

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

830 - 2 TRANSPORTE DEL HORMIGÓN POR BOMBEO

(Le pompage du béton)

Autor: J. Bächtold

De: "BULLETIN DU CIMENT", nº 10, Octubre 1952

- - -

Cuando hace una veintena de años se introdujo la bomba de pistón para el transporte del hormigón, el concepto de bombeo estaba ligado al de fluidez. En aquellos primeros tiempos, más - que hormigones se bombeaban verdaderas lechadas de cemento.

Después se ha comprobado que también pueden bombearse hormigones de poca plasticidad. Los ensayos sistemáticos realizados han demostrado que la cualidad esencial que hace apto para - el bombeo a un hormigón es la granulometría. Se precisa una mezcla rica en arena de granulometría continua que, sin embargo, - presente una fuerte disminución del número de granos finos de 0 a 0,5 mm. El autor menciona un caso, de su experiencia personal, en que pudo bombear, sin dificultad alguna, un hormigón de consistencia tal que se sostenía en su sitio, sin apoyo, hasta una inclinación de 45°.

En la actualidad se han realizado grandes progresos en el transporte del hormigón por bombeo, pero se tienen aún demasiado presentes las antiguas dificultades a que daba lugar. Unas veces fallaba la bomba, otras se formaban tapones en el interior de la conducción. Con frecuencia había que interrumpir el bombeo por falta de hormigón, o, por el contrario, porque no podía colocarse a una velocidad tan grande. Al principio, cuando se producía -

una obstrucción era preciso desmontar toda la conducción y vaciar los tubos uno a uno. Después se ha conseguido eliminar las obstrucciones sin tener que desmontar, introduciendo en la conducción - bolas de caucho esponjoso, o sencillamente de papel, por medio de aire comprimido.

En la central Handeck II se ha conseguido, por mejoramiento progresivo de la granulometría, bombear desde una distancia de 220 m con una diferencia de nivel de 35 m.

La idea inicial de que sólo se podían bombear hormigones flúidos suscitó una gran oposición. Este procedimiento de transporte era rechazado por todos aquellos que, con razón, no querían emplear hormigón fluido. Hoy día, puede afirmarse que pueden bombearse hormigones de alta calidad, conservando éstos una excelente homogeneidad.

Las ventajas prácticas del bombeo son las siguientes:

- a) Instalación mixta para la fabricación y bombeo del hormigón.
- b) Eliminación de todo sistema de transporte que pueda acarrear una segregación del hormigón.
- c) Posibilidad de transportar el hormigón entre numerosos obstáculos hasta una gran altura, y de colocarlo entre encofrados horizontales.
- d) Un buen rendimiento en el transporte de grandes cantidades.

En la actualidad, pueden bombearse sin dificultad hormigones de granulometría adecuada, con granos de árido de un tamaño máximo de 50 mm , con 250 Kg por m<sup>3</sup> (o, mejor aún, con -

300 Kg).

El bombeo de hormigones con 250-350 Kg de cemento portland por m<sup>3</sup> puede facilitarse por adición de diversas sustancias (piedra pulverizada, resinas, u otros productos químicos). Si el contenido de cemento es más alto, estas adiciones resultan superfluas.

Si en lugar de áridos naturales, se utilizan materiales triturados, el bombeo resulta más difícil, sobre todo si el contenido de cemento es bajo.

En el curso de los últimos años se ha desarrollado mucho el bombeo neumático (fig. 13). A la cabeza de la conducción se instala una cuba provista de una tapadera de cierre hermético. El hormigón, que se introduce antes de ajustar la tapadera, es inyectado por medio de aire comprimido hasta el extremo de la conducción, formando una masa compacta que no se disgrega.

Mientras que con las bombas de pistón el hormigón sale lentamente por pequeños impulsos, con la bomba neumática toda la carga sale de una vez y violentamente. Es preciso, por tanto, tomar medidas para evitar la disgregación en este momento. Lo mejor es que el hormigón ya colocado se encuentre todavía fresco, a condición de que el extremo de la conducción sea sensiblemente perpendicular a la superficie a hormigonar.

La superioridad de este sistema consiste en la ausencia de elementos móviles, lo cual reduce mucho los desgastes y las causas de perturbación. Existen instalaciones de este tipo para cargas de 250 y 500 litros de hormigón. El rendimiento depende en general de la alimentación de hormigón. Utilizando al máximo la capacidad de la instalación, se alcanzan rendimientos

de  $7 \text{ m}^3$  por hora con la cuba de 250 litros y de  $15 \text{ m}^3$  con la de 500 litros. Como estas instalaciones neumáticas son menores y más ligeras que las bombas de pistón, se pueden introducir fácilmente en galerías (fig. 14).

