

Las tierras raras :

qué son y cuál es su papel
en nuestra sociedad de alta
tecnología



Ricardo Prego

Profesor de Investigación, IIMCSIC

WEBINAR | Miércoles 09/09/2026



Contenidos

Las tierras raras:

01

¿Qué son?

02

¿Cuál es su
uso?

03

Minería y
monopolio chino

04

Impacto
geoestratégico

Objetivos específicos

- Dar a conocer los elementos de las tierras raras.
- Describir donde se encuentran sus minerales y riesgos ambientales al explotarlos.
- Relatar sus aplicaciones.
- Explicar su importancia tecnológica y geopolítica.



1a.- ¿Qué son?



Heliograbado de A. Tilgmann en el libro
"Johan Gadolin 1760-1852 in memoriam"

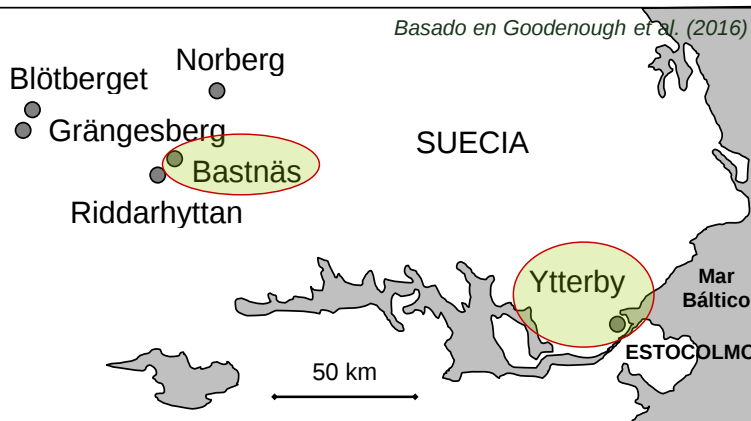


Carl Axel Arrhenius (1757-1824)

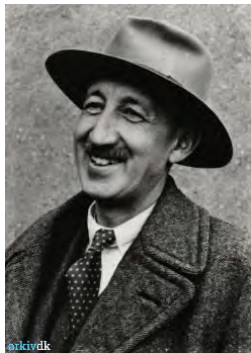
Litografía de autor desconocido



<https://www.atlasobscura.com/places/ytterby-mine>

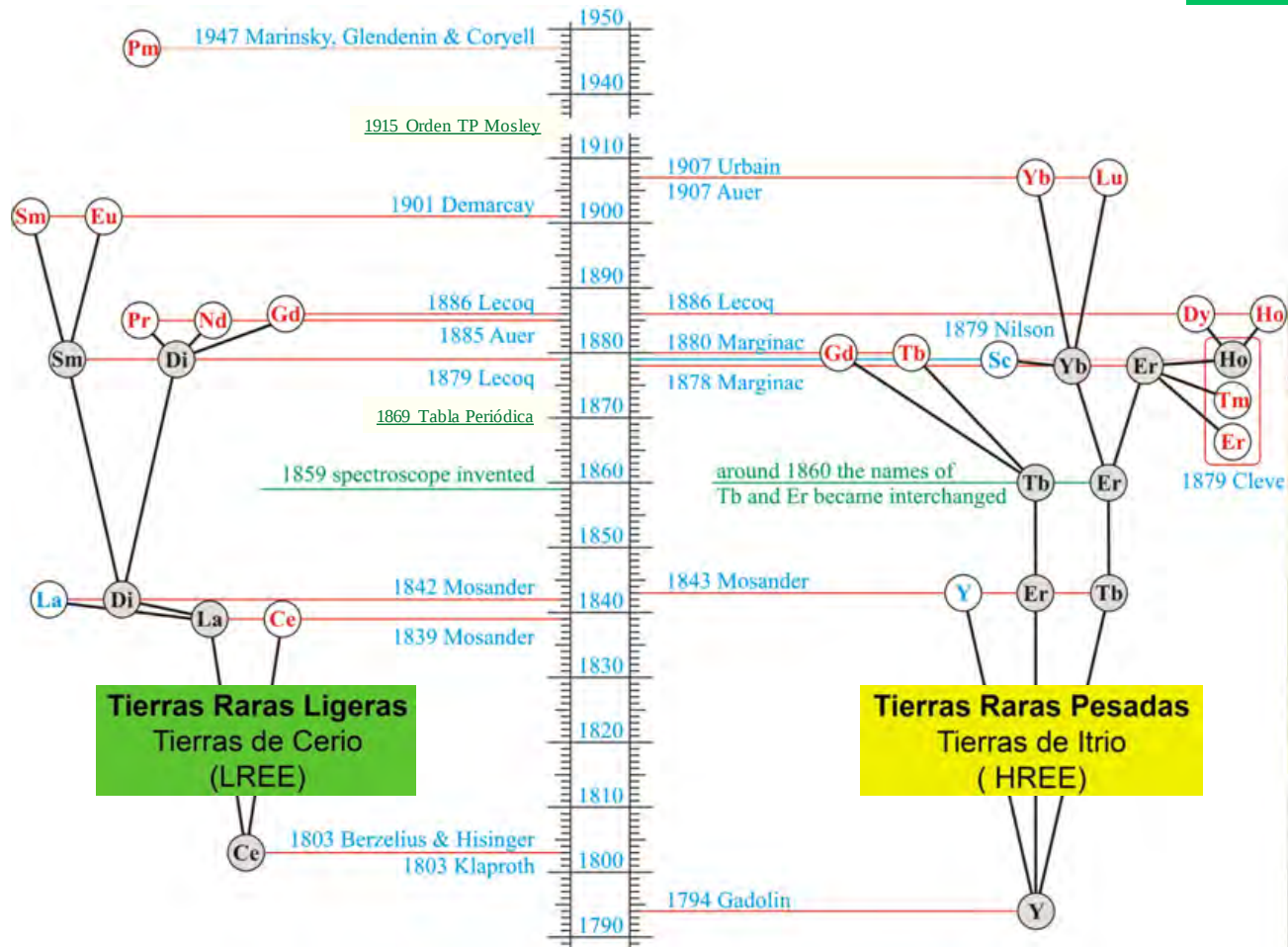


1b.- ¿Qué son?



