

Corrientes e hidrografía en la región canaria. Campaña Canarias 9205

R. Molina¹, J. M. Cabanas² y F. L. Laatzén¹

¹ Centro Oceanográfico de Canarias. Instituto Español de Oceanografía. Carretera de San Andrés, s/n. Santa Cruz de Tenerife, España.

² Centro Oceanográfico de Vigo. Instituto Español de Oceanografía. Cabo Estay. Canido, s/n. Vigo (Pontevedra), España.

RESUMEN

En la región canaria se realizaron 44 estaciones de CTD durante la expedición Canarias 9205, con el B. O. Francisco de Paula Navarro. El presente trabajo está basado en los datos de temperatura y salinidad, desde la superficie hasta 500 metros de profundidad, obtenidos en las referidas estaciones, así como en el estudio de las corrientes geostroficadas.

En la parte occidental de la región, la alta densidad de estaciones ha permitido que la circulación geostrofica ponga de manifiesto un remolino ciclónico en el canal Tenerife-Gomera y otro anticiclónico inmediatamente al sur de ambas islas. Dichos remolinos se detectan en las distribuciones de temperatura y salinidad. En el remolino ciclónico, el agua aflorada en su parte central procede de 75 metros de profundidad aproximadamente.

Las distribuciones de temperatura y salinidad muestran también, entre Gran Canaria y Fuerteventura, el extremo de un filamento de agua aflorada en la cercana costa africana que, frente a punta Jandía, tenía un espesor de unos 50 metros.

Palabras clave: Corrientes geostroficadas, remolinos ciclónico y anticiclónico, región canaria.

ABSTRACT

Hidrography and currents in the Canary Region. Cruise Canarias 9205.

Forty-four CTD stations were conducted out during the cruise Canarias 9205 of the R.V. Francisco de Paula Navarro. The present publication is based on the study of the geostrophic circulation and data on temperature, salinity and density obtained from these stations, from the sea surface to a depth of 500 m.

In the western area of the region, where the stations are closer together, the geostrophic circulation shows a cyclonic eddy in the Tenerife-Gomera channel and another anticyclonic to the south of these islands. The temperature and salinity distributions also show both eddies. In the middle of the cyclonic eddy, the upwelled water comes from a depth of about 75 m.

On the other hand, the temperature and salinity distributions show, between Gran Canaria and Fuerteventura islands, the end of a filament of upwelled water on the nearby African coast, that had a thick of about 50 m off Punta Jandía.

Key words: Geostrophic currents, Canary Island, cyclonic eddies, anticyclonic eddies.

INTRODUCCIÓN

La influencia del afloramiento del noroeste de África, conjuntamente con la situación del archipiélago canario en el borde oriental del giro subtropical del Atlántico

norte hacen que las condiciones oceanográficas en la región canaria sean muy variables a lo largo del año. En verano, cuando la zona afectada por los vientos alisios se desplaza hacia el norte y, por consiguiente, se incrementa el *upwelling* junto a la costa

africana, a la latitud de la región canaria, las aguas afloradas producen un notable gradiente horizontal térmico y salino en la dirección este-oeste. Así, la diferencia de temperaturas entre las aguas de las islas occidentales y orientales puede ser del orden de 3 °C, y de aproximadamente 0,5 la diferencia de salinidades, cuando el afloramiento es intenso (Mascareño y Molina, 1970; Molina y Laatzén, 1989).

A la variabilidad producida en la región canaria por el afloramiento de la cercana costa africana hay que sumar la de los afloramientos locales, que ocasionalmente pueden presentarse frente a las costas de algunas islas (Molina y Laatzén, 1989).

Con cierta frecuencia, y como ocurre en otras zonas de afloramiento (Shillington *et al.*, 1990), desde la costa africana se desprenden filamentos de agua aflorada, por tanto fría, de baja salinidad y rica en nutrientes, que penetran en la parte oriental de la región canaria. Por otra parte, la prolongación de la corriente de las Azores, que desde la latitud del estrecho de Gibraltar constituye la corriente de Canarias, se divide en tres ramas, quedando el archipiélago inmerso en la más oriental, por la que fluye un transporte medio de agua de $4 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Stramma, 1984). En verano, cuando los vientos alisios son más intensos, se encontró un valor para dicho transporte de $6 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Molina y Laatzén, 1986), y en invierno de $2,8 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Molina, 1977), cuyo valor medio concuerda aproximadamente con el dado por Stramma (1984).

La rama oriental de la corriente de Canarias, al pasar entre las islas, favorece la formación de remolinos, especialmente en los canales e inmediatamente al sur de las mismas, creándose así zonas de convergencia y divergencia. La presencia de estos remolinos añade, por tanto, otro factor de variabilidad a la región canaria. En general, sus intensidades, e incluso su existencia continuada, no están suficientemente constatadas. Por ello, no se puede asegurar que, por ejemplo, los remolinos ciclónicos produzcan una actividad biológica importante a lo largo del año.

Por las consideraciones indicadas, se estima que en la oceanografía de la región canaria existen muchos puntos por desvelar y, por tanto, la investigación debería intensificarse. Afortunadamente, el Instituto Español de Oceanografía decidió que el B. O. *Francisco de Paula Navarro* trabajase cierto tiempo en la región canaria. Gracias a ello, en mayo de 1992 se realizó a bordo de dicho barco la campaña Canarias 9205, dentro de los proyectos de ecología marina y oceanografía física del Centro Oceanográfico de Canarias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como se observa en la figura 1, se analizaron 44 estaciones oceanográficas, en las que se utilizó un CTD Seabird, modelo SBE 25, cedido por el Centro Oceanográfico de Vigo del Instituto Español de Oceanografía. Además de la presión, temperatura y conductividad, el mencionado CTD registró la fluorescencia, oxígeno disuelto y pH. Como el sensor de fluorescencia sólo podía soportar una presión máxima de 500 decibares, se registraron datos en la columna de agua desde la superficie hasta alcanzar, como máximo, dicha presión.

En 30 estaciones, distribuidas en 10 radiales situados frente a las costas de Tenerife, Gomera, Hierro, Lanzarote y Fuerteventura (figura 1), además del CTD, se utilizaron botellas Niskin de 5 litros para tomar muestras de agua en la capa de los primeros 200 metros. En ellas se determinaron el oxígeno disuelto, pH, nutrientes y clorofila. Asimismo, se hicieron pescas de plancton utilizando redes WP2 y bongo. En las islas occidentales, en cada radial, las estaciones equidistan 6 millas náuticas, siendo la profundidad de la más costera algo superior a 500 metros. En los radiales de las islas orientales, con objeto de estudiar el posible afloramiento frente a la costa occidental de Lanzarote y Fuerteventura, las dos estaciones más próximas al litoral distan 4 millas, siendo 8 millas la separación entre la estación más oceánica y la intermedia.

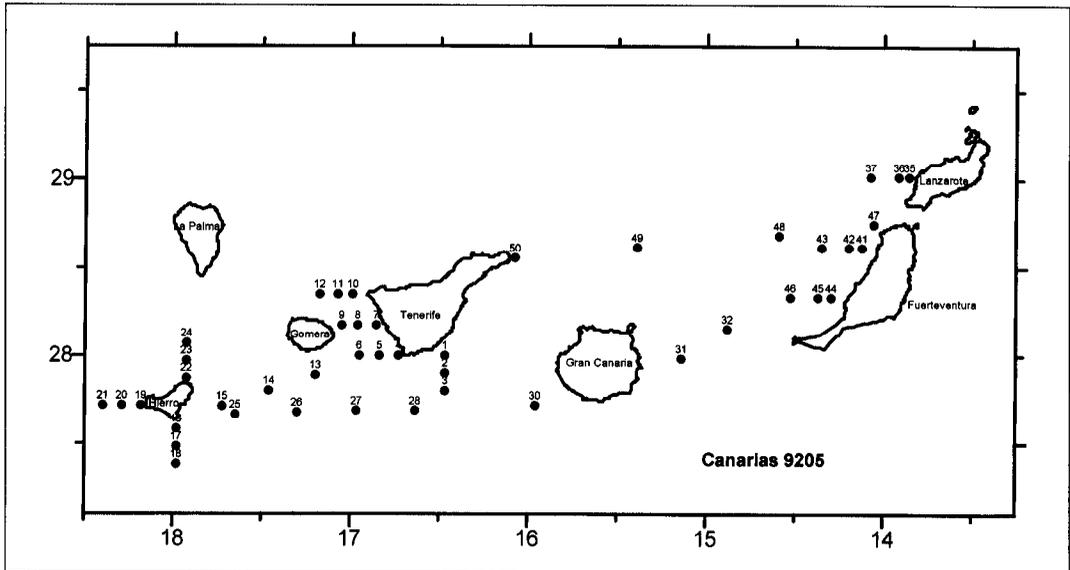


Figura 1. Situación de las estaciones oceanográficas.

En las estaciones oceánicas, realizadas en los trayectos entre islas, sólo se utilizó el CTD, siendo la distancia entre las mismas de 18 millas en la parte occidental de la región canaria, y entre 18 y 35 millas en la parte oriental.

El presente trabajo está basado en los datos de temperatura y salinidad, desde la superficie hasta 500 metros de profundidad, obtenidos con CTD, así como en la observación de las corrientes geostróficas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Corrientes

La densidad de estaciones (figura 1) permite un estudio detallado de la circulación geostrófica en la zona comprendida entre Tenerife y Hierro y frente a las costas occidentales de Lanzarote y Fuerteventura. Por el contrario, la distancia entre estaciones, de 18 a 35 millas en aguas alrededor de Gran Canaria, impide determinar la posible presencia de un remolino ciclónico al suroeste de esta isla, que ya en noviembre-diciembre de 1980 se había detectado en la

campana Grantecan II, realizada por el Centro Oceanográfico de Canarias del Instituto Español de Oceanografía (Molina, comunicación personal). En la última década dicho remolino ha sido objeto de estudio (Aristegui *et al.*, 1994), especialmente dentro del proyecto MAST European Coastal Transition Zone: Islas Canarias, desarrollado entre 1991 y 1994.

En la figura 2 se representa la topografía dinámica de la superficie relativa a la de 450 decibares. En la parte oriental, entre Tenerife y Gomera, se observa un remolino ciclónico que, frente a la costa occidental de Tenerife, entre punta Teno y punta Rasca, produce corrientes relativas de componente norte de unos 50 cm^{-1} . Otros datos, pendientes de una próxima publicación, indican la presencia de este remolino ciclónico a lo largo del año, así como su desplazamiento hacia el sur y su intensificación en verano (Molina y Laatzén, comunicación personal).

Inmediatamente al sur del mencionado remolino ciclónico, se presenta otro anticiclónico que, al no quedar limitado por la proximidad de las islas, es más amplio y más débil que el remolino ciclónico.

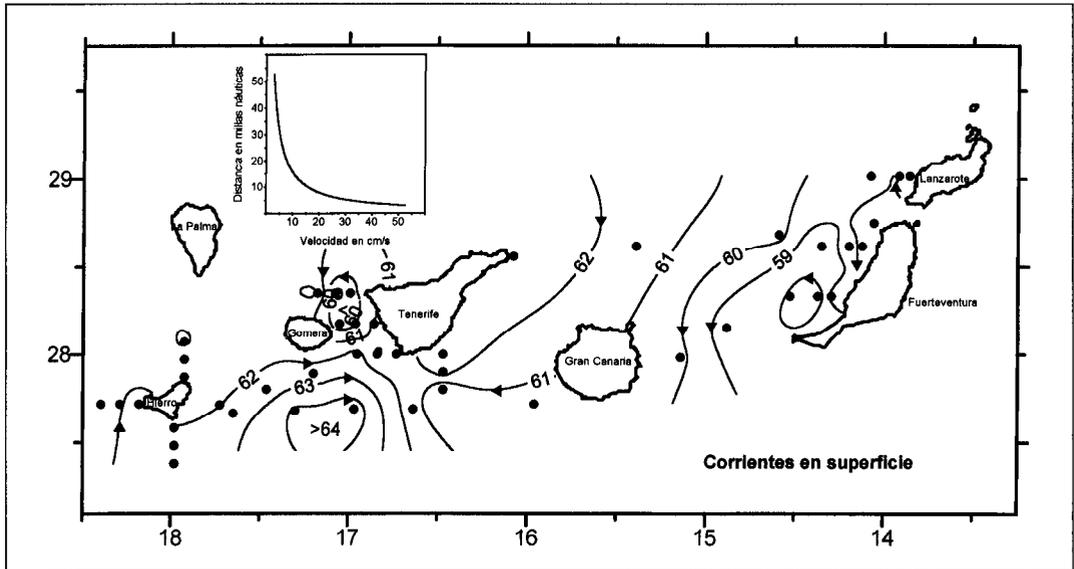


Figura 2. Topografía dinámica de la superficie del mar relativa a la de 450 decibares.

En aguas alrededor de la isla de Hierro la corriente es débil y de dirección variable, y también frente a las costas occidentales de Lanzarote y Fuerteventura. Durante la realización de las estaciones próximas a estas islas, la velocidad del viento alcanzó valores bajos o hubo calma, por lo que esta anomalía pudo haber influido en la circulación superficial.

Al este de Tenerife, aunque la densidad de estaciones no permite determinar la corriente con detalle, se observa que la circulación es débil y de dirección aproximada SSO, es decir, prácticamente coincidente con la corriente de Canarias.

La configuración de la circulación en superficie se mantiene a 100 metros de profundidad (figura 3) e incluso a 200 metros

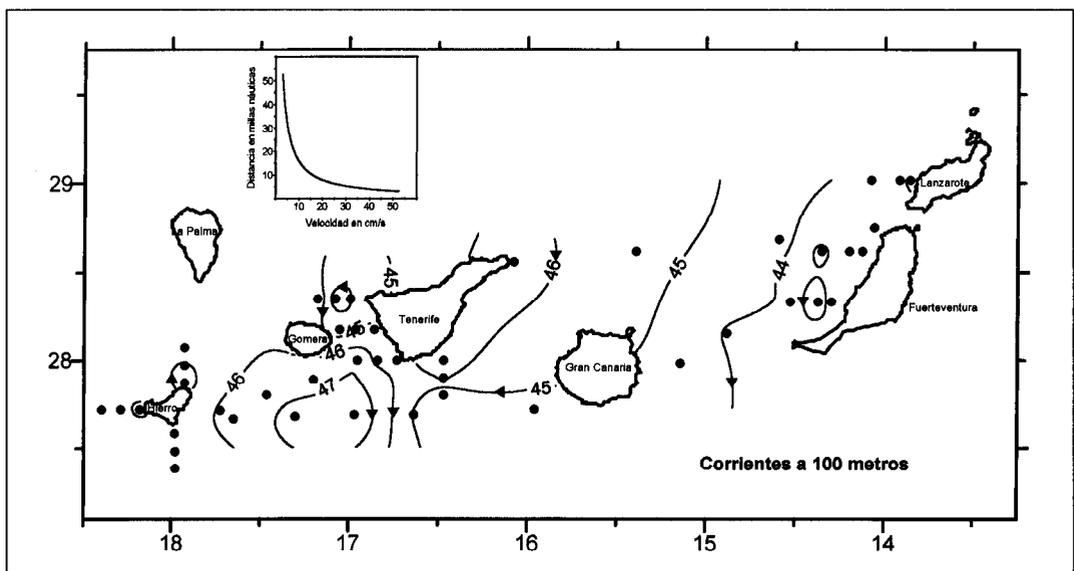


Figura 3. Topografía dinámica de la superficie de 100 decibares relativa a la de 450 decibares.

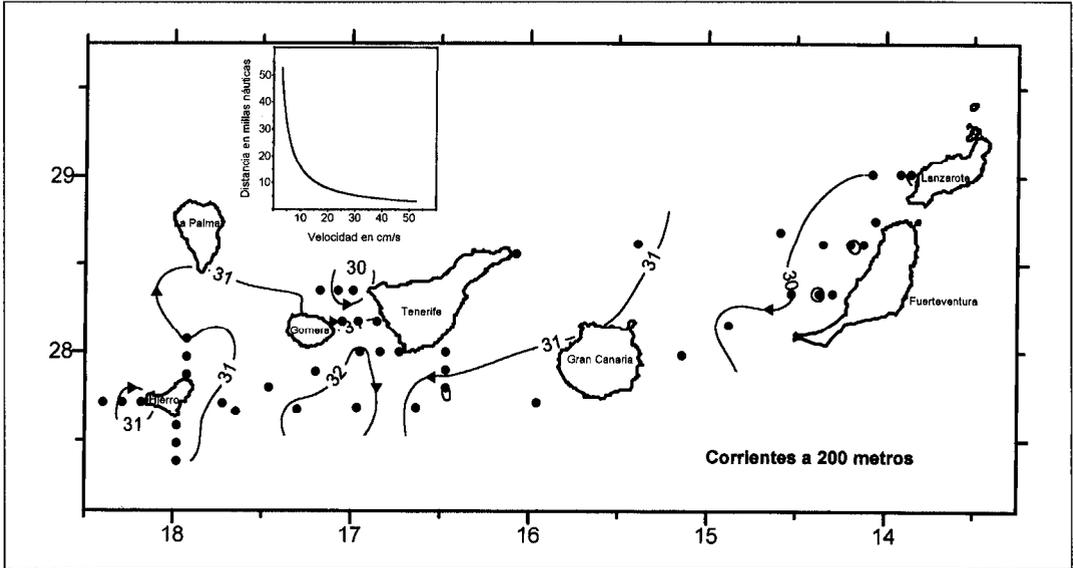


Figura 4. Topografía dinámica de la superficie de 200 decibares relativa a la de 450 decibares.

(figura 4). Es decir, el remolino ciclónico en el canal Tenerife-Gomera, y el anticiclónico inmediatamente al sur, permanecen a esas profundidades, afectando a una capa superior a 200 metros. Datos de correntómetros fondeados durante un año a 150 y

260 metros, en dos puntos frente a la costa sudoccidental de Tenerife, pendientes de publicación, concuerdan con la circulación geostrofica ahora encontrada y confirman la presencia de la rama oriental del remolino ciclónico a lo largo del año.

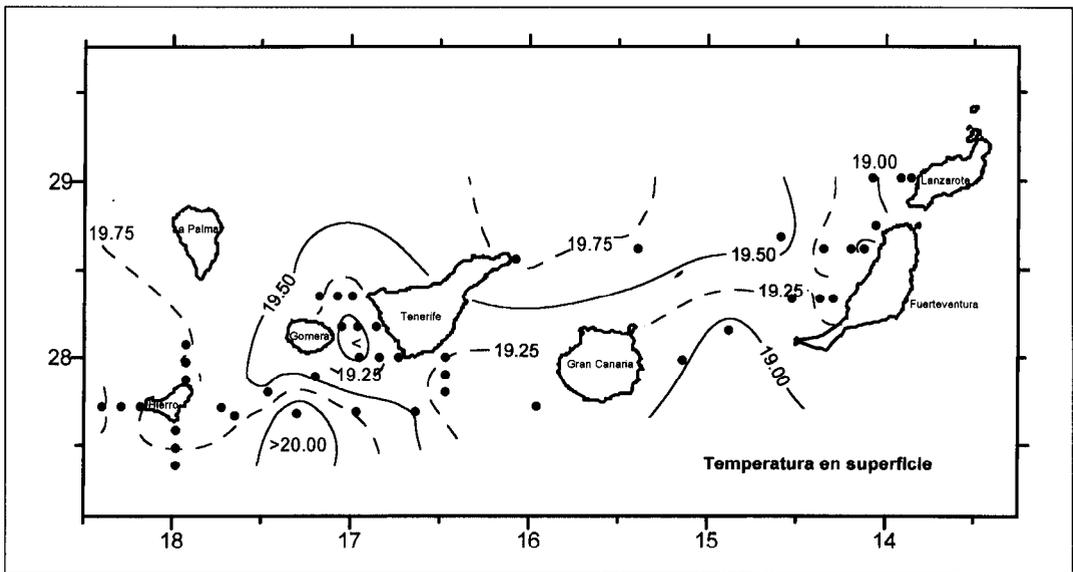


Figura 5. Distribución de la temperatura en superficie.

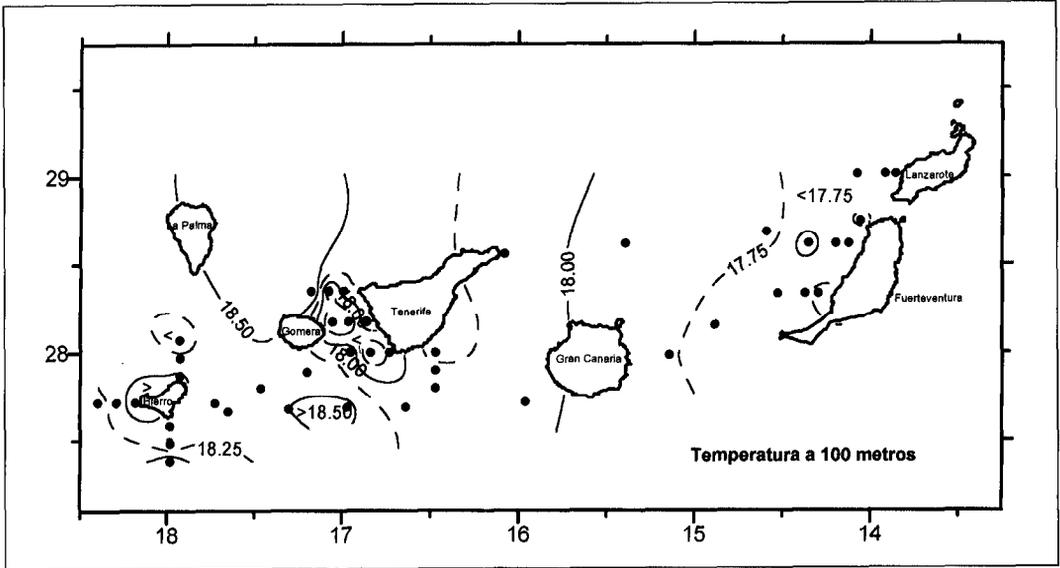


Figura 6. Distribución de la temperatura a 100 metros de profundidad.

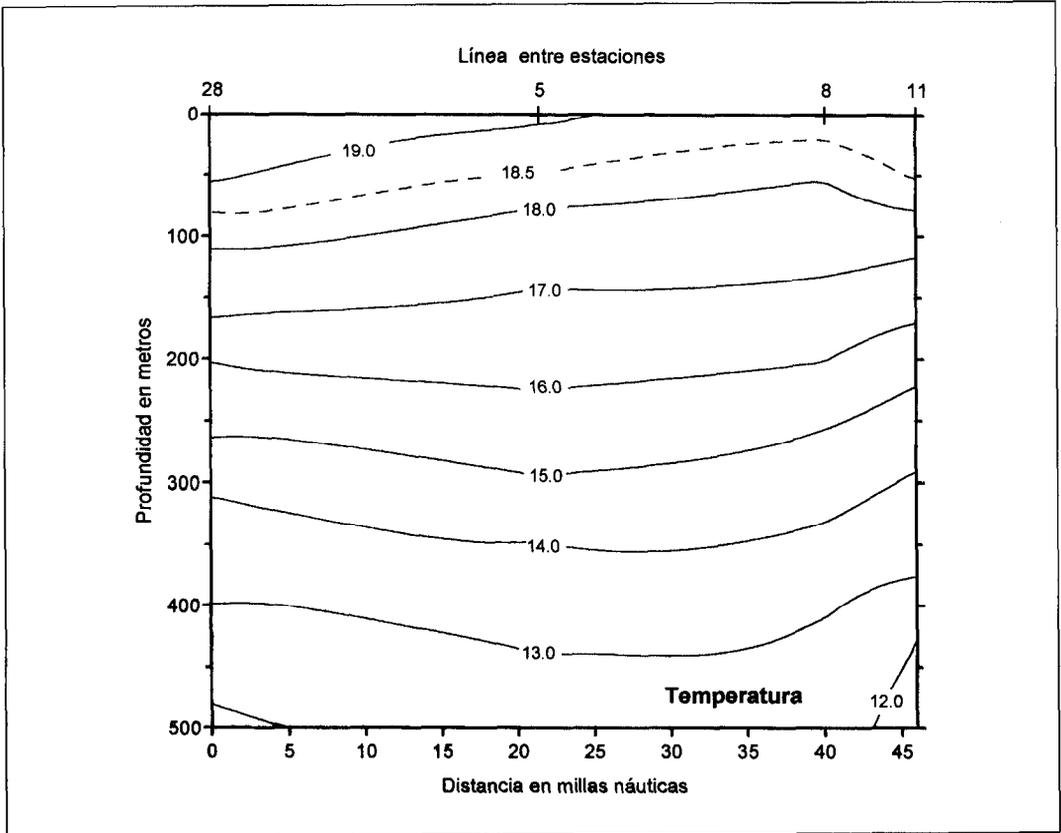


Figura 7. Distribución vertical de la temperatura entre las estaciones 11 y 28.

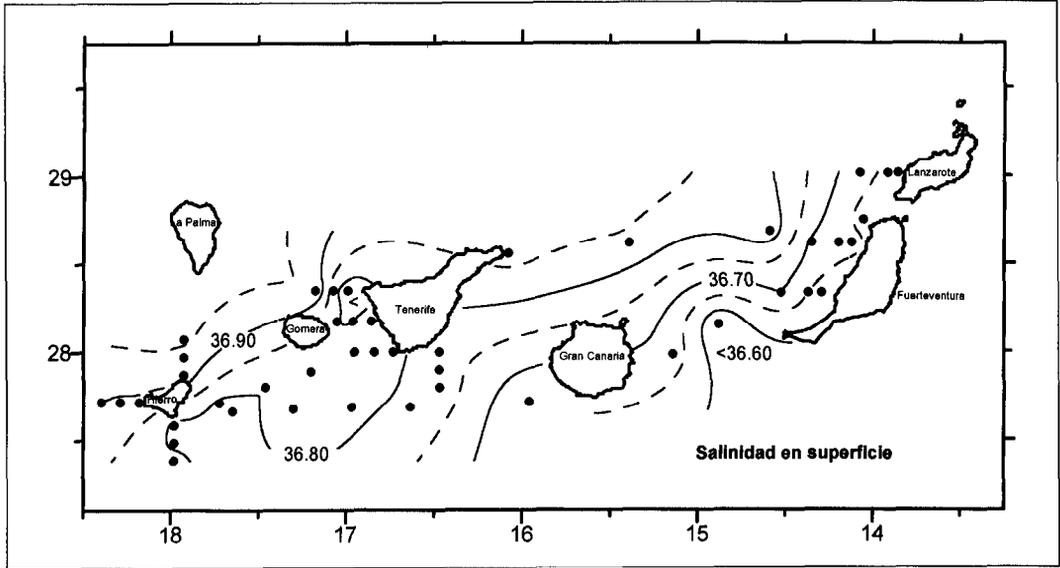


Figura 8. Distribución de la salinidad en superficie.

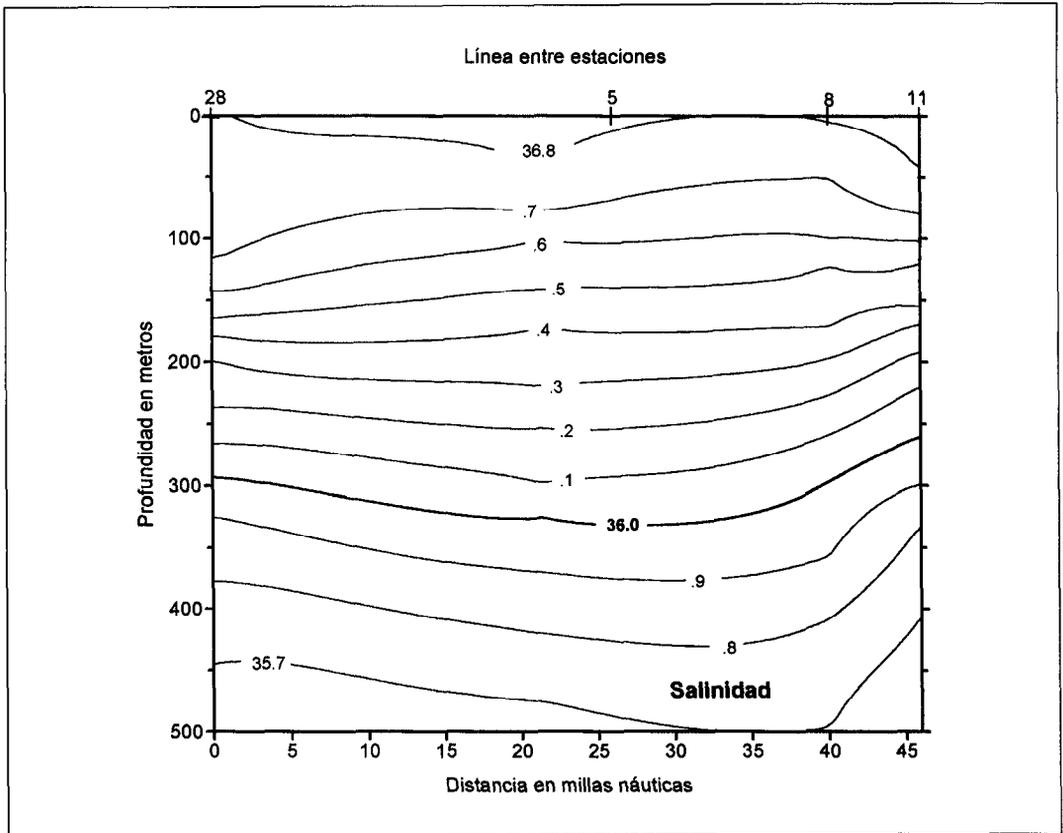


Figura 9. Distribución vertical de la salinidad entre las estaciones 11 y 28.

Temperatura

A causa del afloramiento del noroeste de África, las isotermas en la capa superficial tienden a ser paralelas a la costa continental y aumentan su valor a medida que lo hace la distancia a la misma (figuras 5 y 6), por lo que, aunque los valores de la temperatura son diferentes, así como su intervalo de variación, la configuración térmica ahora observada es similar a la encontrada en otras ocasiones (Mascareño y Molina, 1970; Molina, 1981; Molina y Laatzén, 1986). En esta campaña, la diferencia de temperatura entre las aguas de las islas occidentales y orientales no alcanzó los 1,5 °C mientras que, en verano, se aproxima a los 3 °C (Molina y Laatzén, 1989). Ello es debido a que en mayo el cinturón o banda de los vientos alisios está desplazado hacia el sur, debilitándose el afloramiento a la latitud del archipiélago Canario. Así, durante la campaña Canarias 9205 el viento fue débil o hubo calma, por lo que no se presentó la posibilidad de detectar afloramiento frente a las costas occidentales de Lanzarote y, especialmente, de Fuerteventura.

En la distribución horizontal de la temperatura de la capa superficial se presentan las siguientes anomalías destacables, tal como muestran las figuras 5 y 6.

- En el canal Tenerife-Gomera se observa una bolsa de agua fría, producida por el remolino ciclónico, cuya influencia afecta a la columna de agua hasta unos 400 metros de profundidad, aunque la distribución vertical de la temperatura (figura 7) indica que el agua aflorada procede de unos 75 metros.
- Al sur de Tenerife y Gomera se presenta una masa de agua cálida ocasionada por el mencionado remolino anticiclónico, donde el incremento térmico también se puede detectar hasta una profundidad de unos 400 metros.
- Entre Fuerteventura y Gran Canaria se observa una penetración de agua fría que, probablemente, está constituida por el extremo de un filamento de agua aflorada en la zona de cabo Juby y que, fren-

te a punta Jandía, tiene un espesor de unos 50 metros.

Salinidad

La distribución de la salinidad en superficie (figura 8) presenta una configuración casi similar a la térmica. Es decir, en general las isohalinas tienden a ser paralelas a la costa africana y a aumentar su valor con la distancia a la misma, estando comprendido entre 36,5 y 37,0. En la distribución superficial se presentan las dos siguientes anomalías destacables:

- Mínimo relativo de salinidad entre Lanzarote y Fuerteventura, debido probablemente a la penetración del mencionado filamento de agua aflorada.
- Mínimo relativo de salinidad en la parte norte del canal Tenerife-Gomera, ocasionado por el remolino ciclónico.

En la distribución vertical de la salinidad del radial constituido por las estaciones 28, 5, 8 y 11 (figura 9), a causa del remolino ciclónico, se observa una inclinación de las isolíneas hacia la superficie, alcanzando una profundidad mínima en la parte norte de dicho radial. Así, por ejemplo, la isohalina 36,7 sufre una elevación de unos 70 metros.

BIBLIOGRAFÍA

- Aristegui J., P. Sangrá, S. Hernández-León, M. Cantón, A. Hernández-Guerra, y J. L. Kerling. 1994. Island-induced eddies in the Canary Islands. *Deep-Sea Research I* 41 (10): 1509-1525.
- Mascareño, D. y R. Molina. 1970. Contribution a l'étude de l'upwelling dans la zone canarienne africaine. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Expl. Mer* 159: 61-73.
- Molina, R. 1977. Consideraciones sobre la corriente de Canarias. *II Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*: 1567-1588.
- Molina, R. 1981. Hidrología y corrientes en la región canaria-marroquí, entre cabo Juby y cabo Sim. Campaña Cineca I. *IV Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*: 1167-1195.
- Molina, R. y F. L. Laatzén. 1986. Hidrología en la región comprendida entre las Islas Canarias orientales, Marruecos y las Islas Madeira.

- Campaña Norcanarias I. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 3 (3): 1-16.
- Molina, R. y F. L. Laatzén. 1989. Hidrografía en la región canaria. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 5 (2): 71-86.
- Shillington, F. A., W. T. Peterson, L. Hutchings, T. A. Probyn y J. J. Agenbag. 1990. A cool upwelling filament off Namibia, southwest Africa: preliminary measurements of physical and biological features. *Deep-Sea Research* 37 (11): 1753-1772.
- Stramma, L. 1984. Geostrophic transport in the Warm Water Sphere of the eastern subtropical North Atlantic. *J. Geophys. Res.* 42: 537-558.

Recibido en noviembre de 1995. Aceptado en julio de 1996.