



No. 14-046124-00005-0000

Fecha 2015-09-23 18:28:55 Dep. 2020 DIR NUEVASCF
Cra 11 PATENTEYII Eje 378 FASE NACIONAL I
Act 444 RESPUESTAREQUE Folios 52

As. 127.386

Señor

J.V

**DIRECTOR DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**

E.

S.

D.

REF: Expediente No. **14 046.124-** solicitud de patente de invención a favor de **GOLDER ASSOCIATES INC.** Título: **SISTEMA Y MÉTODO PARA TRATAR UNA ACTIVIDAD DE EXCAVACIÓN.**

RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO

JUAN PABLO CADENA SARMIENTO, portador de la tarjeta profesional No. 57.492 del C.S.J., obrando como apoderado de la sociedad solicitante me permito dar respuesta al Oficio No. 7103 relacionado con la patentabilidad de la presente invención y notificado por fijación en lista el 30 de Junio de 2015.

Como primera medida, nos permitimos remitir a su Despacho un nuevo pliego reivindicatorio que consta de catorce (14) reivindicaciones, las cuales mantienen pleno sustento en las divulgaciones del capítulo descriptivo y no exceden de ninguna manera el alcance de la invención previamente reclamada.

Con respecto a dicho nuevo pliego reivindicatorio, es preciso mencionar que el mismo fue sometido a una serie de modificaciones enfocadas en resolver todas y cada una de las objeciones que cuestionan su claridad. Dentro de dichas modificaciones destacamos lo siguiente:

- El encabezado de las reivindicaciones independientes fue modificado haciendo referencia a un *"sistema para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación"*, lo cual se ajusta pertinentemente al objeto de la presente divulgación.
- Asimismo, se aclara a lo largo de todo el capítulo descriptivo que el material tratado corresponde a una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves, resultantes de una actividad de excavación.
- Las expresiones *"aproximadamente"* y *"por lo menos"* fueron completamente retiradas de acuerdo con la sugerencia del señor Examinador, resolviendo de este modo las imprecisiones relacionadas con las mismas.
- Con el fin de limitar de manera apropiada el alcance de la expresión *"reactivo"* en el contexto de la reivindicación 1, se incluyó la expresión *"en donde dicho reactivo comprende piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio"* (reclamada previamente en la reivindicación 6) haciendo alusión a los **posibles reactivos** que pueden ser empleados de acuerdo con la presente invención.
- De manera similar, el alcance de la expresión *"reactivo"* para el caso del método de la antigua reivindicación 17 (nueva reivindicación 10) fue limitado indicando *"en donde dicho reactivo comprende hierro, cobre, óxido de manganeso, minerales de zeolita, turba, carbón activado, o resinas orgánicas"*.
- Dada la objeción del señor Examinador, y con el fin de mantener la concisión de este nuevo pliego reivindicatorio, las reivindicaciones 11 a 16 fueron eliminadas del mismo.
- En concordancia con lo anterior, se dio lugar a la inclusión de nuevas reivindicaciones 11 a 14 dirigidas a una modalidad distinta del sistema reclamado en la reivindicación 1 caracterizada porque el reactivo comprende **leche, tiocianato de sodio, bio-sólidos, aserrín, papel, o estiércol animal en composta**.

Teniendo en cuenta que todas las modificaciones comentadas anteriormente cuentan con el debido sustento, tanto en las enseñanzas del capítulo descriptivo como en las divulgaciones del pliego reivindicatorio anteriormente vigente, concluimos que las mismas no implican ampliación del objeto de la presente invención.

A pesar de haber restringido de este modo la materia reclamada en este nuevo pliego reivindicatorio, consideramos pertinente llevar a cabo algunas aclaraciones adicionales relacionadas con las objeciones de claridad manifestadas por el señor Examinador.

En primer lugar, afirmamos que los términos “*agente espumante*”, “*espuma*” y “*revestimiento*” son completamente comprensibles para la persona normalmente versada en la materia y por tanto, estos no representan ningún inconveniente al momento de entender el objeto y el alcance de la presente solicitud, sobre todo en vista de las divulgaciones de la presente solicitud.

Asimismo, es de notar que contrario a lo afirmado por el señor Examinador, dichas expresiones no abarcan una extensa gama de posibilidades sino que establecen una justa generalización del alcance de la presente invención de acuerdo con la información presentada en el capítulo descriptivo, hecho que solicitamos sea reconocido mediante el retiro de tal objeción.

Más aún, llamamos la atención sobre el hecho de que, por ejemplo, el mismo pliego reivindicatorio define el alcance de la expresión “*agente espumante*” como se indica a continuación:

*“El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho agente espumante comprende **lauril sulfato de sodio, lauril sulfato de amonio, lauril éter sulfato de sodio, o surfactantes naturales derivados de proteínas animales.**”*

Adaptado del nuevo pliego reivindicatorio, reivindicación 3

En vista de lo anterior, solicitamos sea reconocida la total claridad y pertinencia de dichas expresiones, las cuales establecen una justa generalización del alcance de la invención según las enseñanzas del capítulo descriptivo.

Ahora bien, encontramos que en opinión del señor Examinador, las expresiones “*para formar una mezcla reactivo-espuma, en donde el reactivo se selecciona para reaccionar con por lo menos uno de sulfuros, bacterias, o metales pesados, o para recubrir materiales particulados*” y “*para formar una mezcla de reactivo-espuma*” –catalogadas como características funcionales– no pueden atribuirle novedad o nivel inventivo a la invención y por tal razón, las mismas no fue tomada en cuenta en el estudio de patentabilidad.

En contraste con su apreciación, es necesario mencionar que tal y como se reivindica, la presente invención corresponde a un **sistema** para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación conformado por los elementos estructurales y tangibles que se señalan en negrilla a continuación:

“Un sistema para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación, que comprende:

- a. una **recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves**;*
- b. una **red de distribución** en comunicación fluida con dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;*
- c. un **agente espumante** alimentado a través de dicha red de distribución hacia dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;*
- d. un **reactivo** suministrado a dicha red de distribución para mezclarlo con dicho agente espumante para formar una mezcla de reactivo-espuma, en donde dicho reactivo se selecciona para reaccionar con sulfuros o bacterias presentes en dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves para reducir el drenaje de roca ácida a partir de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves; y*
- e. en donde dicho reactivo comprende **piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio.**”*

Adaptado del nuevo pliego reivindicatorio, reivindicación 1

Teniendo en cuenta esta caracterización estructural precisa del objeto reivindicado, resulta evidente que la invención se encuentra definida mediante una **caracterización integral** que comprende características tanto estructurales como funcionales que, como tal, constituye una estrategia apropiada y válida.

Como muestra de la pertinencia de la caracterización descrita previamente, nos permitimos citar un fragmento del Instructivo Examen de Solicitudes de Patentes y Modelo de Utilidad en donde se avala completamente la inclusión de características funcionales como parte del pliego reivindicatorio:

“Las características técnicas funcionales son los elementos que conforman las invenciones, descritos en términos de su uso o su función. No definen la invención, pero explican la relación que hay entre sus diversas características estructurales.

Las reivindicaciones deben incluir características estructurales y funcionales cuando para la persona del oficio normalmente versada en la materia no sea obvio el funcionamiento de los elementos característicos y la relación entre estos.

(...)

Por otro lado, las reivindicaciones pueden incluir características estructurales y funcionales cuando para la persona del oficio normalmente versada en la materia sea obvio el funcionamiento de los elementos característicos y la relación entre estos.”

Adaptado del Instructivo de Patentabilidad
Numeral 2.6.5.4 – Características esenciales

Con base en lo anterior, concluimos que, en primer lugar, no hay ninguna circunstancia bajo la cual sea indebido hacer referencia a las características funcionales de una invención sino que, por el contrario, las mismas promueven una mejor comprensión del objeto de la presente invención, razón por la que solicitamos las mismas sean reconocidas como parte integral de la caracterización que lo define.

En complemento de lo dicho, es nuestra intención agregar que, tal y como reconocerá el señor Examinador, la presente invención corresponde a un **sistema** para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación que, más allá de sus componentes estructurales, cumple con una **funcionalidad** derivada y relacionada en concreto con las funciones específicas que ejecuta cada una de tales elementos.

Debido a esto, afirmamos que la presente invención debe ser analizada bajo la siguiente definición de “**sistema**”, establecida por la Real Academia Española:

sistema.

(Del lat. *systema*, y este del gr. σύστημα).

1. m. Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.
2. m. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.

Adaptado de la versión electrónica del Diccionario de la Lengua Española
22.^a edición

Tomando en consideración la segunda definición arriba descrita; “*Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto*”, es evidente que un sistema debe ser entendido no sólo a partir de los elementos estructurales que lo conforman, sino que debe considerarse también **la relación existente entre dichos elementos estructurales**, lo cual en conjunto da lugar a una solución concreta.

Dicho de otro modo, la relación entre los elementos estructurales también hace parte de la caracterización del sistema pues le confiere al mismo la **capacidad de llevar a cabo el objeto para el cual fue diseñado**, lo cual no sería posible mediante la mera mención de elementos tangibles dispuestos de forma aleatoria, aislada o inconexa.

A la luz de lo anterior, es evidente que resulta imposible definir la presente invención únicamente a partir de sus componentes tangibles estructurales puesto que, a pesar de ser un sistema completamente definido, el alcance del mismo también se ve delimitado por su **funcionalidad**, la cual inclusive podría distinguirla de algún otro producto del estado de la técnica que, a pesar de contar con elementos estructurales similares, puede establecer un aporte completamente distinto.

Por tanto, concluimos que la caracterización funcional incluida a lo largo de la reivindicación 1 y de la totalidad de este nuevo pliego reivindicatorio en compañía de los elementos estructurales allí descritos hace **parte fundamental de la caracterización esencial de la presente invención**, razón por la que la misma no

puede ser excluida del examen de patentabilidad o simplemente calificada como una falta de claridad.

En consecuencia, solicitamos sea reconocido que dichas características técnicas funcionales definen de manera apropiada el objeto de la presente invención, permitiendo a su vez una mejor comprensión de su alcance, aporte al campo técnico, y diferenciándola de cualquier posible anterioridad.

Más allá de lo anterior, encontramos que el señor Examinador objeta la pertinencia de las expresiones *"agente espumante"*, *"reactivo"*, *"lauril sulfato de sodio"*, *"lauril sulfato de amonio"*, *"mezcla reactivo-espuma"*, *"caliza"*, *"dolomita"*, *"bicarbonato de sodio"*, *"escoria de acero"*, *"ceniza volante"*, *"hidróxido de sodio"*, *"leche"*, *"tiocianato de sodio"*, *"bio-sólidos"*, *"aserrín"*, *"papel"*, *"estiércol animal en composta"*, *"hierro"*, *"cobre"*, *"óxido de manganeso"*, *"minerales de zeolita"*, *"turba"*, *"carbón activado"* y *"resinas fenólicas"* como parte de la caracterización del sistema reivindicado.

