



INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

NUMEROS 111, 112, 113 y 114 MAYO 1995

**Aspectos metodológicos relacionados con el análisis
de las pesquerías y sus recursos**
*Marco Espino, Carmen Yamashiro
Flor Fernández y Gladys Cárdenas*

**Composición y consumo del alimento de la merluza peruana *Merluccius gayi peruanus*
(Guitchenot) con especial énfasis en la ración diaria total**
Raúl Castillo R., Luis Juárez A. y Leonardo Aldana J.

Corrientes geostróficas frente al Perú durante la primavera de 1990
Luis Vásquez Espinoza

**Distribución de los principales recursos pelágicos
durante los veranos de 1992 a 1994**
Pedro Ramiro Castillo Valderrama



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Informe N° 113

CORRIENTES GEOSTROFICAS FRENTE AL PERU
DURANTE LA PRIMAVERA DE 1990

Luis Vásquez Espinoza

1995

Contenido

RESUMEN/ABSTRACT	5
INTRODUCCION	5
MATERIALES Y METODOS	5
RESULTADOS	
Sección Cabo Blanco	6
Sección Paita	6
Sección Punta Falsa	6
Sección Chimbote	7
Sección Callao	7
Sección Pisco	7
Sección San Juan	7
Sección Atico	7
DISCUSION	8
CONCLUSIONES	8
BIBLIOGRAFIA	8
FIGURAS	11

RESUMEN

En el presente trabajo se hace un estudio de los flujos geostroficos en octubre de 1990 frente a la costa peruana, en base a datos obtenidos en el crucero 9010 a bordo del BIC Fridtjov Nansen de la ex-Unión Soviética.

Se utilizó el método dinámico para determinar el campo de movimiento relativo sobre un horizonte particular a partir de la distribución de densidades del agua de mar.

Los flujos hacia el sur están asociados a la Corriente Submarina Peruana y a la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell, la que observamos frente a Punta Falsa con velocidades de $17,8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ y frente a Cabo Blanco, con velocidades mayores de $100 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Los flujos al norte son generados por la Corriente Costera Peruana, notándose su influencia hasta Cabo Blanco donde ocurre con intensidades mayores de $30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

ABSTRACT

A study on geostrophical fluxes off the peruvian coast for october 1990 is realized using information obtained in the cruise 9010 of R/V Fridtjov Nansen of the ex-Union Soviética.

The dynamic method was used to determine the field of relative motion for a particular depth since the density distribution of the sea water.

The southward fluxes are related to the Peruvian Undercurrent and to the Southern Extension of the Equatorial Countercurrent, Cromwell Current which is observed off Punta Falsa with speeds of $17,8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ and off Cabo Blanco with velocities higher than $100 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. The northward fluxes are generated by the Peruvian Coastal Current and are presented mainly up to Cabo Blanco with speeds higher than $30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

INTRODUCCION

Las fuerzas que actúan en el ambiente marino son internas (energía calórica) y externas (energía mecánica). La primera influye en las particularidades internas del medio como la temperatura y salinidad y por consiguiente, la densidad. La segunda conlleva a la aparición de fuerzas asociadas con la energía mecánica del viento que actúa en la superficie del mar (PANZARINI, 1967).

Las corrientes geostroficas, corrientes no aceleradas y sin fricción, se calculan a través del método dinámico, método indirecto para calcular el campo de movimiento relativo (geostrofico) sobre horizontes particulares a partir de la distribución de densidades.

El cálculo de las corrientes geostroficas se fundamenta en la relación que existe entre la fuerza de Coriolis y la presión a partir de las cuales se

determina la relación entre la distribución de las densidades y las velocidades. Estas corrientes que se calculan partiendo de una distribución real de densidades sintetizan todos los procesos físicos que sufre el medio, proporcionando así información aproximada del movimiento real del agua (FOMIN, 1964).

MATERIALES Y METODOS

La información procesada corresponde al crucero oceanográfico 9010 a bordo del BIC Fridtjov Nansen del Instituto Ruso para las Pesquerías y Oceanografía de la Federación Rusa, del 01 al 30 de octubre de 1990, año considerado de características normales.

El área de estudio comprendió desde los 4°S hasta los 18°S y de la costa hasta las 200 millas náuticas con excepción de Atico (150 millas). Para el presente trabajo se seleccionaron 8 secciones

oceanográficas (Fig. 1) recomendadas por el IMARPE para el estudio del Fenómeno El Niño.

La información de temperatura y salinidad se obtuvo empleando una roseta a niveles estándar hasta los 1 000 metros de profundidad. Se trabajó con profundidades estándar, seleccionando como nivel de referencia (nivel de no movimiento) los 1 000 metros. La información se depuró y seleccionó mediante diagramas T-S.

