

# El delta de l'Ebre: mirador privilegiat per a l'observació de llamps i d'altres fenòmens elèctrics

**El delta de l'Ebre presenta les característiques idònies per ser un gran laboratori a l'aire lliure per a l'observació de llamps i d'altres fenòmens elèctrics, que tenen lloc per sobre dels núvols de tempesta. Aquests cosins dels llamps, de formes sorprenents, no es van descobrir fins a finals dels 90 i han despertat un gran interès en la comunitat científica.**

**Nicolau Pineda**  
Servei Meteorològic de Catalunya

**Joan Montanyà, Oscar van der Velde, David Romero, Serge Soula**  
Grup de recerca del llamp  
Universitat Politècnica de Catalunya

El llamp és un dels fenòmens naturals més fascinants i que més curiositat ha despertat en els humans des de temps immemorials. Avui en dia, el llamp encara és motiu d'estudi, atès que no es coneixen a la perfecció tots els processos físics que el desencadenen. D'altra banda, fa poc s'ha descobert que els llamps no són els únics fenòmens elèctrics naturals visibles a l'atmosfera. Si bé gairebé tothom ha vist alguna vegada el resplendor produït per un llamp, s'ha trigat molt a descobrir que les tempestes també generen fenòmens elèctrics per sobre dels núvols. No va ser fins a la dècada dels 90 del segle passat que, arran de la descoberta fortuïta d'aquests fenòmens, certament espectaculars, que la comunitat científica en començà l'estudi. Es coneixen amb el terme anglès *Transient Luminous Events* (TLE), que podríem traduir com a fenòmens lluminosos efímers o transitoris. La figura 1 en mostra els més destacats: esperits vermells, elfs, jets blaus i jets gegants.

## Recerca sobre la física del llamp

El Grup de Recerca del Llamp,

de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) realitza, cada estiu, campanyes d'observació del llamps i fa servir càmeres de vídeo i altre instrumental per mesurar-ne el component elèctric. Ara, el Grup ha incorporat una càmera ràpida de vídeo digital de més de 10.000 imatges per segon, capaç d'enregistrar la seqüència de la propagació d'un llamp núvol-terra (figura 2). Malgrat l'espectacularitat de les imatges del vídeo d'alta velocitat, bona part d'un llamp succeeix dins del núvol i resulta invisible tant per a l'ull humà com per a la càmera. Per poder estudiar millor aquesta fase del llamp, el grup de recerca de la UPC ha desplegat, amb la col·laboració del Parc Natural del Delta de l'Ebre i del Servei Meteorològic de Catalunya, un sistema de detecció de llamps d'alta precisió que cobreix la zona del Delta i els seus voltants. La topografia del Delta i la seva proximitat al mar, on s'ha vist que ocorren molts

TLE, fan que aquesta zona en sigui un bon punt d'observació.

Aquest sistema de detecció, que permet detectar i traçar, en tres dimensions, el recorregut que fan els llamps a l'interior dels núvols, s'anomena *Lightning Mapping Array* (LMA) i ha sigut desenvolupat

desena d'antenes, distribuïdes pel territori, que enregistren aquestes ones de ràdio. Tot combinant els temps registrats per les diverses antenes, es pot localitzar l'origen de l'emissió, i així es va traçant el recorregut del llamp (vegeu figura 3, pàgina 18).

