



METODO DE LABORATORIO PARA EVALUAR EL DESARROLLO DE FRACTURAS EN FORMACIONES DE LUTITAS DURAS EXPUESTAS A FLUIDOS DE PERFORACION

Gómez Sandra, He Wenwu M-I SWACO

RESUMEN

Una técnica sistemática de laboratorio ha sido desarrollada para evaluar la estabilidad de lutitas duras cuando estas se exponen a fluidos de perforación. Problemas de estabilidad de hueco encontrados en este tipo de formaciones han generado operaciones de perforaciones costosas y difíciles en muchas áreas como Sur América- formación Los Monos, Medio Oriente-Nahr Umr y Estados Unidos-Atoka.

La evaluación de fluidos para inhibición generalmente ha sido enfocada en los efectos químicos de los fluidos en formaciones blandas y reactivas de lutitas. Pruebas de dispersión e hinchamiento han sido usadas para evaluar la hidratación de arcillas así como su capacidad de intercambio iónico, etc. Sin embargo, estas técnicas tradicionales no integran elementos importantes intrínsecos a los mecanismos de falla en lutitas duras. La estructura de la roca, su textura, fábrica y su distribución de minerales establecen condiciones que pueden directamente afectar el desarrollo de fracturas en formaciones de lutitas duras. Un método desarrollado recientemente se enfoca en el análisis del desarrollo de fracturas usando muestras de lutita que preservan la estructura natural de la roca. La técnica combina la documentación fotográfica de los cambios visibles en la lutita durante la exposición al fluido y el análisis de secciones petrográficas de las muestras después de la exposición al fluido. El método permite la observación, descripción y comparación de los efectos de diferentes fluidos en la estructura de la lutita.

Este trabajo presenta una descripción detallada de como este nuevo método es usado para evaluar del desarrollo de fracturas en formaciones de lutitas duras. Análisis de series de experimentos de laboratorio son presentados junto con datos cualitativos y cuantitativos para mostrar como este tipo de formaciones responden en formas diferentes frente a fluidos.

INTRODUCCIÓN

El termino “lutita” es comúnmente usado in la industria de perforación para describir un amplio grupo de rocas desde formaciones altamente reactivas hasta materiales completamente litificados. Es importante reconocer que las lutitas responden diferente cuando son expuestas a fluidos¹. Los mecanismos de inestabilidad en formaciones de lutitas varían ampliamente con los cambios en la mineralogía y la estructura de la roca. Identificar el tipo de formación de lutita y sus características es un paso fundamental en el diseño y selección de fluidos de perforación para aplicaciones de estabilidad. Numerosas técnicas de laboratorio son empleadas para estudios de interacción roca/fluido, pero las pruebas que demandan menos tiempo y envuelven metodologías relativamente simples parecen ser las mas prácticas y usadas en la industria.

La selección de experimentos de laboratorio y sus condiciones depende de las propiedades básicas de la roca. Generalmente, las formaciones de lutitas blandas se dispersan, hinchan o se ablandan rápidamente cuando se exponen a fluidos base agua; las lutitas duras han pasado a través de procesos de diagénesis (alteración de minerales arcillosos, cementaciones secundarias, etc.) y tienden a permanecer estables en los fluidos¹. Las formaciones de lutitas blandas tienden a interactuar rápidamente con fluidos. En estos casos, pruebas como dispersión, dureza por humectación e hinchamiento son muy útiles y los resultados muestran diferencias claras entre los fluidos². Por otro lado, las lutitas duras interactúan diferente con los fluidos y los mecanismos de inestabilidad son más asociados con el desarrollo de fracturas y rupturas a lo largo de laminaciones. Este tipo de fallas parecen ser causadas por la penetración de fluidos a lo largo de los planos de clivaje o fracturas pre-existentes. Las diversas respuestas de las lutitas duras frente a fluidos con diferentes composiciones químicas indican que los mecanismos de falla incluyen procesos tanto físicos y como químicos.

Los mecanismos de inestabilidad en lutitas duras están cercanamente relacionados con las características geológicas y las propiedades de la roca tales como la estructura, la distribución de grano, la textura y la presencia de fracturas. Es importante que las muestras para la prueba de desarrollo de fracturas incluyan esas características. Generalmente, los cortes de lutitas son rutinariamente disponibles y son usados para obtener importante información como composición mineralógica, capacidad de intercambio catiónico (C.I.C), imágenes de microscopia electrónica de barrido (SEM), etc. Adicionalmente, este tipo de muestras son usadas para conducir diferentes pruebas con fluidos y en algunos casos, los cortes son pulverizados y reconstituidos en pastillas o

tapones para pruebas³. Sin embargo, algunas características de la roca como distribución geométrica de minerales, textura (laminaciones, lentes, etc.), fabrica, red de fracturas y laminaciones son parcialmente perdidas cuando la lutita es recuperada en forma de cortes o cuando la muestra es reconstituida.

El método presentado en este trabajo establece un procedimiento que emplea piezas de lutita para evaluar el desarrollo de fracturas en formaciones duras expuestas a fluidos base de perforación y productos inhibidores manteniendo la estructura natural de la roca. A través de este procedimiento se siguen los cambios que ocurren en las piezas de lutita durante la exposición a los fluidos y se reconocen los cambios en la micro estructura de la roca. De esta manera, las propiedades geológicas de la roca y los efectos de los fluidos son incluidos y evaluados directamente en la prueba.

METODO

El método combina dos técnicas: Fotografía Progresiva y Análisis Microscópico de secciones finas.

1. La técnica de Fotografía Progresiva es usada para documentar fotográficamente los cambios visibles en la roca durante la exposición al fluido en un periodo de tiempo (usualmente 24 horas).
2. La técnica de análisis microscópico es usada para observar los cambios en la micro estructura de la roca después de la exposición al fluido utilizando secciones finas petrográficas.

MATERIALES

Muestras de Lutita

Muestras de núcleos o piezas de formaciones de lutita son usadas para la esta prueba. Las muestras de roca son cortadas en piezas de tamaños similares. Varias muestras de lutita fueron usadas en las pruebas con fluidos. En el este trabajo se presentan principalmente los ensayos conducidos con las formaciones de Los Monos (Bolivia) y Nahr Umr (Qatar). Ensayos con formaciones de lutitas de otras áreas son mencionados en la sección de resultados y discusión para ilustrar y explicar importantes observaciones durante el desarrollo de las pruebas.

La muestra de lutita del la formación de Los Monos consistía en piezas de roca de forma irregular. Las piezas más grandes fueron seleccionadas para la prueba. Piezas de la

muestra original son presentadas en la Figura 1. La composición mineralógica y la C.I.C. son incluidos en la Tabla 1.

Figura 1. Muestra original de la formación de lutita de Los Monos.

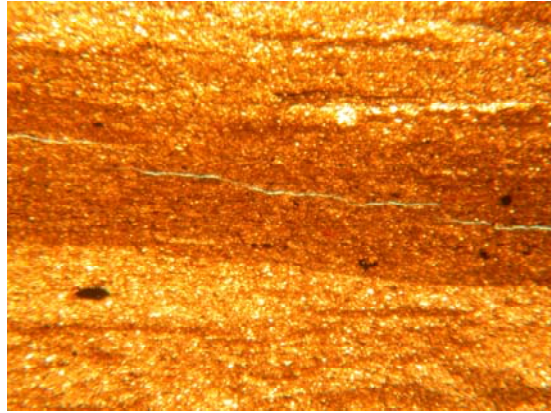


Tabla 1. Mineralogía por difracción de RX y C.I.C. de la muestra Los Monos.

