Revista CIENCIA EN REVOLUCIÓN

López et al., Vol. 5, Nº 15, 43–46, agosto, 2019.

Rare earth, a hidden value in waste electrical and electronic equipment (WEEE)

Maybel López, Jiraleiska Hernández, Samuel Villanueva,* Magaly Henríquez
Gerencia de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación,
Centro Nacional de Tecnología Química, Caracas, Venezuela.

Summary

Due to economic growth, technological innovation and market expansion, the generation of waste electrical and electronic equipment (WEEE) has increased significantly, representing a new environmental challenge for society. The WEEE contains a wide range of elements with high commercial value such as precious metals and rare earths, as well as toxic substances that can be harmful to public health and the environment. This article aims to inform about technologies, developed worldwide, for the recovery of metals contained in WEEE of telecommunication category, during a search period dating from 1997-2017. Identifying research worldwide that apply techniques of pyrometallurgy, hydrometallurgy and biometallurgy for the proper management.
Keywords WEEE, precious metals, dangerous substances, technologies, pyrometallurgy, hydrometallurgy and biometallurgy.

Tierras raras, un valor oculto en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

Resumen

Debido al crecimiento económico, la innovación tecnológica y la expansión del mercado, la generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) ha aumentado significativamente, representando un nuevo desafío ambiental para la sociedad. Los RAEE contienen una amplia gama de elementos con alto valor comercial como los metales preciosos y las tierras raras, así como sustancias tóxicas que pueden ser perjudiciales para la salud pública y el ambiente. Este artículo pretende informar sobre las tecnologías, desarrolladas a nivel mundial, para la recuperación de los metales contenidos en los RAEE de categoría telecomunicacional, durante un periodo de búsqueda que data desde 1997-2017. Identificando investigaciones a nivel mundial que aplican técnicas de pirometalurgia, Hidrometalurgia y biometalurgia para la gestión adecuada.
Palabras claves RAEE, metales preciosos, sustancias peligrosas, tecnologías, pirometalurgia, hidrometalurgia y biometalurgia.

*Autor para correspondencia: S. Villanueva e–mail: publicacionesgpidi.cntq@gmail.com

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs) son todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos, incluyendo todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha; así lo establece el artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE. El aumento de estos aparatos tecnológicos y su uso desmedido en nuestra sociedad, ha provocado una rápida obsolescencia de los equipos. El crecimiento de lo obsoleto en los equipos crea preocupación internacional por la necesidad de un sistema de gestión para el tratamiento de sus residuos [2] (Ver figura 1). Actualmente en Venezuela, los entes rectores de Ambiente y de Ciencia–Tecnología (CyT) han impulsado el desarrollado de investigaciones legales y técnicas para la disposición adecuada de los RAEE, así como, la identificación de tecnologías orientadas a la recuperación de los metales y tierras raras que contienen. Sin embargo, aún no se han establecido políticas ambientales orientadas al manejo seguro de los desechos eléctricos y electrónicos.



Figura 1: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE

Fuente: Baldé *et al* [1]

"Extraer metales preciosos a través del reciclaje de los residuos eléctricos es más barato que extraer los recursos vírgenes", según estimaciones de científicos chinos y australianos el costo de recuperar 1 kg de oro a partir de los RAEE equivale a 1.591 dolares (1289,8 euros) para el 2015. Mientras que, el gasto necesario para extraer 1 kg de oro en la naturaleza está alrededor de 33.404,6 dolares (27081,28 euros); según publicación de Lucia Caballero en *El Diario* de España en 2018. La empresa recicladora Sueca de aparatos eléctricos y electrónicos Boliden, expreso en un informe de sustentabilidad que de 1 tonelada de celulares se pueden recuperar entre 150-400 g de oro, entre 500 a 700 g de plata y entre 50 a 150 kg de cobre, práctica/oficio conocido como "minería secundaria o minería urbana". Definitivamente, estos residuos no son "basura", tienen valor y pueden ser gestionados de forma sustentable.



Figura 2: Japón Elabora medallas para los juegos olímpicos 2020 con smartphones reciclados.

Fuente: Sakakibara [3]

Un valor oculto en los residuos eléctricos es la posibilidad de recuperar elementos como las tierras raras (Galio, indio, europio, germanio, entre otros), ampliamente utilizados en la industria informática civil y militar. Por su parte China domina el 90 % de la extracción primaria de estos materiales, que difícilmente se pueden encontrar en el mercado, ya que están sujetos a controles de exportación estrictos. Por esta razón, países como Alemania, Bélgica, Suecia, Estados Unidos de América y Japón se vieron obligados a buscar fuentes alternativas para la obtención de estos elementos; siendo el reciclaje de residuos electrónicos una opción económicamente viable [4].

