



# TRAZAS DE LA TEMPERIE

SECCIÓN COORDINADA POR MANUEL LARA JAÉN  
[mlaraj@aemet.es](mailto:mlaraj@aemet.es)

## Vientos fuertes en el País Vasco en septiembre

Los días 13 y 15 de septiembre se produjeron vientos muy fuertes en el País Vasco. El día 13 se midieron rachas de 106 km/h en Matxixako, 102 Km/h en Forua-junto a Gernika - y 96 km/h en Lekeitio al paso de una galerna. El día 15 se midieron rachas de ambos 110 km/h al paso del ciclón Stephanie. En las siguientes líneas analizamos las trazas ambos eventos en dos estaciones meteorológicas automáticas (EMA) de AEMET, y en el caso de Stephanie además en la boya de Gascogne. Vaya por delante el agradecimiento a Margarita Martín Giménez por la colaboración prestada.

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

### 1) La galerna del 13 de septiembre en la EMA de Mutriku (Motrico).

La galerna la disparó el paso de un frente que se desplazaba de oeste a este por la cornisa cantábrica, como se puede observar en la imagen visible de satélite de las 12 UTC (figura 1). En esta imagen se puede distinguir una línea de turbonada en la parte delantera de la nubosidad frontal en su primera etapa, que se puede apreciar en pleno desarrollo en la imagen de vapor de agua de 14:30 UTC de la sección “La imagen del verano”.

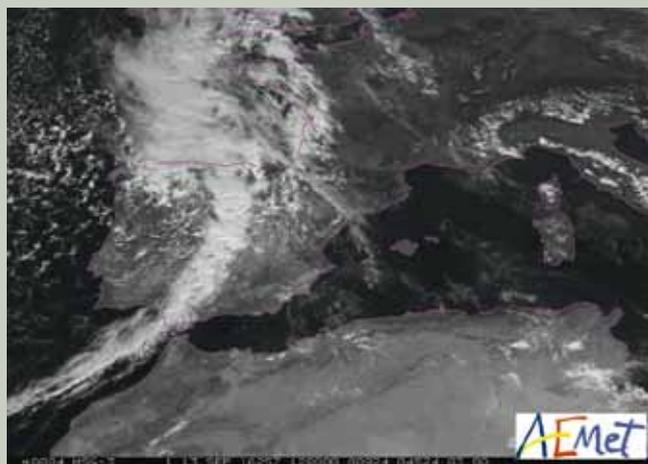


Figura 1. Imagen visible del METEOSAT del 13 septiembre a las 12 UTC. .

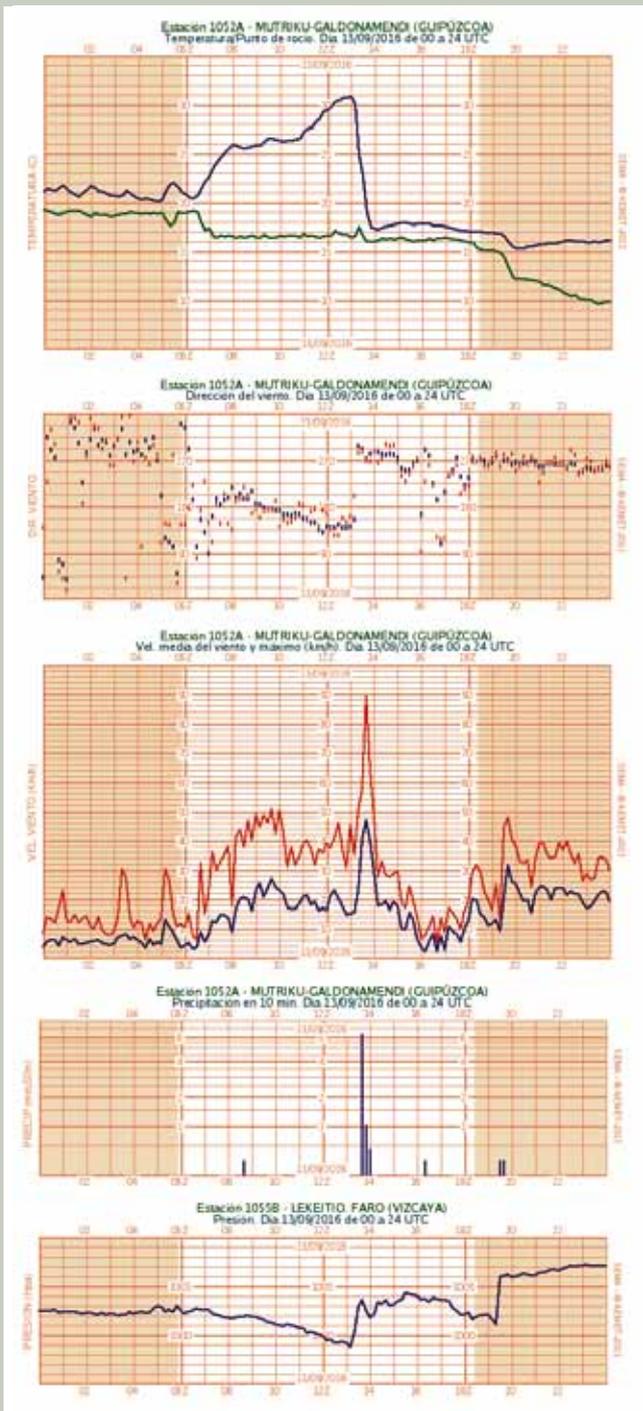
La figura 2 muestra la evolución del viento, la temperatura y la precipitación el 13 de septiembre, al paso de la galerna, en la estación meteorológica automática (EMA) de AEMET 1052A Mutriku-Galdonanmendi.

La mañana transcurrió con viento de componente sur de unos 20 km/h, con rachas de hasta 50 km/h. La temperatura fue subiendo y la humedad relativa bajando hasta alcanzar 31 °C y 51% respectivamente a las 13 z. A las 13 z alcanzó la galerna a Mutriku, el viento cambió bruscamente a poniente aumentando su intensidad a 49 km/h con rachas

de 90 km/h, levantando polvo y arena en las playas y fuerte marejada en el mar. Inmediatamente, después del máximo de viento, se produjeron precipitaciones debidas a una línea de turbonada que se desplazaba hacia el este con la galerna. La temperatura cayó 13 °C y la humedad relativa subió al 90 % en unos tres cuartos de hora. Pasada la turbonada la intensidad del viento amainó en menos de una hora, la temperatura se mantuvo en unos 15-16 °C, y la humedad relativa no bajó del 90% hasta la noche. El aumento del viento coincide con un aumento brusco de la presión de unos 4 a 5 hPa, que se pudo ver en los datos de presión de la EMA cercana al faro de Lekeitio (unos 15 km hacia el oeste), como se muestra también en la figura 2.

Las galernas y galernillas (galernas con rachas menores de 80 km/h) se generan delante de un frente frío que se desplaza hacia el este y más o menos perpendicular a la costa, por el contraste de temperaturas entre la masa de aire cálida delante del frente, procedente del sur, que se recalienta en su descenso hacia el mar por las laderas norte de la cordillera Cantábrica (viento Föhn), y el aire “frío marítimo” del oeste detrás del frente, o bien el aire frío asociado a la evaporación de la precipitación de una línea de turbonada prefrontal, como ocurrió en este caso. La diferencia de temperatura se traduce en diferencia de presión, y la fuerza del gradiente de presión a lo largo de la costa, no puede equilibrarse con la fuerza de Coriolis, pues el aire frío no puede remontar las montañas. Por tanto el viento no tiene componente meridional junto a la costa, y el resultado es el impetuoso avance del aire frío hacia el cálido como una corriente de gravedad. Por otra parte la fuerza de Coriolis actúa sobre el viento de oeste de la galerna, lo que provoca que la corriente se adhiera a la costa montañosa, pudiendo calificarse como una *corriente de gravedad atrapada en la costa*.