Composición Mineralógica	Formación Los Monos
Cuarzo	36%
Feldespato	4%
Calcita	1%
Dolomita	1%
Siderita	1%
Pirita	1%
Clorita	8%
Caolinita	15%
Ilita	20%
Interestratificado Smectita/Ilita	13%
C.I.C.	10meq/100gramos

Análisis de la sección fina (Figura 2) muestra que la roca estaba compuesta básicamente de granos finos de tamaño arcilloso y limo. Cuarzo y minerales arcillosos son los principales componentes. Material orgánico y pirita están presentes en menores proporciones. Una orientación moderada de los minerales arcillosos fue observada. Las capas y lentes de limolita están distribuidas mayormente paralelas a las laminaciones.

Algunas fracturas pre-existentes fueron observadas y estas se extendían principalmente a lo largo de las áreas ricas en minerales arcillosos.



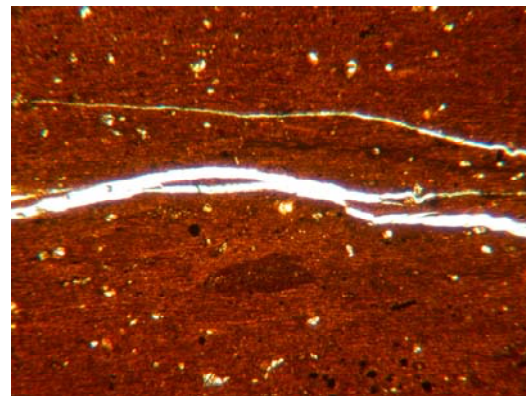
400 microns

Figura 2. Sección fina de la lutita Los Monos.

La muestra de lutita de la formación de Nahr Umr en Qatar fue tomada de un núcleo. La Tabla 2 muestra la composición mineralógica y la C.I.C. de la muestra. La sección fina de la roca (Figura 3) muestra que la lutita está compuesta principalmente por material de tamaño arcilloso. Cuarzo y arcilla son los componentes principales. Pirita y material inorgánico insoluble están presentes en menor proporción. La roca exhibe buena laminación y presenta fracturas pre-existentes a lo largo de las laminaciones.

Tabla 2. Mineralogía por Difracción de RX y C.I.C. de la lutita Nahr Umr.

Composición Mineralógica	Formación Nahr Umr
Cuarzo	16%
Feldespato	1%
Calcita	1%
Siderita	1%
Hematina	2%
Caolinita	50%
Ilita	10%
Interestratificado Smectita/Ilita	19
C.I.C.	15meq/100gramos



200 microns

Figura 3. Sección fina de la lutita de la formación Nahr Umr.

Fluidos

Fluidos claros y libres de sólidos son usados para permitir la observación clara de las muestras. Los fluidos para las pruebas son preparados mezclando los fluidos base y los productos inhibidores. Agua fresca, agua de mar, salmueras, aceite mineral, diesel y fluidos sintéticos son usados como fluidos base. Los productos inhibidores incluyen poliglicoles, compuestos de aminas, silicatos de potasio, etc.

Procedimiento

Los experimentos son conducidos de acuerdo a los siguientes pasos:

Procedimientos Preliminares

1. Identificar de las características petrológicas básicas de las muestras como ángulo y espaciamiento de las laminaciones, dirección de los planos de estratificación, presencia de fracturas, cambio de grano, etc.
2. Cortar la muestra de roca en piezas de tamaño similar (forma cúbica) usando una sierra con una cuchilla de diamante para aplicaciones de corte seco. La máxima dimensión (longitud) varia dependiendo del tamaño del núcleo o la pieza de roca y sus condiciones, pero en términos generales la máxima dimensión esta entre 1 a 2 pulgadas.

Procedimiento de la Prueba

1. Colocar cada pieza de roca en un recipiente cuadrado de material ópticamente claro que permita la observación detallada de las muestras.
2. Adicionar los fluidos en los recipientes. Condiciones ambientales de presión y temperatura se mantienen durante todo la prueba.
3. Tomar fotos durante el tiempo establecido (generalmente 24 horas). Observar cuidadosamente y registrar fotográficamente los cambios en la roca tales como desarrollo de fracturas, agrietamiento, precipitación de material sobre la muestra o cualquier cambio visible.
4. Al final de la prueba, remover las muestras de los recipientes y secarlas a temperatura ambiente.

Procedimiento después de la prueba

1. Preparar las secciones finas de las muestras (incluyendo una muestra referencia que no fue expuesta a ningún fluido). Este procedimiento incluye impregnación de las muestras con epoxy azul, corte y pulido en aceite.
2. Examinar cuidadosamente las secciones finas con un microscopio petrográfico. Registrar y documentar las principales características de la red de fracturas para cada muestra. Estas características incluyen número de fracturas, extensión máxima de

fractura, máximo ancho de fractura, típico ancho de fractura, presencia de fracturas interceptadas, dirección principal de fracturas y cualquier característica significativa en la estructura de la roca.

3. Comparar la muestra original con las muestras expuestas para identificar los cambios en la estructura de la roca ocurridos durante la exposición a los fluidos.

El análisis de toda esta información permite la clasificar el desempeño de los fluidos y seleccionar los fluidos que causan el menor cambio en la lutita.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los principales resultados de las pruebas conducidas con la lutita de la formación Nahr Umr son presentados. Los resultados de las pruebas conducidas con la muestras de Los Monos son presentados en mas detalle para mostrar mas claramente como las técnicas de Fotografía Progresiva y el Análisis Microscópico son usadas y combinadas para evaluar el desarrollo de fracturas en lutitas duras y como estos resultados son relacionados con el desempeño de los fluidos.

Observaciones durante la Exposición a los Fluidos

El registro fotográfico de las muestras de lutita en los fluidos permite identificar como las diversas composiciones químicas de estos cambias las muestras.

Los principales cambios observados y seguidos durante los experimentos son:

- Desarrollo de fracturas
- Aumento de la extensión de fracturas pre-existentes o de nuevas fracturas
- Dirección del desarrollo de fractura
- Desprendimiento de partículas o partes de roca
- Indicadores físicos de la interacción roca/fluido (precipitación de material en la muestra de lutita)

El desarrollo de fracturas, aumento de la extensión de fracturas y aparición de nuevas fracturas pudieron ser observados claramente en los experimentos. La Figura 4 muestra una pieza de la formación Nahr Umr expuesta a agua de mar con un inhibidor base amina. La muestra exhibió algunas fracturas después de 10 minutos de haber sido expuesta al fluido. Después de 6 horas fue evidente el aumento de la longitud de las fracturas y nuevas fracturas aparecieron.

