





MODIFICACIONES NORMA NCh170 HORMIGÓN -REQUISITOS GENERALES

CAMBIOS NECESARIOS

— Luego de más de 30 años, la norma NCh170 fue actualizada en 2016 con el objeto de integrar a su ámbito de acción las nuevas tecnologías y avances en la industria del hormigón. Considerada una norma de transición, que avanza desde lo meramente prescriptivo hacia el desempeño, dentro de sus modificaciones destacan propiedades como durabilidad (especificada en función de variables fundamentales del hormigón como es la permeabilidad), relaciones resistencia-madurez que permiten estimar la resistencia real del hormigón en terreno en un instante determinado, así como el rol que adquiere el proyectista estructural, entre otras.

ALFREDO SAAVEDRA L.
PERIODISTA REVISTA BIT

PRESENTE en prácticamente todas las edificaciones, el hormigón es uno de los materiales constructivos más importantes para el sector, razón por la cual las modificaciones realizadas a la norma NCh170 llegan en un momento en que las tecnologías deben ponerse a la par de los nuevos tiempos. Y es que la anterior normativa data de 1985, más de 30 años atrás. “Cuando se aprobó la antigua NCh170 fue un hito para el desarrollo del hormigón, pues estábamos pasando desde una construcción artesanal con hormigón a una más industrializada, tanto por el lado del hormigón premezclado como por el lado de los moldajes y los procesos constructivos”, cuenta Augusto Holmberg, gerente general del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH), agregando que después de más de tres décadas sin modificaciones, la norma se fue quedando obsoleta en muchos aspectos debido al vertiginoso avance de la construcción con este material.

GENTILEZA READY MIX



Dentro de los cambios destacados en la nueva normativa se encuentra la necesidad de ser compatible con la ACI 318, base de la norma de diseño estructural. Así es como se introduce la especificación de la resistencia mecánica a compresión en base a resistencia cilíndrica.

Durante ese período, se ha ido pasando desde un hormigón fabricado mayoritariamente en obra a tener una sólida industria del hormigón premezclado presente en todo Chile. Adicionalmente, los expertos consultados señalan que durante ese tiempo también ha habido avances tecnológicos asociados con el hormigón, como es la evolución de los aditivos, el uso corriente de hormigones bombeados y el desarrollo de hormigones con propiedades especiales como son los autocompactantes y de retracción compensada, entre otros, y el desarrollo de tecnologías constructivas como son los moldajes, la prefabricación, y la impresión 3D. Por tal motivo, se necesitaba que la norma pusiera el acento en lo que se espera del hormigón, apuntando a su desempeño. “Esta nueva versión, no obstante, no es totalmente una norma por desempeño, ya que contiene muchos aspectos prescriptivos como lo tienen otras normas equivalentes sobre todo en materia de durabilidad como son ACI318 y EN206”, señala Cecilia Soto, directora del Departamento de Ciencias de la Construcción y Ordenamiento Territorial de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM) y miembro del Comité NCh170.

Y es que la norma de 1985 tenía una componente pedagógica en la que de alguna forma se dictaban pautas constructivas y se indicaban “recetas” de tipo prescriptivo. “En la nueva norma se reduce el pauteo constructivo y se centra en el material hormigón. Desde este punto de vista se orienta al desempeño”, cuenta Claudio Olate, subgerente de Investigación, Desarrollo y Control de Calidad de Melón Hormigones, agregando que un buen ejemplo de ello es la introduc-

ción del concepto de permeabilidad para especificar durabilidad del hormigón, medida en base a un ensayo y no a una receta de relación agua/cemento, pero se mantiene la especificación de un “mínimo grado de resistencia”. “Otro ejemplo se relaciona con los plazos de desmolde, donde se eliminan criterios de tiempo y se emigra hacia una condición de resistencia mecánica”, explica. En línea con lo anterior, Holmberg, indica que se pone un mayor énfasis en el comportamiento esperado gracias a la introducción del denominado concepto de madurez que relaciona el efecto de tiempo y temperatura, en la resistencia del hormigón, permitiendo tomar decisiones respecto, por ejemplo, al desmolde temprano de elementos estructurales, tomando como base mediciones de temperatura del hormigón. “Esto permite simplificar y agilizar la construcción con hormigón, especialmente cuando se deben tomar decisiones tempranas que dependen de la resistencia del mismo, como es el caso del desmolde de elementos estructurales, la apertura al tránsito de pavimentos o el tensado de elementos postensados”, detalla el gerente general del ICH.