Para los túneles de pequeñas dimensiones se construyen aparatos especialmente bajos, a veces con cuba horizontal. Esto permite instalarlos muy cerca del punto donde se va a hormigonar y, por consiguiente, reducir la longitud de la conducción. El hormigón se conduce en este caso hasta la cuba por medio de vagonetas, con la desventaja de que, si la distancia de transporte es grande, presenta tendencia a disgregarse. En este caso será preciso batir de nuevo.

Para evitar este inconveniente, se construyen instalaciones en las que están combinadas la hormigonera y la bomba neumática. Con este sistema, sólo es preciso transportar en vagonetas los materiales secos. La ventaja de una conducción corta (bomba situada próxima al punto de hormigonado) consiste en que en este caso se pueden emplear hormigones con un menor contenido de cemento, menos de  $250 \text{ Kg}$  por  $\text{m}^3$ , y en que el rendimiento es mayor. Si, por el contrario, se pretende enviar el hormigón a gran distancia, la bomba neumática, como la de pistón, permite alcanzar los 300 m para una diferencia de nivel de 30 m.

El autor indica que en Oberhasli se han obtenido excelentes resultados en el revestimiento de más de 4 Km de galerías y pozos, bombeando el hormigón neumáticamente, y considera el bombeo como el sistema ideal para el hormigonado de galerías.

L. S. C.

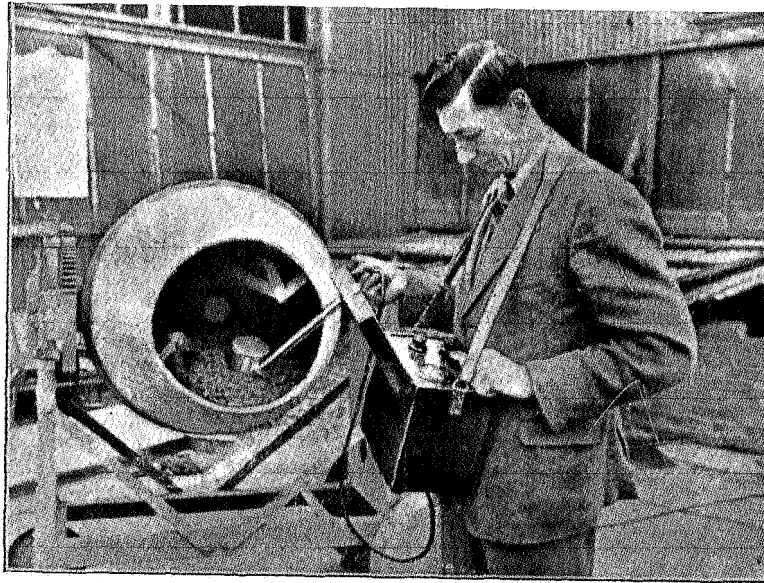


Fig. 12.

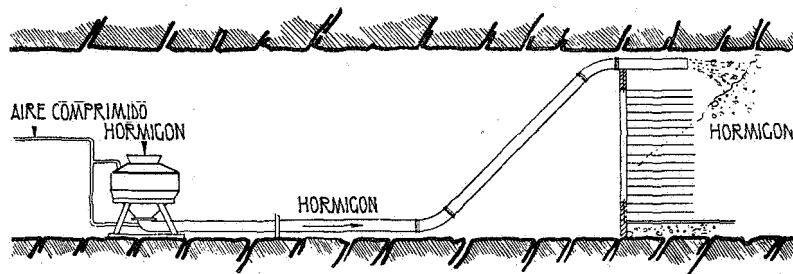


Fig. 13.

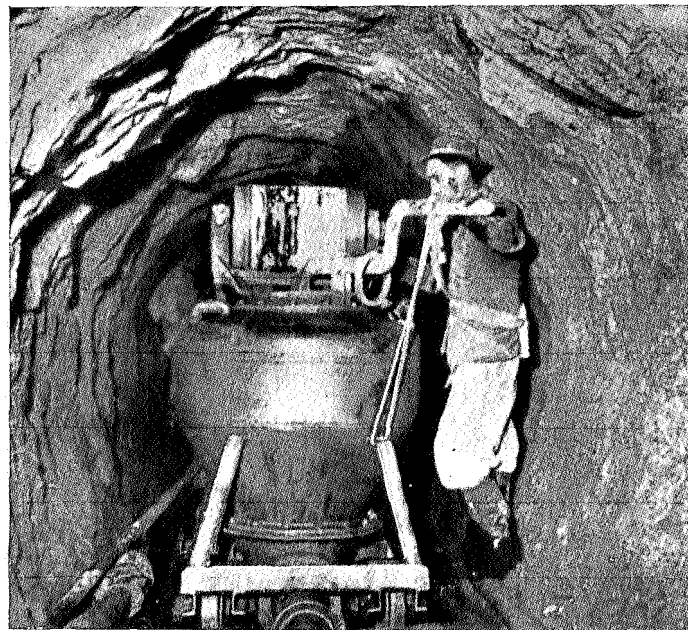


Fig. 14