



Informe preliminar sobre la posibilidad de ocurrencia de tornado en el municipio de Sevilla el 12 de abril de 2018

Delia Gutiérrez Rubio

1- Introducción

El día 12 de abril un frente frío muy activo, asociado a una baja centrada cerca de las costas de Galicia y Portugal barría gran parte del S y el W peninsular. A lo largo de la tarde aparecen noticias en redes sociales y prensa digital acerca de la ocurrencia de un fuerte viento que dio lugar a numerosas incidencias en Sevilla capital y en zonas del entorno, se difunden imágenes de los daños, e incluso un par de vídeos del fenómeno y una grabación de una cámara web, sin que en ningún caso se llegue a apreciar un embudo. En algunos medios se lo denomina tornado, aunque en ciertos círculos también se usan otras expresiones como turbonada o frente de racha. El mismo día 12 se realiza una primera visita de campo a la zona más afectada en los barrios de Triana y centro. Al día siguiente se completa la visita a la probable zona de entrada del fenómeno, así como a zonas de la periferia de la ciudad donde también hay noticias de daños. Las incidencias en la provincia han sido exhaustivamente documentadas mediante un informe del servicio de emergencias 112, y luego completadas con otras fuentes. También se ha contrastado la información con la peritación del Consorcio de Compensación de Seguros, y además se ha tenido acceso a las grabaciones de dos nuevas cámaras web. En el presente informe se analizan los daños registrados, las observaciones disponibles y las condiciones meteorológicas, para obtener una conclusión sobre el tipo de fenómeno ocurrido y su intensidad.

2- Entorno sinóptico

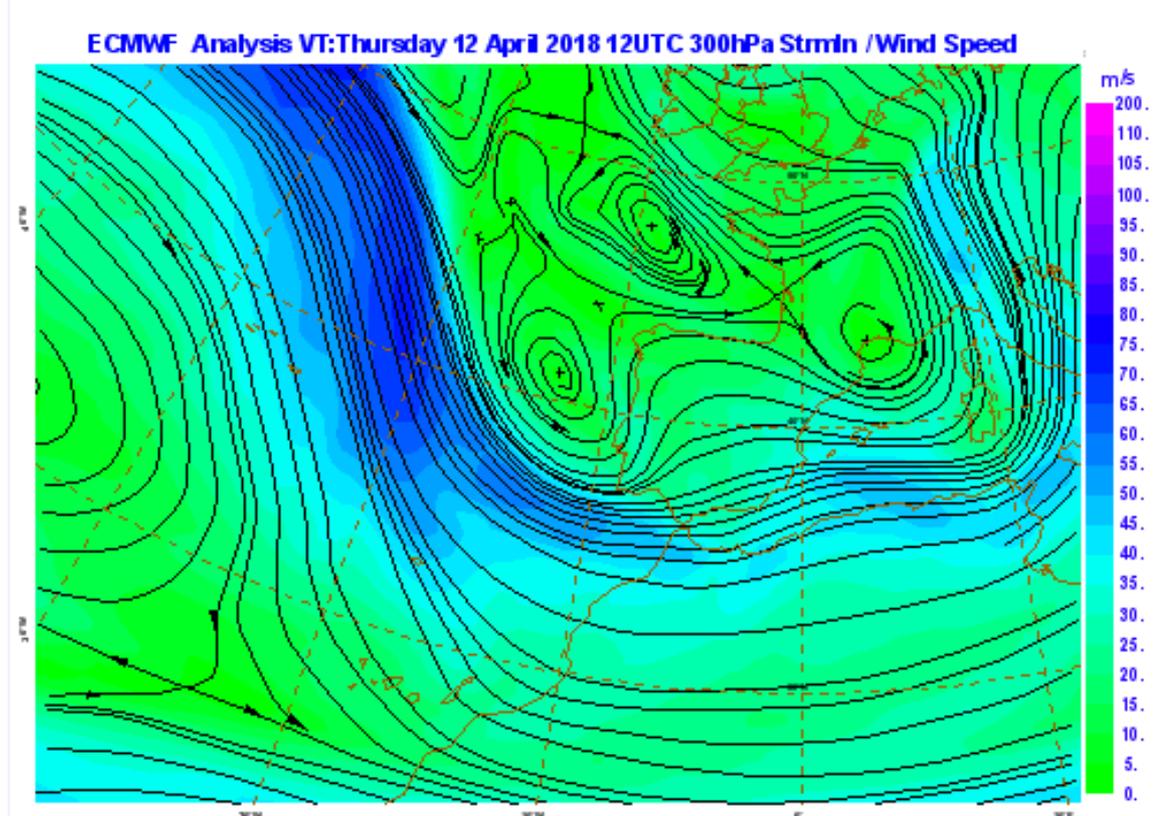


Figura 1. Líneas de corriente e isotacas en 300 hPa. Análisis de ECMWF del día 12 de abril a las 12 UTC

ECMWF Analysis VT:Thursday 12 April 2018 12UTC 500hPa Temperature/ Geopotential

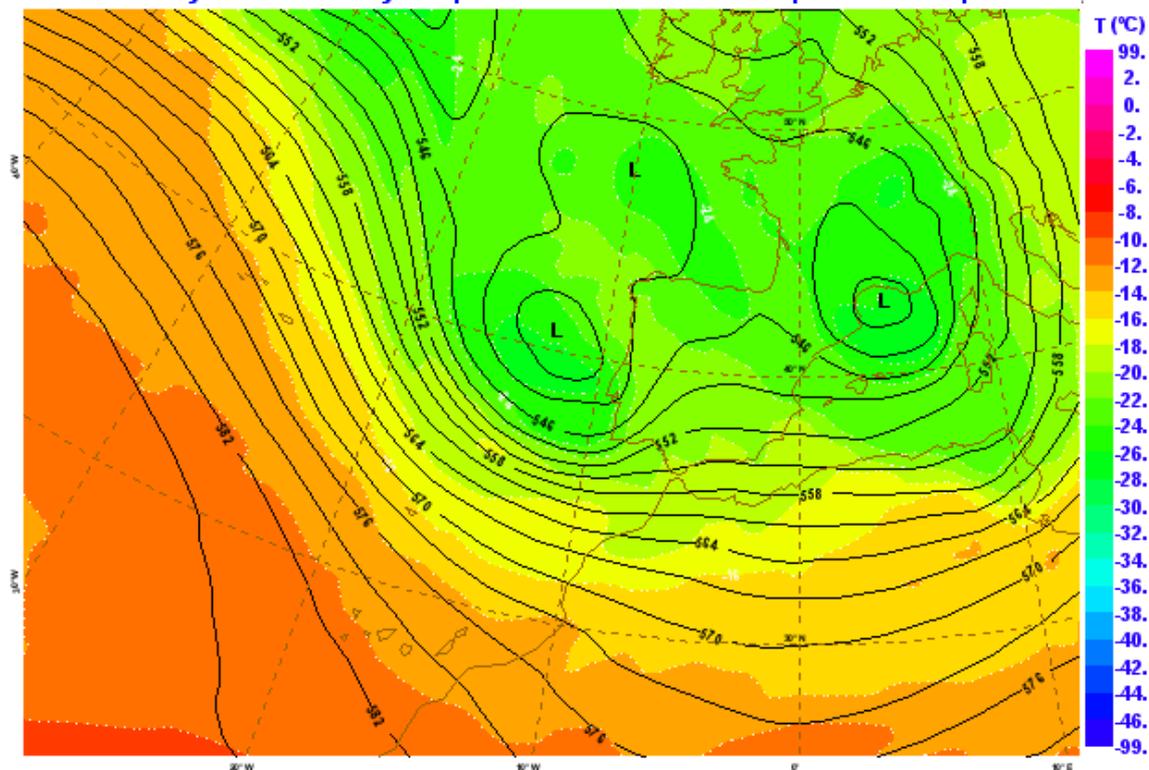


Figura 2. Geopotencial y temperatura en 500 hPa. Análisis de ECMWF del día 12 de abril a las 12 UTC

ECMWF Analysis VT:Thursday 12 April 2018 12UTC 850hPa Temperature/ Mean sea level pressure

