“COMPORTAMENT DE LES BOIRES DURANT LES ÚLTIMES DÈCADES A CATALUNYA”

TREBALL FINAL DE CARRERA

ALUMNE: ROGER SOLÉ GUINART

TUTOR: XAVIER ÚBEDA

DATA: SETEMBRE 2013

AGRAÏMENTS

Indubtablement aquest treball no hauria estat possible sense l'ajuda i la col·laboració desinteressada per part de moltes persones relacionades amb aquest apassionant món de la meteorologia i climatologia.

En primer lloc, agrair l'esforç de tots els observadors meteorològics. L'essència d'aquesta recerca rau en els registres que dia rere dia han anat prenent. Podríem afirmar que la matèria primera d'aquest treball de boires correspon als registres numèrics que tenen un alt valor climàtic i que són resultat d'una feina incansable que no podria ser remunerada amb diners. Per tant, donar les gràcies als 5 observadors que hi ha darrere d'aquestes xifres numèriques: l'Assunció Solsona, del Canal de Regants de Mollerussa; l'Albert Borràs; meteoròleg i director de l'Observatori de Pujalt; en David Miller; de la Culla (Manresa); en Pere Bruc, del Lluçanès i en Manel Dot de la Plana de Vic.

En segon lloc haig d'esmentar novament en Pere Bruc, per haver-li robat uns minuts 'telefònics' per fer-li una petita entrevista, amb informació local que complementa i molt els resultats d'aquest treball. En aquest apartat de l'entrevista, agrair a Daniel Santos, físic i expert en modelització; per donar arguments als resultats del treball: confirmar aquesta incertesa i aquesta alta variabilitat del fenomen de les boires i dels núvols baixos en general. Ell dóna més veracitat a les conclusions extretes.

També vull donar les gràcies al departament de meteorologia de TVC i en concret al seu cap; en Tomàs Molina; per haver-me deixat utilitzar els mapes del model WRF3-TVC. Una eina molt valuosa per intentar afinar més els pronòstics de boires al nostre país; amb una riquesa de variables a nivell local digne de ser esmentada.

Parlant de TV3, no puc deixar d'esmentar al meteoròleg Dani Ramírez: moltíssimes gràcies per aquests paràgrafs del pròleg. Gràcies per transmetre'm rigor, professionalitat i bons mètodes per intentar pronosticar cada dia una mica millor. Sens dubte, és un honor per part meva que un professional com ell pugui encapçalar el meu treball final de carrera.

La portada d'aquest projecte porta una il·lustració d'en Josep Soldevila. Els centenars de fotògrafs repartits arreu del país ens faciliten moltíssim la nostra tasca de diagnosi i prognosi atmosfèriques. Gràcies a tots ells i en especial, a en Josep Soldevila per la fotografia de boira a la Vall d'en Bas.

Finalment, donar les gràcies al meu tutor, en Xavi Úbeda: per la dedicació, per l'esforç, pels ànims i sobretot per la paciència de seguir-me fil per randa al llarg de tot aquest any en aquest projecte.

INDEX

1. **Introducció i contextualització** **10**

2. **Hipòtesis inicials** **13**

3. **Objectius i finalitats** **14**

4. **Mètode científic** **15**

5. **Tipus de boires (genèric)** **24**

6. **Factors de formació de la boira (teòric)** **27**

7. **Experiència científica i diagnosi individual** **30**

8. **Anàlisi comparatiu distribució i comportament boires** **44**

9. **Entrevistes a experts** **48**

10. **Conclusions** **51**

11. **Bibliografia** **53**

12. **Annex: Anàlisi de situacions sinòptiques concretes** **54**

ÍNDEX DE FIGURES I TAULES

FIGURA 1: mapa que mostra la distribució pel territori català de les regions estudiades en relació al fenomen de la boira

TAULA 2: relació entre les regions d'anàlisi i els observadors meteorològics

TAULA 3: exemple registre climàtic a Vic Gener 1994

TAULA 4: resum mensual i anual de boires a Vic

FIGURA 5: gràfic del nombre anual de boires a Vic 1993-2011

FIGURA 6: gràfic comparatiu evolució de boires a 4 regions estudiades

FIGURA 7: Mapa humitat en superfície 30 Novembre. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 8: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre

TAULA 9: resum mensual i anual de boires a Mollerussa

FIGURA 10: gràfic evolució nombre anual de boires a Mollerussa

FIGURA 11: gràfic distribució mitjana mensual de boires a Mollerussa

TAULA 12: resum mensual i anual de boires a Pujalt

FIGURA 13: gràfic evolució nombre anual de boires a Pujalt

FIGURA 14: gràfic distribució mitjana mensual boires a Pujalt

TAULA 15: resum mensual i anual de boires a Manresa

FIGURA 16: gràfic evolució nombre anual de boires a Manresa

FIGURA 17: gràfic distribució mitjana mensual boires a Manresa

TAULA 18: resum mensual i anual de boires al Lluçanès

FIGURA 19: gràfic evolució nombre anual de boires al Lluçanès

FIGURA 20: gràfic distribució mitjana mensual de boires al Lluçanès

TAULA 21: resum mensual i anual de boires a la Plana de Vic

FIGURA 22: gràfic evolució nombre anual de boires a la Plana de Vic

FIGURA 23: gràfic distribució mitjana mensual de boires a la Plana de Vic

FIGURA 24: gràfic evolució comparativa nombre anual de boires a les 5 regions estudiades

FIGURA 25: gràfic comparatiu de la mitjana anual de boires a les 5 regions estudiades

FIGURA 26: gràfic comparatiu distribució mitjana mensual de boires a les 5 regions estudiades

FIGURA 27: meteosat canal visible Catalunya 9 Novembre 2011

FIGURA 28: Mapa de vent en sup. 9 Novembre 2011 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 29: mapa humitat en sup. 9 Novembre 2011 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 30: Mapa temperatures en sup. 9 Novembre 2011 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 31: meteosat canal visible Catalunya 20 Novembre 2012 matí

FIGURA 32: meteosat canal visible Catalunya 20 Novembre 2012 migdia

FIGURA 33: meteosat canal visible Catalunya 20 Novembre 2012 tarda

FIGURA 34: mapa isobàric i geopotencial en altura 20 Novembre 2012. Model wetterzentrale

FIGURA 35: mapa nuvolositat 20 Novembre 2012 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 36: mapa humitat en sup. 20 Novembre 2012 4:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 37: mapa vent en sup. 20 Novembre 2012 4:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 38: mapa vent en sup. 20 Novembre 2012. 16:00 tarda. Model WRF3-TVC

FIGURA 39: mapa temperatura en sup. 20 Novembre 2012 4:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 40: mapa inversió tèrmica 20 Novembre 2012. 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

FIGURA 41: Mapa boira 20 Novembre 2012. 4:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 42: mapa boira 20 Novembre 2012 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

FIGURA 43: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre 2011 10.30 matí

FIGURA 44: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre 2011 12.30 migdia

FIGURA 45: mapa vent en sup. 30 Novembre 2011 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 46: Mapa vent en sup. 30 Novembre 2011 13:00 migdia. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 47: Mapa vent en sup. 30 Novembre 2011 16:00 tarda. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 48: Mapa humitat en sup. 30 Novembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 49: Mapa humitat en sup. 30 Novembre 2011. 13:00 migdia. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 50: Mapa temperatura en sup. 30 Novembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 51: mapa temperatura 925 hPa 30 Novembre 2011 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 52: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre 2012

FIGURA 53: mapa isobàric i geopotencial en altura 30 Novembre 2012. Model wetterzentrale

FIGURA 54: mapa humitat en sup. 30 Novembre 2012 7:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 55: mapa tipus nuvolositat 30 Novembre 2012 10:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 56: mapa vent en sup. 30 Novembre 2012 7:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 57: Mapa inversió tèrmica 30 Novembre 2012. 7:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 58: Mapa temperatures en sup. 30 Novembre 2012. 4:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 59: Mapa pressió en sup. 30 Novembre 2012 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 60: meteosat canal visible Catalunya 3 Desembre 2011

FIGURA 61: mapa isobàric i geopotencial en altura 3 Desembre 2011. Model wetterzentrale

FIGURA 62: mapa humitat en sup. 3 Desembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 63: Mapa vent en sup. 3 Desembre 2011 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 64: Mapa temperatura en sup. 3 Desembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 65: meteosat canal visible Catalunya 8 Gener 2013

FIGURA 66: mapa isobàric i geopotencial en altura 8 Gener 2013. Model wetterzentrale

FIGURA 67: mapa boires 8 gener 2013 7:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 68: Mapa boires 8 Gener 2013 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

FIGURA 69: Mapa humitat en sup. 8 gener 2013. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 70: mapa vent en sup. 8 Gener 2013. 4:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 71: Mapa inversió tèrmica 8 Gener 2013. 7:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 72: Mapa inversió tèrmica 8 gener 2013. 13:00migdia. Model WRF3-TVC

FIGURA 73: Mapa temperatura 850 hPa 8 Gener 2013. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 74: meteosat canal visible Catalunya 10 Gener 2013

FIGURA 75: mapa boira 10 Gener 2013 7:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 76: Mapa humitat en sup. 10 Gener 2013. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 77: Mapa vent en sup. 10 Gener 2013. 7:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 78: Mapa vent en sup. 10 Gener 2013. 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

FIGURA 79: Mapa inversió tèrmica 10 Gener 2013. 4:00 matí. Model WRF3-TVC

FIGURA 80: Mapa temperatures 850 hPa 10 Gener 2013. 16:00 tarda. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 81: meteosat canal visible Catalunya 19 agost 2013

FIGURA 82: mapa isobàric i geopotencial en altura 19 agost 2013. Model wetterzentrale

FIGURA 83: mapa humitat en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 84: mapa nuvolositat en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 85: Mapa vent en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

FIGURA 86: Mapa temperatures en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

PRÒLEG DEL METEORÒLEG DANI RAMIREZ

Em plau fer unes reflexions prèvies sobre l'estudi de les boires baixes a Catalunya, gràcies a la dedicació d'en Roger Solé i a la seva tasca des de fa anys a observar i intentar comprendre el comportament d'aquest hidrometeor al nostre país. Per cert, un gran amant d'aquesta tema tant delimitat i que viu amb especial entusiasme. Una de les coses que en cal remarcar és el fet gairebé inèdit (segons les fonts consultades) de trobar material analitzat i processat sobre les boires baixes al nostre territori, i per això ja té un valor afegit i digne de ser considerat. Avui en dia és fàcil gràcies a les xarxes d'Internet trobar de tot, a qualsevol lloc, de qualsevol zona i en qualsevol moment del dia. Però justament el tractament de les boires baixes a nivell local passa inadvertit al fer un senzill buscador (tipus "google"), per la qual cosa aquest treball de recerca guanya un valor dins el nostre camp de la climatologia i meteorologia en general. És cert que coneixíem força bé dades i estadístiques de la boira de Lleida o la Plana de Vic, que són els exemples paradigmàtics i referents a Catalunya. Alguns estudis genèrics del Aemet tracten també del nombre de dies de boira baixa a la seva xarxa d'observatoris i , com a conclusió, en dedueixen que el Turó de l'Home és el lloc de l'estat espanyol amb més dies de boira baixa. La mitjana de dies de boira en el període comprès entre 1959 i 1982 dóna una mitjana de 241,5 dies/any al cim del Montseny. La dada està realment desfasada, actualment ja no s'hi fan mesures i pràcticament està desmantellat l'observatori del Turó de l'Home, regentat per l'ancestral sr. García de Castro i recentment pel seu fill Miquel Messeguer. De fa pocs anys el Servei Meteorològic de Catalunya hi ha instal·lat una estació automàtica, però a Puig Sesolles, quasi un centenar de metres més avall del Turó. Però s'ha perdut la tasca humana de l'observador de meteorologia, l'ull de l'home, qui realment anota als seus dietaris els fenòmens visuals, com la visibilitat horitzontal, les boires baixes, les gebrades, les rosades....Actualment tenim més quantitat d'observatoris, automatitzats, sense l'esclavatge d'un observador que ho revisi 4 cops al dia durant 365 dies a l'any. I per tant, hem perdut qualitat i una bona calibració dels hidrometeors, com la boira baixa. Cap aparell ens pot assegurar: hi ha boira baixa, a partir de la cota 500 metres, amb una visibilitat de 50 a 60 metres i està dipositant gebre damunt els arbres. Només la tasca diari dels nostres homes del temps!

Per tot això, a part de reivindicar la feina dels observadors meteorològics (amb tasques que no poden valorar les màquines) em satisfà que en aquesta recopilació de dades el seu autor hagi anat a les fonts originals, a la base de dades dels mateixos observadors locals i hi hagi parlat, fent un canvi d'impressions. En aquest món globalitzat i desnaturalitzat, dominat pels xips i la informàtica, cal remarcar aquest valor d'apropament a les persones del territori. A Catalunya en tenim molta tradició, de fa molts anys, amb l'ancestral Servei Meteorològic de Catalunya del doctor Eduard Fontserè i Riba, als anys 20 i 30's del segle passat. En Roger Solé, observador de base, ha tractat amb aquesta gent, com en Manel Dot de Vic, en Pere Bruc l'Olost, l'Albert Borràs de Pujalt i en David Miller de Manresa-La Culla. Desconec qui porta l'observador de Mollerussa, però de ben segur també ha recopilat les dades amb eficàcia. A part de dades numèriques i estadístiques cal parlar i reflexionar amb la gent

que les anota. És també important que les sèries referenciades per en Roger siguin certament homogènies i ben validades, elaborades pel mateix observadors al llarg dels anys, amb un criteri vàlid per part d'ells i immutable amb el pas dels anys. Això li dóna rigor a les dades de base i , per tant, a aquest estudi.

Tenir a les mans aquestes dades i bona anàlisi permeten també treure'n algunes conclusions, algunes d'elles inquietants. Són abundants quan parles amb la gent dels pobles i viles de Catalunya els quals asseguren que abans plovia més, abans feia més fred i abans hi havia més boira baixa. És un discurs recorrent. La gent de Manresa deien ja pels anys 90's que per culpa dels talls a les muntanyes de Vacarisses i Castellbell i el Vilar al construir l'autopista de Terrassa a Manresa les boires havien disminuït. O ara fa poc, el mateix a Vic amb els Túnels de Bracons. Són realment llegendes "de poble", doncs quatre talussos o túnels ben poc poden alterar la meteorologia local. Algunes d'aquestes afirmacions les hauríem de desmentir pel que fa a fred o precipitació. Però en Roger ens descobreix que, en efecte, a la majoria d'observatoris escollits han disminuït els dies de boira per any. Una lleugera davallada de pocs dies o bé, en el cas de Manresa, força més acusada. Fins i tot al 2012 només hi va haver 9 dies de boira baixa!...és a dir, gairebé un 70% de disminució respecte a la mitjana. Cal veure que tot plegat respon a ratxes més o menys explicables d'anys de pluges, de vents o de calmes anticiclòniques. En el cas d'Olost (Lluçanès, Osona) han incrementat lleugerament. Però bé és cert, que en aquest tram del segle XXI sembla que hagin disminuït una mica les boires de l'interior i percebem un increment de les boires baixes estacionals (de primavera bàsicament) a la línia de la costa catalana. No sabem ni podem afirmar si aquestes modificacions, de moment lleugeres, siguin produïdes pel canvi climàtic, l'escalfament global o la modificació del paisatge dels nostres pobles i ciutats per efectes de la urbanització superficial. Però en el futur, a més llarg termini, caldrà vigilar si realment les boires baixes continentals van o no a la baixa. Les boires són aportació d'humitat a la vegetació i als sòls de molts indrets. Fins i tot poden acumular més de 30 o 40 litres per metre quadrat a l'any (quan són boires ploraneres o "pixaneres" o gebradores), un aspecte molt favorable a preservar fauna, flora i sistemes agraris. Aquesta "precipitació oculta" o regada addicional a les precipitacions convencionals és vital en algunes planes agrícoles o ecosistemes, com a la Reserva de la Biosfera del Montseny. Tant de bo en el futur seguim analitzant més dades en nombre i qualitat, de part dels observadors, per a poder valorar millor cap a on anem amb tot això del canvi climàtic.

Dani Ramírez Cadevall, meteoròleg ("home del temps") de TVC

1. INTRODUCCIÓ I CONTEXTUALITZACIÓ

Tot va començar el Setembre del 2011 quan vaig entrar a la secció meteorològica del canal Taronja a les comarques de la Catalunya Central (Bages, Anoia, Berguedà, Solsonès i Osona); en què cada dia havia de pronosticar aquest fenomen atmosfèric i veia que m'anava apassionant. Les causes de la seva formació, la distribució diària d'aquestes per les valls i els altiplans, la seva persistència, etc... eren fets que em cridaven molt l'atenció i volia investigar tot plegat.

A l'assignatura de geografia de Catalunya, a 3r de carrera, el Dr. Martí Cors em va proposar fer un treball analitzant les boires de l'interior de Catalunya durant el 2011; i des d'aleshores vaig decidir que el meu treball final de carrera volia orientar-lo a l'estudi profund d'aquest fenomen. Un any, en climatologia, és un període de temps poc significatiu per treure'n conclusions clares i significatives, però si que vaig aprendre algunes característiques i singularitats de la boira a diferents indrets de la geografia catalana. Vaig observar empíricament que les boires de la Plana de Vic es poden formar cada dia de l'any, fins i tot a l'estiu; en canvi, les de Lleida, només poden aparèixer a l'hivern, quan coincideix el major refredament amb la menor perpendicularitat del sol o que les boires de l'Alta Anoia són les d'evaporació, que es formen després d'un dia plujós.

Aquest interès inicial endegat pel Canal Taronja i per aquest treball de l'assignatura es va veure consolidat i reforçat a les pràctiques al departament de meteorologia de Televisió de Catalunya, on tenen les millors eines de predicció numèrica i de teledetecció per satèl·lit que em van fascinar alhora de detectar i pronosticar aquestes boires. Precisament, un dels apartats d'aquest treball conté aquests models numèrics facilitats pel departament de météo TVC.

En aquest projecte final l'objectiu genèric és anar molt més enllà, i estudiar climàticament el fenomen de les boires a Catalunya en tots els seus sentits. Agafar dades estadístiques dels últims 20 o 30 anys per tal que els resultats siguin suficientment significatius; i analitzar-ne la distribució temporal i espacial, les causes sinòptiques de la seva formació, i perquè se'n formen al Pla de Bages i no a la Plana de Lleida, per exemple. És un treball pioner al nostre país ja que fent un buidatge bibliogràfic no hi ha cap autor que hagi fet una investigació sobre aquest fenomen.

Realment aquest meteor és molt complex i complicat de pronosticar, i més difícil esdevé quan el traslladem a Catalunya en concret; amb un conglomerat de microclimes, valls, muntanyes i conques espectacular.

Per això, parlar de boira és un terme massa ampli per iniciar un objecte d'estudi concret. En termes literals, la boira és un núvol baix enganxat a la superfície terrestre com a conseqüència del refredament i posterior condensació d'una massa d'aire en hores nocturnes. Deia que és un concepte amb llarg abast perquè "tot tipus de núvol baix enganxat a la superfície terrestre" se l'anomena boira; i literalment és cert, però aquesta afirmació té moltes perspectives i el conjunt de processos i mecanismes són totalment diferents i fins i tot, oposats.

Així doncs, per començar aquest treball, cal dir que el nostre objecte d'estudi són les boires a les conques interiors de Catalunya i a la Plana de Lleida, és a dir, els estrats baixos enganxats literalment a la superfície terrestre, i més concretament, a les conques i a les Planes. A través de l'anàlisi concreta de cada zona particular; el nostre objectiu final serà trobar els "perquès" es formen boires en una zona i no en una altra i quins serien els factors diferencials que les provoquen. Per tant, en aquest treball s'estudiarà la formació de boires per processos d'altes pressions i d'estabilitat.

Com que la boira no deixar de ser –un tipus de nuvolositat-, a vegades és molt relatiu i s'han de diferenciar els processos. Per exemple, els núvols baixos enganxats a les muntanyes normalment van associats a moviments 'orografico-ascendents' de les masses d'aire; i ja no responen a mecanismes pròpiament de calma atmosfèrica. Un altre exemple el podríem trobar quan tenim inestabilitat i el dia és gris i plujós: segurament també podrem detectar bancs d'estrats baixos voltant per les muntanyes. Doncs bé, per la visió de qualsevol podria ser boira perfectament, però els processos i les condicions són totalment oposades. Aquests estrats baixos es formen degut a la saturació d'humitat quan van caient precipitacions; associades a períodes borrascosos. Tanmateix, la boira pròpiament dita, està associada a períodes d'estabilitat acusada, manca de precipitacions i sobretot, pel refredament nocturn que porta a la condensació. Tot plegat sembla una contradicció, però justament els mecanismes i les situacions fan diferenciar tot aquest batibull de núvols baixos. Podríem afirmar que el procés genèric en si, és el mateix: la condensació; tant en les boires anticiclòniques, com en els núvols baixos borrascosos. Les principal diferències són les causes desencadenants i també les condicions meteorològiques. Segurament els núvols baixos d'un dia plujós estan envoltats de <<nimbostrats>>; que són núvols compactes, grisos i uniformes que deixen precipitacions, i el cel cobert a les capes mitges i baixes de la troposfera. En canvi, les boires d'estabilitat queden concentrades en zones deprimides, i quan pugem una mica, veiem un mar de núvols per sota nostre; amb un cel totalment serè i clar en capes superiors.

Feta aquest aclariment introductori; hem de dir que les boires anticiclòniques (el nostre objecte d'estudi) són realment molt complicades de pronosticar degut a varis factors: el primer la "complicació" respon a una limitació dels models numèrics del temps: són relativament massa generals com per discernir si es formarà boira a una conca i no a la fondalada del costat. Per tant, els models tenen poca precisió en algunes situacions per pronosticar boira de forma concreta i no tan en unitats geomorfològiques majors. El segon factor respon als mecanismes i situacions diferents que generen boira: com després veurem, n'hi ha uns quants, i de vegades no és gens fàcil preveure-ho. La formació de boira degut a un procés concret i a un lloc determinat no exclou que se'n torni a formar per altres processos en el mateix indret; així doncs, els elements purament teòrics no es compleixen sempre i per predir-les bé, hem d'aplicar un mètode empíric partint de claus teòriques prèvies com serien l'observació diària i l'experiència. Aquest seguiment exhaustiu és l'únic camí que ens portarà a descobrir les causes de formació de boira aquí i no allà. El tercer i últim factor que fa complicat predir-les és la gran quantitat de factors locals que ajuden o propicien la seva formació. Hem dit abans que hi ha molts mecanismes concrets de la boira: irradiació, evaporació, inversió tèrmica, etc... però a més, se li han d'afegir una successió de

causes molt més concretes, detallades en aquest treball. Causes com la orografia, el vent i l'estacionalitat hi tenen molt a veure.

Per tant, predir la presència o no de boira, en general, és relativament fàcil mirant els models numèrics; perquè les condicions genèriques sempre són les mateixes. El que es fa molt més complicat és saber on es formaran, on no es formaran i si seran persistents o no. Aquestes últimes tasques es fan molt més difícils. Això és justament la raó de ser d'aquest estudi; on li anirem traient poc a poc tot l'engranatge.

El bon pronòstic de les boires és molt important perquè són un element de risc per la població, sobretot per la mobilitat diària. Una de les conseqüències més evidents és la dolenta visibilitat que comporten. Fins i tot, l'agència estatal de meteorologia pot pujar a alerta groga zones de la Plana de Lleida o la Vall de l'Ebre per visibilitat molt reduïda, tal i com ha passat aquest novembre del 2010.

Una altra conseqüència no menys important és la boira <<pixanera>> o <<gebradora>>. La pixanera, tal i com el seu nom indica, és una boira que deixa anar petites i minúscules gotes d'aigua, com si plogués lleugerament. Això es produeix perquè la massa d'aire està tan saturada que deixa anar la humitat precipitant aquestes petites gotes. La boira gebradora es produeix en situacions de temperatures sota zero, quan el punt de rosada condensa la massa d'aire, i a més, la congela, provocant aquest paisatge blanc com si hagués nevat; quan en realitat és una capa de gebre.

Abans d'avançar hem de mencionar alguns conceptes que giren entorn a la boira: punt de rosada, la humitat o la condensació. El punt de rosada és la temperatura a partir de la qual la massa d'aire està tan saturada que és capaç de condensar-se, deixant rostre de petites gotes d'aigua en superfícies vegetals o infraestructures. La humitat és la quantitat de vapor d'aigua suspès en l'aire o a l'atmosfera. Quan la humitat és del 100%, això vol dir que l'aire no admet més vapor d'aigua; i es produeix la condensació: traspàs d'estat gasós a estat líquid; creant els núvols.

2. HIPÒTESIS INICIALS

Tot seguit enumerem el llistat d'hipòtesis i premisses inicials que ens hem plantejat:

- Les boires es produeixen en un context anticiclònic, amb altes pressions

- La variabilitat espacial i temporal de les boires és extremadament elevada

- La dificultat per predir-les de forma concreta és molt elevada; ara bé, pronosticar-les a escala de Catalunya en conjunt és menys complicat (per exemple: hi haurà boira a la Plana de Lleida, o a les conques interiors...)

- Pujalt i el Lluçanès són els únics llocs que es forma boira quan bufa vent, ja que en aquests indrets el mecanisme de formació és diferent i allà s'anomenen les boires de muntanya o orogràfiques, formades per ascens i conseqüent condensació de la massa d'aire.

- És impossible que els models numèrics puguin predir amb exactitud els llocs on es formarà la boira. Es necessita experiència i intuïció que complementin la informació que ens aporten els mapes mesoescalars. Aquests, no tenen suficient ample de malla per discernir els factors i els fenòmens locals com la boira.

- No hi ha una única causa, factor o situació sinòptica que sigui capaç d'explicar en un conjunt la formació de les boires a Catalunya. S'ha d'analitzar i establir lleis/teories cas per cas, o per agrupació de casos anàlegs (és el que intentarem establir en aquest treball, una mena de sistematització teòrica de la formació diferencial de les boires).

- La persistència, la freqüència i la quantitat de boires han disminuït significativament a Catalunya els últims anys respecte a la dècada dels 80 o 90.

- En general, durant els mesos d'estiu les boires són excepcionals, puntuals, poc persistents o inexistents, mentre que des de l'Octubre fins al Març és el període amb més freqüència.

- Una humitat molt elevada no significa que hi hagi d'haver boira necessàriament, així com una humitat baixa no és excloent del tot que no n'hi hagi. Depèn de molts altres factors, però el més important és que la temperatura ha de ser inferior al punt de rosada; és a dir, al llindar en què la massa d'aire passa a l'estat de condensació.

- Malgrat la boira es formi amb processos anticiclònics, la presència d'un període més o menys important de precipitacions també pot condicionar la condensació de la massa d'aire en dies posteriors, i formar-ne. El tipus de boira en aquests casos s'anomena d'evaporació

3.OBJECTIUS I FINALITATS

A continuació exposem el llistat d'objectius que ens hem plantejat en aquesta recerca:

- saber el comportament i l'evolució de les boires a Catalunya al llarg dels últims anys (comportament temporal)

- saber el comportament de les boires pel territori (comportament espacial)

- els factors diferenciadors de les boires de cada punt observat

- anàlisi o situacions sinòptiques que les provoquen

- verificar o comprovar la veracitat/fiabilitat dels models numèrics (worf-conzorcio Lamma)

- Explicar/analitzar els tipus de boires més freqüents

-explicar distribució anual de les boires a Catalunya (dels punts observats)

- poder explicar la persistència d'algunes boires com les de Lleida a l'hivern

- el resultat d'aquest treball també pretén ser un manual de consulta meteorològica per pronosticar i preveure millor les boires a Catalunya

4.MÈTODE CIENTÍFIC

El mètode que utilitzarem per analitzar les boires és un mètode totalment empíric, ja que agafarem les dades de 5 observatoris significatius i n' abstraurem el fenomen de la boira.

El paràmetre o l'ítem essencial i bàsic que abstraurem és la presència o no de la boira, representat en forma de tres línies curtes i paral·leles horitzontals o a través de l'anotació numèrica als blocs del mateix observador. Cal ressaltar la gran importància dels observadors meteorològics en aquest treball, perquè sense ells no tindria el valor i el rigor científic que té. Altres variables com la temperatura, la humitat, el vent o la pressió són factors importants que combinats poden donar resultat la boira, però per si mateixos no són capaços d'explicar aquest fenomen. El resultat d'aquest treball, en forma de gràfics que ocuparan unes poques pàgines són una gran síntesis que no podria exprimir tota la feina d'aquestes persones, que cada dia i els 365 dies a l'any han pres les observacions.

Les estacions automàtiques modernes tenen censors que capten la visibilitat, i en funció d'aquesta se'n pot extrapolar la presència de boira, però mai seran són tan precises i exactes com l'ull humà que descriure el fenomen amb més precisió i fiabilitat que els aparells.

Altres paràmetres o variables que tindrem en compte per l'estudi són la temperatura, la humitat, la pressió, el vent i en alguns casos, la precipitació; precisament per la hipòtesi inicial, ja que considerem que la pluja no és una causa directa o l'origen de la boira, però si que en pot ser un factor desencadenant (mètode de correlació per veure si coincideixen el fenomen de la boira, amb la pressió i la precipitació).

També és important delimitar el nostre objecte d'estudi en la metodologia, ja que només hem tingut en comte estrictament els dies de BOIRA, i no de BOIRINA. La substància del fenomen és la mateixa, però les característiques no. La diferència entre ambdós meteors és la seva intensitat, que es concreta en la visibilitat: és boirina si veiem més d'1 km, i és boira si veiem menys d'1 km. Hem agafat els dies de boira estricta perquè la boirina si que es pot presentar pràcticament tots els dies de l'any en un indret o un altre, i no és un fenomen qualitativament significatiu com per incloure'l.

L'abstracció dels registres numèrics estadístics ens permetrà fer una diagnosi i anàlisi de com s'han comportat les boires al llarg dels últims anys (en funció de la disponibilitat de dades); de la seva evolució i la seva distribució mensual, anual i espacial.

Un altre mètode que farem servir per fer aquest treball serà l'entrevista. En farem a dos sectors/eixos importants del nostre estudi. El primer: els observadors meteorològics. La figura de l'observador és més que imprescindible en aquest estudi, i ells més que ningú poden donar-nos informació complementària a les dades per poder valorar, desxifrar i afegir. La persona triada per aquesta entrevista és Manel Dot, observador de la Plana de Vic. El segon sector que aplicarem el mètode de l'entrevista és a científics experts en física de l'aire, en aquest cas, a un expert en modelització meteorològica que ha treballat en diferents projectes de l'AEMET: Daniel Santos.

També utilitzarem un mètode d'anàlisi comparatiu entre els diferents punts observats. Mètode inductiu, de lo particular a lo general; per veure les semblances i diferencies entre les 5 regions estudiades.

I finalment, el mètode comparatiu entre els models numèrics (worf i conzorcio lamma) amb la realitat; a través de les imatges del satèl·lit meteosat. Veure si el pronòstic dels models concorda amb la formació de boires mirant el canal visible del satèl·lit; a través del mètode de la teledetecció de núvols baixos i boires.

A continuació expliquem els processos detallats que hem seguit per elaborar aquest treball, des de la matèria prima que són els registres climàtics; passant per la compactació i abstracció d'aquestes dades; la seva representació gràfica i posterior interpretació; i finalment la modelització i teledetecció.

0. RECOLLIDA DE DADES DELS OBSERVATORIS

La matèria prima d'aquest treball són els registres climàtics de punts diferenciats a Catalunya. Hem fet una recerca i ens hem posat en contacte amb els observadors d'aquests indrets elegits, que són els que tenen un registre més llarg i representen una unitat geomorfològica representativa. **[FIGURA 1/TAULA 2]**

DISTRIBUCIÓ I DELIMITACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

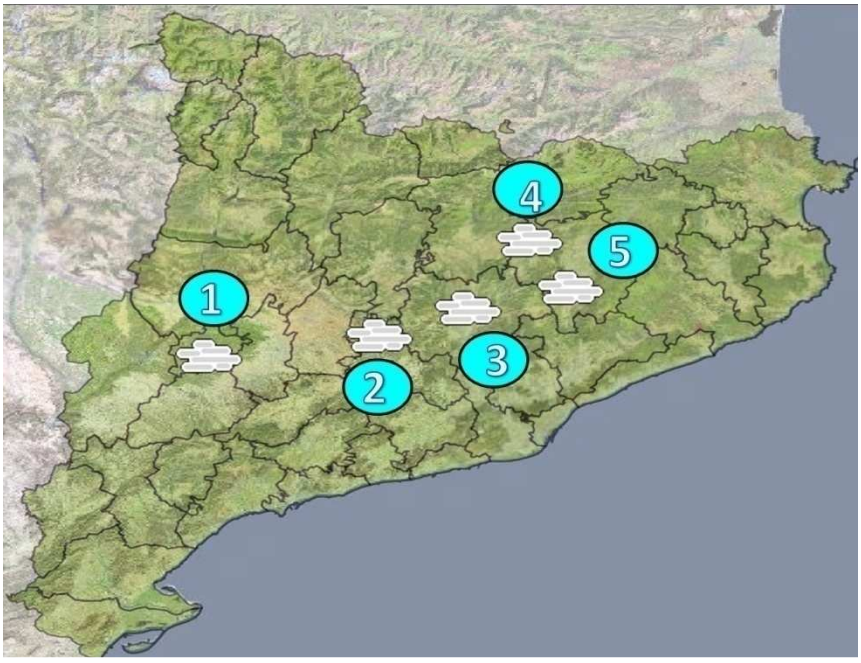

FIGURA 1: mapa que mostra la distribució pel territori català de les regions estudiades en relació al fenomen de la boira

PUNTS	OBSERVADOR/ ORGANISME PROVEÏDOR	UNITAT GEOM. REPRESENTATIVA
1. MOLLERUSSA	ASSUNCIÓ SOLSONA. CANAL REGANTS PLA D'URGELL	PLANA DE LLEIDA
2. PUJALT	ALBERT BORRÀS. OBSERVATORI DE PUJALT-FUNDACIÓ ERNEST-GUILLÉ	ALTA ANOIA O SEGARRA CALAFINA (ALTIPLÀ CENTRAL)
3. MANRESA	DAVID MILLER. CENTRE "LA CULLA"	PLA DE BAGES
4. OLOST	PERE BRUC	LLUÇANÈS
5. VIC	MANEL DOT	PLANA DE VIC

TAULA 2: relació entre les regions d'anàlisi i els observadors meteorològics

1.BUIDATGE DELS REGISTRES CLIMÀTICS

Un cop obtingudes les dades, hem de fer una selecció molt important de la informació que necessitem. El paràmetre més important i imprescindible que volem és la presència de boira, de tal manera que farem un recompte mes per mes amb el nombre total de dies amb boira. Aquest és un exemple del mes de Gener del 1994 a la Plana de Vic [**TAULA 3]**, quan hi van haver 10 dies de boira. Fem el mateix procediment per la resta de mesos, i la resta d'anys, així com per la resta de punts d'observació.

DADES METEOROLÒGIQUES DE VIC GENER 1994

data	temperatura °C		humitat %	pressió hPa	pluja recollida l/m2		neu cm	velocitat vent	direcció	estat del cel	visibilitat
	màxima ahir	mínima avui			zona esportiva	plaça Major		km/h			
01/01/1994	12,0	1,4	83	1018,0		0,0		36,0			
02/01/1994	8,2	-2,0	92	765,0		0,0		0,0		boirina	
03/01/1994	13,6	-1,6	92	762,0		0,0		0,0		boira	
04/01/1994	12,0	4,0	85	758,0		0,0		0,0			
05/01/1994	8,0	-4,0	96	762,0		IP		0,0		boira	
06/01/1994	9,2	4,0	80	748,0		2,0		24,0	S		
07/01/1994	3,4	-0,4	96	747,0		19,0		0,0			
08/01/1994	1,0	-3,4	96	757,5		9,0		0,0		boira	
09/01/1994	7,6	-4,6	96	759,0		0,0		0,0		boira	
10/01/1994	9,0	0,0	82	750,0		0,0		0,0		boira	
11/01/1994	9,0	-2,2	84	756,0		1,8		0,0		boira	
12/01/1994	12,0	-1,0	92	763,0		0,0		0,0			
13/01/1994	10,6	1,6	90	767,0		0,0		0,0			
14/01/1994	9,6	-0,4	96	766,0		0,0		0,0		boira	
15/01/1994	11,0	3,6	91	764,0		0,0		0,0			
16/01/1994	8,6	-3,0	88	756,0		0,0		0,0			
17/01/1994	6,0	-4,0	87	767,0		0,0		0,0			
18/01/1994	10,0	-4,0	78	766,0		0,0		0,0			
19/01/1994	5,6	-5,4	78	766,0		0,0		0,0			
20/01/1994	11,8	-3,0	79	762,5		0,0		0,0			
21/01/1994	9,6	-5,4	76	766,0		0,0		0,0			
22/01/1994	8,0	-5,4	76	769,0		0,0		0,0			
23/01/1994	9,4	-5,6	76	772,0		0,0		0,0			
24/01/1994	11,6	2,4	81	770,0		0,0		0,0			
25/01/1994	7,6	-0,4	92	768,0		0,0		0,0			
26/01/1994	14,4	-2,4	92	768,0		0,0		0,0		boira	
27/01/1994	10,6	-3,0	81	772,0		0,0		0,0			
28/01/1994	15,0	-1,6	96	770,0		0,0		0,0			
29/01/1994	12,0	-2,0	96	773,0		0,0		0,0		boira	
30/01/1994	15,0	-3,0	79	772,0		0,0		0,0			
31/01/1994	16,0	-2,4	92	768,5		0,0		0,0		boira	
	temp. Màx	temp. Min	mitjana %	mitjana		litres totals	neu màx	velocitat mitja km/h		dies de boira	
	16,0	-5,6	87,03	771,89		31,8	0,0	1,94		10	
	mitjana Màx	mitjana Mín				litres màx dia		ratxa Màx			
	9,9	-1,7				19,0		36,0			

Ajuntament de Vic

Dades facilitades per AEMET

TAULA 3: exemple del registre climàtic a Vic el gener 1994

Realitzem aquest recompte i ho plasmem en una taula resum mensual i anual:

													TOTAL ANUAL
	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE	
1993	4	1	5	3	2	2	0	0	1	4	6	9	37
1994	4	3	4	0	2	1	0	1	1	5	10	8	39
1995	3	3	1	1	2	2	0	1	3	5	2	6	29
1996	10	1	3	3	0	2	0	0	7	1	2	8	37
1997	8	3	0	2	0	2	2	1	0	4	6	5	33
1998	4	6	0	1	4	0	1	3	0	4	3	6	32
1999	3	0	1	0	2	2	0	0	1	3	1	3	16
2000	6	2	3	0	1	0	0	1	4	3	6	2	28
2001	3	5	0	1	1	0	0	0	1	1	6	7	25
2002	-	6	3	2	0	0	0	1	2	6	6	4	30
2003	6	2	3	0	0	2	1	0	0	3	3	7	27
2004	4	5	2	3	0	0	0	2	2	4	5	3	30
2005	11	1	5	1	1	0	1	0	4	6	3	8	41
2006	11	3	1	4	0	0	0	2	4	4	7	6	42
2007	7	6	0	0	1	0	0	1	1	0	3	1	20
2008	12	6	3	3	1	3	1	1	1	2	7	5	45
2009	6	4	2	4	0	0	0	0	1	4	5	7	33
2010	8	5	4	1	6	2	0	1	1	9	10	3	50
2011	1	9	2	2	2	1	1	0	1	1	7	9	36

TAULA 4: resum mensual i anual de les boires a Vic

Aquest és l'exemple de Vic en tot el seu registre estadístic . Fem les mateixes taules resum pels 6 observatoris restants. D'aquesta manera obtenim una simplificació i abstracció del conjunt de dades sense tractar procedents dels registres climàtics. **[TAULA 4]**

2. REPRESENTACIÓ GRÀFICA DEL BUIDATGE NUMÈRIC

Un cop obtenim totes les taules resum per cada observatori, hem de reflectir aquestes xifres numèriques en gràfics, per fer-ne valoracions i comparacions entre els punts estudiats. **[FIGURA 5]** D'aquesta manera, podrem saber la tendència i el comportament temporal; així com les irregularitats del fenomen.

