

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT

1 Titulo de la Invención(200 caracteres o espacios máximos)

PROCESO DE OXIDACION QUIMICA Y ATENUACION BIOLOGICA PARA EL TRATAMIENTO DE MEDIOS CONTAMINADOS

2 Datos del Solicitante / Titular

Nombre:	INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC.	Dirección Electrónica:	jgsilva@dlapipermna.com
Dirección:	6071 Easton Road, Pipersville, PA, 18947	Domicilio/País de constitución:	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA - PENNSYLVANIA - DOYLESTOWN
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☒ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE Número: 19077970-			

3 Solicitantes

	Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación
1.	INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC.	NN	19077970

4 Datos del Inventor

Nombre:	Michael Scalzi	Dirección Electrónica:	contacto@dlapipermna.com
Dirección:	3510, Concord Road, Doylestown, PA 18902	Domicilio/País de constitución:	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA - PENNSYLVANIA - DOYLESTOWN
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ NIT ☐ PASAPORTE ☒ No Aplica Número: -			
5	Inventor(es)		
Apellidos - Nombres		Domicilio	
1. Scalzi Michael		ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	
2. Karachalios Antonis		ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	
6	Datos Inventor(es)		
País de Residencia	Departamento/Estado	Ciudad	Dirección
1. ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	PENNSYLVANIA	DOYLESTOWN	3510, Concord Road, Doylestown, PA 18902
2. ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	PENNSYLVANIA	NORTH WALES	3308 Avenel Blvd., North Wales, PA 19454
7	Datos del Representante Legal / Apoderado		
Nombre:	Juan Gabriel Silva Silva	Dirección Electrónica:	jgsilva@dlapipermna.com

Dirección:		carrera 7 no. 71 21, torre b, oficina 602	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT				
Número:		1020756846-		
Presentación de Poder				
Año de Radicación				
Número de Radicación				
8	Datos Solicitud: PCT / WO			
Número Solicitud:		PCT/US2014/036642	Fecha Solicitud:	02/05/2014
Número Publicacion:		WO/2014/182572	Fecha Publicacion:	13/11/2014
9	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO	
	(33) País de origen	Codigo del país	(31) No. Solicitud	(32) Fecha
1.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	US	13/891,934	10/05/2013
2.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	US	14/268,629	02/05/2014
10	Reivindicaciones			
Número reivindicaciones:		17	Pago Reivindicaciones:	Si
11	Reducción de tasas.			
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro				

Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos

12 Documentos Anexos

- ☒ Reivindicaciones
- ☒ Descripción
- ☐ Dibujos y/o Figuras
- ☒ Resumen
- ☐ Certificado Depósito Material Biológico
- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☐ Artes finales 12 x 12 cm
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☒ Otros Anexos

**PROCESO DE OXIDACION QUIMICA Y ATENUACION BIOLOGICA PARA EL
TRATAMIENTO DE MEDIOS CONTAMINADOS**

REFERENCIA CRUZADA A LAS SOLICITUDES RELACIONADAS

5 La presente solicitud es una continuación en parte de la
co-pendiente solicitud de patente Estadounidense No.
13/891,934 titulada "Proceso de Oxidación química y
atenuación biológica para el tratamiento de medios
contaminados" y presentada 10 de Mayo de 2013, por los mismos
10 inventores, cuya prioridad es aquí mismo reclamada.

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con la oxidación *in-situ* y *ex-situ* de compuestos orgánicos en el suelo, lodo,
15 agua terrestre, agua de proceso y agua residual. Más
específicamente, la presente invención se relaciona con la
oxidación y atenuación biológica de compuestos orgánicos
volátiles y semi-volátiles, pesticidas y herbicidas y otros
compuestos orgánicos recalcitrantes en el suelo y agua
20 terrestre usando persulfato de metal activado trivalente,
percarbonato y peróxido con el uso de óxidos de hierro, tal
como hematita y magnetita.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

25 Las tecnologías de oxidación actuales que usan

persulfato activado, se asocian específicamente con las aplicaciones para el tratamiento de contaminantes orgánicos en suelos y agua terrestre y se limitan a las tecnologías de activación usando hierro divalente, UV, calor, carbonato y
5 peróxido líquido (hidrógeno). El uso de complejos metálicos divalentes quelados previene la segunda y etapa crítica en el proceso correctivo que es mediado biológicamente. Estas tecnologías son efectivas para la gama total de orgánicos dentro de la zona saturada; sin embargo, cada proceso de
10 activación dirige un intervalo de contaminantes orgánicos específicos. La incorporación de un componente biológico en el proceso correctivo permite un sólo tratamiento, comparado con otros procesos de activación de persulfato que requieren eventos de oxidación para tratar completamente las fases
15 sorbidas de los compuestos blanco.

Los solventes clorados y los hidrocarburos de petróleo, incluyendo los hidrocarburos poliaromáticos, son compuestos caracterizados por su toxicidad en organismos a mayores concentraciones y se distribuyen ampliamente en los suelos
20 contaminados con petróleo y agua terrestre.

Los compuestos orgánicos volátiles halogenados (VOCs), incluyendo los hidrocarburos alifáticos clorados (CAHs), son el tipo de contaminante que se presenta más frecuentemente en el suelo y el agua terrestre en Superfund y otros sitios de
25 residuos peligrosos en los Estados Unidos. La Agencia de

Protección Ambiental U.S. (EPA) estima que la limpieza de estos sitios costará más de 45 billones de dólares (1996) durante las siguientes varias décadas.

Los CAHs son compuestos orgánicos elaborados por el
5 hombre. Típicamente, éstos se manufacturan de los
constituyentes de hidrocarburos que se presentan naturalmente
(metano, etano y eteno) y cloro a través de varios procesos
que sustituyen uno o más átomos de hidrógeno con un átomo de
cloro, o desclorar selectivamente los compuestos clorados a
10 un estado menos clorado. Los CAHs se usan en una amplia
variedad de aplicaciones, que incluyen los usos en solventes
y desgrasantes y en la manufactura de materias primas. Los
CAHs incluyen solventes, tales como tetracloroetano (PCE),
tricloroetano (TCE), tetracloruro de carbono (CT), cloroformo
15 (CF) y cloruro de metileno (MC). El manejo histórico de los
residuos que contienen CAHs ha resultado en la contaminación
del suelo y el agua terrestre, con los CAHs presentes en
muchos sitios de agua terrestre contaminados en los Estados
Unidos. El TCE es el más prevaleciente de estos
20 contaminantes. Además, los CAHs y sus productos de
degradación, incluyendo dicloroetano (DCA), dicloroetano
(DCE) y cloruro de vinilo (VC), tienden a persistir en la
sub-superficie, creando un peligro para la salud pública y el
ambiente.

