



# BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 5 N° 46, Febrero, 2009

Editor: Ing. Jorge Eduardo Loayza Pérez MSc.  
FQIQ. UNMSM. Lima. Perú

El *Boletín Electrónico Informativo sobre Productos y Residuos Químicos* se publica mensualmente para proporcionar a los lectores una visión integral y actualizada sobre el manejo racional de productos y residuos químicos, con la finalidad de proteger la salud y el ambiente.

## REHABILITACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS

La rehabilitación de suelos contaminados comprende un conjunto de procedimientos que, mediante la contención, retirada o destrucción de las sustancias contaminantes, permite la recuperación total o parcial de las funciones del suelo. El gran número de técnicas existentes puede agruparse en función de sus características de operación o finalidad. Así, según el objetivo del tratamiento, un grupo está formado por las tecnologías de inmovilización o contención de los contaminantes, mientras que otro comprende los diferentes tratamientos para eliminarlos, mediante su retirada (lavado, extracción de vapores, arrastre con vapor, etc.) o su transformación (incineración, vitrificación, biodegradación, etc.).

Por otro lado, de acuerdo con la ubicación del suelo durante su tratamiento, existen dos tipos de técnicas, las que se aplican sobre el suelo contaminado en su posición de origen, *in situ*, y las que se emplean con posterioridad a la excavación del terreno, *ex situ*. Además, los tratamientos *ex situ* pueden llevarse a cabo sobre el propio terreno (*on site*) o en otro lugar (*off site*). Los tratamientos *ex situ* presentan, entre otros inconvenientes, la emisión incontrolada de partículas o vapores provocada por la excavación y la dificultad de llevarla a cabo si la contaminación se extiende cerca de tuberías, líneas eléctricas o cimentaciones de edificios. Otro inconveniente es el encarecimiento derivado de ésta y del transporte, si el tratamiento se efectúa fuera del emplazamiento, así como de los costos del vertido del suelo y del material de relleno, si éste se deposita en un vertedero (relleno de seguridad). A pesar de todos estos inconvenientes los tratamientos *ex situ* todavía se utilizan frecuentemente porque la excavación es fácil de llevar a cabo, puede ser efectuada rápidamente y es capaz de eliminar la contaminación de forma clara y demostrable, garantizando la ausencia de responsabilidad legal en el futuro.

(Continúa en la Página 2)

## TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS EN SUELOS (LANDFARMING)

### Resumen de lo presentado en el número anterior:

El tratamiento biológico de residuos en suelo opera como un establecimiento agrícola en donde el cultivo está constituido de microorganismos que son capaces de usar normalmente los biosólidos como fuentes de nutrientes y energía. El landfarming de Porteña dispone de dos sectores o grupos de parcelas. Cada sector contiene 10 celdas o módulos. Los biosólidos se pueden aplicar directamente en el suelo o acondicionarse primero.

### LANDFARMING DE PORTEÑA, CÓRDOBA

#### DISPOSICIÓN, OREADO, LABOREO Y DEGRADACIÓN BIOLÓGICA

De acuerdo a las características del material a degradar, del suelo disponible y de las condiciones climáticas, se deberá acondicionar el material a incorporar a los módulos en la interfase sólido-líquido, en porcentajes cuyos rangos aceptables son del 4 al 12% como materia seca. La distribución en el área permitirá la evaporación del agua que lo vehiculiza. El pH de trabajo tiene un rango de 6 a 8, óptimo 7.



Foto 1 Preparación del suelo para la disposición de los biosólidos (Foto: Luís Patiño)

Cuando las condiciones de evaporación y concentración del agregado lo permitan se procederá, en caso de ser necesario, a una mejor distribución del material y luego a la oxigenación como primer paso.

