

SECCIÓN EXTRANJERA

Observaciones sobre el movimiento del agua en el nuevo acueducto entre el lago Katrine y Glasgow (1).—El objeto de las siguientes consideraciones es dar á conocer los resultados de algunos experimentos acerca del movimiento del agua en el nuevo acueducto que enlaza el lago Katrine con Glasgow, para determinar el valor del coeficiente de rozamiento n en la fórmula de Kutter y también para estudiar las velocidades obtenidas por medio de flotadores.

La fórmula de Kutter relativa al movimiento del agua en los túneles es:

$$C = \frac{41,6 + \frac{1,811}{n} + \frac{0,00281}{i}}{1 + \left(41,6 + \frac{0,00281}{i}\right) \frac{n}{\sqrt{m}}}$$

C es el coeficiente de gasto;

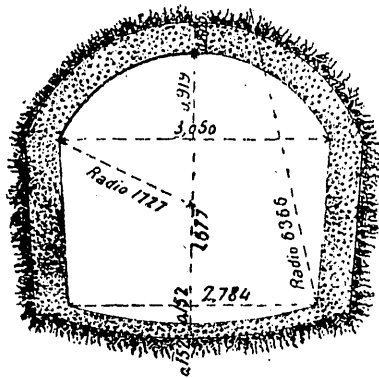
i el seno del ángulo de pendiente del túnel;

n el coeficiente de rozamiento;

m el radio medio en pies ($0^m,305$).

En un 53 por 100 de la longitud total, las paredes del túnel están revestidas de hormigón (fig. 1). Para

Fig. 1

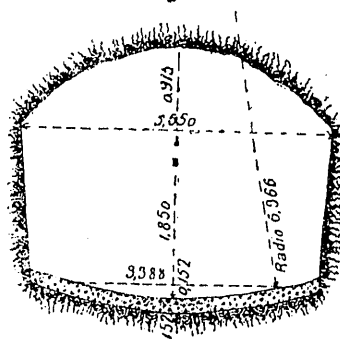


construir este revestimiento se empezó por formar un cerchón con tablones de $0^m,15$ por $0^m,05$; sobre él se clavaron tablas de $0^m,02$ de espesor enlucidas con jabón blando para hacerlas resbaladizas y correrlas á medida que se colocaba el hormigón. Se tomaron todas las precauciones necesarias para obtener un paramento liso y, salvo en algunos puntos defectuosos, no hubo necesidad de revoque. El zampeado se recurrió de hormigón en toda su extensión y se alisó perfectamente por medio de un pisón metálico. Como se ve en la figura 2, en la parte del túnel en que no se ha construido revestimiento, se ha ensanchado el túnel $0^m,61$ para tener en cuenta el aumento del rozamiento.

Suponiendo el gasto máximo (que corresponde á un nivel de $0^m,305$ por encima de la línea de arranques de la bóveda), este aumento de ancho da lugar á un aumento de 21 por 100 en la sección y de 8,25 por 100 en el radio medio.

Estos incrementos ha adoptado M. J. M. Gale, fundándose en los valores de n que había deducido de experimentos realizados en el antiguo acueducto del lago Katrine; dichos valores son 0,0184 para la parte revestida y 0,025 para la parte no revestida del túnel.

Fig. 2



La sección del túnel que se ha utilizado para los experimentos es perfectamente rectilínea y se extiende desde la cámara de acceso de High Lettre hasta la situada en el puente de Blairgar, siendo su longitud de 56 metros. Más de la mitad de esta longitud está revestida de hormigón y la pendiente es de $\frac{1}{5,5}$.

Se determinó la profundidad del agua por medio de escalas graduadas y se obtuvo la velocidad media real dividiendo el gasto (determinado en el vertedero del depósito de Mugdock) (1) por la sección mojada.

Con el objeto de hacer comparaciones con los valores precedentes, se operó con flotadores constituidos por tarugos de madera circulares de $0^m,044$ de diámetro y $0^m,020$ de espesor. Se emplearon también flotadores de varillas de $0^m,025$ de diámetro y de $0^m,660$ de longitud, lastrados con plomo de modo que quedasen sumergidos en una altura de $0^m,546$, y pintados de blanco para poder ser distinguidos con facilidad. Estos flotadores estaban provistos de ganchos en su extremo superior para poderlos retirar más fácilmente, y cada serie se numeraba de 1 á 10.

Se colocaron en el agua los flotadores con intervalos de treinta á cuarenta y cinco segundos, teniendo cuidado de anotar exactamente el momento de la inmersión. Se observó que cinco ó seis flotadores llegaban con un retraso de uno ó dos minutos respecto á los demás; esto es debido probablemente á los remansos producidos en las partes rugosas del túnel. Estos flotadores fueron descartados y sólo se tuvieron en cuenta los restantes, que llegaron con diferencias menores de treinta segundos.

Parece, según estos experimentos, que las velocidades obtenidas por medio de los flotadores de disco no dan una exactitud suficiente; si se admite la fór-

(1) El gast se obtuvo por medio de la fórmula $Q = 3,421 t \sqrt{h^3}$; Q es el gasto en pies cúbicos por segundo; t la longitud del vertedero en pies; h la altura de la lámina de agua en pies.

(1) Del Génie Civil.

mula de Darcy (1), que permite deducir la velocidad media de la velocidad en la superficie, se comprueba que, en el caso que nos ocupa, los resultados deducidos de los experimentos son inferiores á los reales en 18 por 100. Por otra parte, las velocidades obtenidas por medio de flotadores de varilla, dan una media inferior á la media exacta en 3,4 por 100, lo cual es suficientemente aproximado en la mayor parte de los casos.

Los valores deducidos para n varían entre 0,0119 y 0,0129, siendo la media 0,0124, salvo en uno ó dos casos excepcionales en que se cometieron errores en las medidas, si bien estos errores no llegaban á 0,0001 en más ó en menos. Este valor de n es próximamente el término medio entre los que adopta Kutter en las dos hipótesis «maderas rugosas» y «mampostería y ladrillo», y se halla de acuerdo con los valores determinados por M. W. J. B. Clerke en los experimentos realizados en el acueducto que conduce el agua á Bombay (2).

En cuanto al valor muy elevado que encontró M. Gale para el acueducto antiguo, debe sin duda atribuirse al revestimiento de mampostería, cuyas juntas estaban completamente desgarnecidas por haber sido arrastrado todo el mortero; esto provoca remansos que ocasionan un aumento muy considerable del rozamiento en la superficie. Las velocidades se han calculado para diversos valores de m y de i con $n = 0,0125$, y se han deducido las curvas de velocidades de la figura 3.

Fig. 3.

