



Servei Meteorològic
de Catalunya

Dr. Roux, 80 1a
08017 Barcelona
Tel. 93.567.60.90
Fax. 93.567.61.02

Informe sobre l'esclafit de Vic, Calldetenes i Folgueroles del 29 de juny de 2023

- Dijous, 29 de juny de 2023, una ventada forta d'origen convectiu va causar danys en diversos punts d'Osona, sobretot als municipis de Vic, Calldetenes i Folgueroles.
- El Servei Meteorològic de Catalunya va dur a terme un treball de camp per analitzar els desperfectes i així conèixer quin fenomen meteorològic els havia provocat, la intensitat d'aquest i l'extensió de l'àrea afectada.
- Els resultats de l'estudi conclouen que els danys van ser provocats per un esclafit d'intensitat EF0 (< 138 km/h), segons l'escala de Fujita millorada, que va tenir lloc entre les 20.42 TU (22.42 h) i les 20.50 TU (22.50 h) i que va afectar una franja de 8 km de longitud i d'1 a 2,4 km d'amplada.

El dia 29 de juny de 2023 hi va haver una situació de xàfecs d'intensitat localment torrencial que va afectar bona part de Catalunya. La precipitació sovint va anar acompanyada de tempesta i, fins i tot, es van produir fenòmens de temps violent, com la ventada forta d'origen convectiu que va causar danys en poblacions d'Osona. El Servei Meteorològic de Catalunya va dur a terme un treball de camp per a analitzar els desperfectes i, així, estudiar quin fenomen meteorològic els va provocar. Amb tota la informació recollida s'ha pogut concloure que el fenomen de temps violent va ser un esclafit d'intensitat EF0 (< 138 km/h), segons l'escala de Fujita millorada¹, que va tenir lloc entre les 20.42 TU (22.42 h) i les 20.50 TU (22.50 h). Va afectar, principalment, els termes municipals de Vic, Calldetenes i Folgueroles.

En aquest informe es presenta l'anàlisi sinòptica de la situació meteorològica que hi va haver aquella jornada. Posteriorment, a partir de les dades de teledetecció (satèl·lit, radar i detecció de descàrregues elèctriques), dels registres de les estacions meteorològiques automàtiques de la zona i de la informació recopilada durant el desenvolupament del treball de camp es descriu el cas de l'esclafit d'Osona.

Anàlisi sinòptica

A les 18 TU del 29 de juny de 2023 hi havia un solc en altura situat al centre de la península Ibèrica, l'eix del qual estava orientat de nord a sud. Catalunya es trobava a la part davantera, a l'est d'un màxim de vent a 300 hPa. En aquest sector hi havia una marcada difluència, segons la sortida de les 12 TU del model IFS del Centre Europeu de Predicció Meteorològica a Mitjà Termini (ECMWF) ([Figura 1a](#)).

¹National Weather Service: Enhanced F Scale for Tornado Damage. <https://www.spc.noaa.gov/efscale/ef-scale.html>.





**Servei Meteorològic
de Catalunya**

Dr. Roux, 80 1a
08017 Barcelona
Tel. 93.567.60.90
Fax. 93.567.61.02

Coincidint amb l'eix del tàlveg, la temperatura a 500 hPa assolía un mínim proper als -15 °C a l'est del Cantàbric, mentre que a la vertical de Catalunya rondava els -12 °C. En aquest nivell predominava el vent de component sud i oest ([Figura 1b](#)).

A 850 hPa, en canvi, a Catalunya el flux de vent no estava regit pel solc, sinó per la baixa tèrmica del centre de la península Ibèrica. Els valors més aviat baixos de temperatura que hi havia a 500 hPa contrastaven amb els 15 a 16 °C que hi havia a 850 hPa, de manera que el gradient vertical de temperatura era notable ([Figura 1c](#)).

En superfície, el patró indefinit i la presència de la baixa tèrmica suggereix que predominava el règim de brises, és a dir, amb vent majoritàriament de component sud i est ([Figura 1d](#)). Aquest fet queda confirmat per les observacions de vent de la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA) d'aquella jornada. Ara bé, també es pot veure que a la zona del Cantàbric i al vessant nord del Pirineu s'hi començava a establir el vent de component nord.

