

DOI: <https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2025-77>

# APLICACIÓN DE DOLOMITA LOCAL PARA REMOCIÓN DE $Pb^{2+}$ DE SOLUCIONES ACUOSAS

**Iberra, Malena Sol**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
Olavarría, Argentina  
maleiberra@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0828-8550>

**Portela, Gisele**

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET  
Olavarría, Argentina  
gportela@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7866-8209>

**Gomez, Ornella Yanett**

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET  
Olavarría, Argentina  
ornella.gomez@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6968-8362>

**Tasca, Julia Elena**

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET  
Olavarría, Argentina  
jtasca@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3297-5780>

**Wagner, Claudia Cecilia**

Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
(CIFICEN), UNCPBA – CONICET  
Olavarría, Argentina  
cwganer@fio.unicen.edu.ar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5109-4284>

## RESUMEN

La contaminación de los recursos hídricos por metales pesados representa un desafío ambiental y sanitario de creciente relevancia, siendo el plomo uno de los contaminantes más críticos debido a su toxicidad y persistencia en el ambiente. En este contexto, el uso de minerales naturales como adsorbentes surge como una alternativa de bajo costo y sostenible. El presente trabajo evaluó la capacidad de una dolomita comercial proveniente de la zona de Olavarría, Buenos Aires, para remover iones  $Pb^{2+}$  en solución acuosa. La muestra fue caracterizada mediante difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), confirmando la presencia mayoritaria de dolomita con impurezas de cuarzo y calcita. Se realizaron ensayos de adsorción variando la concentración inicial de plomo en un rango de 300 a 700 mg/L, con condiciones controladas de pH, tiempo de contacto y concentración de

adsorbente. Los resultados mostraron que la capacidad de remoción aumenta con la concentración inicial de  $Pb^{2+}$ , alcanzando altos porcentajes de eliminación. El ajuste de los datos experimentales al modelo de isoterma de Langmuir indicó que el proceso ocurre sobre una monocapa con sitios activos homogéneos y afinidad uniforme hacia el plomo. Estos hallazgos confirman el potencial de la dolomita local como un material accesible y eficaz para el tratamiento de aguas contaminadas con plomo.

**Palabras clave:** Adsorción, Dolomita, Plomo.

#### ABSTRACT

The contamination of water resources by heavy metals is an increasing environmental and health challenge, with lead being one of the most critical pollutants due to its toxicity and persistence in the environment. In this context, the use of natural minerals as adsorbents emerges as a low-cost and sustainable alternative. This study evaluated the ability of a commercial dolomite from Olavarría, Buenos Aires, to remove  $Pb^{2+}$  ions from aqueous solution. The sample was characterized by X-ray diffraction (XRD) and Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), confirming the predominance of dolomite with minor quartz and calcite impurities. Adsorption experiments were performed by varying the initial lead concentration between 300 and 700 mg/L under controlled conditions of pH, contact time, and adsorbent dosage. Results showed that removal efficiency increased with the initial  $Pb^{2+}$  concentration, achieving high percentages of elimination. Experimental data fitted the Langmuir isotherm model, indicating that adsorption occurs in a monolayer on homogeneous active sites with uniform affinity for lead. These findings confirm the potential of local dolomite as an accessible and effective material for the treatment of lead-contaminated water.

**Keywords:** Adsorption, Dolomite, Lead.

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida, pero su escasez y contaminación amenazan la salud humana y el equilibrio ambiental. En las últimas décadas, la presencia de metales en aguas naturales y residuales ha generado gran preocupación por su toxicidad, persistencia y bioacumulación (Uddin, 2017). Entre los más peligrosos están cadmio, arsénico, mercurio y, especialmente, plomo (Bhattacharyya & Gupta, 2008), cuya exposición prolongada provoca graves efectos neurológicos, renales y reproductivos, incluso a bajas concentraciones.

Se han desarrollado métodos químicos, físicos y biológicos para remover los metales mencionados, pero muchos son costosos o poco sostenibles, sobre todo en países en desarrollo. En este contexto, el uso de minerales naturales como materiales adsorbentes ha cobrado relevancia por su bajo costo, disponibilidad local y bajo impacto ambiental (Litter et al., 2010).

