

6 luglio 2008. Due tornado, downburst e grandinate in Veneto

Gabriele Formentini (ARPAV DRST/Centro Meteorologico di Teolo - Associazione Thunderstorms)

Pierluigi Randi (MeteoCenter - MeteoRomagna)

Davide Rosa (Associazione MeteoTriveneto), Benvenuto Righetto (Associazione Onlus Meteonetwork)

Pierpaolo Paldino (Associazione Onlus Meteonetwork), Marco Rabito (Associazione MeteoTriveneto)

Uno speciale ringraziamento va a tutti gli autori delle fotografie, in particolare a coloro che hanno svolto i sopralluoghi dei danni (Marco Rabito, Francesco Dell'Orco, Fabio Murli, Andrea Caldon, Alberto Gobbi, Silvia Mainardi) e a chi ha immortalato in video e/o in fotografia il tornado (Dean Gill, Nicola e Cristiano Scarpa).



Fermi immagini estratti da un video ripreso da Pallestrina (VE) da Cristiano Scarpa



Fotografie scattate da Dean Gill

Ancora una volta la Pianura Padana si rivela una fucina di forti temporali associati a fenomenologia intensa come grandine, raffiche di vento e tornado. Nella giornata del 6 luglio 2008, le condizioni meteorologiche sono favorevoli alla formazione di temporali supercellulari. Le supercelle sono i temporali più forti esistenti in natura, quelli in grado di sviluppare un mesociclone, ossia una rotazione al loro interno e in casi particolari anche di dare luogo ai tornado.

In Veneto si è assistito al passaggio nel pomeriggio del 6 luglio di alcune supercelle, una delle quali è diventata tornadica nella provincia di Padova e Venezia producendo almeno due tornado documentati e accertati. I danni molto ingenti ma localizzati e ascrivibili al passaggio del tornado sono accompagnati anche da altri danni più diffusi sul territorio tra le provincie di Verona, Vicenza e Padova e attribuibili alle forti raffiche di vento discendente dal cuore dei temporali, i downburst e ai chicchi di grandine di notevoli dimensioni.

Questo reportage rappresenta quindi un'ottima occasione per comprendere e approfondire le differenze tra due tipologie di fenomeno meteorologico intenso, ossia raffiche di vento lineari da downburst e tornado, troppo spesso confuse dai media.



Analisi sinottica del 6 luglio

Per la sommaria analisi che seguirà verranno considerati gli output (sia di analisi che di previsione) di diversi modelli fisico-matematici, sia di tipo globale (GM) che ad area limitata (LAM), questi ultimi sempre di buon ausilio nella valutazione di forcing evolutivi a mesoscala (fondamentali nell'innescare dei sistemi temporaleschi). Nello specifico si farà riferimento ai GM Global Forecast System NCEP e DWD del Deutscher Wetterdienst (analisi al suolo), mentre per quanto concerne la modellistica ad area limitata si farà riferimento ad NMM Explicit 4 km Meteo Center (www.meteocenter.com).

Situazione in alta troposfera

In alta troposfera, segnatamente sul piano isobarico di 250 hPa (circa 10.000 m nel periodo estivo), la situazione nel pomeriggio del giorno 6 luglio (ore 15UTC) è così riassumibile (Fig. 1).

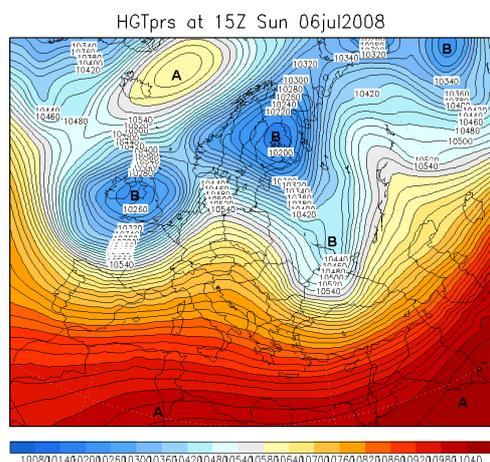


Fig. 1 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Altezze geopotenziali a 250hPa. Fonte: GFS NCEP 0.5°

La dislocazione dei centri di geopotenziale in alta troposfera rivela una vasta ed articolata struttura depressionaria con una saccatura posizionata sull'Europa nordoccidentale attraverso la chiusura di due minimi principali su isole britanniche e repubbliche baltiche, con asse primario disposto in direzione del Mar Nero e secondario in approfondimento su Francia ed arco alpino occidentale. Un promontorio anticiclonico dinamico di matrice subtropicale è altresì proteso in senso meridiano dall'Africa settentrionale ai paesi danubiani con l'interessamento del Mediterraneo centrorientale, mentre un secondo e più solido promontorio è attivo in pieno oceano Atlantico. Tra il minimo britannico con saccatura sulla Francia ed il promontorio mediterraneo si innescano un deciso flusso di correnti sudoccidentali (solidale con la disposizione delle isoipse) che dalla Spagna settentrionale si dirige verso l'Europa centrale e l'arco alpino con parziale coinvolgimento delle nostre regioni settentrionali. Lungo tale percorso è evidenziata la presenza del getto polare che percorre la Francia, il nord Italia e l'Europa centrale col proprio ramo ascendente in uscita dal minimo del geopotenziale britannico; ciò comporta su queste ultime aree il determinarsi di una significativa divergenza effettiva favorevole al richiamo di masse d'aria dai piani isobarici sottostanti.

I meccanismi di divergenza effettiva alle alte quote predispongono solitamente la media e bassa troposfera ad essere sede di significativi moti verticali ascendenti, anche qualora il core del getto scorra oltralpe. Tale divergenza è in grado di innescare sia ciclogenese a macroscale, sia strutture a mesoscale, queste ultime destinate a supportare l'innescare di sistemi temporaleschi di natura supercellulare. Infatti il transito di correnti a getto ad alta quota con valori di velocità del vento discretamente elevati predispone gli updraft delle celle temporalesche ad assumere asse verticale inclinato (causa speed windshear verticale positivo); elemento importante che molto spesso caratterizza il verificarsi di violenti eventi grandinigeni.

Situazione in media troposfera

L'analisi inerente le ore 15UTC del 6 luglio in media troposfera (plotting NCEP-GFS 0.5°) riportata in Fig. 2, appare alquanto solidale con quanto osservato prima in alta troposfera, con i centri di geopotenziale sostanzialmente coincidenti. Si rileva quindi la vasta e profonda struttura ciclonica attiva su Europa settentrionale con un minimo di geopotenziale principale collocato sulle repubbliche baltiche e un secondario sulle isole britanniche; quest'ultimo promuove un'ampia saccatura con asse diretto su penisola iberica, mentre un forte promontorio anticiclonico dinamico, caratterizzato da elevati valori di geopotenziale, con assetto SSW-NNE si spinge dall'Algeria/Tunisia ai paesi danubiani attraverso il Mediterraneo centrorientale.

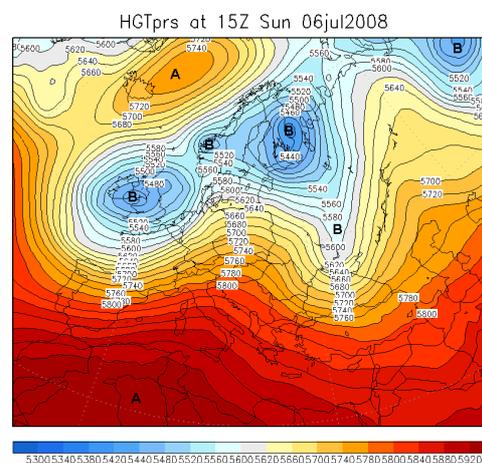


Fig. 2 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Altezze geopotenziali a 500hPa. Fonte: GFS NCEP 0.5°

Anche in questo caso è quindi presente un teso flusso da WSW a spiccata componente di moto ciclonica, generato dal forte gradiente barico e termico tra il minimo chiuso sulle isole britanniche e la cellula dinamica nordafricana, il quale transita sulla Francia, sul Norditalia e risale con moto SW-NE sull'Europa centrale. Tale flusso rileva cospicua avvezione di vorticità ciclonica laddove esso tende a divergere sul proprio ramo ascendente; nella fattispecie le regioni settentrionali italiane, l'arco alpino ed infine i paesi danubiani. Le isoipse piuttosto ravvicinate, specialmente tra la Francia e il comparto alpino/prealpino italiano, indicano una situazione

contraddistinta da notevoli gradienti pressori su distanze relativamente brevi, e denotano la presenza di significativi e repentini contrasti termici tra masse d'aria subtropicali convogliate dal promontorio anticiclonico nordafricano e masse polari marittime in circolazione sul minimo britannico di geopotenziale.

Il dettaglio sulla nostra penisola inerente il campo termico sul piano barico di 500 hPa alle ore 15UTC del 6 luglio, evidenzia elevati valori di temperatura sull'Italia centromeridionale tipici delle invasioni subtropicali nordafricane (-7.5°C sulla Sicilia orientale), mentre il minimo depressionario inglese guida correnti fresche sull'Italia settentrionale, con particolare riferimento al settore di nordovest ove troviamo la chiusura dell'isoterma di -12.5°C (Fig. 3).