George de Hevesy (1885-1966)
Premio Nobel de Química en 1943

*“Uno de los logros
más brillantes que la
química experimental
haya realizado jamás”*



1c.- ¿Qué son?



Antoine de Lavoisier (1743-94)

Autor desconocido

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Antoine_Lavoisier.jpg

El nombre de “tierras raras” está relacionado con su descubrimiento.

Frente a los metales reducibles al fuego con carbón, existía un grupo de sustancias compuestas “terres” cuyos metales no podían separarse por entonces de sus óxidos.

Por ejemplo, a pesar de no poder aislar el itrio, obtener su óxido (la tierra itria) se admitía como suficiente para señalar el descubrimiento del itrio.

No son un elementos “raros”. Se denominaron tierras “raras” porque inicialmente eran escasos los minerales que las contenían y todos ellos estaban en Escandinavia.

Pero no lo son, por ejemplo, el itrio ocupa el puesto 29º en el orden de abundancia en la corteza terrestre, con un contenido similar al estaño.

La denominación de “tierras raras” es anterior al ordenamiento de la tabla **periódica** (siglo XX); es fruto de la investigación de los minerales que los contenían por los químicos del siglo XIX, de ahí que estén incluidos el escandio y el itrio. Es un término arcaico que ha perdurado.

1d.- ¿Qué son?

Elementos de las tierras raras ligeras (LREEs)

La **LANTANO:**
Electrodos de batería, lentes de cámara.
Número atómico: 57

Ce **CERIO:**
Fluido catalizador para refinerías de petróleo, pedernales de ferrocerio para encendedores.
Número atómico: 58

Pr **PRASEODIMIO:**
Láser, aditivo en vidrio de didimio utilizado en gafas de soldadura, colorante en vidrios y esmaltes.
Número atómico: 59

Nd **NEODIMIO:**
Motores eléctricos, vidrio de didimio, condensadores de cerámica.
Número atómico: 60

Sc **ESCANDIO:**
Agente de rastreo en refinerías de petróleo y aditivo en lámparas de halogenuros.
Número atómico: 21

Pm **PROMETIO:**
Pintura luminosa y batería nuclear.
Número atómico: 61

Sm **SAMARIO:**
Láseres, barras de control de reactores nucleares.
Número atómico: 62

Eu **EUROPIO:**
Lámparas fluorescentes y láser.
Número atómico: 63

Gd **GADOLINIO:**
Memorias de computadora, láser, aditivo para acero, tubos de rayos X, agente de contraste para resonancia magnética.
Número atómico: 64

Y **ITRIO:**
Bombillas de bajo consumo, bujías, aditivos para el acero.
Número atómico: 39

Elementos de las tierras raras pesadas (HREEs)

Tb **TERBIO:**
Láser, lámparas fluorescentes, aditivo en imanes a base de neodimio.
Número atómico: 65

Dy **DISPROSIO:**
Láser, disco duro, aditivo en imanes a base de neodimio.
Número atómico: 66

Ho **HOLMIO:**
Imán y láser.
Número atómico: 67

Er **ERBIO:**
Láser y fibra óptica.
Número atómico: 68

Tm **TULIO:**
Láser y máquinas de rayos X.
Número atómico: 69

Yb **ITERBIO:**
Acero inoxidable, láser, bengalas.
Número atómico: 70

Lu **LUTECIO:**
Bombitas LED, vidrio de alto índice de refracción, catalizador en refinerías.
Número atómico: 71

Rare Earth Elements

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

Light Rare Earth Element Heavy Rare Earth Element

Son **metales** de brillo argentífero que se oxidan rápidamente al aire, muy buenos conductores de la electricidad y **destacan aún más** por sus propiedades magnéticas.

1e.- ¿Qué son?



<https://5.imimg.com/data5/QA/FZ/NU/SELLER-8157845/rare-earth-oxides-1000x1000.jpg>

Element	Symbol	EURARE	IUPAC	China MLR		China State Council White Paper
				I	II	
Lanthanum	La	LREE	Unpaired electrons in 4f shells	LREE	LREE	LREE
Cerium	Ce					
Praseodymium	Pr					
Neodymium	Nd					
Samarium	Sm					
Europium	Eu	HREE	Paired electrons in 4f shells	MREE		HREE
Gadolinium	Gd				MREE	
Terbium	Tb					
Dysprosium	Dy					
Holmium	Ho					
Erbium	Er					
Thulium	Tm					
Ytterbium	Yb					
Lutetium	Lu					
Yttrium	Y					
Scandium	Sc					

REE(s): Rare Earth Element(s)

REO: Rare Earth Oxides

LREE: Light Rare Earth Elements

HREE: Heavy Rare Earth Elements

REM: Rare Earth Metals

Ln: Lantánidos (lantanoïdes)

RE: Rare Earths.

REY: Rare Earths & Yttrium.

TREE: Total Rare Earth Element.

MREE: Medium Rare Earth Elements.

TREO: Total Rare Earth Oxides.

LREO: Light Rare Earth Oxides.

MREO: Medium Rare Earth Oxides.

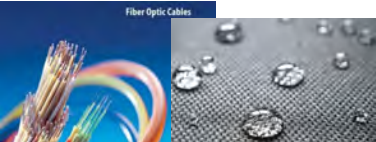
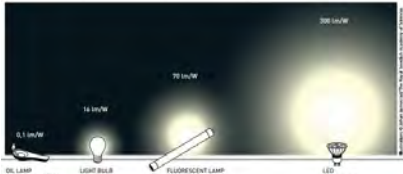
MREO: Mixed Rare Earth Oxides.

MREC: Mixed Rare Earth Concentrate.

