

# VOLUMEN DE HORMIGÓN EN OBRA



En este artículo se entregan antecedentes y recomendaciones que permitan enfrentar eventuales diferencias que se producen entre el volumen estimado en la cubicación teórica y el volumen real suministrado.

## RENDIMIENTO DEL VOLUMEN DE HORMIGÓN:

El rendimiento del hormigón está definido como aquel volumen de mezcla que se obtiene con una determinada dosificación de materias primas. Por otra parte, en obra se estima el volumen a utilizar, para una determinada jornada, mediante la cubicación teórica de los elementos según las dimensiones que se indican en los planos respectivos. Frente a posibles discrepancias entre ambos valores, la norma NCh 1934.Of92 establece el procedimiento para dilucidar la situación.

NCh1934: "En ningún caso el volumen entregado se debe calcular en base a la cubicación del hormigón colocado y/o endurecido, en razón de pérdidas por derrames, deformaciones de moldajes, sobreespesores en moldajes y excavaciones, asentamientos de mezclas, etc., ninguna de las cuales es de responsabilidad del suministrador". Por lo tanto, la cantidad es el volumen de hormigón fresco y su método de control más simple, seguro y económico se realiza mediante la estimación de los volúmenes de cada material componente del hormigón.

Causas: Es natural y frecuente tener sobreconsumo de hormigón en las obras. Las causas de ello son variadas y se superponen unas con otras: uso de hormigón en elementos no considerados inicialmente, devolución de pequeñas cantidades en cada camión o equipo de transporte, derrames, chorreos, desplazamientos de moldajes, expulsión de lechadas, rebases, restos en tuberías de bombeo y recipientes, sobresolicitudes por redondeo de cubicaciones, entre otros. Por ello, la magnitud del sobreconsumo total o resultante, dependerá exclusivamente del control que se realice en la obra en cada uno de estos aspectos.



Aspectos a verificar previamente a la cubicación:

- Uso de hormigones en elementos no contemplados en sus estudios preliminares (pilas de socialzados, fundación de la grúa de la obra, otros),
- Devolución de camiones (o equipos de transporte) parciales y/o totales por no haber podido ser descargados en el frente de faena (restricciones horarias, cortes de energía, fallas de equipos, elementos aún no recepcionados por la Inspección de la obra, elementos ya llenados),
- Derrames, desplazamiento de moldajes, expulsión de lechadas desde los moldajes, rebases en los transportes manuales,
- Pérdidas en tuberías y receptáculos de los equipos de bombeo durante su operación y en la etapa de limpieza de los mismos,
- Pequeñas devoluciones dentro de los equipos de transporte,

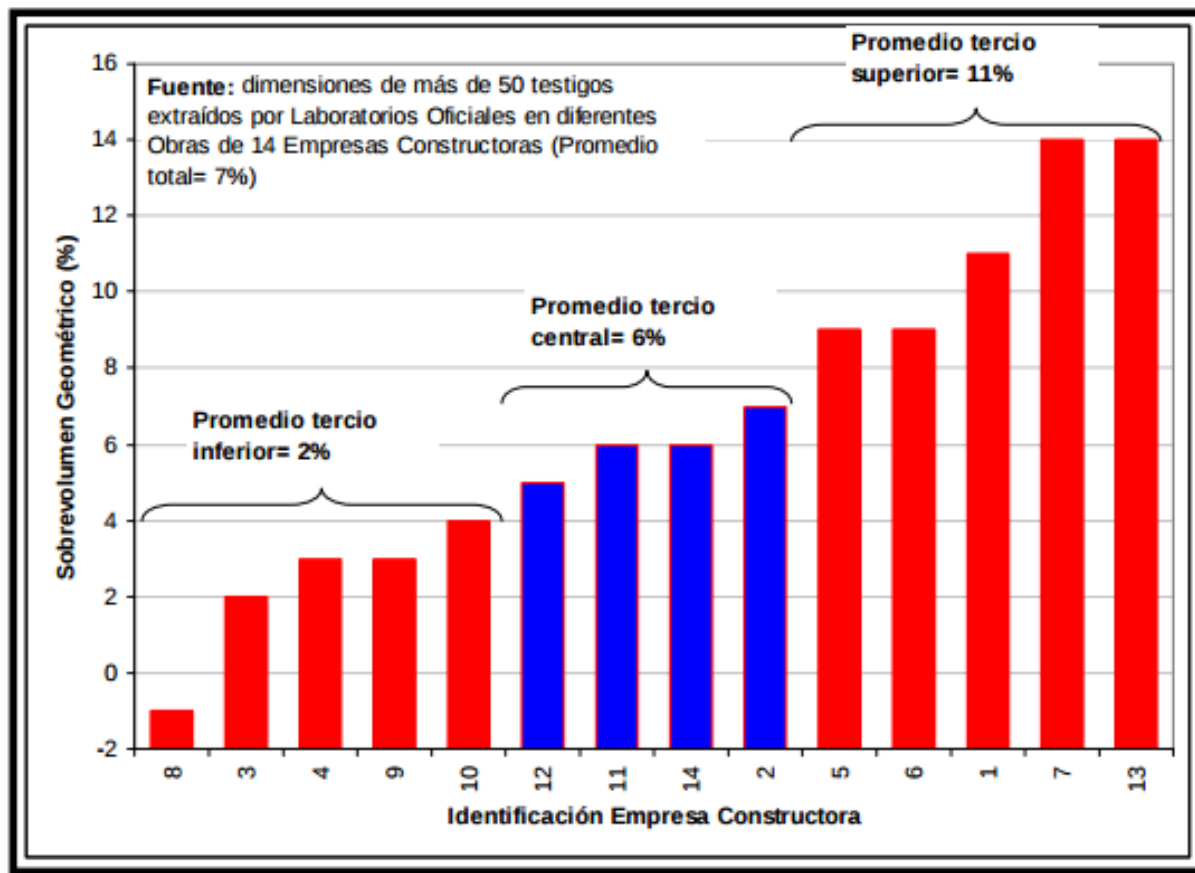
- Sobresolicitudes por redondeo de cifras teóricas, entre otras.