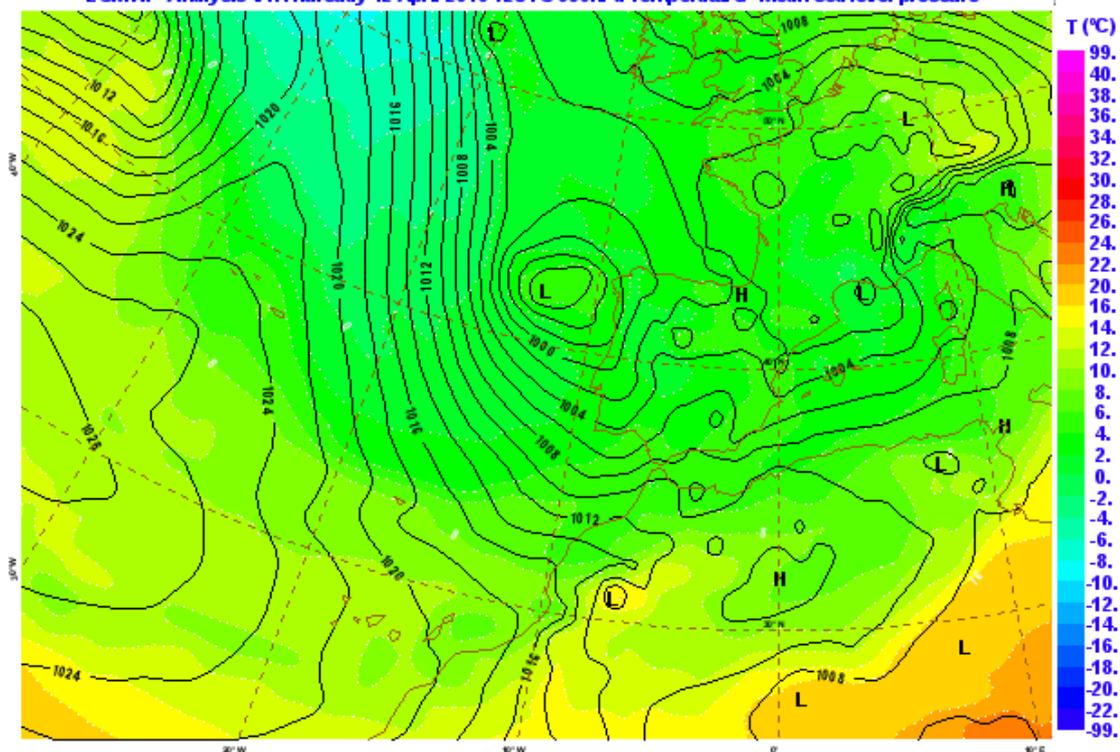


Figura 3. Presión reducida al nivel del mar y temperatura en 850 hPa. Análisis de ECMWF del día 12 de abril a las 12 UTC

Los análisis del modelo determinista del Centro Europeo del día 12 a las 12 UTC (fig. 1, 2 y 3) reflejan muy bien el frente a todos los niveles. En niveles altos, chorro envolviendo la depresión y apuntando hacia el G. de Cádiz; en niveles medios, vaguada por detrás del frente y marcada difluencia delantera; en superficie, giro en las isobaras y cierta advección fría. El resultado de esta situación fue un frente frío activo que se desplazó rápidamente, dejando a su paso vientos intensos y precipitaciones generalizadas. A las 12 UTC el límite frontal coincidía aproximadamente con la frontera sur de España y Portugal.

3- Parámetros convectivos

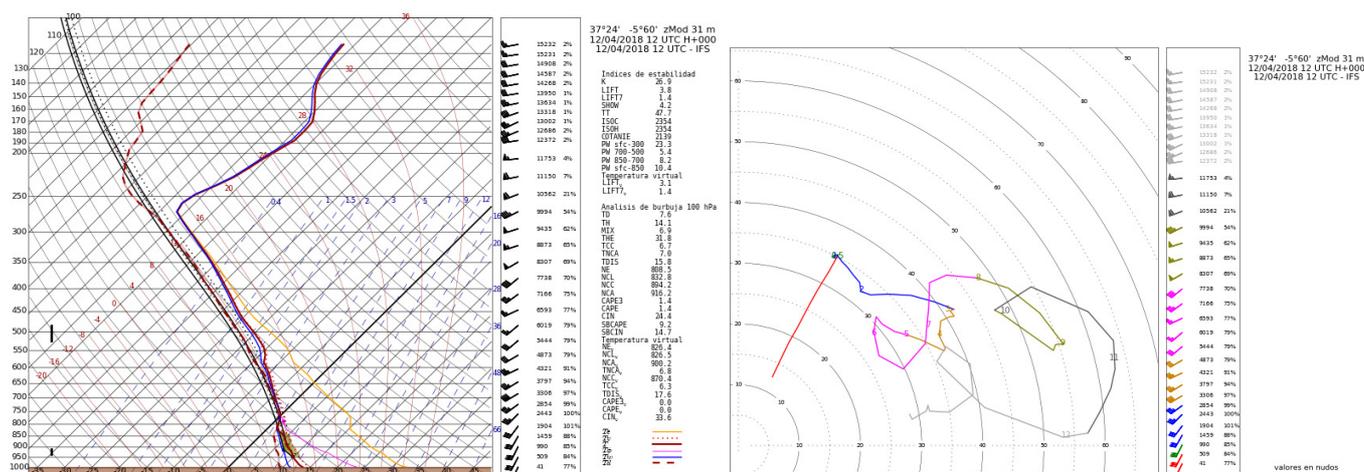


Figura 4. Modelo ECMWF. Pasada del día 12/4/18 las 12Z. Análisis HH+00. Perfil vertical previsto sobre un punto próximo a la capital y hodógrafa.

El perfil atmosférico (fig. 4) en el entorno de la ciudad a las 12 UTC, hora a la que comenzaban las precipitaciones asociadas al frente, es muy húmedo y ligeramente inestable. El viento es intenso a todos los niveles, y la cizalladura vertical es significativa, recta al principio, y con cierto giro a la derecha después (advección cálida). En estas condiciones, una burbuja que fuera empujada desde la superficie, ascendería libremente hasta alrededor del nivel de 800 hPa.

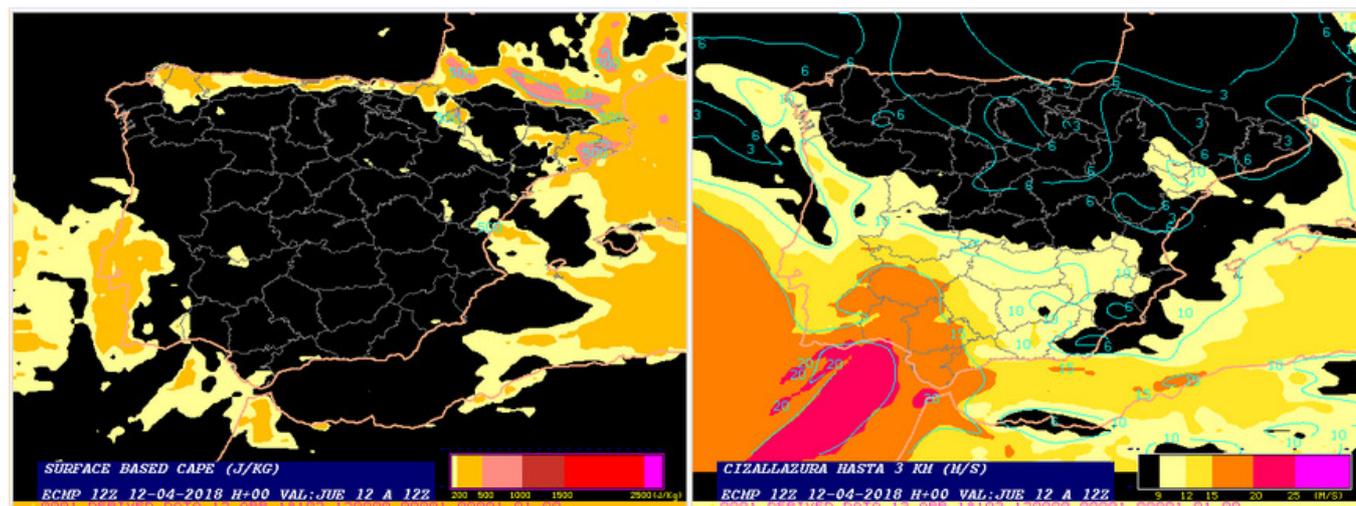


Figura 5. CAPE desde la superficie y cizalladura vertical en los primeros 3km. Modelo ECMWF. Pasada de las 12Z. Pronóstico HH + 00

Las condiciones generales al paso del frente eran de una inestabilidad poco acusada, como se refleja en los valores de CAPE poco significativos, y una cizalladura moderada, con valores entre 15 y 20 m/s en Andalucía occidental.

