

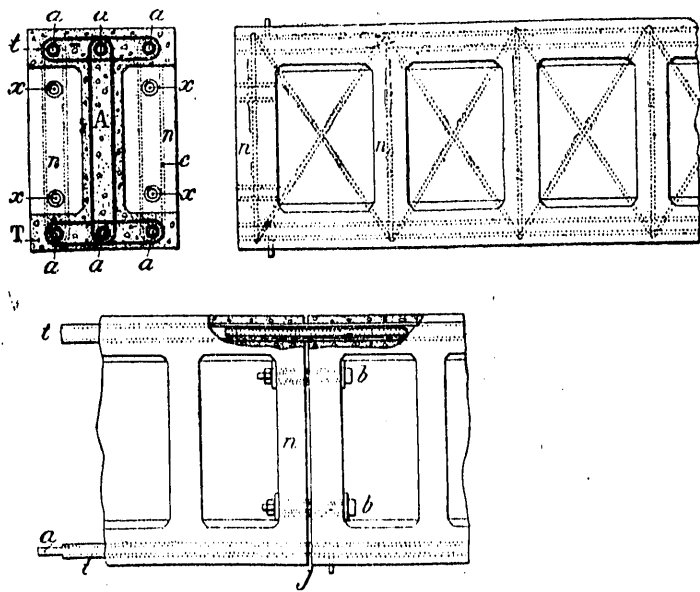
Elementos de construcción de hormigón armado con armaduras de envolventes tubulares.

La penuria actual de hierros de construcción es un poderoso estimulante para la generalización del empleo del hormigón armado. La sola dificultad que a él se opone en una cierta medida es la cuestión de los encofrados, que exigen una mano de obra especial, un cuidado particular y un coste que llega (y a veces sobrepasa) al de la obra principal.

Estos inconvenientes y la mayor dificultad para el montaje que de aquí resulta, permiten sólo a las obras de hierro competir todavía, y algunas veces con ventaja, con el hormigón armado.

Con el objeto de remediar esto, M. Leroy, ingeniero de Cherburgo, acaba de estudiar un nuevo procedimiento de construcción de hormigón armado, que permite la confección en fábrica de las diferentes partes de una obra, su transporte y su montaje en el sitio que han de ocupar, con tanta facilidad como si se tratase de una obra metálica, fijándolas en su forma definitiva, sin necesidad de encofrado, ni aun de una mano de obra especial. El ingeniero civil M. H. Ferron explica este procedimiento en *Le Génie Civil*, de donde tomamos esta nota.

Su principio consiste en reemplazar (figuras 1.^a a 3.^a) las armaduras ordinarias por unos tubos t de hierro o acero, llamados



Figs. 1.^a a 3.^a

«armaduras envolventes», sobre las cuales vienen a amarrarse los estribos usuales.

Estas armaduras desempeñan en el elemento, así como en el conjunto de la obra, un doble papel:

1.º Un papel de vaina para la armadura a propiamente dicha, de acero, que el inventor llama «núcleo de armadura», cuyo emplazamiento está reservado, debiendo ocupar su lugar en el momento de la ensambladura de los elementos entre sí.

2.º Un papel auxiliar de armadura para el elemento considerado en sí mismo antes de la ensambladura.

Se puede considerar que los tubos participan de la resistencia del conjunto de la viga o del coste oponiéndose a los esfuerzos de flexión de que pueden ser objeto, según un coeficiente que es función del espesor del tubo y de su resistencia propia a la extensión o a la compresión. Para obtener este último resultado basta en cada ensambladura restablecer la continuidad de los tubos por

medio de pernos b que vienen a apretar las nervaduras terminales n de cada elemento (fig. 3.^a). La sección de estos pernos, para los que hay dispuestos unos taladros a (fig. 1.^a), se ha calculado para que su momento de inercia sea sensiblemente igual al momento de inercia de la sección de los tubos.

Constitución de un elemento de hormigón armado.—En principio, un elemento de poste o de viga, recta o curva, presenta en corte la forma de perfil (figuras 1.^a a 3.^a); es decir, que se compone de un ánima A y de dos tableros: uno comprimido, otro tendido; pero puede tener la forma de una ensambladura de perfiles cualesquiera: L, U, c, I.

El tablero comprimido T está fuertemente armado, de manera de dar al hormigón un coeficiente de resistencia elevado. El ánima A puede ser maciza o en celosía, con un espesor cualquiera, que puede ir desde el vacío completo hasta la anchura total de los tableros. Las dimensiones del elemento no están limitadas más que por la facilidad del manejo, que debe poder hacerse, con ciertas precauciones, tan fácilmente como para una pieza de armadura de hierro.

