

Tierras raras y su importancia en el desarrollo de nuevas tecnologías

Dadas sus propiedades únicas, las tierras raras (TR) tienen una amplia gama de aplicaciones militares, energéticas e industriales. Por ejemplo, los imanes de tierras raras son el tipo más fuerte de imanes permanentes, produciendo campos magnéticos significativamente más fuertes que otros tipos tales como imanes de ferrita o de alnico y constituyen componentes importantes de las tecnologías que impulsan la transición energética, como las turbinas eólicas y los **vehículos** eléctricos de batería. Su uso también se extiende a otras aplicaciones, como los electrodomésticos y la electrónica de consumo.

Las TR son un grupo de 17 elementos de la tabla periódica. A pesar de su nombre, las TR son relativamente abundantes en la naturaleza, pues se encuentran en distintos tipos de minerales. Sin embargo, las concentraciones de minerales que permiten una extracción rentable y respetuosa con el medio ambiente tienden a ser menos comunes que para la mayoría de los demás minerales, ya que sólo se dan en condiciones geológicas especiales.

Al año 2017 se estimaba que, en un total de 40 proyectos de exploración en el mundo, el total de recursos de tierras raras alcanzarían los 3.000 millones de toneladas métricas, de las cuales al 2022, las reservas comprobadas ascienden a 124 millones de toneladas métricas.

Proveedores de tierras raras

China posee el 37% de las reservas mundiales de TR, y el resto se distribuye en gran medida entre Brasil, Rusia y Vietnam. Todos estos países representan más de la mitad de las reservas mundiales actuales. Mientras que, en Europa, una de las más importantes reservas de tierras raras se encuentra en Groenlandia (1,5 millones de toneladas). Adicionalmente a ello se han identificado yacimientos potenciales de tierras raras en Finlandia, Suecia y otros lugares del sur y el este de Europa.

En términos de producción minera, las TR que se extraen hoy predominantemente se ubican en China (alrededor del 60 % del total), a pesar de que el volumen extraído de TR en dicho país ha ido disminuyendo gradualmente desde 2011, cuando China controlaba casi toda la producción mundial. Este comportamiento es causado en gran medida por el aumento de la extracción de TR en otros países del mundo.

Otros grandes proveedores de TR son Estados Unidos, que ostenta el 15% de la producción mundial total; y Australia, con el 8% de la producción total. La producción de óxidos de tierras raras (OTR) en Myanmar, que ha aumentado sustancialmente desde el 2018, ha llegado a alcanzar el 9 % del suministro mundial. Sin embargo, se ha considerado que estos suministros en gran medida están bajo la esfera de influencia de China. Mientras que, en la Unión Europea (UE), aparte de algunos pequeños proyectos activos en Suecia y Groenlandia, en su mayoría controlados por empresas canadienses y australianas, la producción minera actual de tierras raras en dichos lugares no es de gran relevancia.

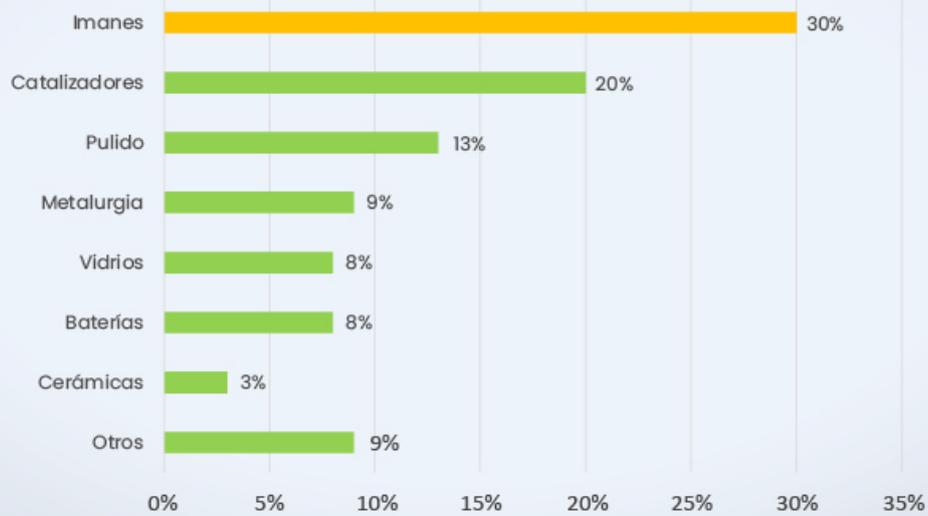
Usos y aplicaciones de tierras raras

Gracias a sus propiedades únicas, las tierras raras se utilizan para una amplia gama de aplicaciones militares, energéticas e industriales. Desde imanes permanentes hasta baterías.

Con la rápida expansión en curso de los mercados de la electromovilidad y la energía eólica –dos de las mayores aplicaciones finales de los imanes permanentes–, el consumo de imanes permanentes en comparación con el consumo total de tierras raras en los próximos años podría provocar una escasez de suministros.

