

Sesión Especial

OCEANOGRAFÍA DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Organizadores:

A. Cristóbal Reyes Hernández
Francisco Ocampo Torres

SE23-1

DINÁMICA DE MESOESCALA EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Trasvina Castro Armando
 División de Oceanología, CICESE, Unidad La Paz
 trasvi@cicese.mx

Este trabajo presenta un resumen de lo que hemos aprendido de la dinámica de los remolinos que se generan en el Golfo de Tehuantepec. Las primeras imágenes satelitales revelaron la presencia de una zona de enfriamiento intenso, una anomalía térmica, en el centro del golfo. A partir de esa observación se publicaron los primeros trabajos teóricos, observacionales satelitales y resultados de modelos numéricos para explicar el fenómeno. La primera campaña observacional fue un esfuerzo conjunto entre el México (CICESE) y Gran Bretaña (UCNW). Los resultados revelaron la generación de una anomalía de temperatura efímera. Esta es una consecuencia del corte vertical de las corrientes superficiales que se generan debido a intensos eventos de viento del norte. También se observa la generación de grandes remolinos de núcleo cálido y la desintegración de la anomalía térmica en pequeños remolinos ciclónicos que orbitan al anticiclón antes de chocar contra la costa y en una lente de subducción que sobrevive bajo la superficie, en la periferia del giro cálido. Experimentos posteriores han servido para describir la propagación de los remolinos cálidos hasta muy adentro, y por muchos meses, del Pacífico Tropical Oriental. También han mostrado la presencia de remolinos de verano que se generan por los vientos Alisios, menos intensos que los invernales pero más persistentes. La circulación costera del Golfo de Tehuantepec también está dominada por la presencia, o ausencia, de remolinos y en menor medida por la circulación costera de gran escala. Las características principales de la circulación costera serán discutidas en detalle.

SE23-2

ESTUDIO DE LOS MECANISMOS FÍSICOS IMPORTANTES EN LA GENERACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN EL PACÍFICO MEXICANO

Martínez Alcalá José Antonio¹, Pérez Chavarría Miguel Ángel² y Navarro Olache Luis Felipe²
¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC
²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 amartine@uabc.edu.mx

Este proyecto tiene como objetivo principal, encontrar la relación entre las variables físicas como el viento, la temperatura superficial del mar y el nivel del mar, con la productividad primaria en el Pacífico mexicano, en particular el Golfo de Tehuantepec. El estudio se realiza a partir de datos de imágenes de satélite, aplicando una técnica estadística de visualización y reducción de bases de datos de gran tamaño, conocida como Redes Neuronales. La meta es encontrar en que proporción cada una de las variables físicas interviene en la generación de clorofila-a en las regiones de estudio.

SE23-3

RESPUESTA DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS A LAS VARIACIONES OCEÁNICAS DEL PERIODO 2006 – 2009 EN EL NOROESTE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Machain Castillo María Luisa¹, Nava Fernández Xinantecat Antonio¹, Thunell Robert² y Tappa Eric²
¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
²University of South Carolina, USA
 machain@cmarl.unam.mx

Con el objeto de conocer la respuesta de los foraminíferos planctónicos a los cambios en las condiciones oceanográficas se analizaron sus poblaciones en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec durante el periodo feb. 2006 – ago. 2009 mediante un arreglo de trampas de sedimento. Dichas poblaciones fueron relacionadas con las condiciones oceánicas del mismo periodo.

Se encontraron tres asociaciones de foraminíferos planctónicos: La primera asociación está representada por la especie Globigerina bulloides, siendo la asociación con mayor presencia durante los periodos de surgencias en años normales o Niño (feb. – abr. 2006 y nov. 2008 – mar. 2009). Esta asociación refleja la presencia de surgencias y de aguas superficiales frías y productivas.

La segunda asociación está representada por Globorotalia menardii, la cual está presente en los periodos sin surgencias en años normales (jun. – sep. de 2006, 2007 y 2008), en los que hay una mayor presencia de aguas estratificadas de la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR), que son de mayor TSM y menor productividad primaria superficial.

La tercera asociación está representada por Globigerinita glutinata - Globigerinoides ruber, la cual está únicamente presente en un corto periodo durante julio de 2009. Al parecer, esta asociación está relacionada con un

cambio de condiciones de no surgencia en un periodo normal, hacia condiciones de no surgencia en un periodo El Niño.

Durante las condiciones El Niño (sep. 2006 – feb. 2007) hubo surgencias; sin embargo, sus efectos fueron atenuados en cuanto a temperatura y productividad primaria superficial. Al inicio de este periodo, se presenta la asociación G. bulloides y hacia el final, cuando las condiciones El Niño son más fuertes, esta asociación es reemplazada por la asociación G. menardii, cuya especie dominante habita preferencialmente en la termoclina. Esto sugiere una termoclina profunda, por debajo de la acción de las surgencias.

Cuando se presentaron condiciones La Niña (oct. 2007 – may. 2008) las surgencias fueron de mayor intensidad, por lo que la asociación con mayor presencia fue la de G. bulloides.

SE23-4

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LA DINÁMICA FORZADA POR LOS NORTES EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Velázquez Muñoz Federico Angel
 Departamento de Física, UDG
 federico.velazquez@red.cucei.udg.mx

A partir de datos satelitales de velocidad del viento del producto CCMP, se genera un campo de esfuerzo del viento típico de los Nortes en el Golfo de Tehuantepec. Se realizan una serie de simulaciones numéricas con un modelo tridimensional para estudiar la respuesta del océano para diferente intensidad, duración y frecuencia de los eventos de viento. El modelo tiene como condición inicial el reposo y el único forzamiento es por el esfuerzo del viento.

Se muestran las principales características de la respuesta del océano como son la formación de remolinos de mesoescala y el enfriamiento en la superficie y se discuten las diferencias y similitudes de los resultados del modelo respecto a observaciones satelitales de temperatura superficial y nivel del mar.

SE23-5

CIRCULACIÓN GEOSTRÓFICA Y CONDICIONES DE VIENTO EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC EN SEPTIEMBRE DEL 2004

Reyes Hernández Cristóbal y Ahumada Sempoal Miguel Ángel
 Universidad del Mar
 creyes@angel.umar.mx

La estructura de velocidad geostrofica estimada para el Pacífico Tropical Oriental Mexicano del 31 de agosto al 24 de septiembre de 2004, a partir de 106 perfiles hidrográficos realizados a bordo del B. O. Altair de la Secretaría de Marina, es comparada con imágenes de altura dinámica de AVISO y con las condiciones de viento presentes durante ese periodo. El área muestreada fue aproximadamente 500x500 km², desde Punta Maldonado hasta Puerto Chiapas. Las imágenes de altura dinámica de AVISO muestran que durante el periodo de muestreo el Pacífico Tropical Oriental Mexicano estuvo ocupado por tres giros anticiclónicos orientados aproximadamente en dirección zonal. Consistentemente con las imágenes de AVISO, la topografía dinámica y velocidad geostrofica estimadas a partir del arreglo de perfiles hidrográficos, mostró dos de los anticiclones y la insinuación de dos ciclones distribuidos meridionalmente a lo largo de los 96° W. El viento promedio a cada 3 días mostró magnitud y dirección variables, 5-18 ms⁻¹ y 90-270° T, en correspondencia con el tránsito de perturbaciones tropicales. En consecuencia se propone que la presencia de los giros anticiclónicos no correspondió a forzamientos atmosféricos locales del tipo 'viento Tehuano' y que la interacción de ellos debió facilitar flujos de agua con características de temperatura y salinidad contrastantes, el primer flujo hacia el este, sobre la periferia norte del anticiclón occidental y el segundo flujo hacia el oeste, sobre la periferia sur del anticiclón oriental.

SE23-6

PRESENCIA DE LA CORRIENTE COSTERA DE COSTA RICA EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE VERANO

Araico González Claudia Ivette¹, Ahumada Sempoal Miguel Ángel² y Reyes Hernández Cristóbal²
¹Laboratorio de Cálculo Masivo, UMAR
²Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel
 clausaraico@yahoo.com.mx

Se estudió la estructura hidrográfica y la circulación geostrofica del Golfo de Tehuantepec (GT) durante los cruceros oceanográficos SC-OCVER-0208 y SC-COYVER-0209, realizados en mayo-junio de 2008 y julio de 2009, respectivamente, a bordo del B/O "Altair" de la Secretaría de Marina-Armada de México. A partir de los datos hidrográficos, con un nivel de no movimiento a 400 m, se obtuvieron las topografías dinámicas en superficie y 100 m de profundidad y la circulación geostrofica. En superficie, la topografía dinámica

obtenida de datos hidrográficos es consistente con representaciones diarias de la topografía dinámica y circulación geostrófica obtenidas de AVISO. Durante el crucero SC-OCVER-0208 se observó la presencia de un flujo (0.3 m/s) en dirección O que se adentra al GT por el extremo oriental, específicamente al sur de los 14.5 °N, el cual conforme se desplaza hacia la región occidental del GT se va acercando a la costa hasta formar parte de una estructura ciclónica presente en la región centro-occidental y salir del área de estudio al norte de los 15 °N. Por otro lado, para el crucero SC-COYVER-0209 se observó una corriente (0.1-0.4 m/s) en dirección O que entra al GT por el extremo oriental, al sur de los 15 °N, y forma parte de un sistema de circulación bipolar presente en la región centro-occidental hasta salir del área de estudio aproximadamente a los 15 °N, como parte de la estructura anticiclónica del sistema de circulación prevaleciente durante dicho crucero. A 100 m de profundidad, la topografía dinámica y la circulación geostrófica para ambos cruceros indicaron la presencia de un flujo en dirección O que se adentra al GT por el extremo oriental, cuya trayectoria es paralela a la pendiente continental hasta salir del área de estudio al norte de los 15 °N. La estructura termohalina mostró que dicho flujo presenta en su fracción superficial temperaturas mayores a 28.5 °C y salinidad de 32.5-33.4 ups, mientras que en su fracción subsuperficial presenta temperaturas de 10.8-17.5 °C y salinidad de 34.65-34.8 ups. Lo anterior es interpretado como evidencia de la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) en el Golfo de Tehuantepec, cuya señal se detecta desde superficie hasta por lo menos 380 m de profundidad. La CCCR entra en el GT al sur de los 15 °N y en lugar de seguir la línea de costa, sigue la batimetría de la pendiente continental hasta alcanzar el extremo occidental donde su cercanía (lejanía) a la costa depende de la presencia de giros ciclónicos (anticiclónicos).

SE23-7

VARIACIÓN ANUAL E INTERANUAL EN LA INTENSIDAD DE LAS SURGENCIAS EN EL NOROESTE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Nava Fernández Xinantecatli Antonio¹, Machain Castillo María Luisa¹, Monreal Gómez María Adela¹ y Aguirre Gómez Raúl²

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geografía, UNAM

xinantecatlnava85@yahoo.com.mx

Con el objeto de conocer las variaciones en la dinámica meteorológica y oceánica en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec durante el periodo 2006 - 2009, se analizaron algunos parámetros ambientales mediante imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (TSM), concentración superficial de clorofila - a (CI - a), posición de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), estimaciones de la velocidad del viento en Salina Cruz y la intensidad de las surgencias mediante el índice de Bakun. Asimismo, se utilizó el índice oceánico El Niño (ION) como referencia de la variación interanual.

Se encontraron seis escenarios oceanográficos durante el periodo estudiado:

- Épocas de surgencias en periodos normales (feb. - abr. 2006 y nov. 2008 - mar. 2009). En estos periodos, los vientos Tehuanos generan surgencias que propician la disminución de la TSM, el aporte de nutrientes hacia la superficie y el incremento en la CI - a.
- Épocas de no surgencias en periodos normales (jun. - sep. de 2006 y 2008). En las que el viento es menos intenso, no hay surgencias y hay una mayor presencia de aguas cálidas y menos productivas en superficie.
- Época de surgencias durante El Niño (sep. 2006 - feb. 2007). En este periodo, los Tehuanos generan surgencias, pero los valores de temperatura son más altos y de CI - a más bajos, en relación al resto de los periodos de surgencia analizados. Esto se podría deber a la presencia de una termoclina más profunda, que limita el aporte de nutrientes hacia la superficie y consecuentemente disminuye la productividad primaria superficial.
- Época de no surgencias durante El Niño (julio de 2009). En este periodo la posición de la ZCIT es más hacia el norte, no hay surgencias, la TSM es alta y los valores de CI - a bajos.
- Época de surgencias durante La Niña (oct. 2007 - may. 2008). En esta época las surgencias generadas por los Tehuanos fueron de mayor intensidad, las TSM más bajas y los valores de CI - a mayores con respecto a las otras épocas de surgencia. Esto se debe probablemente a que cuando las condiciones La Niña se presentan en el área, la termoclina se encuentra más cerca de la superficie, por lo que las aguas que afloran son de menor temperatura, mayor concentración de nutrientes y consecuentemente, hay mayor CI - a.
- Época de no surgencias durante La Niña (junio de 2007). Las condiciones oceánicas en este periodo son similares a las de épocas de no surgencias en periodos normales, en los que las aguas de la CCCR están presentes en el área.

A una escala anual, las variaciones en las condiciones oceánicas del Golfo de Tehuantepec son producidas por las surgencias eólicas; mientras que a una escala interanual las variaciones están determinadas por la presencia de ENOS en sus distintas fases.

SE23-8

OBSERVACIONES OCEANOGRÁFICAS COSTERAS EN LA ZONA HUATULCO-MAZUNTE

Reyes Hernández Cristobal
Universidad del Mar
creyes@angel.umar.mx

Se analizan los registros de temperatura, salinidad y velocidad correspondientes a los meses de junio, julio y agosto de 2010 y 2011 de tres anclajes a 24 m de profundidad en la costa de Oaxaca: Mazunte, Boquilla y Tangolunda, con el propósito de caracterizar las condiciones de la circulación submareal cercana a la costa durante el verano. La distancia entre anclajes a partir de Mazunte, el anclaje más occidental, fue de 10 km hasta Boquilla y de 53 km hasta Tangolunda. A pesar de la distancia entre anclajes, los datos de Mazunte presentaron las de mayores diferencias de entre las tres estaciones. Mientras que los registros de velocidad, temperatura y salinidad de Boquilla y Tangolunda mostraron fluctuaciones semidiurnas y diurnas además de 4, 8 y 13 días, en Mazunte las fluctuaciones semidiurnas y diurnas fueron en general más débiles.

Durante el período del muestreo las condiciones de viento observadas en Puerto Ángel Oaxaca, fueron preferentemente del NO, NE, SO y SE, en ese orden y con rapidez entre 3 y 4 ms⁻¹. En promedio la circulación superficial en el anclaje de Mazunte fue preferencialmente hacia el NO con rapidez aproximada a 5 cms⁻¹, en cambio en Boquilla y Tangolunda fue preferencialmente hacia el NE y con rapidez aproximada a 3 cms⁻¹. Las componentes de velocidad muestran que montados sobre la dirección dominante del movimiento existieron fluctuaciones de pequeña escala temporal moduladas por cambios en la dirección de la corriente a intervalos de tiempo entre 5 y 10 días. Los valores promedio de temperatura y salinidad registrados a la profundidad del anclaje fluctuaron alrededor de 28.5 °C y 32.4 unidades. El rango de variación de la temperatura en Tangolunda, generalmente fue mayor al registrado por los otros dos instrumentos A lo largo de los muestreos se observan fluctuaciones en la temperatura a intervalos aproximados a 5 días, en los que pueden ocurrir descensos de temperatura de entre 6 y 10 °C. Por otro lado la amplitud de las fluctuaciones de salinidad generalmente decreció con el tiempo y a intervalos también decrecientes. En algunos registros, los descensos más dramáticos de salinidad, de hasta 3.5 unidades, ocurrieron en junio en coincidencia con el inicio de la temporada de lluvia. En este trabajo se explora la posibilidad de que la variabilidad submareal observada puede estar relacionada con el forzamiento atmosférico de la temporada.

SE23-9

EVIDENCIA DE ONDAS ATRAPADAS A LA COSTA; GOLFO DE TEHUANTEPEC, MÉXICO

Flores Vidal Xavier¹, Durazo Arvizu Reginaldo², Zavala Sansón Luis³, Flament Pierre⁴, Ocampo Torres Francisco⁵ y Reyes Cristobal⁶

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Departamento de Oceanografía Física, CICESE