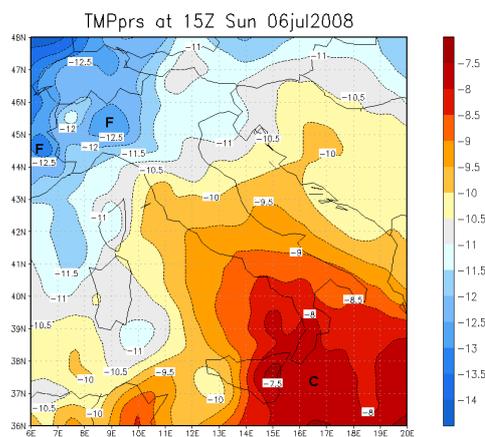


Fig. 3 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Altezze geopotenziali a 500hPa. Fonte: GFS NCEP 0.5°

Sebbene i valori di temperatura non risultino particolarmente bassi sulle restanti regioni settentrionali è da segnalare come il settore di nord-est, in particolare il Triveneto, venga a trovarsi in un'area di transizione tra l'importante avvezione calda subtropicale, che ancora occupa la penisola balcanica, e l'ingresso delle correnti fresche attraverso la Francia, l'arco alpino centroccidentale, il Piemonte, la Lombardia e il golfo ligure. Normalmente le aree che vedono l'insorgere di più intensa attività convettiva a causa del gradiente termico venutosi a stabilire sono quelle nelle quali vengono a contatto le masse d'aria con diverse caratteristiche termiche, e ciò accade di norma immediatamente davanti ai minimi termici (o ad est, nel caso in cui le correnti siano occidentali).

Questo succede specie quando in precedenza vi siano stati importanti risalite di aria calda. Nella fattispecie il comparto nordorientale italiano presenta queste caratteristiche, ovvero incipiente ingresso fresco dai quadranti occidentali successivo a forte invasione calda subtropicale.

L'analisi di Fig. 4 fa riferimento alla dislocazione sulla nostra penisola delle velocità omega e dell'umidità relativa sulla superficie isobarica di 700hPa (circa 3.000 m di quota) relative alle ore 15UTC. Sistemi nuvolosi di una certa entità non si sviluppano unicamente qualora l'aria ad un determinato livello isobarico presenti umidità

relativa prossima all'80-100% (comunque superiore al 60%), ma anche quando l'aria stessa sia portata a saturazione per raffreddamento adiabatico tramite moti verticali ascendenti.

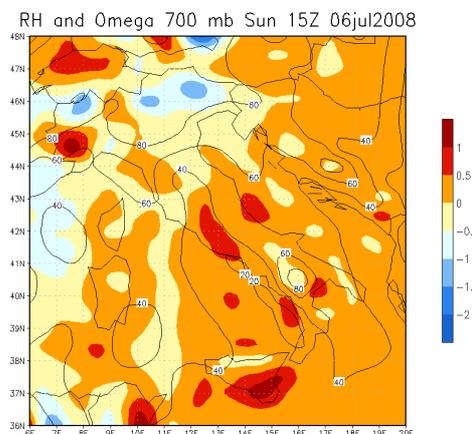


Fig. 4 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Velocità omega ed umidità relativa a 700hPa relative alle ore 15UTC

In questo caso, consideriamo che valori omega negativi, in modulo (Pa/sec), indicano presenza di moti ascendenti (anabasi), mentre positivi, in modulo (Pa/sec), presenza di moti discendenti (catabasi). A velocità omega negative sono quindi associate formazioni nuvolose e precipitazioni (specie se le velocità saranno elevate); mentre in caso di omega positive sarà favorita catabasi con subsidenza dell'aria verso quote inferiori, ovvero la classica circolazione di tipo anticiclonico. Nella carta in questione si rileva un nucleo di velocità omega negative associato a valori di Rh% superiori all'80% sul settore alpino e prealpino centroorientale. I valori di tale nucleo sono piuttosto elevati (minimo di -2.0 Pa/sec tra Trentino e Friuli), rivelando la rapida tendenza a prolungati sollevamenti verticali di tipo convettivo tipici di situazioni estive assai instabili.

Situazione in bassa troposfera

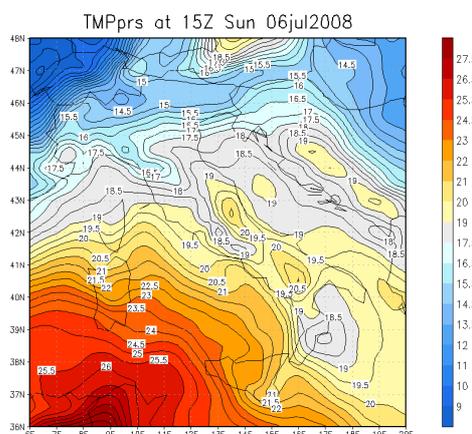


Fig. 5 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Temperature a 850hPa. Fonte: GFS NCEP 0.5°

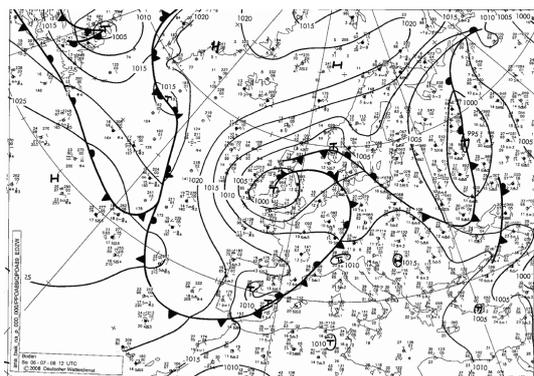
Il profilo termico orizzontale sul piano isobarico di 850hPa (circa 1.500 m), relativo alle ore 15UTC del giorno 6, evidenzia una spiccata avvezione calda

subtropicale che dal settore algero-tunisino si dirige verso le regioni centromeridionali italiane, specie sul settore tirrenico, con valori termici in bassa troposfera alquanto elevati sulle isole maggiori.

Si noti come l'isoterma 24°C abbracci la Sicilia occidentale e il sud della Sardegna, mentre valori fino a 18°C si spingano fino all'Emilia Romagna e l'isoterma 15°C descriva il comparto prealpino da W ad E. Tuttavia è rilevabile al nord un moderato-forte gradiente termico orizzontale che preclude ad una situazione sufficientemente dinamica con rapido passaggio tra aria calda subtropicale in scorrimento più a sud ed aria fresca polare marittima in azione su Francia. Da segnalare infine come correnti subtropicali da SW alzino considerevolmente le isoterme su versante adriatico e Romagna per venti di libeccio di caduta dall'Appennino (tipico di situazioni estive prefrontali), con valori fino a 20°C su Marche. Tali correnti, come sovente accade in simili evoluzioni sinottiche, rivestiranno importanza nella genesi dei fenomeni oltre il Po.

Analisi sinottica al suolo

La situazione sinottica al suolo del giorno 6 alle ore 12UTC è riportata di seguito e fa riferimento all'analisi del modello DWD del Deutscher Wetterdienst.



<http://www.wetter3.de/fax>

Fig. 6 – 6 luglio 2008, ore 12UTC. Analisi al suolo. Fonte: DWD.

Alle ore 12UTC la situazione sinottica al suolo vede la presenza di una vasta cellula anticiclonica chiusa su medio Atlantico, mentre un profondo minimo depressionario, chiuso sulle isole britanniche, è attivo sul comparto europeo settentrionale. Tale struttura promuove una saccatura su Francia, entro la quale si ha la chiusura di un minimo secondario su regioni nordoccidentali, alimentato da una discesa di aria fresca diretta da Inghilterra a Francia. In seno a tale saccatura evolve un sistema frontale atlantico con assetto SW-NE esteso da Europa centrale a penisola iberica e caratterizzato da un'ondulazione di piccola ampiezza in corrispondenza del minimo barico secondario, ed in movimento verso ENE solidalmente con le dinamiche in media troposfera prima analizzate. Il fronte tuttavia rimane addossato al comparto alpino occidentale senza irrompere sulla Val Padana. La frontogenesi al suolo si innesca in corrispondenza dei più elevati gradienti termici e barici in media troposfera e solidalmente al flusso ciclonico disposto da WSW ad ENE sul piano isobarico di 500 hPa. Particolare importanza rivestirà, nel forcing

evolutivo delle 6 ore successive, l'ondulazione frontale in fase di amplificazione sulle Alpi centroccidentali, in grado di sostenere un continuo richiamo di aria calda ed umida dal comparto adriatico centrosettentrionale.

In base a quanto profilato finora in alta, media e bassa troposfera, appare palese come la situazione tenda a divenire molto incline a produrre intensa attività temporalesca segnatamente su fascia alpina e prealpina, ma anche nelle aree di pianura adiacenti con:

- a) elevata divergenza effettiva in alta troposfera in seno a tese correnti a componente di moto ciclonica orientate da WSW ad ENE, attive su regioni settentrionali;
- b) correnti fresche e cicloniche anch'esse sudoccidentali in media troposfera in seno ad una vasta saccatura nordatlantica su isole britanniche, con avvezione fresca e trasporto di vorticità positiva lungo le medesime correnti da WSW;
- c) sistema frontale al suolo addossato alle Alpi occidentali con relativa ondulazione innescata dalla chiusura di un minimo barico su regioni di nordovest.

Tali caratteristiche, ma non solo, sono sovente ricorrenti in caso di forti ondate temporalesche estive sulle regioni centrosettentrionali, specie a nord della linea del Po.

Passiamo ora ad analizzare qualche parametro aggiuntivo considerato essenziale nello sviluppo dei sistemi temporaleschi poi osservati. Per individuarle occorre fare ricorso a analisi desunte da modellistica a più alta risoluzione e che verrà presa in considerazione in seguito.

In primo luogo viene esaminato il profilo orizzontale del vento in bassa troposfera, nello specifico alla superficie isobarica di 850hPa ed al suolo, allo scopo di rilevare la presenza di più o meno intensi LLJ (getti di basso livello) in grado di supportare ed alimentare le correnti di inflow in seno alle formazioni convettive, ed inoltre per verificare, in considerazione delle peculiarità orografiche, la genesi o l'innescio di eventuali dry-line nel settore caldo del minimo barico nei bassi strati, caratteristica che è sovente rilevabile nelle situazioni temporalesche che occorrono sul nord Italia.

