XI Reunión de la Red WATERLAT GOBACIT

El manejo del agua en la minería mexicana y sus alternativas tecnológicas

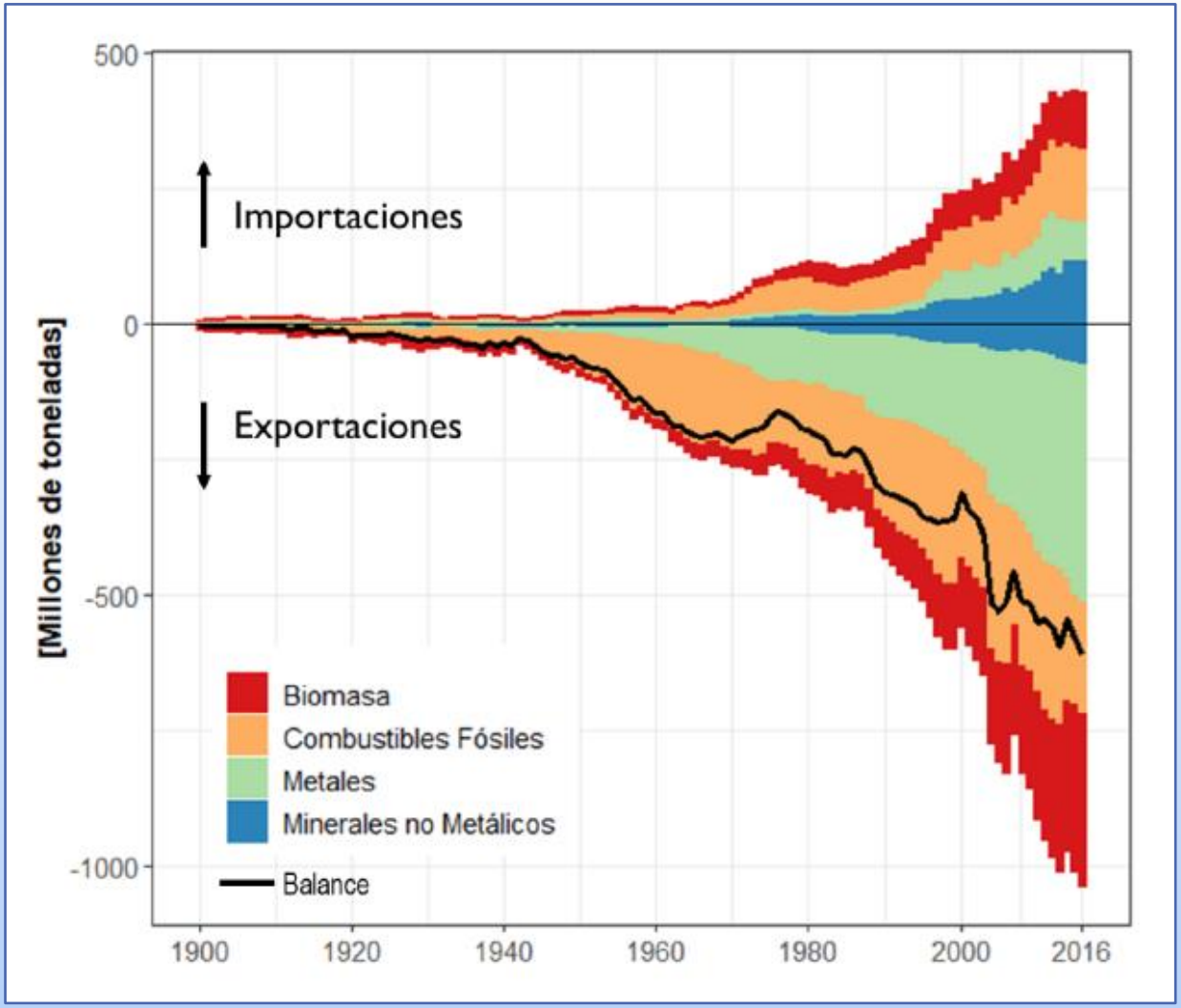
Proyecto CONACYT Ciencia de Frontera 2019

No. 304320 www.relans.org

Ruth Robles Berumen

Junio 2022

Balance comercial de los recursos naturales en América Latina durante el periodo 1900 – 2016.



