

*LA TRANSICION ENERGÉTICA. DEL PETRÓLEO A LOS MATERIALES
CRÍTICOS: POSIBILIDADES MATERIALES ANTE LOS PLANES DE
TRANSICIÓN ENERGÉTICA*

18/05/2023

Abel Ortego aortego@unizar.es



ELMOTOR



DE 100 A 0 PODCAST ACTUALIDAD PRUEBAS TECNOLOGÍA ELÉCTRICOS CONDUCIR MOTOS

INFO ÚTIL ▾

DESCÚBRELO

Ford ACERCANDO
EL MAÑANA

ACTUALIDAD

Adiós a los motores de combustión a partir del 1 de enero de 2035

La Comisión de Medio Ambiente de la UE acaba de aprobar el fin de la venta los coches con combustible cinco años antes de lo previsto.



RUBÉN PÉREZ

12 MAY 2022

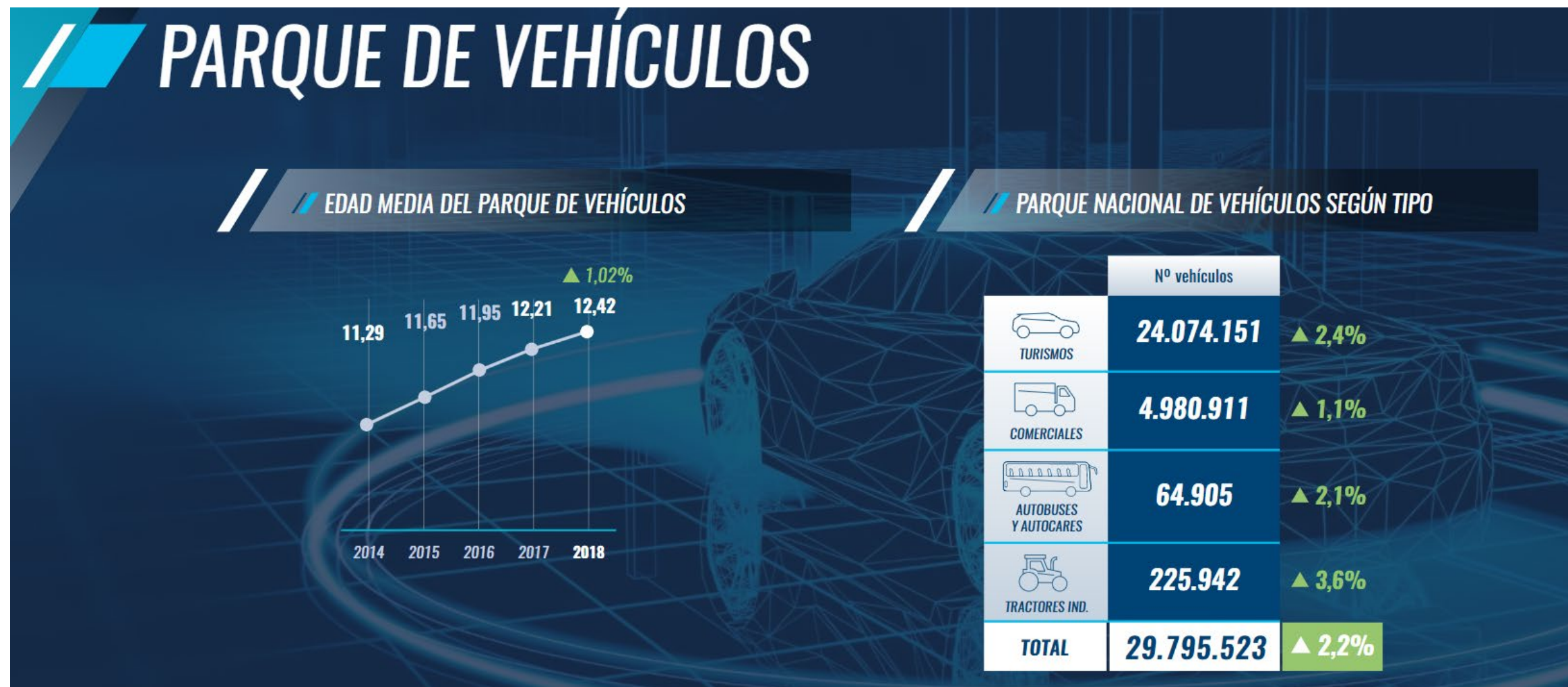


¿Por qué se está produciendo una migración de la movilidad hacia el vehículo eléctrico?

Principales argumentos:

1. Agotamiento del petróleo
2. Cambio climático
3. Contaminación ambiental
4. Mayor eficiencia global
5. Uso de los recursos renovables
6. Independencia energética
7. ¿Alguna más?

¡Hay que progresar!

