



## Informe preliminar sobre la posibilidad de ocurrencia de tornado en Sanlúcar de Barrameda (Cádiz) el 26 de marzo de 2017

Juan de Dios Soriano Romero  
Delia Gutiérrez Rubio

### 1- Introducción

A partir del 22 de marzo de 2017, una vaguada se descolgaba de la circulación general desde el norte de la Península, experimentando después un movimiento retrógrado, y generando finalmente una pequeña pero profunda baja en superficie que afectó al suroeste de la Península durante los días 25 y 26. Dicha borrasca produjo precipitaciones importantes en la provincia de Huelva y algo menos en la de Cádiz, ocasionando además rachas fuertes de viento, sobre todo al paso de la banda nubosa principal, la tarde del mismo día 26. Detrás de dicha banda nubosa se formaron células convectivas que afectaron a puntos del litoral de Huelva y Cádiz. Al paso de una de dichas células se produjo un episodio de viento intenso que afectó al municipio de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), reportándose desde esa misma noche en medios de comunicación y redes sociales diversos daños que se atribuían a un posible tornado, que habría ocurrido alrededor de las 10 de la noche. Al día siguiente se realiza visita de campo a la zona afectada, recogiendo información in situ y a través de testigos de los daños ocasionados. Posteriormente se recibe un informe pericial del Consorcio de Compensación de Seguros que confirma y complementa la información recogida en la visita de campo.

En este informe preliminar se analizará la existencia de condiciones meteorológicas favorables para la formación de tornados en la zona, se expondrá el análisis de los daños observados, y se estimará la probabilidad de ocurrencia de dicho fenómeno en la localidad citada

### 2- Entorno sinóptico

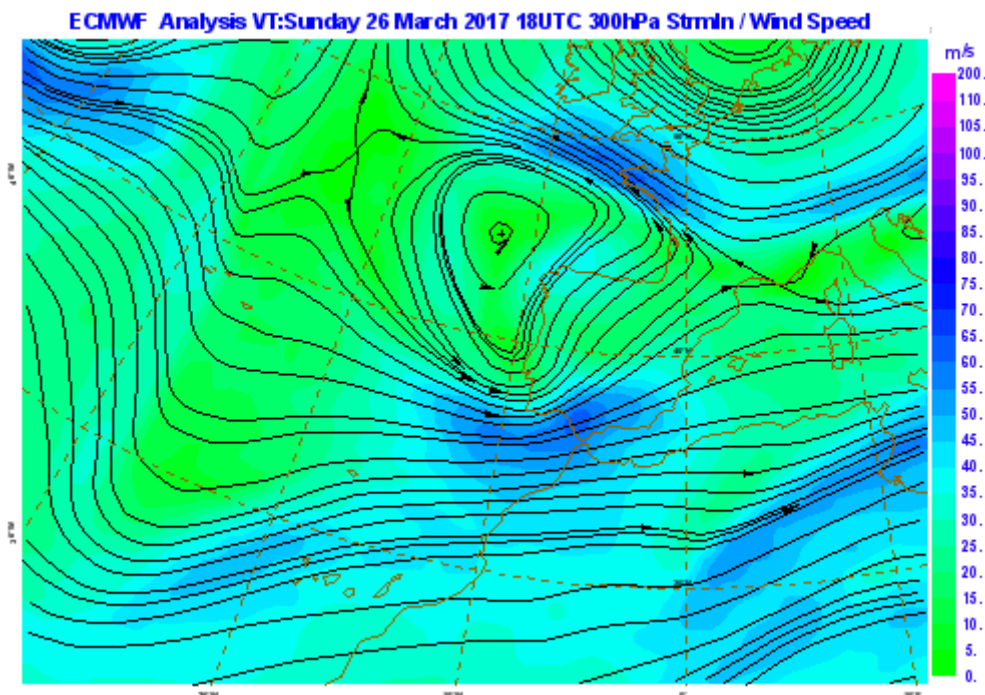


Figura 1. Líneas de corriente e isotacas en 300 hPa. Análisis de ECMWF del día 26 de marzo a las 18 UTC

