

LA GALERNA DEL CANTÁBRICO

José Luis Arteche García

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGIA (AEMET)
DELEGACIÓN TERRITORIAL EN CANTABRIA

Octubre 2008



La galerna del Cantábrico

José Luis Arteché García

AEMET – Delegación Territorial en Cantabria

Sobre este fenómeno meteorológico existe una cierta controversia: tanto sobre su significado preciso como sobre su etimología, aun cuando para los marineros ribereños del Golfo de Vizcaya no necesite explicación. Ellos lo asocian rápidamente a muerte o gran desgracia aunque bien es cierto que alimentado por la leyenda creada en otros tiempos más que por lo que pasa en la actualidad. Pudiera estar su origen en los términos de la lengua bretona: *wall* (malo)-*horn* (esquina) o *gwall-kern* (plural de *horn*).

Las definiciones que vemos por ahí en unos casos pecan de muy generales, en otras asignan connotaciones que no son necesarias siempre (por ejemplo: fuertes lluvias) y, en la mayoría de ellos, asociadas a la idea de muertes por naufragio que ya no es tan fácil que ocurran, afortunadamente.

Una definición que parece más apropiada es la de que una galerna consistiría en un viento súbito, fuerte o muy fuerte y racheado, acompañado o no de precipitaciones, propio del mar Cantábrico, en la época primaveral o veraniega, y que corta de manera brusca un tiempo apacible y generalmente caluroso. En Francia se le llama *galerne* y muchas veces se emplea el término *entrée maritime subite*.

“Hay una palabra seria, con regusto de sal y de lágrimas, un galicismo hondo y temible, sonora y lúgubre, que va siempre enlazado al holocausto de las gentes pescadoras del Cantábrico: la galerna...” (R. González Echegaray, 1981)

“Amanecía un maravilloso Sábado Santo con brisa suave y cálida, realmente primaveral, del nordeste, que convidaba a los pescadores a entregarse a sus faenas. Todas las lanchas pescadoras de nuestros pueblos salieron al alborar la bellísima mañana; varió el viento empezando a soplar del sur, y así continuó hasta la una menos cuarto, en que de una manera inesperada, sin señalarlo el barómetro, una manga de viento huracanado se dejó sentir del noroeste, con extraordinario ímpetu, descendiendo de tal modo y tan inesperadamente la temperatura que no hubo intervalos graduales entre el calor y el frío. En los tres cuartos de hora que duró aproximadamente el temporal, ¡Cuántos pescadores fallecieron! A pesar de llevarse Vizcaya la peor parte, la galerna azotó a toda la costa Cantábrica”. Noticiero Bilbaíno (20-abril-1878)

Pero, ¿Qué es una galerna? ¿Es un frente activo, un turbón, una línea de turbonada...? o nada de lo anterior.

Desde comienzos del siglo XX, meteorólogos como Jose Manuel Orcolaga (Director del Observatorio donostiarra de Igueldo) o Ricart y



“Jesús y adentro”

Fdo. Pérez Camino. Museo de Bellas Artes de Santander.
Recreación de una lancha de pescadores del siglo XIX atravesando la barra del puerto, entre la península de la Magdalena y la isla de Mouro.

Giralt explicaban y, como era lógico entre gente de ciencia, discrepaban sobre su idea de lo que para ellos era este fenómeno. Mariano D’Oporto, también Meteorólogo y Director del Observatorio de Igueldo habla de las galernas en trabajos de 1929.

En los años setenta el francés Raout realiza un amplio trabajo sobre las galernas. En los años ochenta, el Jefe del entonces Centro Meteorológico del Golfo de Vizcaya, José Ignacio Álvarez Usabiaga, realizó una excelente síntesis sobre los tipos de galernas. Por estas épocas otros autores escriben sobre galernas, tal es el caso de Mariano Medina, el francés Wisdorf o Espel y Garmendia.

En el siglo XIX, o mejor dicho durante la segunda mitad del mismo, que es el periodo del que hay noticias, existen diez situaciones registradas, incluyendo la del año 1878 (la tremenda *Galerna del Sábado de Gloria* que glosa José María de Pereda en su novela costumbrista *Sotileza*) y la de 1890.

En el siglo XX, y hasta 1985, momento en el que comienza en España una nueva forma de trabajar en Meteorología, con el concepto de Vigilancia Meteorológica, y los incipientes Grupos de Predicción y Vigilancia, se tiene noticia de tan solo once situaciones, destacando la famosa galerna de agosto de 1912; ocho de ellas se datan ya dentro del periodo de inicio y desarrollo en España de la Meteorología Aeronáutica, coincidiendo con la guerra civil, hacia 1938, y el posterior nacimiento de los Centros Meteorológicos una vez finalizada la contienda. En el resto del siglo XX, durante quince años, se registran quince situaciones, destacando por su severidad la galerna del 7 de junio de 1987 (Figura 1), caso tras el cual el Instituto Nacional de Meteorología (INM) inicia las campañas Previmet Galernas. Para acabar el recuento decir que en lo que llevamos de siglo XXI se han dado once casos. En las campañas *Previmet Galernas*, siguiendo la clasificación de Usabiaga, se contemplan tres casos posibles: las galernas frontales, las galernas híbridas y las galernas típicas también llamadas galernas locales o del Golfo de Gascuña.

A finales de los años noventa, el sistema de predicción del INM contemplaba dos posibilidades sobre las que cabía centrarse a la hora de clasificar estos fenómenos: galernas asociadas a sistemas frontales y galernas típicas

En el caso de las galernas típicas más fuertes el viento medio puede alcanzar los 80 km/h en la zona de máxima intensidad. Sin embargo, la mayoría de las galernas típicas no alcanzan valores tan altos, y cuando no sobrepasan la velocidad de 60 km/h se les denomina galernillas.

Quizás lo peligroso del fenómeno sea no tanto la fuerza del viento cuanto la rapidez con que gira y arrecia, es decir lo sorpresivo del fenómeno. A su paso, la galerna produce descensos bruscos de temperatura de hasta 12°C en 20 minutos y la humedad relativa aumenta hasta valores cercanos al 100%. Poco después del cambio de viento suele producirse la entrada de estratos bajos y bruma.

La galerna típica empeora rápidamente el estado de la mar pudiendo hacer zozobrar embarcaciones de poco porte. Es peligrosa también en las operaciones de aterrizaje y despegue de los aeropuertos (todos ellos cerca del mar en la cornisa cantábrica), en las playas, etc.

Galernas frontales

Si dejamos para un poco más adelante la galerna típica y nos centramos en el resto de galernas, los marineros denominan como tal, en sentido general, a algo que llega rápido, sorpresivamente, y que dura más o menos tiempo, durante el cual “rematará”, con fuerte viento y una mar muy agitada, lo ya iniciado con el primer golpe de la mar.

Como dice González Echegaray, *“la galerna verdad del Cantábrico es un temporal instantáneo y durísimo que se produce generalmente en primavera y otoño”*. *“No son propiamente galernas, aunque así se las llame frecuentemente, las virazones o turbones de verano de carácter muy local...”* No obstante, en ocasiones se denominan galernas a episodios que, ellos mismos, se anuncian con tiempo suficiente y que en algún momento arrecian más de lo debido. Así, se denominó galerna a un temporal del Noroeste que en julio de 1961 se inició tras el paso de un frente pero que arreció casi

veinticuatro horas después. El resultado fue de 83 pescadores ahogados

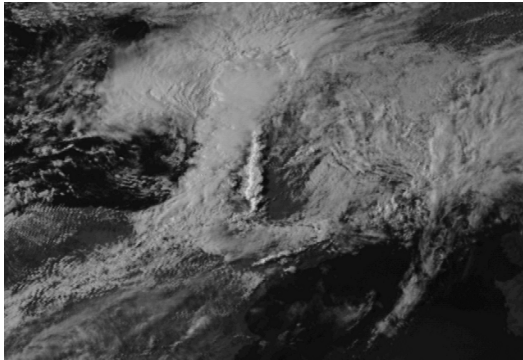


Figura 1. Canal visible del satélite METEOSAT, a las 14:30 UTC, mostrando claramente ya la Línea de Turbonada, por delante del frente, a punto de entrar en Francia. Galerna del 07-06-1987

© EUMETSAT

en un tiempo en el que, como recuerda un marinero retirado y que sobrevivió a aquello, “*el que era un poco espabilado, andaba con el parte francés, pero sobre todo a base de experiencia...y miedo*”.

En general será el paso de un frente muy activo pero fuera del

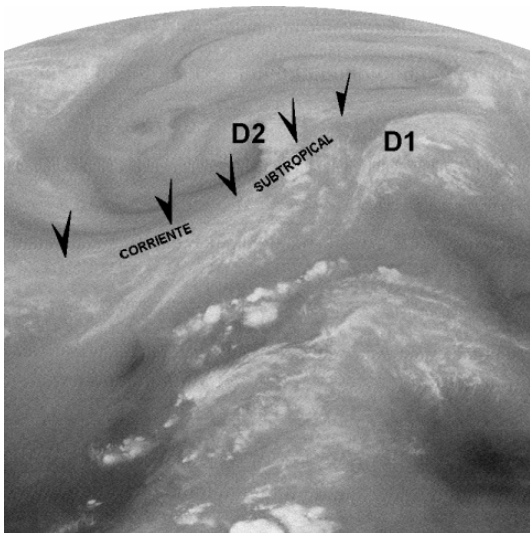


Figura 2. Canal Infrarojo del satélite METEOSAT, a las 16:30 UTC, Galerna del 07-06-1987