El radiosondatge previst per a les 18 TU a Vic pel model WRF presentava un perfil inestable i amb poca inhibició convectiva ([Figura 2](#)). En aquest sentit, l'energia potencial convectiva disponible superava els 1600 J/kg, mentre que la inhibició amb prou feines fregava els -10 a -15 J/kg. Hi havia un estrat humit entre 850 i 700 hPa, mentre que per sota d'aquests nivells hi havia un estrat sec, un tret característic dels perfils verticals favorables per a ratxes fortes de vent associades a la convecció.

El paràmetre DCAPE, que mostra la màxima energia disponible per a una parcel·la d'aire en descens i que s'utilitza per a estimar el potencial dels corrents d'aire descendents d'una tempesta, presentava valors superiors als 1000 J/kg. Es tracta d'un valor elevat i indica condicions favorables per a fortes ventades.

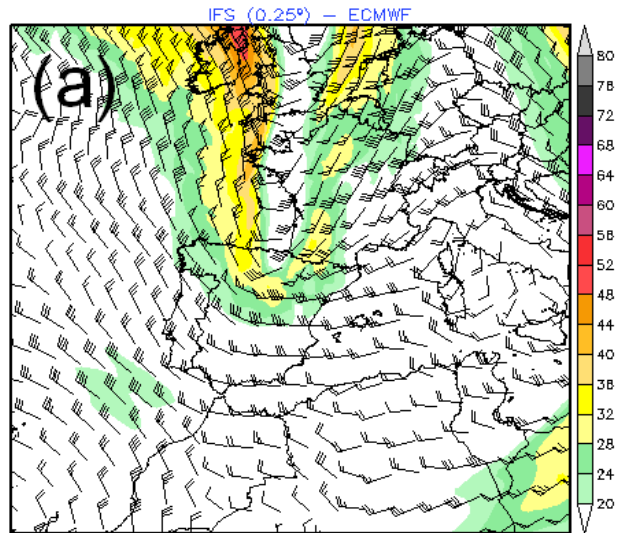
A banda, s'observa un canvi en la direcció del vent entre la superfície (component est) i els 2 km d'altitud (component oest). Ara bé, com que el vent era entre flux i moderat, el cisallament vertical era modest. Independentment, el contingut d'aigua era molt elevat. Una mostra és la massa d'aigua precipitable, que arribava als 39 mm, segons aquest radiosondatge previst.



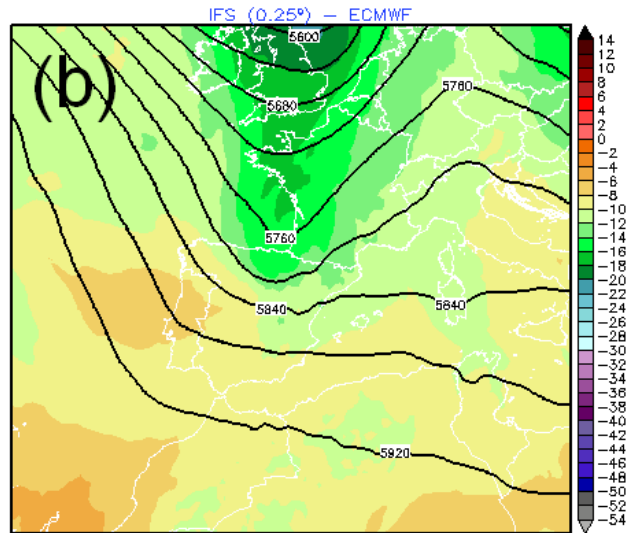
Generalitat de Catalunya
**Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural**

Figura 1:

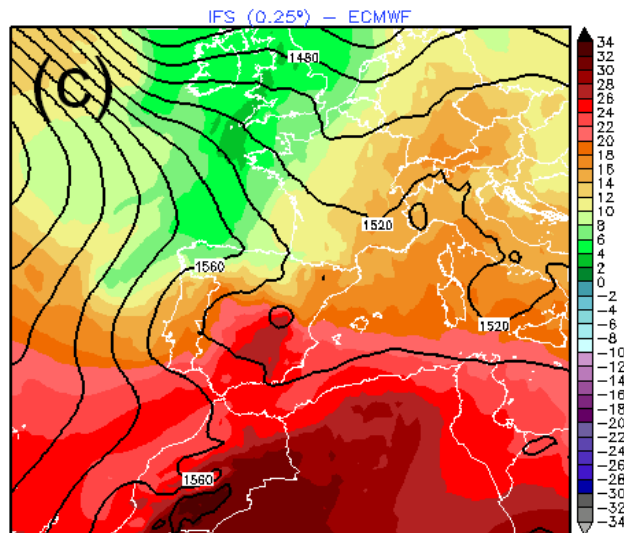
(a) Vent a 300 hPa, (b) temperatura i topografia de 500 hPa, (c) temperatura i topografia de 850 hPa i (d) pressió atmosfèrica reduïda a nivell de mar del model IFS de l'ECMWF per al 29 de juny de 2023 a les 18 TU.



