

# FENOMENOS METEOROLOGICOS SIGNIFICATIVOS EN 1979 — PARTE I

## Introducción

Este análisis se basa en los informes facilitados por los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de las diferentes partes del mundo. El material para el texto sobre las características generales de la circulación general en ambos hemisferios fue facilitado por los Servicios Meteorológicos de Australia y EE.UU. Cincuenta Miembros respondieron amablemente a la encuesta, de entre ellos dos, no registraron fenómenos significativos durante 1979. Se comprende que, dado el limitado espacio disponible, no ha sido posible recoger en este artículo todos los fenómenos interesantes observados pero, al seleccionar los fenómenos, se ha tenido en cuenta, en todo lo posible la importancia climatológica en relación con la magnitud de las consecuencias económicas y humanas.

## Características generales de las configuraciones de la circulación en 1979

### *Hemisferio norte*

La circulación media al nivel de 700 hPa durante el invierno (diciembre de 1978-febrero de 1979) se caracterizó por unos "oestes" más fuertes de lo normal en las latitudes medias sobre Asia y el Pacífico occidental, pero la franja de los "oestes" más fuertes estuvo bastante desplazada hacia el sur de su posición normal desde el Pacífico oriental a Europa occidental, todo ello asociado a una estructura de bloqueo que se extendió desde el noroeste del Pacífico a través del Artico canadiense y Groenlandia hasta el Mar de Noruega.

Durante la primavera, una intensa dorsal anticiclónica al nivel de 700 hPa se formó sobre el Atlántico central, dando lugar a un tiempo más templado de lo normal en el noroeste de los EE.UU. y en el sureste de Canadá al intensificarse las componentes de los vientos del sur. Sobre las Islas Británicas se desarrolló una profunda vaguada justo en el tramo descendente de la dorsal atlántica, dando lugar a una primavera fría y tormentosa en gran parte de Europa occidental. Una potente baja sobre el norte del Pacífico central, y una amplia dorsal sobre el oeste de Canadá y Alaska supusieron que en cada una la desviación típica fuese un poco más de una unidad superior a la normal. La dorsal anticiclónica subtropical fue más intensa de lo normal sobre la mayor parte del Pacífico, pero desde el Pacífico oriental hasta el Atlántico central, prevalecieron las altas presiones con valores por debajo de lo normal, siendo las vaguadas y la actividad ciclónica más frecuentes de lo común en la mayoría de las regiones de las latitudes bajas.

Durante el verano las dorsales subtropicales, tanto sobre el Atlántico como sobre el Pacífico, fueron más intensas y estuvieron más al norte de lo normal. En las latitudes altas dominó una fuerte circulación con ondas medias amplificadas. Este fue el séptimo verano consecutivo con una dorsal más intensa de lo normal sobre Alaska. Los efectos combinados de la dorsal de Alaska y de la intensa dorsal subtropical sobre el Pacífico favorecieron la formación de una profunda vaguada próxima a las costas de California, lo que dio lugar a penetraciones ocasionales en el continente de perturbaciones de altura causantes de precipitaciones. Aunque la actividad tormentosa tropical tanto sobre el Pacífico occidental como sobre el oriental fue inferior a la normal, la dorsal relativa-

mente intensa sobre el Atlántico favoreció la actividad de las tormentas tropicales atlánticas durante esta estación, así como la penetración de grandes cantidades de aire húmedo en los EE.UU.

Durante el otoño permanecieron las intensas dorsales subtropicales situadas al norte de sus posiciones normales tanto sobre el Atlántico como sobre el Pacífico, mientras que en las latitudes medias dominaron sobre ambos océanos los "oestes" con velocidades desusadamente altas. Dos huracanes principales, el *David* y el *Frederic*, cuya iniciación tuvo lugar sobre el Atlántico, y una tercera perturbación tropical, a la que no se dio nombre, y que se desarrolló en alta mar frente a las costas de Texas en la periferia de la circulación del huracán *Henri* fueron dirigidos hacia el interior de los EE.UU. por los fuertes "estes" y por las corrientes del sur correspondientes a los flancos sur y oeste de la persistente dorsal subtropical atlántica.

Los "oestes" con velocidades desusadamente altas alrededor de la mayor parte del hemisferio norte en el último mes de 1979 impidieron las penetraciones hacia el sur del aire frío procedente de las regiones polares.

#### *Hemisferio sur*

El año comenzó con una acentuada circulación zonal desde Australia hasta el Pacífico oriental. Esto estuvo asociado a una anomalía positiva de la altura geopotencial a 500 hPa que se extendió desde Australia occidental hacia Nueva Zelanda, en combinación con una franja de anomalías negativas que bordeó la costa antártica entre los 110°E y los 90°W. En febrero, las anomalías negativas continuaron bordeando la Antártica, con las anomalías positivas sobre Australia desplazándose hacia el suroeste para cubrir el sur de la Gran Bahía Australiana. Un flujo zonal más fuerte de lo normal también cubrió el Océano Indico occidental.

La vaguada del Pacífico, que había sido una característica muy señalada a finales de 1978, fue débil a principios de 1979. Sin embargo, se restableció en febrero y estuvo oscilando entre los 80°W y los 140°W hasta que en septiembre surgió una anomalía positiva dominante sobre el sureste del Pacífico. A finales de año se volvió a regenerar la vaguada desarrollándose entre los 130°W y los 95°W. La vaguada del Pacífico alcanzó su máxima intensidad durante marzo y abril en el sector comprendido entre los 120°W y los 100°W.

