

Recuperación de Metales Preciosos Utilizando Equipos VSEP de New Logic Research**Descripción**

VSEP es un sistema único de membrana vibratoria desarrollado por New Logic Research, Inc. de Emeryville, California, EEUU. La tecnología utiliza la vibración de una membrana polimérica para aumentar el caudal e impedir el taponamiento de la membrana por sustancias coloidales.

Esta novedosa tecnología proporciona un método innovador y con muchas ventajas costo-beneficio sobre sistemas convencionales de recuperación de metales preciosos en estado coloidal de efluentes resultantes de minería o excavación. Las tecnologías existentes están limitadas en su rendimiento para la recuperación de metales. Utilizando el sistema VSEP de membrana vibratoria, se puede obtener una recuperación de casi la totalidad de metales valiosos.

El sistema VSEP de New Logic puede realizar separaciones que no son posibles actualmente con métodos convencionales de membrana. Ahora es posible contar con sistemas de separación que son compactos, económicos y confiables.

Legislación ambiental

Uno de los desafíos de las operaciones de minería actuales es que los metales pesados que constituyen un riesgo ambiental están naturalmente presentes en el suelo. Para una típica operación minera, una tonelada de roca puede contener hasta 5 onzas de zinc, 3 onza de plomo y 2 onzas de arsénico. En promedio, el suelo contiene 2 ppm de arsénico. En consecuencia, cualquier agua usada en minería o en excavaciones puede estar fuera de los parámetros de vuelco permitidos.

El problema se agrava si se están explotando tierras raras, donde pueden encontrarse elementos radioactivos como uranio y radio. Si la roca es transportada de un lugar a otro, puede ocurrir un desprendimiento de material radioactivo.

Además del riesgo ambiental de estos efluentes líquidos, se pueden estar perdiendo valiosos metales. El procesamiento de estos efluentes permite recuperar rentablemente estos metales y a su vez asegurara el cumplimiento de normas ambientales.

**Metales preciosos****Plata**

La plata se encuentra como metal libre y es fácilmente trabajable para crear formas útiles y fue utilizado desde antiguo por el hombre. Su belleza, peso y el hecho de que

no se oxidó hizo de la plata una unidad de valor. El temprano descubrimiento de que el agua, el vino, la leche y el vinagre se conservaban mejor en vasijas de plata hizo de las mismas el envase más apto para travesías largas. Hoy, las demandas de la moderada tecnología han revelado la gran cantidad de propiedades eléctrica, ópticas, y medicinales de la plata.

Cubiertos, joyería, aleaciones para soldadura, baterías, monedas, catalizadores e insumos médicos consumen cantidades importantes de plata.



Oro

Si bien el uso del oro como moneda o respaldo de la misma excede otras aplicaciones, existen muchas aplicaciones industriales del oro. Brillante, fácilmente formable, y resistente al óxido, el oro es un material favorito en joyería, siendo su uso en esta aplicación el principal consumo de oro. Otras aplicaciones incluyen insumos dentales, aplicaciones aeroespaciales, vidrios aislantes, electrónica, etc.



Una mina de oro abandonada en Nevada. Obsérvese los restos de la estructura usada para la molienda del mineral. También se ven los tanques de almacenamiento del barro de mineral de hierro. Más abajo se ve la laguna de almacenamiento de las colas del material

Platino

Los conquistadores españoles descubrieron el platino en Colombia en 1735. Al principio no se sabía como usarlo, y fue llamado "platina", o sea plata con poco valor. Los nativos colombianos conocían el platino, encontrando trozos de platino en su búsqueda de oro. Arrojabán los trozos de platino de vuelta al río, pensando que se trataba de oro que todavía no había madurado.

El platino es maleable, dúctil y más duro que la plata. No se oxida en presencia de aire ni se disuelve en ácidos. La mayor parte del platino explotado actualmente proviene de la Rusia o Sudáfrica.

Minería de metales preciosos.

