

Con una superficie que sobrepasa los 270 mil metros cuadrados, los seis estanques ubicados en la comuna de Pirque tienen como misión almacenar cerca de 1,5 millones de metros cúbicos tiene por objetivo asegurar el suministro continuo de agua potable en la Región Metropolitana en caso que el Río Maipo presente alta turbiedad, situación que se viene dando cada vez de manera más frecuente y por los mismo, es de vital importancia para la ciudad, ante un escenario en que los efectos del cambio climático son cada vez más frecuentes.

El inicio del año 2013 fue complejo para la ciudad de Santiago. Esto, debido a que en los meses de enero y febrero, se produjeron cortes de agua masivos producto de los altos niveles de turbiedad que presentó el Río Maipo, que abastece del consumo urbano a la Región Metropolitana. En esa oportunidad, el corte del suministro de agua potable afectó, en enero, a 19 comunas del gran Santiago, cifra que se incrementó en febrero, alcanzado a 25 comunas.

La caída de lluvias en meses en cotas donde las precipitaciones eran, tradicionalmente, en hielo (por la cota donde ocurrieron) y que estas se hubiesen presentado en los meses estivales, se conjugaron para desnudar dos hechos particularmente preocupantes: primero, que los efectos del cambio climático ya son latentes y sus impactos, medibles para la población y en segundo término, que se estaba al debe en términos de infraestructura para mitigar dichos acontecimientos.

Crédito: Gentileza Brotec Valko

Como respuesta a estos hechos, Aguas Andinas inició un plan estratégico, dividido en tres fases, cuyo objetivo es precisamente asegurar el suministro continuo de agua potable a la Región Metropolitana, mitigando los efectos que podría traer un nuevo fenómeno climático como los ocurridos en 2013 y que significaron la interrupción de éste.

Justamente, la segunda fase de este plan estratégico consta de la construcción de seis estanques, obra que se ubica en la comuna de Pirque y que cuenta con una capacidad de almacenamiento de agua de casi 1.500 millones de litros del recurso hídrico. Con esto, Aguas Andinas podrá mantener el servicio durante 34 horas sin utilizar al Río Maipo como fuente. Esto, aseguran en el sitio web de la compañía, supone un aumento significativo respecto a las actuales 11 horas con las que la empresa cuenta para asegurar el suministro del servicio.

Según explica Marcelo Altamirano, subgerente general de Brotec Construcción y gerente del proyecto “Los estanques” del consorcio Brotec-Valko, a cargo de la ejecución de esta obra, uno de los lineamientos que explicitó Aguas Andinas en relación a los estanques, es que el proyecto obedece a que, a raíz de los efectos del cambio climático, se “han incrementado de manera significativa los eventos de alta turbiedad en todas las cuencas chilenas pero particularmente, en las cuencas del Río Maipo”.

Diseño del proyecto y el hormigón como alternativa

Almacenar 1,5 millones de litros de agua cruda, proveniente del Río Maipo, en caso de algún evento de turbiedad importante que pudiese presentar el afluente que nutre de suministro hídrico a Santiago, requirió de un trabajo bastante cercano entre el mandante y el consorcio ejecutor, Brotec-Valko, ya que en este caso, es una obra civil que busca evitar que los efectos directos del cambio climático –en este caso, la turbiedad en el agua provocada por lluvias en zonas altas de la cordillera– afecten a la población de la Región Metropolitana.

En este aspecto, comenta Altamirano, la obra contempló la construcción de “6 estanques en una superficie total de 26 hectáreas”. Como menciona antes el ejecutivo, el objetivo de estos estanques es brindar “una capacidad de almacenamiento de 1,5 millones de metros cúbicos de agua”.

Los estanques tienen diferentes superficies. El estanque 1, por ejemplo, tiene una superficie que, sumando el fondo con el talud, 21 un total de 48.616 metros cuadrados; el estanque 2, 30.226 m²; el estanque 3, 81.574 m²; el estanque 4, 56.651 m²; el estanque 5, 26.884 m² y el estanque 6, 28.137 metros cuadrados.



En la foto, Marcelo Altamirano, gerente de proyecto “Los Estanques”

Gentileza: Consorcio Brotec-Valko

“Esta obra —explica el gerente de proyecto— no es solamente la simpleza de hacer una excavación en la tierra y revestirla. Además, tiene un sistema de tuberías de acero de gran diámetro, que son por las cuales el agua es tomada directamente desde el río y llevada para su procesamiento en la planta de Vizcachas. Junto con eso, al interior de los pretiles, están instaladas estas redes de alimentación que se distribuyen a través de canales y también tiene sistemas de evacuación de aguas, en el que se toma esa agua del Maipo y después, se retorna el recurso al río”.