25 El benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) se

caracterizan por su toxicidad a organismos a mayores concentraciones, y se distribuyen ampliamente en los suelos contaminados de petróleo, agua terrestre y sedimentos, como resultado de la solubilidad acuosa relativamente alta comparado con otros componentes del petróleo. Como lo estima de Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (U.S: EPA), 35% de los tanques de almacenamiento subterráneos de gasolina y combustible diesel de los Estados Unidos (USTs) tienen fugas y aproximadamente 40% de estos USTs con fugas probablemente han resultado en las contaminaciones del suelo y agua terrestre de BTEX. Los BTEX son constituyentes volátiles y solubles en agua que comprenden 50% de la fracción soluble en agua de la gasolina. La presencia de BTEX en el agua terrestre puede crear un peligro para la salud pública y el ambiente.

BTEX son fácilmente degradables en el agua superficial aeróbica y los sistemas del suelo; sin embargo, en el ambiente sub-superficial, la contaminación por compuestos orgánicos a menudo resulta en el consumo completo de oxígeno volátil por microorganismos nativos y el desarrollo de condiciones anaerobias. En ausencia de oxígeno, la degradación de BTEX se puede llevar a cabo solamente con el uso de aceptores de electrones alternativos, tales como nitrato, sulfato o hierro férrico, o fermentativamente en combinación con metanogénesis.

Los bifenilos policlorados (PCBs) son compuestos de organocloro que son mezclas de hasta 209 compuestos clorados individuales referidos como congéneres. Estas mezclas congéneres de clorobifenilo (la base química) se refieren por
5 diferentes sistemas de identificación.

Los PCBs se han producido comercialmente y vendido como petróleo puro o en la forma equivalente desde aproximadamente 1929. Éstos son compuestos extremadamente estables con excelentes propiedades de aislamiento eléctrico y de
10 transferencia de calor. Estas características han conducido a su amplio uso en una variedad de aplicaciones industriales, comerciales y domésticas.

Los PCBs pueden liberarse al ambiente desde los sitios de residuos peligrosos; disposición ilegal o inapropiada de
15 los residuos industriales y productos del consumidor; fugas de transformadores eléctricos viejos que contienen PCBs; también incinerando algunos residuos. Su desventaja principal es que no se rompen fácilmente en el ambiente y, de esta manera, podrían permanecer ahí durante periodos de tiempo muy
20 largos. Pueden recorrer largas distancias en el aire y depositarse en áreas lejanas de en donde se liberaron.

Mientras que se puede presentar la contaminación del agua, muchos PCBs disuelven o adhieren a los sedimentos del fondo o se unen por sí mismos a partículas orgánicas. De
25 manera similar, los PCBs pueden unirse fácilmente a las

partículas del suelo. Estos también pueden absorberse por organismos pequeños y peces y a través de la cadena alimenticia pueden viajar a otros animales. Los PCBs se acumulan en los peces y mamíferos marinos, alcanzando niveles que podrían ser de muchos miles de veces mayores que en el agua.

La EPA de U.S. ha establecido niveles permisibles para los contaminantes químicos en el agua para beber suministrada por los sistemas de agua pública. Estos niveles se llaman Niveles de Contaminantes Máximos (MCLs). Para derivar estos MCLs, la EPA de U.S. usa un número de supuestos conservadores, por lo que asegura una protección adecuada del público. En el caso de los carcinógenos conocidos o sospechosos, tales como benceno o PCE, el MCL se calcula con base en el supuesto de el adulto promedio pesa 154 libras (69.85 kg) y bebe aproximadamente 2 cuartos de agua por día durante el tiempo de vida (70 años). El MCL se establece de modo que una exposición del tiempo de vida al contaminante a la concentración del MCL, resultaría en no más de 1 a 100 (dependiendo del químico) casos excedentes de cáncer por millón de personas expuestas. La siguiente tabla representa las cifras de MCL para BTEX.

Compuesto químico	MCL de químico (µg/L)
PCE	5
TCE	5
Clorobenceno	100
PCBs	0.5
Benceno	5
Tolueno	1,000
Etilbenceno	700
Xilenos (total)	10,000

10

Por lo tanto, hay una necesidad en la técnica de un proceso de oxidación y atenuación biológica de compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, pesticidas y herbicidas, y otros compuestos orgánicos recalcitrantes en suelos, sedimentos, arcillas, rocas, arenas, agua terrestre y todos los otros medios ambientales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Se describe el uso de metales trivalentes *in situ* o no quelados introducidos, en donde el químico de activación permite la aplicación, ya sea simultánea o secuencialmente, con persulfato, percarbonato o peróxido o una combinación de los mismos y proporciona la activación deseada del persulfato, percarbonato y peróxido y la reacción controlada dentro de la zona de tratamiento blanco sin migración. Los

contaminantes que pueden tratarse efectivamente con esta tecnología incluyen, pero no se limitan a, petroquímicos, orgánicos clorados, pesticidas, energéticos y percloratos.

La presente invención es un método para el tratamiento
5 de suelos contaminados, sedimentos, arcillas, rocas, arenas y similares (en lo sucesivo referido colectivamente como "suelos") que contienen contaminantes orgánicos, que incluyen, pero no se limitan a compuestos orgánicos volátiles, compuestos orgánicos semi-volátiles, compuestos
10 orgánicos no volátiles, pesticidas y herbicidas. La presente invención también proporciona el tratamiento de agua terrestre contaminada (es decir, agua encontrada en el subsuelo en grietas y espacios en el suelo, arena y rocas), agua de proceso (es decir, agua que resulta de varios
15 procesos industriales) o agua residual (es decir, agua que contiene residuos domésticos o industriales, a menudo referido aguas residuales) que contiene estos compuestos.

Los contaminantes susceptibles de tratamiento por las composiciones de la presente invención incluyen
20 particularmente varios hidrocarburos volátiles que se presentan naturalmente y hechos por el hombre, que incluyen hidrocarburos clorados e hidrocarburos no clorados, compuestos de anillo aromático o poliaromático, compuestos bromados, propulsores o explosivos, etcétera. Ejemplos de los
25 hidrocarburos clorados son los compuestos orgánicos, tales

como olefinas cloradas que incluyen PCE, TCE, cis-1,2-dicloroetano y cloruro de vinilo, pero también compuestos orgánicos no volátiles, tales como PCBs o diclorobenceno. Los compuestos usuales no clorados incluyen hidrocarburos de petróleo totales (TPHs) que incluyen benceno, tolueno, xileno, metilbenceno y etilbenceno, pero también metil ter-butyl éter (MTBE), alcohol ter-butílico (TBA) o hidrocarburos poliaromáticos (PAHs), tal como naftaleno. Ejemplos adicionales de los contaminantes susceptibles de tratamiento mediante la composición de la presente invención son solventes bromados, 1,4-dioxano, insecticidas, etc. Un ejemplo de un explosivo es nitroanilina trinitrotolueno.