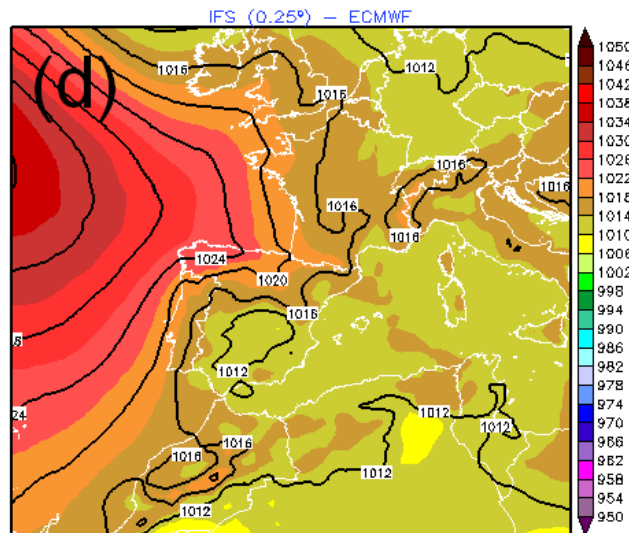
Vent (kt) i isot. (m/s) a 300 hPa dj 29-06-2023 18 UTC (12+06)



T (°C) i Z (gpm) a 500 hPa dj 29-06-2023 18 UTC (12+06)

