



Contribuciones o aportes científicos del ponente

Nadia Ardila Santamaría es Ingeniera Química con doble titulación universitaria de Colombia y Francia, especializada en ingeniería de productos de consumo e I+D. Actualmente cursa un Doctorado en Ingeniería de Materiales en la Universidad Industrial de Santander (UIS). Es trilingüe (español, francés e inglés) y cuenta con aproximadamente 10 años de experiencia industrial en Colombia, Francia y Suiza, en los sectores de productos cerámicos y alimenticios.

Sus contribuciones científicas se enmarcan en dos líneas principales. Por un lado, ha desarrollado investigación en la valorización hidrometalúrgica de baterías Ni-Cd gastadas utilizando ácidos orgánicos, lo que se inscribe en el campo de la recuperación de materiales y la economía circular aplicada a residuos electrónicos. Por otro lado, ha trabajado en el estudio del apelmazamiento inducido por humedad en polvos de bebidas, una investigación con colaboración de la industria alimentaria que aborda un

problema técnico relevante para la calidad y estabilidad de productos en polvo.

Sus áreas abarcan baterías de litio, caracterización de materiales, vidrio-cerámicas y cerámicas avanzadas, lo que refleja un perfil científico en la frontera entre la ingeniería química y la ciencia de materiales, con aplicaciones tanto en el sector energético como en la industria de consumo.

De desecho peligroso a recurso industrial: economía circular y minería urbana aplicada a baterías usadas mediante valorización de metales estratégicos

Autor(es)

Nadia Ardila Santamaría¹, Pedro Delvasto Angarita¹

¹Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

***Autor de correspondencia:**
nadia.ardila@gmail.com

Palabras clave: minería urbana, baterías, economía circular, metales estratégicos, valorización de residuos, mantenimiento productivo total

Resumen

El presente trabajo titulado “De desecho peligroso a recurso industrial: economía circular y minería urbana aplicada a baterías usadas mediante valorización de metales estratégicos” presenta una visión general sobre el aprovechamiento de residuos de pilas alcalinas y baterías de ion-litio (LIBs), abordando aspectos relacionados con la recuperación de metales estratégicos como manganeso, cobalto, zinc y níquel.

En primer lugar, las autoras destacan la importancia de la minería urbana como alternativa sostenible frente al crecimiento acelerado de residuos de baterías y la alta dependencia de importación de metales en Colombia, como base para reincorporar estos materiales a nuevos ciclos productivos.

Uno de los ejes centrales del trabajo es la aplicación de procesos hidrometalúrgicos basados en lixiviación ácida y tratamientos vía sol-gel, donde se evidencia que es posible obtener fritas y esmaltes pigmentados, recubrimientos cerámicos estables y microsensors electroquímicos funcionales. Esto permite aplicaciones en la industria cerámica y en el desarrollo de sensores de pH a partir de residuos peligrosos.

Asimismo, se presentan ejemplos que demuestran la disminución de la dependencia de materias primas vírgenes, tales como recubrimientos vítreos y esmaltes obtenidos directamente de residuos de baterías.

Finalmente, el estudio aborda los desafíos relacionados con la seguridad industrial durante el procesamiento de estos residuos. En este sentido, se resalta la importancia de integrar mantenimiento productivo total (TPM) y prevención de riesgos para promover la sostenibilidad y la formación de ingenieros en gestión integral de residuos.

From hazardous waste to industrial resource: circular economy and urban mining applied to used batteries through strategic metal recovery

Author(s)

Nadia Ardila Santamaría¹, Pedro Delvasto Angarita¹
¹School of Metallurgical Engineering and Materials Science, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

***Corresponding author:**
nadia.ardila@gmail.com

Keywords: urban mining, batteries, circular economy, strategic metals, waste valorization, total productive maintenance

Abstract

This paper entitled “From hazardous waste to industrial resource: circular economy and urban mining applied to used batteries through strategic metal recovery” provides an overview of the recovery of alkaline battery and lithium-ion battery (LIB) waste, addressing aspects related to the

recovery of strategic metals such as manganese, cobalt, zinc and nickel.

First, the authors emphasize the importance of urban mining as a sustainable alternative to the accelerated growth of battery waste and Colombia's high dependence on metal imports, as a basis for reincorporating these materials into new production cycles.

One of the central aspects of the work is the application of hydrometallurgical processes based on acid leaching and sol-gel treatments, demonstrating that it is possible to obtain pigmented frits and glazes, stable ceramic coatings and functional electrochemical microsensors. This enables applications in the ceramics industry and the development of pH sensors from hazardous waste.

Additionally, examples are presented illustrating the reduced dependence on virgin raw materials, including glass coatings and glazes obtained directly from battery waste.

Finally, the study discusses challenges related to industrial safety during the processing of this waste, and highlights the importance of integrating total productive maintenance (TPM) and risk prevention to promote sustainability and the training of engineers in comprehensive waste management.