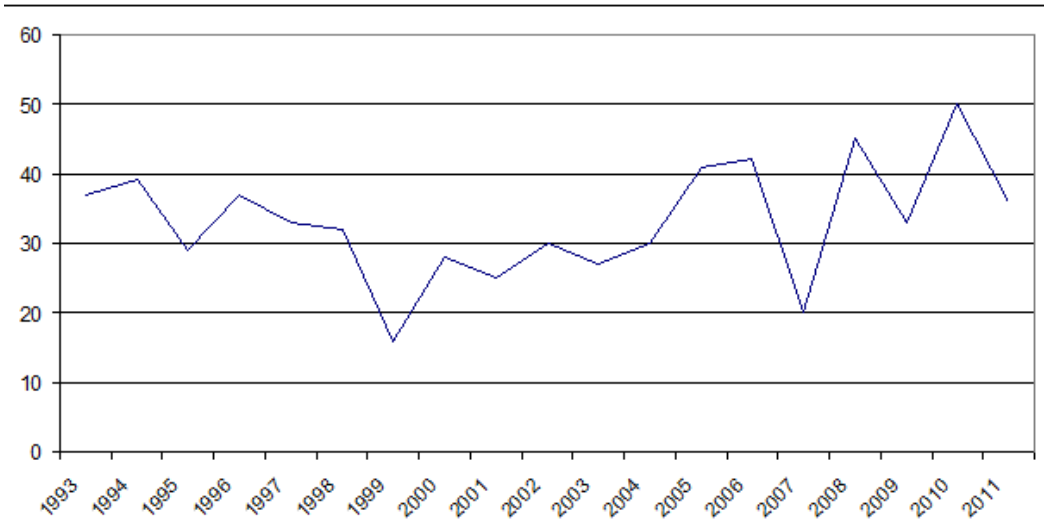

FIGURA 5: gràfic del nombre anual de boires a Vic 1993-2011

3. ANÀLISI COMPARATIU ENTRE TOTS ELS PUNTS OBSERVATS

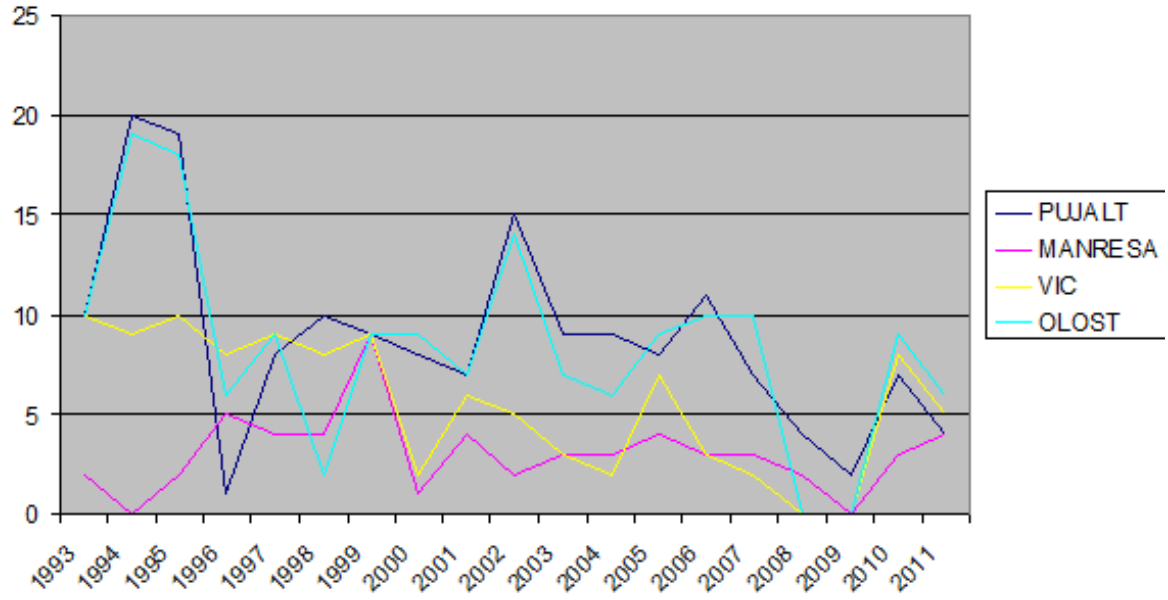

FIGURA 6: gràfic comparatiu evolució de les boires a 4 regions estudiades

Amb aquest gràfic **[FIGURA 6]** podem veure dos elements importants: l'evolució temporal de les boires en conjunt, que segueix una dinàmica descendent; i l'indret on més han variat. També hem de fer un gràfic del nombre total anual de boires representant tots els observatoris estudiats.

4. ENTREVISTES

Les entrevistes seran un mètode epistemològic per complementar les dades empíriques procedents dels observatoris meteorològics.

En farem a dos sectors/eixos importants del nostre estudi. El primer: els observadors meteorològics. La figura de l'observador és més que imprescindible en aquest estudi, i ells més que ningú poden donar-nos informació complementària a les dades per poder valorar, desxifrar i afegir. La persona elegida per fer-li l'entrevista és en Sr. Pere Bruc. Qüestions que ens ajudaran a verificar i corroborar de manera més rotunda la informació numèrica dels registres o viceversa, que ens portaran a refutar algunes de les hipòtesis plantejades inicialment.

El segon sector que aplicarem el mètode de l'entrevista és a científics experts en física de l'aire, climatologia i modelització. En aquest cas parlarem amb Daniel Santos, físic, consultor i expert en modelització meteorològica. Així, veurem el vessant o la perspectiva més numèrica i matemàtica com a abstracció del fenomen de les boires; un punt de vista que complementarà sens dubte els resultats de la investigació.

5. MODELITZACIÓ I TELEDETECCIÓ REAL DE LES BOIRES

Anàlisi comparatiu entre els diferents paràmetres dels models mesoescalars d'un dia concret significatiu de boires, i la comprovació empírica a través de la teledetecció real de les boires analitzant les imatges del satèl·lit meteosat.

El mètode es tracta d'agafar unes quantes situacions sinòptiques estadísticament significatives i comparar el què diuen els models numèrics amb la realitat a través de les imatges del meteosat en el canal visible, capaces de captar la boira en forma de taques blanques cohesionades i compactes.

D'aquesta manera sabrem si la modelització numèrica dels mapes mesoescalars es correspon amb la realitat en la majoria de casos o per contra, presenta importants disparitats funcionals pel que fa al pronòstic de la boira.

Aquest cas que presentem a continuació és del 30 de Novembre del 2011, un dia en què els models numèrics van encertar prou l'indret, l'extensió i el límit de la boira.

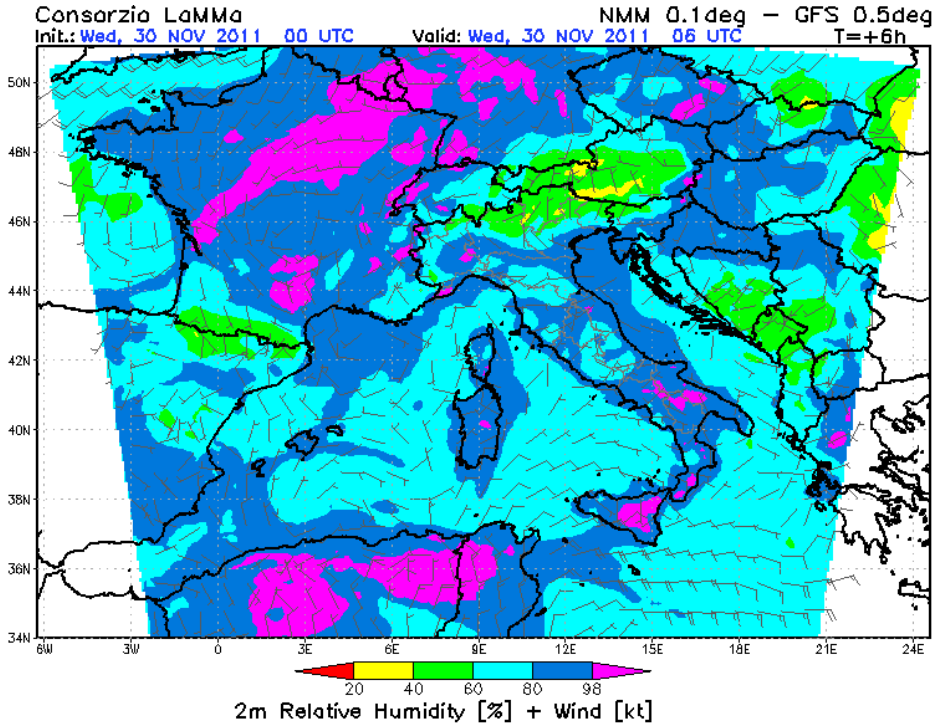

FIGURA 7: mapa humitat en superfície 30 Novembre. Model italià 'Consorzio Lamma'

A través d'aquest mapa d'humitat **[FIGURA 7]** podem intuir que es formarà boira a tota la Plana de Lleida i a la Vall de l'Ebre, ja que la humitat és alta en aquest sector. En canvi, menys probabilitat de boira a la resta de l'interior de Catalunya, al nord i a Girona. A part de la humitat en superfície, ens hem de fixar en altres mapes com el de temperatura en superfície i a les capes mitges, per saber si hi haurà o no inversió tèrmica, el vent o el punt de rosada. Aquest seria el mètode de modelització per pronosticar les boires. Utilitzarem majoritàriament dos tipus de models mesoescalars: el model italià 'Consorzio Lamma' i el model del departament de meteorologia de TV3: WRF3-TVC.

FIGURA 8: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre

Com comentàvem anteriorment, aquest dia els models i la realitat van encaixar de forma pràcticament perfecte, ja que la boira es va formar al lloc on estava previst: a tota la Plana de Lleida i Vall de l'Ebre, arribant fins a l'interior de Tarragona, l'altiplà Central i les estribacions meridionals del Prepirineu **[FIGURA 8]**. La teledetecció d'imatges de satèl·lit és un mètode empíric molt útil per observar la distribució, extensió i localització de les boires; així com per comparar-les amb la modelització dels mapes numèrics.

5. TIPUS DE BOIRES

El procés genèric de la formació de boira és la condensació de la massa d'aire quan es conjuguen baixes temperatures i elevada humitat; però els mecanismes que provoquen aquesta situació són molt diversos; per això és tan difícil de preveure la boira. Podem distingir 6 grans tipus de boira que corresponen a diferents processos: irradiació nocturna, d'advecció, d'evaporació, orogràfiques, d'inversió tèrmica i de subsidència.

- Boires d'irradiació nocturna: durant la nit, la calor diürna s'escapa cap a l'atmosfera i es produeix un refredament nocturn. L'aire que es troba en contacte més pròxim al sòl també es refreda i aquest fet fa condensar el vapor d'aigua d'aquesta capa més superficial, formant boira o boirina. Aquesta boira d'irradiació es produeix quan el cel està totalment serè, ja que així l'escapament de la calor és més efectiu, i no es veu bloquejat per la nuvolositat. Aquest mecanisme no acostuma a formar boires gaire denses en conjunt, tret de fondalades i valls, on s'estanca l'aire fred i allà poden ser de més amplitud. La irradiació nocturna es pot donar en moltes condicions sinòptiques, però en general hem d'estar sota la influència de les altes pressions. Com veurem més endavant, aquest mecanisme és molt freqüent alhora de formar boires a la Catalunya Central, sobretot a la Plana de Vic, Pla de Bages i Conca d'Òdena; no tant a la Plana de Lleida, on les condicions han de ser de clara subsidència i inversió tèrmica.

- Boires d'advecció: Aquest tipus de boires no es formen pel refredament nocturn sinó pel desplaçament i contacte de dues masses d'aire amb característiques complementàries: una massa d'aire freda es desplaça a una regió amb aire humit, o viceversa: una massa d'aire humida es desplaça a un lloc amb aire fred; produint condensació i en efecte, boires. A diferència de les boires d'irradiació, aquestes presenten un moviment horitzontal i no tenen un procés nocturn, sinó que el mecanisme es pot donar al llarg de tota la jornada. Un exemple d'aquesta situació són les típiques boires marítimes a tota la façana litoral, que es formen durant la primavera pel contacte de dues masses d'aire: tenim una massa d'aire relativament càlida a les capes baixes de la troposfera que entra en contacte amb l'aigua relativament més freda. Aleshores, es produeix una saturació per la base de la massa d'aire càlid; fins a produir la boira. Aquest mecanisme no produeix boires a la Catalunya Central, ja que la majoria d'elles es formen degut a processos de condensació nocturna.

- Boires d'evaporació: Es poden formar per dos processos diferents, però vinculats a l'alta presència d'humitat. El primer es basa en l'evaporació de l'aigua del mar, llac o riu. En aquest cas la massa d'aire és més freda que l'aigua; i aquesta, proporciona la suficient humitat com per saturar la massa d'aire que es troba a sobre. Aquest fenomen no provoca boires gaire denses ni extenses, sinó més aviat concentrades, fines i insipients, reseguint cursos

fluvials o masses aquoses. Sí que es poden formar a la Catalunya Central, però no ocupen tota la conca, sinó es localitzen al Cardener, a l'Anoia, al Ter o al Segre, fins i tot. El segon procés que respon a aquest mecanisme és la boira d'evaporació que es forma a posteriori d'un període de precipitacions. El pas d'una pertorbació, d'un sistema frontal o de tempestes estivals provoca un augment clar de la humitat ambiental. L'aigua que queda al sòl, en superfícies i als boscos s'evapora i l'endemà, si baixa prou la temperatura, és molt freqüent trobar bancs de boira. Aquest mecanisme no està precisament associat a un període d'altes pressions, ja que l'endemà del pas d'una borrasca no tenim precisament un fort anticicló, sinó més aviat un període de transició on la humitat a posteriori actua com agent condensador. Són les típiques boires que es formen a la plana ceretana moltes matinades, i també se'n poden formar a la Catalunya Central, sobretot als altiplans elevats, on la temperatura és suficientment baixa com per produir condensació. S'ha observat la formació de boira després de precipitacions a l'Alta Anoia, al Moianès i al Lluçanès, per exemple.

- Boires orogràfiques: es produeixen per la interacció entre masses d'aire amb els sistemes muntanyosos. El mecanisme de formació és pràcticament el contrari de les boires "típiques". Aquestes orogràfiques es produeixen per ascensos de la massa d'aire quan es troba una vessant muntanyosa, fet que propicia el refredament i el punt de condensació. Quan això es duu a terme, es formen els "estrats", que no són res més que núvols baixos enganxats a la superfície terrestre. Realment les boires també són estrats, però responen justament al procés contrari: condensació de la massa d'aire per subsidència i estancament de l'aire fred en zones baixes. Aquest tipus de boires és cert que es poden presentar però no pas en valls, fondalades i conques; sinó en zones de muntanya com el Montseny, Montserrat, Sant Llorenç del Munt o la Serra d'Ancosa; i es perceben com els típics núvols enganxats a les muntanyes, anomenats "bromes" en dialecte lleidetà. No són el nostre principal objecte d'estudi aquestes boires, ja que, com hem dit, responen a processos d'ascendència.

- Boires d'inversió tèrmica: són les més típiques a la Catalunya Central i es formen sobretot a la tardor, hivern i principis de la primavera. Primer hem d'entendre què és la inversió tèrmica: temperatures molt més fredes en zones baixes que no pas en capes superiors de la troposfera; fet que trenca literalment amb el gradient tèrmic altitudinal, pel qual la temperatura baixa de mitjana 0,65ºC cada 100 metres que pugem. Doncs bé, quan tenim inversió tèrmica passa tot lo contrari. Per tant, en aquestes situacions es produeix un clar estancament de l'aire fred a les planes, valls i fondalades; amb temperatures realment gèlides, mentre que la situació a muntanya és de molta bonança. L'aire fred i l'elevada humitat concentrada en indrets deprimits provoca condensació i la formació de denses i persistents boires. La situació sinòptica que hem de tenir és un anticicló central sobre la Península Ibèrica, i que no se'n vagi en uns quants dies, provocant una subsidència molt forta de les masses d'aire. (Subsidència és el procés de descensos de la massa d'aire propiciats per les altes pressions, que "apreten" les capes cap avall). Aquest

tipus de condicions provoquen boires molt denses i persistents a la Plana de Lleida, sobretot entre el Novembre i el Febrer; i les poden fer durar més de 6 o 7 dies, sense veure el sol. Com més endavant veurem en imatges de satèl·lit, aquestes boires també afecten a l'Alta Anoia, la Panadella i el baix Solsonès; sent persistents en aquestes zones, corresponents a les estribacions ondulades de la Plana de Lleida. A la Conca d'Òdena, Pla de Bages i Plana de Vic es formen boires d'inversió tèrmica però normalment acostumen a aixecar a mig matí. Normalment, el Baix Berguedà, el Moianès i el Lluçanès es lliuren de boira quan tenim aquesta inversió tèrmica acusada, precisament perquè la capa "d'inversió" es troba en cotes inferiors, i allà la humitat és més baixa, amb temperatures relativament més elevades.

- Boires de subsidència: Finalment, aquest tipus de procés pot provocar boires a qualsevol indret de la Catalunya Central, sigui a la Plana de Lleida, en conques o en altiplans. La situació que hem de tenir és un anticicló més o menys posicionat a sobre nostre, però la subsidència no és condició sine qua non d'inversió tèrmica; amb lo qual, les capes d'aire en diferents nivells baixos poden ser més o menys homogenis, i serà en funció de la humitat i el vent, que es formin boires en un indret o en un altre. Anteriorment ja hem dit que la subsidència respon a processos descendents de la massa d'aire, degut a la major consistència que donen les altes pressions.

6. FACTORS DE FORMACIÓ DE LA BOIRA

Ja hem explicat al començament que la boira es produeix degut al refredament i condensació nocturna; però hi ha molts elements que en condicionen la seva presència i persistència. Tenim factors físics, factors sinòptics i variables meteorològiques, i finalment, factors astronòmics.

FACTORS FÍSICS:

Els factors físics serien purament els geogràfics: la continentalitat, l'orografia i el relleu. La continentalitat és la base; ja que la boira és més probable que es formi a l'interior del país que no pas a la costa, on acostuma a haver-hi més ventilació i alteracions. En canvi, en situacions anticiclòniques l'interior té un aire molt més estratificat, encalmat i estable; degut a la protecció de les estribacions muntanyoses perifèriques.

L'orografia i el relleu són a priori, un dels principals factors diferencials de formació de boira a la Catalunya Central. Les conques tancades i les cubetes propicien molt més la formació més freqüent de boira; ja que impedeixen la ventilació, acumulen la humitat i fan estancar l'aire fred. En aquestes zones, és probable que es formi boira pràcticament cada dia de l'any, tret de dies estivals puntuals. En canvi, les planes més grans com la de Lleida, és més difícil que es formi boira, degut a la gran extensió i major ventilació que s'hi produeix. Es necessiten condicions atmosfèriques més reforçades perquè s'hi formi. Ara bé, quan apareix, és molt més persistent, degut precisament a aquesta gran extensió; on el sol esmorteït d'hivern és incapaç de fer-la aixecar. Això no passa a les cubetes i conques petites i tancades; on si que és més freqüent i fàcil que es formi boira; encara que sigui amb condicions marginals; però allà no és gaire persistent. El motiu torna a ser el relleu: la forma de Conca que adopta la boira no és gaire extensa ni gruixuda; amb lo qual, el la radiació és totalment capaç d'evaporar-la i aixecar-la. Aquesta situació es dona sovint a la Conca d'Òdena o Plana de Vic.

FACTORS SINOPTICS I VARIABLES METEOROLOGIQUES

El primer factor que es necessita perquè es formi boira són les [1]altes pressions. Mai tindrem boira en situacions depressionàries o a posteriori d'un front si entra vent fort. L'anticicló el que fa és estancar la massa d'aire, permet la irradiació nocturna i impedeix la circulació de vent. Per tant, es produeixen moviments descendents o de subsidència, des de capes elevades, cap a la superfície terrestre. La posició de l'anticicló determinarà el lloc de formació de les boires, com després veurem. A grans trets, si el centre d'altes pressions es troba a l'Atlàntic i nosaltres tenim una falca anticiclònica; les boires no es formen a la Plana de Lleida, perquè hi ha ventilació, però si a les zones arrasarades, com ara la franja prepirinenca i les conques interiors catalanes, sobretot septentrionals. En canvi, si tenim el centre anticiclònic just a sobre la Península Ibèrica, es produeix la subsidència i l'absència de vent, amb lo qual, les boires es formen més a la Plana de Lleida, sent menys persistents a les conques i fondalades. Ara bé, si tenim l'anticicló al SW de la Península Ibèrica amb una

configuració zonal, les boires seran insipients i poc probables arreu, degut a la ventilació atlàntica generalitzada, propiciant vents de l'oest i nord-oest a tot Catalunya.

El segon factor és el 2vent, clau per la formació de les boires. Hem de tenir en compte 3 paràmetres del vent: l'absència, la direcció i la turbulència. L'absència de vent és la situació ideal perquè es formin, ja que l'aire encalmat i estratificat és molt més fàcil fer-lo condensar. Com hem comentat, la situació sinòptica ideal és tenir l'anticicló just centrat sobre la Península Ibèrica. Si tenim una falca o una configuració zonal, tindrem corrent, i no serà tan probable que es formin boires. També pot passar que es formi un "buit de vent", que s'anomena tècnicament, és a dir, una zona on el vent està in calmat; sobretot a les estribacions meridionals del Prepirineu i nord de la Depressió Central. En aquestes zones si que es poden formar bancs de boira.

La direcció del vent determina el lloc i la persistència. Per exemple, quan bufa ponent a la Plana de Lleida, és menys probable que es formi boira, o si es forma, no és persistent. Aquest mateix vent de ponent provoca que la boira quedi restringida i anclada a l'Altiplà Central, fent que allà sigui persistent.

L'última variable del vent és la turbulència: n'hi ha d'haver una mica però no excessiva a 925 hPa (a uns 1200 metres).N'hi ha d'haver la justa perquè faci mantenir la boira persistent a Lleida, però no excessiva perquè aleshores la podria desfer. La turbulència no són res més que moviments giratoris de l'aire des de la capa límit de la inversió, cap en cotes superiors. Per tant, si hi a turbulència en capes baixes o a la superfície, no se'n forma, de boira; però si només hi ha una lleugera turbulència a la capa límit superior, aleshores si.

El tercer factor seria la 3inversió tèrmica. El que provoca aquest fenomen és un estancament important i evident de l'aire fred en capes baixes i superficials de l'atmosfera, actuant com un efecte "nevera-hivernacle", fent condensar la massa d'aire i formant la boira. És un factor molt desencadenant de boira a la Plana de Lleida, i també a les conques interiors.

Un altre element clau són les 4baixes temperatures. Aquesta és la raó que explica la poca probabilitat de boires a l'estiu, i la major freqüència a la tardor-hivern. És necessari que la temperatura baixi per sota del punt de rosada perquè es produeixi la boira. Un dia d'estiu amb una mínima de 20 graus, és impossible que la massa d'aire es condensi, encara que hi hagi el 100% d'humitat, ja que la temperatura estarà molt per sobre que el punt de rosada.

La 5humitat és el factor complementari a les baixes temperatures, però ja hem vist que la humitat de persé no implica que hi hagi boira. En general, per sobre del 80% és molt probable que es formi boira; i quan l'aire és sec, encara que faci fred, no se'n formarà. La humitat sempre serà més elevada a zones banyades per un curs fluvial; que actuen com a fonts de retroalimentació de vapor d'aigua a l'ambient. El riu Segre, l'Anoia, el Ter, el Cardener o el Llobregat provoquen una major humitat ambiental.

Per últim, destaquem 6l'absència de nuvolositat. Si el cel està serè, la irradiació nocturna és més efectiva; per tant, la temperatura pot baixar més i la massa d'aire

condensar-se. En canvi, la presència de núvols alts i mitjans actuen com una tapadora, en què la radiació diürna no es pot escapar en hores nocturnes, i la temperatura no pot baixar tant; no pot arribar al punt de rosada i en efecte, no es pot formar la boira.

FACTORS ASTRONÒMICS

Bàsicament ens referim a l'estacionalitat. És un factor primordial per entendre la persistència de les boires a la Plana de Lleida. Durant la tardor i l'hivern, la incidència del sol és molt menor perquè la seva posició respecte l'horitzó és molt més obliqua, per tant, no és capaç d'escalfar tant. Aquest fet provoca que les boires apareixin i siguin persistents a la Plana de Lleida des del Novembre fins al Febrer, aproximadament. Durant la primavera i a principis de la tardor passen dues coses: que les temperatures nocturnes no són suficientment baixes i la incidència del sol no és tan obliqua, és una mica més perpendicular. Això impossibilita les boires a la Plana de Lleida. A les conques i fondalades interiors estudiades, l'estacionalitat és relativament menys important, perquè no marca un període clar de formació de boires, com després veurem en els gràfics. Únicament serveix per entendre el perquè les boires de Lleida és formen més a finals de tardor-hivern, i durant la resta de l'any no n'hi ha.

7. EXPERIÈNCIA CIENTÍFICA I DIAGNOSI INDIVIDUAL

7.1. MOLLERUSA

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAIG	JUNY	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	TOT
1961	9	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9	25
1962	8	6	1	0	0	0	0	0	0	5	7	12	39
1963	4	0	4	0	0	0	0	0	0	4	5	5	22
1964	23	3	0	1	0	0	0	0	0	0	13	13	53
1965	9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	22
1966	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	13
1967	11	6	0	0	0	0	0	0	0	2	8	9	36
1968	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	15	25
1969	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	3	16
1970	6	2	0	0	0	0	0	0	0	4	7	4	23
1971	7	1	0	0	0	0	0	0	0	3	13	13	37
1972	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	16
1973	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	12	33
1974	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4	19
1975	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	37
1976	22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	23	51
1977	7	3	4	0	3	0	1	0	2	2	7	4	33
1978	12	0	0	0	0	2	0	0	0	6	16	6	42
1979	4	5	0	0	0	1	0	0	3	2	12	5	32
1980	10	4	3	2	0	0	0	0	0	3	0	12	34
1981	9	4	4	1	0	0	0	0	1	1	1	10	31
1982	8	12	0	2	0	0	0	0	0	3	13	0	38
1983	17	0	4	0	0	0	2	0	0	0	11	18	52
1984	6	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	22	32
1985	5	6	2	0	0	0	0	0	0	3	3	18	37
1986	1	4	0	0	1	0	1	0	0	2	13	22	44
1987	8	4	2	0	0	0	0	0	0	2	8	14	38
1988	9	1	0	2	0	1	0	0	0	3	16	23	55
1989	26	7	0	0	0	0	0	0	0	1	2	13	49
1990	25	7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	10	44
1991	13	1	3	2	0	0	0	0	0	1	0	14	34
1992	22	8	1	0	0	0	0	0	0	0	15	8	54
1993	22	4	3	0	1	0	0	0	0	3	14	11	58
1994	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	13	15	34
1995	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	17	20
1996	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	12	17
1997	3	11	2	0	0	0	0	0	0	0	5	4	25
1998	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	14
1999	6	0	1	0	1	0	0	0	0	1	6	12	27
2000	12	1	1	0	0	0	0	0	0	4	2	9	29

2001	1	6	0	0	0	0	1	0	0	1	5	5	19
2002	10	2	0	2	0	0	0	0	0	2	2	21	39
2003	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	10
2004	4	14	1	0	0	0	0	0	0	0	9	10	38
2005	16	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	12	34
2006	10	6	1	0	0	0	0	0	0	3	4	13	37
2007	17	6	0	1	0	0	0	0	0	1	1	20	46
2008	20	3	0	0	0	0	0	0	0	2	10	10	45
2009	11	1	0	2	0	0	0	0	0	6	4	7	31
2010	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	4	3	11
2011	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	23
2012	12	0	0	0	0	0	0	0	0			5	17
Mitjana	9,37	3,19	0,79	0,35	0,12	0,08	0,1	0	0,15	1,65	6,02	10,69	32,5

TAULA 9: resum mensual i anual de les boires a Mollerussa

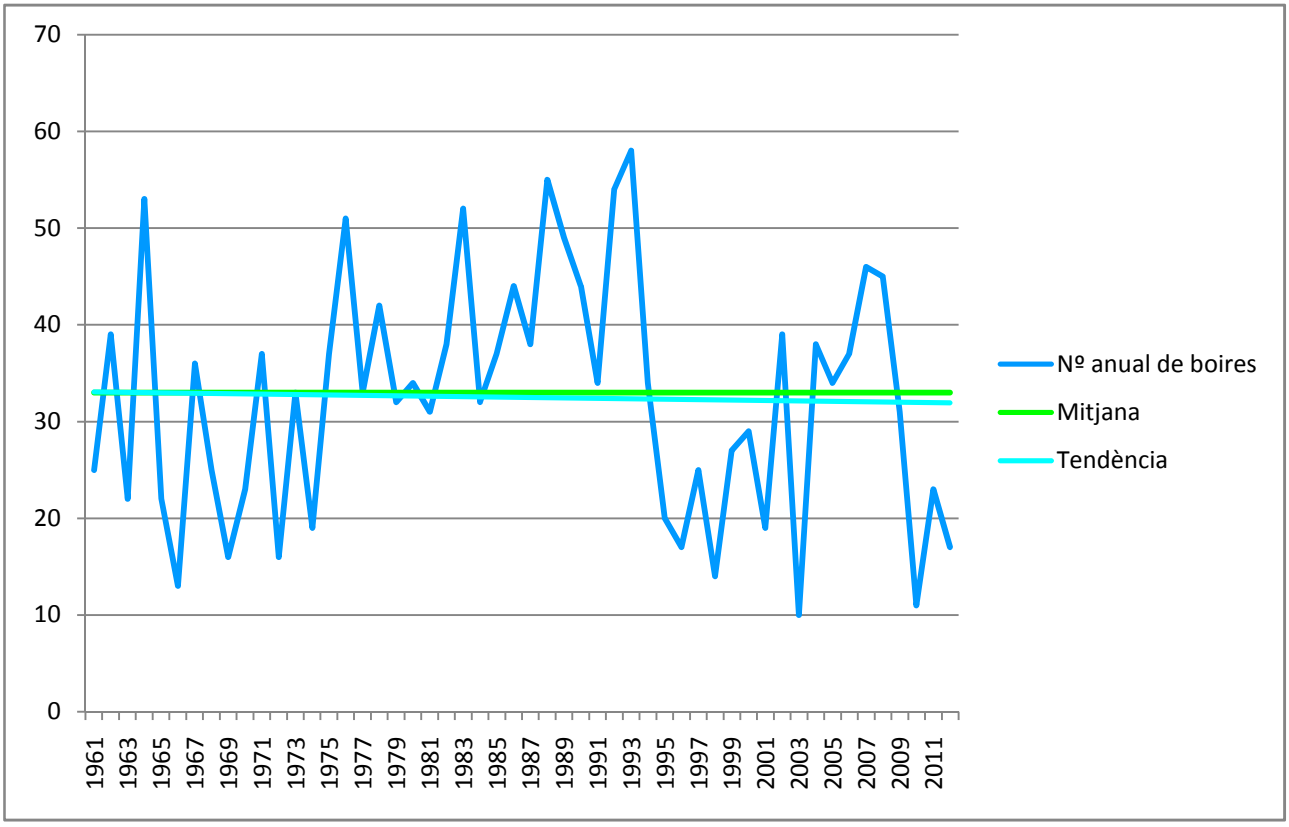

FIGURA 10: gràfic evolució nombre anual de boires a Mollerussa

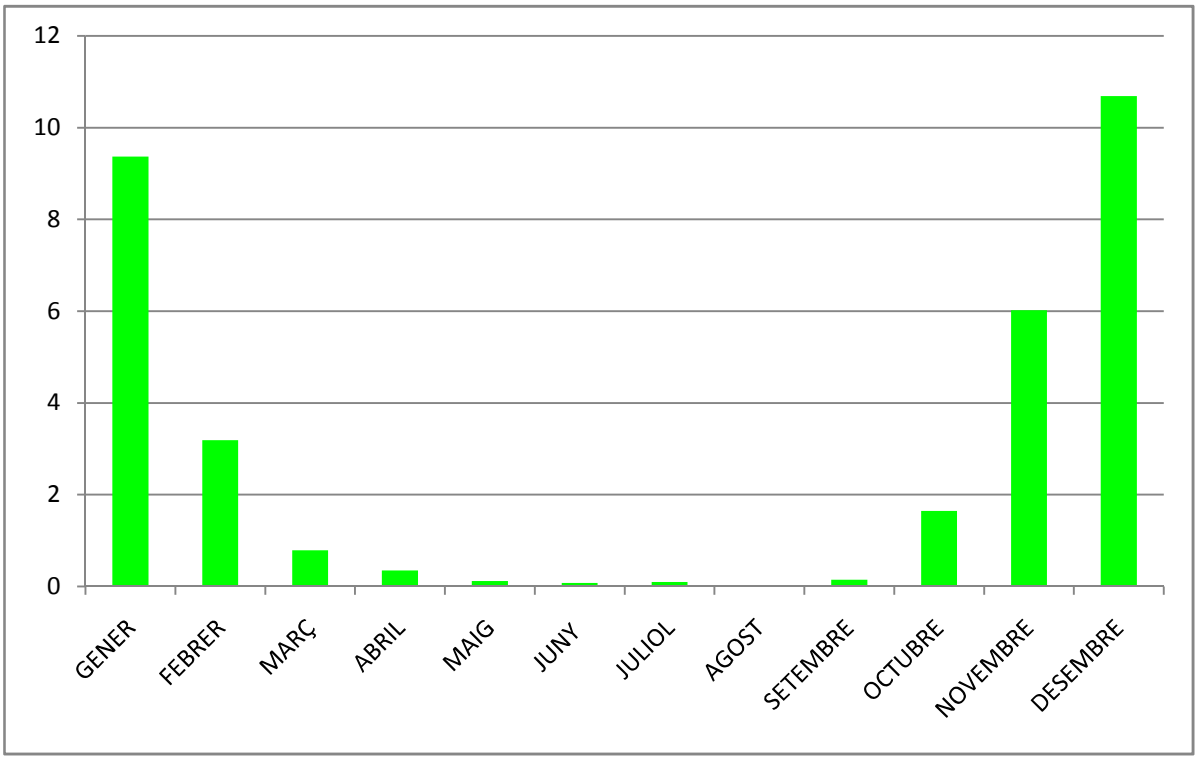

FIGURA 11: gràfic distribució mitjana mensual de boires a Mollerussa

Les boires de la Plana de Lleida han tingut un comportament temporal molt irregular al llarg dels darrers 30 anys, sense poder determinar una tendència extremadament clara. La mitjana anual de boires en aquest sector és de 33 aproximadament, però concentrades estacionalment en els mesos hivernals. Ara bé, en el primer gràfic **[FIGURA 10]** veiem que hi ha hagut anys, com el 1964 o el 1993 en què el nombre de boires ha superat les 50 anuals; i altres anys menys 'humits', com el 2001 o el 2010 en què el nombre de boires ha estat entre 20 i 10, respectivament. Això ens demostra aquesta irregularitat que estem explicant, una oscil·lació màxima d'aquest fenomen que fa molt difícil sistematitzar, ja que dos anys correlatius no presenten una tendència o constant evident, sinó alts i baixos molt pronunciats. Malgrat aquesta disparitat numèrica en el comportament temporal, la tendència general ens indica un lleuger descens del nombre de boires al llarg dels darrers anys. Tenint en compte que la sèrie és d'uns 30 anys, període considerat òptim per establir hipòtesis climàtiques, podem afirmar que actualment les boires no són tant freqüents com a finals del segle passat a la Plana de Lleida.