La mineralogía del metal precioso determinará el mejor método de recuperación. Se requiere un ensayo metalúrgico para optimizar un diagrama de flujo y de recuperación.

Los principales métodos de recuperación incluyen los siguientes:

- 1- Separación por gravedad
- 2- Flotación
- 3- Cianuración
- 4- Procesamiento refractario
- 5- Amalgama

Tratamiento de agua en minería

El agua es una parte necesaria de cualquier explotación de minería o excavación. Se generan corrientes de efluentes acuosos como escurrimiento superficial de la mina, rebalse de los

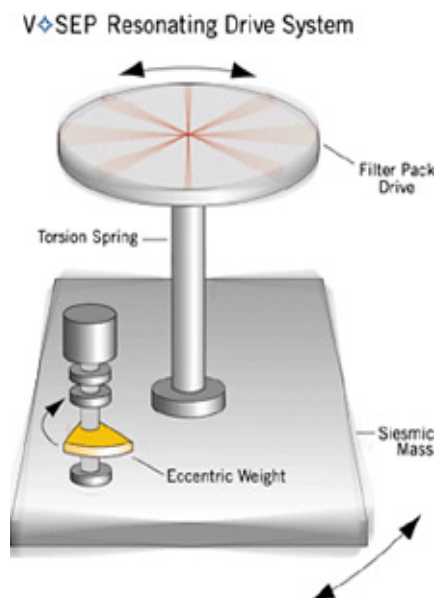
evaporadores, viejas excavaciones, montículos de mineral o roca, rutas y otros accidentes superficiales que son parte de una excavación.

El agua decanta de las colas. Es necesario impedir que el efluente penetre en las napas sin ser tratado, así como las descargas del concentrador.

Los sistemas convencionales son canales de diversión, superlagunas, lagunas de terminación, un tanque central, instalación de agregado de caliza, y equipos de monitoreo de pH y de agregado de reactivos. La superlaguna descarga en una de las lagunas de terminación para decantación y aireación. Las lagunas rebalsan a una descarga común, donde se separa el agua y envía a un concentrador. El exceso de agua se envía a arroyos. Se monitorea continuamente el volumen y el pH de la descarga. Durante todas estas operaciones se pierde una parte de metales valiosos. Los sistemas normales de recuperación son la floculación o la precipitación. No más del 90 % de los metales puede generalmente recuperarse de esta manera. Esto se debe a la existencia de oro, plata y platino en forma coloidal, que no decantan fácilmente. Generalmente miden entre 5 a 5.000 Angstroms, y son muy difíciles de filtrar por métodos comunes.

Actualmente es posible recuperarlos mediante el uso

de membranas poliméricas de ultrafiltración. El sistema de membranas conocido como VSEP tiene muchas ventajas únicas y atractivas comparadas con sistemas de membrana convencionales.



Un peso excéntrico induce una tambalee que resuena a aproximadamente 50 Hz dando vibración al Paquete de Filtros de arriba

Proceso VSEP (Vibratory Shear Enhanced Processing – Procesamiento por esfuerzo de corte vibratorio)

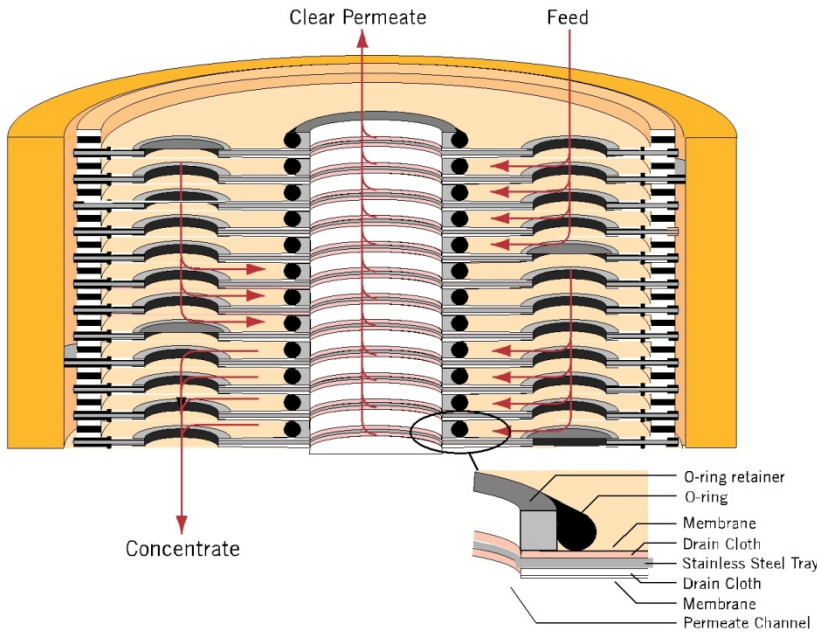
Si bien la separación líquido – sólido por membranas ha ganado en popularidad en los últimos 20 años, esta tecnología tiene un desafío que le es inherente a todas las unidades de membrana: el taponamiento. Esta pérdida gradual de caudal es debida fundamentalmente a la formación de una capa barrera que se acumula en forma natural sobre la superficie de las membranas durante el proceso de filtración. Además

de de afectar negativamente el caudal a través de la membrana, esta capa actúa como una membrana secundaria reduciendo la selectividad natural de la membrana original. Esta incapacidad para manejar esta acumulación de sólidos, ha limitado el uso de las membranas a líquidos con baja concentración de sólidos.

Para minimizar esta acumulación de la capa de barrera, los proyectistas de membranas han usado un método llamado flujo tangencial o cruzado que requiere un caudal de líquido de alta velocidad bombeado a través de la superficie de las membranas para reducir este efecto de barrera. Con este sistema, los elementos de membrana se colocan en un armazón de placas y chasis, tubular o un cartucho envuelto en forma de espiral, a través del cual se bombea el líquido a filtrar a gran velocidad.

En sistemas de flujo cruzado no es económico crear esfuerzos de corte mayores a 10 – 15.000/segundo, limitándose de esta manera el uso de esta técnica a líquidos acuosos de baja viscosidad. Además, al aumentar el flujo cruzado se produce una pérdida de carga desde la entrada a la salida del equipo, lo que lleva a un taponamiento de la membrana que se va acumulando hasta que la salida de líquido filtrado baja a niveles inaceptables.

Corte transversal de Paquete de Filtros VSEP



New Logic Research, sin embargo, ha desarrollado un método alternativo para producir ondas de corte intensas en la superficie de la membrana. Esta técnica se llama VSEP – Procesamiento por esfuerzo de corte

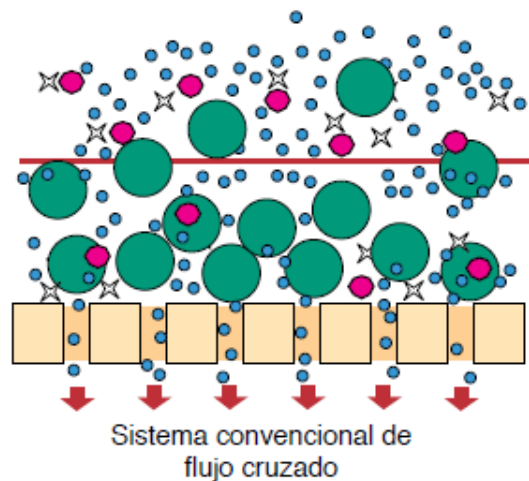
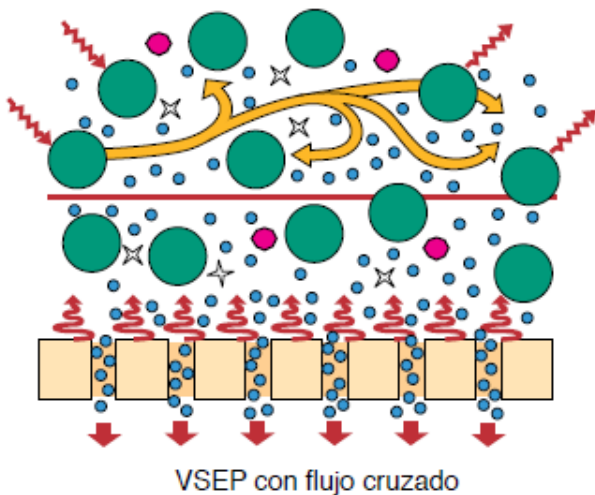
membrana dispuestas en forma paralela. La acción de limpieza sobre la superficie de la membrana se provoca haciendo vibrar energicamente los elementos de hoja en una dirección tangente a la superficie de la membrana.

