

# DF

DIARIO FINANCIERO®

SUPLENTO

SANTIAGO DE CHILE  
VIERNES 26 DE FEBRERO DE 2021

## GEOTECNIA, GEOMECÁNICA Y GESTIÓN DE SUELOS



# LAS BASES DE UNA MINERÍA DE CLASE MUNDIAL

Claves para la industria minera en Chile han resultado la geotecnia y geomecánica.

De hecho, a juicio de Javier Turina, sales manager North Chile de Geobrugg Andina SpA, estas disciplinas "han sido un pilar para el negocio minero y, debido a los grandes desafíos que presenta Chile, se ha desarrollado mucha tecnología y conocimiento, lo que nos permite estar a la cabeza a nivel mundial en muchos tópicos".

El ingeniero civil en minas y socio de la Cámara Minera de Chile, Patricio Cavieres, añade que conocer un sitio o terreno "es esencial para disminuir la incertidumbre en los estudios de ingeniería", por cuanto las características de la zona condicionan el costo de operación de una faena minera. De esta manera, acota, "no se destruye valor durante la operación".

A ello, el presidente de la

**Las nuevas tecnologías y estándares de diseño geotécnico y geomecánico han configurado un alto nivel de ingeniería en las faenas mineras de mayor tamaño, siendo un pilar para la industria en general, por cuanto disminuyen la incertidumbre de los proyectos. El desafío ahora es integrar a la pequeña minería a este tipo de avances.**

POR RITA NÚÑEZ B.

Sociedad Chilena de Geotecnia (Sochige), Gonzalo Montalva, agrega que en la gran minería se desarrolla hace años un alto nivel de ingeniería y "se aplican nuevas tecnologías y estándares más altos de diseño geotécnico y geomecánico".

En la pequeña minería, en

tanto, el desarrollo de proyectos detallados es cada vez más frecuente, "pues la optimización de la cantidad de estéril que es necesario transportar y disponer en depósitos es crítica para la eficiencia, seguridad y rentabilidad de la operación", comenta Montalva.

Por ello, a juicio del subsecretario de Minería, Edgar Blanco, "es importante que se les integre dentro de los avances tecnológicos en monitoreo o software que han adoptado empresas mineras de mayor tamaño, para tener mayor control de estabilidad de taludes y excavaciones, lo cual es vital para resguardar la seguridad de las personas e instalaciones".

Procesos sustentables y seguros

Y es que la geotecnia se asocia a dos aspectos relevantes: la seguridad de los trabajadores y la sustentabilidad de los procesos productivos. "En el caso del prime-

ro, posibilita tomar las acciones necesarias para que una mina tenga la estabilidad suficiente y que las personas puedan trabajar sin sufrir lesiones o accidentes fatales producto de un derrumbe", explica Rodrigo Alvarado, académico de Ingeniería Civil en Minas de la Universidad Santo Tomás (UST).

Coincide el subsecretario Blanco, acotando que estas nuevas tecnologías han permitido maximizar la extracción de los recursos mineros, "minimizando los riesgos de hundimientos de caserones y galerías en las minas subterráneas, colapso de paredes en rajos, así como el riesgo de desplome o colapsos de depósitos de relaves y otros materiales que puedan afectar a los trabajadores y/o a personas, instalaciones, y medio ambiente de lugares aledaños".

Desde la perspectiva medioambiental, la geotecnia permite llevar un control adecuado de este tipo de infraestruc-

turas, el que de no existir, puede "producir desastres geotécnicos con alto impacto ambiental, como los ocurridos en los últimos años en Brasil", da cuenta Fernando Fernández, presidente de la Comisión de Proveedores de la Cámara Minera de Chile y gerente general de FF Geomechanics.

Diseños confiables

Para que los diseños ingenieriles constructivos sean aprobados, deben superar cierto factor de seguridad, que se calcula a través de parámetros aportados por la geotecnia y geomecánica, explica Luis Lépiz, académico de Geología de la UST.

"La demanda sísmica, tan importante en nuestro país, es uno de los aspectos en los que la geotecnia aporta caracterizando parámetros de diseño sísmico específicos para cada proyecto y en algunos casos para las distintas zonas del proyecto", especifica Montalva.



**GEOBRUGG®**  
BRUGG

Safety is our nature

SOLUCIONES PARA LA MINERÍA

Protección contra caída de rocas,  
fortificación subterránea, estabilización  
de taludes, y más...



