

## Aluminio, un metal relativamente nuevo, muy versátil

La historia de la humanidad muestra que el empleo de algunos metales como el bronce (aleación de cobre y estaño), el oro, la plata o el hierro, entre otros, ha estado presente desde tiempos muy remotos. Otros metales, sin embargo, son de uso mucho más reciente, por ejemplo el *aluminio*. En la tabla periódica lo encontramos indicando los siguientes datos: Símbolo: Al , masa atómica: 26.981539 u, número atómico: 13. Además. Tiene una densidad: 2.7 g/cm<sup>3</sup>, un punto de fusión: 660.3 °C y es no ferromagnético.



La actual utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, siendo hoy un material que se aplica en ámbitos muy diversos. Hoy en día, tan solo superado por el hierro/acero. Por sus propiedades eléctricas es un buen conductor, capaz de competir en costo y prestaciones con el cobre. El aluminio es el tercer elemento en abundancia en la corteza terrestre (aproximadamente 8% m/m) después del oxígeno (47%) y el silicio (28%).

Los comienzos de la historia del aluminio pueden situarse en Inglaterra en 1808, cuando Sir Humphry Davy reconoció la existencia de este metal y propuso llamarlo aluminio. El nombre deriva del término «alumbre», aluminio -silicatos que empleaban los antiguos griegos y romanos con uso medicinal y en la fabricación de pigmentos.

En 1825, Hans Christian Oesterd logró obtener aluminio haciendo reaccionar cloruro de aluminio (AlCl<sub>3</sub>) con una amalgama de potasio y mercurio. En 1854, Henri Deville desarrolló un método comercial para obtener aluminio basado en el procedimiento de Oesterd.

Sin embargo, el desarrollo de la obtención del aluminio se inició recién en 1885, cuando Paul Héroult, en Francia, y Charles Hall, en Estados Unidos, obtuvieron el metal por electrólisis de la **bauxita**. La bauxita es un mineral rico en aluminio y debe su nombre a la región de Francia llamada Les Baux donde, en 1821, Pierre Berthier descubrió yacimientos de este metal. Tiene color pardo con manchas rojas y constituye la principal mena de aluminio. Es uno de los elementos que más abunda en la corteza terrestre, de la

cual forma más de un 7%. La bauxita se extrae en Jamaica, Suriname, Brasil, Venezuela, Guinea y República Dominicana. El óxido de aluminio que contiene la bauxita se llama **Alúmina**.

En 1887, Karl Bayer patentó el proceso industrial de obtención de alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) a partir de la bauxita. Al año siguiente, se fundaron en Francia, los Estados Unidos y Suiza las primeras compañías que produjeron aluminio por los procesos Bayer / Hall-Hérout.

La alúmina es vital para la producción de aluminio (se requieren aproximadamente dos toneladas de alúmina para producir una tonelada de aluminio). No obstante la alúmina se utiliza por sus propias cualidades como material cerámico en condiciones de altas temperaturas o buenas propiedades tribológicas. (tribología es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento)

En el proceso Bayer, la bauxita es lavada, pulverizada y disuelta en soda cáustica (hidróxido de sodio) a alta presión y temperatura; el líquido resultante contiene una disolución de aluminato de sodio y residuos de bauxita que contienen hierro, silicio, y titanio. Estos residuos se van depositando gradualmente en el fondo del tanque y luego son eliminados.

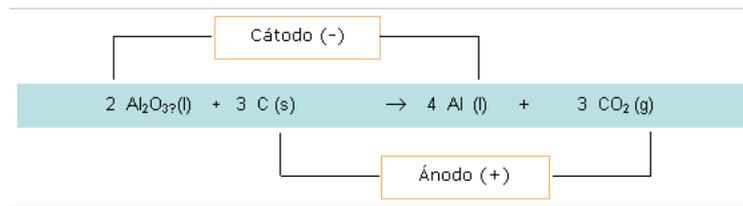
#### **Proceso Hall-Hérout: electrólisis de la alúmina para obtener aluminio.**

La clave para obtener aluminio consiste en reducir el catión  $\text{Al}^{3+}$  para formar  $\text{Al}^0$ . El pasaje de corriente eléctrica a través de la celda de reacción (celda electrolítica) permite hacer esta transformación. Un compuesto iónico en estado sólido no conduce la corriente eléctrica. Los iones no pueden moverse libremente transportando carga eléctrica cuando están formando parte de la red cristalina. En cambio, sí pueden hacerlo en estado fundido.

