

# ESTUDIO DE LA PELIGROSIDAD DE CENIZAS PROVENIENTES DE LA INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Graciela Noemí Avila<sup>1</sup>, Julio César Arroyo<sup>1</sup>, José Alejandro Nieva<sup>2</sup>  
y Liliana Elizabeth Lorenzo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química- Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional de Salta

<sup>2</sup> Servicio Químico y Medio Ambiente- Central Térmica de Ciclo Combinado Salta-R N 9  
Km 1557-Salta-Argentina-c/p 4400

Graciela Noemí Avila-[gracielaavila4@gmail.com.ar](mailto:gracielaavila4@gmail.com.ar)

## 1. Introducción

En la ciudad de Salta los residuos procedentes de la incineración de residuos peligrosos son sujetos de la operación de eliminación D1 según la Ley Provincial de Medio Ambiente 7.070 <sup>(1)</sup> enmarcada en la Ley 24.051 (Anexo III) <sup>(2)</sup>. Esto conlleva una acumulación de los mismo pudiendo convertirse en peligrosos ya que sus lixiviados pueden tener carácter tóxico. La toxicidad de estos residuos radica en el contenido de metales pesados que son potenciales contaminantes de la napas de agua y también de cursos de aguas superficiales.

La ciudad de Salta cuenta con servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos patogénicos, especiales o industriales peligrosos generados (RP) en el ámbito la Provincia de Salta. La empresa se encuentra habilitada a tratar RP con categorías de control y constituyentes Y01, Y02, Y03, Y04, Y08, Y09, Y11, Y13, Y16, e Y48 con operaciones de eliminación D01, D09, D10 y D15 Para el tratamiento de residuos peligrosos cuenta con un proceso de termo-destrucción controlada o incineración en hornos pirolíticos con dos cámaras de combustión (D10) asegurando la destrucción del residuo, convirtiéndolo en gases y restos sólidos incombustibles e inertes que se conocen como cenizas (Y18). La incineración presenta sus ventajas en la reducción del volumen del orden del 90% y del peso del orden del 70% lo cual conlleva ventajas ambientales y económicas ya que demanda menor espacio para su disposición final, en la reducción de los costos de transporte para su adecuación, en la estabilización del residuo. Las cenizas resultantes del incinerador son considerablemente más inertes que el material de entrada y se trasladan dentro del recinto para su almacenamiento previo D15. Posteriormente se realiza la disposición final de las cenizas inertes (biológica o infecciosa), transportándolas en vehículos especiales a rellenos de seguridad habilitados, que consisten en trincheras con suelo de base arcillosa que actúan como barrera geológica e impermeabilizadas además con membranas de PEAD (polietileno de alta densidad) <sup>(4)</sup>

Este tipo de disposición tiene la desventaja de la generación de lixiviados de características tóxicas para el suelo y el agua subterránea con el impacto sobre el paisaje producto de la creciente construcción de trincheras.

Es objetivo de este trabajo determinar la carga de metales pesados que poseen las cenizas provenientes de diferentes procesos de incineración de residuos peligrosos y el grado de peligrosidad de las mismas es evaluado mediante ensayos de toxicidad TCLP <sup>(3)</sup> de tal manera que se puedan establecer las medidas más adecuadas para su disposición.

## **2. Metodología**

### **2.1 Muestreo**

Se realizó la toma de tres muestras representativas de las cenizas producto de diferentes incineraciones de corrientes de desechos Y 48, contempladas en la Ley Provincial N° 7.070, enmarcada en la Ley Nacional N° 24.051 de Residuos Peligrosos. Las mismas se dispusieron para su traslado al laboratorio donde se sometieron a en determinaciones analíticas.

### **2.2 Análisis químico de las cenizas**

#### **1 Determinación de Humedad**

Sobre dos (2) réplicas de 50 g, pesadas a la décima de miligramo, se determinó contenido de agua siguiendo el procedimiento estandarizado de calentamiento en estufa a 105° C en cápsulas de porcelana hasta peso constante.

#### **2 Determinación de materia orgánica**

Sobre dos (2) réplicas de 10 g, pesadas a la décima de miligramo, de residuos libres de agua se procedió a la eliminación de materia orgánica (restos de hidrocarburos, papel, trapos, etc.) en mufla a 800 °C hasta peso constante.

#### **3 Determinación de sílice**

Sobre tres (3) réplicas de 1 g de cada muestra, libre de materia orgánica, se procedió a la disgregación con ácido clorhídrico concentrado. Este procedimiento se realizó en cápsulas de porcelana y a Baño María hasta insolubilización total de la sílice presente la cual se determinó gravimétricamente.

