

# IFDM

Integrated Formation Damage Model

## INTEGRATED FORMATION DAMAGE MODEL *Selección de Tratamiento para daño con Finos*

Manual de Usuario

Versión 2018



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

## 1 PRÓLOGO

IFDM INTEGRATED FORMATION DAMAGE MODEL (por sus siglas en inglés) es una herramienta computacional que permite el estudio integrado del daño de formación, la cual incluyendo opciones como análisis IPR, desagregación del daño de formación por componentes, discretización del daño de formación por mecanismos de daño mediante el análisis Multiparamétrico, diagnóstico de daño por asfaltenos precipitados y migración de finos, diagnóstico de daño geomecánico, análisis de sensibilidades, herramientas de visualización con bases de datos georreferenciadas, entre muchas otras. El IFDM fue desarrollado con el fin de manejar la información del daño de formación de los campos colombianos operados por el grupo empresarial ECOPETROL para realizar un diagnóstico y discretización de los mecanismos de daño más relevantes, así como visualizar tendencias y riesgo de daño, presentando parámetros estadísticos de interés para los análisis y estudios integrados sobre este tema.

El presente Manual de Usuario detalla la entrada de datos para realizar los análisis mencionados previamente. Se requiere conocimiento básico de ingeniería de yacimientos al igual que nociones acerca de daño de formación. Este Manual de Usuario muestra paso a paso la preparación de datos de entrada para el programa.

Para mayor información contactar al:

**Grupo de Investigación de dinámicas de flujo y transporte.**

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas

Medellín, Colombia

Teléfono: 4255196

**Sitio Web:** <http://dftmp.co/>

**Correo electrónico:** [dft\\_med@unal.edu.co](mailto:dft_med@unal.edu.co)

**Confidencialidad:** Todos los componentes de la tecnología de IFDM, incluido el software y la documentación conexa, están protegidos por derechos de autor. Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra y la transmisión por cualquier medio o método, ya sea electrónico, mecánico u otro, incluyendo los sistemas de fotocopia, registro o tratamiento informático, que no esté autorizada por las entidades participantes.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este manual de usuario se presenta como una herramienta para el uso del software web IFDM por sus siglas en inglés (modulo integrado de daño de formación) en él se detallan los módulos de bases de datos, gestión de proyectos y georreferenciación, con sus múltiples herramientas de pre diagnóstico en temas relacionados con el daño de formación.

Mediante el contenido de este manual el usuario podrá comprender de una manera sencilla el correcto uso del aplicativo, así como consultar las dificultades que se presenten en el manejo del mismo.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

### 2.1. Acceso al sistema

Se denomina *Acceso al Sistema*, a la interfaz inicial que le permite a un usuario determinado ingresar al aplicativo. Para ingresar a *Acceso* lo puede hacer mediante el siguiente link: <http://ifdm.dftmp.co/auth/login>

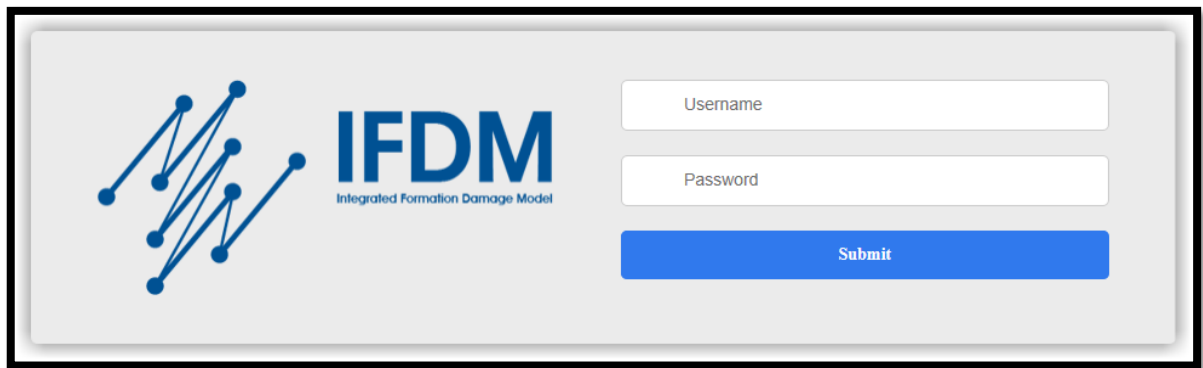


Ilustración 1. Interfaz de Ingreso de Usuario

En el recuadro denotado como *Username* se ingresa el usuario que le será previamente asignado. En el recuadro denotado como *Password* se ingresa la contraseña de dicho usuario. Finalmente se hace *click* en el botón azul con la descripción *Submit* para ingresar a la herramienta de análisis.

## 3. VERIFICAR INFORMACIÓN EXISTENTE

Previo a la evaluación o el diagnóstico del daño por fluido de perforación y completamiento es pertinente confirmar si en la base de datos (*Database*) de la herramienta se encuentra la información correspondiente al pozo o fluido de perforación de análisis. En el menú *Database*, submenú *Database Managent* verificar:

- Cuenca, *Basin*.
- Campo, *Field*.
- Formación, *Formation*.
- Pozo, *Well*.
- Intervalo productor, *Producing Interval*.
- Proyecto, *Project*.

De lo contrario puede dirigirse al Manual de Usuario Operativo IFDM (disponible en el menú *Help*), sección 3 *Database* y/o sección 4.2 Creación de un proyecto, para completar la información inexistente.

#### 4. CREACIÓN DE UN ESCENARIO

Para ingresar un escenario primero se debe entrar en el menú *Project Management* y dar clic en el botón *Add Scenario* de color azul, que se observa en la Ilustración 2.

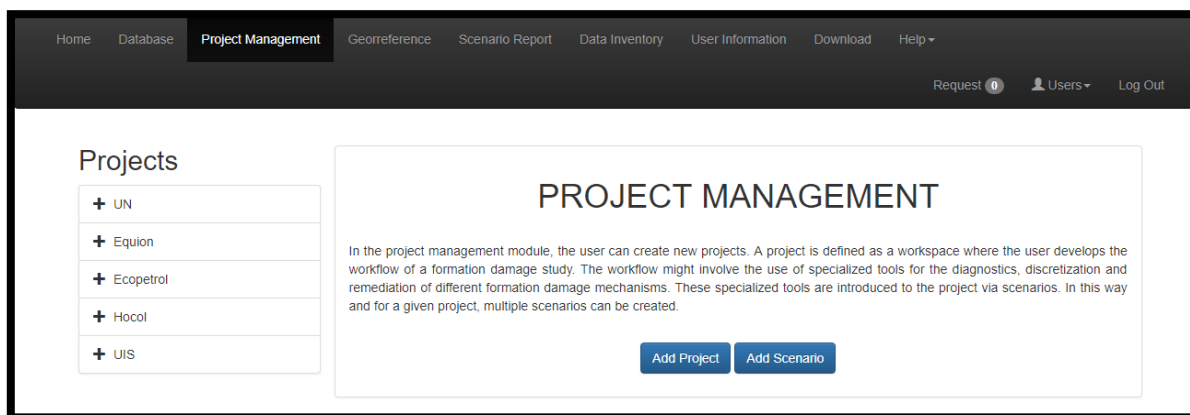


Ilustración 2. Interfaz principal de Project Management

A continuación, el usuario debe dar clic en el botón *Add Scenary* el cual dirige a la pantalla que se muestra en la Ilustración 3.

The screenshot shows a 'Scenario' creation form. It has a title bar 'Scenario'. The form is divided into two columns. The left column contains: 'Type\*' (dropdown with 'Fines Treatment Selection'), 'Project Name\*' (dropdown with 'ACAE'), 'Study Date (DD/MM/YY)\*' (text input with '13/04/2019'), 'Basin\*' (dropdown with 'Caguán-Putumayo'), and 'Well\*' (dropdown with 'ACAE-8A'). The right column contains: 'Duplicate from...' (text input with a 'Scenario' button and a red 'X' button), 'Scenario Name\*' (text input with 'Tratamiento de Finos'), 'Description\*' (text area with 'Validación Módulo'), 'Field\*' (dropdown with 'Acaé'), and 'Producing Interval\*' (dropdown with 'U3'). At the bottom right are 'Save' and 'Cancel' buttons.

Ilustración 3. Interfaz creación de Escenario

Posteriormente se debe llenar cada recuadro de la siguiente manera:

- *Scenary name*: Aquí se ingresa el nombre que tendrá el escenario.
- *Project name*: Al hacer clic en el recuadro de *Project name* se abre un menú desplegable, el cual muestra todos los proyectos visibles del usuario en donde se selecciona el de interés, además aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del proyecto.
- *Type*: Al hacer clic en el recuadro *Type* se abre un menú desplegable donde se escoge el tipo de análisis a realizar o también se encuentra la opción de escribir en el recuadro en blanco el análisis deseado.

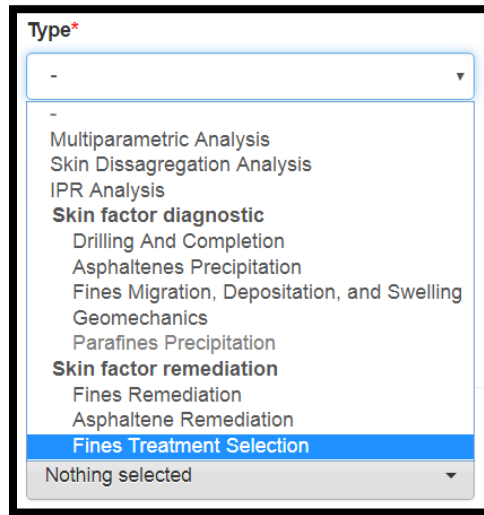


Ilustración 4. Menú desplegable de la sección Type

- *Basin*: Al hacer clic en el recuadro *Basin* se abre un menú desplegable donde se escoge la cuenca a trabajar, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre de la cuenca.
- *Field*: Después de seleccionar la cuenca (*Basin*) al hacer clic en el recuadro *Field* se abrirá un menú desplegable donde se escoge el campo, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del campo para buscarlo fácilmente, se tiene que tener seleccionado una cuenca (*Basin*) para que aparezcan los campos correspondientes.
- *Well*: Después de seleccionar el campo (*field*) al hacer clic en el recuadro *Well* se abrirá un menú desplegable donde se escoge el pozo, además aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del pozo para buscarlo con mayor facilidad, se tiene que tener seleccionado un campo (*Field*) para que aparezcan los pozos correspondientes.
- *Producing interval*: se abrirá un menú desplegable donde se escoge el intervalo productor que se va a trabajar, además aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del intervalo para buscarlo fácilmente, se tiene que tener seleccionado un pozo (*Well*) para que se desplieguen los intervalos correspondientes.

- *Study date*: Aquí se selecciona la fecha del análisis en el que fue hecho, se puede ingresar manualmente con el teclado o desde la parte derecha del recuadro seleccionar la fecha deseada.
- *Description*: El usuario ingresa información sobre el escenario a crear.

## 5. SELECCIÓN DE TRATAMIENTO PARA FINOS

Para realizar un análisis de remediación por finos, el usuario debe seleccionar en la sección *Type*, de creación de escenarios, la opción *Fines Remediation*, así como se observa en la Ilustración 4. Después de haber creado el escenario, la plataforma lo dirigirá a la sección de ingreso de datos necesarios para hacer el análisis de remediación, esta sección se observa en la **Error! Reference source not found.**

**Scenario: Tratamiento de Finos**  
 Basin: Caguán-Putumayo - Field: Acaé - Producing interval: U3 - Well: ACAE-8A - User: Ingrid

**Advisor**  
 The module provides a treatment train for damage remediation by fines migration.

General data    Mineralogy

**Reservoir Data**

<b>Reservoir Temperature:</b> <input type="text" value="236"/> °F	<b>Wettability:</b> <input type="text" value="Water"/> ▼
<b>Permeability:</b> <input type="text" value="159"/> mD	<b>Tvd:</b> <input type="text" value="10517.7"/> ft

Ilustración 5. Interfaz inicial modulo tratamiento de Finos

En la parte superior se puede observar el nombre del escenario (*Scenario*), la cuenca (*Basin*), el campo (*Field*) el intervalo productor (*Producing Interval*), el pozo (*Well*) y el usuario (*user*) que creo el caso, además se observa una sección de *Advisor*, que contiene información sobre el módulo que se está trabajando.

