

CAPITULO 2

PRINCIPIO DE LA CONSERVACION DE LA ENERGIA

- 15 -

ENERGIA ESPECIFICA

Es la energía por unidad de peso o Bernoulli referida al fondo del canal. En ese caso :

$$B = E = h + \frac{v^2}{2g}$$

En general, para un nivel de energía y un caudal dado, la ecuación anterior tiene dos soluciones para la altura : una corresponde a un escurrimiento rápido y poco profundo (ESCURRIMIENTO SUPERCRITICO o TORRENTE), mientras que la otra es la de un escurrimiento lento y profundo (ESCURRIMIENTO SUBCRITICO o RIO).

ESCURRIMIENTO CRITICO

Existe un valor de h que minimiza la expresión de energía específica para un caudal dado. Este valor recibe el nombre de altura crítica y a la energía resultante se le llama energía o Bernoulli crítico. (En este caso $F = 1$).

Cuando el escurrimiento se realiza en estas condiciones, se habla de ESCURRIMIENTO CRITICO. También puede interpretarse el escurrimiento crítico como aquel en el que escurre el máximo caudal posible para un nivel de energía específica dado.

En un canal rectangular, las relaciones entre altura crítica, energía crítica y caudal están dadas

- 16 -

por :

$$h_c = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3}$$

$$E_c = \frac{3}{2} h_c$$

En la Fig. 2.1 se dan los valores de las alturas críticas para secciones de escurrimiento trapecial y circular.

Para un canal de sección cualquiera, la altura crítica se calcula resolviendo la ecuación algebraica no lineal :

$$\frac{Q^2 l}{g a^3} = 1.0$$

donde Q es el caudal, l el ancho superficial ($l = l(h_c)$), g la aceleración de gravedad y a el área de la sección de escurrimiento ($a = a(h_c)$).

AFORADORES DE ESCURRIMIENTO CRÍTICO

En las secciones de escurrimiento crítico se tiene que la relación entre el caudal y la altura depende sólo de la geometría de la sección y es independiente de otros factores como por ej., la rugosidad del canal. Esta característica es utilizada para medir el caudal que escurre en un determinado canal.

Basándose en este hecho, se han diseñado varios tipos de aforadores, los que consisten en generar una sección con escurrimiento crítico ya sea mediante un estrechamiento de la sección y/o un cambio de la cota de fondo.

Algunos de estos aforadores son : Aforador Tipo Parshall, Aforador de Barrera Triangular y Aforador de Simple Estrechamiento.

Los aforadores se diseñan en forma normalizada y el caudal se calcula a partir de relaciones deducidas para cada uno de ellos. En las Tablas 2.2 a 2.4 y Figs. 2.2 a 2.8 se dan las dimensiones de los tres tipos de Aforadores antes mencionados y las relaciones de cálculo.

En el caso del Aforador Tipo Parshall, la relación que liga caudal con altura, llamada curva de descarga está dada por :

