

Determinación del Riesgo Ecológico por Plomo en Deposiciones Atmosféricas en Suelo Urbano Provenientes de las Emisiones de Ladrilleras de Ciudad Juárez

Msc. Eliany Nicado Leal¹, Dra Alba Yadira Corral Avitia²,

Resumen—Las ladrilleras artesanales son microindustrias creadas con el fin de elaborar ladrillos artesanales que durante los procesos de quema de biomasa y combustión incompleta emiten plomo a la atmósfera. Estas ladrilleras constituyen un riesgo ecológico tanto para el ser humano como para el medioambiente. La recolecta de muestras se realizó en dos zonas ladrilleras, una constituida por hornos ecológicos (Estrella del Poniente) y otra por hornos tradicionales (Satélite). Se observaron niveles de Pb de 0.30 a 13.3 mg/Kg en la zona de Estrella del Poniente y de 4.78 a 120 mg/Kg en la zona de Satélite. El Riesgo ecológico obtenido en una de las zonas de Satélite fue elevado constituyendo un factor que debe ser atendido inmediatamente. mediante programas de reducción de emisiones de PM a la atmósfera.

Palabras clave—Ladrilleras artesanales, plomo, riesgo ecológico, hornos tradicionales

Introducción

Dentro de las fuentes que emiten material particulado (PM) a la atmósfera se encuentran las ladrilleras artesanales que fueron creadas con el fin de elaborar ladrillos de manera manual para la construcción de vivienda y otros servicios. Esta microindustria está rodeada de problemas ambientales, ya que las emisiones de PM contienen niveles trazas de Pb y Cd producto de la quema de biomasa y combustión incompleta de los procesos de cocción del ladrillo.

Ciudad Juárez es una ciudad fronteriza que cuenta con 199 ladrilleras artesanales según un censo realizado en el 2019. Estas ladrilleras cuentan con hornos tradicionales, sin embargo, la implementación de nuevas tecnologías como los son los hornos ecológicos MK₂ que contaminan un 80% menos a la atmósfera, requiere de una exhausta evaluación.

Esta investigación pretende evaluar el contenido de Pb en muestras de deposiciones atmosféricas en suelos urbanos provenientes de dos sectores ladrilleros de Ciudad Juárez, Estrella del Poniente constituida por hornos ecológicos y Satélite constituida por hornos tradicionales, así como el riesgo ecológico que ocasionan las deposiciones atmosféricas en el suelo de las zonas aledañas a las fuentes de emisión

Metodología

Toma de muestras

La toma de muestra se realizó mediante un muestreo exploratorio en zonas urbanas empleando un modelo sistemático polar. El muestreo fue realizado en dos épocas del año marzo – abril y octubre – noviembre a una distancia de 1.0 a 1.5 km de radio del centro de las ladrilleras, para un total de 24 muestras a recolectar.

Preparación de muestras

Una vez obtenida la muestra de suelo se realizó su análisis granulométrico según la norma ASTM D7928 “Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis”, para esto se tomó una alícuota de 1.0000 kg de suelo. Se dejó secar al aire, se desecharon los terrones y, se homogenizó el material cuidadosamente.

Para que la muestra sea representativa, la cantidad de suelo en el ensayo se obtuvo por medio de cuarteo, el cual consiste en separar la muestra homogenizada en cuatro partes de tamaños lo más similar posible, una vez realizado esto se procede a tomar dos extremos opuestos como muestra representativa (ASTM D7928, 2021).

Determinación de la humedad del suelo

La determinación del contenido de humedad del suelo se realizó a partir del método gravimétrico según la Norma ASTM-D4959 del 2016 “Standard test method for determination of water content of soil by direct heating” (ASTM, 2016). En este caso se pesó una cantidad de 0.5000 g de muestra húmeda en un crisol (se pesa crisol más muestra) y se calienta a una temperatura de 105 ± 0.5 °C durante 1 h en una mufla. Las muestras se dejan enfriar y se

¹ Msc. Eliany Nicado Leal Estudiante de Maestría de la UACJ, Ciudad Juárez elianynicado@gmail.com (autor corresponsal)

² Dra. Alba Yadira Corral Avitia, Profesora de la UACJ, Ciudad Juárez. acorral@uacj.mx

pesan, la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de una muestra es la medida de su contenido de agua original, este procedimiento se repite hasta alcanzar un resultado constante (Susha Lekshmi et al., 2014).

Digestión de muestras recolectadas

Una vez procesada todas las muestras se le realizó su digestión utilizando placa de calentamiento para su posterior medición por horno de grafito empleando como guía la norma EPA 3050B (US-EPA, 1996).