Fuente: Las venas abiertas de América Latina en la era del Antropoceno: Un estudio biofísico del comercio exterior (Infante-Amate et al., 2020, p. 188).

Antecedentes de la gran minería en México

- Tiene una gran dependencia tecnológica con el extranjero (Robles *et al.*, 2020).
- Utiliza grandes cantidades de electricidad.
- Tiene a cuestas satisfacer la creciente demanda de metales como el litio, el cobalto y el cobre, en aras de transitar hacia las energías renovables.
- Genera constantes conflictos sociales relacionados con el empleo y el ambiente (Veltmeyer, 2017), dentro de los cuales se encuentra el uso del agua.

La Jornada Zacatecas

Minera Camino Rojo consumirá el equivalente a 25% del agua que gasta Jiapaz por año en surtir a 4 municipios

2020-08-24

Share

MINING.COM

Newmont Goldcorp, Mexican community reach crucial water deal

Cecilia Jamasmie | December 13, 2019 | 5:48 am Intelligence Top Companies Latin America Gold Silver

SIGN UP FOR THE PRECI METALS DIGEST

SIGN UP

THE NORTHERN MINER MAPS

Las políticas neoliberales iniciadas en los ochenta, se dirigieron a mercantilizar todos los espacios posibles, y a ajustar la legislación ambiental a los intereses de las corporaciones trasnacionales, bajo el entendido de que la atracción de capital extranjero es una de las principales cartas en los planes de desarrollo.

Un ejemplo contundente es la conversión de derechos de agua en mercancías.

La primera ley de agua del siglo XX -*Ley de Aprovechamiento de Aguas de Jurisdicción Federal (1910)* - **establecía un vínculo indisoluble entre el agua otorgada por el gobierno y el espacio de suelo donde iba a ser aprovechada.**

Este principio de sustentabilidad fue agredido en 1992, cuando la *Ley de Aguas Nacionales* (1992) (LAN) introdujo la posibilidad de transmitir los títulos de concesión de un espacio a otro.

Posteriormente, la reforma del 2004 de esta ley, profundizó aún más esta situación **al permitir no sólo la transmisión total de los títulos de concesión sino también una parte de ellos**.

Esto condujo a que la administración de estos instrumentos se volviera más compleja.

El hecho de que las empresas mineras puedan adquirir **superficies ilimitadas** para explotar y procesar miles de toneladas de minerales por día como lo establece la *Ley Minera (1992)*, implica que diversos aspectos legislativos tendrán también una naturaleza ilimitada, como los títulos de concesión de agua.

Usos del agua en la minería

El agua es un elemento que se utiliza en la barrenación de rocas por equipos electrohidráulicos, la molienda, la flotación, la lixiviación, la supresión de polvos, la elaboración de pasta, entre otras actividades.

Consumo de agua

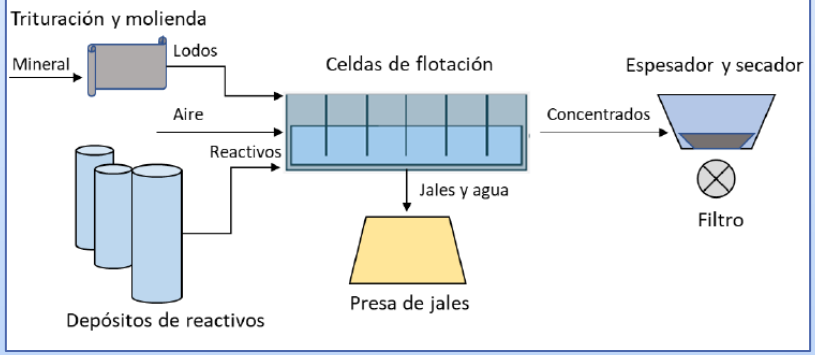
De manera general, la cantidad de agua que utilizan las empresas por tonelada de mineral tratado es de 2-4 m^3, de los cuales 75-85 % es recuperado de los mismos procesos y el resto es adicionado de fuentes externas.

