



BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

FACULTAD DE INGENIERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

"ESTRUCTURA DE LA CORRIENTE DE CROMWELL Y SUS
VARIACIONES, ASOCIADA CON LOS AFLORAMIENTOS
ECUATORIALES"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

O C E A N O G R A F A

Presentada por:

MIRIAM LUCERO MUNOZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

1989

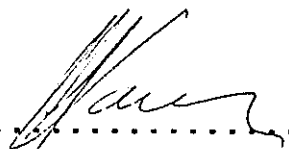
AGRADECIMIENTO

A M.Sc. MARIA DEL PILAR CORNEJO, Directora de Tesis, por su ayuda y colaboración en la realización de este trabajo.

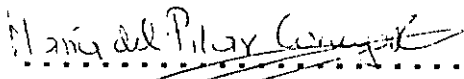
Al Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), por las facilidades prestadas en la obtención de información.



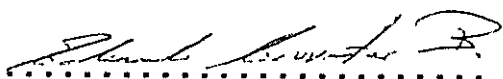
FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR



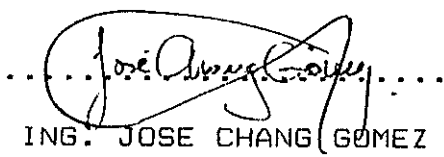
M.Sc. ENRIQUE SANCHEZ C.
Presidente del Tribunal



M.Sc. M. PILAR CORNEJO
Directora de Tesis



ING. EDUARDO CERVANTES
Miembro del Tribunal



ING. JOSE CHANG GOMEZ
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

A MIS PADRES
MARINA Y VICENTE

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

Miriam Lucero M.

MIRIAM LUCERO MUNOZ



R E S U M E N

BIBLIOTECA
FAC. ING.
MARITIMA

La presencia de la Corriente de Cromwell alrededor de los 85°W , fué muy notoria en Marzo y Noviembre/82 y en Enero y Noviembre/83. En Marzo/82 la Subcorriente Ecuatorial estuvo presente como dos ramales, con velocidades hasta de 1 m/s, relativas a las Anomalías de $190 \text{ m}^3/\text{kg}$; en Noviembre del mismo año y en la misma longitud (85°W), es observado solamente el ramal sur de la Corriente.

En Enero/83 también es observada como dos ramales, pero un poco más débil que en Marzo/82. Halpern (1983), por observaciones realizadas concluye, que, en los 110°W la Corriente de Cromwell desaparece, pero, los resultados obtenidos indican que la Corriente en los 85°W se encuentra debilitada y no ausente.

En Noviembre/83 las características físicas del área considerada (92°W) revelaron la presencia de afloramientos, los mismos que fueron atribuidos a la presencia de la Corriente de Cromwell. Para éste mismo período, pero en 85°W la Corriente es observada sólo al sur del ecuador y un poco más débil que en los 92°W .

La Corriente de Cromwell, en Septiembre/85 a lo largo de

72°W, estuvo presente como dos ramales, uno al norte y otro al sur del ecuador, con mayores flujos al norte del ecuador. En los 85°W se observa la presencia de afloramientos, entre los 3°S y 1°S pero la ausencia de la Subcorriente Ecuatorial en esta zona es evidente, lo cual se justifica ya que en los 92°W la corriente se presenta bastante débil, es de esperarse entonces, que, en los 85°W no exista evidencia.

I N D I C E G E N E R A L

	PAG.
RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE FIGURAS	X
INDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCION.....	12
I. CIRCULACION EN EL OCEANO PACIFICO ECUATORIAL	
1.1 Generalidades del área de estudio	15
1.2 Patrón de Corrientes en la zona ecuatorial del Océano Pacífico Oriental	17
1.2.1 Corriente Ecuatorial Norte	19
1.2.2 Corriente Ecuatorial Sur	20
1.2.3 Contracorriente Ecuatorial	21
1.2.4 Subcorriente Ecuatorial	22
1.3 Afloramientos Ecuatoriales	23
II. METODOS PARA EL CALCULO DE VELOCIDADES	
2.1 Exposición de métodos	26
2.1.1 Relación Geostrofica	26
2.1.2 Método de Montgomery	27
2.2 Metodología adoptada	28
2.2.1 Aplicación del método adoptado	29
III. ANALISIS DE PARAMETROS FISICOS OBTENIDOS	
3.1 Secciones Verticales de Temperatura	31
3.2 Secciones Verticales de Salinidad	33
3.3 Secciones Verticales de Anomalia Termos- térica	36

PAG.

3.4 Velocidad Geostrófica Relativa	39
IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFIA	74



FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

INDICE DE FIGURAS

FIG.		PAG.
1.	Ubicación de las Estaciones utilizadas durante los Cruceros:	
	CO-1-82 y CO-3-82	15
	CO-1-83 y CO-2-83	15
	CO-1-85	15
2.	Ilustración Esquemática de la Circulación del Pacífico Equatorial Oriental.....	17
3.	Obtención de Velocidad Relativa entre 2 estaciones, aplicando el método de Relación Geostrófica	26
4.	Obtención de Velocidad Geostrófica Relativa, aplicando el método de Montgomery.....	30
5.	Secciones Verticales de Temperatura (°C) y Salinidad (%.)	53
6.	Secciones Verticales de Anomalia Termostérica (m^3/kg) y Velocidad Geostrófica Relativa (m/s)	56

INDICE DE TABLAS

No.		PAG.
	Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa correspondientes a:	
1.	Marzo/82 en 84°30'W	59
2.	Noviembre/82 en 85°W	61
3.	Enero/83 en 85°W	64
4.	Noviembre/83 en 92°W	66
5.	Noviembre/83 en 85°W	68
6.	Septiembre/85 en 92°W	70
7.	Septiembre/85 en 85°W	73



I N T R O D U C C I O N

La presencia de una subcorriente ecuatorial es una de las características principales de la circulación oceánica ecuatorial, en los océanos Pacífico y Atlántico (en el Océano Indico, esta corriente es estacional) (6). La Subcorriente Ecuatorial en el Océano Pacífico o Corriente de Cromwell fué descubierta en agosto de 1952, a 150°W, y actualmente su presencia ha sido establecida a todo lo largo de la faja ecuatorial en el Océano Pacífico (17). La Corriente de Cromwell es simétrica cerca del ecuador, tiene cerca de 300 Km. de ancho y 200 m de espesor, con un núcleo de velocidad mayor a 1 m/s y un transporte alrededor de $40 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ (6).

En el lejano Pacífico Oriental, la Subcorriente se extiende cerca de las costas del Ecuador, aquí es evidente que la Subcorriente se desvía alrededor del lado norte de las Islas Galápagos (16).

Algunas investigaciones se han realizado con relación a la presencia de la Subcorriente Ecuatorial, y sus características. Teniendo como bases los resultados de dichas investigaciones, se han estudiado los principales parámetros físicos oceanográficos de la Corriente de Cromwell, determinándose el sentido, magnitud y profundi-

dad de la misma. Para esto se han analizado secciones verticales de temperatura, salinidad, anomalía termostérica y velocidad geostrófica así como los afloramientos asociados con la presencia de la subcorriente.

Los resultados de velocidad fueron obtenidos usando el método de Montgomery, que nos permite calcular velocidades geostróficas en latitudes bajas. ya que, que en regiones cercanas al ecuador la estimación de corrientes geostróficas es problemática por la disminución del parámetro de coriolis, los valores obtenidos en magnitud y sentido de la velocidad de la corriente, muestran los rasgos característicos de la Subcorriente Ecuatorial.



FACULTAD DE OCEANOGRÁFICA
ARGENTINA Y CIENCIAS DEL MAR

CAPITULO I

I. CIRCULACION EN EL OCEANO PACIFICO ECUATORIAL

1.1. GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

Las Corrientes Superficiales (magnitud y dirección), Temperatura, Salinidad, han sido estudiadas en conjunto para realizar un análisis de la estructura de la Corriente de Cromwell (Subcorriente Ecuatorial) y sus variaciones, asociadas con los afloramientos ecuatoriales.

Los datos utilizados en este estudio, fueron obtenidos por el BAE ORION, durante los Cruceiros Oceanográficos correspondientes a: Marzo y Noviembre/82, Enero y Noviembre/83 y Septiembre/85, los mismos que fueron proporcionados por el Instituto Oceanográfico de la Armada. Las estaciones utilizadas están localizadas en la figura 1.

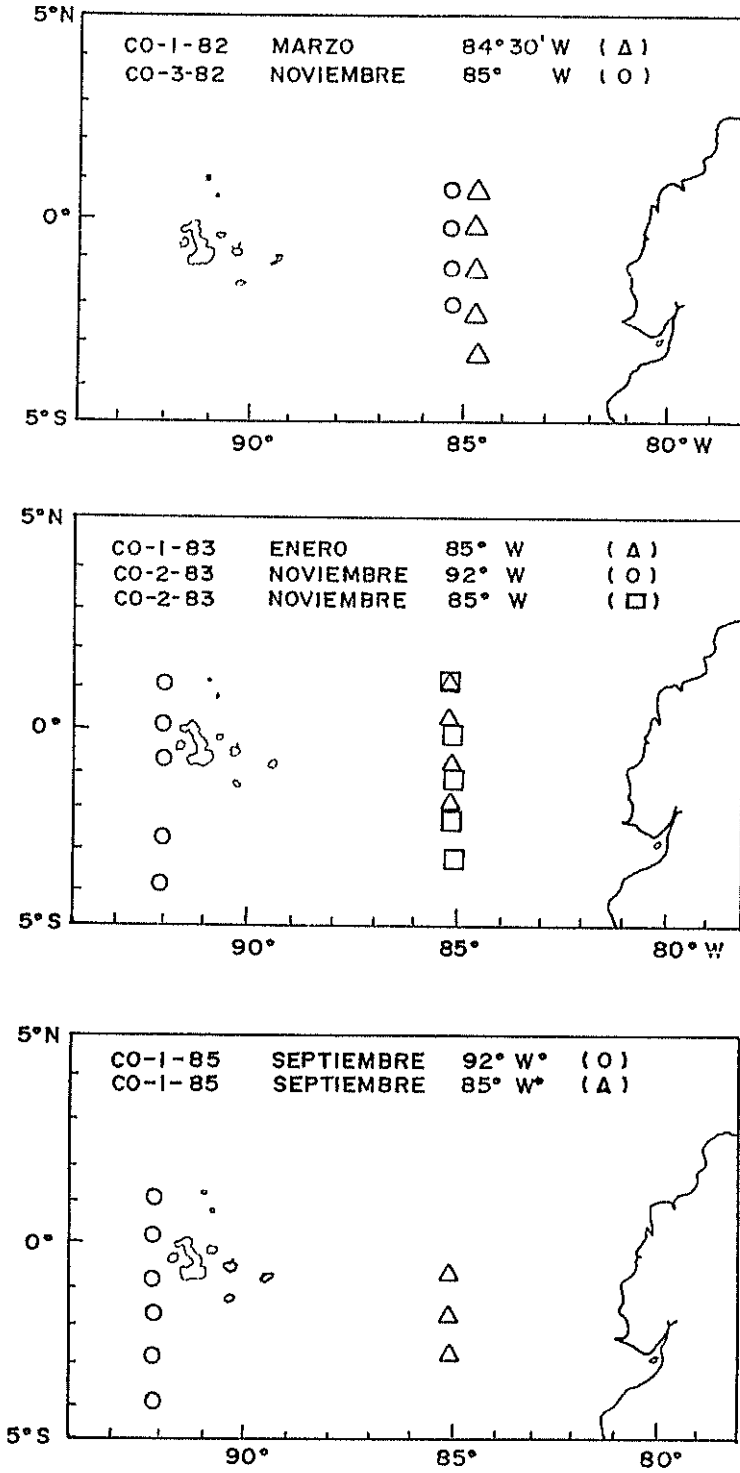


FIGURA. 1. — UBICACION DE LAS ESTACIONES UTILIZADAS DURANTE LOS CRUCEROS, CO-1-82 CO-3-82
 CO-1-83 CO-2-83 — CO-1-85

El área de estudio está comprendida entre los 84°W hasta los 92°W de Longitud y entre los 4°S y 1°N de Latitud.

La Subcorriente Ecuatorial ha recibido considerable atención durante recientes años. Trabajos realizados por Knauss (1960) (10), indican que la Subcorriente Ecuatorial fluye hacia el Este desde aproximadamente 140°W hasta 92°W .

Mediciones realizadas entre las Islas Galápagos y el Ecuador en Junio y Octubre de 1967 revelaron la existencia de un núcleo subsuperficial de alta salinidad, alineado bajo el borde meridional del Frente Ecuatorial (15). Salinómetro in situ (STD) y mediciones directas de corrientes realizadas en Junio de 1969 y en la misma área (84°W) mostraron un núcleo de alta salinidad de 35.13 y una velocidad hacia el este de 0.37 m/s relativa a 310 m. (15). Comparación de observaciones previas al oeste de las Islas Galápagos sugieren que la corriente subsuperficial bajo el Frente Ecuatorial es la extensión hacia el Este de la Subcorriente Ecuatorial (15).



1.2. PATRON DE CORRIENTES EN LA ZONA ECUATORIAL DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL.

En el siguiente gráfico se tiene una ilustración esquemática de la circulación del Pacífico Ecuatorial Oriental construida por Wyrtki (22).

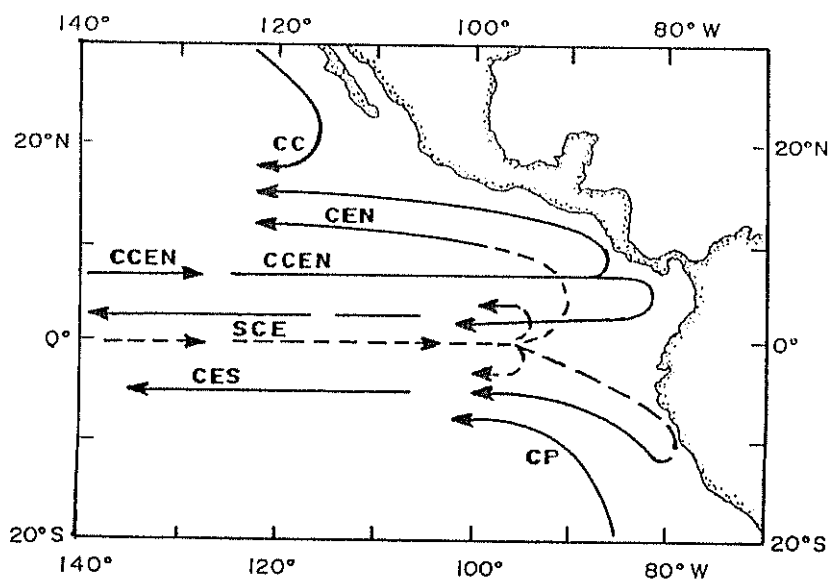


Fig. 2 Ilustración esquemática de la Circulación del Pacífico Ecuatorial Oriental.

—————> :Corrientes Superficiales

-----> :Corrientes Subsuperficiales

CEN:Corriente Ecuatorial Norte

CES:Corriente Ecuatorial Sur

CCEN:Contracorriente Ecuatorial Norte

SCE:Subcorriente Ecuatorial

CP:Corriente del Peru

CC:Corriente de California

Sverdrup describe la circulación en la zona ecuatorial, haciendo una representación esquemática de la velocidad del viento y del curl del esfuerzo del viento. En ella muestra la existencia de un sistema de corrientes ecuatoriales; consistiendo en dos flujos hacia el oeste (ver Fig. 9.9 de Pond y Pickard), estas son: La Corriente Ecuatorial del Norte y la Corriente Ecuatorial del Sur, y un flujo hacia el este, ubicada entre las dos Corrientes anteriores, que es la Contracorriente Ecuatorial del Norte. Este sistema de Corrientes no es simétrico con respecto al ecuador, más bien está desplazado hacia el norte de éste, porque el sistema de los vientos alisios está desplazado de igual forma en el Pacífico. También se observa que, cuando el curl del esfuerzo del viento es positivo, el sistema de corrientes es hacia el oeste y cuando el esfuerzo es negativo, el sistema de corrientes es hacia el este.

1.2.1. CORRIENTE ECUATORIAL NORTE

La Corriente Ecuatorial Norte (CEN), es alimentada por dos fuentes: La corriente de California y el agua del Pacífico Oriental Tropical, pero la contribución de estas dos fuentes varía durante el año. De marzo a julio la Corriente Ecuatorial Norte está suplida casi exclusivamente por la Corriente de California (22), que continúa alejándose hacia el sur antes de tomar rumbo al oeste. La contribución del agua del Pacífico Oriental Tropical es más significativa durante el resto del año, coincidiendo con el período en que la Contracorriente se desarrolla con mayor fuerza (21). En enero, cuando la Contracorriente comienza a desintegrarse y la mayor parte de su agua se vuelve hacia el norte, el flujo de la Corriente Ecuatorial del Norte hacia el oeste está marcado por una banda de altas velocidades. El eje de esta corriente encontrado también en Febrero, se alarga desde Costa Rica hacia el oeste, a lo

largo de los 11°N, y luego cambia hacia el Norte hasta cerca de los 17°N, a los 130°W. En Febrero y Marzo, cuando la Contracorriente solo llega hasta los 120°W, al este de esta posición el flujo corre hacia el oeste y el noroeste. Al oeste de los 120°W, cuando las aguas de la corriente de California y del Pacífico Oriental Tropical se han unido y, la Corriente Ecuatorial del Norte queda bien establecida su velocidad es de 1.5 m/s y se mantiene casi constante durante todo el año.

1.2.2. CORRIENTE ECUATORIAL SUR

Al oeste de las Islas Galápagos la Corriente Ecuatorial del Sur (CES), se mueve hacia el oeste a ambos lados del Ecuador. Su límite hacia el norte es con la Contracorriente Ecuatorial cerca de los 4°N, y se extiende hacia el sur decreciendo su velocidad cerca de la región subtropical (22). Las velocidades más altas se encuentran a ambos lados del ecuador entre los 3°N y los 8°S

aproximadamente (21). Las velocidades más altas, mayores que 0.5 m/s, son encontradas cerca del ecuador donde el flujo es ligeramente divergente. En el ecuador la Corriente Ecuatorial Sur es un poco somera con un espesor entre 20 m. y 50 m. (22).

1.2.3. CONTRACORRIENTE ECUATORIAL

La Contracorriente Ecuatorial (CCE) fluye hacia el este entre los 4°N y los 11°N, pero su velocidad, posición y ancho varía con la estación (22). Al este de los 110°W el eje de la corriente y sus bordes cambian ligeramente hacia el sur, y el límite meridional se sitúa al sur de los 4°N, y el del límite norte al sur de los 10°N. El ancho de la corriente varía extendiéndose hasta alrededor de los 3°N en mayo, a más de 5°N en agosto, septiembre y octubre, y disminuye a menos de 4°N en diciembre. Al este de 90°W, la contracorriente se bifurca, parte de su agua se vuelve hacia el norte y noroeste, alrededor del

Domo de Costa Rica, y parte toma rumbo hacia el sur y el oeste entrando en el sistema de la Corriente Ecuatorial del Sur.

1.2.4. SUBCORRIENTE ECUATORIAL

La Subcorriente Ecuatorial (SCE) conocida también como la Corriente de Cromwell, es normalmente una corriente subsuperficial que tiene una profundidad de unos 300 m., con una anchura de unos 400 Km.; el núcleo de esta corriente se encuentra centrado entre los 50 y 150 m. de profundidad, con velocidades de hasta 1.5 m/s (1).

Montgomery (1962) (12), mostraron la primera evidencia de la Subcorriente Ecuatorial al este de las Islas Galápagos. Ellos encontraron que la Subcorriente Ecuatorial conserva un transporte de volumen máximo cerca de $180 \text{ m}^3/\text{kg}$, y que esta gran capa de agua (de 13°C) se extiende al este de las Islas Galápagos hasta la costa de

América del Sur.

En discusiones sobre la existencia de la Corriente de Cromwell al este de las Islas Galápagos, Knauss (1966), reportó mediciones directas de corrientes, las cuales mostraron el flujo dirigiéndose hacia el este pasando por el norte de las Islas y extendiéndose hasta los 87°W.

El flujo hacia el este, aparente extensión de la Corriente de Cromwell pasando al Sur de las Islas Galápagos, fué notado por Zuta (1969) (23), y está presente también como dos ramales uno al norte y otro al sur del ecuador. El ramal del Norte, se extiende hacia el este entre aproximadamente 2°S y 4°S, desde las Islas Galápagos hasta la Costa del Peru.

1.3. AFLORAMIENTOS ECUATORIALES

En aguas costeras ecuatorianas, aguas frías son caracterizadas por altas Salinidades, mientras que

aguas cálidas presentan las más bajas salinidades, los afloramientos pueden ser reconocidas por sus altas salinidades.

Houvenaghel (1978) (8), analizando parámetros físicos, químicos y biológicos, demuestra la presencia de aguas afloradas alrededor de las Islas Galápagos, las cuales son influenciadas directa o indirectamente por aguas que fluyen con la Subcorriente.

Secciones meridionales de Temperatura, Salinidad, Fosfato inorgánico y Oxígeno disuelto, basados en datos obtenidos en el Pacífico Central Ecuatorial muestran evidencias de afloramientos cerca del Ecuador (3).

Las densas aguas superficiales que aparecen cerca del Ecuador (ver Fig. 2 y 3, (3)) contrastan impresionablemente con aguas superficiales adyacentes e indican afloramientos, así como lo muestran claramente las secciones de Salinidad y Sigma-t.

Al oeste de las Galápagos, las aguas de la Subcorriente Ecuatorial se dispersan en dos ramales uno al norte y otro al sur del Ecuador, contribuyendo así a los afloramientos a lo largo del Ecuador (20).



FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

CAPITULO II

II. METODOS PARA EL CALCULO DE VELOCIDADES

2.1. EXPOSICION DE METODOS

En el presente Capítulo se exponen dos métodos para el cálculo de velocidades, el primero es el método dinámico que se basa en la llamada "Relación Geostrofica", el segundo es el denominado "Método de Montgomery"; sólo el segundo de estos dos métodos es adoptado para la ejecución de este trabajo.

2.1.1. RELACION GEOSTROFICA

Enfield (1976) (2), explica que este método dinámico usado en oceanografía mide únicamente alturas entre superficies isobáricas y por tanto es una medida relativa no absoluta, por eso es

necesario fijar un nivel de referencia donde se supone que no hay flujo, la superficie isobárica en aquel nivel tendrá un carácter absoluto.

La corriente geostrófica a una profundidad z es, con respecto a la superficie de referencia escogida.

$$C_z = (10/f) \frac{\Delta D_z^A - \Delta D_z^B}{\Delta N} \quad (1)$$

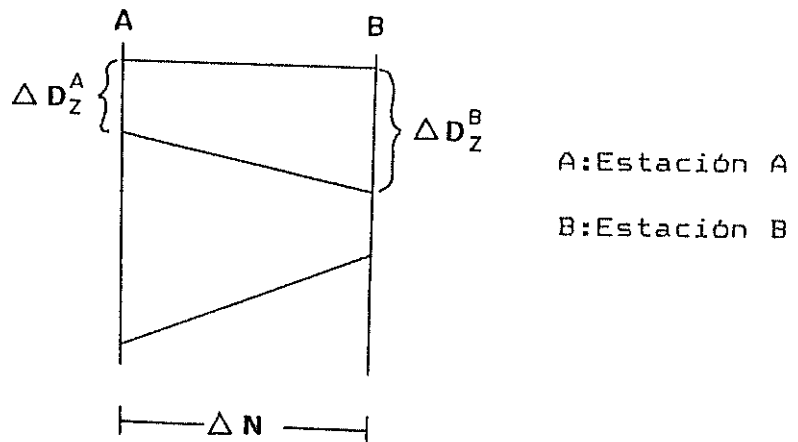


Fig. 3 Obtención de velocidad relativa, entre dos estaciones, aplicando el método de "Relación Geostrofica".

ΔD_z^A : Anomalia de altura dinámica de la estación A en la profundidad z .

D_z^B : Anomalia de altura dinámica de la estación B en la profundidad z.

ΔN : Distancia horizontal entre las estaciones A y B.

f : Parámetro de Coriolis

Si ΔD y ΔN están dados en metros, entonces Cz estará en m/s.

La ecuación (1) puede ser usada sin ningún problema en regiones lejanas al ecuador, ya que para regiones cercanas al ecuador la estimación de corrientes geostróficas es problemática debido a la disminución del parámetro de Coriolis, (2). El presente trabajo está aplicado a la zona ecuatorial, por lo tanto, se decidió no aplicar este método.

2.1.2. METODO DE MONTGOMERY

Vera (1984) (18) explica todas las consideraciones matemáticas realizadas para llegar a la expresión que nos permite



FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

calcular la velocidad geostrófica en latitudes bajas. Este método en lugar de basarse en la diferencia de altura dinámica, se basa en la posición de curvas isanostéricas (líneas de igual valor de anomalía termostérica, $\delta s, t$). Los valores de Anomalía Termostérica son calculados mediante la siguiente ecuación:

$$\delta_T = 0.027357 - \frac{10^{-3} \sigma_T}{1 + 10^{-3} \sigma_T}$$

Donde σ_T es calculado a partir de datos de Temperatura y Salinidad.

2.2. METODOLOGIA ADOPTADA

El Método de Montgomery es el adoptado para el cálculo de velocidades en la región ecuatorial. Con la utilización de este método se pretende atacar el problema ocasionado por la anulación del parámetro de coriolis en regiones cercanas al ecuador.

2.2.1. APLICACION DEL METODO ADOPTADO

En primer lugar se establecen secciones verticales de anomalía termostérica, en función de los parámetros de Temperatura y Salinidad. Luego de graficar las secciones verticales de Anomalía Termostérica, se determinan las curvas isanostéricas definitivas (Ver Fig.4).

Establecidas las variaciones de anomalía termostérica a utilizarse se procede a determinar la isanostérica común de mayor profundidad en cada sección, la misma que se usará como nivel de referencia en la obtención de la velocidad geostrófica.

La magnitud de la velocidad relativa se establece en primer lugar por medio del cálculo de la aceleración potencial sobre la isanostérica de referencia en una estación, luego se determina una diferencia de aceleración potencial entre el nivel referencial y el inmediato inferior.

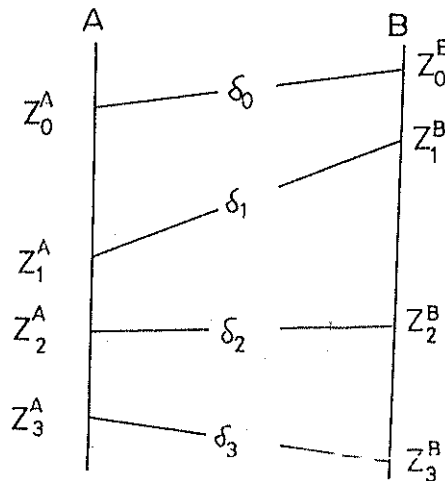


Fig. 4 Obtención de la Velocidad Geostrofica Relativa, aplicando el método de Montgomery.

$$\delta_3 = \delta R \text{ (Anomalia de referencia)}$$

$$\Phi_B = \delta R Z_3^B + \frac{Z_3^B + Z_2^B}{2} (\delta R - \delta_2)$$

$$\Phi_A = \delta R Z_3^A + \frac{Z_3^A + Z_2^A}{2} (\delta R - \delta_2)$$

Φ : Aceleración Potencial

$$V = \frac{\Phi_A - \Phi_B}{f} \frac{\frac{m^2}{kg}}{\frac{m}{seg}} = \frac{m \cdot sec}{kg}$$

V: Velocidad Geostrofica Relativa (en la última capa)

f: Factor de Coriolis

$\Phi_A - \Phi_B$: Diferencia de Aceleración Potencial

$$f = \Omega a (\psi_2^2 - \psi_1^2) \frac{m}{seg}$$

Ω : Velocidad angular de la Tierra ($7.29 \times 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$)

a : Radio Ecuatorial de la Tierra ($6378.2 \times 10^5 \text{ cm}$)

ψ : Latitud de la estación en radianes

CAPITULO III

III. ANALISIS DE PARAMETROS FISICOS OBTENIDOS

3.1 SECCIONES VERTICALES DE TEMPERATURA

Para Marzo/82 en $84^{\circ}30'W$ (Fig.5A) se obtuvieron temperaturas superficiales hasta de $18^{\circ}C$. La isoterma de $15^{\circ}C$ en la parte sur, está a una profundidad de 60 m. y en la zona comprendida entre $1^{\circ}S$ y $1^{\circ}N$ esta a una profundidad de 100 m.

En Noviembre del mismo año, pero en $85^{\circ}W$ (Fig.5B), se obtienen temperaturas superficiales entre los $26^{\circ}C$ y $27^{\circ}C$. La isoterma de $15^{\circ}C$ se ha profundizado notablemente comparándola con el mes de Marzo, alcanzando ahora profundidades hasta de 220 m.

En Enero/83, a lo largo de $85^{\circ}W$ (Fig.5C), se

obtienen temperaturas superficiales un poco más cálidas que en Noviembre/82, las isoterms de 26°C, 25°C y 24°C se han profundizado, a diferencia de las isoterms de 16°C hasta los 10°C que se han elevado, esto es muy notable en la zona comprendida entre 1°S y 1°N.

Para Noviembre/83 (Fig.5D) a lo largo de 85°W, se obtienen en la superficie temperaturas en el rango de 18°C a 26°C; las aguas más frías son encontradas en la parte sur entre 4°S y 1°S; mientras que las aguas más cálidas son observadas en la zona norte entre 0° y 1°N. La isoterma de 15°C se ha elevado notablemente alcanzando profundidades entre los 60-100 m.. Las aguas más frías son encontradas al Sur.

Para Noviembre/83 en 92°W (Fig.5E), es muy notable el enfriamiento de las aguas, se obtienen temperaturas superficiales entre los 16°C-22°C un poco más frías que las encontradas a lo largo de 85°W durante el mismo año, la isoterma de 15°C se ha elevado un poco en la zona comprendida entre 1°S y 1°N, alcanzando profundidades entre 50 y 65 m., en esta misma zona son encontradas las aguas más frías. Se



puede observar claramente el ascenso de las isothermas de 11°C hasta 16°C .

FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

Para Septiembre/85 en 85°W (Fig.5F), se obtienen temperaturas superficiales del orden de los 17°C a 20°C , las temperaturas se mantienen casi homogéneas a lo largo de toda la sección, excepto en la termoclina donde las isothermas de 17°C a 20°C ascienden a la superficie en 2°S , evidencia clara de una zona de afloramiento.

En Septiembre/85 a lo largo de 92°W (Fig.5G) las temperaturas superficiales están alrededor de 19°C a 22°C . La isoterma de 15°C se ha elevado un poco alcanzando profundidades entre 60-75 m. En esta sección, las aguas son más frías en la parte sur entre 250 y 400 m., las aguas un poco cálidas (22°C) son encontradas entre 0° y 1°N .

3.2. SECCIONES VERTICALES DE SALINIDAD

En Marzo/82 a lo largo de $84^{\circ}30'\text{W}$ (Fig.5H), se obtuvieron valores mínimos de salinidad hasta de 34.2 en la superficie entre 0° y 1°N . Los máximos valores de salinidad encontrados fueron hasta de 35.1 ‰, en profundidades comprendidas

entre los 50 m. y 225 m. aproximadamente, a lo largo de toda la sección. Un núcleo de alta salinidad (35.2 - 35.1%) es encontrado a una profundidad entre los 30 m. y 70 m. y entre 2°N y 1°N.

En Noviembre/82 (Fig.5I) a lo largo de 85°W, el núcleo de alta salinidad (35%), fue encontrado a una profundidad comprendida entre los 100 y 175 m.. Valores mínimos de salinidad hasta de 34% son encontrados en las capas superficiales.

La Figura 5J, corresponde a Enero/83 en 85°W, en esta sección se obtienen valores mínimos de salinidad hasta de 33.4, en las capas superficiales, entre 0° y 1°N; y de 34%, entre 2°S y 1°S. Los máximos valores (34.8-35%) son observados alrededor de 1°N a profundidades comprendidas entre 50 m. y 100 m., este núcleo de alta salinidad también puede ser observado entre 3°S y 2°S, en aproximadamente 150 m. de profundidad.

