

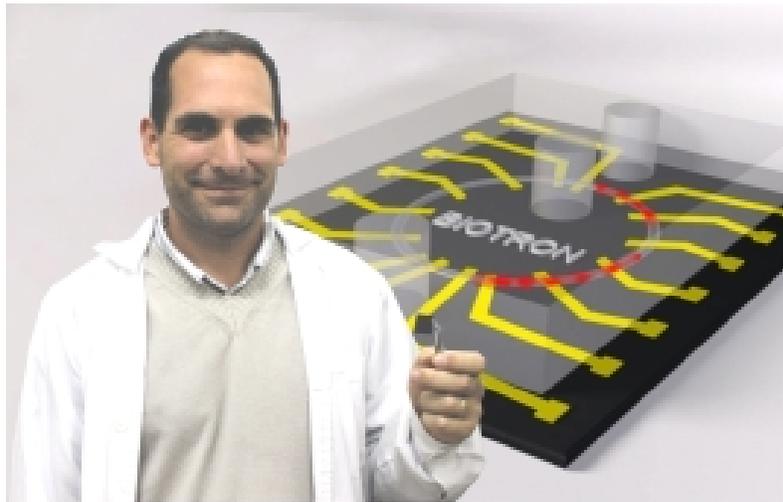
Desarrollo de nuevas metodologías para estudios de Recuperación Asistida de Petróleo (EOR)

Carol Olmos¹, Gustavo Rosero¹, Ana Peñaherrera¹, Carlos Lasorsa¹, Alejandro Boschan², Betiana Lerner¹ y Maximiliano S. Perez¹

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo, Grupo de Ingeniería de Recubrimientos especiales y nanotecnología (IREN)

²Universidad de Buenos Aires (UBA), Instituto de Ingeniería Biomédica, Grupo de Ingeniería Bioquímica

E-mail: max@fullgen.com.ar



Dr. MAXIMILIANO SEBASTIAN PEREZ

Doctor en Biología Biomolecular y Biotecnología. Desde 2012 es Investigador del CONICET. Inició su carrera de investigador en la COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA (CNEA) donde obtuvo su doctorado y posteriormente realizo el postdoctorado. Desde el comienzo se ha dedicado a generar nuevos desarrollos tecnológicos en el área de micro y nanotecnologías. Buscando siempre que los mismos no solo produzcan conocimiento científico, sino que también sean de utilidad práctica, pudiéndose transferir al sector productivo, como es el ejemplo de este artículo.

Introducción

En la actualidad un yacimiento típico recupera alrededor del 40% de petróleo, lo que representa una baja eficiencia del proceso a pesar de contar con una gran infraestructura. La necesidad de mejorar y acelerar el proceso de recuperación de petróleo es el principal impulsor en el desarrollo de nuevas metodologías de estudio de Recuperación asistida de petróleo (EOR).

El estudio de fluidos con la celdas hele-shaw es una de las metodologías más usadas para EOR. Consiste de dos láminas de vidrio, acrílico u otro material rígido transparente, separadas por una pequeña distancia. La lámina superior tiene un pequeño orificio en su centro por donde se introducen los líquidos a estudiar. Los patrones que forman dos líquidos en una celda de Hele-Shaw pertenecen a la clase de inestabilidades fáciles de

producir experimentalmente, pero muy complejas de estudiar analíticamente. En principio la ventajas que ofrece esta metodología se centra en su facilidad de fabricación, no obstante al ser de naturaleza tridimensional dificulta la visualización de la distribución de fluidos, además, su tamaño dificulta el grabado mediante medio ópticos

El reto de las nuevas metodologías de estudio EOR reside en la compleja interacción de los agentes inyectados con los fluidos que se encuentra en el yacimiento, bajo las condiciones físicas y químicas del mismo. Es así como las metodologías de estudio EOR deben proveer una evaluación completa de los fluidos inyectados.

En el área de los dispositivos de microfluídica, los microsistemas analíticos se conciben para integrar varias operaciones de laboratorio: inyección de muestras y reactivos, mezclado, incubación, reacción, separación, detección, aislamiento, etc. Estos microsistemas se identifican como *lab-on-a-chip* (LOC).

La tecnología de *Lab-on-a-chip* es ideal para estudiar la recuperación asistida de petróleo y su eficacia. Es posible la fabricación de microchips que simulen medios porosos con diseños personalizados, incluyendo poros, canales y la interconexión de diferentes zonas con distintas permeabilidades que se reproducen con precisión, además de proveer transparencia óptica para la visualización de fluidos.

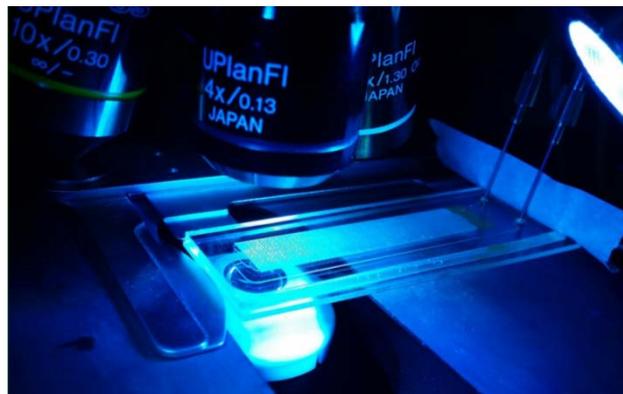


Figura 1. Análisis digital de imagen de un microchip para EOR en el microscopio

Los microchips de EOR proveen una nueva metodología de ensayo que brinda rápidamente información sobre los compuestos a utilizar en una EOR, permitiendo así conocer mejor los mecanismos de acción de fluidos para la recuperación de petróleo, entre las que se encuentran polímeros y nanopartículas de diferentes composiciones.

La metodología EOR con microchips tiene ventajas en cuanto a su economía, la simple y precisa visualización, la rapidez de los ensayos, la versatilidad de los diseños y su portabilidad, adicionalmente estos ensayos ofrecen un impacto ambiental positivo, dado que se consumen menos reactivos químicos que en los ensayos de rutina actuales, con la consiguiente disminución en los desechos de laboratorio.

El grupo de trabajo realiza experimentos EOR bajo distintas condiciones experimentales, analizando los flujos multifásicos en los medios porosos dentro de los microchips. Es importante destacar que no existen en el país otros grupos dedicados a la fabricación y estudios EOR mediante microchips de microfluídica, por tanto es de gran interés para el desarrollo nacional de la micro y nanotecnología

A continuación se mostrara una de las metodologías que se aplica en el laboratorio.

Metodología general

En una primera etapa se diseña el microchip según las características físicas específicas que serán objeto de estudio según el problema a resolver o la necesidad del cliente (permeabilidad del medio, micropatrones en la estructura de la roca madre, etc), posteriormente se inyectan los fluidos con las condiciones experimentales previamente establecidas. El éxito de la inyección depende de las características del agua, del medio poroso y del petróleo, por lo que una inyección que es exitosa en un yacimiento puede no serlo en otro. De ahí la importancia de disponer de una metodología rápida, económica e informativa de evaluación previa a la inyección.

Diseño y fabricación del microchip.

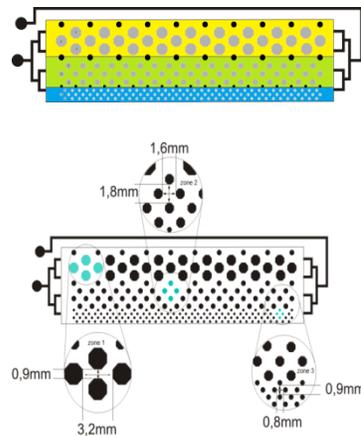


Figura 2. Diseños de microchip

Tras el diseño, se fabrica el microchip utilizando polidimetilsiloxano (PDMS)^{1,2}.

Inyección de fluidos y análisis de recuperación de petróleo

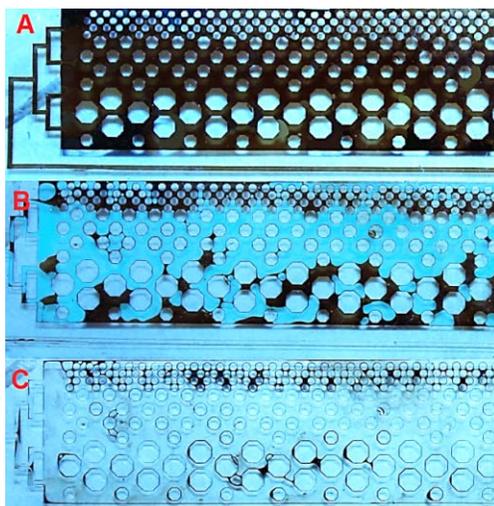


Figura 3. Inyección de fluidos. A) Saturación con petróleo, B) Inyección de agua, C) Inyección de polímero.

La inyección se divide en varias fases, dependiendo de cómo se planteó el experimento. La figura 3 muestra las imágenes tomadas de un experimento en el que en una primera fase (A) se satura completamente el microchip EOR con petróleo de pozo. En la segunda fase (B), se inyecta agua (previamente teñida con anilina) con un flujo constante, hasta que se observa una fracción residual de petróleo que ya no puede ser eliminada. En la tercera fase (C), se utiliza polímero a un caudal específico para eliminar el petróleo residual que permanece tras utilizar el agua.

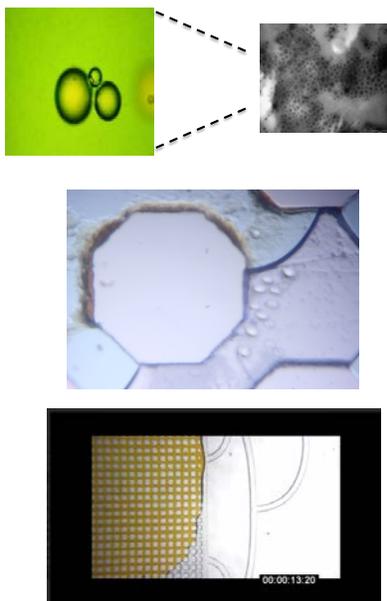
Finalmente se hace el análisis de las imágenes adquiridas para obtener de esta manera los resultados de recuperación asistida de petróleo.

Programas como Image J, IGORe, FIJI se usan para el análisis de imágenes.

En la actualidad

Además de hacer investigación básica, el grupo ofrece servicios a empresas petroleras para analizar el comportamiento de los diferentes compuestos inyectar en la EOR, como nanopartículas o microgeles, en configuraciones y diseños de microchips específicamente realizados para que se adapten al pozo en estudio. De esta manera, se plantea un servicio personalizado a las necesidades del cliente. Actualmente se están realizando desarrollos con la empresa YPF e INLAB. Adicionalmente se está trabajando en conjunto con grupos del Instituto Francés del Petróleo (IFP).

Los servicios que ofrece el grupo son:



Mediante el uso de la metodología implementada con dispositivos de microfluídica que contienen microcanales de dimensiones similares a las observadas en los reservorios, se ofrecen los siguientes servicios:

- 1) Fabricación de microchips adecuados a las características del pozo.
- 2) Estudio del comportamiento de los fluidos EOR bajo condiciones de pozo.
- 3) Análisis digital de imagen mediante software dentro del microchip, para obtener como resultado la performance de cada compuesto utilizado en la inyección. Se comparan las eficiencias de extracción de los diferentes compuestos, entregándose graficas de VP inyectado vs. % de petróleo extraído.

Nuestras publicaciones se pueden encontrar en www.fullgen.com

Bibliografía

1. Betiana Lerner, et al. Development of new methods designed to study flow in porous media and evaluation of nanoparticles and microgels used in enhanced oil recovery (EOR). in VII Workshop on Analytical Nanoscience and Nanotechnology (VII NyNA 2015), Spain 2015..
2. Ana Peñaherrera, et al. DESARROLLO DE CHIPS DE MICROFLUIDICA PARA ENSAYOS RECUPERACION ASISTIDA DE PETROLEO. Escuela Nano, Argentina 2015.