

LA TECNICA DEL HORMIGON VIBRADO

Por ANTONIO ANGULO ALVAREZ,
Ingeniero de Caminos.

Continúa el autor presentando ejemplos y casos prácticos sobre el tema del epígrafe, que completan el trabajo iniciado en nuestro número anterior, con el plausible objeto de divulgar esta técnica, relativamente nueva, entre nosotros.

II

Vibración en vigas.

La vibración del hormigón, en vigas, puede hacerse por distintos procedimientos: vibración interna, de encofrado o de armaduras.

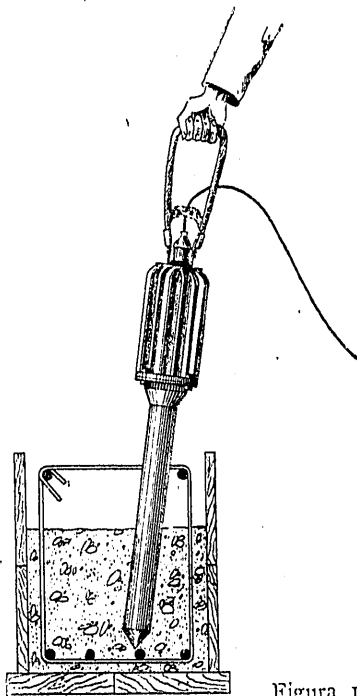


Figura 10.

Cuando las vigas son grandes y materialmente cabe un vibrador interno entre armaduras y encofrado, es la solución óptima. Esta disposición se aprecia en la figura 10.

Cuando lo anterior no es posible, puede vibrarse el encofrado en cualquiera de las dos modalidades siguientes:

a) *Vibración de los laterales.* — Para ello bastará disponer suficiente número de pletinas, de las indicadas en la figura 8.^a (1), distribuidas sobre ambos laterales del encofrado, de modo que, cuando convenga por razones de acopio del hormigón, se acople el vibrador a cada una de ellas y se le haga funcionar.

(1) Véase, de REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, enero 1951, página 9.

Caben, sobre la zona de influencia, consideraciones análogas a las que se hicieron al tratar de la vibración en pilares. Como primera orientación, se puede indicar que en cada paramento las pletinas deben colocarse distanciadas entre sí de 1,0 a 1,5 m., conviniendo situarlas alternadamente en cada paramento, de modo que, en el conjunto de la viga, existan pletinas distanciadas de 0,5 a 0,8 m., medidos en el eje de la viga, aun cuando colocadas alternadamente en un lateral y en otro.

Recordamos que las pletinas no deben colocarse sobre las tablas del encofrado, sino sobre sus refuerzos.

b) *Vibración del fondo.* — Puede vibrarse el fondo de una viga utilizando las mismas pletinas citadas, pero resulta incómodo para el obrero llegar con un vibrador hasta la parte inferior del fondo de la viga, por estar a cierta altura.

A menudo se usa el accesorio indicado en la figura 11, que consiste en un trozo de tubo, en cuyo extremo superior tiene soldado un tirafondo, que se atornilla al fondo del encofrado. En su parte inferior tiene una pletina con disposición análoga a las tantas veces citadas para vibrar encofrados. Merced a este tubo, el obrero puede acoplar con facilidad el vibrador

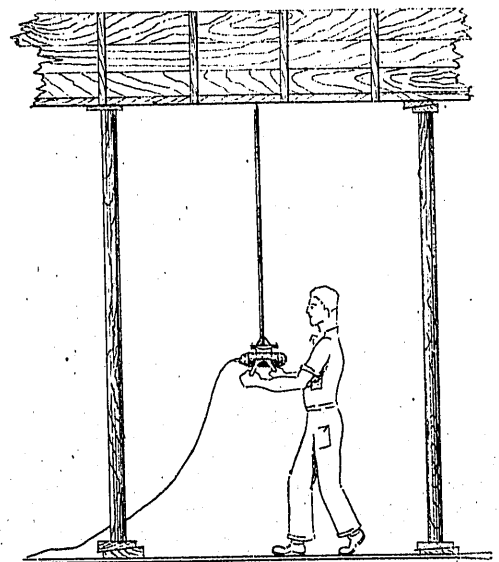


Figura 11.

a su parte inferior, transmitiendo el tubo la vibración al encofrado de la viga.

Otro modo de vibrar las vigas es mediante la "aguja".

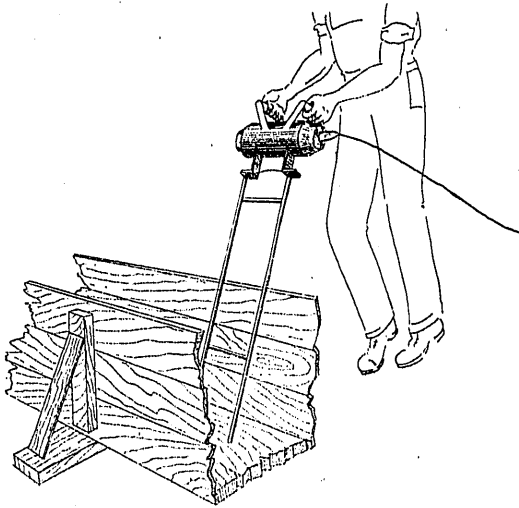


Figura 12.

Consiste la "aguja" en una o varias varillas de redondo, que se sujetan al vibrador. En la figura 12 se ve a un obrero actuando con un vibrador acoplado a una aguja en forma de H.

Para utilizarla, basta apoyar el extremo inferior de la aguja sobre el encofrado, o las armaduras, para que éstos entren en vibración. Conviene reforzar el peso del aparato, en este caso, presionando con el pie sobre el travesaño inferior (horizontal) de la H de la aguja. Por el contrario, no conviene oprimir el vibrador con la mano, pues el movimiento del mismo resulta fatigoso.

En nudos muy armados, la vibración con aguja da un excelente resultado, aplicándola sobre las armaduras. También es indicada en viguetas.

La vibración con aguja tiene poco rendimiento, pero en cambio, como su aplicación es potestativa del obrero que maneje el vibrador, es posible insistir sobre los sitios en donde parece se ha logrado menor efecto de la vibración. Sin duda, por este hecho de poderse manejar a voluntad del obrero, la vibración de aguja es preferida por el carácter del obrero español.

Vibración en forjados.

Cuando se trate de placas planas de poco espesor (hasta 0,20 m.), es recomendable la vibración superficial, lo que se realiza paseando sobre el hormigón una bandeja, a la que está sujeto un vibrador, tal como se indica en la figura 13.

Cuando las dimensiones de la losa son grandes, debe practicarse igualmente la vibración superficial, utilizando la misma técnica que cuando se trate de pavimentos.

También en el caso de placas puede practicarse la vibración de encofrados. Para ello existen unas piezas en forma de Y, que en su parte inferior están roscadas como un tirafondo, y en su parte superior tienen la misma pletina citada al tratar de la vibración de encofrados, a la que se puede acoplar fácilmente el vibrador.

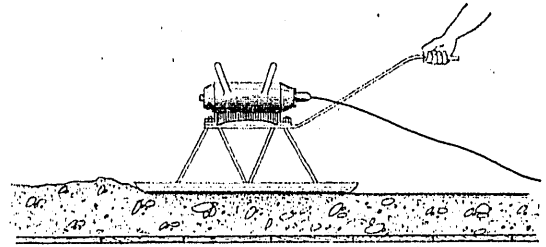


Figura 13.

Estas piezas se atornillan en el encofrado, procurando buscar los sitios más fuertes para no dañar al entablonado del encofrado.

Piezas como la citada se atornillan distanciándose de 0,8 a 1,4 m. entre sí. Después se vierte en hormigón, y a medida que llega al lugar donde está sujeta cada pieza en Y, se va colocando el vibrador sobre ella, haciéndole funcionar. Esta disposición puede apreciarse en la figura 14.

