

# Níquel: Construyendo la Vieja Economía, Impulsando la Nueva

El níquel es el quinto elemento más común de la Tierra, con propiedades tanto ferrosas como no ferrosas. Se encuentra en minerales lateríticos y sulfídicos que se refinan para su uso en aleaciones como el acero inoxidable y el níquel de alta pureza adecuado para la fabricación de baterías de iones de litio y superaleaciones.

Elementum Metals: 30/11/2021

30/11/2021



**El níquel es el quinto elemento más común de la Tierra, con propiedades tanto ferrosas como no ferrosas. Se encuentra en minerales lateríticos y sulfídicos que se refinan para su uso en aleaciones como el acero inoxidable y el níquel de alta pureza adecuado para la fabricación de baterías de iones de litio y superaleaciones.**

Las reservas, el suministro y el procesamiento se concentran en un puñado de países. Históricamente, el acero inoxidable ha sido el principal impulsor de demanda; la oferta de níquel de menor calidad no está limitada, pero el níquel de clase 1 es escaso; los gobiernos, preocupados por la seguridad del suministro y los factores medioambientales, se centran en el reciclaje intensivo. Las aleaciones de níquel se utilizan ampliamente en artículos domésticos de uso cotidiano, infraestructuras, transporte, refinerías de petróleo, fabricación de productos químicos, atención sanitaria y exploración espacial. El níquel se utiliza de forma intensiva en las baterías de los vehículos eléctricos, ya que ofrece una mayor densidad energética y una mayor capacidad de almacenamiento a un menor coste. También se utiliza en muchas otras tecnologías energéticas nuevas, como la eólica, la nuclear, la hidroeléctrica, el hidrógeno, la energía solar y la geotérmica, así como en los sistemas de captura de carbono. El perfil prospectivo de la oferta y la demanda del níquel ha hecho que se le describa como la "nueva gasolina", aunque la comparación ignora su uso potencial en una economía circular.

## Introducción al Níquel

El níquel es un elemento químico de símbolo Ni y número atómico 28. Es un metal de color blanco plateado con un ligero tinte dorado que es duro y dúctil. Es el quinto elemento más común en la tierra y se encuentra ampliamente en la corteza y el núcleo terrestre <sup>1</sup>

común en la tierra y se encuentra ampliamente en la corteza y el núcleo terrestre.

El níquel se descubrió en Alemania en el XV siglo como un mineral de color marrón rojizo; como no se podía extraer el cobre, se le denominó Kupfernickel o Cobre del Diablo. El níquel fue identificado por primera vez en 1751 por el químico sueco Axel Cronstedt. Tras la Guerra Civil estadounidense, el níquel y el cobre se utilizaron en las monedas; desde entonces, la moneda de 5 céntimos se conoce como "níquel".

## Minería, Procesamiento y Clases

El níquel es un elemento de transición con propiedades ferrosas, como la durabilidad y la resistencia, y no ferrosas, como la alta resistencia a la corrosión, la maleabilidad y la maquinabilidad.

El níquel se encuentra en minerales lateríticos situados normalmente en regiones tropicales como Sulawesi, en Indonesia, donde se extraen con métodos a cielo abierto, y en minerales sulfídicos que a menudo se encuentran en combinación con minerales de cobre, como en Kambalda, en los campos de oro del este de Australia, donde se extraen de forma subterránea. La ciudad septentrional de Norilsk es el centro de la industria rusa del níquel; en Filipinas, la región de Caraga, en Mindanao, es muy productiva, y en Brasil las minas se encuentran en la región central de Goiás.

El níquel de clase 2 apto para el acero inoxidable con una pureza de casi el 75% se obtiene de ferroníquel (aproximadamente 35% de níquel, 65% de hierro) o del arrabio de níquel (NPI, entre 4 y 13% de níquel puro) se procesan principalmente en China.<sup>2</sup>

El níquel de clase 1 en forma de polvo, briquetas, níquel electrolítico o níquel carbonílico níquel, que la Bolsa de Metales de Londres especifica una pureza mínima del 99,8%, como por ejemplo para las baterías de iones de litio, puede obtenerse de yacimientos lateríticos o sulfídicos, aunque el refinado de los minerales lateríticos suele requerir más energía y productos químicos que los sulfídicos.<sup>3</sup>

Los minerales lateríticos se procesan utilizando hidrometalúrgico y pirometalúrgico, el enfoque óptimo depende de la naturaleza de la mena dependiendo de la naturaleza de la composición. Extracción con disolventes - La electrodeposición es un método hidrometalúrgico que utiliza la lixiviación, los extractores y la electrodeposición que se aplica predominantemente a los minerales de menor ley. El horno eléctrico rotativo es un método pirometalúrgico adecuado para minerales con predominio de saprolita que implica el secado, la reducción y la fundición. Métodos como el proceso de Caron implican tanto la hidrometalurgia como la pirometalurgia, pero los costes son elevados y las tasas de recuperación son bajas.

