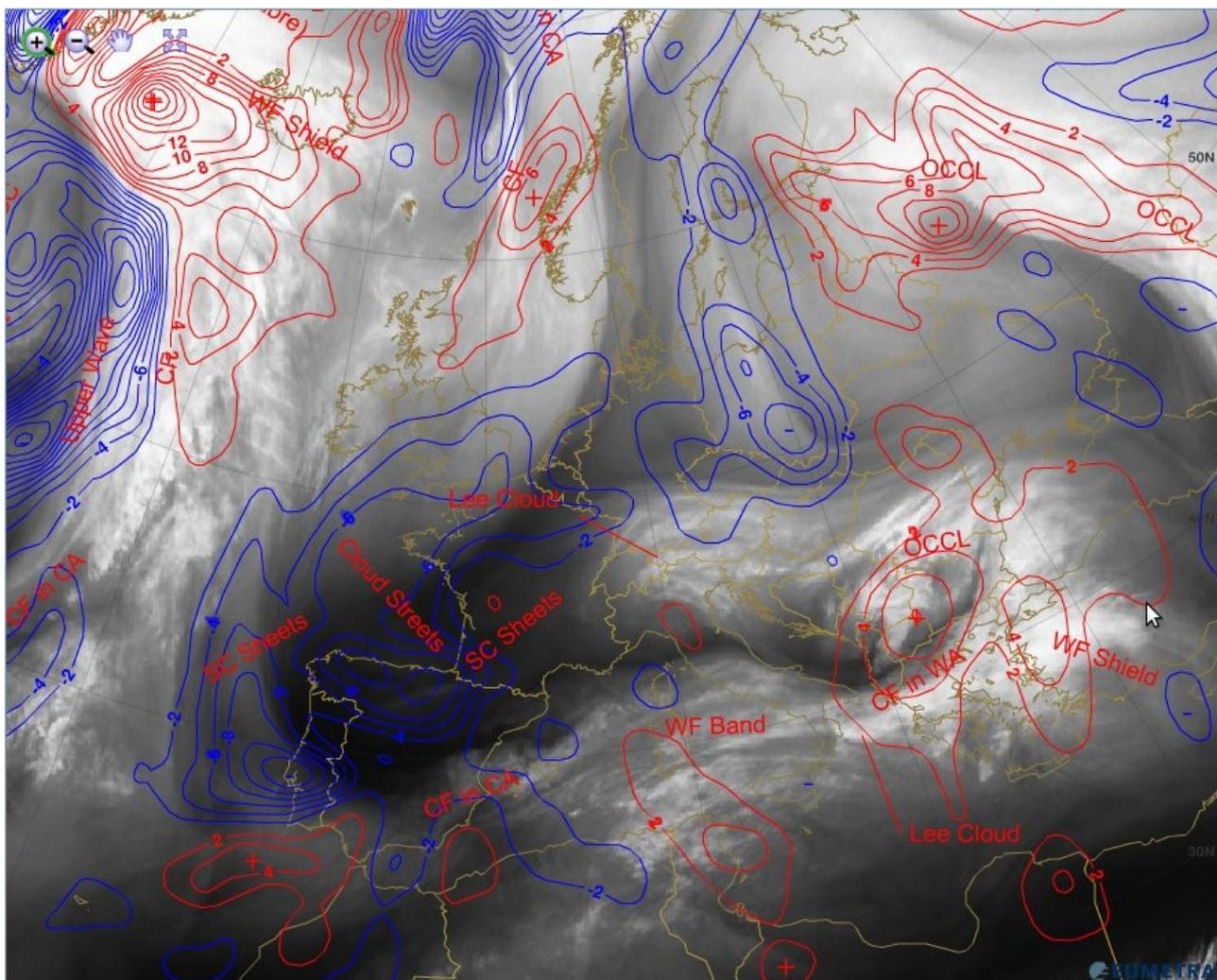


Fig.13 – Immagine MSG nella banda WV6.2 ed avvezione di temperatura a 700hPa del 2 febbraio 2012, ore 06Z:(Fonte: EUMETRAIN).

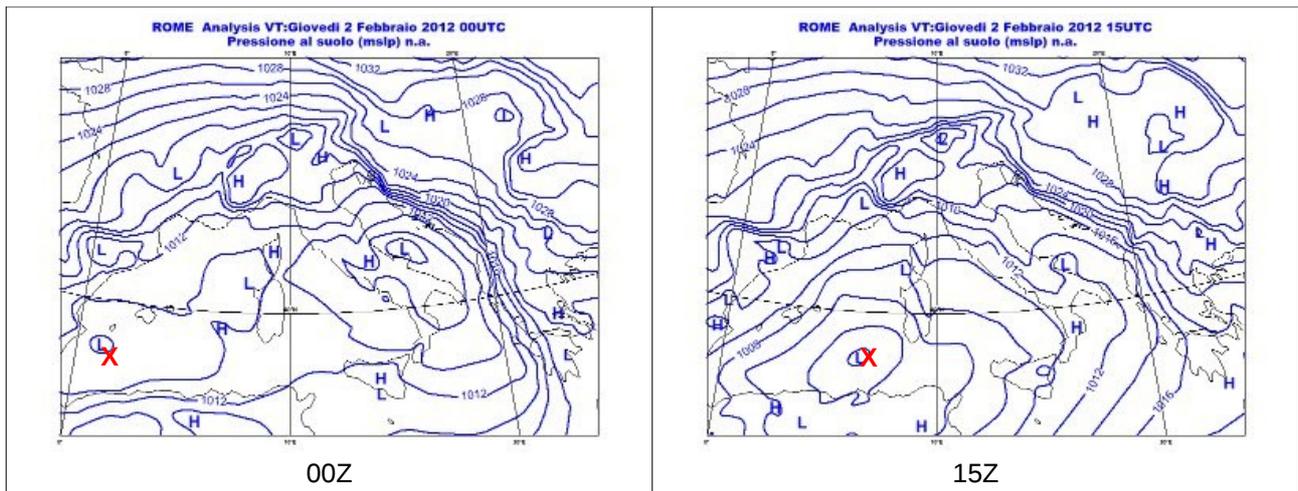


Fig.14 – Ciclogenesi sul Mediterraneo Occidentale il 2 febbraio (Fonte: CNMCA).