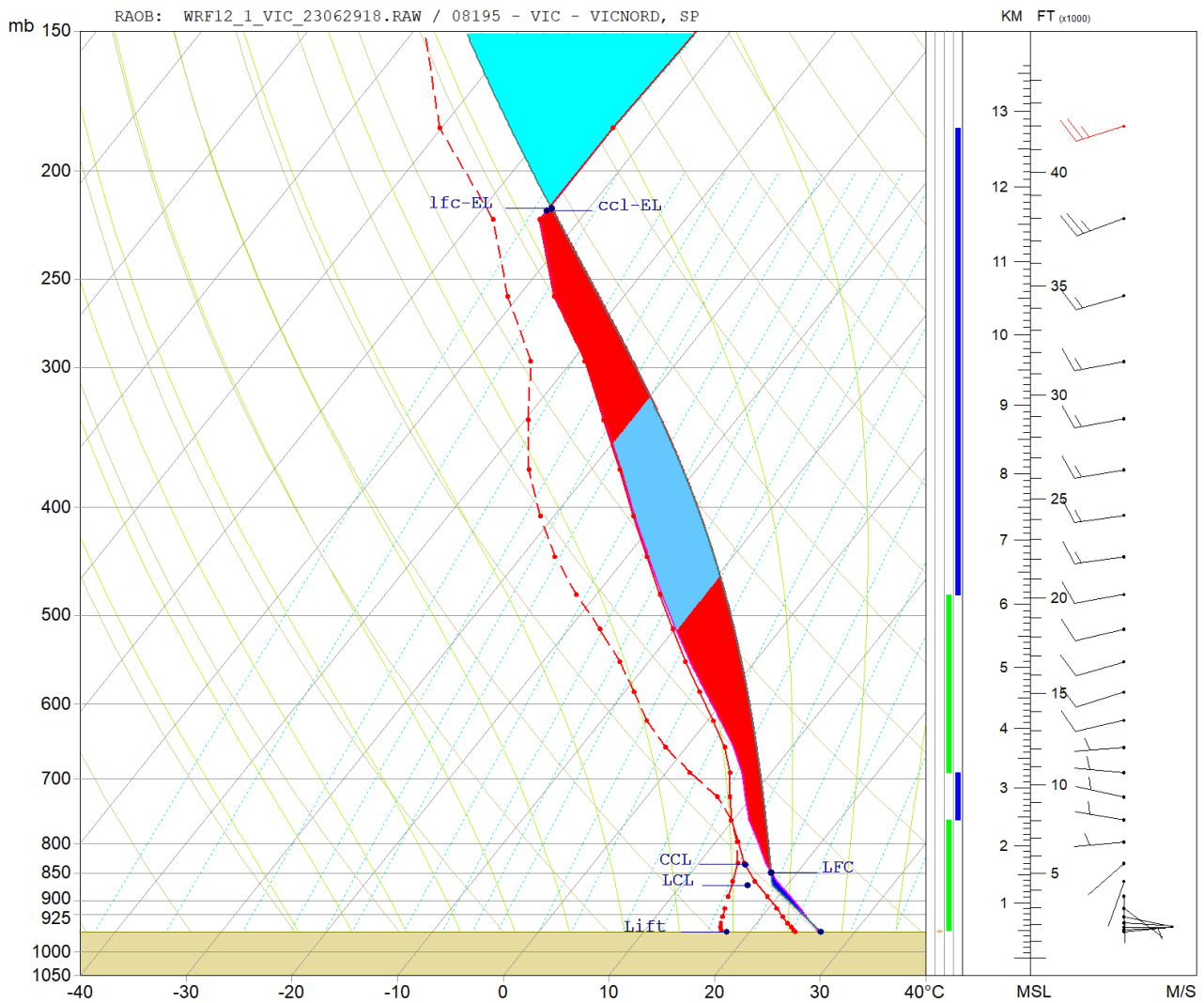


T (°C) i Z (gpm) a 850 hPa dj 29-06-2023 18 UTC (12+06)



Pressió a nivell de mar (hPa) dj 29-06-2023 18 UTC (12+06)

Figura 2:
Radiosondatge previst pel model WRF per Vic per al dia 29 de juny a les 18 TU. La línia vermella contínua correspon a la temperatura, la vermella discontinúta, al punt de rosada, la rosa contínua, a la temperatura virtual, i la grisa contínua, a l'evolució d'una parcel·la d'aire des de la superfície. A la dreta del diagrama es mostra el perfil vertical del vent.

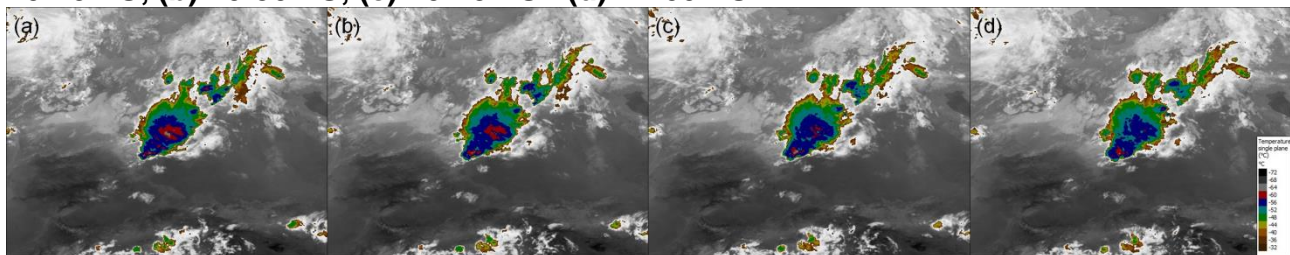


Teledetecció

Les imatges d'infraroig del satèl·lit Meteosat mostren l'arribada d'un sistema convectiu de mesoscala (SCM) a la zona d'interès, que s'havia gestat a l'Aragó al voltant de les 18 TU. A les 20.15 TU a la zona central del sistema, situat a la Catalunya Central, hi havia un mínim de temperatura al cim del núvol per inferior als $-64\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3a). Aquest fet, anomenat "overshooting" (en anglès), denota la presència de forts corrents d'aire ascendents dins del sistema convectiu, ja que el cim de la tempesta se situa per sobre de la tropopausa. L'observació d'aquest senyal en imatges satel·litàries sol ser indicatiu de temps violent (pedregades o vents convectius forts). Ara bé, en imatges posteriors s'observa com de mica en mica la temperatura a la part superior dels núvols va anar augmentant, cosa que indica que els corrents d'aire ascendents van perdre força i que es va iniciar la fase de maduresa i dissipació del sistema (Figura 3b, c, d). En el moment en què es va produir la forta ventada d'origen convectiu encara hi havia una temperatura entorn els $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ al cim de l'estructura nuvolosa (Figura 3c).

Figura 3:

Imatges del canal $10,8\text{ }\mu\text{m}$ de l'infraroig del satèl·lit Meteosat del 29 de juny a les (a) 20:15 TU, (b) 20:30 TU, (c) 20:45 TU i (d) 21:00 TU.



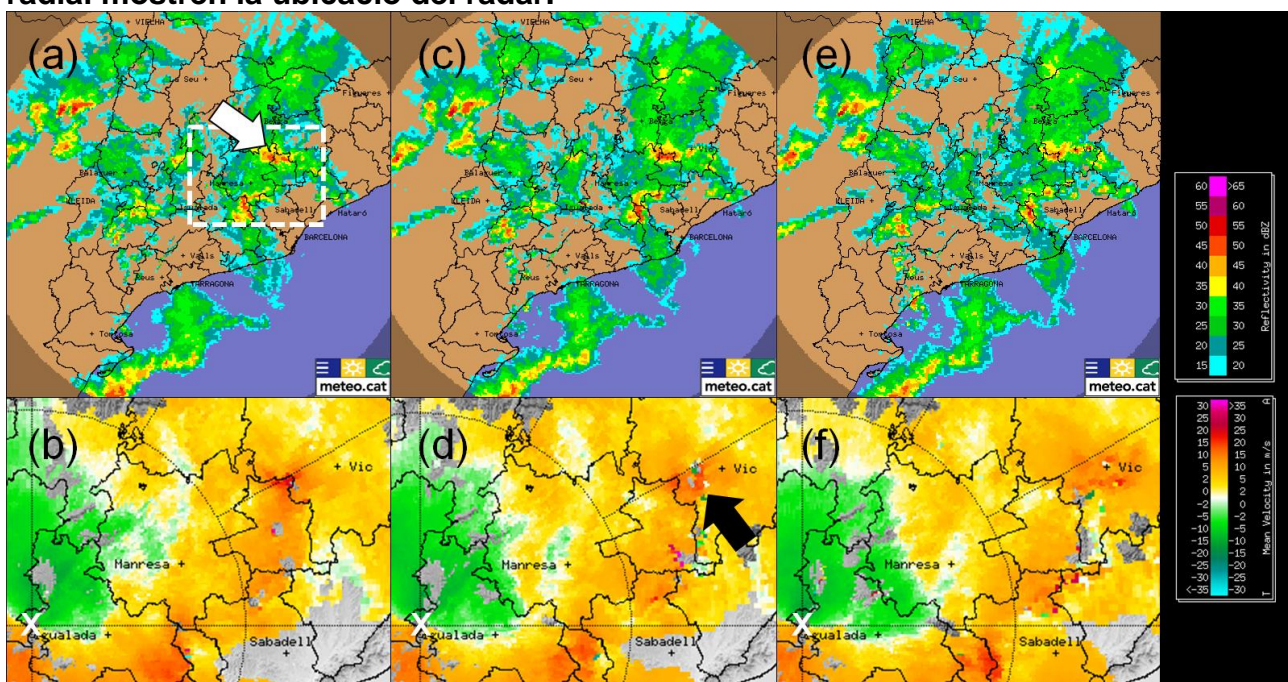
Les imatges del camp de reflectivitat (Z) del PPI $0,6^{\circ}$ del radar de la Panadella (CDV) mostren l'aproximació d'una cel·la convectiva envoltada de precipitació estratiforme a la comarca d'Osona des de l'oest que, a les 20.36 TU, presentava valors de 45 a 50 dBZ a cavall del Bages i el Moianès (Figura 4a). Aquesta cel·la convectiva s'havia format mitja hora abans a l'oest del Bages, a la part davantera d'un sistema convectiu lineal que havia afectat bona part de les comarques de Ponent amb ratxes fortes o molt fortes de vent. És probable que, donada l'extensió de la zona afectada per la pluja estratiforme al voltant del nucli convectiu, la cel·la es trobés en estat de maduresa.