vuelvan a mezclar con el material que fluye a través de ellas. Este proceso expone los poros de la membrana para permitir un máximo de caudal que es típicamente 3 a 10 veces mayor que el de equipos convencionales.

El paquete de filtros VSEP consiste de elementos de hoja puestos como discos paralelos y separados por juntas. Los discos se asemejan a los de un tocadiscos con membranas a cada lado.

La columna de discos se hace vibrar sobre un resorte de torsión, que la mueve aproximadamente 2.2 cm. Este movimiento es análogo al de un agitador de un lavarropa pero ocurre a una velocidad mayor a la que puede ser percibida por el ojo humano.

Esta oscilación produce un



vibratorio. En un sistema VSEP el líquido a alimentar permanece casi estacionario, moviéndose lentamente y en meandros a través de hojas de

Los esfuerzos de corte producidos por la vibración de la membrana hacen que los sólidos que taponan sean quitados mecánicamente de la superficie de la membrana y se

esfuerzo de corte sobre la superficie de la membrana de aproximadamente 150.000 segundos invertidos (equivalente a un esfuerzo de 200 G) que es más de 10 veces

el de los sistemas convencionales. Lo más importante es que el esfuerzo en el sistema VSEP se localiza en la superficie de la membrana, en donde es más efectiva y más útil en prevenir el taponamiento, mientras el grueso del líquido prácticamente no se mueve.

Dado que el VSEP no depende de esfuerzos de corte ocasionados por el líquido, el fluido puede ser extremadamente viscoso y aún así se le puede eliminar gran parte del agua exitosamente. El concentrado es "extruido" entre los discos vibratorios, y sale del equipo una vez que alcanza los valores de concentración deseados. Por lo tanto, los equipos VSEP pueden ser usados en una sola etapa a través del sistema, eliminando la necesidad de costosos tanques de almacenamiento, equipo auxiliar y válvulas.

El conjunto de discos con una superficie de 2.000 ft² (180 m²) de superficie de membrana retiene menos de 50 galones (189 lts.) Como resultado, la recuperación de producto en sistemas batch puede ser muy elevada. El desperdicio al vaciar el conjunto es menos de 3 galones (11 lts).

Resultados usando VSEP en minería

Los módulos VSEP pueden tratar el efluente acuoso de las operaciones de minería y

excavación, y obtener un filtrado libre de sólidos suspendidos. El proceso con VSEP no utiliza agentes químicos.