La presente invención usa hierro férrico (Fe^{3+}) para activar un sistema de peróxido y/o persulfato y/o percarbonato para oxidar químicamente los contaminantes blanco y ocasionalmente conducir a su atenuación química. La fuente de hierro férrico puede ser hierro divalente nativo (ferroso) u otra especie de hierro introducida relacionada, incluyendo hierro de valencia cero y los metales de valencia cero asociados. El peróxido de hidrógeno u otro oxidante se introduce en el medio que se desea tratar, convirtiendo las especies metálicas nativas o introducidas a iones metálicos trivalentes. En las modalidades alternativas, pueden usarse otros iones metálicos trivalentes, tal como ión manganeso (III) o mangánico (Mn^{3+}) y hierro (III) o ión férrico (Fe^{3+}).

De acuerdo con una modalidad de la invención, la reacción de persulfato activada resultante oxida efectivamente el o los contaminantes blanco, mientras que se proporciona una atenuación biológica secuencial a manera de procesos facultativos que usan sulfato resultante y el ión férrico como aceptores de electrones terminales.

Las personas experimentadas en la técnica apreciarán que la concepción, en la cual se basa esta descripción, pueden usarse fácilmente como una base para el diseño de otras estructuras, métodos y sistemas para llevar a cabo los diferentes propósitos de la presente invención. Es importante, por lo tanto, que las reivindicaciones sean consideradas para incluir tales construcciones equivalentes, en la medida en que no se aparten del espíritu y alcance de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

El proceso correctivo de la invención oxida inicialmente y luego promueve la biodegradación facultativa de los contaminantes en la sub-superficie. La introducción de la mezcla única de hidroxilo, peroxilo y radicales libres de sulfato permite las reacciones similares a Fenton y oxidación de radicales libres de sulfato de larga vida. Estas reacciones prolongan el oxidante y el residual de radicales libres, y además estimulan la mineralización biológica de los

contaminantes blanco.

Durante la primera fase del diseño correctivo de la invención, los radicales libres de hidroxilo y sulfato atacan los enlaces de hidrocarburos aromáticos de los contaminantes del compuesto orgánico. La etapa de oxidación química del proceso correctivo de la invención después se sigue por la mineralización o atenuación biológica por medio del uso de los subproductos del proceso de oxidación química de la invención (por ejemplo, hierro y sulfato). El ión sulfato producido, como consecuencia de la descomposición del persulfato, permite la atenuación de los contaminantes blanco bajo condiciones de reducción de sulfato. Además, el hierro presente en la sub-superficie proporciona aceptores de electrones terminales para la mineralización biológica continua. Como tal, el término "atenuación biológica", como se usa en la presente, se refiere a la degradación de compuestos usando procesos biológicos y, en consecuencia, la reducción de sustancias consideradas como contaminantes en la superficie que es tratada.

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) se ha usado como un reactivo químico para remover los solventes clorados y los contaminantes de petróleo de suelos y agua terrestre. Sólo es un oxidante, pero a bajas concentraciones (<0.1%) no es cinéticamente suficientemente rápido para degradar muchos contaminantes orgánicos peligrosos antes de que se presente

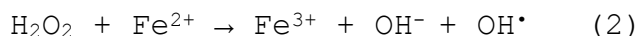
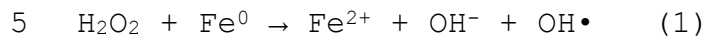
la descomposición. La adición de metales aumenta drásticamente la concentración oxidante de peróxido. Este aumento se atribuye a la producción de radicales hidroxilo ($\text{OH}\cdot$). Además, se inicia una reacción en cadena, causando la
5 formación de nuevos radicales libres. Los radicales libres son fragmentos moleculares que tienen un electrón no apareado, causándoles que sean altamente reactivos y de vida corta. Los iones hidroxilo son oxidantes muy poderosos y reaccionan particularmente bien con los compuestos orgánicos.
10 Los radicales hidroxilo rompen los enlaces de hidrocarburos de petróleo y clorados de los constituyentes del petróleo comunes, tales como PCE y BTEX, así como PAHs y MTBE aromáticos de petróleo.

En una modalidad, los materiales correctivos se
15 introducen al medio ambiente blanco por medio de pozos temporales o permanentes, y pueden realizarse por alimentación por gravedad, corrientes de gas inducido, bombas o mediante una combinación de estos sistemas.

Dependiendo de la situación, también puede preferirse la
20 introducción de los materiales correctivos en una excavación abierta antes del contra-llenado. En otra modalidad, la introducción puede realizarse por medio de una corriente de gas o líquido, si la situación lo dictamina.

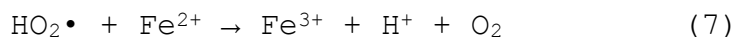
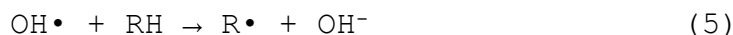
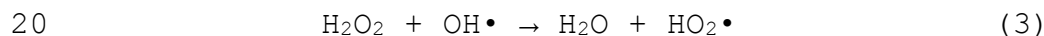
En presencia de H_2O_2 , el hierro de valencia cero (Fe^0) se
25 transforma inicialmente en hierro ferroso (Fe^{2+}) como se

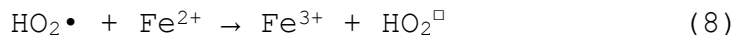
observa en la ecuación (1). Después el hierro ferroso reacciona con H_2O_2 en las reacciones de oxidación de Fenton tradicionales, para formar ión férrico (Fe^{3+}) como se observa en la ecuación (2):



Los radicales hidroxilo son agentes oxidantes muy fuertes. Usualmente, se lleva a cabo una secuencia de propagación en cadena, la cual también puede generar iones de
 10 superperóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$), iones hidropéroxido ($\text{HO}_2^\bullet$), y radicales orgánicos ($\text{R}^\bullet$). Las reacciones que involucran radicales son reacciones de propagación en cadena o de terminación de cadena. Las ecuaciones 1 y 2 son ejemplos de reacciones de iniciación en cadena debido a que se forman radicales
 15 hidroxilo iniciales. Otros ejemplos de las reacciones de radicales que involucran peróxido de hidrógeno se representan a continuación en las ecuaciones (3) a (8).

Reacciones en cadena:





Cuando el peróxido de hidrógeno está presente en exceso, se producen mucho más radicales. Además de las reacciones que se presentan entre el oxidante y los orgánicos presentes, también se presentan las reacciones de propagación de radicales que involucran H_2O_2 en exceso. Por lo tanto, hay más radicales libres disponibles para reaccionar con la contaminación. En casi todos los casos, los intermediarios que se producen en estas reacciones son más biodegradables cuando se comparan con el compuesto padre.

