

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo			
P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA			
Asignatura:	PERFORACIÓN II		
Profesor Titular:	Ingº RODRIGUEZ, Claudio Fabián		
Carrera:	Ingeniería de Petróleos		
Año: 2023	Semestre: 7º	Horas Semestre: 75	Horas Semana: 5

A. FUNDAMENTACIÓN

El nuevo profesional deberá estar preparado para desarrollar su actividad y obtener resultados interpretando la realidad de la región, del país y su inserción en el mundo del petróleo.

Su actividad profesional se llevará a cabo en áreas fundamentalmente técnicas, sin descuidar la correcta administración de los recursos utilizados, el impacto social causado y el cuidado del medioambiente. Esto implica que debe ser una persona de bien y poseer una sólida formación técnica en lo referente a planificación, estudios, proyectos, operación y control de equipos de perforación y la programación del pozo, compatible con el equipamiento seleccionado, teniendo en cuenta la faz económica, de higiene y seguridad, de gestión ambiental y de gerenciamiento de la operacion.

La Universidad debe aportar herramientas que lo conviertan en un profesional con solvencia para afrontar con éxito los problemas surgidos durante la perforación del pozo y debe preparar al ingeniero no solo para saber, sino para saber hacer "cuándo, cómo y dónde" aplicar sus conocimientos, técnicas y habilidades para generar las soluciones.

Esta asignatura está destinada a formar a los futuros profesionales en las técnicas para comprender y aplicar los criterios de selección de equipamiento y la programación del trabajo en la perforación del pozo, desarrollando la capacidad del uso de software específico, catálogos y cálculos de ingeniería aplicables.

B. EXPECTATIVAS DE LOGRO

Adquirir conocimientos sobre las máquinas, materiales, herramientas, insumos y operaciones utilizadas para la entubación, cementación, terminación y reparación de pozos petroleros.

Adquirir conocimientos de las máquinas, materiales, herramientas, insumos y operaciones utilizadas para la perforación de pozos desviados y horizontales.

Capacidad para diseñar operaciones de entubación, cementación, terminación y reparación de pozos petroleros.

Capacidad de seleccionar y dimensionar los equipos e insumos necesarios para entubar, cementar, terminar y reparar pozos petroleros.

Capacidad para programar y dirigir las operaciones necesarias para entubar, cementar, terminar y reparar pozos petroleros.

C. CONTENIDOS MINIMOS

Pozos desviados, horizontales. Técnicas, entubaciones. Operación. Accesorios. Diseños. Cementación. Control de pozos. Surgencias. Prevenciones. Terminación y reparación de

pozos. Equipos, programas. Procedimientos y técnicas de perforación. Operaciones Especiales

OBJETIVOS

Que el alumno se capacite para trabajar en los equipos de perforación, terminación y reparación de pozos en reservorios convencionales y No Convencionales y dirigir la operación de los mismos.

CONTENIDOS

UNIDAD 1: SURGENCIAS

- Presiones de formación. Normal. Anormal. Geopresurización. Tectonismo. Determinación de presiones anormales. Presión hidrostática. Presión de circulación. Presión reducida. Densidad equivalente de circulación. Presión dinámica.
- Causa de las surgencias. Manifestaciones. Como evitar descontroles. Inversión de presiones. Detección de una surgencia.
- Prueba de integridad de formación. Llenado de pozo. Métodos. Cerrado del pozo. Razones. Problemas.
- Acción ante una surgencia. Perforando. Durante una maniobra. Lectura de presiones. Densidad de ahogo.
- Métodos de ahogo. Método de las dos circuladas. Método de una circulada. Cálculos. Ejemplos.
- Equipos de control. Válvula anular. Válvula a exclusas, tipos componentes. Rango de operaciones. Funcionamiento. Válvulas de control interior, tipos, características. Válvula. HCR. Acumulador. Manifold. Choque Manifold. Desgasificadores, tipos, funcionamiento. Copa de prueba. Válvula rotativa. Disposiciones de Bop.

UNIDAD 2: EVALUACIÓN DE FORMACIONES.

