

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

**Resumen Ejecutivo de la Tesis de Grado previa a la obtención del Título
de Ingeniera Ambiental**

**“ESTABILIZACIÓN Y SOLIDIFICACIÓN DE PILAS NO
RECARGABLES”**

Autora:

Andrea Maldonado Villalba

Directora de Tesis:

Ing. Katty Coral

Quito-Ecuador

2008

Debido al incontrolable desarrollo de las sociedades y al avance de la industrialización se ha incrementado la generación de residuos tanto domésticos como industriales, dentro de los cuales existen varios que pueden presentar características tóxicas y peligrosas.

En el grupo de los peligrosos encontramos a las pilas, las cuales están compuestas por metales tóxicos para el ambiente y para la salud de los seres vivos, como son: litio, níquel, cadmio, manganeso, zinc, plomo, cromo y mercurio.

Por tal razón, la investigación propuesta busca inertizar o inmovilizar estos componentes, con la finalidad de evitar su contacto con el ambiente, a través de la técnica de estabilización y solidificación, esto es encapsulándolos, utilizando como agente estabilizante y solidificante a la mezcla compuesta por cemento, arena, ripio, agua y aditivo impermeabilizante plastificante, los que se caracterizan por ser materiales de uso común en distintas obras civiles y de costo económico.

Como primer paso se ejecutó el Ensayo de Lixiviación Característico de Toxicidad (TCLP) a pilas intactas y a pilas maltratadas, con el objeto de establecer si las pilas maltratadas presentan una mayor lixiviación de sus componentes metálicos, con relación al lixiviado de las pilas intactas y para poder comparar con el lixiviado de las pilas estabilizadas y solidificadas. Esta acción fue necesaria, por cuanto es indispensable golpear a las pilas con el objeto de crear pequeñas cavidades en su recubrimiento metálico, para favorecer la adherencia al concreto en el proceso de fraguado.

Al analizar los lixiviados se pudo determinar que existe una mínima variación entre las concentraciones de los metales presentes en el lixiviado de pilas intactas y en el lixiviado de pilas golpeadas o estropeadas. Además se estableció que las pilas lixivian a la mayoría de sus componentes metálicos, como el litio, níquel, cadmio, manganeso, zinc, plomo, cromo y mercurio, sobresaliendo las concentraciones de zinc y níquel; y en el caso del mercurio la lixiviación es mínima.

Como segundo paso se realizó la estabilización y solidificación de pilas usadas, mediante su encapsulación en cilindros o probetas de hormigón, estos fueron sometidos de igual

forma al ensayo TCLP y al ensayo de resistencia a la compresión, con el objeto de determinar la calidad del mortero, su resistencia y la efectividad del tratamiento.

Para elaborar los cilindros fue necesario realizar el diseño de la mezcla de hormigón, en donde se escogió los materiales más adecuados y se determinó las cantidades relativas de los componentes de la mezcla (9,85 l de agua, 14,49 kg de cemento, 39,40 kg de arena, 26,44 kg de ripio y 86, 94 ml aditivo impermeabilizante), en base a los resultados obtenidos en los siguientes ensayos:

- Granulometría de los agregados finos (arena) y gruesos (ripio)
- Peso Unitario de los Agregados.
- Gravedad específica y absorción del agregado fino.
- Gravedad específica y absorción del agregado grueso.
- Contenido de humedad natural de los agregados
- Desgaste de los agregados gruesos en la máquina de los ángeles

Cabe mencionar que todos estos ensayos se ejecutaron de acuerdo a los procedimientos establecidos en Normas ASTM.

Se elaboraron cilindros sin pilas es decir, únicamente con concreto (blanco); cilindros que contenían 8 pilas; cilindros que contenían 15 pilas en una canastilla plástica; y, cilindros que contenían 20 pilas en una canastilla metálica.

Una vez fraguado el hormigón, un grupo de cilindros fue sometido a los ensayos de resistencia a la compresión y otro grupo al ensayo TCLP. Con respecto al ensayo TCLP, los lixiviados de los cilindros fueron comparados con los lixiviados de las pilas directamente expuestas, con el fin de determinar el Porcentaje de Reducción de los metales tóxicos y su Índice de Contaminación Ambiental ICA.

