

## ESTUDIOS DE DESORCIÓN DE CROMO SOBRE ORGANOARCILLAS PARA LA REGENERACIÓN DEL ADSORBENTE

E. Centurión, C. Villarubia, M. Romano\*, V. Corne, R. Azario, L. Consiglio Diez y M. C. García

Departamento de Materias Básicas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Ingeniero Pereira 676, Entre Ríos, Argentina.

\*Correo Electrónico (autor de contacto): [romanom@frcu.utn.edu.ar](mailto:romanom@frcu.utn.edu.ar)

Tópico: T10. Categoría: C1

---

En el presente trabajo se analizaron ciclos de adsorción y desorción de cromo hexavalente empleando como material adsorbente arcilla funcionalizada con un compuesto orgánico. Los resultados mostraron que la organoarcilla fue efectiva para eliminar el cromo en solución y además podría ser regenerada hasta 4 ciclos empleando NaOH como agente de desorción. Finalmente, el sólido adsorbente estudiado podría considerarse un material útil y económico para el tratamiento de efluentes contaminados con cromo.

---

Entre los elementos metálicos más perjudiciales para la salud y el ambiente se encuentra el cromo. Este metal puede presentarse en los medios acuáticos en diferentes estados de oxidación y, además, como diferentes especies iónicas. En particular, la forma hexavalente del cromo es considerada la más tóxica para los sistemas biológicos debido a los efectos carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos que produce [1,2]. Diversos métodos han sido utilizados para el tratamiento de aguas contaminadas con cromo, siendo el proceso de adsorción uno de los que ha adquirido mayor relevancia por ser efectivo, económico, versátil y simple [2]. Asimismo, la posibilidad de regeneración y reutilización de los adsorbentes mediante procesos de desorción constituyen ventajas adicionales de este método.

La provincia de Entre Ríos dispone de grandes volúmenes de minerales arcillosos que son considerados pasivos ambientales resultantes de la explotación de canteras. En trabajos previos se ha estudiado el aprovechamiento de estos residuos arcillosos funcionalizados con compuestos orgánicos como materiales adsorbentes de cromo en solución, lográndose resultados promisorios [3]. Continuando con esta línea de investigación y, con el objeto de evaluar la potencial regeneración del sólido adsorbente, en esta etapa del trabajo se planificó estudiar el comportamiento de adsorción-desorción del cromo hexavalente retenido en la organoarcilla mediante diferentes eluyentes como el HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH y agua destilada.

La arcilla utilizada en los ensayos de adsorción-desorción fue extraída de una cantera de la localidad de Concordia, Entre Ríos y funcionalizada con bromuro de hexadeciltrimetilamonio (HDTMA-Br) [3].

Se realizaron ciclos de adsorción y desorción en modo discontinuo para evaluar la capacidad de eliminación del ión metálico y la capacidad de regeneración del adsorbente. La adsorción se realizó en las condiciones óptimas para el proceso determinadas en trabajos anteriores [3].

Para el proceso de desorción, inicialmente se evaluaron diferentes eluyentes empleando soluciones de HCl 0,1 M, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M, NaOH 0,1 M y agua destilada. Una vez seleccionado el agente desorbente se realizaron los ensayos de desorción en las siguientes condiciones de operación: relación sólida/líquido de 10 g/L, tiempo de contacto 120 minutos y temperatura ambiente.

La organoarcilla empleada en cada proceso de adsorción o desorción fue lavada con agua destilada, secada en estufa a 80 °C y reservada para el siguiente proceso.

La concentración de cromo remanente en solución se determinó mediante espectroscopia de absorción atómica a la longitud de onda característica para este metal.

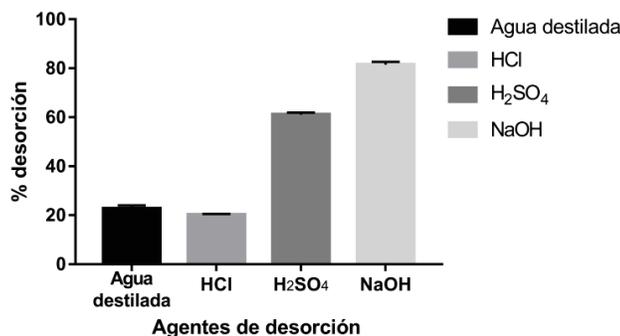
La eficiencia en la remoción de cromo en cada ciclo se calculó según la ecuación 1, donde C<sub>i</sub> (mg/L) y C<sub>f</sub> (mg/L) son las concentraciones de cromo inicial y luego de los ensayos de sorción.

$$\text{Eficiencia adsorción (\%)} = \frac{C_i - C_f}{C_f} \times 100 \% \quad (1)$$

La capacidad de desorción se calculó según la ecuación 2, donde C<sub>d</sub> (mg/L) es la concentración del ion metálico en la solución desorbida, V<sub>d</sub> (L) es el volumen de la solución utilizada en el ensayo de desorción, m (g) es la masa del adsorbente empleado y q<sub>e</sub> (mg/g) representa la capacidad de adsorción de la organoarcilla para el ion metálico considerado.

$$\text{Eficiencia desorción (\%)} = \frac{C_d \cdot V_d}{q_e \cdot m} \times 100 \% \quad (2)$$

La Figura 1 muestra los estudios de desorción llevados a cabo para seleccionar el agente desorbente a emplear en ciclos de regeneración sucesivos. Como puede verse, los mejores resultados se alcanzaron con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y NaOH, con los cuales se recuperó el 61,15 ± 0,71 % y el 81,50 ± 1,10 % del Cr (VI) adsorbido en la superficie del adsorbente, respectivamente. El fenómeno de desorción resultante observado al emplear estas soluciones podría atribuirse a que la interacción predominante es del tipo intercambio iónico en lugar de presentarse una sorción química<sup>4</sup>. Para la solución de HCl y agua destilada los porcentajes de desorción fueron cercanos al 20 %. De esta manera, se seleccionó la solución de NaOH 0,1 M como agente de desorción.

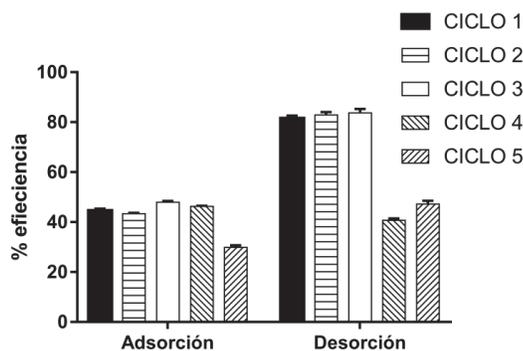


**Figura 1:** Eficiencia de los agentes desorbentes empleados para la desorción de Cr (VI)

Una vez seleccionado el agente desorbente, se realizaron varios ciclos de adsorción-desorción de iones Cr (VI) para determinar el potencial de regeneración de la organoarcilla. Se investigó la reutilización del adsorbente mediante la realización de cinco ciclos sucesivos de adsorción-desorción.

En la Figura 2 se observan los resultados de los ciclos de adsorción-desorción realizados con la organoarcilla. Al analizar el comportamiento de adsorción en los diferentes ciclos se pudo concluir que las eficiencias de remoción de Cr (VI) para los ciclos 1, 2, 3, 4 se mantuvieron prácticamente constantes lográndose valores cercanos al 45 %. Con relación a la desorción, los ciclos 1, 2 y 3 mostraron una buena recuperación del metal acumulado en la superficie del adsorbente dando como resultado valores de 81,49 ± 1,10 %, 82,86 ± 1,16 %, 83,729 ± 1,60 % respectivamente.

La menor eficiencia en la desorción se observó a partir del cuarto ciclo, lo cual se reflejó también en el próximo ciclo de adsorción, en el cual la remoción de cromo disminuyó al 29,90 ± 0,81 %.



**Figura 2:** Ciclos de adsorción-desorción estudiados para la organoarcilla

De esta manera, los experimentos de regeneración mostraron que la organoarcilla podría reutilizarse en la adsorción y recuperación de iones Cr (VI) sin perder significativamente sus propiedades de adsorción por 4 ciclos consecutivos lo que mejora la economía del proceso de adsorción y permite pensar en posibles aplicaciones industriales.

Finalmente, la organoarcilla generada a partir de residuos de canteras, podría considerarse como un material adsorbente atractivo para la remediación de ambientes contaminados con Cr (VI), el cual mantiene su eficiencia para recuperar el contaminante en 4 ciclos consecutivos al emplear NaOH como agente desorbente.

#### **Referencias**

- [1] V. Dimos, K.L. Haralambous, S. Malamis, A review on the recent studies for chromium species adsorption on raw and modified natural minerals, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 42, 2012, 1977-2016.
- [2] Y. Zhao, S. Yang., D. Ding, J. Chen, Y. Yang, Z. Lei, C. Feng, Z. Zhang, Effective adsorption of Cr (VI) from aqueous solution using natural Akadama clay, *Journal of Colloid and Interface Science* 395, 2014, 198-204.
- [3] V. Corne, M. Romano, A. Maskavizan, E. Centurión, M.C. García, Adsorción de cromo en materiales arcillosos funcionalizados con compuestos orgánicos, *Ambiente y Desarrollo desde una Perspectiva Territorial* 2019, 463-469.
- [4] J. Bayuo, M. Abdullai Abukari, K. Pelig-Ba, Desorption of chromium (VI) and lead (II) ions and regeneration of the exhausted adsorbent, *Applied Water Science* 2020, 10:171.