- Perfiles de pozo. Breve descripción y aplicación de cada uno de ellos. Interpretación
- Extracción de testigos de formación. Testigos laterales. Tipos. Coronas saca testigos. Descripción. Operación. Cabezas cortadoras.
- Ensayo de capas a pozo abierto. DST. Herramientas de ensayo. Descripción. Desarrollo de la operación. Interpretación de la carta registradora.

UNIDAD 3: ENTUBACIONES.

- Objetivo de las entubaciones. Tipos de cañerías. Clasificación. Características.
- Caños de entubación. Fabricación, aceros, uniones, capacidades, calibrado.
- Esfuerzos que soporta la cañería. Coeficientes de seguridad. Cálculos. Programas de entubación. Procedimiento operativo de una entubación. Entubación de liner. Entubación de cañerías perdidas.
- Elementos accesorios: zapatos, tipos. Collares, tipos. Dispositivos de cementación en etapas: descripción de la operación, componentes. Centralizadores. Colgadores. Rascadores. Turbolizadores. Retenedores.
- Planillas de entubación. Control de llenado. Torque de ajuste: procedimientos. Llaves de ajuste. Calculo de diseño de entubaciones a través de software Utilización y aplicación de cañerías de ERFV (Epoxi reforzado fibra vidrio) en pozos petroleros
- Armadura de boca de pozo: tipos. Características. Pruebas de ensayo. Rangos de presión. Componentes: cuñas, empaquetaduras secundarias, aros válvulas.

UNIDAD 4: CEMENTACIONES.

- Objetivo de la cementación primaria. Operación. Consideraciones a tener en cuenta.
- Características de las lechadas. Determinación de agua libre. Relación agua-cemento. densidad de la lechada, rendimiento.
- Propiedades físicas de la lechada: bombeabilidad. Resistencia a la compresión. Normas de ensayos API. Pérdida de agua. Reología. Permeabilidad. Adherencia.
- Composición química de los cementos usados en la industria petrolera. Clasificación API.
- Cementación de cañerías, liner, tapones de cemento. Operativa, programas, cálculos, herramientas, equipos. ,
- Uso de colchones lavadores y removedores, tipos, funciones. Uso de aditivos. Características. Propiedades. Programas, cálculos. Herramientas. Equipos.

UNIDAD 5: TERMINACIÓN DE POZOS .

- Definición: descripción de las subetapas puestas en juego.
- Objetivos: según el tipo de pozo, correlación con pozos vecinos, estrategias.
- Programación: selección del equipo, operaciones, definir ensayos, tipos de herramientas a usar.
- Elementos tubulares: características, solicitudes, especificaciones.
- Operaciones, tipos: calibración, punzado, análisis de la calidad de las cementaciones.
- Prueba de hermeticidad de cañerías y cabezales.
- Estudios: pistoneo, perfiles, prueba de inyección. Ensayo de pozos.
- Herramientas: calibradoras, de ensayo, recuperables, reperforables
- Equipos: descripción, diseño, funcionamiento, capacidades, rangos.
- Fluidos de terminación: base agua-dulce, salada, base petróleo, filtración.

UNIDAD 6: REPARACION DE POZOS- OPERACIONES ESPECIALES.

- Cementaciones correctivas: cementaciones a presión, cementaciones con circulación, motivos, elementos a usar, operativa.
- Tapones de cemento . Clases: Punta lisa y Plunger catcher. Técnicas y operativa. Abandono de pozos. Legislacion resolución 5/96. Operativa y equipamiento
- Reparación de Casing: Casing Patch, operativa y herramientas. Casing Expandible
- Coiled tubing: descripción del equipamiento, operación, usos, capacidades.
- Pozos inyectoras: su función, selección, instalación interior del pozo, instalación de superficie, simples y selectivos, materiales, su armado, secuencia de las operaciones, funcionamiento.
- Estimulaciones hidráulicas y acidas. Aplicación, operativa y equipamiento,
- Coiled Tubing Drilling. Aplicaciones. Equipamiento y operativa
- Casing Drilling. Aplicación y equipamiento
- Unidad de Snubbing. Descripción y aplicación. Operativa

UNIDAD 7 – PERFORACION EN RESERVORIOS NO CONVENCIONALES

Técnicas particulares aplicables a este tipo de reservorio. Arquitectura y diseño de entubación para este tipo de pozos. Utilización de packers especiales y camisas cementadas. Pozos slim hole. Pozos monobore. Perforación en desbalance UBD (Underbalanced Drilling), Gerenciamiento y Manejo de presiones MPD (Management Pressure Drilling) . Fundamentos de cada técnica, equipamiento usado, selección y operación. Pozos Multipad. Equipos de perforación con sistema de desplazamiento unidireccional y bidireccional. Control y monitoreo de las variables de la perforación para obtener el control operativo del pozo. Geonavegacion. Aplicación y fundamentos de la técnica. Lodos especiales usados . Cementación por contrapresión en el espacio anular, técnica y operativa.

