

## El Boletín para Nuestra Comunicación

### INTRODUCCIÓN

En los boletines anteriores expusimos nuestra experiencia en Redes Neuronales aplicadas a la caracterización de reservorios y a la predicción de presiones estáticas. En esta ocasión deseamos presentarles los procesos para **Optimizar el Barrido con Agua: Inyectar menos Agua y Recuperar más Petróleo**.

Muchos de nuestros yacimientos petrolíferos pueden considerarse maduros, con desarrollos primarios relativamente importantes y producciones declinantes de petróleo.

Ocurre que en muchos casos la Recuperación Secundaria por Barrido con Agua no ha sido capaz de revertir esa situación, recuperando relativamente poco petróleo extra e inyectando mucha agua.

El manejo más eficiente de esos procesos permite Optimizar el Barrido con Agua, con mucha menor inyección de agua y mayor recuperación de petróleo. Se alcanzan esos objetivos mediante un conocimiento mayor del modelo estático

del reservorio, lo que permite aumentar la eficiencia de barrido del reservorio y además, durante su implementación, manteniendo el equilibrio dinámico del proceso de recuperación secundaria.

En los siguientes párrafos, y en las próximas entregas, iremos mostrando el uso de distintas técnicas de modelado y simulación aplicadas por nuestra Compañía a distintos Campos de la Argentina, para Optimizar el Barrido con Agua.

Como en nuestros Boletines anteriores, los invitamos a enviarnos sus comentarios y/o propuestas o requerirnos mayor información que la presentada.

De interesarles disponer los Boletines anteriores podrán encontrarlos en nuestra Página Web. Al pie del Boletín hallarán la dirección de la Página y también otras formas de comunicarse con nosotros.

## OPTIMIZAR EL BARRIDO CON AGUA INYECTAR MENOS AGUA Y RECUPERAR MÁS PETRÓLEO

### OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DEL BARRIDO CON AGUA

- Desde el inicio, con el diseño del proyecto a implementar
- En distintos estadios de un proyecto en marcha

### TIPO DE OPTIMIZACIONES DEL BARRIDO CON AGUA

Según se muestra en la Fig. 1 pueden considerarse los dos siguientes tipos de Optimización de la Recuperación Secundaria por Barrido con Agua:

- Optimización de los Esquemas de Barrido de la RS, incluyendo desarrollos complementarios.
- Optimización por Waterflooding Management o Equilibrio Dinámico del proyecto.

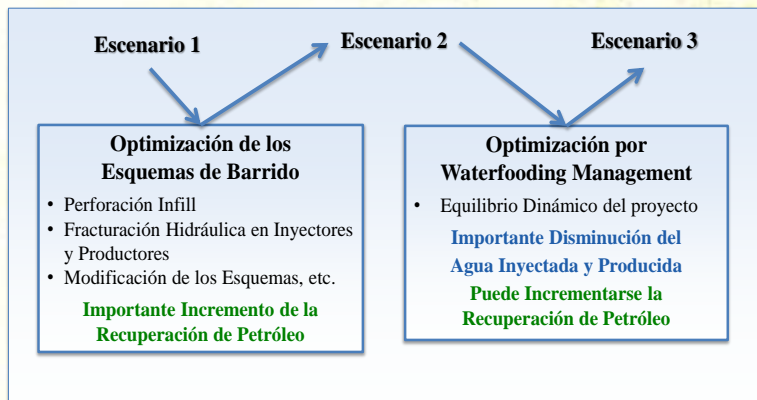


Fig.1 Tipo de Optimizaciones de la Recuperación Secundaria

La primera Optimización, ver Figs.2 y 3, aumenta fundamentalmente la Eficiencia Volumétrica del Barrido y puede sostener un importante incremento de la recuperada de petróleo. Se apoya en condiciones como las siguientes:

- Disponer una acertada definición y caracterización del Modelo Estático del yacimiento
- Aplicar un esquema de barrido óptimo, coherente con la definición y caracterización arriba referida
- Considerar para el yacimiento un desarrollo también relacionado con la definición y caracterización del mismo. Para este objeto podrá requerirse la densificación de la perforación de pozos, la fracturación en inyectores y productores, etc.

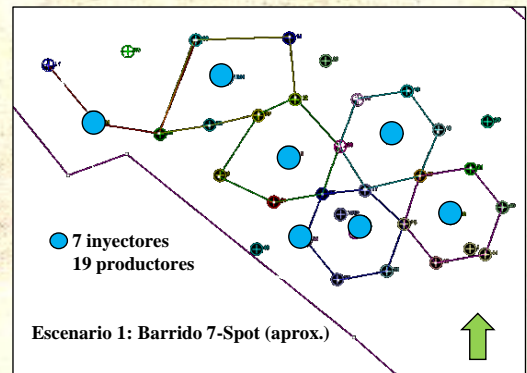


Fig.2 Desarrollos para Recuperación Secundaria



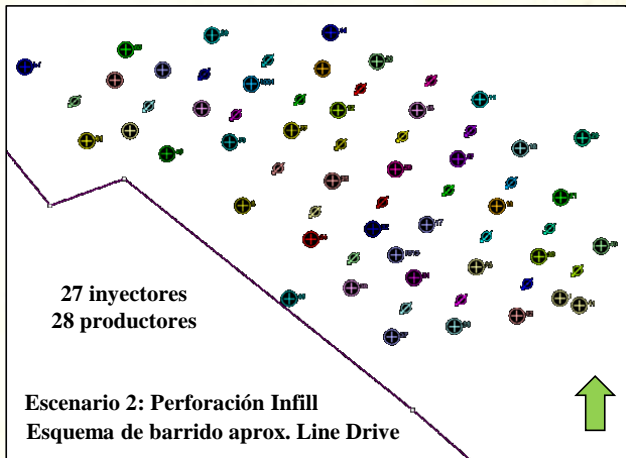


Fig.2(cont.) Desarrollos para Recuperación Secundaria

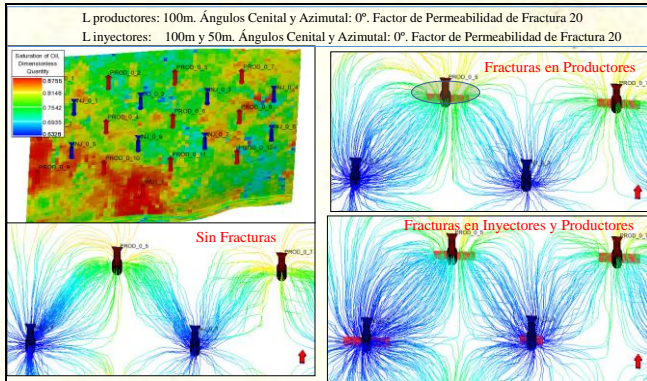


Fig.3 Optimización de la RS por Fracturas Hidráulicas

La segunda Optimización, ver Figs.4 y 5, también llamada Waterflooding Management, se basa en el logro del Equilibrio Dinámico del Proyecto con una adecuada simulación del proceso de Barrido con Agua. Para aplicar esta Optimización pueden considerarse Modelos Estáticos muy bien definidos o en estadios intermedios, como una primera Optimización. Habitualmente sostiene un incremento de la producción de petróleo y, fundamentalmente, una importante disminución del agua que se necesita inyectar.

La simulación de la recuperación secundaria, a través del módulo de Waterflooding Management, sostiene el equilibrio dinámico del proceso, ofreciendo una amplia variedad de herramientas de control para:

- Optimizar (habitualmente disminuir de manera importante) la inyección de agua por pozo.
- Reducir el agua producida.
- Minimizar el reciclaje de agua entre inyectores y productores.
- Balancear la inyección considerando zonas depletadas, zonas con alta saturación de petróleo móvil, zonas con alta saturación de agua, etc.

Así se podrán definir:

- El caudal de inyección óptimo por pozo.
- Los caudales de petróleo adicional y agua producidos, por pozo, correspondientes a cada inyector.
- El número de pozos productores contactados por cada inyector
- Escenarios pilotos de inyección con pocos inyectores, de óptimo barrido hacia los pozos productores, que luego, por ejemplo, pueden implementarse en un piloto de campo.

Lo anterior podrá complementarse con:

- La simulación con líneas de flujo en función tiempo, que facilitan el análisis y visualización del movimiento de los fluidos en el reservorio entre pozos productores e inyectores. Con ellas surgen claramente las regiones del yacimiento barridas y cuáles requieren desarrollos adicionales para serlo.
- Los balances de petróleo móvil (Mobil Oil In Place) que contabilizan los drenajes provocados por la inyección de agua, etc.

### CARACTERÍSTICAS DEL SIMULADOR DINÁMICO UTILIZADO, tNAV.

El simulador tNav tiene las siguientes características principales:

- Es un Simulador, Interactivo en Paralelo
- Tiene alta velocidad de procesamiento, dependiendo del número de núcleos del hardware utilizado.
- Permite trabajar en grandes modelos con alta resolución.
- Procesa en Diferencias Finitas y expresa los resultados también en Líneas de Flujo.
- Define las funciones de Corey (SCALS): permeabilidades relativas y presiones capilares
- Simula los procesos de Trazadores
- Modela explícitamente las Fracturas Hidráulicas, facilitando el ajuste de las presiones del modelo.
- Realiza el Split & Merge asistido del modelo, permitiendo modelar sectores del reservorio, conservando las condiciones de contorno y luego reunirlos.
- Optimiza los caudales de inyección del WF (Water Flooding Management o Equilibrio Dinámico).
- Posee un módulo de ajuste histórico asistido, etc.

Las características anteriores del simulador permiten alcanzar con facilidad los objetivos de la Optimización del Barrido con Agua aquí descripto.



## CONCLUSIONES

La Optimización de los Esquemas de Barrido, como ya expresamos, puede implicar:

1. **Nuevos desarrollos** ya sea por perforación de pozos, reparación, fracturación o refracturación de los pozos existentes. También puede considerar el cierre de algunos pozos no convenientes para el proyecto, por ejemplo los que puedan derivar la inyección de agua a algún acuífero, etc.
2. **Cambio de Esquemas de Barrido**, adaptándolos a la definición y características de los reservorios, particularmente al modelo de permeabilidades.

Estas optimizaciones aumentan, muchas veces de manera muy importante, la producción y reservas de petróleo, por su mayor eficiencia, pero también porque se incorporan al barrido nuevas zonas del reservorio.

Por lo anterior las Optimizaciones de los Esquemas de Barrido merecen ser consideradas aún en yacimientos con una larga inyección de agua.

La Optimización por Waterflooding Management, involucrará la optimización de la inyección pozo a pozo considerando:

1. **El Equilibrio Dinámico del Proyecto**, para mejorar la relación petróleo producido a agua inyectada
2. **La disminución de las pérdidas de agua inyectada por fuera de la zona a barrer**, que dependerá de la adecuada definición de los reservorios, el estado mecánico de las pozos, etc.

La Optimización por Waterflooding Management habitualmente implica la disminución significativa de los caudales de inyección, manteniendo y en algunos casos aumentando, la producción de petróleo.

La aplicación de las dos Optimizaciones descritas se complementan y logran los mejores resultados técnico-económicos de los Proyectos de Barrido con Agua.