⁴University of Hawaii, USA

⁵Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel

floresx@uabc.edu.mx

La generación y propagación de ondas atrapadas a la costa es un proceso analíticamente bien estudiado. Sin embargo, observaciones son poco comunes y por lo tanto su estudio es aun limitado. Por otro lado, aunque es bien conocido que la dinámica oceánica del Golfo de Tehuantepec (GT) es forzada por chorros de viento que generan grandes remolinos anticiclónicos y ciclónicos de naturaleza inercial, su dinámica sub-inercial se mantiene aun poco estudiada. En este trabajo, series de tiempo de la corriente superficial medidas en el GT por Radars de Alta Frecuencia (HFR), permitieron observar oscilaciones que viajan hacia el polo atrapadas a la costa. Cruceros oceanográficos, revelaron que dichas oscilaciones tuvieron una escala horizontal de ~100 km y que fueron asociadas a pulsos de agua cálida. Estas oscilaciones fueron también medidas por una cadena de termistores anclados en la plataforma continental (a unos 100 km de la costa). Se encontró que las oscilaciones tuvieron una coherencia espectral significativa (al 95% de confianza) con los chorros de viento que ocurren en los Golfos de Papagayo y Panamá y un periodo de oscilación de ~4 días, justamente el periodo inercial en latitudes cercanas al Golfo de Panamá. Una posible explicación dinámica a estas observaciones, podría ser el forzamiento de viento sobre la superficie oceánica en los Golfos de Panamá y Papagayo, mismo que genera una perturbación oceánica de naturaleza inercial. Dicha perturbación debería viajar hacia el norte atrapada a la costa sobre la plataforma continental por aproximadamente 1200 km, traer consigo aguas mas cálidas y menos saladas y ser detectada en latitudes del Golfo de Tehuantepec. Con la finalidad de verificar que las oscilaciones observadas se comportan como ondas atrapadas a la costa, se utilizó un modelo analítico que simplifica el perfil batimétrico $h(x)$ como un exponente arbitrario de la coordenada x (normal a la costa), esto es $h(x) = x^p$, donde el parámetro S define la forma de la pendiente continental. Para el área de estudio se utilizó $S = 3$, lo que dio como resultado un primer modo ($p=0$) con frecuencia de 2.33×10^{-5} s⁻¹, i.e. periodo

de 3.2 días, mientras que la velocidad de fase para una longitud de onda de ~100 km fue de ~32 km d-1. Estos valores coinciden a grosso modo con las observaciones, aunque algunas consideraciones dinámicas son discutidas.

SE23-10

COMPARACIÓN DE MEDICIONES DEL ESFUERZO DEL VIENTO REALIZADAS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DESDE DIFERENTES PLATAFORMAS

García Nava Héctor¹ y Ocampo Torres Francisco Javier²

¹*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*

²*Departamento de Oceanografía Física, CICESE*
hector.garcia.nava@uabc.edu.mx

Las mediciones del esfuerzo del viento sobre el océano han permitido conocer los efectos que tienen la rugosidad de la superficie, la estabilidad atmosférica y otros fenómenos en la transferencia de momento. Sin embargo, la mayoría de las mediciones se han realizado desde plataformas fijas o relativamente lentas, por lo que corresponden a series de tiempo que se relacionan con cambios locales de las variables atmosféricas y oceánicas, y en general se desconocen los cambios espaciales del esfuerzo del viento. Para mejorar las parametrizaciones del esfuerzo del viento, en particular aquellas empleadas en áreas grandes, es de suma importancia entender los procesos que modifican la interacción entre el océano y la atmósfera en un ambiente heterogéneo. Con este propósito se han realizado diversas campañas de medición desde aviones; no obstante, esta práctica impone algunas restricciones en el cálculo de momento: reduce la tasa efectiva de muestreo y limita el periodo de promediado. En este trabajo se analizan y comparan mediciones realizadas en el Golfo de Tehuantepec desde una boya y un avión. Con base en el análisis realizado se determina que el error asociado a una reducción de la tasa de muestreo es despreciable pero que la reducción del periodo de promediado puede ocasionar subestimaciones del esfuerzo del viento de alrededor del 20%. Los errores inducidos por ambos fenómenos dependen de la altura de vuelo y de la velocidad del viento. Siendo más afectadas las mediciones realizadas en vientos débiles y las realizadas a mayores alturas.

SE23-11

REDESLIM Y SU INFLUENCIA PARA IMPULSAR OBSERVACIONES ESTRATÉGICAS EN OCEANOGRAFÍA Y METEOROLOGÍA MARINA

Ocampo Torres Francisco Javier
Departamento de Oceanografía Física, CICESE
ocampo@cicese.mx

Se describen los objetivos de REDESClim (Red de desastres hidrometeorológicos y climáticos) y en especial, el interés de fomentar e impulsar la realización de observaciones directas en el océano, con el fin de adquirir información relevante para mejorar nuestro entendimiento de los procesos de intercambio entre el océano y la atmósfera que influyen en el clima y sus cambios. Se presentan resultados recientes y se abordan iniciativas para estudiar la influencia del oleaje en el intercambio de propiedades tales como el momento, vapor de agua y dióxido de carbono, entre el agua y el aire. Se describe el plan de las observaciones propuestas para llevarse a cabo en la temporada de tehuanos al inicio de 2013.