© EUMETSAT

inicio del otoño o del invierno, épocas en las que las borrascas atlánticas a su paso por el Golfo de Vizcaya no traen delante del frente frío un tiempo apacible sino muy ventoso, del SSW, e inestable. En ocasiones puede ser algo prematuro, tal fue el caso de la *Galerna del Sábado de Gloria*, el 20 de abril de 1878, que se cobró en pocas horas más de trescientas vidas. Otros casos rememorados fueron la muy severa del 26 de abril de 1890, con 54 ahogados, y la ocurrida el 12 de julio de 1908, con 40 pescadores muertos, así como la de la noche del 12 al 13 de agosto de 1912, probablemente con una línea de turbonada pre-frontal, que dejó 141 muertos, entre ellos gran parte de la flota pesquera vizcaína, que faenaba a 60 millas al norte de Bermeo, localidad vasca marcada para siempre por este acontecimiento.

Estas galernas, que inquietaban el ánimo del país a través de la prensa nacional, dieron paso a algunos Decretos suscitados por el Gobierno en materia de seguridad en la mar (Ley de Ordenación General de la Pesca en España, de 1884), los cuales pretendían paliar el lastimoso estado de indefensión de la flota pesquera española que faenaba cerca de nuestras costas por aquél entonces. Igualmente se tomaron resoluciones referentes a la prontitud necesaria de los partes meteorológicos

Es, sin duda, la galerna del 7 de junio de 1987, la que ha sido más conocida entre las galernas frontales del pasado siglo: una estructura frontal estacionaria reactivada por delante de una depresión secundaria que se forma en el golfo de Vizcaya: se produce durante la noche previa y madrugada de esa fecha una intensa interacción, no muy habitual, del flujo subtropical en niveles altos con aire de procedencia polar (ver imagen del satélite Meteosat, Figura 2), dando lugar a una estructura de kata-frente con una línea de turbonada pre-frontal, digna de cualquier clima tropical (Figura 3). La depresión, a su paso por la región francesa de Charente, con vientos fuertes pero no excepcionales, origina abundantes daños. Por otro lado el paso de la línea de turbonada, con vientos muy fuertes, dio lugar a numerosos desperfectos en la costa cantábrica española y en el suroeste francés. Los vientos alcanzaron los 130 km/h en algún punto de la costa. Ocho fallecidos en total, pero ninguno en la mar. ¿Qué hubiese ocurrido si ese siete de

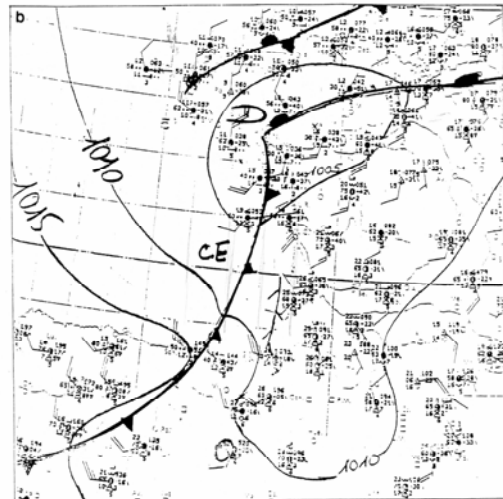


Figura 3. Análisis PSL 07-06-1987 Meteo France

junio hubiera sido de algún año del siglo diecinueve?

La galerna del Golfo de Gascuña o galerna típica

Afinando un poco tras buscar en hemerotecas y archivos climatológicos se averigua que los pequeños o fuertes giros bruscos del viento en el verano de la costa cantábrica, generalmente al este de Cabo Mayor, aunque no necesariamente, y que Alvarez Usabiaga denominó como *galerna típica*, son muy frecuentes y con resultados que, en ocasiones, pueden resultar serios para la navegación deportiva e, incluso, para la aeronáutica tanto general como comercial. Se han estudiado varios casos, siendo uno destacable, a la vez que representativo, el del día 25 de julio de 1995 (Arasti Barca, E., 1999).

Estamos ante un fenómeno de los denominados *corrientes de densidad costeras atrapadas* y que tiene equivalente en muchos lugares del mundo cerca de costas montañosas similares a las del Cantábrico: California, sur de Australia, Sudáfrica, etc

En España se identifican por primera vez con estas características algunas entradas bruscas de vientos de levante en la costa sureste, al norte del mar de Alborán (Sánchez y Polvorinos, 1995).

El modelo conceptual actual que se maneja de de la galerna típica es el siguiente: El viento de la galerna típica es un flujo a-geostrófico que es la respuesta a los gradientes mesoescalares de presión, cada vez más intensos, que se producen a lo largo de la costa cantábrica. Estos gradientes son producidos por el desigual comportamiento de la tendencia de la presión, positiva al oeste y negativa en la mitad oriental del Cantábrico.