Poco después de las 16 UTC un pequeño chubasco probablemente delata el paso del frente frío en altura, que en superficie estaba absolutamente difuminado por la existencia de la línea de turbonada. A las 19:30 UTC se vuelve a producir un chubasco mientras el viento alcanza un pico de in-



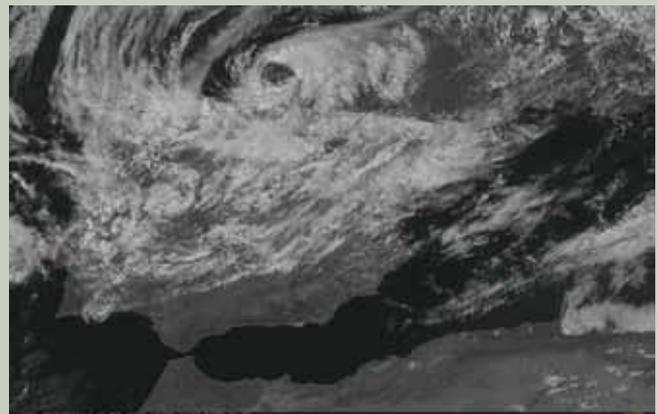
**Figura 2.** De arriba abajo: temperatura y temperatura de rocío, dirección del viento, velocidad del viento y racha máxima en diez minutos, y precipitación en la EMA de AEMET en Mutriku; y presión en la EMA de Lekeitio.

tensidad y gira ciclónicamente (con una racha máxima de 49 km/h), y se produce una disminución tanto de la temperatura como de la temperatura de rocío. La banda de presión de Lekeitio muestra a esta hora una subida de presión de otros 5 hPa. Probablemente estos cambios son las trazas del paso del frente trasero (*back bent front*) de la borrasca asociada al frente (ver figura 1). En esta parte de la borrasca el gradiente de presión longitudinal es muy grande, mayor que en la galerna, lo que pone de manifiesto la importancia de la diferencia de temperatura en producir perturbaciones en la presión a través de la variación de la flotabilidad (*buoyancy*)

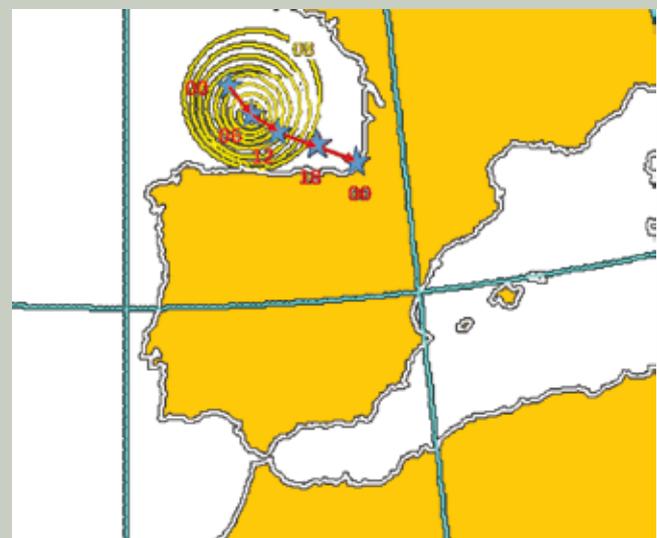
con la altura en la cabeza de la corriente de gravedad, que se ven reflejadas en las intensas rachas de viento que caracterizan a las galernas.

## 2) El paso del ciclón Stephanie por la boya Gascogne y la EMA de Lekeitio

El día 15 de octubre una pequeña borrasca (Stephanie) con características propias de los ciclones tropicales, “ojo” incluido (ver página 14 de este número de TyC), incidió en la costa cantábrica ya en etapa de ciclolisis. En la figura 4 está contorneada la presión a nivel del mar para valores inferiores a 1008 hPa a las 06 UTC del día 15, hora a la que el centro del ciclón estaba muy cerca de la boya Gascogne de la Met Office y Meteo France, estando también indicada su trayectoria a lo largo del día 15, desplazándose a unos 20 km/h. La presión del centro ciclónico era inferior a 1000 hPa en la boya, mientras que a las 00 del día 16 era de unos 1007 hPa. El ojo tiene una forma elíptica con un eje menor de unos 40 km.



