III.- DISPOSITIVOS PARA AFORAR EN CONDUCTOS ABIERTOS.

3.1 **VERTEDOR RECTANGULAR.-** Cuando se tiene un canal en el cual - el flujo de un líquido es lento, o se tiene un cauce natural, la determinación del gasto puede hacerse por medio de un vertedor.

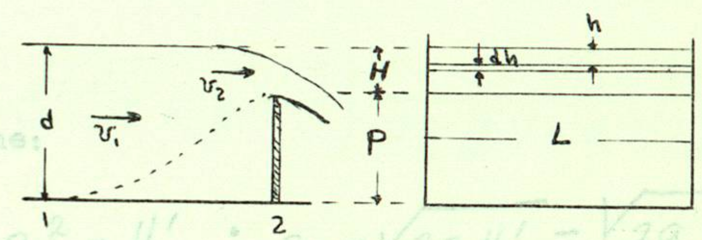

Figura 9

En la figura 9 se muestra en un corte longitudinal de un canal de sección rectangular, un vertedor de aristas afiladas, y que cubre totalmente el ancho del canal. Si tomamos un área diferencial en la vena líquida, cuya altura total o espesor se mida aguas arriba, en un punto no afectado por la - aceleración que las líneas de corriente sufren para que el líquido pueda pasar sobre el vertedor, se puede aplicar la ecuación: $dQ_t = \sqrt{2g\,H'}\;\; dA = \sqrt{2g(h+\alpha h_v)}\,dA$

(23)

obtenida a partir de la ecuación de la energía, de la siguien te manera:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\omega} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\omega} + Z_2$$

Donde:

$$Z_1 = Z_2 \; ; \; \frac{p_2}{\omega} = 0$$

y haciendo: $\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\omega} = H'$ donde $\frac{v_1^2}{2g} = \alpha h_v$ y $\frac{p_1}{\omega} = h$

se tiene:

$$v_2^2 = H' \therefore v_2 = \sqrt{2gH'} = \sqrt{2g(h + \alpha h_v)}$$

Como el gasto real, Qr es igual al gasto teórico Qt multiplicado por un coeficiente, se tiene:

$$Q_r = C'Q_t = C'Av = C'A\sqrt{2gH'}$$

y para un área diferencial

$$dQ_t = \sqrt{2gH'}\, dA = \sqrt{2g(h + \alpha h_v)}\, dA \qquad (23)$$

Como el área diferencial dA, es igual a $L\,dh$, se tiene:

$$dQ_t = L\sqrt{2g(h + \alpha h_v)}\, dh \qquad (24)$$

de donde se obtiene al integrar:

$$Q_t = \int_0^H L\sqrt{2g(h+\alpha h_v)}\,dh = L\sqrt{2g}\,\frac{2}{3}(h+\alpha h_v)^{3/2}\Big|_0^H$$

$$Q_t = \frac{2}{3}L\sqrt{2g}\left[(H+\alpha h_v)^{3/2} - (\alpha h_v)^{3/2}\right] \tag{25}$$

y el gasto real será:

$$Q_r = C'Q_t = \frac{2}{3}C'L\sqrt{2g}\left[(H+\alpha h_v)^{3/2} - (\alpha h_v)^{3/2}\right] \tag{26}$$

Si suponemos $\alpha = 1$, y h_v suficientemente pequeño, lo -- cual sucede cuando $\frac{H}{P}$ es también pequeño, se tiene:

$$Q_r = \frac{2}{3}C'L\sqrt{2g}\,(H+h_v)^{3/2} \tag{27}$$

y representando $\frac{2}{3}C'\sqrt{2g}$ por C, desarrollando el binomio y tomando sus dos primeros términos, se tiene:

$$Q_r = CL\left[H^{3/2} + \frac{3}{2}H^{1/2}h_v\right] = CLH^{3/2}\left(1+\frac{3h_v}{2H}\right) \tag{28}$$

como el valor aproximado de h_v es:

$$h_v = \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{2g}\left(\frac{Q_r}{A_e}\right)^2 = \frac{1}{2g}\,\frac{(CLH^{3/2})^2}{L^2 d^2} = \frac{C^2 H^3}{2gd^2}$$

se tiene

$$Q_r = CLH^{3/2}\left(1+\frac{3}{2H}\cdot\frac{C^2H^3}{2gd^2}\right) = CLH^{3/2}\left[1+\frac{3C^2}{4g}\left(\frac{H}{d}\right)^2\right] \qquad (29)$$

y agrupando g y las constantes, se tiene:

$$Q_r = CLH^{3/2}\left[1+0.0765C^2\left(\frac{H}{d}\right)^2\right] \qquad (30)$$

Si en la ecuación (28) el valor de h_v resulta despreciable en un caso práctico cualquiera, se tiene la fórmula:

$$Q_r = CLH^{3/2} \qquad (31)$$

donde C tiene un valor de 1.84, cuando H y L se expresen en metros, obteniéndose el gasto en mts.^{3} por segundo.

3.2 VERTEDOR RECTANGULAR CON CONTRACCIONES LATERALES.- El vertedor rectangular sin contracciones laterales puede usarse solamente cuando el canal es de sección rectangular. En los casos en que el canal no tiene esa sección, se emplean otros dispositivos vertedores, entre ellos el vertedor rectangular con contracciones laterales, el vertedor triangular o los de forma trapezoidal.

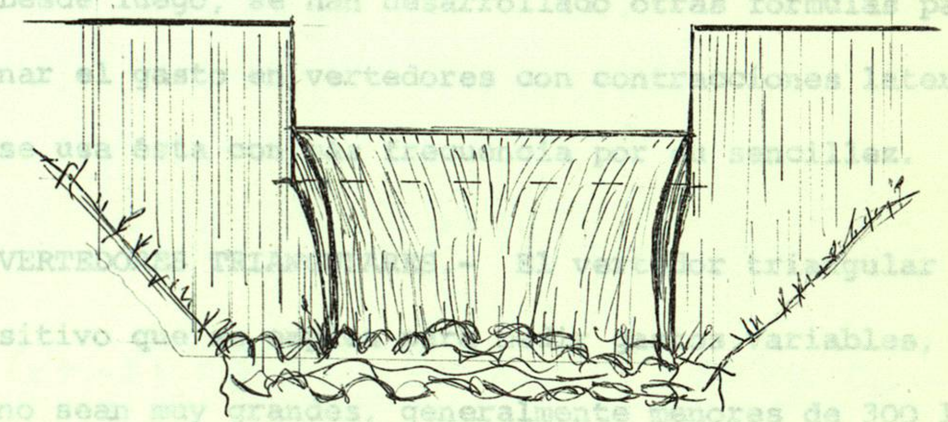

Figura 10

En la figura 10 se muestra un vertedor con contracciones laterales, de sección rectangular. La fórmula para calcular el gasto es semejante a la correspondiente al vertedor rectangular sin contracciones laterales, pero debido a éstas, debe hacerse una corrección para obtener el gasto real. Una manera empírica sugerida por Francis, consiste en modificar la longitud del vertedor en la siguiente forma:

$$L' = L - 0.2H \qquad (32)$$

Con esta corrección se obtienen resultados aproximados, pero generalmente adecuados en la práctica, siempre que el valor de H no sea muy grande en relación a L, ya que en caso extremo puede obtenerse una longitud L' = 0, lo cual es absurdo. - Se recomienda que H sea menor de L/3.

Desde luego, se han desarrollado otras fórmulas para determinar el gasto en vertedores con contracciones laterales, pero se usa ésta con más frecuencia por su sencillez.

5.3. VERTEDORES TRIANGULARES.- El vertedor triangular es un dispositivo que se emplea para medir gastos variables, siempre que no sean muy grandes, generalmente menores de 300 litros por segundo. El gasto puede determinarse aplicando la ecuación (23) de la siguiente manera (ver figura 11):

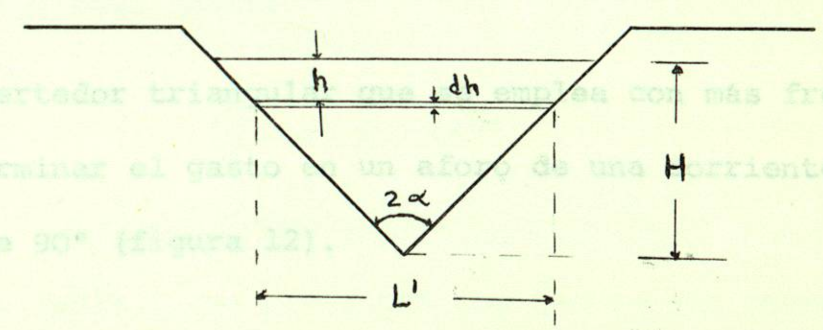

Figura 11