

# minería

una perspectiva general de los servicios de SRK para la industria minera mundial



 **srk** consulting



A large haul truck is shown from a low angle, driving through a quarry. The truck's bed is filled with large, angular stones. The background shows the rocky walls of the quarry, and the truck's headlights are visible through the dust.

## Servicios Mineros

Introducción	4
Servicios de Exploración	6
Modelamiento y Estimación de Recursos	8
Minería a Cielo Abierto	10
Minería Subterránea	12
Estudios de Factibilidad	14
Ingeniería de Rocas y Estabilidad de Taludes	16
Ingeniería de Relaves y Residuos Mineros	18
Ingeniería de Lixiviación en Pilas	20
Servicios Ambientales y Sociales	22
Geoquímica Ambiental y ARD	24
Recuperación y Cierre de Minas	26
Manejo de Riesgos	28
Manejo de Aguas de Minas	30
Metalurgia y Procesamiento de Minerales	32
Geotecnia para Infraestructura	34
Revisión Independiente de Proyectos	36
Investigación y Desarrollo	38
Oficinas de SRK	39

**U**n mundo de experiencia, conocimiento técnico y especialización, eso es lo que SRK aporta a su proyecto. Una explotación minera rentable requiere de una perspectiva independiente, experimentada y de largo plazo, que ofrezca un panorama de absoluta claridad. Ya se trate de asesoría sobre la factibilidad de un proyecto, la adquisición o venta de una propiedad minera, el financiamiento, la estabilidad geotécnica, la sustentabilidad o el cierre de una mina, ponemos a disposición de nuestros clientes los más amplios conocimientos y la más completa experiencia, garantizándoles la asesoría correcta, donde y cuando más la necesitan.

# minería

A photograph of a large-scale open-pit mine. The image shows the massive, layered earthworks of the excavation site. The terrain is characterized by deep, parallel gullies and a network of smaller, irregular depressions. The earth is a mix of brown, tan, and greenish-yellow hues, indicating different rock types and soil layers. The perspective is from a low angle, looking up at the sheer faces of the mine walls, which are cut into distinct horizontal levels or terraces. The overall scene conveys a sense of industrial scale and geological complexity.

## Servicios de especialistas multidisciplinarios durante todo el ciclo de vida de un proyecto

SRK Consulting es un grupo consultor internacional independiente que brinda asesoría y soluciones focalizadas para los desafíos planteados por los proyectos en el rubro de la minería. Los servicios de SRK cubren todo el ciclo de vida de los proyectos de la industria minera. Nuestro equipo de profesionales incluye expertos acreditados en servicios que van desde la exploración, la estimación de recursos, la planificación minera, la geotecnia, hidrología, los relaves, el procesamiento y las evaluaciones económicas, hasta la planificación ambiental, la remediación y el cierre de minas.

## Conocimiento global, experiencia local

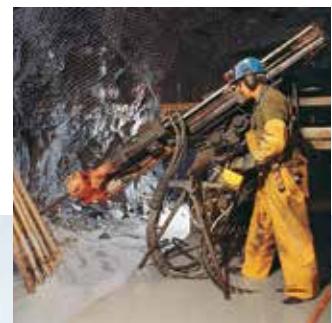
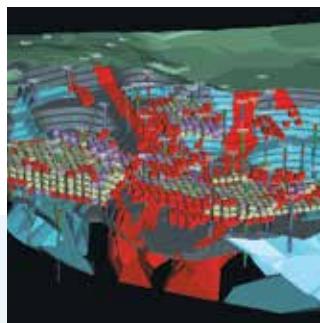
El grupo SRK, establecido en 1974, está conformado por más de 1400 empleados y cuenta con 45 oficinas con personal permanente, en más de 20 países en los seis continentes. Alrededor de 150 asociados reconocidos internacionalmente complementan nuestro equipo. Cuando se requiere, nos asociamos con otros consultores, empresas de ingeniería, adquisiciones y gestión de construcción (EPCM), y organismos de investigación. Recurrimos a nuestros especialistas en la industria mundial para ofrecer a nuestros clientes la conocimiento y experiencia adecuadas a los desafíos planteados por sus proyectos.

## Sólida trayectoria en la mayoría de los países y para la mayoría de los materias primas

Hemos llevado a cabo, con éxito, una amplia gama de proyectos de diferentes envergaduras en la mayoría de las regiones del mundo, y a través de todo el espectro de materias primas. La trayectoria de muchos de nuestros profesionales en el sector garantiza una asesoría no solo técnicamente sólida, sino, también, absolutamente práctica. Nuestras relaciones de trabajo con la comunidad internacional bancaria/financiera y las autoridades reguladoras reducen los riesgos que enfrentan nuestros clientes en el área de financiamiento y la obtención de los permisos para sus proyectos.

## Clientes grandes y pequeños buscan nuestra asesoría

Entre nuestros múltiples clientes se encuentra la mayor parte de las empresas mineras del mundo, tanto grandes, medianas y pequeñas. También trabajamos con bancos, empresas de ingeniería, adquisiciones y construcción, y entidades del sector público. Nos sentimos orgullosos de poder aportar nuestras opiniones independientes, las que se basan en análisis honestos y pertinentes. SRK no posee participación alguna en proyectos ni empresas de ningún tipo.



# Servicios de Exploración

Buscando las minas del mañana

## Enfoque

Toda exploración exitosa se sustenta en la gestión eficiente de programas de exploración basados en una prospección eficaz e interpretación geológica, geoquímica y geofísica, con el fin de generar y verificar los objetivos de exploración. Nuestros principales servicios de exploración incluyen la planificación y control de calidad para campañas de perforación, auditorías de perforaciones, valorizaciones económicas, desarrollo del proyecto y generación de recursos.

Además de estos servicios principales, nuestros servicios especializados incluyen competencias avanzadas en elaboración e interpretación de modelos estructurales, además de poderlos relacionar con la mineralización, el modelamiento tridimensional de la geología con los cuerpos mineralizados. Somos especialistas en el desarrollo de modelos conceptuales orientados a la identificación y comprensión del tipo de mineralización. Nuestros consultores internos poseen conocimientos especializados en el génesis de yacimientos minerales y distribución espacial a diferentes escalas de los cuerpos mineralizados, en una amplia gama de contextos geológicos y tectónicos globales.

En muchos terrenos geológicos del mundo, la exploración se está focalizando, cada vez más, en el descubrimiento de cuerpos mineralizados más profundos o “ciegos”. Esto se debe a que hay muy baja posibilidad de encontrar nuevos depósitos en áreas fácilmente accesibles. En terrenos altamente mineralizados, la exploración de estos objetivos constituye una gran oportunidad. El éxito de una exploración que tiene cuerpos mineralizados profundos requerirá de un conocimiento mucho más confiable de la geometría de las estructuras 3D. Esta necesidad ha llevado al desarrollo y la aplicación de tecnologías de modelamiento y visualización tridimensionales (por ejemplo, los programas GoCAD, Geomodeller y Leapfrog®), garantizando que los modelos geológicos y targets de exploración se definan con múltiples tipos de información disponible.

Estas nuevas tecnologías constituyen herramientas esenciales para una exploración 3D eficaz. Aún su uso no se ha generalizado por el costo asociado y tiempo requerido para desarrollar conocimiento, en SRK utilizamos estos y otros métodos de modelamiento tridimensional geológico y geofísico de vanguardia. También realizamos investigación y desarrollo propio, lo que nos brinda una clara ventaja en la entrega de soluciones óptimas para los proyectos de nuestros clientes.

## Servicios

- Gestión de proyectos de exploración
- Planificación de exploraciones y perforaciones, estudios de espaciamiento de perforaciones y definición de protocolos de muestreo
- Evaluaciones y auditorías de propiedad minera y desarrollo de proyectos
- Modelos metalogénicos regionales, con el fin de ofrecer un contexto para la selección de los targets, la adquisición de las propiedades y la generación de proyectos, incluyendo la elaboración de las etapas de exploración por tipo de yacimiento o materias primas específicos
- Análisis estructural detallado, desde la escala local hasta la de un yacimiento mineral, con énfasis en los controles 4D (3D+tiempo) con la mineralización
- Interpretación geofísica y geológica avanzada de datos obtenidos mediante sensores remotos
- Interpretación estructural a escala del yacimiento para definir los dominios geotécnicos y los controles hidrogeológicos
- Evaluaciones de riesgos de exploración
- Modelamiento geofísico, además del procesamiento y visualización de datos
- Cursos de capacitación en geología estructural en terreno, adaptados a la realidad de cada proyecto, con énfasis en las herramientas prácticas a disposición de los geólogos de exploración y minas



Estudio electromagnético en el dominio del tiempo (TEM) para mineralización de Au/Cu en Oman

#### Giralia Resources

**Proyecto:** Identificación de una formación de hierro en la Cuenca de Earaheedy, Australia Occidental.

**Alcance:** El área del proyecto forma parte de una extensa zona mesoproterozoica con reservas de Fe no explotadas, ubicada en Australia Occidental. SRK fue contratada para interpretar el entorno y la historia estructural, y generar objetivos de exploración.

**Resultado:** Identificamos los principales factores que controlan el enriquecimiento en Fe en la cuenca. Se trazó un mapa de estos factores, combinando la interpretación de los datos geofísicos, el mapeo geológico y los resultados de las perforaciones. Luego de una evaluación de los controles topográficos, estructurales y las anomalías magnéticas directas, se localizó una serie de objetivos de exploración en el enriquecimiento tanto del hipógeno como del supérgeo.

#### Vale Inco

**Proyecto:** Exploración de EGP en el bloque de piso de la Cuenca de Sudbury, Ontario, Canadá.

**Alcance:** La mineralización de EGP en el bloque de piso de la Cuenca de Sudbury suele estar alojada en las zonas de brecha y vetas de calcopirita, ricas en cobre. SRK brindó asesoría estructural y capacitación al personal de Vale Inco en múltiples proyectos, fortaleciendo las capacidades del equipo en el campo de la geología estructural, y contribuyendo con la definición de potenciales yacimientos de EGP y nuevos objetivos de exploración.

**Resultado:** Aplicando los conocimientos del personal de Vale Inco en sistemas de Ni-Cu-EGP y nuestra experiencia en controles estructurales, el cliente pudo definir nuevos recursos para múltiples proyectos.

#### PT. Merge Energy Sources Development

**Proyecto:** Conducción de una exploración de carbón, Cuenca de Barito, Kalimantan, Indonesia.

**Alcance:** Gracias a un exitoso trabajo de due diligence para el proyecto de carbón de Rantau Nangka, en el sur de Kalimantan, SRK prestó servicios al cliente en la conducción de las exploraciones, de acuerdo a las normas del Código JORC.

**Resultado:** SRK afinó los objetivos para la exploración de carbón dentro de la extensa propiedad, basándose principalmente en el análisis estructural de los imponentes afloramientos en el sector alto del talud de una mina de carbón circundante. Además, SRK inspeccionó el laboratorio de carbón local y actualizó los Procedimientos de Operación Estándar para el proyecto de carbón de Rantau Nangka, de acuerdo a las observaciones y hallazgos realizados en terreno.

#### Thani Dubai Mining Limited

**Proyecto:** Oro de Medden, República de Yemen.

**Alcance:** SRK realizó una auditoría técnica de una exploración anterior y recomendó un exhaustivo conjunto de procedimientos estandarizados para el logeo y muestreo de testigos y la creación de una base electrónica de datos. Además, SRK actuó como consultor técnico para garantizar que la exploración cumpliera con las mejores prácticas, de acuerdo a las normas internacionales.

**Resultado:** SRK preparó una Declaración de Recursos basada en todas las exploraciones realizadas hasta la fecha, investigó una serie de escenarios de producción y presentó un estudio base de negocio con respecto a este yacimiento.

# Modelamiento y Estimación de Recursos

Dando mayor valor a través de la experiencia y la innovación

## Enfoque

Nuestros geólogos poseen amplia experiencia en exploraciones, gestión de bases de datos, estimación de recursos, control de leyes y simulación condicional. Somos capaces de abordar los proyectos desde su exploración inicial, pasando por la etapa de estudio de factibilidad hasta la entrada en producción.

Nuestro enfoque sobre la estimación de recursos, combina nuestras fortalezas en geología estructural y geología de yacimientos minerales, nuestros conocimientos geoestadísticos y nuestra amplia experiencia en la estimación de recursos y de operación minera. Si bien cada estimación de recursos se adapta a la realidad de cada proyecto, nuestros procedimientos generales normalmente incluyen:

- Una evaluación de la cantidad y aseguramiento de la calidad de los datos disponibles, incluyendo la gestión de la base de datos
- La creación de modelos geológicos y de mineralización 3D para el yacimiento
- Análisis estadísticos y geoestadísticos de los datos y determinación de los métodos más apropiados de interpolación de leyes y densidades
- Clasificación y presentación de informes, de acuerdo a los códigos internacionalmente reconocidos y aceptados (CRISCO)

Contamos con una amplia base de habilidades y una larga experiencia en el uso de los principales programas de modelamiento geológico y geoestadístico (Minesight, Datamine, Vulcan). En particular, el programa original Gemcom fue desarrollado por SRK. Recientemente, desarrollamos el programa Leapfrog®, bajo un joint venture con la firma Applied Research Associates, de Nueva Zelanda. Esto otorga a SRK la flexibilidad necesaria para seguir utilizando el software que el cliente utiliza actualmente, o de seleccionar el más apropiado para los nuevos proyectos.

Tenemos experiencia en el desarrollo y revisión de modelos geológicos 3D y estimaciones de recursos para todo tipo de materias primas y yacimientos minerales. También contamos con una extensa base de profesionales competentes y calificados, de acuerdo a lo definido por los diversos códigos aceptados internacionalmente para la estimación de recursos minerales.

## Servicios

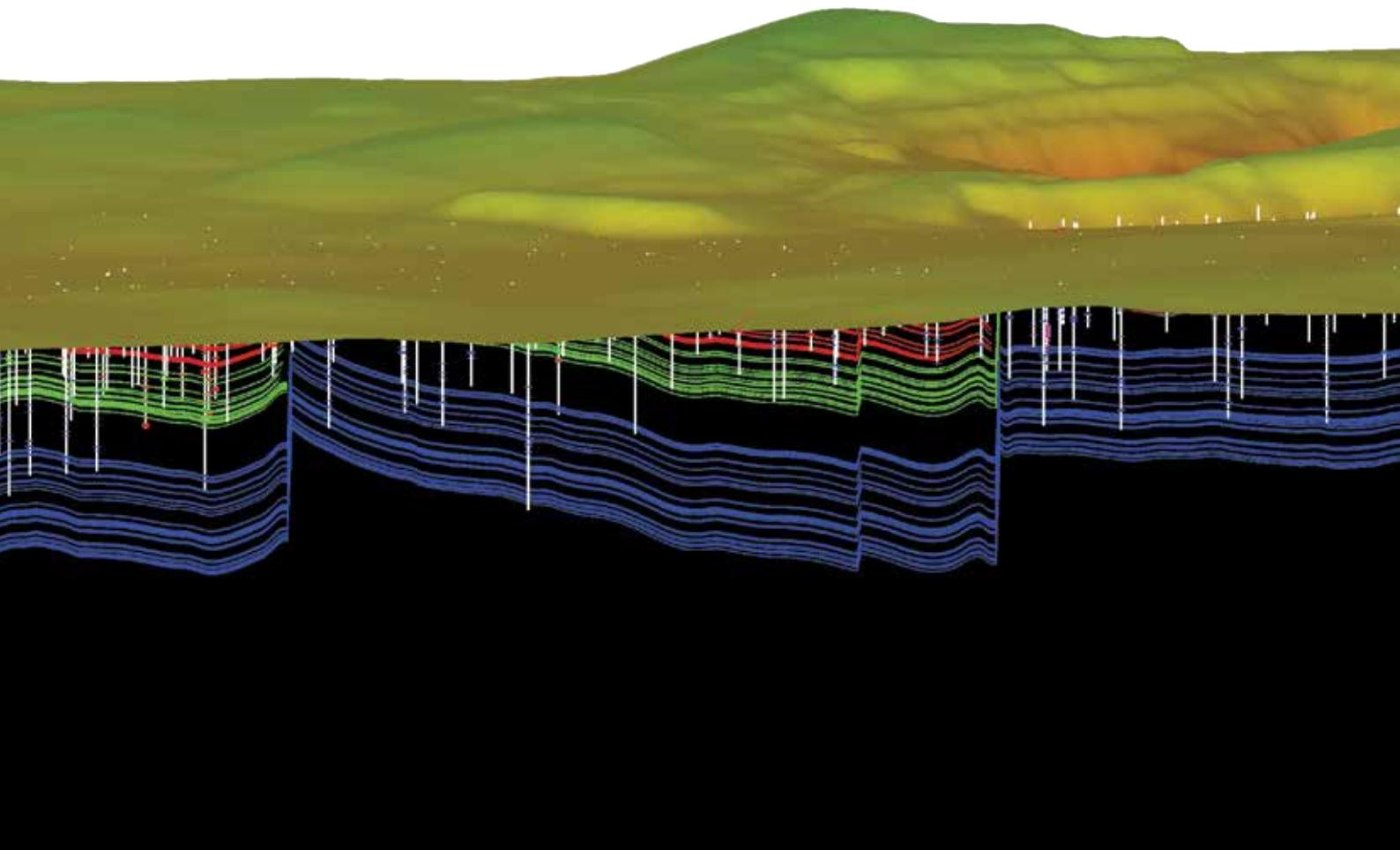
- Evaluación de propiedades para exploración
- Revisión de los resultados de muestreos de exploración y procedimientos de aseguramiento de calidad
- Optimización de sondajes para la definición de recursos
- Manejo de exploraciones y bases de datos
- Creación de modelos geológicos, estructurales y de mineralización 2D y 3D
- Análisis estadísticos y geoestadísticos
- Estimación, clasificación y reporte de los recursos durante todas las etapas de los proyectos, desde estudios de perfil, pasando por los estudios de factibilidad, hasta la operación de las minas
- Due Diligence de las interpretaciones geológicas y de estimaciones de recursos
- Conciliaciones contables y de producción de metales

Compañía Minera Milpo SA

**Proyecto:** Cerro Lindo, Perú.

**Alcance:** Estimación de recursos para mina polimetálica (Zn, Pb, Cu, Ag) en la sierra central de Perú.

**Resultado:** Se revisaron sus dominios de estimación, se mejoraron sus parámetros de estimación con QKNA y se optimizaron los procesos con resultados satisfactorios.



Modelo geológico integrado de Buckingham en Minex.

#### CIA minas Buenaventura SA

**Proyecto:** Estimación de recursos en Proyecto San Gabriel.

**Alcance:** Estimación de yacimiento de oro y plata de reemplazamiento en calizas. Se redefinieron los cuerpos mineralizados.

**Resultado:** SRK reestimó el yacimiento con dominios de alta y baja ley, sincerando los resultados previos realizados con LUC. Se empleó una metodología de suavizamiento de las categorías o dog wash.

#### Hampton Mining

**Proyecto:** Pórfidos de cobre de tamaño mediano y vetas de cobre-oro, Chile y sur de Perú.

**Alcance:** Definición de campaña de exploración, estimación de recursos y estudio de ingeniería a nivel de perfil.

**Resultado:** Se prestaron servicios integrados específicos para el cliente, comenzando por la definición inicial de los recursos de exploración e incluyendo los aspectos geotécnicos, ambientales y mineros de los estudios de ingeniería.

#### Rainy River Resources

**Proyecto:** Proyecto aurífero de Rainy River, Ontario, Canadá.

**Alcance:** Realizar una actualización de los recursos para solucionar las deficiencias de un estudio preliminar

**Resultado:** Los análisis estructurales detallados permitieron la construcción de dominios geológicos/geoestadísticos tridimensionales singulares, los que posteriormente se afinaron mediante el programa Leapfrog. Los recursos se informaron con múltiples leyes de corte para reflejar las 'perspectivas razonables de extracción económica'. La estimación de recursos resultante permitirá que el cliente tome decisiones estratégicas sensatas desde el punto de vista técnico con respecto al futuro del recurso.

#### African Minerals

**Proyecto:** Tonkolili, Sierra Leona.

**Alcance:** Revisión exhaustiva de datos recolectados durante un programa de perforaciones, con dos años de duración. Asesoría en el logueo detallado de la cubierta de hematita e itabirita magnética subyacente. Elaboración de modelos geológicos 3D y preparación de la primera estimación de recursos para el proyecto (que ya ha sido actualizada desde entonces).

**Resultado:** La estimación de recursos más reciente, realizada por SRK, excede los 5MMt, con una ley promedio de 30% de hierro total, lo que convierte a este en uno de los más grandes proyectos de mineral de hierro magnético en el mundo.

# Minería a Cielo Abierto

Excavando a mayor profundidad en busca de valor

## Enfoque

Los profesionales de SRK tienen una sólida trayectoria operacional y técnica. Han adquirido amplia experiencia en operaciones con diversas materias primas y métodos de minado, ubicados en distintos continentes y países. Esto garantiza que nuestras soluciones y recomendaciones no son sólo prácticas y factibles, sino que se basan en consideraciones geotécnicas, hidrogeológicas, económicas y ambientales.

Los servicios de SRK comprenden estudios conceptuales, de pre-factibilidad y factibilidad, así como evaluaciones económicas y diseños detallados de mina, planificación de la producción, selección de equipos y la estimación de los costos operativos y de capital. También contamos con profesionales clave, que analizan métodos de minado mejorados, con un enfoque más allá del tradicional.

Contamos con un equipo de profesionales capacitados en el uso avanzado de los principales programas de diseño, optimización y planificación minera. Tenemos personal experto en el manejo de diferentes softwares, tales como: Whittle, Gemcom, Vulcan, MineSight, Datamine, Surpac, Talpac, Xpac y Minemax.

Hemos diseñado una metodología de planificación minera innovadora y rigurosa, que aborda al recurso minero en un informe técnico exhaustivo. Este incluye el plan de minado a lo largo de la vida de la mina y el modelo técnico-económico. La metodología se centra, inicialmente, en la optimización del tajo (rajo) para determinar la estrategia de la ley de corte, la profundidad del minado, el tamaño y escala de la operación. Estamos dedicados a identificar la mejor alternativa para el desarrollo de cada proyecto, además de generar soluciones específicas para los desafíos técnicos propios de cada cliente.

Dada la creciente necesidad de llevar los proyectos a producción con mayor rapidez y dentro del presupuesto, podemos agilizar el proceso para las empresas mineras mediante consultores, que complementan los recursos técnicos propios con el fin de lograr los resultados deseados dentro de los plazos del proyecto. Nuestro personal garantiza que se tomen las decisiones adecuadas para guiar el desarrollo de cada proyecto en la forma más oportuna, y está comprometido a revisar aquellos aspectos del mismo que pueden realizarse en forma paralela, para minimizar el riesgo de rehacer el trabajo ya realizado.

## Servicios

- Todo el espectro de etapas, desde estudios conceptuales a factibilidad
- Revisión de planes de minado y auditorías técnicas
- Desarrollo e implementación de estrategias de optimización de la mina
- Asistencia operacional, revisiones y optimizaciones
- Evaluaciones financieras
- Análisis de riesgos
- Revisión de proyectos
- Due Diligence
- Informes de profesionales calificados (QP's)
- Informes de expertos independientes
- Informes para cotizaciones en las bolsas de valores

Gran productor minero europeo

**Proyecto:** Ubicado en Finlandia.

**Alcance:** Estudio de factibilidad para evaluar la viabilidad de chancado y transporte de material con fajas desde el interior del tajo, para toda la vida de la mina.

**Resultado:** Se realizó un estudio conceptual que reportó los beneficios y riesgos, además de una estimación de costos de operación y de capital. Esto determinó las ubicaciones para el chancado al interior del tajo y las alternativas de transporte de mineral que, potencialmente, agregarían un valor significativo al proyecto. Estudios posteriores consideraron las modificaciones al plan de minado requeridas para entregar un programa de producción actualizado, así como los diseños para las fases intermedias y final de la mina, con el objetivo de actualizar los flujos de costos e ingresos.



Rajo Thunderbox (anteriormente LionOre) en Norilsk, Australia Occidental.

#### Norsemont Mining Inc

**Proyecto:** Constancia, Perú.

**Alcance:** Estudio conceptual que incluyó la evaluación de los recursos minerales, los aspectos geotécnicos, la explotación a cielo abierto, planta de proceso, depósitos de relaves, aspectos ambientales y de infraestructura.

**Resultado:** Se evaluaron dos tasas de producción (30 y 55 ktpd) para el procesamiento de cobre y molibdeno. El estudio incluyó la optimización y el diseño del tajo, la selección de equipos mineros, la ubicación de botaderos, la estimación de los costos operativos y de capital, la revisión de los parámetros metalúrgicos, el diseño del procesamiento y la configuración de la planta. Se basaron en el proceso de flotación de sulfuros, el sistema de abastecimiento de agua y de energía, los accesos, las alternativas de transporte y la evaluación económica.

#### Areva

**Proyecto:** Trekkopje, región desértica de Namibia Occidental.

**Alcance:** Estudio de factibilidad definitivo para una mina de uranio a cielo abierto y operaciones de lixiviación (36 Mtpa de mineral).

**Resultado:** La planificación minera incluyó el análisis de dos tipos potenciales de mineral, con costos variables de procesamiento y una fórmula de penalización por impurezas. La optimización del proyecto se centró en el desarrollo estratégico de los recursos del tajo, incluyendo el análisis de las tasas de producción, las alternativas de manejo de los materiales, las opciones de pilas estáticas/dinámicas y el layout general del proyecto. La planificación del proyecto ayudó al cliente a negociar la venta de su empresa minera junior a una gran empresa de la industria del uranio.

#### Proyecto Pedra de Ferro (PdF)

**Proyecto:** Caetité, Estado de Bahía, Brasil.

**Alcance:** Estudio de factibilidad de un yacimiento de mineral de hierro realizado en conjunto con BAMIN, Construções e Comércio Camargo Corrêa S.A. y SRK, con aportes de otros consultores.

**Resultado:** SRK asesoró a BAMIN en el estudio de pre-factibilidad (EPF), que incluyó la optimización del tajo, analizando varios escenarios de planificación y la selección del caso base. Después de la entrega de EPF, BAMIN solicitó a SRK el desarrollo de los componentes de geología y minería para el estudio de factibilidad.

#### Luna Gold Corporation

**Proyecto:** Aurízona, Estado de Marañao, Norte de Brasil.

**Alcance:** Estudio de factibilidad, en cumplimiento con la norma canadiense NI43-101, para una mina de oro a cielo abierto y operaciones de molienda (1,5 Mtpa de mineral).

**Resultado:** Como parte de los estudios de optimización del plan de minado, se examinaron diferentes costos de operación y supuestos de procesamiento. Se desarrolló un programa de producción óptimo para extraer las reservas de la mina. El diseño final del tajo contempló más de diez fases de diseño. El informe se recopiló en un período breve de semanas, se presentó a las autoridades reguladoras y fue utilizado por el cliente para la solicitud de financiamiento del proyecto.

# Minería Subterránea

Garantizando viabilidad técnica y realismo económico

## Enfoque

Como grupo global, contamos con experiencia especializada en minería subterránea en la mayoría de países, lo que nos permite entregar soluciones para las características singulares de cada proyecto.

Basándonos en nuestra exhaustiva experiencia, utilizamos una metodología innovadora y rigurosa de selección y planificación de los métodos de minado, que maximiza el beneficio económico de cada proyecto. La metodología se centra, inicialmente, en la comprensión de todo el contexto minero o las características del yacimiento. Esta es la información fundamental que se requiere para seleccionar el método de minado apropiado y establecer un plan minero sólido. El diseño de los bloques para los tajos (rajos), basado en las leyes de corte apropiadas y los anchos de explotación mínimos, va seguido de una producción optimizada y una planificación de desarrollos. Todas las diversas opciones de diseños de mina y planes de producción se dejan abiertos hasta definir el plan optimizado.

Reconocemos la constante necesidad de encontrar un equilibrio entre la variabilidad de precios de los minerales y costos de capital, con las respuestas apropiadas de una operación minera; es decir, la reducción de los costos de operación y/o capital cuando los precios bajan, y el aumento de la capacidad cuando suben. También comprendemos las consecuencias socio económicas de las operaciones mineras y las tomamos en cuenta en nuestra planificación estratégica.

Estamos focalizados en generar diseños y programas mineros que representen el uso más eficaz del capital de la mina, tanto en el corto como en el largo plazo. Podemos asesorar a las empresas en la optimización de la transición desde la minería a cielo abierto a la subterránea, ofreciéndoles un análisis adecuado de la transición, mostrándoles soluciones altamente mecanizadas y, a menudo, automatizadas.

Si se requiere optimizar una operación existente, o decidir cómo realizar la extracción de un nuevo yacimiento, SRK puede ayudar a garantizar que se comprendan e implementen las soluciones apropiadas.

## Servicios

- Definición del contexto minero
- Selección de los métodos de minado
- Diseño completo de la mina
- Programas de excavación de desarrollos y producción, incluyendo la optimización de las secuencias
- Caracterización geotécnica
- Diseño de sistemas de fortificación del macizo rocoso
- Selección de los equipos
- Estudios de ingeniería (desde etapa conceptual a factibilidad)
- Diseño de perforaciones y voladuras
- Planificación estratégica: análisis de las leyes de corte y las tasas de producción
- Análisis de fragmentación y control de la extracción durante las operaciones de hundimiento
- Diseño de sistemas de relleno
- Análisis y manejo de riesgos
- Due Diligence
- Diseño de sistemas de ventilación
- Revisión y asesoría operacional



Desde 1999, SRK ha trabajado con el equipo de BHP Billiton en la Mina de Diamantes de Ekati™, en Canadá, en la selección y diseño de los métodos de minería subterránea apropiados para cada una de las chimeneas de kimberlita.

#### Codelco Chile

**Proyecto:** División El Teniente, Chile.

**Alcance:** Realizar una revisión de pares, orientada a verificar el cumplimiento de las normas de Codelco para un estudio de pre-factibilidad, a fin de pasar a la fase del estudio de factibilidad para el proyecto de un nuevo nivel de la mina.

