

de precipitaciones con diez o más años de duración. No debe perderse tiempo en establecer la red necesaria de pluviómetros en la región sobre la cual va a realizarse el proyecto.

La experiencia ha demostrado que las precepitaciones raramente pueden producirse o intensificarse por medios artificiales en épocas de sequía, por falta de nubes. Los mejores resultados parecen obtenerse cuando ya está lloviendo. El hecho de que no podamos «abrir el grifo» a voluntad exige una mejor administración del agua, con medios para almacenar el agua de lluvia ya sea aumentando el nivel de las aguas subterráneas (si las pérdidas por la corriente de los ríos no son demasiado grandes) o en lagos artificiales o embalses. Los últimos pueden ser más efectivos, ya que tal almacenamiento suele hacerse en comarcas montañosas en donde la actual tecnología de intensificación de las precipitaciones parece ser más fructífera. En otros casos habría inevitablemente costos mayores a causa de los sistemas de regadíos, bombeos y distribución del agua.

### *Conclusiones*

Debe ser subrayado que el PIP nunca fue destinado a responder de una vez por todas a la cuestión de si la intensificación de la precipitación como un concepto operativo es factible o no. Los resultados, en el mejor de los casos, serán conclusivos solamente para la región en la cual se ha realizado el experimento principal. No obstante, si los resultados del PIP son positivos, hay buenas esperanzas de que sea posible hacer lluvia en otras partes en condiciones semejantes.

### *Agradecimientos*

La fuente material para este punto de vista personal sobre el PIP se encuentra en las decisiones e informes del Congreso de la OMM, de su Comité Ejecutivo, la Junta Interina del PIP, el Grupo de Expertos del CE/Grupo de Trabajo de la CCA en Física de Nubes y Modificación Artificial del Tiempo, el Grupo de Planificación Científica de la Secretaría de la OMM, la serie de informes del Programa de Modificación del Tiempo y en la Nota Técnica N.º 154 *The scientific Planning and organization of precipitation enhancement experiments, with particular attention to agricultural needs* por el Dr. J. Maybank.

## **ANALISIS DE ALGUNOS FENOMENOS METEOROLOGICOS EXCEPCIONALES EN 1977 - PARTE II**

### **Condiciones meteorológicas regionales** (*Continuación*)

#### **EUROPA**

*Temperatura e insolación:* Las características más importantes de 1977 fueron la poca insolación durante el invierno, la primavera y el verano (especialmente en la Europa continental occidental y central), un verano frío y un otoño cálido.

Todo el año, el régimen térmico estuvo lejos de ser uniforme tanto en el espacio como en la cronología. Hasta mayo se registraron en toda

Europa períodos anormalmente cálidos y fríos. Un intenso sistema de bajas presiones sobre el Atlántico oriental fue la causa de que circulara aire marítimo cálido sobre Europa Central en febrero y casi todo marzo. En esta época, Suecia, zonas de la U.R.S.S., Polonia, Austria y Hungría registraron temperaturas altas. Las máximas en POLONIA y HUNGRÍA, 24 °C y 28,4 °C respectivamente, no estuvieron muy lejos de la máxima absoluta para el mes de marzo. En los últimos días de marzo un flujo polar, producido por un sistema de bajas presiones que se extendía desde la U.R.S.S., hasta el Mediterráneo, provocó una brusca caída de las temperaturas. De hecho, el final de marzo fue más frío que cualquier otro período similar desde 1901 y afectó a numerosas regiones. En ESPAÑA, las heladas causaron enormes daños y constituyeron el peor acontecimiento del año agrícola. Resultó afectada más de la mitad de la cosecha temprana de frutas; las pérdidas sobrepasaron los 500 millones de dólares de los EE. UU. En INGLATERRA, las heladas causaron daños considerables a los diversos tipos de fruta, particularmente en los cultivos del sur no hubo cosecha. En ITALIA los daños debidos a las heladas se estimaron en más de 45 millones de dólares de los EE. UU.

A continuación de esto, una irrupción de tiempo cálido ocasionó, a finales de abril y en la primera semana de mayo, temperaturas anormalmente altas. Algunos lugares de Suecia alcanzaron la máxima del año el 5 de mayo. En la zona central de la Europa Soviética, abril fue unos 3 °C más cálido de lo normal, lo que ocurre cada diez o doce años.