Geobrugg Andina SpA. | Coronel Pereira N°72, OF 401 | CL Las Condes, Santiago | Phone: +56 2 2 225 84 00 | www.geobrugg.com



Los desarrollos tecnológicos que la geotecnia y geomecánica han incorporado, está ayudando al sector a hacer más eficientes sus procesos. Modelamiento 3D, fibra óptica, tecnología láser y el uso de drones son algunos de los avances que ya se utilizan habitualmente.

“La mayor parte de la tecnología emergente se está utilizando en geotecnia y geomecánica”, afirma el ingeniero civil en minas y socio de la Cámara Minera de Chile, Patricio Cavieres, explicando que la tecnología se ha ido sumando a la par de los grandes desafíos que tienen las disciplinas.

“Con el advenimiento de softwares y hardwares más poderosos se ha incorporado el modelamiento 3D. En terreno se ha aplicado instrumentación especializada que se basa en fibra óptica, tecnología láser, uso de drones y satélites, por nombrar algunos”, detalla.

Gonzalo Montalva, presidente de la Sociedad Chilena de Geotecnia (Sochige), explica que hacer modelamiento numérico que incluye la tridimensionalidad del medio, leyes constitutivas de comportamiento cada vez más precisas y análisis sísmico con registros artificiales que apuntan a predecir los movimientos futuros



## USO DE TECNOLOGÍA DE PUNTA IMPULSA EFICIENCIA EN PROCESOS

**Modelamientos numéricos que incluyen la tridimensionalidad del medio, leyes constitutivas de comportamiento cada vez más precisas y análisis sísmico con registros artificiales que apuntan a predecir los movimientos futuros reales, forman parte de la cotidianeidad del sector.** POR FRANCISCA ORELLANA

reales -emanados de un estudio de amenaza sísmica-, ya forman parte de la cotidianeidad de la industria.

La tecnología satelital para monitoreo y fibra óptica, si bien se han incorporado, “aún no penetran con todo su poten-

cial”, dice Montalva, agregando que lo más relevante de estas mediciones es la capacidad de análisis que se logra para tomar

**La mayor parte de la tecnología emergente se está utilizando en geotecnia y geomecánica.**

decisiones más acertadas, “basadas en estos datos y en la física del problema”.

Las empresas del rubro también están introduciendo nuevos desarrollos. Javier Turina, sales manager North Chile de Geobruigg Andina SpA, afirma que han desarrollado productos y sistemas en línea de acuerdo a los requerimientos de la industria, como robustas barreras dinámicas certificadas para controlar caída de rocas y aluviones o mallas de acero para fortificación subterránea para hacer frente a estallidos de rocas.

### Masificación

Lo que viene, indica el presidente de la Comisión de Proveedores de la Cámara Minera de Chile y gerente general de FF Geomechanics, Fernando Fernández, será la aplicación de la inteligencia artificial para hacer sistemas cada vez más sofisticados.

No obstante, el desafío será su masificación: “Se requiere que algunas de las aplicaciones actuales, muy masivas en la gran minería, se vayan implementando gradualmente en la mediana y pequeña”, sostiene.

## PUBLIRREPORTAJE

FACULTAD DE INGENIERÍA UST:

# Nuevo Laboratorio de Geomecánica y Mecánica de roca, alta tecnología para responder a los desafíos actuales

**Esta nueva infraestructura de la Universidad Santo Tomás fortalecerá los conocimientos en geomecánica y geotecnia de sus estudiantes de las carreras de Ingeniería Civil en Minas y Geología. En el caso de la minería, la creciente migración hacia yacimientos subterráneos demanda personal altamente calificado para levantar información en terreno, modelar los estados de deformación ligados a la interacción cielo abierto-subterránea, así como a la interacción con obras en la superficie.**

Chile, país minero por excelencia, es líder en la producción de renio y cobre en minería metálica, y de nitratos naturales y yodo en minería no metálica. En ese contexto, la minería nacional aporta el 10% del PIB chileno y representa un 55% de las exportaciones del país.

La pandemia de Covid-19 ha impactado a la minería, como a tantos otros sectores productivos en nuestro país y el mundo; sin embargo, el actual rally alcista en el precio del cobre constituye una buena señal, en un contexto en que la minería enfrenta crecientes desafíos, en torno a temas como sostenibilidad ambiental y social, cambio climático, escasez de agua, e incluso la posible futura aparición de una nueva pandemia global.