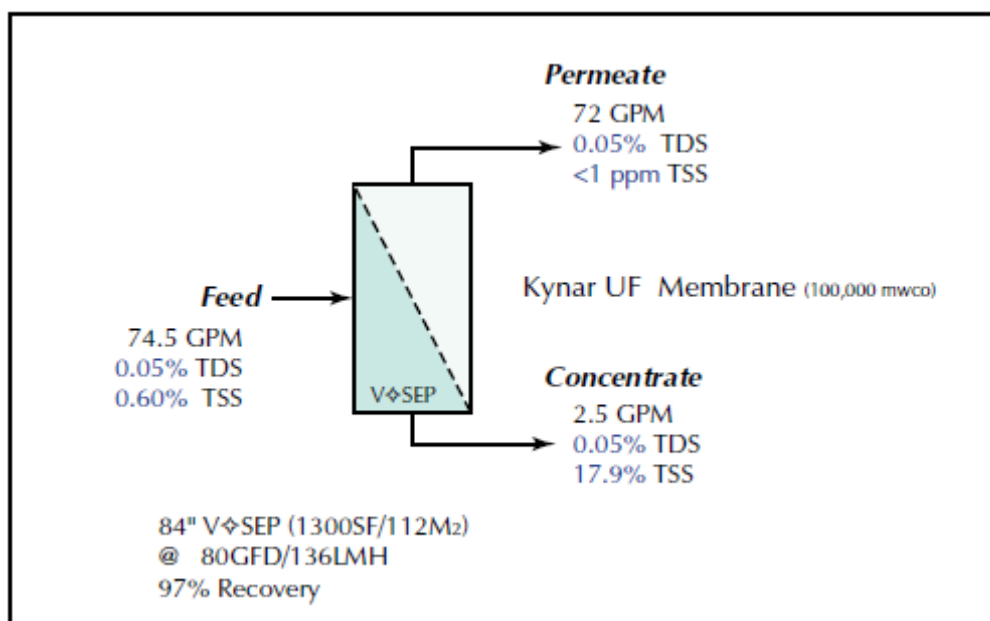
Los equipos VSEP conteniendo 1.300 pies cuadrados (120 m²) de superficie filtrante son modulares y pueden funcionar en paralelo para tratar el caudal necesario. Cada módulo de 84" puede producir hasta 275 lts/min (16.500 lts/hora) de agua limpia de la laguna de lixiviado usando membranas de ultrafiltración. Como los equipos son modulares y pueden ser usados en paralelo, la cantidad de módulos puede calcularse según la cantidad de material a procesar. A 30°C el flujo a través de la membrana es de 80 Galones/pie².día (casi 400.000 lts/día por equipo) .

Descripción del proceso

El lixiviado o escurrimiento de la mina es almacenado en lagunas. Después de un tiempo de residencia adecuado el

líquido es bombeado al sistema VSEP para su filtración. La viscosidad del líquido influye mucho en el caudal de filtrado. El calentamiento del líquido baja la viscosidad y mejora el caudal. Intercambiadores de calor a contracorriente y calderas de recuperación se utilizan para recalentar el líquido de la alimentación.

El slurry calentado se bombea al filtro del VSEP a una presión de 100 psi. El contenido del tanque de alimentación se extrae del costado de un tanque de fondo cónico, para evitar el ingreso de sólidos decantados. El permeado resultante se envía a un tanque de agua de proceso para ser reutilizado. El material descartado, aproximadamente un 3 %, se envía a otro tanque para un proceso posterior de recuperación de los metales preciosos en estado coloidal que contiene. Este tratamiento posterior es muy efectivo, ya que se ha reducido su volumen un 97 %.



Cuando la proporción de permeado disminuye el elemento filtrante es limpiado con líquidos almacenados en una unidad CIP de 260 galones que forma parte del equipo. La solución limpiadora es recirculada con presión y vibración para disolver los grumos que se adhirieron a la membrana. Ensayos en varios sitios mineros demostraron que la membrana puede limpiarse fácilmente, y los resultados de semana en semana son estables y predecibles.

Componentes del sistema

El sistema VSEP es configurable para operación manual en el cual un operador inicia las secuencias operativas, o en modo totalmente automático incluyendo las operaciones de limpieza sin interrumpir el uso de los equipos en instalaciones con unidades múltiples. El VSEP tiene un PLC que controla presiones, flujos y frecuencia. Además garantiza la seguridad en la operación al monitorear las operaciones y sonando una alarma y apagado automático en caso de que se alcancen determinados parámetros de funcionamiento. La unidad de control contiene el PLC, pantalla para el operador y conexiones a la instrumentación.

