

Workshop Experimental **Distribución y Movimiento de Fluidos en Reservorios Heterogéneos**

(Modelado Físico en Laboratorio)



CURSOS DE ENTRENAMIENTO PARA LA
INDUSTRIA DEL PETROLEO Y DEL GAS

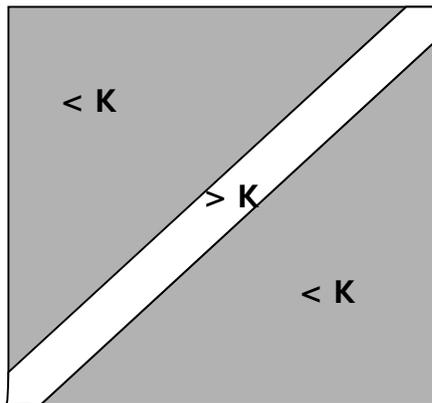
11 al 14 de septiembre
2007

Celda Heterogénea

- Este trabajo fue realizado por:
 - Ana Barrios (PDVSA – Venezuela)
 - Virginia Nieto (Petrobras – Argentina)
 - Silvina Valente (Petrobras – Argentina)

Celda Heterogénea

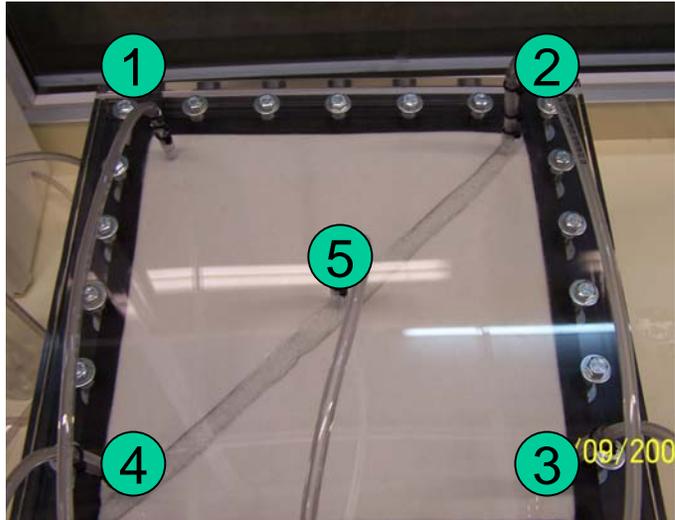
- Los medios porosos heterogéneos se caracterizan por presentar capilares de muy diferente tamaño, de modo que los fenómenos capilares son muy variados
- Para observar estos fenómenos, se utilizó una celda heterogénea compuesta por esferas de vidrio de dos tamaños, uno que va de 980 a 670 micrones y otro de 210 a 105 micrones



- Se llenó la celda con agua por distintos inyectores ubicados en los extremos de la celda y en el centro de la misma
- Se produjo el agua desplazando con gas inyectado en distintos esquemas de inyección
- Se volvió a llenar la celda con agua y luego se la desplazó con kerosene (oil) quedando una Swirr
- Se produjo el oil por distintos esquemas de inyección
- Se compararon las curvas de producción y el FR final

