

tros, siendo de 573 kilómetros la que corresponde á los planes del contrato con la Diputación y á los de los dos concursos de subvenciones.

Según los casos y las circunstancias de cada Ayuntamiento, se ha elegido el sistema más conveniente entre los que la ley autoriza para la ejecución de los caminos, contribuyendo á ellos, unos entregando en metálico la parte que les corresponde, otros realizando los trabajos equivalentes que se les señaló y la mayoría construyendo la totalidad de las obras y percibiendo la subvención correspondiente al importe de cada kilómetro terminado.

Además de sus recursos ordinarios, siempre escasos, los Ayuntamientos han procurado la recaudación de otros extraordinarios exclusivamente dedicados á la terminación de sus caminos, cobrando algunos repartos para los que se ha tomado como base el recargo sobre la contribución y buscando otros el auxilio de los sindicatos rurales ó el de los propietarios más directamente interesados en la construcción de las obras, pudiendo afirmarse que, salvo contadas excepciones, los pueblos con unanimidad no corriente en otros asuntos, han puesto de su parte cuanto les ha sido posible para cumplir los compromisos adquiridos, no siendo obstáculo á ello los cambios de Alcaldes y Ayuntamientos, pues en general han secundado todos con igual entusiasmo las iniciativas de sus antecesores, prueba evidente de la utilidad de estas obras y del acierto con que se ejecutan.

Muchas de ellas han sustituido á trozos de carreteras incluidos en planes del Estado ó de la Diputación realizando en plazo relativamente breve aspiraciones sentidas por las comarcas desde hace años y que no creían ver ya realizadas. Entre los caminos construidos hay varios de importancia, por su longitud y por la de las obras de explanación y de fábrica que se han construido, abriendose en zonas desprovistas de todo camino carretero. Merece especial mención el puente ya terminado sobre el Júcar entre Albalat de la Ribera y Poliñá, que consta de dos tramos parabólicos de acero de 40 metros de luz, obra á la que han contribuido en metálico los citados pueblos, pagando puntualmente al contratista la parte correspondiente de las certificaciones expedidas.

Han sido varios los Ayuntamientos que han mejorado las condiciones de sus caminos, unos rectificando algunos tramos en los trazados, á costa de mayor gasto en el coste de las expropiaciones y de las explanaciones y otros aumentando el ancho de éstas hasta 6 y 7 metros y proporcionalmente el de los afirmados y sus espesores, habiendo procurado en todos los casos el personal encargado de las obras secundar y encauzar las iniciativas de los municipios facilitando su realización.

Encargado el Estado de la conservación de los caminos vecinales, se viene atendiendo á ella con la mayor asiduidad procurando, con cargo á los presupuestos aprobados con este objeto, subsanar deficiencias de construcción, al propio tiempo que se atienda á la conservación de los afirmados, que en la actualidad hállanse en perfecto estado, realizándose la circulación por estas vías secundarias en condiciones mucho más favorables que en gran parte de las carreteras generales de la provincia.

Ésta ha respondido, pues, de un modo digno de especial mención á las iniciativas del Estado en este asunto, habiéndose conseguido la cooperación activa y eficaz de los pueblos interesados en la ejecución de las obras de los caminos vecinales, la red de los cuales ha facilitado notablemente las comunicaciones de esta provincia. Todavía quedan más de sesenta pueblos en ella sin enlace con las carreteras generales, faltando también la construcción de varios caminos, que á la vez que establezcan comunicaciones directas entre los principales centros de producción y consumo atravesen las zonas de cultivo más intenso facilitando la

extracción y transporte de los productos de la fértil región valenciana, que espera impacientemente el anuncio de nuevos concursos de subvenciones para acudir á ellos y completar y ampliar sus vías de comunicación convencida de que éstas son absolutamente necesarias para el progreso de su riqueza agrícola é industrial, que actualmente mantiene un tráfico importantísimo y cada vez mayor en todas las líneas férreas que atraviesan la provincia así como en su puerto, habiendo alcanzado la circulación por las carreteras del Estado un promedio diario de 724 colleras en el pasado año.