Posteriorment, s'observa un increment de la reflectivitat associada a la cel·la, fins a assolir valors de 50-55 dBZ (Figura 4c), al mateix temps que es desplaçava en direcció est-nord-est. Aquest increment de la reflectivitat és possible que fos causat per la interacció amb l'orografia i amb una estructura convectiva situada al sud del requadre de la Figura 4a. A les 20.48 TU i en imatges posteriors la reflectivitat tendeix a minvar (Figura 4e), tot i que es manté encara per sobre dels 40 dBZ.

Les imatges de velocitat radial (V) del mateix radar i del mateix PPI mostren la presència d'un màxim de vent al nord-est de la comarca del Bages a les 20.24 TU. En imatges posteriors s'observa com s'anava traslladant en direcció est-nord-est, solidàriament amb la cel·la convectiva d'interès. Els valors més elevats de velocitat radial associats a aquest màxim de vent, propers als 25 m/s, es van produir entre les 20.36 i les 20.48 TU entre el nord del Moianès i l'oest d'Osona (Figures 4b, d, f). La zona del màxim de vent inclou una regió on el vent presenta direccions oposades (colors càlids i freds, a la zona marcada per la fletxa negra, Figura 4d), coincident amb el patró clàssic de rotació. Aquest fet indica, molt probablement, la presència d'un mesocicló. El màxim de vent va passar per l'àrea on es van registrar els danys entre les 20.42 i les 20.48 TU. En aquest sentit, s'estima que el fenomen objecte d'estudi va començar a les 20.42 TU i va acabar a les 20.50 TU.

Figura 4:

Imatge PPI (0,6°) de reflectivitat (primera fila, en dBZ) i de velocitat radial (segona fila, en m/s) del radar CDV del 29 de juny a les (a), (b) 20.36 TU, (c), (d) 20:42 TU i (e), (f) 20.48 TU. La fletxa blanca indica la cel·la convectiva d'interès, el requadre de (a) mostra l'àrea representada a les imatges de velocitat radial, la fletxa negra de (d) indica el màxim de vent que es comenta al text, i la "X" de les imatges de velocitat radial mostren la ubicació del radar.



L'activitat elèctrica associada al sistema convectiu que va acabar provocant la forta ventada va ser molt notable durant tot el seu cicle de vida, però especialment en els minuts previs al fenomen de temps violent. Es va registrar un increment sobtat de l'activitat elèctrica a les 19.42 TU a la comarca de la Noguera que va donar lloc a un



"lightning jump"² de nivell 2 i al consegüent avís de temps violent (que incloïa Osona), mentre que a les 20.31 TU hi va haver un altre "lightning jump" de nivell 2 al Bages.

Dades d'estacions meteorològiques

Algunes estacions meteorològiques automàtiques de la XEMA de la comarca d'Osona van registrar cops forts de vent de component sud i oest coincidint amb el pas del nucli convectiu. És el cas de les estacions de Muntanyola i Vic (Taula 1). Les fortes ratxes de vent van anar acompanyades de precipitació d'intensitat forta. Tot i això, ambdues estacions no estan situades allà on els danys van ser més importants, de manera que de ben segur la ventada fou més intensa que no pas el que indiquen aquests registres.

Estacions d'altres xarxes que no depenen del Servei Meteorològic de Catalunya, com Meteosona, sí que van mesurar ràfegues més significatives, fins i tot superiors als 100 km/h en alguns casos, de l'oest-sud-oest i, sempre, coincidint amb un màxim de pressió atmosfèrica. Aquest senyal és típic de fronts de ratxa o d'esclafits. La ventada més intensa va tenir una durada d'entre 4 i 7 minuts, segons els registres d'aquestes estacions.

Taula 1:

Cop màxim de vent, direcció del cop màxim i hora en què es va registrar per a les estacions de la XEMA d'Osona que van superar els 50 km/h el dia 29 de juny.

EMA	Comarca	Cop màxim (km/h)	Direcció del cop màx. (graus)	Hora (TU)
Muntanyola	Osona	71,3	279	20:45
Vic	Osona	55,1	227	20:47

Treball de camp

El treball de camp³ es va dur a terme passat un dia i mig de l'episodi de vent fort d'origen convectiu, l'1 de juliol, amb el suport de l'observador i vigilant de la Xarxa d'Observadors Meteorològics (XOM) de Vic. Havia passat prou temps com perquè els serveis de neteja retiresin bona part dels arbres malmesos per la ventada. Tot i això, encara es van poder localitzar diversos exemplars afectats dins del nucli urbà i, sobretot, al voltant de la ciutat.