UNIDAD 8 – COMPLETACION DE POZOS DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES

Metodología aplicable. Técnicas de punzado, fracturas y cegado de horizontes productivos en forma secuencial. Metodología "plug and perf" y "Jetting and Frac" Secuencia operativa, selección de tapones reperforables. Uso de tapones solubles. Operación de camisas cementadas. Metodo Kick Point. Diseño y selección de fluidos de fractura y agentes de sostén para las fracturas de múltiples etapas. Fluido de completación post fractura y acondicionamiento del pozo para su producción. Equipamiento usado, selección y descripción del mismo. Programas de trabajo tipo. Cabezas de pozo. Partes componentes . Puesta en producción del pozo.

UNIDAD 9: POZOS DESVIADOS.

- Desviación de la vertical. Clasificación. Verticalización. Sidetracking. Perforación direccional controlada.
- Verticalización. Control. Problemas que ocasiona la desviación. Causas "Patatas de Perro". Ojos de Llave". Canaletas.
- Mecanismos de la desviación. Fuerza pendular. Fuerza desviadora. Longitud activa. Rigidez. Técnica de la verticalización. Péndulo. Pozo empaquetado. Variaciones.
- Sidetrack. Ejecución. Causas.
- Perforación direccional controlada. Tipos. Información requerida. Herramientas utilizadas. Instrumentos de medición. Tipos Funcionamiento. Motores de fondo. Tipos. Funcionamiento. Descripción. Tablas. Curvas de rendimiento. Estabilizadores. Tipos. Cuñas desviadoras MWD. Tipos. Principio de funcionamiento. Steering tool.
- Perforación horizontal. Objetivos. Tipos. Características. Proyecto de un pozo horizontal: informaciones, herramientas, operaciones. Radio medio: descripción de método herramientas. Radio corto. Técnica. Herramientas usadas. Lodos para pozos horizontales. Tipos. Funciones. Características. Entubaciones. Cementaciones Reentry : técnicas y herramientas.
- Desviación de pozos entubados, profundización de pozos, objetivos, herramientas.

UNIDAD 10 -SEGURIDAD INDUSTRIAL:

- Legislación: Ley 19587. Objetivos. Servicios de higiene y seguridad. Características.
- Obligaciones del empleador. Obligaciones del trabajador. Normas de seguridades Los trabajos de perforación.
- Personal, protección, elementos. Protección contra incendios.
- Requisitos para las locaciones, distancias mínimas de seguridad. Herramientas Normas de uso. Cable de aparejo: cuidado.
- Trabajo en altura. Trabajo en planta motriz. Instalaciones eléctricas. Prevención de urgencias. Instalaciones. Mantenimiento. Pruebas periódicas. Capacitación. Recomendaciones generales.

UNIDAD 11 -CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

- Legislación Nacional. Legislación Provincial. Estudio del ambiente antes de perforar.
- Locación. Selección. Accesos. Dimensiones. Locacion Seca. Tratamiento dimensiones. Combustibles. Tanques. Campamentos.
- Ejecución del pozo. Contaminación superficial. Contaminación subterránea. Lodos. Entubaciones. Plan de prevención.
- Terminación del pozo. Tratamiento superficial. Desechos. Manejos. Tipos.

UNIDAD 12- PROGRAMACIÓN DE POZOS. COSTOS:

- Etapas de ejecución de un pozo, preparación perforación, terminación, equipamiento. Análisis y descripción, incidencia en el costo final.
- Análisis del costo de perforación. Gastos del equipo. Su distribución. Herramientas de perforación. Materiales al pozo. Materiales de consumo, estudios. Costo métrico. Seguimiento. Curva de análisis.
- Sistemas de contratación de quipos perforadores. Herramientas de perforación. Servicios.
- Programación. Objetivos. Evaluaciones. Herramientas. Pozo. Tipos. Nociones de presupuesto.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología utilizada es enseñanza – aprendizaje.