Esto pareciera no tener importancia, sin embargo, si se considera que la cantidad de mineral procesado por día tiene una tendencia al alza, esta cifra es muy significativa.

CÉDULA DE OPERACIÓN ANUAL

SEMARNAT
SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Figura 8 Diagrama de un proceso de flotación



Las empresas mineras y las autoridades consideran que los procesos de flotación son **circuitos cerrados**, donde el agua de proceso se descarga al tanque espesador y a las presas de jales (agua más jales), para su posterior recuperación y reenvió al proceso.

La normatividad permite **la descarga conjunta de jales con agua a las presas de jales**, y esto indirectamente contribuye a que las empresas:

i) adicionen más agua al proceso para suplir las pérdidas por evaporación, infiltración y derrames. Una acción que también ayuda a diluir los contaminantes del proceso y a invertir menos en tecnologías de reciclaje de agua; y

ii) ahorren recursos económicos en el manejo de jales, pues es más económico disponer jales con agua que jales deshidratados.

Compra de agua municipal

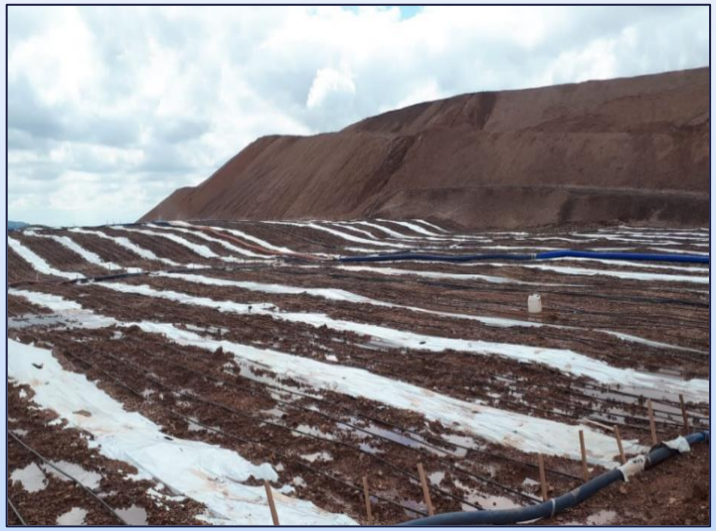
Por ejemplo, Fresnillo plc estableció un convenio desde el 2008 con el SIAPASF para tomar 150 lps de agua residual de la red de alcantarillado, a cambio de entregar el mismo volumen de agua de laboreo a este organismo. Una gestión donde también participó la CNA.

Fresnillo plc lleva esta agua municipal a plantas de tratamiento operadas por esta misma empresa, donde se mejora su calidad y, luego, se dirige a los procesos de las minas de Fresnillo, Saucito y Juanicipio (Gómez Hernández, 2020).

Beneficios

- Los costos del agua municipal son menores que los pagos por uso de agua según la Ley Federal de Derechos y, por lo tanto, su uso disminuye los costos de procesamiento y aumenta las ganancias.

- La disponibilidad de agua municipal disminuye la necesidad de extraer agua subterránea, lo que implica a la vez, no invertir en la compra de derechos, la perforación y el equipamiento de pozos, los pagos a CNA, y los pagos por el uso de energía eléctrica.



Coparticipación en el tratamiento de agua municipal

Tal es el caso de Minera Cuzcatlán Unidad San José, que destina 120 mil dólares por año para tratar el agua del municipio del mismo nombre, ubicado en Oaxaca. El agua tratada es utilizada por la empresa y por el municipio.

La empresa firmó un contrato de comodato con el municipio para rehabilitar la planta hace 11 años. Esta tratadora procesa entre 600 y 900 metros cúbicos al día, con un costo promedio de un dólar por metro cúbico (AIMMGM, 2019). Esta modalidad de manejo del agua puede colocar a la empresa en situación poderosa, cuando se suscite cualquier tipo de conflicto.

