

POR AIRAM FERNÁNDEZ

Los 1,8 millones de empleos que se han perdido en Chile a causa de la pandemia han obligado a activar rápidamente algunas estrategias para enfrentar y tratar de revertir la situación. El programa de inversión en Obras Públicas anunciado en agosto en el marco del “Plan Paso a Paso Chile se Recupera”, contempla un monto adicional de US\$ 4.500 millones, por sobre el presupuesto regular de los ministerios, y busca precisamente eso, apuntando a generar 250 mil empleos con la activación de distintas iniciativas de infraestructura.

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) es el que tiene la mayor tajada, con casi US\$ 3.000 millones y 2.130 proyectos con énfasis en construcción, mejoramiento y ampliación de caminos, puentes, obras hidráulicas, sistemas de agua potable rural, bordes costeros, caletas, aeropuertos y edificación pública. “Significa que en 2021 aumentaremos la inversión pública en más de un 30%, con obras que apuntan a mejorar la calidad de vida de los chilenos junto con dar una oportunidad de empleo”, dice el ministro Alfredo Moreno.

La iniciativa fue bien recibida por las industrias involucradas, pero también ha tenido observaciones. “En el marco de una reactivación económica, esto es lo adecuado. Sin embargo, para su materialización se necesita algo más que voluntad política (...), como un cambio en los actuales modelos de aprobación y desarrollo de los procesos internos de los organismos del Estado”, sostiene Tomás Galassi, director de Estrategia de R&Q Ingeniería, refiriéndose



Aunque el foco del plan del gobierno no está en obras subterráneas, en el sector destacan algunas que ya se construían y que impactarán en la economía.

250 mil empleos creará el plan de inversión de obras públicas impulsado por el gobierno.

a la etapa de diseño previa a la ejecución de cada obra, donde “la aprobación de los proyectos de ingeniería puede llevar años de trámites y procesos requeridos para pasar a la fase de construcción”.

Al respecto, el ministro Moreno ha dicho en otras oportunidades que en la línea

de los recursos adicionales en inversión pública, se busca que sean proyectos “que se puedan ejecutar rápidamente” y que puedan concretarse de aquí a 2022, el año tope del plan.

Obras destacadas

Aunque el foco principal del plan de reactivación no está en obras subterráneas, en el sector destacan algunas que ya venían ejecutándose y que tendrán un impacto positivo en la economía. Como las extensiones de las líneas 2 y 3 del Metro y la construcción de la línea 7, que el jefe de Comunicaciones y Marketing del Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH), Sebastián García, destaca por el uso de la tecnología Tunnel

Boring Machine (TBM) en su primer tramo.

De los túneles que están en construcción, García menciona el proyecto Américo Vespucio Oriente, no sólo porque es “un gran desafío de ingeniería”, de conectividad, diseño, cálculo estructural y requerimientos de mano de obra calificada, sino porque influirá en la reactivación económica por las nuevas plazas de trabajo.

Hace algunas semanas, el ministro Moreno visitó esta obra y señaló que al 28 de julio el avance era de 24%, destacando que además de los US\$ 900 millones de inversión, “hay 2.500 personas que están trabajando, sólo en empleo directo”, sin contar los trabajos indirectos que el proyecto está creando. ■

Últimas licitaciones de obras públicas

El 20 de agosto, el MOP y otros ministerios publicaron el llamado a las primeras 150 licitaciones, que suman US\$ 187 millones. Y el 10 de septiembre lanzaron otras 165 por US\$ 396 millones, que siguen vigentes a la fecha. Este último llamado considera 117 licitaciones del MOP para caminos, hospitales, obras en riberas y canales, sistemas de Agua Potable Rural, aeropuertos, obras portuarias y otros tipos de edificación pública; y 48 licitaciones de la cartera de Vivienda, para pavimentos participativos, campamentos, parques urbanos, infraestructura sanitaria y vial urbana, espacios públicos y recuperación de barrios.

De esta segunda etapa, desde el MOP destacan la Red de Hospitales Bio Bio (Santa Bárbara, Nacimiento, Coronel y Lota), el mejoramiento de la Ruta C-495, sector La Fragua - variante El Parral, tramo 1, Km. 27,8 al Km. 44,6 (Comuna Alto Del Carmen, Provincia Huasco); los trabajos en la Caleta de Pescadores Los Molinos (Valdivia) y el proyecto Conservación Global Mixto por Nivel de Servicio y Precios Unitarios de Caminos (Provincia de Antofagasta, sector norte de Taltal, etapa III). ■



Presentes en la supervisión del túnel vial más largo de Latinoamérica

Túnel de La Línea, 8.6 km - Cruce de la Cordillera Central, Colombia.

POR CONSTANZA GARÍN L.

Brindar una mirada transversal a la industria subterránea, con foco especial en los proyectos mineros y obras civiles, fue uno de los principales objetivos del congreso Concrete Underground, organizado por el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH).

El evento, realizado a fines de agosto, estuvo dirigido a empresas de ingeniería, mandantes, contratistas, calculistas, proveedores y profesionales del área de la construcción, donde se abordaron diferentes temáticas. En el eje de los proyectos mineros, destacó la presentación del Proyecto Mina Chuquicamata Subterránea (PMCHS), que detalló los procesos del *ramp up* hasta 2026.

“Este mega proyecto subterráneo tiene una filosofía hacia el diseño y ejecución, con el objetivo de agilizar el proyecto, incorporando electromovilidad, prefabricados, centros integrados de construcción y así, manejar una analítica avanzada en tiempo real del proyecto. También la implementación de BIM, para ir hacia una construcción 4.0”, destaca el jefe de Comunicaciones y Marketing del ICH, Sebastián García.

Por el lado de las obras civiles, Matías Egaña, ingeniero de la División de Túneles del Ministerio de Obras Públicas (MOP), presentó los próximos ocho proyectos de túneles viales, destacando dos: el túnel de Agua Negra de 35 kms que conectará a Coquimbo con San Juan (Argentina), “convirtiéndose en el más largo de Latinoamérica”, explica García, y el túnel subfluvial Las Mulatas, que estará a 300 metros bajo el río Valdivia, uniendo el sector de Las Mulatas y Torobayo, “siendo el primero



LAS CLAVES QUE DEJÓ EL CONCRETE UNDERGROUND

El Congreso, organizado por el ICH, contó con expertos de la industria subterránea, donde se abordaron temáticas relacionadas a la minería y las obras civiles.

de estas características de Chile y el segundo en el Cono Sur”.

Otra de las iniciativas analizadas durante el Congreso fue el método constructivo del tramo 1 de la futura Línea 7 del Metro, que se realizará bajo el sistema TBM -o tuneladora-, “que por primera vez la compañía utilizará en sus proyectos”, acota García, haciendo hincapié en que esto abrirá nuevos desafíos en torno al desarrollo tecnológico. Principalmente “en la ejecución de dovelas que la TBM usa en el proceso de sostenimiento”, planteando así la necesidad del prefabricado de hormigón “y de contar con la tecnología para dar abasto al proyecto”.

Retos post pandemia

En cuanto a los desafíos que se abordaron en el Congreso, destacaron los efectos que ha traído la pandemia, una situación que según Humberto Cortés, gerente comercial y técnico de Xtreme Mining, fue “un shock” que si bien generó incertidumbre, también impulsó la resiliencia. “Todos estamos aprendiendo de esta nueva modalidad que no permite relajarnos”, sostiene el ejecutivo.

Otro de los puntos abordados fue la naturaleza sísmica del país y cómo desafia a la ingeniería en el diseño y cálculo estructural.

“Nos damos cuenta que el reto incluye una especialización particular en cada área y que es necesario conformar grupos multidisciplinarios que lleven a cabo proyectos subterráneos”, detalla Sebastián García, del ICH, añadiendo que “los grandes mandantes están dispuestos a innovar, ya que están evaluando y recibiendo nuevas propuestas para poder generar una mejora continua en sus proyectos subterráneos”.

XTREME MINING LTDA.

ES UNA EMPRESA QUE SUMINISTRA HORMIGONES TRADICIONALES Y HORMIGONES ESPECIALES EN LOS PROYECTOS DE LA MINERÍA.

CUMPLIMOS CON LOS MÁS ALTOS ESTÁNDARES DE SEGURIDAD Y CALIDAD, DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DE NUESTROS CLIENTES.

XTREME HORMIGONES Y MORTEROS SPA.

PROVEE DE HORMIGONES, SHOTCRETE Y MORTEROS PREDOSIFICADOS SECOS EN TODAS SUS VARIEDADES Y EN FORMATO DE 25, 500, 1.000 Y 1.500 KG. LO ANTERIOR PERMITE DISPONER CUALQUIER TIPO DE HORMIGÓN LAS 24 HORAS DEL DÍA, EN CUALQUIER LUGAR.

Xtreme T-150 MPa
Xtreme Aluminoso para 1.250°C
Cemento tradicionales

Jose Benítez A. - jbenitez@xtrememining.cl - Cel.: +56-9-78533046 - www.xtrememining.cl

OPERACIONES MINERAS BAJO TIERRA: VENTAJAS Y DESAFÍOS

Bajas leyes del mineral y depósitos cada vez a mayor profundidad son algunas de las razones para transitar hacia una minería subterránea, que plantea una serie de nuevos retos a las empresas.

POR CONSTANZA GARÍN L.

A medida que las minas a rajo abierto llegan al final de su "vida útil", las compañías mineras comienzan a considerar la viabilidad de hacer la transición de sus operaciones hacia minas subterráneas, explica Luigi Pisani, gerente de Desarrollo de Negocios en Infraestructuras en Acciona y director de la Cámara Minera de Chile. De hecho, según estimaciones de Codelco, la explotación de Chuquicamata -mina

a rajo abierta más grande del mundo dejará de ser rentable en este formato a finales de la próxima década.

Razones para tomar una decisión así, hay varias. "Se debe remover cada vez más material estéril, que no aporta valor económico", dice el gerente de la Unidad de Negocios de Minería de Subterra Ingeniería, Ronald Guzmán, ejemplificando con el caso de Chuquicamata Subterránea, donde por una tonelada de mineral que se extrae en las operaciones bajo tierra, "la mina a cielo abierto debe extraer ocho toneladas de material estéril".

"La minería subterránea nos garantizará el suministro de cobre para las próximas décadas y a Chile, mantenerse como líder en el contexto minero mundial", añade Pisani, sumando otros tres factores a la transición hacia una minería subterránea: la disminución de las leyes de mineral, que los depósitos se encuentren cada vez a mayor profundidad, y el aumento en la demanda de los minerales necesarios para lograr la transición energética en el mundo.

Los aspectos medioambientales también pesan en este cambio, ase-

gura Guzmán, ya que "el impacto es significativamente menor respecto a una mina de cielo abierto", principalmente porque en las operaciones a nivel del subsuelo se eliminaría la generación de polvo y consumo de petróleo de los camiones de extracción. "Cada camión consume sobre 3.000 lt/petróleo por día, lo que genera mayor CO2 al medio ambiente", detalla.

El camino hacia la consolidación

La minería subterránea plantea un entorno técnico desafiante que

requiere soluciones y mejores prácticas por parte de las compañías. Un escenario donde es clave incorporar estándares de seguridad adicionales en caso de eventos adversos, como estallidos de roca, aumento de tensiones *in situ*, mayores deformaciones, altas temperaturas y mala ventilación, "que ha menudo se encuentran cuando la mina se va profundizando", acota Luigi Pisani, de la Cámara Minera de Chile.

Los desarrollos tecnológicos son fundamentales en este proceso, "pues permiten asegurar un buen soporte del macizo rocoso a través de pernos de anclaje, por ejemplo, que posibilitan mayor absorción de energía y elongación, mallas de acero y hormigón proyectado", agrega.

El ejecutivo considera necesario contar con un equipo de expertos en diseño de extracción de material, que puedan operar a grandes profundidades, "permitiendo una logística interior de mina continua, adecuada a las necesidades productivas".

Otro desafío, en la mirada de Ronald Guzmán, de Subterra Ingeniería, tiene que ver con la rapidez de la construcción de los túneles bajo tierra, ya que "en promedio, se avanza para secciones de 16 m² a 20 m², tres metros por día".

De esta forma, el túnel sería "el cuello de botella para lograr los planes de producción", explica Guzmán, ya que ralentiza las mejoras incrementales de los procesos.



CODELCO

PUBLIRREPORTAJE



Nuevas tendencias en diseño de túneles mineros

La necesidad de poder desarrollar obras subterráneas de manera segura y rápida requiere de un análisis multidimensional, que tiene como base las condiciones geológicas, hidrogeológicas y geomecánicas, ya sea para obras civiles o tunelería minera.

La tunelería civil ha tenido avances significativos en términos de rendimiento y seguridad, destacando el uso de TBM; su aplicación a túneles mineros, en tanto, no es inmediata, requiriendo analizar aspectos específicos.

Para túneles mineros se deben considerar análisis de la explotación subterránea y posible interacción con una mina a cielo abierto, requiriendo un análisis dinámico junto con el avance de la explotación, estudiando fenómenos complejos como son el abutment stress y rockburst.

Al respecto, Subterra Ingeniería enfatiza que para aplicación de métodos de construcción rápida de túneles mineros, como por ejemplo TBM, es necesario un modelamiento integral, multidisciplinario y multietapas (diseño, construcción), que por un lado considera aspectos del terreno, pasando desde el diseño a la construcción de los túneles con métodos que promueven el uso de la información de terreno

(design as you go), ya que en particular este tipo de obras las ejecutan empresas constructoras que toman el diseño propio de la ingeniería.

En tal sentido, Subterra Ingeniería destaca que durante la etapa de ingeniería se requiere un modelamiento que permita incorporar todas las variables del terreno (geotecnia, aguas), geometrías de las excavaciones e infraestructura de entorno. Con este tipo de análisis, que requiere modelos numéricos, se pueden responder preguntas relevantes, tales como: influencia de un sector en explotación sobre los túneles en estudio, posible interacción de un rajo abierto y aspectos más críticos, como potenciales estallidos de roca o deformaciones que condicionan los requerimientos de avance.

Subterra Ingeniería promueve un trabajo aplicado con interacción permanente con sus clientes, lo que permite analizar la incorporación de TBM a requerimientos específicos de túneles mineros, y el traspaso de buenas prácticas adquiridas en el diseño y apoyo a la construcción en más de 50 obras mineras en Latinoamérica, que suman más de 300 km de túneles en todo tipo de terreno y condiciones adversas, siempre privilegiando la seguridad en la obra y la reducción de los costos de inversión y operación de un proyecto minero.

GEOBRUGG®
BRUGG

Safety is our nature

Sistemas de fortificación avanzados

- ✓ Incremento en la seguridad y productividad.
- ✓ Alta resistencia ante cargas estáticas y estallidos de rocas.
- ✓ Mallas MINAX®, instalación mecanizada con MESH A®.
- ✓ Sistemas probados en Chile y el mundo.
- ✓ Tecnología Suiza. Centro de innovación y fábrica en Rancagua, Chile.



Coronel Pereira N°72, OF 401. Las Condes, Santiago.

Tel.: +56 2 2 225 84 00 - Cel.: +56 999 364 347 - www.geobrugg.cl

R&Q INGENIERÍA

Liderazgo y excelencia presente en los más grandes proyectos de túneles de Chile y Latinoamérica

Durante sus 43 años de vida, esta consultora de ingeniería ha participado en importantes obras de infraestructura y minería. Y en el ámbito de la tunelería, recientemente finalizó con éxito la supervisión del Túnel de la Línea, en Colombia, el más largo de América Latina, mientras que en nuestro país apuesta a ampliar su experiencia en el Metro de Santiago, a la vez que trabaja en diversos proyectos de túneles no solo viales, sino también de otros tipos.



Tomás Galassi,
director de Estrategia de R&Q
Ingeniería.

“Con más de 40 años y un claro liderazgo en Consultoría de Ingeniería en nuestro país, hemos trabajado en los proyectos de túneles más grandes de Chile y Latinoamérica”, destaca Tomás Galassi, director de Estrategia de R&Q Ingeniería, consultora que, desde su nacimiento en nuestro país el año 1977, ofrece los más altos estándares de calidad, aportando al desarrollo de los grandes proyectos de infraestructura y minería en Chile y también, desde hace 25 años, en Latinoamérica.

Entre sus múltiples servicios, R&Q precisamente anota una destacada experiencia en el desarrollo de ingeniería de túneles. En ese contexto, ha marcado recientemente un nuevo hito, al finalizar con éxito la supervisión de una de las obras viales más importantes de la región y que marca un antes y un después en la infraestructura colombiana: El Túnel de la Línea, que permitirá un ahorro en los tiempos de viaje de más de 45 minutos entre Bogotá y el Puerto de Buenaventura, el más importante de Colombia, convirtiéndose en un proyecto clave para la economía de este país.