Los resultados obtenidos demostraron que la estabilización y solidificación de pilas usadas a través del ancapsulamiento en concreto es eficaz, ya que los lixiviados de los cilindros que contenían 8, 15 y 20 pilas, presentaron un 100% de reducción para el litio, níquel, cadmio, plomo. El manganeso presentó una reducción del 97 % en el lixiviado de los

cilindros que contenían 15 y 20 pilas y un 96% en el cilindro que contenía 8 pilas. Con respecto al zinc existe una reducción del 99% en el lixiviado de las tres probetas, demostrando una vez más la efectividad de este tratamiento.

Así mismo, la encapsulación de 8, 15 y 20 pilas reduce significativamente los Índices de Contaminación Ambiental (ICA) del Ni, Cd, Pb, Cr de 35,37%, 26%, 17,40% y 9,33% a 0% en los cuatro casos. El Índice del Zn también disminuye de 40,15% a 3,2% en el encapsulamiento de 8 y 20 pilas, mientras que en el de 15 pilas el Índice disminuye de 40,15% a 5%. En el caso del mercurio no se evidencia una reducción del ICA debido a que su lixiviación es nula. Demostrando de esta manera que el tratamiento propuesto conlleva a mejorar la calidad de vida de los seres humanos en la parte concerniente a la prevención de la salud y del ambiente.

En lo referente a la resistencia a la compresión, se obtuvo que los cilindros de 8 pilas presentaron a los 28 días una resistencia promedio de 320,33 kg/cm², así mismo los cilindros de 15 pilas presentaron una resistencia de 231,74 kg/cm² y los cilindros de 20 pilas una resistencia de 230,32 kg/cm², por último la resistencia del cilindro sin pilas fue de 331,86 kg/cm².

Si bien los resultados muestran que los cilindros que contienen pilas presentan menor resistencia a la compresión que los cilindros compuestos únicamente con hormigón, por cuanto contienen cuerpos extraños que ocupan espacio en su interior, provocando que la cantidad de hormigón disminuya, por ende su resistencia también disminuya; sin embargo esos mismos resultados se encuentran dentro de los márgenes aceptados y previstos para las obras de ingeniería civil.

Por lo tanto el mortero de hormigón con 20 pilas, podría ser utilizado en estructuras como bancas, bordillos o cualquier otra aplicación que no tenga ver con la construcción de viviendas, específicamente se propone realizar una banca de 40 cm. de alto y 41 cm. de ancho, las misma que podría encapsular a 255 pilas aproximadamente y en función a los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio, la misma que se espera presente una resistencia promedio igual o mayor a 210 kg/cm².

En la presente investigación se propone que las pilas y la mezcla de hormigón podrían ser colocadas en una canasta metálica en el interior de la banca, dicha canasta estará cubierta a cada lado por una capa de hormigón con un espesor aproximado de 8,60 cm., la base y la parte superior estarán cubiertas por una capa de espesor de 4,60 cm. respectivamente, con el objeto de que las pilas no se desplacen hacia los bordes y por ende queden expuestas hacia el medio ambiente.

Las pilas destinadas para este fin, podrían ser recolectadas en contenedores adecuados para tal objeto, los mismos que en una primera fase, estarían ubicados en los parques Metropolitano e Itchimbía de la ciudad de Quito, en sitios estratégicos, correctamente identificados y debidamente adaptados para proteger a las pilas de la intemperie, especialmente de la lluvia, con el objeto de evitar filtraciones de agua que pueden dañar la protección metálica de las mismas y de que los usuarios conozcan donde depositar sus pilas usadas.

Cabe mencionar que los ensayos TCLP a pilas y a los cilindros fueron realizados en el laboratorio de Química de la Universidad Internacional SEK-Ecuador, la mezcla de hormigón, los cilindros y los ensayos de resistencia a la compresión fueron ejecutados en el Laboratorio de Materiales de Construcción de la Universidad Católica del Ecuador.