

## **Aporte sobre la variabilidad espacial de la corriente de Cromwell en el Pacífico ecuatorial, entre 170°o y 85°o en el promedio de 1993 - 2017**

### **Byron Teran**

Master en oceanografía  
Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla, Naval Postgraduate School  
Cartagena de Indias, Colombia  
byron.teran@armada.mil.ec; bat8@hotmail.com  
Orcid: 0000-0002-4419-2521PatriciaParedes

### **Sonia Recalde**

Master en Ciencias con mención en Oceanografía  
Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada  
sonia.recalde@inocar.mil.ec; srecalde66@gmail.com  
Orcid: 0000-0002-5633-9682

### **Carlos Alberto Andrade**

Ph.D. Oceanography  
Armada Nacional de Colombia, Bangor University,  
Cartagena de Indias, Colombia  
candrade@exocol.com  
Orcid: 0000-0002-4784-7474

### **Resumen**

La Subcorriente Ecuatorial Central (EUC por sus siglas en inglés), conocida también como la corriente de Cromwell, es importante en la distribución de nutrientes, calor y su incidencia en los recursos pesqueros del Océano Pacífico Ecuatorial; sin embargo, al ser una corriente subsuperficial no cuenta con series de tiempo de mediciones insitu suficientemente largas para describir de manera detallada su comportamiento temporal y espacial a lo largo de la cuenca del Pacífico Ecuatorial; por esta razón, el uso de productos de reanálisis se presenta como una alternativa a estas falencias de información. El objetivo de este trabajo es aportar al conocimiento general de la EUC a fin de establecer su comportamiento y características a través de la cuenca del Pacífico Ecuatorial, analizando la distribución espacial media de 25 años de promedios mensuales de temperatura, salinidad y la corriente en sus componentes zonal y meridional.

Se calculó el promedio, desviación estándar de la muestra, error de estimación, el máximo y mínimo como las principales variables estadísticas del núcleo de la componente zonal de la corriente a lo largo de 170°O, 140°O, 110°O y 85°O. El promedio y el intervalo de confianza del 90%, para la velocidad zonal promedio en 170°O, fue de  $0.18 \pm 0.02$  m/s centrado a  $176 \pm 13$  m entre  $0.375^{\circ}$ S y  $2.125^{\circ}$ N. En el meridiano 140°O la corriente se presentó también con una velocidad zonal de  $0.13 \pm 0.015$  m/s, más superficial que el meridiano anterior (entre 75 y 200 m) y un núcleo menos extenso (entre  $0.375^{\circ}$ S y  $1.875^{\circ}$ N). A 110°O se encontró el máximo en  $0.08 \pm 0.010$  m/s, con

### Artículo

Acta Oceanográfica del Pacífico

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Acta Oceanográfica del Pacífico

Recibido 19 de junio 2021

Aceptado 30 de agosto 2021

Vol 3. No. 1. 2021

Enero - Junio

ISSN: 1390-129X

Pg 21-31

un núcleo entre 50 y 125 m de profundidad y entre 0.125 y 1.125°N. Finalmente al Este de las islas Galápagos (85°O) la EUC se presentó con un núcleo desplegado entre 0.375°S y 1.875°N, más superficial (entre 50 y 150 m) y a menor velocidad zonal ( $0.07 \pm 0.004$ m/s). La EUC no se encontró centrado al paralelo 0° y su profundidad a lo largo de la cuenca oceánica no fue constante, se enmarcó entre las isoterms de 20°C y 15°C, pero al oeste de 140°O el núcleo salió de dichos límites presentando un rango de temperaturas mayor.

Las corrientes sub-superficiales ecuatoriales cuasi zonales se identificaron notoriamente en el Pacífico Central, mientras que al acercarse al Pacífico Oriental la velocidad disminuyó volviendo difícil de definir el núcleo de la EUC. La componente meridional de la EUC es mucho menor que la componente zonal, y muestra sus máximos hacia el norte alrededor de 120°O y hacia el sur cerca de las islas Galápagos (95°O).

**Palabras claves:** Cromwell, corriente subsuperficial, circulación ecuatorial

### Abstract

The equatorial undercurrent (EUC), also known as the Cromwell current, is important in the distribution of nutrients, heat and its impact on the fishery resources of the Equatorial Pacific Ocean. However, being a subsurface current it does not have time series of measurements in situ long enough to describe in detail its behavior. For this reason, the use of reanalysis products is presented as an alternative to these information shortcomings. The objective of this work is to contribute to the general knowledge of the EUC in order to establish its behavior through the Equatorial Pacific basin. This research analyzed 25 years of monthly averages of temperature, salinity and current from zonal and meridional components. The main statistical parameters of the zonal velocity of the current along 170°W, 140°W, 110°W and 85°W were described, including their respective depths of 15°C and 20°C isotherms. The average, standard deviation of the sample, estimation error, maximum and minimum were calculated as the main statistical variables of the core of the zonal component of the current along 170°W, 140°W, 110°W and 85°W. The average and the 90% confidence interval, for the average zonal speed at 170°W was  $0.18 \pm 0.02$ m/s centered at  $176 \pm 13$  m between 0.375°S and 2.125°N. At 140°W the current was presented with a velocity of  $0.13 \pm 0.015$  m/s, more superficial than the last meridian (between 75 and 200 m) and a less extensive nucleus (between 0.375°S and 1.875°N). At 110°W the maximum was found at  $0.08 \pm 0.010$  m/s, with a core between 50 and 125 m deep and between 0.125 and 1.125°N. Finally, East of the Galapagos Islands (85°W), the EUC was presented with a core deployed between 0.375°S and 1.875°N, more superficial (between 50 and 150 m) and at a lower zonal speed ( $0.07 \pm 0.004$  m/s). The EUC was not found centered at the 0° latitude and its depth along the ocean basin was not constant, it was framed between the isotherms of 20 ° C and 15 ° C, but west of 140 ° W the nucleus left these limits presenting a higher temperature range. Quasi-zonal equatorial subsurface currents were notoriously identified in the Central Pacific, while approaching the Eastern Pacific the speed decreased making it difficult to define the core of the EUC. The meridional component of the EUC is much smaller than the zonal

component, and shows its northward maximums around 120 ° W and southward maximums near the Galapagos Islands (95 ° W).

