

# FENOMENOS METEOROLOGICOS SIGNIFICATIVOS EN 1978 - PARTE II

## Condiciones meteorológicas regionales

### AMERICA DEL NORTE Y CENTRAL

*Temperatura e Insolación:* El año 1978 en CANADA fue, en conjunto, un poco más frío y seco de lo normal. Las anomalías negativas respecto a la temperatura media fueron de  $2^{\circ}\text{C}$  en la zona comprendida entre el Artico oriental y el norte de la Bahía de Hudson, entre  $1$  y  $2^{\circ}\text{C}$  en la mayor parte de Ontario, Quebec y Labrador, y menos de  $1^{\circ}\text{C}$  en las provincias atlánticas y en las Prairies. Las anomalías positivas alcanzaron los  $2^{\circ}\text{C}$  en algunas localidades de los Territorios del Noroeste y fueron alrededor de  $1^{\circ}\text{C}$  en Columbia Británica, Alberta y el oeste del Artico. La temperatura media mensual mínima de  $-36,9^{\circ}\text{C}$  se registró en Eureka (Territorios del Noroeste) en marzo, sin embargo la temperatura mínima absoluta,  $-52,5^{\circ}\text{C}$ , se registró en Mayo (Yukón) el 7 de enero. La máxima temperatura media mensual,  $22,9^{\circ}\text{C}$ , se registró en Lytton (Columbia Británica) en Julio; esta misma estación registró el 8 de agosto la máxima absoluta del país en el año,  $39,5^{\circ}\text{C}$ .

Las temperaturas generalmente bajas conservaron la gruesa capa de hielo invernal en el ártico canadiense hasta bastante entrado agosto; la rotura del hielo entre el estrecho de Lancaster y el cabo Barrow se considera como una de las más tardías nunca registradas. La formación del nuevo casquete de hielo en octubre ocurrió, al menos, dos semanas antes de lo normal, entorpeciendo la navegación marítima, que cesó por completo a mediados de noviembre en el Artico occidental y a lo largo de la costa del Labrador; por esta época la Bahía de Hudson estaba helada en sus tres cuartas partes.

Las dos terceras partes del este de los ESTADOS UNIDOS DE AMERICA sufrieron su segundo invierno crudo consecutivo. Diecinueve estados registraron la más baja temperatura media para enero-febrero de su archivo y seis estados del este tuvieron el febrero más frío desde que se comenzaron las observaciones. Por ejemplo, en Ohío la temperatura media mensual,  $-8^{\circ}\text{C}$ , rebajó la mínima absoluta anterior de  $-7,1^{\circ}\text{C}$  registrada en 1885.

En muchas partes del Medio Oeste la anomalía negativa de la temperatura en Enero fue de  $7^{\circ}\text{C}$  y aumentó hasta  $9^{\circ}\text{C}$  en febrero. Sin embargo, en la ladera orientada hacia el Pacífico de las Montañas Rocosas, hubo anomalías mensuales positivas con un promedio de  $3^{\circ}\text{C}$ . En marzo las temperaturas altas del oeste se extendieron hacia el este y, al menos en dos lugares, se establecieron nuevos máximos absolutos de temperaturas para dicho mes fueron éstos Grand Island (Nebraska) con  $32,2^{\circ}\text{C}$  y Chicago (Illinois) con  $28,3^{\circ}\text{C}$ .

Durante el verano las temperaturas fueron, en general, normales. En El Paso (Texas) la máxima de  $48,3^{\circ}\text{C}$  igualó la máxima absoluta anterior registrada en 1972 y en Junio la temperatura se mantuvo o superó los  $33^{\circ}\text{C}$  en 18 días, 14 de los cuales consecutivos. Los Angeles tuvo una temperatura media en septiembre  $7^{\circ}\text{C}$  más alta que el valor normal. En noviembre, la invasión de aire frío del noroeste originó temperaturas anormalmente bajas en la zona norte de las Montañas Rocosas de los EE UU.; en algunas partes de Montana y Wyoming la anomalía negativa de la temperatura media mensual fue de  $6^{\circ}\text{C}$ . El tiempo frío se dejó sentir más al sur en diciembre, registrándose en Los Angeles, por primera vez, una temperatura del aire inferior a cero grados; una mínima de  $-1,1^{\circ}\text{C}$  el 8 de diciembre rebajó el récord anterior de  $0,0^{\circ}\text{C}$  establecido en 1958.

En el norte de MEXICO las temperaturas dieron un promedio 3°C por debajo de lo normal en los primeros meses del año, con un mínimo absoluto de -14°C medidos en el estado de Chihuahua. Sin embargo, de abril a julio las temperaturas fueron entre 2 y 4°C superiores a lo normal en la mayor parte del país, con un máximo absoluto de 47°C registrado en el estado de Sonora, si bien se registraron nevadas en algunas estaciones del vecino estado de Chihuahua en el mismo mes. En noviembre y diciembre las temperaturas en la mayor parte del país fueron unos 2°C superiores a lo normal.

En EL SALVADOR se registraron un máximo y un mínimo absolutos de temperatura en febrero y octubre respectivamente.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías:* En la mayor parte del CANADA 1978 fue un año seco, habiendo recogido muchas partes del país sólo el 80 por 100 de la precipitación anual normal. Fueron excepciones el suroeste de Columbia Británica, la mayor parte de Alberta y las zonas norte y central de Manitoba y Quebec. La máxima precipitación mensual en todo el CANADA durante el año fueron los 510,3 mm registrados en Stewart (Columbia Británica) en octubre; la mínima fue de 0,2 mm en Moose Jaw (Saskatchewan) en marzo y en Dawson (Yukón) en abril. Las nevadas invernales fueron anormalmente fuertes en la primera parte de 1978 en la zona central del Canadá ártico, el sur interior de Columbia Británica, el suroeste de Ontario, el oeste de Terranova y algunas estaciones costeras del Pacífico y del Atlántico. En estas regiones las cantidades de nieve caídas superaron el 150 por 100 de lo normal. La cantidad máxima registrada en una estación principal de 6,3 m en Cartwright (Labrador). Por el contrario, las nevadas fueron muy escasas en una vasta extensión desde el sur del noroeste de Manitoba hasta el delta del río Mackenzie y cruzando el norte de Ontario hasta el centro y norte de Quebec. Winnipeg (Manitoba) registró un poco más de la precipitación normal.

