

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	1/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos.

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Ing. José Francisco Gómez Martínez. Quím. Rosa de Jesús Hernández Álvarez. Ing. Rubén Miranda Arias. Ing. Israel Castro Herrera.	Ing. Israel Castro Herrera. Quím. Rosa de Jesús Hernández Álvarez. Ing. Rubén Miranda Arias. Ing. José Francisco Gómez Martínez.	Dr. Enrique Alejandro González Torres	2 de febrero de 2018

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	2/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Índice de Prácticas

	Página
Prólogo	3
Introducción	4
Objetivo del manual	4
Pruebas de laboratorio	6
Introducción a las normas API relacionadas con el Servicio a Pozo en el Área de Cementaciones	6
Normas Empleadas en el Servicio de Cementación de Pozos	7
Práctica 1 Daño a la Formación, Bloqueo por Agua	8
Práctica 2 Densidad de una Lechada de Cemento	16
Práctica 3 Emulsiones e Hinchamiento, muestras de Formación	25
Práctica 4 Análisis de la Calidad del agua	33
Práctica 5 Determinación del tamaño de un Agente Sustentante	39
Práctica 6 Determinación de la Redondez y Esfericidad de un Agente Sustentante	46
Práctica 7 Fluidos Fracturantes	57
Práctica 8 Efecto de la Temperatura sobre las propiedades Reológicas de los Fluidos Fracturantes.	66
Práctica 9 Normas NMX	75

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	3/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Prólogo.

La técnicas de estimulación y fracturamiento de pozos se desarrollaron en 1948, aunque los primeros dos fracturamientos comerciales se hicieron simultáneamente en Archer, Texas y Stephens, Oklahoma, en marzo de 1949 por Halliburton Oil Well Cementing Company para la compañía Stanolind Oil and Gas Company ahora (AMOCO) la cual estudió la técnica por varios años en laboratorio antes de su anuncio en 1948.

En aquella época un fracturamiento típico consistía de 200 a 500 gis de fluido y de 1 a 2.5 sacos de arena, pero...

1. ¿Por qué fracturar un pozo? Las posibles respuestas son para:
 - Incrementar la producción del pozo
 - Sobrepasar las zonas dañadas durante la perforación por la invasión y taponamiento de los lodos utilizados.
 - Hacer rentable la producción del pozo recuperando rápidamente la inversión.
2. ¿Cuáles son los materiales empleados en las fracturamientos?
 - ✓ Fluidos fracturantes (gelatinas)
 - ✓ Apuntalantes
3. ¿Cuáles son los parámetros necesarios para la construcción de un fluido fracturante?
 - Temperatura de yacimiento
 - Tiempo de la operación a realizar
 - Tipo de sistema de fluido fracturante

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	4/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Introducción.

Los tratamientos de estimulación incluyen la acidificación y el fracturamiento hidráulico. La acidificación se refiere al uso del ácido bombeado en la zona productora de la formación para disolver las partes de la formación de modo que el aceite (o el gas) pueda fluir más fácilmente en el pozo. El fracturamiento hidráulico se refiere al bombeo de un fluido en la formación a presiones suficientemente altas de modo que la roca de la formación se agriete realmente, creando otra vez los caminos para que el fluido fluya. Estas grietas pueden ser grabadas con el ácido o tener apuntalante (tal como arena de Ottawa) bombeada dentro de ellos para mantener las grietas abiertas después de que se libera la presión.

El reto es crear un fluido económico que transporta fácilmente y con seguridad el apuntalante requerido en la fractura. El fluido se debe entonces romper y ser recuperado de la fractura, permitiendo que el paquete de apuntalante produzca sin obstáculo por el acceso del fluido.

El fluido de fracturamiento o de estimulación tiene por objetivo el aumentar la producción del hidrocarburo de la formación.

Para ello debemos considerar todos los requisitos del diseño necesarios para un trabajo exitoso, estos incluyen:

- Tipo de Fluido.
- Requerimientos de Viscosidad.
- Reología del Fluido.
- Economía del Fluido.
- Selección del Apuntalante.
- Disponibilidad de Material.
- Experiencia con Formaciones Locales.
- Datos del Laboratorio sobre la Formación.

En conclusión, el empleo de estas técnicas nos da por objetivo, que los resultados son daños minimizados y por otra parte resultados maximizados en la producción de hidrocarburos.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	5/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Objetivo del Manual.

El objetivo de este manual es facilitar a toda la comunidad de la carrera de ingeniería petrolera en especial a todos aquellos que están cursando la asignatura de Terminación y Mantenimiento de Pozos el vocabulario necesario para “hablar” o comunicarnos dentro del laboratorio, los conocimientos básicos para la buena comprensión y retención de la nueva información que cada uno de los lectores estará aprendiendo a lo largo del semestre, durante el desarrollo de cada práctica con el empleo de este manual fuera o dentro del Campus de Ciudad Universitaria, así también el de la operación y manejo del equipo y materiales. Estoy seguro que esta manual te facilitará las herramientas básicas de lo que es el fascinante mundo de la Terminación y el Mantenimiento de Pozos.

Mi objetivo con este manual es:

- a) Que este manual complemente tus conocimientos adquiridos en su parte correspondiente de Laboratorio y también muy importante la parte que son tus clases de teoría.
- b) No subestimes a las personas que están paradas al frente del pizarrón con sus conocimientos, la indiferencia es una venda que debe de quitarse y erradicar para valorar lo que se te está brindando con un esfuerzo muy grande por detrás.
- c) No olvides esto: cuida esta casa, tú casa llamada Laboratorio de Perforación y Terminación de Pozos. no encontraras otro laboratorio igual en otra institución, cuida sus planchas de trabajo, sus equipos especiales y de marca, que son idénticos a los de campo, cuida su infraestructura e inmobiliario, pues es una joya ésta tu segunda casa.

Saludos Cordiales.

Ing. José Francisco Gómez Martínez.

Ingeniero Petrolero

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	6/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Pruebas de Laboratorio.

De igual manera el Comité API quien fue fundado en el año 1948, con el objetivo de establecer los procedimientos de pruebas que se debían utilizar para caracterizar los o tipos de fluidos empleados en la Terminación y el Mantenimiento de los Pozos especificaron las pruebas a los materiales que se emplearían en el bombeo junto con el desarrollo de los equipos que se debían utilizar para ejecutar las pruebas de Terminación y el Mantenimiento de Pozos.

Con el tiempo estas pruebas han ido evolucionando y el Comité se mantiene permanentemente evaluando nuevos equipos y pruebas que se van desarrollando producto de estudios e investigaciones realizadas a nivel mundial.

Luego de un riguroso proceso de evaluación donde se involucra un gran número de usuarios y empresas de cementación y de los fluidos empleados en el control de los pozos, se aprueban los cambios en las normas y es como resulta vigente la norma hasta nuestros días en todos los laboratorios del mundo.

Introducción a las normas API relacionadas con el Servicio de Fluidos de Control.

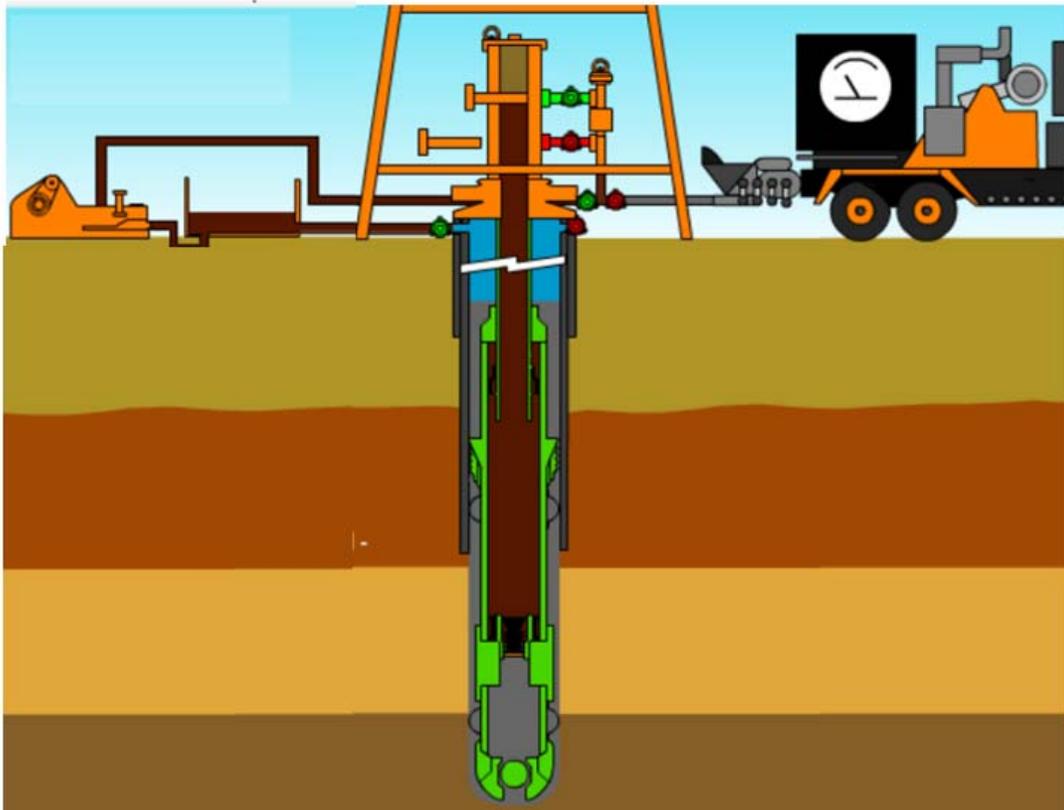
Las normas descritas en el API fueron establecidas por el mismo comité para homologar las pruebas experimentales y operativas que las empresas realizaban en la industria de los Fluidos de Control de pozos petroleros. En otras palabras con estas normas se pretende establecer un mismo patrón de evaluación que permitiese la repetición de resultados independientemente de la localidad o empresa que la realice. Ejemplo de éste es la especificación plasmada en el SPEC 42 en lo relativo a los materiales y fluidos empleados sobre el Control de los Pozos. Las condiciones de las pruebas de especificación son aplicables únicamente a ese producto para el cual se aplicó, la especificación y el procedimiento de prueba no deben ser modificados bajo ninguna circunstancia.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	7/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Normas Empleadas en el Servicio de Fluidos de Control de Pozos.

SPEC 42: “Especificaciones de los materiales empleados en el Control de Brotes mediante los fluidos de Control y/o de Terminación”.

Básicamente se describen las especificaciones aprobadas para los todos productos empleados en los diseños de los fluidos de control. Las condiciones de pruebas de la especificación y el procedimiento “No deben ser modificadas bajo ninguna circunstancia”.



	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	8/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 1

Daño a la Formación, Bloqueo por Agua

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	9/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Aceite / Crudo	Altamente inflamable y Ligeramente Tóxico por inhalación (se recomienda emplear todo su equipo de seguridad)
2	Embudo de Separación (Cristal).	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase.
3	Vaso de Precipitado (Cristal)	Muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
4	Gasolina blanca/Diésel	Altamente Flamable y tóxico por inhalación (se recomienda emplear todo su equipo de seguridad)
5	Gancho o alambre	Se recomienda extrema precaución en el uso debido a que puede ser objeto cortante en el rostro.

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

- a) Determinar el daño a la formación por bloqueo por agua, en un medio poroso.

II. Objetivos específicos:

- a) El alumno entenderá el efecto de mojabilidad entre las superficies y fases de trabajo.
- b) El alumno comprenderá el daño que se produce en la formación y su efecto en la productividad de un pozo.

3. Introducción:

El daño a la formación es un fenómeno que causa una distorsión en el flujo lineal en dirección al pozo debido a restricciones en el tamaño de los poros de la roca, ocasionando una caída de presión adicional en las inmediaciones del pozo. La figura muestra las causales y tipos de daño.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	10/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

El daño a la formación puede ser definido como una alteración de las características originales de una formación productora, generalmente como resultado de la exposición a los fluidos de perforación. El agua o las partículas de sólidos presentes en los fluidos de perforación, o ambos elementos, tienden a reducir el volumen poroso y la permeabilidad efectiva de la formación en la región vecina al pozo. Existen al menos dos mecanismos involucrados. **Primero**, las partículas de sólidos del fluido de perforación taponan u obstruyen físicamente los trayectos de flujo de la formación porosa. **Segundo**, cuando el agua entra en contacto con ciertos minerales de arcilla de la formación, la arcilla habitualmente se hincha, incrementando su volumen y reduciendo el volumen de poros. **Tercero**, las reacciones químicas producidas entre el fluido de perforación y la roca de formación y los fluidos pueden precipitar sólidos o semi-sólidos que taponan los espacios de poros.

