

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Recuperación Secundaria y Mejorada
Clave de la asignatura:	PED-1027
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Petrolera

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta materia permite comprender las leyes físicas que gobiernan el flujo de fluidos en medios porosos y aplicarlos en los sistemas de recuperación del petróleo, lo que permitirá maximizar la obtención de hidrocarburos recuperados y por ende, un mayor beneficio económico. Se conocerá cual es la importancia de lograr una recuperación secundaria y mejorada de los hidrocarburos.

Teniendo el conocimiento de porque es importante esta asignatura, se procederá a realizar balances de materia y energía en medios porosos. Será necesario también definir el comportamiento de las fases cuando interactúan entre si y cuáles son las variables que le pueden afectar a esta interacción.

Con estos conocimientos, se podrá abordar los diferentes métodos de recuperación secundaria, que incluyen a los métodos térmicos, químicos, entre otros.

Intención didáctica

La finalidad de la estructura del presente temario es que el alumno conocerá los procesos de recuperación secundaria del petróleo, así como de hidrocarburos individuales. Por este motivo, la materia se ha dividido en ocho temas.

En el primer tema, se da una introducción a la necesidad de recuperación de hidrocarburos, así como cual es el futuro de esta área dentro de la industria petrolera.

En el segundo tema se introduce al balance de materia y energía en sistemas porosos, por lo cual en esta unidad el alumno deberá realizar resolución de problemas aplicados a estos sistemas.

En el tercer tema, se analiza que es la petrofísica, su aplicación en la industria petrolera.

Se define, el comportamiento de fases en fluidos petroleros.

En el cuarto tema, el alumno conocerá y analizará los diferentes tipos de métodos de desplazamiento de hidrocarburos en los yacimientos. Se analiza, algunos conceptos básicos en la operación de desplazamiento.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En el quinto tema, se define y analizan algunas técnicas de barrido, las cuales son aplicable dentro de la industria petrolera para la recuperación de hidrocarburos.

En el sexto tema, se analizan los métodos térmicos de recuperación.

Para la séptimo tema, se abarcan los métodos químicos de recuperación, incluyéndose los solventes, y los polímeros.

En el octavo tema se definen métodos alternativos para la recuperación secundaria de hidrocarburos, tales como, inyección de gas, de espumas, de soluciones alcalinas y de surfactantes.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta del 10 al 14 de agosto de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Coatzacoalcos, Minatitlán, Poza Rica y Venustiano Carranza.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Petrolera y Gastronomía.
Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica del 22 al 26 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Coatzacoalcos, Minatitlán, Poza Rica, Tantoyuca y Venustiano Carranza.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Informática e Ingeniería Petrolera.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cerro Azul, Coatzacoalcos, Cosamaloapan, Huimanguillo, La Chontalpa, Poza Rica, Tantoyuca, Villa La Venta.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Comprende los diferentes mecanismos que se presentan en el flujo de medios porosos, así como los diferentes sistemas de recuperación de hidrocarburos con el objetivo de maximizar el valor económico de los yacimientos.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Elabora, interpreta y supervisa planos de la ingeniería petrolera. • Realiza balances de materia y energía. • Aplica la ley de los gases ideales en la solución de problemas. • Aplica las leyes de los gases reales en la solución de problemas. • Aplica el concepto de equilibrio de fases en diferentes sistemas. • Identifica las propiedades de los fluidos petroleros.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1. Introducción a la recuperación incremental de hidrocarburos. 1.2. Necesidad de recuperación secundaria y mejorada. 1.3. Clasificación de sistemas de recuperación. 1.4. El futuro de la recuperación secundaria y mejorada.
2	Ecuaciones básicas para flujo de fluidos en medios porosos	2.1 Conservación de materia 2.2 Conservación de energía
3	Conceptos petrofísicos y del comportamiento de fases	3.1 Petrofísica 3.2 Comportamiento de fases
4	Eficiencia de desplazamiento	4.1 Definiciones. 4.2 Desplazamiento inmisible. 4.3 Control de calidad de los fluidos a inyectar. 4.4 Disipación en desplazamientos inmiscibles. 4.5 Desplazamiento miscibles ideales. 4.6 Disipación en desplazamientos miscibles ideales. 4.7 Teoría del flujo fraccional.
5	Eficiencia volumétrica	5.1 Definiciones 5.2 Eficiencia de barrido areal 5.3 Heterogeneidad 5.4 Desplazamientos sin comunicación vertical 5.5 Equilibrio vertical 5.6 Combinación de eficiencias de barrido

