

# CONVENIO CONAMA10-UNIVERSIDAD DE MURCIA

## ANÁLISIS DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INERTIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS



UNIVERSIDAD DE MURCIA

A.M. Hidalgo\*, M. Gómez, M.D. Murcia y M.C. Lax  
Tel. 868 887355 e-mail: ahidalgo@um.es

Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Murcia

Área temática: Calidad ambiental



FACULTAD DE BIOLOGÍA

### INTRODUCCIÓN

La generación y gestión de residuos sólidos y en particular de residuos peligrosos representa un grave problema ambiental, de ahí la existencia de una política europea en materia de residuos cada vez más estricta. Generalmente, estos residuos proceden de industrias muy diversas y poseen una composición muy variada. La jerarquía establecida en la gestión de los residuos ubica como última etapa, la eliminación de los mismos en depósitos controlados o depósitos de seguridad, obligando a la Ley 10/98, de residuos, a realizar un tratamiento previo antes del vertido con el fin de disminuir las características de peligrosidad de los residuos.

Para reducir la movilidad y toxicidad de los contaminantes presentes en los residuos se utilizan los procesos de estabilización/solidificación que consisten en el uso de aglomerantes y aditivos para obtener un producto final sólido que pueda ser reutilizado o cuya eliminación en vertedero no suponga un problema para la salud de las personas o el medio ambiente. Los residuos susceptibles de ser tratados mediante las tecnologías de estabilización/solidificación son principalmente los contaminados con metales pesados. Sin embargo, en los últimos tiempos los estudios llevados a cabo con residuos orgánicos muestran resultados satisfactorios, aunque no tanto como para los residuos inorgánicos, ya que debido a su propia naturaleza el residuo origina una serie de interferencias en los procesos de hidratación del aglomerante hidráulico utilizado.

Generalmente, en la bibliografía, no se recoge un estudio exhaustivo de las diferentes técnicas de estabilización/solidificación, pues las fuentes se encuentran de manera muy dispersa, estudiando casos de residuos concretos y aglomerantes muy específicos.

### TECNOLOGÍAS DE ESTABILIZACIÓN/SOLIDIFICACIÓN

Las tecnologías de estabilización/solidificación están basadas en un conjunto de operaciones que, mediante la utilización de aglomerantes y aditivos, reducen la movilidad y toxicidad de los contaminantes contenidos en los residuos, generando un producto final que puede ser reutilizado o cuya deposición es admisible en depósitos de seguridad. En la Figura 1 se muestra un esquema del lugar ocupado por las técnicas de E/S dentro de la estrategia global de gestión de residuos peligrosos (1).



Figura 1. Estrategia global para la gestión de residuos peligrosos.

La **estabilización** se define como el proceso que utiliza aditivos para reducir el estado de oxidación de los constituyentes o sustancias que le confieren toxicidad al residuo. El término incluye **solidificación**, transformando el residuo y sus constituyentes en un bloque, pero también que se dé una reacción química para transformar el compuesto tóxico en una sustancia no tóxica (2). Con ello se consigue minimizar la velocidad de migración de los contaminantes al medioambiente y disminuir su solubilidad así como reducir el nivel de toxicidad.

En la Figura 2 se muestra un diagrama del procedimiento de E/S. Los principales objetivos de estas técnicas son los siguientes:

- ❖ Mejorar las condiciones de manipulación y las características físicas del residuo.
- ❖ Disminuir la superficie a través de la cual puede tener lugar la transferencia o pérdida de contaminantes.
- ❖ Limitar la solubilidad de cualquier contaminante presente en el residuo.
- ❖ Reducir la toxicidad de los contaminantes.

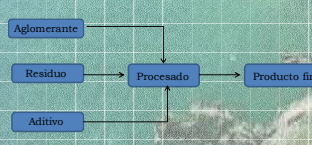


Figura 2. Procedimiento de Estabilización/Solidificación.

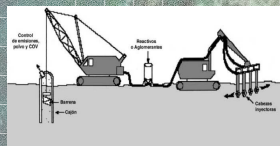
Las principales características del producto final son:

- ❖ Mínima permeabilidad.
- ❖ Mínima producción de lixiviados.
- ❖ El producto final no debe ser inflamable, biodegradable, combustible, ni poseer reactividad química, ni producir olores, elevada resistencia a la compresión
- ❖ Que contenga una amplia gama de residuos

Las tecnologías de E/S se aplican fundamentalmente en tres grandes campos:

- ❖ Recuperación de vertederos de Residuos Peligrosos.
- ❖ Tratamiento de residuos procedentes de otros procesos.
- ❖ Recuperación de suelos contaminados.

En la Figura 3 se muestra una técnica de estabilización/solidificación "in situ" utilizada en la recuperación de suelos contaminados.



### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto 08683/PI/08 subvencionado por la Fundación Séneca de la Región de Murcia. Además, M. Gómez y M.D. Murcia fueron beneficiarias respectivamente de una beca Saavedra-Fajardo y una beca Post-doctoral de la misma fundación durante la realización de este trabajo.