Explicit MRF-NMM2 2.5 km grid; 850 hPa pressure layer - Wind magnitude (m/s) and vector
int:032006JUL2008 vol:162006JUL2008

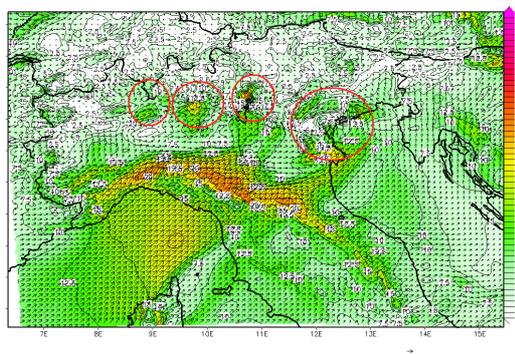


Fig. 7 – 6 luglio 2008, ore 16UTC. Velocità e direzione del vento a 850hPa. Fonte: Explicit NMM 4 km, MeteoCenter.

La mappa di

Fig. 7 mostra i campi del vento orizzontale sul piano isobarico di 850 hPa alle ore 16UTC del giorno 6. È evidente come sia presente un forte flusso sudoccidentale di basso livello che dal Mar ligure e dal Mare di Corsica si

diriga verso l'alta Toscana e, dopo aver superato la barriera appenninica toscano emiliana si riversi in Emilia-Romagna tendendo a raggiungere sud Lombardia e Veneto meridionale. Tale flusso presenta intensità del vento rilevante e prossima a 22/25 m/s (oltre 80 km/h) sul crinale appenninico e di norma indica la presenza di una dry-line (fronte secco) sul confine settentrionale del flusso. La corrente sudoccidentale, che con valori di intensità inferiori si dirige ben oltre la linea del Po, va a convergere sul comparto prealpino lombardo-veneto con flussi settentrionali e nordorientali, presumibilmente non di natura sinottica (vista la situazione nei bassi strati) ma di natura convettiva. Infatti celle temporalesche diffuse sono già attive da alcune ore sul corrugamento alpino e la componente di moto mediamente settentrionale dei flussi in fase di convergenza con i venti secchi sudoccidentali appare frutto degli outflow (o gust front veri e propri) in uscita dai sistemi alpini; tale congettura è avvalorata da un andamento irregolare di tali flussi, concentrati in aree alquanto ristrette.

Nel complesso si hanno 4 aree in cui la convergenza di basso livello raggiunge la magnitudine massima (zone cerchiare in rosso), e due di queste, particolarmente incisive, si notano su comparto gardesano e sul Veneto centroorientale, laddove non a caso si innescheranno i fenomeni più intensi.

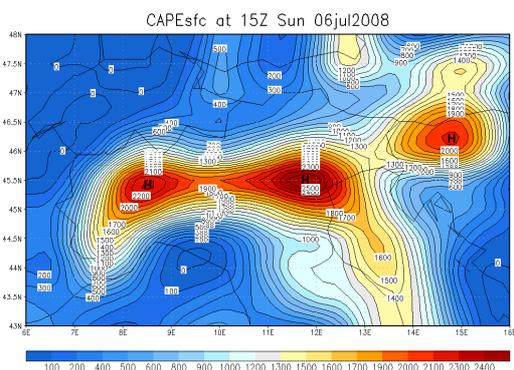


Fig. 8 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. CAPE. Fonte: GFS/NCEP 0.5°

Anche i valori di CAPE (Convective Available Potential Energy) facilitano l'individuazione della dry-line prefrontale come dimostrato dalle mappe di Fig. 8.

Alle ore 15UTC del giorno 6 i valori di CAPE presenti sul Norditalia sono decisamente elevati a N del Po e su buona parte del comparto padano, con due massimi areali al confine tra Piemonte e Lombardia e sul Veneto, con valori di 2200/2500 J/kg (dato elevato e presumibilmente incline a sostenere sistemi temporaleschi con grandine di grosse dimensioni). La dry-line appenninica delimita un veloce calo dei valori di CAPE da nord a sud fino a toccare valori molto bassi su area appenninica settentrionale.

Anche l'analisi del campo del vento al suolo presenta degli spunti di interesse. La mappa di Fig. 9, centrata alle ore 15UTC del giorno 6 evidenzia la presenza di correnti di libeccio (fohn appenninico) a sostegno della dry-line in azione a sud del corso del Po (con parziale

sconfinamento a N su Lombardia) con picchi di velocità fino a 50-60 km/h.

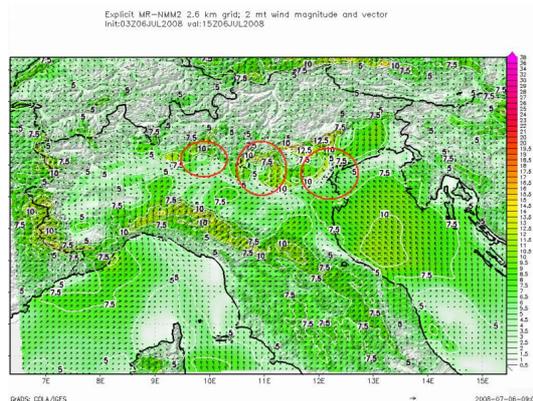


Fig. 9 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Direzione e velocità del vento a 2m. Fonte: Explicit NMM 2 km MeteoCenter

Tuttavia anche al suolo si costituiscono alcune aree di convergenza che, associate ai moti divergenti presenti alle quote superiori, appaiono in grado di avviare e sostenere forti moti ascensionali. Infatti le aree cerchiare in rosso vedono la convergenza tra masse d'aria secca da SW e gli outflow dei sistemi temporaleschi alpini che dilagano verso il comparto pedemontano e pianeggiante. Ma sempre al suolo si aggiunge una terza componente, ovvero un flusso di correnti sudorientali che dal mare Adriatico rientrano su ferrarese e Veneto davanti alla dry-line, caratterizzate dal trasporto di elevate quantità di energia sottoforma di calore sensibile in associazione ad aria molto umida marittima; pertanto è proprio sul comparto veneto che convergono 3 distinti tipi di massa d'aria: fredda in uscita dagli outflow di sistemi temporaleschi alpini; calda e secca da SW in discesa dall'arco appenninico; calda ed umida in rientro dal mare Adriatico.

La convergenza di basso livello tra masse d'aria profondamente diverse tra loro e su aree geografiche ristrette ha, tra le altre, la proprietà di elevare sensibilmente i valori elicita relativa (SREH) nello spessore 0-3 km e particolarmente in quello 0-1 km, dato che la componente sudorientale interviene solo in prossimità del suolo. Molti studi, anche recenti, stabiliscono che in caso di valori di SREH molto elevati nello spessore troposferico 0-1 km si ha discreta incidenza di moti vorticosi con innesco di mesocicloni e talora tornado anche quando lo shear verticale del vento sui livelli superiori non sia elevatissimo ed in assenza di forti correnti a getto in alta troposfera, fattore quest'ultimo che spesso viene valutato determinante.

Il fenomeno sopra descritto, molto probabilmente il più decisivo nei forcing osservati, appare evidente anche dalla consultazione delle mappe di moisture convergence, di cui un esempio è riportato in Fig. 10.

La convergenza di umidità sul livello isobarico di 925 hPa e relativa alle ore 15UTC del giorno 6, mostra anche in questo caso aree nelle quali i valori sono estremamente elevati (cerchiate in bianco). In particolare le due zone più ad est nella mappa sono soggette a forte avvezione umida marittima da SE in palese contrasto e convergenza con aria ben più fredda e secca in arrivo da N (outflow),

e la loro collocazione geografica è praticamente coincidente con le aree soggette ai fenomeni più intensi.

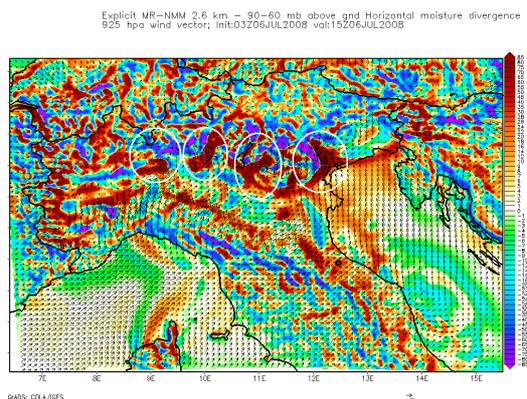


Fig. 10 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Convergenza di umidità a 925hPa. Fonte: Explicit NMM 2 km MeteoCenter

I dati di moisture convergence, prendendo a riferimento la variazione dei parametri idrometrici a mesoscala, sono spesso fortemente rivelatrici delle aree a maggior rischio convezione qualora non transitino ben definiti sistemi frontali e ben suggeriscono i fenomeni d'interazione tra l'aria secca e quella umida alla base dell'innesco di intensi sistemi temporaleschi.

Indici di stabilità

Passimo ora rapidamente in rassegna qualche indice di stabilità. La mappa di Fig. 11 riporta alcuni parametri utili alla previsione di fenomeni vorticosi, quali lo SREH 0-3 km e il Supercell Composite Parameter. Si notano i massimi valori dei due parametri proprio sul Veneto centrorientale in virtù delle condizioni a mesoscala venutesi a determinare e prima citate. Un massimo secondario, sia di SREH 0-3 km e SCP, è chiuso al confine prealpino tra Piemonte e Lombardia, altra area ove si avranno fenomeni di elevata intensità.