Para Noviembre/83 a lo largo de 85°W (Fig.5K) el núcleo de alta salinidad (35-35.1), está

ubicado a una profundidad comprendida entre los 25 m. y 150 m. a lo largo de toda la sección. Los mínimos valores (menores a 34.6%), son encontrados en la superficie.

Para Noviembre/83 en 92°W (Fig.5L), se obtienen salinidades tan altas como 35.2% alrededor de 3°S , en aproximadamente 50 m.; el núcleo de alta salinidad está ubicado entre 20 m. y 100 m. aproximadamente, a lo largo de toda la sección. Los mínimos valores (34.2%), son encontrados en la zona norte entre 0° y 1°N , en las capas superficiales.

En Septiembre/85 a lo largo de 85°W (Fig.5M), se encontraron los valores más altos de salinidad. Alrededor de 1°S se obtuvieron valores máximos hasta de 35.9%, a una profundidad comprendida entre 150 m. y 400 m.. Los mínimos valores de salinidad fueron de 34.6%, en las capas superficiales entre 2°S y 1°S . En esta sección se puede notar la presencia de una intrusión salina, producida por la penetración de aguas frías de alta salinidad provenientes del sur.

La figura 5N, muestra las secciones correspondiente a Septiembre/85 en 92°W, presenta los mínimos valores de salinidad (34.9%) en las capas superficiales, entre 0° y 1°N; y los máximos valores (35.2-35.4%), son observados a lo largo de toda la sección. Se obtiene además un núcleo de alta salinidad (35.5%) alrededor de 3°S, entre 50 m. y 150 m. aproximadamente.

3.3 SECCIONES VERTICALES DE ANOMALIA TERMOSTERICA

En Marzo/83 (Fig.6A), se tienen anomalías termostéricas (AT) superficiales de 300 y 400 m³/kg. Entre los 0° y 2°S, el flujo dominante es hacia el Este (Tabla 1). Las anomalías de 200 m³/kg y 190 m³/kg muestran un descenso en 2°S. A esta latitud la anomalía de 200 m³/kg esta a una profundidad aproximada de 60 m. y la de 190 m³/kg esta a 80 m.; mientras que en 1°N estas descienden hasta 120 y 200 m., respectivamente.



La Figura 6B, corresponde a Noviembre/82. INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

1: Todos los valores de Anomalia Termostérica (AT), tanto en las tablas como en los gráficos deben ser multiplicados por 10⁻³.

observan AT entre $700 \text{ m}^3/\text{kg}$ y $600 \text{ m}^3/\text{kg}$, en la zona comprendida entre 1°S y 1°N y a profundidades menores que 50 m.. Estas anomalías ascienden desde aproximadamente 50 m. en la zona norte hasta la superficie en 1°S . Las AT de $200 \text{ m}^3/\text{kg}$ y $190 \text{ m}^3/\text{kg}$, tienen un descenso en la región sur (4°S), inicialmente se encontraban a una profundidad de 180 m. y 238 m. respectivamente, para luego en 3°S alcanzar profundidades hasta de 235 m. y 273 m. respectivamente; entre estas AT y entre 2°S y 1°N se obtienen flujos hacia el este (Tabla 2), con magnitudes menores en la región sur que en el norte.

En Enero/83 (Fig.6C) se nota un ascenso brusco de la AT de $300 \text{ m}^3/\text{kg}$, que en la zona sur esta a una profundidad de 210 m. y en 0° llega hasta 110 m.. El flujo en la región sur es hacia el este (Tabla 3). Se observa claramente un flujo con dirección este desde los 2°S hasta 1°N con un ancho de aproximadamente 100 m. entre las AT de 300 y $200 \text{ m}^3/\text{kg}$. En esta sección se obtienen AT superficiales hasta de $600 \text{ m}^3/\text{kg}$, la misma que está presente sólo en la zona norte, ascendiendo desde una profundidad aproximada de

25 m. en 1°N, hasta la superficie en 0°.

Para Noviembre/83 (Fig.6D) a lo largo de 92°W se obtienen flujos dominantes hacia el este (Tabla 4), con AT hasta de 300 m³/kg en la superficie, esta anomalía no es observada alrededor de 1°S. El flujo con dirección este desde 4°S hasta 1°N esta ubicado en la misma profundidad en contrada en Enero/83 pero con un ancho de solamente 50 m. y entre las anomalías de 160 m³/kg y 140 m³/kg. Entre 4°S y 2°S el flujo es hacia el este, lo mismo ocurre entre 0° y 1°N; pero con magnitudes un poco mayor en la región norte que en el sur (Tabla 4).

En Noviembre/83 a lo largo de 85°W (Fig.6E), se encuentran AT superficiales de 300 m³/kg. El flujo en la zona sur es hacia el este, mientras que en la zona comprendida entre 0° y 1°S el flujo es hacia el oeste; entre 0° y 1°N, también hay flujos hacia el este (Tabla 5). En esta sección se puede observar un descenso de las anomalías de 200 m³/kg - 180 m³/kg, que ocurre entre 1°S y 1°N.



FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

En Septiembre/85 a lo largo de 92°W (Fig.6F)

el flujo dominante en la región sur es hacia el oeste y entre 0° y 1°N el flujo es hacia el este (Tabla 6). Las AT superficiales encontradas son del orden de $300 \text{ m}^3/\text{kg}$ y $400 \text{ m}^3/\text{kg}$. La anomalía de $400 \text{ m}^3/\text{kg}$ es observada solamente entre 0° y 1°N ; la anomalía de $150 \text{ m}^3/\text{kg}$ tiene un descenso brusco desde 110 m . en 3°S , hasta 240 m . en 1°S . El máximo valor de velocidad encontrado es de 1.32 m/s en sentido este, calculado entre las anomalías de $200 \text{ m}^3/\text{kg}$ y $160 \text{ m}^3/\text{kg}$ entre 0° y 1°N (Tabla 6).

En la Figura 6G, correspondiente a Septiembre/85 en 85°W , se observan AT superficiales de $300 \text{ m}^3/\text{kg}$, la misma que esta presente sólo entre 2°S y 1°S . La anomalía de $140 \text{ m}^3/\text{kg}$ presenta un ascenso desde aproximadamente 350 m en 3°S hasta 300 m . en 2°S , luego desciende bruscamente hasta 250 m . en 1°S . El flujo dominante es hacia el oeste (Tabla 7).

3.4 VELOCIDAD GEOSTROFICA RELATIVA

En Marzo/82 a lo largo de la longitud $84^{\circ}30'\text{W}$ (Fig.6H), el flujo entre 3°S y 2°S es hacia el

oeste. Entre 2°S y 0° el flujo es hacia el este, con magnitudes entre 0.6 y 1 m/s, ubicado a una profundidad entre 100 m. y 300 m. (Tabla 1). En la zona norte, entre 0° y 1°N el flujo es hacia el este, con valores comprendidos entre 1.6 m/s y 2.3 m/s.

Para Noviembre/82 en 85°W (Fig.6I), entre 4°S y 2°S el flujo obtenido es hacia el oeste con valores entre 2.5 m/s a 1.2 m/s (Tabla 2). Entre 2°S y 0° se obtienen flujos en ambos sentidos. En la zona norte, entre 0° y 1°N el flujo dominante es hacia el este con valores bastantes altos de velocidad (1 m/s-3 m/s) (Fig.6I).

En Enero/83 a lo largo de 85°W (Fig.6J), entre 2°S y 1°S el flujo en general es hacia el este, con valores comprendidos entre 0.2 m/s y 3 m/s. Por lo general, estos valores disminuyen a medida que aumenta la profundidad. Entre 1°S y 0° el flujo obtenido es en ambos sentidos (Tabla 3). También, entre 0° y 1°N el flujo es en ambos sentidos, pero con velocidades menores a 1 m/s. Entre estas latitudes, se observa también un núcleo con velocidades menores a

0.4 m/s, con dirección oeste (Fig.6J).

En Noviembre/83 a lo largo de 92°W (Fig.6K), se obtienen flujos hacia el este entre 4°S y $2^{\circ}44'\text{S}$ con magnitudes del orden de 0.17 m/s a 0.25 m/s (Tabla 4). Entre 2°S y 0° el flujo obtenido es en ambos sentidos con valores de velocidad menores a 0.5 m/s (Fig.6K). Entre 0° y 1°N el flujo en general es hacia el este con velocidades comprendidas entre 0.8 m/s y 1.6 m/s (Tabla 4).

Para Noviembre/83 en 85°W (Fig.6L), en las latitudes comprendidas entre 3°S y 1°S el flujo en general es hacia el este con valores de velocidades menores a 0.32 m/s. Entre $1^{\circ}12'\text{S}$ y 0° el flujo en general es hacia el oeste con velocidades comprendidas entre 0.1 m/s y 1.3 m/s (Tabla 5), encontrándose los mayores valores en las capas superficiales alrededor de $0^{\circ}30'\text{S}$ (Fig.6L). Entre 0° y 1°N el flujo es en ambos sentidos; en profundidades menores que 120 m. el flujo es hacia el oeste con velocidades menores que 1.2 m/s, y entre 150 m. y 350 m. el flujo es hacia el este con magnitudes menores que 0.8 m/s (Tabla 5). Un

núcleo con flujos hacia el este y con velocidades hasta de 0.6 m/s es observado a profundidades comprendidas entre 200 m. y 400 m. (Fig.6I).

En Septiembre/85 a lo largo de 92°W (Fig.6M), el flujo entre 4°S y 3°S es en ambos sentidos con valores bastante pequeños de velocidad (menores a 0.07 m/s), en las capas superficiales el flujo es hacia el este y en las capas más profundas el flujo es hacia el oeste (Tabla 6). En latitudes comprendidas entre 3°S y 2°S el flujo dominante es hacia el oeste con velocidades menores a 0.44 m/s. En latitudes entre 2°S y 1°S el flujo dominante es hacia el este con magnitudes menores a 0.3 m/s. Entre 0° y 1°N el flujo también es hacia el este con velocidades comprendidas entre 0.75 m/s y 1.32 m/s (Tabla 6); entre estas latitudes se observa un núcleo de altas velocidades, entre 50 m. y 175 m. de profundidad (Fig.6M).

Para Septiembre/85 en 85°W (Fig.6N), el flujo obtenido entre 3°S y 1°S , es totalmente hacia el oeste, con valores que van desde 0.06 m/s hasta 0.4 m/s (Tabla 7).

CAPITULO IV

IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las secciones verticales presentadas en esta tesis tanto de Temperatura, Salinidad y Anomalia Termos-térica, muestran claramente el comportamiento de la Subcorriente Ecuatorial, asociada con los aflora-mientos ecuatoriales, en diferentes estaciones.

Marzo/82, Noviembre/83 y Septiembre/85, son conside-rados períodos normales. Noviembre/82, Enero/83, son considerados períodos no normales, en los cuales el evento de El Niño estuvo presente (13). En todas estas fechas se tienen evidencias de la Subcorriente Ecuatorial.

