

Fenómenos Meteorológicos adversos (2)

RAMÓN PASCUAL AEMET CATALUÑA

El artículo, debido a su extensión, lo hemos publicado en dos partes en números consecutivos de Tiempo y Clima. En la primera parte se describían los fenómenos meteorológicos adversos asociados a las temperaturas extremas, nevadas en cotas bajas, y precipitaciones fuertes y/o abundantes. En esta segunda parte se describen los asociados a tormentas, vientos fuertes, nieblas, aludes y temporales marítimos.

Tormentas

En buena parte de la geografía española las tormentas son un fenómeno relativamente frecuente destacando en este sentido la actividad tormentosa en los Pirineos, en algunas áreas del Sistema Ibérico y en el nordeste peninsular junto con el mar Balear (Pérez y Zancajo, 2008). Las tormentas ordinarias van acompañadas habitualmente de chubascos fuertes pero además no es rara la aparición de rachas fuertes de viento y granizo. Cuando las estructuras convectivas tienen una gran profundidad y un elevado grado de organización se pueden producir en superficie fenómenos severos: vientos muy fuertes, granizo de gran tamaño (pedrisco) e incluso reventones y tornados.

Aunque los rayos representan siempre un peligro la consideración de las tormentas como un fenómeno meteorológico adverso tiene en cuenta además características como la generalización de las tormentas y su grado de organización que, como se ha dicho, condiciona el tipo de fenomenología observada. Es decir, no se consideran como fenómenos adversos todas las tormentas.



Cielo tormentoso. Barcelona. Autor: R. Pascual.

La organización de las tormentas se manifiesta en el desarrollo de estructuras de muy variadas dimensiones espaciales capaces de mantenerse activas durante varias horas. Los sistemas multicelulares, habitualmente dispuestos en línea (líneas de turbonada), las supercélulas y los sistemas convectivos mesoscalares cuasi-circulares son estructuras organizadas asociadas a entornos convectivos con elevada inestabilidad en la estratificación y notable cizalladura vertical del viento aunque también es frecuente en España el desarrollo de tormentas organizadas en en-

tornos con alta cizalladura y bajo CAPE (Energía potencial convectiva disponible). Los entornos sinópticos y mesoscalares son comunes, en muchos casos, a los asociados a los episodios de lluvias fuertes, enumerados en el apartado anterior.

El granizo, especialmente a partir de los 2 cm de diámetro, es un fenómeno con gran impacto en la agricultura y en menor medida en los objetos y estructuras situados en el exterior. Aunque en las áreas de media y alta montaña y en la franja cantábrica de la península Ibérica es donde probablemente la frecuencia anual de granizo sea superior (Capel, 2002), es en algunas de las principales zonas agrícolas llanas de España donde el granizo tiene mayor impacto. En el valle del Ebro, en concreto, la elevada frecuencia de tormentas desarrolladas en las montañas que lo rodean favorece este dañino fenómeno que ocasiona unos daños que representan un 10% de la producción agrícola (Ceperuelo, 2008). La temporada de granizo grande se extiende en España desde el mes de mayo hasta septiembre.

En Gayà (2013) o Riesco *et al.* (2015) se muestra que se han observado tornados en casi todas las provincias españolas si bien hay zonas en las que el número es significativamente mayor, por ejemplo, en el este de Cataluña, el sudoeste de Andalucía y las islas Baleares. Sin embargo, las estadísticas sobre tornados son muy sensibles a la capacidad de observación en un territorio, directamente ligada a la población. La mayoría de los tornados en España se han detectado entre septiembre y diciembre. Los tornados tienen, según su intensidad, una diferente capacidad destructiva. Los tornados más violentos de los que se tiene constancia en España han sido de nivel F3 en la escala de Fujita de 5 niveles pero la gran mayoría han sido de niveles F0 y F1 (Gayà, 2013), con velocidades máximas comprendidas entre los 60 y los 180 km/h. Se han observado tornados nacidos en supercélulas, con presencia de mesociclón, pero quizás los más abundantes hayan sido los generados en áreas con fuerte cizalladura horizontal en niveles bajos. En ocasiones los tornados son el resultado de la penetración de mangas marinas (más frecuentes) tierra adentro.

Finalmente, también hay que citar los vientos fuertes de origen convectivo generados en reventones y microreventones (*downbursts* y *microbursts*), resultado de la interacción con la superficie de fuertes corrientes descendentes en el seno de las tormentas. Al igual que los tornados, también producen desperfectos en las edificaciones y las infraestructuras, en general, y daños notables en los bosques. Además estos fenómenos pueden afectar de forma muy importante las maniobras de despegue y aterrizaje de las aeronaves.

Vientos fuertes

Los vientos fuertes de origen no convectivo constituyen, sin duda, un fenómeno adverso que puede afectar a extensas áreas y durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Cuando la velocidad del viento supera determinados umbrales, del orden de 70-80 km/h, se empiezan a producir daños tanto a las estructuras artificiales como al medio natural y también afectaciones sobre las actividades realizadas al exterior. La circulación de vehículos y la de trenes de alta velocidad es altamente sensible a los vientos fuertes y el suministro eléctrico o telefónico también puede verse afectado.



Árbol arrancado por el viento. Barcelona. Autor: R. Pascual.

Existen zonas en España afectadas con elevada frecuencia por vientos fuertes debido a su ubicación y a la configuración del terreno. Hay zonas litorales como el norte de la costa gallega, el área del Estrecho de Gibraltar o el norte de la Costa Brava, en Girona, y también zonas interiores como el valle del Ebro, con su conocido cierzo, o áreas del noreste de Castilla y León (Piserra y del Río, 1994). También las zonas de media y alta montaña son especialmente venteadas. Sin embargo, los vientos fuertes de escala sinóptica, asociados al paso de bajas profundas o al establecimiento de un marcado régimen zonal (*westerlies*), pueden soplar en cualquier región. Por otro lado, a escala local se pueden registrar vientos fuertes asociados a descendencias bruscas en zonas de orografía compleja ligadas a roturas de ondas de montaña. A menudo estas descendencias van acompañadas de ascensos térmicos (efecto *föhn*) pero también pueden registrarse vientos impetuosos fríos, tipo Bora.

De cara a la consideración del viento como fenómeno meteorológico adverso se tiene en cuenta, en concreto, el valor de la racha máxima, ya que puntualmente es la manifestación de máxima energía cinética del viento. Como ocurre con otras variables, el umbral para considerar una racha como adversa depende de la zona geográfica teniendo en cuenta la climatología del fenómeno: cuánto más frecuente sea el viento fuerte en un área mayor será el umbral.

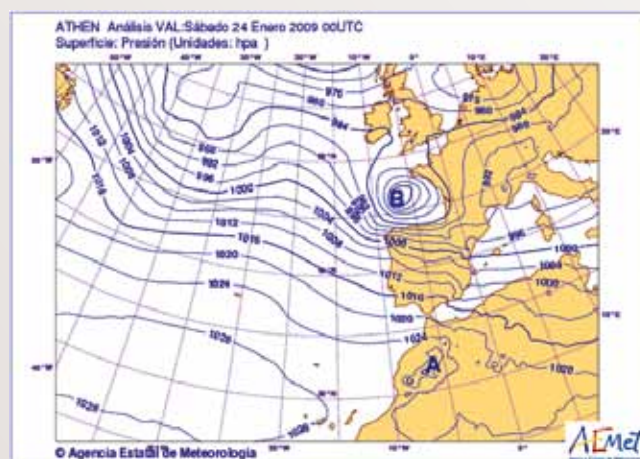
Los mayores temporales de viento, por extensión, duración e intensidad, que afectan a España están producidos por depresiones profundas de origen atlántico y paso rápido. Algunas de estas depresiones tienen nombre propio debido a su intensidad (p.e.

Klaus (2009), Xynthia (2010)) y ocasionalmente son el resultado de procesos de ciclogénesis explosivas. En el ámbito mediterráneo también hay situaciones sinópticas o mesoscalares caracterizadas por la presencia de una profunda depresión capaz de generar vientos fuertes en zonas extensas. En esas ocasiones las islas Baleares y la fachada mediterránea peninsular sufren los efectos del vendaval. Los temporales de levante y los del norte son los eventos más conocidos en este ámbito (Jansà, 2013).

Determinadas situaciones sinópticas en superficie dan lugar a estructuras mesoscalares en el campo de presión que a su vez dan lugar a vientos fuertes recurrentes en áreas geográficas muy concretas. Es el caso, por ejemplo, de la tramontana que afecta la comarca catalana de l'Empordà o al norte de las islas Baleares o los vientos de Poniente y Levante en el Estrecho de Gibraltar.