El ánima del elemento, generalmente vacía sobre sus dos caras, lleva la nervadura sobre su longitud, y es en estas nervaduras n donde están comprendidos los estribos, cuyas dimensiones y separación están determinados en función del esfuerzo cortante. Aquí el papel de la nervadura es doble: por una parte hace el oficio de tensor del ánima y por otra permite la ensambladura, extremo con extremo, de elementos semejantes. Facilita también el arriostramiento de elementos paralelos u oblicuos.

El elemento está, pues, preparado como un trozo de viga ordinario, pero entubado, como se ha dicho anteriormente.

Ensambladura de los elementos.—Esta ensambladura se obtiene de la manera siguiente:

Estando el primer elemento en el sitio que debe ocupar, sobre el lugar escogido para el montaje, sus armaduras a pasadas por sus tubos respectivos (y sujetas con pernos sobre una contraplaca de palastro, que mantiene el extremo anterior) se engan-

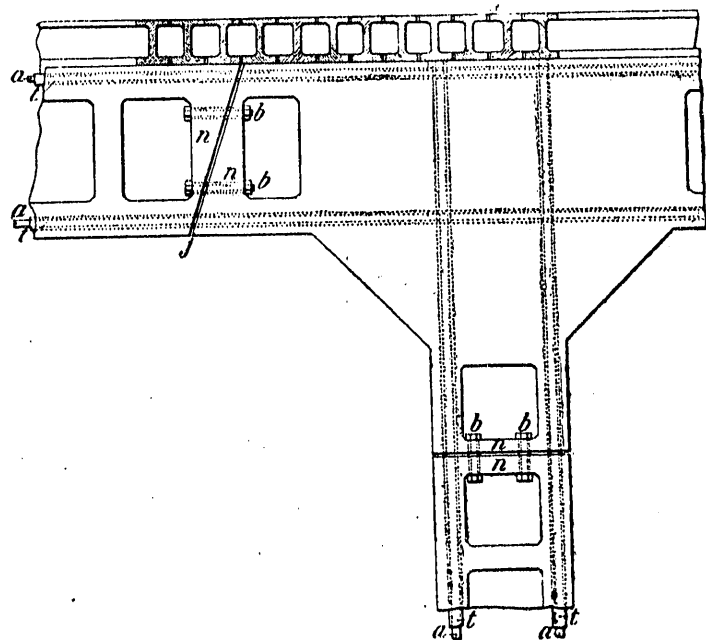


Fig. 4.^a

chan estas armaduras con el segundo trozo, que se hace que se ponga así en contacto con el primero.

La ensambladura se hace por el intermedio de las dos nervaduras n adyacentes, nervaduras que llevan unos taladros a para el paso de los pernos de fijación b . Habiéndose puesto así todos

los elementos de la viga en su sitio, los unos al extremo de los otros, se sujeta con pernos el extremo posterior de las varillas de la armadura sobre una contraplaca de palastro, de modo de no aplastar al cemento. Para concluir de dar a la viga su rigidez y fijarla en su forma definitiva, se inyecta bajo presión en los tubos porta-armaduras t una lechada de cemento puro, que tapa el vacío entre la cara interior del tubo de hierro o acero y el núcleo de armadura propiamente dicho. Se hace la misma inyección a la derecha de las juntas j de manera de llenar el cemento líquido todos los huecos. Si la operación está bien hecha, si el cemento inyectado por un extremo del tubo vuelve a salir a la superficie de la viga por unos pequeños conductos dispuestos con este objeto, la soldadura de los trozos debe ser perfecta.

Es, por otra parte, evidente, que se puede en este procedimiento hacer que varíe el momento de inercia de cada elemento, y por consiguiente de la viga entera, haciendo variar simplemente la sección de las armaduras introducidas en los tubos. Se puede así preparar una gran serie de elementos de pisos idénticos, que podrían apropiarse a una escala de sobrecargas muy extensa, correspondiendo a las diversas secciones de armaduras a que se introducirán en los tubos t .

Este es el caso de los pisos de fábricas, llamados a soportar cargas, en general muy variables, según los emplazamientos. Se

les puede calcular por zonas, para las cuales todos los elementos tendrán exteriormente la misma forma y las mismas armaduras envolventes, pero en el interior de éstas se colocará, en cada zona, hierros de sección apropiada, correspondiendo exactamente a la sobrecarga impuesta.

Normalmente, para vigas rectas o postes, las armaduras estarán constituidas por barras redondas de acero ordinario; pero para vigas que presenten una cierta curvatura, las armaduras podrán, para la comodidad del montaje, estar constituidas por cables de acero análogos a los empleados en los puentes colgantes. Es evidente que, en ciertos casos, y principalmente en los elementos cortos que no tienen que sufrir esfuerzos de flexión, se puede prescindir de los tubos t , y limitarse a disponer en el hormigón unos canales para el paso de las armaduras a .