Este módulo contiene 2 secciones para ingreso de datos: *General Data* y *Mineralogy*; se puede ingresar a cada sección dando clic en la pestaña que corresponda a la sección deseada, si el nombre de una de estas secciones está en rojo significa que hay datos incompletos en dicha sección. Por defecto la primera pestaña que aparece es la de *General Data*.

A continuación, se describe cada sección.

### 5.1 General Data

Esta sección se subdivide en Datos del yacimiento (*Reservoir Data*), Datos del fluido (*Fluid Data*) y datos del agua (*Water Data*).

En la sección de ingreso de Datos del yacimiento el usuario debe completar los siguientes datos:

- *Reservoir Temperature [°F]*: Corresponde a la temperatura de la formación en producción. Este dato puede ser obtenido usando *Well Logging*.
- *Wettability*: El usuario debe seleccionar al valor de humectabilidad que es la preferencia del sólido de estar en contacto con agua, aceite o mezcla. Este dato se puede obtener de pruebas con núcleos.
- *Permeability [md]*. La permeabilidad es una propiedad del medio poroso que mide la capacidad de transmitir fluidos. Este dato se puede obtener a partir de análisis de núcleos y well logs.
- *Tvd [ft]*: Corresponde a la medida desde superficie hasta el fondo del pozo en una línea recta perpendicular.

En la sección de Datos del fluido el usuario debe completar los siguientes datos:

- *Paraffin Crystallization Temperature [°F]*. Corresponde al valor de la temperatura en la cual las parafinas cristalizan y se depositan. Se puede obtener a partir de pruebas de punto de nube.
- *Emulsions*. El usuario debe seleccionar la existencia o no de emulsiones en el fluido. La emulsión es una fina dispersión de gotitas diminutas de un líquido en otro en la que no es soluble o miscible.
- *Colloidal Instability Index*. Corresponde a un índice para determinar la estabilidad del petróleo pesado que se basa en la composición química del petróleo crudo. Se puede obtener de la prueba SARA o mediante la siguiente expresión:

$$CII = \frac{(Saturados + Asfaltenos)}{(Aromáticos + resinas)}$$

- *Sulfuric Acid Content [ppm]*. Es la concentración de ácido sulfúrico en el crudo. Este dato puede ser obtenido de pruebas de laboratorio con sensores especializados.

En la sección de Datos del Agua presente en yacimiento el usuario debe completar los siguientes datos:

- *Langelier Saturation Index*. Corresponde al índice de saturación Langelier del agua presente en la formación.
- *Formation Water Salinity [%W/W]*. Es la cantidad de sal disuelta en el agua de formación.

General data    Mineralogy

**Reservoir Data**

Reservoir Temperature:  °F    Wettability:  ▼

Permeability:  mD    Tvd:  ft

**Fluid Data**

Paraffin Crystallization Temperature:  °F    Emulsions:  ▼

Colloidal Instability Index:  -    Sulfuric Acid Content:  ppm

**Water Data**

Langelier Saturation Index:  -    Formation Water Salinity:  [%W/W]

Ilustración 6. Interfaz de Ingreso de Datos Generales

Se debe notar que al lado izquierdo de cada recuadro para ingreso de datos se encuentra el icono de ayuda Help ⓘ, el cual abre una ventana desplegable que está dividida en dos secciones: *Information*, donde se encuentra información sobre el dato a ingresar, así como se observa en la Ilustración 7. La segunda sección *Import Data From Another Scenario* permite al usuario obtener el dato que se desea ingresar a partir de otro escenario que ya posea ese dato, se observa un ejemplo en la Ilustración 8.

Advisor ⓘ

Information    Import Data From Another Scenario

Temperature of the productive formation, it can be acquired using well logging.

