

miento de pilotes y tablestacas, por detrás de las cuales se echa una capa de hormigón hidráulico. Sobre éste se apoya la mampostería de defensa de la parte superior del talud. Toda esta obra es de la forma y materiales corrientes, y sólo la mencionamos para hacer constar que el precio por metro lineal es de 34 francos; sin creosotar la madera, y aunque ésta conservándola constantemente sumergida ha de durar mucho tiempo, no puede esperarse que tenga los caracteres de una obra de fábrica. Por esto consideramos muy interesante la aplicación del cemento armado para este género de obra. Está constituida, como en el caso anterior, por pilotes y tablestacas, sólo que unos y otras son de cemento armado. Las primeras son de 3<sup>m</sup>,00 de largo por 0<sup>m</sup>,35 de ancho y 0<sup>m</sup>,10 de grueso, hechas con cemento de portland de fraguado lento, en el cual están embebidos seis hierros redondos de 0<sup>m</sup>,01 de diámetro; llevan, además, ranuras semicilíndricas, con un resalto de 0<sup>m</sup>,15 que sirve para formar una especie de ensamblaje. La punta está protegida por un azuche de hierro, como de costumbre. Para hincarlas se emplea, bien el procedimiento del agua comprimida, bien el ordinario de martinete. En este caso se adoptan algunas precauciones para no destrozar las cabezas con los golpes de maza. Con este objeto se usa un capacete ó capitel, de acero, cuya parte inferior se rellena con un poco de arcilla contenida por una filástica, como se hace en los enchufes de brida y cordón de las cañerías de agua, y en la parte superior se rellena de arena el hueco que queda entre el capitel y la tablestaca; para esto lleva el primero un orificio. La arena sirve de almohadilla para repartir uniformemente el choque del martinete, con lo cual el hormigón puede resistirlos sin descomponerse. Las tablestacas se hacen en un taller especial, dejándolas el tiempo suficiente para su completo fraguado.

En la parte superior existe una carrera, también de cemento armado, que se construye en el sitio y que liga entre sí todas las tablestacas. Los pilotes, en vez de ir como de ordinario, por el frente de las tablestacas, están situados en la parte posterior, á cuatro metros de distancia del paramento y ligados á la carrera por medio de unas vigas de cemento armado. Tanto los pilotes, como las vigas que sirven de tirantes, son piezas de 0<sup>m</sup>,20 de escuadría. Estas vigas llevan en la parte posterior un ensanche para dejar el hueco de 0<sup>m</sup>,20 en cuadro, por donde ha de pasar el pilote. El todo forma un sistema rígido y elástico á la vez, de una gran resistencia, y además impermeable en el paramento, porque las ranuras que quedan entre las tablestacas se rellenan con lechada de cemento, que sirve para constituir una especie de lengüeta que las une perfectamente. El sistema parece que ha respondido muy bien á todas las condiciones exigidas, y como el precio por metro de canal es sólo de 45 francos, no cabe duda que, en definitiva, ha de resultar más barato que la obra de madera. Es una nueva aplicación del cemento armado, que demuestra que las piezas de este material pueden soportar, sin descomponerse, la acción del choque, pues aun con las precauciones indicadas para repartir uniformemente la presión, no deja de ser un esfuerzo, casi instantáneo, que exige gran elasticidad en el material que ha de sufrirlo.

Su aplicación es tanto más útil cuanto que, no sólo puede emplearse en el caso de las márgenes de un canal, sino que de igual modo pueden hacerse de hormigón ar-

mado recintos para fundaciones, pues aun cuando en ellas no es tan esencial la duración como en la obra permanente de un canal, podrá haber muchos casos en que el precio no sea superior al recinto de tablestacas y pilotes de madera.

La fig. 1.<sup>a</sup> indica el modo de hacer el revestimiento del talud de un canal, apoyando la mampostería sobre la carrera de cemento armado, y al mismo tiempo presenta en proyección el tablestacado y parte de un pilote y tirante de sujeción. En la fig. 2.<sup>a</sup> se ven en planta las mismas piezas citadas de hormigón armado, y la fig. 3.<sup>a</sup> represen-

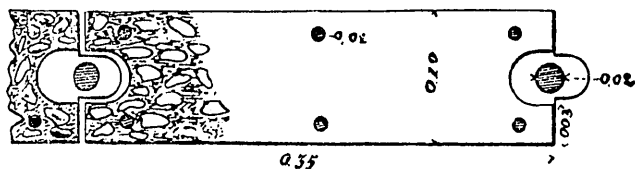


Fig. 3.<sup>a</sup>—Corte horizontal de la tablestaca.

ta en corte y proyección una tablestaca con los ensamblajes de las dos adyacentes.