En Marzo/82 en $84^{\circ}30'W$, la Corriente de Cromwell se encuentra presente entre $2^{\circ}S$ y $1^{\circ}N$, con valores de velocidad más altos al norte del ecuador. Podríamos decir que en éste período la Corriente de Cromwell estuvo presente con dos ramales. En Marzo/67, White

(1969) (19), realizó observaciones oceanográficas al este de las Galápagos, obteniendo un patrón semejante al obtenido en Marzo/82. La Corriente de Cromwell observada en esta sección, posee temperaturas entre 14°C y 15°C y Salinidades de 35%, con flujos hacia el este, con una velocidad hasta de 1 m/s correspondiente a una anomalía termostérica de $190 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Las secciones de temperatura para Noviembre/82 en 85°W analizadas en el capítulo anterior presentan temperaturas superficiales hasta de 27°C y bajas Salinidades entre 33 y 34%, para ésta época no se tienen evidencias de afloramientos y así lo indican también las características termohalinas de la sección. El flujo dominante en la región sur es hacia el oeste (Fig. 6I), esto se justifica ya que según Moreano (1983) (13), para esta época se tuvo una apreciable elevación del nivel del mar y una notable profundización de la termoclina. Entre 2°S y 0° las temperaturas son del orden de 18°C a 22°C y con Salinidades sobre los 35% y flujos con dirección este con velocidades inferiores a 0.56 m/s correspondientes a las anomalías termostéricas entre $300 \text{ m}^3/\text{kg}$ y $400 \text{ m}^3/\text{kg}$ (Tabla 2). Considerando la profundización de la termoclina, podríamos decir que el ramal Sur de la Corriente de Cromwell estaría

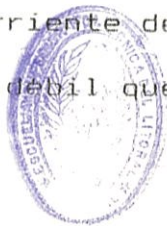
ubicado entre 2°S y 0°; con temperaturas de 14°C, salinidades de 34.9% y con velocidades de 0.94 m/s relativas a las anomalías termostéricas de 190 m³/kg y 200 m³/kg (Tabla 2). Esto representa las características de la Subcorriente Ecuatorial pero a una profundidad mayor que lo normal. Esta estructura estaría de acuerdo con la observada por Lukas (1985) (11). En Noviembre/82 (4), el núcleo de la Subcorriente Ecuatorial tenía velocidades hasta de 1 m/s, considerada por el mismo autor como anormalmente fuerte. A pesar de que esta época es considerada como un período no-normal, la Corriente de Cromwel era evidente.

En Enero/83, las características presentan un patrón semejante al de Noviembre/82 pero con un pequeño incremento de las temperaturas superficiales (desarrollo o fase madura ENSO). Igualmente se tiene un flujo hacia el este, con velocidades hasta de 0.14 m/s relativas a las anomalías entre 180 m³/kg y 200 m³/kg (Tabla 3), con temperaturas de 13°C y salinidades de 34.9% entre 2°S y 1°S. Esto podría considerarse como el ramal sur de la Corriente de Cromwell; y el ramal norte ubicado entre 0° y 1°N, con flujos hacia el este con velocidades de 0.2 m/s (Fig. 6J), temperaturas de 14°C y salinidades de

34.9%., teniendo esto, como las características físicas de la Corriente de Cromwell, podríamos concluir entonces, que para ésta fecha y a ésta longitud hay evidencia de la Corriente de Cromwell pero un poco débil, considerando que el evento de El Niño estaba presente. Aunque Halpern (1983) (5), con observaciones realizadas en Enero/83 asegura que la Subcorriente desaparece a 110°W, por lo tanto no podría existir evidencia en 85°W. Considerándola como debilitada y no ausente en esta región, estaríamos de acuerdo con lo observado por Hisard y Henin (1984) (7).

En Noviembre/83, el Evento de El Niño ya había concluido (13), las características físicas del área considerada revelaron la presencia de un afloramiento ecuatorial caracterizado por temperaturas superficiales del orden de 18°C y con salinidades mayores a 35%. La Subcorriente Ecuatorial tiene un núcleo de alta salinidad localizado entre 20m. y 65m. con temperaturas entre 16°C y 15°C, con un flujo hacia el este con velocidades hasta de 0.7 m/s relativas a las anomalías de 190 m³/kg y 200 m³/kg (Fig. 6K); éste núcleo es observado entre 1°S y 1°N. Estos valores pequeños de velocidad, se justifica si consideramos que entre Julio-

Noviembre la Corriente de Cromwell es débil (11). Hacker (1986) (4), realizando estudios de la Subcorriente Ecuatorial, encontró que en Noviembre/84 la Corriente se presentaba muy débil, con un núcleo de velocidad cerca de 0.5 m/s. Es indiscutible que la Corriente de Cromwell está asociada con los afloramientos encontrados en ésta época, entre 1°S y 1°N; podemos relacionar este afloramiento como un producto de la fuerte divergencia que ocurre en el ecuador debido al cambio de signo del parámetro de coriolis (Ver Fig. 9.6 (d) en Pond y Pickard, 1983). En ésta misma fecha pero en 85°W, la Corriente de Cromwell es observada entre 3°S y 1°S; el núcleo de alta salinidad (35‰) que caracteriza a la Subcorriente Ecuatorial esta localizada en aproximadamente 50 m. con temperaturas de 16°C, el flujo encontrado en esta región es de 0.20 m/s correspondiente a las anomalías entre 180 m³/kg y 200 m³/kg (Fig. 6L). Como se puede observar, la Corriente de Cromwell a ésta longitud (85°W) es aún más débil que en 92°W.



En Septiembre/85 en 92°W es evidente la presencia de la Corriente de Cromwell como dos ramales, uno al norte y otro al sur del ecuador. El ramal del Sur ubicado entre 2°S y 1°S con profundidades entre 50m.

y 200 m. con salinidades mayores a 35.5‰. y temperaturas de 15°C y 16°C, con flujos hacia el este y con velocidades hasta de 0.20 m/s (Fig. 6M) correspondientes a las anomalías de 160 m³/kg y 200 m³/kg. El ramal del norte localizado entre 0° y 1°N posee salinidades hasta de 35.4‰., temperaturas entre 15°C y 16°C y flujos hacia el este con velocidades hasta de 1.0 m/s (Fig. 6M), los mayores flujos de la Subcorriente Ecuatorial son encontrados al norte del ecuador. En ésta misma fecha, pero en 85°W, se observa claramente la presencia de un afloramiento ecuatorial, entre 2°S y 1°S; pero el flujo obtenido en toda esta sección, está dirigido totalmente hacia el oeste. Se tiene entonces, ausencia de la Subcorriente Ecuatorial en esta región. Esto se justifica ya que en 92°W el ramal sur de la Corriente de Cromwell se presentaba bastante débil, es de esperarse entonces que en 85°W sea aún más débil, o como en nuestro caso no exista ninguna evidencia al sur del ecuador.

Finalmente se puede concluir que:

1. Existe evidencia de la Subcorriente Ecuatorial, tanto en periodos normales como en periodos en los cuales el evento de El Niño estuvo presente,

encontrándose débil (0.5 m/s) en este último período y un poco más fuerte (1 m/s) en períodos normales.

2. La Corriente de Cromwell al este de las Galápagos (85°W), se encuentra presente como dos ramales, durante los períodos de Marzo/82 y Enero/83.
3. La evidencia encontrada de la presencia de la Corriente de Cromwell durante el evento de El Niño 82-83 confirma los resultados de Hisard y Henin (1984) (4).
4. El afloramiento observado al oeste de las Galápagos (92°W) en Noviembre/83, es producido por la presencia de la Subcorriente Ecuatorial.
5. Podemos notar que los afloramientos ecuatoriales son observados en épocas normales. Sin embargo debido a la falta de información no podemos concluir que durante el Fenómeno de El Niño no hayan existido afloramientos de la Subcorriente.
6. El núcleo de la Corriente de Cromwell, en Noviembre/82 en 85°W, es encontrado a una profundidad mayor que lo normal, debido a la profundización

de la termoclina, como resultado del evento de El Niño 1982-83.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo expuesto en este trabajo, es necesario hacer las siguientes recomendaciones:

- a. Realizar estudios estacionales sobre afloramientos ecuatoriales, haciendo uso no solamente de parámetros Físicos si no también de parámetros Biológicos como un complemento a lo expuesto en la conclusión 5.
- b. Continuar estas investigaciones, usando informaciones no solamente de una determinada institución nacional, si no también de otras internacionales.
- c. Teniendo presente la gran importancia que tienen las zonas de afloramientos, considero que deben continuarse estos estudios, ya que estos conocimientos podrían ser aplicados en el aprovechamiento de Recursos Biológicos, así como los que están reali-

zando programas como la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

- d. De acuerdo a las observaciones realizadas durante el último crucero a bordo del BAE ORION en Agosto/89, sobre la evidencia de la Corriente de Cromwell y los afloramientos observados con datos de Temperatura y Salinidad, se pudo constatar con reportes Biológicos que estas aguas afluradas por la Subcorriente, eran zonas de gran productividad biológica; de aquí la idea de continuar con estos estudios haciendo uso de parámetros Físicos y Biológicos.

