



¹Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología, División de Ingenierías CGTO. Ex Hacienda San Matías s/n Col. San Javier. C.P. 36020, Guanajuato, Gto., México.

²DCNE de la U. G. Noria Alta S/N CP36050.

RESUMEN

La cianuración, sigue siendo en México y en el mundo la principal metodología para la extracción del Au y Ag a partir de sus minerales, la recuperación de dichos valores metálicos de las soluciones ricas de cianuración se lleva a cabo comúnmente mediante procesos de adsorción en carbón activado (en pulpa o en columna) teniendo este como principal inconveniente la producción de finos cargados con dichos valores metálicos. Se ha reportado que dichos finos genera pérdidas considerables en el proceso global de la recuperación del Au y Ag (por ejemplo hasta 1938 g/tonelada, mensualmente). Este proyecto considera evaluar la recuperación del oro en sistemas Au-CN con materiales híbridos mesoporosos de sílice modificada con grupos poli-aminas y tiol; así como con Fe₃O₄ como una posible alternativa al uso del carbón activado para la recuperación de los iones metálicos en las soluciones ricas de cianuración mediante procesos de concentración magnética. El proyecto contempla la síntesis de los materiales híbridos, así como su caracterización empleando diferentes técnicas (infrarrojo, análisis termogravimétrico, MEB) y la evaluación de la capacidad de recuperación del Au en sistemas Au-CN, así como la selectividad de la recuperación de dicho metal en soluciones ricas de cianuración de minerales.

INTRODUCCIÓN

El alto precio del oro y otros metales base, hacen que la industria minero-metalúrgica siga siendo una industria de gran importancia a nivel mundial, las reservas mundiales de Au en el 2015 estaban estimadas en 56700 toneladas métricas que corresponden a una ganancia de 3380.06 billones de dólares; la Figura 1, muestra la distribución de estas reservas a nivel mundial, observándose que estas están contenidas principalmente en países como Australia (16%), Rusia (14%), Sud África (11%), USA (5%), teniendo México el 3% de la reserva mundial del Au, que se estima en una producción de 83.46 billones de dólares [1,2]. Una problemática en el proceso de recuperación del oro, es la formación de finos en el proceso de adsorción con carbón activado, que provoca una pérdida importantes del oro.

Reciente mente el uso de compósitos magnéticos funcionalizados de sílice-magnetita, o sílice- γ -Fe₂O₃, CoFe₂O₄, MnFe₂O₄, se han propuesto como una alternativa de recuperación magnética de iones metálicos (Ag, Au, Pd, Pt) y otros contaminantes en sistemas acuosos [3,4]. En general la síntesis de estos compósitos se realiza recubriendo las nano-partículas magnéticas de Fe, Co, Mn, V, etc. con sílice, la cual puede ser modificada con diversos grupos funcionales que permiten la remoción selectiva del contaminante (analito), esta extracción se lleva a cabo mediante una adsorción física o una inmovilización covalente del analito con los grupos funcionales que modifican al material, tal como se ilustra en el Esquema 1 [3].

Este tipo de materiales podrían evaluarse para la recuperación del Au como una alternativa al uso del carbón activado en los procesos cianuración. El presente trabajo muestra el estudio de la adsorción de Au con materiales base sílice (MS) y modificados con diversos grupos poliamino y/o mercato y magnetita.

OBJETIVO

Evaluar la capacidad de remoción de Au de sistemas Au-CN con materiales de sílice modificados con grupos amino y/o tiol y magnetita.

