



Máster en Tecnología Ambiental



MÁSTER EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

“CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE VALORACIÓN DE LOS ABRASIVOS USADOS EN LA LIMPIEZA DE DEPÓSITOS INDUSTRIALES DEL REFINO DEL PETRÓLEO”

Autor: Gerardo Armando Amaya Yaeggy

Directores: Dra. Silvia Pérez Moreno y Dr. Juan Pedro Bolívar Raya

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue caracterizar a nivel fisicoquímico, mineralógico y microestructural la granalla usada (GU) que se genera en actividades de limpieza y mantenimiento por chorreado en la Refinería La Rábida de CEPSA para realizar un diagnóstico de su posible valorización. Se demostró que la granalla original (GO) presenta una granulometría en torno a 20 micras mientras que en la granalla usada se observa en torno a 100 micras, concluyendo que la GU es más gruesa que la GO. Esto se puede justificar por la adición de partículas más gruesas arrancadas de la superficie tratada por el granallado. La composición elemental en ambas granallas es muy similar, siendo los elementos mayoritarios: Fe (40-50 %) y Si (8-10 %). El análisis mineralógico demostró que los minerales más abundantes son: fayalita ($(\text{Fe}^{2+})_2\text{SiO}_4$), iscorita ($\text{Fe}_{52}+\text{Fe}_{23}+\text{SiO}_{10}$) y magnetita (Fe_3O_4) sin variación entre las muestras. El análisis elemental y mineralógico de las granallas demuestra que no existe variación significativa en la composición de la escoria de cobre. Con el análisis termogravimétrico se confirma la similitud de la composición en ambas granallas, presentando un pico exotérmico en torno a 610 °C, que se puede justificar por la transformación de magnetita a hematita. En la mineralogía de la GU se encontró cuarzo (SiO_2), el cual se debe a la alteración de la granalla al arrancar pintura de la superficie tratada por chorreado. Esto se confirma con la microscopía en donde además de cuarzo se encuentran otros componentes comunes de las pinturas en la GU. La microestructura de las muestras de granalla demuestra que las



Máster en Tecnología Ambiental



fases minerales en ambas granallas son iguales (fayalita, magnetita e iscorita) y la diferencia entre la GO y la GU se limita a la presencia de cuarzo y otros componentes de pintura como óxido de titanio, hematita, barita, dióxido de silicio y silicato de magnesio. Las concentraciones en el lixiviado acuoso de ambas granallas no exceden los valores límites de concentración para residuos no peligrosos del Real Decreto 646/2020. Sin embargo, existe variación significativa en las granallas sobre la lixiviación de Ba, Zn y Cu, siendo superior la lixiviación de Ba y Zn en la GO y Cu en la GO. La prueba de lixiviación demuestra que la GU no lixivia contaminantes en concentraciones que representen un riesgo de contaminación ambiental según la legislación aplicable. Según la caracterización realizada, La GU puede ser valorizada como sustituto de agregados de construcción en pavimentos y rellenos, en la producción de clínker y hormigón. Adicionalmente, la GU presenta concentraciones de Cu (1 %) y Mo (0.4 %) que permiten la recuperación de estos elementos.

ABSTRACT:

The elemental and mineralogical composition of the copper slag used for surface blasting at CEPSA's facilities was studied in its state before and after using it. The objective of this work was to characterize at the physicochemical, mineralogical, and microstructural level the copper slag generated in the cleaning activities of the tanks from CEPSA's La Rábida Refinery to make a diagnosis of its possible recycling and valorization. From this analysis, it was determined that blasted copper does not contain pollutants that represent an environmental risk and has the potential to be valued through different uses. It was demonstrated that the original slag has a granulometry of around 20 microns while the used slag is around 100 microns, concluding that the used slag is thicker than the original slag. This can be accounted for by the addition of coarser particles removed from the blast-treated surface. The elemental composition of both slags is very similar, being the major elements: Fe (40-50 %) and Si (8-10 %). Mineralogical analysis showed that the most abundant minerals are: fayalite ((Fe²⁺)₂SiO₄), iscorite (Fe₅₂₊Fe₂₃₊SiO₁₀) and magnetite (Fe₃O₄), without any variation between the samples. The elemental and mineralogical analysis of the slags shows that there is no significant variation in the composition. The thermogravimetric analysis confirms the similar composition in both slags, presenting an exothermic peak around 610 °C, which can be justified by the transformation of magnetite to hematite. In the used slag mineralogy, quartz (SiO₂) was found due to alteration of the slag caused by removing paint from the blasted surface. This is confirmed with the microscopy where, in addition to quartz, other common components of paint are found, such as titanium oxide, hematite, barite, silicon dioxide and magnesium silicate. The microstructure of the slag samples confirms that the mineral phases in both slags are the same (fayalite, magnetite and iscorite) and the difference between the slags is limited to the presence of quartz and the paint components. The concentrations in the aqueous leachate of both slags do not exceed the concentration



Máster en Tecnología Ambiental



limit values for non-hazardous waste of the Royal Decree 646/2020. However, there is significant variation in the slags on the leaching of Ba, Zn and Cu, being higher the leaching of Ba and Zn in the used slag and Cu in the original slag. The leaching test shows that the used slag does not leach contaminants in concentrations that represent a risk of environmental contamination according to the applicable legislation. According to the characterization carried out, the used slag can be recycled as a substitute for construction aggregates in pavements and fillings and in the production of clinker and concrete. Additionally, GU has concentrations of Cu (1 %) and Mo (0.4 %) that allow the recovery of these elements.