Otra característica persistente fue la dorsal que a principios de año apareció en el Atlántico Sur, con un enlace hacia el sur con el Polo. Estaba asociada con una estructura de bloqueo al este de América del Sur, la cual persistió hasta marzo, mes en el que la anomalía alcanzó su punto máximo. En abril y mayo, experimentó una retrogresión y se desplazó hacia el sur, pero hacia mediados de año se desplazó nuevamente hacia el norte cubriendo el sur de Argentina y Chile, donde se produjo un debilitamiento.

En marzo, una anomalía positiva se extendió desde el sur de Africa hasta el interior de Australia. Dicha anomalía cedió en el mes de abril hasta quedar convertida en una débil anomalía negativa sobre el Océano Indico central, flanqueada por sendas anomalías positivas sobre el sur de Africa y el suroeste de la Gran Bahía Australiana. Sin embargo, hacia mayo se restableció la anomalía positiva extendiéndose desde el sur de Africa hasta los mares del sur de Australia, con una anomalía negativa desplazándose hacia el sur en el Océano Indico central. Durante la mayoría de los meses de invierno, en el hemisferio oriental se presentaron centros de anomalía positiva al sureste de Afri-

ca meridional, sobre el Océano Indico oriental y a través de Australia hasta Nueva Zelanda. No obstante, durante el mes de agosto la situación sobre Nueva Zelanda cambió radicalmente con la aparición de una configuración de bloqueo, de forma tal que sobre este país aparecieron anomalías negativas.

La débil anomalía negativa que aparecía en mayo sobre el Océano Indico central se profundizó en junio. Entonces se extendió desde los 10°E hasta los 130°E, permaneciendo hasta septiembre en que se partió en dos.

En octubre, la anomalía positiva sobre el Océano Indico oriental se desplazó hacia el este sobre el suroeste de Australia, enlazando con la dorsal del Mar de Tasmania. Hacia noviembre, se extendió desde el sureste de Australia hasta el suroeste del Pacífico, con un centro sobre Nueva Zelanda. Sobre una gran extensión de la costa antártica aparecieron anomalías negativas, aunque las anomalías positivas continuaron sobre la misma Antártica desde agosto hasta la terminación del año.

La vaguada dominante al oeste de Australia se deshizo durante el mes de noviembre, siendo remplazada en diciembre por una dorsal que cubrió la mayor parte del hemisferio oriental en una franja de latitud 30°S a 40°S. Una franja de anomalía negativa se extendió desde los 50°E a los 170°E con dos centros, uno próximo a Kerguelen y otro al sur de Tasmania. La franja cubrió la zona comprendida entre los 40°S y los 60°S dando lugar a una fuerte corriente zonal sobre una gran parte del Océano Indico y sobre la mayoría de la Australia meridional.

#### Condiciones meteorológicas regionales

##### EUROPA\*

*Temperatura e insolación:* 1979 fue un año frío en el norte de Europa; en otras muchas zonas el año se caracterizó por unas amplias diferencias de temperatura tanto en el espacio como en el tiempo. Como consecuencia de los vientos dominantes del noroeste, la temperatura media anual en ISLANDIA fue una de las más bajas nunca registradas, con 2,4 grados C en Akureyri. Los mares circundantes también estuvieron más fríos de lo normal. La temperatura media, en todos los meses del año, se mantuvo por debajo del promedio. NORUEGA y SUECIA también tuvieron temperaturas medias anuales inferiores al valor normal; las regiones occidentales de Noruega soportaron el año más frío desde 1923 y las regiones orientales el más frío desde 1941.

La insolación total anual registrada en el observatorio de Valencia en IRLANDA fue la más baja desde que se iniciaron las medidas en 1880, alcanzándose sólo el 80 por 100 del promedio.

En la relación de los fenómenos meteorológicos significativos en 1978 (*Boletín de la OMM*, Vol. XVIII, Núm. 3, pág. 231), se hizo referencia a la propagación hacia el sur de una corriente del este extremadamente fría que atravesó el continente a finales del año. En CHECOSLOVAQUIA, el primero de enero de 1979 la temperatura descendió unos 30 grados C en 16 horas, fenómeno jamás registrado durante los 200 años de medidas termométricas en Praga. Las excepcionales condiciones asociadas al paso del frente frío ocasionaron daños valorados en varios miles de millones de coronas. AUSTRIA y HUNGRÍA, se vieron igualmente afectadas.

\* Este informe no abarca la URSS, la cual se incluirá en la Parte II de este artículo.