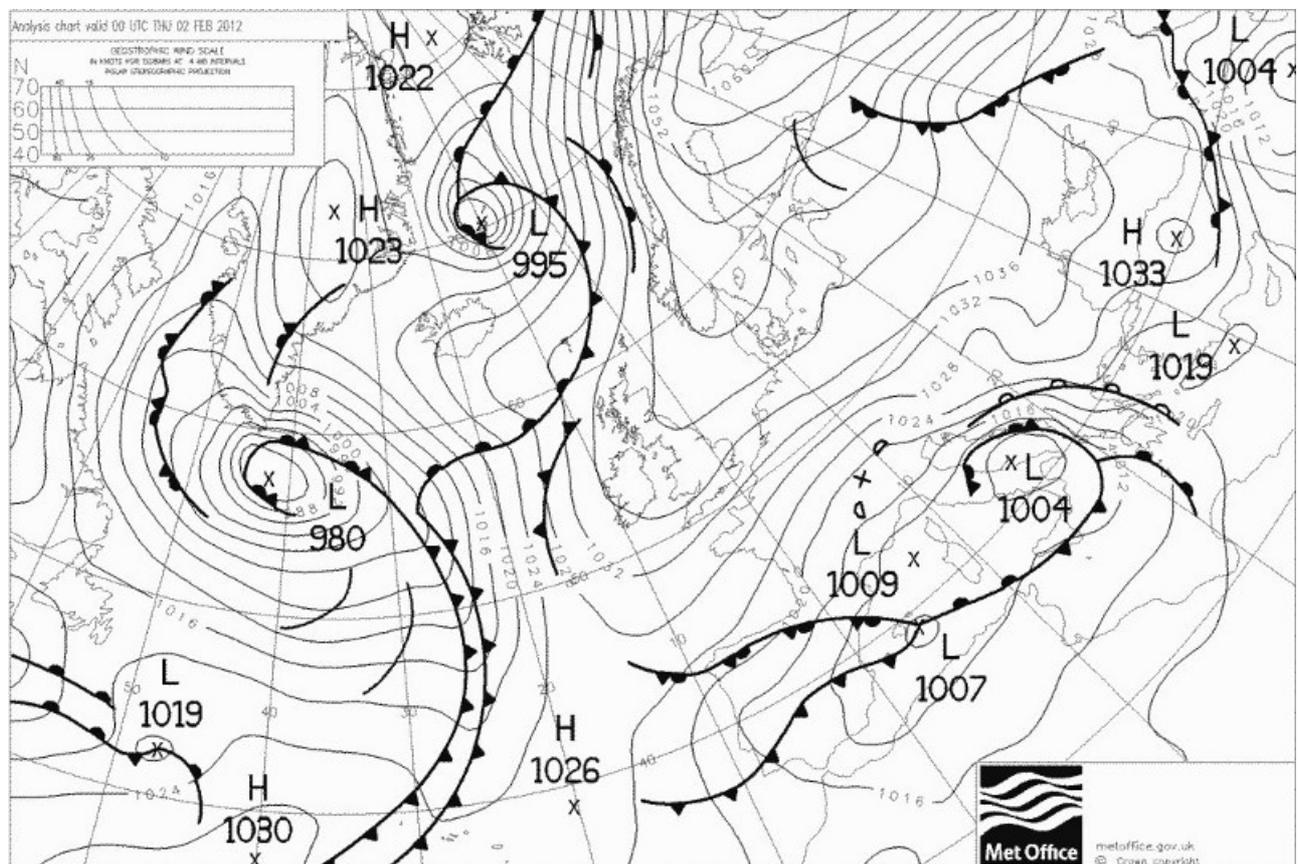


Fig.15 – Analisi dei fronti alle 00Z il 2 febbraio (Fonte: Met Office).

L'innesco alla ciclogenesi è dato dall'arrivo di aria fredda stratosferica a seguito dell'abbassamento della tropopausa sul margine occidentale della saccatura (Fig. 16). Essa, dalle regioni russo-scandinave, percorre il continente europeo verso ovest poi, all'altezza dei Pirenei, flette verso sud ed irrompe sul Mediterraneo nei pressi delle Baleari dando origine, sull'Italia, ad un'avvezione fredda da sud-ovest nei bassi strati.

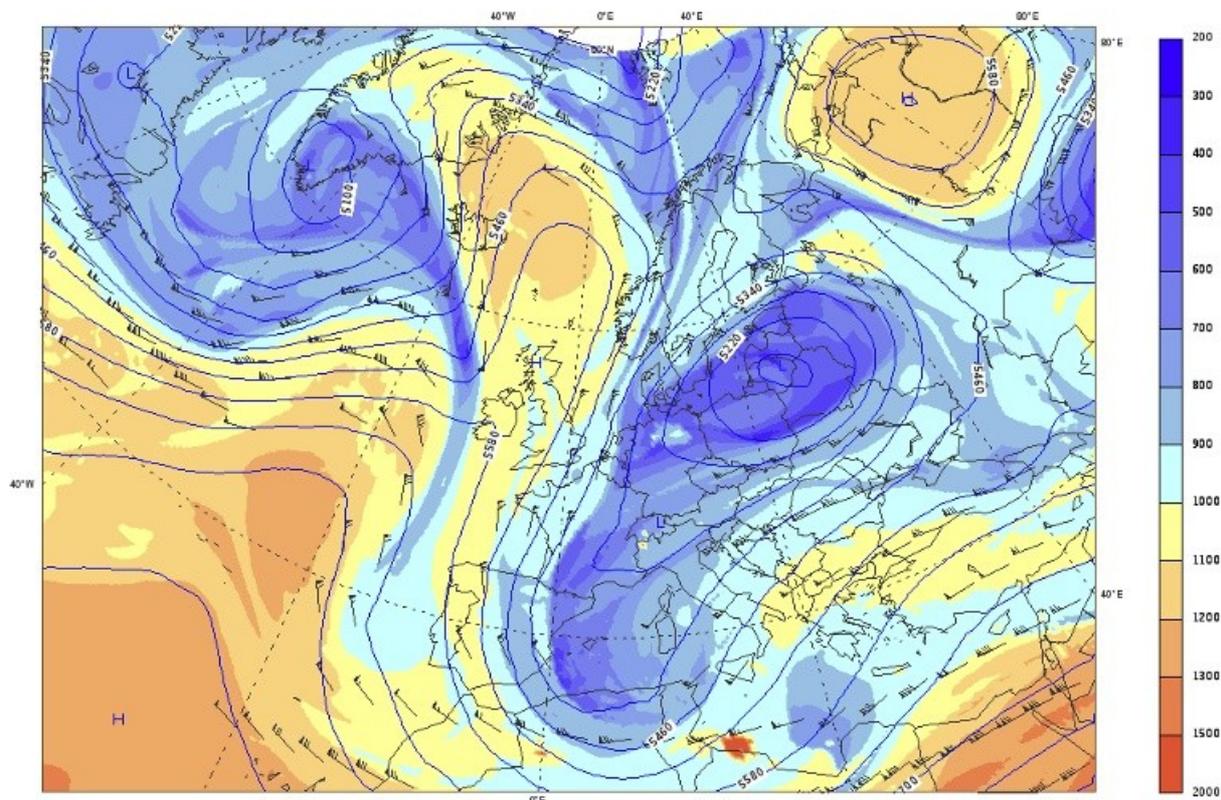


Fig.16 – Altezza della Tropopausa dinamica alle 06Z il 3 febbraio. Le tonalità di azzurro, via via più scure indicano l'abbassamento della Tropopausa e la conseguente discesa di aria fredda stratosferica verso i bassi strati. (Fonte: CNMCA/ECMWF).

Nella giornata del 3 febbraio il centro di bassa pressione si sposta rapidamente dal Canale di Sardegna al Tirreno Meridionale andando a collocarsi, a fine giornata, davanti alle coste campane. Contemporaneamente, il vertice della saccatura subisce una torsione in senso meridiano iniziando la fase di “cut-off” nelle prime ore del 4 febbraio (Fig. 17).

Nella giornata del 5 febbraio il minimo in quota entra progressivamente in fase con quello al suolo, più avanzato verso Sud-Est, dando poi luogo ad un minimo al suolo sullo Ionio nella giornata del 6 con asse di saccatura disposto lungo il meridiano (Fig. 18).

Tale configurazione ha provocato nevicate diffuse su tutta la regione nel corso dei tre giorni, più persistenti ed intense lungo la dorsale appenninica ed i settori occidentali della regione con quantitativi da moderati ad abbondanti. Solo sulla Valle Umbra e la parte settentrionale della Media Valle del Tevere gli accumuli sono stati da deboli a moderati.

I sistemi precipitativi hanno avuto una durata molto lunga, sostenuti da una continua avvezione calda da Nord-Est nei bassi strati, pilotata dal minimo al suolo (Fig. 19), ed una circolazione sud-occidentale in quota attivata dal ramo orientale (ascendente) della saccatura.