**Figura 3.** Imagen del canal visible de METEOSAT del 15 de septiembre de 2016 a las 14:15 UTC



**Figura 4.** En rojo la trayectoria del centro ciclónico Stephanie durante el 15 de septiembre. Contorneadas en amarillo la presión a nivel del mar para valores menores que 1008 hPa a las 06 UTC (intervalo de contorneo 1 hPa)

# TRAZAS DE LA TEMPERIE

SECCIÓN COORDINADA POR MANUEL LARA JAÉN  
mlaraj@aemet.es

## 2.1) Datos de la boya Gascogne

En la figura 5 se muestra el viento (velocidad y dirección) en la boya Gascogne del 6 al 26 de septiembre. La velocidad fue máxima los días 14 y 15. El centro (C) del ciclón pasó en dirección SSE como muestran los datos siguiente de dirección y velocidad del viento en la boya: 250° y 18 m/s a las 18 UTC del día 14 (boya al SE de C); 190° y 16,5 m/s a las 00 UTC del día 15 (boya casi al E de C); 140° y 2.1 m/s a las 06 UTC (boya al NE de C); y 50° y 11.30 m/s (boya al NO de C). Además entre las 4 y las 6 UTC por dos veces la dirección del viento pasa de tener componente meridional sur y componente longitudinal oeste, a tener componentes meridional norte y longitudinal este, lo que delataría la presencia de dos centros ciclónicos. La intensidad del viento a las 5 y a las 6 UTC bajó a 2.1 m/s, lo que dada la velocidad de desplazamiento de C indicaría una dimensión de la zona de calma de más de 20 km y menos de 60, valores entre los que se estima la longitud del eje menor del ojo. La temperatura del aire alcanzó un máximo a las 6 UTC (no se muestra). Dos horas tras el paso del centro de Stephanie, la boya midió un viento medio de 80 km/h, por lo que el cinturón de vientos máximos podría encontrarse entre 20 y 40 km de C. Todo lo anterior apunta al carácter tropical de Stephanie: centro ciclónico cálido con “ojo” y viento en superficie casi en calma con un anillo de vientos muy fuertes en superficie en la zona nubosa inmediata.

mas del “ojo”. Por el contrario Lekeitio sufre el paso del cinturón de vientos huracanados del cuadrante SO del ciclón. La velocidad máxima del viento medio en diez minutos fue 81 km/h del NE, manteniéndose por encima de 80 km/h entre 23 y 23:20, y la racha máxima fue 107 km/h. Se observa una fuerte asimetría tanto de la intensidad de los vientos, como de la tendencia de la presión, en los cuadrantes SE y SO del ciclón a su paso por Lekeitio, seguramente debida a la rápida disipación del ciclón al entrar en tierra, que afecta al flujo con componente sur del cuadrante SE y no al flujo de componente norte del cuadrante SO.

La gráfica de temperatura confirma que el centro del ciclón en niveles bajos era cálido.

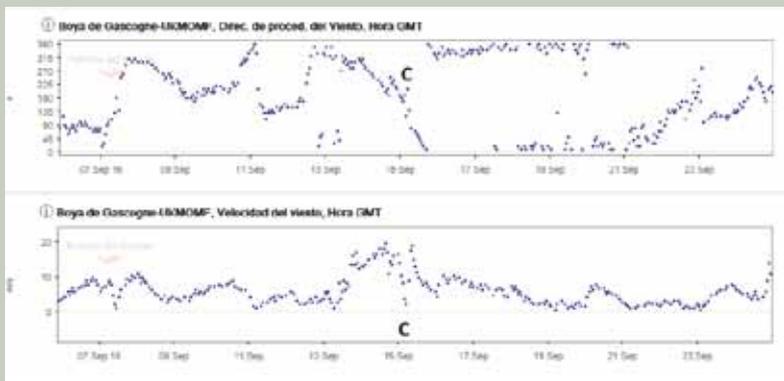


Figura 5. Gráficas de dirección del viento y velocidad del viento en la boya de Gascogne. Fuente web Puertos del Estado.