Alternativas tecnológicas para reducir el consumo de agua en los procesos mineros

La tecnología más efectiva y amigable con el medio ambiente, pero también la menos utilizada por sus altos costos es la filtración de jales (deshidratación de jales con filtros textiles). Una técnica no regulada.

Una de estas empresas es Minera Cuzcatlán Unidad San José ubicada en Oaxaca, quién procesa 3 000 toneladas de mineral por día.

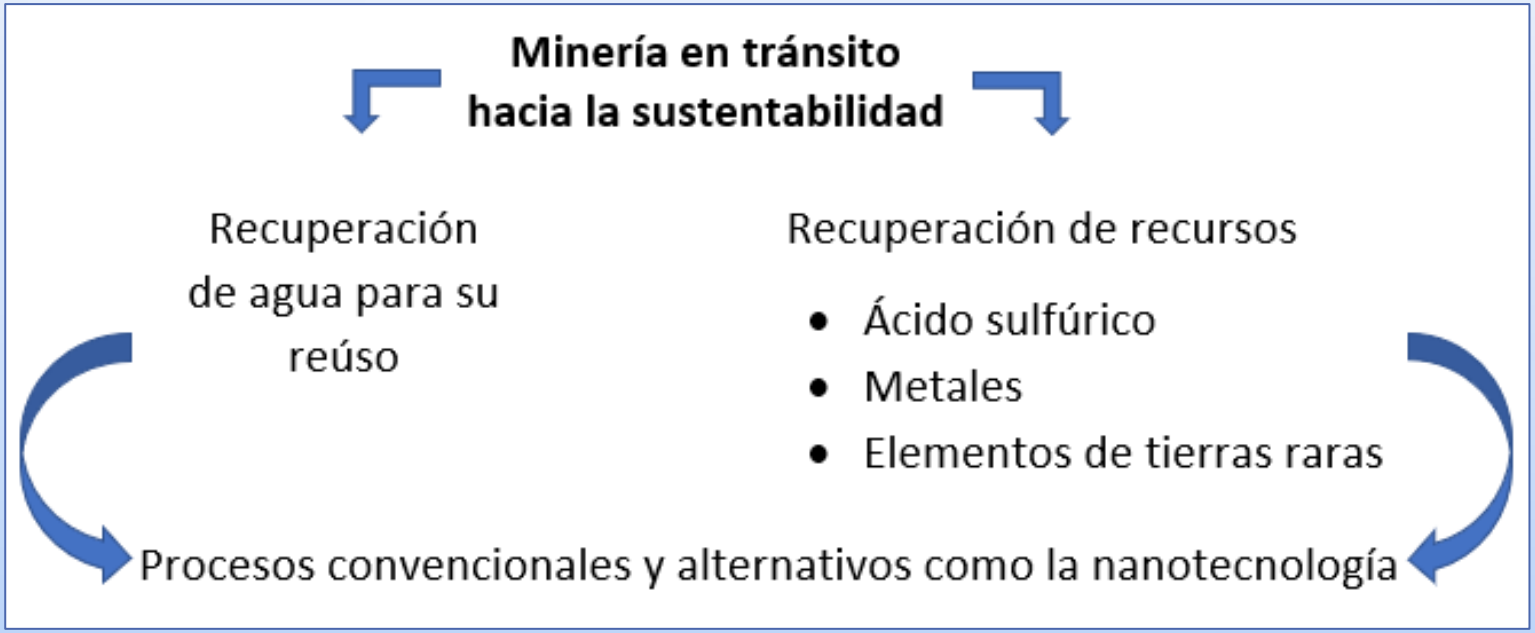
- 4.6 dólares por tonelada de **jal filtrado** (filtración y depósito)
- 95 % de agua recuperada

- 0.35 dólares por tonelada de **jal convencional** (agua + jal)
- 75 % de agua recuperada

(González Pineda, 2020).

Aplicaciones de la nanotecnología en la recuperación de agua

Recuperación de elementos del DAM



Fuente: adaptado de Naidu *et al.* (2019).