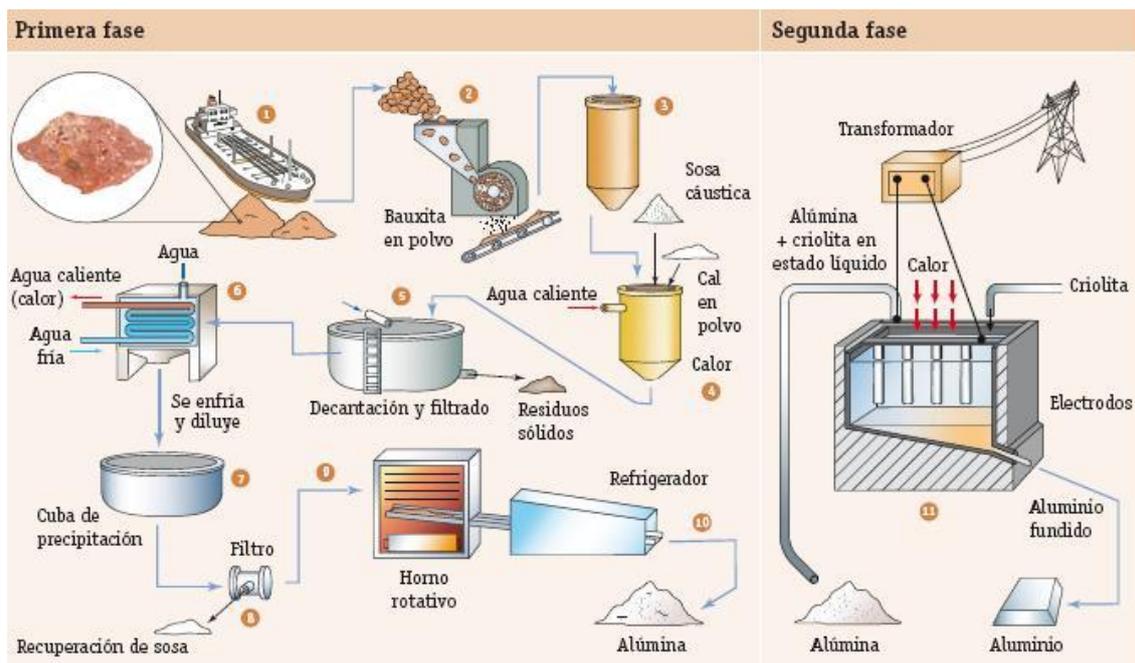


La temperatura de fusión de la alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) es superior a los  $1500\text{ }^\circ\text{C}$ . El costo en energía y construcción de un reactor que opere a tan alta temperatura es muy elevado. Sin embargo, una mezcla de alúmina y criolita ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , hexafluoraluminato de sodio es un mineral del grupo halogenuros) funde a  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ , aproximadamente. La criolita entonces actúa como fundente.

En la celda electrolítica tiene lugar la siguiente reacción:



Al pasar la corriente eléctrica continua a través de esta mezcla, descompone la Alúmina en oxígeno y en Aluminio; el metal fundido se deposita en el polo negativo (cátodo) del fondo de la cuba, mientras que el oxígeno se acumula en los electrodos de carbono (ánodo). Parte del carbono que está en el baño se quema por la acción del oxígeno, transformándose en dióxido de carbono. **La tensión entre los bornes es de 4-5 voltios, bajo una intensidad de 10.000 amperios.** El carbono es el material que constituye el ánodo (electrodo positivo de la celda), y dado que se forma CO<sub>2</sub> (g), este se va consumiendo, es decir, que las barras de carbono son un insumo en la producción del aluminio.



Sirvan como ejemplo, las siguientes cantidades para comprender la magnitud de esta industria electro intensiva. Para producir una tonelada de aluminio se necesitan cuatro toneladas de Bauxita, que nos darán dos toneladas de Alúmina, las cuales mediante la electrólisis nos darán una tonelada de aluminio, **con un consumo de 13.000 Kw/h.**

## Aluminio en Argentina

En julio de 1969 el gobierno militar argentino (Decreto N.º 3729) aprobó el “Programa de Desarrollo de la Industria del Aluminio” elaborado por la Comisión Permanente de Planeamiento del Desarrollo de los Metales Livianos (COPEDESMEL), organismo que dependía, por aquella época, de la Fuerza Aérea Argentina.

Este programa contemplaba la ejecución de tres obras:

a) una **planta productora de aluminio primario**, en la ciudad de Puerto Madryn, Provincia del Chubut, que sería realizada por capitales privados y que tendría una capacidad instalada de 140.000 toneladas anuales del metal.

b) una **central hidroeléctrica**, sobre el río Futaleufú, próxima a la Cordillera de los Andes, a 700 km al oeste de Puerto Madryn, que proveería en forma permanente unos 270 MW de potencia a la planta de aluminio y que sería construida junto con la línea de transmisión de energía eléctrica, por Agua y Energía Eléctrica Sociedad del Estado.

c) Un **puerto de aguas profundas** en Puerto Madryn, dentro del Golfo Nuevo que sería construido por el Estado Nacional.

Se adjudica a Aluar Aluminio Argentino S.A.I.C. la construcción, puesta en marcha y explotación de la planta de aluminio primario. La planta de aluminio primario tiene cuatro líneas de producción; las líneas 1 y 2 están constituidas por 200 cubas de fundición Montecatini P-155.6, la línea 3 está formada por 144 cubas Pechiney AP18.6, la línea 4 comprende 168 cubas Pechiney AP22.



Actualmente la producción de aluminio primario comprende la fabricación de lingotes de aleación, tipo «T» y prismáticos, barros para extrusión, bobinas de alambón, placas de laminación, y lingotes de aluminio puro. La división elaborados comprende una planta de extrusión, donde se producen sistemas de carpinterías de aluminio para la construcción, perfiles industriales y barras trefiladas, y una planta de laminación, que produce planchas, chapas y rollos lisos y láminas, utilizado en la industria del envase.

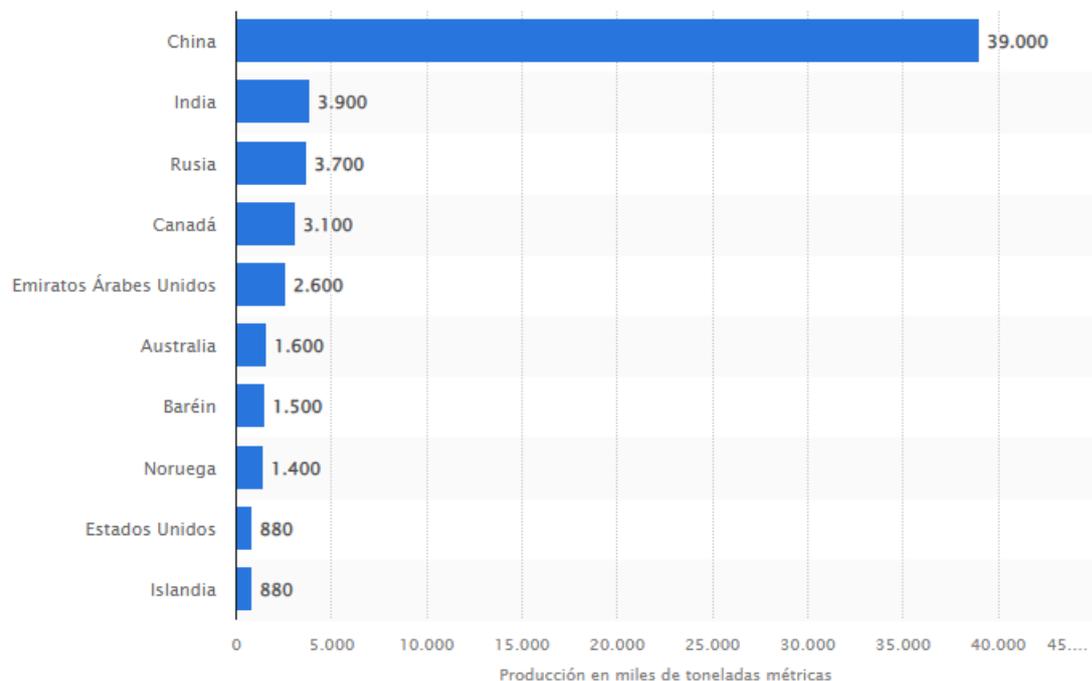
## El aluminio es fácilmente reciclable

El reciclaje de aluminio (aluminio secundario) es un proceso muy valioso para ahorrar en recursos. Al reutilizar el metal, se evita el gasto que supone la fabricación de aluminio desde cero.



Para reciclarlo, basta con fundir el aluminio y volver a darle forma, un procedimiento que cuesta mucho menos dinero y energía que el proceso original. El proceso de fabricación del aluminio conlleva la electrólisis de la alúmina ( $Al_2O_3$ ), como hemos visto, en cambio el reciclaje del aluminio solo emplea un 5% de la energía que se consume en la producción del metal virgen.

Los principales países productores de aluminio a nivel mundial en 2021(en miles de toneladas) fueron:



**Fuente:**

[https://cdn.educ.ar/dinamico/UnidadHtml\\_get\\_a2884513-1b60-4cbb-9b13-144dc5e6685f/15048-edi/data/2b088488-c851-11e0-823e-e7f760fda940/index.htm](https://cdn.educ.ar/dinamico/UnidadHtml_get_a2884513-1b60-4cbb-9b13-144dc5e6685f/15048-edi/data/2b088488-c851-11e0-823e-e7f760fda940/index.htm)

<https://www.quimica.es/enciclopedia/Bauxita.html>

<https://es.wikipedia.org>

[https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio\\_tcm30-502319.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio_tcm30-502319.pdf)

La industria del aluminio en Argentina. Eduardo Misirlan-Víctor Pérez Barcia  
UNSAM

Ing. Ricardo Berizzo

Cátedra: Movilidad Eléctrica

U.T.N. Regional Rosario

2022.-