

San Ildefonso es una iglesia relativamente complicada: la portada es plateresca; la cubrición de las naves, gótica, sobre pilares. Quizá corresponda al siglo XVI, salvo dos torres barrocas, naturalmente posteriores.

10 de junio. — Córdoba. — Por la mañana, después de visitar la magnífica Mezquita, frente a la cual se alza la bella portada Isabel de la Casa de Ex-pósitos, en que murió Ambrosio de Morales, llega-

mos hasta el puente romano, sobre el Guadalquivir, cerca del cual hay un arco del triunfo de fines del siglo XVI, junto al gracioso monumento a San Rafael. Vimos además la Sinagoga mudéjar, relativamente interesante, y los Museos provincial y de Romero de Torres; el primero, con buenas colecciones, y el segundo, con gran número de cuadros del maestro cordobés.

Fernando RODRIGUEZ PÉREZ,
Alumno de cuarto año de la Escuela
de Caminos.

Secciones de canales de velocidad constante

Es interesante el cálculo de la sección transversal de un canal, trazada de tal modo, que se consiga que la velocidad del líquido permanezca constante, aunque varíe el caudal que por el canal es conducido.

La ventaja principal es evitar la erosión de los paramentos, que se produce cuando circula mucho volumen, y aumenta la velocidad. Otra ventaja de tener velocidad constante consiste en poder utilizar el canal para navegación, aunque exista avenida.

Vamos, pues, a plantear el problema.

La velocidad del agua, en un canal, está dada por diversas fórmulas, bien conocidas de todos los lectores de la REVISTA, en las cuales intervienen, además de los coeficientes de rugosidad, dos constantes inherentes al tramo del canal, que son la pendiente y el radio medio hidráulico de la sección.

Cuando crece el caudal, la sección se llena más y el radio hidráulico varía, aumentando, generalmente, con el caudal. Esto implica una variación en la velocidad, función del volumen de líquido que se transporta en la unidad de tiempo.

Si se quiere hacer constante la velocidad no hay más que un medio, establecer la constancia del radio medio.

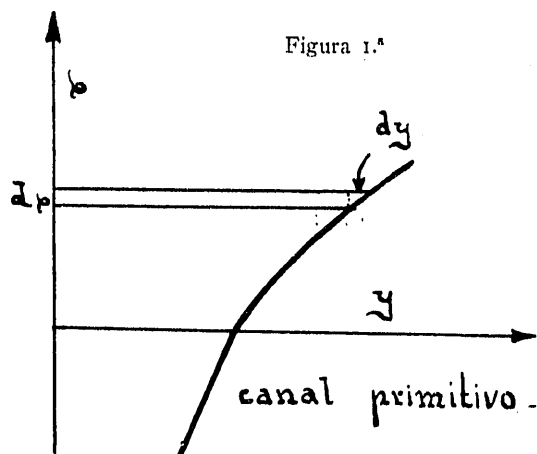


Figura 1.ª

Supongamos que existe un canal, que en el croquis se indica como "canal primitivo", calculado para estiaje, o de mínimo caudal. Esta sección vendrá caracterizada hidráulicamente por su radio medio, que es la relación entre el área de líquido y el perímetro mojado por él. Se trata de darle capacidad para mayor caudal, conservando el radio medio del canal primitivo. Si llamamos ΔA al incremento de sección

de líquido, y Δp al aumento de perímetro mojado, se ha de verificar que

$$\frac{\Delta A}{\Delta p} = r.$$

Siendo r el radio medio del canal primitivo.

Como el caso corriente es que el canal sea simétrico, podemos referirnos a medio canal, tal como se indica en la figura 1.ª, adoptando los ejes de coordenadas en ella indicados.

