

Tratamiento de residuos peligrosos generados en laboratorios químicos

Generated hazardous waste treatment chemicals in laboratories

Juan Estrada¹, Claudia Villanueva²

RECIBIDO: 10/04/2015 - APROBADO:29/04/2015

RESUMEN

El trabajo de investigación que se presenta estudió los factores que intervienen en el tratamiento y disposición final de los residuos tóxicos generados en los laboratorios químicos. Para ello se han considerado variables, entre ellos el grado de peligrosidad, el grado de toxicidad y las emisiones. Se caracterizaron los residuos; luego, como todos generalmente son peligrosos o desconocidos, se propone el encapsulado como método de tratamiento de los residuos tóxicos. Para la correcta interpretación de los resultados, se ha medido el impacto al medio ambiente en todo el proceso, asimismo se obtuvieron los resultados de los análisis para la identificación de peligros y se evaluaron los riesgos para cada actividad realizada.

En conclusión, los resultados obtenidos tienen una utilidad inmediata en la gestión de los residuos peligrosos de los laboratorios de química, así como el diseño de sistemas de control.

Palabras clave: Residuos, peligrosos, caracterización, emisiones, encapsulado.

ABSTRACT

The investigation work that is presented, studied the factors that involved in the treatment and final disposal of toxic waste generated in chemical laboratories. This has been considered variables, including the degree of danger, the degree of toxicity and emissions. Residues were characterized, then, as all are generally hazardous or unknown, it is proposed encapsulation method of treatment of toxic waste. For the correct interpretation of the results, we have measured the impact on the environment in the entire process, also the results were obtained from the analysis for the identification of hazards and were evaluated the risks for each activity performed. In conclusion, the results are immediately useful in the management of hazardous wastes from chemistry labs and the design of control systems.

Keywords: Waste, Hazardous, Characterization, Emissions, Encapsulation.

1, 2 Docentes del Departamento Académico de Química Inorgánica, Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
E-mail: edmundoestrada2000@yahoo.com, ccvillahuerta@yahoo.es

I. INTRODUCCIÓN (Gadea, 1994, 1991)

En los laboratorios químicos, se maneja una cantidad de productos químicos y se efectúan diversas prácticas que conllevan la generación de residuos, que en la mayoría de los casos son peligrosos para la salud y el medio ambiente.

Las adecuadas condiciones de trabajo en los laboratorios incluyen control, tratamiento y eliminación de los residuos generalmente peligrosos generados en ellos, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio. La gestión de residuos en los laboratorios debe considerar: las actividades humanas y los residuos químicos generados; la minimización y eliminación de los residuos generados, almacenados o descargados; y el almacenamiento y tratamiento de los residuos químicos peligrosos de una manera eficiente, segura, legal, y de costo adecuado (Universidad de Oviedo, 1996).

El presente trabajo en su conjunto pretende orientar correctamente la administración y manejo de los desechos químicos peligrosos generados en los laboratorios químicos. El manejo de los residuos químicos peligrosos incluye los procesos de recolección, almacenamiento, reciclaje, minimización, tratamiento, transporte y disposición en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura (Navarro, 2008).

Actualmente, los países industrializados tienden a promover la minimización y reciclaje de los residuos peligrosos como la opción desde el punto de vista ambiental. Por lo tanto, para el tratamiento de los residuos químicos peligrosos, se propone el proceso de "encapsulado" en concreto ciclope, para los residuos cianurados, fosforados, pesticidas y residuos no identificados (NTP, 1997).

Igualmente, se propone determinar y realizar la actividad técnica operativa de residuos que involucre manipuleo, transporte, tratamiento físico-químico, encapsulado en concreto ciclope y disposición final (Universidad de Alicante, 2004), (CERETI, 2001).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Recolección de los residuos peligrosos

El cliente (laboratorio) hace la entrega de los residuos tóxicos en los almacenes de su laboratorio en cajas etiquetadas con el listado de su contenido, se hace la verificación y ambos firman el documento de entrega/recepción. Las cajas son colocadas en la carreta de transporte y son aseguradas para su transporte con operario y supervisor.

2.2. Traslado y almacenamiento en la planta de tratamiento

Esta actividad se realiza con supervisión constante, cumpliendo con las normas ISO 18001. En planta los residuos se distribuyen de acuerdo a su procedencia y a la información de la etiqueta.

2.3. Caracterización en planta

En esta etapa se identifica y se define finalmente cual será el tratamiento que recibirá el residuo tóxico. Aquí el residuo puede destinarse para tratamiento físico-químico, como reactivo o para encapsulado, en general todos los que no tienen etiqueta de identificación o no es legible son encapsulados.

2.4. Ensayos (ESCOBAR et al. 2005)

Se realizan los ensayos necesarios para determinar las proporciones iniciales de trabajo y también con la finalidad de que al momento del tratamiento no se emitan productos gaseosos no deseados o cantidades no deseables.

