FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires

Planificaciones

7622 - Fundamentos de la Ing. de Reservorios

Docente responsable: SAVIOLI GABRIELA BEATRIZ

OBJETIVOS

Esta asignatura estudia el movimiento de fluidos (petróleo, gas y agua) en la roca-reservorio hacia los pozos productores. Su objetivo es la estimación de las reservas originales y recuperables de hidrocarburos. Con este fin se presentan las propiedades de los fluidos y de la roca, se analizan los mecanismos de drenaje y se determina la recuperación primaria de petróleo y gas. Luego de haber completado con éxito este curso, el alumno será capaz de: - Calcular las reservas "in situ". - Conocer, aplicar y evaluar la validez de los datos de los modelos matemáticos de reservorios. - Utilizar las ecuaciones de Darcy para estimar el caudal de producción y el índice de productividad. - Entender los mecanismos de drenaje que posibilitan la producción primaria de petróleo y gas. - Realizar previsiones de producción primaria. - Interpretar la incertidumbre y el rango de validez en las previsiones de producción primaria debidas a la heterogeneidad del reservorio, a la escasez y al error en los datos y a las limitaciones de los modelos matemáticos utilizados. - Entender la moderna metodología para acotar la incertidumbre en los resultados: análisis de sensibilidad a los datos, ajustes de la historia de producción, y actualización permanente de las predicciones.

CONTENIDOS MÍNIMOS

-

PROGRAMA SINTÉTICO

I-CONCEPTOS BASICOS: Cálculo del petróleo "in-situ". Gradientes de presión en el reservorio. El factor de recuperación. II- PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS: Comportamiento de fase de hidrocarburos puros. Parámetros PVT. Determinación de los parámetros PVT en el laboratorio. III- PROPIEDADES DE LA ROCA Y DEL SISTEMA ROCA-FLUIDO: Porosidad. Permeabilidad. El experimento de Darcy. Saturación de fluidos. Mojabilidad de la roca. Distribución de fluidos. Tensión superficial. Presión capilar. Relación entre presión capilar y saturación. Métodos de medida. IV- FLUJO ESTACIONARIO-APLICACIONES DE LA ECUACION DE DARCY: El potencial de un fluido. Flujo radial estacionario. Indice de productividad. Factor de daño. Flujo bifásico. Permeabilidades relativas. Histéresis. Métodos de medición. V- ENERGIA NATURAL DEL RESERVORIO-MECANISMOS DE DRENAJE: Energía del gas en solución y del casquete gasífero. Energía del acuífero. Energías combinadas y otras fuentes de energía. VI-PREVISIONES DE PRODUCCION PRIMARIA MEDIANTE EL BALANCE DE MATERIALES: El balance de materiales en reservorios gasíferos: sin y con entrada de agua. Forma general del balance para un reservorio petrolífero. Cálculo del petróleo original. Cálculo de las permeabilidades relativas al gas y al petróleo a partir de datos de producción. Previsiones de producción para reservorios petrolíferos con empuje gasífero y casquete de gas. Previsiones de producción para reservorios con una acuífera natural activa. Indices de productividad. Curvas IPR. Pronósticos de producción en función del tiempo. VII- PREVISIONES DE PRODUCCION PRIMARIA MEDIANTE LAS CURVAS DE DECLINACION: La velocidad de declinación. La declinación hiperbólica y sus casos límites: la declinación exponencial y la declinación armónica.

PROGRAMA ANALÍTICO

I-CONCEPTOS BASICOS: I.1 - Introducción. I.2 - Trampas de hidrocarburos. I.3 - Cálculo del petróleo "in-situ".I.4 - Presión en el reservorio. I.5 - Gradientes de presión en las zonas petrolífera y gasífera. I.6 - Temperatura en el reservorio. I.7 - Factor de recuperación: la recuperación primaria.
II- PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS: II.1- Los fluidos del reservorio - su clasificación. II.1.1- Agua. II.1.2- Petróleo. II.1.3- Gas. II.2- Comportamiento de fase de los hidrocarburos. II.2.1- Hidrocarburo puro .II.2.2- Mezcla de dos hidrocarburos. II.2.3- Petróleo negro. II.2.4- Gas condensado. II.2.5- Gas seco y húmedo. II.3- Propiedades de los gases. II.3.1- El diagrama de Standing y Katz. II.3.2- Cálculo de Z mediante programas de computadora basados en ecuaciones de estado. II.4- Propiedades del petróleo. Parámetros PVT. II.4.1- Factor del volumen del petróleo. II.4.2- Factor del volumen del gas. II.4.3- Factor del volumen del agua. II.4.4- Relación gas-petróleo. II.5- Estimación de los parámetros PVT. Fuentes de datos. II.6- Medición de los parámetros PVT en el laboratorio. II.6.1- Obtención de la muestra. II.6.2- Expansión en equilibrio y diferencial. II.6.3- Metodología recomendada. Ejemplo. II.6.4- Conversión de los resultados a las condiciones de operación de yacimiento. II.7- Análisis experimental completo de las propiedades de los fluidos. II.8- Ejercicio de aplicación.
III- PROPIEDADES DE LA ROCA Y DEL SISTEMA ROCA-FLUIDO: III.1- Porosidad. III.2- Permeabilidad. III.2.1- El experimento de Darcy. III.2.2- Permeabilidad. Dimensiones y unidades. III.2.3- Factores que afectan la permeabilidad. III.2.4- Restricciones a la ecuación de Darcy. Efecto Klinkemberg. III.2.5- Anisotropía e inhomogeneidad en la permeabilidad. III.2.6- Distribución de permeabilidades y porosidades. Un enfoque estadístico III.2.7- Relación entre porosidad y permeabilidad. III.3- Mojabilidad. III.4- Tensión superficial. III.5- Presión capilar. III.5.1- Angulo de contacto. III.5.2- Ascenso de fluido en un tubo capilar. III.5.3- Presión capilar en el reservorio. Saturación de fase. III.6- Distribución de fluidos en la roca.
IV- FLUJO ESTACIONARIO-APLICACIONES DE LA ECUACION DE DARCY: IV.1- El potencial y la presión de referencia. IV.2- Flujo monofásico incompresible. IV.2.1- Flujo lineal a lo largo de un plano inclinado. IV.2.2- Flujo radial hacia el pozo. IV.3- Daño en el pozo .IV.4- Indice de productividad. IV.5- Flujo monofásico

compresible. Medición de la permeabilidad. IV.6- Flujo bifásico .IV.6.1- Saturación connata de agua. IV.6.2- Desplazamiento de petróleo por gas .IV.6.3- Desplazamiento de petróleo por agua. IV.6.4- Saturación residual de petróleo. IV.7- Permeabilidades efectivas y relativas.
V- ENERGIA NATURAL DEL RESERVORIO-MECANISMOS DE DRENAJE: V.1- Energía del gas en solución. V.2- Energía del casquete gasífero. V.3- Energía del acuífero .V.4- Energías combinadas y otras fuentes de energía.
VI-PREVISIONES DE PRODUCCION PRIMARIA MEDIANTE EL BALANCE DE MATERIALES: VI.1- Balance de materiales en yacimientos de gas. VI.2- Balance de materiales para la expansión monofásica de petróleo. VI.3- Balance de materiales con liberación de gas. VI.4- Balance de materiales con invasión de gas y/o agua. VI.5- Inclusión del cambio en el volumen poral en el balance de materiales. VI.6- Dificultad en la aplicación de los balances de materiales. VI.6.1- Desconocimiento de los parámetros PVT del reservorio. VI.6.2- Aplicación en reservorios de petróleo volátil. VI.6.3- Precisión de los datos de producción. VI.6.4- Medición de las permeabilidades relativas. VI.6.5- Exactitud de los datos de presión del reservorio. VI.7- Predicción del comportamiento de reservorios con empuje de gas. VI.7.1- Comportamiento de la relación gas-petróleo. VI.7.2- Método de Schilthuis. VI.7.3- Estimación de las permeabilidades a partir de la historia de producción. VI.7.4- Método de la línea recta. VI.8- Predicción del comportamiento de reservorios con empuje del acuífero VI.9 - Caudal de producción: IPR (inflow-performance relationship). VI.9.1- Algunas aplicaciones de las curvas IPR. VI.9.2- Efecto de la relación gas-petróleo en las curvas IPR. VI.9.3- Efecto de la relación agua-petróleo en las curvas IPR VI.10- Expresiones analíticas del IPR. VI.10.1- Ecuaciones teóricas. VI.10.2- Ecuación de Vogel. VI.10.3- Ecuación de Fetkovich. VI.10.4- Comparación y combinación de las ecuaciones IPR. VI.11- Ley de extracción. VI.12- Pronóstico de producción en función del tiempo.
VII- PREVISIONES DE PRODUCCION PRIMARIA MEDIANTE LAS CURVAS DE DECLINACION: VII.1- La velocidad de declinación. VII.2- La declinación exponencial. VII.2.1- Ecuaciones. VII.2.2- Determinación de la producción acumulada. VII.3- La declinación hiperbólica .VII.3.1- Ecuaciones. VII.3.2- Determinación de la producción acumulada.

