

industriales sea de alguna menor importancia, la suma de los que en tramos sucesivos del río pudieran establecerse, podría alcanzar y aun superar con creces el límite indicado.

Siendo esto así, existiendo en la Península ríos con grandes desniveles en su recorrido, y ante las numerosas peticiones de aprovechamientos de salto en alturas muy próximas á los 100 metros, y en algunas superiores á esa cifra, ¿hemos de seguir considerando de orden preferente á los regadíos, y lo que es más, con derecho á expropiación sobre los grandes saltos para usos industriales?

¿Sería ventajoso para la Nación secar un río en sus regiones altas, dando su caudal al regadío é inutilizándolo para la creación de energías que podrían representar una cifra en número de caballos muy superior al de hectáreas regables?

Punto es este á estudiar, y que si en los puntos bajos de las cuencas, cerca del mar, y en aquellos que por estar cerca de las fronteras el desnivel hasta ellas sea pequeño en tierra española, puede no dar lugar á duda alguna, en cambio la ofrece muy grande en multitud de casos y principalmente en las provincias donde los ríos recorren una zona muy elevada sobre el nivel del mar y cuyos cauces por su pendiente y ladera inmediata se presten á la ejecución de grandes saltos.

El beneficio máximo de las aguas públicas se obtendría, sin duda alguna, con su aprovechamiento en grandes saltos en las regiones altas de la Península y su utilización en el regadío en las zonas inferiores y grandes vegas situadas á poca altura sobre el nivel del mar.

De lo dicho se desprende que la ley no tuvo en cuenta, y no era fácil que la tuviera en la época de su redacción, la moderna utilización de las aguas públicas para usos industriales, y que es necesario y conveniente á los intereses generales llenar este vacío, haciendo que para ello no se vea uno precisado á aplicar, con el espíritu mezquino que se halla redactado, el art. 218 de la ley.

El no hacerlo, ya que no produjera mayores daños, tiene en la práctica el no pequeño de llevar al ánimo de los opositores á los expedientes de concesión que se solicitan para usos industriales la idea de que no significan más que un beneficio mezquino para la riqueza pública frente á los beneficios del riego, sin atender á la consideración de que, si España necesita del regadío para sus campos, no urge menos el desarrollo industrial para el aumento de su riqueza, para la ilustración de sus habitantes, y, en definitiva, para el rápido y positivo progreso nacional.

A. MACHIMBARRENA.

ESTABILIDAD

de las construcciones de hormigón de cemento armado,

POR

C. BONCORPS (1).

(CONTINUACIÓN)

Del mismo modo, el punto de aplicación E de la resultante (R) de las fuerzas que obran sobre la junta de arranque de una bóveda rebajada, está al tercio del espesor de esta junta á partir del intradós. Pero en las bóvedas rebajadas, la resultante OR que obra sobre la junta de arranque, difiere muy poco del empuje Q , y la diferencia entre R y Q puede ser despreciada cuando el rebajamiento alcanza su límite extremo, como en el caso que nos ocupa. Por consiguiente, basta, para asegurar la estabilidad, que la distancia AE sea igual á SC , y que el espesor AF de la junta de arranque sea triple de la distancia AE . Se ve, pues, que tendremos

$$\overline{SN} = 3 \overline{SC}; \quad \overline{AF} = 3 \overline{AE}; \quad \overline{AE} = \overline{SC},$$

(1) Véase el número 1.270.

y se deduce que la región AF comprimida en los arranques, debe ser igual á la zona SN comprimida en el centro de la viga. Resulta de aquí que, en una viga estable, la recta FN está á iguales distancias del intradós y del trasdós de la viga; es decir, que

$$\overline{SN} = xh = \overline{AF} = \overline{NI} = yh$$

además

$$d = \overline{OJ} = \overline{SI} - \overline{AE} - \overline{SC}.$$

es decir,

$$d = h - \frac{xh}{3} - \frac{yh}{3}$$

y como

$$x + y = 1,$$

$$d = \frac{2h}{3} \quad (4).$$

Introduzcamos este valor en las expresiones (2) y (3), y tendremos

$$Q = \frac{3M}{2h} \quad (5)$$

$$b x h r = \frac{3M}{h} \quad (6).$$

De donde se deduce:

$$M = \left(\frac{xr}{3} \right) b h^2 \quad (7)$$

$$b h^2 = \left(\frac{3}{xr} \right) M \quad (8).$$

Como se ha observado más arriba, las distancias

$$\overline{SN} = xh = 3 \overline{SC} \quad \text{y} \quad \overline{AF} = \overline{NI} = yh = 3 \overline{AE}$$

son iguales entre sí, puesto que deb ser $\overline{AE} = \overline{SC}$.