Se utilizan para el dictado de clases proyector de power point, proyector de filminas, se distribuyen catálogos, se utilizan proyecciones de videos de operaciones de perforación .

ACTIVIDAD

CARGA HORARIA POR SEMESTRE

Teoría	60
Resolución de problemas de ingeniería	6
Proyecto y diseño	9
TOTAL	75.

PROGRAMA DE EXAMEN.

BOLILLA 1

- 1- Surgencias. Presiones: formación, normal-anormal. Origen. Determinación de presiones anormales. . Presión: hidrostática. De circulación. Reducida. Densidad equivalente. Presión dinámica. Métodos de ahogo de pozos
- 2- Evaluación de formaciones. Extracción de testigos, de formación. Testigos laterales. Tipos. Coronas sacatestigos. Descripción. Operación. Cabezas cortadoras.
- 3- Cementación. Propiedades físicas de las lechadas: bombeabilidad. Resistencia a la compresión. Normas de ensayo API. Pérdida de agua. Reología. Permeabilidad. Adherencia.
- 4- Entubacion. Selección y cálculos de cañerías
- 5- Operaciones especiales. Desvío de pozos entubados. Técnicas y secuencias operativas-Herramientas

BOLILLA 2

- 1- Surgencia. Causas. Manifestación. Descontrol, como evitarlo. Inversión de presiones. Detección de una surgencia. Pit. Llenado de pozo. Métodos. Cerrado de pozo. Razones. Problemas.
- 2- Objetivos de la entubación. Tipos de cañerías. Clasificación. Características. Caños de entubación. Fabricación, aceros, uniones, capacidades, calibrado. Planillas de entubación. Control de llenado. Torque de ajuste. Procedimiento. Llaves.
- 3- Terminación. Definición. Descripción de las subetapas. Objetivos: según tipo de pozo. Correlaciones. Estrategias. Programación. Selección del equipo. Operaciones. Ensayos. Herramientas.
- 4- Reparación de pozos. Casing patch. Operativa y herramientas
- 5- Perforacion en reservorios No Convencionales. Perforacion en desbalance- MPD- Cementacion por contrapresión en anular

BOLILLA 3

- 1- Surgencias. Acción ante una surgencia: perforando. En una maniobra. Lectura de presiones: Densidad de ahogo. Métodos de ahogo. De dos circuladas. De una circulada.
- 2- Entubación: esfuerzos que soporta la cañería. Coeficientes de seguridad. Cálculos. Programas de entubación. Procedimiento de una entubada. Liner. Cañerías perdidas.
- 3- Desviación de POZOS. Desviación de vertical. Tipos. Verticalización. Control. Problemas que ocasiona. Patas de perro. Ojos de llave. Canaletas. Reentry : técnicas - herramientas
- 4- Evaluación de formaciones. Ensayo de capas a pozo abierto. Herramientas de ensayo. Descripción. Desarrollo de la operación. Interpretación de cartas.
- 5- Terminación. Pozos inyectoros. Función. Selección. Instalaciones. En el pozo. En superficie. Secuencia de operaciones. Funcionamiento. Materiales.

BOLILLA 4

- 1- Surgencias. Equipos de control. Válvulas: anular, exclusas, de interior de sondeo. HCR. Rotativo. Tipos. Componentes. Funcionamiento. Copa de prueba. Desgasificadores. Acumulador. Manifold. Choque. Disposiciones de BOP.
- 2- Terminación. Elementos tubulares. Características. Solicitaciones. Especificaciones. Operaciones. Tipos. Calibración. Punzado. Cementaciones. Análisis. Estudios. Pistoneos. Perfiles. Pruebas de inyectividad. Ensayos de pozo. Herramientas: calibradoras, de ensayo, recuperables, reperforables.
- 3- Entubación. Elementos accesorios. Zapatos. Collares. Tipos. Funcionamiento. Dispositivos de cementación en etapas. Centralizadores. Turbolizadores. Retenedores Rascadores.
- 4- Cementaciones a presión. Diferentes tipos . Operativa y herramientas
- 5- Unidad de Snubbing. Aplicación y operación.

