

Sesión regular

OCEANOLOGÍA

Organizadores:

Emilio Beier

Jorge Zavala

OCE-1

INFLUENCIA DEL OLAJE EN PROCESOS DECISIVOS PARA LA TRANSFERENCIA DE PROPIEDADES ENTRE EL OCÉANO Y LA ATMÓSFERA DE RELEVANCIA EN EL CLIMA, EN EL ESTADO DEL TIEMPO Y DEL MAR

Ocampo Torres Francisco Javier
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
ocampo@cicese.mx

La resistencia a la transferencia entre el aire y el agua, de gases ligeramente solubles, reside en la capa acuosa. La presencia de procesos que influyen en la dinámica de la capa superior del mar es de vital importancia para determinar la rapidez con que el bióxido de carbono podría cruzar esa capa y la interface entre el océano y la atmósfera. En este trabajo se analiza la influencia del oleaje en la generación y la evolución de una corriente de deriva muy superficial y se trata de definir el perfil vertical de esta corriente ante condiciones de viento acelerado. A partir de mediciones en el laboratorio se determina la presencia de un corte vertical muy pronunciado de esta deriva superficial en la capa muy cercana a la superficie, en un intervalo vertical del orden de milímetros. Se presentan inferencias de la corriente de deriva superficial en los procesos de interacción entre el aire y el agua, en los que los flujos de momento, energía y gases, por ejemplo, juegan un papel primordial. El corte vertical de la corriente superficial tiene también implicaciones en aspectos tecnológicos como cuando se intenta determinar la corriente superficial con radares de alta frecuencia. Con el objetivo de analizar la dependencia de la velocidad de transferencia de CO₂ con otras variables relevantes, además de la rapidez del viento, se aborda la determinación directa de flujos de CO₂ y la estimación de las concentraciones de bióxido de carbono simultáneamente en el aire y en el agua. Puesto que estas estimaciones son específicamente en la zona costera, se reconoce que la influencia del oleaje depende fundamentalmente de sus características energéticas y del efecto que la rompiente en la zona costera puede imponer, por lo que se explicará el plan para realizar mediciones en mar abierto. Se expondrá brevemente el reto al que nos enfrentamos al intentar medir directamente las variables relevantes con plataformas flotantes.

OCE-2

INFLUENCIA DEL CAMPO DE VIENTOS DE UN HURACÁN EN LA ESTRUCTURA DEL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLAJE

Esquivel Trava Bernardo¹, García Nava Héctor¹,
Ocampo Torres Francisco Javier² y Osuna Pedro²
¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
bernardo.esquivel@gmail.com

Un gran número de mediciones de oleaje y viento en aguas profundas del Golfo de México y el Mar Caribe, han sido analizadas para describir la estructura espacial del espectro direccional del oleaje durante condiciones de huracán (Esquivel-Trava, et al. 2015). El mismo análisis se hizo para huracanes categorías 1 y 2 y huracanes mayores (categorías 3, 4 y 5). En ambos casos la direccionalidad del espectro de la onda de energía es similar en todos los cuadrantes del huracán, sin embargo se observan algunas diferencias que están asociadas con la presencia y la forma del swell (oleaje generado en otras partes del huracán) en cada cuadrante. Se llevaron a cabo tres experimentos numéricos utilizando el modelo espectral SWAN para profundizar en el entendimiento de los mecanismos que controlan la distribución de la energía del oleaje, tanto en dirección como en frecuencia, dentro del huracán. El objetivo de los experimentos es evaluar el efecto de la velocidad de avance de los huracanes y la presencia de paredes concéntricas al ojo del huracán (asociadas a vientos máximos secundarios), en el proceso de crecimiento de las olas y la forma del espectro direccional. Como forzamiento se utilizó un campo de vientos del Hurricane Research Division de la NOAA, correspondiente al huracán Dean del 20 de agosto a las 7:30 UTC del 2007 y se propagó a dos velocidades diferentes (4 y 8 m/s). Finalmente al campo de vientos se le impuso una banda concéntrica idealizada (una función Gaussiana que evoluciona en el tiempo a lo largo de una trayectoria en forma de una espiral de Arquímedes). Se seleccionó la formulación de Westhuysen et al., (2007) para el rompimiento en aguas profundas. Se encontró que las simulaciones representan adecuadamente, y en concordancia con otros estudios, la direccionalidad de la energía y la forma de los espectros direccionales en el campo del huracán. Los resultados del modelo indican que el avance de la tormenta influye en el desarrollo de las olas, consistentes con las observaciones de campo. La presencia de paredes concéntricas puede generar olas tan altas como las generadas en la región de vientos máximos del huracán.

OCE-3

ESTUDIO NUMÉRICO DE LA INTERACCIÓN OLAJE-CORRIENTES EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Larrañaga Fu Marco Jesus, Osuna Cañedo José Pedro y Ocampo Torres Francisco Javier
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
mlarranaga@cicese.edu.mx

Con la finalidad de realizar un estudio sobre la interacción oleaje-corrientes y su efecto en la dinámica de la capa superficial del océano, en este trabajo se simuló numéricamente las condiciones oceanográficas del Golfo de Tehuantepec durante la temporada de eventos Tehuanos (vientos intensos) del año 2005. Para ello se utilizaron los modelos numéricos acoplados POLCOMS (Proudman Oceanographic Laboratory Coastal Ocean Modelling System) y WAM (Wave Modelling), los cuales fueron forzados con datos de viento del modelo WRF (Weather Research & Forecasting). Posteriormente se realizó un análisis de la importancia de los procesos físicos asociados a la interacción oleaje-corrientes presentes en la capa superficial del océano, tal como el efecto del estado del mar sobre la transferencia de momento de la atmósfera al océano, el forzamiento Stokes-Coriolis que puede modificar el transporte de Ekman, y otros procesos que pueden modificar la profundidad de la capa mezclada como el corte vertical de la deriva de Stokes y la circulación de Langmuir. Los resultados mostraron que el término Stokes-Coriolis y el considerar una formulación con dependencia en el oleaje para el esfuerzo del viento presentaron un mayor efecto sobre la dinámica superficial del océano.

OCE-4

ESTADOS INICIALES DE LA GENERACIÓN DE OLAJE Y CORRIENTE DE DERIVA SUPERFICIAL BAJO CONDICIONES DE VIENTO ACELERADO

Robles Diaz Lucia¹, Ocampo Torres Francisco Javier¹ y Branger Hubert²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre, IRPHE
lrobles@cicese.edu.mx

El esfuerzo del viento y el flujo de momento entre la atmósfera y el océano se encuentran entre los parámetros más importantes para lograr un correcto funcionamiento de los modelos atmosféricos y modelos acoplados atmósfera-oleaje-océano. Para mejorar la predicción de eventos de viento de alta intensidad y con presencia de viento acelerado (Tehuano, Mistral) y del oleaje asociado a este tipo de escenarios extremos, se necesita un buen entendimiento de la evolución del flujo de momento y energía. Todos los esfuerzos relacionados con el entendimiento del balance de momento y energía en la frontera han sido realizados bajo condiciones de viento constante y sin tener en cuenta la influencia de la corriente de deriva superficial. Sin embargo, existen evidencias de que los flujos en la interfase aire-agua son modificados en presencia de condiciones de viento y oleaje no estacionarias. Con el objetivo de caracterizar las capas límites aire-agua bajo dichas condiciones se diseñaron un conjunto de experimentos de laboratorio en las instalaciones pertenecientes al Institut Pythéas (Marsella, Francia), donde se simuló la generación de oleaje en un túnel de viento y canal de oleaje bajo condiciones de viento no estacionarias. El canal de oleaje mide de 40 m de largo, 2.7 m de ancho y 1 m de profundidad. Durante el desarrollo de los experimentos se realizaron mediciones de alta resolución temporal del flujo turbulento en la capa límite aérea mediante anemómetros térmicos midiendo a 256 Hz. El desplazamiento de la superficie libre se caracterizó mediante cables de capacitancia y resistencia midiendo a 256 Hz. El flujo turbulento en la capa límite acuosa se registró mediante el uso de un velocímetro acústico Vectrino II midiendo a 100 Hz. Se observó que el coeficiente de arrastre durante periodos de viento acelerado presenta valores más bajos a los reportados en la literatura para velocidades de viento constante (Large and Pond 1981; Ocampo-Torres et al. 2010; Smith 1980; Yelland and Taylor 1996). Esto puede estar relacionado con el no completo desarrollo de la capa límite turbulenta durante el periodo de aceleración. También se observó que durante el periodo de aceleración la evolución de las variables asociadas a las fronteras aire-agua depende directamente de la intensidad de la aceleración del viento.

OCE-5

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOYA OCEANOGRÁFICA CON ARDUINO

Hernández Rosales Arturo, Sánchez Cruz Daniel y Mireles Arellano Fernando
Instituto Politécnico Nacional, IPN
arturo@atmosfera.unam.mx

Se ha visto que el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación es uno de los factores más influyentes en el desarrollo alcanzado por la sociedad contemporánea. Resulta claro que el irrefrenable avance de las últimas tecnologías de la comunicación y la informática, ha superado en gran medida el viejo modelo productivo del trabajo presencial, debido a ello hace surgir de forma natural un abanico de nuevas formas de trabajo. Desde los años 70 cuando apareció en el mercado electrónico el circuito integrado denominado microprocesador el cual revolucionó el campo de la electrónica digital y analógica, se implementaron numerosos sistemas de control e instrumentación industrial en

torno a los microprocesadores para las comunicaciones, que sin duda alguna se imponían, no solamente en bajos costos, sino que además en rendimiento y nuevas posibilidades de construcción a los sistemas hasta entonces existentes. Los microprocesadores funcionan básicamente como una unidad de procesamiento y control de datos. Los fabricantes de este tipo de microcircuitos, desarrollaron componentes que engloban en un solo chip gran parte de estos elementos, es decir; resuelven en un solo componente las funciones propias del microprocesador, además de las necesidades de memorias del programa, almacenamiento de datos, elementos de entrada/salida para comunicación con el exterior entre muchos otros. La tecnología de microcontroladores ofrece muchas ventajas respecto a otras tecnologías convencionales, entre las cuales destacan su bajo consumo de energía, su eficiencia de trabajo y su durabilidad de aproximadamente un año bajo condiciones extremas. Otra ventaja de esta tecnología es su tiempo de respuesta, dando lugar a la posibilidad de crear efectos y/o secuencias de datos en tiempo real. Esto es aprovechado en numerosos proyectos e innovaciones tecnológicas que en la actualidad nos llaman la atención y se ponen en primer lugar para el desarrollo e innovación tecnológica para la instrumentación meteorológica y oceanográfica. Debido al incremento de estas nuevas tecnologías de comunicación de microcontroladores y de nuestra necesidad de crear un dispositivo para la adquisición de datos oceanográficos, se decide llevar a cabo el diseño y construcción de un prototipo denominado D-OCEAN-F-93 que tiene como finalidad de la toma de datos de variables meteorológicas y oceanográficas en tiempo real, tales como: temperatura interna y externa, presión, nivel de oleaje, salinidad, intensidad UV, dirección y velocidad del viento, posicionamiento global mediante GPS, etc., además; de un abastecimiento de energía por medio de celdas solares, ofreciendo ventajas económicas para su consideración; es importante mencionar que nuestro dispositivo debe satisfacer las necesidades de obtención de datos puntuales y funge como una herramienta de apoyo para la investigación y la innovación tecnológica en el desarrollo de prototipos y lo más importante de muy bajo costo.

OCE-6

CORRIENTE RESIDUAL Y RECTIFICACIÓN DE CORRIENTES DE MAREA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA APLICANDO TRAYECTORIAS LAGRANGIANAS

Alonso Rodríguez Pablo¹, Carbajal Noel¹ y Gaviño Rodríguez Juan Heberto²

¹Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., IPICYT

²CEUNIVO, Universidad de Colima
pablo.alonso@ipicyt.edu.mx

Se aplicó un modelo bidimensional verticalmente integrado, forzado por las componentes de marea M2, S2, N2, K2, K1, P1 y O1. Se estimaron la corriente residual y la rectificación de corrientes causada por la interacción con las principales islas (Tiburón y Ángel de la Guarda). Las ecuaciones de la hidrodinámica fueron integradas en un periodo de marea viva- marea muerta. El procedimiento consideró la dispersión de partículas en todo el golfo. La metodología incluye también un modelo bilineal para simular las trayectorias lagrangianas. Además, se consideran componentes de velocidad aleatorias en las dos direcciones horizontales. Aunque la finalidad principal fue determinar la rectificación por corrientes de marea, el cálculo de la corriente residual y de las trayectorias lagrangianas de partículas individuales mostró comportamientos interesantes. Se demuestra que la complejidad de las trayectorias depende en buena medida de la geometría.

OCE-7

VARIACIÓN VERTICAL Y TEMPORAL DE LAS CORRIENTES DE MAREA EN LOS UMBRALES DEL GOLFO DE CALIFORNIA

López Mariscal Manuel¹, Flores Mateos Lilia M.² y Candela Pérez Julio¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Department of Civil Engineering, National University of Ireland, Galway
malope@cicese.mx

En los cuatro umbrales donde se analizan las corrientes, las componentes semidiurnas son las más importantes y las corrientes más energéticas se presentan en el umbral de San Esteban en la parte central de la entrada al golfo norte. En este umbral las corrientes semidiurnas y cuartidiurnas presentan un máximo cerca del fondo. Mientras que en el umbral norte del canal de Ballenas las corrientes más fuertes se presentan cerca de la superficie. En los cuatro umbrales analizados, las corrientes baroclinicas de marea son importantes, especialmente cerca del fondo pero, en algunos casos, también cerca de la superficie. En dos de los umbrales hay una reducción considerable de la fase (~20°) en los 100 m más cercanos al fondo, lo cual podría estar asociado a la disipación asociada a las corrientes de gravedad que se originan en estos dos umbrales y que fluyen pendiente abajo hacia las dos cuencas más profundas del golfo norte. Utilizando demodulación compleja, se encontró que en estos dos umbrales hay una relación importante entre la variación temporal de la amplitud y fase de las corrientes de marea semidiurnas y las variaciones del transporte debidas a la corriente de gravedad cerca del fondo. Tanto la amplitud, como la fase de las corrientes semidiurnas disminuyen cuando hay una intensificación de la corriente de gravedad de baja frecuencia.

OCE-8

MASAS DE AGUA Y CIRCULACIÓN EN EL PACÍFICO TROPICAL FRENTE A MÉXICO

Portela Esther¹, Beier Emilio², Barton Eric D.³, Castro Valdez Rubén⁴ y Godínez Víctor M.¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, ULP

³Instituto de Investigaciones Marinas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vigo, Galicia, España

⁴Facultad de Ciencias Marinas, UABC
eportela@cicese.edu.mx

En el presente estudio examinamos las variaciones estacionales y las interacciones de las masas de agua en el Pacífico Tropical frente a México (PTM) y cuatro áreas aledañas con base en una nueva y ampliada base de datos hidrográficos. Redefinimos los límites de las masas de agua en términos de Salinidad Absoluta y Temperatura Conservativa de acuerdo con TEOS-10. Utilizando además el balance de agua dulce y la altimetría satelital, investigamos el origen y la estacionalidad de dos mínimos salinos. El mínimo salino somero tiene origen en el Sistema de la Corriente de California y se saliniza a medida que el Agua de la Corriente de California se extiende hacia el suroeste y se mezcla con aguas tropicales subsuperficiales. El mínimo salino superficial se extiende desde el área tropical hasta el norte, alcanzando el PTM. Durante verano y otoño esta agua llega al PTM debido a una combinación entre el balance de agua dulce y la advección de aguas tropicales hacia el norte producida por la Corriente Costera Mexicana (CCM). Las interacciones entre las masas de agua nos permitieron caracterizar la estacionalidad de la circulación de la CCM, el Brazo Tropical de la Corriente de California y los flujos a través de la boca del Golfo de California. La estacionalidad de la CCM, inferida a partir de la distribución de las masas de agua, coincide en gran medida con la circulación geostrofica previamente reportada. Esta investigación actualiza el panorama para futuras investigaciones multidisciplinarias en el PTM y áreas adyacentes.

OCE-9

EL AGUA SUPERFICIAL TROPICAL FRENTE A MÉXICO

Portela Esther¹, Beier Emilio² y Castro Valdez Rubén³

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, ULP

³Facultad de Ciencias Marinas, UABC
eportela@cicese.edu.mx

Con un modelo simplificado en la capa de mezcla, se resolvió la ecuación del balance de sal. Estudiamos la importancia relativa entre el término advectivo y el forzamiento (evaporación, precipitación y descarga de ríos). La región se localiza entre el Golfo de Tehuantepec y Cabo Corrientes. Concluimos que la advección de sal en la escala anual puede explicarse con la variación anual de la velocidad a lo largo de la costa y la salinidad media. En el ciclo anual, el término advectivo y el atmosférico son del mismo orden de magnitud. En Acapulco y Manzanillo son muy similares, mientras que en Huatulco y Zihuatanejo el forzamiento atmosférico es mayor que el término advectivo. En los alrededores de Tehuantepec, donde los remolinos de mesoescala son dominantes, el modelo anual no representa bien las variaciones temporales de la salinidad, mientras que en Manzanillo y Zihuatanejo la concordancia entre el modelo y las observaciones es buena, en amplitud y fase. Estos resultados muestran que en la escala anual la Corriente Costera Mexicana (CCM) es la principal responsable de la advección de sal entre Acapulco y Cabo Corrientes y que hacia el sur la CCM está desacoplada de la circulación en Tehuantepec. La disponibilidad de una base de datos hidrográficos de alta resolución espacial y temporal permitió caracterizar del balance de sal en el Pacífico Tropical frente a México donde, hasta ahora, la escasez de datos había sido una limitante.

OCE-10

CONECTIVIDAD EN EL PACÍFICO MEXICANO

Parés-Sierra Alejandro¹, Flores Morales Ana Laura² y Gómez-Valdivia Felipe¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Universidad Autónoma de Baja California, UABC
apares@cicese.mx

Estudiamos y cuantificamos la conectividad entre la zona sur y norte del Pacífico Mexicano utilizando un modelo numérico y un esquema estadístico robusto que evalúa de manera global y sincrónica las conexiones entre los diferentes puntos de la malla del modelo. Presentamos un análisis de la variabilidad estacional e interanual de esta conectividad y cuantificamos sus probabilidades. De manera relevante se cuantifican las probabilidades de que parcelas o partículas de la zona sur de México (ej. frente a los estados de Oaxaca o Guerrero) lleguen o ingresen al Golfo de California versus la zona occidental de la península de Baja California. Se evalúan también tiempos probable de arribo y zonas de influencia. Este análisis se apoya en el análisis de la circulación dada por el modelo y desde luego en los estudios previos de la circulación tanto numéricos como observacionales.

OCE-11

EFFECTS OF SEASONAL AND INTERANNUAL EVENTS ON SATELLITE-DERIVED PHYTOPLANKTON BIOMASS IN THE CALIFORNIA CURRENT SYSTEM, IN 2002-2015

Ortiz-Ahumada José Carlos, Mirabal-Gómez Uriel, Álvarez-Borrego Saúl y Lara-Lara Rubén
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., CICESE
 alvarezb@cicese.mx

The objective was to describe the seasonal and interannual variation of phytoplankton biomass in four coastal areas of the central and southern California Current System (CCS). Comparing these areas an inference on the forcing agents causing these variations may be made. The areas are: off La Jolla (LJ), California; off Bahía San Quintín (BSQ); off Cabo San Lazaro (CSLa); and off Cabo San Lucas (CSLu). Monthly composites of SST and chlorophyll a concentration (Chl_{sat}), derived from the satellite sensor Aqua-MODIS, for July 2002 – December 2015, were used to generate time series. SeaDAS 7.0.2 v software provided by NASA was used to process the imagery and to construct 250 and 300 km transects off the mentioned localities. A characteristic of the central CCS is the Ensenada Front, which generates two coastal fluxes that cause a decrease of upwelling intensity to the north and an increase to the south of the front. In the coastal portion of the CCS (first 100 km), variation of Chl_{sat} showed biological conditions separated into two "seasons": the central CCS had a first "season" in February-June, and a second in July-January; but in the southern CCS the first "season" was in February-August, and the second in September-January. During the first "season" there were much higher Chl_{sat} values (up to >5 mg m⁻³) than during the second (>1 mg m⁻³). This has a close relation with the physical dynamics of the CCS and with the seasonality of coastal upwelling. This seasonal variation is not as dramatic as in other oceanic regions, it does not imply an oligotrophic situation during the second "season". The year-to-year SST and Chl_{sat} variations, of all transects, had clear seasonal and interannual components, with the largest variation in the seasonal component. There were significant impacts of the El Niño events of the central Pacific type (2002-2003, 2004-2005 and 2009-2010). In 2004 the ENSO impact on Chl_{sat} was stronger than that of the 2009-2010 event in the area off LJ and BSQ, but both events had similar effects off CSLa and CSLu. Recently there was an anomalous warming of the north Pacific (known by the nickname "warm blob"). This phenomenon was detected in our area of interest in September 2014 and it was strong throughout 2015, including the southernmost latitudes off Cape San Lucas. In 2014, Chl_{sat} was relatively high (1-2 mg m⁻³) only very close to the coast (first 10 km) off LJ and CSLu, but off BSQ and CSLa Chl_{sat} was high (up to 5 mg m⁻³) from the coast to 40-50 km offshore. The 2015 ENSO was of the eastern Pacific type and it added its effect to that of the "warm blob" increasing maximum SST by about 7 °C, and further decreasing phytoplankton biomass. Coastal dynamics, such as the presence of mesoscale features, makes the impacts of these interannual events to be different in the diverse coastal regions of the CCS.