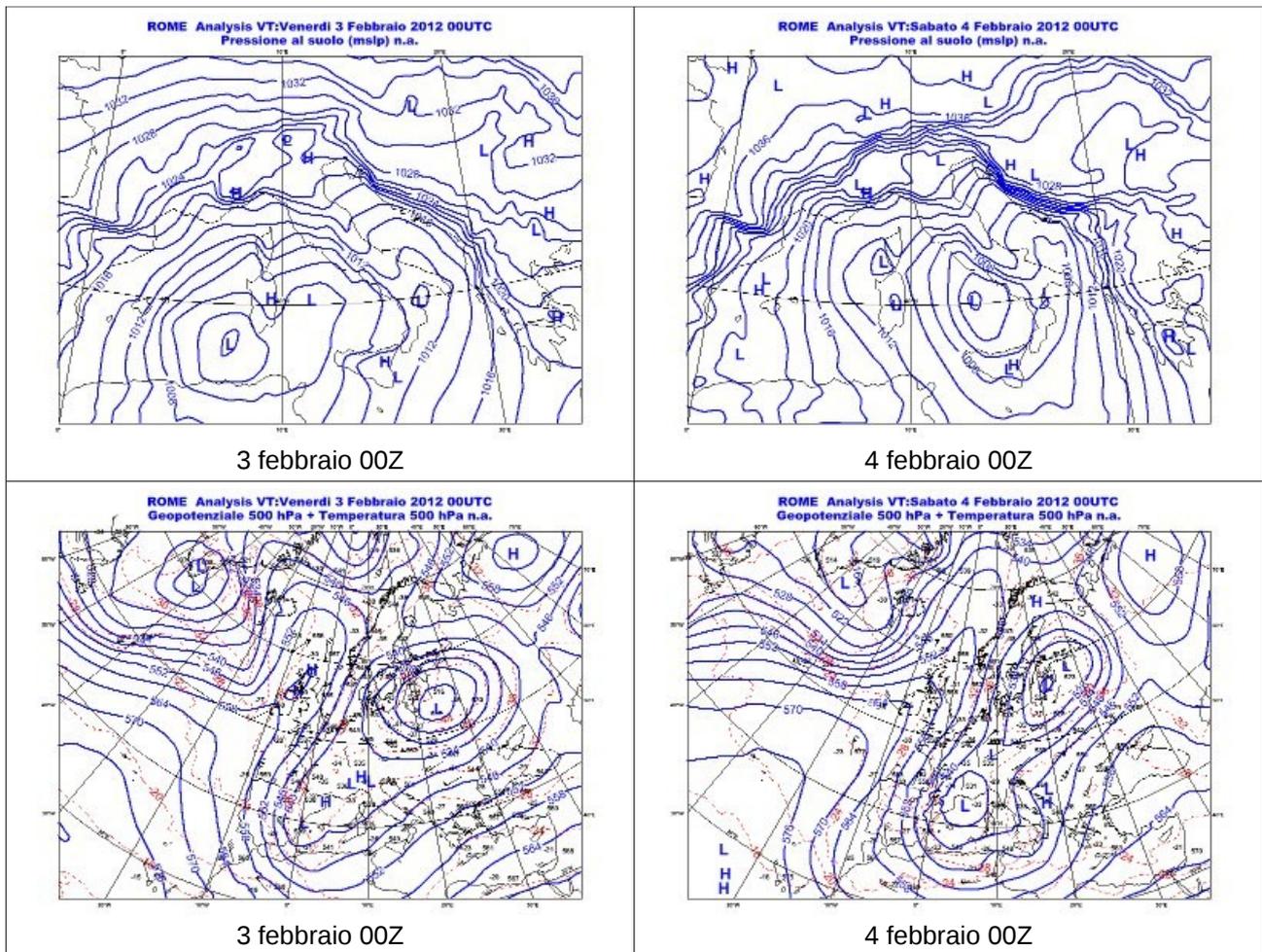


Fig.17 – Analisi della pressione al suolo (in alto) e del geopotenziale a 500hPa (in basso) (Fonte: CNMCA).

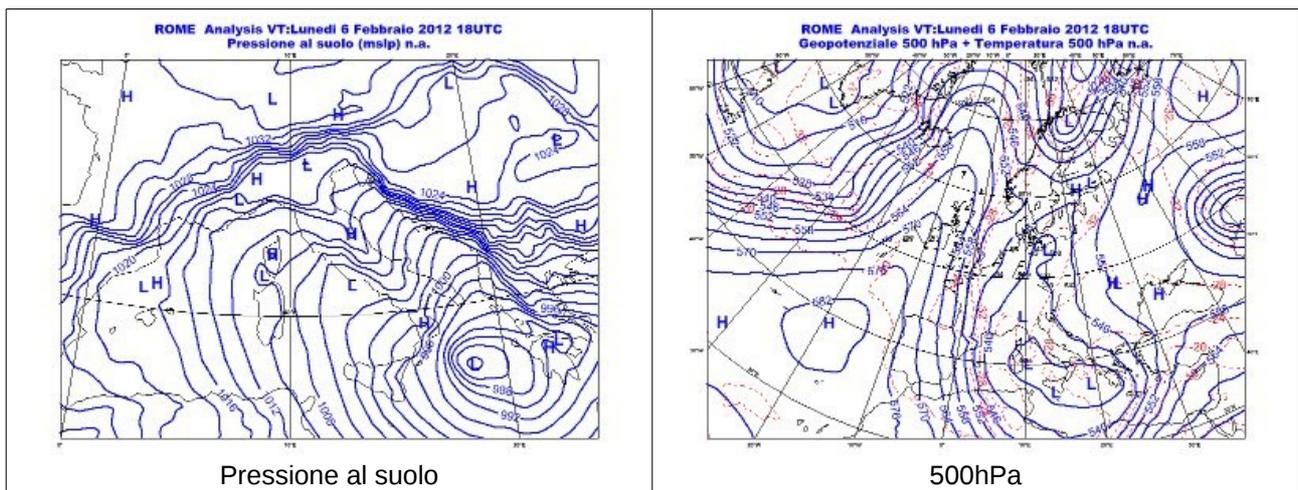


Fig.18 – Analisi della situazione il 6 febbraio alle 18Z (Fonte: CNMCA).