Edmonton (Alberta) tuvo un segundo verano húmedo en el registro, con una precipitación total 175 por 100 del valor normal. Hubo un intenso aguacero los días 10 y 11 de julio, durante los cuales se registraron 135 mm de lluvia en 24 horas. Como consecuencia se ocasionaron deslizamientos y hundimientos de tierras que originaron daños estimados en varios millones de dólares. A un agosto húmedo siguió el septiembre más húmedo registrado desde el comienzo de las observaciones en 1880. Para la zona oeste del centro de Columbia Británica, noviembre empezó con precipitaciones de tal intensidad que se espera sólo sucedan una vez cada 90 años. Se registraron 204 mm de lluvia en dos días y 306 mm en el período comprendido entre el 31 de octubre y el 6 de noviembre. Fueron arrastrados por las aguas puentes y carreteras, y se rompieron los tubos de conducción de gas natural. Se estima que las pérdidas ascienden a 20 millones de dólares canadienses.

En los ESTADOS UNIDOS DE AMERICA el nuevo año dio fin a la peor sequía del siglo en California, con precipitaciones superiores a lo normal en enero y febrero. El total de 118,9 mm de lluvia en Bakersfield en febrero constituye la máxima precipitación mensual registrada allí y es el 422 por 100 del valor normal. Las inundaciones y los corrimientos de tierra al sur del estado ocasionaron 20 muertos y pérdidas a la propiedad estimadas en 83 millones de dólares de los EE.UU. En la primavera el deshielo produjo el desbordamiento de los ríos originando daños considerables y algunos muertos. Entre los estados más afectados se encuentran Arizona, Dakota del Norte, Indiana, Montana, Nebraska, el noroeste de Texas y Wyoming. Nueva Orleans (Luisiana) sufrió graves inundaciones el 3 de Mayo; murieron 4 personas y las pérdidas se aproximaron a los 100 millones de dólares de los EE.UU.

Con la llegada del verano fueron las inundaciones repentinas las que causaron daños. El 26 de julio, Fairhope (Alabama) registró 381 mm de lluvia en menos de 12 horas y a los pocos días, los restos de la tormenta tropical *Amelia*, ocasionaron lluvias muy abundantes en las montañas del sur de la zona central de Texas. En el período del 31 de julio al 4 de agosto algunas estaciones registraron más de 762 mm de lluvia en 36 horas. Se alcanzaron niveles récord en varios ríos tales como el Guadalupe, el Brazos y el Medina. Las inundaciones resultantes causaron 33 muertos y daños en la propiedad valorados en 100 millones de dólares de los EE.UU. También se produjeron graves daños como consecuencia de las inundaciones repentinas en Arkansas, Luisiana, Nuevo Méjico, Minnesota y Puerto Rico.

En diciembre las abundantes lluvias ocasionaron en Kentucky graves inundaciones (cuatro muertos y pérdidas en la propiedad por valor de 135 millones de dólares de los EE.UU.) y en Arizona y Nuevo Méjico, en donde se registraron niveles récord en los ríos que riegan el sur de las tierras altas del Mogollón.

Las pérdidas totales en 1978 consecuencia de las inundaciones se estimaron en más de 120 muertos y 1.000 millones de dólares de los EE.UU.

En muchas zonas del este de los EE.UU. hubo gran escasez de precipitaciones durante la mayor parte de 1978. Por ejemplo, la precipitación total en Asheville (Carolina del Norte) para los meses de febrero, julio y octubre fueron respectivamente de 11,2, 16,0 y 7,6 mm que son solamente el 12, 13 y 9 por 100 del valor normal. Sin embargo, las lluvias casi normales en noviembre dieron término al grave período de sequía a lo largo de la ladera este de los Apalaches, desde Virginia hacia el sur y lluvias el doble del valor normal para noviembre finalizaron la sequía en Arkansas y Oklahoma.

En la zona del Caribe el hecho más notable fue la depresión tropical que ocasionó lluvias excesivas a fines de octubre en muchos países. Doce de las 20 estaciones situadas en el oeste de JAMAICA registraron más de 175 mm de lluvia en 24 horas el 21 de octubre; una de ellas registró 305,3 mm. En ANTIGUA, el 22 de octubre se registró el máximo absoluto de lluvia en 24 horas y el total de precipitación para todo el mes fue de 356 mm. En algunas estaciones del este de la REPUBLICA DOMINICANA las lluvias alcanzaron el mil por 100 del valor normal; el máximo absoluto de precipitación en 24 horas se registró el 25 de octubre.

El centro y el norte de MEXICO sufrió una persistente sequía durante la primavera y comienzos del verano. Sin embargo, de abril a octubre hubo abundantes lluvias y nubosidad muy superior a la normal en la mayor parte del país, condiciones que favorecieron a la agricultura. La precipitación mensual máxima de 771,9 mm, se registró en Coatzacoalcos (Veracruz) en septiembre.

*Borrascas, ciclones tropicales y tornados:* A principios de año series de fuertes borrascas afectaron a los estados del noroeste de los EE.UU. y a las provincias canadienses vecinas. Hubo un rapidísimo ahondamiento de un área de bajas presiones que se movió desde el Mississippi hasta el Lago Eire los días 26 y 27 de enero. Nunca habían registrado presiones tan bajas numerosas estaciones, por ejemplo, una presión al nivel del mar de 958,4 hPa en Cleveland (Ohio) y una presión al nivel de la estación de 926,4 hPa en London (Ontario), situado a 278 m sobre el nivel del mar. Esta depresión produjo en Ohio la peor "blizzard" del siglo. Hubo vientos de más de  $27 \text{ m s}^{-1}$  (52 nudos) con rachas superiores a  $45 \text{ m s}^{-1}$  (87 nudos), ocasionó extensos daños y produjo acumulaciones de nieve de hasta ocho metros de espesor. Como consecuencia del "bliz-

zard” murieron cincuenta y una personas en los EE.UU. y, al menos otras trece en el CANADA. En los EE.UU. las pérdidas económicas se estimaron en más de 500 millones de dólares de los EE.UU. y en CANADA en más de 40 millones de dólares canadienses.

