

## 1. PRESENTACIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

<b>Espacio curricular: Perfilaje de Pozos</b>				
<b>Código SIU-guaraní: 041</b>			<b>Ciclo lectivo: 2024</b>	
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería de Petróleo</b>	<b>Plan de Estudio:</b>	<b>Res. 005/23 -CD</b>	
<b>Dirección a la que pertenece</b>	<b>Ingeniería de Petróleo</b>	<b>Bloque/ Trayecto</b>	<b>Tecnologías Aplicadas</b>	
<b>Ubicación curricular:</b>	<b>1er Sem</b>	<b>Créditos 6</b>	<b>Formato Curricular</b>	<b>Teoría/práctica</b>
<b>Equipo docente</b>	<b>Profesor Responsable /a cargo: Lic. Gustavo Ernesto Zarev</b>			
<b>Cargo: Elija un elemento.</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Correo:</b>		
<b>Titular</b>	<b>Lic. Gustavo Ernesto Zarev</b>	<b>Gustavo.zarev@ingenieria.uncuyo.edu.ar</b>		
<b>JTP</b>	<b>Ing. Luis Arce</b>	<b>luis.arce@ingenieria.uncuyo.edu.ar</b>		

### Fundamentación

El Perfilaje de Pozos es una disciplina orientada a buscar hidrocarburos en el subsuelo que es el objetivo principal del desarrollo económico de la industria y además debe desarrollar una actitud favorable hacia la comunicación interdisciplinaria aportando todos sus conocimientos a otras áreas de las ciencias especialmente la GEOLOGÍA e INGENIERÍA DE RESERVORIOS, comprendiendo la problemática como un sistema abierto.

### Aportes al perfil de egreso (De la Matriz de Tributación)

<b>CE - Competencias de Egreso Específicas</b>	<b>CE-GT Competencias Genéricas Tecnológicas</b>	<b>CE-GSPA Competencias Sociales – Político - Actitudinales</b>
<p>CE 1.1. Identificar, formular y resolver problemas relacionados a la exploración y explotación de yacimientos de petróleo y gas, analizando alternativas y concibiendo condiciones tecnológicamente adecuadas para poner en valor el recurso hidrocarburífero, utilizando diseños experimentales, modelos matemáticos y/o cálculos.</p> <p>CE 1.2. Diseñar, calcular y proyectar la exploración y explotación de yacimientos de Petróleo y Gas, definiendo los alcances, la ingeniería básica y de detalle, la estrategia de ejecución, los costos asociados y los plazos de ejecución del proyecto, utilizando de manera efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; cumpliendo las normas y reglamentaciones correspondientes.</p> <p>CE 1.3. Diseñar, calcular y proyectar instalaciones de tratamiento, transporte, almacenaje y transformaciones de petróleo y gas y sus derivados, aplicando principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar con sentido crítico e innovador, con</p>	<p>CG-T. 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en los distintos ámbitos de su desempeño profesional.</p> <p>CG-T. 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería en petróleo.</p> <p>CG-T. 3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería en petróleo.</p> <p>CG-T. 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en petróleo.</p>	<p>CG-SPA. 1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.</p> <p>CG-SPA. 2. Comunicarse en forma oral y escrita con efectividad manejando el vocabulario técnico pertinente.</p> <p>CG-SPA. 3. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</p> <p>CG-SPA. 4. Aprender en forma continua y autónoma participando activamente en la elaboración de los propios trayectos de aprendizaje y reconociendo la necesidad de perfeccionarse permanentemente, en un contexto de cambio tecnológico donde es necesaria la formación durante toda la vida.</p> <p>CG-SPA. 5. Actuar con espíritu emprendedor detectando oportunidades en problemáticas inherentes a su especialidad.</p>

