



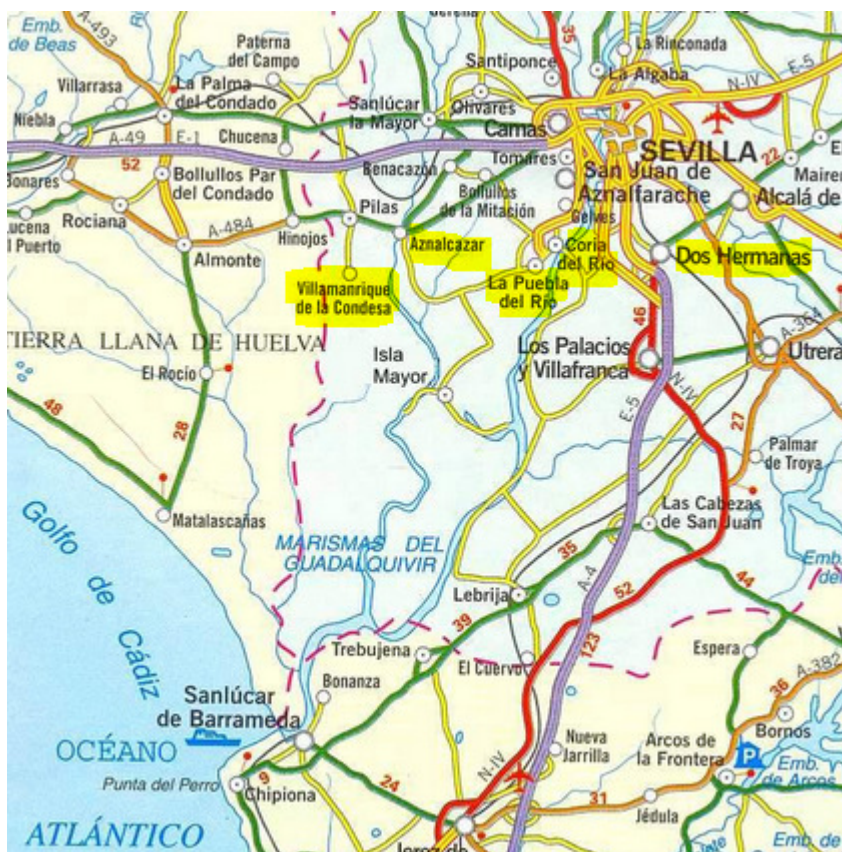
Informe preliminar sobre el tornado del día 11 de noviembre de 2014 que afectó a algunos municipios de la provincia de Sevilla

Juan de Dios Soriano Romero
Delia Gutiérrez Rubio
Delegación Territorial de AEMET en Andalucía, Ceuta y Melilla

1- Introducción

El día 11 de noviembre de 2014, al paso de un frente muy activo, se produjeron fuertes precipitaciones acompañadas de tormenta y vientos fuertes en buena parte del suroeste peninsular. Una franja de municipios de la provincia de Sevilla se vio particularmente afectada, con inundaciones en poblaciones como Pilas, Coria o Dos Hermanas. En días posteriores recibimos información del INFOCA (Prevención y Extinción de Incendios Forestales en Andalucía) acerca de daños en pinares del término municipal de Aznalcázar. Posteriormente se recibe amplia información complementaria y se realiza una visita de campo por técnicos de AEMET, INFOCA y Consejería de Medio Ambiente, que permite identificar una larga trayectoria. Al no haber afectado a zonas habitadas, la repercusión en los medios ha sido muy escasa, limitándose en los primeros días a algún "tuit".

La trayectoria de daños identificados transcurrió por los términos municipales de Villamanrique de la Condesa, Aznalcázar, La Puebla del Río, Coria del Río y Dos Hermanas



El objetivo de estas notas es analizar el episodio desde un punto de vista meteorológico para, junto al análisis de los daños observados, llegar a una conclusión sobre el tipo de fenómeno causante del episodio y su intensidad.

2- Entorno sinóptico

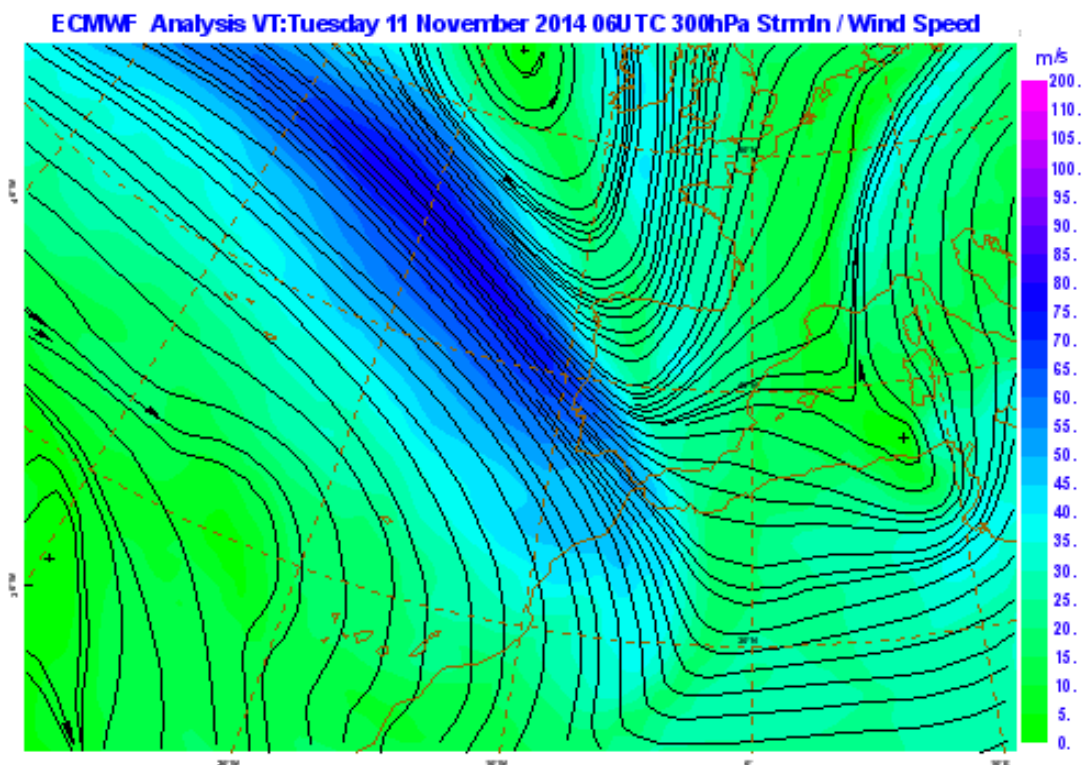


Figura 1. Líneas de corriente, en negro, e isotacas, coloreadas según escala adjunta en ms-1, en 300 hPa. Análisis del modelo ECMWF (Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo) del día 11 a las 06 UTC

