



## Informe preliminar sobre la posibilidad de ocurrencia de tornados en Palos de la Frontera y Lepe (Huelva) el 1 de diciembre de 2016

Juan de Dios Soriano Romero

### 1- Introducción

El día 1 de diciembre de 2016 una vaguada muy pronunciada se deslizó por el sur de la Península, dejando fuertes precipitaciones de madrugada en la provincia de Huelva, que se extendieron durante el día a otras zonas, con particular intensidad también en la costa de Málaga. Por la tarde, una nueva masa nubosa penetró por el litoral onubense, dejando de nuevo lluvias torrenciales en algunos puntos. En las redes sociales aparecieron informaciones de dos posibles tornados, uno en Lepe, alrededor de las 16:30, y otro en Palos, en torno a las 17:30, hora oficial. Se difundieron imágenes de ambos, particularmente del segundo, con gran impacto en redes sociales y medios de comunicación. Al día siguiente se realiza visita a las zonas afectadas. En este informe preliminar se expondrá el resultado de dicha visita, se analizará la existencia o no de condiciones meteorológicas favorables para la formación de tornados en ambas zonas y se estimará la probabilidad de ocurrencia de dicho fenómeno.

### 2- Entorno sinóptico

ECMWF Analysis VT:Thursday 1 December 2016 12UTC 300hPa StrmIn /Wind Speed

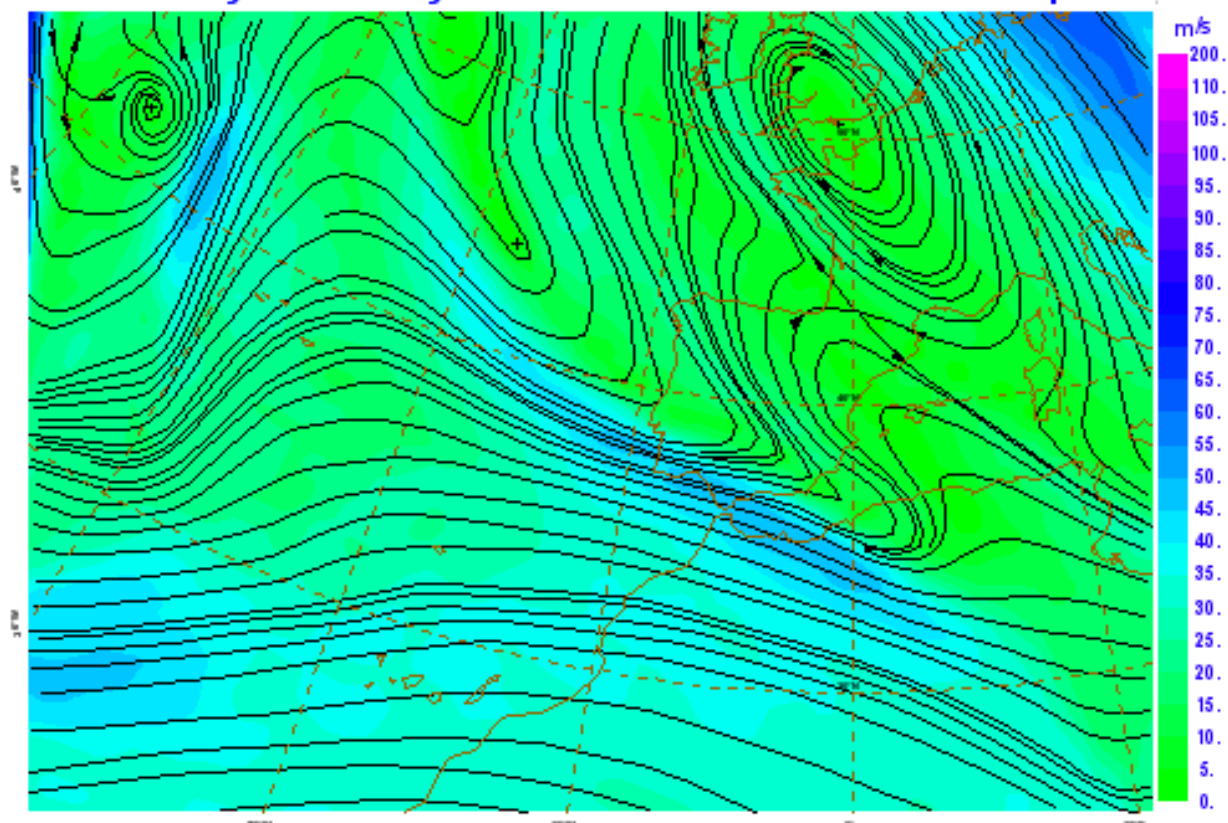


Figura 1. Líneas de corriente e isotacas en 300 hPa. Análisis de ECMWF del día 1 de diciembre a las 12 UTC

ECMWF Analysis VT:Thursday 1 December 2016 12UTC 500hPa Temperature/ Geopotential

