



BALANCE DE MATERIALES PARA YACIMIENTOS DE PETRÓLEO

Ecuación general de balance de materiales para yacimientos de petróleo:

$$N(B_t - B_{ti}) + \frac{mNB_{ti}}{B_{gi}}(B_g - B_{gi}) + (1+m)NB_{ti} \left(\frac{C_w S_{wi} + C_f}{1 - S_{wi}} \right) \Delta P + W_e = N_p (B_t + (R_p - R_{si})B_g) + W_p B_w$$

donde:

$$B_t = B_o + (R_{si} - R_s)B_g \qquad Bg = \frac{0,02829 * Z * T}{P}$$

Ecuación de balance de materiales para yacimientos subsaturados:

$$(NB_{ti} * C_e * \Delta P) + We = N_p B_t + W_p B_w \quad ; \text{ donde: } C_e = \frac{C_o S_o + C_w S_w + C_f}{1 - S_{wi}}$$

Método de Pirson:

- Índice de Empuje por agotamiento (IEA):

$$IEA = \frac{N(B_t - B_{ti})}{N_p [B_t + (R_p - R_{si}) * B_g]}$$

- Índice de Empuje por segregación (IES):

$$IES = \frac{\frac{mNB_{ti}}{B_{gi}} (B_g - B_{gi})}{N_p [B_t + (R_p - R_{si}) * B_g]}$$

- Índice de Empuje de Hidráulico (IEH):

$$IEH = \frac{W_e - W_p * B_w}{N_p [B_t + (R_p - R_{si}) * B_g]}$$

Método de Havlena-Odeh:

$$F = NE_o + \frac{mNB_{ti}}{B_{gi}} E_g + W_e \quad ; \text{ donde:}$$

$$F = N_p [B_t + (R_p - R_{si})B_g] + W_p * B_w$$

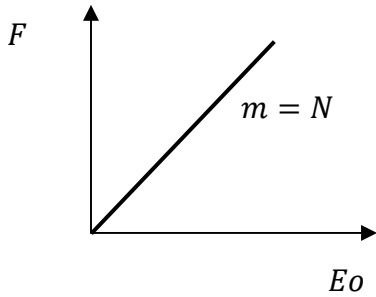
$$E_o = B_t - B_{ti}$$

$$E_g = B_g - B_{gi}$$



Caso Nº 1: Yacimientos volumétricos subsaturados (We=0, m=0)

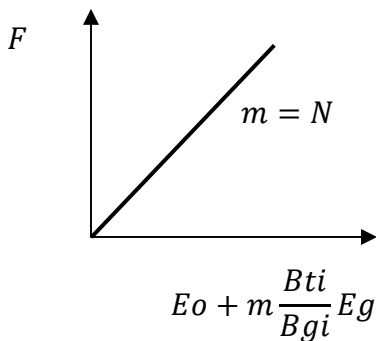
$$F = N * E_o$$



Al graficar F vs E_o se obtiene una línea recta y el valor de la pendiente es el POES.

Caso Nº 2: Yacimientos volumétricos saturados (We=0, m>0).

$$F = N \left[E_o + \frac{mBti}{Bgi} E_g \right]$$

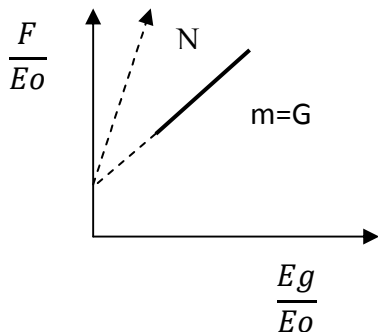


Al graficar F vs E_o+m(B_{ti}/B_{gi})*E_g se obtiene una línea recta y el valor de la pendiente es el POES.

Caso Nº 3: Yacimientos volumétricos saturados con “m” desconocido (We=0, m>0).

a) Suponiendo $G = \frac{mNBti}{Bgi}$

$$\frac{F}{E_o} = N + G * \frac{E_g}{E_o}$$

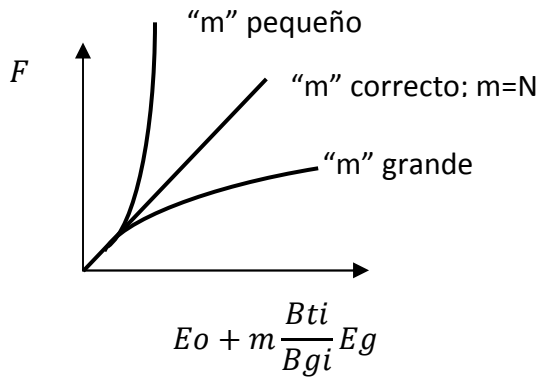


Al graficar F/E_o vs E_g/E_o se obtiene una línea recta, el valor de la pendiente es el GOES y el punto de corte con el eje vertical es el POES.



b) Asumiendo un valor de "m"

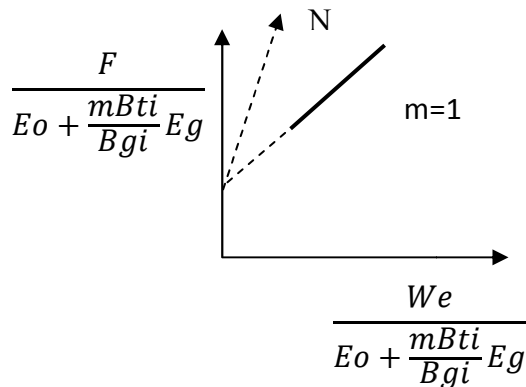
$$F = N \left[E_o + \frac{mB_{ti}}{B_{gi}} E_g \right]$$



Si al graficar F vs $E_o + m(B_{ti}/B_{gi})E_g$ se obtiene una línea recta, el valor de "m" asumido es correcto y el valor de la pendiente es el POES.

Caso N° 4: Yacimientos no volumétricos saturados ($We \neq 0, m > 0$).

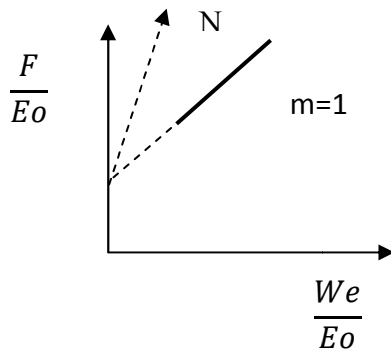
$$\frac{F}{E_o + \frac{mB_{ti}}{B_{gi}} E_g} = N + \frac{We}{E_o + \frac{mB_{ti}}{B_{gi}} E_g}$$



Al graficar $F / (E_o + m(B_{ti}/B_{gi})E_g)$ vs $We / (E_o + m(B_{ti}/B_{gi})E_g)$ se obtiene una línea recta y el punto de corte con el eje vertical es el POES.

Caso N° 5: Yacimientos no volumétricos subsaturados ($We \neq 0, m=0$).

$$\frac{F}{E_o} = N + \frac{We}{E_o}$$



Al graficar F/E_o vs W_e/E_o se obtiene una línea recta y el punto de corte con el eje vertical es el POES.

Procedimiento grafico para determinar el POES en yacimientos no volumétricos:

1º Calcular el valor del POES, a condiciones normales, para cada intervalo de producción a través de la ecuación general de balance de materiales, asumiendo la intrusión de agua igual a cero ($W_e=0$).

$$N(B_t - B_{ii}) + \frac{mNB_{ii}}{B_{gi}}(B_g - B_{gi}) + (1+m)NB_{ii} \left(\frac{C_w S_w + C_f}{1 - S_{wi}} \right) \Delta P = N_p(B_t + (R_p - R_{si})B_g) + W_p B_w$$

2º Los valores de POES calculado para cada intervalo se grafican en función de la producción para obtener algunos de los siguientes comportamientos:

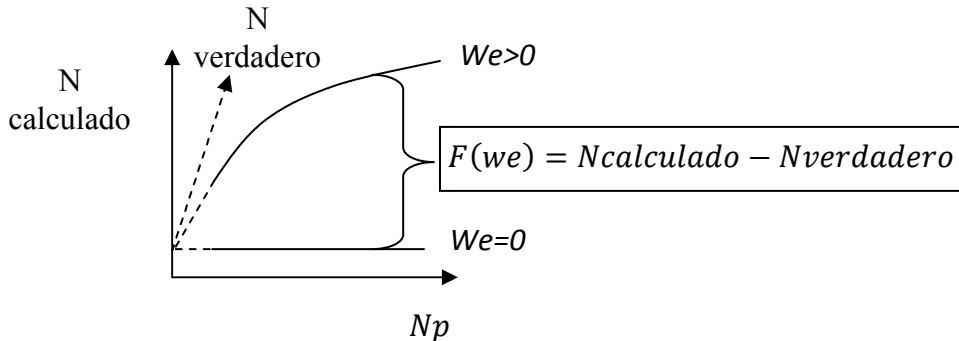
<p>Yacimiento volumétrico (POES constante)</p> <p>Si se obtiene un comportamiento lineal, el yacimiento es volumétrico y el POES verdadero se obtiene cuando $N_p=0$.</p>	<p>Yacimiento no volumétrico (POES variable por la intrusión de agua)</p> <p>Cualquier curva con pendiente positiva indica un yacimiento no volumétrico. El POES verdadero se obtiene cuando $N_p=0$.</p>
--	--



También, es posible conocer el valor de la intrusión de agua en yacimientos no volumétricos a través de la siguiente ecuación:

$$W_e = F(w_e) \times \left[\frac{mB_{ti}}{B_{gi}} (B_g - B_{gi}) + (B_t - B_{ti}) \right]$$

Donde, el valor de $F(w_e)$ se obtiene de la siguiente forma:



MÉTODO VOLUMÉTRICO PARA YACIMIENTOS DE PETRÓLEO

Cálculo del volumen inicial de petróleo (POES o N):

$$N = \frac{7758 \times \emptyset \times Vb \times S_{oi}}{B_{oi}}$$

Cálculo del volumen de petróleo remanente (Nr):

$$N_r = \frac{7758 \times \emptyset \times Vb \times S_{or}}{B_o}$$

Cálculo del volumen de petróleo producido (Np): → $N_p = N - N_r$

$$N_p = 7758 \times \emptyset \times Vb \times \left(\frac{S_{oi}}{B_{oi}} - \frac{S_{or}}{B_o} \right)$$

Cálculo del factor de recobro (FR): → $FR = \frac{N_p}{N}$

$$FR = 1 - \left(\frac{S_{or} \times B_{oi}}{S_{oi} \times B_o} \right)$$