La distribució mitjana mensual de les boires **[FIGURA 11]**. ens denota que el comportament anual és força regular i cíclic. El període amb més freqüència del fenomen va des del Novembre fins al Febrer, coincidint amb els mesos més freds, amb les nits més llargues i amb la menor incidència de la radiació solar. Els mesos més 'emboirats' serien el desembre i el Gener, amb uns 10 dies de boira de mitjana mensual. En canvi, els mesos estiuencs passa totalment el contrari: les boires són o molt poc freqüents/probables o efímeres si se'n produeixen. Fins i tot l'agost la probabilitat de boires és de 0, ja que en 30 anys que té la sèrie cap mes d'agost ha

enregistrat ni un sol dia de boira. Aquest fet s'explica per les característiques intrínseques de l'estiu: molta radiació solar que implica molt escalfament i un ambient sec a la Plana de Lleida, fet que impedeix que la temperatura nocturna pugui ser suficientment baixa com per arribar al punt de rosada i condensar la massa d'aire. Durant els equinoccis (tardor i primavera), les boires es presenten però amb menys freqüència i menys persistència: són els típics estrats matinals que es desfan abans del migdia o els que es formen l'endemà d'un dia plujós. Perquè? Doncs perquè les nits són encara suficientment llargues i relativament fresques com per condensar la massa d'aire i formar estrats, però el sol no arriba tant obliquament com perquè siguin persistents, per tant, la radiació solar les evapora abans del migdia.

Aquest comportament tant marcat, periòdic i cíclic ve donat per la situació sinòptica que cada hivern es produeix: l'anticicló de les Açores; que provoca una forta inversió tèrmica i subsidència sobre la Plana de Lleida, mantenint les boires persistents i diàries pràcticament els mesos hivernals. Per tant, aquest comportament ens fa intuir que els tipus de boires de la Plana de Lleida exclusivament són les d'inversió tèrmica i subsidència, i amb menor mesura les d'evaporació. Així doncs, preveure si un determinat mes de l'any o no hi haurà boira és relativament fàcil mirant la segona gràfica d'aquesta distribució. Ara bé, preveure'n la persistència i l'extensió ja és molt més complicat, perquè aquests valors numèrics no contenen aquesta informació. La posició de l'anticicló, la intensitat dels vents catabàtics o la capa d'humitat a les capes baixes determinaran fins on arribaran aquestes boires, si ocuparan tota la Plana de Lleida o bé si seran locals i poc persistents.

7.2 PUJALT

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAIG	JUNY	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	TOT
1984	9	1	3	6	3	0	0	6	2	7	1	16	54
1985	8	6	4	1	4	1	0	3	1	6	8	12	54
1986	8	10	5	2	0	2	0	4	10	5	14	9	69
1987	4	11	11	1	2	0	3	2	1	4	12	19	70
1988	10	7	0	5	8	3	2	0	3	6	13	12	69
1989	17	8	1	4	4	0	3	0	4	7	12	7	67
1990	14	7	2	3	2	6	1	2	6	5	11	12	71
1991	9	5	11	3	1	0	1	1	6	3	8	9	57
1992	17	5	6	2	4	8	2	4	9	7	13	10	87
1993	18	7	10	3	6	0	0	0	5	6	17	18	90
1994	8	8	5	2	2	0	0	1	1	13	17	20	77
1995	3	1	1	2	0	0	0	2	4	10	5	15	43
1996	6	11	7	9	4	2	1	3	5	7	12	13	80
1997	16	8	0	3	2	3	2	3	6	6	11	11	71
1998	4	7	5	2	4	0	0	3	3	3	2	15	48
1999	11	3	6	7	4	3	0	5	5	7	10	11	72
2000													
2001													
2002													
2003													

2004		7	4	4	2	0	0	2	3	1	11	16	50
2005	17	2	8	1	2	0	1	1	1	6	9	14	62
2006	14	9	1	4	0	0	1	1	1	7	12	13	63
2007	12	8	0	7	3	1	2	2	2	7	7	7	58
2008	15	6	1	3	1	-	-	-	-	-	9	8	43
2009	7	8	2	5	0	0	0	1	2	3	6	-	34
2010	14	5	3	1	1	1	0	0	1	3	7	4	40
2011	11	7	6	5	3	0	0	1	0	0	10	12	55
Mitjana	10,58	6,54	4,25	3,54	2,58	1,25	0,79	1,96	3,38	5,38	9,88	11,79	61,83

TAULA 12: resum mensual i anual de boires a Pujalt

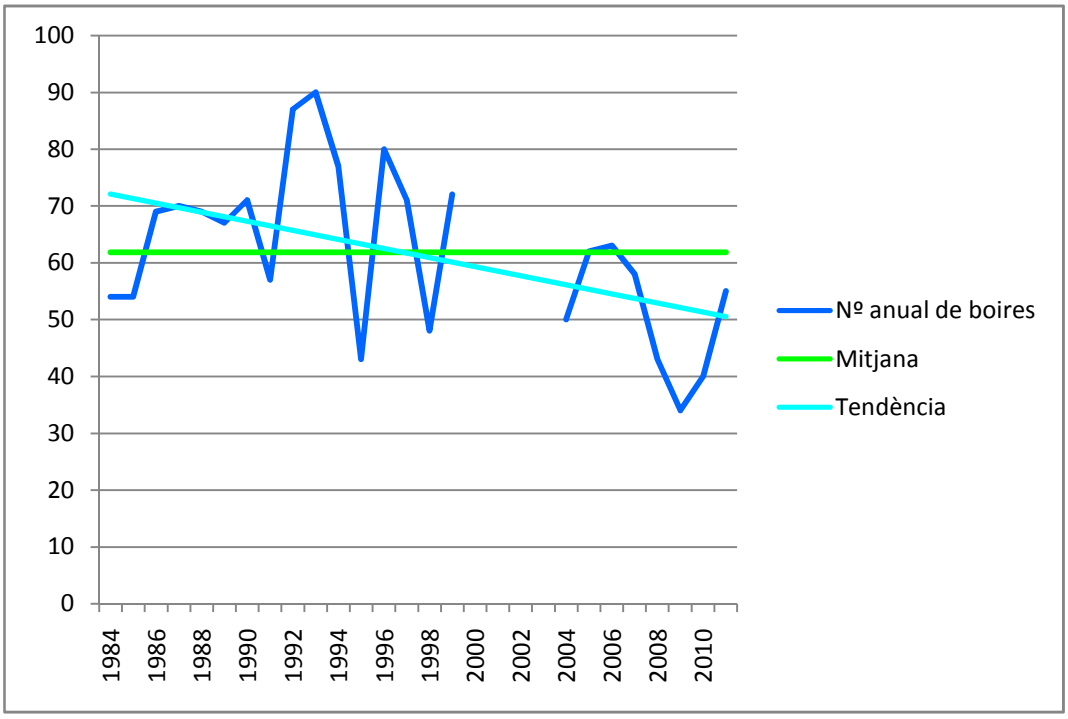

FIGURA 13: gràfic evolució nombre anual de boires a Pujalt

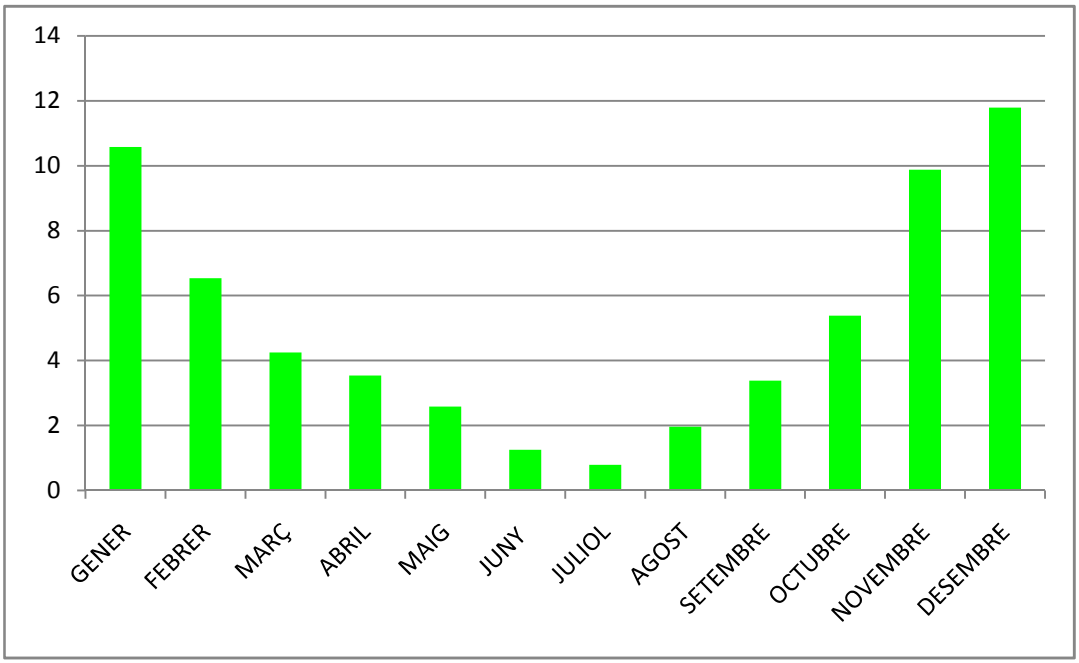

FIGURA 14: gràfic distribució mitjana mensual boires a Pujalt

L'Alta Anoia també ha registrat molta irregularitat pel que fa al comportament temporal de les boires al llarg dels últims 25 anys. Malgrat que la sèrie és menys complerta i està més fragmentada que la de Mollerussa, es pot intuir aquesta variabilitat del fenomen que es fa pales amb anys molt 'emboirats' i anys molt 'eixuts **[FIGURA 13]**. De mitjana ens surten uns 62 dies de boires anuals, però aquesta xifra amaga disparitats molt grans entre els diferents anys: per exemple, l'any amb més boires va ser el 1993, amb uns 90 dies; mentre que l'any amb menys estrats fou el 2009, amb 34 dies. Curiosament, els anys amb menys nombre de dies de boira enregistrats corresponen als més recents, fet que ens fa veure una tendència decreixent també a l'Alta Anoia. Fins i tot el nombre de boires ha baixat més aquí que no pas a la Plana de Lleida. Pujalt és el segon observatori amb un nombre de dies de boira anual més elevat de tots els que analitzem en aquest treball, fins a 62 dies pràcticament.

Pel que fa a la distribució mitjana mensual **[FIGURA 14]**, se'n poden formar qualsevol mes de l'any, amb diferents probabilitats o freqüències. Fins i tot durant els mesos d'estiu no acaba de desaparèixer la possibilitat de formació de boires en aquest sector; però els mesos més 'emboirats' amb diferència són Novembre, desembre i Gener; amb uns 10 dies de mitjana de boira aproximadament; una xifra molt anàloga als dies de boira hivernal que es forma a la Plana de Lleida. Trobem que durant la primavera, l'estiu i la tardor també hi ha possibilitat de boires, amb un nombre de dies més reduït. El juliol és el mes amb un risc més baix d'aquest fenomen, ja que la mitjana no arriba ni a un dia de boira mensual. Això vol dir que la majoria de juliols no hi ha cap dia de boira tret d'anys puntuals en què segurament hi ha molta precipitació i l'endemà es formen les típiques boires d'evaporació.

Veient el segon gràfic **[FIGURA 14]**, podem relacionar les situacions sinòptiques que produeixen boira en aquest sector i la seva explicació:

En primer lloc, la major freqüència i persistència de les boires hivernals (Novembre, Desembre i Gener) s'explica per la confluència de diverses situacions sinòptiques que poden produir la boira a l'altiplà Central. Quan la capa d'inversió tèrmica és superior a la cota 800 (per sobre d'aquest sector), les boires de la Plana de Lleida arriben a condensar la massa d'aire i pugen fins aquest indret. Per tant, també trobem boires d'inversió tèrmica o subsidència. En segon lloc, quan tenim una situació zonal amb vents de ponent, es produeixen les boires orogràfiques o de 'muntanya' (ascens de la massa d'aire i posterior condensació), les quals queden ancorades al nord de la Depressió Central i poden ser persistents. Aquestes situacions de transició es donen tant a l'hivern com durant els equinoccis. I el tercer tipus de boira que trobem són les d'evaporació, que es poden donar a l'hivern però sobretot es produeixen a la tardor i a la primavera, quan hi ha xàfecs i ruixats. L'endemà queda molta humitat al subsòl i es condensa la massa d'aire, fet que provoca la formació d'estrats baixos. Els mesos estiuencs també es poden donar més ocasionalment les boires d'evaporació, però són menys freqüents perquè no sempre que plou baixa suficient la temperatura l'endemà per condensar la massa d'aire. En canvi, a la Plana de Lleida aquest fet a l'estiu gairebé mai succeeix: encara que plogui, durant el juliol o agost, la temperatura posterior no baixa tant com per arribar al punt de la rosada. L'altitud fa que a l'Altiplà Central (700-800 metres), durant les nits post-frontals hi hagi suficient refredament perquè si que pugui succeir i formar algun banc de boira matinal.

Pel que fa a les boires d'irradiació nocturna, no solen ser o gaire habituals o gaire espesses a l'Altiplà Central, perquè és una zona amb un relleu força obert i la massa d'aire no és pot condensar de forma 100% efectiva. En tot cas, si es produeixen aquest tipus de boires, són poc gruixudes, poc espesses i arran de terra.

Per la seva situació geogràfica elevada, central i situada a les estribacions orientals de la Plana de Lleida amb els primers contraforts prepirinencs; podríem afirmar que l'Altiplà Central és on conflueixen els diferents tipus de boira que tenim a Catalunya: predominen les orogràfiques i les d'inversió tèrmica; les d'evaporació a continuació i per últim les d'irradiació nocturna.

7.3 MANRESA

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAIG	JUNY	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	TOT
1985			2	1	0	3	0	1	1	2	5	3	18
1986	1	3	2	1	0	2	0	0	2	4	6	3	24
1987	0	1	2	1	3	0	2	0	0	4	4	5	22
1988	4	6	0	4	8	2	3	0	4	9	7	4	51
1989	9			4	5	2	0	2	5	12	7	15	61
1990	8	14	5	1	3	3	0	1	6	6	7	5	59
1991	6	4	2	1	1	0	0	0	2	5	4	6	31

1992	6	5	6	2	2	3	2	4	8	4	8	5	55
1993	4	7	8	1	3	0	0	0	1	7	11	8	50
1994	0	2	4	2	2	0	0	0	1	5	7	12	35
1995	0	3	1	0	0	2	1	3	3	4	1	5	23
1996	8	4	5	5	1	0	1	2	6	11	2	8	53
1997	6	5	2	1	0	0	0	3	1	2	5	7	32
1998	3	3	3	0	2	0	0	0	0	0	6	2	19
1999	3	0	0	0	0	0	0	0	3	6	7	6	25
2000	3	3	6	1	0	1	0	0	2	6	1	3	26
2001	4	1	0	2	2	0	1	0	1	4	5	4	24
2002	2	3	2	1	1	0	0	0	0	7	4	4	24
2003	1	3	2	0	0	0	0	0	1	0	8	6	21
2004	0	7	2	1	0	0	0	1	1	3	4	2	21
2005	1	1	2	0	0	0	0	0	1	7	5	2	19
2006	6	1	1	3	0	0	0	0	4	2	4	4	25
2007	7	4	1	2	0	0	0	0	0	2	2	1	19
2008	3	5	2	1	0	0	0	0	0	1	5	2	19
2009	5	0	2	4	0	0	0	0	0	2	7	2	22
2010	2	1	1	0	1	0	0	0	0	1	2	4	12
2011	5	7	0	1	1	0	0	0	0	1	9	3	27
2012	6	2	0	0	0	0	0	0	0	1			9
Mitjana	3,68	3,39	2,25	1,43	1,25	0,64	0,26	0,61	1,89	4,21	5,11	4,68	29,5

TAULA 15: resum mensual i anual de boires a Manresa

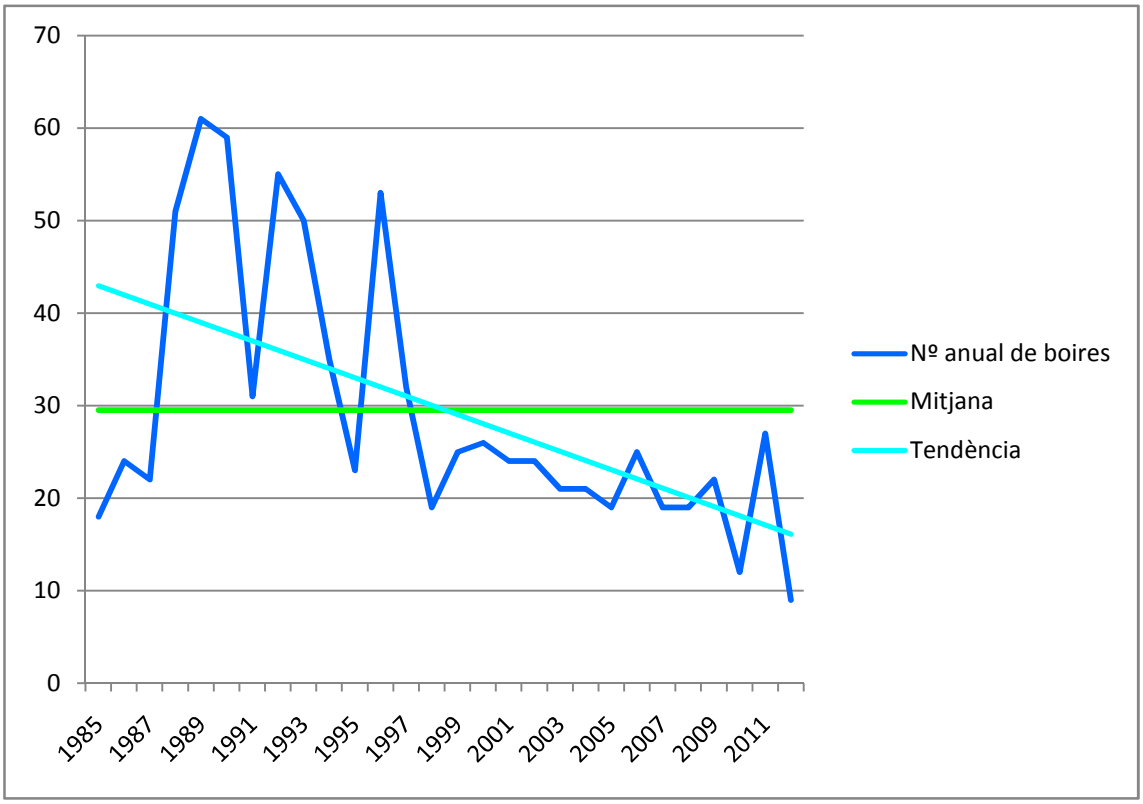

FIGURA 16: gràfic evolució nombre anual de boires a Manresa

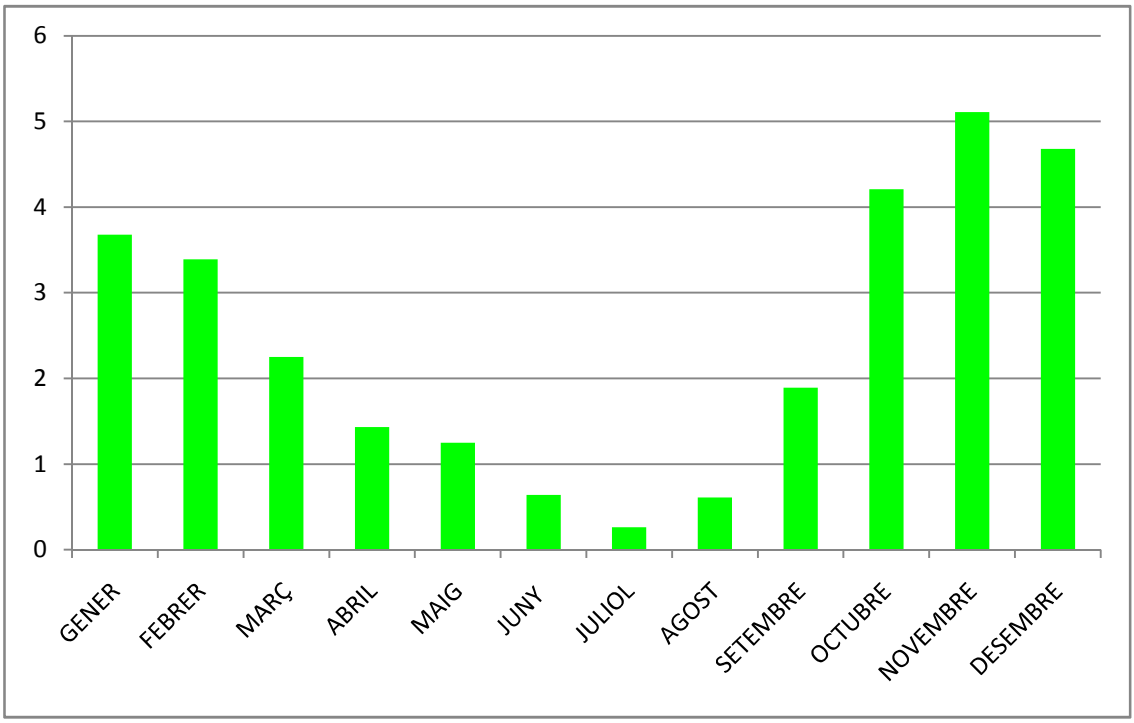

FIGURA 17: gràfic distribució mitjana mensual de boires a Manresa

El Pla de Bages és on es confirma de manera més rotunda i més evident aquesta tendència a la baixa de la freqüència de boires al llarg dels últims anys. Malgrat les oscil·lacions i irregularitats que també s'hi presenten, és on es veu més la davallada d'aquest fenomen entre els anys 80 i els darrers 5 o 10 anys **[FIGURA 16]**. De mitjana anual surten al voltant de 30 dies de boira, però anys com el 1989 arribaven pràcticament als 60; mentre que l'any amb menys boires va ser el 2012, amb tan sols 9 dies. Pel que fa a la distribució mensual **[FIGURA 17]**, el fenomen té una màxima ocurrència a la tardor-hivern, entre els mesos d'Octubre i Desembre. En menor mesura, Gener i Febrer també s'enregistren boires i aquesta xifra va davallant fins el juliol, quan la probabilitat que se'n puguin formar és pràcticament efímera. El Pla de Bages es troba relativament 'enxubat' i envoltat de muntanyes menys per la seva part nord. Aquest fet particular fa que s'enregistrin menys boires que a la Plana de Vic per exemple, on el relleu actua de 'cubeta' perfecta per emmagatzemar la humitat. Per la posició geogràfica i la forma de relleu comentada, els tipus de boires més freqüents que s'hi produeixen són les d'irradiació nocturna, les d'inversió tèrmica i les de subsidència. En menor mesura es poden produir a vegades algunes boires d'evaporació.

7.4 LLUÇANÈS

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAIG	JUNY	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	TOT
1993	4	1	5	3	2	2	0	0	1	4	6	9	37
1994	4	3	4	0	2	1	0	1	1	5	10	8	39
1995	3	3	1	1	2	2	0	1	3	5	2	6	29
1996	10	1	3	3	0	2	0	0	7	1	2	8	37

1997	8	3	0	2	0	2	2	1	0	4	6	5	33
1998	4	6	0	1	4	0	1	3	0	4	3	6	32
1999	3	0	1	0	2	2	0	0	1	3	1	3	16
2000	6	2	3	0	1	0	0	1	4	3	6	2	28
2001	3	5	0	1	1	0	0	0	1	1	6	7	25
2002	-	6	3	2	0	0	0	1	2	6	6	4	30
2003	6	2	3	0	0	2	1	0	0	3	3	7	27
2004	4	5	2	3	0	0	0	2	2	4	5	3	30
2005	11	1	5	1	1	0	1	0	4	6	3	8	41
2006	11	3	1	4	0	0	0	2	4	4	7	6	42
2007	7	6	0	0	1	0	0	1	1	0	3	1	20
2008	12	6	3	3	1	3	1	1	1	2	7	5	45
2009	6	4	2	4	0	0	0	0	1	4	5	7	33
2010	8	5	4	1	6	2	0	1	1	9	10	3	50
2011	1	9	2	2	2	1	1	0	1	1	7	9	36
Mitjana	6,17	3,73	2,21	1,63	1,32	1	0,32	0,79	1,84	3,63	5,16	5,63	33

TAULA 18: resum mensual i anual de boires al Lluçanès

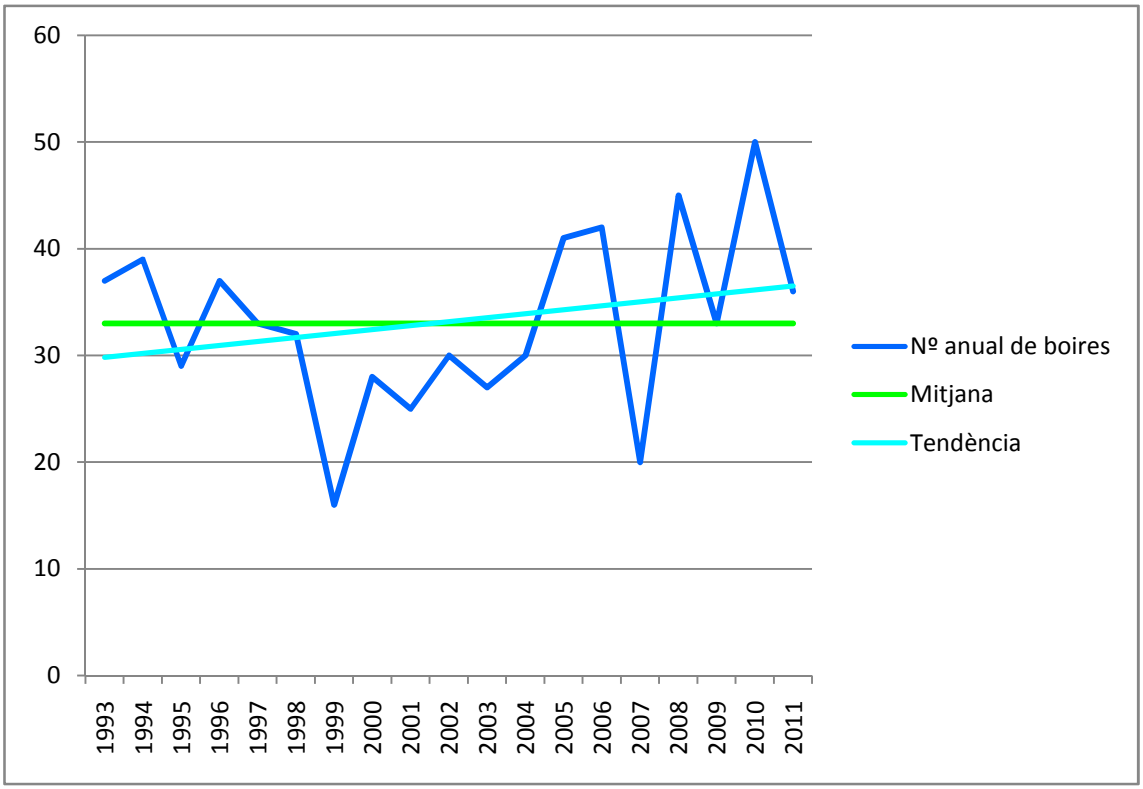

FIGURA 19: gràfic evolució nombre anual de boires al Lluçanès

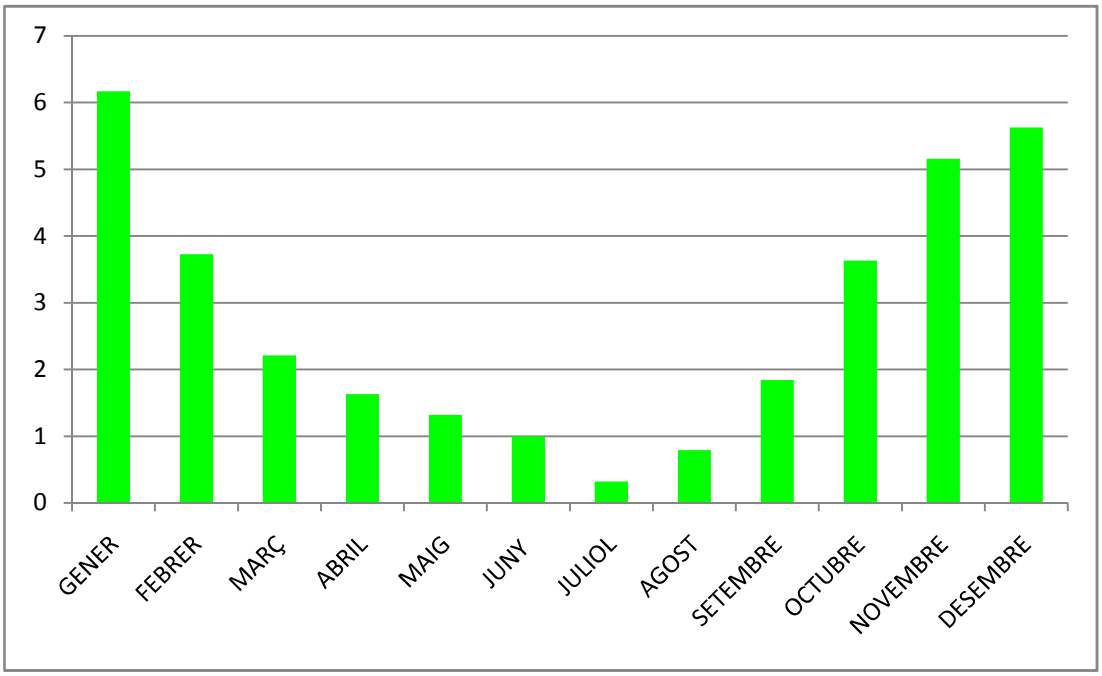

FIGURA 20: gràfic distribució mitjana mensual de boires al Lluçanès

La zona del Lluçanès trenca els esquemes de comportament evolutiu al llarg dels últims anys respecte els altres observatoris: aquí observem que el nombre de boires ha augmentat lleugerament al llarg dels darrers anys. També s'intueix aquesta irregularitat i oscil·lació que caracteritza aquest fenomen, però potser no és tant pronunciat com Manresa o Lleida **[FIGURA 19]**. Anualment hi ha al voltant de 33 dies de boira; i des del 1993 fins el 2005, la freqüència d'aquestes s'ha situat per sota d'aquesta mitjana. Els últims 6 anys s'ha observat un clar augment d'aquest fenomen, situant la freqüència per sobre de la mitjana. Aquest fet s'explica, hipotèticament, perquè la sèrie climàtica és la més curta que disposem i comença a principis dels anys 90. Hauríem de tenir anys anteriors per veure si aquesta tendència es verificaria o modificaria; per tant, aquest lleuger augment de les boires ho hem d'agafar amb pinces en aquest sector. Pel que fa a la distribució mensual **[FIGURA 20]**, es repeteix més o menys el mateix comportament que la resta de zones: Novembre, Desembre i Gener serien els 3 mesos més emboirats. Durant l'estiu la possibilitat de presència de boira disminueix clarament sense desaparèixer del tot. La zona del Lluçanès té un patró similar a Pujalt, ja que es troba en un altiplà, en què les boires orogràfiques són les més majoritàries; ja que la massa d'aire ascendeix pels contraforts del Lluçanès i es condensa, formant aquests estrats. També es poden formar eventualment boires d'evaporació, que són les que expliquen el fenomen durant la primavera, la tardor o algun dia puntual d'estiu. En canvi, les boires d'irradiació nocturna i les de subsidència no hi tenen tan pes. Pel que fa a les boires d'inversió tèrmica, no s'hi solen presentar, ja que és un indret elevat, en què el gradient de temperatura és més elevat i l'aire no es troba saturat sinó més aviat sec.

7.5 PLANA DE VIC

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAIG	JUNY	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	TOT
1980	12	11	4	5	4	2	6	3	7	6	6	5	71
1981	11	4	4	5	2	0	3	5	8	4	12	3	61
1982	12	7	4	8	3	4	0	5	4	1	12	9	69
1983	7	7	8	1	1	1	2	9	3	6	7	9	61
1984	7	2	4	1	0	3	0	1	1	10	5	18	52
1985	4	5	2	1	8	2	0	1	5	12	3	10	53
1986	3	8	5	1	0	3	1	1	6	10	6	11	55
1987	9	5	0	0	3	0	0	2	1	5	10	20	55
1988	5	6	0	7	0	2	0	0	5	13	5	11	54
1989	16	10	2	1	7	4	1	10	9	18	7	5	90
1990	14	15	6	4	8	4	4	4	6	8	11	11	95
1991	9	7	5	2	3	0	0	1	10	12	7	12	68
1992	10	8	8	2	3	4	4	5	6	4	16	10	80
1993	15	10	10	8	10	1	1	3	1	4	8	13	84
1994	10	6	7	4	4	1	0	0	3	11	14	12	72
1995	4	5	3	1	0	5	0	6	3	8	9	5	49
1996	10	3	9	3	4	4	3	2	4	14	4	3	63
1997	7	9	2	3	2	3	2	5	15	6	12	9	75
1998	12	7	2	2	5	1	0	2	0	4	5	13	53
1999	15	2	2	0	5	4	1	1	4	11	9	7	61
2000	11	4	6	2	3	1	0	0	3	7	5	10	52
2001	3	3	2	2	6	1	1	1	5	7	13	16	60
2002	9	7	4	2	1	2	1	4	7	6	7	8	58
2003	4	6	10	2	5	3	1	0	2	1	15	9	58
2004	5	10	4	7	5	3	1	3	7	10	10	10	75
2005	9	4	4	2	1	1	0	2	7	12	9	12	63
2006	11	9	1	5	2	0	0	3	8	8	12	13	72
2007	11	8	0	1	1	2	0	2	3	4	10	5	47
2008	5	11	3	6	6	3	0	0	1	11	10	6	62
2009	7	4	2	5	0	0	3	3	7	13	9	7	60
2010	10	1	2	4	5	4	3	4	13	6	8	5	65
2011	11	6	8	2	3	0	1	2	5	4	11	10	63
Mitjana	9	6,56	4,16	3,09	3,44	2,13	1,22	2,65	5,28	8	8,97	9,59	64,25

TAULA 21: resum mensual i anual de boires a la Plana de Vic

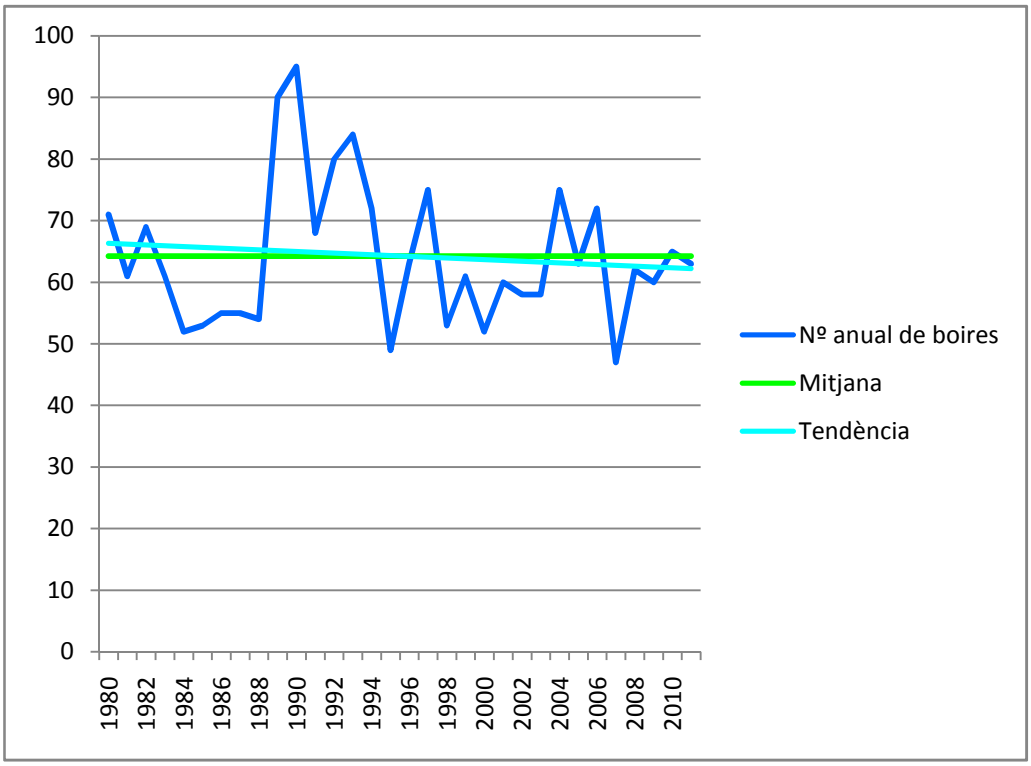

FIGURA 22: gràfic evolució nombre anual de boires a la Plana de Vic

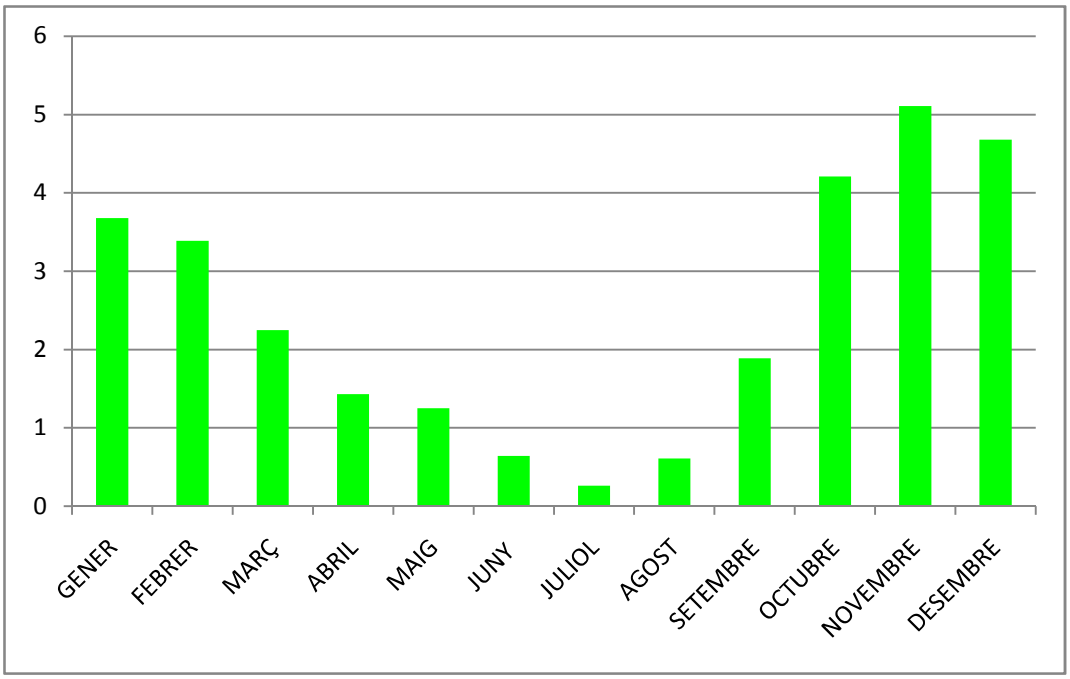

FIGURA 23: gràfic distribució mitjana mensual de boires a la Plana de Vic

La Plana de Vic és l'observatori analitzat amb més boires anuals, amb més de 64 dies. També és l'observatori en què la irregularitat d'aquest fenomen és més baixa, dos anys correlatius no són tant dispars i la primera gràfica no mostra tantes oscil·lacions **[FIGURA 22]**. Aquest fet s'explica perquè a la Plana de Vic no hi ha tants tipus de boira com els altres observatoris, aquí predomina la d'irradiació nocturna i en menor mesura, les d'evaporació. Des del 1980 s'observa una lleugera tendència a la baixa

pel que fa a la freqüència d'estrats, però no és excessivament significativa, amb una constant molt més marcada que els altres indrets analitzats. Els dos anys més emboirats amb diferència van ser el 1989 i el 1990, quan es van enregistrar 90 i 95 dies de boira respectivament. L'any amb menys boira ha sigut fa poc, el 2007, amb tant sols 47 dies anuals. La distribució mensual **[FIGURA 23]** a Vic ens dona comte d'una peculiaritat que no trobem a cap altre observatori: és que qualsevol mes de l'any hi ha possibilitat de boira, fins i tot a l'estiu. El mes que té la freqüència de boira més baixa és el juliol, amb 1,22 dies. La resta d'observatoris, durant els mesos d'estiu, aquesta xifra era inferior a 1, per tant, estadísticament poc significativa alhora de preveure el fenomen. És un factor més que s'ha de tenir en comte alhora de fer un pronòstic a la Plana de Vic: sinó fa vent, si hi ha una humitat moderada i si la nit no és càlida, ja serà suficient per condensar la massa d'aire i formar aquests bancs de núvols baixos. Podríem dir que Vic és pràcticament l'únic indret de Catalunya en què calen unes condicions marginals d'humitat i de temperatura perquè s'hi pugui formar la boira. Quin factor ho explica això? Doncs el relleu: una cubeta totalment tancada i enfonsada, envoltada per muntanyes relativament elevades encerclant totes les coordenades. Aquest fet fa que molt fàcilment s'acumuli la humitat i ja sigui suficient per formar el fenomen. Els mesos amb més boira són l'Octubre, el Novembre i el Desembre, entre mitjans de tardor i principis d'hivern. És curiós observar com en ple hivern (Gener i febrer) la boira no és tant recurrent com a la tardor. Això s'explica pel gradient d'humitat, molt més elevada en aquest sector a l'equinocci i molt més residual al mig de l'hivern, en què hi ha molts dies que bufa aire i vent sec, en entrades siberianes sobretot.