<p>responsabilidad profesional, compromiso social y ética.</p> <p>CE 2.1. Planificar, dirigir la ejecución de proyectos de exploración y explotación de yacimientos de Petróleo y gas y las instalaciones de tratamiento, transporte almacenaje y transformaciones de petróleo, gas y sus derivados, para la disponibilidad del recurso usando las capacidades físicas y técnicas pertinentes.</p> <p>CE. 2.2. Controlar proyectos de exploración y explotación de petróleo y gas y las instalaciones de tratamiento, transporte, almacenaje y transformaciones del petróleo, gas y sus derivados.</p> <p>CE 3.1. Verificar el funcionamiento, la condición de uso o estado de yacimientos de petróleo y gas y las instalaciones de tratamiento, transporte, almacenaje y transformaciones de petróleo, gas y sus derivados, aplicando técnicas y herramientas de acuerdo a normas específicas, regulaciones y otros requerimientos.</p> <p>CE 3.2. Detectar, evaluar, informar y proponer las acciones correctivas a los desvíos del relevamiento de un yacimiento de petróleo y gas y las instalaciones de procesamiento, usando las normas específicas, regulaciones y demás requerimientos.</p> <p>CE 3.3. Estimar y evaluar recursos y reservas de hidrocarburos, para su certificación, usando software y datos.</p> <p>CE 4.1. Proyectar y dirigir acciones tendientes al establecimiento de prioridades de prevención en lo referido a higiene, seguridad y control del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional, usando análisis de riesgo, respetando las normas legales del lugar donde desarrolle sus actividades profesionales.</p> <p>CE 4.2. Diseñar, implementar, supervisar y controlar sistemas de gestión apropiados para la sostenibilidad de las actividades de exploración, explotación, en armonía con todos los grupos de interés, seleccionando y utilizando las técnicas apropiadas bajo norma.</p> <p>CE 5.1. Asesorar en estudios de relevamientos, ubicación, nivelación y ponderación de yacimientos, selección de máquinas, aparatos e instrumentos relacionados con la actividad petrolera.</p> <p>CE 6.1. Desempeñar tareas profesionales en actividades complementarias y accesorias de la Industria, como petroquímica, generación y utilización del calor, alumbramiento y explotación de aguas subterráneas, dentro del ámbito de sus saberes.</p> <p>CE 7.1 Liderar y/o conformar equipos de trabajo, haciendo uso de las herramientas de gestión y comunicación adecuadas, incluyendo un segundo idioma, para lograr objetivos de desarrollo social y ambiental, en la comunidad en la cual realiza sus actividades, de manera sustentable.</p>		
---	--	--

**Expectativas de logro (del Plan de Estudios)**

- Interpretar los resultados proporcionados por las representaciones gráficas obtenidas mediante las operaciones de perfilaje utilizadas habitualmente en la industria.
- Conocer los principios de funcionamiento de las herramientas de perfilaje de pozos abiertos y entubados utilizadas habitualmente en la industria.
- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo
- Comunicarse con efectividad
- Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global
- Aprender en forma continua y autónoma y actuar con espíritu emprendedor.

**Contenidos mínimos (del Plan de Estudios)**

Perfiles a pozo abierto. Distintos tipos: resistivos, acústicos, radiactivos. Interpretación. Cálculo de saturación de agua. Correlaciones, escalas. Perfiles a pozo entubado: control de cemento, microsismograma, ultrasonido, impedancia, correlación, cuentacuplas, punzados. Distintos tipos. Interpretación. Perfiles especiales: Imágenes microresistivas y acústicos, resonancia magnética nuclear; perfil de carbono-oxígeno; resistivo a pozo entubado, Interpretación. Perfiles de producción, herramienta de análisis elemental (geoquímica), Nuevas herramientas.

**Correlativos (Saberes previos/ posteriores del Plan de Correlatividades)**

- Geología
- Física II

## 2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**RA1** Adquiera conocimientos de herramientas y conceptos físicos en la obtención de información para la evaluación de formaciones en pozos de petróleo y gas.

**RA2** Comprenda el PERFILAJE DE POZOS como una herramienta para aplicar y elaborar modelos que le permitan detectar la presencia de hidrocarburos en el subsuelo.

**RA3** Pueda analizar, interpretar y correlacionar todo tipo de registros o perfiles a pozo abierto y entubado con el fin de conocer las estructuras geológicas y la dinámica de fluidos en el subsuelo.

## 3. CONTENIDOS/SABERES (Organizados por unidades, ejes u otros)

### **UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN AL PERFILAJE.**

#### **1.A. El perfilaje de pozos**

Definición del Perfilaje de Pozos y descripción de sus componentes.

#### **1.B. Sistemas de perfilaje, herramientas de perfilaje, equipos de superficie.**

Distintos tipos de sistemas de medición, herramientas y equipos.

