

HORMIGONADO EN ALTURA

EXIGENCIAS SUPERIORES

DANIELA MALDONADO P.
PERIODISTA REVISTA BIT



■ El 50% del costo total de la obra corresponde al ítem hormigón, el que puede aumentar hasta un 20% adicional, en caso de no ejecutarse correctamente. Se trata de una faena clave que involucra diversos requerimientos y donde la altura aumenta las exigencias. ■ Diferentes especialistas entregan sus recomendaciones para lograr, cerca de las nubes, hormigones impecables.

CON PASOS DE GIGANTE, cada día los edificios escalan más alto. En nuestro país ya llegamos a los 200 m con Torre Titanium y en Dubai atravesaron la frontera de los 800 metros con Burj Dubai. Y en esta carrera por llegar al cielo, cada uno ha tenido que sortear diferentes desafíos. Uno de los más importantes, por los costos que involucra, es la realización del hormigonado. En un edificio donde predomina este material, el 50% del costo total de la obra corresponde a este ítem, el que puede aumentar hasta un 20% adicional si no se realiza correctamente, señalan los especialistas.

Se trata de una faena que tradicionalmente se ha realizado con capachos elevados por grúas, pero que actualmente emplea modernos sistemas de bombeo que transportan el hormigón fresco desde



15 años
al servicio de la construcción



el camión mezclador hasta el moldaje del elemento. Las más utilizadas son las bombas estacionarias y las plumas. Las primeras, consisten en equipos de arrastre (que se acoplan al camión que los transporta) y utilizan tuberías, instaladas previamente por los operadores, para conducir el hormigón hasta el punto deseado. En este caso las limitaciones de altura están dadas principalmente por la capacidad del equipo de bombeo. Las bombas pluma (con brazo telescópico), en tanto, son equipos montados directamente sobre los camiones, que se desplazan entre frentes de hormigonado para salvar distancias y sectores de difícil acceso. Los brazos telescópicos de las bombas plumas pueden alcanzar hasta 43 m y su alcance en altura estará dada por las condiciones de la obra. La incorporación del uso de bombeo se fortaleció en la última década aproximadamente, y actualmente se utiliza masivamente en las construcciones de edificación en altura, entendiendo este segmento como aquellos proyectos que superan los 60 m, unos 30 pisos en promedio.

El bombeo vuela alto. Y las razones de su expansión son claras. Las grúas se ocupan principalmente para mover los moldajes industrializados y las enfierraduras, por lo tanto no están disponibles. Además, el sistema de bombeo permite un avance más rápido de las obras y resulta más eficiente en faenas que utilizan hormigones en grandes volúmenes y elementos con difícil acceso. Paso a paso, dife-

- ✓ Cobertura de la III a la VIII Región
- ✓ Proyectos especiales en todo el territorio nacional
- ✓ Bombas Plumitas con alcance de hasta 47 mts.
- ✓ Torres de distribución con alcance de hasta 32 mts.
- ✓ Bombas estacionarias con capacidad de hasta 300 mts. verticales



ERRORES

Inconvenientes que generan defectos en el hormigonado por no considerar la densidad de armaduras del elemento y recubrimiento respecto al tamaño máximo del árido del hormigón.

1. Colocación inadecuada de moldajes.
2. Formación de nidos.
3. Patologías por falta de planificación del curado.

rentes especialistas explican la correcta secuencia de esta faena, los errores que se cometen y las recomendaciones para lograr hormigones que se comporten a la altura.

PASO A PASO

Todo comienza con la definición de ciertos parámetros indispensables como:

1. **La densidad de armadura del elemento a hormigonar.** Esto definirá el tamaño máximo del árido y la docilidad del hormigón.
2. **La altura a hormigonar.** Esto determinará el equipo y los accesorios necesarios.
3. **La cantidad de trabajadores** que conformarán la cuadrilla a cargo de la faena y la cantidad de equipos de vibrado para la colocación y consolidación del hormigón.
4. **El volumen** de hormigón.
5. **La secuencia y frecuencia de llenado** para optimizar los tiempos de operación desde la recepción hasta el curado. Este análisis

es muy importante ya que define la frecuencia con que deben llegar los camiones mixer a la obra y el rendimiento que tendrá el equipo de bombeo.

