

aforador Parshall de cuyo uso se tiene mayor número de referencias y calibraciones más precisas. El aforador Khafagi es en general más difícil de construir y el rango de gasto que puede medir más restringido.

6.3.1. Aforador Parshall

El medidor Parshall consiste de tres tramos principales: un tramo de convergencia uniforme, una garganta paralela corta y una transición de salida uniforme. Aguas arriba y abajo se construyen canales de entrada y salida, según sea necesario. La plantilla tiene variaciones de pendiente diversas: entra con pendiente 1:4 en una rampa ascendente; es horizontal en un tramo anterior a la garganta; en la garganta presenta una rampa descendente y, posteriormente, en la transición divergente, vuelve a subir hasta el nivel de la plantilla del canal de salida. La sección de control, donde se presenta el tirante crítico, se localiza al final de la transición convergente, aguas arriba de la garganta.

En el cuadro 6.2 se presentan 22 diseños estándar que cubren un rango de gastos desde 0.1 a 93 m³/s, con intervalos de traslape entre uno y otro. La ecuación $Q=kh^n$ es la fórmula para calcular el gasto modular cuyo límite se consigna en la columna extrema derecha. Las dimensiones para cada diseño se dan en el cuadro 6.3; la lámina 6.2 ilustra el significado de cada variable.

Es conveniente hacer hincapié en el sentido de que cada diseño tiene su calibración particular, y que ninguno es la escala de otro. Por esta razón, las aplicaciones que se quieran realizar deberán ajustarse a un diseño estándar particular, respetando las dimensiones señaladas. De otra forma la precisión se verá afectada.

Cuadro 6.2 Diseños estándar de aforadores Parshall.
Características hidráulicas

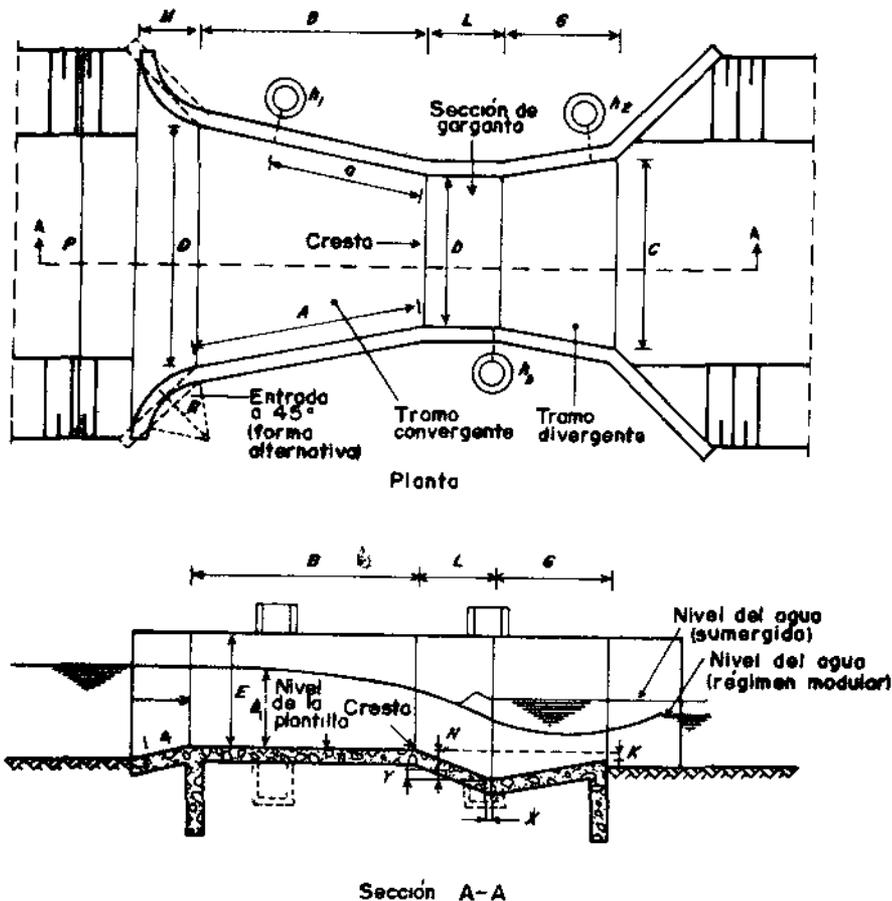
Ancho Garganta	Rango de de Gastos		Coeficientes de la fórmula		Rango de de carga		Límite modular (h_2/h_1)
	Min.	Máx.	$Q=Rk_1^n$ (m^3/s)	n	Min.	Máx.	
cm	l/s		k	n	m		
2.5	0.09	5.4	0.0604	1.55	0.015	0.21	0.50
5.0	0.18	13.2	0.1207	1.55	0.015	0.24	0.50
7.5	0.77	32.1	0.1771	1.55	0.03	0.33	0.50
15.0	1.50	111.0	0.3812	1.58	0.03	0.45	0.60
22.5	2.50	251.0	0.5354	1.53	0.03	0.61	0.60
30.5	3.32	457.0	0.6909	1.52	0.03	0.76	0.70
45.5	4.80	695.0	1.0560	1.538	0.03	0.76	0.70
61.0	12.10	937.0	1.4280	1.550	0.046	0.76	0.70
91.5	17.60	1427.0	2.1840	1.566	0.046	0.76	0.70
122.0	35.80	1923.0	2.9530	1.578	0.06	0.76	0.70
152.5	44.10	2424.0	3.7320	1.587	0.06	0.76	0.70
183.0	74.10	2929.0	4.5190	1.595	0.076	0.76	0.70
213.5	85.80	3438.0	5.3120	1.601	0.076	0.76	0.70
244.0	97.20	3949.0	6.1120	1.607	0.076	0.76	0.70
m	m^3/s						
3.05	0.16	8.28	7.463	1.60	0.09	1.07	0.80
3.66	0.19	14.68	8.859	1.60	0.09	1.37	0.80
4.58	0.23	25.04	10.96	1.60	0.09	1.67	0.80
6.10	0.31	37.97	14.45	1.60	0.09	1.83	0.80
7.63	0.38	47.14	17.94	1.60	0.09	1.83	0.80
9.15	0.46	56.33	21.44	1.60	0.09	1.83	0.80
12.20	0.60	74.70	28.43	1.60	0.09	1.83	0.80
15.25	0.75	93.04	35.41	1.60	0.09	1.83	0.80

Cuadro 6.3 Dimensiones de aforadores Parshall

b (mm)	A	Dimensiones de la Lámina 6.2															
		a	B	C	D	E	L	G	H	K	M	N	P	R	X	Y	Z
25.4	363	242	356	93	167	229	76	203	206	19	—	29	—	—	8	13	3
50.8	414	276	406	135	214	254	114	254	257	22	—	43	—	—	16	25	6
76.2	467	311	457	178	259	457	152	305	309	25	—	57	—	—	25	38	13
152.4	621	414	610	394	397	610	305	610	—	76	305	114	902	406	51	76	—
228.6	879	587	864	381	575	762	305	457	—	76	305	114	1080	406	51	76	—
304.8	1372	914	1343	610	845	914	610	914	—	76	381	229	1492	508	51	76	—
457.2	1448	965	1419	762	1026	914	610	914	—	76	381	229	1676	508	51	76	—
609.6	1524	1016	1495	914	1206	914	610	914	—	76	381	229	1854	508	51	76	—
914.4	1676	1118	1645	1219	1572	914	610	914	—	76	381	229	2222	508	51	76	—
1219.2	1829	1219	1794	1524	1937	914	610	914	—	76	457	229	2711	610	51	76	—
1524.0	1981	1321	1943	1829	2302	914	610	914	—	76	457	229	3080	610	51	76	—
1828.8	2134	1422	2092	2134	2667	914	610	914	—	76	457	229	3442	610	51	76	—
2133.6	2286	1524	2242	2438	3032	914	610	914	—	76	457	229	3810	610	51	76	—
2438.4	2438	1626	2391	2743	3397	914	610	914	—	76	457	229	4172	610	51	76	—
3048	—	1829	4267	3658	4756	1219	914	1829	—	152	—	343	—	—	305	229	—
3658	—	2032	4877	4470	5607	1524	914	2438	—	152	—	343	—	—	305	229	—
4572	—	2337	7620	5588	7620	1829	1219	3048	—	229	—	457	—	—	305	229	—
6096	—	2845	7620	7315	9144	2134	1829	3658	—	305	—	686	—	—	305	229	—
7620	—	3353	7620	8941	10668	2134	1829	3962	—	305	—	686	—	—	305	229	—
9144	—	3861	7925	10566	12313	2134	1829	4267	—	305	—	686	—	—	305	229	—
12192	—	4877	8230	13818	15481	2134	1829	4877	—	305	—	686	—	—	305	229	—
15240	—	5893	8230	17272	18529	2134	1829	6096	—	305	—	686	—	—	305	229	—

Otro detalle que merece recomendación especial es el relativo a los puntos de medición. La medición del nivel h_1 aguas arriba se debe hacer a una distancia $-a-$ aguas arriba de la garganta medida sobre el muro que forma la sección convergente. El nivel aguas abajo h_2 se debe realizar a una distancia $-x-$ aguas arriba del extremo de la garganta. Para la detección de niveles se usan pozos de oscilación practicados en una margen del canal y conectados al canal mediante un tubo de diámetro pequeño. En ambos casos las distancias de referencia, a y x , se toman en el centro del tubo de conexión.

Lámina 6.2 Aforador Parshall



Las fórmulas de gasto modular permiten el cálculo del gasto con una precisión de $\pm 3\%$. Para su empleo es necesario, en todos los casos, revisar el límite modular h_2/h_1 . Cuando el nivel aguas abajo se eleva, el gasto se obtiene por medio de un ajuste con base en el gasto modular:

$$Q_s = Q_{\text{mod}} - Q_E$$

en donde:

Q_s = gasto no modular sumergido

Q_{mod} = gasto modular

Q_E = reducción de gasto originada por la sumergencia

Para el cálculo de Q_E es necesario consultar las gráficas de las láminas 6.3 a 6.9.

6.4. Aforadores de garganta suprimida

La tendencia en el diseño de estructuras de medición es la de la máxima simplificación de los diseños, así como la reducción de los costos. Este es el caso de los aforadores de garganta suprimida en los que, mediante dos tramos de canal unidos, uno convergente y el otro divergente, se establece una contracción sin garganta; la forma de las transiciones es sencilla y el diseño más simple de este tipo de estructuras tiene plantilla horizontal.

También el establecimiento de una relación carga gasto debe hacerse por calibración directa de la estructura o adoptar algún tamaño estándar.

Lámina 6.3 Corrección del gasto para descarga sumergida del aforador Parshall de 2.54 cm.

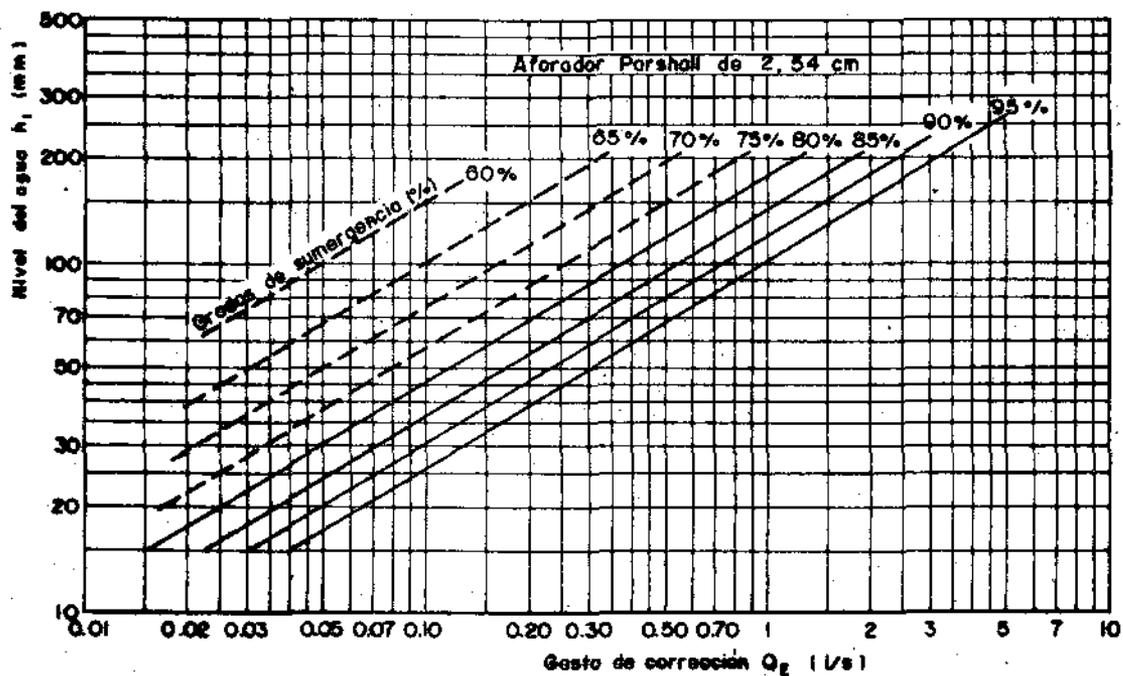


Lámina 6.4 Corrección del gasto para descarga sumergida del aforador Parshall de 5.0 cm.

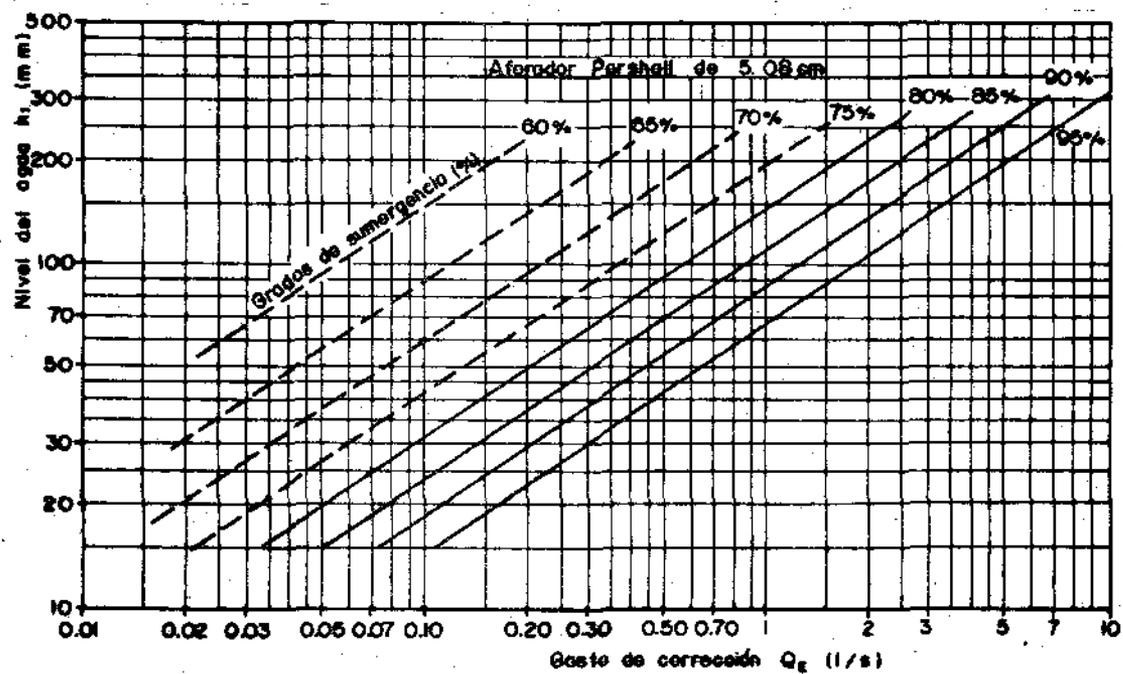


Lámina 6.5 Corrección del gasto para descarga sumergida del
 aforador Parshall de 7.62 cm.

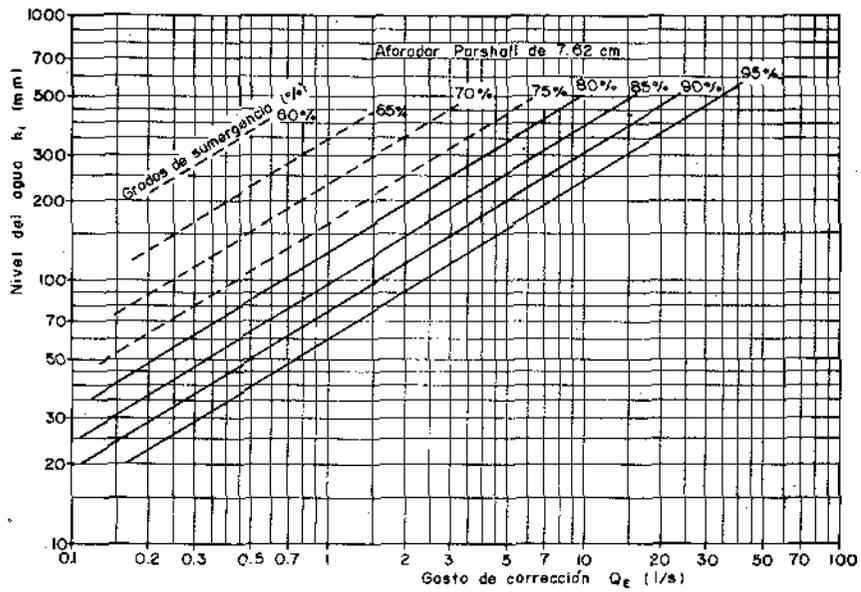


Lámina 6.6 Corrección del gasto para descarga sumergida del
 aforador Parshall de 15.2 cm.

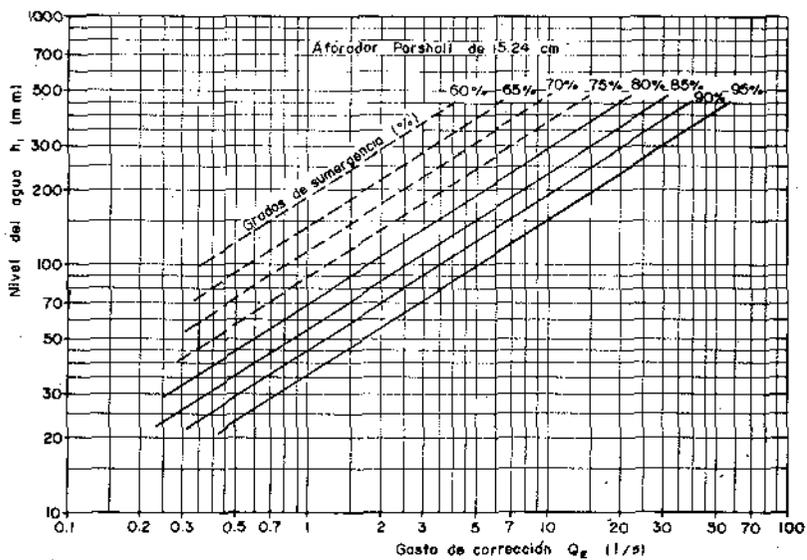


Lámina 6.7 Corrección del gasto para descarga sumergida del aforador Parshall de 22.9 cm.

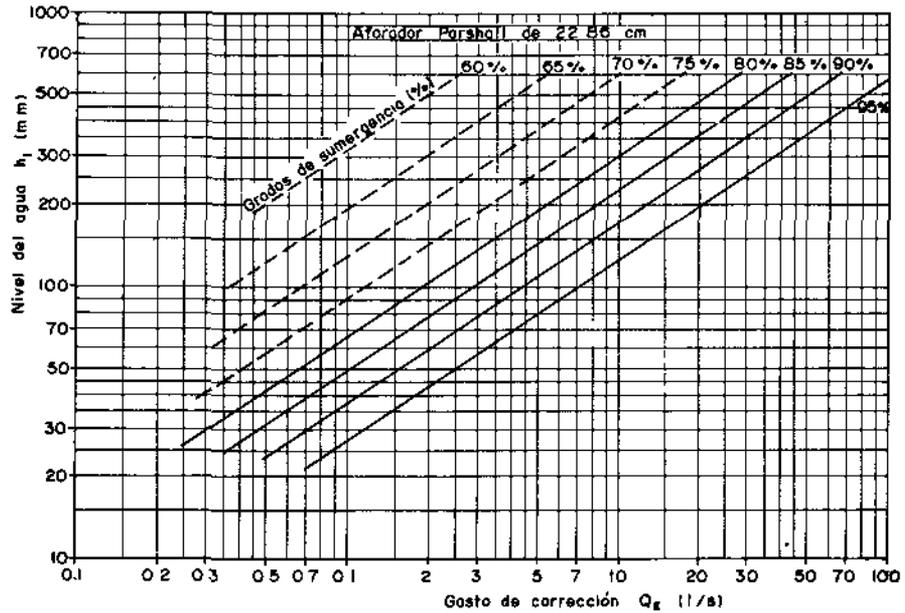


Lámina 6.8 Corrección del gasto para descarga sumergida de aforadores Parshall de 30.5 a 243.8 cm.