		5.7 Fenómenos de inestabilidad
6	Métodos de recuperación térmica	6.1 Definiciones 6.2 Inyección continua de vapor 6.3 Inyección cíclica de vapor 6.4 Inyección de agua caliente 6.5 Combustión in-situ a baja temperatura
7	Métodos químicos de recuperación.	7.1 Definiciones 7.2 Inyección de solventes 7.3 Inyección de polímeros
8	Otros métodos de recuperación de hidrocarburos	8.1 Definiciones 8.2 Inyección de gas 8.3 Inyección de espumas 8.4 Inyección de soluciones alcalinas 8.5 Inyección de surfactantes

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Introducción	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce el concepto de recuperación de hidrocarburos para aplicarlo en dicho proceso.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar lluvia de ideas de la recuperación de hidrocarburos. Elaborar un cuadro sinóptico de la recuperación secundaria y mejorada. Realizar una clasificación general de los sistemas de recuperación.
Ecuaciones básicas para flujo de fluidos en medios porosos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce la ecuación de continuidad para usarlo en los sistemas de recuperación.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar problemas de balances de materia a sistemas petroleros. Realizar problemas de balances de energía a sistemas petroleros.
Conceptos petrofísicos y del comportamiento de fases	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce los conceptos de petrofísica y del comportamiento de fases para equilibrarlas.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigación documental. Representar mediante diagramas binarios, ternarios y cuaternarios el equilibrio de fases.

Eficiencia de desplazamiento	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce los principales tipos de rocas en los yacimientos petroleros para definir y clasificar las trampas en los yacimientos petroleros.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigar los tipos de roca en los yacimientos petrolera.
Eficiencia volumétrica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conocer los conceptos de eficiencia volumétrica, heterogeneidad, desplazamiento y equilibrio vertical para controlar la calidad de los fluidos a inyectar.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigar documental. Resolución de problemas. Elaborar mapas mentales sobre eficiencia, heterogeneidad, desplazamiento, equilibrio vertical.
Métodos de recuperación térmica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conocer los métodos de inyección continua de vapor, cíclica del vapor y de agua caliente y métodos de combustión in-situ para realizar la recuperación de hidrocarburos en un proceso específico.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigar los métodos de recuperación térmica Para un proceso específico, aplicar el método térmico apropiado para la recuperación de los hidrocarburos.
Métodos químicos de recuperación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conocer los métodos químicos, de solventes e inyección de polímeros para utilizar el adecuado en la recuperación de los hidrocarburos.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigar los métodos de recuperación químicos. Para un proceso específico, aplicar el método químico apropiado para la recuperación de los hidrocarburos.

Otros métodos de recuperación de hidrocarburos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conocer los métodos alternativos para utilizar el adecuado en la recuperación de los hidrocarburos.</p> <p>Genéricas: Aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los métodos de recuperación alternativos. • Para un proceso específico, aplicar el método químico apropiado para la recuperación de los hidrocarburos.

8. Práctica(s)

- Clasificación de sistemas de recuperación
- Balance de materia y energía en un medio poroso
- Elaboración de un diagrama binario para un sistema de hidrocarburos
- Elaboración de un diagrama ternario para un sistema de hidrocarburos
- Identificación de hidrocarburos miscibles e inmiscibles
- Recuperación de hidrocarburos a partir de un método térmico.
- Recuperación de hidrocarburos a partir de un método químico.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, exámenes escritos, portafolio de evidencias, reporte de prácticas, exposiciones en clase.

Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: listas de cotejo, listas de verificación, guías de observación y autoevaluación.

11. Fuentes de información

1. Lake, L. W. *Enhanced Oil Recovery*. E.U.A Prentice Hall, 1989
2. Craft B.C. & Hawkins M. (1991), *Applied Petroleum Reservoir Engineering*. E.U.A Prentice Hall.
3. Smith C.R. , Tracy G.W & Farrar R. L., (1992), *Applied Reservoir Engineering Vol. I y II*. E.U.A Oil and Gas Consultant International Inc.
4. Craig Jr. F.F, (1993). *Reservoir Engineering Aspects of Water Flooding*. E.U.A Society of Petroleum Engineers.