

CONDICIONES HIDROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL PACIFICO COLOMBIANO

Alex René Pineda Devia.
Oceanólogo CCCP

RESUMEN

El estudio sobre las condiciones hidrológicas de la cuenca del Pacífico colombiano, tiene como objeto conocer esta área a partir de su funcionamiento físico (temperatura, salinidad, estructura del agua, masas de agua y dinámica de las corrientes).

En ningún momento se pretende obtener un resultado que pronostique el fenómeno de "El Niño", para lo cual se necesitaría un monitoreo de muchos años, que fluidamente una investigación mucho más exhaustiva sobre el fenómeno. El propósito principal es dar a conocer unos parámetros, que sirvan como inicio de nuevos estudios sobre el Pacífico colombiano.

En la investigación se utilizaron datos emitidos por el C.I.O.H, los cuales se obtuvieron en el período septiembre - marzo - septiembre en los años de 1990 y 1991, respectivamente.

En el área de estudio se utilizó un polígono de muestreo diferente para cada año, que consta de 30 a 33 estaciones. En cada estación se obtuvieron datos de temperatura y salinidad hasta una profundidad de 500 m. Se analizó la temperatura y la salinidad del agua tanto superficial como sub-superficial. Para la obtención del análisis de estos parámetros, se hicieron cartas horizontales en las profundidades 0 y 50m,

La determinación de la estructura del agua se llevo a cabo, identificando las diferentes capas en sentido vertical, definiéndose las masas de agua por medio de las curvas T-S, utilizando el método de Shtokman.

Por último, utilizando un modelo dinámico, se determinó la circulación de las corrientes, en los horizontes 0 - 50 - 200 m, donde se da una idea sobre las características de la corriente, la dirección de estabilidad en el tiempo y su profundidad de penetración.

A ABSTRACT

This study on the hidrological conditions in the Colombian Pacific Ocean, was carried out based on information gathered by the CIOH. The data of samples were obtained throughout the months of September - March - September of 1990 and 1991, respectively.

The studying area was located between 2°N-6°N latitude and 77°30' W longitude 82°W.'. A different 30-33 station sampling method was used for each concerning year. Temperature and salinity data were obtained up to 500 m in depth at each station.

The superficial and sub-superficial temperature and salinity parameters were analyzed throughout the study. Temperature analysis was carried out by using horizontal charts from 0.50 to 200 m in depth. This same method was applied to determine salinity at 0 and 50 m horizons.

After analyzing these parameters, the water structure was determined by identifying the different water masses in the vertical way down, By using the Shtoknan's method, through T-S curves, the water masses were defined. Two masses were identified: the superficial one and the sub-superficial one.

Finally, through a dynamic model, the water circulation was determined at 0, 50 and 200 m horizons. The running water characteristics, the stability direction and its penetration depths can be known by using this dynamic model.

I NTRODUCCION

En los últimos años, el Estado Colombiano, ha puesto más cuidado al estudio del Pacífico colombiano, como zona de desarrollo pesquero y de transporte marítimo y de cabotaje.

Esta zona representa gran interés, pero desde tiempos pasados hasta nuestros días, se han llevado a cabo muy pocas investigaciones; se tienen los materiales pero no se puede satisfacer o interesar a organizaciones para divulgar investigaciones afines a la oceanología, biología y meteorología.

El presente trabajo se basa ante todo en el análisis de los resultados sobre temperatura y salinidad, como punto de partida para determinar la estructura del agua y las masas de agua.

También se busca dar a conocer un método dinámico, para definir la circulación geostrofica, en la cuenca del Pacífico colombiano en los años 1990 y 1991.

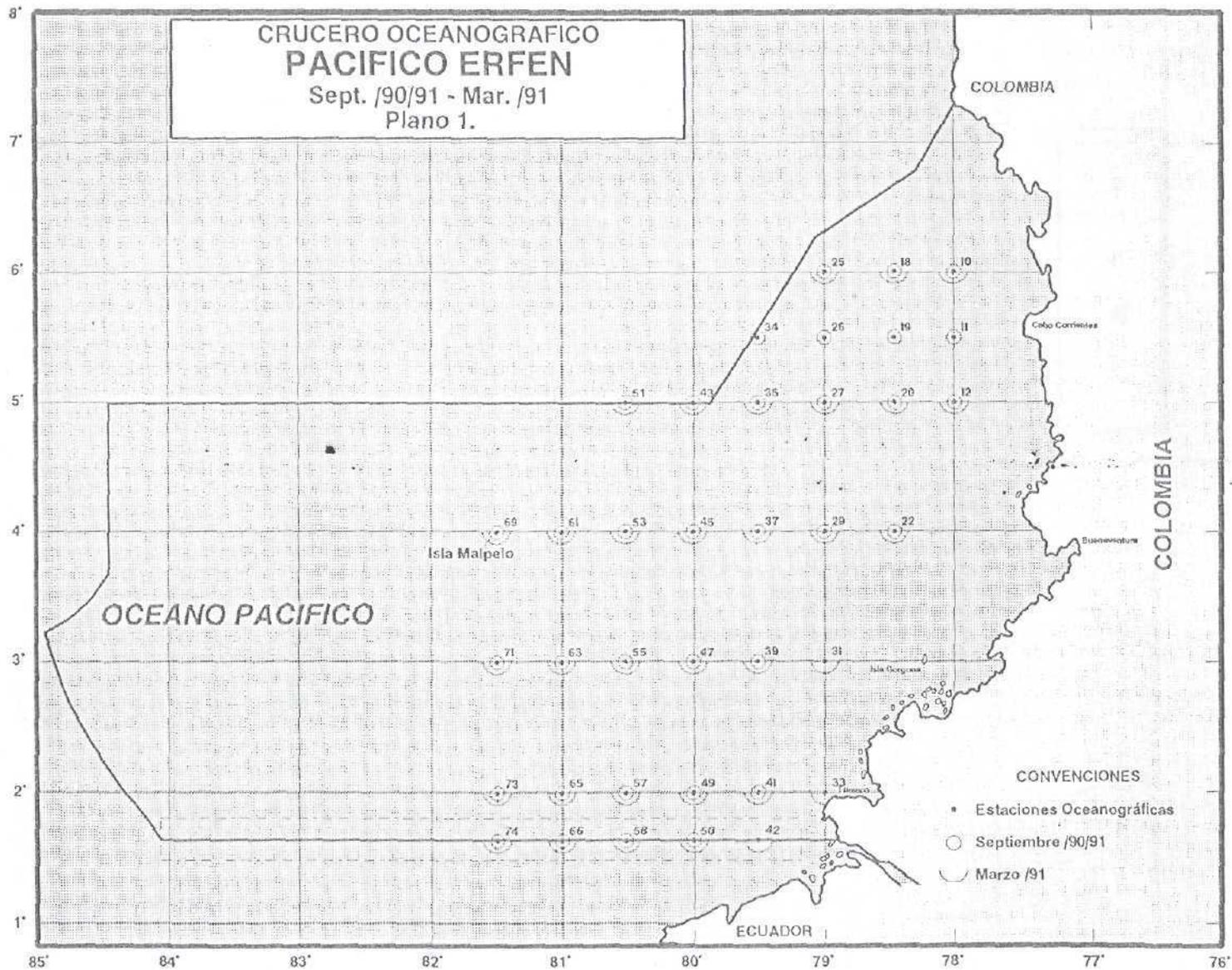
M ATERIAL Y M ETODO DE TRABAJO

Material

La información reportada corresponde a datos emitidos por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas sobre el Pacífico Colombiano, con base en los cruceros realizadas a bordo del ARC Providencia, en los años de 1990 y 1991 en el período septiembre - marzo - septiembre (Plano.Nº1).