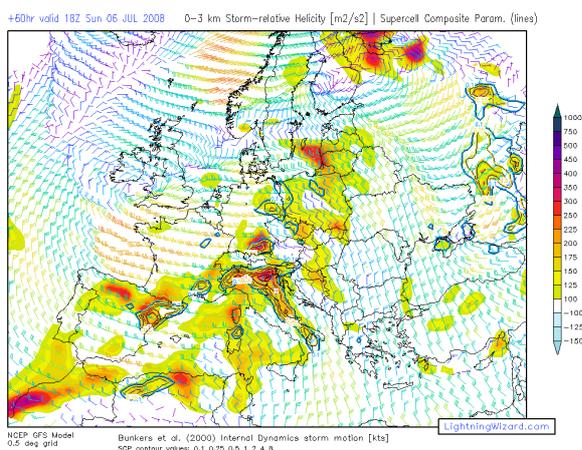


Fig. 11 – 6 luglio 2008, ore 18UTC. Mappa di previsione della Storm relative helicity 0-3km e del Supercell Composite Parameter. Fonte: LightningWizard su dati GFS/NCEP 0.5°

Infine consideriamo i valori di Lifted Index (LI) desunti da analisi alle 15UTC del 6 luglio. La mappa di Fig. 12, relativa al comparto centrosettentrionale italiano, evidenzia valori notevoli di tale indice ed estremamente

favorevoli al manifestarsi di forti temporali con annesse vistose grandinate. Infatti LI tra -6°C e -7°C è rilevato sempre nelle medesime aree soggette ai massimi fenomeni, vale a dire tra Piemonte e Lombardia nonché su Veneto centrorientale.

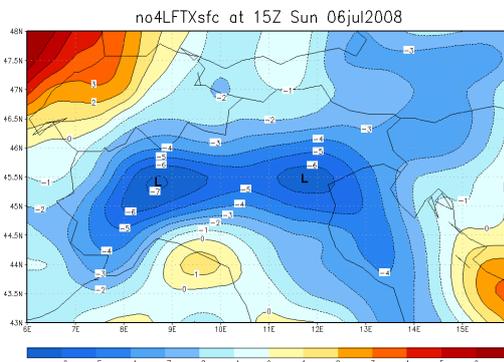


Fig. 12 – 6 luglio 2008, ore 15UTC. Analisi del Lifted Index. Fonte: GFS/NCEP 0.5°

In sintesi appare fondamentale in seno agli eventi registrati, al di là della situazione a macroscala e su vari livelli troposferici venutesi a creare incline a fenomeni temporaleschi generici, la condizione a mesoscala e negli strati mediobassi dell'atmosfera, in cui si è avuta elevata interazione tra correnti appenniniche calde e secche da SW, flussi caldi e molto umidi da SE di provenienza marittima, ed outflow provenienti da celle temporalesche già attive in precedenza su comparto alpino.

Descrizione degli eventi

I primi cumulonembi si sviluppano sull'alta Lombardia e sul Ticino intorno alle ore 05UTC di domenica 6 luglio e si spostano in direzione nord/est seguiti dalla formazione di altri cumulonembi in Val d'Aosta ed alta Lombardia. L'immagine ripresa nel canale infrarosso a 10.8 micron dal satellite Meteosat 9 delle ore 06.30UTC mostrano le prime celle già in fase matura con le incudini spazzate dal vento in quota verso oriente ed la cella in formazione sulla Val d'Aosta (Fig. 13).

Nel Triveneto le prime cellette temporalesche si originano sulla provincia di Trento solo dopo le ore 10UTC e tendono a muoversi sempre in direzione ENE, interessando le Dolomiti venete meridionali verso le 12UTC. Alla stessa ora sulla Prealpi bresciane ad ovest del lago di Garda si sviluppano delle celle che mostrano subito segni inequivocabili di una maggiore organizzazione.

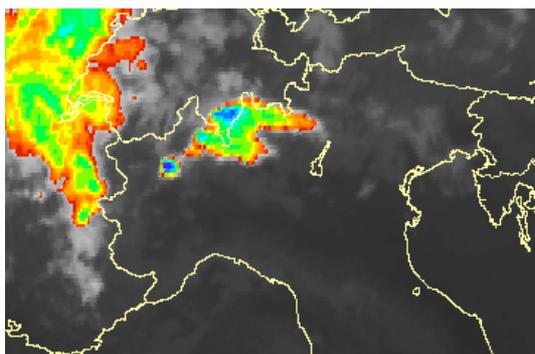


Fig. 13 - 6 luglio 2008, ore 06:30UTC. MSG: infrarosso a 10.8 micron. Fonte: ARPAV. Copyright: Eumetsat 2008

La prima cella sulla pianura si forma alle ore 13UTC sulla sponda meridionale del Lago di Garda e in pochi decina di minuti si sviluppa notevolmente mentre altre celle si formano verso sud/est nella parte nord della pianura veronese e in quella centrale vicentina.

Alle 14UTC, mentre tutte le celle continuano a muoversi in direzione ENE, la cella più occidentale inizia a spostarsi in direzione ESE deviando a destra del moto medio, dettato dai venti presenti in media troposfera, e si intensifica ulteriormente mostrando connotati sempre più da supercella ed echi radar sempre più intensi.



Fig. 14 - 6 luglio 2008. Foto di: Simone Campagnaro.

Queste celle sono le responsabili delle prime importanti grandinate con chicchi di dimensioni anche di 6-7 cm che

cadono a Bardolino sulle sponde veronesi del Lago di Garda (Fig. 14) e nel comune di Bolzano Vicentino in provincia di Vicenza (Fig. 15).

Marco Rabito, cacciatore di temporali vicentino, osserva l'avanzata del temporale dal veronese ma essendo troppo vicino alla parte più intensa dello stesso può solo assistere passivamente al transito del core grandinigeno. Dalla sua testimonianza si apprende che dapprima cade un po' di pioggia che in breve viene sostituita dalla caduta di chicchi di grandine, inizialmente di piccole dimensioni poi di medie dimensioni, sempre comunque accompagnato dalla pioggia. La fase grandinigena è piuttosto lunga, una quindicina di minuti, finché ad ovest non spunta nuovamente il sole.



Fig. 15 - 6 luglio 2008. Foto di: Marco Rabito e Lara Dalle Molle.

Spesso la fase finale di un grandinata è la più pericolosa, e si manifesta quando la pioggia e la grandine piccola cala di intensità fino a smettere quasi del tutto ma iniziano a cadere dal cielo chicchi di grandine dalle dimensioni importanti. A Bolzano Vicentino cadono per pochi minuti radi chicchi delle dimensioni di 6-7 cm (Fig. 15), quasi perfettamente rotondi che provocano ingenti danni.



Fig. 16 - 6 luglio 2008. Foto di: Marco Rabito e Lara Dalle Molle.

La caduta di chicchi di grandine di proporzioni ragguardevoli in assenza di altre precipitazioni è dovuta al fatto che le fortissime correnti ascensionali sono tali da riuscire a mantenere in quota tutte le precipitazioni e i chicchi di dimensioni più piccole, mentre solo quelli più pesanti riescono a scendere fino al suolo indisturbati.

I danni nel vicentino interessano in particolar modo i campi di mais, molte automobili e alcune strutture; per questa zona del medio vicentino occorre ritornare indietro alla metà del decennio scorso per ritrovare una grandinata di siffatte proporzioni.

Il cacciatore di temporali Davide Rosa alle 14:45UTC posizionato a circa 400 metri dal centro di Quinto Vicentino (VI), realizza negli stessi istanti della caduta della grandine a Bolzano Vicentino (ad un solo chilometro di distanza in direzione N), una ripresa con una videocamera puntata in direzione E molto interessante. Il comune di Bolzano Vicentino si trova a sinistra della colonna di inflow che mostra una spinta ascensionale elicoidale ben rappresentata dalla sequenza

delle immagini (una ogni 5 secondi) tratte dalla ripresa video.



Fig. 17 - 6 luglio 2008. Ripresa di: Davide Rosa.

Negli stessi istanti mentre alcuni cacciatori si trovano nella parte “interna” della supercella interessata dalle precipitazioni grandinogene, Roberto Gaianigo, un altro osservatore posizionato più ad ovest nei pressi di Caldiero (VR) fotografa la supercella da una posizione posteriore riuscendo così ad immortalare un bel lowering, forse anche un abbozzo di wall cloud (Fig. 18 a sinistra) e probabilmente un gustnado ossia un vortice di polvere sollevata dal suolo e (Fig. 18 a destra).



Fig. 18 - 6 luglio 2008. Foto di: Roberto Gaianigo

Alle ore 15:30UTC la supercella dopo aver superato i Colli Berici prosegue la sua corsa verso est transitando appena a nord dei Colli Euganei. Qui proprio i venti orientali, presenti negli strati più bassi dell'atmosfera sulla provincia di Padova e sul veneziano occidentale, interagiscono con i rilievi dei Colli Euganei andando a costituire un elemento di particolare rilievo a mesoscala.

Infatti i venti da est per superare i rilievi degli Euganei sono costretti a piegare verso nord dando luogo ad una convergenza sui versanti nordorientali dei Colli e ad una conseguente rafforzamento del flusso d'aria. Tale fattore può aumentare la Storm Relative Helicity (SRH) che rappresenta la tendenza del flusso d'aria in salita in atmosfera molto instabile ad assumere una componente di moto rotazionale: tale rotazione è indotta quasi sempre dallo shear del vento verticale, dalle divergenza in quota e dalla convergenza al suolo.

Maggiori sono questi contributi e maggiore è anche l'elicità. L'effetto quindi dei Colli Euganei in presenza di un flusso nei bassi strati da est è quello di aumentare la Storm Relative Helicity nelle aree immediatamente a NE

dei rilievi. Non a caso tali aree sono proprio quelle in cui si verificano i primi danni di particolare severità.