Ilustración 7. Ventana desplegable de información



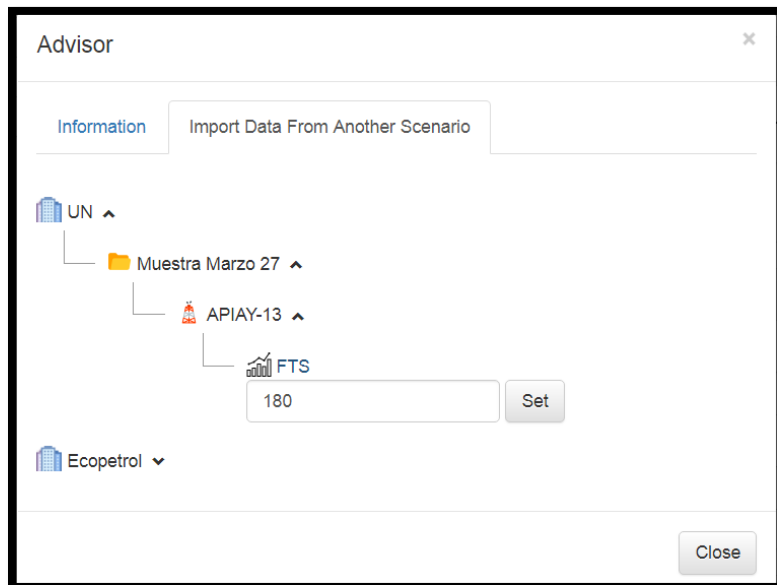


Ilustración 8. Importar dato a partir de otro escenario

## 5.2 Datos de Mineralogía

En esta sección el usuario debe ingresar la cantidad de minerales, en porcentaje, que tiene la formación que se está trabajando. Estos datos se pueden obtener a partir del estudio de secciones delgadas o estudios más sofisticados, como el registro de Densidad o Gamma Ray.

Se debe completar el valor de los siguientes minerales: *quartz, microcline, orthoclase, albite, plagioclase, biotite, muscovite, ChloriteM, kaolinite, illite, emectite, chloriteC, brucite, gibbsite, calcite, dolomite, ankeritec, sideritec, cast, anhydrite, baryte, celestine, halite, hematite, magnetite, pyrrhotite, pyrite, chloritelM, sideritelM, ankeritelM, glauconite, chamosite, troilite, stilbite, heulandite, chabazite, natrolite, analcime, melanterite, bentonite* y otros finos.

Si la roca no tiene algún mineral se debe poner el valor de cero (0 %) o si por el contrario tiene algún mineral que no esté en la lista, se puede poner el porcentaje en la casilla "Other Fines"; de todos modos el porcentaje total debe ser de 100%. Así como se observa en las siguientes ilustraciones:

**Scenario:** Tratamiento de Finos  
Basin: Caguán-Putumayo - Field: Acaé - Producing interval: U3 - Well: ACAE-8A - User: Ingrid

**Advisor**

The module provides a treatment train for damage remediation by fines migration.

**General data**Mineralogy

**Quartz**

Quartz:  
 %

**Feldspars**

Microcline:  
 %

Orthoclase:  
 %

Albite:  
 %

Plagioclase:  
 %

**Micas**

Biotite:  
 %

Muscovite:  
 %

ChloriteM:  
 %

**Clays**

Kaolinite:  
 %

Illite:  
 %

Emectite:  
 %

ChloriteC:  
 %

Brucite:  
 %

Gibbsite:  
 %

**Carbonates**

Calcite:  
 %

Dolomite:  
 %

Ankerite:  
 %

Siderite:  
 %

**Sulfates**

Cast:  
 %

Anhydrite:  
 %

Baryte:  
 %

Celestine:  
 %

**Clonure**

Halite:  
 %

Ilustración 9. Interfaz de ingreso de datos de los minerales presentes (1)

Iron Minerals

Hematite:

0 %

Magnetite:

0 %

Pyrrhotite:

0 %

Pyrite:

0 %

ChloritellM:

0 %

SideritellM:

0 %

AnkeritellM:

0 %

Glauconite:

0 %

Chamosite:

0 %

Troilite:

0 %

Zeolites

Stilbite:

0 %

Heulandite:

0 %

Chabazite:

0 %

Natrolite:

0 %

Analcime:

0 %

Zeolites

Stilbite:

0 %

Heulandite:

0 %

Chabazite:

0 %

Natrolite:

0 %

Analcime:

0 %

Additional Fines

Melanterite:

0 %

Bentonite:

0 %

Other Fines:

5.13 %

Save

Run

Ilustración 10. Interfaz de ingreso de datos de minerales presentes (2)

Después del ingreso de todos los datos iniciales, el usuario puede hacer clic en la opción *Save*, que se encuentra al lado inferior izquierdo de la pantalla, para guardar la información ingresada, o puede dar clic en el botón *Run* ubicado en la parte inferior derecha para guardar y entregar resultados, en cualquiera de los casos el programa lanzará un error si hay falta de datos o falla en su ingreso. También se encuentra la opción de cancelar la creación del escenario dando clic en la opción *Cancel* de color rojo en la esquina inferior derecha.

### 5.3 Resultados Tratamiento para remoción de finos

Si todos los datos son ingresados y son correctos el programa obtendrá resultados para el tratamiento de remediación de finos, los resultados incluyen el estado, tratamiento y el aditivo necesario para el tratamiento, se dividen en varias fases: *Pickling, solvent, water formation, principal treatment, overflush*. Un ejemplo de los resultados se puede ver a continuación:

Stage	Treatment	Additive
1. Pickling	Option 1: 7.5% HCl Score: 100 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corrosion Inhibitor <ul style="list-style-type: none"> <li>0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Iron Control <ul style="list-style-type: none"> <li>10% Acetic Acid</li> <li>5% NH4Cl</li> <li>15% HCl + Erythorbic Acid</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aromatic Solvent</li> </ul>
	Option 2: 5% Acetic Acid Score: 100 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aromatic Solvent</li> <li>Corrosion Inhibitor <ul style="list-style-type: none"> <li>0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> </ul>
2. Solvent	Option 1: Xylene Score: 100 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diesel</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mutual Solvent or alcohol</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Surfactant</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispersant</li> </ul>
3. Water Formation	Option 1: 15% HCl Score: 100 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>EDTA</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Scale Inhibitor</li> </ul>
	Option 2: 4% NH4CL Score: 100 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corrosion Inhibitor <ul style="list-style-type: none"> <li>0.2%-3% Iodized Salt</li> <li>0.5%-5% Formic Acid</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Swelling inhibitor <ul style="list-style-type: none"> <li>0.5% Aluminum Hydroxide or 0.5% zirconium oxychloride</li> </ul> </li> </ul>
5. Principal Treatment	Option 1: Formic, Acetic or Citric Acid/ + Ammonium, Acetate or Citrate Formate Score: 42 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ammonium Fluoride</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fines Stabilizer <ul style="list-style-type: none"> <li>0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>"Use only in completed wells"</li> <li>Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>"Do not use Ethanol"</li> <li>2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul>
	Option 2: Phosphoric Acid + Ammonium Phosphate Salt Score: 42 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fines Stabilizer <ul style="list-style-type: none"> <li>0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>"Use only in completed wells"</li> <li>Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>"Do not use Ethanol"</li> <li>2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Residence time: less than 4 hours</li> </ul>
	Option 3: Sequential Mud Acid (SHF) Score: 42 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fines Stabilizer <ul style="list-style-type: none"> <li>0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>"Use only in completed wells"</li> <li>Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>"Do not use Ethanol"</li> <li>2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Clay Stabilizer <ul style="list-style-type: none"> <li>0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl</li> <li>"Use only in completed wells"</li> <li>Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide</li> <li>"Do not use Ethanol"</li> <li>2% KCl + ZPAS</li> </ul> </li> </ul>

Ilustración 11. Resultados tratamiento de finos (1)

6. OverFlush	Option 4: Self-generating mud acid systems (SGMA) Score: 42 %	✓ Methyl Acetate
		✓ Corrosion Inhibitor ➤ 0.2%-3% Iodized Salt ➤ 0.5%-5% Formic Acid
		✓ Fines Stabilizer ➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl ➤ "Use only in completed wells" ➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide ➤ "Do not use Ethanol" ➤ 2% KCl + ZPAS
	Option 1: 10% EGMBE + 5% NH4Cl Score: 67 %	✓ Fines Stabilizer ➤ 0.25% Minerals Fines Stabilizer (MFS) + 2% NH4Cl ➤ "Use only in completed wells" ➤ Magnesium Oxide, Iron Oxide, Aluminum Oxide ➤ "Do not use Ethanol" ➤ 2% KCl + ZPAS
	Option 2: 4% NH4CL Score: 100 %	✓ Corrosion Inhibitor ➤ 0.2%-3% Iodized Salt ➤ 0.5%-5% Formic Acid
		✓ Fines Stabilizer ➤ 0.5% Organosilane

Edit

Ilustración 12. Resultados tratamiento de finos (2)