Con 8,6 kilómetros de longitud, a 2.500 m.s.n.m., el Túnel de la Línea fue inaugurado el 4 de septiembre recién pasado, convirtiéndose en el más largo de América Latina. “Este gigantesco proyecto considera además la materialización de alrededor de 20 túneles de menores dimensiones, 24 viaductos y puentes, tres intercambiadores y la terminación de segundas calzadas de aproximadamente 19 kms”, observa Tomás Galassi, y agrega que “el cruce de la Cordillera Central era un anhelo histórico de esta región de Colombia”,

sueño que ahora se cumple con la construcción de este megaproyecto vial.

El desafío de la terminación del Túnel de la Línea unió los esfuerzos de las ingenierías colombiana, chilena y española. R&Q Ingeniería entró al proyecto en agosto de 2017, junto con sus socios Joyco y Saitec, en un trabajo que implicó realizar la supervisión técnica para la terminación de las obras, “lo que también requirió de una revisión y validación de los estudios y diseños ya existentes, verificando el estado de las obras hasta ese momento ejecutadas y las necesidades de calidad requeridas para llevar a cabo el proyecto de acuerdo a los estándares fijados”, explica el director de Estrategia de R&Q Ingeniería.

En ese sentido, subraya el profesional, la terminación del túnel implicó superar una serie de complejidades técnicas que dificultaron enormemente su materialización, entre ellas, las condiciones geológicas y geotécnicas. De hecho, el trazado del túnel cruza un sistema de ocho fallas, con algunos sectores de cobertura de hasta 900 metros, desafío que requirió trabajos de rediseño y un permanente monitoreo para evaluar el comportamiento del macizo. A tan solo unas semanas desde la inauguración de esta megaobra, Tomás Galassi expresa: “Nos sentimos orgullosos como consultores chilenos de ser parte de este gran proyecto, que deja en alto el nivel de la ingeniería



Aportando con excelencia al progreso de la sociedad, mediante el desarrollo sostenible de proyectos.
www.rq.cl

R&Q
INGENIERÍA

Nuevos desafíos en el desarrollo de túneles

R&Q Ingeniería exhibe una importante experiencia no solo en túneles viales. Una muestra de aquello es que la empresa está supervisando la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, que contempla la construcción de aproximadamente 70 kms de túneles, de los cuales 40 se ejecutan con tuneladoras (TBM), “siendo la consultora chilena con mayor experiencia en inspección de túneles excavados con esta metodología”, recalca Tomás Galassi. Asimismo, en la construcción y puesta en marcha de la Planta Desalinizadora de la Región de Atacama, R&Q ha inspeccionado la construcción de los Túneles Inmisario y Emisario, que fueron excavados con la tecnología microtuneladora (MTBM).

La consultora también participa en el desarrollo de ingeniería de túneles para el Metro de Santiago y para Ferrocarriles. En el caso del tren subterráneo de la capital, actualmente trabaja en la supervisión técnica de los Tramos A, B y C de la extensión de la Línea 3, que consiste en tres estaciones, cuatro piques de construcción y 3,8 kms de túnel. En ese contexto, apunta a trabajar en las futuras líneas 7, 8 y 9, “donde se incorporarán nuevas tecnologías, como la excavación con TBM, la que se utilizará por primera en Metro. También estamos analizando un interesante proyecto de la Región de Valdivia, que aspira a ser el primer túnel subfluvial en Chile”, concluye Tomás Galassi.

colombiana”.

Por cierto, R&Q Ingeniería cuenta también con una destacada trayectoria en túneles viales en nuestro país. Por ejemplo, el año 2015 realizó el Estudio Integral para la Concesión Vial del Túnel El Melón, donde elaboró los estudios de ingeniería para el segundo túnel paralelo al existente. Por otra parte, la consultora ha participado activamente en iniciativas que apuntan a fortalecer la conectividad

entre Chile y Argentina. Tomás Galassi complementa: “Hoy nos encontramos realizando, junto a Geoconsult, el Estudio de Factibilidad del tan ansiado proyecto Binacional Túnel Las Leñas, que con una longitud aproximada de 11 kms, cruzaría la Cordillera de los Andes, conectando a Chile y Argentina, proyecto condicionado principalmente por las condiciones geológicas y geotécnicas de la cordillera”.