4- Teledetección

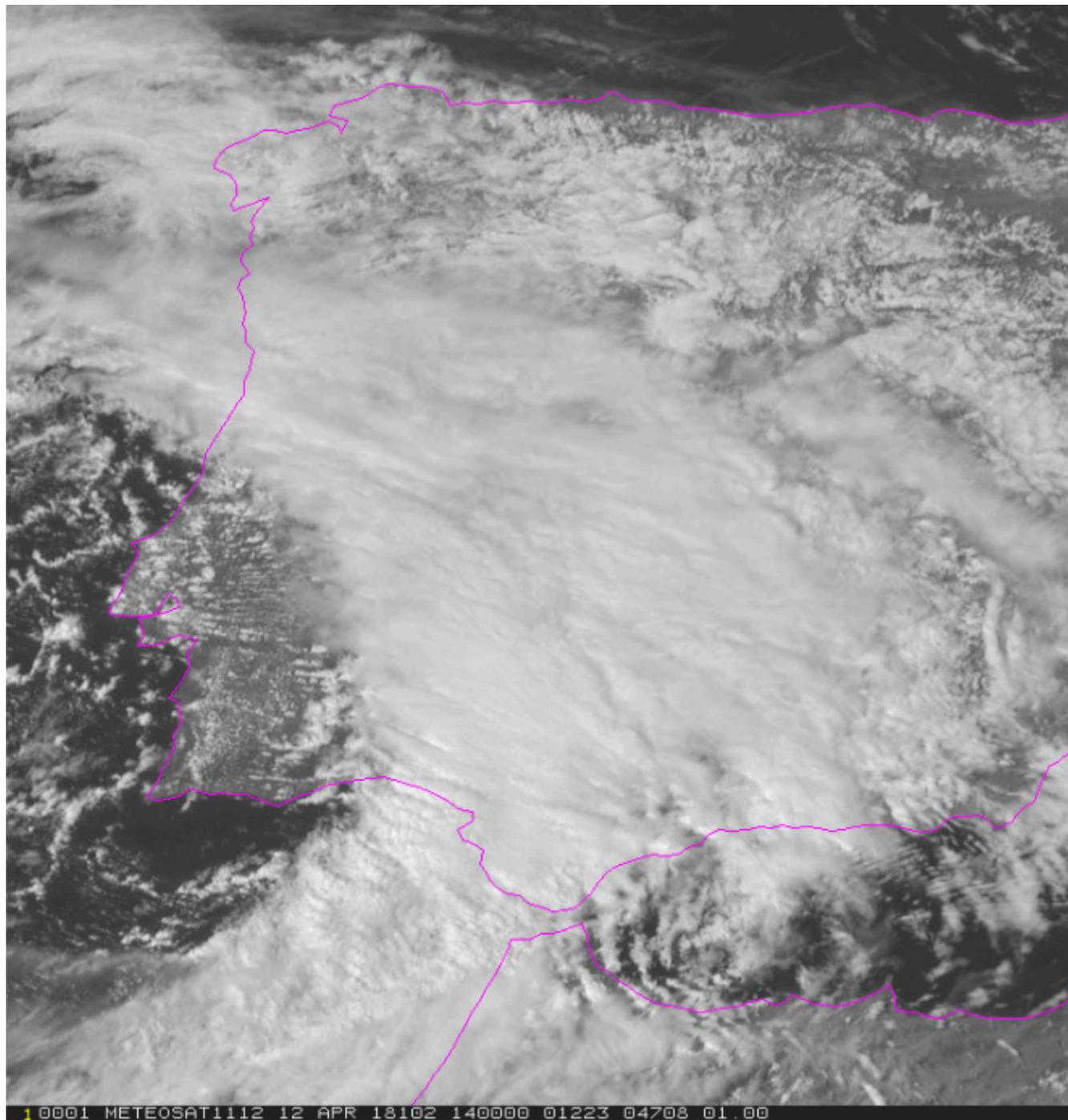


Figura 6. Imagen HRVIS de las 1400 UTC, mostrando el frente frío cubriendo prácticamente toda Andalucía occidental.

La imagen visible a las 14 UTC (fig.6), hora aproximada del suceso, muestra un frente frío que se extiende en arco desde el N de Portugal hasta el G. de Cádiz, cubriendo toda Andalucía occidental; por delante, una rama cálida también cubre buena parte de Andalucía oriental y del centro peninsular. La nubosidad de tipo alto enmascara parcialmente en esta imagen las distintas bandas nubosas embebidas en el frente. Los datos de la red de rayos no dan señal de actividad eléctrica.



Aemet
Agencia Estatal de Meteorología

En las imágenes radar de reflectividad se observa (fig. 7 y 8) a las 14:00 UTC una zona amplia de ecos de precipitación que corresponde al frente, en la que se encuentra embebida una estructura lineal con ecos más intensos, una línea de turbonada, que muestra cierta curvatura en S, quedando la ciudad de Sevilla algo al sur de los ecos más intensos, en la zona de cambio de curvatura.

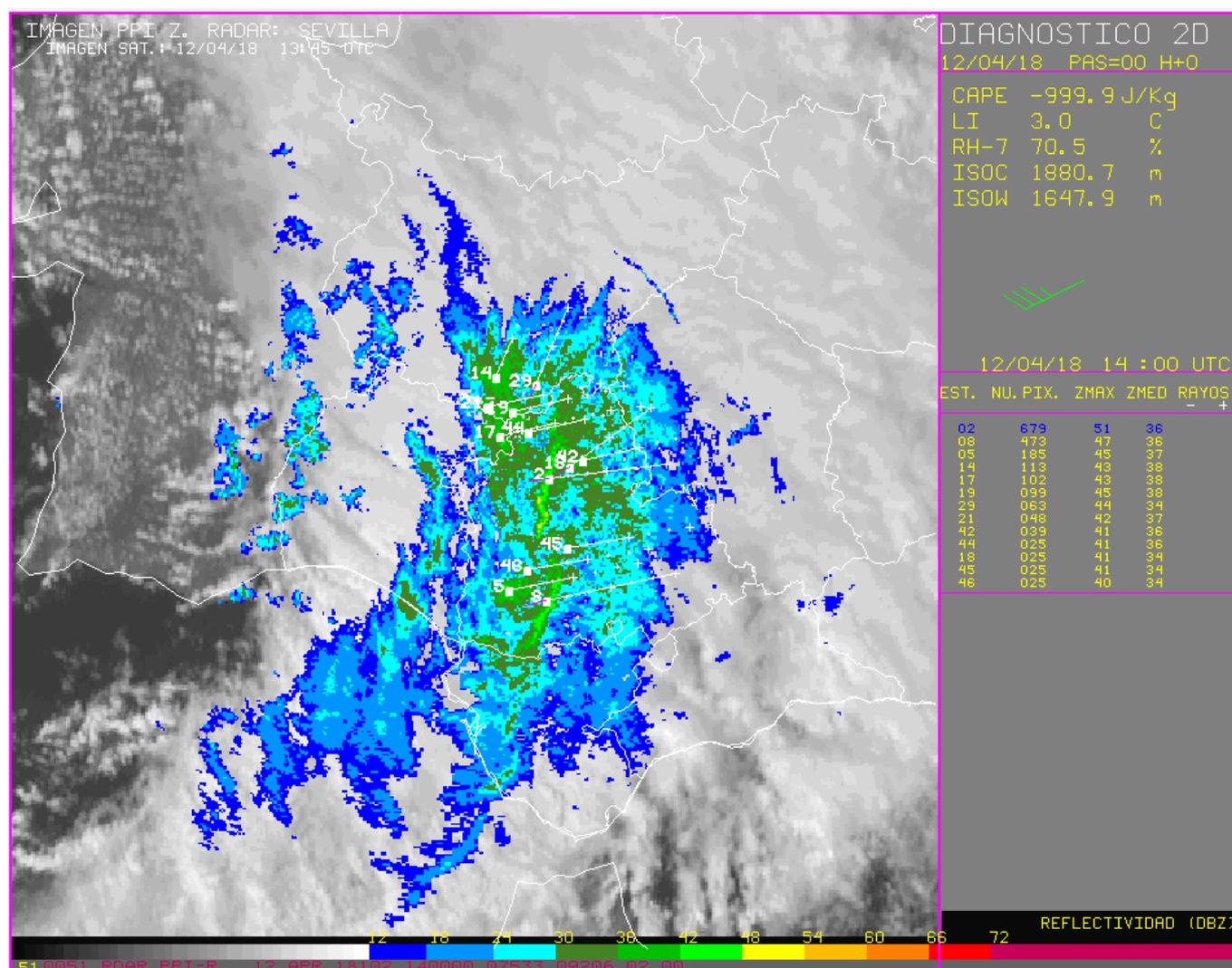


Figura 7. 14:00 UTC Radar de Sevilla. Producto de diagnóstico 2D. Imagen PPI de reflectividad sobre imagen VIS 13:45 UTC. La ubicación de la ciudad de Sevilla es aproximadamente detrás de la célula marcada con el número 45.

CORREO ELECTRONICO

jsorianor@aemet.es
dgutierrez@aemet.es

C/ AMÉRICO VESPUCCIO, 3
ISLA DE LA CARTUJA
41071-SEVILLA
TEL: 954462030
FAX: 954461891

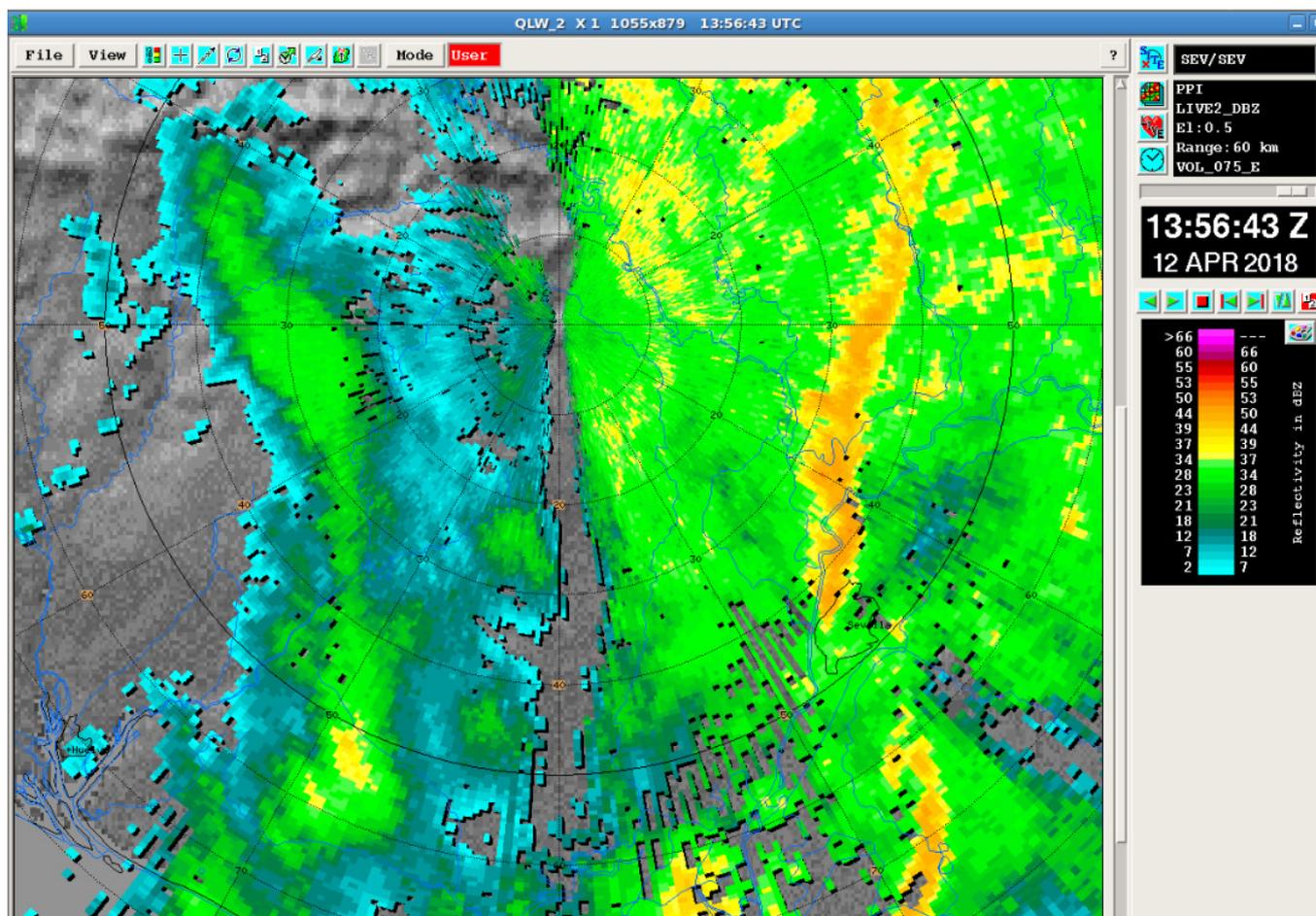


Figura 8. Radar de Sevilla, 13:57 UTC. Imagen más detallada de la línea de turbonada, con su estructura en S. La sección superior, de mayores reflectividades, roza el NW del término municipal, mientras que el extremo N del sector S (zona de menor reflectividad) progresa por el interior de la capital. El mínimo de reflectividad en el sector que atraviesa la ciudad puede explicarse en parte por el apantallamiento ocasionado por la célula al NW de la misma, que se interpone con el radar.

En la célula que se encuentra en el extremo sur de la rama N de la formación en S se aprecian indicios de rotación (figura 9). Es característico de estas estructuras en S esa rotación en el punto de cambio de curvatura, que puede llegar a producir tornados. Este núcleo en rotación (denominado a veces “misovórtice” o “misocyclon”, en inglés, por su escala menor que la de los mesovórtices) se desplaza desde la comarca del Aljarafe, al oeste de la ciudad, hacia el NW de la misma, alcanzando la zona donde se han registrado los mayores daños.

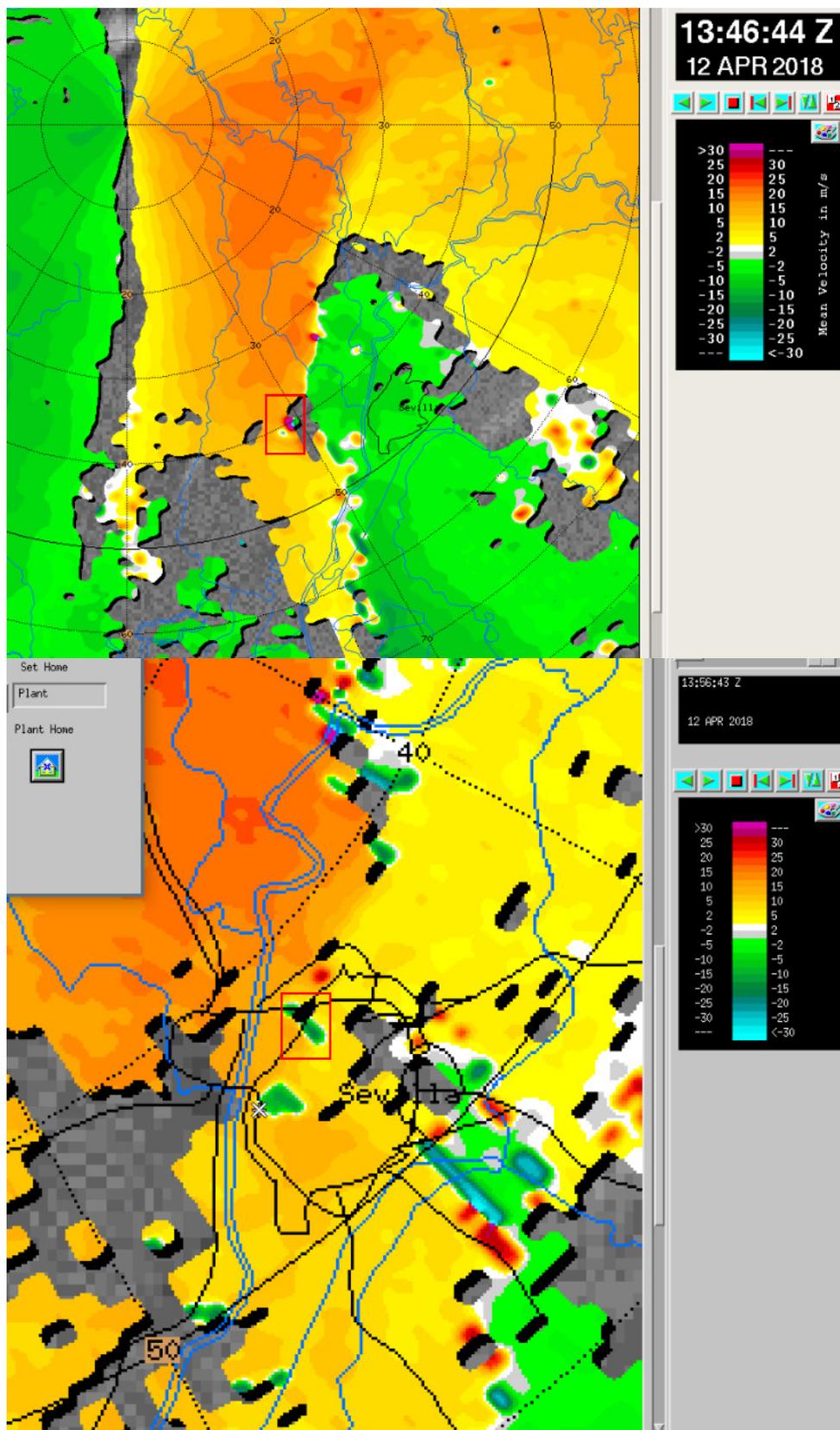


Figura 9. Radar de Sevilla. Viento doppler. A las 13:47 se aprecia al oeste de la ciudad un dipolo (señalado con un rectángulo rojo) de viento, indicativo de rotación en altura, que, más débilmente, se mantiene a las 13:57, cuando ha

alcanzado el NW de la ciudad (señalado con aspa) Al N del primero se aprecia otro posible “misovórtice” (en otro rectángulo rojo), no tenemos noticias de daños asociados a este último.