HREO: Heavy Rare Earth Oxides.

REPF: Rare Earth Phosphate Fertilizer.

2a.- ¿Cuál es su uso?



Advanced Ceramic Materials
The Use of Rare Earths in Functional Ceramics

ENERGY TRANSITION METALS SUMMIT
Washington, D.C. | April 29-30, 2024

NEWS MARKETS INTELLIGENCE CAREERS EDUCATION BUYERS GUIDE ADVERTISE RSS NEWSLETTER

MINING.COM

Rare earths show potential for quantum communications, processors

Staff Writer | March 18, 2022 | 5:05 am Education Suppliers & Suppliers Base Earth

Quantum computing quest lands on rare earth

Metal Tech News - March 18, 2024

Shane Lasley Metal Tech News | Last updated Mar 18, 2024 11:58am

METAL TECH NEWS
THE ELEMENTS OF INNOVATION DISCOVERED



Algunas refinarias de petróleo utilizan catalizadores para descomponer el petróleo y producir combustibles como el gasóleo y el diesel.

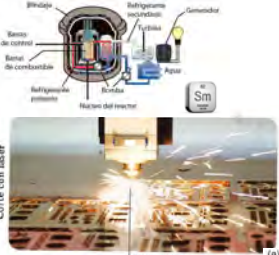


Where are rare earths used at home?

1. Energy efficient light bulbs
2. Wind turbines that supply electricity
3. Glass screens, speakers, vibration units and mobile phone components
4. Cellars, displays in television screens
5. Batteries for hybrid cars
6. Special glass, such as used in welding masks
7. Optical glasses, such as in cameras and telescope lenses
8. Computer monitor screens, speakers and hard drives
9. Fluorescent lighting

WHAT PROMETHIUM IS FOR

- Used in luminous tubes
- Used in atomic batteries
- Also used in devices that measure thickness of objects
- It is a solid
- Color varies



El láser de bombeo más comúnmente utilizado en la industria.



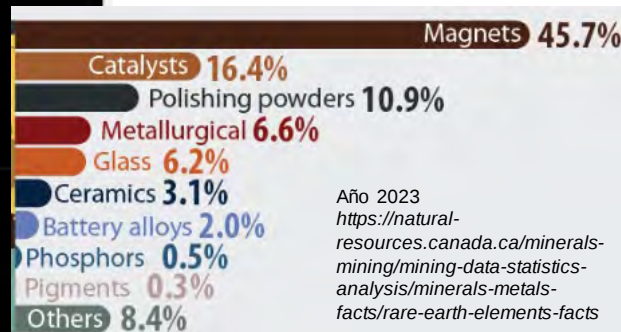
Elementos críticos: para aplicaciones tecnológicas cuya escasez dañaría la economía de un país.

2b.- ¿Cuál es su uso?



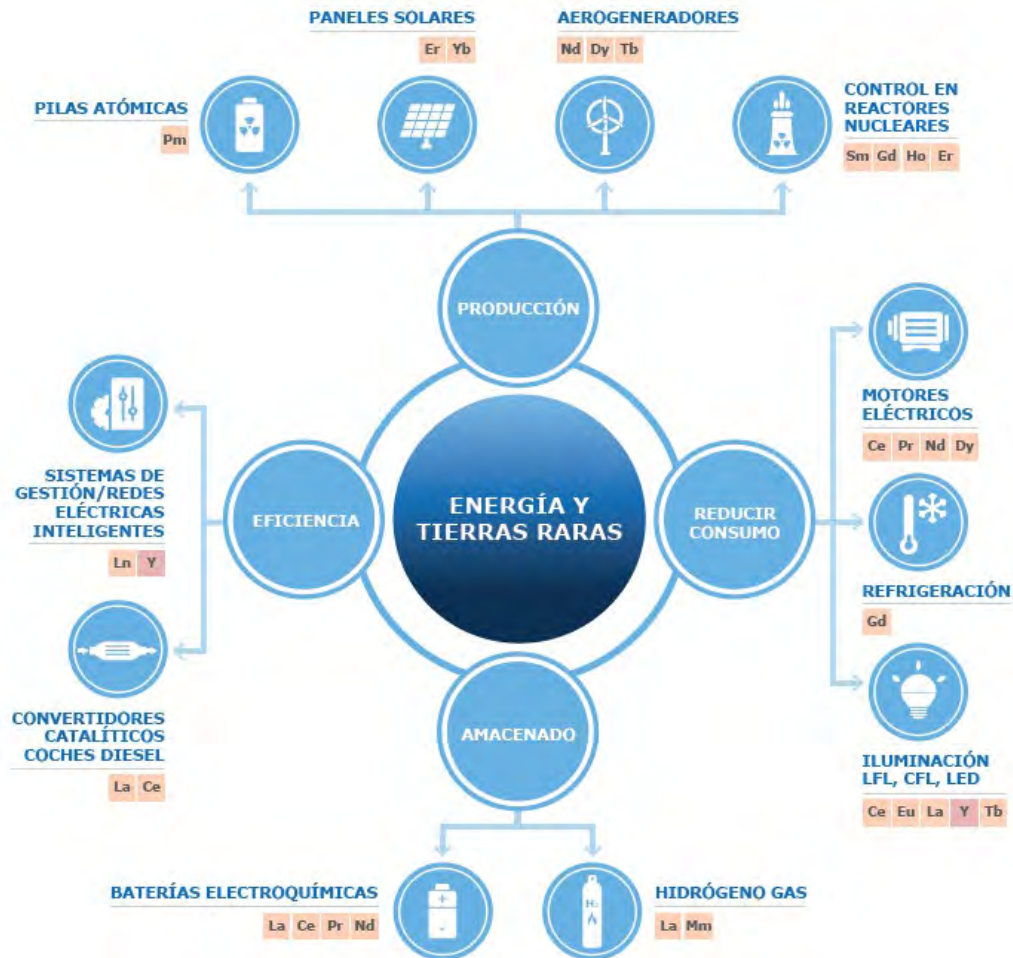
La fabricación de imanes es la dominante.