Japón está interesado en el mercado que implica el reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos, a través de empresas como Eco-System Recycling Co y Yokohama Metal Co Ltd dedicadas al tratamiento de los RAEE y extracción de metales preciosos. En 2014 este país desde el reciclaje de smartphones recuperó 143 kg de oro, 1.566 kg de plata y 1.112 t de cobre a través del reciclaje de smartphones, destinados a la fabricación de las medallas que se otorgaran en los juegos olímpicos 2020 a celebrar en Tokio (Ver figura 2). Iniciativa que hace hincapié al desarrollo de un

mercado sostenible, obteniendo material de bajo costo para la naciente industria de re–valorización de los residuos electrónicos [3].

En el reciclado de los RAEE y recuperación de los metales preciosos y metales menores o básicos, es necesario establecer tres etapas: Iniciando con la recolección, clasificación y desmantelamiento, seguido de pretratamiento mecánico, y tratamiento final o postratamiento. En el postratamiento se incluye el refinado de los metales y la disposición de los materiales peligrosos (Ver Figura 3) [5]. La recuperación de este tipo de elementos consiste en recobrar los metales preciosos a través de tecnologías como: La pirometalurgia, hidrometalurgia y biometalurgia utilizadas a nivel mundial para tratar estos residuos.

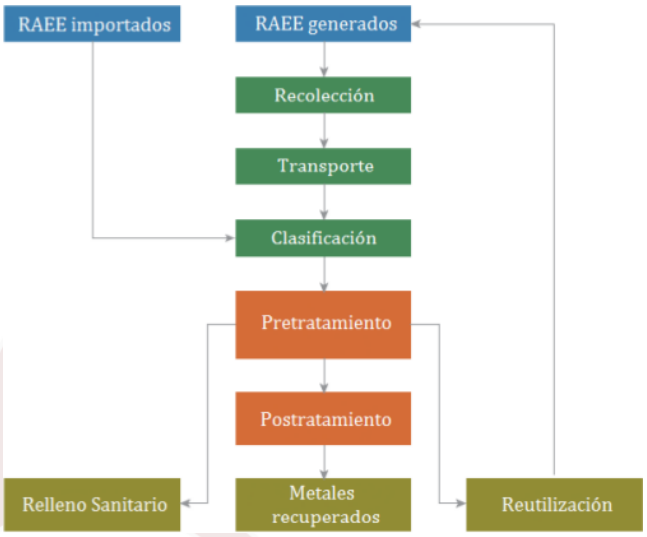


Figura 3: Proceso general para el reciclaje de los RAEE.

Fuente: Villavicencio [5]

La pirometalurgia consiste en fundir los residuos electrónicos pretratados dentro de un horno a temperaturas de 1300ºC y 1450ºC para eliminar los plásticos y los óxidos refractarios, formando una fase de escoria junto con algo de óxidos metálicos [6]. Mientras que la vía hidrometalurgia es la recuperación de metales preciosos a través de la lixiviación ácida o cáustica de material sólido para la disolución selectiva de los metales preciosos contenidos en estos residuos [7]. Finalmente la tecnología biometalurgia se basa en las interacciones entre organismos vivos (hongos, plantas, bacterias, etc) y metales, a través de sus funciones celulares, generando un conjunto de reacciones químicas que tienen como resultado la recuperación de estos materiales de los RAEE [8].

La factibilidad técnica y económica en la recuperación de metales preciosos de los RAEE ha conllevado a que países como Alemania, Bélgica, Suecia, Estados Unidos, Japón y China desarrollen e impulsen actividades de minería urbana dentro de su territorio, con acciones que garanticen la obtención de minerales de fuentes alternativas con menor impacto al ambiente y contribuyendo a la reducción de desechos peligrosos en los vertederos municipales.

Referencias

[1] C.P. Baldé, V. Forti, V. Gray, R. Kuehr, and P. Stegmann. Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos 2017 Cantidades, Flujos, y Recursos. Reporte técnico, Universidad de las Naciones Unidas (UNU), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), 2017.

[2] A. Tuncuk, V. Stazi, A. Akcil, E.Y. Yazici, and H. Deveci. Aqueous metal recovery techniques from e-scrap: Hydrometallurgy in recycling. *Minerals Engineering*, 25(1):28–37, 2012.

[3] K. Sakakibara. Tokyo olympic medals to be made from e–waste. *Nikkei Asian Review*, August 2016.

[4] Committee on Development and Intellectual Property. Patent landscape reports on e–waste recycling technologies. Patent Landscape Reports, Word Intellectual Property Organization, 2013.

[5] P. Villavicencio. Recuperación de metales preciosos y menores por medios de minería electrónica en méxico. Tesina de especialista, Programa Único De Especializaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Noviembre 2015.

[6] J. Cui and L. Zhang. Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 158(2–3):228–256, Febrero 2008.

[7] G. Pecci, A. Salvucci, and G. Senese. Recuperación de metales preciosos de placas de circuito impreso. Trabajo final de grado, Ingeniería Ambiental, Universidad Católica de Argentina, Argentina, agosto 2016.

[8] M. Vargas. Recuperación de cobre a partir de los residuos de tarjetas de circuitos integrados de aparatos eléctricos y eléctricos. Trabajo de grado, Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico (EAFIT), Colombia, Abril 2017.