



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Recuperación de metales críticos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Descripción general (resumen y metodología):

El presente Trabajo Fin de Grado, de carácter bibliográfico, aborda la recuperación de metales críticos a partir de residuos electrónicos, analizando el estado actual de las tecnologías empleadas para su valorización y reciclaje. El incremento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la creciente demanda de metales estratégicos como litio, cobalto, níquel o tierras raras han impulsado el desarrollo de métodos más sostenibles de recuperación. En este trabajo se revisarán las principales tecnologías utilizadas, como procesos hidrometalúrgicos, pirometalúrgicos y biohidrometalúrgicos, evaluando su eficiencia, impacto ambiental y viabilidad industrial. La metodología consistirá en una revisión bibliográfica sistemática mediante la consulta de artículos científicos, revisiones e informes técnicos obtenidos de bases de datos especializadas como Scopus, Web of Science y ScienceDirect, con el objetivo de comparar las distintas estrategias de recuperación y analizar sus perspectivas futuras dentro del marco de la economía circular y la sostenibilidad.

Tipología: Trabajos bibliográficos sobre el estado actual de una temática relacionada con el Grado.

Objetivos planteados:

Como **objetivo general (OG)** se persigue realizar una revisión bibliográfica sobre el estado actual de las tecnologías empleadas para la recuperación de metales críticos a partir de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), evaluando su eficiencia, viabilidad y sostenibilidad dentro del marco de la economía circular. Para ello, se definen los siguientes **objetivos específicos (OE)**:

OE1. Describir la composición de los RAEE y su relevancia como fuente secundaria de metales críticos, tales como litio, cobalto, níquel, cobre, oro, tierras raras, entre otros.

OE2. Revisar las principales tecnologías utilizadas para la recuperación de metales, incluyendo procesos hidrometalúrgicos, pirometalúrgicos y biohidrometalúrgicos.

OE3. Analizar las ventajas e inconvenientes de cada una de las tecnologías desde el punto de vista químico, energético, económico y ambiental.

OE4. Estudiar los métodos de pretratamiento y separación de los RAEE previos a la recuperación de metales.

OE5. Revisar el impacto ambiental asociado a los distintos procesos de reciclaje y recuperación de metales críticos.

OE6. Identificar las tendencias actuales y tecnologías emergentes orientadas a mejorar la eficiencia y sostenibilidad del reciclaje de RAEE.

OE7. Examinar el papel de la recuperación de metales críticos en la transición hacia una economía circular y la reducción de la dependencia de recursos primarios.

OE8. Detectar limitaciones, retos tecnológicos y futuras líneas de investigación en este campo.

Bibliografía básica:

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*,

14(3), 207-222.

Machi, L. A., & McEvoy, B. T. (2016). The Literature Review: Six Steps to Success. Corwin Press.

Cui, J., & Zhang, L. (2008). Metallurgical recovery of metals from electronic waste: A review. Journal of Hazardous Materials, 158(2-3), 228-256.

Kiddee, P., Naidu, R., & Wong, M. H. (2013). Electronic waste management approaches: An overview. Waste Management, 33(5), 1237-1250.

Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). The Global E-waste Monitor 2020. Global E-waste Monitor

Tanskanen, P. (2013). Management and recycling of electronic waste. Acta Materialia, 61(3), 1001-1011.

Li, J., et al. (2017). Review on hydrometallurgical recovery of metals from e-waste. Journal of Cleaner Production, 161, 143-157.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda realizar una planificación previa del trabajo, delimitando claramente el alcance del estudio para centrar la revisión en la recuperación de metales críticos a partir de RAEE. La búsqueda bibliográfica será sistemática y basada en fuentes científicas recientes y de calidad, utilizando bases de datos especializadas. Es conveniente organizar la información según las principales tecnologías de recuperación (hidrometalurgia, pirometalurgia y biohidrometalurgia), incorporando un análisis comparativo de sus ventajas, limitaciones y viabilidad. Asimismo, se debe priorizar un enfoque crítico más allá de la descripción de estudios, considerando aspectos ambientales, económicos e industriales. Se recomienda el uso de gestores bibliográficos para una correcta organización de referencias y una redacción clara, coherente y sintética.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: RAFAEL RODRÍGUEZ SOLÍS

Ámbito de conocimiento/Departamento: INGENIERÍA QUÍMICA

Correo electrónico: rafarsolis@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: