

que se sabe hay menor caudal del líquido, generalmente hácia Agosto ó Setiembre: conviene sin embargo, á veces, aforar la corriente en épocas dadas, precisamente para determinar el gasto durante las mismas.

GASTO POR VERTEDERO. Cuando el rio no se presta al método descrito, en otros términos, cuando es tortuoso y su forma de lecho muy variable, hay que apelar á otros procedimientos que nos servirán al propio tiempo para dar á conocer el movimiento del agua en ciertos casos que son de mucha aplicacion.

El primero es hacer una presa en el rio, ó servirse de una establecida ya, para hacer que toda el agua vierta por encima de ella ó por un trozo de la misma y medir en esta caída, que se llama vertedero, el gasto efectivo. Sin entrar ahora en la descripción y forma de estas presas de que hablaremos en otro lugar, y suponiendo que toda el agua se vierte por ellas, vamos á determinar el volúmen de esta, conociendo la altura que tiene la capa de agua sobre la presa ó vertedero.

El espesor de la lámina de agua no se mide en el borde mismo de la presa ó vertedero, á no ser que aquélla ó éste estuviesen formados por una arista viva, por ejemplo, una charpa de palastro puesta de canto para contener el agua que vierte por encima. De lo contrario, y este es el caso general, es preciso medir dicho espesor algo más atrás del punto en que vierte el agua y allí donde éste es mayor sobre la presa ó vertedero. Dicha medicion se ejecuta con un alambre, de suerte que su choque con el líquido en movimiento no acusase una altura mayor que la verdadera.

El cuadro adjunto dá el gasto del agua por una presa ó vertedero, y es la traduccion de las fórmulas, dadas por la Hidráulica para este caso. La altura, ó sea el espesor de la lámina de agua está en metros y varía de centímetro en centímetro: el gasto está en metros cúbicos.

GASTO POR UN VERTEDERO

ALTURAS	GASTOS	ALTURAS	GASTOS	ALTURAS	GASTOS
0,01	0,00177	0,35	0,36651	0,69	1,01449
0,02	0,00499	0,36	0,37361	0,70	1,0366
0,03	0,00918	0,37	0,39830	0,71	1,0589
0,04	0,01416	0,38	0,41414	0,72	1,0792
0,05	0,01965	0,39	0,43109	0,73	1,1039
0,06	0,02601	0,40	0,44778	0,74	1,1268
0,07	0,03274	0,41	0,46467	0,75	1,1496
0,08	0,04000	0,42	0,48178	0,76	1,1727
0,09	0,04779	0,43	0,49909	0,77	1,1959
0,10	0,05593	0,44	0,51659	0,78	1,2193
0,11	0,06443	0,45	0,53431	0,79	1,2428
0,12	0,07345	0,46	0,55222	0,80	1,2666
0,13	0,08284	0,47	0,57032	0,81	1,2904
0,14	0,09257	0,48	0,58862	0,82	1,3143
0,15	0,10233	0,49	0,60711	0,83	1,3384
0,16	0,11328	0,50	0,62579	0,84	1,3627
0,17	0,12390	0,51	0,64465	0,85	1,3871
0,18	0,13505	0,52	0,66371	0,86	1,4116
0,19	0,14656	0,53	0,68295	0,87	1,4363
0,20	0,15824	0,54	0,70237	0,88	1,4612
0,21	0,17009	0,55	0,72197	0,89	1,4861
0,22	0,18231	0,56	0,74175	0,90	1,5112
0,23	0,19594	0,57	0,76170	0,91	1,5365
0,24	0,20797	0,58	0,78184	0,92	1,5619
0,25	0,22125	0,59	0,80214	0,93	1,5875
0,26	0,23452	0,60	0,82263	0,94	1,6131
0,27	0,24813	0,61	0,84327	0,95	1,6389
0,28	0,26225	0,62	0,86409	0,96	1,6649
0,29	0,27642	0,63	0,88508	0,97	1,6910
0,30	0,29084	0,64	0,90624	0,98	1,7172
0,31	0,30553	0,65	0,92756	0,99	1,7436
0,32	0,32041	0,66	0,94905	1,00	1,7700
0,33	0,33554	0,67	0,97070		
0,34	0,35091	0,68	0,92252		