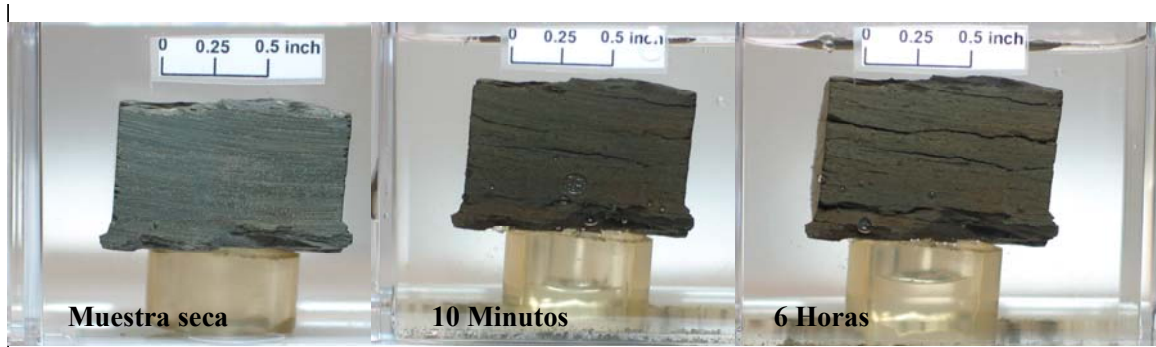


Figura 4. El cambio de la lutita Nahr Umr cuando fue expuesta a agua de mar con un inhibidor base amina.

La principal dirección del desarrollo de fracturas es identificada usando las fotos y el análisis de las secciones finas. En la mayoría de los casos, las fracturas tienden a extenderse paralelamente al plano de extratificación, pero en algunas pruebas, fracturas cruzando perpendicularmente el plano de extratificación fueron observadas. En estos casos, las muestras se volvieron muy frágiles y fácilmente se quebraban en pedazos. Fracturas extendidas en diferentes direcciones son presentadas en la Figura 5. Un pieza de la lutita de Nahr Umr fue expuesta a una salmuera de KCl con un aditivo base poliglicol. Esta lutita exhibió varias fracturas perpendiculares al plano de estratificación.

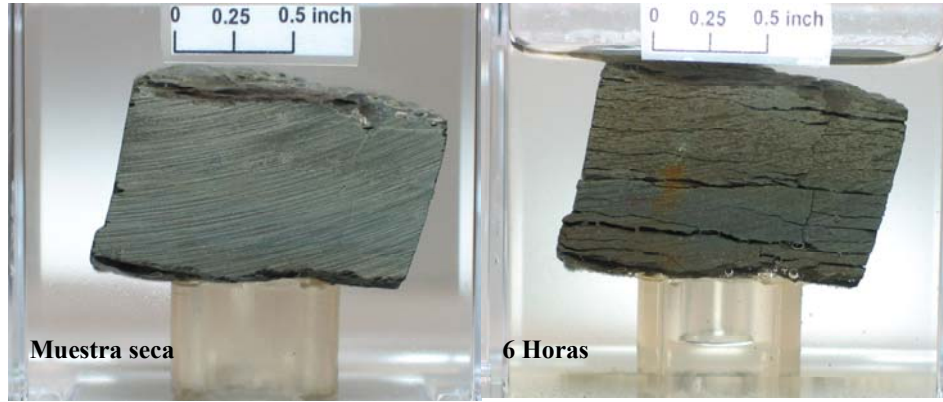


Figura 5. Lutita de la formación Nahr Umr en una salmuera de KCl con un aditivo base poliglicol.

Otros formas de inestabilidad fueron documentados incluyendo el desprendimiento de partículas finas o piezas de roca. La Figura 6 presenta una muestra de lutita de la formación Fortune Bay de Canada expuesta a un fluido base agua con silicato de potasio. En la foto se observa, en adición al desarrollo de fracturas, desprendimiento de fragmentos de la roca.

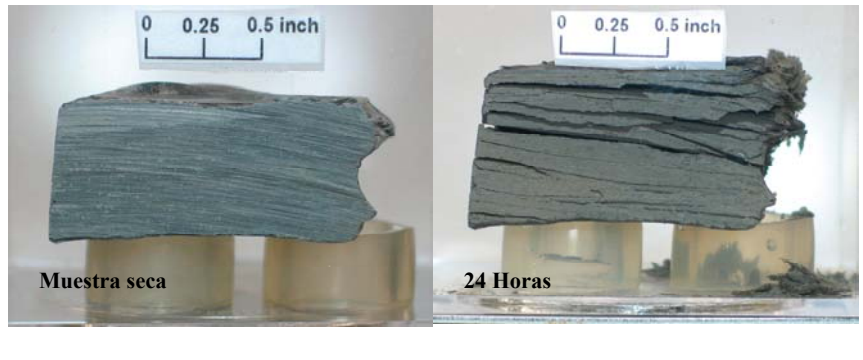


Figura 6. El cambio de la lutita de Fortune Bay expuesta a fluido base agua con silicato de potasio.

Los efectos de la composición química de los fluidos pudieron ser claramente observados en algunos casos. Indicadores físicos de la interacción química roca/fluido fueron encontrados como material precipitado a lo largo de las fracturas, sobre la superficie o cerca de la roca. La Figura 7 muestra la precipitación de un material blanco en un fragmento de lutita de Nahr Umr expuesta a un fluido base agua de silicato de potasio.

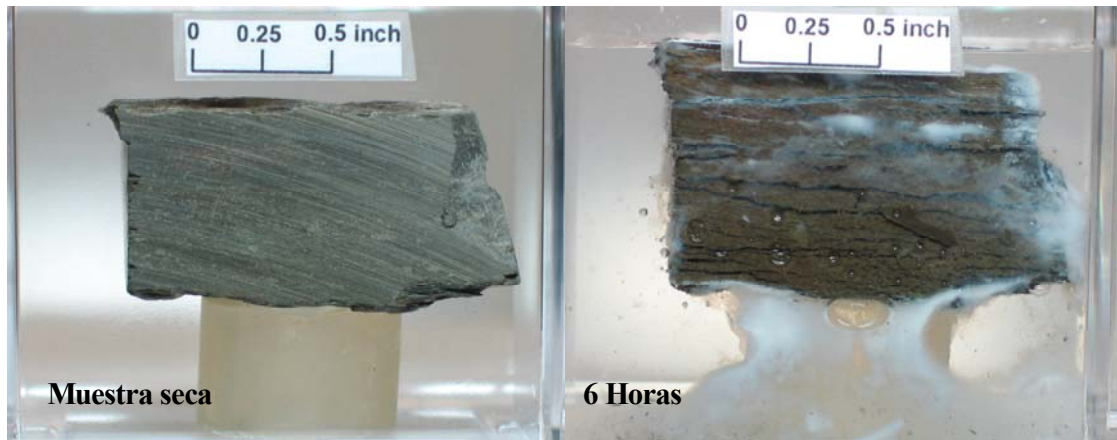


Figura 7. El cambio de la lutita Nahr Umr expuesta a fluido base agua con silicato de potasio.

Otros experimentos usando salmueras de formiatos mostraron una marcada diferencia en como las muestra de lutita del campo Iride en México permanecen estables o se inestabilizan en estos fluidos. La muestra expuesta a la salmuera de formiato de potasio de 10.5 ppg permaneció estable en el fluido y pocas fracturas fueron observadas. Por otro lado, la muestra expuesta a la salmuera de formiato de sodio de 10.5 ppg presentó mas fracturas y la presencia de fracturas interceptadas fue evidente. Otra muestra exhibió una interacción más fuerte cuando se expuso a una salmuera de formiato de cesio de 16ppg. Múltiples fracturas y un masivo desprendimiento de fragmentos de roca fue observado. La Figura 8 muestra la lutita probada en las salmueras de formiato.

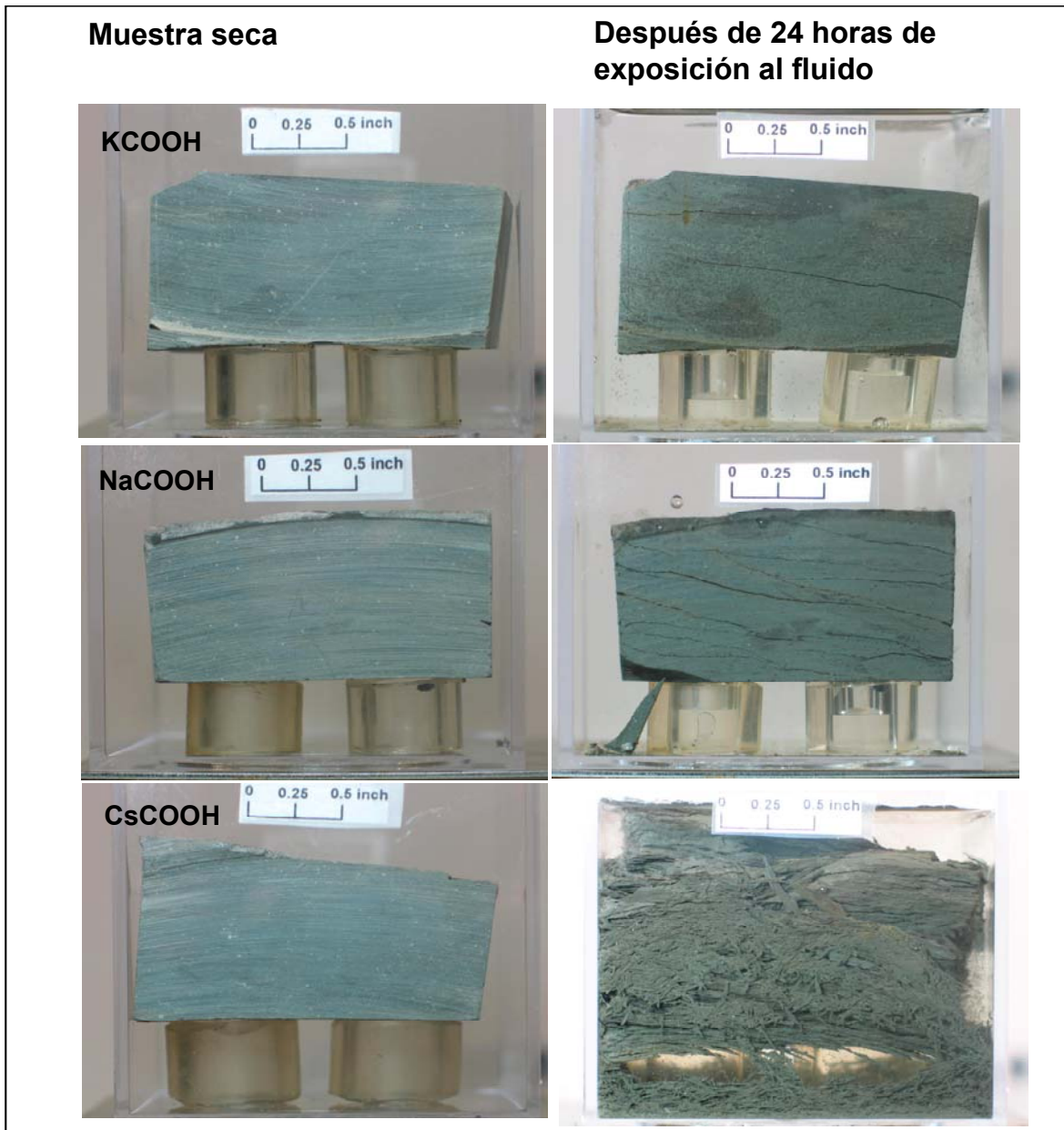


Figura 8. El cambio de la lutita del campo Iride de México expuesta a tres salmueras de formiato.

Comparando algunos experimentos se encontró que el desarrollo de fracturas fue diferente y varió significativamente entre muestras de lutita que tenían valores similares de C. I. C. La Figura 9 muestra tres lutitas de diferentes áreas: Nigeria (C.I.C = 14meq/100 gr.), Nueva Zelanda (C.I.C = 15 meq/100gr) y Qatar (C.I.C.=15 meq/100gr) expuestas a agua fresca por 24 horas. El desarrollo de fracturas para cada muestra fue completamente diferente. La muestra de Nigeria exhibió múltiples fracturas intersecadas

en diferentes direcciones y la integridad de la roca fue afectada significativamente. La muestra de Nueva Zelanda permaneció estable en el fluido y fracturas aparentes no fueron observadas. La tercera muestra de Qatar (formación Nahr Umr) exhibió múltiples fracturas y la mayoría de estas se extendían a lo largo del plano de estratificación. Esta muestra se volvió muy inestable durante la prueba.

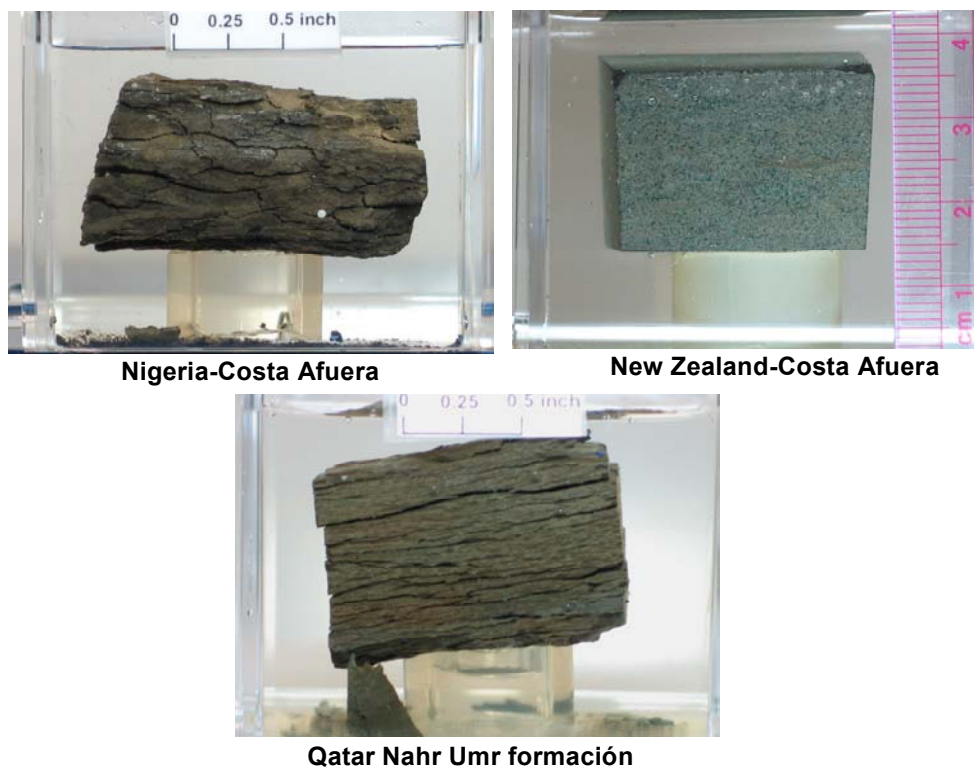


Figura 9. Desarrollo de fracturas en lutitas expuestas a agua fresca durante 24hr.

