



## INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA UNA MINERÍA SOSTENIBLE



EXPOSITORES: Dr. Bernhard Dold, profesor de la cátedra de Geoquímica Aplicada, División de Geociencias e Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica de Lulea (Suecia).

### FICHA TÉCNICA

**Conferencia:**  
Innovación e investigación para una  
minería sostenible

**Expositores:**  
Dr. Bernhard Dold, profesor de la  
cátedra de Geoquímica Aplicada,  
División de Geociencias e Ingeniería  
Ambiental de la Universidad  
Tecnológica de Lulea (Suecia).

**Presidente de mesa:**  
Presidente de mesa: Ing. Henry Luna  
Córdova, director del Instituto de  
Ingenieros de Minas del Perú (IIMP).

### ANTECEDENTES

La Universidad Tecnológica de Lulea, ubicada a 6 km al sur del círculo polar, es conocida como el centro de estudios superiores en minería de Suecia, uno de los pocos países que cuenta con actividad minera en la Unión Europea, junto a Alemania y Polonia.

Las minas Kiruna y Aitik, de hierro y cobre, respectivamente, son las más emblemáticas de Suecia, siendo la segunda considerada como la más eficiente del mundo, donde se extrae mineral con una ley de 0.2% de cobre, pero con una alta recuperación.

Fundada en 1971, la universidad se dedica en un 57% a investigación científica y 43% a educación. Cuenta con 15,000 estudiantes, 1,700 empleados, 824 profesores e investigadores y 361 estudiantes de doctorado.

La industria sueca cuenta con un clúster minero consolidado, conformado por empresas, proveedores y la academia, cuya interacción es fundamental para el desarrollo de tecnología.

Con una visión de futuro al 2030, Suecia ha establecido cuatro objetivos en cuanto a minería: productividad para alcanzar la sostenibilidad económica; aplicación de tecnologías disruptivas para lo cual se debe asumir el riesgo al cambio; licencia para operar, en especial



en las zonas con presencia de pueblos nativos y, a partir de marzo de 2030, no producir desechos mineros contaminantes.

Para alcanzar esos objetivos se necesita de una activa colaboración a lo largo de la cadena de valor del proceso minero, siendo la Universidad Tecnológica de Lulea una de las pocas organizaciones que cuenta con formación en geología, minería, procesamiento de minerales, metalurgia y medio ambiente.

Es así que cuentan con programas de educación en toda la cadena de valor minera, desde ingeniería de recursos naturales, ingeniería de minería y procesamiento de rocas, hasta ingeniería de procesos sostenibles.

La colaboración entre la academia y la industria, se inicia cuando las empresas acuden a las universidades para resolver un problema, dado que a diferencia de lo que ocurre en Latinoamérica, el sector privado si confía en la respuesta de los centros de estudios superiores.

Un proyecto desarrollado en la universidad en general demora entre 3 a 5 años para dar una respuesta efectiva a la industria y tienen carácter confidencial, fundándose en la confianza y el cumplimiento de metas.

En Suecia han estimado que para alcanzar la plena sostenibilidad deben esperar unos 10,000 años, para que una nueva glaciación se lleve los desechos mineros y, en ese sentido, han decidido tomar acciones ahora, ya que la tecnología ofrece otras alternativas para evitar que la minería genere desechos contaminantes.

En la medida que actualmente la industria requiere de un abanico de minerales para el desarrollo de la civilización, se abre una gran oportunidad para que las operaciones mineras aprovechen el íntegro de productos y subproductos que ofrece la naturaleza, al punto de no generar desechos.

La idea es ver en los relaves una oportunidad para producir, por ejemplo, insumos para la construcción, metales raros y otros, de tal manera que su reprocesamiento genere ingresos para la industria.

En Chile han realizado un análisis de los 9 mil millones de toneladas de relaves que han acumulado y han determinado que

tiene 0.23 de ley, más que la mina Aitik, por lo que su aprovechamiento con el uso de tecnología es posible, más aun tratándose de un recurso ya molido, lo que presenta un 30% de ahorro en comparación con una operación tradicional.

Además, cuando los relaves son desulfurados, queda arena comercializable, cuarzos que sirven para paneles solares, entre otros, lo que genera ingresos y, sobre todo, ahorro en remediación porque no habría contaminación posible, lo que favorecería la obtención de la licencia social.

Para lograr ese objetivo, es necesario caracterizar bien la mineralogía desde el principio con equipos de alta tecnología, trabajo que se desarrolla en Lulea con el propósito de caracterizar todo el volumen mineralógico.

