

**EVALUACIÓN DE FACTORES DETERMINANTES EN LA EMISIÓN DE
METALES PESADOS A LA ATMÓSFERA A PARTIR DEL PROCESO
DE SECADO DE LODOS EN EL PARQUE TECNOLÓGICO
AMBIENTAL ANTANAS
(Resumen Analítico)**

***EVALUATION OF DETERMINING FACTORS IN THE EMISSION OF
HEAVY METALS INTO THE ATMOSPHERE FROM THE SLUDGE
DRYING PROCESS IN THE ANTANAS ENVIRONMENTAL
TECHNOLOGY PARK
(Analytical Summary)***

Autores (*Authors*): MORAN CORTES Juan José
Facultad (*Faculty*): de INGENIERÍA
Programa (*Program*): INGENIERÍA AMBIENTAL
Asesor (*Support*): PHD. JUAN CARLOS NARVÁEZ BURGOS
Fecha de terminación del estudio (*End of the research*): OCTUBRE 2024
Modalidad de Investigación (*Kind of research*): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

MISIÓN DE METALES PESADOS
SECADO DE LODOS
CONDICIONES AMBIENTALES
PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
VOLATILIZACIÓN DE METALES PESADOS

KEY WORDS

*HEAVY METAL EMISSION
SLUDGE DRYING
ENVIRONMENTAL CONDITIONS
PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES
ATMOSPHERIC POLLUTION
VOLATILIZATION OF HEAVY METALS*

RESUMEN: Este estudio se centró en la evaluación de los factores que determinan la emisión de metales pesados durante el proceso de secado de lodos en el Parque Tecnológico Ambiental Antanas, utilizando métodos de absorción atómica, en donde

se cuantificaron los niveles de Cobre, Hierro y Zinc, tanto en muestras sólidas presentes en el lodo, como en el aire circundante a los lechos de secado de lodos del área de estudio. En este sentido, los resultados indican una correlación significativa entre las condiciones ambientales y propiedades fisicoquímicas del lodo y la concentración de metales emite referencias como las de distintos autores, lo que refuerza la necesidad de estudios como este, que abordan la contaminación atmosférica en contextos industriales, finalmente se concluye que las variables climatológicas juegan un papel crucial en la volatilización de metales pesados, lo que subraya la importancia de implementar medidas de control específicas en estos procesos.

ABSTRACT: *This study focused on the evaluation of the factors that determine the emission of heavy metals during the sludge drying process in the Antanas Environmental Technology Park, using atomic absorption methods, where the levels of Copper, Iron and Zinc were quantified, both in solid samples present in the sludge, and in the air surrounding the sludge drying beds in the study area. In this sense, the results indicate a significant correlation between the environmental conditions and physicochemical properties of the sludge and the concentration of metals emitted by references such as those of different authors, which reinforce the need for studies such as this one, which address atmospheric pollution in industrial contexts. Finally, it is concluded that climatic variables play a crucial role in the volatilization of heavy metals, which underlines the importance of implementing specific control measures in these processes.*

CONCLUSIONES: Los factores determinantes para la variación de las emisiones de metales pesados como el Cobre, Hierro y Zinc que mostraron una proporción directa y una intensidad representativa en esta investigación son: la concentración de cobre en el lodo, la radiación solar, la humedad del lodo y la capacidad de intercambio catiónico.

La radiación solar y la capacidad de intercambio catiónico resultaron de particular interés para el estudio debido a su notable influencia en las concentraciones atmosféricas de estos metales. Los factores que guardaron una proporción inversa y una intensidad representativa con las emisiones de metales pesados son: el tiempo de secado y el pH. El pH demostró ser especialmente relevante, ya que se encontró que los niveles de acidez están directamente relacionados con la concentración de metales en el aire adyacente a las piscinas de secado.

No se acepta la hipótesis planteada ya que únicamente la radiación solar, presento una correlación en proporción directa con alta intensidad (En estadística, coeficiente $> 0,4$ y con p-valor $< 0,05$) con la emisión de Hierro, posiblemente por su gran afinidad a fraccionar en presencia de altas dosis de energía lumínica. El desarrollo de un método optimizado de muestreo es crucial para obtener datos confiables, cada objetivo fue alcanzado, resaltando la importancia de controlar variables exógenas y endógenas, se detectaron concentraciones de metales en el aire que

superan los límites normativos, lo que demanda medidas urgentes, la metodología innovadora utilizada demostró ser eficaz, abriendo nuevas vías de investigación.

CONCLUSIONS: *The determining factors for the variation of heavy metal emissions such as Copper, Iron and Zinc that showed a direct proportion and a representative intensity in this research are: copper concentration in the sludge, solar radiation, sludge humidity and cation exchange capacity.*

Solar radiation and cation exchange capacity were of particular interest for the study due to their notable influence on the atmospheric concentrations of these metals. The factors that kept an inverse proportion and a representative intensity with the heavy metal emissions are: drying time and pH. pH proved to be especially relevant, since it was found that the acidity levels are directly related to the concentration of metals in the air adjacent to the drying pools.

The hypothesis raised is not accepted since only solar radiation showed a direct correlation with high intensity (In statistics, coefficient > 0.4 and with p-value < 0.05) with the emission of Iron, possibly due to its great affinity to fractionate in the presence of high doses of light energy. The development of an optimized sampling method is crucial to obtain reliable data. Each objective was achieved, highlighting the importance of controlling exogenous and endogenous variables. Concentrations of metals in the air exceeding regulatory limits were detected, which demands urgent measures. The innovative methodology used proved to be effective, opening new avenues of research.

RECOMENDACIONES: Se recomienda realizar estudios de calidad del aire más extensos, enfocados en la composición de metales pesados, con una mayor duración y en puntos adicionales de la zona de muestreo, para obtener datos más representativos a lo largo del tiempo de secado. Es crucial desarrollar sistemas de monitoreo ambiental en tiempo real que permitan la detección temprana de emisiones de metales pesados y la implementación inmediata de medidas de control y mitigación.

Además, se sugiere evaluar el impacto de estas emisiones en la salud humana y el medio ambiente. Se debe investigar la factibilidad técnica y económica de implementar tecnologías de control de emisiones, como sistemas de captura y filtración de partículas, en el proceso de secado de lodos. Es importante evaluar la efectividad de las medidas de control implementadas y realizar estudios de análisis de ciclo de vida para mejorar la sostenibilidad ambiental del proceso. Se recomienda explorar métodos alternativos de secado de lodos que generen menos emisiones de metales pesados y otros contaminantes. Finalmente, es vital mantener las condiciones óptimas del equipo de absorción atómica, realizando calibraciones

regulares y verificaciones con soluciones de concentración conocida para asegurar la precisión de las lecturas.

RECOMMENDATIONS: *It is recommended to conduct more extensive air quality studies, focusing on heavy metal composition, with a longer duration and at additional points in the sampling area, to obtain more representative data throughout the drying time. It is crucial to develop real-time environmental monitoring systems that allow early detection of heavy metal emissions and the immediate implementation of control and mitigation measures.*

In addition, it is suggested to assess the impact of these emissions on human health and the environment. The technical and economic feasibility of implementing emission control technologies, such as particle capture and filtration systems, in the sludge drying process should be investigated. It is important to evaluate the effectiveness of the implemented control measures and to conduct life cycle analysis studies to improve the environmental sustainability of the process. It is recommended to explore alternative sludge drying methods that generate fewer emissions of heavy metals and other pollutants. Finally, it is vital to maintain the optimal conditions of the atomic absorption equipment, performing regular calibrations and verifications with solutions of known concentration to ensure the accuracy of the readings.