



## ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS REALIZADOS EN NUESTRO

# *Mar Caribe*

Teniente de Navio

JOSE GUILLERMO PAEZ S.

Desde el principio del mundo el mar ha sido siempre objeto de estudio para el hombre. Posiblemente cuando se inventaron los primeros flotadores se observaron los fenómenos característicos del océano, pero fue mucho después cuando se trataron de explicar. Efectivamente los primitivos navegantes y después los fenicios descubrieron las corrientes marinas al observar que alguna fuerza diferente al viento desviaba de sus cursos las naves. Posiblemente muchos de los grandes navegantes

tales como Magallanes, Bartolomé Díaz, Cristóbal Colón, Vasco de Gama, Sebastián Cabot, Francis Drake, Hudson y muchos otros hicieron sus propias observaciones sobre vientos, mareas, corrientes y tormentas; sin embargo solo hasta 1860 cuando Mathew Fontaine Maury fue nombrado jefe del Depósito de Cartas e Instrumentos en Washington (hoy oficina Hidrográfica de los Estados Unidos) comenzó a recolectar sistemáticamente la información contenida en cientos de libros, de mi-

nutas de los buques que viajaban al viejo mundo. Maury en esta forma publicó los primeros atlas náuticos denominados "Cartas de vientos y corrientes del Atlántico norte y del Atlántico sur, del Pacífico norte y del Pacífico sur y del océano Indico". Publicó también las explicaciones y direcciones de navegación para complementar dichas cartas, la geografía física del mar con la primera carta batimétrica del Atlántico norte y muchas otras ayudas para la navegación a vela. Maury adquirió tanta fama científica que llegaron a llamarle "el explorador de los mares".

Muchos científicos como Newton, La Place, Kepler, Vossius, Kircher, Kelvin, Gerstner, Stokes, Bjerknes, Helland-Hansen y otros se interesaron por resolver algunos problemas relativos al mar. En el año de 1688 Halley publicó el primer mapa de vientos sobre el océano y en 1770 fue publicado el mapa de Franklin con su estudio termométrico de la corriente del golfo (Gulfstream).

Los primeros estudios oceanográficos se atribuyen a Humboldt, quien durante su viaje de cinco años tomó mediciones termométricas de superficie y descubrió la corriente del Perú. En 1773 el capitán Phipps sondeó hasta 1.250 metros al norte de Europa con una sondaleza y en 1818 Sir John Ross sondeó hasta 1.800 metros en la bahía de Baffin.

La invención del telégrafo electromagnético debida a Gauss y Weber en 1833 y la aplicación práctica del código Morse dio la idea de tender cables a través del mar. Después de haberse

conectado algunas ciudades, la compañía **Great Eastern** en 1866 conectó al antiguo con el nuevo continente. Fue este el principal motivo para que se comenzara a estudiar sistemáticamente la tercera dimensión del mar. El segundo motivo fue también de origen pragmático y consistió prácticamente en la necesidad de los navegantes de conocer las rutas de menor duración, pues, en aquella época hasta llegó a establecerse un premio para el clipper que llegara con el primer cargamento de té en algunas de las estaciones del año. El tercer motivo tuvo origen científico pues los biólogos y zoólogos de la segunda mitad del siglo pasado estaban casi convencidos de que a grandes profundidades del mar no existía forma alguna de vida, posiblemente debido a que en 1843 Edward Forbes publicó la llamada teoría Abisal con la cual confirmaba que no podía existir vida por debajo de los 550 metros de profundidad. Sin embargo, los sondeos de James Clark Ross confirmaban lo contrario. Poco después, el hecho de haber aparecido roto el primer cable submarino tendido en el Atlántico Norte dio la evidencia de que efectivamente existía vida animal a más de 3.000 metros de profundidad. El buque inglés Cyclops descubrió en aquel entonces una meseta sobre la cordillera que se alza en la mitad del Atlántico, se descubrió la "globigerina ozze" y se usó por primera vez el "termómetro contra la presión" para medir la temperatura existente a grandes profundidades.

Comenzaron entonces las expediciones oceanográficas en las cuales tomaron parte buques de Inglaterra, Estados Unidos, Rusia, Noruega, Suecia, Alemania y Austria. Famosos oceanógrafos y científicos de los países mencionados lograron valiosos descubrimientos. El Príncipe Alberto de Mónaco, fundó el museo Oceanográfico de Mónaco y el Instituto Oceanográfico de París.

A partir de 1900 se distinguen claramente tres eras de exploración oceanográfica:

La primera comienza con Knudsen y sus colaboradores al introducir el método químico de Cloro-titulación o análisis volumétrico por comparación con la llamada "agua normal" para evaluar la salinidad. La tendencia físico-matemática para analizar el agua del mar y demás fenómenos, fue adoptada por Mohn, Bjerknes, Ekman, Høiland-Hansen, Margules, Exner, Defant y otros por entonces relacionados con la meteorología dinámica. Comienzan entonces a estudiarse los problemas de mareas, la turbulencia, la fuerza de Coriolis, la vorticidad, el movimiento de las olas, el cálculo de corrientes de superficie y de profundidad en campos barotrópicos y baroclínicos teniendo en cuenta la dinámica y la cinemática que se generan para buscar el equilibrio geostrofico. Se introdujeron los conceptos de rotacionalidad e irrotacionalidad y el de constituyentes conservativos del agua de mar. Se estudió el balance calórico de tierra, mar y atmósfera. Se analizó el ciclo hidrológico bajo los conceptos de conserva-

ción de masa, conservación de volumen, conservación de sal, conservación de energía, conservación de momento, conservación de vorticidad absoluta y difusión de vorticidad; la primera era termina poco antes de comenzar la primera guerra mundial.

La segunda era comienza con la introducción del concepto denominado "la cuarta dimensión del océano": El factor tiempo. Esta era se extiende entre las dos guerras mundiales y se caracteriza por el alto grado de exactitud en las mediciones a grandes profundidades realizadas durante las expediciones en que tomaron parte el buque noruego "Armauer Hansen", el buque danés "Dana", la expedición alemana "Meteor", la expedición holandesa a bordo del "Willebrord Snellius" y los buques oceanográficos americanos "Atalatis" y "Carnegie", con los cuales se exploró el mar Caribe, la corriente del golfo, las regiones del polo norte y parte del pacífico.

Por esta época se comenzaron a fundar instituciones oceanográficas tales como el Scripps Institution of Oceanography (1912), The Woods Hole Oceanographic Institution (1930), The Bingham Oceanographic Foundation (Yale University), y todas las organizaciones científicas del mundo como si despertaran de un largo sueño, comenzaron a interesarse por los resultados de los recientes estudios. Se reunieron algunas asambleas internacionales, como la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica que se llevó a cabo en Edimburgo en 1963.

*Tejidos*

*Leticia Ltda.*

♦ PAÑOS

♦ MANTAS

♦ RUANAS

♦ PONCHOS

♦ HILAZAS

DE

LANA

MEDELLIN  
BOGOTA  
CALI

La tercera era comienza con la famosa operación Cabot efectuada en 1950 y se caracteriza por la avanzada tecnificación y la moderna instrumentación usada. Durante la presente era se están estudiando los problemas de la circulación oceánica, los procesos de intercambio o interacción entre mar y aire, el complejo problema de las olas del mar y de la turbulencia de las aguas, para lo cual se están empleando métodos estereofotogramétricos y estadística derivada de la teoría de la probabilidad.

Un aspecto importante de la oceanografía en la época actual es la marcada cooperación internacional bajo la cual se han realizado ya varias expediciones de investigación científica como las del Océano Indico y la International Cooperative Investigation of Tropical Atlantic (ICITA) que se llevó a efecto en 1963. La Asamblea General de las Naciones Unidas reunida el 18 de diciembre de 1967, estableció un comité Ad Hoc, para que examinara la cuestión de la reservación exclusiva del fondo del mar y del suelo submarino para usos pacíficos, dentro de los límites de las presentes jurisdicciones nacionales y del uso de sus recursos solamente en beneficio de la humanidad.

Los estudios realizados en el Mar Caribe aún están siendo analizados. Un ejemplo de esto es el reporte que aparece en la revista *Science* del 21 de febrero de 1969 sobre "Fuentes de Minerales y Transporte en aguas del Golfo de Méjico y del Mar Caribe" de

la cual extraigo los apartes más importantes.

Las partículas minerales en suspensión en aguas del Caribe y del Golfo de Méjico, fueron analizadas en relación con la arcilla y los sedimentos del fondo, con el proceso activo de sedimentación en esta zona y con las corrientes existentes. Dicho análisis dio como resultado que la circulación en las capas superiores de agua que fluyen del Caribe, contienen una inmensa cantidad de mineral de mica, que está siendo transportada hacia el Golfo de Méjico; dentro de esta área se encontraron sedimentos de silicato de aluminio traído por las aguas del Misississippi y materiales en suspensión del Amazonas y Orinoco que entran con las corrientes a través de las Antillas Menores y contribuyen al contenido detrítico mineral de las aguas del Caribe; en la misma forma contribuyen los vientos que soplan de las costas colombianas hacia el mar.

La topografía del fondo del Mar Caribe es escarpada; su relieve presenta altas montañas y valles, por lo cual las aguas profundas tienen muy poca comunicación con el Océano Atlántico. En algunos casos es necesario que el agua ascienda de 3.000 a 4.000 metros en dirección completamente vertical para poderse desplazar.

El río Amazonas descarga al mar el 18% de la afluencia hidrográfica, por consiguiente ocasiona una reducción de salinidad que se extiende desde la desembocadura hasta el Mar Caribe ayudado por el Orinoco, el Magdalena y

# Cuéllar, Serrano, Gómez y Cía. Ltda.

arquitectos, ingenieros.

bogotá, d. e. — colombia.

miembros:

s. c. a., s. c. i., andi y camacol.

CAMILO CUELLAR TAMAYO  
GABRIEL SERRANO CAMARGO  
JOSE GOMEZ PINZON  
GABRIEL LARGACHA MANRIQUE  
ERNESTO CUELLAR TAMAYO  
GUILLERMO ROMERO LEON

CARRERA 10a. No. 16 - 39 PISO 15  
EDIFICIO SEGUROS BOLIVAR  
APARTADO AEREO NO. 3527

otros ríos de las costas de Venezuela y Colombia.

Durante la investigación del caribe se descubrió por debajo de los 2.500 metros la presencia de una capa intermedia de agua subantártica que entra al Caribe y al Golfo de Méjico a través de las Antillas Menores. Una capa de agua subtropical de máxima salinidad que se extiende hasta aproximadamente 150 metros de profundidad recorre el caribe hacia el golfo.

Las partículas de vida vegetal más comunes encontradas bajo observación de microscopios electrónicos son: Diatomáceas, pólen, fibras de celulosa de bris, algas, restos de foraminíferas, dinoflagellantes, espículos fragmentados, bacterias esféricas con flagella fragmentada. Los componentes minerales observados fueron: Hidrocarburos, filosilicatos, cuarzo, feldespato y algunas cenizas volcánicas.

El tratamiento químico necesario para la difracción de rayos X bajo cuyo análisis se efectuó este estudio, comprende la extracción de carbonatos, materiales orgánicos y óxido de hierro. El trabajo inherente a cualquier grado de análisis cuantitativo es sumamente difícil entre otras cosas porque el tamaño de la muestra que es del orden de los 20 miligramos dificulta la remoción de sílica amorfa y aluminio. La cantidad de material amorfo presente no puede ser medido mediante difracción de rayos X porque su efecto sobre la difracción total permanece incógnito de muestra a muestra; aquellas técnicas cuantitativas que incluyen prototipos internos o mezclas

binarias no son factibles ante la presencia de componentes amorfos indeterminados. El tamaño de las partículas que es del orden de los 10 micrones contribuye a errores adicionales de medición cuantitativa debido a que el efecto del tamaño de la partícula ejerce cierta influencia al promediarse durante el proceso de absorción. Para radiaciones del tipo Cuka, el coeficiente de absorción de masa es del mismo orden de magnitud para diferentes minerales. Por ejemplo, para el cuarzo y el feldespato es del tamaño de un micrón. Otras dificultades se presentan con el contenido de hierro, mica y cloratos, que tienen coeficientes de absorción mucho mayores. Materiales diferentes con planos atómicos diversos entre ellos, no tienen la misma habilidad de difractar los rayos X.

El procedimiento usado en esta investigación fue más o menos el siguiente: Después de un tratamiento previo, las muestras fueron sometidas a un proceso de glicolación y tratamiento térmico para completar la identificación de los minerales. Los niveles menores fueron así determinados y la integración de intensidades de pico se efectuó mediante un planímetro polar. Los pesos relativos fueron derivados mediante funciones de factor de forma con el objeto de comparar las diferentes intensidades en cada mineral. La escala relativa de abundancia derivada por intermedio de las mediciones anteriores se avaluó, así: 35 a 50% abundante, 20 a 35% moderado, 0 a 20 escaso.

Las aguas que entran al Mar Caribe transportan gran cantidad de illita o moscovita (compuesto de potasio y mica cuya fórmula química es  $KAl_2Si_2O_{10}(OH)_2$ ) y algunos otros compuestos a base de mica. Tanto en la superficie como en aguas profundas se encontró kaolinita, clorita, talco y montmorillonita o silicato de aluminio.

Investigaciones recientes de algunas muestras de sedimentos del fondo del Caribe demuestran que además de los

materiales encontrados en suspensión existe gran cantidad de cuarzo, talco, feldespato, amphibolita (roca metamórfica compuesta por amphibola cuya fórmula química es  $A^2B^5(Si,Al)_5O_{22}(OH)_2$ ), gibbsita y piroxenita (formación de silicatos que contienen calcio, sodio, magnesio, hierro o aluminio).

Probablemente los minerales en suspensión que entran al Golfo de Méjico procedentes del Caribe ejercen un efecto de dilución sobre los minerales que contienen las aguas del golfo.

## BARMOR LTDA.

Representantes exclusivos de "NAPCO INDUSTRIES INC." y "WHITE INTERNATIONAL", proveedores para las Fuerzas Armadas en:

REPUESTOS PARA VEHICULOS MILITARES  
REPUESTOS PARA AVIACION  
REPUESTOS Y EQUIPO DE RADIO-COMUNICACION  
REPUESTOS GENUINOS FORD Y MERCURY

ALMACEN PRINCIPAL: "DON FORD"  
AVENIDA CARACAS No. 8-25 - TELS.: 437209 y 415102 - BOGOTA, D. E.