Nieblas

Las nieblas, de distintos tipos, son un fenómeno frecuente en algunas regiones de España y tienen un claro impacto en la sociedad. Provocan afectaciones en el tráfico por carretera, en los aeropuertos y en el tráfico marítimo y también en la salud humana (Cuxart, 2013). Aunque, en una cierta medida, sus efectos siempre están presentes se las considera un fenómeno meteorológico adverso cuando son densas, extensas y duraderas. Las nieblas pueden ser además engelantes, es decir, capaces de producir depósitos significativos de hielo en los objetos por congelación de las gotitas de agua subfundida que las conforman. Estos depósitos pueden significar sobrecargas importantes en estructuras artificiales como cableado o en el arbolado y producir roturas y caídas de ramas, cables o torres. La reducción de la visibilidad horizontal a menos de 1000 m, definitoria de la niebla, o incluso a distancias notablemente inferiores, es un notable factor de riesgo en la conducción estando asociada a accidentes en las carreteras y retrasos en los puertos y aeropuertos.



Mapa de presión en superficie que muestra el ciclón Klaus en enero 2009. Fuente: AEMET.

Los principales tipos de niebla son las de irradiación y las de advección existiendo además nieblas de evaporación y mezcla y orográficas. Las nieblas de irradiación se generan bajo periodos anticiclónicos con escasa nubosidad y vientos flojos y en la época en la que las noches son más largas (de noviembre

Fenómenos meteorológicos adversos (2)

a marzo). Estas condiciones favorecen una pérdida radiativa importante desde la superficie y el consecuente enfriamiento del aire en contacto con ella, llevándolo a la saturación. Las nieblas de irradiación pueden cubrir durante días extensas áreas de los fondos de las principales depresiones ibéricas interiores como las llanuras de la Meseta Norte y el valle del Ebro. Cuanto más extensa sea una niebla más difícil será de disipar por el calentamiento diurno solar. Si además la niebla se desarrolla en una época en la que el Sol está bajo sobre el horizonte (noviembre, diciembre, enero) la probabilidad de que no se levante aumenta.

Por su parte, las nieblas de advección más comunes se desarrollan al circular una masa de aire cálido sobre una mar relativamente fría. Aunque esta circunstancia es más probable que se de en primavera también es posible en otras épocas del año. Las nieblas de advección están presentes, lógicamente, en áreas marítimas y en las costas circundantes y aunque pueden extenderse ampliamente sobre el mar normalmente solo afectan a una franja estrecha de la zona litoral. Sin embargo, debido a la elevada densidad de infraestructuras en esta zona, el impacto del fenómeno es elevado.

Los anticiclones otoñales e invernales potentes y persistentes (anticiclones de bloqueo) establecen las condiciones óptimas para el desarrollo de nieblas de irradiación, al cabo de unos días de iniciarse la situación. Aunque no es frecuente, en el área mediterránea peninsular se pueden dar simultáneamente episodios de nieblas de irradiación (depresión del Ebro y otras cuencas interiores del nordeste) y nieblas de advección, si existe un débil flujo de componente sur. Los episodios más intensos de nieblas de advección se dan en primavera cuando un flujo marcado del sur se establece sobre un relativamente frío Mediterráneo occidental. En la cornisa cantábrica y en Galicia son comunes las nieblas de advección en verano.

Aludes

Las avalanchas de nieve o aludes son un riesgo de tipo nivológico vinculado en buena medida a las condiciones meteorológicas presentes o pasadas. Esta vinculación es más o menos clara dependiendo del tipo de alud. El desencadenamiento de los aludes de nieve reciente depende, como su nombre sugiere, de la intensidad y la copiosidad de las nevadas ocurridas en las pasadas horas. Los aludes de fusión están directamente ligadas a la presencia de lluvias sobre el manto nivoso y/o al aumento de las temperaturas. Finalmente, el desencadenamiento de aludes de placa es el resultado de una fuerza externa actuando sobre una estructura particular del manto nivoso. Esa fuerza externa es a menudo el sobrepeso asociado al paso de personas.



Aludes de nieve húmeda. Pirineo catalán.
Autor: R. Pascual.

