

Análisis de rasgos del clima regional en el Atlas de los Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013

Regional climate feature analysis in Colombian Oceanographic Data Atlas 1922-2013

Fecha de recepción: 2015-05-04 / Fecha de aceptación: 2015-07-17

Oscar Eduardo Rangel¹, Émerson Herrera², Alex Palomino³, Guido Herrera⁴ y Carlos Alberto Andrade Amaya⁵

Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC). Calle 31 A #16-36, Bogotá, Colombia. Tel: +57 (1) 432 03 70. Correo electrónico: eduardorangelparra@gmail.com¹, ehvasquez@outlok.com², candrade@costa.net.co⁵.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). Área de Oceanografía Operacional. Barrio El Bosque, Isla de Manzanillo, Escuela Naval "Almirante Padilla" Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia. Tel: +57 (5) 669 41 04. Correo electrónico: apalomino@dimar.mil.co³, gherrera@dimar.mil.co⁴

Rangel, O. E., Herrera, E., Palomino, A., Herrera, G. y Andrade Amaya, C. A. (2015). Análisis de rasgos del clima regional en el Atlas de los Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013. Bol. Cient. CIOH, 33: 3-17.

RESUMEN

Se realizó un análisis de los campos de datos oceanográficos presentados en el Atlas de los Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013 en mapas horizontales con la distribución de campos climatológicos de temperatura, salinidad, densidad, de cálculos de velocidad geostrofica en perfiles verticales y topografías dinámicas, en profundidades estándar, en algunas regiones de las cuencas Caribe y Pacífico de las aguas de Colombia y aledañas, basados en datos medios en una malla de medio grado de latitud y de longitud. El objetivo del análisis fue observar la mejoría de la observación de rasgos oceanográficos en los mapas ilustrados en las características de la distribución de estos parámetros en ambas cuencas, comparándolos con las anteriores versiones de climatología en la región.

PALABRAS CLAVES: Atlas Datos Oceanográficos, Caribe Suroccidental, Pacífico Tropical Oriental, climatología, temperatura, salinidad, densidad, velocidad geostrofica.

ABSTRACT

An analysis of the oceanographic fields presented in the Atlas of the Colombian oceanographic data 1922-2013, was presented in horizontal maps with temperature, salinity, density, geostrophic velocity and dynamic topography climatologies, at standard depths over some regions of the Colombian waters in the Caribbean and Pacific Ocean and of their neighboring countries, in a grid of one-half degree of latitude by one-half degree of longitude. The objective was to observe the improvement in the observation of oceanographic features in the distribution of characteristics in both basins, comparing them with previous versions of climatologies of the region.

KEYWORDS: Oceanographic Atlas, Southwest Caribbean sea, Eastern Tropical Pacific, climatology, temperature, salinity, density, geostrophic velocity.

INTRODUCCIÓN

El Atlas de Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013 [1] y de sus áreas vecinas, contiene valores medios a profundidad estándar de temperatura, salinidad y densidad, en una malla de medio grado de latitud y longitud, en aquellos sectores donde hubo al menos una medición, tanto en el Caribe como en el Pacífico colombianos. Está compuesto por una serie de mapas que contienen la representación gráfica de medidas estadísticas realizadas de diferentes maneras luego de un extenso control de calidad de datos tomados por la Armada Nacional de Colombia (ARC) y la Dirección General Marítima (Dimar) desde 1969, y complementado con datos de aguas aledañas de países vecinos.

La densidad de datos oceanográficos, especialmente en las áreas más costeras (Fig. 1 y Fig. 2), fue significativamente incrementado dado que se introdujeron gran cantidad de datos

“nuevos” al proceso del cálculo estadístico, que permiten la visualización de rasgos más detallados de los procesos en las aguas colombianas, mejorando las bases de datos hasta ese momento existentes. Además, se lograron obtener estadísticas mensuales al incrementar la cantidad de observaciones en varios meses del año (Tabla I) y, consecuentemente, desarrollar estadísticas estacionales con significativa cantidad de observaciones (Tabla II).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la totalidad de los espacios marítimos de Colombia en el mar Caribe (Fig.1) y el océano Pacífico (Fig. 2), y sus aguas aledañas, en los cuales se observaron los campos oceanográficos. Se debe señalar que el análisis se realizó haciendo énfasis al comportamiento de los parámetros sobre áreas más específicas de cada región de ambas cuencas.

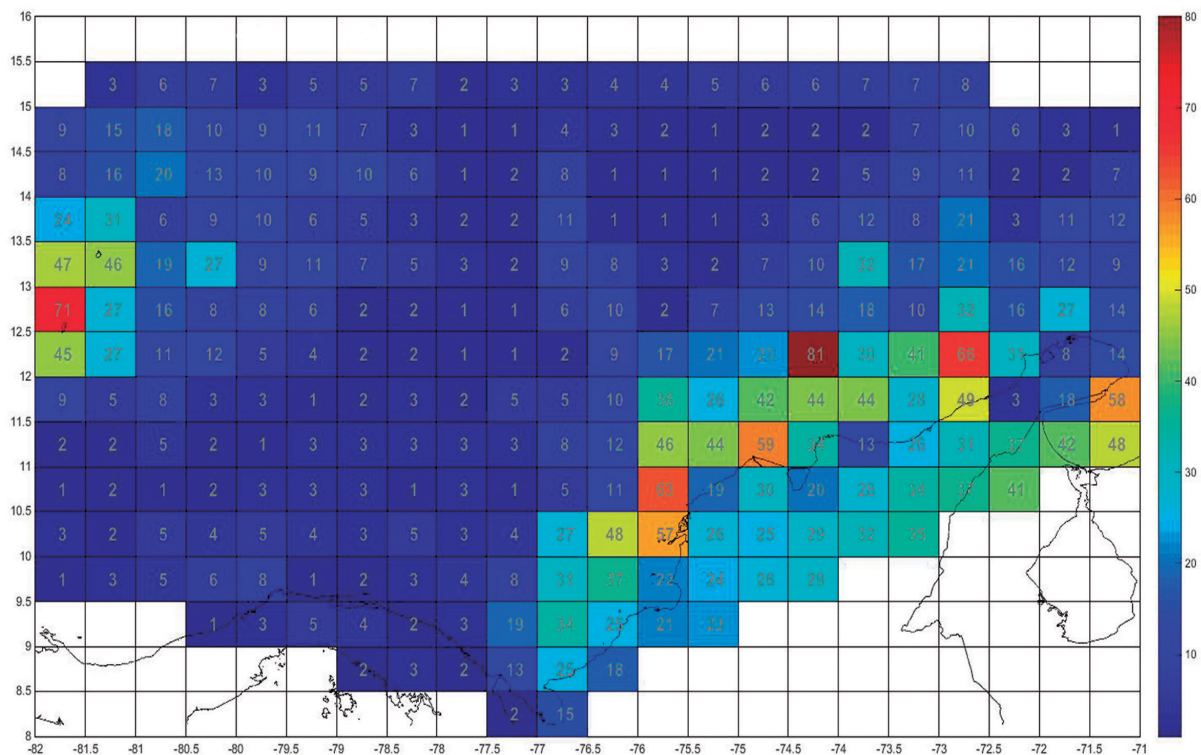


Figura 1. Cantidad de estaciones oceanográficas en cada cuadro de la malla del Caribe Suroccidental utilizadas en el ADOC15, los colores son también una indicación de la cantidad de observaciones (Tomado de [1]).