ECMWF Analysis VT:Sunday 26 March 2017 18UTC 500hPa Temperature/ Geopotential

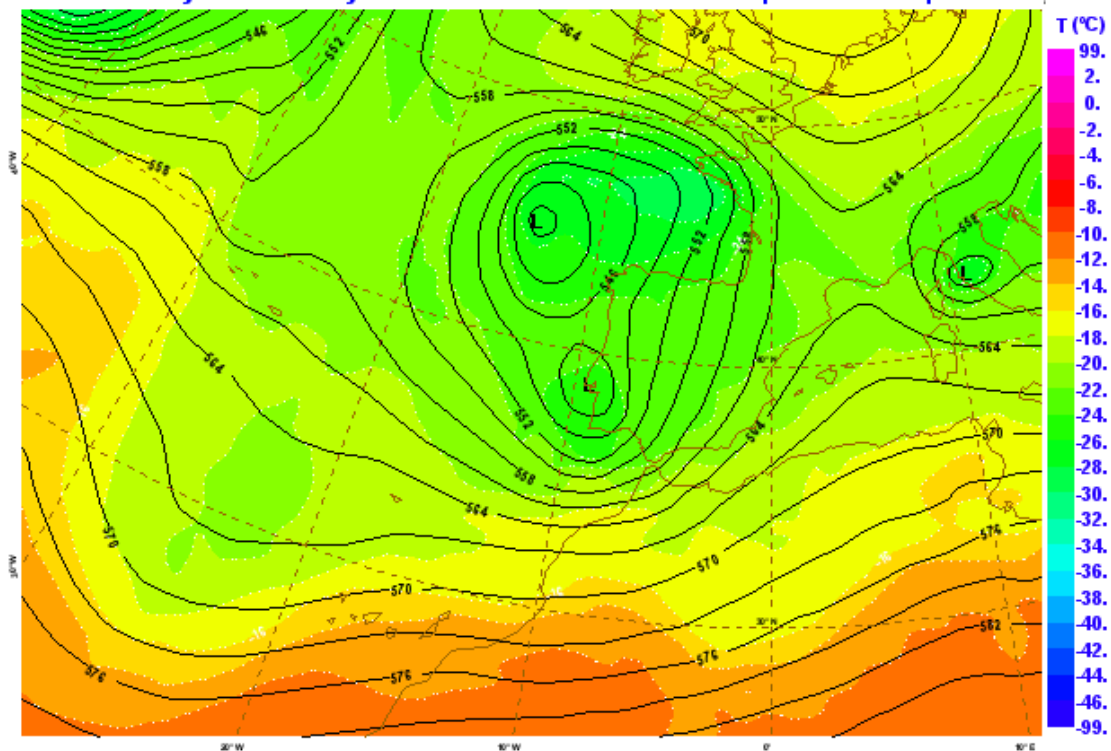


Figura 2. Geopotencial y temperatura en 500 hPa. Análisis de ECMWF del día 26 de marzo de 2017 a las 18 UTC

ECMWF Analysis VT:Sunday 26 March 2017 18UTC 850hPa Temperature/ Mean sea level pressure

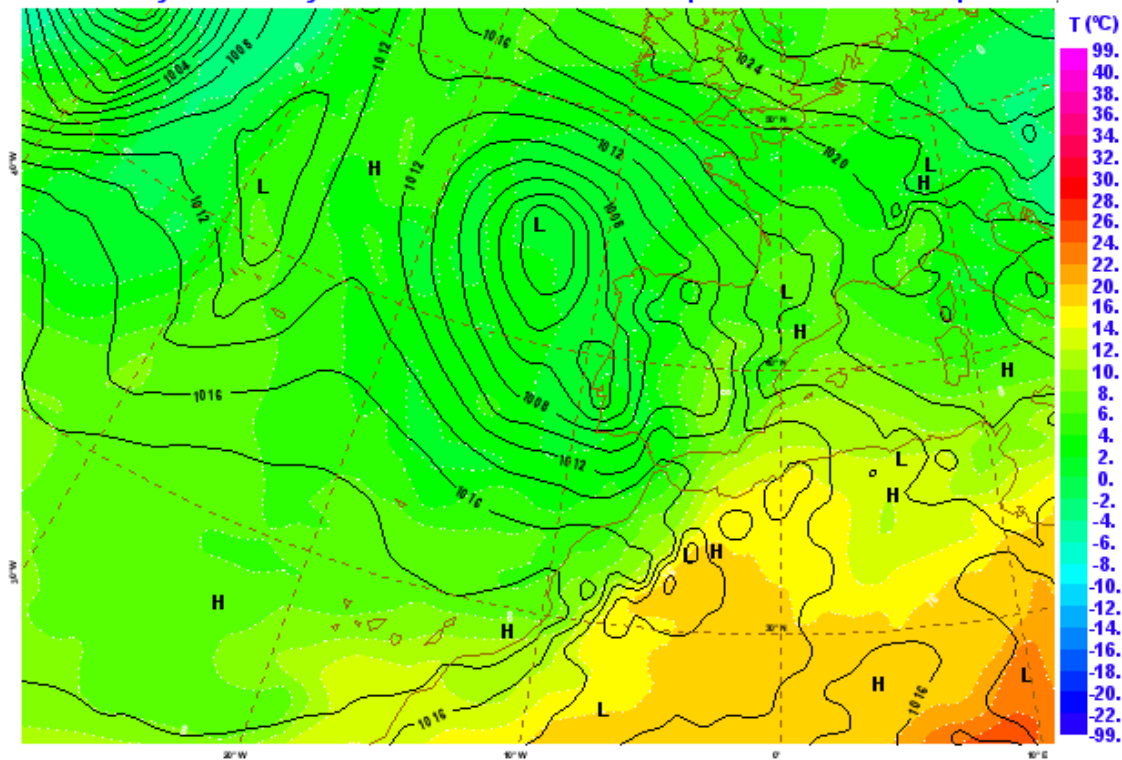


Figura 3. Presión reducida al nivel del mar y temperatura en 850 hPa. Análisis de ECMWF del día 26 de marzo de 2017 a las 18 UTC