En dicho escenario, esta industria debe estar

preparada, y para ello la formación de capital humano es vital. Ese es el compromiso de la Universidad Santo Tomás (UST), que en sus carreras de Ingeniería Civil en Minas y Geología -ambas pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de esta casa de estudios-, ha actualizado las mallas académicas e incorporado nuevas tecnologías. En esa línea, la Facultad de Ingeniería UST implementó recientemente el Laboratorio de Geomecánica y Mecánica de roca, que proyecta durante este año estar en pleno funcionamiento y a disposición de los estudiantes para la realización de ensayos. “Este laboratorio cuenta con equipos de primer nivel, donde los estudiantes podrán adquirir conocimientos actualizados. Pero con esta infraestructura no solo podremos generar estudios en base a ensayos, porque también

buscamos convertirlo en un centro que provea servicios a la industria”, señala Rodrigo Alvarado, académico de la carrera de Ingeniería Civil en Minas de la UST.

Luis López, docente de la carrera de Geología de la UST, agrega: “El laboratorio permite realizar estudios de geomecánica en roca y en suelos, para poder obtener las propiedades de los distintos materiales que son importantes y que influyen en los diseños de ingeniería, por ejemplo, en las faenas mineras. Esto, entendiendo que es fundamental conocer cómo es la roca en cuanto a su resistencia y deformabilidad, de modo que los diseños que se implementen sean los adecuados y cumplan los estándares de seguridad que requiere cada proyecto”.

La incorporación de nuevas tecnologías

jugará un rol fundamental en el desarrollo futuro de la industria minera, en factores críticos como productividad, seguridad, sostenibilidad, y en el impacto que tendrá a nivel país. Por ello, desde la Universidad Santo Tomás destacan que se requiere una agenda coordinada entre el sector privado, público y las Universidades. Consecuente con esa mirada, esta casa de estudios ha definido un foco estratégico, reflejado, en el caso de las carreras de Ingeniería Civil en Minas y Geología, en la actualización de las mallas académicas -incluyendo asignaturas electivas de especialización- e invirtiendo en equipos de última tecnología en el área de geomecánica y mecánica de suelos, con el objetivo de generar estudios de primer nivel y resolver los desafíos que hoy enfrenta la industria.



La Facultad de Ingeniería UST cuenta con una planta docente de alto nivel, mallas académicas actualizadas y una moderna infraestructura



# SECTOR REQUIERE DE PROFESIONALES ALTAMENTE ESPECIALIZADOS

La mayor necesidad de procesar y comprender datos de monitoreo continuo, hace que un perfil de ingeniero con formación de postgrados científicos, sea cada vez más necesario. POR FRANCISCA ORELLANA

La alta especialización del trabajo geotécnico y geomecánico requiere contar con capital humano avanzado, con estudios de postgrado, conexión con la empresa y buenas redes de contacto como requisitos básicos.

Es que la necesidad de mantener la estabilidad global de los rajes a mayores profundidades o saber actuar frente a fenómenos geomecánicos complejos, como sobre excavación de galerías o estallidos de roca, por ejemplo, requiere de personas "con conoci-

miento y experiencia focalizados, y que tengan una red de contacto con profesionales que dominen otros temas complementarios", explica el ingeniero civil en minas y socio de la Cámara Minera de Chile, Patricio Cavieres.

Asimismo, la mayor necesidad de procesar y comprender datos de monitoreo continuo, hace que un perfil de ingeniero con formación de postgrados científicos -como magisters en ciencias y doctorados, con trabajos científicos publicados como parte de su formación-, "sea cada vez más

necesario", afirma Gonzalo Montalva, presidente de la Sociedad Chilena de Geotecnia (Sochige).

## Mayor conexión

Para atraer a este tipo de profesionales es clave la motivación y el trabajo que hagan la industria y universidades.

"Hoy existe una mayor cantidad de profesionales en la minería, pero en la especialización de geotecnia y geomecánica hay un nicho más reducido, aunque con mucho espacio de crecimiento", detalla Cavieres.

Montalva añade que, junto a universidades nacionales, la Sochige realiza actividades de promoción de la especialidad para mostrar "las bondades de un trabajo diverso, desafiante, bien remunerado y con alto impacto para nuestro país".

Pero también se requieren mallas académicas actualizadas. En este sentido, Rodrigo Alvarado, académico de la carrera de Ingeniería Civil en Minas de la Universidad Santo Tomás (UST), dice que revisar continuamente las mallas académicas es importante

para adecuarse a las necesidades del mundo minero, y entregar los conocimientos necesarios.

Al respecto, Luis López, académico de Geología de la UST, indica que las universidades no deben aislarse de la industria sino "implementar colaboraciones o identificar proactivamente las brechas que generan con el avance en la minería". Por ejemplo, la UST tiene un laboratorio geomecánico y próximamente evaluará la implementación de nueva tecnología en software de modelamiento geomecánico.