8. ANÀLISI COMPARATIU DE LA DISTRIBUCIÓ I EL COMPORTAMENT DE LES BOIRES

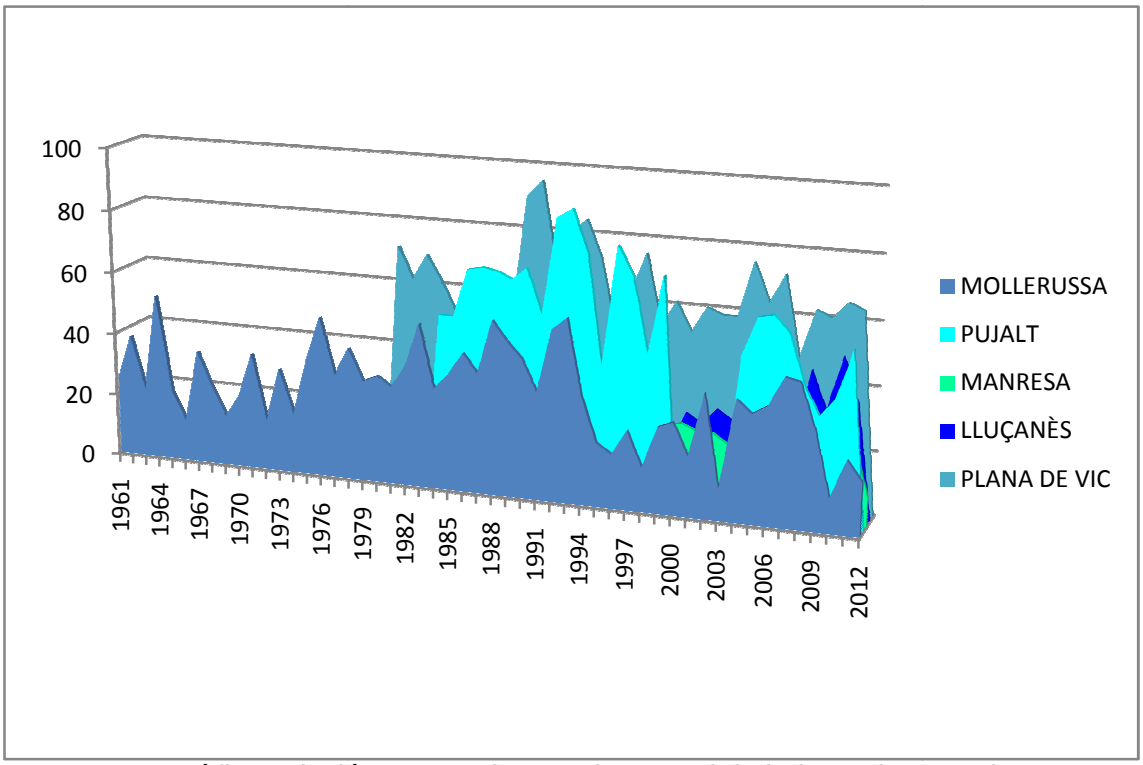

FIGURA 24: gràfic evolució comparativa nombre anual de boires a les 5 regions estudiades

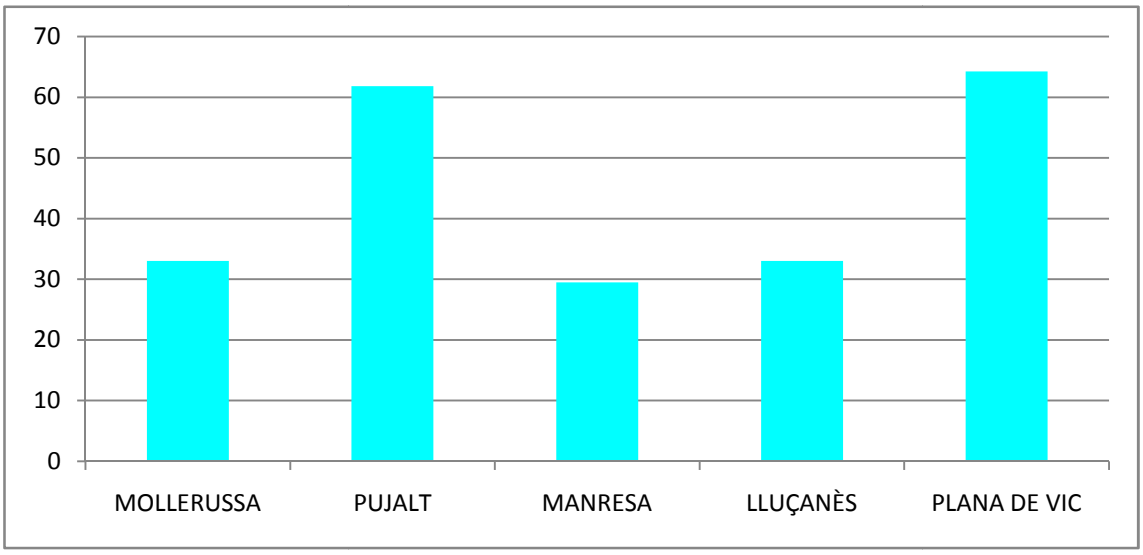

FIGURA 25: gràfic comparatiu de la mitjana anual de boires a les 5 regions estudiades

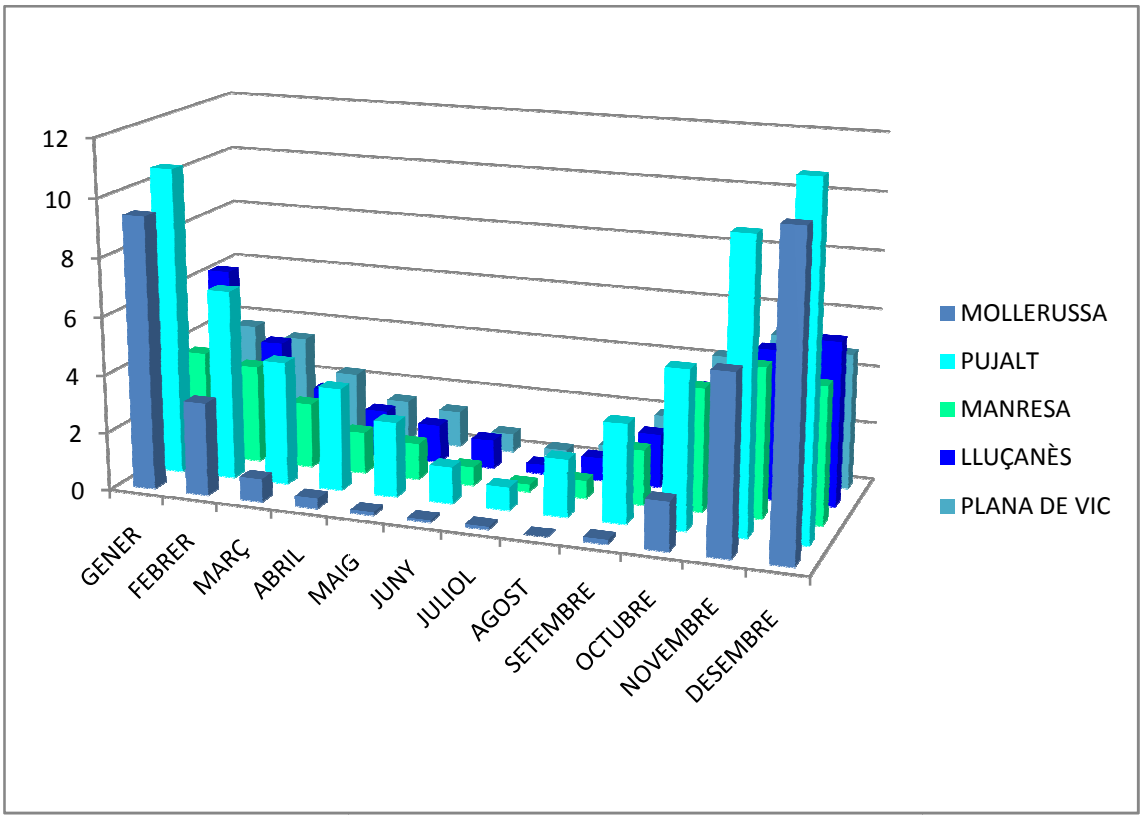

FIGURA 26: gràfic comparatiu distribució mitjana mensual de boires a les 5 regions estudiades

Aquests tres gràfics **[FIGURES 24/25/26]** sintetitzen els resultats numèrics obtinguts de manera agrupada pel conjunt dels 5 observatoris en què hem realitzat aquesta recerca. Podem afirmar que les boires d'aquests sectors tenen algunes semblances i punts en comú, però també forces diferències i divergències.

Pel que fa a les semblances, l'essència principal és el comportament temporal extremadament variable i irregular, molt fluctuant entre un any i un altre. Potser aquest fet explica la poca capacitat que tenen els models per predir amb exactitud la localització d'aquestes boires. També observem una tendència general al descens de la freqüència de boires en els últims anys dins d'aquesta variabilitat tant elevada. Es formen menys boires que a finals del segle XX **[FIGURA 24]**. En referència al comportament mensual o estacional **[FIGURA 26]**, la majoria de boires es produeixen en els mesos hivernals, entre el Novembre i el Febrer; quan es produeix una màxima concentració de dies emboirats a tots els punts observats. Per tant, aquest període és el que presenta més regularitat o constància en la distribució mensual. Els equinoccis serien èpoques de transició, en què el nombre de boires és més reduït que els mesos esmentats anteriorment, però hi ha més freqüència que els mesos estiuencs. La variabilitat de la seva freqüència durant la tardor i la primavera és força més elevada. Durant l'estiu, el nombre de boires és mínim o inexistent, sense acabar de desaparèixer del tot aquesta possibilitat. El mes més sec o menys emboirat que conflueix a tots els 5 indrets geogràfics és el juliol; el període segurament en què la

temperatura nocturna és elevada i constant; i és quan es produeixen menys precipitacions per després formar les boires d'evaporació.

En referència a la mitjana de boires anuals **[FIGURA 25]**, la Plana de Vic i Pujalt són els 2 observatoris anàlegs que presenten una major semblança quantitativa; amb 64 i 62 dies anuals de boira, respectivament. Ara bé, malgrat quantitativament s'assemblin, tenen una dinàmica i un comportament estacional força diferenciat. Pel que fa a la mitjana anual de dies de boira, el Lluçanès i Mollerussa presenten xifres idèntiques pràcticament, amb 33 dies de boira anuals ambdós. L'observatori 'menys emboirat', on la boira no és tant abundant seria Manresa, amb 29 dies anuals de boira.

La diferència genèrica més significativa entre tots els observatoris és la dinàmica, les situacions sinòptiques, els factors genèrics o locals de formació de boira i els tipus d'aquesta que s'hi donen.

La Plana de Lleida és la zona geogràfica on el comportament és més predictible estacionalment parlant, ja que té una dinàmica molt clara: de Novembre a Gener és quan es donen les boires més denses, persistents i freqüents, que poden durar uns quants dies. Els mesos d'Octubre, Febrer, Març i Abril presenten boires efímeres i matinals, sense que siguin persistents en conjunt. Durant el maig i els mesos d'estiu la probabilitat de boira és tant baixa que només s'ha donat algun dia d'algun any puntual, estadísticament poc significatiu. El tipus de boira més freqüent és la d'inversió tèrmica i subsidència, mentre que les altres són molt menys recurrents.

L'altiplà central té una vinculació bastant forta amb les boires de la Plana de Lleida durant els mesos hivernals, per això, durant el Novembre, Desembre i Gener presenten unes xifres numèriques molt semblants. La causa? Doncs la proximitat geogràfica fa que les boires de la Plana de Lleida puguin augmentar d'espessor i extendre's fins a l'Altiplà Central. Són les mateixes boires d'inversió tèrmica que van guanyant humitat a les capes baixes i la capa d'inversió és superior als 800 metres. Ara bé, la zona de Pujalt té per excel·lència les boires orogràfiques i les d'evaporació, que es poden formar pràcticament qualsevol dia de l'any amb menys probabilitat durant el mes de juliol. La peculiaritat d'aquest sector és que es pot formar boira quan bufa vent de ponent; i les situacions sinòptiques de transició, entre les altes i les baixes pressions afavoreixen la condensació i la formació d'estrats en aquesta zona septentrional de la Catalunya Central. Aquest fet és pràcticament únic i exclusiu d'aquest observatori, ja que un dels factors genèrics perquè es formi boira en els altres punts és l'absència de vent, una atmosfera encalmada i estratificada en capes.

Manresa és l'observatori estudiat que presenta menys dies de boira anuals, uns 29 aproximadament. Aquest fet s'explica perquè el Pla de Bages es troba en una zona geogràfica relativament indefinida en referència a les situacions sinòptiques o els factors locals que produeixen la boira. Les boires de la Plana de Lleida no acostumen a afectar la zona del Bages i les orogràfiques de l'altiplà Central tampoc hi arriben. Les boires d'inversió tèrmica o les d'irradiació nocturna s'hi produeixen però amb menys eficàcia que a la Plana de Vic, per no tenir un relleu totalment en forma de cubeta i relativament obert per la seva part septentrional.

El Lluçanès té la mateixa peculiaritat que Pujalt: es poden formar boires amb una situació zonal de vents de ponent, ja que el tipus que s'hi donen són les orogràfiques.

Malgrat tot, la diferència més important és que no hi ha una interacció massa evident entre les boires de la Plana de Vic i les del Lluçanès, per això el nombre de boires d'aquest punt és més reduït que Pujalt i Vic. En canvi, com comentàvem abans, les boires de la Plana de Lleida alimenten (per dir-ho d'alguna manera), les boires de l'altiplà Central. Aquesta interacció de masses no es produeix tant recurrentment a la comarca d'Osona. Les boires d'evaporació són molt freqüents, juntament amb les orogràfiques en aquest punt. En canvi, les boires d'inversió tèrmica, les de subsidència i les d'irradiació nocturna no s'hi presenten massa; per la seva altitud elevada i relativament distanciada de la Plana.

Finalment la Plana de Vic també té una peculiaritat única que en cap altre observatori es dóna: qualsevol mes de l'any la probabilitat de boira és superior a 1 dia mensual, això vol dir que al mig de l'estiu s'hi poden formar bancs de boira matinals. És l'únic observatori en què la situació sinòptica no determina tant la presència o no d'estrats baixos; ja que el factor decisiu per formar-les és la orografia; el relleu en forma de cubeta que produeix molta facilitat per condensar la massa d'aire en condicions d'humitat i temperatura marginals. Les boires més freqüents són les d'irradiació nocturna, seguides de les d'inversió tèrmica. Les boires de subsidència no són tant freqüents perquè concentren la humitat a la Plana de Lleida i en aquesta situació hi bufen vents catabàtics secs a la plana de Vic. Les boires orogràfiques en cap cas s'hi presenten, mentre que les d'evaporació si que s'hi poden donar alguns dies l'endemà de ploure, sobretot durant els equinoccis i al solstici.

A l'apartat d'anàlisi de situacions sinòptiques concretes explicarem i analitzarem tots aquests factors de diferenciació d'una manera més gràfica i visual, a través de les imatges del meteosat i dels models numèrics.

9. ENTREVISTES A EXPERTS

El mètode de l'entrevista servirà per complementar aquestes dades empíriques que hem extret de les diagnosis. En certa manera podrem obtenir les explicacions o les causes d'aquesta impredictibilitat i alta variabilitat geogràfica. Hem elegit dos persones relacionades ben de prop amb el fenomen, però des de perspectives ben diferents.

En primer lloc, l'observador meteorològic que està en contacte diàriament amb el fenomen. Hem volgut fer-li l'entrevista a *Pere Bruc*, l'observador del Lluçanès; que des de finals dels anys 80 pren diàriament els paràmetres meteorològics d'aquest indret de la comarca d'Osona. D'aquesta manera obtindrem informació més local, més relacionada amb el territori i la regió.

En segon lloc, un físic expert en modelització meteorològica, en *Daniel Santos*, que ens explicarà la vessant més científica i tècnica d'aquesta incertesa en els models numèrics. Ell porta treballant des de fa anys en diferents projectes de modelització numèrica: destaquem la seva tasca en desenvolupament de models a l'AEMET. També és consultor científic i tècnic, que dóna assessorament a empreses que necessitin productes meteorològics.

ENTREVISTA A PERE BRUC

1.Com definiries el comportament de les boires al Lluçanès?

Aquí al lluçanès hi ha dos tipus de boires: la que es forma aquí a Olost, que s'anomena la 'Lluçanesa', i la que es forma a la Plana de Vic. Quan es forma la Lluçanesa puja per la vall del Llobregat i travessa la riera Gavarressa fins aquí a l'Altiplà. Entre Osona i aquí tenim la serralada de Sant Bartomeu que separa impedeix que els dos sectors de boira es puguin 'unir'. Tant la Gavarressa com la boira de la Plana de Vic són boires d'inversió tèrmica. És a dir, quan es forma boira a la Plana de Vic, habitualment no ens afecta, i quan apareix la gavarressa, potser a la Plana de Vic no en tenen.

Hi ha un altre tipus de boira, boira alta, que són els estrats. Aquesta és la boira orogràfica, que travessa cap a Osona perquè té una altitud més elevada; i aquí al Lluçanès ens deixa el cel tapat, gris, per boira en altura.

2. Segons la teva experiència d'observació continuada, ha disminuït la freqüència de boires a Osona en els últims anys?

Fa 40 o 50 anys, tenia la impressió que la boira era més persistent que no pas actualment, però tant sols és una percepció.

3. Existeix un paral·lelisme o una connexió entre les boires de la Plana de Vic i el Lluçanès?

No, tenen comportaments físics força diferents a causa dels factors geogràfics locals. A la Plana de Vic la boira orogràfica no els hi afecta, en aquest cas serien núvols baixos; i aquí sí que tenim visibilitat reduïda. I quan es forma boira d'inversió a la Plana, aquí podem tenir el cel serè.

4. Quin tipus de boires creus que són més freqüents l Lluçanès? (boires d'inversió tèrmica, d'irradiació nocturna, de subsidència, d'evaporació...?)

Les d'inversió tèrmica i les orogràfiques són les més freqüents. Després hi ha les boires d'evaporació, que es formen després de ploure a la primavera o a la tardor, però són inconnexes, intermitents; en forma de bancs de boira. No és boira homogènia que redueixi molt la visibilitat. I quan bufa vent, tenim aquesta boira alta, la orogràfica, que deixa el cel ennuvolat en forma d'estrats.

5. Hi ha algun o varis dies de boira persistent a Osona, o per contra, totes les boires que s'hi formen es desfan?

Hi ha algun dia que s'hi queda tot el dia, però són puntuals; però 2 o 3 dies seguits pràcticament no ho he vist mai. Cap al vespre s'alça una mica o es desfà. En canvi, les boires de la Plana de Vic poden ser més persistents.

ENTREVISTA DANIEL SANTOS

1.Qué peculiaridad tienen las nieblas para que sean tan difíciles de captar para los modelos numéricos?

En general la nubosidad es un campo difícil de predecir por lo discontinuo que es y los distintos procesos que tienen lugar en su generación.

Dentro de los modelos las parametrizaciones de los procesos de microfisica, que regulan los cambios de fase del agua, así como la acreción, coalescencia y precipitación son los mayores responsables de la generación de nubes. Además los modelos tienen en cuentan los fenómenos turbulentos y de intercambios de calor en la capa límite para generar flujos de calor y humedad en capas bajas atmosféricas. También las parametrizaciones de procesos radiativos entran en juego en los balances de energía muy importantes en los casos de nieblas de tipo radiativo.

Por todo esto, la nubosidad es uno de los campos de los modelos que presenta una menor predictibilidad.

2. Qué parámetros se deberían introducir en esos modelos para que captasen mejor los estratos/nieblas?

A parte de seguir trabajando en las parametrizaciones y adaptarlas a la resolución a la que se integra el modelo, es crítico el uso de observaciones en los ciclos de asimilación para la generación del análisis que se utiliza como condición inicial.

La asimilación de datos de satélite, cada vez de mayor resolución y con amplia cobertura espacial es clave en el proceso de análisis.

3. Los modelos mesoescalares tienen en cuenta los factores o condicionantes locales y geográficos de una región?

Dependiendo de la resolución se tienen en cuenta más factores locales como la orografía y los distintos tipos de usos de suelo.

Pero hay que tener en cuenta que la resolución no lo es todo. Sin unas buenas condiciones iniciales y de contorno, las simulaciones no van a tener un grado de aciertos alto.

4. Desde tu punto de vista, qué modelo o qué combinación de modelos se deberían utilizar para hacer un buen pronóstico de las nieblas en Catalunya?

No hay modelo bueno ni modelo malo, de hecho, ya demostramos en su día que la calidad de los modelos es similar, estadísticamente hablando, en periodos largos de tiempo.

También hay una dependencia del tipo de nieblas que se ha de predecir, mientras las nieblas de carácter radiativo tienen una mayor predictibilidad, las de características advectivas son más difíciles de predecir.

Algunos modelos en ciertos casos son capaces de generar algunas nieblas correctamente, pero luego en vez de disiparlas las mantienen un tiempo excesivo.

Si se pretende una buena predicción de nieblas, como de otros campos, todo pasa por una buena inicialización, una buena selección de la configuración del modelo para la zona a simular y disponer de una buena base de datos de observaciones con las que contrastar los progresos que se realizan.

5. Las nieblas son el fenómeno atmosférico que más incertidumbre e inexactitud presentan?

La nubosidad y por tanto las nieblas son uno de los campos de menor predictibilidad. El uso de sistemas de predicción por conjuntos o ensembles puede ayudar en el proceso de realización de las predicciones.

Hay otros campos con mucha incertidumbre como la precipitación convectiva o efectos turbulentos en los campos de viento.

Al aumentar la resolución de los modelos para tratar de resolver efectos cada vez más locales, hay que hacer nuevas parametrizaciones que no desprecien ciertos efectos que a escalas mayores no son tenidos en cuenta.

6. Porqué los modelos de nubosidad tienden a extender y hacer persistir las nubes bajas, sin embargo no pueden captar a veces la persistencia de las nieblas en un rango geográfico como el valle del Ebro?

Dependerá de cómo se inicie el proceso y si hay vientos en el valle del Ebro que las disipen en el modelo. Mira el campo de viento que generara mezcla y por tanto disipara, es decir, el viento se sobreestimara por el modelo

10. CONCLUSIONS

Aquest extens treball ha complert amb la majoria d'objectius i finalitats inicials, així com per verificar les hipòtesis prèvies que teníem sobre el complex fenomen de les boires a Catalunya. En primer lloc, destacar la irregularitat i la complexitat del fenomen a casa nostra, tant en el comportament temporal com en la distribució especial. Hi ha una sèrie de factors genèrics com a teoria per la formació de boires, però la pràctica ens diu que no sempre ni a tot arreu es compleixen per poder pronosticar-les.

Podem afirmar en conjunt que la freqüència i quantitat de boires ha disminuït significativament a Catalunya al llarg dels últims anys respecte a la dècada dels 80 o 90. Així ens ho demostren els diferents gràfics amb les respectives tendències, tret del Lluçanès; on s'observa un lleuger increment. Aquest fet s'explica per un factor merament d'observació: el mateix Pere Bruch del Lluçanès ens va comentar que els últims anys enregistrava la boira de forma més acurada perquè va modificar un dels paràmetres definitoris.

Malgrat aquesta davallada lleugera i general en tots els indrets, podem constatar també una variabilitat espacial i temporal extremadament elevada; a causa de la combinació entre la situació sinòptica i les condicions locals, que en són moltes i són molt fluctuants d'un dia per l'altre. Per tant, també es compleix la hipòtesi prèvia que apuntàvem: no hi ha una única causa, factor o situació sinòptica que sigui capaç d'explicar en un conjunt la formació de boires a Catalunya. Per tant, fer-ne una sistematització o una teoria genèrica és pràcticament impossible. S'ha d'analitzar i establir lleis o teories cas per cas, o per agrupació de casos anàlegs. Per exemple, hem captat que el Lluçanès i l'Altiplà Central són dues regions geogràfiques amb un tipus de boira diferent a la resta: les boires orogràfiques, que es formen per ascensos i condensació de la massa d'aire al trobar-se amb relleu. Aquests dos indrets hem corroborat que s'hi pot formar boira quan bufa vent de ponent en una circulació zonal, fet excloent dels altres tipus de boira.

Alhora també hem vist la dicotomia i les interaccions entre la boira de la Plana de Lleida i la de Pujalt: quan no hi ha gaire inversió tèrmica, la boira de l'Altiplà Central s'alimenta de la boira de Lleida. Podríem afirmar que aquests dos sectors tenen connexions sinèrgiques en unes determinades condicions atmosfèriques durant l'hivern, quan es forma tot el matalàs de boira que va omplint la Vall de l'Ebre i puja fins a l'Altiplà Central. Precisament aquest tipus de boira orogràfica de Pujalt i el Lluçanès es forma en condicions de baixes pressions, que ajudin als processos ascendents de la massa d'aire. Per tant, no podem establir una hipòtesi que les boires es produeixen en un context anticiclònic perquè no sempre és així. Les de la Plana de Lleida i en general les de les conques enclotades de l'interior sí que es produeixen amb altes pressions, però aquests dos casos en serien l'excepció.

La hipòtesi que durant els mesos d'estiu les boires són excepcionals i puntuals podríem dir que es verifica, tret de la Plana de Vic, on qualsevol dia de l'any s'hi pot formar boira. Les boires que es formen durant l'estiu són d'un altre tipus: les d'evaporació: aquelles que es gesten a causa de la humitat procedent dels ruixats i les tempestes de tarda. La Plana de Vic és l'indret geogràfic de tot Catalunya on els factors de formació de boira tenen menys pes perquè se'n pugui formar, ja que la

variable plenament condicionant és la ‘cubeta orogràfica’ característica, que facilita els processos d’estancament, refredament i condensació.

La distribució mensual de les boires en general sí que és coincident a totes les regions estudiades: entre l’Octubre i el Febrer és quan es produeixen més boires en conjunt, ja que coincideixen les boires d’inversió tèrmica de la Plana de Lleida, amb situacions d’irradiació nocturna i les boires orogràfiques anteriorment esmentades.

A través de l’anàlisi de les situacions meteorològiques concretes hem pogut verificar la hipòtesi de la imprecisió dels models numèrics en referència al fenomen de la boira a Catalunya. És impossible que aquests models puguin predir amb exactitud els llocs on es formarà la boira. Es necessita experiència i intuïció per fer-ne un bon pronòstic. Els mapes mesoescalars no tenen suficient ample de malla per discernir els factors i els fenòmens locals que la poden formar.

11. BIBLIOGRAFIA

- Registres climàtics de diferents observatoris

Mollerussa→ Canal de Regants Pla d'Urgell. Assunció Solsona

Pujalt→ Observatori de Pujalt-Fundació Ernest Guillé. Albert Borràs

Manresa → centre 'La Culla'. David Miller

Olost→ Pere Bruc

Vic→ Manel Dot

-imatges de satèl·lit i models meteorològics

* www.sat24.com

* www.wetterzentrale.de

* Model italià 'Consorzio Lamma' http://www.lamma.rete.toscana.it/meteo/modelli

* Model TV3- WRF3-TVC

- Treball assignatura 'Geografia de Catalunya' 3r grau Geografia. 'Boires a Lleida i a les conques interiors'

- VALLÉ, JEAN LOUIS. *Guía técnica de meteorología.* Barcelona: Editorial Omega, 2006. ISBN: 84-282-1274-0

- STRAHLER, ARTHUR N. Geografía Física. Barcelona: Ediciones Omega, S.A; 1989. ISBN: 84-282-0847-6

- QUEREDA SALA, JOSÉ. 'Curso de Climatología General'. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, 2005. ISBN: 978-84-8021-512-1

- SACASAS I LLUÍS, JORDI. 'Descobrint la meteorologia'. Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat, 2004. ISBN: 84-8415-635-4

- MAZÓN, JORDI/ COSTA, MARCEL. '100 qüestions per entendre l'atmosfera'. Valls: Cossetània Edicions, 2008. ISBN: 978-84-9791-336-2.

- Conferència 'Les Boires a la comarca de l'anoia'. Trobada anual de la XOM. Octubre 2012. A càrrec d'Albert Borràs.

12.ANNEX: ANÀLISI DE SITUACIONS SINÒPTIQUES CONCRETES

FACTORS DIFERENCIACIÓ DE LES BOIRES

Aquest apartat servirà per il·lustrar i verificar l'explicació de l'anàlisi comparatiu de la distribució i el comportament de les boires. Comprovarem aquesta forta irregularitat i la difícil sistematització pràctica alhora d'establir unes lleis o unes hipòtesis sobre el seu comportament i distribució territorial. Analitzarem 10 casos que corresponen a totes les possibles combinacions de boira a les 5 unitats geomorfològiques estudiades i ordenades cronològicament des que comença la 'temporada' de boires (Octubre) fins que s'acaba (Febrer-Març); i un cas també de la regió excepcional i 'estrella' de les boires, la Plana de Vic, en ple estiu.

1.BOIRA A LES CONQUES INTERIORS I INSIPIENT A LA PLANA DE LLEIDA I ALTIPLÀ CENTRAL (9 Novembre 2011)

FIGURA 27: meteosat canal visible Catalunya 9 Novembre 2011

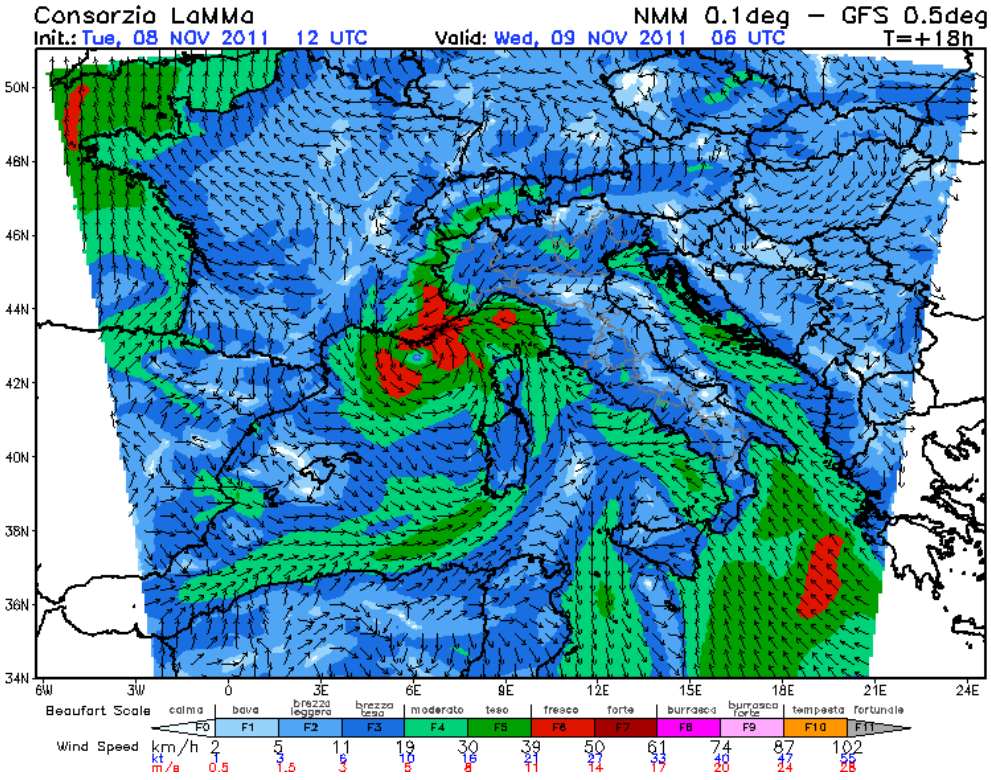

FIGURA 28: Mapa de vent en sup. 9 Novembre 2011 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

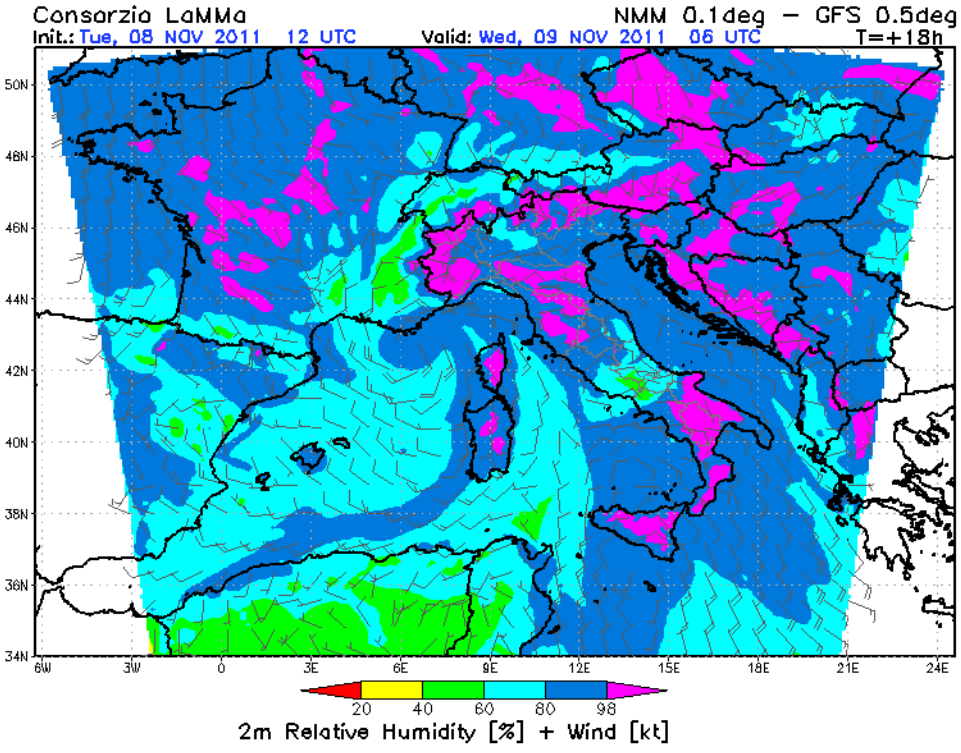

FIGURA 29: Mapa humitat en sup. 9 Novembre 2011 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

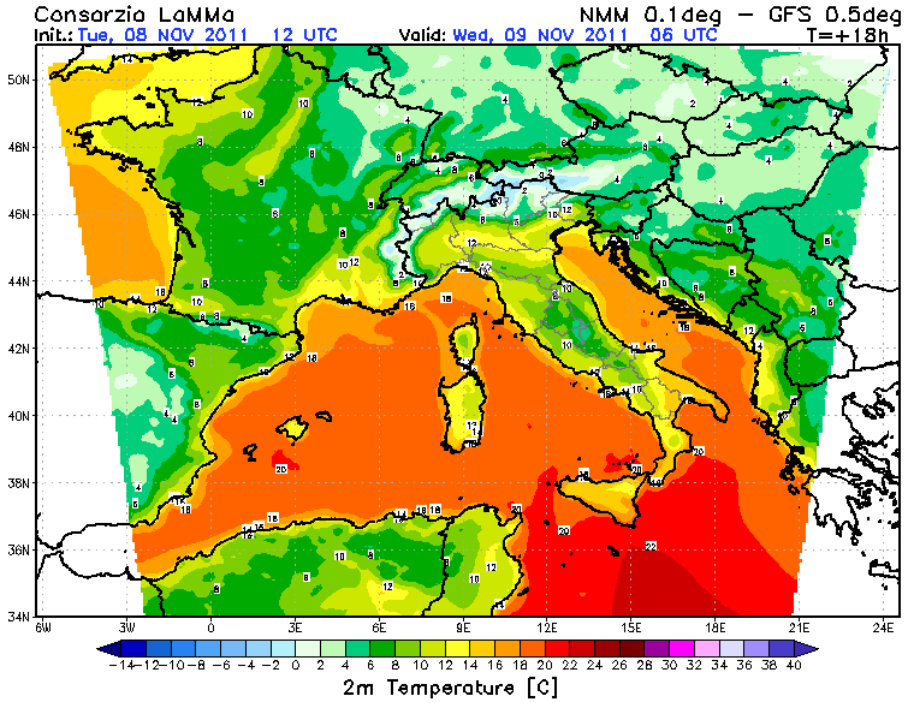

FIGURA 30: Mapa temperatures en sup. 9 Novembre 2011 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

La situació d'aquella jornada venia marcada per altes pressions relatives (120 hPa), a l'espera d'un sistema frontal; amb vent fluix de component nord. Aquesta situació de transició entre l'estabilitat i el moviment atmosfèric deixa boires a les zones més enclotades i deprimides; com és el cas del Pla de Bages, Plana de Vic i Conca d'Òdena. A les imatges del meteosat **[FIGURA 27]** veiem la boira en aquests indrets; en canvi, molt insipient a la Plana de Lleida, formada tan sols als marges del riu Segre, o al voltant del pantà de Rialb.