El aire fresco del oeste se enfrenta, cada vez con más ímpetu, con aire que va calentándose, originándose un fuerte contraste térmico en la interfase, que se puede asimilar en la práctica a un microfrente que separa dos fluidos de características térmicas muy diferentes. El espesor del aire frío posterior al microfrente aumenta gradualmente por idénticos motivos.

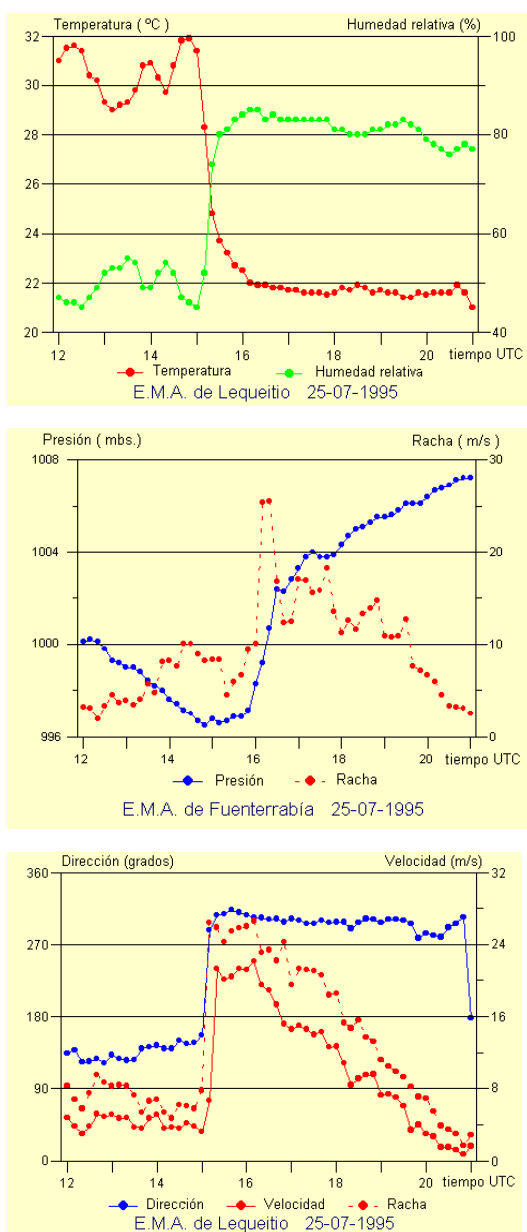


Figura 4. Comportamiento de la temperatura, humedad, presión y viento al paso de una galerna típica fuerte. 25-07-1995
Arastí, Barca, E., 1999

Así se explica que la galerna típica tenga las características de un paso frontal, con viento racheado, ascenso de la presión, descenso de la temperatura (Figura 4), y que estos cambios sean cada vez más intensos. Cuando la galerna típica entra en su fase de disipación toma las características de una corriente de densidad. El microfrente asociado a esta corriente de densidad, y por tanto a la galerna, ha sido visualizado gracias a la pequeña estructura nubosa con forma de arco que se genera en la interfase. Esto no es frecuente ya que la galerna típica no suele producir nubosidad en su parte delantera.

La galerna típica recorre unos quinientos kilómetros en diez horas. Se pueden distinguir tres zonas. La primera, entre Avilés y Cabo Mayor: la zona de desarrollo. En ella el viento no llega a la escala de fuerte. Entre Ontón, en el borde oriental de Cantabria, y Biarritz se encuentra la zona de máxima intensidad. En ella el viento medio en la costa alcanza los 80 km/h, con rachas cercanas a 100 km/h y descensos de temperatura de 12° en 20 minutos. A partir de Biarritz la galerna entra en su fase de disipación. La velocidad de la galerna aumenta conforme se propaga hacia el este, alcanzando su valor máximo, 20 m/s, en las inmediaciones de San Sebastián, disminuyendo posteriormente. Su mayor intensidad se produce en la zona costera, disminuyendo rápidamente hacia el interior. Mar adentro la galerna