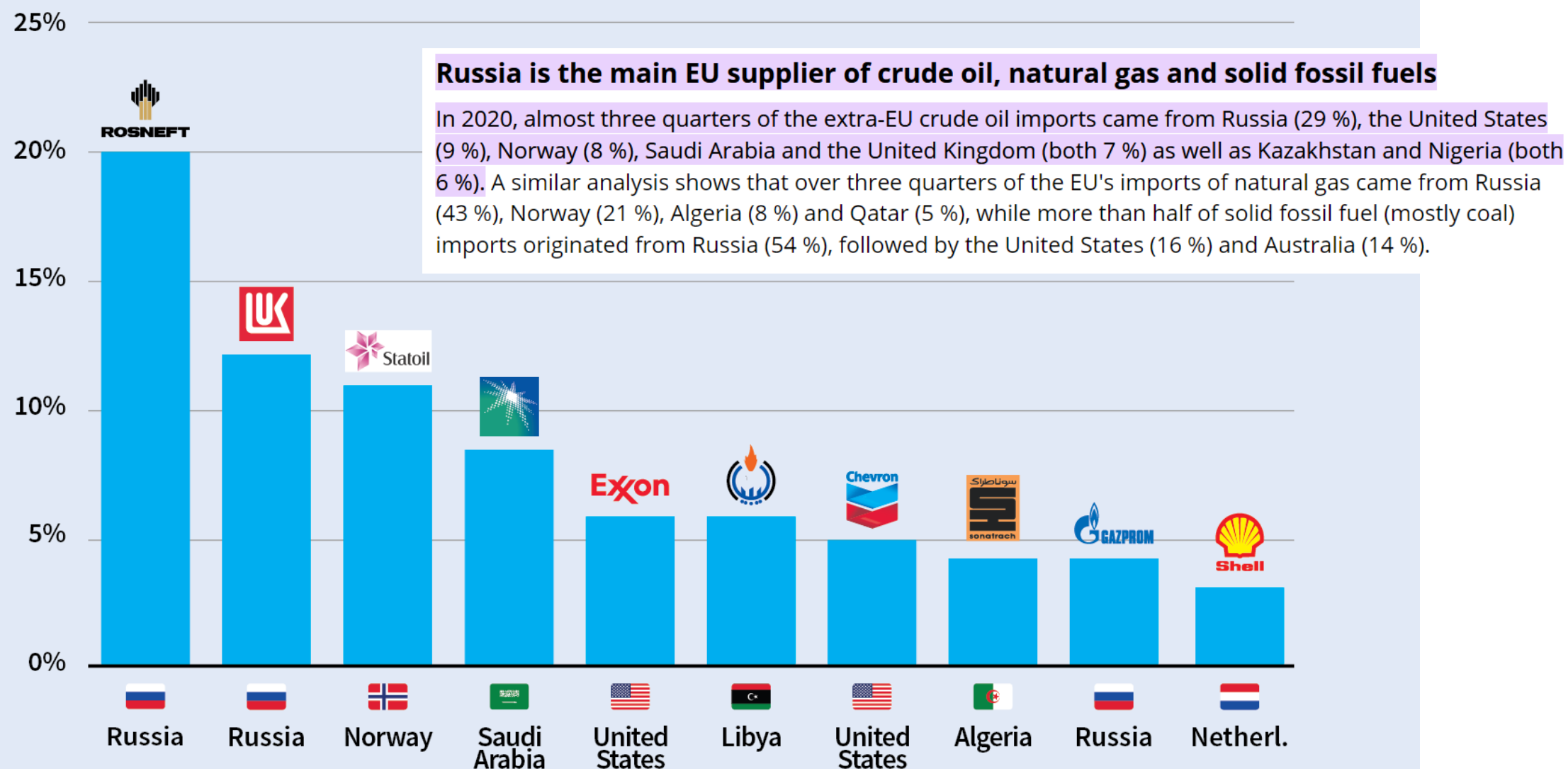


**En Europa hay aproximadamente un
automóvil por cada dos habitantes**

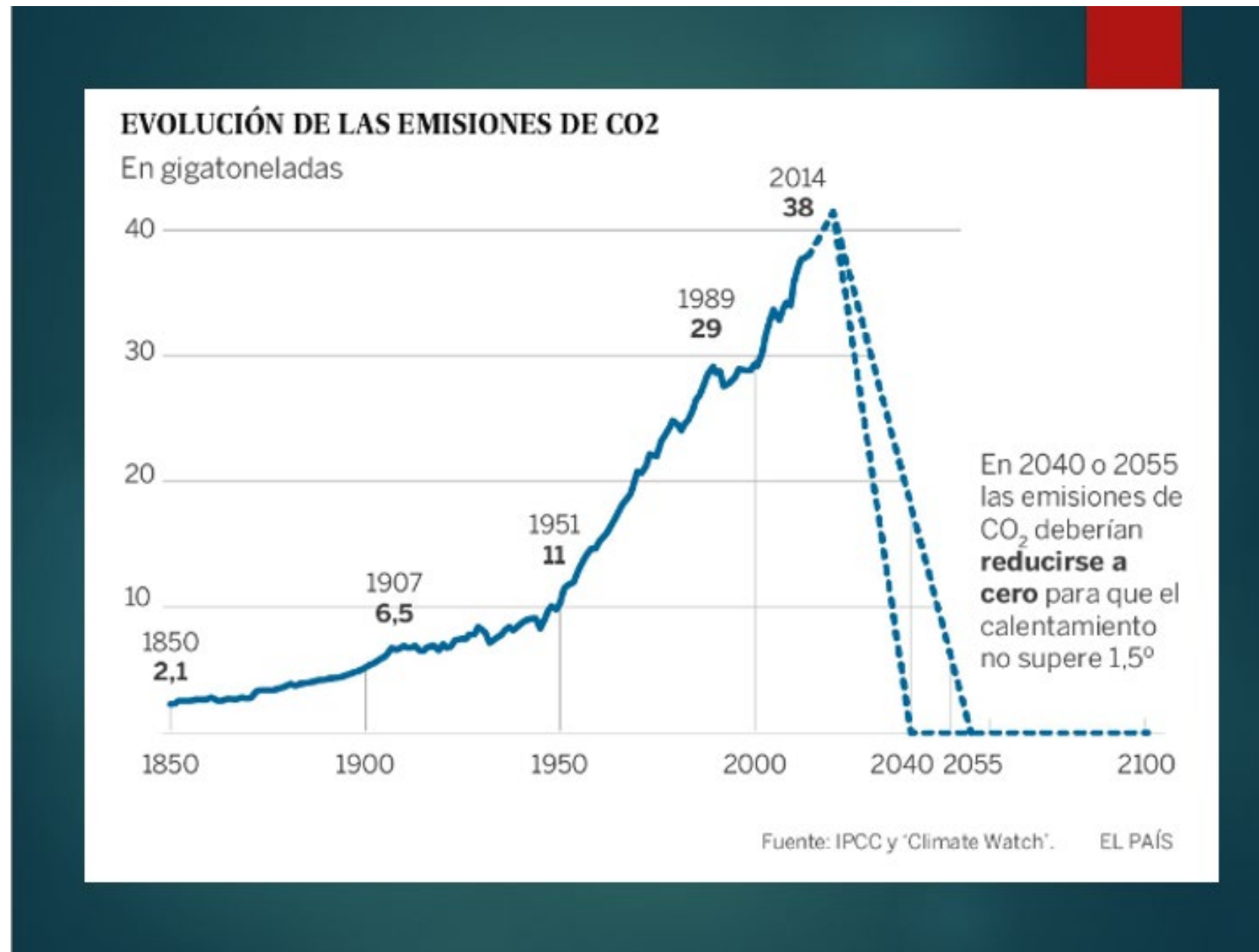
El automóvil y el petróleo