Los persulfatos (específicamente dipersulfatos) son oxidantes fuertes que se han usado ampliamente en muchas industrias para iniciar las reacciones de polimerización en emulsión, clarificación de albercas, blanqueado del cabello, micro-grabado al agua fuerte de tableros de circuitos impresos de cobre y análisis TOC. En los últimos años ha habido un interés creciente en el persulfato de sodio como un oxidante para la destrucción de una amplia gama de contaminantes del suelo y agua terrestre. Los persulfatos se manufacturan típicamente como las sales de sodio, potasio y amonio. La forma de sodio es la usada más comúnmente para las aplicaciones ambientales. El anión persulfato es el oxidante más poderoso de la familia de peroxígeno de los compuestos y uno de los oxidantes más fuertes usado en la corrección. El potencial de oxidación-reducción estándar para la reacción es

de 2.1 V, comparado con 1.8 V para el peróxido de hidrógeno (Block et al., 2004).

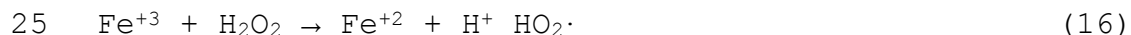
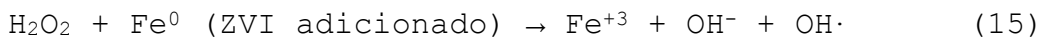
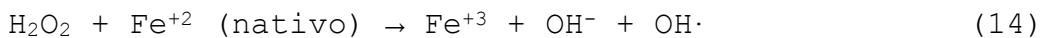
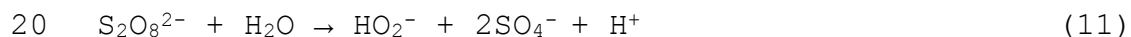


Además de la oxidación directa, el persulfato de sodio puede activarse a través de la presencia de hierro férrico (Fe^{3+}) (o el metal trivalente relacionado, tal como hierro mangánico (Mn^{3+})) para formar radicales de sulfato, por lo que se proporcionan mecanismos de reacción de radicales libres similares a las rutas de radicales libres de hidroxilo generadas por la química de Fenton.



La activación de persulfato con ión férrico requiere una menor energía de activación que la activación térmica, que hace al persulfato activado con hierro una manera más rápida y eficiente de degradar los contaminantes. Las reacciones que se presentan en la oxidación química pueden observarse en las siguientes ecuaciones (11) a (17):

Reacciones de oxidación en cadena:





(Oxidación directa de NaS_2O_8 y H_2O_2)

Proceso de atenuación:

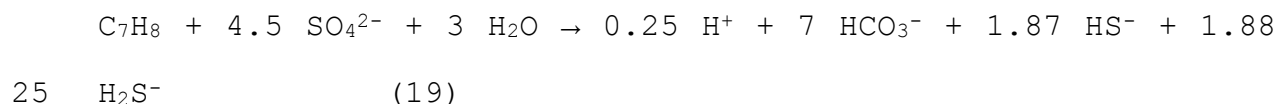
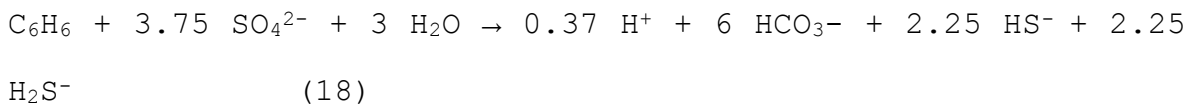
5 *Sulfato residual:*

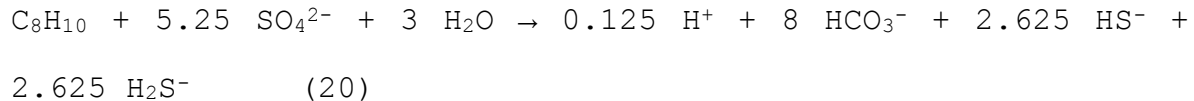
Después de que el oxígeno disuelto se haya agotado en el área de tratamiento, el sulfato (subproducto de oxidación de persulfato) puede usarse como un aceptor de electrones para la biodegradación anaerobia. Este proceso se denomina

10 sulfanogénesis o sulfidogénesis y resulta en la producción de sulfuro. Las concentraciones de sulfato pueden usarse como un indicador de la degradación anaeróbica de los compuestos de combustible. Estequiométricamente, cada 1.0 mg/L de sulfato consumido por los microbios, resulta en la destrucción de

15 aproximadamente 0.21 mg/L de BTEX. El sulfato puede jugar un papel importante en la bio-remediación de los productos de petróleo, actuando como un aceptor de electrones también en los procesos co-metabólicos. Las reacciones básicas de la mineralización de benceno, tolueno y xilenos bajo reducción

20 de sulfato, se presentan en las ecuaciones (18), (19) y (20) respectivamente:





Ión ferroso:

5 El ión férrico también se usa como un aceptor de electrones durante la biodegradación anaerobia de muchos contaminantes después del agotamiento de sulfato, o a menudo en conjunto con el sulfato. Durante este proceso, el hierro férrico se reduce a hierro ferroso, el cual es soluble en
10 agua. El hierro ferroso después puede usarse como un indicador de la actividad anaerobia. Como un ejemplo, estequiométricamente, la degradación de 1 mg/L de BTEX resulta en la producción de aproximadamente 21.8 mg/L de ión ferroso.

15 El ión ferroso formado como resultado del uso de la especie férrica como un aceptor de electrones terminales, bajo estas mismas condiciones, el sulfato residual se usa como un aceptor de electrones terminales por organismos facultativos, generando sulfuro. Juntos, el ión ferroso y el
20 sulfuro promueven la formación de pirita como un subproducto correctivo. El mecanismo descrito en la presente combate los efectos tóxicos de la acumulación de sulfuro y sulfuro de hidrógeno sobre las bacterias facultativas, mientras que también proporcionan un medio para remover los orgánicos
25 blanco por medio de la suspensión del mineral (pirita) del

suelo.

Esta técnica usa la interacción entre el sulfato que se presenta y el ión férrico. El ión férrico (Fe^{3+}) se reduce a ión ferroso (Fe^{2+}); suministrando fácilmente electrones para
5 intercambiar y reaccionar con el sulfuro, como se observa en la ecuación (14). Juntos, el sulfuro y el ión forman pirita, un mineral del suelo que porta hierro con una capacidad reductiva favorable.



10 La pirita posee un número finito de sitios reactivos que son directamente proporcionales a su capacidad reductiva y la velocidad de decaimiento para los orgánicos blanco. La pirita actúa como un mecanismo de tratamiento terciario bajo condiciones de reducción del ambiente. La capacidad reductiva
15 de los minerales del suelo que portan hierro (como pirita) resulta inicialmente en una remoción rápida de los orgánicos blanco, minimizando la competición entre los contaminantes y el sulfato como un aceptor de electrones terminales. La prevención de estas interacciones desfavorables con ión
20 férrico proporciona una fuente continua para el intercambio de electrones, resultando en la remoción temporal de los contaminantes por medio de la suspensión de pirita.