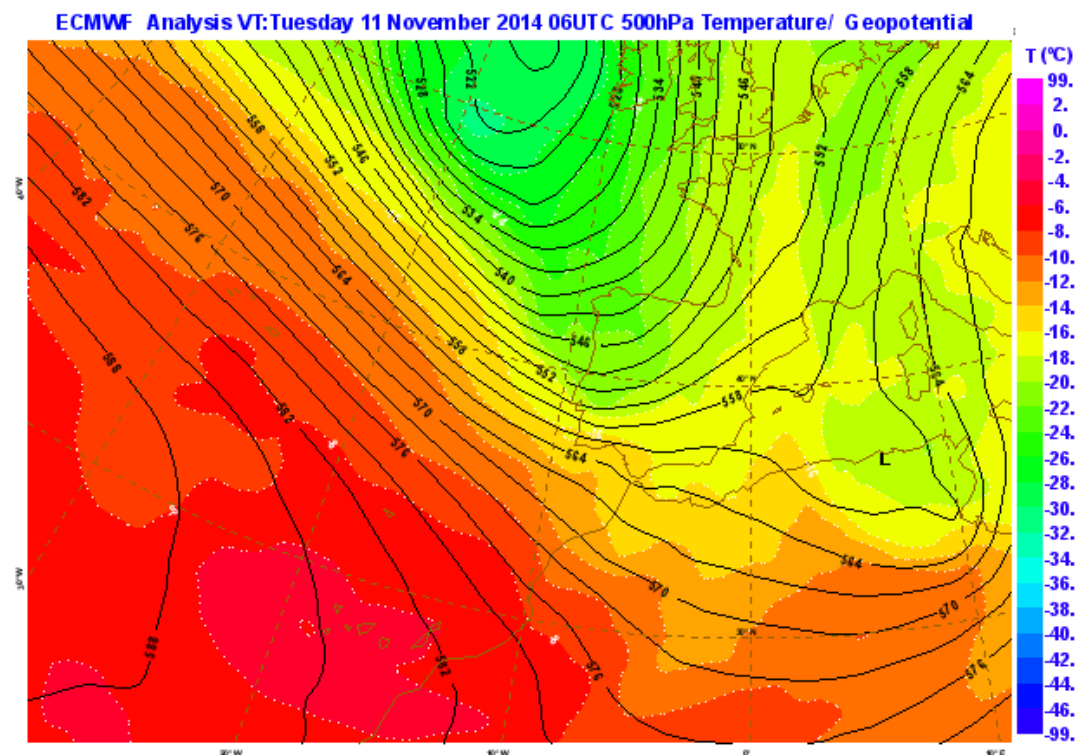


Figura 2. Geopotencial, en hm., y temperatura coloreada según la escala adjunta en °C, en 500 hPa. Análisis del modelo ECMWF (Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo) del día 11 a las 06 UTC

ECMWF Analysis VT: Tuesday 11 November 2014 06 UTC 850hPa Temperature/ Mean sea level pressure