5- Datos de observación

Los datos sinópticos muestran (figura 10) un entorno de vientos intensos del SW al paso del frente, y un descenso en la intensidad, así como mayor variabilidad en el rumbo -que sigue siendo no obstante mayoritariamente del SW- tras su paso.

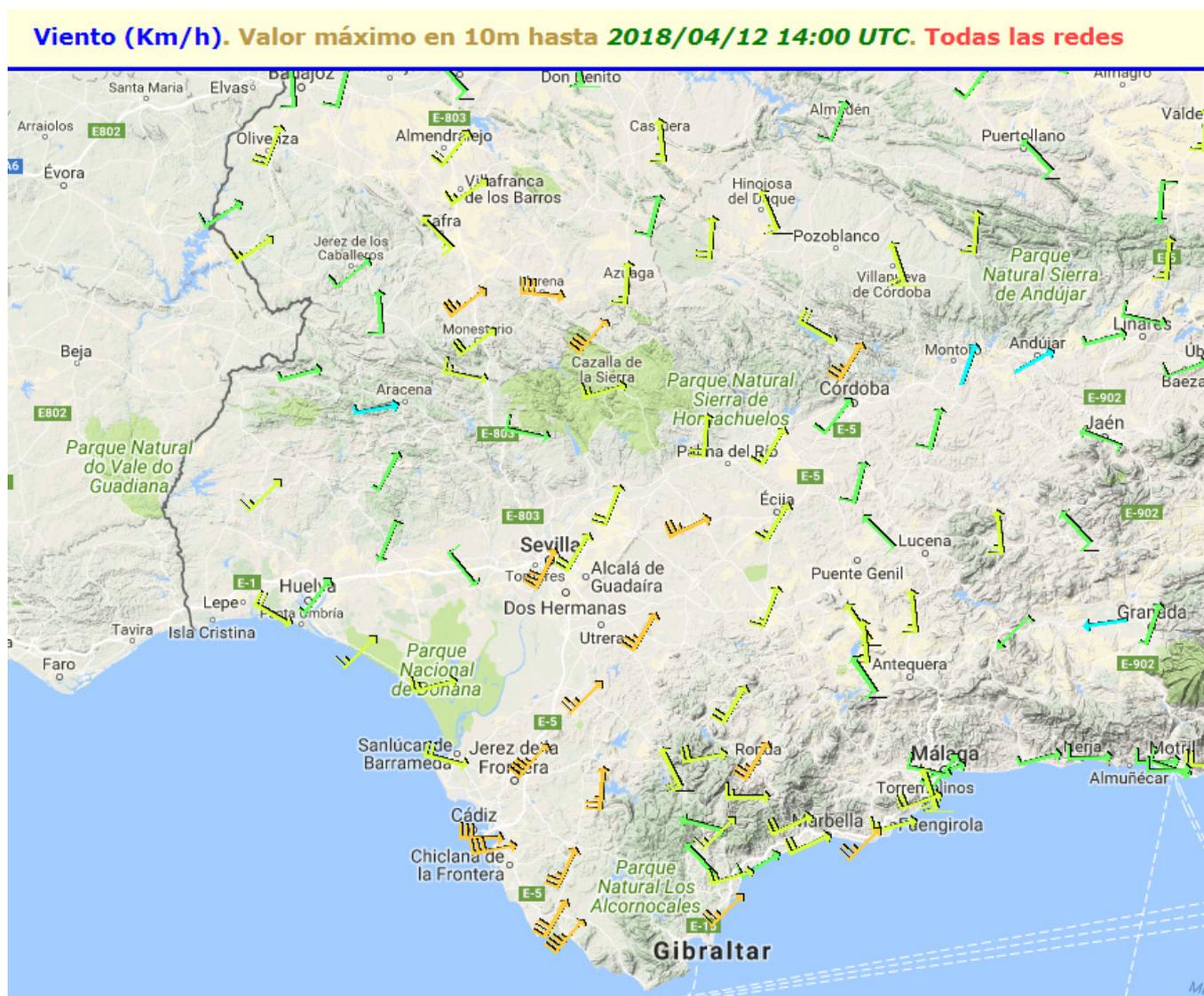


Figura 10. Racha máxima en los 10 minutos previos a las 14 UTC en estaciones del S peninsular

En concreto, las dos estaciones de Aemet en la ciudad muestran (figuras 11 y 12) un patrón muy similar, que se repite también en otras estaciones en Sevilla a cuyos datos hemos tenido acceso: Por delante de la banda convectiva el viento va en continuo aumento; es primero de S y luego de SSW. Al paso de la banda se produce una fuerte ráfaga, del S en Tablada (al sur de la ciudad) y del SW en el aeropuerto (al NE de la misma), y un brusco giro del viento a componente N, que va acompañado de un descenso de unos 3 °C en la temperatura, así como de un pico descendente de la humedad. En el caso del aeropuerto, donde disponemos de registro de presión, se aprecia también un pico ascendente de la misma. Con posterioridad al paso de esta línea convectiva el viento recupera el rumbo SSW, sin llegar a alcanzar la intensidad de las horas previas. Un patrón similar se refleja también



en las gráficas de otras estaciones en la provincia, como la de Carrión de los Céspedes (al W de la ciudad, donde la racha llega un poco antes de las 14 UTC) como la de Carmona-Villegas (al NE de Sevilla, donde la racha llega un poco después.