Luego

$$xh = yh \quad \text{y} \quad x = y = \frac{1}{2}$$

Introduciendo este valor en la ecuación (7) se obtendrá

$$M = \frac{r b h^2}{6} \quad (9)$$

relación idéntica á la que da el momento resistente de una viga homogénea de sección rectangular.

La presión R , que obra en E (fig. 4), puede ser descompuesta en dos fuerzas, una vertical igual á P y otra horizontal igual á Q , pero de sentido contrario. Se ve así que la parte inferior de la viga considerada experimenta una tensión, dirigida según la horizontal que pasa por el punto E . Ciertos constructores de hormigón armado admiten que la armadura metálica debe, por sí sola, hacer equilibrio á esta fuerza sin la ayuda del hormigón, y calculan la sección ω_1 de dicha armadura, de modo que su resistencia práctica $\omega_1 \rho$ sea igual á la fuerza Q . En este caso, se hace

$$\omega_1 \rho = Q$$

es decir

$$\omega_1 \rho = \frac{M}{d} = M: \frac{2h}{3}$$

de donde se deduce

$$\omega_1 = \frac{Q}{\rho} = \frac{M}{d \rho} = \frac{3M}{2h\rho} \quad (10).$$

Pero este método de cálculo no sería admisible si la componente horizontal de E no coincidiera con el eje de la armadura. Y esto es lo que generalmente sucede. Por lo tanto, es posible que la sección atribuida á la armadura por la relación (10) sea insuficiente. Para asegurar bien la estabilidad, conviene calcular la sección de la armadura metálica, admitiendo que el tirante, en vez de hallarse constituido por la armadura exclusiva-

mente, está formado por el conjunto de ésta y del hormigón que la rodea. En este caso se obtiene una fórmula idéntica a la que establecemos al final del párrafo siguiente, donde parece más en su lugar. Nos abstenemos por esta razón de darla aquí.

5. *Justificación de las fórmulas iniciales por la segunda hipótesis mencionada en el párrafo 1.º*—Supongamos ahora que, como parece verificarse en las vigas estables, la adherencia entre el hierro y el hormigón sea suficiente para asociar bastante íntimamente estos materiales, de tal modo que los dos elementos constitutivos de la viga sean perfectamente solidarios y no puedan doblarse, alargarse ni acortarse el uno sin el otro. Supongamos, además, que las barras de hierro están repartidas uniformemente en toda la superficie $A F N D$ de la parte tendida de la viga, es decir, que dichas barras están dispuestas como se indica en el corte (fig. 7).

Dispuestas así las barras, se comprende que es posible dar a la parte tendida de la viga, por unidad de superficie, una resistencia a la extensión igual a la resistencia al aplastamiento de la parte comprimida. Basta para ello hacer que

$$\Omega_2 r' + \omega_2 \rho = r (\Omega_2 + \omega_2) \quad (11)$$

expresión en la cual Ω_2 representa el área de la sección tendida del hormigón y ω_2 el área total de las secciones de las barras de hierro; r , r' y ρ tienen la significación explicada en el párrafo 3.º

La viga de hormigón armado así constituida puede, por consiguiente, ser considerada como formada de una materia que presenta la misma resistencia a la extensión y a la compresión. Por lo tanto, se puede admitir que la fibra neutra está a la mitad de la altura de la viga.

La relación entre las distancias al eje neutro de las fibras más alejadas debe ser, en efecto, igual a la razón de las resistencias unitarias a la tensión y a la compresión, para que el material esté bien aprovechado (Flamant, pág. 317-318).

De otro modo, debemos tener

$$\frac{x}{y} = \frac{r_c}{r_e}$$

Designando por r_c y r_e las resistencias unitarias a la presión y a la tensión.

Siendo estas dos resistencias iguales por construcción, las razones que preceden son iguales a la unidad, es decir,

$$xh = yh$$

Así, en el caso que consideramos, el plano de las fibras neutras $F'N$ divide a la altura de la viga en dos partes iguales xh e yh .

En estas condiciones, las fórmulas usuales

$$M = \frac{r I}{V}, \quad I = \frac{b h^3}{12}, \quad V = \frac{h}{2}$$

en las cuales M es el momento resistente de la viga, r la resistencia unitaria a la tensión y a la compresión, I el momento de inercia de la sección, V la distancia entre la fibra neutra y la fibra más cargada, dan

$$M = \frac{r b h^2}{6} \quad (12)$$

que es exactamente la expresión (9) del párrafo precedente.