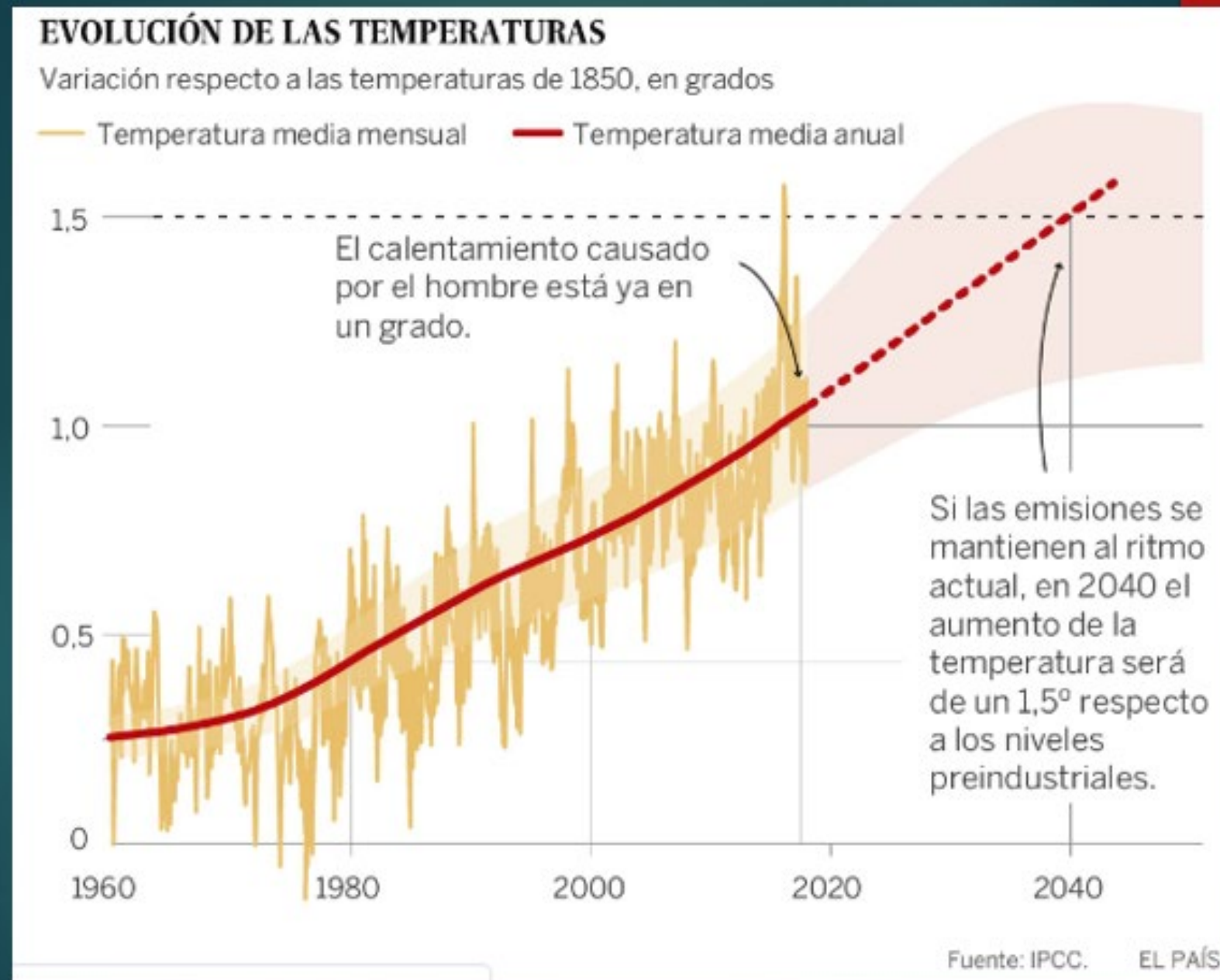
Who supplies Europe's oil?

8 of the top 10 oil suppliers are non-European companies



Problemas relacionados con el calentamiento global (CO₂)