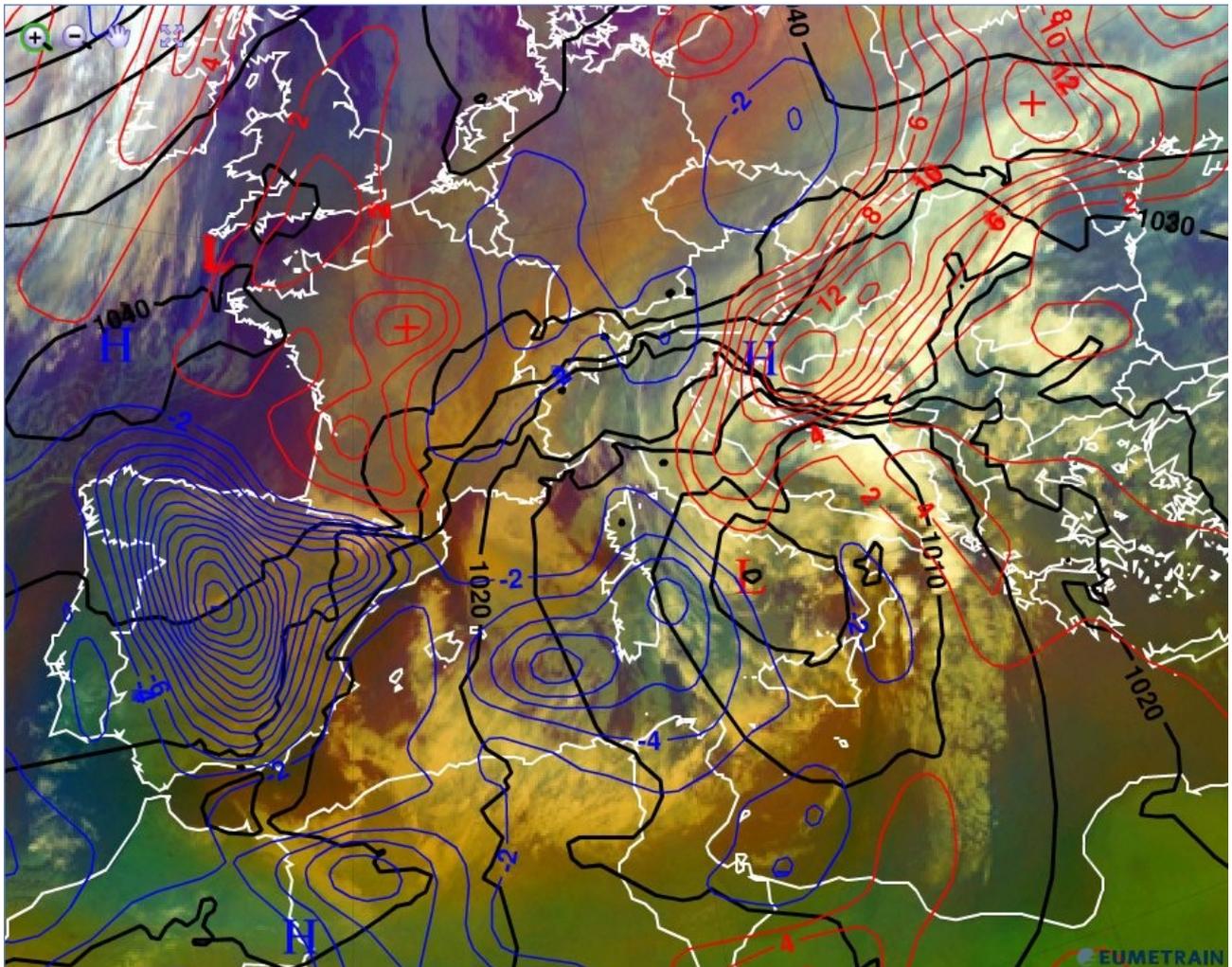


Fig.19 - Pressione al suolo (in nero) ed avvezione di temperatura a 700hPa (calda in rosso, fredda in blu) del 4 febbraio 2012 alle 00Z (Fonte: EUMETRAIN).

La situazione non ha favorito sviluppo di sistemi convettivi sull'Umbria, pertanto le precipitazioni sono da associarsi a nubi di bassa e media quota di tipo stratiforme. Per tale analisi si possono utilizzare particolari immagini satellitari ottenute componendo in modo opportuno riprese effettuate in diverse bande spettrali, ottenendone una nuova (Fig. 20) in cui ogni colore descrive una proprietà fisica delle nubi [10]. Il colore chiaro (avorio), che copre le Marche e gran parte dell'Umbria, indica nubi basse e a temperature relativamente alte (strati/nebbie). Le aree viola sul versante tirrenico indicano nubi basse molto spesse. Il rosso descrive nubi d'alta quota costituite da cristalli di ghiaccio (cirri) riconducibili ad attività cumuliforme molto estesa in verticale poco più a sud. Il fucsia lungo l'arco alpino indica la presenza di neve al suolo, per quelle aree non interessate da copertura nuvolosa. Le precipitazioni associate alla nuvolosità rilevata sull'Umbria sono state, quindi, di tipo continuo e persistente.

Il completamento della fase di colmamento del vortice depressionario sul Mar Ionio ha dato luogo, a partire dal 7 febbraio, ad un graduale miglioramento con fenomeni sparsi di debole entità fino alla completa cessazione nei giorni 8 e 9 febbraio.

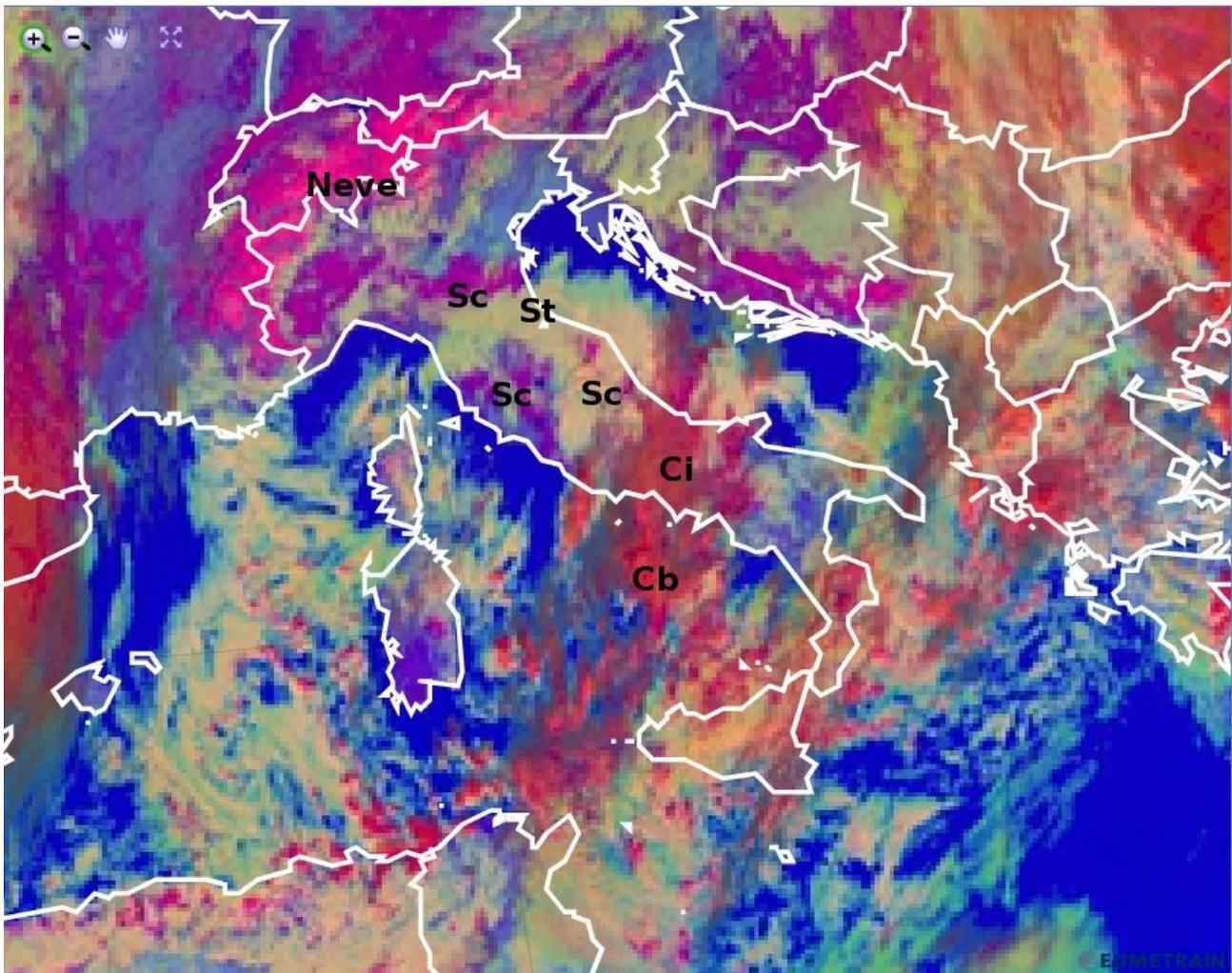


Fig.20 – Composito RGB Day Microphysics delle 12Z del 5 febbraio 2012. Tipologia delle nubi: Sc: Stratocumuli, St: Strati, Ci: Cirri, Cb: Cumulonembi. (Fonte: EUMETRAIN).

Terza fase: 10-12 febbraio 2012

Tra il 9 ed il 10 febbraio si completa la formazione del “Ponte di Voeikov” [11], quell'arco di alta pressione che, alle alte latitudini, congiunge la propaggine settentrionale dell'Anticiclone delle Azzorre, estesa sul Mar di Norvegia e la Scandinavia, e l'Anticiclone Siberiano in posizione arretrata, sul distretto degli Urali (Fig. 21).

Tale configurazione ha comportato l'isolamento di una saccatura retrograda estesa dalle Pianure Russe al Mediterraneo Occidentale, con asse praticamente zonale, al cui interno è stata intrappolata aria stratosferica che ha dato origine a due nuclei di bassa pressione: uno sull'area caucasica ed un altro, meno profondo, sull'Europa Centro-Orientale (Fig. 21).

Proprio quest'ultimo, seguendo una direttrice Ovest-Sud-Ovest, favorita dalla configurazione del getto in quota, va ad interessare dapprima le regioni del Nord-Est e successivamente si posiziona sul Tirreno settentrionale (Fig. 22), in una situazione molto simile a quella avuta il 1 febbraio (Fig. 10).