**Resultado:** Se analizó la ubicación del nuevo nivel de socavación para la explotación, mediante el hundimiento de paneles con una capacidad de 140 ktpd y la posibilidad de expandirla a 180 ktpd.

#### Ivanhoe Mines Ltd

**Proyecto:** Oyu Tolgoi, Mongolia.

**Alcance:** Estudios de minería a cielo abierto y subterráneo y asesoría técnica permanente para el desarrollo del yacimiento de Oyu Tolgoi.

**Resultado:** SRK participó desde las etapas iniciales del proyecto en diversos aspectos de los estudios mineros. Utilizando sus amplios conocimientos de tecnología de minería masiva, SRK asesoró al cliente en la toma de decisiones críticas sobre los métodos de minería y la selección de los parámetros de diseño. SRK también brindó asesoría en la evaluación de las ventajas y desventajas de los distintos métodos de explotación, y ha sido contratada para prestar asistencia técnica a uno de los mayores proyectos de explotación por block Caving.

#### Minera Hierro Paposo

**Proyecto:** Yacimiento de mineral de hierro, Chile.

**Alcance:** Realizar un estudio conceptual que considere alternativas de minería a cielo abierto (a 100 ktpd) y subterránea (a 20, 25 y 30 ktpd) para la extracción del mineral. Consultoría de alto nivel para los aspectos de hidrología e hidrogeología, el diseño de planta, el transporte del mineral, los aspectos ambientales y la revisión de las instalaciones portuarias.

**Resultado:** Se realizó una evaluación técnica y económica con el fin de definir el mejor método de extracción minera. Para el procesamiento del mineral, se escogió la concentración magnética seca. Se recomendó el trabajo requerido para las fases siguientes de ingeniería.

#### Northgate Minerals Corp

**Proyecto:** Young-Davidson, norte de Ontario, Canadá.

**Alcance:** Preparación de un diseño conceptual y una evaluación económica para una mina subterránea. El cliente estaba evaluando la posible reapertura de una mina de oro histórica, que tenía dos piques y extensas labores subterráneas e involucraba una operación minera masiva de gran tonelaje, mediante el método de tajos abiertos.

**Resultado:** Se realizó el diseño conceptual de la mina y una evaluación económica indicativa, que justificaron trabajo adicional para avanzar en el proyecto. Después de nuevos estudios e investigaciones, Northgate ha concluido un estudio de pre-factibilidad e iniciado la etapa de factibilidad.

# Estudios de Factibilidad

Desde su concepción hasta ingeniería de detalle

## Enfoque

Nuestro objetivo es ofrecer a nuestros clientes, el mayor nivel de confianza en el valor implícito de sus proyectos, a través de análisis e interpretaciones apropiadas, en apoyo de las decisiones y estrategias de desarrollo claves para sus proyectos. Sabemos qué es lo que funciona y qué aspectos constituyen oportunidades y riesgos. Nuestro objetivo es definir los conceptos específicos correctos para los proyectos desde el comienzo, que es donde importa.

La mayor parte de nuestro equipo de experimentados profesionales ha trabajado muchos años en operaciones mineras, antes de ingresar al campo de la consultoría. Esta experiencia nos ayuda a ofrecer conocimiento práctico en una amplia gama de servicios técnicos, desde la geología y estimación de recursos hasta la ingeniería de relaves y de lixiviación en pilas y, finalmente, la tramitación de los permisos y el cierre de minas. Esta combinación de conocimientos prácticos, junto con la innovadora aplicación de avanzadas tecnologías mineras, se ha traducido en una amplia aceptación de nuestros estudios de ingeniería por parte de la comunidad minera, bancaria y de inversiones a nivel internacional.

Conformamos nuestros equipos de trabajo con el fin de satisfacer las necesidades singulares de cada proyecto. Generalmente, nos asociamos con una empresa de ingeniería, EPCM, la que aporta las disciplinas de procesamiento de minerales e infraestructura. Nuestras sólidas relaciones con varias de estas empresas nos permiten formar la asociación que mejor se adapta a los desafíos de los proyectos de nuestros clientes. Los servicios de SRK consisten en la preparación de estudios conceptual, pre-factibilidad y factibilidad para proyectos tanto de minería subterránea como a cielo abierto.

El hecho de formar parte del grupo internacional de SRK implica que tenemos acceso a especialistas de todo el mundo. Podemos complementar y entregar la conocimiento local con las habilidades geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas, mineras, metalúrgicas, de cierre de minas, ambientales y sociales de los consultores requeridos para abordar los desafíos específicos de los proyectos de nuestros clientes.

## Servicios

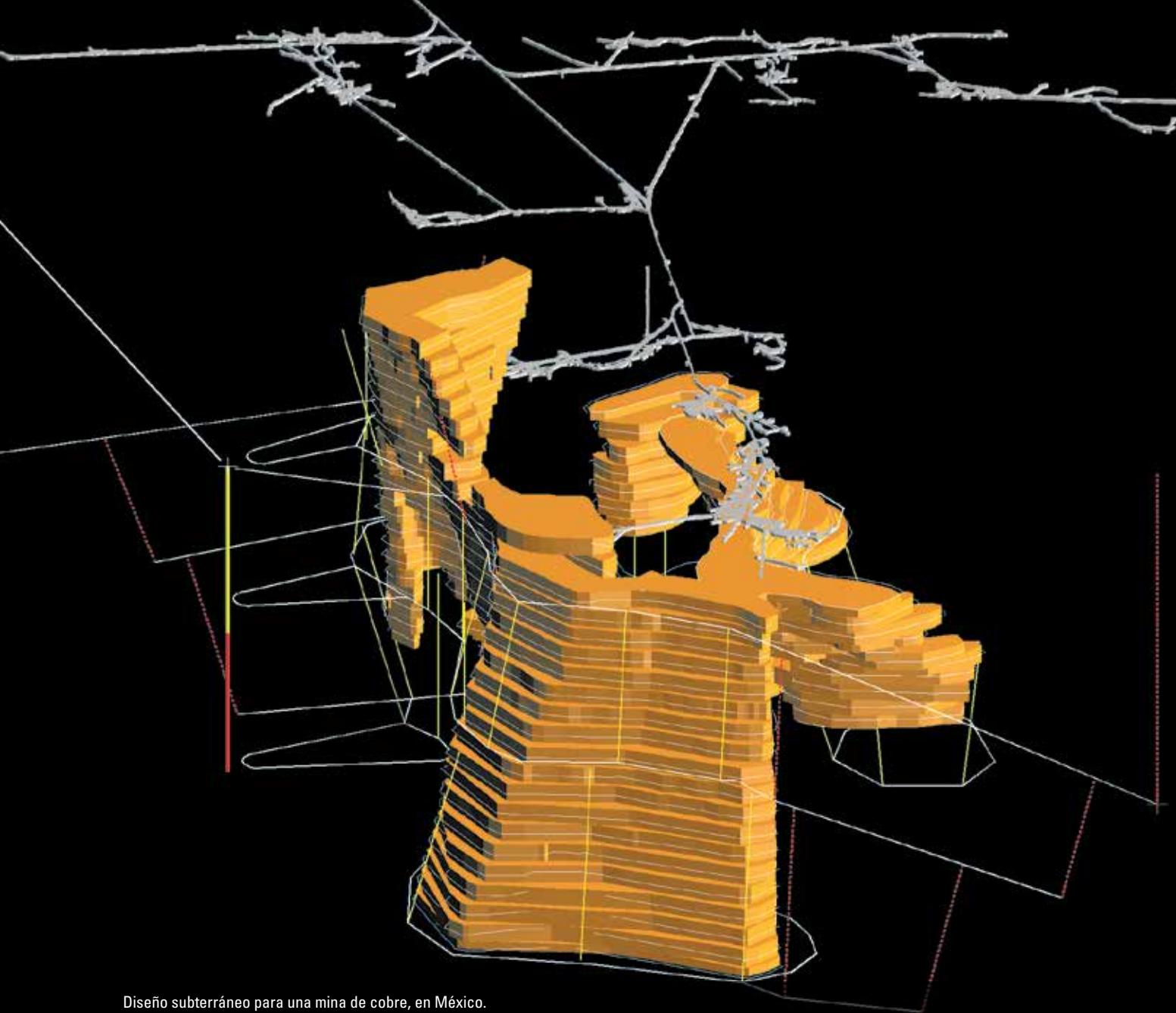
- Estudios: conceptual, pre-factibilidad y factibilidad
- Estudios de propiedad minera
- Análisis y selección de métodos de explotación
- Evaluación de la capacidad de producción
- Programas de producción y desarrollo
- Estimación de costos de capital y de operación
- Selección de equipos
- Evaluaciones de capacidades logísticas
- Diseño de ingeniería e infraestructura
- Estimación de los requerimientos de mano de obra y gestión
- Programa de implementación
- Modelamiento y valorización para el análisis financiero

Sinosteel Midwest Corporation (SMC)

**Proyecto:** Weld Range, Australia Occidental.

**Alcance:** Estudio de pre-factibilidad (PFS) detallado y estudio de factibilidad bancable (BFS).

**Resultado:** El aporte de SRK a ambos estudios incluyó la gestión del proyecto, la geología, la estimación de los recursos, la ingeniería geotécnica, la geoquímica, las aguas subterráneas, la planificación minera, el cierre de la mina y la evaluación de riesgos. Los aspectos de planificación minera de los estudios incluyeron el prestripping, ramp up de producción, la selección de la flota de equipos mineros, mezcla, disolución y problemas de pérdidas de mineral. Se planificaron diversos estudios de alternativas para evaluar yacimientos adyacentes.



Diseño subterráneo para una mina de cobre, en México.

#### Minera Tayahua

**Proyecto:** Estudio de perfil, México.

**Alcance:** Estudio que cubrió aspectos tales como minería, geología, la estimación de los recursos y el modelo geotécnico, además de los aspectos ambientales y la hidrogeología, a fin de seleccionar el método de explotación y el diseño de la operación subterránea (10,000 tpd).

**Resultado:** Se seleccionó un diseño de mina subterránea preliminar con una alta productividad y tasa de extracción para los recursos geológicos demostrados y potenciales del yacimiento tipo skarn. Se identificó el potencial comercial del proyecto, aportando al cliente una sólida base técnica sobre la cual podría basar sus decisiones futuras.

#### A-Cap Resources

**Proyecto:** Proyecto de uranio Lethakane, Botswana.

**Alcance:** Estudio de perfil del proyecto Lethakane, ubicado en el sector central-este de Botswana.

**Resultado:** El alcance del trabajo para el estudio incluyó la optimización de la explotación, la evaluación de la mineralogía y la metalurgia, la evaluación del potencial de abastecimiento de agua, el requerimiento ambiental del proyecto y la posterior selección de una alternativa de procesamiento. Se desarrollaron estimaciones de los costos de capital y de operación para cuatro escenarios.

#### Cliente Confidencial

**Proyecto:** Proyecto aurífero, este de Senegal.

**Alcance:** Estudio de pre-factibilidad (PFS) de un proyecto aurífero con múltiples yacimientos, con la participación de un equipo de SRK y consultores asociados. Realización de estudios y supervisión de todos los aspectos técnicos del proyecto, desde la definición de los objetivos de exploración al cierre de la mina.

**Resultado:** Se realizó un PFS dentro de un plazo de tiempo muy restringido. Se dirigió la recopilación de datos para obtener la mayor cantidad de información posible desde cada parte del programa de exploración, y se condujo el avance simultáneo de múltiples elementos del proyecto. Las soluciones cumplieron los requisitos del cliente y de la comunidad local.

#### Katanga Mining Limited

**Proyecto:** Kolwezi, República Democrática del Congo.

**Alcance:** Realizar un estudio de factibilidad y un informe técnico independiente (ITR) sobre los activos mineros, incluyendo cuatro tajos y una mina subterránea de cobre/cobalto, dos plantas de procesamiento existentes y el desarrollo de una nueva refinería y planta de SX-EW.

**Resultado:** Ambos estudios se publicaron.

# Ingeniería de Rocas y Estabilidad de Taludes

Garantizando un ambiente seguro y una minería rentable

## Enfoque

Contamos con los conocimientos y experiencia requeridos para una amplia gama de estudios, desde la etapa conceptual hasta la ingeniería de detalle y el mejoramiento y apoyo operacional para todos los principales tipos de recursos y operaciones, tanto a cielo abierto como subterráneas. Nuestros consultores, muchos con trayectoria en el sector minero, han trabajado en yacimientos en todos los continentes, aportando a nuestros proyectos su amplia perspectiva y experiencia.

Nuestro equipo de profesionales cuenta con avanzadas capacidades de modelamiento numérico. Ofrecemos una combinación de métodos analíticos y empíricos complementados con una sólida experiencia operacional, para ofrecer soluciones innovadoras y prácticas y parámetros de diseño, optimizados para las condiciones particulares y la estrategia de minería. Nos centramos en la aplicación e interpretación de los resultados analíticos, reduciendo los datos para crear modelos de dominios geotécnicos, representando aquellos sectores del proyecto que se espera que tengan similares características geotécnicas. Entregamos modelos geotécnicos y parámetros de diseño apropiados a nuestros clientes, para garantizar que obtengan resultados focalizados y prácticos, y que agreguen valor a sus proyectos.

Nos esforzamos por mantenernos a la vanguardia de la industria y los avances tecnológicos: nuestros expertos han participado en el grupo de Estudio de Grandes Tafos (Rajos), coordinado por CSIRO, el grupo de Soporte en Roca Frágil, coordinado por ITASCA, y el Estudio de Tecnología de Minería Masiva (anteriormente, International Caving Study), que es auspiciado por la industria minera. Aplicamos técnicas tales como Sirovision o 3DM Analyst, y estamos desarrollando mejoras en la recolección de datos para la clasificación de macizos rocosos.

Tenemos la capacidad de ofrecer expertos en las principales áreas para ayudar a nuestros clientes a concretar proyectos exitosos y nos complace trabajar en estrecha colaboración con los equipos de los clientes para fortalecer las capacidades internas a través de la transferencia de nuestros conocimientos y competencias técnicas.

## Servicios

- Capacitación del personal de nuestros clientes
- Geología y modelos geológicos
- Geología estructural y modelos estructurales para estudios geotécnicos
- Investigación geotécnica en terreno: mapeo geológico-estructural, orientación de testigos, ensayos in situ, logueo y generación de bases de datos
- Caracterización y clasificación geomecánica de macizos rocosos y modelamiento de dominios geotécnicos
- Evaluación de impactos en caso de existir agua subterránea en los diseños de tafos (rajos) y faenas subterráneas con modelamientos conceptuales y numéricos
- Selección de métodos de explotación y optimización de la secuencia de excavación
- Infraestructura de minas y diseño de excavaciones para estimación de inversiones
- Análisis de estabilidad de taludes de tafos (rajos) y faenas subterráneas, modelamiento y diseño 2D y 3D
- Análisis de dilución, fragmentación y hundimiento
- Diseño de sistemas de fortificación subterránea y de taludes
- Diseño, implementación y gestión de sistemas de monitoreo

## Río Tinto

**Proyecto:** Proyecto de mineral de hierro de Simandou, Guinea.

**Alcance:** Estudio de factibilidad geotécnica, caracterización de la itabirita y la roca estéril, diseño de los taludes del rajo y los botaderos de roca estéril, y criterios operacionales.