Tal y como señalamos anteriormente, el sistema de la presente invención se caracteriza por comprender una serie de componentes estructurales y tangibles, a saber:

- una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
- una red de distribución;
- un agente espumante; y
- un reactivo que comprende piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio.

De acuerdo con lo anterior, concluimos que todas y cada una de las expresiones objetadas guarda pertinencia con alguno de estos elementos característicos, razón por la que solicitamos sea reconocido que estas le aportan claridad al objeto de la presente invención permitiendo su total comprensión.

Por otra parte, en lo que respecta a la antigua reivindicación 17 (nueva reivindicación 10), es nuestra intención mencionar que la misma da a conocer un método caracterizado de la siguiente manera:

“Un método para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación, que comprende:

- a. hacer fluir una espuma a través de una red de distribución en comunicación fluida con una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;*
- b. seleccionar un reactivo para reaccionar con sulfuros o bacterias en dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves para reducir el drenaje de roca ácida a partir de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves, en donde dicho reactivo comprende hierro, cobre, óxido de manganeso, minerales de zeolita, turba, carbón activado, o resinas orgánicas;*
- c. mezclar dicho reactivo con dicha espuma que fluye a través de dicha red de distribución para formar una mezcla de reactivo-espuma; y*
- d. dispersar dicha mezcla de espuma-reactivo sobre dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves.”*

Adaptado del nuevo pliego reivindicatorio, reivindicación 10

En concordancia con lo anterior, el método de la presente invención consta de las siguientes etapas técnicas, las cuales permiten llevar a cabo la modificación del estado de una materia obteniendo un resultado u efecto específico:

- a. **Hacer fluir una espuma a través de una red de distribución** en comunicación fluida con un sustrato (recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves resultantes de una actividad de excavación);
- b. **Seleccionar un reactivo** (hierro, cobre, óxido de manganeso, minerales de zeolita, turba, carbón activado, o resinas orgánicas) para reaccionar con sulfuros o bacterias presentes en dicho sustrato;
- c. **Mezclar dicho reactivo con dicha espuma** formando una mezcla reactivo-espuma; y
- d. **Dispersar dicha mezcla de espuma-reactivo sobre dicho sustrato.**

Partiendo de esta caracterización, afirmamos que la materia reivindicada constituye información suficiente para que una persona normalmente versada en la materia pueda (i) comprender el objeto y alcance de la presente invención, y (ii) reproducir o llevar a cabo cualquiera de sus modalidades, razón por la que la misma representa una divulgación apropiada de la misma.

A pesar de lo anterior, considera el señor Examinador que esta reivindicación no enseña las etapas técnicas con sus condiciones técnicas (temperaturas, flujos, presiones, etc.) y que por tanto carece de claridad; apreciación con la que nos encontramos en desacuerdo puesto que, como hemos demostrado, esta nueva reivindicación 10 es completamente clara y divulga de manera suficiente el objeto de la presente invención.

Con el único objeto de que la situación aquí señalada sea pertinentemente reconocida por su Despacho, incluimos a continuación dos fragmentos tomados del Instructivo de Examen de Solicitudes de Patentes de Invención y Modelo de Utilidad, en donde se define qué tipo de información debe contener una reivindicación:

“Las reivindicaciones deben contener todas las características técnicas esenciales de la invención las cuales definen la invención y la hacen (o deberían hacerla) diferente del estado de la técnica y, por tanto, constituyen la solución al problema técnico que intenta resolver la invención.”

Adaptado del Instructivo de Patentabilidad
Numeral 2.6.1 – Contenido de las reivindicaciones

“Si una reivindicación independiente contiene todas las características técnicas esenciales de la invención, el examinador no deberá requerir que mencione también otras características estructurales.”

Adaptado del Instructivo de Patentabilidad
Numeral 2.6.5.4 – Características esenciales

Debido a que el método reclamado en este nuevo pliego reivindicatorio se encuentra definido mediante todas y cada una de las características técnicas esenciales que permiten (i) definir la presente invención, (ii) conocer la solución al problema técnico que esta proporciona, y (iii) diferenciarla del arte previo reconociendo su novedad y

nivel inventivo, asumimos demostrado que la misma no recae en falta de claridad alguna.

De la mano con lo anterior, llamamos la atención sobre el hecho de que las expresiones *"para reaccionar con sulfuros, bacterias, o metales pesados, o para recubrir materiales particulados"* y *"para formar una mezcla reactivo-espuma"* representan características funcionales que permiten comprender el sentido de las etapas técnicas b. y c. respectivamente, razón por lo que las mismas hacen parte integral de la definición de la presente invención.

De esta manera, y a la luz de la argumentación presentada al respecto, solicitamos respetuosamente se reconozca la total pertinencia de dichas características funcionales, las cuales insistimos hacen parte de la **caracterización esencial** de la presente invención, razón por la que no hay lugar a excluirlas del respectivo estudio de patentabilidad.

En vista de las consideraciones aquí abordadas, solicitamos respetuosamente sean retiradas todas y cada una de las objeciones que cuestionan la claridad de este nuevo pliego reivindicatorio, el cual hemos demostrado constituye una divulgación clara, concisa y por tanto válida del objeto de la presente solicitud.

Con referencia a la descripción de la presente solicitud, ponemos a su consideración una nueva versión de la misma a lo largo de la cual se incluyen las magnitudes equivalentes a las unidades de medida objetadas por el señor Examinador (yardas cúbicas, pies cúbicos por minuto, libras por pulgada cuadrada, galones por minuto, pulgadas, acres, pies, millas) de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades.

Debido a que esta nueva versión de la descripción no amplía el objeto de la presente invención sino que soluciona específicamente una de las objeciones manifestadas en su contra, concluimos que la misma se ajusta a los requisitos establecidos por su Despacho y solventa, por tanto, los problemas de claridad ya señalados.

Adicionalmente, encontramos que la suficiencia y claridad de la misma ha sido objetada porque en opinión del señor Examinador, esta no proporciona información suficiente para que el versado en la materia pueda comprender el problema técnico y la solución aportada por la invención al estado de la técnica. Más específicamente, el señor Examinador destaca la ausencia de referencias al arte previo; ejemplos de modalidades ilustrativas de la invención; y análisis un efecto técnico sorpréndete o inesperado en relación al estado de la técnica.

En contraste con tal observación, es de notar que:

- El capítulo descriptivo introduce la problemática que enfrenta la presente invención haciendo referencia a los problemas existentes hasta el momento en el campo técnico, tal y como enseña el siguiente fragmento:

“Se sabe que los subproductos y condiciones asociadas con actividades de excavación llevan a la generación de varias formas de contaminación perjudicial para el medioambiente. Tal como se emplea aquí, las actividades de excavación comprenden no solamente operaciones de minería convencional para localizar y recuperar recursos naturales debajo de la superficie de la tierra, sino también cualesquiera otras operaciones que deterioran grandes áreas de la superficie natural y/o el perfil de la región. Por ejemplo, la construcción de carreteras y demás desarrollos comerciales de gran magnitud producen a menudo los mismos subproductos y condiciones que las operaciones de minería convencional y constituyen actividades de excavación dentro del ámbito de la presente invención.”

Adaptado del capítulo descriptivo, párrafo [0002]

- El capítulo descriptivo se acompaña de una serie de figuras, más puntualmente Figuras 2 a 5, que ilustran de manera gráfica algunas de las modalidades de la presente invención, además de incluir dos ejemplos detallados de la ejecución de la misma.
- El capítulo descriptivo enuncia abiertamente algunas de las ventajas relacionadas con la presente invención, las cuales resultan evidentes ante la

persona versada en la materia dado su conocimiento del campo técnico. El siguiente fragmento revela una de dichas ventajas:

"Pruebas preliminares han demostrado que el agente espumante 48 penetra efectivamente materiales permeables y porosos encontrados comúnmente en actividades de excavación 32, dejando un recubrimiento sobre los materiales cuando la espuma se disipa. Por ejemplo, las reacciones exotérmicas asociadas con la oxidación de sulfuros resultan frecuentemente en zonas secas, calientes, que disiparán rápidamente la humedad de la espuma, precipitando una concentración más alta de ingredientes activos o reactivos en esa localización particular, que suprime la oxidación bacteriana o química adicional. Además, los ingredientes activos precipitados o reactivos no obstruyen o taponan en otra forma los materiales permeables y porosos, permitiendo aplicaciones subsiguientes en el transcurso del tiempo sin una pérdida de efectividad. Como resultado, pueden aplicarse múltiples reactivos en secuencia, si se desea, utilizando el mismo punto de inyección o red de distribución 34. Estos y otros beneficios indican que el agente espumante 48 proporciona características superiores de transporte y deposición, comparado con las técnicas convencionales de dispersión de líquidos, requiriendo al mismo tiempo sustancialmente menos agua."

Adaptado del capítulo descriptivo, párrafo [0030]

Con base en estas aclaraciones, solicitamos respetuosamente sea reconocido que la materia consignada en el capítulo descriptivo es suficiente y clara pues aborda el análisis de la presente invención en un contexto apropiado refiriéndose al estado de la técnica, ilustrando a su vez algunas modalidades ejemplares de la presente invención y mencionando algunas de sus ventajas, hechos que sustentan la total validez de la misma.

Nivel inventivo

El sistema descrito en la reivindicación 1 fue considerado como obvio o evidente a la luz de las divulgaciones de los documentos D1 ("Heap leaching with oxygen", US 4'721.526) y D2 ("Foam injection leaching process for fragmented ore", US 4'080.419), los cuales representan el estado de la técnica más cercano a la invención.

Con el fin de contextualizar la argumentación que prosigue, y teniendo en cuenta las modificaciones realizadas al alcance de la presente invención, presentamos una vez más la nueva reivindicación 1 para su posterior análisis:

“Un sistema para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación, que comprende:

- a. una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;*
- b. una red de distribución en comunicación fluida con dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;*
- c. un agente espumante alimentado a través de dicha red de distribución hacia dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;*
- d. un reactivo suministrado a dicha red de distribución para mezclarlo con dicho agente espumante para formar una mezcla de reactivo-espuma, en donde dicho reactivo se selecciona para reaccionar con sulfuros o bacterias presentes en dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves para reducir el drenaje de roca ácida a partir de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves; y*
- e. en donde dicho reactivo comprende piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio.”*

Adaptado del nuevo pliego reivindicatorio, reivindicación 1

Dada tal caracterización, solicitamos al señor Examinador tener en cuenta que la invención se define ahora como un sistema para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación que comprende los siguientes elementos:

- a. una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves resultantes de una actividad de excavación –al cual se hará referencia como **sustrato**–;
- b. una **red de distribución** en comunicación fluida con dicho sustrato;
- c. un **agente espumante** alimentado a través de la red de distribución hacia el sustrato;
- d. un **reactivo** (piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio) suministrado a la red de

distribución para formar una mezcla reactivo-espuma tal que se dé lugar a la reacción de la mezcla con

Partiendo de esta nueva materia, afirmamos que el objeto de la presente invención no se ve anticipado o sugerido por los documentos D1 y D2, los cuales carecen de las instrucciones e información necesarias para desvirtuar la patentabilidad de la misma como procedemos a demostrar.