### MECANISMOS DE ESTABILIZACIÓN/SOLIDIFICACIÓN

En el caso de metales, los mecanismos consisten principalmente en convertir al metal en precipitados insolubles. Los mecanismos incluyen precipitación y formación de complejos por lo que los factores que mayor influencia tienen en estos procesos son el pH, el estado de oxidación y el potencial redox. Modificando estos factores, como es, elevando el pH podemos convertir al metal pesado en especies menos solubles, como hidróxidos o carbonatos (4).

Cuando los residuos a inertizar contienen un porcentaje elevado de compuestos orgánicos, puede ocurrir que estos no reaccionen con los aglomerantes inorgánicos pues muchos de ellos son no polares e hidrofóbicos. La inmovilización de compuestos orgánicos puede darse por reacciones que destruyen o alteran los compuestos o por procesos físicos como adsorción y encapsulación.

Las reacciones y mecanismos por los cuales se producen estos fenómenos son los siguientes:

- ✓ Modificación del pH
- ✓ Acción sobre el potencial redox
- ✓ Reacciones químicas (precipitación, quelación, y complejación)
- ✓ Adsorción
- ✓ Quimiadsorción
- ✓ Pasivación
- ✓ Intercambio iónico
- ✓ Diodochy
- ✓ Encapsulación

En la Figura 4 se muestra una clasificación de las diferentes técnicas de inertización que pueden ser utilizadas en el tratamiento de residuos peligrosos.

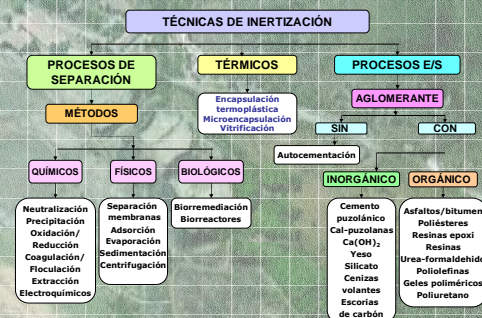


Figura 4. Clasificación de los principales procesos y técnicas de inertización.

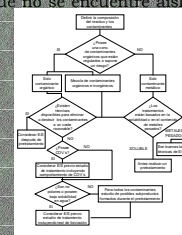
El conocimiento de los diferentes aglomerantes que se utilizan en los procesos de E/S de residuos es importante en la valoración y selección de la tecnología apropiada, ayuda a conocer las necesidades del proceso, el tipo de pretratamiento del residuo, las interacciones aglomerante-residuo y el resultado del producto final. Para que esta técnica sea eficaz, los aglomerantes deben reaccionar con el agua libre del residuo y formar un sólido, uniendo eficazmente los constituyentes tóxicos en una matriz que cumpla los objetivos perseguidos al aplicar estas tecnologías. En la Tabla se muestran algunas de las incompatibilidades que pueden aparecer entre el aglomerante y el residuo.

CARACTERÍSTICAS QUE AFECTAN A LA VIABILIDAD DEL PROCESO	INCOMPATIBILIDADES POTENCIALES
Compuestos orgánicos volátiles	Los compuestos volátiles no quedan inmovilizados ya que son liberados por la acción del calor
Uso de adsorbentes ácidos en residuos compuestos de hidróxidos de metal	Solubilización del metal
Uso de adsorbentes ácidos en residuos carbonatados	Liberación de cloruro de hidrógeno
Uso de adsorbentes ácidos en residuos con sulfuro	Liberación de sulfuro de hidrógeno
Uso de adsorbentes alcalinos (tales como caliza o dolomita) en residuos ácidos	Liberación de amoníaco gas
Uso de adsorbentes alcalinos (tales como caliza o dolomita) en residuos ácidos	Liberación de dióxido de carbono
Uso de adsorbentes silíceos en residuos que contienen ácido fluorhídrico	Puede producir fluorosilicatos solubles

### FACTORES QUE AFECTAN A LA SELECCIÓN Y REALIZACIÓN DE LOS PROCESOS

Entre estos factores se encuentran la procedencia del mismo, es decir, el proceso industrial que lo genera. Se debe tener en cuenta las características intrínsecas tales como la peligrosidad, propiedades físicas y químicas, manejo del propio residuo, puesto que estos factores pueden influir en el tiempo de fraguado del cemento, así como generar un producto sólido que lixivie y por tanto que no se encuentre aislado del medio ambiente.

Según la EPA todos aquellos residuos que se encuentran contaminados con sustancias orgánicas deberán estudiarse siguiendo el siguiente árbol de decisiones que se muestra en la Figura 5.



### REFERENCIAS

- 1) Rodríguez, J.J. e Irabien, A. (1999) "Los residuos peligrosos. Caracterización, tratamiento y gestión", Editorial Síntesis S.A., Madrid (Spain). Páginas 211-226.
- 2) Quina, M.J.; Bordado, J.C. y Quinta-Ferreira, R.M. (2008) "Treatment and use of air pollution control residues from MSW incineration: An overview", *Waste Management*, **28**, 2097-2121.