A principios de febrero un intenso anticiclón estacionario, centrado en las cercanías del sur de la Bahía de Hudson dio lugar a condiciones de “blizzard” que duraron una semana completa en el sur de la provincia canadiense de Saskatchewan. Desde 1947 no se había observado un temporal de estas proporciones en las Prairies. Las acumulaciones de nieve paralizaron el transporte en la ciudad de Regina y algunas localidades vecinas, pereciendo algo de ganado por falta de alimento. Casi al mismo tiempo, Boston (Massachusetts) sufrió uno de los tres más violentos y prolongados temporales de su historia. Un intenso gradiente este-noreste formado entre el anticiclón mencionado anteriormente y una depresión situada cerca del sur del Cabo Cod produjo en el puerto, los días 6 y 7 de febrero, vientos de más de  $41 \text{ m s}^{-1}$  (80 nudos) alcanzando las mareas un nivel 1,5 m superior al normal, todo ello acompañado de una fuerte nevada. Los daños resultantes se estimaron en más de 50 millones de dólares de los EE.UU.

Boston había sufrido ya una nevada récord el 20 de enero, cayendo 53 cm de nieve en 24 horas. Muchos lugares en los alrededores de los Grandes Lagos registraron cantidades récord de nieve en los primeros meses del año.

Aunque en el este del Caribe ésta fue la estación de huracanes más activa desde 1971, generalmente se mantuvieron alejados de la tierra. En septiembre el huracán Greta pasó paralelo a la costa de Honduras, cruzó el bajo Yucatán y se desvió hacia el sur convirtiéndose en la tormenta tropical *Olivia* en el Pacífico oriental. En octubre AN-TIGUA resultó afectada por los estados iniciales del huracán *Kendra*.

La mayor parte de las lluvias en la zona oriental de MEXICO fueron producidas por temporales tropicales procedentes del Caribe, en particular, *Amelia*, *Bess* y *Greta*; afortunadamente no causaron muchos daños. Los temporales tropicales *Aletta* y *Rosa* procedentes del Pacífico afectaron algunas partes de los distritos costeros occidentales.

Durante 1978 se observaron setecientos ochenta y siete tornados en los EE.UU., siendo la primera vez desde 1972 que el total anual es inferior a 800. El 17 de junio se ahogaron dieciséis personas al resultar volcado por un tornado un bote en el Lago Pomona (Kansas) y el 3 de diciembre un tornado azotó la ciudad de Bossier (Louisiana) causando daños por valor de 100 millones de dólares de los EE.UU. y, además, 4 muertos y 250 heridos.

En CANADA los tornados destruyeron dos pueblos en Manitoba el 19 de junio; otro tornado causó destrucciones a su paso por Buckingham (Quebec) el 27 de junio. El balance final fue de un muerto, 55 heridos y pérdidas por valor de 4 millones de dólares canadienses.

## AMERICA DEL SUR

*Temperatura e insolación:* Las temperaturas en América del Sur no sufrieron, en general, grandes desviaciones del valor normal. A comienzos del año las heladas en la Sabana de los alrededores de Bogotá, en COLOMBIA, dañaron los pastos así como a los

cereales y a la cosecha de patatas (el 14 de Marzo se registró una mínima de  $-5,0^{\circ}\text{C}$ ); también en algunos estados del sur del BRASIL ligeras heladas en un momento crítico causaron la pérdida del 30 por 100 de la cosecha de café.

Un reforzamiento del anticiclón antártico situado al sur de América del Sur, en julio, produjo un cambio pasajero en la dirección de los vientos predominantes y, en agosto las temperaturas fueron anormalmente bajas en la región amazónica de COLOMBIA a causa de la llegada de aire frío del sur y de la abundante nubosidad. Las temperaturas máximas fueron sólo de unos  $22^{\circ}\text{C}$  en vez de los  $30^{\circ}\text{C}$  normales; la mínima fue de unos  $14^{\circ}\text{C}$ . En PERU las temperaturas fueron también ligeramente inferiores a las normales en invierno y primavera.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías.* En el norte del PERU las zonas próximas a la costa del Pacífico sufrieron una sequía a principios de año que afectó a las cosechas de arroz y azúcar; sin embargo, en las laderas orientales de los Andes las abundantes precipitaciones causaron inundaciones y daños a las comunidades ribereñas.

La primera mitad de 1978 fue también anormalmente seca en CHILE al sur de los  $30^{\circ}\text{S}$  y durante este período los incendios forestales afectaron una zona de casi 30.000 hectáreas; las pérdidas fueron en algunos casos cinco veces mayores que en 1977. Durante el período de Enero a Junio inclusive se registró, en esta parte de CHILE, sólo el 50 por 100 de la lluvia normal. Entonces, el cambio de los vientos dominantes en julio desplazó una sucesión de sistemas frontales acompañados de intensas precipitaciones tan al norte como los  $27^{\circ}\text{S}$  y considerando el año en conjunto la precipitación total fue, alrededor del 20 por 100 inferior al valor normal. En julio, durante este período ciclónico hubo 13 muertos y los daños resultantes de la excesiva escorrentía se estimaron en 39 millones de dólares de los EE.UU. En noviembre otro período de viento y lluvias dañó el 70 por 100 de las cosechas en la zona central del país. En la latitud  $39^{\circ}\text{S}$  una estación registró 125,4 mm de lluvia en 24 horas, intensidad nunca registrada anteriormente en noviembre durante el último siglo.

En la ARGENTINA los frentes fríos, casi estacionarios, y las líneas de inestabilidad produjeron precipitaciones intensas en varias ocasiones en algunas partes de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Mendoza y Santa Fé. Por ejemplo, a finales de enero se inundaron 250.000 hectáreas en la provincia de Santa Fé teniendo que ser evacuadas 3.000 personas; al mismo tiempo en las ciudades de la ribera del Paraná, al sureste de Rosario, murieron ocho personas y tuvieron que ser evacuadas otras 2.500. En marzo las fuertes y prolongadas lluvias sobre Entre Ríos produjeron la peor inundación del siglo en esa zona, al inundar el río Gualaguay la mayor parte de la ciudad de Gualaguaychú, así como 500.000 hectáreas de la provincia de Santa Fé. Resultaron muertas seis personas y numerosas cosechas destruidas.

*Borrascas, huracanes y tornados:* La inestabilidad convectiva en zonas de la ARGENTINA, a la que se aludió antes, produjo numerosos temporales, algunas veces acompañados de granizo y violentos vendavales que a menudo ocasionaron inundaciones repentinas. Por ejemplo, en San Francisco se desencadenó un temporal de tal intensidad que cayeron 120 mm de precipitación en cinco horas. El 27 de febrero los temporales en las montañas de la provincia de Córdoba causaron la muerte de ocho personas y daños considerables (en Deán Funes se registraron 215 mm de lluvia); temporales de características similares se observaron en varios días de octubre, noviembre y diciembre en muchas localidades al norte de la zona central del país. Asociados con algunos temporales se registraron vientos con rachas de hasta  $39\text{ m s}^{-1}$  (76 nudos).

El 9 de diciembre una vaguada en altitud sobre los Andes ocasionó violentos temporales en algunas partes de la cordillera; por ejemplo, en Villa Unión (La Rioja) cayeron 140 mm de precipitación en cuatro horas y en Salta se derruyeron algunos edificios ocasionando un muerto.

El 20 de julio un tornado en Bernal, en la provincia de Buenos Aires, causó numerosos daños, resultando tres personas muertas y 20 heridas. Otro tornado, esta vez en Montero (Córdoba), el 28 de octubre, mató 5 personas e hirió a 30. El granizo asociado con los temporales aumentó los daños.

## ASIA

*Temperatura e insolación:* En la parte asiática de la U.R.S.S. las temperaturas fueron, salvo en febrero y agosto, entre 2 y 3°C superiores al valor normal. En agosto las temperaturas se mantuvieron entre 1 y 3°C superiores a las normales. Enero fue particularmente cálido en la parte siberiana de la U.R.S.S., en que la anomalía de temperatura sobre la normal alcanzó los + 4°C. En los diez últimos días de marzo las temperaturas máximas alcanzaron valores récord de 10-15°C en el sur del territorio de Khabarovsk y 15-20°C en Primorsk. A causa de un anticiclón situado sobre China hubo tiempo frío en THAILANDIA a mediados de enero reduciéndose la temperatura mínima al norte, en Umphan a 4,6°C, al noroeste en Loci a 9,5°C y a 11,6°C en Thong Pha Phum (250 km al noroeste de Bangkok). En marzo, HONG KONG tuvo una insolación total de sólo 21,7 horas, la más baja para este mes desde que comenzaron las observaciones en 1884.

En PAKISTAN el tiempo fue persistentemente cálido y seco en mayo y en la primera mitad de junio. El 7 de junio se registró un nuevo máximo absoluto de temperatura para las llanuras de Punjab con 51°C en la estación Sargodha. Mayo fue también un mes cálido en el norte y centro de la INDIA. Una ola de calor afectó las poblaciones costeras de Andhra Pradesh y Telangana entre el 17 y 23 de mayo habiendo unos 70 muertos por insolación. El 18 de mayo se registró en Visakhapatnam una temperatura de 44,7°C; al día siguiente se registraron 47°C en Calingapatnam, que es un máximo absoluto de temperatura para mayo. En THAILANDIA el día más cálido del año el 23 de abril con una temperatura máxima de 42,6°C.

KUWAIT tuvo un período del 7 al 21 de julio con una combinación incómoda de altas temperaturas y alta humedad al aire libre. En el aeropuerto Internacional de Kuwait se registró el 22 de julio una temperatura máxima de 49,7°C, la más alta desde el comienzo de las observaciones en 1958. El mismo día se registró una temperatura de 50,4°C en Al-Wafra, unos 130 km al sur. HONG KONG sufrió también una ola de calor en julio, con 19 días consecutivos con temperaturas máximas superiores a los 33°C, hecho que no tiene precedentes en la historia Royal Observatory. En JAPON fue cálido todo el período comprendido entre junio y final de septiembre. De las 154 estaciones del país, al menos 131 registraron temperaturas medias mensuales máximas absolutas y 50 estaciones midieron también nuevos totales mensuales de insolación máximos. La temperatura media mensual para julio fue en Fukuoka de 28,7°C y en Tokyo de 27,8°C, que son 2,2 y 2,6°C sobre el valor normal, respectivamente. El total de insolación en julio fue de 322,4 horas en Kure y 226,7 horas en Sendai que, respectivamente, son 127,2 y 91,9 horas mayores que el valor normal. En este mismo período, Tokyo sufrió 16 días consecutivos con temperaturas mínimas superiores a 25°C y más de 26 días consecutivos con máxima superior a los 30°C.

El verano terminó pronto al este de Kazakhstan y en las provincias de Omskaya y Chitinskaya de la U.R.S.S., observándose heladas prematuras en algunas noches de agosto, con temperaturas tan bajas como  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Sin embargo, noviembre fue anormalmente cálido en Siberia. Muchos lugares en el territorio de Krasnoyarsk y en Yakutskaya tuvieron anomalías positivas de la temperatura media mensual de entre  $10$  y  $12^{\circ}\text{C}$ , por primera vez desde que comenzaron las observaciones. En KUWAIT, no obstante, noviembre fue más frío de lo habitual, con una temperatura media de sólo  $17,1^{\circ}\text{C}$ , unos  $3^{\circ}\text{C}$  inferior a lo normal. La temperatura máxima registrada en este mes fue de  $29,0^{\circ}\text{C}$ , que es el registro más bajo exceptuando los  $26,7^{\circ}\text{C}$  observados en noviembre de 1977. En HONG KONG la temperatura mínima en octubre fue de  $13,5^{\circ}\text{C}$  que es la más baja registrada en este mes.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías.* En enero y febrero hubo abundantes nevadas en las regiones montañosas de la zona central de la parte asiática de la U.R.S.S. Esto unido a fuertes precipitaciones en mayo (2,5 a 3 veces lo normal) originó numerosas avalanchas en las montañas y hubo problemas de escorrentía. Abril fue anormalmente seco en KUWAIT; la mayoría de las estaciones no registraron lluvia. En la INDIA hubo una alta frecuencia de granizo en Uttar Pradesh en febrero y al noroeste de la India en marzo, lo que ocasionó daños considerables en las cosechas; en Uttar Pradesh se estimaron en 800 millones de rupias (96 millones de dólares de los EE.UU.). En marzo y abril las abundantes precipitaciones en HONG KONG fueron beneficiosas porque pusieron término a las restricciones en el abastecimiento de agua establecidas desde julio de 1977. El monzón del suroeste se estableció sobre SRI LANKA en mayo, acompañado de lluvias muy fuertes que ocasionaron inundaciones generalizadas que dejaron 60.000 personas sin hogar y produjeron daños a la propiedad por valor de 1 millón de dólares de los EE.UU.