#### **1.C. Los distintos tipos de perfilaje, perfiles de pozos, imágenes de pozos.**

Variedad de perfiles de pozo

#### **1.D. Escalas de profundidad, escalas logarítmicas y lineales.**

Escala de medición en perfilaje.

#### **1.E. Ejemplos de registros y evaluaciones computadas.**

Ejemplos de perfiles.

#### **1.F. Almacenamiento de datos en memoria, cambios de formatos**

Sistema computado para adquisición y tratamiento de las mediciones.

#### **1.G. Control de calidad en Perfilaje.**

Aspectos a tener en cuenta en el control de calidad de un perfil.

**UNIDAD 2: DEFINICIÓN DE VARIABLES.**

**2.A. Resistividad del agua de formación.**

Determinación, medición y aplicación de la variable.

**2.B. Factor de formación.**

Definición, medición y aplicación de la variable.

**2.C. Volumen de arcilla.**

Definición, medición y aplicación de la variable.

**2.D. Saturación de agua.**

Definición, medición y aplicación de la variable.

**2.E. Resistividad de formación.**

Definición, medición y aplicación de la variable.

**2.F. Diámetro de invasión.**

Definición, medición y aplicación de la variable.

**2.G. Ecuación de Archie.**

Definición. Medición y aplicación de la variable.

**UNIDAD 3: PERFILES DE CORRELACIÓN.**

**3.A. El Potencial Espontáneo.**

Determinación del volumen de arcilla, cálculo de la resistividad del agua de formación, inferencia de capas permeables.

**3.B. El perfil de Rayos Gamma.**

Determinación del volumen de arcilla, inferencia de capas arenosas.

**3.C. Calibre del Pozo (Caliper).**

Cálculo de volúmenes anulares, identificación de presencia de cavernas y revoques.

**UNIDAD 4: PERFILAJE ELÉCTRICO Y ELECTROMAGNÉTICO.**

**4.A. El perfilaje eléctrico.**

Principios de medición, dispositivos normales, dispositivos laterales, herramientas enfocadas.

**4.B. El perfil de Inducción.**

Principios de medición, factor geométrico, Inducción de alta resolución, resolución vertical, efecto de capas adyacentes, perfiles de invasión, determinación de  $R_t$ .

### ***UNIDAD 5: EL PERFILAJE ACÚSTICO.***

#### ***5.A. Teoría de propagación de ondas acústicas.***

Generación de señal acústica, recorrido de las ondas en el pozo, el tren completo de ondas acústicas,

#### ***5.B. Perfiles de velocidad.***

Perfiles de velocidad con receptor único, compensación con dos o más receptores, herramientas de espaciamiento largo, sistemas de onda completa, Sistemas Dipolares.

#### ***5.C. Cálculo de la porosidad.***

Detección de fisuras por atenuación de ondas, detección de anisotropía, permeabilidad de Stoneley. Propiedades Mecánicas de las Rocas.

#### ***5.D. Imagen acústica circunferencial.***

Detección de fisuras y buzamiento de capas.

### ***UNIDAD 6: DETERMINACIÓN DE LA SATURACIÓN DE AGUA***

#### ***6.A. Modelo de Archie.***

Ecuación de Archie, cálculo del factor de formación, cálculo de  $S_w$  en arenas arcillosas, perfiles computados en arenas arcillosas.

### ***UNIDAD 7: EL PERFILAJE RADIOACTIVO***

#### ***7.A. El perfil de Rayos Gamma.***

Espectro electromagnético, efecto de absorción fotoeléctrica, producción de pares, efecto Compton, dispersión Rayleigh, la herramienta de rayos gamma, el detector de rayos gamma, espectroscopía de rayos gamma naturales.

#### ***7.B. El perfil de Densidad.***

Sección cruzada, fuente de emisión de rayos gamma, herramientas de un solo detector, sistema compensado de dos detectores, gráficos Espina – Costilla, factores que afectan la lectura de Densidad, Cálculo de la porosidad de Densidad, factor fotoeléctrico.

#### ***7.C. El Perfilaje Neutrónico.***

Pérdida de energía y difusión de los neutrones, fuente de emisión de neutrones, herramientas de espaciamiento largo, cálculo de la porosidad neutrón, Detección de gas. Herramienta de Neutrón pulsado. Herramienta de análisis elemental.