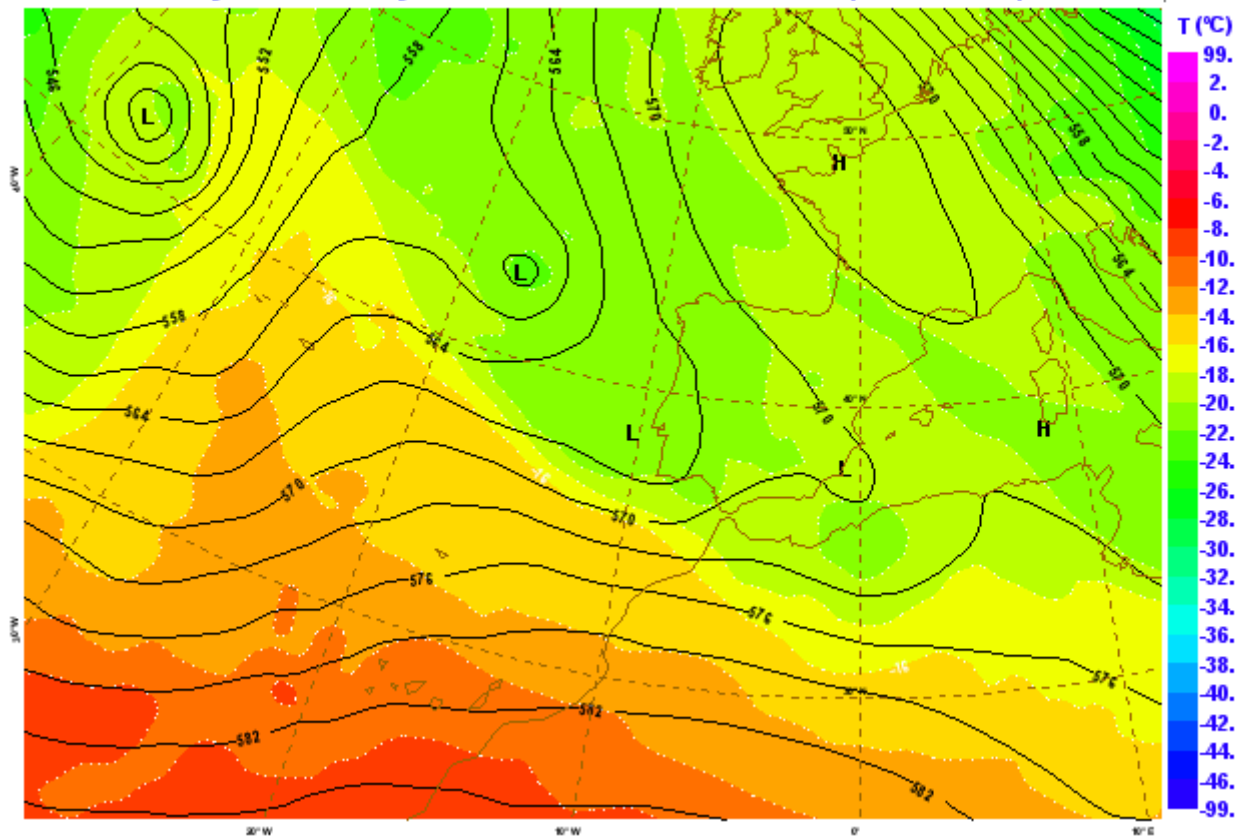


Figura 2. Geopotencial y temperatura en 500 hPa. Análisis de ECMWF del día 1 de diciembre de 2016 a las 12 UTC

ECMWF Analysis VT:Thursday 1 December 2016 12UTC 850hPa Temperature/ Mean sea level pressure

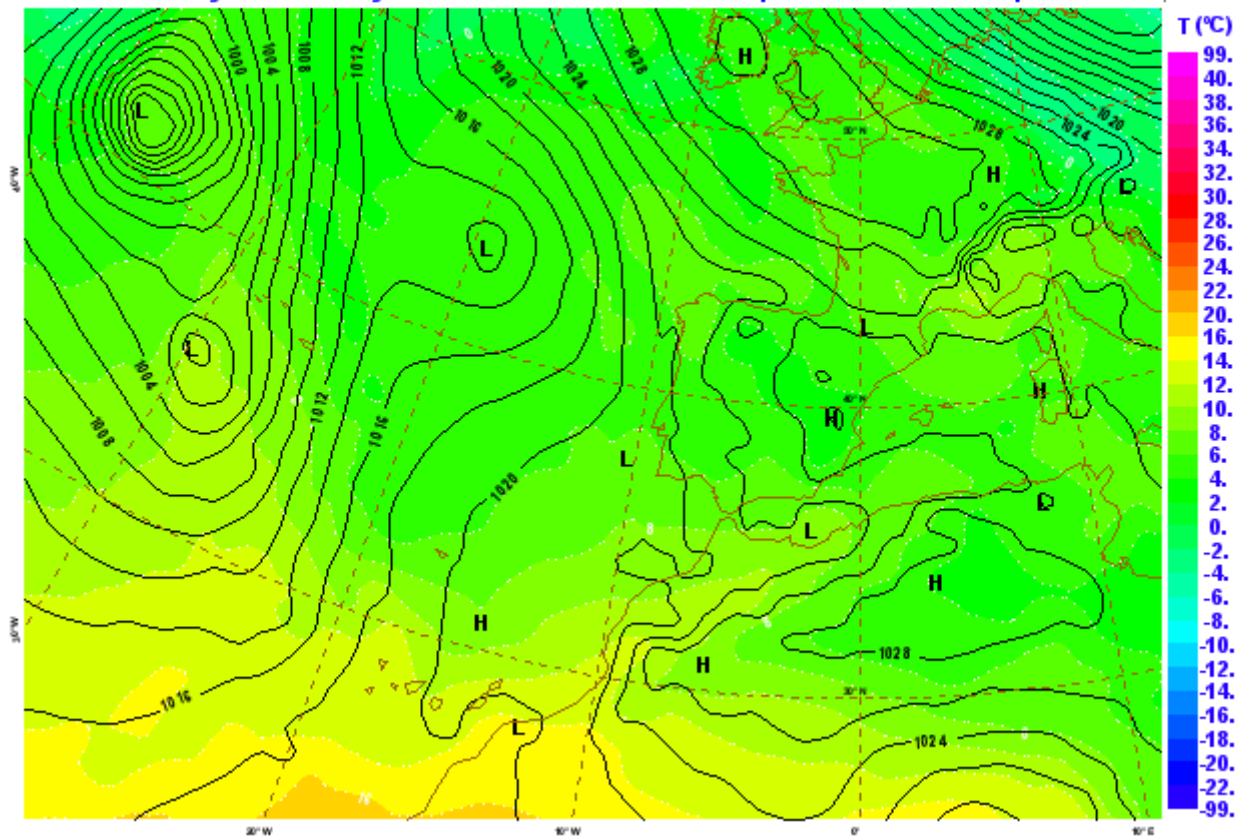


Figura 3. Presión reducida al nivel del mar y temperatura en 850 hPa. 1 de diciembre de 2016. Análisis de ECMWF a las 12 UTC

El análisis del modelo operativo del Centro Europeo del día 1 a las 12 UTC (fig. 1, 2 y 3) muestra una profunda vaguada en altura con fuerte advección de vorticidad por cizalladura sobre Andalucía Occidental, fruto de un intenso chorro del oeste apuntando hacia el suroeste de la Península. En niveles medios se aprecia un embolsamiento de aire frío que añade inestabilidad térmica a la inestabilidad dinámica existente. La vaguada tiene poco reflejo en superficie, si bien existen bajas presiones relativas sobre la zona y un flujo de vientos del sur - sureste que aporta humedad sobre el litoral de Huelva.

Esta configuración sinóptica, junto con la relativamente elevada temperatura de la superficie marina sobre el Golfo de Cádiz es compatible con la aparición de convección profunda y eficiente. Las condiciones de cizalladura sobre todo direccional, son marginalmente favorables para que las células convectivas puedan mostrar algún grado de organización.

### 3- Parámetros convectivos

Pasemos a analizar con algo de detalle algunos parámetros de interés para la ocurrencia de convección y su posible modo de organización. En cuanto a la flotabilidad, el SBCAPE (CAPE desde superficie) alcanzaba a las 15 UTC valores de entre 200 y 500 J/Kg en la provincia de Huelva. Además, puede verse que se concentraba especialmente en niveles bajos, llegando a valores entre 50 y 100 J/Kg en los primeros 3 km. Esto favorecería el aprovechamiento de la posible cizalladura vertical de bajos niveles para generar rotación en las células convectivas. Los valores de cizalladura son marginales, cercanos a 10 m/s en los primeros 3 km. Mas significativos son los valores de la helicidad relativa a la tormenta prevista por los modelos, hacia la derecha, también en los primeros 3 km, alcanzando valores cercanos a 250 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> en la provincia de Huelva. Asimismo es destacable la convergencia de humedad en niveles bajos prevista en la zona. El conjunto de todos estos valores

es compatible con la formación de células convectivas con rotación en su seno, aunque escaso desarrollo vertical, del tipo de las minisupercélulas descritas en la bibliografía. En Andalucía Occidental y en esta época del año, esta situación es una de las típicamente asociadas a la ocurrencia de tornados.

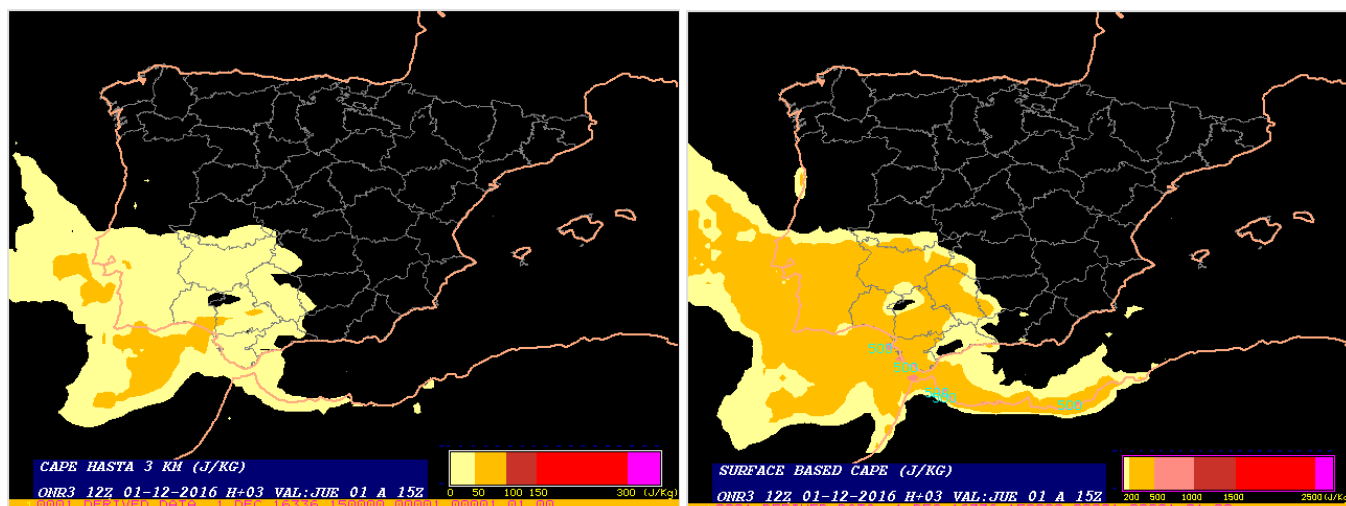


Figura 4. CAPE3 y SBCAPE. Modelo HIRLAM del 1 de diciembre de 2016 a las 12 UTC, previsión HH+03