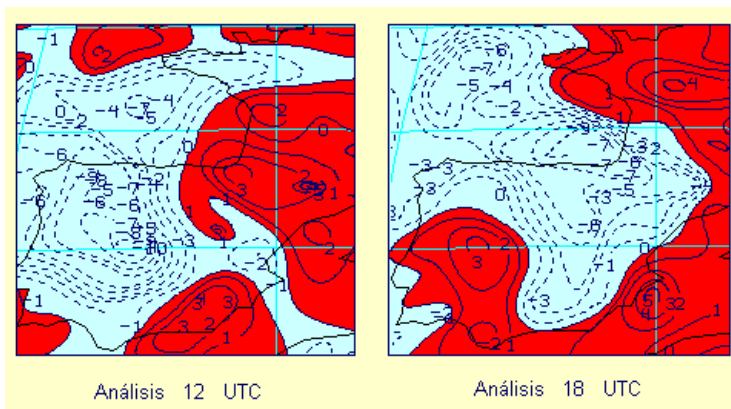


Figura 5 Tendencia de la temperatura (°C/ 6 hr) 850 hPa. 25-07-1995

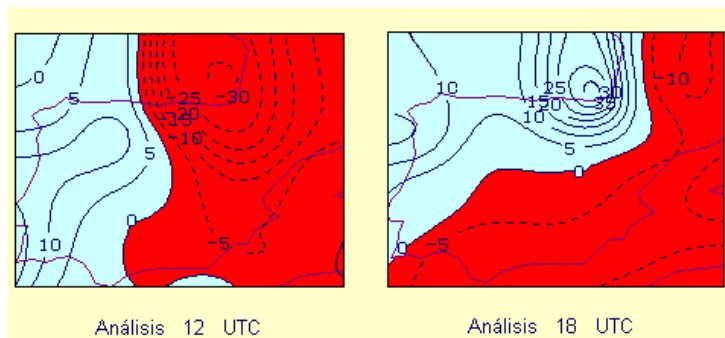


Figura 6 Tendencia de la presión -macroescala (hPa/ 3 hr) 25-07-1995

afecta a una extensión de no más de 57 km. a partir de Cabo Higuer.

Su escala horizontal se encuentra dentro de la meso-B, según la clasificación de Orlanski (1975). Los gradientes mesoescalares de presión y temperatura estimados son de 5 hPa en 50 km. y de 13°C en 30 km. La galerna típica es bastante superficial. Está limitada a la parte más baja de la troposfera, por debajo, en general, de los 1800 metros. El viento es máximo en los niveles inferiores, disminuyendo con la altura. Poco después de su irrupción se produce la entrada de estratos bajos y

bruma, pero no se produce precipitación. El estado de la mar asociado a una galerna típica es de *Fuerte Marejada*. La altura significativa de las olas se encuentra próxima a 2 metros y la altura máxima a 4 metros.

Parece lógico asociar el campo de tendencia barométrica opuesta que se observa al flujo a escala sinóptica. Más concretamente, se puede asociar al flujo en niveles próximos a 850 hPa. y a la advección de masas de aire frío y cálido sobre el Cantábrico, por parte de dicho flujo, con la peculiar tendencia barométrica que se observa (Figuras 5 y 6). No obstante, no todo ascenso de presión es achacable a la escala sinóptica. Así, a las 12 UTC se genera un débil gradiente de presión entre Avilés y Santander, forzado exclusivamente por el flujo sinóptico, que ocasiona los giros de viento en la costa asturiana y que, a su vez, inician los procesos mesoescalares. El gradiente de presión se va intensificando por la acción conjunta de ambos flujos, el sinóptico y el mesoescalar.

En el litoral, la irrupción de una masa de aire fría en superficie con un espesor cada vez mayor, ocasiona un ascenso mesoescalar de la presión que, junto a la desigual tendencia barométrica que genera el flujo sinóptico da como resultado un intenso gradiente de presión mesoescalar. Por lo tanto, es la escala sinóptica la que inicia los procesos mesoescalares y, posteriormente, la acción conjunta de las dos escalas produce los intensos gradientes de mesoescala que aceleran el viento. Esto, unido al fuerte contraste de temperatura, termina por generar el micro frente de galerna, que se han podido visualizar en las imágenes de satélite.

La época favorable para la ocurrencia de la galerna típica es la comprendida entre el final de la primavera y principio del otoño, pero

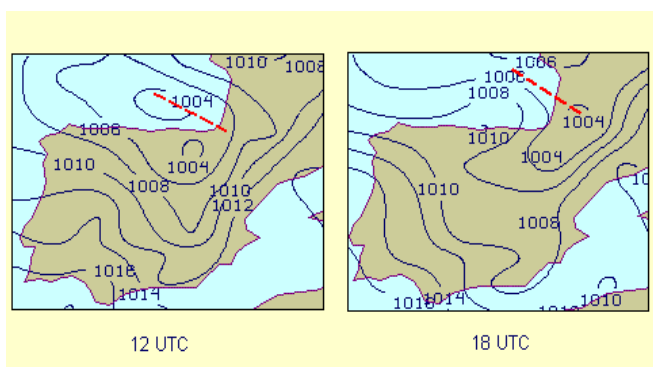


Figura 7. Análisis PSI. (hPa) 25-07-1995

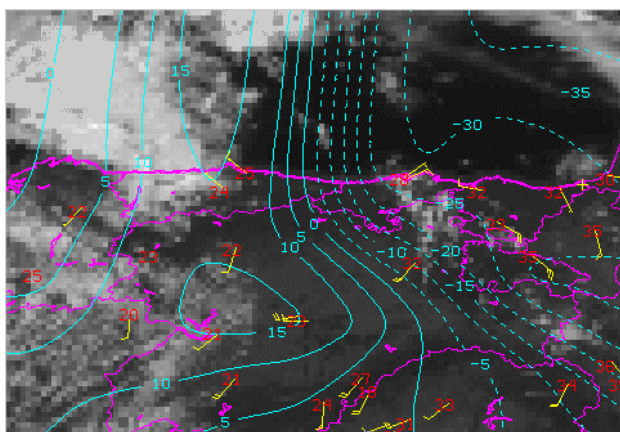


Figura 8. Análisis Mesoscalar de tendencia de la presión (hPa/ 3 hr) a las 12 UTC 25-07-1995

sobre todo el verano.

