

VARIABILIDAD DE LA CORRIENTE DE YUCATÁN EN EL CARIBE MEXICANO Y SU EFECTO EN LA SURGENCIA DE YUCATAN

Gabriela Athié¹, Tania Reyes-Jiménez², Mariana De la Miyar-Loza³, Cecilia Enriquez⁴, Julio Sheinbaum⁵, Mark Marín² e Ismael Mariño⁴

¹ Cátedra CONACYT – Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, U.V., gathie@uv.mx

² Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, U.V., tangy_2@hotmail.com; mmarin@uv.mx

³ Instituto Tecnológico de Boca del Río, marianadml@hotmail.com

⁴ Escuela Nacional de Estudios Superiores/ FC-UMDI-Sisal, UNAM, cenriqz@ciencias.unam.mx, imarino@cinvestav.mx

⁵ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, julio@cicese.mx

Introducción

La Corriente de Yucatán es parte de la corriente de frontera oeste del Giro Subtropical del Atlántico Norte; esta corriente fluye con dirección noreste a lo largo del Caribe Mexicano y cruza hacia el Golfo de México (GoM) aportando alrededor del 90% del transporte a través del Canal de Yucatán (Sheinbaum et al., 2016). La velocidad promedio de esta corriente es de 1.5 ms^{-1} alcanzando máximos de hasta 2.5 ms^{-1} , lo que la hace adecuada para la extracción de energía por corrientes oceánicas mediante turbinas marinas (Alcérreca-Huerta et al., 2019; Hernández-Fontes et al., 2019). Estudios recientes a partir de mediciones directas de velocidad en el Canal de Yucatán han mostrado que entre el 60 y 80% de la varianza de la Corriente de Yucatán se relaciona con movimientos longitudinales de su núcleo debidos a meandros y remolinos, además de otras frecuencias relacionadas con cambios interanuales y estacionales del viento, así como ondas atrapadas a la costa (Sheinbaum et al., 2016). Para poder evaluar la factibilidad para la extracción de energía por corrientes marinas, las mediciones en una escala temporal fina son cruciales en relación con los cálculos de turbulencia y el buen funcionamiento de las turbinas hidrocineéticas. Sin embargo, también es relevante entender en detalle los factores que contribuyen a la variabilidad subinercial a largo plazo en los diferentes puntos del Caribe Mexicano y los factores físicos que se asocian a fenómenos de relevancia biológica en la zona, como la Surgencia de Yucatán; éstos últimos representan los objetivos de el presente trabajo.

Corriente de Yucatán en el Caribe Mexicano

Se analizaron ~6 años de mediciones cuasi-continuas de velocidad a lo largo del Caribe Mexicano, a cargo del proyecto Canek, desde el arrecife Chinchorro hasta Puerto Morelos, al norte de Isla Cozumel. Se observó un incremento significativo de la velocidad promedio de la corriente por encima de los 100 m de profundidad, desde Chinchorro (0.47 ms^{-1}) hasta Puerto Morelos (1.30 ms^{-1} ; Tabla 1). En la vertical, la disminución de la velocidad entre los 30 m y 100 m de profundidad fue del 25 % para los anclajes al norte de los 20°N , lo que muestra corrientes intensas ($> 1 \text{ ms}^{-1}$) y estabilidad en la columna de agua. El análisis de la variabilidad subinercial muestra velocidades superiores a 1 ms^{-1} al norte de Isla Cozumel el 93% del tiempo (2003-2009). Sin embargo, para la zona del Canal de Cozumel y la parte este del mismo este porcentaje disminuye significativamente (30 %).

Tabla 1. Velocidad promedio (en ms^{-1}) a 50 m de profundidad y promediada por arriba de los 100 m de profundidad, con sus respectivas desviaciones estandar, para los diferentes periodos de mediciones de los anclajes instalados a lo largo del Caribe Mexicano de Norte a Sur.

Anclajes (de norte a sur)	\bar{V} z=50m	STD (V) z=50m	\bar{V} z<100 m	STD (V) z<100m
PM (2003-2009)	1.40	0.28	1.30	0.25
PME (2006-2010)	0.86	0.22	0.84	0.22
CZE (2003-2006)	0.85	0.26	0.83	0.25
COZ (00-01/09-10)	1.02	0.17	0.97	0.16
TU (2003-2007)	0.65	0.25	0.64	0.24
TUE (2004-2007)	0.57	0.22	0.55	0.20
CH (04-07/ 08-10)	0.47	0.36	0.47	0.34
CHE (2003-2010)	0.29	0.29	0.28	0.28

La corriente en esta zona esta dominada por variabilidad en periodos entre los 2 y 5 meses. Se observa mayor enegía de esta señal en Chinchorro,

disminuyendo corriente arriba; esta señal se relaciona con remolinos en la zona del Caribe Mexicano que modulan de forma significativa la intensidad de la Corriente de Yucatán.

Surgencia de Yucatán

La extracción de energía por corrientes marinas puede implicar cambios en la intensidad del sistema de corrientes Mar Caribe – GoM; es por esto que es relevante entender los diferentes fenómenos asociados a la Corriente de Yucatán con implicaciones no solo a nivel físico, sino también ecológico. Se analizaron 6 años de mediciones de velocidad en la columna de agua y temperatura en el fondo, a aproximadamente 20 m, 50 m y 100 m de profundidad (2008-2014), sobre la plataforma oeste de Yucatán, con el fin de identificar las características de la Corriente de Yucatán que contribuyen en el desarrollo de la surgencia topográfica en esta zona. Se observaron eventos de surgencia durante todo el año, con un comportamiento estacional. En primavera - verano, se observa un descenso de la temperatura de alrededor de 2°C, asociado a transporte de Ekman de fondo, debido a la interacción del núcleo de la corriente con la plataforma continental y a un gradiente de presión positivo entre el Caribe y el GoM. Posteriormente, se observa un cambio de signo en el gradiente de presión entre el Caribe y el GoM (i.e., negativo), que por geostrofia genera que el núcleo de la Corriente de Yucatán se aleje de la costa, manteniendo el evento de surgencia entre 12 y 20 días. Un resultado importante es que algunos de estos eventos de surgencia (al menos 3 en el periodo de estudio) tienen su origen por transporte de Ekman al norte del Canal de Yucatán (PE; Figura 1) y se asocian con una corriente en dirección hacia el Caribe, sobre la plataforma de Yucatán, así como remolinos ciclónicos de submesoescala. Durante estos eventos de primavera - verano se ha observado que el agua de surgencia llega hasta la plataforma norte de Yucatán (e.g., Reyes-Mendoza *et al.*, 2016).

En otoño - invierno se observan descensos de temperatura con una intensidad de ~7°C y una duración entre 1 y 5 días. Estos eventos son forzados por transporte de Ekman negativo debido a la interacción del núcleo con la plataforma, pero sin que el gradiente de presión sea un factor determinante. Debido a la frecuencia que se observa

en estos eventos (5-10 días) se podrían relacionar con ondas atrapadas a la costa. Estos eventos de surgencia se han observado solamente en el quiebre de la plataforma y en algunos casos (40%) llegan a la zona somera (20 m) en el este de la península de Yucatán.

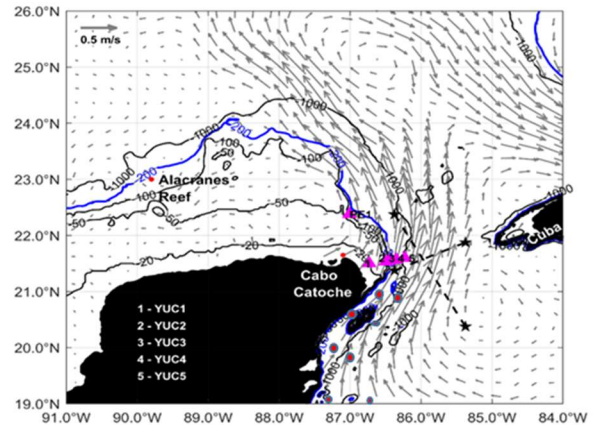


Figura 1. Ubicación de los anclajes instalados por el proyecto CANEK en el Canal de Yucatán y en la plataforma este (PE; en violeta), así como a lo largo del Caribe Mexicano (en rojo) desde Chinchorro (19°N) hasta Puerto Morelos (21°N). Los vectores indican las velocidades geostrofica promedio (AVISO; 2008-2017). Las líneas negras discontinuas indican los puntos tomados para el cálculo de los gradientes de presión.

Referencias

- Alcérreca-Huerta, J. C., Encarnacion, J. I., Ordoñez-Sánchez, S., Callejas-Jiménez, M., Barroso, G. G. D., Allmark, M., Mariño-Tapia, I., Casarín, R. S., O'Doherty, T., Johnstone, C., & Carrillo, L. (2019). Energy yield assessment from ocean currents in the insular shelf of Cozumel Island. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(5): 147.
- Hernández-Fontes, J. V., Félix, A., Mendoza, E., Rodríguez-Cueto, Y., Silva, R. (2019). On the Marine Energy Resources of Mexico. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(6): 191.
- Reyes-Mendoza, O., Mariño-Tapia, I., Herrera-Silveira, J., Ruiz-Martínez, G., Enriquez, C., Largier, J. L. (2016). The effects of wind on upwelling off Cabo Catoche. *Journal of Coastal Research*, 32(3).
- Sheinbaum, J., Athié, G., Candela, J., Ochoa, J., Romero-Arteaga, A. (2016) Structure and variability of the Yucatan and Loop Currents along the slope and shelf break of the Yucatan channel and Campeche Bank. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 76: 217-239.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano



