

Sesión Especial

# **EXPLORACIÓN SÍSMICA PETROLERA**

Organizador:

Antonio Sandoval Silva

SE10-1

**LA SISMOLOGÍA TRIDIMENSIONAL**

Montaño Dorame Francisco  
*Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.*  
 mfmontaño@comesa.org.mx

Se describen todos los fundamentos y herramientas utilizadas para el diseño y ejecución de las diferentes modalidades de la Sismología Tridimensional. Desde los problemas planteados por el cliente, los diferentes modelos geológicos y la utilización de diferentes técnicas o herramientas para realizar el modelado de las soluciones y su ajuste a los problemas planteados.

Se describen posteriormente, las diversas técnicas de adquisición, dependiendo del medio en el que se lleva a cabo el trabajo, así como la calidad de la información a obtener.

Así, con estos elementos en mente, se plantean los detalles básicos de: la adquisición sísmica terrestre, sísmica transicional y sísmica marina. De igual manera, se plantean las diferencias, ventajas y descripción de la operación de la sísmica de alta resolución, terrestre y de fondo marino.

SE10-2

**PROCESAMIENTO DE DATOS SÍSMICOS**

Flores Capetillo Ricardo  
*Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.*  
 rflores@comesa.org.mx

Se hace referencia a los argumentos que muestran el porqué la sísmica y el procesamiento sísmico son considerados hoy en día, como las herramientas más importantes en cuanto a la aportación de información indirecta para la toma de decisiones en la Exploración y Producción petrolera.

Dado que el objetivo de esta tecnología es proporcionar una imagen bi-tridimensional, de la geometría del subsuelo, de su distribución, continuidad y comportamiento de las rocas, resulta muy importante la calidad y precisión del diseño, de la adquisición y por supuesto del procesamiento sísmico.

Debe reconocerse, que es una tarea especializada, demandante de conocimientos y de tecnología y que además, requiere de fuertes inversiones para hardware, software, instalaciones y de entrenamiento continuo y de alto nivel.

Sin embargo su valor en el proceso de exploración y producción es enorme, ya que precede a las grandes inversiones (La perforación y el desarrollo de los campos) y se enfoca a la disminución de la incertidumbre y los riesgos, ya que permite resaltar la información importante y eliminar los elementos indeseables.

SE10-3

**MOVEOUT CUÁRTICO PARA MEDIOS ORTORÓMBICOS INCLINADOS**

Pech Pérez Andrés  
*Instituto Politécnico Nacional*  
 andrespech@yahoo.com

Para la interpretación e inversión de tiempos de tránsito correspondientes a offsets largos, es necesario tomar en consideración la anisotropía del subsuelo. En este trabajo, se presenta una aproximación para el moveout cuártico que puede ser aplicada en medios ortorómbicos inclinados; cabe mencionar que en esta derivación sólo se utilizaron ondas P reflejadas. Esta aproximación se obtuvo para un medio ortorómbico inclinado ubicado sobre un semiespacio; en este caso, la superficie que representa la frontera entre el estrato y el semiespacio define un plano buzante. De la estructura de esta aproximación se puede establecer que el moveout nohiperbólico es gobernado por tres parámetros anisótropos, el ángulo de inclinación de uno de los ejes de simetría de un medio ortorómbico y el ángulo de buzamiento de la superficie que define la frontera entre el estrato y el semiespacio. La gran influencia que estos parámetros ejercen en la variación azimutal del moveout cuártico, nos sugiere que el moveout nohiperbólico detectado en levantamientos wide-azimuth puede ser usado para determinar el campo de velocidades.