El marco sinóptico favorable en superficie es el de flujo débilmente ciclónico o de pantano barométrico sobre el Cantábrico. El nivel de 850 hPa se caracteriza por una dorsal térmica sobre el Cantábrico oriental, sobre todo si a una advección cálida con viento del SW le sigue una rápida advección fría con viento del W. En la Figura 7 se muestran los análisis de presión a 12 y 18 UTC. La línea roja discontinua representa el eje de la dorsal térmica en 850 hPa. Dicho eje se traslada hacia el nordeste, con su extremo inferior, que está asociado a las máximas temperaturas en 850 hPa, apuntando al centro de la baja mesoescalar.

Si se cumple el marco sinóptico y la época favorable, hay que iniciar la vigilancia específica del fenómeno. Concretamente hay que vigilar la formación de un gradiente de presión paralelo a la costa (Arasti, 2002), con mayor presión al oeste que al este del Cantábrico, así como su intensificación. Esto puede hacerse mediante el análisis mesoescalar de los campos de presión y, sobre todo, de la tendencia de presión en superficie. Este último campo es importante ya que es el responsable de la formación del gradiente de presión objeto de nuestra vigilancia. Es claro que en la galerna estudiada da más información el análisis de tendencia de las 12 UTC (Figura 8) que el de presión de la misma hora.

En el gráfico de la Figura 9 se observa que hay dos grandes zonas con tendencia barométrica diferente. Tanto en una como en la otra zona el valor de la tendencia de la presión se intensifica.

En la parte del litoral asturiano con tendencia barométrica positiva el viento ya ha girado al oeste, lo cual es consecuente con el hecho de que los giros de viento son prácticamente simultáneos con el ascenso de la presión. Sin embargo, estos análisis mesoescalares tienen dos inconvenientes: son trihorarios y, además, hay un retraso como consecuencia de la "asimilación" de las observaciones. Es por esto que se ha propuesto un método complementario. Éste consiste en realizar observaciones horarias de presión reducida al nivel del mar, viento y temperatura, en los observatorios de Ranón (Aeropuerto de Asturias), Santander, Sondica, Igueldo y Fuenterrabía. Esto, completado con datos de viento y temperatura de estaciones automáticas, es suficiente para vigilar el gradiente de presión paralelo a la costa responsable de la galerna típica, y su intensificación. Además, no hay que olvidar que la galerna se propaga a lo largo de la costa. Por lo tanto, deberemos vigilar la galerna cuando ésta se encuentre en su fase de desarrollo para pronosticar su fase de máxima intensidad con un par de horas de anticipación. Así, si se observa que el gradiente de presión y el viento del oeste asociado se intensifican, es muy probable que los cambios en las variables meteorológicas se aproximen gradualmente a los de una

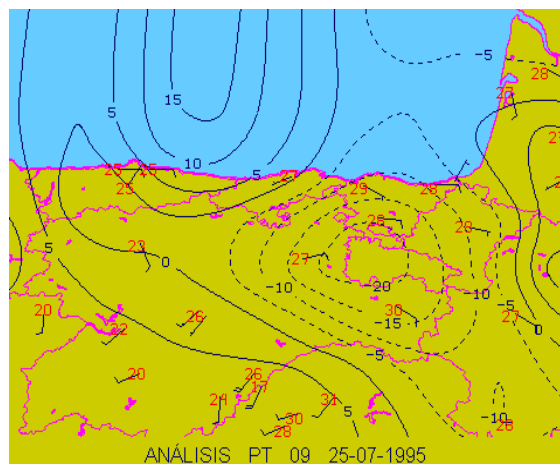


Figura 9 Análisis mesoescalar de la tendencia de la presión. Arasti, Barca 1999

galerna en su fase de máxima intensidad.