El área de estudio de la expedición, comprende la zona ubicada en latitud $01^{\circ}30'N$ hasta latitud $7^{\circ}N$, y entre longitud $78^{\circ}W$ hasta $82^{\circ}W$. El polígono de muestreo fue diferente para cada año, el cual consta de 30 a 33 estaciones, separadas una de la otra, 30 millas.

Los datos obtenidos en el presente trabajo, se basan en los análisis de la temperatura y salinidad a los niveles estándar hasta una profundidad de 500 m. Al obtener los resultados de la investigación, se determinó que los datos utilizados hasta una profundidad de 500 m fueron insuficientes, ya que no permitió encontrar más de dos masas de agua ni una auténtica posición de la superficie cero.



Metodología

Trazados de cartas de las corrientes de densidad.

Es sabido que la variación de la presión (dP) en el mar, es proporcional a la variación del peso de la columna de agua, es decir,

$$dP = \zeta g dz$$

Si se tiene en cuenta que la densidad del agua ζ es un valor inverso al volumen específico α , se puede escribir,

$$\alpha dP = -g dz$$

Integrando esta expresión obtendremos:

$$\int_{P_0}^P dP = - \int_0^Z g dz = gZ = D,$$

donde Z es la distancia entre las superficies isobáricas. La integral se sustituye por la suma,

$$\int_{P_0}^P dP = \sum_{P_0}^P \alpha \Delta P = D$$

Al calcular las alturas dinámicas se toma no el volumen específico real, sino el convencional, el cual, está relacionado con el real por la relación,

$$V_t = (\alpha - 0.9)(1000)$$

de donde

$$\alpha = (V_t/1000) + 0.9$$

y la fórmula será,

$$D = \sum_{P_0}^P V_t/1000 \Delta P + \sum_{P_0}^P 0.9 \Delta P$$

Puesto que al determinar las corrientes, se determinan las diferencias de las alturas dinámicas entre las superficies isobáricas dadas, se puede eliminar el segundo sumando y la fórmula será:

$$D = \sum_{P_0}^P V_t 10^{-3} (\Delta P)$$

El volumen específico se calcula por los valores de la temperatura y la salinidad medidas en las estaciones oceanográficas.

Después de calcular las alturas dinámicas (D), en todas las estaciones, los valores obtenidos se anotan en el mapa de la región, y se trazan las horizontales dinámicas (habitualmente cada 5 mm dinámicos), situando las flechas en las horizontales dinámicas, de acuerdo con la regla de que los valores menores de las profundidades dinámicas deben quedar a la izquierda (en el hemisferio boreal), obtenemos la carta dinámica, que caracteriza las corrientes de densidad.

Método de curvas T-S.

El método fue propuesto por Helland Hansen y su teoría desarrollada por Shtokman e Ivanov, y está basado en que las características de temperatura y salinidad de las masas de agua de un mismo origen se sitúan coordinadamente en el diagrama T-S.

El diagrama T-S, es un impreso con ejes rectangulares de coordenadas: *la temperatura (T) y la salinidad (S) para trazar curvas de igual valor*. En este diagrama, a partir de la información referente a la salinidad y temperatura, se marcan puntos, junto a los cuales se reseña la profundidad de las mediciones. Los puntos se unen por una curva suave y partiendo de su análisis, se juzga sobre las características de las masas de agua.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Análisis de la temperatura superficial del agua.

La temperatura superficial del agua en el Pacífico colombiano, se caracteriza por la presencia de una lengua de agua fría todo el año, que se expande por el Ecuador, desde la zona costera de América del Sur, hacia el océano, formándose así el mínimo de temperatura ecuatorial.

La lengua se desplaza hacia el sur del Ecuador, mezclándose con aguas de la surgencia costera del Perú.

Al norte de esta lengua, circulan aguas tropicales cálidas, las cuales son arras-tradas por efecto de la contracorriente ecuatorial.

La formación del frente oceánico de las Galápagos, entre la lengua de aguas frías y cálidos que se encuentran al norte, se debe a la acción sobre el océano de los vientos del sur.

Los vientos del sur, provocan un fenómeno de surgencia acercando la termoclina a la superficie y enfriando las

aguas superficiales que se encuentran al sur del Ecuador. Al norte del Ecuador, ocurre el fenómeno contrario por acción de los mismos vientos, en donde se profundizan las aguas, provocando el hundimiento de la termoclina.

La formación del mínimo de temperatura ecuatorial en el Océano Pacífico se debe a la surgencia de aguas, la cual origina divergencia en los flujos de deriva (Wirtky).

En septiembre de 1990 (Fig.N°1), la temperatura superficial del océano en el Pacífico colombiano, presentó un aumento costero, en el cual las isotermas, al acercarse a la costa en sentido noreste, aumentan en forma paulatina de 26.2 a 27.4°C.

La temperatura superficial del océano en marzo de 1991 (Fig. N°2), presentó un núcleo con temperatura de 29°C, localizado en las latitudes 3°30'N - 4°N y longitudes 80°W - 81°W, el cual es cubierto por una bolsa de agua de gran magnitud, con temperatura de 28°C, llegando a pensar que ésta, va a desarrollarse en toda la cuenca del Pacífico colombiano, en el transcurso de los meses.

En la misma figura se describe un meandro, con temperatura de 25°C la cual es muy baja para la región, indicándonos una anomalía de 4°C en el área de estudio.

En septiembre de 1991, (Fig.N°3), la temperatura se caracterizó por presentar una ramificación en toda la costa, observándose las temperaturas mayores muy cerca al litoral 27.8°C, y disminuyendo esta temperatura al alejarse de la costa.

En las estaciones centrales del área de estudio, se registró una temperatura compacta de 27°C. En latitud 2°N - 3°N, a 180 - 240 millas de la costa, se caracterizó por una disminución de la temperatura, que para el área de estudio esta entre los índices normales.

El comportamiento de la temperatura superficial del océano en el Pacífico colombiano, en el período comprendido entre septiembre - marzo - septiembre, se determinó que las aguas toman su temperatura normal en septiembre; en marzo se presenta un aumento en gran parte del área de observación, lo que demuestra que paulatinamente esta masa de agua superficial abarcara el Pacífico colombiano, por efecto de la intensificación de la contracorriente ecuatorial y una disminución de los vientos Alisios.

Analizando la temperatura media del océano Pacífico en verano, observamos una temperatura de 26 - 27°C para el área de Colombia, la cual está muy bien definida en el área de estudio en los meses de septiembre de 1990 y 1991 (Figuras N°1y3).

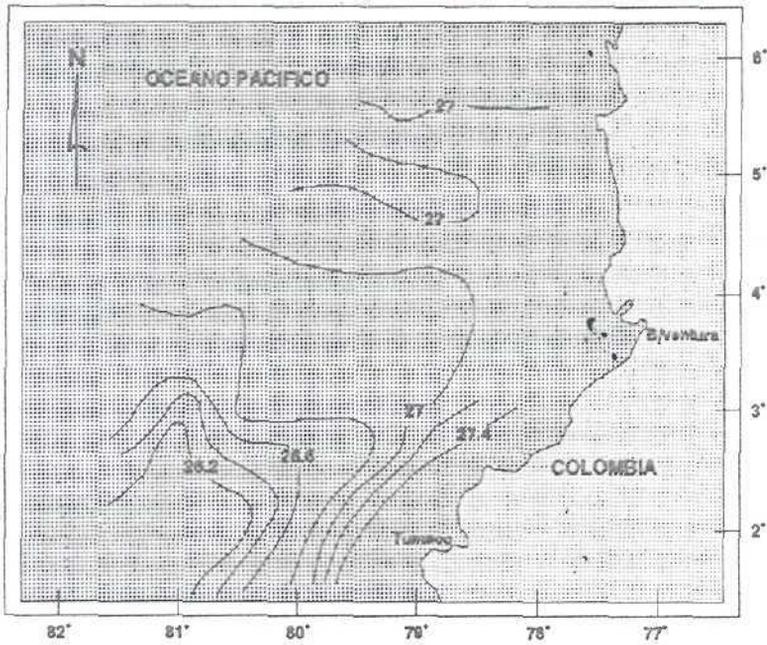


Figura 1
Temperaturas superficial
del agua (sep/90)

Figura 2
Temperaturas superficial del
agua (mar/91)

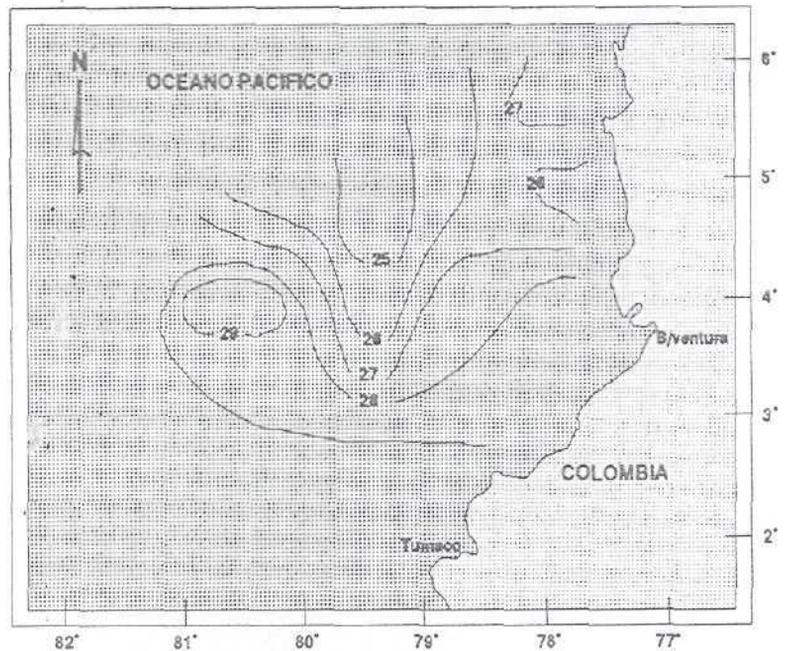


Figura 3
Temperatura superficial
del agua (sep/91)

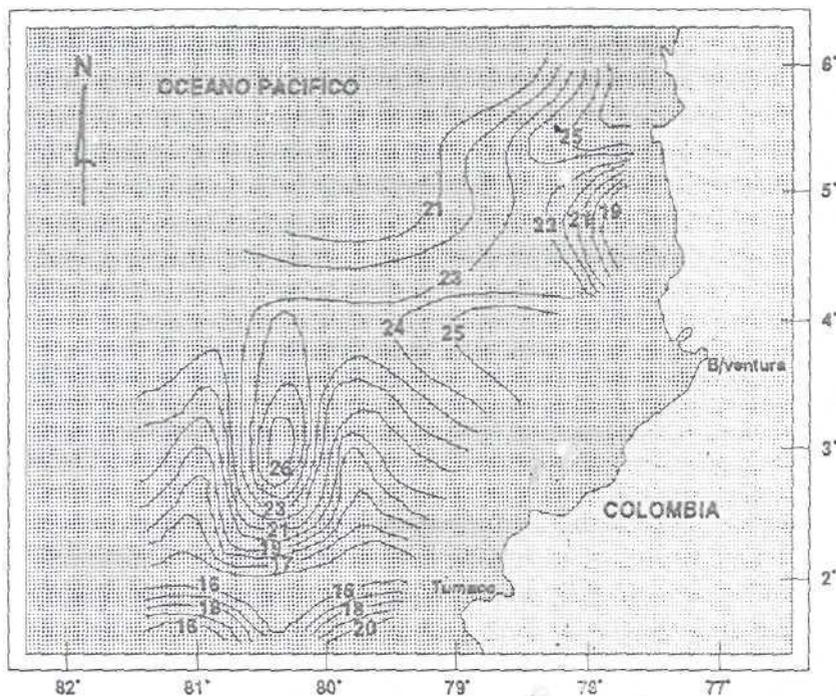
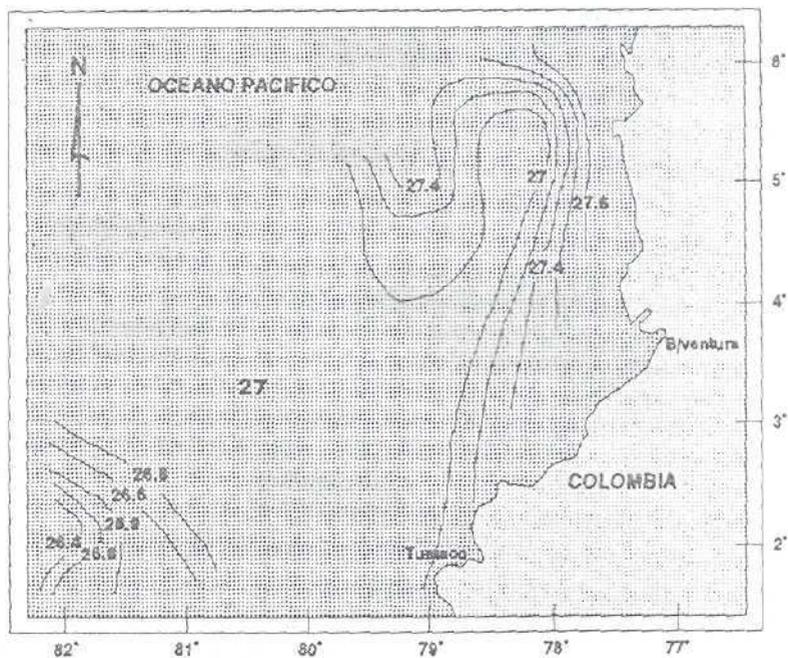


Figura 4
Temperatura sub-superficial
del agua (sep/90)

Análisis de la temperatura sub-superficial del agua.

La temperatura sub-superficial del agua en el Pacífico colombiano en septiembre de 1990 (Fig.N°4), presenta un torbellino anticiclónico con un núcleo de 26°C; con centro 3°N y 80°30'W. Este, al extenderse hacia el sur, disminuye considerablemente su temperatura alcanzando los 16°C.

Observando el comportamiento de la temperatura cerca a la costa, se determina la existencia de dos masas de agua con diferentes parámetros. Una en latitud 6°N con temperatura de 26°C, que al alejarse lentamente de la costa, disminuye hasta los 21°C.

La segunda en latitud 5°N con temperatura 19°C, en la que ocurre todo lo contrario; al alejarse de la costa, aumenta hasta alcanzar una temperatura de 23°C.

En marzo de 1991 (Fig.N°5), la temperatura sub-superficial nos presenta un comportamiento totalmente diferente al observado en la superficie, la cual presentó un índice alto 29°C. En la figura N°6, la temperatura no sobrepasa los 18°C, lo que nos indica un índice muy inferior al observado en la superficie.

La figura No 6 de septiembre de 1991, se caracteriza por presentar una bolsa de agua, en la parte noreste del área de

estudio, con temperatura máxima de 24°C, en la parte central del Pacífico colombiano, observamos otra bolsa de agua de mayores proporciones, con temperatura de 24°C.

Al hacer una comparación de las tres cartas de la temperatura sub-superficial, se determina un factor totalmente diferente al presentado en la superficie, en donde vemos que en septiembre hay un aumento de la temperatura, con parámetros dentro de los usuales. En cambio, notamos la alteración tan vertiginosa de la temperatura del agua en marzo, en relación con la de la superficie, en donde se presentó una temperatura de 29°C. La disminución de ésta en la sub-superficie, se debe a la surgencia de aguas más frías provenientes del fondo, lo cual se corrobora al observar en la superficie, la disminución de la temperatura en la parte norte del área de estudio.

