

Sesión Especial

**HACIA EL ESTABLECIMIENTO
DE LA LÍNEA BASE DE LA
CIRCULACIÓN, BIOGEOQUÍMICA
Y ECOLOGÍA MARINA DEL GOLFO
DE MÉXICO Y EVALUACIÓN
DE POSIBLES IMPACTOS POR
DERRAMES DE HIDROCARBUROS
DE GRAN ESCALA**

Organizadores:

Eduardo Peters

Margarita Caso

Víctor Gutiérrez Avedoy

SE12-1

EL CORPULENTO GOLFO DE MÉXICO

Sheinbaum Pardo Julio, Candela Pérez Julio, Ochoa de la Torre José Luis, López Mariscal Manuel, Pérez Brunius Paula y Jouanno Julien
División de Oceanología, CICESE
 julio@icese.mx

Este trabajo intenta resumir lo que hemos aprendido sobre la circulación en el Golfo de México en los últimos años a partir de nuevas observaciones -sobre todo en la parte mexicana- y de resultados de modelos numéricos. Se enfatizan aspectos característicos de la dinámica del Golfo como son: 1) La Corriente del Lazo, el proceso de liberación de remolinos y su viaje hacia el interior del Golfo. 2) La circulación profunda y su relación con los flujos a través de Yucatán, los remolinos y ondas que se propagan en su interior. 3) La conexión entre mesoescala y variaciones de baja frecuencia y la presencia de variabilidad de alta frecuencia en zonas profundas del Golfo. 4) La conexión entre topografía y variabilidad así como 5) La conexión entre la estructura hidrográfica y la dinámica. Se presentan ideas recientes que integran estos resultados y se discuten problemas abiertos y estrategias para estudiarlos y entenderlos.

SE12-2

CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA CIRCULACIÓN CICLÓNICA EN EL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Pérez Brunius Paula, García Carrillo Paula, Dubranna Jean, Candela Pérez Julio y Sheinbaum Pardo Julio
División de Oceanología, CICESE
 brunius@icese.mx

Hasta hace poco la Bahía de Campeche era una de las áreas del Golfo de México más pobremente muestreadas. Recientemente, tres años de mediciones del campo de velocidad de la capa superficial, con anclajes fijos y boyas a la deriva, han permitido mejorar en forma substancial nuestro entendimiento de la dinámica de esta región. Estas nuevas observaciones muestran que la circulación ciclónica promedio, reportada anteriormente en la literatura, es una característica persistente que se extiende hasta una profundidad de 800 a 1000 metros. El tamaño y posición del giro parece estar determinado por la batimetría particular de esta región, que presenta una cuenca profunda al oeste y un abanico más somero con una pendiente suave hacia el este. Las observaciones sugieren que el flujo es "barotrópico equivalente" y que la conservación de vorticidad potencial explica el control topográfico del giro. Los resultados preliminares indican que la interacción del giro con remolinos de la Corriente del Lazo y con variaciones del rotacional del esfuerzo del viento, también pueden ser explicados usando esta hipótesis.

SE12-3

SHELF CIRCULATION FORCINGS OVER THE WESTERN AND SOUTHWESTERN GULF OF MEXICO

Dubranna Jean¹, Pérez Brunius Paula², López Mariscal Manuel² y Candela Pérez Julio²
¹ *Scripps Institution of Oceanography, UCSD, USA*
² *División de Oceanología, CICESE*
 dubranna@gmail.com

The circulation over the continental shelf break of the western and southwestern Gulf of Mexico is inferred from the analysis of drifter trajectories and 12 to 19 months of continuous current measurements at 7 different locations. The interpretation of the data is backed up by satellite altimetry, coastal sea level from tide gauges and wind model outputs. In accordance with previous numerical results, subinertial surface currents are driven by the wind along the shelves of the States of Tamaulipas and Veracruz, through a process involving Ekman drift and geostrophic balance. Our results show, however, that alongshore current variations are not correlated with the wind over the Western Campeche Bank. In addition, we identify other sources of current forcing such as the transient eddies that collapse along the continental shelf and force strong alongshore currents that can overwhelm the influence of even established wind regimes. Also, we point out the existence of coastally trapped waves generated by the wind in the northern shelf of Tamaulipas and propagating down to the Western Campeche Bank.

SE12-4

MEDICIONES VÍA UN DESLIZADOR AUTÓNOMO; DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA MISIÓN

Ochoa de la Torre José Luis y Sheinbaum Pardo Julio
División de Oceanología, CICESE
 jochoa@icese.mx

Como parte de las acciones sobre los posibles impactos del derrame de hidrocarburos del Deepwater Horizon se ha utilizado un Deslizador Autónomo (glider). Hacia Agosto del 2011 termina la primera de dos misiones contempladas. En esta presentación se exhiben resultados de estas mediciones. En particular se exhiben las relaciones entre las mediciones de fluorometría vs temperatura y salinidad. La fluorometría muestra la distribución espacial conocida en el Noratlantico, sin evidencia alguna de concentraciones anómalas.

SE12-5

DISTRIBUCIÓN DE V Y NI DISUELTOS EN LA COLUMNA DE AGUA DEL GOLFO DE MÉXICO

Lares Reyes María Lucila
División de Oceanología, CICESE
 llares@icese.mx

Los metales más abundantes en el petróleo son el vanadio y el níquel y su relación. Por ello se puede esperar que en aguas contaminadas con petróleo se encuentren cantidades por encima de las promedio para la zona. Es importante establecer las concentraciones en la parte profunda del Golfo de México ya que en la actualidad no se han medido y continuar monitoreando para detectar su posible aumento dado el derrame de petróleo ocurrido en el golfo que duró de abril a julio de 2010. El objetivo de este estudio es obtener la distribución de las concentraciones de V y Ni disueltos en el agua de mar de la zona profunda del Golfo de México.

