

## ADSORCIÓN DE IONES Cd(II) Y Pb(II) CON PELLETS DE BENTONITA

**Julio C. Arroyo, Mauro E. Burgos, Mariana Cubas y Graciela N. Avila**

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta

Avenida Bolivia 5150, A4408FVY Salta, Argentina, [gracielaavila4@mail.com](mailto:gracielaavila4@mail.com)

### Resumen

Uno de los mayores problemas medioambientales de la actualidad son los metales pesados, caracterizados por su alta masa atómica y por su toxicidad para la mayoría de los seres vivos aun estando en concentraciones muy bajas.

Las arcillas son materiales naturales de alta capacidad de adsorción y bajo costo, viables para su implementación a nivel industrial para la remoción de iones metálicos. La peletización de arcillas permite obtener unidades con buena resistencia mecánica tras la calcinación.

En este trabajo se evaluó la cinética de adsorción de iones Cd(II) y Pb(II) sobre una arcilla bentonítica natural en polvo, **BN** (<200  $\mu\text{m}$ ) y peletizada, **BP**. Los pellets se prepararon utilizando ácido nítrico al 3%v como medio humidificante. Se evaluó la remoción de iones Cd(II) y Pb(II) utilizando procesos batch, los tiempos de equilibrio no fueron superiores a 30 minutos en todo los procesos a excepción de la adsorción de Cd(II) con pellets que presenta un tiempo de equilibrio de 300 min. Todos se ajustan a una cinética de pseudo segundo orden. La capacidad máxima de adsorción ( $\text{mg/g}$ ) determinada por el ajuste al modelo de Langmuir para la adsorción de plomo fue de  $23.31 \text{ mg.g}^{-1}$  en BN y  $27.78 \text{ mg.g}^{-1}$  en BP; para cadmio fueron de  $15.58$  y  $8.73 \text{ mg.g}^{-1}$  respectivamente a  $298 \text{ }^\circ\text{K}$ .

### Introducción

Los metales pesados se encuentran normalmente en algunos tipos de suelos en ámbitos de concentración de unos pocos  $\text{mg/kg}$ , pero la actividad industrial y los desechos urbanos pueden aumentarlos a cientos de  $\text{mg/kg}$ , por lo que sus lixiviados así como los efluentes líquidos contaminados pueden llegar a contaminar los cuerpos de agua y el suelo utilizados por la vegetación y los eslabones de las cadenas tróficas.

En la actualidad el tratamiento de los efluentes industriales es de gran importancia, ya que éstos son unas de las principales fuentes de contaminación de los suelos y los recursos hídricos, debido a que aportan sustancias nocivas como metales pesados y compuestos tóxicos entre otros. Recientes investigaciones han permitido observar que la remoción de metales como Ni, Cu y Zn presentes en efluentes industriales utilizando arcillas bentoníticas presentan una buena opción para la separación de contaminantes por el mecanismo de adsorción, dentro de sus ventajas se encuentra la simplicidad del proceso y el bajo costo. [1], [2] y [3].

La bentonita en forma de pellets, es muy utilizada debido a propiedades como facilidad de transporte y manejo del material, posibilidad de utilizar medios mecánicos en las operaciones de emplazamiento y menor generación de polvos en suspensión.

En el presente estudio se evaluó la adsorción de Pb(II) y Cd(II) con pellets cilíndricos de una arcilla bentonítica procedente de la patagonia argentina.

## Metodología Experimental

### • Peletización

En el procedimiento de peletización se utilizó como medio de humidificación solución de HNO<sub>3</sub> al 3%. Se utilizó como extrusora de diámetro de boquilla de 2mm. La longitud de los extrudados fue de 10 mm. Los pellets se secaron en una estufa a 60°C durante 24 horas y se calcinaron a 500°C, 600°C y 700°C en atmósfera de aire, durante seis horas, resultando de mayor resistencia los pellets calcinados a 600°C. Se caracterizaron los materiales obtenidos mediante ensayos preliminares de adsorción de Pb(II) y Cd(II).

### • Estudios de adsorción

El estudio cinético se realizó en batchs individuales colocando 100mg de mineral, 8mL de agua destilada y luego 2 mL de solución del metal de concentración 1000 ppm. Se sometió a agitación (T 25°C) y se retiraron a distintos tiempos (10, 30, 60, 90, 120, 180 y 300 min). El estudio equilibrio se desarrolló colocando la misma cantidad de material adsorbente junto a soluciones crecientes del ión metálico (10 – 600 ppm) y se sometió a agitación durante 6 hs.