La dolomita —carbonato de calcio y magnesio— ha demostrado ser efectiva para remover metales tóxicos, como  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  y  $As^{3+}$  desde soluciones acuosas (Khoshraftar et al., 2023; Imen et al., 2019). Su efectividad depende de su composición mineralógica, granulometría, impurezas y las condiciones del ensayo de tratamiento, por lo que es necesario estudiar dolomitas locales bajo ensayos específicos. En Argentina existen importantes yacimientos; en Olavarría, área de influencia de la UNCPBA, se ubica el mayor del país (Zalba et al., 2010). Esta cercanía brinda una ventaja estratégica para desarrollar tecnologías de tratamiento viables y escalables.

En este marco, el presente trabajo evalúa la capacidad de una dolomita local de uso comercial, proveniente de Olavarría, para remover iones  $Pb^{2+}$  en condiciones experimentales controladas. Se parte del supuesto de que posee alta capacidad de adsorción de plomo, influida por pH, tiempo de contacto y concentración inicial. El estudio busca aportar evidencia sobre su potencial como adsorbente, con miras a su aplicación en tecnologías accesibles y sostenibles.

El objetivo general es determinar la efectividad de la dolomita local para remover  $Pb^{2+}$  en solución acuosa, explorando su potencial como material económico y accesible para tratar aguas contaminadas en la región.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Gruszecka-Kosowska et al. (2017) estudiaron la adsorción de  $Cd^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  y  $Zn^{2+}$  con polvo de dolomita del sur de Polonia. Al variar el tiempo de contacto (45–180 min) y la concentración inicial (500–2000 mg/dm<sup>3</sup>), lograron remociones superiores al 97%.

Pehlivan et al. (2009) emplearon dolomita turca para remover  $Cu^{2+}$  y  $Pb^{2+}$  desde soluciones acuosas, modificando pH, cantidad de adsorbente y concentración inicial. En todos los casos, la dolomita mostró buena capacidad de remoción, influida sobre todo por el pH y la concentración del adsorbato.

Khoshraftar et al. (2023), en su recopilación bibliográfica, señalaron que la capacidad de la dolomita depende de su composición y de las condiciones experimentales.

En conjunto, estos estudios muestran que la dolomita es efectiva como adsorbente de metales tóxicos, incluido  $Pb^{2+}$ , dependiendo su eficiencia del pH, tiempo de contacto, temperatura, concentración inicial y, especialmente, de la composición del material. La capacidad adsorbente varía según el origen geológico y las condiciones experimentales. Por ello, resulta esencial caracterizar la dolomita local disponible en la región de influencia de la UNCPBA, para determinar su potencial en la remoción de  $Pb^{2+}$  y su aplicabilidad real en el tratamiento de aguas contaminadas.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 TIPO, DISEÑO Y ALCANCE DE LAS INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se llevó adelante una investigación del tipo experimental, mixta y exploratoria, con el objetivo de evaluar la utilización de una dolomita local comercial para remover plomo desde soluciones acuosas.

### 3.2 MATERIALES

Se utilizó dolomita en una fracción  $\leq 125 \mu m$ , provista por la empresa Polysan S.A. (Polysan M.R., Sierras Bayas, BS. AS., Argentina).

Se preparó una solución estándar de  $Pb^{+2}$  (2000 mg/L) a partir de disolver  $Pb(NO_3)_2$  para análisis (Baker) en agua bidestilada.

### 3.3 CARACTERIZACIÓN DE LA DOLOMITA NATURAL

El análisis químico de la dolomita utilizada fue realizado por Grasselli (2010) que indicó un 81,55% de pureza, siendo sus principales impurezas  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  y  $K_2O$ .

La identificación de las fases mineralógicas se realizó por Difracción de Rayos X (DRX). Los difractogramas se obtuvieron con un difractómetro PANalytical X Pert Pro, con radiación Cu K $\alpha$  operando a 40 kV y 30 mA.

La espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) fue utilizada para obtener el espectro característico de la dolomita con un espectrofotómetro Nicolet (Magna-IR 550) utilizando la técnica de pellet con KBr como diluyente (Merck, Alemania), escaneando las muestras 32 veces entre 4000 y 250  $cm^{-1}$  y una resolución de 4  $cm^{-1}$ .

### 3.4 ESTUDIOS DE ADSORCIÓN

Se estudió el efecto de la concentración inicial de  $Pb^{+2}$  sobre la capacidad de remoción de la dolomita, variando la concentración inicial entre 300 - 700 mg/L ( $C_0$ ). Se colocaron 100 ml de solución en un Erlenmeyer con 2 g/L de dolomita y se agitó por tres horas (agitador de Kline Viking) a temperatura ambiente y pH 5. La mezcla se decantó y se filtró, determinando la cantidad remanente de  $Pb^{2+}$  por absorción atómica (Thermo iCE 3000).

El proceso de adsorción se estudió con el modelo de isoterma de Langmuir, ampliamente utilizado en adsorción de metales sobre superficies de minerales. Este modelo considera una adsorción en monocapa suponiendo que todas las posiciones son equivalentes y que la

capacidad de una partícula para unirse a la superficie es independiente de si hay o no posiciones próximas ocupadas (Qiu et al., 2015). La expresión matemática lineal (Ec. 1) de la isoterma de Langmuir se presenta a continuación (Gruszecka-Kosowska et al., 2017):

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{b \cdot Q_m} - \left(\frac{1}{Q_m}\right) * C_e \quad \text{Ec. 1}$$

Siendo  $q_e$  la cantidad de iones metálicos adsorbidos por unidad de masa de adsorbente en el equilibrio (mg/g),  $C_e$  la concentración en el equilibrio de los iones metálicos en el seno de la solución (mg/l),  $Q_m$  la capacidad máxima de adsorción de la monocapa (mg/g) y  $b$  la constante de la isoterma de Langmuir relacionada con la energía de adsorción (l/mg). Las constantes de Langmuir pueden calcularse a partir de la ordenada al origen y la pendiente del gráfico  $C_e/q_e$  vs  $C_e$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

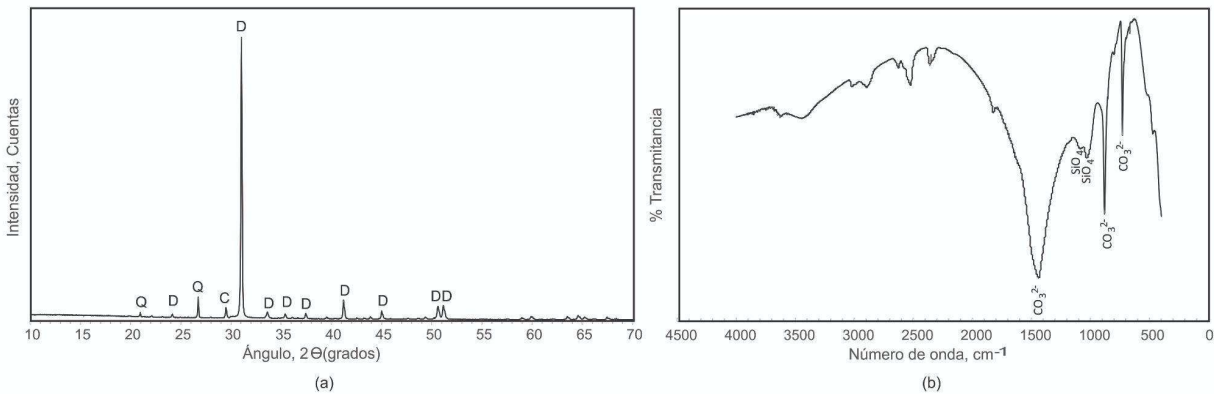
### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE DOLOMITA NATURAL

En el difractograma de la Figura 1(a) se observa que la muestra tiene picos asignados al mineral dolomita (D), y picos de baja intensidad asignados a las fases cuarzo (Q) y calcita (C).

El espectro FTIR de la Figura 1(b), muestra las bandas características del mineral dolomita, atribuidas a los grupos carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) en longitudes de onda de  $729 \text{ cm}^{-1}$ ,  $879 \text{ cm}^{-1}$  y  $1440 \text{ cm}^{-1}$ . Las bandas de la calcita ( $714 \text{ cm}^{-1}$ ,  $878 \text{ cm}^{-1}$  y  $1428 \text{ cm}^{-1}$ ) no se distinguen porque se encuentran en longitudes de onda semejantes a las de la dolomita, mineral mayoritario. Sí se identifican bandas asociadas al cuarzo ( $\text{SiO}_4$ ) en longitudes de onda de  $1040 \text{ cm}^{-1}$  y  $1130 \text{ cm}^{-1}$  (Graselli, 2010).