6. **Determinar** si el elemento a hormigonar es masivo (de grandes dimensiones, es decir uno de sus lados tiene una altura mayor a 80 centímetros). En este caso resulta

fundamental la definición de la secuencia de llenado y la frecuencia. Además, se requiere que el proyectista fije los parámetros de temperatura máxima del hormigón, las juntas de todo tipo y el sistema de curado y protección del elemento.

Con esta información entonces se establece el tipo de hormigón que se bombeará, con el tamaño máximo de árido y docilidad más conveniente para cumplir con las exigencias del proyecto. Al llegar los equipos de bombeo a la obra, se efectúan pruebas en plano horizontal, reproduciendo la faena vertical. De esta manera se verifican las presiones de bombeo, el desempeño del hormigón frente a las exigencias impuestas por la altura y las correctas uniones entre las partes. Luego de este chequeo se realiza el trazado de las tuberías, las que se instalan con anclajes por las zonas edificadas. Si es necesario se utilizan piezas especiales (collarines y curvas) tratando de utilizar el mínimo posible. Posteriormente se verifica que la tubería esté limpia y se efectúa un cebado con una lechada para lubricarla. Con esto dispuesto, el sistema (bombas y tuberías) queda listo para reci-



GENTILEZA CBB

Prueba de bombeo efectuada para verificar el desempeño del sistema general incluidos el hormigón y los equipos de bombeo.



¿CÓMO RECONOCER UN CORRECTO HORMIGONADO?

Una vez que se ha realizado el curado y se retira el moldaje, se deberá observar exhaustivamente para detectar fisura o defectos superficiales. Los especialistas aclaran que los elementos de hormigón están calculados para que se fisuren, sin embargo, existirá una preocupación por su tamaño y ubicación. Se observarán también las líneas arquitectónicas, los vértices y las zonas con falta de compactación (nidos), si es que hubiese. Lo que se busca es un equilibrio técnico arquitectónico, es decir, que los elementos respondan a las exigencias de diseño mecánico, además de cumplir con los requerimientos estéticos.

bir el hormigón fresco desde los camiones mixer. Cuando esto se efectúa, se bombea el concreto hasta el lugar seleccionado, donde la cuadrilla está preparada para distribuirlo en los moldajes y compactarlo.

ERRORES

Ya sea por prisa, descuido o desconocimiento, los especialistas indican que, en ocasiones, se cometen los siguientes errores:

1. Incorrecta elección del hormigón: Es común que al comienzo de las obras no se elija la docilidad y trabajabilidad adecuada del hormigón para un determinado proyecto. Esto se da porque en algunas ocasiones los cálculos se basan en normativas que no han incorporado las tecnologías actuales. En otras ocasiones, señalan los proveedores de hormigón, se privilegia el precio de éste por sobre las garantías técnicas, situación agravada al solicitar

que la mezcla acepte condiciones de borde distintas a las de su preparación.

2. Análisis insuficiente: No se evalúa exhaustivamente la secuencia de llenado ni la frecuencia necesaria de hormigón, ocasionando detenciones, juntas frías y endurecimiento debido a los tiempos de operación prolongados en que la mezcla está expuesta sin ser curada.

3. Falta limpieza: Por prisa no se limpian las tuberías o se les hace una mala mantención al terminar el bombeo, lo que provoca al día siguiente taponamientos que obligan a paralizar la faena.

4. Mano de obra y equipos insuficientes: El hormigón se mantiene en estado fresco un tiempo determinado. Se calcula que después de la segunda hora (considerando como inicio la salida del camión mixer desde la planta) comienza a perder paulatinamente trabajabilidad. En

84%

DE LOS SANTIAGUINOS
CORRE RIESGO
DE PÉRDIDA
AUDITIVA
POR CONTAMINACIÓN
ACÚSTICA.