Otro modo de vibrar las placas es con aguja. Para ello, con la misma técnica que se mencionó en las vigas, el obrero va oprimiendo el extremo de la aguja contra el encofrado o las armaduras, consiguiendo la vibración de estos elementos, que a su vez la transmiten al hormigón.

Cuando el forjado se construye a base de viguetas prefabricadas, no hay lugar a otra vibración que la del hormigón de relleno, que generalmente no tiene armadura. Es un caso indicado de vibración superficial, con bandeja, análogo al de la figura 13.

Están muy extendidos los forjados compuestos

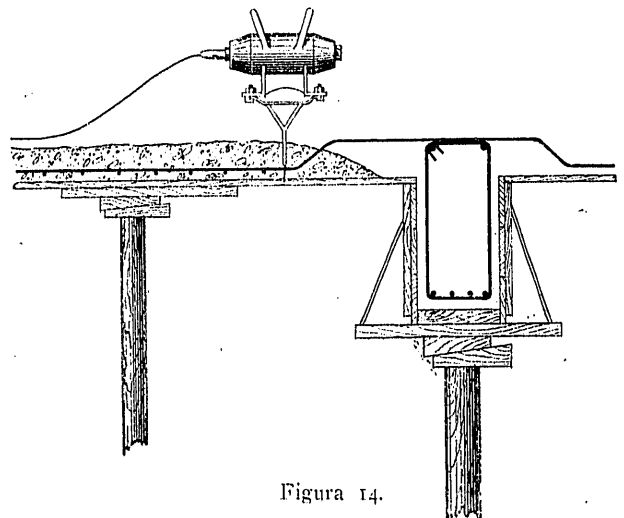


Figura 14.

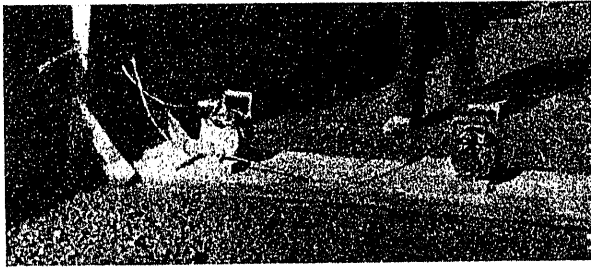


Figura 15.

por piezas huecas (de cerámica o mortero), que se adosan en la obra dejando entre sí los nervios que luego se han de hormigonar, en los que se aloja la armadura. En este caso es aconsejable la vibración con aguja de los nervios, bien actuando sobre el encofrado o sobre las armaduras. La capa superior o de compresión debe vibrarse con bandeja.

Vibración en pavimentos.

Es un caso típico de vibración superficial, dándose la circunstancia ventajosa de un hormigón rico en la superficie.

Cuando se trate de pequeñas zonas, conviene hacer uso de la bandeja que se citó al tratar de forjados (figura 13).

A medida que la importancia de la obra lo aconseje, pueden emplearse accesorios más perfeccionados. Así, para calles no muy anchas pueden emplearse tablones, sobre los que se fijan uno o varios vibradores. Estos tablones se desplazan a lo largo de la calle, debiendo estar colocados perpendicularmente a la misma, y se apoyan sobre el bordillo o los cajeros de madera o hierro.

La fotografía de la figura 15 fué tomada en una calle, utilizando un tablón sobre el que se sujetaron

dos vibradores. Puede apreciarse que el hormigón, una vez vibrado, queda muy compacto, hasta el extremo que recién vibrado lo pisa una persona y ni se hunde en el hormigón ni siquiera deja huella.

Si la obra es más importante y justifica el gasto, debe colocarse una viga metálica en lugar del tablón. La figura 16 muestra una pieza, compuesta de dos perfiles en C, unidos por una bandeja de chapa en su parte inferior, y sobre las que se colocan los vibradores necesarios.

A título de orientación, indicaremos que cada vibrador afecta a una anchura de calle, carretera o pista, del orden de 1,5 m.