Una vez que se satisface la capacidad reductiva de la pirita, los contaminantes orgánicos enlazados tienden a
25 precipitar, removiendo los contaminantes rápidamente y sin la

producción de productos secundarios.

Por lo tanto, lo anterior se considera solamente como ilustrativo de los principios de la invención. Además, dado que numerosas modificaciones y cambios se presentarán
5 fácilmente por los experimentados en la técnica, no se desea limitar la invención a la construcción exacta y operación mostrada y descrita, y por lo tanto, puede recurrirse a todas las modificaciones y equivalentes apropiadas, que caen dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para oxidar compuestos orgánicos volátiles seguido de la atenuación biológica en un medio ambiente, caracterizado porque el método comprende usar por lo menos un
5 metal trivalente no quelado para causar la activación de un oxidante que comprende peróxido, persulfato o una combinación de los mismos.

2. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el medio ambiente es suelo o agua
10 terrestre.

3. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente de metal trivalente es nativo al medio ambiental.

4. El método de conformidad con la reivindicación 1,
15 caracterizado porque la fuente del metal trivalente se introduce al medio ambiental como una especie oxidada de uno o más metales de valencia cero.

5. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el metal trivalente se introduce al
20 medio ambiental por medio de un pozo temporal o permanente.

6. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el metal trivalente se introduce al medio ambiental bajo presión en ya sea una corriente gaseosa o líquida.

25 7. El método de conformidad con la reivindicación 1,

caracterizado porque el oxidante se introduce al medio ambiental por medio de alimentación por gravedad, corriente de gas inducido, una bomba o una combinación de los mismos.

8. El método de conformidad con la reivindicación 1,
5 caracterizado porque la atenuación biológica resulta conforme el medio ambiente regresa a una condición de reducción.

9. El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la atenuación biológica depende de las reacciones biológica facultativas.

10 10. El método de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado porque la atenuación biológica usa compuestos de sulfato y metal trivalente como aceptores de electrones terminales.

11. El método de conformidad con la reivindicación 10,
15 caracterizado porque la atenuación biológica resulta en productos que tienen un sulfuro y un metal divalente.

12. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque los productos resultantes además incluyen por lo menos un mineral geológico reactivo.

20 13. El método de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque el mineral geológico reactivo es pirita, hematita o magnetita.

14. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el metal trivalente es Fe^{3+} o Mn^{3+} .

25 15. El método de conformidad con la reivindicación 1,

caracterizado porque el persulfato es a base de sodio, potasio o amonio.

16. El método de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque el metal trivalente actúa como un
5 activador para el persulfato para formar radicales libres de sulfato.

17. Método para oxidar compuestos orgánicos volátiles seguido de atenuación biológica en un medio ambiental, caracterizado porque el método comprende introducir en el
10 medio ambiental un oxidante que comprende peróxido, percarbonato o una combinación de los mismos para causar la formación de tal metal trivalente seguido por introducción de persulfato.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con un método para la remoción de compuestos orgánicos semi-volátiles en suelos, lodos, agua terrestre, agua de proceso y agua residual. Los procesos de oxidación y atenuación biológica usan peróxido, persulfatos, percarbonatos y/u otros oxidantes con metales trivalentes, tales como hierro férrico (Fe^{3+}) o hierro mangánico (Mn^{3+}) como activadores. El proceso de oxidación química resultante produce compuestos de degradación que facilitan la atenuación adicional por medio de procesos biológicos.

REIVINDICACIONES

1. Método para oxidar compuestos orgánicos volátiles seguido de la atenuación biológica en un medio ambiente, caracterizado porque el método comprende usar por lo menos un
5 metal trivalente no quelado para causar la activación de un oxidante que comprende peróxido, persulfato o una combinación de los mismos.

2. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el medio ambiente es suelo o agua
10 terrestre.

3. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente de metal trivalente es nativo al medio ambiental.

4. El método de conformidad con la reivindicación 1,
15 caracterizado porque la fuente del metal trivalente se introduce al medio ambiental como una especie oxidada de uno o más metales de valencia cero.

5. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el metal trivalente se introduce al
20 medio ambiental por medio de un pozo temporal o permanente.

6. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el metal trivalente se introduce al medio ambiental bajo presión en ya sea una corriente gaseosa o líquida.

25 7. El método de conformidad con la reivindicación 1,

caracterizado porque el oxidante se introduce al medio ambiental por medio de alimentación por gravedad, corriente de gas inducido, una bomba o una combinación de los mismos.

8. El método de conformidad con la reivindicación 1,
5 caracterizado porque la atenuación biológica resulta conforme el medio ambiente regresa a una condición de reducción.

9. El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la atenuación biológica depende de las reacciones biológica facultativas.

10 10. El método de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado porque la atenuación biológica usa compuestos de sulfato y metal trivalente como aceptores de electrones terminales.

11. El método de conformidad con la reivindicación 10,
15 caracterizado porque la atenuación biológica resulta en productos que tienen un sulfuro y un metal divalente.

12. El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado porque los productos resultantes además incluyen por lo menos un mineral geológico reactivo.

20 13. El método de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque el mineral geológico reactivo es pirita, hematita o magnetita.

14. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el metal trivalente es Fe^{3+} o Mn^{3+} .

25 15. El método de conformidad con la reivindicación 1,

caracterizado porque el persulfato es a base de sodio, potasio o amonio.

16. El método de conformidad con la reivindicación 16, caracterizado porque el metal trivalente actúa como un
5 activador para el persulfato para formar radicales libres de sulfato.

17. Método para oxidar compuestos orgánicos volátiles seguido de atenuación biológica en un medio ambiental, caracterizado porque el método comprende introducir en el
10 medio ambiental un oxidante que comprende peróxido, percarbonato o una combinación de los mismos para causar la formación de tal metal trivalente seguido por introducción de persulfato.

ASSIGNMENT

KNOW ALL MEN BY THESE PRESENTS that we, Michael Scalzi of 3510 Concord Road, Doylestown, PA 18902 (post office address: 3510 Concord Road, Doylestown, PA 18902) and Antonis Karachalios of 3308 Avenel Blvd., North Wales, PA 19454 (post office address: 3308 Avenel Blvd., North Wales, PA 19454) having invented a CHEMICAL OXIDATION AND BIOLOGICAL ATTENUATION PROCESS FOR THE TREATMENT OF CONTAMINATED MEDIA, for which we are about to file an application for Letters Patent in the United States of America, do for One Dollar to us in hand paid and other valuable considerations the receipt whereof is hereby acknowledged, hereby sell, assign, transfer and set over unto INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., a Pennsylvania corporation, of Pipersville, Pennsylvania, its successors and assigns, the entire right, title and interest in and to said invention as set out in the application for Letters Patent of the United States of America executed by us on the 01 day of May, 2011 in any form or embodiment thereof, and including all patentable subject matter disclosed in said application, and in and to any and all Letters Patent of the United States of America and foreign countries which may be obtained therefor, including reissues, renewals or patents issued upon divisional, continuing or substitute applications; and we do hereby authorize and request the Commissioner of Patents and Trademarks to issue the Letters Patent of the United States of America for said invention to said INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., its successors and assigns, as the owner of the entire right, title and interest therein.

