

**MÉTODO PARA EXTRAPOLAR CURVA DE  
CORTE DE AGUA VS RECUPERACIÓN DE  
PETRÓLEO**

**Iraj Ershaghi, SPE.AIME  
Osazuwa Omoregie, Universidad del Sur de California**

**SPE 6977**

**Agosto 12, 1977**

Para una secundaria totalmente desarrollada donde **NO se planean grandes cambios operacionales**, generalmente **se usa la extrapolación de la curva de corte de flujo fraccional de agua vs la recuperación total** para obtener una estimación rápida de la última recuperación a un dado corte de agua económico.

La extrapolación de los valores de la actuación histórica en el gráfico “**cut-acum**” es complicada debido a que la curva que coincide por la **aproximación polinómica simple** no resulta una respuesta satisfactoria en general.

Este trabajo presenta una ecuación que da una representación del comportamiento de los datos históricos de la secundaria, basado en los conceptos del flujo fraccional y la fórmula de la recuperación de Buckley-Leverett:

$$E_R = m X + n$$

➤  $E_R$  = recup. total del reservorio, vol. del HC recuperado dividido por el petróleo en el lugar

$$X = \ln\left(\frac{1}{f_w} - 1\right) - \frac{1}{f_w}$$

➤  $f_w$  = corte fraccional de agua

➤  $m$  y  $n$  son constantes

## Obtención de la ecuación:

A partir de la ec. de flujo fraccional despreciando la P. capilar y el térm. de grav.

Siendo la porción principal de la curva del  $k_o/k_w$  vs  $S_w$  trazada en papel semilog bastante lineal se la puede ser expresada como:

Sustituyendo:

$$f_w = \frac{1}{1 + Ae^{bS_w}} \quad (1)$$

De acuerdo a Welge (MLC 1-64), la sat. de agua en la producción final ( $S_w$ ) es:

$$S_w = S_{av} - \frac{1 - f_w}{f'_w} \quad (2)$$

y  $S_{av}$  es  $S_w$  prom. a través del sist.:

$$S_{av} = E_R (1 - S_{wi}) + S_{wi}$$

siendo  $S_{wi}$  la sat. de agua inicial, luego reemplazando:

$$S_w = E_R (1 - S_{wi}) + S_{wi} - \frac{1 - f_w}{f'_w} \quad (3)$$

La derivada primera de (1) se sustituye en (2) y el valor de  $S_w$  obtenido se introduce en (1) y se resuelve para la recuperación de petróleo, con lo que puede escribirse:

$$E_R = mX + n$$

$$f_w = \frac{1}{1 + \frac{k_o \mu_w}{k_w \mu_o}}$$

(4)

$$\frac{k_o}{k_w} = ae^{bS_w}$$

$$A = a \frac{\mu_w}{\mu_o}$$

(2)

(3)

$$E_R = mX + n$$

$$m = \frac{1}{b(1 - S_{wi})}$$

$$X = \ln\left(\frac{1}{f_w} - 1\right) - \frac{1}{f_w}$$

$$n = -\frac{1}{(1 - S_{wi})} \left( S_{wi} + \frac{1}{b} \ln A \right)$$

### MÉTODO DE APLICACIÓN

Se construye una **TABLA** de  $f_w$  vs la recuperación fraccional. La curva del  $f_w$  tiene un punto de inflexión a  $f_w = 0,5$  pero al ser el objetivo proyectar la actuación futura de la secundaria, **sólo las  $f_w$  superiores a 0.5 se usarían en el modelo de regresión lineal.**

Con esos valores se construye un **GRÁFICO** de la recuperación fraccional vs  $X$  que dará una **línea recta, que puede ser extrapolada a cualquier corte de agua deseado para obtener la recuperación.**

Aplicando esta ecuación, la recuperación puede ser:

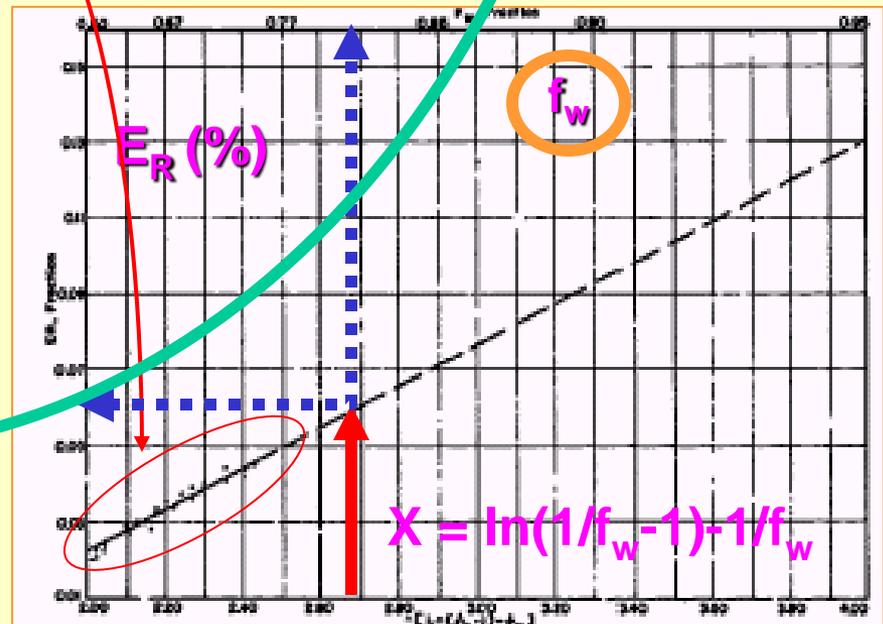
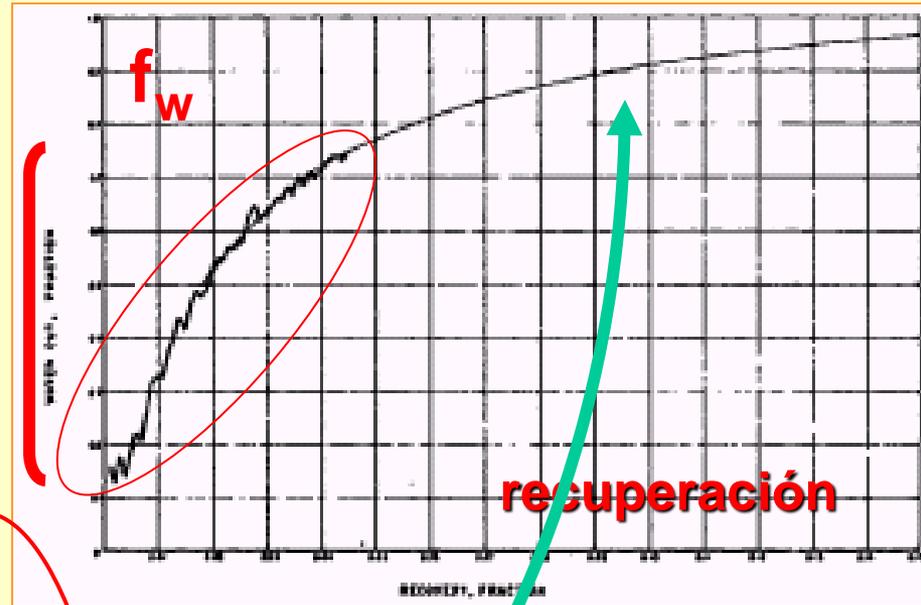
- ✓ una fracción del hidrocarburo in situ ( $E_R$ ),
- ✓ fracción del volumen poral total ( $E'_R$ ), o
- ✓ volumen real de petróleo producido ( $N_p$ ),

los último dos valores son proporcionales a  $E_R$ .

El 1º gráfico muestra la historia de la  $f_w$  en función de la recuperación histórica.

Construyo el 2º gráfico de la recuperación vs  $X = \ln(1/f_w - 1) - 1/f_w$  usando un programa de computadora de regresión lineal obtengo los parámetros  $m$  y  $n$ .

Con estos valores en:  $E_R = mX + n$  obtengo las extrapolaciones del gráf. 1, donde corresponde a cada  $X$  un valor de  $f_w$ . Con la recuperación y  $f_w$  extrapolo en el gráfico 1



## Ventajas y Limitaciones

**V:** La técnica está basada en datos reales de la secundaria por lo que considera implícitamente las configuraciones del depósito, la heterogeneidad, y la eficiencia al desplazamiento.

**L:** Asumimos al extrapolar que el procedimiento operacional permanecerá relativamente inalterado, de no ser así aparecerán alteraciones reales en el tiempo, respecto a lo pronosticado lo que se soluciona, corriendo una nueva extrapolación.

➤ Como una alternativa, es común trazar WOR vs la recuperación fraccional en papel semilog y extrapolar el resultado. Esta asunción, es equivalente a desprestigiar el término  $1/b \cdot f_w$  en la ecuación  $E_R = f(X)$ .

➤ Del gráfico lineal de  $E_R$  vs  $X$ , determino las dos constantes  $m$  y  $n$ ; y **las uso para obtener  $k_w/k_o$**  de la ecuación (4) con datos de campo, previo estimar la  $S_{wi}$ :

$$b = \frac{1}{m(1 - S_{wi})}$$

$$a = \frac{\mu_o}{\mu_w} e^{-b[n(1 - S_{wi}) + S_{wi}]}$$