HETEROGENIDAD EN LA CELDA

Se inyectó aire con distintos esquemas de inyección



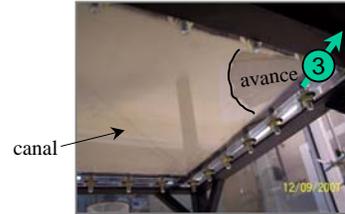
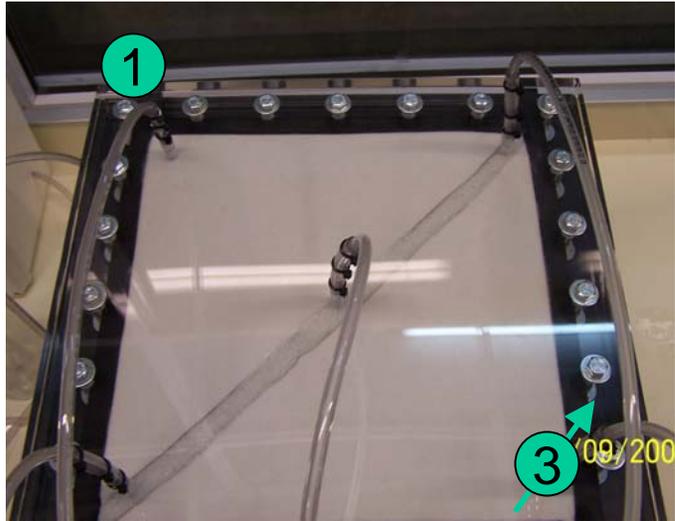
Casos	Pattern	deltaP	V (ml)	T1	T2	T avg	Q
1	1 a 3	0.1	100	57" 04	52" 18	54.5	1.83
2	3 a 1	0.1	100	55" 84	53" 16	54	1.85
3	5 a 1	0.1	100	22" 00	21" 41	21.7	4.61
4	5 a 4	0.1	100	5" 75	6" 02	5.88	16.4
5	2 a 4	0.1	100	6" 73	6" 90	6.8	14.7
6	2 a 1	0.1	100	23" 71	23" 60	23.65	4.23

Conclusiones:

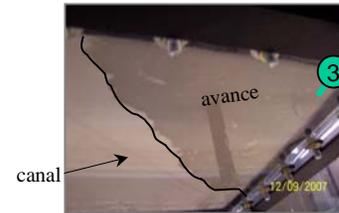
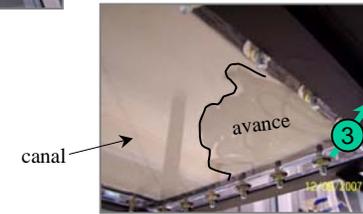
- En los casos 1 y 2 se demostró que la heterogeneidad es similar en ambos sentidos
- En los casos 3 y 4 se ve que la barrera de diferente permeabilidad afecta la movilidad del fluido
- En los casos 4 y 5 se observó la existencia de una heterogeneidad dentro del mismo canal
- Comparando los casos 3 y 6 se vió que la zona de baja permeabilidad es bastante homogénea
- Entre los casos 5 y 6 es notable que el caudal es mucho mayor dentro del canal

MEDICIÓN DE VOLUMEN POROSO

Se inyectó agua por el pozo 3 produciendo por el pozo 1

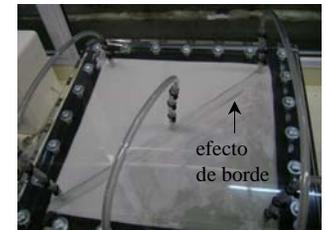


Vista desde abajo de la celda



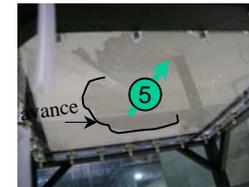
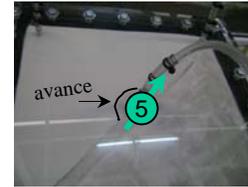
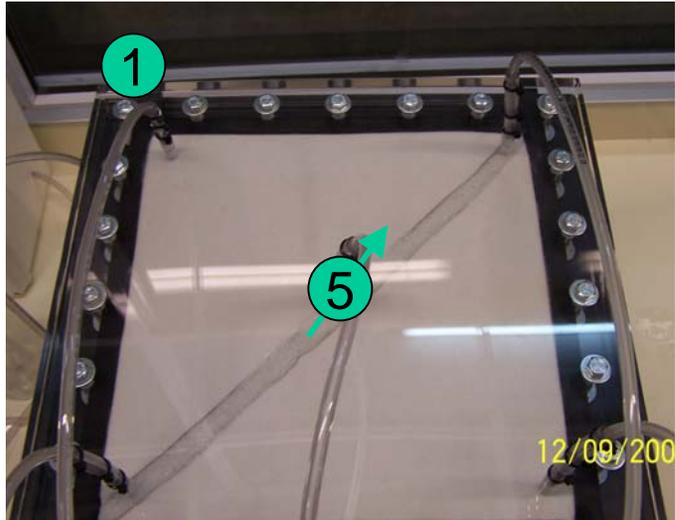
Conclusiones:

- Se observó que el avance del fluido fue radial
- Se produjo el efecto de borde en el contacto de la arena de baja K con la de alta K (canal)

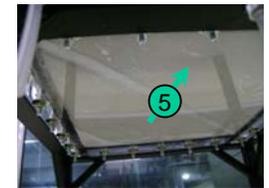


MEDICIÓN DE VOLUMEN POROSO

Se inyectó agua por el pozo 5 produciendo por el pozo 1

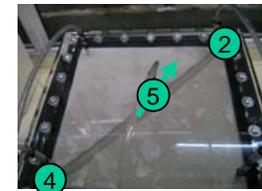


Vista desde abajo de la celda



Conclusiones:

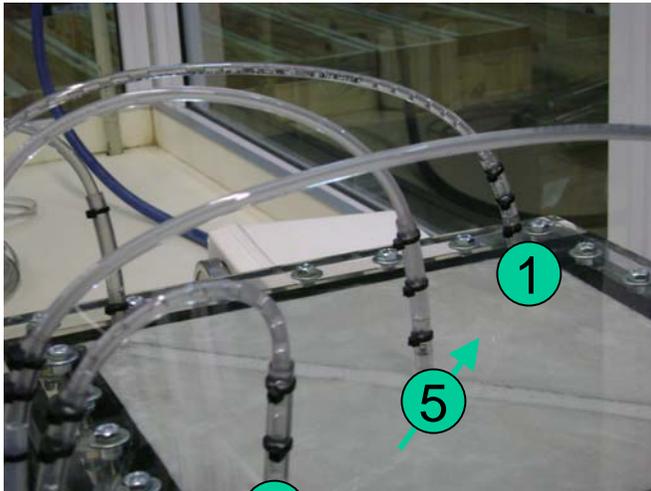
- Se observó que el avance del fluido continuó siendo radial
- El frente avanzó más rápido en la zona de baja K que en el canal
- El canal se llenó completamente al abrir los pozos P2 y P4
- Finalmente el agua llegó a P1
- El volumen poral obtenido fue de 280 ml



OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN

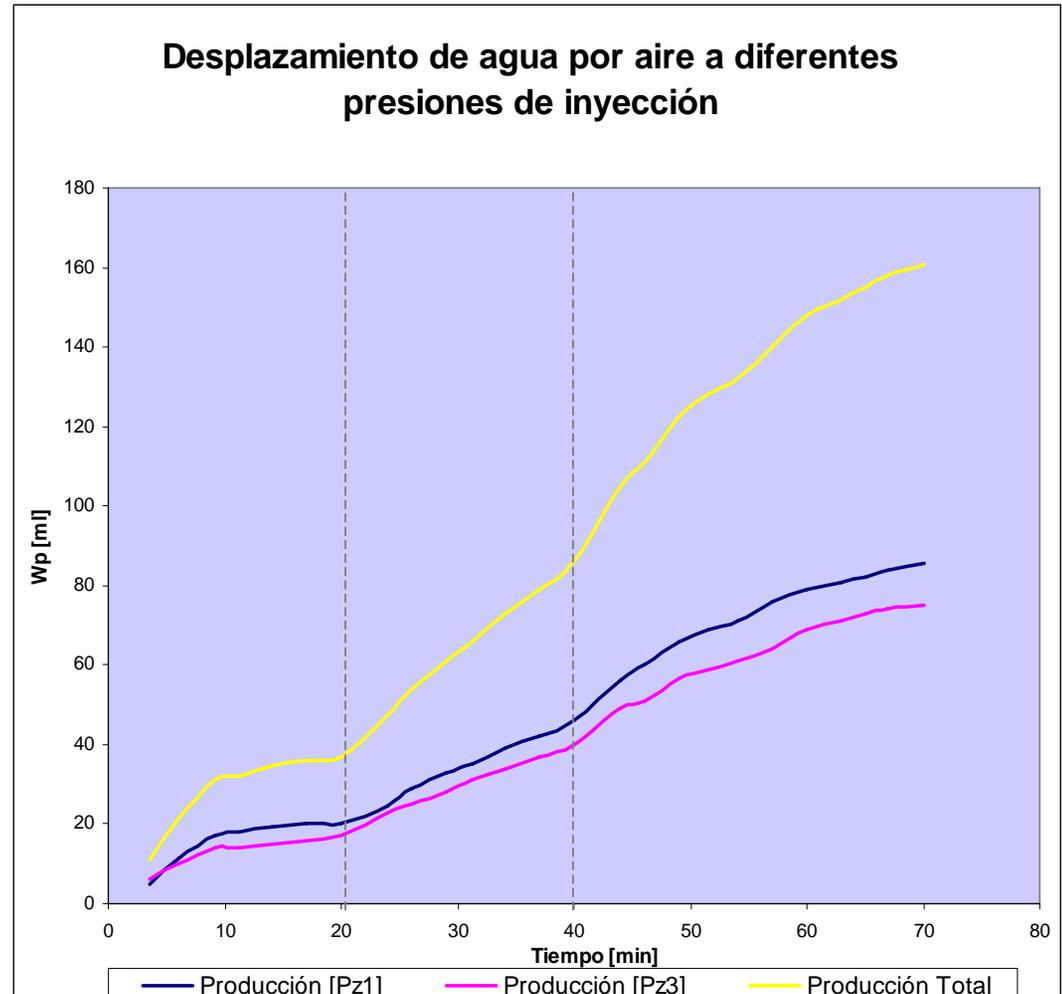
Estrategia 1: Variación de la Presión de Inyección

Se inyectó aire por el pozo 5 produciendo por los pozos 1 y 3



Conclusiones:

- Se comenzó por 1 PSI para observar comportamiento y evitar canalizaciones
- Al aumentar la presión se obtuvo un aumento de la recuperación de agua
- La máxima recuperación fue de 57%



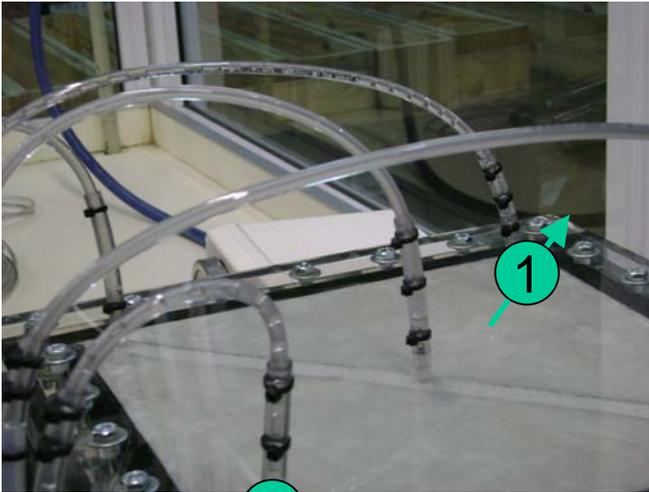
OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN

Estrategia 2: Variación del patrón de inyección

Patrón 1: iny P5, prod P1 y P3

Patrón 2: iny P1, prod P3

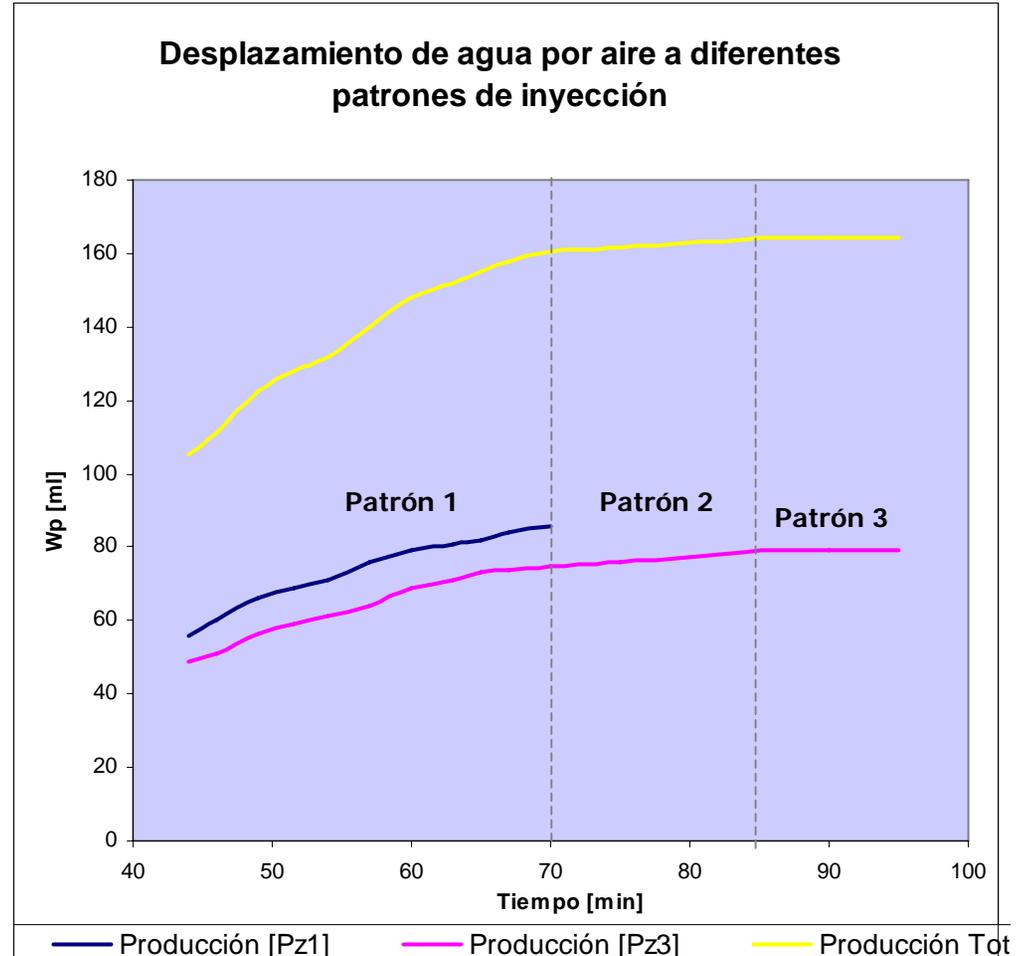
Patrón 3: iny P1 y P3, prod P2 y P4



3

Conclusiones:

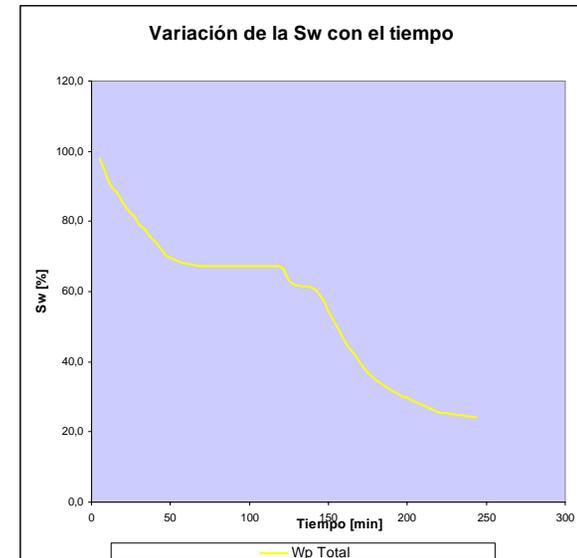
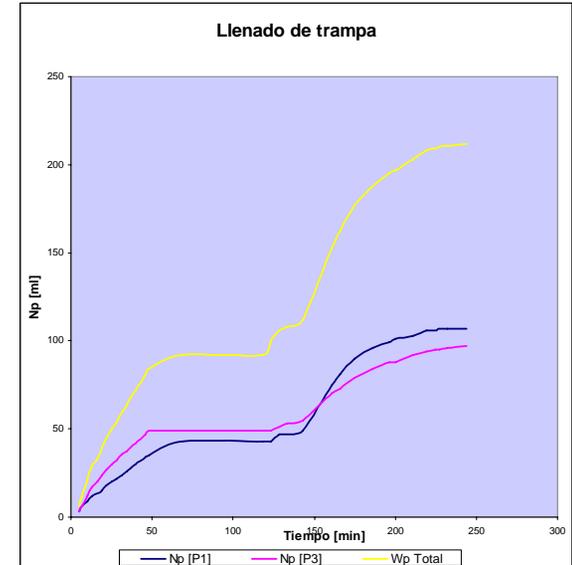
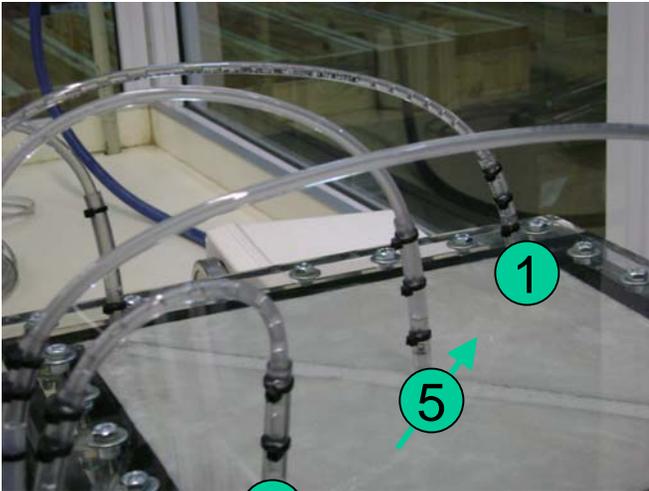
- Un cambio en el patrón a bajas saturaciones de agua residual no produjo importantes variaciones en el factor de recobro final (59%)