En las zonas más septentrionales de Europa los primeros meses del año fueron muy fríos debido a que la situación estuvo dominada por un anticiclón frío en superficie con una baja en altura. En el norte de SUECIA, las temperaturas mensuales fueron de 6 a 8 grados C inferiores a las normales, mientras que en la zona central del país fueron de 3 a 5 grados C más bajas de lo normal durante el mes de febrero. En las regiones al noroeste y al oeste de Estocolmo, durante enero, se registraron las temperaturas más bajas desde que se iniciaron las medidas, hace aproximadamente un siglo; así por ejemplo, se llegó a los  $-38^{\circ}\text{C}$  en Falun y a los  $-46^{\circ}\text{C}$  en Grundforsen; lo mismo ocurrió en el mes de febrero con  $-32^{\circ}\text{C}$  en Västerås, y  $-41^{\circ}\text{C}$  en Fjällnäs cerca de la frontera noruega. En la REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA las temperaturas durante el invierno también fueron inferiores unos  $3^{\circ}\text{C}$  a las normales en las regiones del norte. En las proximidades de la frontera del sur, el 15 y 16 de enero se midió una mínima cerca del suelo de  $-34^{\circ}\text{C}$  en los alrededores de Donaueschingen (cabecera del Danubio), lo que constituyó la temperatura más baja del decenio. En la mayor parte del norte del país la insolación fue inferior al promedio. En POLONIA, las temperaturas medias de enero y febrero fueron entre 2 y 4 grados C inferiores a los valores normales. Los primeros meses del año también fueron muy fríos en el REINO UNIDO. Una temperatura mínima de  $-24.6^{\circ}\text{C}$  registrada durante la noche del 12 al 13 de enero en Carnwath, a unos 30 km al noroeste de Edimburgo, fue la mínima absoluta del siglo registrada en enero en todo el país.

En ISRAEL, febrero fue más cálido de lo normal. La temperatura máxima de este mes ( $28.3^{\circ}\text{C}$ ) registrada en Ramat David igualó el anterior registro máximo de febrero de 1958. Las máximas sobrepasaron los  $30^{\circ}\text{C}$  en diversas estaciones del interior de la plataforma continental, hecho poco común en febrero. La máxima de  $32^{\circ}\text{C}$  en Eilat constituyó una nueva máxima absoluta del mes.

La primavera (marzo, abril y mayo) fue más bien fría en el norte de Europa, aunque hubieron algunos períodos cálidos. En ISLANDIA los meses de marzo y mayo fueron especialmente fríos, siendo las temperaturas medias mensuales del país en conjunto, respectivamente 5,6 y 5,4 grados C por debajo de los valores normales, y alcanzando la desviación típica  $-7$  ó  $-8$  grados C en el noreste. En marzo, la temperatura media en Reykjavik fue  $-4^{\circ}\text{C}$ , la más baja para este mes desde 1891; en Akureyri la media fue  $-6.9^{\circ}\text{C}$ , la más baja desde que comenzaron las observaciones en 1882. La temperatura media de mayo ( $4.5^{\circ}\text{C}$ ) fue la más baja desde que en 1873 se iniciaron las medidas en las Faroes (DINAMARCA). La primavera también resultó desusadamente fría en IRLANDA, donde las temperaturas medias fueron de 1,5 a 2,0 grados C inferiores a las normales, registrándose los valores más bajos del siglo en Birr, Roche's Point y Valencia.

La insolación total durante la primavera en numerosas regiones de NORUEGA fue la más baja desde que se iniciaron las medidas en 1953. Durante esta época en SUECIA hubo grandes variaciones de temperatura: en Solleftea, en el centro del país, el 13 de marzo se registró una máxima de  $+8^{\circ}\text{C}$ , y seis días más tarde se registró una mínima de  $-38^{\circ}\text{C}$  en Aluokta, al norte. Asimismo, el 13 de abril se produjo una diferencia de 26 grados C entre las temperaturas de los extremos norte y sur del país. Un fenómeno semejante se registró en POLONIA, donde el 18 de marzo las temperaturas oscilaron entre los  $-19^{\circ}\text{C}$  al noroeste y los  $0^{\circ}\text{C}$  al sur. Sin embargo, las temperaturas de marzo en Europa central fueron en general superiores a las normales. A principios de mayo, en AUSTRIA se registraron nevadas hasta los 300 m sobre el nivel del mar, seguidas de algunas temperaturas mínimas muy bajas.

El verano se inició con varios períodos de altas presiones sobre el norte y el centro

de Europa, en los que las temperaturas fueron superiores a las normales. Junio fue el mes más cálido del año en SUECIA. Aquí, como en CHECOSLOVAQUIA y POLONIA se establecieron nuevas temperaturas máximas absolutas para el mes de junio; en HUNGRIA la temperatura media mensual de 22,9°C en Budapest fue la más alta para junio en lo que va de siglo.

Durante julio, la baja islándica se desplazó al norte de Europa, llevando a la corriente en chorro más hacia el sur y haciendo descender las temperaturas. En el sur y en el oeste de NORUEGA hubo un considerable déficit de insolación durante el verano, aunque Bjornoya (Isla de Bear) en el Artico se benefició de la configuración dominante de altas presiones y registró la más alta insolación para el verano desde 1959. IRLANDA tuvo poca insolación durante el verano; Valencia sólo disfrutó del 71 por 100 de su insolación normal durante el verano por segundo año consecutivo. En julio la insolación en Viena, AUSTRIA, fue sólo el 55 por 100 de la normal.

El mes de julio fue el más frío en DINAMARCA desde que se iniciaron las medidas en 1874, con una temperatura media de 13,6°C (la anterior media más baja fue de 13,7°C en 1898). Julio fue de 2 a 3 grados C más frío de lo normal en el sur y centro de SUECIA donde las temperaturas medias del mes fueron las más bajas nunca alcanzadas en puntos tales como Smygehuk (13,0°C), en el extremo sur del país, y Flötningen (10,3°C) en las montañas próximas a los 62°N; sólo en el norte del país las temperaturas fueron iguales o ligeramente superiores a las normales. En Potsdam, REPUBLICA DEMOCRATICA ALEMANA, los 15,3°C constituyeron la temperatura media mensual más baja de julio en lo que va de siglo, y lo mismo hay que decir de algunas estaciones de POLONIA donde la temperatura media fue de 3 a 4 grados C por debajo de lo normal. Mínimas por debajo de 0°C, con escarcha en algunos lugares, no estuvieron muy lejos de las mínimas más bajas alcanzadas en julio.