**Figura 1.**

Caracterización estructural de la dolomita



*Nota.* (a) DRX. Intensidad en cuentas en función de la posición  $2\theta$ ; (b) FTIR. Transmitancia en función del número de onda. Fuente. Elaboración propia.

### 4.2 ESTUDIOS DE ADSORCIÓN

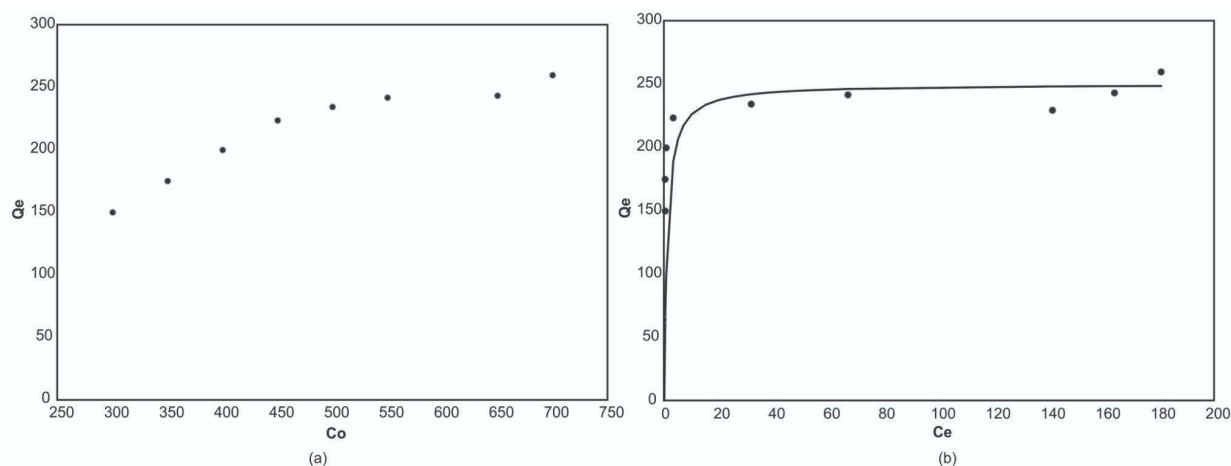
Los ensayos de adsorción mostraron que la cantidad adsorbida de  $\text{Pb}^{2+}$  aumenta con la concentración inicial hasta un valor máximo (Fig. 2a). Irani et al. (2011) atribuyen este comportamiento al mayor número de iones disponibles para los sitios activos, que al saturarse limitan la capacidad de adsorción.

La eficiencia se determinó a partir del porcentaje de adsorción  $((C_0 - C_e)/C_0 \cdot 100)$  para las concentraciones iniciales de  $\text{Pb}^{2+}$  (Joseph et al., 2020). Este porcentaje disminuyó de 99,90 a 74,18% al aumentar la concentración, indicando menor disponibilidad de sitios activos.

Los datos se ajustaron a la isoterma de Langmuir (Fig. 2b), obteniendo una capacidad máxima ( $Q_m$ ) de 250 mg/g y constante  $b = 0,95$  L/mg ( $R^2 = 0,9957$ ). La capacidad obtenida supera ampliamente valores reportados por otros autores (Khoshraftar et al., 2023; Irani et al., 2011; Pehlivan et al., 2009), lo que indicaría que la dolomita local posee gran potencial para remover  $Pb^{2+}$  de soluciones acuosas. El ajuste al modelo de Langmuir sugiere que la adsorción ocurre en monocapa con sitios localizados, equivalentes y de afinidad uniforme hacia el  $Pb^{2+}$ .