El mineral sulfídico se procesa más comúnmente utilizando la fundición flash. El mineral seco se introduce en el horno junto con aire precalentado, aire enriquecido con oxígeno o oxígeno puro, produciendo una mata líquida (hasta un 45% de níquel) y escoria. La mata que contiene hierro y azufre se oxida inyectando aire o oxígeno en un baño fundido. Para refinar la mata de níquel se utilizan varios procesos: la tostación en lecho fluido y la reducción con cloro-hidrógeno producen óxidos de níquel de alta calidad con más del 95% de níquel, mientras el proceso de vapor de carbonilo se utiliza para producir pellets de níquel de gran pureza.<sup>4</sup>

## Reservas, Oferta y Dinámica de la Demanda

Los mayores países productores de níquel son Indonesia, Filipinas y Rusia, que juntos representan el 55% de la producción mundial. Las reservas se concentran en Indonesia,

Australia y Brasil y representan el 58% del total mundial, de las cuales alrededor del 60% son minerales lateríticos y el 40% sulfídicos.<sup>5</sup>

Dos tercios de la demanda mundial de níquel se destinan a ferroníquel utilizado en la fabricación de acero inoxidable. Las aleaciones no ferrosas representan el 12% de la demanda mundial y al mismo tiempo la demanda de aleaciones ferrosas representa el 5%.<sup>6</sup>

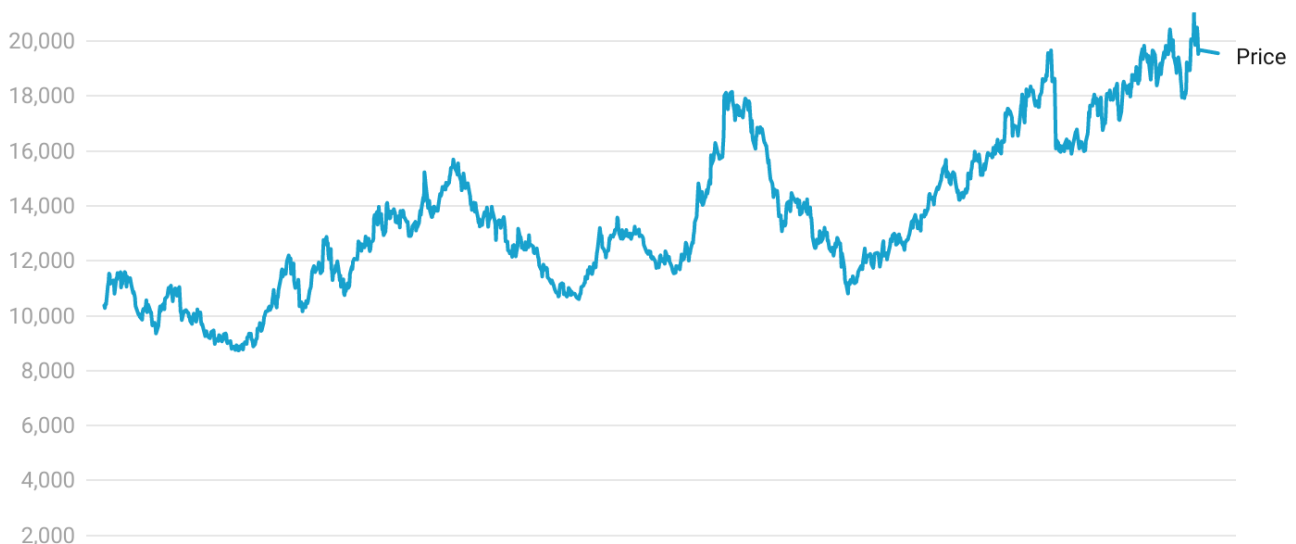
Históricamente, el acero inoxidable ha sido el principal impulsor de la demanda de níquel de clase 1 y 2. El níquel de clase 1 alcanzó un precio máximo histórico que superó los 50.000 dólares por tonelada en 2007, debido a la gran demanda exacerbada por los bajos inventarios, a lo que siguió una caída de los precios al verse afectada la demanda por la crisis financiera mundial. La expansión de la producción china de NPI en la última década ha provocado un aumento de níquel de clase 2 y la correspondiente caída de la cantidad de clase 1 utilizada en la producción de acero inoxidable, lo que ha provocado un descenso de los precios de la clase 1. En consecuencia, las empresas mineras redujeron los gastos de capital para desarrollar una mayor capacidad de producción.