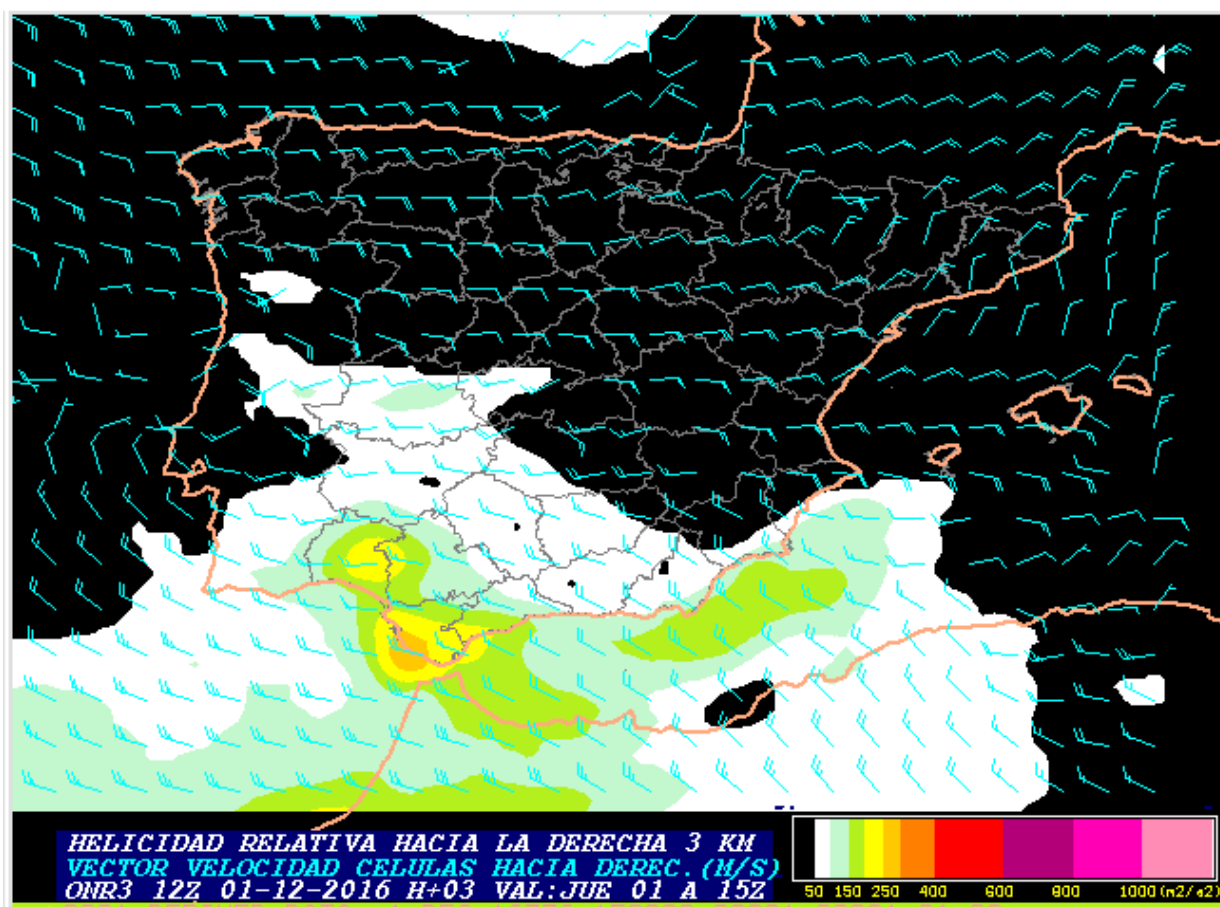


Figura 5. SRH hacia la derecha en los primeros 3 km. Pasada 12Z de HIRLAM. Previsión HH+03

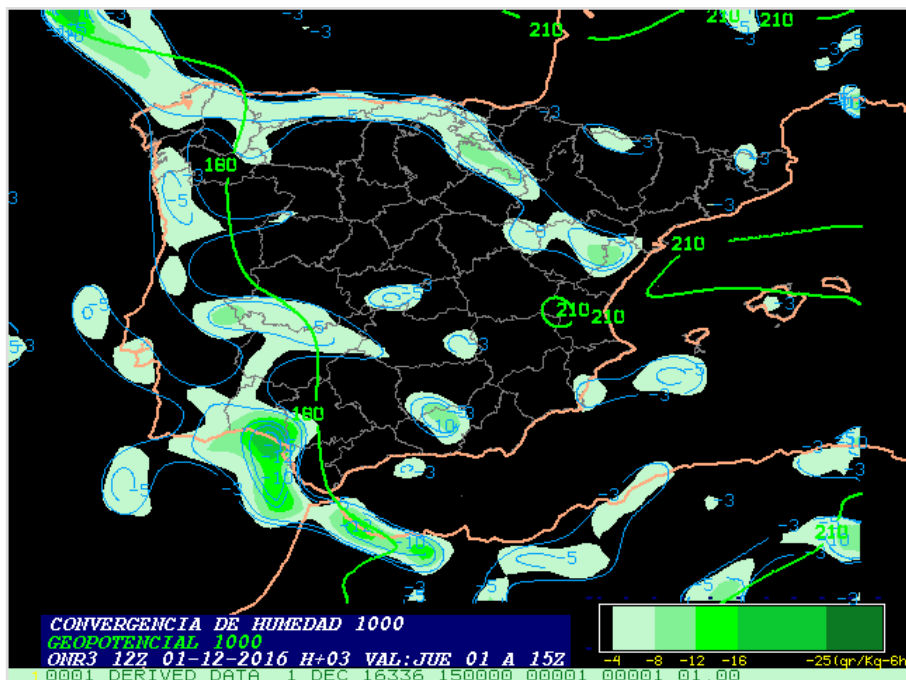


Figura 6. Convergencia de humedad en el nivel de 1000 hPa. Modelo HIRLAM. Pasada 12Z del día 1, previsto HH+03.