Este procedimiento, que permite el empleo del hormigón armado en los casos más diversos (puentes, pilares, armaduras, cañerías, etc.), exige una gran precisión, de manera de permitir la yuxtaposición rigurosa de los elementos ensamblados. Para dar su pleno rendimiento, se necesita la introducción de procedimientos mecánicos para la dosificación y mezcla del hormigón y para el manejo de las piezas.

La figura 4.^a representa la ensambladura de un poste con una viga de piso.

REVISTA EXTRANJERA

Realización del proyecto canadiense de desarrollo de energía hidroeléctrica en el río Niágara.

Las obras, emprendidas en 1918 bajo la inspección de la comisión hidroeléctrica del Estado de Ontario, se prosiguen regularmente. Aunque la conservación de los taludes de las trincheras profundas haya presentado ciertas dificultades, no ha resultado de ello un retraso importante, y se prevé que las instalaciones de energía podrán ponerse en explotación en el transcurso del año 1921. Las obras, ejecutadas bajo la dirección de los ingenieros de la Comisión, se prosiguieron durante todo el invierno 1919-20, como lo habían sido durante el invierno precedente.

Exponemos a continuación las características principales del proyecto, que tomamos del *Engineering News-Record*. Su objetivo es utilizar el desnivel casi total del río Niágara, entre los lagos Erie y Ontario, por medio de un canal que una Chippawa, localidad situada en la confluencia del río Welland (2 millas, próximamente, agua arriba de las cataratas del Niágara), con Queenston, localidad situada una milla, próximamente, agua arriba de la desembocadura del río Niágara, en el lago Ontario (fig. 1.^a). La diferencia de nivel de los dos lagos es de 330 pies. Las nuevas fábricas trabajarán bajo una carga de 305 pies, repartiéndose la pérdida de 25 pies como sigue: 12 pies para la pendiente del río entre el lago Erie y la confluencia del río Welland, origen del canal de carga; 8 pies para la pendiente en este canal; 2 pies para la diferencia de nivel entre la descarga de la fábrica y el lago Ontario; 6 pulgadas para los frotamientos en el canal, y 2 pies 6 pulgadas para los frotamientos en las cañerías de carga.

Las nuevas instalaciones proyectadas deben desarrollar una energía de 300.000 caballos para un caudal de 10.000 pies cúbicos por segundo, o sean 30 caballos por pie cúbico por segundo. La antigua fábrica eléctrica americana desarrollaba de 12 a 15 caballos por pie cúbico de caudal; la nueva fábrica de la Compañía de energía del Ontario, en la orilla canadiense, desarro-

llaba 19, y la nueva fábrica de la Compañía de energía hidráulica, en la orilla americana, daba 20, próximamente.

El río Niágara posee un caudal de 220.000 pies cúbicos por segundo, de los cuales 55.000 pies cúbicos, según el convenio internacional, pueden tomarse con el fin de obtener una recuperación de energía. De esta última cantidad, 36.000 pies cúbicos han sido atribuidos al Canadá y 20.000 a los Estados Unidos. En

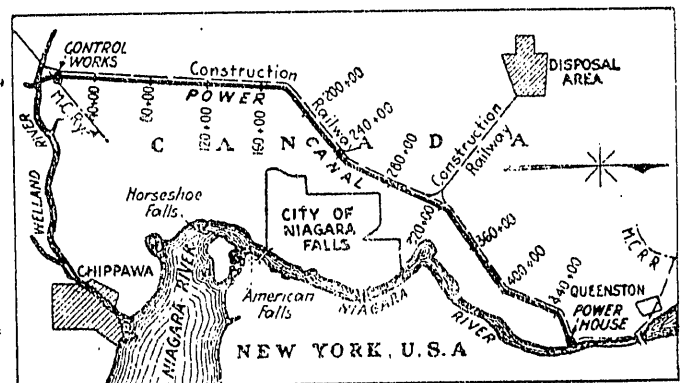


Fig. 1.^a

la actualidad la Comisión de Energía hidroeléctrica del Ontario dispone de los 36.000 atribuidos al Canadá, 17.790 pies cúbicos, de los que 11.180 se utilizan por la Ontario Power Company, una fábrica particular que fué adquirida por la Comisión nueva hace dos años.

El proyecto actualmente en vías de ejecución (fig. 1.^a) comprende unas obras de canalización del río con un desarrollo de 4 millas y media y la excavación de un canal en un terreno virgen con un desarrollo de 9 millas. Los trabajos de canalización se efectúan en el río Welland, cuya corriente se cambiará de sentido desde su desembocadura actual hasta el punto de origen del canal, donde deben establecerse las obras reguladoras. El canal se excava en terreno elevado, fuera de la garganta de