El análisis del modelo operativo del Centro Europeo del día 26 a las 18 UTC (fig. 1, 2 y 3) muestra un potente chorro en altura, con salida sobre el suroeste peninsular, acompañado de una vaguada térmica y de geopotencial con difluencia sobre la zona de interés. En superficie aparece una profunda borrasca centrada cerca del cabo San Vicente. Dicha borrasca produce un flujo de vientos húmedos de componente sur sobre el litoral de Cádiz. Esta situación sinóptica se traduce en la existencia de inestabilidad dinámica y térmica, junto a una elevada cizalladura vertical. Todo ello, además de la relativamente elevada temperatura de la superficie marina sobre el Golfo de Cádiz es compatible con la aparición de convección eficiente y organizada.

### 3- Parámetros convectivos

Pasamos a analizar de forma más concreta una serie de parámetros relacionados con la convección

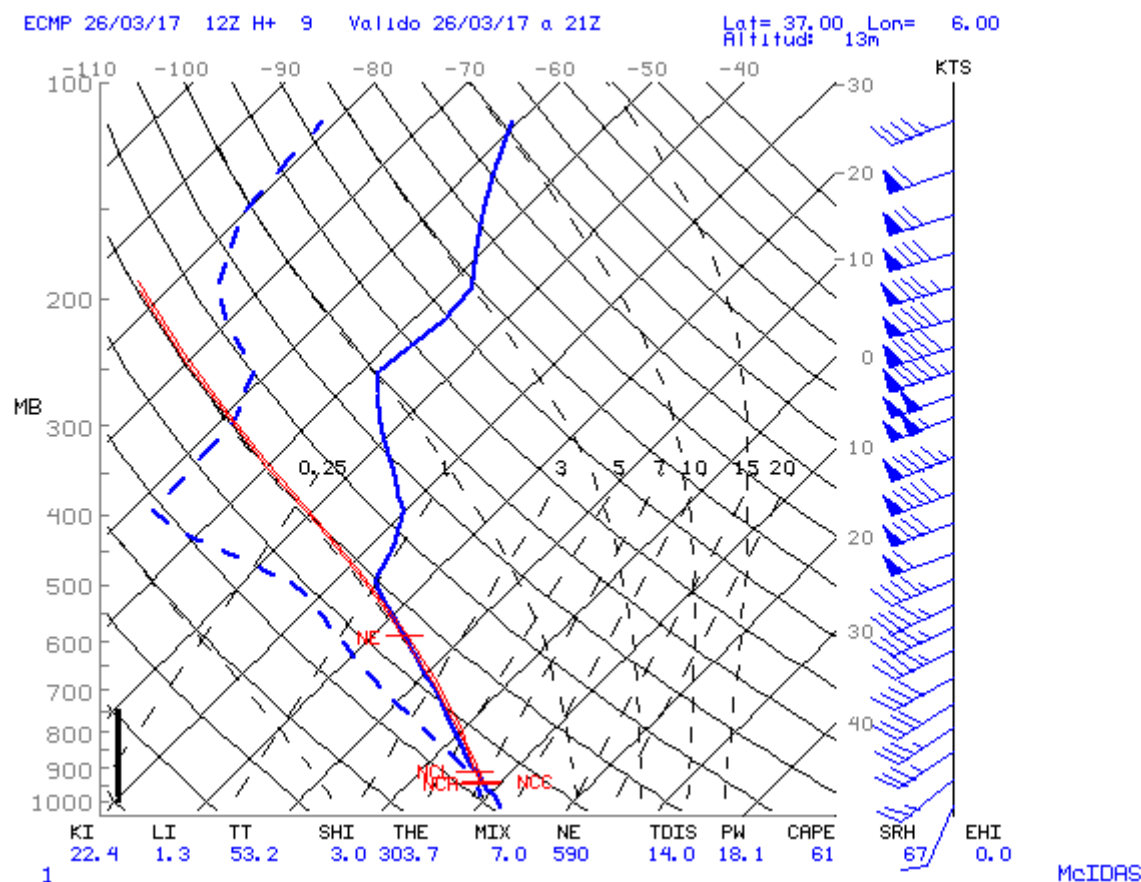


Figura 4. Perfil vertical atmosférico sobre un punto cercano a Sanlúcar de Barrameda. Modelo ECMWF. Pasada día 26/03/2017 12 UTC. Pronóstico HH+09

La troposfera presentaba un perfil (fig.4) húmedo en niveles bajos, así como ligera inestabilidad y elevada cizalladura vertical, incluso direccional en los niveles más bajos. La capa inestable y húmeda llega a una altura relativamente escasa, como suele suceder en este tipo de situaciones, lo que hace improbable que lleguen a producirse tormentas con elevada actividad eléctrica.

En forma de mapas (fig. 5), a las 21 UTC, una hora después del episodio, se observan valores de CAPE en los primeros 3 km superiores a 50 J/kg un poco más adelante de la zona de estudio, mientras que la cizalladura vertical en esa capa se sitúa entre 15 y 20 m/s. Existe además marcada convergencia de viento en superficie sobre el litoral de Cádiz (fig. 6). Estos valores son compatibles con la aparición de convección somera organizada, capaz de generar rotación en su seno, y suelen darse en episodios de tornados en la zona de interés durante esta época del año.

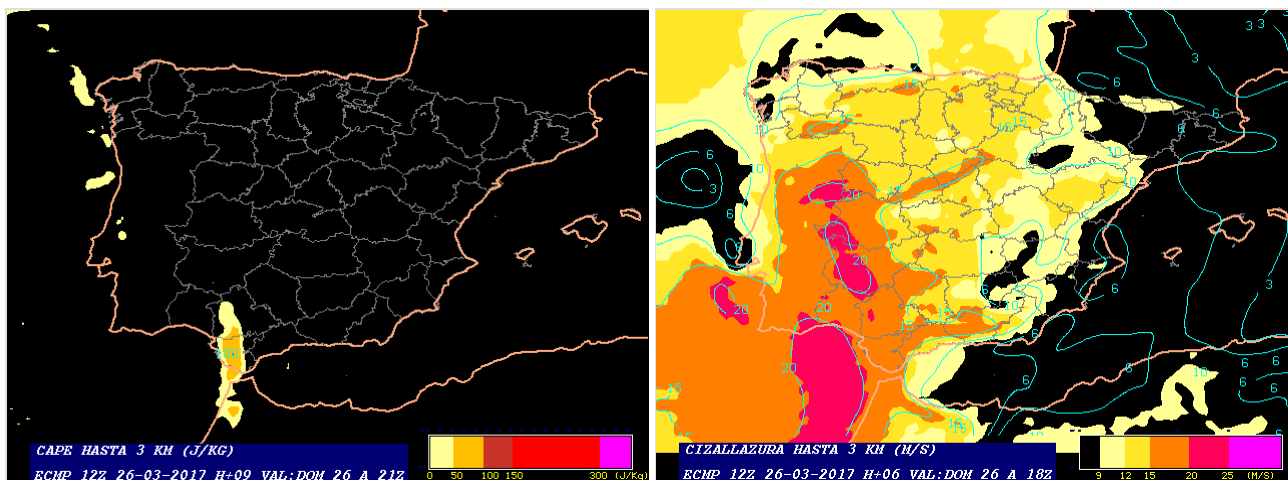


Figura 5. CAPE y cizalladura vertical en los tres km más próximos a la superficie. Modelo ECMWF. Pasada de 12 UTC del día 26 de marzo de 2017. Pronóstico H+9

