



# BOLETÍN ELECTRÓNICO INFORMATIVO SOBRE PRODUCTOS Y RESIDUOS QUÍMICOS

Año 4 N° 44, Diciembre, 2008

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.

## ROMBO DE LAS NACIONES UNIDAS

Durante el transporte de los productos químicos, especialmente en cantidades a granel (por ejemplo, >3 000 litros ó 3 m<sup>3</sup>) los vehículos deben llevar rótulos que puedan ser vistos a cierta distancia desde todos los ángulos. Estos rótulos deben mostrar, como mínimo, el rombo de advertencia de la ONU que indique la principal clase de riesgo de la sustancia transportada. La Clasificación de Peligro de la ONU contiene nueve grupos numéricos.

Esta información puede ser complementada con información adicional, como el Número de Identificación de Sustancia de la ONU, identificación adicional del riesgo, o hasta un código de respuesta de acción inicial para ayudar a una rápida maniobra por parte de los servicios de bomberos y de emergencia si el vehículo tuviera un accidente. La información de los rótulos también puede proporcionar la base para obtener datos más detallados de los sistemas de información computarizada o del fabricante de la sustancia. La etiqueta del producto puede ser considerada la fuente inicial de información, asumiendo que no esté demasiado dañada para ser leída.



Figura N° 1 Código 3: Líquido inflamable  
(Fuente: [www.bomberosdechile.cl](http://www.bomberosdechile.cl))

Es muy importante que cualquier información que se muestre en un vehículo sea de fácil comprensión para cualquiera que pueda responder. A este respecto, se debería reconocer que un programa educacional es un pre-requisito para la introducción de cualquier esquema de identificación de sustancias y de riesgos.

## COMUNICACIÓN DEL RIESGO

### ROMBOS DE SEGURIDAD

#### ROMBO DE LA NFPA

La Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de los Estados Unidos de Norteamérica NFPA (National Fire Protection Association), por sus siglas en inglés) ha desarrollado un sistema para indicar los peligros químicos, que es especialmente útil para los bomberos, los trabajadores y para el público en general que tiene que estar en contacto con vehículos que transportan productos químicos o con recipientes que almacenan sustancias químicas. Este sistema de comunicación del riesgo está formado por un rombo (o diamante) dividido en cuatro partes iguales. Cada parte es de un color diferente y representa un tipo específico de peligro.

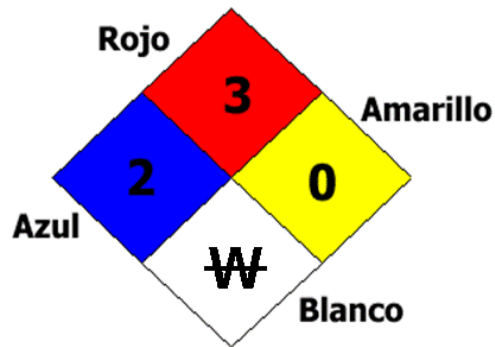


Figura N° 2 Diamante de la NFPA 704

De acuerdo a la Figura N° 2, el producto considerado tiene un nivel de toxicidad (color azul) de 2, es decir, que es peligroso y existe la posibilidad de cambio químico violento; nivel de inflamabilidad (color rojo) igual a 3, se produce ignición a temperaturas normales, menores de 37 °C; nivel de reactividad (color amarillo) de 0, el producto es estable normalmente y los peligros especiales (color blanco) están representados por W con una barra horizontal, que significa que hay que evitar utilizar agua.

#### CUADRO N° 1 GRADOS DE PELIGROSIDAD

([www.redproteger.com.ar](http://www.redproteger.com.ar))

GRADO DE PELIGROSIDAD	AZUL (SALUD-TOXICIDAD)	ROJO (FUEGO-INFLAMABILIDAD)	AMARILLO (REACTIVIDAD)	BLANCO
4	Demasiado peligroso	Extremadamente inflamable < 25°C	Puede explotar	OX – Oxidante ALC – Alcalino ACID- Ácido
3	Muy peligroso	Ignición a temperaturas normales < 37°C	Puede explotar con fuerte golpe o calor	
2	Peligroso	Ignición al calentarse < 93°C	Posibilidad de cambio químico violento	
1	Ligeramente peligroso	Debe calentarse para arder > 93°C	Inestable si se calienta	
0	No presenta peligro	No arde	Estable normalmente	

## ¿QUÉ SON LOS BIOSÓLIDOS?

Los biosólidos son lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, que por su contenido de nutrientes y sus propias características o por las adquiridas después de un proceso de estabilización, pueden ser susceptibles de aprovecharse.

También se conocen como biosólidos a los productos originados después de un proceso de estabilización de lodos orgánicos provenientes del tratamiento de las aguas residuales. La estabilización se realiza para reducir su nivel de patogenicidad, su poder de fermentación y su capacidad de atracción de vectores. Gracias a este proceso, el biosólido tiene aptitud para utilización agrícola y forestal, y para la recuperación de suelos degradados.

### USOS POTENCIALES DE LOS BIOSÓLIDOS

- 1) **Agrícola / ganadero:** Como abonos en cultivos extensivos e intensivos y en pasturas naturales y cultivadas.
- 2) **Forestal:** Como abonos en plantaciones forestales, viveros o en áreas con bosques naturales degradados y sujetos a recuperación.
- 3) **Para la recuperación de suelos degradados:** En regiones sujetas a procesos de desertificación o pérdida de cobertura vegetal o suelos, derivados de causas naturales o antrópicas. Para recuperación de áreas que fueron sometidas a **extracción minera** o en aquellas sujetas a pérdida de suelos superficiales debido a obras de infraestructura.
- 4) **Para la elaboración de abonos:** Como insumo en procesos de elaboración de productos fertilizantes o de abonos a través de tratamientos físicos, químicos y biológicos que modifiquen su calidad original.



Foto N° 1 Biosólidos mezclados con aserrín (PTAR Río Frío, Colombia)  
Fuente: [www.geocities.com/ptarcolombia/](http://www.geocities.com/ptarcolombia/)

(Continúa en la página 3)

## TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS EN SUELOS (LANDFARMING)

### 1.- INTRODUCCIÓN

El suelo normalmente contiene un gran número de diversos microorganismos, de los cuales los principales grupos taxonómicos presentes son las bacterias, hongos y actinomicetes. Todos ellos requieren una fuente de carbono para el crecimiento celular y una fuente de energía para sostener las funciones metabólicas necesarias para su crecimiento, como también fuentes de nitrógeno y fósforo. En el terreno utilizado para la degradación de materia orgánica, son apropiados los organismos aeróbicos. De estos organismos, las bacterias son el grupo más numeroso y bioquímicamente activo, particularmente a bajos tenores de oxígeno. El proceso metabólico utilizado por las mismas para producir la energía, requiere de un receptor de electrones para oxidar enzimáticamente el carbono. Los microorganismos se clasifican en función de la fuente de carbono y del receptor de electrones utilizados para llevar a cabo los procesos metabólicos. Así, bacterias que utilizan los compuestos orgánicos como fuente de carbono se denominan heterótrofas, mientras que aquellas que usan el carbono inorgánico (dióxido de carbono), son autótrofas. De la misma manera, bacterias que requieren oxígeno para realizar sus funciones se denominan aeróbicas, aquellas que usan un compuesto combinado con el oxígeno (nitratos, sulfatos, etc.) se denominan anaeróbicas, y aquellas que pueden utilizar ambos compuestos, facultativas.



Foto N° 2 Landfarming de Porteña-Panorámica 1 (Foto: José Luís Patiño)

### 2.- CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

El laboreo orgánico extensivo (landfarming), es un método que permite la biodegradación de biosólidos y otros residuos, en donde el material que se agrega mezclado con el suelo produce una interfase que estimula la actividad de microorganismos aeróbicos específicos. Estos son básicamente ayudados por la aireación inducida, por minerales y nutrientes que son partes del material agregado. Puede a su vez, ser considerado como un proceso de biorremediación, puesto que consiste en la transformación de residuos a compuestos orgánicos estables, CO<sub>2</sub> y agua, al ser utilizados por la flora bacteriana y fúngica como fuente de carbono y energía. Por consiguiente, debe lograrse una adecuada combinación de los factores que regulan la actividad biológica en la capa superficial del suelo, a saber: concentración de O<sub>2</sub>, sustrato (en este caso los residuos), temperatura, humedad y pH. Aproximadamente 1 kilogramo de suelo posee cerca de 1 billón de bacterias que degradarán la materia orgánica aplicada.

El tratamiento en suelo tendrá como principales restricciones las siguientes: que el residuo no contenga contaminantes persistentes y que la cantidad sea adecuada en atención al área necesaria para implementar el tratamiento.