## JRP INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN:

# JRP Ingeniería y Construcción, a la vanguardia en soluciones de geotecnia en Chile

Con una trayectoria de 23 años brindando soluciones óptimas para sus clientes, esta empresa exhibe entre sus logros la construcción e instalación de más de 1.000.000 de metros lineales de anclajes de suelo. Respalda por un equipo humano altamente calificado y por el cumplimiento de los más altos estándares normativos chilenos e internacionales, JRP cuenta con una amplia oferta orientada a obras civiles y minería.

Empresa pionera en el rubro de la geotecnia en Chile, JRP Ingeniería y Construcción posee 23 años de experiencia, durante los cuales ha forjado un sólido prestigio proyectando y construyendo aplicaciones de ingeniería geotécnica, con énfasis en la eficiencia, seguridad y el cumplimiento de los más altos estándares normativos chilenos e internacionales. "En el desarrollo de proyectos de ingeniería y construcción, JRP cumple normativas chilenas tales como la NCh-3206 y NCh-433 para entibaciones de suelos; la norma alemana DIN 4125 para diseño y construcción de anclajes de suelos; y norma AASHTO para diseño y construcción de cimentaciones. Todo lo anterior, solo como resumen de una extensa lista de estándares nacionales e internacionales que se adoptan para el desarrollo de nuestras actividades", destaca Jorge Ramírez Parra, gerente general de JRP Ingeniería y Construcción.

Con una amplia gama de soluciones en geotecnia (ver



recuadro), la empresa dispone para estos fines de tecnologías y equipos de última generación, que permiten construcciones altamente mecanizadas con un mínimo de personal. Todo ello, con el respaldo de un equipo profesional y técnico de primer nivel y adiestrado en faenas industriales.

JRP es actualmente una empresa a la vanguardia en su rubro en nuestro país, apostando permanentemente por incorporar nuevas tecnologías y así seguir contribuyendo al rubro de la construcción en Chile. En ese marco, Jorge Ramírez Parra finaliza: "Todas nuestras soluciones de geotecnia también se enfocan a brindar respuestas de alta calidad para la industria minera, que es un segmento al que aspiramos ingresar con fuerza, de la mano de una oferta confiable que ayuda a disminuir costos y riesgos de seguridad".



JRP pone al servicio de la construcción su amplia gama de soluciones en geotecnia.

La empresa dispone de tecnologías y equipos de última generación, que permiten construcciones altamente mecanizadas.

## AMPLIA OFERTA PARA DIVERSOS DESAFÍOS

JRP ofrece variadas soluciones de geotecnia, entre ellas:

- Proyectos de contención de suelos para excavaciones de obras subterráneas o de taludes, mediante la construcción de pantallas de hormigón armado y/o metálicas arriostradas con anclajes de suelos.
- Cimentaciones profundas para obras civiles mediante pilotes preexcavados de gran diámetro, y/o micropilotes.
- Aplicaciones de hormigón proyectado.
- Aplicaciones especiales, tales como izaje de estructuras pesadas e inyecciones de suelos. Mejoramiento de suelos mediante columnas de grava.





Proyecto MICROPILOTES TITAN ISCHEBECK 40/16 longitud 20 metros, para sanitaria en la V Región, ejecutado por cliente CONSTRUCTORA AGG - JELDREZ INGENIERÍA.



Proyecto papelera VIII Región - Cliente EMETALIC.

ISCHEBECK CHILE:

## Soluciones geotécnicas y sistemas de entibación a la vanguardia en seguridad, calidad y eficiencia

La calidad de los productos y del servicio brindado a sus clientes, son sellos distintivos de la filial en nuestro país de esta compañía alemana con 140 años de historia, uno de los principales fabricantes a nivel global de productos y soluciones geotécnicas. En esa línea, la empresa cuenta en el mercado nacional con dos divisiones de productos: barras autoperforantes y sistemas de entibación.

“Cada división de productos que Ischebeck ha creado, ha revolucionado la forma de construir en el mercado mundial”, destaca Gonzalo Herrera, gerente general de Ischebeck Chile, filial desde el año 2018 en nuestro país de esta compañía alemana destacada por su excelencia e innovación, y que actualmente es uno de los principales fabricantes a nivel global de productos y soluciones geotécnicas, sistemas de entibación y encofrados, utilizados en diversos proyectos de obras civiles y minería, entre otros.