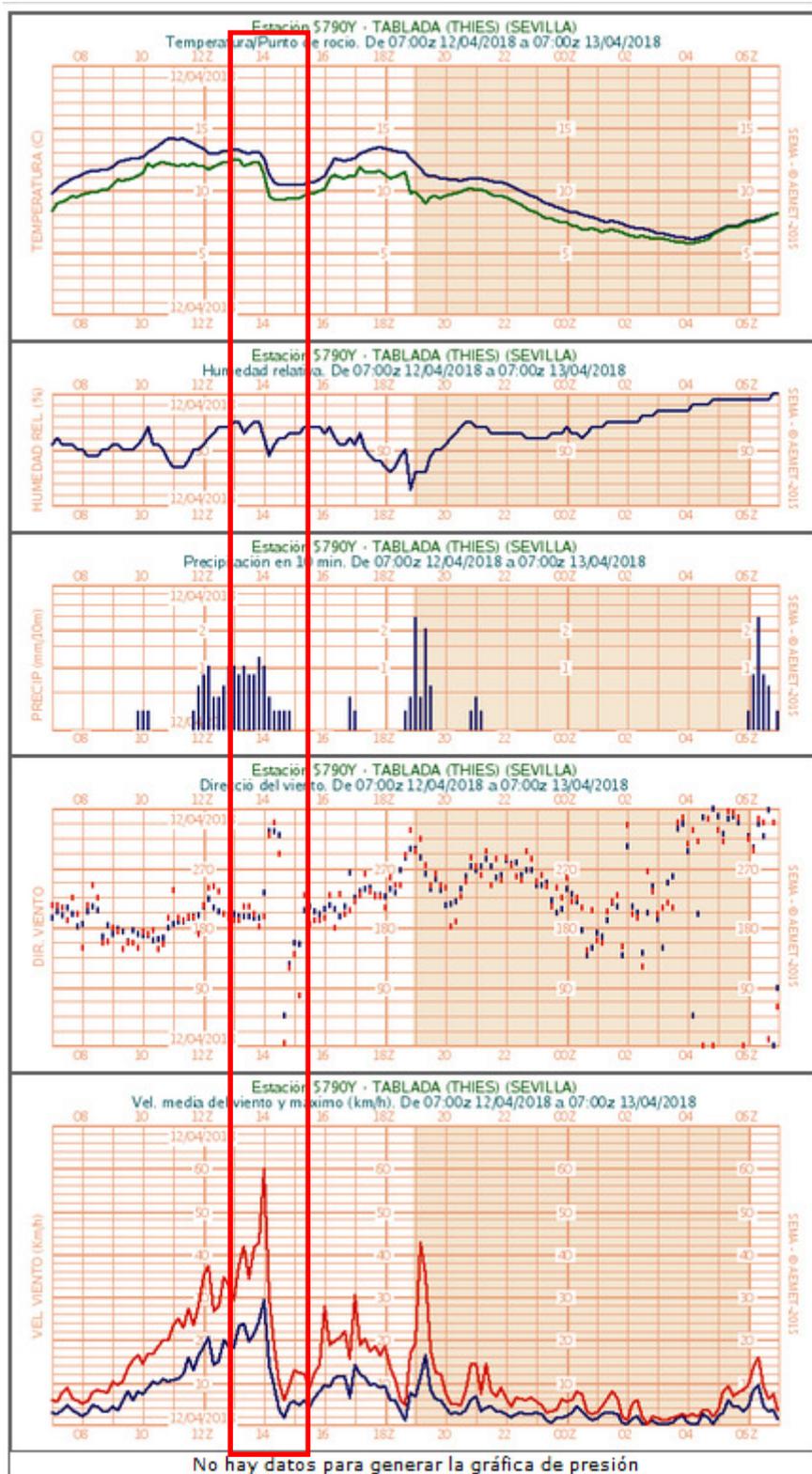


Figura 11. Gráficas de la EMA Sevilla-Tablada, ubicada al S de la ciudad, a unos 2 km de las zonas más afectadas

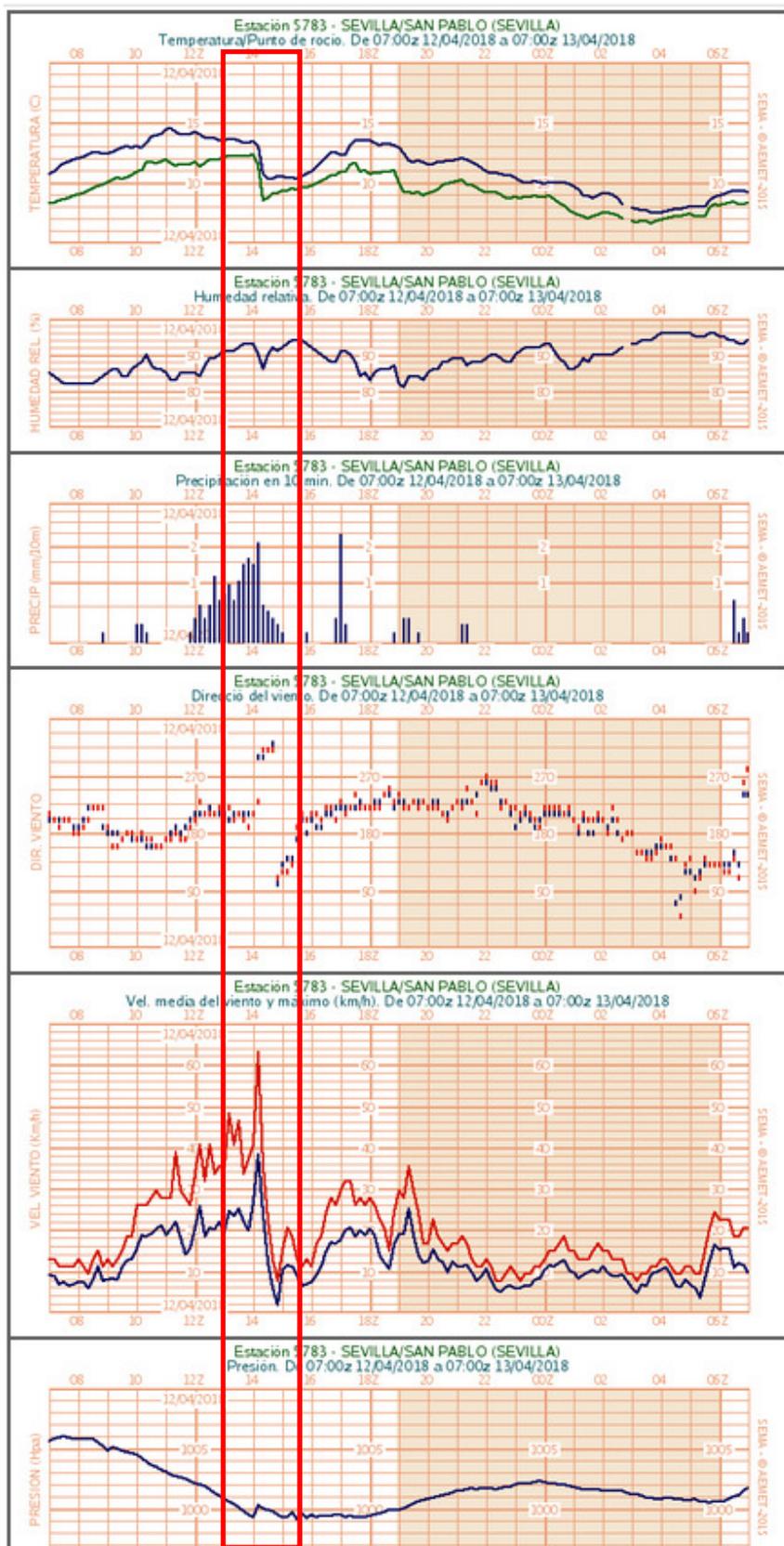


Figura 12. Gráficas de la EMA Sevilla-Aeropuerto, ubicada al NE de la ciudad, a unos 10 km de las zonas más afectadas



6- Estudio de campo

La misma tarde del suceso se visita Triana y el paseo de Colón, donde se concentran los daños los daños más importantes. Se tienen referencias de algunos daños en otros puntos de la ciudad, con carácter mucho más disperso. Al día siguiente, una vez obtenida una relación de incidencias del 112, se explora la zona de inicio, así como zonas de la periferia, en el municipio de la Algaba y en la comarca del Aljarafe, donde también hay constancia de incidencias.

La visita a la zona de Triana y centro ciudad permite identificar daños en una franja de hasta 100 m de ancho y 1,5 km de largo. Los datos de incidencias en el resto de la ciudad son en general más leves y dispersos, aunque se puede distinguir una franja donde los daños se concentran más, con una longitud de más de 5 km, incluso de 8 km si se consideran los daños en el extremo noreste de la ciudad, aproximadamente alineados con la franja citada. Las direcciones de caída en el área inspeccionada oscilan entre el noreste y el noroeste. Las características de la traza de los daños, lineal más que extendida en un área más amplia, invita a descartar tanto que se deban al pico de viento al paso de la línea convectiva como que se trate de un reventón. La traza corta en diagonal la malla de calles de Triana, mientras un reventón se habría propagado de una forma más amplia y dispersa. La afectación de San Jacinto, a mitad de la calle, pero no al final, junto al río, ni al principio, junto a la Ronda de Triana, es muy indicativa al respecto, y lo mismo podría decirse del Paseo de Colón. También el gran árbol derribado en la trasera del polideportivo, con edificios cerrándolo por el sur y oeste, no habría sido afectado por una fuerte corriente junto a la superficie, como sería el caso de un reventón. Las rachas máximas del orden de 70 km/h medidas en distintos puntos de la ciudad, no justifican los efectos observados.

Aplicando la escala mejorada de Fujita, la mayor parte de los daños observados sugieren una intensidad de EF0, aunque los más graves en plaza del Zurraque y calle Valladares probablemente implican una intensidad de EF1.

Los daños observados en Bormujos presentan una alineación similar a los de Sevilla, con una traza principal de unos 500 m de largo y unos 40 m de ancho aunque la distancia entre ambas zonas (si bien hay constancia de algunos daños, la mayoría leves, en Tomares) no permite asociarlos claramente a un mismo fenómeno.

Los daños en La Algaba afectan a una zona reducida, siendo claramente independientes a los anteriores, si bien parece que se produjeron también al paso de la línea del frente. Hay referencias de algunos daños puntuales en otros municipios alineados a partir de este, que no hemos visitado.

7- Otros datos de daños

Para completar la información de daños en un área tan extensa hemos recurrido a diversas fuentes. Resumimos a continuación la información recabada, que queda recogida también en los mapas anexados.