#### Verificación de carga y transporte:

En los casos en que se desee verificar el volumen confeccionado en una amasada de hormigón, éste se puede efectuar mediante el cociente entre el peso cargado de cada uno de los materiales del hormigón y sus pesos específicos respectivos. Para estos efectos, Pétreos S.A. pone a disposición del cliente sus instalaciones y equipamientos para que sean verificados por las entidades que estimen pertinentes y en las oportunidades que les desea deseable, tan sólo con cumplir con las condiciones y políticas de seguridad de la compañía (OH&S). Asimismo, el procedimiento de transporte seguro puede ser constatado por medio de la verificación de los sellos en los dispositivos de descarga de los camiones, como también de los tiempos de transporte desde planta a obra, y viceversa.

## CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

Distintas investigaciones han permitido establecer que existen otros antecedentes, técnicos y contundentes, que indican valores superiores a los convencionalmente considerados. Por ejemplo, la National Ready Mixed Concrete Asociación informa que los valores ha adoptar como pérdidas promedio deben estar en torno al 4 y 10%. Estas magnitudes también han sido consideradas dentro del Seminar Course Manual de la ACI. Dado lo anterior, se procedió a analizar información de terreno en obras nacionales de 14 empresas constructoras, desde muy conocidas hasta algunas muy poco nombradas. El análisis consistió en evaluar los espesores reales de más de 50 testigos extraídos por Laboratorios Oficiales y proceder a compararlos con aquellas dimensiones teóricas indicadas en los planos ("Hormigón al Día", ICH, N° 16, año 2006). El promedio de sobreespesores geométricos en los elementos moldeados de las obras evaluadas es un 7%, el cual es un valor que coincide plenamente con el rango indicado en la literatura extranjera ya citada. Es muy importante tener en cuenta que estas pérdidas, sólo y exclusivamente, contemplan aquellas relacionadas con las deformaciones geométricas de moldajes, no considerando pérdidas por sobresolicitudes, derrames, devoluciones, otros. También es importante señalar que aquellos elementos hormigonados contraterreno han de presentar sobreconsumos muy superiores (un socialzado puede, por ejemplo, consumir con facilidad un 40% adicional)



Por otra parte, se debe recordar que los volúmenes de hormigones endurecidos difieren de aquellos en estado fresco. Las diferencias son ocasionadas por diversas razones, dentro de las cuales se encuentran: – las exudaciones, – la expulsión del aire naturalmente atrapado, – asentamientos plásticos y – contracciones hidráulicas. Lo anterior puede derivar en una diferencia adicional en torno al 1 y 2 %.

Para prevenir, o disminuir, las diferencias de rendimientos se recomienda adoptar y tener presente los siguientes aspectos:

- Siempre antes de comenzar la faena de hormigonado, asegúrese de haber efectuado un correcto proceso de cubicación teórico (según planos) y mantenga registro de ello junto a su clara identificación con los planos originales.

- Mantenga monitoreo sobre las densidades de las probetas endurecidas. Si bien es cierto que la densidad a considerar es la del hormigón en estado fresco, la endurecida es 1,00 a 1,02 veces la fresca. Por lo tanto, el monitoreo de la endurecida le permitirá estimar si el proceso es uniforme o no y si está del orden del control de la densidad en estado fresco que pueda realizar en forma aleatoria durante el desarrollo de su obra. Así también le servirá para comparar períodos en que no tuvo sobreconsumo con aquellos en que sí le aparece una discrepancia.
- No olvide que existen otras fuentes de sobreconsumo. Por ejemplo, no olvide de verificar que en cada amasada entregada por el equipo de transporte utilizado el vaciado se haya realizado en forma completa.
- Lleve un registro del lugar de colocación de cada amasada, con lo cual podrá identificar las zonas donde tiene mayores sobreconsumos y así podrá realizar los ajustes que se requieran para su disminución. Recuerde que existe un diferencial de volumen entre el hormigón endurecido y fresco que es del orden del 1 al 2%.
- Con sus registros e inspecciones constantes en el frente de trabajo, usted podrá estimar con mayor exactitud el volumen extra necesario por pérdidas y por dimensiones adicionales del vaciado sobre las nominales. El desplazamiento de un moldaje de muro de espesor 20 cm en 10 mm puede derivar en un sobrevolumen geométrico aproximado de 5%. Adicionalmente, existen los casos de deformaciones de los moldajes por falta de sujeción y/o rigidez de los mismos, lo cual provoca hinchamientos que requieren ser desbastados en forma posterior. Por otra parte, un error de 10 mm en una losa de 14 cm de espesor le significará ya un sobreconsumo geométrico aproximado de 7%.
- Los pocos antecedentes que se tienen en los casos de elementos hormigonados contraterreno, los cuales mayoritariamente son sólo estimaciones, indican magnitudes de sobrevolumenes que incluso llegan a ser del orden de un 40% (caso de pilas de socialzado en edificación). En el caso de las fundaciones también aparecen sobredimensiones importantes por el desprendimiento de suelo en el proceso de excavación, los cuales pueden hacer aumentar en, al menos, unos 10 cm las aristas de la misma.