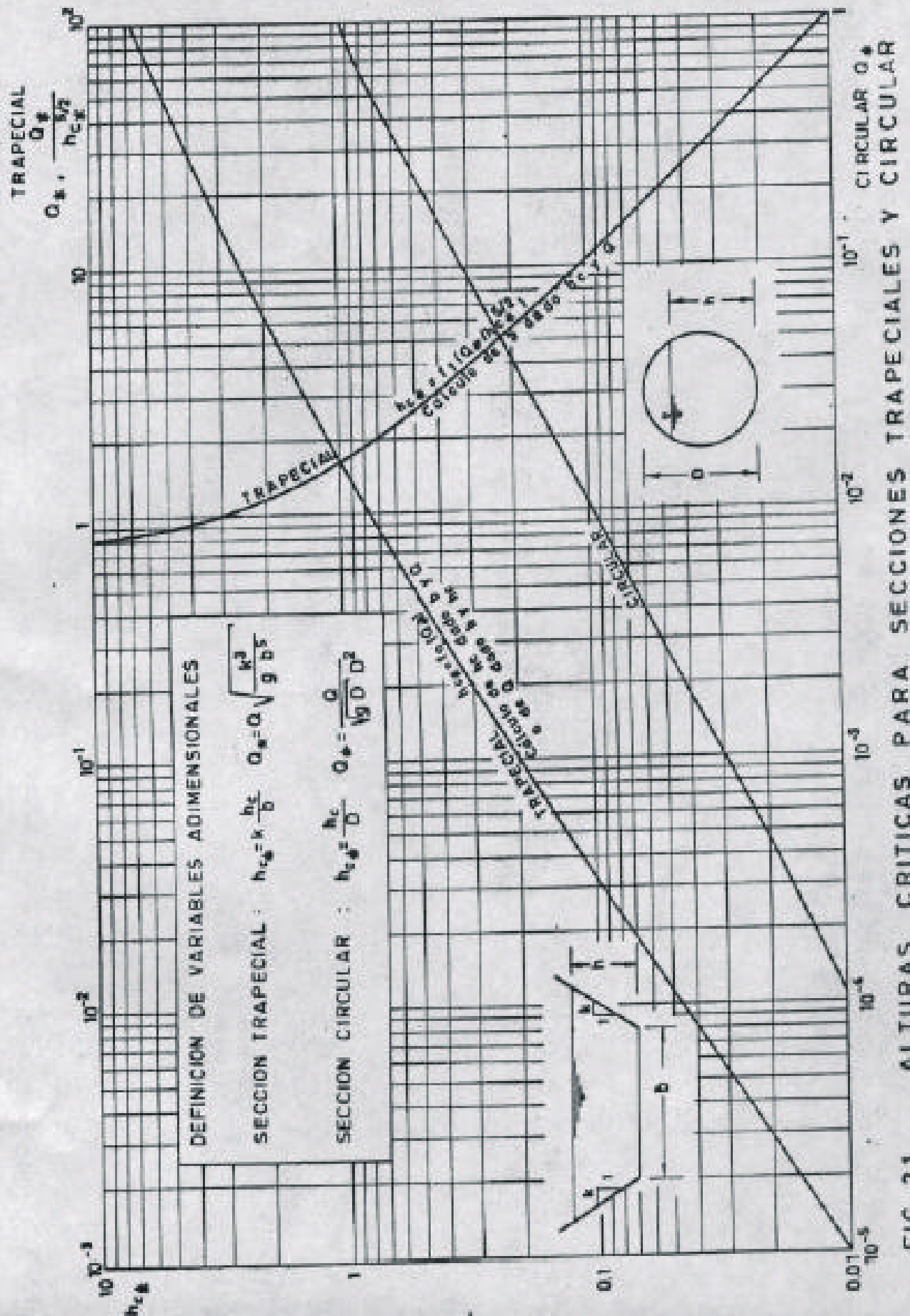
$$Q = 4 \cdot W \cdot H_a^{1.522} W^{0.026}$$

donde Q es el caudal en pie^3/s

W es el ancho de la garganta, en pies

H_a es la altura antes del estrechamiento, en pies

Si el escurrimiento en la sección de medición se ve influido por las condiciones de aguas abajo, el caudal que escurre es menor que el que indican las ecuaciones. Existe un límite de sumergimiento para el cual no hay reducción del caudal. Superado este límite se hace necesario entrar a modificar los resultados de las curvas de descarga con relaciones especialmente deducidas para ello.



- 21 -

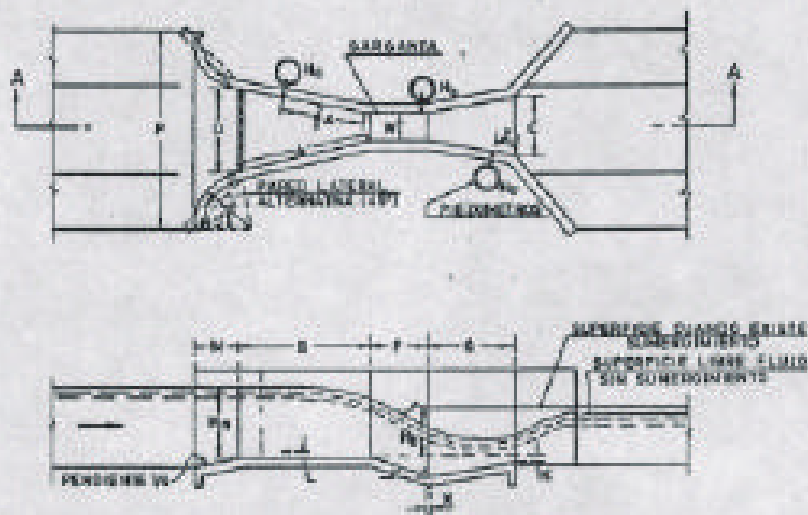


FIG. 2.2 PLANTA Y ELEVACION AFORADOR TIPO PARSHALL

TABLA 2.1
LÍMITES DE SUMERSIMIENTO PARA LOS
CUALES EL GASTO NO DISMINUYE.

W	H ₀ / H ₀₁
1 - 9 pulg.	0.50
12 pulg.-4 pies	0.70
5 - 30 pies	0.80

W	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	Capacidad (ft ³ /seg)
ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft	in	ft
0.3	1.6	1.1	4.7	0.5	10.4	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
0.5	2.6	1.4	5.7	0.7	13.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
0.7	3.6	1.7	6.7	0.9	15.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
1.0	4.7	2.0	7.8	1.2	18.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
1.4	5.8	2.3	8.9	1.5	21.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
2.0	6.9	2.6	10.0	1.8	23.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
3.0	8.0	2.9	11.1	2.1	26.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
4.0	9.1	3.2	12.2	2.4	29.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
5.0	10.2	3.5	13.3	2.7	32.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
6.0	11.3	3.8	14.4	3.0	34.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
7.0	12.4	4.1	15.5	3.3	37.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
8.0	13.5	4.4	16.6	3.6	40.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0

Z = 1/3 pulg. L = 1 1/2 pulg.

TABLA 2.2. DIMENSIONES Y CAPACIDADES DEL AFORADOR TIPO PARSHALL PARA ANCHOS DE GARGANTA, W, ENTRE 1 PULO. Y 8 PIES.

HYD-565 pp 95-101

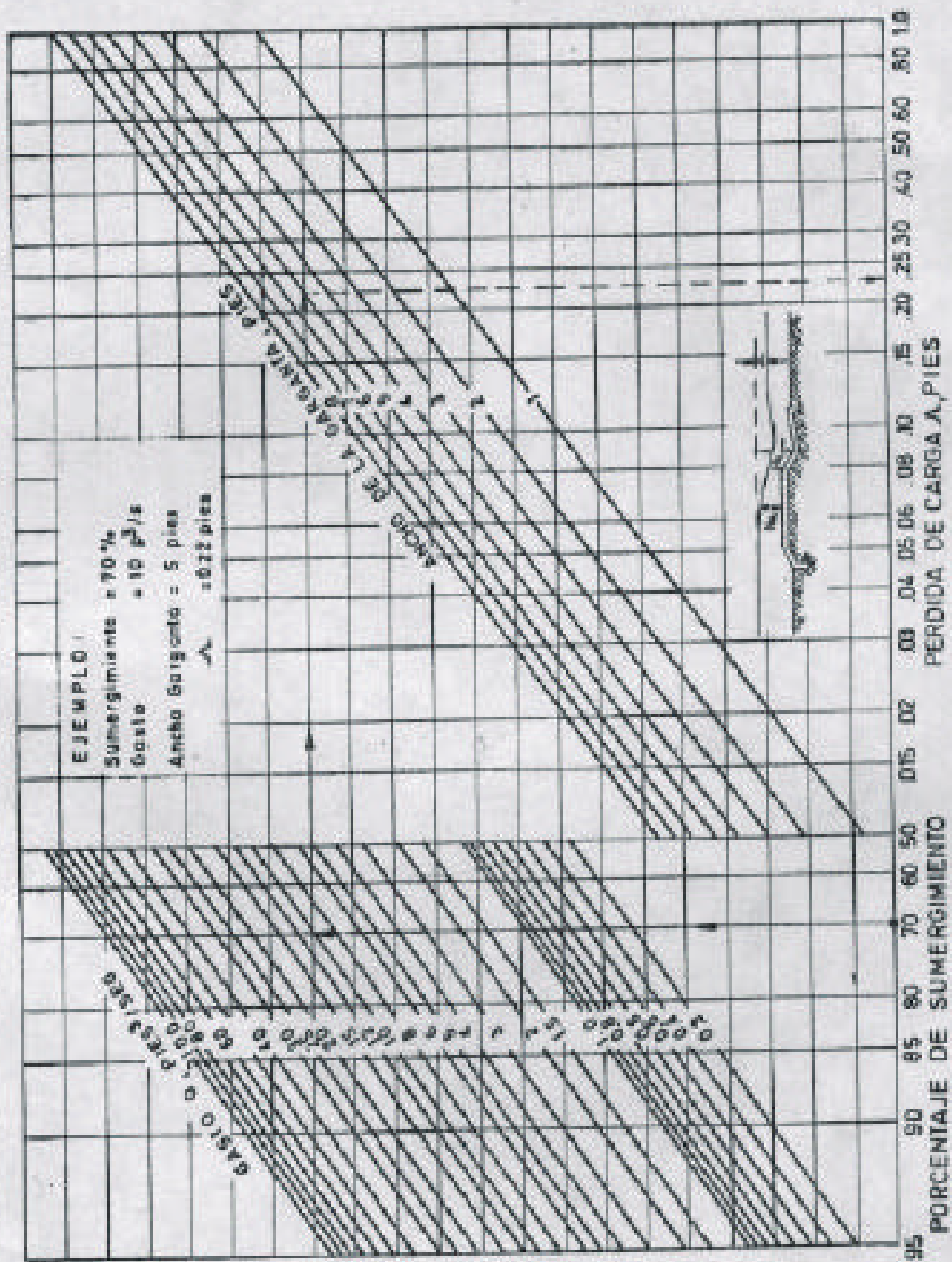
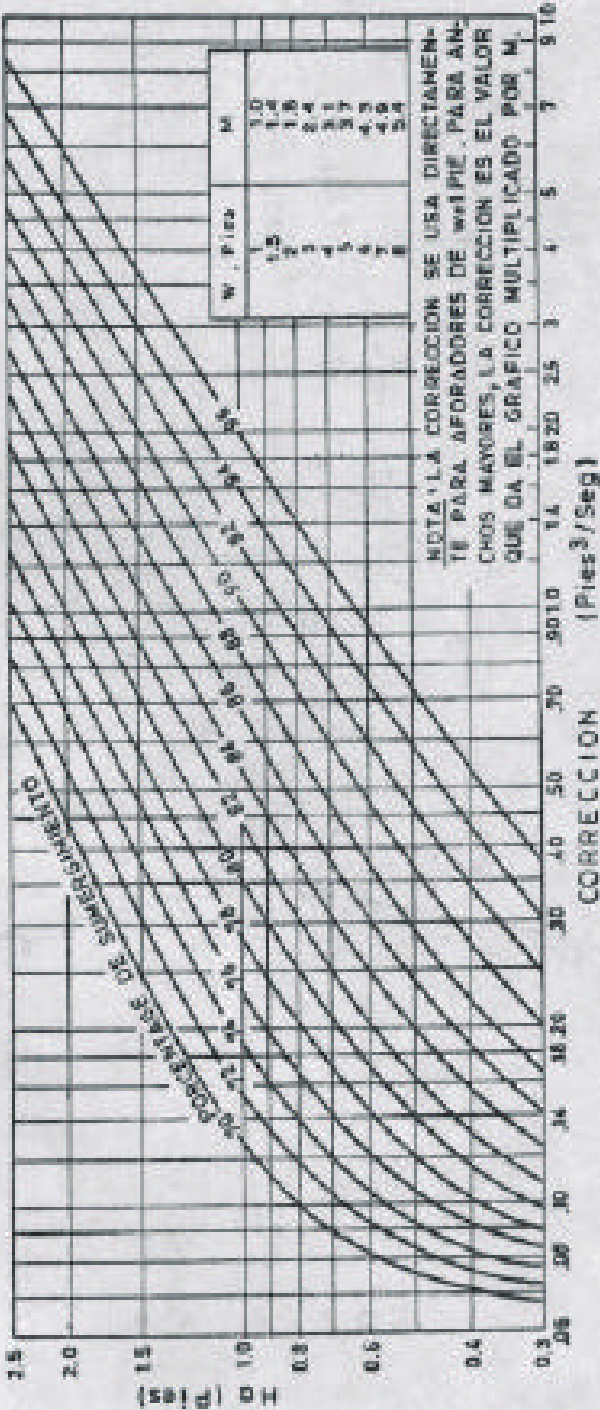


FIG. 2.3. DIAGRAMA PARA DETERMINAR LA PERDIDA DE CARGA
AFORADOR TIPO PARSHALL



NOTA: La corrección se resta al caudal determinado de la curva de calibración del respectivo aforador (Válido sólo para flujo libre)

FIG. 2.4. CORRECCION POR SUMERGIMIENTO PARA AFORADORES TIPO PARSHALL

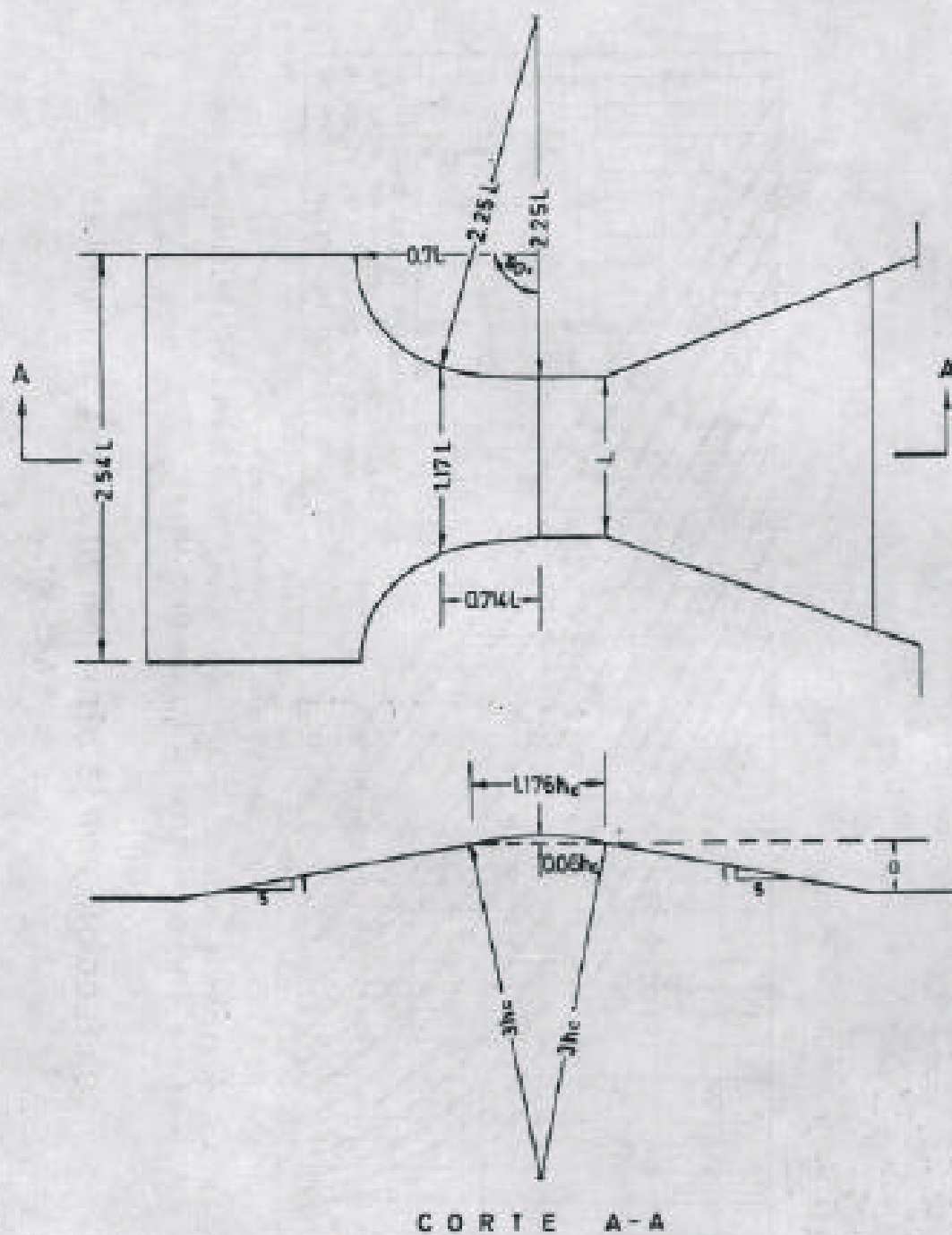


FIG. 2.5

AFORADOR DE BARRERA TRIANGULAR

SH6. FIG. I-1

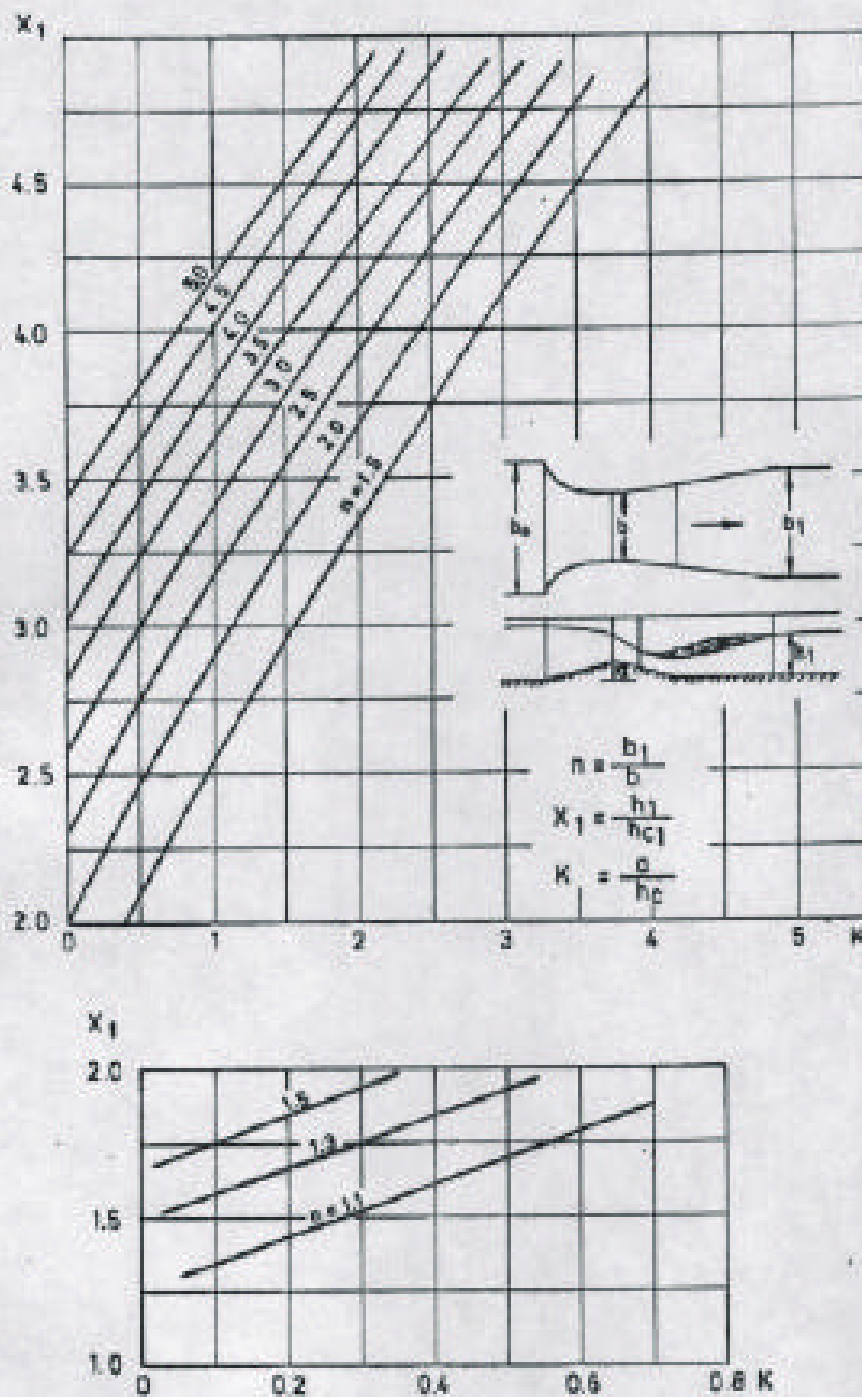


FIG. 2.6 AFORADOR DE BARRERA