Vento (m/sec) 2008 lug 06 - 16 UTC

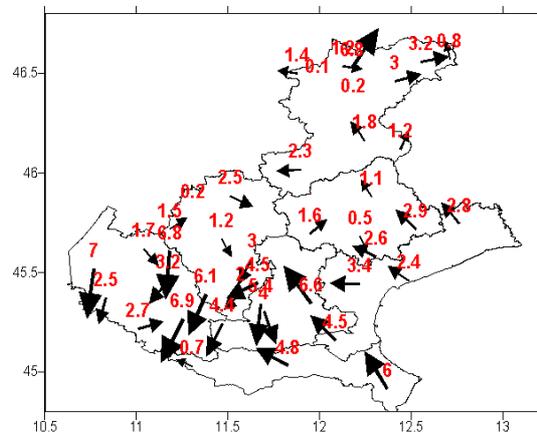


Fig. 19 - 6 luglio 2008 ore 16UTC. Direzione e vento al suolo. Fonte: ARPAV – Centro Meteorologico di Teolo

L'analisi a mesoscala dei venti sul Veneto delle ore 16UTC (Fig. 19) mostra bene il flusso orientale presente ad est dei Colli Euganei su gran parte delle aree costiere e della pianura immediatamente confinanti e l'outflow dei temporali che sono già transitati sulla parte occidentale della regionale e che si sta espandendo verso SSW.

E' interessante notare come la temperatura di dew point alle ore 15UTC sulla pianura veneta è superiore ai 22°C sulle zone costiere centromeridionali mentre si attesta sui 20-22 sulle zone più interne della pianura. Nell'immagine di destra della Fig. 20 riferita alla situazione alle ore 16UTC, si può apprezzare il calo termico successivo al transito dell'intenso sistema temporalesco che abbassa a poco meno di 20°C la temperatura dell'aria contro valori di poco superiori ai 30°C che ne precedono il transito.

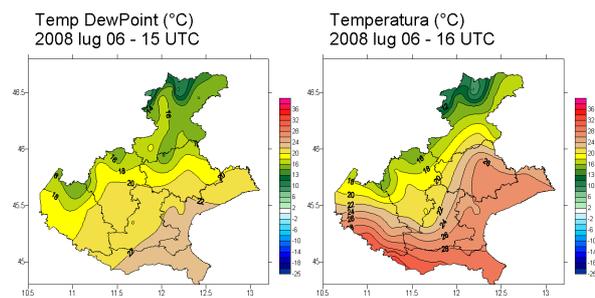


Fig. 20 - 6 luglio 2008 ore 15UTC Temperatura di rugiada (ore 15UTC) e temperatura dell'aria (ore 16UTC) al livello del suolo. Fonte: ARPAV – Centro Meteorologico di Teolo

Tra le 15:30 UTC e le 16:00UTC la parte più intensa della supercella passa su alcuni abitati tra le città di Vicenza e Padova. La fenomenologia più importante oltre alla grandine ed all'elevato numero di fulminazioni sono sicuramente le fortissime raffiche di vento anche superiori ai 100 km/h. La stazione ARPAV di Montegalda (situato poco a nord dei Colli Euganei) alle ore 15:31UTC misura una raffica ad un'altezza dal suolo di 2 metri di 95 km/h e mezz'ora più tardi la stazione di Legnaro registra all'altezza di 10 m dal suolo un valore di 88 km/h.

I segni dell'intensità del vento rimangono impressi sul territorio con moltissimi alberi di alto fusto piegati e sradicati in diverse località, sezioni di campi di mais completamente piegato orizzontalmente, danni alle coperture di abitazioni e fabbricati vari, un rimorchio di camion rovesciato nella zona industriale del comune di Teolo (Fig. 21), un traliccio della linea elettrica viene abbattuto sulla tangenziale sud di Padova.



Fig. 21 - 6 luglio 2008. Fonte: Il Mattino di Padova

Grazie all'utilizzo delle immagini del radar ARPAV di Concordia Sagittaria è possibile scovare alcune delle caratteristiche tipiche della supercella. L'immagine di Fig. 22 rappresenta un PPI di riflettività all'elevazione di 0.5°: è evidente la presenza di un eco ad uncino, la cui estremità meridionale rappresenta il punto in cui la formazione di un tornado al suolo è più probabile. Sono questi i momenti in cui la supercella si avvicina al capoluogo investendo i comuni di Abano Terme, Albignasego e la frazione Salboro del comune di Padova.

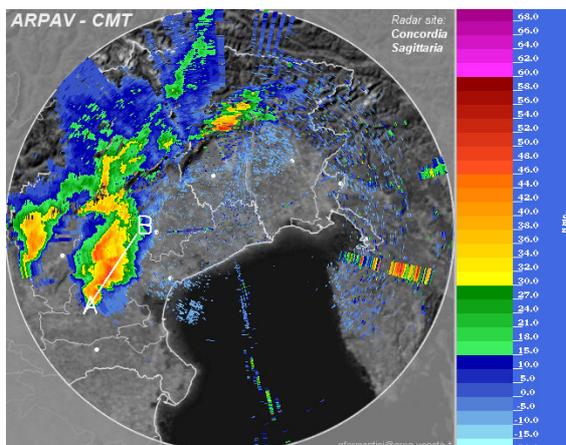


Fig. 22 - 6 luglio 2008, ore 15:40UTC. Radar Concordia Sagittaria: PPI di riflettività a 0.5°. Fonte: ARPAV – Centro Meteorologico di Teolo

La successiva immagine di Fig. 23 mostra una sezione verticale della cella temporalesca lungo la direttrice A-B.

In tale sezione verticale è chiaramente evidente sia lo sviluppo verticale della cella temporalesca che supera i 15km di quota sia la presenza di una weak echo region estremamente pronunciata, segno inequivocabile della presenza del mesociclone che avvolge attorno a sé stesso le precipitazioni.

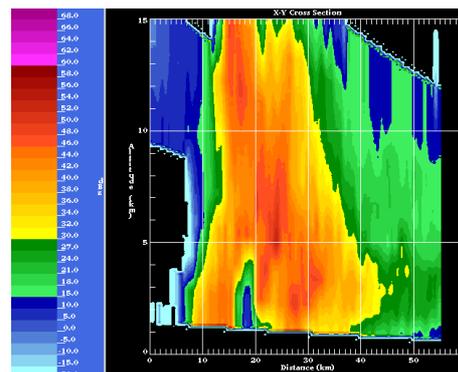


Fig. 23 - 6 luglio 2008, ore 15:40UTC. Radar Concordia Sagittaria: sezione verticale del volume di riflettività lungo la sezione A-B di Fig. 22. Fonte: ARPAV – Centro Meteorologico di Teolo

Anche il satellite Meteosat-9 offre un'incredibile visione del sistema convettivo dall'alto della sua orbita geostazionaria alla quota di 36.000 km. Nelle immagini riprese alle ore 15.30UTC e 16UTC nel canale visibile ad alta risoluzione HRV (Fig. 24) sono ben apprezzabili l'immensa incudine originata dalle diverse torri convettive e alcuni overshooting top connessi agli updraft più potenti.

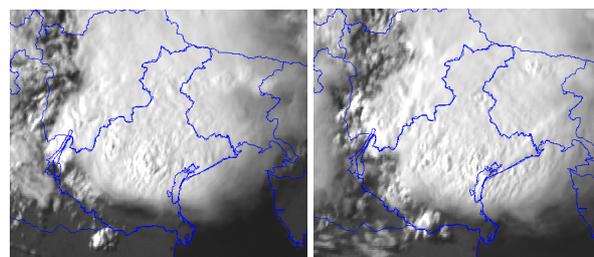


Fig. 24 - 6 luglio 2008, ore 15.30UTC e 16UTC. MSG: visibile ad alta risoluzione. Fonte: ARPAV. Copyright: Eumetsat 2008

Proprio il più potente di questi updraft nell'immagine all'infrarosso delle ore 16UTC si trova in corrispondenza della parte occidentale della laguna veneta con temperature sommitali delle nubi inferiori ai -65°C (pixel bianchi all'interno del colore viola nell'ingrandimento centrato proprio sulla laguna veneta).

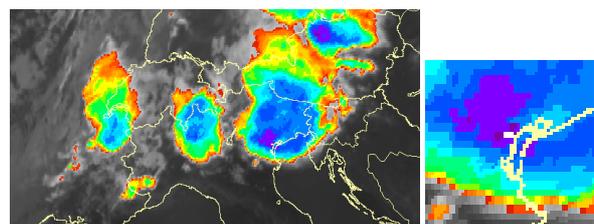


Fig. 25 - 6 luglio 2008, ore 16UTC. MSG: infrarosso a 10.8 micron. Fonte: ARPAV. Copyright: Eumetsat 2008

Come abbiamo già accennato la supercella nel suo moto verso est si avvicina alla città di Padova con una traiettoria che la porta a transitare su aree densamente abitate della periferia meridionale della città, nei comuni di Abano Terme, Selvazzano, Albignasego e soprattutto nella frazione di Salboro nell'estremità meridionale del comune di Padova. I cacciatori di tornado Alberto Gobbi posizionato a Campolongo Maggiore (Fig. 26) e Dean Gill sull'autostrada Padova-Venezia (Fig. 27), riprendono in tutta la sua magnificenza la supercella in avvicinamento alla città di Padova.



Fig. 26 - 6 luglio 2008. Fotografia di: Alberto Gobbi.

In una situazione di danni diffusi rilevabili soprattutto nell'abbattimento di alberi anche di alto fusto lungo il percorso spiccano però le situazioni riscontrate nella località di Salboro. Qui i danni sono molto più ingenti e circoscritti nello spazio. Nell'ultima parte di questo reportage viene proprio dato spazio all'analisi dettagliata dei danni che provano inconfutabilmente il touchdown di un tornado.



Fig. 27 - 6 luglio 2008. Fotografia di: Dean Gill.

Il vortice del tornado dopo aver toccato terra a Salboro, si è staccato da terra, mantenendo comunque ancora una circolazione molto evidente che è stata splendidamente fotografata da Alberto Gobbi sempre da Campolongo Maggiore e dall'utente BKatt da Piove di Sacco (Fig. 28). Pochi istanti dopo un altro testimone nella frazione di Bojon di Campolongo Maggiore più ad est riprende in un video un funnel estremamente pronunciato verso il terreno in evidente rotazione.



Fig. 28 - 6 luglio 2008. Fotografie di: BKatt e Alberto Gobbi.

Sono i segni che da lì a poco un nuovo tornado toccherà terra: sono le 16.20UTC, le 18.20 ora legale.

La supercella dopo aver arrecato ingenti danni si muove sempre più verso oriente e alle ore 16:20UTC si trova all'ingresso occidentale della laguna veneta: le immagini radar di riflettività del radar di Monte Grande mostrano un eco ad uncino evidente come anche i segni di rotazione del mesociclone (Fig. 29).

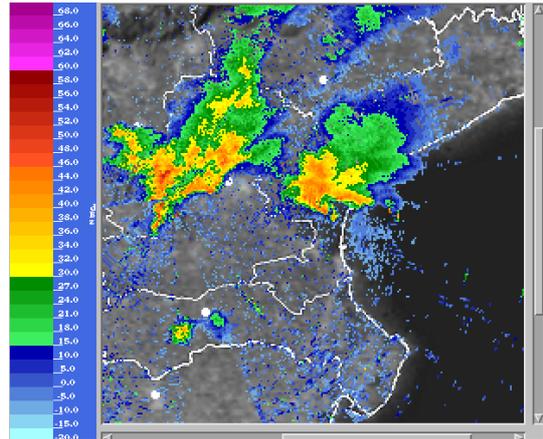


Fig. 29 - 6 luglio 2008, ore 16:20UTC. Radar Monte Grande: PPI di riflettività a 0.5° di elevazione. Fonte: ARPAV - Centro Meteorologico di Teolo

Nelle immagini doppler di velocità radiale, compare l'impronta della Tornado Vortex Signature ossia un gruppo di pixel di velocità radiale con valori opposti e a fondoscala che dimostrano l'esistenza di un vortice (Fig. 30).

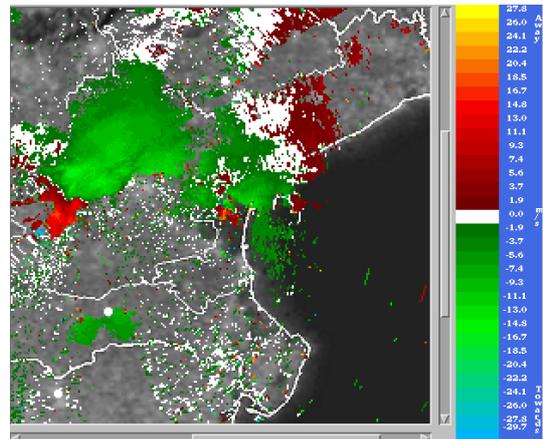


Fig. 30 - 6 luglio 2008, ore 16:20UTC. Radar Monte Grande: PPI di velocità radiale a 0.5° di elevazione. Fonte: ARPAV - Centro Meteorologico di Teolo

Quello che il cacciatore di tornado Dean Gill riprende dalla strada Romea, dapprima nei pressi dell'incrocio per il paese di Campagna Lupia e successivamente più a sud in località Valli, è il tornado vero e proprio (Fig. 31).



Fig. 31 - 6 luglio 2008. Fotografie di: Dean Gill.

Anche altri testimoni appostati sulle isole di Pellestrina riprendono il tornado che rimane a terra per oltre 10 minuti ingrandendosi una volta sulla superficie fino ad

assumere un aspetto corposo grazie alla quantità di acqua sollevata dalla superficie della laguna.

Le riprese mostrano il tornado probabilmente sulla parte occidentale della laguna, che si ingrandisce e poi in circa dieci minuti si dissolve prima che la supercella progenitrice transiti a sud della città di Venezia. Il tornado attraversa tutte le fasi caratterizzate dagli aspetti di tuba bianca, di un cono più ampio e scuro con tanto di nube di acqua (debris cloud) nella parte inferiore e poi di sottile corda sinosudale. (Fig. 32 e Fig. 33).



Fig. 32 - 6 luglio 2008, ore 16:30-16.40UTC. Fermi immagine ritratti da un video. Autore: Cristiano Scarpa



Fig. 33 - 6 luglio 2008, ore 16:35-16.40UTC. Fermi immagine ritratti da un video. Autore: Nicola Scarpa

Anche un cacciatore di tornado appostato nell'isola di Malomocco riprende da una distanza leggermente superiore il tornado, ma la cosa più sorprendente del video è la caduta di un fulmine a poche decine di metri dall'autore (Fig. 34). Molte sono le testimonianze che riguardano proprio la caduta di moltissimi fulmini nella parte avanzante della supercella che si scaricano a terra direttamente dall'incudine.



Fig. 34 - 6 luglio 2008, intorno alle 16:30UTC. Fermi immagine ritratti da un video. Autore: www.tazstorm.it

Il dissolvimento del tornado avviene attraversando la fase di "rope", quella in cui il vortice diminuisce in spessore, assume la forma di un tubo flessibile, si piega su sé stesso

inclinandosi orizzontalmente (Fig. 35). Tale trasformazione avviene per l'interazione del vortice con i venti che, scendendo posteriormente al temporale (Rear Flank Downdraft), tagliando il rifornimento di aria calda e umida al mesociclone provocando quindi la "morte" del vortice che così si dissolve alle 16.40UTC.

Mentre i due tornado si abbattono su Salboro e sulla laguna in una posizione più occidentale, in provincia di Vicenza si formano altre celle temporalesche, alcune delle quali mostrano ancora dei segni di rotazione (e quindi di natura supercellulare) senza tuttavia dare origine a fenomenologia di intensità paragonabile alla prima cella (l'inflow di queste celle è probabilmente disturbato dall'outflow della cella primaria).



Fig. 35 - 6 luglio 2008. Fotografie di: Dean Gill

Tra le 16.15UTC e le 17UTC queste celle percorrono sempre da ovest verso est la parte centrale della provincia di Padova provocando precipitazione e raffiche di vento. Successivamente alle 17UTC le celle entrano nella parte meridionale della provincia di Venezia e si spostano verso il mare con una tendenza ad organizzarsi in una struttura più lineare. Le incudini di tutti i cumulonembi vengono "soffiate" dai forti venti in quota verso NE.

Dopo le 17.30UTC gran parte della convezione in pianura è terminata e si è spostata sul mare dove invece continuerà nel suo spostamento verso oriente. Tra le 18 e le 19UTC altri temporali si formano sulle Prealpi vicentine dai quali, alle 18.50UTC, si stacca un cumulonembo che si porta sulla pedemontana trevigiana intensificandosi nettamente. Tra le 19 e le 20UTC il temporale percorre tutta la parte centrale della provincia di Treviso passando a nord del capoluogo per poi transitare sulla parte più orientale della provincia di Venezia, sul basso pordenonese e sulla bassa friulana.

Successivamente sulle Prealpi bresciane e veronesi dopo le 19.30UTC si formano altri temporali che nelle ore successive transitano sulle Prealpi vicentine, sulla pedemontana trevigiana tra le 21 e le 22UTC, sul pordenonese e sul capoluogo tra le 22 e le 22.30UTC.

Analisi dei danni

Nello studio approfondito degli effetti sul territorio si sono dimostrati di fondamentale importanza tutti i sopralluoghi di diversi cacciatori di temporali effettuati nei giorni immediatamente seguenti l'evento meteorologico. Infatti un'attenta analisi ha mostrato evidenti danni sia sulle superfici verticali (pareti laterali) che su quelle semi-orizzontali (tetti) di abitazioni ed edifici, oltre al ritrovamento di vari elementi verticali (alberi, recinzioni, piante di mais) che sono stati abbattuti e/o piegati in direzioni diverse o addirittura opposte (comunque non parallele). Tutti questi elementi hanno permesso di identificare i segni inequivocabili del touchdown di un tornado.

Le foto dei danni si riferiscono ad una particolare area dell'abitato di Salboro nel comune di Padova (Fig. 36). Molti sono gli edifici che presentano nei muri esterni (ma non solo) evidenti danneggiamenti. Tale fenomeno è da attribuire all'impatto dei detriti e delle macerie che vengono "risucchiati" e poi espulsi dai fortissimi venti a circolazione ciclonica del vortice. Si tratta di veri e propri proiettili vaganti che possono, appunto, causare seri danni a strutture e/o a cose e addirittura divenire fatali in caso di impatto su persona fisica. Rappresentano una delle prove necessarie per provare il passaggio di un fenomeno tornadico, e costituiscono quella che in gergo si chiama "debris cloud" o nube di detriti del tornado.



Fig. 36 - 6 luglio 2008. Le case maggiormente colpite a Salboro da GoogleEarth

La nube di detriti generalmente è composta dalle caratteristiche del suolo o di ciò che vi si trova sopra al momento del passaggio del tornado. Ad esempio se un tornado transita su un terreno sabbioso e lontano da alberi ed edifici, la nube sarà composta esclusivamente da sabbia e il tornado assumerà un'evidente colorazione scura. Se invece il passaggio avviene tra case e vegetazione, la debris cloud sarà composta dalle macerie e dai detriti che il tornado è in grado di generare. E' opportuno sottolineare che a volte, anche in presenza di forti raffiche di vento lineari (wet o dry micro-burst), si possono generare dei detriti, tuttavia è molto difficile che questi possano essere scagliati con una forza tale da riuscire a scalfire e/o danneggiare strutture solide come i muri esterni degli edifici.