El servicio de emergencias 112 Andalucía nos ha facilitado un informe exhaustivo de todas las incidencias de las que tuvieron constancia en la provincia de Sevilla. Las primeras incidencias ocurren en Bormujos (comarca del Aljarafe, al W de la ciudad), siendo notificada la primera a las 15:52 h.l. A las 15:57 tienen una incidencia en Tomares (siguiente localidad hacia el W, en dirección a la ciudad). A las 15:59 tienen la primera comunicación de una incidencia en la capital que corresponde con un árbol caído en la puerta de Jerez (centro de la ciudad) a la que se suceden varias decenas de incidencias más, la mayoría de ellas notificadas poco después de las 16, la más tardía notificada a las 17:18, pero referida a alguno de los daños ocurridos en Triana. El resto de incidencias se refieren a municipios al N de la ciudad de Sevilla, río arriba: La Algaba, La Rinconada, Cantillana y Lora del Río, siendo notificadas las incidencias entre las 16:07 y las 17:17, siendo las más llamativas las de La Algaba, que visitamos el segundo día.

La mayoría de las incidencias notificadas al 112 se refieren a árboles o ramas caídas, y algunas más leves como contenedores u otros objetos en las vías.

Contactos particulares nos han puesto en conocimiento de algunos otros daños puntuales que concuerdan con todo lo referido. El dato nuevo más llamativo que hemos conocido se trata de daños en la techumbre de una nave



en el polígono El Manchón de Tomares, al W de la ciudad de Sevilla, ocurrido según refieren por la caída de un cartel sobre la misma.

Todos los daños de los que hemos tenido referencias se encuentran marcados en los mapas anexados.

El informe de inspección de daños en Sevilla capital del CCS reporta información en las zonas de Triana, centro y Nervión coincidente con la nuestra.

Por otra parte, circulan en las redes dos videos anónimos, uno tomado desde una cafetería muy céntrica, frente al archivo de Indias, y otro desde la marquesina del hotel Los Lebreros, frente al Corte Inglés de Nervión. En ambos se aprecia fuerte viento acompañado de lluvia horizontal y numerosos objetos volando, que mantiene su intensidad durante unos 20 o 30 segundos. No se puede apreciar ningún embudo o vórtice.

Contamos también con la grabación de tres cámaras web:

La primera pertenece a meteotriana@eltiempo Sevilla.es, está ubicada en el barrio del León de Triana, apuntando hacia el NE, es decir, hacia la zona afectada, y disponemos de una imagen cada 2 seg en el intervalo entre las 15:50 y las 16:15 h.l. Se aprecia en primer lugar un desplazamiento muy rápido de nubes bajas, seguido de un brusco cambio del rumbo de las nubes acompañado de un remolino que parece quedar debajo de las nubes y moverse muy rápidamente (fig. 13)



Figura 13. Fotograma de la webcam @eltiempo Sevilla.es sobre las 16:06 h.l.

La segunda es la webcam de la web tiempoensevilla.es, ubicada en la confluencia de las avenidas de Cádiz y Málaga, en un edificio alto con vistas al centro y el oeste de la ciudad, es decir, perfectamente orientada a todo el escenario afectado por los principales daños en Triana y el centro de la ciudad. Esta cámara ha tomado una imagen cada minuto durante las 24 horas, la grabación está disponible en YouTube. La grabación permite apreciar cómo el frente fue afectando a la ciudad, la rápida circulación de las nubes y las precipitaciones es constante desde



alrededor de las 13:30 h.l., y parece ir en aumento poco antes de las 16 h.l., para después mejorar súbitamente. No se aprecia en ningún momento un embudo.



Figura 13. Fotograma de la webcam @tiempoensevilla.es a las 15:57 h.l.

La tercera es la webcam del hotel Alfonso XIII, ubicado en la Puerta de Jerez, muy cerca de la trayectoria de los daños, y orientada hacia la misma. Esta grabación también está disponible en internet. Por desgracia, esta cámara solo facilita una imagen cada 5 minutos. Lo único relevante que hemos podido apreciar es un oscurecimiento a las 16 h.l., y alguna cosa volando en el aire (figura 13)



Figura 13. Fotograma de la webcam del Hotel Alfonso XIII a las 16 h.I.

8- Conclusión

La situación meteorológica del día 12 de abril era compatible con la ocurrencia de fenómenos de viento convectivo. La línea de turbonada descrita en el apartado de teledetección fue acompañada, según todos los registros disponibles, de una intensificación de la precipitación y una fuerte ráfaga, seguida de un brusco descenso de la temperatura y la humedad y un aumento de la presión.

El análisis de los daños producidos muestra la existencia de al menos dos grandes líneas donde se concentran daños, orientadas ambas en dirección aproximada SW – NE, una sobre la comarca del Aljarafe y la ciudad de Sevilla y otra algo al norte de la ciudad, río arriba.

Si bien la fuerte ráfaga acompañada de lluvia que fue dejando a su paso la línea de turbonada puede justificar alguno de los daños, no justifica los daños más intensos que se encuentran alineados. Esta alineación de los daños permite también descartar que fueran causados por un reventón, ya que en ese caso la disposición sería más abierta en un círculo en torno a la zona del desplome.

Por todo ello, se estima que con toda probabilidad uno o varios vórtices recorrieron los municipios de Bormujos, Tomares y Sevilla en torno a las 16 h.I. del 12 de abril de 2018 provocando los daños identificados. La anchura máxima de la traza de daños es de unos 100 m. La intensidad del fenómeno sería en su mayor parte de categoría T2 en la escala Torro y EF0 en la escala mejorada de Fujita, con vientos en torno a 130 km/h, aunque puntualmente pudieron alcanzar en la zona más afectada de Triana categoría T3 en la escala Torro y EF1 en la escala mejorada de Fujita, con vientos en torno a 150 km/h.

También es posible que uno o varios vórtices circularan poco después río arriba, al NE de la ciudad, afectando más levemente a zonas de los municipios de La Algaba, La Rinconada, Cantillana y Lora del Río, quedando menos determinadas en estas zonas los detalles de posibles trayectorias, correspondiendo, en todo caso, la naturaleza de los daños identificados a la categoría EF0/T2.



En cuanto a la naturaleza de dichos vórtices, las opciones más congruentes con los datos conocidos serían bien la formación de uno o varios tornados débiles, bien la formación de vórtices en la zona de fricción de la racha de aire frío con el aire más cálido que le precedía. El entorno algo inestable y con cizalladura moderada hace plausibles ambas hipótesis. De un lado, la falta de imágenes y testimonios que refieran el embudo, pese a tratarse, tanto la ciudad de Sevilla como la comarca del Aljarafe, de zonas densamente pobladas y de una hora de la tarde en que el trasiego de vehículos entre la ciudad y el Aljarafe es importante, hace más incierta la hipótesis del tornado. De otra parte, los vórtices de racha (también conocidos como gustnados), son más difusos y difíciles de identificar, y siempre de categoría débil, lo que encaja con las circunstancias. Además, según Doswell, los vórtices de racha ocurren en “enjambres”, de manera que puede haber varios en existencia al mismo tiempo a lo largo del mismo frente de racha, formándose y disipándose en no más de unos pocos minutos, lo que también explicaría los distintos sucesos de los que hemos tenido noticia que han ocurrido al paso de la línea de turbonada.

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. La escala Torro es una escala de intensidades de viento, con estimación subjetiva de daños, y se utiliza como ayuda para contrastar y reducir el rango de velocidades de la escala EF