TRIANGULAR, RELACIONES DE CALCULO

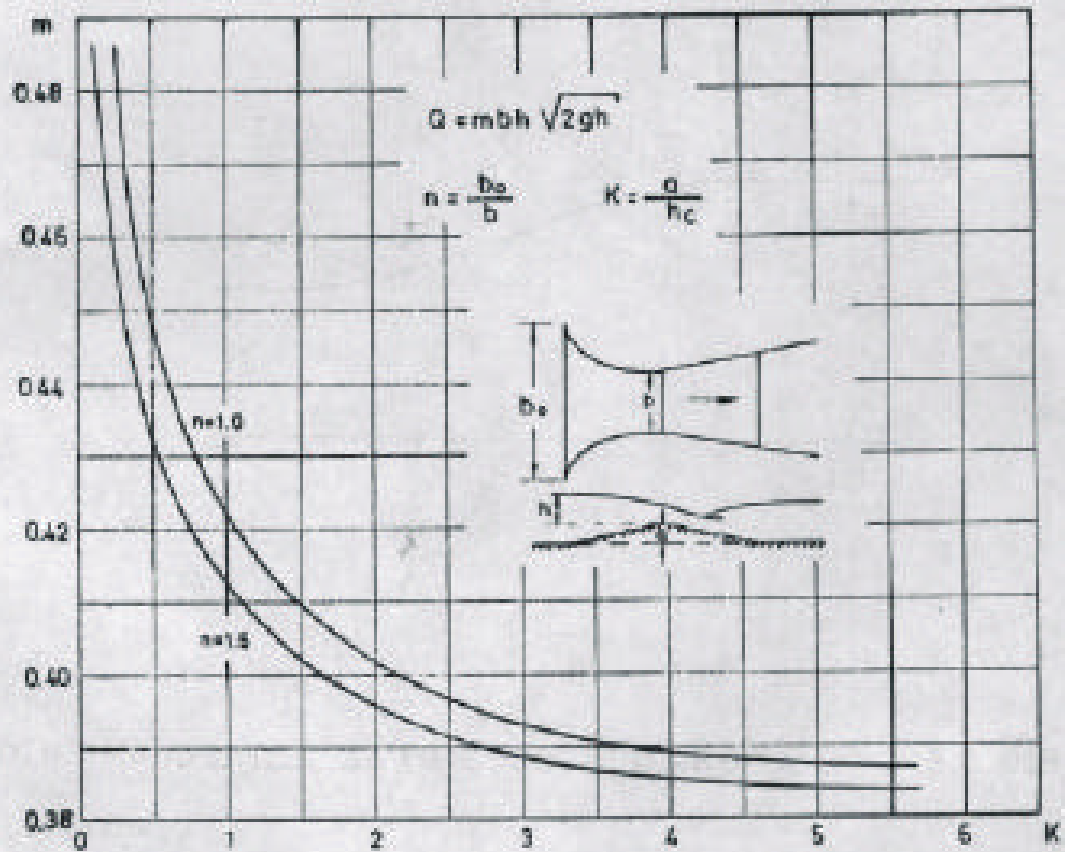
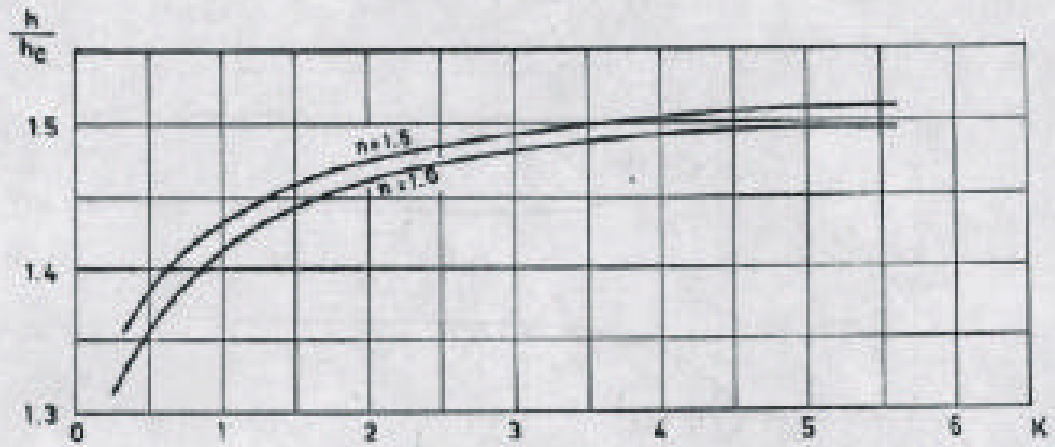


FIG. 27 AFORADOR DE BARRERA TRIANGULAR, RELACIONES DE CALCULO

F.J.D. p. 573

- 31 -

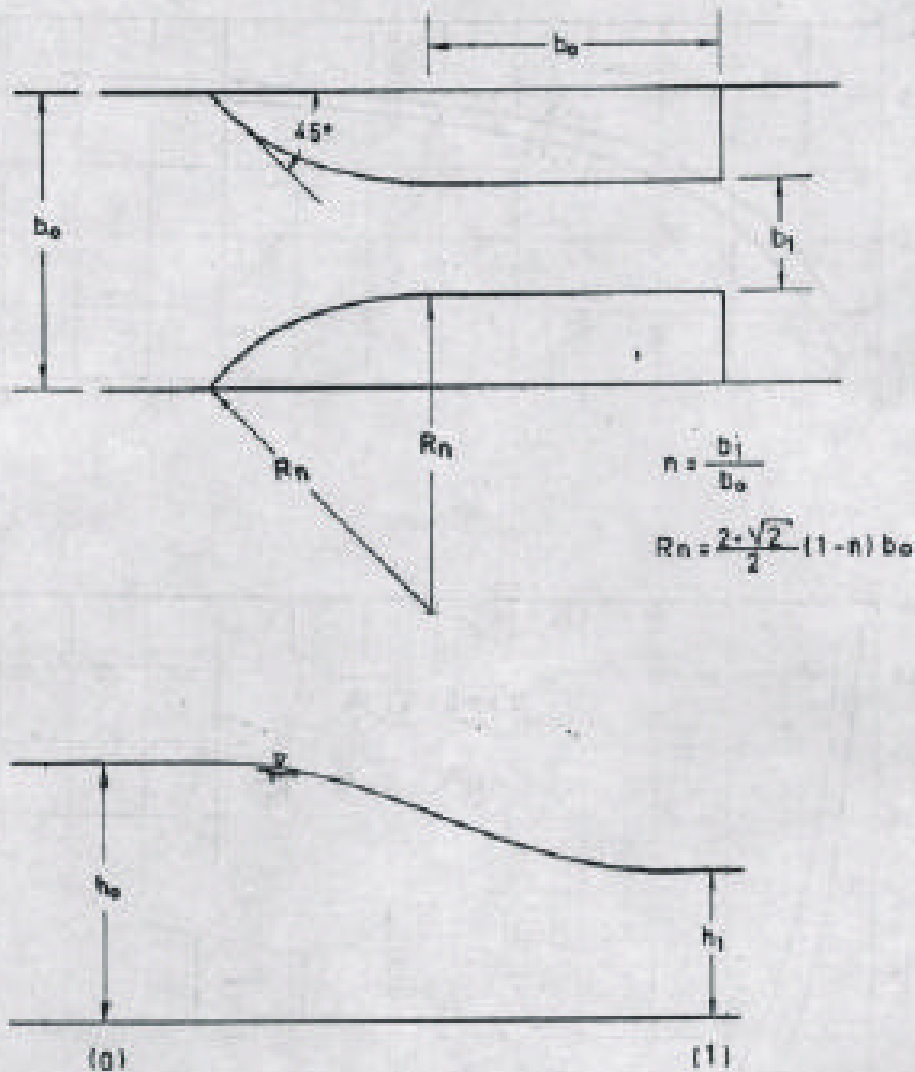


FIG. 2.8. AFORADOR DE SIMPLE ESTRECHAMIENTO

SH6 - FIG. 1-11

TABLA 2.3 COEFICIENTE DE GASTO

$$Q = b_1 C_{d1} B_0 \sqrt{2g h_0}$$

$$Q = b_0 C_{d0} h_0 \sqrt{2g h_0}$$

h_0/b_0	C_{d1}
0.0	0.3850
0.2	0.3850
0.4	0.3860
0.6	0.3875
0.8	0.3895
1.0	0.3920
1.1	0.3935

$$C_{d1} = \frac{b_0}{b_1} \frac{C_{d0}}{(1 + \alpha_0 C_{d0}^2)^{3/2}}$$

α_0 : Coeficiente de Coriolis de la distribución de velocidades en la sección (0)

TABLA 2.4 LIMITE DE SUMERGENCIA A PARTIR DEL CUAL C_{d1} QUEDA INFLUIDO POR NIVELES DE AGUAS ABAJO

b_1/b_0	$(h_2/h_0)_L$
1/3	0.60
1/2	0.70
2/3	0.80



AFORADOR DE SIMPLE ESTRECHAMIENTO

SH6 - FIG. II-9, IV-12-13-14-15