Análisis de Secciones Finas después de la Exposición a los Fluidos

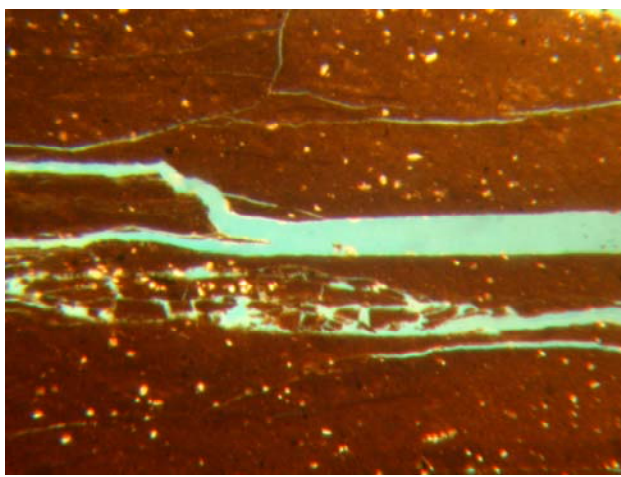
El análisis de las secciones finas de las muestras de lutita después de la exposición a los fluidos revela importante información concerniente a los cambios en la micro estructura de la roca. La identificación de las características de la red de fracturas existente en la roca original (no exposición a fluido) ilustra las condiciones iniciales de la muestra de lutita. La comparación de las muestras expuestas a los fluidos muestra los cambios en la micro estructura de la roca. Las principales observaciones en este análisis son:

- Presencia de fracturas pre-existentes o nuevas fracturas
- Dirección principal de las fracturas
- Presencia de fracturas interceptadas

- Dimensiones de las fracturas (típico ancho de fractura, máximo ancho de fractura, numero de fracturas, etc.)
- Identificación de los cambios remarcables que describen la red de fracturas.

La foto de la sección fina de una pieza original de la lutita de Nahr Umr es mostrada en la Figura 3. Esta muestra contenía micro fracturas extendidas principalmente a lo largo del plano de estratificación. Fracturas interceptadas no fueron típicamente encontradas. Micro-fracturas de 7 micrones de ancho fueron observadas en la sección. El ancho máximo de fractura encontrada fue ~87 micrones.

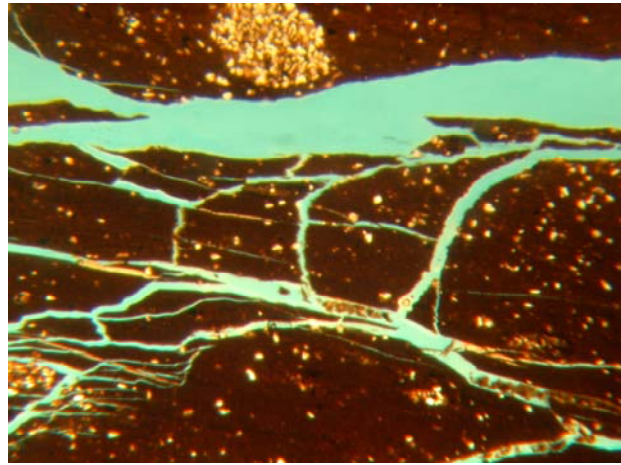
Examinación de las secciones de las rocas después de la exposición a los fluidos reveló cambios significativos en la estructura de la roca. Múltiples fracturas interceptadas y piezas rocas a lo largo de las fracturas fueron observadas en la sección fina de la lutita de la formación Nahr Umr expuesta a un fluido de silicato de potasio (Figura 10).



400 microns

Figura 10. Sección fina de la lutita de la formación Nahr Umr después de la exposición a un fluido de silicato de potasio por 6hr.

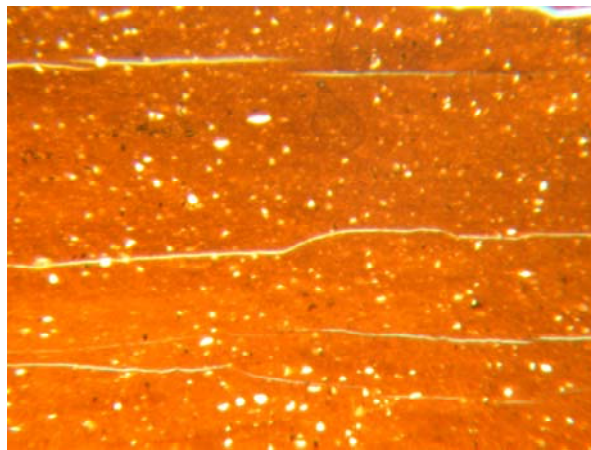
Red de fracturas complejas son presentadas en la Figura 11 donde una pieza de lutita de la misma formación fue expuesta a un fluido base agua con un inhibidor de base amina. Una fractura de ~500 micrones de ancho y pequeñas fracturas interceptándose en diferentes direcciones fueron observadas.



400 microns

Figura 11. Sección fina de la lutita de la formación Nahr Umr después de la exposición a un fluido base amina por 6hr.

Observaciones de las secciones finas son muy útiles para el tipo de experimentos donde las observaciones visuales y las fotos durante la exposición al fluido no muestran cambios significativos o cuando los efectos de los fluidos son similares. En la mayoría de los casos, muestras expuestas a fluidos base aceite permanecen bastante estables, pero leves cambios fueron detectados usando las secciones finas. La Figura 12 muestra la sección fina de la lutita de Nahr Umr expuesta a aceite mineral. La red de fracturas permaneció casi intacta, pero las medidas del ancho máximo de fractura indicaron que algunas fracturas se abrieron durante la exposición al fluido. La muestra de referencia contenía fracturas de ~87 micrones mientras la muestra expuesta a aceite mineral contenía fracturas mas anchas de 250 micrones.



400 microns

Figura 12. Sección fina de la lutita de la formación Nahr Umr después de la exposición a aceite mineral por 6hr.

Prueba con la lutita de Los Monos

Piezas de lutita de la formación Los Monos fue expuesta a cinco fluidos: agua fresca, fluido base silicato de potasio, fluido base amina (A), fluido base amina (B) y aceite mineral.

Otro tipo de pruebas conducidas para evaluar la interacción roca/fluido usando la lutita de los Monos son presentadas en la Figura 13 y 14. Estas pruebas son conducidas usando recortes de perforación de tamaños específicos. Los resultados de la prueba de dispersión y dureza a la humectación mostraron valores similares para los fluidos base agua. Los recobros de la prueba de dispersión fueron sobre 90% lo cual indicó que la muestra tenia una tendencia de dispersión baja. Los resultados de la prueba de dureza mostraron resultados similares para los fluidos. La gráfica indica que la dureza de la muestra después de la exposición a los fluidos es similar. Las piezas de lutita fueron recuperadas del aparato en forma de pastillas bien consolidadas lo cual indica que los cortes no se ablandaron en los fluidos.

