

## Tratamiento de Efluentes y Recuperación de metales con BioSulphide® ó ChemSulphide®



### BioteQ ofrece soluciones para el tratamiento de aguas en:

- Drenaje Ácido de Mina
- Acatamiento de normas de sulfato
- Efluentes industriales
- Corrientes de purga metalúrgica y procesamiento mineral
- Agua freática y drenaje superficial contaminados

### Ventajas de la tecnología de recuperación de metales de BioteQ:

- Produce agua limpia que cumple con estrictos criterios de calidad del agua para descarga en el medio ambiente
- Recupera productos metálicos comercializables de alta ley que son adecuados para la refinación
- Genera ingresos de los residuos, compensando así el costo del tratamiento de las aguas y asegurando de esa manera que el proceso sea económicamente sustentable
- Reduce ó elimina los pasivos ambientales a largo plazo generados por los procesos alternativos de tratamiento de aguas contaminadas por metales
- Ahorra dinero en comparación con otros procesos de tratamiento

### Tecnología para la remoción de metales disueltos

Los procesos BioSulphide® y ChemSulphide® de BioteQ retiran los metales disueltos de las aguas residuales y de los efluentes de proceso contaminados, produciendo agua limpia que puede ser descargada en el medio ambiente, y productos metálicos comercializables que pueden compensar los costos del tratamiento de aguas.

Los procesos de BioteQ reducen los pasivos ambientales relacionados a procesos de tratamiento alternativos al eliminar la generación de lodo contaminado por metales.

BioteQ ofrece una gama completa de tecnologías de tratamiento de agua y los servicios de operación adaptados a las necesidades de los clientes, incluyendo el diseño de procesos, suministro de la planta, puesta en marcha y gestión de operaciones.

Entre los clientes de BioteQ se encuentran las principales compañías mineras del mundo, operadores de servicios públicos y reglamentadores, incluyendo a Xstrata, Aditya Birla, Jiangxi Copper Company, Capstone Mining, y la agencia US Environmental Protection Agency.

## Agua contaminada por metales

Las aguas residuales contaminadas por metales representan uno de los pasivos ambientales más importantes para la industria minera. La industria de minería, procesamiento mineral y producción de metales a menudo genera corrientes de efluentes con elevadas concentraciones de metales tales como cobre, zinc, cadmio, plomo, manganeso, níquel, hierro, aluminio y magnesio. Estos metales pueden encontrarse presentes en las soluciones de lixiviación, las cuales pueden requerir ser tratadas antes de su eliminación o reciclado en un determinado proceso metalúrgico, ó como contaminantes en el drenaje de la mina a causa de reacciones naturales que ocurren dentro de las pilas de reservas minerales y de relaves. Esta última fuente de agua contaminada es a menudo llamada "drenaje ácido de mina" (DAM), conocido también como drenaje ácido de roca, y constituye una de las cuestiones ambientales más críticas que debe afrontar la industria en el ámbito mundial. El DAM puede ocurrir mucho tiempo después de que las operaciones de explotación minera hayan cesado.

Se calcula que más del 70% de las áreas mineras del mundo contienen drenaje ácido de minas ó aguas residuales contaminadas por metales, sumando miles de minas. Ya que la resultante solución contaminada por los metales es tóxica para el medio ambiente, la calidad del agua se encuentra regulada en la mayoría de las jurisdicciones, y los organismos reglamentadores ambientales obligan a las compañías mineras a tratar el agua. Además, muchas jurisdicciones exigen que las compañías mineras presenten garantías que cubran costos de limpieza a largo plazo. A medida que los reglamentos ambientales se tornan más estrictos globalmente, las empresas de minería líderes han comenzado a buscar formas de mejorar la sostenibilidad de sus operaciones mineras, y de mitigar potenciales pasivos ambientales a largo plazo.