EXPERIMENTACIÓN

Síntesis y
Caracterización
Materiales

Preparación de
una solución
estándar de Au a
500 ppm (0.5 g
Au/KCN)

Estudios de
Adsorción

MATERIAL	PRECURSOR	
MS-N ₂	3-(diaminopropil)metildimetoxisilano	
MS-N ₂ -SH	3-(diaminopropil)metildimetoxisilano 3-(mercaptopropil)ltrimetoxisilano	
MS-NH ₂	3-(aminopropil)trimetoxisilano	
MS-NH ₂ -SH	3-(aminopropil)trimetoxisilano 3-(mercaptopropil)ltrimetoxisilano	

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Asamoah, R.K. "Specific Refractory Gold Flotation and Bio-Oxidation Products: Research Overview" *Minerals* (2021), 11: 93. <https://doi.org/10.3390/min11010093>
[2] Informe Anual de la CAMIMEX; <https://www.camimex.org.mx/>
[3] Syed S. "Silver recovery aqueous techniques from diverse source: hydrometallurgy in recycling" *Waste Management* (2016) 50: 234-256.
[4] Zinan Zhao, Meng Wang, Xuefeng Jiang, Ruwen Lv, and Chun Mao "Fe₃O₄ Nanoparticles Coated with Mesoporous Shells for Pb(II) Removal from Blood" *ACS Applied Nano Materials* (2022), 5(1): 249-258. DOI: 10.1021/acsanm.1c02739

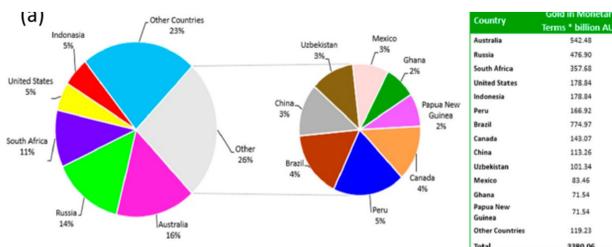
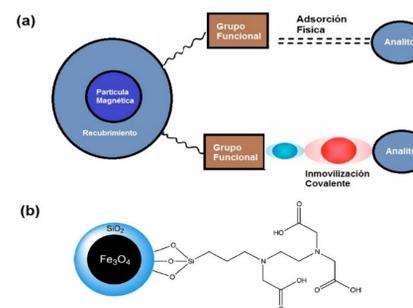


Figura 1. Proyección de las reservas mundiales de Au



Esquema 1. Materiales Magnéticos Adsorbentes

Resultados

El equilibrio de adsorción se observó a partir de los 20 minutos de contacto (Figura 2). La capacidad de adsorción observada para los materiales funcionalizados con grupos amino fue baja, observándose el aumento de esta con la presencia de los grupos -SH, que son ligandos con una naturaleza más blanda y más afines al Au, sin embargo la adsorción observada fue moderada con un máximo de 11.87 mgg⁻¹ de Au.

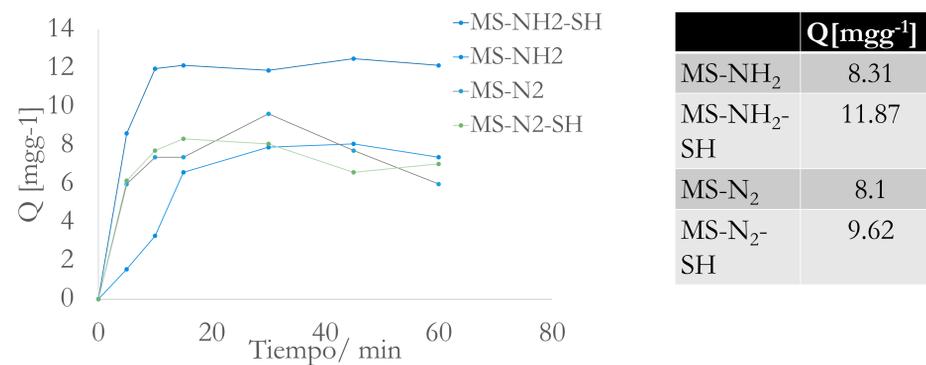


Figura 2. Isotherma de adsorción del Au

CONCLUSIONES

La presencia de ligandos blandos como el -SH favorece la adsorción del Au en los materiales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la DAIP-UGTO por el soporte económico a este proyecto, a través del proyecto 040/2022