



## Propuesta de seminario de posgrado

### **TÍTULO: Técnicas de Caracterización Sísmica de Reservorios**

**FUNDAMENTACIÓN Y CONTENIDOS:** La caracterización de reservorios es junto con la interpretación estructural parte fundamental de la actividad de los geofísicos en la industria del petróleo y del gas, dado que, tanto en la exploración como en el desarrollo de yacimientos hidrocarburíferos, es necesario acotar en lo posible el riesgo de futuras perforaciones delineando geoméricamente las zonas de interés y estimando la existencia, la calidad del reservorio y su contenido de hidrocarburos a partir de la información sísmica y de pozos cercanos. Los conceptos necesarios para comprender las técnicas utilizadas en la caracterización de reservorios son adquiridos en las materias referidas a los métodos de prospección por los alumnos de geofísica y en el caso de carreras afines, pueden haberse adquirido a través de cursos de grado y/o posgrado. En este seminario, estos conceptos son integrados, presentados y efectivamente utilizados como herramientas para la exploración o desarrollo de yacimientos de hidrocarburos con datos reales, temas de los que se propone, se ocupe el presente seminario.

### **OBJETIVO**

Ofrecer a graduados recientes o con experiencia limitada en la industria del petróleo y del gas, una reseña de las metodologías de caracterización sísmica de reservorios. No pretende continuar con la formación teórica recibida durante el estudio de grado, sino complementarla con conocimientos con foco en la práctica de algunas de las técnicas más utilizadas en la industria.

De entre la gran variedad de técnicas desarrolladas en las últimas dos décadas, el enfoque del seminario se basa en la certeza de que el entrenamiento en un núcleo básico de tecnologías facilitará el abordaje del resto de las metodologías a aquel que decidiera iniciar o continuar su desarrollo profesional en esta especialidad. El 30 % del tiempo será dedicado a talleres prácticos con software especializado disponible en la Facultad y sobre conjuntos de datos sísmicos y de pozo reales, especialmente liberados para uso educativo.

### **DURACIÓN**

Se propone ofrecer la materia en el segundo cuatrimestre. Comprenderá 68 horas distribuidas en 17 semanas con 2 clases de 2 horas cada una por semana.

### **REQUISITOS**

Se estima necesario que los alumnos posean título de grado de geofísico o de carreras afines y en este último caso que acrediten conocimientos de los métodos de prospección de la geofísica aplicada: sísmicos, potenciales y eléctricos.



### **CANTIDAD MÁXIMA DE ALUMNOS**

Debido a las características de los talleres propuestos, a su relevancia como parte integral del seminario y a fin de asegurar una dedicación docente adecuada para todos los alumnos, juzgamos necesario no superar un máximo de veinte alumnos en el seminario.

### **DOCENTES**

Los docentes del seminario serán los Geofísicos Juan Alberto Tavella, Federico Späth y el Dr. Juan Francisco Moirano.

El Dr. Moirano tiene una larga experiencia en la aplicación de tecnologías para la caracterización de reservorios, procesamiento y migración en tiempo y profundidad en empresas de servicios para la industria del petróleo y del gas. Actualmente se desempeña en la petrolera PAE en apoyo a los intérpretes geofísicos para la supervisión de trabajos de adquisición sísmica, procesamiento y caracterización de reservorios. Desde el año 2017 es profesor adjunto interino en la FCAG. Federico Späth está especializado en caracterización sísmica en YPF, hace más de diez años que es docente de esta casa y cuenta con experiencia en la formación de alumnos avanzados de geofísica y de profesionales en la temática propuesta. Juan Tavella es líder de un grupo interdisciplinario compuesto por especialistas en caracterización de reservorios, geología, petrofísica, procesamiento y generación de imágenes sísmicas, que provee servicios de caracterización sísmica de reservorios en Geoprocesados Argentina S.A. con experiencia en las principales cuencas productoras de América del Sur y México.



