

CAPÍTULO V

PREVENCIÓN DEL DAÑO

La prevención del daño a la formación se concibe desde la primera actividad que involucre el intervalo productor hasta su abandono, durante las actividades de: perforación, cementación, terminación, disparos, reparaciones, empacamientos de grava, producción, tratamientos de estimulación, inyección de agua, inyección de gas. En todas las actividades se debe tomar en cuenta que la alteración creada repercutirá directamente en la capacidad productiva del yacimiento y por lo tanto en el valor económico de dicha explotación de hidrocarburos.

Como se ha visto en los capítulos anteriores la prevención del daño es primordial; para ilustrar de manera más concreta la prevención del daño, cabe mencionar los siguientes puntos:

- Ejecutar las operaciones de exploración y extracción de la manera más limpia posible. Entendiendo limpia como el uso de fluidos libres de sólidos en exceso.
- Usar fluidos compatibles con el yacimiento, mediante estudios de laboratorio indicando que dichos fluidos no formaran reacciones químicas en presencia de los del yacimiento que den como resultado precipitación de sólidos orgánicos e inorgánicos.
- Contar con los antecedentes de cada operación, por ejemplo: Tipo de formación, columna estratigráfica, mineralogía del yacimiento, presencia de fluidos, facies, tipo de estructura, avance con la barrena, tiempo de penetración, tipo de fluidos usados en las distintas etapas de perforación, aditivos usados en la perforación, volumen de filtrado perdido, análisis de registros geofísicos, reporte de cementación, aditivos de cementos, registro sísmico para reconocer la cementación, tipo de terminación realizada, pruebas de formación, análisis nodal, etc.
- Llevar a cabo una correcta planeación, y una efectiva ingeniería de diseño para cada etapa, siempre con el respaldo del laboratorio y software.

El cuadro siguiente propone algunas medidas preventivas para ambos casos, de invasión de fluidos y sólidos.¹²

1.- Invasión de fluidos hacia la formación		
Efecto de daño.	Métodos de estimación.	Medidas practicas preventivas.
1. Hinchamiento de arcillas. 2. Emulsificación. 3. Precipitación de sólidos. 4. Alteraciones en la roca por movimiento de finos. 5. Reducción en la permeabilidad relativa debido a la presencia de una tercera fase.	a) Pruebas de flujo en muestras de núcleos para determinar la compatibilidad de los fluidos involucrados. b) Prueba de 3 pasos de filtración basada en la ecuación de Carman. c) Pruebas API. d) Pruebas estándar API. e) Llevar a cabo lo anterior a condiciones de presión y temperaturas necesarias.	1. Uso de aditivos que reducen las perdidas de filtrado. 2. Reducir la presión diferencial contra la formación. 3. En áreas que puedan aplicarse, usar fluidos base aire o gas. 4. En la medida de lo posible usar fluidos y componentes que sean compatibles con la formación. 5. Hasta donde sea posible minimizar el tiempo de exposición.

2.- Invasión de sólidos hacia la formación		
Efecto de daño.	Métodos de estimación.	Medidas practicas preventivas.
1. Reducción en el espacio poroso o taponamiento por sólidos intrusos. 2. Incremento en agua intersticial y por lo tanto reducir permeabilidad relativa al gas y/o al aceite.	a) Análisis de pruebas de filtrado. b) Confrontación de valores actuales con los de la muestra de núcleos.	1. Añadir sólidos coloidales de tamaño correcto. 2. Las medidas (2, 3 y 5) del primer cuadro.

Aún tomando todo lo anterior en cuenta no siempre se tiene un valor de daño nulo. Sin embargo, como se vio en los capítulos anteriores, dicho valor se modifica significativamente debido a la geometría del pozo, la forma en como se termina y se dispara el intervalo productor. Por lo cual se tiene todas las herramientas para

promover practicas limpias, seguras y bien planificadas que entregaran un yacimiento con el menor daño posible y consecuentemente una producción optimizada.

V.1. LA IMPORTANCIA DE PREVENIR EL DAÑO

Una consideración importante para reducir el daño por taponamiento de partículas es eliminar todas las posibles fuentes de partículas que se introduzcan a la formación.

Sin embargo esto no se puede evitar en su totalidad, por lo cual se propone lo siguiente para la reducción de dicho fenómeno.⁵

1. Los tanques de almacenamiento y tuberías que transportan los fluidos deben de ser limpiados.
2. Filtrar en la superficie los fluidos a través de una malla de 2 micrones.
3. Añadir oxígeno a manera de limpia en el sistema de flujo para prevenir la formación de partículas de oxido de hierro Se debe de usar un secuestrante para prevenir la formación de hidróxido de hierro.
4. Reducir la presión hidrostática para tener condiciones cercanas al balance o bajo balance con respecto a la presión de formación.

Estas precauciones darán como resultado en una disminución del abatimiento de la permeabilidad incluso si llegan a perderse grandes cantidades de ese fluido limpio (salmuera), hacia la formación. Si es necesario se puede añadir un aditivo para perdida de filtrado de carbonato de calcio en polvo. El enjarre puede ser parcialmente removido con ácido clorhídrico. Sin embargo, si grandes cantidades de finos de carbonato de calcio entran a los poros del sistema la remoción se vera limitada.

También resulta importante que las partículas finas así como las superficies de las rocas se mantengan en una condición de mojabilidad por agua después de la terminación, reparaciones o tratamientos a pozos.

El hecho de que el obturamiento del sistema poroso por partículas finas se encuentra relacionado con el gasto en el flujo, cuando se limpia el pozo después de la terminación o reparaciones se debe evitar hacerlo a altos gastos. Los datos de laboratorio, respaldados con la experimentación en el campo muestran que las partículas que se encuentran libres de moverse por los canales porosos en las cercanías del fondo del pozo pueden ser de mejor manera removidas por la producción inicial lenta y gradualmente aumentar el gasto hasta que el valor deseado se alcance.

A altos gastos las partículas dispersadas de manera errática tienden a interferir entre ellas mismas mientras se acercan a las constricciones del poro para finalmente obturar parcial o completamente el flujo de fluidos del yacimiento al pozo. (*Figura 5.01*).

A bajos gastos, las partículas presentan un movimiento más suave que puede resultar en:

- 1) Alineación gradual de las partículas que permiten su paso por los poros sin obturar.

2) Las partículas son desplazadas en un flujo de agua no-bloqueante en una posición fuera de la dirección del flujo principal.

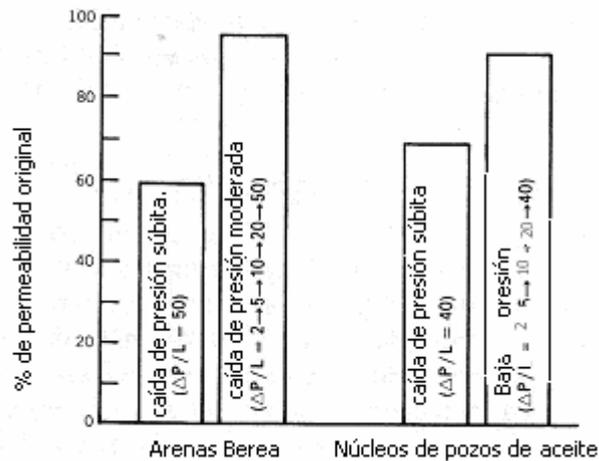


Figura 5.01. En pruebas con núcleos, los aumentos graduales en los gastos de flujo muestran altas permeabilidades al final, en lugar de aumentar en un solo paso dicho gasto. (THOMAS O. ALLEN, ALAN P. ROBERTS. PRODUCTION OPERATIONS 2)

A continuación se mostrara un pequeño ejemplo de por que es importante la prevención de la formación del daño en lugar de procedimientos correctivos, estimulación, para superar la limitación en la productividad.

Pozo terminado con un diámetro de $d=6$ [pg] en un intervalo productor con un espesor de $h=10$ [ft], se tiene una permeabilidad inicial sin alterar de $k=100$ [md], dicho yacimiento contiene aceite de viscosidad $\mu_o=0.5$ [cp], con una producción de $q_o=100$ [bpd]. Si este pozo se encuentra dañado en gran medida la permeabilidad se vera reducida a $k_s=1.0$ [md] en un radio $r_s=2$ [ft], entonces, con la misma caída de presión, solo se obtendrán $q_o=5$ [bpd].

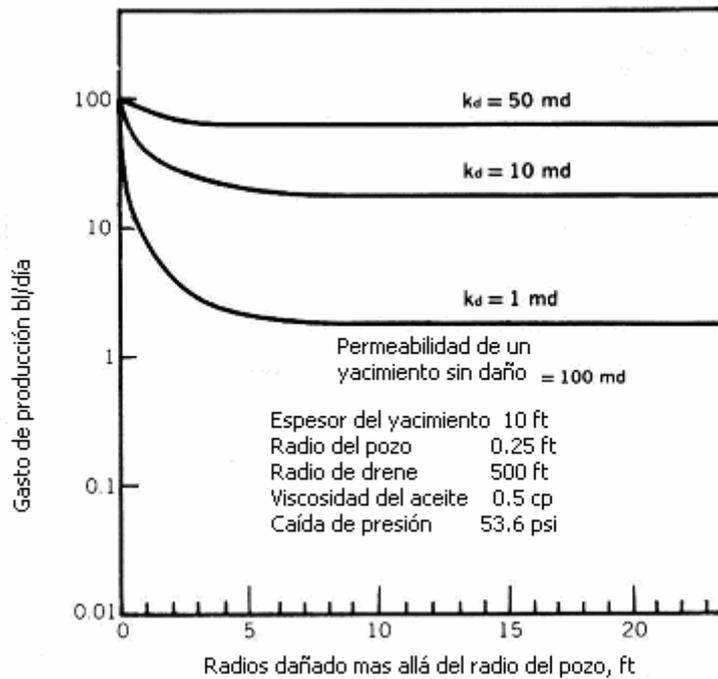


Figura 5.02. Efecto del daño a la formación en la productividad de pozos. (THOMAS O. ALLEN, ALAN P. ROBERTS. PRODUCTION OPERATIONS 2)

La (**Figura 5.02**) relaciona la pérdida productividad y el grado del daño a la formación. El punto importante es que con el flujo radial, el área crítica son los primeros pies desde el pozo hacia el yacimiento. Debido a este daño, la caída en la productividad es dramática, por lo que la prevención del daño a la formación debe de ser uno de los objetivos principales en los diseños de las operaciones durante toda la cadena de valor en la industria petrolera.