Para el óptimo diseño del gasto del pozo es necesario determinar no solo la naturaleza del daño, sino también el nivel de profundidad a la que se encuentra.

Además de los mecanismos anteriores, podemos sumar otra causal de daño: el provocado por la cementación. Para la cementación es necesaria la remoción del enjarre, para lo cual se utiliza algún dispositivo lavador, todos estos deben trabajar con flujo a regímenes turbulentos.

La duración del trabajo de cementación es bastante corta comparada con la perforación.

La invasión de los fluidos del lavado es insignificante respecto a la invasión de los fluidos de perforación, pero esto no quiere decir que pueda despreciarse; una falta en el control de los fluidos puede ocasionar un mal cálculo en el volumen de cemento.

Daños durante la producción: Algunos yacimientos no pueden ser puestos en producción a altos caudales de flujo o elevadas caídas de presión en el fondo, sin ser afectados por fenómenos adversos. El daño de formación en estos casos es permanente y no puede ser reducido simplemente reduciendo el caudal.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	11/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Existen también otros tipos de daño, por ejemplo:

- Daño por disparos
- Durante la limpieza del pozo
- Durante el tratamiento ácido
- Daño por pozos inyectoros
- Emulsiones
- Cambios de mojabilidad
- Water Block
- Sarros
- Depósitos orgánicos
- Depósitos mixtos
- Fangos y arcilla
- Domos salinos

Como se observa, diversas son las causas que provocan daño en la formación, y éstas no solo están ligadas a la perforación y/o terminación de un pozo, sino que también se ligan con la etapa de producción, e incluso con factores geométricos de flujo y del pozo.



Figura I. Intercambio de fases debido a su densidad

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	12/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes de Látex.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- f) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Balanzas Mecánicas/Granatarias(Solo se cuenta con 1 juego de Pesas).
- b) Salmuera 5%.
- c) Agua de Mezcla.
- d) Crudo o Aceite de cualquier grado API.
- e) Arena limpia y seca.

III. Instrumentos

- a) Embudo de Separación 500 [ml].
- b) Vaso de precipitado de 500 [ml]
- c) Cuchara Metálica con espátula.
- d) Soporte Universal.
- e) Gancho
- f) Jeringa.
- g) Esponja.
- h) Espátula de acero.
- i) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]
- j) Jarra de plástico con bolsa para el deshecho de los residuos.
- k) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	13/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

Prevención del Daño.

La prevención del daño apunta a que todas las operaciones se hagan provocando el mínimo daño o la mínima contaminación posible, evitando que la producción sea afectada.

Si bien hay daños que son remediables, pero las operaciones de reparación son costosas en muchos casos y no siempre solucionan el problema completamente.

En un pozo de producción es conveniente dividir al sistema en componentes, con el objeto de asegurarse de que ninguna parte de dicho sistema esté produciendo con una caída de presión mayor que la que correspondería.

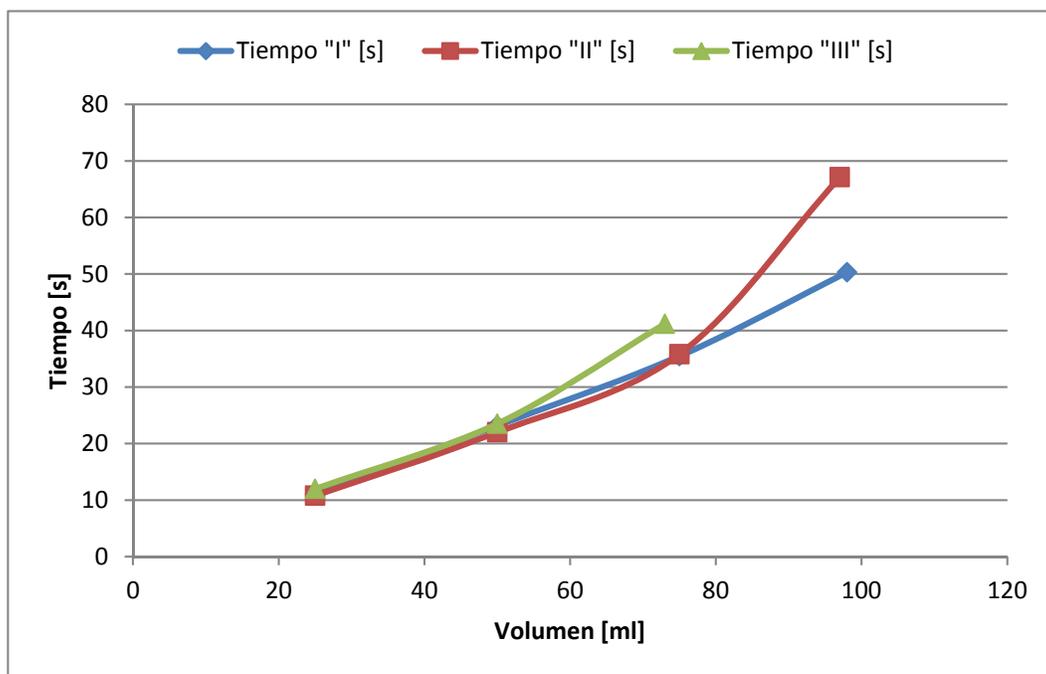


Figura II. Gráfica del impacto en el gasto cuando no se afecta la mojabilidad de la roca y los fluidos

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	14/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

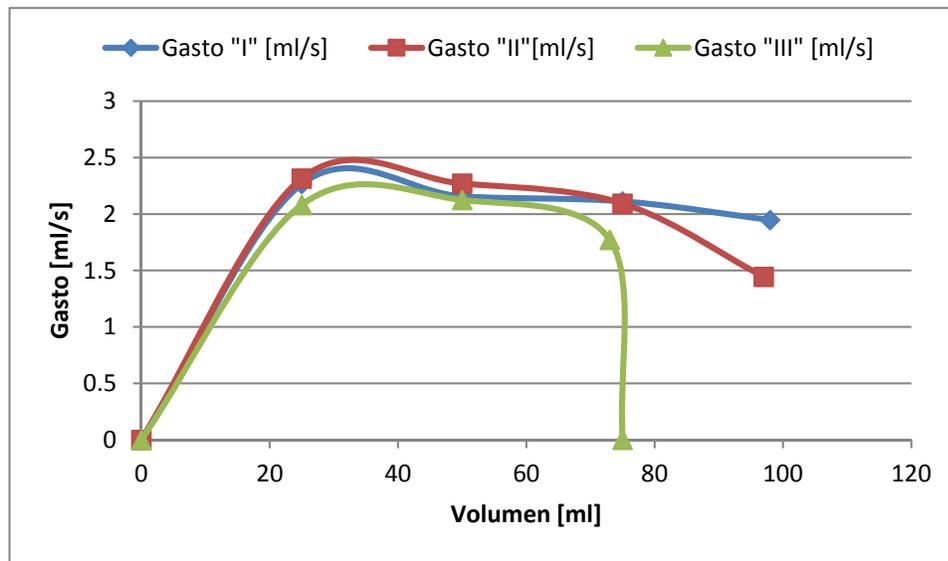


Figura III. Gráfica del impacto en el gasto cuando se afecta la mojabilidad de la roca y los fluidos

❖ **Datos necesarios.**

La composición del agua puede afectar el desempeño de la lechada. Para la preparación de ésta deberá utilizarse el agua que se usará para prepararla en el campo. Si se desconoce la composición del agua de campo, deberá utilizarse agua destilada, no debe añadirse una cantidad adicional de agua para compensar la evaporación o la humedad.

Los materiales secos a utilizar en la preparación de la lechada deben ser pesados y mezclados uniformemente en un recipiente con tapa, o en una bolsa de plástico que impida la salida de material cuando se agiten manualmente.

6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Desarrollo Experimental de la Práctica 1

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	15/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Cotejo del gasto de agua producido a través del embudo de separación.

AGUA			
Para cada [ml]	Volumen [ml]	Tiempo [seg]	Gasto [ml/seg]

Observaciones:

SALMUERA			
Para cada [ml]	Volumen [ml]	Tiempo [seg]	Gasto [ml/seg]

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	16/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Gráfica del Cotejo del gasto del agua producido a través del embudo de separación.

Actividad II

Cotejo del gasto de la salmuera producido a través del embudo de separación.

ACEITE-SALMUERA			
Para cada [ml]	Volumen [ml]	Tiempo [seg]	Gasto [ml/seg]

Observaciones:

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	17/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Gráfica de Cotejo del gasto de la salmuera producido a través del embudo de separación.

Actividad III

Cotejo del gasto de la salmuera-aceite producido a través del embudo de separación.

Observaciones:

Gráfica de Cotejo del gasto de la salmuera-aceite producido a través del embudo de separación.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	18/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Observaciones y Conclusiones

- a. El alumno adquirirá la habilidad para interpretar el daño causado por los materiales empleados en la terminación de pozos por efecto en la mojabilidad en la roca.
- b. El alumno comprenderá el impacto económico que se produce por el empleo de materiales inadecuados en la terminación de los pozos y el daño producido al pozo.

6. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicoechea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	19/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 2
Emulsiones e Hinchamiento, muestras de
Formación.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	20/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Aditivo marca Halliburton.	Altamente inflamable y Ligeramente Tóxico por inhalación (se recomienda emplear todo su equipo de seguridad)
2	Embudo, y probetas de Cristal.	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase.
3	Vasos de Precipitado y varilla (Cristal)	Muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
4	Matraz Erlenmeyer	Instrumento muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
5	Diésel	Altamente Flamable y tóxico por inhalación (se recomienda emplear todo su equipo de seguridad)
6	Vaso del Mixer	Derrame del fluido por mala colocación.
7	Equipo Mezclador Mixer	Quema o barrido de los carbones de accionamiento del equipo.

2. Objetivos de aprendizaje

1. Objetivos generales:

- a) Determinar el daño por hinchamiento a la formación y/o por presencia de finos en un medio acuoso base agua/base aceite o en muestra física de formación.
- b) El alumno será capaz de construir un fluido emulsificante capaz de no presentar daño, además de crear estabilidad en sus fases.

2. Objetivos específicos:

- a) El alumno será capaz de comprender e interpretar el riesgo del uso de los fluidos de terminación en contacto con materiales arcillosos.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	21/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- b) El alumno comprenderá el daño que se produce en la formación cuando un fluido de terminación o una muestra de formación no es valorada, así como su efecto de impacto en la productividad de un pozo.
- c) El alumno adquirirá la habilidad de interpretación de resultados y de la formulación de un fluido emulsificante capaz de no presentar daño (que el material de formación no sea reactivo), además de crear estabilidad en sus fases.

3. Introducción

La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Ésta se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800 °C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por los seres humanos, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio. Ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte e incluso instrumentos musicales como la ocarina elaborados con arcilla se utiliza en muchos procesos industriales tales como en la elaboración de papel, producción de cemento y procesos químicos. El daño a la formación por hinchamiento, dispersión o incluso ambas, es un tipo de daño muy común que se produce por no haber realizado las pruebas sugeridas a materiales que son extremadamente reactivos al contacto con el agua.

Problemas generados por las arcillas.

Todas las formaciones contienen diferentes cantidades de arcillas.

- Las arcillas son muy sensibles a la hidratación en ciertos fluidos acuosos.
- Dispersión y migración de arcillas.
- Pueden taponar los canales de flujo.
- Pueden reducir la permeabilidad relativa de la formación.
- Pueden causar el efecto de embolamiento, ocasionando el atrapamiento de la barrena.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	22/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- Obturamiento o taponamiento en la permeabilidad de la formación productora debido a la presencia de finos muy dispersos.

Factores de desestabilización:

- a) Aguas de cierta composición.
- b) Filtrado del lodo de perforación.
- c) Filtrado de la lechada de cemento.
- d) Fluidos de terminación.
- e) Tratamientos de estimulación.
- f) Inyección de agua.

Como se observa, diversas son las causas que provocan daño en la formación, y éstas no solo están ligadas a la perforación y/o terminación de un pozo, sino que también se ligan con la etapa de producción, e incluso con factores geométricos de flujo y del pozo.