Los valores de sigma-T se obtuvieron utilizando la fórmula de KNUDSEN (1901). Para el cálculo de la velocidad geostrofica se empleó la ecuación del Viento Termal.

$$\Delta v = \frac{g \Delta \sigma t \Delta z}{K f \Delta x}$$

donde:

- g = aceleración gravitacional, 9,81001 m*s⁻²
- k = constante
- f = factor de Coriolis (f=2 w sen ø, donde w es la velocidad angular de la tierra equivalente a 7,29211*10⁻⁵ rad*s⁻¹, y ø (°S) es la latitud)
- Δσ = diferencia entre los valores de Sigma-t
- Δz = diferencia entre profundidades estándar (m)
- Δx = distancia entre dos estaciones oceanográficas (m)
- Δv = Variación de la velocidad geostrofica (m*s⁻¹).

Para las zonas cercanas a la costa, donde no se encuentra información debido al talud continental, se generó información a partir de los gráficos de sigma-t y del método de extrapolación gráfica, el cual consiste en proyectar las isopiecnas hacia la costa, siguiendo la tendencia de las isopiecnas de las estaciones vecinas.

RESULTADOS

SECCION CABO BLANCO

La Fig. 2A muestra los flujos de la sección Cabo Blanco que presenta en las primeras 30 millas, un flujo superficial intenso hacia el sur con su máxima velocidad (152,7 cm*s⁻¹) en la superficie. Por otro lado, se observa un flujo subsuperficial hacia el sur con dos núcleos, uno alrededor de las 75 mn entre 270

y 350 m de profundidad con velocidades menores de 8,9 cm*s⁻¹ y el otro alrededor de las 115 mn y entre 400 y 550 m de profundidad, con velocidades menores de 6,6 cm*s⁻¹, que estarían relacionados con la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC).

También se observa un flujo al norte entre 60 y 270 m de profundidad y entre las 30 y 60 mn, el cual fuera de las 100 mn se intensifica alcanzando en la superficie una velocidad máxima de 33,9 cm*s⁻¹ a 170 mn de la costa.

SECCION PAITA

En la Fig. 2B apreciamos la distribución de velocidades geostroficas de la sección Paita. Dentro de las 25 mn se observa un flujo al sur, con velocidades mayores de 10 cm*s⁻¹ sobre los 220 m de profundidad, alcanzando su máxima velocidad (17,1 cm*s⁻¹) a los 20 m.

Entre las 25 y 150 mn de la costa y sobre los 250 m de profundidad, se presentó un flujo hacia el norte que estaría relacionado con la Corriente Costera Peruana (CCP). Este flujo presenta varios núcleos, entre los cuales, destaca uno alrededor de las 35 mn con una máxima velocidad de 23,3 cm*s⁻¹ a 200 m de profundidad, y otro a 135 mn con velocidades mayores de 10 cm*s⁻¹ sobre los 30 m de profundidad y con velocidades máximas (22,2 cm*s⁻¹) en la superficie.

Fuera de las 150 mn, se observa un flujo al sur que se profundiza al acercarse a la costa y se une con el flujo al sur descrito inicialmente. Este flujo presenta una velocidad máxima de 16,4 cm*s⁻¹ a 165 mn y 30 m de profundidad. Además se presentan pequeños núcleos con velocidades mayores de 10 cm*s⁻¹.

Debajo de los 300 m se observan dos flujos subsuperficiales hacia el norte, uno a 45-60 mn, y el segundo fuera de las 120 mn.

SECCION PUNTA FALSA

La Fig. 3A nos muestra la distribución de las velocidades geostroficas de la sección Punta Falsa.

En las primeras 75 mn, se observa un flujo al sur con velocidades máximas (17,8 cm*s⁻¹) a 320 m de profundidad. Este flujo es interceptado por un flu-

jo superficial que se dirige al norte y que alcanza en la superficie su máxima velocidad de $(21,8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1})$. Adyacente al zócalo continental y por debajo de los 100 m, se presenta otro flujo al norte con velocidades menores de $7,0 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Entre las 70 y 135 mn se localiza un flujo al norte con velocidades moderadas sobre los 250 m de profundidad alcanzando en la superficie su máximo valor $(25,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1})$, flujo vinculado a la CCP. Fuera de las 135 mn, ocurre un flujo hacia el sur, con velocidades menores de $8,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ y que estaría relacionado a la Contra Corriente Submarina (CCSM).

SECCION CHIMBOTE

En la Fig. 3B se aprecia en las primeras 60 mn próximas a la costa y en toda la capa de agua, un flujo débil hacia el norte con velocidades mayores de $5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ sobre los 100 m de profundidad.

Fuera de las 65 mn se presentó un flujo al sur relacionado con la CCSM con velocidades mayores a $10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ sobre los 250 m y con una velocidad máxima de $24,0 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ a los 30 m de profundidad.

Debajo de los 500 m de profundidad y fuera de las 100 mn, se observa un flujo muy débil hacia el norte con velocidades menores de $1,8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

SECCION CALLAO

La Fig. 4A muestra la distribución alternada de los flujos que caracterizan a la sección Callao.

Dentro de las 15 mn se presentó un flujo al sur, con velocidades moderadas menores de $8,1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. De 15 a 75 mn, se observa un flujo al norte que presenta dos núcleos, uno alrededor de las 25 mn, con una velocidad máxima $37,6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ en la superficie, en tanto que el otro núcleo se ubica a 40 mn de la costa y entre los 260 y 600 m de profundidad, con velocidades mayores de $10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Entre las 75 y 120 mn, se presentó un flujo subsuperficial hacia el sur con un núcleo alrededor de las 145 mn y entre 380 y 550 m de profundidad.

Fuera de las 120 mn, se presentó un flujo superficial débil dirigido hacia el norte con velocidades menores de $4,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

SECCION PISCO

La Fig. 4B presenta la distribución de velocidades geostroficadas de la sección Pisco.

Sobre los 30 m y hasta las 45 mn se observa un flujo superficial hacia el norte con velocidades mayores de $10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ sobre los 15 m de profundidad. Debajo de este flujo y hasta los 1 000 m se aprecia otro flujo hacia el sur con velocidades menores de $8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Entre 55 y 150 mn, se observa un flujo al norte con velocidades mayores de $10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ sobre los 250 m de profundidad, alcanzando una velocidad máxima de $12,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ a los 150 m. Fuera de las 150 mn y en toda la columna de agua, se presentó un flujo hacia el sur con velocidades máximas sobre los 30 m de profundidad.

SECCION SAN JUAN

En la Fig. 5A se aprecia la distribución de velocidades de la sección San Juan. De la costa a las 40 mn y por debajo de los 10 m, se observa un flujo débil hacia el sur con velocidades menores de $4,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Entre las 40 y 155 mn, se presentó un flujo hacia el norte relacionado con la CCP, teniendo su máxima velocidad $(9,9 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1})$ en la superficie y velocidades mayores de $5,0 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ sobre los 80 m de profundidad.

Fuera de las 155 mn se observa un flujo que se dirige hacia el sur con una velocidad máxima de $7,6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ en la superficie.

SECCION ATICO

La Fig. 6B muestra la distribución de velocidades geostroficadas de la sección Atico.

Desde la costa hasta las 50 mn, se presentó un flujo superficial hacia el norte con una velocidad máxima de $5,6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ en la superficie. También adyacente al zócalo continental se observa un flujo débil hacia el norte entre los 80 y 470 m de profundidad con velocidades menores de $2,1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Por otro lado, se presentó un amplio flujo hacia el sur cuyo núcleo alrededor de las 60 mn y en-

tre 25 y 300 m de profundidad alcanzó velocidades mayores de $5,0 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

DISCUSION

Los flujos hacia el sur en octubre de 1990 presentaron menor intensidad y amplitud respecto a los encontrados en octubre de 1989 (QUINTANILLA, 1992), a diferencia de los flujos al norte, que fueron algo menos intensos pero mas amplios que los encontrados en dicho año.

En Cabo Blanco, el flujo hacia el sur en la superficie se debe al desplazamiento de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) con mayor intensidad en la zona costera. Este avance de aguas del norte es frecuente en esta época del año.

Los flujos hacia el sur frente a Paita en la primavera de 1990 están asociados con la ESCC. Así, las corrientes hacia el norte (una entre los flujos al sur y al oeste fuera de la costa) con velocidades de hasta 20 cm/s se asocian a la Corriente Costera Peruana. La distribución de los flujos indica que fuera de Paita las aguas afloradas provienen del ramal sur de la ESCC que trae consigo aguas con alto contenido de oxígeno (ZUTA, 1988). Comparando la distribución de estos flujos con la de secciones realizadas en los periodos de máximo afloramiento (mayo y setiembre) según ZUTA et. al. (1978), podemos decir que en octubre, los flujos hacia el norte que llevan consigo la CCP ocupan una mayor área de distribución pero con menores intensidades (de 35 a 20 cm/s).

Respecto al sur, los periodos de máximo afloramiento frente a San Juan ocurren en junio y agosto (ZUTA et. al., 1978). Las aguas del afloramiento provienen del norte en dichos meses, en tanto que a fines de la primavera, cuando se presenta un afloramiento muy débil, provienen del sur (Aguas Templadas de la Subantártica). En octubre de 1990, el flujo frente a San Juan era opuesto al periodo de máximo afloramiento y similar (obviando la parte costera sobre los 200 m) a los obtenidos a mediados de la primavera de 1966, en que se presentaron flujos más intensos tanto hacia el norte y hacia el sur.

La circulación marina es compleja, especialmente en las capas superficiales debido a la interacción de los flujos hacia el norte y sur, así como

presencia de movimientos locales como remolinos y la topografía del lugar.

CONCLUSIONES

- La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) fue observada frente a Punta Falsa, con intensidades menores a $17,8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ con una amplitud hasta las 80 mn y máxima intensidad ($152,7 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) frente a Cabo Blanco.

- Los flujos al norte se deben a la Corriente Costera Peruana, notándose su influencia hasta Cabo Blanco y con máxima intensidad ($37,6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$) frente al Callao.

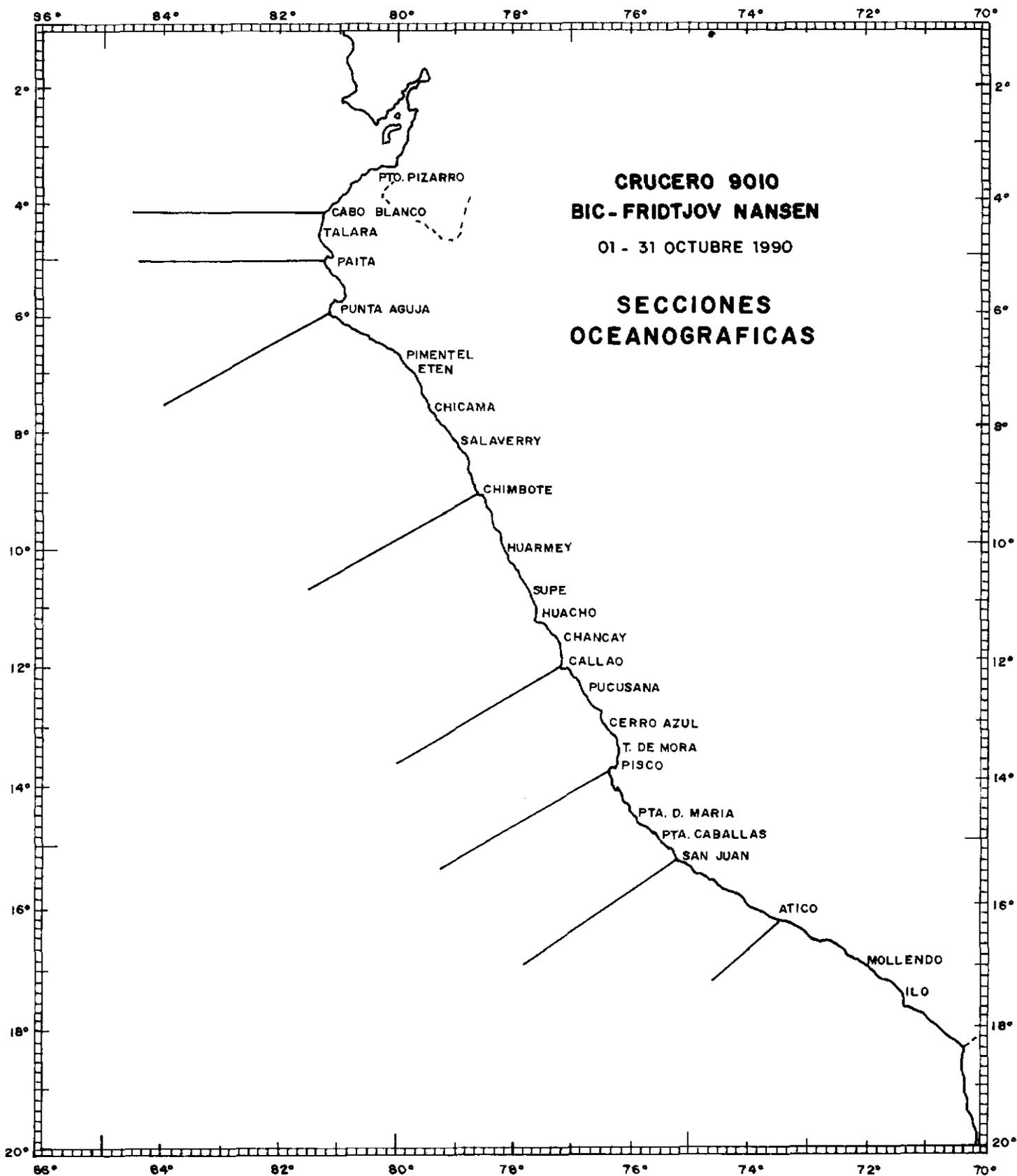
- Los flujos submarinos hacia el norte y sur fueron débiles para la primavera de 1990.

BIBLIOGRAFIA

- CARBONEL, H. 1974. Estudio del Movimiento Geostrofico frente a la costa sur del Perú, Tesis de Bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
- ENFIELD, D., R. SMITH and A. HUYER. 1978. A Compilation of Observations From Moored Current Meters, Data Rep. 70 SCH. of Oceanogr., OSU, Corvallis.
- FOMIN, L. 1964. The Dynamic Method in Oceanography. Elsevier Publishing Company.
- GUNTHER, E. 1936. A Report on Oceanographical Investigations in the Peru Coastal Current. Discovery Rep., 13:107-276.
- PANZARINI, R. 1967. Compendio de Oceanografía física. Instituto de Publicaciones Navales, Buenos Aires-Argentina.
- QUINTANILLA, P. 1992. Estudio de las variaciones estacionales de los movimientos geostrofos frente a la costa peruana. Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos/EAPIMF, Lima-Perú.

- REID, J. 1959. Evidence of a South Equatorial Counter-current in the Pacific Ocean. *Nature.*, 184:209-210.
- WYRTKI, K. 1963. The Horizontal and Vertical Field on Motion in the Peru Current. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.*, 8(4):313-346.
- WYRTKI, K. 1965. Corrientes Superficiales del Océano Pacífico Oriental Tropical. *Com. Inter-Americana del Atún Tropical*, 9(5):271-304.
- ZUTA, S., T. RIVERA and A. BUSTAMANTE. 1978. Hydrologic Aspects of the Main Upwelling Areas off Peru. Edited by R. Boje and M. Tomczack, pp: 235-257.
- ZUTA, S. 1988. Variations of the mass field and currents off the Peru coast. *IOC (UNESCO), Technical papers No.33(4):55-75.*

FIGURAS



**CRUCERO 9010
BIC - FRIDTJOV NANSEN**

01 - 31 OCTUBRE 1990

**SECCIONES
OCEANOGRAFICAS**

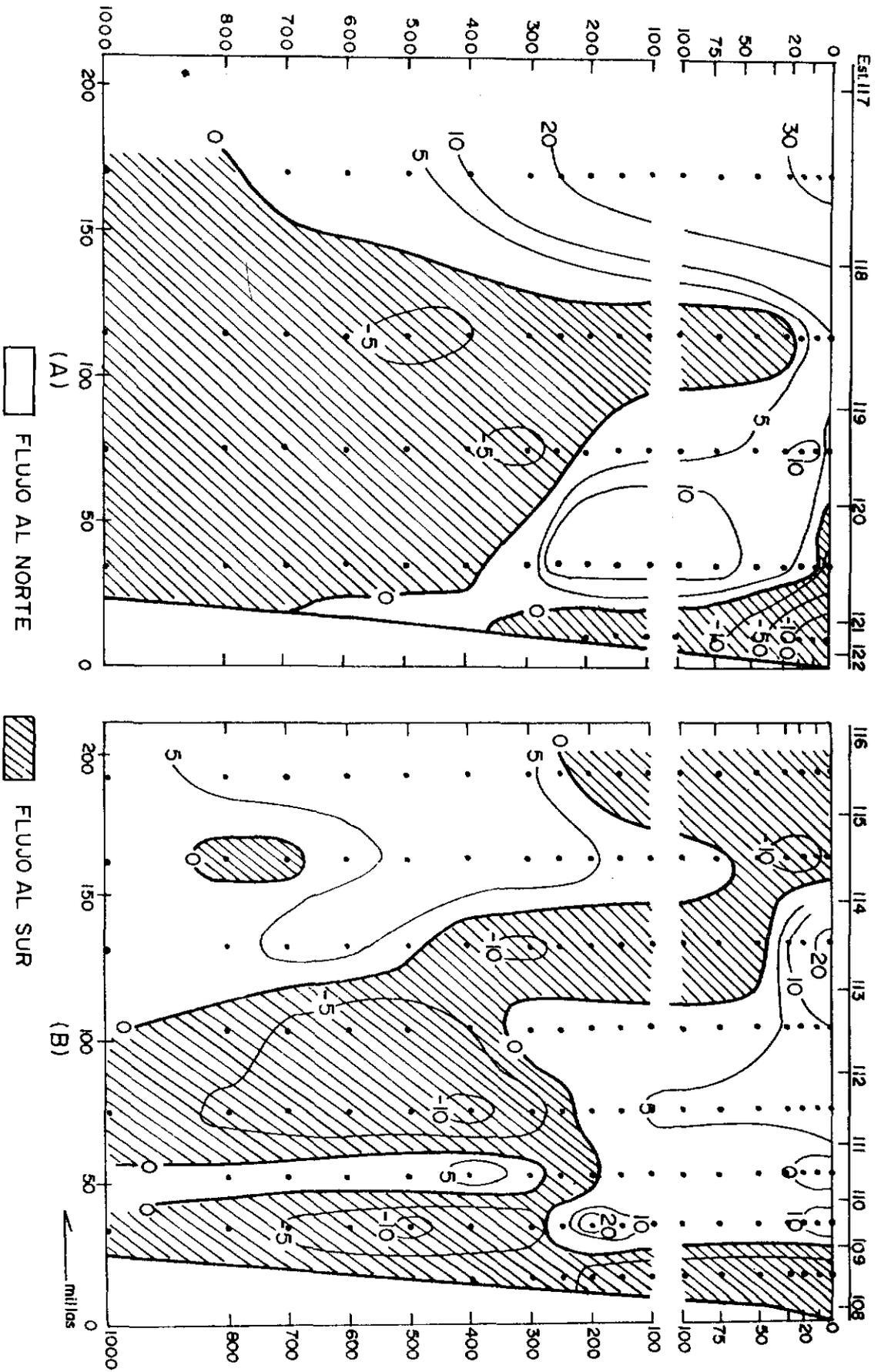


Fig 2 Velocidad geostrófica ($m \cdot s^{-1}$); (A) Sección: Cabo Blanco, (B) Sección: Paita, CR. 9010 Fridtjov Nansen.

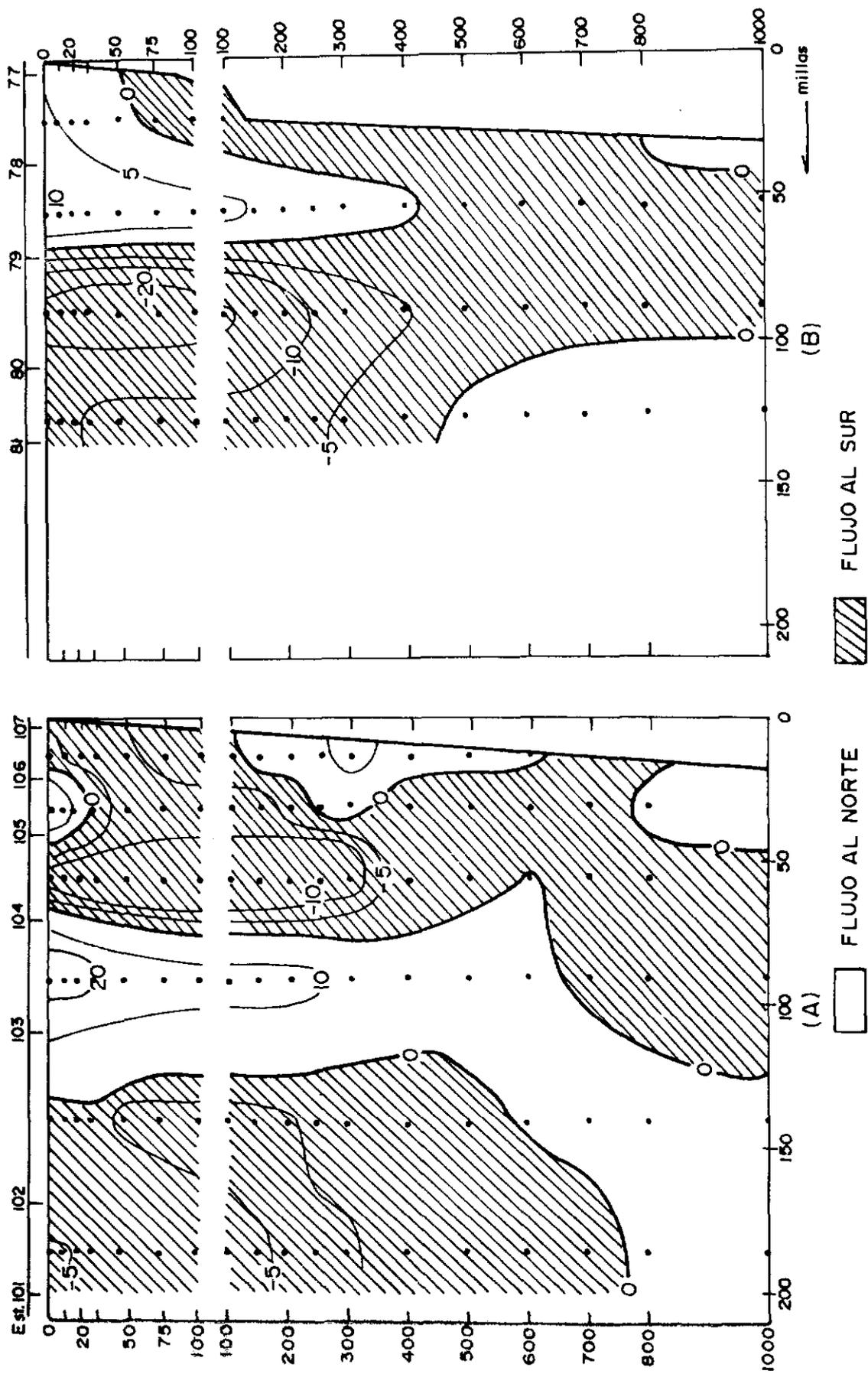


Fig. 3 Velocidad geostrófica ($m \times S^{-1}$); (A) Sección: Punta Falsa, (B) Sección: Chimbore, CR. 9010 Fridtjov Nansen.

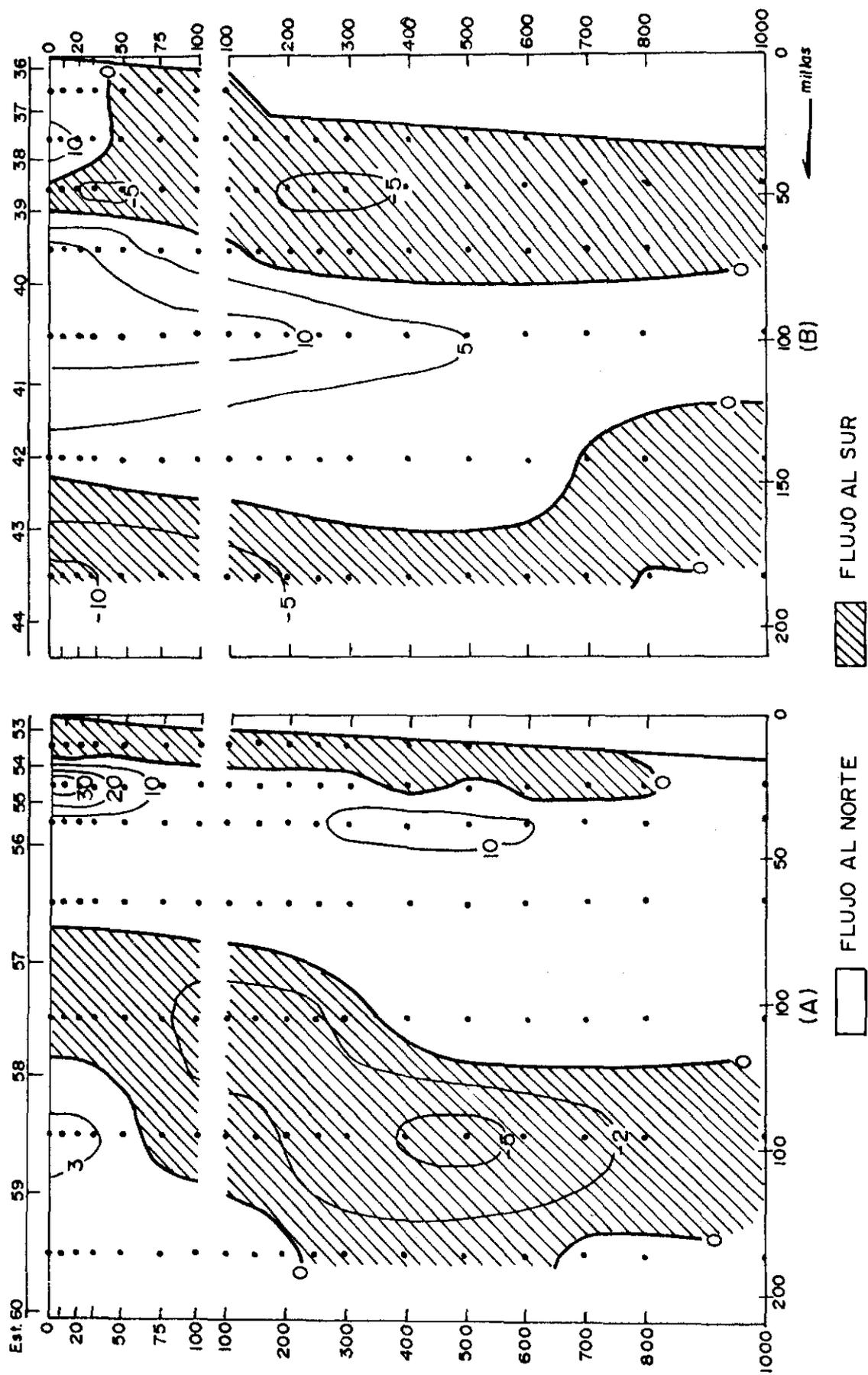


Fig. 4 Velocidad geostrófica ($m \times S^{-1}$); (A) Sección: Callo, (B) Sección: Pisco, CR. 9010 Fridtjov Nansen.

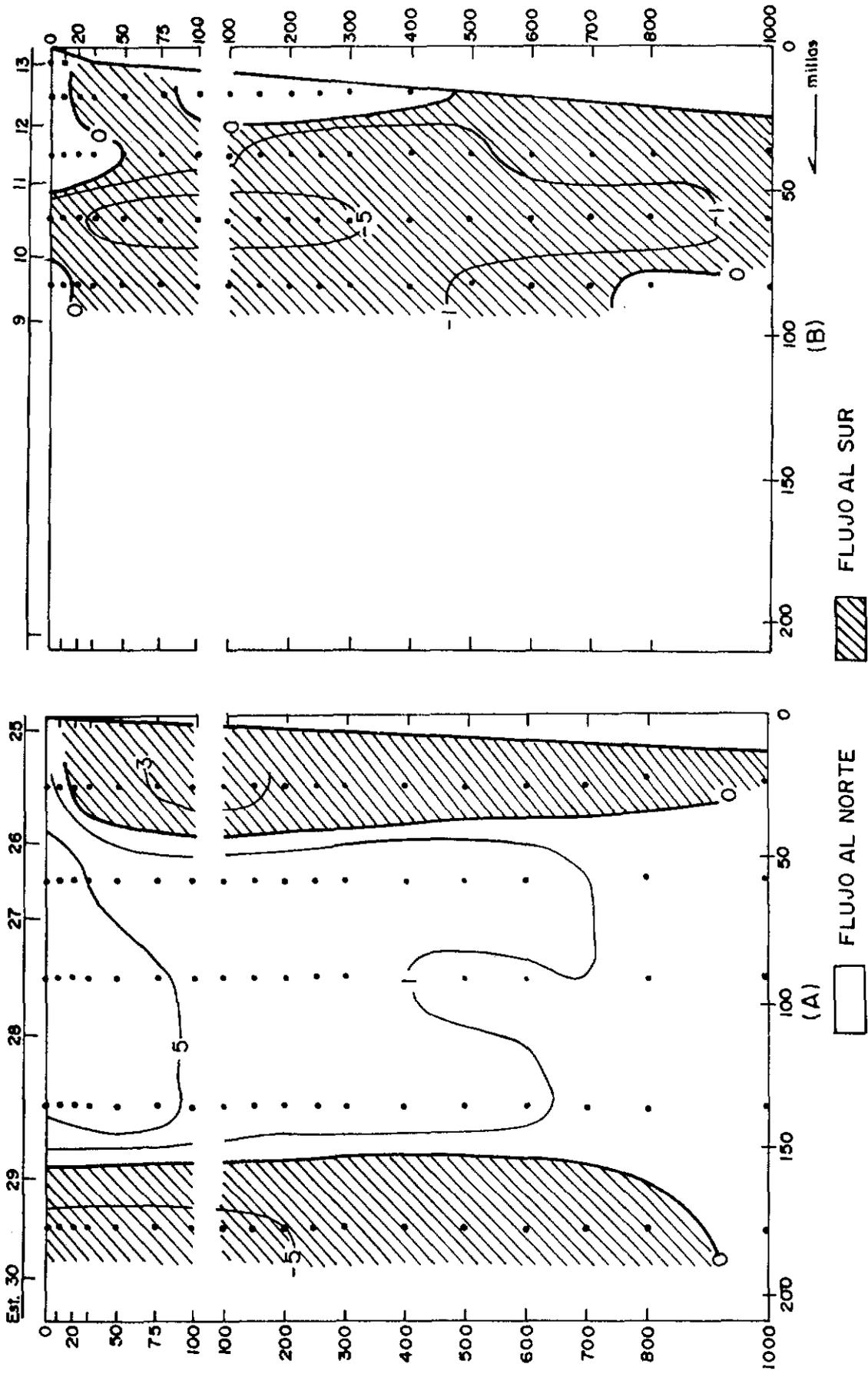


Fig. 5 Velocidad geostrófica ($m \cdot s^{-1}$); (A) Sección: San Juan (B), Sección Atico, CR. 9010 Fridtjov Nansen.