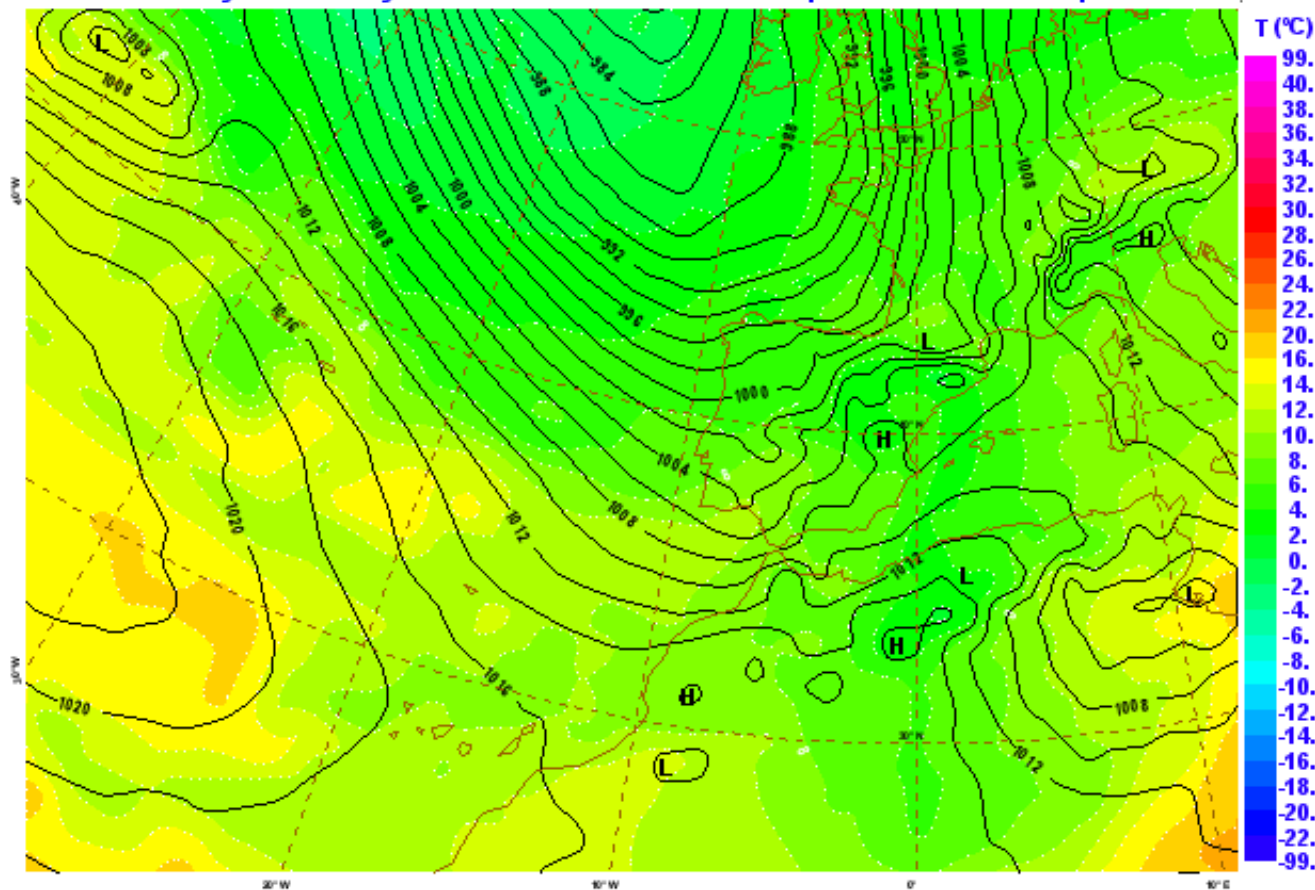


Figura 3. Presión reducida al nivel del mar en hPa y temperatura coloreada según la escala adjunta en °C, en 850 hPa. Análisis del modelo ECMWF (Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo) del día 11 a las 06 UTC

El análisis del modelo determinista de alta resolución del Centro Europeo, ECMWF, del día 11 a las 06 UTC muestra una vaguada muy marcada en niveles medios y altos, destacando un intenso chorro en 300 hPa (fig. 1) a la izquierda del eje de vaguada, dejando a la izquierda de la salida la zona de interés, donde además la difluencia es muy importante en medios y altos niveles (fig. 1 y 2). Estos elementos son indicadores de inestabilidad dinámica propia de un frente muy activo. En superficie (fig. 3) una amplia borrasca centrada al oeste de las Islas Británicas abarca toda la Península Ibérica en su radio de acción. Se observa una entrada cálida marcada en 850 hPa sobre el suroeste peninsular, coincidiendo con la posición del frente, señalándose además un brusco cambio de orientación de las isobaras, que favorece la entrada de vientos del sur por delante del frente.

Esta configuración favorece la existencia de inestabilidad e importante cizalladura vertical del viento, factores favorables para la posible formación de convección organizada. Existe además una gran disponibilidad de humedad, como puede verse en la imagen de agua precipitable derivada a partir de sensores microondas de satélites polares (fig. 4), que muestra un “río de humedad” que conecta el suroeste peninsular con latitudes subtropicales, lo que favorecerá la eficiencia de las precipitaciones. Es frecuente observar la presencia, incluso en días precedentes, de esos “ríos de humedad” en situaciones de precipitaciones intensas.

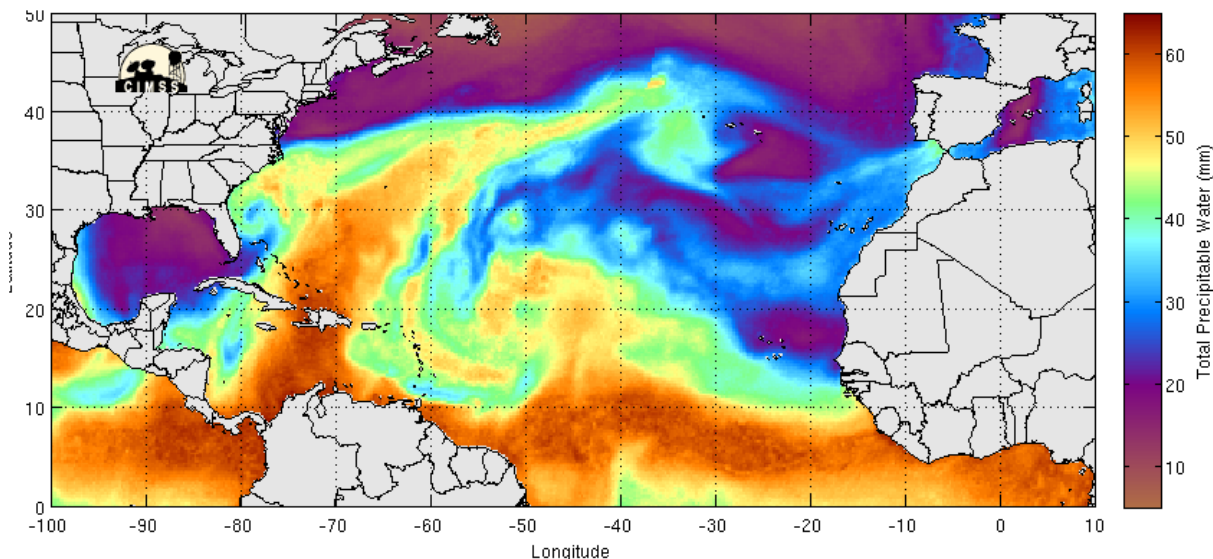


Figura 4. Total de agua precipitable atmosférica, coloreada según la escala adjunta en mm, el día 11 de noviembre a las 06 horas. Fuente CIMMS (Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies) - Universidad de Wisconsin

3- Parámetros convectivos

El perfil vertical atmosférico previsto por el modelo ECMWF (fig. 5) muestra inestabilidad y fuerte cizalladura concentradas en bajos niveles, incluyendo un marcado giro de los vientos en el kilómetro más bajo, lo que se refleja en muy altos valores de helicidad relativa a la tormenta. En los mapas previstos H+6 de parámetros convectivos por dicho modelo (fig. 6) para la zona de interés se confirma la existencia de CAPE relativamente alto en los primeros 3 km., LI700 negativo, cizalladura superior a 15 m/s en el primer Km, helicidad relativa a la tormenta elevadísima, superior a 400 m²/s² en dicho primer Km y también muy alta hasta 3 Km. Todo ello conforma una situación compatible con el desarrollo de convección organizada capaz de producir entornos sinópticos favorables para el desarrollo de tornados. Predecir el lugar exacto, intensidad y duración es un problema no resuelto aún.