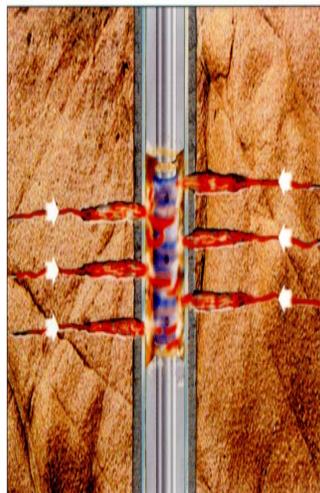


Figura I. Dispersión y migración de las arcillas.

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes de Látex.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	23/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

f) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Muestra Física de Lutita/Arcilla
- b) Balanza Mecánicas/Granatarías(Solo se cuenta con 1 juego de Pesas).
- c) Diésel.
- d) Agua.
- e) Aditivo Marca Halliburton (El uso puede ser opcional debido a la existencia).
- f) Cinta Masking Tape para rotular.
- g) Mixer de Fluidos de Perforación.
- h) Mortero con pistilo.

III. Instrumentos

- a) Probeta de 100 [ml]
- b) Probeta de 10 [ml]
- c) Matraz Erlenmeyer de 125 [ml]
- d) Embudo de Cristal.
- e) Vaso de precipitado de 500 [ml].
- f) Vaso de precipitado de 100 [ml]
- g) Cuchara Metálica con espátula.
- h) Jeringa.
- i) Cuchara de acero.
- j) Varilla de cristal o paleta de madera.
- k) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]
- l) Jarra de plástico con bolsa para el deshecho de los residuos.
- m) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

Prevención del Daño.

Es muy importante que los perforadores o los encargados del programa de perforación nos proporcionen una o varias muestras de las formaciones por las cuales estamos atravesando para llegar a la formación productora, esto con el fin de saber a qué tipo de materiales nos estamos enfrentando y razonar en los posibles daños que se podrían presentar durante y en toda las etapas del pozo, como por ejemplo el embolamiento.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	24/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Si bien hay daños que son remediabiles, pero las operaciones de reparación son costosas en muchos casos y no siempre solucionan el problema completamente. La prevención del daño apunta a que todas las operaciones se hagan provocando el mínimo daño o la mínima contaminación posible, evitando que la producción sea afectada.

El desarrollo e interpretación al desarrollar este test es de suma importancia para el estudiante de ingeniería petrolera pues es a partir de aquí en donde el estudiante toma un carácter de interprete razonador y responsabilidad en los resultados en todas las pruebas.

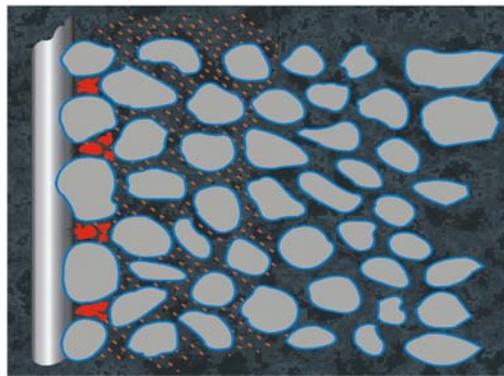


Figura II. Representación del puente de los finos emigrando por toda la zona productora.



Figura III. Poro relativamente limpio y sin daño (a la izquierda), Poro totalmente bloqueado por material disperso (a la derecha).

❖ Datos necesarios.

La composición del agua de formación, del fluido de perforación, de los fluidos de terminación del pozo, del agua de la lechada en las operaciones de cementaciones, incluso el de los baches (lavador/espaciador) puede afectar la permeabilidad de la roca

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	25/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

productora (daño) si ésta no es evaluada en su totalidad. Para la preparación de ésta y de todos los fluidos a emplearse en cualquier etapa del pozo también debe ser valorada.

Los materiales secos a utilizar en la preparación de lechadas, de fluidos de terminación, perforación, etc., deben ser pesados y evaluados según sus normas. De todo esto depende el éxito de terminación del pozo así como el de su producción natural hasta llegar a su agotamiento para posteriormente implementar otro método de extracción o producción del crudo.

6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Desarrollo Experimental de la Práctica 2 en la parte de **Hinchamiento y Dispersión**. En esta etapa el alumno identificara si el material en cuestión es una arcilla y razonara sobre el posible daño que pueda generar en un pozo si este material se llegara a presentar en una prueba de análisis de laboratorio durante la terminación de un pozo antes de su producción.

Actividad II

Desarrollo Experimental de la Práctica 2 en la parte de **Creación de una Emulsión**. Una vez entendido y razonado la situación que pudiera provocar el material reactivo (o sin reactividad), se procede a sugerir la formulación del nuevo fluido con que se terminará un pozo con presencia del material antes analizado e interpretado.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	26/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Hoja de operaciones/resultados para el desarrollo de la actividades I y II

HINCHAMIENTO Y DISPERSION LINEAL			
TIPO DE ROCA (OBSERVACIONES):			
PESO DE LA MUESTRA SECA:			
PESO DE LA MUESTRA TRITURADA:			
TIPO DE SISTEMA:			
ELEMENTO A:		ELEMENTO B:	
1	2	1	2
3	4	3	4
PRESENTÓ HINCHAMIENTO:		SI	NO
PRESENTÓ DISPERSIÓN:		SI	NO
EMULSIÓN			
TIPO DE EMULSIÓN (OBSERVACIONES):		DIRECTA	INVERSA
MASA TOTAL DE LA MUESTRA DE EMULSIÓN:			
ELEMENTOS A EMPLEAR:			
TIPO DE SISTEMA (EMULSIÓN I):			
ELEMENTO A: _____		ELEMENTO B: _____	
1	2	1	2
3	4	3	4
PRESENTÓ RUPTURA DE FASES:		SI	NO
TIEMPO DE LA RUPTURA ENTRE FASES:			
ADITIVO: _____		SI	NO
PRESENTÓ RUPTURA DE FASES:		SI	NO
TIEMPO DE LA RUPTURA ENTRE FASES:			
TIPO DE SISTEMA (EMULSIÓN II):			
ELEMENTOS A EMPLEAR:			
ELEMENTO A: _____		ELEMENTO B: _____	
1	2	1	2
3	4	3	4
PRESENTÓ RUPTURA DE FASES:		SI	NO
TIEMPO DE LA RUPTURA ENTRE FASES:			
ADITIVO: _____		SI	NO
PRESENTÓ RUPTURA DE FASES:		SI	NO
TIEMPO DE LA RUPTURA ENTRE FASES:			

7. Observaciones y Conclusiones

- a) El alumno adquirirá la habilidad para interpretar el daño causado por los materiales empleados en la terminación de pozos por efecto en la mojabilidad en la roca, su hinchamiento y dispersión.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	27/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- b) El alumno comprenderá el impacto económico que se produce por el empleo de materiales inadecuados (fluidos) en la terminación de los pozos y el daño producido por este al pozo.

8. Bibliografía

- c) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- d) Garaicoechea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	28/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 3

Prueba MBT.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	29/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Parrilla de Calentamiento.	Quemaduras severas en las manos y brazos (se recomienda precaución sobre su uso y el emplear de todo su equipo de seguridad)
2	Embudo y probetas de Cristal.	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase.
3	Vaso de Precipitado y bastón o varilla de Cristal.	Muy frágil puede ocasionar cortaduras en los dedos y las manos
4	Matraz Erlenmeyer, Pipeta, Bureta.	Instrumento muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
5	Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	Altamente Corrosivo, Irritante. El mal empleo provoca quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación. Puede ocasionar la opacidad total de la córnea (se recomienda emplear todo su equipo de seguridad SIN EXCEPCIÓN)

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales

- a) Determinar el daño por hinchamiento a la formación y/o por presencia de finos en un medio acuoso base agua/base aceite o en muestra física de formación.
- b) El alumno será capaz de construir un fluido emulsificante capaz de no presentar daño, además de crear estabilidad en sus fases.

II. Objetivos específicos

- a) El alumno será capaz de comprender e interpretar el riesgo del uso de los fluidos de terminación en contacto con materiales arcillosos.
- b) El alumno comprenderá el daño que se produce en la formación cuando un fluido de terminación o una muestra de formación no es valorada, así como su efecto de impacto en la productividad de un pozo.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	30/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- c) El alumno adquirirá la habilidad de interpretación de resultados y de la formulación de un fluido emulsificante capaz de no presentar daño (que el material de formación no sea reactivo), además de crear estabilidad en sus fases.

3. Introducción:

La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Las arcillas de formación por lo general se encuentran durante o a lo largo de la perforación, Durante el proceso de perforación, es posible encontrar zonas arcillosas constituidas por arcillas Gumbo, que causan problemas severos de embolamiento de mecha y atascamiento de tubería. Estos problemas pueden ser minimizados con tratamiento químico, y mecánico. Los fluidos base agua son aquellos cuya fase líquida o continua es el agua, estos sistemas son muy versátiles y se utilizan por lo general para perforar formaciones productoras o no productoras de hidrocarburos. Estos fluidos o sistemas que contienen otros elementos además de aditivos nos pueden generar problemas si estos no son analizados químicamente para entenderlos o denominarlos como reactivos a la formación. En realidad quien es o reacciona químicamente es la formación, es por ello que se le conoce como Reactivo. Esta prueba puede ser denominada CEC, MBT y/o

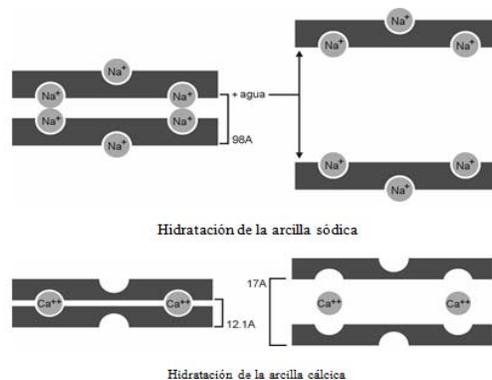


Figura I. Hidratación de la arcilla sódica y la arcilla cálcica

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	31/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes de Látex.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- f) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Muestra Física de Lutita/Arcilla
- b) Balanza Mecánicas/Granatarias(Solo se cuenta con 1 juego de Pesas).
- c) Agua Oxigenada.
- d) Papel Filtro Whatman.
- e) Solución de Azul de Metileno.
- f) Ácido Sulfúrico (5N)
- g) Cinta Masking Tape para rotular.
- h) Mortero con pistilo.
- i) Parrilla de Calentamiento. (Solo se cuentan con 3 en especie, en donde 1 de ellas no tiene la opción del agitador magnético).

III. Instrumentos

- a) Probeta de 100 [ml]
- b) Probeta de 10 [ml]
- c) Matraz Erlenmeyer de 125 [ml]
- d) Embudo de Cristal.
- e) Pipeta 10 ml o de cualquier otra capacidad.
- f) Bureta de 50 ml o de cualquier otra capacidad.
- g) Vaso de precipitado de 500 [ml].
- h) Vaso de precipitado de 100 [ml]
- i) Cuchara Metálica con espátula.
- j) Jeringa.
- k) Espátula de acero.
- l) Varilla de cristal o paleta de madera.
- m) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]
- n) Jarra de plástico con bolsa para el deshecho de los residuos.
- o) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	32/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

Evaluación de formaciones.

La cantidad de iones de carga positiva (cationes) que puede admitir un mineral de arcilla o un material similar en su superficie de carga negativa, expresada como mili-ion equivalente por 100 g, o más comúnmente como mili equivalente (meq) por 100 g. Las arcillas son aluminosilicatos en los cuales parte de los iones de silicio y aluminio han sido reemplazados por elementos con una valencia, o carga, diferente. Por ejemplo, el aluminio (Al^{+++}) puede ser reemplazado por hierro (Fe^{++}) o magnesio (Mg^{++}), lo que produce una carga negativa neta. Esta carga atrae los cationes cuando la arcilla se sumerge en un electrolito, tal como agua salada, y genera una doble capa eléctrica. La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se expresa a menudo en términos de su contribución por unidad de volumen de poros, Q_v . En la evaluación de formaciones, lo importante es la contribución de los sitios de intercambio catiónico a las propiedades eléctricas de la formación. Para medir la CEC en el laboratorio, se utilizan varias técnicas, tales como la química por vía húmeda, la salinidad múltiple y el potencial de membrana. Los métodos químicos por vía húmeda, tales como la titulación conductimétrica, usualmente conllevan la destrucción o la alteración de la roca. Aunque más rápidos y más simples de ejecutar, son menos representativos de las propiedades eléctricas en sitio. Los métodos de salinidad múltiple y potencial de membrana son mediciones más directas del efecto del CEC (Capacidad de Intercambio Catiónico) sobre la resistividad de las formaciones y el potencial espontáneo.

Evaluación en los fluidos de Perforación.

