

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“EVALUACIÓN DEL RIESGO A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN
A METALES PESADOS Y METALOIDES EN LA ZONA INDUSTRIAL
DE VENTANILLA”**

Presentada por:

NATALIA CASTRO HINOSTROZA

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Lima – Perú

2023

**La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Evaluación del riesgo a la salud por la exposición a metales pesados y metaloides en la zona industrial de Ventanilla

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unican.es Fuente de Internet	1%
2	repositorio.oefa.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	oa.upm.es Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO A LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN
A METALES PESADOS Y METALOIDES EN LA ZONA INDUSTRIAL
DE VENTANILLA”**

Presentada por:

NATALIA CASTRO HINOSTROZA

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

Dr. Elvito Fabián Villegas Silva
PRESIDENTE

M. Quim. Flora Elsa Huamán Paredes
MIEMBRO

Mg. Miguel Angel Quevedo Beltrán
MIEMBRO

Dra. Lily Denise Tello Peramás
ASESORA

Dr. Luiz Henrique Vieira Lima
CO-ASESOR

RESUMEN

Este trabajo de investigación evaluó el riesgo a la salud humana por la exposición a metales pesados y metaloides (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, V, Zn) presentes en el polvo de las avenidas y calles asfaltadas (sectores) en zonas aledañas a la Zona Industrial de Ventanilla (ZIV) en Callao, Perú. Se realizó el muestreo de polvo en un metro cuadrado del asfalto en 16 sectores del área de estudio, y se determinaron las concentraciones de los metales pesados y metaloides mediante ICP-OES. La bioaccesibilidad gástrica se evaluó según el Physiologically Based Extraction Test (PBET) y las concentraciones bioaccesibles también se determinaron mediante ICP-OES. Para analizar la calidad ambiental del sitio se analizaron dos índices geoquímicos: factor de contaminación (CF) e Índice de carga de contaminación (PLI). El análisis del riesgo a la salud humana se determinó mediante el índice de riesgo no cancerígeno (HI_{total}) y el riesgo cancerígeno (CR_{total}) para tres vías de exposición: oral, inhalación y dermal, siguiendo la metodología de la U.S. EPA (1989) y el MINAM (2015). Los resultados mostraron que las concentraciones totales y bioaccesibles más elevadas de metales pesados y metaloides se encontraron dentro de la ZIV y en las zonas aledañas, especialmente en la dirección noroeste de la ZIV, en concordancia con la dirección predominante del viento. Mediante el análisis del CF y del PLI se concluyó que existe un deterioro de la calidad ambiental del sitio. Se estableció una catalogación de riesgo no cancerígeno inaceptable ($HI_{total} > 1$) para niños en 8 de los 16 sectores muestreados ($R2 > G1 > M1 > V3 > V1 > C1 > P1 > P2$), en contraposición a un riesgo no cancerígeno aceptable para adultos en todos los sectores. Por otro lado, se determinó que existe riesgo cancerígeno ($CR_{total} > 1 \times 10^{-6}$) en todos los sectores a causa de la exposición combinada a As, Cd, Cr y Pb.

Palabras clave: Contaminación urbana, Metales pesados y metaloides, Mi Perú, Salud ambiental, Zona industrial.

ABSTRACT

This research evaluated the human health risk arising from exposure to heavy metals and metalloids (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, V, Zn) present in the dust of the paved avenues and streets (sectors) in areas surrounding the Ventanilla Industrial Zone (ZIV) in Callao, Peru. Dust sampling was conducted on one square meter of asphalt across 16 avenues and streets within the study area. The concentrations of heavy metals and metalloids were determined using ICP-OES. Gastric bioaccessibility was assessed through the Physiologically Based Extraction Test (PBET), and bioaccessible concentrations were measured using ICP-OES. To assess the environmental quality of the site, two geochemical indices were employed: the contamination factor (CF) and the contamination load index (PLI). Human health risk analysis was conducted using the non-cancer risk index (HI_{total}) and the carcinogenic risk (CR_{total}) for three exposure routes: oral, inhalation, and dermal. This analysis followed the methodologies of the U.S. EPA (1989) and the MINAM (2015). Results indicated that the highest total and bioaccessible concentrations of heavy metals and metalloids were found within the ZIV and its surrounding areas, particularly in the northwest direction of the ZIV, in line with the predominant wind direction. The CF and PLI analysis concluded that there is a decline in the environmental quality of the site. An unacceptable non-cancer risk classification ($HI_{total} > 1$) was determined for children in 8 out of the 16 sampled sections (R2>G1>M1>V3>V1>C1>P1>P2), while an acceptable non-cancer risk was found for adults across all sections. Furthermore, it was established that there is a carcinogenic risk ($CR_{total} > 1 \times 10^{-6}$) in all sections due to combined exposure to As, Cd, Cr, and Pb.

Keywords: Urban pollution, Heavy metals and metalloids, Mi Peru, Environmental health, Industrial zone.