BOLILLA 5

- 1- Armadura de boca de pozo. Tipos. Características. Pruebas de ensayo. Rangos de presión. Componentes. .
- 2- Desviación de POZOS. Mecanismos de la desviación. Fuerza pendular. Fuerza desviadora. Longitud activa. Rigidez. Técnica de la verticalización. Péndulo. Pozo empaquetado. Conjuntos de fondo.
- 3- Terminación. Equipos. Descripción. Diseño. Funcionamiento. Capacidades. Rangos. Fluidos de terminación. Operaciones correctivas. Cementación a presión. Con circulación. Causas. Elementos a usar. Operativa. Operaciones especiales. Desviación de pozos. Profundizaciones. Herramientas.
- 4- Contaminación ambiental. Legislación Nacional y Provincial. Estudio previo. Locación. Selección. Dimensiones. Represas. Tratamiento. Combustibles. Tanques.
- 5 – Colled tubing drilling : técnicas de operación – herramientas- Casing Drilling

BOLILLA 6

- 1- Seguridad industrial. Legislación. Objetivos. Servicios. Obligaciones. Del empleador, del trabajador. Normas de seguridad en Perforación. Elementos de protección personal. Elementos contra incendios.
- 2- Tapones de cemento. Operativa . Abandono de pozos
- 3- Desviación de POZOS. Sidetrack. Ejecución. Causas. Perforación direccional controlada. Información requerida. Herramientas. Instrumentos de medición. Tipos. Funcionamiento. Motores de fondo. Descripción. Funcionamiento. Estabilizadores. Curvas desviadoras.

MWD. Steering Tool.

- 4 - Cementación. Composición química de los elementos. Clasificación API. Usos. Colchones lavadores y removedores. Usos. Tipos. Funciones. Aditivos. Características. Propiedades. Programas. Cálculos. Equipos. Herramientas. Cálculo de cementación de cañerías, líneas, tapones de cemento.
- 5 – Completación de pozos de reservorios No Convencionales

BOLILLA 7

- 1- Cementación. Objetivos. Operación. Consideraciones. Características de las lechadas. Determinación de agua libre. Relación agua-cemento. Densidad de la lechada. Rendimiento.
- 2- Servicios especiales. Coiled Tubing. Descripción. Operación. Usos. Pruebas de hermeticidad de cañerías y cabezales.
- 3- Perforación horizontal. Objetivos. Tipos. Proyecto de un pozo. Radio medio. Método. Herramientas. Radio corto. Técnica. Herramientas. Lodos para pozos horizontales. Tipos. Características. Entubaciones. Cementaciones.
- 4- Costos. Análisis de costos. Gastos del equipo. Herramientas de perforación. Materiales al pozo. Materiales de consumo. Costo métrico. Curva de análisis. Seguimiento.
- 5- Estimulaciones hidráulicas y ácidas. Operativa y equipamiento.
- 6- Perforación de yacimientos No Convencionales.

TRABAJOS PRÁCTICOS

1. Surgencia. Gabinete
2. Entubación de pozos. Gabinete
3. Cementación. Gabinete
4. Terminación de Pozos. Programa tipo. Gabinete
5. Pozos desviados. Gabinete
6. Uso simulador de Realidad Virtual (CAVE)

VISITAS DE CAMPO

- 1- Compañía de servicio de CEMENTACION
- 2- Compañía de servicio de HERRAMIENTAS A POZO ENTUBADO
- 3- Compañía de servicio de POZOS DESVIADOS
- 4- Visita a equipo de terminación y reparación de pozos en yacimiento
- 5- Visita a compañía servicio de perforación. Equipamiento Well Control

EVALUACIONES

Se dictan los prácticos, los que los alumnos deben entregar resueltos. Se toman 2 parciales con sus correspondientes recuperatorios. La aprobación de los parciales y/o recuperatorios y completar una asistencia del 75 % son los elementos necesarios para obtener la regularidad. Un examen final es el método para aprobar la asignatura. Las unidades número 10, 11 y 12 del programa analítico se consideran aprobadas con la clase presencial. En caso que el alumno no registre su presencia durante el dictado de esos temas será pasible a que se los evalúe como tema en el examen final.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Título	Autor(es)	Editorial	Año de edición	Ejemplares disponibles
Apuntes Perforación II – R Rios – R Rossi -		-----	2007	1

