

empleados para recoger los datos de estos experimentos en las condiciones de la práctica y se reproducen los resultados de 269 ensayos indicando: nombre y situación del canal, forma, longitud del trozo experimentado, anchura aproximada de la superficie líquida, profundidad máxima y media, área de la sección líquida, velocidad media, candal por segundo, curva de velocidad, perímetro bañado, radio medio, pendiente de la superficie del agua, coeficiente de retardo, etc. Sigue a estos datos una breve descripción de los canales estudiados.

Se ha hecho constar que los valores del coeficiente de retardo  $n$  varían entre 0,011 y 0,030; se tiene el mínimo para las mejores condiciones de los materiales y de la mano de obra; el máximo para los canales de fuertes curvas, revestidos de materiales bastos y obstruidos por depósitos de arena y por la vegetación acuática.

En los revestimientos de cemento el valor de  $n$  oscila entre 0,012 (para material, obra y condiciones óptimas) y 0,018 (cemento basto, fuertes curvas, depósito de arena y de plantas acuáticas). Los valores superiores a 0,018 conciernen, por lo regular, a los canales con depósitos de arena, vegetación, etc.

En los canales de madera el valor de  $n$  varía entre 0,012 (canales bien contruidos y pulimentados en largos trazados rectos tangenciales a curvas de gran radio) y 0,016 (canales revestidos de tablas sin pulimentar con bruscos recodos).

En los canales metálicos el valor de  $n$  oscila entre 0,011 y 0,022.

Los revestimientos con muros dan valores de  $n$ , próximamente iguales a los encontrados para el cemento.

En los canales de tierra el valor de  $n$  varía entre límites mucho más amplios que para todos los demás materiales. Sus condiciones son mucho más complejas que las de los canales menos sujetos a las erosiones y a las acumulaciones de hierba, raíces, fango y arena. Se puede admitir un mínimo de 0,016 para las condiciones más favorables, y un máximo de 0,030, que puede ser sobrepasado en los canales irregulares, de trazado muy quebrado y muy invadidos por la vegetación.

Conviene añadir, como hace la revista citada, que en un canal determinado puede el valor de  $n$  no ser constante todo el año. Así el desarrollo de la vegetación puede modificarlo, de la primavera a la mitad del verano, hasta el punto de hacer disminuir el caudal en un 25 por 100.

### Resultados obtenidos en los ensayos verificados con tubos de madera.

Los resultados obtenidos con los tubos de madera para cañerías no han podido apreciarse en nuestras fábricas hidráulicas modernas tanto como sus cualidades especiales merecen, en primer lugar por lo módico de su precio, y después por su notable poder aislador, cuyo valor tiene una importancia particular para los países del Norte. Lo que también ha podido contribuir al descrédito que ha recaído sobre estos tubos es la ausencia general de datos positivos acerca de su resistencia y los defectos de construcción que han dado lugar a roturas.

Las grandes fábricas modernas exigen cañerías de gran diámetro, cuyos cálculos de resistencia no presentan una completa certidumbre. Sería necesario tener en cuenta las deformaciones que se producen en la sección circular de los tubos por el peso del agua, principalmente cuando se llenan ó vacían. Las publicaciones técnicas carecen de datos sobre los coeficientes de elasticidad ó de resistencia de la madera transversalmente a las fibras y sobre la dilatación producida por la imbibición del agua.

Para llenar este vacío se han verificado una serie de ensayos en el laboratorio de la Escuela Superior Técnica para el Servicio de las Obras hidráulicas, en Suecia, para determinar las propiedades de la madera con relación a las cuestiones mencionadas, y de ellos dan cuenta los *Annales des Ponts et Chaussées* haciendo un resumen del artículo publicado por M. A. F. Sam-

sioe en el *Teknisk Tidskrift*. Estas investigaciones no están aún terminadas, pero han dado ya resultados útiles para la aplicación al cálculo de los tubos de madera.

*Ensayos sobre la elasticidad de la madera y sobre su resistencia a los esfuerzos perpendiculares a la dirección de las fibras.*— Las muestras cúbicas de madera de pino de 20 centímetros de lado embebidas en agua han sido sometidas a presiones crecientes, en dos series que comprendían cada una cuatro muestras tomadas de un aprovisionamiento de madera cortada en invierno hacía seis meses.

La madera se embebió de agua para colocarla en las condiciones más aproximadas posibles a las que deberán estar sometidas las cañerías.

Los resultados obtenidos proporcionaron por término medio las cifras siguientes:

a) Módulo de elasticidad para una presión normal a la dirección de las fibras:

$$E_t = 10.000 \text{ ton./m.}^2 \text{ (1.000 kg./cm.}^2\text{)}.$$

b) Límite de proporcionalidad en números redondos:

$$\sigma_p = 150 \text{ ton./m.}^2 \text{ (15 kg./cm.}^2\text{)}.$$

c) Carga de rotura con una compresión total de 35 por 100:

$$\sigma_b = 350 \text{ ton./m.}^2 \text{ (35 kg./cm.}^2\text{)}.$$

Las grietas ó hendiduras provocadas por la compresión comenzaron a aparecer a la proximidad de 130 ton./m.<sup>2</sup> (13 kg./cm.<sup>2</sup>) y para 200 ton./m.<sup>2</sup> (20 kg./cm.<sup>2</sup>) la separación era completa.

Los ensayos realizados muestran que la madera no posee en el sentido perpendicular a las fibras más que una resistencia notablemente menor que en el sentido paralelo, ó sea 15 por 100; esta relación no parece que está suficientemente tenida en cuenta cuando se realizan trabajos en madera.

*Ensayo de compresión normalmente a las fibras, con una carga concentrada sobre una pequeña porción de una gran superficie.*— Dos planchas de 3,6 y 45 centímetros de longitud se sometieron a una presión normal a las fibras por el intermedio de un hierro dispuesto transversalmente.

Los resultados esenciales fueron:

a) Límite de proporcionalidad, aproximadamente:

$$\sigma_p = 400 \text{ ton./m.}^2 \text{ (40 kg./cm.}^2\text{)}.$$

b) Carga de rotura bajo una compresión total de 35 por 100:

$$\sigma_b = 1.000 \text{ ton./m.}^2 \text{ (100 kg./cm.}^2\text{)}.$$

*Ensayo de dilatación por el efecto de la imbibición.*— Los experimentos se hicieron con madera de pino cortada en invierno y secada después al aire durante seis meses; dos extremos de planchas de 3 x 6 y 40 centímetros de longitud se sujetaron el uno sobre el otro entre las soleras opuestas de dos hierros I unidos por unos estribos con tuercas. Estas ensambladuras reciben por la presión de las tuercas una compresión inicial que va de 0,150 a 200 ton./m.<sup>2</sup>.

Las presiones se leían en el manómetro de una máquina de ensayar.

Por los resultados obtenidos se ha visto que la madera embebida, y cuya expansión se contraría, desarrollan dependientemente de la presión inicial que ha podido sufrir una presión especial de  $\sigma = 100 \text{ ton./m.}^2$  (10 kg./cm.<sup>2</sup>).

*Resistencia de los tubos de madera.*— El autor expone a continuación los cálculos de resistencia de las cañerías de agua, de madera, tanto mientras se las llena, como cuando se vacían, apoyándose en las investigaciones anteriores de Forchheimer, Johnson, etc.

### Nueva disposición de tiro artificial inducido.

Existen diferentes procedimientos mecánicos para el tiro de los hogares que permiten una aceleración del tiro de la chimenea por la agregación de un ventilador centrifugo. Esta aceleración puede obtenerse, ya por la impulsión del aire en el ho-