Las bacterias en presencia de carbono, nitrógeno y fósforo comenzaran el ciclo energético. Eventualmente se podrá aquí agregar si las condiciones lo exigen, bacterias específicas para afirmar la degradación prevista, eventualmente en base a la composición química del residuo se buscará el mismo compuesto en muestras de suelo a los fines de verificar el proceso de degradación.

Aquí el metabolismo de las bacterias produce energía en donde la actividad enzimática oxida el carbón a dióxido.

(Continúa en la página 2)

Por su parte, la rehabilitación mediante la retirada de los contaminantes consiste en su extracción del suelo, excavado o no, por arrastre en el seno de una fase gaseosa (contaminantes volátiles y semivolátiles) o líquida, utilizándose como vehículos de transporte el aire, vapor de agua y disoluciones acuosas, entre otros, que se ponen en contacto con el suelo contaminado. Como fuerzas impulsoras del movimiento de dichas fases fluidas se utilizan gradientes de presión o diferencias de potencial eléctrico.

Los tratamientos de descontaminación que persiguen la eliminación del riesgo mediante la transformación de los contaminantes del suelo en productos no peligrosos emplean fundamentalmente procesos térmicos o biológicos. Los procesos térmicos más conocidos son la incineración y la vitrificación. La incineración opera calentando el suelo excavado hasta temperaturas a las cuales se produce, primero, la volatilización de los contaminantes y, después, su destrucción por oxidación térmica. Durante la vitrificación (aplicada *ex situ* o *in situ*) se calienta el suelo hasta temperaturas tan elevadas como para producir su fusión, generando una masa vítrea inerte donde se retienen la mayor parte de los contaminantes inorgánicos, mientras que los contaminantes orgánicos son destruidos por pirolisis o combustión.

Los procesos biológicos persiguen la biotransformación de los contaminantes en productos inocuos. Dichos procesos permiten el tratamiento tanto de la zona saturada del suelo como de la zona insaturada, y pueden aplicarse sobre el suelo excavado y el agua subterránea bombeada a la superficie o *in situ*. La rehabilitación biológica de los suelos presenta, normalmente, la ventaja de producir una menor alteración de las características naturales de los mismos que la mayoría de las otras técnicas. Su inconveniente suele ser su lentitud, sobre todo si se trata de procesos anaerobios, mientras que, cuando se trata de tratamientos aerobios, en general más recomendables, suelen aparecer dificultades en el suministro del oxígeno necesario.

No existe una técnica claramente superior a las demás, sino que su competitividad depende básicamente del binomio suelo-contaminante. Es decir, solamente tras el conocimiento de las características del vertido, del contaminante y del medio físico implicados resulta posible seleccionar el procedimiento idóneo para la rehabilitación de un suelo contaminado.

Fuente: [www.miliarium.com/prontuario/](http://www.miliarium.com/prontuario/)  
(Fecha de consulta: 20-02-09)

## TIEMPO DE TRATAMIENTO

Los tiempos que se manejan en base a todos estos parámetros son amplios, el rango de tratamiento varía entre 6 a 18 meses.

Los valores ideales indican una media de 5 a 9 meses de tratamiento, siendo poco conveniente que los mismos pasen de los 12 meses.

## CAPACIDAD EN OPERACIÓN

La capacidad fluctúa entre las 20 a 60 toneladas de residuo seco por hectárea por año (rango base de piso).

## VOLTEO

Esta previsto realizar un trabajo intensivo a fin de homogeneizar y permitir la aireación del blending cada 21 días, con múltiples volteos con sistema de arado de discos a fin de alcanzar la aireación prevista.

## PROFUNDIDAD DE VOLTEO

De 0,10 m. a 0,30 m.



Foto 2 Volteo utilizando un sistema de arado de discos (Foto: José Luís Patiño)

## BALANCE DE AGUA DEL LANDFARMING

$$VCL = (WCB + WCS + WCLL + WCD) - (WCE + WCI)$$

Donde:

VCL: Variación de la cantidad de agua almacenada en el landfarming.