SE10-4

**REPRODUCIBILIDAD EN PROCESAMIENTO Y REPRESENTACIÓN DE DATOS SÍSMICOS**

González Verdejo Ozziel<sup>1</sup> y Chávez Pérez Sergio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM  
<sup>2</sup>Instituto Mexicano del Petróleo  
 ozziel\_gov@yahoo.com.mx

En la academia e industria petrolera mexicana existe un creciente interés por la reproducibilidad computacional en actividades de investigación y docencia afines al procesamiento y representación (migración, modelado, tomografía e inversión)

de datos sísmicos. Esta reproducibilidad implica la descripción y distribución de los elementos involucrados en un experimento numérico para que, de manera independiente, un investigador o profesional o estudiante de geociencias pueda repetirlo y comprobarlo. Dichos elementos son: 1) el artículo de investigación; 2) los datos empleados; 3) el experimento numérico; 4) los resultados del experimento; y 5) materiales auxiliares, como la plataforma de desarrollo. De ese modo, el usuario de una plataforma de cómputo reproducible tiene la posibilidad de realizar tres actividades importantes: estudiar y verificar los programas, generar de manera automática los resultados, y modificar los programas y/o parámetros originales. La práctica de la reproducibilidad está a nuestro alcance gracias a la disponibilidad de programas de código abierto especialmente diseñados para esta función. Las herramientas computacionales de código abierto representan un gran apoyo para investigar, educar y capacitar a estudiantes y profesionales, e incluso para la práctica profesional en geociencias. El investigador puede trabajar sin la necesidad de buscar apoyo económico para la compra de licencias de paquetes comerciales de altos precios, que pueden ascender a muchos miles de dólares. Asimismo, el beneficio se extiende a profesores y estudiantes, quienes pueden trabajar con herramientas a las que, por dicho costo, no podrían acceder con tanta facilidad. Así, estas herramientas satisfacen la mayoría de las necesidades básicas para investigación y desarrollo en procesamiento de datos sísmicos y representación sísmica, y se distribuyen con licencias que permiten su uso gratuito tanto para fines académicos como comerciales. La gratuidad resulta particularmente importante para instituciones nacionales de educación superior y de investigación y, ante el inminente incremento de la publicación en formato reproducible, han surgido lineamientos en torno al uso de los códigos que aseguran el crédito apropiado para los autores originales. En suma, la reproducibilidad representa beneficios académicos, técnicos y económicos. Disminuye la dependencia de licencias de programas comerciales para llevar a cabo investigación, posibilita el desarrollo y transferencia de tecnología, auxilia la administración y transmisión eficiente del conocimiento, facilita la detección de errores, promueve el desarrollo del conocimiento y aumenta el número de citas referenciales. En consecuencia, para evitar la dependencia de programas comerciales y el rezago tecnológico en materia de enseñanza, investigación, transferencia tecnológica e innovación en nuestra especialidad, ilustraremos el uso de herramientas de código abierto y tipo académico encaminadas a la investigación reproducible. Estamos convencidos que la reproducibilidad tiene que convertirse en una práctica, importante y necesaria, por lo que resulta primordial comenzar a educarnos al respecto. En este trabajo presentamos resultados de modelado sísmico, procesamiento y postprocesamiento sísmico obtenidos con plataformas de cómputo reproducible y datos sísmicos mexicanos.

SE10-5

**LA SÍSMICA DE PÓZO Y ALREDEDOR DEL POZO**

Álvarez Medina Jesús  
*Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.*  
 jalvarez@comesa.org.mx

Durante la fase de interpretación es importante el empleo de herramientas de sísmica que se aplican en el pozo o alrededor de él, ya que resulta de suma importancia, en las etapas de la definición de las oportunidades de perforación exploratoria y las posteriores, identificar las formaciones, realizar predicción de velocidad/profundidad, la detección de fallas, realizar predicción del pozo por debajo de barrena, etc.

Existen herramientas como el Perfil Sísmico de Velocidades, VSP: la Tomografía sísmica y otras poderosas herramientas, que le permiten al intérprete utilizar al máximo sus datos sísmicos y del pozo.

Por otro lado, es conocido que el uso de herramientas multicomponente, proporciona datos sumamente valiosos para los intérpretes. Los VSP contienen datos de las ondas "P" y "S".

Por sus características mencionadas, estos registros, son también importantes y poderosas herramientas que auxilian en el desarrollo de campos petroleros.

SE10-6

**NUEVAS TECNOLOGÍAS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA**

Cuevas Rivera Fernando  
*Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A. de C. V.*  
 fcuevas@comesa.org.mx

Dentro de las tecnologías de la industria petrolera, las que presentan el desarrollo más acelerado, son la tecnología asociada a la Sismología de Exploración, razón por la cual, la vigilancia y adopción oportuna de los avances que presentan estas tecnologías, es de vital importancia para mantenerse competitivos.

En este trabajo, se describen las tecnologías más avanzadas que operan en la industria petrolera de México, con especial énfasis de las que emplea Comesa, ya sea en etapa de prueba o ya en operación.

Se presentarán en especial las aplicaciones de multicomponente y los procesados especiales, señalando sus características teóricas y técnicas más importantes, así como los detalles operativos y experiencias logrados durante su aplicación en el campo.

SE10-7

**ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE HIDRATOS  
DE GAS CON SISMOLOGÍA DE EXPLORACIÓN**Manzanilla Saavedra Bernal<sup>1</sup> y Chávez Pérez Sergio<sup>2</sup><sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, UNAM<sup>2</sup>Instituto Mexicano del Petróleo

bernal.manzanilla@gmail.com

La investigación y exploración de acumulaciones de hidratos de gas es un campo de gran interés dadas sus repercusiones ambientales y en la explotación de hidrocarburos. Adicionalmente, representan una alternativa ante la creciente escasez de fuentes de energía. El volumen de gas atrapado en los hidratos de gas representa una posible fuente de recursos energéticos con gran potencial productor. En este trabajo presentamos la aplicación de un modelo -desarrollado por Ian Lerche y Sheila Noeth- para inferir la relación de concentración de metano y un segundo gas conocido, dentro de una acumulación de hidratos de gas, a partir de datos sísmicos de exploración, que son la principal evidencia geofísica de estas acumulaciones. El modelo requiere de una sección sísmica en profundidad donde podamos inferir la presencia de hidratos de gas por reflectores atribuibles a una superficie superior de acumulación y al reflector simulador de fondo, una computadora de escritorio y un programa para realizar simulaciones de Monte Carlo. Tres ecuaciones sencillas constituyen la estructura del modelo, relacionando la presión y la temperatura estimada a profundidad de los reflectores, con la concentración de metano y el segundo gas como formadores de hidratos. La primera ecuación permite estimar las temperaturas en función de la profundidad a los reflectores, dado un valor de gradiente geotérmico. La segunda es una ecuación de equilibrio entre la fase de gas y agua y la de hidratos. La tercera relaciona la presión crítica de formación de hidratos de la mezcla de metano y otro gas a 0° C, con la media armónica de las presiones de formación de hidratos para ambos gases puros. La presión de formación de cada gas es ponderada por la fracción de cada gas en la mezcla. Definidos los valores de temperatura y presión a profundidad de los reflectores de interés, la presión crítica de formación de hidratos de la mezcla se obtiene de la ecuación de equilibrio de fases. Posteriormente, los valores de presión de formación de hidratos para la mezcla, el metano y el segundo gas, son utilizados para calcular las fracciones de ambos gases mediante la ecuación de la media armónica. El resultado son histogramas que describen la función de densidad de probabilidad para la concentración de metano. En una segunda etapa de cálculo, generamos los histogramas de frecuencia del equivalente energético estimado en volúmenes de gas natural licuado a partir de los resultados obtenidos para la fracción de metano. En una sección sísmica del Golfo de México, los histogramas de concentración de metano obtenidos indican que, de existir, los hidratos de gas presentarían concentraciones medias de metano de más del 90%.