En la Figura 10 se observa un ejemplo de análisis mesoescalar del campo de presión en superficie. El análisis se ha realizado con una resolución de 0.6 grados y un filtro paso-banda centrado en ondas de 275 km. La imagen corresponde al canal visible del satélite Meteosat de las 15 UTC. La situación ha cambiado radicalmente en estos momentos. La galerna ha llegado ya al cabo de Machichaco donde se registran rachas de 104 km/h, pero todavía no ha llegado a Lequeitio, unos 20 km. más al este. Por el oeste ha penetrado con rapidez una dorsal mesoescalar de alta presión que, junto con la baja centrada en Navarra, origina un fuerte gradiente de presión. Así, el viento de la galerna es un flujo a-geostrófico que responde al gradiente de presión mesoescalar que se observa en el análisis. Sobre el litoral vasco, donde todavía no ha llegado la galerna, hay un aire cálido y seco que alcanza los 36°C, como consecuencia de su procedencia terral y del recalentamiento sufrido en el descenso a la costa que, como ya hemos

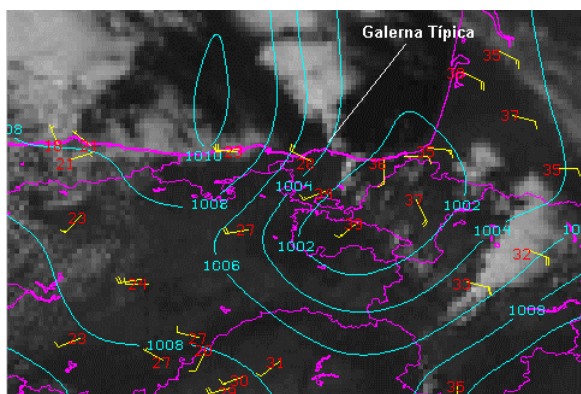


Figura 10. Análisis PSL (hPa) a las 15 UTC 25-07-1995

visto, es consecuencia de la circulación ciclónica, casi estacionaria, que afecta a dicha zona. Estas temperaturas contrastan con los 23 °C en la zona de galerna, es decir, 13°C de diferencia en unos pocos kilómetros. Este fuerte contraste térmico se puede asimilar en la práctica a una interfase o microfrente que separa dos fluidos con características térmicas muy diferentes. Así se explica que el paso de la galerna típica tenga las características de un paso frontal. A unas decenas de kilómetros detrás de la galerna se encuentra la zona de estratos y niebla característica del fenómeno. La nubosidad que se observa en la imagen nos puede informar del campo de viento superficial. Así, la nubosidad que se encuentra en el litoral, y que coincide con el paso de la galerna, está adelantada respecto de la nubosidad que se observa más al norte. Esta forma de la nubosidad es consecuente con el campo de viento esperado para una zona costera de las características topográficas de la costa cantábrica.

El futuro ya está aquí

En este artículo se ha hecho más hincapié en las galernas típicas pues son las que se han podido estudiar con más detalle. Sobre la galerna del 7 de junio de 1987 se han realizado numerosas simulaciones numéricas a lo largo de los últimos años (CNRM, Francia) de lo que fue, en esencia, este fenómeno: una línea de turbonada.

Si bien la propuesta de vigilancia sobre los campos de tendencia de la presión, en el caso de la galerna típica, durante un día favorable es conveniente y acertada, hoy en día se ve igualmente necesario e indispensable el que exista una herramienta objetiva de predicción que avance los giros de viento con suficiente precisión y antelación como para poder prevenir con éxito.

En el caso de la línea de turbonada se demostró ya con el antiguo modelo Peridot, así como en otras simulaciones en EEUU, que parametrizando los “*downdrafts*” (corrientes descendentes mesoescalares dentro de la nube) y aumentando la resolución, sin necesidad de formular de modo explícito en el modelo los fenómenos de microfísica internos dentro de una línea de turbonada, se conseguía una cierta simulación del fenómeno. Hoy en día, con la nueva serie de modelos operativos de mayor resolución y que utilizan formulaciones simuladas en modelos de tipo no hidrostático (AROME, en Francia) se está consiguiendo una gran pericia en prever este tipo de eventos.

Queda por avanzar en los fenómenos de *corrientes de densidad atrapadas*, tal sería el caso de la más modesta *galerna típica*, pero cuya frecuencia es abrumadoramente mayor. Son fenómenos distintos pero parece factible crear modelos numéricos adecuados a su escala.

Artículo publicado en la Revista de la Asociación Meteorológica Española AME. Boletín nº 22, octubre 2008.

Bibliografía

ALVAREZ USABIAGA, J.I., “Apuntes sobre el fenómeno de las galernas”, Previmet Galernas-88, Nota Técnica Nº 1, INM, 1987

ANNE M., VASSAL J.P., “Vents forts du 7 juin 1987 sur le sud-ouest de la France”. Juin 1987. Rapport préliminaire. Centre Meteorologique Interregional du Sud-Ouest. Meteo France.

ARASTI BARCA, E., “La galerna típica”, 1999, INM

CHALON J.P. et al. “The west african squall line observed on 23 June 1981 during COPT 81: Mesoscale structure and transports”. Direction de la Meteorologie Nationale (EERM/CNRM), Toulouse. 1988. Journal of Atmospheric Sciences nº 45, 2744-2763.