Como punto de partida, es de notar que el documento D1 da a conocer un método y sistema de lixiviación mediante percolación en el que se aplica un líquido de lixiviación con cianuro a un sustrato mineral de oro y plata.

En términos generales, tal método puede ser llevado a cabo en pilas o en bateas pues únicamente es necesario aplicar el líquido de lixiviación de cianuro a las mismas mediante procesos de pulverización, inundación, o por medio de una espuma de gas oxígeno, para posteriormente dar lugar a la recuperación de oro y plata a partir del líquido enriquecido (lixiviado).

Así pues, el primer aspecto que vale la pena destacar es que, a pesar de que el sistema aquí reivindicado se relaciona con el campo técnico de la minería, existe un claro **alejamiento conceptual** entre esta y las divulgaciones de la referencia citada, pues el objeto de la presente invención no se relaciona en absoluto con la necesidad de extraer oro y plata a partir de un material mineral.

Por tanto, afirmamos que el documento D1 pertenece a un campo técnico sustancialmente alejado del objeto de la presente solicitud, razón por la que la persona normalmente versada en la materia no se vería motivada siquiera a consultar dicha anterioridad con la expectativa de hallar en ella algún tipo de información relevante para el desarrollo del sistema aquí descrito.

No obstante, nos permitimos mencionar que existen diferencias importantes entre el método de lixiviación descrito por el documento D1 y el objeto de la presente solicitud, las cuales **alejarían** de manera definitiva al versado en la materia de su desarrollo y demuestran, por tanto, que esta cuenta con la debida altura inventiva.

Dentro de las diferencias más importantes, es preciso aclarar que el líquido de lixiviación de cianuro divulgado por el documento D1 no es de ninguna manera comparable con la **mezcla de espuma-reactivo** generada tras mezclar el agente espumante y el reactivo a través de la red de distribución que dispone la presente invención, pues a pesar de que ambos se ponen en contacto con un sustrato mineral, la utilización de uno u otro persigue fines totalmente distintos.

Como se mencionó anteriormente, la utilización de una solución de cianuro tiene por objeto lograr la extracción de metales como oro y plata a partir de un sustrato mineral, mientras que con la aplicación de la **mezcla de espuma-reactivo** sobre una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves se busca ***mitigar o reducir el drenaje de roca ácida***, lo cual no podría ser inferido a partir de las divulgaciones del citado documento D1.

De hecho, es evidente que si el versado en la materia acudiera a esta anterioridad y aplicara lo allí divulgado en el desarrollo de un sistema y método como los aquí reivindicados, este **empeoraría** la condición que la presente invención busca resolver pues, como es bien sabido en el campo técnico, las soluciones que contienen cianuro tienen un carácter ácido, razón por la que su aplicación sobre un sustrato de rocas de desecho o materiales de relaves resultantes de una actividad de excavación daría lugar a una **mayor acidificación de tales residuos**.

En consecuencia, concluimos que aún si el versado en la materia acudiera a las enseñanzas del documento D1, este **fallaría** en dar solución al problema técnico toda vez que se vería motivado a utilizar una solución de cianuro para llevar a cabo un proceso de lixiviación enfocado en la extracción de oro y plata a partir de un sustrato mineral, en lugar de concebir el problema técnico que aborda la presente invención y mucho menos su solución.

Dicho esto, es nuestra intención señalar que contrario a la utilización de cianuro como reactivo para la remoción de solutos –que en el caso del documento D1 corresponden, como ya se mencionó, a oro y plata–, la presente invención promueve la utilización de reactivos tales como **piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio**,

escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio, los cuales tienen como fin neutralizar la actividad de los sulfuros o bacterias presentes en el sustrato.

Debido a que esta referencia ignora por completo la utilización de reactivos como **piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio**, así como desconoce la necesidad de neutralizar la actividad de los sulfuros o bacterias presentes en la recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves resultantes de una actividad de excavación, concluimos que sus enseñanzas no representan ninguna aproximación al objeto de la presente invención.

Por otro lado, encontramos que el documento D1 sugiere de manera enfática la utilización de una corriente de oxígeno que tiene como fin promover o estimular el flujo del líquido de lixiviación de cianuro a través del sustrato mineral, favoreciendo además la perfusión del mismo para lograr entrar en contacto con la mayor superficie posible.

Dadas tales enseñanzas, consideramos que el versado en la materia contaría con motivación suficiente para implementar el suministro de una corriente de oxígeno como estrategia para maximizar la perfusión del sustrato mineral, esperando como resultado obtener un sistema y método que logra extraer de manera exitosa la mayor cantidad de solutos posibles, **alejándose** por tanto del objeto de la presente invención.

A este respecto, es de notar que gracias a la utilización de un **agente espumante**, la presente invención logra formular un vehículo adecuado para ser aplicado sobre una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves resultantes de una actividad de excavación manteniendo un tiempo de contacto adecuado y permitiendo, por tanto, que los sulfuros o bacterias presentes en dicho sustrato reaccionen de manera pertinente con el reactivo de elección.

Es así como, en ausencia de cualquier instrucción o sugerencia proveniente del documento D1 y dirigida a la inclusión de un **agente espumante** como componente esencial del vehículo distribuido sobre el sustrato, la solución propuesta por la

presente invención cuenta con la debida altura inventiva, hecho que solicitamos sea debidamente reconocido por el señor Examinador.

En resumidas cuentas, concluimos que las divulgaciones del documento D1 no logran perjudicar la patentabilidad de la presente invención puesto que:

- Pertenecen a un **campo técnico alejado** y persiguen un objeto completamente distinto, por lo que no existe ningún tipo de analogía entre sus divulgaciones y la presente invención;
- Desconocen completamente la inclusión de un **agente espumante** como parte del vehículo a distribuir, hecho que evidencia que esta estrategia no se había empleado con anterioridad en el campo técnico; y
- No se aborda la aplicación de reactivos tales como **piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio** para neutralizar la actividad de los sulfuros o bacterias presentes en el sustrato;

razón por la cual esta anterioridad falla completamente en representar soporte documental suficiente a la objeción manifestada por el señor Examinador, la cual solicitamos respetuosamente sea retirada.

En conocimiento de las falencias del documento D1, el señor Examinador acude a una segunda referencia, documento D2, afirmando que la misma complementa lo divulgado por la primera referencia y permite que dicho versado en la materia alcance la presente invención de manera obvia y sin necesidad de acudir a su propia habilidad inventiva.

Tras analizar este segundo documento encontramos que, similar al caso anteriormente comentado, el documento D2 pertenece a un campo técnico sustancialmente alejado del objeto de la presente solicitud pues divulga un procedimiento para la lixiviación de cuerpos fragmentados que contienen minerales o metales, más precisamente enfocados en la recuperación de cobre a partir de tal sustrato.

A partir de ello, es evidente que no existe ningún tipo de relación entre el objeto y alcance de la presente invención y las divulgaciones del documento D2 ya que, como se mencionó previamente, el sistema y método aquí divulgados buscan **mitigar o reducir el drenaje de roca ácida**, problema técnico que resulta completamente desconocido para las dos referencias del arte previo que cita el señor Examinador.

Más aún, destacamos que el documento D2 también promueve la aplicación de una solución de lixiviación ácida sobre un sustrato mineral, razón por la que al momento de desarrollar un nuevo sistema partiendo de las enseñanzas de esta referencia, el versado en la materia se vería claramente motivado a emplear una solución de la misma naturaleza, **fallando** por tanto en concebir el objeto de la presente invención.

Por esta razón, insistimos en que el arte previo citado por el señor Examinador no le brinda al versado en la materia ninguna noción sobre la necesidad de neutralizar la actividad de los sulfuros o bacterias presentes en la recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves resultantes de una actividad de excavación, razón por la que este **desconoce** tanto (i) el problema técnico que da origen a la presente invención, como (ii) la solución que la misma propone.

De esta manera, asumimos demostrado que ninguno de los documentos D1 y D2 proporcionan información relevante y suficiente para que el versado en la materia pueda ser capaz de dar lugar a un sistema y método como los aquí reivindicados, y que contrario a esto, las enseñanzas del citado arte previo se **alejan** completamente del concepto técnico inventivo que da lugar a caracterización de la presente invención.

Ahora bien, habiendo demostrado la poca relevancia de las referencias citadas por el señor Examinador, consideramos oportuno llevar a cabo un breve análisis del **importante aporte técnico** que la presente invención simbolizada para el estado de la técnica, el cual deseamos sea tenido en cuenta como muestra adicional del nivel inventivo de la misma.

En primera instancia, es necesario entender que el drenaje de roca ácida, el cual resulta como subproducto de la extracción de metales y minerales preciosos a partir de sustratos provenientes del suelo, representa uno de los desechos más contaminantes y riesgosos en términos ambientales.

Es así como surge la necesidad de llevar a cabo un tratamiento adecuado a los materiales de desechos rocosos y de relaves provenientes de actividades como la explotación del suelo y la minería, puesto que el impacto de su elevada acidez ha sido una gran preocupación, no sólo en la actualidad sino desde que dicha actividad ha representado un medio de sustento para el ser humano.

Se puede decir entonces que, hasta el momento, no se ha desarrollado un método o un sistema que permita controlar de manera eficaz la liberación de dichos subproductos ácidos pues las técnicas conocidas cuentan con desventajas que, como tal, dificultan la aplicación de los mismos. Los inconvenientes relacionados con los tres métodos de mitigación y tratamiento de drenajes de roca ácida empleados en la actualidad se resumen a continuación:

I. Uso de sistemas convencionales de recolección:

Este método promueve la recolección del agua que ha entrado en contacto con drenajes de roca ácida para luego tratarla mediante diversos mecanismos, los cuales resultan en **costos elevados de operación y mantenimiento** que además deben ser asumidos por el propietario de las tierras en donde se llevan a cabo las actividades de minería durante **periodos prolongados de tiempo**. Debido a esto, la aplicación de este enfoque es muy limitada.

II. Excavación y remoción de desechos reactivos:

Mediante el uso de maquinaria y un equipo apropiado de operarios y expertos, el método de excavación y remoción permite, como su nombre lo indica, retirar todo el material contaminado del sitio en donde las actividades de minería tienen lugar. Sin embargo, más allá de los **altos costos relacionados con el proceso de excavación y transporte de residuos y la respectiva maquinaria**, este enfoque tiene serias limitaciones que dependen del terreno como tal. Por ejemplo, este

método no puede ser aplicado en sitios remotos o alejados, o en ubicaciones montañosas alpinas dada la **dificultad para determinar un depósito o relleno donde disponer tal material de desecho.**

Adicional a lo anterior, es de notar que la remoción del material de desecho de su lugar de origen **no disminuye el potencial contaminante** del mismo, siendo necesario por tanto llevar a cabo actividades de saneamiento y tratamiento a los mismos a fin de limitar su impacto ambiental.

III. Tratamiento *in-situ*:

Este enfoque promueve el tratamiento de drenajes de roca ácida justo en el lugar en donde se originan mediante la aplicación de una serie de reactivos, bien sea (a) sobre la superficie de los desechos reactivos de explotación mineral, o (b) inyectando dichos reactivos al interior de las cavidades de excavación y desechos con el objeto de impedir las reacciones bioquímicas que dan origen a los ácidos característicos de estos desechos.

Independiente a cualquiera de dichos dos métodos de aplicación, la ejecución de esta estrategia requiere que se lleven a cabo un **gran número de perforaciones** para que, una vez (a) se apliquen superficialmente o (b) se inyecten los reactivos, estos penetren en el sustrato mineral, lo cual se ve reflejado en la **desestabilización geotécnica del suelo**, sin mencionar los problemas que igualmente surgen al tratar suelos empinados o inclinados.

Otra de sus desventajas, quizás la más relevante, es la **mala distribución de los reactivos a lo largo de la masa de desechos de minería**, lo cual resulta en una inactivación parcial que aun cuando reduce de cierta manera el impacto ambiental causado por dichos desechos, no los controla por completo. Por este problema de **distribución inefectiva y desigual**, esta estrategia tiene una aplicación limitada, además de implicar **altos costos, requerir grandes cantidades de agua** para movilizar los reactivos, y enfrentar el **riesgo potencial de sobresaturación**, lo cual evidentemente reversaría el efecto esperado tras el tratamiento de inactivación.

A la luz de las limitaciones de las técnicas conocidas, la presente invención propone una ***solución novedosa e innovadora*** que involucra la aplicación de espumas como vehículo para transportar y distribuir los reactivos neutralizantes de una manera mucho más eficaz a lo largo del sustrato, eliminando de este modo muchos de los problemas que acompañan dichas estrategias del arte previo.

En complemento de lo anterior, cabe anotar que gracias a la caracterización que da lugar al sistema y método aquí reivindicados, más precisamente a la **utilización de agentes espumantes como vehículo**, la presente invención alcanza las siguientes ventajas:

- **Transporte uniforme y eficaz del reactivo** a lo largo de las superficies del sustrato mineral a tratar;
- **Disminución de costos operativos** relacionados con la prevención y reducción del impacto ambiental de los drenajes de roca ácida;
- **Mejora considerable de los métodos y sistemas ya conocidos**, poniendo a disposición del campo técnico una estrategia **más aplicable y más eficaz**.

En vista de estas ventajas y aportes, solicitamos sea reconocido que la invención aquí divulgada manifiesta indicios claros de la existencia de altura inventiva, los cuales enumeramos y analizamos a continuación:

- La presente invención logra superar dificultades no resueltas por las técnicas ya conocidas, por lo que afirmamos esta implica un **avance tecnológico** y un claro **aporte** a la manera en cómo se lleva a cabo el tratamiento de residuos contaminantes de actividades de explotación terrestre como la minería.
- Asimismo, la presente invención **aborda y resuelve un problema técnico de larga data** que, además, satisface la necesidad actual de contar con estrategias que ayuden a **mitigar el daño ambiental** causado por prácticas humanas que se han venido practicado desde tiempos inmemorables.
- Adicionalmente, dado que ninguna de las anterioridades relacionadas con el tratamiento de desechos ácidos de minería y actividades similares había aplicado antes el uso de agentes espumantes para formular un vehículo con mejores propiedades de dispersión, es evidente que la presente invención representa un claro ejemplo de transferencia de tecnología entre dos campos técnicos completamente distintos.

Así las cosas, solicitamos respetuosamente sea reconocido el cabal cumplimiento del requisito de nivel inventivo por parte del sistema (reivindicación 1) y el método (reivindicación 10) de la presente invención, los cuales no representan una simple derivación de las enseñanzas de los documentos D1 y D2, sino que, como bien se ha demostrado a lo largo de este memorial, implican un **aporte** evidente y valioso al campo técnico.

Por último, nos permitimos allegar a su Despacho para referencia del señor Examinador una copia de tres Declaraciones juramentadas que sustentan todos y cada uno de los argumentos aquí expuestos, a fin de que sean tenidas en cuenta como muestra suficiente de la patentabilidad de la presente invención.

En vista de lo anteriormente expuesto, respetuosamente solicitamos el retiro de las objeciones de la presente solicitud, ya que en opinión del solicitante cumple con todos los requisitos establecidos en la Decisión 486.

Atentamente,



JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

T.P. No. 57.492 del C.S.J.

C.C. 80.410.337 de Usaquén

Calle 70 A No. 4 - 41

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación, que comprende:
 - a. una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
 - b. una red de distribución en comunicación fluida con dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
 - c. un agente espumante alimentado a través de dicha red de distribución hacia dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
 - d. un reactivo suministrado a dicha red de distribución para mezclarlo con dicho agente espumante para formar una mezcla de reactivo-espuma, en donde dicho reactivo se selecciona para reaccionar con sulfuros o bacterias presentes en dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves para reducir el drenaje de roca ácida a partir de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves; y
 - e. en donde dicho reactivo comprende piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha red de distribución comprende un sistema de tuberías y una bomba en comunicación fluida con dicho sistema de tuberías.
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho agente espumante comprende lauril sulfato de sodio, lauril sulfato de amonio, lauril éter sulfato de sodio, o surfactantes naturales derivados de proteínas animales.
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha mezcla de reactivo-espuma comprende menos de 10 por ciento en volumen de reactivo.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho reactivo comprende anhídrido carbónico o un gas inerte que desplaza oxígeno.
6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho reactivo comprende leche, tiocianato de sodio, bio-sólidos, aserrín, papel, o estiércol animal en composta.
7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho reactivo comprende hierro, cobre, óxido de manganeso, minerales de zeolita, turba, carbón activado, o resinas orgánicas.
8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una red de recolección en comunicación fluida con dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves.
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un revestimiento debajo de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves.
10. Un método para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación, que comprende:
 - a. hacer fluir una espuma a través de una red de distribución en comunicación fluida con una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
 - b. seleccionar un reactivo para reaccionar con sulfuros o bacterias presentes en dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves para reducir el drenaje de roca ácida a partir de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves, en donde dicho reactivo comprende hierro, cobre, óxido de manganeso, minerales de zeolita, turba, carbón activado, o resinas orgánicas;
 - c. mezclar dicho reactivo con dicha espuma que fluye a través de dicha red de distribución para formar una mezcla de reactivo-espuma; y
 - d. dispersar dicha mezcla de espuma-reactivo sobre dicha

recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además mezclar menos de 10 por ciento en volumen de dicho reactivo en dicha mezcla de reactivo-espuma.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además extraer metales pesados de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además recolectar una escorrentía de fluido debajo de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves.

14. Un sistema para tratar materiales producidos a partir de una actividad de excavación, que comprende:

- a. una recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
- b. una red de distribución en comunicación fluida con dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
- c. un agente espumante alimentado a través de dicha red de distribución hacia dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves;
- d. un reactivo suministrado a través de dicha red de distribución para mezclarlo con dicho agente espumante para formar una mezcla de reactivo-espuma, en donde dicho reactivo se selecciona para reaccionar con dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves para reducir el drenaje de roca ácida a partir de dicha recopilación de rocas de desecho o materiales de relaves; y
- e. en donde dicho reactivo comprende leche, tiocianato de sodio, biosólidos, aserrín, papel, o estiércol animal en composta.

15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde dicho reactivo

comprende anhídrido carbónico o un gas inerte que desplaza oxígeno.

16. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde dicho reactivo comprende piedra caliza, dolomita, bicarbonato de sodio, escoria de acero, cenizas volantes, o hidróxido de sodio.

17. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde dicho reactivo comprende cobre, óxido de manganeso, minerales de zeolita, turba, carbón activado, o resinas orgánicas.

SISTEMA Y MÉTODO PARA TRATAR UNA ACTIVIDAD DE EXCAVACIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención concierne generalmente a un sistema y un método para tratar una actividad de excavación. En modalidades particulares de la presente invención, los sistemas y métodos pueden usarse para tratar subproductos y condiciones asociadas con actividades de excavación para reducir el drenaje ácido de roca y/o recuperar recursos valiosos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Se sabe que los subproductos y condiciones asociadas con actividades de excavación llevan a la generación de varias formas de contaminación perjudicial para el medioambiente. Tal como se emplea aquí, las actividades de excavación comprenden no solamente operaciones de minería convencional para localizar y recuperar recursos naturales debajo de la superficie de la tierra, sino también cualesquiera otras operaciones que deterioran grandes áreas de la superficie natural y/o el perfil de la región. Por ejemplo, la construcción de carreteras y demás desarrollos comerciales de gran magnitud producen a menudo los mismos subproductos y condiciones que las operaciones de minería convencional y constituyen actividades de excavación dentro del ámbito de la presente invención.

[0003] Figura 1 ofrece un dibujo ejemplar de una actividad de excavación **10** para ilustrar varios subproductos y condiciones que pueden llevar a la generación de varias formas de contaminación hídrica perjudicial para el medioambiente. Los subproductos pueden incluir, por ejemplo, varias formas de desechos de procesamiento de minerales, tales como estrato de roca que se encuentra encima del estrato de interés (*overburden*) **12**, escoria, ganga, y roca enterrada con contenido de pirita **14**. Las condiciones pueden incluir, por ejemplo, el sitio mismo de la excavación, socavones de drenaje (*draining adits*), túneles **16**, tajos abandonados **18** y minas. Como se muestra en Figura 1, aguas-lluvias **20**, escorrentía **22** y otras fuentes de agua pueden pasar por encima de varias porciones de la actividad de excavación **10** y a través de ellas, e interactuar y reaccionar con los subproductos y condiciones para producir una contaminación

hídrica indeseada **24**. Generalmente la contaminación hídrica indeseada **24** drena por gravedad a través de la actividad de excavación **10** hasta que alcanza una barrera impermeable, tal como un revestimiento natural o artificial **26**, que eventualmente guía la contaminación hídrica a un vertedero, tal como una corriente o pozo subterráneo o infiltración de aguas subterráneas/zona de recarga.

[0004] La contaminación hídrica **24** producida por las actividades de excavación pueden denominarse genéricamente como drenaje ácido de roca (ARD - *acid rock drainage*) o drenaje ácido de minas (AMD - *acid mine drainage*), y se designarán colectivamente a partir de ahora como ARD. La combinación de agua, bacterias y minerales con contenido de sulfuro expuestos al aire por las actividades de excavación produce ácido sulfúrico, sulfatos, hierro y otros metales en el ARD. Por ejemplo, las siguientes cuatro reacciones químicas generalmente aceptadas describen la oxidación de minerales con contenido de sulfuro (representados por FeS_2 como un representante de todos los minerales con contenido de sulfuro reactivo) que produce ARD:

1. $\text{FeS}_2 + 7/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+$
2. $\text{Fe}^{2+} + 1/4 \text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 1/2 \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Fe}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{H}^+$
4. $\text{FeS}_2 + 14 \text{Fe}^{3+} + 8 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 15 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{SO}_4^{2-} + 16 \text{H}^+$

[0005] Como se muestra por las ecuaciones anteriores, los ingredientes químicos elementales requeridos para la formación de ARD son aire, agua y materiales con contenido de sulfuro. Como se describe más adelante, las bacterias pueden facilitar la formación de ARD. Una vez cada ingrediente elemental está presente, la producción de ARD puede predecirse por un número de pruebas estándar, incluyendo pruebas de cuantificación de ácido-base, pruebas de celdas de humedad y pruebas de lixiviación en columna. Por ejemplo, en un ambiente con un pH de menos de aproximadamente 4,5, bacterias existentes en la naturaleza, tales como *acidithiobacillus ferro-oxidans* y microbios relacionados, pueden actuar como un catalizador y acelerar las reacciones 1, 2, y 4 indicadas anteriormente, bajando el pH aún más. Iones de hidrógeno (H^+) y iones de hierro férrico (Fe^{+3}) pueden acelerar asimismo la oxidación de otros sulfuros de metal que pueden estar presentes, liberando metales adicionales tales como cobre,

plomo, cinc, cadmio, mercurio y manganeso en el ARD.

