
MÉTODO DE APROXIMACIÓN PARA DETERMINAR CAMBIOS ENTREANUALES APLICADO A PARÁMETROS DE TEMPERATURA Y SALINIDAD DEL PACÍFICO COLOMBIANO

Igor Málikov Msc. en Ing. Oceanológica CCCP
Teniente de Navio Gustavo Adolfo Camacho Oceanógrafo Físico CCCP

Resumen

El objetivo del presente trabajo es presentar un método de aproximación para determinar los cambios en un año (entreañales) que experimentan los parámetros físicos en un área geográfica tropical. Para ello se acudió a una regresión polinomial de quinto grado -adecuada para los trópicos- y se aplicó a datos oceanográficos de la región de la Cuenca del Pacífico Colombiano (CPC) colectados por la Armada Nacional en cruceros oceanográficos desde 1970 hasta 1996. El resultado alcanzado es la caracterización del comportamiento vertical de los parámetros de Temperatura y Salinidad del mar en las diferentes regiones del Pacífico Colombiano. Basados en los resultados se concluyen los procesos dinámicos marinos involucrados en la primera capa del océano, como producto de la interacción del océano con los patrones de los Vientos Alisios de acuerdo con el tránsito de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Con el fin de obtener promedios mensuales más exactos para cada estación y a cada profundidad estándar, es necesario realimentar la base de datos con más información, adquirida en los siguientes cruceros.

Abstract.

The aim of the present work is to introduce an approximation method to determine the interannually changes experienced by physical parameters given in a tropical area. A Fifth Grade Polynomial Regression was chosen because of its identity with tropical processes and was applied to collected oceanographic data from The Colombian Pacific Basin, obtained by the Colombian Navy through 26 years (1970-1996). The main result is the characterization of temperature and salinity vertical variations in the different regions of the Colombian Pacific. Based on this result, it is possible to conclude the marine dynamic processes involved in the upper layer of the ocean, as a effect of the ocean-atmosphere interaction with the Trade winds patterns due to the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) transit. With the end of obtaining more precise monthly-average data for each station and to every standard depth, it is necessary to feed the data base with more information aquired in the next cruises.

1. INTRODUCCIÓN

Al modelar cualquier proceso oceánico es necesario tener unas condiciones iniciales del proceso. En el caso de la modelación de la dinámica del Pacífico Colombiano se utilizan como condiciones y datos iniciales la Temperatura y la Salinidad del mar.

Para obtener resultados más aproximados de la dinámica de la región de estudio se debe tener un mayor conocimiento de las oscilaciones de la Temperatura y la Salinidad a través del tiempo, por lo tanto, se hace necesario encontrar los cambios entreanuales de los datos colectados en el Pacífico Colombiano.

Los cambios entreanuales dan la posibilidad de estudiar el comportamiento durante el año de las características analizadas para cada capa observada. También permiten entender la influencia de otros procesos físicos en las oscilaciones de dichos parámetros a través del año.

2, DATOS UTILIZADOS

Para la realización de este trabajo se tomaron los datos ya calibrados a profundidades estándar y en puntos de una grilla establecida para la región de estudio (Málikov I., 1997) provenientes de expediciones oceanográficas efectuadas por la Armada Nacional Colombiana desde 1970 hasta 1996 sobre el Pacífico Colombiano.

Los datos utilizados provienen de la Cuenca del Pacífico Colombiano (CPC) ubicada entre longitudes $77^{\circ} 40' 00''$ W - $82^{\circ} 00' 00''$ W y latitudes $01^{\circ} 30' 00''$ N - $07^{\circ} 00' 00''$ N (Fig. No.1).

Los datos iniciales fueron primeramente analizados en forma visual con el fin de conocer su estructura interna y proceder a la interpolación tanto a profundidades estándar como en los puntos de una grilla que se tenía establecida para la región de estudio desde 1982. La interpolación a profundidades estándar se realizó utilizando una modificación de la interpolación lineal del método de Reiniger y Ross-1968 (Boyer, T.Y.S. Levitus., 1994). La interpolación en los puntos de la grilla se elaboró teniendo en cuenta la distribución normal de cada parámetro y la influencia de factores que rigen el área de estudio, como son, lugar geográfico, profundidad, época del año, etc., (Málikov 1.1997).

3. METODOLOGÍA

El área de estudio tiene 82 estaciones. Para cada una de ellas es necesario obtener las características del comportamiento entreanual de Temperatura y Salinidad.

Esto significa que se deben conseguir los valores medios mensuales de la Temperatura y la Salinidad en cada estación y en cada profundidad estándar hasta los 500 metros.

Los valores medios mensuales se determinaron sólo hasta los 500 metros debido a que en las demás profundidades los datos iniciales no eran suficientes. Así mismo el total de los datos tomados durante el periodo 1970 -1996 fue igual a 856 observaciones de las cuales únicamente 181 (21.15 %) se determinaron hasta los 500 metros y 274 (32 %) tenían errores por calibración del sensor, transcripción de datos, etc., los cuales se analizaron y corrigieron.

La mayoría de los datos de este periodo se obtuvieron de las zonas costeras y centrales. En la zona oceánica del Pacífico Colombiano se encuentra muy poca información, en algunas estaciones se tomaron datos sólo 2-3 veces.

El máximo número de observaciones por estación fue de 19; en la mayoría hubo menos. De estos datos, el máximo número que se halló en el mismo mes fue de cuatro, esto debido a que los cruceros normalmente se programan para la misma época, mientras que en enero, por ejemplo, no hubo observaciones.

Esto quiere decir, que los datos que se utilizan para este trabajo no son suficientes y por lo tanto se puede recibir sólo una distribución entreanual aproximada para la Temperatura y la Salinidad.

Debido a que no existe información completa en cada una de las estaciones dentro del periodo de observación (1970 - 1996), es indispensable realizar la restauración de los datos ausentes.

Para obtener los cambios entreanuales de Temperatura y Salinidad en aquellas estaciones donde aún es posible obtenerlas se utilizó el método de restauración por medio de la Regresión Polinomial.

