

Pacífico. Sin embargo, en Guiuan, en la isla de Samar, se registró el 19 de abril un viento máximo de 67 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.

raba que una distancia horizontal de 100 km. proporcionaría una estimación adecuada del viento geostrófico a partir de las medidas de la presión en superficie, así como cierta idea de la medida en que las observaciones individuales pueden representar las áreas medias utilizadas normalmente en los modelos numéricos de la atmósfera. Sin embargo, de los estudios de los radiosondeos realizados desde los buques meteorológicos oceánicos se dedujo rápidamente que serían necesarias observaciones en alturas superiores a las ordinariamente alcanzadas por los globos cautivos. Una capa límite atmosférica típica está formada por una capa neutra o ligeramente inestable, encima de la cual hay una capa estable, a menudo con nubes tipo estratocúmulos que se halla a una altura variable pero en general, por debajo de los 800 hPa. No existía ningún método bueno para medir los vientos a dichas alturas sobre el mar, así el primer ensayo práctico realizado dentro del experimento JASIN en 1970, fue dedicado fundamentalmente a la búsqueda de métodos para medida del viento, particularmente comparando la nueva técnica LORAN-C LOCATE, con la del radar estabilizado situado sobre el barco meteorológico oceánico *Cumulus* del Real Instituto Meteorológico holandés.



Equipo de medida de la turbulencia sobre la proa del RV *Akademik Vernadsky*.

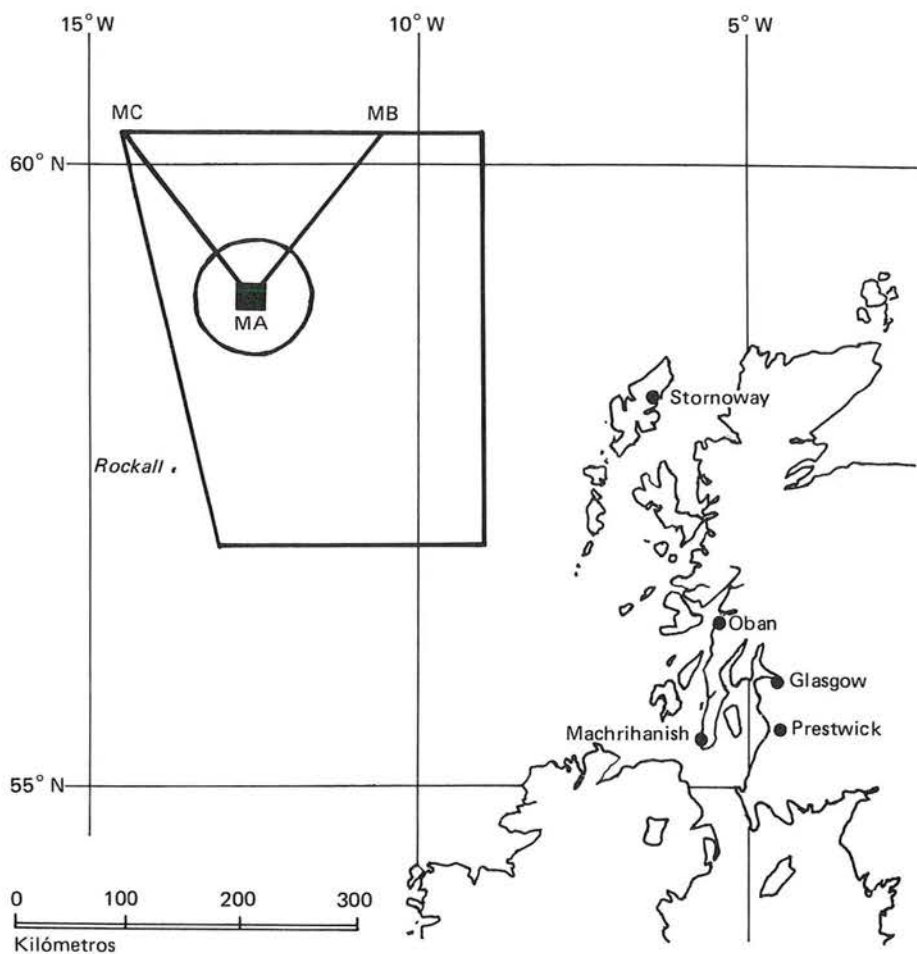
Mediante la utilización de un sistema de lanzamiento controlado por la presión, fue posible seguir a un radiosonda en su ascensión, hasta unos 700 hPa. y su caída hasta la superficie, evitando así las perturbaciones del viento debidas al barco. El sistema LOCATE (utilizando LORAN-C) fue el preferido por el JASIN para determinar los valores medios de los elementos aerológicos.

El ensayo práctico de 1970, puso también de relieve la dificultad de efectuar medidas de la presión en superficie, suficientemente buenas para dar al viento geostrófico la exactitud necesaria y demostró claramente la variabilidad de la temperatura, de la salinidad y de las corrientes marinas en las capas superiores del océano. Fueron particularmente difíciles las medidas de las corrientes próximas a la superficie en presencia de olas.

En el segundo ensayo práctico del JASIN, en 1972, fueron probadas técnicas para la medida de la presión en superficie y las corrientes superficiales. Se montaron cuidado-

samente barómetros aneroides de precisión en barcos y boyas y las corrientes próximas a la superficie se midieron utilizando promedios vectoriales y medidores electromagnéticos de corriente.

Tanto los ensayos de 1970 como los de 1972, se realizaron cerca de la estación meteorológica oceánica *Juliet* (52°30'N - 20°00'W). En 1974 como parte del Experimento Tropical del GARP en el Atlántico (GATE) tuvo lugar una experiencia interrelacionada. Los fines de los subprogramas, sobre la capa límite y oceanográfica, del GATE estuvieron estrechamente ligados a los de JASIN. Por aquella época era acuerdo común el que la principal necesidad era estudiar la capa límite como un todo (no únicamente la capa inferior a los 100 m) y estaba claro que el proyecto GARP se extendería gradualmente hacia el estudio de fenómenos de más largo período que entran en juego en los cambios climáticos. Por ello parecía indispensable una mejor comprensión de los fenómenos que tienen lugar en la capa superior del océano. El trabajo oceanográfico, que ya formaba parte del JASIN, tomó así una notable importancia.



La zona de JASIN.

En enero de 1975, fue posible celebrar una reunión muy esperada entre aquéllos que estaban dispuestos a participar en la principal experiencia sobre el terreno del JASIN. Los principales problemas de organización surgieron del desacuerdo en el tamaño de la escala que interesaba en las estructuras de los meteorólogos y los oceanógrafos. Para los meteorólogos una distancia de 200 km. era bastante grande, mientras que los oceanógrafos deseaban estudiar estructuras de pequeña escala (menos de cerca de 20 km.) que se encuentran en el campo de densidad media. Fue esencial, sin embargo, desarrollar un experimento interactivo y ello fue posible únicamente gracias al gran aumento del apoyo internacional al proyecto. Tomaron parte en el mismo cerca de 50 equipos de investigadores procedentes de nueve países, utilizando 14 barcos y tres aviones. Además se lanzaron y fueron posteriormente recogidas 35 boyas.

La zona de investigación fue trasladada desde la estación *Juliet* hasta la fosa de Rockall, entre 57° y 60° N, 10° y 15° W, con el fin de reducir al mínimo el tiempo de travesía, en parte para los barcos, pero fundamentalmente para los aviones meteorológicos de investigación. El análisis de los datos meteorológicos y oceanográficos existentes y algunas observaciones preliminares realizadas en esta zona (JASIN-1977) demostraron que la mayor complicación en la topografía del fondo marino no tenía una influencia importante; el principal trabajo en el mar del JASIN fue planeado para el pasado verano de 1978.

JASIN-1978

El trabajo en el mar fue realizado entre el 8 de julio y el 14 de septiembre de 1978, en una zona de aguas profundas próximas a los 59° N, $12^{\circ}30'$ W.



El avión C-130 del Meteorological Research Flight del Reino Unido hace una comparación con el R.R.S. *Discovery*.

Observaciones meteorológicas en superficie.- Se realizaron cuidadosas observaciones meteorológicas en superficie por muchos de los barcos que tomaron parte y mediante instrumentos situados en boyas. Se puso especial atención a la exactitud de las medidas de la presión en superficie realizadas en los buques meteorológicos seleccionados y en las boyas especialmente instrumentadas.

Observaciones en altitud.- Se realizaron observaciones en altitud mediante barcos situados en los ángulos de un triángulo equilátero de unos 200 km. de lado suplementadas, cuando se presentó la ocasión, por las de un cuarto barco situado en el centro del triángulo. Se hicieron sondeos cada seis horas (cada tres en el barco más meridional)

pero en los días "intensivos" cada barco lanzaba por lo menos 12 radiosondas en períodos horarios situados entre las 0600 y las 2100 T.U. El método utilizado fue seguir una sonda LOCATE usando el LORAN-C; durante los períodos intensivos los globos llegaban a los 500 hPa., después liberaban la sonda que era seguida en su descenso mientras caía con un paracaídas.

Hubo doce días de radiosondeos "intensivos", diez de los cuales tuvieron una red formada por lo menos por tres barcos meteorológicos. Dos de los barcos meteorológicos soltaron globos cautivos con instrumentos especialmente diseñados para la medida de las fluctuaciones turbulentas y operaron en todos los días "intensivos" y también durante otros muchos períodos.

Se prestó especial atención a la intercomparación de los instrumentos, y el programa meteorológico de a bordo tuvo un gran éxito en cuanto a su funcionamiento. Aunque el número de invasiones de aire frío fue menor que el esperado (el verano de 1978 fue frío y nuboso en la zona del JASIN) la variedad de condiciones atmosféricas en que tuvieron lugar los días "intensivos" proporcionará muchos estudios para contrastar el balance en condiciones diferentes. Existen datos de días de pequeños flujos verticales, otros días en los que el flujo de humedad era lo único significativo y días en los que el flujo de calor sensible ha contribuido también a la transferencia debida al empuje hidrostático. En cada caso será posible realizar estudios, basados en la observación de la estructura dinámica y termodinámica de la capa límite atmosférica.

Observaciones desde aviones.—Las observaciones meteorológicas realizadas desde barcos se complementan con medidas hechas desde aviones. Tomaron parte tres aviones de investigación equipados especialmente con sondas de rachas de respuesta rápida para la medida de las fluctuaciones de la velocidad, la temperatura y el vapor de agua. También transportaban instrumentos para la medida de la radiación (incluyendo un radiómetro para medir la temperatura superficial del mar). Además, se puso especial interés en las comparaciones de los resultados obtenidos entre distintos aviones, entre aviones y globos y entre aviones y barcos. Sus misiones fueron llevadas a cabo a lo largo de 15 días, de los cuales seis coincidieron días "intensivos" de radiosondeos. En la mayoría de ellas intervenían los tres aviones a la vez de modo que las observaciones podían realizarse simultáneamente a tres alturas diferentes. Las observaciones desde aviones, los radiosondeos y las observaciones en superficie dieron lugar a un conjunto de datos único en su género.

Satélites.—También se recibieron datos de los sensores remotos de los satélites. Imágenes VHRR* procedentes del satélite de los EE.UU., NOAA-5, fueron proporcionadas por la Universidad de Dundee, mientras se realizaban las observaciones y posteriormente fueron coleccionadas en un álbum fichero. Fue afortunado el hecho de que se realizara la experiencia práctica durante la lamentable corta vida del SEASAT, ya que su radar de apertura sintética fue dirigido sobre la zona del JASIN. Las medidas desde los satélites de la temperatura del mar en superficie, la velocidad y dirección del viento y la altura, período y dirección de las olas será comparada con las observaciones directas realizadas desde los barcos y las boyas.

Olas en superficie.—Se realizó un gran esfuerzo en la medida de las olas, se hicieron medidas de la altura de las olas utilizando una red de boyas seguidora de las olas situadas en un círculo de 37 km. de radio y se obtuvo el espectro direccional mediante bo-

* Radiómetro de resolución muy alta.

yas medidoras de movimiento de cabeceo y balanceo. Se tomaron algunas fotografías aéreas con el fin de mejorar la información en cuanto a dirección. Algunos participantes hicieron observaciones del movimiento de trozos de gomaspuma y manchas de colorante.

Cartografía oceánica.- Tres barcos realizaron repetidos levantamientos hidrográficos para trazar un mapa de la estructura de la temperatura y de la salinidad en una zona de 150 km. de lado rodeando la zona de amarre en la que se hicieron la mayoría de las observaciones oceanográficas detalladas. Esto se hizo con el fin de identificar las masas de agua presentes y establecer la estructura de su densidad media y su respuesta a las influencias atmosféricas.

PARTICIPANTES EN JASIN-1978

Barcos meteorológicos: RV *Gardline Endurer*, HMS *Hecla* y RRS *Jhon Murray* (Reino Unido); FS *Meteor* (República Federal de Alemania).

Barcos oceanográficos de cartografía: RRS *Challenger*, RRS *Shackleton* y RV *Scotia* (Reino Unido); Hr. Ms. *Tydeman* (Holanda).

Barcos oceanográficos en travesía: WFS *Planet* y FS *Poseidon* (República Federal de Alemania); RV *Atlantis II* y RV *Endeavor* (E.E.UU.); RRS *Discovery* (Reino Unido); RV *Akademik Vernadsky* (U.R.S.S.).

Aviones meteorológicos: C-130 *Hércules* (Reino Unido); *Electra* (E.E.UU.); *Mystere* (República Federal de Alemania).

La realización de mapas en una escala más pequeña fue el objetivo de los esfuerzos en cooperación de distintos barcos utilizando instrumentos remolcados (batitermógrafos o cadenas de termistores) y efectuando medidas repetidas de la conductividad, la temperatura y la profundidad (CTP). Esto fue complementado mediante un levantamiento cartográfico de la temperatura de la radiación desde los aviones.

Procesos oceánicos a pequeña escala.- La mayor parte de los barcos oceanográficos en travesía por la zona se concentraron en la observación de los procesos a pequeña escala que modifican la estructura de la densidad de las capas altas del océano. La mayor concentración de instrumentos tuvo lugar en la red fija de ordenación intensiva (FOI) preparada para estudiar la estructura y propagación de las olas internas de generación superficial, la estructura de la capa de mezcla y la termoclina superior (en escalas que van del centímetro al kilómetro) y los flujos en superficie de cantidad de movimiento y calor (en escalas de unos kilómetros).

Las observaciones de los barcos en las proximidades de la RFOI incluían perfiles regulares CTP y perfiles sucesivos CTP de distintos barcos a la vez. La estructura en escala fina fue registrada utilizando distintos sistemas para realizar perfiles oceanográficos; la microestructura utilizando instrumentos de medida de la disipación en caída libre y otros de respuesta rápida.

Se siguieron las trayectorias de flotadores para medir la cizalladura media en las capas superiores y se utilizaron sensores embarcados sobre una boya a la deriva provista de mástil para medir la cizalladura. Se hicieron observaciones asimismo mediante el seguimiento de colorantes inyectados en la parte superior de la termoclina. La cizalladura debida a las corrientes en los diez metros superiores del océano se midió también utilizando la difusión de ondas de radio HF.

Datos

Está claro que una gran cantidad de datos fueron recopilados durante la experiencia. La siguiente y más difícil parte del Proyecto JASIN es conseguir que estos datos sean analizados y utilizados de modo que se logren los siguientes objetivos principales:

- Observar y distinguir los procesos físicos que son la causa de las mezclas entre las capas límites atmosférica y oceánica y relacionarlos con las propiedades medias de las capas.
- Examinar y cuantificar los aspectos de los balances de cantidad de movimiento y calor en las capas límites atmosférica y oceánica y los flujos que pasan de una a la otra.

Ya se ha celebrado una primera y fructífera reunión para la presentación de los datos del JASIN y los que tomaron parte en ella tienen una clara idea de cómo proceder para conseguir lo mejor de sus propias observaciones y para proporcionar la máxima ayuda a los otros.

Agradecimiento

El proyecto JASIN está patrocinado por la Royal Society y dirigido por un subcomité del Comité Nacional Británico para el GARP. Ellos aprecian mucho los esfuerzos de todos aquellos que han contribuido al proyecto a lo largo de los años, especialmente de los que han trabajado fuera del Reino Unido.

El Proyecto ha sido coordinado por el Institute of Oceanographic Sciences, próximo a Godalming (Inglaterra) en el que el Coordinador Científico, el Dr. R.T. Pollard, acogerá todas las preguntas y sugerencias sobre el proyecto.

OCTAVO CONGRESO METEOROLOGICO MUNDIAL

RESEÑA DE LAS PRINCIPALES DECISIONES ADOPTADAS

El Presidente de la OMM, Sr. M.F. Taha, inauguró el Octavo Congreso el 30 de abril de 1979 en presencia de una serie de distinguidas personalidades entre las que se encontraban el Presidente de la Confederación Helvética, Sr. Hans Hürlimann, altos funcionarios de la República y del Cantón de Ginebra, el Director General de la Oficina de las Naciones Unidas en Ginebra y el Secretario General de la UIT. El discurso presidencial del Sr. Taha fue publicado en el número de abril del *Boletín de la OMM* (Vol. XXVIII, Núm. 2, págs. 103-106), en el que queda reflejada su creencia de que existe un creciente reconocimiento y apreciación del valor de la labor desarrollada por la OMM en favor de la sociedad en general, lo que parece que queda bien demostrado a través de las manifestaciones en nombre del Gobierno suizo, de las Naciones Unidas, la FAO, la UNESCO, la UIT, el PNUMA, el International Fund for Agricultural Development (IFAD), ASECNA* y por la Organización Mundial de Enseñanza Aeroespacial (WAE0).

* Agencia Internacional para la Seguridad de la Navegación Aérea en África y Madagascar.