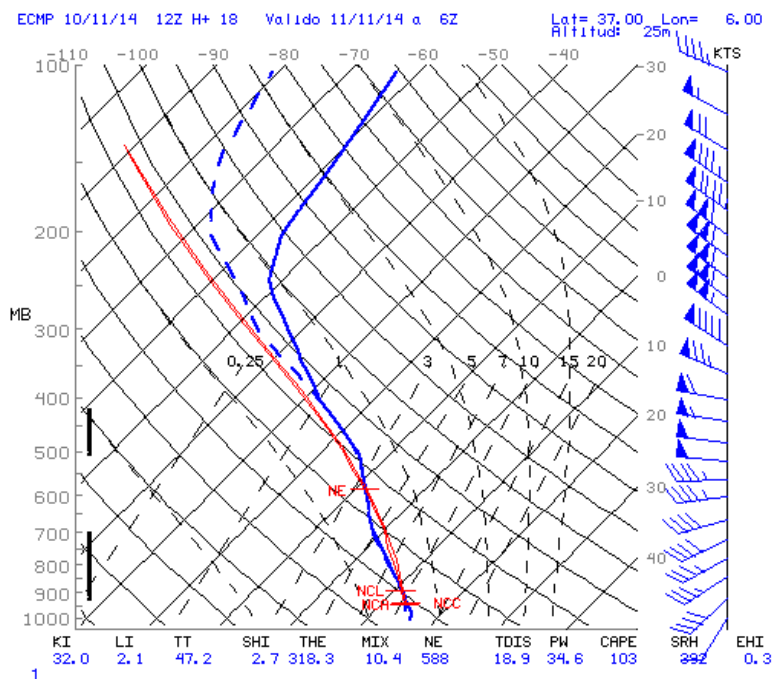


Figura 5. Perfil vertical previsto a las 06 UTC del día 11 por el modelo ECMWF sobre el punto de coordenadas 37°N 6°W, próximo a la zona donde se produjeron los daños

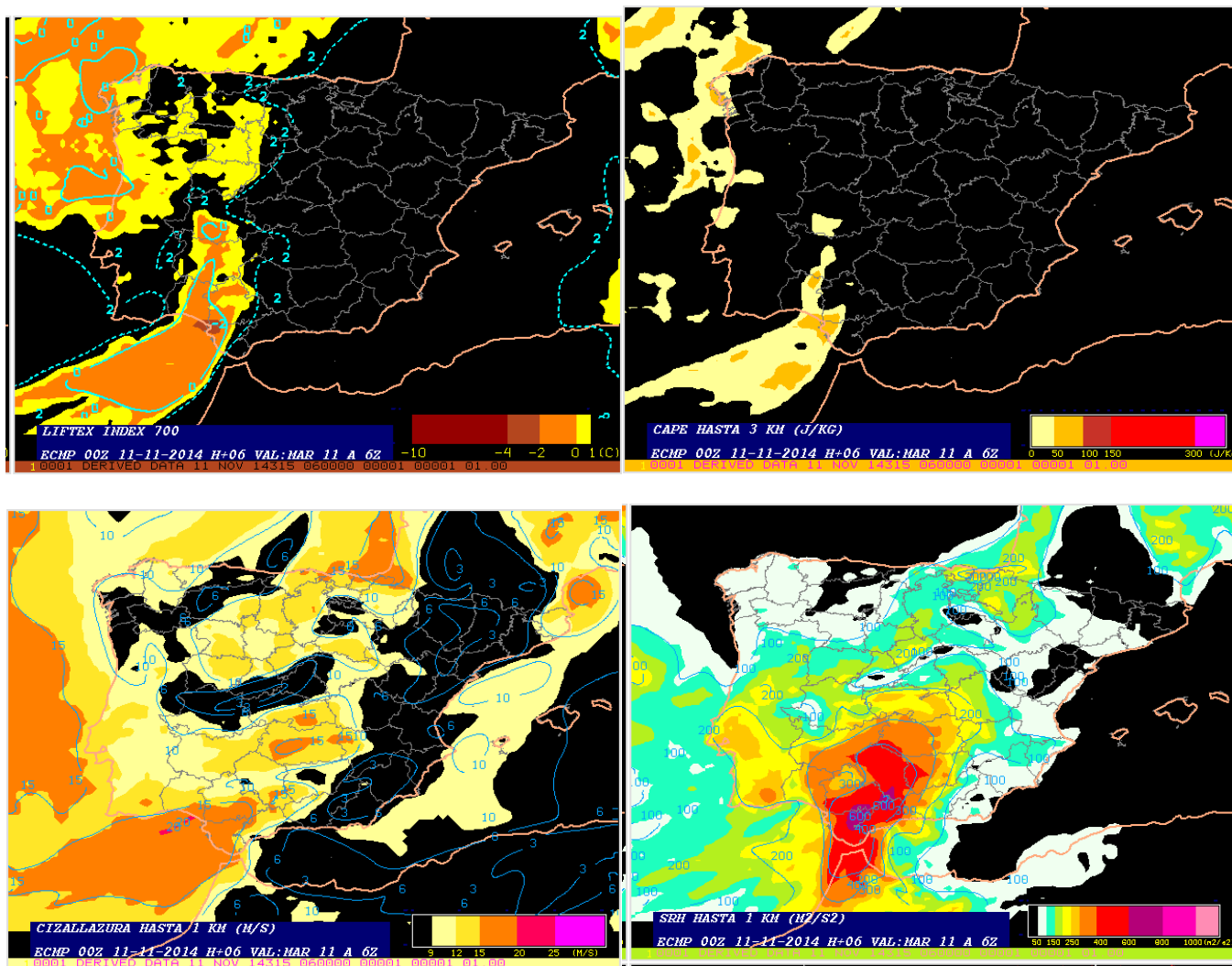


Figura 6. De izquierda a derecha y de arriba abajo: Lifted Index calculado en 700 hPa (medida de la flotabilidad de una burbuja; valores negativos, coloreados, denotan inestabilidad), CAPE3 (energía potencial disponible para la convección en los 3 km. inferiores), escala coloreada en J/Kg. , cizalladura (cambio en la velocidad del viento con la altura) hasta 1 Km, escala coloreada en m/s y SRH3 (helicidad relativa a la tormenta en los 3 km. inferiores, parámetro relacionado con la generación de movimiento de giro en una columna de aire ascendente), escala coloreada en m²/s². Modelo ECMWF. Pasada del día 11 a las 00 UTC. Predicción H+06

4- Imágenes de satélite

A las 0600 UTC se observa en la imagen infrarroja (IR) realizada (fig. 7) una zona de convección que destaca sobre otras áreas nubosas circundantes, situada sobre la zona de estudio, embebida en el frente que atraviesa la Península orientado de noreste a suroeste, aunque un tanto independiente de otras estructuras cercanas. Se marca con un círculo rojo la zona donde ocurrió el tornado.