Los luminiscentes (fósforos) tienen la mejor relación valor/producción.



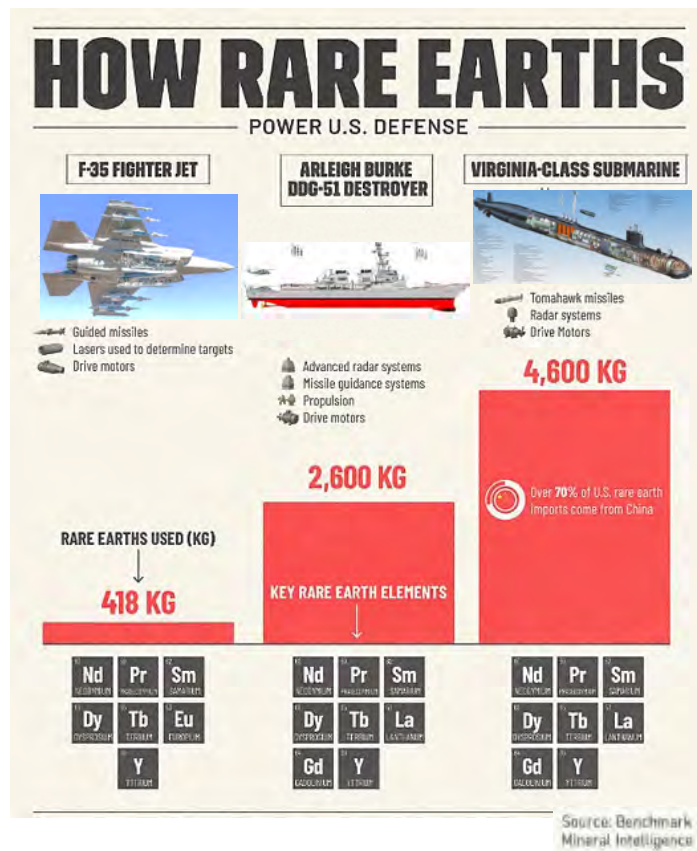
Fortune Business Insights estima que el mercado global fue de \$4.120 millones en 2025 y prevé que alcance: \$9.890 millones en 2034.

2c.- ¿Cuál es su uso?



Prego (2021), IEEE

2d.- ¿Cuál es su uso?



APLICACIONES MILITARES:

- **Aeronaves y Vehículos:** Motores, actuadores y sistemas de control en aviones de combate (como el F-35), drones y vehículos blindados.
- **Sistemas Navales:** Componentes para transductores de sonar, navegación y detección de radiación en submarinos y buques.
- **Guiado y Apuntado:** Imanes de alto rendimiento (neodimio, samario) para sistemas de guiado de misiles y municiones de precisión.
- **Tecnología de Sigilo:** Disprosio e itrio en recubrimientos de sigilo y absorción de radar.
- **Láseres y Comunicaciones:** Itrio en láseres para comunicaciones y apuntado.
- **Sensores y Óptica:** Gadolinio en absorción de radar, itrio en visión nocturna y europio en pantallas y gafas protectoras.

Elementos estratégicos: la producción nacional satisface o no la demanda de su industria militar

2e.- ¿Cuál es su uso?

Elementos críticos: para aplicaciones tecnológicas satisface o no la economía de un país.

Elementos estratégicos: la producción nacional satisface o no la demanda de su industria militar.



***Críticos (¿estratégicos?)
a medio plazo***

US Dept. Energy. Penchoff et al., 2021



Prego (2021), IEEE

3a.- Minería y monopolio chino.

La **disponibilidad** de elementos de las tierras raras viene **condicionada** por su presencia en la corteza superior terrestre.