## 20 Years to October 2021 - Class 1 Nickel Price US\$



Source: Bloomberg US\$ nickel London Metal Exchange spot per tonne • Created with Datawrapper

## 5 Years to October 2021 - Class 1 Nickel Price US\$



Source: Bloomberg US\$ nickel London Metal Exchange spot per tonne • Created with Datawrapper

Se espera que la demanda mundial de níquel aumente un 9,2%, hasta 2,58 millones de toneladas en 2021, repartidos a partes iguales entre la clase 1 y la clase 2, mientras que su oferta estimada aumentará un 5,8%, hasta 2,64 millones de toneladas. Se prevé que el excedente de 132.000 que se registró en 2020 se reduzca a 58.000 toneladas.<sup>7</sup>

Mientras que el almacenamiento de acero inoxidable está muy extendido y la producción china de NPI puede aumentar rápidamente en respuesta a las subidas de precios, el níquel de clase 1 tiene una oferta muy ajustada. Las limitaciones de la oferta de níquel de clase 1 pueden solucionarse reduciendo el uso de la clase 1 en acero inoxidable y otras aleaciones o introduciendo capacidad de producción adicional de clase 1.

Tsingshan Holdings Group, uno de los mayores y más exitosos productores de acero inoxidable del mundo, anunció a principios de 2021 que se había asociado con Huayou Cobalt y CNGR Advanced Material para suministrar a partir del 2022 100.000 toneladas de níquel mate, un insumo para producir sulfato de níquel para las baterías de los vehículos eléctricos.

El anuncio de la nueva materia prima de clase 1 ha provocado que el precio del níquel se hunda debido al aumento previsto de la oferta de níquel para baterías. Aunque, en teoría, esto puede aliviar la escasez de níquel de clase 1, el impacto medioambiental de la conversión del NPI en mate puede significar que las baterías fabricadas a partir de esta fuente no cumplirían las normas medioambientales, lo que anularía esencialmente la viabilidad del aumento de la oferta. O requeriría muchos más gastos para adecuarse a los procesos "más limpios".<sup>8</sup>

Considerando la posible dinámica futura de la demanda y la oferta, los comentaristas han especulado sobre si el níquel podría ser la "nueva gasolina", reconociendo que parece probable un crecimiento significativo de la demanda, mientras que la oferta se concentra en un puñado de países con un estatus económico emergente. La comparación pone de manifiesto la posibilidad de que surjan riesgos similares a los observados en la crisis del petróleo de los años 70.

## Reciclaje

También si el reciclaje del acero inoxidable está bien establecido, en 2019 el níquel reciclado representó el 48% de la producción extraída, el reciclaje del níquel de clase 2 no alivia directamente la demanda de la clase 1 para las baterías y las superaleaciones.<sup>9</sup>

Sin embargo, el reciclaje de las baterías de iones de litio se encuentra en una fase temprana de desarrollo y es considerado por gobiernos como el de la UE como de vital importancia tanto por la seguridad del suministro como por razones medioambientales. La estrategia de la UE para las baterías de los vehículos eléctricos incluye ayudas financieras para los fabricantes y recicladores de baterías, como los 400 millones de dólares concedidos a Northvolt, el principal fabricante de baterías de Europa, un riguroso régimen de reciclaje para las baterías de los vehículos y normas para las baterías que incluyen una duración mínima de la batería y durabilidad. El marco de la UE tiene como objetivo recuperar el 90% del níquel de las baterías de iones de litio para el 2025 y el 95% para el 2030.<sup>10</sup>

## Aleaciones de Níquel

Se utilizan aproximadamente 3.000 aleaciones que contienen níquel como elemento

principal, la más común de las cuales es el acero inoxidable. Por ejemplo, el acero inoxidable de tipo 304, que contiene un 8% de níquel, es de uso común en artículos de uso cotidiano como cacerolas, tuercas, tornillos y fregaderos domésticos, mientras el tipo 316, que contiene un 11% de níquel, se emplea en aplicaciones más exigentes, como el procesamiento de alimentos, la elaboración de cerveza y las aplicaciones médicas. Ambos tienen una estructura cristalina austenítica; el tipo 304, con buena ductilidad y conformabilidad, también contiene un 18% de cromo, y el tipo 316, que ofrece una mayor resistencia al ácido y al cloro, contiene entre un 2 y un 3% de molibdeno.<sup>11</sup>

Aproximadamente el 90% de todo el níquel nuevo que se vende cada año se utiliza para crear aleaciones como las que se emplean en las infraestructuras, la construcción de edificios, los sistemas de transporte, incluidos los trenes y vagones, y las plantas de generación de electricidad. El acero inoxidable también se utiliza ampliamente en la distribución y el tratamiento del agua y en el procesamiento de alimentos por sus características no corrosivas, no tóxicas y altamente higiénicas.

Las aleaciones de níquel especializadas se utilizan por su mayor resistencia en entornos altamente corrosivos, como en las plantas petroquímicas, como parte de las unidades de depuración húmeda que reducen las emisiones de gases sulfurosos de las centrales eléctricas de carbón, y en la industria química. Las superaleaciones de níquel se utilizan en los motores de los aviones, donde la resistencia, la tolerancia a las altas temperaturas y la capacidad de soportar un desgaste constante son fundamentales.

En el ámbito de la salud, las aleaciones de níquel se utilizan en instrumentos de precisión, como los dispositivos quirúrgicos robóticos. Además, su biocompatibilidad y su carácter no tóxico las hacen muy apreciadas para su uso en dispositivos implantados, como stents y marcapasos.

Las superaleaciones hechas con níquel de clase 1, capaces de soportar altas temperaturas y resistentes a la oxidación, se utilizan en la industria espacial en motores de cohetes, propulsión espacial y generación de energía. Sus características, incluida la durabilidad en condiciones extremas, las hacen muy valiosas dentro de los satélites y los vehículos espaciales sobre terreno.

La demanda de estas aleaciones utilizadas en las economías basadas en el carbono de la "vieja economía" seguirá creciendo a medida que las economías en desarrollo sigan invirtiendo en infraestructuras de transporte, construyendo nuevas ciudades y desarrollando sus industrias. Las economías desarrolladas también seguirán consumiendo estas aleaciones, en particular para revitalizar las infraestructuras envejecidas, como hace el proyecto de ley de infraestructuras de 1,2 billones de dólares del Presidente Biden, aprobado por la legislatura estadounidense a principios de noviembre.

### **El Níquel en la Nueva Economía - Baterías de Iones de Litio**

La principal ventaja de utilizar níquel en las baterías es que ayuda a conseguir una mayor densidad energética y una mayor capacidad de almacenamiento a un menor coste. Históricamente se utilizaba un alto contenido de cobalto para conseguir una mayor densidad energética, pero con el aumento de los precios del cobalto y la preocupación por la ética de su extracción, la nueva tecnología se ha centrado cada vez más en el potencial del níquel, que ahora se reconoce como el componente clave.

En las primeras tecnologías de la batería, como la NMC 111, el cátodo contenía cantidades iguales de níquel, manganeso y cobalto; el uso del níquel aumentó en las NMC 532 y 622, mientras la batería de alto rendimiento más reciente, la NMC 811, utiliza ocho partes de níquel por cada uno de los otros elementos.<sup>12</sup>

El informe encargado por el Centro Común de Investigación de la UE a Roskill estima que la demanda mundial de níquel atribuible a las baterías crecerá hasta los 2,86 millones de toneladas de níquel metálico en 2040, de las cuales el 95% corresponderá a las automóviles, lo que representa un crecimiento del 17,6% anual en 20 años.<sup>13</sup>

## Otros Usos en la Nueva Economía

Además de utilizarse en las baterías por sus propiedades electroquímicas, el níquel se emplea en distintos grados en muchas otras nuevas tecnologías energéticas.

| Energy Technology               | Importance of Nickel |
|---------------------------------|----------------------|
| Electric vehicles and batteries | H                    |
| Hydrogen                        | H                    |
| Geothermal                      | H                    |
| Concentrating solar power       | M                    |
| Wind                            | M                    |
| Nuclear                         | M                    |
| Solar photo-voltaic             | L                    |
| Hydro-electric                  | L                    |
| Bioenergy                       | L                    |

Source: International Energy Authority • Created with Datawrapper

La fiabilidad y la larga vida son características fundamentales en los parques eólicos marinos, donde es importante controlar los requisitos y los costes de mantenimiento. Las aleaciones de níquel se utilizan por su resistencia, durabilidad y características anticorrosivas: las cajas de engranajes de las turbinas requieren dureza, es decir, la capacidad de soportar la energía mecánica sin fracturarse, y al mismo tiempo los equipos de seguridad deben ser duraderos y fiables.