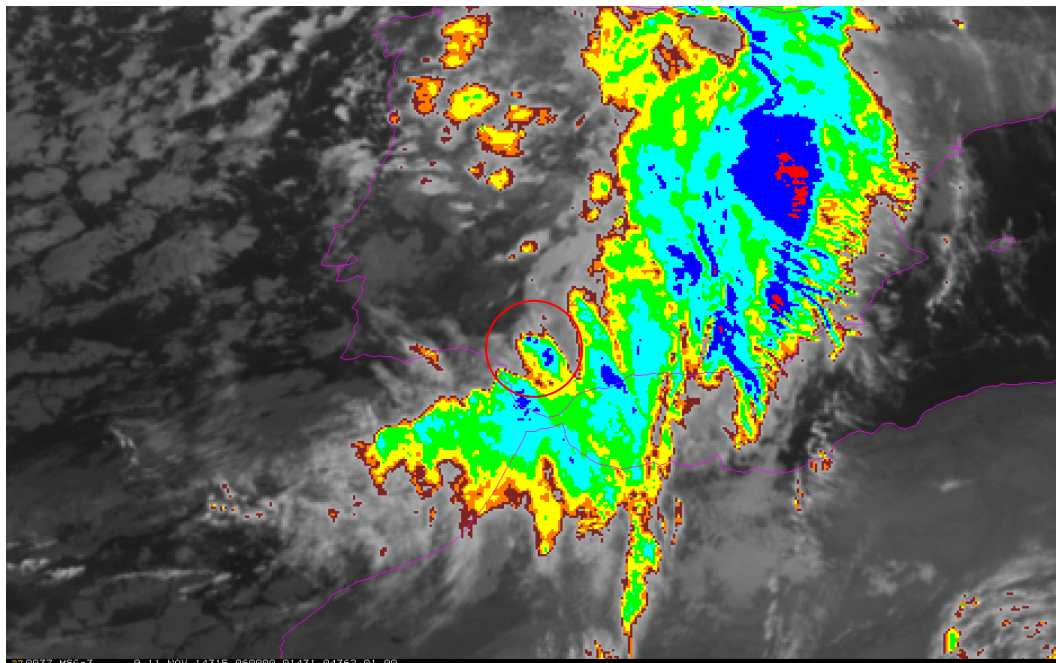


Figura 7. Imagen realizada del canal 10.8 (IR) de METEOSAT a las 0600 UTC. Marcada con un círculo la estructura nubosa que afectó a la zona objeto de estudio.

5- Radar

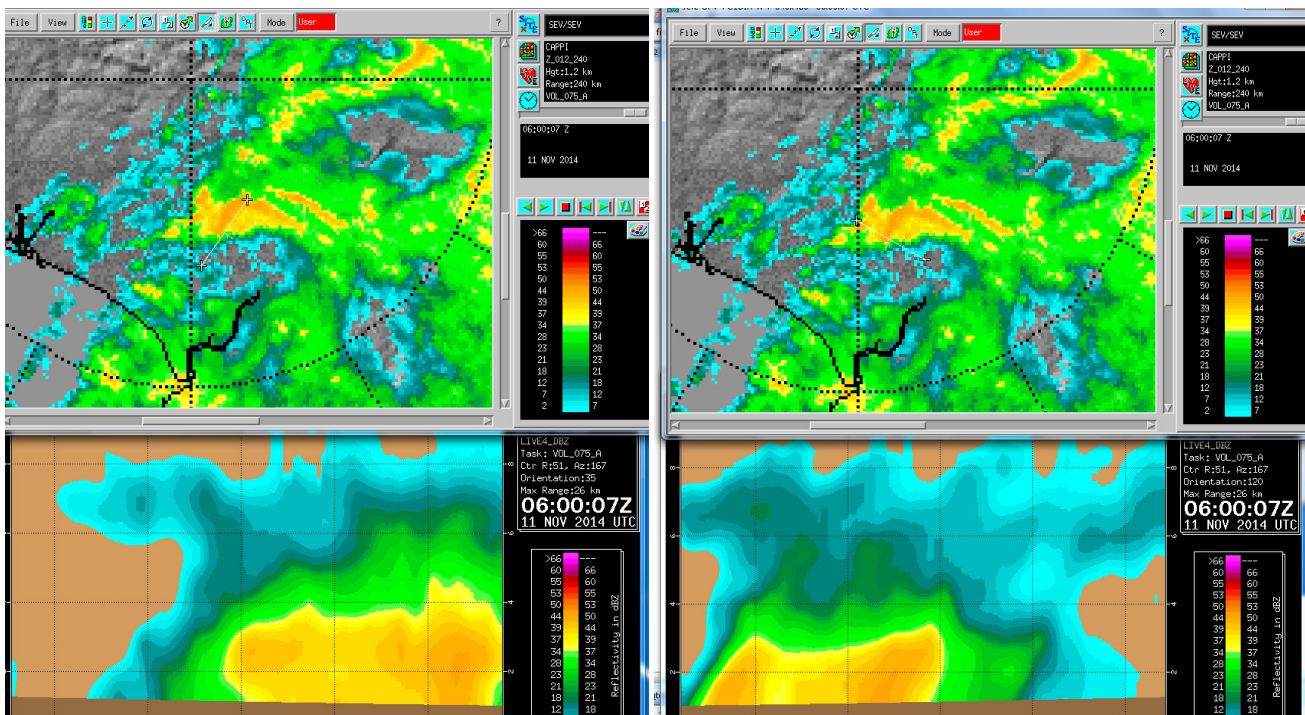
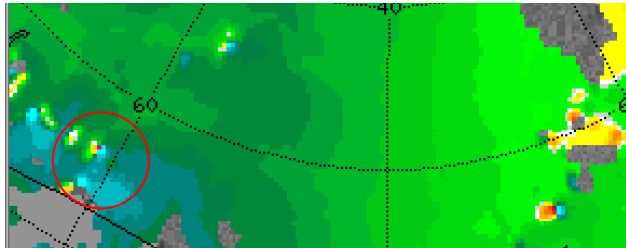
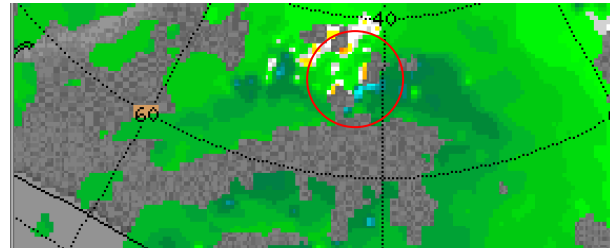