La vibración superficial es específica de pavimentos de carreteras, en las que, a menudo, no es fácil disponer de energía eléctrica. Si tampoco en la obra existe grupo electrógeno, se utilizan vibradores de motor de explosión, alimentados por gasolina.

Algunas referencias extranjeras indican que se obtiene mayor rendimiento colocando metal desplegado en la parte inferior de la pieza o viga vibrante, en lugar de chapa.

Vibración en presas.

En las presas está indicada la vibración interna o la superficial.

Cuando se vibra internamente, para tener un rendimiento elevado, conviene utilizar aparatos de gran diámetro (ver figura 5.^a, R. O. P. de enero 1951, página 8). Interesa un buen rendimiento de la vibración, en este caso de las presas, por el importante volumen de hormigón de las mismas.

En la fotografía de la figura 17, tomada durante la construcción de una presa, pueden verse dos aparatos de este tipo, en funcionamiento.

En otros casos se utiliza la vibración superficial con una bandeja de mayores dimensiones (0,60 X 1,00

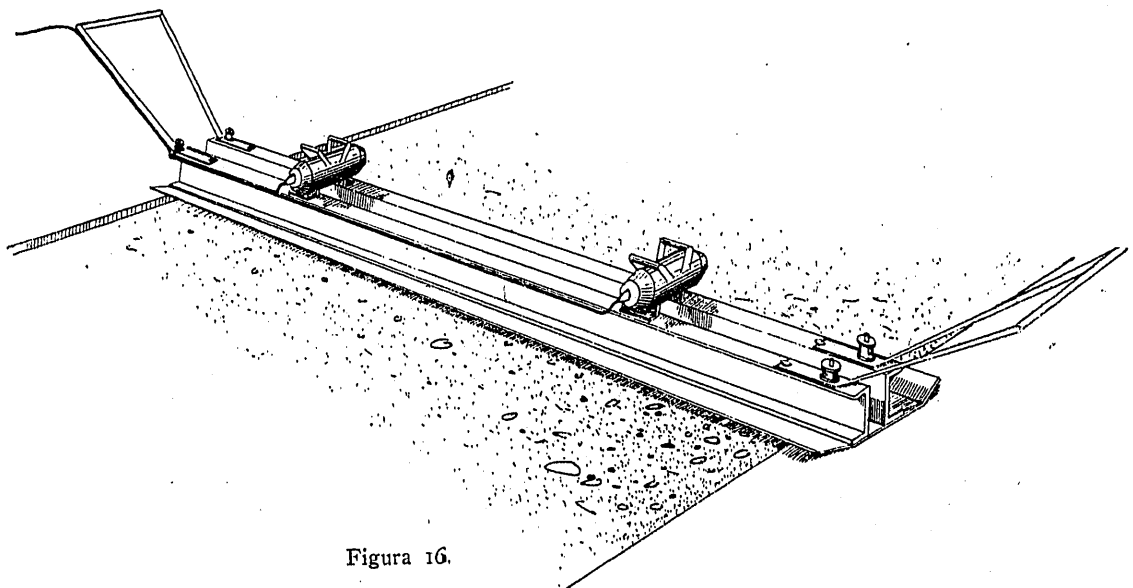


Figura 16.

metro, por ejemplo) de la cual salen, hacia abajo, varias patas de angular o perfil en T. El vibrador se coloca en la parte superior, como en el caso general

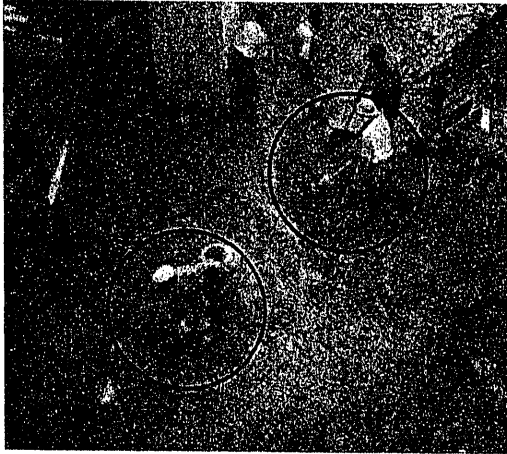


Figura 17.

de la vibración superficial. Con este dispositivo, que se croquiza en la figura 18, se logra, primero, una vibración profunda por efecto de las patas, y luego, una vibración superficial, cuando ha descendido el conjunto y ha tomado contacto la bandeja con el hormigón.