Se verifica que

$$\Delta A = y dx$$

y al mismo tiempo

$$\Delta p = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

estableciéndose, según antes se expresó, que

$$\frac{\Delta A}{\Delta p} = \frac{y dx}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} = r.$$

La resolución de esta ecuación nos da la forma de la sección. Desarrollándola

$$r^2 (dy^2 + dx^2) = y^2 dx^2$$

$$dx^2 (y^2 - r^2) = r^2 dy^2$$

y extrayendo la raíz cuadrada

$$dx = \frac{r}{\sqrt{y^2 - r^2}}; \quad dy = \frac{r dy}{\sqrt{\left(\frac{y}{r}\right)^2 - 1}} \quad [1]$$

para resolver esta ecuación hagamos

$$\frac{y}{r} = \cos \text{hip } \alpha \quad dy = r \text{ sen hip } \alpha$$

o sea

$$dx = \frac{r \times \text{sen hip } \alpha}{\sqrt{\cos^2 \text{hip } \alpha - 1}} \quad da = r \frac{\text{sen hip } \alpha}{\text{sen hip } \alpha} da = r da$$

Integrando

$$x = \int r da = ar + C'$$

o sea

$$x = r \times \text{arc cos hip } \frac{y}{r} + C' \quad [2]$$

La ecuación precedente, representada gráficamente, nos da la sección, naturalmente curva.

Ya tenemos resuelta la cuestión de permanencia del radio medio, por lo menos teóricamente, cuando aumenta el caudal.

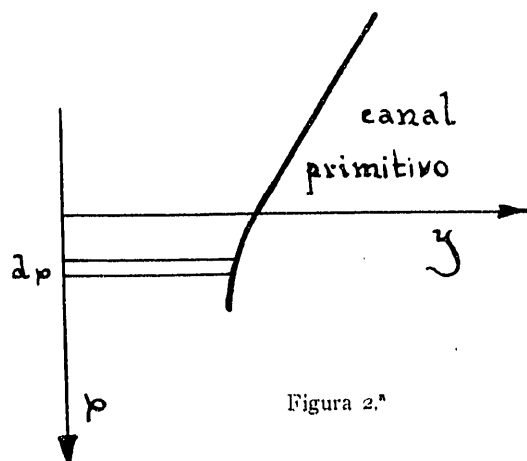


Figura 2.ª

Veamos ahora otro caso, que si en la realidad es menos importante que el anterior, no deja de ser curiosa su resolución.

Sea un canal en el cual sabemos se van a producir aterramientos, bien por una posible erosión aguas arriba, o porque se trate de un arenero, o por la causa que sea. Se han de producir aterramientos, en una cuantía que aproximadamente podemos fijar, y nos interesa que el radio medio, y por tanto la velocidad, permanezcan constantes en toda la longitud del canal, aunque en una parte esté recién limpio y en otra los sedimentos hayan tomado su máximo volumen.

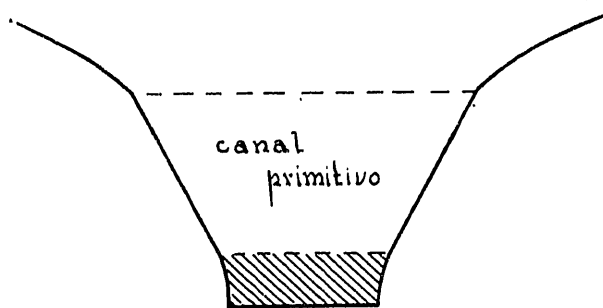


Figura 3.ª

El cálculo se extenderá a la parte inferior a la solera del canal primitivo, y tomaremos los ejes coordenados que se indican en la figura 2.ª. Se verifica que $\Delta A = y \, dx$, en cambio, el aumento de perímetro mojado es

$$\Delta p = \sqrt{dx^2 + dy^2} + dy$$

y la ecuación

$$\frac{\Delta A}{\Delta p} = r = \frac{y \, dx}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} + dy$$

Desarrollada

$$y \, dx = r \sqrt{dx^2 + dy^2} + r \, dy$$

$$r \sqrt{dx^2 + dy^2} = y \, dx + r \, dy,$$

elevando al cuadrado y efectuando reducciones, queda $y^2 \, dx^2 - r^2 \, dy^2 = r^2 \, dx^2$, dividiendo por dx y agrupando variables resulta

$$dx = \frac{2 \, r \, y}{y^2 - r^2}; \quad dy = \frac{2 \, \frac{y}{r}}{\frac{y^2}{r^2} - 1} \, dy \quad [3]$$

la integral de ésta, que es inmediata, vale

$$x = r \log \operatorname{nep} \left(\frac{y^2}{r^2} - 1 \right) + C$$

$$\frac{x}{r} = \log \operatorname{nep} \left(\frac{y^2}{r^2} - 1 \right) + K \quad [4]$$