Los datos provienen de dos cruceros realizados en noviembre de 2010 y julio de 2011, cuando se tomaron muestras a diferentes profundidades (entre 10 y 2500 m) en 44 estaciones. La determinación de V y Ni se está realizando por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito (EAA-HG).

Los resultados obtenidos al momento, para los paralelos 20, 21, 22, 23, 24 y 25ON, indican que las concentraciones de vanadio (29 ± 3 nmol kg⁻¹) se encuentran en el intervalo reportado para V disuelto en el océano abierto del Atlántico Norte (15-35 nmol kg⁻¹) y en el mar Mediterráneo (35 nmol kg⁻¹).

SE12-6

PATRONES DEL CARBONO INORGÁNICO DISUELTO Y ALCALINIDAD EN LAS AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO DE LA CAMPAÑA XIXIMI-1

Hernández Ayón José Martín y Siqueiros Valencia Arturo
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 jmartin@uabc.mx

Los patrones de las concentraciones de carbono inorgánico disuelto (CID) muestran consistentemente los valores mas bajos en superficie con una tendencia a aumentar en los primeros 400 metros de la columna de agua. Las máximas concentraciones se encuentran entre 500 y 1500 metros (>2150 Åµmol/kg), solapándose en la parte más somera con el mínimo de oxígeno. Hay una consistente aunque ligera disminución en aguas intermedias por debajo de los 1500 metros hasta las aguas mas profundas del Golfo lo que implicaría bien un tiempo de residencia menor o un origen mas reciente para estas aguas profundas del Golfo. Estos análisis se complementan con los análisis de alcalinidad y del pH para poder interpretar estos datos en términos de la presión parcial de dióxido de carbono lo que nos permite elaborar batimetrías del estado de saturación de la aragonita y la calcita en esta agua para evaluar el grado de acidificación de estas aguas, el proceso por el que el pH del agua de mar disminuye debido a la disolución de CO2 antropogénico y el posible impacto por la oxidación de hidrocarburos en aguas profundas como resultado del derrame de gran escala del pozo Macondo acaecido el año pasado en la parte N del Golfo.

SE12-7

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DEL OXÍGENO DISUELTOS E ISÓTOPOS DE CARBONO EN LAS AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO DE LA CAMPAÑA XIXIMI-1

Herguera García Juan Carlos y Rabiela Alonso Daniela
División de Oceanología, CICESE
herguera@cicese.mx

Presentamos los patrones de distribución de oxígeno disuelto y derivamos las variables de la utilización aparente de oxígeno (CAO) y las tasas de consumo de oxígeno (TCO) en las muestras de agua colectadas durante la campaña XIXIMI-1. Esta información se cruzará con la composición isotópica del carbono inorgánico disuelto para poder constreñir la importancia de la bomba biológica y la regeneración del carbono orgánico particulado en la columna de agua. La composición isotópica del carbono inorgánico disuelto (CID) en la zona fótica muestra valores más pesados que en profundidad debido al proceso de fotosíntesis que tiende a secuestrar los isótopos más ligeros en el carbono orgánico y consecuentemente enriquece al CID remanente en los isótopos más pesados al tiempo que este proceso genera oxígeno en superficie. La oxidación de este carbono reducido en profundidad tiende a liberar los isótopos más ligeros y a consumir oxígeno. Esta oxidación del carbono orgánico proveniente de la superficie se agrega a la composición isotópica característica estas aguas, la adquirida originalmente en el lugar de formación y durante el transporte de éstas hasta el Golfo. Por otro lado la oxidación de hidrocarburos y metano en las aguas intermedias a profundas del Golfo de México tienden a aligerar aun más la composición isotópica del CID debido a sus valores más negativos. En esta plática exploraremos la posibilidad de detección de este último proceso en la región de las aguas profundas.

SE12-8

DISTRIBUCIÓN DE HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO EN LAS AGUAS OLIGOTRÓFICAS DEL GOLFO DE MÉXICO. ESTUDIO DE LÍNEA BASE

Macías Zamora José Vinicio, Topete Martínez Sara O. y Ramírez Álvarez Nancy
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
vmacias@uabc.edu.mx

Durante 2010 y en seguimiento al descontrol del pozo petrolero Horizon operado por BP en el Golfo de México, se propuso un proyecto para observar la potencial entrada de hidrocarburos hacia aguas mexicanas. Se colectaron muestras para análisis de hidrocarburos para obtener la línea base de compuestos alifáticos y aromáticos existentes en las aguas del Golfo previas a la posible entrada de aguas con hidrocarburos derivados del pozo Horizon. Se presentan los primeros resultados de los dos grupos de compuestos y se presentan algunas explicaciones preliminares. Muestras de agua fueron obtenidas para determinar concentraciones de hidrocarburos en 357 muestras. Se usó un método de extracción líquido-líquido. El análisis de hidrocarburos alifáticos se realizó mediante GC-FID y el de aromáticos con GC-MS en modo de ión selectivo (SIM). Se buscaron biomarcadores característicos tales como el pristano, fitano y los hidrocarburos asociados para buscar indicadores de origen de los n-hidrocarburos. Se presentan resultados preliminares y niveles típicos encontrados. El promedio de la concentración para los sitios analizados fue de 0.86 ng/ml (o µg/L) con una desviación estándar pequeña de solo 0.44 ng/ml. Esto sugiere mucha homogeneidad probablemente indicativa de aguas oceánicas con poca productividad e influencia terrígena. De igual manera, para el caso de los PAHs, solo trazas de estos compuestos fueron detectadas en las estaciones ya medidas. Su concentración promedio es de al menos un orden de magnitud por debajo de los hidrocarburos saturados o alifáticos. El promedio de concentración fue de 0.063 ng/ml. Casi todos los compuestos detectados son ligeramente por encima de los niveles de detección. Esto ocurre a pesar de que el método SIM utiliza un ión de cuantificación y dos de confirmación para cada compuesto. Adicionalmente a los analitos buscados, se encontraron muchos otros compuestos con señales de mayor intensidad aunque su identificación aún es incompleta. Estos otros compuestos parecen ser derivados de lípidos de paredes celulares probablemente de grupos bacteriales. Estos compuestos corresponden sin embargo a "non-target" y por tanto su identificación es solo aproximada.

SE12-9

LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA DEL GOLFO DE MÉXICO COMO MARCO DE REFERENCIA AL DERRAME DE PETRÓLEO DEL DEEPWATER HORIZON

López Veneroni Diego Guillermo¹, González Macías María del Carmen²,
Salazar Coria Lucía², Castro Ortiz Lilia², Tenorio Torres Marco
Antonio², González Lozano María², Rosas Molina Andrés², Luna García
Tomás², Schifter Sécora Isaac², Ortuño Teresa³ y Caso Margarita³

¹Seguridad y Medio Ambiente, IMP

²Instituto Mexicano del Petróleo, IMP

³Instituto Nacional de Ecología, INE

dglopez@imp.mx

El reporte de sustentabilidad 2010 de British Petroleum cita: "En la tarde del 20 de abril 2010, ocurrió una liberación de gas con una explosión subsecuente en el pozo de perforación Macondo de la plataforma Deepwater Horizon de BP en el Golfo de México. Se mantuvo la incineración por 36 horas hasta el colapso del pozo y derrame de hidrocarburos en el Golfo de México por 87 días antes de su cierre y sellado". La mayor evidencia científica disponible para determinar el destino de éste derrame calculó un total de 4.9 millones de barriles de crudo se derramaron entre el 20 de abril y el 14 de julio, 2010. Una fracción de esto fue directamente recuperada del pozo, mientras que otra fue dispersada, evaporada, disuelta, incinerada o recuperada en superficie. Alrededor del 23% se mantiene sin cuantificar.

La preocupación sobre la probabilidad de que productos del derrame pudieran contaminar las aguas costeras de México urgió a las agencias ambientales del país a implantar un programa de monitoreo y muestreo ambiental en agua y sedimentos con el propósito de estudiar y delinear a corto y largo plazo los impactos potenciales en los recursos naturales y salud humana. El Instituto Nacional de Ecología (INE) ha establecido y coordinado ésta iniciativa de investigación convocando diversas instituciones científicas y académicas del país (UNAM, CICESE, CINVESTAV, UAM entre otras). El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) está comprometido en caracterizar y cuantificar los niveles de línea base de hidrocarburos en agua y sedimentos y de otros datos complementarios en la identificación de las diferentes fuentes de productos del petróleo como metales en sedimentos, concentraciones de carbono y nitrógeno así como composición isotópica en sedimentos y material particulado suspendido.

La zona sureste del Golfo de México se dividió en 4 áreas de estudio, a) línea costera, b) Mar profundo, c) Península de Yucatán y d) Veracruz y Tamaulipas. A la fecha, los datos de 4 cruceros oceanográficos incluyen más de 1200 muestras de agua y sedimentos en las que se han medido hidrocarburos totales del petróleo (HTP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y biomarcadores del petróleo caracterizando alrededor de 138 analitos diferentes. Se midieron niveles traza de HTP por debajo de 0.401 µg L⁻¹ en agua, 0.034 µg g⁻¹ en sedimentos y concentraciones de HAP y biomarcadores <0.75 ng L⁻¹ en agua y <0.088 ng g⁻¹ en sedimento.

En la región del Golfo de México se encuentran diferentes fuentes y orígenes de petróleo y es reconocida como una importante zona de producción de gas y crudo, es ruta de tránsito y abastecimiento de buques-taque, y es considerada como un Gran Ecosistema Marino.

A la fecha, no se han establecido los niveles base para contaminantes relacionados con el petróleo ni con los recursos y servicios naturales que podrían verse afectados por actividades industriales o accidentes. Por lo tanto, este es un punto de partida para un futuro manejo y toma de decisiones para un desarrollo sustentable.

SE12-10

NIVELES DE REFERENCIA DE ALGUNOS CONTAMINANTES POTENCIALES EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTOS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL DE YUCATÁN EN SEPTIEMBRE DE 2010

López Veneroni Diego Guillermo, González Macías María del Carmen,
Salazar Coria Lucía, Tenorio Torres Marco Antonio y González Lozano María
Seguridad y Medio Ambiente, IMP
dglopez@imp.mx

Con el objetivo de evaluar los niveles de hidrocarburos y compuestos asociados al petróleo se realizó el crucero Gomex-200 en el mes de septiembre de 2010, a 4 meses de la explosión de la plataforma de perforación Deepwater Horizon. Se colectaron muestras de agua superficial y material particulado suspendido así como muestras de sedimento en 40 estaciones sobre la plataforma y talud continentales de Yucatán. Las condiciones hidrodinámicas durante el estudio estuvieron dominadas por surgencias a lo largo del talud, una corriente con dirección oeste en la plataforma interior, y un giro anticiclónico en el borde NW de la plataforma. Los niveles de hidrocarburos totales del petróleo en agua se encontraron cercanos al límite de detección (<0.4 ng/L). Biomarcadores del petróleo y algunos hidrocarburos policíclicos de bajo peso molecular (naftaleno, dibenzotiofeno, fenantreno, fluoranteno y pireno) se presentaron

en concentraciones detectables en agua, pero por debajo de su nivel de cuantificación (<0.75 ng/L); éstos se han detectado previamente en sedimentos y arrecifes del W de la plataforma. Las concentraciones de carbono y nitrógeno particulados en superficie disminuyeron desde la línea de costa hacia el veril de la plataforma con una distribución paralela a la batimetría de la región. Aun cuando los valores promedio de carbono y nitrógeno particulados fueron bajos (5.1 y 0.6 µM, respectivamente) las máximas concentraciones de estos compuestos (17.2 y 8.9 µM) se detectaron en las estaciones someras y a lo largo de los bordes E, N y W de la plataforma continental como resultado de eventos de surgencias. Los valores de carbono isotópico en material particulado superficial (δ13C) oscilaron entre -27 y -19 permil, disminuyendo costa afuera en concordancia con la distribución típica de la temperatura del agua superficial sobre la plataforma. Los sedimentos superficiales de la zona fueron altamente carbonatados y con una baja concentración de carbono orgánico (generalmente < 1%). La proporción de sedimentos finos se incrementó de 5% en el extremo E a más de 55% en el borde W, reflejando la alta dinámica de la zona oriental y un ambiente de depositación relativamente más favorable en la occidental. Las concentraciones más altas de hidrocarburos totales del petróleo en sedimentos (de hasta 30 ng/g) se presentaron en las estaciones más someras de la zona W de la plataforma, en especial frente a Puerto Progreso. En general los metales en sedimentos (Ba, Cd, Cr, Cu, Ni y V) presentaron menores concentraciones en el borde oriental de la plataforma y se incrementaron hacia el extremo occidental, probablemente como resultado del tamaño de grano y de la mayor actividad antropogénica. En promedio, las concentraciones de estos metales fueron 10-50 veces menores que sus niveles reportados para la Sonda de Campeche. En resumen, los resultados sugieren que la hidrodinámica predominante de la región determina la distribución del material particulado y disuelto en agua, y la concentración de compuestos y la textura en sedimentos sobre la plataforma y talud continentales de Yucatán.

SE12-11

LA ESTRUCTURA Y ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DEL FITOPLANCTON DEL GOLFO DE MÉXICO

Lara Lara Jose Rubén, Cabrales Talavera Guadalupe y Bazán Guzmán María del Carmen
División de Oceanología, CICESE
 llara@cicese.mx

Las células fitoplanctónicas se adaptan rápidamente por lo que las poblaciones pueden aumentar o disminuir de una manera rápida en respuesta a los cambios en el medioambiente. Esto los convierte en un grupo de gran interés para muchas áreas de investigación ya que nos brindan información sobre las condiciones cambiantes, ambientales, ecológicas y biogeoquímicas del océano. En el Golfo de México (GM) existe muy poca información sobre estudios taxonómicos del fitoplancton, por lo que hasta el momento, no existe un catálogo de organismos de la comunidad del fitoplancton. La carencia de un listado de especies no nos permite realizar estudios comparativos del pasado con el presente, sobre todo para evaluar las posibles consecuencias (por ejemplo, cambios en las abundancias y riqueza de especies) que se produjeron durante el pasado derrame de petróleo. Este trabajo es un aporte importante para empezar a entender la variabilidad de la distribución espacial y la estructura de la comunidad del fitoplancton en el GM. En noviembre de 2010, se realizó la campaña oceanográfica XIXIMI I, se colectaron 120 muestras en alícuotas de 125ml a diferentes profundidades (0m, 10m, 20m, 50m, 75m, 150m). La cuantificación e identificación de las células se realizó mediante un microscopio invertido Olympus, con un objetivo 20x, mediante el método Uthermohl. Se identificaron 24 géneros de la familia pyrrophyta (dinoflagelados) entre los que destacaron los géneros: Ceratium (10 especies), Gymnodinium (3 especies identificadas), Gyrodinium (3 especies identificadas); 18 géneros de la familia bacillariophyta (diatomeas) con una dominancia relativa de los géneros Navicula spp, Nitzschia spp y Coscinodiscus spp. También, se observaron otros organismos de los grupos de los silicoflagelados, copépodos, ciliados, euglenoides, tintinidos y dyctiophytas. En general, la abundancia fue baja. En las estaciones más oceánicas la composición fitoplanctónica estuvo dominada, en promedio, por los dinoflagelados (57%) en comparación con las diatomeas (35%); el resto de los organismos constituyeron solo el 8% de la abundancia total. En las estaciones del noreste del GM se registraron las abundancias (células/L) más altas del grupo de los dinoflagelados, principalmente en las estaciones 21,22 y 24 a 10 y 50m de profundidad, las diatomeas también fueron más abundantes a 50 metros que en otras profundidades. Con respecto a las estaciones más costeras, la composición fitoplanctónica estuvo dominada, en promedio, por las diatomeas (68%) y dinoflagelados (30%) y el resto de los organismos constituyeron el 2% de la abundancia total. Las estaciones oceánicas presentaron células de menor tamaño, en las cuales dominaron los géneros Navicula spp y Nitzschia sp en comparación con las estaciones más costeras las cuales presentaron células de mayor tamaño como los géneros: Ceratium spp.(160 cel/L) y Gyrodinium (560 cel/L).

SE12-12

BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON EN EL GOLFO DE MÉXICO. RELACIÓN CON LA HIDROLOGÍA

Färber Lorda Jaime, Herzka Sharon, Herguera García Juan
 Carlos, Romero-Vargas Márquez Ignacio y Almeda Jáuregui Cesar
División de Oceanología, CICESE
 jfarber@cicese.mx

Durante el mes de noviembre del 2010 (6-22 noviembre), durante el crucero XIXIMI 1, se obtuvieron muestras de zooplancton con una red bongo de 333 µm y de un diámetro de 60 cm, con lances oblicuos de 150 m a superficie, se obtuvieron así mismo los perfiles de temperatura y salinidad en cada estación muestreada. Los biovolúmenes más altos fueron encontrados en la zona sur de muestreo, en una zona cercana a la costa, bajo la influencia de los ríos, frente a Campeche y Veracruz, esta zona presenta temperaturas más elevadas y las imágenes de altimetría muestran valores positivos, la que se encuentra dentro de un giro, coincidiendo con las estaciones que mostraron los valores más altos de biomasa. Esta zona se extiende hacia el norte mostrando también valores relativamente más altos de biomasa, en coincidencia con temperaturas más elevadas y altimetría positiva.

El estudio parcial de la composición taxonómica, nos muestra que los grupos dominantes fueron los copepodos, seguido de los quectognatos, los ostracodos y los pteropodos. Las estaciones más ricas se encuentran en el transecto de los 23°N, en zonas con frentes, sin embargo quedan por estudiar un grupo de estaciones que mostraron biomasa elevada. El estudio de la dinámica de dichos frentes nos permitirá en el futuro entender mejor la relación entre la hidrología y la distribución del zooplancton. Por otra parte, el muestreo realizado durante el mes de julio, nos permitirá comparar las principales estaciones del año.

SE12-13

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD MEIOFAÚNICA PROFUNDA DEL GOLFO DE MÉXICO

Roche Olivares Axayácatl y Marcelino Barros Mirayana
División de Oceanología, CICESE
 arocha@cicese.mx

La meiofauna está representada por la fauna que vive en los intersticios sedimentarios y en ella se encuentra la gran mayoría de la biodiversidad eucariota que habita los sedimentos marinos. La mayoría de los filo animales marinos poseen alguna fase de su ciclo de vida que se desarrolla en la meiofauna por lo que contribuye significativamente a la biodiversidad marina global. Además, este grupo faunístico lleva a cabo una variedad de funciones ecológicas clave en la biogeoquímica sedimentaria y en el acoplamiento bento-pelágico. Los estudios sobre el bentos del mar profundo del Golfo de México se han centrado en la macrofauna, mientras que la meiofauna ha permanecido poco estudiada debido a la dificultad y falta de especialistas en estos organismos microscópicos. Dada su importancia en la dinámica de materia y energía del bentos, es indispensable conocer y documentar la diversidad meiofaunística de los mares mexicanos. En este trabajo se presentará la caracterización de la comunidad meiofaunística de 10 estaciones profundas (1000 - 3000 m) de la sección mexicana del Golfo de México tomadas en los cruceros XIXIMI-1 (noviembre 2010) y XIXIMI-2 (julio 2011) a bordo del BO Justo Sierra de la UNAM. Se evaluará la distribución y abundancia de los principales grupos taxonómicos que componen la fauna intersticial y se evaluará su distribución vertical en los 12 cms superiores del sedimento. Estos patrones ecológicos, aunados a los de los otros componentes bentónicos (micro- y macro-fauna) y a los patrones de las características físicas y químicas de los sedimentos, servirán para una caracterización integral del bentos del mar profundo del Golfo de México que podrá servir de línea de base para la evaluación de impactos ambientales naturales o antropogénicos.

SE12-14

METALES TRAZA REACTIVOS EN SEDIMENTOS PROFUNDOS DEL GOLFO DE MÉXICO

Huerta Díaz Miguel Angel, Orozco Duran Alexandro y Siqueiros Valencia Arturo
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 huertam@uabc.edu.mx

El objetivo fundamental de esta investigación fue cuantificar las concentraciones de pirita sedimentaria y metales traza asociados. La hipótesis central del estudio es que los hidrocarburos pueden representar materia orgánica sumamente lábil factible de ser aprovechada por las bacterias sulfato-reductoras, incrementándose en el proceso las tasas de reducción de sulfato y, como consecuencia, la formación de cantidades importantes de pirita y metales traza asociados. Este proceso debería ser más relevante en el caso de sedimentos profundos los cuales contienen concentraciones reducidas de materia orgánica

lábil, como sería el caso de los que se localizan en las zonas profundas del Golfo de México. Entre el 7 y el 21 de Noviembre de 2010 se recolectaron un total de 10 núcleos equivalentes a 169 muestras de sedimento en el Golfo de México. A cada muestra se le analizaron 8 metales (Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V) en cada una de dos fracciones operacionalmente definidas: HCl (incluye metales asociados a carbonatos, sulfuros volátiles en ácido y la mayor parte de los oxihidróxidos de Fe) y pirita (extrae cuantitativamente este mineral). Una vez obtenidas las concentraciones de metales asociadas a la fracción HCl (HCl-Me) y pirita (Pir-Me), es posible entonces calcular las concentraciones de Fe y metales reactivos ($Re-Fe = HCl-Fe + Pir-Fe$ y $Re-Me = HCl-Me + Pir-Me$, respectivamente), así como los grados de piritización ($DOP = Pir-Fe \cdot 100 / Re-Fe$) y de piritización de metales traza ($DTMP = Pir-Me \cdot 100 / Re-Me$). Estos grados de piritización expresan el porcentaje del Fe o metal lábil que se encuentra asociado a la pirita, uno de los minerales diagenéticos más importantes encontrado en sedimentos anóxicos.

Los valores de DOP y de DTMP obtenidos han mostrado que tres (27, 31 y 33) de las 10 estaciones presentan los porcentajes más elevados de DTMP y de DOP. Los valores elevados de DOP y DTMP posiblemente son una consecuencia de dilución por material terrígeno o carbonatos, mientras que los valores bajos de DOP y DTMP son posiblemente ocasionados por una combinación de valores elevados de metal asociado a la fracción HCl y valores bajos de materia orgánica lábil (que producen valores bajos de pirita). Los valores máximos de DTMP fueron obtenidos para el Cu, con porcentajes cercanos al 80%, mientras que los otros metales traza analizados tuvieron valores que no excedieron el 40%. En general, las estaciones 27, 31 y 33 fueron las que presentaron las concentraciones más bajas de metales asociados a la fracción HCl, mientras que en el caso de la fracción pirita, éstas correspondieron a la estación 19. Se encontró una relación logarítmica entre las concentraciones promedio de Me-HCl y las de Me-pir (considerando todos los núcleos), con un coeficiente de determinación de 0.990. Esta relación indica que entre más elevada es la concentración de un metal en la fracción HCl, mayor es la concentración del metal asociado a la fracción pirita.

SE12-15

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LOS CARBONATOS EN LOS SEDIMENTOS DE LAS AGUAS PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO CAMPAÑA XIXIMI-1

Herguera García Juan Carlos, Cordero Qurós Nathali y Ferreira Bartrina Vicente
División de Oceanología, CICESE
herguera@cicese.mx

Presentamos los patrones de distribución de los carbonatos determinados químicamente de una colección de 10 núcleos obtenidos con un nucleador de caja tipo Sutar en la región de aguas profundas del Golfo de México que comprende desde el talud de Tamaulipas Veracruz, la llanura abisal de Sigsbee hasta el talud N de Yucatán y los cañones de Campeche y Coatzacoalcos en el S. Los patrones de la distribución relativa de los carbonatos muestran un claro gradiente de las zonas más ricas en carbonatos, talud de Yucatán a la llanura abisal lindante con este talud, a menores contenidos relativos en la llanura abisal de Sigsbee a los de menor contenido en carbonatos a lo largo del talud de Tamaulipas Veracruz. Estos patrones de abundancias se reflejan a su vez en el tamaño de grano de estos sedimentos y en sus componentes fundamentales. De forma que los núcleos del talud de Yucatán y de pie de talud cercanos contienen foraminíferos en la fracción más gruesa, coccolitofóridos y micrita en las fracciones finas, esta última posiblemente transportada de la plataforma. Entre los foraminíferos se aprecian abundantes especies bénticas que muestran dos orígenes diferentes, del talud a la plataforma que implican un transporte lateral desde la plataforma carbonatada de Yucatán por corrientes. Los sedimentos de la llanura abisal son margas ricas en foraminíferos plácticos, pobres en bénticos, mientras que las fracciones finas están dominadas por los coccolitofóridos y en proporción variable por arcillas. Mientras que los sedimentos del talud de Tamaulipas-Veracruz son unas arcillas calcáreas con foraminíferos plácticos menos abundantes y una mayor representación de los bénticos, y en la fracción más fina los coccolitofóridos se encuentran diluidos por lodos y arcillas de origen continental.

SE12-16

EL ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE DEL GOLFO DE MÉXICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS POTENCIALES DEL DERRAME DE BRITISH PETROLEUM

Caso Margarita, Gutiérrez Avedoy Víctor y Peters Edward M.
Instituto Nacional de Ecología, INE
casom@ine.gob.mx

A mediados de 2010 se integró un grupo del sector ambiental del gobierno de México para elaborar un Plan de acción en apoyo al plan nacional de contingencias para combatir y controlar derrames de hidrocarburos y para la atención de las consecuencias ambientales del potencial ingreso a territorio nacional del petróleo derramado de la plataforma Deepwater Horizon (DH). Derivado de ese plan, se estableció un Grupo de Monitoreo, encabezado por

el Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el objetivo de coordinar las acciones de monitoreo ambiental de los posibles efectos del derrame de petróleo.

La magnitud del problema permitió y demandó la participación de diversos grupos de investigación. El INE invitó a los actores involucrados y con experiencia en el área de estudio, para llevar a cabo una línea base del Golfo de México contra la cual se puedan comparar posibles impactos del derrame de petróleo. En esta tarea colaboran la UNAM, el CICESE, el CINVESTAV Unidad Mérida, la CONANP, la CONABIO, CONAGUA, el IMTA y el IMP.

Existe una gran incertidumbre y varios modelos que plantean diferentes escenarios sobre la evolución del derrame. Sin embargo, se conoce bien la conexión entre las regiones costeras del Golfo de México (GoMex) a través de la corriente del Lazo y de los giros que se desprenden de ésta. Es indispensable contar con muestras y observaciones in situ que permitan evaluar el posible daño que este derrame ocasionará al delicado equilibrio ecológico y la salud ambiental de las costas y aguas mexicanas del Golfo, reconocidas por su gran diversidad de especies y ecosistemas, como zonas de criaderos de especies marinas y como zonas de refugio y reproducción de aves marinas y tortugas.

El planteamiento para la evaluación de los impactos del derrame de petróleo incluye dos etapas, el establecimiento de una línea base para determinar los posibles efectos del derrame de petróleo y el monitoreo a largo plazo.

Para la primera etapa, se han realizado 5 cruceros oceanográficos de un total de 10 planeados entre 2010 y 2012, y se están llevando a cabo estudios de toxicidad; de pastos marinos y manglares; de la dispersión de las fases intemperizadas del petróleo; y de aves y tortugas marinas como ejemplos de organismos migratorios que favorecen la conectividad entre las diferentes zonas del ecosistema.

La colaboración entre las principales instituciones académicas y las instituciones de gobierno relacionadas con el tema, es un esfuerzo sin precedente en México, que sienta las bases para la identificación de impactos ambientales a futuro, incluyendo impactos ocasionados por el cambio climático.

SE12-17

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA PRESENCIA DE HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO Y METALES EN LAS ZONAS COSTERAS DE VERACRUZ Y TAMAULIPAS EN EL GOLFO DE MÉXICO, JULIO, 2010

Botello A.V., Ponce-Velez G. y Villanueva-Fragoso S.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
pomito69@gmail.com

Se analizaron 35 muestras de agua marina y sedimentos colectados a bordo del Buque Justo Sierra, durante julio del 2010; para determinar la presencia de hidrocarburos del petróleo (HAP,S) y metales como níquel (Ni) Vanadio (V) y Cromo (Cr) que pudieran haber sido originados por el derrame de la plataforma petrolera Deepwater horizon en las costas de Louisiana. USA.

La metodología empleada fue la propuesta por USEPA,1990;UNEP/IOC/IAEA,1992.

Los resultados obtenidos para la fracción disuelta en agua de los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los compuestos alifáticos, mostró muy bajas concentraciones en la mayoría de las muestras y por debajo de los límites de detección del equipo de cromatografía empleado ($< 0.003 - < 0.03 \mu\text{g/L}$), con la ausencia total del grupo de los naftalenos y sus metil derivados.

Las concentraciones en los sedimentos marinos se mantuvieron en un rango de 0.01-0.70 $\mu\text{g/L}$ y por debajo de los criterios internacionales para provocar daños a las comunidades bénticas.

Mediante el empleo de índices geoquímicas se estableció que el origen de los PAH's determinados fue de origen pirolítico y no proveniente del petróleo crudo del derrame. Solamente en algunas muestras se determinó una mezcla entre hidrocarburos petrogénicos y pirolíticos.

Para metales (Ni, V Cr) las concentraciones fueron muy bajas en sedimentos y su origen en los mismos es de tipo litogénico y no introducidos a las costas como una consecuencia del derrame.

Estos resultados preliminares indican que las costas de Veracruz y Tamaulipas, en el Golfo de México; no fueron impactadas por la presencia de petróleo crudo proveniente del derrame.

SE12-18

MONITOREO DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL NW DEL GOLFO DE MÉXICO ANTE EL DERRAME PETROLERO DE LUISIANA

Soto Luis A. y Botello A.V.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
lasg@cmar.unam.mx

En abril 20 de 2010 ocurrió un grave accidente en la plataforma petrolera Deepwater Horizon emplazada frente al Delta del río Mississippi, en el Golfo de México (GOM). Este lamentable evento causó un derrame de petróleo a 1650 m de profundidad de entre 12,000 y 19,000 barriles de petróleo por día. El derrame afectó el frágil equilibrio ecológico y la salud ambiental de las costas del sur de E.U. reconocidas como zonas de criaderos de especies marinas, y de refugio y reproducción de aves y tortugas marinas. México comparte con los E.U. y Cuba, un vasto espacio oceánico de 200 millas en el GOM conocido como la Zona Económica Exclusiva (ZEE). Para México es importante mantener un estrecho seguimiento del derrame, particularmente sobre la dispersión de petróleo crudo hacia sus costas y su propia ZEE, debido al patrón de circulación oceánica y costera del GOM. Las corrientes superficiales en el GOM presentan trayectorias hacia el noroccidente y el sur cuando predominan los frentes fríos en otoño e invierno. De acuerdo a los Tratados Internacionales de Derecho del Mar, los países rivereros están responsabilizados de preservar y estudiar los recursos naturales tanto bióticos como minerales contenidos en sus aguas y en el subsuelo marino. La gravedad del derrame mencionado obliga a efectuar acciones inmediatas. Se debe disponer de información fidedigna, antes de invocar a las normas de derecho internacional, y presentar una demanda legal por daños causados a nuestros ecosistemas costeros y oceánicos. De acuerdo a nuestras propias proyecciones, la plataforma y el talud continentales de Tamaulipas y Veracruz son susceptibles de recibir los impactos de la mancha de petróleo proveniente del derrame en Luisiana. El gobierno mexicano ha establecido un programa de Monitoreo de las condiciones oceanográficas de la ZEE de México en el GOM a partir del verano de 2010. La UNAM, ha efectuado dos campañas oceanográficas multidisciplinarias en el sector NW del Golfo con el propósito de establecer la línea base de variables físico-químicas, y biogeoquímicas que permitan reconocer niveles de posible alteración causados por la contaminación de hidrocarburos provenientes del derrame petrolero en Luisiana. El análisis e interpretación preliminar en este esfuerzo multidisciplinario, aún no detectan indicios de perturbación atribuibles al derrame mencionado. La capacidad de resiliencia y amortiguamiento del Gran Ecosistema del GOM ante este fenómeno, amerita un esquema observacional de mediano plazo.

SE12-19

MONITOREO PROSPECTIVO DEL GOLFO DE MÉXICO: RESUMEN EJECUTIVO

Mejía Maravilla Enrique
Comisión Nacional del Agua
enrique.mejia@conagua.gob.mx

Como una medida preventiva para detectar la posible contaminación de las costas del Golfo de México por el derrame de petróleo crudo procedente de la plataforma Deepwater Horizon en los Estados Unidos de América, la Gerencia de Calidad del Agua, realizó un muestreo prospectivo para establecer las condiciones de las costas del Golfo de México y Mar Caribe.

El objetivo general fue establecer una Red de Monitoreo de Vigilancia, dirigida a detectar los posibles impactos en la zona costera, debido al derrame de la plataforma Deepwater Horizon o por derrames e impactos por petróleo u otros contaminantes, en sitios estratégicamente ubicados a través de la costa del Golfo de México y Mar Caribe para detectar la línea base de las condiciones imperantes.

Se monitorearon 53 sitios en total determinando en campo: Temperatura (ambiente y agua), salinidad, oxígeno disuelto, pH y en Laboratorio Grasas y Aceites, Hidrocarburos totales del petróleo, Carbono Orgánico Total, Cadmio, Cromo, Cobre, Hierro, Níquel, Plomo, Vanadio, Zinc, Mercurio, Cobalto. En total se determinaron 18 parámetros, de los cuales 8 rebasaron los Criterios Ecológicos para Protección de la Vida Acuática.

