



Máster en Tecnología Ambiental



MÁSTER EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

“TRATAMIENTO ALCALINO DE LOS LIXIVIADOS ÁCIDOS CONTAMINANTES DE LA Balsa DE FOSFOYESOS DE HUELVA BASADO EN ESTUDIOS TEÓRICOS DE MODELIZACIÓN GEOQUÍMICA”

Autor: Alejandro Pérez Rodríguez

Directores: Dr. Rafael Pérez López

Colaborador: M.Sc. Ricardo Millán Becerro

RESUMEN:

La contaminación causada por la lixiviación de la balsa de fosfoyesos de Huelva (SO de España) resulta un asunto preocupante ya que afecta al entorno estuarino donde se emplaza este residuo. Todo apunta a que esta contaminación persistirá incluso después de aplicar la restauración por encapsulamiento propuesta por la industria responsable. La presente investigación se centra en optimizar un sistema de tratamiento alcalino para estos lixiviados mediante modelización geoquímica con el código PHREEQC. Con tal fin, por un lado, se utilizó una muestra de lixiviado de la balsa de fosfoyesos con un pH de 2.12 y elevadas concentraciones de contaminantes. Por otro lado, se emplearon tres reactivos alcalinos: calcita (CaCO_3 ; 25.0 g/L), magnesia (77% MgO ; 10.1 g/L) y portlandita (Ca(OH)_2 ; 18.5 g/L). Las simulaciones consistieron en valorar el comportamiento de aniones y cationes presentes en los lixiviados durante la adición de cada uno de los reactivos alcalinos, haciendo especial hincapié en las fases minerales que controlan la movilidad de los contaminantes.



Máster en Tecnología Ambiental



Los resultados obtenidos evidenciaron la neutralización de acidez de los lixiviados y, por consiguiente, la disminución de la solubilidad de los contaminantes, lo cual favorece la precipitación de fases minerales que retienen estos elementos. Se pudo constatar que la mayor retención de la contaminación está asociada a la precipitación de fosfatos y, en menor medida, fluoruros. Basado en la eficacia de estos procesos y de la relación coste vs. efectividad, la portlandita fue seleccionada como el mejor reactivo alcalino para su posible aplicación en futuros sistemas de tratamiento. Con el consumo de 13.1 g/L de reactivo se consigue elevar el pH a 9.70. Concomitante con este aumento de pH se produce la eliminación del 100% de fosfatos, zinc y hierro, 99% de fluoruros y aluminio y del orden del 90% para otros elementos trazas (arsénico, cromo, cobre y uranio). Los resultados alcanzados muestran alto grado de similitud con los datos obtenidos en estudios previos de laboratorio, lo cual permite la validación del modelo utilizado. El modelo geoquímico nos permite además calcular, sin necesidad de experimentos reales, qué cantidad de reactivo utilizar para evitar alcanzar pH extremadamente alcalinos que supongan un nuevo aumento de la solubilidad de los contaminantes, lo cual implicaría un gasto innecesario y un tratamiento inadecuado. En resumen, habría que destacar esta investigación como un buen punto de partida hacia posibles diseños de actuaciones futuras sobre los lixiviados de las balsas de fosfoyesos de Huelva.

ABSTRACT:

The contamination caused by the leaching from the phosphogypsum stack located at Huelva (SW Spain) is a matter of concern considering that reaches the estuarine environment where this waste is stack-piled. Everything indicates that this contamination will persist even after applying the encapsulation restoration proposed by the responsible industry. The current research is focused on optimizing an alkaline treatment system for these leachates using geochemical modelling with the PHREEQC code. For this purpose, on the one hand, a sample of acid leachate from the phosphogypsum stacks with a pH of 2.12 and high pollutant concentrations was used as starting point. On the other hand, three alkaline reagents were used: calcite (CaCO_3 ; 25.0 g/L), magnesia (77% MgO ; 10.1 g/L) and portlandite (Ca(OH)_2 ; 18.5 g/L). The simulations consisted of evaluating the behaviour of anions and cations present in the leachates during the addition of each of the alkaline reagents, with special emphasis on the mineral phases that control the mobility of the pollutants.

The results obtained showed the neutralization of acidity of the leachates and, consequently, the decrease in the solubility of the pollutants, which favours the precipitation of mineral phases that retain these elements. It was found that the highest removal of contamination is associated with the precipitation of phosphates and, to a lesser extent, fluorides. Based on the efficacy of these processes and the cost-



Máster en Tecnología Ambiental



effectiveness ratio, portlandite was selected as the best alkaline reagent for its possible application in future treatment systems. With the consumption of 13.1 g/L, it is possible to raise the pH to 9.70. This increase in pH was concomitant with the removal of 100% of phosphates, zinc and iron, 99% of fluorides and aluminium and of the order of 90% of other trace elements (arsenic, chromium, copper and uranium). The results achieved show a high degree of similarity with those that have been obtained in previous laboratory studies, which largely allows the validation of the model used. The geochemical model allows also to calculate, without the need for real experiments, how much reagent to use to avoid reaching extremely alkaline pH values that would lead to a further increase in the solubility of pollutants, which would imply an unnecessary expense and an inadequate treatment. In summary, this research should be highlighted as a good starting point for possible designs for future actions on leachates from the phosphogypsum stack of Huelva.