La Regresión Polinomial en forma general se expresa de la siguiente manera:

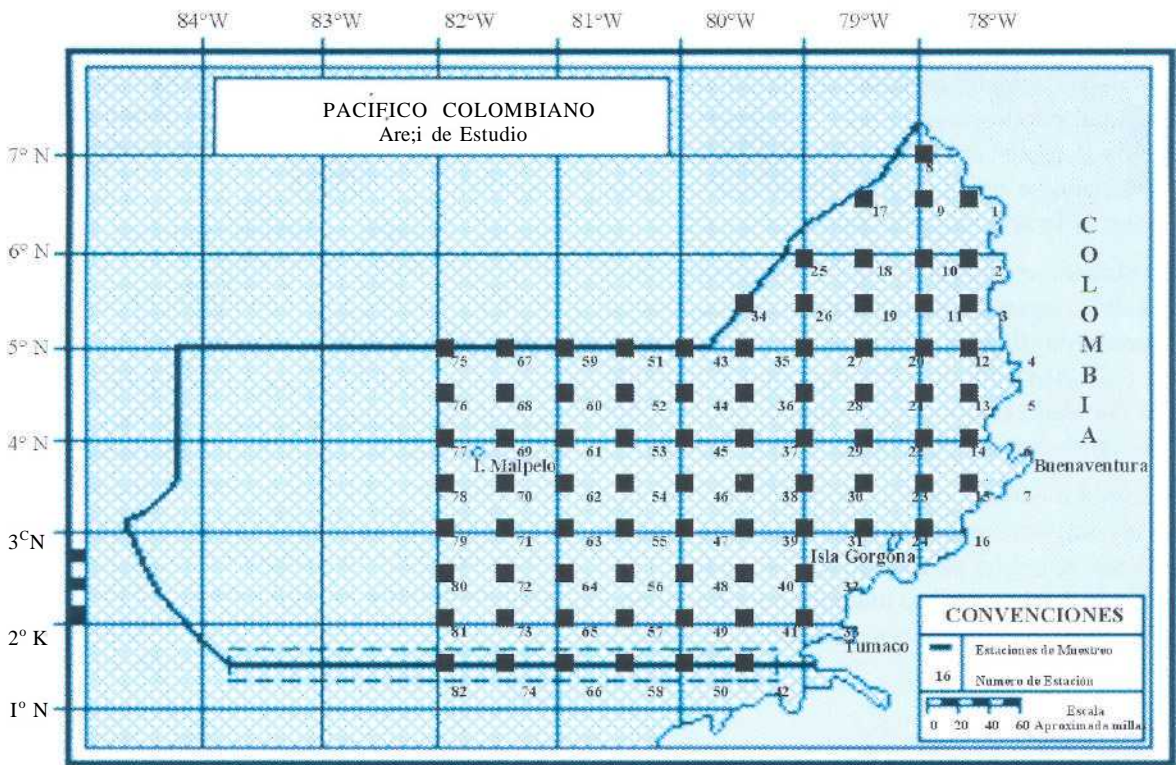


Fig. No. 1

$$= \sum_{i=1}^m a_i x^i = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_m x^m,$$

donde,

- m - es el nivel del polinomio;
- a - coeficiente de regresión.

Si m = 1, entonces se obtiene una ecuación de primer grado (regresión lineal).

Si m = 2, entonces se obtiene una ecuación de segundo grado etcétera.

Con el aumento del grado del polinomio la curva se acercará aún más a los datos iniciales, o sea ante m = n-1 (donde n es la cantidad de puntos iniciales) la curva pasará por cada punto. Pero graficar un polinomio de este tipo no tiene sentido debido a que simplemente representaría los mismos datos iniciales sin ningún cambio.

Para encontrar los coeficientes a_0, a_1, \dots, a_m se utiliza el método de los Mínimos Cuadrados

$$S = \sum_{i=1}^n U_i^2 \sim (a_0 + a_1 x + \dots + a_m x^m)_i^2 = \min^2.$$

Igualando las diferenciales de S para las incógnitas, a_0, a_1, \dots, a_m a cero,

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = -2 \sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - a_1 x_i - \dots - a_m x_i^m] = 0,$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = -2 \sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - a_1 x_i - \dots - a_m x_i^m] x_i = 0,$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_m} = -2 \sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - a_1 x_i - \dots - a_m x_i^m] x_i^m = 0.$$

obtenemos un sistema de ecuaciones de cuya solución podemos determinar los parámetros a_0, a_1, \dots, a_m .

$$a_0 n + a_1 \sum_{i=1}^n x_i + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^m = \sum_{i=1}^n y_i,$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} = \sum_{i=1}^n x_i y_i,$$

$$a_0 \sum_{i=1}^n x_i^m + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} + \dots + a_m \sum_{i=1}^n x_i^{2m} = \sum_{i=1}^n x_i^m y_i.$$

En el presente trabajo se utilizó un polinomio de quinto grado. Este permite, de manera óptima, describir las oscilaciones estacionales del año a través de los datos iniciales para regiones ecuatoriales (10°S-10°N). Un polinomio de menor grado (2,3 ó 4) no permite encontrar estos cambios. Un polinomio de mayor grado (de 6 en adelante) describe el comportamiento de cada uno de los datos con mucha discriminación, lo cual tampoco es conveniente ya que presenta variaciones no significativas.

El polinomio de regresión describe el comportamiento de los datos iniciales dependiendo del peso de estos dentro de la serie de datos. Así varios valores concentrados, hacen que la curva se aproxime a ellos cuando al mismo tiempo hay un valor aislado en contraposición, como se puede ver en la figura 2 a nivel de Om. En diciembre hay un dato de 28.3°C que prácticamente se desprecia, pero que posteriormente es tenido en cuenta, por su posición, para generarse el mayor máximo.