Cantidad de iones cargados positivamente (cationes) que un mineral de arcilla (o un material similar) puede contener en su superficie cargada negativamente, expresado como mili equivalentes por 100 gramos. La CEC de los sólidos en los lodos de perforación se mide en una muestra íntegra de lodo por el ensayo de capacidad de azul de metileno (MBC/MBT), que por lo general se realiza conforme a las especificaciones establecidas por el API. La CEC de una muestra de lodo se reporta como MBC, ensayo de azul de metileno (MBT) o bentonita equivalente, lbm/bbl o kg/m^3 .

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	33/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura I. Material necesario para reducir a tamaño óptimo una muestra posiblemente Reactiva.



Figura II. Muestras de materiales arcillosos.

❖ **Datos necesarios.**

La prueba MBT da la concentración total de los sólidos arcillosos que contiene el fluido de perforación/terminación, es decir; la concentración de los sólidos arcillosos comerciales agregados (Bentonita) y la concentración de sólidos arcillosos dispersos aportados por la formación.



Figura III. Solución a condiciones necesarias y adecuadas para valoración de Reactividad.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	34/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura IV. Titulación de la lechada-muestra.

6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Acondicionamiento de la lechada-muestra a valorar. En esta etapa el alumno entenderá la diferencia entre una prueba física y química, identificará si el material en cuestión de análisis es una arcilla, comprenderá el desarrollo del cotejo de goteo y la cantidad de ml absorbidos por la lechada, así como razonará sobre el posible daño que pueda generar en un pozo si este material es reactivo y disperso durante la terminación de un pozo antes de su producción.

Calculo del porcentaje en masa de una disolución:

$$\% m/m = \frac{M \text{ soluto}}{M \text{ solución}} * 100$$

$$\% m/m = \underline{\hspace{2cm}} =$$

Calculo de la normalidad:

$$N = \frac{\# \text{ Eq - gr (del soluto)}}{lt \text{ (de la solución)}}$$

$$N = \underline{\hspace{2cm}} =$$

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	35/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad II

Titulación de la lechada-muestra. Una vez entendido y razonado el acondicionamiento de la lechada-muestra se procede a valorar su reactividad, comienza entonces la prueba MBT. Se procede a determinar la presencia o concentración total del material arcilloso aportado tanto por el fluido de terminación como el de la formación sobre un fluido de retorno, o sobre una muestra de Formación física.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	36/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

7. Observaciones y Conclusiones

- a) El alumno adquirirá la habilidad para interpretar el daño causado en un pozo mediante el empleo de la prueba química MBT, así como el de la importancia de los materiales empleados en la terminación de pozos por efecto en la mojabilidad de la roca, su hinchamiento y dispersión.
- b) El alumno comprenderá el impacto económico que se produce si no se llevasen a cabo pruebas químicas que nos faciliten la identificación del daño inducido o producido al pozo y el de su importancia en la minorización de costos y tiempo.

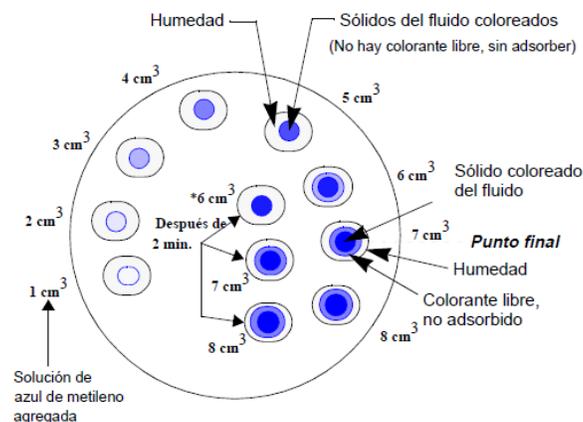


Figura VI. Prueba MBT.

8. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicoechea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	37/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 4

Análisis de la Calidad del Agua.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	38/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Probeta graduada 1 [lt], Hidrómetro (Cristal).	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase (se recomienda emplear guantes de látex)
2	Termómetro de Hg (Cristal).	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase (se recomienda emplear guantes de látex)
3	Vaso de Precipitado y Tubo de ensayo (Cristal)	Muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
4	Solución de Nitrato de Plata.	Altamente Flamable y tóxico por inhalación (se recomienda emplear todo su equipo de seguridad)
5	Ácido Clorhídrico	Puede producir quemaduras severas, gastritis hemorrágica, edema, necrosis (Se recomienda utilizar todo su equipo de seguridad).
6	Azul de Metileno	Intoxicación grave por la ingesta, envenenamiento que daña severamente los riñones
7	Bicarbonato de Sodio	Puede causar una variedad de trastornos gastrointestinales, incluyendo dolorosos con calambres, angustia, vómitos, náuseas y diarrea (Se recomienda utilizar todo su equipo de seguridad).
8	Agua destilada	Puede provocar distensión y deshidratación (se recomienda no ingerir).

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

- a) Determinar la calidad del agua a utilizar en la formulación de los fluidos de terminación, en especial los de fracturamiento hidráulico.

II. Objetivos específicos:

- a. El alumno razonará la importancia de la valoración de la calidad del agua en la formulación de nuevos fluidos de terminación.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	39/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- b. El alumno comprenderá el daño que se produce en la estabilidad de los fluidos y su impacto u efecto en la productividad de un pozo.

3. Introducción

Uno de los factores más importante y fundamental es el de asegurar que el agua que se usa para consumo tenga una calidad adecuada. Las enfermedades ligadas al consumo de agua contaminada son numerosas; consumir agua potable permite reducir de forma significativa la exposición de las poblaciones a dichas enfermedades así pues, el beneficio más importante es el de la estabilidad en favor a nuestra salud, preservación de la vida (para fines productivos en nuestro entorno) y el de mantener nuestro cuerpo funcionando.

La contaminación química, sea natural o consecuencia de la actividad humana, es un factor muy importante para todos los agentes que trabajan en asegurar una correcta calidad del agua. Es por ello importante la evaluación de la calidad del agua con la cuál formularemos los fluidos necesarios para la terminación de/ los pozo(s) (estabilidad en los fluidos); además, éstos deben ser capaces de aportar las condiciones sobre la roca para evitar daños en su productividad natural y mantener el pozo con su propia energía hasta agotar ésta opción, para posteriormente emplear algún otro método capaz de restituir esa energía o simplemente nos permita el barrido del resto de los hidrocarburos.

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes de Látex.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- f) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Balanzas Digital/Granatarias (Solo se cuenta con 1 juego de Pesas).
- b) Probeta graduada 1000 [ml] de Plástico y/o Cristal.
- c) Hidrómetro para fluidos base agua.
- d) Termómetro de Hg.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	40/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- e) Parrilla de Calentamiento (Solo se cuentan con 3 en especie, en donde 1 de ellas no tiene la opción del agitador magnético).
- f) Muestra de agua.
- g) Vaso de Precipitado.
- h) Nitrato de Plata.
- i) Bicarbonato de Sodio.
- j) Azul de Metileno.
- k) Tiras reactivas de pH.

III. Instrumentos

- a) Cuchara Metálica con espátula.
- b) Soporte Universal.
- c) Espátula de acero.
- d) Agitador magnético.
- e) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]
- f) Botella de plástico para el deshecho de los residuos o muestras.
- g) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

Prevención del Daño.

Esta prueba o Testnos sirve para determinar los estándares mínimos que debe tener el agua utilizada en la formulación de fluidos de fracturamiento. Los parámetros a determinar son:

- Gravedad específica
- pH
- Temperatura
- Calcio
- Cloruros
- Fierro
- Potasio
- Bicarbonatos

Si las pruebas realizadas presentan alguna coloración y/o turbidez entonces existe mala calidad del agua. Por ejemplo:

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	41/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura I. Calcio presente en el agua



Figura II. Cloruro presente en el agua



Figura III. Potasio presente en el agua

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	42/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

❖ Datos necesarios.

¿Qué análisis cualitativos definen la calidad del agua?

Por ejemplo, para determinar la necesidad y/o la correcta tecnología de tratamiento al pozo, los contaminantes específicos en el agua deben ser identificados y ser medidos. Los contaminantes del agua se pueden dividir en dos grupos: contaminantes disueltos y sólidos suspendidos. Los sólidos suspendidos, tales como limo y arena, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición.

Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, color y olor del agua:

La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado a esto se le llama turbidez. La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua.

6. Desarrollo de actividades

I. Actividad 1

Desarrollo Experimental de la Práctica 4.

NOTA: Para efectos de esta práctica el alumno está obligado a utilizar todo el material de seguridad posible debido al uso de ácidos altamente tóxicos y dañinos.



**Manual de Prácticas del
Laboratorio de Terminación y
Mantenimiento de Pozos**

Código:	MADO-43
Versión:	01
Página	43/97
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	2 de febrero de 2018

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Perforación y terminación de pozos

La impresión de este documento es una copia no controlada

Análisis de la Calidad del Agua							
Muestra	MCA-1	MCA-2	MCA-3	MCA-4	MCA-5	MCA-6	MCA-7
Peso (ml)							
Ge (kg/lt)							
pH							
T (°F)							
Presencia de Calcio	Sí. <input type="checkbox"/> Rosa. Azul. EDTA= _____ No. <input type="checkbox"/>						
Presencia de Cloruros	Sí. <input type="checkbox"/> Amarillo. Rojo Ladrillo. EDTA= _____ No. <input type="checkbox"/>						
Presencia de Hierro	Sí. <input type="checkbox"/> Azul. Otro Color: _____ No. <input type="checkbox"/>						
Presencia de Potasio.	Sí. <input type="checkbox"/> Lechoso. Otro Color: _____ No. <input type="checkbox"/>						
Presencia de Bicarbonatos.	Sí. <input type="checkbox"/> Verde. Púrpura. HCl= _____ No. <input type="checkbox"/>						
Tiempo de Activación (Gelatina Base)	Sí. <input type="checkbox"/> Aditivo = _____ T= _____ seg No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> Aditivo = _____ T= _____ seg No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> Aditivo = _____ T= _____ seg No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> Aditivo = _____ T= _____ seg No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> Aditivo = _____ T= _____ seg No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> Aditivo = _____ T= _____ seg No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> Aditivo = _____ T= _____ seg No. <input type="checkbox"/>
Tiempo de rompimiento	Sí. <input type="checkbox"/> T= _____ seg Fases= _____ No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> T= _____ seg Fases= _____ No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> T= _____ seg Fases= _____ No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> T= _____ seg Fases= _____ No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> T= _____ seg Fases= _____ No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> T= _____ seg Fases= _____ No. <input type="checkbox"/>	Sí. <input type="checkbox"/> T= _____ seg Fases= _____ No. <input type="checkbox"/>
Análisis de la Calidad del Agua	Buena <input type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/>						

7. Observaciones y Conclusiones

- El alumno adquirirá la habilidad para interpretar el daño causado por la mala calidad del agua y de los materiales empleados en la terminación de pozos.
- El alumno comprenderá el impacto económico en la terminación de los pozos que se producen al emplear materiales inadecuados añadidos a la mala calidad del agua como formulación de estos.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	44/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

8. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicoechea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	45/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

<h2 style="margin: 0;">Práctica 5</h2> <h3 style="margin: 0;">Determinación del Tamaño de un Agente</h3>
--

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	46/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Equipo Ro-Tap	El mal uso de este equipo puede ocasionar golpes severos en cara, cuerpo, pies y manos por la mala colocación de las mallas sobre la base Ro-Tap
2	Vaso de Precipitado (Cristal)	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase.
3	Mallas para cribado	Cortaduras en los dedos debido al uso

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

- a) El alumno será capaz de determinar el tamaño óptimo de un agente sustentante.
- b) El alumno adquirirá la habilidad de interpretación del tamaño del agente sustentante mediante la construcción de una ecuación con su campana de Gauss.

II. Objetivos específicos:

- a) El alumno comprenderá la importancia del tamaño de un agente sustentantes.
- b) El alumno entenderá la capacidad de carga que tienen ciertos apuntalantes como colchón de fractura.
- c) El alumno tendrá la habilidad de determinar el tamaño óptimo de un agente sustentante para la elaboración de un fluido fracturante.

3. Introducción

Cada trabajo, debe diseñarse de manera que la densidad y la longitud de cemento generen la Los agentes apuntalantes son una parte esencial de cualquier tratamiento de fracturación. Los agentes apuntalantes mantienen abierta la fractura creada para conducir los fluidos del yacimiento al pozo. Para la selección de un agente apuntalante se necesita información sobre la conductividad a la tensión de cualquier material usado. La arena es un material

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	47/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

natural que se utiliza como un agente apuntalante en muchos tratamientos de fracturamiento hidráulico.

Algunas características de los apuntalantes usadas en el fracturamiento hidráulico que necesitan ser controladas son:

- Redondez
- Esfericidad
- Gravedad Específica
- Densidad Bulk
- Tamaño del Tamiz
- Solubilidad en el Ácido
- Partículas Finas y Limo
- Resistencia a la Compresión
- Agrupamiento



Figura 1. Equipo Ro-Tap.

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes de Látex.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- f) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Balanzas Mecánicas/Granatarias(Solo se cuenta con 1 juego de Pesas).
- b) Arena Sílica/Apuntalante natural.
- c) Equipo Ro-Tap.

III. Instrumentos

- a) Bolsa de Plástico.
- b) Masking Tape.
- c) Vaso de precipitado de 500 [ml]
- d) Cuchara de acero.
- e) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	48/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- f) Jarra de plástico con bolsa para el deshecho de los residuos.
- g) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

El apuntalante.

Los apuntalantes son partículas de determinado tamaño mezcladas con fluido de fracturamiento para mantener las fracturas abiertas después de un tratamiento de fracturamiento hidráulico. Además de los granos de arena que aparecen naturalmente, también se pueden utilizar agentes de sostén o apuntalantes artificiales o de diseño especial, como arena cubierta con resina o materiales cerámicos de alta resistencia, como la bauxita sinterizada. Los materiales de los agentes de sostén o apuntalantes se clasifican cuidadosamente por su tamaño y esfericidad para brindar un conducto eficiente para la producción de fluido desde el yacimiento hasta el pozo.

Del conjunto de materiales utilizados en el fracturamiento hidráulico el agente apuntalante o sustentante es el único que permanecerá en la fractura manteniéndola abierta y estableciendo un canal conductivo para la afluencia de los fluidos de formación hacia el pozo. Estos materiales son diseñados para soportar los esfuerzos de cierre de la formación, sin embargo, se debe seleccionar de acuerdo a los esfuerzos a que estará sometido y a la dureza de la roca, ya que si se tienen esfuerzos de cierre altos, este se podría triturar y en formaciones suaves este se puede embeber (acuñar o incrustarse) y el grado de ocurrencia de estos factores depende del tamaño y resistencia del apuntalante, la dureza de la formación y los esfuerzos a que estará sometido.

❖ Datos necesarios.

¿Qué tipo de apuntalante se requiere? y ¿Qué cantidad de apuntalante se necesita?

Normalmente, el ingeniero tiene que resolver estas dos dudas., se debe analizar el tamaño óptimo de la fractura (la extensión lateral y vertical), pero su enfoque principal es la conductividad efectiva de la fractura y las características de los diferentes tipos de apuntalante.

En el laboratorio, el American Petroleum Institute (API) ha definido las pruebas y procedimientos para medir la permeabilidad del apuntalante y una conductividad de

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	49/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

fractura de referencia, en la cual se mide la fricción del fluido viscoso sobre el apuntalante. En el diseño de un tratamiento de fracturamiento, se debe de buscar la conductividad más eficaz, tomando en cuenta la caída de presión total que se produce en la fractura durante la producción. Esto incluyendo los efectos de la fricción sobre el apuntalante, efectos de la velocidad del flujo dentro de la fractura empacada, etc.

6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Breve explicación del uso del Ro-Tap, uso y operación.

Actividad II

Desarrollo Experimental de la Práctica 5.

NÚMERO DE MALLA	PESO TOTAL	PESO BOLSA / PAPEL	PESO RETENIDO DE ARENA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ORDENADO	No DE TAMIZ
MEDIA		DESVIACIÓN ESTANDARD			TAMAÑO DE GRANO	

Gráfica del comportamiento del tamaño de partícula

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	50/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

7. Observaciones y Conclusiones

- a) El alumno adquirirá la habilidad para determinar el tamaño óptimo de un apuntalante por sus características físicas y propiedades de resistencia para mantener abierta una fractura.

MALLA	PESO TOTAL (gr.)	PESO BOLSA (gr.)	PESO ARENA (gr.)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ORDENADO	# DETAMICE
20	44	3	41	41	41	20
30	21,3	3	18,3	18,3	18,3	30
40	20,5	2,8	17,7	17,7	17,7	40
50	4,8	2,9	1,9	1,9	15,5	100
100	18,6	3,1	15,5	15,5	4,9	140
140	8	3,1	4,9	4,9	1,9	50
CHAROLA	3,3	3	0,3	0,3		
MEDIA=			16,55			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR=			13,81039464		TAMAÑO DE GRANO= 20/50	

Figura II. Tabla del porcentaje retenido del Agente Sustentante, Campana de Gauss.

- b) El alumno comprenderá el retenido del agente sustentante en cada malla y modelará su comportamiento mediante el empleo de una campana de Gauss adquirirá la

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	51/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

habilidad para determinar el tamaño óptimo de un apuntalante por sus características físicas y propiedades de resistencia para mantener abierta una fractura.

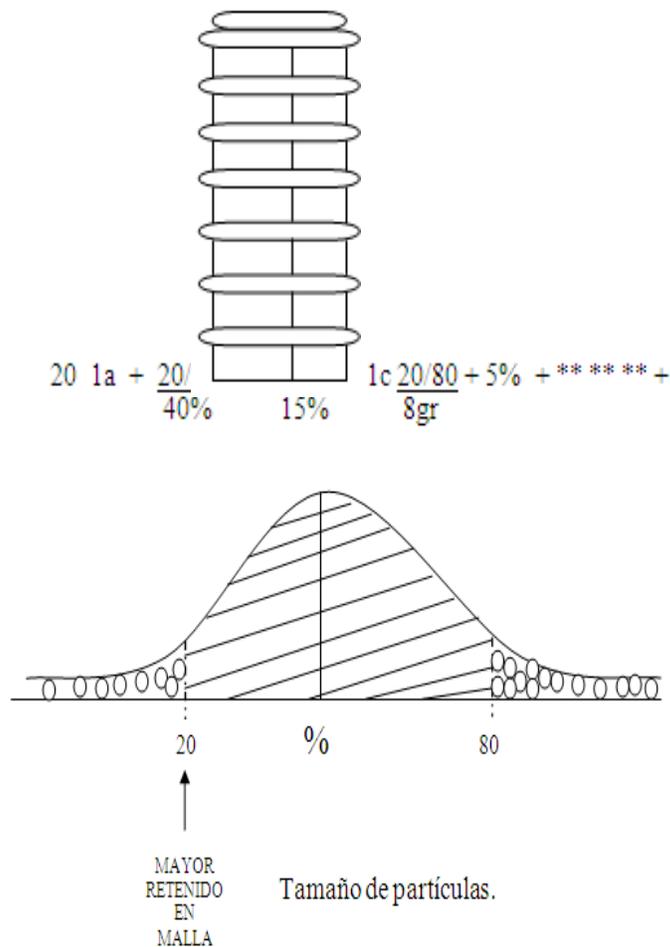


Figura III. Gráfica del Comportamiento del Agente Sustentante.

8. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicochea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	52/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 6

Determinación de la Redondez y Esfericidad de un Agente Sustentante.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	53/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Equipo Ro-Tap	El mal uso de este equipo puede ocasionar golpes severos en cara, cuerpo, pies y manos por la mala colocación de las mallas sobre la base Ro-Tap
2	Vaso de Precipitado (Cristal)	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase.
3	Mallas para cribado	Cortaduras en los dedos debido al uso

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

- a) El alumno será capaz de determinar la redondez y Esfericidad de un agente sustentante.

II. Objetivos específicos:

- a) El alumno comprenderá la importancia de la redondez sobre el tamaño de un agente sustentantes.
- b) El alumno comprenderá la importancia de la Esfericidad sobre el tamaño de un agente sustentantes.
- c) El alumno entenderá la capacidad de carga que tienen ciertos apuntalantes como colchón de fractura.
- d) El alumno tendrá la habilidad de determinar el tamaño de redondez de un agente sustentante para la elaboración de un fluido fracturante óptimo.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	54/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3. Introducción (Continuación práctica 5)

Cada trabajo, debe diseñarse de manera que la densidad y la longitud de cemento generen la Los agentes apuntalantes son una parte esencial de cualquier tratamiento de fracturación. Los agentes apuntalantes mantienen abierta la fractura creada para conducir los fluidos del yacimiento al pozo. Para la selección de un agente apuntalante se necesita información sobre la conductividad a la tensión de cualquier material usado. La arena es un material natural que se utiliza como un agente apuntalante en muchos tratamientos de fracturamiento hidráulico.

Algunas características de los apuntalantes usadas en el fracturamiento hidráulico que necesitan ser controladas son:

- Redondez
- Esfericidad
- Gravedad Específica
- Densidad Bulk
- Tamaño del Tamiz
- Solubilidad en el Ácido
- Partículas Finas y Limo
- Resistencia a la Compresión
- Agrupamiento



Figura 1. Muestras clasificadas.

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Cubre bocas.
- b) Googles de Seguridad.
- c) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- d) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- e) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Balanzas Mecánicas/Granatarias(Solo se cuenta con 1 juego de Pesas).
- b) Arena Sílica/Apuntalante natural.
- c) Equipo Ro-Tap.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	55/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- d) Lupa(El alumno deberá traer por lo menos 2 especímenes por brigada o hará uso de su equipo celular).

III. Instrumentos

- a) Bolsa de Plástico.
- b) Masking Tape.
- c) Vaso de precipitado de 500 [ml]
- d) Cuchara de acero.
- e) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]
- f) Jarra de plástico con bolsa para el deshecho de los residuos.
- g) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

El apuntalante.

Para abrir y propagar un fracturamiento hidráulico, debe rebasarse los esfuerzos in situ. Después de poner en producción el pozo, estos tienden a cerrar la fractura y confinar el apuntalante. Si la resistencia del apuntalante es inadecuada, el esfuerzo de cierre triturará el apuntalante, creando finos que reducirán la permeabilidad y la conductividad. De igual manera, en formaciones suaves, el apuntalante se puede “embeber”, es decir, incrustarse en las paredes de la formación.

La esfericidad y la redondez del apuntalante tienen un efecto significativo en la conductividad de la fractura. La esfericidad es una medida.

La redondez de un grano de apuntalante es una medida de la forma relativa de las esquinas de un grano o de su curvatura.

Si los granos son redondos y más o menos del mismo tamaño, los esfuerzos sobre él se distribuyen más uniformemente, resultando en mayores cargas antes de que el grano se fracture.

Los granos angulosos fallan en esfuerzos de cierre bajos, produciendo finos que reducen la conductividad de fractura. Las normas API recomiendan un límite para la arena. En ambos parámetros es de 0.6.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	56/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

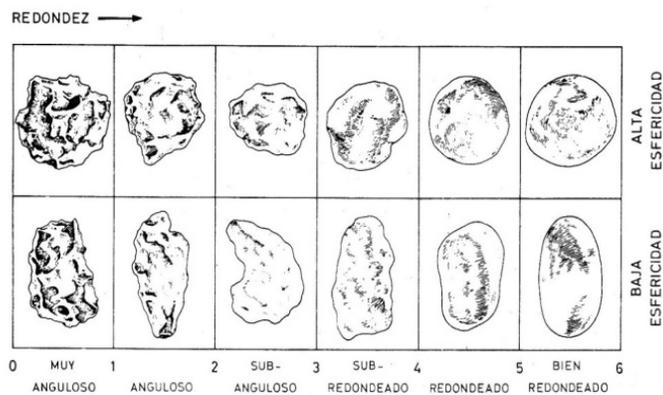
❖ **Datos necesarios.**

¿Krumbein?

El agente sustentante debe ser lo más redondo y esférico posible. Esta propiedad se mide a través de los factores de redondez y esfericidad, cuyos valores se asignan en las normas API, basándose en la comparación estadística de las partículas de sustentante con la gráfica propuesta por Krumbein.

Gráfico de Krumbein

Krumbein (1941), preparó escalas de redondez gráfica, aplicables a los granos de arena, que permiten obtener valores bastante precisos.



6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Breve explicación del uso de las muestras clasificadas por el equipo Ro-Tap de la práctica anterior, su uso y operación en el manejo del cotejo de datos.

Actividad II

Desarrollo Experimental de la Práctica 6.