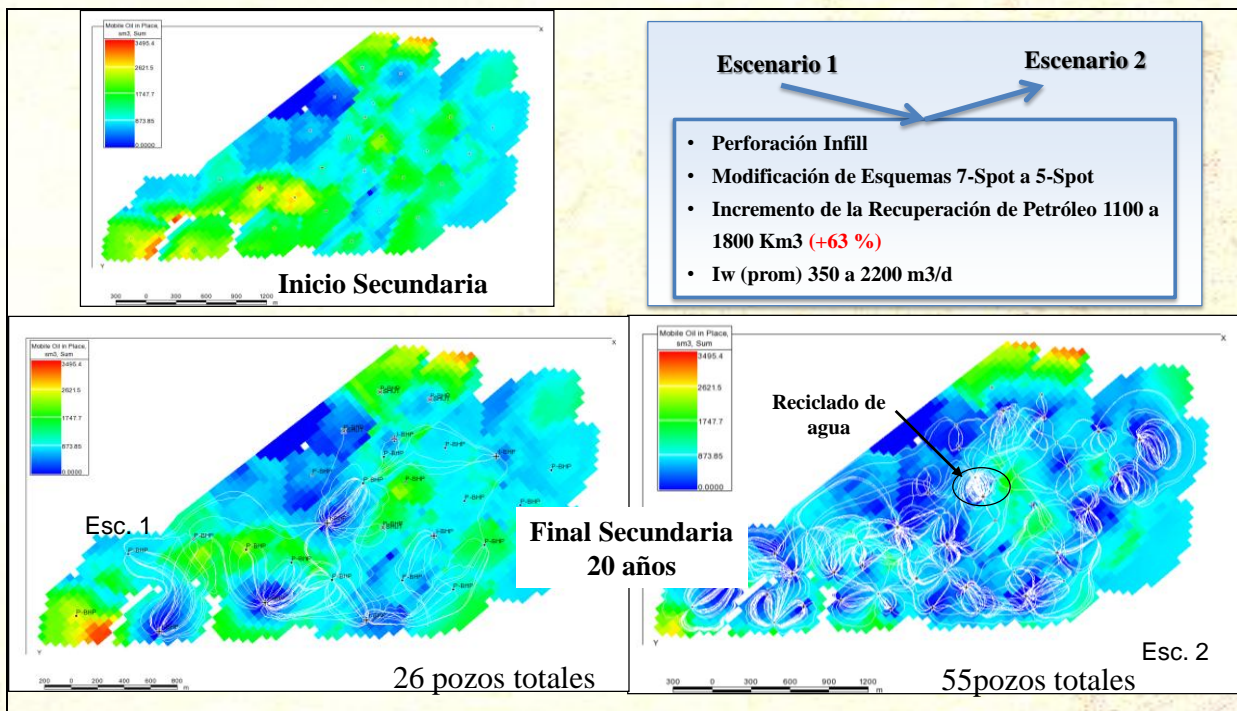


Fig.4 Optimización de la RS por Perforación Infill y Cambio de Esquemas



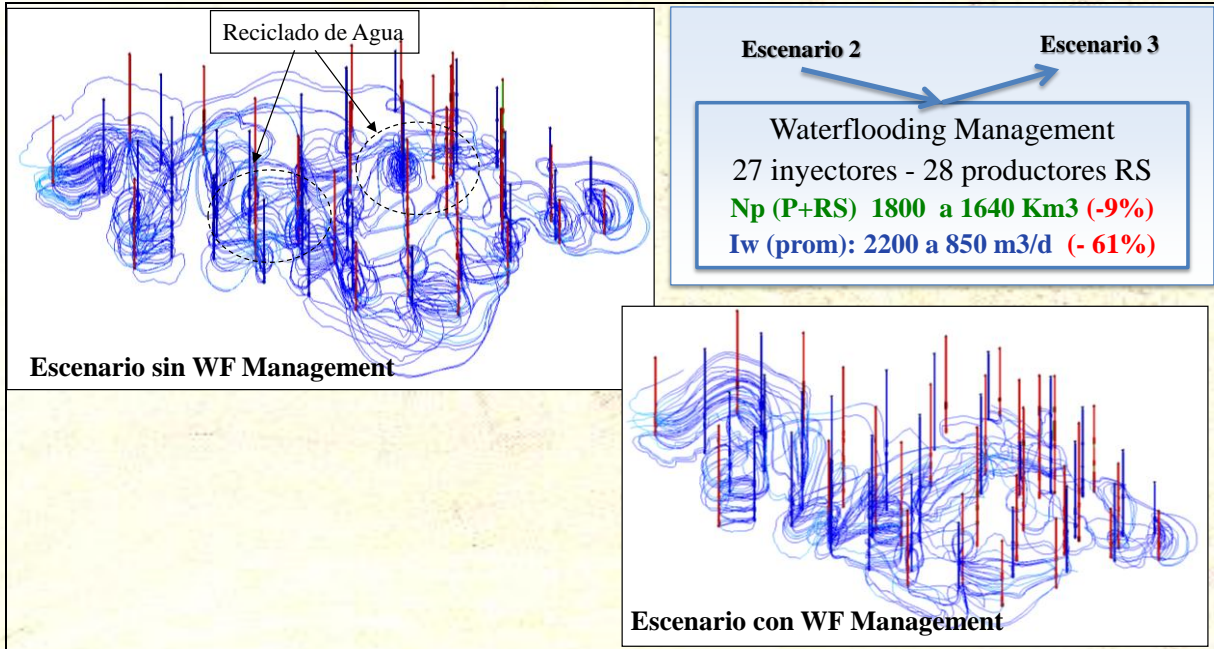


Fig.5 Optimización de la RS por WF Management

**“Tecnología de Avanzada”**  
**En Modelo Integrado**  
**De Yacimientos**

**MG&A Oil&Gas** ofrece su vasta experiencia a las Compañías del Upstream del Petróleo y Gas que operan en América Latina, brindándoles una amplia gama de Servicios Integrados en:

- Evaluaciones Preliminares de Desarrollo y Producción Primaria y Secundaria**
- Revitalización de Campos Maduros**
- Optimización de los Proyectos de Recuperación Secundaria**
- Reservoir Management de Yacimientos de Baja Permeabilidad y Tight**
- Certificación y Auditoría de Reservas**

Para brindar estos Servicios trabajamos, en ocasiones con nuestros clientes, en:

- |                   |   |
|-------------------|---|
| Geología          | Ingeniería de Reservorios.                  |
| Sedimentología    | Simulación Numérica Dinámica                |
| Estratigrafía     | Predicciones Dinámicas por Redes Neuronales |
| Petrofísica       | Ingeniería de Producción                    |
| Geofísica         | Evaluaciones de Riesgo                      |
| Geoestadística    | Evaluaciones Económicas                     |
| Modelado Estático | Auditorías Técnicas & Económicas            |

**Nuestras Recomendaciones Técnicas optimizan la economía de los proyectos**

**Caracterización Temprana - Revitalización de Campos Maduros - Yacimientos No Convencionales**