#### 4- Teledetección

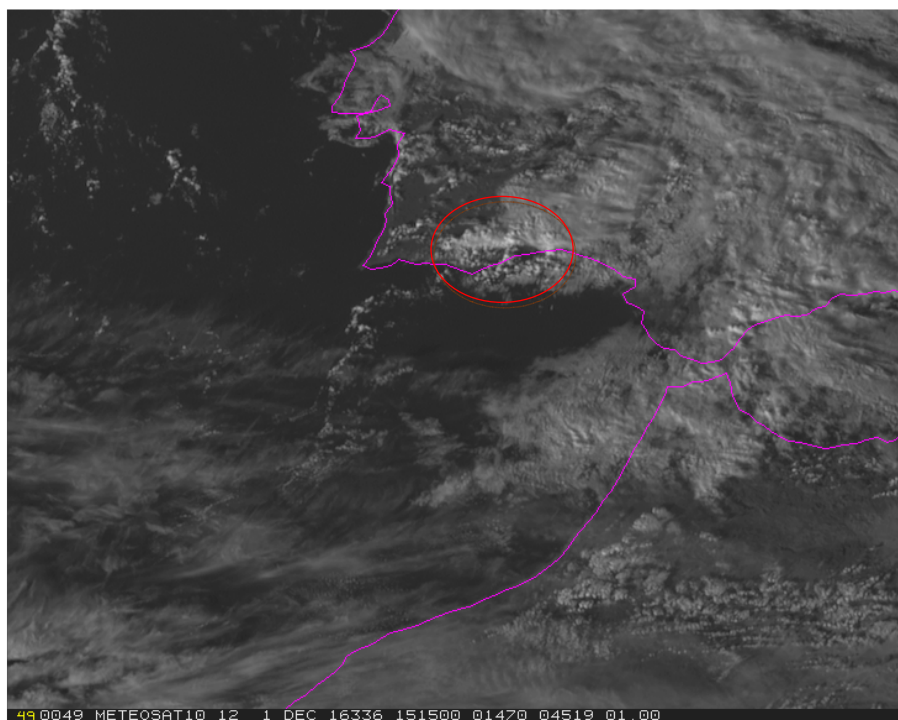


Figura 7. Imagen del canal visible de alta resolución de METEOSAT a las 15:15 UTC del día 1 de diciembre de 2016. Se enmarcan en rojo los núcleos convectivos que se desarrollaban sobre el litoral de Huelva a esa hora. Uno de ellos estaría asociado al tornado de Lepe. El tornado de Palos estaría asociado a una célula que todavía no se había formado.



Desde el comienzo de la tarde se observaban en las imágenes de Meteosat núcleos convectivos que se iban desarrollando en el litoral de Huelva y se desplazaban en dirección SW – NW, aunque algunos se desviaban a la derecha rápidamente. Uno de esas células, visible a las 15:15 UTC (fig. 7), habría estado asociado al tornado de Lepe. El tornado de Palos se formaría bajo una célula que aparecería en la desembocadura del Odiel alrededor de las 16:15 UTC.

Se detectó una importante actividad eléctrica en la zona durante esa tarde (fig. 8), incluyendo rayos positivos, lo que denotaba organización de las células convectivas.

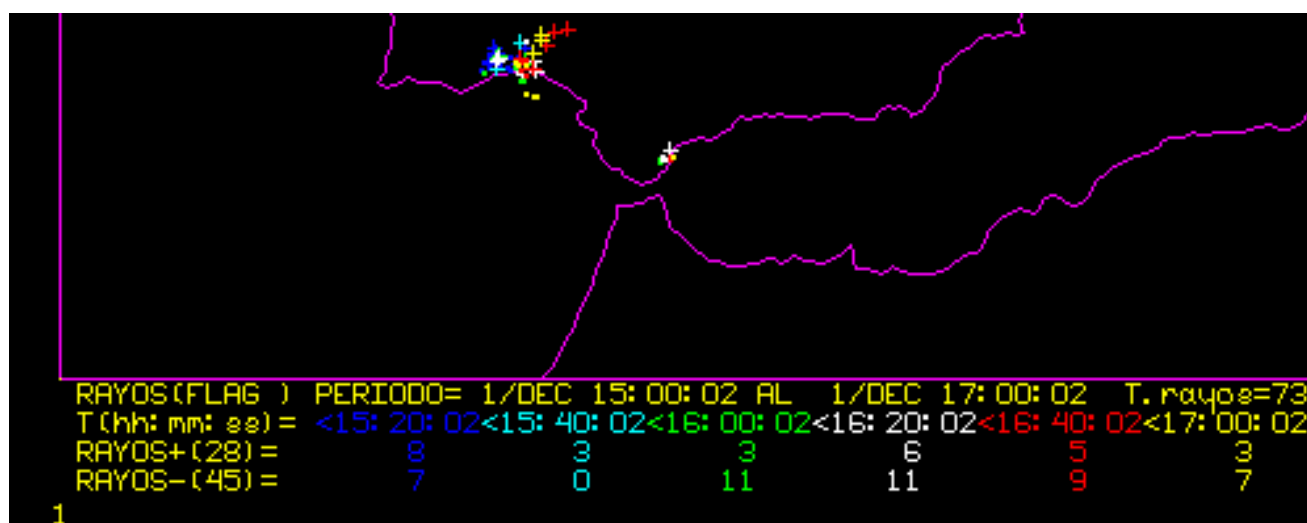


Figura 8. Descargas nube – tierra en la red de detección de AEMET, entre las 15:00 y las 17:00 UTC del día 1.

El análisis de las imágenes del radar de Sevilla muestra claramente como la convección durante esa tarde se organizó en forma de células con rotación en su seno, del tipo de las minisupercélulas referidas frecuentemente en la bibliografía en situaciones meteorológicas similares. Así, las imágenes de viento radial muestran indicios de rotación en varias células convectivas (fig 9), que se mantienen en exploraciones radar sucesivas. Varias células muestran asimismo otros elementos característicos de las supercélulas, como forma de gancho, estructuras en V a la salida del viento hacia el noreste, regiones de eco débil, zonas abalconadas y regiones de eco débil acotadas en la vertical... (fig 10). Todo ello con ecotops de 12 dBz que no superaban los 8 km y reflectividades máximas del orden de 56 dBz en algún caso, a unos 3 ó 4 km de altura. En ambos casos de estudio, Lepe y Palos, se observa a la hora a la que según testimonios ocurre cada evento el paso del extremo suroeste de una célula de ese tipo sobre las zonas con daños, coincidiendo con un eco en gancho en la imagen de reflectividad e indicios de rotación en el viento radial, por lo que es probable que ambos tornados estuvieran asociados a sendos mesociclones.