Vibración en muros, bloques, cajones, tuberías.

En estas masas de hormigón conviene la vibración interna, pues la superficial anteriormente indicada para presas no es siempre posible realizarla por no haber materialmente la bandeja.

Utilizando la vibración interna, deben emplearse los aparatos de mayor diámetro que sea posible.

En algunos casos se aplica la vibración de encofrados, acoplando el número de vibradores precisos a la parte exterior del encofrado. La superficie de encofrado que queda afectada por cada vibrador es muy variable. Un primer tanteo nos conduce a una superficie de uno a dos metros cuadrados.

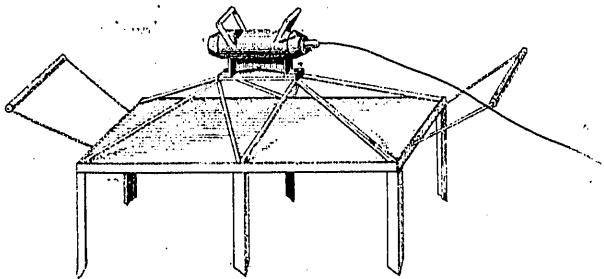


Figura 18.

La profundidad a que se hace sentir el efecto de la vibración es también muy imprecisa, pues depende de muy diversas circunstancias, como se indicó anteriormente. Una primera aproximación es un metro en bloques grandes.

Precaución importante en todos los casos de vibración de encofrados es colocar los vibradores en los refuerzos. Un caso típico de sujeción de vibradores es en los encofrados interiores de tuberías. Estos encofrados suelen tener en su interior diversas estructuras que los dan rigidez, debiendo colocarse los vibradores en las referidas estructuras, las cuales transmiten la vibración al encofrado.

Vibración en piezas prefabricadas.

Por las grandes variedades que concurren en las piezas prefabricadas, no pueden darse normas concretas, dependiendo la solución del ingenio de su concepto.

Cuando se utilizan moldes metálicos, se obtienen buenos resultados adosándoles directamente los vibradores, lográndose desmoldeos rápidos, altamente ventajosos, pues los moldes suelen ser caros.

Un caso muy interesante es la prefabricación de losas. Para ello se coloca sobre el suelo un marco metálico o de madera, que limite las dimensiones de la losa. Dentro de este recinto se coloca la armadura, si existe, y se vierte el hormigón. La vibración se hace con bandeja, acoplando un vibrador a su parte superior. Inmediatamente puede abrirse el marco, para ser empleado en otro lugar, y queda la losa terminada sobre el suelo.

En ocasiones son útiles las mesas vibratoras, compuestas por un bastidor que sostiene elásticamente a una bandeja vibrante que se coloca en la parte superior o superficie de la mesa.

Sobre la mesa se colocan los moldes, que se llenan de hormigón, y que deben fijarse rápidamente a la mesa. Una vez vibrado, se suelta el mecanismo que sujeta el molde y se retira éste con su pieza de hormigón vibrado.

Un caso frecuente de piezas prefabricadas es el de los tubos. Cuando existen moldes compuestos de dos cilindros, uno interior y otro exterior, lo más corriente es colocar en el exterior los vibradores. Conviene situarlos en los refuerzos, no sobre la chapa del molde. También es poco concreto el número de vibradores que se hayan de colocar, por las mismas razones tantas veces repetidas, que se indicaron al tratar de la vibración de encofrados. Como una primera aproximación, debe preverse un vibrador por cada 0,4 a 0,8 metros cuadrados de superficie de encofrado.