En ese marco, Ischebeck Chile cuenta con dos divisiones de productos: sistemas de entibación y barras autoperforantes. En el caso de estas últimas, la compañía ofrece la barra autoperforante TITAN Ischebeck. “Esta marca es propia de nuestra compañía y no un nombre genérico para denominar este tipo de productos (barras autoperforantes). Cabe hacer esta aclaración para disipar dudas en el mercado, considerando que existen antecedentes de un mal uso del nombre TITAN, presentando productos que no cumplen las normativas internacionales, y que por calidad no forman parte de nuestro portafolio”, subraya Gonzalo Herrera, como estructura que ha significado una innovación de referencia en el mercado mundial de la geotecnia, que posee propiedades mecánicas y químicas certificadas bajo los más altos estándares internacionales, especialmente europeos. Dichos atributos protegen a

estas barras por más de 100 años ante las más altas exigencias estructurales. Los pernos autoperforantes de Ischebeck, que tienen un hilo exterior único en el mundo, son micropilotes de acero que constituyen una alternativa mucho más eficiente, por ejemplo, en reemplazo de grandes fundaciones de hormigón, con óptima respuesta en condiciones geológicas difíciles, como las que existen en los proyectos mineros.

La creación de TITAN Ischebeck, en 1980, revolucionó el mercado de la geotecnia y la forma de construir, porque, entre otras cosas, permite hacer en un paso lo que antes se hacía en tres, acortando ostensiblemente los tiempos de trabajo. Gonzalo Herrera lo explica: “Antes de la aparición de TITAN Ischebeck había primero que perforar y estabilizar esa perforación; luego, como segundo paso, vaciar la lechada como recubrimiento de esa perforación, y en tercer lugar, insertar el elemento estructural,



Gonzalo Herrera, gerente general de Ischebeck Chile.

tras lo cual había que retirar los tubos o casing que habían sido utilizados para contener las paredes de la perforación. Al aparecer TITAN Ischebeck, logramos que esta misma barra actúe como barrenado de perforación y al ser un elemento hueco, vaya perforando e inmediatamente inyectando la lechada de preinyección y recubrimiento”.

La otra gran división de productos de la

empresa en suelo nacional, es el sistema de Entibación de Aluminio Ischebeck Gigant. La entibación es un tipo de estructura de contención provisional, empleada habitualmente en obras de construcción e ingeniería, por ejemplo en zanjas. En ese contexto, el sistema de entibación de esta compañía alemana es invención propia de Ischebeck, no en cuanto al concepto mismo de entibación, sino por el material del que está fabricado, aluminio, pudiendo resistir lo mismo que soporta una entibación de acero, pero con un peso 52% más liviano, lo que es un atributo altamente diferenciador, debido a que el peso más ligero del aluminio permite que la instalación de esta entibación pueda ser realizada de manera autónoma por dos personas, sin necesidad de equipos mecánicos. De esta manera, disminuye la interacción hombre-máquina, como sí ocurre al armar un sistema de entibación en acero, mejorando con ello la seguridad y logrando igualmente una alta performance.

“La Entibación de Aluminio Ischebeck Gigant exhibe una amortización eterna, con garantía de mantenimiento de por vida, siendo por ello un producto de alta confiabilidad y durabilidad. Adicionalmente, para los clientes que nos prefieren con este producto, les brindamos un servicio de ingeniería gratuito para analizar las mejores opciones de implementación”, señala Gonzalo Herrera.

Fiel al espíritu de la compañía a nivel global, Ischebeck Chile brinda un servicio de excelencia, en cuyo sentido el equipo humano de la empresa es vital. Gonzalo Herrera complementa: “La preocupación por nuestros colaboradores y colaboradoras siempre ha sido fundamental. Quienes trabajamos en Ischebeck en su gran mayoría venimos del mundo de la construcción y de los proyectos, por lo tanto, conocemos sus problemáticas. Esto nos permite ser partners y aliados estratégicos a largo plazo de nuestros clientes”.

### El desafío de regular para subir el estándar

Ischebeck Chile está impulsando, por intermedio del Instituto Chileno del Acero, la idea de desarrollar un documento técnico o normativa que regule la utilización de barras autoperforantes en nuestro país. Al respecto, Gonzalo Herrera subraya: “Hemos sido súper transparentes, en el sentido de que lo que nos anima como empresa en esta iniciativa es mejorar a nivel país el estándar constructivo en el área geotécnica. Queremos competir y queremos hacerlo dentro de un mercado que vele por estándares que un país altamente sísmico como el nuestro debería cumplir rigurosamente”.