A comienzos del verano en la parte asiática de la U.R.S.S., en algunos de los ríos del norte hubo altos niveles de las aguas acompañados por las obstrucciones por los hielos que arrastraban. La formación de un gran tapón en los últimos tramos del río Lena hizo que el nivel del agua alcanzara 30,15 m, el más alto observado nunca en los ríos de la U.R.S.S. En KUWAIT las tormentas de verano son raras pero en 1978 hubo una el 18 de julio. En algunos días de julio y agosto las abundantes lluvias en el norte de Beluchistán, el Punjab y Sind ocasionaron inundaciones locales en estas regiones de la INDIA y PAKISTAN. Resultaron con daños en las dos últimas regiones un total de más de 2,5 millones de acres ( $10.300\text{ km}^2$ ) de algodón, caña de azúcar y otros cultivos. La estación monzónica de 1978 produjo graves inundaciones en muchas partes de la INDIA. Se registraron chaparrones muy violentos en Jammu, Kashmir y Himachal Pradesh. El 6 de junio en Bhopal se recogieron 320 mm de precipitación en 10 horas. Uttar Pradesh sufrió inundaciones por dos veces, en julio y en la primera semana de septiembre. El balance fue de 617 muertos, daños en las cosechas en una zona de  $3.433.000\text{ km}^2$  y 6.335 cabezas de ganado perdidas. Se inundaron ciento treinta pueblos y 25 urbanizaciones de Nueva Delhi, teniendo que cortarse el tráfico por cuatro puentes sobre el río Yamuna por primera vez en la historia. Perdieron la vida treinta y tres personas y los daños materiales se estimaron en 150 millones de rupias (18 millones de dólares de los EE.UU.). Todavía no había sucedido lo peor, porque a finales de septiembre se produjeron inundaciones en Calcuta y en 12 distritos del oeste de Bengala, que ocasionaron daños y perturbaciones en las industrias de Calcuta y en el complejo Durgapur-Asansol. en las minas de carbón, las plantaciones de té, las carreteras, los ferrocarriles y las cosechas todavía sin recolectar. Las inundaciones se cobraron 700 vidas humanas y 200.000 cabezas de ganado. Durante el período de junio a sep-

tiembre y, otra vez en diciembre, cinco ciclones o depresiones tropicales produjeron lluvias generalizadas e inundaciones en extensas zonas de THAILANDIA. En agosto y septiembre se informó desde 42 provincias que se habían producido graves daños. Murieron ciento seis personas y hubo más de 393 desaparecidas; resultaron destruidas 402 casas y sufrieron daños 4 millones de acres (17.800 km<sup>2</sup>) de tierras cultivadas. El coste total fue de 4.180 millones de baht (167 millones de dólares de los EE.UU.). En VIETNAM la estación de las lluvias terminó más tarde de lo normal. De mediados de agosto a finales de septiembre cuatro tifones o depresiones tropicales consecutivas produjeron precipitaciones muy fuertes en extensas zonas del delta y parte baja del Mekong y en varias provincias centrales. El 27 de septiembre una estación registró 788 mm en 24 horas. Las inundaciones afectaron a millones de hectáreas de tierras cultivadas produciendo graves daños en las cosechas y en las propiedades.

Debido al predominio del anticiclón del Pacífico, la mayor parte del JAPON, con excepción de las islas de Ryukyu, registró escasas precipitaciones en el período que va desde junio a finales de noviembre. El 6 de julio Tokyo registró un mínimo de humedad del 29 por 100; Hirado sólo registró 4,5 mm de precipitación en todo julio; en Kunisaky y Chiba no llovió durante 32 días consecutivos. Las pérdidas debidas al tiempo seco se estimaron en 138.200 millones de yens (705 millones de dólares de los EE.UU.), tres quintos de los cuales se debieron a las pérdidas en las cosechas de hortalizas y arroz. A finales de agosto fue necesario establecer restricciones de agua en unas 200 ciudades y algunas islas por todo el país.

Por primera vez desde el comienzo de las observaciones en la U.R.S.S. se registró el doble de la precipitación normal en Kazakhstan y Transcaucasia en octubre y en Asia central en noviembre, por lo que las últimas cosechas se recogieron en condiciones meteorológicas adversas. Debido al predominio de vientos del sur en octubre hubo nueve días de densa niebla en KUWAIT fenómeno muy raro en este país. La última estación del monzón en la INDIA produjo inundaciones sin precedentes en algunas zonas. El Ganges rebasó el nivel máximo alcanzado en la inundación de 1976 en Bhagalpur y los ríos de Adhwara alcanzaron el nivel de 80,66 m (en comparación con los 81,6 m en 1973), las inundaciones afectaron a 12 millones de personas, de las cuales perdieron la vida 177. En la estación post-monzónica resultaron muertas 71 personas por los grandes corrimientos de tierras en el distrito de Nilgiris de Tamil Nadu y, en diciembre, las fuertes lluvias dejaron sin hogar a 100.000 personas en Madrás, la capital de Tamil Nadu. Considerando todo el año, HONG KONG tuvo una precipitación anual del 115 por 100 del valor normal debido a dos fuertes borrascas tropicales: *Agnes* en julio y *Nina* en octubre que elevaron el total anual de precipitación a 2.593 mm.

*Borrascas y ciclones tropicales:* Los 33 ciclones tropicales observados en el oeste del Pacífico norte y en el sur del Mar de la China en 1978, ocasionaron numerosos muertos y graves pérdidas en la propiedad en muchos países asiáticos. VIETNAM resultó afectado por 11 ciclones tropicales, borrascas y depresiones tropicales que, no obstante, no produjeron vientos excesivamente fuertes.

Los días 29 de Febrero y 1 de Marzo una intensa depresión dio lugar en el JAPON a vientos duros, acompañados por tornados al sur de Kato. Tokyo registró rachas máximas entre 40 y 50 m s<sup>-1</sup> (78 a 97 nudos) que arrancaron algunos tejados e hicieron descarrilar un tren. Resultaron heridas veintitrés personas.

Depresiones profundas moviéndose hacia el oeste sobre los Urales en la U.R.S.S., durante el mes de abril, dieron lugar a vientos de 30-40 m s<sup>-1</sup> (58-78 nudos) y fuertes



tormentas de nieve en el suroeste de Siberia y Krasnoyarsk.

Durante la estación cálida, el 17 de marzo, los suburbios al norte de Nueva Delhi en la INDIA, fueron azotados por un tornado que mató a 30 personas y causó daños por valor de 10 millones de rupias (1,2 millones de dólares de los EE.UU.); el 16 de abril otro tornado en Orissa causó la muerte a 150 personas y a unos cientos de cabezas de ganado así como daños estimados en 5 millones de rupias (660.000 dólares de los EE.UU.). Dos días después se formó un tercer tornado sobre Nadia que mató a 12 personas.



Tren volcado por un tornado en el Japón. (Foto publicada con autorización del Tokyo Shimbun).

El 30 de junio el ciclón tropical *Shirley* afectó a VIETNAM, con vientos máximos de  $40 \text{ m s}^{-1}$  (78 nudos). HONG KONG sufrió sólo daños leves por los ocho ciclones tropicales que se aproximaron a su territorio durante el año. El peor de ellos fue la fuerte borrasca tropical *Agnes* el 26 de julio. *Agnes* es un caso singular porque se trata del único ciclón tropical por el que se dio el aviso de vientos duros en dos ocasiones, ya que recorrió un bucle en sentido antihorario y se aproximó nuevamente a la costa el 29 de julio. Produjo un total de 519 mm de lluvia, más que cualquier ciclón tropical desde 1884. Ocasionó 3 muertos, 137 heridos, daños en las cosechas y numerosos corrimientos de tierras. En la zona del JAPON, el tifón *Carmen* cruzó el 15 de agosto las islas de Ryukyu, cerca de Okinawa, con vientos máximos de  $36,7 \text{ m s}^{-1}$  (71 nudos). El balance fue de setenta y nueve casas inundadas, corrimientos de tierra en cuatro localidades y dos barcos hundidos. El tifón *Irma* se formó sobre el mar cerca de Taiwan, después se desplazó hacia el norte, azotando la costa en el extremo suroeste de Honshu y moviéndose después hacia la bahía de Wakasa. Una serie completa de nuevos récords se registraron al paso de este tifón. El 12 de septiembre en Yomikunijima, se registraron 263,5 mm de lluvia en 24 horas; el 13 de septiembre 73,5 mm en una hora en Ishijakijima y el 15 de septiembre en Fukuoka se registraron rachas máximas de viento de  $46 \text{ m s}^{-1}$  (89 nudos). El tifón ocasionó 1 muerto y 106 heridos. El coste total de los daños ascendió a unos 25.000 millones de yens (127,5 millones de dólares de los EE.UU.).

A finales de octubre hubo vientos de  $40 \text{ m s}^{-1}$  (78 nudos) en el territorio de Altai y la provincia de Kemerovskaya de la U.R.S.S.

El 10 de noviembre una borrasca ciclónica situada en el noroeste del mar de Arabia se desplazó situándose a unos 200 km de la costa de PAKISTAN, ocasionando vientos

racheados de  $15 \text{ m s}^{-1}$  (29 nudos) a lo largo de la costa de Sind. Sin embargo, ni este ciclón ni otros dos fuertes ciclones que se formaron en el Golfo de Bengala causaron daños considerables en la INDIA. SRI LANKA, por el contrario, sufrió la mayor devastación desde que comenzaron las observaciones en 1891. Un ciclón azotó la costa este del país en Batticaloa la tarde del 23 de noviembre, cruzando después el norte de la isla para salir luego al sur de Mannar. La presión de 955 hPa en Batticaloa es el registro más



Palmas arrasadas por el ciclón más destructivo que afectó a Sri Lanka este siglo.

bajo realizado nunca en SRI LANKA; los vientos superaron los  $60 \text{ m s}^{-1}$  (117 nudos) a 80 km del centro. Perdieron la vida más de 1.500 personas y se estimaron en 50 millones de dólares de los EE.UU. los daños a la propiedad.