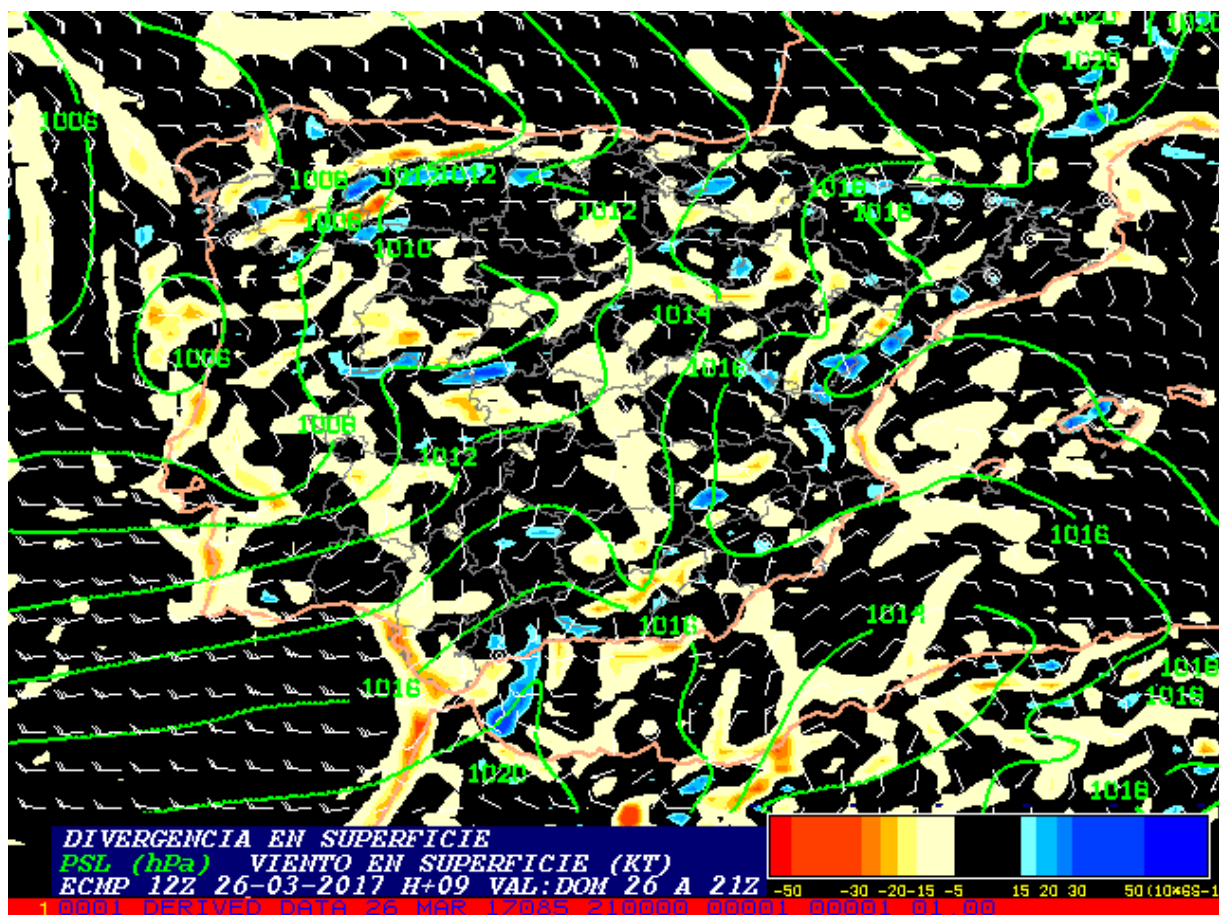


Figura 6. Divergencia de viento en superficie. Del blanco al rojo, valores de convergencia positivos. Modelo ECMWF. Pasada de 12 UTC del día 26 de marzo de 2017. Pronóstico H+9

#### 4- Teledetección

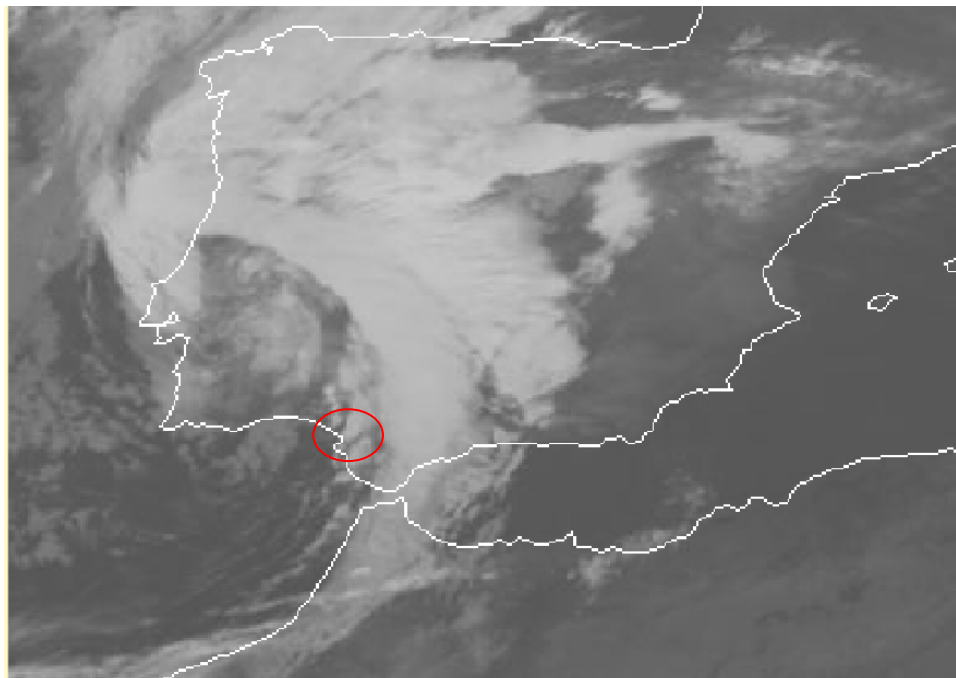


Figura 7. Imagen del canal 10.8 de METEOSAT a las 20:00 UTC del día 26 de marzo de 2017. Se enmarca en rojo la célula convectiva asociada al episodio de viento.

A la hora de ocurrencia del episodio de viento se observa (fig. 7) una célula convectiva desarrollada, en forma de V, sobre la desembocadura del Guadalquivir, donde se sitúa Sanlúcar de Barrameda. Dicha célula aparece como convección postfrontal, tras el paso de la banda nubosa principal que se observa más al este.

No se detecta actividad eléctrica significativa asociada a dicha célula (fig. 8), al menos en forma de rayos nube-tierra. Tan solo una descarga en el mar alrededor de la hora del episodio.