AND we do hereby represent to and covenant with the said INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., its successors and assigns, that we are the original, first and joint inventors of the invention or inventions disclosed in and /or claimed by said

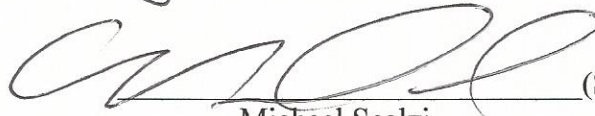
application; that at the time of making this assignment we are fully entitled to make the foregoing conveyance; that there are no outstanding grants, shop rights or encumbrances upon or affecting said invention or the Letters Patent which may be obtained therefor, other than the rights of INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC. therein; that we will furnish to INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., its successors and assigns, all data, aid and information within our possession or control tending to facilitate the commercial production and exploitation of the invention hereinabove referred to in the best commercial forms thereof known to us; that we will, at the request of said INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., its successors and assigns, give such testimony as we truthfully can, and furnish such data and aid as are within our possession or control tending to establish the originality and priority of our invention or inventions and vindicate the validity and infringement of any Letters Patent that may be obtained therefor, PROVIDED, HOWEVER, that the expense of taking such testimony and our necessary expenses in connection with the giving of the same be paid by INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., its successors and assigns, and we do further covenant and agree that we will execute all instruments presented by or on behalf of INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., its successors and assigns, by them deemed necessary or desirable for better protecting in the United States of America or in any foreign country the subject matter disclosed in said application for Letters Patent or perfecting title thereto in said INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., its successors and assigns.

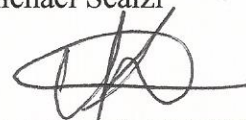
We agree that we will not, during the pendency of said application for Letters Patent, nor thereafter, make, use or sell items embodying said invention or in any way exploit said invention for our own behalf or for others, nor aid or abet others to do so, without first obtaining the written

consent of said INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC.

We do hereby certify that no representations have been made to us or relied upon by us as an inducement for this assignment and agreement other than as is herein specifically set forth.

IN WITNESS WHEREOF, and intending to be legally bound hereby, we have hereunto set our hands and seals this 01 day of May, 2014.


_____(SEAL)
Michael Scalzi


_____(SEAL)
Antonis Karachalios

STATE OF }

} SS

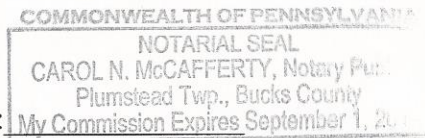
COUNTY OF }

Be it remembered that on the 01 day of May, 2014, before me, the subscriber, a Notary Public within and for the County and State aforesaid, personally appeared the above-named Michael Scalzi and Antonis Karachalios, and in due form of law acknowledged the foregoing Assignment to be their acts and deeds and desired that the same be recorded as such.

WITNESS my hand and Notarial Seal the day and year aforesaid.

Carol N. McCafferty (SEAL)
Notary Public

My commission expires: My Commission Expires September 1, 2017



TRADUCCION OFICIAL
No. 15-088

CESION

Por medio del presente instrumento se hace constar que nosotros, Michael Scalzi domiciliado en 3510 Concord Road, Doylestown, PA 18902 (oficina postal: 3510 Concord Road, Doylestown, PA 18902) y Antonis Karachalios domiciliado en 3308 Avenel Blvd., North Wales, PA 19454 (dirección de oficina postal: 3308 Avenel Blvd., North Wales, PA 19454), quienes inventamos el "CHEMICAL OXIDATION AND BIOLOGICAL ATTENUATION PROCESS FOR THE TREATMENT OF CONTAMINATED MEDIA"*, para lo cual próximamente radicaremos una Solicitud de Patente en los Estados Unidos, a cambio de un dólar pagado y de otras contraprestaciones cuyo recibo se reconoce en virtud del presente instrumento, vendemos, cedemos y traspasamos a INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., una compañía de Pensilvania, con domicilio en Pipersville, Pensilvania, sus sucesores y cesionarios, todos los derechos, títulos e intereses respecto de dicha invención según se establece en la Solicitud de Patente* de los Estados Unidos de América suscrita por nosotros el 1 de mayo de 2014 en cualquier forma y que incluya cualquier asunto patentable revelado en dicha solicitud y en todas y cualesquiera Solicitudes de Patente de los Estados Unidos de América y países extranjeros en los que pueda obtenerse, incluyendo reexpediciones, renovaciones o patentes expedidas sobre la base de solicitudes de división, continuación o sustitución y por el presente autorizamos y solicitamos al Comisionado de Patentes y Marcas el que expida la patente de los Estados Unidos de América que cubra dicha invención a favor de INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., sus sucesores y cesionarios, como propietario de todos los derechos, título e interés sobre ella.

Afirmamos así mismo y convenimos con INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., sus sucesores y cesionarios, que somos los inventores originales, primeros y conjuntos de la invención o invenciones reveladas y/o reclamadas en dicha solicitud; que al momento de hacer esta cesión estamos plenamente facultados para hacer la anterior transmisión; que no hay concesiones pendientes, "shop rights"* o gravámenes sobre dicha invención o que la afecten o Patentes* que puedan obtenerse distintos a los derechos de INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC. sobre ella; le daremos a INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., a sus sucesores y cesionarios, toda la información, ayuda y datos que estén en nuestra posesión o control y que tiendan a facilitar la producción comercial y explotación de la invención arriba mencionada en las mejores formas comerciales de la misma conocidas por nosotros; que a pedido de INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., sus sucesores y cesionarios, damos testimonio en la forma en que lo podamos hacer de manera auténtica y proporcionamos la información que se encuentre dentro de nuestra posesión o control y que tienda a establecer la originalidad y prioridad de nuestra invención o invenciones y reivindicar la validez e infracción de cualquier Patente que pueda ser obtenida sobre ella; SIEMPRE QUE los costos por tomar tal testimonio y los gastos necesarios en conexión con ello sean pagados por INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., sus sucesores y cesionarios, y acordamos y pactamos adicionalmente que suscribiremos todos los instrumentos presentados por o en nombre de INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., sus sucesores y cesionarios, que ellos consideren necesario o deseable para proteger de mejor manera en los Estados Unidos o en cualquier país extranjero el asunto revelado en dicha solicitud de Patentes o para el perfeccionamiento del título correspondiente de INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC., sus sucesores y cesionarios.