Els danys van ser majoritàriament a l'arbrat. Els exemplars més malmesos, en general tombats o amb branques trencades (Figura 5a), van ser arbres de dimensions reduïdes

² Farnell C, Rigo T, Pineda N. (2017): Lightning jump as a nowcast predictor: Application to severe weather events in Catalonia. Atmospheric Research, 183: 130-141. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.08.021>.

³ Rodríguez O, Bech J, Soriano JD, Gutiérrez D, Castán S (2020): A methodology to conduct wind damage field surveys for high-impact weather events of convective origin. Natural Hazards and Earth System Sciences, 20: 1513-1531. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-1513-2020>.





**Servei Meteorològic
de Catalunya**

Dr. Roux, 80 1a
08017 Barcelona
Tel. 93.567.60.90
Fax. 93.567.61.02

situats en escocells, zones enjardinades o en àrees properes a recs i torrents, on el sòl era tou a causa de les precipitacions registrades durant les setmanes anteriors. També es va detectar algun exemplar escapçat, fins i tot amb el tronc d'un diàmetre notable (més de 50 cm, [Figura 5b](#)), però es tractava d'arbres en mal estat. Gairebé no es van observar danys en construccions o elements situats a l'aire lliure.

Les zones més afectades van ser el sud i l'est del terme municipal de Vic, sobretot Sentfores, el sud del nucli de la ciutat i Sant Llàtzer, el nord-oest del terme de Calldetenes, en especial el nord del nucli urbà, i el sud-oest del terme de Folgueroles ([Figura 6](#)). Es tracta d'una franja de 8 km de longitud i d'una amplada que se situa entre 1 km i 2,4 km. A banda, és possible que també hi hagués alguns danys a l'extrem nord dels termes de Malla i de Santa Eugènia de Berga i en punts de Muntanyola i de Santa Eulàlia de Riuprimer provocats per aquest mateix fenomen.

Es va poder mesurar la direcció amb què van caure diversos arbres repartits pel conjunt de l'àrea afectada. Seguint el desplaçament de la ventada (de sud-oest a nord-est), a la part dreta de la franja de danys els arbres estaven tombats cap a l'est i el sud-est, mentre que a la part esquerra ho estaven cap al nord-est ([Figura 6](#)). Per tant, presentaven un patró divergent, que és un tret característic dels esclafits⁴.

A partir de l'anàlisi de les dades recollides durant l'elaboració del treball de camp, tenint en compte la disposició dels danys observats, la direcció de caiguda dels arbres i les característiques morfològiques de la zona afectada, es pot concloure que la ventada forta d'origen convectiu va ser causada per un esclafit. Atesos els indicadors de danys i els graus de dany relacionats amb els arbres que consten a l'escala de Fujita millorada, i considerant la ponderació per l'estat dels exemplars malmesos i del terreny, s'estima que l'esclafit va ser d'intensitat EF0 (vent < 138 km/h). El més probable és que el vent s'acostés a la banda alta d'aquest grau de l'escala, una estimació que és coherent amb els registres de les estacions meteorològiques.

⁴ Fujita TT (1981): Tornadoes and Downbursts in the Context of Generalized Planetary Scales. *Journal of Atmospheric Sciences*, 38(8): 1511-1534. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1981\)038<1511:TADITC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1981)038<1511:TADITC>2.0.CO;2).