**Manual de Prácticas del
Laboratorio de Terminación y
Mantenimiento de Pozos**

Código:	MADO-43
Versión:	01
Página	57/97
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	2 de febrero de 2018

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Perforación y terminación de pozos

La impresión de este documento es una copia no controlada

$\Delta P1$	COLOR 1	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P1$	COLOR 2	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P1$	COLOR 3	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P1$	COLOR 4	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P1$	COLOR 5	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						



**Manual de Prácticas del
Laboratorio de Terminación y
Mantenimiento de Pozos**

Código:	MADO-43
Versión:	01
Página	58/97
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	2 de febrero de 2018

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Perforación y terminación de pozos

La impresión de este documento es una copia no controlada

Δ P2	COLOR 1	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
Δ P2	COLOR 2	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
Δ P2	COLOR 3	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
Δ P2	COLOR 4	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
Δ P2	COLOR 5	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						



**Manual de Prácticas del
Laboratorio de Terminación y
Mantenimiento de Pozos**

Código:	MADO-43
Versión:	01
Página	59/97
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	2 de febrero de 2018

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Perforación y terminación de pozos

La impresión de este documento es una copia no controlada

$\Delta P3$	COLOR 1	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P3$	COLOR 2	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P3$	COLOR 3	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P3$	COLOR 4	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
$\Delta P3$	COLOR 5	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						



**Manual de Prácticas del
Laboratorio de Terminación y
Mantenimiento de Pozos**

Código:	MADO-43
Versión:	01
Página	60/97
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	2 de febrero de 2018

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Perforación y terminación de pozos

La impresión de este documento es una copia no controlada

Δ P4	COLOR 1	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
Δ P4	COLOR 2	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
Δ P4	COLOR 3	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
Δ P4	COLOR 4	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
Δ P4	COLOR 5	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					



**Manual de Prácticas del
Laboratorio de Terminación y
Mantenimiento de Pozos**

Código:	MADO-43
Versión:	01
Página	61/97
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	2 de febrero de 2018

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Perforación y terminación de pozos

La impresión de este documento es una copia no controlada

$\Delta P5$	COLOR 1	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
$\Delta P5$	COLOR 2	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
$\Delta P5$	COLOR 3	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
$\Delta P5$	COLOR 4	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					
$\Delta P5$	COLOR 5	No DE OBSERVADORES	E	R	}		
		OBS 1				<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2					
		OBS 3					
		OBS 4					



**Manual de Prácticas del
Laboratorio de Terminación y
Mantenimiento de Pozos**

Código:	MADO-43
Versión:	01
Página	62/97
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	2 de febrero de 2018

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Perforación y terminación de pozos

La impresión de este documento es una copia no controlada

ΔP_6	COLOR 1	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
ΔP_6	COLOR 2	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
ΔP_6	COLOR 3	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
ΔP_6	COLOR 4	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						
ΔP_6	COLOR 5	No DE OBSERVADORES	E	R	}			
		OBS 1					<u>E</u>	<u>R</u>
		OBS 2						
		OBS 3						
		OBS 4						

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	63/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

7. Observaciones y Conclusiones

- a. El alumno adquirirá la habilidad para determinar el tamaño óptimo de apuntalante por sus características físicas y propiedades de resistencia para mantener abierta una fractura.

$\Delta P1$		E	R			
	Obs 1	0.5	0.5		<u>E</u>	<u>R</u>
	Obs 2	0.5	0.7	}	0.5	0.5
	Obs 3	0.5	0.5			
	40					

8. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicochea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	64/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 7

Fluidos Fracturantes

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	65/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Polímero Soluble en agua (CMC, PAC, XHANTANA, GUAR)	Tóxico en cantidades grandes de ingesta (utilice cubre bocas, goggles de seguridad guantes)
2	Dispensores.	El uso incorrecto de este equipo puede provocar cortaduras sobre las manos y/o golpes en el rostro, así como la descompostura del equipo (utilice guantes plastificados y camisa de manga larga).
3	Embudo de Separación (Cristal).	Frágil y muy fácil de romperse ocasionando cortaduras a los usuarios por manipulación de envase.
4	Vaso de Precipitado (Cristal)	Muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
5	Viscosímetro Rotacional FANN 35a	El mal uso o empleo de este equipo trae como consecuencia el barrido completo de toda la caja de velocidades asociada al perno de cambio de velocidades y al torque del resorte (atienda las indicaciones del encargado del laboratorio para su uso)

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

- a) El alumno determinará las propiedades reológicas de un fluido fracturante.
- b) El alumno será capaz de realizar e interpretar el comportamiento reológico de un fluido fracturante.

II. Objetivos específicos:

- a) El alumno entenderá el concepto de esfuerzo gel y su clasificación dentro de los fluidos de control.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	66/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- b) El alumno entenderá el uso del viscosímetro rotacional para la evaluación de la calidad estable de un fluido fracturante en el proceso de su bombeo y caudal (flujo).
- c) El alumno será capaz de interpretar el comportamiento reológico de un fluido fracturante mediante su caracterización reológica a través de un modelo.

1. Introducción:

El presente procedimiento es aplicable a todas los fluidos fracturantes elaborados con goma Xhantana, PAC, CMC, o Guar. Existe un gran número de sistemas para fracturación disponibles en la industria petrolera, la selección de un fluido de fracturación o fracturante depende de la formación en particular a ser tratada y de los materiales que estarán interactuando sobre ésta sin escatimar también con los procesos químicos que posiblemente sufrirá la tubería en el pozo.



Figura 1. Test Comportamiento Reológico de un fluido fracturante.

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes Plastificados y/o de Carnaza delgada.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- f) Zapatos de seguridad.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	67/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Viscosímetro Rotacional FANN 35a
- b) Dispersores con flecha.
- c) Polímero Soluble en Agua (Xhantana/Guar/CMC/PAC).
- d) Balanzas Mecánicas/Granatarias y/o Electrónicas de precisión.
- e) Agua de Mezcla

III. Instrumentos

- a) Cuchara Metálica con espátula.
- b) Vaso de Precipitado 500 [ml]
- c) Espátula de acero.
- d) Probeta de Plástico Graduada 250 [ml]
- e) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]
- f) 1 Bolsa de plástico para el deshecho de los residuos sólidos.
- g) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

Elaboración de un Fluido Fracturante:

La estimulación de pozos productores de hidrocarburos por medio de la fractura hidráulica de la formación es una práctica frecuente que permite incrementar los niveles de producción del pozo. El tratamiento consiste en generar una fractura en la formación mediante el bombeo de fluidos con propiedades reológicas definidas. Estos fluidos deben tener la capacidad de transportar el apuntalante al interior de la fractura a manera de evitar su cierre cuando se finaliza la operación. Así mismo el fluido debe generar el menor daño posible a la formación, minimizando la concentración de residuos insolubles que afecten la producción del pozo, además de ser un fluido económicamente rentable.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	68/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 2. Hidratación del polímero en el agua de mezcla.

Los fluidos fracturantes juegan un rol crítico en el proceso de fracturamiento. Los fluidos Fracturantes deben tener suficiente viscosidad para iniciar y propagar la fractura hidráulica y para suspender y transportar los agentes apuntalantes en lo profundo dentro de la fractura creada, generando la conductividad asociada y teniendo como principal particularidad la de ser compatibles con los fluidos de la roca matriz.

Se deben conocer las propiedades, tanto físicas como químicas, del fluido fracturante para lograr una estimulación exitosa:

1. Debe ser compatible con el material de la formación.
2. Debe ser compatible con los fluidos de la formación.
3. Debe ser capaz de suspender el apuntalante y transportarlo en lo profundo de la fractura.
4. Debe ser un fluido eficiente.
5. Debe ser fácil de remover de la formación.
6. Debe permitir una baja fricción.
7. Debe ser estable el fluido para mantener su viscosidad a lo largo del tratamiento.
8. Debe ser económicamente rentable.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	69/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

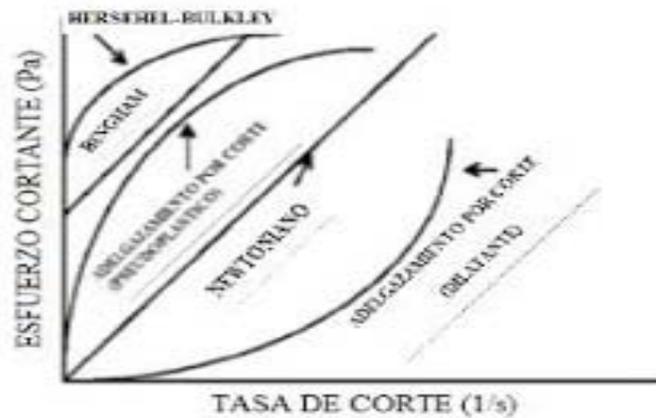


Figura 3. Caracterización del Comportamiento Reológico de un Fluido Fracturante.

❖ **Datos necesarios.**

Operación del equipo Viscosímetro Rotacional.

1. Identifique la palanca de velocidades y el perno rojo del cambio de RPM del Viscosímetro Rotacional (Puede ensayar el manejo del dispositivo **SIEMPRE Y CUANDO EL EQUIPO ESTE ENCENDIDO O TRABAJANDO**, es decir **NO MOVER EL PERNO ROJO SI EL EQUIPO NO ESTA ENCENDIDO**).
2. Colocar 350 ml del fluido fracturante previamente acondicionado e hidratado en el vaso del viscosímetro rotacional FANN 35a.
3. Coloque el vaso en la plataforma del equipo, y enciéndalo a 3RPM (**NO MOVER EL PERNO ROJO SI EL EQUIPO NO ESTA ENCENDIDO**) desplazando lentamente la base hasta que el fluido llega a la línea de tare o el fluido cubra los dos orificios de la camisa de revestimiento del viscosímetro rotacional. Posteriormente apague el equipo, y comience hacer lecturas Ascendentes y Descendentes respectivamente de modo que cada cambio con el PERNO ROJO y la

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	70/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

PALANCA de ALTA y BAJA sean manipulados correctamente (**es decir, o manipula primero la velocidad: alta/baja o primero desplaza el perno en la posición deseada SIEMPRE Y CUANDO EL EQUIPO ESTE ENCENDIDO O TRABAJANDO**).

4. Cada cambio lo hará a los 10 seg de iniciado o prendido el equipo de tal forma que una persona vaya contando cada segundo que pasa entre cada cambio de velocidad y una persona más ira llevando registro de las lecturas proporcionadas por el operador del equipo.
5. Entiéndase entonces que se necesitan 3 personas para llevar a cabo la correcta toma de lecturas sobre el Viscosímetro Rotacional y la realización completa de esta prueba:

a) **1ra persona:** Operará el viscosímetro Rotacional FANN 35a **cada 10 seg haciendo lecturas ascendentes y descendentes respectivamente**, con la finalidad de que los cambios entre cada rpm y velocidades sean certeros así como las lecturas a cada 8 segundos, es decir 2 seg antes de cada cambio de velocidad y RPM.

b) **2da persona:** Ésta ira contacto con el empleo de un cronómetro, temporizador o segundero cada segundo **EN VOZ ALTA con la finalidad de que el operador del equipo (viscosímetro rotacional) al 8vo segundo dicte la lectura vista en el ojo de buey del equipo** y posteriormente realice el cambio al segundo número 10.

c) **3ra persona:** Solo **tomará nota de las lecturas proporcionadas** por el operador del equipo rotacional FAN 35a.

6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Explicación del manejo del polímero soluble en agua sobre la parte acuosa de su diseño.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	71/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad II

Explicación de las partes que integran el Equipo Viscosímetro Rotacional y su manejo de operación para la toma de Lecturas.

Actividad III

Desarrollo Experimental de la Práctica 7 por parte de los alumnos.

Las lecturas Reológicas del Fluido Fracturante deben reportarse como el promedio de las lecturas ascendentes y las descendentes, tomadas a una temperatura promedio de prueba.

Velocidad de corte	Lecturas Ascendentes	Lecturas Descendentes	Relación de Lecturas	Promedio de Lecturas

T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

Tabla I. Lecturas realizadas en el Viscosímetro Rotacional FANN

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	72/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Toma de Lecturas para la caracterización del esfuerzo gel del Fluido Fracturante.

(Actividad 4 T_{ambiente})

Velocidad de corte	Lecturas

T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

Tabla II. Comportamiento gel de la estructura del Fluido Fracturante.

HOJA DE RESULTADOS (caracterización Reológica del Fluido Fracturante).

Velocidad de corte [seg ⁻¹]	Promedio de Lecturas[lb/100 ft ²]	T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	73/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

HOJA DE RESULTADOS (caracterización del esfuerzo gel del Fluido Fracturante).