2.5. Encapsulado

Los residuos como los pesticidas, residuos orgánicos, inorgánicos muy tóxicos o venenosos como los fosforados, cianuros, arsénicos y otros no identificados son encapsulados. Para ello los envases se envuelven con el plástico retráctil y se preparan los encofrados de madera y plástico para envases pequeños.

Se realiza con concreto ciclópeo 1:10 (cemento: hormigón), el batido de estos materiales (cemento Portland tipo 1, o cementos Portland tipo V BA de bajo contenido de álcalis (OMS, 2007), piedra chancada y arena gruesa se hace manualmente con lampa en batea metálica, debiendo efectuarse esta operación por lo mínimo 1 minuto por carga. Solo se emplea agua potable o agua limpia de buena calidad, libre de impurezas que puedan dañar el concreto. La proporción entre agregados debe garantizar una mezcla con un alto grado de trabajabilidad y resistencia, de manera que se acomode dentro de las esquinas y ángulos de las formas. Se hace una base con concreto de unos 5 cm en el encofrado y luego se colocan los envases con los residuos y se completa y cubre con el resto de concreto, manteniendo una distancia de unos 5 cm por lado.

Como la mezcla es rica en cemento se generará considerable calor de hidratación, el cual puede expulsar la humedad del concreto en el periodo al fraguado. Con este concreto, el curado de agua debe empezar tan pronto como sea posible para compensar cualquier pérdida de humedad y ayudar a disipar el calor.

Se requiere de una baja relación de agua-cemento con suficiente contenido de cemento, compactación adecuada y curado apropiado para producir concreto denso con capilares discontinuos (baja permeabilidad). Dar un acabado al concreto para proporcionar una superficie densa, libre de agujeros y defectos puede mejorar la resistencia a los químicos. Ver Figura N° 1.



Figura N° 1. Muestra parte del procedimiento seguido:

- a) Recolección y almacenamiento de residuos en planta;
- b) caracterización de los residuos;
- c) encapsulamiento; d) producto encapsulado final.

2.6. Seguimiento y medición (NAP, 1995)

De los residuos encapsulados para proporcionar la evidencia de la conformidad, se toman muestras según su caracterización y son introducidos en agua de la red dentro de envases plásticos. Luego se toman muestras del agua cada semana y se les toman mediciones de pH y conductividad para realizar las verificaciones de cambios significativos. Si estos valores tuviesen esas variaciones, se harían otras como el DQO y otros específicos, de acuerdo al residuo encapsulado. Ver Figuras N° 2 y 3.



Figura N° 2. Seguimiento y medición.



Figura N° 3. Diagrama de flujo del proceso operativo

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al proceso operativo seguido en el trabajo presentado, los resultados son satisfactorios debido a que en la recepción de residuos y operaciones seguidas, se cumplen con las normas ISO 9001, del grado de satisfacción del cliente.

En la recepción y traslado de residuos, se cumplen con las normas ISO 18001, de la evaluación de aspectos ambientales y determinación de significancias.

En los procesos de verificación, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, se cumplen con las normas

ISO 14001, para la identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles (IPER). En el seguimiento y medición del pH y conductividad de una muestra de encapsulado en agua, comparando con un blanco, que es un bloque de concreto puro que se utilizó en el encapsulado, los datos son satisfactorios, como podemos ver en las Tablas N° 1, 2, 3 y 4 respectivamente (Universidad de Sevilla, 2002).

Tabla N° 1. Datos de pH y conductividad de muestras. 16 de agosto del 2011

Fecha: 16 de agosto del 2011		
Muestra	pH	Conductividad (μS/cm)
Encapsulado	9.33	1054
Blanco	10.57	1022
Agua de red	7.13	835
Temperatura: 19 °C		

Tabla N° 2. Datos de pH y conductividad de muestras. 23 de agosto del 2011

Fecha: 23 de agosto del 2011		
Muestra	pH	Conductividad (μS/cm)
Encapsulado	10.09	1648
Blanco	10.09	1239
Temperatura: 18 °C		

Tabla N° 3. Datos de pH y conductividad de muestras. 06 de setiembre 2011

Fecha: 06 de setiembre del 2011		
Muestra	pH	Conductividad (μS/cm)
Encapsulado	9.34	1316
Blanco	9.70	1239
Temperatura: 19 °C		

Tabla N° 4. Datos de pH y conductividad de muestras. 16 de setiembre del 2011

Fecha: 16 de setiembre del 2011		
Muestra	pH	Conductividad (μS/cm)
Encapsulado	9.34	1316
Blanco	9.70	1239
Temperatura: 19 °C		

El pH del agua usada (de la red) es: 7.13, al colocar el bloque de concreto sin residuo (blanco) el pH sube a 10 y 11, manteniéndose invariable en ese rango.