Análisis comparativo del comportamiento del Índice de Oscilación del Sur y la TSO.

Siguiendo la secuencia del Índice de Oscilación del Sur (IOS), que es un indicador del fenómeno de "El Niño" (Plano N°2), observamos que a comienzos de 1991 presenta una anomalía negativa de -1.7, y a mediados de junio - Julio, ésta disminuye hasta alcanzar un valor de -0.5.

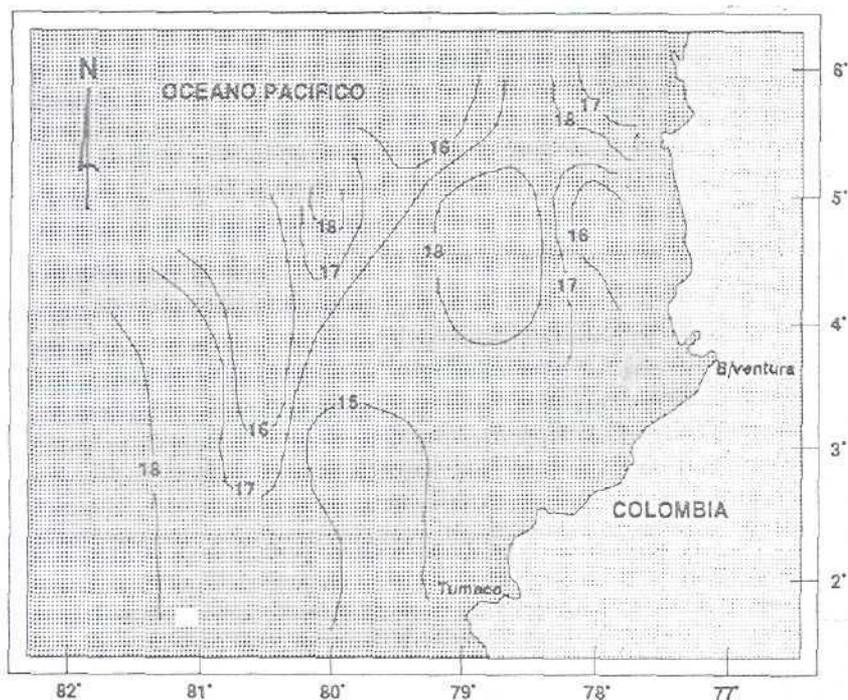
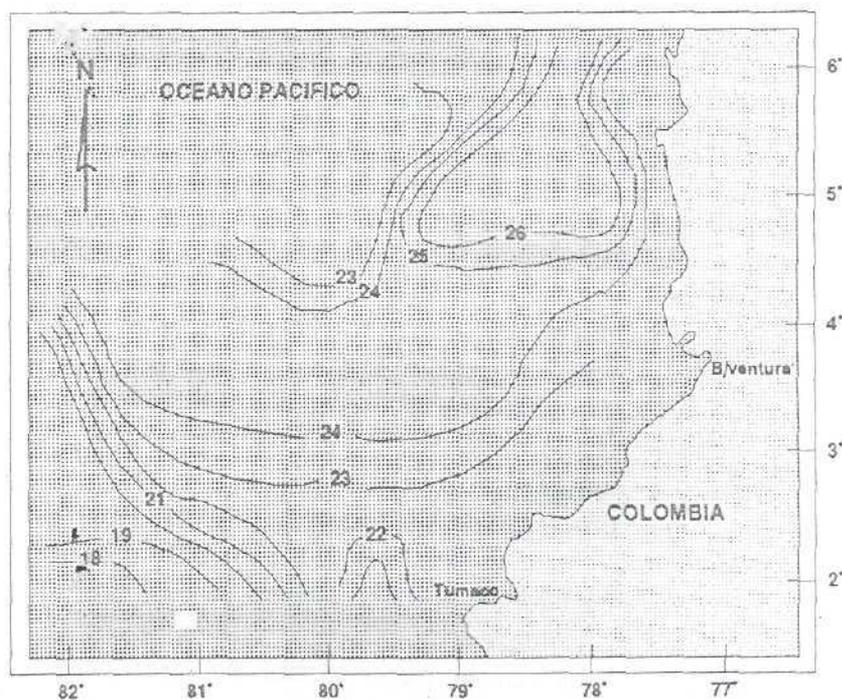
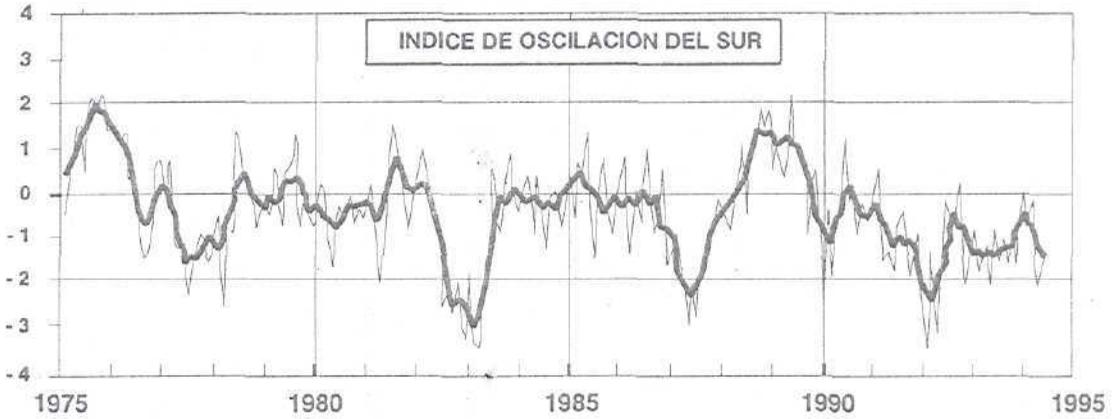


Figura 5
Temperatura sub-superficial
del agua (mar/91)

Figura 6
Temperatura sub-superficial
del agua (sep/91)





Plano 2

Indice de Oscilacion del Stir

Luego, en los meses de septiembre - octubre del mismo año, presenta una anomalía negativa considerable, alcanzando su mayor valor en este período de -3.4.

Comparando las cartas de la TSO y la gráfica del IOS, en septiembre de 1990, la temperatura se caracteriza por estar entre los índices normales de la región y el IOS por un índice negativo de -1.4. En marzo de 1991, se presenta una anomalía del IOS de -1.8, y al observar la carta de la temperatura se registra un sobrecalentamiento de 4°C, en la parte central del Pacífico colombiano. El IOS en septiembre de 1991, se caracteriza por presentar un aumento ostensible -3.4, y la

TSO entre los índices normales de la región colombiana.

Se puede decir que entre los meses de marzo y agosto, hubo un sobrecalentamiento de la masa de agua superficial, ya que en el mes de septiembre de 1991, se observa en la parte noreste de la cuenca, una temperatura de 27.8°C como secuela de este calentamiento.

Entre agosto y noviembre del mismo año, el IOS disminuye hasta -2.0, y la temperatura en septiembre se normaliza. De acuerdo con Wyrтки, el típico fenómeno de "El Niño", se extiende en un lapso de 16 meses (dos veranos y un invierno), y se caracteriza por tener una

anomalía de la temperatura con dos picos en verano. El primer pico corresponde al inicio del fenómeno, que es más extenso que el segundo, en el cual sus condiciones se normalizan.

Según esto, analizando el comportamiento del IOS y las cartas de temperatura superficial, nos encontramos con el inicio del fenómeno, con sus dos picos en verano, los cuales se observan muy bien en el comportamiento del IOS, y el sobrecalentamiento de la temperatura superficial del océano, en el mes de marzo y el mes de agosto de 1991, cuando la temperatura se normaliza y el IOS comienza a disminuir.