Los datos iniciales presentan muchos errores y por eso antes de construir un polinomio de regresión se realiza la corrección de estos datos. Por ejemplo, cuando existen dos datos de una estación de una misma época y una misma profundidad con una diferencia entre los dos entre 6 - 8 °C entonces se supone que uno de estos datos es erróneo y por eso es necesario eliminar uno de los dos. Para determinar de cuál de ellos podemos prescindir es indispensable estudiar las oscilaciones de la característica analizada en esta estación, a esta profundidad y en el momento de observación. Esto se debe realizar cuidadosamente ya que un error inicial puede mostrar un cambio estacional no existente.

De esta manera se logró encontrar las oscilaciones entreanuales de la Temperatura y la Salinidad del Pacífico Colombiano en aquellas estaciones donde los datos iniciales fueron suficientes para la elaboración de este trabajo.

En las estaciones donde los datos iniciales no permitieron utilizar el método descrito anteriormente, se realizó la restauración de los datos por medio del método de aproximación. Este método consistió en lo siguiente:

Tomando todas las estaciones en las cuales se encontraron los datos promedio para cada mes del año (enero, febrero, ..., diciembre) y para cada profundidad estándar (0, 10, ..., 500m), y con la ayuda del pa-

quete de gráficas SURFER se elaboraron mapas de isolíneas de Temperatura y Salinidad por medio del método de aproximación Kriging.

Después, por medio de los mapas graficados se obtuvieron los datos de las estaciones en las cuales no se podía obtener la información a través de interpolación.

Estos datos fueron obtenidos de la siguiente manera: teniendo como ejemplo el mes de enero a profundidad 0 metros se analiza la Temperatura en todas las estaciones donde existe información, después se construye el mapa de isolíneas a esta profundidad. Así se determina el valor de la Temperatura correspondiente a las estaciones donde no se tiene esta información. De la misma forma se procedió con todas las estaciones en cada profundidad y en cada mes.

4. RESULTADOS

4.1. Estructura vertical de los cambios entreanuales de temperatura y salinidad en algunas estaciones de la CPC.

Se empleó el 70% de las 82 estaciones, para determinar los cambios entreanuales por medio de la Regresión Polinomial. Las estaciones escogidas pueden representar en general a toda la región de estudio; se seleccionaron unas cuantas estaciones para caracterizar las diferentes zonas del Pacífico Colombiano.

En la Fig. No.2, Cambios entreanuales en la estación No.33, en superficie se presentan dos máximos (en junio y en enero) y dos mínimos (en marzo y en octubre) la curva tiene las oscilaciones casi similares a la capa 10-50 metros, pero el mínimo se observa en octubre.

En la capa 10-50 metros, el mayor máximo se observa en enero y el menor mínimo en marzo.

Las mismas oscilaciones, como en superficie, se observan desde los 75 metros hasta los 400 metros (Fig. No.2).

Las oscilaciones a 500 metros (Fig. No.2) están en desfase con respecto a las observadas a 400 metros con un mínimo en enero y con un máximo en septiembre.

La amplitud de la oscilación en superficie es de 1.1°C; a 50 metros, ~ 9 °C; a 400m, ~ 1.4 °C, y a 500m ~ 0.7 °C

La Salinidad en la capa 0-30 metros de la estación No.33 (Fig. No.3) presenta dos máximos (en marzo y en octubre) y dos mínimos (en julio y en enero). El mayor máximo se observa en marzo y el menor mínimo en julio.

A 50 metros se observan los máximos y mínimos en los mismos meses presentados en la capa 0-30 metros. Los máximos son similares y uno de los dos mínimos se observa en enero.

Desde 75 a 300m las oscilaciones son similares. El mayor máximo se observa en octubre y el menor mínimo en enero.

Entre 400-500m se destacan un máximo y un mínimo representativos, el primero se aprecia entre septiembre y octubre y el segundo en abril.

La amplitud en la capa de 0-30m está entre 2-2.5 ‰; a 50m ~ 1.8‰; de 75 a 300m oscila ~ 1.2‰ y entre 400-500m entre 0.6 y 0.8‰.

5. CONCLUSIONES.

En el presente artículo se presentó el análisis vertical de la estación No 33 únicamente, para demostrar los resultados del trabajo. El estudio, como se mencionó anteriormente, se llevó a cabo tomando una estación representativa por cada una de las seis áreas en que se ha subdividido la CPC para su investigación, gracias a ello los resultados permiten llegar a las siguientes conclusiones:

5.1 Temperatura.

La Temperatura del agua en la capa superficial es la más alta debido a que el flujo de calor proviene de la atmósfera, especialmente en esta región la cual se localiza en la zona ecuatorial, por lo tanto en el área de estudio el flujo de calor es máximo. Las pequeñas amplitudes estacionales de la capa superficial de la región no sobrepasa los 2-3 °C (Doronin, 1986).

La Temperatura a 0 metros en aguas costeras de la CPC, es menor que en las siguientes profundidades, mientras que en las otras regiones del área de estudio, la Temperatura siempre es mayor en superficie. Esto puede ser causado por los ríos, los cuales riegan aguas con menor Temperatura y permanecen en la superficie expandiéndose sin mezclarse verticalmente.

La misma forma de distribución de las oscilaciones entreanuales en las aguas costeras se observa en la capa 0-30 metros (Fig. No.4). En la región central del

área de estudio se observa una estructura vertical homogénea en la capa 0-50 metros (Fig No. 4) y en las aguas más oceánicas esta capa homogénea de iguales oscilaciones mensuales se observa en toda la columna de agua 0-500 metros.

Durante el año, en las capas superficiales se observan dos máximos y dos mínimos de Temperatura. Desde la región costera hacia el sector central de la CPC los dos máximos son casi iguales y se observan entre junio - julio y entre diciembre - enero. Los mínimos de Temperatura se observan entre febrero - marzo y septiembre - octubre.

Las capas superficiales de la región oceánica se diferencian de aquellas de otras regiones en que el máximo de temperatura observado en enero-diciembre es superior al de febrero-marzo, a excepción de la zona costera del Sur.

En general, se puede decir que en las capas superficiales del Pacífico Colombiano, desde diciembre hasta marzo, ocurre un enfriamiento significativo de las aguas y desde abril hasta junio ocurre un marcado calentamiento. Un descenso de la Temperatura menos significativo se observa desde julio hasta octubre y un leve aumento de la Temperatura desde noviembre hasta diciembre.

Los cambios de la Temperatura con mayor proporción en la capa superficial del Pacífico Colombiano se observan en invierno y en verano (épocas húmeda y seca). En el verano del hemisferio norte (junio-septiembre) se desarrollan los vientos Alisios del Sur, mientras que en el invierno de este mismo hemisferio, se desarrollan los vientos Alisios de Norte (Doronin, 1986).

En la CPC, se observan dos condiciones estacionales en un periodo de un año, que corresponden a las épocas seca y húmeda como consecuencia del desplazamiento que hace la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en sentido norte-sur. De acuerdo con Bubnov VA. (1990), la ZCIT hace su recorrido entre latitudes 2°N y 13°N, alcanzando sus extremos sur y norte en los meses de marzo y octubre respectivamente.

Los dos periodos estacionales se pueden observar en la figura No 2, cambios entreanuales de Temperatura a profundidades estándar de la estación 33.

En la parte superior izquierda, Om, se aprecian dos picos positivos en junio y enero, y dos picos negati-

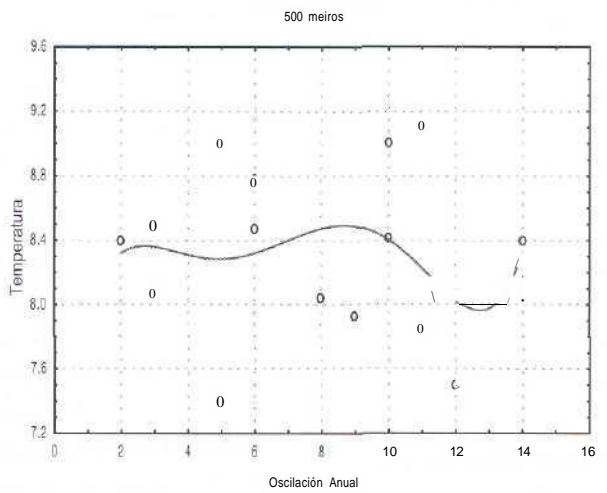
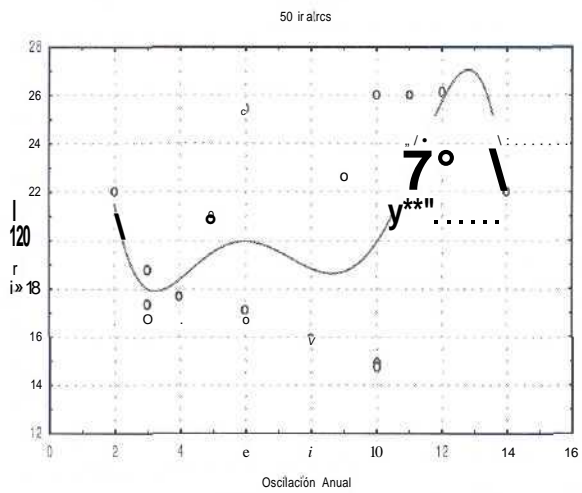
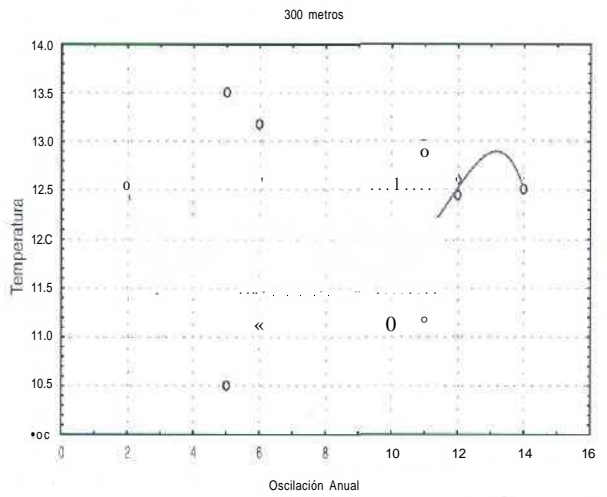
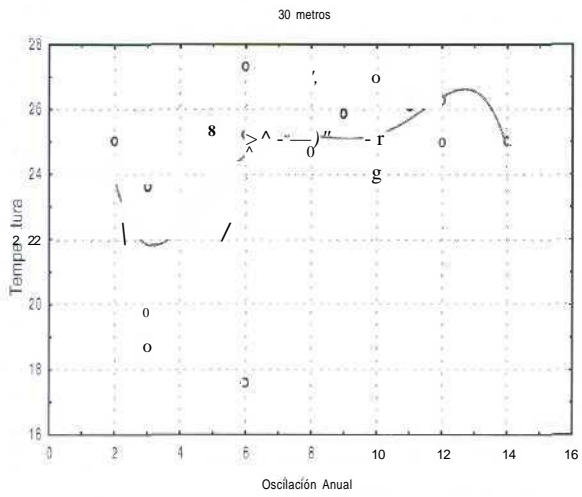
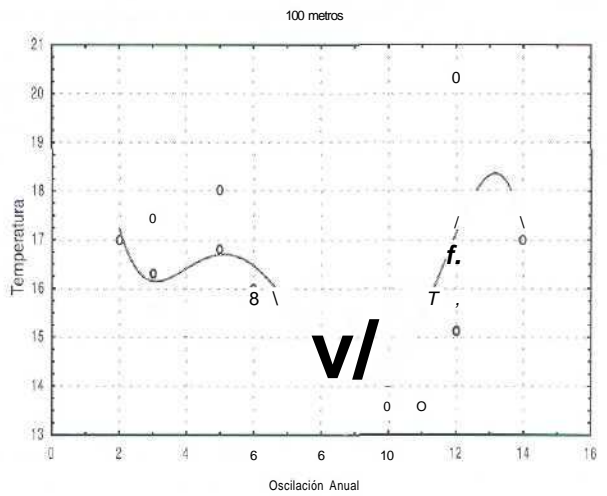
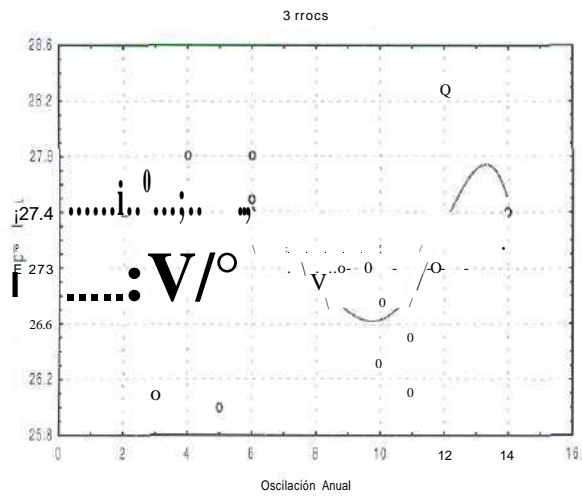


FIGURA No. 2: CAMBIOS ENTREANUALES DE TEMPERATURA A PROFUNDIDADES ESTÁNDAR (0, 30, 50, 100, 300, 500m) EN LA ESTACIÓN No. 33. Temperatura, °C VS Oscilación Anual, meses.

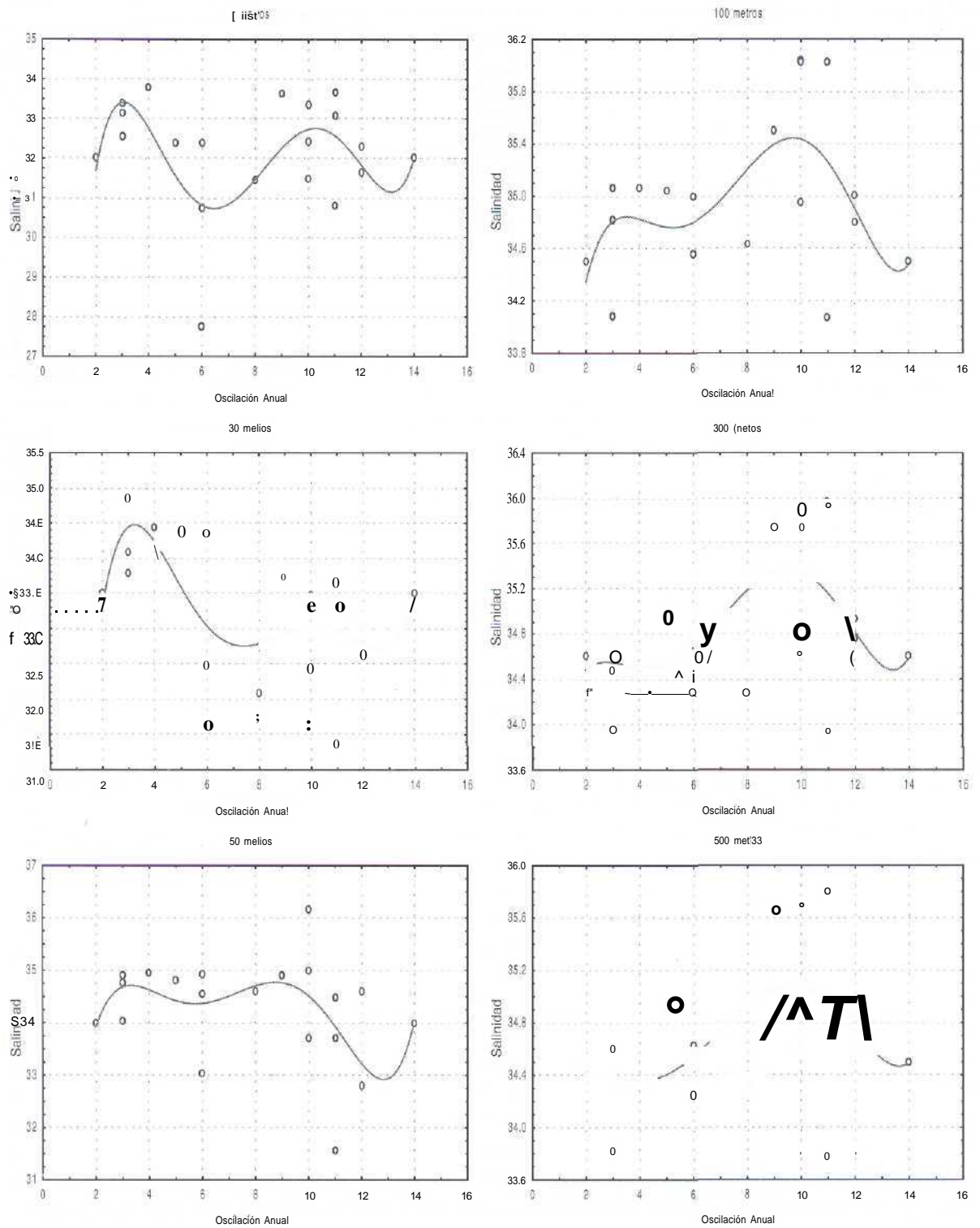


FIGURA No. 3: CAMBIOS ENTREANUALES DE SALINIDAD A PROFUNDIDADES ESTÁNDAR (0, 30, 50, 100, 300, 500m) EN LA ESTACIÓN No. 33. Salinidad, ‰ VS Oscilación Anual, meses.

vos en marzo y octubre. La relación entre cüos se explica de (a siguiente manera:

Entre junio y septiembre, cuando la ZCIT se encuentra en tránsito hacia los 13°N, los vientos Alisios del Sur toman fuerza, empujando un brazo de la Corriente de Perú hacia la CPC. Esta Corriente se caracteriza por tener aguas de baja temperatura y si a ello se agrega que el incremento de velocidad del viento estimula los procesos de mezcla de la capa superficial del océano, se tiene como resultado una TSM de menores temperaturas, puesto que este proceso de mezcla combina aguas cálidas superficiales con aguas frías subsuperficiales; el resultado en la superficie son aguas de menores índices térmicos durante octubre.

En octubre la ZCIT inicia su descenso hacia el sur, los vientos Alisios del Sur se debilitan y los vientos Alisios del Norte se fortalecen, tomando el control de la circulación de las corrientes en la CPC. Empiezan a arrastrar las masas de agua del noreste de la CPC, próximas a la Bahía de Panamá, las cuales se caracterizan por altos valores de temperatura, y así transfieren su calor por la CPC hasta alcanzar valores que oscilan alrededor del que presenta la figura No 2 en el mes de enero. Al anterior proceso dinámico se debe añadir el debilitamiento de los vientos Alisios del Sur, el cual reduce la dinámica en superficie y aumenta los valores de TSM ante la reducida combinación con aguas subsuperficiales.

El incremento de intensidad de los Alisios del Norte reduce los valores de TSM por los procesos de mezcla explicados anteriormente, y cuando la ZCIT alcanza su límite Sur (~2°N), los Alisios del Norte reducen su energía y dan paso a los Alisios del Sur que traen los primeros trazos de la Corriente del Sur; se presenta el pico negativo de marzo.

En abril, cuando el cinturón de baja presión inicia su retorno hacia el norte, los Alisios del Norte pierden fuerza, lo cual permite que el calor producido por radiación solar se quede retenido en la primera capa sin dar lugar a intercambios significativos con las aguas subsiguientes, aportando a producir el efecto que se presenta en junio cuando se observa el segundo pico positivo del año. A partir de este momento, la ZCIT continúa su camino hacia los 13°N y se repite el ciclo explicado.

Desde los 50 hasta los 75 metros ocurren cambios de la estructura de las oscilaciones entreanuales de Temperatura y los cambios más grandes se observan

en la zona costera del norte (est 1- Fig. No.4). Aquí se ven las oscilaciones medio - anual de la Temperatura donde se observa un mínimo en diciembre - enero y un máximo en agosto. Desde 75 metros las oscilaciones de las aguas tienen las oscilaciones en desfase con respecto a la capa superficial, con un máximo en marzo - abril y un mínimo en enero. Esta estructura se observa por la influencia de los caudales de los ríos. También puede ser que esta masa de agua se conforma por la dinámica vertical de las aguas profundas. La misma estructura se observa en aguas costeras del sur pero en los 500 metros.

En otras partes de la CPC la estructura de las oscilaciones en la capa de 50m (Fig. No.4) casi no cambia, pero aumenta su amplitud. Por ejemplo, desde enero hasta marzo la Temperatura baja más de 10 °C. Desde 75 metros hasta los 500 las oscilaciones de la Temperatura son similares a la capa superficial, pero tienen menor amplitud (<6°C). La estructura que se observa en la zona costera a mayores profundidades es muy diferente a la de otras regiones del Pacífico Colombiano.

5.2 Salinidad.

En la zona costera los aguas superficiales presentan Salinidad mas baja que en otras regiones. Estas aguas se conforman debido al aporte de los ríos que traen aguas dulces, y cuya mezcla con el agua de mar se observa en la capa 0-10m (Fig. No.5) donde las oscilaciones son iguales. Un máximo significativo se presenta en febrero - marzo y un mínimo en diciembre - enero, con los cuales se observan otros máximo y mínimo pero menos representativos.

Las aguas dulces se distribuyen en la superficie desde la costa hacia el mar, las aguas con Salinidad más alta llegan desde el mar hacia la costa y en un lugar de encuentro estas aguas se mezclan (Abuziarov, 1988). En la región de mezcla las aguas conforman una estructura de Salinidad más conservativa que en otros lugares, esta estructura tiene iguales oscilaciones en la capa 0-20 metros (Fig. No.5). En esta región la Salinidad tiene un máximo en marzo - abril y un mínimo en octubre.

En aguas oceánicas del Pacífico Colombiano, la capa 0-20m presenta iguales oscilaciones a las capas inferiores. Esta región se puede dividir en dos partes: norte y sur. En el norte se observan dos máximos y dos mínimos, el menor mínimo se ve en enero y el