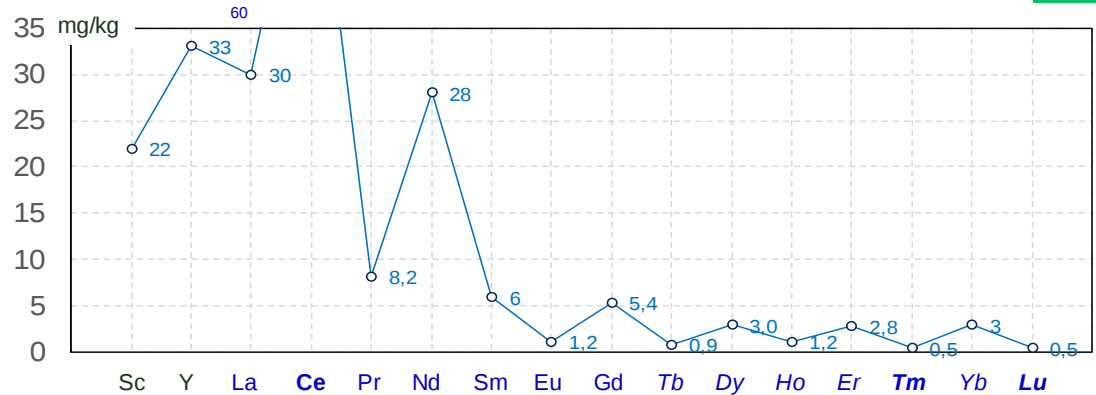


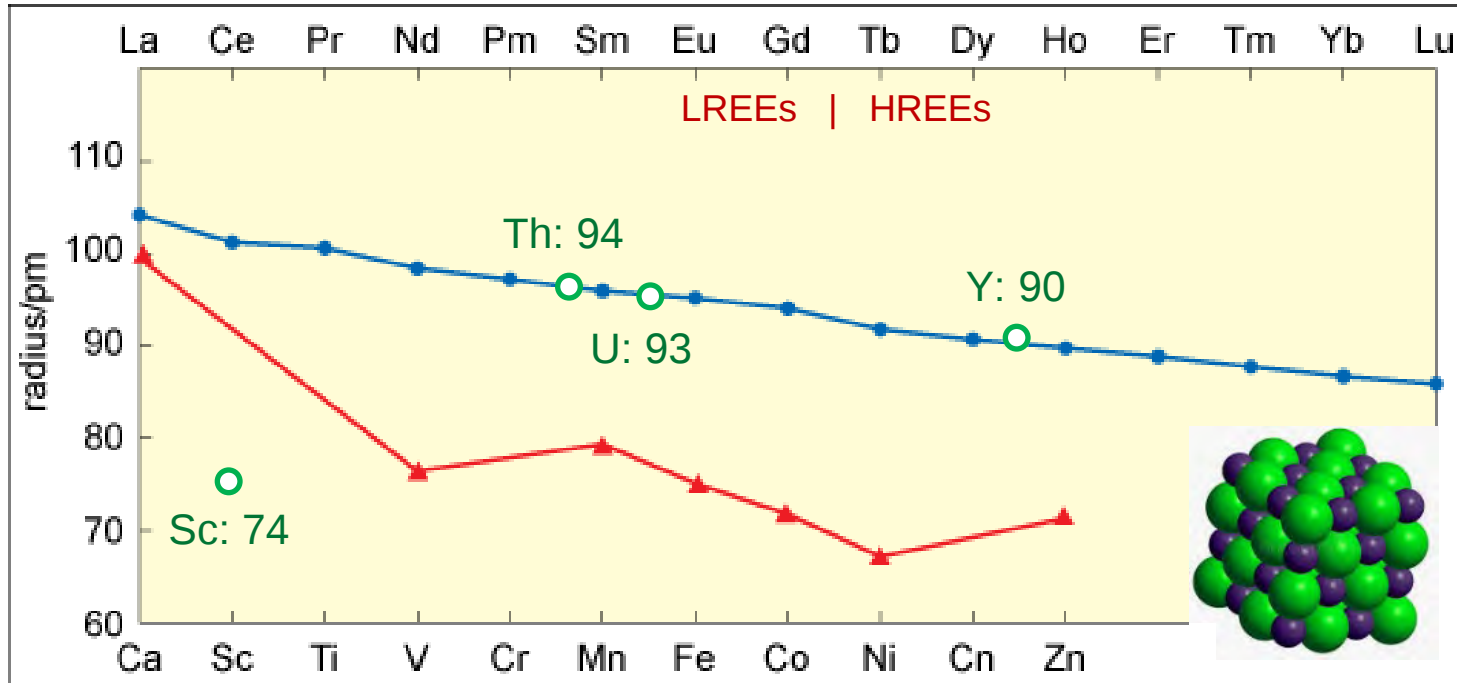
Diagrama esquemático del principio de cristalización fraccionada del magma.

Durante el proceso de enfriamiento cristalizan sucesivamente diferentes minerales y los elementos de las tierras raras se separan por “exclusión” porque no se adaptan a la red cristalina de los minerales formados

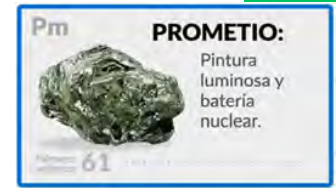
Los ligeros (LREEs) son más abundantes en la corteza terrestre y en el manto son más copiosos los pesados (HREEs).

Así, en la mayoría de los yacimientos La, Ce, Pr y Nd constituyen un 80-99% del total de metales de tierras raras que puede extraerse del mineral.

3b.- Minería y monopolio chino.



La producción anual de **escandio** es pequeña (15-20 toneladas/año de Sc_2O_3). Se extrae principalmente como subproducto de la minería de U, Ti, Ni (China, Rusia, Kazajistán, Ucrania).



3c.- Minería y monopolio chino.

Las tierras raras están contenidas en variedad de minerales explotables:

Carbonatos: bastnasita



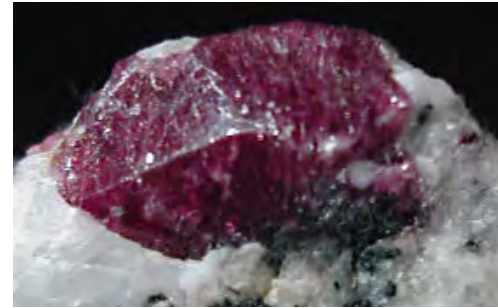
Pakistán

Silicatos: allanita



Nuevo México (USA)

Silicatos: eudialita



Suecia

Fosfatos: monacita



Madagascar

Fosfatos: xenotima (HREEs)