**Keyword:** Cromwell, subsurface currents, equatorial circulation.

## Introducción

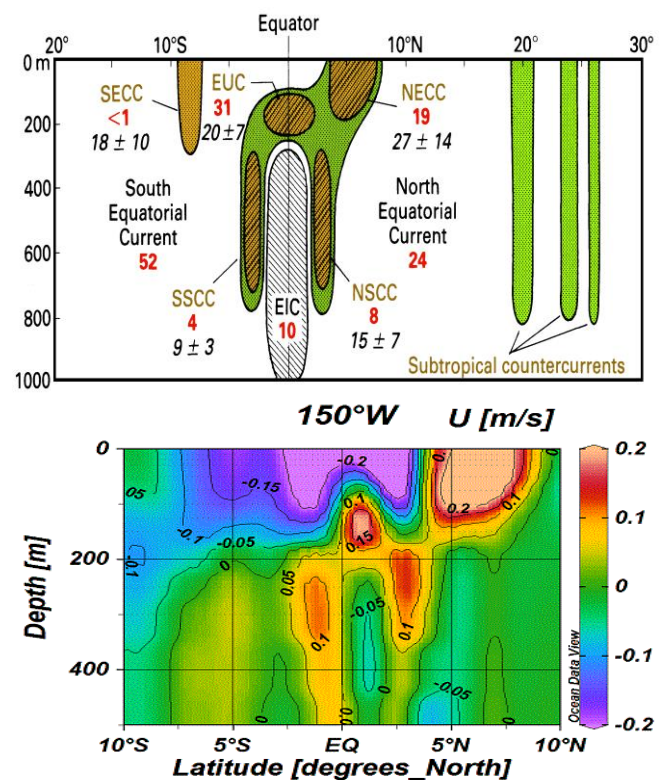
La Sub-corriente Ecuatorial Central (the Equatorial Undercurrent – EUC), fue descubierta en el año 1952 por Townsend Cromwell, quien lideró una partida de investigación para observar cómo las corrientes del océano variaban en función de la profundidad; descubriendo la deriva en la región ecuatorial del Océano Pacífico, con una corriente que fluía rápidamente hacia el Este en las capas subsuperficiales, contraria a la Corriente Ecuatorial del Sur del Pacífico que fluye hacia el Oeste en la superficie (Wyrki y Kilonsky, 1984), (Goodman, 2005).

Los inicios de esta corriente se ubica al Oeste del Pacífico muy cerca de Australia con un núcleo profundo a más de 200 m y velocidad promedio del núcleo de 33.5 cm/s, velocidad que se incrementa en su trayecto hacia Sudamérica, haciéndose más superficial cerca de las Islas Galápagos, llegando su núcleo a una profundidad de 80 m y una velocidad promedio de 94.9 cm/s (Quintana y Salas, 2016). No obstante, no es claro su comportamiento al Este de estas islas y tampoco se conocen puntos de afloramiento; de hecho, autores como Zuta y Cochrane (1967) mencionan que observaron que al Este se bifurca; mientras que (Montgomery, 1962) concluye de acuerdo con sus observaciones que la subcorriente ecuatorial usualmente se debilita o es inexistente.

Trabajos realizados en Pacífico Central (170°O) muestran una estructura del Sistema de Corrientes Ecuatoriales compuesta por corrientes superficiales y subsuperficiales (bajo la termoclina). La figura 1 (izquierda) muestra el flujo hacia el Este, que se encuentra coloreado integrando las contracorrientes superficiales norte y sur (NECC y SECC) y las subsuperficiales (EIC, NSCC y SSCC); el transporte en sverdrups está dado para 155°O, basados en observaciones desde abril 1979 – marzo 1980 y los valores en *itálica* corresponden a 165°E basados en observaciones de enero 1984 –junio 1986. (Tomsack and Godfrey (2001). Con los datos obtenidos de la base de Copérnico se

graficó la componente zonal de la corriente en el meridiano 150°O (figura 1 derecha) donde se puede observar las tres corrientes subsuperficiales y la contracorriente superficial del norte que se dirigen hacia el Este. A nivel subsuperficial, en el Pacífico Ecuatorial Central, se reconoce tres corrientes con características termohalinas diferentes y que en el trayecto hacia el oeste en algún momento pueden unirse y ser más difícil diferenciarlas (Decroix et al 1986).