Determinación del Riesgo ecológico por Pb en muestras de suelo

El riesgo ecológico de Pb en el suelo urbano evaluó determinando el índice de riesgo ecológico potencial (PERI por sus siglas en inglés) (Chen et al., 2019). Los resultados obtenidos evaluaron el estado de contaminación debido a la deposición atmosférica y combinará los efectos ecológicos y medioambientales con la toxicología, brindando información acerca de los riesgos potenciales denotados por valores de índice.

Análisis de Resultados

En la Figura 1 a) y 1b) se muestran los resultados obtenidos para el contenido de humedad en la zona de Estrella del Poniente y Satélite respectivamente

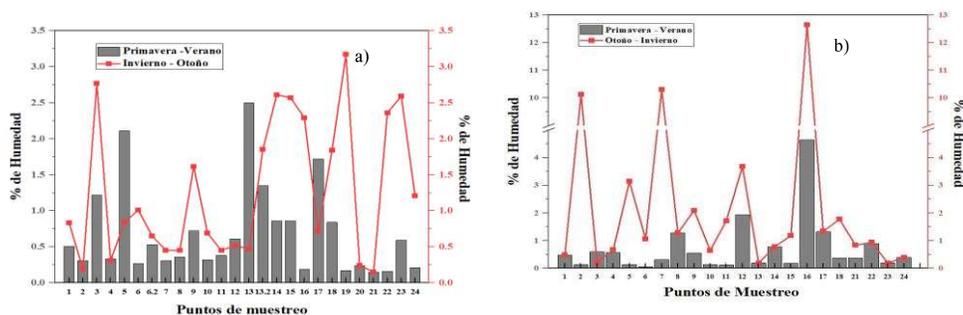
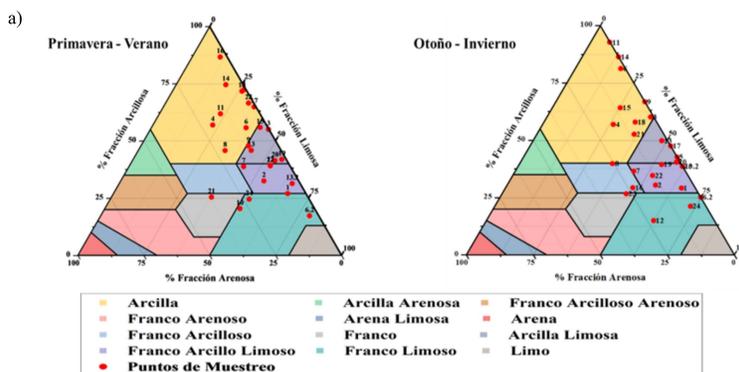


Figura 1 Contenido de humedad en muestras de suelos de las zonas aledañas a las ladrilleras a) Estrella del Poniente b) Satélite.

El contenido de humedad en suelo osciló entre 0.2 a 2.5 % para Estrella del Poniente y 0.01 a 4.78 % para la zona Satélite en el primer muestreo para una media de 1.35 y 2.3 respectivamente. En el caso del segundo muestreo (Otoño – Invierno) los valores se encontraron en un rango de 0.3 a 3.2 % y 0.3 a 12.7 % para Estrella del Poniente y Satélite respectivamente con una media de 2.17 % y 9.7 % para cada uno.

Los resultados de la textura de suelo para Estrella del Poniente y Satélite en ambas épocas del año se representan en la Figura 2a) y 2b) respectivamente



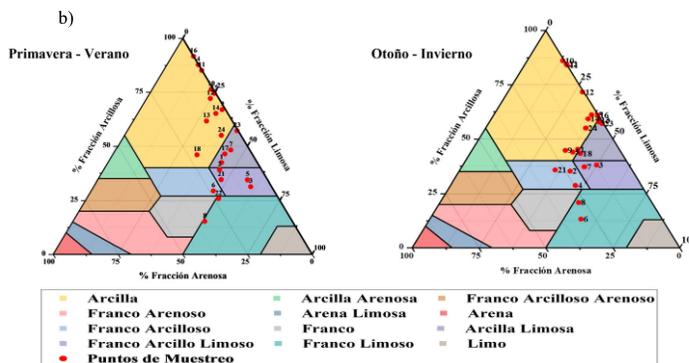


Figura 2 Resultados de la textura del suelo para a) Estrella del Poniente b) Satélite

De manera general la textura del suelo se comportó de la misma forma para ambas zonas y en las dos épocas del año. La textura del suelo que más prevaleció fue la del tipo arcillosa y franco arcillo limoso

Los resultados del riesgo ecológico de Pb son presentados en la Figura 3a) para Estrella del Poniente y 3b) para Satélite. En el caso de Estrella del Poniente el riesgo ecológico fue del tipo escaso y en la zona Satélite se obtuvo un riesgo ecológico elevado en algunos puntos. Esta última zona está compuesta solamente por hornos tradicionales que contaminan a la atmósfera mediante emisiones de PM ya que utilizan como combustibles, llantas, gomas, madera papel y la combustión incompleta generan metales pesados a la atmósfera, en comparación con Estrella del Poniente que está constituida por hornos ecológicos que emplean madera como combustible.