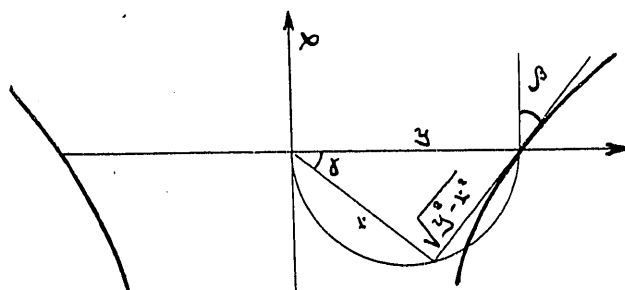


Figura 4.ª

Y con esta ecuación, queda definida la forma de la parte inferior de la sección.

¿Hasta qué cota prolongamos esta curva? Parece lógico se debe concluir cuando los aterramientos probables ocupen toda la sección que está por debajo de la solera del canal primitivo.

El perfil total será análogo al indicado en la figura 3.ª, compuesto por los taludes del canal primitivo, prolongado arriba y abajo por las curvas cuyas ecuaciones se han deducido.

Sin duda, el perfil de la figura 3.ª no es constructivo, y resultaría más práctico sustituir las curvas por segmentos rectos, que pueden tener la inclinación de la tangente en cualquier punto.

En la parte superior al canal primitivo se puede aplicar la construcción gráfica que se indica en la figura 4.ª.

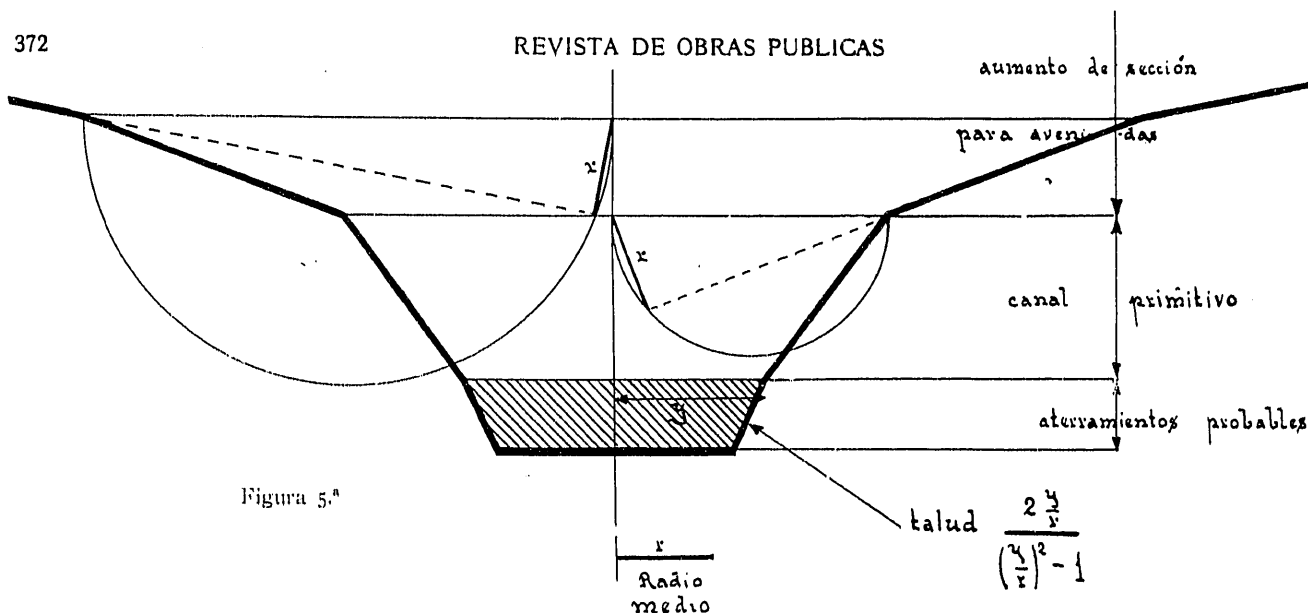
En ella, el ángulo β define la tangente a la curva teórica, cuyo coeficiente angular es

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{dy}{dx} = \frac{\sqrt{y^2 - r^2}}{r}$$

según la ecuación [1].

El ángulo γ , que es igual al β , por ser de lados perpendiculares, viene definido, como se ve en la figura, de modo que

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sqrt{y^2 - r^2}}{r}$$



Por lo tanto, es cierta la construcción que se hace en la citada figura.

Por último, en la figura 5.ª se ha hecho el trazado completo de la sección, repitiendo dos veces la construcción indicada, y calculando el talud en la parte inferior, pues no ha surgido la feliz idea de la construcción gráfica, para la zona inferior al canal primitivo.

La longitud de los segmentos rectilíneos, se debe determinar por consideraciones constructivas, encofrados existentes, etc., la extensión de la zona superior, hasta que permita el paso de los máximos caudales, y la inferior, por las consideraciones antes hechas, referentes a los aterramientos.

Antonio ANGULO,
Alumno de quinto año de la Escuela
de Caminos.

Bibliografía

Lecciones de Algebra (2.ª edición), por JULIO REY PASTOR. — Dos fascículos de 18 x 26 cm.; 250 páginas con figuras. Madrid, 1935. Precio en rústica, 16 pesetas.

En esta 2.ª edición, la obra ha sido tan ampliada, que puede considerarse como una obra nueva.

Escrita con la claridad y sencillez a que su eminente autor nos tiene acostumbrados, resulta un libro muy interesante y recomendable, por emplear, para la exposición de teorías y demostraciones, métodos muy cortos y sencillos, buena parte de ellos originales, resultando un libro que contiene mucho en poco volumen, sin perjuicio de la claridad.

Dice el autor en el prólogo las siguientes frases, que creo útil copiar porque indican bien lo que es el libro: «Hubiera sido mucho más fácil el empeño opuesto de elevar la generalidad de los métodos y complicar la terminología, como es uso frecuente en esta disciplina, propensa como ninguna otra a degenerar en mero formulismo. Con ello hubiéramos ganado probablemente en prestigio ante muchos lectores, pero habríamos traicionado nuestra honrada sinceridad y contribuido a ahuyentar incipientes vocaciones, en vez de captarlas y fomentarlas, como es nuestro deseo y nuestro deber.»

Ese es el punto de vista que debían adoptar, pero, desgracia-

damente, hacen lo contrario no pocos autores de obras didácticas.

Por el siguiente extracto de las materias que contiene, se puede formar idea el lector de la extensión del libro y del deseo del autor de mostrar aplicaciones diversas de las teorías expuestas que hagan la obra agradable y práctica, iniciando ciertas teorías más elevadas.

Comprende el índice: Propiedades fundamentales de las ecuaciones. Investigación, separación y cálculo de las raíces. Cálculo de las raíces imaginarias. Método de Gräffe, con su teoría general y cálculo del error cometido. Interpolación. Extrapolación. Eliminación. Resolución algebraica de ecuaciones de 2.ª, 3.ª y 4.ª grados. Ecuaciones de grado n . Grupos de Galois. Teoremas de Ruffini y Abel. Imposibilidad de la resolución algebraica de ecuaciones de grado mayor que cuatro. Entre las aplicaciones figuran los famosos problemas de la trisección del ángulo, duplicación del cubo y construcción de polígonos inscritos regulares de n lados, que dan amenidad al estudio. Al fin de cada capítulo figuran los enunciados de algunos problemas y ejemplos.

La obra está editada con esmero y ha de ser muy útil a cuantos tengan que estudiar o aplicar esta parte de las ciencias matemáticas.

P. F. Q.

Crónica

Las atribuciones de los ingenieros industriales.

En la *Gaceta* del 20 de septiembre se publica un decreto de fecha 18, en el que se trata de definir las facultades que confiere a sus poseedores el título de ingeniero industrial de las Escuelas civiles del Estado.

El decreto lleva la firma del ministro de Instrucción pública, el cual procura justificarlo en un preámbulo, en el que se empieza por hacer constar que "la carrera de ingeniero industrial constituye, sin duda, una de las ramas de la enseñanza oficial que ha respondido plenamente a la finalidad con que fué concebida", como lo