Efluente minero

## Opciones de tratamiento

### Tratamiento con cal

Históricamente, las empresas mineras han utilizado la cal para tratar el agua contaminada por metales. Al mezclarse con el agua, la cal se combina con los metales disueltos, precipitando así los metales como 'lodo'. Existen limitaciones significativas en el proceso de tratamiento por medio de cal:

- Primero: la cal no es capaz de retirar todos los metales disueltos, por lo que la calidad del agua resultante no siempre cumple con las directrices de los organismos reglamentadores, sobre todo a medida que los reglamentos ambientales se tornan más estrictos;
- Segundo: el lodo resultante contiene metales tóxicos, y es necesario manejarlo y almacenarlo, a menudo a perpetuidad. Ello crea un pasivo ambiental continuo para las empresas de minería, y una inquietud ambiental de largo plazo para las agencias reglamentadoras y para las comunidades;
- Tercero: el lodo puede ser regenerado por muchos años.

### Tratamiento utilizando BioSulphide® ó ChemSulphide®

BioteQ ha desarrollado tecnologías de procesamiento singulares – los procesos BioSulphide® y ChemSulphide® - que pueden recuperar de manera selectiva los metales disueltos de las aguas contaminadas, generando de esa forma productos metálicos comercializables de alta ley y agua limpia que puede ser reciclada ó descargada en el medio ambiente.

Ya que los procesos de BioteQ pueden eliminar la generación de lodo contaminado por metales, el proceso puede reducir de manera significativa los pasivos ambientales y los costos de mitigación a largo plazo típicamente relacionados a los procesos de tratamiento alternativos.

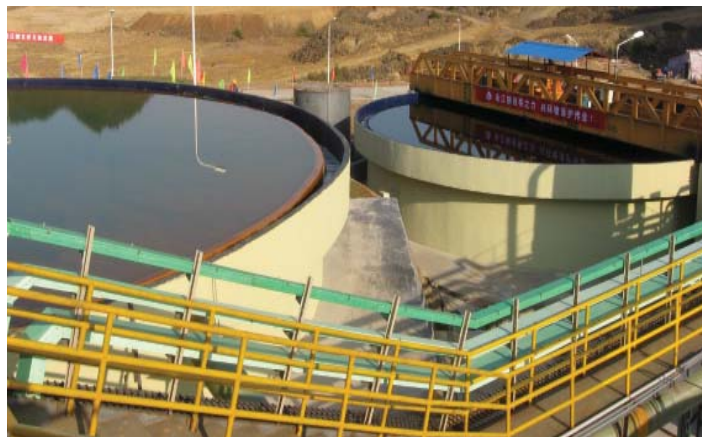
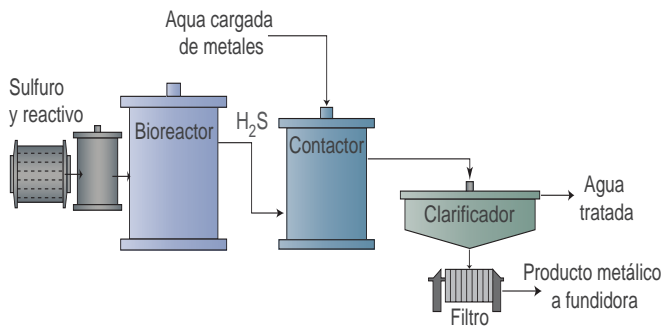


El proceso de BioteQ puede eliminar la generación de lodo contaminado por metales

## Las tecnologías de recuperación de metales de BioteQ

El proceso BioSulphide® de BioteQ consta de dos etapas, química y biológica. En la etapa biológica, las bacterias reductoras de azufre que se encuentran dentro de un bioreactor anaeróbico producen sulfuro de hidrógeno gaseoso (H<sub>2</sub>S). El gas es transferido a un tanque contactor que contiene el agua contaminada a ser tratada; en la siguiente etapa, la química de la solución en el tanque es ajustada para precipitar selectivamente metales como sulfuros metálicos puros. Los metales precipitados y el agua tratada son bombeados hacia un clarificador donde se separa el agua limpia de los sólidos metálicos para ser descargada ó reciclada. Los sólidos metálicos son filtrados con el objeto de retirar el agua excesiva, generándose así un producto metálico de alta ley que es adecuado para la refinación. Para recuperar múltiples tipos de metales se disponen en serie tanques contactores y clarificadores aparte.