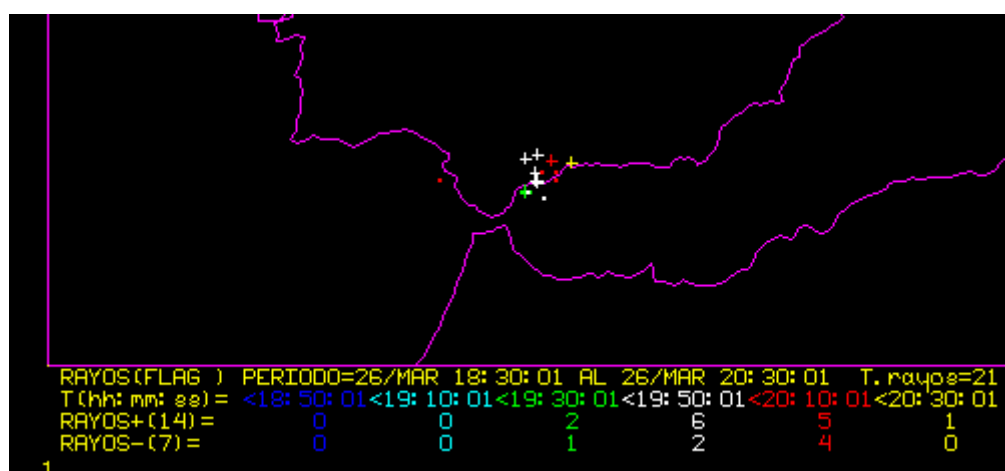


Figura 8. Descargas nube – tierra en la red de detección de AEMET, entre las 00:00 y las 02:00 UTC del día 12.

En las imágenes del radar de Sevilla se observa una célula con reflectividad realzada al final de una línea convectiva postfrontal, que pasa sobre el área de Sanlúcar alrededor de las 20:00 UTC (fig.9). El máximo de reflectividad llega a unos 54 dBz. No se observa estructura en forma de gancho en la horizontal ni en la vertical, ni en las imágenes de viento radial se aprecian claramente indicios de rotación. No obstante, teniendo en cuenta

la escasa altura de los desarrollos, la lejanía al radar y el apantallamiento por precipitación interpuesta entre el radar y la célula en cuestión, esos elementos difícilmente podrían aparecer en las imágenes radar aunque existieran, por lo que no es posible deducir conclusiones acerca de la tipología y el posible origen de la rotación asociada al tornado. En cualquier caso, la presencia de dicha célula con reflectividad realzada es compatible con la posible formación de un tornado, dadas las condiciones de inestabilidad y cizalladura existentes y las similitudes con otras situaciones similares en la misma zona y en la época del año de que se trata.