Malawi

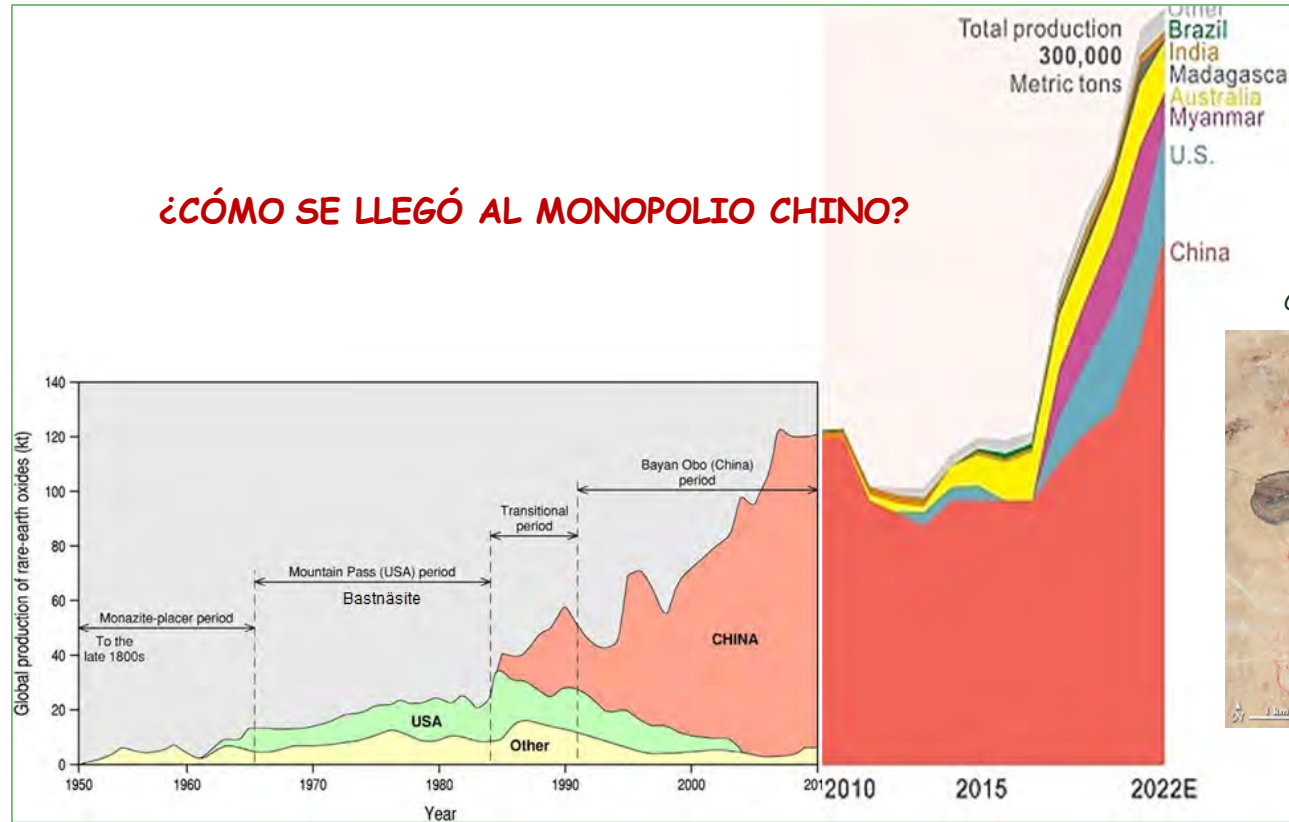
IAC: "Ion Adsorption Clays" (HREEs)



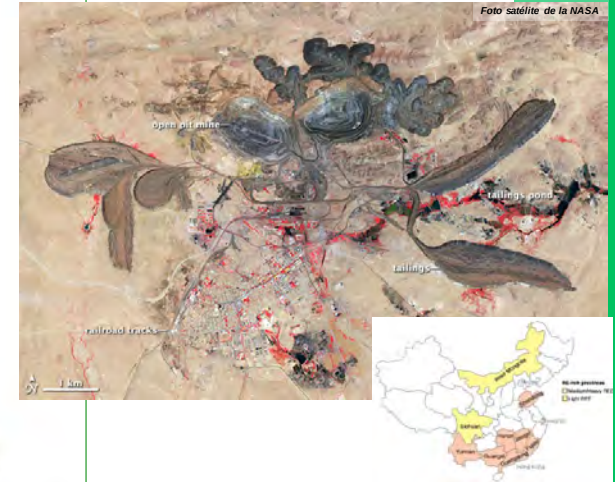
China

3d.- Minería y monopolio chino.

¿CÓMO SE LLEGÓ AL MONOPOLIO CHINO?



Complejo minero de Baiyun Obo (白云鄂博)



3e.- Minería y monopolio chino.

TÉRMINOS RELACIONADOS PERO DISTINTOS:

MINERALES: compuestos naturales que forman rocas.

OCURENCIA MINERAL: es una concentración anómala de minerales científicamente interesante.

DEPÓSITO MINERAL: es una ocurrencia con potencial económico.

YACIMIENTO MINERAL: es un depósito económicamente rentable por su tamaño, ley y características.

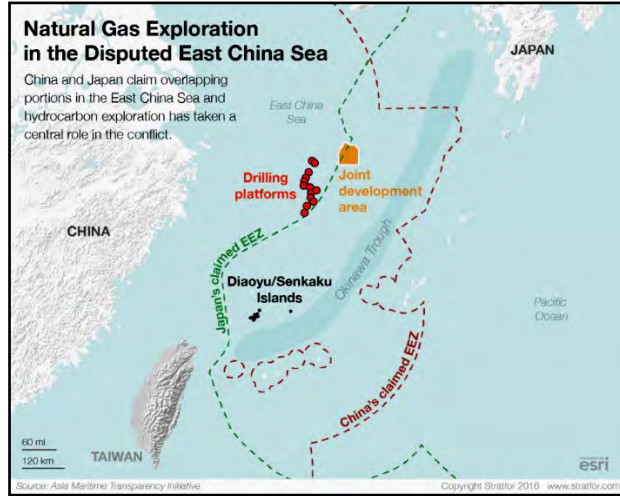


Kataka, 7/12/2025

Deady, E. (2021) Global rare earth element (REE) mines, deposits and occurrences (May 2021). British Geological Survey.



4a.- Impacto geoestratégico: pánico y diversificación: reabrir minas, nuevas minas, favorecer la industria, reciclar.



China exigió su **soberanía** sobre las islas **Senkaku/Diaoyu** en 1970s tras la detección de reservas de petróleo. Japón y Taiwán también la reclaman; ello afecta la seguridad en el **Mar de China**: las fuerzas militares chinas se modernizan mientras que Estados Unidos mantiene sus alianzas.



7 septiembre 2010: detención pesquero chino por patrullera japonesa.

22 de septiembre: suspensión envío de REEs a Japón.

Resultado: Primer “embargo” de la transición tecno-energética.