### BioteQ's BioSulphide® Process



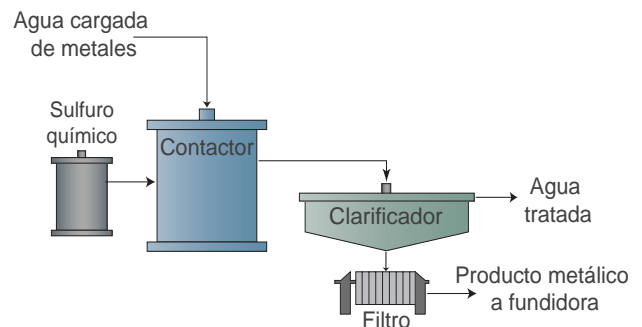
La planta de tratamiento de aguas de BioteQ en Dexing, China, recupera cobre del drenaje ácido de mina

El proceso ChemSulphide® sigue un método similar, pero en vez de emplear sulfuro de hidrógeno generado biológicamente, el proceso utiliza reactivos de sulfuro químico.

En ambos casos el resultado consiste en productos metálicos comercializables y agua limpia que puede ser reciclada ó descargada en el medio ambiente.

Los metales que pueden ser recuperados incluyen al cobre, níquel, zinc, y cobalto – metales que típicamente se venden para compensar los costos del tratamiento de aguas. También puede realizarse la remoción de otros metales tóxicos en el agua, tales como el arsénico, antimonio, cadmio, plomo, molibdeno, selenio y manganeso.

### BioteQ's ChemSulphide® Process



“En ambos casos el resultado consiste en productos metálicos comercializables y agua limpia que puede ser reciclada ó descargada en el medio ambiente”

## Las ventajas de la solución de BioteQ

Las tecnologías de BioteQ tienen un impacto ambiental positivo y son ambiental y económicamente sustentables. Las soluciones comprobadas que ofrece la compañía para el tratamiento de aguas:

- **Reducen ó eliminan la generación de lodo** y los relacionados pasivos ambientales a largo plazo causados por procesos de tratamiento alternativos;
- **Producen agua limpia** que cumple con los criterios de calidad del agua para descarga en el medio ambiente ó para su reciclado en el proceso industrial;
- **Recuperan subproductos de metales comercializables** que son vendidos con el objeto de compensar los costos del tratamiento del agua;
- **Ahorran dinero** en comparación con otros procesos de tratamiento;
- **Cumplen con las normas ISO 14001** de gestión ambiental.
- **Proporcionan una solución sustentable a largo plazo** para el tratamiento de aguas que mitiga el impacto ambiental de las aguas residuales contaminadas por metales.

## “BioteQ ofrece tecnología comprobada y habilidad operativa que aseguran operaciones constantes y confiables de tratamiento de aguas”

BioteQ ofrece una solución completa de tratamiento de aguas subcontratado, con tecnología comprobada y habilidad operativa que aseguran operaciones constantes y confiables de tratamiento de aguas.

Al trabajar con un operador de renombre, los clientes de BioteQ reducen el riesgo que conlleva la aplicación de nuevas tecnologías, y logran tener acceso a operadores especializados en el tratamiento de aguas, mitigando así la escasez de recursos humanos que afronta el sector minero. La compañía ofrece también una garantía de proceso.



Los procesos BioSulphide® y ChemSulphide® de BioteQ producen agua limpia que puede ser descargada en el medio ambiente



Los procesos recuperan productos metálicos comercializables que pueden ser vendidos para compensar los costos del tratamiento de aguas

## Operaciones comercialmente comprobadas

BioteQ ha financiado, construido y operado nueve plantas comerciales para el tratamiento de aguas, mediante las cuales se realiza la remoción de metales de las aguas residuales contaminadas. La empresa sigue operando plantas en Estados Unidos, Canadá, Australia, y China.

BioteQ tiene una fuerte línea de desarrollo de futuros proyectos en Canadá, EEUU, China y Chile. BioteQ proporciona el diseño de proceso, suministra la planta, la puesta en marcha, el entrenamiento y la gestión de operación, adaptadas a las necesidades de los clientes.