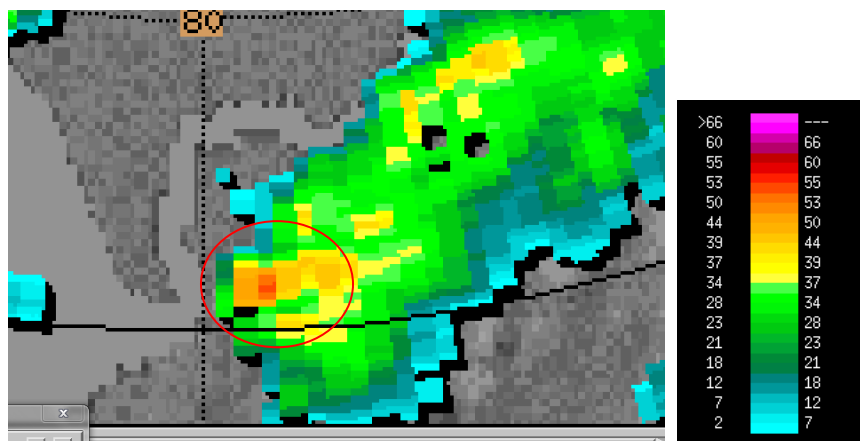
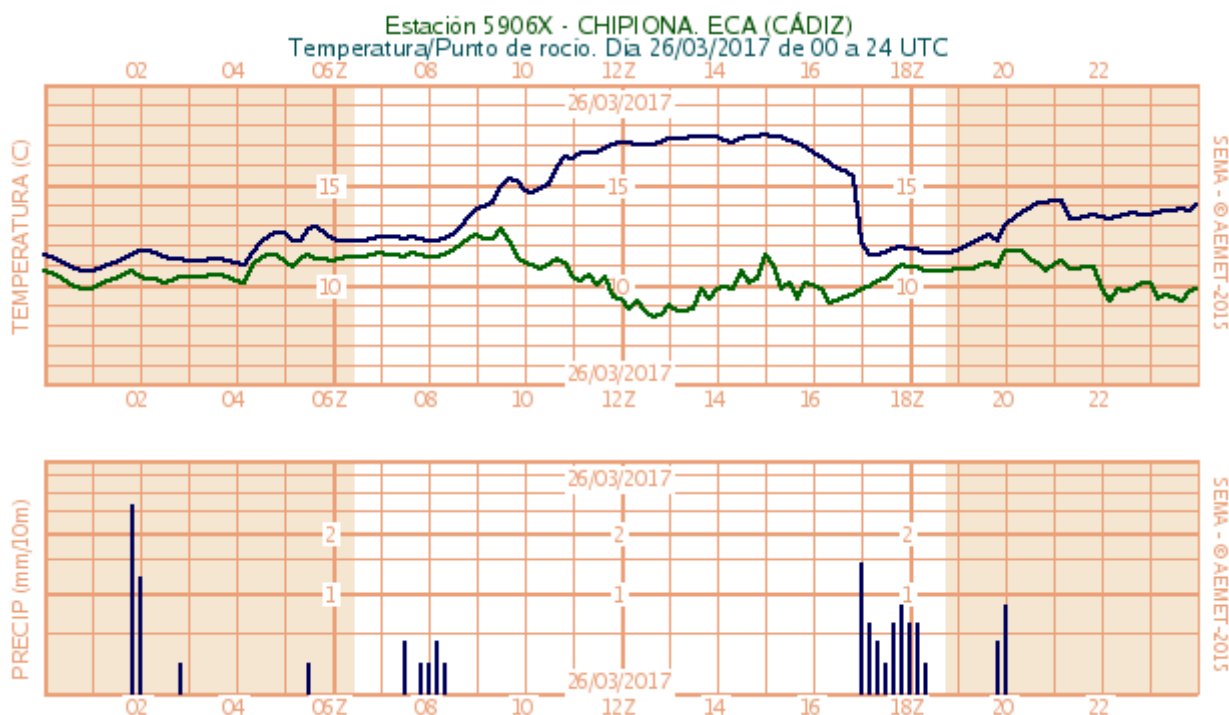
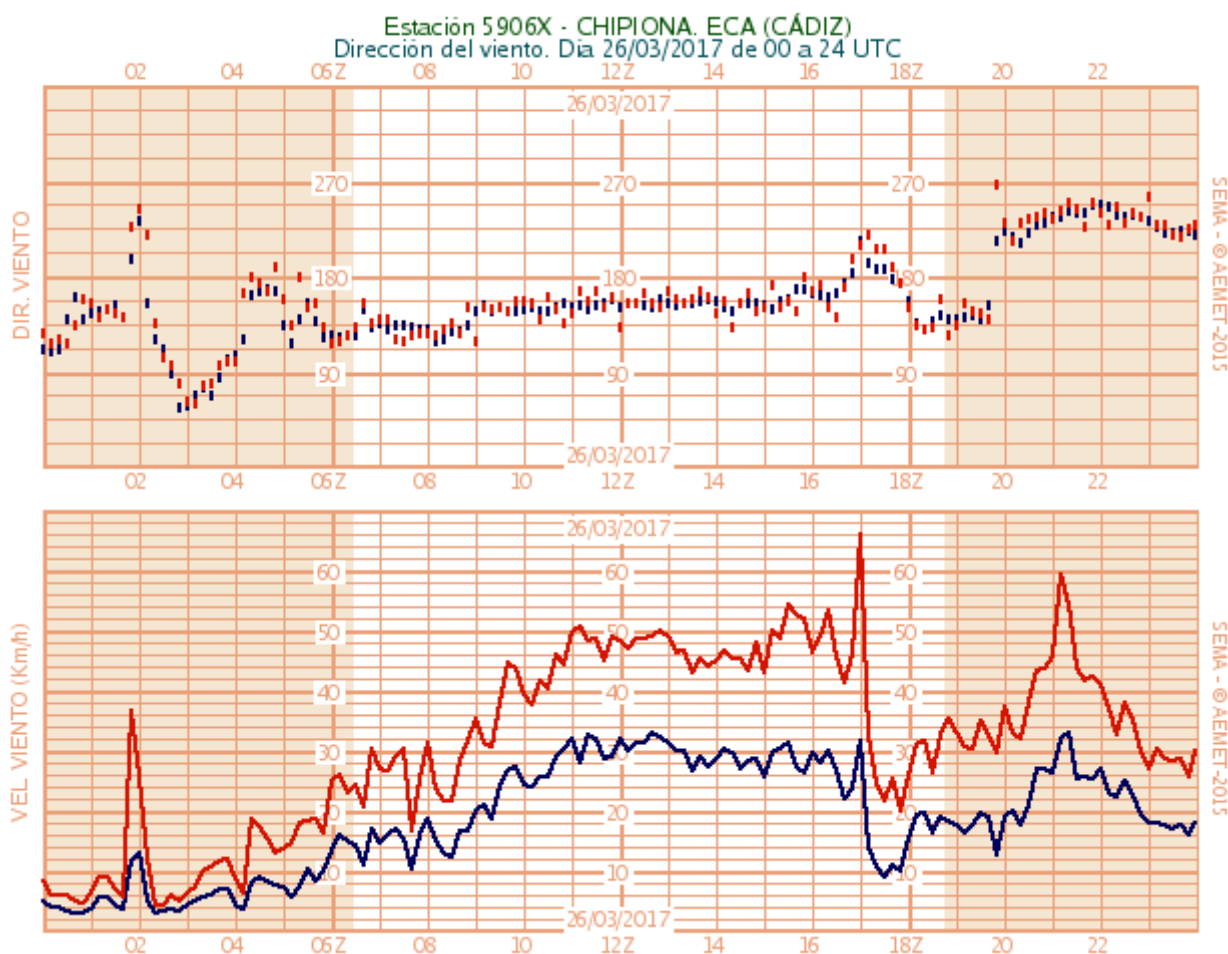


Figura 9. Radar de Sevilla. PPI de reflectividad, elevación 0.5°. Imagen de las 20:06 UTC. Se enmarca en rojo la célula asociada al tornado