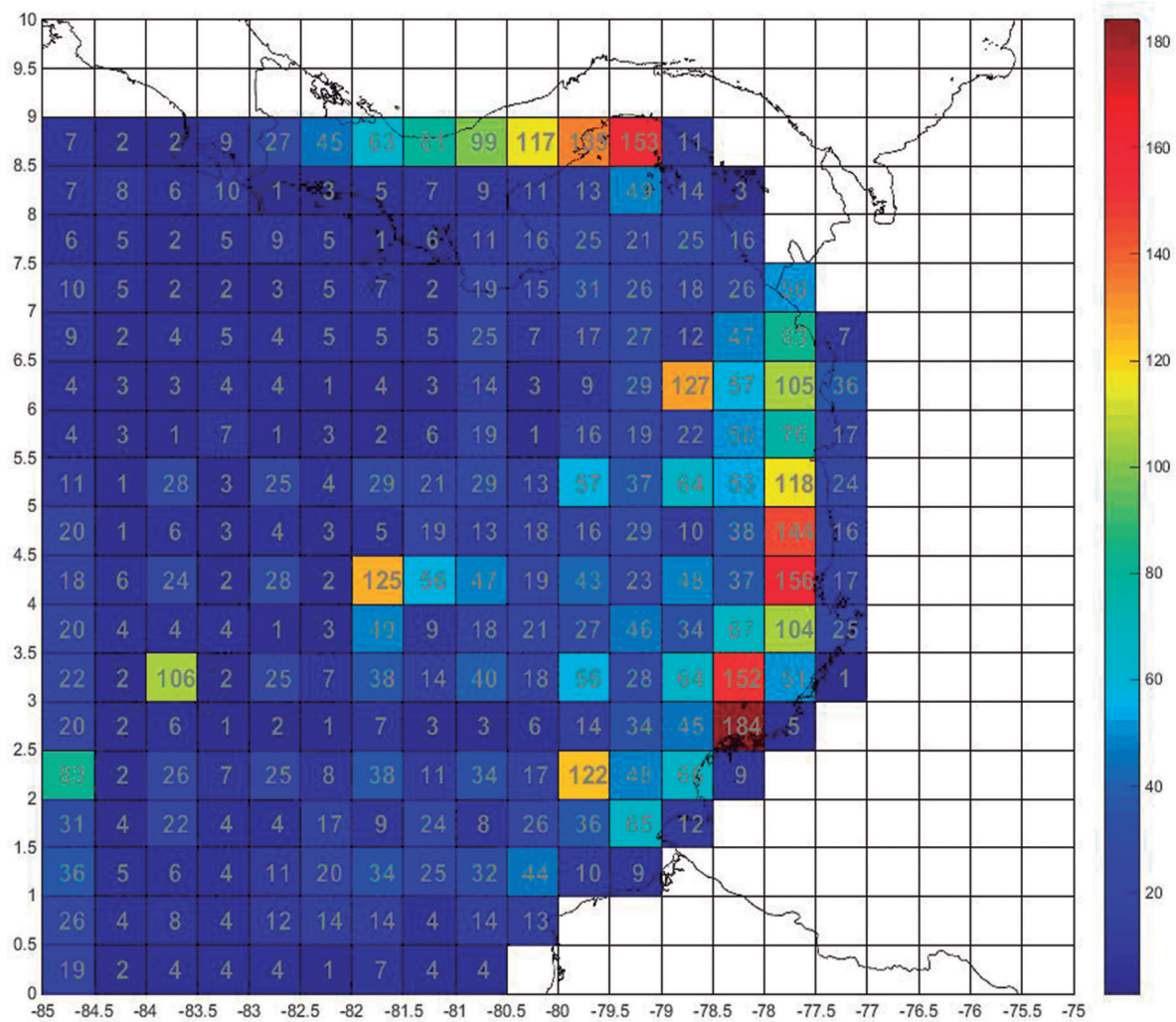


Figura 2. Cantidad de estaciones oceanográficas en cada cuadro de la malla en el Pacífico Tropical Oriental utilizadas en el ADOC15, los colores son también una indicación de la cantidad de observaciones (Tomado de [1]).

METODOLOGÍA

El propósito del presente trabajo fue la verificar rasgos de la oceanografía física de los mares colombianos, desde los datos del nuevo Atlas de los Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013 (ADOC 15), y realizar un análisis comparativo de la base de datos mundial realizada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), conocida como Atlas Mundial de los Océanos 2013 (WOA13, por sus siglas en inglés),

en cuanto a la temperatura [2] y la salinidad [3] y el nuevo atlas colombiano.

La comparación se realizó directamente sobre el análisis gráfico realizado sobre cada uno de los parámetros, teniendo en cuenta el nivel (profundidad) a la cual se visualizó el comportamiento y la clase de mapa, según el mes de muestreo, cuya estadística se encuentra determinada por la cantidad de cruceros realizados en dicho mes (Tabla I) o la estación climática en la que fue calculado dicho campo de acuerdo los datos de la Tabla II.

Tabla I. Cruceros realizados en la cuenca Suroccidental del Caribe y en la cuenca Tropical Oriental del Pacífico, distribuidos en los meses en que fueron realizados. En rojo, los datos tomados del Centro Nacional de Datos Oceanográficos de la NOAA (NODC-NOAA, por sus siglas en inglés).

Cruceros Cuenca Caribe												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cruceros oceanográficos	1922	1934	1933	1933	1952	1936	1964	1928	1964	1928	1950	1954
	1936	1958	1936	1952	1962	1953	1966	1969	1965	1956	1958	1970
	1966	1967	1958	1967	1974	1966	1975	1972	1968	1958	1965	1979
	1970	1972	1960	1968	1975	1975	1982	1981	1969	1962	1968	1996
	1984	1973	1968	1969	1983	1983	1984	2008	1972	1964	1972	2008
	1993	1974	1972	1972	1987	1993	1993	2010	1981	1965	1975	2010
	1994	1982	1973	1975	1993	1996	2003	2013	1984	1967	1979	2013
	1997	1984	1975	1993	1998	2003	2010		2010	1969	1984	
	2000	1993	1981	2003	2003		2013		2013	1972	1986	
	2002	1999	1993	2007	2013					1975	1996	
	2003	2003	2003							1981	2008	
	2004	2010	2010							1983	2013	
	2005									1984		
	2006									1986		
	2011									1996		
	2012									2007		
										2010		
Total por meses	16	12	12	10	10	8	9	7	9	17	12	7
Cruceros Cuenca Pacífico												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cruceros oceanográficos	1922	1934	1933	1925	1928	1926	1952	1947	1923	1922	1922	1981
	1929	1955	1955	1929	1933	1955	1955	1955	1928	1928	1928	1954
	1955	1956	1956	1955	1952	1957	1956	1956	1947	1955	1954	1955
	1956	1957	1957	1956	1955	1965	1957	1958	1955	1956	1955	1956
	1957	1961	1960	1957	1956	1966	1978	1965	1956	1958	1956	1960
	1964	1964	1965	1967	1957	1967	1980	1967	1958	1968	1958	1963
	1965	1965	1966	1970	1958	1972	1983	1972	1962	1971	1960	1964
	1967	1966	1967	1971	1965	1978	1986	1982	1964	1976	1965	1965
	1968	1967	1969	1973	1970	1981	2001	1991	1966	1977	1967	1971
	1969	1968	1970	1976	1972	1984	2004	1992	1967	1982	1971	1972
	1970	1972	1972	1985	1975	1986	2005	1993	1976	1984	1977	1977
	1975	1973	1973	1987	1976	1991	2008	2001	1981	1986	1978	1978
	1983	1974	1974	2000	1983	2001		2004	1986	1987	1981	1981
	1987	1975	1975	2004	1984	2002		2008	1987	1988	1982	1982

Continuación Tabla. Cruceros Cuenca Pacífico												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cruceros oceanográficos	1988	1982	1982	2005	1986	2004			1988	1989	1983	1984
	1989	1983	1983	2008	2000				1990	1990	1986	1991
	1990	1986	1985		2001				1992	1992	1987	2000
	1991	1988	1987		2004				2001	2000	1992	2001
	1998	2000	1988		2011				2003	2004	1993	2011
	1999	2005	1991						2004	2009	2000	
	2000		1992						2005	2010	2011	
	2002		1993						2006	2011		
	2005		1994						2007	2012		
	2006		2005						2008	2013		
	2007		2008						2009			
	2008		2009						2010			
	2010		2010						2012			
Total por meses	27	20	27	16	19	15	12	14	27	24	21	19

Tabla II. Cantidad de estaciones realizadas en las cuencas por estación climática.