En general, durante los meses de otoño (septiembre, octubre y noviembre) las temperaturas medias de Europa no registraron anomalías importantes. En POLONIA, la temperatura máxima de 26°C registrada en Krakow el 15 de octubre fue la más alta alcanzada en el país durante este mes, pero a finales de octubre y primeros de noviembre una breve invasión de aire frío dio lugar a una mínima de -16°C, próxima al registro más bajo jamás alcanzado en esta época del año. El mes de noviembre fue más cálido de lo normal en ISRAEL, donde la anomalía positiva de la temperatura alcanzó 2,5 grados C.

En Europa central y oriental, diciembre resultó excepcionalmente templado debido a la preponderancia de las corrientes del oeste o del suroeste. La temperatura media mensual en POLONIA fue de 2 a 4 grados C superior a la normal; en CHECOSLOVAQUIA, Praga tuvo el sexto diciembre más cálido de los últimos 200 años; la temperatura media en HUNGRIA, que fue de 5°C, sólo había sido superada en dos ocasiones (en 1915 y en 1934). Por otro lado, el mes fue de 1 a 2 grados C más frío de lo normal en ISRAEL, y la mínima de 0,5°C registrada en Beer Sheva el 11 de diciembre igualó el registro más bajo alcanzado en 1945.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías:* Las borrascas y perturbaciones siguieron una trayectoria más hacia el sur de lo normal durante la mayor parte del año, lo que hizo que las condiciones fueran relativamente buenas en el extremo norte de Escandinavia; en Tromso, NORUEGA, sólo durante el año 1950 se registró una precipitación total anual inferior a la de 1979. Por otra parte, la precipitación anual fue superior a la normal en la REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA. La época de lluvias 1978/79 fue deficitaria en la mayoría de las regiones de ISRAEL, repercutiendo dicha sequía

en la agricultura. Sin embargo, las precipitaciones correspondientes al último trimestre de 1979 fueron en general superiores al promedio.

Debido a los vientos fríos dominantes del este y del noroeste a lo largo de enero y febrero, la mayoría de las precipitaciones fueron en forma de nieve sobre el norte y el centro de Europa. Invasiones ocasionales de aire frío produjeron nevadas en las regiones del sur de ITALIA en cantidades que no se habían visto durante los últimos diez años. Se registraron algunas víctimas y la agricultura sufrió graves daños, valorados en varios miles de millones de liras. En las proximidades del Mar Báltico y del Mar del Norte las nevadas y ventiscas fueron desusadamente intensas a principios de enero y nuevamente a mediados de febrero. Hasta tres veces la cantidad normal de nieve se midió en el sureste de SUECIA, y en numerosos lugares de POLONIA el espesor de la nieve llegó a valores nunca registrados. También se registraron nevadas desusadamente intensas en la REPUBLICA DEMOCRATICA ALEMANA, REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA, PAISES BAJOS y en el REINO UNIDO. En BELGICA, los alrededores de Bruselas estuvieron cubiertos de nieve durante 40 días consecutivos, fenómeno que aproximadamente sólo ocurre una vez cada 30 años. El 11 y el 12 de febrero se observó que las nevadas sobre AUSTRIA y CHECOSLOVAQUIA contenían polvo rojo, presumiblemente procedente del Sahara. En numerosas zonas el deshielo subsiguiente, unido a las intensas lluvias, originó vastas inundaciones.

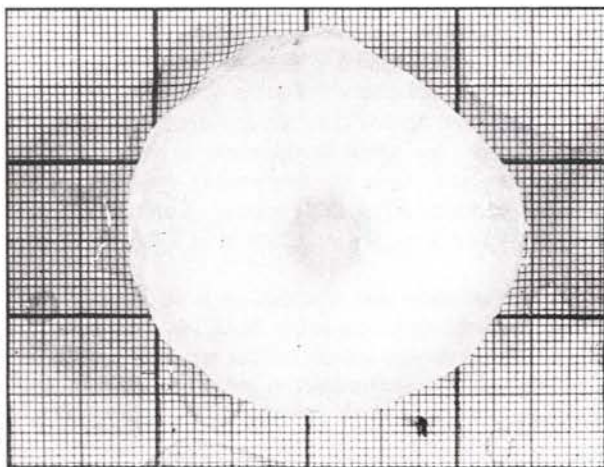
Del 16 al 18 de febrero, una borrasca sobre ITALIA dio lugar a lluvias muy intensas en las regiones del centro y del sur del país, con corrimientos de tierras e inundaciones, mientras que en el Adriático los vientos del sur asociados a la depresión produjeron mareas excepcionalmente altas en Venecia.