Título	Autor(es)	Editorial	Año de edición	Ejemplares disponibles
vol 1-2-3	Rodriguez			
Applied Drilling Engineering	Bourgoyne, Millheim, Chevenet,	SPE	1991	2
Introd.. to direccional and horizontal drilling	Short	Penn Well	1993	2
Horizontal Drilling	SPE	SPE	1991	1
An engineering approach to horizontal drilling	Sperry Sun	Sperry Sun	1992	1
Environmentally safe drill. practice	Navarro	Penn Well	1995	1
Advances Oil Well Drilling Eng.	Mitchell	Mitchell Eng.	1995	2
Drilling and casing operations	Short	Penn Well	1982	1
Underbalanced drilling manual	Gas Research Inst.	Gas Research Inst	1997	1
Introduccion to oil well drilling	Uvee InfoSystem	Uvee InfoSystem	1999	1
Petroleum Eng.Handb	Lake , Mitchell	SPE	2006	1
Measurement While drilling	Society of Profesional Well Log Analist	Society of Profesional Well Log Analist	1993	1
Trabajos Técnicos – Congreso de perforación	Varios	IAPG	2007	1
Well cementing	Nelson	Schlumberger	1990	1
Perforacion direccional	Halliburton	Halliburton	1999	1
Horizontal well technology	Joshi	Penn Well	1991	3
Coiled Tubing Technology	SPE	SPE	1994	1
Catalogo General	Cameron	Cameron	1983	4
Diseño de perforación de pozos	Varios	---	2007	1
Control de brotes	Fac. Ingenieria	Fac Ingeniería	2007	1
Ingeniería de cementacion	Fac. Ingenieria	Fac. Ingenieria	2007	1
Tuberias	Fac. Ingenieria	Fac. Ingenieria	2007	1
Curso de cementacion	Gomez, Weinmann	San Antonio	1997	2
Horizontal Wells	Aguilera. Artindale, Cordell	Gulf Publishing	1991	1

Título	Autor(es)	Editorial	Año de edición	Ejemplares disponibles
Manual de Perforacion Cementing	YPF	YPF	1995	1
Horizontal drilling	SPE	SPE	1992	1
Normas API	SPE	SPE	1991	1
Well control	American Petroleum Institute	American Petroleum Inst	1989 - 1992	1 - 2
An engineering approach to horizontal drilling	Parker	Parker	1990	1
Contribución de la Ing. De Perforación al Progreso latino americano – vol 1-2-3	Sperry Sun	Sperry Sun	1992	1
En busca de petroleo	varios	Congreso latinoamericano de perforación	1998	1 – 1 - 1
Environmenntally safe drilling pratices	Shell (video)	Shell		1
El ABC del petroleo y del gas	Navarro	Penn Well	1995	1
Composite Catalogo	IAPG	IAPG	2000	6
Advavced oil well drilling Eng. : Hadbook and computer Progr.	WorldOil (CD)	WorldOil	2000	1
Alquiler de equipos ...	Mitchell, Bill	Mitchell Engineer	1995	2
Multilateral products, servides and solutions	Bonfils, Puebla,Sarsotti	Fac Ingeniería	2000	1
Horizontal Wells	Sperry Sun	Sperry Sun	2001	2
Underbalanced drilling manual	SPE	SPE	1998	1
Perforating	Gas Research Institute	Gas Research Institute	1997	1
Introduction to oil well drilling	Bell, Sukup, Tarig	SPE	1995	1
Drill Stem Desing and Inspection	Uvee Infosystem (CD)	Uvee Infosystem	1999	1
Tech Facts	Hill	Hill	1998	1
Curso de control de surgencias	Baker oil tools	Baker Oil Tools	2005	1
Manual de control de pozos	Raul Rios	Fac Ingeniería	2007	1
Red Book	Well Control School	Well Control School	1999	1
	Halliburton (CD)	Halliburton	2006	2



Ing Claudio Rodriguez
Profesor Titular