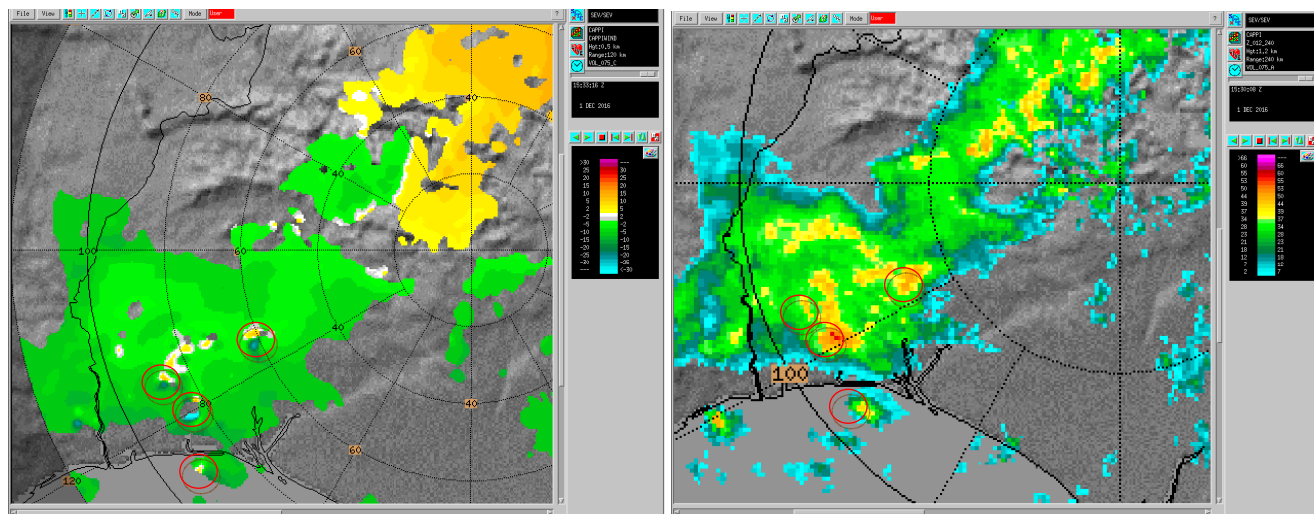


Figura 9. Radar de Sevilla. Imagen suavizada de viento radial (izquierda) a unos 2000 m de altura de las 15:33 e imagen PPI de reflectividad (0.5° de elevación) de las 15:30 (derecha) Se marcan con círculos rojos las algunas de las células que muestran indicios de rotación en altura en ese momento.

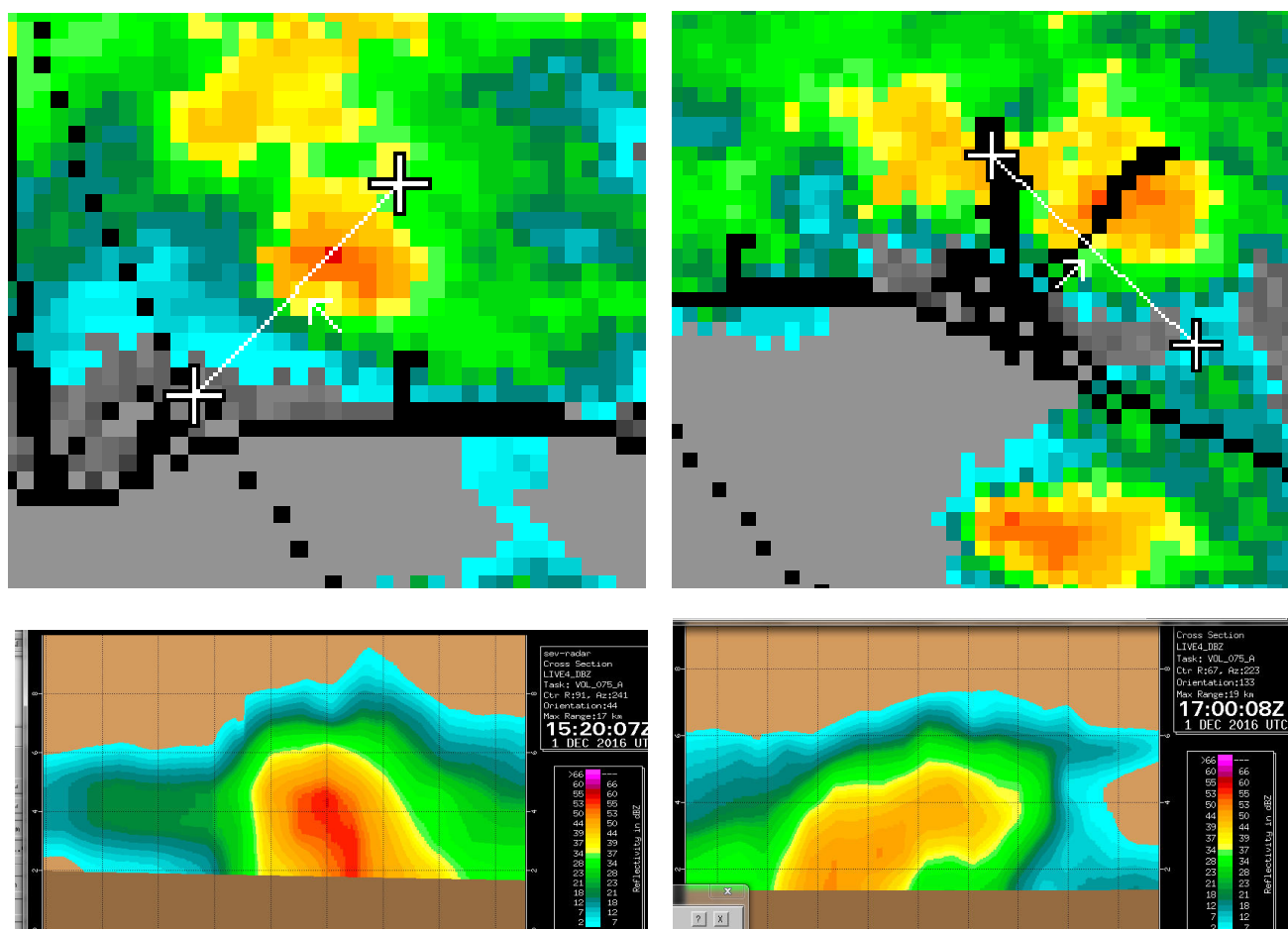


Figura 10. Radar de Sevilla. Imagen de reflectividad a unos 2 km de altura y corte vertical. A la izquierda, la célula asociada al posible tornado de Lepe. A la derecha, la asociada al posible tornado de Palos.