**Gráfico 1.** Diagrama de la estructura del Sistema de



Corrientes ecuatoriales en el Océano Pacífico Ecuatorial Central, (izquierda). El flujo hacia el Este se encuentra coloreado, Todos los flujos oeste al norte de 5°N corresponden a la corriente Ecuatorial Norte. EUC = Subcorriente Ecuatorial, EIC = Corriente Ecuatorial Intermedia, NECC and SECC = Contracorriente ecuatorial Norte y Sur, NSCC and SSCC = Contracorriente subsuperficial Norte y Sur. Fuente: Fig. 8.7 Tomsack and Godfrey (2001). A la derecha se presenta el gráfico de la corriente zonal promedio de 25 años en el meridiano 150°O, obtenido de la base de datos de Copérnico, valores en amarillo y rojo representa corriente hacia el Este

En el Pacífico Central, las características de la

subcorriente ecuatorial son bien conocidas (Knauss, 1960) (Montgomery, 1962), donde se registra que es de aproximadamente 200 metros de espesor y 400 kilómetros de ancho, con una velocidad pico de 1,25 m/s a una profundidad entre 75 y 100 metros con un transporte dealrededor de 30 Sv. Wyrcki y Kilonsky (1984) proporcionaron una descripción de la circulación ecuatorial en el Pacífico Central (150°O – 153°O). Las características incluyeron: (1) una corriente subsuperficial ecuatorial (EUC) que fluye hacia el Este que se extiende desde 2°S a 2°N, entre 50-275 m de profundidad, con un transporte de 23 Sv y (2) una velocidad máxima de aproximadamente 1 m/s que ocurre en la Línea Ecuador a 125 metros de profundidad.

En el Pacífico Tropical Oriental, entre los 120°O y el borde continental, el sistema de corrientes es complicado e incluye un flujo meridional importante en ambos hemisferios (Sweet, 2007) (Kessler, 2006). En este sistema se encuentra la cuenca de Panamá que es una piscina de aguas cálidas, cuya circulación está influenciada por los chorros de vientos que cruzan América Central desde el Caribe (Devis-Morales et al., 2008) y el sistema de corrientes de Perú o Humboldt. Este último aporta aguas frías que junto con las corrientes del sur; y, los afloramientos ecuatoriales y costeros alimentan la lengua de agua fría que se puede observar en las imágenes satelitales de temperatura superficial del mar hasta aproximadamente 140°O (Montes et al., 2010; Kessler, 2006). Se la ubica en la base de la termoclina ecuatorial, ha sido mapeada y su contribución va en función a determinar la temperatura, la salinidad y las propiedades nutritivas de la termoclina ecuatorial, como afectarán la productividad biológica, el intercambio de carbono con la atmósfera y al ciclo ENOS (Goodman et al., 2005).

Conforme la compilación y descripción realizada por Montes et al. (2010), el sistema de corrientes ecuatoriales (Cromwell et al., 1954; Wyrcki et al., 1966; Wyrcki, 1967; Tsuchiya, 1975; Lukas, 1986; Johnson y McPhaden, 1999; Nonaka et al., 2002) está compuesto por corrientes cuasizionales: la corriente sub-superficial ecuatorial (EUC) y las contracorrientes primarias y secundarias sub-superficiales (pSSCC y sSSCC) que fluyen hacia el este; y la corriente ecuatorial del sur (SEC)

que fluye hacia el oeste cerca de la superficie. La EUC perturba el sistema marino subsuperficial del Pacífico Central y Oriental, es decir la variedad de recursos, en gran medida alterando el patrón de recursos pesqueros, influyendo en su distribución y abundancia especialmente (Bistrain, 2008; Rosales, 2017; Rueda et al., 2014).

El objetivo de este trabajo fue el de aportar al conocimiento general de la corriente de Cromwell a fin de mostrar su comportamiento a través de la cuenca del Pacífico Ecuatorial, mediante el análisis de 25 años de promedios mensuales de temperatura, corriente y salinidad obtenidos de procesamiento global.

## Metodología

Se trabajó con la base de datos de procesamiento global ARMOR3D L4 publicada por Copernicus Marine Environment Monitoring Service, la cual cuenta con datos a una grilla de resolución de 0.25°. Los parámetros analizados fueron: temperatura, salinidad y velocidad de corrientes, obtenidos mediante la combinación de observaciones satelitales (anomalías del nivel del mar, corrientes de superficie geostroficas, temperatura de la superficie del mar) e in situ (perfiles de temperatura y salinidad). El periodo de tiempo analizado comprendió desde enero de 1993 hasta diciembre de 2017 de valores promedios mensuales en los primeros 14 niveles estándares, alcanzando profundidades hasta 500m. Los datos fueron recortados a fin de cubrir la zona ecuatorial desde 180°O a 79°O y 5°N a 5°S.

La información mensual fue promediada, obteniendo una matriz de 3 dimensiones (longitud, latitud y profundidad). Para identificar el núcleo del EUC y sus características se graficó la información en cortes meridionales a 170°O, 140°O, 110°O y 85°O.

El núcleo se define con los valores donde la corriente zonal es mayor a 0.05 m/s y salinidades superiores a 34.8 ups. Visualmente se elimina los puntos que representan a las sub-corrientes norte y sur, las cuales son más profundas, tienen salinidades menores y, en especial en los meridianos 170°O y 140°O, se juntan con la EUC.

Del núcleo, a los diferentes meridianos, se separó la información de temperatura, salinidad, y componentes de la velocidad U y V. A esta información se realizó un análisis de estadística básica, determinando el Promedio, Desviación estándar, intervalo de confianza del 90%, el error estándar, Máximo y Mínimo de cada paquete de datos con el objeto de identificar las características de dicha corriente en cada uno de los meridianos estudiados. Se considera un intervalo de confianza del 90% con respecto al valor máximo con el objeto de poder obtener datos que sean únicamente de la corriente de Cromwell y no de las corrientes o sub-corrientes que pueden influenciar directamente en los resultados, de esta manera obtener mayor exactitud, ya que no se consideran datos con mayor dispersión que distorsionen el campo de influencia directa del núcleo, que es el motivo de estudio, esperando que se mantenga el rango dentro de los valores del núcleo.

Se realizó un análisis de frecuencia apilada con el objeto de identificar las características comunes en temperatura, salinidad, velocidad zonal y la velocidad meridional, considerando la fórmula  $clases = \frac{\ln(N)}{\ln(2)}$ .

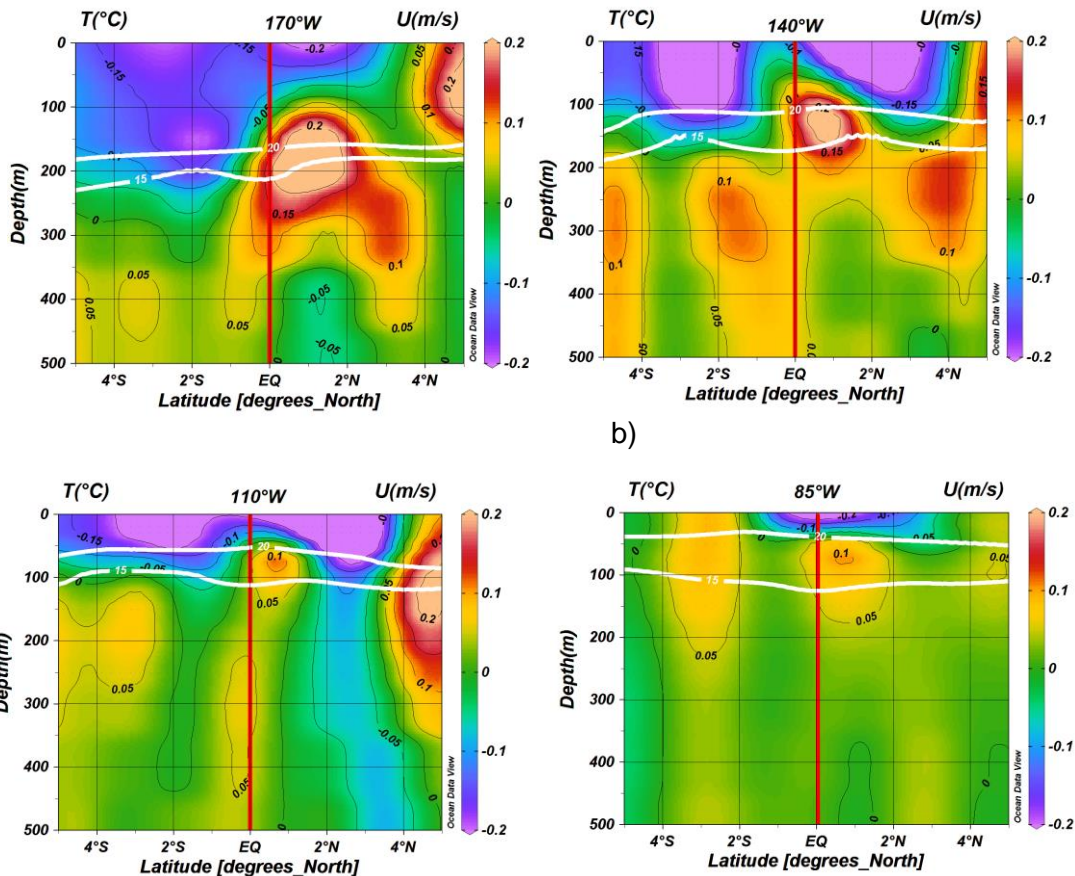
## Resultados

La figura 3 muestra la presencia de la EUC a lo largo de la zona ecuatorial, misma que se encuentra bajo la termoclina, representada entre la isoterma de 20°C y 15°C. La corriente es más fuerte en el Pacífico Central (170°O) donde alcanzó velocidades superiores a los 0.2m/s en su núcleo y conforme se acerca al Pacífico Oriental disminuyó su intensidad y profundidad llegando a 0.1m/s en el núcleo de la corriente. Las islas Galápagos que se encuentran entre las longitudes 92°O y 89°O representan un obstáculo natural, pero la corriente se la observa nuevamente en el corte a 85°O con una notoria dificultad en diferenciarla con las contracorrientes ecuatorial sur y norte.

Sobre 170°O se presentó un promedio de 0.18 m/s con un intervalo de confianza de 0.02. La máxima intensidad fue de 0.32 m/s, donde el núcleo se ubicó entre 100 y 250 metros de profundidad, y entre 2°N y el ecuador. Las isothermas de 15°C y 20°C se ubicaron

aproximadamente a 200 y 160 metros de profundidad respectivamente cruzando el núcleo; en este meridiano se observa que las tres sub-corrientes ecuatoriales que expresa Tomczak (2001) se unen como una sola masa, pero las sub-corrientes norte y sur tienen temperaturas menores a 13°C y salinidades menores a 34.8 ups. La velocidad máxima meridional fue el 6.2% de la máxima calculada de la velocidad zonal. La temperatura promedio del núcleo fue de  $18.3 \pm 1.357$  °C y una salinidad de  $35.03 \pm 0.047$  ups. (Tabla 1, figura 2).

A lo largo de los 140°O el tamaño del núcleo disminuyó a pesar de conservar velocidades zonales máximas de 0.25m/s y ascendió ubicándose entre 75 y 200 metros de profundidad, adicional las sub-corrientes norte y sur muestran núcleos separados a la corriente de Cromwell con temperaturas y salinidades menores. En esta sección, las isothermas de 15°C y 20°C se encontraron entre 200 y 100 metros respectivamente, ubicándose entre los límites inferiores y superiores del núcleo de la corriente. La velocidad meridional máxima representó el 4% de la velocidad zonal máxima registrada, la temperatura promedio del núcleo fue de  $17.32 \pm 0.897$  °C y una salinidad de  $34.98 \pm 0.034$  ups. (Tabla 1, figura 2).



**Gráfico 2.** Distribución del promedio de la componente zonal de las Corrientes en cuatro secciones meridionales entre 5°N y 5°S. a) 170°O, b) 140°O, c) 110°O, d) 85°O. Fuente: Base de datos Copérnico, periodo 1993-2017 [ftp://my.cmems-du.eu/Core/MULTIOBS\\_GLO\\_PHY\\_REP\\_015\\_002/](ftp://my.cmems-du.eu/Core/MULTIOBS_GLO_PHY_REP_015_002/).

A los 110°O la intensidad de la corriente disminuyó aproximadamente hasta 0.12 m/s, ubicándose por encima de los 100 metros de profundidad y las isoterma de 20 y 15 °C se encuentran entre los 100 y 50 metros respectivamente. La temperatura promedio del núcleo fue de  $16.34 \pm 0.788$  °C y una salinidad de  $34.94 \pm 0.015$  ups; y la velocidad meridional máxima representó el 0.08% de la máxima velocidad zonal. (Tabla 1, figura 2).

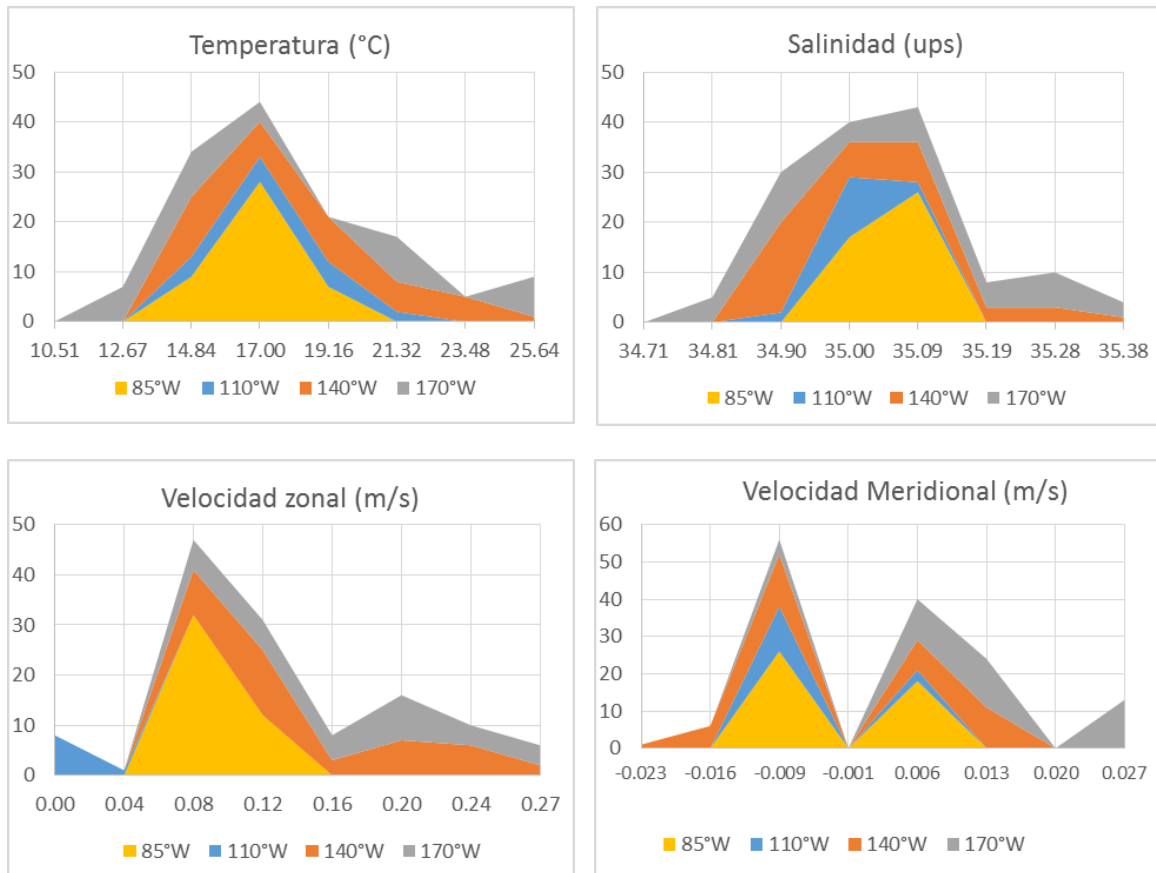
En 85°O se presentó con un núcleo difuso desplegado entre 0.375°S y 1.875°N, más superficial (entre 50 y 150 m) y a menor velocidad zonal de  $0.07 \pm 0.004$  m/s; las isoterma de 20°C se ubicaron a 50 m y la de 15°C a 125 m de profundidad, justificando el área del núcleo. La temperatura promedio del

núcleo fue de  $15.73 \pm 0.288$  °C, una salinidad de  $35.01 \pm 0.016$  ups y la velocidad meridional máxima representó el 0.09% de la máxima velocidad zonal. (Tabla 1, figura 2).

Al Este de 110°O, hubo meses donde no se notó con claridad el núcleo de la corriente de Cromwell, porque la velocidad alcanzada fue pequeña. En cambio, al Oeste de 140°O, la dificultad al identificar el núcleo basado en la magnitud de la corriente es debido a que se encuentra próxima a las sub-corrientes norte y sur que también son zonales, y pareciera que le absorben o la mueven a sus proximidades. Es de destacar que la salinidad promedio en estas corrientes es menor a las atribuidas a la corriente de Cromwell, donde Lucero (1989) reporta valores sobre 35 ups

**Tabla 1.** Estadística básica del núcleo de la corriente de Cromwell identificada en cada meridiano estudiado.

Longitud	No. Datos	Parámetros	Promedio	Error estimación IC 90%	Desv. Estandar.	Máximo	Mínimo	No. de Clases
-85	44	latitud	0,80	0,165	0,666	1,875	-0,375	5,46
		profundidad	100,57	8,402	33,881	150,000	50,000	
		temperatura	15,73	0,266	1,073	17,950	14,450	
		salinidad	35,01	0,016	0,065	35,400	34,930	
		U	0,07	0,004	0,018	0,110	0,050	
		V	-0,01	0,001	0,005	0,000	-0,010	
-110	16	latitud	0,58	0,136	0,332	1,125	0,125	4,00
		profundidad	92,19	10,430	25,362	125,000	50,000	
		temperatura	16,34	0,788	1,917	20,090	14,200	
		salinidad	34,94	0,015	0,035	35,010	34,880	
		U	0,08	0,010	0,024	0,120	0,050	
		V	-0,01	0,002	0,004	0,000	-0,010	
-140	40	latitud	0,71	0,173	0,666	1,875	-0,375	5,32
		profundidad	137,50	10,618	40,825	200,000	75,000	
		temperatura	17,32	0,897	3,447	23,580	12,790	
		salinidad	34,98	0,034	0,131	35,310	34,840	
		U	0,13	0,015	0,058	0,250	0,050	
		V	0,00	0,003	0,011	0,010	-0,030	
-170	41	latitud	0,92	0,177	0,687	2,125	-0,375	5,36
		profundidad	176,83	13,502	52,557	250,000	100,000	
		temperatura	18,30	1,357	5,281	26,560	11,430	
		salinidad	35,03	0,047	0,181	35,370	34,730	
		U	0,18	0,020	0,080	0,320	0,050	
		V	0,01	0,003	0,010	0,020	-0,010	
85°W - 170°W	141	latitud	0,78	0,090	0,647	2,125	-0,375	7,14
		profundidad	132,27	7,283	52,571	250,000	50,000	
		temperatura	17,00	0,501	3,620	26,560	11,430	
		salinidad	35,00	0,018	0,128	35,400	34,730	
		U	0,12	0,010	0,070	0,320	0,050	
		V	0,00	0,001	0,011	0,020	-0,030	



**Gráfico 3.** Polígono de frecuencias de cada uno de los parámetros analizados que caracterizaron la corriente de Cromwell en los cuatro meridianos estudiados.

El gráfico 3 muestra el análisis de frecuencia de cada parámetro donde se puede apreciar el rango más común encontrado en todos los meridianos evaluados, cuya gráfica permite representar mejor la comparación de diversas variables.

La temperatura media fue mayor en el occidente que en oriente aun cuando el núcleo fue más profundo. La distribución de clases abarcó valores más elevados a 170°O y mejor concentrados a 85°O. Los rangos de salinidad fueron menores que el de temperatura, siendo precisamente en los meridianos 110°O y 140°O los valores más bajos. En cuanto a la velocidad zonal, los mayores valores promedios se los ubicó en el occidente, y van disminuyendo paulatinamente mientras la corriente se dirige hacia el Este y comenzó a ser más somera. La

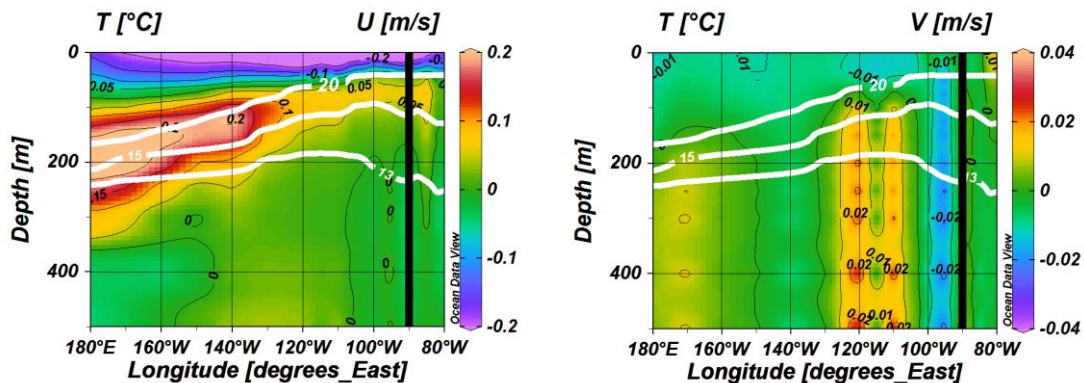
velocidad promedio meridional fue negativa, por lo que se debe considerar un desplazamiento promedio hacia el sur.

Basado en los cortes meridionales realizados y el promedio de las latitudes donde se ubicó el núcleo, se realizó un corte zonal en 0.6°N (figura 4). Se puede confirmar que la EUC se desarrolló entre las isotermas de 20°C y 15°C, especialmente al Este de 135°O; mostró velocidades sobre 0.2m/s entre 180° y 135°O principalmente entre las isotermas de 20°C y 15°C y el núcleo fue más ancho que la distancia entre ambas isotermas al Oeste de 140°O. Ambas isotermas ascendieron hasta 100m del Oeste al Este.

En el Pacífico Oriental (al Este de 135°O) la velocidad zonal presentó un núcleo definido con

valores de hasta de 0.1 m/s. La velocidad de la corriente disminuyó considerablemente entre 110°O y las islas Galápagos registrando su núcleo con velocidades de 0.05m/s más superficial y angosto, se fortalece al pasar las islas y entrar al complejo sistema de corrientes imperante en la zona (figura 5, derecha). En cuanto a las velocidades meridionales se

observa variación en magnitud y dirección a lo largo de la cuenca de manera alternada, presentando los mayores valores bajo el isoterma de 15°C en 120°O y 110°O y cambio sustancial en la dirección al llegar a las islas mostrando valores de hasta 0.02m/s en la dirección sur.



**Gráfico 4** Promedio anual de la componente zonal (izquierda) y meridional (derecha) de las Corrientes en el Pacífico Ecuatorial. Corte en la latitud 0.6°N, las líneas blancas representan las isotermas de 20°C, 15°C y 13°C. Fuente: Copérnico Base 1993-2017, [ftp://my.cmems-du.eu/Core/MULTIOBS\\_GLO\\_PHY\\_REP\\_015\\_002/](ftp://my.cmems-du.eu/Core/MULTIOBS_GLO_PHY_REP_015_002/).

## Discusión y Conclusiones

La EUC caracterizada con los 25 años de datos utilizados en el presente estudio, muestran que circula de oeste a este en la zona de la termoclina y disminuye su velocidad conforme se acerca a la costa de América del Sur, confirmando lo mencionado por otros autores (Goodman et al., 2005; Leetmaa y Spain, 1981; Weisberg, 2001; Wyrski & Kilonsky, 1984). Taft y Jones (1973) con un modelo simple indica que la disipación friccional puede ser muy importante al oeste de las islas Galápagos y explicaría la disminución en la magnitud de la corriente encontrada también en este trabajo entre 120°O y las islas donde la corriente como la termoclina es más superficial.

Acorde con lo determinado por Christensen (1971) la EUC no se encontró centrada al ecuador y su profundidad no fue constante. Si bien el trabajo de Christensen fue en las cercanías de las islas Galápagos, está demostrado con el promedio anual de los 25 años estudiados a lo largo de la zona ecuatorial, el núcleo de la corriente no estuvo centrado al

paralelo cero, más bien se encontró ligeramente hacia el norte. No se analizó la variación estacional, que podría estar relacionada con la circulación atmosférica, evidenciada por la variación en la ubicación de la Zona de Convergencia Intertropical.

Taft y Jones (1973) mencionan que las observaciones realizadas en los cruceros Dolphin (abr-may 1958) y Eastropac (abril 1968) al este de 118°O demostraron que las mayores velocidades se ubicaron al sur del paralelo 0° y la asimetría la consideró como un impacto a los vientos alisios. En este trabajo el núcleo se encontró hacia el nortede la Línea Ecuador, pero no se están considerando posibles cambios globales que hayan podido ocurrir desde la década de los 60's hasta principios del siglo XXI que pudieran afectar a los resultados ni la variación estacional de la corriente.

Este trabajo coincide con lo encontrado en el crucero Piquero de 1969 abordado en Taft y Jones (1973), donde el componente meridional

promedio de la corriente indicó un flujo hacia el sur y el núcleo de la corriente se ubicó en el hemisferio norte.

Las corrientes subsuperficiales ecuatoriales cuasi zonales se identificaron notoriamente en el Pacífico Central, mientras que al acercarse al

Pacífico Oriental la velocidad disminuyó volviendo difícil de definir el núcleo de la EUC. Adicionalmente la componente meridional presenta los valores más elevados hacia el norte en los meridianos donde la termoclina se encuentra en ascenso y hacia el sur antes de llegar a las Islas Galápagos.