La mayoría de los tratamientos convencionales utilizados para mitigar los efectos de diversos contaminantes en la minería como el drenaje ácido de mina generan nuevas corrientes de residuos, es por ello que existe la necesidad de desarrollar nuevos tratamientos que generen cero residuos en el proceso y que beneficien al ambiente (Simate & Ndlovu, 2014).

Dentro de estás nuevas técnicas se encuentra:

- los nanoadsorbentes,
- las nanomembranas,
- los nanosensores,
- los fotocatalizadores modificados y
- las nanopartículas metálicas.

Aplicaciones de la nanotecnología en la recuperación de agua

- **Nanoadsorbentes.-** Comienzan a ser una de las tecnologías más novedosas y efectivas para eliminar diversos tipos de contaminantes en efluentes industriales debido a su amplia área superficial y a sus propiedades fisicoquímicas (Sarma *et al.*, 2019).

- **Nanofiltración.-** Figura entre las técnicas actuales para la eliminación de metales pesados en efluentes industriales (Saleh *et al.*, 2022).

Aplicaciones de la nanotecnología en la recuperación de agua

A pesar de que, estas técnicas han mostrado gran efectividad en el tratamiento del DAM a nivel laboratorio o piloto, su oferta en el mercado es incipiente.

Esto se debe a que sus costos no compiten aún con tecnologías convencionales y, a que, existen incertidumbres en su aplicación técnica y sus efectos en el ambiente y en la salud humana, por esta razón, la legislación ambiental no todavía impulsa estas tecnologías.

Conclusiones

Lo señalado anteriormente muestra que en el mercado existe tecnología para elevar sustancialmente la recuperación de agua de proceso, no obstante, mientras no exista presión legal para introducirla, las técnicas más atrasadas seguirán siendo aplicadas.

El resultado de la investigación concluye que, el desarrollo legislativo de las últimas tres décadas ha favorecido la degradación de las reservas y cursos de agua.

Algunas referencias

- AIMMGM, (Asociación de Ingenieros de Minas Metalurgistas y Geólogos de México). (2019). Bitácora Minera. *GEOMIMET, XLVI Época. Septiembre / Octubre 2019. No. 341*, 44–52.
- Infante-Amate, J., Urrego, A., & Tello, E. (2020). Las venas abiertas de América Latina en la era del Antropoceno: Un estudio biofísico del comercio exterior (1900-2016). *Dialogos*, *21*, 177–214. https://doi.org/10.15517/dre.v21i2.39736
- Gómez Hernández, S. (2020, agosto 21). *Uso racional del agua en las plantas de Fresnillo plc*. 2da. Jornada del Procesamiento de Minerales, Clúster Minero de Zacatecas.
- González Pineda, P. (2020, agosto 19). *Migración de presa de jales a depósito de jales secos*. 2da. Jornada del Procesamiento de Minerales, Clúster Minero de Zacatecas.
- Naidu, G., Ryu, S., Thiruvenkatachari, R., Choi, Y., Jeong, S., & Vigneswaran, S. (2019). A critical review on remediation, reuse, and resource recovery from acid mine drainage. *Environmental Pollution*, *247*, 1110–1124. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.085
- Robles, R., Foladori, G., & Záyago Lau, É. (2020). Industria 4.0 en la minería mexicana. *Revista de El Colegio de San Luis*, *10*(21), Art. 21. https://doi.org/10.21696/rcsl102120201167
- Sarma, G. K., Sen Gupta, S., & Bhattacharyya, K. G. (2019). Nanomaterials as versatile adsorbents for heavy metal ions in water: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(7), 6245–6278. https://doi.org/10.1007/s11356-018-04093-y
- Saleh, T. A., Mustaqeem, M., & Khaled, M. (2022). Water treatment technologies in removing heavy metal ions from wastewater: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, *17*, 100617. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100617
- Simate, G. S., & Ndlovu, S. (2014). Acid mine drainage: Challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *2*(3), 1785–1803. https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.07.021
- Veltmeyer, H. (2017). Extractivismo: Una discusión interamericana. *Observatorio del Desarrollo*, *6*(17), 6–17.

GRACIAS

Ruth Robles Berumen