### **UNIDAD 8: DETERMINACIÓN DE LITOLOGÍAS**

#### **8.A. Análisis de Litologías Complejas,**

Densidad de matriz, gráficos Densidad – Neutrón, Densidad – Acústico, determinación de la Densidad de matriz aparente, cálculo de matriz en arenas, en calizas y en dolomitas, triángulos litológicos, cálculo de la porosidad total y efectiva a partir de las tres porosidades, modelos de permeabilidad a partir de la porosidad.

### **UNIDAD 9: EL PERFIL DE BUZAMIENTO**

#### **9.A. Sistema de orientación.**

Herramientas de 4 y 6 brazos, determinación de la inclinación del pozo, calculo TVD, determinación del Buzamiento y Rumbo de las capas.

#### **9.B. Perfil de imágenes micro eléctricas.**

Registros de imágenes micro eléctricas de alta resolución vertical, detección de fisuras, detección de capas finas.

### **UNIDAD 10: RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR**

#### **10.A. Perfil de Resonancia Magnética Nuclear.**

Principios físicos de medición, aplicaciones, Tiempos de relajación, distribución poral, efectos de viscosidad de fluidos, cálculo de permeabilidad.

### **UNIDAD 11: PRESIÓN DE FORMACIÓN**

#### **11.A. Determinación de la presión de la formación mediante ensayos con herramientas de cable.**

Modelo Drow down, modelo Buildup, Gráfica de Horner, cálculo de permeabilidad, gradientes de presión poral, Obtención de muestras de fluido.

#### **11.B. Testigos laterales convencionales y rotados a cable.**

Extracción de muestras de roca en el pozo con sistema de cable.

### **UNIDAD 12: PERFILAJE A POZO ENTUBADO**

#### **12.A. Herramientas acústicas para detección de adherencia de cemento.**

CBL, Microsismograma, contador de cuplas CCL, Rayos gamma de correlación, neutrón de correlación. CBL Radial.

**12.B. Impedancia acústica para evaluar adherencia de cemento.**

Herramienta de barrido acústico circunferencial de adherencia de cemento.

**12.C. Perfiles de corrosión.**

Evaluación de corrosión de la cañería del pozo.

**12.D. Perfiles de producción.**

Análisis de producción de pozos.

**12.E. Punzamiento de pozos.**

Tipos de cargas y cañones, efecto skin, punzamientos orientados.

**4. MEDIACION PEDAGOGICA (metodologías, estrategias, recomendaciones para el estudio)**

Las clases se desarrollarán con una relación inseparable entre teoría y práctica aplicada a situaciones reales de pozo elaborando trabajos prácticos en los que se propondrá la resolución de problemas reales a los que se enfrenta el Ingeniero de Petróleo

Se desarrollarán transversalmente temas relacionados con el Medioambiente y Seguridad en lo que al Perfilaje De Pozos e Industria del Petróleo conciernen y se deberá entregar un informe.

Se realizará una salida de campo a una empresa de Perfilaje para que el alumno conozca en la realidad cómo son las herramientas de perfilaje, los equipos y sistemas de medición y toma de datos y la operación de los mismos.

**5. INTENSIDAD DE LA FORMACION PRACTICA**

Ámbito de formación práctica	Carga horaria	
	Presencial	No presencial
Formación Experimental	15	
Resolución de problemas Abiertos de Ingeniería	15	
Actividades de proyecto y diseño	0	
Práctica profesional Supervisada	0	
<b>Carga horaria total</b>	<b>30</b>	

## 6. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se evaluarán saberes: “Conocer”, “Hacer” y “Ser” demostrados durante el cursado del espacio curricular,

### 6.1. Criterios de evaluación

SABER CONOCER.

- Capacidad de trabajo en equipo colaborativo
- Demuestra actitudes de liderazgo en tareas de equipo
- Utiliza correctamente la terminología específica de la disciplina y se comunica eficazmente en lengua oral y escrita en distintas situaciones (presentación de escritos, resolución de problemas, intervenciones en clases de consulta y presenciales, etc.)