**Resultado:** Se implementaron programas geotécnicos, de logueo y de ensayos de materiales mediante una longitud de 14 km en la mina propuesta. Los equipos de supervisión y logueo de sondajes recolectaron datos durante más de un año. Los costos de excavación y los volúmenes de roca estéril se vieron afectados por la profunda meteorización del pie del talud. Se desarrolló un modelo geotécnico apropiado, se definieron ángulos de taludes y se propuso una estrategia minera para reducir el riesgo geotécnico. Las recomendaciones permitieron reducir considerablemente los costos de excavación.



Taludes con una buena ingeniería: esenciales en los grandes tajos (rajos) abiertos.

#### Alamos Gold Inc

**Proyecto:** Mina Mulatos, Sonora, México.

**Alcance:** Evaluación del diseño de los taludes de cuatro rafos en Mulatos.

**Resultado:** SRK realizó una evaluación basada en probabilidades, que permitió el modelamiento de los taludes de los tajos, aplicando funciones de distribución de probabilidades sobre los resultados de las pruebas de resistencia de la roca. Este método, basado en el análisis de Monte Carlo, es más apropiado que aquellos que toman sólo las recomendaciones conservadoras con respecto a los ángulos de los taludes, al utilizar los valores promedios y aquellos que se encuentran en el rango inferior, para la resistencia de la roca. Actualmente, se está excavando el rajo Estrella y su desempeño indica que se maximizó eficazmente el ángulo de sus taludes.

#### De Beers Canada

**Proyecto:** Mina Víctor, Ontario, Canadá.

**Alcance:** Investigación geotécnica, estructural e hidrogeológica. Diseño de taludes y asesoría técnica a la mina.

**Resultado:** SRK fue parte de un equipo técnico multidisciplinario que asesoró a De Beers Canada en la formulación y desarrollo de un enfoque minero, desde la etapa de exploración avanzada hasta el estudio de factibilidad, para la primera mina de diamantes del este de Canadá. La responsabilidad específica de SRK cubrió la investigación geotécnica de los suelos y rocas y el apoyo geotécnico permanente a la operación minera para ayudar a De Beers, a implementar una operación segura y rentable en James Bay Lowlands.

#### Compañía Minera Antamina S.A.

**Proyecto:** Mina Antamina, Áncash, Perú.

**Alcance:** Revisión estructural del yacimiento de skarn polimetálico para definir las principales estructuras que podrían influir en la estabilidad de la roca. Se incluyó el mapeo de terreno detallado en el tajo, la revisión de los testigos de sondajes de exploración y producción, el modelamiento 3D y la capacitación en geología estructural al personal de Antamina.

**Resultado:** Se identificaron 59 estructuras de fallas que conforman siete sistemas de fallas diferentes, con su cinética e intercepción asociada. Se creó el primer modelo estructural tridimensional de la mina, que se integró con la ingeniería de estabilidad de taludes en curso y sirvió para sentar un marco estructural, para las áreas de exploración futuras.

#### Hindustan Zinc Limited

**Proyecto:** Mina de plomo-zinc Rajpura Dariba, India.

**Alcance:** Estudios de mecánica de rocas subterránea y modelamiento numérico para el desarrollo del método y la secuencia de explotación de caserones, en un área susceptible a colapso prematuro del bloque de techo, dada la presencia de una zona de corte.

**Resultado:** SRK identificó el método mediante un sub-level open stoping longitudinal, con relleno cementado para las áreas de mala calidad. Se especificaron las dimensiones de caserones estables, su fortificación y requerimientos de relleno, junto con la secuencia de explotación, que minimizaba la exposición al colapso del bloque de techo de roca con mala calidad geotécnica. Se ensayó el método de explotación recomendado, con buenos resultados en cuanto a estabilidad y una productividad razonable.

# Ingeniería de Relaves y Residuos Mineros

Asegurando operaciones prácticas y un cierre exitoso

## Enfoque

Hemos participado activamente en la obtención de permisos, el diseño, operación y el cierre de depósitos de relaves, botaderos de roca estéril y las instalaciones de disposición/manejo de agua asociadas, desde 1974. Nuestra experiencia incluye una amplia gama de relaves y residuos mineros, como también conocimientos prácticos con respecto a las técnicas de manejo probadas bajo una amplia diversidad de condiciones climáticas. También poseemos exhaustiva experiencia en la comprensión de la evolución a largo plazo de los sólidos y presión de poros en depósitos de relaves, permitiendo una buena asesoría en el manejo de relaves y los planes de cierre.

Para obtener beneficios reales en términos de costos en el caso de la disposición de relaves, es necesario integrar el diseño de la planta de procesamiento con el sistema de disposición de relaves. Se debe considerar todos los aspectos de diseño desde la selección del sitio hasta el cierre del depósito. Nuestra filosofía sobre el manejo de relaves y aguas se basa, en gran medida, en nuestra experiencia operacional en todo el mundo. Buscamos entregar soluciones que satisfagan adecuadamente las necesidades de cada proyecto, implementando instalaciones estables que puedan ser operadas en forma práctica y cerradas de forma exitosa.

Reconociendo la creciente necesidad de sistemas de manejo de residuos mineros con una mayor eficiencia en el uso del agua, hemos invertido en expandir nuestro conocimiento en el manejo de relaves y residuos. Además, a través del mayor énfasis en la conservación del agua y conciencia social en la industria minera, hemos perfeccionado, también, nuestros conocimientos de la tecnología de relaves espesados y fichados. Esta tecnología emergente es atractiva para las minas que operan bajo estrictas restricciones de agua o que cuentan con limitados recursos hídricos, ya que les permite obtener una ventaja competitiva en términos de uso del agua. También reduce el potencial de contaminación de las fuentes de suelo y agua, permitiendo que estos escasos recursos estén disponibles para otros usuarios.

## Servicios

- Planificación estratégica de manejo de relaves y aguas de corto y largo plazo
- Evaluación de riesgos y peligros
- Evaluaciones de fallas
- Estudios de factibilidad y evaluaciones financieras
- Planes de respuesta ante emergencias
- Evaluación y selección de sitios
- Desarrollo y utilización de balances hídricos
- Caracterización geotécnica, hidrogeológica, reológica y geoquímica
- Evaluación y diseño geotécnico, hidrológico y reológico (desde el nivel conceptual a detalle)
- Estudios de ventajas y desventajas de las diferentes alternativas durante el ciclo de vida
- Diseño adaptado a materiales de baja resistencia y baja densidad
- Esquemas de relaves en pasta y espesados
- Ensayos y caracterización de materiales a escala piloto
- Diseño de depósitos de relaves (desde el nivel conceptual hasta ingeniería de detalle)
- Asesoría en la obtención y cumplimiento de los permisos gubernamentales
- Asesoría en el manejo y aseguramiento de la calidad en construcciones
- Asistencia en el monitoreo y el manejo operacional
- Suspensión de operaciones, cierres y restauración de la topografía del terreno



Diseño de Detalle y Supervisión de la Construcción del Depósito de Relaves de la Mina Cuzcatlán, Oaxaca – México.

#### Mina Cuzcatlán

**Proyecto:** Mina Cuzcatlán, Oaxaca, México.

**Alcance:** Diseño del depósito de relaves en pulpa de la mina Cuzcatlán, que incluyó la evaluación de alternativas, estudio de factibilidad, ingeniería básica y de detalle, además de la supervisión de la construcción.

**Resultado:** Se evaluó alternativas de ubicación y disposición de los relaves, teniendo como resultado la conveniencia de efectuar el desarrollo de la ingeniería y construcción de un depósito de relaves en pulpa, que a su vez facilitaría el reservorio de agua para las operaciones de mina. Como parte de los estudios básicos del diseño, se analizaron predominantemente los escenarios más desfavorables de riesgo sísmico y meteorológico, que por su ubicación afectan a la zona del proyecto; los mismos que fueron sustentados ante las autoridades mexicanas para la obtención de permisos.

#### Ferrexpo Poltava GOK (Poltava Mining)

**Proyecto:** Mina Yeristovskoe, Ucrania.

**Alcance:** Diseño de dos botaderos de roca estéril para almacenar grandes cantidades de materiales de sobrecarga blanda y roca estéril. Optimización de la capacidad de almacenamiento para cumplir con las restricciones geotécnicas y la estrategia de movimiento de tierra.

**Resultado:** El trabajo de SRK involucró la cooperación multidisciplinaria con los planificadores de la mina, los hidrólogos, las instituciones locales y los posibles especialistas en movimiento de tierra. Se estimó que un enfoque basado en los riesgos asociados era apropiado para el diseño del botadero, y permitía la optimización de los ángulos de los taludes para cumplir con las normas de las autoridades locales y las consideraciones prácticas, para el almacenamiento de residuos de sobrecarga blanda.

#### Ma'aden

**Proyecto:** Al Jalamid, Arabia Saudita.

**Alcance:** Diseño detallado de la instalación de disposición de relaves espesados fosfatados e infraestructura de desvío de aguas del tajo.

**Resultado:** El alcance de los servicios incluyó el diseño detallado del trabajo de movimiento de tierra fosfatado e infraestructura de desvío de aguas, los planos de construcción, el desarrollo de las especificaciones técnicas, programa y cubicaciones, el desarrollo de un manual de operaciones, una evaluación de riesgos operacionales y una declaración de impacto ambiental.

#### Anglo Platinum

**Proyecto:** Mina Mogalakwena, Sudáfrica.

**Alcance:** Establecimiento, puesta en servicio y operación de un espesador y plataformas de evaporación a escala piloto. Caracterización del material de la pasta de relaves en términos de reología, propiedades geotécnicas y cálculo del consumo de agua del material de relaves, considerando pulpas a distintas densidades.

**Resultado:** La planta piloto se construyó en terreno junto con las plataformas de evaporación. Las pruebas en terreno incluyeron la optimización del espesador y ensayos reológicos, junto con ensayos de secado por evaporación. Las pruebas fuera de terreno incluyeron la determinación de las dimensiones del espesador y los parámetros de operación junto con las pruebas geotécnicas.

# Ingeniería de Lixiviación en Pilas

Reduciendo los riesgos; incrementando la producción

## Enfoque

Nuestro enfoque con respecto a la ingeniería de lixiviación en pilas se ajusta a la metodología tradicional de definir, inicialmente, los criterios de diseño del proyecto, para centrarse, posteriormente, en la manera más eficiente de desarrollar los planos de diseño de ingeniería conceptual y, finalmente, de ingeniería de detalle, las especificaciones y los programas de aseguramiento de calidad, que cumplan con los criterios del proyecto. Los criterios para los proyectos generalmente incluyen:

- Criterios normativos, incluyendo los requisitos prescriptivos en cuanto a protección de los recursos ambientales existentes en la faena, tales como las aguas superficiales, las aguas subterráneas, la calidad del aire, la flora, la fauna y los suelos.
- Criterios corporativos, incluyendo la gestión de los riesgos, la salud, la seguridad, los criterios ambientales y comunitarios, los plazos para los cronogramas operacionales y las restricciones en cuanto a flujos de caja.
- Criterios de diseño de ingeniería para el diseño conceptual y detalle, basados en la práctica de ingeniería óptima, que incorpora todos los criterios normativos y corporativos relevantes para todas las fases del ciclo de vida de una pila de lixiviación, incluyendo la construcción, la operación, la puesta en marcha de la operación y las fases de cierre.

La experiencia en proyectos de lixiviación de metales, tanto básicos como preciosos, ha mostrado que, para cumplir con éxito nuestra misión de diseño, se requiere de una comprensión sólida de los aspectos normativos y de tramitación de permisos, como competencia en una amplia gama de disciplinas técnicas que incluyen -pero no están limitadas- a la ingeniería civil y geotécnica, la hidrología y la hidrogeología, la tramitación de permisos de operación, la ingeniería metalúrgica y la geoquímica.

En nuestro esfuerzo por maximizar la recuperación de productos lixiviados, hemos desarrollado e implementado soluciones innovadoras que incluyen la utilización de presiones de poros negativas creadas artificialmente en el mineral de las pilas para optimizar la trayectoria de flujo de las soluciones de lixiviación y la recuperación metalúrgica de los productos. Además, y de acuerdo a nuestra experiencia en el diseño e implementación del cierre de pilas y piscinas de procesamiento, hemos desarrollado un enfoque con respecto al diseño de cierres, que se centra en la adecuada reducción (si no eliminación) de los caudales efluentes posteriores al cierre y los riesgos del manejo de aguas y costos de tratamiento asociados.

## Servicios

- Selección de sitios
- Investigación geotécnica
- Diseño y estudios desde el nivel conceptual a detalle
- Ingeniería de detalle
- Aseguramiento de calidad en construcciones
- Control y manejo operacional
- Cumplimiento de permisos y normas
- Suspensión de operaciones y cierres
- Evaluación de riesgos y peligros

## Areva

**Proyecto:** Mina Somair, Niger.

**Alcance:** Ingeniería de lixiviación en pilas para el diseño de factibilidad y de detalle de una pila de lixiviación de uranio de 17 Mt y las piscinas asociadas en la mina Somair.

**Resultado:** Se creó una interfaz con Technip en los sistemas de apilamiento y aplicación de soluciones de proceso, y se diseñó el sistema de contención y recolección de soluciones. Se realizaron análisis de estabilidad, se diseñó el sistema de conducción y las piscinas de soluciones, y se preparó un programa detallado de cantidades, planos y especificaciones. Se realizó la supervisión del aseguramiento de la calidad de la construcción para el trabajo de movimiento de tierra y los revestimientos geosintéticos de la pila de lixiviación.



La pila de lixiviación de la Mina Mulatos de Alamos Gold en la Sierra Madre Occidental, Sonora, México.

#### Jipangu

**Proyecto:** Mina Standard Gold, Nevada, Estados Unidos.

**Alcance:** Investigación geotécnica en terreno y diseño de ingeniería de una pila de lixiviación de oro sin procesamiento previo (ROM) de 25 m, y las piscinas de solución de procesamiento asociadas. Se prevé que la operación de 25 000tpd producirá una pila con una altura neta aproximada de mineral de 300 pies sobre el suelo, con un ángulo de talud de hasta 13%.

**Resultado:** Se diseñó la pila optimizada y se propuso la secuencia de apilamiento de mineral, se evaluaron los requerimientos de contención y la estabilidad estática y sísmica. Se compararon las cubiertas específicas para mineral bajo la ley de corte con revestimientos de HDPE lisos y texturados. Se realizó un balance hídrico y se diseñaron las lagunas de solución y los sistemas de manejo de soluciones.

#### Aura Minerals Inc

**Proyecto:** Mina San Andrés, Honduras.

**Alcance:** Diseño de tres fases de la expansión de la pila de lixiviación.

**Resultado:** SRK diseñó la Fase IIB, la Fase III y la Fase IV de la expansión de la pila de lixiviación. El principal desafío fue generar pilas estables de más de 100 m de altura, con material de fundación rico en arcilla. SRK desarrolló planes de nivelación que cumplieron con los requisitos de estabilidad. El trabajo de SRK para la Fase IIB incluyó el diseño y manejo de la construcción de una fundación de suelo mejorada con cemento, que ha aportado mayor estabilidad a la pila.