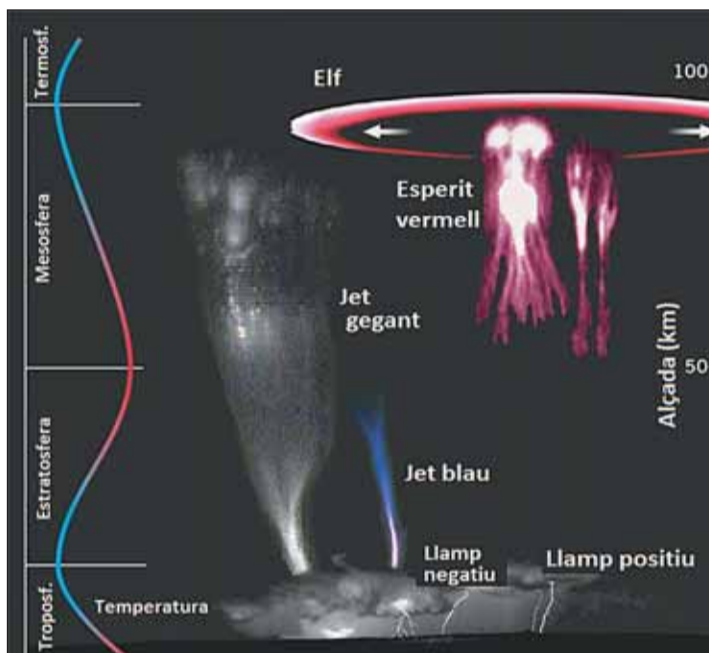
La figura 4 (pàgina 18) mostra

mells). La vista en planta mostra les diverses ramificacions del llamp, mentre que la vista en alçat mostra com aquest es desplaça entre els 2.000 i els 6.000 metres d'altitud, si bé durant una estona arriba fins ben bé als 10.000 metres. En dues ocasions, el llamp baixa a terra (marcats amb una X a la figura), malgrat que aquests impactes no marquen el final del llamp, ja que aquest continua avançant per l'interior del núvol. Aquest únic llamp, en el seu recorregut dins del núvol, cobreix una extensió d'uns 30 x 40 km!

## Els fenòmens lluminosos a l'alta atmosfera

Els llamps, amb un gran recorregut dins del núvol de tempesta, a banda de generar descàrregues cap a terra, poden produir també fenòmens elèctrics per sobre de la tempesta. L'observació de fenòmens lluminosos transitoris (TLE) amb sistemes òptics no és fàcil, ja que cal tenir prou perspectiva com per observar la part superior de les tempestes. Això implica una gran distància entre el punt d'observació i el fenomen (centenars de quilòmetres), per tal que els núvols de la pròpia tempesta no tapin la visual. D'altra banda, el camp de visió de les càmeres de vídeo que s'utilitzen és limitat i cal orientar-les convenientment, en funció d'on es trobin les tempestes. També cal fer notar que les observacions es limiten al període nocturn. El grup de recerca de la UPC disposa de càmeres de vídeo al centre de Catalunya i al Prepirineu amb aquesta finalitat. A més a més, hi ha altres càmeres de la campanya Eurosprite al sud de França que cobreixen Catalunya. Durant les campanyes d'observació, les càmeres operen de forma conjunta i se segueixen les tempestes prou grans com per poder generar

(Continua a la pàgina següent)



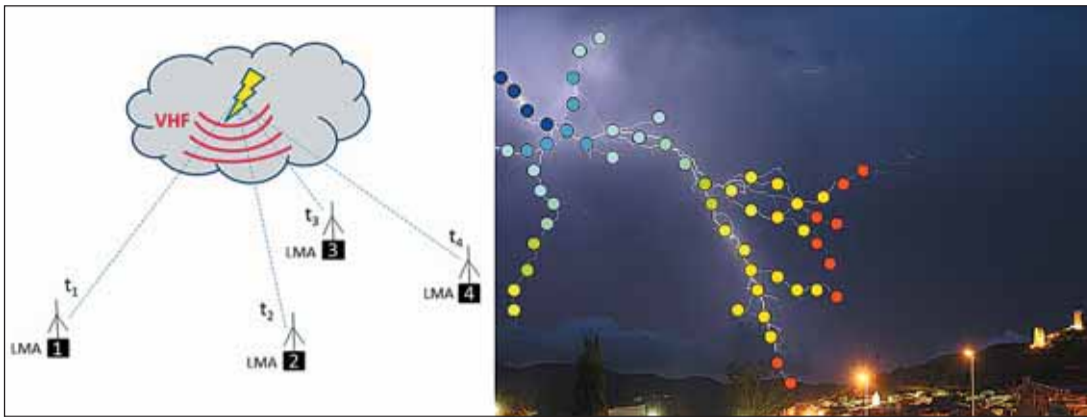
**Figura 1.** Fenòmens lluminosos efímers (TLE) que tenen lloc per sobre de les tempestes: esperits vermells, elfs, jets blaus i jets gegants. En el núvol de tempesta es representen llamps, que són els precursors dels TLE. El llamp elimina càrrega de l'interior del núvol i, de retruc, es genera un camp elèctric entre el núvol i la mesosfera. Si aquest camp és prou intens, es produeix una descàrrega en forma de TLE. Figura adaptada de Neubert (2003).