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL.

## CÁLCULO RÁPIDO DE LOS HIERROS CORRIENTES EN DOBLE T

En muchos casos, como cuando se trata, por ejemplo, de elegir entre dos composiciones distintas de la viguería de un piso, puede ser muy conveniente tener un procedimiento rápido para calcular con alguna aproximación sin consultar los catálogos de las diversas fábricas, las dimensiones y pesos de las piezas corrientes que se han de emplear para resistir esfuerzos dados.

Muchas casas parecen no tener ninguna ley fija para establecer los perfiles empleados en su fabricación ordinaria. Otras, entre ellas muchas alemanas, determinan todas las dimensiones en función rectilínea de la altura del alma. Para el fin que me propongo hay que empezar por escoger un perfil tipo, con proporciones tales, que siempre se encuentren en el comercio otros muy análogos y permitan deducir una fórmula final sencilla para el área y para el módulo de resistencia.

Para mi uso me he decidido por

$$\frac{h}{\frac{1}{20}h} = \frac{\frac{1}{2}h}{\frac{1}{15}h}$$

No pretendo que no haya otras que respondan mejor al programa; pero si estas proporciones no son las mejores, son lo suficientemente buenas para el caso.

El momento de inercia, contando sólo las cabezas, es

$$I = \frac{h}{2} \frac{4^3 - \left(\frac{13}{15}h\right)^3}{12} = 0,00146 h^4,$$

ó más sencillamente, 0,0015 h<sup>4</sup>.

El módulo de resistencia es  $\frac{I}{V} = 0,03 h^3$ , fórmula facilísima de retener en la memoria.

La expresión  $\frac{RI}{V} = 0,2 h^3$  corresponde á  $R = 6,75$  kilos por milímetro cuadrado, y no es menos sencilla.

De modo que conociendo el momento flector máximo, la fórmula  $h = \sqrt[3]{5M}$  nos da, desde luego, la altura de alma.

Expresada dicha altura en centímetros y tomando como densidad del hierro 7,7 el peso por metro lineal, viene dado por  $0,85 h^3$ , y aun es preferible tomar  $0,09 h^3$ .

En muchos casos podrá elegirse entre los hierros del comercio aquel que tenga altura y peso más aproximados, pero no inferiores á los deducidos, sin hacer caso de las otras dimensiones y sin necesidad de afinar más los cálculos.

El procedimiento apuntado ha sido estudiado, espe-

cialmente, para hacer uso de la regla de cálculo de Taver-nier Gravet ó de Faber, y por eso se ha huído en él de las expresiones polinómicas, por sencillas que sean; pero no se ha podido evitar el empleo de la raíz cúbica, que con dichas reglas es poco cómodo por tener que acudir á la escala de partes iguales del dorso de la reglilla, y aunque el inconveniente no es, en realidad, tan grande como pa-rece, resulta que para este empleo son más apropiados los relojes de cálculo que tienen escala de cubos.

Y como comprobación, voy á aplicar estos procedi-mientos á los hierros de 10, 20 y 30 centímetros y á com-pararlos con los más parecidos en forma de los que inclu-ye el Sr. Gaztelu en el apéndice núm. 5 de su obra y con los adoptados por la «Unión de las Sociedades de Ingenie-ros y Arquitectos alemanes.»

| ALMA<br>—<br>Altura<br>para todos. | PERFIL TIPO          |         |         |                     |        | GAZTELU              |         |         |                     |        | ALEMANES             |         |         |                     |        |
|------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------------------|--------|----------------------|---------|---------|---------------------|--------|----------------------|---------|---------|---------------------|--------|
|                                    | ALMA<br>—<br>Grueso. | CABEZAS |         | PESO<br>—<br>Kilos. | I<br>V | ALMA<br>—<br>Grueso. | CABEZAS |         | PESO<br>—<br>Kilos. | I<br>V | ALMA<br>—<br>Grueso. | CABEZAS |         | PESO<br>—<br>Kilos. | I<br>V |
|                                    |                      | Ancho   | Grueso. |                     |        |                      | Ancho.  | Grueso. |                     |        |                      | Ancho.  | Grueso. |                     |        |
|                                    |                      |         |         |                     |        |                      |         |         |                     |        |                      |         |         |                     |        |
| 10                                 | 0,5                  | 5,0     | 0,66    | 9,00                | 30     | 0,6                  | 4,3     | 0,50    | 9,00                | 28,5   | 0,45                 | 5,00    | 0,68    | 8,2                 | 34,4   |
| 20                                 | 1,0                  | 10,0    | 1,33    | 36,00               | 240    | 0,95                 | 7,3     | 1,60    | 34,40               | 205,0  | 0,75                 | 9,00    | 1,13    | 24,4                | 216,0  |
| 30                                 | 1,5                  | 15,0    | 2,00    | 81,00               | 810,0  | 1,90                 | 12,8    | 2,2     | 85,00               | 860,9  | 1,08                 | 12,50   | 1,62    | 54,6                | 659,0  |

El tipo elegido por mí resulta pesado para las grandes dimensiones, pero no tanto que no se construyan otros aún más pesados como cosa corriente.

TORIBIO CÁCERES.

ATENEO DE MADRID

CONFERENCIAS DEL SR. ECHEGARAY (1)

Vamos á formar ahora para las  $\varphi$  un cuadro análogo al de las que S. Jordán llama á estos cuadros *isomor/os*, por ser el uno el espejo del otro: todo lo que en el uno se veri-fica se refleja de igual modo en el otro.

Representando por  $G (S_1, S_2, \dots S_r)$  el grupo de la ecuación dada  $f(x) = 0$ , y por  $S_1, S_2, \dots S_r$  un subgrupo del anterior, de modo que  $\frac{r}{r_1} = \varphi$  se pueden escribir las sustituciones de  $G$  en un cuadro cuya primera línea sea este subgrupo, siendo  $\rho$  el número de líneas, el cuadro es el siguiente:

$$\begin{matrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \vdots \\ \varphi_\rho \end{matrix} \left| \begin{matrix} S_1 & S_2 & \dots & S_{r_1} \\ \hline \hline \hline \end{matrix} \right| = G$$

siendo  $\varphi_2, \varphi_3, \dots \varphi_\rho$  los valores que toma  $\varphi_1$  al sustituir en ella las sustituciones de las diferentes líneas. Estas expre-siones  $\varphi$  sabemos que son las raíces de una ecuación cuyos coeficientes se pueden expresar racionalmente en función de los de  $f(x) = 0$ .

Tomemos la permutación  $\varphi_1 \varphi_2 \dots \varphi_\rho$  y apliquémosle una sustitución cualquiera  $S$  del grupo  $G (S_1, S_2, \dots S_r)$ ;

se convertirá en  $\varphi_{\alpha_1} \varphi_{\alpha_2} \dots \varphi_{\alpha_\rho}$ ; formemos la sustitución

$$S = \left| \begin{matrix} \varphi_1 & \varphi_2 & \dots & \varphi_\rho \\ \varphi_{\alpha_1} & \varphi_{\alpha_2} & \dots & \varphi_{\alpha_\rho} \end{matrix} \right|.$$

A cada sustitución  $S$  corresponde otra  $S$ , y con éstas se forma un cuadro  $g (S_1, S_2, \dots S_r)$  que es el siguiente:

$$\left| \begin{matrix} S_1 & S_2 & \dots & S_{r_1} \\ \hline \hline \hline \end{matrix} \right| = g$$

y en el cual las sustituciones se corresponden con las del cuadro  $G$ . Estos dos cuadros tienen igual número de sus-tituciones, y éstas para el  $G$  son de la forma

$$S = \left| \begin{matrix} x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ x_{\alpha_1} & x_{\alpha_2} & \dots & x_{\alpha_n} \end{matrix} \right|$$

y para el  $g$  de la

$$s = \left| \begin{matrix} \varphi_1 & \varphi_2 & \dots & \varphi_\rho \\ \varphi_{\alpha_1} & \varphi_{\alpha_2} & \dots & \varphi_{\alpha_\rho} \end{matrix} \right|.$$

Los dos cuadros  $G$  y  $g$  gozan de propiedades análogas. Para mayor facilidad, podemos llamar al segundo *deriva-do* del primero, y á las sustituciones  $s$  *derivadas* de sus correspondientes  $S$ .

Pues bien, si en el cuadro  $G$  una sustitución es el pro-ducto de otras dos,  $s_3 = s_1 s_2$ , por ejemplo, en el cuadro  $g$  se verifica la misma propiedad entre las sustituciones de-rivadas de las anteriores, á saber,  $s_3 = s_1 s_2$ . Es tan sen-cilla la demostración, que no hay para qué desarrollarla.

Si varias sustituciones del primer cuadro forman un grupo, las sustituciones derivadas de ellas forman también un grupo.

Esta propiedad es una consecuencia de la anterior. La recíproca de esta propiedad referente á los grupos no es cierta, porque en el cuadro  $g$  puede haber sustitu-ciones repetidas, y entonces á una  $S$  corresponderán va-

(1) Véase el número 1.202.