

TABLA IV

Valores de $C = \frac{1}{n} \sqrt[0]{R}$ de la fórmula de Mr. R. Manning.

RADIO medio.	PAREDES							
	Muy lisas	Lisas.	Poco lisas.	Rugosas	En tierra.	En grava	Irregulares.	Muy irregulares.
Metros.								
0,05	60,7	46,7	35,2	30,4	24,3	20,2	17,6	15,2
0,06	62,6	48,2	36,3	31,3	25,0	20,9	18,2	15,6
0,07	64,2	49,4	37,2	32,1	25,7	21,4	18,6	16,0
0,08	65,6	50,5	38,0	32,8	26,2	21,9	19,0	16,4
0,10	68,1	52,4	39,5	34,0	27,2	22,7	19,7	17,0
0,12	70,2	54,1	40,7	35,1	28,1	23,4	20,4	17,5
0,14	72,1	55,6	41,8	36,0	28,8	24,0	20,9	18,0
0,16	73,6	56,7	42,7	36,8	29,4	24,5	21,3	18,4
0,18	75,2	57,9	43,6	37,6	30,1	25,1	21,8	18,8
0,20	76,5	58,9	44,4	38,2	30,6	25,5	22,2	19,1
0,22	77,7	59,8	45,1	38,8	31,1	25,9	22,5	19,4
0,24	78,8	60,7	45,7	39,4	31,5	26,3	22,9	19,7
0,26	79,9	61,5	46,3	39,9	32,0	26,6	23,2	20,0
0,28	80,9	62,3	46,9	40,4	32,4	27,0	23,5	20,2
0,30	81,8	63,0	47,4	40,9	32,7	27,3	23,7	20,4
0,35	83,9	64,6	48,7	42,0	33,6	28,0	24,3	21,0
0,40	85,8	66,1	49,8	42,9	34,3	28,6	24,9	21,4
0,45	87,5	67,4	50,7	43,8	35,0	29,2	25,4	21,9
0,50	89,1	68,6	51,7	44,6	35,6	29,7	25,8	22,3
0,55	90,5	69,7	52,5	45,3	36,2	30,2	26,2	22,6
0,60	91,8	70,7	53,2	45,9	36,7	30,6	26,6	22,9
0,65	93,1	71,7	54,0	46,6	37,2	31,0	27,0	23,3
0,70	94,2	72,5	54,6	47,1	37,7	31,4	27,3	23,6
0,80	96,4	74,2	55,9	48,2	38,6	32,1	28,0	24,1
0,90	98,3	75,7	57,0	49,1	39,3	32,8	28,5	24,6
1,00	100,0	77,0	58,0	50,0	40,0	33,3	29,0	25,0
1,10	101,6	78,2	58,9	50,8	40,6	33,9	29,5	25,4
1,20	103,1	79,4	59,8	51,5	41,2	34,4	29,9	25,8
1,30	104,5	80,5	60,6	52,2	41,8	34,8	30,3	26,1
1,50	107,0	82,4	62,1	53,5	42,8	35,7	31,0	26,7
1,70	109,2	84,1	63,3	54,6	43,7	36,4	31,7	27,3
2,00	112,0	86,2	65,0	56,0	44,8	37,3	32,5	28,0
2,50	116,5	89,7	67,6	58,2	46,6	38,8	33,8	29,1
3,00	120,0	92,4	69,6	60,0	48,0	40,0	34,8	30,0
3,50	123,2	94,9	71,5	61,6	49,3	41,1	35,7	30,8
4,00	126,0	97,0	73,1	63,0	50,4	42,0	36,5	31,5
5,00	131,0	100,8	76,0	65,5	52,4	43,7	38,0	32,7
10,00	147,0	113,1	85,3	73,5	58,8	49,0	42,6	36,7
15,00	157,0	120,9	91,1	78,5	62,8	52,3	45,5	39,4
20,00	165,0	127,0	95,7	82,5	66,0	55,0	47,8	41,2

EXPERIMENTOS SOBRE VERTEDEROS

EXPERIMENTOS DE MR. BAZIN

Introducción.

Los experimentos realizados por el Inspector general de Puentes y Calzadas, Mr. H. Bazin, en Dijon, desde 1886 á 1895, descritos en seis artículos publicados en los *Annales des Ponts et Chaussées* de los años 1888, 1890, 1891, 1894, 1896 y 1898, fueron condensados en un volumen publicado por dicho Ingeniero con el título de *Experiences nouvelles sur l'écoulement en déversoir*.

Nos limitaremos aquí á extraer tan sólo la parte necesaria para poder aplicar los resultados obtenidos por Mr. Bazin en la práctica de aforos por medio de vertederos.

La teoría de éstos constituye, indudablemente, la parte menos adelantada de la hidráulica; los coeficientes usados en la práctica varían entre límites muy dilatados, sin que sea fácil, de ordinario, hacer una elección razonada entre los numerosos valores numéricos que se les asigna.