[0006] Un método efectivo para reducir y/o prevenir ARD es eliminar y/o aislar uno o más de los ingredientes elementales - aire, agua, materiales con contenido de sulfuro y/o bacterias – requeridos para la producción de ARD. Por ejemplo, un sistema y un método generalmente aceptados para tratar subproductos y condiciones asociadas con una actividad de excavación es dispersar uno o más e ingredientes activos o reactivos sobre el sitio de excavación para reaccionar con uno o más de los ingredientes elementales. Como se muestra en Figura 1, sin embargo, los subproductos y condiciones asociadas con actividades de excavación están a menudo enterrados, se encuentran dispersados en áreas extensas y son de otro modo inaccesibles a la aplicación directa de los ingredientes activos, requiriendo una combinación de pozos de perforación espaciados unos cerca de otros, gravedad y enormes cantidades de agua para transportar los ingredientes activos a las áreas afectadas que se van a tratar. Aunque efectivos en reducir o prevenir el ARD para las áreas efectivamente cubiertas, con frecuencia los ingredientes activos dispersados en agua no alcanzan la totalidad de los subproductos y condiciones que requieren tratamiento antes de atravesar el sitio de excavación. Por consiguiente, serían útiles un sistema y un método mejorados para dispersar confiadamente ingredientes activos para tratar actividades de excavación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0007] Aspectos y ventajas de la invención se exponen a continuación en la siguiente descripción, o pueden ser obvios a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención.

[0008] Una modalidad de la presente invención es un sistema para tratar una actividad de excavación. El sistema incluye una red de distribución en comunicación fluida con la actividad de excavación. Un agente espumante se alimenta a la red de distribución, y un reactivo se suministra a la red de distribución para mezclarse con el agente espumante y formar una mezcla de reactivo-espuma. El reactivo se selecciona para reaccionar con por lo menos uno de los sulfuros, bacterias, o metales pesados o para recubrir materiales particulados.

[0009] Otra modalidad de la presente invención es una composición para tratar una actividad de excavación. La composición incluye un reactivo suspendido en espuma para formar una mezcla de reactivo-espuma. El reactivo se selecciona para reaccionar con por lo menos uno de los sulfuros, bacterias, o metales pesados o para recubrir materiales particulados.

[0010] La presente invención puede comprender igualmente un método para tratar una actividad de excavación. El método incluye hacer fluir una espuma a través de una red de distribución en comunicación fluida con la actividad de excavación y seleccionar un reactivo para reaccionar con por lo menos uno de los sulfuros, bacterias, o metales pesados o para recubrir materiales particulados. El método incluye además mezclar el reactivo con la espuma que fluye a través de la red de distribución para formar una mezcla de reactivo-espuma y dispersar la mezcla espuma-reactivo sobre por lo menos una porción del depósito de excavación.

[0011] Las personas de versación ordinaria en el arte apreciarán mejor las características y aspectos de tales modalidades, y otros, luego de la revisión del capítulo descriptivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0012] Una divulgación completa e instrumental de la presente invención, incluyendo el mejor método de la misma, a una persona versada en el arte, se expone más particularmente en la parte restante del capítulo descriptivo, incluyendo la referencia a las figuras acompañantes, en las cuales:

[0013] Figura 1 es un dibujo simplificado en corte transversal de una actividad de excavación ejemplar;

[0014] Figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema para tratar una actividad de excavación de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

[0015] Figura 3 es un dibujo simplificado en corte transversal de la actividad de

excavación mostrada en Figura 1, que se trata de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

[0016] Figura 4 es un dibujo simplificado en corte transversal de un depósito de excavación que se trata de acuerdo con una modalidad de la presente invención; y

[0017] Figura 5 es un dibujo simplificado en corte transversal de un socavón de excavación que se trata de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0018] Se hará ahora referencia en detalle a presentes modalidades de la invención, uno o más ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos acompañantes. La descripción detallada usa designaciones de números y letras para referirse a las características indicadas en los dibujos. Designaciones iguales o similares en los dibujos y la descripción se han usado para referirse a partes iguales o similares de la invención.

[0019] Cada ejemplo se provee a modo de explicación de la invención, no para limitación de la invención. De hecho, será evidente a las personas de versación en el arte que pueden introducirse modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del ámbito o el espíritu de la misma. Por ejemplo, características ilustradas o descritas como parte de una modalidad pueden usarse en otra modalidad para producir todavía otra modalidad. En consecuencia, se pretende que la presente invención cubra tales modificaciones y variaciones como surgen dentro del ámbito de las reivindicaciones y sus equivalentes.

[0020] Varias modalidades de la presente invención proveen un sistema y un método para transportar y aplicar varios ingredientes activos gaseosos, líquidos y/o sólidos o reactivos a través de medios permeables y porosos naturales o artificiales para tratar una actividad de excavación, con el fin de reducir y/o prevenir la contaminación hídrica, es decir, el drenaje ácido de roca (ARD) y/o facilitar la recuperación de recursos valiosos. Una lechada de espuma estable puede usarse para transportar y aplicar los ingredientes activos gaseosos,

líquidos y/o sólidos o reactivos. En modalidades particulares, el sistema y el método pueden usarse en una actividad de excavación, o con ella, incluyendo zonas adyacentes a la actividad de excavación y/o depósitos de excavación, para reducir y/o evitar la propagación de ARD. Aunque descritas generalmente en el contexto de tratar y/o prevenir el drenaje ácido de roca, asociado con actividades de minería, una persona de versación ordinaria en el arte apreciará que modalidades de la presente invención pueden adaptarse fácilmente para tratar virtualmente cualquier excavación o actividad de procesamiento de minerales, con el fin de reducir y/o evitar la propagación de contaminación indeseada.

[0021] Figura 2 presenta un diagrama de bloques simplificado de un sistema **30** para tratar una actividad de excavación **32** de acuerdo con una modalidad de la presente invención. Como se describe previamente, la actividad de excavación **32** puede comprender subproductos y condiciones asociadas con operaciones de minería convencional, así como cualesquiera otras operaciones que deterioran extensas áreas de la superficie natural y/o el perfil de la región. Los subproductos y condiciones pueden incluir materiales permeables y porosos, tales como formaciones de roca geológica partida o fracturada, mena, concentrados de mena, carbón, desechos de minería, desperdicios de minería, escoria, arena, o suelo. Procesos metalúrgicos, cambios químicos naturales tales como oxidación y/o actividad biológica pueden actuar sobre los materiales permeables y porosos para producir ARD, como se describe previamente. Alternativa, o adicionalmente, los subproductos y condiciones pueden contener constituyentes valiosos, tales como oro, plata, los metales del grupo platino, uranio, cobre, plomo, cinc, o cualquier elemento que pudiera recuperarse económicamente de la mena encontrada en el lugar o excavada del suelo y sometida a procesos metalúrgicos convencionales para recuperación económica.

[0022] Tal como se muestra, el sistema **30** incluye generalmente una red de distribución **34** en comunicación fluida con la actividad de excavación **32**. La red de distribución **34** puede estar próxima a la actividad de excavación **32**, o alejada de ella, y puede comprender cualquier sistema apropiado para acarrear o transportar un fluido a la actividad de excavación **32**. Por ejemplo, como se muestra en Figura 2, la red de distribución **34** puede incluir un sistema de tuberías **36** y una o más bombas **38** o sopladores, que proporcionan comunicación fluida entre uno o más tanques de abastecimiento, y la actividad de excavación **32**. El

sistema de tuberías **36** puede conectar, por ejemplo, uno o más de un tanque de surfactante **40**, un tanque de reactivo líquido **42**, un compresor **44** y/o un tanque de reactivo sólido **46** a la actividad de excavación **32**. De esta manera, los varios tanques pueden abastecer uno o más ingredientes activos o reactivos a la actividad de excavación **32** para eliminar y/o aislar uno o más de los ingredientes elementales - aire, agua, materiales con contenido de sulfuro, y/o bacterias - requeridos para la producción de ARD.

[0023] El tanque de surfactante **40** puede abastecer un agente espumante **48** a la red de distribución **34** para crear un medio de espuma estable para transportar o acarrear uno o más ingredientes activos o reactivos a la actividad de excavación **32**. Tal como se emplea aquí, "espuma" incluye cualquier líquido de dos fases compuesto por un líquido y un gas, separados por un surfactante (v.g., jabón) en burbujas. El agente espumante **48** puede incluir, por ejemplo, lauril sulfato de sodio, lauril sulfato de amonio, laureth sulfato de sodio, surfactantes naturales derivados de proteínas animales y/o combinaciones de los anteriores. El agente espumante actual **48** y los ingredientes activos que transporta se ajustarán a la medida para cada aplicación basándose en el objetivo de la aplicación, la composición química, la condición física y los grupos microbiológicos presentes, así como el grado de saturación de los materiales contaminantes o los materiales grado recursos. Debe entenderse por una persona de versación ordinaria en el arte que se contemplan varios surfactantes dentro del ámbito de la presente invención, y que la presente invención no se limita a algún surfactante en particular, a menos que se indique específicamente en las reivindicaciones.

[0024] El tanque de reactivo líquido **42**, el compresor **44** y/o el tanque de reactivo sólido **46** pueden alimentar uno o más ingredientes activos o reactivos para mezclarlos con el agente espumante **48**, seleccionándose los ingredientes activos actuales o reactivos para reaccionar con uno o más de los ingredientes elementales - aire, agua, materiales con contenido de sulfuro y/o bacterias - requeridos para la producción de ARD. Por ejemplo, el tanque de reactivo líquido **42**, si está presente, puede abastecer uno o más ingredientes activos líquidos o reactivos **50** seleccionados para reaccionar con uno o más de los ingredientes elementales. El tanque de reactivo líquido **42** puede alimentar un bactericida líquido seleccionado para reaccionar con bacterias en la actividad de excavación **32** para reducir y/o evitar la producción de ARD. Bactericidas

posibles incluyen, por ejemplo, lauril sulfato de sodio, leche alterada y contaminada (*waste milk*) u otros subproductos lácteos, lípidos bi-polares y/o tiocianato de sodio. Alternativa o adicionalmente, el tanque de reactivo líquido **42** puede suministrar soluciones, tales como soluciones de hidróxido de sodio y/o cal hidratada, seleccionadas para ajustar el pH en la actividad de excavación **32**. En todavía otras modalidades, el tanque de reactivo líquido **42** puede abastecer soluciones, tales como cianuro de sodio, tiourea, hipoclorito de sodio, y/o peróxido de hidrógeno, seleccionadas para disolver o lixiviar metales preciosos de la actividad de excavación **32**. A modo de ejemplo adicional, el tanque de reactivo líquido **42** puede abastecer soluciones seleccionadas para recubrir la actividad de excavación **32** y aislar los minerales de la excavación del aire y/o el agua. Por ejemplo, se ha demostrado que una solución de permanganato de potasio disuelto recubre materiales de desechos de minería particulados con una capa de dióxido de manganeso y, por consiguiente, aísla rocas con contenido de piritita del aire y el agua para evitar la producción de ARD. De manera similar, se ha demostrado que soluciones de fosfato disuelto se acomplejan con hierro disuelto y eliminan por agotamiento (*starve*) la bio-oxidación de piritita mediante la alteración de la cinética de las ecuaciones 2, 3, y 4 discutidas previamente.

[0025] De manera similar, el compresor **44**, si está presente, puede alimentar uno o más ingredientes activos gaseosos o reactivos **52** seleccionados para reaccionar con uno o más de los ingredientes elementales. Por ejemplo, el compresor **44** puede abastecer anhídrido carbónico, nitrógeno, u otros gases inertes que pueden desplazar oxígeno próximo a los subproductos y condiciones asociadas con la actividad de excavación **32**, interfiriendo en esa forma con una o más de las reacciones químicas conocidas por producir ARD, o evitándolas. Alternativa o adicionalmente, el compresor **44** puede suministrar sulfuro de hidrógeno el cual, además de desplazar oxígeno, puede inmovilizar asimismo metales pesados, presentes en solución en la actividad de excavación **32**.

[0026] Análogamente, el tanque de reactivo sólido **46**, si está presente, puede abastecer uno o más ingredientes activos sólidos o reactivos **54** seleccionados para reaccionar con uno o más de los ingredientes elementales. Por ejemplo, caliza, dolomita, polvo de horno de cemento, escoria de acero, bicarbonato de sodio, ceniza volante y varios materiales puzolánicos pueden proporcionar alcalinidad neutralizante de ácido a materiales de roca con contenido de sulfuro,

propensos a producir ARD. Alternativa o adicionalmente, bactericidas de liberación lenta pueden usarse para suprimir bacterias, que oxidan pirita, y/o materiales orgánicos, tales como celulosa, madera, y papel, bio-sólidos, y/o proteínas vegetales y animales pueden usarse para suprimir la oxidación de la pirita. Turba procesada, turba natural, minerales de zeolita, óxidos de manganeso, y productos artificiales similares tales como resinas pueden agregarse para adsorber metales pesados. Ingredientes activos sólidos adicionales o reactivos, dentro del ámbito de la presente invención, pueden incluir hierro cero valencia, hierro a escala nano, oxi-hidróxidos de hierro en polvo y cobre en polvo, los cuales tienen la habilidad de alterar químicamente o detoxificar contaminantes disueltos.

[0027] Como se muestra en Figura 2, los varios ingredientes activos líquidos, gaseosos y/o sólidos o reactivos **50**, **52**, **54** se mezclan o agregan al agente espumante **48** para formar una composición de reactivo-espuma o mezcla **56**. Por ejemplo, un tubo de espuma **58** y/o un mezclador **60** pueden incluirse en la red de distribución **34**, según sea necesario, para mezclar homogéneamente o preparar la mezcla de reactivo-espuma **56**. El ingrediente activo actual o reactivo mezclado con el agente espumante **48** dependerá de las condiciones efectivas en la actividad de excavación **32**. Por ejemplo, la siguiente Tabla I identifica varios ingredientes activos o reactivos que pueden seleccionarse para reaccionar con uno o más de los ingredientes elementales - aire, agua, materiales con contenido de sulfuro y/o bacterias – requeridos para la producción de ARD:

Ingrediente Elemental	Reactivo	Reacción Anticipada
Aire	Virutas de madera frescas o en composta, aserrín, o celulosa	Consume oxígeno por descomposición orgánica
	Composta de hongos	
	Proteína vegetal & animal	
	Bio-sólidos	
	Productos de papel	Desplaza aire/oxígeno
	Nitrógeno	
	Anhídrido carbónico	Desplaza aire & forma sulfuros de metal
Agua	Sulfuro de hidrógeno	
	Soluciones de permanganato de potasio	Recubre superficies reactivas para hacerlas impermeables
	Keeco Mix (material de encapsulación de micro-silicato)	
Sulfuros	Pintura (a base de látex o aceite) u otro material de recubrimiento resistente al agua	
	Piedra caliza	Neutralizan acidez
	Dolomita	

	Polvo de horno de cemento	
	Bicarbonato de sodio	
	Ceniza volante	
	Desulfurización de gas de chimenea	
	Subproductos de combustión de carbón	
	Materiales puzolánicos (cemento)	
	Escoria de acero	
	Solución de cal	
	Solución de hidróxido de sodio	
	Solución de amoníaco	
	Solución de lauril sulfato de sodio	
	Lauril sulfato de sodio	
	Leche	
Bacterias	Lípidos bi-polares	Bactericidas
	Solución de fosfato	
	Solución de tiocianato de sodio	
	Estiércol animal en composta	
	Bio-sólidos de aguas residuales municipales	Inoculan materiales contaminantes con bacterias beneficiosas
	Suelos naturales de humedales	
	Keeco Mix (material de encapsulación de micro-silicato)	

Tabla I

[0028] Alternativa o adicionalmente, la siguiente Tabla II identifica varios ingredientes activos o reactivos, que pueden seleccionarse para reaccionar con uno o más metales pesados u otros contaminantes para facilitar la recuperación, la detoxificación y/o la inmovilización:

Contaminante	Reactivo	Reacción Anticipada
Metales pesados (v.g., Cd, Hg, Pb) o Metales Base (v.g., Cu, Zn, Fe)	Hierro cero valencia	Adsorben metales disueltos al reactivo
	Hierro a escala nano	
	Polvo de oxi-hidróxido de hierro	
	Polvo de cobre	
	Minerales de óxido de manganeso	
	Turba (procesada & natural)	
	Minerales de zeolita	
	Resinas orgánicas	
	Carbón activado	
Compuestos orgánicos disueltos y/o volátiles	Hierro cero valencia	Convierten compuestos carbónicos orgánicos disueltos tóxicos en compuestos inocuos
	Hierro a escala nano	
Soluciones de lixiviación de cianuro de sodio en minería de oro	Lixiviado (solución de hipoclorito de sodio)	Detoxifican cianuro
	Solución de peróxido de hidrógeno	
	Dióxido de azufre	
Solución de lixiviado de cianuro de sodio	Cianuro de sodio	Lixivian oro o plata de mena
Solución de carbonato amortiguada	Bicarbonato de sodio	Lixivian uranio de mena

36
37

Solución de lixiviado de tiourea	H_2NCSNH_2 , un compuesto orgánico soluble en agua	Lixivian oro o plata de mena
Solución de lixiviado de ácido sulfúrico	H_2SO_4	Lixivian cobre o uranio de mena

Tabla II

[0029] Como se muestra en Figura 2, la composición de reactivo-espuma o mezcla **56** puede dispersarse sobre la actividad de excavación **32** usando tecnología de cementación estándar tal como prensaestopas, revestimiento de cementación especializada, o mamparas que retienen espuma para grandes vacíos de minas subterráneas, según se desee. En el punto de introducción, la mezcla de reactivo-espuma **56** se expande omni-direccionalmente (hacia arriba, hacia abajo y circunferencialmente) como un frente de avance que recubre y satura los materiales permeables y porosos presentes en la actividad de excavación **32**. La tubería de cementación o prensaestopas puede reposicionarse según se requiera para permitir variar el (los) punto(s) de inyección, con el fin de dispersar la mezcla de reactivo-espuma **56** en la zona deseada.

[0030] Pruebas preliminares han demostrado que el agente espumante **48** penetra efectivamente materiales permeables y porosos encontrados comúnmente en actividades de excavación **32**, dejando un recubrimiento sobre los materiales cuando la espuma se disipa. Por ejemplo, las reacciones exotérmicas asociadas con la oxidación de sulfuros resultan frecuentemente en zonas secas, calientes, que disiparán rápidamente la humedad de la espuma, precipitando una concentración más alta de ingredientes activos o reactivos en esa localización particular, que suprime la oxidación bacteriana o química adicional. Además, los ingredientes activos precipitados o reactivos no obstruyen o taponan en otra forma los materiales permeables y porosos, permitiendo aplicaciones subsiguientes en el transcurso del tiempo sin una pérdida de efectividad. Como resultado, pueden aplicarse múltiples reactivos en secuencia, si se desea, utilizando el mismo punto de inyección o red de distribución **34**. Estos y otros beneficios indican que el agente espumante **48** proporciona características superiores de transporte y deposición, comparado con las técnicas convencionales de dispersión de líquidos, requiriendo al mismo tiempo sustancialmente menos agua.

[0031] Como se muestra además en Figura 2, el sistema **30** puede incluir también un revestimiento **62** y/o una red de recolección **64** en comunicación fluida con la actividad de excavación **32**. El revestimiento **62** puede incluir una superficie artificial o natural debajo de por lo menos una porción de la actividad de excavación **32**, que ofrece una barrera para cualquier agua que drene de la actividad de excavación **32**. Alternativa o adicionalmente, la red de recolección **64** puede comprender tuberías de drenaje perforadas que recojan y canalicen agua que drena de la actividad de excavación **32** a un punto de recolección **66** para procesamiento y disposición final adicionales.

[0032] Figuras 3-5 presentan dibujos simplificados de varias actividades de excavación que se tratan de acuerdo con modalidades de la presente invención. Por ejemplo, Figura 3 muestra el uso de múltiples puntos de inyección **68** para distribuir y dispersar la mezcla de reactivo-espuma **56** en un depósito de excavación enterrado **70**. La expansión omni-direccional de la mezcla de reactivo-espuma **56** a través del depósito de excavación **70** permite la cobertura completa del depósito de excavación **70** usando menos puertos de inyección **68**, con una reducción correspondiente en el consumo de agua. Como se muestra en Figura 4, la expansión omni-direccional de la mezcla de reactivo-espuma **56** permite al sistema **30** tratar un depósito de excavación superficial **72** desde el fondo. La expansión de la mezcla de reactivo-espuma inyectada **56** debajo del depósito de excavación **72** produce la dispersión y la distribución ascendentes de los ingredientes activos seleccionados o reactivos. Finalmente, Figura 5 muestra el uso del sistema **30** para tratar económicamente actividades de excavación aisladas o localizadas tales como fracturas **74** u otras alteraciones geológicas poco profundas en un socavón de excavación **76**. Tal como se muestra, la red de distribución **34** puede facilitar la aplicación precisa de la mezcla de reactivo-espuma **56**, reduciendo en esa forma el consumo de agua e ingredientes activos en el proceso.

[0033] Una persona de versación ordinaria en el arte puede determinar fácilmente, con experimentación mínima, combinaciones y relaciones preferidas de los varios agentes espumantes e ingredientes activos o reactivos dependiendo de la actividad de excavación particular. Basándose en las características mejoradas de distribución y dispersión del agente espumante **48**, comparado con

38
2

los métodos convencionales de distribución y dispersión, se anticipa que el porcentaje fraccionario de ingredientes activos o reactivos en la mezcla de reactivo-espuma será sustancialmente menor que el necesario en los métodos convencionales. Por ejemplo, se anticipa que los ingredientes activos o reactivos, particularmente los ingredientes activos sólidos o reactivos, contendrán menos que el 10%, y en algunas modalidades menos que 5%, 2%, o 1%, en volumen de la mezcla de reactivo-espuma, lo cual se traduce en ahorros sustanciales. No obstante, los siguientes ejemplos hipotéticos se dan con fines de ilustración y no de limitación de la presente invención.

[0034] Ejemplo 1:

[0035] Una actividad de excavación comprende un depósito de excavación de veinte acres, que contiene una zona de roca con contenido de pirita, que genera contaminación, la cual se ha delineado mediante pozos de perforación y datos geofísicos. El depósito de excavación tiene un volumen total de aproximadamente 3,2 millones de yardas cúbicas (2'446.576 metros cúbicos), de las cuales aproximadamente un tercio o 1,1 millones de yardas cúbicas (841.010,4 metros cúbicos) es espacio vacío. Aproximadamente 25% del volumen del depósito de excavación (es decir, aproximadamente 806.000 yardas cúbicas o 616.231,2 metros cúbicos) contiene la roca con contenido de pirita que genera contaminación, con aproximadamente 266.000 yardas cúbicas (203.371,6 metros cúbicos) de espacios vacíos en esta zona generadora de contaminación.

[0036] La red de distribución diseñada incluye un compresor de aire comercial con una capacidad de 100 pies cúbicos por minuto (169,9 metros cúbicos por hora) y una presión estándar de 100 libras por pulgada cuadrada (689,48 kilopascal), una bomba con una capacidad de 5 a 20 galones por minuto (1,36 a 5,46 metros cúbicos por hora), tanques, y demás equipo convencional generador de espuma, conectado generalmente como se muestra en Figura 2. El sistema de tuberías diseñado incluye tubería con un diámetro de 4 pulgadas (10,16 centímetros), instalada en una pluralidad de pozos de perforación perforados en los centroides geométricos aproximados de las zonas de roca con contenido de pirita. El espacio anular entre la tubería y las zonas de roca con contenido de pirita circundantes se llena con arena o concreto.

39
40

[0037] Los ingredientes activos o reactivos para esta aplicación se seleccionan para proporcionar una acción anti-bacteriana, acciones neutralizantes de pH ácido y acciones de agotamiento de oxígeno. Los reactivos anti-bacterianos seleccionados incluyen lauril sulfato de sodio (el cual es también el agente espumante); leche alterada y contaminada (nutriente para bacterias benéficas para desplazar bacterias que oxidan piritita); y bio-sólidos (inóculo bacteriano). El reactivo neutralizante de pH ácido seleccionado es polvo de caliza finamente triturado con un tamaño de grano de aproximadamente 20 de abertura de malla (0,84 mm) a aproximadamente 200 de abertura de malla (0,074 mm). El reactivo de agotamiento de oxígeno seleccionado es un producto de desecho de aserrín de grano fino con un diámetro nominal de aproximadamente 20 de abertura de malla (0,84 mm). Pruebas hipotéticas de laboratorio y/o pruebas en campo indican que las siguientes relaciones del agente espumante e ingredientes activos o reactivos producen la mezcla de reactivo-espuma deseada:

Componente	Volumen en 1 yarda cúbica (0,765 pies cúbicos) de mezcla	Porcentaje en Volumen
Agua	3,20 pies cúbicos (0,091 metros cúbicos)	11,9%
Leche alterada y contaminada	0,17 pies cúbicos (0,0048 metros cúbicos)	0,6%
Bio-sólidos	0,15 pies cúbicos (0,0042 metros cúbicos)	0,6%
Caliza triturada	0,80 pies cúbicos (0,023 metros cúbicos)	3,0%
Aserrín	0,05 pies cúbicos (0,0014 metros cúbicos)	0,2%
Surfactante (SLS)	0,21 pies cúbicos (0,0059 metros cúbicos)	0,8%
Gas (aire)	22,42 pies cúbicos (0,635 metros cúbicos)	83,0%
Totales	27,0 pies cúbicos (0,765 metros cúbicos)	100%

[0038] La mezcla de reactivo-espuma resultante contiene alrededor de 3,85% de sólidos en volumen o alrededor de 10.238 yardas cúbicas (7827,51 metros cúbicos) de ingredientes activos sólidos para todo el tratamiento descrito en este ejemplo.

[0039] Ejemplo No. 2:

[0040] Una actividad de excavación comprende un sitio de mina de socavón abierto abandonado de 200 acres (0,8094 kilómetros cuadrados), que expone

una zona de roca con contenido de pirita, fracturada, que se ha delineado mediante pozos de perforación, datos geoquímicos e interpretación geológica. La zona de fractura es una combinación de condiciones geológicas naturales y exceso de excavación a partir de actividad de voladura al crear la excavación. La zona de fracturación intensa se extiende por lo menos 100 pies (30,48 metros) en el macizo rocoso de la excavación y a través del piso de cada banco, como se muestra en Figura 5. Las fracturas constituyen menos que el 1% del volumen de masa de roca total. Cada pie lineal de banco de excavación incluye un estimado de 150 yardas cúbicas (114,68 metros cúbicos) de roca, de las cuales 1,5 yardas cúbicas (1,147 metros cúbicos) son espacio vacío. Hay 2 millas (3,22 kilómetros) de banco en la exposición de roca de pirita, resultantes en 15.840 yardas cúbicas (12110,55 metros cúbicos) de fractura, que requieren tratamiento en esta zona generadora de contaminación.

[0041] La red de distribución diseñada incluye un compresor de aire comercial con una capacidad de 100 pies cúbicos por minuto (169,9 metros cúbicos por hora) y una presión estándar de 100 libras por pulgada cuadrada (689,48 kilopascal), una bomba con una capacidad de 5 a 20 galones por minuto (1,36 a 5,46 metros cúbicos por hora), tanques y demás equipo generador de espuma convencional conectado generalmente como se muestra en Figura 2. El sistema de tuberías diseñado incluye una tubería con un diámetro de 2 pulgadas (5,08 centímetros), instalada en una pluralidad de pozos de perforación perforados en las zonas de roca fracturada con contenido de pirita. El espacio anular entre la tubería y las zonas circundantes con contenido de pirita se llena con lechada cementosa para sellar la tubería en la masa rocosa.

[0042] Los ingredientes activos o reactivos para esta aplicación se seleccionan para proporcionar una acción anti-bacteriana y acciones neutralizantes de pH ácido. Los ingredientes anti-bacterianos incluyen lauril sulfato de sodio (el cual es igualmente el agente espumante); leche alterada y contaminada (nutriente para bacterias benéficas para desplazar las bacterias que oxidan la pirita); y bio-sólidos (inóculo bacteriano). El reactivo neutralizante de pH ácido seleccionado es polvo de caliza finamente triturado con un tamaño de grano de aproximadamente 200 de abertura de malla (0,074 mm) a aproximadamente 400 de abertura de malla (0,037 mm) y una solución de hidróxido de sodio con un pH de 12,0. Esta mezcla de reactivo-espuma se seleccionó para permitir la

44
42

colocación de caliza particulada en fracturas más grandes y la inyección de ingredientes activos líquidos en zonas de fracturas pequeñas. El hidróxido de sodio proporciona una reducción de pH inmediata, y la caliza ofrece el control del pH a largo plazo. Pruebas de laboratorio hipotéticas y/o pruebas en campo indican que las siguientes relaciones del agente espumante e ingredientes activos o reactivos producen la mezcla de reactivo-espuma deseada:

Componente	Volumen en 1 yarda (0,765 pies cúbicos) cúbica de mezcla	Porcentaje en Volumen
Agua	2,53 pies cúbicos (0,072 metros cúbicos)	9,4%
Leche alterada y contaminada	0,84 pies cúbicos (0,024 metros cúbicos)	3,1%
Bio-sólidos	0,0125 pies cúbicos (0,00035 metros cúbicos)	0,05%
Caliza triturada	0,24 pies cúbicos (0,0068 metros cúbicos)	0,9%
Hidróxido de sodio	0,0125 pies cúbicos (0,00035 metros cúbicos)	0,05%
Surfactante (SLS)	0,21 pies cúbicos (0,0059 metros cúbicos)	0,8%
Gas (aire)	23,17 pies cúbicos (0,656 metros cúbicos)	85,8%
Totales	27,0 pies cúbicos (0,765 metros cúbicos)	100%

[0043] La mezcla de reactivo-espuma resultante contiene alrededor de 0,93% de sólidos en volumen o alrededor de 3.640 yardas cúbicas (2782,98 metros cúbicos) de ingredientes activos sólidos para todo el tratamiento descrito en este ejemplo.

[0044] Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el mejor modo, e igualmente para permitir a cualquier persona versada en el arte poner en práctica la invención, incluyendo fabricar y utilizar cualesquiera dispositivos o sistemas y realizar cualesquiera métodos incorporados. El ámbito patentable de la invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a las personas versadas en el arte. Tales otros ejemplos pretenden estar dentro del ámbito de las reivindicaciones, si ellos incluyen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal de las reivindicaciones.

42
43

EXHIBIT C

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: James J. Gusek, et al	)	Examiner: John J. Kreck
	)	
Serial No: 13/211,074	)	Art Unit: 3672
	)	
Filed: 08/16/2011	)	Deposit Acct. No: 04-1403
	)	
Title: System and Method For Treating Acid	)	Confirmation No. 3398
Rock Drainage generated from an	)	
Excavation Activity	)	Customer No.: 22827
	)	

Declaration of Jacob Waples

The undersigned, being hereby warned that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under 18 U.S.C. 1001, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any resulting registration, and that all statements made of his own knowledge are true and all statements made on information and belief are believed to be true, hereby declares that:

1. I received a Bachelor of Arts degree in Earth and Environmental Science from Wesleyan University in Connecticut in 1995 and I received a Master of Science degree in Geosciences from the University of Colorado in Boulder in 2001.
2. I have been an employee of Golder Associates Inc. for over 13 years as a geochemist.
3. A substantial portion of my education and work experience involves evaluation of excavation activities and the effect that excavation activities may have on creating or accelerating acid rock drainage (ARD) or acid mine drainage (AMD), as described in the above-captioned patent application. I have evaluated ARD/AMD management at mine sites throughout the United States (Colorado, Arizona, New Mexico, Nevada, Minnesota, Tennessee, North Dakota, and Wyoming) and in Chile, Peru, Argentina, Australia, and Indonesia. This work has included characterization of the potential for AMD/ARD,

JSW
r SEP 2014

prediction of AMD/ARD, evaluation of potential water quality, assistance for management of excavations and excavation wastes to limit or prevent AMD/ARD, assessment of existing AMD/ARD problems, geochemical thermodynamic modeling to evaluate current or potential further AMD/ARD issues, evaluation of water treatment options, and closure planning for excavation and excavation wastes to prevent AMD/ARD long term. Since 2001, I have been an author on 8 published papers in peer-reviewed publications or peer-reviewed conferences with respect to ARD/AMD or the reactivity of sulfides and I have been a co-presenter for three short courses on ARD/AMD prediction, characterization and mitigation.