#### Alamos Gold Inc

**Proyecto:** Mina Mulatos, Sonora, México.

**Alcance:** Diseño de un sistema de revestimiento entre niveles y un plan de apilamiento para una expansión vertical de la pila de lixiviación de 14000 tpd. Se realizó una evaluación de la estabilidad de los taludes del sistema de revestimientos intermedios con el fin de garantizar la estabilidad de la pila, mediante la adición de superficies de revestimiento de menor resistencia al corte.

**Resultado:** La recuperación de oro se ha incrementado en un 30%, como resultado de la instalación del primer revestimiento entre niveles y otros factores que han mejorado la recuperación.

#### Areva

**Proyecto:** Trekkopje, Namibia.

**Alcance:** Diseño de factibilidad para una nueva pila dinámica (on-off) de lixiviación de uranio de 30 millones de toneladas, y las piscinas de solución de proceso asociadas. SRK diseñó la pila de 2.5 Mm<sup>2</sup> para optimizar los requisitos de nivelación, diseñó el sistema de contención y colección de soluciones, realizó investigaciones geotécnicas en terreno, análisis de estabilidad y un balance hídrico, y diseñó el sistema de conducción de soluciones y la poza de soluciones.

**Resultado:** Actualmente, SRK está desarrollando el diseño de detalle, incluyendo la asistencia en los documentos de licitación, consistente en el desarrollo del cronograma de cantidades, los planos y las especificaciones.

# Servicios Ambientales y Sociales

Facilitando decisiones: tramitación de permisos, manejo de riesgos y licencia social

## Enfoque

Ya sea en la planificación de una mina, el mantenimiento de la operación de un proyecto, la suspensión de las operaciones o el cierre de una instalación, las empresas mineras deben cumplir numerosos y, normalmente, complejos requisitos de las autoridades reguladoras, junto con cumplir las expectativas de la comunidad. La complejidad puede verse incrementada por la necesidad de demostrar a los inversionistas que los riesgos están siendo manejados adecuadamente. Podemos brindar asesoría a nuestros clientes en el logro de los objetivos finales, ya sea que se trate de un permiso ambiental, una decisión de inversión, una "licencia social" para operar o un certificado de cierre.

Nuestra experiencia práctica en una amplia gama de proyectos mineros garantiza la identificación de los aspectos ambientales y sociales críticos para el éxito de un emprendimiento. Con este propósito, trabajamos con las empresas mineras para enfrentar cualquier desafío, con las instituciones financieras para identificar y manejar los riesgos, y con las autoridades reguladoras ambientales, para brindarles las seguridades y soluciones pertinentes.

Los estudios ambientales y sociales suelen requerir un enfoque multidisciplinario. Los conocimientos técnicos combinados con la conocimiento en la gestión de proyectos, garantizan el nivel de estudio apropiado. Nuestros profesionales poseen las habilidades y la experiencia que se requieren para reducir los riesgos de nuestros clientes, junto con cumplir los objetivos de los proyectos de manera eficiente, en términos de costos y tiempo.

Podemos asesorar a nuestros clientes en sus programas de monitoreo, auditorías y revisiones para evaluar la eficacia de los sistemas de gestión existentes e identificar las debilidades y áreas de riesgos en términos de potenciales fallas ambientales y problemas con la comunidad. Las auditorías también ofrecen un foro para el intercambio de conocimientos técnicos y la identificación de las posibles reducciones de los costos.

Nuestra experiencia en el manejo de datos ambientales y sociales puede transformar sus datos en información, permitiéndole tomar decisiones en tiempo real. Combinando las habilidades técnicas y la experiencia pertinentes con las tecnologías computacionales disponibles, es posible realizar el procesamiento y la integración de grandes y diversos conjuntos de datos espaciales de información ambiental, socioeconómica, minera, hidrológica y geotécnica. El análisis y comparación de los resultados brinda un apoyo multidisciplinario a las decisiones, y permite la implementación de soluciones particulares y rentables.

## Servicios

- Caracterización de sitios
- Estudios ambientales y sociales de línea base
- Tramitación de permisos mineros y operaciones asociadas
- Evaluación de impacto ambiental y social
- Manejo ambiental y social
- Evaluaciones de pasivos ambientales y aseguramiento financiero
- Participación y consultas ciudadanas
- Planificación e implementación de reasentamientos
- Monitoreo ambiental y social
- Auditorías y revisiones técnicas
- Evaluación de riesgos
- Mapeo y manejo de información SIG



Conducción de estudios ecológicos en Surinam, América del Sur.

#### Oriel Resources

**Proyecto:** Proyecto de cromo de Voskhod, Kazajstán.

**Alcance:** Se realizó un proceso de evaluación ambiental y social, que incluyó estudios de la línea base, participación de la comunidad, modelamiento de impactos y presentación de informes. Trabajando con nuestros colegas mineros y geólogos que realizaron el estudio de factibilidad, los desafíos consistían en aplicar las normas internacionales en un área en la cual la minería tanto histórica como actual ha producido significativos daños ambientales, y capacitar a la comunidad para participar en el proceso de consultas.

**Resultado:** Se logró la integración de las regulaciones locales y las normas de desempeño de la CFL, los requisitos necesarios para satisfacer a los inversionistas y obtener la aprobación de las autoridades reguladoras y el apoyo de la comunidad.

#### NV BHP Billiton Maatschappij Suriname

**Proyecto:** Proyecto de bauxita de Bakhuys, Surinam Sur.

**Alcance:** Coordinación de un equipo multinacional para evaluar los impactos en una ubicación de selva tropical remota, de acuerdo a las normas de desempeño de la CFL. Además de considerar las actividades mineras y de disposición de residuos, el estudio evaluó los impactos de transporte de mineral a la refinería y el dragado de los cursos de agua usados para el transporte.

**Resultado:** Se adoptaron enfoques innovadores para recopilar una línea base para una región prístina no estudiada anteriormente, y para trabajar con el pueblo indígena y sus asesores norteamericanos y canadienses, incluyendo el establecimiento de un foro de comunicación, que garantizó una asociación exitosa entre el cliente y la comunidad.

#### Gobierno de Nunavut, Canadá

**Proyecto:** Listado de verificación de exploraciones para los inspectores gubernamentales, Canadá.

**Alcance:** SRK fue contratada para desarrollar un listado de verificación para ser utilizada por los inspectores (reguladores) ambientales, con una alta rotación de personal y un incremento de la actividad de exploración en la región.

**Resultado:** Se elaboró un listado de verificación sucinta para que los inspectores de diversa trayectoria y experiencia pudieran utilizarla como un mapa de ruta para las inspecciones ambientales de los programas de exploración en sus etapas iniciales. Las empresas de exploración sabían lo que debían hacer para asegurar el cumplimiento de las regulaciones y se les garantizó que estos requisitos serían consistentes a través de todo el territorio.

#### Standard Bank

**Proyecto:** Activos de First Quantum Mineral Limited en Zambia, Mauritania y la República Democrática del Congo.

**Alcance:** Inicialmente, SRK evaluó el desempeño ambiental y social de los activos de FQML con respecto a los Principios del Ecuador y las normas de desempeño de la CFL, en representación de un grupo de inversionistas. Durante los tres años siguientes, y de acuerdo a las condiciones del crédito, SRK realizó revisiones regulares y brindó asesoría a FQML sobre el cumplimiento de los plazos acordados.

**Resultado:** Se brindó asesoría a FQML en el logro de un avance significativo en el cumplimiento de los Principios del Ecuador.

# Geoquímica Ambiental y DAR

Prediciendo, controlando y manejando la química del drenaje de minas

## Enfoque

El manejo de la calidad del agua de drenaje de mina constituye un aspecto esencial a gestionar para la mayoría de las operaciones mineras, por cuanto las descargas de agua, generalmente, deben cumplir con estrictas normas establecidas por los gobiernos locales, regionales y nacionales. El drenaje ácido, en específico, sigue siendo el aspecto más significativo, debido a las elevadas concentraciones de metales y los costos de tratamiento requeridos para alcanzar niveles aceptables; sin embargo, durante la última década, la preocupación sobre la lixiviación de metales en condiciones no ácidas ha aumentado enormemente.

En tal sentido, una predicción precisa de los efectos de la lixiviación y un adecuado diseño de medidas de control prácticas y probadas suelen ser cruciales para garantizar la factibilidad de los proyectos que desarrollamos para nuestros clientes, buscando en muchos casos enfrentar procesos de tramitación de los permisos para nuevas minas, la optimización de las operaciones existentes, el desarrollo de planes de cierre y la remediación de minas abandonadas, entre otros.

La piedra angular de nuestro enfoque es considerar que la generación de DAR (drenaje ácido de rocas) está principalmente controlada por las condiciones geológicas; en consecuencia, trabajamos en coordinación con el área de geología de nuestros clientes para comprender de mejor manera los aspectos geológicos que podrán estar influenciando la química del drenaje, y cómo estos pueden utilizarse para controlar los potenciales impactos y los posteriores costos de ingeniería.

Por otro lado, el potencial de DAR también se ve afectado por las condiciones climáticas locales. Tenemos experiencia en todo el espectro de climas del mundo, incluyendo el Ártico, las regiones templadas y las regiones tanto lluviosas como secas de los trópicos.

Nuestro equipo internacional de profesionales experimentados asesora a nuestros clientes en el desarrollo de soluciones rentables para enfrentar los problemas de drenaje de minas, cubriendo desde acidez severa al manejo de trazas de elementos inusuales. Nuestra experiencia incluye la solución de los problemas relacionados con la química del drenaje en todas las etapas del ciclo minero.

## Servicios

- Caracterización de residuos
- Evaluación del potencial de drenaje ácido de rocas
- Evaluaciones y monitoreo en terreno
- Instrumentación para el monitoreo de presión de gases y de poros de agua en botaderos y relaves
- Modelamiento de calidad del agua como input a la planificación del manejo de estéril y evaluación de sus efectos
- Balances de carga de contaminantes a escala mina
- Evaluación de medidas de manejo de botaderos
- Evaluación de sistemas de tratamiento de aguas
- Geoquímica del cianuro y tratamiento de residuos
- Integración de la caracterización geoquímica en la planificación minera
- Asesoría en requisitos para el cierre de minas
- Talleres y cursos específicos en geoquímica
- Asesoramiento experto

Western Canadian Coal Corporation

**Proyecto:** Mina de carbón Brule, Columbia Británica, Canadá.

**Alcance:** Estimación de la calidad del agua para el estudio ambiental y el diseño de una nueva mina de carbón.

**Resultado:** Se utilizaron las estimaciones de la calidad del agua para la roca a botadero y de residuos de proceso del carbón, como parte de la planificación del manejo de botaderos y de aguas en el diseño de una mina a cielo abierto, sujeta a una rigurosa fiscalización gubernamental. No se esperaba que los botaderos produjeran ácido, pero la lixiviación del selenio era un aspecto particularmente preocupante. El proyecto obtuvo todas las autorizaciones y permisos requeridos para dar inicio a la operación, y, actualmente, está produciendo carbón.



Tajo (rajo) Faro, Territorio del Yukón, Canadá

#### Quadra Mining Ltd

**Proyecto:** Proyecto Malmbjerg, Groenlandia.

**Alcance:** Caracterización geoquímica de un yacimiento de molibdeno porfídico, incluyendo el muestreo en terreno, la caracterización, mineralogía, el equilibrio ácido-base, contenido de metales totales y lixiviados, química de las aguas subterráneas, pruebas cinéticas de meteorización y predicciones numéricas, utilizando el código PHREEQC, para predecir la química de las filtraciones y escorrentía desde la roca en botadero, de pilas de acopio de mineral y relaves, y posterior mezcla con aguas superficiales. Los aspectos críticos incluían la protección del hábitat marino y de vida silvestre del Ártico, la interacción potencial de la lixiviación de metales (LM) y el drenaje ácido de rocas (DAR) proveniente del botadero y la atenuación pasiva a largo plazo de descargas de LM/DAR.

**Resultado:** Se concluyó el estudio de factibilidad y se incluyó la mitigación de LM/DAR.

#### Ministerio de Agricultura y Tierras

**Proyecto:** Mina Britannia, Columbia Británica, Canadá.

**Alcance:** Entre 1904 y 1974, la mina produjo alrededor de 800 000 t de cobre. Después del cierre de las operaciones de la mina, 5 m<sup>3</sup> de agua de mina contaminada siguió fluyendo hacia Howe Sound, cada año. En 2005, el Ministerio puso en operación una planta de tratamiento de aguas del tipo HDS. Se realizaron obras de desvío de aguas superficiales, con el fin de reducir el volumen de agua limpia que pasaba a través de la planta.

**Resultado:** Las obras de desvío de aguas superficiales redirigen anualmente 300 000 m<sup>3</sup> de agua limpia, reduciendo el costo de operación anual de la planta de tratamiento de agua.

#### BHP Billiton

**Proyecto:** Expansión de Olympic Dam, Sur de Australia.

**Alcance:** SRK desarrolló un modelo conceptual de la geoquímica del depósito de relaves. Mediante investigaciones en terreno y laboratorio, se obtuvieron datos para describir los procesos en curso al interior del depósito y bajo este. Actualmente, el agua en el depósito es ácida y uno de los focos de la investigación fue pronosticar la evolución a largo plazo de las filtraciones bajo la instalación. Se examinó la movilidad de los metales y radionúclidos, para comprender de mejor manera los mecanismos de atenuación existentes en el sistema.

**Resultado:** El trabajo respaldó la preparación de la documentación para el EIA presentado a las autoridades del Sur de Australia, del Territorio Norte y Federal.

#### South Deep JV

**Proyecto:** Evaluación de los residuos mineros de South Deep, Sudáfrica.

**Alcance:** Evaluación ambiental y económica de pilas de residuos mineros y relaves antiguos mediante perforación, seguida de una caracterización geoquímica, para la evaluación ambiental geoquímica y asesoría geometalúrgica del valor residual de los residuos de oro, uranio y ácido sulfúrico (pirita). Mediante predicciones numéricas, se evaluó el impacto de la lixiviación de metales, la liberación de sulfatos y la generación de ácidos sobre el río adyacente.

**Resultado:** Se reprocesaron las pilas de residuos para recuperar valor y mitigar los impactos potenciales. Se cubrió el material no económico y se implementó un sistema de tratamiento pasivo para reducir los impactos ambientales.

# Rehabilitación y Cierre de Minas

Protegiendo el medio ambiente y adecuando los terrenos para nuevos usos del suelo

## Enfoque

La combinación de nuestra reconocida experiencia internacional en todos los aspectos de la actividad minera y el conocimiento de la legislación minero ambiental, nos convierten en el socio ideal para muchos clientes que se embarcan en proyectos mineros, que incluyen el cierre de minas y los nuevos usos de las áreas rehabilitadas.

Reconocemos la creciente importancia del cierre de minas en los proyectos mineros y, desde entonces, hemos trabajado en estrecha colaboración con la industria y los gobiernos para desarrollar proyectos mineros sostenibles, que incorporen los aspectos ambientales y la rehabilitación de las áreas ocupadas, así como el aprovechamiento de los residuos mineros en su política de gestión ambiental, desde el inicio hasta el cierre de la operación minera, empleando las mejores técnicas disponibles.

La planificación para el cierre de minas debe estar incorporada en todas las etapas de desarrollo del proyecto minero y la mejor práctica en la actualidad exige que todas las instalaciones y estructuras mineras deben ser "diseñadas para el cierre". De esta forma, el inversionista minero va a disponer de información del requerimiento de dinero para la puesta en marcha de la explotación y para la rehabilitación y cierre de la operación. Además, en muchos países y estados, es necesario contar con el plan de cierre y sus respectivas garantías financieras antes de pasar a la etapa de operación. Asimismo, cambios recientes en normas de contabilidad de las "obligaciones de retiros de activos" han creado una necesidad adicional de la planificación de cierre de minas y la estimación de costos.

La implementación de planes de cierre comienza con los estudios de ingeniería, seguido de pruebas y monitoreos para diseñar los esquemas de cierre, hasta reflejarlos en planos de construcción. Nuestra experiencia en estas etapas incluye diseños detallados para el cierre de minas en todo el mundo. Nuestro conocimiento va desde la asistencia en las licitaciones hasta garantizar la calidad y el control (QA/QC) en la construcción, mediante la entrega de paquetes completos de diseño y construcción.

La importancia del cierre de minas en nuestro negocio ha llevado a un elevado conocimiento de los requisitos de cierre por parte de nuestros especialistas y técnicos, haciendo que la recuperación y planificación de cierre sea habitualmente incorporada en los estudios de viabilidad, planes operativos, evaluaciones de due diligence y muchas otras áreas de nuestro trabajo.

## Servicios

- Evaluación y diagnóstico de los requerimientos para cierre
- Gestión y planificación de las actividades de cierre
- Apoyo en consultas públicas y en el desarrollo de mecanismos de participación ciudadana
- Desarrollo de conceptos y criterios de cierre
- Caracterización de residuos y evaluación geoquímica
- Evaluaciones geotécnicas, geomecánicas y sísmicas
- Evaluaciones hidrológicas e hidrogeológicas
- Modelamiento y predicción de calidad de agua y efluentes
- Evaluación ambiental por tipo de proyecto
- Estudios de estabilidad física
- Estudios para movimientos de tierras y residuos mineros
- Diseño de coberturas para cierre
- Diseño de planes de recuperación y rehabilitación de espacios mineros
- Ingeniería del paisaje y modelamiento geomorfológico
- Diseño de sistemas de tratamiento de aguas de mina
- Dimensionado de dispositivos para manejo y gestión de aguas
- Control y aseguramiento de calidad (QA/QC) en la ejecución de obras de cierre
- Gestión de contratos de construcción
- Gestión ambiental en planes de cierre y clausura
- Paquetes de diseño y construcción
- Estimaciones preliminares y detalladas de costos
- Desarrollo de modelos de estimación de costos
- Cálculo de garantías y fianzas para planes de cierre
- Aprovechamiento de residuos mineros (sólidos y líquidos)
- Monitoreos ambientales y sociales en el postcierre
- Estudios de nuevos usos de las áreas rehabilitadas
- Diagnóstico y auditorias postcierre



Construcción de una cobertura sobre relaves, Mina Colomac, Territorios del Noroeste, Canadá.

Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (USACE) y Oficina de Manejo del Suelo

**Proyecto:** Mina Elder Creek, Nevada, Estados Unidos.

**Alcance:** El USACE identificó la mina Elder Creek, en Nevada, como un sitio que requería financiamiento adicional para una nueva asesoría antes de la rehabilitación.

**Resultado:** El USACE y la Oficina de Manejo del Suelo propusieron estabilizar y recuperar porciones de los botaderos, pilas, pozas y otros lugares perturbados. SRK evaluó los posibles impactos ambientales, preparó los diseños de ingeniería y supervisó las obras de construcción. Se priorizaron las obras de rehabilitación para utilizar los fondos disponibles, recuperar aquellos componentes que presentaban el mayor riesgo de degradación del medio ambiente.

BHP Billiton

**Proyecto:** San Manuel; áreas de mina y planta, Arizona, Estados Unidos.

**Alcance:** Desarrollo e implementación de los planes de cierre para la mina subterránea de cobre (block caving), áreas superficiales, operaciones de lixiviación in situ e instalaciones de molienda y fundición.

**Resultado:** Se desarrollaron las estrategias de cierre para las instalaciones que cubrían un área de 10 000 acres, que incluía 4000 acres de depósitos de relaves, 400 acres de área industrial y 300 acres de área de mina. Se prepararon las diversas solicitudes de permisos ambientales, y se obtuvieron las autorizaciones necesarias para el cierre. Se realizó el diseño de ingeniería para el plan de cierre final y se monitoreó su implementación.

Deloitte & Touche y Gobierno de Yukón

**Proyecto:** Complejo minero Faro, Territorio del Yukón, Canadá.

**Alcance:** Desarrollo de un plan de cierre y remediación para el complejo minero.

**Resultado:** La mina Faro era la operación más grande existente en Yukón, y su plan de cierre requería el acuerdo entre dos gobiernos y tres pueblos originarios. SRK dirigió la evaluación de las alternativas de cierre y ayudó a encontrar un plan que fue avalado por todos los actores. Durante el proceso de evaluación, a través de varios años, también nos hicimos cargo de la ingeniería para los proyectos, de supervisión, mantenimiento y remediación en curso.

Departamento de Asuntos Indígenas y del Norte

**Proyecto:** Mina Giant, Territorios del Noroeste, Canadá.

**Alcance:** El procesamiento del mineral de arsenopirita generó 230000 t de polvo de arsénico, que se almacenaron en forma subterránea cuando la mina fue abandonada en 1999.

**Resultado:** SRK reunió un equipo que fue seleccionado como la principal entidad de asesoría técnica. Dirigimos la revisión de las alternativas y el desarrollo de un plan de remediación final para el polvo de arsénico y, posteriormente, se nos solicitó desarrollar un plan de cierre para toda la operación. Actualmente, estamos liderando una demostración a gran escala de la innovadora tecnología de congelamiento de suelo, que fue la alternativa seleccionada para la estabilización del polvo de arsénico.

# Manejo de Riesgos

Manejando los riesgos, cosechando las recompensas

## Enfoque

El término “riesgo” tiene muchos significados en el mundo minero. El borrador actual de la normativa ISO utiliza la definición amplia de riesgo como “el efecto de la incertidumbre en los objetivos”, y otras definiciones también utilizadas lo señalan como “análisis de riesgos”, “manejo de riesgos” y “tolerancia a los riesgos”. En SRK, estamos conscientes de la perspectiva más integral, pero también del hecho de que muchas áreas de nuestra práctica requieren conocimiento en herramientas de manejo de riesgos específicos.

Nuestros especialistas técnicos aplican las más modernas herramientas de manejo de riesgos existentes en sus respectivas disciplinas. Estas herramientas varían ampliamente. Por ejemplo, nuestros ingenieros geotécnicos podrían utilizar un análisis de confiabilidad para estimar la probabilidad de falla de un talud, en tanto que nuestros expertos ambientales podrían utilizar una evaluación de riesgos ecológicos para caracterizar la magnitud de los impactos sobre el medio ambiente.

Nuestra capacidad para aplicar complejas herramientas de manejo de riesgos ha sido modulada por la experiencia y el sentido común. Nuestros especialistas están conscientes de las debilidades inherentes al uso de herramientas de manejo de riesgos demasiado cuantitativas, y trabajan en conjunto con los clientes en la búsqueda del método más simple y adecuado a sus necesidades.

Una de nuestras fortalezas particulares es la capacidad de integrar los métodos utilizados por nuestros técnicos especialistas en los análisis de riesgos generales. Nuestros procesos nos permiten relacionar las cifras generadas por los técnicos especialistas, con los objetivos más amplios de nuestros clientes en términos financieros, ambientales, comunitarios, de salud y seguridad.

Nuestra meta, en todos los casos, es ayudar a nuestros clientes a lograr la “eficiencia en términos de riesgos”; es decir, una condición en la cual todos los aspectos técnicos y no técnicos que afectan un emprendimiento hayan sido identificados, analizados y mitigados a niveles aceptables.

## Servicios

- Análisis de árboles de fallas de sistemas de ingeniería
- Análisis de árboles de eventos
- Análisis de confiabilidad de estructuras terrestres
- Evaluación de riesgos de seguridad de presas
- Evaluación de riesgos para la salud humana y riesgos ecológicos
- Análisis de modos y efectos de fallas
- Análisis de modos, efectos y criticidad de fallas
- Análisis de riesgos de modelos técnico-económicos
- Evaluación y manejo de riesgos de empresas
- Facilitación de talleres de evaluación de riesgos

## Ok Tedi Mining Ltd

**Proyecto:** Estudio de pre-factibilidad (EPF) para la mina subterránea Fubilan, Papúa Nueva Guinea.

**Alcance:** Aspecto de manejo de riesgos de la investigación técnica y comercial del EPF, respecto a la conversión de una operación a rajo abierto, en una mina subterránea.

**Resultado:** Se llevó a cabo una investigación de los riesgos para cada elemento del EPF, y los 13 conjuntos de resultados obtenidos se consolidaron en un registro en borrador de los riesgos globales para el EPF. Se dictó un taller sobre riesgos al final del EPF, para así acordar las evaluaciones de riesgos finales. El registro de riesgos se incluyó en el informe final del EPF. El conocimiento de los riesgos se aplicó en el proceso de aprobación del proyecto, y se identificaron las medidas de control de riesgos para la siguiente fase de ingeniería.



Se suspendió la operación de una presa de abastecimiento de agua fresca para mitigar los riesgos de fallas en la Mina Faro, Yukón, Canadá. El proyecto incluyó aspectos de ingeniería tales como meandros, remansos y piscinas, específicamente diseñadas para generar un hábitat para peces, en la abertura de la presa y aguas arriba.

#### Codelco Chuquicamata

**Proyecto:** Mina Chuquicamata, Chile.

**Alcance:** Investigación de la posibilidad de incrementar los ángulos de los taludes del rajo a medida que este se aproximaba a su cierre planificado. Se entendía que el aumento del ángulo de los taludes incrementaría el valor actual neto de la mina, pero también incrementaría la probabilidad de fallas de sus taludes.

**Resultado:** Se realizó una evaluación cuantitativa para definir los riesgos en términos de seguridad y rentabilidad, cuantificando los niveles de riesgo para diferentes configuraciones de taludes y comparando los resultados con las normas de la industria. El estudio entregó una base adecuada de manejo, para tomar decisiones con respecto al incremento de los taludes del tajo.

#### STX Corporation

**Proyecto:** Due diligence de activos de carbón de la Cuenca de Surat, Queensland, Australia.

**Alcance:** SRK, en conjunto con Pricewaterhouse Coopers, realizó un due diligence técnico y comercial, de un conjunto definido de activos de carbón de la Cuenca de Surat, para una adquisición propuesta.

**Resultado:** Se realizó una evaluación de riesgos con respecto a cada elemento técnico y comercial de la due diligence, bajo la responsabilidad de SRK. Los resultados se recopilaron en un registro global de riesgos y se incluyeron en el informe.

#### Indian & Northern Affairs Canada

**Proyecto:** Desarrollo de un plan de sistema de riesgos para minas cerradas en el norte de Canadá.

**Alcance:** Indian & Northern Affairs Canada administra decenas de minas cerradas. SRK prestó asesoría al Programa de Sitios Contaminados para desarrollar un procedimiento de evaluación de riesgos, que incluyó matrices de riesgos, tablas de severidad de las consecuencias y las acciones requeridas.

**Resultado:** Actualmente, el sistema de evaluación de riesgos constituye una parte integral del proceso de gestión de proyectos de este organismo, utilizando registros de riesgos actualizados anualmente para priorizar el control de los costos, como también para realizar mejoramientos ambientales, sociales, sanitarios y de seguridad.

#### Riversdale Mining

**Proyecto:** Mina Benga, Tete, Mozambique.

**Alcance:** Manejo de riesgos para una investigación técnica y comercial, que formaba parte de un estudio de factibilidad bancable (EFB), para las etapas iniciales de un proyecto de una mina a cielo abierto de 5 Mtpa y su infraestructura asociada.

**Resultado:** Se recopiló un registro preliminar de los riesgos globales, utilizando los resultados derivados de una investigación de riesgos, realizada para cada elemento del EFB. El registro de riesgos resultante será incluido por el cliente en el informe del EFB, en tanto que los conocimientos con respecto a los riesgos específicos se aplicarán en el proceso de aprobación del proyecto. Los sistemas de control de riesgos identificados se incluirán en la siguiente fase de ingeniería del proyecto.

# Manejo de Aguas de Mina

Minimizando la contaminación, optimizando el consumo, mejorando el desempeño

## Enfoque

El manejo eficiente del agua es esencial prácticamente para todas las actividades de minería y procesamiento de minerales, y debe ser considerado durante cada ciclo de desarrollo y operación –desde la aprobación preliminar y la producción, hasta la suspensión de la operación y el cierre–, y sus prácticas deben cumplir con estrictas políticas ambientales y de responsabilidad social, con la debida consideración de todos los actores involucrados.

SRK promueve un enfoque integral con respecto al manejo de las aguas de mina, que combina la conocimiento en hidrología, hidráulica, hidrogeología y calidad de agua con una mirada geotécnica, ambiental y minera. Nuestra amplia experiencia en climas húmedos, áridos, tropicales y fríos, nos permite entregar soluciones factibles y rentables para los proyectos de nuestros clientes, e identificar los métodos que permiten una utilización más eficiente del agua, en la minería y el procesamiento de minerales.

El logro de un equilibrio entre el cumplimiento normativo y el ahorro en los costos requiere de un pensamiento innovador. Esto comprende el uso combinado de las aguas superficiales, subterráneas y recicladas; la recolección de datos en la línea base- con respecto a las aguas superficiales y subterráneas en los inicios de un proyecto de exploración-, incluyendo los niveles de agua en los sondajes, los caudales superficiales y los datos de calidad de agua, y la integración de cada componente hídrico en el sistema total de agua para la mina.

SRK reconoce que la clave para un manejo eficaz del agua de minas es lograr una comprensión integral de los circuitos de procesamiento y relaves, su integración con los datos climáticos y las oportunidades de reciclaje para establecer un rango interactivo de balances hídricos, sensibles a las variaciones tanto de los procesos, como de estacionalidad y climáticas inherentes a la mina en cualquier momento. Esto en proporción a la base para minimizar la necesidad de agua adicional, usar la calidad de agua adecuada para cada operación e incorporar los flujos de aguas contaminadas en actividades de recirculación, reduciendo así, costos de bombeo y tratamiento.

Poseemos amplia experiencia en el manejo del potencial y la ocurrencia de drenaje ácido de rocas durante la producción, el cierre y en la previsión de los probables problemas de ingeniería. También somos expertos en el modelamiento del drenaje de tajos (rajos), identificando los riesgos de contaminación y diseñando el sistema de control de agua más adecuado para cada proyecto.