Ponen de manifiesto las anteriores consideraciones que se ha conseguido la finalidad que inspiró la ley de Caminos vecinales, no sólo por la importancia de los construidos, sino también por haberse compenetrado los pueblos con el espíritu de aquélla, acostumbrándose á no esperarlo todo de la acción directa del Estado y á cooperar con él á la realización de obras y servicios que á su utilidad general unan la directa é inmediata de las entidades interesadas en ellos, las que con su constante vigilancia é intervención comprueban y aprecian la gestión técnica y económica de los trabajos, sirviéndoles el éxito de éstos de garantía para proseguirlos y de ejemplo para acometer otros, convencidos por los hechos de la posibilidad de llevar á la práctica proyectos de interés general, si éste es el que los promueve y sólo á él se atiende en su ejecución.

LUIS DICENTA Y LLORET.

Valencia 26 Julio 1917.

## FÓRMULA Y ÁBACO PARA EL CÁLCULO DE CAÑERÍAS<sup>(1)</sup>

por

A. SONIER

Ingeniero Profesor de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos.

Para el cálculo de las cañerías se han propuesto muchas fórmulas. En algunas se ha tratado de determinar por el cálculo la función de la velocidad que en ellas interviene, pero en las más esa función se ha determinado empíricamente, y de todas ellas sólo unas pocas se han admitido en la práctica corriente para la determinación de los elementos de una cañería de conducción de aguas.

Las más usadas son:

Fórmula de Darcy,

$$i = \left( 0,001014 + \frac{0,00002588}{d} \right) \frac{v^2}{d}$$

para tubos nuevos,

$$i = \left( 0,002028 + \frac{0,00005176}{d} \right) \frac{v^2}{d}$$

para tubos viejos, en las que  $i$  es la pérdida de carga por unidad de longitud,  $d$  el diámetro en metros y  $v$  la velocidad en metros por segundo.

La de Levy, para tubos viejos,

$$v = 20,5 \sqrt{ri} (1 + 3 \sqrt{r})$$

en la que  $r$  es el radio del tubo.

Y la de Flamant

$$di = 0,00092 \sqrt{\frac{v^2}{d}}$$

(1) Trabajo presentado al Congreso de Sevilla de la Asociación española para el progreso de las Ciencias.

Pero las de Darcy han de aplicarse teniendo en cuenta que la de tubos viejos da pérdidas de carga excesivas para los diámetros grandes; para éstos, por tanto, hay que aplicar, para tubos viejos, los coeficientes de la fórmula para tubos nuevos.

La de Flamant debe modificarse, según propuso Masoni, á consecuencia de numerosos experimentos hechos en Nápoles, dándole la forma

$$di = 0,00138 \sqrt{\frac{v^7}{d}}$$

Cuál de ellas sea la mejor para todos los casos, no es cosa averiguada, y por ello, los ingenieros, al calcular una cañería, para obtener un valor más probable suelen aplicar las tres fórmulas y tomar la media de sus resultados.

La fórmula que propongo la he deducido con esa condición misma de dar un resultado que sea un valor medio entre los que dan las fórmulas de Darcy (con la condición antédicha), de Levy y de Flamant-Masoni para tubos viejos.

El procedimiento para obtener la fórmula ha sido el siguiente:

Dando un valor constante ( $1\text{ m : s}$ ) á la velocidad, he deducido de las dos fórmulas de Darcy, de la de Levy y de la de Flamant-Masoni, los valores de la pérdida de carga  $i$  correspondientes á los valores del diámetro  $d$  y los he ido señalando en un gráfico en papel cuadriculado logarítmico. Así he obtenido cuatro rectas (fig. 1.).

Para trazar la que ha de dar la nueva fórmula he tomado,

Para  $v = 1\text{ m/s}$

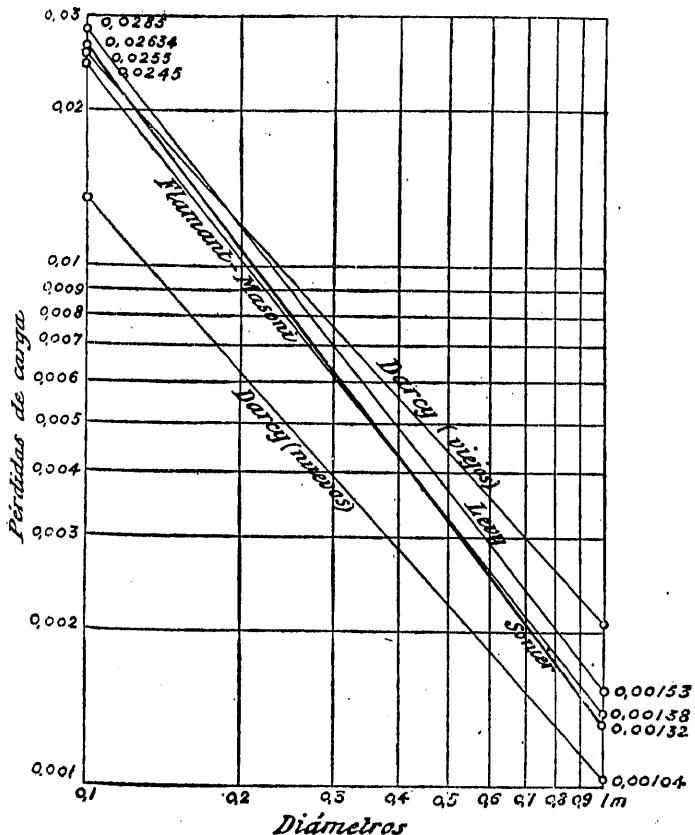


Fig. 1.

Para el diámetro de un metro, la pérdida de carga 0,00132 que es la media de

- 0,00104 (Darcy, nuevos)
- 0,00138 (Flamant-Masoni)
- 0,00153 (Levy)

Para el diámetro igual á 0,1 las pérdidas de carga son

- 0,0285 (Levy)
- 0,0255 (Darcy, viejos)
- 0,0245 (Flamant-Masoni)

La media sería 0,0262, pero para obtener un número más sencillo como coeficiente angular de la recta, he tomado el valor, ligeramente mayor, 0,02634.

Uniendo estos dos puntos he obtenido la recta buscada.

Su ecuación es

$$y + mx = b$$

El coeficiente angular vale

$$m = \frac{\log 0,02634 - \log 0,00132}{\log 1 - \log 0,1} = 1,3$$

y la ordenada en el origen es

$$b = \log 0,00132 + 2 \log v$$

en el caso general; en el particular de la figura, como se ha supuesto  $v = 1$ , es cero el término  $2 \log v$ .

Poniendo estos valores en la ecuación resulta:

$$\log i + 1,3 \log d = \log 0,00132 + 2 \log v$$

ó sea

$$id^{1,3} = 0,00132 v^2$$

que es la fórmula buscada.

En lugar de la velocidad puede ponerse su valor en función del caudal  $Q$ .

$$v = \frac{4 Q}{\pi d^4}$$

$$id^{1,3} = 0,00132 \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot \frac{Q^2}{d^8}$$

ó bien

$$i = 0,00214 \frac{Q^2}{d^{5,3}}$$

En ésta, como en las otras fórmulas,  $d$  está en metros,  $v$  en metros por segundo y  $Q$  en metros cúbicos por segundo.

La pérdida de carga por unidad,  $i$ , en esta fórmula y en las de Darcy y de Levy varía según el cuadrado de la velocidad, pero no así en la de Flamant, en que varía según la potencia 1,75, de suerte que, para velocidades superiores á un metro por segundo, la fórmula propuesta dará para  $i$  un valor superior á la media de las otras fórmulas, y lo dará menor para velocidades inferiores á un metro.

Así, para diámetro de un metro y velocidad igual á 2, la fórmula da una pérdida de carga de 0,00528 y la media de las otras tres fórmulas es 0,005, y para el mismo diámetro y velocidad igual á 0,5 da 0,00033, mientras que la media de las otras es 0,00035.

Como se ve, estas diferencias son muy pequeñas y, además, ha de advertirse que en la mayoría de los casos, y principalmente en el cálculo de las cañerías para el repartimiento del agua en las poblaciones, las velocidades que se admiten son, muy poco más ó menos, de un metro por segundo.

Para el cálculo de estas cañerías de repartimiento del agua en las poblaciones, la aplicación directa de la fórmula á cada uno de

los numerosísimos trozos de cañería, con la gran diversidad de caudales, sería un trabajo improbo.

Para facilitar la labor he construido el ábaco de líneas paralelas de la figura 2.<sup>a</sup> En él, aunque la fórmula está en metros, he expresado, para mayor comodidad, los caudales en litros por segundo, los diámetros en milímetros y las pérdidas de carga en milésimas.

En este ábaco los grupos de valores de las cuatro variables

El ábaco puede ser también de gran utilidad para el cálculo de alcantarillas cuan lo éstas sean tubos de gres ó de fábrica y se suponga que van á boca llena.

Como en estos casos no se trata de cañerías forzadas, aunque vayan llenos los tubos, se aplican las fórmulas de los canales, en lugar de aplicar las de los tubos.

Siguiendo el procedimiento anteriormente explicado, he dibujado (fig. 3.<sup>a</sup>) las rectas que corresponden á la fórmula pro-

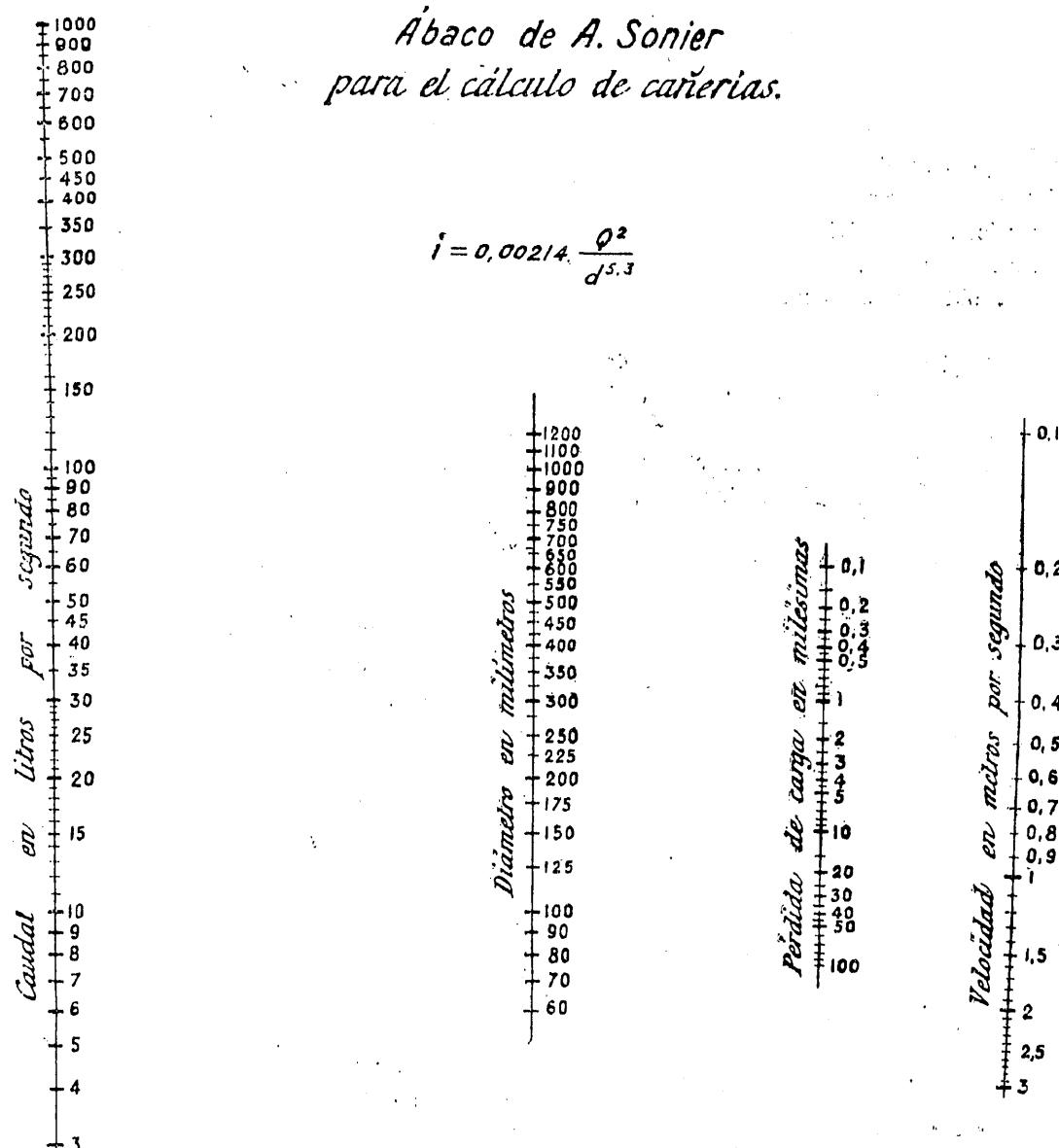


Fig. 2.<sup>a</sup>

que satisfacen simultáneamente á las ecuaciones están en línea recta.

Así, por ejemplo, si se trata de determinar los valores de  $d$  y de  $v$  que corresponden á  $Q = 0,03$ ,  $i = 0,01$  se trazarán por los puntos  $Q = 30$  litros,  $i = 10$  milésimas una recta que corta á las otras dos en los puntos  $d = 200$  milímetros y  $v = 0,95$  metros por segundo.

puesta y á las de Bazin y Kutter tomando la velocidad igual á un metro.

Para la fórmula de Bazin

$$v = \frac{87 R}{c + \sqrt{R}} \sqrt{i}$$

he dibujado las dos rectas que corresponden á los dos valores de  $c = 0,16$  (paredes lisas) y  $c = 0,47$  (paredes de mampostería).

Para  $v = 1 \text{ m/s}$

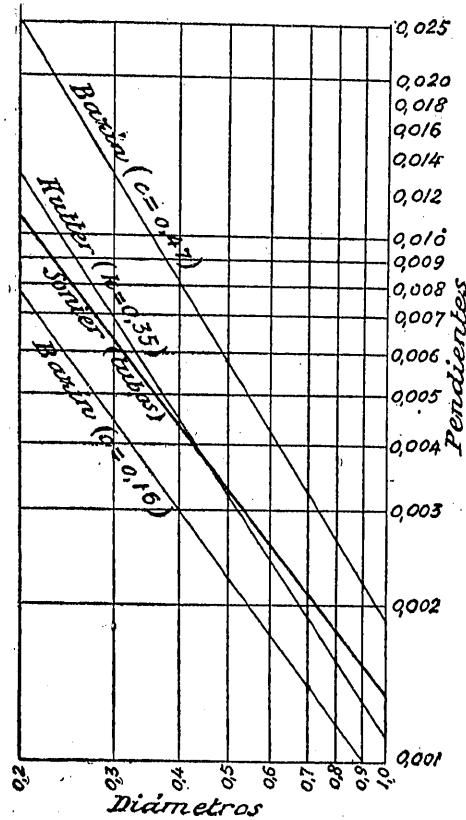


Fig. 3.<sup>a</sup>

Para la de Kutter

$$v = \frac{100 R}{K + \sqrt{R}} \sqrt{i}$$

se tomado el valor  $K = 0,35$  (paredes de fábrica) que es el que se emplea en estos casos. (Para paredes de mampostería es 0,45).

Como se ve en la figura la fórmula propuesta da resultados muy próximos á la de Kutter.

## HIERROS Y ACEROS<sup>(1)</sup>

Damos á continuación un extracto en su parte esencial del informe de la Comisión investigadora de los Ensayos de Dureza.

Fue instituida dicha Comisión en 1914 para informar acerca del ensayo de dureza que convendría aplicar á los ejes y pasadores de acero templado. El Instituto de Ingenieros Mecánicos nombró Presidente á Unwin y Vocales á Barr, Hadfield, Sankey, Stanton y Tutton.

Reunida la Comisión, acordó hacer objeto de su estudio la dureza, entendiendo como tal la propiedad de los materiales que asegura á éstos la resistencia al desgaste por rodadura ó resbalamiento. Decidieron, pues, practicar en el Laboratorio Nacional de Física ensayos de resistencia al desgaste, especialmente entre superficies secas. Al mismo tiempo debían efectuarse ensayos de dureza por el método de Brinell y escleroscopios por el de Shore.

Los ensayos debían referirse á dos clases de esfuerzos que obran de modos totalmente diferentes: ensayos para determinar la magnitud de la desintegración que se verifica en la superficie

de los carriles de acero, causada por el rozamiento de las ruedas muy cargadas y otros para medir el desgaste entre superficies que resbalan una sobre otra. Las características de la primera clase de desgaste son la extraordinaria pequeñez del movimiento relativo entre rueda y carril y la gran magnitud del esfuerzo de compresión en la línea de contacto. El segundo género está caracterizado por condiciones inversas: presión relativamente pequeña y movimiento relativo considerable. Ejemplos de este segundo desgaste son el movimiento de los ejes en sus cojinetes, del taco en las paralelas de una máquina de vapor y muchos más.

Las anteriores consideraciones prescribían los ensayos que era necesario practicar: ensayos de desgaste rodado en seco y ensayos por rozamiento en seco y lubricado, unos y otros combinados con los ensayos de Brinell y de Shore, que debían practicarse antes y después que los de desgaste.

Los ensayos estuvieron á cargo de Stanton, de la Comisión, y de Batson, agregado á ella para ese fin. Comenzaron empleando una máquina construida *ad hoc* en el Laboratorio; pero pronto echaron de ver que su complicación era excesiva y resolvieron usar una máquina de ensayos de fatiga por el procedimiento de Woehler, adaptándola al de Saniter para ensayos de rozamiento rodado; la descripción de este método puede verse en la Memoria del Sr. Mendizábal. El diámetro de la barreta de prueba era de  $\frac{1}{2}$  pulgada (1,27 cm.) y el interno del anillo *rodante* de acero duro era de una pulgada; la velocidad de 4.000 vueltas por minuto y el peso que se aplicaba al anillo móvil de 410 libras (158 kilogramos).

El desgaste —reducción del diámetro de la probeta— se media en  $\frac{1}{10000}$  de pulgada después de 20.000 vueltas, ó sean cincuenta minutos. La *resistencia al desgaste* es el número recíproco del anterior multiplicado por 1.000.

Los materiales usados para las pruebas de desgaste rodado fueron seis barretas de acero-níquel-cromo con 0,7 por 100 de carbono, que recibieron diferentes tratamientos térmicos, y dos barretas de acero al manganeso, suministradas todas ellas por Hadfield. El análisis dió las siguientes composiciones;

|                                      | C    | Si   | Mn    | Cr  | Ni  |
|--------------------------------------|------|------|-------|-----|-----|
| Barretas de acero cromo-níquel ..... | 0,70 | »    | »     | 2,0 | 2,5 |
| Idem de fd. al manganeso .....       | 1,36 | 0,36 | 13,10 |     |     |

Las seis barretas cromo-níquel fueron calentadas á 850° C. y templadas en aceite; las 2, 3, 4, 5 y 6 fueron además revenidas á 200, 300, 400, 500 y 600°, respectivamente. En el cuadro número 1, incluido al final, pueden verse los resultados obtenidos, entre los que figuran los números de Brinell y escleroscopicos, antes y después del desgaste, el coeficiente de desgaste y la resistencia á éste, tal como antes la definimos.

El número de Brinell se determinó con bola de 10 milímetros de diámetro y carga de 3.000 kilogramos, actuando durante treinta segundos.

El *diagrama n.º 1* adjunto permite ver que las resistencias al desgaste de los seis aceros templados son, aproximadamente, proporcionales á los números Brinell de dureza, resultado en armonía con los que había obtenido Saniter para los aceros al carbono, cuya proporción de este elemento no excede del 0,7 por 100. Pero en muchos casos no hay esa correlación, y ejemplo palmario de ello presentan los aceros al manganeso marcados en el citado diagrama con las acotaciones 1-1.010 y 2-1.010, los cuales, con un número muy bajo de dureza, presentan, sin embargo, una gran resistencia al desgaste. Los números escleroscopicos de estos dos aceros, antes y después del desgaste, están, aproximadamente,

(1) Véase el n.º 2175.