(Continúa en la página 3)

## USOS POTENCIALES DE LOS BIOSÓLIDOS (continuación)

### 5) Como cobertura final de rellenos sanitarios:

Comprende la disposición de biosólidos como material de cobertura, en las acciones de clausura de rellenos sanitarios de residuos sólidos urbanos y otros como instancia previa a su vegetalización.

### 6) Tratamiento biológico en el suelo ("landfarming"):

Comprende la aplicación controlada de lodos en el horizonte superficial del suelo o sobre este último, acompañado por un monitoreo continuo y un manejo adecuado para dar lugar a procesos biológicos que permitan degradar y transformar los constituyentes orgánicos e inmovilizar los compuestos o elementos inorgánicos presentes en dichos biosólidos.

### 7) Incorporación a relleno sanitario:

Comprende la disposición de lodos como parte de un relleno sanitario para residuos sólidos urbanos con restricciones de cantidad máxima de biosólidos a disponer en relación con el total de residuos depositados.



Foto N° 3 Disposición de biosólidos en un monorelleno (PTAR Cañaveralejo, Colombia).  
Fuente: [www.geocities.com/ptarcolombia/](http://www.geocities.com/ptarcolombia/)

### 8) Disposición final en un relleno sanitario en celdas separadas:

Comprende la disposición de biosólidos en celdas especialmente asignadas dentro de un relleno sanitario o en instalaciones diseñadas a este sólo efecto y construidas según la técnica del relleno sanitario.

**Fuente:** García Erika N., Prado Luís E., Robles Fabian, Rodríguez Valadez Francisco J.. Implementación del proceso de compostaje para el tratamiento de biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas municipales

Correo electrónico: [roblesfm@hotmail.com](mailto:roblesfm@hotmail.com)

## 3.- CASO: LANDFARMING DE PORTEÑA (CÓRDOBA, ARGENTINA)

Como ejemplo del proceso, se tiene el caso del landfarming de Porteña, provincia de Córdoba, en el cual se ha incorporado la tecnología de digestión aeróbica en suelos por procesos de oxidación bajo condiciones controladas de pH, humedad y temperatura sustentada mediante laboreo agrícola.

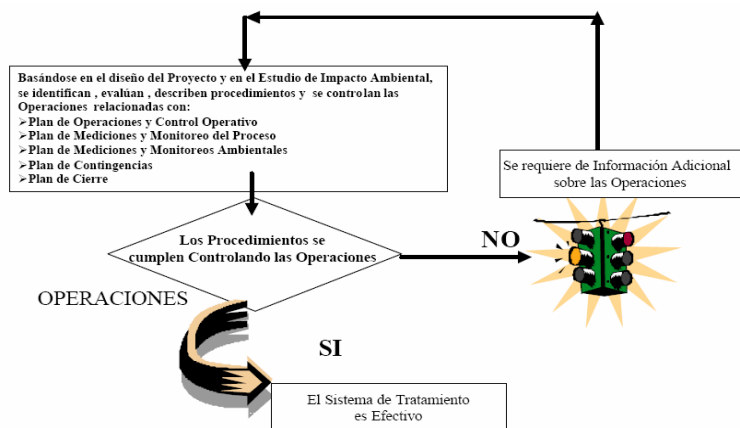
Su componente principal es el *suelo*, realizándose en superficie o a poca profundidad, típicamente a menos de 60 cm, dependiendo de la herramienta de laboreo que se utilice. Básicamente el proceso opera como un establecimiento agrícola en donde el cultivo está constituido de microorganismos que son capaces de usar normalmente los biosólidos como fuentes de nutrientes y energía. Al ser una actividad sitio-específica, es primordial controlar la migración de los materiales a tratar fuera del área de tratamiento para impedir que aquellos potencialmente peligrosos sean transportados a través del perfil del suelo y subsuelo e impacten en el área circundante, agua y/o aire.



Foto N° 4 Landfarming de Porteña-Panorámica 2 (Foto: José Luís Patiño)

Básicamente y de acuerdo a las características del material a degradar, del suelo disponible y de las condiciones climáticas el material que ingresa lo hace en una interfase sólido - líquido en porcentajes cuyos rangos aceptables son del 4 al 12% como materia seca. La distribución en el área permite la evaporación del agua que lo vehiculiza.