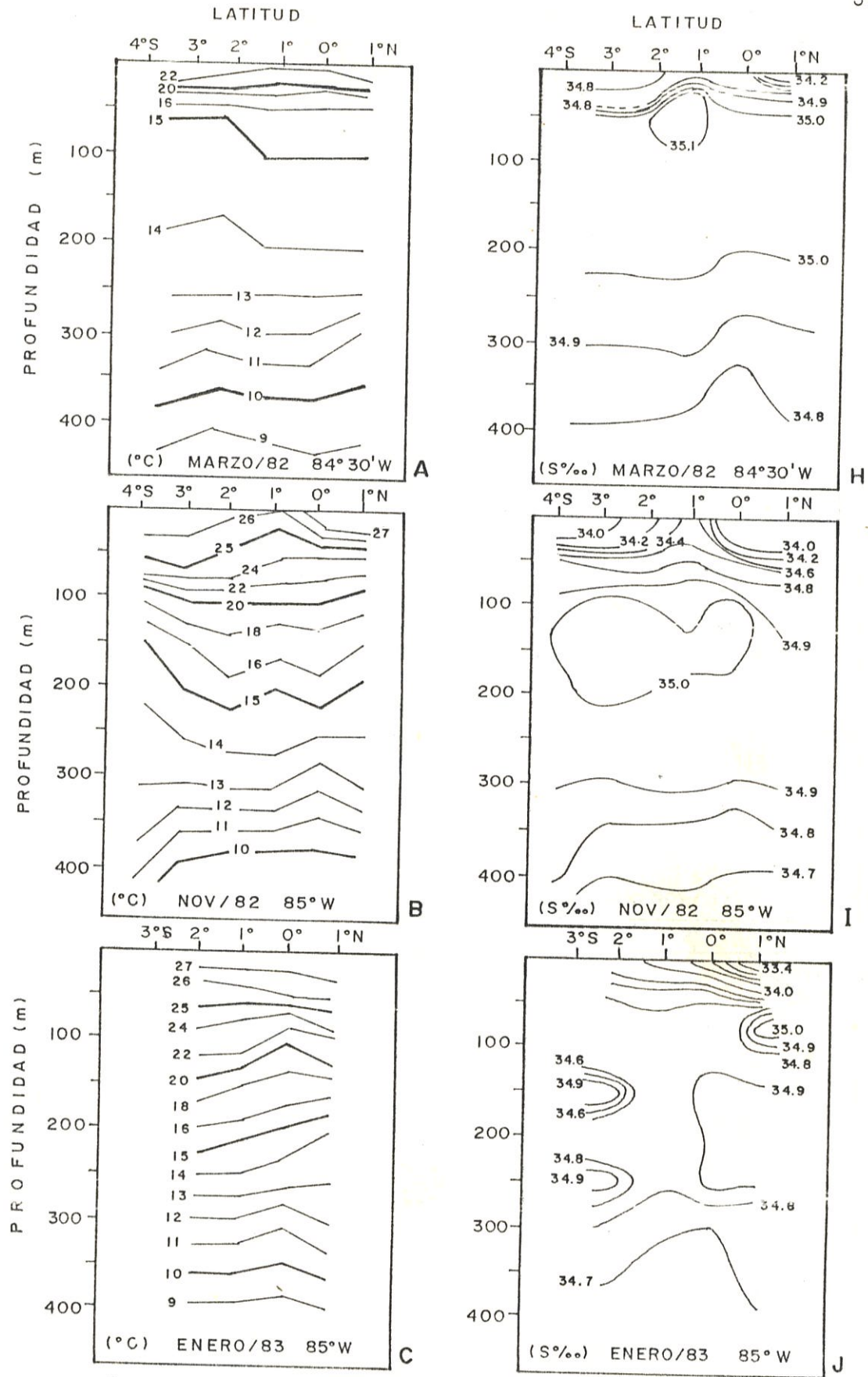


FIG. 5 -- SECCIONES VERTICALES DE TEMPERATURA (°C) y SALINIDAD (‰)

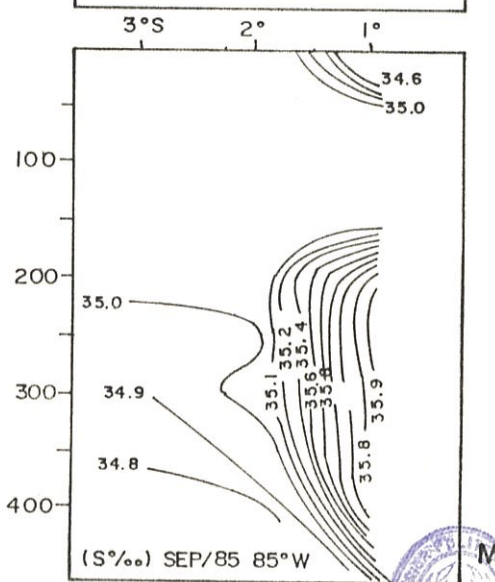
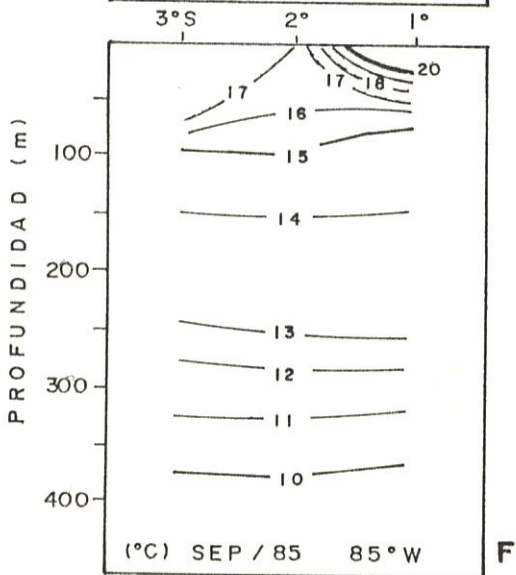
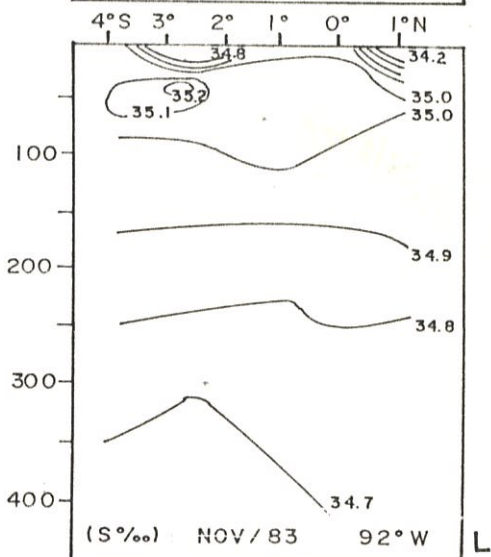
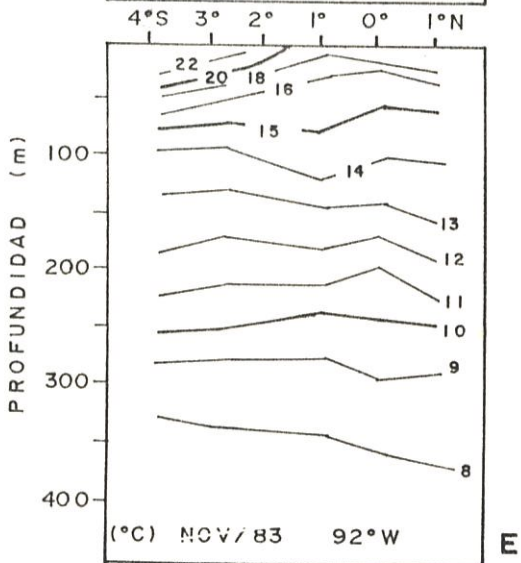
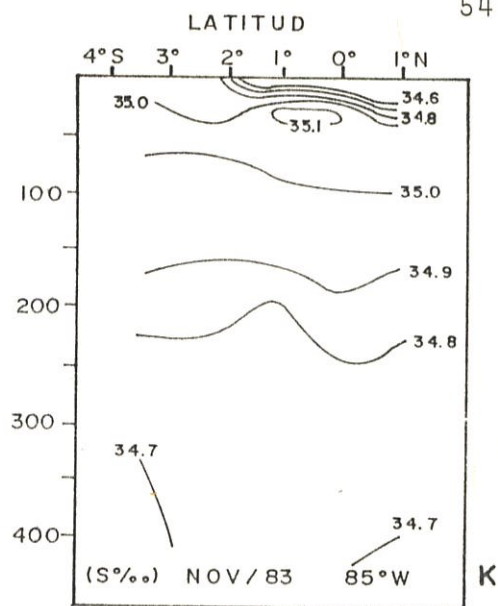
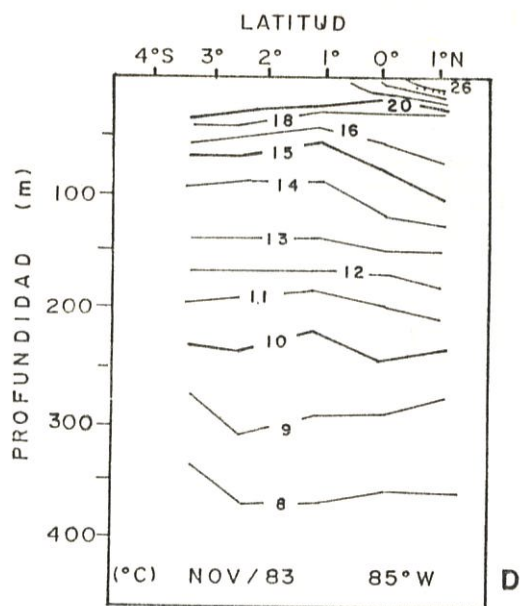


FIG. 5. — SECCIONES VERTICALES DE TEMPERATURA (°C) y SALINIDAD (‰)



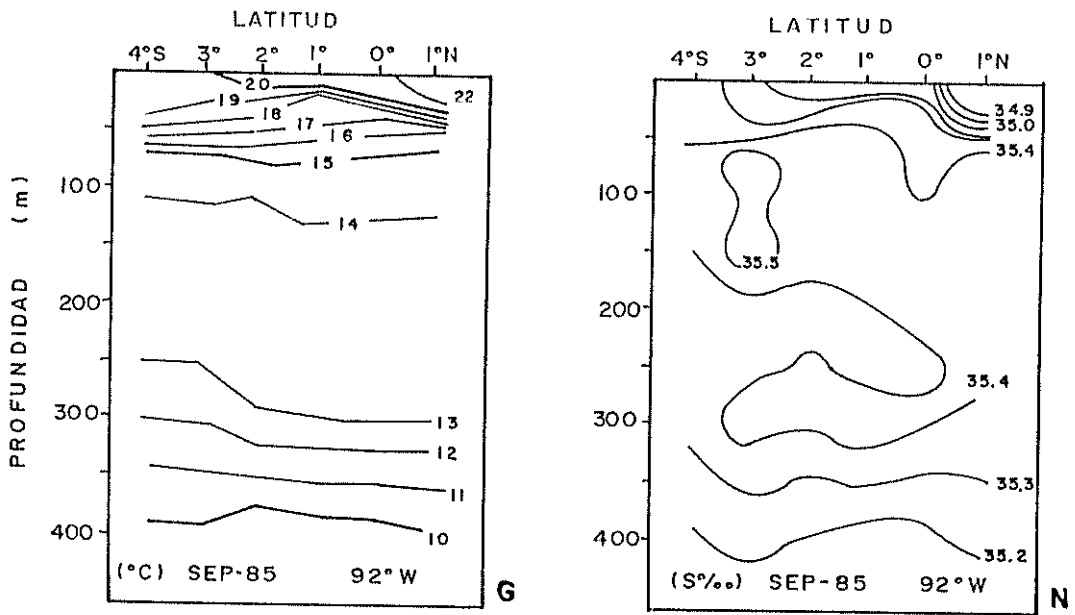


FIG. 1/5 .- SECCIONES VERTICALES DE TEMPERATURA (°C) y SALINIDAD (‰)