OCE-12

LOS NORTES Y LA CIRCULACIÓN BIPOLAR EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MÉXICO: DERIVADORES SUPERFICIALES Y PRODUCTO SATELITAL

Santiago García Mauro W., Parés-Sierra Alejandro y Trasviña Castro Armando
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE
 msantiago@cicese.edu.mx

Los pulsos de viento intensos e intermitentes conocidos como Tehuanos o Nortes, producen un enfriamiento superficial del océano y una circulación bipolar asimétrica de mesoescala. Este trabajo documenta la generación y la evolución de un dipolo, usando 13 derivadores superficiales y un producto de corrientes superficiales (GEKCO). La correlación entre las componentes de velocidad de derivadores y GEKCO fue alta (>0.7). Un Tehuano débil detonó la formación de un dipolo; el remolino ciclónico se atenuó ~7 días; mientras que, el anticiclónico fue intensificándose y progagándose hasta alcanzar ~150 km (~1 m/s) de radio (rapidez). La generación de un segundo dipolo, deformó la estructura del remolino anticiclónico e incrementó su rapidez de traslación. En este proceso, los derivadores se dispersaron (~70 km) y fueron recapturados por el remolino en su etapa de reorganización.

OCE-13

ESTUDIO DE LA CONECTIVIDAD ESTACIONAL ENTRE EL GOLFO DE CALIFORNIA Y LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA: MODELOS Y OBSERVACIONES

Flores Morales Ana Laura¹, Parés-Sierra Alejandro² y Castro Valdez Ruben¹
¹Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, UABC
²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 allflores@uabc.edu.mx

El objetivo de este trabajo es estudiar y cuantificar de manera estadística la conectividad estacional entre zonas del Golfo de California, y la costa occidental de la península de Baja California. Además de los métodos Lagrangeanos tradicionales,

para establecer los patrones estacionales dominantes del potencial de conectividad e identificar las principales regiones de retención o expulsión de partículas, se utilizarán métodos numéricos estadísticos robustos, basados en cadenas de Markov. Entender la conectividad es relevante, no sólo para estudiar los patrones oceánicos de circulación de algunas propiedades físicas en sí, sino que es de gran importancia en muchas aplicaciones prácticas que impactan directamente al medio ambiente. Por ejemplo; en la conexión genética entre poblaciones de especies marinas o en el análisis de las posibles vías de infección de algunos agentes patógenos, o bien en la predicción de derrames de petróleo, entre otras. En este trabajo se definen las rutas preferenciales de conectividad y periodos "más probables" entre diversas zonas definidas dentro de este dominio, y se analiza el papel que juegan los giros oceánicos en atrapar o expulsar las partículas (e.g. larvas, nutrientes, contaminantes). Además, estas simulaciones serán validadas y comparadas con observaciones hidrográficas y datos de boyas disponibles para la zona.

OCE-14

CIRCULACIÓN SUPERFICIAL FRENTE LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA: MODELACIÓN NUMÉRICA

Gómez-Valdivia Felipe y Parés-Sierra Alejandro
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California, CICESE
 fgomez@cicese.edu.mx

Con ayuda de una implementación numérica de alta resolución espacio-temporal hemos analizado la variabilidad estacional de la dinámica al sur de la Corriente de California. Congruentes con investigaciones previas, nuestros resultados muestran que la dinámica regional superficial es dominada por la interacción de la Corriente de California (CC), la cual fluye hacia el ecuador paralela a la costa, y una Contracorriente Superficial Costera (CcSC) que fluye hacia el polo y que es más evidente durante verano y otoño. La CcSC es inducida por giros ciclónicos de gran tamaño que, cerca de 22N, obligan a un ramal de la CC a dirigirse a la costa y posteriormente hacia el polo. Posteriormente, la CcSC es fortalecida por la propagación de anomalías positivas del nivel del mar; éstas son de origen remoto e inducen flujos geostrofos hacia el polo cercanos a 10 cm/s.

OCE-15

PROCESOS DE SURGENCIAS COSTERAS EN LA BAHÍA DE LA PAZ Y SUS IMPLICACIONES ECOLÓGICAS

Reyes Galvez Cesar Alejandro
 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR-IPN
 regace.17@gmail.com

La Bahía de La Paz es considerada un área muy productiva pero sólo recientemente se han llevado a cabo estudios sobre los procesos oceanográficos que regulan la productividad primaria (PP). Estos trabajos muestran dos pulsos en el año: uno asociados a los vientos intensos del NW en diciembre-enero y otro más en mayo-junio, +este relacionado posiblemente a surgencias, aunque sus efectos no han sido estudiados completamente. El presente trabajo se enfoca en documentar la presencia de este proceso en la región sur de La Bahía de La Paz. Para esto, se llevan a cabo muestreos de alta resolución temporal (semanal) que comenzaron en abril y terminarán a mediados de julio del presente año, que corresponde al periodo productivo de primavera-verano y la posterior relajación de la PP. Los muestreos se realizan en una estación localizada a 6 mn al norte del Mogote (N 24.30735° y W 110.50934°). En estas campañas se determina la estructura de la columna física y química de la columna de agua utilizando un CTD multisensores. Adicionalmente se instaló un arreglo de termistores a diferentes profundidades 1, 10, 20, 30, 40 y 50m. Muestras de agua son tomadas a estas mismas profundidades y serán analizadas para la determinación de O₂, nutrientes inorgánicos disueltos, clorofila y material particulado. Hasta ahora se han realizado diez campañas, los resultados preliminares no muestran evidencia de surgencias, con una termoclina que persiste entre los 15 y 20 m y una temperatura superficial de alrededor de 23°C. Sin embargo, si se han detectado pulsos en los valores de fluorescencia de corto periodo durante los cuales ocurren incrementos (máximos subsuperficiales a 30 m) por un factor de seis (de 0.2 a 1.2 mg/m³). Este estudio pretende registrar y entender los factores que regulan la PP en la región sur de Bahía de La Paz. Palabras clave: surgencias, bahía, productividad, nutrientes, clorofila

OCE-16

CONDICIONES HIDROGRÁFICAS (AGOSTO Y NOVIEMBRE, 2008; FEBRERO Y JUNIO, 2009) EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B. C.

Castro Valdez Rubén¹, Delgadillo-Hinojosa Francisco²,
Durazo Arvizu Reginaldo¹ y Torres-Delgado Eunise V.²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
rcaastro@uabc.edu.mx

Se describe y analiza la estructura de las propiedades hidrográficas (T, S, O₂, clorofila) en la Bahía de Todos Santos, B. C. (BTS), localizada en el noroeste de México (~31.8°N). Se obtuvieron datos hidrográficos en cuatro cruceros oceanográficos realizados en agosto y noviembre 2008, y en febrero y junio 2009. En cada campaña se realizaron 20 lances hidrográficos para cubrir la BTS en su totalidad. Los datos mostraron que la estructura promedio de los perfiles de temperatura es una columna de agua relativamente homogénea en febrero y noviembre, aunque más cálida en este último (~2.6°C para z < 80 m). Igualmente, se observó una mayor estratificación en agosto y junio, con una termoclina por arriba de ~35 m. Debajo de ~15 m, las aguas más cálidas (frías) se registraron en noviembre (junio y febrero), consistente con la oceanografía del océano adyacente. En salinidad, el perfil promedio incrementó conforme a la profundidad en los cuatro cruceros. Junio y agosto mostraron una inflexión con máximo en superficie y un mínimo relativo a ~18 m de profundidad, lo que sugiere una intrusión de agua oceánica de baja salinidad. Debajo de 25 m, noviembre presentó los valores más bajos de salinidad en toda la columna, mientras que junio las aguas más salinas, asociado a ocurrencia de surgencias durante esta temporada. Todos los perfiles de clorofila presentaron un máximo subsuperficial entre 10 y 25 m. El máximo (4.5 mg/m³) ocurrió en junio y el mínimo en noviembre (1.2 mg/m³). En junio se registró un intenso florecimiento fitoplanctónico que cubrió gran parte de la BTS, con los máximos (> 7 mg/m³) en el área de la entrada de la bahía. Por otro lado, los mayores porcentajes de saturación de oxígeno ocurrieron en junio y agosto asociados a los niveles de clorofila más altos. El campo de densidad a lo largo de las dos conexiones con el mar adyacente, norte y sur, mostró gran variabilidad y propició cierto patrón en flujos geostroféicos. En agosto se observó la entrada (salida) por la parte norte (sur). En noviembre se observaron flujos intercalados de entrada salida. En febrero dominó un flujo ciclónico por la sección sur mientras que en junio dominó un flujo de entrada hacia la bahía. Los resultados de observaciones son contrastados con imágenes satelitales de temperatura superficial, clorofila y datos de altimetría en el exterior de la bahía.

OCE-17

REGISTRO DE COCULITÓFOROS DE LOS ÚLTIMOS ~700 AÑOS EN LOS SEDIMENTOS LAMINADOS DE CUENCA ALFONSO, GOLFO DE CALIFORNIA

Córdova Castañeda Bianca Sarahí¹, Cortés Martínez Mara Yadira², Aguirre Bahena Fernando¹ y Herguera Juan Carlos³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR

²Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

³Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
bscordovacast@hotmail.com

Los coccolitóforos son algas haptophytes reconocidas como excelentes indicadores paleoceanográficos. En Cuenca Alfonso (CA) se ha destacado la relevancia de trabajar con estos organismos al identificar en primera instancia su taxonomía, reconocer su variación vertical y temporal en la columna de agua y al calcular su aporte al flujo de carbonato de calcio total en la materia en hundimiento. Actualmente, se desconoce la variación de la estructura de coccolitóforos y su abundancia por especie a lo largo del registro geológico reciente en esta cuenca. Es por esto, que el presente trabajo plantea determinar no sólo la estructura de la asociación de los coccolitóforos, sino también establecer una relación entorno a las condiciones ambientales prevalecientes en los últimos 700 años. Así, se trabajó con el núcleo de caja PCM00-29C obtenido en CA. La abundancia relativa de cada una de las especies se estimó con la técnica de frotis. Las especies más abundantes representando un promedio del 98% en el registro son: *Florisphaera profunda* (57% ±15), *Gephyrocapsa oceanica* (21% ±9) y *Emiliania huxleyi* (20% ±10). Por otra parte, las especies *Calcidiscus leptoporus*, *Helicosphaera carteri* y *Umbellosphaera sibogae* representan un promedio de 1%. Finalmente las especies *Umbellosphaera irregularis*, *Syracosphaera* spp. y *Umbellosphaera tenuis*, son las más escasas. Adicionalmente, se determinaron las concentraciones de carbono orgánico, las cuales no mostraron mucha variación, presentando fluctuaciones cada 50 años aproximadamente. Por otra parte, las concentraciones de carbonato de calcio y ópalo mostraron oscilaciones aproximadamente cada 150 y 200 años, respectivamente. La finalidad de conocer dichas concentraciones permite relacionarlas con la dinámica oceanográfica en Cuenca Alfonso.

OCE-18

ESTRUCTURA HIDROGRÁFICA EN BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA, EN CONDICIONES DE EL NIÑO 2015-2016

Obeso Nieblas Maclovio¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto²,
Shirasago Germán Bernardo¹ y Guevara-Guillen Cristóbal¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR-IPN

²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima
mniebla@ipn.mx

Para determinar las condiciones oceanográficas durante El Niño 2015-2016 en Bahía de La Paz, se analiza y compara la variabilidad hidrográfica con base a datos de CTD de marzo de 1998 (Niño fuerte) y 2016 (Niño fuerte), septiembre 2009 (Niño moderado) y 2015 (Niño fuerte), así como diciembre 2009 (Niño moderado) y 2015 (Niño fuerte). Se encontraron importantes variaciones en la estructura hidrográfica, en espacio y tiempo. En marzo se encontró una capa de mezcla de 19 m, con la temperatura promedio mayor, entre los 50 y 154 m, con la salinidad promedio menor después de los 85 m de profundidad en 2016, sin una estructura de haloclina. Septiembre tiene una capa de mezcla mínima con la termoclina más escarpada durante 2009 (0.10°C/m) que en 2015 (0.09°C/m), con un aumento en la temperatura promedio de 1.00°C en la superficie, con un máximo de 2.28°C a 25 m de profundidad, que disminuyó a 1.00°C a los 170 m durante 2015, además se registró una gran cantidad de agua de baja salinidad superficial y subsuperficial, sin una haloclina en 2015. En diciembre se presentó la máxima capa de mezcla con 47 m, con la temperatura promedio mayor, excepto entre los 30 y 47 m, con la salinidad promedio menor en los primeros 100 m, sin haloclina en 2015, mientras que, en diciembre de 2009 se encontró una haloclina bien desarrollada. El intercambio de agua con el Golfo de California estuvo dominado por el Agua del Golfo de California (AGC) y Agua Superficial Tropical (AST) en la capa superficial y subsuperficial, excepto en diciembre de 2009 cuando solamente se registró AGC. En la parte profunda se halló en todos los cruceros Agua Subsuperficial Subtropical. En septiembre de 2015, el AGC fue sustituido por AST, excepto en una capa subsuperficial de aproximadamente 20 m de espesor, debido a la influencia de El Niño. Se pudo apreciar que el impacto hidrográfico de El Niño 2015-2016 fue similar al efecto de El Niño 1997-1998 en la bahía.

OCE-19

LA PERCEPCIÓN REMOTA EN EL MONITOREO DE LOS SEDIMENTOS SUSPENDIDOS EN LA BAHÍA DE BANDERAS: PERIODO 2006-2014

González de Luna Carlos Alberto, Filonov Anatoliy y Mireles Omar
Universidad de Guadalajara
geocarlosdeluna@gmail.com

El cambio de tonalidad del agua de mar a tonos marrones indica presencia de sedimentos suspendidos. Con los sensores remotos multiespectrales del satélite Landsat apoyados con imágenes del satélite MODIS, se analizaron en el periodo 2006-2014 estos cambios de tonalidades no solo en el espectro visible sino también en el infrarrojo. Utilizando el algoritmo de clasificación no supervisada y validación visual sobre cada escena previamente tratada se logró vectorizar la superficie de la bahía cubierta por estos sedimentos. Con 194 imágenes clasificadas en todo el periodo, con un promedio de 2 escenas mensuales, se pudo tener un panorama de su tendencia de comportamiento y determinar zonas donde tienden a concentrarse los sedimentos la mayor parte del año, los periodos o meses del año con mayor presencia, la superficie y porcentaje de la bahía que cubren los sedimentos y otros rasgos generales de su dinámica superficial.

OCE-20

DESARROLLO DE UN MODELO REGIONAL FORZADO POR MAREAS Y CAMPOS DE VIENTO PARA EL ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE FLORECIMIENTOS ALGALES EN ZONAS DE POCA OCURRENCIA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Quijano-del-Olmo Sandra, Magar Vanesa, Gross Markus S.,
Marinone Silvio G., Rivas David y García-Mendoza Ernesto
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
squiiano@cicese.edu.mx

El Golfo de California (GdC), ubicado en la parte noroeste del país entre la Península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa, presenta alta productividad primaria asociada a procesos físicos como mareas astronómicas, o surgencias costeras inducidas por el viento, entre otros. Con base en las características oceanográficas regionales del GdC, el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto que tiene la hidrodinámica sobre la aparición de florecimientos algales en zonas poco comunes (Noroeste del Golfo de California), usando un modelo regional de aguas someras (Delft3D-FLOW), forzado por mareas, vientos, y gradientes de temperaturas en la superficie del Océano. El modelo forzado únicamente con mareas se validó con datos de estaciones mareográficas costeras, así como salidas del modelo TPX07.2 en la zona marina costa afuera. Se fue paulatinamente

aumentando la complejidad del modelo, introduciendo primero campos de viento, seguidos por campos de temperatura variables sobre la superficie del Océano. Se analizó la trayectoria de trazadores en superficie para identificar y analizar los factores dominantes de la dispersión de partículas, y discutir el papel que juegan los patrones de circulación en la aparición y dispersión de florecimientos algales. De este modo se contribuirá al desarrollo de una herramienta para caracterizar y realizar diagnósticos fidedignos sobre el efecto de la hidrodinámica costera en los recientes florecimientos ocurridos en el Alto Golfo de California.

OCE-21

OBSERVACIONES Y SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL LAGO EL SOL, VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA, MÉXICO - PARTE I

Filonov Anatoliy¹, Alcocer Durand Javier², Velázquez-Muñoz Federico¹, Tereshchenko Iryna¹ y Palacios-Hernández Emilio¹

¹Universidad de Guadalajara, UdeG

²Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztaacala, afilonov@prodigy.net.mx

Se discuten los resultados de mediciones instrumentales y de modelación numérica del régimen térmico y dinámico en el lago de alta montaña El Sol, que se localiza en el domo del volcán Nevado de Toluca, México. Para un mes (octubre de 2010, la época de alto nivel del lago) fueron instalados cuatro anclajes con sensores HOBO y HOBO-LEVEL y un ADP SonTek. Al mismo tiempo en la costa se instaló una estación meteorológica Devis Instrument para registrar los valores de temperatura, velocidad y dirección del viento, entre otras variables. Los resultados de mediciones muestran que existe una variabilidad diurna de la temperatura en la capa superficial del lago (0-3 m de profundidad) hasta 2°C, durante las horas de máxima flujo de calor de la atmósfera hacia el lago. Por las noches, cuando no hay radiación solar sobre el agua, la temperatura se hace uniforme, teniendo un valor aproximado de 11°C en toda la columna de agua. Las corrientes significativas se presentan solo en la capa superficial y no rebasan valores de 5-10 cm/s. La temperatura del aire muestra variaciones de hasta 12°C al día, y en ocasiones alcanza valores por debajo de los 0°C. La rapidez del viento muestra valores de hasta 6 m/s y no se distinguen lapsos de tiempo en los que se presente calma total en el viento.

OCE-22

OBSERVACIONES Y SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL LAGO EL SOL, VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA, MÉXICO - PARTE II

Velázquez-Muñoz Federico¹, Filonov Anatoliy¹, Alcocer Durand Javier², Tereshchenko Iryna¹ y Barba-López María¹

¹Universidad de Guadalajara, UdeG

²Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztaacala, federico.vemu@gmail.com

Se presentan los resultados de una simulación numérica del Lago El Sol utilizando un modelo hidrodinámico forzado por viento y flujo de calor para un periodo de 30 días durante octubre de 2010. La batimetría para el modelo se obtuvo a partir de los datos de profundidad medidos con una ecosonda y se interpolan a una malla regular con resolución espacial de 6 m. En la vertical se definieron 21 niveles sigma, con lo que tenemos una resolución de 0.66 m en la parte más profunda. Los resultados del modelo muestran que, cuando el flujo de calor es máximo hacia el lago y es más intenso el esfuerzo del viento dominante, se produce un arrastre hacia la orilla noroeste, produciendo un gradiente en el nivel de la superficie libre y una acumulación de agua caliente. En el interior del Lago, la inclinación de la termoclina es inversa a la inclinación de la superficie libre y se observa una corriente superficial en la misma dirección del viento así como una corriente en sentido contrario por debajo de la termoclina. Durante la noche, cuando los forzamientos por flujo de calor y esfuerzo del viento son mínimos se presenta un proceso de relajación de los gradientes externos e internos causados por el arrastre del viento y la estratificación, en donde se observa mezcla y movimientos verticales significativos, sobre todo en la parte suroeste del lago. Estos resultados muestran que en el lago se presenta una dinámica compleja que puede ser importante para el estudio de los fenómenos químicos y biológicos.

OCE-23

GRUPO DE MONITOREO OCEANOGRÁFICO CON GLIDERS (GMOG)

Pallás Sanz Enric¹, Tenreiro Miguel¹, Ruíz-Angulo Angé², Ochoa José Luis¹, Ulloa Marco Julio³, Salgado Jiménez Tomás¹, Sánchez Gaytán José Luis¹, Nava Balanzar Luciano¹, Govinda García Luis⁴, Cusi Simó¹, Cabrera Carlos¹, Aranda Eliot¹, Andrade Isabel¹ y Meunier Thomas¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad Autónoma de México

³Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN

⁴Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, CIDESI
epallas@cicese.mx

En el marco de la línea 1, plataformas de observación oceanográfica, del fondo CONACyT-SENER Hidrocarburos 2015-2020 se creó en el Centro de Investigación

Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), el Grupo de Monitoreo Oceanográfico con Gliders (GMOG) con el objetivo de muestrear, de forma sistemática y autónoma, las propiedades fisicoquímicas de las estructuras de mesoescala del oeste del Golfo de México con planeadores submarinos o gliders (en inglés). GMOG dispone de una flota de 4 SeaGliders profundos (marca Kongsberg) para realizar mediciones, de alta resolución, desde la superficie hasta 1000m de profundidad. Los SeaGliders de GMOG están equipados con sensores ópticos (fluorescencia, turbidez, y materia orgánica disuelta coloreada), sensor de oxígeno, y sensores de conductividad, temperatura, y presión. GMOG esta constituido por tres equipos indispensables e interrelacionados: (1) equipo de campo; los SeaGliders son instalados y recuperados en aguas de Tamaulipas con embarcaciones pequeñas con el respaldo de investigadores del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del Instituto Politécnico Nacional, en Altamira; (2) laboratorio de gliders: los SeaGliders y sensores son mantenidos por investigadores del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) de Querétaro; y (3) equipo pilotos; personal del CICESE y del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM diseñan las campañas científicas y pilotan remotamente los SeaGliders vía Iridium. La comunicación satelital con los SeaGliders se realiza en dos sentidos desde un servidor del CICESE; los datos científicos e instrucciones para los SeaGliders son recibidos y enviados, respectivamente, durante cada emersión. Los datos podrán ser visualizados en la página web del grupo aunque no son públicos. La página web tiene por objetivos la divulgación de la misión de GMOG y la visualización de datos oceanográficos en tiempo casi real. GMOG ha realizado ya varias campañas con SeaGliders con el fin de investigar: (i) el remolino de mesoescala Olympus dispándose en la plataforma oeste del Golfo de México (remolino maduro) y su interacción con remolinos ciclónicos y la plataforma continental; y (ii) un remolino anticiclónico recién liberado (remolino joven) de la corriente del lazo. Algunos ejemplos de los datos obtenidos en estas campañas y planes de futuras misiones, serán presentados.

OCE-24

MONITOREO DE ESTRUCTURAS DE MESOESCALA EN EL GOLFO DE MÉXICO – EL CASO “OLYMPUS DECADENTE” (GMOG)

Tenreiro Miguel¹, Pallás Sanz Enric¹, Ochoa José Luis¹, Ruíz-Angulo Angé¹, Ulloa Marco Julio³, Cusi Simó¹ y Cabrera Carlos¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

³Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN Unidad Altamira
tenreiro@cicese.mx

El recientemente creado Grupo de Monitoreo Oceanográfico con Gliders (GMOG), grupo que se encuadra en la línea 1 del megaproyecto “Implementación de redes de observaciones oceanográficas (físicas, geoquímicas, ecológicas) para la generación de escenarios ante posibles contingencias relacionadas a la explotación y producción de hidrocarburos en aguas profundas del Golfo de México”, financiado por el fondo CONACyT-SENER Hidrocarburos 2015-2020 y liderado por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), ha realizado misiones con planeadores submarinos autónomos (gliders) en el oeste del Golfo de México. Se presentan los resultados preliminares de las dos primeras misiones en el Golfo de México, en particular, el seguimiento del remolino “Olympus”, desprendido de la Corriente de Lazo en Octubre de 2015, y monitoreado en su última fase de vida entre mayo y septiembre de 2016 en la región mas al oeste del Golfo. Se pretende discutir el proceso de interacción de esta estructura anticiclónica con la topografía y con otras estructuras presentes en la región y indagar sobre su posible papel en el forzamiento de ondas y chorros intensos en profundidad que han sido observados anteriormente en la región.

OCE-25

RASTRO ATMOSFÉRICO ASOCIADO A LA PROPAGACIÓN DE LOS REMOLINOS DE LA CORRIENTE DE LAZO EN EL GOLFO DE MÉXICO

Díaz-Gutiérrez David Eduardo¹, Athié Gabriela² y Cerezo-Mota Ruth³

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

³Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
dadiaz.edu@gmail.com

El ciclo de crecimiento y disminución de la Corriente de Lazo (LC), en el extremo oriente del Golfo de México (GoM), culmina con la liberación de remolinos anticiclónicos de núcleos cálidos, comúnmente nombrados como Remolinos de la Corriente de Lazo (LCEs). Estos remolinos cuentan con diámetros iniciales de hasta 250 km, se propagan principalmente de forma longitudinal y se consideran como uno de los factores de forzamiento oceánicos más importantes en el GoM. Se analizó el rastro atmosférico de la LC y los LCEs al propagarse longitudinalmente sobre el GoM, a partir de datos AVISO y de reanálisis NARR del NCEP para el periodo comprendido entre el 01 de enero de 2000 y el 31 de diciembre de 2010. Los resultados muestran que la influencia de los LCEs, al propagarse sobre la cuenca, no se limita a ser solamente oceánica, ya que se observa que en la atmósfera adyacente a éstos se generan fuertes núcleos de aire cálido, los cuales se expanden

y desplazan a medida que los LCEs se propagan hacia la región oeste del Golfo. De igual forma, se observan fuertes flujos de calor latente liberados del océano hacia la atmósfera adyacente, tanto en la región de la LC como sobre la trayectoria de los LCEs. De esta forma se encontró que estos remolinos juegan un papel importante en la liberación de flujos de energía al sistema atmosférico a medida que se propagan lejos de su región de origen. Esta transferencia de energía, es influenciada por la dirección de los vientos en superficie y por la advección de las masas de aire que se desarrollan de manera estacional sobre el GoM.

OCE-26

PROCESOS DE TRANSPORTE E INTERCAMBIO DE PARTÍCULAS ENTRE EL MAR PROFUNDO Y LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO

Guerrero Moreno Lorena¹, Mariño Tapia Ismael¹ y Sheinbaum Julio²¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida, CINVESTAV²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
lguerrer@cicese.edu.mx

En este trabajo se estudia el intercambio entre la región costera (plataforma y talud) y el océano profundo del Golfo de México. Se utilizan 15 años de modelación numérica realizada con el modelo ROMS. Las simulaciones del modelo muestran la presencia continua de remolinos de mesoescala, eventos de surgencia y procesos asociados de convergencia y divergencia en regiones específicas, sugiriendo que el transporte a través de la plataforma continental puede ser muy importante para la dinámica y la fertilización del Golfo. Los resultados del modelo indican que el intercambio entre la plataforma y el mar profundo tiene lugar mediante procesos de inestabilidad de las corrientes a lo largo de la plataforma que generan meandros, frentes y jets perpendiculares a la costa, o por la interacción de estructuras de mesoescala con la topografía dando lugar a fuertes intercambios horizontales y verticales. Estudios previos han mostrado que la interacción de remolinos de mesoescala con la plataforma continental puede producir inestabilidad del flujo sobre el talud continental y generar una circulación secundaria hacia el mar profundo. Nuestros resultados muestran flujo intenso en ambas direcciones (hacia la costa y hacia mar profundo) con alta correlación con eventos de velocidad vertical intensa que a su vez está asociada a la interacción de remolinos con la plataforma y/o con corrientes aledañas. Para cuantificar el intercambio de partículas entre la plataforma y el océano, se llevan a cabo cálculos eulerianos y lagrangianos para tener una mejor representación de los procesos involucrados en el intercambio somero-profundo.

OCE-27

DETERMINACIÓN DE ESCALAS ÓPTIMAS PARA LA INTERPOLACIÓN DE LOS TRANSPORTES A TRAVÉS DE LOS CANALES DE YUCATÁN Y FLORIDA

Candela Pérez Julio, Ochoa José Luis y Sheinbaum Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
jcandela@cicese.mx

Tres años (07/2012 a 07/2015) de observaciones de corrientes y temperaturas a través del Canal de Yucatán y del Estrecho de la Florida (@ -81 grados W) son utilizados para determinar las escalas óptimas, horizontales (ex) y verticales (ez), para la interpolación objetiva de sus anomalías en las secciones transversales completas de los canales. El mapeo objetivo está diseñado para anomalías y depende primordialmente de estas escalas. Las anomalías dependen de un campo medio escogido, el cual estimamos a través de un proceso iterativo (i.e. hasta que el conjunto de mapas de anomalías tenga como promedio un campo nulo). Los resultados indican que el campo medio, aunque depende de las escalas para la interpolación/extrapolación de las anomalías, es independiente del inicial en el proceso iterativo (i.e. el proceso iterativo es convergente). Imponiendo un criterio físico donde el transporte medio por debajo de alguna isoterma próxima a 6 °C debe ser nulo en los dos canales, se obtienen las escalas de ex~70 km, ez~900 m para Florida y ex~50 km, ez~800 m para Yucatán.

OCE-28

MODIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA VERTICAL DE LOS REMOLINOS ANTICICLÓNICOS DE LA CORRIENTE DEL LAZO

Sosa Gutierrez Elva Rosmery¹, Pallás-Sanz Enric¹, Jouanno Julien² y Candela Pérez Julio¹¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE²LEGOS - Observatoire Midi-Pyrénées
esososa@cicese.edu.mx

El Golfo de México (GoM) es una cuenca oceánica semi-cerrada cuya circulación general esta dominada por la presencia de remolinos ciclónicos y anticiclónicos de mesoescala. Los remolinos anticiclónicos que se desprenden de la corriente del lazo transportan aguas de origen Caribeño y las mezclan con aguas comunes del Golfo durante su propagación hacia el Oeste del GoM. La modificación de la estructura vertical termohalina de estos remolinos anticiclónicos es estudiada en base a simulaciones numéricas con el modelo NEMO de 1/12 de resolución

durante el periodo de 2006 a 2012; así como con datos in-situ obtenidos con planeadores submarinos (SeaGliders) desde Mayo del 2016. La periferia y centro de los remolinos es identificada con un método de detección descrito en Chaigneau et al. (2009). Los remolinos 'numéricos' fueron validados con datos in-situ de 32 anclajes instalados en el GoM. La estructura vertical promedio termohalina y cinemática reconstruida con los datos in-situ (Tesis Maestría; Sosa-Gutiérrez, R. 2014) y numéricos es consistente: misma localización de las anomalías máximas de temperatura, salinidad, rapidez y del máximo de salinidad sub-superficial del agua subtropical típica de los remolinos anticiclónicos jóvenes. Las simulaciones numéricas reproducen adecuadamente los eventos de enfriamiento y erosión del máximo de salinidad en los remolinos anticiclónicos que ocurren en, prácticamente, toda la columna de agua y en los primeros 300m de profundidad, respectivamente. Se presenta la evolución de la temperatura y salinidad del núcleo de 8 remolinos anticiclónicos desprendidos de la corriente del lazo a lo largo de sus trayectorias; desde su formación hasta su disipación en la plataforma continental del oeste del GoM. La temperatura y salinidad en todos los remolinos disminuye de forma consistente por debajo de los -100m a medida que se propagan hacia el oeste, sugiriendo mezcla vertical. En los primeros 100m de la columna de agua la temperatura y salinidad están dominados por intercambios océano-atmósfera (calor, sal, y agua), i.e., ciclo estacional. Se observan recurrentes eventos de bombamiento de las isopícnas en capas profundas y hundimiento de las isopícnas aproximadamente en la base de la termoclina. A pesar de no saber todavía con exactitud cuales son los mecanismos responsables de la mezcla vertical en la columna de agua de los remolinos, proponemos que es una combinación de los siguientes: eventos de intensos esfuerzos del viento (Nortes durante Octubre-Mayo y huracanes durante el verano), intercambios océano-atmósfera, e interacción entre remolinos.

OCE-29

LA CORRIENTE DE YUCATÁN Y LOS PROCESOS ATMOSFÉRICOS DE TELECONEXIÓN

Athié Gabriela¹, Juárez-Águila Cristhian², Méndez Juan Matías² y Sheinbaum Julio¹¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE²Universidad Veracruzana
gathie@cicese.mx

Como parte del Giro Subtropical del Atlántico Norte, la Corriente de Yucatán es forzada de forma remota por el rotacional del viento en el Atlántico Norte; sin embargo, la complejidad de este sistema de corrientes, aunada a la fuerte actividad de remolinos en el Caribe y en el Golfo de México, hacen que la conexión entre esta corriente y el viento no sea evidente. Estudios previos sugieren que el transporte en el Canal de Yucatán (CY) presenta un ciclo semianual dominante, que se relaciona con los vientos Alisios en el Caribe; sin embargo las observaciones muestran que tanto la variabilidad estacional como la de alta frecuencia juegan un papel importante en el comportamiento del transporte y la dinámica del CY. Por otro lado, con respecto a la escala interanual se observó una señal con periodo de 4 años aproximadamente, la cual es aparentemente forzada por los vientos Alisios y por el Sistema de Alta Presión Subtropical del Atlántico Norte. Además, los resultados sugieren que las anomalías de presión originadas por el fenómeno del El Niño Oscilación del Sur, en el este del Pacífico Tropical, son un regulador importante de los gradientes de presión entre la parte oeste del Atlántico y el Pacífico este, lo que representa un factor importante para la intensificación/relajación del viento, teniendo a su vez, un impacto importante en la variabilidad interanual del transporte en el CY. Esta relación se observó específicamente durante el periodo de 1999-2001 cuando el transporte en el CY fue particularmente bajo, aparentemente como consecuencia de la relajación de los vientos Alisios, lo que a su vez coincidió con un periodo de La Niña anómalamente largo (33 meses).

OCE-30

CIRCULATION IN THE TERMINOS LAGOON USING 3D HYDRODYNAMIC NUMERICAL MODELING AND MEASUREMENTS

Contreras Ruiz Esparza Adolfo¹, Douillet Pascal², Zavala-HidalgoJorge³, Díaz García Ovel³, Fichez Renaud⁴ y Grenz Christian¹¹Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC²Institut de Recherche pour le Développement, France³Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México⁴Institut Méditerranéen d'Océanologie

adolfo.contreras@inecc.gob.mx

This study is part of a binational project (Mexico-France) aimed to understand the circulation patterns of the Terminos Lagoon a two inlets Coastal Lagoon within an important rivers net discharge. Analyzing one year of measurements and by doing numerical simulations with MARS3D, a 3D hydrodynamic model, we studied the circulation patterns in the Terminos Lagoon. To complete the study, we used data from a gauging network consisting of 6 self-recording pressure-temperature sensors, a tide gauge station, two current profilers, with pressure and temperature sensors moored in the main lagoon inlets. The measurement campaigns were complemented with an analysis of rivers runoff into the lagoon and bottom tracking current transects at the inlets. We validated model simulations against current and sea level observations. This modeling framework was used to analyze the circulation

patterns caused by the sum of tidal, runoff, wind, and ocean circulation forcing. The numerical model was forced with four diurnal (K1, O1, P1, Q1) and four semi-diurnal (M2, S2, N2, K2) harmonic components, extracted from the TPX0.7 database, river runoffs, and a hindcast from the HYCOM ocean circulation model for the open boundary conditions. The free surface was forced using a numerical simulations using the WRF model with boundary conditions using the NARR-NCEP outputs. The tidal patterns in the study area vary from mixed, mainly diurnal in the two main inlets of the lagoon, to diurnal in its interior. The tidal residual circulation inside the lagoon is dominated by a cyclonic gyre. The general circulation in the lagoon is dominated by a net inflow from the northeast Puerto Real inlet (PTR), and an outflow at the southwest Ciudad del Carmen inlet (CdC), but the net circulation is affected by seasonality, showing an overturn at the end of summer. Our results indicate two areas of strong currents in the vicinity of the inlets and weak currents inside the lagoon. The area of strong currents in the vicinity of the CdC inlet is larger than that observed in the PTR inlet. Nevertheless, the current analysis indicates that the highest current speeds, which can reach a magnitude of 1.9 m s⁻¹, occurred in PTR. Further analysis of the tide distortion in the inlets revealed that both passages are ebb dominated.

OCE-31

LOS GIROS DE LA BAHÍA DE CAMPECHE

Díaz Flores Miguel Angel¹, Salas de León David Alberto² y Monreal Gómez María Adela²¹Instituto de Geofísica, UNAM²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
diazmig@geofisica.unam.mx

La dinámica de la bahía de Campeche es dominada por la presencia de giros ciclónicos de mesoescala y por giros ciclónicos y anticiclónicos de menor escala. Estos giros; no obstante que son altamente energéticos, no se han observado claramente mediante imágenes de temperatura superficial del océano. Se supo de su existencia a partir de datos hidrográficos y recientemente a partir de información generada por perfiladores acústicos de corriente (ADCP). Los giros ciclónicos y anticiclónicos en la bahía de Campeche influyen en las corrientes costeras, plancton, flujos de calor océano-atmósfera, distribución de sedimentos, transporte dispersión de contaminantes y disponibilidad de energía para huracanes, entre otros; lo cual se ha descrito en varias publicaciones (Monreal Gómez y Salas de León, 1988; Biggs, 1992; Vázquez de la Cerda, 1993; Salas de León et al., 1998; Velasco Mendoza, 1994; Díaz Flores, 2004). No obstante lo anterior, la génesis, características básicas y evolución de los giros ciclónicos de la bahía de Campeche no han sido estudiados a profundidad. En la formación de los giros en la bahía tiene un papel importante el forzamiento del gran giro anticiclónico que se desprende de la corriente de lazo; así como, el rotacional del viento, la topografía del fondo, las inestabilidades baroclinicas y el forzamiento profundo o por corrientes profundas (Cochran, 1963; Hurlburt y Thompson, 1980; Vázquez de la Cerda, 1993; Vulkovich y Maul, 1985; Smith, 1986; Monreal Gómez y Salas de León, 1990; Villanueva et al., 2002). En este estudio se presentan las principales características de la génesis y evolución de los giros de la bahía de Campeche.

OCE-32

MODOS DE RESONANCIA EN CUERPOS DE AGUA MEXICANOS

Gaviño Rodríguez Juan Heberto¹, Reyes Herrera Ezequiel Alejandro², Obeso Nieblas Maclovio³ y Carbajal Noel⁴¹Universidad de Colima, UCOL²Instituto de Biología, UNAM³CICIMAR La Paz, IPN⁴IPICYT

jgavinho@gmail.com

Se Utiliza el método de Lanczos con el operador hidrodinámico bidimensional barotrópico para obtener en la Bahía de Acapulco, el puerto interior de Manzanillo y la Bahía de la Paz, Bahía Banderas, El Golfo de California y el Golfo de México los principales modos de oscilación libre que corresponden a los modos rotacionales más rápidos y a los modos gravitacionales más lentos. Este método ofrece de manera natural la estructura espacial de los modos, es decir, dónde las amplitudes del nivel de agua o de las corrientes son de mayor importancia. Se encuentra que los modos rotacionales son ondas atrapadas a aspectos batimétricos de la cuenca, con periodos que en general son mayores a un día, de [139, 150, 170]h, Acapulco (A), [176, 244, 262]h Manzanillo (M) y [58, 63, 71]h La Paz (P), [42,39,37,36,34,33]h Golfo de México (GM), [75,64,53,49,43,42]h Golfo de California (GC),. Los modos gravitacionales se manifiestan en la superficie oceánica, se encontraron periodos de [21.2, 12.6, 11.9]min(A), [21.4, 9.8, 5.2] min(M) y [5.2h, 1.3h, 59.1min, 54.2min](P), y para el caso de oscilaciones tipo Helmholtz, con nodo en la frontera, los periodos fueron de [25.5, 12.0, 8.5] min(A), [29.2, 10.0, 6.8] min(M). El caso de los Golfos [11.7, 5.4, 4.3, 3.6, 3.4, 2.9]h (GC) [11.6, 10.7, 10.0,8.9, 8.3, 7.9, 7.7]h(GM) presentan un modo muy cercano a periodo semidiurno, el cual es notorio que entra en resonancia con este forzamiento,. Estos modos están determinados por dimensiones geomorfológicas de la cuenca, y aunque en teoría cualquier forzamiento externo con estructura espacial adecuada puede excitar cualquier armónico, se encuentra que el modo fundamental es el que con mayor probabilidad se presenta con amplitud significativa, tal vez por ser el de estructura espacial más simple. Se observa que conforme aumenta el armónico gravitacional, se incrementa

también el número de anfidromías. De acuerdo a análisis de registros mareográficos cuando ocurren tsunamis, se han encontrado para Acapulco y Manzanillo periodos de alrededor de 30min, y para la Paz de [105, 54]min, por lo que el modo fundamental tipo Helmholtz es para Manzanillo y Acapulco el más plausible.,

OCE-33

COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO DE LOS COCOLITÓFOROS Y COCOLITOS DEPENDIENDO DE SU MORFOLOGÍA

Gutiérrez Aranza¹, Álvarez María del Carmen², Gaviño Rodríguez Juan Heberto³ y Carbajal Noel⁴¹Universidad de Colima, UCOL²CEUNIVTO³IPICYT

agutierrez14@ucol.mx

El hundimiento de una partícula está sujeto a diversos factores, los cuales pueden depender del medio donde se desplacen o por características propias de la partícula. En el caso del medio marino el movimiento de la masa de agua donde se encuentre es fundamental. Si partimos de que nuestra partícula es un microorganismo las características morfológicas de este representaran un factor que modifique la velocidad de hundimiento. Los coccolitóforos son algas unicelulares, se caracterizan por la formación de diminutas placas calcáreas denominadas coccolitos, que en conjunto forman una estructura externa llamada cocosfera. Los coccolitóforos y coccolitos presentan formas y tamaños muy diversos, por lo que consideramos que la velocidad y la trayectoria que describen su hundimiento son directamente dependientes de estos factores. Para describir como la forma afecta en el desplazamiento y velocidad de hundimiento de un coccolito se realizaron figuras a escala partiendo de un tamaño uniforme (5 cm). Las figuras fueron diseñadas en el programa SketchUp y CATIA 3D, e impresas posteriormente con PLA (poliácido láctico) en una impresora 3D SeeMeCNC modelo Rostock MAX™ v2. Se tomaron videos del hundimiento de las figuras en una pecera graduada (x,y,z) con volumen de 96 litros de agua potable, y posteriormente se analizaron los videos para la obtención de la velocidad y la trayectoria de la figura. Se generó un modelo para estimar el tiempo de hundimiento de los coccolitóforos y los coccolitos para dos condiciones presentes en el océano, en la capa de mezcla (CM) y por debajo de la CM, mediante una interpolación bilineal. Para la distribución de las partículas se consideró una extensión en horizontal de 10 km con una profundidad de 50 m. Debido a que las partículas (coccolitóforos y coccolitos) tienen un movimiento aleatorio en la capa de mezcla, se simularon las velocidades turbulentas mediante un generador de números aleatorios; con datos obtenidos de la evolución de perfiles de temperatura se estimó un tiempo de profundización para reducir los valores aleatorios y volverlos más reales. Se realizaron diversos escenarios considerando 5 velocidades para la MC (1.92x10⁻⁵ m/s, 4.91x10⁻⁶ m/s, 3.77x10⁻⁶ m/s, 1.19x10⁻⁶ m/s, 6.09x10⁻⁶ m/s). Una vez que la partícula alcanzó el límite de la CM (200 m), su desplazamiento está sujeto a la ley de Stokes, dado que en la columna de agua existen factores que afectan la trayectoria se consideró una corriente con una velocidad de 1 cm/s. Para el desplazamiento por debajo de la CM se consideró la ecuación de Stokes para cuerpos esféricos y una variación propuesta por Padisak et al. (2003) que considera un factor de resistencia de la forma.

OCE-34

EL PRIMER REGISTRO DE KOSKINOBULLINA SOCIALIS (FORAMINIFERA) PARA EL TRIÁSICO DE EUROPA Y SUS IMPLICACIONES PALEOECOLÓGICAS

Sánchez-Beristain Francisco

Facultad de Ciencias, UNAM

sanchez@ciencias.unam.mx

Koskinobullina socialis Cherchi y Schroeder es una especie de microencostrante fósil. Su registro se conoce hasta el momento desde el Noriense (Triásico Superior) y hasta el Paleógeno. En el presente estudio se describe el primer registro de este organismo para el Carniense (Triásico Superior), extendiendo así su alcance estratigráfico, así como su registro más antiguo en el continente Europeo y en el mundo. Los hallazgos corresponden a las facies de plataforma del Miembro Inferior de la Formación San Casiano en los Dolomitas (NE de Italia). Koskinobullina socialis ha sido considerado como alga y más recientemente, como foraminífero, clasificación que permanece válida hasta la actualidad. Pese a que el estado de preservación en algunas muestras no es del todo bueno, fue posible realizar la identificación a nivel de especie. La presencia de este organismo es de especial relevancia ecológica en ambientes arrecifales, ya que constituye encostramientos complejos principalmente en conjunción con microbialitas y con otros organismos consolidantes de sistemas arrecifales. Los microencostrantes pueden proveer de una gama vasta de información paleoambiental (Schmid, 1996), en gran parte debido a que sus dimensiones permiten la preservación de un mayor número de ejemplares en la misma lámina delgada (Sánchez-Beristain, 2010). De acuerdo con Schmid (1996), Koskinobullina socialis solía habitar tanto en regiones de plataforma iluminadas (alta diversidad de organismos asociados y dirección en la orientación en el crecimiento de costras microbianas), así como también en zonas semi-crípticas (baja diversidad organizacional y nula orientación de crecimiento en costras microbianas). El organismo fungía como encostrante neto, y no tomaba parte significativa como constructor de arrecifes (sensu Fagerstrom, 1987). Asimismo,

asignó ambientes de media a alta energía para este microencrostante (organismos asociados preferentemente encostrantes, grainstone asociadas y escaso aporte microbitalítico en lámina delgada), e incluso de baja energía (presencia de organismos con crecimiento ramoso, sin grainstone, y alto aporte de microbitalita en lámina delgada). *Koskinobullina socialis* ha sido también encontrado participando activamente de la construcción de macizos arrecifales, formando costras en conjunto con metazoos (Shiraishi y Kano, 2004). Si bien su aporte volumétrico no es importante, el rol que desempeñan estas costras es notable en lámina delgada (comp. Shiraishi y Kano, 2004). Las condiciones de media energía descritas por Schmid (1996), prevalecen en este y otros trabajos (e.g. Schlagintweit y Gawlick, 2008). El rol paleoecológico de *K. socialis* en el presente estudio es el mismo que el descrito por autores como Leinfelder et al. (1993, 1996) y Schmid (1996), en el sentido de no fungir como constructores (sensu Fagerstrom, 1987). Los ejemplares triásicos de *Koskinobullina socialis* mostrados en este trabajo toman el rol de encostrantes netos. Lo anterior puede ser respaldado con ayuda de los datos de abundancia relativa de todos los microencrostrantes en láminas delgadas, en las que el porcentaje de microencrostrantes asciende como máximo hasta el 0,6% (Sánchez-Beristain, 2010).

OCE-35 CARTEL

DETALLES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN NUMÉRICA DE UN SISTEMA ACOPLADO OLEAJE-CORRIENTES

Larrañaga Fu Marco Jesus, Osuna Cañedo José Pedro y Ocampo Torres Francisco Javier
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 mlarranaga@cicese.edu.mx

En este trabajo se describe la implementación de un sistema acoplado olas-corrientes entre los modelos POLCOMS (Proudman Oceanographic Laboratory Coastal Ocean Modelling System) y WAM (Wave Modelling). En este sistema se consideraron los forzamientos Stokes-Coriolis y la fuerza de vórtice en las componentes horizontales de la ecuación de momento y la turbulencia de Langmuir en el modelo de cerradura turbulenta. POLCOMS es un modelo tridimensional hidrostático formulado en coordenadas esféricas sobre una malla tipo B en la horizontal y coordenadas sigma en la vertical. WAM es un modelo que describe la evolución del espectro del oleaje en función de la frecuencia y dirección sobre una malla tipo A. El intercambio de información entre los modelos numéricos se presenta en cada paso de tiempo baroclínico del modelo POLCOMS, en donde este transfiere las componentes de la velocidad de las corrientes promedio y la elevación de la superficie libre al modelo de olas. A su vez, WAM transfiere a POLCOMS las componentes de la velocidad asociadas a la deriva de Stokes, la altura de rugosidad aerodinámica e información del momento que la atmósfera transfiere al océano y se propaga en la superficie del mar en forma de olas.

OCE-36 CARTEL

IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS COHERENTES LAGRANGEANAS PRESENTES EN LA BAHÍA TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, CON INFORMACIÓN OBTENIDA DE RADARES DE ALTA FRECUENCIA

Quinn Cervantes Luis Daniel¹, Rojas Mayoral Evaristo², Hernández-Walls Rafael³, Castro Valdez Rubén¹, Durazo Arvizu Reginaldo¹ y Flores Vidal Xavier³
¹Universidad Autónoma de Baja California, UABC
²Grupo de Ecología y Conservación de Islas
³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 lquinn@uabc.edu.mx

Las Estructuras Coherentes Lagrangeanas (ECL) son un concepto que ofrece una manera diferente de entender el transporte en flujos complejos. Las ECL ayudan a identificar líneas materiales, atrayentes o repulsivas, que actúan como barreras para delimitar regiones con diferente comportamiento. Su localización permite estudiar el transporte de una forma más simple que el estudio directo de trayectorias de partículas. El objetivo del trabajo es utilizar el método del Exponente de Lyapunov de Tiempo Finito (ELTF) para identificar las ECL presentes en la Bahía Todos Santos (BTS) a partir de campos de velocidades superficiales obtenidos de mediciones con Radars de Alta Frecuencia (RAF) en el año 2010. A partir de los campos vectorial de las velocidades superficiales, se advecan partículas de manera computacional integrando las velocidades superficiales para obtener sus posiciones después de un determinado tiempo (T). Se emplea el método ELTF que mide la separación, después del tiempo T, de partículas inicialmente cercanas entre sí. Las cordilleras de los valores máximos del ELTF corresponden a las ECL. Para este estudio se seleccionaron dos eventos de interés; un evento denominado extremo con magnitudes de velocidad altas en las corrientes superficiales, y un evento de vientos Santa Ana. Se analizaron los campos de ELTF y las estructuras correspondientes en cada evento. Además, se estudia la relación entre las ECL y los tiempos de residencia de partículas dentro del dominio de los radares. Finalmente se analizan trayectorias de grupos de partículas en las proximidades de las estructuras. El método ELTF resultó adecuado para la identificación de ECL en la bahía con mediciones de radares. Se encontró que las ECL delimitan regiones con diferentes tiempos de residencia y proporcionan información del comportamiento de las trayectorias de partículas en su proximidad. Durante el evento extremo, la estructura repelente más notoria se observó al norte de la bahía con orientación E-W. En el evento Santa Ana las estructuras repelentes más notorias se orientaron

NE-SW. Las ECL atrayentes mostraron mayor variabilidad; sin embargo, predominó una orientación NW-SE en ambos eventos. El método de ELTF para la extracción de las ECL es una buena aproximación para el estudio de partículas a la deriva como es el plancton, los derrames petroleros o las descargas de materiales, así como una excelente herramienta en las operaciones de búsqueda y rescate.

OCE-37 CARTEL

CARACTERIZACIÓN TEMPORAL DE PIGMENTOS Y GRUPOS DE FITOPLANCTON EN UNA ESTACIÓN COSTERA LOCALIZADA FRENTE A BAJA CALIFORNIA

Mirabal-Gómez Uriel¹, Lara-Lara Rubén¹, Bazán-Guzmán Carmen¹, González-Rejón Joana² y Linacre Lorena²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 umirabal@cicese.edu.mx

En una estación de surgencia costera localizada frente a Baja California ("Estación Ensenada", 31.66°N, -116.70°O), se realizó una serie de tiempo de Chlasat y SST de imágenes satelitales durante enero de 2012 a abril de 2016. Dicha serie de tiempo se contrastó con una serie de tiempo de Clorofila-a, pigmentos fotosintéticos y grupos taxonómicos de fitoplancton determinados por análisis por fluorimetría, HPLC y microscopía invertida, respectivamente, con la finalidad de caracterizar la variabilidad temporal de las poblaciones de fitoplancton en este sitio costero. La serie de tiempo Chlasat mostró variaciones interanuales y estacionales con valores máximos en los meses de enero a mayo (3-7 mg m⁻³) y mínimos de julio a noviembre (>1 mg m⁻³), al igual que la SST presentó valores máximos de junio a octubre (18-23 °C) y mínimos de noviembre a mayo (17-14 °C). La serie de tiempo de Chla in situ mostró una tendencia similar a lo observado en satélite con la misma variación estacional. El análisis de fracciones por tamaño del fitoplancton en la zona eufótica reveló una predominancia de microfitoroplancton en los meses fríos; mientras que en los meses cálidos las mayores abundancias estuvieron atribuidas a las fracciones de nano- y picofitoroplancton. Los pigmentos más abundantes fueron Fucoxantina y 19-Hexa-fucoxantina, los cuales son mayormente característicos de diatomeas y prymnesiofitas, respectivamente. Mediante el análisis taxonómico por microscopía en general para todo el periodo de muestreo se observó que el grupo de las diatomeas incrementó hacia el máximo de clorofila (4,000-9,000 Cel. L⁻¹), mientras que el grupo de las cryptofitas fue más abundante en superficie (6,000-14,000 Cel. L⁻¹). El estudio de largas series de tiempo permite evaluar la respuesta de la comunidad fitoplanctónica a las variaciones estacionales e interanuales del ecosistema, y comprender la capacidad de adaptación de dicha comunidad y su efecto en la producción primaria.

OCE-38 CARTEL

EFFECTO DE UN REMOLINO CICLÓNICO DE VERANO EN EL FITOPLANCTON DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Mercado-Santana J. Alfredo¹, Santamaría-Del-Ángel Eduardo¹, Lavín Miguel F.², Sánchez-Velasco Laura³, Godínez Víctor M.², Millán Núñez Roberto¹, González-Silvera Adriana G.¹ y Camacho-Ibarra Víctor⁴
¹Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, UABC
²Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
³Departamento de Plancton y Ecología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
⁴Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 alfredojams@gmail.com

Se realizó un crucero en la parte central del Golfo de California durante el verano del 2011 (condiciones de fuerte estratificación). Inicialmente se procesaron imágenes de Chlasat durante dos meses antes del crucero para monitorear la pertinencia y el desplazamiento del remolino. Se muestrearon dos transectos con el objetivo de cruzar el remolino (de costas a costa y de sur a norte) y se muestrearon dos estaciones control (fuera de la influencia del remolino). Se realizaron lances de CTD acoplado con sensor de fluorescencia, y se colectaron muestras discretas de agua de mar las cuales se submuestrearon para analizar nutrientes inorgánicos, Clorofila a, curvas rETR-E (Phyto-PAM). La velocidad geostrofica calculada para el remolino mostró una profundidad de 500-600 m y un diámetro de 140-160 km. La profundidad de la zona eufótica (Zeu) fue menor en los bordes del remolino (25-40 m) en comparación con el centro (~60 m). Las concentraciones de nutrientes en la base de Zeu fueron más altas en el núcleo (22 µM de N+N, 2.4 µM de fosfato y 34 µM de silicato) en contraste con los bordes del remolino (12 µM de N+N, 1.7 µM de fosfato y 17 µM de silicato). Las imágenes de satélite mostraron mayores concentraciones de Chlasat en los bordes, pero los perfiles de fluorescencia expusieron que el máximo profundo de Chla (DCML) fue mayor en el centro del remolino. El número máximo de asimilación rETR*max fue menor en los bordes del remolino. El parámetro arETR fue mayor en el centro (~0.8 µmol e- m⁻² s⁻¹ (µmol quanta m⁻² s⁻¹)). La intensidad de saturación EK fue mayor en los bordes del remolino (400-800 µmol quanta m⁻² s⁻¹). Los parámetros fotosintéticos anteriores apoyan la hipótesis de que los remolinos ciclónicos de mesoescala que aparecen bajo condiciones de alta estratificación en la región central del Golfo de California, funcionan como un mecanismo advección vertical del fitoplancton de aguas profundas (historial de flujo fotónico a bajas irradiancias) hacia la capa subsuperficial. Lo cual favorece

el incremento de la biomasa fitoplanctónica y en consecuencia contribuyen con el aumento de la producción fitoplanctónica.