9- Anexo. Ubicación aproximada de daños

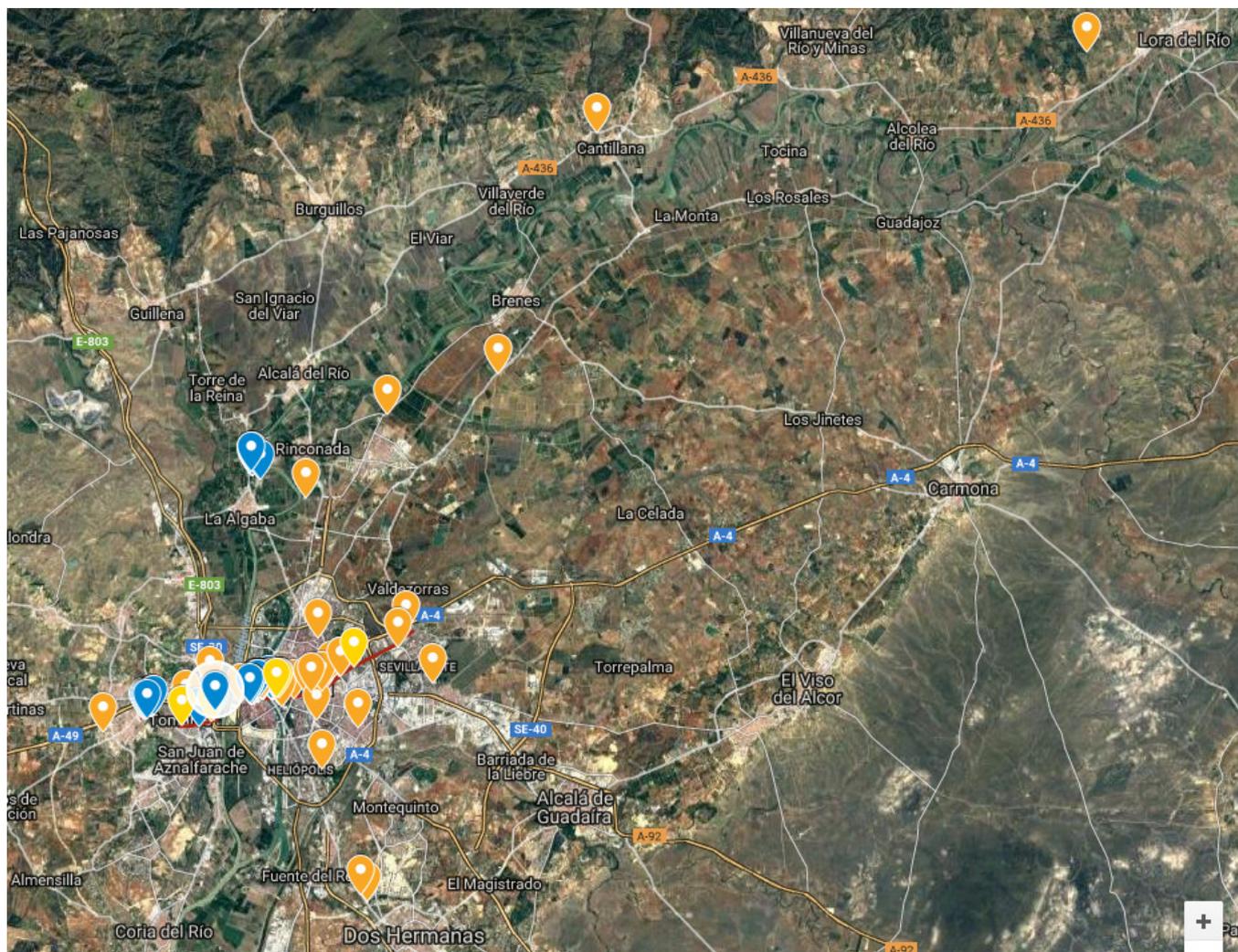


Figura 1. Vista general de todas las incidencias conocidas en la provincia

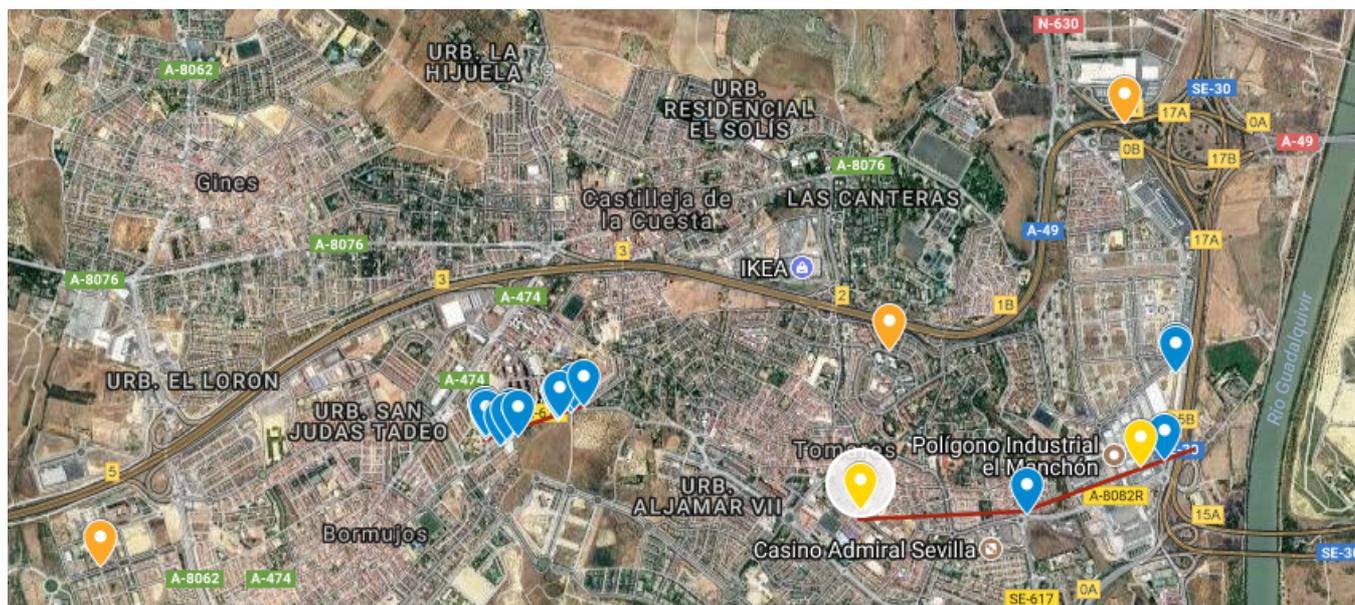


Figura 2. Vista detallada de las incidencias conocidas en el Aljarafe

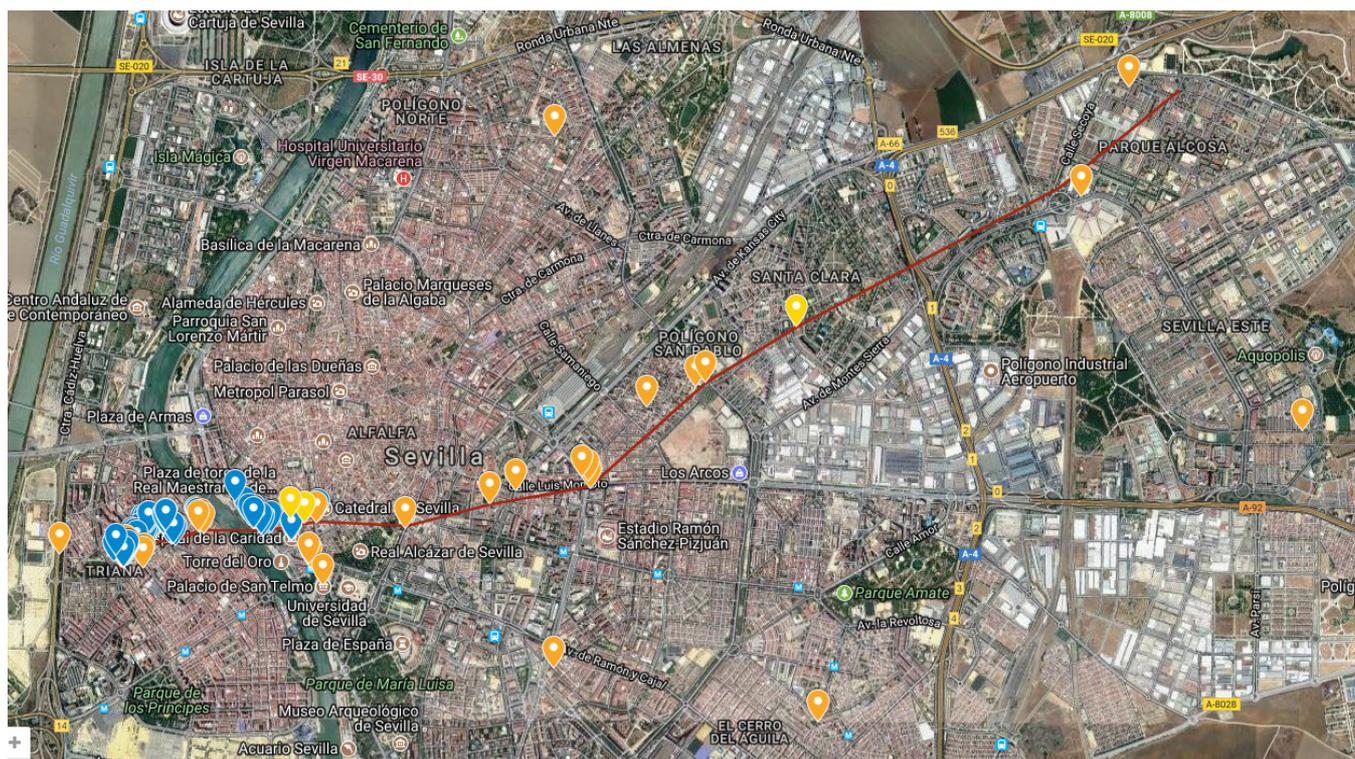


Figura 3. Vista detallada de las incidencias conocidas en Sevilla capital