Entre los clientes de la compañía figuran algunas de las empresas líderes en la minería mundial, operadores de servicios públicos, y agencias reglamentadoras, incluyendo a Xstrata, Aditya Birla, Jiangxi Copper Company, Capstone Mining, Breakwater Resources, y la agencia US Environmental Protection Agency.

Durante 2009, las plantas de tratamiento de aguas de BioteQ:

- lograron una disponibilidad operativa del 98%,
- procesaron más de 7.25 mil millones de litros de agua contaminada,
- recuperaron más de 2 millones de libras de metales disueltos



Planta BioSulphide® de BioteQ

### Planta BioSulphide®, EU Empresa minera con sede en EU

BioteQ opera una planta en EU en sociedad con una empresa minera mayor estadounidense, recuperando cobre del drenaje de una gran pila de mineral de baja ley en una mina inactiva. Esta planta, la cual utiliza el proceso BioSulphide® de BioteQ, cuenta con una capacidad de 500 m<sup>3</sup>/h, y en 2008 produjo 1.3 millones de libras de cobre. La planta se encuentra en operación desde 2004.

### Raglan, QC Xstrata

BioteQ opera una planta en la mina Raglan de Xstrata en la parte norte de Quebec, donde recupera níquel de aguas contaminadas para producir un concentrado de alta ley. El efluente de la planta de BioteQ cumple con estrictos criterios de calidad del agua, misma que es descargada directamente al medio ambiente. La planta cuenta con una capacidad de 240 m<sup>3</sup>/h, y en 2009 procesó 915,000 m<sup>3</sup> de agua. La planta se encuentra en operación desde 2005.

### Mt. Gordon, Australia Aditya Birla

BioteQ opera una planta en la mina de Mt. Gordon, propiedad de Aditya Birla en Queensland, Australia. Esta planta recupera cobre, níquel y cobalto utilizando el proceso ChemSulphide® de BioteQ, llevando a cabo el tratamiento del efluente generado por el drenaje de los botaderos y de las reservas de baja ley. La planta, que cuenta con una capacidad de 250 m<sup>3</sup>/h, se encuentra en operación desde principios de 2008.

### Dexing, China Jiangxi Copper Company

BioteQ opera una planta en la mina Dexing en sociedad con Jiangxi Copper Company, recuperando cobre mediante el proceso ChemSulphide® de BioteQ, tratando las aguas residuales generadas por el drenaje de los botaderos y de las reservas de mineral de baja ley. La planta cuenta con una capacidad de 1,000 m<sup>3</sup>/h, y se encuentra en operación desde principios de 2008. Se tiene previsto que la capacidad de producción anual será de hasta 3.6 millones de libras de cobre.

### Wellington Oro, Colorado Town of Breckenridge / US EPA

BioteQ ha diseñado una planta con la tecnología ChemSulphide® para remover cadmio y zinc del drenaje de una mina en Colorado. El proceso de BioteQ fue seleccionado por un equipo de revisión que incluyó la EPA de EEUU. Se seleccionó debido a su capacidad de producir agua tratada que cumple los estrictos criterios de calidad del agua para el contenido de metales disueltos, sin la generación de lodos residuales que requieran de disposición especial.

## La solución total de BioteQ para el tratamiento de aguas

Las tecnologías BioSulphide® y ChemSulphide® también pueden combinarse con el proceso de intercambio iónico Sulf-IX™ de BioteQ, así como con la neutralización con cal, en lo que la compañía ha denominado como el concepto de Tratamiento Total de Aguas. En muchas minas y otros sitios industriales, las corrientes de aguas residuales y de procesos contienen metales y sulfato cuya remoción debe realizarse para permitir la descarga de un efluente final que cumpla con los reglamentos correspondientes tanto a los metales como al sulfato. El diagrama de flujo que aparece más abajo muestra el tratamiento total de aguas. Mediante la integración de estas tres tecnologías, los efluentes mineros pueden ser tratados para llevar a cabo la remoción de todos los componentes reglamentados de las aguas contaminadas con el potencial de no producir productos residuales sólidos ó líquidos que requieran tratamiento adicional ó almacenamiento a largo plazo.