Cuenca Caribe												
Mes	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Estación	Vientos				Transición		Veranillo			Lluvias		
No. Estaciones	801				298		511			658		

Cuenca Pacífica												
Mes	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Estación	Vientos				Transición		Veranillo			Lluvias		
No. Estaciones	2828				472		788			1521		

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pese a que la escala escogida para la presentación del ADOC15 es relativamente

pequeña, fue suficiente para apreciar los detalles del comportamiento de cualquiera de los parámetros analizados. Una vez se observa con detenimiento un área particular, pueden ser

examinadas características interesantes para la oceanografía y así determinar si son rasgos de interés sobre fenómenos hidrodinámicos de dicho sector. A manera de ejemplo, en la Figura 3 se aprecia que en la media de la temperatura superficial de febrero, el sector del afloramiento de La Guajira es aproximadamente 1.2°C más frío que los alrededores, y que el área del delta del

Río de la Magdalena es la más cálida de la costa Caribe en dicho mes. Así mismo, en el Pacífico se observa un domo de baja temperatura centrado en Lat 5° N – Long 80° W, documentado en [4] y en [5]. También se advierte la lengua de aguas más cálidas, correspondiente a la piscina de aguas cálidas entre los efectos de afloramiento de Papagayo y del Darién [6].

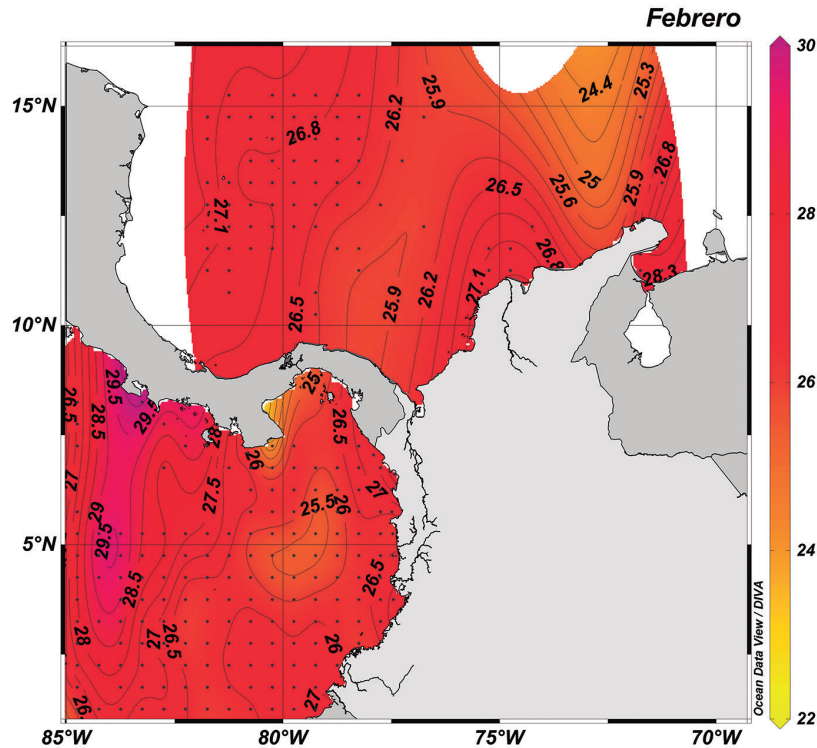


Figura 3. Media mensual (1921-2013) de la temperatura superficial de febrero (Tomada de [1]).

La Figura 4 muestra la salinidad superficial durante noviembre, en ella se evidencia la gran diferencia en salinidad que existe entre la relativa alta salinidad de la cuenca de Colombia en el Caribe y la muy baja salinidad superficial del Pacífico colombiano, originada en el pico de la estación de lluvias en el mar Caribe. De igual forma, se notan las señales correspondientes a las bajas salinidades de las plumas turbias del Río de la Magdalena y del río Sinú, en el Caribe; la baja salinidad a lo largo de toda la costa del Pacífico colombiano y

el importante gradiente que genera hacia mar afuera.

La Figura 5 ilustra la huella que deja en la densidad superficial el afloramiento que ocurre en el Pacífico, debido a la llegada de los Alisios del Norte, en el llamado viento de Chorro del Chocó [7]. Se trata de un gradiente muy localizado, de gran importancia, que se encontraba en las bases de datos hasta la fecha de manera difusa y que ahora se observa con más detalle la estructura muy definida en la costa del golfo de San Miguel, Panamá.

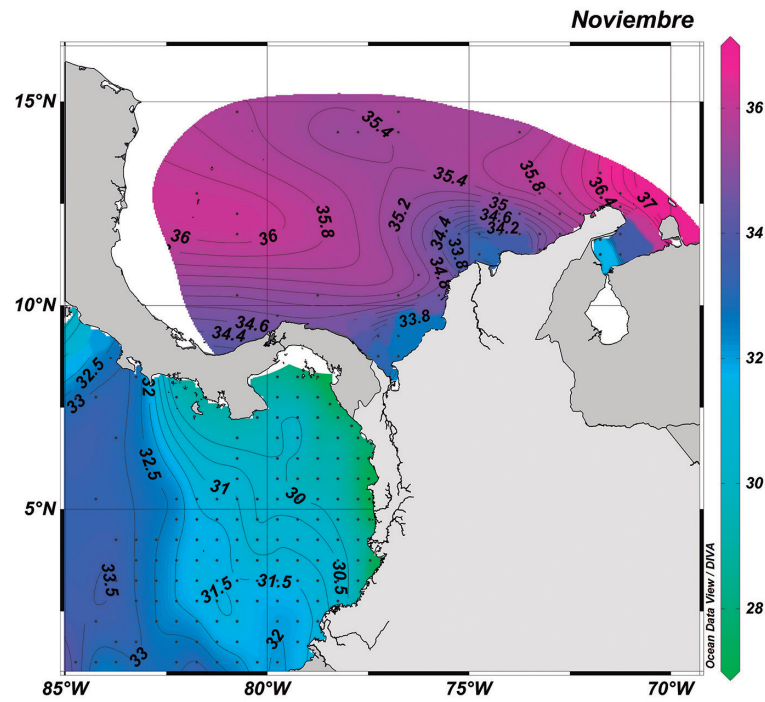


Figura 4. Distribución de la media mensual (1921-2013) de la salinidad de noviembre (Tomada de [1]).

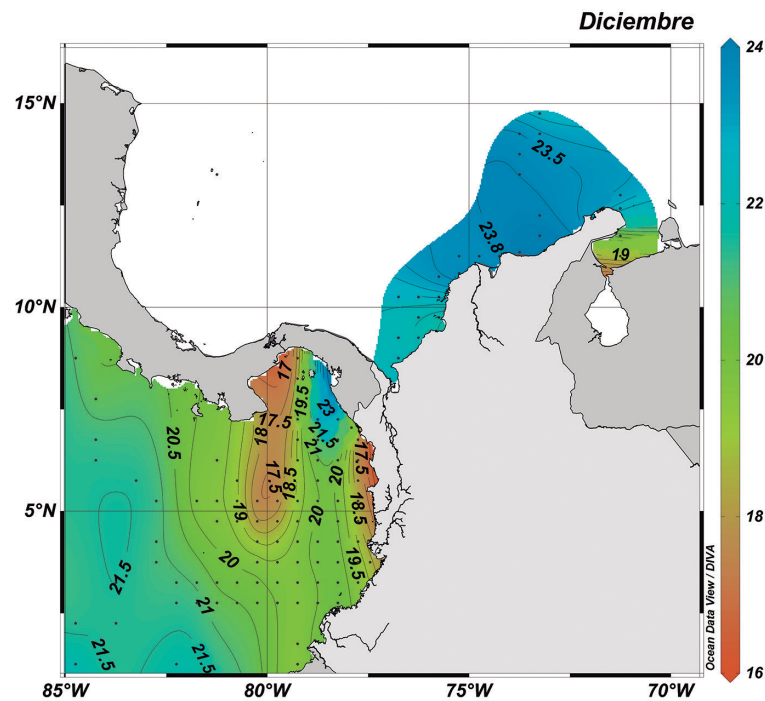


Figura 5. La media mensual (1921-2013) de la densidad (sigma-t) de diciembre en el Pacífico muestra la anomalía que se produce en el Golfo de Panamá, debido al viento que se encajona en las estribaciones de la Serranía del Darién.

La temperatura en profundidad también puede ser analizada en el Atlas. A 2000 m de profundidad la temperatura del Caribe colombiano es más cálida en más de un grado y medio con respecto

de la del Pacífico, tal como se aprecia en la Figura 6. Se observó un gradiente de 0.1°C hacia el borde occidental del Caribe y parece muy homogénea en el Pacífico, calentándose 0.3°C hacia la costa.

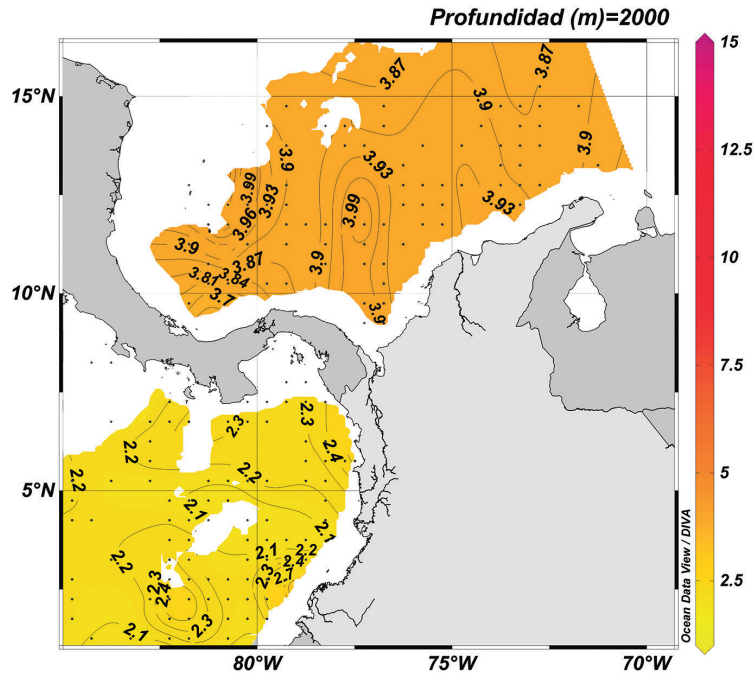


Figura 6. La media total de la temperatura a 2000 m muestra que a esa profundidad la temperatura del Caribe es casi un grado más caliente que el Pacífico Tropical (Tomada de [1]).

Al revisar la velocidad geostrófica (Fig. 7) y la topografía dinámica (Fig. 8) en la cuenca Caribe colombiana se observa, al norte, el flujo de la Corriente Caribe dirigiéndose al

oeste; mientras que en la zona más cercana de la costa se observó la Contracorriente Panamá-Colombia [8] en su viaje hacia el este.

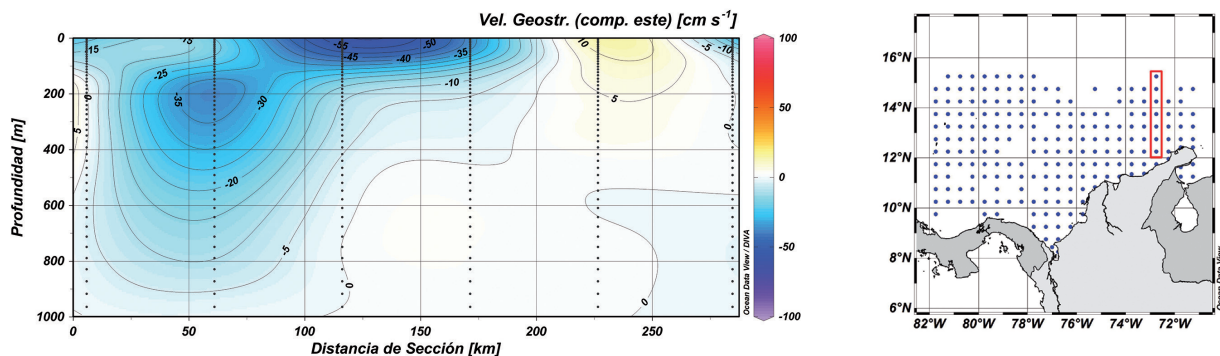


Figura 7. Velocidad geostrófica en la cuenca Caribe colombiana a lo largo de Long 73° W (Tomada de [1]).

La topografía dinámica durante la estación de vientos del Caribe (Figura 8) muestra la misma tendencia de los flujos mencionados, con un vórtice

ciclónico asociados a la zona de afloramiento de La Guajira [9] y anticiclones viajando con la corriente del Caribe al norte de Lat 14° N [6].

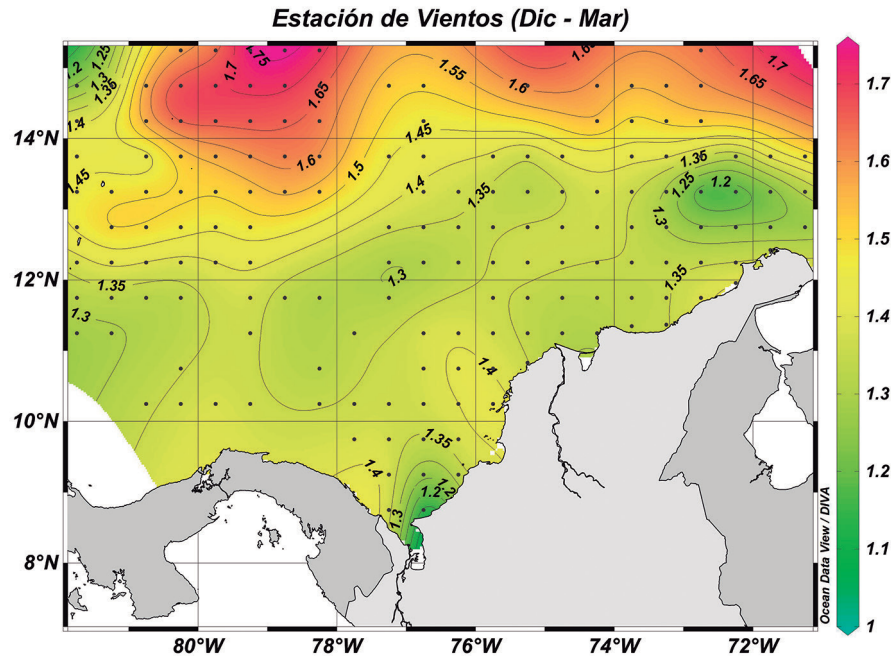


Figura 8. Topografía dinámica en la cuenca Caribe colombiana durante la estación de vientos (Tomada de [1]).

Comparación entre los mapas del ADOC15 y el WOA13

La base de datos obtenida para el ADOC15 fue comparada con los obtenidos del WOA13 en el área del Caribe Suroccidental y el Pacífico Tropical, con el objeto de observar si se presentaban cambios en las distribuciones de los parámetros estudiados, debido a la inclusión de los datos oceanográficos colombianos.

Por ejemplo, comparando la temperatura a 10 m de profundidad entre el WOA13 (Fig. 9a) y el ADOC15 (Fig. 9b) no se observan mayores diferencias, aunque la resolución de la malla es de 0.25° en el WOA13 y de 0.5° en el ADOC15 (lo que no necesariamente significa que en el WOA13 existan más datos que en el ADOC15). En el WOA13 se observó una distribución de las isótopas (isotermas) más bien suave en las Cuencas

Caribe y Pacífico colombiana. En contraste, en el ADOC15 se advirtieron más contrastes en ambas cuencas. En la cuenca Caribe se observó que la temperatura del ADOC15 fue ligeramente mayor que del WOA13 hacia el este de la cuenca, notándose la mayor temperatura en la zona noreste de la cuenca Caribe colombiana. En la zona suroeste de la cuenca Caribe se observaron temperaturas más bajas para ambas cuencas, acordes con la surgencia de La Guajira [9].

En la cuenca del Pacífico el paso del viento de Chorro del Chocó es más notorio en el ADOC15, en la zona colindante con el istmo de Panamá, apreciado por una disminución de la temperatura debido a la surgencia que genera este tipo de viento. La piscina de agua más cálida entre el afloramiento del Chocó y el de Papagayo [10] se encuentra más marcado en el ADOC15, en la zona norte de la cuenca Pacífico.

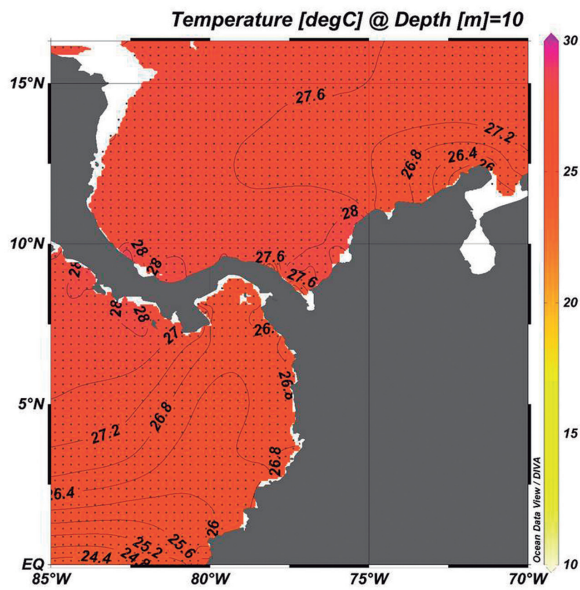


Figura 9a. La temperatura a 10 m en el WOA13.

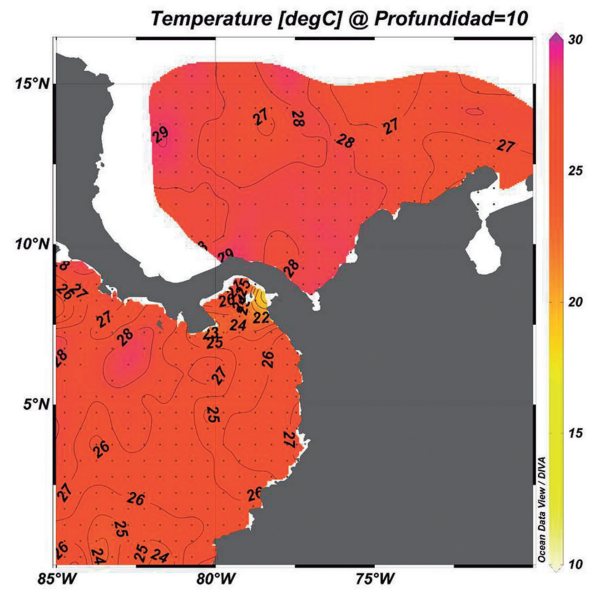


Figura 9b. La temperatura a 10 m en el ADOC15.

A 200 m de profundidad en el WOA13 (Fig. 10a) y en el ADOC15 (Fig. 10b) resultó evidente el rápido descenso de la temperatura en la termoclina. En la cuenca Caribe, el WOA13 mostró temperaturas más altas hacia el norte que en el resto de la cuenca; sin embargo, este patrón se observó diferente en el ADOC15, en

vez de notarse una franja continua en el norte de la cuenca, se apreciaron dos núcleos hacia el noreste y hacia el noroeste. Temperaturas más bajas se encontraron hacia el este en el WOA13, a diferencia del ADOC15, en donde se observó relativa uniformidad en esta zona con el resto de la cuenca (excepto hacia el norte).

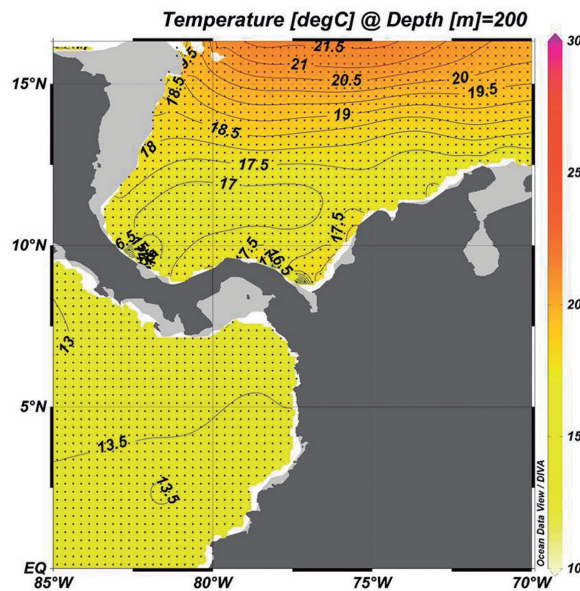


Figura 10a. Temperatura a 200 m WOA13.

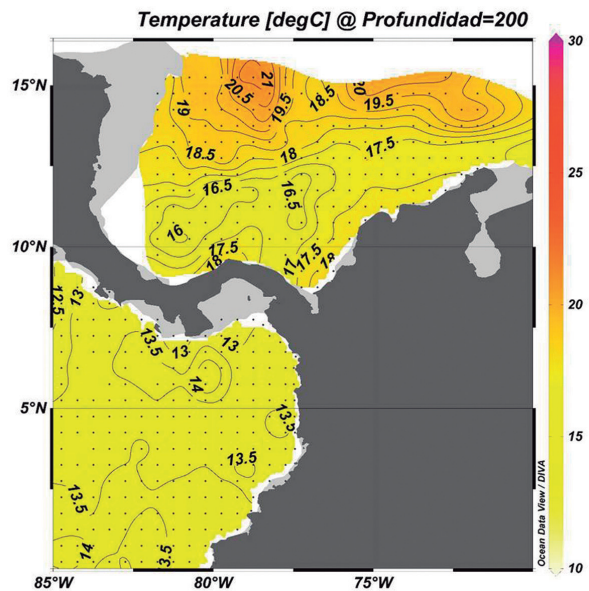


Figura 10b. Temperatura a 200 m ADOC15.

En la cuenca Pacífica fueron más evidentes los cambios en los niveles de temperatura en el ADOC15 con respecto al WOA13, donde se presentó muy uniforme. La más alta temperatura se encontró en el centro-norte y en el suroeste de la cuenca Pacífica en el ADOC15. La más baja temperatura se encontró hacia el noroeste de la cuenca Pacífica, en la misma base de datos.

La temperatura a 500 m de profundidad en ambos atlas se muestra en las figuras 11a (WOA13) y 11b (ADOC15). En la cuenca Caribe se aprecia, de forma general, que las mayores temperaturas fueron observadas desde el centro hacia el norte de la cuenca. En el WOA13 se observaron las más bajas temperaturas hacia los extremos este y oeste. En el ADOC15 la

temperatura más baja se observó de manera similar que en el WOA13; no obstante, hacia el lado oeste de la cuenca, el núcleo de temperatura más bajo se encontró más extendido. La temperatura más alta se observó hacia el lado este, por debajo de los 15°N en el ADOC15 y hacia el norte por encima de los 15°N en el WOA13.

En la cuenca Pacífica se observaron temperaturas similares en ambos atlas. En el WOA13 se observó mayor uniformidad respecto al ADOC15. La menor temperatura del WOA13 se encontró hacia el noroeste de la cuenca. En el ADOC15 se observaron dos núcleos singulares de alta temperatura hacia el sureste y noroeste, los cuales no son apreciados en el WOA13.

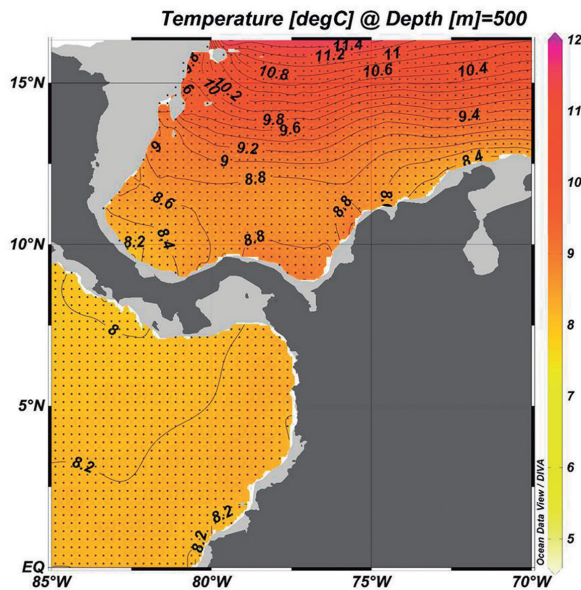


Figura 11a. Temperatura a 500 m WOA13.

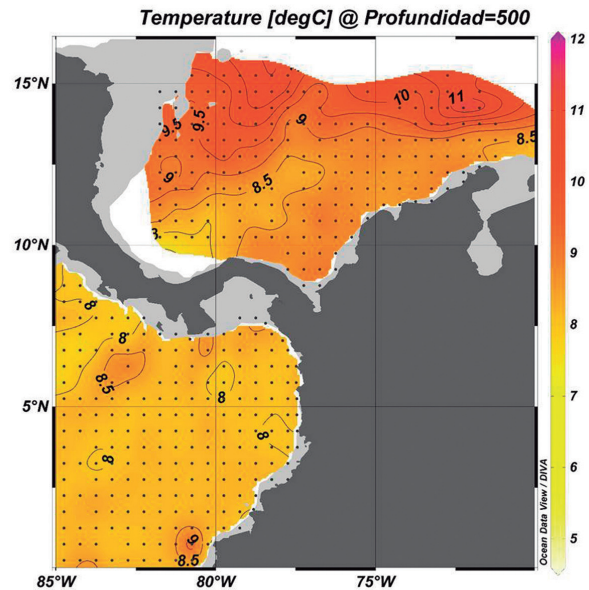


Figura 11b. Temperatura a 500 m ADOC15.

A 1000 m de profundidad la temperatura en la cuenca Caribe en el WOA13 (Fig. 12a) mostró un incremento desde la zona sur de la cuenca hacia el norte, patrón que resultó disímil en el ADOC15 (Fig. 12b), en el que se observó una distribución heterogénea de la temperatura. En el WOA13 las temperaturas más altas se encontraron en la zona suroeste y en la zona norte (central) de la cuenca. Las más bajas temperaturas se encontraron distribuidas en el sur (central), avanzando hacia el centro de la cuenca y hacia el extremo este y noroeste.

En la cuenca Pacífica se observaron temperaturas similares en ambas figuras. En el WOA13 las más altas temperaturas se encontraron hacia el centro y norte de la cuenca, y las más bajas hacia el centro-este y suroeste de la cuenca. En el ADOC15 la más alta temperatura se encontró hacia el noroeste de la cuenca; un pequeño núcleo de alta temperatura se observó en el norte de la cuenca. El resto de la cuenca presentó uniformidad en la temperatura.

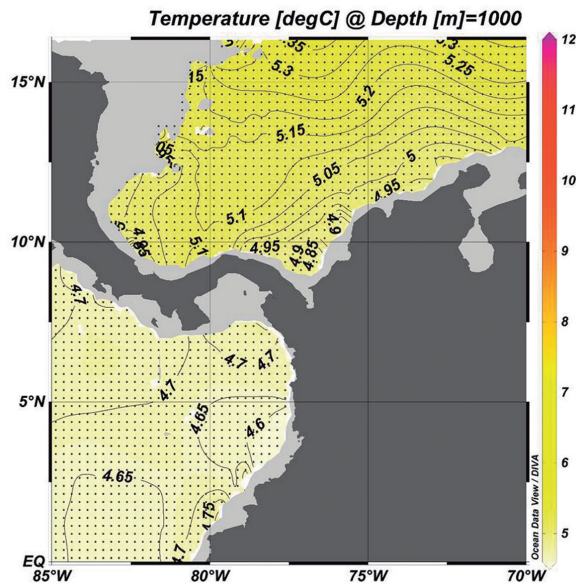


Figura 12a. Temperatura a 1000 m WOA13.

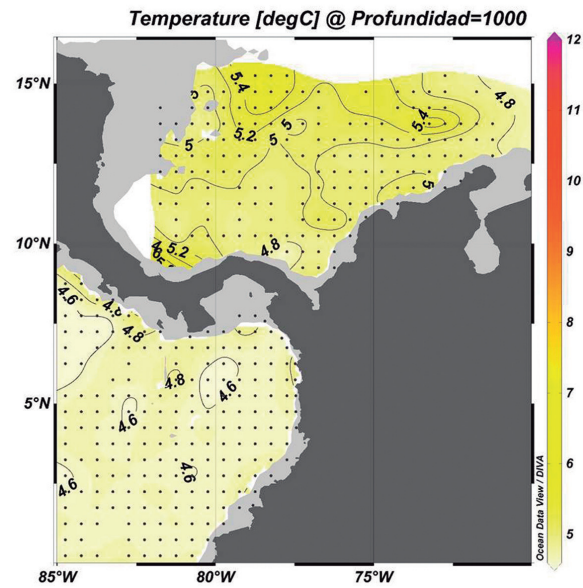


Figura 12b. Temperatura a 1000 m ADOC15.

En la cuenca Caribe el WOA13 (Fig. 13a) y el ADOC15 (Fig. 13b) mostraron uniformidad entre ellos en los patrones de distribución de la salinidad. En ambas figuras se evidenció una alta salinidad hacia el sureste de la cuenca, producto de la surgencia de La Guajira; a

su vez se observaron salinidades más bajas hacia el sur y el suroeste de la cuenca como resultado de las desembocaduras del Río de la Magdalena, Sinú y Atrato (Colombia), además de evidenciarse el lente de agua dulce del istmo de Panamá.

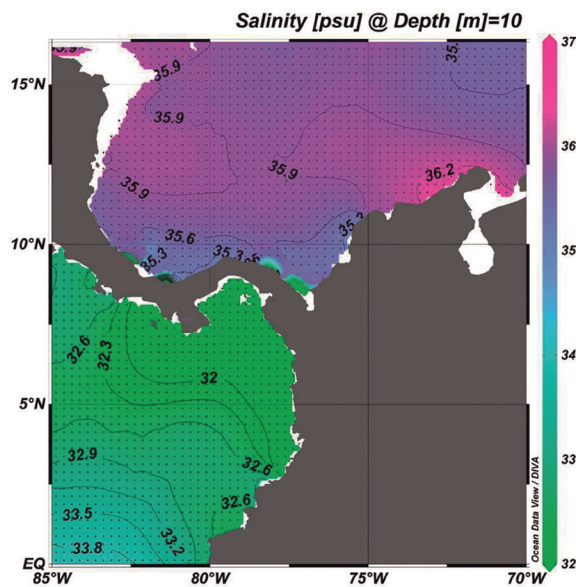


Figura 13a. Salinidad a 10 m WOA13.

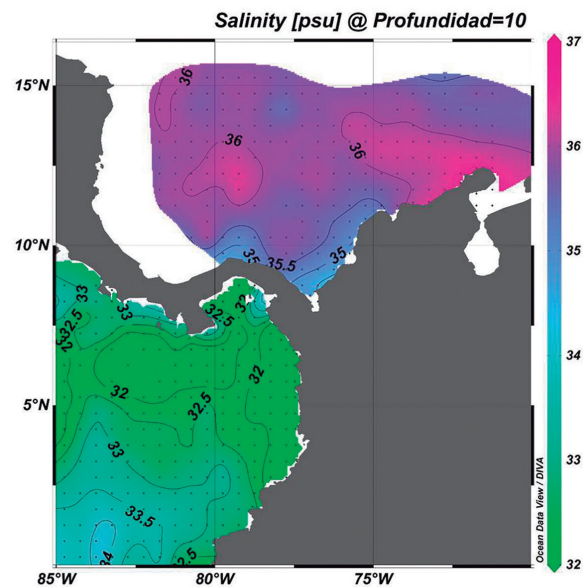


Figura 13b. Salinidad a 10 m ADOC15.

En la cuenca Pacífica el WOA13 y el ADOC15 mostraron un patrón similar entre sí; los valores más bajos de salinidad a lo largo de la costa Pacífica colombiana fueron evidentes, debido a la contribución de agua continental, producto de diferentes tributarios de la vertiente occidental que se caracteriza por ser el área con mayor precipitación anual en el mundo, generando lluvias constantes a lo largo del año [11]. También fueron notorios los bajos valores de salinidad a lo largo del istmo de Panamá. La influencia de las aguas con los valores bajos de salinidad fue evidente en el ADOC15 hacia el oeste de la cuenca.

A 200 m de profundidad, en la cuenca Caribe se observaron ligeras diferencias en la distribución de la salinidad en el WOA13 (Fig. 14a) y el ADOC15 (Fig. 14b). En el WOA13 se observó un incremento de salinidad desde el sur hacia el norte de la cuenca; sin embargo, este

patrón no se evidenció tan claramente en el ADOC15, en la que se apreció una distribución más heterogénea de la salinidad a lo largo de la cuenca, aunque los valores más altos de salinidad en el ADOC15 se mostraron en el norte de la cuenca, al igual que en el WOA13. Los valores de salinidad para ambos atlas en la Cuenca Caribe, de forma general fueron muy similares.

En la cuenca Pacífica se observó mayor uniformidad en la distribución de salinidad en el WOA13, la cual mostró el valor más bajo hacia el noroeste de la cuenca. En cambio, en el ADOC15 la distribución de la salinidad mostró una tendencia más heterogénea, evidenciando los valores más altos de hacia el sur de la cuenca. Se advirtieron en forma clara, en ambas figuras, valores más altos de salinidad en el sur de la cuenca, debido a la corriente de Humboldt en su viaje al oeste.

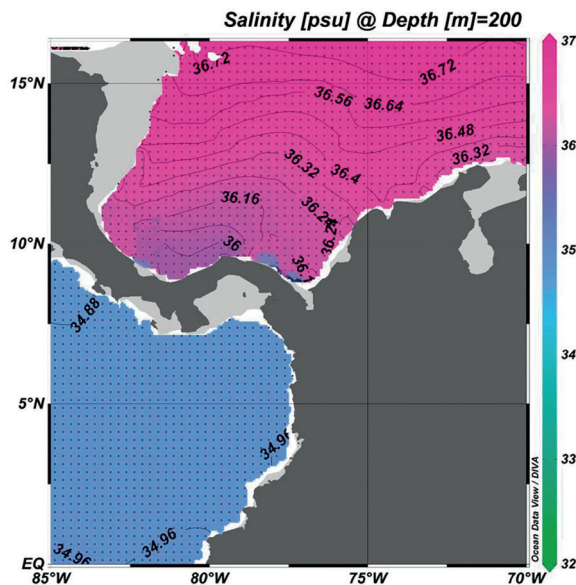


Figura 14a. Salinidad a 200 m WOA13.

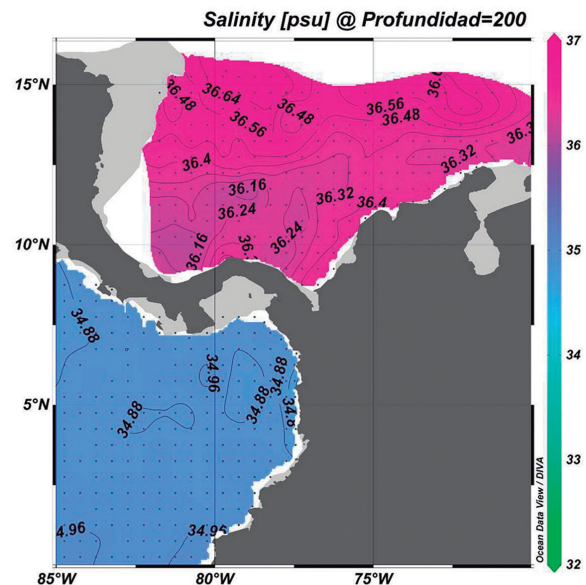


Figura 14b. Salinidad a 200 m ADOC15.

En la cuenca Caribe se observaron ligeras diferencias en la distribución de la salinidad a 500 m de profundidad entre el WOA13 (Fig. 15a) y el ADOC15 (Fig. 15b). En el WOA13 se observó un incremento de salinidad desde el sur hacia el norte de la cuenca; sin embargo, este patrón no se evidenció tan claramente en el ADOC15, en el que se apreció una distribución un poco más heterogénea de la salinidad a lo largo de toda la cuenca; aunque los valores más altos

de salinidad en el ADOC15 se encontraron en el norte de la cuenca, al igual que en el WOA13.

En la cuenca Pacífica se apreciaron valores similares de salinidad en ambas figuras. En el ADOC15 se aprecian los mayores valores de salinidad hacia los extremos sur y norte de la cuenca y valores más bajos en el resto de ésta. El valor de salinidad más alto en el WOA13 fue observado hacia el sector sureste.

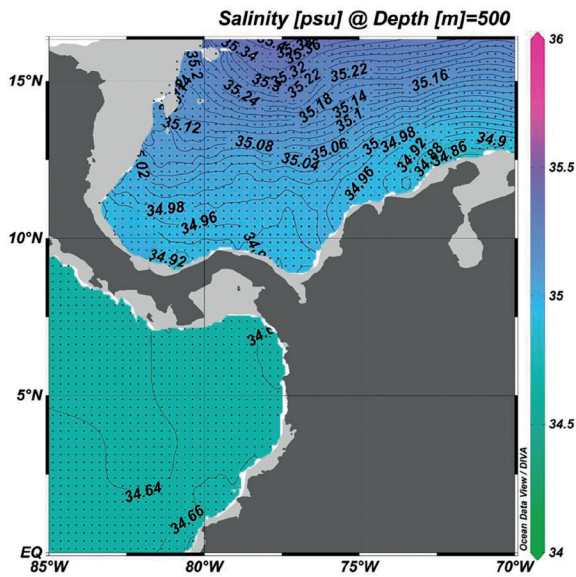


Figura 15a. Salinidad a 500 m WOA13.