Nell'immagine di Fig. 36 sono evidenziate con due frecce rosse gli edifici maggiormente danneggiati dell'abitato di Salboro. Analizzando con attenzione alcune delle fotografie dei danni, si possono evidenziare i "segni" lasciati dai detriti volanti sugli edifici: si tratta soprattutto di muri scalfiti, vetrate infrante e tapparelle forate. Entrambe le fotografie di Fig. 37 sono inerenti a facciate di edifici esposte ad WNW (la direzione più probabile di provenienza del vortice). Nell'immagine di sinistra si possono notare degli importanti rigonfiamenti delle tapparelle verso l'esterno, dovuti alla forte pressione orizzontale dei venti che impattano sulla superficie delle tapparelle stesse. In questo caso, siamo in presenza di venti di "risucchio" e non di "spinta" i quali invece hanno provocato lo schiacciamento verso l'interno di una delle tapparelle di Fig. 38.



Fig. 37 - 6 luglio 2008. Fotografie di: Francesco dell'Orco.

Le immagini di Fig. 38 e Fig. 39 mostrano i danni riscontrati sulla palazzina residenziale sagomata a U evidenziata dalla freccia rossa in alto nella Fig. 36. L'immagine di sinistra riproduce tre lati della palazzina con tre orientamenti differenti caratterizzati tutti da danni alle tapparelle. Il lato esposto a WNW risulta il più colpito dai detriti, quello esposto a NNE è stato interessato da pochi segni di impatto e il lato esposto a ESE è esente da danni. Sulla fotografia di destra si nota che sul lato ESE non vi sono evidenti danni da impatto di detriti ma sono importanti gli imbozzamenti alle finestre. Una siffatta distribuzione di effetti è molto consistente con il transito di un vortice tornadico.



Fig. 38 - 6 luglio 2008. Fotografie di: Andrea Caldon.

Nella fotografia di destra di Fig. 40 la forza dei venti appare in tutta la potenza. Un grosso oggetto composto (es. pannello) ha impattato con violenza inizialmente contro il muro e la finestra per poi "scivolare" lungo l'angolo dell'edificio stesso.



Fig. 39 - 6 luglio 2008. Fotografie di: Andrea Caldon.

Nella fotografia di destra di Fig. 40, oltre ai danni murali si può notare come la grondaia sia stata letteralmente “strappata” dal suo attacco naturale; si tratta di effetti dovuti alla forza dei venti del tornado.



Fig. 40 - 6 luglio 2008. Fotografie di: Silvia Mainardi e Andrea Caldon

Altre due fotografie di particolare interesse sono quelle di Fig. 41. L'immagine di sinistra oltre a mostrare gli innumerevoli segni d'impatto su muri e tapparelle, mostra un'evidente differenziazione tra i danni al primo e al secondo piano. L'immagine di destra invece evidenzia un pezzo di tegola conficcata su di un asse di legno.



Fig. 41 - 6 luglio 2008. Fotografie di: Alberto Gobbi e R. Gaianigo

Quest'ultima immagine, come anche la fotografia di sinistra di Fig. 42 e il ritrovamento di altri pezzi di tegola conficcati nei cappotti esterni delle abitazioni, negli Stati Uniti sono considerate testimonianze di grande interesse, perché permettono di effettuare degli studi approfonditi sulla forza di impatto dell'oggetto e sulla probabile velocità dei venti.



Fig. 42 - 6 luglio 2008. Fotografia di: Alberto Gobbi.

Ulteriori prove del touchdown di un evento tornadico provengono da altri dettagli scovati durante gli importanti

sopralluoghi. Si tratta ad esempio di due alberi di alto fusto abbattuti in direzioni perpendicolari tra loro e non parallele evidenziati nell'immagine di destra di Fig. 42.



Fig. 43 - 6 luglio 2008. Fotografia di: Francesco Dell'Orco.

Anche nel campo da calcio si possono riscontrare dei segni molto distintivi come ad esempio la recinzione con i pali di sostegno piegati in direzioni differenti (Fig. 43). In primo piano nella fotografia la recinzione appare piegata verso sinistra mentre nello sfondo la recinzione mostra degli importanti segni di rigonfiamento verso destra.



Fig. 44 - 6 luglio 2008. Fotografia di: Fabio Murlì.

Ancora una volta dobbiamo riscontrare che sono stati gli edifici le strutture più gravemente colpiti. Quasi sempre in questi casi la maggior parte dei danni vengono provocati dalle tegole delle abitazioni che si trasformano in veri proiettili.



Fig. 45 - 6 luglio 2008. Fotografia di: Fabio Murlì.

Altri danneggiamenti più consistenti invece sono dovuti alla forza del vento che in alcuni casi ha provocato

addirittura la rimozione di parte dei cornicioni e delle coperture (Fig. 44).

Spesso nei sopralluoghi sono i segni particolari, quelli meno evidenti, in grado di fornire ulteriori elementi chiave nella corretta classificazione di un evento tornadico.



Fig. 46 - 6 luglio 2008. Fotografia di: Fabio Murlì.

Tra questi a Salboro si sono potuti riscontrare: canne del mais spezzate e abbattute in direzioni diverse ed intrecciate (Fig. 45), camini spezzati, elementi dei lampioni in metallo piegati nella direzione opposta rispetto a quella di provenienza del tornado (Fig. 46), una bicicletta con il copertone strappato ed il cerchione piegato (Fig. 46), piccoli alberi scortecciati, rami di alberi di maggiori dimensioni strappati o avvolti attorno al tronco principale.

In conclusione possiamo affermare con certezza che a Salboro un tornado ha toccato terra per alcuni istanti, provocando danni molto ingenti. Il vortice tornadico molto probabilmente nei minuti successivi al transito sulla parte più occidentale dell'abitato di Salboro, si è sollevato da terra ma i venti di forte intensità connessi con il temporale supercellulare hanno continuato a provocare dei danni anche nella parte orientale dell'abitato di Salboro dove si sono riscontrati dei danneggiamenti ad alcune serre e ai campi di mais.

Analisi sinottica del 7 luglio

A completamento del lavoro di analisi e studio della situazione del giorno 6 luglio viene ora esaminata la situazione sinottica relativa alla giornata successiva quando altri forti temporali hanno interessato le pianure del nord Italia, in particolare quelle di nord est.

Situazione in alta troposfera

Così come abbiamo potuto osservare nella precedente giornata, una profonda saccatura influenza in modo evidente le condizioni meteorologiche dell'Europa occidentale, nord Italia incluso.

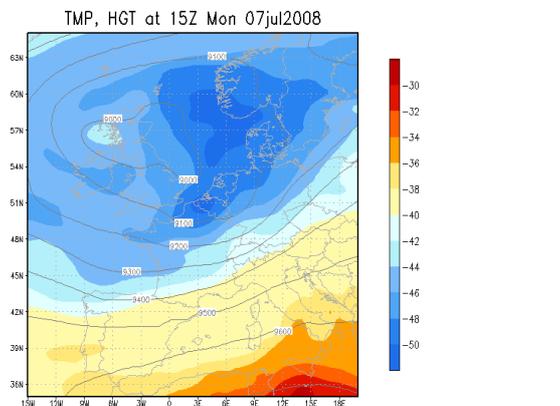


Fig. 47 - 7 luglio 2008, ore 15UTC. Temperatura e altezza geopotenziale a 300hPa.

Rispetto a circa 24 ore prima la principale novità è però rappresentata dal fatto che questa vasta area di bassa pressione, oltre a essersi ulteriormente approfondita, è tralata leggermente verso levante, con effetti che risulteranno poi determinanti nell'evoluzione di un'altra giornata di stampo temporalesco.

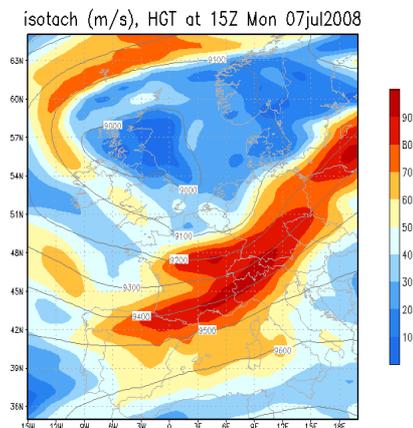


Fig. 48 - 7 luglio 2008, ore 15UTC. Altezza geopotenziale e velocità del vento (nodi) a 300hPa

Il primo degli effetti più evidenti è la contemporanea traslazione del "core" del getto sul ramo ascendente della saccatura che ora si viene a trovare in prossimità proprio del nord Italia. Tale forte flusso in alta quota, oltre a inasprire i fenomeni di divergenza con richiamo di aria dai livelli sottostanti, garantisce ai temporali un asse molto inclinato con propensione alla formazione di fenomeni di forte intensità. La velocità del vento a 300hPa sul nord Italia va quindi dai 60 ai 90 nodi, valori di tutto rispetto (Fig. 48).

Situazione in media Troposfera

Nei medi livelli riscontriamo una evoluzione del tutto simile a quella osservata più in alto con la traslazione della struttura depressionaria verso levante.

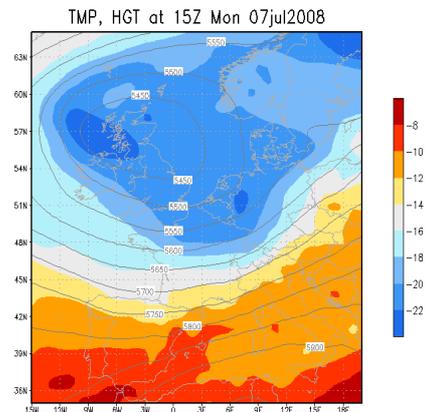


Fig. 49 - 7 luglio 2008, ore 15UTC. Altezza geopotenziale e temperatura a 500hPa

Facendo un rapido confronto con la giornata precedente possiamo notare come aria più fredda a 500hPa vada a lambire le aree sovrastanti l'arco alpino, dove prima avevamo infatti valori di circa -12°C ora la temperatura si attesta a $-15/-16^{\circ}\text{C}$. Anche questo aspetto chiaramente contribuirà all'esaltazione dell'instabilità.