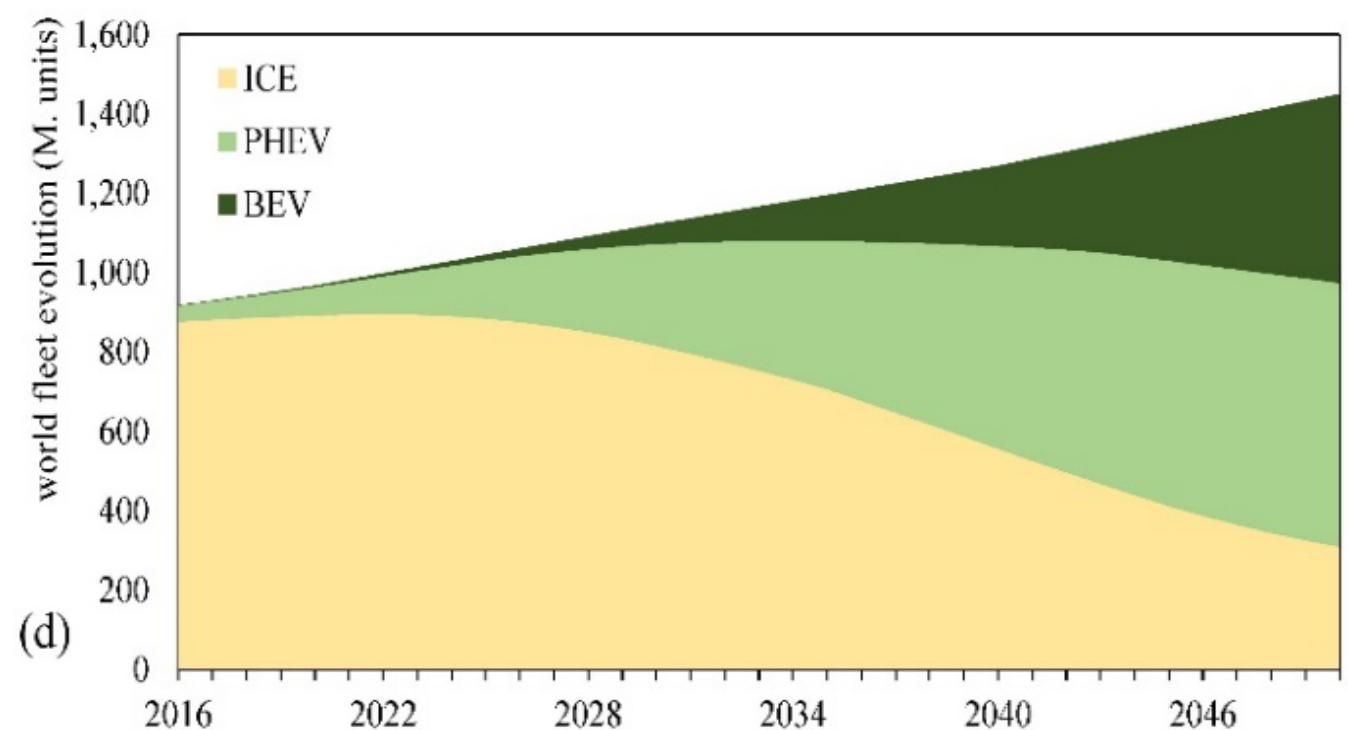
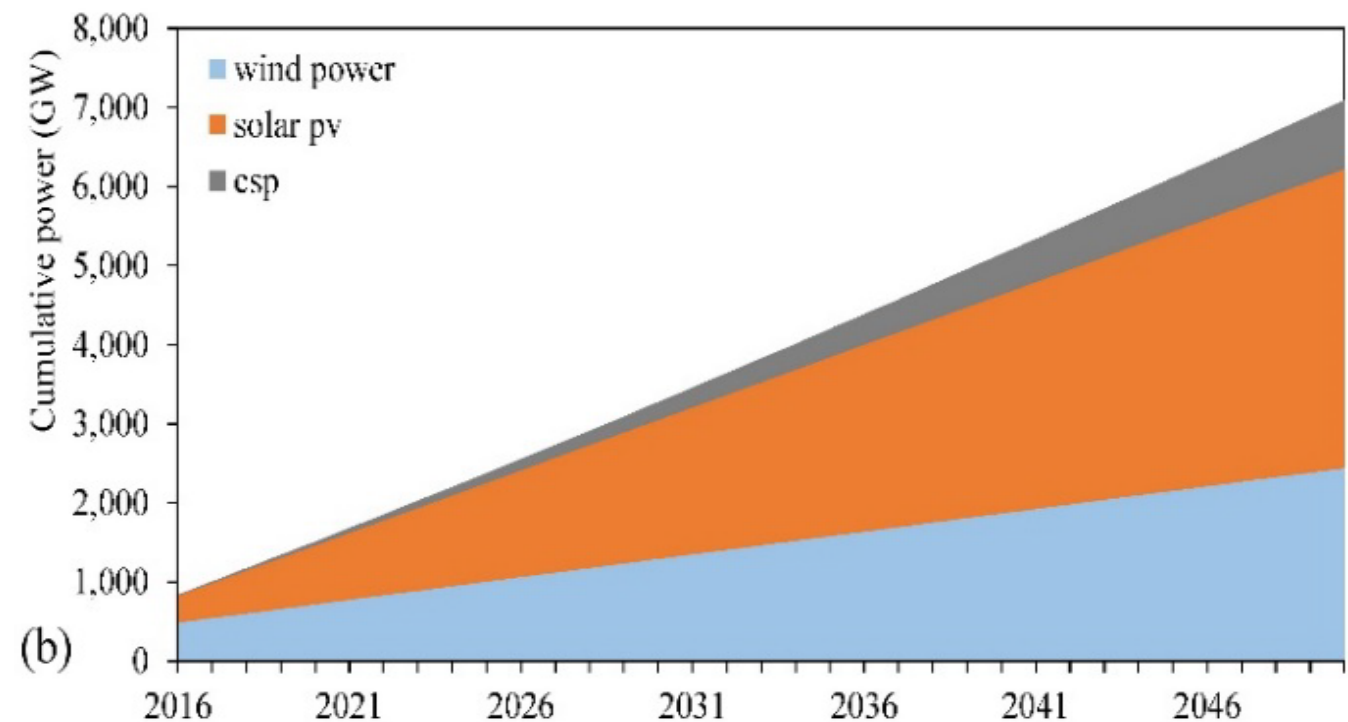




se necesita una economía libre de carbón



**con muchas renovables
y coches eléctricos**



Ya tenemos una economía ¿verde?



Economía Verde o economía multicolor?

- **Eólica → Imanes permanentes Nd, Dy, Pr, Sm y Co**
- **Fotovoltaica → In, Te, Ga, Ge, As, Gd**
- **Lámparas de bajo consumo y pantallas : Y, Eu, Tb, In, Sn**
- **Baterías → Ni, Mn, Co, Cd, La, Ce, Li**
- **Automóviles eléctricos → La, Imanes permanentes,**
- **Catalizadores → Pt, La, Ce**
- **Aleaciones de alta resistencia → Nb, Mo, Co, Ti**

Economía Verde o economía multicolor?