Para usar este cuadro basta multiplicar el gasto correspondiente á la altura que se haya observado por el ancho del vertedero. Así por ejemplo si la altura es 0^m.3 y el ancho del vertedero 0^m.6 buscarémos en el cuadro el gasto correspondiente á la primera y lo multiplicarémos por el ancho: de esta suerte obtendremos 0,29084 × 0,60 = 0^m.c.1745 ó sean 174 litros y 5 decilitros.

Por este procedimiento se puede determinar perfectamente la cantidad de agua que consume un canalizo, bien para riego, bien para un motor. Al efecto mediremos el agua que sobra por la presa cuando el canalizo lleva su caudal ordinario. y anotaremos dicho número: cerraremos luego la compuerta del canalizo, en cuyo caso toda el agua del río verterá por la presa: esperaremos á que el régimen esté establecido, esto es, á que el espesor de la lámina de agua sea constante y determinaremos entonces el gasto. La diferencia entre este número y el anterior nos dará la cantidad de agua consumida por el canal.

GASTO POR COMPUERTA. El método que acabamos de indicar exige que el espesor de la lámina de agua sea el mismo en todo el vértice de la presa, cosa difícil de conseguir si éste es de alguna longitud por defectos en la construcción de la misma. Esto hace que el procedimiento indicado, excelente para vertederos de poca anchura, no sea muy exacto para presas de madera.

En este caso suele apelarse al uso de una compuerta colocada en la misma presa ó en la cabeza del canalizo cuando éste toma toda su agua. Vamos pues á determinar el gasto por una abertura de sección rectangular, que es un portillo que se abre más ó menos con ayuda de una compuerta, abertura que lleva frecuentemente, aunque con inexactitud el nombre de su tapadera.

El cuadro que damos á continuación está tomado de las fórmulas más aproximadas que hay para resolver este problema: en él se supone que el ancho de la compuerta es un metro. La altura se mide desde el nivel del agua á la parte superior del portillo y á la parte inferior del mismo, de suerte que la diferencia de estas dos alturas dará la del portillo; la diferencia de los valores de la segunda columna dará el gasto. Las alturas están en metro y el gasto en metros cúbicos.

ALTURAS	VALORES	ALTURAS	VALORES	ALTURAS	VALORES
0,01	0,0018	0,35	0,3791	0,69	1,0491
0,02	0,0052	0,36	0,3954	0,70	1,0722
0,03	0,0095	0,37	0,4120	0,71	1,0952
0,04	0,0146	0,38	0,4288	0,72	1,1185
0,05	0,0205	0,39	0,4459	0,73	1,1418
0,06	0,0269	0,40	0,4631	0,74	1,1654
0,07	0,0339	0,41	0,4806	0,75	1,1891
0,08	0,0414	0,42	0,4983	0,76	1,2129
0,09	0,0494	0,43	0,5162	0,77	1,2369
0,10	0,0581	0,44	0,5343	0,78	1,2615
0,11	0,0668	0,45	0,5526	0,79	1,2854
0,12	0,0751	0,46	0,5711	0,80	1,3099
0,13	0,0858	0,47	0,5898	0,81	1,3346
0,14	0,0959	0,48	0,6088	0,82	1,3594
0,15	0,1063	0,49	0,6279	0,83	1,3843
0,16	0,1172	0,50	0,6473	0,84	1,4094
0,17	0,1283	0,51	0,6667	0,85	1,4347
0,18	0,1398	0,52	0,6864	0,86	1,4500
0,19	0,1516	0,53	0,7063	0,87	1,4856
0,20	0,1637	0,54	0,7264	0,88	1,5112
0,21	0,1762	0,55	0,7467	0,89	1,5371
0,22	0,1889	0,56	0,7672	0,90	1,5631
0,23	0,1919	0,57	0,7878	0,91	1,5892
0,24	0,2153	0,58	0,8086	0,92	1,6155
0,25	0,2288	0,59	0,8297	0,93	1,6419
0,26	0,2427	0,60	0,8508	0,94	1,6685
0,27	0,2568	0,61	0,8722	0,95	1,6954
0,28	0,2712	0,62	0,8937	0,96	1,7220
0,29	0,2859	0,63	0,9154	0,97	1,7489
0,30	0,3008	0,64	0,9373	0,98	1,7760
0,31	0,3159	0,65	0,9594	0,99	1,8033
0,32	0,3314	0,66	0,9820	1,00	1,8307
0,33	0,3471	0,67	1,0040		
0,34	0,3629	0,68	1,0265		

GASTO POR UNA COMPUERTA

ALTURAS	VALORES	ALTURAS	VALORES	ALTURAS	VALORES
0,01	0,0018	0,35	0,3791	0,69	1,0491
0,02	0,0052	0,36	0,3954	0,70	1,0722
0,03	0,0095	0,37	0,4120	0,71	1,0952
0,04	0,0146	0,38	0,4288	0,72	1,1185
0,05	0,0205	0,39	0,4459	0,73	1,1418
0,06	0,0269	0,40	0,4631	0,74	1,1654
0,07	0,0339	0,41	0,4806	0,75	1,1891
0,08	0,0414	0,42	0,4983	0,76	1,2129
0,09	0,0494	0,43	0,5162	0,77	1,2369
0,10	0,0581	0,44	0,5343	0,78	1,2615
0,11	0,0668	0,45	0,5526	0,79	1,2854
0,12	0,0751	0,46	0,5711	0,80	1,3099
0,13	0,0858	0,47	0,5898	0,81	1,3346
0,14	0,0959	0,48	0,6088	0,82	1,3594
0,15	0,1063	0,49	0,6279	0,83	1,3843
0,16	0,1172	0,50	0,6473	0,84	1,4094
0,17	0,1283	0,51	0,6667	0,85	1,4347
0,18	0,1398	0,52	0,6864	0,86	1,4500
0,19	0,1516	0,53	0,7063	0,87	1,4856
0,20	0,1637	0,54	0,7264	0,88	1,5112
0,21	0,1762	0,55	0,7467	0,89	1,5371
0,22	0,1889	0,56	0,7672	0,90	1,5631
0,23	0,1919	0,57	0,7878	0,91	1,5892
0,24	0,2153	0,58	0,8086	0,92	1,6155
0,25	0,2288	0,59	0,8297	0,93	1,6419
0,26	0,2427	0,60	0,8508	0,94	1,6685
0,27	0,2568	0,61	0,8722	0,95	1,6954
0,28	0,2712	0,62	0,8937	0,96	1,7220
0,29	0,2859	0,63	0,9154	0,97	1,7489
0,30	0,3008	0,64	0,9373	0,98	1,7760
0,31	0,3159	0,65	0,9594	0,99	1,8033
0,32	0,3314	0,66	0,9820	1,00	1,8307
0,33	0,3471	0,67	1,0040		
0,34	0,3629	0,68	1,0265		

Sea por ejemplo calcular el gasto por un portillo, cuya línea superior dista del nivel 0,61 y la inferior 0,98: restando los valores correspondientes tendremos 4,7760 — 0,8722 = 0,9038 ó sea 903 litros y 8 decilitros. Esto en la suposición de que el ancho de la compuerta es de 1 metro, pero si esto hubiera sido 0,4 el verdadero gasto sería 0,9038 × 0,4 = 0,36152, esto es 361 litros y medio.

Con este procedimiento se puede determinar directamente el gasto de agua de un canal que lo toma de un río y es el procedimiento más usado en la práctica.

Al pasar el agua por un orificio y al acomodarse á una nueva velocidad tropieza con los bordes de éste y se contrae, contracción que se ha tenido en cuenta al calcular el cuadro último. En él hemos supuesto que hay contracción en los cuatro lados del bastidor por donde sale el agua; pero si ésta sólo existe en tres, lo que sucede cuando la cara de dicho bastidor es prolongación del suelo, el gasto es más considerable que en el caso anterior. Para obtenerle basta multiplicar los números del citado cuadro por 1,035. Si la contracción sólo se verifica por dos lados, lo que ocurre cuando los largueros verticales del bastidor están en la prolongación de las paredes del canal que le precede, el gasto es aún mayor y se obtiene multiplicando los números del anterior cuadro por 1,072. Si se verifican ambas cosas á la vez, esto es, si la contracción sólo ocurre en el lado superior del orificio hay que multiplicar por 1,125. El resultado de estas multiplicaciones se tendrá presente para resolver los tres problemas que aquí pueden ocurrir, á saber: averiguar el gasto por una compuerta, hallar el ancho de ésta, y determinar su altura.

Si la compuerta estuviese inclinada,—cosa que ocurre frecuentemente en algunos motores hidráulicos—se multiplican los números del cuadro por 1,33 si la inclinación es á 45°, y por 1,23 si es á 63°, 5, esto es, con 2 de altura por 1 de base.

Si la compuerta está ahogada, esto es, si vierte dentro de una cantidad de agua y no al aire libre como en el caso anterior, cosa que sucede frecuentemente en las tomas de agua de los canalizos, se medirá la altura desde el nivel de la carga hasta el centro del orificio, y después la distancia vertical desde el nivel de salida hasta el mismo centro: la diferencia entre ambos números será la carga definitiva con arreglo á cuyo valor examinaremos la primera columna del cuadro anterior, para encontrar el valor correspondiente.

GASTO POR TUBOS. Este problema es bastante más complicado que los anteriores y no tiene gran interés en agricultura cuando se refiere á determinar el gasto de agua por un tubo, dada la presión ó carga del líquido en dicho tubo, presión que puede provenir de un depósito. En cambio tiene mayor importancia el problema del gasto del agua en tubos cuando no se tiene en cuenta la carga y si sólo la acción de la gravedad en la pendiente del tubo, como sucede en los destinados al saneamiento de terrenos.

El cuadro adjunto sirve para determinar el gasto de un tubo dada la pendiente y su diámetro. Sea, por ejemplo, averiguar la cantidad de agua que puede llevar un tubo de 0,12 de diámetro y 1 por 100 de pendiente. Basta buscar este último número en la primera columna y el anterior en una de las cabezas para encontrar en la intersección de las líneas 11,18.

GASTO EN TUBOS SIN CARGA

Inclinación de los tubos por metro.	DIÁMETRO DE LOS TUBOS														
	0, m01	0, m02	0, m03	0, m04	0, m05	0, m06	0, m07	0, m08	0, m09	0, m10	0, m11	0, m12	0, m13	0, m14	0, m15
0, m001	0,10041	0,10292	0,10894	0,1195	0,1355	0,1576	0,1866	1,1226	1,1672	2,120	2,182	3,154	4,135	5,126	6,128
0, m002	0,0039	0,0411	0,1264	0,275	0,502	0,815	1,225	1,739	2,367	3,11	3,98	5,00	6,15	7,44	8,89
0, m003	0,0064	0,0505	0,1558	0,337	0,615	0,998	1,500	2,226	3,206	4,44	5,98	7,77	9,83	12,17	14,81
0, m004	0,0074	0,0587	0,1788	0,395	0,710	1,153	1,732	2,458	3,348	4,40	5,84	7,67	9,92	12,60	15,75
0, m005	0,0093	0,0653	0,1994	0,436	0,794	1,289	1,936	2,749	3,733	4,92	6,31	8,10	10,42	13,30	16,78
0, m006	0,0102	0,0716	0,2189	0,478	0,869	1,412	2,121	3,011	4,100	5,39	6,91	8,95	11,63	14,99	18,88
0, m007	0,0109	0,0772	0,2365	0,515	0,939	1,525	2,291	3,352	4,529	5,83	7,46	9,60	12,37	15,81	19,78
0, m008	0,0117	0,0826	0,2524	0,552	1,005	1,729	2,549	3,689	5,022	6,41	8,16	10,41	13,27	16,84	21,14
0, m009	0,0125	0,0876	0,2679	0,585	1,065	1,822	2,739	3,986	5,293	6,76	8,62	11,00	13,94	17,77	22,54
0, m010	0,0131	0,0923	0,2828	0,617	1,122	1,922	2,879	4,200	5,613	7,12	9,02	11,58	14,74	18,64	23,35
0, m015	0,0161	0,1130	0,3457	0,755	1,375	2,232	3,354	4,760	6,483	8,53	10,92	13,68	16,84	20,38	24,35
0, m020	0,0185	0,1306	0,3994	0,872	1,588	2,577	3,873	5,479	7,370	9,85	12,61	15,81	19,44	23,54	28,11
0, m025	0,0208	0,1460	0,4468	0,969	1,775	2,881	4,325	6,148	8,370	11,01	14,10	17,68	21,81	26,31	31,43
0, m030	0,0227	0,1601	0,4892	1,068	1,944	3,156	4,743	6,736	9,169	12,06	15,45	19,37	23,81	28,83	34,43
0, m035	0,0245	0,1727	0,5288	1,154	2,101	3,409	5,123	7,274	9,903	13,02	16,60	20,92	25,72	31,14	37,19
0, m040	0,0263	0,1849	0,5649	1,233	2,245	3,645	5,477	7,777	10,482	13,93	17,84	22,36	27,49	33,29	39,76
0, m045	0,0279	0,1959	0,5995	1,308	2,382	3,866	5,809	8,249	11,229	14,77	18,93	23,72	29,16	35,30	42,16
0, m050	0,0294	0,2066	0,6320	1,379	2,511	4,075	6,124	8,696	11,757	15,57	19,95	25,00	30,74	37,21	44,24
0, m055	0,0308	0,2166	0,6624	1,447	2,633	4,274	6,424	9,119	12,414	16,33	20,92	26,22	32,24	39,03	46,61
0, m060	0,0322	0,2264	0,6914	1,515	2,750	4,464	6,708	9,526	12,996	17,06	22,15	27,39	33,67	40,76	48,08
0, m065	0,0335	0,2355	0,7204	1,572	2,863	4,646	6,982	9,918	13,491	17,75	22,75	28,51	35,05	42,43	49,58
0, m070	0,0348	0,2446	0,7480	1,631	2,971	4,821	7,246	10,290	14,015	18,42	23,66	29,58	36,37	44,03	51,07
0, m075	0,0360	0,2534	0,7741	1,688	3,075	4,991	7,500	10,652	14,497	19,07	24,44	30,62	37,65	45,58	52,54
0, m080	0,0372	0,2612	0,7996	1,745	3,176	5,153	7,746	10,999	14,972	19,70	25,24	31,62	38,88	47,07	54,03
0, m085	0,0384	0,2690	0,8229	1,801	3,273	5,313	7,984	11,341	15,433	20,30	26,01	32,60	40,08	48,53	55,44
0, m090	0,0395	0,2772	0,8484	1,850	3,368	5,467	8,216	11,668	15,880	20,89	26,77	33,54	41,24	49,93	56,21
0, m095	0,0406	0,2848	0,8710	1,901	3,463	5,617	8,441	11,988	16,353	21,46	27,50	34,46	42,37	51,29	57,94
0, m100	0,0415	0,2920	0,8936	1,951	3,551	5,763	8,660	12,301	16,740	22,02	28,21	35,36	43,47	52,63	59,62
0, m110	0,0436	0,3065	0,9375	2,036	3,723	6,044	8,889	12,889	17,175	23,10	29,59	37,07	45,59	55,19	62,85
0, m120	0,0456	0,3196	0,9792	2,138	3,889	6,313	9,183	13,407	18,337	24,4	30,91	38,8	47,47	57,65	68,85