La unidad filtrante está montada sobre la base del equipo, y contiene unos 120 m² de superficie filtrante. Está construido en PRFV y

materiales resistentes a la temperatura. El mecanismo de accionamiento está diseñado utilizando aleaciones especiales y materiales aptos para resistir las tensiones resultantes una frecuencia vibratoria de 50 Hz. Cada unida es ensayada antes de su embarque.

Costos de Operación

El VSEP es singularmente eficiente de la energía. El motor que acciona el dispositivo es de 20 HP, y el de la bomba de 10 HP. La acción del operador se limita a arrancar el equipo y la limpieza periódica de la membrana después de un uso prolongado. El elemento filtrante es la pieza más cara del equipo, y se cambia cada 2 años o incluso puede durar más, si ha sido cuidado apropiadamente.



Estanque de los Ecurrimientos de una Mina de Oro

Opciones de lixiviado de la mina

Las operaciones de minería y excavación están en la mira de las autoridades y las comunidades vecinas por el eventual impacto en el ambiente de las descargas de

efluentes. En EEUU, la EPA no acepta descargas que excedan 50 mg/lit de sólidos suspendidos. Si los resultados están debajo de los 50 mg/lit se debe hacer un análisis del espectro de metales descargado para asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental.

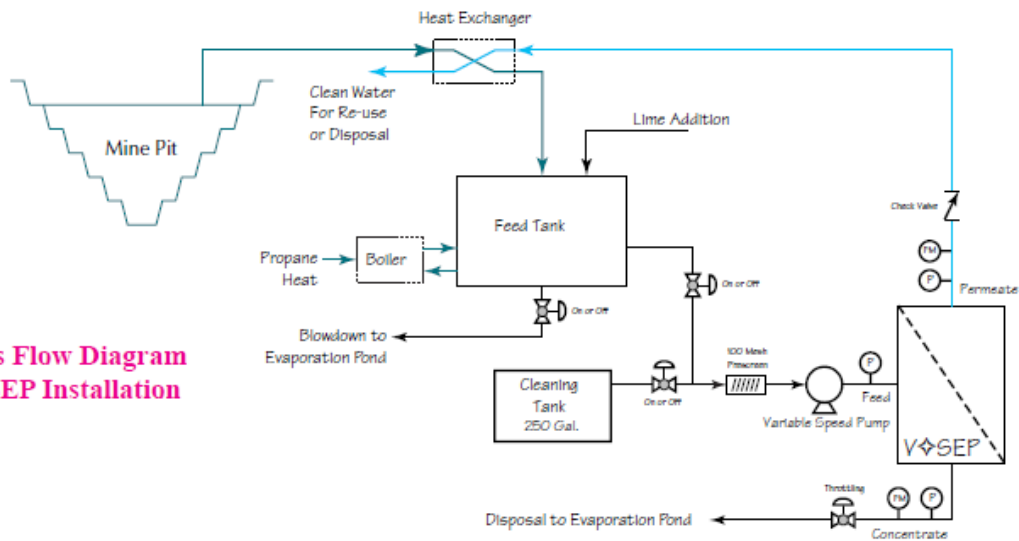
Los siguientes métodos son alternativas de tratamiento

Riego y bio-remediación natural: es adecuada como tratamiento, pero requiere grandes superficies y enormes volúmenes de agua no siempre disponibles en zonas áridas. Existe el riesgo de contaminación de la napa freática y de la afectación de la biodiversidad en la zona, ya que plantas y animales están expuestos al envenenamiento por metales pesados. Y no sería factible recuperar los metales preciosos de esta manera.

Resinas de intercambio iónico: es un tratamiento efectivo, pero limitado a cantidades menores de 500 mg/lit de sólidos disueltos totales (TDS), por lo tanto deben usarse junto con otros sistemas de pre-tratamiento, con membranas. El reemplazo o recarga de las resinas es caro y requiere tiempo. La descarga de las resinas es potencialmente tóxica.