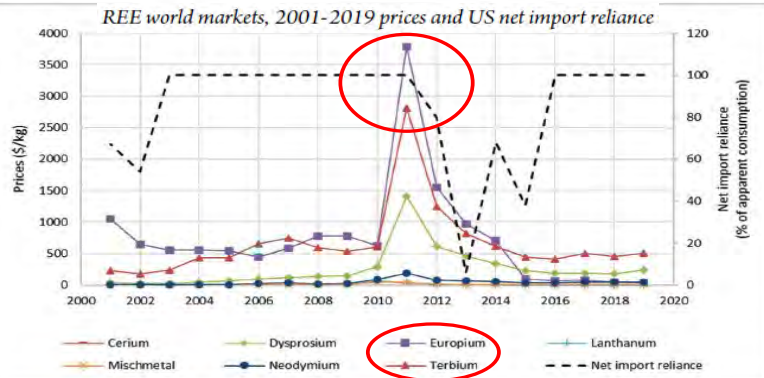


Fig. 6. Shanghai Sheshome nominal prices of rare-earth oxides (REO): January 2008–December 2016. Note: Nominal prices were originally expressed in RMB/mt. They were transformed into USD/kg by using the CNY/USD exchange rate from FRED Economic Data, <https://fred.stlouisfed.org/>.



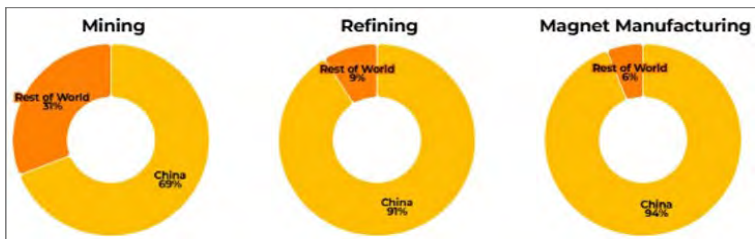
Quién controla los minerales, controla la industria
Importancia crucial de asegurar acceso a estos recursos

4b.- Impacto geoestratégico.

El monopolio chino cuenta con vastos yacimientos nacionales y también acuerdos con países ricos en REEs (Madagascar, Myanmar, Rusia, Afganistán...) para asegurarse el suministro de materias primas.

China refuerza su posición a lo largo de toda la cadena de valor: minería, refinado, procesado y manufactura, trabajadores, técnicos formados e investigación (descubrir nuevas propiedades, registrar patentes y explotar aplicaciones futuras).

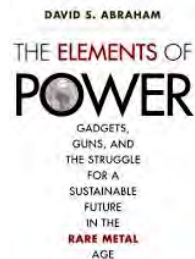
*Raw Power: China FDI into Critical Minerals and Metals Climate Energy Finance
Tomado de: A. de Vicente en Reporte minero & energético (22/03/2026)*



2025, Benchmark Rare Earths Forecast

MINE PRODUCTION		
	Metric Tons	año 2024
1	China	270K
2	U.S.	45K
3	Myanmar	31K
4	Australia	13K
5	Thailand	13K
6	Nigeria	13K
7	India	2.9K
8	Russia	2.5K
9	Madagascar	2.0K
10	Vietnam	300
11	Malaysia	130
12	Brazil	20
NA	Greenland	0
NA	Canada	0
NA	Tanzania	0
NA	South Africa	0
	Other	1.1K
	World total	390K

Figures rounded. As of 2024. | Source: USGS



Abraham (2017): En 2010s la industria de tierras raras tenía en USA 1.500 empleados, muchos menos que los 25.000 en 1970s.

El mundo euro-americano externalizó su procesado: Australia a Malasia; Montain Pass (USA) a Estonia y China.



Pitron (2019): La cultura minera francesa se muere.

En el ámbito económico, [China] aspira a ser la gran vencedora de la transición energética y digital ...se ha hecho a expensas del dinamismo industrial de Europa y Estados Unidos.

China decidió convertirse en un líder mundial en la fabricación. Tras absorber empleos occidentales, elabora motores eléctricos, computadoras, baterías, pantallas, teléfonos... **China produce el 76% de imanes de tierras raras del mundo.**

4c.- Impacto geoestratégico.

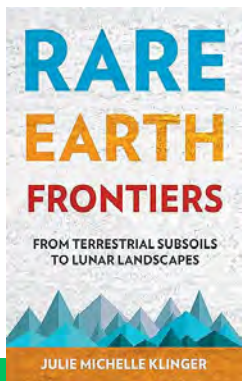


Chomón (2024): La prudencia nos sugiere un giro hacia la reindustrialización y la búsqueda de un cierto grado de autosuficiencia y de autarquía a nivel nacional.

Prego (2021): A día de hoy, destacan dos entre los desafíos pendientes de resolver. Uno es medioambiental y otro geoestratégico. Una política científica adecuada es clave para perseguir soluciones que permitan a cada nación alcanzar una independencia energética, adaptándose a sus riquezas naturales.



La partida ya no va de quién tiene las tierras raras, sino de quién fabrica la tecnología.



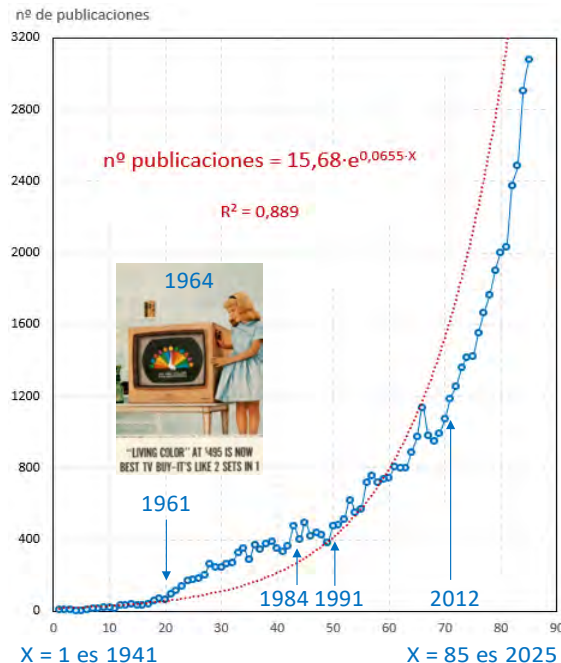
Klinger (2017): *“Construir una sostenible, justa y racional economía para las tierras raras con programas como la iniciativa de transparencia para la industria extractiva”:*

- Priorizar la integridad de las vidas y paisajes locales,
- Que los REO sean producidos por empresas con certificado ISO 1400,
- Reciclar los elementos de las tierras raras.