## 2.2) Datos de la EMA 1055b Lekeitio Faro (Figura 6)

La banda de presión del barógrafo muestra un mínimo de doble pico entre las 22:30 y las 23 UTC, intervalo en que el centro de la borrasca pasó más cerca de la localidad. En el intervalo temporal de 20 a 22 UTC el viento había estado girando de sur a oeste, lo que indica que en este intervalo temporal Lekeitio estuvo en el segundo cuadrante del ciclón (cuadrante SE). Coincidiendo con el mínimo de presión, el viento se volvió del NO, por lo que el centro de la borrasca, C, pasó por el NE de Lekeitio, y el viento alcanzó velocidades altas, lo que indica que C pasa lo suficientemente alejado para que no afecte a la EMA la zona de cal-

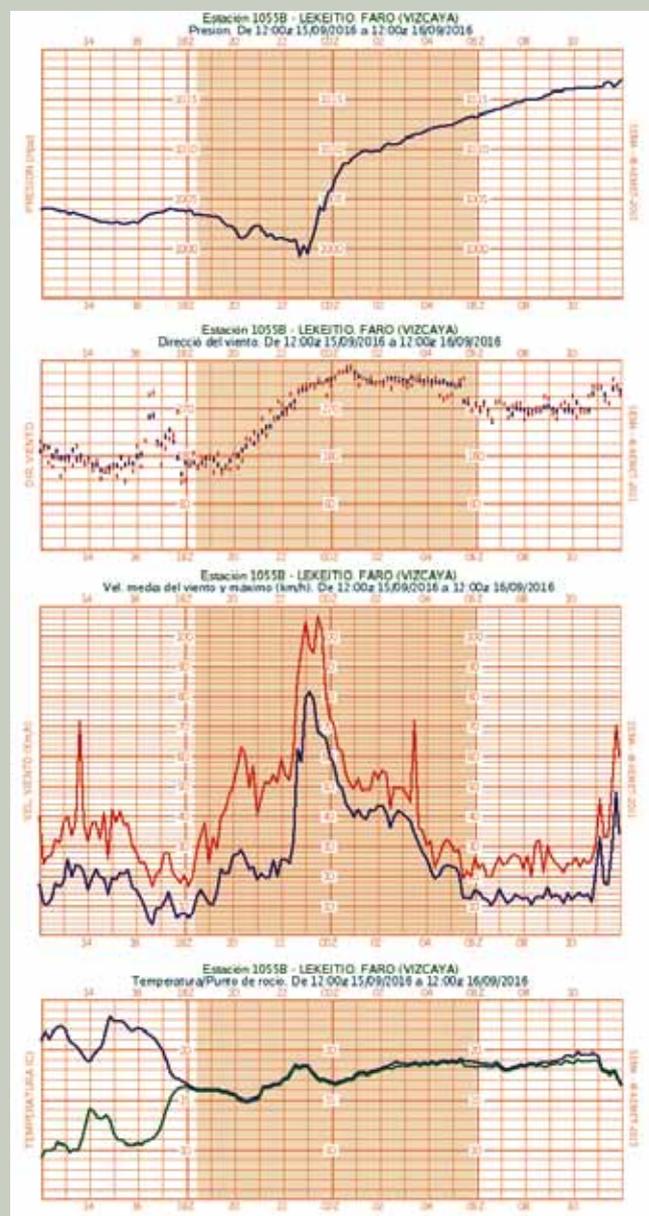


Figura 6. De arriba abajo: presión, dirección del viento, velocidad del viento y racha máxima en diez minutos, temperatura y temperatura de rocío, precipitación en la EMA de AEMET en Lekeitio