El diseño y ejecución del proyecto para almacenar 1.500 millones de litros de agua cruda, proveniente del Río Maipo, en caso de algún evento de turbiedad importante que pudiese presentar el afluente que nutre de suministro hídrico a Santiago, requirió de un trabajo bastante cercano entre el mandante y el consorcio constructor, abriéndose espacios para desarrollar nuevas soluciones y metodologías constructivas acordes a los desafíos.

Se trata de una obra más bien compleja.

-Así es. Es una obra compleja ya que considera múltiples especialidades tales como movimiento de tierra, obras civiles, revestimientos asfálticos, pavimentos industriales de hormigón, montaje de estructuras, válvulas, compuertas y equipos, piping, sistemas de potencia, sistemas de comunicación y control, etc.

Uno de los puntos que destaca el gerente de proyectos es que desde su etapa de diseño, que corrió por parte del mandante de esta obra, el hormigón se planteó como material principal para su construcción. “Debido a que se trata de una obra cuya vida útil debe superar los 50 años y que además, tiene que mantenerse, que significa que después permita la entrada de máquinas y equipos a limpiar el lodo que se deposita en los estanques y que éste pueda ser retirado”.

De esta forma, comenta Altamirano, las losas de pavimento de hormigón que conforman los estanques, poseen un espesor variable. “En el caso del estanque 1, la losa tiene un grosor de 20 centímetros totales mientras que los estanques del 2 al 6, son de 15 centímetros. En el caso del estanque 1, tiene mayor espesor porque es el que más daño sufre, al ser donde primero llegan las aguas del Río Maipo llenas de sedimento. En este caso, el hormigón tienen un espesor de 13 centímetros”, dice.

Por este motivo, el gerente de proyecto subraya que “otras soluciones, a juicio de los proyectistas y del mandante, no iban a ser lo suficientemente adecuadas en términos de durabilidad para poder mantener la obra en el tiempo”.

Soluciones e innovación en el diseño

Uno de los aspectos que Marcelo Altamirano destaca es que, si bien se consideró un diseño inicial para la obra por parte de Aguas Andinas, el mandante recogió las observaciones hechas por Brotec-Valko para incorporar mejoras. En ese sentido, el gerente de proyecto asevera que existió un buen clima colaborativo entre el Brotec-Valko y el cliente para buscar soluciones e innovaciones que finalmente, permitieron lograr eficiencias en el proyecto y su ejecución. “Aguas Andinas estuvo siempre disponible a revisar los cambios propuestos los que, finalmente, generaron un beneficio para todos”.

Estas modificaciones al diseño original que propuso Brotec-Valko y que finalmente fueron las adoptadas para la ejecución de la obra, se trabajaron en conjunto con Juan Pablo Covarrubias, director de LTPisos, quien fue contactado por el consorcio para analizar este aspecto del proyecto y con su asesoría, se propusieron los cambios al diseño original de los estanques.

“Básicamente –dice Marcelo Altamirano– con Juan Pablo Covarrubias introdujimos dos mejoras desde el punto de vista de la ingeniería. Primero, revisamos el proyecto y nos dimos cuenta que la cuantía de acero que tenía el proyecto original no aseguraba el control y formación deseada de fisuras. Por lo tanto, se introdujo en el diseño juntas de construcción controlados para inducir fisuras en lugares muy acotados y así, prácticamente ninguna losa sufrió fisuración. Esta modificación se ejecutó en los estanques del 2 al 6 que originalmente consideraban armadura”.

Para la construcción de esos estanques, se utilizaron paños de hormigón cuyas dimensiones son de 3 X 3 metros. De esta forma, al utilizar el sistema de paños optimizados, “prácticamente ninguna losa nos falló”, subraya Altamirano.

La segunda mejora, explica el personero de Brotec-Valko, es que en el estanque 1 se aumentó la cuantía de acero a utilizar en la armadura. Sin embargo, “el problema es que se iban a formar estas mismas fisuras. Entonces, lo que se hizo es basarse en la norma ACI 360, la que básicamente indica que para no tener fisuras o controlar la fisura, se tiene que aumentar la cuantía de acero de refuerzo por sobre 0.5% para asegurar agrietamientos a distancia del orden de 2 metros y las grietas que se forman son tan minúsculas, que en el fondo se tapan con el mismo sedimento”.