### PRINCIPALES OPERACIONES DEL LANDFARMING



**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: [josepat@arnet.com.ar](mailto:josepat@arnet.com.ar)  
Web: <http://usuarios.arnet.com.ar/josepat/>

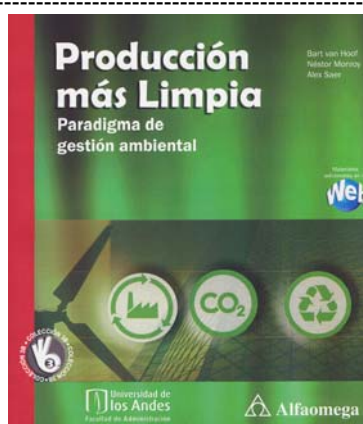
(Continuará en el Boletín N° 45)

## RIESGOS DEL POLVO DE MADERA

La exposición laboral a polvo de madera supone un riesgo de cáncer de las vías respiratorias altas, especialmente en cavidad nasal, nasofaringe, laringe y pulmón. Un estudio sobre 1.522 casos y otros tantos controles, basado en registros hospitalarios del estado de Nueva York, ha detectado un exceso de riesgo en trabajadores expuestos a polvo de madera del orden del 32% para el conjunto de cánceres de vías respiratorias superiores. No se encontraron excesos de cáncer en vías digestivas.

Fuente: Occupational and Environmental Medicine citado en Not@sPI (Año IX N° 49-2008) [www.prevencionintegral.com](http://www.prevencionintegral.com)

## LIBRO RECOMENDADO



Autores: Bart van Hoof, Néstor Monroy y Alex Saer. Primera Edición, Abril 2008. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México. Páginas 300.

**Reseña:** La Producción más Limpia es un método vital para que las empresas lo incorporen a sus procesos productivos y contribuyan a evitar el deterioro del medio ambiente. Este tema se ha convertido en materia obligada dentro del proceso de formación de profesionales en las distintas áreas de la ingeniería y las ciencias económicas administrativas.

Considerar la contaminación como una consecuencia de la ineficiencia de los procesos y las tecnologías utilizadas al interior de la empresa, son razonamientos de la Producción más Limpia. Actuar sobre esas ineficiencias, generarán ahorros en materia prima, insumos y energía, mejorando la capacidad competitiva de la empresa y también su desempeño ambiental.

El libro presenta contenidos didácticos, ejercicios, aplicaciones prácticas y casos de la región latinoamericana, que permiten desarrollar proyectos en las empresas.

**Un libro original, la mejor forma de adquirir conocimiento**

## TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

El único tratamiento térmico utilizado para la gestión de residuos peligrosos es la incineración. Los tipos de hornos utilizados para residuos peligrosos suelen ser completamente distintos de los usados para residuos urbanos. Los equipos más usados son los hornos de inyección de líquidos, los hornos pirolíticos y los hornos rotatorios.

**TABLA N° 1 TRATAMIENTOS TÉRMICOS**

TIPO DE HORNO	BREVE DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Estático de inyección	Constituido por una cámara de combustión en donde se destruyen los residuos sin recuperación de calor	Se utiliza tanto para gases contaminantes como para líquidos (por ejemplo, solventes halogenados)
Pirolítico	Constituido por dos cámaras, con adición de un combustible auxiliar	Recomendado para lodos y pastas de procesos electrolíticos
Rotatorio	Formado por un cilindro metálico recubierto interiormente por ladrillos refractarios	Usado para borras (residuos asfálticos)

**TABLA N° 2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS AVANZADOS**

TIPO DE EQUIPO	BREVE DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Reactor de antorcha de plasma (o arco de plasma)	La energía eléctrica del arco consigue la ionización del gas, lo cual eleva considerablemente la temperatura	Recomendable para todo tipo de residuo peligroso
Reactor de microondas	Microondas que generan un plasma electrónico y elevadas temperaturas	Tratamiento de derivados halogenados
Reactor infrarrojo	Absorción de radiación infrarroja por parte del residuo	Dstrucción de neumáticos fuera de uso (o desechados)

Fuente: Loayza Jorge, Silva Marina. ¿Qué hacer con los residuos peligrosos? (Revista Peruana de Química e Ingeniería Química. Diciembre. 2006)

### En el próximo número (Boletín N° 45)

**Tratamiento biológico de residuos en suelos - Landfarming (continuación).  
Tratamiento de efluentes industriales (aguas residuales). Sustancias peligrosas en el hogar y residuos peligrosos domésticos.**

### 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**