El efecto de los aludes de nieve está a menudo limitado a la alta montaña pero en episodios nivosos excepcionales o en situaciones de fuerte fusión en mantos nivosos muy desarrollados las avalanchas pueden afectar a vías de comunicación, edificios y otros tipos de infraestructuras en estaciones de esquí e incluso a los núcleos de población más elevados. Una situación de avalancha se considera de aviso cuando la probabilidad de ocurrencia de grandes aludes es elevada en cotas medias-altas. La estabilidad del manto nivoso y la probabilidad de ocurrencia de los aludes (incluyendo su distribución espacial) están sintetizadas en un número y en un icono en la Escala Europea de Peligro de Aludes, de 5 niveles. Las situaciones de aviso son aquellas en las que el nivel de peligro es 4 ó 5 y la altitud en la que se inicia el desencadenamiento es tal que los aludes pueden provocar afectaciones importantes.

Los aludes en España se producen en invierno y primavera en las cordilleras más elevadas, especialmente en el Pirineo y en la cordillera Cantábrica. En número mucho menor también se han registrado aludes en montañas como el Moncayo, la sierra de Gredos, el macizo de Peñalara o Sierra Nevada.

Los episodios de nevadas abundantes y en especial aquellos en los que las precipitaciones son fuertes, son propicios a la generación de aludes de nieve reciente (fresca) que pueden movilizar la nieve caída y parte del manto nivoso subyacente previo. Si la temperatura es baja, la probabilidad de desencadenamiento espontáneo del alud se mantiene elevada durante varios días después de la nevada. Por otro lado, los periodos con temperaturas relativamente elevadas y/o lluvias sobre el manto nivoso son favorables a la caída de aludes de fusión. Es típica su aparición en las horas centrales del día de los meses primaverales. El tipo de alud que con mayor frecuencia produce accidentes en alta montaña es el de placa. Estos aludes son posibles en cualquier situación meteorológica siempre que exista un manto nivoso con estructura de placa (placa dura superior superpuesta a una capa frágil) y un elemento externo que represente una sobrecarga (Sanz *et al.*, 2013).

Temporales marítimos

España tiene algo más de 7900 kilómetros de costas, incluyendo los de las islas Baleares y Canarias. Las costas españolas están sometidas en ocasiones a temporales marítimos que son fruto de episodios de viento fuerte presentes en la zona afectada por el temporal (mar de viento) o a periodos con notable mar de fondo asociada a temporales más o menos lejanos. También es posible una mar combinada entre mar de viento y mar de fondo. Por otro lado y con mayor frecuencia, las áreas de alta mar sufren también periodos de fuerte oleaje acompañados en ocasiones con mal tiempo general.

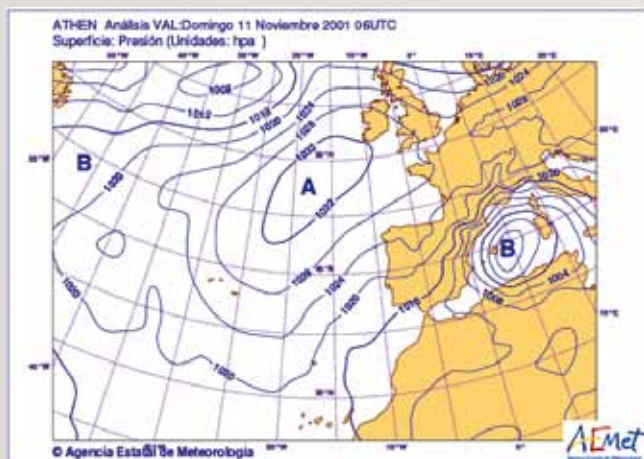
Referencias

Los temporales marítimos afectan a la navegación y producen desperfectos en infraestructuras situadas en la línea de costa además de destruir playas que debido a su frecuentación turística son reconstruidas artificialmente, con el consiguiente coste económico. Obviamente estas condiciones adversas son un peligro para las vidas de las personas que se encuentran navegando o en puertos y playas.

La climatología de los temporales es claramente distinta entre las zonas atlántico-cantábrica y la mediterránea, siendo el oleaje mayor en las primeras que en las segundas. Ello implica que el umbral de altura de olas para considerar una situación marítima como adversa sea mayor en las primeras zonas (4-5 metros frente a 3-4 metros). Además se considera que para que el fenómeno sea adverso la velocidad del viento debe de ser de al menos fuerza 7 en la escala Beaufort (50-61 km/h).

Los temporales atlánticos, con vientos de componente oeste y gran *fetch*, son los que afectan con mayor virulencia a las costas de Galicia y del Cantábrico. En la fachada mediterránea peninsular y en las Baleares son los temporales de levante, también con largo recorrido marítimo, los que tienen un mayor impacto en las costas. En ambos casos con frecuencia están presentes profundas depresiones sinópticas, subsinópticas o mesoscalares de orígenes y tipos diversos (frontales, orográficas, exhuracanes, ciclones cuasitropicales mediterráneos). Existen además vientos regionales fuertes que afectan recurrentemente a determinadas áreas (por ejemplo, la tramontana en el área situada entre el golfo de León, la costa catalana y la isla de Menorca) que tienen asociados notables temporales marítimos. En el Cantábrico existe el fenómeno de las galernas, típica y frontal, consistente en un incremento brusco en la velocidad del viento sobre mar y sobre tierra que se traduce en un empeoramiento también brusco del estado de la mar.

Los diferentes tipos de temporales reseñados en el párrafo anterior tienen una distribución mensual muy variada. Mientras que los temporales atlánticos tienen una clara preferencia por los meses invernales, los temporales de levante son más frecuentes en otoño. Las *tramuntanadas* son propias de la época fría del año y las galernas pueden aparecer en verano o en invierno dependiendo de su tipología.



Mapa de presión en superficie que muestra el temporal de levante de noviembre 2001. Fuente: AEMET.

- AEMET. *Olas de calor en España desde 1975 [en línea]*. <http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/estudios/Olas_Calor_ActualizacionMay2015.pdf>. [Consulta: 8 enero 2016].
- Capel Molina, J. J., 2000. La nieve y su distribución espacial en la península Ibérica. *Nimbus*, 5-6, 6-12.
- Capel Molina, J. J., 2002. Tormentas y tornados en la península Ibérica. Meteoros adversos extremos que le caracterizan. *Nimbus*, 9-10, 5-16.
- Ceperuelo, M., 2008. Identificación y cuantificación del granizo y modelos de predicción de los parámetros radar. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 232 pp.
- Cuadrat, J. M., Serrano, R., y E. Tejedor, 2013. Olas de calor y de frío en España. 324-340. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Cuxart, J., 2013. La niebla y su impacto en la sociedad. 200-216. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- García, C. y A. Nájera, 2013. El consorcio de compensación de seguros y la cobertura de los riesgos meteorológicos adversos. 363-373. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Gayà, M., 2013. Los tornados en España: características e impactos. 67-80. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Jansà, A., 2013. Los ciclones mediterráneos y sus impactos en España. 17-33. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Llasat, M. C., 2013. Una aproximación holística al conocimiento de las inundaciones. 219-231. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Martín-Vide, J., 2013. Concentración diaria de la precipitación en la España peninsular. Un mapa de riesgo de precipitaciones torrenciales. 156-168. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Olcina, J., 1995. Factor climático y la ordenación del territorio: los riesgos climáticos. 15-69. *Situaciones de riesgo climático en España*. José Creus Novau (ed.). Instituto Pirenaico de Ecología.
- Pérez, F. y C. Zancajo, 2008. La frecuencia de las descargas eléctricas en España. *Boletín de la AME*, 21, 37-44.
- Piserra, M. T. y J. del Río, 1994. Estudio sobre la peligrosidad del fenómeno de vientos fuertes en España. *Informes de la Construcción*, 430, 5-12.
- Ramos, A. M., Trigo, R. M., Liberato, M. L. R. y R. Tomé, 2015. Daily precipitation extreme events in the Iberian Peninsula and its association with atmospheric rivers. *J. Hydrometeorol*, 16, 579-597.
- Riesco, J., Polvorinos, F., Núñez, J. A., Soriano, J. y C. Jiménez, 2015. *Climatología de tornados en España Peninsular y Baleares*. [en línea]. http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/publicaciones/Climatologia_tornados/Climatologia_tornados.pdf. [Consulta: 8 enero 2016]
- Sanz, G., Rodríguez, J. y S. Buisán, 2013. Los aludes en España: el papel de la Agencia Estatal de Meteorología. 247-263. *Fenómenos meteorológicos adversos en España*. Carlos García-Legaz y Francisco Valero (ed.). Consorcio de Compensación de Seguros.
- Taboada, J. J., 2010. Riesgos asociados a fenómenos meteorológicos extremos. *Riesgos naturales en Galicia*. Urbano Fra Paleo (ed.). Universidade de Santiago de Compostela. Consorcio de Compensación de Seguros.