## Referencias

- Bistrain, E. (2008). *Variación espacio-temporal de los lances de atún asociados a delfines y su relación con la temperatura del mar [Thesis]*. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1494>.
- Christensen, N. (1971). *Observations of the Cromwell Current near the Galapagos Islands*. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 18(1), 27-33. [https://doi.org/10.1016/0011-7471\(71\)90013-1](https://doi.org/10.1016/0011-7471(71)90013-1).
- Cifuentes, J., Torres, M., & Frías. (1986). *El océano y sus recursos*. [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec\\_6.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_6.htm)
- Cromwell, T., B Montgomery, R., & D Stroup, E. (1954). *Equatorial Undercurrent in Pacific Ocean Revealed by New Methods*. *Science (New York, N.Y.)*, 119, 648-649. <https://doi.org/10.1126/science.119.3097.648>.
- Devis-Morales, A., Schneider, W., Montoya-Sánchez, R. A., & Rodríguez-Rubio, E. (2008). *Monsoon-like winds reverse oceanic circulation in the Panama Bight*. *Geophysical Research Letters*, 35(20). <https://doi.org/10.1029/2008GL035172>.
- Goodman, P. J., Hazeleger, W., de Vries, P., & Cane, M. (2005). *Pathways into the Pacific Equatorial Undercurrent: A Trajectory Analysis*. *Journal of Physical Oceanography*, 35(11), 2134-2151. <https://doi.org/10.1175/JPO2825.1>.
- Johnson, G. C., & McPhaden, M. J. (1999). *Interior Pycnocline Flow from the Subtropical to the Equatorial Pacific Ocean*. *Journal of Physical Oceanography*, 29(12), 3073-3089. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<3073:IPFFTS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<3073:IPFFTS>2.0.CO;2).
- Kessler, W. S. (2006). *The circulation of the eastern tropical Pacific: A review*. *Progress in Oceanography*, 69(2), 181-217. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.03.009>.
- Leetmaa, A., & Spain, P. F. (1981). *Results from a Velocity Transect Along the Equator from 125 to 159°W*. *Journal of Physical Oceanography*, 11(7), 1030-1033. [https://doi.org/10.1175/1520-](https://doi.org/10.1175/1520-7471(71)90013-1)
- [https://doi.org/10.1016/0011-7471\(71\)90013-1](https://doi.org/10.1016/0011-7471(71)90013-1).
- Cifuentes, J., Torres, M., & Frías. (1986). *El océano y sus recursos*. [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec\\_6.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/17/htm/sec_6.htm)
- Cromwell, T., B Montgomery, R., & D Stroup, E. (1954). *Equatorial Undercurrent in Pacific Ocean Revealed by New Methods*. *Science (New York, N.Y.)*, 119, 648-649. <https://doi.org/10.1126/science.119.3097.648>.
- Devis-Morales, A., Schneider, W., Montoya-Sánchez, R. A., & Rodríguez-Rubio, E. (2008). *Monsoon-like winds reverse oceanic circulation in the Panama Bight*. *Geophysical Research Letters*, 35(20). <https://doi.org/10.1029/2008GL035172>.
- Goodman, P. J., Hazeleger, W., de Vries, P., & Cane, M. (2005). *Pathways into the Pacific Equatorial Undercurrent: A Trajectory Analysis*. *Journal of Physical Oceanography*, 35(11), 2134-2151. <https://doi.org/10.1175/JPO2825.1>.
- Johnson, G. C., & McPhaden, M. J. (1999). *Interior Pycnocline Flow from the Subtropical to the Equatorial Pacific Ocean*. *Journal of Physical Oceanography*, 29(12), 3073-3089. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<3073:IPFFTS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<3073:IPFFTS>2.0.CO;2).
- Kessler, W. S. (2006). *The circulation of the eastern tropical Pacific: A review*. *Progress in Oceanography*, 69(2), 181-217. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.03.009>.
- Leetmaa, A., & Spain, P. F. (1981). *Results from a Velocity Transect Along the Equator from 125 to 159°W*. *Journal of Physical Oceanography*, 11(7), 1030-1033. [https://doi.org/10.1175/1520-](https://doi.org/10.1175/1520-7471(71)90013-1)

- 0485(1981)011<1030:RFAVTA>2.0.CO;
- Lukas, R. (1986). *The termination of the Equatorial Undercurrent in the eastern Pacific*. *Progress in Oceanography*, 16(2), 63-90. [https://doi.org/10.1016/0079-6611\(86\)90007-8](https://doi.org/10.1016/0079-6611(86)90007-8).
- Montes, I., Colas, F., Capet, X., & Schneider, W. (2010). *On the pathways of the equatorial subsurface currents in the eastern equatorial Pacific and their contributions to the Peru-Chile Undercurrent*. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C9). <https://doi.org/10.1029/2009JC005710>.
- Nonaka, M., Xie, S.-P., & McCreary, J. P. (2002). *Decadal variations in the subtropical cells and equatorial Pacific SST*. *Geophysical Research Letters*, 29(7), 20-1-20-24. <https://doi.org/10.1029/2001GL013717>.
- Pickard, G. L., & Emery, W. J. (1990). *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction (5.a ed.)*.
- Quintana, G. R., & Salas, L. I. (2016). *DESCRIPCIÓN OCEANOGRÁFICA DEL EVENTO EL NIÑO OSCILACIÓN SUR 2015-2016*. 12.
- Rosales, G. (2017). *Variaciones de la Corriente Cromwell y su influencia en la abundancia relativa de la merluza (Merluccius gayi peruanus) durante el período 2003-2013*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3435>.
- Rueda, L., Moranta, J., Abelló, P., Balbín, R., Barberá, C., Fernández de Puelles, M. L., Olivar, M. P., Ordines, F., Ramón, M., Torres, A. P., Valls, M., & Massutí, E. (2014). *Body condition of the deep water demersal resources at two adjacent oligotrophic areas of the western Mediterranean and the influence of the environmental features*. *Journal of Marine Systems*, 138, 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.11.018>.
- Taft, B. A., & Jones, J. H. (1973). *Measurements of the equatorial undercurrent in the eastern Pacific*. *Progress in Oceanography*, 6, 47-110. [https://doi.org/10.1016/0079-6611\(73\)90005-0](https://doi.org/10.1016/0079-6611(73)90005-0).
- Tsuchiya, M. (1975). *Subsurface countercurrents in the eastern equatorial Pacific Ocean*. *Journal of Marine Research*.
- Weisberg, R. (2001). *An Observer's View of the Equatorial Ocean Currents*. *Oceanography*, 14(2), 27-33. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2001.39>.
- Wyrtki et. al. (1966). *Oceanography of The Eastern Equatorial Pacific Ocean*. En *Oceanogr. Mar. Biol. Ann.* (Vol. 4).
- Wyrtki, K. (1967). *Circulation and Water Masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean*. En *Int. J. Oceanol. & Limnol.*
- Wyrtki, Klaus, & Kilonsky, B. (1984). *Mean Water and Current Structure during the Hawaii-to-Tahiti Shuttle Experiment*. *Journal of Physical Oceanography*, 14(2), 242-254. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1984\)014<0242:MWACSD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1984)014<0242:MWACSD>2.0.CO;2).