Se determinaron las concentraciones de los metales en los sobrenadantes mediante Espectroscopia de Absorción Atómica (Equipo GBC 904AA). La experiencia se realizó por duplicado para cada mineral. Los datos obtenidos se ajustaron mediante los modelos de isotermas de Langmuir y Freundlich.

## Resultados

**Tabla 1** Parámetros de adsorción de Pb(II) y Cd(II) en BN y BP derivados de los modelos cinéticos de pseudo primer y pseudo segundo orden

ión/material	pseudo primer orden				pseudo segundo orden		
	$q_{e \text{ exp}} (\text{mg.g}^{-1})$	$k_1 (\text{min}^{-1})$	$q_{e \text{ cal}} (\text{mg.g}^{-1})$	$R^2$	$k_2 (\text{g.mg}^{-1} \text{ min}^{-1})$	$q_{e \text{ exp}} (\text{mg.g}^{-1})$	$R^2$
Pb(II)/BN	12.91	0.0018	0.20	0.0155	-0.0853	12.47	0.9991
Pb(II)/BP	10.80	-0.0021	0.97	0.0329	0.0137	10.55	0.9991
Cd(II)/BN	10.68	0.0022	0.83	0.1849	-0.0298	9.07	0.9989
Cd(II)/BP	4.22	0.0172	12.64	0.9952	$1,5 \cdot 10^{-4}$	12.56	0.5117

**Tabla 2** Parámetros de las isotermas de adsorción de los modelos de Langmuir y Freundlich de Pb(II) y Cd(II) en BN y BP.

	Pb/BN	Pb/BP	Cd/BN	Cd/BP
<b>Modelo de Langmuir</b>				
<b><math>q_{\max}</math> (mg. g<sup>-1</sup>)</b>	23.31	27.78	15.58	8.73
<b><math>K_L</math> (L.mg<sup>-1</sup>)</b>	0.20	0.13	0.03	0.05
<b><math>R^2</math></b>	<b>0.9957</b>	<b>0.9933</b>	<b>0.9945</b>	<b>0.9887</b>
<b>Modelo de Freundlich</b>				
<b><math>K_f</math> (mg.g<sup>-1</sup>)</b>	3.19	9.60	2.91	3.74
<b>n</b>	11.42	4.86	3.46	7.90
<b><math>R^2</math></b>	0.9469	0.9191	0.9367	0.8134

## Conclusiones

Los tiempos de equilibrio no superaron a 30 minutos en todos los procesos, a excepción de la adsorción de Cd(II) con pellets, que presenta un tiempo de equilibrio de 300 min. Todos los sistemas se ajustan a una cinética de pseudo segundo orden; la capacidad máxima de adsorción de monocapa encontrada utilizando el modelo de Langmuir para la adsorción de Pb(II) fue mayor en BP que en BN como lo indica la Tabla 2. En general los procesos de peletización, que involucra calcinación, disminuye centros activos, estos últimos resultados muestran que durante la peletización el material sufrió una activación ácida. Para Cd(II),  $q_{\max}$  fue mayor para el BN y además se observó en el estudio cinético que durante la primera hora, la adsorción del metal fue prácticamente nula, luego comienza adsorberse requiriendo más de cinco horas para lograr el equilibrio, esto demuestra que el proceso de difusión es una etapa muy importante.

Los significativos coeficientes de correlación muestran que se tratan de procesos de pseudo segundo orden.

Se observó para la adsorción de Cd(II) en BP que el sistema a partir de 500 ppm la adsorción no satisface el modelo de Langmuir, lo que indica que la adsorción podría estar produciéndose a partir de la formación de multicapas.

## Bibliografía

- [1] Adedowalw, Kayode, Unuabonah, Iyayi y Olu-Owolabi, Bamidele, The effect of some operating variables on the adsorption of lead and cadmium ions on kaolinite clay, Department of Chemistry, University of Ibadan, Nigeria.
- [2] Reyes Echeverría, José Andrés. Adsorción de Ni<sup>+2</sup> presente en efluentes de la industria de electro recubrimientos mediante arcillas naturales modificadas. Universidad Industrial de Santander. Tesis (posgrado), 2007.
- [3] Zhi-Rong, Liu y Shao-Qi, Zhou. Adsorption of copper and nickel on Na-bentonite, College of Environmental Science and Technology, South China University of Technology, Guangzhou, China.