## 5- Datos de observación

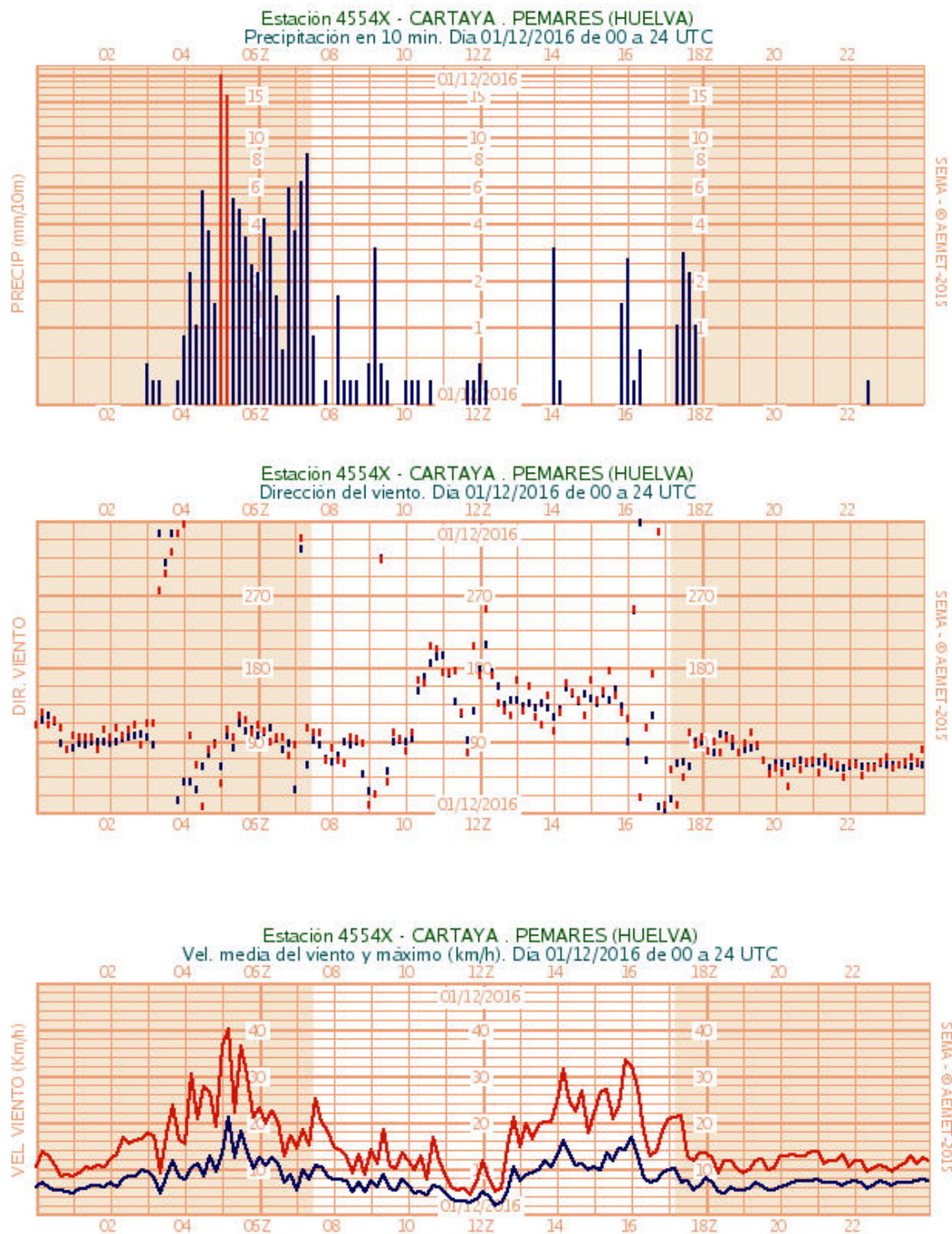


Figura 11. Gráficas de precipitación y viento de la estación automática de Cartaya, representativa de las zonas interiores del litoral de Huelva.





En las estaciones automáticas de la zona (Cartaya, fig.11) se observa a la hora de ambos eventos el predominio de vientos del sureste antes del paso de las células convectivas de la tarde, con chubascos intensos de corta duración. Tras el paso de las mismas, el viento gira al noreste. No se registran rachas intensas, por lo que cualquier daño local por viento debe estar relacionado con fenómenos convectivos.

Aunque no se dispone de registros, una tormenta similar a las que originaron los episodios de viento objeto de estudio dejó lluvias torrenciales en la cercana localidad de Aljaraque. Según algunas fuentes se recogieron 110 mm en menos de 2 horas.

## 6- Visita de campo

Dado que prácticamente en tiempo real apareció gran cantidad de información en redes sociales sobre ambos episodios, sobre todo acerca del de Palos, lo que facilitaba hacer una visita inmediata, se preparó dicha visita para el día siguiente.

En primer lugar se visitó Palos de la Frontera. La visita se inició en uno de los puntos cuya afectación había salido con profusión en todas las informaciones, el centro comercial Plaza de Abastos, donde se entrevistó a una empleada de un bar y a otras personas que se encontraban allí. Estos testigos recordaban un ruido muy fuerte, aproximadamente a las 17:30, cuando empezaron a caer cristales y trozos de la cubierta del patio central. Vieron asimismo caer tejas, placas solares y toldos en casas cercanas. A continuación se visitó unas oficinas de Asuntos Sociales del Ayuntamiento, donde se habían producido daños en fachada y cubierta, así como una puerta interior reventada. Allí se pudo concertar una visita más amplia a los puntos afectados, acompañado por técnicos del Ayuntamiento.