Durante la primavera, las precipitaciones en ISLANDIA fueron sensiblemente inferiores al promedio. Algunas estaciones sólo recogieron el 10 por 100 del valor normal en marzo y una estación no recogió ninguna precipitación apreciable durante el mes de mayo. Sin embargo, en la mayor parte del resto del norte y del centro de Europa las cosas ocurrieron de manera bien distinta. Los PAISES BAJOS tuvieron la primavera más húmeda desde 1850 con un promedio de 261 mm de precipitación, frente al normal de 136 mm. En el REINO UNIDO, Inglaterra y Gales tuvieron la primavera más húmeda de los últimos 150 años, mientras que en Escocia fue la segunda más húmeda desde que se iniciaron los registros allá por 1869. En la REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA la precipitación durante la primavera alcanzó el 153 por 100 del valor normal, figurando marzo con más del doble del promedio correspondiente a dicho mes. Las regiones orientales de NORUEGA tuvieron la primavera más húmeda de los últimos 30 a 40 años. Las intensas lluvias unidas al deshielo propio de esta época del año originaron el desbordamiento de numerosos ríos, tales como el Narew y el Bug en el noroeste de POLONIA donde los niveles alcanzados fueron los más altos del siglo, causando daños estimados en 4.500 millones de zloties (143 millones de dólares de los EE.UU.). También se recibieron informes de inundaciones en BELGICA, REPUBLICA DEMOCRATICA ALEMANA y en el REINO UNIDO, donde los ríos ingleses Tees y Trent alcanzaron los niveles más altos desde que empezaron las medidas sistemáticas a mediados de 1950.

Como era de esperar, desde finales de mayo y a lo largo de todo el verano los fenómenos pluviométricos europeos tuvieron un carácter más bien local, reflejando la actividad convectiva. En la mitad sur de SUECIA hubo gran número de tormentas que causaron cuantiosos daños, y piedras de granizo de 3,5 cm. de diámetro fueron recogidas en Lainio, sobre el círculo ártico. El 10 de julio, un aguacero en Lien (Jämtland)

produjo 120 mm de lluvia en dos horas causando grandes daños. En Gävle (a 160 km al norte de Estocolmo), el mes de agosto fue el más húmedo desde que empezaron las medidas en 1859, con un total mensual de 224 mm, de los cuales 120 mm se registraron en un solo día. Los 77,8 mm de precipitación que se recogieron en Jostedal, NORUEGA occidental, el 15 de agosto constituyeron la mayor cantidad de lluvia registrada en un solo día desde que se iniciaron las medidas en 1895. Junto con la nieve derretida procedente del Jostedalsbreen (el glaciar más extenso del continente europeo), esta lluvia causó daños valorados en unos 15 millones de coronas noruegas (3 millones de dólares de los EE.UU.). En las regiones del sur de FINLANDIA la lluvia total de julio fue el 300 por 100 del valor normal, lo que ocasionó las consiguientes inundaciones.

La lluvia caída durante el verano en la REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA fue aproximadamente el 90 por 100 del valor normal. Desde mayo a octubre HUNGRÍA sufrió un déficit de precipitación (alcanzando los 50 mm desde mediados de mayo a mediados de junio), que repercutió negativamente en la agricultura. En el REINO UNIDO durante el mes de junio se produjeron varios aguaceros de intensidad poco común, tales como la tormenta de tres horas que el 13 de junio se registró sobre la ciudad de Skipton en North Yorkshire. En el momento cumbre de la tormenta, la intensidad de la precipitación casi alcanzó los 3 mm por minuto. Algunas estimaciones sitúan el período de retorno de esta tormenta en 500 años. Cuatro días más tarde, las fuertes lluvias sobre el noroeste de Bohemia, en CHECOSLOVAQUIA, hicieron que el nivel de ciertos ríos sobrepasara en unos 25 cm las señales indicativas del anterior máximo en 1570. Los daños originados por estas inundaciones fueron estimados en 150 millones de coronas (16 millones de dólares de los EE.UU.). Entre dos y tres días más tarde, las intensas lluvias registradas en el norte de AUSTRIA elevaron el nivel del Danubio hasta 689 cm (siendo el nivel promedio 281 cm) y durante el 25 de junio en Viena se registró una fuerte tormenta durante la cual se recogieron 78 mm de lluvia en una hora, fenómeno que está previsto que sólo ocurra una vez en más de 210 años.



Una de las varias piedras de grani-zo recogidas durante las intensas tormentas sobre el sur de Rumanía el 13 de julio de 1979. Se muestra aproximadamente a su tamaño real.

El 13 de julio, el aire frío del norte que incidió sobre el aire subtropical cálido en el valle del Danubio originó una gran actividad convectiva en el sur de RUMANIA con cumulonimbus cuyos techos alcanzaron los 12 Km. En los alrededores de Bucarest, las

piedras de granizo de cinco a seis centímetros de diámetro causaron cuantiosos daños. El 30 de agosto se registraron fuertes tormentas acompañadas de granizo en la zona norte del centro de TURQUIA; dieciséis mineros perdieron la vida en el derrumbamiento de una mina de carbón cerca de Amasya y catorce personas perecieron ahogadas en las riadas de Corum.

Septiembre y octubre fueron meses muy secos en el sureste de SUECIA; durante septiembre la isla de Öland sólo registró el 15 por 100 del promedio mensual, y en Kalmar sólo se medieron 1,9 mm en todo el mes de octubre. Sin embargo, el primero de octubre se estableció un nuevo máximo registro nacional de precipitación en un día en ISLANDIA, al registrarse 242,7 mm en 24 horas en Kvisker, en la costa sureste del país.

El otoño trajo consigo una sucesión de fuertes tormentas sobre diversas partes de ITALIA. Una profunda depresión al norte del país a principios de la última semana de septiembre dio lugar a intensas lluvias sobre extensas áreas, a causa de las cuales se produjeron algunas víctimas y los daños causados se elevaron a varios miles de millones de liras. Se volvieron a producir desbordamientos en la Laguna de Venecia. El 5 y el 6 de octubre, las fuertes tormentas situadas sobre una corriente de aire húmedo del sur ocasionaron el desbordamiento de ríos y arroyos un Umbría, Toscana y Lazio. Las cosechas de las zonas centrales del país se vieron seriamente afectadas. Asimismo, durante el período del 14 al 17 de octubre, las tormentas provocaron devastadoras inundaciones y corrimientos de tierra en los Alpes italianos; cinco personas perecieron en el Valle de Ossola, y en Liguria los daños producidos en los invernaderos, huertas y olivares fueron estimados en unos 10.000 millones de liras (12 millones de dólares de los EE.UU.). El período del 25 al 31 de octubre comenzó con lluvias muy intensas sobre la parte oriental de Sicilia, perdiéndose dos vidas humanas en Catania. Posteriormente, una borrasca desplazándose lentamente hacia el este en el Mediterráneo occidental originó fuertes temporales de lluvia en las regiones del centro y del sur del país, así como a intensas nevadas en Piamonte y Liguria. En Nápoles y Catanzaro (Calabria) los edificios sufrieron graves desperfectos, cientos de coches fueron destruidos y 40 personas resultaron heridas. La serie de adversidades meteorológicas continuó el 11 y 12 de noviembre con prolongadas e intensas lluvias y nevadas acompañadas de fuertes vientos en las regiones del este y del norte, y nuevamente del 16 al 20 de noviembre en que algunas zonas del centro también se vieron afectadas. Fueron numerosos los ríos que se desbordaron y los daños se valoraron en varios miles de millones de liras. Una vez más la Laguna veneciana se vio desbordada, esta vez durante cinco días consecutivos, inundándose extensas zonas de la ciudad. También se inundaron algunas zonas de Pesaro, en la costa adriática, al caer 120 mm de lluvia en 18 horas.

La perturbación que afectó al oeste de Sicilia el 25 de octubre produjo un temporal de excepcional violencia sobre MALTA. Una gota fría en los niveles medios invadió una corriente de aire cálido del sur asociada a un complejo sistema de bajas presiones al sur de Argelia. Se produjeron tormentas de gran violencia, recogiendo 68,6 mm de lluvia en tres horas en el Aeropuerto de Luga y 200 mm en 24 horas en Nadur (Gozo).

Durante el mes de octubre, en ISRAEL numerosas estaciones del noroeste registraron más de 100 mm de lluvia, lo que constituye un hecho muy poco frecuente. Con 142 mm, Bet Ha'Emeq alcanzó el 645 por 100 del valor normal del mes. En la noche del 20 al 21 de octubre, un intenso aguacero descargó sobre Sede Ophir, al sur del país, recogiendo 75 mm de lluvia en menos de cinco horas; cuatro personas perdieron la vida y los daños ocasionados se evaluaron en cientos de millones de liras israelíes. El 27



de octubre se produjeron lluvias de excepcional intensidad en la región del Negev, llegando a registrar más de 2,5 mm por minuto en Revivim y en Mizpe Ramon.

La mayor parte del norte de Europa tuvo un mes de diciembre muy húmedo. Para DINAMARCA constituyó el más húmedo desde que se iniciaron las medidas en 1874, con el 233 por 100 del valor normal; en los PAISES BAJOS sólo ha habido dos años (1965 y 1966) con un mes de diciembre más lluvioso. La REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA en conjunto registró casi el doble de la precipitación normal, estableciéndose en Frankfurt un nuevo valor máximo del mes (133 mm), que equivale al 289 por 100 del valor normal. El 11 y 12 de diciembre hubo inundaciones en BELGICA, lo mismo que el 26 y 27 en el REINO UNIDO donde se recogieron más de 175 mm de precipitación en Devon y en Cornwall, así como 150 mm en el sur de Gales. Numerosos ríos llegaron a niveles nunca alcanzados con anterioridad, cobrándose las inundaciones varias víctimas y causando daños valorados en varios millones de libras esterlinas. El 28 de diciembre, el norte y el centro de ISRAEL se vieron afectados por tormentas, granizo y lluvias de gran intensidad, produciéndose inundaciones con víctimas y cuantiosos daños.

*Temporales y "blizzards"*: Durante el año en conjunto, el número de días con vientos que alcanzaron la fuerza de galerna en las zonas costeras del sur de NORUEGA osciló entre el 150 y el 200 por 100 de lo normal. Como ya se ha dicho, el año se inició con un desplazamiento hacia el sur de los vientos del este extremadamente fríos y acompañados de "blizzards". Estas condiciones resultaron especialmente duras en áreas próximas al Mar del Norte, en el Báltico y en ciertas zonas de Europa central. Al menos 17 personas perdieron la vida en los distritos del norte de la REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA. En HUNGRIA se registraron rachas de 40 m seg<sup>-1</sup>. La llegada del aire frío a ITALIA estuvo acompañada de vientos atemporados, lo que ocasionó la pérdida de 30 barcos y la destrucción de cientos de pequeñas embarcaciones y balnearios en el Mar Tirreno. A causa de los "blizzards" de mediados de febrero, las comunicaciones se vieron nuevamente afectadas quedando aisladas poblaciones de SUECIA, POLONIA, REPUBLICA DEMOCRATICA ALEMANA, REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA, PAISES BAJOS, así como de las regiones orientales del REINO UNIDO.

El 24 de mayo una zona de bajas presiones poco profunda quedó situada al norte de los Alpes, desarrollándose en su flanco oriental un tornado en las proximidades de Finsterwalde, a unos 100 km al este-noreste de Leipzig en la REPUBLICA DEMOCRATICA ALEMANA. Devastó una franja de 100 a 200 m de ancho y varios kilómetros de largo. También en mayo, en la REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA un tornado afectó a Recklingshausen en la Westfalia del Rin del norte, registrándose en algunos lugares vientos que alcanzaron la fuerza 12 en la escala de Beaufort asociados a fenómenos de inestabilidad. Otro tornado tuvo lugar en noviembre en Cloppenburg, a unos 150 km más al norte.

En HUNGRIA, el 4 de agosto un grupo de bañistas fue sorprendido en el Lago Batlón por un viento repentino asociado al paso de un frente frío; cuatro de estos bañistas perecieron ahogados. Gracias a una acertada predicción no se perdieron más vidas en este temporal de una hora de duración, durante el cual la velocidad del viento alcanzó los 34 m seg<sup>-1</sup>. El 13 de agosto, una depresión atlántica al suroeste de IRLANDA se profundizó con gran rapidez desplazándose con cierta velocidad a través de las Islas Británicas. Los duros vientos con fuerza de temporal y la altura del oleaje asociados a esta borrasca sorprendieron a una flota de yates que tomaban parte en la regata

anual entre el sureste de Inglaterra y Fastnet Rock, cabo en el extremo suroeste de Irlanda. Al menos 23 embarcaciones se hundieron o fueron abandonadas, y 15 participantes perecieron ahogados. Otros cuatro navegantes que no participaban en la regata también perdieron sus vidas en la misma zona.



Granjas destruidas por un tornado en la República Democrática Alemana el 24 de mayo de 1979.

Los temporales en el norte de ITALIA durante el otoño y principios del invierno, frecuentemente estuvieron acompañados de violentos vientos racheados y, ocasionalmente, incluso de tornados. A finales de octubre dos buques colisionaron en el puerto de Génova a causa de estos vientos. El 21 y 22 de diciembre una borrasca de intensidad fuera de lo común se desplazó hacia el norte desde la costa africana con vientos duros y galernas que barrieron el centro y el sur de Italia. Se registraron rachas superiores a  $42 \text{ m seg}^{-1}$ . Las costas del Mar Tirreno fueron azotadas con especial violencia; cientos de embarcaciones se hundieron en el Golfo de Nápoles y en el puerto de Civitavecchia. Los cables de tendido eléctrico, los transportes, edificaciones y los bosques sufrieron los efectos de las galernas. Hacía muchos años que Roma no soportaba vientos de tal violencia. Durante el mismo período, también los vientos duros ocasionaron importantes daños en ISRAEL. En el Negev, el 5 de octubre una breve pero violenta tempestad de arena arrancó los árboles de raíz y derribó las torres metálicas del tendido eléctrico. La velocidad del viento sobrepasó los  $28 \text{ m seg}^{-1}$ . El día 10, así como el 28 y 29 de noviembre se registraron galernas y una tempestad de arena azotó el Negev el Día de Navidad.

Además de resultar húmedo, el mes de diciembre también registró vientos atemporalados en el noroeste de Europa. En los PAISES BAJOS, durante 11 días del mes se registraron vientos con fuerza de galerna (sobrepasando los  $17 \text{ m seg}^{-1}$ ).

## AFRICA

*Temperatura e insolación:* SUDAN informó que la temperatura media de febrero fue superior a la normal debido a la penetración relativamente profunda de corrientes del sur y al paso de un número de frentes fríos inferior a lo normal. Este fue el único informe de temperaturas excepcionales recibido de Africa.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías:* En el norte de SUDAN, los días centrales

del mes de enero se caracterizaron por una actividad tormentosa mucho mayor de lo usual. En Dongola se registró lluvia (6,3 mm) por primera vez en el mes de enero desde hacía 26 años. Sin embargo, durante marzo la precipitación medida fue inferior a la normal. En febrero, en dos ocasiones sendos centros de baja presión sobre el Mediterráneo llevaron aire frío procedente de Europa hacia el sur hasta la costa africana, dando lugar a copiosas nevadas poco comunes en las tierras altas del noroeste de la JAMAHIRIYA ARABE LIBIA. El 17 de febrero se registraron nevadas en Gharyan, Nalut y en Ghadames teniendo que ser cerradas al tráfico algunas carreteras. El 25 de febrero se registraron intensas precipitaciones (lluvia y nieve) en Gharyan, produciéndose de nuevo alteraciones en el tráfico. La precipitación recogida ese día (110 mm) fue la mayor desde que comenzaron las medidas en 1925 (la anterior precipitación máxima fueron 92 mm en 1964).

La temporada de lluvias 1978/79 fue en general deficitaria en el sur de Africa. Las zonas del noroeste y del centro de BOTSWANA se vieron especialmente afectadas por esta adversidad, oscilando la lluvia recogida entre el 35 y el 60 por 100 de su valor normal. En diversas áreas, esta falta de agua llegó incluso a afectar a los pastos del ganado, soporte principal de la economía del país. Estas condiciones de sequía se debieron a una circulación anticiclónica en los altos niveles de la atmósfera sobre Botswana, con los sistemas frontales siguiendo trayectorias más hacia el sureste. A partir de junio se declaró oficialmente el estado de emergencia a causa de la sequía, tomando el Gobierno una serie de medidas para combatirla; por ejemplo poniendo en vigor una ley favoreciendo la venta de ganado de los rancheros, y solicitando la asistencia del Programa Mundial de la Alimentación.

En MADAGASCAR, no se registraron fenómenos meteorológicos realmente excepcionales durante 1979. Los primeros tres meses del año (y en particular enero) fueron secos, especialmente en la plataforma central y en las zonas occidentales de la isla. Tananarive sólo recibió el 42 por 100 de su precipitación normal en enero. Majunga, en la costa noroeste, sólo registró el 33 por 100, mientras que Toléar, en el suroeste, sólo registró el 7 por 100 del valor normal. Aunque la precipitación durante los últimos tres meses de 1979 fue normal o incluso ligeramente superior, ello no fue suficiente para equilibrar el déficit. El bajo caudal de los ríos trajo como consecuencia un incremento del consumo de combustibles debido a la falta de energía hidráulica, así como la escasez de ciertos productos agrícolas vitales debida a los problemas causados en la agricultura.

Durante el período del 8 al 15 de mayo de 1979 se produjeron precipitaciones desusadamente abundantes en la cuenca del Río Nyabarongo en RWANDA. En la noche del 12 al 13 de mayo, se registraron 98,4 mm de lluvia en Kigali (casi un tercio del promedio mensual), lo que supuso la mayor precipitación total en 24 horas jamás registrada en dicho lugar. El nivel del Nyabarongo se elevó muy por encima del alcanzado en la última gran inundación de mayo de 1963, con un caudal estimado de  $238 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$  frente al promedio mensual de  $136 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ . La totalidad del valle permaneció inundado durante más de una semana, partiendo realmente al país en dos. Los daños ocasionados fueron de una gran consideración. Los habitantes del lugar recordaron con este suceso la época de 1941 cuando tuvieron que utilizar canoas para pasar de una colina a otra.

Las tormentas con fuertes chubascos dieron como resultado el que se alcanzaran nuevos máximos de precipitación para el mes de junio en Ben Ulid (al duresste de Trípoli) en la JAMAHIRIYA ARABE LIBIA. En dos días se recogieron 28 mm., lo que

constituye el total mensual más alto, y los 18 mm que cayeron el 21 de junio significaron la mayor precipitación total en 24 horas. Por su parte, Trípoli registró 12,5 mm de lluvia en junio, la mayor del mes desde 1884. Más adelante, en septiembre, Trípoli registró la mayor cantidad de lluvia de 100 años, con un total de 94,3 mm, de los cuales 77,9 mm cayeron el 28 de septiembre lo que supuso un nuevo máximo en 24 horas. Nalut, con un total de 53,3 mm también alcanzó un nuevo máximo de precipitación total mensual en septiembre. El 5 de noviembre, Benina registró 108,7 mm de lluvia en unas siete horas, llevando el total mensual a 141,8 mm, la precipitación total más alta en noviembre desde 1925. En diciembre la configuración pluviométrica fue extremadamente local. Mientras que Trípoli tuvo el diciembre más seco desde 1888 con 5,6 mm (sólo el 7 por 100 del valor normal), Gharyan registró una precipitación el triple de la normal, recogiéndose 85 mm el 4 de diciembre (la precipitación diaria más alta desde que se iniciaron las medidas).

En SUDAN, julio fue excepcionalmente seco. Los restantes meses del año fueron casi normales, excepto octubre en que una onda del este intensificándose en la baja troposfera produjo cantidades de lluvia por encima del promedio.

*Tempestades y ciclones tropicales:* Durante el período de mayo a julio fueron frecuentes las tempestades de polvo o el polvo levantado por el viento en SUDAN, registrándose con frecuencia baja visibilidad. El informe de MADAGASCAR cita tres depresiones tropicales (*Dora, Fatou y Berenice*) en sus proximidades, pero ninguna de ellas dio lugar a condiciones meteorológicas excepcionales.

K.J.

## LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO ANUAL DE LOS ARBOLES Y EL CLIMA — ANALISIS RETROSPECTIVO Y NUEVOS RESULTADOS

Por F. RÖTHLISBERGER\*

### Antecedentes históricos

La historia de la investigación de los anillos de crecimiento anual de los árboles puede reconstruirse desde hace aproximadamente quinientos años. Ya Leonardo da Vinci (1452-1519) observó una correlación directa entre el espesor de los anillos de crecimiento anual de los árboles y la precipitación (Fürst (1963)). El naturalista sueco, Carl von Linné (1707-1778), estudiando los robles cerca de la frontera norte del país, encontró una relación entre los anillos anchos y las altas temperaturas del verano y entre los anillos estrechos y las bajas temperaturas estivales (Trendelenburg (1955)). Kasthofer (1822), ingeniero de montes suizo, comparó los pinos cembros (*Pinus cembra*), que en un tiempo fueron sepultados por el Glaciar Unteraar, con los que todavía subsisten y estableció, basándose en la gran anchura de los anillos, que los enormes "árboles subterráneos del mundo prehistórico" tuvieron que haber crecido en una fase climática más caliente.

Esto indica ya de una forma clara que, el orden de sucesión de los anillos de crecimiento arbóreo, junto con las fluctuaciones características en su anchura podrían em-

---

\* Instituto Federal Suizo de Investigación Forestal, Birmensdorf (Suiza).