Análisis superficial de la salinidad.

La salinidad superficial del Pacífico colombiano, se caracteriza por registrar valores bajos, ya que esta región pertenece a la zona ecuatorial del Océano Pacífico, en donde la variación de la salinidad depende del comportamiento anual de las precipitaciones atmosféricas.

La salinidad superficial en septiembre de 1990 en el Pacífico colombiano (fig.Nº7), nos permite apreciar una homogeneidad en toda la cuenca de 32 - 33 p.p.m.. Al hacer un análisis de la parte sudeste del área de estudio, identificamos una bolsa de agua compacta que tiene un núcleo de 32

p.p.m., y que paulatinamente se desplaza hacia el norte. En la región noreste se presenta una salinidad muy baja de 30 - 31 p.p.m., como consecuencia de las precipitaciones en la zona del Chocó.

En marzo de 1991 (Fig.Nº8), la salinidad superficial permite identificar un gran núcleo, que abarca casi toda zona central de la región de estudio, con valores entre los 33.5 - 34 p.p.m.. Bordeando la costa encontramos una ramificación de una masa de agua superficial, con salinidad promedio de 32- 32.5 p.p.m. y se observa de nuevo cómo en la parte noreste, cerca a la costa, disminuye la salinidad hasta los 31 p.p.m..

Analizando la salinidad superficial en septiembre de 1991 (Fig.Nº9), se observa una bolsa de agua en la parte noreste, la cual se va incrementando de sur a norte, con salinidad de 31 - 33 p.p.m. En la zona oriental se localiza otro núcleo con salinidad de 31 p.p.m., y a medida que se acerca a la orilla disminuye a 28 p.p.m.. En la parte sudoeste hay un aumento de la salinidad en comparación con el resto de la región, 33 - 34 p.p.m..

Comparando las tres cartas de la salinidad en el Pacífico colombiano, observamos que en la parte costera hay una disminución de la salinidad, predominando los valores bajos 31 p.p.m. y menores. Esto se explica como consecuencia de la

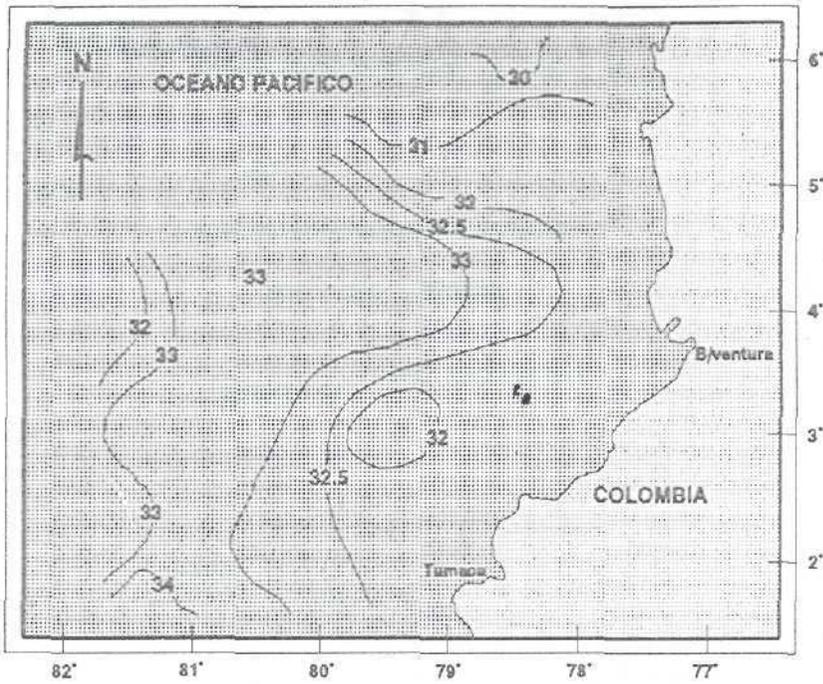


Figura 7
Salinidad superficial
del agua (sep/90)

Figura 8
Salinidad superficial del
agua (mar/91)

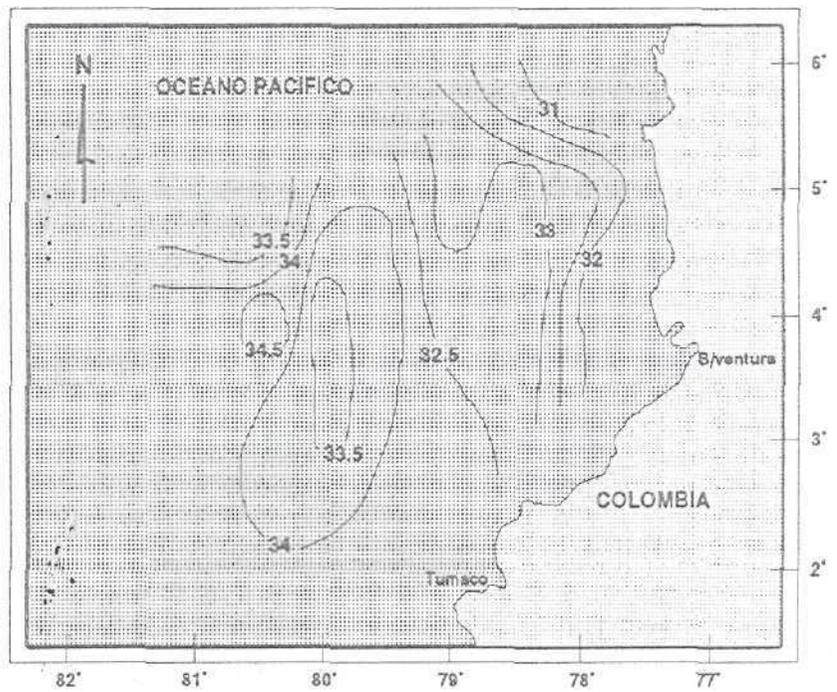


Figura 9
Salinidad superficial del
agua (sep/91)

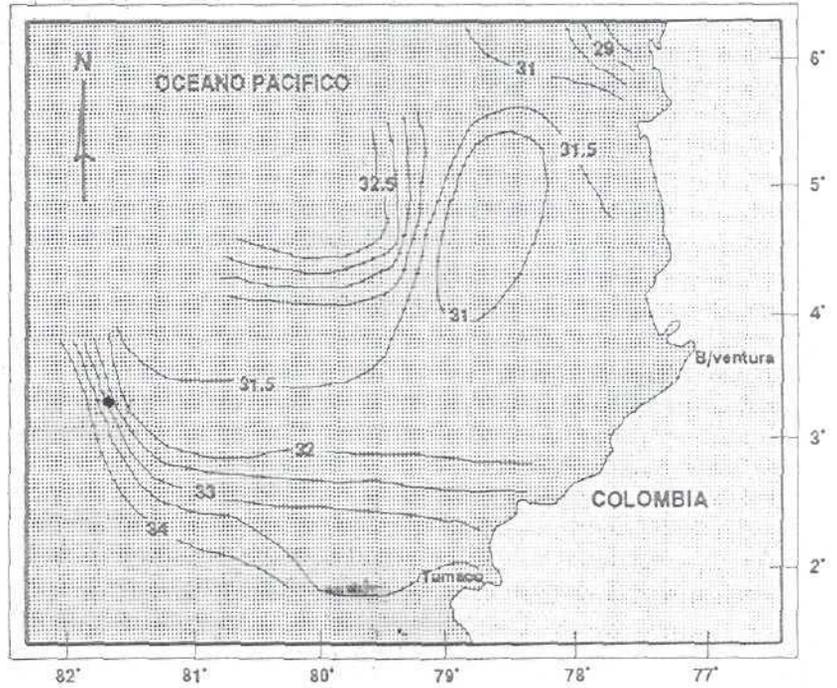
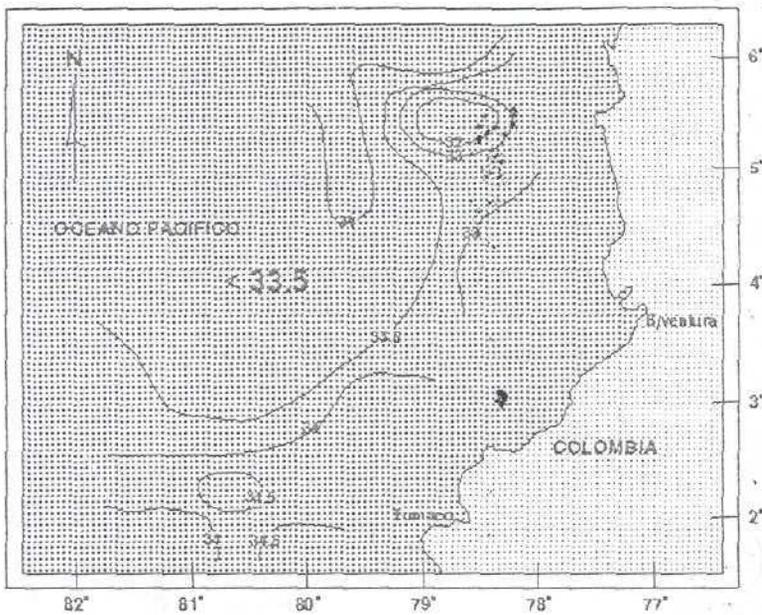