EN **VOLCAN**[®]
ESTO NOS PREOCUPA

*Fuente: en base a información publicada en www.conama.cl



VOLCAN[®]
Experto en Soluciones Constructivas

www.volcan.cl



GENTILEZA CBB

ADITIVOS

Para obtener mejores resultados en el hormigonado en altura, en el mercado se ofrece una gran variedad de aditivos que mejoran las características de las mezclas. Por ejemplo para mantener más tiempo la docilidad se ofrece un aditivo en base a componente químicos de última generación como el policarboxilato, elemento capaz de reducir una gran cantidad de agua de la mezcla. Existen otras soluciones que evitan problemas en estado fresco como exudación y segregación al mejorar el comportamiento de los hormigones con falta de finos. www.sika.cl

ocasiones, las obras no cuentan con la cantidad de trabajadores ni con los equipos de vibrado suficientes como para recibir la cantidad de hormigón que se está colocando. Esto provoca que los camiones queden en espera más del tiempo recomendado. Si este hormigón se utiliza, pueden generarse juntas frías u otras patologías que aparecerán posteriormente.

5. No realizar una prueba de bombeo: Esto impide validar el correcto funcionamiento y desempeño del hormigón y del equipo de bombeo, aumentando las probabilidades de falla y riesgo asociado a las altas presiones de bombeo.

RECOMENDACIONES

Para lograr hormigonados impecables, los especialistas entregan las siguientes sugerencias:

1. Será un equipo de expertos el que estudie y determine el tipo de bomba, el trazado óptimo de las tuberías, las singularidades y las pérdidas de carga del trayecto que puedan afectar la faena y el hormigón. Se recomienda que este grupo se conforme por proveedores de material y maquinarias, constructores de la obra y proyectistas.

2. Es fundamental, al solicitar el hormigón al proveedor, tener clara la enfierradura del proyecto porque densidades altas requieren

un tamaño de árido menor al tradicional. Recordar que los hormigones se clasifican por grados, nivel de confianza, docilidad (trabajabilidad), tipo de cemento, resistencia y forma de colocación (normal o bombeado).

3. Comprobar mediante un ensayo, la trabajabilidad o docilidad del hormigón. Esta característica está relacionada con la capacidad de escurrir, por lo que a medida que la trabajabilidad es mayor, fluye más y por lo tanto es más fácil de colocar. Se sugiere docilidad superior a 15 cm, idealmente 20. Esto aminorará la pérdida de fluidez que se genera en el extenso recorrido del hormigón por la tubería, ya sea en plano horizontal o vertical.

4. Si el elemento a hormigonar posee gran densidad de armaduras o si la superficie es de grandes dimensiones, se recomienda utilizar hormigones autocompactantes, en cuyo caso se realizará un estudio de los encofrados y las fijaciones que se usarán, esto con el objeto de evitar que se desplacen por la acción de la alta fluidez de la mezcla.

5. Antes de comenzar a hormigonar, verificar que la tubería esté limpia, ya que cualquier material o elemento en su interior generará una pérdida de carga o un taponamiento. La limpieza se realizará con una esponja de alta densidad a la que se le



GENTILEZA CBB

Hormigonado de elementos masivos con alta densidad de armaduras.

aplica presión. Posteriormente se bombea agua para eliminar los restos.

6. Todos los días, antes de comenzar el bombeo, realizar el cebado de la tubería. Esto se efectúa introduciendo lechada (mezcla de cemento y agua) que recorre todo el tendido a través del bombeo.

7. Tener claro cuáles serán las vías de acceso de los camiones mixer para que no se generen detenciones. Es importante contar con suficiente espacio para mantener el flujo de descarga. No se puede esperar que un camión descargue y se vaya para que ingrese otro, eso genera detenciones en el proceso.

8. Es clave determinar la secuencia de llenado del elemento una vez que el hormigón sale de la tubería. Puede ser por fajas, por capas, de un extremo a otro o de ambos extremos hasta juntarse a una cierta distancia. Lo importante es que este procedimiento esté estipulado y lo realice personal capacitado, para que algunas capas no se endurezcan antes que otras (y se produzcan juntas frías).