OCE-39 CARTEL

ANÁLISIS NUMÉRICO DE LA MAREA INTERNA EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS B.C.

Ibarra Romero Jorge Armando¹, Mateos Efrain¹ y Filonov Anatoliy²

¹Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

²Universidad de Guadalajara, UdeG

jorge.ibarra@posgrado.imta.edu.mx

En la Bahía de Todos Santos, (BTS) se han realizado estudios de comparación de modelos de transporte residuales de sedimentos, y sobre el patrón espacial y temporal de las mareas internas, proveyendo de una primera descripción de las características de las ondas internas. Los estudios de los mecanismos de propagación y mezcla bajo distintos regímenes de estratificación estacional, no están disponibles o se encuentran en etapa de desarrollo para la región de estudio. El proyecto aquí presentado, pretende a partir de un modelo numérico tridimensional y baroclínico, forzado con marea, establecer el comportamiento y mecanismo de propagación y mezcla de la marea interna en la BTS, por medio de los campos de velocidad, temperatura, salinidad y vorticidad.

OCE-40 CARTEL

MODELACIÓN NUMÉRICA DE LOS EFECTOS DE APORTES COSTEROS DE NUTRIENTES EN LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Bermudez Anahi y Rivas David

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
abermude@cicese.edu.mx

La abundancia del fitoplancton depende de la interacción entre las condiciones físicas, químicas y bióticas en el ecosistema marino, particularmente de la disponibilidad de nutrientes que promueven su crecimiento tales como nitrógeno (N). En la mayoría de los ecosistemas costeros el crecimiento del fitoplancton está limitado por la disponibilidad de N, lo cual aumenta su vulnerabilidad ante fuentes exógenas. Durante las últimas décadas la actividad humana ha producido cantidades adicionales de N provocando una acumulación en el ambiente, esta contaminación por N se ha relacionado a la eutrofización, condiciones de anoxia e hipoxia, florecimientos algales nocivos y pérdida de biodiversidad. El objetivo de este estudio es evaluar la respuesta del fitoplancton en el Golfo de California ante un aporte de N costero por descargas de río. Se utilizó un modelo numérico hidrodinámico de alta resolución (aprox. 3 km) acoplado a un modelo biogeoquímico que resuelve las variables biológicas: Nutrientes, Fitoplancton, Detritos y Zooplancton (denominado NPZD). La simulación consistió en representar el aporte de N proveniente del Río Yaqui en diferentes regímenes estacionales. En verano (agosto) la respuesta en el crecimiento del fitoplancton no fue significativa, pero se observó una advección de agua rica en N hacia el norte, debido al régimen de vientos monzónicos, siguiendo la costa oriental hasta la región de las Grandes Islas. Durante los periodos de transición (marzo y noviembre) el crecimiento del fitoplancton fue mayor pero su influencia fue únicamente local, aunque se observó una advección de agua hacia afuera de la costa, siguiendo la circulación de estructuras de mesoescala, incluso alcanzando la costa occidental del Golfo.

OCE-41 CARTEL

ESTUDIO NUMÉRICO DE LAS ONDAS INTERNAS EN BAHÍA DE BANDERAS

Rodríguez Mario Alberto, Pantoja Diego Armando y Filonov Anatoliy

Universidad de Guadalajara, UdeG

marioarodriguezvz@gmail.com

En este estudio se analiza la dinámica que presentan las ondas internas en la Bahía de Banderas, México. Se utilizó el modelo numérico Delft3D para simular en un periodo de un mes la generación y propagación de la marea interna en la bahía. La configuración del modelo consistió en una malla con resolución horizontal promedio de 1 km y 40 niveles verticales. Para las condiciones iniciales y de frontera se utilizaron campos de temperatura, salinidad y forzamientos de marea extraídos de los productos GLORYS y TPX07 respectivamente. El análisis muestra la propagación de las ondas internas desde su lugar de generación en el fondo oceánico, hacia la costa. El cañón submarino da a la bahía una morfología peculiar ofreciendo una continuación del talud continental hacia el interior, produciendo que la marea interna se vea generada también dentro de la bahía. Las transformaciones no lineales y la desintegración de las ondas en la zona generaron cambios en la estratificación y transporte de agua fría de origen profundo a capas más someras.

OCE-42 CARTEL

CONECTIVIDAD Y DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS EN BAHÍA DE BANDERAS: SIMULACIÓN DEL RÍO AMECA

De la Torre Christian, Pantoja Diego y Filonov Anatoliy

Universidad de Guadalajara, UdeG

chachin_abel@hotmail.com

Se realizó el análisis de la conectividad y dispersión de partículas pasivas en Bahía de Banderas, México, utilizando el modelo numérico Delft3D con la finalidad de obtener el grado de retención y atrapamiento de residuos, contaminantes, larvas u otros trazadores de interés en diferentes zonas del océano. Para ello se delimitaron 10 regiones donde se liberaron alrededor de 1,000 partículas inertes o de "orden cero" (es decir, sin incluir larvas con comportamiento realista y sin ninguna dinámica propia de la partícula), en la superficie del mar, las cuales fueron advectadas por un periodo de 1 año (2013). Respecto a la vertical, el dominio se dividió en 25 niveles. El modelo se configuró con campos de temperatura, salinidad y forzamiento de marea, por medio de archivos extraídos de Glorys y de TPX07.

OCE-43 CARTEL

OBSERVACIONES HIDROGRÁFICAS Y MODELACIÓN NUMÉRICA EN BAHÍA DE BANDERAS

Pantoja Diego Armando, Filonov Anatoliy y Mireles Omar

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara

diegoseb1@gmail.com

Se presentan resultados hidrográficos de dos campañas oceanográficas realizadas en Bahía de Banderas durante octubre 2009 y marzo 2011. Los campos de altura dinámica y corrientes geostroficas muestran varias estructuras como remolinos que se forman principalmente en la zona profunda de la bahía, donde se localiza el cañón submarino (hasta 1000 m profundidad y 20-30 km de ancho). El campo de salinidad muestra una señal clara del aporte del río Ameca, sin embargo, ésta permanece acotada a menos de 5 km de la costa. De resultados numéricos previos, estas estructuras parecen estar relacionadas a procesos de separación, a la forma de la bahía y al cañón submarino.

OCE-44 CARTEL

LIMNOLOGÍA FÍSICA DEL LAGO CRÁTER DE ÍSABEL, NAYARIT

Palacios-Hernández Emilio¹, Carrillo Laura², Filonov Anatoliy¹ y Ávila-Soria Diego¹

¹Universidad de Guadalajara, UDG

²ECOSUR Unidad Chetumal Q. Roo

emilio6x111@gmail.com

Por medio de observaciones hidrográficas y meteorológicas se evalúan los flujos de calor superficiales del Lago Cráter de Isla Isabel, Nay. el cuál se localiza entre la costa de Nayarit y el archipiélago de las Islas Mariás. Con el fin de explicar el calentamiento subsuperficial de verano (entre 1.5-2 m de profundidad la temperatura alcanza 45°C, mientras que la temperatura del aire tiene un máximo de 35°C). Una vez analizadas las series de tiempo de las observaciones obtenidas se puede establecer que: durante la época de lluvia se forma una capa superficial de agua clara, con cero salinidad y densidad relativamente menor, sobre una capa de agua hipersalina (80 UPS), muy turbia y relativamente más densa, de tal forma que la radiación solar penetra la capa superficial y calentando la capa subsuperficial, ya que esta absorbe esta radiación.

OCE-45 CARTEL

VALIDACIÓN DE LAS SIMULACIONES NUMÉRICA DE LAS CORRIENTES CLIMATOLÓGICAS DEL OCÉANO PACÍFICO MEXICANO USANDO EL MODELO REGIONAL ROMS (REGIONAL OCEAN MODELING SYSTEM)

Moreno Hernández Carlos Adrián, Mateos Efrain y Colorado Ruiz Gabriela

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA

carlos.moreno@posgrado.imta.edu.mx

En el Océano Pacífico Mexicano Central, Norte y Golfo de California se han realizado diversos estudios con modelos numéricos sobre la circulación, remolinos ciclónicos y anticiclónicos en periodos anuales y estacionales forzados por flujos de calor y esfuerzos del viento. En este estudio se hace la modelación numérica con el modelo ROMS_AGRIF (Regional Ocean Modeling System) con la herramienta AGRIF (Adaptive Grid Refinement in Fortran) para todo el Pacífico Mexicano dentro de las coordenadas en la latitud 0° y 35°N, longitud 125°E y 80°O, la resolución de la malla es de ~12 km, ancho de 1,200 km, largo de 5,400 km, 40 niveles en la vertical y datos de entrada de la base de datos del CARS2009. Dicha simulación es comparada con las estructuras observadas en estudios previos, como por ejemplo los remolinos en el Golfo de California.

OCE-46 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA UNDIMOTRIZ MEDIANTE UNA APROXIMACIÓN SOLITÓNICA

Rodríguez López Laura Judith, Vázquez Báez Víctor Manuel, Gómez Flores Octavio,
Rubio Arellano Ana Beatriz, Alcántara Méndez Xavier Kevin y Saldaña Arenas Juan José
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, FI-BUAP
laura.rodriguez1@alumno.buap.mx

Es un hecho conocido que la energía de las olas se puede aprovechar para generar energía eléctrica colocando diferentes dispositivos en la superficie del océano, siendo los dispositivos tipo "flap" uno de los más populares en la literatura debido a la relativa facilidad con que se puede modelar el sistema [1]. Dicho modelo considera la energía de salida como dependiente de la altura del oleaje, velocidad de onda, longitud de onda y la densidad del agua. En este contexto siguiendo las líneas generales de [2] y [3] estudiamos dicho sistema de forma semianalítica y enteramente numérica en el marco de un fluido no viscoso. Presentamos diferencias apreciables entre dos casos: el modelado de las olas como superposición de modos sinusoidales y el caso de un modelo solitónico para el oleaje. En ambas formulaciones, calculamos la energía del oleaje vía la función de onda que la describe y promediando sobre intervalos de tiempo para fines de estimación, comparamos estos resultados con los encontrados en la literatura, mismos que se encuentran resolviendo la ecuación de Laplace para el potencial de velocidades [4]. Para simplificar el sistema físico hemos despreciado efectos de tensión superficial. Para fines demostrativos presentamos cálculos del potencial energético de algunas costas en el territorio nacional. [1] E. Renzi and F. Dias, Hydrodynamics of the oscillating wave surge converter in the open ocean, *European Journal of Mechanics B/Fluids* 41 (2013) 1–10. [2] E. Renzi, A. Abdolali, G. Bellotti and F. Dias, Wave-power absorption from a finite array of oscillating wave surge converters, *Renewable Energy* 63 (2014) 55-68. [3] E. Renzi, K. Doherty, A. Henry and F. Dias, How does Oyster work? The simple interpretation of Oyster Mathematics, *European Journal of Mechanics B/Fluids* 47 (2014) 124–131. [4] K. Socha, Circles in Circles: Creating a Mathematical Model of Surface Water Waves, *The American Mathematical Monthly*, vol. 114, (2007), pp. 202-216.