En general, el verano fue frío y la distribución de los fenómenos meteorológicos de naturaleza ciclónica. Espesas capas de nubes determinaron que los totales de insolación estuvieron bastante lejos del valor promedio. En De Bilt (HOLANDA) solamente se registraron 432 horas de sol, uno de los valores más bajos registrados durante el verano en este siglo: por otra parte, en BÉLGICA, la insolación de junio a agosto fue la más baja registrada, para este período, desde el comienzo de las observaciones heliográficas en 1887. En FINLANDIA, numerosas cosechas y especialmente la de avena, carecieron del calor suficiente para madurar; un otoño lluvioso retrasó la recolección y los daños totales se estimaron en casi 100 millones de dólares de los EE. UU. En Estocolmo (SUECIA), la temperatura media el 15 de julio fue de sólo 8 °C, la segunda más baja en los últimos 100 años. En POLONIA, una mínima de 3 °C el 16 de julio es casi el registro más bajo para ese mes. La temperatura media mensual en Madrid (ESPAÑA), durante el mes de julio fue 20,6 °C, la más baja registrada en este siglo para dicho mes.

Durante este período, la corriente en chorro subtropical se desplazó hacia el norte de su posición habitual sobre el suroeste de BULGARIA, acompañada de una fuerte cizalladura anticiclónica. Esto provocó, en los niveles más bajos, subsidencia y advección de aire cálido desde Africa hasta el Mediterráneo Central. El 10 de julio, se registró en Elevisis y Tatoi (Grecia) una temperatura de 48 °C la más alta nunca observada en aquellos lugares.

Durante el período de mayo a agosto, los totales de insolación fueron superiores al valor normal en IRLANDA DEL NORTE y ESCOCIA. Para la mayor parte del suroeste de Escocia, la insolación durante este período fue la más alta desde el comienzo de las observaciones en 1881.

En la REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA la temperatura media, en septiembre, presentó una desviación negativa de unos 3 °C. Las mínimas de — 5,5 °C el 29 de septiembre en HUNGRÍA y la de — 6 °C en POLONIA fueron las más bajas registradas nunca en septiembre en los dos países. Sin embargo, la última parte del año fue excepcionalmente cálida. El 24 de diciembre se alcanzó en Praga (CHECOSLOVAQUIA), una temperatura de 12,9 °C, la más alta temperatura navideña desde 1775. En Postdam (REPÚBLICA DEMOCRÁTICA ALEMANA) se registró, el mismo día, una máxima de 17 °C, la más alta temperatura registrada en diciembre en este siglo.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías:* Mientras que en ISLANDIA los tres primeros meses de 1977 fueron el período más seco registrado, con sólo un 40 % del valor normal de precipitación, en la mayor parte de Europa se registraron varios máximos mensuales absolutos de precipitación. En SUECIA, enero y marzo fueron extremadamente húmedos, y en algunas zonas del REINO UNIDO las precipitaciones de febrero fueron superiores al 400 % del valor normal, ocasionando grandes inundaciones y algunas pérdidas de vidas humanas. Asimismo, en IRLANDA los totales registrados en febrero constituyeron un nuevo máximo absoluto para ese mes; en Dublín, donde se iniciaron las observaciones en 1837, se registraron 124,4 mm.

En la REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA, fuertes lluvias en los últimos diez días de febrero provocaron el desbordamiento de los ríos en el suroeste del país. Durante el mismo período las inundaciones produjeron en ESLOVAQUIA daños del orden de 12,5 millones de dólares de los EE. UU. También afectaron al sur de POLONIA las abundantes precipitaciones y aceleraron el deshielo, y, en consecuencia, los ríos crecieron. En la U.R.S.S., los ríos Donbass y Priazov se desbordaron debido a precipitaciones más de 2,5 veces mayores que el valor normal, en los alrededores de Kiev y Rostov-on-Don. Durante febrero también se superaron las medidas mensuales en la mayoría de las zonas de la U.R.S.S. europea.