Desde allí nos dirigimos al punto donde según testigos había tocado tierra el tornado, la ría del Tinto, a la altura de La Rábida. Se visitaron granjas de invernaderos, que fueron los primeros elementos afectados por el tornado. Se observaron importantes daños en las estructuras tubulares y plásticos, árboles arrancados de raíz y otros elementos (vallas, cubiertas de dependencias agrícolas, tejas de viviendas ...) afectados. Se observaron algunos daños producidos por la rama izquierda del tornado, es decir, dirigidos hacia atrás. La anchura de la zona afectada en esa parte inicial sería de unos 50 m aproximadamente. En el pueblo se visitó la residencia de ancianos, donde el tornado se llevó literalmente toda la cubierta (estructura de aluminio y PVC) del patio central, de unos 90 m<sup>2</sup>, que no había aparecido al día siguiente (después se fueron encontrando trozos de la misma dispersos por los alrededores). Se trata de una estructura relativamente ligera y que ofrece gran efecto vela una vez levantada de sus anclajes. Pudo influir en el levantamiento de la misma el colapso de una puerta de entrada al patio central, permitiendo la entrada del viento directamente por debajo de la misma. Es destacable que junto a dicha cubierta, en la zona de azotea, había daños relativamente pequeños en placas solares y otros elementos sobresalientes del edificio. También en el pueblo se observaron numerosos daños en tejados y elementos como placas solares, antenas y similares. También la puerta de un solar arrancada. A la salida del pueblo, en la zona de La Fontanilla, los daños eran de mayor consideración, destacando un par de muros caídos y daños más importantes en tejados, así como árboles arrancados y cortados por el tronco. La anchura en esta zona de salida se iba ampliando, hasta llegar a unos 200 m en las afueras del pueblo, de nuevo en zona agrícola. En un depósito de gasolina había un muro derribado, de ladrillo doble bien cementado, aunque no reforzado con hierro. Junto al depósito bastantes árboles arrancados y vallas tumbadas. Más adelante nuevamente daños en invernaderos, manteniéndose una anchura de 200 a 250 m aproximadamente. Se observaba en varias fincas el arrancamiento de cubiertas, algunas de chapa con anclajes dudosos, otras de buena construcción, con estructura de aluminio y PVC. Una estructura grande aparecía arrancada, retorcida y caída en finca contigua. También importantes daños en el tejado de una vivienda, donde casi arranca la puerta exterior (importantes grietas en la fachada). En el límite con el término municipal de Moguer se dejan de observar daños.

El conjunto de daños observados marca claramente una trayectoria lineal (ver anexo al final), de unos 6,5 km de longitud y una anchura máxima de unos 250 m.

A continuación me desplazo a Lepe para analizar los posibles daños producidos por el otro tornado del que se tenía referencia en redes sociales y en algún medio de comunicación, aunque las referencias eran más escasas. Me dirijo al camino de La Tejita, lugar referido por las informaciones. Allí entrevisto a varios testigos, que coinciden en que aproximadamente a las 16:15 horas un tornado se formó hacia el suroeste de la zona, cerca de la carretera de Villablanca, avanzó lentamente hacia el noreste, cruzando el camino y destrozando invernaderos. Después los testimonios coinciden en que el tornado giró hacia el oeste, hacia atrás, deshaciéndose cerca del punto donde se formó. Me mostraron fotos y un vídeo del tornado. También otras fotos de los efectos,



destacando plásticos y microtubos de invernaderos enganchados en cables de alta tensión, además de pequeños olivos arrancados, vallas tumbadas y en general gran afectación a los invernaderos de la zona. Los testigos coincidían también en que el fenómeno duró un tiempo relativamente grande (uno de ellos hablaba de media hora). Si bien no es frecuente que un tornado se desplace tan lentamente y menos aún que gire de modo tan brusco, ello no puede descartarse y se reportan casos similares en la bibliografía internacional. Asimismo, los daños observados son compatibles con el giro brusco del tornado, ya que se observa una valla tumbada hacia el este donde los testigos indican que el tornado se dirigía en aquella dirección y otra tumbada hacia el oeste un poco más al norte, por donde indicaban que el tornado “se dio la vuelta”. Dado que existen fotos del tornado, que los testimonios independientes coinciden y que los daños observados son compatibles con dicho fenómeno, es preferible dar por válida la hipótesis de tornado, aunque también pudiera haberse tratado de dos tornados distintos o de un fenómeno mixto tornado – reventón. No es posible identificar con precisión la trayectoria supuestamente de ida y vuelta del tornado, pero sí se puede determinar aproximadamente el área afectada a partir de los daños observados.

## 7- Conclusión

Por todo lo anteriormente expuesto y como conclusión **se estima que durante la tarde del día 1 de diciembre de 2016 se formaron varias células convectivas organizadas que afectaron a zonas del litoral de Huelva. Asimismo se estima que asociado a una de esas células, alrededor de las 16:15 hora oficial se produjo un tornado que afectó a zonas agrícolas alrededor del camino de La Tejita, en el municipio de Lepe, según se especifica en gráfico anexo al final. La intensidad del tornado habría sido de EF0 en la escala mejorada de Fujita, con vientos máximos del orden de 120 km/h aproximadamente.**

**Más tarde, alrededor de las 17:30 hora oficial se estima que, asociado a otra célula convectiva organizada, se formó un tornado en la ría del Tinto, cerca de su confluencia con el Odiel, en la zona de La Rábida, que se desplazaría hacia el noreste primero y hacia el este después, atravesando el núcleo urbano de Palos de la Frontera y zonas agrícolas situadas antes y después dicha población. La trayectoria (ver anexo) tendría una longitud de 6,5 km aproximadamente y una anchura inicial de unos 50 m, aumentando a 200 o 250 m en la parte final. El tornado habría alcanzado una intensidad de EF1 en la escala mejorada de Fujita, cercana a EF2, con velocidades de viento máximas estimadas en torno a 180 km/h.**

## 8- Anexo. Trayectorias estimadas.



Figura 12. Estimación de la zona afectada por el tornado de Lepe del 1 de diciembre de 2016



Figura 13. Trayectoria estimada del tornado de Palos de la Frontera del 1 de diciembre de 2016