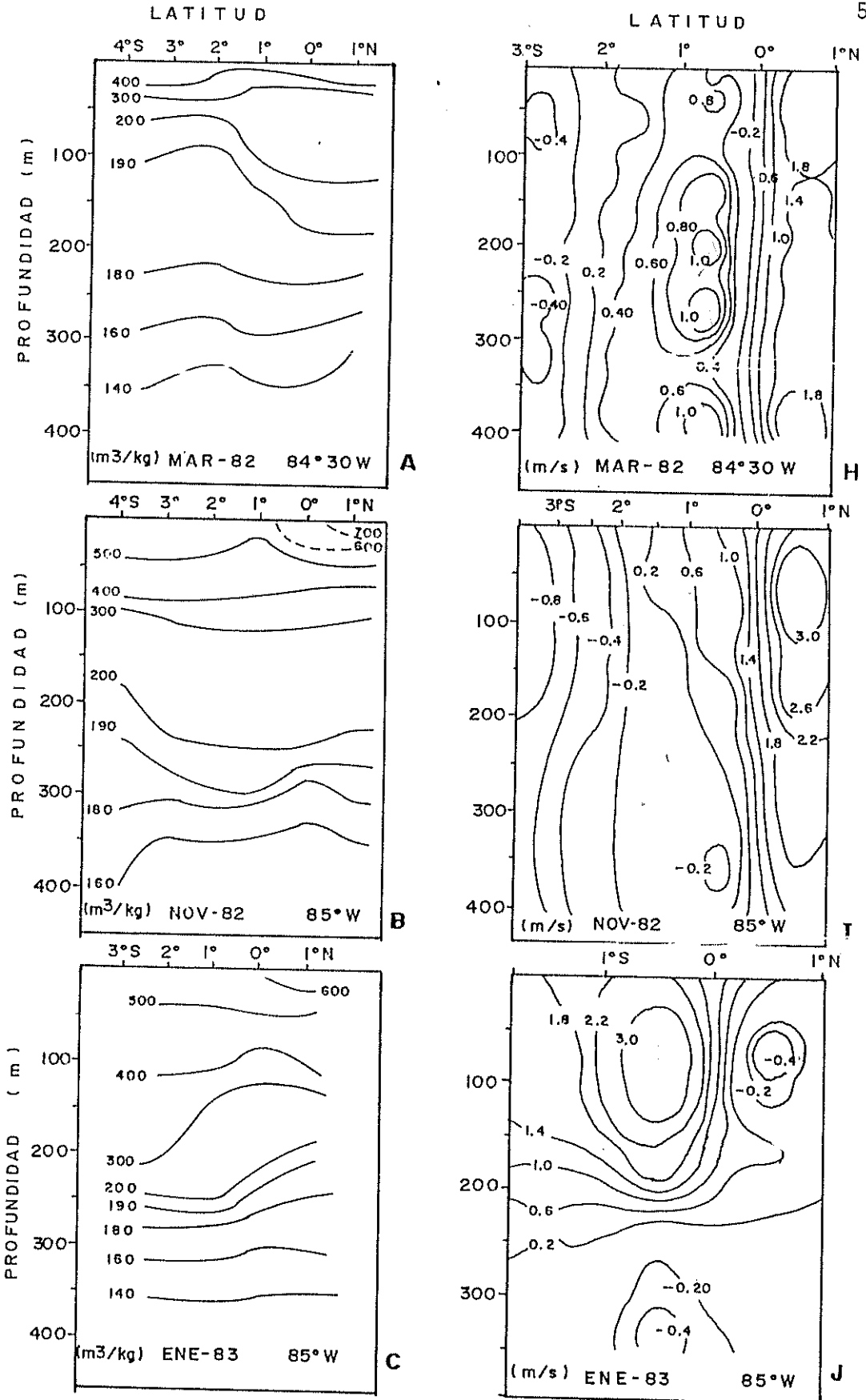


FIG. 6. SECCIONES VERTICALES DE ANOMALIA TERMOSTERICA (m^3/kg) y VELOCIDAD GEOSTROFICA RELATIVA (m/s).

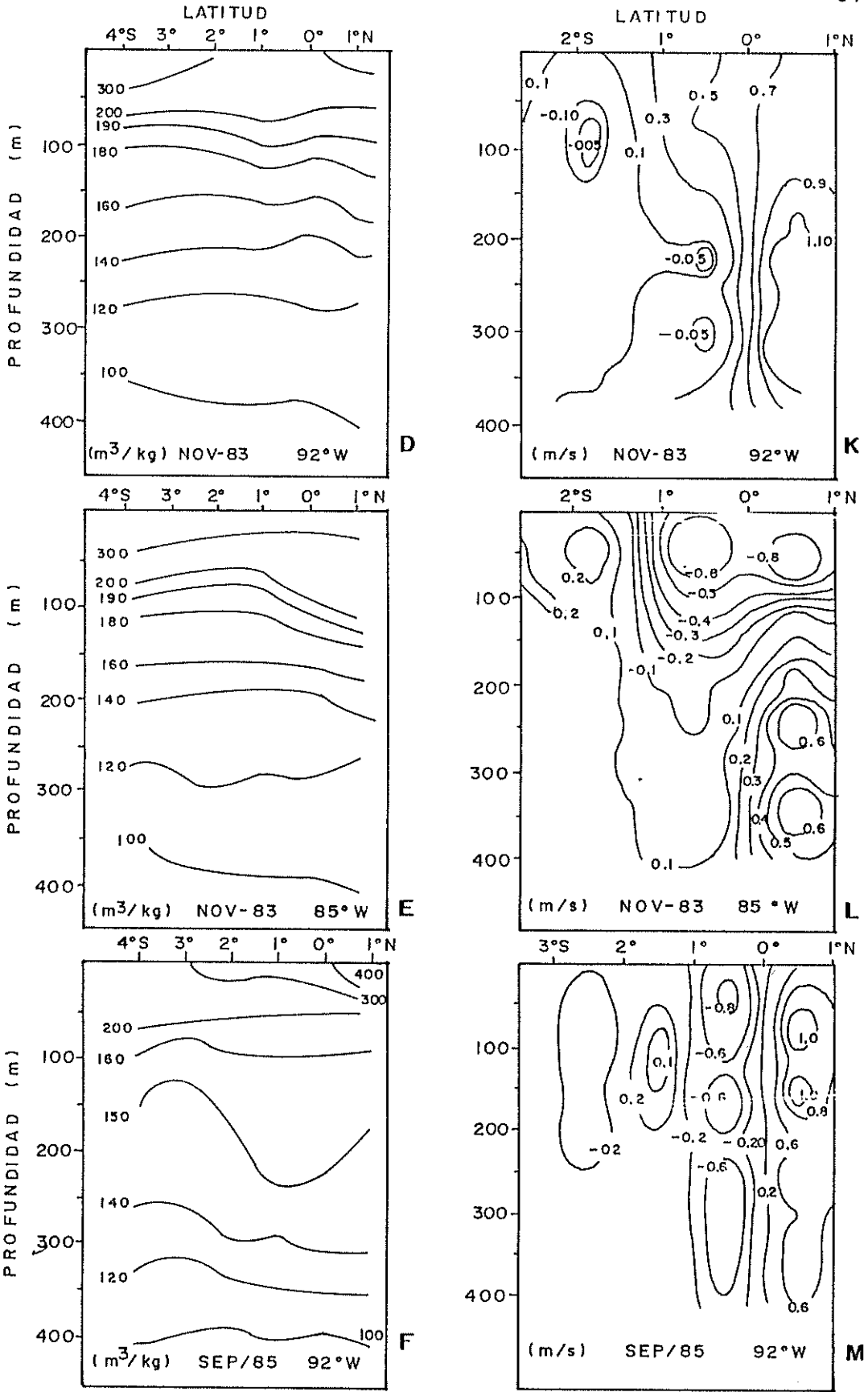


FIG. 6.- SECCIONES VERTICALES DE ANOMALIA TEMPERATURA (m^3/kg) y VELOCIDAD GEOSTROFICA RELATIVA (m/s).

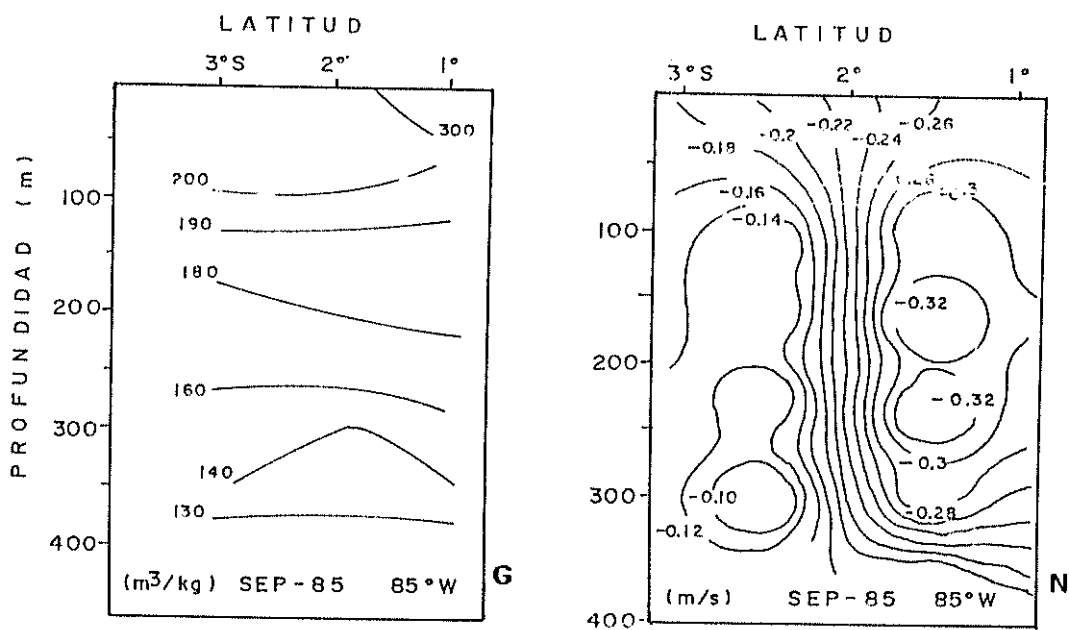


FIG. 6. SECCIONES VERTICALES DE ANOMALIA TEMPERATURA (m^3/kg) y VELOCIDAD GEOSTROFICA RELATIVA (m/s).

TABLA No. 1: Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa, correspondientes a Marzo/82 en 84°30'W.

LATITUD ESTACION A: 3°18'S
 LATITUD ESTACION B: 2°13'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*120	438	395	
140	355	334	-0.54
160	295	280	-0.52
180	228	220	-0.49
190	105	85	-0.48
200	63	60	-0.46
300	38	38	-0.44
400	25	18	-0.40

LATITUD ESTACION A: 2°14'S
 LATITUD ESTACION B: 1°12'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*120	395	420	
140	334	345	0.53
160	280	295	0.48
180	220	230	0.43
190	85	135	0.37
200	60	100	0.28
300	38	25	0.01
400	18	5	0.27

TABLA No.1: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 1°12'S

LATITUD ESTACION B: 0°3'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*120	420	447	
140	345	352	1.43
160	295	290	1.42
180	230	245	1.37
190	135	183	1.21
200	100	125	1.03
300	25	25	0.42
400	5	15	0.17

LATITUD ESTACION A: 0°3'S

LATITUD ESTACION B: 0°57'N

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*120	447	416	
140	352	315	2.38
160	290	272	1.95
180	245	230	1.69
190	183	185	1.64
200	125	125	1.65
300	25	30	1.85
400	15	23	2.36

AT Anomalia Termostérica

* Anomalia Termostérica tomada como referencia.



TABLA No. 2: Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa, correspondientes a Noviembre/82 en 85°W.