A medida que las naciones invierten en diversificar cadenas de suministro, promoción de prácticas sostenibles y desarrollo de tecnologías innovadoras, **el equilibrio de poder global está cambiando: ¿De una globalización hacia una autarquía?**

4d.- Impacto geoestratégico.

A partir de 1961 sobrepasaron la centena anual, fue el inicio de la época dorada con el conocimiento de propiedades y aplicaciones.



La invenciones sucesivas de microprocesadores (1971), imanes con tierras raras (1966-1983), internet (1981), teléfonos móviles (1991), equipos inteligentes-smart (2005) y tecnologías verdes.

Brought to you by Red de Bibliotecas del CSIC



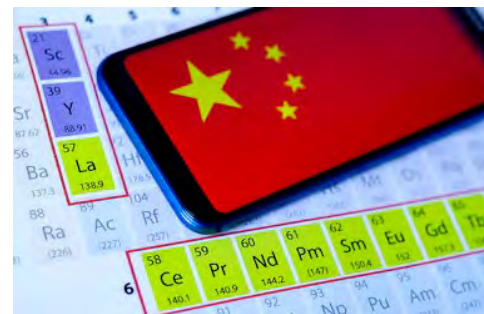
Scopus

Search within
Article title

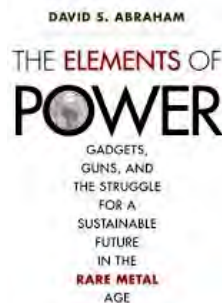
Search documents
rare earths

Authorship

The primary corresponding authors at country/region level in the last five years.



La investigación científica, pura y aplicada ha pasado de Europa a USA y ahora a China.



Abraham (2017): “...la investigación es crucial para descubrir los secretos de la ciencia de los materiales...”

“Los gobiernos deberían trabajar más cerca de las instituciones de investigación y la industria tecnológica para comprender mejor las demandas futuras de metales raros.”

4d.- Impacto geoestratégico.

Commission selects 47 Strategic Projects to secure and diversify access to raw materials in the EU

Tierras raras sujetas a restricciones a la exportación en China

Tierra rara	Date des restrictions à l'exportation	Medida aún vigente
Samario	4 de Abril de 2025	Sí
Gadolinio	4 de Abril de 2025	Sí
Terbio	4 de Abril de 2025	Sí
Disprobio	4 de Abril de 2025	Sí
Lutecio	4 de Abril de 2025	Sí
Escandio	4 de Abril de 2025	Sí
Itrio	4 de Abril de 2025	Sí
Holmio	10 de Septiembre de 2025	Suspendida hasta noviembre de 2026
Erbio	10 de Septiembre de 2025	Suspendida hasta noviembre de 2026
Tulio	10 de Septiembre de 2025	Suspendida hasta noviembre de 2026
Europio	10 de Septiembre de 2025	Suspendida hasta noviembre de 2026
Yterbio	10 de Septiembre de 2025	Suspendida hasta noviembre de 2026

Tabla: el Grand Continent • Fuente: Bonnet (2025)

Setting benchmarks by 2030 for domestic capacities

The Act sets these benchmarks along the strategic raw materials value chain and for the diversification of the EU supplies

- at least 10% of the EU's annual consumption for extraction
- at least 40% of the EU's annual consumption for processing
- at least 25% of the EU's annual consumption for recycling
- no more than 65% of the EU's annual consumption from a single third country

Strategic Projects for the EU

MAP LEGEND



Extraction



Processing



Recycling



Substitution

Al	Aluminium
B	Boron
BRMs	Battery Raw Materials ¹
Co	Cobalt
Cu	Copper
Ga	Gallium
Ge	Germanium
C	Graphite
Li	Lithium
Mg	Magnesium
Mn	Manganese
Ni	Nickel
PGMs	Platinum Group Metals
REEs	Rare Earth Elements
W	Tungsten

¹ Battery Raw Materials refer to lithium, cobalt, nickel, manganese and graphite

Disclaimer: The location of projects is based on a regional scale and doesn't reflect their exact geographical locations



LAS TIERRAS RARAS, Cuestiones planteadas:

- 1.- ¿Qué son?: 17 metales de brillo argentífero que se oxidan rápidamente al aire, muy buenos conductores de la electricidad y que destacan por sus especiales propiedades magnéticas.
- 2.- ¿Cuál es su uso?: la fabricación de imanes es la principal (46%), luego están catálisis (16%), pulido (11%), aleaciones (7%), vidrio (6%), cerámicos (3%), baterías (2%), luminiscentes (0,5% con la mejor relación valor/producción), pigmentos (0,3%) y otros (8%).
- 3.- Minería y monopolio chino: China es internacionalmente dominante por su posición a lo largo de toda la cadena de valor: minería, refinado, procesado y manufactura, trabajadores y técnicos formados.
- 4.- Impacto geoestratégico: es crucial, al ser elementos críticos para las aplicaciones tecnológicas cuya escasez dañaría la economía de un país y también son elementos estratégicos si la producción nacional no satisface la demanda de la industria militar.



<https://mineriaenlinea.com/2018/08/todo-sobre-las-tierras-raras/>



<https://es.dreamstime.com/juego-de-ajedrez-pol%C3%ADtico-con-ee-uu-la-ue-y-china-en-el-mapa-mundial-imagen-conceptual-que-representa-un-geopol%C3%ADtico-entre-image395430497>

Muchas gracias

*Presentación de diseño propio, basada en plantilla de [Slidesgo](#), iconos de [Flaticon](#) e infografías de [Freepik](#)