PRINCIPALES MODIFICACIONES

Entre las razones que justifican los cambios destacados en la nueva normativa, se encuentra la necesidad de ser compatible con la ACI318, base de la norma de diseño estructural. Así es como se introduce la especificación de la resistencia mecánica a compresión en base a resistencia cilíndrica. “La clasificación del hormigón especificada en resistencia a compresión, determinada en base a probetas cilíndricas, se origina



con el propósito de que exista coherencia con el diseño estructural de los elementos de hormigón armado”, explica Olate. De acuerdo a los expertos, la modificación era una necesidad desde hace muchos años y con esta decisión ya no será necesario que el proyectista estructural convierta la resistencia cilíndrica a probeta cúbica de 20 cm de arista para especificar la resistencia a compresión como lo obligaba la NCh170 de 1985. “Con esta modificación la resistencia especificada a compresión y el proceso de control de resultados de resistencia a compresión, se realizará sobre la misma probeta: la cilíndrica de Ø150 mm de diámetro y 300 mm de altura”, detalla Soto.

DURABILIDAD Y ROL DEL ESPECIFICADOR

Otro aspecto importante es la incorporación de requisitos explícitos de durabilidad para el hormigón, basados en una combinación entre: resistencia, impermeabilidad y contenido de cemento. “Con esto el

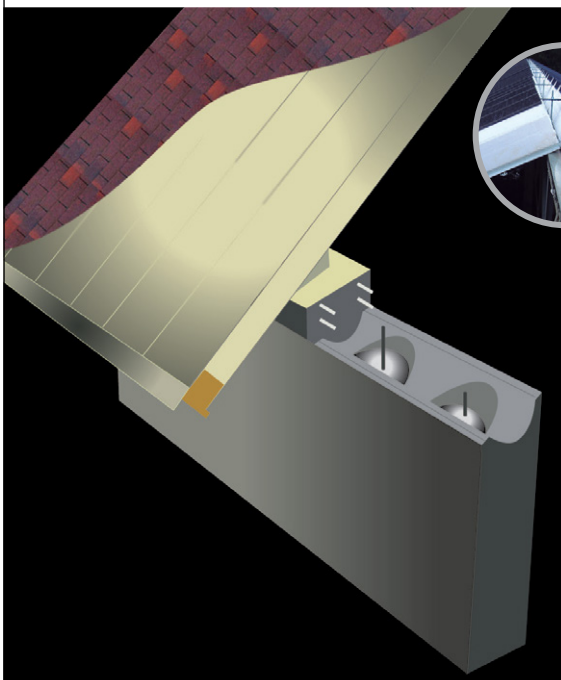
hormigón es el primer material de construcción en establecer este tipo de requisitos avalado por una larga historia de buen comportamiento”, señala Holmberg, agregando que en este aspecto, la incorporación de requisitos de impermeabilidad, a través de la medición de la penetración de agua, significa un avance en la dirección de una norma de desempeño por sobre criterios prescriptivos como lo es la razón agua cemento que se eliminó de la NCh170.

A raíz de lo anterior, el proyectista estructural adquiere gran preponderancia y responsabilidad. “El diseñador del proyecto cobra un rol muy relevante, ya que es él quien debe definir, en función de la severidad de las condiciones ambientales y de exposición a agentes internos y externos, el grado de exposición del hormigón ante condiciones agresivas, además de pronunciarse sobre algunos aspectos constructivos tales como las juntas de hormigonado, etcétera”, explica Sergio Vidal, jefe de Asesoría Técnica de Ready Mix.



AISLACIÓN | PIEZAS ESPECIALES | MUROS | LOSAS | TECHOS | MEMBRANAS

PANEL DE CUBIERTA AISLANTE - TECHO LISTO®



Techo Listo® es un sistema de cubierta aislada autosoportante conformado por doble chapa de acero galvanizado con núcleo de poliestireno de rápida, limpia y efectiva instalación. Los paneles poseen una amplia gama de colores y se entregan predimensionados en largos continuos y listos para su montaje, pudiendo ser reutilizados en caso de que se requiera.

Este producto cuenta con una alta resistencia térmica, mecánica, a la humedad y a la corrosión permitiendo trabajar en armonía con el medio ambiente. Su configuración permite fijarlo a cualquier tipo de estructura principal (madera, metálica u hormigón).

Eficiencia y Sustentabilidad en Sistemas Constructivos

Ahorre tiempo y costos durante la construcción • **Construya más rápido** (ahorro del 50%) y más **liviano** • **Construya sin desperdicio** en obra • Edificaciones más **eficientes** • **Ahorro de energía.**



Para determinar algunas de las propiedades del elemento se realizan diferentes pruebas, como por ejemplo, ensayos de permeabilidad al agua (imagen izquierda) y control de madurez en probeta cilíndrica de hormigón (en la imagen inferior).



Y es que en términos de durabilidad, si bien el hormigón es un material que tiene un comportamiento excepcional, su desempeño dependerá del ambiente al que se encuentre expuesto y de su impermeabilidad. “No se le puede exigir lo mismo a un hormigón que estará expuesto a ambientes con sulfatos o a cloruros o a ciclos de congelamiento-deshielo o solo si se requiere un hormigón de baja permeabilidad. Por esto, para cada condición se deben establecer requisitos específicos y medibles de modo de asegurar su desempeño. Es así como la norma establece la permeabilidad al agua, según la NCh2262 como un método adecuado para evaluar la permeabilidad al agua del hormigón”, explica Vidal.

La durabilidad del material es relevante para garantizar que mantenga todas sus propiedades y caracte-

rísticas durante su vida útil o de servicio. “Cuando la norma no establece requisitos de durabilidad, se corre el riesgo que el hormigón desarrolle enfermedades o patologías de diversa complejidad; por tanto, establecer requisitos es una medida de carácter preventivo para evitar que se produzca, por ejemplo, corrosión de las armaduras cuando el hormigón está en ambientes que contienen CO_2 , agua, sales, o cloruros”, explica Soto, agregando que en general y tal como lo establece la propia norma, la durabilidad del hormigón mejora en la medida que baja su permeabilidad real en obra y por tanto es muy importante la mezcla diseñada y los procesos de fabricación, colocación y curado del hormigón en obra.

Asimismo, el proyectista también debe abordar los casos de exposición a agentes tanto externos como internos que pueden influir en la resistencia del material. De acuerdo a los expertos consultados, para los casos de exposición a agentes externos la norma establece dos formas en que el proyectista estructural puede especificar los requisitos: uno prescriptivo, que exige el cumplimiento de un mínimo grado de resistencia a la compresión simultáneamente con una dosis mínima de cemento o, en su defecto, puede especificar el cumplimiento simultáneo del mínimo grado de resistencia según el grado de exposición y el cumplimiento de un requisito de desempeño del hormigón como puede ser la profundidad de penetración máxima de agua asociada al grado de exposición especificado. “Cuando la norma habla de mínima resistencia especificada a compresión, se está estableciendo que para un grado de exposición determinado la resistencia especificada en el proyecto debe ser la de la norma si la determinada en el proceso de cálculo estructural fuese menor. Es decir, el proyectista estructural, puede tomar dos caminos: especificar en forma totalmente prescriptiva o combinar prescriptivo con des-



empeño”, explica Cecilia Soto. La integrante del Comité Norma NCh170 indica que al revisar el alcance y campo de aplicación de la normativa queda claro que los requisitos que se establecen son los mínimos que se deben considerar para especificar el hormigón y para realizar todos los procesos de fabricación y de obra. “La norma fija un piso y pide indirectamente que haya especificaciones técnicas particulares para el hormigón, algo que hoy no es habitual”, señala Soto, agregando que esto es relevante sobre todo cuando es el proyectista estructural quien debe asignar el grado de exposición cuando existan agentes agresivos externos.

En el caso de los agentes internos, se hace referencia a la presencia de sulfatos y cloruros, así como a la reacción árido-álcali. “El caso de presencia de cloruros se relaciona con la corrosión que puede afectar al acero constituyente del hormigón armado. Por su parte la presencia de sulfatos y la reacción árido-álcali pueden generar reacciones expansivas, de mediano o largo plazo, en la masa del hormigón que conducen al agrietamiento del mismo”, detalla Claudio Olate, de Melón Hormigones.

MADUREZ

Otro concepto integrado en la nueva normativa es la denominada madurez, la cual utiliza el principio de que la magnitud de la resistencia alcanzada por un hormigón a una edad determinada, depende de la historia de temperaturas a la que ha estado sometido en dicho período de tiempo. De esta forma, con el método de la madurez, es posible estimar la resistencia del hormigón colocado y utilizar esa información en procesos de desmolde y/o entrega a tránsito. “En la nueva norma, se indica que el método de madurez puede ser aplicado como criterio para discontinuar el curado del hormigón o para iniciar procesos de desmolde (en base a estimación de resistencia temprana del hormigón)”, señala Olate.

De esta manera, la resistencia real del hormigón colocado en la obra depende principalmente de la edad en que se determine y de la historia de temperatura a la que ha estado sometido durante ese período (asumiendo que el proceso de curado es correcto). “Cuan-

Los expertos coinciden en que las modificaciones a la norma la convierten en una de “transición”, en el sentido que mantiene en parte lo prescriptivo, pero avanza hacia el desempeño, abordando desafíos que incluyen el cambio de probeta, la asignación de grados de exposición para durabilidad, el concepto de madurez, entre otros.



SEMINARIO SOBRE MODIFICACIONES A LA NORMA NCh170

“Nueva Norma NCh170-2016: Hormigón-Requisitos generales” organizado por el Instituto Chileno del Hormigón (ICH). La actividad contó con la participación de destacados expositores de diversos ámbitos que entregaron su visión sobre algunos puntos tratados en la nueva normativa. Las presentaciones se encuentran disponibles en www.cdt.cl

El pasado 10 de agosto se llevó a cabo, en el auditorio de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), el seminario



do se desea desmoldar, descimbrar o discontinuar el curado en obra, es necesario conocer si el hormigón ha alcanzado una resistencia que permita efectivamente realizar esas operaciones. Es importante destacar que ya se están revisando las observaciones recibidas durante la consulta pública del proyecto de norma NCh3565 sobre la madurez del hormigón”, señala Soto. Cabe señalar que la actual normativa mantiene al muestreo en probetas como criterio de aceptación o rechazo del hormigón y que por lo tanto la madurez no reemplaza al muestreo en probetas.

De acuerdo a los expertos consultados, en la actualidad el concepto de madurez se puede emplear en obra puesto que existen equipos capaces de medir la temperatura del hormigón colocado en obra y calcular su madurez y con ello estimar su resistencia a partir de la relación resistencia-madurez determinada en laboratorio para el hormigón en uso, permitiendo tomar decisiones. “Para reforzar aún más su uso, actualmente se está estudiando la norma NCh3565 “Estimación de la resistencia mecánica - Método de la madurez”, por lo que en los próximos meses también contaremos con una norma chilena para determinar la curva de madurez de un determinado hormigón”, cuenta Sergio Vidal, de Ready Mix. Debe hacerse notar que en la literatura técnica se propone distintas funciones de madurez que toman en cuenta, entre otras, la sensibilidad de la ganancia de resistencia del cemento en función de la magnitud de la temperatura, así como también la introducción del concepto de “tiempo equivalente” que se deduce de las funciones de madurez. “Estos desarrollos no han sido incorporados en la norma MCh170 y su consideración permitiría optimizar aún más la toma de decisiones basada en la resistencia estimada del hormigón en obra, particularmente a temprana edad (primeros 3 días de edad del hormigón). Se espera que la norma NCh3565 en estudio contemple y especifique procedimientos de calibración de las funciones de madurez”, explica el ingeniero Carlos Videla, de Videla & Asociados.

IMPLICANCIAS EN EL SECTOR

Debido a que el nivel de profesionalización, innovación y desarrollo han avanzado a paso firme en los últimos 30 años, la antigua norma no había logrado incluir esos aspectos; sin embargo, las modificaciones han

Para los expertos consultados, las modificaciones a la NCh170 la transformaron en una norma de transición en el sentido que mantiene en parte lo prescriptivo, pero avanza hacia el desempeño.

permitido que la NCh170 pase de ser una normativa restrictiva y didáctica (con diversos anexos) a una de transición, es decir, a una norma de carácter mixto que incorpora criterios de desempeño o de comportamiento del hormigón (producto), más que de las condiciones que deben cumplir por procesos o por materiales que lo componen o el diseño de la mezcla. “Esta norma va a ser un aporte para agilizar la construcción con hormigón, dando a quien construye más flexibilidad por un lado y también más herramientas (como la madurez) para tomar decisiones de obra con criterios técnicos bien fundados”, comenta Augusto Holmberg,

gerente general del ICH, agregando además, que la norma también debiera hacer que la relación entre la ITO y quien construya se oriente hacia aspectos más técnicos y no solamente en la aplicación de disposiciones prescriptivas. “Este tipo de especificación da flexibilidad a quien construye y a quien inspecciona para adoptar soluciones técnicamente adecuadas, pero, al mismo tiempo, les da la responsabilidad de definir y validar los procedimientos en forma previa de manera que exista seguridad que los objetivos de desempeño se van a lograr”, sostiene Holmberg.

Efectivamente, para los expertos consultados, esa



RICARDO GÓMEZ ÁNGEL/UNSPASH

CONCLUSIONES

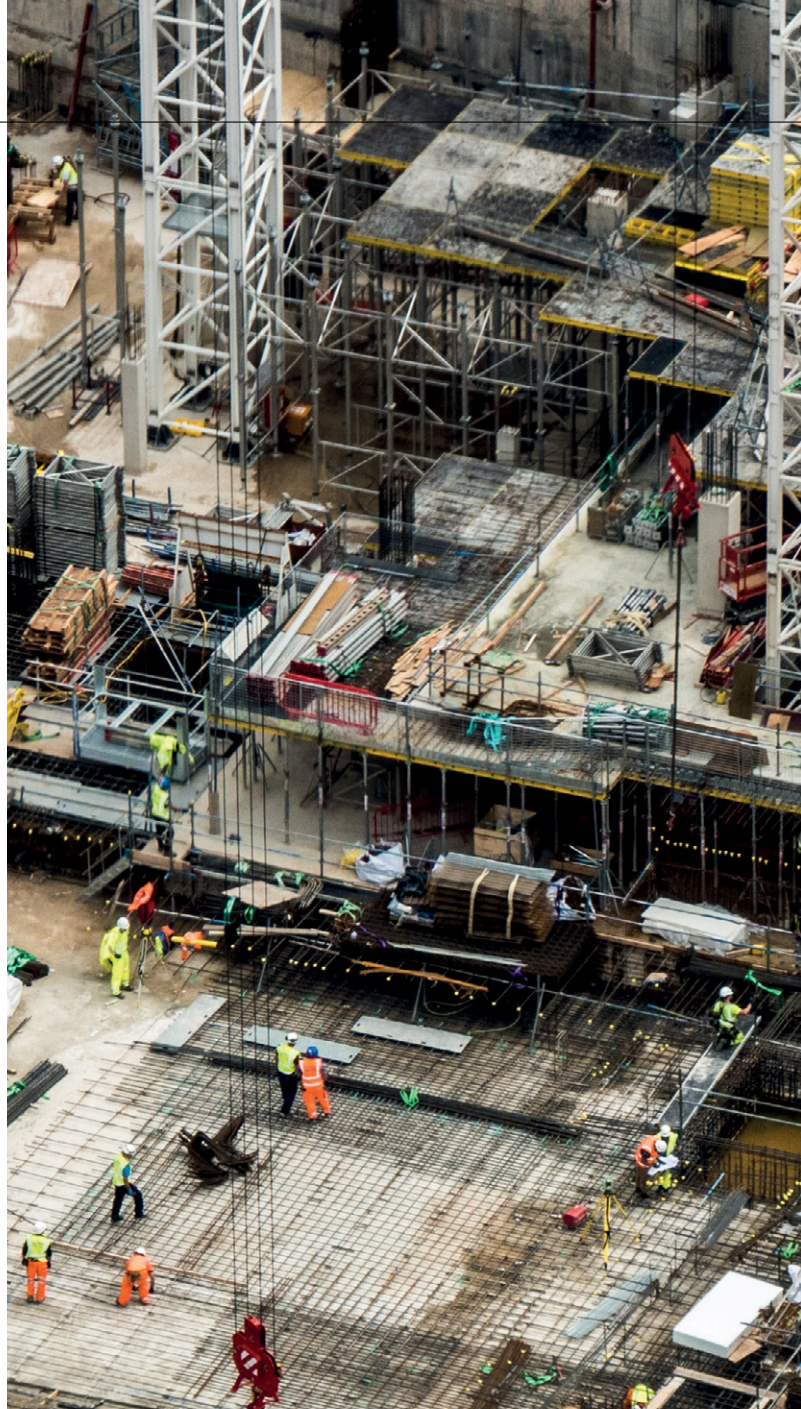
► El 2016 y luego de más de 30 años, se realizaron modificaciones a la norma NCh170 pasando a una nueva versión que pone énfasis en lo que se espera del hormigón, apuntando a su desempeño. Los expertos consultados no obstante, indican que no es totalmente una norma por desempeño, ya que contiene aspectos prescriptivos como lo tienen otras normas equivalentes sobre todo en materia de durabilidad como son ACI318 y EN206.

► Dentro de los cambios destacados en la nueva normativa se encuentra la necesidad de ser compatible con la ACI318, base de la norma de diseño estructural. Así es como se introduce la especificación de la resistencia mecánica a compresión en base a resistencia cilíndrica.

► Otro aspecto importante es la incorporación de requisitos explícitos de durabilidad para el hormigón, basados en una combinación entre: resistencia, impermeabilidad y contenido de cemento, que dependen de la severidad o grado de exposición prevista de los elementos estructurales. El diseñador del proyecto (o proyectista) adquiere mayor relevancia ya que la norma le asigna la responsabilidad de especificar los grados de severidad de los distintos tipos de ataques agresivos a que se puede ver expuesto la estructura, entre otros aspectos.

► Otro concepto integrado en la nueva normativa es el relacionado a la madurez, el cual utiliza el principio de que la resistencia alcanzada por el hormigón a una edad determinada, depende de la historia de temperatura a la que ha estado sometido en dicho período de tiempo.

GARY SANDOZ/UNSPLASH



flexibilidad y también las responsabilidades que conlleva son uno de los aspectos más destacados de la nueva norma. “Al dejar lo prescriptivo y transitar hacia criterios de desempeño, la actual NCh170 otorga mayor libertad al constructor potenciando la capacidad de innovación y mejora continua de los procesos”, complementa Claudio Olate, subgerente de Investigación, Desarrollo y Control de Calidad de Melón Hormigones. “El capítulo de durabilidad introduce este concepto, en mi opinión un tanto olvidado, generando también una serie de responsabilidades al constructor, ya que no basta con la dosificación de un hormigón de buena calidad sino que también se requiere un uso apropiado, por lo tanto cobra relevancia el tratamiento que se le da en obra, en las etapas de colocación, compactación, curado, desmolde y cuidados posteriores. Se construye toda una cadena: diseño estructural-especificación-diseño mezcla-confección del hormigón-uso en obra, si falla un eslabón falla el resultado final” señala Olate. La incorporación de conceptos como la madurez, permiten optimizar tiempos de ejecución de obra contribuyendo a la productividad. “Sus

conceptos y actualizaciones están siendo considerados por los grandes mandantes en pavimentos de hormigón como lo son el MOP y SERVIU, desde lo relacionado con la durabilidad ya mencionada hasta las probetas cilíndricas como elementos para evaluar la calidad resistente de los hormigones utilizados en sus proyectos”, comenta Sergio Vidal, jefe de Asesoría Técnica de Ready Mix.

“Todo esto hará que sea necesario impulsar aún más la I+D+i en la industria del hormigón que traerá evidentes beneficios tecnológicos y económicos en la construcción con este material”, comenta Cecilia Soto, integrante del comité NCh170.

Así, los expertos coinciden en que las modificaciones a la norma la convierten en una de “transición”, en el sentido que mantiene en parte lo prescriptivo, pero avanza hacia el desempeño, abordando desafíos que incluyen el cambio de probeta, la asignación de grados de exposición para durabilidad, los requisitos alternativos por comportamiento/desempeño y uso de la madurez, entre otros. Cambios necesarios para los nuevos tiempos. ■



La oferta geotécnica más completa en beneficio de sus proyectos

Sondajes de exploración para la minería y sondajes geotécnicos
 Mejoramiento de suelos / Cortinas de impermeabilización en suelo y roca
 Fundaciones profundas / Entibaciones y excavaciones llave en mano
 Estabilización de taludes / Túneles y excavaciones subterráneas
 Asesoría e ingeniería geotécnica

Build on us



www.soletanchebachy.cl