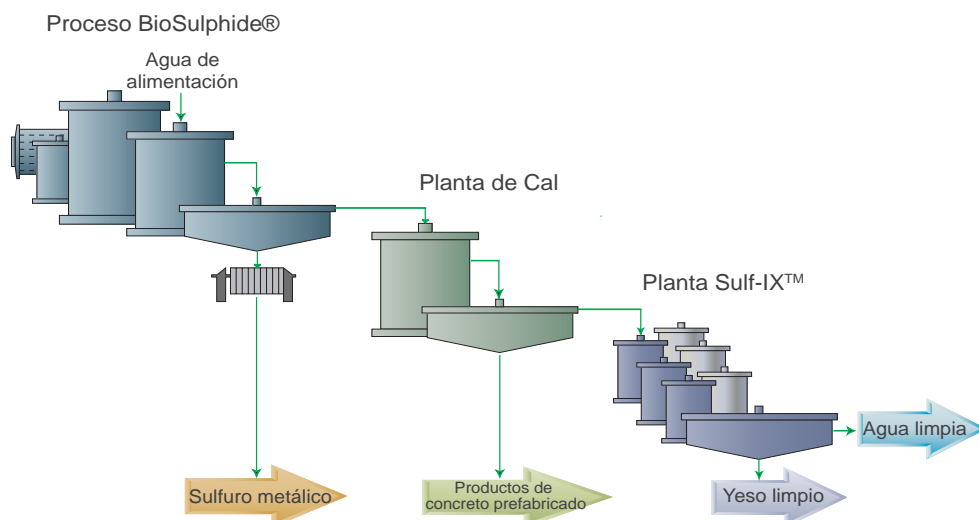
El agua contaminada sería tratada primero utilizando el proceso BioSulphide® ó el proceso ChemSulphide® para retirar y recuperar de manera selectiva metales tales como el cobre, níquel, cobalto y zinc en forma de productos de sulfuro metálico comercializables y de alta ley. Como ya lo han demostrado las plantas comerciales de BioteQ, si las concentraciones de metales son lo suficientemente altas en la alimentación, esta etapa inicial de tratamiento puede lograr un rápido repago del capital y una operación rentable continua, además de poder compensar en forma significativa los costos de las dos etapas de tratamiento subsiguientes.

“Mediante la integración de estas tres tecnologías, los efluentes mineros pueden ser tratados para llevar a cabo la remoción de todos los componentes reglamentados de las aguas contaminadas”

El agua tratada de la planta BioSulphide® podría entonces pasar a una planta de cal convencional para la remoción de los metales restantes a niveles bajos, al igual que reducir la concentración del sulfato hasta 1,600 – 1,800 mg/L. Ya que la remoción de los metales pesados puede llevarse a cabo en el proceso BioSulphide® corriente arriba, el lodo generado en la planta de cal se encontraría esencialmente libre de metales tóxicos y, por lo tanto, podría considerarse su uso como material de relleno para materiales de construcción de concreto prefabricado.

Por último, el proceso Sulf-IX™ podría emplearse para la remoción de sulfato del efluente de la planta de cal hasta reducirlo a la concentración reglamentaria, típicamente de 250 a 500 mg/L. Debido a que todos los demás componentes ya habrían sido retirados del agua, los productos del proceso Sulf-IX™ consistirían en yeso limpio, mismo que podría utilizarse como suplemento agrícola ó en materiales de construcción, y agua limpia para descarga o reciclado con fines residenciales, industriales, o agrícolas.

El concepto de Tratamiento Total de Agua – tratamiento de los efluentes mineros para producir agua limpia y subproductos de valor agregado



## Tratamiento de Efluentes y Recuperación de metales con BioSulphide® ó ChemSulphide®



### Contáctenos para un análisis de sus alternativas de tratamiento de aguas

**Brad Marchant**

Director General  
bmarchant@bioteq.ca

**Mike Bratty**

Gerente de Ingeniería de desarrollo  
mbratty@bioteq.ca

**Oscar Lopez**

Ingeniero Civil en Química  
Diplomado en Evaluación de Proyectos  
olopez@bioteq.ca

BioteQ Environmental Technologies Inc.  
Suite 1700-355 Burrard St.  
Vancouver BC, Canada V6C 2G8  
604.685.1243 bioteq@bioteq.ca TSX: BQE