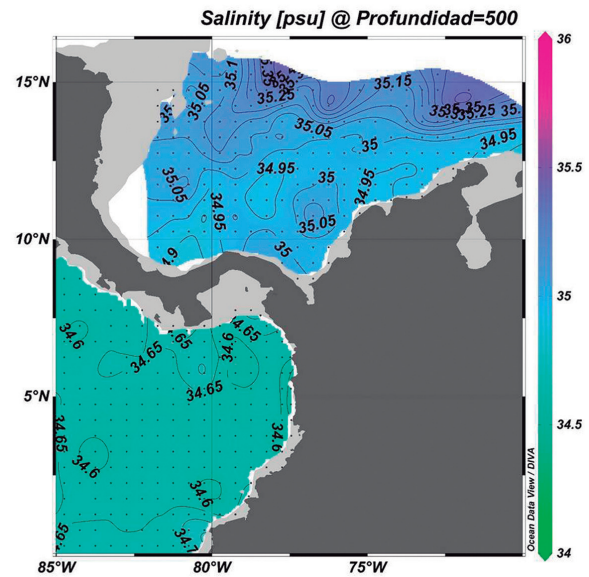


Figura 15b. Salinidad a 500 m ADOC15.

A 1000 m de profundidad, en la cuenca Caribe se observaron valores similares de salinidad en ambas figuras, pero con una distribución ligeramente diferente. En el ADOC15 (Fig. 16b) se observaron los más bajos valores de salinidad hacia el suroeste y noroeste de la cuenca y en el WOA13 (Fig. 16a) sólo hacia el suroeste de la cuenca.

En la cuenca Pacífica, en el WOA13 se apreciaron los valores más altos de salinidad hacia el centro-sureste de la cuenca; y en el ADOC15, los valores más altos se advirtieron en dos núcleos: uno en el norte y el otro en el sureste.

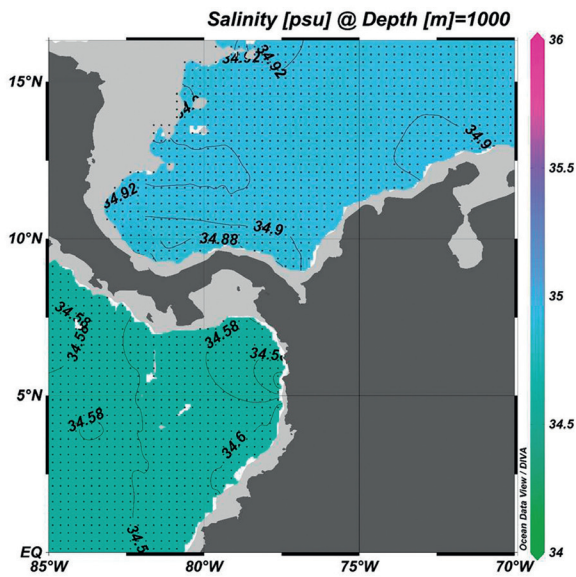


Figura 16a. Salinidad a 1000 m WOA13.

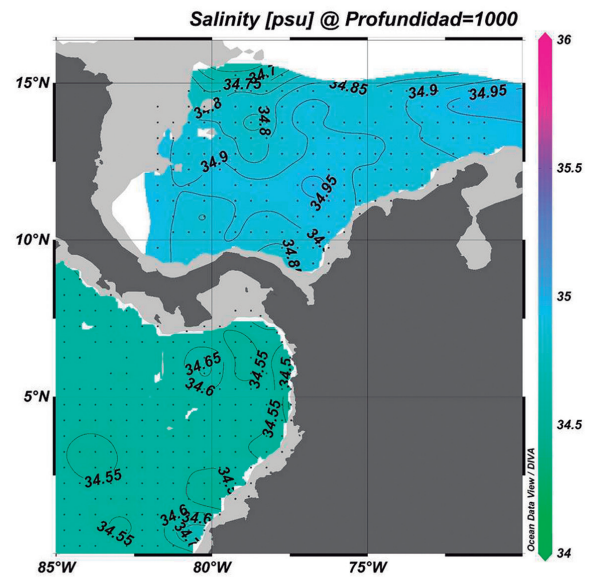


Figura 16b. Salinidad a 1000 m ADOC15.

CONCLUSIONES

La base de datos en el ADOC15 contiene una gran cantidad de detalles en las distribuciones de los parámetros presentados, que sirven como herramienta de entrada para cualquier estudio que se vaya a realizar en las aguas del Caribe Suroccidental y el Pacífico Tropical Oriental. Los rasgos más conocidos fueron presentados a manera de demostración de las posibilidades de extracción de información de esta base de datos.

Las estructuras térmicas y de salinidad del ADOC15 comparadas con las del WOA13 son en general similares, pero más ricas en estructura y detalles de menor escala espacial. Las estructuras no parecen ser afectadas por la menor resolución utilizada. La metodología del Data Interpolation Variational Analysis (DIVA, por sus siglas en inglés) para realizar los contornos permitió conocer mayor variabilidad en los campos.

AGRADECIMIENTOS

El presente documento es producto del Convenio de Cooperación para el Desarrollo de Actividades Científicas No. 52117922013, suscrito entre la Dirección General Marítima (Dimar), la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol, S.A.) y la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC). Los autores agradecen al grupo de edición de la Autoridad Marítima Nacional, especialmente al señor Fernando Afanador Franco, a la señora. Angélica María Castrillón Gálvez y a los revisores anónimos, por las observaciones realizadas para mejorar el manuscrito.

LITERATURA CITADA

- [1] Andrade, C. A., O. E. Rangel y E. Herrera. *Atlas de los Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013*, temperatura, salinidad, densidad, velocidad geostrofica. Ediciones Especiales DIMAR, 117 pp., 2015.
- [2] Locarnini, R. A., A. V. Mishonov, J. I. Antonov, T. P. Boyer, H. E. García, O. K. Baranova, M. M. Zweng, C. R. Paver, J. R. Reagan, D. R. Johnson, M. Hamilton, D. Seidov. *World Ocean Atlas 2013*, Volume 1: Temperature. S. Levitus, Ed.; A. Mishonov, Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 73, 40 pp., 2013.
- [3] Zweng, M. M., J. R. Reagan, J. I. Antonov, R. A. Locarnini, A. V. Mishonov, T. P. Boyer, H. E. García, O. K. Baranova, D. R. Johnson, D. Seidov & M. M. Biddle. *World Ocean Atlas 2013*. Vol. 2: Salinity. S. Levitus, Ed., NOAA Atlas NESDIS 74, 39 pp., 2013.
- [4] Díaz, G. Circulacao superficial e domo termal na regioao norte do Panama Bight (Lat.5N-7N), *Tesis de Maestrado, Instituto Oceanografico de la U. de Sao Paulo*, 1978.
- [5] Andrade, C. A. La circulación geostrofica del Pacífico colombiano. *Bol. Cient. CIOH* (12): 23-38, 1993.
- [6] Andrade, C. A. y E. D. Barton. Eddy development and motion in the Caribbean Sea, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 105, (C11.), 26,191-26,201, November, 2000.
- [7] Poveda, G. y O. J. Mesa. La corriente de chorro superficial del oeste ("del Chocó") y otras dos corrientes de chorro en Colombia: climatología y variabilidad durante las fases del ENSO. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23 (89): 517-528, 1999.
- [8] Andrade, C. A., E. D. Barton & C. N. K. Mooers. Evidence for an Eastward Flow along the Central and South American Caribbean Coast, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 108, C6-3185, June, 2003.
- [9] Andrade, C. A. & E. D. Barton. The Guajira Upwelling System, *Continental Shelf Research*, Vol. 25, 1003-1022, 2005.
- [10] Xie, S. P., H. Xu, W. S. Kessler & M. Nonaka. Air-sea interaction over the Eastern Pacific warm pool: Gap winds, thermocline dome and atmospheric convection. *Journal of Climate*, 18, 1, 5-20, Jan, 2005.
- [11] Poveda, G. & O. J. Mesa. On the existence of Lloró (the rainiest locality on Earth) Enhanced ocean-atmosphere-land interaction by a low-level jet. *Geophysical Research Letters*, 27, 11, 1675-1678, June, 2000.