Floculación y clarificación: la desventaja de esta técnica es la dificultad de asegurar las cantidades de metales descargados a lo largo

Simplified Process Flow Diagram for a typical VSEP Installation



System Operation:
 This process is run almost completely automatically. Miscellaneous recirc lines and instrumentation are not shown for clarity. Control Valves opening initiates the feed pump at minimum frequency and gradually spins up to set point. The concentrate valve then throttles to maintain flow. Once pressure reaches 30 psi, vibration initiates. Once all other functions are operating, the throttling concentrate valve initializes to open and close at preset time intervals. Shut-down reverses all these steps.

destiempo. Variaciones en la efectividad de la precipitación química y el caudal al clarificador deja abierta la posibilidad de problemas en el proceso y multas. El oro coloidal puede no reaccionar completamente, y la consecuencia es la pérdida de material valioso. Algunos metales preciosos son resistentes a la precipitación, lo que desaconseja el uso de esta técnica. El agregado de químicos es costoso y una desventaja adicional.

Sistemas convencionales de membrana: Estos también sufren por los límites a TSS, TDS y componentes orgánicos que pueden manejar. Dependiendo del proceso, los equipos de membrana pueden ser una parte de un sistema de tratamiento de múltiples etapas. Asimismo, sistemas de flujo cruzado requieren una gran velocidad del fluido para evitar polarizaciones la

membrana y pérdida de caudal. El resultado es una baja recuperación de filtrado, que puede ser volcado. El residuo de un tratamiento con membrana convencional puede ser tratado nuevamente o acarreado como residuo. Como los costos de transporte del residuo son parte del costo total del proceso, la recuperación con filtros de membrana convencionales no es muy atractiva.

Sistemas VSEP de membranas: El sistema VSEP proporciona una forma de procesar de manera continua el efluente de la mina y de reducir el excedente. No utiliza reactivos químicos ni hay que cambiar resinas agotadas. VSEP permite muy altas recuperaciones de filtrado comparado con otros sistemas de membrana y se obtiene una retención del 100 % de los coloides de metales preciosos para su posterior recuperación. Al reducir el

volumen en un 97 % son necesarias menores cantidades de químicos para la recuperación de los metales preciosos, y menor volumen de almacenamiento del concentrado. Los equipos VSEP ocupan poco espacio. Se requiere solo un pequeño galpón y se pueden ubicar cerca del origen del efluente a tratar.

Perfil de New Logic Research:

New Logic es una compañía privada, cuya sede administrativa y fabril se encuentra en Emeryville, California, aproximadamente a 16 km. de la ciudad de San Francisco. La empresa diseña, fabrica y comercializa el sistema de filtración VSEP de membrana usado en el procesamiento de químicos, efluentes, pulpa y papel, minería y agua potable.

La tecnología VSEP fue inventada por el Dr. Brad Culkin en 1985. El Dr. Culkin es un Ph.D en Ingeniería Química, y fue anteriormente un investigador senior en Dorr Oliver Corporation, mundialmente conocida por sus equipos de filtración. Inicialmente VSEP fue desarrollado para separar económicamente plasma de la sangre. La empresa recibió un contrato para construir un prototipo, que fue luego incorporado a un sistema de análisis de sangre.

Instalaciones de equipos VSEP en operaciones de minería

- Drenaje de efluente ácido
- Fertilizantes fosfatados
- Remoción de núcleos radioactivos
- Eliminación de metales de efluente acuoso
- Eliminación de arsénico
- Concentración de dióxido de titanio
- Deshidratación de carbonato de calcio
- Concentración de caolin
- Bentonita
- Lavado de vagones de ferrocarril
- Recuperación de producto de efluente acuoso

Para más información póngase en contacto con:

New Logic Research
1295 67th Street
Emeryville, CA USA
94608
001-510-655-7305
001-510-655-7307 fax

info@vsep.com
www.vsep.com

Translated by:

New Logic Representative
Miguel Flugelman

nlogicarg@gmail.com

Buenos Aires, Argentina