En la actualidad, solo el 10% del material de una mina es comercializable, el resto lo constituye el feldespato, cuarzo y micas, entre otros, que también tienen aplicaciones en la industria y pueden generar ingresos, por eso no solo se debe apuntar a los commodities. Con esta visión, se podría cambiar la imagen de la minería de destrucción a otra de crecimiento sostenible más diversificado.

Primero hay que retirar todos los sulfuros, que contienen cobalto, oro y pirita, ser muy eficientes en la separación de los metales, y utilizar lo que queda, por ejemplo, en material para construcción, enfoque que viene siendo respaldado por fondos concursables en Europa.

Los Andes de Sudamérica son muy ricos en minerales, y este enfoque integral podría ser una alternativa para combatir la oposición a la actividad minera, en la medida que no se generan grandes contaminantes.

La Universidad Tecnológica de Lulea cuenta con un Centro Avanzado de Minería y Metalurgia, que tiene fondos para investigar en esa dirección con el fin de lograr una minería altamente sostenible. Para ello, realizan una colaboración interna e internacional con el objetivo de aumentar la movilidad de los estudiantes y profesionales, incrementar el número de doctorados y lograr más soluciones para la industria minera.

En ese contexto, en colaboración con la Universidad Nacional

de San Agustín de Arequipa, con el apoyo del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, se trabaja para implementar un Centro Internacional de Investigación e Innovación en Minería Sostenible.

Actualmente, se dimensiona la infraestructura para el laboratorio y la gente que se requerirá, para lo que se cuenta con financiamiento del canon minero, sin embargo, el problema es como producir capacidad de investigación, lo que toma tiempo, y requiere inversión en los nuevos talentos.

Por ejemplo, se necesita otorgar entre 10 a 15 becas para que estudiantes peruanos hagan su doctorado en Suecia y regresen como investigadores al centro. También se requiere gente preparada para operar los equipos de última tecnología, para lo que es imprescindible contar con inversión. Sin esto se corre el riesgo de construir un "elefante blanco".

En un símil con los recursos que se pueden obtener del ganado vacuno, en la minería no solo debemos sacar el lomo, sino aprovechar otras partes para anticuchos y embutidos, con la finalidad de minimizar desechos, cambiar la imagen de la industria y conseguir la licencia social.

## APORTES DE LA SALA

- En Perú se debe transitar el camino de no solo vender concentrados y dar valor agregado a los minerales, mediante métodos metalúrgicos y en todo el proceso industrial. El país no debe quedarse como productor primario, porque estos recursos un día se van a acabar, y se debe pensar en el largo plazo y dar ese salto ahora, con inversión en educación.

Es necesario, más allá de algunos casos aislados, fomentar la creación de masa crítica que simiente el desarrollo industrial del país.

- Para reflotar la refinería de La Oroya, donde en el pasado se producía muchos subproductos y éramos líderes mundiales, se debe invertir para contrarrestar el problema ambiental, con fondos del canon minero y otros disponibles. El problema no es financiamiento sino decisión política.

Las minas de hierro del Perú tienen 10 veces más cobalto que en Kiruna, por lo que se abre una oportunidad para un mayor aprovechamiento.

- Actualmente, existen las técnicas para separar los minerales, el problema es hacer un buen diseño desde el inicio para minimizar el volumen de desechos y mostrar a la sociedad que la minería crea, por ejemplo, fábricas de ladrillos, que dan más empleo que la mina misma y reducen el impacto ambiental y los problemas sociales.

Hay experiencias de empresas mineras muy proactivas en esa dirección, pero también otras más tradicionalistas. Lo importante es apoyar a aquellos que quieren hacer el cambio, y mostrar los resultados como ejemplo de la minería del futuro.

- La implementación de centros de desarrollo e innovación implica altos costos. En Perú vía proyectos de investigación se podría financiar becas con el canon minero, para que más profe-

sionales puedan hacer sus doctorados y contar así con investigadores de primer nivel.

Ese debe ser el reto para las universidades de provincias. Además, debe tomarse en cuenta que si los salarios no son competitivos, los jóvenes investigados preferirán a la industria. En Suecia se paga para que los investigadores vivan cómodos y puedan desarrollar sus ideas e innovaciones.

- El perfil de un estudiante para el mercado internacional es que domine el idioma inglés, sea flexible, pueda integrarse con facilidad, y tener alta automotivación para sacrificarse unos años con el fin de lograr sus metas, por ejemplo, lograr un doctorado. No es un trabajo es una vocación.

Antes de finalizar el Jueves Minero, el ingeniero Luna anunció que el CEO de Stracon, Steve Dixon fue el ganador de la camiseta de la selección peruana de fútbol, firmada por los jugadores que participan en el mundial de Rusia 2018, que el IIMP subastó sumándose a la campaña de apoyo de la niña Gabriela Espinoza Ordinola.