El problema es muy complicado; por una parte se enlaza con la teoría del derrame por orificios y por otra con la de los canales descubiertos. El valor del coeficiente en cada caso está in-

fluido por numerosos elementos. En efecto, se debe considerar:

1.º La velocidad de llegada en el canal, aguas-arriba del vertedero, velocidad cuyo efecto no puede despreciarse en los vertederos de poca altura.

2.º La contracción lateral, poco apreciable en los vertederos de gran longitud, pero muy importante en los estrechos.

3.º La contracción en el plano vertical perpendicular al vertedero, cuyo valor depende de su altura y de la forma del umbral.

Por último, hace notar Mr. Bazin que cuando el canal de aguas-abajo tiene de ancho la longitud del vertedero, la lámina de agua que pasa por éste estando en contacto con las paredes laterales del canal no permite la libre entrada del aire por debajo de la misma, produciéndose fenómenos especiales que modifican notablemente el gasto.

Diversas formas de láminas que se producen en un vertedero.

Cuando el agua vierte por un orificio es sabido que el gasto L varía con su forma debiendo determinarse el coeficiente m de la fórmula $Q = m A \sqrt{2gh}$ para cada caso particular; este coeficiente, sin embargo, no oscila sino entre límites relativamente restringidos.

Las condiciones son más complejas en un vertedero; la influencia de la disposición del mismo (anchura del umbral, pendiente de sus taludes de aguas-arriba y aguas-abajo, etc., etc.), subsiste siempre; pero existen otras causas que intervienen para hacer variar entre límites mucho más extensos el coeficiente de la fórmula clásica $Q = m l h \sqrt{2gh}$. La superficie flúida aguas-arriba del vertedero, no estando sostenida por una pared fija, queda libre de tomar un perfil cualquiera; por otra parte, los niveles del agua, aguas-arriba y aguas-abajo del vertedero, son á veces solidarios, aun cuando este último sea algo inferior al del umbral, y en este caso cualquiera modificación aguas-abajo influye en la forma del perfil de aguas-arriba.

La lámina de agua difiere en esto de la vena que sale por un orificio, pudiendo tomar formas muy diversas; estas formas constituyen en realidad otros tantos casos especiales que es preciso estudiar separadamente, pudiendo, al confundirlos, exponerse á errores de importancia. Es, pues, necesario ante todo clasificar esas diferentes formas y dar á conocer sus caracteres distintivos.

Láminas libres.—El caso más sencillo y el mejor definido es el de un vertedero en pared delgada, sin contracción lateral, en el cual la lámina vierte libremente en el aire, quedando siempre su superficie inferior sometida á la presión atmosférica. Se suprime la contracción lateral, dando al vertedero una longitud igual al ancho del canal de llegada, que suponemos con paredes verticales; inmediatamente aguas-abajo del umbral, esas paredes deben estar dispuestas de manera que permitan el libre acceso del aire debajo de la lámina. El fenómeno así definido es perfectamente constante; esas láminas libres, independientes de toda influencia de aguas-abajo, se prestan á una determinación precisa del coeficiente m .

Láminas deprimidas.—Cuando las paredes del canal de desagüe, aguas-abajo del vertedero, no están dispuestas para permitir el libre acceso del aire debajo de la lámina, el fenómeno se complica mucho. El agua de aguas-abajo se eleva por debajo de la lámina, cuya forma, notablemente constante en el caso de la lámina libre, se modifica esta vez según el gasto. En tanto que la carga no pasa de cierto límite, la lámina queda separada de la

presa, conteniendo debajo de ella un volumen de aire cuya presión es inferior á la de la atmósfera; así se ve elevarse el agua por debajo de la lámina á un nivel superior al de aguas-abajo. Se tiene con esto una especie de lámina libre, modificada y deprimida por el exceso de la presión exterior. Su gasto es, á igualdad de carga, un poco superior al de la verdadera lámina libre; esta diferencia va en aumento á medida que el volumen de aire encerrado disminuye, y puede alcanzar cerca del 10 por 100 en el momento en que el aire está á punto de ser por completo eliminado, á consecuencia de un aumento suficiente de la carga.

Las láminas deprimidas son poco estables: de cuando en cuando se producen entradas accidentales de aire debajo de ellas que hacen variar á la vez la presión interior y el coeficiente de gasto m .

Láminas anegadas por debajo.—En cuanto el aire ha desaparecido por completo, la lámina toma una forma mejor definida, que se presenta muy frecuentemente. Debajo de la parte *viva* de la lámina, en que se opera el gasto, digámoslo así, se encuentra una pequeña masa de agua animada de movimientos confusos, produciéndose un torbellino que no participa del movimiento de traslación de la lámina propiamente dicha.

La lámina anegada por debajo puede ser independiente del nivel de aguas-abajo, ó, por el contrario, puede estar influida por dicho nivel, y, en este caso, cualquier modificación aguas-

abajo reacciona sobre el derrame aguas arriba del vertedero.

Láminas onduladas.—Cuando se eleva el nivel de aguas-abajo por encima del umbral del vertedero, la lámina anegada conserva todavía su forma, en tanto que la diferencia de los niveles de aguas-arriba y aguas-abajo no desciende de cierto límite. Su perfil característico subsiste, oculto en parte por su inmersión en el tramo de aguas-abajo; pero cuando disminuye progresivamente la caída llega un momento en que la lámina se traslada súbitamente á la superficie, afectando un perfil ondulado.

Este cambio, si bien muy aparente, no tiene gran influencia en el valor del coeficiente del gasto.

Láminas adherentes.—Las formas de láminas á que se acaba de pasar revista, son las que se encuentran más generalmente; existe, sin embargo, otra que aparece cuando se adoptan ciertas disposiciones. La lámina en lugar de cubrir, como en la forma anegada por debajo, una pequeña masa de agua sin movimiento de traslación, se aplica exactamente sobre la presa, á la que queda adherida.

Este caso notable, al que corresponde un aumento enorme del coeficiente del gasto m , puede considerarse como algo excepcional; pero cuando el paramento de aguas-abajo del vertedero, en lugar de ser vertical, es inclinado, la forma adherente más estable se presenta de un modo normal.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Las presas de tierra de Cold Springs y de Conconully (Estados Unidos).

En los *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, de Abril, describe M. Henney dos presas de tierra construídas por el Reclamation Service, de los Estados Unidos.

La primera, la Cold Springs Dam, forma parte del proyecto de riego de los territorios situados al Norte del Columbia River y al Este del Umatilla River, en el Oregon. La altura máxima de la presa es de 28,50 metros, su longitud de 1.170 y su anchura en la coronación de 0,60. Lleva un vertedero de una longitud de 100 metros, teniendo su nivel 2,70 más bajo que la coronación de la presa.

La forma de la sección de la presa se ha determinado á consecuencia de los experimentos hechos con los materiales empleados en su construcción. La estabilidad se obtiene por el empleo de la grava para el conjunto; la mezcla de tierra fina con la grava asegura la impermeabilidad de la parte que está por encima del suelo, y la parte por debajo de éste se ha construído con grava sola, para facilitar el drenaje. Del lado del depósito, el paramento de la presa, está recubierto de una capa de 30 centímetros de grava de grano grueso y de otra de 60 centímetros de piedra partida. Sobre el otro paramento, un espesor de piedra partida de 30 centímetros, mantiene á la grava y protege al dique contra el viento. Como el canal de abastecimiento del depósito desemboca cerca de la extremidad Sur de la presa, ha sido necesario protegerla por dos muros continuos de cemento armado, que hacen el oficio de rompeolas.

La mezcla de tierra con la grava en la proporción deseada, se hizo con la ayuda de rastrillos; el conjunto se lavó y comprimió en seguida, lo que dió un producto muy impermeable.

La segunda presa, la Conconully-Dam, se ha construído por el método de terraplenado hidráulico. Forma parte del proyecto de riego de los territorios situados al Oeste del Okanogan River, en el Estado de Washington. La altura máxima es de 20 metros,

la longitud de 300, con una anchura de 0,60 en la coronación; hay un vertedero de 57 metros de longitud.

Como la cimentación de la presa descansa sobre capas de arena, se ha buscado sencillamente disminuir las pérdidas por filtración dando una ancha base á la presa é hincando una línea de tablestacas que unen los dos contrafuertes de roca del valle. Para la construcción de la presa se ha escogido el procedimiento del terraplenado hidráulico á consecuencia de la dificultad de los medios de transporte y porque la arena y la tierra fina se obtenían en las cercanías con abundancia.

Las obras han durado de 1907 á 1910. Las cañerías vertían una mezcla de tierra, arena y guijarros entre dos terraplenes y tan cerca como era posible de los taludes interiores. Los materiales más gruesos y más pesados quedaban cerca de los terraplenes, y los más finos iban al interior del estanque constituido por los dos terraplenes. El agua excedente se evacuaba por cañerías situadas en las extremidades de la presa. Al principio de la construcción se impedían las estratificaciones por el hundimiento de planchas, pero, á partir de una altura de 9 metros, próximamente, se construyó un muro central por terraplenado de arena terrosa entre paredes de madera. Los trozos de madera inclinados sobre los taludes exteriores eran suficientes como paramentos; era, sin embargo, necesario regularizar las pendientes.

Laminador de bolas para palastros gruesos.

El *Prakt. Maschinen-Konstr.*, del 29 de Junio, describe un laminador para palastros gruesos estudiado por William L. Jones, de Newark (Estados Unidos), en el cual los cilindros ordinariamente empleados para estirar estos palastros, están reemplazados por bolas que ruedan sobre su superficie. Su tablero superior a está provisto, en su cara inferior, de ranuras circulares concéntricas, en las cuales ruedan las bolas y lleva en su cara superior un émbolo hidráulico que sirve para apoyarle so-