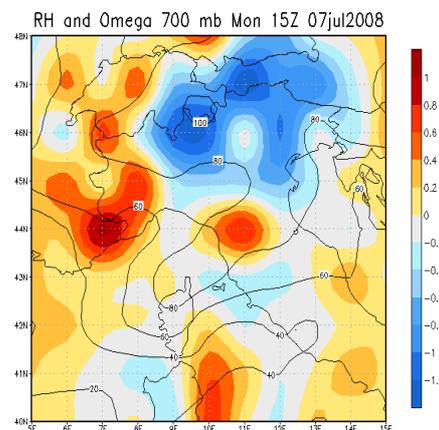


Fig. 50 - 7 luglio 2008, ore 15UTC. Umidità relativa e omega a 700hPa

A 700 hPa l'analisi dell'umidità relativa e dei moti verticali ci mostra come nel pomeriggio valori interessanti e negativi di omega, sinonimo di aria in movimento verso l'alto, si possano riscontrare nel comparto alpino centro

orientale e su parte delle pianure adiacenti, in seguito soprattutto all'evoluzione riscontrata nei livelli più bassi.

Situazione in bassa Troposfera

Nella giornata precedente avevamo osservato come nei bassi livelli il fronte freddo fosse rimasto addossato all'arco alpino. Nel corso delle successive ore lo spostamento di tutta la struttura depressionaria non può quindi non avere avuto ripercussioni anche nei livelli più bassi della troposfera. La sequenza delle mappe in Fig. 51, Fig. 52 e Fig. 53 mostranti i valori di temperatura potenziale equivalente (indice che rappresenta una sorta di cartina tornasole delle caratteristiche termoisometriche delle masse d'aria) e i vettori del vento a 850hPa ci aiuta fortemente a comprendere l'evoluzione associata a questa "progressione".

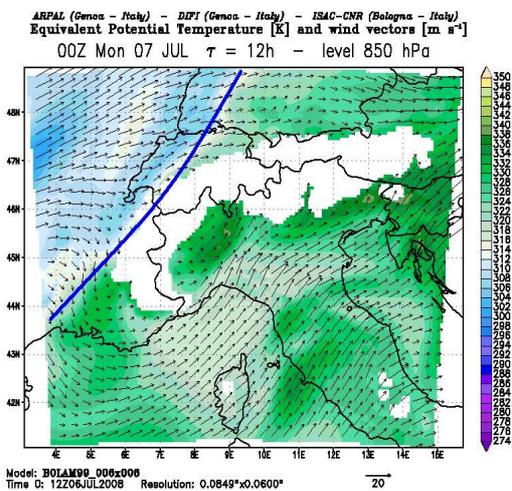


Fig. 51 - 7 luglio 2008, ore 00UTC. Temperatura potenziale equivalente e vettori vento a 850hPa

Alle 00 UTC del 7 luglio possiamo notare il fronte freddo in fase di approccio all'arco alpino centro occidentale, evidenziato dalla linea blu in Fig. 51.

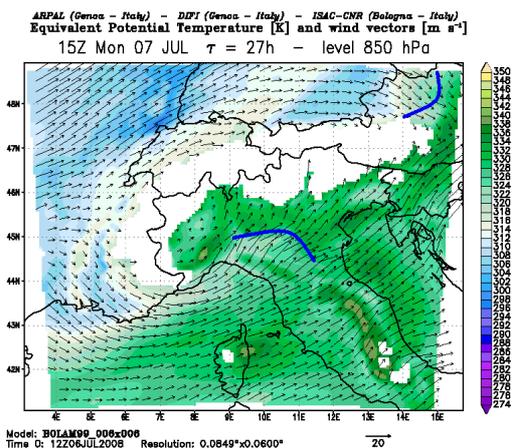


Fig. 52 - 7 luglio 2008, ore 00UTC. Temperatura potenziale equivalente e vettori vento a 850hPa

Alle 15UTC, è visibile come il fronte abbia velocemente compiuto la sua opera di aggiramento delle Alpi e sia entrato nella Pianura Padana centro-orientale, compiendo dunque una importante azione di innesco per i fenomeni temporaleschi soprattutto nelle aree pianeggianti (Fig. 52).

Durante le stesse si assiste alla formazione di una cella di bassa pressione orografica centrata sul basso Piemonte, innescata in seguito all'azione del fronte addossato sulle Alpi.

Alle 18UTC il fronte si trova in piena azione sulle pianure centro orientali, mentre parte dello stesso è riuscito a sfondare su quelle occidentali.

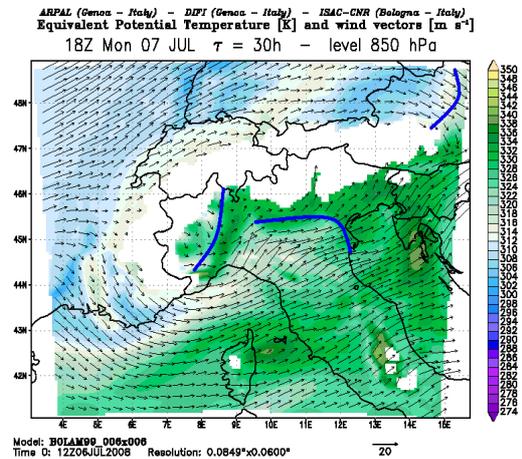


Fig. 53 - 7 luglio 2008, ore 15UTC. Temperatura potenziale equivalente e vettori vento a 850hPa

Le mappe analizzate si ricollegano a quella precedentemente analizzata sulla situazione a 700 hPa relativa alle velocità verticali e all'umidità, non a caso possiamo vedere i valori migliori, forieri poi di intensa convezione, in prossimità dei settori interessati direttamente dal fronte freddo in ingresso.

Anche la situazione al suolo mostra un'interessante evoluzione. Alle 15 UTC è possibile vedere la presenza di 3 masse d'aria distinte che interagendo fra loro porteranno all'instaurazione di locali fenomeni di convergenza con successivo innesco di celle temporalesche: il flusso da SW associato al fronte freddo in ingresso, l'aria umida da SE in risalita dall'Adriatico su Friuli e parte del Veneto e gli outflow da nord provenienti dai temporali già presenti sui monti.

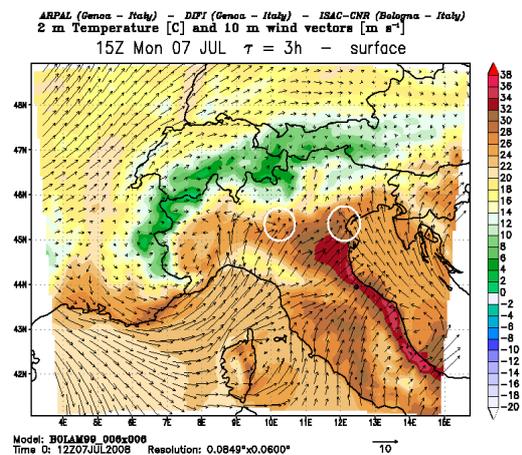


Fig. 54 - 7 luglio 2008, ore 15UTC. Temperatura a 2m e direzione e velocità del vento a 10m

Alle 18 UTC i fenomeni di convergenza e confluenza tra queste masse d'aria sono ancora più evidenti e come detto in precedenza saranno alla base non solo

dell'innesco dei fenomeni ma anche dello sviluppo di ottimi valori di elicità segnatamente nei primi 1000 metri di atmosfera.

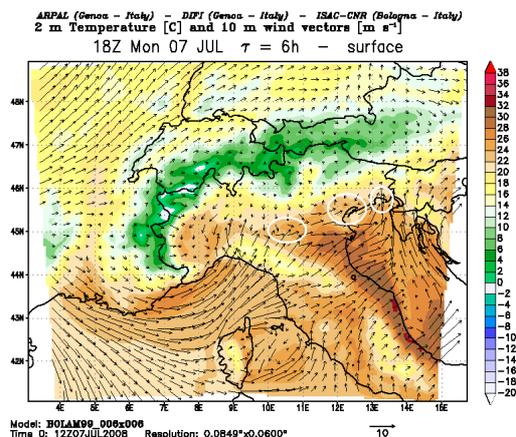


Fig. 55 - 7 luglio 2008, ore 18UTC. Temperatura a 2m e direzione e velocità del vento a 10m

Analizzando le mappe dell'energia disponibile (CAPE) si possono vedere gli effetti del fronte freddo in ingresso da SW; alle 15 UTC si nota infatti come l'aria che segue il fronte sia più stabile con valori molto bassi a 200 J/kg tra l'Appennino ligure e quello emiliano, mentre davanti al fronte, nella zona di innesco dei fenomeni, i valori sono molto buoni, ben superiori a 1000 J/kg.

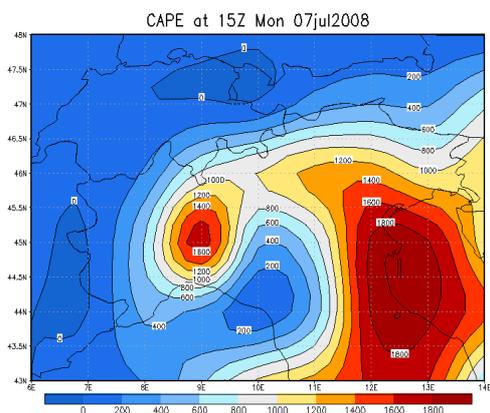


Fig. 56 - 7 luglio 2008, ore 15UTC. CAPE

Alle 18 UTC buoni valori permangono tra il Friuli e parte del Veneto, nell'area di contatto tra il fronte e la massa umida in risalita dall'Adriatico.

Dall'analisi complessiva di queste mappe si può quindi intuire come una serie di fattori favorevoli, probabilmente in modo ancora più eloquente rispetto alla giornata precedente, abbia portato alla formazione di temporali intensi anche nella giornata del 7 luglio.