



MÁSTER EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

HUELLA HÍDRICA DE UN COMPLEJO METALÚRGICO DE PRODUCCIÓN DE COBRE EN EUROPA

Autor: Alejandro Maestro Jaén

Tutores: PhD. Juan Pedro Bolívar Raya

PhD. Juan Antonio Suárez Cabezas

Resumen:

El cobre es uno de los metales más importantes para la sociedad tecnológica del presente y del futuro. Su demanda creció de forma prácticamente exponencial en el siglo XX y se espera que para 2050 se multiplique por cuatro respecto a la actual.

El proceso de producción primaria de cobre comienza por la minería, normalmente a cielo abierto, y posteriormente se produce concentrado de cobre en la planta concentradora. Existen varios métodos usados actualmente para su fundido, siendo uno de los más aceptados la instalación de un horno Flash y convertidores Pierce- Smith. Tras pasar por los hornos de afino es moldeado en ánodos, que pasarán a la refinería electrolítica para ser refinados, hasta producir cátodos de cobre con una pureza de > 99,99% de cobre.

Este trabajo realiza un estudio de Huella Hídrica (HH) de dos instalaciones que realizan el procesado del cobre como se ha descrito anteriormente. Una de ellas se localiza en una zona interior, y otra en una zona costera. Trataremos en ambos casos de determinar, por un lado, su Huella Hídrica azul, que representa la cantidad de agua dulce retirada del medio, y por otro, su Huella Gris, que representa la contaminación del agua, expresada como el volumen necesario para diluir la carga vertida hasta los valores máximos recogidos en la normativa aplicable sobre calidad del agua.

Se ha determinado que la mayor contribución a la Huella Hídrica de la producción de cobre primario por vía pirometalúrgica se produce en la etapa de tratamiento del mineral para la producción de concentrado de cobre, que representa el 65% de la Huella Hídrica asociada a la instalación costera. Para la instalación de interior, sin embargo, la mayor aportación se debe a la contaminación térmica por el vertido de refrigeración, siendo el impacto del orden de 10 veces mayor que el del concentrado de cobre. Debido a este hecho se demostró más razonable la instalación de estos complejos en zonas de costa.



La contribución de la Huella Hídrica asociada a los combustibles y materias primas empleados en el proceso también arrojó resultados relevantes, suponiendo el 26% del total de la instalación de fundición-refinería. En cuanto a la Huella Hídrica azul operacional, es decir, la producida únicamente en la instalación objeto de estudio, se determinó un valor total de 7,86 m³ por tonelada de cátodos de cobre producidos para la instalación situada a orillas del mar y 6,4 m³ para la situada en una zona interior. La Huella Hídrica total fue de 91,8 m³ por tonelada de cobre para la primera y de 656,1 m³ por tonelada de cobre para la segunda.

Se identificaron los consumos más importantes de agua dulce en la planta, generándose en los procesos de enfriado y granulación de la escoria (silicato de hierro), en las plantas de producción de ácido sulfúrico y en la generación de vapor de proceso, utilizado en diferentes áreas de la instalación. El reciclaje de materias y energía de forma interna, y el reciclaje de chatarra de cobre en el proceso de fundición también se consideraron como relevantes para la Huella Hídrica, debido al ahorro que supone su uso respecto al impacto que produce su fabricación primaria.

Por lo tanto, se consideró posible una reducción de la Huella Hídrica de los complejos fundición-refinería mediante la implementación de tecnologías y/o políticas de uso de agua. Sin embargo, el mayor esfuerzo debería llevarse a cabo en el proceso de producción del concentrado de cobre, donde el impacto sobre el medio hídrico es notablemente superior.

**Abstract:**

Copper is one of the most important metals for the technological society of the present and the future. Its demand grew nearly exponentially in the 20th century and it is expected that by 2050 it will multiply by four compared to the current one. The process of primary copper production begins with mining, usually in open pits, then copper concentrate is produced in the concentrator plant. There are several methods used for melting but one of the most accepted is the combination of a Flash furnace and Pierce-Smith converters. After passing through the refining furnaces, it is casted into anodes, which will pass to the electrolytic refinery to be refined into copper cathodes with a purity of > 99.99% copper.

This study performs a Water Footprint study of two installations, the first one in an inland zone and the second one in a coastal area trying to determine its blue Water Footprint, which represents the amount of fresh water removed from the environment, and its Grey Footprint, which represents water pollution, expressed as the volume needed to dilute the discharge load up to the maximum values set at the admissible water quality standards. It was determined that the main contribution to the Water Footprint of the primary copper production by pyrometallurgical way occurs in the stage of mineral treatment for the production of copper concentrate, which represents 65% of the associated water footprint for the coastal plant. For the inland installation, however, the greatest contribution is due to thermal pollution from the cooling dumping, being the impact of this process nearly 10 times greater than the impact of the copper concentrate. Due to this fact, the installation of these plants in coastal areas was found more reasonable.

The contribution of the associated Water Footprint of the fuels and raw materials used in the process also yielded significant results, assuming 26% of the total smelting-refinery facility. As regards the operational Blue Water Footprint, that is, the one produced only in the installation under study, a total value of 7.86 m³ per tonne of copper cathodes produced was determined for the coastal plant and 6.4 m³ per tonne of copper for the inland one. The total Water Footprint founded was 91.8 m³ per tonne of copper for the first installation and 556.1 m³ per tonne of copper for the second one.

It was also identified the most important consumption of fresh water in the plant, being generated in the cooling and granulation of the slag (iron silicate), in sulfuric acid plants and in the generation of process steam, used in different areas of the installation. The recycling of materials and energy internally, and the recycling of copper scrap in the smelting process were also considered relevant for the Water Footprint, due to the savings that its use implies within the impact produced by its primary manufacture.

Therefore, it was considered possible to reduce the water footprint of the smelter-refinery complexes through the implementation of water use technologies and policies.



Universidad de Huelva



Master en Tecnología Ambiental

Universidad de Huelva



However, the greatest effort should be carried out for the production process of the copper concentrate, where the impact on the water environment is notably higher.