LATITUD ESTACION A: 4°S

LATITUD ESTACION B: 3°S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	457	395	
160	405	345	-0.75
180	315	305	-0.68
190	238	273	-0.69
200	180	235	-0.74
300	97	108	-1.07
400	82	85	-1.09
500	42	45	-1.12

LATITUD ESTACION A: 3°S

LATITUD ESTACION B: 2°S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	395	380	
160	345	353	-0.29
180	305	315	-0.31
190	273	292	-0.33
200	235	243	-0.35
300	108	120	-0.49
400	85	85	-0.58
500	45	35	-0.51

TABLA No.2: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 2°S

LATITUD ESTACION B: 1°S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	380	379	
160	353	345	-0.012
180	315	310	0.019
190	292	295	0.02
200	243	250	0.94
300	120	115	-0.014
400	85	80	0.10
500	35	17	0.37

LATITUD ESTACION A: 1°S

LATITUD ESTACION B: 0°

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	379	372	
160	345	328	-0.52
180	310	283	-0.21
190	295	266	-0.014
200	250	245	0.11
300	115	115	0.28
400	80	72	0.56
500	35	43	0.74

TABLA No.2: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 0°

LATITUD ESTACION B: 1°N

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	372	393	1.81
160	328	345	2.24
180	283	305	2.16
190	266	265	2.23
200	245	228	3.11
300	115	107	3.46
400	72	70	3.64
500	35	43	



AT Anomalia Termostérica

* Anomalia Termostérica tomada como referencia.

TABLA No. 3: Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa, correspondientes a Enero/83 en 85°W.

LATITUD ESTACION A: 2°1'S

LATITUD ESTACION B: 1°1'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	358	363	
160	318	318	0.15
180	283	283	0.15
190	260	268	0.14
200	248	253	0.13
300	203	147	0.73
400	115	110	1.44
500	40	43	1.47

LATITUD ESTACION A: 1°1'S

LATITUD ESTACION B: 0°

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	363	355	
160	318	303	-0.60
180	283	265	-0.38
190	268	240	-0.22
200	253	218	-0.001
300	147	120	2.08
400	110	85	3.83
500	43	52	4.37

TABLA No.3: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 0°
 LATITUD ESTACION B: 0°59'N

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*140	355	353	
160	303	305	-0.20
180	265	247	-0.09
190	240	213	0.08
200	218	193	0.26
300	120	133	0.67
400	85	103	-0.42
500	52	48	-0.92

AT Anomalia Termostérica

* Anomalia Termostérica tomada como referencia

TABLA No. 4: Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa, correspondientes a Noviembre/83 en 92°W.

LATITUD ESTACION A: 3°59'S

LATITUD ESTACION B: 2°44'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	355	377	
120	277	265	0.18
140	230	215	0.20
160	170	156	0.23
180	103	102	0.24
190	85	77	0.24
200	72	65	0.25

LATITUD ESTACION A: 2°44'S

LATITUD ESTACION B: 0°58'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	377	380	
120	265	268	0.03
140	215	215	0.02
160	156	167	0.01
180	102	130	-0.03
190	77	105	-0.06
200	65	78	-0.08

TABLA No.4: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 0°58'S

LATITUD ESTACION B: 0°

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	380	380	
120	268	280	-0.09
140	215	198	-0.05
160	167	157	0.15
180	130	115	0.34
190	105	92	0.45
200	78	60	0.56

LATITUD ESTACION A: 0°

LATITUD ESTACION B: 1°N

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	380	405	
120	280	280	1.59
140	198	220	1.43
160	157	178	1.13
180	115	127	0.89
190	92	95	0.84
200	60	60	0.83

AT Anomalia Termostérica

* Anomalia Termostérica tomada como referencia.

TABLA No. 5: Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa, correspondientes a Noviembre/83 en 85°W.

LATITUD ESTACION A: 3°22'S
 LATITUD ESTACION B: 2°18'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	378	398	0.18
120	272	302	0.15
140	206	195	0.17
160	163	163	0.17
180	110	108	0.18
200	73	67	0.25
300	37	30	

LATITUD ESTACION A: 2°18'S
 LATITUD ESTACION B: 1°12'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	398	405	0.15
120	302	285	0.18
140	195	192	0.19
160	163	162	0.19
180	108	107	0.21
200	67	62	0.32
300	30	23	

TABLA No.5: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 1°12'S
 LATITUD ESTACION B: 0°6'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	405	403	-0.11
120	285	290	-0.14
140	192	193	-0.16
160	162	165	-0.32
180	107	135	-0.62
200	62	94	-1.33
300	23	20	

LATITUD ESTACION A: 0°6'S
 LATITUD ESTACION B: 1°N

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	403	412	0.72
120	290	270	0.67
140	193	220	0.34
160	165	183	0.15
180	135	145	-0.07
200	94	115	-1.18
300	20	30	

AT Anomalia Termostérica

* Anomalia Termostérica tomada como referencia



TABLA No. 6: Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa, correspondientes a Septiembre/85 en 92°W.

LATITUD ESTACION A: 4°S

LATITUD ESTACION B: 3°S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	408	400	-0.05
120	330	309	-0.03
140	257	257	-0.01
150	155	110	0.02
160	95	78	0.07
200	67	60	



LATITUD ESTACION A: 3°S

LATITUD ESTACION B: 2°S

FACULTAD DE INGENIERIA
MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	400	390	-0.17
120	309	342	-0.27
140	257	295	-0.34
150	110	165	-0.39
160	78	95	-0.44
200	60	60	

TABLA No.6: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 2°S

LATITUD ESTACION B: 1°S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	390	403	
120	342	345	0.27
140	295	290	0.27
150	165	245	0.19
160	95	95	0.09
200	60	55	0.12
300	17	12	0.23

LATITUD ESTACION A: 1°S

LATITUD ESTACION B: 0°

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	403	395	
120	345	352	-0.55
140	290	310	-0.74
150	245	228	-0.75
160	95	97	-0.70
200	55	55	-0.73
300	12	22	-1.08

TABLA No.6: CONTINUACION

LATITUD ESTACION A: 0°
 LATITUD ESTACION B: 1°N

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*100	395	407	
120	352	353	0.75
140	310	308	0.76
150	228	175	0.95
160	97	90	1.16
200	55	50	1.32
300	22	40	0.87

AT Anomalia Termostérica

* Anomalia Termostérica tomada como referencia.

TABLA No. 7: Datos de Anomalia Termostérica, Profundidad y Velocidad Relativa, correspondientes a Septiembre/85 en 85°W.

LATITUD ESTACION A: 3°S

LATITUD ESTACION B: 2°S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*120	447	434	
140	345	295	-0.13
160	268	265	-0.06
180	175	203	-0.09
190	130	129	-0.11
200	98	97	-0.11

LATITUD ESTACION A: 2°S

LATITUD ESTACION B: 1°5'S

AT (m ³ /kg)	PROF. A (m)	PROF. B (m)	VELOCIDAD (m/s)
*120	434	433	
140	295	340	-0.14
160	265	282	-0.30
180	203	215	-0.37
190	129	120	-0.37
200	97	71	-0.33

AT Anomalia Termostérica

* Anomalia Termostérica tomada como referencia.



BIBLIOGRAFIA

1. ASKREN D. y A. Badan, 1978. "Conceptos de Oceanografía Física", School of Oceanography, Oregon State University, pp. 19-51.
2. ENFIELD D., 1976. "Manual de prácticas de Oceanografía Física", INOCAR, pp. 27-30.
3. CROMWELL T., 1953. "Circulation in a Meridional plane in the Central Equatorial Pacific". Journal of Marine Research. Vol.12, No.2, pp.196-212.
4. HACKER P., 1986. "Circulation of the Equatorial Undercurrent around the Galapagos Islands". Chapman Conference on El Niño an International Symposium. Guayaquil, Ecuador. October 27-31, 1986.
5. HALPERN D., 1983. "Variability of the Cromwell

- Current at 110°W Before and During the 1982-83 Warm Event". Tropical Ocean-Atmosphere, Newsletter. No. 21, pp. 31-34.
6. HASTENRATH S., 1985. "Climate and Circulation of the Tropics". Atmospheric Sciences Library, pp.46-56.
 7. HISARD P. y HENIN C., 1984. "On the Weakening of the Equatorial Undercurrent During the 1982-1983 ENSO Event". Tropical Ocean - Atmosphere, Newsletter, Número 26. pp. 1-2.
 8. HOUVENAGHEL G., 1978. "Oceanographic conditions in the Galapagos Archipelago and their Relationships with life on the Islands". Upwelling Ecosystems pp. 181-196.
 9. KNAUSS J., 1960. "Measurements of the Cromwell Current". Deep-Sea Research, Vol.6, pp.265-286.
 10. KNAUSS J., 1966. "Further measurements and observations on the Cromwell Current". J. Mar. Res.24, pp. 205-239.
 11. LUKAS R., 1985. "The Termination of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Pacific". Progress in

- Oceanography Studies, Vol.16 No.2, pp.63-89.
12. MONTGOMERY R. y E. Stroup, 1962. "Equatorial Waters and Currents at 150°W in July-August 1952". The Johns Hopkins Oceanography Studies, No. 1, pp.68.
 13. MOREANO H., ET AL, 1983. "El Niño 1982-1983, Su Formación, su Desarrollo y sus Manifestaciones en Aguas Ecuatorianas". Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol.3, No.1, pp. 3-9.
 14. POND S. y G. PICKARD, 1983. "Introductory Dynamical Oceanography". Second edition, pp. 118-126.
 15. STEVENSON M. and B. TAFT, 1971. "New Evidence of the Equatorial Undercurrent East of the Galapagos Islands". Journal Marine Research. pp. 103-115.
 16. TSUCHIYA M., 1968. "Upper Waters of the Intertropical Pacific Ocean". The Johns Hopkins University Studies, Number 4, pp.4-50.
 17. TSUCHIYA M. 1972. "Equatorial Circulation of the South Pacific". University of Tokyo, Japan, pp. 69-74.

18. VERA D., 1984. "Determinación de Corrientes Geostroficas en la Región Ecuatorial". Tesis de Grado, ESPOL.
19. WHITE W., 1969. "The Equatorial Undercurrent, The South Equatorial Countercurrent, and their extensions in the south Pacific Ocean East of the Galapagos Islands during February-March, 1967". Texas A & M University, Report 69-4-T, pp.74.
20. WYRTKI K. 1965. "Summary of the Physical Oceanography of the Eastern Pacific Ocean". University of California Institute of Marine Resources.
21. WYRTKI K. 1965. "Surface Currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean". Interamerican Tropical Tuna Commission. Vol.9, No.5, pp. 295-303.
22. WYRTKI K. 1967. "Oceanography of the Eastern Tropical Pacific Ocean". University of Hawaii, Honolulu, pp. 52-65.
23. ZUTA S. y J. Cochrane, 1969. "Equatorial Currents East of the Galapagos Islands during February March 1967". Unpubl. Manuscript.