SABER HACER: Procedimientos, Técnicas y Métodos. (Investigación, habilidades)

- Aplicación adecuada de procedimientos, técnicas y métodos a la resolución de los problemas específicos del campo profesional, vinculados al Perfilaje de Pozos

SABER SER: Liderazgo, trabajo en equipo, expresión oral y escrita, comunicación, etc. y competencias relacionadas a las capacidades sociales, en conjunto con prácticos o proyectos relacionados con el

### Condiciones de regularidad

Para acceder a la condición de ALUMNO REGULAR en el espacio curricular, el alumno debe:

- 1- Cumplir con el 80% de la asistencia a las clases teórico-prácticas.
- 2- Cumplir con la realización de la totalidad de los trabajos prácticos. (JTP: Ing. Luis Arce)
- 3- Entregar el informe del tema de medioambiente.
- 4- Aprobar dos evaluaciones parciales con no menos del 60%. (o sus correspondientes recuperatorios) o un tener como promedio final entre las evaluaciones parciales, no menor del 60%.

### 6.2. Condiciones de promoción

Para acceder a la promoción de la cátedra, el alumno debe:

- a) Cumplir con la asistencia del 80% a las clases teórico-práctica.
- b) Cumplir con la realización de los Trabajos Prácticos.
- c) Aprobar las evaluaciones parciales con no menos de 70%.
- d) Tener como promedio final entre las evaluaciones parciales, no menos del 70%.
- e) Haber presentado el informe de medioambiente.
- f) Solamente lograrán la promoción, los alumnos regulares con correlativas al día. (caso contrario deberán rendir examen final en las mesas regulares)

### 6.3. Régimen de acreditación para

#### ▪ Promoción directa:

El estudiante en condición de acceder a la Promoción Directa obtendrá la acreditación (Nota final del espacio curricular) de la siguiente manera:

- Evaluaciones parciales: 35% de la calificación final
- Actividades Prácticas: 30 % de la calificación final
- Informe: 25% de la calificación final
- Asistencia: 10 % de la calificación final
- La última evaluación parcial tendrá carácter de integradora donde los alumnos deben demostrar los saberes que adeudan.

#### ▪ Alumnos regulares:

El estudiante que haya alcanzado la condición de alumno regular, pero no haya promocionado el espacio curricular, deberá presentarse a rendir examen final, en cualquiera de las mesas regulares establecidas a tal fin por calendario académico.

El examen será oral.

#### ▪ Alumnos libres

**A.** Estudiante libre en el espacio curricular por no haber cursado la asignatura.

**B.** Estudiante libre en el espacio curricular por insuficiencia; *es decir, haber cursado la*

*asignatura, y haber aprobado actividades específicas del espacio curricular y no haber cumplido con el resto de las condiciones para alcanzar la regularidad.*

**C.** Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR) por vencimiento de la vigencia de la misma y no haber acreditado la asignatura en el plazo estipulado.

**D.** Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR), por haber rendido CUATRO (4) veces la asignatura, en condición de estudiante regular, sin lograr su aprobación.

Al finalizar el cursado, el estudiante obtendrá una de las siguientes condiciones acorde a su desempeño:

- Promocionó.
- Regularizó.
- Libre.
- Abandonó.

Los alumnos en calidad de libres, deben cumplimentar la reglamentación de evaluaciones, especificadas anteriormente, para poder rendir el examen final del espacio curricular.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Titulo	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
Open Hole Log Analysis and Formation Evaluation	Richard M. Bateman		1985		
Cased Hole and Production Log Evaluation.	James J. Smolen.		1996		
Perfil de Buzamiento	Grisel Jiménez Soto	Universidad Mayor de San Andrés	2012		
Principales Registros de Perfiles a Pozo Abierto	Néstor Vitulli	Universidad Nacional de Salta			
Interpretación de Perfiles de Producción	Hugo Lazarde		2004		
Registros Geofísicos para el Control del Estado Técnico de los Pozos Petroleros	Pablo Armanto Topes				
Cased Hole Log Analysis and Reservoir Performance Monitoring	Richard M. Bateman		<b>2014</b>		

### 7.1. Recursos digitales del espacio curricular (enlace a aula virtual y otros)

- Base de datos electrónica de perfiles.
- Computadora con puerto USB.
- Proyector digital para uso de Power Point
- Buena Conexión a internet

## 8. FIRMAS

V°B° DIRECTOR/A DE CARRERA  
Fecha

DOCENTE RESPONSABLE A CARGO  
Fecha