Además de los imanes permanentes, otras aplicaciones importantes que requieren TR son los catalizadores (utilizados, por ejemplo, en el refinado del petróleo y en los vehículos), aleaciones metálicas (por ejemplo, para baterías y celdas de combustible) fósforos (empleados entre otros para láseres, fibra óptica y pantallas), cerámicas (utilizadas para sensores), vidrio y compuestos de pulido y aplicaciones de defensa como las comunicaciones por satélite y las estructuras aeronáuticas.

Demanda global de aplicaciones que requieren tierras raras



Fuente: King (2022); IRENA (2022)

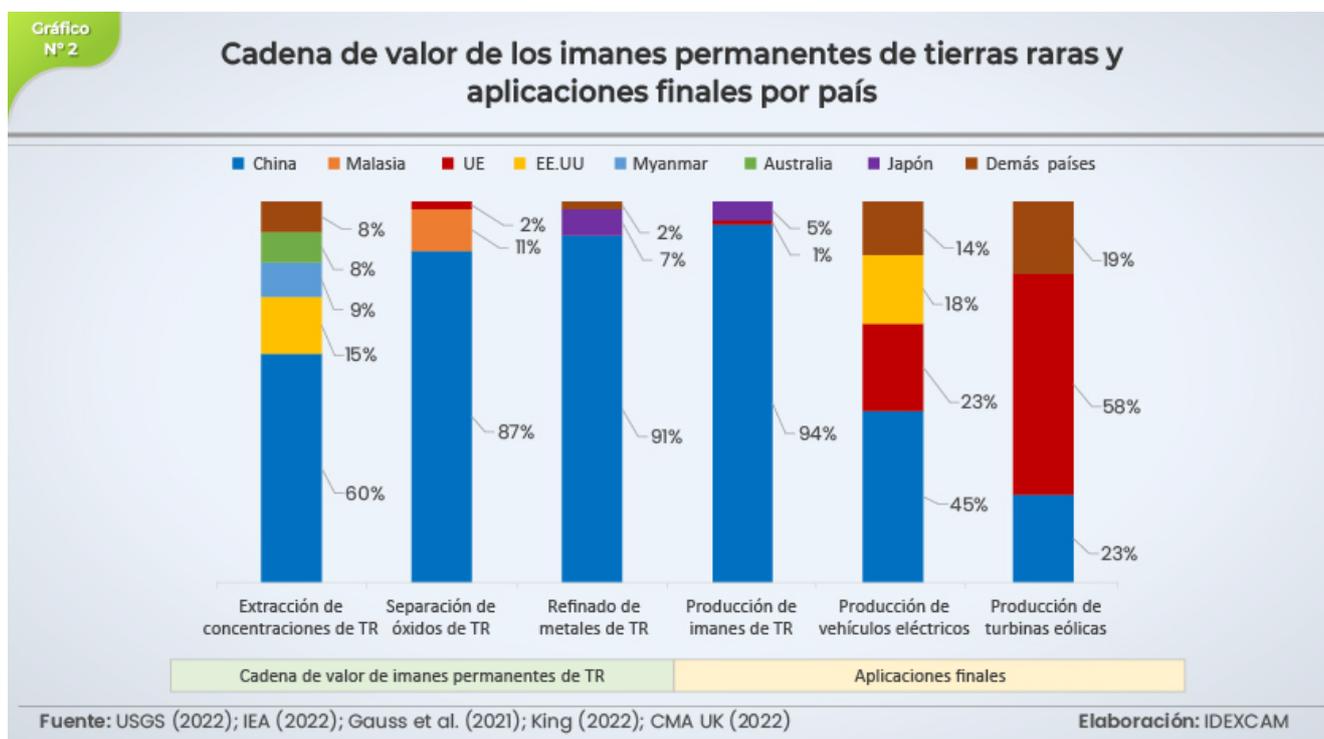
Elaboración: IDEXCAM

Cadena de valor y concentración geográfica

Toda la cadena de valor de los imanes permanentes de TR está muy concentrada en China. Con respecto al primer paso de la cadena de valor, es decir, la **minería**, China es responsable de alrededor del 60% de la producción global de TR del total de la producción mundial, mientras que Australia, Myanmar y Estados Unidos cubren en gran medida el resto. Sin embargo, la gran parte de las TR extraídos en todo el mundo se procesan en China.

En la segunda fase de la cadena de valor, nuevamente China domina estos segmentos intermedios y también los posteriores, es decir, desde la extracción de los TR hasta la fase de producción de imanes.

Además, cuando se trata de la fase de fabricación de metales o aleaciones de tierras raras, China representa alrededor del 91% de toda la capacidad mundial, seguida de Japón con 7%. Por último, la cuota de China en la producción de imanes permanentes de tierras raras representa el 94% del total mundial, mientras que Japón sigue teniendo la segunda mayor cuota con 5%. A su vez, la UE representa el 1 % de la producción mundial de imanes permanentes de tierras raras.



Economía circular en tierras raras

En vista al aumento de la demanda de tierras raras, de los retos relacionados con la minería primaria y el importante riesgo de su suministro, recientemente se ha prestado cada vez más atención a la recuperación y el reciclado de TR

procedentes de productos EoL (*End of Life*) –la definición EoL es la finalización del suministro de un producto de fábrica. En particular, debido a su uso generalizado y creciente, la investigación y desarrollo de TR se ha centrado cada vez más en los procesos de reciclado de imanes permanentes de TR.

Aunque a lo largo de los años se han desarrollado varios procesos de reciclado de imanes de neodimio (NdFeB), las operaciones de reciclado para este tipo de producto han sido todo un reto. Entre los principales factores figuran: las limitaciones técnicas, las restricciones financieras, y la escasa disponibilidad de imanes de NdFeB al final de su vida útil.

Además, la clasificación y el desmontaje siguen representando limitaciones significativas para el desarrollo de operaciones de reciclaje de tierras raras. No obstante, los esfuerzos de investigación y desarrollo se han intensificado significativamente en los últimos años, así como también el gran número de proyectos en este ámbito.

Precios internacionales de las tierras raras y sus derivados

A partir de la pandemia se registró un aumento espectacular en la demanda de tierras raras, especialmente para el neodimio y el praseodimio (comúnmente comercializados como NdPr). Ello, con el objetivo de satisfacer la demanda de TR de los vehículos eléctricos, que requieren aproximadamente cinco veces más material que los vehículos con motor de combustión. Al seguir con este comportamiento, lo más probable es que la oferta de NdPr se triplique para 2030.

En la tabla N° 1 se pueden apreciar los precios aproximados a enero de 2023 de las tierras raras y sus derivados. En ese entonces, el producto más caro era el metal de terbio, el cual llegó a cotizarse en US\$ 1.624 por kilogramo.

Tabla N° 1

Precios internacionales a enero del 2023 de tierras raras y sus derivados.

PRODUCTO	PRECIO	PRODUCTO	PRECIO	PRODUCTO	PRECIO	PRODUCTO	PRECIO
Carbonatos de cerio	\$1,18 / kg	Ferro-gadolinio	\$35,83 / kg	Óxidos de lutecio	\$829,83 / kg	Óxido de escandio	\$718,54 / kg
Metal de cerio	\$4,14 / kg	Óxido de holmio	\$85,03 / kg	Metal de neodimio	\$88,61 / kg	Aluminio de escandio	\$37,87 / kg
Óxidos de cerio	\$1,15 / kg	Ferro-holmio	\$86,73 / kg	Óxido de neodimio	\$72,57 / kg	Metal de terbio	\$1.624,10 / kg
Metal de disprosio	\$356,16 / kg	Cloruro de lantano	\$0,40 / kg	Metal de praseodimio	\$141,43 / kg	Óxidos de terbio	\$1.270,68 / kg
Óxidos de disprosio	\$384,83 / kg	Metal de lantano	\$3,94 / kg	Óxido de praseodimio	\$73,47 / kg	Itrio metal	\$33,65 / kg
Ferro-disprosio	\$275,24 / kg	Óxidos de lantano	\$3,50 / kg	Óxidos de NdPr	\$69,47 / kg	Óxido de itrio	\$8,11 / kg
Óxidos de erbio	\$38,74 / kg	Carbonatos de LaCe	\$0,25 / kg	Metal mixto de NdPr	\$82,85 / kg	Óxido de iterbio	\$15,24 / kg
Óxidos de europio	\$26 / kg	Cloruros de LaCe	\$0,19 / kg	Metal de samario	\$12,20 / kg		
Óxidos de gadolinio	\$42,32 / kg	Metal mezclado de LaCe	\$3,06 / kg	Óxido de samario	\$2,26 / kg		
Óxidos de SmEuGd	\$33,94 / kg	Oxidos de YU	\$7,12 / kg	Metal de Escandio	\$5.662 / kg		

Fuente: Institut für Seltene Erden und Metalle AG

Elaboración: IDEXCAM

Situación de las tierras raras en el Perú

En el Perú se tiene registro de Tierras Raras desde 1908, cuando el químico **Eugen Weckwarth** elaboró para el Cuerpo de Ingenieros de Minas el informe ***“Los metales raros y su existencia en el Perú”***.

Las tierras raras se han podido encontrar desde algunas arenas negras en las playas de Tumbes hasta el río Santa, en Áncash. También se han encontrado en sedimentos en Cusco, Huánuco, Cajamarca, y Madre de Dios.

Puno tendría un potencial especial, asociado a la presencia de uranio, cuya ocurrencia está relacionada con la de tierras raras. Según datos del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y aunque no se ha calculado su importancia económica, en el Perú existen tierras raras en intrusivos de la Cordillera de la Costa (Ica), la Cordillera Blanca (Áncash), la Cordillera Oriental (Puno), la sierra del departamento de La Libertad, y en la región Huancavelica. Por ello, es necesario que se realicen los estudios por parte del Estado Peruano a fin que se pueda obtener beneficios económicos para nuestro país.