



Instituto del
Mar del Perú



Universidad Nacional
Agraria, La Molina



Asociación
Latinoamericana
de Investigadores
en Ciencias del
Mar



Deutsche
Gesellschaft für
Technische
Zusammenarbeit
(GTZ) GmbH

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

volumen extraordinario

*Recursos y Dinámica del Ecosistema de
Afloramiento Peruano*

Editores:

Horst Salzwedel y Antonio Landa

*Memorias del 2do Congreso
Latinoamericano sobre Ciencias del Mar
(COLACMAR),
17-21 Agosto de 1987, Lima, Perú*

TOMO I

Callao-Perú 1988

Parámetros Oceanográficos en Bahía Independencia, Perú, entre Mayo de 1985 y Julio de 1987

OCTAVIO MORON, NELSON LOSTANAU y LUIS ESCUDERO

Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

RESUMEN

A base de datos tomados en 48 estaciones en la Bahía Independencia en 6 prospecciones entre mayo de 1985 y julio de 1987 se describen las características oceanográficas (temperatura, salinidad, concentraciones de oxígeno, fosfatos, nitratos y circulación de las aguas) y el comportamiento del viento.

Vientos del SE predominaron, causando un flujo de agua superficial de la misma dirección y una circulación inversa cerca del fondo. Las mayores anomalías de la temperatura superficial del mar se encontraron en mayo de 1985 (-1.5 °C) y enero de 1987 (+ 2.0 °C), siendo la última efecto de El Niño "moderado" de 1987. Las más altas concentraciones del oxígeno y de los nutrientes se encontraron en "La Pampa" y "Tunga", áreas someras con altas biomasa de recursos de interés comercial.

ABSTRACT

Oceanographic parameters in Independencia Bay, Peru, between May 1985 and July 1987. Based on data from 48 stations in Independencia Bay during 6 surveys between May 1985 and July 1987 oceanographic characteristics (temperature, salinity, concentrations of oxygen, phosphate and nitrate, water circulations) and wind patterns are described.

Winds from the SE predominated, causing a superficial waterflow from the same direction and an inverse bottom circulation. Largest anomalies of surface water temperature were observed in May 1985 (-1.5 °C) and January 1987 (+2.0 °C), being the latter due to the "moderate" El Niño of 1987. Highest concentrations of oxygen and nutrients were found in "La Pampa" and "Tunga", shallow areas both with a high resources biomass of of commercial interest.

INTRODUCCION

La Bahía Independencia, debido a su excepcional riqueza biológica, es uno de los principales lugares de extracción de mariscos en el litoral peruano.

Los efectos del fenómeno El Niño 1982-83 en la Bahía fueron muy favorables para la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), cuya biomasa se incrementó en proporciones extraordinarias (WOLFF, 1985). La subsiguiente alta explotación dio motivo para la realización de prospecciones periódicas de evaluación del stock. A partir de 1984 se iniciaron investigaciones con la finalidad de establecer las bases para una racional explotación del recurso. La componente oceanográfica de dichas investigaciones se integró en mayo de 1985 (SAMAME *et al.* 1985 a,b, 1986 MENDO *et al.* 1987).

En el presente trabajo se reportan las principales características oceanográficas de la Bahía Independencia y sus variaciones en el tiempo, poniendo énfasis en resaltar los cambios más destacables ocurridos en mayo de 1985 (el mes más frío de los últimos 10 años) y en enero de 1987 (moderadamente caliente). Asimismo se presta mayor atención a las áreas llamadas La Pampa y Tunga, por ser lugares de mayor concentración del recurso.

MATERIAL Y METODOS

La Bahía Independencia (Fig. 1) forma parte de la Reserva Natural de Paracas. Se encuentra en la Provincia de Pisco, aproximadamente 250 km al sur de Lima, extendiéndose entre 14°09' y 14°20' S, abarcando un área aproximada de 195 km². La Bahía presenta litorales escarpados y playas arenosas.

El área central, entre la Isla Independencia y Carhuas, es somera (5 a 10 bz; 1 braza = 1.83 m), lo que favorece la concentración de variadas especies (ARNTZ y VALDIVIA, 1985). En el canal principal, La Trujillana, en el norte, hay profundidades hasta de 40 bz, en el área sur hay contornos cerrados de aproximadamente 20 bz (DELGADO y GOMERO, 1985).

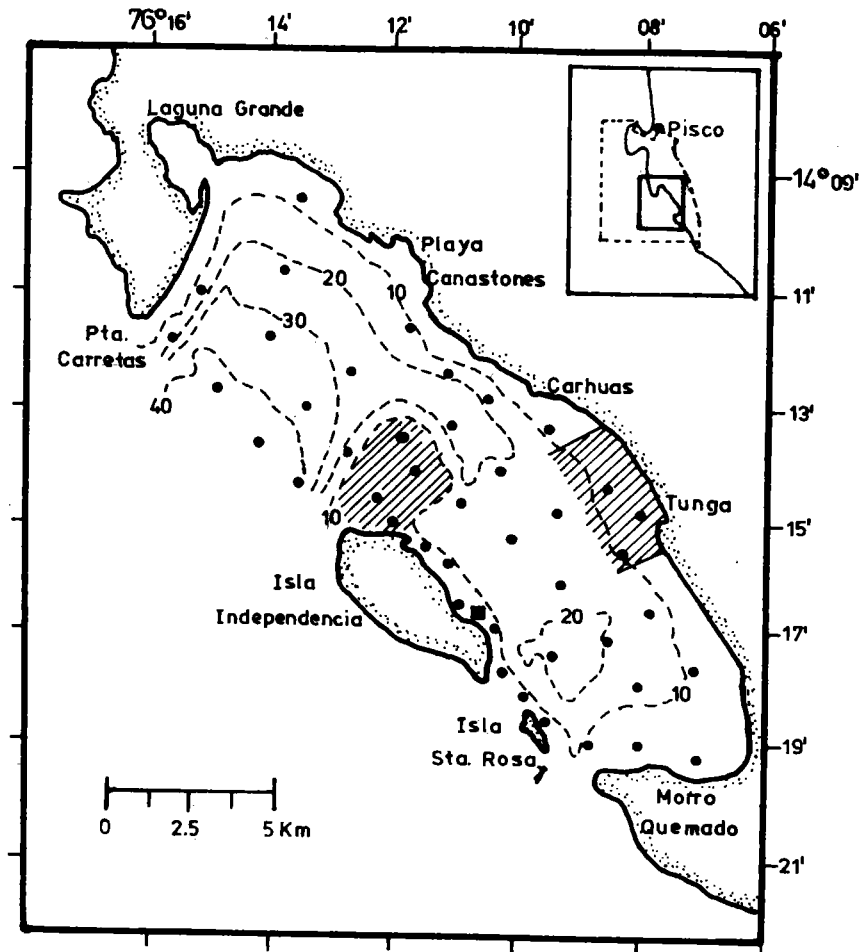


Fig. 1. Mapa de estaciones en la Bahía Independencia. Profundidades en brazas (1 bz = 1.83 m). Las áreas sombreadas indican las principales zonas de extracción de *Argopecten purpuratus*.

Las prospecciones se efectuaron en mayo y octubre de 1985, abril y agosto de 1986 y enero y julio de 1987. Los estudios se hicieron en 48 estaciones cubriendo toda la Bahía con una mayor densidad de estaciones en La Pampa y Tunga, áreas consideradas de gran interés biológico. Para cada uno de estos dos lugares los datos fueron promediados en cada evaluación a los niveles superficie y fondo del mar.

Se colectaron muestras de agua con botellas NISKIN cerca de la superficie y del fondo para la determinación de la temperatura, salinidad, concentraciones de oxígeno y nutrientes.

La temperatura se midió con termómetros de cubo y de inversión. La salinidad fue determinada con un salinómetro PLESSEY, el oxígeno por el método de WINKLER modificado por Carpenter (1965) y los fosfatos ($P-PO_4$) y nitratos ($N-NO_3$), según STRICKLAND y PARSONS (1965) las mediciones de corrientes se efectuaron en secciones a través de ambas bocanas y líneas transversales a la costa, utilizando correntómetros de péndulo gelatinoso (HAAMER, 1974) y el correntómetro modelo 135 de INTEROCEAN. Con un anemómetro manual se midió la dirección y velocidad del viento cerca de 2 m encima de la superficie del mar.

Los esquemas de viento y circulación del agua en la Bahía fueron preparados promediando los resultados de las seis prospecciones.

Complementariamente se consideraron las temperaturas de la superficie del mar tomadas diariamente desde agosto 1978 a enero 1987 en la estación fija de la Isla Independencia (cortesía de PESCA PERU). Para establecer el patrón mensual de la temperatura se promediaron los promedios mensuales a través de los años 1978-87. Para este patrón no se consideraron los valores entre noviembre de 1982 a julio de 1983 por ser demasiados anómalas (El Niño 1982-83).

RESULTADOS Y DISCUSION

Temperatura

En la estación fija, el promedio patrón de la temperatura superficial del mar sigue un ciclo estacional, variando entre 13.5 °C en invierno y 15.8 °C en verano (Fig. 2). Durante El Niño 1982-83 la temperatura máxima fue de 23.5 °C con anomalía positiva mayor de 7 °C con respecto al patrón. Desde la primavera de 1984 hasta el invierno de 1986 las temperaturas estuvieron por debajo del promedio patrón siendo el otoño de 1985 el período de mayor anomalía negativa (-1.5 °C). En la primavera de 1986 se inició un período de calentamiento con anomalías positivas cercanas a los 2 °C en enero 1987.

En mayo de 1985 (período de enfriamiento) la temperatura varió entre 14.5 y 18.0 °C en la superficie y entre 13.7 y 15.0 °C en el fondo (Fig. 3A y 4A). En enero de 1987 (período de calentamiento) la temperatura varió entre 18.0 y 22.0 °C en la superficie y entre 15.5 y 17.0 °C en el fondo (Fig. 3B y 4B). La variación de temperatura ha sido marcada de período a período sin que se haya alterado la distribución espacial de las isotermas; las de mayor valor se sitúan regularmente frente al litoral costero, sobre todo en el área norte. Las bajas temperaturas se registran en el centro de la bocana principal y en el área central frente a la Isla Independencia. En el fondo los valores más elevados se presentan en Punta Carhuas-Tunga y en La Pampa.

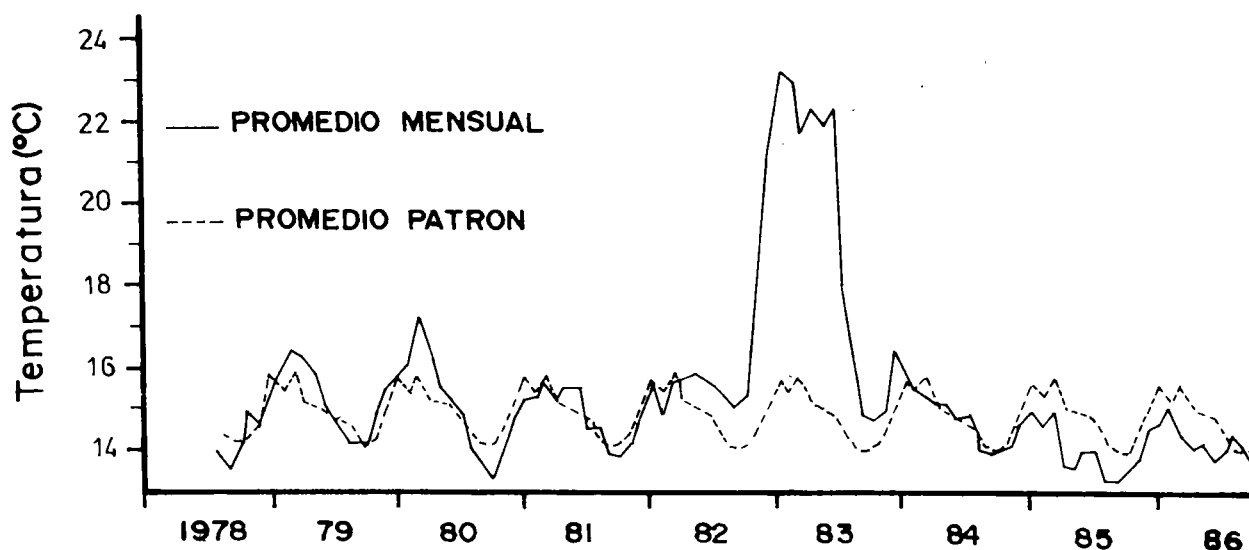


Fig. 2. Temperatura cerca de la superficie del mar en la estación fija de la Isla Independencia (datos proporcionados por PESCA PERU).

Salinidad (Figs. 3 C,D y 4 C,D,)

La salinidad superficial varió de 34.70 a 35.20 ‰ en mayo 1985 y de 34.95 a 35.30 en enero 1987; la localización relativa de las isoclinas también varió. Cerca al fondo las salinidades fueron bastante parecidas. Los valores mencionados nos indican la presencia de aguas templadas de la Sub-antártica en mayo 1985) y aguas ecuatoriales subsuperficiales en enero 1987, diferenciando estas masas de aguas según WYRTKI (1967).

Oxígeno disuelto (Figs. 3 E,F y 4 E,F)

La concentración del oxígeno en la superficie varió entre 3.0 y 5.0 ml O₂/l en mayo de 1985 y 5.0 a 7.0 ml O₂/l en enero de 1987. En ambas prospecciones las concentraciones cerca del fondo variaron entre 0.5 y 3.0 mlO₂/l, presentándose los mínimos valores por debajo de las 10 brazas.

Fosfatos (Figs. 5 A,B y 6 A,B)

Las concentraciones/de fosfatos generalmente eran altas en toda la Bahía, ocasionalmente mayores que el rango máximo (3.2 µg-at/l), reportadas por CALLIENES *et al.* (1985) para la región de afloramiento de San Juan. En la superficie y cerca del fondo los valores siempre fueron muy parecidos. En mayo de 1985 las concentraciones eran más bajas (1.6 - 2.4 µ-at/l) que en enero 1987 (2.0 - 4.0 µg-at/al).

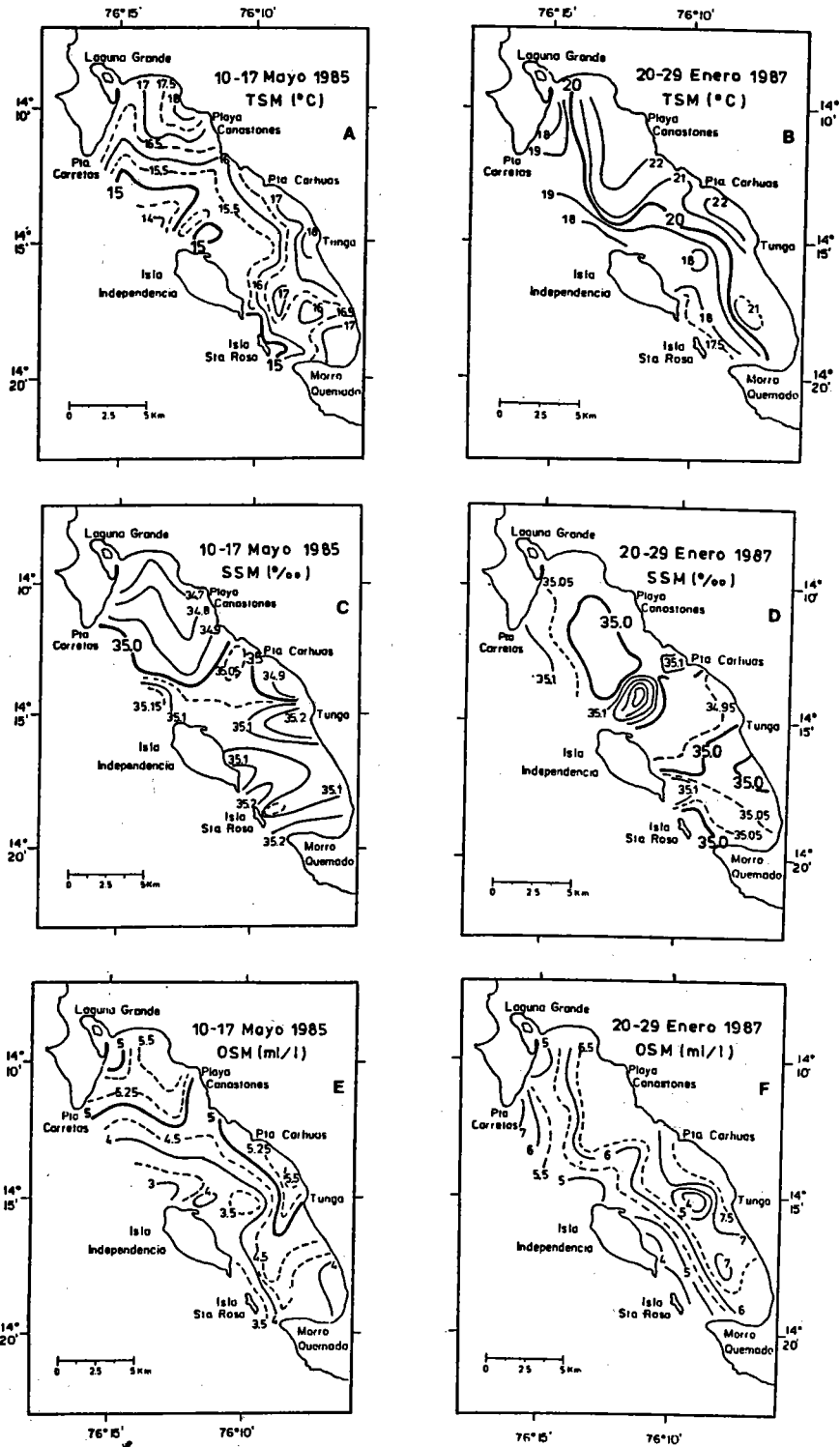


Fig. 3. Temperatura (TSM), salinidad (SSM) y oxígeno (OSM) en la superficie de la Bahía Independencia en mayo de 1985 y enero de 1986.

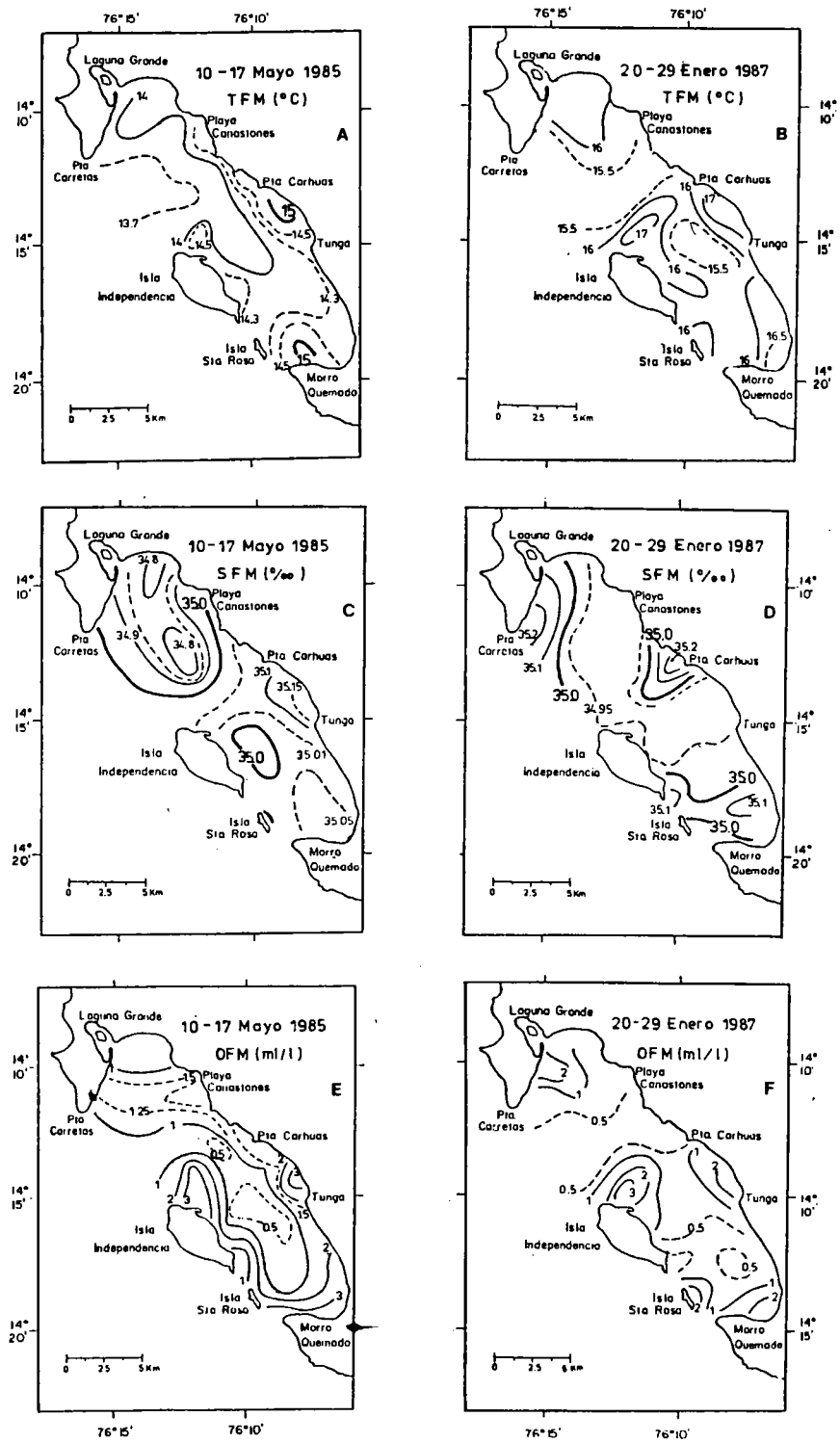


Fig. 4. Temperatura (TFM), salinidad (SFM) y oxígeno (OFM) cerca del fondo de la Bahía Independencia en mayo de 1985 y enero de 1987.

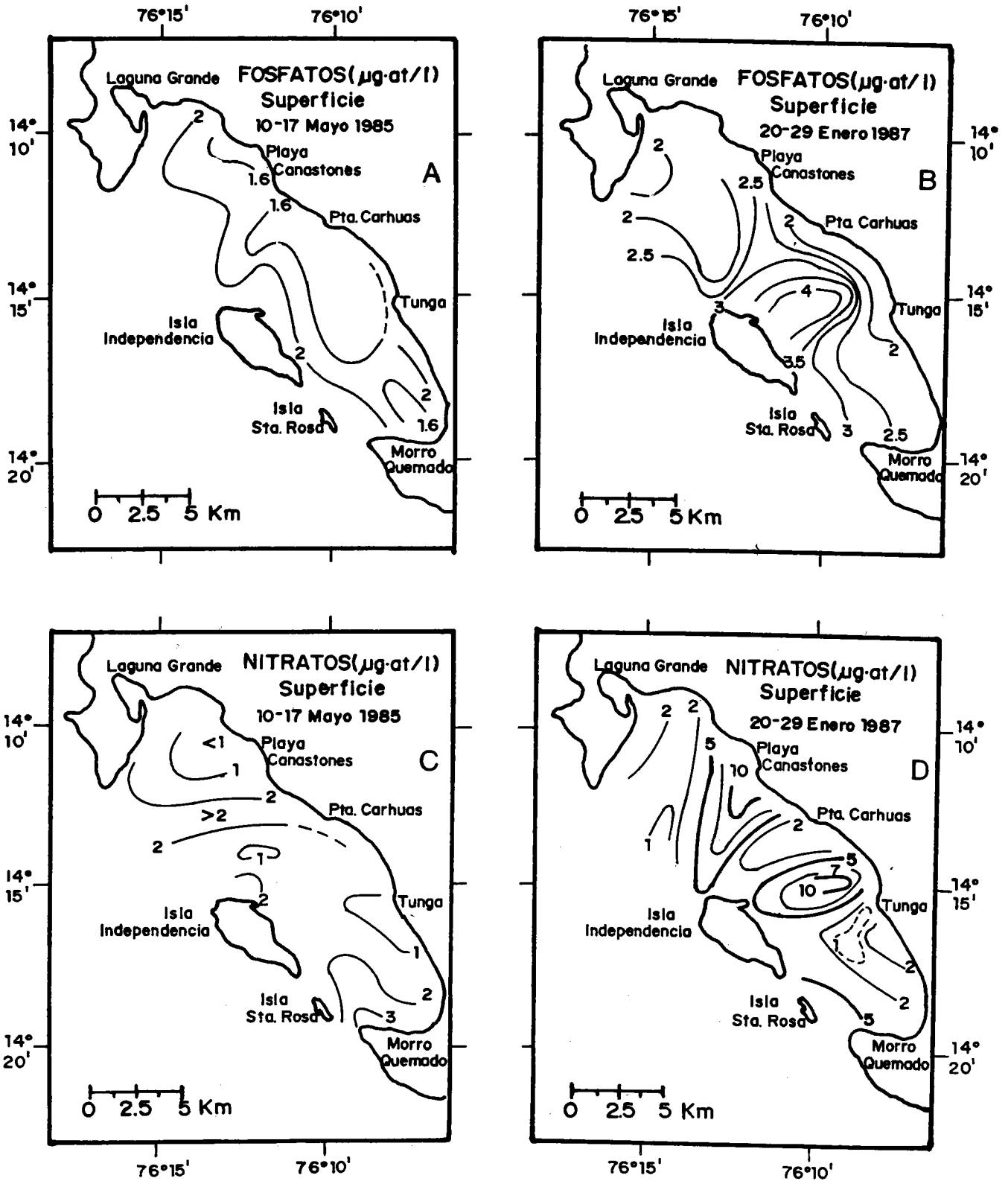


Fig. 5. Concentración de fosfatos (A,B) y nitratos (C,D) en la superficie de la Bahía Independencia en mayo de 1985 y enero de 1987.

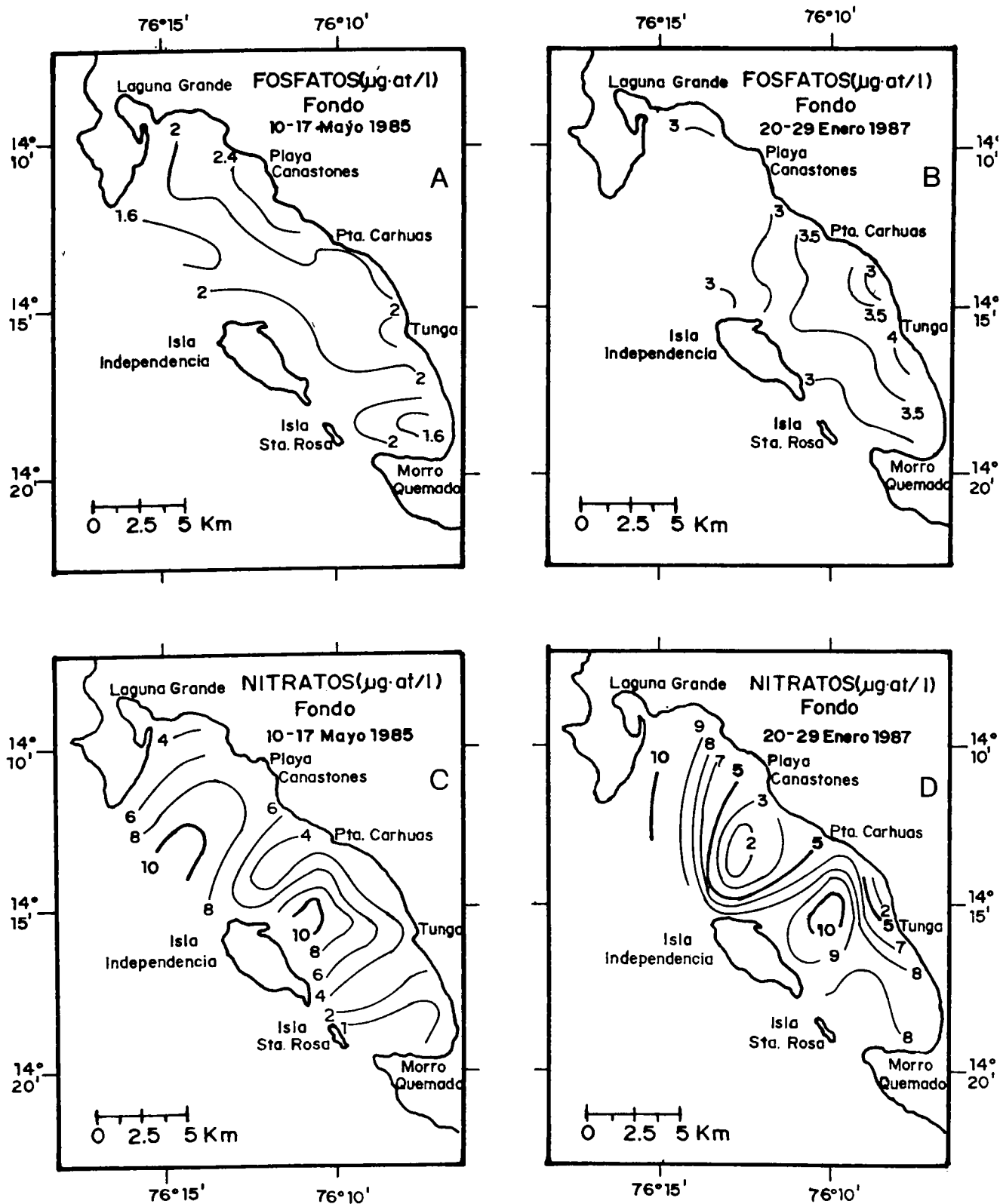


Fig. 6. Concentración de fosfatos (A,B) y nitratos (C,D) cerca del fondo de la Bahía Independencia en mayo de 1985 y enero de 1987.

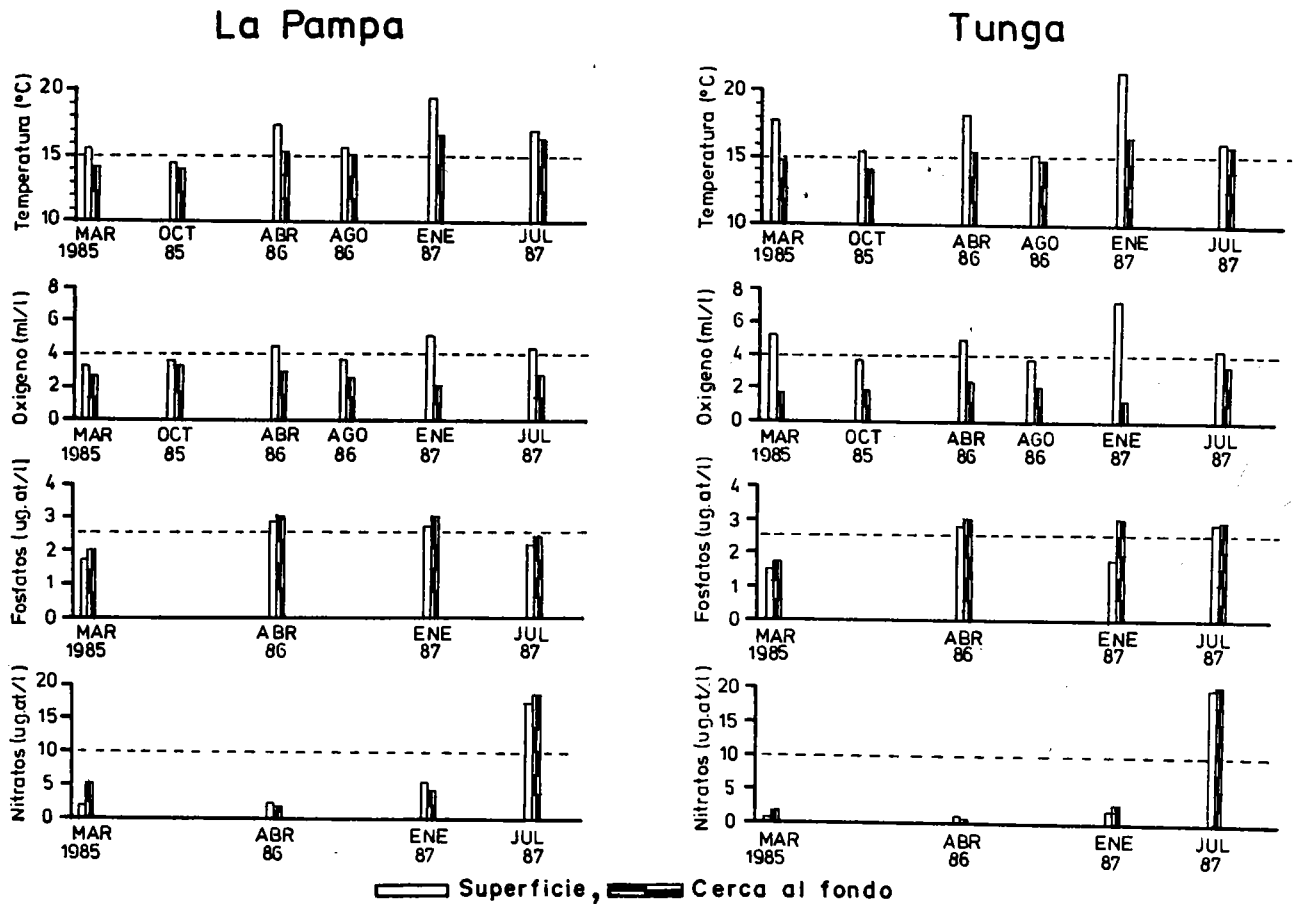


Fig. 7. Promedio de temperatura, oxígeno, fosfatos y nitratos en la superficie y cerca al fondo para las áreas La Pampa y Tunga de la Bahía Independencia entre mayo de 1985 y julio de 1987.

Nitratos (Figs. 5 C,D y 6 C,D)

Las concentraciones de los nitratos eran menores que el promedio para toda la costa peruana reportado por CALLIENES *et al.*, 1985, lo que se atribuye a la gran actividad fitoplanctónica del área. En mayo 1985 fueron de 1 a 10 $\mu\text{g-at/l}$ cerca del fondo y menor de 3 $\mu\text{g-at/l}$ en la superficie. En enero de 1987 el rango de nitratos tanto en la superficie como en el fondo fue de 2 a 10 $\mu\text{g-at/l}$.

Áreas La Pampa y Tunga (Fig. 7)

La Pampa y Tunga son las principales áreas de concentración de recursos marinos, principalmente de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*). Están demarcados por las profundidades menores a 10 bz (Fig. 1).

En Tunga las temperaturas y las concentraciones de oxígeno en la superficie son ligeramente más altas que en La Pampa. Los mayores gradientes de temperatura entre la superficie y el fondo se presentan en verano (enero 1987) y otoño (abril, mayo 1985), reduciéndose al mínimo en invierno (agosto 1986, julio 1987) y primavera (octubre 1985). En el fondo las temperaturas no mostraron mayores diferencias.

La variación estacional del gradiente de oxígeno (superficie-fondo) no era notoria en ambas áreas. La concha de abanico se ubica en áreas con 1.5 a 3.0 $\text{ml O}_2/\text{l}$ cerca del fondo, presentándose en La Pampa valores homogéneos entre 2-3 $\text{ml O}_2/\text{l}$, mientras que en Tunga estos valores fueron menores. En enero de 1987 se observó una disminución de la concentración de oxígeno y un aumento de sulfuros (observación personal) debido al arrojado de residuos provenientes de la extracción ilegal de concha de abanico en la misma área.

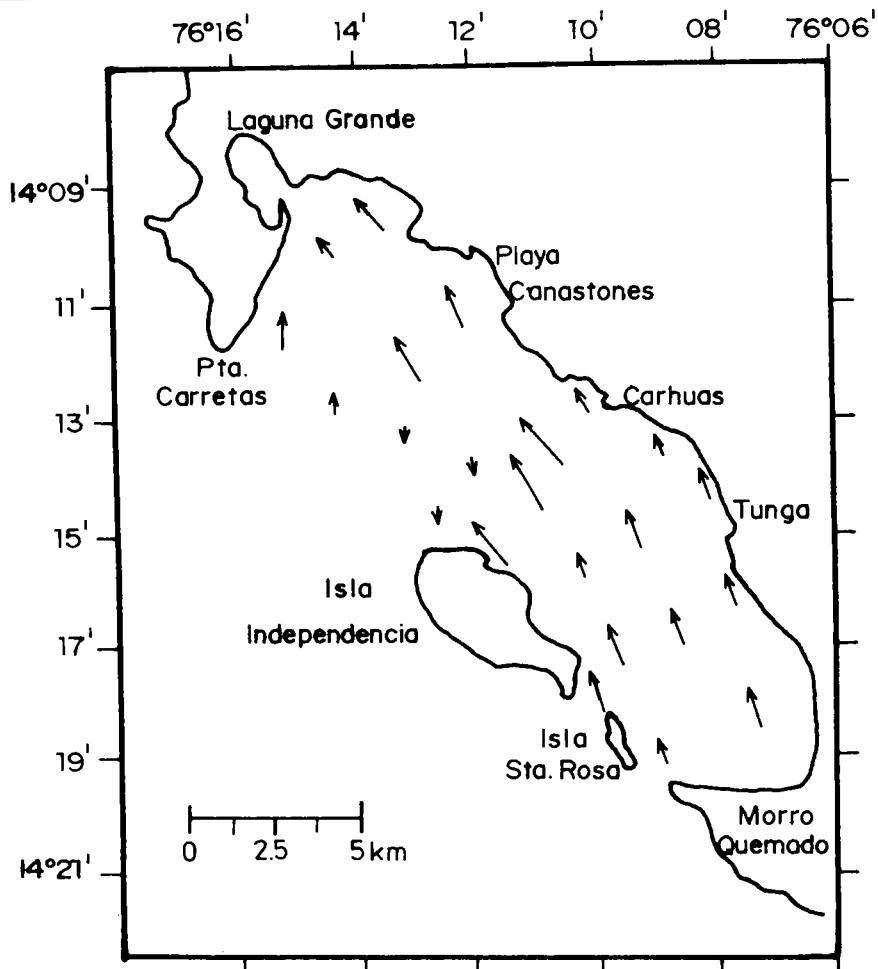


Fig. 8. Esquema del comportamiento del viento superficial en la Bahía Independencia (promedio de seis observaciones entre mayo 1985 y enero 1987)

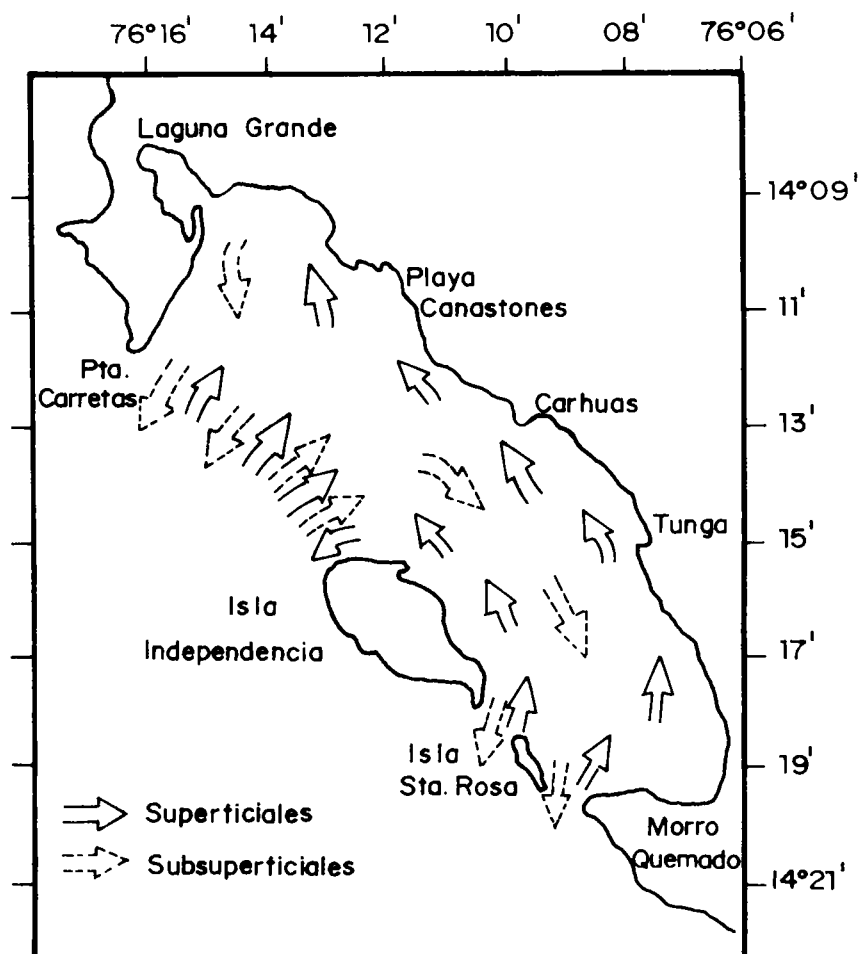


Fig. 9. Esquema de circulación del agua en la Bahía Independencia entre mayo de 1985 y julio de 1987.

En general las concentraciones de nutrientes y sus variaciones eran similares en ambas áreas. Las concentraciones de fosfatos eran altas, predominando valores mayores de 2.0 $\mu\text{g-at/l}$. Los valores más bajos se presentaron en mayo de 1985, coincidiendo con bajos valores de temperatura y oxígeno en la superficie. Las concentraciones de nitratos eran menores a 5 $\mu\text{g-at/l}$ con excepción de julio de 1987, cuando era mayor a 20 $\mu\text{g-at/l}$ en la superficie y cerca del fondo, lo que es típico para el invierno, debido a la intensificación del afloramiento. En Tunga predominaron valores menores a 2 $\mu\text{g-at/l}$.

Vientos (Fig. 8)

Los vientos presentan una dirección predominante del SE con velocidades que varían generalmente entre los 5 y 20 m/s. Las mayores velocidades se observaron en invierno (agosto 1986, julio 1987), alcanzando intensidades hasta 25 m/s. Ocasionalmente se observó durante las horas de la mañana vientos procedentes del norte (al norte de la Isla Independencia) con velocidades moderadas de 2 a 5 m/s.

Circulación del Agua (Fig. 9)

La dirección y velocidad de las corrientes en la Bahía muestran un régimen bastante marcado durante todo el año. Superficialmente las aguas ingresan a la Bahía a través de la bocana norte (La Trujillana) y por la bocana sur (Serrate). A la vez hay un flujo de salida al norte de la Isla Independencia. Las aguas que ingresan por Serrate fluyen en forma paralela a la costa (NW) y convergen con las aguas que ingresan por la bocana La Trujillana. Esto origina un giro anticiclónico en el área norte de la Bahía, lo que trae consigo la profundización de parte de estas aguas. Ellas se bifurcan en un flujo de salida por Punta Carreta y otro subsuperficial. Este último se mezcla con las aguas subsuperficiales que ingresan por el norte de la Isla Independencia. Estas aguas fluyen en sentido contrario al flujo superficial (SE) por el centro de la Bahía, saliendo por la bocana sur.

La intensidad de las corrientes cambia en función a los vientos superficiales. Se observaron velocidades entre 5 a 40 cm/s en la superficie y 2 a 30 cm/s cerca del fondo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Srta. G. Vegas por su valiosa colaboración por el procesamiento de datos, a la Srta. G. Medina por el tipeado del manuscrito y a los Sres. V. Sarmiento y R. Poma por la toma de muestras y análisis químico.

REFERENCIAS

- ARNITZ, W. y E. VALDIVIA, 1985. Incidencia del fenómeno "El Niño" sobre los mariscos en el litoral peruano. *En*: W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (Eds.): El Niño - Su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. extraordinario: 91-101.
- CALIENES, R., O. GUILLEN y N. LOSTANAU, 1985. Variabilidad espacio temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa Peruana. Bol. Inst. Mar Callao-Perú 10: 1-64.
- CARPENTER, J. H. 1965. The Chesapeake Bay Institute Technique for the winkler dissolved oxygen method. *Limnol. Oceanogr.* 10: 141-143.
- DELGADO, C. y R. GOMERO, 1985. El medio ambiente sedimentario de la Bahía Independencia. *Inf. int. Inst. Mar Perú, Callao*: 15 pp.
- HAAMER, J. 1974. Current measurements with gelatin pendulums. *Vatten* 1: 49-52.
- MENDO, J. V. VALDIVIEZO, C. YAMASHIRO, E. JURADO, O. MORON y J. RUBIO. Evaluación de la población de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. 17 enero - 4 febrero 1987. *Inf. int. Inst. Mar Perú-Callao* 91: 64 pp.
- SAMAME, M., C. BENITTES, V. VALDIVIESO, M. MENDEZ, C. YAMASHIRO y O. MORON. 1985a. Evaluación del recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia y otros bancos naturales de la provincia de Pisco, en mayo 1985. *Inf. int. Inst. Mar Perú-Callao*: 63 pp.
- SAMAME, M., V. VALDIVIESO, C. YAMASHIRO, M. MENDEZ, J. ZEBALLOS y O. MORON. 1985b. Evaluación de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, en octubre - noviembre 1985. *Inf. int. Inst. Mar Perú-Callao*: 42 pp.
- SAMAME, M., V. VALDIVIESO, C. YAMASHIRO, M. MENDEZ y E. JURADO. 1986. Evaluación del recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, durante abril de 1986. *Inf. int. Inst. Mar Perú-Callao*: 42 pp.
- STRICKLAND, J. y T. PARSONS. 1965. Manual of Sea Water Analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* 125: 3-203.
- WOLFF, M. 1985. Abundancia masiva y crecimiento de pre-adultos de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la zona de Pisco bajo condiciones de "El Niño", 1983. *En*: W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (eds). El Niño - su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Perú Callao, Vol. extraordinario : 87-89.
- WYRTKI, K. 1967. Circulation and water masses in the eastern Equatorial Pacific Ocean. *Int. J. Oceanog. Limnol.* 1: 117-147.