

ANÁLISIS DE CAMPOS MEDIOS DE CORRIENTES Y NIVELES DE TURBULENCIA A PARTIR DE MEDICIONES IN-SITU EN BAHÍA TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, DURANTE MARZO Y ABRIL DE 2019

Victor Alejandro Arias Esquivel, Anahi Bermudez Romero, Vanesa Magar, Victor M. Godinez y Markus Gross

CICESE, ariasmv@cicese.mx, anahi.berom@gmail.com, vmagar@cicese.mx, mxcali@cicese.mx, mgross@cicese.mx

Introducción

El estudio de campos medios y niveles de turbulencia utilizando ADCPs proporciona información esencial para caracterizar procesos físicos en la zona costera como oleaje, corrientes y turbulencia. Se han obtenido parámetros de oleaje (altura significativa y periodo de la ola pico), de corrientes (componentes armónicas barotrópicas y baroclínicas), y de turbulencia (tensores de Reynolds, energía cinética turbulenta y anisotropía). Nuestro trabajo está enfocado en caracterizar los flujos medios y los niveles de turbulencia en Bahía Todos Santos (BTS) en Baja California.

Area de Estudio

Se instaló un ADCP de cinco haces, programado para medir oleaje, corrientes, y niveles de turbulencia en esta bahía mesomareal en el Pacífico Nororiental Mexicano durante los meses de marzo y abril de 2019, con el objetivo de cuantificar los efectos de estos mecanismos de forzamiento sobre las corrientes, así como la generación de turbulencia a nivel local (Figura 1).

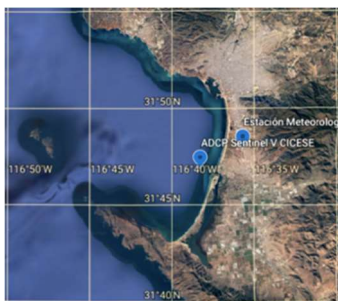


Figura 1. Area de estudio Bahía de Todos Santos.

Las señales de oleaje y de corrientes fueron separadas para obtener series de tiempo horarias para el oleaje y series de tiempo a intervalos de 10 minutos para las corrientes. Se realizó un análisis espectral de la señal del oleaje y una

descomposición en componentes armónicos principales de marea a partir de la elevación del mar y de las corrientes utilizando T-TIDE (Pawlovicz et al., 2002).

Los niveles de turbulencia fueron calculados a partir de las velocidades instantáneas utilizando el método de la varianza (Stacey et al. 1999) y las ecuaciones de Dewey and Stringer (2007).

Resultados

Campos Medios: Oleaje y Corrientes

Los parámetros de oleaje: altura significativa (H_s), y periodo (T_p), muestran promedios de 0.88 m y de 11.09 s, respectivamente (Figura 2).

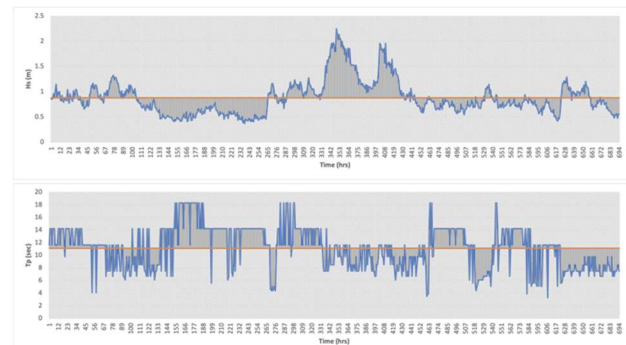


Figura 2. Oleaje: Altura significativa (H_s) y Periodo de la ola pico (T_p).

El análisis armónico del promedio vertical de la velocidad de corriente identificó la significancia de las componentes diurnas K1 de amplitud 0.029 m y O1 de amplitud 0.014 m; y las componentes armónicas semidiurnas M2 y S2 de amplitudes 0.028 m y 0.013 m, respectivamente, que contribuyen de manera importante en la marea de esta región. Se identificaron también los componentes armónicos con comportamiento baroclínico y barotrópico para definir los armónicos con mayor influencia en la señal de marea (Figura 3). Se calculó el factor de forma (F) usando el análisis armónico de la

elevación del mar y las velocidades de corrientes, obteniendo valores que definen a la marea en esta región como mixta con predominancia semidiurna.

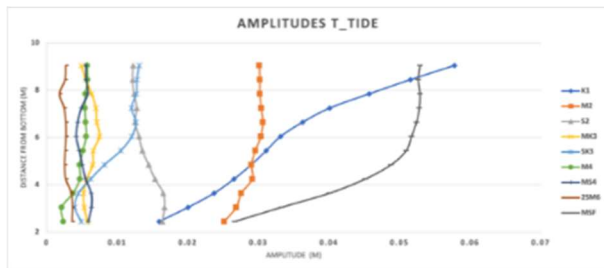


Figura 3. Amplitudes de componentes armónicas de las corrientes en Bahía de Todos Santos.

Niveles de Turbulencia

Se obtuvieron series de tiempo horarias de los tensores de Reynolds ($Reu'w'$ y $Rev'w'$), la densidad de la energía cinética turbulenta (TKE) y la razón de anisotropía (AR) con promedios de $2.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$, $0.9 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$, $10.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$, y 0.24. En general, los valores del componente del tensor $Reu'w'$, la TKE y la AR son mayores en superficie, por la posible influencia de viento, oleaje y corrientes, mientras que los componentes de $Rev'w'$ muestran una tendencia contraria. Si observamos los perfiles de los parámetros de turbulencia por un intervalo de 8 hrs es posible observar lo anteriormente descrito. Para este intervalo de tiempo que va del 10 al 11 de abril de 2019 de las 19:00 hrs a las 02:00 hrs (Figura 4) se observa que los componentes del tensor $Reu'w'$ oscilan de $4.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ a $24.3 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$, de $0.24 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ a $9.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$, y de $-1 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ a $2.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ a una distancia del fondo de 9 m, 6 m y 2 m, respectivamente. Asimismo, los componentes del tensor de $Rev'w'$ oscilan de $-7.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ a $1.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$, de $-2.9 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ a $9.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$, y de $0.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ a $12 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-2}$, respectivamente. La TKE oscila de $39.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$ a $60.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$, de $24.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$ a $37.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$, y de $18.3 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$ a $28 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{s}^{-3}$, respectivamente. Finalmente, valores de la AR oscilan entre 0.32 y 0.49, 0.17 y 0.28, y 0.03 y 0.06. Nuestros resultados parecen estar en concordancia con trabajos anteriores (Lu and Lueck, 1999, Stacey et al. 1999).

Conclusión

Se ha realizado un análisis espectral del oleaje y a partir de las series de tiempo de los perfiles de los parámetros de turbulencia incluyendo los componentes de los tensores $Reu'w'$ y $Rev'w'$, la

TKE y la anisotropía se ha confirmado el carácter dinámico de la turbulencia tanto en la escala de tiempo y como de espacio en la Bahía de Todos Santos.

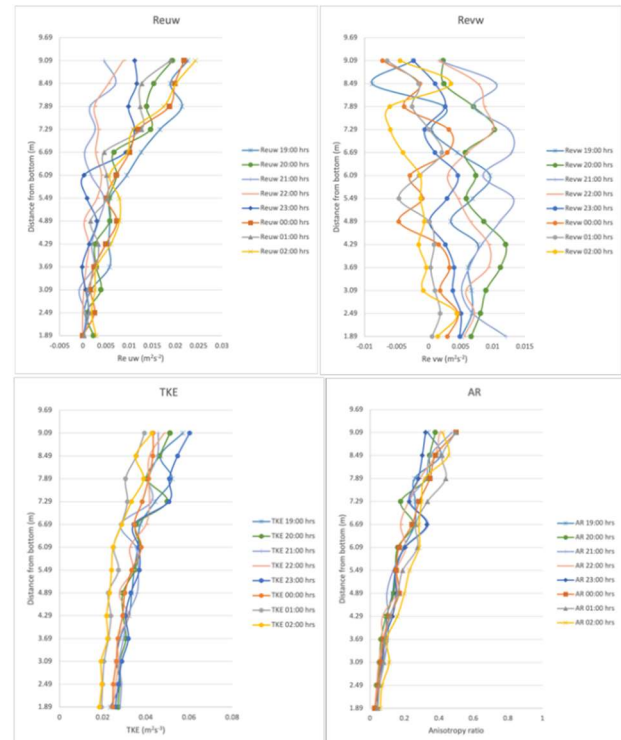


Figura 4. Parámetros de turbulencia: $Re u'w'$, $Re v'w'$, TKE y AR en Bahía de Todos Santos del 04/10/2019 19:00 hrs al 04/11/2019 02:00 hrs.

Referencias

- Lu, Y., Lueck, R.G. (1999). Using a broadband ADCP in a tidal channel. PartII: turbulence. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 16: 1568–1579.
- Pawlowicz, R., Beardsley, B., Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. *Computers and Geosciences*, 28: 929–937.
- Stacey, M.T., Monismith, S.G., Burau, J.R. (1999). Measurement of Reynolds stress profiles in unstratified tidal flow. *Journal of Geophysical Research*, 104(C5): 933–10,949.
- Dewey, R., Stringer, S. (2007). Reynolds stresses and turbulent kinetic energy estimates from various ADCP beam configurations: Theory. *Journal of Physical Oceanography*, 1-35.



1er Congreso Internacional
CEMIE-Océano





Cinvestav
UNIDAD MERIDA



Cinvestav
Unidad Saltillo



Cinvestav
UNIDAD GUADALAJARA



INSTITUTO DE ECOLOGÍA, PESQUERÍAS
Y OCEANOGRAFÍA DEL GOLFO DE MÉXICO
Universidad Autónoma de Campeche



INGENIERÍA Y
MEDIO AMBIENTE



INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA



SECRETARÍA DE
PROTECCIÓN CIVIL
DEL ESTADO DE VERACRUZ



Universidad Veracruzana



UNIDAD ACADÉMICA
YUCATÁN



Instituto
de Biología
UNAM



INSTITUTO DE
GEOGRAFÍA
UNAM



INSTITUTO DE
CIENCIAS
FÍSICAS



INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



INECOL



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE BUENAVISTA
DE CAROLINA
UABC



UNIVERSIDAD
VERACRUZANA



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE BUENAVISTA
DE CAROLINA
UABC



CIDESI®



Universidad
del Caribe
CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO



CICIMAR-IPN



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE YUCATÁN
UADY



Potencia
Industrial



ECOSUR



INFQE



DINA



DINA



IER
Instituto de Energías
Renovables



ESIME



CENTRO DE INVESTIGACION
EN QUÍMICA APLICADA
CIOA



UNIVERSIDAD DE
CIENEGA



CICATA-IPN



Tecnológico
de Monterrey



Centro de
Física Aplicada y
Tecnología Avanzada



Universidad Internacional
SECUNDARIA, BACHILLERATO, LICENCIATURA, INGENIERÍA, POSGRADO