Por otra parte, puesto que la fibra neutra está a la mitad de la altura de la viga,

$$\Omega_2 + \omega_2 = \frac{b h}{2} \quad (13)$$

Introduciendo este valor en el segundo miembro de la relación (11), se obtendrá

$$\Omega_2 r' + \omega_2 \rho = \frac{r b h}{2} \quad (14)$$

de donde se saca

$$\omega_2 \rho = \frac{r b h}{2} - \Omega_2 r' \quad (15)$$

La sección ω_2 de los hierros es siempre muy pequeña en comparación de la sección Ω_2 del hormigón, en el cual están embebidos; por consiguiente, se puede despreciar, como se hace casi siempre en la práctica.

En este caso, se reemplaza la expresión (13) por $\Omega_2 = \frac{b h}{2}$ y la expresión (15) se convierte, después de hechas las transformaciones, en

$$\omega_2 = \frac{b h (r - r')}{2 \rho} \quad (16)$$

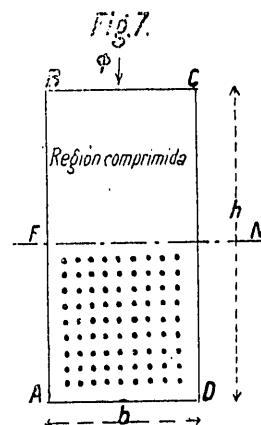
Si se quiere tener en cuenta ω_2 para obtener mayor aproximación, se podría reemplazar la expresión (13) por

$$\Omega_2 = \frac{k b h}{2}$$

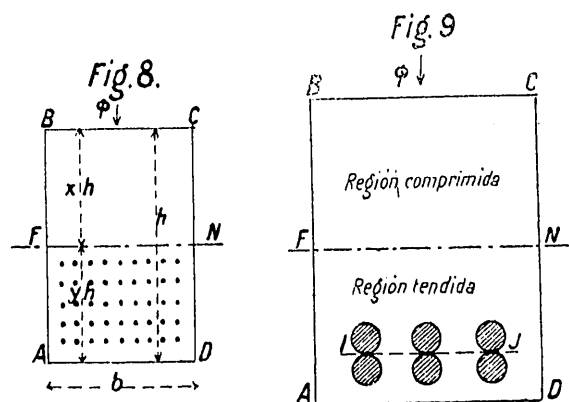
y la (15) se convertiría en

$$\omega_2 = \frac{b h (r - k r')}{2 \rho} \quad (17)$$

En la práctica, los hierros de la armadura, en vez de estar repartidos en toda la superficie de la región tendida $A F' N D$ (figuras 7 y 8), se hallan concentrados en puntos lo más próximos po-



sible del intradós de la viga. Esta concentración, sobre todo, tal como se realiza, generalmente (fig. 9), disponiendo a diferen-



tes alturas dos o tres filas de barras de hierro, sin separar siquiera estas filas por una capa de hormigón, no parece muy favorable a la estabilidad. Por una parte, el hormigón $A I J D$, colocado debajo de la armadura, tiende a separarse del cuerpo de la viga; por otra parte, algunas posiciones del hormigón que se hallan a bastante distancia de las barras de hierro, experimen-

tan tensiones relativamente grandes, y el metal, á causa de esa distancia, no puede ayudar á su resistencia.

Las disposiciones indicadas en la figura 9 son, pues, capaces de facilitar la desunión hacia el nivel IJ de las partes superior é inferior de la viga, y de provocar la formación de grietas en las partes de hormigón sujetas á tensión y demasiado alejadas de la armadura.

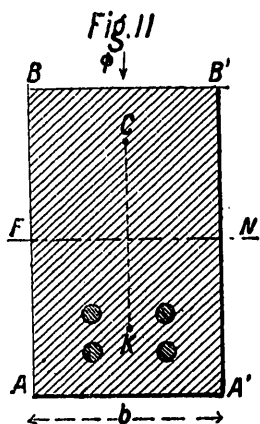
Sin embargo, la concentración de los hierros, aunque no constituya una solución excelente, puede ser admitida, en atención á que las vigas así dispuestas soportan de hecho cargas considerables. Por otra parte, disponiendo los hierros, como se indica en la figura 10, de modo que quede algún hormigón entre las barras superpuestas, se pueden atenuar los inconvenientes que acabamos de notar. Además, se llega á evitar la desunión de las partes superior é inferior de la viga, ligando la armadura al hormigón comprimido, ya por medio de estribos de hierros planos, como lo hace M. Hennebique, ya por otros procedimientos, cuya enumeración sería demasiado larga.

La concentración de los hierros modifica notablemente las condiciones que hemos considerado más arriba; por consiguiente, las fórmulas (16) y (17) no son aplicables en este caso, y procede estudiar otras.

Varios constructores de hormigón armado calculan entonces la armadura despreciando la resistencia del hormigón tendido, y admitiendo que la resultante de las tensiones desarrolladas en la armadura forma con la resultante Q de las presiones que obran sobre la parte superior del hormigón de la viga, un par cuyo momento $Q \times \overline{CK}$ es igual al momento flector M producido por las fuerzas exteriores. Dicho de otro modo, escriben

$$Q \times \overline{CK} = M,$$

expresión en la cual $\overline{CK}$ representa la distancia entre el centro de presiones C y el eje K de la armadura (fig. 11.) En estas con-



diciones, se encuentra para valor de la resultante de las tensiones:

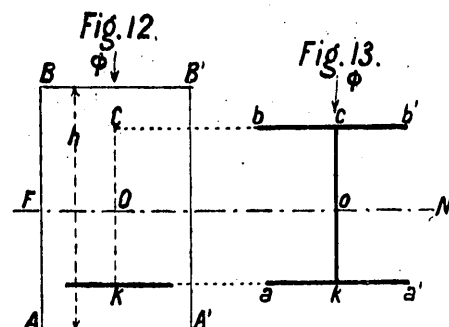
$$Q = \frac{M}{\overline{CK}}.$$

Los constructores de que se trata admiten además que la tensión de la armadura es uniforme en toda el área de la sección, y designándola por ω_s , escriben

$$\omega_s \rho = Q = \frac{M}{\overline{CK}} \quad (18).$$

Procediendo así, se supone implícitamente que la armadura de una viga de hormigón produce el mismo efecto que la cabeza inferior de una viga metálica de altura igual á CK compuesta de dos cabezas de poco espesor aa' , bb' , ligadas por un alma muy delgada ck , y cuyo momento resistente fuera igual á M (figuras 12 y 13.)

Una conocida fórmula aproximada de resistencia de materia-



les da, en efecto, siendo el área de cada una de las cabezas igual á ω_s ,

$$\omega_s \rho = \frac{M}{c k}.$$

Pero la relación $\frac{M}{ck}$ es igual á la resultante de las tensiones que se desarrollan en la cabeza inferior aa' de la viga metálica $abc b'a'k$ (fig. 13) por efecto de las fuerzas exteriores que han originado el momento flector M . Por otra parte, el producto $\omega_s \rho$ representa la resistencia á la extensión de la misma cabeza aa' . Siendo ck , por construcción, igual á $\overline{CK}$, tendremos.

$$\frac{M}{ck} = \frac{M}{\overline{CK}} = Q.$$

Se ve, pues, que, calculando la armadura como se acaba de explicar, los constructores suponen implícitamente que esta armadura presenta la misma resistencia á la extensión que la cabeza inferior de la viga metálica $abc b'a'k$.

(Se continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

Instalación eléctrica para el saneamiento de Nueva Orleans.

En el *Electrical World*, Mr. Reed hace una descripción detallada de la importante instalación eléctrica para el saneamiento de Nueva Orleans (E. U. A.).

Por la configuración del terreno, ha habido necesidad en esta población de establecer para la evacuación de las aguas del alcantarillado un colector principal, siguiendo la línea más baja, y en el cual vienen á desaguar todas las alcantarillas de la red. Pero como el colector no tenía pendiente suficiente, ha sido preciso darle una pendiente artificial, dividiéndolo en cinco tramos escalonados, en cuyos extremos se han instalado bombas centrífugas, destinadas á elevar las aguas de un tramo al siguiente, ó á elevar las aguas más sucias á la altura necesaria para verterlas en el lago Borgne, situado á 50 kilómetros de la población. Para las aguas menos sucias, otras tres instalaciones de bombas permiten descargarlas en el lago Ponchartrain, en cuya orilla está Nueva Orleans.

En lugar de mover las bombas de cada una de las ocho estaciones por el vapor, se ha construido una estación central eléctrica, desde la cual se suministra la corriente á las ocho estaciones elevadoras. La potencia total necesaria será de 5.000 caballos. La electricidad se produce en la forma de corriente alternativa trifásica á 3.300 voltios y 25 ciclos; los motores de las bombas son movidos sincrónicamente sin reducción en el voltaje.

La estación central comprende actualmente seis unidades, que suman 3.750 caballos, y están constituidas del modo siguiente: tres máquinas Allis-Corliss compound horizontales, en el árbol de cada una de ellas va montado un alternador trifásico de 750 kilovatios, á 94 vueltas por minuto; una máquina del mismo tipo, de 500 caballos, con un alternador de 375 kilovatios, á 107 vueltas por minuto, y finalmente, dos máquinas análogas de 125 caballos, con alternadores trifásicos de 75 kilovatios.