CHARBA J., “Application of gravity current model to analysis of squall-line gust front”. Techniques Development laboratory, NOAA, 1974. Monthly Weather Review, nº 102, 140-156

DOPORTO, M., 1929: “Tipo de distribución isobárica y de tiempo en el Golfo de Vizcaya. Introducción y Generalidades”. Trabajos del Observatorio de Igueldo. Publicación nº 4. Servicio Meteorológico Nacional. Madrid.

DUCROCQ, V., BOUGEAULT, P., “La ligne de grain du 7 juin 1987: résultats du modèle Peridot-“10Km”. Meteo France, Notes de Recherche, 1990

ESPEL J., GARMENDIA, I., “Las galernas del Golfo de Gascuña”, Col. Austral

FONT TULLOT, I. “Climatología de España y Portugal”, I N M, Madrid, 1983

GARCIA DE PEDRAZA, L., “La galerna y el levant. Vientos atemporales de las costas septentrionales de España”.

GONZÁLEZ ECHEGARAY, R., “Naufragios en la costa de Cantabria”, Ed. Estudio. Santander, 1976.

GONZÁLEZ ECHEGARAY, R., La galerna del Sábado de Gloria. Mutua Montañesa de Seguros. 1981.

GOZALO DE ANDRÉS, C., “Galernas de Ayer y hoy”, RAM Nº 3, septiembre 2002.

- GOZALO DE ANDRÉS, C., "La galerna del Sábado de Gloria".
Historias de Cantabria. Edit. Tantín. Santander,1992
- MARTÍN BRAVO, F., "Galernas en el Golfo de Vizcaya", Calendario
Meteoro-fenológico. S. M. N. Madrid, 1959
- LAFORE J.P., MONCRIEFF M.W. "A numerical investigation of the
organisation and interaction of the convective and stratiform regions of
tropical squall lines".1989. J.Atmos. Sci.,nº46, 521-544.
- LUDLAM F.H. "Severe local storms. a review" 1963. Meteor. Mono.
nº 5, 1-30.
- MARTÍN BRAVO, F., "Galernas en 1958", 1959, Calendario Meteoro
Fenológico. Servicio Meteorológico Nacional. Madrid. pp. 130-140.
- MASS, C.F., ALBRIGHT,M.D., "Coastal southerlies and alongshore
surges of the West Coast of North America: Evidence of mesoscale
topographically trapped response to synoptic forcing", 1987,Mon.
Wea. Rev. 115, 1707-1738.
- MATEO GONZÁLEZ, P., El clima de Gijón, S. M. N. Serie A.
Núm.25 . 1955
- MEDINA ISABEL, M., "Meteorología del Cantábrico.
Puntualizaciones sobre la galerna", Rev. Meteor Marítima, 1974.
- MEDINA ISABEL, M., "La mar y el tiempo", Editorial. Juventud.
Madrid, 1974
- NEWTON G.W. "Structure and mechanism of the prefrontal squall
line " 1950. J.of Meteor., nº7, 210-222
- REDLSPERGER J.L., LAFORE J.P. "A three-dimensional simulation
of a tropical squall line: Convective organization and thermodynamical
vertical transport".1987. Centre National de Recherche Meteorologique
(DMN/EERM), Toulouse, France. Journal of the Atmospheric
Sciences nº45, 1334-1354.
- RIVERA A., "Previmet Galernas 88/89" .Nota Técnica PG-2.1989.
INM. Madrid,
- SÁNCHEZ-LAHULÉ J.M., POLVORINOS,F. "Entradas bruscas de
vientos de levante en la costa norte de Alborán". Bol. De la Asoc.
Meteor. Española, nº 18/19, 30-35, 1995.
- SÁNCHEZ-LAHULÉ J.M., POLVORINOS,F., MUÑOZ, J. "Local
winds: Easterly alongshore surges in the north of the Alboran Sea".
COST 78 Meteorology Nowcasting, 1996.
- SIMÓN CABARGA, J., "Santander (Biografía de una ciudad)" .
Editorial Estudio, 1979.
- SIMÓN CABARGA, J., "Historia de la prensa santanderina",
Diputación Provincial. Santander, 1982
- THORPE A.J., MILLER M.J., MONCRIEFF M.W. "Two dimensions
convection in non-constant shear: a model of midlatitude squall lines"
1982. Q.J.R.Meteorol.Soc., nº 108, 739-762.
- WISDORFF, D., "Entrées Maritimes Subites sur la côte Basque (ou
Pseudo-Frontogeneses en Periode Estivale dans le Golfe de Gascogne"
,1989, Note de travail du SMIRSO nº 7. Meteo France.
- ZIPSER E.J., "Mesoscale and convective scale downdrafts as distinct
components of squall line structure". 1977; Mon.Wea.Rev., nº105,1568-
1589.