LLENADO DE TRAMPA

Con la celda con 100% de agua se comenzó a inyectar oil hasta obtener la SW residual

Se inyectó por P5 y se produjo por P1 y P3



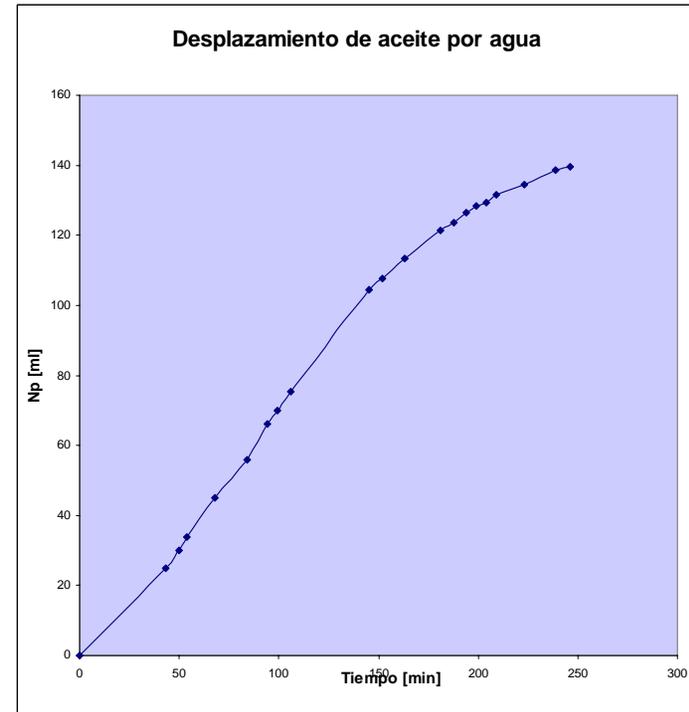
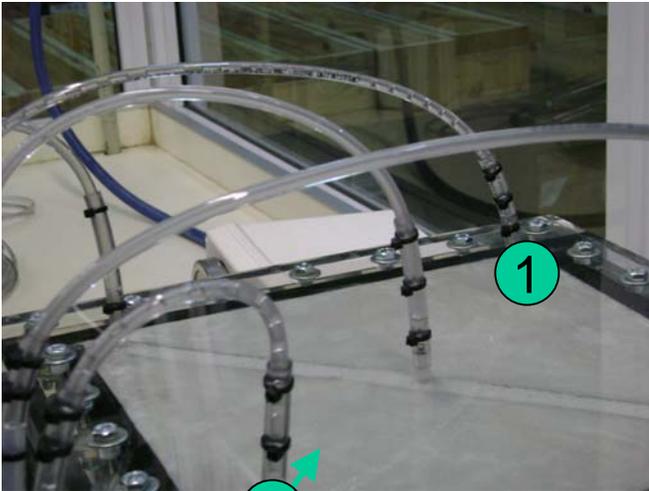
Conclusiones:

- A mayor presión se invaden poros más pequeños y disminuye la saturación de agua remanente

PRODUCCIÓN DE OIL – Estrategia 1

Con la celda saturada en petróleo se comenzó a inyectar agua hasta obtener el SOR

Estrategia 1: Se inyectó por P3 y se produjo por P1 (ambos pozos en zonas de baja K)



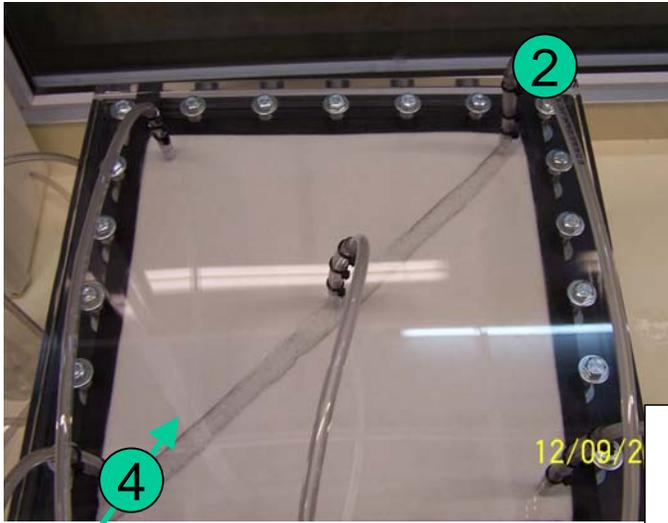
Conclusiones:

- SOR: 27%
- FR: 65%

PRODUCCIÓN DE OIL – Estrategia 2

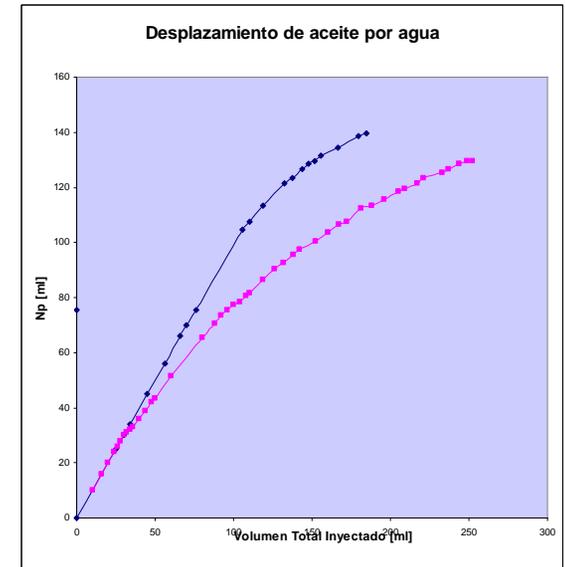
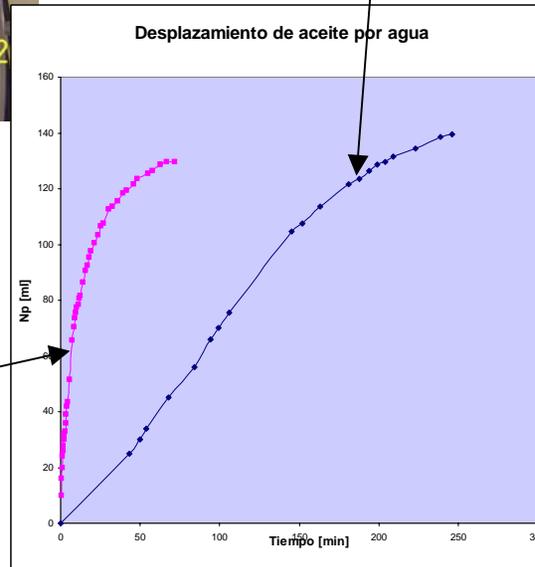
Con la celda saturada en aceite se comenzó a inyectar agua hasta obtener el SOR

Estrategia 2: Se inyectó por P4 y se produjo por P2 (pozos en zonas de baja K)



Estrategia 1

Estrategia 2



RESULTADOS

	SW	SOR	Vw	Vo	FR
LLENADO DE TRAMPA	24	76	67	213	
ESTRATEGIA 1	73	27	206	74	65
LLENADO DE TRAMPA 2	33	67	91	189	
ESTRATEGIA 2	78	22	220	60	68

Conclusiones:

- A diferencia de lo esperado, se produce una recuperación más efectiva con el esquema de inyección y producción sobre el canal de mayor permeabilidad