Las centrales nucleares utilizan aleaciones de níquel en los sistemas de transferencia de calor y refrigeración, ya que su resistencia al calor y a la corrosión es de vital importancia para garantizar la durabilidad, la fiabilidad y la seguridad. En las centrales hidroeléctricas, la cantidad de níquel utilizada es baja, pero su uso es fundamental para garantizar una larga vida de componentes importantes como los álabes de las turbinas y los controles de las compuertas de las presas.

Los sistemas de captura de carbono recogen el gas emitido por actividades intensivas en carbono, como las centrales eléctricas de carbón, y lo transportan por barco o por tuberías para secuestrarlo en forma de carbono en formaciones rocosas. El CO<sub>2</sub> se transporta en barcos a alta presión y baja temperatura, lo que requiere aleaciones de níquel por su resistencia y características anticorrosivas. También se utilizan tuberías submarinas resistentes a la corrosión para transportar el gas hasta el punto de secuestro.

resistentes a la corrosión para transportar el gas hasta el punto de uso.

La generación de hidrógeno, que consiste en dividir las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno, suele utilizar catalizadores raros y caros, como el platino. Sin embargo, se están desarrollando nuevas técnicas con níquel que reducen los costes y aumentan la eficiencia. El hidrógeno verde es potencialmente una importante fuente de energía libre de carbono generada utilizando energías renovables; su almacenamiento a gran escala permite utilizarlo como sustituto de gases con alto contenido en carbono, como el gas natural.

La energía geotérmica aprovecha el calor natural que hay bajo la superficie de la tierra capturando la energía del agua y el vapor que se utiliza para la calefacción o la generación de electricidad verde. Las tuberías y los componentes se fabrican con aleaciones de níquel para que sean resistentes en ambientes corrosivos y de calor extremo.

El níquel se utiliza en aleaciones de alta especificación en las plantas termosolares que capturan los rayos del sol conduciendo el calor a través de sales fundidas. Los metales utilizados en estas torres de calor deben ser resistentes a temperaturas extremadamente altas y a productos químicos altamente corrosivos. Otra aplicación solar es el uso del níquel en células solares totalmente transparentes, que se están desarrollando con la intención de convertir las ventanas cotidianas en paneles generadores de electricidad.

## Conclusión

En conclusión, el níquel seguirá siendo ampliamente utilizado tanto en la "vieja" economía como en la nueva revolución energética. Aunque el reciclaje se ha centrado históricamente en las aleaciones, es evidente que el níquel puro también se presta a ser reciclado con la tecnología y la inversión necesarias. Las limitadas fuentes de producción crean riesgos de suministro para muchas economías, sin embargo, el reciclaje obligatorio ofrece la posibilidad de mitigar en gran medida estos riesgos mediante el desarrollo de uso y procesamiento circular.

## Notas a pie de página

1. <https://nickelinstitute.org/about-nickel/#properties>
2. <http://metalpedia.asianmetal.com/metal/nickel/application.shtml>
3. <https://www.lme.com/en/Metals/Non-ferrous/LME-Nickel/Contract-specifications>
4. [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/5cb00df9-e2c1-4b92-a585-6bef08d8a5de/nickel\\_PPAH.pdf?MOD=AJPERES&CVID=jqeDjcl](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/5cb00df9-e2c1-4b92-a585-6bef08d8a5de/nickel_PPAH.pdf?MOD=AJPERES&CVID=jqeDjcl)
5. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-nickel.pdf>
6. <http://metalpedia.asianmetal.com/metal/nickel/application.shtml>
7. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/sumitomo-metal-sees-global-nickel-demand-battery-use-rise-18-2021-2021-06-29/>
8. <https://metal.digital/articles/tsingshan/>
9. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-nickel.pdf>
10. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS\\_BRI\(2021\)689337](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI(2021)689337)
11. <https://nickelinstitute.org/about-nickel/stainless-steel/>
12. <https://metal.digital/articles/gigafactories/>
13. <https://roskill.com/news/nickel-european-commission-publishes-roskill-study/>