WCB: Agua como componente del material a incorporar (barros de plantas de tratamiento y/o grasas).

WCS: Agua como componente del suelo.

WCLL: Agua como componente de lluvia.

WCI: Agua como componente de infiltración.

WCE: Agua como componente de evaporación.

WCD: Agua como componente de degradación (formación de agua).

## Tareas de Remediación

Los tiempos que se manejan en base a todos los parámetros mencionados son realmente amplios, el rango del proceso varía entre 15 a 60 días.

Entre las tareas de remediación consideradas se enumeran las siguientes: siembra de cultivos de escarda para extraer nutrientes; encalado con sulfato de calcio, corrección de pH, agregado de Urea, Fósforo y Potasio; agregado de catalizadores biológicos y cepas de bacterias no indígenas.

**Fuente:** Patiño José Luís, *Manual de Operación: Landfarming (Procedimientos para el tratamiento biológico en suelos)*. 2008.

**Sobre el autor:** Bioquímico, nacido en Córdoba. Argentina; con Estudios de Post Grado en Medio Ambiente y Desarrollo Económico. Maestría en Ingeniería Ambiental. Especialista en Ingeniería Ambiental. Correo electrónico: josluipat@hotmail.com - Web: <http://usuarios.arnet.com.ar/josepat/>

## PROBLEMÁTICA DEL AGUA A NIVEL PLANETARIO

El agua enfrenta un conjunto de problemas a nivel mundial, lo que se conoce como problemática del agua. La problemática es distinta en cada lugar de nuestro planeta, dependiendo de los problemas y de la intensidad de los mismos.

Los problemas del agua se pueden resumir en:

1. **Escasez física.** Carencia de agua debido a la situación geográfica; es un problema distributivo.



Foto 3 Escasez física - India

2. **Escasez económica.** Carencia de infraestructura para aprovechar el agua, por ejemplo, canalización y almacenamiento adecuado del agua procedente de la lluvia.



Foto 4 Escasez económica - México

3. **Contaminación.** Presencia en el agua de agentes extraños a su composición natural, debido a una gestión inadecuada de residuos domésticos e industriales. Estos agentes pueden ser físicos (p.e. partículas sólidas suspendidas - turbidez), químicos (p.e. soluciones conteniendo metales pesados) o biológicos (p.e. microorganismos patógenos)



Foto 5 Contaminación por drenajes ácidos - Perú

4. **Derroche.** Consumo excesivo de agua. Por ejemplo, ineficiente lavado de pieles en tenerías, riego de jardines con agua potable, etc.

5. **Desperdicio.** Pérdida de agua debido a empalmes defectuosos, instalaciones deterioradas, robo, etc.

## TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES ESQUEMAS TECNOLÓGICOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Con la finalidad de realizar el diseño de un sistema de tratamiento o la selección adecuada de la tecnología de tratamiento, es importante representar los procesos de tratamiento mediante esquemas tecnológicos.

Un esquema tecnológico es la representación mediante círculos y bloques de las distintas etapas del tratamiento. Un primer paso consiste en identificar las etapas principales: pre tratamiento o tratamiento preliminar (pT), tratamiento primario (P), tratamiento secundario (S) y tratamiento terciario (T). Por lo tanto, si un sistema de tratamiento incluye las etapas anteriores se puede representar por pT-P-S-T, pero otro sistema puede obviar el tratamiento primario, entonces se podría representar por: pT-S-T. La etapas principales contienen subetapas (recuadros punteados).