Figura 10
Salinidad sub-superficial
del agua (sep/90)



intensidad de caída de precipitaciones atmosféricas, y en la gran afluencia de aguas dulces. También vemos cómo las isohalinas, al acercarse a la zona ecuatorial aumentan su valor, esto debido a que en la zona oriental-ecuatorial, del Océano Pacífico, se localiza una lengua independiente que existe casi todo el año.

Análisis sub-superficial de la salinidad

El campo de la salinidad sub-superficial en el Pacífico colombiano, en septiembre de 1990 (Fig.Nº10), nos permite demarcar tres sectores con salinidad similar. El primer sector, al noreste del área de estudio, en el cual se ubica un núcleo con sus respectivas isohalinas, con salinidad entre 32 - 34 p.p.m.. En el segundo sector, en la parte central, se identifica una bolsa de agua con salinidad de 33.5 p.p.m.. El tercer sector se caracteriza por presentar otro núcleo de menores proporciones, con salinidad 34.5 p.p.m..

La figura Nº11, se caracteriza por registrarse un ciclón de forma circular con centro 3°N y 80°20'W, con núcleo de 34 p.p.m., expandiéndose en la parte central del área de estudio, llegando a aumentar su salinidad hasta 34.8 p.p.m.. Desde la zona noroeste hasta la costa, observamos una lengua de gran magnitud con salinidad promedio de 34.5 p.p.m..

La figura Nº12, de septiembre de 1991, se caracteriza por presentar entre las latitudes 3°N y 6°N, un torbellino ciclónico con dos núcleos de idéntica salinidad 33 p.p.m., y a medida que se expande, aumenta la salinidad 34 p.p.m..

En la parte sudoeste del área de estudio, se presenta una bolsa de agua con salinidad de 33 - 34 p.p.m.. Tanto la bolsa de agua como el ciclón son recubiertos por una isohalina con la máxima salinidad 34.5 p.p.m., que divide el área cerca a la costa donde se presenta un ramal, que se encuentra distribuido por toda la costa colombiana. Las características de la salinidad, cerca a la costa, registra un aumento en comparación con la salinidad superficial, esto se debe a que están en constante mezcla la capa superficial con la sub-superficial.

Análisis de la estructura del agua

Según Dobravolski, por estructura del agua se entiende la combinación de las diferentes masas de agua en sentido vertical, en todo el espesor del océano. El mismo definió dos estructuras de agua diferentes en la parte norte del océano Pacífico - la tropical y la subártica. Para la

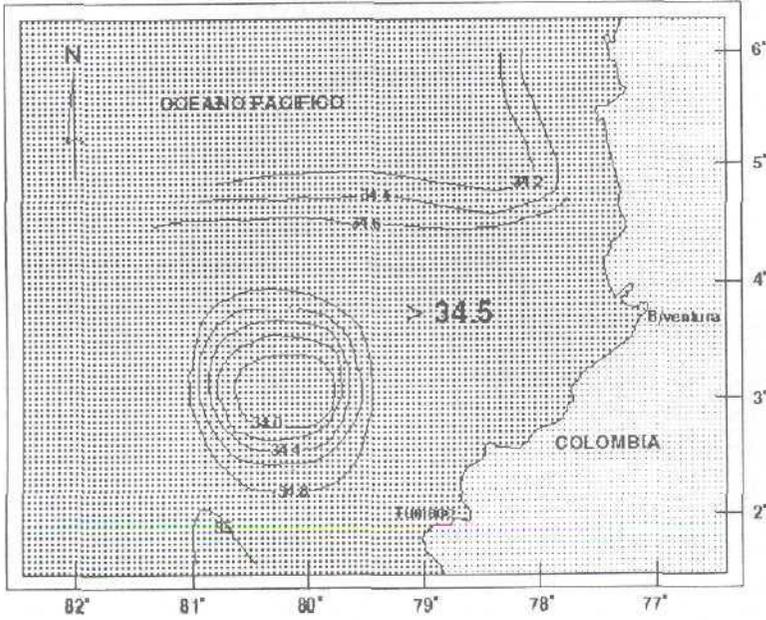
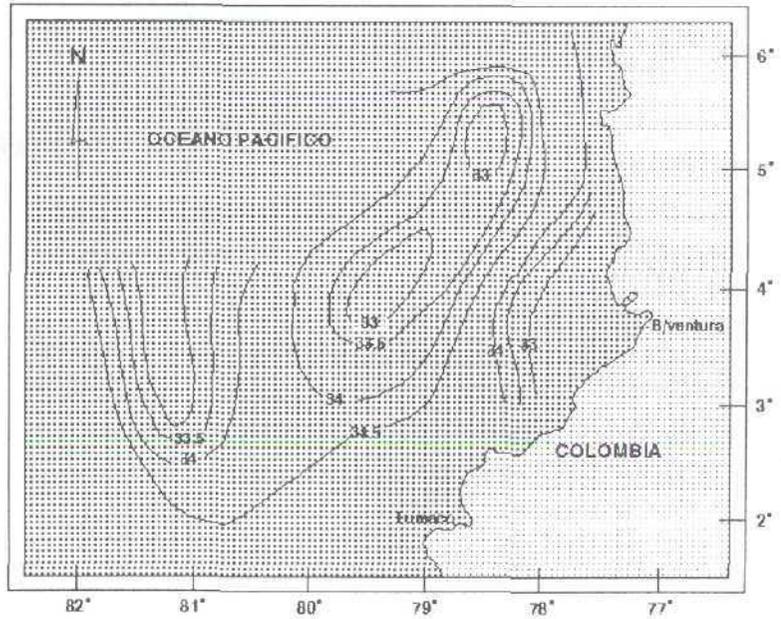


Figura 11
Salinidad sub-superficial
del agua (mar/91)

Figura 12
salinidad sub-superficial
del agua (sept/91)



característica subártica, determinó una distancia fría intermedia. Para la tropical, un aumento de la salinidad. La investigación en el área de estudio, nos permitió identificar dos estructuras: *Una tropical y otra ecuatorial*.

La principal diferencia entre estas dos estructuras se debe a la diferente correlación de evaporación intensiva y a la cantidad de precipitaciones atmosféricas.

Si en la zona de estructura tropical, la evaporación supera las precipitaciones, esto determina la formación máxima de salinidad en la superficie.