per la universitat de New Mexico Tech (EUA). El LMA aprofita les emissions de ràdio VHF produïdes pels llamps per localitzar-lo dins del núvol. El sistema està format per una

un llamp tal i com es detecta amb el LMA. Aquest llamp en concret comença per la zona de Tortosa (colors blaus) i es desplaça per sobre del Delta fins acabar al mar (colors ver-



**Figura 2.** Seqüència d'imatges d'un llamp filmat amb vídeo d'alta velocitat. La guia esglaonada comença a la base del núvol i es ramifica a mesura que avança cap a terra. Una de les 'branques' contacta la superfície, moment en què es produeix la descàrrega de retorn. En un primer moment, la descàrrega satura la imatge, si bé després es pot observar millor com la descàrrega passa per un dels camins traçats per la guia esglaonada. El procés que es representa en aquests 5 frames de vídeo té una durada real d'uns 10 microsegons.



**Figura 3.** Esquerra: principi de detecció dels sensors Lightning Mapping Array (LMA). Cada sensor rep l'emissió produïda pel llamp en temps diferents ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ , etc). La combinació d'aquests temps permet localitzar el recorregut del llamp. Dreta: Fotografia d'un llamp a les proximitats d'Ascó, de juliol de 2010. A sobre la foto es representen esquemàticament les deteccions que registraria el LMA. Amb la paleta de colors es vol representar la seqüència temporal. En registrar també l'alçada, el sistema LMA permet fer una representació en 3 dimensions del llamp.

(Ve de la pàgina anterior)

TLE. L'observació simultània des d'angles diferents del mateix fenomen permet localitzar-lo amb certa precisió i així relacionar-lo amb la tempesta subjacent que l'ha originat.

La figura 4 mostra un fotograma d'un vídeo amb un grup d'esperits vermells (en anglès, *red sprites*). L'esperit

vermell és, segurament, un dels fenòmens lluminosos efímers més comú i espectacular. Es tracta d'un esclat lluminós amb una durada de l'ordre dels milisegons que es produeix per sobre d'una tempesta, coincidint en el temps amb un llamp positiu. Els esperits es produeixen a gran altitud, entre 50 i 90 quilòmetres. La regió més brillant es produeix entre els 65 i 85 km, on predomina el

color vermell, fruit de l'excitació d'àtoms de nitrogen. Malgrat la seva curta durada, la intensitat òptica del fenomen és comparable a les aurores boreals. Solen produir-se en grup i poden prendre diverses formes.

La descoberta i el posterior estudi dels fenòmens lluminosos transitoris, estès arreu del món, han portat a qüestionar els coneixements que es tenien sobre electricitat



**Figura 4.** Fotograma d'una filmació de vídeo on es pot observar un grup d'esperits vermells (octubre de 2009). El resplendor que s'observa a la base correspon a la tempesta que ha originat els esperits. Aquest tipus s'anomenen "carrot", ja que la forma recorda un manat de pastanagues.

atmosfèrica i el seu funcionament. L'estudi dels TLE també ha donat un impuls a l'estudi de la mesosfera, potser la regió més incompresa de la nostra atmosfera.

#### Referències

Neubert, Torsten, 2003. *On sprites and their exotic kin*. Revista Science, Volum 300, pg. 747-749.

Web d'Eurosprite: <http://eurosprite.blogspot.com/es/>

**SÓC  
TERRA ALTA  
GARNATXA  
BLANCA  
100X100**

El distintiu de garantia  
"TERRA ALTA GARNATXA BLANCA"  
reconeix un vi blanc únic en el món.  
Et convidem a gaudir del privilegi de sentir  
el mediterrani tal i com l'interpretem.  
Més informació a  
[www.doterraalta.com](http://www.doterraalta.com)