Acordamos que ni durante el tiempo en que tal solicitud de Patente se encuentre pendiente ni tampoco en forma posterior, haremos, usaremos o venderemos ítems que materialicen dicha invención o en cualquier forma exploten tal invención en nuestro propio nombre o por otros, ni ayudaremos o instigaremos para que otros lo hagan, sin obtener primero el consentimiento escrito de parte de INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES, INC.

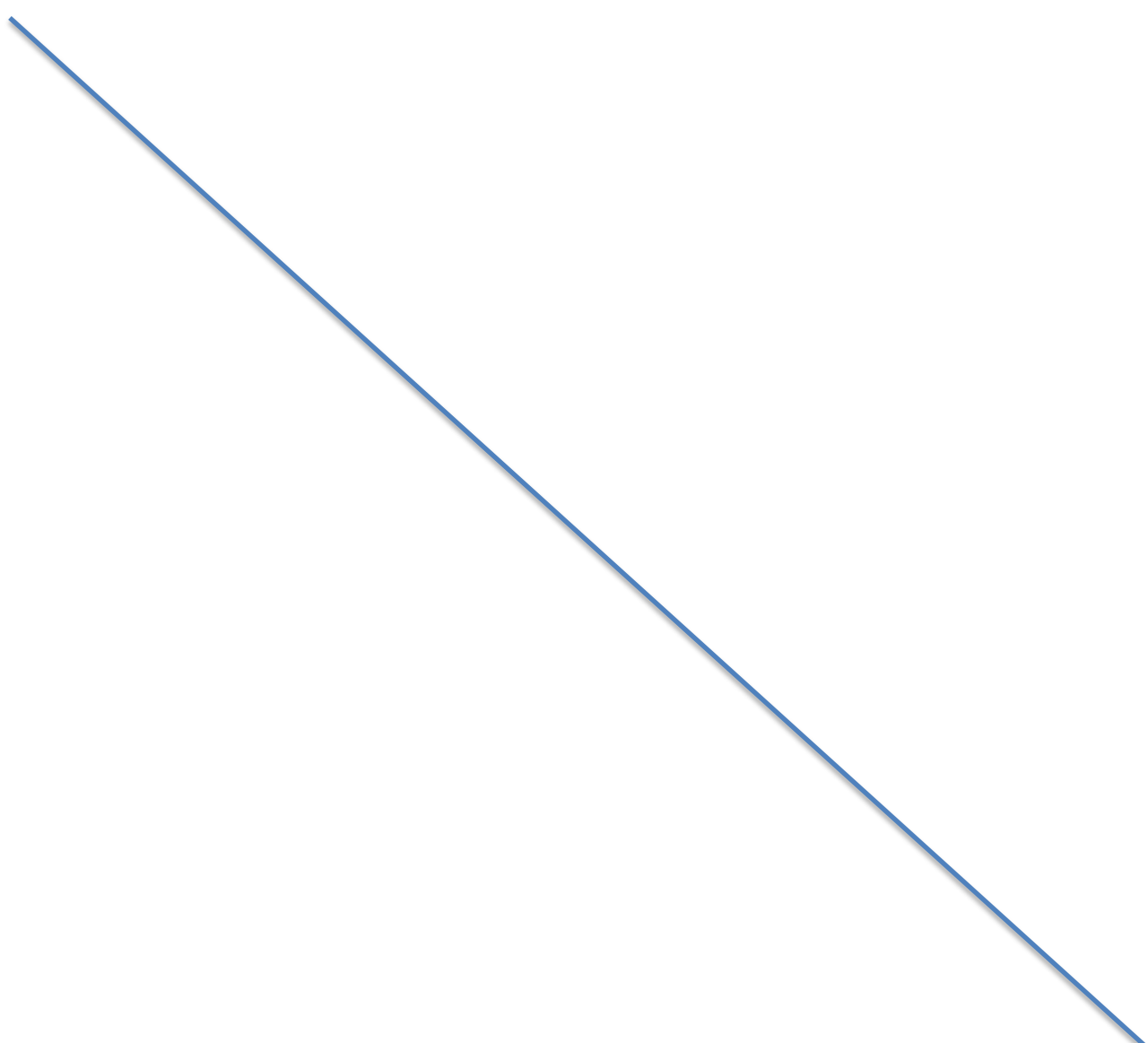
Certificamos por el presente que no se nos han hecho afirmaciones o que nos hemos basado en ellas como motivo o inducción para esta cesión y acuerdo en forma distinta a lo contenido en este instrumento.

En testimonio de lo cual y buscando que esto sea legalmente vinculante, hemos firmado y sellado el presente instrumento el 1 de mayo de 2014.

(fdo.) Michael Scalzi (sello)

(fdo.) Antonis Karachalios (sello)

* N del traductor: "Letters Patent" se tradujo como Patente. Las otras expresiones se dejaron en inglés.



Estado de (____)
Condado de (____)