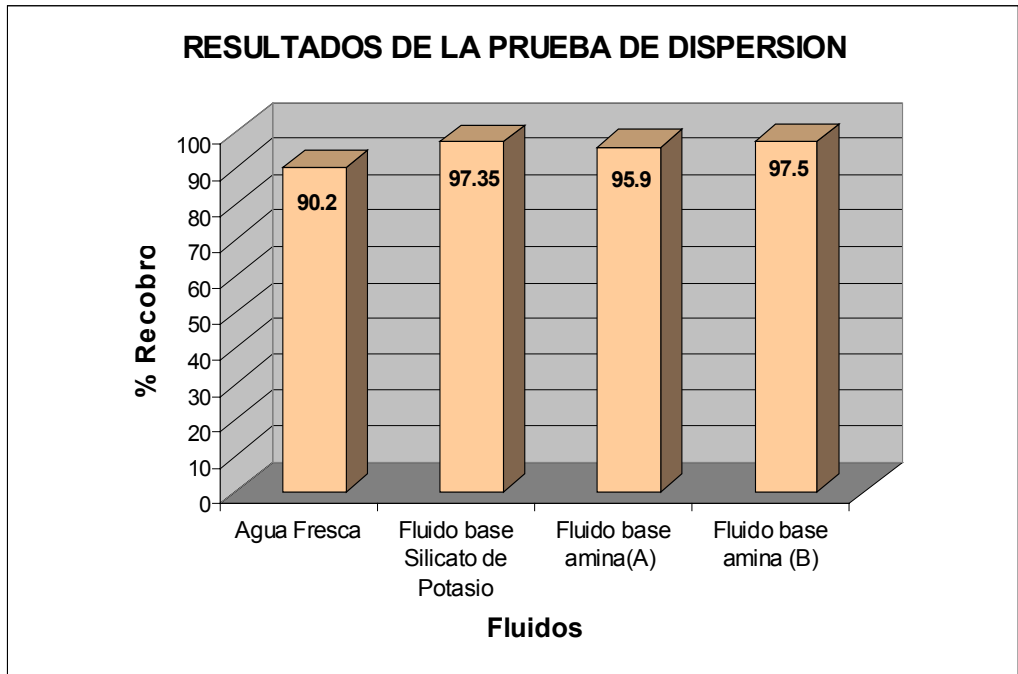


Figura 13. Prueba de dispersión con la lutita de la formación Los Monos.

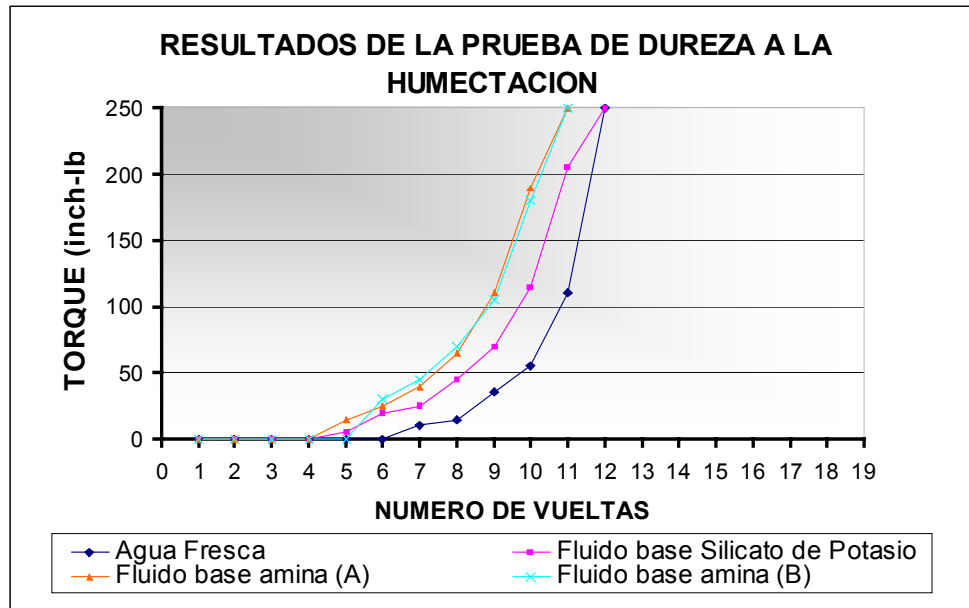


Figura 14. Prueba de dureza a la humectación con lutita de la formación Los Monos.

Las observaciones de la fotografía progresiva indicaron que la muestra de lutita tenia diferentes comportamientos en los fluidos probados. Después de adicionar el agua, una ligera alteración de la muestra lutita fue observada. Partículas finas de roca se desprendieron y burbujas de aire escaparon de la muestra. Después de dos horas, un

desarrollo gradual de fracturas fue evidente. Estas fracturas se extendieron y se abrieron más después de 6 horas de exposición al fluido. A pesar del agrietamiento ocurrido, la muestra mantuvo su forma. La muestra expuesta al fluido de silicato de potasio mostró buena estabilidad durante las dos primeras horas. Desarrollo de fracturas no fue evidente durante este tiempo. Después de las dos horas, el crecimiento de un material fue observado en la superficie de la roca y algunas fracturas fueron observadas. La muestras expuesta a un fluido base amina (A) y (B) tuvieron un comportamiento similar. Cambios evidentes no fueron observados en los primeros momentos en que las muestras se expusieron a los fluidos. Desarrollo de fracturas fue notado después de dos horas; sin embargo las muestras mantuvieron la forma. La muestra expuesta al aceite mineral no exhibió cambios visuales durante la prueba. La Figura 15 presenta las fotos de las muestras de lutita antes y después de la exposición al fluido por 6 horas.

El análisis de las secciones finas indicó que la muestra de referencia (no expuesta a fluido) contenía micro-fracturas de aproximadamente 9 micrones de ancho. Fracturas interceptadas no fueron observadas en esta muestra. La mayoría de fracturas se extendían a lo largo de las áreas ricas en arcillas.