El mapa de vents **[FIGURA 28]** ens denoten cert moviment de corrent al Mediterrani Occidental i a la costa atlàntica francesa; però a Catalunya els vents eren dèbils; i de component nord en hores nocturnes. Precisament aquest vent de nord era l'encarregat de dur l'aire fred i fer-lo baixar a les fondalades i conques interiors de Catalunya.

El model d'humitat **[FIGURA 29]** ens mostra com la humitat era força homogènia a tot Catalunya; en general força elevada, entre el 80 i el 100%. Aquesta humitat va facilitar la condensació nocturna per irradiació; procés bàsic formador de les boires a les conques interiors.

El mapa de temperatures **[FIGURA 30]** ens mostra com la nit no va ser especialment freda; per això la boira no era extensa, sinó més aviat concentrada en les conques de l'Anoia, Bages i Osona; on la orografia permet condensar la massa d'aire en condicions marginals de temperatura i humitat. És possible que durant aquesta jornada hi hagués una mica d'inversió tèrmica; però tampoc era molt acusada.

Aquesta és una situació típica de finals d'Octubre principis de Novembre en què la boira a la Plana de Lleida comença a dipositar-se al transcurs del riu Segre, que és on hi ha la major concentració d'humitat, però encara no hi ha prou acumulació com per saturar tota la massa d'aire del Pla. En aquesta època de l'any també es produeixen

forces boires a les conques interiors; bàsicament boires d'irradiació nocturna, perquè no hi havia massa inversió tèrmica i que d'altra banda expliquen la poca extensió de les boires a les comarques lleidatanes.

2.BOIRA A LES 5 UNITATS GEOGRÀFIQUES (20 Novembre 2012)

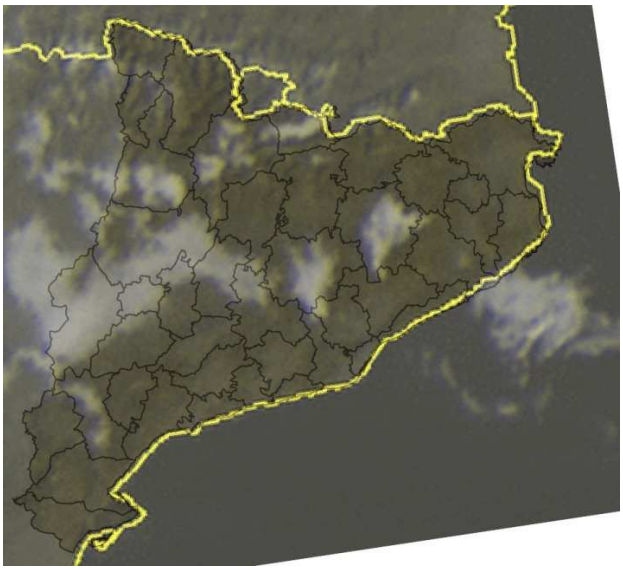

FIGURA 31: meteosat canal visible Catalunya 20 Novembre 2012 matí

FIGURA 32: meteosat canal visible Catalunya 20 Novembre 2012 migdia

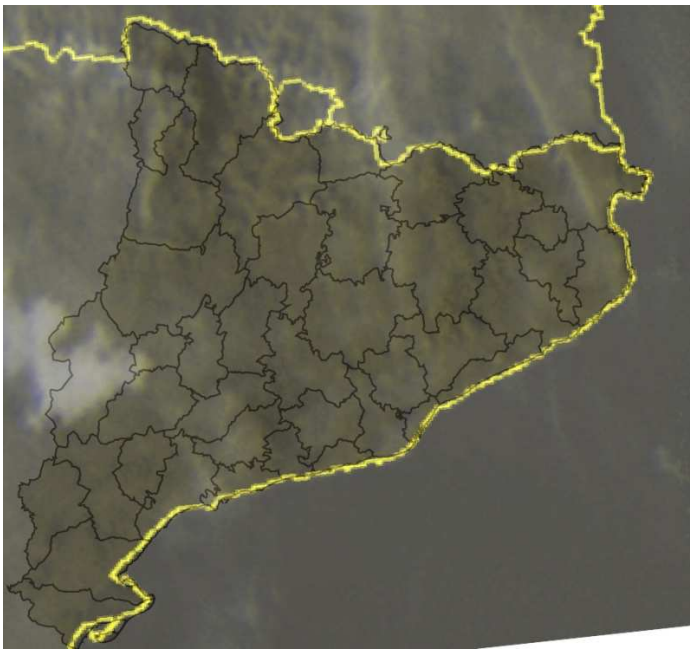

FIGURA 33: meteosat canal visible Catalunya 20 Novembre 2012 tarda

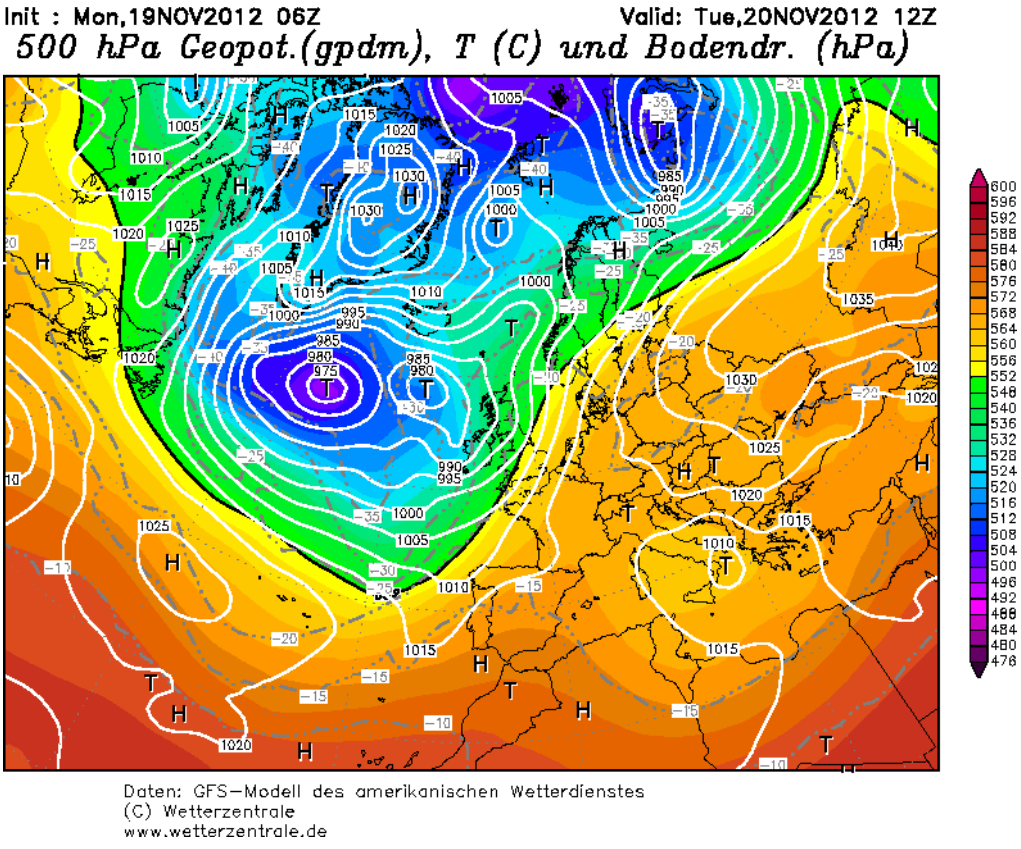

FIGURA 34: mapa isobàric i geopotencial en altura 20 Novembre 2012. Model 'wetterzentrale'

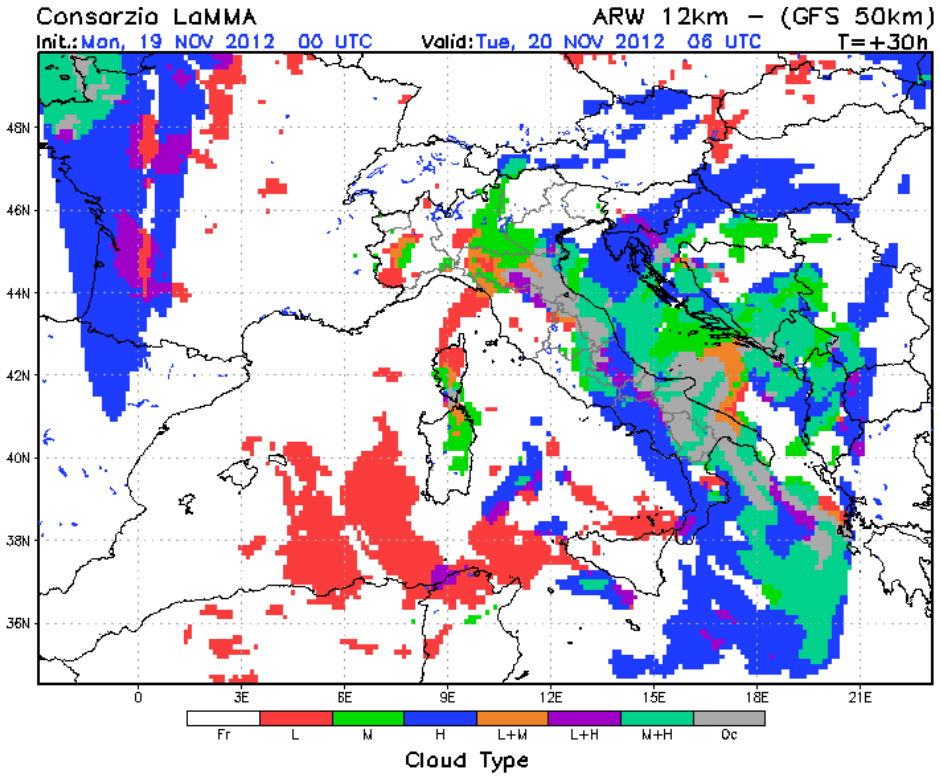

FIGURA 35: Mapa nuvolositat 20 Novembre 2012 8:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

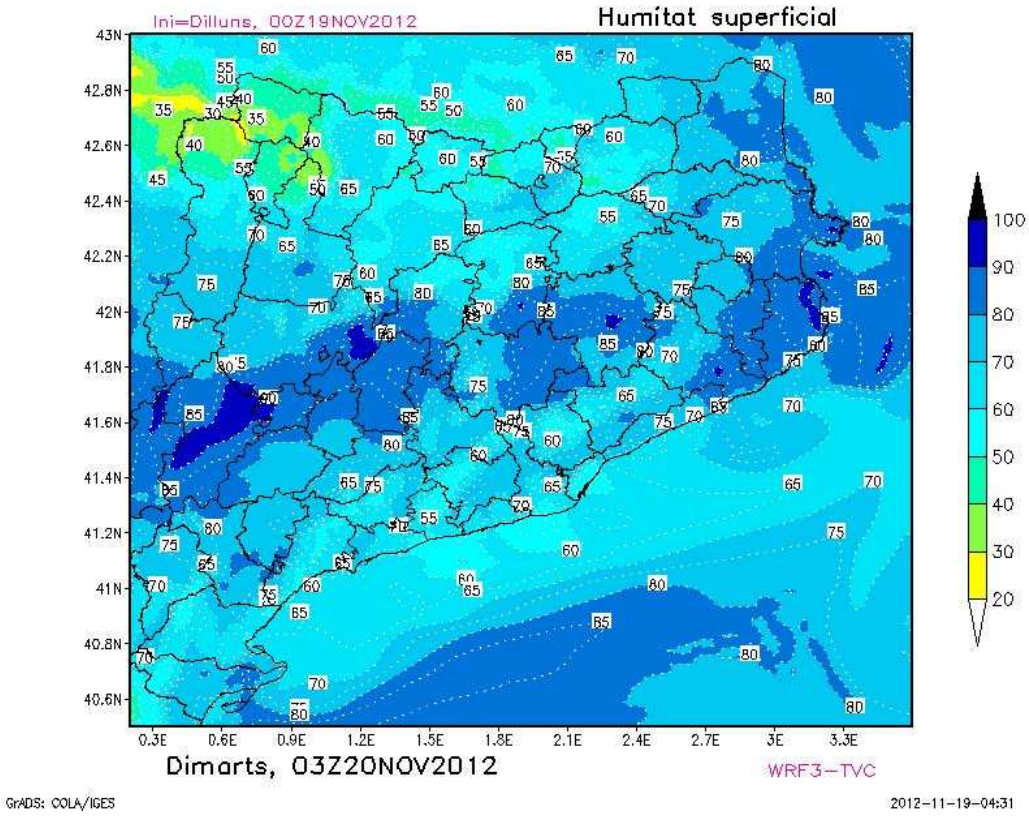

FIGURA 36: mapa humitat en sup. 20 Novembre 2012 4:00 matí. Model WRF3-TVC

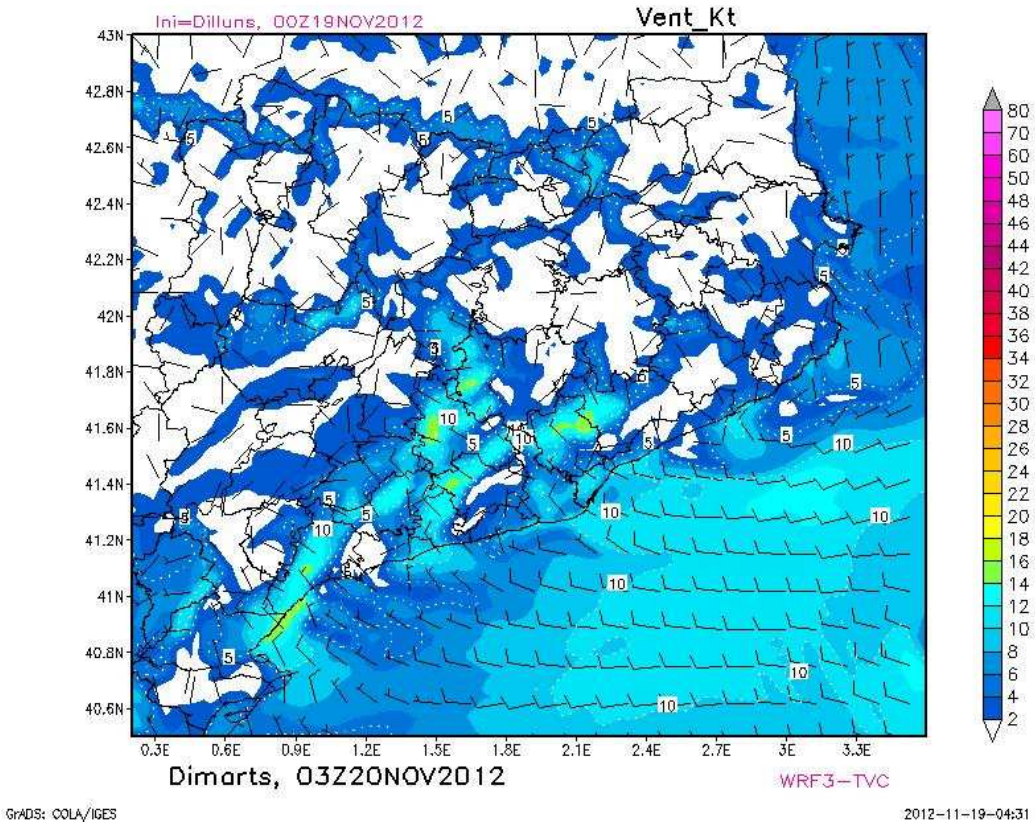

FIGURA 37: mapa vent en sup. 20 Novembre 2012 4:00 matí. Model WRF3-TVC

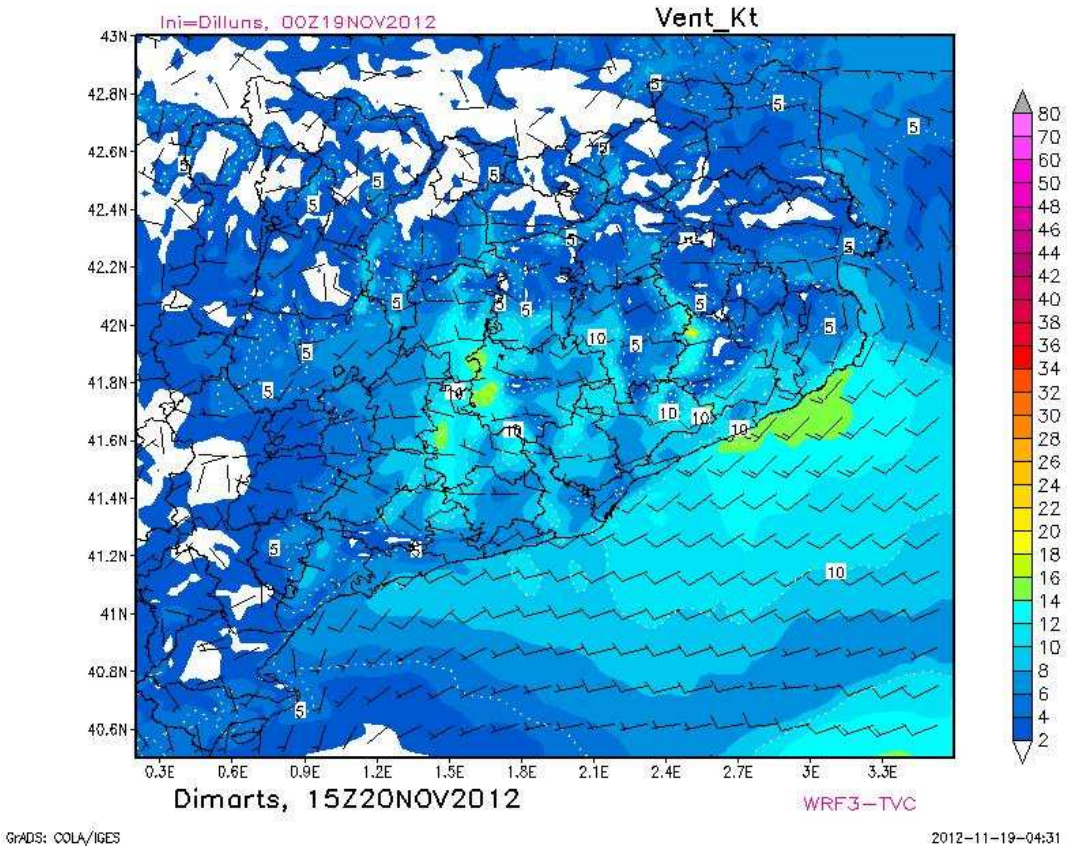

FIGURA 38: mapa vent en sup. 20 Novembre 2012 16:00 tarda. Model WRF3-TVC

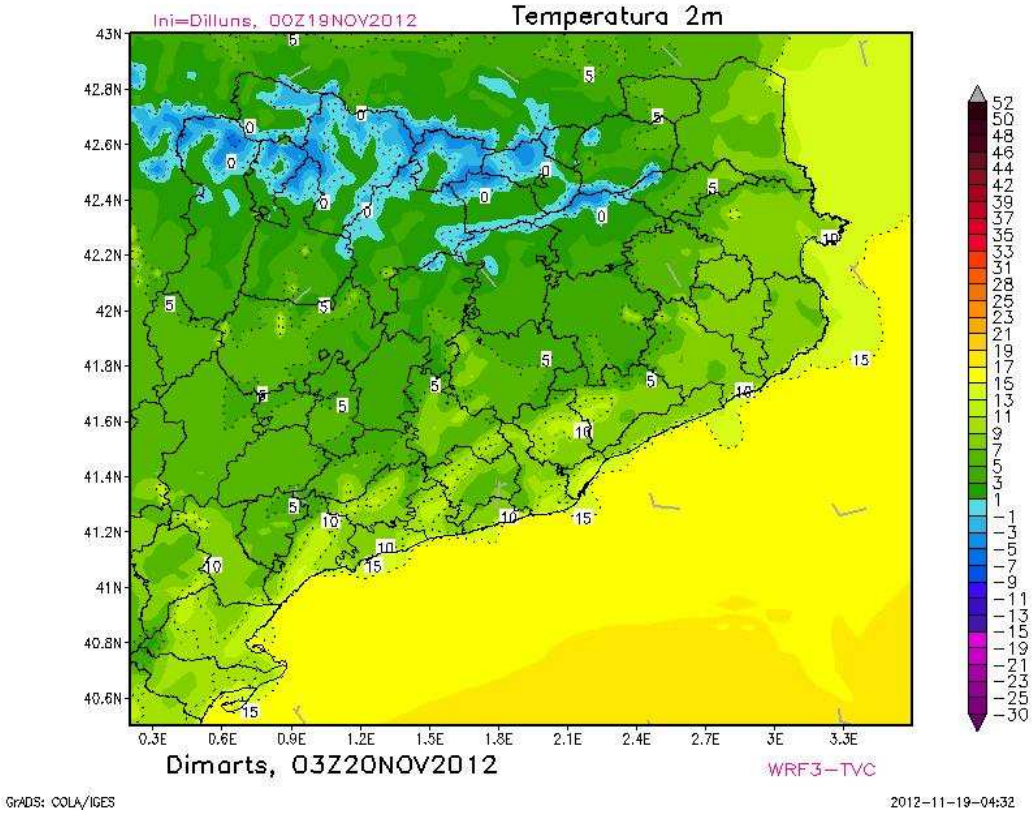

FIGURA 39: Mapa temperatura en sup. 20 Novembre 2012. 4:00 matí. Model WRF3-TVC

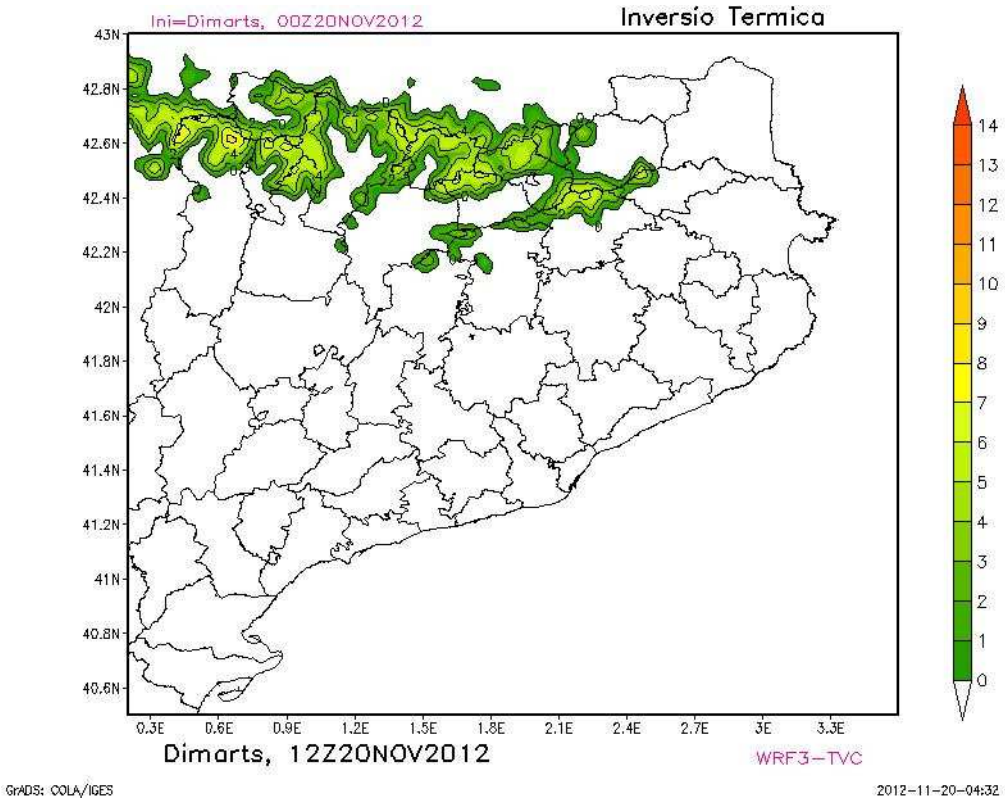

FIGURA 40: mapa inversió tèrmica 20 Novembre 2012. 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

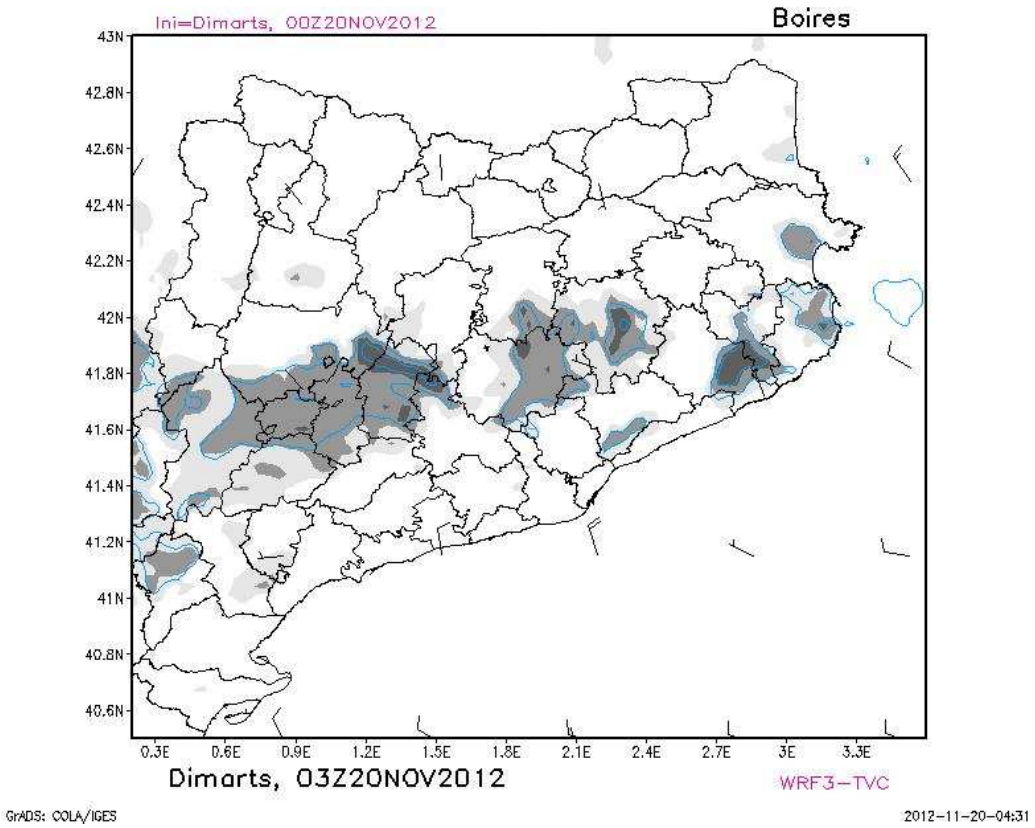

FIGURA 41: Mapa boira 20 Novembre 2012. 4:00 matí. Model WRF3-TVC

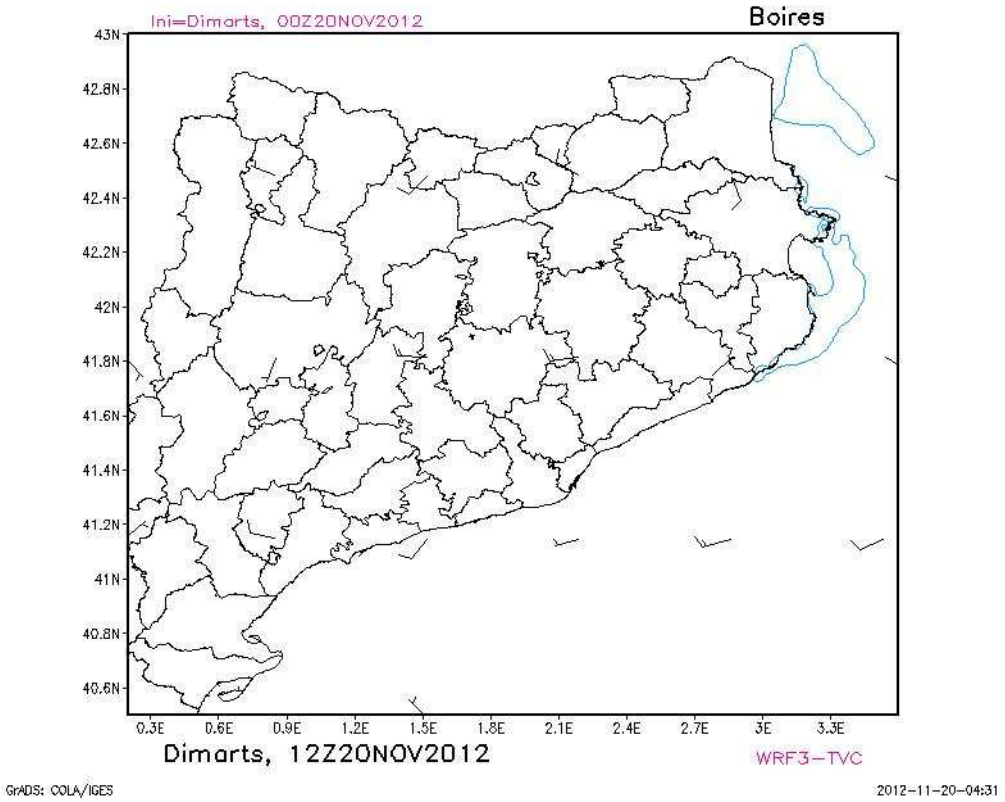

FIGURA 42: Mapa boira 20 Novembre 2012. 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

Aquesta successió de les imatges del meteosat en el canal visible i les comarques superposades **[FIGURES 31/32/33]** ens mostra com al matí es va formar boira a la Plana de Lleida, a l'Altiplà Central, al Pla de Bages, Plana de Vic i també al Lluçanès. A mesura que avançava el matí la boira es desfeia de pràcticament totes les conques interiors i quedava reclutada a la zona més fonda del Segrià. Aquesta situació en què es poden produir boires a tots els indrets es dóna en èpoques de transició com l'Octubre o el Novembre, en què la troposfera baixa té unes condicions molt homogènies a tot arreu i la situació sinòptica no té una determinació molt marcada. El primer mapa isobàric i de geopotencial **[FIGURA 34]** podem veure com no tenim un anticicló de subsidència, més aviat una zona d'altes pressions però indefinida i sense gradient de vent. El model de nuvolositat **[FIGURA 35]** mostra el cel serè, una de les condicions bàsiques perquè es produeixin la majoria de boires. Aquí veiem un dels errors dels models numèrics; i és que no sempre detecten les boires quan són més o menys generals a moltes comarques. Segons aquest model, no se n'haurien d'haver format. Un altre dels paràmetres que hem de mirar és la humitat **[FIGURA 36]**, força elevada i homogènia (constant) a bona part de l'interior de Catalunya; un altre motiu que explica la coincidència de les boires arreu. El grau de saturació o de vapor d'aigua de l'aire juntament amb la temperatura homogènia i prou baixa (entre els 5 i els 8 graus a tot l'interior) van produir aquesta condensació general.

El vent és un altre dels condicionadors per formar-la; i l'evolució dels mapes de corrent en superfície **[FIGURES 37/38]** ens mostren una massa d'aire molt encalmada, fet

que permet l'estratificació en capes, acumulant la humitat a la superfície. Aquests colors blancs denoten que hi ha absència de vent. A través del segon mapa de vent **[FIGURA 38]** podem intuir perquè la boira va quedar reclutada a la part més baixa del Segrià, a causa de l'estancament de la massa d'aire, que va permetre la persistència dels estrats durant tot el dia; mentre que a la resta es va remoure una mica la troposfera baixa.

Amb aquestes condicions podem deduir que aquella jornada es van formar boires d'irradiació nocturna, perquè si observem el mapa d'inversió tèrmica **[FIGURA 40]**; veiem que pràcticament no n'hi ha. El fet que no hi hagi diferència tèrmica entre les diferents capes d'estrats possibilita la formació de boira tant a les conques com els altiplans elevats (Lluçanès i Alta Anoia); a través de la irradiació (del refredament nocturn). Si hi hagués moltíssima inversió tèrmica, la boira quedaria reclutada a les zones fondes i no se n'hagués format als altiplans elevats.

El model explícit de boires **[FIGURA 41]** si que va detectar la distribució i localització de manera força precisa durant la matinada, ja que com apuntàvem, les condicions eren força homogènies i regulars arreu del territori; però en canvi, en el segon mapa **[FIGURA 42]** veiem que no detecta la persistència dels estrats a la Plana de Lleida.

3. BOIRA A LA PLANA DE LLEIDA I A L'ALTIPLÀ CENTRAL (30 Novembre 2011)

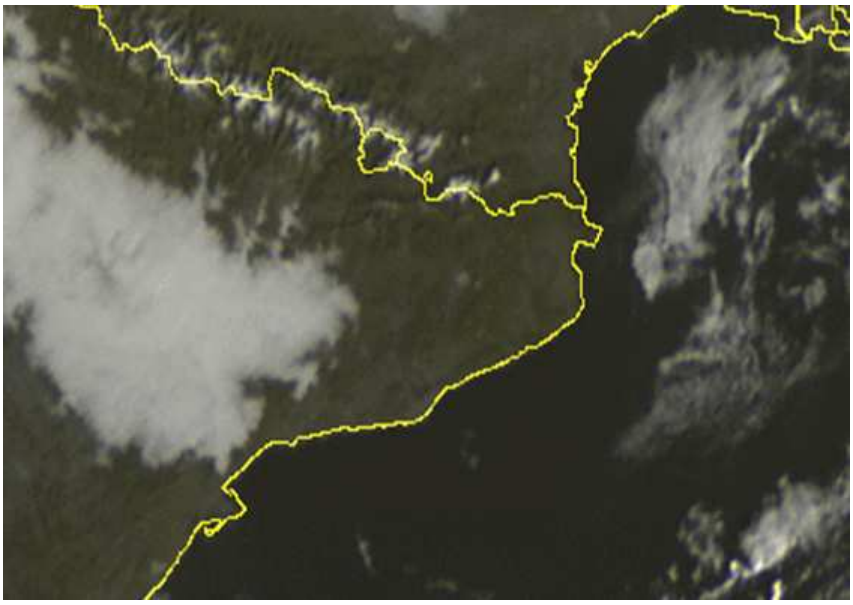

FIGURA 43: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre 2011 10:30 matí

FIGURA 44: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre 2011 12:30 migdia

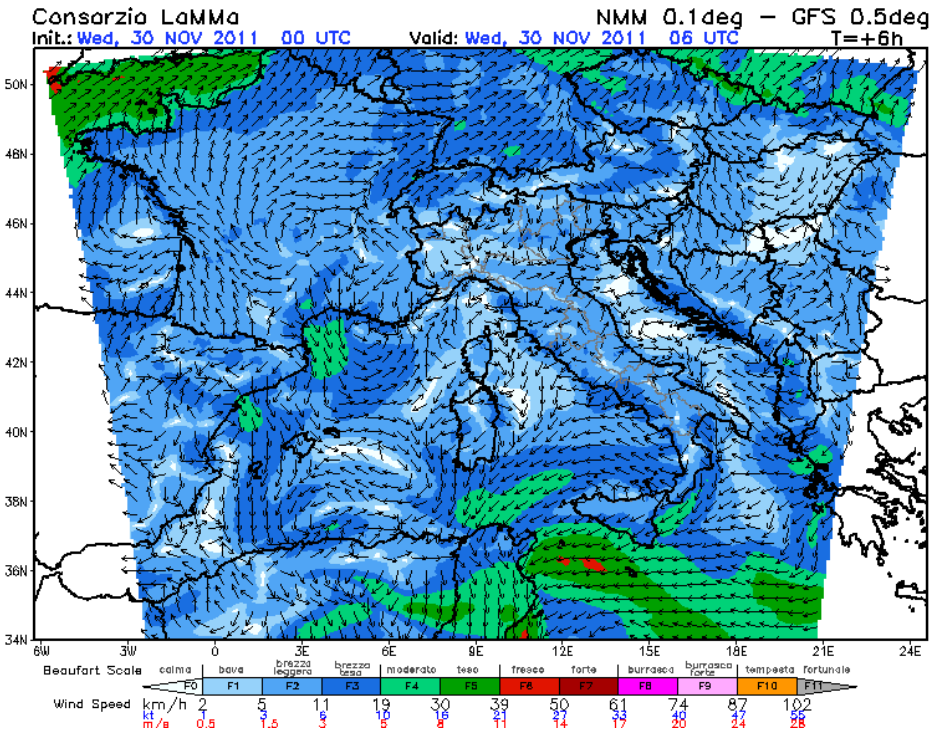

FIGURA 45: mapa vent en sup. 30 Novembre 2011 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

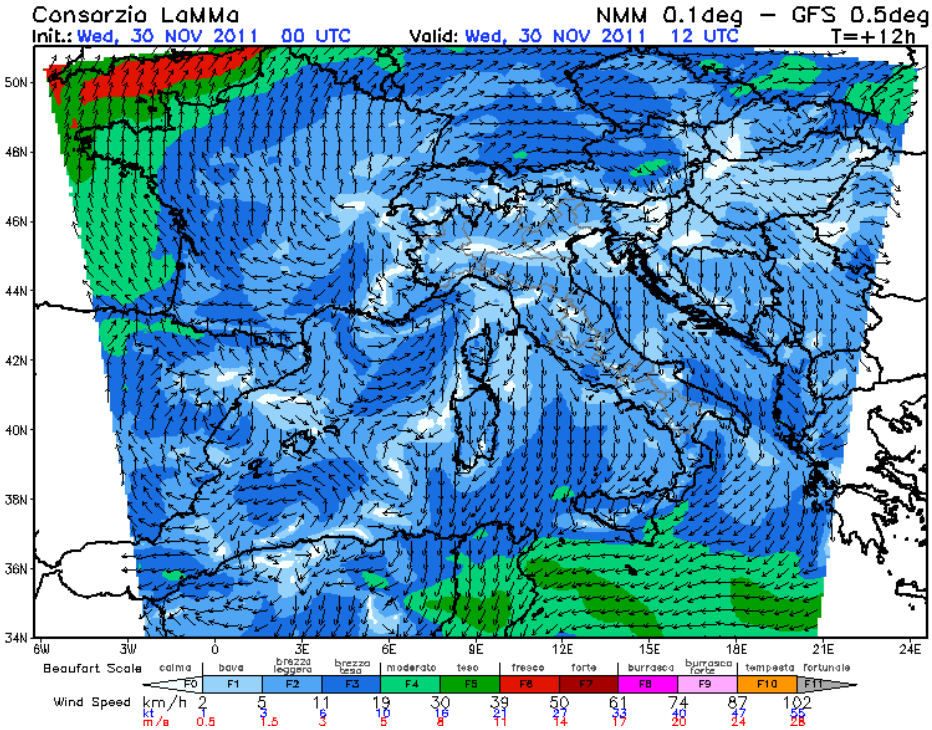

FIGURA 46: Mapa vent en sup. 30 Novembre 2011. 13:00 migdia. Model italià 'Consorzio Lamma'

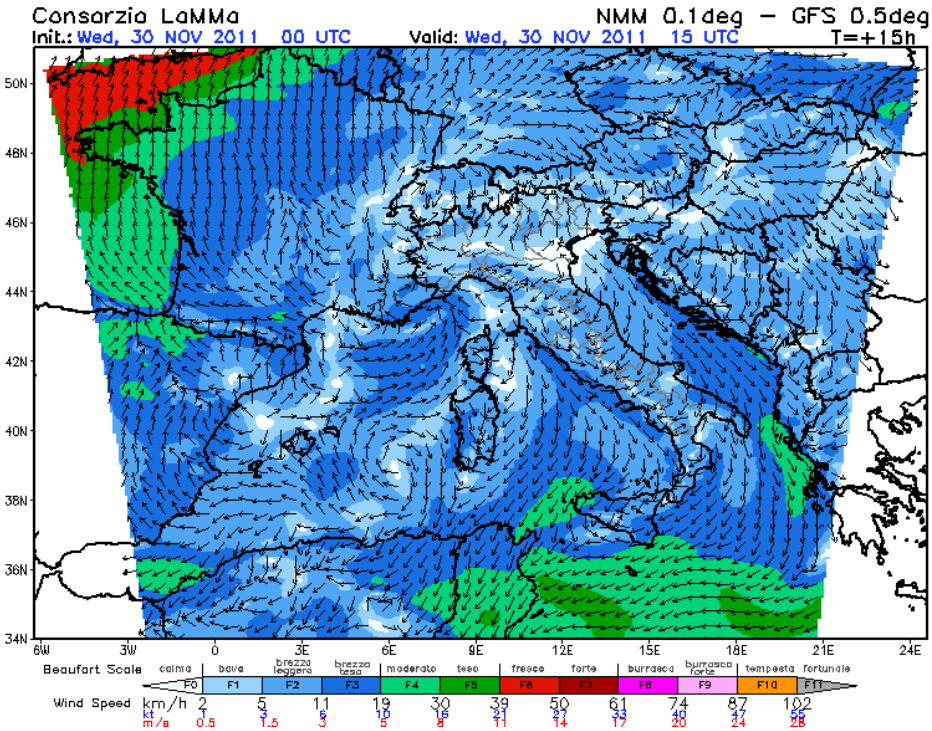

FIGURA 47: mapa vent en sup. 30 Novembre 2011 16:00 tarda. Model italià 'Consorzio Lamma'

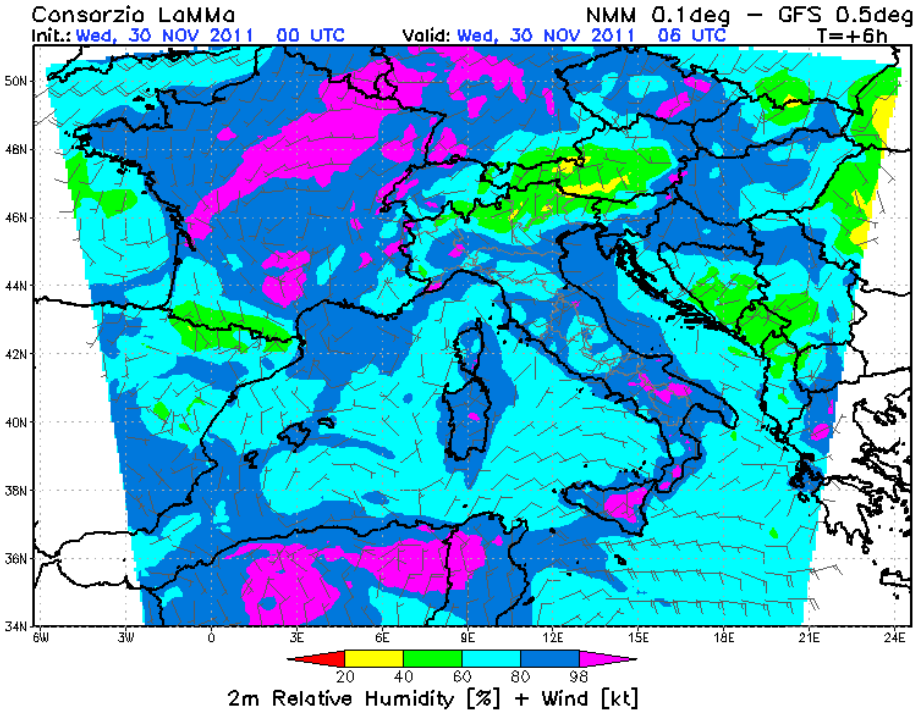

FIGURA 48: mapa humitat en sup. 30 Novembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

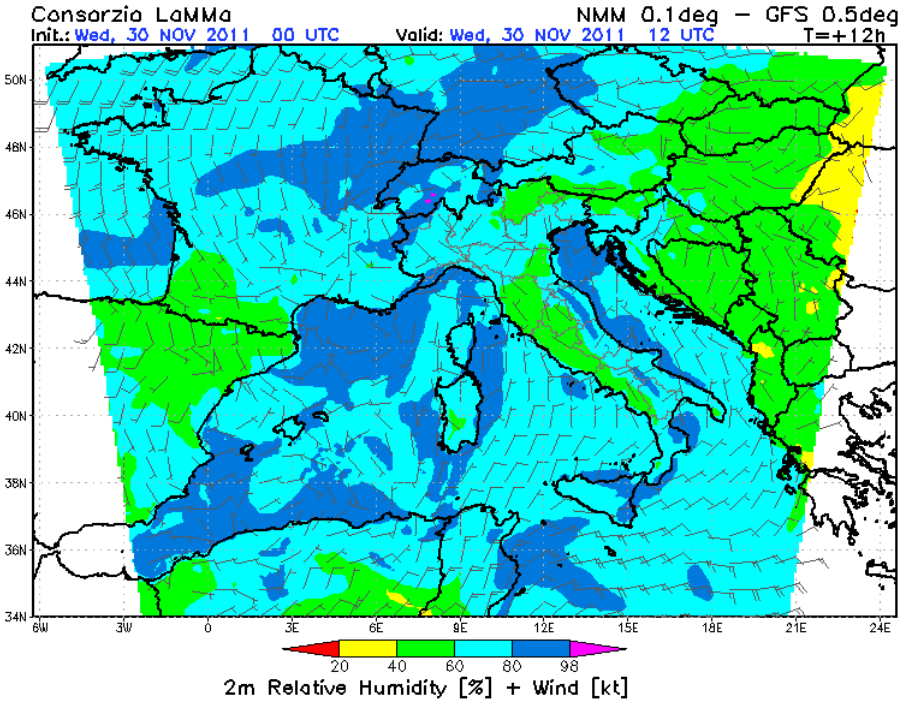

FIGURA 49: Mapa humitat en sup. 30 novembre 2011. 13:00 migdia. Model italià 'Consorzio Lamma'.

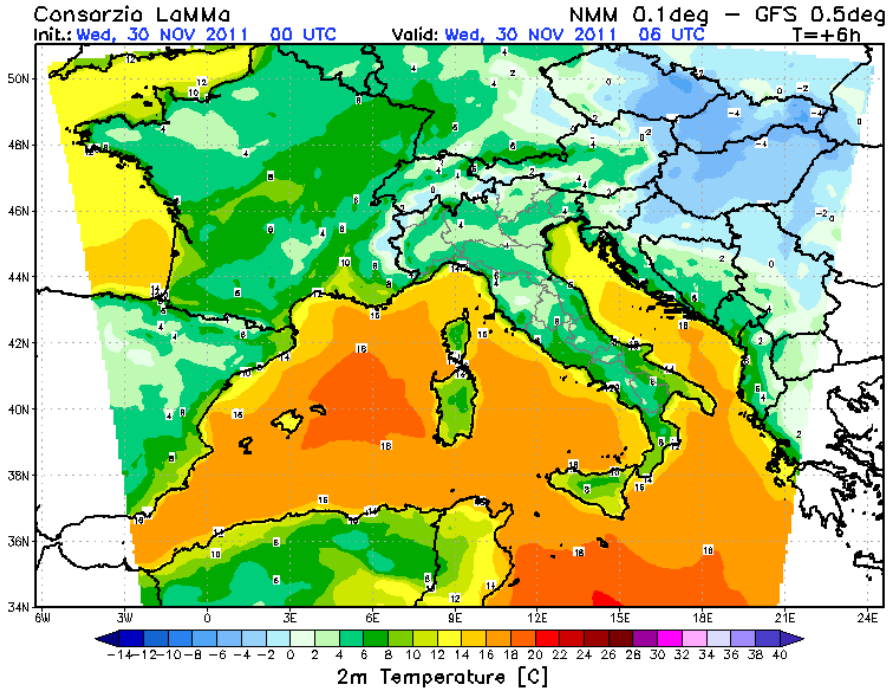

FIGURA 50: Mapa temperatura en sup. 30 Novembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

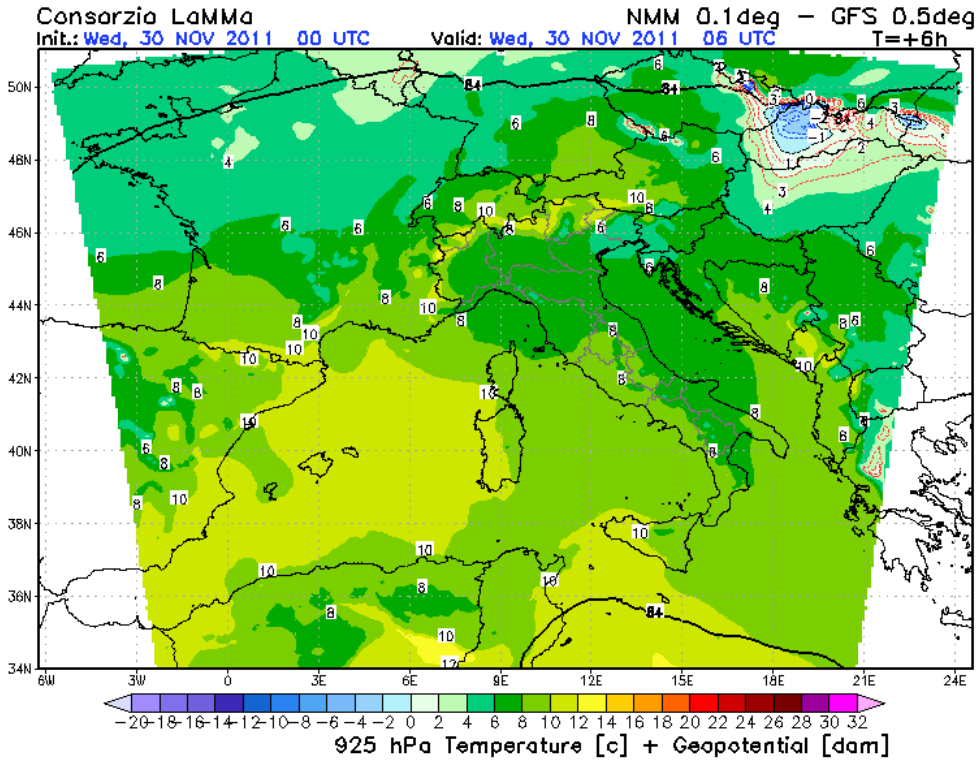

FIGURA 51: mapa temperatura 925 hPa 30 Novembre 2011 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

Les imatges del satèl·lit ens mostren com durant aquella jornada la boira va ser molt persistent a tota la Plana de Lleida **[FIGURES 43/44]**. Les estribacions de la boira es localitzen a la Conca de Tremp, al Segre Mitjà, al sud del Solsonès, Alta Anoia, la Panadella i escolant-se per tot l'interior de les comarques de Tarragona. Com es pot comprovar, a la resta de conques interiors no es va formar boira; tret d'alguna molt puntual a la comarca d'Osona; molt insisipient. El motiu d'aquesta no formació de boira són els vents i la gran concentració d'humitat a tota la Vall de l'Ebre. Quan portem dies d'anticicló, l'aire fred es va estancant i emmagatzemant a les zones més fondes de la Depressió Central; i es gesten els vents catabàtics que baixen des del Pirineu en hores nocturnes, fins a la Depressió Central; i conserven tot el mantell d'aire fred i condensat en aquesta zona. El factor que explica l'existència o prolongació de la massa de boira cap a l'Altiplà Central és l'amplitud d'aquesta capa de boira. Normalment, la boira de Lleida acostuma a ser espessa i tenir una amplitud de 800 o 900 metres, fet que la fa arribar fins a Calaf, Solsona, etc. Perquè ens en fem una idea; és com una banyera que es va omplint d'aire condensat, humit i fred; i fins que no arriba al marge superior, que seria la capa d'inversió; doncs no sobresurt del recipient. El paral·lelisme aquest es pot traslladar a la Plana de Lleida, estribacions o marges de la qual seria l'Altiplà Central i interior de Tarragona.

Com es pot veure en l'evolució de vents **[FIGURES 45/46/47]**, aquella jornada es trobava totalment encalmada aquí a l'àrea del Mediterrani, degut a la posició centrada de l'anticicló; que provocava una subsidència molt important. En general els vents són inexistents o molt fluixos en superficie; amb la massa d'aire molt estable i estancada. Com a molt bufava una mica de tramuntana a Girona; fet que va impedir la formació de boires extenses al nord-est. Aquesta configuració atmosfèrica d'absència d'aire s'anomena buit de vents. Les zones amb el color blanc significa els indrets on no bufa vent; i si ens hi fixem; corresponen bàsicament a la Vall de l'Ebre-Plana de Lleida. Durant tot el dia allà el vent va estar totalment encalmat, i això podria explicar aquesta persistència i duració de la boira.

Els mapes d'humitat en superfície **[FIGURES 48/49]** ens donen comte de la gran dificultat per predir la persistència de les boires, ja que els mapes no continuen donant excessiva humitat concentrada el dia 30 al migdia. L'experiència ens diu que si es forma la boira; i el vent es fluix o absent, com en aquest cas; aquesta serà persistent; independentment de l'evolució de la humitat al migdia. De totes maneres, la humitat matinal marca força bé la zona geogràfica de la boira. També podem observar que la humitat al nord i nord-est de Catalunya, no era suficientment alta com per condensar la massa d'aire; entorn al 60%.

Els mapes de temperatura en superfície i a 925 hPa **[FIGURES 50/51]** ens reflecteixen la clàssica situació de boires que ocupen tota la Vall de l'Ebre, amb unes temperatures molt més baixes en aquest sector que no pas al Pirineu. A més, les temperatures eren més baixes en superfície (2-4 graus) que no pas a mitja muntanya (10-12 graus). Això ens fa intuir la clara inversió tèrmica que teníem aquella jornada, fet que provoca un clar estancament de l'aire fred en capes baixes i zones deprimides. És un dels motius principals que impedeix la formació de boira al Prepirineu i als altiplans (Lluçanès, Moianès); degut precisament a aquestes temperatures més altes proporcionalment i a la capa d'inversió d'humitat, concentrada en estrats inferiors de la troposfera.

4. BOIRA AL SEGRE MITJÀ I A L'ALTIPLÀ CENTRAL (30 Novembre 2012)

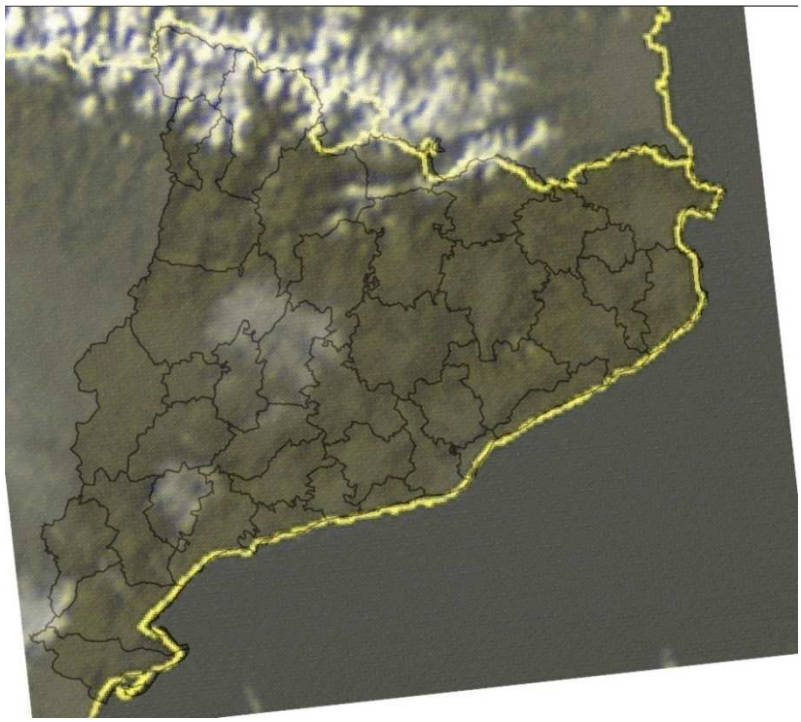

FIGURA 52: meteosat canal visible Catalunya 30 Novembre 2012

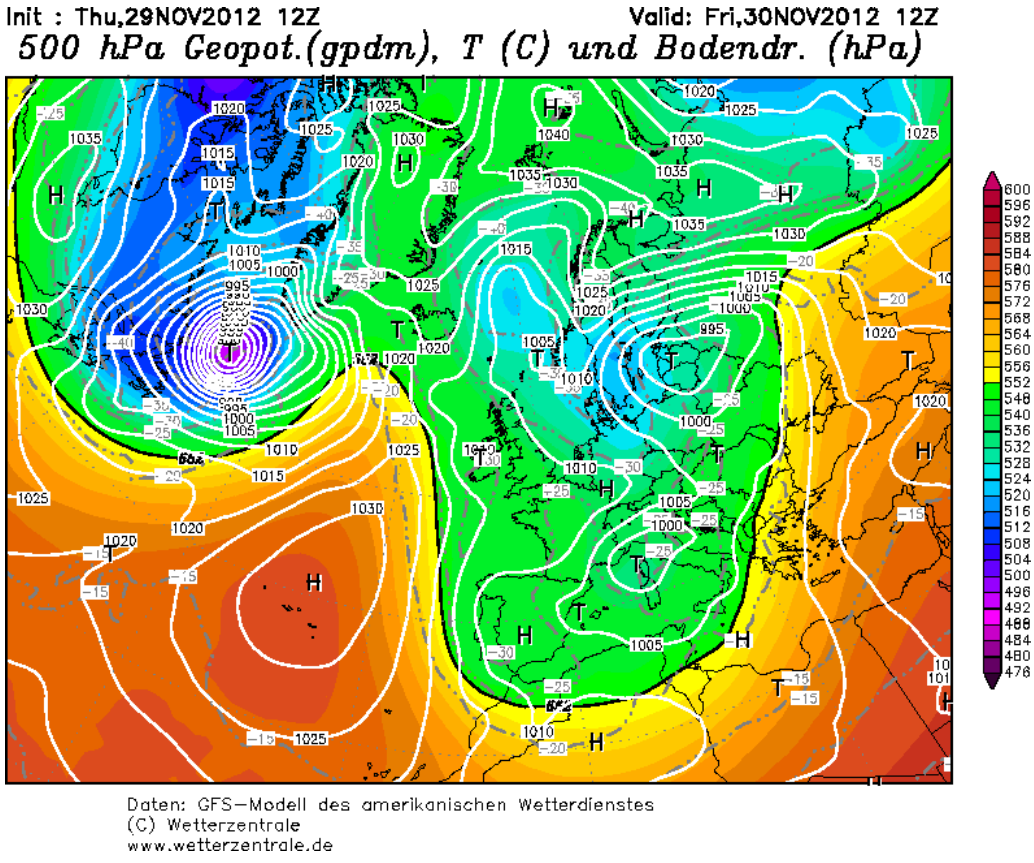

FIGURA 53: mapa isobàric i geopotencial en altura 30 Novembre 2012. Model wetterz

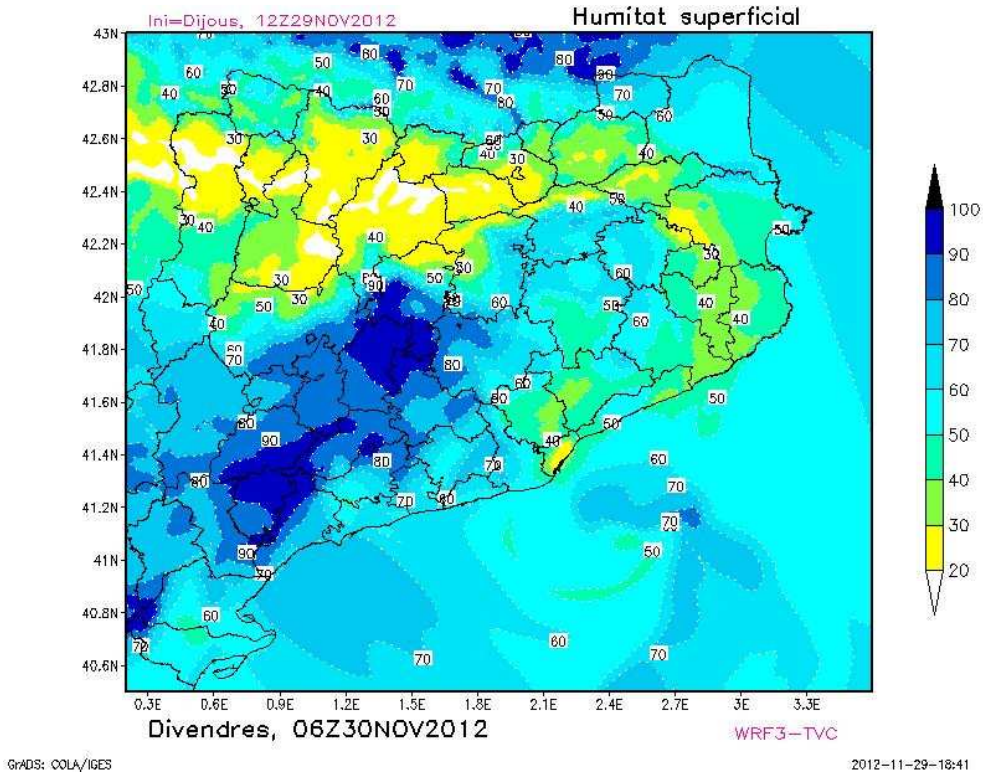

FIGURA 54: mapa humitat en sup. 30 Novembre 2012 7:00 matí. Model WRF3-TVC

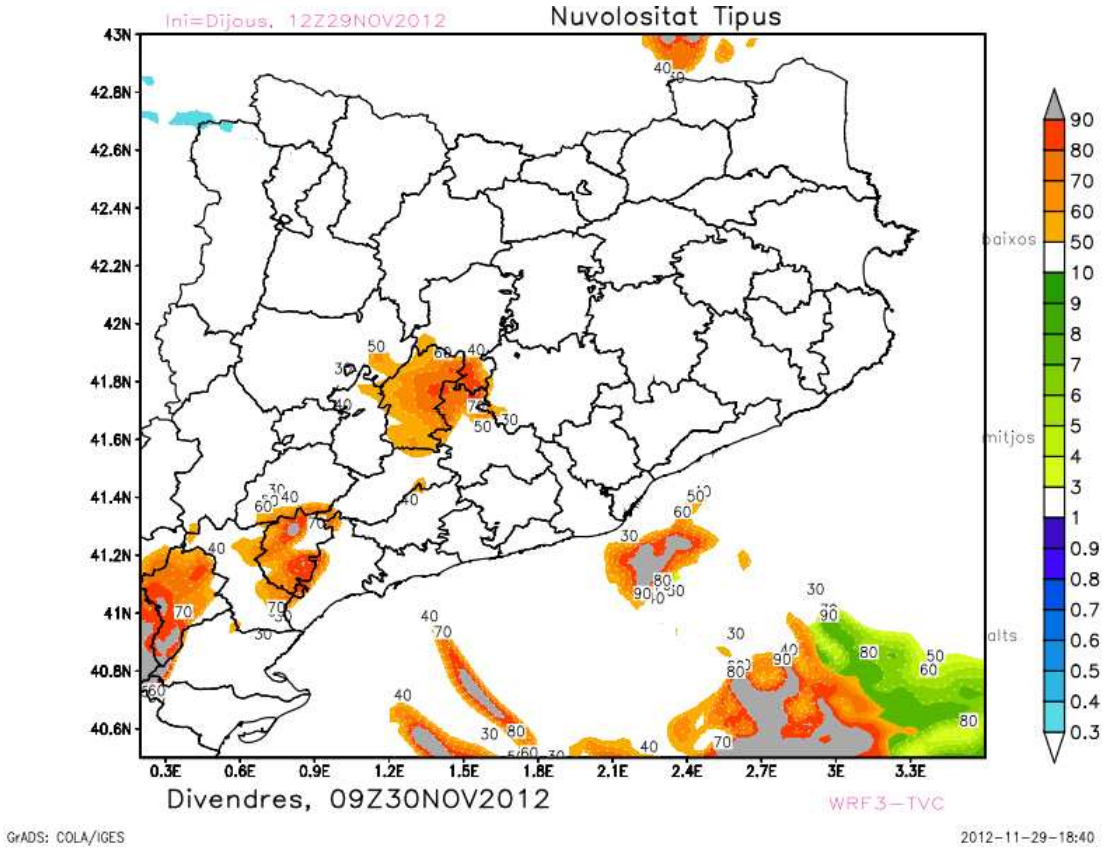

FIGURA 55: mapa tipus nuvolositat 30 Novembre 2012 10:00 matí. Model WRF3-TVC

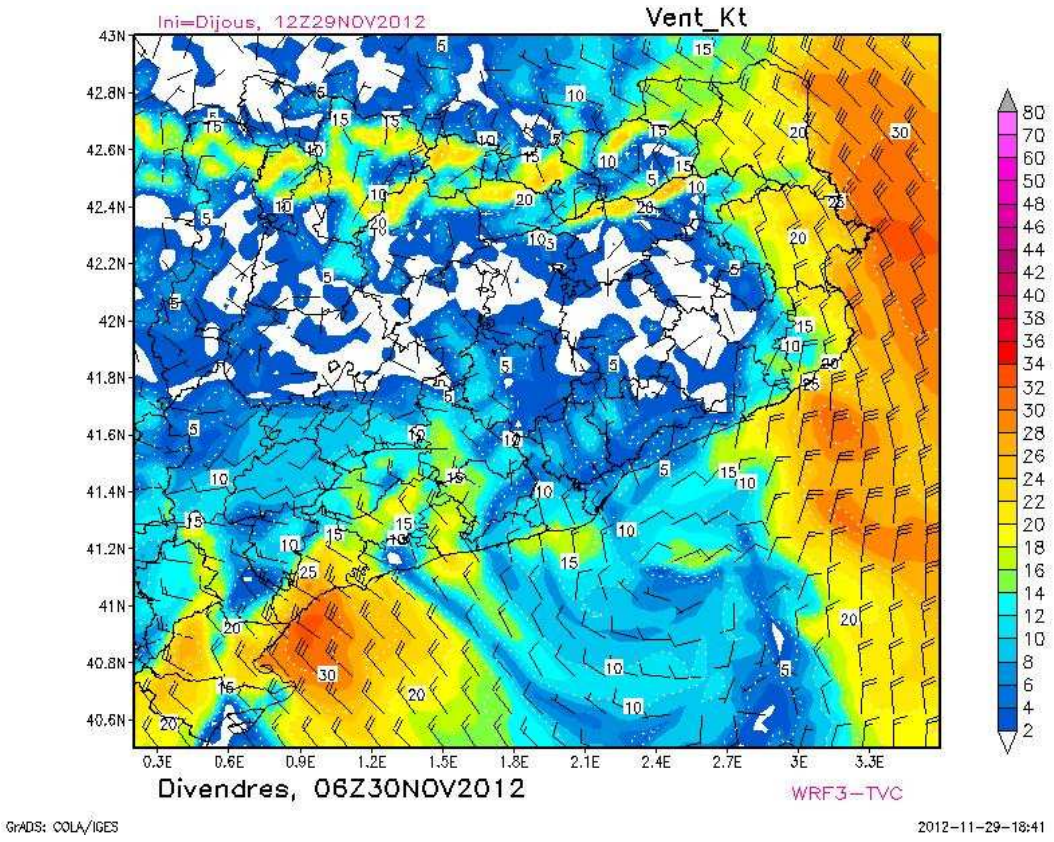

FIGURA 56: mapa vent en sup. 30 Novembre 2012 7:00 matí. Model WRF3-TVC

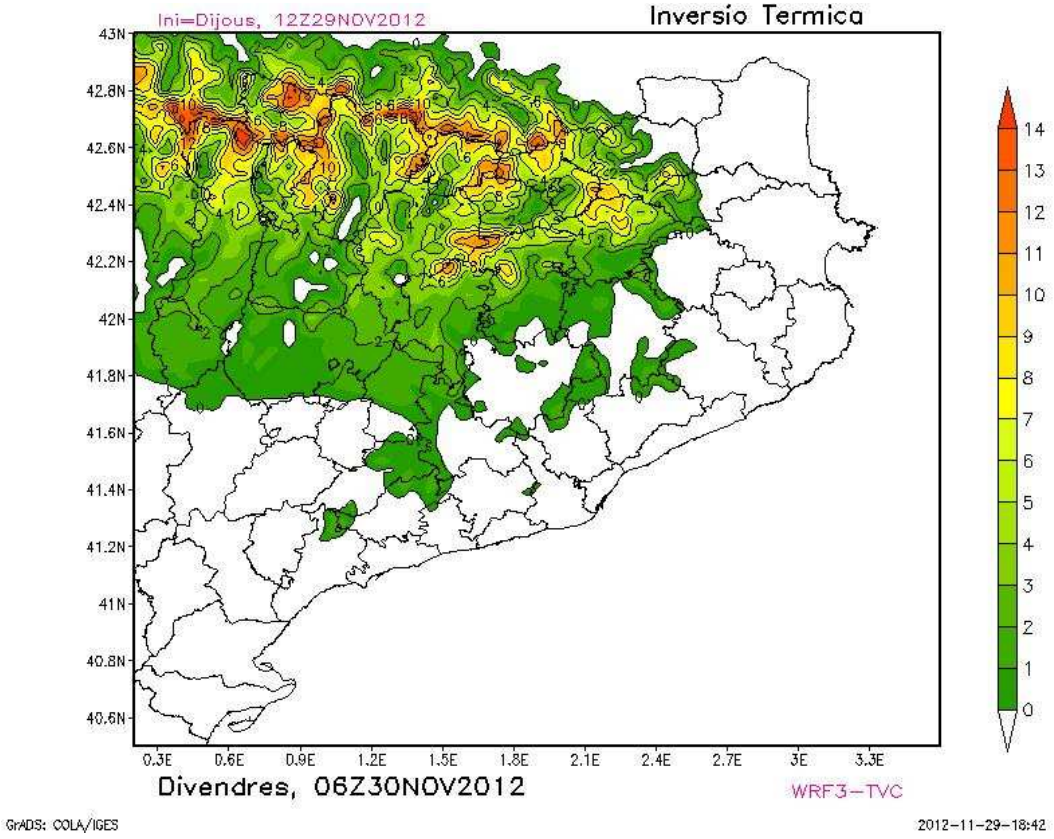

FIGURA 57: mapa inversió tèrmica 30 Novembre 2012 7:00 matí. Model WRF3-TVC

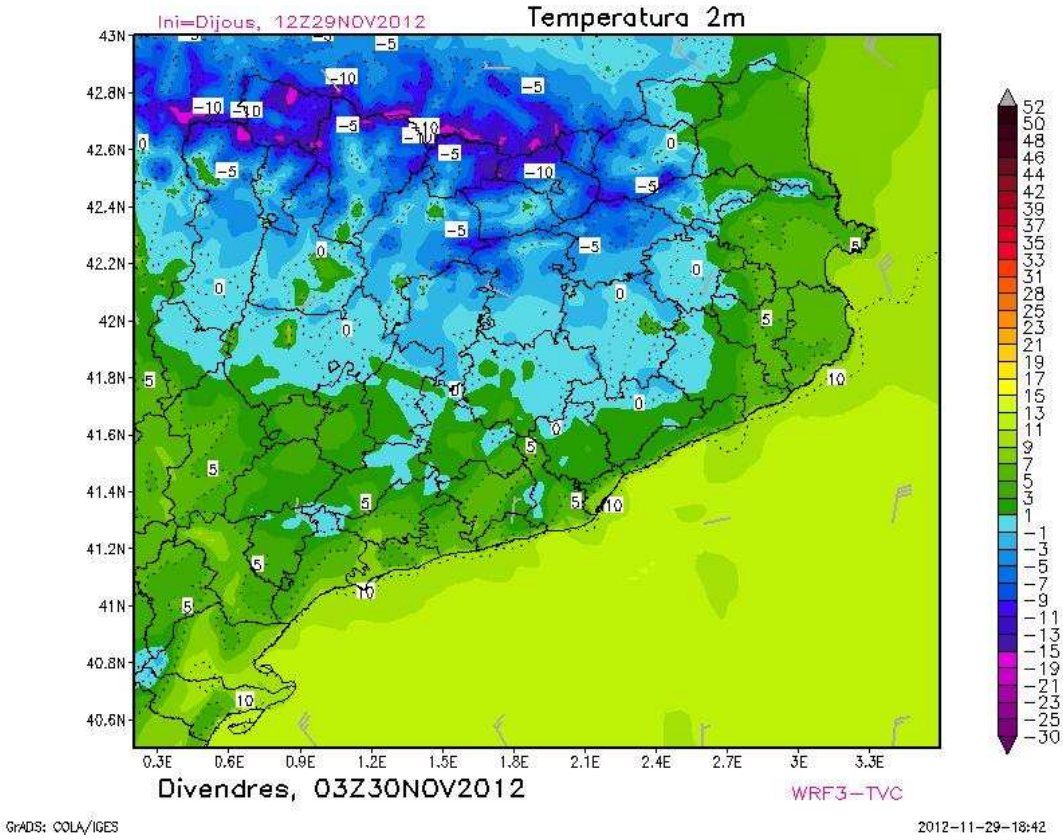

FIGURA 58: mapa temperatures en sup.30 Novembre 2012 4:00 matí. Model WRF3-TVC

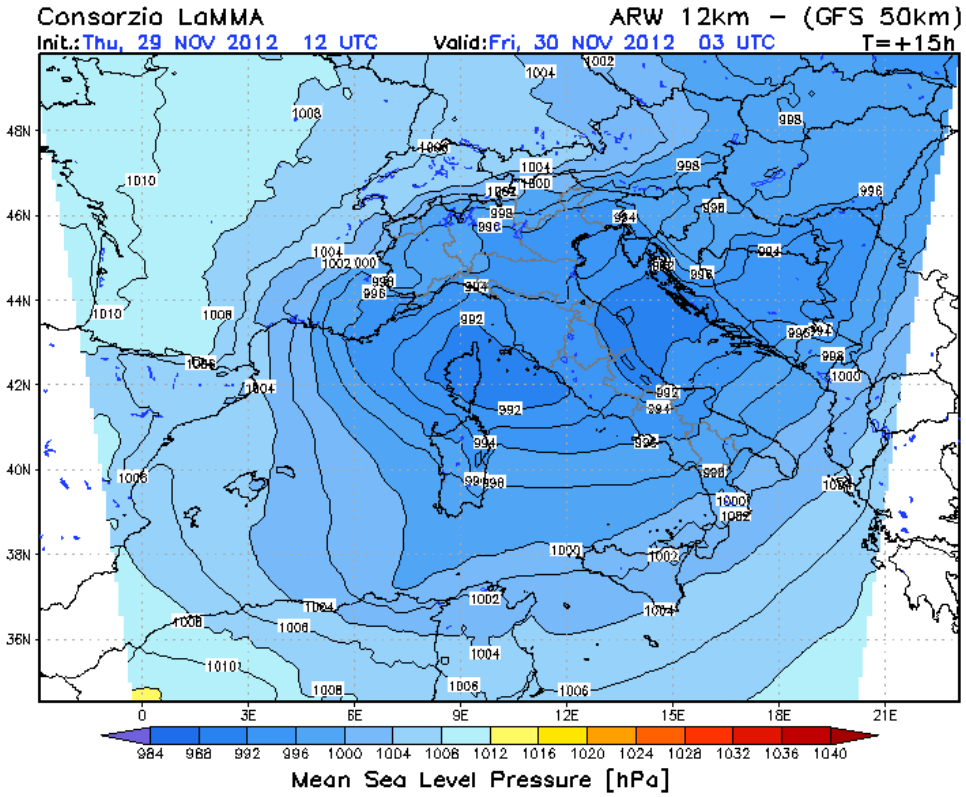

FIGURA 59: mapa pressió en sup. 30 Novembre 2012. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

El 30 Novembre del 2012 es va formar boira al Segre Mitjà i al nord de la Depressió central (Segarra Calafina, Segre Mitjà, nord-est de la Noguera i ribera salada del Solsonès). Aquesta és la distribució geogràfica que podem apreciar a les imatges del satèl·lit meteosat **[FIGURA 52]** . Aquest és un exemple evident que les boires en aquest sector es formen sobretot amb baixes pressions, amb una circulació zonal o frontal. La situació sinòptica **[FIGURA 53]** venia marcada per un gran embussament d'aire fred despenjat a tota la Península Ibèrica, amb vents del nord i una profunda pertorbació a Ligúria que bombejava tot aquest aire fred. Amb aquesta condició atmosfèrica general, l'aire fred té un gradient sec, sobretot al Pirineu. En canvi, el mapa d'humitat **[FIGURA 54]** ens mostra una concentració d'aquesta en els sectors on s'ha format la boira i a l'interior de Tarragona. Aquesta distribució d'humitat coincideix amb la detecció de núvols baixos del model de nuvolositat **[FIGURA 55]**. En ambdós casos, estem parlant de boires de tipus orogràfic, ja que es formen per processos ascendents de la massa d'aire i no pas per mecanismes de subsidència. Aquest motiu, juntament amb el vent de nord-oest i la poca inversió tèrmica **[FIGURA 57]** expliquen aquesta dicotomia: absència de boira a la Plana de Lleida, i ambient locament emboirat a l'Altiplà Central. El mapa de vent **[FIGURA 56]** ens mostra com a la Plana hi havia un cert fluxe de mestral, mentre que tota la zona de la Noguera, Solsonès i Alta Anoia hi havia un estancament força important. El mapa de temperatures en superfície **[FIGURA 58]** ens dona comte que no hi havia gens d'inversió tèrmica: les temperatures segueixen la llei del gradient tèrmic altitudinal, i eren més baixes al Pirineu i nord de la Depressió Central que no pas a la Plana de Lleida. Aquesta circumstància podria explicar el refredament i posterior condensació de la massa d'aire en aquest sector.

L'últim mapa, de la pressió en superfície **[FIGURA 59]**, serveix per reforçar la idea que es pot formar boira amb baixes pressions en aquest sector concret de Catalunya, però és una boira de tipus orogràfic, no pas boira de subsidència o d'inversió tèrmica.

5. BOIRA A LA FRANJA PRE-PIRINENCA/NORD DEPRESSIÓ CENTRAL (ALTIPLÀ CENTRAL, LLUÇANÈS, PLANA DE VIC) (3 Desembre 2011)

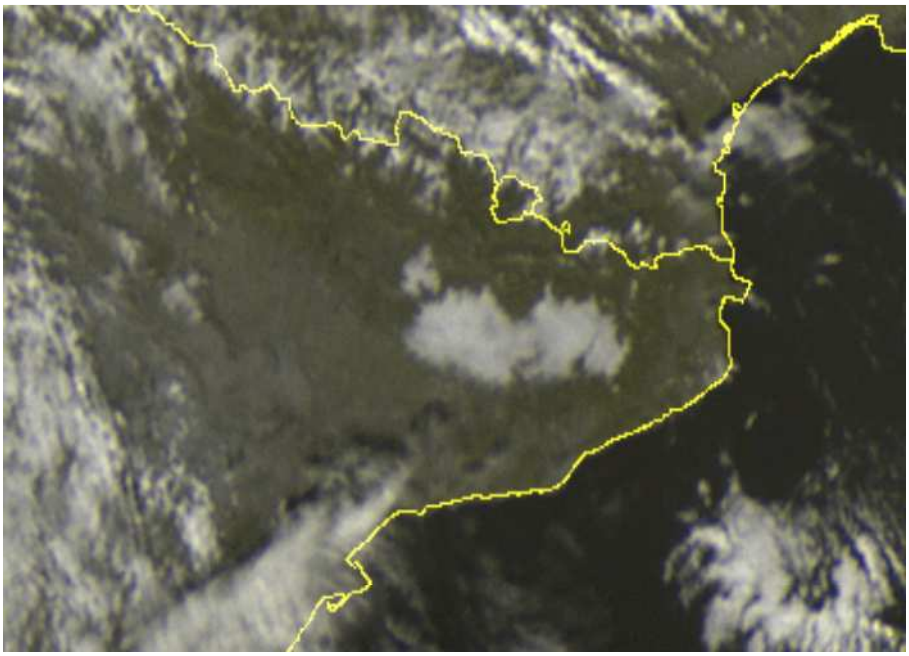

FIGURA 60 meteosat canal visible Catalunya 3 Desembre 2011

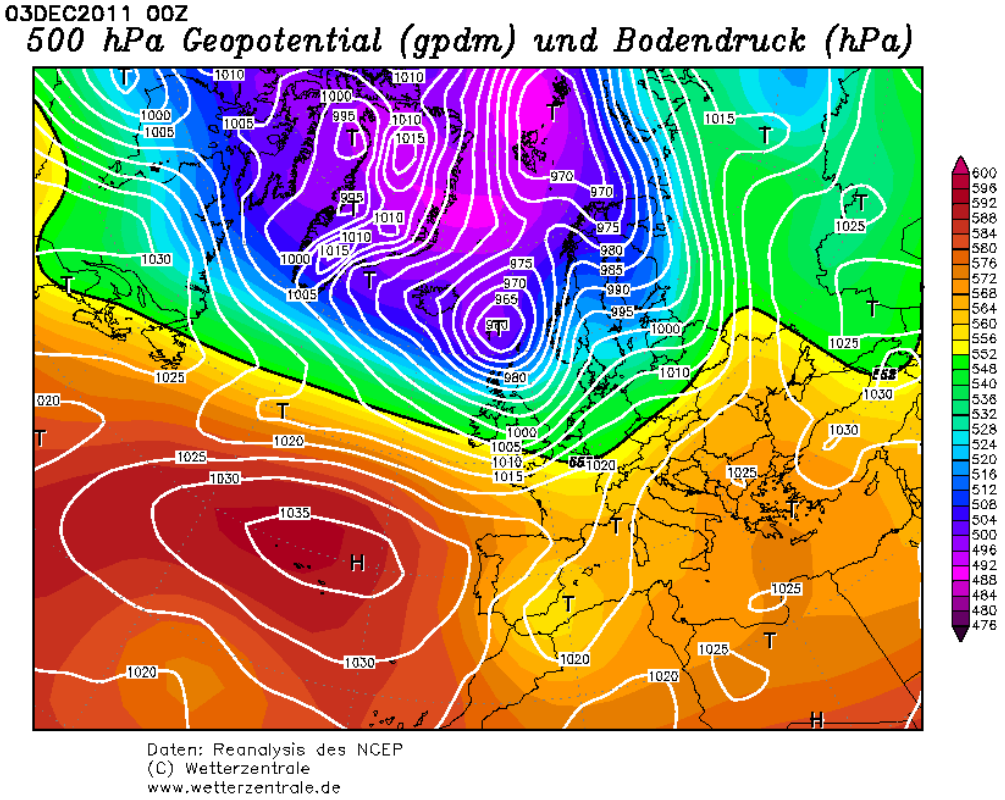

FIGURA 61: mapa isobàric i geopot. en altura 3 Des 2011. Model wetterzentrale

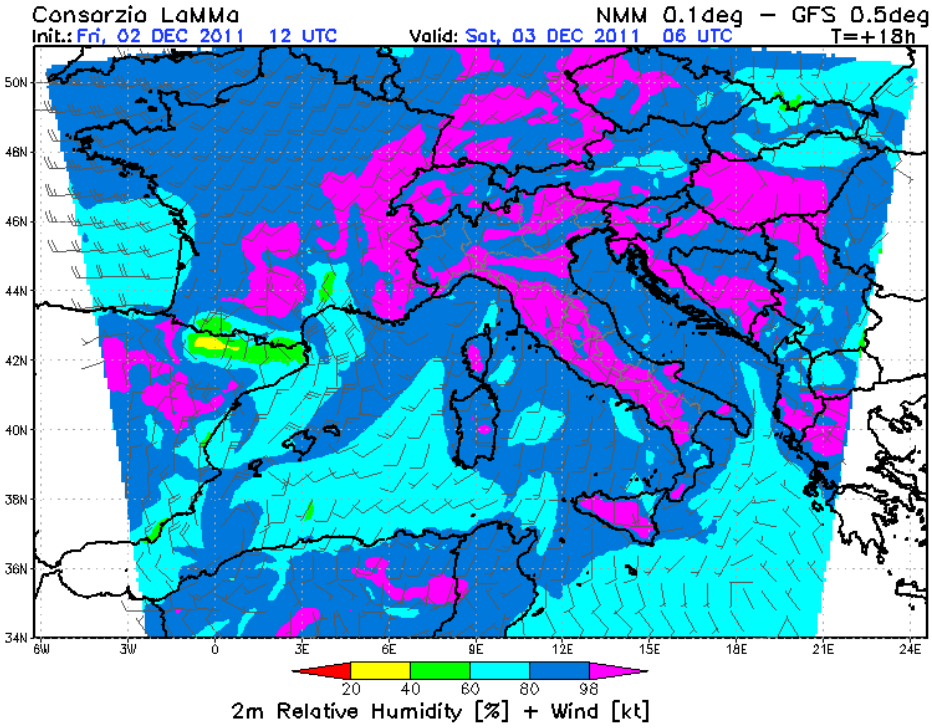

FIGURA 62: mapa humitat en sup. 3 Desembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

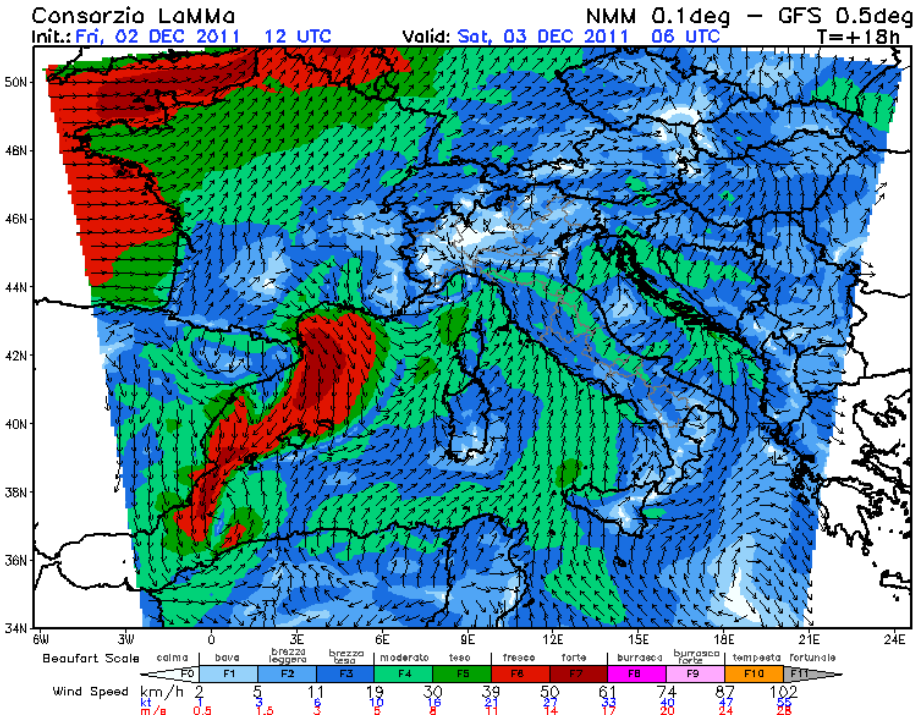

FIGURA 63: mapa vent en sup. 3 desembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

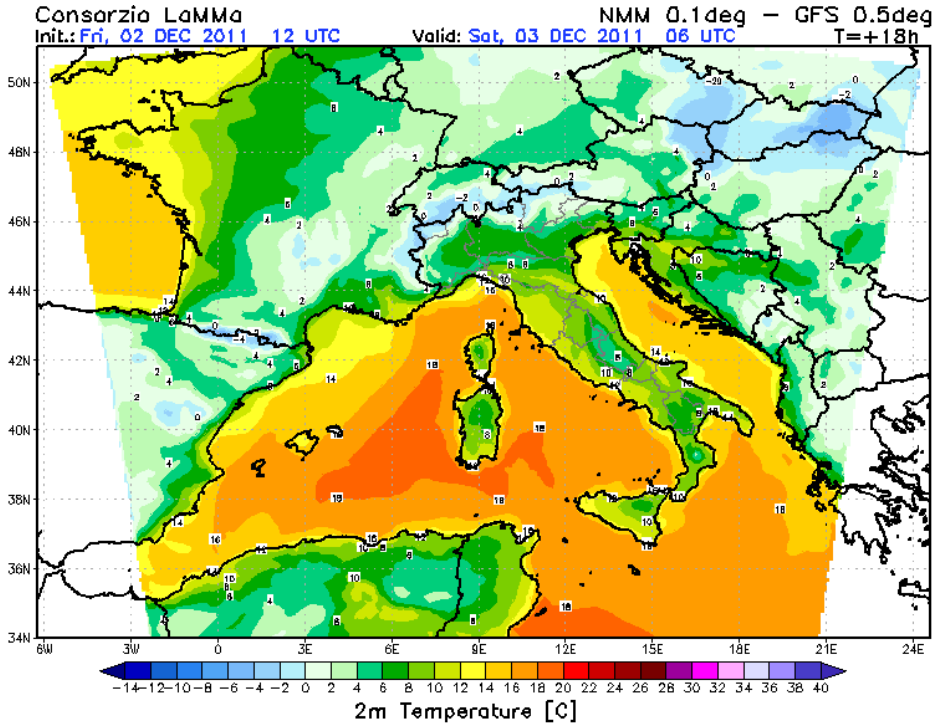

FIGURA 64: mapa temperatura en sup. 3 desembre 2011. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

La primera imatge, del meteosat en el canal visible **[FIGURA 60]** ens mostra com el dia 3 de desembre es va formar boira a tota la franja/cordó prepirinenc; des de la Conca de Tremp fins a la Plana de Vic passant pel Segre Mitjà, Alta Anoia, sud del Solsonès, nord del Bages, Baix Berguedà, Moianès, Lluçanes, fins la plana de Vic. La situació sinòptica ve marcada pel pas d'una pertorbació i per l'entrada de vents de tramuntana i mestral als dos extrems del país **[FIGURA 61]**. És una situació de transició, ja que comença a entrar una falca o dorsal anticiclònica lateral, que no és prou potent per provocar subsidència ni inversió tèrmica. Per tant, la presència de vent (mestral), l'absència d'inversió tèrmica (atmosfera molt remenada, gens estratificada); i manca de subsidència explicarien la no-formació de boira al Pla de Lleida. Precisament aquesta és l'única situació, l'únic moment en què hi pot haver boira simultàniament a Vic, al Lluçanès i a l'Altiplà Central, a causa de l'estancament de vents restringits únicament al nord de la Depressió Central i a les estribacions meridionals del Prepirineu.

El mapa d'humitat **[FIGURA 62]** no ens acaba de reflectir de tot aquesta condensació que va provocar les boires a la franja prepirinenca; ens marca més aviat humitat mitjana-alta, entre el 60 i el 80%; i la concentra cap al sud de Lleida, on precisament no es va formar boira degut al mestral que bufava. Precisament aquí és on hi ha la feina del meteoròleg: saber que no es formarà boira al sud del Lleida a causa del vent malgrat el model marqui humitat elevada. És en situacions així en què els models no acaben de detectar del tot les zones amb major humitat o amb més possibilitats d'estrats baixos.

La situació venia marcada pels vents intensos de tramuntana i mestral als dos extrems del país; amb una dicotomia de vents molt marcada; fet que propiciava un

estancament de vents al litoral central i a l'interior. Aquesta absència de vent afavoria la condensació de la massa d'aire en zones enclotades i altiplans prepirinencs. **[FIGURA 63]**

El mapa de temperatura **[FIGURA 64]** ens mostra la distribució de les temperatures en funció del vent: allà on bufava (Vall de l'Ebre i Girona) els colors són més verdosos; i on l'aire estava més arrecerat; els colors mostren temperatures més fredes; precisament allà on es va formar la boira. Normalment, aquesta boira a cavall de les estribacions meridionals prepirinenques i el nord de la Depressió Central no va associada a inversions tèrmiques. Si fos el cas; no es podria formar boira als altiplans del Moianès i Lluçanès. Va associada a la dicotomia de vents encalmats a l'interior; a l'anticicló no centrat sobre nostre, amb poca subsidència; i a la irradiació nocturna.

6. BOIRA PERSISTENT I EXCLUSIVA A LA PLANA DE LLEIDA (8 de Gener 2013)

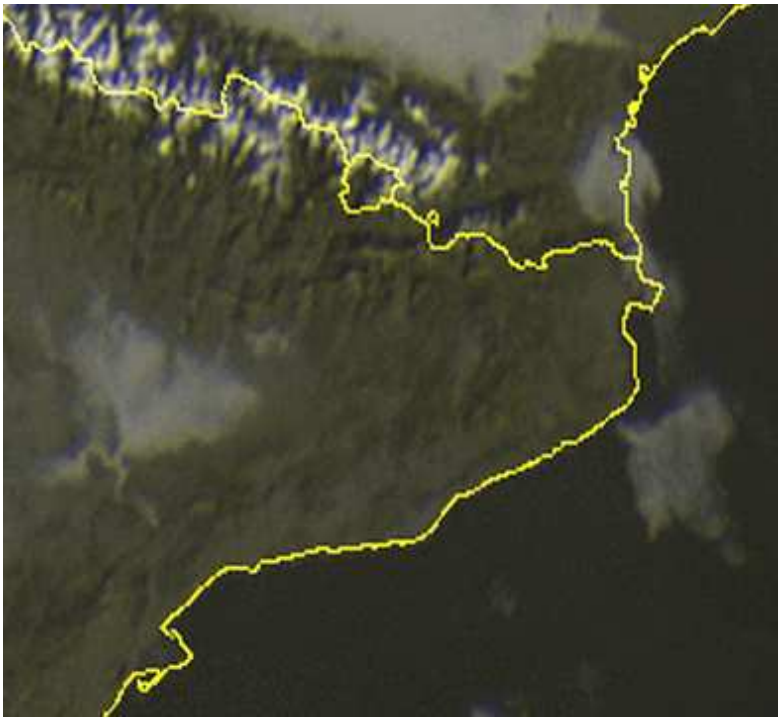

FIGURA 65: meteosat canal visible Catalunya 8 Gener 2013

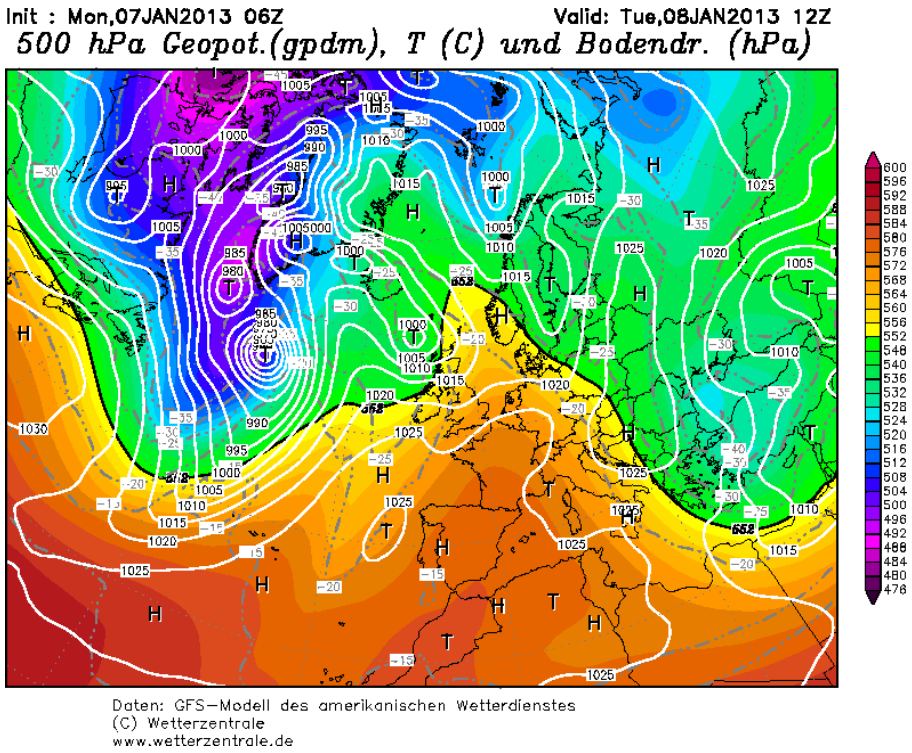

FIGURA 66: mapa isobàric i geopotencial en altura 8 Gener 2013. Model wetterzentrale

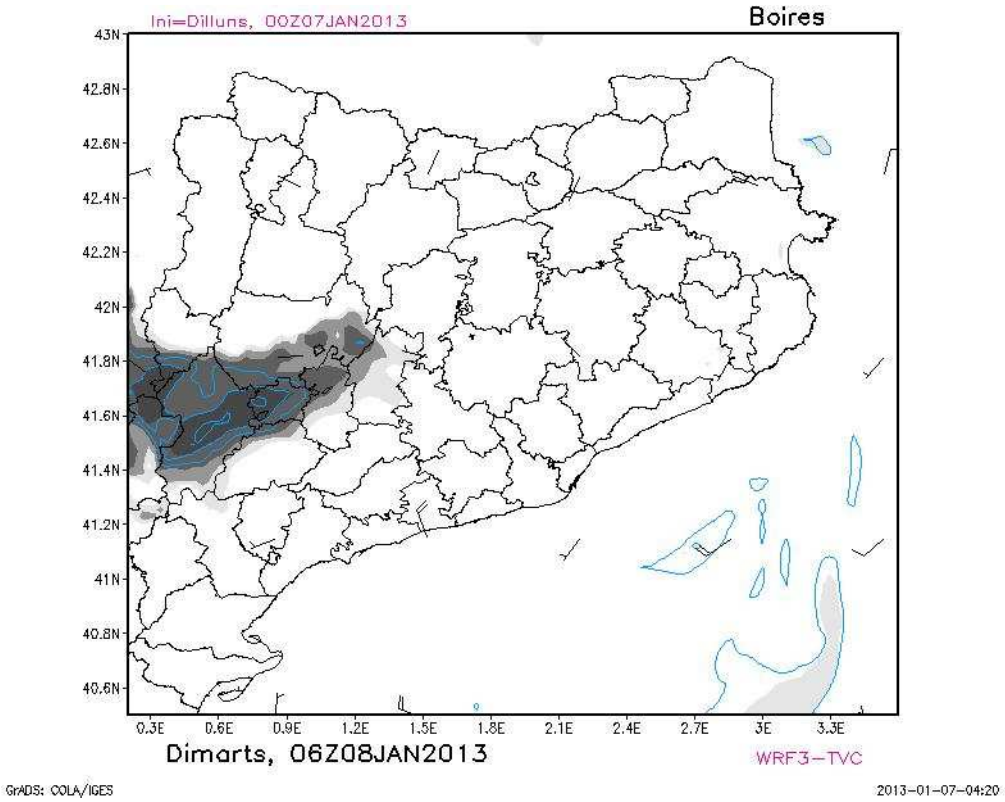

FIGURA 67: mapa boires 8 gener 2013. 7:00 matí. Model WRF3-TVC

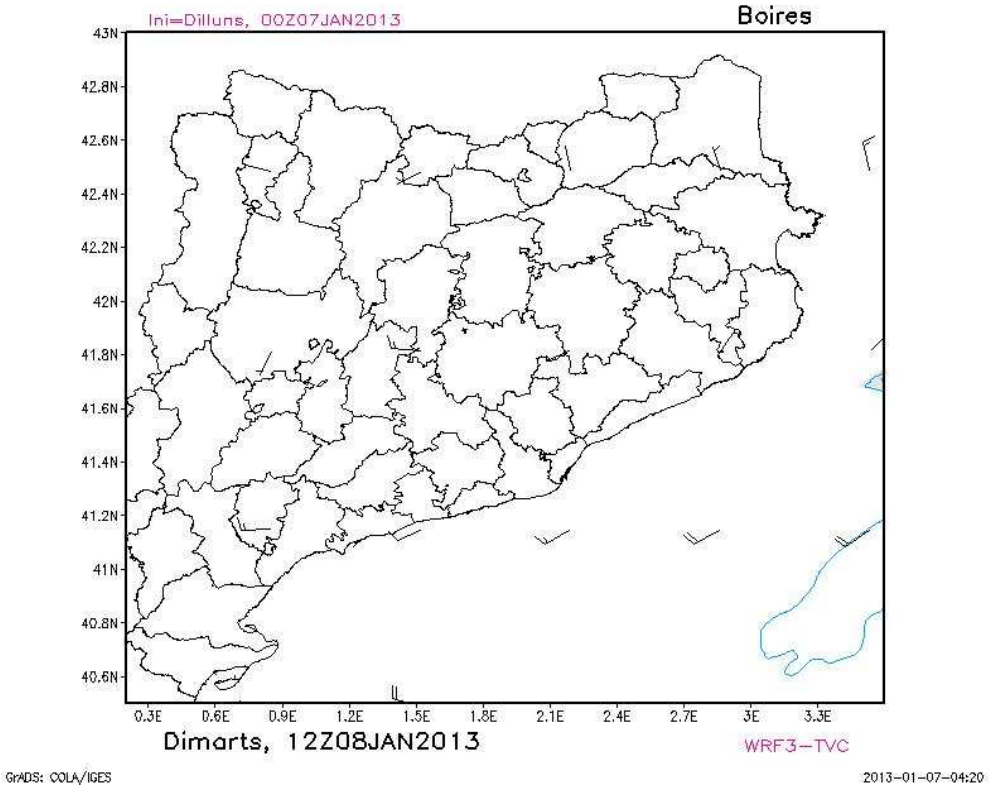

FIGURA 68: mapa boires 8 gener 2013. 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

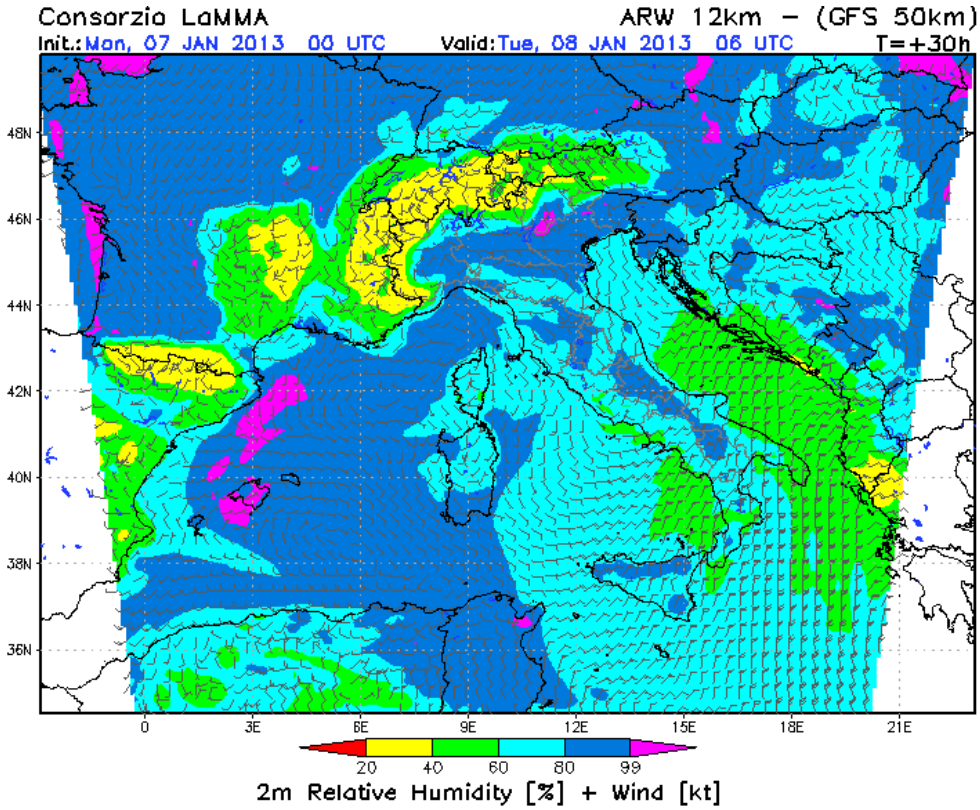

FIGURA 69: mapa humitat en sup 8 Gen 2013. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

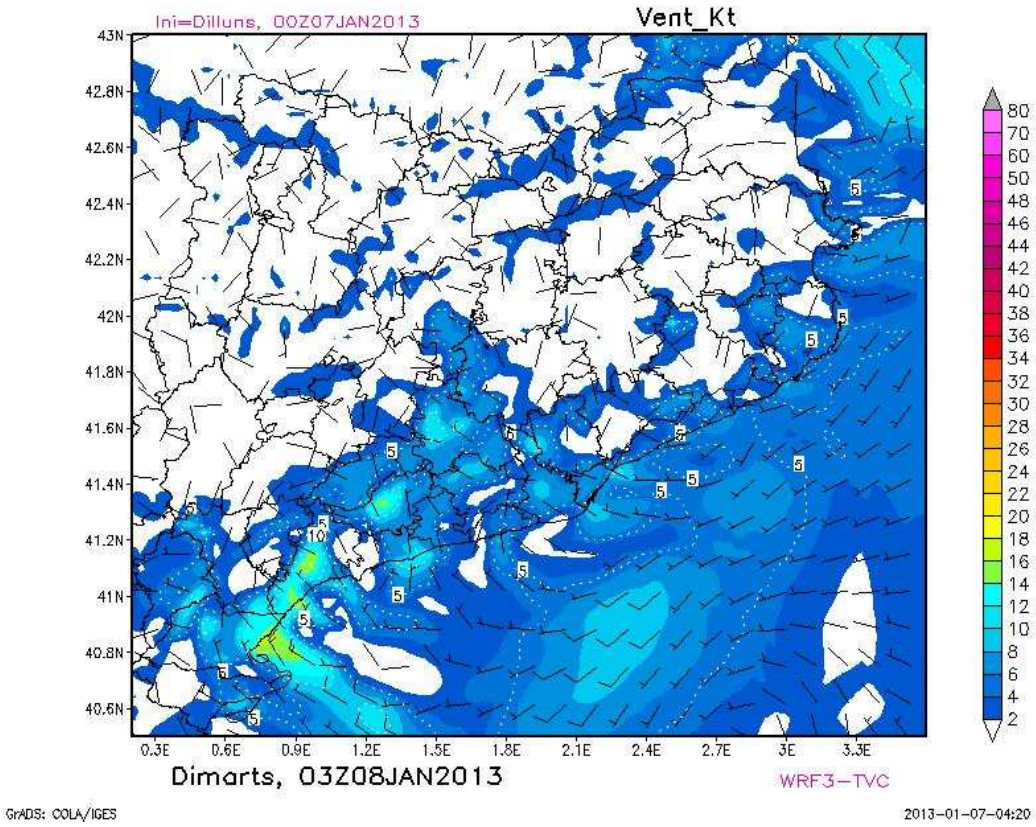

FIGURA 70: mapa vent en sup. 8 gener 2013. 4:00 matí. Model WRF3-TVC

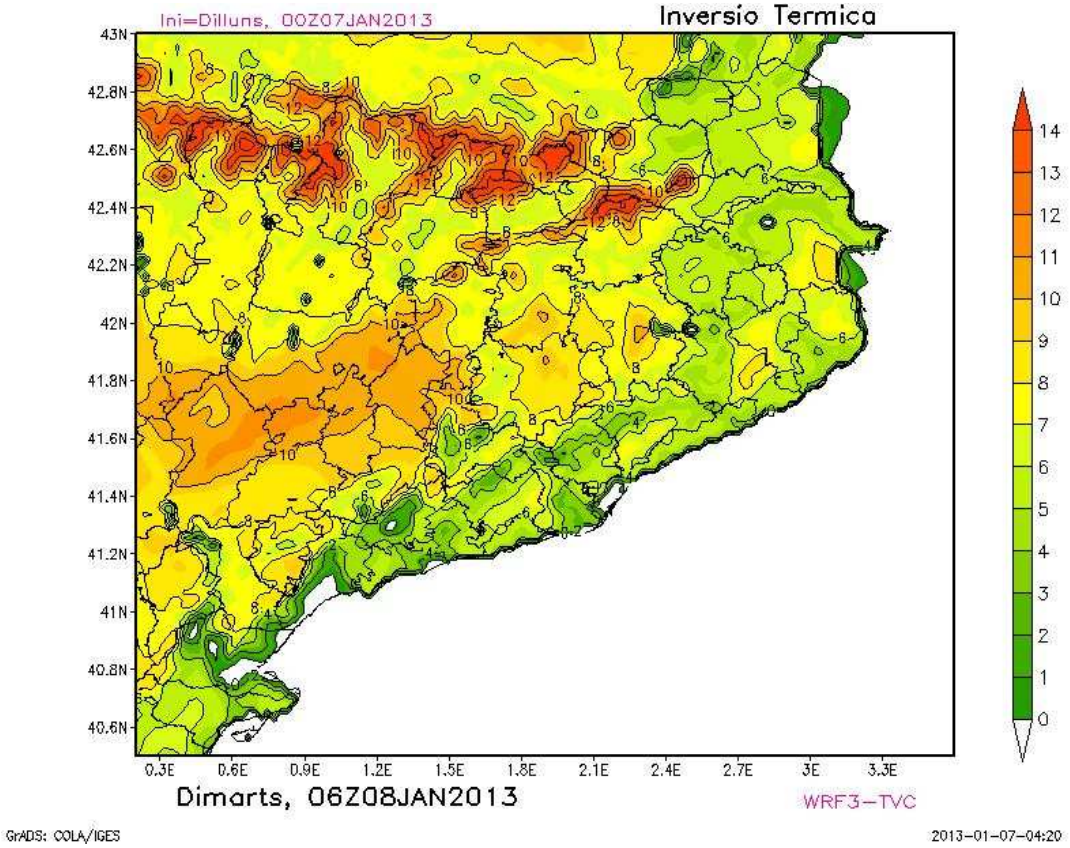

FIGURA 71: mapa inversió tèrmica 8 Gener 2013. 7:00 matí. Model WRF3-TVC

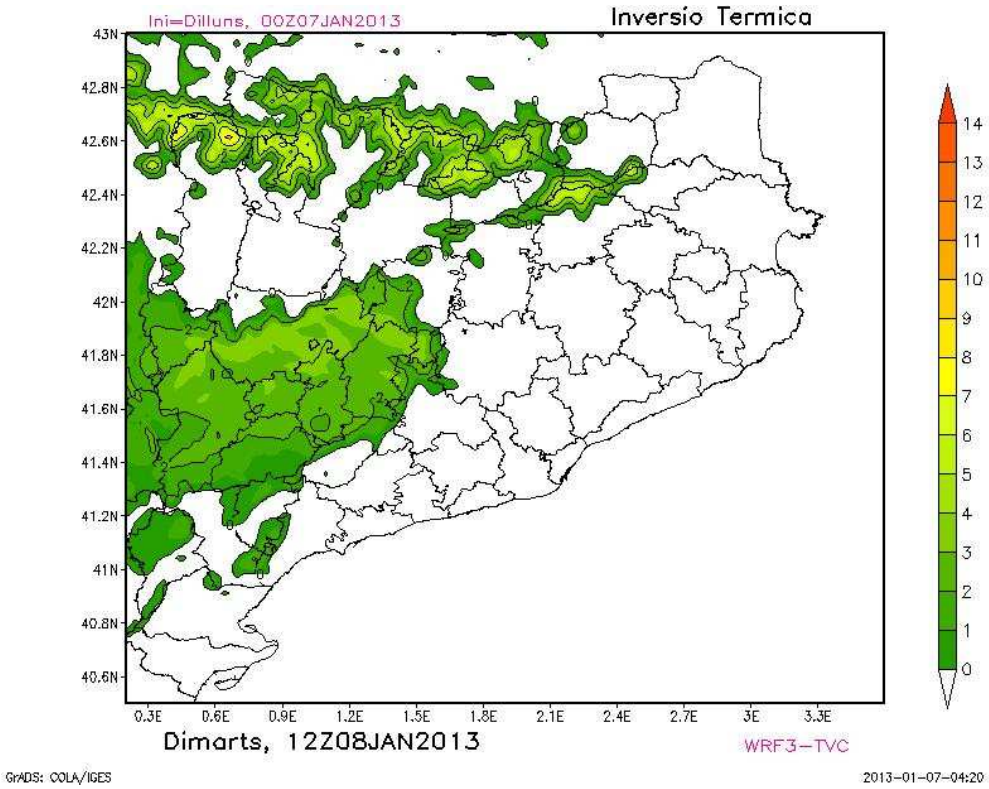

FIGURA 72: mapa inversió tèrmica 8 gener 2013. 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

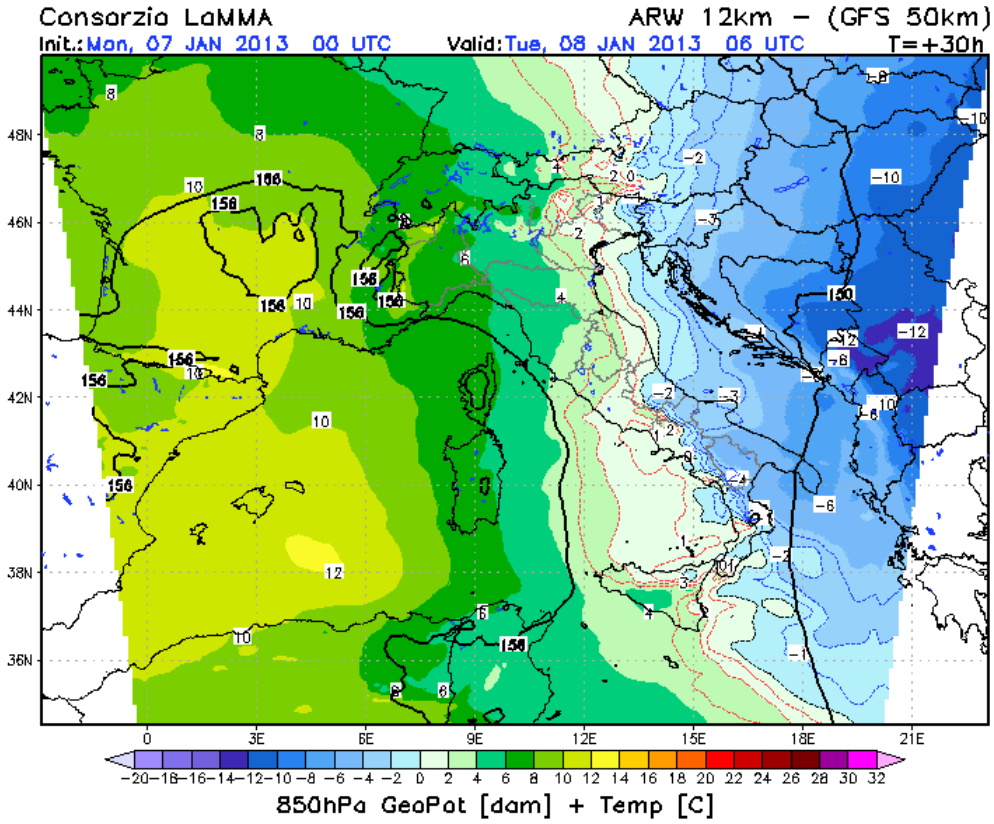

FIGURA 73: mapa temperatura 850 hPa 8 Gener 2013. 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

Les imatges del satèl·lit meteosat en el canal visible **[FIGURA 65]** ens mostren com aquell 8 de gener la boira estava restringida i era persistent a la Plana de Lleida; des de la Vall del Sió a la Segarra fins al Segrià; i algun punt enclotat del Mig Segre, sense afectar ni molt menys tota la zona de l'Altiplà Central. La situació sinòptica venia marcada per un anticicló de subsidència centrat sobre la Península Ibèrica acompanyat d'una massa d'aire molt estable i força càlida a les capes altes de l'atmosfera **[FIGURA 66]**. El primer mapa de boires **[FIGURA 67]** ens mostra que la distribució i l'extensió d'aquestes està força ben definida, però la persistència no l'ha pogut captar, ja que segons el model, els estrats desapareixen al migdia **[FIGURA 68]**. És significatiu observar el mapa d'humitat en superfície **[FIGURA 69]**, que marca un aire molt sec a tota la zona Pirinenca, però no acaba de delimitar la massa d'humitat a la Plana de Lleida. Un altre dels factors perquè es condensi la massa d'aire i es formi aquesta boira és l'absència de vent **[FIGURA 70]**, fet que el model si que ens denota aquesta atmosfera molt encalmada i estancada a les capes baixes (aquests colors blancs ens donen comte que no bufa gens de vent). El mapa de la inversió tèrmica **[FIGURA 71]** és l'explicació perfecta per la que no arriba la boira a l'Altiplà Central: quan hi ha tanta inversió, la temperatura no és suficientment baixa en aquest sector perquè s'hi formi la boira, i queda restringida de la Vall del Sió cap a l'oest, a les zones més baixes i fondes del Pla de Lleida. Sinó hi hagués tanta inversió tèrmica, la boira seria capaç d'ascendir i pujar fins l'Altiplà Central. El segon mapa d'inversió **[FIGURA 72]** ens dóna la idea que la boira pot ser persistent al Pla de Lleida, ja que continua aquesta 'tapadora' sobre aquest sector, produint un estancament molt important de la humitat.

Quan aquest anticicló de subsidència està acompanyat d'un matalàs d'aire relativament càlid a les capes mitges troposfèriques **[FIGURA 73]** es produeix aquesta dicotomia entre l'ambient emboirat de Lleida i el cel serè amb baixa humitat de l'Altiplà Central.

7. BOIRA PERSISTENT ALTIPLÀ CENTRAL I DESFENT-SE A LA PLANA DE LLEIDA (PAS D'UN FRONT) (10 de Gener 2013)

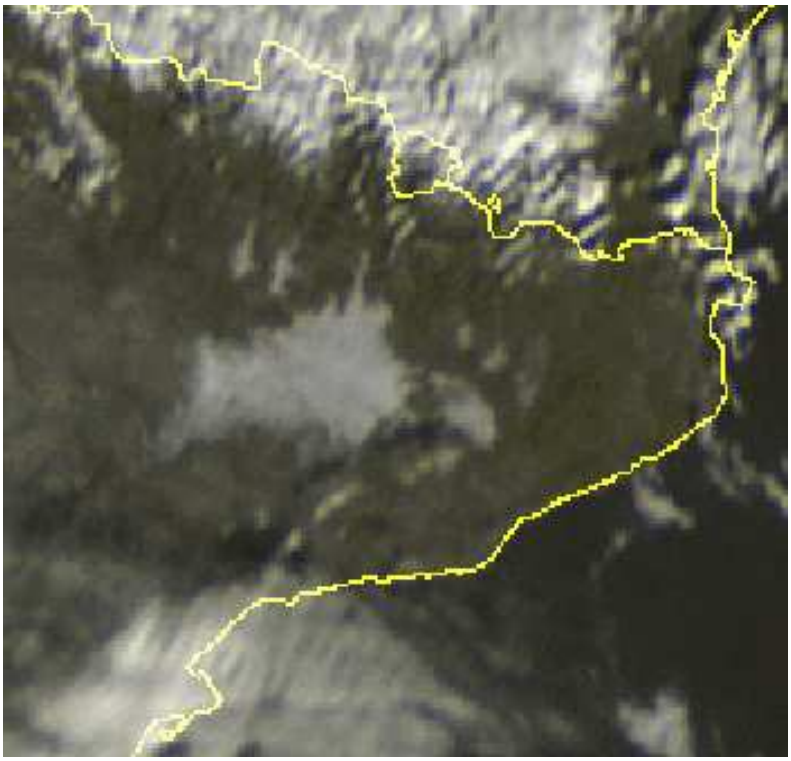

FIGURA 74: meteosat canal visible Catalunya 10 Gener 2013

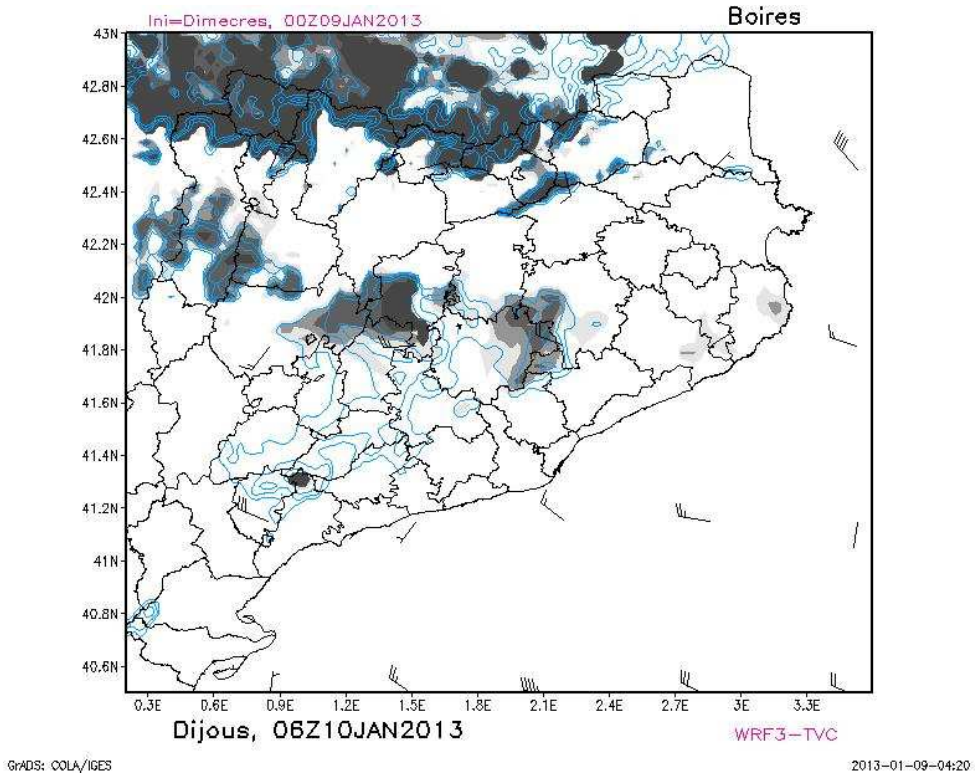

FIGURA 75: mapa boira 10 Gener 2013. 7:00 matí. Model WRF3-TVC

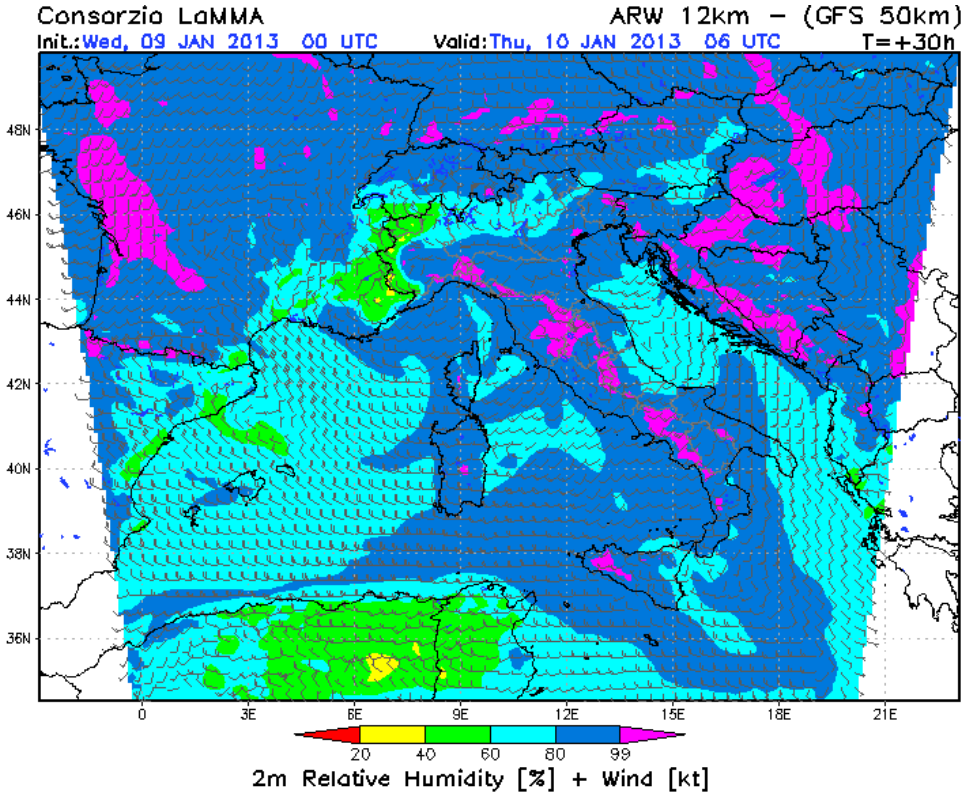

FIGURA 76: mapa humitat en sup. 10 gener 2013 7:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

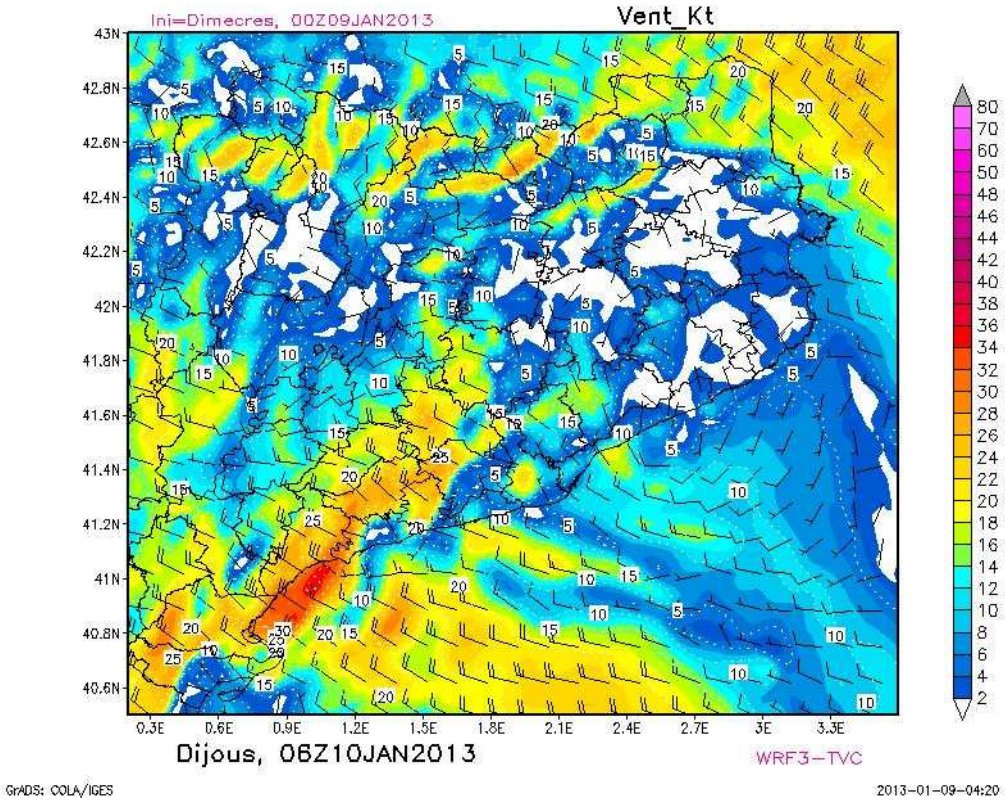

FIGURA 77: mapa vent en sup. 10 gener 2013 7:00 matí. Model WRF3-TVC

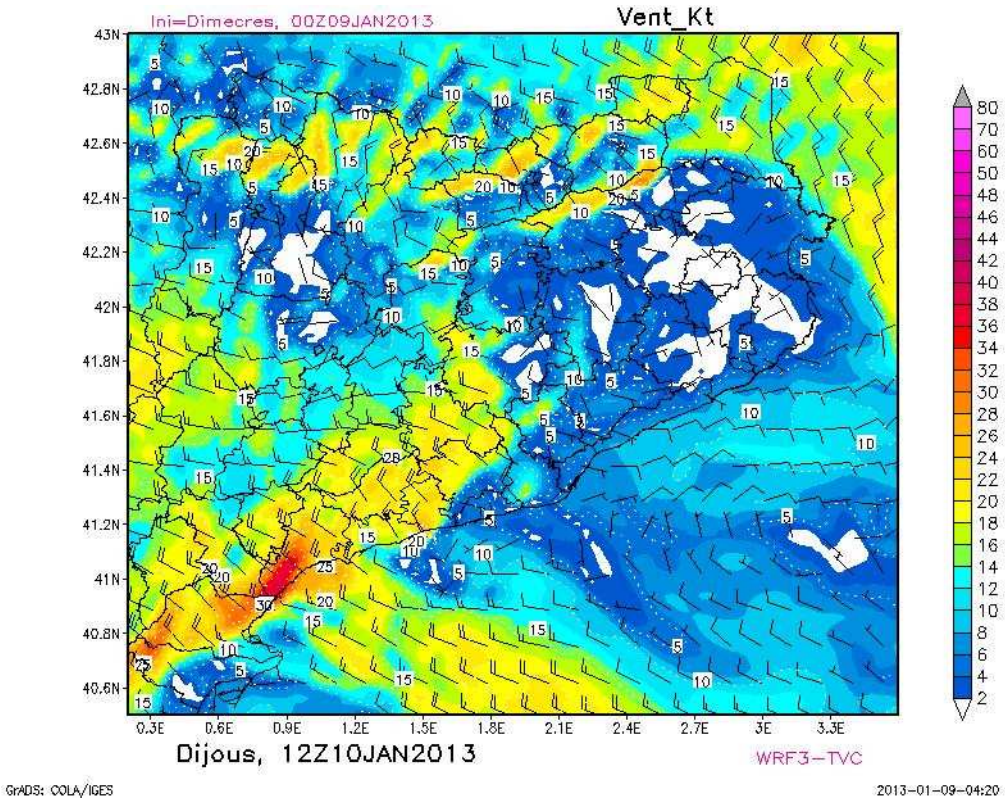

FIGURA 78: mapa vent en sup. 10 Gener 2013. 13:00 migdia. Model WRF3-TVC

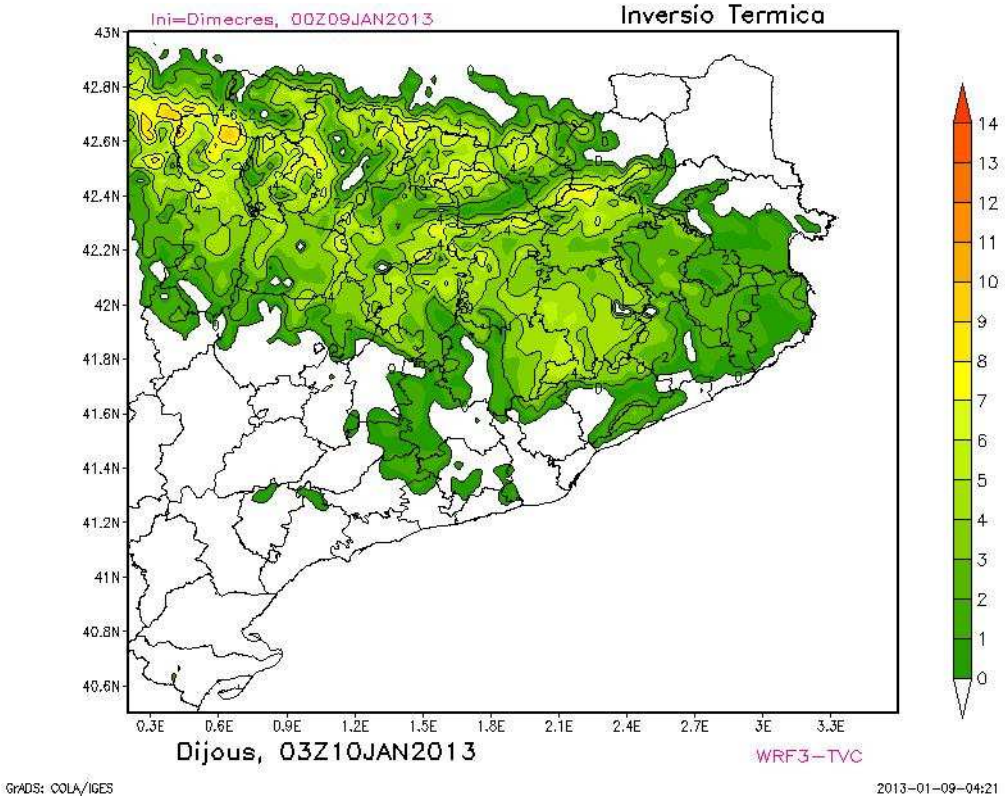

FIGURA 79: mapa inversió tèrmica 10 Gener 2013. 4:00matí. Model WRF3-TVC

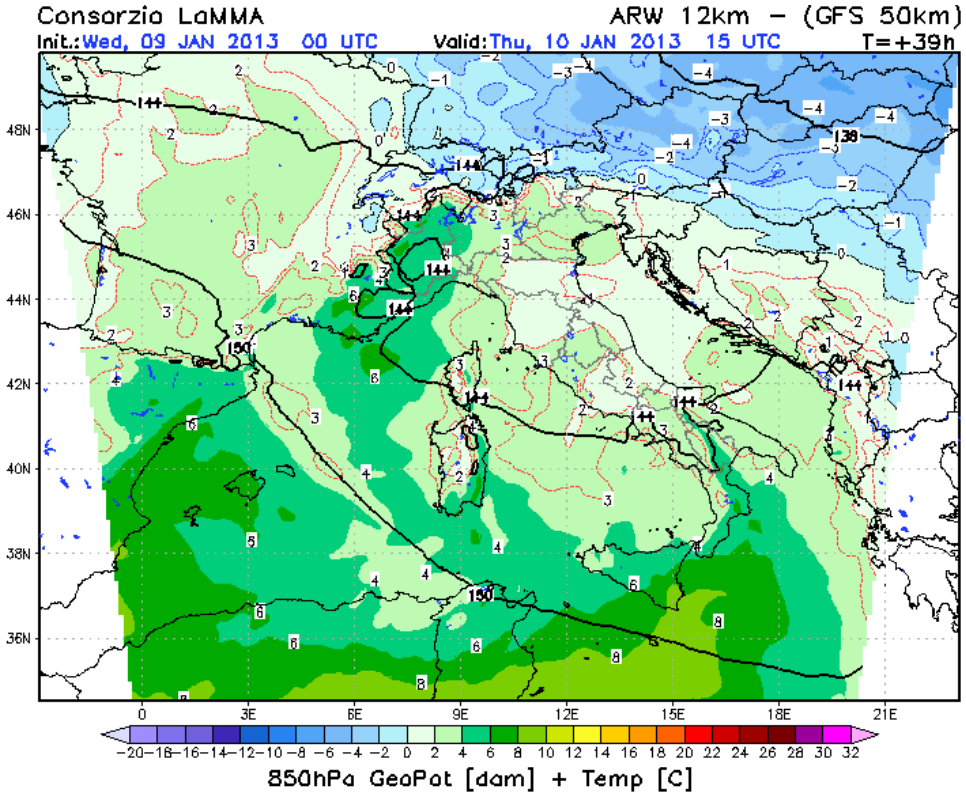

FIGURA 80: Mapa temperatures 850 hpa 10 Gener 2013. 16:00 tarda. Model italià 'Consorzio Lamma'

Les imatges del satèl·lit en el canal visible **[FIGURA 74]** d'aquella jornada ens mostren com la boira s'anava recloent i estancant a l'Altiplà Central; alhora que anava desfent-se de la Plana de Lleida. A la imatge també s'aprecia la nuvolositat d'estancament al Pirineu, com a resultat del pas del front. El model de boira **[FIGURA 75]** capta la localització d'aquesta, però la fa desaparèixer més ràpidament del que va succeir a la Plana de Lleida, fet que ens confirma els desajustos dels models numèrics alhora de pronosticar el fenomen. El model d'humitat en superfície **[FIGURA 76]** ens mostra com es 'desfà' la massa d'aire saturat de la Vall de l'Ebre i s'intueix com puja de latitud lleugerament cap al nord de la Depressió Central. Precisament el mapa de vent en superfície **[FIGURA 77]** explica aquest fet: l'entrada del mestral, aquests vents del nord-oest per la Vall de l'Ebre van anar desfent progressivament la boira de la Plana de Lleida; i aquest mateix vent de ponent/nord-oest la recloïa a l'Altiplà Central i la consolidava en aquest sector (boira de tipus orogràfic, formada per ascens de la massa d'aire). Aquest mapa **[FIGURA 78]** demostra que Pujalt i tota aquesta zona pot tenir boira quan bufa vent, una exclusivitat i alhora una excepció genèrica de la formació de boires.

El mapa d'inversió tèrmica **[FIGURA 79]** ens mostra que no hi havia una excessiva diferència entre els diferents estrats troposfèrics (1-2 graus, a tot estirar); fet que va propiciar un refredament i una condensació a l'Altiplà Central. Simultàniament, podem observar com desapareix la inversió tèrmica de tota la Plana de Lleida, a causa d'aquest vent de mestral que va netejar els estrats de tot aquest sector.

8. BOIRA MATINAL ‘ESTIUENCA’ A LA PLANA DE VIC (19 agost 2013)

FIGURA 81: meteosat canal visible Catalunya 19 agost 2013

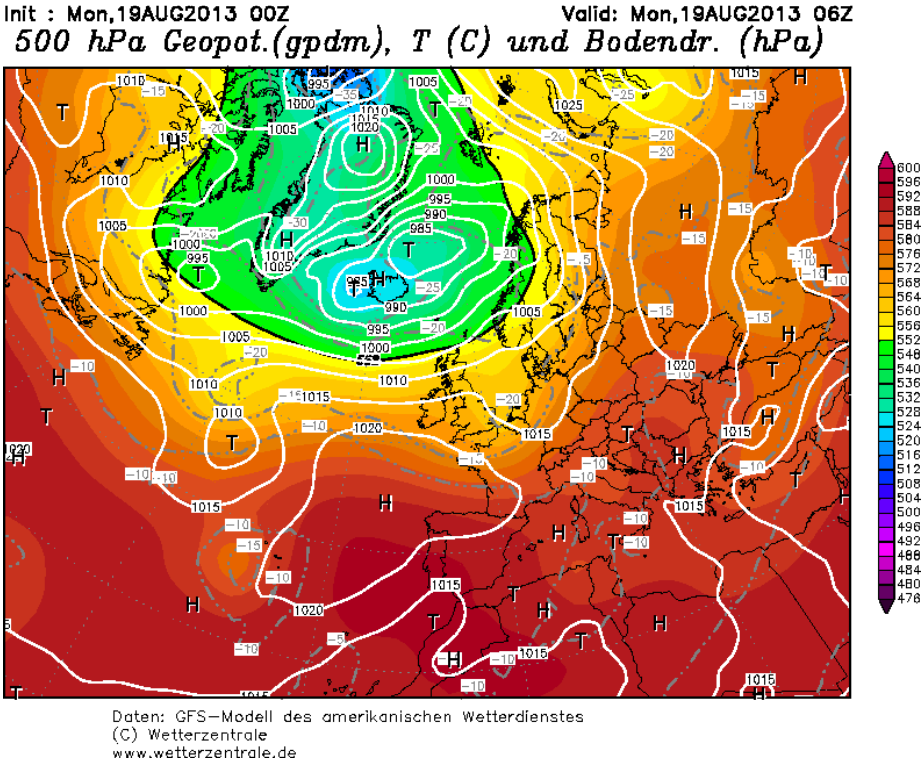

FIGURA 82: mapa isobàric i geo. En altura 19 agost 2013. Model wetterzentrale

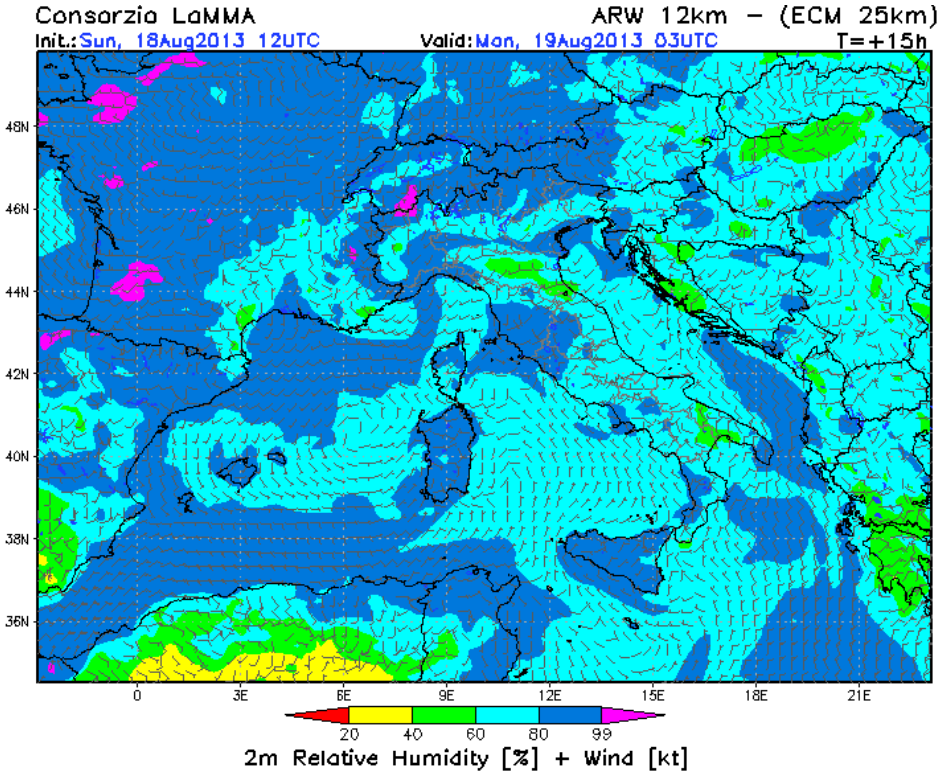

FIGURA 83 mapa humitat en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

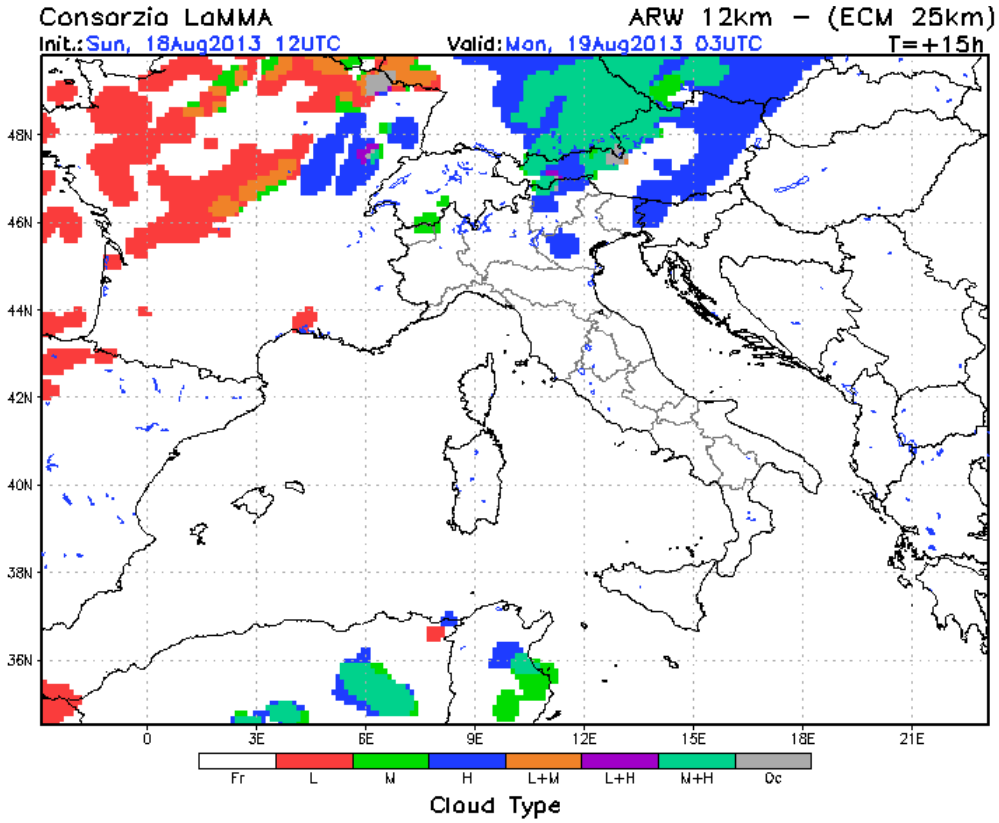

FIGURA 84: mapa nuvolositat en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

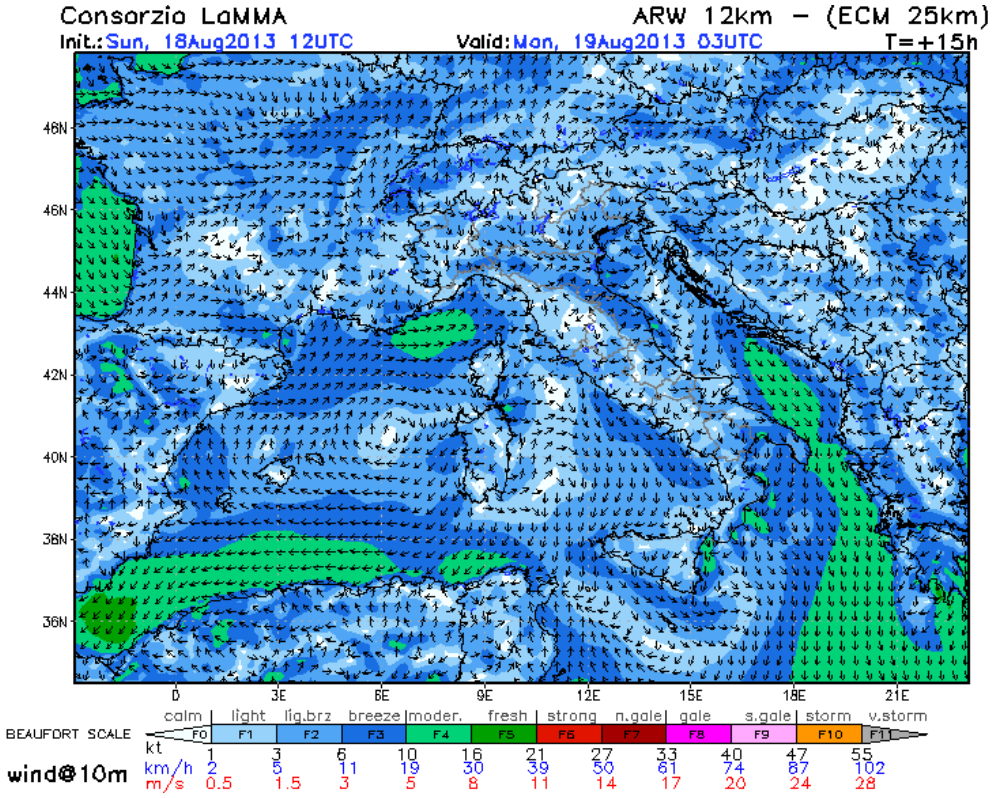

FIGURA 85: mapa vent en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'

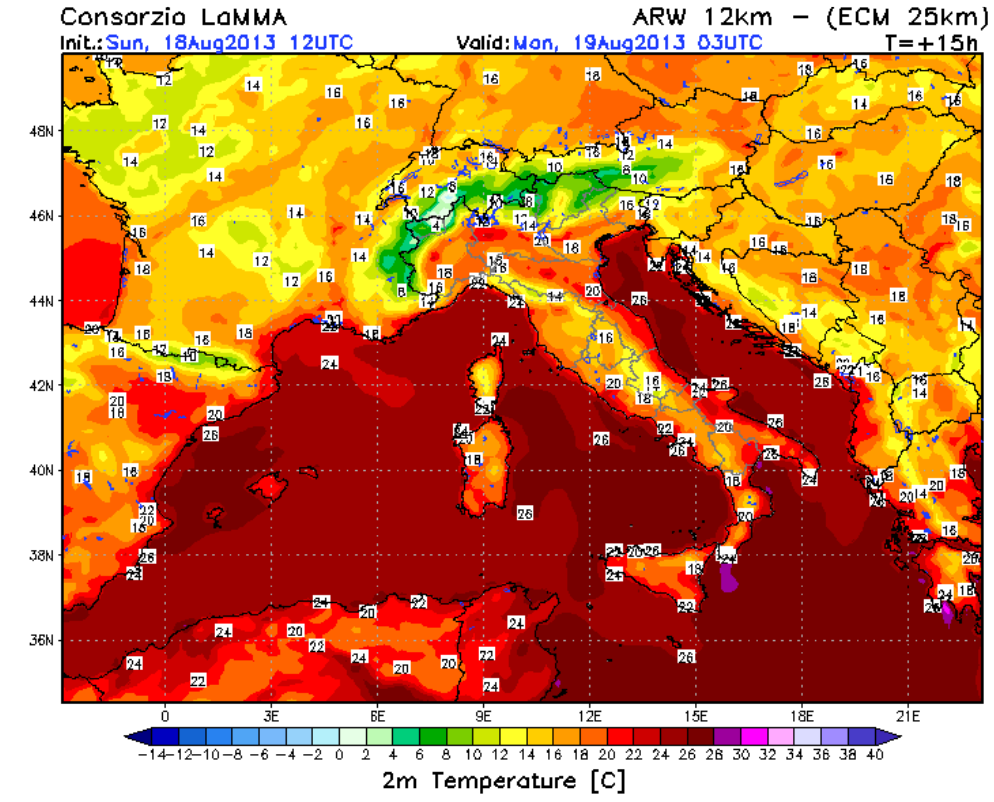

FIGURA 86: mapa temperatures en sup. 19 agost 2013. 4:00 matí. Model italià 'Consorzio Lamma'.

Aquest és un clar exemple de la peculiaritat de les boires a la Plana de Vic, l'únic indret geogràfic de Catalunya en què hi ha almenys un dia mensual de boira al llarg de tot l'any. Les imatges del meteosat **[FIGURA 81]** ens mostren aquest color blanc restringit a tota la Plana de Vic, mentre que a la resta de Catalunya el cel estava serè. La situació sinòptica **[FIGURA 82]** venia marcada per una dorsal anticiclònica que s'estenia per la Península Ibèrica, amb pressions no excessivament elevades. En tot cas, la peculiaritat orogràfica de la Plana de Vic fa que la situació sinòptica no sigui tan important per formar boires sinó més aviat les condicions locals. El mapa d'humitat en superfície **[FIGURA 83]** és un exemple clar d'aquesta 'exclusivitat': la humitat era alta (80%) i homogènia a bona part del país, simés no només se'n va gestar a Osona. Ni la resta de conques d'interior, ni l'Altiplà Central ni molt menys la Plana de Lleida no tenien el suficient estancament ni temperatura mínima per formar aquesta boira.

El model de nuvolositat **[FIGURA 84]** és incapaç de detectar aquesta boira tant localitzada i concreta a la comarca d'Osona, fet que demostra que les condicions locals no poden ser captades per aquests models numèrics mesoescalars.

Pel que fa al mapa de vent **[FIGURA 85]**, ens mostra un cert estancament a bona part de l'interior de Catalunya, amb absència de corrent d'aire en superfície força important. El mapa de temperatures arran de terra **[FIGURA 86]** ens mostra precisament que no feia gaire 'fred' a l'interior, amb valors que a la Plana de Vic van baixar fins els 15-16 graus: una temperatura suficient per assolir el punt de rosada amb la humitat elevada i unes condicions de cubeta geogràfica com hi ha en aquest sector. En canvi, és impossible que es formi boira a tota la Plana de Lleida amb aquestes temperatures mínimes fregant els 20 graus, encara que la humitat sigui molt elevada.