1	2																18
1 H Hidrógeno 1.008																	2 He Helio 4.003
3 Li Litio 6.941	4 Be Berilio 9.012											5 B Boro 10.811	6 C Carbono 12.011	7 N Nitrógeno 14.007	8 O Oxígeno 15.999	9 F Flúor 18.998	10 Ne Neón 20.180
11 Na Sodio 22.990	12 Mg Magnesio 24.305											13 Al Aluminio 26.982	14 Si Silicio 28.086	15 P Fósforo 30.974	16 S Azufre 32.066	17 Cl Cloro 35.453	18 Ar Argón 39.948
19 K Potasio 39.098	20 Ca Calcio 40.078	21 Sc Escandio 44.956	22 Ti Titanio 47.88	23 V Vanadio 50.942	24 Cr Cromo 51.996	25 Mn Manganeso 54.938	26 Fe Hierro 55.933	27 Co Cobalto 58.933	28 Ni Níquel 58.693	29 Cu Cobre 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallio 69.723	32 Ge Germanio 72.61	33 As Arsénico 74.922	34 Se Selenio 78.09	35 Br Bromo 79.904	36 Kr Kriptón 84.80
37 Rb Rubidio 84.468	38 Sr Estroncio 87.62	39 Y Itrio 88.906	40 Zr Zirconio 91.224	41 Nb Niobio 92.906	42 Mo Molibdeno 95.94	43 Tc Tecnecio 98.907	44 Ru Rutenio 101.07	45 Rh Rodio 102.906	46 Pd Paladio 106.42	47 Ag Plata 107.868	48 Cd Cadmio 112.411	49 In Indio 114.818	50 Sn Estañio 118.71	51 Sb Antimonio 121.760	52 Te Telurio 127.6	53 I Yodo 126.904	54 Xe Xenón 131.29
55 Cs Cesio 132.905	56 Ba Bario 137.327	57-71 Lantánido	72 Hf Hafnio 178.49	73 Ta Tantalio 180.948	74 W Wolframio 183.85	75 Re Renio 186.207	76 Os Osmio 190.23	77 Ir Iridio 192.22	78 Pt Platino 195.08	79 Au Oro 196.967	80 Hg Mercurio 200.59	81 Tl Talio 204.383	82 Pb Plomo 207.2	83 Bi Bismuto 208.980	84 Po Polonio [209]	85 At Astatina [210]	86 Rn Radón [222]
87 Fr Francio 223.020	88 Ra Radio 226.025	89-103 Actínido	104 Rf Rutherfordio [261]	105 Db Dubnio [262]	106 Sg Seaborgio [266]	107 Bh Bohrio [264]	108 Hs Hassio [269]	109 Mt Meitnerio [268]	110 Ds Darmstadtio [269]	111 Rg Roentgenio [272]	112 Cn Copernicio [277]	113 Uut Ununtrio [284]	114 Fl Flerovio [289]	115 Uup Ununpentio [288]	116 Lv Livermorio [293]	117 Uus Ununseptio [294]	118 Uuo Ununoctio [294]
57 La Lantano 138.906	58 Ce Cerio 140.115	59 Pr Praseodimio 140.908	60 Nd Neodimio 144.24	61 Pm Prometio 144.913	62 Sm Samario 150.36	63 Eu Europio 151.966	64 Gd Gadolinio 157.25	65 Tb Terbio 158.925	66 Dy Disprosio 162.50	67 Ho Holmio 164.930	68 Er Erbio 167.26	69 Tm Tulio 168.934	70 Yb Yterbio 173.04	71 Lu Lutecio 174.967			
89 Ac Actinio 227.028	90 Th Torio 232.038	91 Pa Protactinio 231.036	92 U Uranio 238.029	93 Np Neptunio 237.048	94 Pu Plutonio 244.064	95 Am Americio 243.061	96 Cm Curio 247.070	97 Bk Berkelio 247.070	98 Cf Californio 251.080	99 Es Einstenio [254]	100 Fm Fermio 257.095	101 Md Mendelevio 258.1	102 No Nobelio 259.101	103 Lr Laurencio [262]			



Considered critical by European Commission

Considered critical by other studies*

Non critical

*Other studies:

Angerer DG, Marscheider-Weidemann F, Lüllmann A, Erdmann L, Scharp DM, Handke V, et al. Raw materials for emerging technologies. A report commissioned by the German Federal Ministry of Economics and Technology. 2009.
JOGMEC. The mineral resources policy of Japan. 2010.
APS Physics. Energy critical elements: Securing Materials for Emerging Technologies. A report by the APS panel on public affairs & the materials research society. 2011.
Resnick Institute. Critical materials for sustainable energy applications. 2011.
DOE. Critical Materials Strategy. 2011.
UKERC. Materials availability for low-carbon technologies: an assessment of the evidence. 2014.
European Commission. Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. 2010.
Moss RL, Tzimas E, Kara H, Willis P, Kooroshy J. Critical Metals in Strategic Energy Technologies. 2011. doi:10.2790/35600.
European Commission. Report on critical raw materials for the EU. Report of the Ad hoc working group on defining critical raw materials. 2014.
AvicenneENERGY. The worldwide battery market 2012-2025. Report 2013;33:1-41.