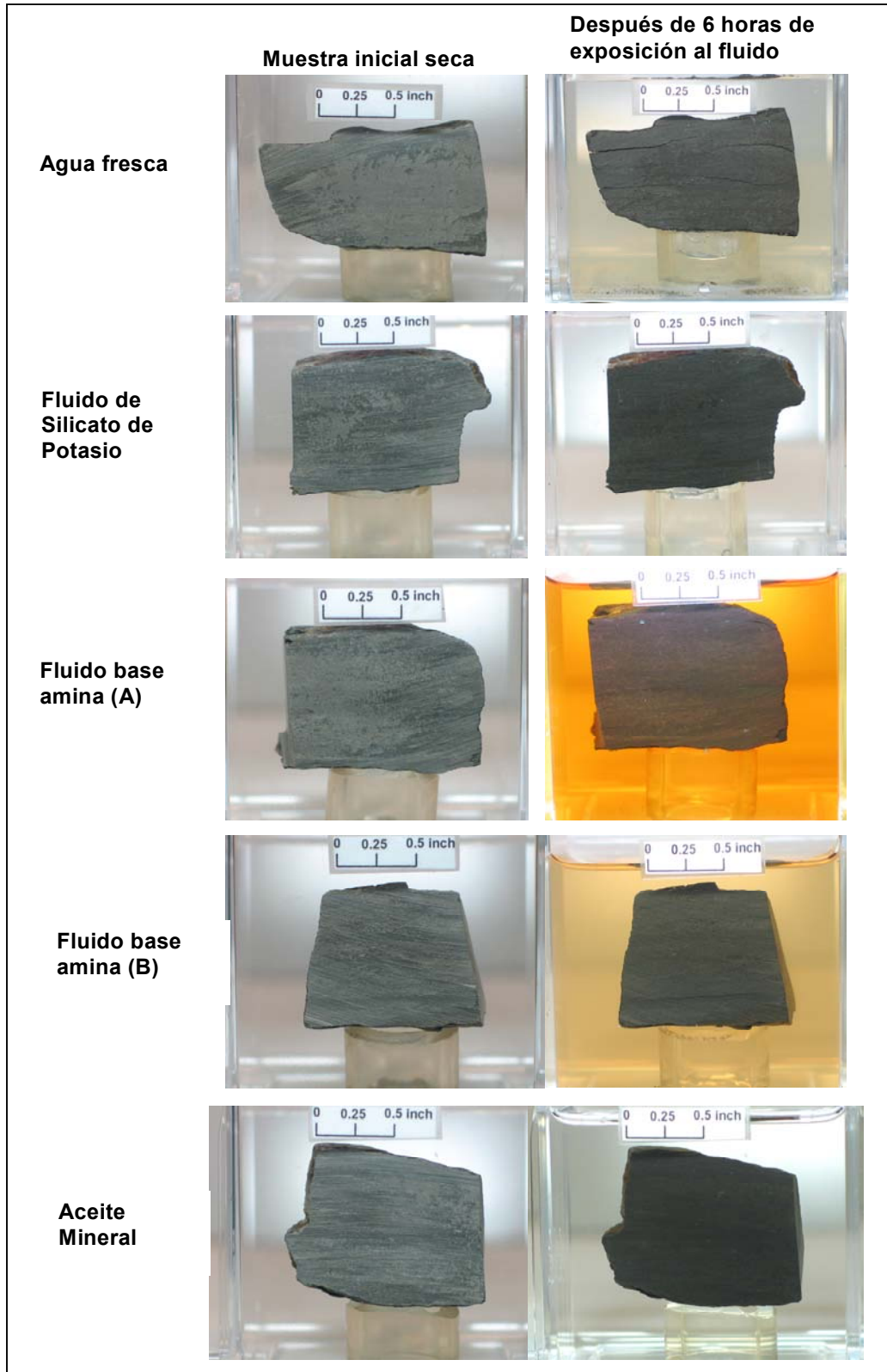


Figura 15. El cambio de la lutita Los Monos después de la exposición a diferentes fluidos por 6hr.

La Figura 16 muestra la foto de las secciones finas. Esta foto muestra que algunas secciones finas (muestras expuestas a los fluidos base agua) exhibieron fracturas largas extendidas a lo largo del plano de estratificación. Adicionalmente, fracturas interceptadas extendidas en diferentes direcciones fueron observadas en algunas muestras. El significado de estas fracturas largas e interceptadas es que estas permiten que la muestra se quiebre en pedazos.

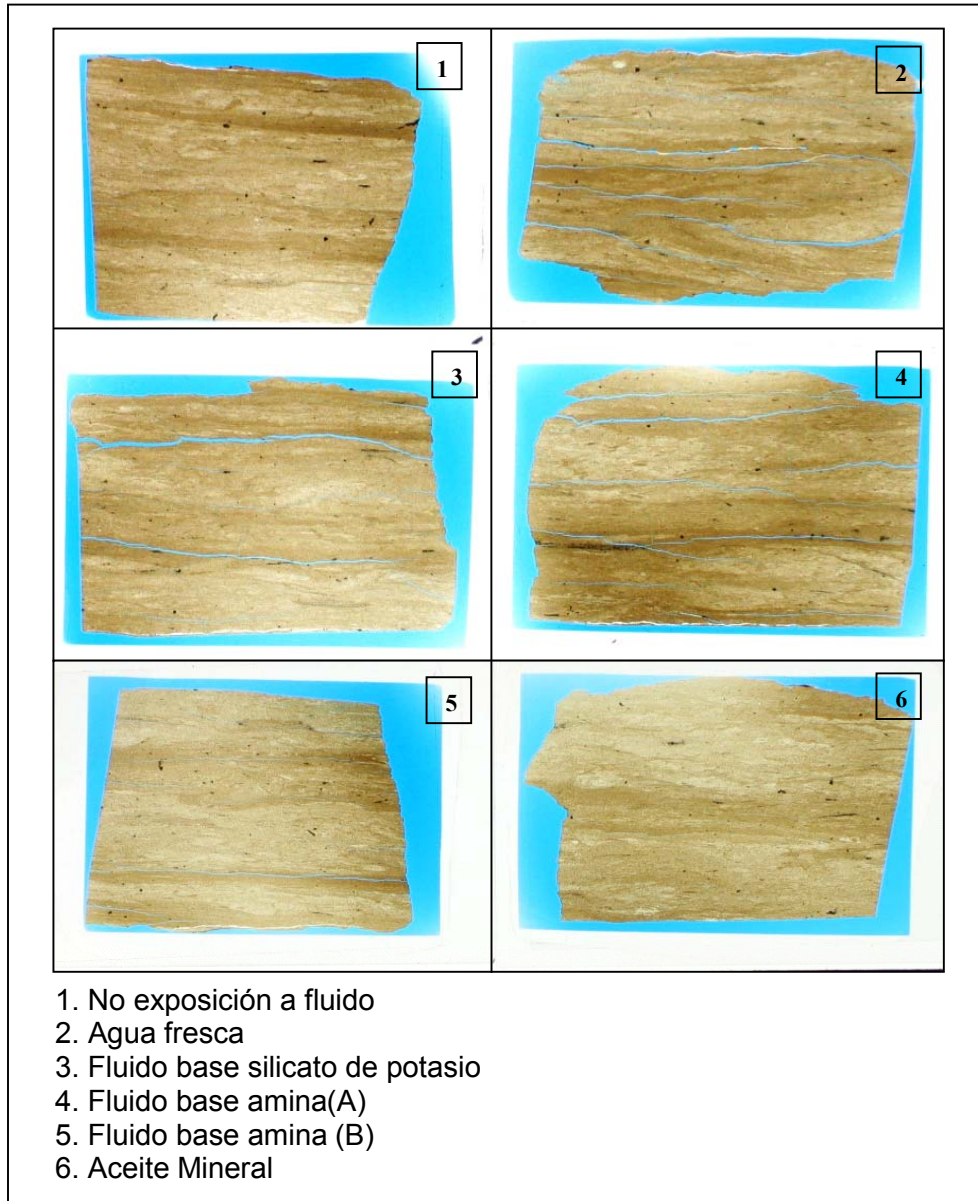


Figura 16. Secciones finas de la lutita Los Monos después de la exposición a diferentes fluidos por 6hr (fotos tomadas con cámara digital).