Durante el invierno 1976-77 los espesores de nieve registrados en Suecia fueron excepcionalmente grandes en muchas zonas interiores del país, con un contenido de agua muy alto. Como consecuencia de ello se esperaban inundaciones generalizadas y numerosas en la mitad sur del país. Sin embargo, al sur de los 59 °N, un largo período de tiempo templado en marzo y el subsiguiente tiempo frío en abril, tuvo el afortunado efecto de prolongar el período de deshielo y evitar un máximo excepcionalmente alto en el caudal de los ríos. Por otra parte, al norte de los 59 °N, aunque la mayoría de las precipitaciones ocurridas en el período templado de marzo fueron en forma de lluvia, ésta fue conservada en su mayoría en las masas de nieve y la crítica situación se agravó todavía más por las abundantes lluvias a primeros de mayo, cuando los ríos ya estaban crecidos. Como consecuencia de ello se produjeron importantes inundaciones en zonas bastante extensas del interior, aproximadamente entre los 59 y los 60 °N. Algunas carreteras y vías de ferrocarril quedaron cortadas durante una semana, y las pérdidas se estimaron en unos 20 millones de dólares de los EE. UU.

También en ESPAÑA se registraron fuertes lluvias durante el invierno. En enero, Gerona registró 267 mm de lluvia (el 720 % del valor normal) ocasionándose inundaciones y un muerto y, en febrero, Santiago de Com-

postela registró 691 mm (el 475 % del valor normal). En este mismo mes, Madrid, recibió la tormenta de granizo más fuerte registrada en este siglo.

Al invierno muy húmedo siguió un período seco, desde primeros de mayo a agosto, que afectó a la mayor parte del norte del REINO UNIDO. La zona de Glasgow registró el verano más seco desde el comienzo de las observaciones en 1868. Para Irlanda del Norte este fue el séptimo semestre veraniego consecutivo con precipitaciones por debajo del valor normal.

En ESPAÑA, los días 18 y 19 de mayo, se produjeron inundaciones en varias zonas de Cataluña y Vizcaya como consecuencia de una violenta tormenta asociada a una gota de aire fría. Gerona, registró 312 mm de lluvia en mayo, lo que representa el 487 % del valor normal. Menos de un mes más tarde, los días 12 y 13 de junio, se produjeron precipitaciones extraordinariamente intensas en Vascongadas y alto Ebro. Gran parte de la provincia de Vizcaya, Bilbao inclusive, se inundó y se cortaron las comunicaciones. Los daños en la industria, comunicaciones y agricultura fueron enormes. También se inundó la parte del valle del Ebro con sus numerosas huertas. Los daños totales fueron del orden de 125 millones de dólares de los EE. UU.

Hacia finales de junio, masas de aire tropical marítimo se desplazaron hacia el Norte, desde el Mediterráneo, sobre el aire polar frío que cubría el Centro y el Noroeste de Europa. Se registraron fuertes lluvias en BÉLGICA y en la REPÚBLICA DEMOCRÁTICA ALEMANA. Estas lluvias fueron acompañadas, en la REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA, por granizadas y tormentas, que causaron daños considerables a los viñedos, frutales y hortalizas de la región de Baden Württemberg. También hubo fuertes lluvias en el Sur de la U.R.S.S. y en la cuenca del Volga; Voroshilovgrad y Dnepropetrovsk registraron casi un 280 % del valor de la precipitación normal, la segunda vez que sucede esto en 80 años. El 28 de junio, durante un fuerte chubasco, se registraron en Dnepropetrovsk 72 mm de lluvia en un lapso de 40 minutos.

El 20 de junio una depresión relativamente profunda, situada al noroeste del Mediterráneo, produjo una fuerte tormenta en la zona de Tartus en la REPÚBLICA ARABE SIRIA. Se registraron las siguientes precipitaciones: 20 mm en los primeros 4 minutos, 41,4 mm en los primeros 15 minutos y 201,3 mm en unas 3 horas. La tormenta duró 12 horas y produjo una lluvia total de 237,9 mm. Perecieron 4 personas y las pérdidas se estimaron en unos 5 millones de dólares de los EE. UU.

El mal tiempo afectó de nuevo a Europa Central a finales de junio, cuando un sistema de bajas presiones situado sobre el Mediterráneo Occidental se intensificó debido al aire marítimo frío procedente del noroeste. Entonces el sistema se desplazó hacia el noreste, quedando centrado sobre HUNGRÍA el 1 de agosto. Fueron gravemente dañadas por el granizo las zonas frutales de Gelderland en HOLANDA. En la Alta Baviera (REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA) se desbordaron numerosos ríos, como lo hicieron también los ríos Elba y Oder en la REPÚBLICA DEMOCRÁTICA ALEMANA. El 25 de julio el granizo ocasionó daños considerables a las cosechas en Polonia Occidental; cinco días después se produjeron lluvias extremadamente intensas en los Montes Sudetes, en la frontera de POLONIA y CHECOSLOVAQUIA. En tres días se recogieron en un observatorio más de 463 mm de lluvia;