9. Es importante contemplar regulaciones de flujo de hormigón, los que se accionarán en los casos en que haya que detener la faena. Esto se hace incorporando válvulas (denominadas también guillotinas) en las tuberías, específicamente donde termina el tendido horizontal y comienza el vertical. Las válvulas también pueden ser colocadas en lugares intermedios. Éstas podrán ser manipuladas por cualquier trabajador.

10. Tener precaución con las fijaciones

de las tuberías. Se sueltan por el uso y los golpes propios del bombeo, por lo que se deben reajustar o cambiar.

11. Considerar las pérdidas de carga que se producen cuando las tuberías atraviesan obstáculos o tienen que sortear curvas, quiebres o singularidades. En este sentido se sugiere buscar las rutas más cortas y rectas. Estas condiciones estarán dadas por la prueba de bombeo.

12. Al utilizar bombas plumas, disponer los equipos, como andamios y torres elevadoras, de tal manera que no obstaculicen el movimiento del brazo articulado.

Con estas recomendaciones, diferentes especialistas aseguran que se sortearán las complejidades de las alturas, se evitarán errores y se lograrán hormigones impecables. ■

COLABORADORES

- Domingo Lema, Jefe Investigación y Desarrollo, Cementos Bío Bío S.A.
- Rodrigo Fernández, Jefe de Negocios y Soluciones Constructivas RM, Melón Hormigones S.A.
- Diego Torres, Ingeniero de Productos Aditivos y Adiciones, Sika Chile
- Héctor Novoa, Jefe de Marketing, Lanzco S.A.

■ **EN SÍNTESIS**

En las alturas el hormigonado presenta exigencias superiores. Los especialistas sugieren cumplir con una secuencia exhaustiva para elevar el hormigón, tomando en cuenta la mano de obra y una detallada planificación. En obra es importante el cebado de la tubería y determinar con claridad el modo de llenado del hormigón en los moldajes.

60%
DE LAS PERSONAS
EN VALPARAÍSO
IQUIQUE Y TEMUCO
MANIFIESTA
ESTAR MOLESTAS POR
EL RUIDO.

EN VOLCAN®
ESTO NOS PREOCUPA

*Fuente: en base a información publicada en www.conama.cl



VOLCAN®

Experto en Soluciones Constructivas

www.volcan.cl



solar electric de
chilectra hace crecer
su proyecto.



Su tecnología permite ahorrar hasta un 85% del consumo energético tradicional. El calentamiento de aguas o fluidos se genera por la combinación de dos energías limpias que cuidan el medio ambiente.



Ya son más de 3.500 m² de colectores solares instalados, incluyendo el proyecto solar más grande de Sudamérica en un edificio habitacional

Garantía, respaldo y financiamiento de un experto.

Llámenos al 600 200 30 40



GRUPO ENERSIS

chilectra.cl

UN COMPLETO EQUIPO CONTRA EL FUEGO



Preocupados por el valor, seguridad y durabilidad de sus proyectos, hemos desarrollado una serie de soluciones constructivas resistentes al fuego, cuyos componentes son incombustibles y no generan gases tóxicos, para que sus obras entreguen más seguridad y confianza a quienes las habitan.

INGRESE A
WWW.VOLCAN.CL/CONTRAELFUEGO
Y DESCUBRA EL VIDEO QUE DEMUESTRA SU PODER

AISLAN®

Lana mineral de alta resistencia térmica, que también actúa como absorbente del sonido. Disponible en colchonetas, rollos, bloques y caños premoldeados.

VOLCANITA® RF

Plancha de yeso-cartón resistente al fuego para soluciones constructivas de cielos y tabiques.

AISLANGLASS® ROLLO - PANEL

Lana de vidrio utilizada como efectivo aislante térmico y absorbente acústico. Disponible en rollos y paneles.



Asistencia Técnica Volcán
600 399 2000
asistencia@volcan.cl

Utilice nuestro soporte para especificación en nuestro sitio web o escribanos a soporteespecificacion@volcan.cl

www.volcan.cl



VOLCAN®

Experto en Soluciones Constructivas