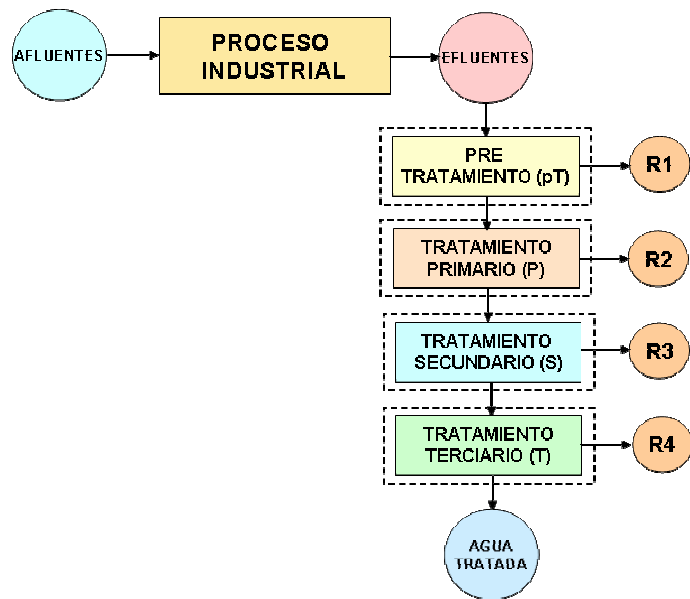


Figura 1 Esquema tecnológico para el tratamiento de aguas residuales

Nota: En el proceso se han obviado el ingreso de materias primas, insumos y combustibles y en la salida los productos y subproductos, así como otros residuos que no sean efluentes o aguas residuales (Fuente: Jorge Loayza, 2009)

En la Figura 1 se representa un típico esquema tecnológico donde se observa que a un proceso industrial ingresan afluentes y como resultado salen efluentes (aguas residuales), las cuales requieren ser tratadas mediante un sistema que tiene cuatro etapas o pT-P-S-T.

El segundo paso debe identificar el tratamiento de los residuos generados en el proceso, designado por R1, R2, R3 y/o R4, los cuales dependen de la composición de las aguas residuales. A estos procesos se les conoce como tecnologías para el manejo de lodos (Ver Figura 2).

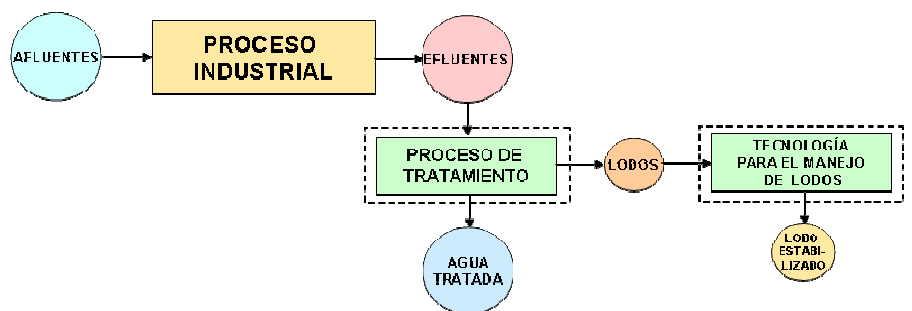


Figura 2 Esquema tecnológico que incluye el manejo de lodos  
(Fuente: Jorge Loayza, 2009)

(Continuará en el Boletín N° 47)

## ESTÁNDARES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

### (SEGUNDA PARTE)

No fue hasta que se definieron normas confiables de calidad para los biocombustibles que mejoró la confianza de los consumidores y de la industria. Las normas principales para el biodiesel que sirven de referencia para otras normas son la ASTM D 6751 de la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) y la Europea EN 14214. Adicionalmente existe la norma separada EN 14213 que define los requisitos mínimos para el biodiesel usado como aceite de calefacción o como componente para mezclas de aceite de calefacción.

### ÍNDICES DE ESTRUCTURA/ ÍNDICES DE CALIDAD

Estas normas incluyen propiedades inherentes a los combustibles como la estabilidad de oxidación o el valor de yodo. Estos llamados índices de estructura sirvieron originalmente para excluir el uso de ciertos aceites vegetales o grasas animales como materia prima. Por otro lado, hay propiedades que están básicamente relacionadas al proceso de producción. Estos parámetros, que también se denominan índices de calidad, señalan el contenido de material inicial no reaccionado presente en el biodiesel.

Los parámetros relacionados con el proceso incluyen el número de ácido y los contenidos de glicerina, metanol, agua y sodio. Las determinaciones tanto del agua como del número de ácido son cruciales para el control de calidad de la materia prima y para optimizar el proceso de producción.

Aunque la estandarización del biodiesel en Europa ha sido bien establecida por la norma EN 14214 desde el 2003, la norma europea para el bioetanol, la prEN 15376, está actualmente bajo proceso de aprobación. Por otro lado, los principales productores de bioetanol – EE.UU. y Brasil -- disponen de dos normas bien establecidas, la ASTM D 4806 y la ASTM D 5798 para el alcohol desnaturalizado solo y para mezclas de bioetanol con gasolina (Ed75-Ed85), respectivamente.

**Fuente:** Boletín 103 de Petróleo Internacional (07-01-2009).  
www.petroleo.com

## PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN EL HOGAR

Son múltiples los productos químicos que tenemos en el hogar para innumerables aplicaciones: Muchos de estos productos son peligrosos e implican riesgos para la salud, si es que no se tiene un debido cuidado en el uso, y se mantienen alejados del alcance de los niños, los cuales son los más propensos a envenenamientos con este tipo de productos. La peligrosidad de estos productos químicos de uso doméstico está en que algunos son irritantes, otros son tóxicos, inflamables y hasta explosivos.

Actualmente muchas industrias que elaboran estos productos, han tomado medidas como el cambio de envases, la aplicación de un seguro y complicado sistema de cerrado, así como reducir la concentración de ciertas sustancias o cambios en el etiquetado; estas medidas sin duda han incidido en una disminución de las intoxicaciones con estos productos.



Foto 6 Productos de uso doméstico algunos de los cuales contiene sustancias peligrosas (Fuente: [www.geocities.com/citver/articulos\\_hogar.gif](http://www.geocities.com/citver/articulos_hogar.gif))

Es recomendable comprar estos productos en la cantidad estrictamente necesaria.

### ¡LO QUE NO DEBE OLVIDAR!

- No almacene sustancias químicas peligrosas en envases vacíos de refrescos o gaseosas. Conserve los productos químicos de uso doméstico en su envase original.
- No mezcle productos químicos domésticos corrientes como el amoníaco y la lejía.
- No fume cuando utilice los productos químicos domésticos.
- Siempre utilice los productos químicos domésticos en áreas bien ventiladas.
- Lea las instrucciones de emergencia que hay en los contenedores de productos químicos para que le ayuden a entender los peligros de su empleo inadecuado.
- Almacene siempre los productos químicos en un lugar seguro, fuera del alcance de los niños.
- Deshágase de los productos que ya no utiliza de manera ambientalmente apropiada. Póngase en contacto con las autoridades de su ciudad para averiguar si tienen un programa especial para deshacerse de ellos.
- Tenga anotados en un lugar visible los teléfonos de los bomberos o centros de salud cercanos.

### En el próximo número (Boletín N° 47)

**El mito del manejo seguro de los plaguicidas químicos en los países en desarrollo (Primera parte). Tratamiento de efluentes industriales (aguas residuales). Sustancias peligrosas en el hogar y residuos peligrosos domésticos (Casos).**

### CONSULTAS Y SUGERENCIAS

Dirigirse al Ing. Jorge Loayza (Oficina N° 222).  
Facultad de Química e Ingeniería Química. Pabellón de Química.  
Ciudad Universitaria. UNMSM. Lima. Perú.  
Correos electrónicos: [jeloayzap@yahoo.es](mailto:jeloayzap@yahoo.es) / [jloayzap@unmsm.edu.pe](mailto:jloayzap@unmsm.edu.pe)

Se autoriza la reproducción y difusión del material presentado, citando las fuentes