el 31 de julio se registraron 150 mm en la cumbre del Sneska. Las consiguientes inundaciones produjeron grandes daños que se estimaron, para el lado checoslovaco, en 34 millones de dólares de los EE. UU. De hecho, agosto de 1977 fue notable por ser el segundo mes más lluvioso en 100 años en Bohemia (Checoslovaquia). La mayor parte de AUSTRIA se vio también afectada por inundaciones y corrimientos de tierras que ocasionaron pérdida de vidas y grandes daños.

Una persistente depresión sobre el sur de Escandinavia, con el paso frecuente de frentes sobre la U.R.S.S. europea, provocó allí fuertes lluvias en julio y agosto. Las precipitaciones en el sur de UCRANIA fueron en estos meses, respectivamente, el 300 y 200 % del valor normal, el más alto observado en un siglo.

La sequía que afectó el norte de Inglaterra, Escocia e Irlanda del Norte, finalizó repentinamente en la segunda mitad de agosto, con fuertes lluvias que disminuyeron la calidad de las cosechas de cereales e hicieron la recolección larga y difícil. El 30 de octubre hubo graves inundaciones en el noroeste de INGLATERRA y en el suroeste de ESCOCIA. En el suroeste de Escocia, se estimaron las pérdidas en ganado y los daños en unos 3,8 millones de dólares de los EE. UU., y registrándose en varios observatorios unos totales de precipitación con períodos de retorno de 100 a 200 años. Los 153 mm registrados en 24 horas en Coniston, en el English Lake District, se estiman que tienen un período de retorno superior a 500 años.

Noviembre fue muy húmedo en los países costeros con el Mar del Norte y en SUECIA. Cerca de Göteborg, los corrimientos de tierras y las inundaciones ocasionaron nueve muertos y destruyeron más de 60 hogares. En HOLANDA, la precipitación mensual fue más del doble del valor normal.

El 2 de noviembre un sistema de bajas presiones, de poco espesor vertical, atravesó GRECIA desde el Mar Jónico hasta el Mar Egeo, acompañado por fuertes lluvias y tormentas. En el centro de Atenas se registraron 165 mm de lluvia en 24 horas, con algunos períodos de intensidad superior a 30 mm/hora. Hubo grandes daños; casas destruidas, vehículos arrastrados y 30 personas ahogadas.

*Temporales:* El paso de una profunda depresión a lo largo del Golfo de Finlandia, en los días 6 y 7 de septiembre, ocasionó daños en las zonas urbanas y forestales del sur de Suecia y produjo un aumento en el nivel del Río Neva del tipo de marea de temporal, inundando las zonas bajas de Leningrado y en otras zonas cercanas.

El 11 de noviembre, en la circulación de una profunda depresión situada al este de Islandia, se desarrolló un centro secundario al noroeste de Irlanda y los vientos duros del suroeste aumentaron hasta la fuerza de temporal en el Mar de Irlanda, delante de la vaguada frontal asociada. El coincidir esto con fuertes lluvias en las colinas y con una marea anormalmente alta ocasionó inundaciones costeras generalizadas en el norte de Lancashire (INGLATERRA). Como consecuencia de las inundaciones se produjeron daños considerables en las poblaciones costeras y pereció mucho ganado. La misma zona fue azotada por vientos duros del oeste el 14 de noviembre; los daños totales producidos por ambos temporales se estimaron en más de 3,8 millones de dólares de los EE. UU. Posteriormente,



El día 2 de noviembre de 1977, violentos aguaceros causaron la muerte de 30 personas y graves daños a las propiedades en los alrededores de Atenas. La fuerza de la corriente queda dramáticamente registrada en la fotografía de estos vehículos amontonados.

*(Fotografía publicada por autorización de Photoreportage O. E. Athens)*

este sistema de bajas presiones afectó a las zonas costeras del Mar del Norte y del Mar Báltico, con fuertes vientos, mareas anormales e inundaciones.