La Figura 17 presenta las fotos de las secciones finas tomadas con el microscopio. Las fracturas interceptadas presentes en las muestras expuestas a los fluidos base agua son observadas en detalle.

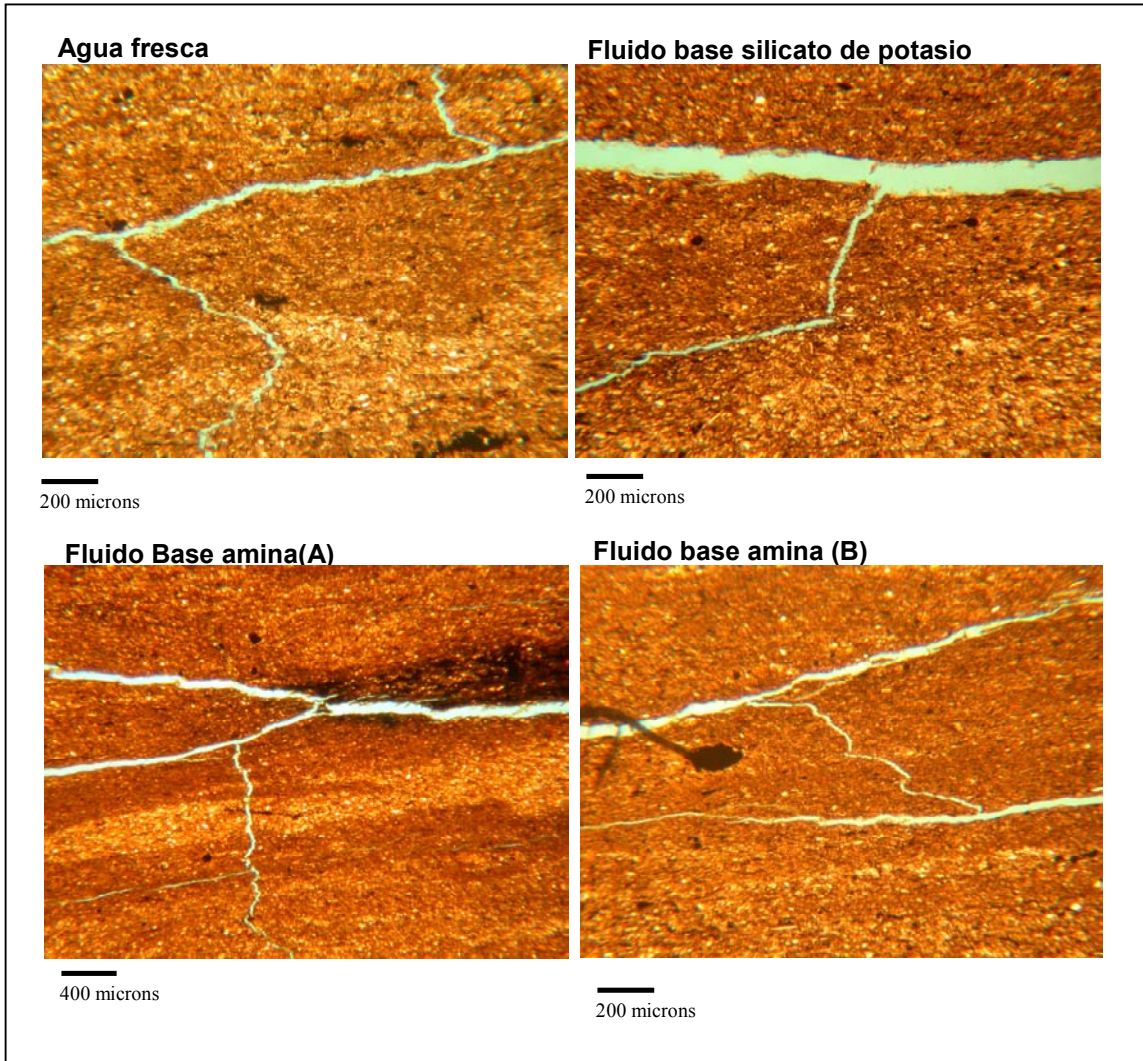


Figura 17. Fotos de las secciones finas de la lutita Los Monos después de la exposición a cuatro fluidos base agua por 6 horas. Note las fracturas interceptadas las cuales no son visibles simple vista como en la figura 16.

La Tabla 3 resume algunos de las medidas y observaciones tomadas de las secciones finas. El número de fracturas sugiere que nuevas fracturas aparecieron en las muestras expuestas a los fluidos base agua. Basado en el número de fracturas, no existió una diferencia significativa entre las muestras expuestas a los fluidos base agua, pero las mediciones de ancho máximo de fractura indicaron que algunas fracturas se abrieron. El

menor valor de ancho máximo de fractura sugiere que el fluido base amina (B) tubo el mejor desempeño entre los fluidos base agua.

Tabla 3. Observaciones de las secciones finas de la lutita Los Monos.

Fluido	Número de Fracturas	Presencia de fracturas interceptadas	Máximo ancho de fractura (micrones)
Muestra de referencia (No exposición a fluido)	13	No	22
Agua fresca	19	Si	174
Fluido base silicato de potasio	18	Si	312
Fluido base amina (A)	22	Si	174
Fluido base amina (B)	18	Si	75
Aceite Mineral	13	No	15

La muestra expuesta al aceite mineral permaneció estable. Comparando el número de fracturas y ancho de fractura con la muestra referencia, un cambio significativo no fue encontrado.

Los resultados de las pruebas conducidas con la lutita de Los Monos indicaron que esta formación tiende a desarrollar fracturas cuando es expuesta a fluidos base agua. El fluido base amina (B) parece ayudar en el control de fracturamiento de esta lutita comparado con los otros fluidos base agua. La lutita permaneció muy estable en base fluido base aceite y cambios significativos no fueron encontrados.

CONCLUSIONES

La interacción entre formaciones de lutitas duras y fluidos de perforación envuelve mecanismos de falla directamente relacionados con la estructura y composición de la roca. El método presentado en este trabajo puede directamente seguir el desarrollo de fracturas en muestras de lutita durante la exposición a fluidos e identificar los cambios que ocurren en la roca. Los resultados de las pruebas indicaron que la composición química de los fluidos tiene efectos importantes en la estabilidad de las formaciones duras

de lutitas. Esta técnica permite evaluar el desarrollo de los fluidos e identificar cual es el fluido mas apropiado para reducir el potencial de desarrollo de fracturas y la separación de los planos de estratificación en formaciones duras de lutita durante operaciones de perforación.

REFERENCIAS

1. Darley, H.C.H.: " A Laboratory Investigation of Borehole Stability", Journal of Petroleum Technology, July 1969, 883-892
2. Patel, Arvind.: "Designing for the Future-A review of the Design, Development and Testing of a Novel, Inhibitive Water-Based Drilling Fluid", 2002 AADE Drilling Conference, Houston, April 2-3 2002.
3. Lee, John.: "Overview of Shale Stability Testing", Drilling and Completion Fluids (May/June 1994),15