Al colocar el bloque muestra que contiene residuos del grupo 16 (pesticidas, insecticidas, herbicidas) encapsulados con concreto, el pH se mantiene invariable en el rango de 9 y 10.

La conductividad del agua usada (de la red) es 835 μS/cm. Al colocar el bloque de concreto sin residuo (blanco), la conductividad se mantiene invariable en el rango de 1000 a 2000 μS/cm.

La conductividad con el bloque muestra con residuos del grupo 16 (pesticidas, insecticidas, herbicidas) encapsulados en concreto se mantiene invariable en el rango de 1000 a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La presencia del concreto en el agua hace que aumente el pH por la presencia de los componentes de este en el agua (como carbonatos), aumentando los iones dentro del rango normal. Si el agua con la muestra se hubiese tornado ácida (pH inferior a 4), tendríamos un mal encapsulado que permitiría la difusión del residuo a través de ella, lo mismo si fuese mayor de 13.

La presencia del concreto del encapsulado en el agua hace que aumente la presencia de los iones aumentando la conductividad pero con una tendencia a mantenerse en un rango determinado, si tenemos en cuenta que la conductividad máxima para el agua potable es 10055 $\mu\text{S}/\text{cm}$, entonces el rango del encapsulado está dentro de lo normal. Ver Figuras N° 4 y 5.

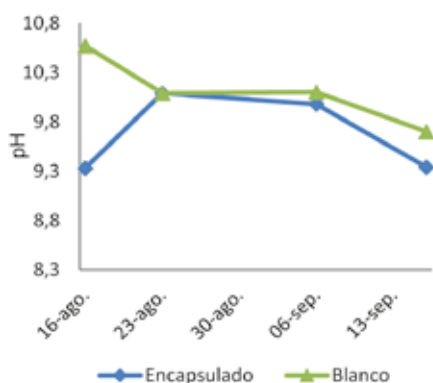


Figura 4. Variación del pH con el tiempo

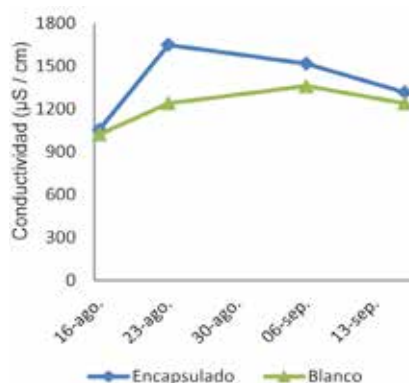


Figura 5. Variación de la conductividad con el tiempo

IV. CONCLUSIONES

Para los laboratorios, la gestión y manejo de residuos tóxicos peligrosos es de hecho un problema ambiental de primer orden, sobre todo porque a los desechos acumulados van ligados la contaminación de los suelos, del aire, y su consiguiente impacto en la salud del personal.

La conclusión principal es que, sí, efectivamente el objetivo principal de plantear una alternativa segura de solución al problema de la gestión y manejo de residuos químicos peligrosos generados en los laboratorios de química y la hipótesis general, que sí es posible realizar el tratamiento y disposición final de los residuos acumulados en los almacenes de los laboratorios de química, minimizando el grado de peligrosidad, el grado de toxicidad, las emisiones peligrosas y su disposición final, se cumple totalmente.

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por permitirnos el uso de las instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Química e Ingeniería Química.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS (2007). Organización Panamericana de la Salud. Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos. Washington.
2. Universidad de Alicante (2004). Residuos de Laboratorio. Alicante
3. Cereti, H. Halts, A. (2000). Experimentos en contexto. Editorial Person.
4. Gadea, E. (1994) Seguridad en el laboratorio: Gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades. Notas técnicas de prevención. Cuba, p: 359.
5. Gadea, E.; Guardino, X. (1991). Eliminación de residuos en el laboratorio: Procedimiento generales. Notas Técnicas de Prevención 276.
6. Universidad de Oviedo (1996). Massachusetts Institute of Technology. Clinical Hygiene pal anSafety Manual. Departamental of Chemistry.
7. Navarro, C. (2008). Procedimiento para la gestión de residuos peligrosos. Valencia: Universidad Politécnica.
8. NTP 461 seguridad en el laboratorio. (1997). Características de peligrosidad de los productos químicos de uso más corriente. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de Trabajo. Ministerio de Trabajo y asuntos sociales de España.
9. Escobar, J.; Aguila, I.; Gasi, A. (2005). Propuesta de programas para la gestión de residuos tóxicos generados por reactivos químicos caducos y ociosos en la UC. Cuba, p: 17(3).
10. Prudent Practices in the laboratory (1995). Handling and Disposal of Chemicals. National Research Council, National Academy Press.
11. Universidad de Sevilla (2002). Residuos de laboratorio Sevilla: unidad de medio ambiente.