Velocidad de corte [rpm]	Promedio de Lecturas[cp]

T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

7. Observaciones y Conclusiones

- a. El alumno adquirirá la habilidad para diseñar un fluido fracturante con cualquier polímero soluble en agua con o sin aditivos.
- b. El alumno adquirirá la habilidad para caracterizar un fluido fracturante determinando sus parámetros reológicos sobre un modelo conocido.

8. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicochea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	74/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 8

Efecto de la Temperatura sobre las Propiedades Reológicas de un Fluido Fracturante

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	75/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Fluido Fracturante Hidratado (CMC, PAC, XHANTANA, GUAR)	Severamente Tóxico en cantidades grandes de ingesta, por inhalación, o por contacto en la piel (utilice todo el equipo de seguridad (cubre bocas, goggles de seguridad, guantes, camisa, pantalón, y botas)
2	Dispensores	El uso incorrecto de este equipo puede provocar cortaduras sobre las manos y/o golpes en el rostro (utilice guantes plastificados y camisa de manga larga)
3	Parrilla de Calentamiento.	Quemaduras severas en las manos y en brazos (Se recomienda utilizar el equipo completo de seguridad).
4	Vaso de Precipitado (Cristal)	Muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
5	Viscosímetro Rotacional FANN 35a	El mal uso o empleo de este equipo trae como consecuencia el barrido completo de toda la caja de velocidades asociada al perno de cambio de velocidades y al torque del resorte (atienda las indicaciones del encargado del laboratorio para su uso)
6	Termómetro de mercurio	Muy frágil, su mal uso puede provocar la fractura del mismo causando cortaduras en los dedos. Manéjese con cuidado.

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

- a) El alumno determinará las propiedades reológicas y tixotrópicas de un fluido fracturante y evaluará el efecto que tiene el incremento de temperatura en dichas propiedades.
- b) El alumno realizará el análisis sobre si el fluido con el cual está trabajando tiene la resistencia de suspensión del apuntalante necesario para ser bombeado hacia

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	76/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

una fractura y que esté no perderá las condiciones tixotrópicas necesarias para mantener su estabilidad.

II. Objetivos específicos:

- a) El alumno será capaz de realizar el Comportamiento Reológico de un fluido Fracturante bajo el efecto del incremento de temperatura y su interpretación.
- b) El alumno será capaz de interpretar el esfuerzo gel de un fluido Fracturante bajo el efecto del incremento de temperatura.
- c) El alumno será capaz de razonar cuando un Fluido Fracturante provee soporte o carga del apuntalante y si éste es viable como fluido fracturante.
- d) El alumno comprenderá la calidad estable de un fluido fracturante en el proceso de su bombeo y su caudal (flujo) en tubería.

3. Introducción

El trabajo de fracturamiento hidráulico de un pozo consiste en la inyección de un fluido a presión denominado fluido de fractura, hasta la profundidad a la que se encuentra la roca que se quiere fracturar, expuesta en la cara del pozo, para lograr la falla de la misma, es decir, hasta fracturar o hacer fallar la formación. Esta técnica se utiliza básicamente para lograr el incremento de la conductividad del petróleo o gas y para reducir o eliminar el efecto de daño en los pozos.

Para el diseño de una fractura hidráulica así como también de un tratamiento de simulación de pozo se requieren seleccionar lo siguiente:

- Fluido fracturante y aditivos apropiados.
- El material soportante o apuntalante adecuado.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	77/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Las propiedades de los fluidos de tratamiento desempeñan un rol poderoso en la generación de la geometría de la fractura hidráulica y el emplazamiento efectivo de apuntalante durante cualquier tratamiento de fracturamiento.

El ancho, la longitud, la altura y la capacidad de transporte de la fractura dinámica quedan determinados fundamentalmente por el volumen, la viscosidad y el coeficiente de pérdida del fluido.



Figura 1. Acondicionamiento del Fluido Fracturante en reposo.

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes Plastificados y/o de Carnaza delgada.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.
- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- f) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Viscosímetro Rotacional FANN 35a
- b) Dispersores con flecha.
- c) Fluido Fracturante(Polímero Soluble en Agua Xhantana/Guar/CMC/PAC).
- d) Balanzas Mecánicas/Granatarias(Solo se cuenta con 1 par de pesas).

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	78/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- e) Parrilla de Calentamiento (se cuentan con 3 parrillas, donde solo 2 tiene perilla de la función de agitador magnético).
- f) Termómetro de Mercurio.

III. Instrumentos

- l) Cuchara Metálica con espátula.
- m) Vaso de Precipitado 500 [ml] o de 1 [lt].
- n) Espátula de acero.
- o) Jarra de Plástico con capacidad de 2 [lt]
- p) 1 Botella de plástico para el deshecho de los residuos sólidos/líquidos.
- q) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

1. Propiedades Reológicas:

Las propiedades reológicas estudian el comportamiento de los fluidos sometidos a carga mecánica. La estructura sólida, al tener forma definida, cuando se somete a carga se deforma y se tensiona. Sin embargo la estructura líquida, al no tener forma definida, cuando se somete a carga no se deforma sino que al cambio producido en la posición de los átomos se le llama fluencia, y tampoco se produce tensión, ya que esta se libera con la fluencia.

2. Viscosidad:

La propiedad que define el comportamiento reológico es la Viscosidad. La viscosidad es la resistencia que opone un fluido a la fluencia. Lo contrario de la viscosidad es la Fluidez. La viscosidad de un líquido no siempre es constante, suele estar relacionada con otras variables.

3. Temperatura:

La viscosidad de un líquido depende de la temperatura. A alta temperatura los líquidos son más fluidos mientras que a baja temperatura son más viscosos. Esto es debido a que la

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	79/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

energía térmica hace más débiles las fuerzas de atracción entre las moléculas, que suelen ser fuerzas de Van der Waals.

4. Presión:

Existe una relación entre la viscosidad que presenta un fluido y la compresión a la que está sometido. Es función de cómo sea esa relación tenemos distintos tipos de comportamiento:

- a. **Comportamiento Pseudoplástico:** es el que tienen los líquidos que al ser comprimidos se hacen más fluidos y al cesar la compresión vuelven a ser más viscosos.
- b. **Comportamiento dilatante:** es el comportamiento contrario al anterior, al comprimir el líquido se vuelve más viscoso.
- c. **Comportamiento Newtoniano:** existe una relación lineal, la viscosidad es independiente, la compresión no produce alteración de la viscosidad. Estos comportamientos son específicos de cada material.

5. Vibración

Mediante un mecanismo parecido a lo que sucede en el comportamiento pseudoplástico, algunos geles sometidos a vibración o sacudidas se tornan más fluidos.

6. Fraguado (Gelificación Progresiva)

Cuando durante la manipulación de un material se induce una reacción de fraguado, la viscosidad del mismo se va incrementando con el tiempo hasta que el material se convierte en un sólido y comienza a tener propiedades mecánicas. Un material se considera sólido cuando podemos medir su Módulo Elástico. Por lo tanto a medida que avanza el fraguado implica una disminución de la fluidez y un aumento de la viscosidad.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	80/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 2. Incremento de Temperatura sobre un Fluido Fracturante.



Figura 3. Esfuerzo gel sobre el Incremento de Temperatura del Fluido Fracturante.

❖ **Datos necesarios.**

Operación del equipo Viscosímetro Rotacional.

6. Identifique la palanca de velocidades y el perno rojo del cambio de RPM del Viscosímetro Rotacional (Puede ensayar el manejo del dispositivo **SIEMPRE Y CUANDO EL EQUIPO ESTE ENCENDIDO O TRABAJANDO**, es decir **NO MOVER EL PERNO ROJO SI EL EQUIPO NO ESTA ENCENDIDO**).
7. Colocar 350 ml del fluido fracturante previamente acondicionado e hidratado en el vaso del viscosímetro rotacional FANN 35a.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	81/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

8. Coloque el vaso en la plataforma del equipo, y enciéndalo a 3RPM (**NO MOVER EL PERNO ROJO SI EL EQUIPO NO ESTA ENCENDIDO**) desplazando lentamente la base hasta que el fluido llega a la línea de tare o el fluido cubra los dos orificios de la camisa de revestimiento del viscosímetro rotacional. Posteriormente apague el equipo, y comience hacer lecturas Ascendentes y Descendentes respectivamente de modo que cada cambio con el PERNO ROJO y la PALANCA de ALTA y BAJA sean manipulados correctamente (**es decir, o manipula primero la velocidad: alta/baja o primero desplaza el perno en la posición deseada SIEMPRE Y CUANDO EL EQUIPO ESTE ENCENDIDO O TRABAJANDO**).
9. Cada cambio lo hará a los 10 seg de iniciado o prendido el equipo de tal forma que una persona vaya contando cada segundo que pasa entre cada cambio de velocidad y una persona más ira llevando registro de las lecturas proporcionadas por el operador del equipo.
10. Entiéndase entonces que se necesitan 3 personas para llevar a cabo la correcta toma de lecturas sobre el Viscosímetro Rotacional y la realización completa de esta prueba:
 - a) **1ra persona:** Operará el viscosímetro Rotacional FANN 35a **cada 10 seg haciendo lecturas ascendentes y descendentes respectivamente**, con la finalidad de que los cambios entre cada rpm y velocidades sean certeros así como las lecturas a cada 8 segundos, es decir 2 seg antes de cada cambio de velocidad y RPM.
 - b) **2da persona:** Ésta ira contacto con el empleo de un cronómetro, temporizador o segundero cada segundo **EN VOZ ALTA con la finalidad de que el operador del equipo (viscosímetro rotacional) al 8vo segundo dicte la lectura vista en el ojo de buey del equipo** y posteriormente realice el cambio al segundo número 10.
 - c) **3ra persona:** Solo **tomará nota de las lecturas proporcionadas** por el operador del equipo rotacional FAN 35a.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	82/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Explicación del acondicionamiento del Fluido Fracturante en reposo.

Actividad II

Explicación del acondicionamiento sobre el incremento de Temperatura del Fluido Fracturante en agitación constante hasta alcanzar la temperatura deseada.

Actividad III

Desarrollo Experimental de la Práctica 8 por parte de los alumnos (Toma de Lecturas para la caracterización reológica y del esfuerzo del Fluido Fracturante).

Las lecturas Reológicas del Fluido Fracturante deben reportarse como el promedio de las lecturas ascendentes y las descendentes, tomadas a una temperatura promedio de prueba.

Velocidad de corte	Lecturas Ascendentes	Lecturas Descendentes	Relación de Lecturas	Promedio de Lecturas	T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

Tabla I. Lecturas realizadas en el Viscosímetro Rotacional FANN

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	83/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Hoja de resultados

Caso I

Caracterización Reológica del Fluido Fracturante).

Velocidad de corte [seg ⁻¹]	Promedio de Lecturas [lb/100 ft ²]	T _{inicial} °F	T _{final} °F

Tabla II. Conversión de unidades sobre las Lecturas.

Hoja de cotejo de información para el alumno.

Toma de Lecturas para la caracterización del esfuerzo gel del Fluido Fracturante.

Caso I

Velocidad de corte [rpm]	Lecturas [cp]	T _{inicial} (°C)[°F]	T _{final} (°C)[°F]

Tabla II. Comportamiento gel de la estructura del Fluido Fracturante.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	84/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Gráfica del comportamiento reológico del fluido fracturante

Gráfica del esfuerzo gel del fluido fracturante.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	85/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Caso II $\geq 60^{\circ}\text{C}$

Toma de Lecturas para la caracterización reológica del Fluido Fracturante.

Las lecturas Reológicas del Fluido Fracturante deben reportarse como el promedio de las lecturas ascendentes y las descendentes, tomadas a una temperatura promedio de prueba.

Velocidad de corte	Lecturas Ascendentes	Lecturas Descendentes	Relación de Lecturas	Promedio de Lecturas	T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

Tabla VI. Lecturas realizadas en el Viscosímetro Rotacional FANN

Velocidad de corte	Lecturas	T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

Tabla V. Comportamiento gel de la estructura del Fluido Fracturante.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	86/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Hoja de resultados para el desarrollo del modelo reológico por parte del alumno.

Velocidad de corte [seg ⁻¹]	Promedio de Lecturas[lb/100 ft ²]

T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

Tabla VI. Comportamiento Reológico de la estructura del Fluido Fracturante.