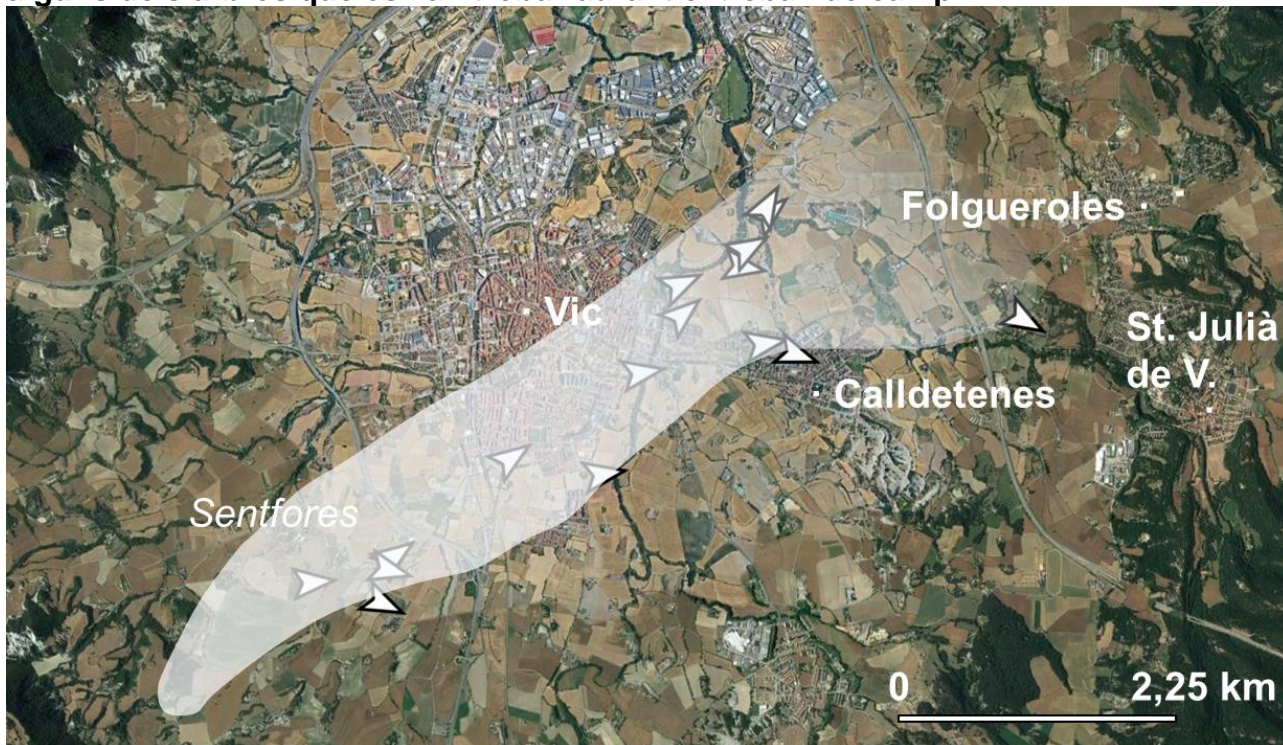
Figura 5:

Exemples dels danys materials observats a Vic: (a) arbre amb branques de grans dimensions trencades a Sant Llàtzer i (b) arbre amb el tronc esberlat per la part inferior a la riba del riu Mèder.



Figura 6:

Àrea afectada per l'esclafit (zona ombrejada de color blanc). Al mapa s'hi indiquen els municipis de Vic, Calldetenes, Tavèrnoles i Sant Julià de Vilatorça, i també el nucli de Sentfores. Les puntes de sageta indiquen la direcció amb què van caure alguns dels arbres que es van trobar durant el treball de camp.





**Servei Meteorològic
de Catalunya**

Dr. Roux, 80 1a
08017 Barcelona
Tel. 93.567.60.90
Fax. 93.567.61.02

Conclusions

El dia 29 de juny de 2023 una forta ventada d'origen convectiu va causar danys en diversos punts de la comarca d'Osona, sobretot en l'arbrat. El treball de camp dut a terme amb posterioritat de l'episodi i l'anàlisi de les dades de teledetecció i de les estacions meteorològiques automàtiques de la zona ha permès concloure que el fenomen que va tenir lloc va ser un esclafit d'intensitat EF0 (< 138 km/h), segons l'escala de Fujita millorada. Es va iniciar a les 20.42 TU (22.42 h) al sud-oest de Vic i es va dissipar a les 20.50 TU (22.50 h) a l'oest de Folgueroles, és a dir, que es va desplaçar de sud-oest a nord-est. Va afectar una franja de 8 km de longitud i d'1 a 2,4 km d'amplada dels termes municipals de Vic, Calldetenes i Folgueroles. És possible que també hi hagués alguns danys a l'extrem nord dels termes de Malla i de Santa Eugènia de Berga i en punts de Muntanyola i de Santa Eulàlia de Riuprimer provocats per aquest mateix fenomen.

14 de juliol de 2023



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural**