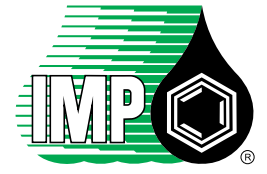




# aceta



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

[www.imp.mx](http://www.imp.mx)

Órgano interno informativo electrónico ♦ cuarta época ♦ año I ♦ No. 8 ♦ 13 de abril 2015



## Directorio

Secretaría de Energía  
 ■ Lic. Pedro Joaquín Coldwell



Órgano informativo del  
 Instituto Mexicano del Petróleo



Dirección General

■ Dr. Ernesto Ríos Patrón

Dirección de Investigación  
 en Exploración y Producción

■ Encargado del despacho  
 Dr. Gustavo Murillo Muñetón

Dirección de Investigación  
 en Transformación de Hidrocarburos

■ Encargado del despacho  
 M. en C. Florentino Murrieta Guevara

Dirección de Tecnología de Producto

■ Ing. Marco Antonio Osorio Bonilla

Dirección de Servicios  
 en Exploración y Producción

■ M. en C. Jorge Mendoza Amuchástegui

Dirección de Servicios de Ingeniería

■ Ing. Roberto Javier Ortega Ramírez

Dirección de Desarrollo de Talento

■ M. en A. Rafael López Tinajero

Dirección de Planeación de la Operación

■ M. en A. Alfredo Rosas Arceo

Dirección de Finanzas y Administración

■ Lic. Javier Dueñas García

Unidad de Asuntos Jurídicos

■ Encargada del despacho  
 M. en D. Fabiana Galeno Rodríguez

Órgano Interno de Control

■ Lic. Guillermo Narváez Bellacetín

Gerencia de Comunicación Social  
 y Relaciones Públicas

■ César Castruita Ávila

Editora

■ Beatriz González Bárcenas

Diseño y formación

■ Luis Enrique Ramírez Juárez

Reporteros (as)

■ Lucía Casas Pérez

■ Rafael Rueda Reyes

■ Marco A. Gutiérrez Monterrubio

■ Ana A. Mejía Espino

Fotografía

■ Pedro Espíndola Serrano

■ Luis Hernández González

## Comprometidos con la cultura de Control Interno Institucional

Para dar certidumbre a los servidores públicos del Instituto Mexicano del Petróleo en la toma de decisiones para conducir al IMP al logro de sus objetivos y metas, en un ambiente ético, de calidad, mejora continua, eficiencia y cumplimiento de la ley, se cuenta con un conjunto de medios, mecanismos o procedimientos al que se le conoce como Control interno.

En general, el control interno es implementado por los titulares de entidades y demás servidores públicos en el ámbito de sus respectivas competencias.

En el IMP sus responsables son el Director General, los Directores, Gerentes y todas las personas que colaboran en esta institución, quienes son responsables de que en su ámbito de actuación existan los controles necesarios y efectivos para ayudarlos a cumplir los objetivos del trabajo que desempeñan y, por consiguiente, los objetivos institucionales, así como la Misión y Visión.

Si eres seleccionado o seleccionada, participa del 13 al 30 de abril en la *Encuesta anual de autoevaluación del Sistema de Control Interno Institucional*.

**¡El Control Interno Institucional es un  
 compromiso y responsabilidad de todas y todos!**

## Se desarrolla un sistema para detectar fugas y tomas clandestinas en ductos de transporte de gas y líquidos



Doctor Sergiy Sadovnychiy.

### RAFAEL RUEDA REYES

Actualmente, uno de los problemas que enfrenta Petróleos Mexicanos (Pemex) son las fugas y tomas clandestinas de hidrocarburos en sus ductos de transporte terrestre, lo que ocasiona grandes pérdidas económicas, daños al medio ambiente y el constante peligro de explosiones, entre otras graves consecuencias para la paraestatal y el país.

Para ofrecer una solución a Pemex, bajo el liderazgo del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y con la participación del Centro de Investigación Científica y de Educación de Ensenada (CICESE) y del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM), se llevó a cabo el proyecto *Sistema para la detección de fugas y tomas clandestinas en ductos de transporte de gas y líquidos*, mediante el cual desarrollaron un sistema remoto y no-intrusivo de detección en tiempo real de fugas y tomas clandestinas, por medio de la integración de diferentes principios físicos de detección y localización, cuya operación se efectúa a través del Sistema de Control y Adquisición de Datos (SCADA) de Pemex.

En entrevista, el doctor Sergiy Sadovnychiy, responsable técnico de este proyecto —asignado por el Fondo Sectorial Conacyt-Sener-Hidrocarburos—,

**La inteligencia  
 artificial es la base  
 de funcionamiento  
 del sistema**



*Especialistas que participaron en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto, junto con el doctor Sadovnychiy, responsable técnico.*

La operación de este sistema remoto y no intrusivo de detección en tiempo real, se efectúa a través del SCADA de Pemex

Para el desarrollo del sistema se integraron seis subsistemas, así como algoritmos y un software de comunicación y procesamiento integral de datos

comentó que fue necesario desarrollar seis subsistemas: Acústico; Fibra óptica; Cálculo de balance con método de Lazo Cerrado; Cálculo de balance con el método de Vigilantes Virtuales; Computacional de procesamiento integral de datos y Comunicación y adquisición de datos. “Con estos subsistemas, aseveró, integramos un sistema, cuya base de funcionamiento es la inteligencia artificial”.

En el caso del subsistema Acústico —explicó el especialista de la Gerencia de Ductos y Materiales en el IMP— se realizó un prototipo del equipo y del software *IMP Acústico Fuga Detector*. “Este subsistema ayudó a detectar y localizar en tiempo real las fugas y tomas clandestinas en los ductos de gas y líquidos, cuyos algoritmos de ubicación de eventos fueron probados en el ducto experimental. El funcionamiento de este prototipo tuvo éxito en condiciones de campo con ductos LPG de 14 pulgadas y 18 kilómetros de longitud.

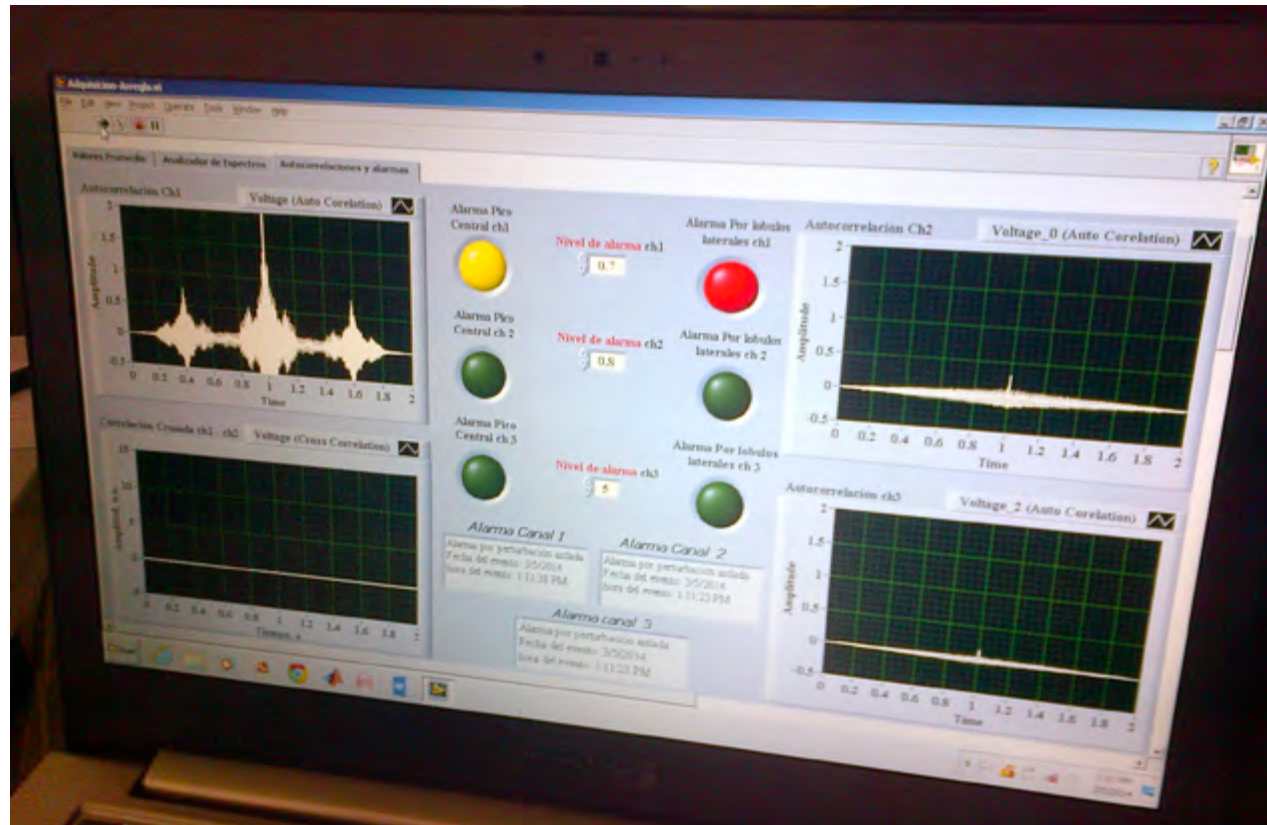
Indicó que las pruebas y el desarrollo de los demás subsistemas se realizaron en diversas instalaciones de Pemex, el IMP y la UNAM, como fue el caso de los ductos de Pemex, donde se aplicó el subsistema Fibra óptica. “Allí se desarrolló tanto el prototipo del sensor distribuido como el software de adquisición y

procesamiento de señales en tiempo real los cuales pueden detectar y localizar las fugas y tomas clandestinas, así como la intrusión de terceros al derecho de vía de ductos”.

Los subsistemas relacionados con los cálculos de balance con los métodos de Lazo Cerrado y de Vigilantes Virtuales fueron probados y calibrados en los ductos experimentales de simulación de fugas en las instalaciones de Reforma, en Pachuca, y en el ducto experimental II de la UNAM, con simulación de fugas.


Sergiy Sadovnychiy, quien cuenta con un doctorado en ciencias por la Universidad Nacional Aeroespacial de Ucrania, comentó que dos paquetes de software desarrollados, *SIMPORT* (Simulador IMP de Operaciones en ductos en Tiempo Real) y *Vigilantes Virtuales*, realizados con base en los modelos matemáticos del flujo y algoritmos de procesamiento novedosos para la detección y localización de las fugas en ductos, fueron aprobados exitosamente en su funcionamiento en tiempo real en el centro SCADA de Pemex.

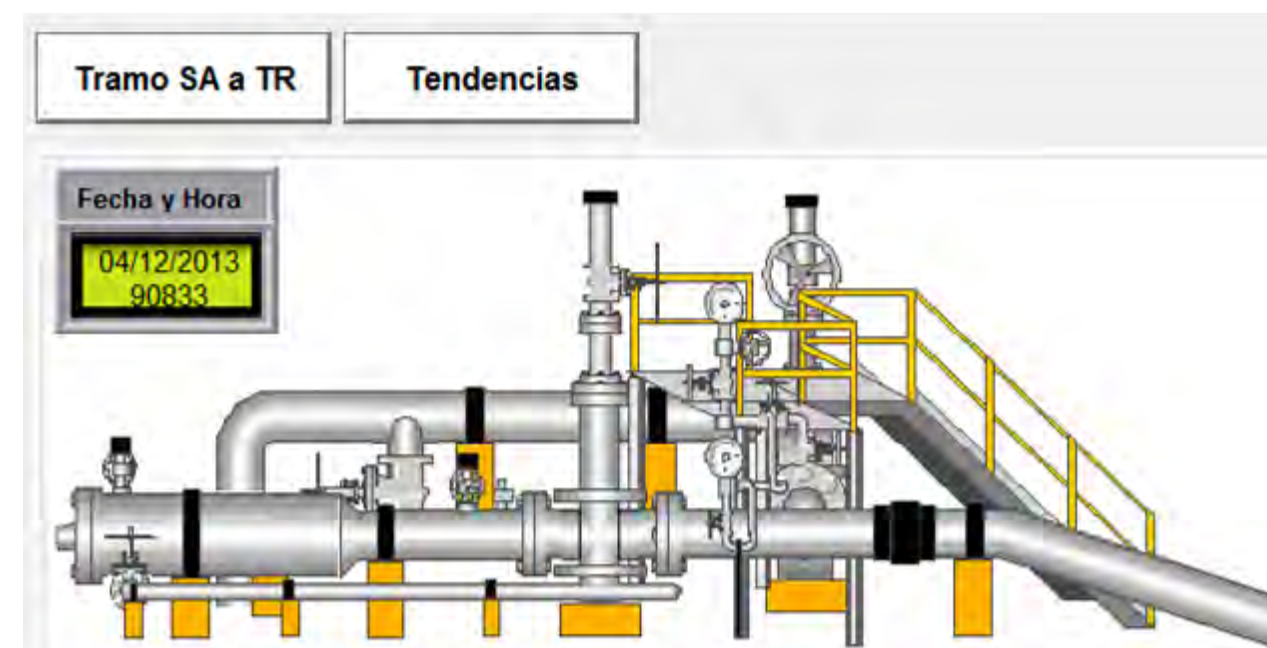
Expuso que en el marco del proyecto se desarrollaron también los algoritmos y el software de comunicación y procesamiento integral de datos, este último



basado en un sistema experto que utiliza métodos de inteligencia artificial, tales como las redes neuronales y la lógica difusa que permiten disminuir las falsas alarmas en el proceso de monitoreo de ductos.

En las diferentes etapas del desarrollo del proyecto participaron 18 especialistas del IMP, entre ellos, con contribución considerable en todas las etapas, el doctor Juan Manuel López Carreto; así como los maestros en ciencias Ricardo López Lena Estrada y Fernando Real Gómez, los doctores Marco Antonio Hernández Rojo y Edgar Alberto Canul García, y el ingeniero José Alfredo Martínez Flores.

El doctor Sadovnychiy destacó que además de estos resultados fueron presentados dos artículos arbitrados en revistas especializadas, así como solicitados ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor (Indautor) diez derechos de autor y una solicitud de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). 



## Geólogos y Geofísicos del IMP y Pemex comparten experiencias sobre mejoramiento de imágenes sísmicas

Se busca generar conocimiento y formar personal altamente capacitado en ambas dependencias



Doctores Liliana Vargas y Sergio Chávez.

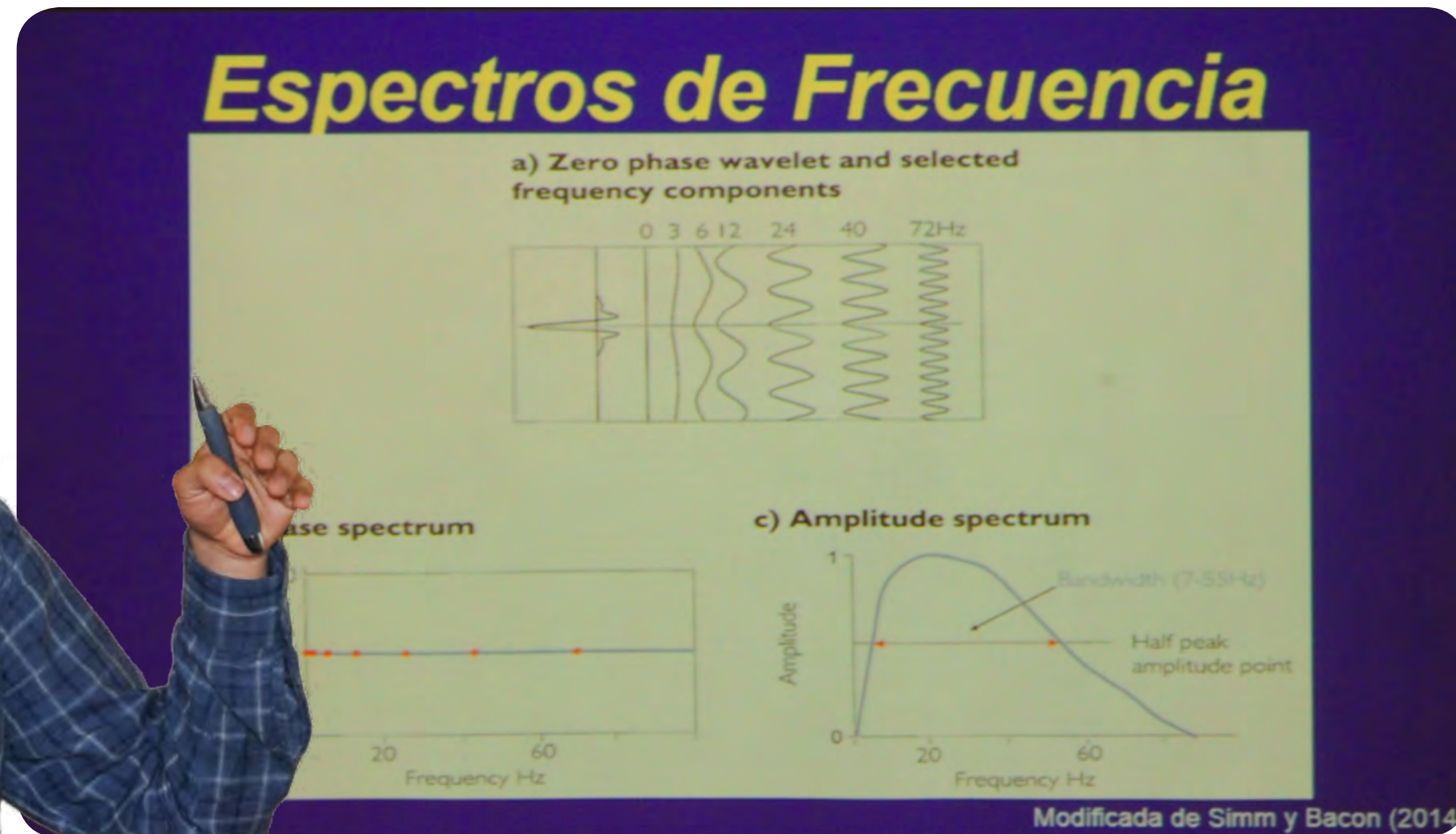
### LUCÍA CASAS PÉREZ

Con el fin de compartir experiencias que han tenido durante su participación en el proyecto *Asistencia técnica en la adaptación y desarrollo de tecnología geofísica*, en el que colaboran geofísicos de la Dirección de Servicios en Exploración y Producción del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) junto con especialistas de la Gerencia de Estudios Geofísicos de Pemex Exploración y Producción (PEP), se llevó a cabo el *Taller sobre incremento de frecuencia y resolución en datos sísmicos*, en las instalaciones del Auditorio Bruno Mascanzoni del IMP.

Allí, geólogos y geofísicos, encabezados por los doctores Sergio Chávez Pérez y Liliana Vargas Meleza, así como el ingeniero Mario Centeno Miranda, especialistas del IMP, abordaron un tema fundamental en sismología de exploración: el incremento de la resolución vertical, además del incremento de fre-



Ingeniero Mario Centeno.



cuencias en datos sísmicos y en adquisición, procesamiento y posprocesamiento de datos sísmicos. Presentaron ejemplos con datos sísmicos reales y al final del taller llevaron a cabo una discusión entre el incremento de frecuencia e incremento de resolución sísmicas.

El doctor Sergio Chávez, coordinador de este taller, se refirió al proyecto de *Asistencia técnica en la adaptación y desarrollo de tecnología geofísica*, que inició desde 2009 y concluirá en marzo de este año. Indicó que Pemex solicitó al IMP asistencia técnica en temas de geofísica, en particular de sismología de exploración. “El tema principal durante estos años ha sido cómo lograr mejorar las imágenes sísmicas si se altera el contenido de frecuencia y en este taller hemos aprendido de ello tanto los especialistas de Pemex como nosotros, pues el tema, en gran medida, también era nuevo para nosotros”.

Destacó que aunque el proyecto no es meramente de investigación, si ha permitido, a lo largo de estos seis años que, por ejemplo, Mario Centeno obtuviera la licenciatura en Ingeniería Geofísica y Liliana Vargas el doctorado en Geología. “El especialista Centeno Miranda tuvo la oportunidad de utilizar datos de Pemex para hacer pruebas sencillas, básicas, sobre cómo mejorar las imágenes sísmicas, haciendo el tema accesible a cualquier especialista, pues la gente aprende algo más sobre el proceso de formación de imágenes del subsuelo, un tema continuo para la industria petrolera, y a partir de esas imágenes proponer localizaciones para nuevos yacimien-

tos o nuevos pozos”, indicó el doctor Chávez.

Me incorporé a este proyecto –intervino el ingeniero Mario Centeno– en el que hemos intentado mejorar las imágenes sísmicas con paquetería gratuita, que está al alcance de cualquier persona, desmitificar un poco ese tema y ver que cualquiera de nosotros lo puede hacer”.

En su oportunidad, la doctora Liliana Vargas dijo que uno de los objetivos de este tipo de talleres es promover y entablar una comunicación entre los geofísicos y los geólogos que están interesados en que las imágenes sean de mejor resolución, porque los geofísicos aprenden cómo adaptar esos procesos para generar mejores imágenes y los geólogos se interesan en ellas porque pueden interpretar sus modelos geológicos a través de esas imágenes. “Entonces, creo que es un tema importante para ambas disciplinas e incluso para los ingenieros petroleros, porque para ellos también es importante que las imágenes sean de mejor resolución, con el fin de que sus correlaciones entre diferentes tipos de información sean más confiables”.

La doctora Vargas Meleza consideró que el objetivo del taller se alcanzó, ya que en la audiencia estuvieron presentes geólogos, especialistas en caracterización de yacimientos, expertos de diferentes áreas de Geofísica, no necesariamente trabajando en el mejoramiento de imágenes sísmicas. “La gente está interesada en el tema porque a todos beneficia tener una imagen con mejor resolución”, aseveró.

Apuntó que la interacción con los geólogos, quienes fueron los más participativos, fue muy buena. “Creo que el hecho de que el taller haya sido educativo permitió que la gente en general conociera más los fundamentos de estos procesos que se aplican a los datos sísmicos, entendieran qué significa mejorar una imagen y desmitificar, un poco, esa parte de los procesos geofísicos para ayudar a la interpretación geológica”, aseveró.

En resumen, los conferencistas concluyeron que el mejoramiento de frecuencia facilita la interpretación; puede existir sesgo debido al mejoramiento cosimético y el incremento de frecuencia no implica, ni garantiza incremento de resolución sísmica vertical. **G**

**Entre las conclusiones, se expuso que el mejoramiento de frecuencia facilita la interpretación de imágenes sísmicas**

# Presentan infraestructura para estudiar la formación de depósitos de asfalteno en pozos de producción

LUCÍA CASAS PÉREZ

Un resumen de resultados experimentales y de modelación respecto a la formación de depósitos de asfalteno en pozos que, principalmente, fueron obtenidos por un equipo de investigación del Laboratorio en Termodinámica de Petróleo y Aseguramiento de Flujo del Departamento de Ingeniería Química y Biomolecular de la Universidad de Rice, en Houston, Texas, fueron presentados por el doctor Francisco Vargas, investigador en jefe del laboratorio que lleva su nombre en Rice, en la plática *Avances en la modelación de la formación de depósitos de asfaltenos en pozos de producción y desarrollo de técnicas integradas para su mitigación*, que organizó la Dirección de Tecnología de Producto del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el pasado 23 de marzo, en el aula 3 del Auditorio *Bruno Mascanzoni*.

El también profesor e investigador titular indicó que “el problema de asfaltenos no es nuevo; sin embargo, se está agravando porque la gente ha comenzado a explotar petróleo en aguas más profundas, en donde existen gradientes de presión y temperatura mayores, aunado a que se está inyectando gas de dióxido de carbono o gas asociado que cambia la composición del fluido en el yacimiento y provoca la precipitación de asfaltenos”.

Ante numerosos asistentes a esta charla, expuso que hay empresas como la Petrolera Nacional en los Emiratos Árabes, en la cual trabajó casi cuatro años, en donde es un problema muy grave y complejo, para el que no existe una solución; “no existe un producto químico que uno pueda comprar y aplicar y sea cien por ciento factible. Sólo para que se den una idea de la importancia e interés que existe en las empresas para trabajar este tema, hay un área de investigación muy activa en este país y en los últimos dos años esta investigación ha dado más de dos y medio millones de dólares”, aseveró.

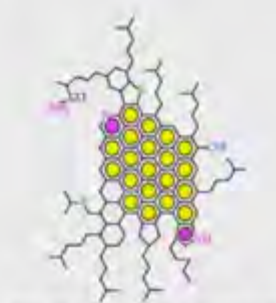
El doctor Francisco Vargas dijo estar interesado en el tema de los asfaltenos, desde el punto de vista de aseguramiento de flujo, porque en función de cambios de presión, temperatura y composición estos pueden llegar a separarse de la fracción del petróleo, formar su propia fase y esa precipitación llevar a la depositación en los pozos productivos, logrando con ello el bloqueo y la disminución en la producción.

A lo largo de su charla abordó conceptos teóricos sobre la formación de depósitos de asfaltenos en pozos y presentó algunos resultados de los experimentos que realizó junto con su equipo de investigación, entre los que destacan si los asfaltenos, una vez que se precipitan, se pueden redissolver o no; si hay un equilibrio cuando se forma la precipitación de los asfaltenos o el tipo de equilibrio que se establece. Asimismo, habló sobre la modelación que han realizado y recapituló las principales ideas expuestas en su exposición con las siguientes conclusiones:

- La precipitación/agregación de asfalteno es un mecanismo de varias etapas.
- La precipitación de asfaltenos es un proceso completamente reversible, que genera una fase rica en asfalteno en equilibrio con una fase pobre en asfalteno; no hay una separación perfecta, no hay una fase pura de asfalteno.
- El envejecimiento de los asfaltenos precipitados produce un material de apariencia sólida que no es un cristal como las parafinas, que es difícil de redissolver.
- Los métodos comerciales no pueden detectar el verdadero punto de precipitación del asfalteno.

## Antecedentes

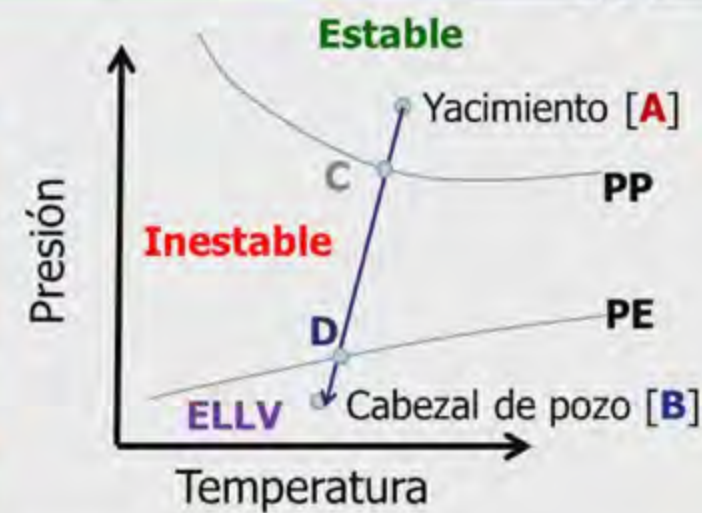
- Mezcla polidispersa de la fracción más pesada y polarizable del crudo
- Definida en términos de solubilidad: Miscible en solventes aromáticos, pero insoluble en solventes parafínicos ligeros
- El mecanismo de la formación de depósito y la estructura molecular de los asfaltenos aún no se entienden completamente
- El comportamiento depende fuertemente de presión, temperatura y composición.



[http://biggier.uic.edu/~mansoor/Asphaltene\\_Molecule\\_fitml](http://biggier.uic.edu/~mansoor/Asphaltene_Molecule_fitml)



Q. Ge, Y.F. Yap, F.M. Vargas, M. Zhang & J. Chai. 9<sup>th</sup> ICHTFMT, Malta 2012



## Precipitación de asfalteno (ELL)



## Resultados

Microestructura del asfalteno (Método Directo (MD), Efecto de la temperatura)



La muestra se redissuelve  
Muestra secada a 25°C

No hay redisolución.  
Muestra secada a 120°C



- Avances en el modelamiento termodinámico PC-SAFT para predecir precipitación de asfaltenos: Se reduce el número de parámetros para la simulación (comparado con modelos termodinámicos previos) y ahora se considera el tamaño y la estructura química del asfalteno.
- La precipitación de asfalteno es una condición necesaria más no suficiente para la formación de depósito.
- El mecanismo propuesto puede ser usado para desarrollar una nueva generación de inhibidores de la formación de depósito de asfaltenos.
- Se requieren más datos y casos para avanzar en la modelación y predicción de la formación de depósitos de asfalteno.
- La selección de inhibidores para prevenir la formación de depósitos de asfaltenos no es una labor trivial, los productos químicos pueden empeorar la situación, ya que al emplear lavado con solventes para remover depósitos de asfalteno se debe usar el solvente adecuado desde el comienzo. **G**

Por cortesía del doctor Fermín León Bello, se cuenta con el video de la plática del doctor Vargas. Quien esté interesado lo puede solicitar al correo [bgonzale@imp.mx](mailto:bgonzale@imp.mx)

### SU PERFIL...

**F**rancisco Vargas es ingeniero Químico y de Sistemas y maestro en ciencias con especialidad en Sistemas Ambientales por parte del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey; doctor en Ingeniería Química por la Universidad Rice, en Houston, Texas e Investigador Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt.

Desde agosto de 2013 es profesor en el Departamento de Ingeniería Química y Biomolecular en la Universidad Rice, en Houston, Texas e investigador titular del Laboratorio en Termodinámica de Petróleo y Aseguramiento de Flujo en la misma institución. De 2010 a 2013 se desempeñó como Gerente de Proyectos de Investigación en el Área de Aseguramiento de Flujo para la compañía petrolera nacional de Abu Dabi (ADNOC, por sus siglas en inglés); fue profesor del Departamento de Ingeniería Química, en el Instituto del Petróleo en Abu Dabi.

Junto con sus colaboradores, ha desarrollado métodos avanzados de experimentación y de modelación para entender mejor el comportamiento de fases de hidrocarburos a condiciones de yacimiento, con el fin de obtener las propiedades termofísicas correspondientes y modelar la existencia y la magnitud de problemas de aseguramiento de flujo, tales como la formación de depósitos de asfaltenos.



La Academia Mexicana de Ciencias

invita a participar en las siguientes

## Convocatorias

Considerada como la distinción más importante que confiere la AMC, estos premios se otorgan a jóvenes investigadores en el caso de los hombres menores de 40 años y de las mujeres 43 años, que realicen investigación de punta en las áreas de Ciencias Exactas, Naturales, Sociales, Humanidades e Ingeniería y Tecnología.

Las candidaturas serán analizadas por la Comisión de Membresía. De acuerdo con el artículo 5º de los Estatutos “podrán ser miembros regulares quienes trabajen la mayor parte del tiempo en México y sean investigadores activos de reconocido mérito en su especialidad”.

Para más información, consulta las convocatorias en:

<http://www.amc.mx/>

## El activo más



**ortante eres tú...**



El IMP es una institución grandiosa, fuerte y de gran prestigio. La investigación que ha realizado a través de sus 50 años ha beneficiado y enriquecido el campo científico y el desarrollo tecnológico de nuestro país. Es una institución que brinda muchísimas oportunidades a los jóvenes dentro del campo de la investigación y cuyos desarrollos tienen múltiples aplicaciones. Me siento muy orgulloso de pertenecer al Instituto y contribuir con la riqueza que nos brinda.

*Alejandro Sánchez Hernández*



Tengo 26 años trabajando en esta noble institución y ha sido muy estimulante, desde sus áreas verdes y el clima laboral, hasta los jefes y compañeros. El IMP además de apoyar e impulsar el crecimiento personal de sus trabajadores y trabajadoras, reconoce nuestro esfuerzo y nos da la oportunidad de participar en distintas áreas. Considero que con el impulso necesario podrá soportar los cambios que plantean las reformas actuales.

*Marcela Ugarte Hernández*