## **PROGRAMA DE LA MATERIA**

### **Módulo 1 EL RESERVORIO**

**Duración** 6 hs

#### **Definición**

*Sistema Petrolífero  
Estructura  
Estratigrafía*

#### **Clasificación**

*Clásticos  
Carbonáticos  
Volcánicos  
Convencionales y No Convencionales*

#### **Descripción y Estudio**

*Registros  
Núcleos  
Registros de Imagen  
Sísmica  
Evaluación Petrofísica  
Física de Rocas  
Litofacies y Electrofacies*

#### **Integración**

*Las dos transformaciones básicas  
Sistemas Predictivos  
Interpretación en sentido clásico (estructura: postapilado)  
Interpretación cuantitativa (estratigráfico: preapilado)  
Conceptos "Exploración" y "Desarrollo"*

### **Módulo 2 LA INFORMACIÓN SÍSMICA**

**Duración** 14 hs

*(Incluye TALLER SOBRE AMARRE DE POZOS)*

#### **Adquisición**

*Influencia y limitantes de la información sísmica sobre la caracterización*

#### **Procesamiento**

*Revisión general de la secuencia  
Problemas comunes  
Ruidos  
Muestreo espacial  
Muestreo de los parámetros que caracterizan el reservorio  
Concepto de "verdadera amplitud"  
Extensión espectral*



Controles de calidad  
Migración: *imaging* y *reconstrucción de amplitudes*  
Anisotropía (VTI/TTI/HTI/ORT/TORT)  
La resolución

### **Reflectividad y amplitud sísmica**

*El modelo convolucional (concepto y limitaciones)*

*Amarre pozo vs sísmica:*

*Métodología*

*Enlace entre dominios: tiempo y profundidad (punto de vista y necesidades del intérprete, tecnologías aplicables)*

*Teoría*

*Problemas y limitaciones*

*El problema de la fase (el problema desde el punto de vista del intérprete, influencia de la adquisición y procesamiento)*

*Modelado (problema directo para caracterización)*

*Concepto*

*Utilidad*

*Métodos*

*Reflectividad y ángulo de incidencia*

### **Anisotropía HTI y la caracterización de no convencionales**

#### **Factibilidad**

**Limitaciones por la geometría, Resolución y sensibilidad**

### **TALLER SOBRE AMARRE DE POZOS**

A realizarse sobre un conjunto real de información de pozos y sísmica 3D

#### **Duración:**

**Carga de datos de pozos**

Topes formacionales

Registros eléctricos

Checkshots

**Carga de Información Sísmica (Apilado)**

**Control de Calidad y Edición Básica de registros**

**Carga de la interpretación**

**Amarre de los pozos**

### **Módulo 3 PROPIEDADES DE LAS ROCAS Y RESPUESTA SÍSMICA**

**Duración 6 hs**

#### **Descripción Elástica de las Rocas**

*Propiedades*

*Sentido físico*



*Mediciones*

*Rangos*

*Los procesos post-deposicionales*

*Influencia sobre las propiedades*

*Tendencia de compactación*

*Pérdida de sensibilidad*

*Fluidos de saturación*

*Influencia sobre las propiedades*

*Sustitución de fluidos*

*Presión de poros*

#### **Primera Transformación de la Caracterización Sísmica**

*Problema inverso*

*El problema de la no unicidad*

*Propiedades de las rocas a partir de la respuesta sísmica*

#### **Respuestas de AVA**

*Clasificación*

*Descripción*

*Causas*

*Predicción de cambios en el sistema roca-fluido*

### **Módulo 4 INVERSIÓN SÍSMICA**

**Duración 18 hs**

*(Incluye TALLER DE INVERSIÓN SÍSMICA)*

#### **Tipos de Inversión y reseña histórica**

*Postapilado*

*Preapilado*

*Conceptos de "acústico" y "elástico"*

*Inversión simultánea*

*Inversión Geoestadística*

#### **Principios**

*Estimación de Ondículas*

*Información a priori: modelos iniciales*

*Consideraciones sobre la variabilidad espacial del modelo geológico*

*Control de calidad*

*Predicción de la información de pozos*

*Consistencia con la información sísmica*

#### **Algoritmos**

### **TALLER DE INVERSIÓN ELÁSTICA DETERMINISTA**

A realizarse sobre el dato resultado del TALLER SOBRE AMARRE DE POZOS

**Duración:**

**Carga de Gathers y Velocidad Sísmica**



Control de calidad  
Acondicionamiento de la información  
Conversión al dominio del ángulo de incidencia  
Estimación de Ondículas  
Generación de modelos iniciales  
Pruebas de inversión; parámetros de optimización  
Inversión  
Control de calidad de los resultados

