

# L'ERRORE NELLE PREVISIONI DEI TEMPORALI: IL CASO STUDIO DEL 13 LUGLIO 2016

*Il 13 luglio 2016 si potevano sviluppare temporali a supercelle di forte intensità e tornado: ciò non è avvenuto. Cosa è andato storto? Quali responsabilità per i previsori PRETEMP?*

# 1. INTRODUZIONE

Il 13 luglio 2016 era previsto lo sviluppo di temporali di forte intensità sul triveneto e localmente vi era la possibilità di temporali molto forti. PRETEMP aveva emesso un livello 2 su buona parte del Nord Italia come si può vedere in Figura 1.

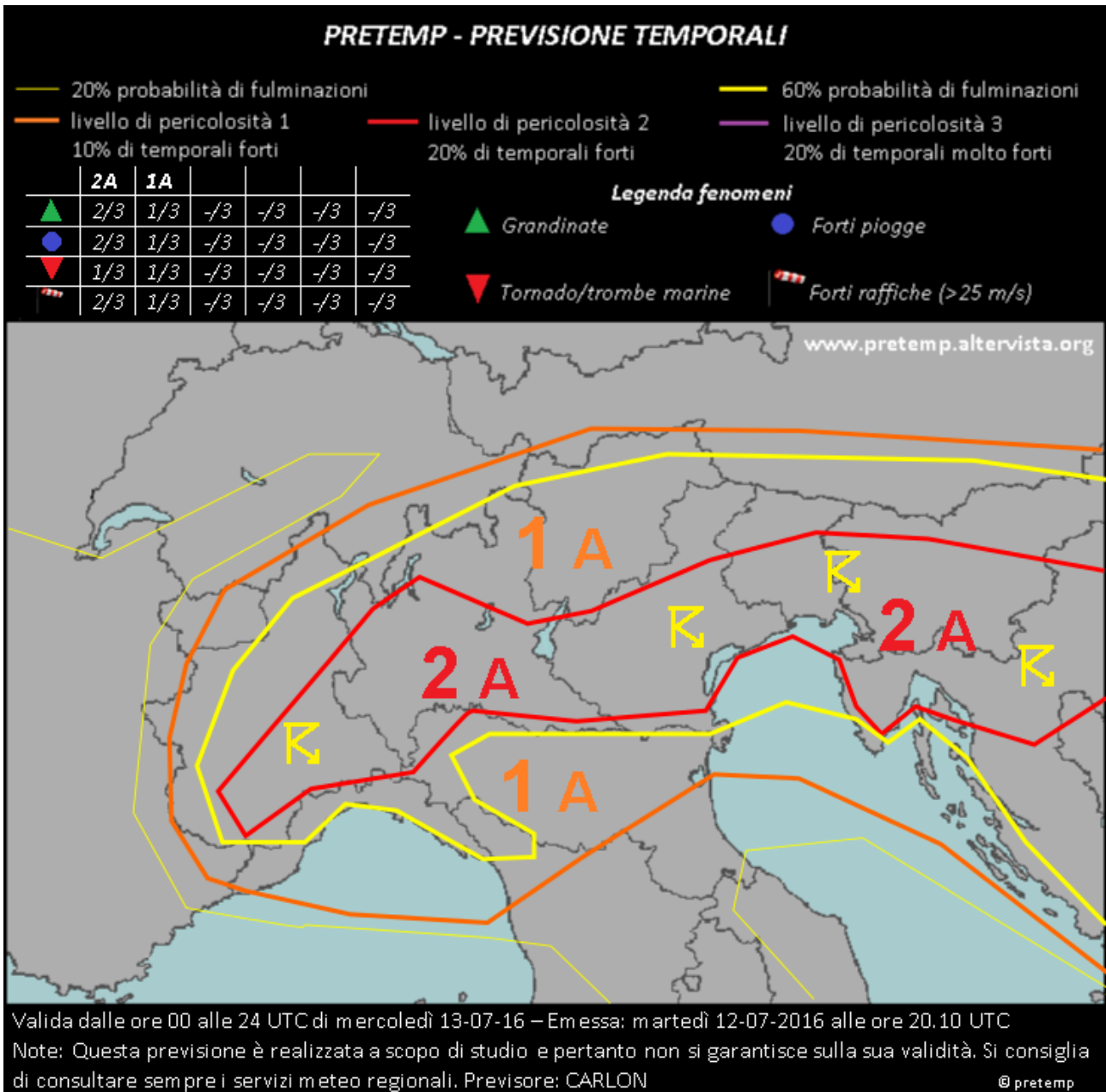


Fig 1: previsione per mercoledì 13 luglio 2016

Il testo così recitava:

*Pianura Padana...*

*A partire dalle prime ore di mercoledì 13 luglio dal nord ovest in quota affluirà rapidamente aria più fresca passando da un'isoterma di -12°C a -20°C a 500hPa. Anche in venti in quota saranno tesi da SW è ciò favorirà l'incremento degli shear, specie il DLS fino ad oltre 35 m/s. Nei bassi strati sarà ancora presente molta umidità (~14 g/kg) a causa delle correnti da SW e dell'accumulo formatosi negli ultimi giorni. L'afflusso progressivo dell'aria fredda in quota sul letto caldo al suolo favorirà l'incremento del CAPE che raggiungerà valori oltre i 2 kJ/kg. Con l'ingresso del fronte freddo si svilupperanno di conseguenza celle temporalesche diffuse che molto probabilmente evolveranno in multicelle/supercelle. Saranno possibili forti piogge. I temporali saranno probabili già dal mattino più diffusi probabilmente in questa fase sulle regioni di NE Italia e poi anche su tutte le altre zone. I valori molto forti di DLS, sommati all'aria fredda in quota e a un moderato SREH 0-3 km (specie sulle regioni di NE) favorirà possibili forti grandinate anche con diametri localmente ben oltre i >5cm; il forte DLS favorirà inoltre anche forti raffiche di origine convettiva. Specie sulle regioni di nord-ovest tuttavia l'elevato DLS potrà anche rappresentare un elemento limitante allo sviluppo di importanti celle temporalesche. Nei bassi strati, specie nelle regioni di NE, sono previsti buoni valori di LLS, basso LCL e segnali di SREH 0-1: non sono del tutto esclusi tornado (che al momento non sembrerebbero forti) o più probabilmente funnel. Infine specie dal pomeriggio e dal Piemonte l'ingresso dell'aria fresca e secca potrà portare alla formazione di dry line con moto NW-SE.*

*Multicelle: >60%      Squall line: >60%      MCS: 20-40%      Supercelle: >60%*

*Emessa martedì 12 luglio 2016 alle ore 20.10 UTC*

*Previsore: CARLON*

*Il mattino del 13 luglio tuttavia è stata emessa una Mesoscale Discussion (MD) in cui si è alzato il livello di rischio grandine a 3 (da 2) e di tornado a 2 (da 1):*

*AGGIORNAMENTO / DISCUSSIONE PER MERCOLEDI' 13 LUGLIO 2016*

*Valido dalle ore 11 alle 19 UTC*

*Un aggiornamento / discussione è stata emessa per le pianure del nord – est per un incremento delle pericolosità rispetto alla previsione di ieri sera. Per le restanti aree riferire sempre alla previsione di ieri.*

*Nelle prossime ore è probabile l'innesco di temporali capaci di produrre violente grandinate, forti piogge, colpi di vento e tornado.*

*Il progressivo ingresso di aria fredda in quota, attualmente ancora presente tra NW Italia, aree alpine e Svizzera innescherà la convezione grazie all'aria ancora molto umida in prossimità del suolo (dewpoint sui 20°C circa – stazioni WMO) a partire dalle prossime ore. L'elevato DLS previsto (>20 m/s) e lo SRH 0-3 sui 300 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> favorirà l'evoluzione delle celle temporalesche in multicelle / supercelle capaci di produrre forti raffiche di vento (downbursts), violente grandinate (anche con diametri ben oltre i 5 cm), forti piogge e tornado. Nei bassi strati infatti è atteso specie tra le pianure del Veneto centro-orientale e del FVG un forte low level shear (oltre i 10 m/s) che vedrà anche una componente di rotazione con lo SRH 0-1 (LL) sui 200 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> secondo GFS, punte molto superiori specie a cavallo tra Veneto e FVG per alcuni WRF; basso sarà anche il LCL. E' possibile perciò la formazione di strutture bow echo e hook echo con la genesi di tornado, possibilità ieri giudicata meno probabile.*

Multicelle: >60%      Squall line: >60%      MCS: >60%      Supercelle: >60%

Fenomeni: Grandine: 3/3      Forti piogge: 2/3      Forti raffiche: 2/3      Tornado: 2/3

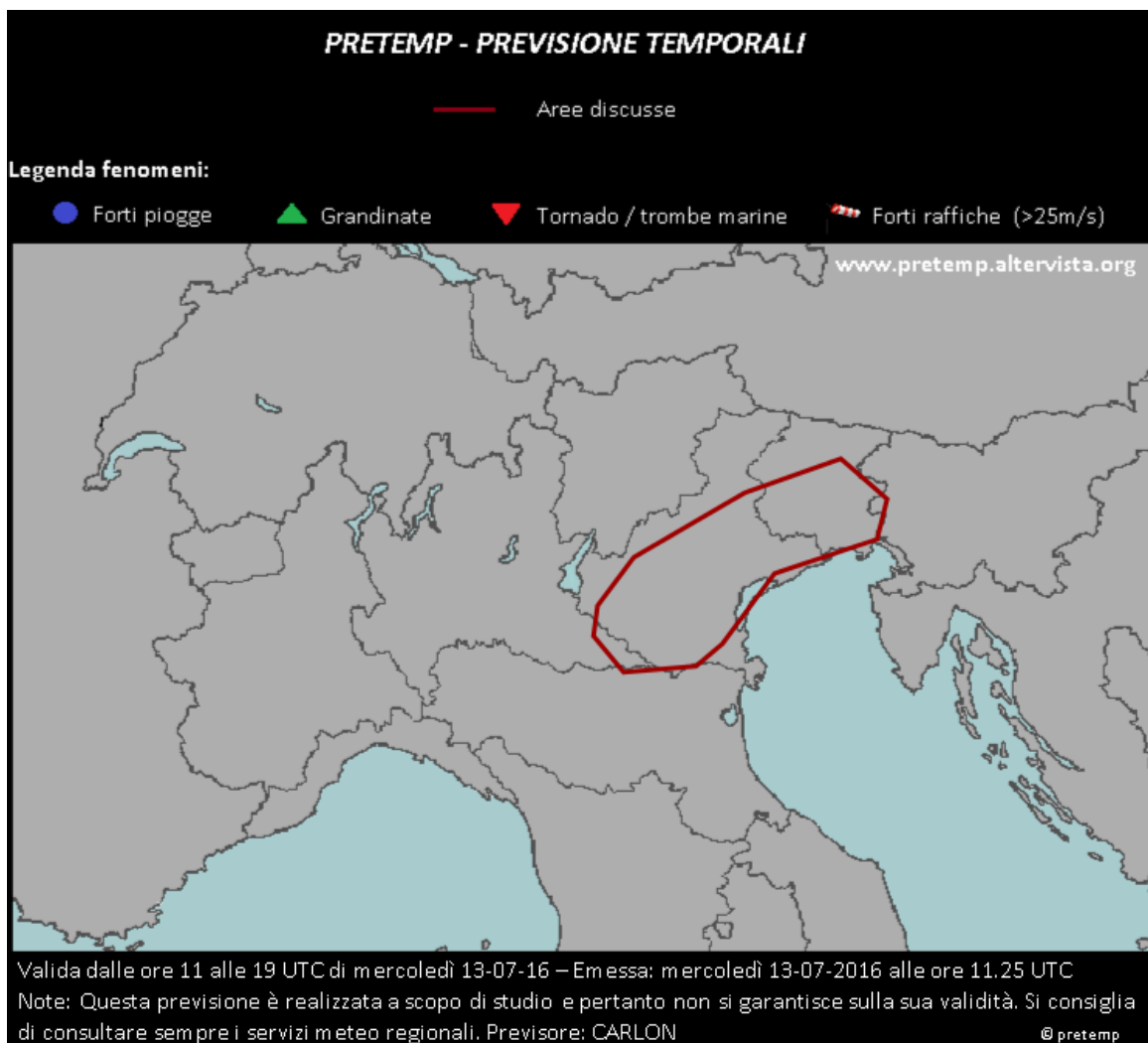


Fig 2: Discussione sui sistemi temporaleschi presunti nelle ore successive

Tuttavia, a conti fatti, non si può affermare che le potenzialità qui espresse si siano pienamente verificate. Sulle zone montane il livello di rischio a 2 è stato verificato, in quanto si sono registrati danni per forti raffiche di vento, specie a Belluno e Tramonti (PN), varie grandinate e forti rovesci diffusi (quasi tutta la Carnia ha totalizzato più di 100 mm, picco a Malga Rest con 200,0 mm). In pianura tuttavia, relativamente alla pianura del Triveneto interessata dalla MD, si sono sviluppati temporali solo alle 13:30 UTC nel trevigiano in spostamento verso l'alta pianura friulana e dalle 20:00 UTC sulla Venezia Giulia. In entrambi i casi non si sono registrati danni (le celle quindi erano di intensità contenuta) e solo una cella (tra trevigiano e pordenonese) è evoluta in supercella, per altro con rotazione non eccessiva. Cosa è andato storto e perché un peggioramento che in fase previsionale appariva di livello 2 marcato/livello 3 ha poi prodotto fenomeni attribuibili ad un livello 1? Con questo studio vogliamo provare a dare una nostra spiegazione sull'accaduto e cercare di capire se in fase previsionale si poteva limitare il livello di rischio.

**NOTA:** le mappe utilizzate nell'analisi saranno quelle previste dal modello MOLOCH e BOLAM (<http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecasts/>) nel run 00z del 13/07/2016.

**Attenzione:** le scale dei colori utilizzati sulle mappe sono stati modificate, per effettuare correttamente i confronti bisogna leggere le legende a destra.

Dove possibile le mappe saranno verificate dai dati delle stazioni meteo della rete meteonetwork (<http://www.meteonetwork.it/rete/mappe.php?region=vnt>) e dai dati delle stazioni OSMER (<http://www.osmer.fvg.it/home.php>). L'analisi inoltre proporrà confronti con altre occasioni passate in cui si sono verificati effettivamente fenomeni di severe weather nella pianura triveneta. In particolare si confronterà con il caso del 08/07/2015, di cui ci si avvalerà dello studio "Il tornado di Pianiga, Dolo e Mira dell'8 luglio 2015" di V. Abinanti, D.Bianchino, A.Gobbi, Z. Mistrorigo, M.V.Perini, M. Rabito, P.Randi, D.Rosa, T. Scortegagna, D. Valeri ([http://www.meteonetwork.it/sites/default/files/tornado2015luglio8/tornado\\_8luglio2015\\_capitoli.pdf](http://www.meteonetwork.it/sites/default/files/tornado2015luglio8/tornado_8luglio2015_capitoli.pdf)).