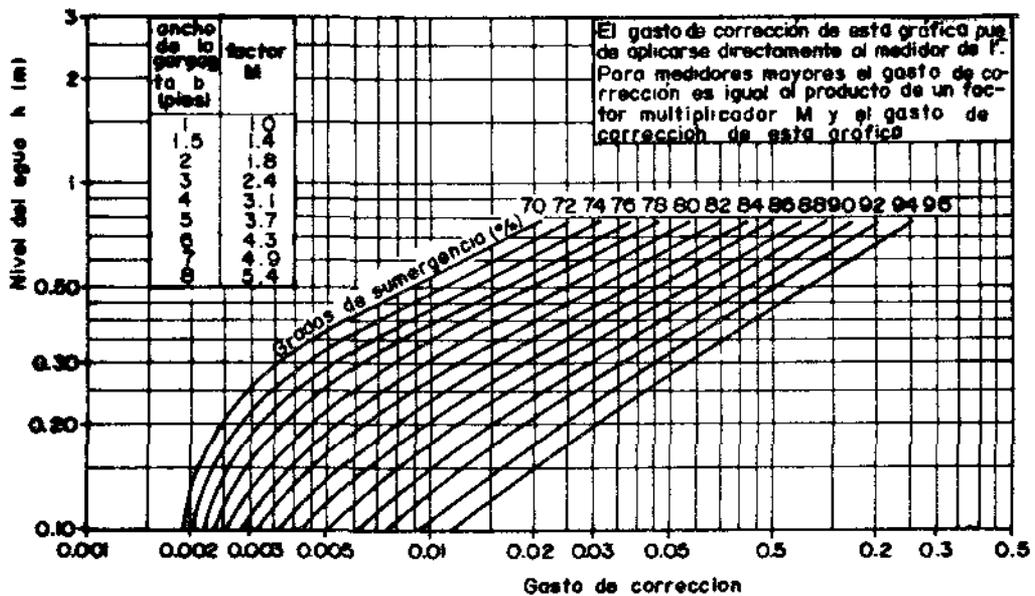
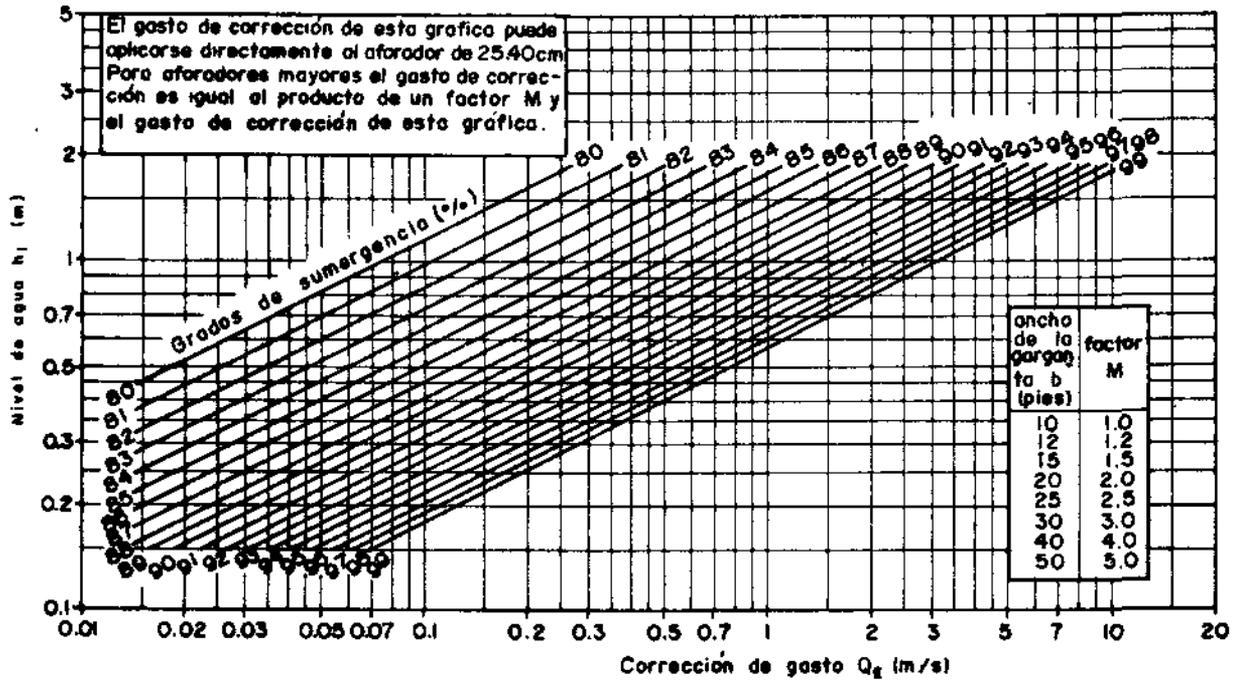


Lámina 6.9 Corrección del gasto para descarga sumergida de aforadores Parshall de 304.8 a 1 524.0 cm.



6.4.1. Aforadores H

Este diseño de aforador se realizó para aplicaciones de hidrometría de cuencas hidrológicas experimentales y parcelas pequeñas. Su nombre se debe a que fue el octavo diseño de una serie iniciada con la letra A. Este tipo de estructura consiste solamente en un tramo uniformemente convergente con sección transversal rectangular. La contracción se forma por la inclinación de los bordes de las paredes del canal, en la dirección del flujo. Existen tres tipos de aforadores H: HS para gastos bajos en un rango de 0.0024 a 0.0232 m³/s; H para gastos intermedios en el rango de 0.01 a 0.88 m³/s; y HL para gastos altos en el rango de 0.59 a 3.31 m³/s. En las láminas 6.10 a 6.12 se muestran los tres diseños y los rangos de medición para tamaños estándar.

Las relaciones carga-gasto se pueden establecer aplicando directamente las fórmulas que se presentan a continuación. También pueden modificarse las geometrías de las estructuras calibradas y obtener sus relaciones