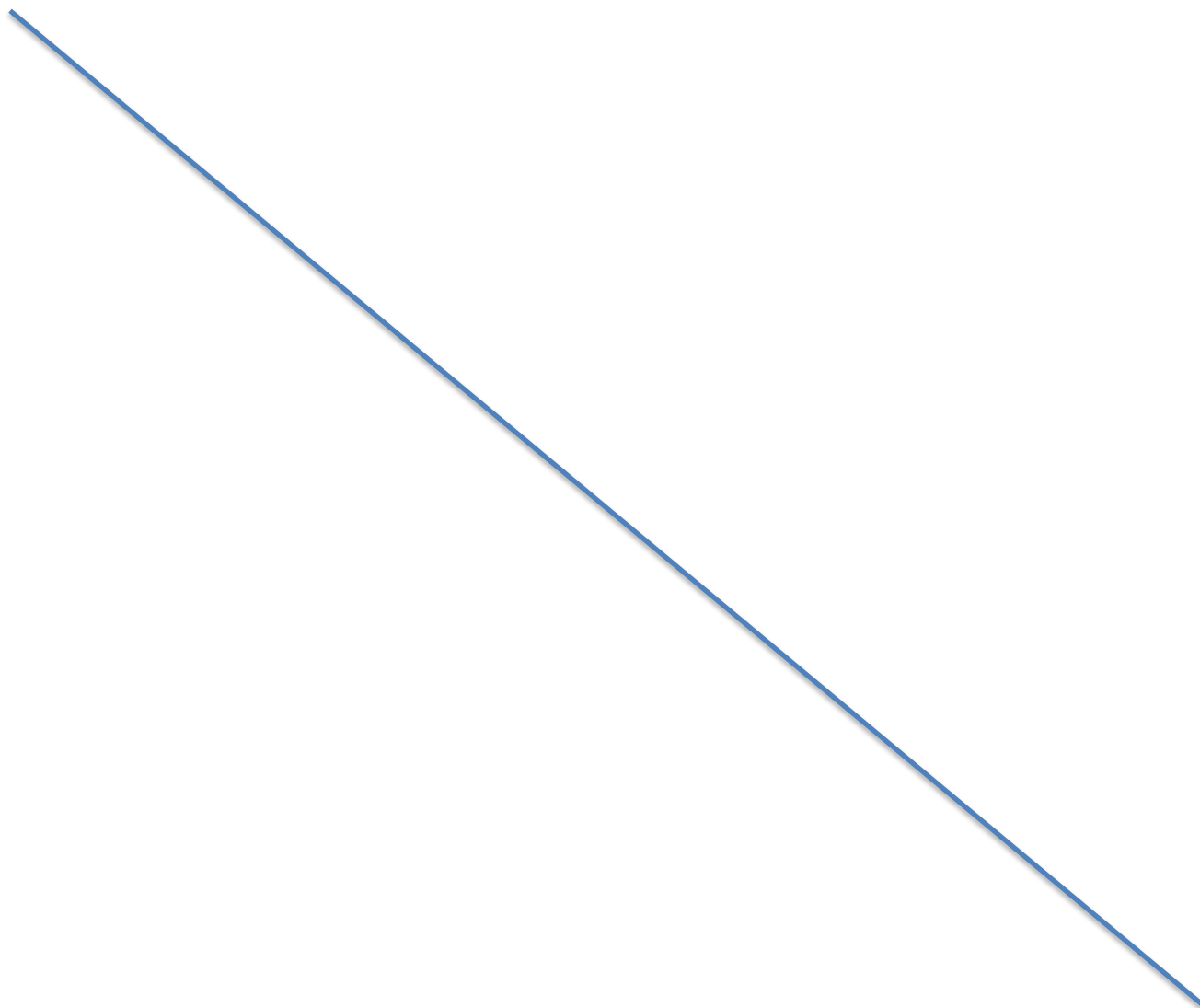
El día 1 de mayo de 2014, ante mí, Notario Público en el Condado y Estado arriba mencionados, apareció personalmente ante mí el señor Michael Scalzi y el señor Antonis Karachalios, y en debida forma legal reconocieron la anterior Cesión como un conjunto de actos ejecutados y deseados por ellos y registrados como tales.

En testimonio, sello este instrumento.

(fdo.)
Notario Público

Mi comisión vence:

Pensilvania
Sello de Notario
Carol N. McCafferty, Notario Público
Plumstead Twp., Bucks County
Mi comisión vence el 1 de septiembre

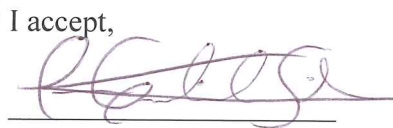




PODER ESPECIAL	POWER OF ATTORNEY
Michael Sclazi actuando en nombre y representación de Innovative Environmental Technologies, Inc., una sociedad comercial constituida y existente de conformidad con las leyes de Estados Unidos de América, con domicilio en Pipersville, PA 18947 (en lo siguiente el “Poderdante”), por medio del presente instrumento otorgo poder especial, amplio y suficiente a JUAN GABRIEL SILVA SILVA identificado con cédula de ciudadanía 1.020.756.846 de Bogotá D.C. y tarjeta profesional No. 261.559, (en adelante el “Apoderado”), para que en nombre y representación del Poderdante, gestione y promueva ante la Superintendencia de Industria y Comercio todas las actuaciones necesarias con el fin de registrar cualquier solicitud de patente de invención en nombre del Poderdante. En ejercicio del poder conferido mediante el presente documento, el Apoderado queda investido de amplias facultades para realizar todas las actividades necesarias encaminadas a registrar cualquier solicitud de patente de invención en nombre del Poderdante, entre las cuales están incluidas: 1. Presentar solicitudes de registro de patente de invención. 2. Pagar las tasas oficiales. 3. Hacer seguimiento del estado de la solicitud.	Michael Sclazi, acting on behalf of Innovative Environmental Technologies, Inc., a company duly incorporated and organized in accordance with the laws of United States of America, with address 6071 Easton Road, Pipersville, PA 18947 (the “Grantor”), I hereby grant this Power of Attorney to JUAN GABRIEL SILVA SILVA, Colombian citizen identified with citizenship card No. 1.020.756.846 of Bogotá D.C. and professional license 261.559 (the “Attorney”), for and on behalf of the Grantor, manage and promote before the Superintendence of Industry and Commerce all necessary actions in order to register any patent application on behalf of the Grantor. In the exercise of the power conferred by this document, the Attorney is vested with broad powers to perform all necessary actions to register any patent application on behalf of the Grantor, among which are included: 1. Submit requests for patent registration. 2. Pay official rates. 3. Track the status of the application.



DLA PIPER MARTINEZ NEIRA

4. Dar respuesta a cualquier requerimiento que haga la Superintendencia de Industria y Comercio. 5. Solicitar prorrogas para la respuesta de cualquier requerimiento. 6. Dar respuesta a cualquier oposición presentada por terceros. 7. Solicitar el examen de patentabilidad. 8. Interponer recursos de reposición y apelación ante la Superintendencia de Industria y Comercio. 9. Pagar las tasas de mantenimiento. Atentamente,  El Poderdante Representante legal: Michael Scalzi Presidente, Innovative Environmental Technologies, Inc. Así acepto,  El Apoderado JUAN GABRIEL SILVA SILVA C.C. 1.020.756.846 de Bogotá D.C. T.P: 261.559	4. Respond to any requirement made by the Superintendence of Industry and Commerce. 5. Request extensions for the response of any requirement. 6. Respond to any opposition presented by third parties. 7. Request the Patentability exam. 8. Present any appeal or reconsideration request to the Superintendent of Industry and Commerce. 9. Pay maintenance fees. Sincerely,  Grantor Legal Representative: Michael Scalzi President, Innovative Environmental Technologies, Inc. I accept,  The Attorney JUAN GABRIEL SILVA SILVA C.C. 1.020.756.846 from Bogotá D.C. P.L: 261.559
---	--

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con un método para la remoción de compuestos orgánicos semi-volátiles en suelos, lodos, agua terrestre, agua de proceso y agua residual. Los procesos de oxidación y atenuación biológica usan peróxido, persulfatos, percarbonatos y/u otros oxidantes con metales trivalentes, tales como hierro férrico (Fe^{3+}) o hierro mangánico (Mn^{3+}) como activadores. El proceso de oxidación química resultante produce compuestos de degradación que facilitan la atenuación adicional por medio de procesos biológicos.