BIBLIOGRAFÍA

1.Archer, J. S. and Wall, C. G., “Petroleum Engineering - Principles and Practice”, Graham & Trotman, 1986.
2.Bidner, M. S., “Propiedades de la Roca y los Fluidos en Reservorios de Petróleo”, Eudeba, 2001.
3.Bidner, M. S., “Fundamentos de Ingeniería de Reservorios”, apuntes de clase, 1993.
4.Brown, R. E., “The Technology of Artificial Lift Methods” Vol 4, Penwell Publishing co., 1984.
5.Callol. G. y Rosbaco, J., “Ingeniería de Reservorios”, apuntes de clase, Instituto del Petróleo. Facultad de Ingeniería. U. Buenos Aires.
6.Caudle, B.H., “Fundamentals of Reservoir Engineering”, Lecture Notes for a video tape Course, SPE- AIME, 1967.
7.Clark, N.J., “Elements of Petroleum Reservoir”, Lecture notes for a videotape course, SPE- AIME, 1967.
8.Dake, L. P., “Fundamentals of Reservoir Engineering”, Elsevier, 1978.
9. Dake, L. P., “The practice of reservoir engineering", Elsevier, 1994.
10. Gray, F., “Petroleum production for the non-technical person", PennWell Publishing Company, 1991.
11.Mendoza, E., Paradiso, A., Rosbaco, J. y otros, “Obtención y Utilización de las curvas de Permeabilidad Relativa”, Instituto Argentino del Petróleo, 1989.
12.Muskat, M. “Principles of Oil Production”, Mc. Graw Hill, 1949.
13.Nind, T.E. W., “Principles of Oil well Production”, Mc. Graw- Hill Book Co., 1964.
14.Pirson, S.J., “Oil Reservoir Engineering” Mc.Graw- Hill Book Co., 1958.
15.Slider, H.C., “Practical Petroleum Reservoir Engineering Methods”, The Petroleum Publishing Co., 1976.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

El curso se desarrolla en clases teórico-prácticas interactivas. Se utilizan medios audiovisuales y se busca generar seminarios de discusión

Modalidad de Evaluación Parcial

La evaluación del aprendizaje se efectúa por medio de un parcial escrito teórico-práctico. La aprobación se obtiene con un 60 % del exámen correcto.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 11/03 al 16/03	Presentación e Introducción de la Materia					1.-3., 6.-7., 10.
<2> 18/03 al 23/03	Unidad I	Unidad I				1.,2.,5.
<3> 25/03 al 30/03	Unidad II Feriado 24/3	Unidad I				1., 2. , 7., 8.
<4> 01/04 al 06/04	Unidad II Feriado 2,5,6/4	Unidad II				1., 2. , 7., 8.
<5> 08/04 al 13/04	Unidad III	Unidad II				1., 2. , 5., 7., 8.
<6> 15/04 al 20/04	Unidad III	Unidad III				1., 2. , 5., 7., 8.
<7> 22/04 al 27/04	Unidad III y Unidad IV	Unidad III				1., 2. , 5., 7., 8., 15.
<8> 29/04 al 04/05	Unidad IV Feriado 30/4 y 1/5	Unidad III				1., 2. , 5., 7., 8., 15.
<9> 06/05 al 11/05	Unidad IV	Unidad IV				1., 2. , 5., 7., 8., 11., 15.
<10> 13/05 al 18/05	Unidad V	Unidad IV Repaso				1., 2., 3. , 5., 7., 8.,9. 10. 11., 15.
<11> 20/05 al 25/05	Repaso y Parcial Feriado 25/5	Repaso y Parcial				1., 2. , 5., 7., 8., 9., 11., 15.
<12> 27/05 al 01/06	Unidad VI	Unidad VI				1., 3., 5., 9., 14., 15.
<13> 03/06 al 08/06	Unidad VI Recuperatorio	Unidad VI Recuperatorio				1., 3., 5., 9.,14., 15.
<14> 10/06 al 15/06	Unidad VI	Unidad VI				3., 9., 11., 12., 13., 14., 15.
<15> 17/06 al 22/06	Unidad VII Feriado 20/6	Unidad VI Unidad VII				3., 9.,11., 12., 13., 14., 15.
<16> 24/06 al 29/06	Unidad VII Repaso	Unidad VII				3., 9., 11., 12., 13., 14., 15.

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	11	23/05	10:00	
2º	13	06/06	10:00	
3º	16	29/06	10:00	
4º				
Otras observaciones				
Las fechas propuestas son tentativas				