Gráfica del comportamiento reológico del fluido fracturante

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	87/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Hoja de resultados para el desarrollo del modelado del esfuerzo gel por parte del alumno

Velocidad de corte	Promedio de Lecturas

T _{inicial} (°C) [°F]	T _{final} (°C) [°F]

Gráfica del esfuerzo gel.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	88/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

7. Observaciones y Conclusiones

- a) El alumno adquirirá la habilidad para diseñar un fluido fracturante con cualquier polímero soluble en agua con o sin aditivos.
- b) El alumno adquirirá la habilidad para caracterizar un fluido fracturante determinando sus parámetros reológicos sobre un modelo conocido.

8. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicochea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	89/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica 9

Normas NMX

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	90/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Goma Polimérica Soluble en agua (CMC, PAC, XANTANA, GUAR)	Tóxico en cantidades grandes de ingesta (utilice cubre bocas, goggles de seguridad guantes)
2	Vaso de Precipitado (Cristal)	Muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
3	Matraz Erlenmeyer	Instrumento muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
4	Estufa de alta Temperatura para desecado de Muestras.	Posibles quemaduras severas por contacto en manos y brazos (se recomienda utilizar equipo de seguridad completo)
5	Desecador	Instrumento pesado y muy frágil, puede ocasionar cortaduras en las manos (se recomienda el uso de guantes)
6	Varilla de vidrio	Instrumento muy frágil puede ocasionar cortaduras en las manos
7	Alcohol Isopropílico	Líquido inflamable, el vapor causa leve irritación de la nariz y de la garganta. La ingestión causa toxicidad leve. El contacto prolongado con la piel produce resequedad y agrietamiento.

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

- a) Determinación de la humedad y del contenido de sólidos según la **NORMA RF-300-PEMEX_2012** sobre la E-415.
- b) Determinar la presencia de derivados de almidón sobre una muestra de fluido de terminación base agua con Xantana, para evaluación de calidad de este polímero.
- c) El alumno será capaz de determinar la presencia de Goma Guar sobre una base de fluido con Xantana.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	91/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

II. Objetivos específicos:

- a) El alumno será capaz de comprender e interpretar el uso de materiales no aptos en la construcción de fluidos de terminación y su impacto en su estabilidad del mismo.
- b) El alumno comprenderá el daño que se produce en un pozo por el empleo de materiales poliméricos sin valoración.
- c) El alumno adquirirá la habilidad de interpretación de las normas sobre la valoración de los materiales poliméricos y su impacto.

3. Introducción

La normatividad en México está constituida por una serie de normas que tiene como objetivo el asegurar valores, cantidades y características mínimas o máximas en el diseño, producción o servicio de los bienes de consumo entre personas morales y/o físicas, sobre todo los de uso extenso y fácil adquisición por el público en general, poniendo principal atención a un público no especializado en la materia; de estas normas existen dos tipos básicos en nuestra legislación mexicana, las Normas Oficiales Mexicanas llamadas NOM y las Normas Mexicanas llamadas NMX, de las cuales solo las NOM son de uso obligatorio en su alcance y las segundas solo expresan una recomendación de parámetros o procedimientos, aunque si son mencionadas como parte de una NOM como de uso obligatorio su observancia es a su vez obligatoria

Las Normas Mexicanas por sus siglas conocidas como normas NMX, creadas en el Art. 3 Frac. X de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización que dice: Artículo 3, Fracción X. Norma mexicana: la que elabore un organismo nacional de normalización, o la Secretaría, en los términos de esta Ley, que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

4. Recursos a emplear

I. Equipo de Seguridad.

- a) Guantes de Látex.
- b) Cubre bocas.
- c) Goggles de Seguridad.
- d) Bata Personal o Camisa de Algodón con Manga Larga.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	92/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- e) Pantalón de Mezclilla con Camisa de manga larga.
- f) Zapatos de seguridad.

II. Material y Equipos y/o Dispositivos Mecánicos

- a) Goma Xantana.
- b) Balanza Digital/Granataria(Solo se cuenta con 1 juego de pesas).
- c) Agitador Magnético.
- d) Cinta Masking Tape para rotular.
- e) Alcohol Isopropílico.
- f) Estufa de alta Temperatura.
- g) Desecador de muestras.
- h) Papel Filtro.

III. Instrumentos.

- a) Matraz Erlenmeyer de 125 [ml]
- b) Embudo de Cristal.
- c) Vaso de precipitado de 500 [ml].
- d) Vaso de precipitado de 100 [ml]
- e) Cuchara Metálica con espátula.
- f) Espátula de acero.
- g) Varilla de cristal.
- h) Vídrio de reloj.
- i) Charola de aluminio.
- j) Jarra de plástico con bolsa para el deshecho de los residuos.
- k) Escobillones, zacate y jabón para lavado del instrumental empleado.

5. Fundamento Teórico

❖ Presentación de conceptos.

Normas Mexicanas.

Las normas mexicanas (NMX) son documentos donde se especifican las características que los productos tienen en función de sus cualidades y los métodos de prueba que determinan esas características permitiendo definir diferentes grados de calidad. Por lo cual permite que los productos se puedan diferenciar claramente en el mercado y permite la transparencia en las operaciones comerciales tanto a nivel nacional como internacional.

El uso de las NMX para la industria de recubrimientos constituye una referencia para determinar la calidad de los productos y servicios de los que se está tratando, particularmente porque permite la protección y orientación a los consumidores. Las NMX,

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	93/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

en lo particular, en ningún caso podrán contener especificaciones inferiores a las establecidas en las normas oficiales mexicanas (NOM)

Las NMX (de carácter voluntario) como las NOM^s (de carácter obligatorio) deben ser tomadas como referencia por las autoridades judiciales o administrativas competentes en sus resoluciones en controversias de carácter civil, mercantil o administrativo.

Tipos de normas Mexicanas aplicables a la industria.

a) NOM, Normas Oficiales Mexicanas.

- Las normas oficiales mexicanas (NOM^s) son disposiciones generales de tipo técnico expedidas por dependencias de la administración pública federal. Su objetivo es establecer reglas, especificaciones, directrices y características aplicables a un producto, proceso o servicio.

b) NMX, Norma Mexicana. Aplicable a las Industrias.

- Normas de producto (pintura látex, impermeabilizantes, pintura para tráfico, esmaltes)
- Métodos de ensayo que en algunos casos acompañan a alguna norma de producto para la evaluación de propiedades especificadas (determinación de brillo, lavabilidad, muestreo, etc.) y verificación de su cumplimiento según las categorías establecidas.

c) NRF, Normas de Referencia. Elaborada por entidades de la administración pública federal (CFE, PEMEX, etc).

Cuando las normas mexicanas o internacionales aplicables no cubran sus requerimientos, o bien cuando las especificaciones que contengan se consideren inaplicables u obsoletas, éstas establecen requisitos técnicos y documentales que deben cumplir los proveedores y contratistas en la adquisición, uso y aplicación del producto o servicio en cuestión.

Ejemplos de NRF Aplicables a la industria de recubrimientos:

- NRF-PEMEX-053-2006 “Sistemas de Protección Anticorrosiva a base de Recubrimientos para Instalaciones Superficiales”.
- NRF-071-CFE-2009 “Recubrimientos anticorrosivos para equipo eléctrico a la intemperie”.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	94/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

❖ Datos necesarios.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) se definen como regulaciones técnicas cuya observancia es obligatoria. Sirven para regular servicios, productos o procesos que pueden llegar a constituir un peligro para las personas, los animales o el medio ambiente en general.

Las NMX son regulaciones técnicas expedidas por la Secretaría de Economía cuya aplicación es voluntaria y que permiten establecer especificaciones de calidad sobre procesos, productos, servicios, métodos de prueba, competencias, etc., además de coadyuvar en la orientación del consumidor. Puede darse el caso de que una NMX sea de cumplimiento obligatorio si es referida de forma explícita en una NOM.

Los materiales secos a utilizar en la preparación de lechadas, de los fluidos de terminación, así como de los fluidos de perforación, etc., deben ser pesados y evaluados según sus normas. De todo esto depende el éxito de la terminación del pozo así como el de su producción natural hasta llegar a su agotamiento para posteriormente implementar otro método de extracción o producción del crudo.



Figura I. Muestras de goma Xantana después de 2 horas en el horno.

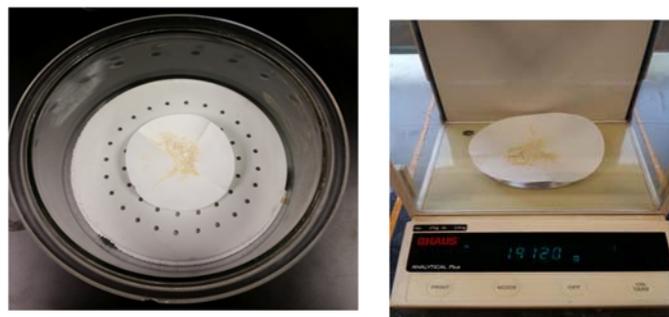


Figura II. Desecado de la muestra y Cuantificación de sólidos totales.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	95/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Numero de muestra	Peso del papel filtro (gr)	Peso de la muestra (gr)	Peso final	Contenido de sólidos teóricos (gr)	Contenido de sólidos determinados experimentalmente (gr)
MD-1	1.0690	2.0738	2.0185	49	51.40
MD-2	1.0615	2.0460	2.0686	50	49.22
MD-3	1.0747	2.0680	2.0172	47	45.57
MD-4	1.0540	2.0969	1.9998	45	45.10
MD-5	1.0585	2.0870	1.8050	35	35.70
MD-6	1.0537	2.0115	1.8885	40	41.5
MD-7	1.0435	2.0694	2.1263	52.5	52.32
MD-8	1.0590	2.0415	1.9608	40	39.17
MD-9	1.0771	2.0868	2.1080	53	49.40
MD-10	1.0639	2.0205	2.1015	46	51.35

Figura III. Calculo del contenido de sólidos para cada una de las muestras evaluadas.

6. Desarrollo de actividades

Actividad I

Detección de parámetros importantes sobre la(s) muestra(s) en análisis

1. Si la muestra bajo examen da un color amarillo comparable con uno de la prueba en blanco, la muestra no contiene almidón o sus derivados.
2. El desarrollo de un color verde claro a azul oscuro, ya sea en solución o como un precipitado, indica la presencia de almidón (llamado fracción amilosa).
3. El desarrollo de un color rosa claro a café rojizo, indica la presencia de un almidón altamente sustituido, dextrina o almidón con un alto contenido de amilopectina.
4. El desarrollo de cualquier otro color, es una fuerte indicación de la presencia de almidón o sus derivados.
5. Si se decolora, indica la presencia de un agente reductor, en este caso continúe goteando la solución de yodo y compare el color con lo señalado en los incisos a) hasta c).
6. Si se detecta otro color de reacción que el mencionado en el inciso e), la prueba es abandonada.

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	96/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Numero de muestra (gr)	Peso del papel filtro (gr)	Peso de la muestra (gr)	Peso final (gr)	Contenido de sólidos teóricos (gr)	Contenido de sólidos determinados experimentalmente (gr)
MD-1					
MD-2					
MD-3					
MD-4					
MD-5					
MD-6					
MD-7					
Color verde claro a azul oscuro	Color rosa claro a café rojizo	Desarrolló otro color	Se decoloró	La prueba se abandonada	¿Hubo presencia de Almidón?
MD-1	MD-1	MD-1	MD-1	MD-1	Si <input type="radio"/>
MD-2	MD-2	MD-2	MD-2	MD-2	
MD-3	MD-3	MD-3	MD-3	MD-3	
MD-4	MD-4	MD-4	MD-4	MD-4	No <input type="radio"/>
MD-5	MD-5	MD-5	MD-5	MD-5	
MD-6	MD-6	MD-6	MD-6	MD-6	
MD-7	MD-7	MD-7	MD-7	MD-7	

7. Observaciones y Conclusiones

- a. El alumno adquirirá la habilidad para desarrollar cualquier Norma Mexicana enfocada sobre los fluidos con base Xantana.
- b. El alumno comprenderá el impacto producido cuando no se valoran los diferentes materiales empleados en la industria del petróleo, así como el impacto económico

	Manual de Prácticas del Laboratorio de Terminación y Mantenimiento de Pozos	Código:	MADO-43
		Versión:	01
		Página	97/97
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	2 de febrero de 2018
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Perforación y terminación de pozos		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

que se produce por el empleo de materiales inadecuados (fluidos) en la terminación de los pozos y el daño producido al pozo.

8. Bibliografía

- a) Islas Silva Carlos, “Manual de Estimulación Matricial de Pozos”; Colegio de Ingenieros Petroleros de México.
- b) Garaicoechea Francisco, “Apuntes de Estimulación de Pozos”; México FI UNAM; 1985