Al observar las cartas de salinidad, esto se presenta en la parte oeste de la cuenca, en donde se observan valores de 34.5 p.p.m..

En la estructura ecuatorial, la cantidad de precipitaciones supera la evaporación, determinando la formación de una capa superficial dulce, sobre todo en la parte oriental del Océano Pacífico, cuando la cantidad de lluvias aumenta, que en las costas de Colombia alcanza los 3000 - 4000 mm anuales.

En los mapas de salinidad, se observa que en la parte noreste del área de estudio, se registra una disminución de la salinidad, como consecuencia de éstas y por el afloramiento de agua dulce.

Análisis de las masas de agua.

Las masas de agua se determinaron por medio del análisis de las curvas T-S por el método de Shtokman. Con el material con que se disponía, se identificaron dos masas de agua. La primera tiene por nombre, masa de agua de la superficie ecuatorial - tropical oriental. La segunda, masa de agua de la sub-superficie subtropical y ecuatorial tropical.

La masa de agua de la superficie, se localiza en la capa de agua que se encuentra entre los 0 y 50 m, y se caracteriza por su baja cantidad de salinidad 30.6 - 33 p.p.m., y por una temperatura de 25.5° - 28.0°C.

De acuerdo con las investigaciones que se han llevado a cabo en esta región, la temperatura del agua supera los 30°C, en épocas en las cuales se ha observado el calentamiento de la TSO (Fenómeno de El Niño). La masa de agua de la subsuperficie, se localiza entre las profundidades de 50 a 200 mts. Su salinidad fluctúa entre 34.4 - 35.5 p.p.m., y la temperatura de 17.5°C.-14.0° C

El aumento de la salinidad que se observa en esta masa de agua, podría atribuirse al hecho de que se mezcle con la masa de agua de la superficie, esto sucedería si en unos cuantos meses dejara de llover y hubiera una dispersión de las nubes, pero

esto no sucede. Por eso la capa de agua subsuperficial existe todo el año y se considera una masa de agua independiente, la cual se forma por la gran caída de la salinidad, en la zona sur y norte de convergencia. El núcleo de esta masa de agua se encuentra a una profundidad de 100 - 150 m.

Análisis dinámico de las cartas topográficas.

Al trazar las cartas de las corrientes, por el método dinámico, es muy importante saber escoger la superficie isobárica inicial, a partir de la cual se cuentan las alturas dinámicas, la así llamada superficie cero.

Existen varios métodos para determinar la superficie cero: *Defant parte de que la superficie cero se encuentra en la capa, en donde la corriente se debilita y no se siente, o que con la profundidad la dirección de la corriente cambia.*

Ditrix, propone escoger como superficie cero, el horizonte en donde se presenta la concentración mínima de oxígeno. Por lo tanto, en nuestra disposición de las estaciones hidrológicas, al tener sólo hasta una profundidad de 500 m, no pudimos determinar una auténtica posición de la superficie cero. Por eso se escogió como superficie cero los 500 m, que es la máxima profundidad.

Gran interés representa para nuestro medio, la circulación ecuatorial, que evidentemente determina la existencia de la contracorriente de los vientos interalísios. Esta contra-corriente que supera los 100 cm/s y a veces los 150 cm/s, en la parte central del Océano Pacífico, la cual se dirige de Oeste a Este en la capa superficial. Entre los 100 y 400 m se encuentra la contracorriente subsuperficial, también dirigiéndose hacia el Este, en la zona ecuatorial de 2° tanto de latitud norte, como de latitud sur. Esta contracorriente sub-superficial recibe el nombre de subcorriente de Cromwell, y atraviesa el Océano Pacífico desde Nueva Guinea hasta las costas del Ecuador. Su longitud está cerca a los 16.000 Km. La subcorriente de Cromwell, de la contracorriente de los vientos interalísios o contracorriente ecuatorial, son las corrientes más largas del mundo.

Para conocer las características de la circulación superficial, se hicieron gráficas de la topografía dinámica, en los meses de septiembre - marzo - septiembre de 1990 y 1991 respectivamente, para los horizontes 0 y 50 m. En las gráficas de la topografía dinámica en la superficie, se puede observar una disminución del relieve dinámico de norte a sur. En septiembre de 1990 (Fig.N°13), se caracteriza por la formación de un torbellino ciclónico, que se localiza en la parte central del área de estudio. Cerca a la costa, se determina una

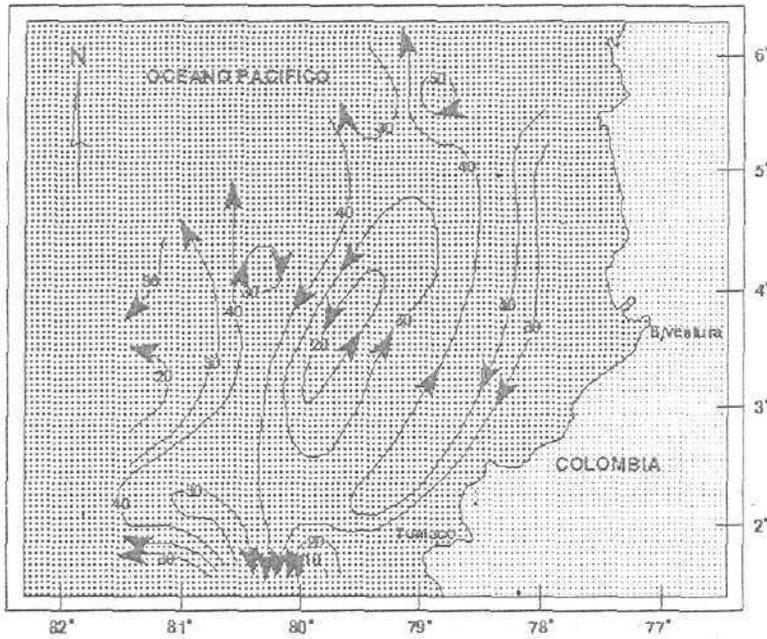
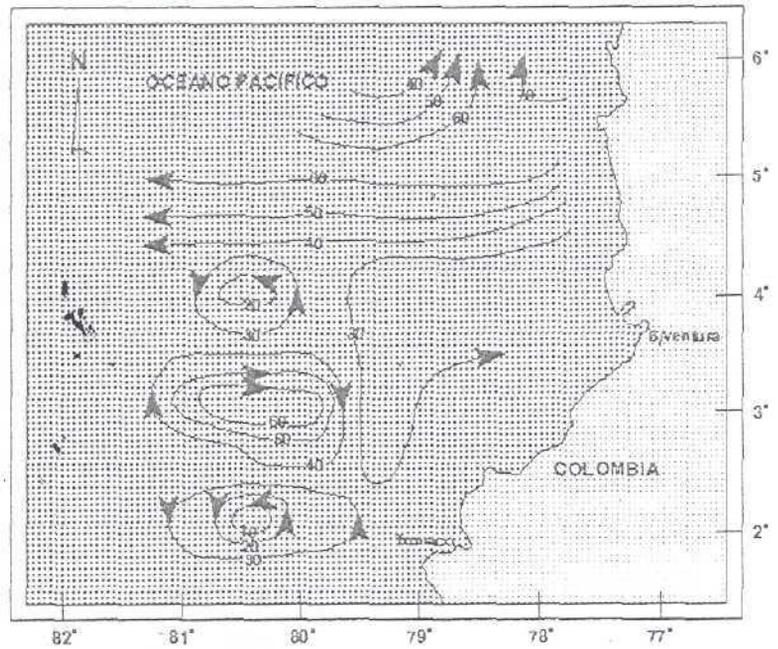


Figura 13
Topografía dinámica con
referencia a 500db en
superficie (sep/90)

Figura 14
Topografía dinámica con
referencia a 500db
en superficie (mar/91)



