NIVELACION BAROMETRICA (*)

HONORATO DE CASTRO. (**)

Nomogramas para determinar la diferencia de nivel **DN** entre dos puntos de latitudes L_1 y L_2, situados dentro de territorio mexicano.

Partiremos de la conocida fórmula:

$$DN = (A - A')\,(1 + 0.004\ T\ )\,(1 + 0.00265 \cos 2\ L) \qquad (1)$$

donde son:

L = promedio de las latitudes de las dos estaciones.

DN = diferencia de nivel entre dos puntos o estaciones.

$$A = 18382 \log \frac{762}{H}\left(1 + \frac{18382}{6.3662} \log \frac{762}{H}\right) \qquad (2)$$

$$A' = 18382 \log \frac{762}{H'}\left(1 + \frac{18382}{6.3662} \log \frac{762}{H'}\right) \qquad (3)$$

T = promedio de la temperatura de las dos estaciones.

H y H', alturas barométricas simultáneas de las dos estaciones (expresadas en milímetros) de la columna barométrica de mercurio.

Si los dos puntos estuviesen situados a la latitud de 45°, la expresión (1) tomaría la forma

$$DN45^{\circ} = (A - A')\,(1 + 0.004\ T\ ) \qquad (4)$$

Si representamos por E el valor (4) y por C la corrección por variación de latitud

$$C = (0.00265 \cos 2\ L)\ E \qquad (5)$$

será

$$DN = E + C \qquad (6)$$

El valor de E se puede determinar por medio de un nomograma de puntos alineados y el de C por medio de la tabla de doble entrada fácilmente calculable. Los elementos que sir-

(*) Original recibido en agosto de 1956.

(**) Geofísico; Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos.

ven de entrada en esta tabla son: 1o., el valor obtenido para E en el nomograma de puntos alineados, y 2o., la diferencia entre 45° y la latitud media L de los dos puntos que se nivelan.

Para obtener el nomograma de puntos alineados que ha de darnos el valor de E, que satisface a la expresión (4), hagamos:

$$M = 1 + 0.004\ T_m \qquad (7)$$

en cuyo caso la (4) tomará la forma:

$$D\ N_{45^0} = M\ A - M\ A' = P - Q \qquad (8)$$

siendo

$$P = M\ A \qquad (9)$$

$$Q = M\ A' \qquad (10)$$

La expresión (9) se puede escribir en la forma:

$$\begin{vmatrix} P & O & 1 \\ M & 1 & O \\ O & -A & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} P & O & 1 \\ M & 1 & 1 \\ o & \left(\dfrac{A}{A-1}\right) & 1 \end{vmatrix} = O \qquad (11)$$

expresión que permite construir un nomograma de puntos alineados para determinar el valor de P por medio de dos valores conocidos de M y de A.

La relación (11) nos dice que

$$x_P = O \qquad y_P = P$$

$$x_M = 1 \qquad y_M = M$$

$$x_A = \frac{A}{A-1} \qquad y_A = O$$

y por tanto que la base de la escala de P es el eje de las y; la de la escala de las M es una paralela al eje de las **y** de ecuación x = 1, siendo por último la base de la escala de A el eje de las **x**.

Como las relaciones (9) y (10) tienen la misma forma, se puede utilizar el mismo nomograma para la determinación del valor de Q.

Conocidos los valores de P y de Q, quedará conocido el valor de la diferencia de nivel D N que existe entre las dos estaciones si fuese de 45° la latitud de las mismas, quedando tan sólo aplicar la corrección (5) **C** por variación de latitud, corrección que se deducirá de los valores tabulados.

La precisión que podemos alcanzar con el nomograma, al determinar los valores de **P** y de **Q**, dependerá de sus dimensiones, y por ello será necesario que acondicionemos el nomograma para obtener de él los valores con la precisión que nos sea indispensable.

Si en la determinante (11) hacemos:

$$\frac{A}{A - 1} = R \tag{12}$$

adoptará la forma

$$\begin{vmatrix} P & O & 1 \\ M & 1 & 1 \\ O & R & 1 \end{vmatrix} = O \tag{13}$$

Multiplicando esta determinante por otra de acondicionamiento que sea función de coeficientes indeterminados (a_2, b_2, c_2, a_3, c_3), tendremos:

$$\begin{vmatrix} P & O & 1 \\ M & 1 & 1 \\ O & R & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & O & O \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & O & c_3 \end{vmatrix} =$$

$$\begin{vmatrix} P + a_3 & O & c_3 \\ M + a_2 + a_3 & b_2 & c_2 + c_3 \\ R\,a_2 + a_3 & R\,b_2 & R\,c_2 + c_3 \end{vmatrix} = O$$

determinante que podemos escribir en la forma nomográfica siguiente:

$$\begin{vmatrix} \dfrac{P + a_3}{c_3} & O & 1 \\[2ex] \dfrac{M + a_2 + a_3}{c_2 + c_3} & \dfrac{b_2}{c_2 + c_3} & 1 \\[2ex] \dfrac{Ra_2 + a_3}{Rc_2 + c_3} & \dfrac{R\ b_2}{R\ c_2 + c_3} & 1 \end{vmatrix} = O \qquad (14)$$

La escala nomográfica de P será:

$$x_P = O \qquad y_P = \frac{P + a_3}{c_3}$$

que es el eje **y** de la representación.

La escala de M será:

$$x_M = \frac{b_2}{c_2 + c_3} \quad '' \quad y_M = \frac{M + a_2 + a_3}{c_2 + c_2}$$

que es una paralela al eje de las y de abscisa igual a x_M

Y la escala de R será:

$$x_R = \frac{R\ b_2}{R\ c_2 + c_3}$$

$$y_R = \frac{R\ a_2 + a_3}{R\ c_2 + c_3} \qquad (15)$$

Esta última escala está situada sobre una recta que tiene por ecuación:

$$(a_2\ c_3 - a_3\ c_2)\ x_R - c_3\ b_2\ y_R + {}_2\ b_2 = O \qquad (16)$$

La ecuación (16) se obtiene al eliminar R entre las dos relaciones (15).

Como el factor de acondicionamiento

$$\begin{vmatrix} 1 & O & O \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & O & c_2 \end{vmatrix}$$

por el cual hemos multiplicado la determinante (13) para obtener la (14) es un factor que tiene cinco cantidades indeterminadas, será necesario imponer cinco condiciones que nos permitan su determinación.