## AFRICA

*Temperatura e insolación:* En general las temperaturas se mantuvieron dentro de los límites que pueden considerarse como normales. Sin embargo, en la primera semana de marzo se registraron en Egipto temperaturas bajas, como consecuencia del aire frío posterior a un sistema de bajas presiones que se desplazó hacia el sureste desde las costas mediterráneas al norte de Arabia Saudita; el 3 de marzo se registraron máximas de sólo 11,6 °C en Mersa Matruh y 13,8 °C en El Cairo y el 4 de marzo de 17,8 °C en Aswan. Nunca se habían registrado máximas tan bajas en estos observatorios.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías:* Durante los primeros meses del año un persistente régimen de Harmattan transportó a los países de la región de Sahel grandes cantidades de polvo y arena, y ello estuvo asociado con una escasez notable en las precipitaciones. El polvo ocasionó enfermedades respiratorias y la escasez de agua produjo serios brotes de malaria en Togo, donde mucha gente tenía que andar grandes distancias para obtener agua para usos domésticos de fuentes que, en la mayoría de los casos, contenía organismos dañinos.

En NIGERIA la estación de las lluvias fue anormalmente corta; el departamento de Zinder registró solamente la mitad del valor normal de precipitación. Inevitablemente, las cosechas se vieron seriamente afectadas: en Togo la cosecha de cereales ascendió solamente a 180.000 toneladas en comparación con las 197.000 toneladas en 1976.

En RWANDA, justamente al sur del Ecuador, se produjo un comienzo tardío de la corta estación de las lluvias. Esperada en septiembre, la lluvia llegó a finales de octubre, causando graves pérdidas en las cosechas de judías, guisantes, maíz, cacahuetes y batatas. Resultó afectado el 40 % de la población.

En diciembre se produjeron lluvias anormalmente fuertes en el norte de EGIPTO. En Mersa Matruh se registró un total mensual de 121,8 mm, que es cuatro veces el valor medio.

*Temporales:* Dos ciclones tropicales afectaron gravemente a MADAGASCAR. El ciclón «Emilia» atravesó el país a finales de enero y primeros de febrero, dejando tras él 31 muertos y 30.000 personas sin hogar. Los daños materiales se estimaron en 73 millones de dólares de los EE. UU. Tres semanas después el ciclón «Hervey» cruzó el extremo norte de la isla de este a oeste, bajó por la costa oeste y volvió a cruzar el extremo sur de noroeste a sureste. Se registraron vientos de 50 m<sup>-1</sup>. Murieron 5 personas y 6.750 quedaron sin hogar.

En el norte de Togo, además de las dificultades ocasionadas por la sequía, el Harmattan en ocasiones fue tan violento como para derribar casas y arrancar árboles.

## ASIA

*Temperatura e insolación:* A primeros de año un extenso anticiclón produjo temperaturas anormalmente bajas en vastas regiones de Asia central y oriental. En la mayor parte de la zona central del oeste de SIBERIA y en KAZAKHSTAN las temperaturas fueron entre cuatro y nueve grados inferiores al valor medio. En JAPÓN se registraron temperaturas mínimas absolutas en muchas partes y en diferentes épocas, por ejemplo: los — 22,8 °C el 29 de enero en Rumoi en la costa oeste de Hokkaido, los — 5,1 °C el 16 de febrero en Omaeszaki en la costa del Pacífico al sur de Tokio y los — 3,9 °C en Sasebo, cerca de Nagasaki, el 5 de marzo. HONG KONG tuvo su enero más frío desde 1934, y se atribuyen once muertos a esa circunstancia. En algunas regiones de la REPÚBLICA DEMOCRÁTICA POPULAR DE LAOS las temperaturas medias de febrero fueron más de cuatro grados inferiores al valor normal y en enero, en el noroeste de la INDIA, las temperaturas bajaron casi hasta el punto de congelación.

En Asia central el período de tiempo frío fue seguido por una primavera extremadamente cálida. En algunas regiones las temperaturas medias de abril, fueron entre cuatro y ocho grados superiores al valor medio, lo que puede esperarse que suceda una vez cada 40-60 años. En junio, se registraron máximas diarias entre 43 y 47 °C en las repúblicas de Asia central de la U.R.S.S.; en ellas no se habían registrado en los últimos 50 años temperaturas tan altas. Sin embargo, a primeros de agosto se produjeron heladas débiles en los alrededores de Chita, al este del Lago Baikal. Noviembre fue también un mes cálido en las zonas de Siberia si-

tuadas al este de los Urales; se produjeron anomalías positivas de más de 12 °C, lo que no se había observado en los últimos 100 años.

*Precipitaciones, inundaciones y sequías:* Las lluvias monzónicas fueron escasas en TAILANDIA, donde se ocasionaron pérdidas en la producción agrícola de alrededor del 19 %, y en la REPÚBLICA DEMOCRÁTICA POPULAR DE LAOS, en la que la región alrededor de Vientiane sufrió su peor sequía en varias décadas.

En los primeros cuatro meses del año, HONG KONG había registrado sólo el 26 % de su precipitación media; con respecto al total anual el déficit fue el 20 %. En las Islas Ryukyu, al suroeste del JAPÓN, la sequía causó pérdidas en las cosechas de casi tres millones de dólares.

En la zona asiática de la U.R.S.S. las condiciones fueron secas en general durante el primer trimestre de 1977, aunque en las regiones más orientales los totales de precipitación en marzo fueron más del doble del valor medio. Esto, unido a las altas temperaturas en primavera y comienzo del verano, ocasionó incendios forestales muy peligrosos, especialmente en septiembre, en las regiones próximas al Lago Baikal y en muchas otras regiones al este del mismo. En Asia Central y en las montañas de KAZAKHSTAN se registraron abundantes precipitaciones a fines del otoño y principios del invierno.

En Japón, a principios de año, el tiempo fue extremadamente frío y estuvo acompañado por fuertes nevadas. Los espesores máximos de nieve registrados fueron de 100-150 cm en las llanuras y 400-600 cm en las montañas. Ello ocasionó la muerte de 116 personas y produjo daños estimados en unos 200 millones de dólares de los EE. UU.

En Assam (INDIA), después de las lluvias extremadamente fuertes de abril y mayo las aguas arrastraron un puente del ferrocarril, lo que ocasionó un accidente en el que perdieron la vida algunos pasajeros.

Karachi (PAKISTÁN), sufrió un violento temporal de lluvias los días 29 y 30 de junio; los 240 mm de precipitación registrados ocasionaron graves inundaciones repentinas. Trescientas personas perdieron la vida y 20.000 quedaron sin hogar. La misma zona se vio afectada otra vez los días 11 y 12 de julio en los cuales se registraron 90 mm. En la provincia fronteriza del noroeste del Pakistán, intensas lluvias monzónicas ocasionaron la muerte de 136 personas y también sufrieron daños las cosechas, el ganado y las propiedades.

En KUWAIT el mes de octubre fue notable por las excepcionales precipitaciones registradas, que variaron entre los 37,7 mm de Shuwaykh y los 66,2 mm en Sulaibiyah. Estos han sido los totales mensuales de precipitación más altos registrados desde que comenzaron las observaciones en 1947.

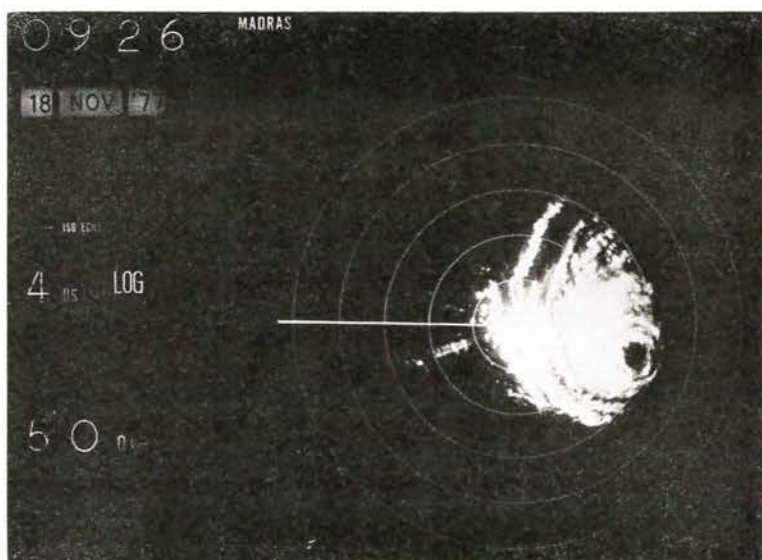
En el oeste de SRI LANKA, violentos temporales de lluvia entorpecieron las comunicaciones en octubre. El 17 de octubre se registró el máximo absoluto de precipitación diaria, de 321 mm, en Katunayaka.

*Temporales:* A principios de marzo, una profunda depresión situada en las proximidades de Kamchatka provocó vientos y ventiscas de 40 — 50 m s<sup>-1</sup> a lo largo de la costa del Mar de Bering en la U.R.S.S.



El 1 de abril, una zona de unos 50 km<sup>2</sup> en el distrito de Faridpur en BANGLA DESH se vio afectada por el paso de un violento tornado. El resultado fueron 500 muertos, 6.000 heridos y grandes daños en las cosechas. El 15 de abril KUWAIT sufrió, durante 10 horas, la más fuerte tormenta de polvo que se recuerda. Durante un intervalo de tres horas el viento sopló a 27 m s<sup>-1</sup>, la visibilidad fue nula y el tráfico se vio gravemente afectado.

Los ciclones tropicales produjeron, otra vez, su secuela de víctimas. El 18 de noviembre, un intenso temporal ciclónico, situado en el Golfo de Bengala, se aproximó a la costa de la India central. Un barco registró



Fotografía del radar de Madras sacada a las 09,26, tiempo medio local, del día 18 de noviembre de 1977, en la que se muestra la estructura del intenso ciclón que azotó la costa oriental de la India al día siguiente, causando cuantiosos daños y pérdidas de vidas. Las divisiones marcan intervalos de 100 Km, de modo que el ojo de la tormenta se encontraba en ese momento a 300 Km en dirección ESE de Madras

*(Fotografía publicada por autorización del Departamento Meteorológico de la India)*

en el ojo del ciclón una presión en superficie de 941 mb y se observaron vientos de 45-50 m s<sup>-1</sup>. El 19 de noviembre a primera hora, el ciclón cruzó la costa al sur de Adhra Pradesh y, por su causa, perdieron la vida 10.000 personas y se produjeron grandes daños. Sólo una semana antes otro ciclón tropical había cruzado el extremo sur del subcontinente Indio, produciendo numerosos daños en las zonas costeras de Tamil Nadu y ocasionando la muerte de 200 personas, El mismo temporal dio lugar a intensas lluvias y fuertes vientos en el norte de SRI LANKA. Un ciclón tropical que se había intensificado en el norte del Golfo de Bengala afectó a las zonas costeras de BANGLA DESH los días 12 y 13 de mayo produciendo numerosos daños y algunos muertos.

La isla de Masirah, en el sultanato de OMAN, estaba en la trayectoria de un ciclón tropical que había cruzado el Mar de Arabia desde las proximidades de las Islas Laccadive, al suroeste de la India. El 13 de junio a primera hora, se estropeó el anemómetro tras dos horas en las cuales las ráfagas del viento alcanzaron el límite más alto de la banda registradora (90 nudos o  $46 \text{ m s}^{-1}$ ). El total de precipitación en 24 horas fue de 430,6 mm. Se estimó que sólo el 2 % de los edificios de la isla no sufrieron daños durante el temporal.

JAPÓN se vio afectado por 4 tifones en 1977. Debido a la presencia del tifón «Vera», el 31 de julio se registraron en Ishigakishima vientos de velocidad media  $53 \text{ m s}^{-1}$ , alcanzando las rachas los  $70 \text{ m s}^{-1}$  que es la velocidad más alta registrada desde 1897. Hubo algunos muertos y los daños se estimaron en 24 millones de dólares de los EE. UU. El tifón «Amy» alcanzó al sur de Kyushu el 24 de agosto, recogiendo totales de precipitación en 24 horas tan altos como los 661,6 mm en Owase. Los daños se estimaron en 24 millones de dólares de los EE. UU. Cuando el tifón «Babe» cruzó la isla de Okinoerabu el 9 de septiembre, se observó una presión al nivel del mar de 907,3 mb, lo que supone un nuevo record en las observaciones japonesas. Hubo un muerto y 139 heridos; los daños se estimaron en 84 millones de dólares de los EE. UU. Finalmente, el 19 de septiembre el tifón «Emma» dio lugar a intensas lluvias en las regiones montañosas del norte de Tokio. Hubo nueve muertos y los daños se estimaron en 8 millones de dólares de los EE. UU.

## SUROESTE DEL PACIFICO

En AUSTRALIA hubo temperaturas anormales altas en diferentes partes. La media mensual de las máximas para febrero y agosto estableció nuevos records en Tasmania y, en febrero, se establecieron nuevas máximas absolutas de temperaturas en varios lugares de Australia occidental. En Melbourne fue la primera vez que, en octubre, la temperatura superó los  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  durante seis días consecutivos.