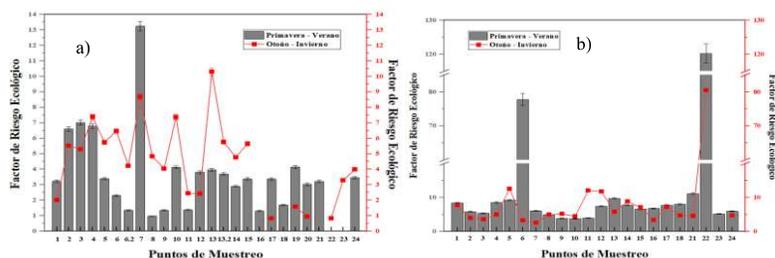


Figura 3 Resultados del riesgo ecológico de Pb en suelo a) para Estrella del Poniente y b) Satélite

En la figura 4 se muestra una distribución espacial del riesgo ecológico en ambas zonas estudiadas, destacándose la mayor zona afectada en la zona Satélite.

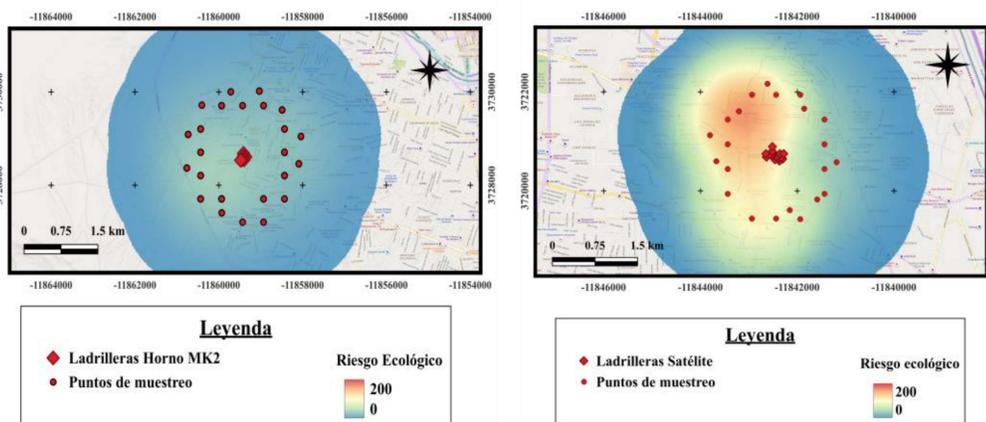


Figura 4 Distribución espacial del Riesgo ecológico en las zonas estudiadas a) Estrella del Poniente y b) Satélite

Conclusiones

Con los resultados obtenidos de la caracterización del suelo y de la determinación del riesgo ecológico podemos afirmar que existe una alta contaminación del suelo por Pb producto de las emisiones de PM de dos sectores

ladrilleros en Ciudad Juárez. Es necesario destacar como en la zona perteneciente a Satélite se observa mayor contaminación y un mayor riesgo ecológico con respecto a la zona Estrella del Poniente que se atribuye al tipo de horno empleado en cada una de las zonas.

Estos resultados demuestran la necesidad de fortalecer la implementación de programas para la reducción de emisiones de PM a la atmósfera, lo cual derivará en una mejor calidad del aire de ambas fronteras. Las ventajas de usar hornos con emisiones menores a los tradicionales o modificar prácticas de trabajo y así disminuir posibles daños en la comunidad biótica es indispensable en estos momentos y se deben tomar medidas en la menor brevedad de tiempo posible.

Referencias

- ASTM. (2016). ASTM-D4959: Standard test method for determination of water content of soil by direct heating. In *ASTM International* (pp. 1–6).
- ASTM D7928. (2021). Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis. *ASTM International*, 1–25. <https://doi.org/10.1520/D7928-16>
- Chen, M., Li, F., Tao, M., Hu, L., Shi, Y., & Liu, Y. (2019). Distribution and ecological risks of heavy metals in river sediments and overlying water in typical mining areas of China. *Marine Pollution Bulletin*, 146(July), 893–899. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.029>
- Susha Lekshmi, S. U., Singh, D. N., & Shojaei Baghini, M. (2014). A critical review of soil moisture measurement. In *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation* (Vol. 54, pp. 92–105). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2014.04.007>
- US-EPA. (1996). *Method 3050B Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils 1.0 Scope and Application*.