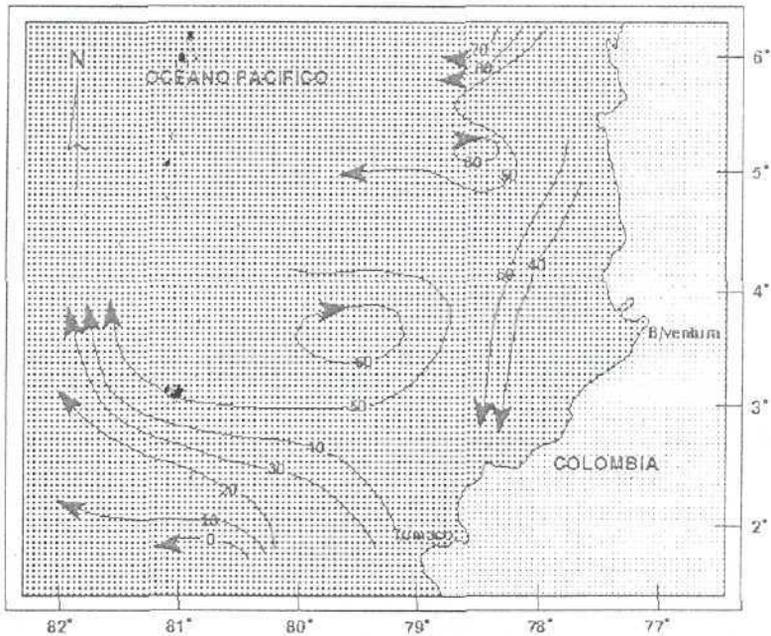


Figura 15

Topografía dinámica con referencia a 500 dh en superficie (sep/91)

ramificación con dirección al ecuador, y lo contrario se observa en la parte occidental, donde la corriente se dirige hacia el golfo de Panamá, esta circulación se identifica con la contracorriente ecuatorial del norte, que se acumula en el golfo de Panamá. Los meandros que se observan en la parte sur del área, son debidos a los vientos Alisios del sudeste.

La figura N°14, presenta una dispersión de la corriente, la cual se observa muy bien en al parte norte del área de estudio. Se determina un torbellino anticiclónico estacionario, con centro en las

coordenadas 3°N y 80°30'W; al sur del anticlón se detecta la presencia de otra formación ciclónica, así como en el norte, al oriente de la región se registra una formación barotrópica. A los 50 m , la intensidad del torbellino anticiclónico aumenta bruscamente, esto se observa por la congregación de isolneas alrededor del anticlón, determinándose de esta forma una zona de divergencia de la corriente, registrada por la surgencia de agua a la superficie

En la figura N°15 de septiembre de 1991, el Pacífico colombiano se caracterizó por

la presencia de un extenso anticiclón, que abarca gran parte de la región de estudio; también se define muy bien la corriente del Chocó, dirigiéndose paralela a la costa colombiana, tomando rumbo hacia la línea ecuatorial, como consecuencia de la dirección de los vientos Alisios, que se dirigen del continente hacia el océano.

De acuerdo con la subcorriente de Cromwell, al acercarse a las islas Galápagos, ésta se halla a una profundidad de 200 - 300 m. Precisamente a los 200 m se hicieron las gráficas de la topografía dinámica. En las gráficas se determina un fuerte cambio en la dirección de la corriente.

En septiembre de 1990 a los 200 m, la parte central del área de estudio, se caracteriza por la formación de un ciclón. Al noroeste de la región se detectó otra formación ciclónica, al tiempo que en el sur del área, se observa la corriente dirigiéndose hacia la costa, identificándose con la subcorriente de Cromwell, que se dirige hacia el golfo de Panamá, mezclándose con la contracorriente ecuatorial norte.

En marzo de 1991, se presenta la formación de un anticiclón a los 200 m, el cual, a medida que se acerca a la superficie, aumenta su formación torbellina.

En el sector norte se registra una dispersión de la corriente dirigiéndose de la costa hacia el océano. Al analizar las gráficas N°13 y 15, se determina el desplazamiento de la contracorriente ecuatorial hacia el Pacífico colombiano, dirigiéndose paralela a la costa colombiana, donde toma el nombre de corriente de Colombia, la cual se mezcla con aguas de la corriente del golfo de Panamá. Las aguas que salen del golfo, una parte giran al oeste y la otra parte se dirige paralela a la costa colombiana, conformando la corriente del Chocó.

C ONCLUSIONES Y R ECOMENDACIONES

En la cuenca del Pacífico colombiano se observa una estabilidad del tiempo y espacio de la corriente, en los meses de septiembre, que se identifica con la corriente de Panamá, que se acumula allí por efecto de la contracorriente de los vientos interalísios, contracorriente ecuatorial.

Observando las gráficas de temperatura, salinidad, y la dirección de la corriente, se determina que tanto, la contracorriente

ecuatorial norte como la subcorriente de Cromwell, desplazan agua del Pacífico central al Pacífico oriental ecuatorial.

Se identificaron dos masas de agua en el área de estudio. Una superficial llamada masa de agua de la superficie ecuatorial tropical-oriental, entre las profundidades 0 y 50 m, que se caracteriza por su baja salinidad 30.6 - 33‰, y una temperatura de 25.5° - 28.0°C. y la otra llamada masa de agua de la subsuperficie subtropical y ecuatorial tropical, localizada entre los 50 y 200 m de profundidad, con un aumento en la salinidad de 34.4 - 35.5‰, y temperatura de 14.0 - 17.5°C.

Las investigaciones en el Pacífico colombiano registraron dos estructuras de agua, una tropical y la otra ecuatorial, en donde la estructura de agua tropical se caracteriza por la formación máxima de salinidad, debido a que la evaporación supera las precipitaciones y la zona de

estructura ecuatorial se caracteriza por la formación de una capa dulce de agua, ya que la cantidad de precipitaciones supera la evaporación.

Analizando el comportamiento de la temperatura superficial del océano y del índice de oscilación del sur, se determinó el inicio del fenómeno de EL Niño, en el año de 1991, que se caracterizó por presentar sus dos picos en verano.

Los datos utilizados en la investigación hasta los 500 m, fueron insuficientes, ya que no se pudo determinar más de dos masas de agua y una auténtica posición de la superficie isobárica.

Para obtener unos resultados más acordes en la investigación, se tiene que trabajar con datos hasta una profundidad de 1000 - 1500 m, para así poder determinar los factores físicos y dinámicos característicos del Pacífico colombiano.

BIBLIOGRAFIA

BUVNOV, V.A. *Circulación del agua en la zona ecuatorial de los océanos. Hidrometeoizdat. Leningrado 1990.*

BURKOV, V.A. *Circulación general del agua en el Océano Pacífico. Ciencia. Moscú, 1980.----- Circulación General del Agua en los Océanos. Hidrometeoizdat. Leningrado 1972.*

DORONIN, Y.P. *Interacción océano - atmósfera. Hidrometeoizdat. Leningrado 1981.*

EGOROV, N.I. *Oceanografía física. Hidrometeoizdat. Leningrado 1974.*

GALERKIN, L.I. *El Océano Pacífico. Muils. Moscú, 1972.*

ISTOCHIN, Y.V. *Oceanología. Hidrometeoizdat. Leningrado, 1969.*

MAMAEV, O.I. *Análisis termoclino del agua en los océanos. Hidrometeoizdat. Leningrado, 1962. -----Superficie dinámica cero en los océanos. Univ. de Moscú, 1987.*

OCEANO PACIFICO. *Hidrología del Océano Pacífico. Ciencia. Moscú, 1968.*

OCEANO PACIFICO. *Química del Océano Pacífico. Ciencia. Moscú, 1966.*

YUKOV, L.A. *Oceanología General. Leningrado Hidrometeoizd, 1976.*