## **Módulo 5 PREDICCIÓN DE PROPIEDADES DEL RESERVORIO**

**Duración** 14 hs

*(Incluye TALLER DE INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA)*

### **Propiedades del Reservoirio-Estimadores Económicos**

*Porosidad  
Tipos de porosidad  
Poros y fracturas  
Permeabilidad y capacidad de flujo  
Saturación en fluidos  
Fracciones litológicas  
Capacidad de almacenaje*

### **Aportes de la Física de Rocas a la interpretación de los resultados**

*Relación entre los parámetros elásticos de la roca y las propiedades de reservoirio  
Reseña de modelos*

### **Segunda Transformación de la Caracterización Sísmica**

*Predicción de las propiedades del reservoirio  
Aplicación de los resultados de la física de rocas*

### **TALLER DE INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA**

A realizarse sobre el dato resultado del TALLER SOBRE INVERSIÓN SÍSMICA

#### **Duración:**

**Técnica de graficación cruzada (crossplot)**  
**Estimación de propiedades de física de rocas**  
**Aplicación de las relaciones de física de rocas a los resultados de la inversión**  
**Generación de volúmenes de propiedades**  
**Generación de geocuerpos**  
**Generación de estimadores de calidad de reservoirio**  
**Mapas**  
**Noción de "reducción de riesgo" en exploración y desarrollo**

## **Módulo 6 OTRAS TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN SÍSMICA DE RESERVORIOS**

**Duración** 10 hs



## **Métodos Geoestadísticos en la Caracterización**

*Necesidad*  
*Ventajas y limitaciones*  
*Descripción de los métodos*  
*Ejemplos*

## **Estudio de Reservorio No Convencionales**

*Naturalmente fracturados*  
*Por fracturación inducida*  
*Detección de fracturas*  
*Estudio acimutal*  
*Amplitud vs ángulo y acimut (AVAZ)*

## **BIBLIOGRAFÍA (tentativa)**

**Brown, Alistair.** *Interpretation of three dimensional seismic data.* Seventh Edition. AAPG Memoir 42. SEG Investigations in Geophysics No. 9. AAPG-SEG 2011.

**Per Asveth, Tapan Mukerji and Gary Mavko.** *Quantitative Seismic interpretation.* Applying Rock Physics To Reduce Interpretation Risk. Cambridge University Press. 2005.

**M. Bacon, R. Simm and T. Redshaw,** *3-D Seismic Interpretation.* Cambridge University Press, 2003.

**R. Simm and M. Bacon,** *Seismic Amplitude. An Interpreter's Handbook* Cambridge University Press, 2014.

**JDvorkin, M. Gutiérrez and D. Grana,** *Seismic Reflections of Rock Properties* Cambridge University Press, 2014.

## **RECURSOS ESPECIALES REQUERIDOS**

La realización de los talleres aprovechará la disponibilidad en la facultad del software de análisis, modelado de amplitudes sísmicas pre stack (AVO/A) e inversión Hampson & Russel, desarrollado por la empresa CGG. La selección de dicha tecnología de entre las líderes en la industria se realizó por su disponibilidad en nuestra facultad para uso académico y la experiencia que los docentes tienen trabajando con él. Las licencias disponibles en la FCAG hacen posible que los alumnos del seminario puedan correr el software individualmente en los talleres y realizar todas las tareas propuestas. El seminario está concebido de modo que cada alumno haga su experiencia individual con una PC trabajando en los tres talleres propuestos con la asistencia de los docentes. Hemos verificado que las características de las nuevas PC disponibles en la sala informatizada son adecuadas para correr el software con un pequeño paquete de datos sísmicos 3D y de pozo como el que se utilizará en el seminario.

## **PROPUESTA DE PROFESORES PARA INTEGRAR LA MESA EXAMINADORA**

Prof. Juan Francisco Moirano