## Figura 2.

Estudio del proceso de adsorción



**Nota.** (a) Efecto de la concentración inicial de plomo. Cantidad adsorbida de  $Pb^{2+}$  por unidad de masa de adsorbente (mg/g) ( $Q_e$ ) vs. Concentración inicial de  $Pb^{2+}$  (mg/L) ( $C_0$ ); b) Estudio del proceso de adsorción. Cantidad adsorbida de  $Pb^{2+}$  por unidad de masa de adsorbente (mg/g) ( $Q_e$ ) vs concentración en el equilibrio de los iones metálicos en el seno de la solución (mg/l) ( $C_e$ ) (puntos) y ajuste de isoterma de Langmuir (línea continua). Fuente. Elaboración propia.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo se evaluó la efectividad de la dolomita local en la remoción de  $Pb^{2+}$  de soluciones acuosas, explorando su potencial como material económico y accesible para el tratamiento de aguas contaminadas en la región. La dolomita mostró alta capacidad de remoción (74,18–99,90%), y la cantidad adsorbida aumentó con la concentración inicial del ion. El proceso se ajustó al modelo de isoterma de Langmuir, indicando adsorción en monocapa sobre sitios definidos, equivalentes y con energía uniforme, todos con igual afinidad hacia el  $Pb^{2+}$ . Estudios futuros permitirán determinar su capacidad de adsorción en matrices reales

## REFERENCIAS

- Bhattacharyya, K.G., Sen Gupta, S. (2008). Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: A review. *Advances in Colloid and Interface Science* 140, 114–131.  
<https://doi.org/10.1016/j.cis.2007.12.008>
- Graselli, M.C. (2010). Ventajas y desventajas de utilizar dolomitas de la zona de inserción del proyecto en la síntesis de materiales con propiedades refractarias, con referencias a las fases formadas. Trabajo final para Especialista en Industria Cerámica Orientación Procesos, Buenos Aires.
- Gruszecka-Kosowska, A., Baran, P., Wdowin, M., Franus, W. (2017). Waste dolomite powder as an adsorbent of Cd, Pb(II), and Zn from aqueous solutions. *Environmental Earth Science*, 76, 521.

- <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6854-8>  
Imen, Z., Hassani, A.H., Borghaee, S.M. (2019). Comparison of the effectiveness of natural dolomite and modified dolomite in the removal of heavy metals from aqueous solutions. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, 7, 61-74.  
<https://doi.org/10.22102/jaehr.2019.148713.1102>
- Irani M., Amjadi M., Mousaviana M.A. (2011). Comparative study of lead sorption onto natural perlite, dolomite and diatomite. *Chemical Engineering Journal*, 178, 317-323.  
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.10.011>
- Joseph, I.V., Tosheva, L., Doyle, A.M. (2020). Simultaneous removal of Cd(II), Co(II), Cu(II), Pb(II), and Zn(II) ions from aqueous solutions via adsorption on FAU-type zeolites prepared from coal fly ash. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8, 103895.  
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103895>
- Khoshraftar, Z., Masoumi, H., Ghaemi, A. (2023). An insight into the potential of dolomite powder as a sorbent in the elimination of heavy metals: A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 7, 100276.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100276>
- Litter, M.I., Shancha, A.M y Ingallinella, A.M. (2010). Tecnologías económicas para el abatimiento de arsénico en aguas. Programas iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. Ed. CYTED, Buenos Aires.  
[https://www.researchgate.net/publication/292257365\\_Tecnologias\\_economicas\\_para\\_el\\_abatimiento\\_de\\_arsenico\\_en\\_aguas](https://www.researchgate.net/publication/292257365_Tecnologias_economicas_para_el_abatimiento_de_arsenico_en_aguas)
- Pehlivana, E., Özkanb, A.M., Dinc, S., Parlayici, S. (2009). Adsorption of Cu<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> ion on dolomite powder. *Journal of Hazardous Materials*, 167, 1044–1049.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.01.096>
- Qiu G., Xie Q., Liu H., Chen T., Xie J., Li H. (2015). Removal of Cu(II) from aqueous solutions using dolomite–palygorskite clay: Performance and mechanisms. *Applied Clay Science*, 118, 107-115.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2015.09.008>
- Uddin, M.K. (2017). A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*, 308, 438–462.  
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.09.029>
- Zalba, P.E., Morosi, M., Conconi, M.S., Segovia, L. (2010). Arcillas de Tandilia. Geología, mineralogía y propiedades tecnológicas. Ed. Universitaria de La Plata, La Plata.

---

Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2025 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICyT 2025 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.