Se concluye que Yucatán resultó afectado por hidrocarburos en columna de agua, Hierro, Níquel, Cromo, Grasas y Aceites y Carbono Orgánico Total. Tabasco, por hidrocarburos en columna de agua, Hierro, Níquel, Cobre, Grasas y Aceites y Carbono Orgánico Total. Campeche, con hidrocarburos en columna de agua, Hierro, Níquel, Grasas y Aceites y Carbono Orgánico Total. Quintana Roo, por hidrocarburos en columna de agua, Hierro, Níquel, Grasas y Aceites y Carbono Orgánico Total. Tamaulipas, con Hierro, Níquel, Grasas y Aceites y Carbono Orgánico Total y Veracruz por Hierro, Oxígeno Disuelto, Cobre.

La prioridad es la atención de los sitios en Yucatán y Tabasco, seguidos por Campeche, Quintana Roo, Tamaulipas y Veracruz.

Se recomienda:

I. Continuar con la operación la Red de Monitoreo de Vigilancia en los sitios ya monitoreados y aumentarlos en el estado de Veracruz, que por razones hidroclimáticas, no tuvo acceso a todos los sitios propuestos, ya que se detectó la presencia de hidrocarburos, níquel, cobre y hierro, que forman parte de los compuestos del petróleo, lo que indica claramente la presencia de petróleo en las costas del Golfo de México.

II. Para estar en posibilidades de establecer las tendencias de la contaminación, se requiere realizar al menos un monitoreo en época de sequía y otro en lluvias (dos campañas anuales).

III. Contar con presupuesto suficiente para cubrir los gastos de muestreo y análisis.

IV. Asegurar que los datos de zona costeras sigan siendo generados por laboratorios que cuenten con sistemas de gestión de la calidad conforme a la ISO 17025.

V. Se solicita al Grupo de Coordinación Interna de SEMARNAT para la atención de daños a la Biodiversidad por el derrame petrolero de la plataforma Deepwater Horizon se insista en conseguir la huella molecular del aceite, con objeto de determinar si los restos detectados corresponden al derrame proveniente de los Estados Unidos de Norteamérica.

SE12-20

INDICADORES DEL ESTADO DE LAS COMUNIDADES DE PASTOS MARINOS Y MANGLARES, EN LA ZONA COSTERA DEL GOLFO DE MÉXICO, SUSCEPTIBLE DE SER IMPACTADA POR LOS HIDROCARBUROS DERRAMADOS POR LA PLATAFORMA HORIZON OPERADA POR BP

Gallegos Margarita¹, Márquez Antonio¹, Hernández Gilberto¹, Márquez Ignacio¹, Gutiérrez Francisco¹, Torres Rocío¹, Calva Laura¹, Barba Everardo², Márquez Gabriela, Márquez Anaíd, Padilla Emilio, Trejo Guillermo, García Romeo y Pérez Ileana
¹Dirección de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana
²El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa
gmm@xanum.uam.mx

Los Pastos Marinos y Manglares constituyen un componente fundamental de los Humedales Costeros. Los pastos marinos son excelentes indicadores de la salud de las costas ya que su presencia y tasa de crecimiento, son un reflejo de las condiciones ambientales adecuadas, por lo cual se consideran "canarios ambientales" y se usan para el monitoreo de las mismas.

Objetivo General. Evaluar el estado salud, conservación, vulnerabilidad y áreas potenciales al efecto del hidrocarburo en los ecosistemas de pastos marinos y manglares del litoral del Golfo de México.

Pastos Marinos. El estudio de los pastos marinos en las costas del Golfo de México es insuficiente. La flora está constituida por las especies *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*, *Halodule beaudetti* y *Halophila decipiens*. La mayoría de los estudios se han efectuado en la zona arrecifal de Veracruz y algunas localidades en Yucatán. En este estudio se determinó la distribución, extensión, cobertura, altura y composición florística de los pastos marinos utilizando una Ecosonda Hidroacústica (DT-X Biosonic). Hasta el momento se registró y se están elaborando los mapas de las poblaciones de Isla Lobos, Tuxpan, Parque Arrecifal Veracruzano, Costa de Campeche, Zona de los Petenes, Celestún y San Felipe en Yucatán. Se están analizando los principales factores ambientales prevalecientes en los mismos; nutrientes en agua intersticial, tipo de sedimento, composición de la fauna macrobentónica, bacterias, biomasa de pastos. Esta información preliminar nos permite señalar que las poblaciones de los arrecifes Veracruzanos, han disminuido su extensión, y que en la costa de Campeche y los Petenes se localiza la mayor extensión y diversidad de los mismos, formando comunidades monoespecíficas y mixtas que se extienden hasta 22 km de la costa y a lo largo de la misma hasta Celestún. Este primer estudio nos permitirá establecer los lineamientos para formular un programa de monitoreo a largo plazo, así como los estudios ecológicos, demográficos y taxonómicos necesarios que nos permitan identificar las acciones necesarias para la conservación, manejo y restauración de estos importantes productores primarios.

Manglares. Se obtuvo y se analizó la información generada hasta la fecha de los diversos estudios enfocados a conocer el estado de los manglares del Golfo de México. Se reconoce la presencia de las 4 especies reportadas para México: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. En las costas de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán la extensión que ocupan estas comunidades, desde que se cuenta con un registro confiable de las mismas, ha disminuido considerablemente. Se han llevado a cabo diversos estudios encaminados a conocer las condiciones ambientales que operan sobre los mismos, así como los distintos impactos que los han afectado. Estos impactos son en orden de prioridad la tala, modificación de los sistemas hidrológico y sedimentológico ocasionados por el desarrollo turístico, industrial, pesquero y petrolero.