## SUROESTE DEL PACIFICO

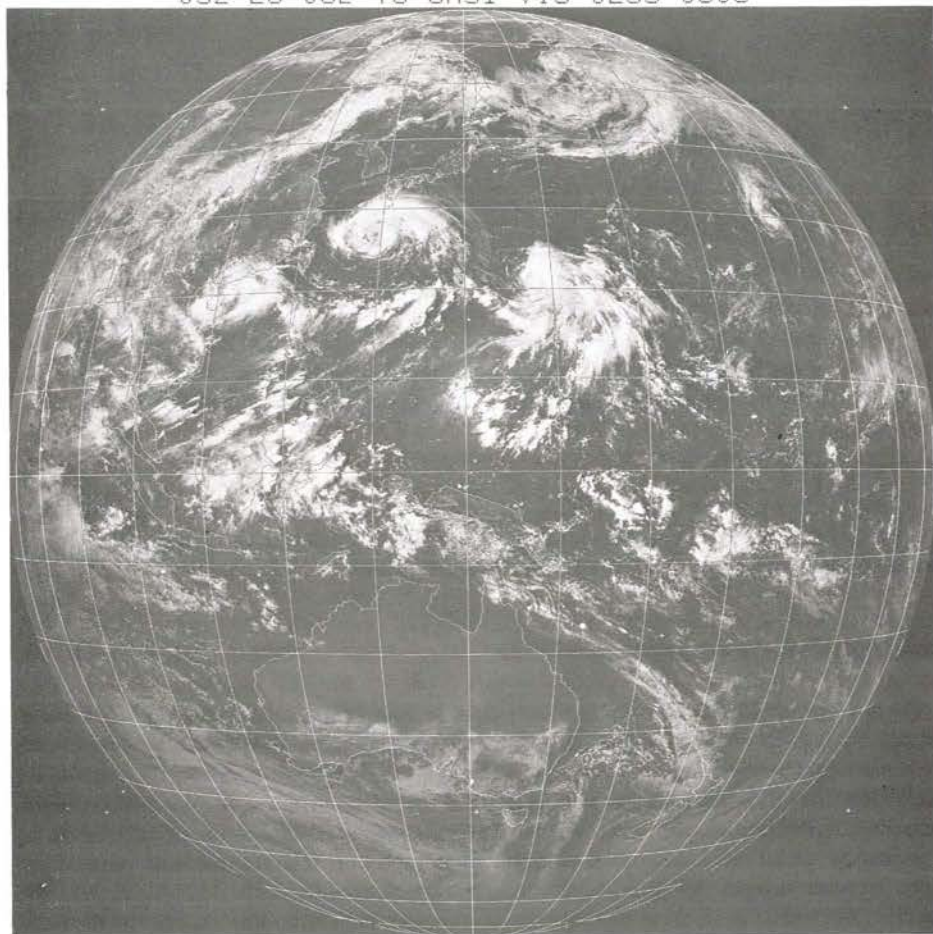
*Temperatura.* En las FILIPINAS la temperatura mínima del año fue de  $8,9^{\circ}\text{C}$  registrados en Baguio el 22 de enero. La temperatura máxima anual,  $40^{\circ}\text{C}$ , se registró el 8 de marzo en Tuguegarao, en el norte de Luzón, igualando la observada allí en 1914. E. AUSTRALIA, Camberra registró el 28 de abril un nuevo mínimo absoluto de temperatura de  $-4,3^{\circ}\text{C}$ ; en el mismo mes Perth tuvo las más altas temperaturas medias de las máximas y de las mínimas de su archivo. El tiempo anormalmente cálido afectó después la zona sureste del país, registrándose una temperatura de  $31,3^{\circ}\text{C}$  en Whyalla (South Australia) el 5 de mayo, que es la más alta registrada en esta localidad dicho mes. A finales de diciembre un período cálido en el estado de Western Australia produjo temperaturas que en varias ocasiones se sitúan entre las más altas registradas al sur y sureste del estado. La temperatura media anual en NUEVA ZELANDA fue  $0,5$  grados C superior al valor normal y análoga a la de los años 1970, 1971 y 1974.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías:* En AUSTRALIA la precipitación anual estuvo muy por encima del promedio en las zonas noroeste, central y sureste del país. En realidad, en la zona noroeste del estado de Western Australia y en el este de Victoria los totales se sitúan entre los más altos registrados. Melbourne tuvo su año más húmedo desde 1952. La sequía en el verano de 1977/78 fue una de las más graves que se han producido en NUEVA ZELANDA en, al menos, 30 años, ocupando sólo el segundo lugar en la mayoría de las regiones después del verano de 1972/73. El caudal del río Ruamahanga que atraviesa la zona de Wairapa en North Island se redujo a un tercio del va-

lor normal durante los tres primeros meses del año. Sin embargo, el tiempo fue en general nuboso y húmedo de abril a octubre inclusive para las regiones al este de las montañas de South Island.

Las mayores inundaciones ocurrieron a finales de enero en las regiones costeras del centro de Queensland en AUSTRALIA; en marzo se desbordaron los ríos en las zonas

03Z 28 JUL 78 GMS1 VIS 0233-0303



Fotografía del satélite meteorológico geoestacionario japonés a las 0300 TU del 28 de julio de 1978. La borrasca tropical *Agnes* se ve cerca de Hong Kong poco antes de que el Territorio reciba su segunda visita, *Wendy* está cerca de Okinawa y *Virginia* está al noreste de las islas Marianas. (Foto publicada con autorización del Servicio Meteorológico Japonés).

costeras del centro y norte de New South Wales ocasionando seis muertos y pérdidas estimadas en 15 millones de dólares australianos (11,25 millones de dólares de los EE. UU.) y en mayo y junio hubo una serie de graves inundaciones en algunas zonas al este de Victoria. Nuevos máximos absolutos de lluvia para el mes de junio se registraron en algunas partes del este de Victoria y South Australia y, para el mes de julio en el norte de Western Australia y Northern Territory. En Darwin (Northern Territory) se estableció un nuevo récord para la lluvia mensual en octubre.

Los días 13 y 14 de octubre, un frente estacionario situado sobre el extremo sur de NUEVA ZELANDA produjo lluvias fuertes y persistentes en algunas partes de Otago y Southland. Tapanui (Otago) registró 119 mm en 24 horas, que es el valor máximo desde que se creó la estación en 1897. El río más largo del país, el Clutha, elevó su nivel 4,8 m en siete horas sobre el nivel normal, los muros de contención diseñados para un caudal máximo de  $4.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  fueron desbordados y arrastrados por el imprevisto caudal de  $4.500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . También otros ríos rompieron sus muros y los 4.500 habitantes de Maitai (Southland) tuvieron que ser evacuados, así como los de otras localidades. Afortunadamente ninguna persona perdió la vida aunque se ahogaron 30.000 ovejas y corderos. Los daños materiales se estimaron en 17 millones de dólares neozelandeses (18, millones de dólares de los EE.UU.). Hacía casi un siglo que no se producían inundaciones de tal escala en esas provincias.

En las FILIPINAS, la máxima intensidad de precipitación para 1978 se registró en Malaybalay (Mindanao) donde se midieron el 20 de junio 800,1 mm de lluvia en 24 horas, que se aproxima el récord de 979,4 mm en 24 horas medidos en Baguio en octubre de 1967. En los días 2/3 de diciembre SINGAPUR sufrió un aguacero particularmente violento durante el monzón del noroeste, con 514 mm de lluvia en 24 horas, de los cuales 282 mm cayeron en sólo seis horas. Por lo menos perdieron la vida siete personas. El total de las 24 horas es el máximo desde que comenzaron las observaciones en 1869.

*Borrascas, ciclones tropicales y tornados:* El 4 de abril una borrasca ciclónica, que antes había sido el ciclón tropical *Alby* se desplazó rápidamente hacia el sureste bordeando el ángulo suroeste de AUSTRALIA. Vientos con racha de  $42 \text{ m s}^{-1}$  (81 nudos) avivaron más de 70 incendios forestales; los daños producidos por el paso de este temporal han sido los peores en la historia del estado de Western Australia. Resultaron muertas cinco personas así como miles de cabezas de ganado. Los daños a la propiedad se estimaron en 50 millones de dólares australianos (57,5 millones de dólares de los EE.UU.). En la primera semana de junio las lluvias y los fuertes vientos asociados a una intensa depresión situada frente a la costa de New South Wales, ocasionaron numerosos daños en la zona comprendida entre Sidney y Newcastle; el mes siguiente se produjeron daños importantes en el norte de Tasmania y en los alrededores de Adelaida y Perth como consecuencia de fuertes tormentas. En octubre los vientos duros causaron daños en South Australia y Tasmania y también lo hicieron las tormentas en la zona de Melbourne a finales de diciembre.

En NUEVA ZELANDA, los días 18/19 de julio una profunda depresión se desplazó lentamente hacia el sur cruzando North Island. Los consiguientes vientos duros afectaron numerosas zonas, resultando las más dañadas la Península de Coromandel y las llanuras de Hauraki. Se registró una racha de viento de  $62 \text{ m s}^{-1}$  (120 nudos) en Mount Te Arehe y destruyó muchos edificios.

En las proximidades de la FILIPINAS hubo un número anormalmente alto de ciclones tropicales. Durante el año se registraron veinticinco dentro de su área de responsabilidad para las predicciones, seis más que el promedio. Cinco de ellos fueron particularmente destructores, pero con mucha diferencia el más devastador fue el ciclón tropical *Rita*, que cruzó el sur de Luzón de este a oeste el 26 de octubre, pasando cerca de las zonas densamente pobladas de los alrededores de Manila. El número de muertos ascendió a 444; además hubo 280 desaparecidos y 749 heridos. Los daños a la propiedad se estimaron en más de mil millones de pesos (unos 130 millones de dólares de los EE.UU.). La presión mínima registrada al nivel del mar, asociada al ciclón tropical *Rita*, fue de 965,7 hPa, los vientos alcanzaron  $51 \text{ m s}^{-1}$  (100 nudos) en Virac, en la costa del

Pacífico. Sin embargo, en Guiuan, en la isla de Samar, se registró el 19 de abril un viento máximo de  $67 \text{ m s}^{-1}$  (130 nudos), asociado con el paso del ciclón tropical *Olive* que, además, produjo una presión mínima al nivel del mar de 961,8 hPa. *Olive* ocasionó 66 muertos; *Elaine*, en agosto, 47; *Lola*, en septiembre, 32 y *Nina*, en octubre 24. Los cinco ciclones tropicales produjeron unos daños totales estimados en más de 1.500 millones de pesos (195 millones de dólares de los EE.UU.).

K.J.

## EL EXPERIMENTO SOBRE LAS INTERACCIONES ATMOSFERA-OCEANO (JASIN)

Por H. CHARNOCK\*

### *Introducción*

Los movimientos en los que la escala horizontal utilizada es mayor que, digamos, 200 km. pueden ser tratados como si carecieran de viscosidad y fueran adiabáticos en la mayor parte de la atmósfera y el océano. Sin embargo existen regiones localizadas en donde los procesos de condensación, o el transporte de la cantidad de movimiento, calor, agua o sal mediante procesos de pequeña escala son importantes, incluso dominantes. Ejemplos de tales regiones son las agrupaciones de nubes, los frentes y las capas límites turbulentas cercanas a la superficie terrestre y al fondo marino. El JASIN está relacionado con los procesos que se verifican en la capa límite entre el mar y la atmósfera y con sus efectos sobre los movimientos a gran escala. Los flujos de vapor de agua, calor y cantidad de movimiento, que atraviesan la atmósfera a través de su capa límite más baja, son esenciales para el desarrollo de las configuraciones de las corrientes atmosféricas y de las condiciones meteorológicas para escalas cronológicas que van desde pocos minutos a meses, y no existe ninguna razón para poner en duda su importancia sobre los cambios (climáticos) de período largo. Sin embargo, se sabe poco sobre el detalle y exactitud con que deben ser obtenidos para fines específicos tales como la predicción numérica. Parecería razonable deducir que es necesaria una alta precisión teniendo en cuenta las relaciones que se han descubierto entre las anomalías de la temperatura tierra-mar y las condiciones meteorológicas posteriores. Para comprender el mecanismo de estas relaciones, así como de otros efectos del océano sobre el tiempo y el clima, parece esencial un conocimiento físico de los procesos de la capa límite incluso si debe estar representada explícitamente una pequeña parte del detalle en los usos operativos. Los intentos para incorporar los procesos de la capa límite sin su conocimiento físico son científicamente menos interesantes, puede producirse inicialmente un rápido progreso, pero resultarán probablemente insuficientes para desarrollarlos a largo plazo.

### *El Proyecto JASIN*

En 1966, el GARP, acababa de ponerse en marcha y se estaban realizando los planes iniciales para una gran empresa actualmente en ejecución, el FGGE. A un grupo de científicos del Reino Unido, se le ocurrió que el estudio de la capa límite atmosférica sobre el océano sería una contribución británica apropiada para el GARP. Su fin era realizar un estudio detallado de la capa límite sobre una zona cuadrada de unos 100 km. de lado, utilizando barcos con instrumentos instalados en globos cautivos. Se espe-

\* El profesor Charnock pertenece al Department of Oceanography de la Universidad de Southampton (Reino Unido) y es el Director del Proyecto JASIN.