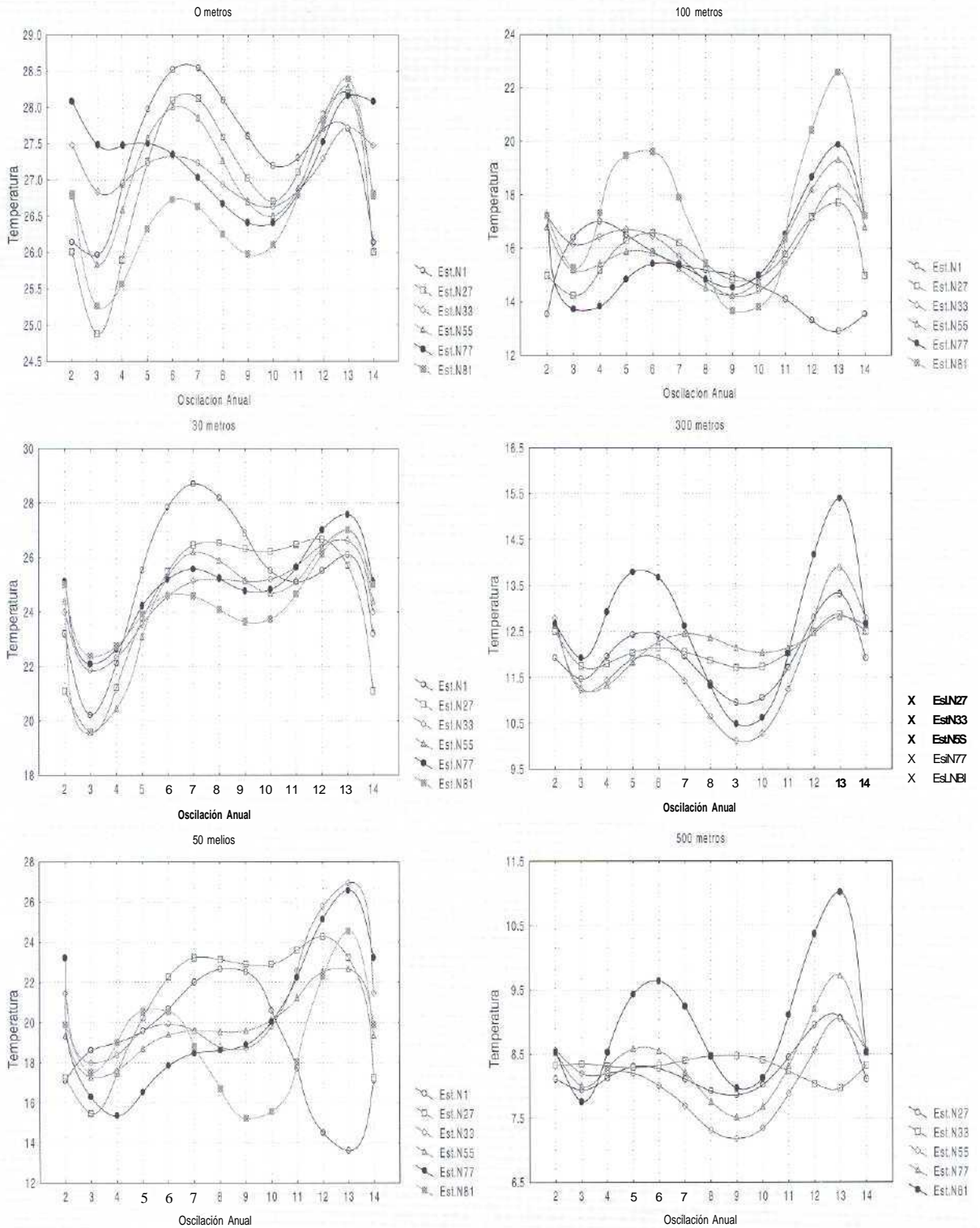


FIGURA No. 4: CAMBIOS ENTREANUALES DE TEMPERATURA A PROFUNDIDADES ESTÁNDAR (0, 30, 50, 100, 300, 500m) EN LAS ESTACIONES (1, 27, 33, 55, 77, 81) Temperatura, $^{\circ}\text{C}$ VS Oscilación Anual, meses.

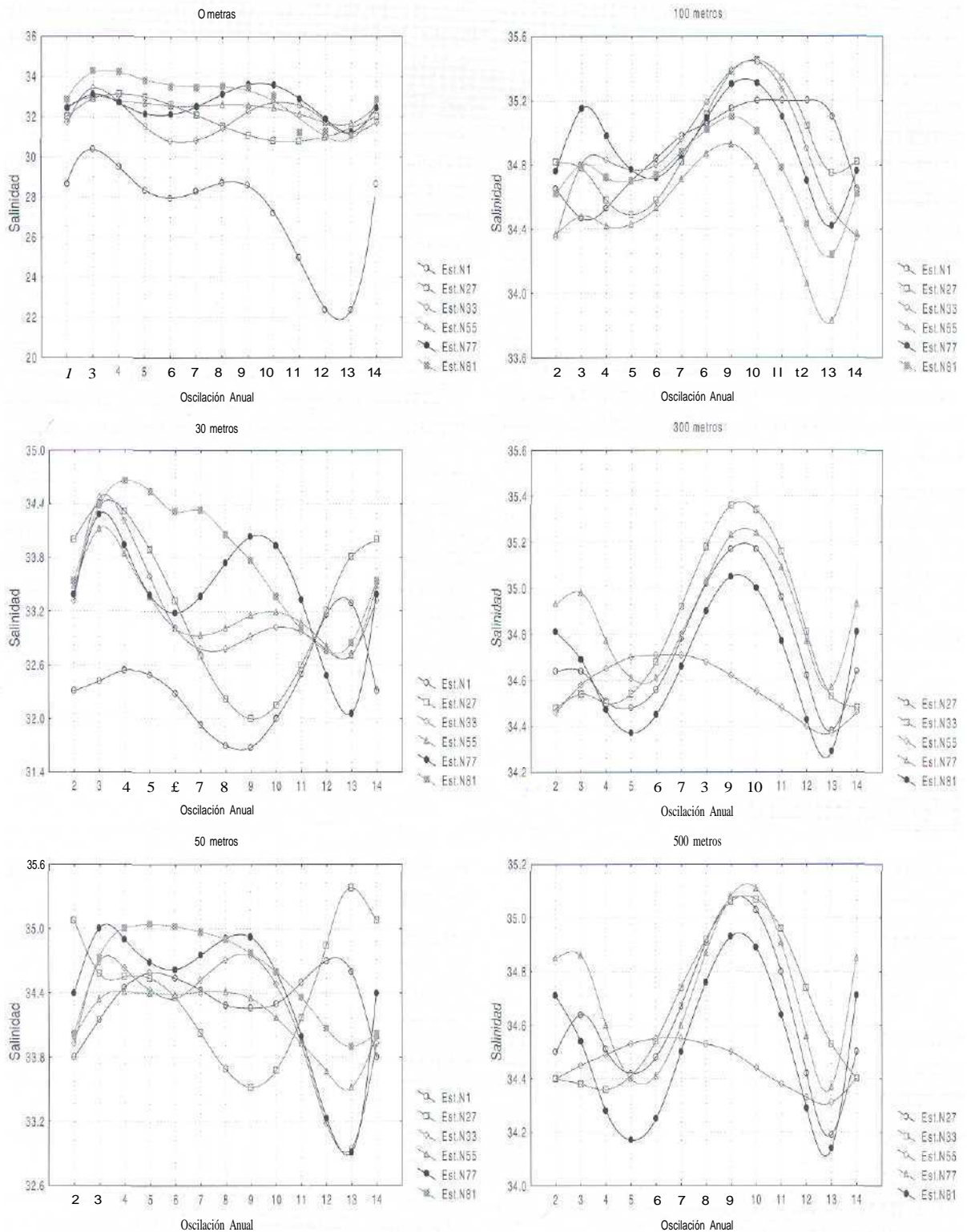


FIGURA No. 5: CAMBIOS ENTREANUALES DE SALINIDAD A PROFUNDIDADES ESTÁNDAR (0, 30, 50, 100, 300, 500m) EN LAS ESTACIONES (1, 27, 33, 55, 77, 81) Salinidad, ‰ VS Oscilación Anual, meses.

mayor máximo en septiembre. En el sur las oscilaciones presentan un máximo en marzo.

En general en la capa superficial del Pacífico Colombiano, al igual que la región Ecuatorial, presenta máximos de Salinidad en marzo y mínimos en diciembre -enero (Bubnov, 1990, Doronin, 1986) (Fig. No.5).

Por debajo de la capa superficial se observa una capa de deformación de la estructura de Salinidad entreanual. En la zona costera esto puede ser a causa de los caudales de los ríos los cuales traen aguas dulces. Por otra parte, del fondo llegan aguas con Salinidad más alta debido a la dinámica vertical. En la Costa Norte esta capa se observa entre 30-50 metros, en el Litoral Sur la capa de deformación se observa entre 50-75 metros y aquí tampoco se ve mucho las aguas dulces en la superficie.

En las aguas centrales del Pacífico Colombiano y sudoeste de las aguas oceánicas la capa de deformación se observa entre 50 y 75 metros, las cuales pueden ser formadas por la dinámica vertical (Bouden, C.A., 1990).

En el noroeste de la CPC las curvas de las oscilaciones se observan similares de 0 a 500 metros.

Por debajo de la capa de deformación desde 100 hasta 500m la estructura de las oscilaciones de Salinidad es muy uniforme.

Las oscilaciones mensuales en la capa de 30 a 200 metros están en desfase con las oscilaciones de la superficie y tienen un máximo en octubre - diciembre y un mínimo en marzo. En el sur de la costa, se observan dos máximos y dos mínimos en las oscilaciones. El máximo se ve en octubre y un pequeño mínimo en enero.

En otras regiones la capa 100-500 metros es igual a la capa de la costa sur, excepto en la región central hacia el sur donde se observa un mínimo en enero y un máximo en agosto - septiembre en la capa 100-200 metros y en julio en la capa 300-500 metros.

En todo el Pacífico Colombiano se observa una capa 100-200 metros con salinidad más alta, esto se debe a que la formación de anticiclones subtropicales trae consigo mayor evaporación y como consecuencia capas de aguas superficiales con mayores índices de salinidad. Debido a su densidad estas capas de agua descienden hasta los 100-200 metros donde siguen su curso hacia el Ecuador (Bubnov, 1990).

Bibliografía

- ABUZIAROV, Z.K. *Pronósticos Marinos*. Cidrometeoizdat, Leningrado, 1988.
- ANDRADE, C.A. *Movimiento Geostrófico en el Pacífico Colombiano*. Boletín Científico CIOH No.1 2. 23 - 38. Cartagena, 1992.
- BUBNOV, VA. *Circulación de las Aguas de la Zona Ecuatorial del Océano Mundial*. Hidrometeoizdat, Leningrado, 1990.
- BOUDEN, K. *Oceanografía física de los aguas costeras*. Mir, Moscou, 1988.
- COCHRAN, J.B. *Instrucción Manual For Oceanographic Observations*. USA, 1955.
- DORONIN, Y.P. *Dinámica del Océano*. Hidrometeoizdat, Leningrado, 1980.
- DORONIN, Y.P. *Oceanología Regional*. Hidrometeoizdat, Leningrado, 1986.
- EGOROV, N.I. *Oceanografía Física*. Cidrometeoizdat, Leningrado, 1966.
- FEODOROV, K.N. *Cambios Globales en el Régimen de Interacción Océano Atmósfera y EL NIÑO 1982 - 1983*. Colección de Trabajos, pp. 162 - 173. Cidrometeoizdat, Leningrado, 1990.
- COLDEN SOFTWARE, INC. *Surfer for Windows User's Guide*, Versión 6. Colorado USA, 1995.
- KAGAN, B.A. *Interacción Océano Atmósfera*. Hidrometeoizdat, San Petersburgo, 1992.
- KRAUS, E.B. and BUSINGER, J.A. *Atmosphere Ocean Interaction*. Oxford Monographs On Geology And Geophysics No.27. Oxford University Press, New York, 1994.
- MÁLIKOV, I. *Calibración de Datos Oceanográficos Obtenidos en los Cruceros Sobre el Pacífico Colombiano Durante 1970 - 1996*. Informe Final., 1997.

MILLAN, E. y BEJARANO, J. *Pacífico Colombiano 1989 Condiciones Termohalinas y Estandarización de la Curva T-S*. Boletín Científico CIOH No.15. 39 - 65. Cartagena, 1994.

NEUMANN, C. and PIERSON, WJ. *Principles Of Physical Oceanography*. Prentice - Hall, Inc. New York, 1966.

ÑAÑEZ, E. *Condiciones Oceanográficas en el Pacífico Colombiano Durante Marzo - Abril 1992*. Boletín Científico CIOH No.12. 39 - 54. Cartagena, 1992.

PINEDA, A.R. y VILLEGAS, N.L. *Condiciones Hidrológicas y Biológicas en el Pacífico Colombiano y en la Ensenada de Tumaco Durante el Período de 7996*. Reporte Final. Tumaco-Colombia, 1996.

SNIERRINSKY, V.A. *Oceanografía Práctica*. Gidrometeoizdat, Leningrado, 1954.

SMIRNOV, CH.R VAINOVSKY, RA. y TITOV, U.E. *Diagnostico y Prognostico Estadístico de los Procesos Oceanologicos*. Gidrometeoizdat, San Petersburgo, 1992.

VAINOVSKY, RA. y MALININ, V.N. *Métodos del Tratamiento y Análisis de la Información Oceanológica*. Gidrometeoizdat, Leningrado, 1991.

VILLEGAS, N.L. *Estudio de! Movimiento Vertical de las Aguas en la Región Este de la Cuenca del Pacífico Colombiano*. Tesis de Pregrado. San Petersburgo), 1995.