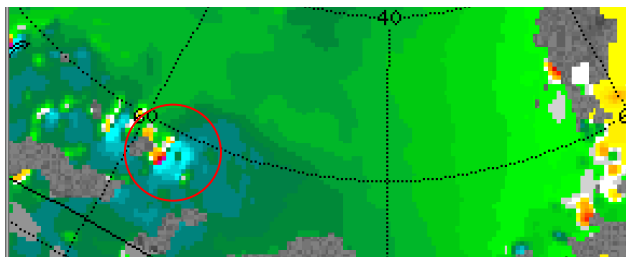
Figura 8. CAPPI (corte horizontal a altitud fija) de reflectividad (en dBZ) a 1200 m de altura (arriba) y cortes verticales de reflectividad, de SW a NE (abajo a la izquierda) y de NW a SE (abajo a la derecha) del radar de Sevilla, a las 06 UTC, hora aproximada de inicio del episodio.



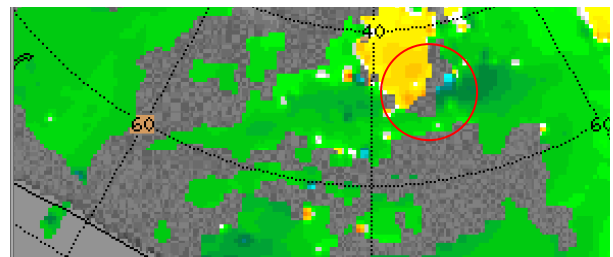
A



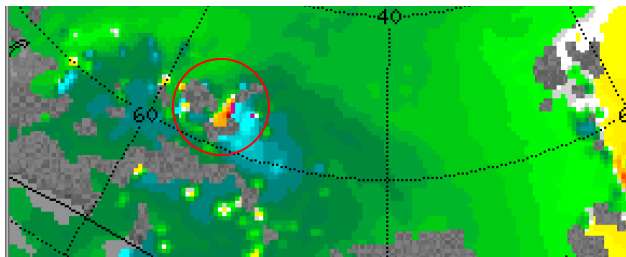
E



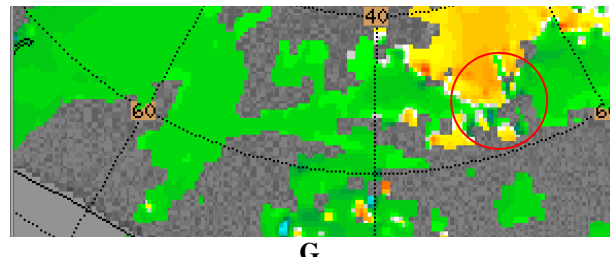
B



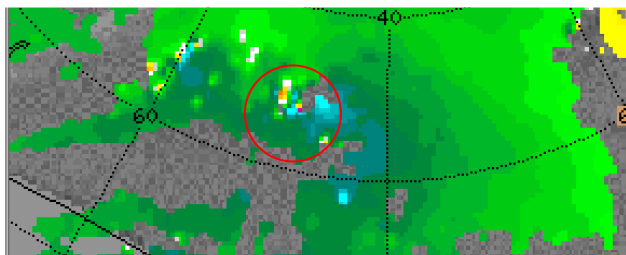
F



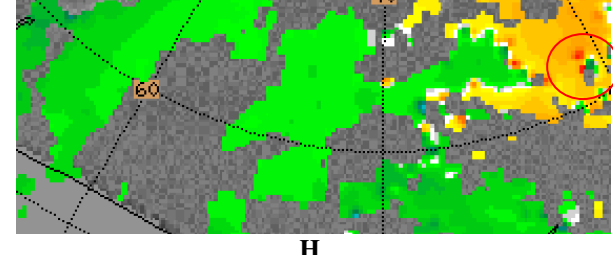
C



G



D



H

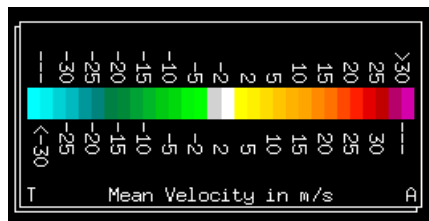


Figura 9. Secuencia de imágenes CAPPI de velocidad radial, en m/s (ligeramente suavizadas, para minimizar el ruido) del radar de Sevilla, a una altura de 1500 m, y todas en hora UTC. A) 5:03 B) 5:13 C) 5:23 D) 5:33 E) 5:43 F) 5:53 G) 6:03 H) 6:13. Abajo, escala de colores.



AEMet

El CAPPI de reflectividad a 1,2 Km de altura (fig. 8) muestra una estructura en forma de arco, cuyo extremo suroeste va barriendo la zona de estudio. Se observan zonas abalconadas en los cortes verticales de reflectividad (fig. 8), así como signos de rotación en las imágenes de velocidad radial a 1,5 km de altura (fig. 9), desde varias exploraciones radar antes de las 06 UTC. En estos cortes horizontales se muestran zonas donde el movimiento de los ecos relativo a la posición del radar es de acercamiento (velocidad radial negativa) y zonas donde es de alejamiento (velocidad radial positiva). Cuando se observan zonas de signo contrario yuxtapuestas y alineadas perpendicularmente a un eje radial, ello es indicativo de la posible existencia de rotación. En la secuencia se marca con círculo rojo una zona con indicios de rotación que se mantiene a lo largo de varias exploraciones consecutivas. Entre las 5:53 y las 6:13 hora UTC el movimiento del centro estimado de rotación pasaría aproximadamente sobre los puntos donde se produjeron los daños.