## 5- Datos de observación





**Figura 10. Gráficas de temperatura, precipitación y viento de la estación automática de Chipiona del día 26 de marzo de 2017**

En los registros de la estación automática de Chipiona, muy cercana a Sanlúcar de Barrameda, se observa el paso de una banda de precipitación entre las 17 y las 18:30 UTC, acompañado al principio de un pico de viento con rachas superiores a 60 km/h y un giro de sureste a suroeste. Tras el paso de la banda, el viento vuelve a girar a sureste, manteniéndose flojo al paso de otra banda de precipitación, débil y de corta duración, alrededor de las 20 UTC, hora de ocurrencia del episodio de viento. Posteriormente se observa otro máximo de viento a las 21 UTC, con rachas máximas de 60 km/h. El viento máximo registrado no es suficiente para explicar los daños observados en la zona de estudio, donde además los testimonios coinciden en situar el episodio alrededor de las 20 UTC, no a la hora de los máximos relativos, por lo que habría que asociarlo a un fenómeno local de origen convectivo.

## 6- Visita de campo

La visita se llevó a cabo el lunes 27, y los detalles de los hallazgos y testimonios se encuentran en el informe de la visita de campo, [http://sinobas.aemet.es/subidos/pdfs/880\\_estudio\\_campo\\_sb\\_26032017.pdf](http://sinobas.aemet.es/subidos/pdfs/880_estudio_campo_sb_26032017.pdf).

Resumimos a continuación las características de los daños observados y referidos por los testigos. En general, encontramos buena parte de los daños aún sin reparar, aunque ya se habían iniciado las tareas de recogida de escombros y desbloqueo de vías.



Los daños identificados describen una trayectoria de SW a NE de algo más de 8 km, que comienza en las afueras, cerca de la autovía que rodea la población por el sur y se adentra en el casco urbano por el E, y termina en una gran extensión de invernaderos en la pedanía de La Algaida, al NE de la población, pasando por barriadas semi-rurales, con predominio de construcciones bajas, rodeadas de huertas e invernaderos, entre los que no siempre era fácil moverse en la dirección del rastro. Particularmente, hay lagunas en la zona de entrada, menos urbanizada, y a la salida del casco urbano, hasta la entrada en los invernaderos.

La mayoría de los daños estarían en el nivel T1 de la escala Torro (sillas, plantas pequeñas salen volando; losas, chimeneas, tejados con mayores daños; daños leves en setos y árboles) y algunos en T2 (tejados arrancados y volando; árboles pequeños arrancados de raíz, daños en árboles). En la escala Fujita mejorada algunos daños quedan en EF0 (algunas tejas caídas y otras pequeñas piezas de los tejados arrancadas; ramas de árboles rotas y algunos árboles poco profundos arrancados) y otros en EF1 (tejados seriamente despedazados; pérdida de puertas exteriores y ventanas y otros cristales rotos)

Por otra parte, los testimonios coinciden en que ocurrió algo después de las 10 de la noche, y en que había sido precedido de tormenta con lluvia fuerte (y, según algún testimonio, granizo) que luego cesaron, y en que escucharon un ruido intenso de duración en torno a un minuto, que en algún caso comparan con un terremoto. Nadie pudo ver el vórtice, pero muchos narran que volaban chapas, ramas y otros escombros, lo que encaja también con los daños que parecen causados por impactos.

## 7- Conclusión

De acuerdo con todo lo anteriormente expuesto, la situación meteorológica de la tarde-noche del 26 de marzo de 2017 era compatible con la ocurrencia de tornados en el litoral de Cádiz. Asimismo, a la hora de ocurrencia del episodio según los testimonios, se observa el paso por la zona de una célula convectiva capaz de generar un tornado. Por último, los daños observados se concentran a lo largo de una línea larga y estrecha y los testimonios son compatibles con el paso de un tornado por la zona afectada.

Por ello **se estima muy probable que alrededor de la 22:00 hora oficial un tornado atravesase el término municipal de Sanlúcar de Barrameda, desplazándose en dirección SSW – NNE según trayectoria adjunta al final, produciendo los daños por viento observados en la zona afectada. La longitud total de la trayectoria sería de unos 9 km. La anchura máxima sería de unos 80 m en la zona de la carretera de Jerez. La intensidad máxima habría sido de EF1 en la escala mejorada de Fujita, con vientos máximos entre 130 y 150 km/h. Se observan amplias zonas sin referencia de daños en el seno de la trayectoria estimada, lo que puede deberse en parte a que esas zonas están menos urbanizadas, y en parte a una posible intensidad menor del tornado en dichas zonas.**

*Nota: La escala mejorada de Fujita está pendiente de ser adaptada a España, por lo que debe ser usada con precaución. Ni las características del arbolado ni las tipologías constructivas en EEUU son directamente extrapolables a España, de modo que la equivalencia entre marcadores de daño / grado de afectación y velocidad de viento estimada no tiene por qué ser la misma.*



## 8- Anexo. Trayectoria estimada.



Figura 11. Tornado del 26-03-2017. Localización de daños identificados y trayectoria estimada en Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)