## Servicios

- Estudios de línea base ambiental
- Estudios hidrológicos e hidráulicos vinculados a predicción de crecidas
- Planificación ambiental integrada
- Modelamiento de balances hídricos
- Caracterización y manejo de residuos
- Sistemas de abastecimiento de agua
- Drenaje de mina
- Control y asesoría de contaminación por filtraciones
- Modelamiento cuantitativo de predicción de contaminantes
- DAR, calidad de agua y geoquímica
- Estructuras de desvío, controles sobre aguas lluvias y vertederos
- Tratamiento de aguas
- Diseño de ingeniería y adquisiciones
- Gestión de contratos y aseguramiento de calidad
- Tramitación de permisos y licencias



Medición continua del caudal de filtraciones proveniente de una pila de roca, Mina Questa, Nuevo México

#### Deloitte & Touche Inc

**Proyecto:** Mina Faro, Faro, Territorio del Yukón, Canadá.

**Alcance:** Una presa de abastecimiento de agua fresca con una altura aproximada de 20.5 m y una longitud aproximada de 410 m, ya no se requería y presentaba un riesgo para el medio ambiente receptor de aguas abajo. Se tomó la decisión de abrir la presa. SRK, con el apoyo de diversas otras firmas consultoras, dirigió el diseño, la planificación, la tramitación de permisos y la suspensión de la operación de la presa.

**Resultado:** El proyecto se terminó dentro del plazo y de acuerdo al presupuesto.

Se requirieron algunas modificaciones menores posteriores a la construcción, en relación con colocación de material en invierno, pero la apertura y las obras relacionadas se han desempeñado según lo diseñado.

#### Ma'aden

**Proyecto:** Mina de fosfato de Umm Wu'al, Arabia Saudita.

**Alcance:** Ubicar y evaluar los recursos de agua subterránea y diseñar un campo de pozos para abastecer la mina propuesta.

**Resultado:** Se realizó una investigación preliminar en terreno y un estudio documental para seleccionar la mejor ubicación para el campo de pozos y el mejor acuífero para las nuevas investigaciones mediante perforaciones. La supervisión de las perforaciones y la construcción de tres sondajes de hasta 900 m de profundidad en el acuífero de arenisca Tawil fueron seguidas por pruebas hidráulicas. A continuación, se utilizaron modelos de aguas subterránea conceptuales y numéricos detallados, para evaluar el rendimiento sustentable y los impactos potenciales a largo plazo del acuífero sobre otros usuarios de las aguas subterráneas.

#### Indian and Northern Affairs Canada

**Proyecto:** Reubicación de un arroyo en la Mina Giant, Territorios del Noroeste, Canadá.

**Alcance:** Se reubicó el Arroyo Baker lejos de un tajo abierto, a través de áreas con un 30% de hielo en suelos de arcilla, de manera que la sedimentación constituyía una preocupación. El diseño del lecho del arroyo permitía las crecidas y el desplazamiento natural del material del lecho.

**Resultado:** El cauce se ha desempeñado según lo diseñado, con una sedimentación menor que se ha llenado por la carga móvil del lecho. Los estudios ictiológicos tres años después del término del proyecto, indican altos retornos. La autoridad federal de regulación de la industria pesquera ha traído ingenieros de todas las oficinas del departamento a través de Canadá, para apreciar el éxito de este caso de estudio.

#### Molycorp Questa

**Proyecto:** Mina Questa, Nuevo México, Estados Unidos.

**Alcance:** Evaluación y monitoreo remoto de las infiltraciones a la mina subterránea para caracterizar las fuentes de infiltración, desarrollo de un balance hídrico y de carga química, ensayos con trazadores para evaluar las trayectorias de flujo en la roca sobreyacente y desarrollo de un plan de manejo para las infiltraciones derivadas de las operaciones y las precipitaciones.

**Resultado:** Utilizando un sistema de monitoreo de caudales digital, SRK identificó las fuentes, cantidades y química de diversas aguas de origen, y distinguió esta agua de origen de las aguas superficiales, captadas por una zona de subsidencia y conducidas al subsuelo.

# Metalurgia y Procesamiento de Minerales

Abriendo la riqueza mineral

## Enfoque

Nuestro experimentado equipo de ingenieros metalúrgicos y especialistas en procesamiento de minerales se centra, principalmente, en estudios metalúrgicos, due diligence, revisión de proyectos, y también ha desempeñado importantes funciones en los estudios de ingeniería preliminares, la optimización de las operaciones de procesamiento y la asistencia técnica. Generalmente, conformamos un equipo con empresas de ingeniería, adquisiciones y construcción (EPCM), para los aspectos de procesamiento incluidos en los estudios de factibilidad y para la ingeniería de detalle, la puesta en marcha de una planta y ensayos de rendimiento.

La experiencia de nuestro equipo incluye la mayoría de los aspectos de la metalurgia extractiva y el procesamiento de minerales, tanto de metales base como preciosos, minerales industriales y de energía, diamantes y elementos tales como tierras raras, incluyendo el trabajo de pruebas, ingeniería y operación. Tenemos una sólida trayectoria en la operación de procesos de chancado, molienda, lixiviación (en estanques y pilas), concentración, oxidación por presión y bio-oxidación, SX-EW, fundición y calcinación.

Nuestros especialistas poseen sólidas trayectorias operacionales, habiendo impulsado numerosos proyectos desde la exploración, con identificación de muestras metalúrgicas, el desarrollo de programas de ensayos, el análisis de datos, el diseño de diagramas de flujo de procesos, los estudios de ventajas y desventajas de las diferentes alternativas disponibles, los estudios de ingeniería hasta la fase de la ingeniería de detalle, la construcción, la puesta en servicio y el soporte durante las operaciones.

Trabajamos con el fin de entregar recomendaciones y resultados que sean sensibles a los aspectos económicos y que aporten valor agregado a nuestros clientes. Poseemos la experiencia y las herramientas necesarias para maximizar la rentabilidad de sus proyectos. Dada la creciente demanda de personal operativo técnico experimentado, podemos cumplir la función de asesores técnicos seniors, para brindar servicios de soporte y capacitación, necesario para las operaciones y el personal de nuestros clientes.

Considerando las continuas modificaciones a los requisitos normativos y financieros en relación con la declaración y desarrollo de proyectos minerales, nuestra amplia experiencia en revisión de proyectos y due diligence, resulta vital para cumplir los requisitos de las evaluaciones de los proyectos de nuestros clientes. Nuestros especialistas también están a la vanguardia de las más recientes tecnologías sustentables.

## Servicios

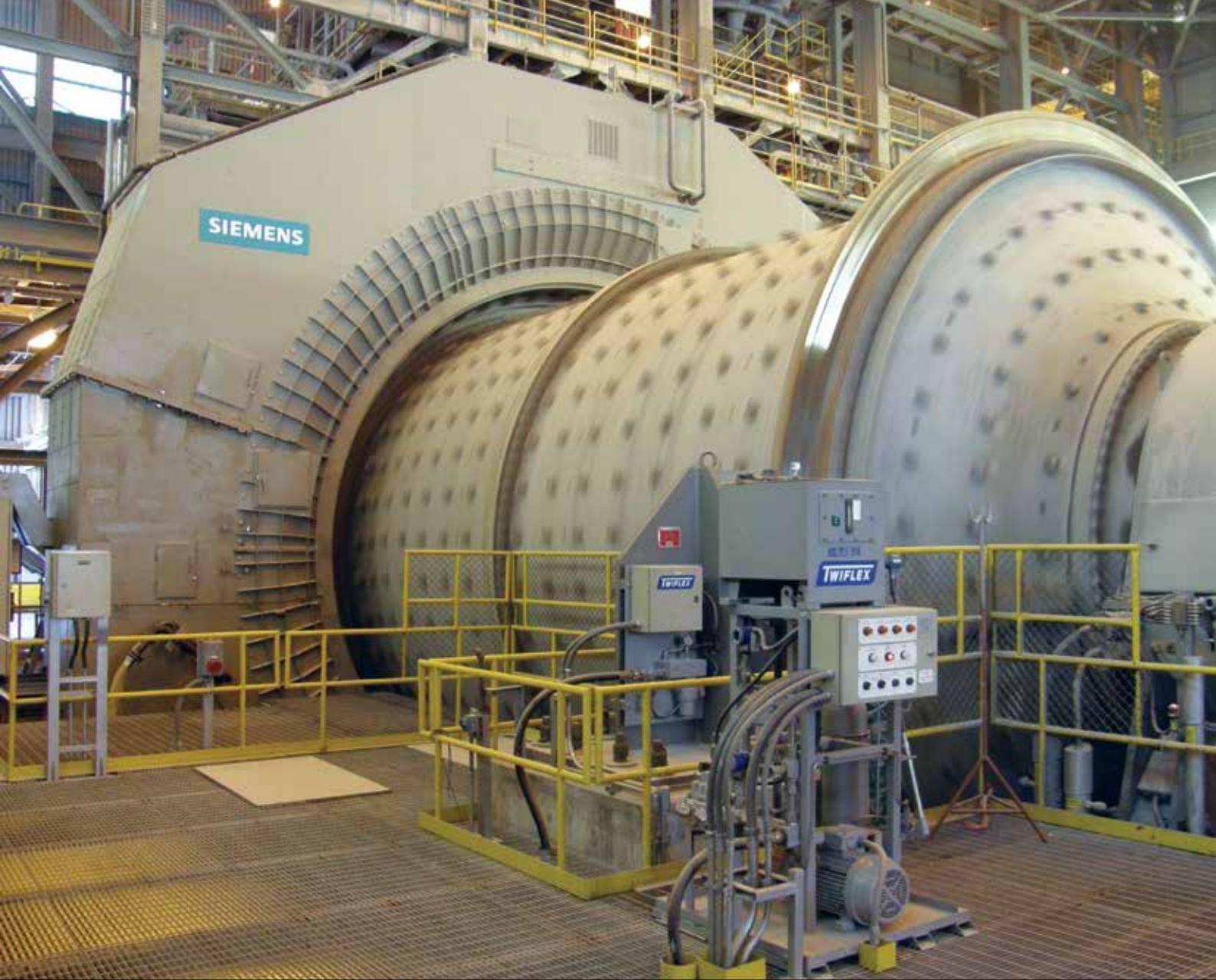
- Desarrollo y supervisión de programas de pruebas en laboratorio y plantas piloto
- Desarrollo de soluciones de procesamiento sólidas y económicas
- Diseño de plantas metalúrgicas
- Detección de problemas y optimización de plantas metalúrgicas y de procesamiento
- Revisiones operacionales y auditorías de plantas/ equipos
- Asesoría técnica y capacitación
- Revisión de proyectos
- Due diligence

Capstone Mining Corp

**Proyecto:** Mina Cozamin, México.

**Alcance:** Revisión metalúrgica y auditoría de la planta en la mina de cobre, plomo y zinc para garantizar la viabilidad de las capacidades actuales y propuestas de la planta y las recuperaciones de metales en relación con el informe técnico a nivel de NI43101, y para respaldar una nueva estimación de recursos.

**Resultado:** Se llevó a cabo la revisión metalúrgica requerida y se prepararon las secciones relevantes del informe técnico. En terreno, se entregaron recomendaciones al personal de operaciones con respecto a mejoramientos de los procesos y las operaciones para ayudar al aumento de la tasa de producción, la recuperación de metales y leyes de los concentrados.



Uno de los dos molinos de la Mina San Cristóbal en Bolivia. SRK realizó una revisión de ingeniería independiente de las operaciones, particularmente respecto de la explotación, el procesamiento y el programa de ciclos del proyecto

#### Compañía Minera Talvivaara

**Proyecto:** Mina Talvivaara, Finlandia.

**Alcance:** Preparación de un informe de expertos en minerales (IEM) para listarse en la Bolsa de Comercio de Londres y un informe de auditoría técnica del estudio de factibilidad para el financiamiento de la deuda. También actuamos como ingenieros independientes para los bancos prestadores.

**Resultado:** La revisión metalúrgica del proyecto se incorporó en el IEM y en los informes de auditoría. Estos se utilizaron para un listado exitoso de Talvivaara en la Bolsa de Comercio de Londres, y para una línea de financiamiento de la deuda por US\$ 300 millones.

#### Cliente Confidencial

**Proyecto:** Estudio metalúrgico para un concentrador de cobre/oro/magnetita, Rusia.

**Alcance:** Preparación del estudio metalúrgico, incluyendo el análisis de los ensayos metalúrgicos de laboratorio y pruebas a escala piloto realizados en Rusia. Supervisión del trabajo de ensayos de molienda para preparar un informe técnico con una descripción de las dimensiones de los molinos SAG y los molinos de bolas, de acuerdo a los parámetros JKTech.

**Resultado:** Se preparó un informe del estudio metalúrgico para el concentrador. Se especificó un circuito de molienda para abordar una amplia gama de parámetros de dureza del mineral.

#### Cliente Confidencial

**Proyecto:** Revisión de un proceso novedoso para tratar un mineral de estaño de baja ley en Kazajstán.

**Alcance:** El cliente desarrolló un novedoso proceso para recuperar el estaño desde materiales de baja ley, y solicitó una revisión independiente del trabajo de ensayos y el diseño de los procesos, como parte de la comercialización del mismo, que se encuentra en curso.

**Resultado:** Preparación de un informe, incluyendo una revisión del trabajo de ensayos disponibles, la química de procesamiento, el diagrama de flujo, equipos propuestos y los costos de capital y de operación del cliente, junto con las recomendaciones de SRK con respecto al trabajo futuro.

#### Aura Minerals Inc

**Proyecto:** Due diligence metalúrgica de propiedades en operación.

**Alcance:** Asesoría al equipo encargado del due diligence de Aura Minerals en la revisión de diversos proyectos operativos, propuestos para adquisición y entrega de recomendaciones para el mejoramiento de los procesos.

**Resultado:** El due diligence ayudó a la evaluación de tres propiedades auríferas operativas que Aura Minerals se encuentra en proceso de adquisición.

# Geotecnia para Infraestructura

Construyendo proyectos con bases sólidas

## Enfoque

Algunos problemas geotécnicos que pueden influir en el desarrollo de un proyecto incluyen el ambiente geológico, las condiciones del suelo, las aguas subterráneas y la sismicidad. Otros problemas podrían derivarse de los equipos e infraestructura particulares del cliente; por ejemplo, fundaciones con vibraciones provenientes de un molino, maquinaria con tolerancias limitadas al asentamiento y otras restricciones de diseño por efectos estructurales u operacionales.

Nuestros equipos de especialistas geotécnicos combinan sus amplios conocimientos y su experiencia con sofisticadas capacidades en modelamiento numérico, para desarrollar soluciones apropiadas y rentables para los proyectos de nuestros clientes. Nuestros servicios incluyen una detallada evaluación del sitio del proyecto para su desarrollo, el diseño de las fundaciones, la preparación de los diseños y la gestión de los contratos. También, investigamos y presentamos opiniones de especialistas y expertos con el fin de resolver controversias técnicas o legales. Entre los ejemplos se incluye la investigación y el diseño geotécnico para edificios, caminos, ductos, puentes, fundaciones en el área de una planta, instalaciones de embarcaderos y muelles, presas y otras estructuras de retención de agua, socavaciones y cierre de minas, como también pretiles, excavaciones profundas y túneles.

Cuando se trata de proyectos en zonas remotas del mundo, nuestros expertos regionales garantizan una cabal comprensión de los problemas locales. Estos podrían incluir suelos colapsables, expansivos o dispersivos y en condiciones meteorizadas. Nuestros expertos en interacción entre suelos y estructuras pueden asesorar al cliente en el diseño de los revestimientos de túneles, reemplazo de materiales para fundaciones, fortificación o entibación lateral de excavaciones profundas y optimización de procedimientos de construcción. Nuestros expertos geotécnicos para climas fríos ofrecen asesoría especializada en diseños de infraestructura y fundaciones en zonas con permafrost. Gracias a nuestra extensa cobertura geográfica, podemos ofrecer a nuestros clientes, la conocimiento requerida para resolver los desafíos planteados para cada uno de sus proyectos.

## Servicios

- Investigación geotécnica
- Diseño de fundaciones
- Diseño de fortificaciones laterales y muros de contención
- Investigación de materiales de empréstito
- Diseño de presas e inspecciones de seguridad
- Excavaciones y rellenos
- Control de erosión
- Evaluación de riesgos geológicos
- Análisis de estabilidad de terrenos
- Geotecnia y diseño de túneles
- Monitoreo e instrumentación
- Recuperación de terrenos

Anglo American Exploration Division

**Proyecto:** Túnel Sur, Mina Los Bronces, Chile.

**Alcance:** Supervisión técnica en terreno, que involucró el control de los aspectos de avance operacional, geología y topografía, junto con el desarrollo previo del diseño, desde la ingeniería conceptual a la ingeniería de detalle, para la excavación de un túnel con máquina tuneladora (TBM), de longitud 8 km x 4.5 m de diámetro.

**Resultado:** La primera etapa de las obras incluyó la excavación del portal de superficie, junto con la excavación de la caverna de montaje mediante el método tradicional de perforación y tronadura. La segunda etapa contempló la excavación con la máquina TBM.



El comienzo – disposición superficial de fortificación lateral y pilotes para soporte de cargas, Konkola, Zambia

#### MLP

**Proyecto:** Depósito de relaves El Mauro, Chile.

**Alcance:** Ingeniería de detalle para tres túneles.

**Resultado:** Desarrollo de la ingeniería de detalle para tres túneles como parte del proyecto del tranque de relaves El Mauro. Se consideraron túneles de 2.4, 2.5 y 3.5 km de longitud y de sección 4.5 x 4.9 m. Para los túneles, portales y botaderos, SRK realizó el diseño completo, las especificaciones técnicas, los documentos de licitación, las evaluaciones de contratistas durante el proceso de licitación y visitas a terreno de asesoría durante la construcción. Los túneles están construidos y en operación.

#### Miramar Hope Bay Limited

**Proyecto:** Mina Doris North, Nunavut, Canadá.

**Alcance:** Diseño de infraestructura de superficie para una pequeña mina de oro de alta ley en el alto Ártico y trabajo geotécnico en terreno, que incluyó perforaciones mar adentro. Además, el trabajo incluyó una instalación permanente para descargas de barcazas, 5 km de camino y pista de aterrizaje para todo tipo de climas, campamento, plataformas para la fundación del molino, áreas de almacenaje, un puente, un área para estanques de combustible de 5 ML, depósitos de explosivos y un depósito de relaves de núcleo congelado sin precedentes hasta la fecha.

**Resultado:** La instalación para descarga de barcazas, el camino y la pista de aterrizaje se construyeron posteriormente, de acuerdo al diseño de SRK, y, actualmente, se encuentran en uso, permitiendo una gran flexibilidad logística.

#### Konkola Copper Mines/ Vedanta–Grinaker-LTA Mining Contractors

**Proyecto:** Pique N°4, Konkola, Zambia.

**Alcance:** Diseño del collar del pique, las fundaciones de la cesta de poleas y los soportes subterráneos de las estaciones del pique, los silos de almacenamiento de mineral y las cámaras de chancado.

**Resultado:** Se diseñó un doble anillo de pilotes, cuyo anillo interior se utilizó como soporte lateral inicial, y los pilotes exteriores se utilizaron para soportar el cableado (1000 t por anclaje). El aspecto singular del diseño involucró la socavación de los pilotes a 25 m de profundidad, utilizando un método de excavación de galería con segmentos prearmados para realizar un ensanchamiento de la fundación, con el objeto de transferir las cargas a la base de roca.

#### Lebalelo Water Users Assoc.

**Proyecto:** Plan de abastecimiento de aguas del Lebalelo, para diversas minas de platino, Sudáfrica.

**Alcance:** Estudio de factibilidad y diseño del sistema general, estudios ambientales y sociales, investigaciones geotécnicas y monitoreo en terreno. El trabajo incluyó un pretil de baja altura con una canaleta con exclusas y estación de bombeo de baja altura; estructura de decantación de finos y una presa de almacenamiento fuera del cauce de 570 000 m<sup>3</sup>; una estación de bombeo de alto nivel, y una estación de bombeo auxiliar, cada una con tres conjuntos de bombas; estanques de hormigón con capacidad para 20 mega-litros, para el manejo y el equilibrio de almacenamiento del sistema y cinco presas de almacenamiento para los usuarios finales; y una subestación eléctrica, instalaciones y administración.

**Resultado:** El sistema está operando exitosamente, y será incorporado en un sistema regional de mayor envergadura.

# Revisión Independiente de Proyectos

Detectando fallas fatales; confirmando pronósticos

## Enfoque

Podemos asesorar a nuestros clientes en las adquisiciones, participación y financiamiento de proyectos, due diligence y, además, ofrecer revisiones y reportes independientes focalizados en su negocio.

Cada proyecto tiene sus características propias y particulares y áreas de riesgo, por lo que se requiere la atención de diferentes profesionales experimentados para asignar y coordinar eficientemente los recursos, con el fin de desarrollar revisiones e informes independientes focalizados en los temas de interés.

Como somos una compañía independiente sin participación en ningún proyecto, nuestra asesoría imparcial es ampliamente aceptada por la comunidad internacional, tanto bancaria e inversionista, como por un amplio espectro de clientes del sector minero. Nuestros consultores experimentados suelen ser requeridos por instituciones financieras para realizar auditorías de due diligence, de reservas y recursos minerales, asesorías mineras y estudios ambientales, para la inclusión de los proyectos a ser listados en las bolsas de valores en diferentes países, como también para contratos de compra y venta y de tasación. Además, actuamos como testigos expertos en litigios relacionados con aspectos mineros.

Hemos participado en algunas de las mayores transacciones mineras del mundo, incluyendo la reestructuración minera de Katanga, la oferta para la toma de control de Harmony/Gold Fields, la división de Kumba Exxaro, el due diligence de los activos de Noranda/Falconbridge, los trámites para la oferta pública inicial de Fresnillo PLC y Fujian Zijin Gold y el doble listado de Sino Gold en la Bolsa de Valores de Hong Kong.

Debido a nuestro tamaño y cobertura geográfica, podemos organizar y desplegar los equipos multidisciplinarios requeridos simultáneamente desde múltiples lugares, a través del mundo y con extrema prontitud. Esto no solo reduce los costos para nuestros clientes, sino que también permite un rápido avance en diversos frentes, lo que suele ser crucial para cumplir con los plazos de las transacciones.

Sabemos los aspectos que se requieren para que una revisión independiente brinde seguridad, destaque las áreas de riesgo y proporcione a los clientes información real y defendible sobre sus proyectos para cumplir con las normas de la comunidad de inversiones.

## Servicios

- Informes técnicos sin dependientes para divulgación pública, cumplimiento normativo e IPO's
- Revisiones técnicas para financiamiento de proyectos mineros
- Estudios de privatización
- Revisiones técnicas para fusiones y adquisiciones
- Evaluaciones de riesgos
- Asesorías técnicas y tasaciones
- Due diligence
- Participación en litigios como testigos expertos
- Auditorías técnicas
- Informes de profesionales expertos/competentes

Aluminium Corporation of China (Chalco)

**Proyecto:** Informe IPO para listarse en las bolsas de comercio de Hong Kong y Nueva York. Los proyectos mineros estaban ubicados en toda China.

**Alcance:** Fuimos contratados para preparar un informe experto independiente en un formato que cumpliera con las normas de cotización de ambas bolsas de comercio. Esto involucró la revisión de los datos, visitas a terreno y presentación de informes sobre una serie de proyectos mineros que se desarrollan en China.

**Resultado:** Nuestro informe fue aceptado por el cliente, sus bancos y otros asesores además de las bolsas de comercio. Chalco logró listarse exitosamente tanto en la bolsa de HK como de NY.



SRK cuenta con amplia experiencia en estudios de due diligence en todo el mundo, incluyendo esta pequeña mina de carbón subterránea en Guizhou, al sur de China.

#### Lihir Gold Limited

**Proyecto:** Mina Lihir Gold, Isla de Lihir, Papúa Nueva Guinea.

**Alcance:** SRK fue contratada para prestar servicios como ingeniero independiente para el banco a cargo del proyecto de Lihir Gold. Esto implicó inspecciones e informes anuales con respecto al desarrollo y avance del proyecto.

**Resultado:** SRK fue contratada durante más de cuatro años por Lihir Gold y el banco. Durante dicho período, se realizaron evaluaciones técnicas independientes de las fortalezas y debilidades técnicas, sociales y ambientales del proyecto aurífero.

#### Sino Gold Mining Limited

**Proyecto:** Segundo listado de Sino Gold Limited en la Bolsa de Comercio de Hong Kong.

**Alcance:** Sino Gold ya tenía un listado en la Bolsa de Valores Australiana (ASX) y solicitó a SRK realizar una revisión técnica y presentar un informe experto independiente de sus proyectos mineros y de exploración en China. El informe debía cumplir con los requisitos tanto de la ASX como de la Bolsa de Comercio de HK.

**Resultado:** El informe de SRK fue aceptado por la Bolsa de Comercio de HK e incluido en los documentos para listarse, tanto en inglés como en chino mandarín. Sino Gold tuvo éxito en realizar su segundo enrolamiento en la Bolsa de Comercio de HK y fue la primera empresa minera que cotizó en ambas bolsas de comercio.

#### Fresnillo PLC, México

**Proyecto:** Oferta Pública Inicial en la Bolsa de Comercio de Londres (LSE).

**Alcance:** Asesoría técnica y preparación de un informe experto sobre minerales, para la propuesta de listar en la LSE los activos de metales preciosos de la empresa, incluyendo las minas subterráneas Fresnillo y La Ciénaga, la mina a cielo abierto La Herradura y los derechos sobre la producción de plata (el activo Silverstream) de la mina subterránea polimetálica Sabinas. Los activos se integraron en un nuevo vehículo bajo el nombre de Fresnillo PLC.

**Resultado:** A través de un exitoso listado, se logró recaudar US\$ 1787 billones por el 23% de la empresa. Primera empresa mexicana que cotiza en la LSE.

#### Konkola Copper Mines Plc

**Proyecto:** Reestructuración de los activos de KCM, Zambia.

**Alcance:** Asesoría técnica para atraer otro inversionista estratégico después de la salida de Anglo American. Este trabajo incluyó una auditoría técnica de los activos existentes, una estrategia de rotación e identificación de las oportunidades para reducir los costos y generar liquidez a corto plazo, la selección de un nuevo equipo de gerentes de nivel superior y el desarrollo de un nuevo plan de negocios y modelo técnico-económico para la vida útil de la mina, que se utilizó como base para las tasaciones del asesor financiero.

**Resultado:** Se distribuyeron memorandos a los licitantes interesados, se prestó asistencia en el proceso de ventas mediante presentaciones a probables inversionistas, se brindó apoyo en el proceso de revisión de la base de datos, se realizaron consultas y adjudicaciones de licitaciones y se llevaron a cabo las negociaciones con los licitantes preferenciales.

# Investigación y Desarrollo

Mejorando nuestras metodologías y servicios

SRK procura participar activamente en proyectos de investigación aplicada a las áreas relacionadas con la minería. Ejemplos de actividades recientes en esta área incluyen:

- PCSLC – desarrollo conjunto con Gemcom International de una herramienta de planificación y programación minera para la minería por hundimiento de bloques.
- LOP – proyecto de investigación para el diseño de rajos abiertos de grandes dimensiones encabezado por CSIRO en Australia.
- Soportes para Roca Frágil – proyecto financiado por la industria internacional e iniciado por Itasca Consulting Group, a través del cual se abordan los problemas relacionados con la explotación subterránea en macizos rocosos frágiles.
- MMT – Tecnología de Minería Masiva; anteriormente conocido como International Caving Study, es un proyecto con auspicio internacional que aborda los problemas asociados, principalmente, a la minería por hundimiento.
- PETT (Relaves en pasta y espesados) – esquemas piloto para evaluar las características de espesamiento y depositación de relaves espesados y en pasta.
- Programa de Investigación MEND (Drenaje de Minas Ambientalmente Neutro) – revisión del diseño y construcción de cubiertas para residuos mineros en regiones frías, identificando tanto las deficiencias como las oportunidades existentes, para entender de mejor manera los fenómenos de las regiones frías.
- Colaboración y asesoría en los programas de investigación de la Université Laval (caracterización geotécnica, congelamiento del suelo), Queen's University (lixiviación con arsénico a partir de relaves) y el INRS (flujos de calor y gas en botaderos de roca).
- Modelamiento 3D de la geología a través del desarrollo del programa Leapfrog™ y su integración con otros programas avanzados de modelamiento geológico 3D.
- Centre of Excellence in Geochemical Engineering – en asociación con la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Cardiff. La investigación incluye:
  - Extracción de metales y producción de ácido sulfúrico a partir de residuos de una mina compleja de metales preciosos y básicos y de residuos metalúrgicos. Este programa ha generado dos procesos de registro de patentes.
  - Geometalurgia de yacimientos de uranio.
  - Evaluación de la LM/DAR mediante métodos de predicción de terreno y laboratorio y trabajo de ensayos geoquímicos.
  - Mitigación de la LM/DAR, particularmente mediante esquemas de tratamiento pasivos.
  - Tecnología de gasificación de lechos de carbón.
  - Una exitosa asociación de investigación que durante ocho años ha producido más de 30 publicaciones.
- SIMRAC, MHSC (Comité Asesor de Investigación sobre Seguridad en Minas, Consejo para la Salud y la Seguridad en la Minería), Sudáfrica – nuestros proyectos de investigación incluyen el monitoreo y el diseño de estructuras de hormigón proyectado, ensayos estáticos y dinámicos de respaldo para minas subterráneas, el cálculo del riesgo y el costo de los derrumbes de roca.
- Comisión de trabajo sobre el selenio – desarrollo de un modelo de lixiviación con selenio para cinco grandes minas de carbón en la cuenca de drenaje del valle del Elk.



Todo tipo de proyectos mineros, en las más diversas condiciones ambientales y en todas las regiones del mundo.

Para conocer más acerca de SRK y de cómo podemos ayudar a enfrentar los desafíos de su próximo proyecto minero, por favor visítenos en:

