



**INSTITUTO ARGENTINO  
DEL PETROLEO Y DEL GAS**

PR IAPG – SC – 11 – 2013 – 00

## **GESTIÓN DEL AGUA**

### **EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA NEUQUINA**

La presente PR fue aprobada en la reunión de Comisión Directiva, celebrada en el IAPG, el 19 de diciembre de 2013

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLORACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

## NOTAS ESPECIALES:

Estas Prácticas Recomendadas carecen de todo contenido normativo, legal o interpretativo, y no resultan obligatorias ni exigibles por terceros bajo ninguna condición.

No podrán ser invocadas para definir responsabilidades, deberes, ni conductas obligatorias para ninguno de los sujetos que las utilice, ya que sólo integran un conjunto de consejos o sugerencias para el mejoramiento de las operaciones comprendidas.

La adopción de una PR no libera a quien la utilice del cumplimiento de las disposiciones legales nacionales, provinciales y municipales, como así tampoco de respetar los derechos de patentes y /o propiedad industrial o intelectual que correspondieren.

El IAPG no asume, con la emisión de estas PR, la responsabilidad propia de las Compañías, sus Contratistas y Subcontratistas, de capacitar, equipar o entrenar apropiadamente a sus empleados. Asimismo el IAPG no releva ni asume responsabilidad alguna en lo que respecta al cumplimiento de las Normas en materia de salud, seguridad y protección ambiental.

Toda cita legal o interpretación normativa contenida en el texto de las PR no tiene otro valor que de un indicador para la conducta propia e interna de quienes voluntariamente adopten esta PR o la utilicen, bajo su exclusiva responsabilidad.

La presente PR fue aprobada en la reunión de Comisión Directiva, celebrada en Sede Central, el 19 de diciembre de 2013.

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

## 1. RAZÓN QUE JUSTIFICA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA RECOMENDADA:

Ante la posibilidad del desarrollo intensivo de Reservorios No Convencionales resulta conveniente contar con un detalle de lineamientos generales referidos a la gestión del agua necesaria para estas actividades.

## 2. PROPÓSITO:

2.1 Identificar criterios básicos para el manejo del agua utilizada en la exploración y explotación de reservorios no convencionales, a fin de asegurar que estas operaciones se realicen de manera eficiente, segura, protegiendo la salud humana y el ambiente.

2.2 Proponer estrategias para el manejo del fluido de retorno (flowback), proveniente de las operaciones de fractura hidráulica, que permitan su reuso y la adecuada disposición final del mismo.

En esta PR no se incluye la explotación de recursos convencionales o de recursos a cielo abierto o que no requieran de estimulaciones especiales como: hidratos de metano, petróleo pesado (*heavy oil*), bitumen (*tar sands*), petróleo súper pesado (*extra heavy oil*), gas de manto de carbón (*coal bed methane*), lutita con petróleo (oil shale), término que no hay que confundir con shale oil.

## 3. ALCANCES Y REQUISITOS LEGALES Y NORMATIVOS:

La presente práctica recomendada ha sido elaborada para operaciones de pozos no convencionales que requieren fractura hidráulica para la explotación de gas e hidrocarburos líquidos en la Cuenca Neuquina.

En proyectos de este tipo se deberá identificar y cumplir con las normas jurídicas vigentes y las técnicas aplicables.

## 4. ÁMBITO DE APLICACIÓN:

Práctica Recomendada para ser utilizada en el área de influencia de la Cuenca Neuquina de la República Argentina.

Ello sin perjuicio de lo indicado bajo el Título I NOTAS ESPECIALES, de la presente PR.

## 5. DEFINICIONES

Yacimientos No Convencionales: se refieren a petróleo y / o gas alojado en formaciones de muy baja permeabilidad que requieren de fracturación hidráulica.

Según el reservorio que los aloja reciben la denominación de: Gas de Areniscas Compactas, o de baja permeabilidad (*Tight Gas Sands*), Petróleo en Rocas de Baja Permeabilidad (*Tight Oil*), Gas o Petróleo en Pelitas o Lutitas (*Shale Gas* y *Shale Oil*).

El desarrollo de estos reservorios está siendo posible básicamente debido a dos tecnologías fundamentales: los pozos direccionales y las completaciones multi-fractura.

Fluido de fractura: Los fluidos de fractura están constituidos principalmente por agua, mezclada con agentes de sostén y una variedad de productos químicos.

Roca Madre (“shale”): se denomina así a rocas de origen sedimentario de grano muy fino de baja porosidad (tamaño  $< \sim 0.004$  mm) que se encuentran en distintas cuencas sedimentarias. Se forman a partir de la deposición lenta en ambientes anóxicos de sedimentos orgánicos y otros componentes como cuarzo, carbonatos, feldespatos, pirita y arcillas varias y posterior compactación.

Gas de Lutitas (en inglés: shale gas y en francés: Gaz de Schiste): Los reservorios de shale gas se pueden describir como gas natural que se encuentra alojado en depósitos de lutitas.

El gas se encuentra almacenado dentro de las lutitas, en fracturas naturales que se desarrollan dentro del sistema microporoso, o bien adsorbido en la materia orgánica.

Agua de formación: agua entrampada en las formaciones. Como ha estado en contacto con el reservorio por largo tiempo, ha alcanzado un equilibrio físico-químico de minerales y de gases disueltos a la presión y temperatura del mismo.

Fluido de retorno (flowback): es el fluido que retorna, inmediatamente luego de fracturar, cuando el pozo es puesto a fluir. Está constituido por el agua inyectada más los retornos de tapones rotados, cemento, agente sostén y fluido de fractura degradado. A medida que progresa en el tiempo entra también en su constitución agua de producción, petróleo y/o gas y minerales de formación disueltos por la misma. Su volumen total siempre será igual o menor al volumen de agua inyectado. En los shales se han observado porcentajes de flowback del orden de 10 a 40 % aproximadamente.

Agua de producción: es el agua de formación más el agua que se pudo haber inyectado en procesos de estimulación o de recuperación asistida y que es traída a superficie cuando se produce gas y/o petróleo. Dado que las características de presión y temperatura cambian a medida que asciende en el pozo, la misma puede sufrir cambios fisicoquímicos, como liberación de gases, formación de sales,

y deposición de hidrocarburos sólidos. El agua de producción está presente dura toda la vida del pozo.

Nota: No existe definición estricta de cuando el fluido de retorno (flowback) cambia de denominación a agua de producción ya que los mismos coexisten como una mezcla. En el anexo II se presentan algunos criterios posibles para la diferenciación.

[DR1] Pozo sumidero: También denominado de inyección profunda. Instalación destinada a inyectar agua residual, en formaciones que poseen las condiciones de entrapamiento estructural y de roca sello, que garantizan la estanqueidad de los fluidos, imposibilitando su vinculación con las aguas subterráneas dulces.

## 6. CONSIDERACIONES PREVIAS:

El 23 de agosto de 2012 el Instituto emitió la Práctica Recomendada SC - 07- 2012 - 00, denominada: Operación Reservorios No Convencionales.

En la redacción de la presente Práctica Recomendada se tuvo en consideración y se coordinó lo establecido en el documento mencionado precedentemente.

## 7. CONSIDERACIONES ADICIONALES:

El manejo del agua en el ciclo operativo completo debe contemplar los avances tecnológicos y científicos que representen alternativas viables a las particularidades de la cuenca. Las reglas del arte y la experiencia de las Compañías Operadoras y de servicio deben tenerse en cuenta para adaptar los requerimientos técnicos al desarrollo de las operaciones.

## 8. DESARROLLO:

Se establecerá un marco de referencia para el uso, almacenamiento, tratamiento y disposición del agua en la exploración y explotación de los reservorios no convencionales.

La evaluación de las posibles fuentes de agua para las fracturas hidráulicas podrá considerar la disponibilidad de:

- Agua superficial
- Agua subterránea
- Suministros de agua locales
- Agua residual local y proveniente de instalaciones para el tratamiento industrial

- Agua utilizada para la refrigeración de plantas de energía
- Agua producida reciclada y/o fluido de retorno (flowback) reciclado.

## 8.1. Obtención de suministros de agua para Fracturas Hidráulicas.

Reconociendo la importancia del agua en la vida del ser humano, la fauna y la flora es que se debe prestar especial atención al gerenciamiento de utilización de la misma.

De ser posible y viable se deben utilizar fuentes de agua salobres o saladas y evitar aquellas que puedan servir para abastecer tanto al consumo humano como para agricultura y ganadería.

8.1.1 Una parte importante de la operación de fractura hidráulica consiste en garantizar el acceso a fuentes seguras de agua, el tiempo asociado con esta accesibilidad, y los requisitos para obtener el permiso para garantizar estos suministros.

Al evaluar diferentes alternativas para garantizar los suministros de agua para las operaciones de fractura hidráulica, es esencial conocer los aspectos en la gestión del agua, los permisos y requisitos reglamentarios de una región. Se deberá consultar a los organismos de gestión del agua, ya que son los principales responsables de la administración (incluyendo los permisos) y la protección de los recursos hídricos.

Se deberá mantener una comunicación fluida con los entes reguladores de los recursos hídricos, y con la comunidad si fuera necesario, para garantizar que las operaciones de obtención de gas y petróleo no interfieran en el abastecimiento de agua de la comunidad local. Conocer las necesidades locales de agua, puede contribuir en el proceso de adquisición de la misma y para que los planes de gestión sean aceptados por las comunidades. Aunque el agua necesaria para operaciones de perforación y fractura pueda representar un volumen menor en relación con otras exigencias, las extracciones asociadas con desarrollos a gran escala y realizados durante muchos años, pueden tener un impacto acumulativo en cuencas hidrográficas o en aguas subterráneas. Este impacto acumulativo potencial puede reducirse al mínimo o evitarse, trabajando junto con las agencias locales de recursos hídricos para desarrollar un plan que especifique cuando y donde efectuar las extracciones.

Las operadoras deberán realizar una revisión detallada y documentada de las fuentes de agua disponibles en un área que podría ser utilizada para realizar operaciones de fractura hidráulica. Factores a considerar:

- Evaluación de los requerimientos de recursos hídricos
- Tratamiento y almacenamiento de fluidos.
- Transporte.

Cada uno de estos factores será explicado en los capítulos 8.2, 8.3 y 8.4.

## 8.2 Evaluación de los requerimientos de las Fuentes de Agua

Al evaluar las necesidades de agua para fracturas hidráulicas, la empresa operadora deberá realizar un estudio completo sobre la demanda acumulada de agua sobre la base de un programa que considere el tiempo asociado a estas necesidades en cada sitio. Se deberán considerar los requerimientos de agua para las operaciones de perforación, la supresión de polvo, y la respuesta ante emergencias, así como también los requerimientos para las operaciones de fractura hidráulica. La empresa operadora deberá determinar si las fuentes de agua son suficientes para respaldar toda la operación, con agua de la calidad deseada, y si pueden ser utilizadas cuando el plan de desarrollo programado así lo requiera. Por lo general, las opciones de suministro de agua para fractura hidráulica, dependerán del volumen de agua requerido, sumado al programa de desarrollo en toda la zona prevista. Las fuentes de agua deberán ser apropiadas para el ritmo previsto y el nivel de desarrollo esperado.

El agua para las fracturas hidráulicas podrá obtenerse a partir de:

- Agua superficial
  - Agua subterránea
  - Suministros de agua locales
  - Agua residual local y proveniente de instalaciones para el tratamiento industrial
  - Agua utilizada para la refrigeración de plantas de energía
  - Agua producida reciclada y/o fluido de retorno (flowback) reciclado.
- 
- La elección dependerá del volumen y la calidad del agua requerida, la disponibilidad física conforme a las normas, usos competentes, y características de la formación a fracturar (incluyendo la calidad del agua y las consideraciones de compatibilidad). En caso de ser posible, se debería utilizar en primer lugar, agua residual de otras instalaciones industriales, seguido de fuentes de agua superficiales y subterráneas y por último, suministros de agua local (son los menos utilizados para proyectos a gran escala de larga duración). Sin embargo, esto dependerá de:
  - Las condiciones locales y de la disponibilidad de fuentes de aguas superficiales y subterráneas próximas a las operaciones planeadas.
  - No todas las opciones serán apropiadas para todas las situaciones, y el orden de preferencia puede variar entre áreas.
  - Las fuentes de agua de origen residual industrial, o las utilizadas para la refrigeración de plantas de energía, las retorno reciclada y/o producida, requerirán tratamientos adicionales previos a su utilización para fracturas; lo cual podría no ser viable, y no asegurar los resultados necesarios para garantizar el éxito del proyecto

## 8.2.1 Agua superficial

Muchas áreas obtienen sus principales suministros de agua de fuentes superficiales, por lo que la utilización a gran escala de este recurso para operaciones de fractura hidráulica, posiblemente, puede afectar otros usos alternativos de interés para las autoridades locales administradoras de los recursos hídricos y otras entidades públicas. En algunas circunstancias, será necesario identificar los suministros de agua capaces de cubrir el volumen de agua requerido para operaciones de perforación y fractura, y que no compitan o interfieran con las necesidades de la comunidad y otros posibles usos.

Al evaluar los requisitos de los suministros de agua de fuentes de agua superficiales, habrá que considerar el volumen de agua requerido, así como también la secuencia y la programación de obtención de estos suministros. La extracción de agua de cuerpos superficiales, como ríos, arroyos, lagos, estanques naturales, estanques privados; requiere del permiso de entes provinciales reguladores. Además, las normas de calidad del agua y las regulaciones establecidas por las autoridades, pueden prohibir cualquier alteración en la corriente que pudiera afectar el principal uso de un cuerpo de agua superficial dulce, el cual es definido por las autoridades de recursos hídricos locales. Se deberá garantizar que las extracciones durante períodos de bajo caudal no afecten la vida acuática, la pesca y otras actividades recreativas, suministros locales de agua, y otras instalaciones industriales, como las centrales eléctricas.

Los permisos para la extracción de agua pueden requerir el cumplimiento de medidas específicas, como la supervisión, la presentación de informes, llevar registros, y otros requisitos que podrían incluir especificaciones para la cantidad mínima de agua que debe pasar por un punto específico aguas abajo, para que se posibilite la extracción. En los casos en los que la corriente-flujo es inferior a la cantidad mínima prescrita, se deberán reducir o suspender las extracciones.

Las empresas operadoras deberán considerar las cuestiones relacionadas con el tiempo y la ubicación de las extracciones, ya que las cuencas hidrográficas impactadas pueden ser sensibles, especialmente en años de sequía, durante los períodos de bajo caudal en los que las actividades, como la irrigación, generan mayor demanda de los suministros de agua superficial. Cuando se requiera extraer agua superficial, las operadoras deberán considerar los siguientes aspectos que podrían limitar el tiempo y el volumen disponible:

- Propiedad, distribución, o apropiación de recursos acuíferos existentes;
- Volúmenes de agua disponibles para otras necesidades, como el abastecimiento público.
- Afectación de cualquier curso de agua;
- Impacto en los hábitats y en la comunidad;
- Disminución del volumen de acuíferos;
- Establecer claramente las líneas base de cada fuente de manera de poder evaluar con posterioridad potenciales efectos de la actividad extractiva.



GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

Las autoridades locales, regionales o provinciales de la administración hídrica solicitan a la empresa operadora que identifique las fuentes de agua a ser utilizadas para abastecer las operaciones de fractura hidráulica, y proveer información acerca de cualquier fuente de agua superficial propuesta cuya utilización no haya sido previamente aprobada. La información a suministrar podría incluir la ubicación de la extracción y la medida del área de drenaje aguas arriba y disponibilidad de datos de caudales de las corrientes, junto con la demostración del cumplimiento relacionado con los estándares del caudal de la corriente. Para obtener la aprobación y/o mantener una buena relación con los entes reguladores, las comunidades locales y otras partes interesadas, las solicitudes para la extracción de agua de cuencas hidrográficas deberán ser cuidadosamente consideradas.

Finalmente, en algunas jurisdicciones, la autoridad podrá exigir permisos para el transporte de agua a través de canales o cañerías; así como también por camiones cisterna. Además, los equipos o estructuras utilizadas para la extracción de agua superficial, como las tomas de agua, podrían también requerir permisos.

Una alternativa a ser considerada son los programas de extracción de agua diseñados para aprovechar los cambios estacionales en el caudal del río, con el objeto de obtener agua cuando los flujos aumentan. Esto podría incluir el desvío de agua a gran escala y el almacenamiento en piletas sobre el suelo.

Los requisitos regulatorios adicionales normalmente están vinculados con las citadas instalaciones de almacenamiento. El objetivo es desviar el agua hacia estas piletas durante los periodos de alto caudal, lo que permite realizar la extracción cuando hay gran disponibilidad, evitando el impacto sobre los suministros locales o sobre las comunidades acuáticas. Las operadoras deberán considerar que esto normalmente requiere el desarrollo de instalaciones de almacenamiento de agua con capacidad suficiente para cumplir con los requisitos de los planes de perforación y fractura.

A fin de llevar un gerenciamiento exhaustivo se deberá llevar control de los diferentes volúmenes de cada agua utilizada (dulce, salobre y flowback) de manera de poder establecer los indicadores de uso correspondientes y poder tomar las medidas más adecuadas para optimizar el proceso y minimizar la utilización de agua dulce.

## 8.2.2 Agua subterránea

Las extracciones de aguas subterráneas requerirán permisos de entes reguladores.

Cuando pueda aplicarse, las operadoras deberán considerar la utilización de agua de baja calidad para operaciones de perforación y fractura hidráulica. Muchos de los cuestionamientos relacionados con el suministro de agua pueden evitarse si se utilizan fuentes de agua subterránea de baja calidad, como el agua con más de 5000 ppm total de sólidos disueltos (TDS). Las operadoras utilizarán agua

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

de mayor salinidad contenida en una fuente de agua para fractura hidráulica en donde la disponibilidad de agua puede ser incierta o limitada. Esto podría requerir la perforación de pozos de agua en acuíferos profundos.

El agua proveniente de pozos más profundos podría requerir tratamiento, pero evitaría la competencia con fuentes de agua utilizadas por la comunidad.

La cuestión principal respecto a la extracción de agua subterránea con contenidos totales de sólidos disueltos menores a 5000 ppm, es la disminución temporal del volumen de los acuíferos. En algunas áreas, la disponibilidad de agua subterránea es limitada, por lo que se podrían imponer limitaciones a los volúmenes de extracción permitidos.

Otro factor importante a tener en cuenta respecto de la protección del agua subterránea, es la de ubicar pozos de fuentes de agua para operaciones de gas y petróleo a una distancia apropiada de los pozos abastecedores de agua -municipales, públicos o privados-.

Al considerar las condiciones hidrológicas, se deberán identificar los pozos de abastecimiento de agua y los manantiales de agua ubicados dentro de una distancia definida de cualquier sitio de perforación propuesto, incluyendo la ubicación de otros pozos de suministro de agua.

También deberán evaluarse las características de estos pozos, en términos de capacidad de producción y calidad del agua. Dependiendo de la información disponible, esto podría incluir la evaluación del agua disponible de esas fuentes.

Esto requerirá ubicar los pozos de agua públicos y privados, y obtener información respecto de su profundidad, intervalos completos y uso (incluyendo si el pozo es público o privado, si pertenece a la comunidad o es externo, y el tipo de instalación o establecimiento si no es una propiedad privada). Generalmente, esta información puede ser solicitada a las autoridades locales o provinciales, sin embargo, si hubiera algún pozo de agua sin la documentación pertinente, lo apropiado sería contactarse directamente con los propietarios o dueños de la locación.

### 8.2.3 Suministros locales de agua

Obtener agua de suministros locales (redes públicas de suministro, canales de riego u otros) podría ser considerado como una opción, sin embargo, los volúmenes de agua necesarios para fracturar deberían ser compatibles y equilibrados con otros usos y necesidades de la comunidad. Esta opción puede ser limitada, ya que los suministros de agua de algunas aéreas podrían estar restringidos, especialmente durante períodos de sequía; por lo que habría que evaluar cuidadosamente la duración de los períodos en los que se utilizará agua de los suministros locales.

## 8.2.4 Agua residual y agua utilizada para la refrigeración de plantas de energía

Otra alternativa a considerar como fuente de agua para operaciones de fractura hidráulica, son las aguas residuales locales, industriales y/o aguas utilizadas para la refrigeración de plantas de energía. Claro está, que las especificaciones de estas fuentes de agua necesitan ser compatibles con la formación del objetivo y el plan de fractura, así como también si el tratamiento es técnicamente posible, y si puede garantizar un proyecto exitoso. En algunos casos, se pueden obtener las especificaciones requeridas del agua, a partir de la mezcla apropiada de suministros de estas fuentes con suministros de agua superficial y fuentes subterráneas.

## 8.2.5 Agua de producción y fluido de retorno (flowback)

Dependiendo de su calidad, las aguas de producción y de fluido de retorno (flowback) pueden tratarse y re utilizarse para fracturas. Las formaciones naturales de agua han estado en contacto con la formación del reservorio por millones de años, y por lo tanto, contienen minerales originales de la roca reservorio en condiciones de equilibrio fisicoquímico. Parte de esta agua de formación se recupera con el fluido de retorno flowback después de la ejecución de la fractura hidráulica, por lo que ambas contribuyen a las características del fluido de retorno (flowback) si bien los porcentajes son menores.

La salinidad, TDS (total de sólidos disueltos), y la calidad total de esta mezcla de agua de formación / flowback, puede variar de acuerdo a la geología de la formación y a los estratos rocosos específicos.

La Guidance Document API HF2 - Water Management Associated with Hydraulic Fracturing - clasifica las aguas, según su salinidad, en:

# Salobre (5.000 a 35.000 ppm de TDS)

# Salina (35.000 a 50.000 ppm de TDS)

# Salmuera sobresaturada (50.000 a 200.000 ppm de TDS o más).

Otras de las características del agua que pueden influir son la concentración de hidrocarburos (petróleo y grasa), sólidos suspendidos, sustancias orgánicas, hierro, calcio, magnesio, trazas de benceno, boro, silicatos, sílice, y otros compuestos como los NORM.

Se podrá evaluar si es técnicamente viable el uso del agua de producción y de fluido de retorno (flowback) en las operaciones de fractura. Para ello estas aguas deben ser tratadas para alcanzar los parámetros requeridos para el agua de fractura.

Las rocas de las formaciones que son el objetivo de las fracturas hidráulicas, pueden contener restos de materiales radiactivos de origen naturales llamados NORM (Normally Occurring Radioactive Materials).

Esto puede evidenciarse en los perfiles de Gamma Ray (GR). Básicamente son el efecto del Uranio, Torio, Radio y Radón.

De sobrepasarse los límites permitidos en el fluido de retorno (flowback) o en los residuos sólidos deberán tratarse adecuadamente.

Hasta la fecha no se han detectado niveles de radiación que sobrepasen los niveles naturales.

## 8.2.6 Requerimientos, disponibilidad y calidad del agua de reposición

Cuando el agua se recicla y / o reutiliza, o fuentes adicionales de aguas residuales industriales contribuyen con el suministro de agua para las operaciones de fractura, se requerirá agua de reposición adicional. En estos casos, las alternativas de administración del agua a considerar, dependerán del volumen y la calidad tanto del agua reciclada, como del agua de reposición para asegurar la compatibilidad entre sí, y con la formación que se está fracturando.

## 8.3 Manipulación de fluidos y consideraciones sobre el almacenamiento

### 8.3.1 Generalidades y Alternativas

Generalmente, los fluidos que se manejan en la locación del pozo, antes y después de la fracturación hidráulica, deben ser almacenados en el sitio; y transportados desde la fuente de suministro hacia el lugar de tratamiento y / o eliminación. Los fluidos utilizados para fracturas hidráulicas, y los fluidos de retorno (flowback), generalmente se almacenarán en el sitio en tanques, bateas metálicas y excepcionalmente, en piletas de tierra recubiertas que pueden estar a nivel del suelo o sobre este, específicamente acondicionadas para tal uso.

Todos los componentes de los fluidos de fractura, incluyendo agua, aditivos y el agente sostén o apuntalante (“proppant”), deben ser manejados de forma adecuada en el sitio antes, durante y después del proceso de fracturación. Lo ideal sería que todos los componentes del fluido de fractura se mezclen con los fluidos utilizados para fracturar, sólo cuando sea necesario. Todo producto que no haya sido utilizado deberá ser removido-eliminado del sitio por el contratista o el operador, según corresponda. El proceso de planificación del trabajo debería considerar retrasos no previstos durante las operaciones de fractura, y asegurar que los materiales se administren de forma adecuada.

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLORACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

A los fluidos de retorno (flowback), cuyo destino no sea el reuso en la actividad hidrocarburífera, les corresponden el mismo tratamiento que los restantes fluidos resultantes de las actividades de exploración y producción de los yacimientos convencionales.

Cada proveedor o fabricante deberá presentar una Hoja de Seguridad (MSDS) de cada aditivo a utilizar en las fracturas hidráulicas, la cual deberá ser revisada previo a su utilización, y estar disponible en el sitio de trabajo. Las MSDS contienen información acerca del almacenamiento apropiado, peligros para el medio ambiente, procedimientos a seguir ante derrames y otra información relevante para minimizar los impactos ambientales.

Los operadores deberán proporcionar información acerca de la forma en la que administran el agua, y las operaciones de almacenamiento en el sitio.

Dicha información deberá incluir lo siguiente:

- Información acerca del diseño y la capacidad de almacenamiento de las piletas y / o tanques;
- Información acerca del número, y de la capacidad individual y total de los tanques de recepción en la locación para el agua de retorno;
- Descripción de las restricciones a los accesos públicos previstos, incluyendo las barreras físicas y la distancia al borde de la locación;
- La forma en la que se colocaran los revestimientos para evitar posibles fugas de las piletas sobre suelo.

## 8.4 Transporte

Antes de iniciar la fractura, generalmente se entregan al sitio (por separado) el agua, el agente sostén y cualquier otro aditivo, conforme a las regulaciones pertinentes. El agua se entrega generalmente en camiones cisterna que pueden llegar en un período de días o semanas, o a través de cañerías desde una fuente de suministro o instalación de tratamiento / reciclaje.

Para el suministro y la administración del agua, se deben considerar los requisitos y limitaciones vinculadas con el transporte de fluidos. El transporte de agua desde y hacia un sitio puede implicar mayores recursos y mayor actividad. Existen distintas estrategias para gestionar los recursos, mejorar la eficiencia y limitar otros impactos ambientales como ruido, polvo en suspensión, deterioro de caminos y seguridad vial.

Los costos de transporte pueden ser la mayor parte de los gastos vinculados a la administración del agua. Una opción a considerar como alternativa, es el uso de cañerías sobre la superficie, ya sea de forma temporal o permanente. A nivel mundial las empresas operadoras están recurriendo a la utilización de cañerías temporales sobre la superficie para transportar agua a las piletas y a los sitios operacionales. Sin embargo, en muchas situaciones, el transporte de los fluidos asociados a fracturas hidráulicas por esta vía, puede no ser práctico, rentable, o incluso factible.

El uso de locaciones múltiples facilita el almacenamiento de agua en forma centralizada, reduce el tráfico de camiones, y posibilita la administración centralizada del flowback. En algunos casos, puede mejorar la posibilidad de transporte por cañerías de agua.

Los operadores también podrán considerar el uso de técnicas agrícolas para transportar el agua que se usa cerca de las fuentes.

Cuando los fluidos son transportados en camión, las operadoras considerarán el desarrollo de un plan de transporte por ruta en toda la cuenca, que incluya la cantidad estimada de camiones requeridos, las horas de operación, las rutas y áreas adecuadas para el estacionamiento.

Consideraciones a tener en cuenta para la organización del transporte de grandes volúmenes de componentes de fluido de fractura:

- Evaluar la selección de rutas para maximizar la eficiencia del conductor y la seguridad pública;
- Evitar las horas de mayor tráfico, horarios de micros escolares, eventos comunitarios, y horarios nocturnos;
- Coordinar con las agencias locales de manejo de emergencias;
- Actualizar y mejorar las rutas que se utilizarán con frecuencia hacia y desde muchos sitios operacionales;
- Avisar con anticipación al público en general de cualquier desvío necesario o cierre de carriles;
- Garantizar estacionamiento adecuado fuera de la ruta y áreas de entregas en el sitio.

El fluido de fractura (flowback) resultante del proceso de fractura hidráulica en orden de prioridad podrá ser destinada a:

- Reutilización o Reciclado en locación.
- Envío a instalaciones para su tratamiento, con el objetivo de su adecuación a las especificaciones como fluido de fractura, recuperación secundaria o para sus disposiciones permitidas.
- Inyección en pozos sumideros habilitados.

## 8.5 Características de los fluidos empleados para la fractura

Los fluidos de fractura empleados en los yacimientos considerados en la presente Práctica Recomendada se componen aproximadamente de un 98% / 99% de agua y de agente sostén que puede ser arena natural o material cerámico que es el otro constituyente de importancia en volumen. Este último se trata de un material granular, que se mezcla con el fluido de fractura y su misión es mantener abierta o apuntalar la fractura producida al inyectar el fluido a alta presión y mantener la conductividad de fractura deseada.

A esta mezcla base agua se le adicionan productos químicos que constituyen el restante 1% / 2%

Ver Gráfico N° 1 y formulación de fluido de fractura adjunto.

## 8.5.1 Especificaciones del agua para preparar fluidos de fractura

El agua usada para preparar fluidos de fractura debe poseer algunas características mínimas de calidad de manera tal de que no interactúe negativamente con los componentes usados para preparar el mismo (compatibilidad). Por ejemplo, los problemas más usuales son alargamiento de los tiempos de hidratación, ruptura prematura del gel, baja eficiencia de los surfactantes, pérdida de eficiencia de los reductores de fricción, degradación de los geles, tiempos de reticulado muy largos (crosslinking time). Los siguientes lineamientos son generales y dan una idea de que calidad debería tener el agua para preparar un fluido de fractura estándar.

Parámetro	Rango o valor recomendado
Temperatura [°C]	15 – 40
TDS [mg/l]	< 50,000
TSS [mg/l]	< 50
Turbidez [NTU]	0 – 5
pH	6 – 8
Hierro [mg/l]	1 – 20
Cloruros [mg/l]	< 30,000
Potasio [mg/l]	100 – 500
Calcio [mg/l]	50 – 250
Magnesio [mg/l]	10 – 100
Sodio [mg/l]	2,000 – 5,000
Boro [mg/l]	0 – 20
Carbonatos [mg/l]	< 600
Dureza como CaCO <sub>3</sub> [mg/l]	<15,000

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

Bicarbonato [mg/l]	< 600
Bacterias [CFU/ml]	0
Sílice [mg/l]	< 35
Sulfatos [mg/l]	< 500
Agentes reductores [mg/l]	0

## 9. Tratamiento de fluido de retorno (flowback)

El fluido de retorno que se produce desde cada pozo es tratado inicialmente en locación con una planta móvil la cual está inscrita en el registro de empresas operadoras de flowback tal cual lo estipula la legislación vigente. Luego de tratada es transportada por camiones cuya compañía está inscrita en el registro de generadores, transportistas y operadores de residuos especiales.

Si bien el proceso de tratamiento pudiera ser todo lo complejo que se pretenda, el objetivo es obtener un agua de características similares a las producidas por los pozos convencionales y que pueda ser manejada adecuadamente por las plantas de tratamiento. Podrá ser usada como agua para recuperación secundaria, agua de proceso o eventualmente, si sobra o no tiene otro uso, se inyecta en pozos sumideros los cuales cumplen con los requisitos legales. Está terminantemente prohibido el vertido de fluidos en fuentes de agua superficiales o suelo de cualquier tipo.

Dado que al inicio del proceso el fluido se produce a alta presión y puede contener sólidos no disueltos (principalmente agente sostén y/o sólidos de formación, restos de goma, metal de los tapones, cemento, etc) se hace pasar la corriente a través de un debris catcher, un desarenador, y luego se pasa por un choke manifold para controlar presiones; por último por un separador que puede ser trifásico (petróleo, agua y gas) o tetrafásico (petróleo, agua, gas y sólidos muy finos). El primero es el más común usado en la cuenca neuquina.

El gas producido en una primera etapa es quemado para lo cual se obtienen los permisos exigidos. Si el pozo es exploratorio, se quema durante todo el ensayo. Si el pozo es de producción, una vez establecido un régimen relativamente estable, se conecta a la línea de producción y se manda a las baterías respectivas. Asimismo, se toman muestras para realizar cromatografías gaseosas o análisis específicos para comprender naturaleza, características y origen del gas.

Los líquidos del separador se mandan a piletas. Del agua se toman muestras a periodos establecidos [frecuencia alta al principio (cada 2 hrs) y que se va alargando en el tiempo (diaria, semanal)] para evaluar diferentes aniones, cationes y otros parámetros que permitirán inferir eficiencia del tratamiento, productos de reacción de aditivos con la formación, aditivos sin reaccionar o



degradados que retornan a superficie, componentes de formación disueltos en el agua inyectada con la fractura, bacterias, y su variación en el tiempo.

La siguiente tabla muestra un listado de parámetros que pueden ser medidos in-situ, otros componentes deben ser analizados en laboratorios dado los equipos requeridos. Esta tabla es indicativa y la cantidad de parámetros finales a determinarse depende de los requerimientos de cada compañía.

PARÁMETROS	UNIDADES
Tiempo	Hora
Densidad	g/cm <sup>3</sup>
%Oil	
°API (Oil)	
Temperatura	°C
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Carbonatos	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Bicarbonatos	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Cloruros	mg/L
Bario	mg/L
Sulfatos	mg/L
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza Ca <sup>+2</sup>	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza Mg <sup>+2</sup>	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Hierro Total	mg/L
pH	
Turbidez	NTU
SST	mg/L

El agua acumulada en piletas se envía a las plantas de tratamiento por camiones habilitados para tal fin. Uno de los ensayos que se realizan específicamente es el de contenido de NORM los cuales hasta la fecha han dado negativo o por debajo de los límites de detección de los equipos.

Dado que en la actualidad los volúmenes de fluido de retorno generados son relativamente pequeños con respecto a la operación en su conjunto y a que existe un déficit de agua para inyectar en proyectos de recuperación secundaria, no es factible reusarla o tratarla y posteriormente usarla nuevamente para fracturar. En el futuro, cuando se alcancen otras condiciones de desarrollo, esta modalidad se deberá revisar y los procesos sufrirán cambios para adecuarse a la realidad del momento.

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLORACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

Los hidrocarburos separados, al igual que el agua, se envían por camión a las plantas de tratamiento de petróleo en donde continúan con el proceso. De estos hidrocarburos, también se toman muestras y realizan variados análisis para caracterizarlos.

Tan pronto como el pozo deja de producir sólidos que pueden dañar las instalaciones de producción (erosión fundamentalmente), el mismo se conecta a través de las líneas de producción a las baterías y a partir de allí se sigue monitoreando producción y todo aquel parámetro que se considere de relevancia o sea requerido.

## ANEXO I:

### Ejemplo de composición de fluidos de fractura Tipo

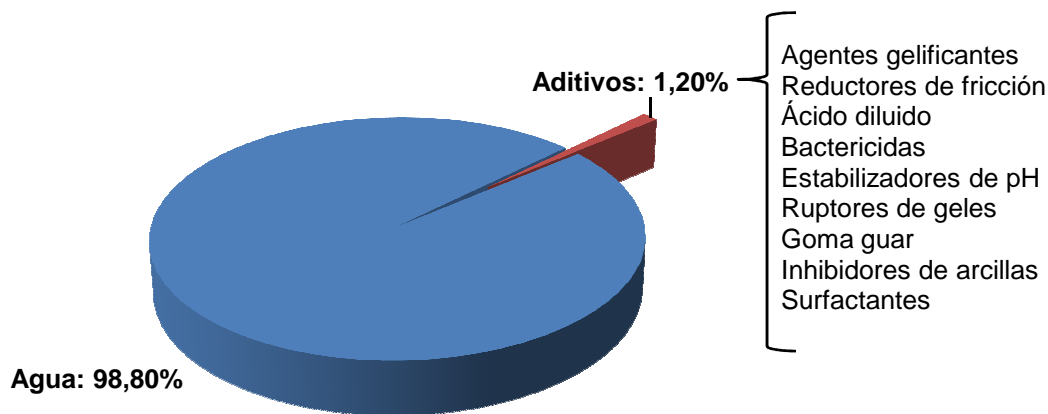


Gráfico N°1: Ejemplo de proporción de aditivos adicionados al fluido de fractura.

Las bajas proporciones de aditivos usados en el fluido de fractura no le conferirán un aumento significativo de la concentración salina al fluido de retorno ya que la mayoría no son sales y muchos de ellos quedan total o parcialmente en el reservorio adsorbidos a la pared de la roca o reaccionando con la misma.

A lo antes mencionado, que constituye la corriente líquida, se le suma el agente sostén que se inyecta en forma de suspensión y que representa un porcentaje de entre 6 y 10 % p/v del total del material inyectado en el pozo.

### Análisis físico químicos sobre el flowback:

Los siguientes son ejemplos de algunos de los parámetros que podrían utilizarse para el monitoreo del fluido de retorno (flowback).

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

pH	Fluoruros
Alcalinidad pH 4.5	Fósforo Total
Alcalinidad pH 8.3	Grasas y Aceites
Aluminio	Hidrocarburos
Arsénico	Hidroxilos
Bario	Hierro
Benceno	Magnesio
Bicarbonatos	Manganeso
Cadmio	Mercurio
Calcio	Níquel
Carbonatos	Nitratos
Cianuros	Nitritos
Cloruros	O <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub>	Plomo Total
Cobalto	Potasio
Cobre	Resistividad
Conductividad	Selenio
Cromo Hexavalente	SH <sub>2</sub>
Cromo Total	Sodio
Cromo Trivalente	Sulfatos
Densidad (20°)	TDS
Detergentes	Temperatura
Dureza Cálctica	Tolueno
Dureza Total	Vanadio
Etilbenceno	Xilenos
Fenoles	Zinc

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

Ejemplos de análisis fisicoquímicos realizados:

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADO	METODO
pH - In Situ	---	6,93	S.M.4500 H-B
TEMPERATURA - In Situ	°C	16,50	S.M.4500 H-B
DENSIDAD a 17 °C	gr/cm3	1,064	ASTM D-1429-86
CONDUCTIVIDAD a 25 °C	µS/cm	176000,0	S.M.2510-B
RESISTIVIDAD a 25 °C	Ω/m	0,057	Estequiometrico
SH2 - In Situ	mg/lt.	0,40	S.M. 4500 S-E
CO2 - In Situ	mg/lt.	112,64	S.M. 4500 CO2
CLORUROS	mg/lt.	59000,00	S.M. 4500 Cl-B
SULFATOS	mg/lt.	340,00	A.S.T.M.D-516
CARBONATOS - In Situ	mg/lt.	0,00	S.M. 2320 B
BICARBONATOS - In Situ	mg/lt.	419,60	S.M. 2320 B
CALCIO	mg/lt.	11422,80	S.M. 3500 Ca - D
MAGNESIO	mg/lt.	2188,08	A.S.T.M D-511-A
SODIO	mg/lt.	20023,56	Estequiometrico
HIERRO TOTAL - In Situ	mg/lt.	82,50	A.S.T.M.1068-A
HIERRO FERROSO - In Situ	mg/lt.	60,00	A.S.T.M.1068-A
HIERRO FERRICO - In Situ	mg/lt.	22,50	A.S.T.M.1068-A
BARIO	mg/lt.	33,00	M.N. 3500 Ba-C
POTASIO	mg/lt.	2115,00	S.M. 3500 K -B
TOTAL SOLIDOS DISUELTOS (CALC.)	mg/lt.	95624,54	Estequiometrico
TOTAL SOLIDOS EN SUSPENSION - In Situ	mg/lt.	112,00	S.M. 2540 -D
DUREZA TOTAL (CO <sub>2</sub> Ca)	mg/lt.	37500,00	ASTM D 1126
DUREZA CALCICA (CO <sub>2</sub> Ca)	mg/lt.	28557,0	Estequiometrico
DUREZA MAGNESICA (CO <sub>2</sub> Ca)	mg/lt.	8971,1	Estequiometrico
ALCALINIDAD a pH 4.5	mg/lt.	344,1	Estequiometrico
HIDROCARBUROS TOTALES	%/v	11,00	ASTM D 4007
SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 10 MINUTOS	ml/l	< 0,05	Cono de Himhoff
SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 HORAS	ml/l	< 0,05	Cono de Himhoff

Laboratorio certificado bajo normas ISO 9001:2008 Certificado N° 231515  
Laboratorio inscripto en el Registro Provincial de Prestadores de servicios Ambientales (RePPSA)

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

<u>DETERMINACIONES</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>RESULTADO</u>	<u>METODO</u>
<u>pH In Situ</u>	<u>-----</u>	<u>6,93</u>	<u>S.M.4500 H-B</u>
<u>DENSIDAD a 18 °C</u>	<u>gr/cm3</u>	<u>1,064</u>	<u>ASTM D-1429-86</u>
<u>TEMPERATURA In Situ</u>	<u>°C</u>	<u>16,50</u>	<u>S.M.4500 H-B</u>
<u>CONDUCTIVIDAD a 25 °C</u>	<u>µS/cm</u>	<u>176000,0</u>	<u>S.M.2510-B</u>
<u>RESISTIVIDAD a 25 °C</u>	<u>Ω/m</u>	<u>0,057</u>	<u>Etequimetrico</u>
<u>SH<sub>2</sub> In Situ</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>0,40</u>	<u>S.M. 4500 S-E</u>
<u>CO<sub>2</sub> In Situ</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>112,64</u>	<u>S.M. 4500 CO2</u>
<u>CLORUROS</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>59000,00</u>	<u>S.M. 4500 Cl-B</u>
<u>SULFATOS</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>340,00</u>	<u>A.S.T.M.D-516</u>
<u>CARBONATOS</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>0,00</u>	<u>S.M. 2320 B</u>
<u>BICARBONATOS In Situ</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>419,60</u>	<u>S.M. 2320 B</u>
<u>CALCIO</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>11422,80</u>	<u>S.M. 3500 Ca - D</u>
<u>MAGNESIO</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>2188,08</u>	<u>A.ST.M D-511-A</u>
<u>SODIO</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>20023,56</u>	<u>Calculado</u>
<u>HIERRO TOTAL</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>82,50</u>	<u>A.S.T.M.1068-A</u>
<u>HIERRO FERROSO</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>60,00</u>	<u>A.S.T.M.1068-A</u>
<u>HIERRO FERRICO</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>22,50</u>	<u>A.S.T.M.1068-A</u>
<u>BARIO</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>33,00</u>	<u>M.N. 3500 Ba-C</u>
<u>POTASIO</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>2115,00</u>	<u>S.M. 3500 K -B</u>
<u>TOTAL SOLIDOS DISUELTOS (CALC.)</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>95624,54</u>	<u>Estequimétrico</u>
<u>TOTAL DE SOLIDOS EN SUSPENSIÓN (In situ)</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>112,00</u>	<u>S.M. 2540-D</u>
<u>HIDROCARBUROS TOTALES</u>	<u>%V</u>	<u>11,00</u>	<u>ASTM D 4007</u>
<u>DUREZA TOTAL (CO<sub>3</sub>Ca)</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>37500,00</u>	<u>ASTM D 1126</u>
<u>DUREZA CALCICA (CO<sub>3</sub>Ca)</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>28557,0</u>	<u>Estequimétrico</u>
<u>DUREZA MAGNESICA (CO<sub>3</sub>Ca)</u>	<u>mg/lt.</u>	<u>8971,1</u>	<u>Estequimétrico</u>
<u>SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 10 MINUTOS</u>	<u>ml/l</u>	<u>&lt; 0,05</u>	<u>Cono de Himhoff</u>
<u>SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 HORAS</u>	<u>ml/l</u>	<u>&lt; 0,05</u>	<u>Cono de Himhoff</u>

**GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA NEUQUINA**

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADO	METODO
pH In Situ	----	6,43	S.M.4500 H-B
DENSIDAD a 18 °C	gr/cm3	1,070	ASTM D-1429-86
TEMPERATURA In Situ	°C	18,00	S.M.4500 H-B
CONDUCTIVIDAD a 25 °C	μS/cm	217200,0	S.M.2510-B
RESISTIVIDAD a 25 °C	Ω/m	0,046	Etequiometrico
SH <sub>2</sub> In Situ	mg/lt.	0,40	S.M. 4500 S-E
CO <sub>2</sub> In Situ	mg/lt.	264,00	S.M. 4500 CO2
CLORUROS	mg/lt.	69000,00	S.M. 4500 CI-B
SULFATOS	mg/lt.	0,00	A.S.T.M.D-516
CARBONATOS	mg/lt.	0,00	S.M. 2320 B
BICARBONATOS In Situ	mg/lt.	1141,95	S.M. 2320 B
CALCIO	mg/lt.	3807,60	S.M. 3500 Ca - D
MAGNESIO	mg/lt.	1094,04	A.ST.M D-511-A
SODIO	mg/lt.	37189,26	Calculado
HIERRO TOTAL	mg/lt.	302,00	A.S.T.M.1068-A
HIERRO FERROSO	mg/lt.	300,00	A.S.T.M.1068-A
HIERRO FERRICO	mg/lt.	2,00	A.S.T.M.1068-A
BARIO	mg/lt.	1275,00	M.N. 3500 Ba-C
POTASIO	mg/lt.	1527,50	S.M. 3500 K -B
TOTAL SOLIDOS DISUELTOS (CALC.)	mg/lt.	113809,85	Calculado
TOTAL DE SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lt.	710,00	S.M. 2540-D
HIDROCARBUROS	mg/lt.	1183,40	EPA 418.1
DUREZA TOTAL (CO <sub>3</sub> Ca)	mg/lt.	14000,00	ASTM D 1126
DUREZA CALCICA (CO <sub>3</sub> Ca)	mg/lt.	9519,0	Calculado
DUREZA MAGNESICA (CO <sub>3</sub> Ca)	mg/lt.	4485,6	Calculado
ALCALINIDAD a pH 4.5 (IN SITU)	mg/lt.	936,4	Calculado
SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 30 MINUTOS	ml/l	< 0,05	Cono de Himhoff
SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 HORAS	ml/l	< 0,05	Cono de Himhoff

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA NEUQUINA	Número: 11	Fecha: 19-12-13
	Revisión: 00	

pH - In Situ
TEMPERATURA - In Situ (°C)
DENSIDAD a T °C (gr/cm <sup>3</sup> )
CONDUCTIVIDAD a 25 °C (mS/cm)
RESISTIVIDAD a 25 °C (W/m)
SH <sub>2</sub> - In Situ (mg/lit)
CO <sub>2</sub> - In Situ (mg/lit)
O <sub>2</sub> DISUELTO - In Situ (mg/lit)
CLORUROS (mg/lit)
SULFATOS (mg/lit)
CARBONATOS - In Situ (mg/lit)
BICARBONATOS - In Situ (mg/lit)
CALCIO (mg/lit)
MAGNESIO (mg/lit)
SODIO (mg/lit)
HIERRO TOTAL - In Situ (mg/lit)
HIERRO FERROSO - In Situ (mg/lit)
HIERRO FERRICO - In Situ (mg/lit)
BARIO (mg/lit)
POTASIO (mg/lit)
TOTAL SÓLIDOS DISUELTOS (CALC.) (mg/lit)
TOTAL SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN - In Situ (mg/lit)
DUREZA TOTAL (CO <sub>3</sub> Ca) (mg/lit)
DUREZA CALCÍCA (CO <sub>3</sub> Ca) (mg/lit)
DUREZA MAGNÉSICA (CO <sub>3</sub> Ca) (mg/lit)
ALCALINIDAD a pH 4.5 (mg/lit)
HIDROCARBUROS TOTALES (mg/lit)
SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN 30 MINUTOS (ml/l)
SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 HORAS (ml/l)
PLOMO [mg/l]
CADMIO [mg/l]
CROMO TOTAL [mg/l]
MERCURIO [mg/l]
ARSENICO [mg/l]
BORO [mg/l]

ANÁLISIS REQUERIDO:  
OBSERVACIONES:

Determinación de Material Radiactivo

**Uranio:** Fluorimetría Laser (equipo Scintrex UA-3)  
Limite Detección: 0,05 ug U/L

**Ra226:** Método Rushing (Contadores Alfa NLA 003)  
Limite Detección: 0,10 pCi/L

Fecha realización análisis

22/10/2012    26/10/2012

Valores obtenidos:

**Uranio** (µgr/lts)

24.0            22.3

**Ra226** (pCi/lit)

303.5          213.5

EJEMPLO ILUSTRATIVO DEL FLUIDO DE FRACTURA UTILIZADO DURANTE EL AÑO 2012:

Fecha Fractura	6-10 ago. 2012	CANTIDADES TOTALES DE FLUIDO	
Provincia	Neuquén	Vol. Acid pad (m <sup>3</sup> )	45,4
		Vol. Slickwater (m <sup>3</sup> )	4584
		Vol. Gel/Xlink (m <sup>3</sup> )	3380
Tipo pozo	Gas/condensados	Vol. Total (m <sup>3</sup> )	8009



**GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS NO CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA NEUQUINA**

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

ADITIVO	Función	Concentración del aditivo en fluido frac (vol/vol)	Cantidad del aditivo en fluido frac (m3)	Componentes principales del aditivo	CAS #	Concentración componente en aditivo
Agua industrial	Fluido base	98,97%	7.927,00			100,00%
HCL	Ácido clorhídrico	0,09%	6,81	Ácido clorhídrico	7647-01-0	100,00%
HAI-404	Inhibidor de corrosión	0,00%	0,23	Metanol	67-56-1	30,00%
				Aldehído		30,00%
				Isopropanol	67-63-0	30,00%
				Cloruro de 1-bensilisoquinolinio	15619-48-4	10,00%
Aldacide G/BE-9	Bactericida	0,05%	4,01	Glutaraldehído (*)	111-30-8	30,00%
KCL	Inhibidor arcilla	0%	-	Cloruro de potasio	7447-40-7	100,00%
ClayFix II Plus	Inhibidor arcilla	0,14%	11,21	Cloruro hidroxilometilamonio (*)	3327-22-8	60,00%
FR-66	Reductor fricción	0,05%	3,67	Poliacrilamida derivada (*)	9003-05-8	30,00%
Optikleen WF	Ruptor-reducción fricción	0,06%	4,58	Perborato de sodio tetrahidrato	10486-00-7	100,00%
Gasperm-1100	Surfactante	0,00%	-	Isopropanol	67-63-0	10,00%
				Metanol	67-56-1	10,00%
				Etanol	64-17-5	30,00%
				Extracto cítrico	94266-47-4	5,00%
Losurf-300M	Surfactante	0,15%	12,01	Etanol	64-17-5	60,00%
				Poly (oxy-1,2-ethanediyl) , alpha (4-nlanylphenyl)-omega-hydroxy-ramificado	127087-87-0	10,00%
				Naftaleno	91-20-3	1,00%
				1,2,4 Trimetilbenceno	95-63-6	1,00%
				Nafta de petróleo aromático pesado	64742-94-5	28,00%
LGC-35	Agente gelificante (liquido)	0,21%	16,90	Goma guar	9000-30-0	34,00%
				Gasoil	68476-34-6	65,00%
BA-20	Buffer	0,01%	0,68	Acetato de amonio	631-61-8	80,00%
				Ácido acético	64-19-7	20,00%
BC-200 UC	Crosslinker	0,08%	6,08	Borato	1303-96-4	50,00%
				Gasoil	68476-34-6	50,00%
K-38	Crosslinker	0,03%	2,70	Octaborato de sodio, tetrahidrato	12008-41-2	100,00%
SP Breaker	Ruptor	0,08%	6,76	Persulfato de sodio	7775-27-1	100,00%
CAT-3	Activador ruptor	0,08%	6,76	Quelato de cobre-EDTA (*)	14025-15-1	30,00%
Totales		100,00%	8.009,40	(*) Componente en solución acuosa		

## CARACTERÍSTICAS Y CANTIDAD DE ADITIVOS EMPLEADOS EN LOS FLUIDOS DE FRACTURA:

### ANEXO II:

#### CRITERIO DE DIFERENCIACIÓN ENTRE AGUA DE FORMACIÓN Y FLUIDO DE RETORNO (Flowback)

Luego de que la fractura se ha realizado, se comenzará a producir agua junto con el hidrocarburo. El porcentaje de recupero en los yacimientos en estudio esperable es del orden del 30% al 35%. Una parte es fluido de fractura que retorna y otra, el agua de formación natural si existiera aporte al pozo.

Tal como se aprecia en el gráfico adjunto, que indica un posible criterio de diferenciación, la primera fracción del fluido que retorna presenta las características de fluido inyectado para la fractura mezclado con agua de formación, tendiendo luego a presentar las características del agua de formación natural del pozo que se está fracturando.

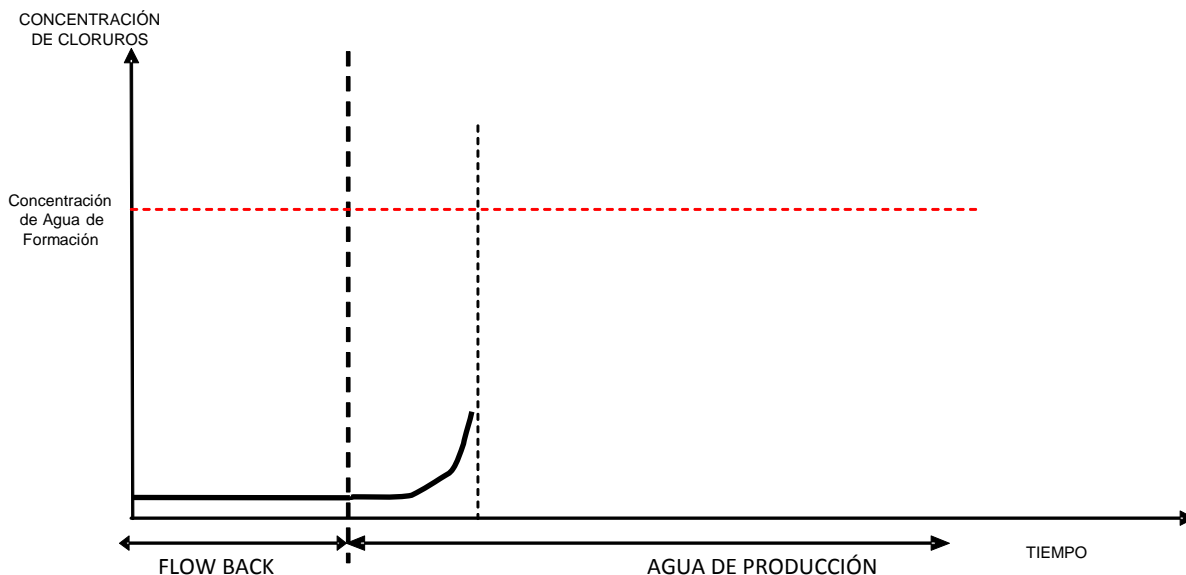
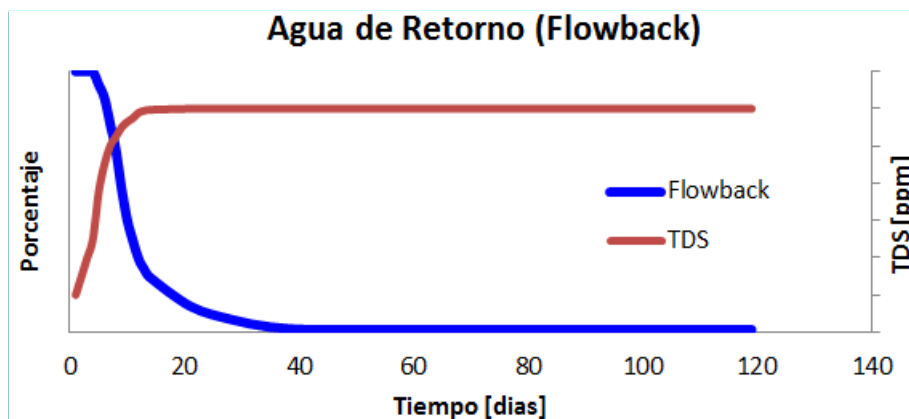


Gráfico: Representación gráfica de la evolución del fluido de retorno / agua de producción, empleando Cloruros como indicador.

Este fluido de retorno, que se genera durante la operación de fractura presenta similares características al agua de formación natural del pozo y al agua de formación producida en cada uno de los yacimientos.

El siguiente gráfico muestra un ejemplo general de la variación temporal del agua de retorno y los sólidos totales disueltos.



## NORM: Materiales Radioactivos de Ocurrencia Natural

Los NORM son compuestos radioactivos de ocurrencia natural (Natural Occurring Radioactive Materials) que se encuentran presentes - en muy bajas concentraciones - en las formaciones naturales. Su existencia relacionada con la industria del Petróleo y del gas es conocida desde hace varios años, y en algunos países ha llevado a la creación de recomendaciones para su tratamiento, monitoreo y manipulación.

LOS NORM se encuentran normalmente en concentraciones muy bajas en el agua de formación, particularmente pueden encontrarse algunos isótopos de sales de radio en forma de sales de calcio, bario o estroncio. En cuencas gasíferas puede determinarse también la presencia de un isótopo radioactivo del radón.

Los compuestos NORM son típicamente transportados en bajas concentraciones desde la formación hasta la superficie con el agua de producción, existiendo la posibilidad de precipitación de sales en donde el flujo sea lento y la temperatura disminuya dentro del sistema de tratamiento de petróleo o gas. Por lo tanto, como se menciona anteriormente es normal encontrar depósitos salinos en codos, reductores, bombas, o equipos. Estas acumulaciones se pueden formar con el tiempo y dependerá de las condiciones operativas.

Las formaciones deben evaluarse para determinar la posible existencia de NORM y sus concentraciones.

Las determinaciones de NORM en instalaciones donde se han reportado varían en el orden de los mili a los pico Curies y corresponden a instalaciones con varios años de funcionamiento. Estas

GESTIÓN DEL AGUA EN LA EXPLORACIÓN Y  
EXPLORACIÓN DE RESERVORIOS NO  
CONVENCIONALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE  
LA CUENCA NEUQUINA

Número: 11

Fecha: 19-12-13

Revisión: 00

bajas concentraciones de emisión radioactiva, sugieren la dificultad de obtener mediciones detectables en corriente de agua de producción.

## Consideraciones para el muestreo

- **Evaluación de Antecedentes:** La presencia de incrustaciones salinas en instalaciones de producción, incluso a veces en boca de pozo, en las cuales se han detectado niveles de radiación sería un indicador de que el agua de producción / flow-back podría contener algún nivel de radiación.
- **Volumen de muestra:** El volumen de la muestra de fluido deberá ser acordado con el laboratorio que realizará las determinaciones, dado que el mismo dependerá de la técnica y de la sensibilidad del equipo de medición.
- **Seguridad en el muestreo:** Los niveles de radiación de los compuestos NORM son tan bajos, que los tiempos de exposición a los que un trabajador o una persona no relacionada a la industria, tiene que estar expuestos son tan largos que hacen que la probabilidad de afectación sea también prácticamente nula. Sin embargo el laboratorio deberá tomar los recaudos de un muestreo tradicional, como uso de elementos de protección personal y detectores individuales de concentraciones radioactivas.
- **Valores de exposición para los trabajadores:** Se tomarán en cuenta los valores establecidos por la ARN en su Norma AR.10.1.1 “Norma básica de seguridad radiológica”

## Consideraciones para el tratamiento

En el caso de que alguna muestra tomada de agua de flowback, tuviera resultados con niveles detectables, deberá aplicarse un “Plan de Gerenciamiento de Materiales Radioactivos”. Si los valores son detectables pero se encuentran por debajo de los niveles establecidos en la normativa correspondiente como para generar un riesgo a la salud humana que un trabajador pueda tener, se procederá a continuar con el proceso previsto.

Si los valores superan los límites preestablecidos y existe un riesgo a la salud humana en alguna de las etapas del proceso, deberá ser tratado para llevarlo a límites adecuados.