Sin embargo, el fenómeno meteorológico más sorprendente en Australia fue la sequía en extensas zonas. En la segunda mitad del año hubo condiciones de sequía en la mayor parte de Nueva Gales del Sur y Victoria, y la mayor parte del suroeste de Australia sufrió una grave escasez de precipitaciones. La sequía en Australia meridional fue aliviada por precipitaciones excepcionales en noviembre.

La situación fue propicia a los incendios forestales en los montes bajos. En febrero hubo incendios importantes en Victoria, en los cuales perdieron la vida 5 personas. En Queensland y Nueva Gales del Sur los incendios aparecieron a finales de año y algunos afectaron a las afueras de Sidney. Se produjeron pérdidas importantes en las propiedades y el ganado.

Enero y noviembre se caracterizaron por intensas tormentas en diferentes regiones; en Goonyella en el Queensland central, los daños se estimaron en 2 millones de dólares, y en Redcliffe (también en Queensland) en febrero, un tornado dejó a su paso una estela de destrucción valorada en 750.000 dólares.

En NUEVA ZELANDA, el año se caracterizó como excepcionalmente frío y húmedo en los lugares expuestos al sur. De mayo a septiembre una zona persistente de altas presiones situadas al sur del país, dio lugar a pocas ocasiones con vientos del oeste, permitiendo que la costa de la Isla del Sur disfrutara de un tiempo anormalmente seco y soleado. Por otra parte, Wellington tuvo el año más húmedo del siglo y la temperatura media más baja desde 1945. Septiembre fue un mes especialmente húmedo y frío y puesto que coincide con la época de nacimiento de los corderos las pérdidas fueron muy altas; en algunos casos sucumbieron el 90 % de los corderos.

En las FILIPINAS, el monzón del noroeste que generalmente las afecta desde mediados de octubre a mayo se presentó antes, y el monzón del suroeste que se presenta de junio a principios de octubre se presentó más tarde que en 1976. Durante el año seis ciclones tropicales cruzaron realmente el archipiélago y fue afectado por otros once. No se dispone de información sobre la magnitud de los daños y de las víctimas causadas por los ciclones.

F. G. y R. M. P.

## EL METEOSAT-1 EN ORBITA

Por J. MORGAN\*

El Programa del Satélite Meteorológico Europeo (METEOSAT) tiene como objetivos el estudio, proyecto, construcción, puesta en órbita, dirección y control de un satélite meteorológico pre-operativo y el desarrollo e instalación de los medios en tierra asociados al mismo. El programa lo ejecuta la Agencia Espacial Europea (ESA), en nombre de los Estados Miembros, a saber: Bélgica, Dinamarca, Francia, Italia, República Federal de Alemania, Suecia, Suiza y el Reino Unido.

El primer satélite meteorológico, el METEOSAT-1, fue lanzado con éxito el 23 de noviembre de 1977 y a primeros de diciembre estaba en una órbita geoestacionaria a 36.000 km sobre el Ecuador en su intersección con el meridiano de Greenwich.

Desde este elevado punto sobre el Golfo de Guinea, el METEOSAT-1 domina una vista única de Africa, así como de las regiones que se extienden hasta más allá de sesenta grados de arco de círculo máximo a partir del punto en tierra de la vertical del satélite, entre los cuales se incluyen Europa y parte de América del Sur. Cada 30 minutos, el METEOSAT-1 toma una fotografía de esta zona en más de tres canales espectrales. Dos en la banda espectral visible (0,4 a 1,1  $\mu$  m), una en el canal infrarrojo de 10,5 a 12,5  $\mu$  m y también una en el canal correspondiente a la banda de absorción del vapor de agua de 5,7 a 7,1  $\mu$  m. Los dos canales del espectro visible son idénticos y cuando se utilizan simultáneamente, el poder de resolución real en el suelo, en la vertical del satélite, es de 2,5 km. La resolución tanto del canal infrarrojo como la del llamado del vapor de agua es de 5 km. Cuando se emplea el canal del vapor de agua, éste sustituye a uno de los dos canales del espectro visible, reduciendo así la resolución

---

\* El Sr. Morgan es el Director de Operaciones Meteorológicas del Centro Europeo Operaciones Espaciales de Darmstadt.