Materia primas en vehículos convencionales

Vehicle compositions

Source: SEAT S.A. Current hatchback model. Internal IT systems.

Scientific review.

	ICEV Diesel	ICEV Petrol	PHEV	BEV
Ag	10.19	19.47	28	29.80
Al	61,103	78,343	141,370	200,000
As	0.14	1.30	0	0
Au	3.15	3.65	0.20	0.32
B	23.76	26.37	0	0
Ba	832.55	777.66	0	0
Be	0.03	0.02	0	0
Bi	8.81	8.84	0	0
Cd	0.15	0.12	0	0
Ce	2.67	0.37	49.67	0.15
Co	9.72	8.06	2,712	9,330
Cr	5,041	5,566	6,510	6,031
Cu	15,584	15,376	59,166	150,000
Dy	0.19	0.48	13.81	18.73
Eu	0	0.0001	0.23	0.23
Fe	701,095	653,524	806,140	746,945
Ga	0.27	0.27	0.81	1.12

	ICEV Diesel	ICEV Petrol	PHEV	BEV
Gd	0.0005	0.0005	0.17	0.17
Ge	0.0036	0.003	0.05	0.08
Hf	0.0027	0.008	0	0
Hg	0.047	0.001	0	0
In	0.216	0.21	0.38	0.38
Ir	0.018	0	0	0
La	0.341	0.40	7.38	7.38
Li	22.06	4.63	2,242	7,709
Mg	13,622	3,565	0	0
Mn	4,333	4,211	5,968	5,530
Mo	240.03	187.97	260	260
Nb	154.20	145.57	426.30	426.30
Nd	23.71	18.84	552.79	749.30
Ni	1,590	2,993	16,049.57	55,724
Pb	12,527	11,535	9,750	9,750
Pd	1.99	1.84	0.94	0
Pr	0.066	0.08	51.48	98

	ICEV Diesel	ICEV Petrol	PHEV	BEV
Pt	3.79	0.13	5.51	0
Rh	0.12	0.09	0.01	0
Ru	0.012	0.013	0	0
Sb	15.70	35.36	0	0
Se	0.013	0.02	0	0
Sm	0.21	0.33	2.32	3.15
Sn	208.53	234.61	0	0
Sr	148.84	144.08	0	0
Ta	4.65	6.53	10.83	10.83
Tb	0.01	0.02	13.62	26.93
Te	0.20	0.18	0	0
Ti	541.41	536.41	0	0
V	92.81	86.62	852.61	790
W	9.24	3.17	0	0
Y	0.07	0.13	0.41	0.41
Yb	0.0003	0.0002	0.08	0.16
Zn	6,614	6,502	0	0
Zr	12.50	78.42	0	0

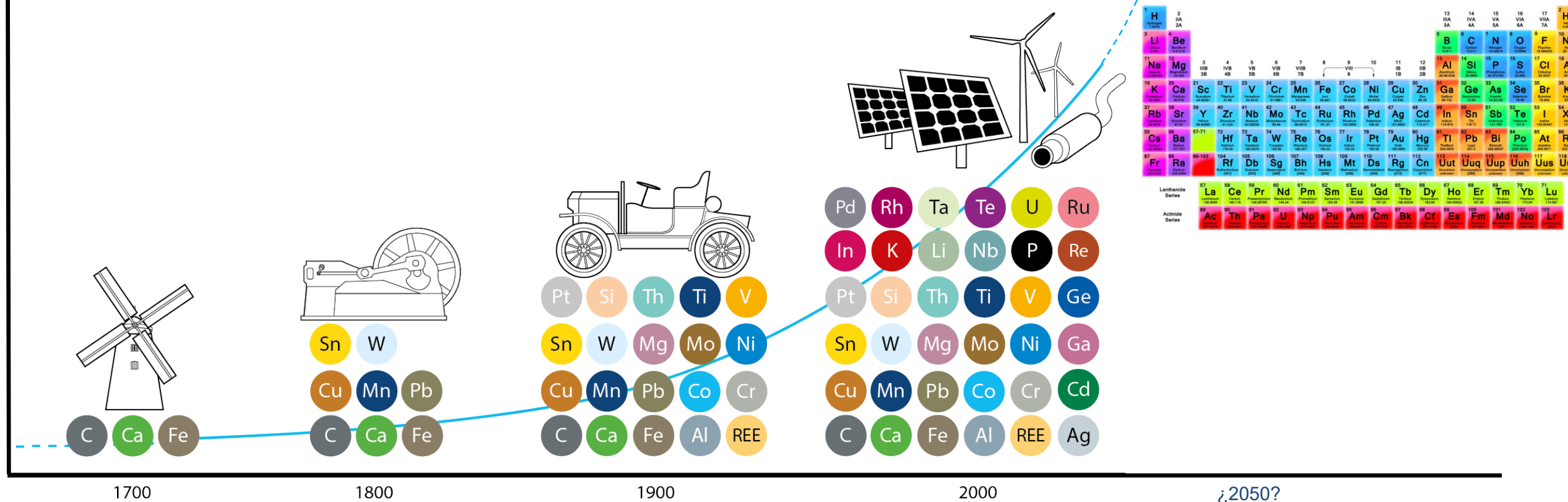
La actual tecnología es omnívora!!!!