4. Reducing or preventing ARD/AMD has been an on-going concern for decades in excavation activities that expose reactive sulfides. A common approach has been to use conventional water treatment systems to treat ARD/AMD solutions resulting from excavations or excavation wastes after those solutions have left an excavation waste or excavation surface. This approach can be expensive and can incur very long term treatment obligations.
5. An alternative approach is to treat reactive sulfides that produce ARD/AMD at the source by application of various reagents to the surfaces of excavation activities or to excavation wastes to interrupt interactions with one or more of the elementary ingredients associated with the formation of ARD/AMD, namely air, water, sulfide materials, and/or bacteria. However, conventional methods for directly applying reagents do not result in complete distribution of reagents to effectively cover reactive areas of an excavation or excavation waste. A large number of boreholes for injection of reagents and/or surface application and subsequent infiltration of the reagents over the entire excavation activity results in ineffective and uneven distribution and coverage, increased costs, increased water use, and potential

44
\$5

oversaturation affecting geotechnical stability. The use of foam to transport and distribute reagents to source areas as described in the above-captioned patent application eliminates many of the undesirable aspects of conventional approaches.

6. Issues with ARD/AMD from excavations and excavation wastes have been occurring for decades and a great deal of research and effort has been expended to find effective solutions. I am not aware of any previous attempts to use foaming agents to transport and disperse various reagents into excavation wastes to reduce or prevent ARD/AMD issues. It is therefore apparent to me that the use of a foaming agent for the transport and application of reagents is not an obvious combination of technologies.
7. The use of foaming agents to more effectively transport and more uniformly apply various reagents to excavation materials could significantly reduce costs associated with the reduction or prevention of ARD/AMD, and would be a significant improvement over currently available systems and methods for reducing or preventing ARD/AMD.

Respectfully submitted,

Date: 25 sept 2014



Jacob Waples
Associate and Senior Consultant
Golder Associates Inc.

45
46

EXHIBIT B

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: James J. Gusek, et al	)	Examiner: John J. Kreck
	)	
Serial No: 13/211,074	)	Art Unit: 3672
	)	
Filed: 08/16/2011	)	Deposit Acct. No: 04-1403
	)	
Title: System and Method For Treating Acid	)	Confirmation No. 3398
Rock Drainage generated from an	)	
Excavation Activity	)	Customer No.: 22827
	)	

Declaration of Rens Verburg

The undersigned, being hereby warned that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under 18 U.S.C. 1001, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any resulting registration, and that all statements made of his own knowledge are true and all statements made on information and belief are believed to be true, hereby declares that:

1. I received a Bachelor of Science degree from the State University of Netherlands in 1983, a Master of Science degree in Geochemistry and Economic Geology from the State University of the Netherlands in 1986, and a Doctorate in Geochemistry and Mineralogy from The Pennsylvania State University in 1990.
2. I have been an employee of Golder Associates Inc. for over 19 years as a geochemist.
3. A substantial portion of my education and work experience involves evaluation of excavation activities and the effect that excavation activities may have on creating or accelerating acid rock drainage (ARD) or acid mine drainage (AMD), as described in the above-captioned patent application. I have evaluated ARD/AMD management at mine sites throughout the United States (Washington, California, Idaho, Montana, Utah, Arizona, New Mexico, Nevada, Michigan, Minnesota and Alaska) and in Canada, Chile, Peru,

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

Mexico, Brazil, Argentina, Australia, New Zealand, Indonesia, Laos, China, Finland, Sweden, UK, Ireland, Turkey, Spain, Portugal, Greece, Romania, Slovakia, Zambia, Central African Republic, Ghana, and South Africa. My principal area of expertise is the evaluation of geochemical controls on metals mobility and bioavailability through the use of innovative investigative techniques and advanced hydrogeochemical modeling. I have designed, implemented, and reviewed a considerable number of programs aimed at evaluating geologic materials and mining wastes with regard to prediction of ARD/AMD generation potential and metals leachability. In addition, I have evaluated and developed bench- and pilot-scale projects for stabilization and treatment of metals and acid-generating materials. I am an author or coauthor for over 40 papers and presentations for peer-reviewed publications or conferences with respect to ARD/AMD and the reactivity of sulfides. I have been a presenter for numerous short courses on ARD/AMD prediction, characterization and mitigation. I was the Project Director for development of the Global Acid Rock Drainage (GARD) Guide on behalf of INAP (International Network for Acid Prevention). The GARD Guide is a world-wide reference for acid prevention and identifies Best Practice in the field of ARD/AMD.

4. Reducing or preventing ARD/AMD has been an on-going concern for decades in excavation activities that expose reactive sulfides. A common approach has been to use conventional water treatment systems to treat ARD/AMD solutions resulting from excavations or excavation wastes after those solutions have left an excavation waste or excavation surface. This approach can be expensive and can incur very long term treatment obligations.
5. An alternative, and generally preferred, approach is to treat reactive sulfides that produce ARD/AMD at the source by application of various reagents to the surfaces of excavation

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

activities or to excavation wastes to interrupt interactions with one or more of the elementary ingredients associated with the formation of ARD/AMD, namely air, water, sulfide materials, and/or bacteria. However, conventional methods for directly applying reagents do not result in complete distribution of reagents to effectively cover reactive areas of an excavation or excavation waste. A large number of boreholes for injection of reagents and/or surface application and subsequent infiltration of the reagents over the entire excavation activity results in ineffective and uneven distribution and coverage, increased costs, increased water use, and potential oversaturation affecting geotechnical stability. The use of foam to transport and distribute reagents to source areas as described in the above-captioned patent application eliminates many of the undesirable aspects of conventional approaches.

6. Issues with ARD/AMD from excavations and excavation wastes have been occurring for centuries and a great deal of research and effort has been expended to find effective solutions. I am not aware of any previous attempts to use foaming agents to transport and disperse various reagents into excavation wastes to reduce or prevent ARD/AMD issues. It is therefore apparent to me that the use of a foaming agent for the transport and application of reagents is not an obvious combination of technologies for this purpose.

268
47

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

7. The use of foaming agents to more effectively transport and more uniformly apply various reagents to excavation materials could significantly reduce costs associated with the reduction or prevention of ARD/AMD, and would be a significant improvement over currently available systems and methods for reducing or preventing ARD/AMD.

Respectfully submitted,

Date: 9/26/14



Rens Verburg
Principal Geochemist

49
50

EXHIBIT A

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: James J. Gusek, et al	)	Examiner: John J. Kreck
	)	
Serial No: 13/211,074	)	Art Unit: 3672
	)	
Filed: 08/16/2011	)	Deposit Acct. No: 04-1403
	)	
Title: System and Method For Treating Acid	)	Confirmation No. 3398
Rock Drainage generated from an	)	
Excavation Activity	)	Customer No.: 22827
	)	

Declaration of Bruce Stover

The undersigned, being hereby warned that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under 18 U.S.C. 1001, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any resulting registration, and that all statements made of his own knowledge are true and all statements made on information and belief are believed to be true, hereby declares that:

1. I received a Bachelor of Arts degree in Geology from the University of Colorado, Boulder, in 1979, and a Master of Science in Geology, from the University of Colorado, Boulder, in 1984.
2. I have been employed as Director of the Colorado Inactive Mine Reclamation Program (CIMRP) within the Office of Active and Inactive Mines, Colorado Division of Reclamation, Mining and Safety (DRMS) for the last 4years, and prior to this was employed for 15 years as a Reclamation Project Manager and Senior Reclamation Project Manager for said program. I also worked for 5 years as a geotechnical mining-services Project Manager for a multi-national geotechnical construction company, primarily providing contract-mining and mine-reclamation support services to the mining industry in the western United States.

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

3. Among my responsibilities at DRMS is the design and management of legacy-mine reclamation projects in the State of Colorado, including the management, mitigation and treatment of acid rock drainage (ARD) associated with historic mine waste-rock and mine tailings. Since 1990, The CIMRP has been addressing impairments to stream and groundwater quality due to ARD emanating from pre-law (historic) acid-producing waste-rock piles and tailings impoundments, as funding will allow. There remain hundreds of such sites measurably degrading water quality throughout the historic mining districts of Colorado.
4. Reducing or preventing ARD has been an on-going concern for decades in the mining business and in communities impacted by historic mining activities. One approach has been to use conventional systems to collect then treat water impacted by ARD. This approach can be expensive and can incur very long term operating and maintenance costs that must be borne by the landowner or other state agencies in Colorado and many other states where mining has taken place. Another approach is to excavate and remove the reactive wastes, however this approach is often not feasible in high alpine, mountainous, or remote sites where there is no geotechnically suitable repository location, or where the historic nature of certain mine features under the National Environmental Policy Act (NEPA) requires that the waste rock remain in place and be treated in-situ.
5. The in-situ treatment approach is to treat ARD at the source by applying various reagents to the surface of reactive mining wastes or injecting them into mine excavations and waste to interrupt the biochemical reactions that produce the acid. However, I have found through experience that conventional methods for directly applying or injecting reagents often do not result in complete distribution of reagents throughout a mass of mine waste. A large number

52

ATTORNEY DOCKET NO: GOLD-12

of boreholes for injection of reagents and/or surface application and subsequent infiltration of the reagents results in uneven and ineffective distribution and coverage, significantly increased costs, increased water use, and potential oversaturation affecting geotechnical stability of wastes on steep slopes. The use of foam to transport and distribute reagents to source areas as described in the above-captioned patent application eliminates many of the undesirable aspects of conventional approaches.

6. Issues with ARD from mine excavations and reactive wastes have been occurring for decades and a great deal of research and effort has been expended to find effective solutions. I am not aware of any previous attempts to use foaming agents to transport and disperse various reagents into mine excavation wastes to reduce or prevent ARD issues. It is therefore apparent to me that the use of a foaming agent for these purposes is not an obvious combination of technologies.
7. The use of foaming agents to more effectively transport and more uniformly apply various reagents to mine excavations and wastes would significantly reduce costs associated with the reduction or prevention of ARD, and would be a significant improvement over currently available systems and methods for reducing or preventing ARD from mine wastes.

Respectfully submitted,

Date: 28/OCT/2014



Bruce K. Stover
Director, Office of Active and Inactive Mines
Colorado Division of Reclamation, Mining and Safety