Estos patrones son indicativos de la presencia de convección organizada, probablemente de carácter supercelular, en el sentido de contener una estructura rotatoria persistente que probablemente abarca una parte significativa de la columna ascendente principal de la célula convectiva (mesociclón), dada la relativamente escasa altura de los topes nubosos. En este tipo de células, de tamaño mucho más reducido que las supercélulas típicas, los elementos característicos de las mismas se observan casi siempre solo de modo sutil, lo que puede dificultar su identificación.

Este tipo de estructura radar es compatible con la posible presencia de tornados.

6- Rayos

No se observan descargas eléctricas nube-tierra al paso de la célula convectiva responsable del episodio.

7- Datos de observación

La célula convectiva responsable del episodio no pasó por ninguna estación de AEMET. Los datos más cercanos son de Sevilla – Tablada. En los gráficos se puede observar como durante las horas anteriores al episodio se produce precipitación intensa, que disminuye a partir de las 06 UTC, una vez termina de pasar el frente, coincidiendo con un giro del viento de sur a oeste. Se observa un ascenso continuado de la temperatura y el punto de rocío mientras dura la precipitación, así como de la intensidad del viento, aunque apenas se superan los 30 km/h.



AEMet

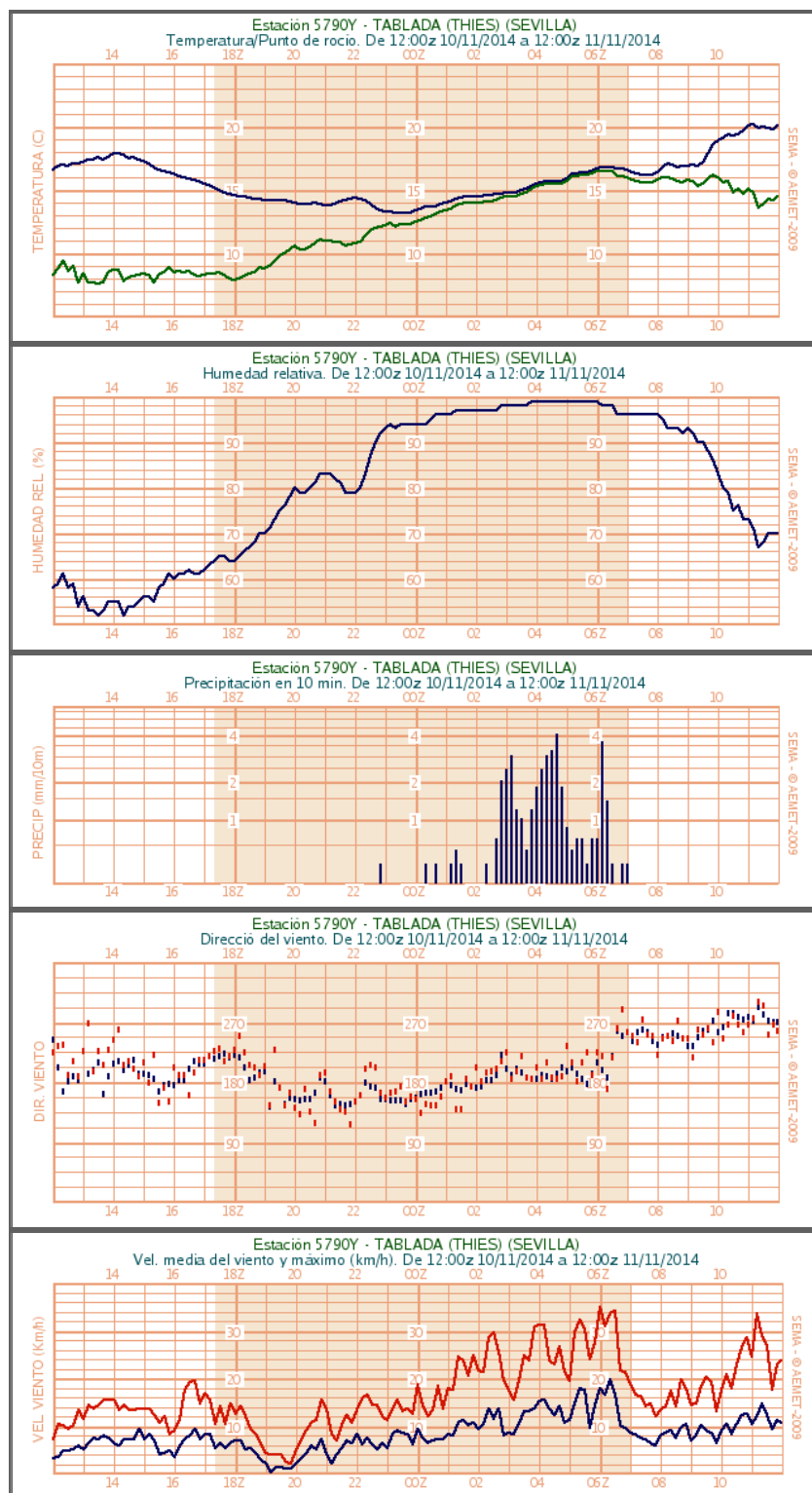


Figura 10. Registros de la estación automática de Sevilla - Tablada entre las 12 UTC del día 10 y las 12 UTC del día 11 de noviembre de 2014. De arriba a abajo se tiene: temperatura y punto de rocío en $^{\circ}\text{C}$, humedad relativa en %, precipitación en mm/10 minutos, dirección del viento en grados, velocidad media y racha máxima en km/h