Le basse temperature già presenti hanno fatto sì che le precipitazioni fossero a carattere nevoso fin dalla prima parte del fenomeno, caratterizzata da correnti sud-occidentali in cui masse d'aria di matrice mediterranea (Fig. 23), cariche d'umidità e molto instabili, sono state sospinte verso le regioni centrali da un'avvezione fredda sud-occidentale (Fig. 24).



ECMWF 10 Febbraio 2012 00UTC Forecast T+6 VT: Venerdì 10 Febbraio 2012 06UTC
EUROATLANTICO- Altezza della tropopausa dinamica (dam geop)
Vento a 300 hPa + Geopotenziale a 500 hPa

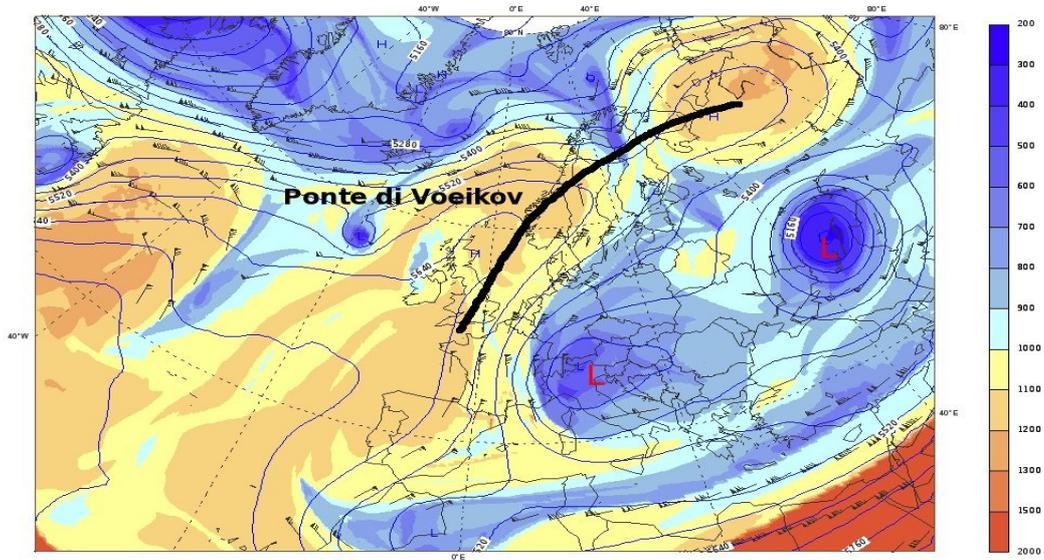


Fig.21 - 10 febbraio 06Z: Identificazione del ponte di Voeikov e dei due centri di bassa pressione (L rosse).
(Fonte: CNMCA/ECMWF).

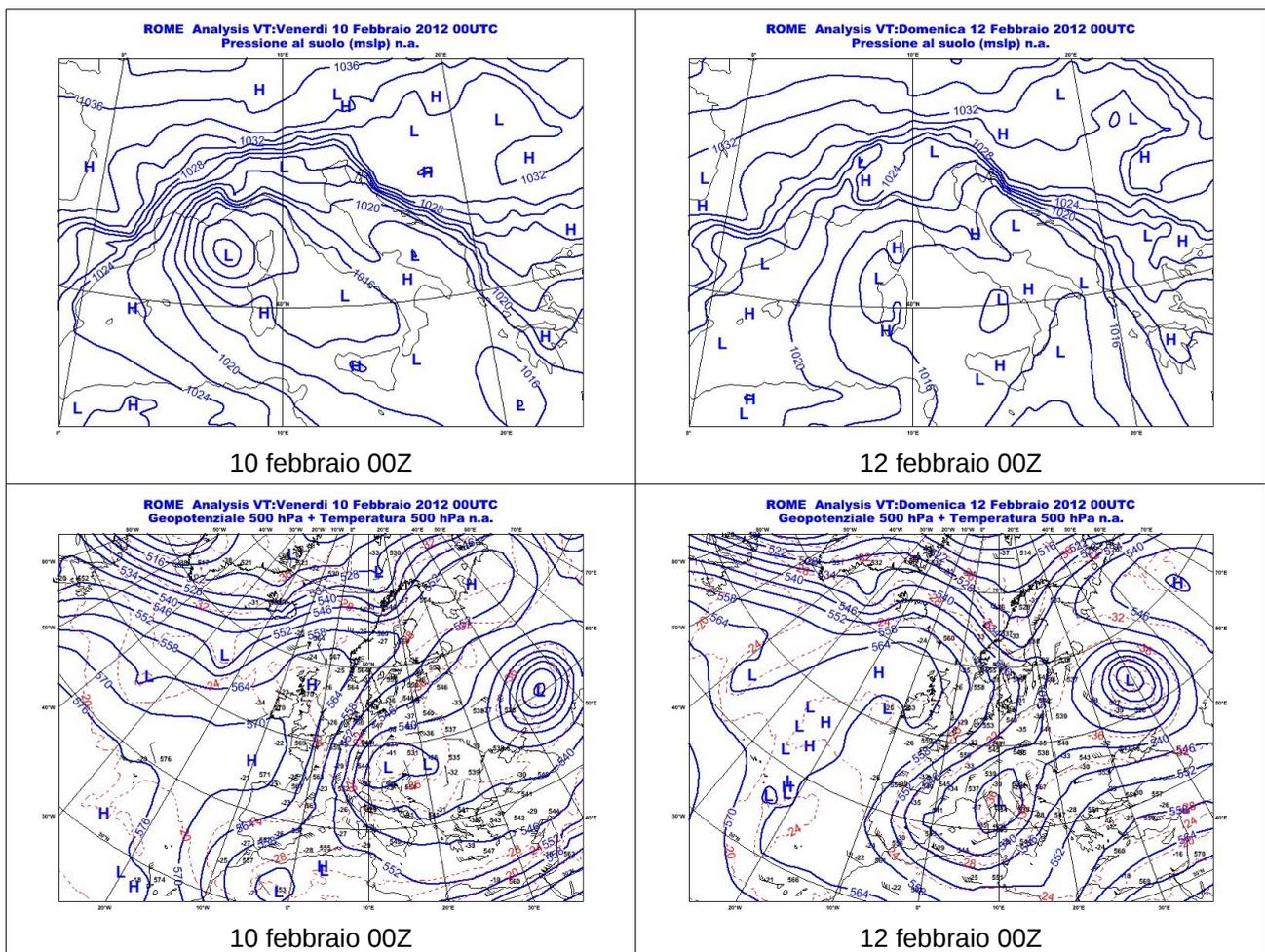


Fig.22 – Analisi della pressione al suolo (in alto) e del geopotenziale a 500hPa (in basso) (Fonte: CNMCA).



COSMO-ME 10 Febbraio 2012 00UTC Forecast T+12 VT: Venerdì 10 Febbraio 2012 12UTC
MEDITERRANEO - Temperatura potenziale di bulbo bagnato a 850hPa (°C)

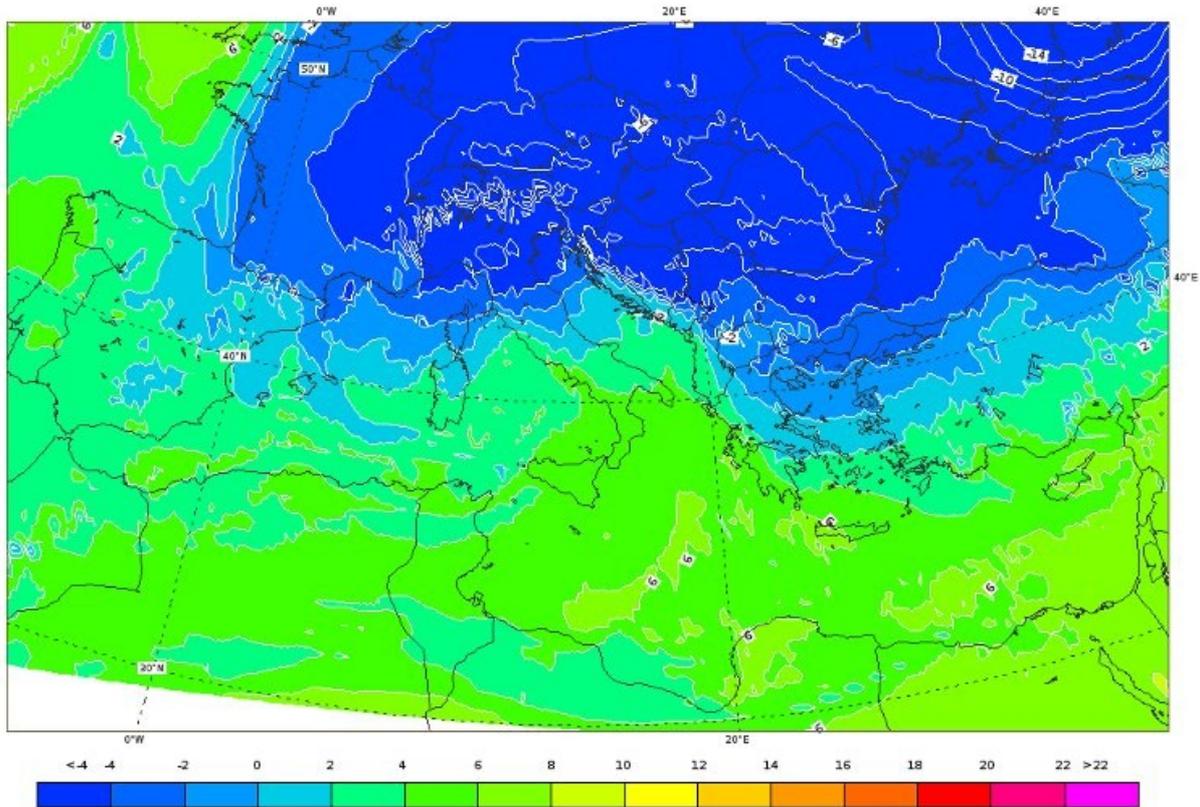


Fig.23 - 10 febbraio 12Z: Temperatura Potenziale di Bulbo Bagnato a 850hPa. Essendo una grandezza isentropica è utilizzata come tracciante per identificare la natura delle masse d'aria. Si noti, sul Tirreno, come le masse d'aria umide e relativamente più calde di natura mediterranea (tonalità del verde) vengono sospinte verso l'Italia dalle masse d'aria fredda di matrice polare (tonalità azzurre) tra la Sardegna ed il Golfo del Leone. (Fonte: CNMCA).

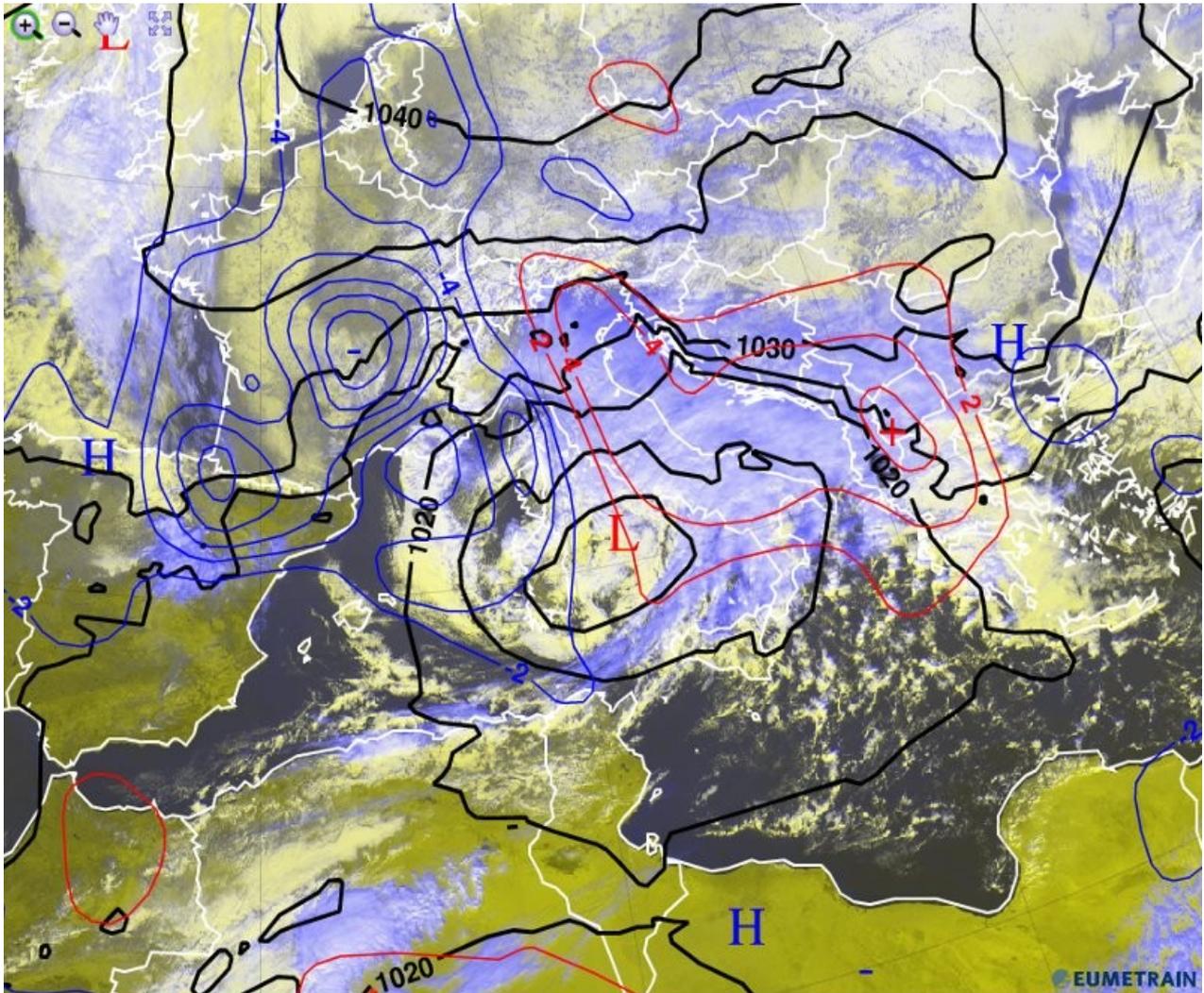


Fig.24 – 10 febbraio 2012 ore 12Z. Le curve di livello colorate indicano l'avvezione di temperatura (positiva in rosso, negativa in blu), quelle nere la pressione al livello del mare (Fonte: EUMETRAIN).

La presenza di minimi barici a tutte le quote, sostanzialmente in fase con quello al suolo ha intensificato il sollevamento d'aria, favorendo episodi di precipitazioni nevose intense, specie sui settori meridionali ed occidentali della regione.

Nella seconda parte del fenomeno, il minimo al suolo si è portato sul Tirreno meridionale ed è stato raggiunto, nel corso della giornata del 11 febbraio, dal minimo in quota dando luogo alla fase finale del “cut-off” con conseguente occlusione completa del sistema frontale ad esso associato.

I fenomeni nevosi sono risultati intensi su tutta la regione, con accumuli da moderati ad abbondanti, accompagnati da forti raffiche di vento.

Il vortice freddo ha iniziato a perdere molta della sua energia nella mattinata del 12 febbraio, con un'evidente attenuazione dei fenomeni nel pomeriggio e nevicate deboli e residue in serata solo lungo la dorsale appenninica.

Considerazioni finali

Per avere un'idea dell'estensione del fenomeno appena descritto si è fatto ricorso alcune immagini riprese dallo spazio. Esse sono state acquisite dallo strumento multispettrale MODIS, montato a bordo del satellite "Terra" della NASA, il 13 febbraio 2012, quando i sistemi nuvolosi stavano migrando verso Est, consentendo una buona visibilità sull'Umbria.

La prima immagine (Fig. 25) è un'elaborazione in colori reali (*True Color*) mostra approssimativamente l'estensione della nevicata sul Centro Italia.



Fig.25 – 13 febbraio 2012. Immagine satellitare del Centro Italia, a colori reali (*True Color*) centrata sull'Umbria (Fonte: NASA).

E' fin d'ora evidente come le nevicate abbiano interessato in maniera significativa tutto il Centro Italia, spingendosi fin sull'entroterra tirrenico. La coltre nevosa più compatta si ritrova lungo il versante adriatico della Penisola.

Sebbene l'immagine sia illustrativa dell'ampiezza del fenomeno, la stessa pone dei limiti interpretativi, non potendo discriminare tra copertura nevosa e nubi eventualmente presenti.

Come per altre immagini satellitari utilizzate in precedenza, anche in questo caso è possibile fare delle elaborazioni sfruttando le diverse proprietà che hanno neve e nubi nel campo dell'infrarosso. In questo modo, componendo opportunamente immagini prese a diverse lunghezze d'onda, è stato possibile evidenziare le nubi rispetto al resto (Fig. 26).

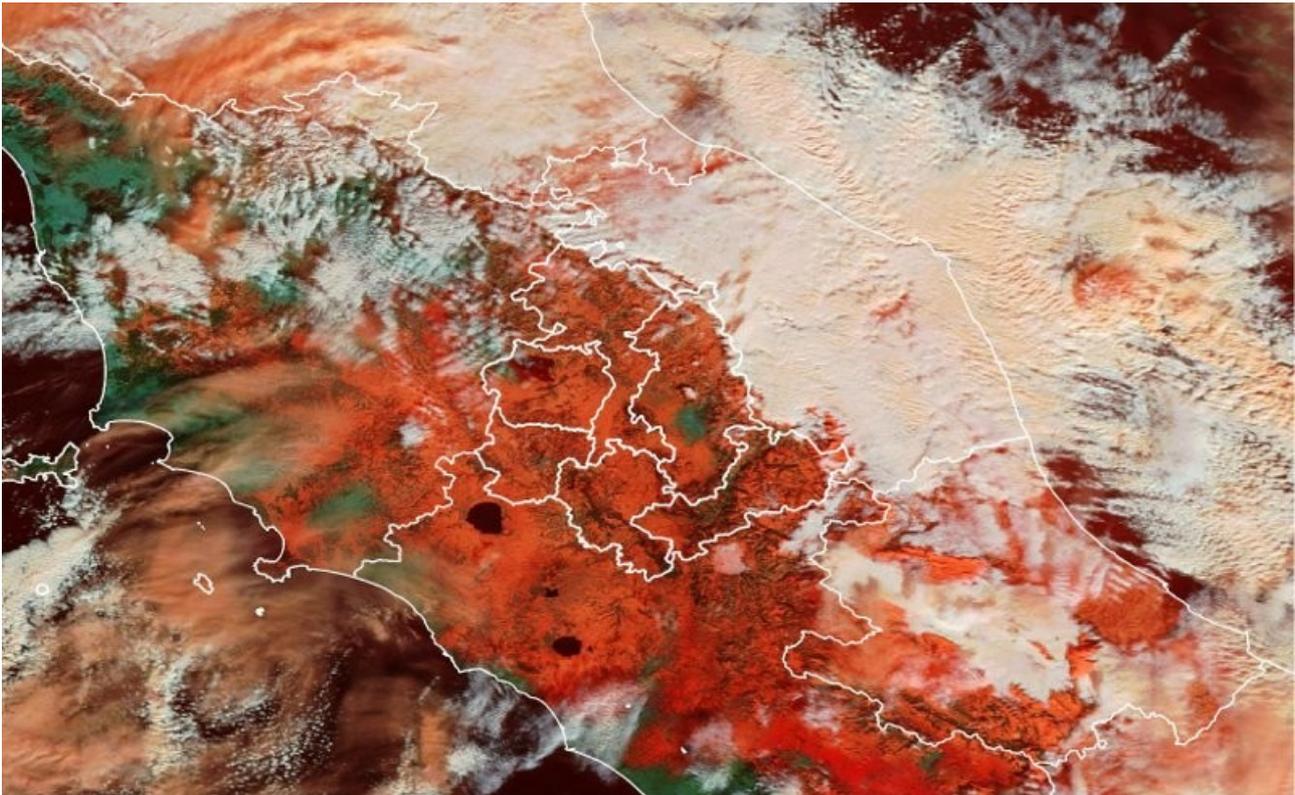


Fig.26 – 13 febbraio 2012. Immagine a falsi colori ottenuta componendo i canali 3, 6 e 7 di MODIS. La neve risulta rossa/arancio, mentre le nubi sono bianche/rosa. Sono disegnate le zone di allerta definite ai fini dell'allertamento dal Centro Funzionale della Regione Umbria (Fonte: NASA).

A questo punto risulta evidente come le Marche siano, ancora, interessate da una nuvolosità stratiforme per il persistere di correnti orientali, mentre l'Umbria risulta praticamente sgombra da nubi e quasi totalmente coperta da neve.

Sono subito evidenti due fenomeni, uno tipico per il microclima della regione, uno più insolito.

Il primo è lo scarso, se non assente, spessore nevoso nell'area del folignate (Fig. 27), fatto non è particolarmente insolito, essendosi verificato in altre occasioni nel passato. Fermo restando che durante la fase più intensa del fenomeno anche in questa zona si sono avuti, seppur modesti, accumuli nevosi che fondendo rapidamente hanno dato luogo ad estese gelate.

Fenomeno, quello delle gelate fino a quote di pianura, che ha interessato gran parte della regione nei giorni successivi a causa di un netto calo delle temperature notturne, favorite da una consistente riduzione della coltre nuvolosa e dalla progressiva fusione del manto nevoso.

Il secondo, meno frequente, è il parziale congelamento del lago Trasimeno che appare rosso nell'immagine (Fig. 28) per la presenza estesa di ghiaccio sulla superficie, invece di assumere il colore nero/bruno che avrebbe in condizioni normali (confrontate il lago di Bolsena nei pressi del confine toscano-laziale).

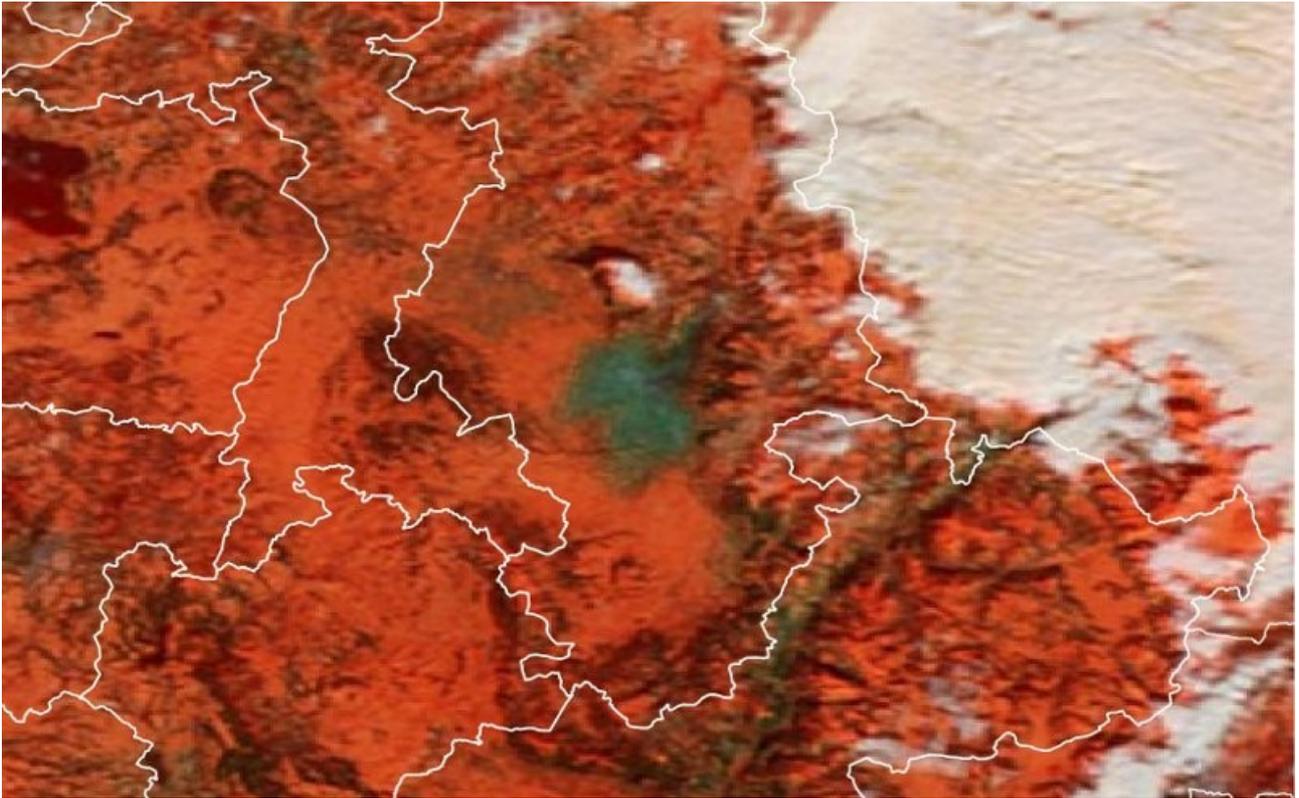


Fig.27 – 13 febbraio 2012. Immagine a falsi colori con dettaglio sul folignate che appare verde, quindi praticamente privo di copertura nevosa (Fonte: NASA).

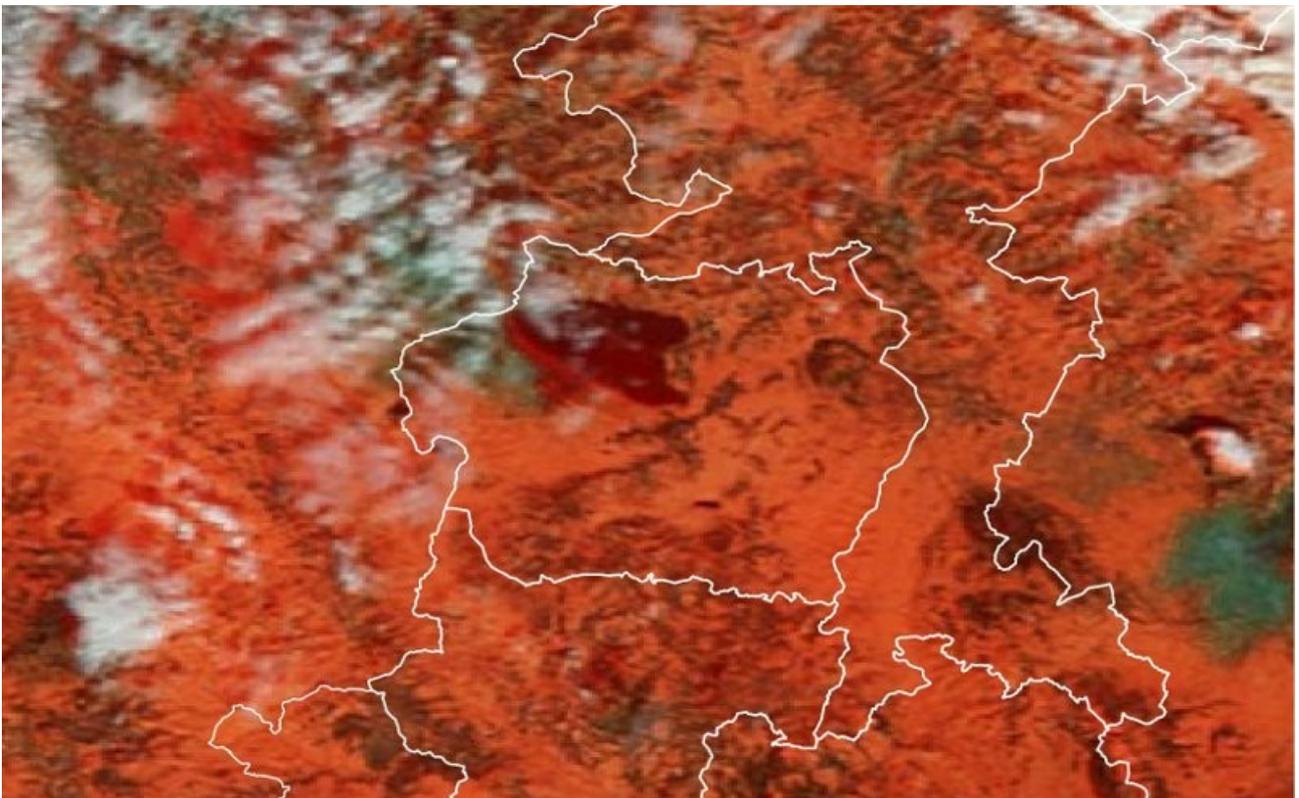


Fig.28 – 13 febbraio 2012. Immagine a falsi colori con dettaglio sul Trasimeno che appare rosso per la presenza di ghiaccio sulla superficie. (Fonte: NASA).

Ringraziamenti

Si ringraziano i colleghi del Centro Funzionale Claudia Pandolfo e Nicola Berni per il tempo dedicato alla lettura ed alla correzione del presente lavoro

Si ringraziano, inoltre i colleghi meteorologi: Alessandra Santacasa (CF Abruzzo), Stefano Sofia (CF Marche) e Francesco Boccanera (CF Marche) per i suggerimenti ed i consigli in merito allo svolgimento del lavoro.

Bibliografia

- [1] Shoeberl M.R., 1978, Stratospheric Warmings: Obsevation and Theory, *Rev. Geophys. Space. Phys.*, 16, 4, 521-538.
- [2] Martius O., Polvani L.M., Davies H.C., 2009, Blocking precursors to stratospheric sudden warming events , *Geophys. Res Lett.*, 36, L14806,.
- [3] Andrews D.G., Holton, J.R., Leovy C. B., 1987: *Middle Atmospheric Dynamics*. Academic Press.
- [4] McIntyre M.E., 1982, How well do we understand the dynamics of stratospheric warming?, *J. Meteor. Soc. Japan*, 60, 37–64
- [5] Limpasuvan V., Thompson D.W.J., Hartmann D.L., 2004: The Life Cycle of the Northern Hemisphere Sudden Stratospheric Warmings. *J. Climate*, 17, 2584–2596.
- [6] Ambaum M.H.P. Hoskins B.J., 2002: The NAO Troposphere– Stratosphere Connection. *J. Climate*, 15, 1969–1978.
- [7] Thompson D.W.J., Wallace J.M., 1998: The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys. Res. Lett.*, 25, 1297–1300.
- [8] Baldwin M.P., Dunkerton T.J., 2001: Stratospheric harbingers of anomalous weather regimes. *Science*, 294, 581–584.
- [9] *Manual of Synoptic Satellite Meteorology, Version 6.8*, (<http://www.zamg.ac.at/docu/Manual/SatManu/main.htm>), ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Vienna, Austria
- [10] Kerkmann J., Lutz H.J., König M., Prieto J., Pylkko P., Roesli H.P., Rosenfeld D., Schmetz J., Zwatz-Meise V., Schipper J., Georgiev C., Santurette P., 2006, *MSG Interpretation Guide" Version 1.1*, EUMETSAT, Darmstadt, Germania.
- [11] Voeikov A.I., 1948, *Izbrannye sochineniia*, Izd-vo Akademii nauk SSSR, Mosca.