Con todo lo anterior, destaca el gerente de proyecto, se lograron hormigonar de manera continua “pañós de 2 mil metros cuadrados con cero grietas” correspondientes al estanque 1 y agrega que “esos fueron dos ajustes que el cliente los visó y que fueron beneficiosos para el proyecto”.

Crédito: Gentileza Brotec-Valko

Nuevas tecnologías

Otro de los aspectos a destacar en el desarrollo de esta obra es el método constructivo utilizado para llevarla a cabo. En ese sentido, comenta Altamirano, se barajaron distintas alternativas y finalmente, se decidió a utilizar una maquinaria cuyas características especiales entregarían un beneficio único al desarrollo constructivo de los estanques como también, a la productividad de esta importante obra. El equipo en cuestión es la misma obra: una extendidora de hormigones para pavimentos industriales.

“Este tipo de máquina –explica el personero de Brotec-Valko– necesita una dosificación especial de hormigón y por lo mismo es que afectamos la dosificación del material para cumplir con los requerimientos que tiene este equipo”.

Extendidora para pavimentos industriales utilizada en obra Los Estanques de Pirque

Crédito: Gentileza Brotec-Valko

Continuando en ese mismo aspecto, el ejecutivo comenta que para el correcto desempeño de la extendidora, “el hormigón tiene que cumplir con la banda granulométrica de Shilstone. Esta es una banda granulométrica con una cantidad de fino que permite una compactación eficiente. Si tú no tienes esta banda granulométrica, la trabajabilidad del hormigón no se ajusta para la frecuencia de acción del equipo. Entonces, tiene que tener esa banda”.

El funcionamiento de la extendidora es más bien simple. El equipo, detalla el gerente de proyecto, tiene un mástil que se posiciona en una esquina de la superficie a hormigonar y que sirve para referenciar el nivel al cual debe operar la extendidora. La máquina cuenta con una regla que va vibrando al hormigón, que se deposita en los distintos puntos de colocación. En resumen, “la extendidora se posiciona, se instala el mástil de posicionamiento y el operador con un comando remoto hace el trabajo de entregarte la terminación a la cota deseada”, dice Altamirano.

Asimismo, también se incorporó el uso de diamond dowels en la instalación del moldaje. La justificación para utilizar esta tecnología, dice Altamirano, radica en que “es mucho más eficiente en el traspaso de carga y es mucho más homogénea (a la hora del descimbre). Para el caso de los estanques, si bien se utilizaron diamond dowels, el moldaje fue uno tradicional de material ligero”.

Por último, otra de las incorporaciones que realizó el Consorcio Brotec-Valko fue el uso de un geotextil “de 200 gramos por metro cuadrado y que se aplica en la superficie donde vamos a construir el pavimento”, explica el gerente de proyecto. La idea de esta solución surgió para evitar el contacto entre una capa asfáltica –destinada a nivelar el piso– y el hormigón de los estanques. Esto, “porque, si se formase una grieta, podría eventualmente arrastrar el hormigón y rajar todo, entonces, con esto logramos aislar cualquier movimiento del hormigón”.

Con un estricto control tanto de la seguridad en la obra –Marcelo Altamirano cuenta que, en ese aspecto, el consorcio Brotec-Valko se enfocó particularmente en la capacitación del personal, entregando especial énfasis en la “charla de los cinco minutos” antes de iniciar las faenas– como en la calidad del hormigón utilizado (“controlábamos con cono todos los camiones, la temperatura del hormigón y finalmente, hacíamos ensayos de probeta, uno cada 100 metros cúbicos”, dice el ingeniero), esta obra civil, asegura el gerente de proyecto, representa un intento concreto a la hora de mitigar los efectos del cambio climático en la Región Metropolitana. Y en eso, el hormigón juega un rol fundamental.

“Diría, en ese sentido, que el hormigón es un producto noble que en el fondo, se ajusta a necesidades que se requieran, que sean de alta exigencia y por lo tanto, es un producto que ayuda a desarrollar infraestructura productiva, como infraestructura que permita mitigar los efectos relacionados con el cambio climático y con muchas cosas más”, asevera Marcelo Altamirano.

Ficha Técnica

OBRA: Los estanques de pirque

Superficie total de la obra: 272.088 m2

Hormigón total utilizado en obra: 65.458 m3

Hormigón utilizado en estanque 1: 10.182 m3

Hormigón utilizado en estanque 2: 4.609 m3

Hormigón utilizado en estanque 3: 12.236 m3

Hormigón utilizado en estanque 4: 8.498 m3

Hormigón utilizado en estanque 5: 4.086 m3

Hormigón utilizado en estanque 6: 4.195 m3