8- Estudio de campo

La visita se realiza el día 20 de noviembre, tras recibir por parte del INFOCA y de la Consejería de Medio Ambiente información de los daños acaecidos y concertar con ellos una visita a la zona afectada. Puede encontrarse el informe de la visita de campo en sinobas.aemet.es:

http://sinobas.aemet.es/subidos/pdfs/436_estudio_campo.pdf

Dada la extensión del recorrido, y la dificultad de seguirlo por tierra, comenzamos la visita en el término municipal (T.M.) de Puebla del Río, siendo documentados los daños en el pinar y en el T.M. de Villamanrique gracias a las imágenes y datos de la inspección aérea e in situ que realizaron los técnicos de la Junta de Andalucía a los pocos días del suceso. El rastro de daños identificados comienza en el T.M. de Villamanrique y atraviesa los pinares de Aznalcázar (unos 300 pinos afectados). Refieren, además de los pinos, daños en eucaliptos y encinas, una vaca muerta, y algunas construcciones (naves y haciendas) afectadas. Estiman la anchura de la zona afectada en unos 40/60 m. Hablan de un rastro claro, pero irregular, en el pinar, con zonas donde hay muchos árboles abatidos (mayoritariamente en la dirección de avance) y otras donde no han apreciado daños importantes. Desde el helicóptero, perdieron el rastro de los daños en el T.M. de Puebla del Río, en campo abierto hacia el río. La hora de ocurrencia referida es 07 h.l., acompañado de precipitación intensa que dejó 67 mm. en un pluviómetro en Coria y 70 mm. en otro en Aznalcázar en un periodo que se estima de 5:30 a 7:30 h.l.



Figura 11. Pinos abatidos en el sentido de avance (lado derecho del remolino), y otros afectados por la componente de giro ciclónico (lado delantero). Fuente de la foto: Tomás Álvarez.



Figura 12. Pinos de gran porte tronchados. Fuente de la foto: Tomás Álvarez.

Se visitó en primer lugar la Hacienda Buena Vista (fig. 13), a la salida del pinar, donde el tornado había derribado parcialmente una gran nave de construcción robusta. Un muro entero de ladrillo relleno de hormigón había sido derruido, y el tejado y la maquinaria sufrieron daños importantes. En el entorno había numerosos árboles (encinas, pinos, eucaliptos) de gran porte derribados. El eucaliptal que se extiende desde la hacienda hasta la carretera presentaba un rastro de árboles derribados y ramas tronchadas. En la propiedad no se encontraba nadie en el momento del paso.



Figura 13. Encina abatida y nave afectada en la hacienda Buena Vista (Puebla del Río). Fuente de las fotos: AEMET

El rastro se pierde al otro lado de la carretera, que es zona de campo abierto hacia el río, pero el propietario de la hacienda nos informa de que hay daños en una finca al otro lado del río, Dehesa La Atalaya (T.M. de Coria del Río).

Una vez en esta hacienda, un empleado que ocupa una vivienda en la finca nos confirma que ocurrió sobre las 07:20 h.l. y duró unos tres minutos. Él se encontraba durmiendo en un edificio que no se vio afectado, pero le despertó el ruido, y después comprobó numerosos destrozos en las naves, los cobertizos y los árboles de la finca. Visitamos dos naves que presentan daños en el tejado y puerta, y grietas que parecen indicar daños estructurales. El tendido eléctrico que va de edificio en edificio por la finca ha sufrido descolgamiento. Los cobertizos (fig.14) han sufrido daños en el tejado de uralita y numerosos árboles de mediana envergadura han sido derribados o rotos. Un acebuche de mediana envergadura ha sido lanzado hasta la finca vecina, por encima de la valla de separación. El empleado nos informa de que una caseta cercana de la compañía eléctrica perdió el techo de obra.



Figura 14. Cobertizos y tendido eléctrico afectados en la Dehesa La Atalaya (Coria del Río). Fuente de la foto: AEMET

Finalmente nos dirigimos a La Corchuela, en el T.M. de Dos Hermanas, donde tenemos noticias de que hay árboles derribados. Los empleados del parque refieren que en el parque solo hay dos árboles afectados, y nos indican la zona del cortijo donde se encuentran los olivos y eucaliptos dañados. Podemos comprobar desde el camino que hay olivos talados dentro de la finca, y los eucaliptos en el entorno están derribados o rotos.

La trayectoria total de daños identificados es de unos 25 km., y la anchura de entre 50 y 100 metros. La descripción detallada de la trayectoria identificada puede verse en el anexo de este documento y en el siguiente enlace:

<https://mapsengine.google.com/map/viewer?hl=es&authuser=0&mid=zGI-QUR8CtAY.kehIC2L85BgY>



AEMet

La magnitud de los daños identificados es compatible con un tornado de intensidad EF2 en la escala Fujita mejorada, pudiendo llegar incluso a EF3 los daños observados en la nave de la hacienda Buena Vista.

Por tratarse de una zona despoblada y de una hora muy temprana, no se han encontrado más testimonios directos que el del empleado de La Atalaya, que dormía en la finca en el momento del paso, y no salió hasta después, por lo que no se ha tenido constancia de ningún avistamiento del embudo.

9- Conclusión

Por todo lo anteriormente expuesto, y como conclusión se estima que el día 11 de noviembre de 2014 una célula convectiva organizada, embebida en una banda de precipitación muy activa, pasó sobre zonas de los términos municipales de Villamanrique de la Condesa, Aznalcázar, Puebla del Río, Coria del Río y Dos Hermanas entre las 06:00 y las 06:20 UTC. La situación meteorológica y las características de la célula convectiva eran compatibles con la posible formación de tornados. Dado que el análisis de los daños producidos revela la existencia de una trayectoria longitudinal de más de 25 km de largo y entre 50 y 100 m de ancho en la que se concentran los daños, se estima que con toda probabilidad un tornado fue el causante de dichos daños. La intensidad del tornado habría sido de EF2 en la escala mejorada de Fujita, es decir, con vientos máximos comprendidos entre 180 y 220 km/h aproximadamente. En anexo se representa la trayectoria probable del tornado.

Agradecimientos: a Tomás Álvarez, de la Delegación de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en Sevilla, por el valiosísimo material gráfico suministrado, incluyendo fotografías aéreas, y por la realización de la visita de campo a los lugares más afectados. A Ernesto Torrado, INFOCA - Junta de Andalucía, que nos acompañó también en la visita de campo. A Paco Martín León, de AEMET, por su revisión este documento.



AEMet

Anexo. Trayectoria estimada del tornado.