## 2. ANALISI SINOTTICA

Vogliamo iniziare con uno sguardo alla situazione sinottica, confrontando il caso in esame del 13 luglio 2015 con l'8 luglio 2015 (tornado EF3 nella riviera del Brenta e grandine fino a 7-9 cm di diametro tra vicentino e veneziano) e l'11 maggio 2014 (tornado debole a Dignano –UD- e grandine fino a 4-6 cm di diametro tra vicentino e pordenonese), utilizzando la temperatura nel piano isobarico di 500 hPa. In tutti e 3 i casi si è preso come riferimento la mappa delle 15 UTC poiché in tutti e i 3 casi i fenomeni violenti si sono verificati (o si sarebbero dovuti verificare) tra le 14 e le 18 UTC.

Il 13 luglio 2016 era presente una stretta e profonda saccatura sull'Europa Occidentale in avanzamento verso Est (Figura 3): l'isoterma di  $-22^{\circ}$  a 500 hPa, che ne rappresentava il core, non è molto frequente da vedere in estate a quelle latitudini in Europa.

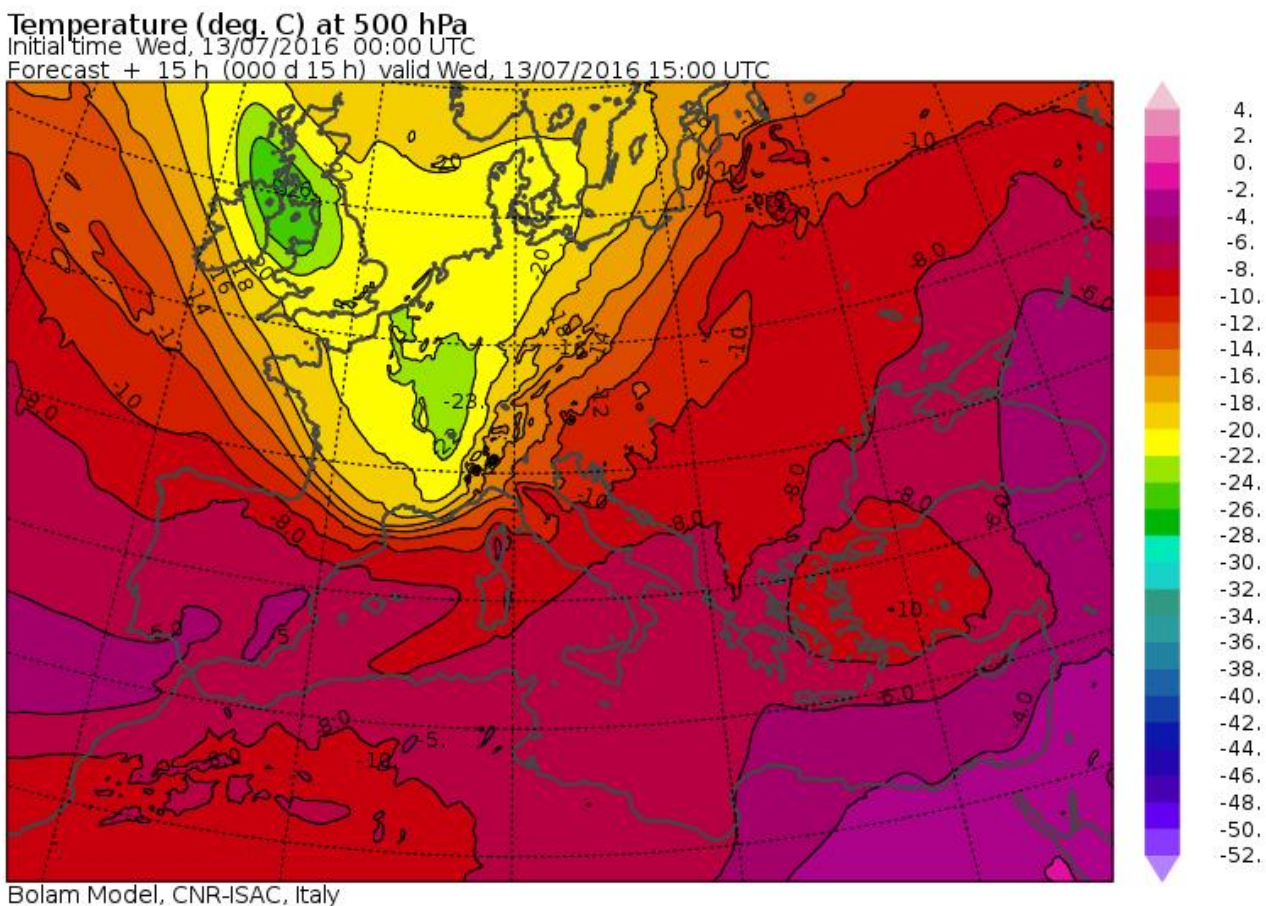


Fig 3: temperatura a 500 hPa alle 15 UTC del 13/07/2016

Se confrontiamo questa mappa con la stessa alle 15 UTC del 8 luglio 2015 notiamo delle differenze importanti (Figura 4). L'asse della saccatura è più a Est, tra Svizzera e Lombardia, e infatti l'entrata del fronte è avvenuta poche ore dopo. La saccatura inoltre è molto meno profonda: all'altezza dell'isoterma  $-22^{\circ}\text{C}$  del 13/07/2016 è presente una  $-10^{\circ}\text{C}$  l'8/07/2015.

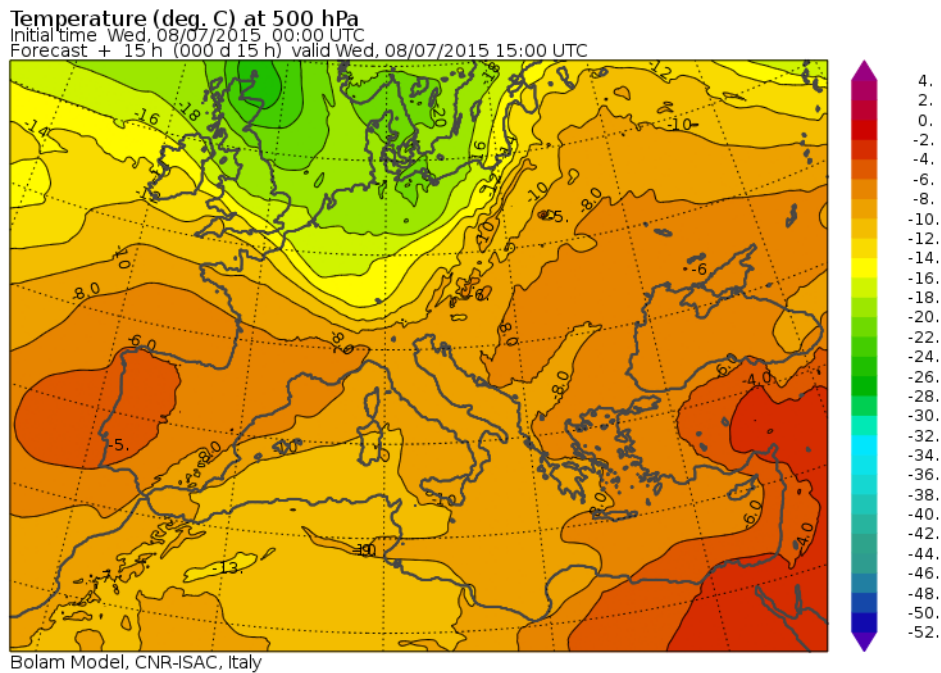


Fig 4: temperatura a 500 hPa il 08/07/2015 alle ore 15:00 UTC

L'11 maggio 2014 invece la sinottica era caratterizzata da una saccatura molto ampia a forma di U (anziché V come il 13 luglio 2016) con un'ondulazione ciclonica (corrispondente al fronte) tra Piemonte e Svizzera (Figura 5). Anche in questo caso l'entrata del fronte nella pianura del Triveneto è avvenuta poche ore dopo questa mappa, verso le 17-18 UTC. All'altezza dell'isoterma -22° C del 13 luglio 2016, è presente l'isoterma -24°C: proporzionalmente quindi alla stagione, la saccatura non era più profonda.

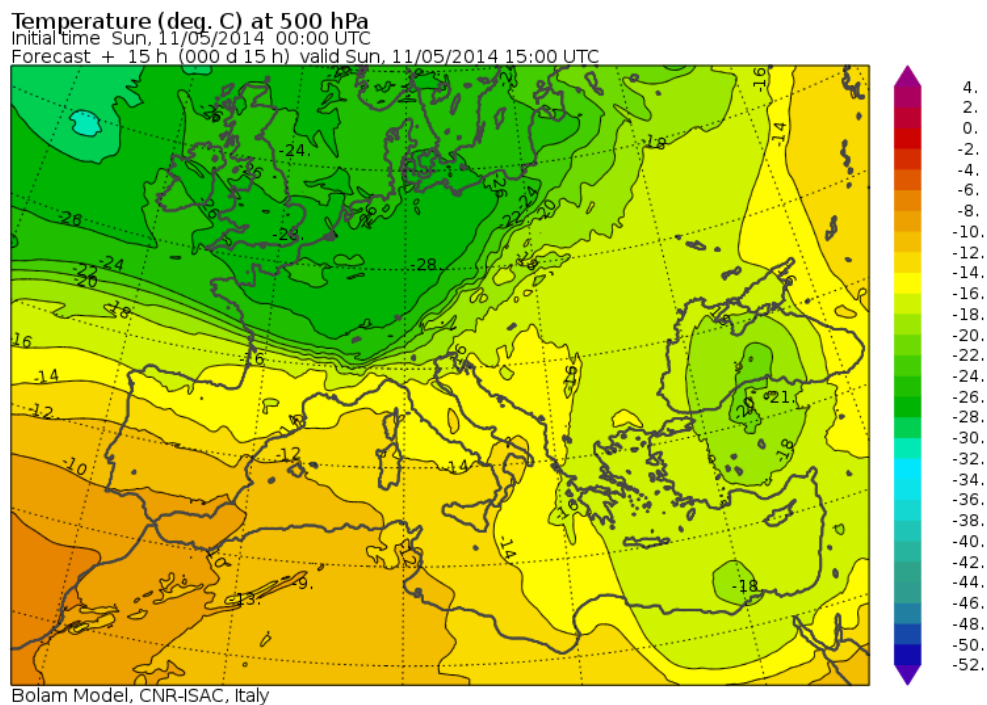


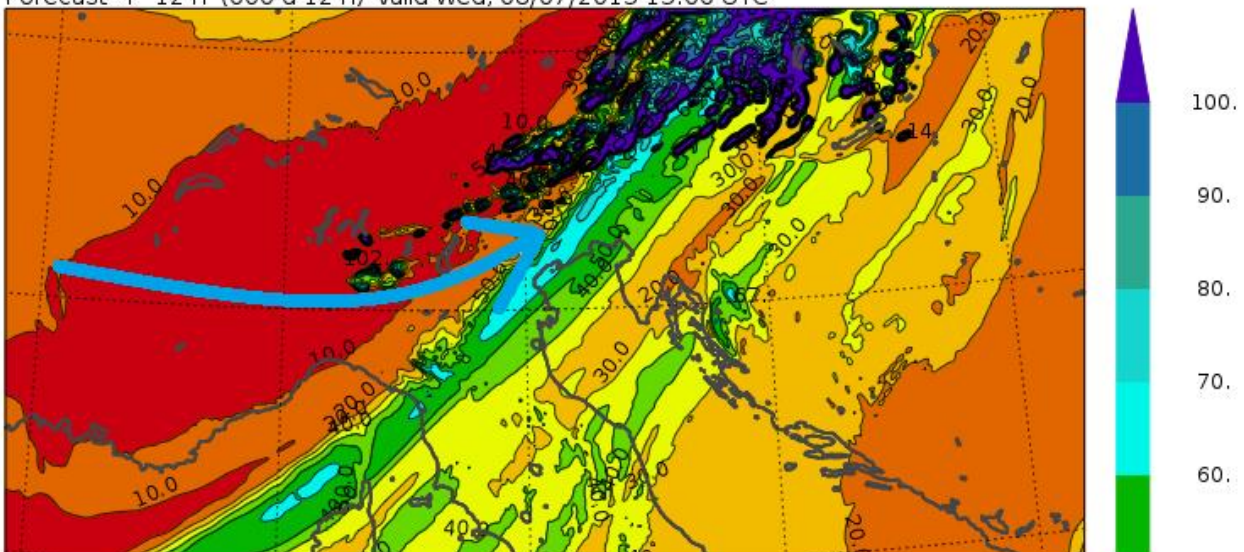
Fig 5: temperatura a 500 hPa l'11 maggio 2014 alle ore 15:00 UTC

In tutti e 3 i casi confrontati, la saccatura ha inviato un'iniezione secca alla quota di 500 hPa che ha agito come dry line in quota, enfatizzando quindi la convezione. Mentre l'11 maggio 2014 e l'8 luglio 2015 quest'iniezione coincideva con l'entrata del fronte, il 13 luglio 2016 era provocata dal flusso sud-occidentale prefrontale. Questo tuttavia non può essere considerato come un possibile fattore inibitorio nei confronti dei temporali in quanto esistono casi passati in cui si sono sviluppati temporali forti con questa medesima condizione (per esempio 23 maggio 2014, tornado a Cavarzere -VE). Se uniamo però la situazione dell'umidità a 500 hPa con quella del vento alla medesima quota, abbiamo qualche spunto più interessante.

L'8 luglio 2015 l'iniezione secca proveniva da W, così come il vento con intensità contenuta (Figura 6):

### Relative Humidity (%) at 500 hPa

Initial time Wed, 08/07/2015 03:00 UTC  
Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Wed, 08/07/2015 15:00 UTC



### Wind at 500 hPa (m/s)

Initial time Wed, 08/07/2015 03:00 UTC  
Forecast +12 h valid Wed, 08/07/2015 15:00 UTC

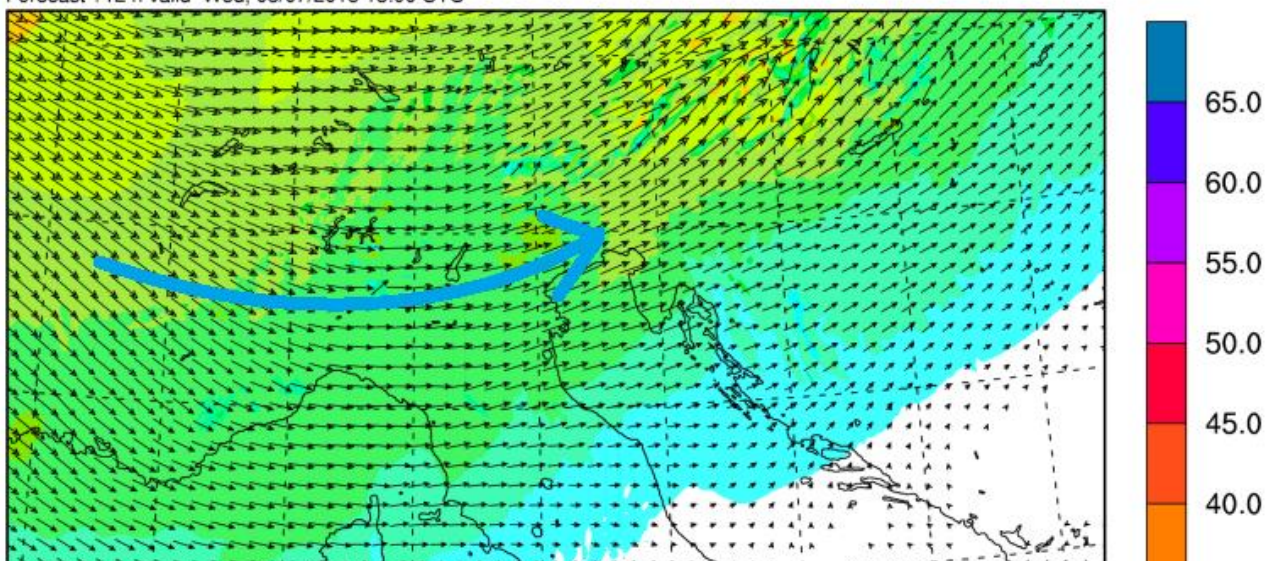


Fig 6: umidità e vento a 500 hPa alle ore 15:00 UTC previste per l'8 luglio 2015

L'11 maggio 2014 l'iniezione secca proveniva sempre da W, con vento molto forte da WSW (Figura 7):

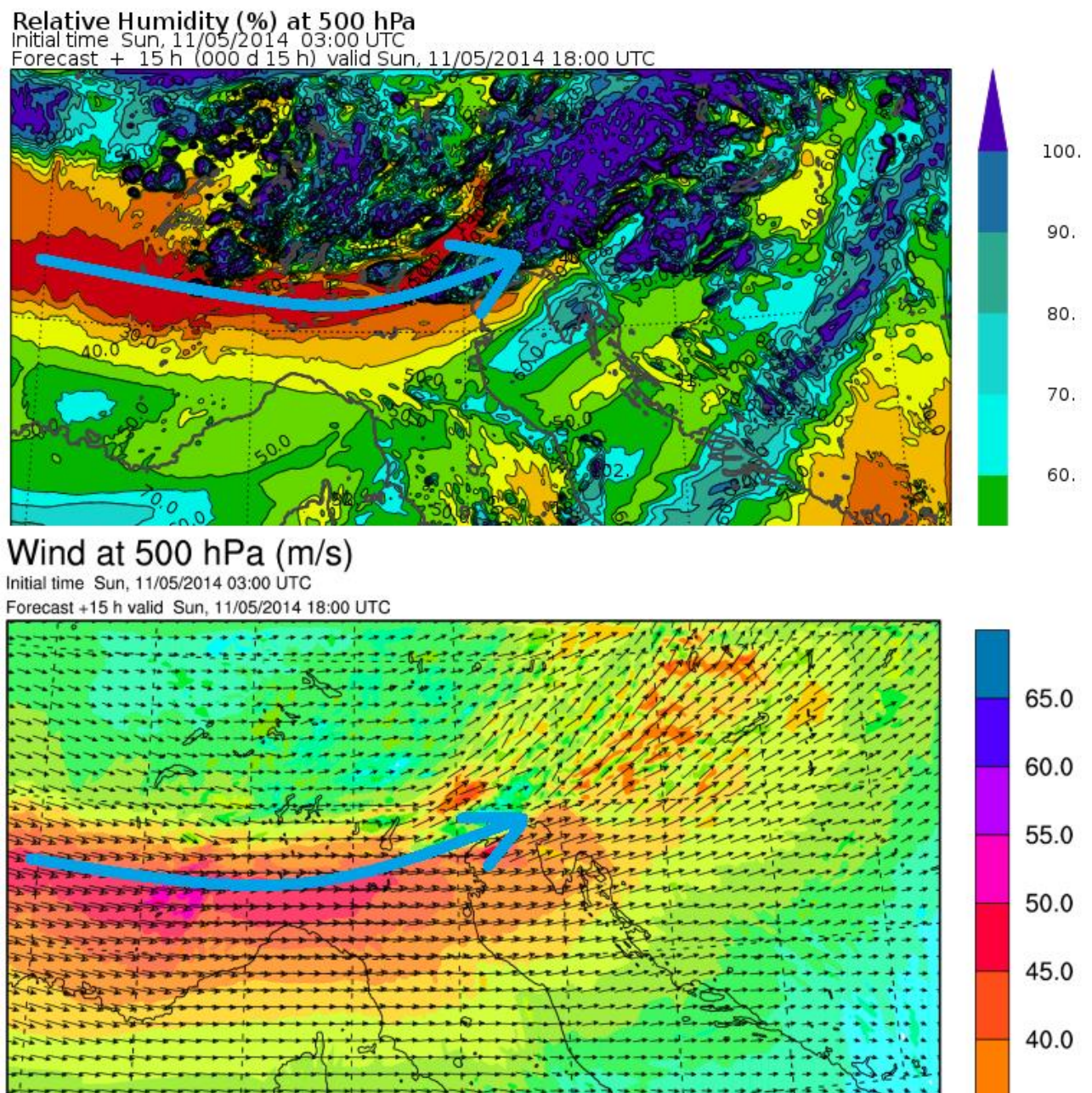


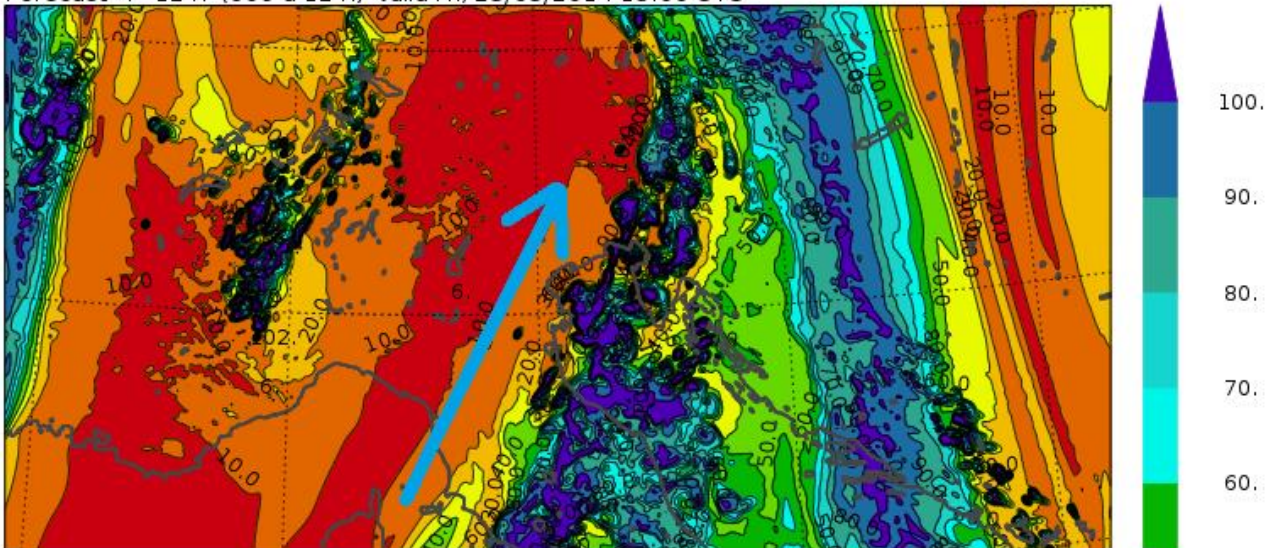
Fig 7: umidità e vento a 500 hPa alle ore 18:00 UTC previste per l'11 maggio 2014

Il 23 maggio 2014 l'iniezione secca proveniva da SSW, con vento moderato sempre da SSW (Figura 8):

**Relative Humidity (%) at 500 hPa**

Initial time Fri, 23/05/2014 03:00 UTC

Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Fri, 23/05/2014 15:00 UTC



**Wind at 500 hPa (m/s)**

Initial time Fri, 23/05/2014 03:00 UTC

Forecast +12 h valid Fri, 23/05/2014 15:00 UTC

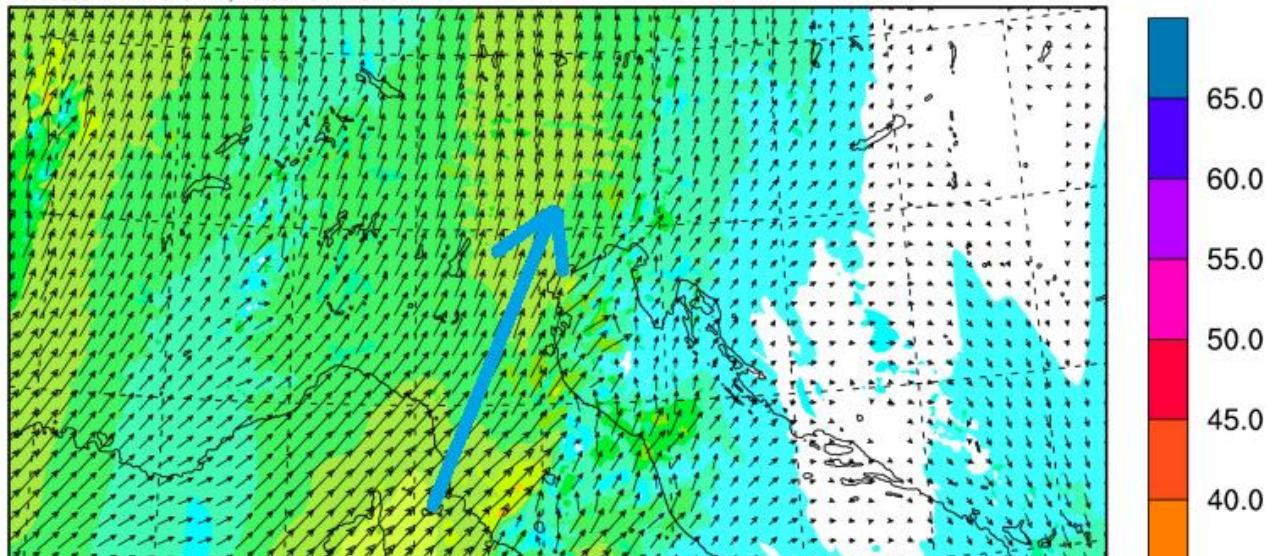
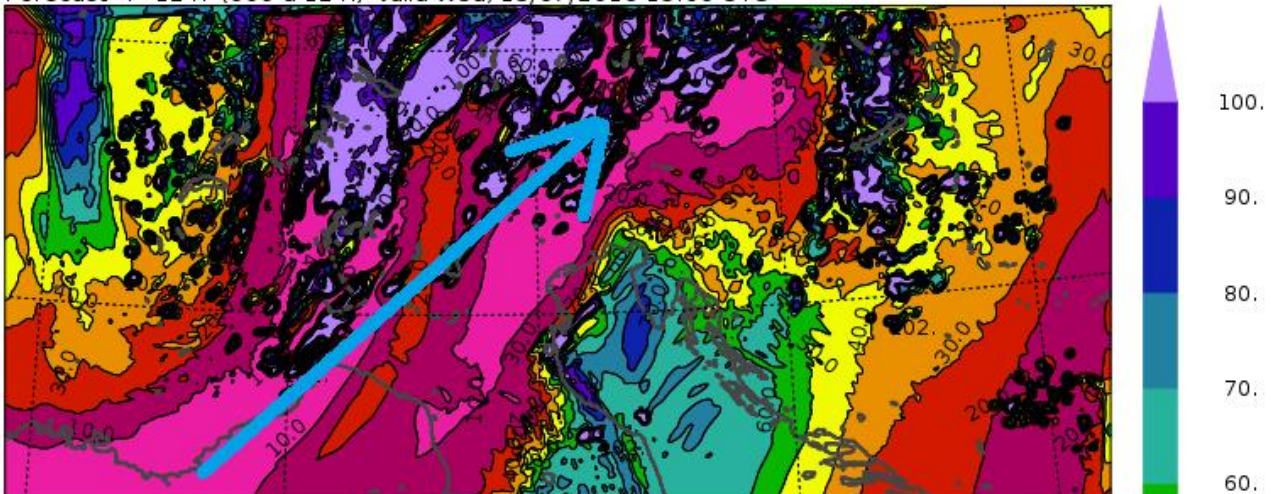


Fig 8: umidità e vento a 500 hPa alle ore 15:00 UTC previste per il 23 maggio 2014

Il 13 luglio 2016 invece l'iniezione secca proveniva da SW, con vento forte sempre da SW. La direzione da SW era dovuta alla forma della saccatura a V, mentre la forte intensità del vento era dovuta alla marcata profondità della stessa, come evidenziato nell'analisi sinottica (Figura 9):

### Relative Humidity (%) at 500 hPa

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Wed, 13/07/2016 15:00 UTC



### Wind at 500 hPa (m/s)

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast +12 h valid Wed, 13/07/2016 15:00 UTC

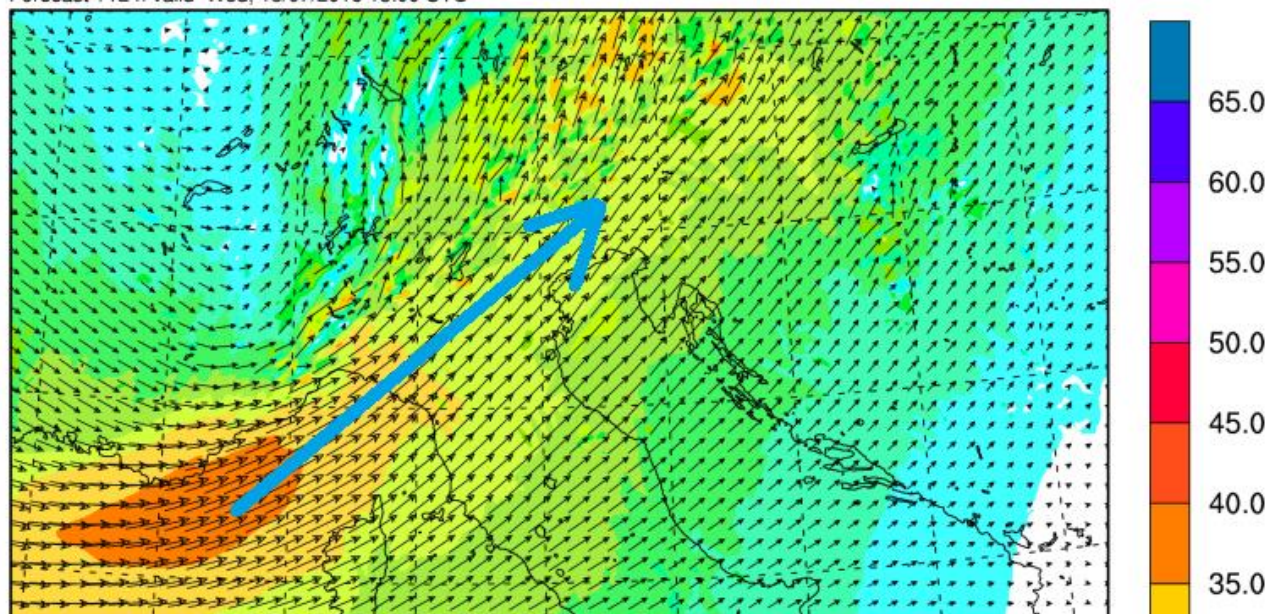


Fig 9: umidità e vento a 500 hPa alle ore 15:00 UTC previste per il 13 luglio 2016

Si ritiene quindi, da queste informazioni, che l'accoppiata vento forte e provenienza da Sud-Ovest, abbiano avuto un ruolo nell'inibire i temporali forti. Come possiamo spiegare questo? Semplicemente, se poniamo per questi 3 casi un innesco per esempio a Treviso, l'8 luglio 2015 e l'11 maggio 2014 la cella formata verrà trasportata (più o meno velocemente) verso Udine, escludendo nel frattempo deviazioni supercellulari, il 23 maggio verrà trasportata verso le Prealpi pordenonesi, ma lentamente (è successo realmente, ci ha impiegato 3 ore) mentre se nella situazione del 13 luglio 2016 poniamo l'innesco a Treviso (cosa effettivamente accaduta), la cella verrà trasportata verso le Prealpi pordenonese molto rapidamente (ci ha impiegato 1 ora e mezza). Ne

consegue per quest'ultimo caso, un minor tempo di permanenza nella pianura, dove notoriamente si hanno i quantitativi di energia maggiori e dove l'orografia non impedisce lo sviluppo di mesocicloni e tornado.

Non raramente inoltre le supercelle sul Triveneto, anziché formarsi in pianura, nascono sulla fascia prealpina e poi deviano verso la pianura. La cella responsabile del tornado nella riviera del Brenta è nata nelle Prealpi vicentine e poi è riuscita a deviare verso destra: il 13 luglio 2016 si sono formati numerosi temporali sulla fascia pedemontana, ma nessuno ha avuto la possibilità di sviluppare un mesociclone e quindi deviare verso destra, probabilmente perché trasportato nelle zone interne montane troppo presto. Sia quindi che l'origine fosse in pianura, sia che l'origine fosse in pedemontana la ventilazione forte da SW ha contribuito a impedire lo sviluppo di supercelle strutturate e durature.

### 3. ANALISI ALLA MESOSCALA

Non riteniamo tuttavia che questo sia l'unico motivo che ha impedito lo sviluppo di forti supercelle, anche tornadiche, sul triveneto il 13 luglio 2016. Ci sono infatti altre importanti differenze con la situazione alla mesoscala e con il windshear rispetto all'8 luglio 2015.

Una prima differenza importante riguarda la ventilazione al suolo. L'8 luglio 2015, al momento della formazione del tornado sulla riviera del Brenta vi erano queste condizioni (Figura10):

*In tal modo si ha la convergenza di basso livello, sul Veneto orientale, fra tre tipi di flussi (Fig. 1.27): freschi di provenienza settentrionale (frecche blu e celesti), molto caldi e secchi da SW (frecche gialle) e caldi e umidi da E (freccia rossa) (fonte: "Il tornado di Pianiga, Dolo e Mira dell'8 luglio 2015")*



Fig. 1.27 - Direzione e velocità del vento al suolo da rete MeteoNetwork-MeteoTriveneto (interpolazione dei dati di 190 stazioni) ore 16.50 locali

Fig 10: fonte: lo studio "Il tornado di Pianiga, Dolo e Mira del 8 luglio 2015"

Il 13 luglio 2016 invece, al momento dell'innescò delle celle trevigiane, nella convergenza non era presente il flusso settentrionale fresco: c'era solo scontro tra un SSE (un misto tra Scirocco e Ostro) e un SW sul Veneto Orientale. Come si può vedere nella mappa, questa linea di convergenza non era neanche molto netta, ma è stata sufficiente per innescare due celle temporalesche.

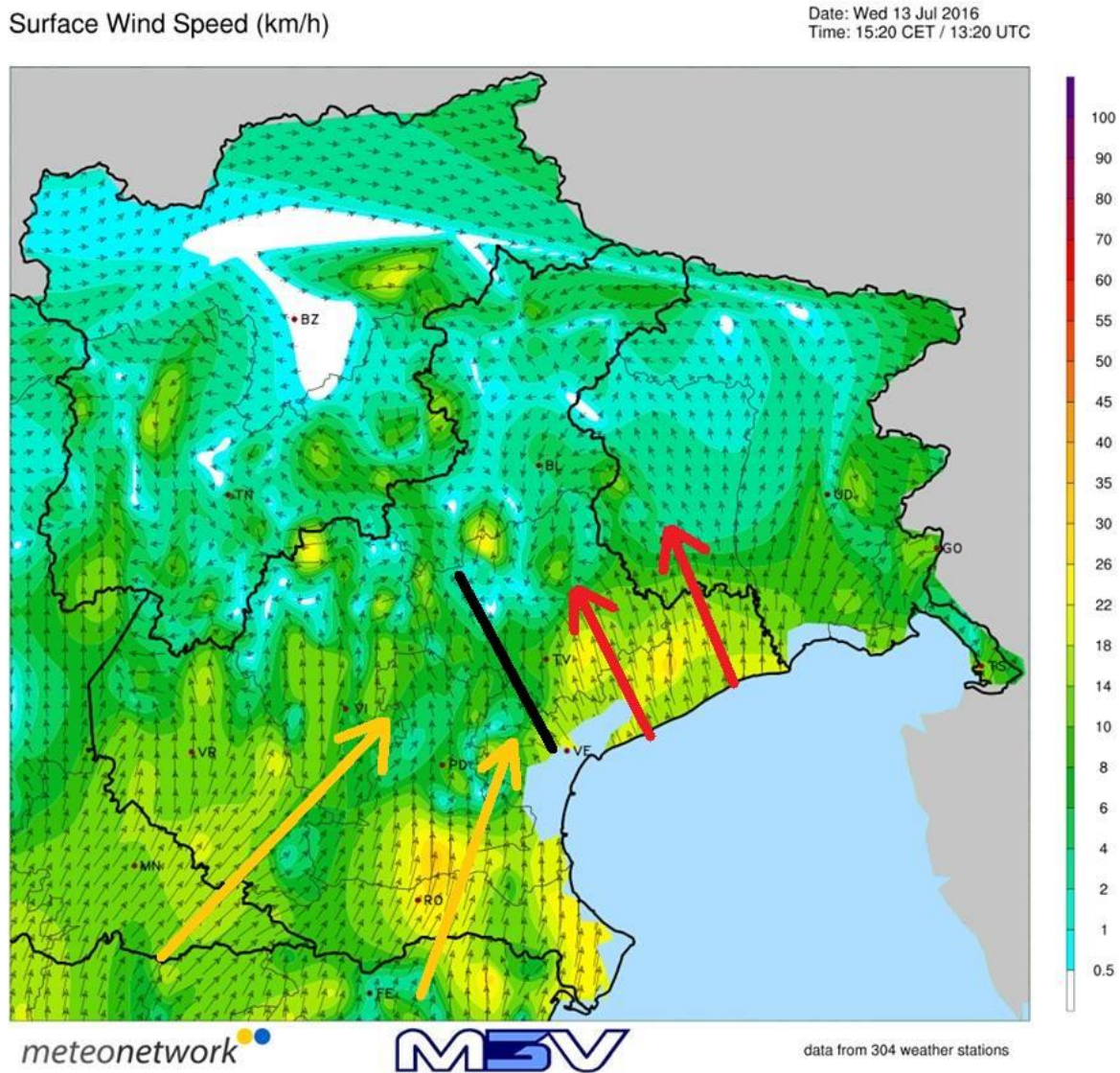


Fig 11: mappa real time del vento misurato dalle stazioni meteonetwork alle ore 13:20 UTC.

A livello igrometrico la convergenza invece era assente (Figura 12). Il flusso da SSE non era particolarmente umido (punto di rugiada attorno ai 20°C sul Veneto orientale) e quello da SW non aveva ancora seccato molto l'atmosfera sul Veneto centro-occidentale (sul padovano punto di rugiada per esempio era a 18°/19°C).

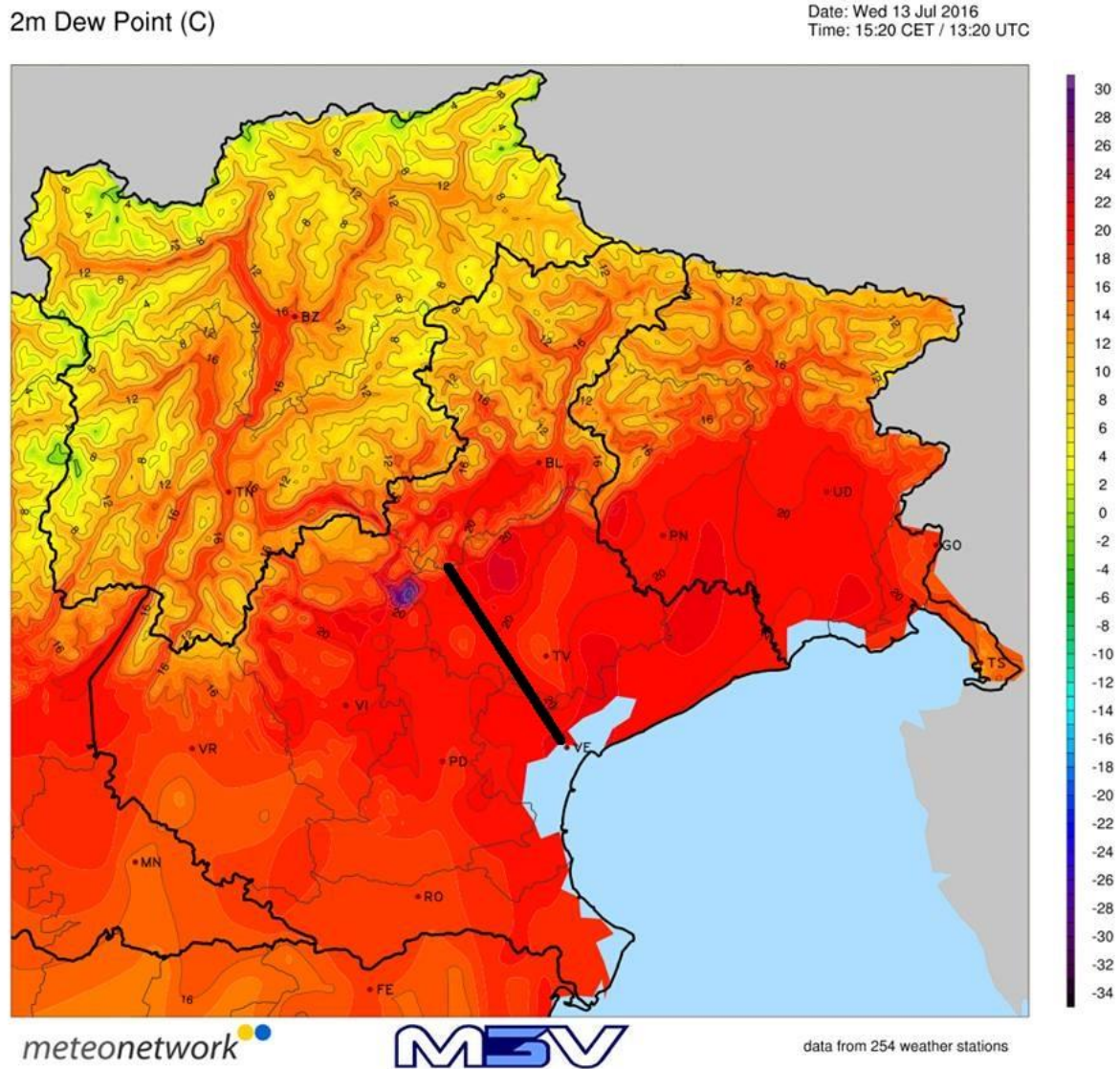


Fig 12: mappa real time del punto di rugiada misurato dalle stazioni meteo network alle ore 13:20 UTC

La provenienza del vento da SSE si ritiene inoltre che abbia diminuito significativamente l'elicità, ossia la tendenza a ruotare dell'atmosfera, specie nei bassi strati. Questo lo possiamo osservare attraverso l'odografo e il radiosondaggio di Udine (Figura 13). Nel radiosondaggio vediamo chiaramente, nei vettori del vento a destra, il passaggio del vento da Sud al suolo a Sud-Ovest a 2500 m, che piega infine a Ovest/ Sud-Ovest attorno ai 6000 m di quota. Si noti inoltre l'atmosfera molto instabile con il CAPE a 1792 J/kg, praticamente lo stesso valore simulato dal WRF MNW per le località colpite dal tornado della riviera del Brenta (Fonte: "Il tornado di Pianiga, Dolo e Mira del 8 luglio 2015")!

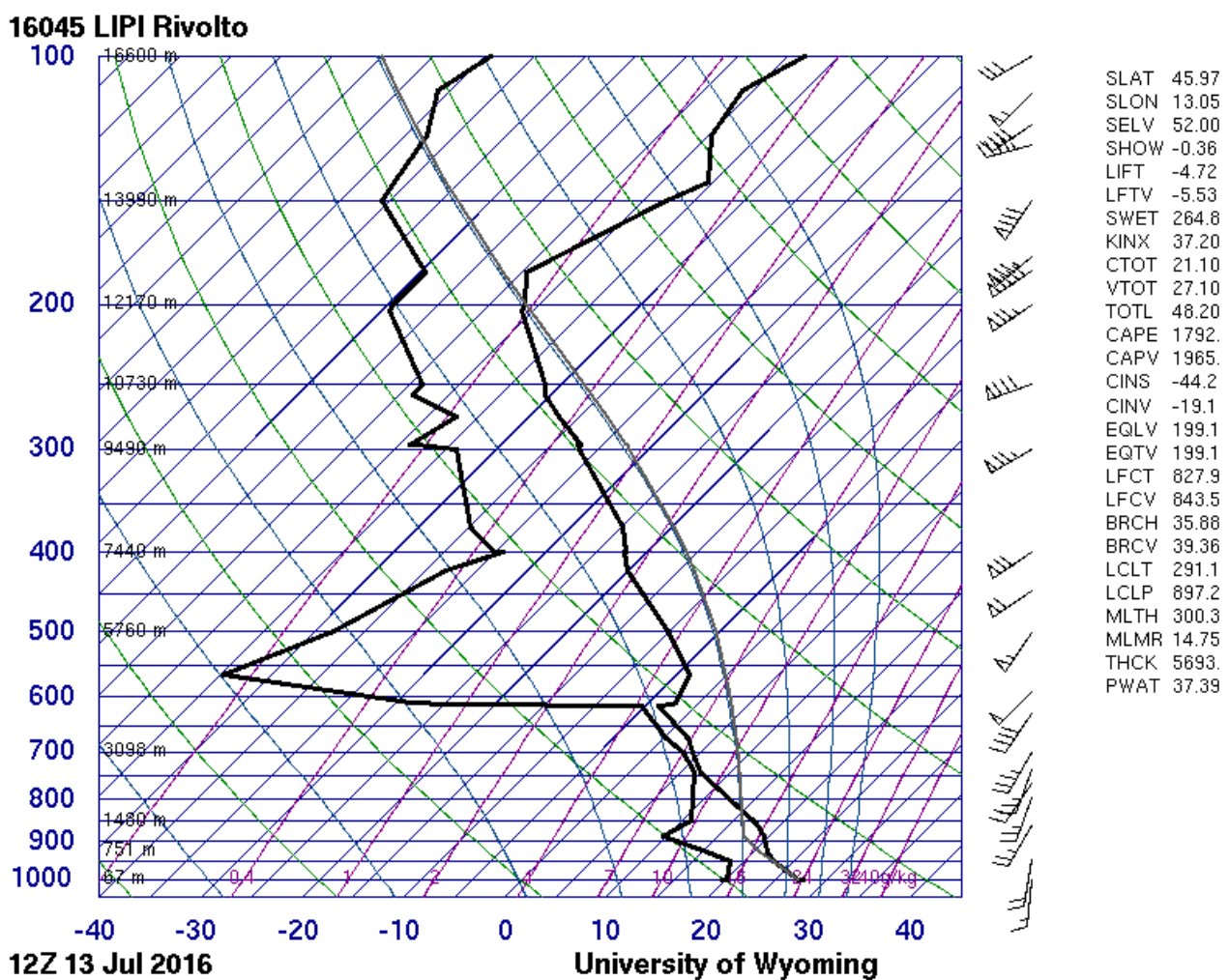
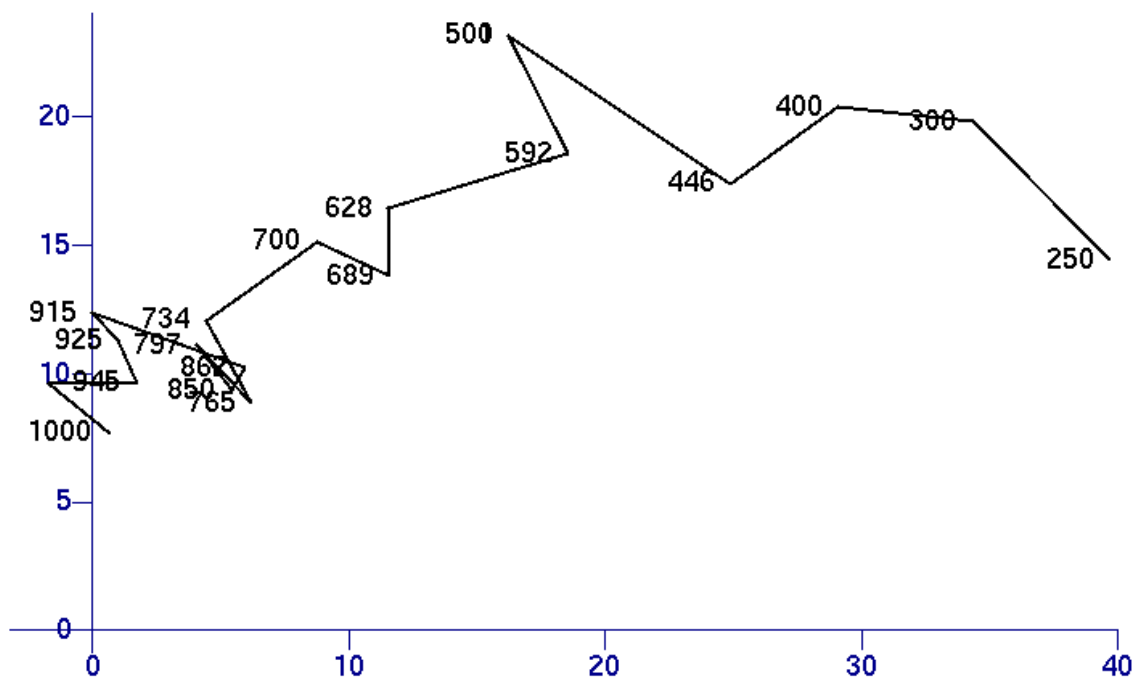


Fig 13: radiosondaggio di Udine Rivolto delle ore 12:00 UTC

L'odografo, a causa della scarsa rotazione dei venti menzionata prima (da S a SW e infine WSW), non risulta arcuato, ma solo allungato. Questo tipo di odografo indica quindi un windshear marcato in velocità, ma scarso o nullo in direzione (Figura 14).

16045 LIPI Rivolto



12Z 13 Jul 2016

University of Wyoming

Fig 14: odografo di Udine Rivolto delle ore 12:00 UTC

I LAM, modelli ad area limitata, erano riusciti ad individuare i valori elevati di windshear in velocità, ma hanno sovrastimato di molto il windshear in direzione (Figure 15a e 15b). Questo è stato probabilmente uno dei fattori più importanti nell'errore previsionale, dovuto in questo caso ad una cattiva interpretazione da parte dei modelli della situazione.

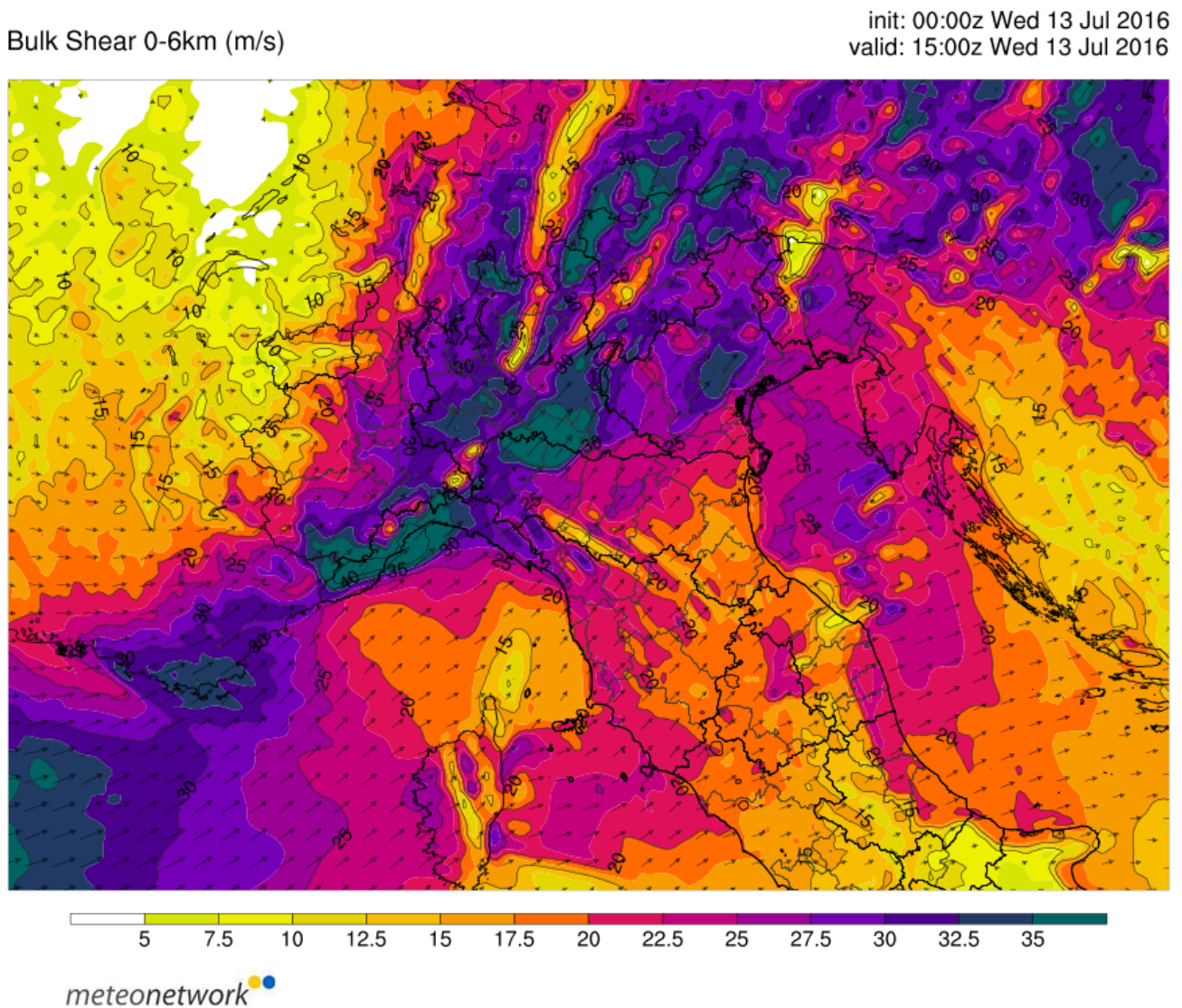


Fig 15a: windshear in velocità tra suolo e 6 km di quota previsto alle ore 15:00 UTC dal modello wrf MNW. I valori elevati sono stati confermati dal radiosondaggio

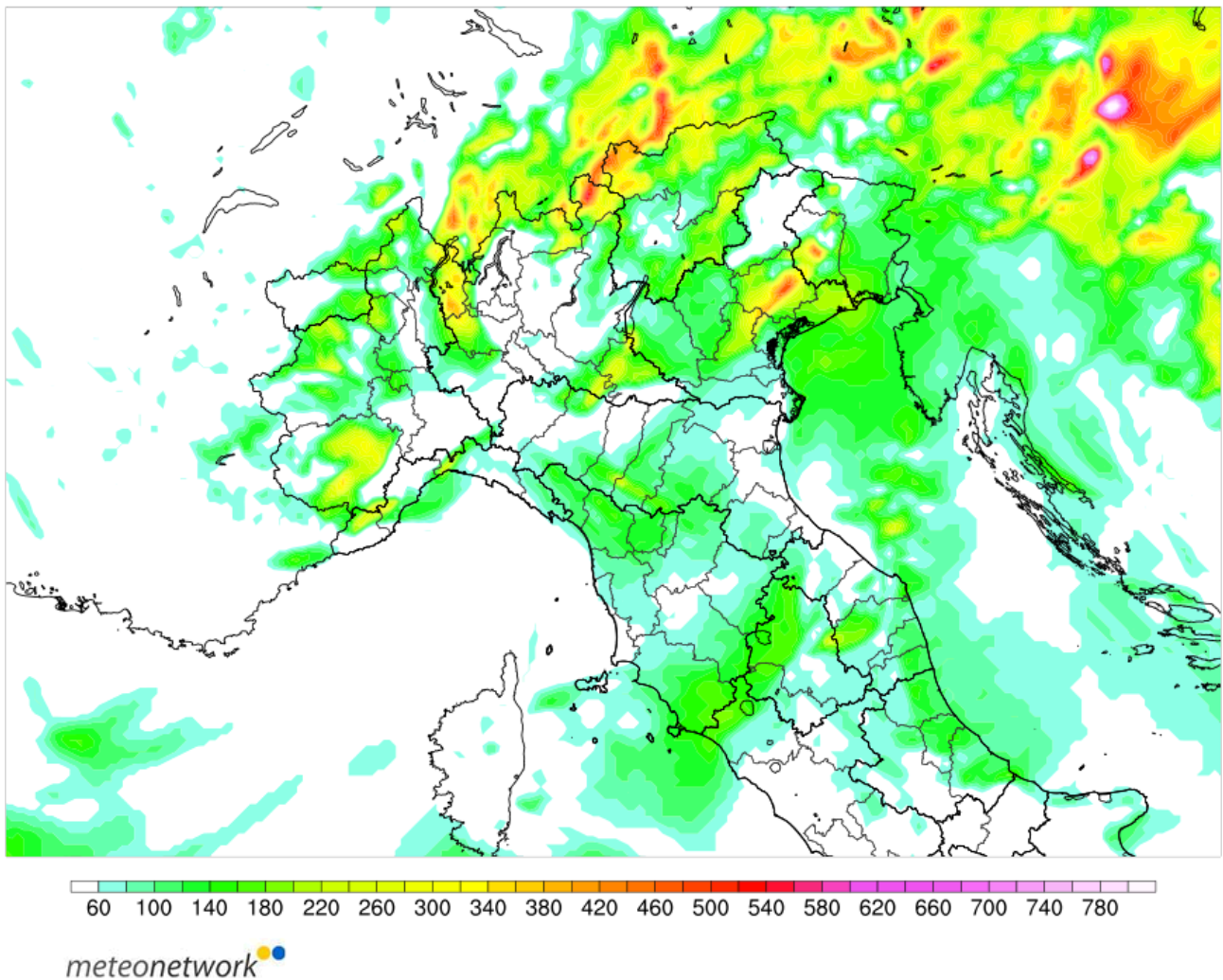
SREH 0-3km ( $m^2/s^2$ )init: 00:00z Wed 13 Jul 2016  
valid: 15:00z Wed 13 Jul 2016

Fig 15 b: windshear in direzione tra suolo e 3 km di quota previsto alle ore 15:00 UTC dal modello wrf MNW. I valori elevati non sono stati confermati dall'odografo.

L'8 luglio 2015, tornado della Riviera del Brenta, l'odografo risultava sia arcuato che allungato (si noti anche la rotazione nei bassi strati dei vettori vento a destra – Figura 15c). Non è quindi un caso che la supercella di quel giorno abbia generato un forte tornado, mentre il 13 luglio 2016 l'unica supercella che si sia sviluppata non sia riuscita a strutturare neppure una wall cloud (Figura 16).

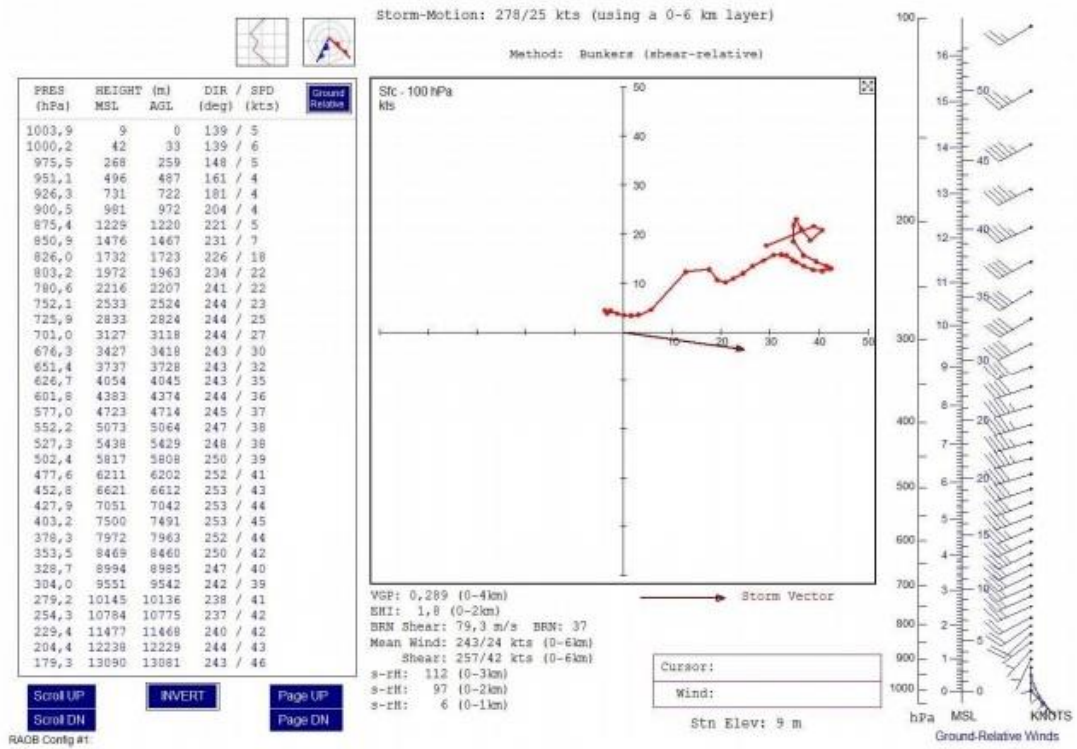


Fig. 2.18 - Rappresentazione analitica simulata del profilo verticale del vento con determinazione del valore di storm motion e storm vector (Bunkers) ore 16 locali su Santa Maria di Sala (VE) - WRF MeteoNetwork

Fig 15c: odografo simulato dal wrf MNW per l'8 luglio 2015. Fonte: "Il tornado di Pianiga, Dolo e Mira del 8 luglio 2015"



Fig 16: base della supercella del 13/07/2016, assenza di wall cloud strutturata. Foto di Francesco De Martin

Con questa argomentazione siamo riusciti a spiegare perché non si sono sviluppate supercelle intense e tornado. Tuttavia quel giorno, come già detto, si è avuto solo l'innescò di due temporali sul trevigiano e altre celle in serata sulla Venezia Giulia. Eppure la convergenza sul Veneto centrale si è andata rafforzando tra le ore pomeridiane e serali, grazie anche agli outflow delle celle trevigiane e friulane. La situazione che si era creata quindi era abbastanza simile all'8 luglio 2015: flusso sud-occidentale molto secco su Ovest Veneto (punto di rugiada a 8°-10°C), flusso di Ostro molto umido tra veneziano orientale e basso Friuli (punto di rugiada 20°-22°C), flusso fresco settentrionale sulle alte pianure di Est Veneto e Friuli.

2m Dew Point (C)

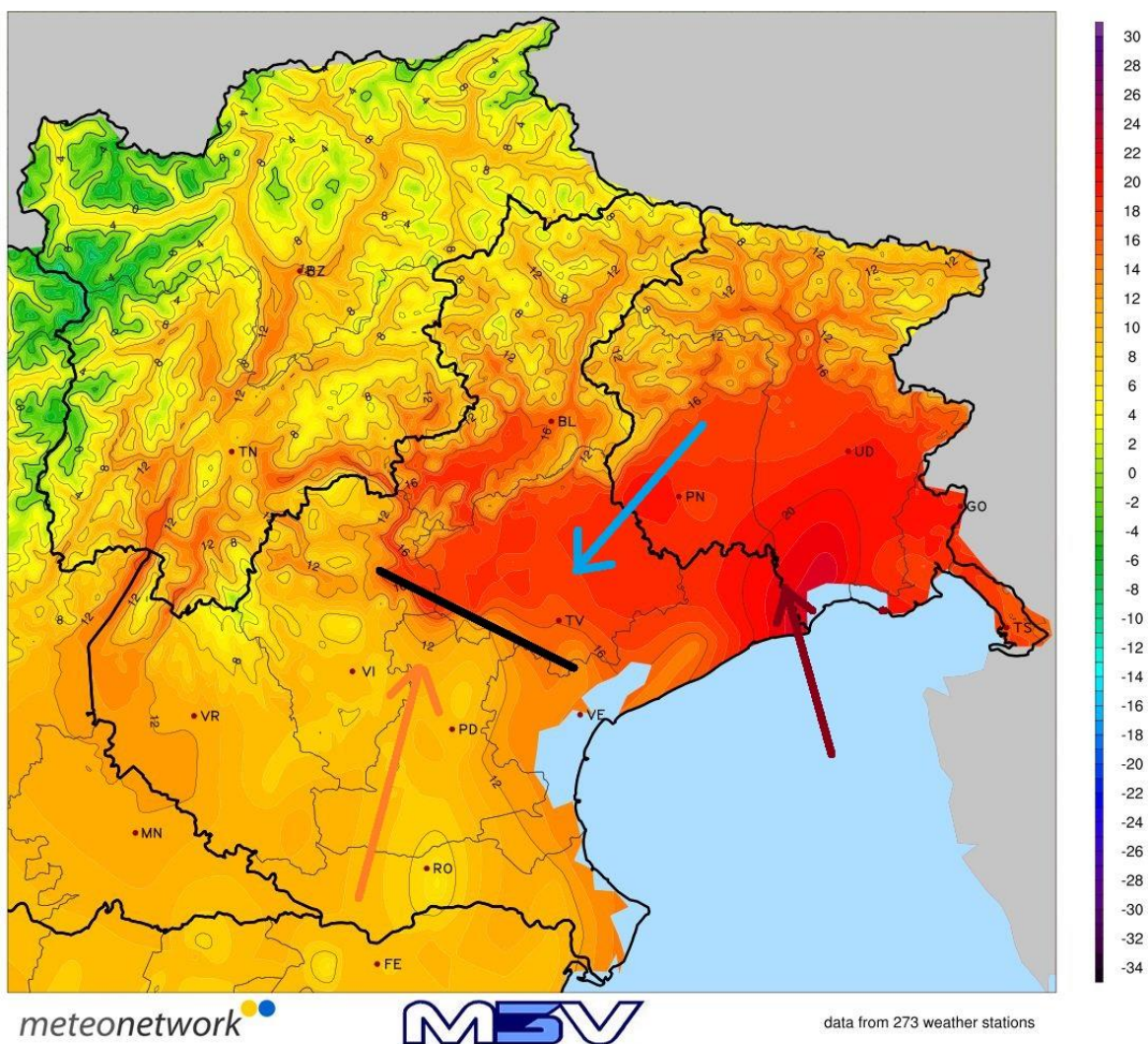
Date: Wed 13 Jul 2016  
Time: 22:20 CET / 20:20 UTC

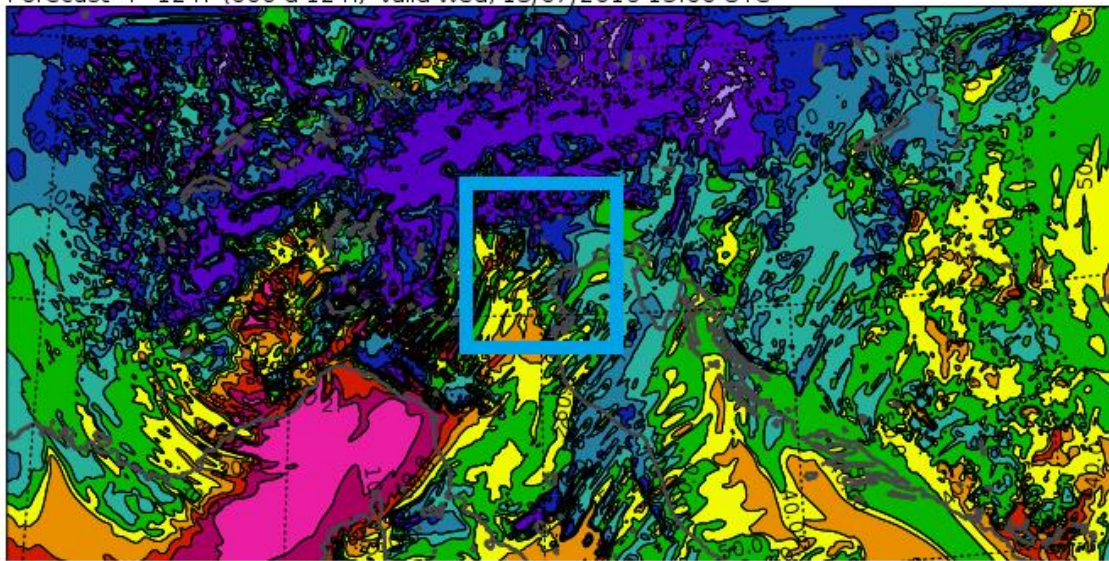
Fig 17: mappa real time del punto di rugiada misurato dalle stazioni meteonetwork alle ore 20:20 UTC

Nonostante questa convergenza fosse molto più definita di quella che ha innescato temporali nel primo pomeriggio sul trevigiano non è nato neppure un rovescio. Come mai?

La spiegazione di questa apparentemente inspiegabile situazione va ricercata tra i piani isobarici di 950 e 850 hPa (rispettivamente Figura 18 e 19) cioè tra 500 e 2000 m di quota indicativamente. Tra le 15 e le 18 UTC infatti in questi piani isobarici si è avuta un iniezione di aria secca e leggermente riscaldata da Sud-Ovest, probabilmente per effetto favonico in discesa dagli Appennini (si sono formate delle lee clouds sottovento ad essi).

#### Relative Humidity (%) at 850 hPa

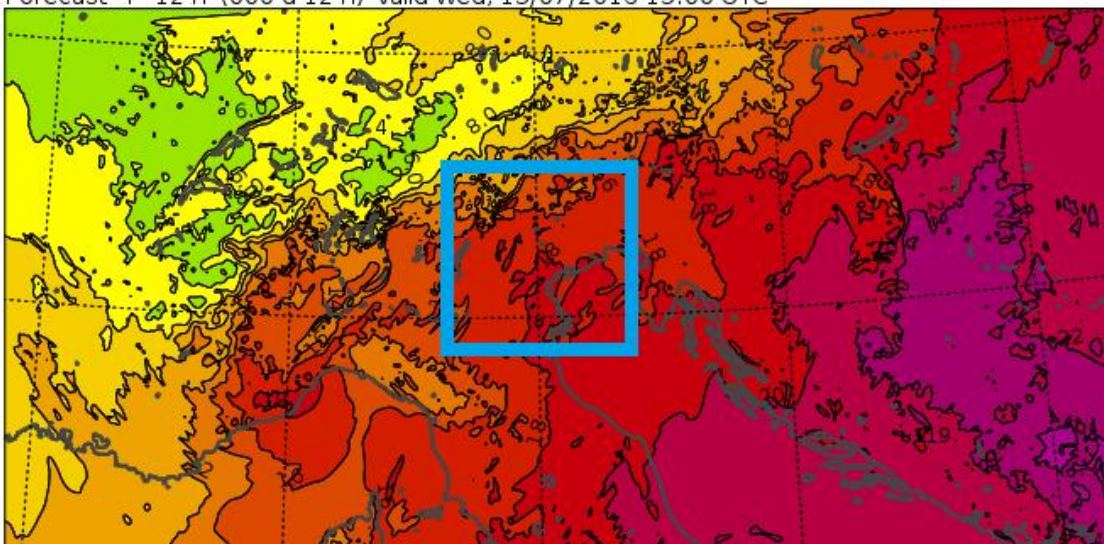
Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Wed, 13/07/2016 15:00 UTC



100.  
90.  
80.  
70.  
60.

#### Temperature (deg. C) at 850 hPa

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Wed, 13/07/2016 15:00 UTC



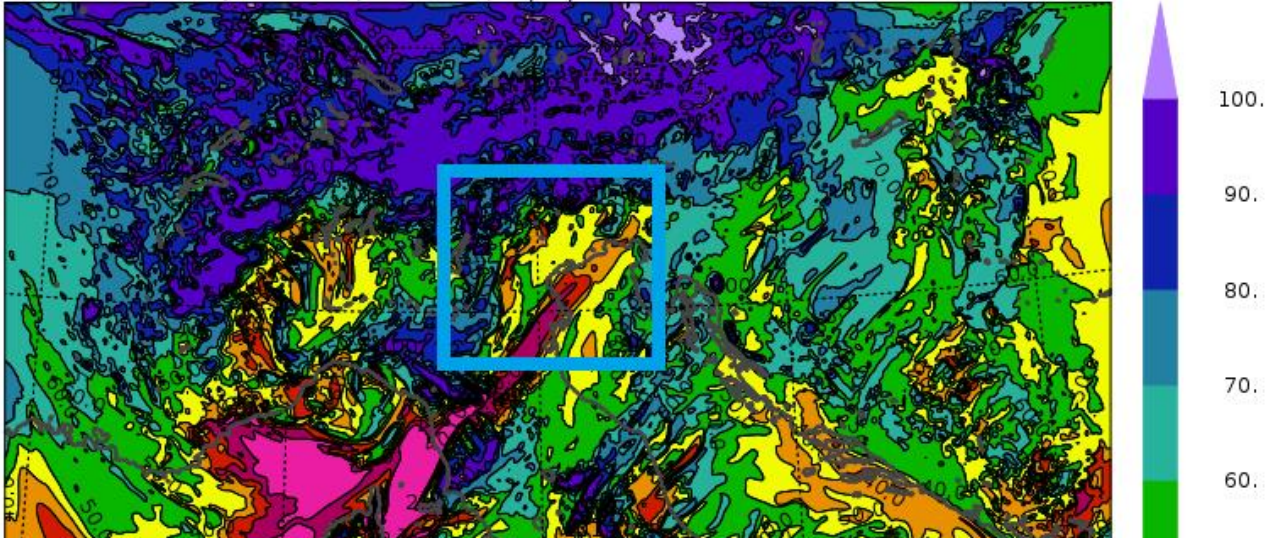
32.  
30.  
28.  
26.  
24.  
22.  
20.  
18.  
16.  
14.  
12.  
10.  
8.  
6.

Fig 18: umidità relativa e temperatura previste dal modello MOLOCH per le ore 15:00 UTC alla quota di 850 hPa

**Relative Humidity (%) at 850 hPa**

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC

Forecast + 15 h (000 d 15 h) valid Wed, 13/07/2016 18:00 UTC

**Temperature (deg. C) at 850 hPa**

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC

Forecast + 15 h (000 d 15 h) valid Wed, 13/07/2016 18:00 UTC

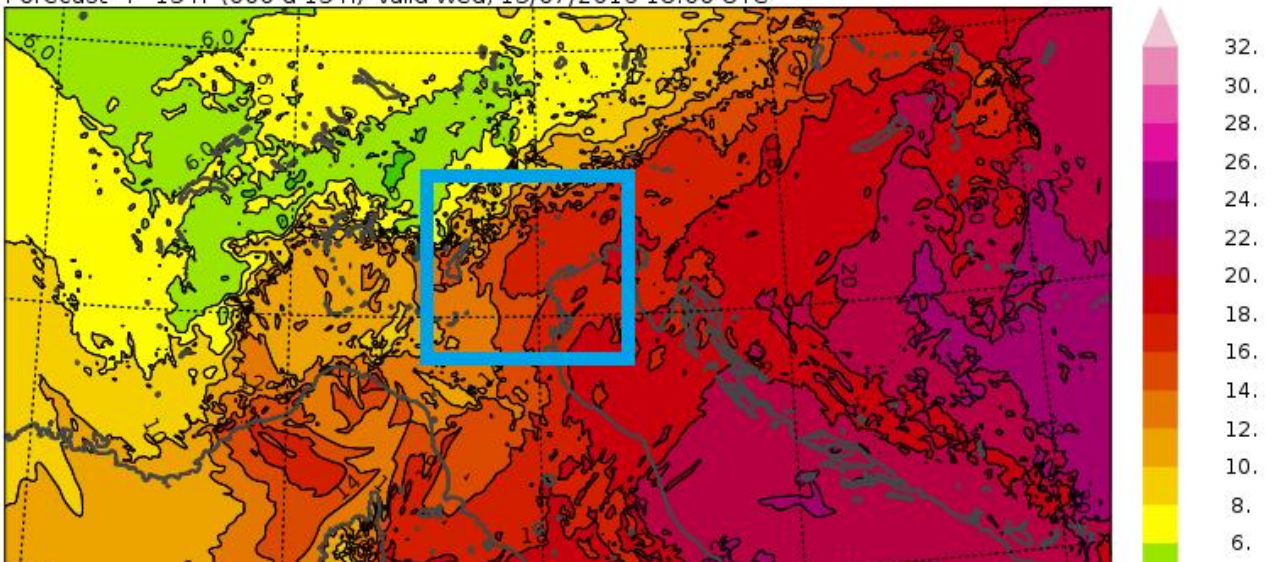
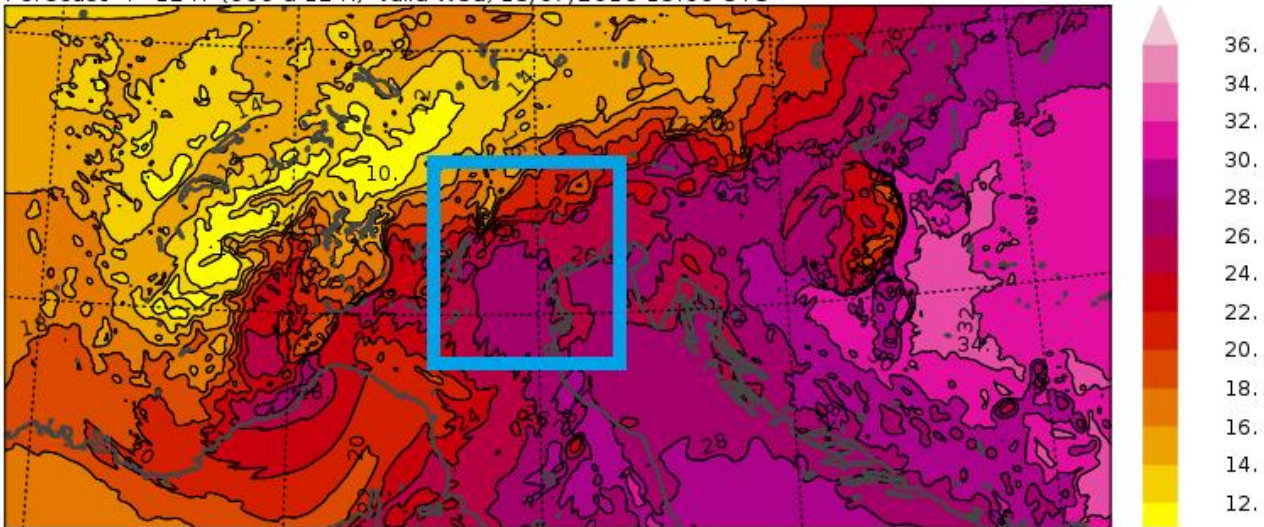


Fig 19: umidità relativa e temperatura previste dal modello MOLOCH per le ore 18:00 UTC alla quota di 850 hPa

Quest'iniezione secca ha provocato un forte calo della temperatura potenziale (un parametro che accoppia umidità e temperatura della massa d'aria) in questo strato atmosferico; è ben visibile nelle Figure 20 e 21. Un calo della temperatura potenziale indica una maggior pesantezza della massa d'aria che quindi diventa più stabile: le correnti ascendenti che si formavano sulla convergenza venivano bloccate dopo poche centinaia di metri da un tappo stabile (in gergo il "CAP"). Ogni tentativo di temporale era quindi bloccato sul nascere.

**Temperature (deg. C) at 950 hPa**  
Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Wed, 13/07/2016 15:00 UTC



**Equivalent potential temperature (deg. K) at 950 hPa**  
Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast + 12 h (000 d 12 h) valid Wed, 13/07/2016 15:00 UTC

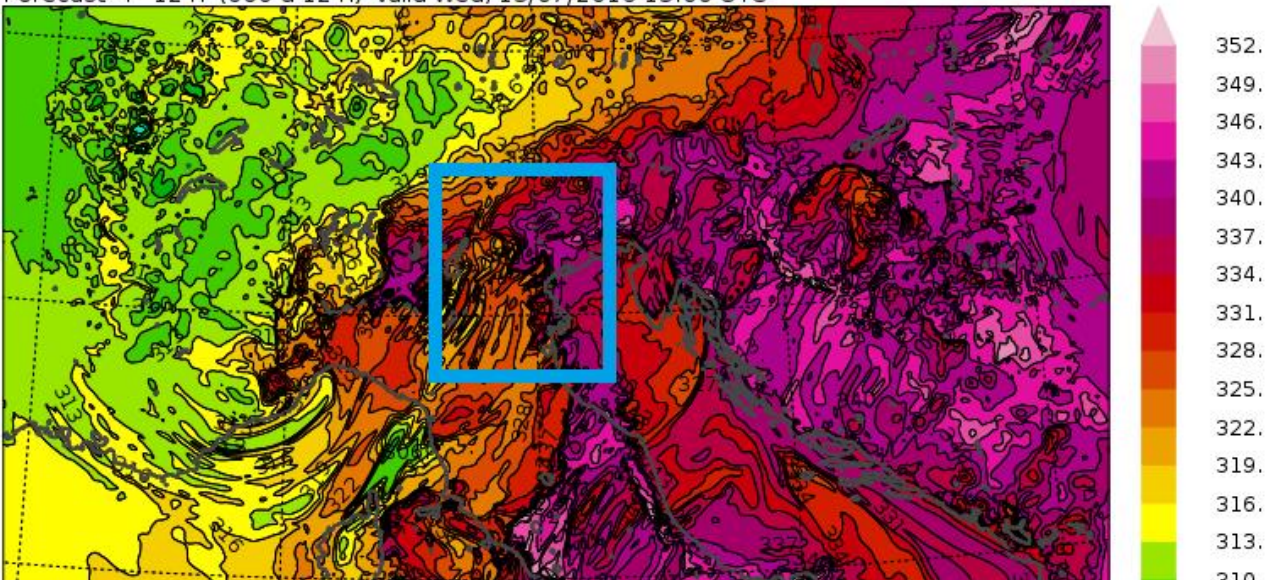
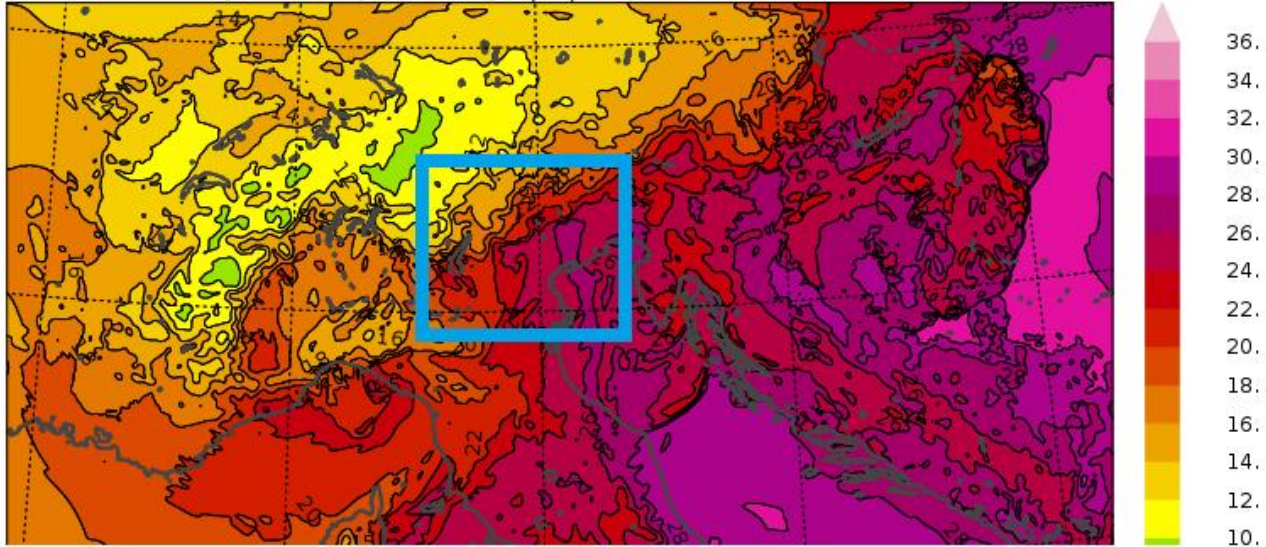


Fig 20: temperatura e temperatura potenziale previste dal modello MOLOCH per le ore 15:00 UTC alla quota di 950 hPa

**Temperature (deg. C) at 950 hPa**

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC

Forecast + 15 h (000 d 15 h) valid Wed, 13/07/2016 18:00 UTC

**Equivalent potential temperature (deg. K) at 950 hPa**

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC

Forecast + 15 h (000 d 15 h) valid Wed, 13/07/2016 18:00 UTC

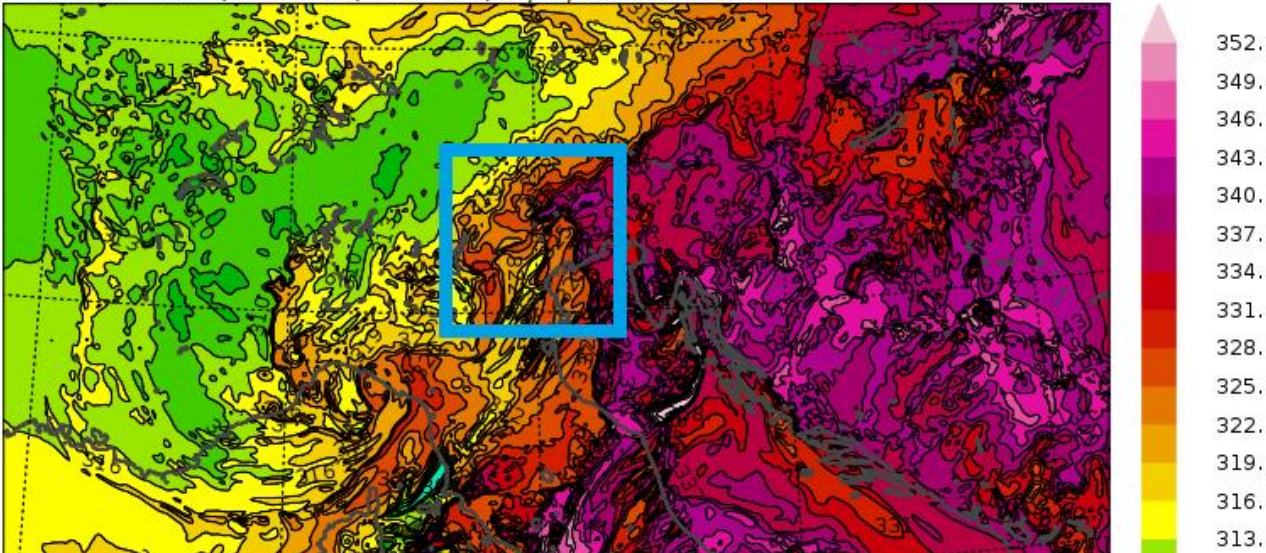


Fig 21: temperatura e temperatura potenziale previste dal modello MOLOCH per le ore 18:00 UTC alla quota di 950 hPa

Tuttavia ci si potrebbe domandare perché non si sia formata nessuna cella temporalesca davanti a questa dry line alla medio-bassa quota. Precedentemente si era detto che l'iniezione secca era anche leggermente più calda dell'aria preesistente: di conseguenza la dry line non ha agito come un fronte freddo, bensì come un fronte caldo, che notoriamente è caratterizzato da formazione nuvolose stratiformi e non cumuliformi. Una prova del passaggio di questo particolare fronte caldo lo possiamo trovare nell'immagine radar di Fossalon delle ore 18:00 UTC riportato in Figura 22: si vede infatti una linea di piogge deboli/moderate, tipicamente stratiformi, attraversare tutta la pianura veneto-friulana (i nuclei di riflettività sulle Prealpi carniche sono errori del radar).

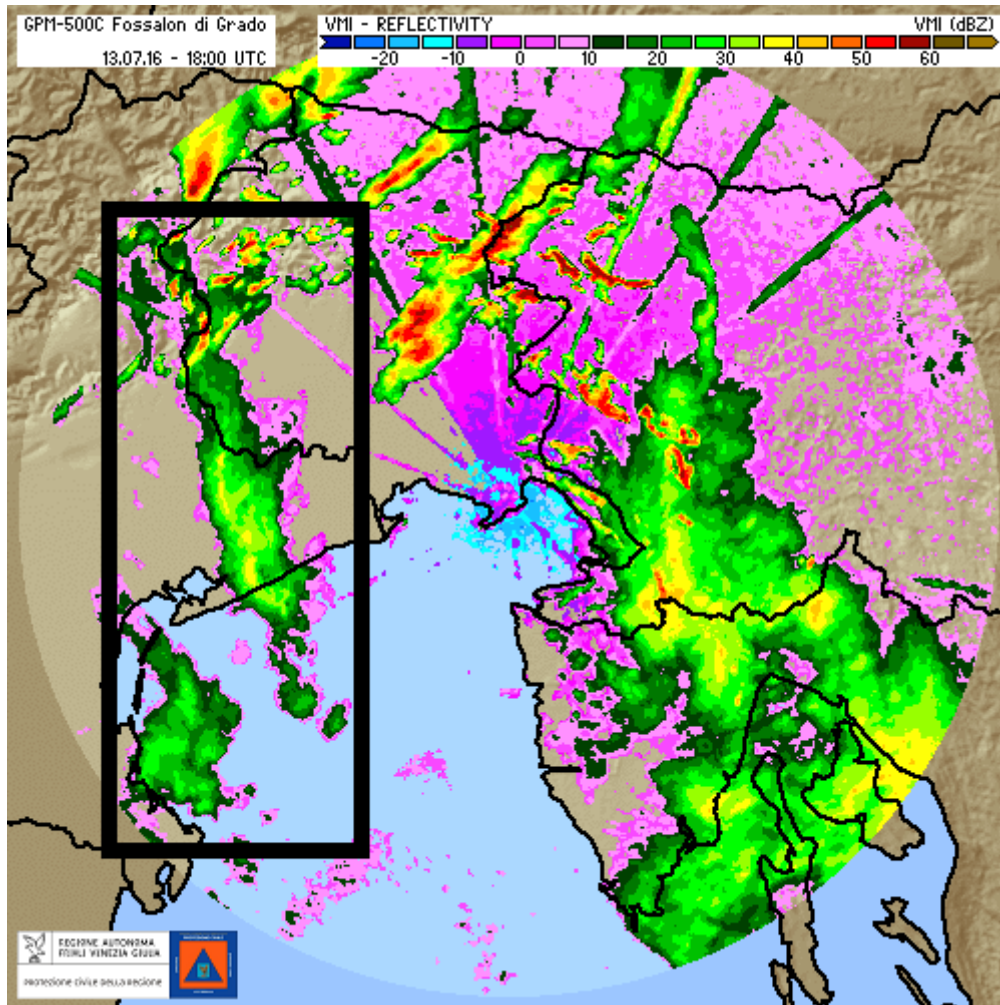


Fig 22: scansione radar di Fossalon delle ore 18 UTC

Un'altra prova del passaggio di questo fronte caldo la troviamo nei dati della stazione OSMER di Pala d'Altei. Questa stazione è posta a circa 1600 m di quota su una cresta prealpina sopra Aviano (PN): essendo di fatto il primo ostacolo che le correnti meridionali incontrano nel loro percorso, la possiamo considerare un buon indicatore di cosa accade alla quota di 850 hPa circa in situazioni come questa.

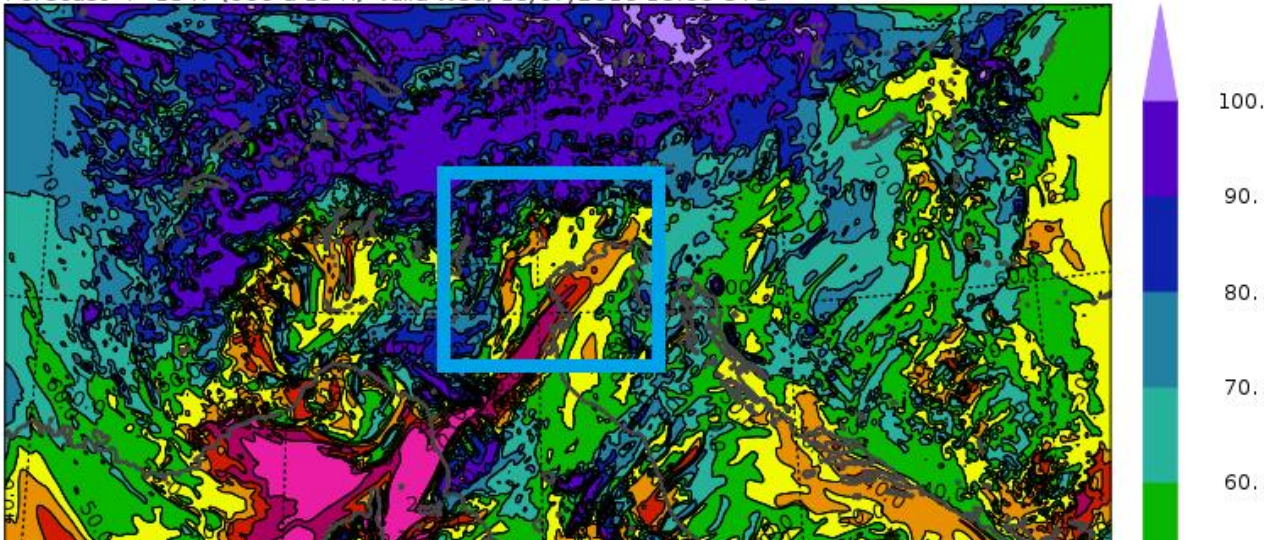
Ora UTC	Temp. Gradi (°C)	Umidità (%)	Vento medio (km/h)	Direzione Vento
18.00	13.2	100	28	SSE
19.00	13.9	83	29	SSW
20.00	13.7	90	27	SSW

Notiamo che tra le 18 e le 19 UTC, momento in cui dal radar si vede il passaggio del fronte caldo in quella zona, la temperatura è passata da 13,2°C a 13,9°, l'umidità relativa è scesa da 100% al 83% (i prati bagnati da un temporale precedente hanno probabilmente aumentato l'umidità relativa rispetto alla libera atmosfera) e il vento è girato da SSE a SSW. Tutte queste informazioni (aumento della temperatura, calo dell'umidità, rotazione del vento da SW) le avevamo già raccolte dalle mappe elaborate dal modello MOLOCH, che quindi si può ritenere abbia letto con sufficiente precisione la dinamica.

Dopo il transito di questo fronte caldo su Veneto e Friuli Occidentale vi era quindi uno strato secco e moderatamente caldo che inibiva la formazione di temporali (Figure 23 e 24). Ad Est invece tra le 20 e le 22 UTC si sono formati vari temporali di intensità contenuta, probabilmente perché qui il flusso sud-occidentale secco è andato in sollevamento orografico in contemporanea ad un leggero calo termico dovuto all'avvicinarsi del fronte.

### Relative Humidity (%) at 850 hPa

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast + 15 h (000 d 15 h) valid Wed, 13/07/2016 18:00 UTC



### Temperature (deg. C) at 850 hPa

Initial time Wed, 13/07/2016 03:00 UTC  
Forecast + 15 h (000 d 15 h) valid Wed, 13/07/2016 18:00 UTC

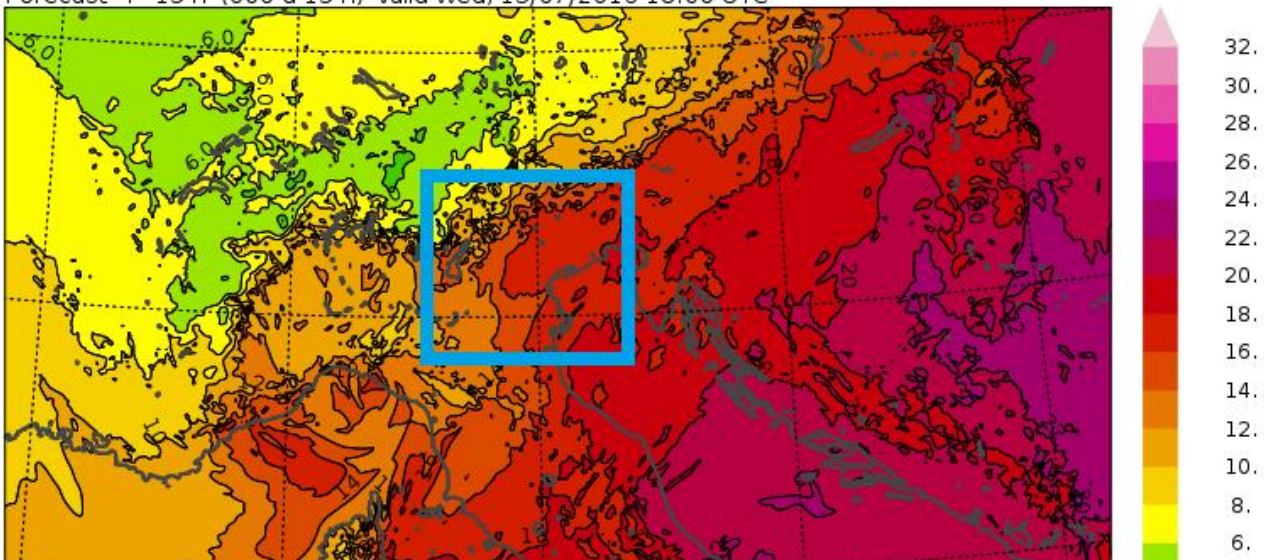


Fig 23: umidità relativa e temperatura previste dal modello MOLOCH per le ore 21:00 UTC alla quota di 850 hPa

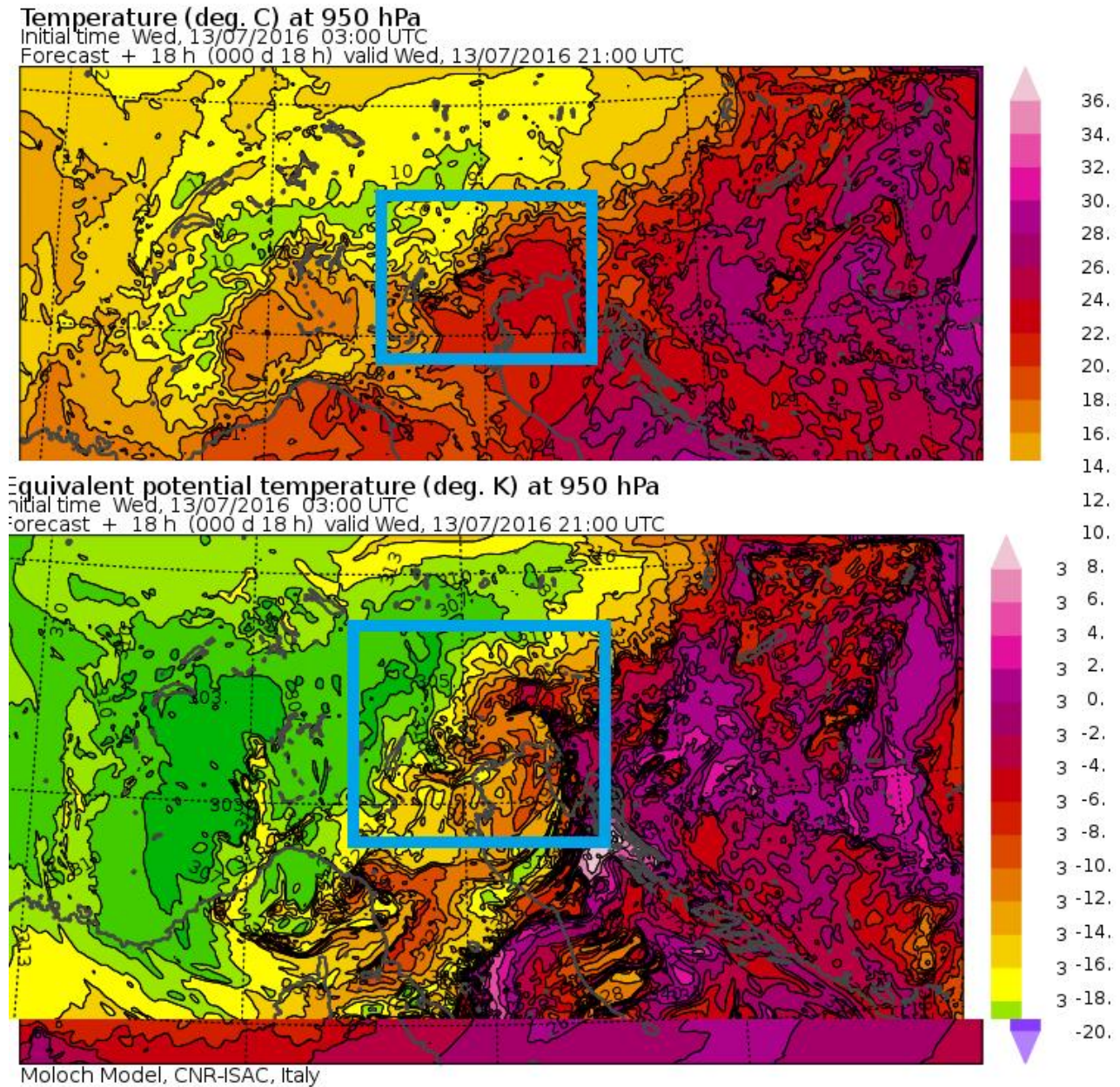


Fig 24: temperatura e temperatura potenziale previste dal modello MOLOCH per le ore 21:00 UTC alla quota di 950 hPa

L'entrata del fronte il mattino successivo ha provocato solo qualche rovescio e temporale di entità contenuta, a causa del rimescolamento già avvenuto ad opera degli outflow precedenti e dell'iniezione secca. Di rilievo le nevicate che hanno interessato numerose zone dolomitiche oltre i 2200 m circa, a prova della profondità notevole della saccatura, come si era evidenziato nell'analisi sinottica.

## 4. CONCLUSIONI

Riassumendo quando evidenziato e argomentato nello studio possiamo dire che:

- Lo sviluppo di forti supercelle o tornado è stato inibito dalla ventilazione di Ostro nei strati prossimi al suolo, che ha limitato la tendenza a ruotare dell'atmosfera
- Lo sviluppo di temporali diffusi in pianura è stato inibito dalla ventilazione forte da Sud-Ovest in quota e dall'entrata tra tardo pomeriggio e prima serata di un'iniezione di aria secca e calda tra 500 e 2000 m di quota circa che ha formato un tappo stabile.

In fase previsionale si potevano intuire questi fattori?

Sicuramente l'errore modellistico nel sopravvalutare il windshear in direzione non era intuibile, ancora di più perché tutti i modelli ad area limitata erano allineati su questa visione.

Probabilmente invece un'attenta e precisa analisi avrebbe potuto scovare l'entrata di un'iniezione secca e calda che avrebbe potuto inibire la convezione in pianura. Tuttavia bisogna considerare che l'iniezione era più calda di circa  $1/2^{\circ}\text{C}$  rispetto all'aria precedente: se per qualche motivo l'aria in entrata fosse stata solo secca e non anche calda, si sarebbero molto probabilmente sviluppati temporali diffusi dalla convergenza verso Est in serata. Questo evidenzia quanto in queste situazioni l'equilibrio atmosferico sia estremamente delicato: basta una variazione di uno/due parametri (e in un sistema caotico come quello atmosferico è, oserei dire, la normalità) perché la situazione sia diversa. Diventa difficile quindi incolpare un previsore di un "difetto" caratterizzante del sistema atmosferico ed è anche per questo che le previsioni sono probabilistiche. Sicuramente gli errori fanno parte della sfida che quotidianamente intraprendiamo cercando di prevedere i temporali: l'abilità sta nel cercare di comprendere se e dove si è sbagliato per cercare di effettuare alla prossima occasione, nei limiti posti dell'atmosfera, una previsione più affidabile.