#### **4 Determinación de cromo, plomo y cadmio.**

La determinación de esto elementos se realizó sobre las soluciones libres de sílice provenientes de la disgregación ácida descrita anteriormente. Los metales se determinaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica utilizando un espectrofotómetro GBC 904 AA.

### **2.3 Características del lixiviado de las cenizas**

Las cenizas se lixiviaron siguiendo los Procedimientos de Lixiviación para caracterizar la Toxicidad (Método 1311 de la EPA) indicado en la Figura 1. En las soluciones resultantes se analizaron los metales pesados usando espectrofotometría de absorción atómica.

## **3 Resultados**

**1** A continuación se muestran los resultados de la determinación de humedad, contenido de materia orgánica y sílice en las tres muestra de cenizas analizadas e identificadas como M1, M2 y M3

**Tabla 1.** Valores porcentuales p/p de contenido de agua, materia orgánica y sílice

<b>Muestra</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% C</b>	<b>% SiO<sub>2</sub></b>
M1	17	35	7
M2	17	31	10
M3	32	42	5

2 La siguiente tabla muestra los resultados de la determinación de contenido de metales en las cenizas estudiadas en el presente trabajo como indicadores de toxicidad: cromo, plomo y cadmio.

**Tabla 2.** Valores porcentuales p/p de cromo, plomo y cadmio

<b>Muestra</b>	<b>g Cr /Kg ceniza</b>	<b>g Pb/Kg ceniza</b>	<b>g Cd /Kg ceniza</b>
M1	25,7	3	18
M2	24,9	6	28
M3	27,1	10	11

3 Resultados de Procedimientos de Lixiviación para caracterizar la Toxicidad de las cenizas.

Siguiendo el procedimiento de lixiviación indicado por la EPA se determinó el pH de cada fase sólida y en función de los valores obtenidos se continuó con el procedimiento.

**Tabla 3.** Determinación de acidez

<b>Muestras</b>	<b>pH</b>
<b>M1</b>	8,72
<b>M2</b>	9,25
<b>M3</b>	10,12

Como el pH desarrollado de las tres muestra resultaron >5 como era de esperar, para realizar el procedimiento de lixiviación se utilizó el Extractante N°2 preparado según lo establecido en el Método 1311 de la EPA (5, 7 ml ácido acético glacial y diluir con agua a un volumen de 1 litro) pH del fluido preparado fue 2,83.

En los extractos TCLP de las cenizas se midieron tres indicadores metálicos de toxicidad cuyas concentraciones máximas para caracterizar toxicidad de acuerdo las guías de la EPA (USA) se encuentran en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Concentraciones máximas permisibles

<b>Contaminante</b>	<b>Conc. máxima (ppm)</b>
Cromo	0,05
Plomo	0,2
Cadmio	0,05

Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 5

**Tabla 5.** Concentraciones de metales en los lixiviados

<b>Muestras</b>	<b>Concentración en ppm</b>		
	<b>Cr</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>
<b>M1 (TCLP)</b>	0,63	0,3	< L.D.
<b>M2 (TCLP)</b>	0,32	0,5	0,11
<b>M3 (TCLP)</b>	< L.D.	0,6	< L.D.
<b>Límite de Detección (L.D.)</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>

#### **4 Conclusiones**

Es importante que se realice un control y seguimiento riguroso de las instalaciones de disposición final autorizadas a fin de prevenir y minimizar los riesgos que una instalación pueda generar por mal diseño u operación. Dichos riesgos se encuentran focalizados principalmente en la filtración de lixiviados en aguas subterráneas, escape de agua superficial contaminada hacia el suelo o hacia el recurso hídrico.

La disposición final de cenizas provenientes de hornos pirolíticos en rellenos sanitarios debe ser evaluada teniendo en cuenta que el relleno cumpla con las condiciones mínimas de seguridad para manejar un RP y que los residuos a disponer cumplan con las condiciones de aceptación. Lo que no ocurre con las cenizas analizadas en este trabajo ya que dos de ellas (M1 y M2) sobrepasan ampliamente la norma en cuanto al contenido de cromo; las tres superan holgadamente el contenido de plomo, y solo la M2 duplica el límite permisible de cadmio. Estos resultados califican las tres muestras de cenizas como *residuos tóxicos*. Por ello se debe evaluar la viabilidad de acondicionar el residuo para reducir la movilidad de los metales pesados.

#### **Referencias**

1. Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24.051. Decreto Reglamentario 381/93
2. Ley Provincial de Medio Ambiente 7.070.
3. EPA Test Method 1311 - TCLP, Toxicity Characteristic Leaching Procedure Revision July 1992. Provided by [www.ehso.com](http://www.ehso.com)-Environmental Health & Safety Online. See EHSO for guidance and resources that is free and easy to find.
4. Programa de Ingeniería Ambiental – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Pag. 23, Gobierno de la Provincia de Salta