De la era de hierro a la era de la tabla periódica



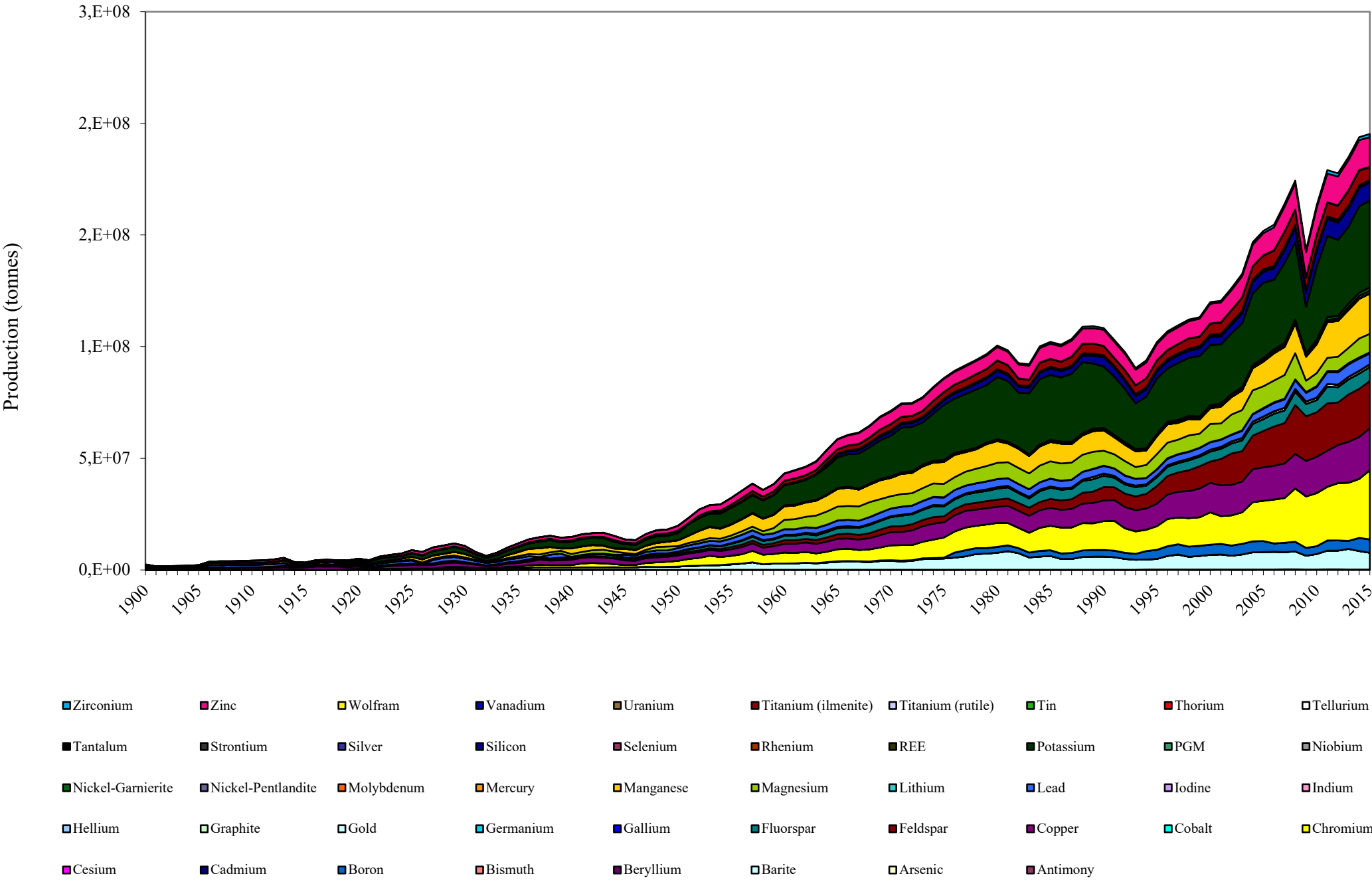
Electric and autonomous vehicles

2000 Millions of vehicles in 2050*



Elements widely used in Energy Pathways

Adapted from: Achzet et al (2011)



¿Qué hay detrás del policromatismo?



Mas
descarbonización



Mas emisiones
y
contaminación

Mas
materiales



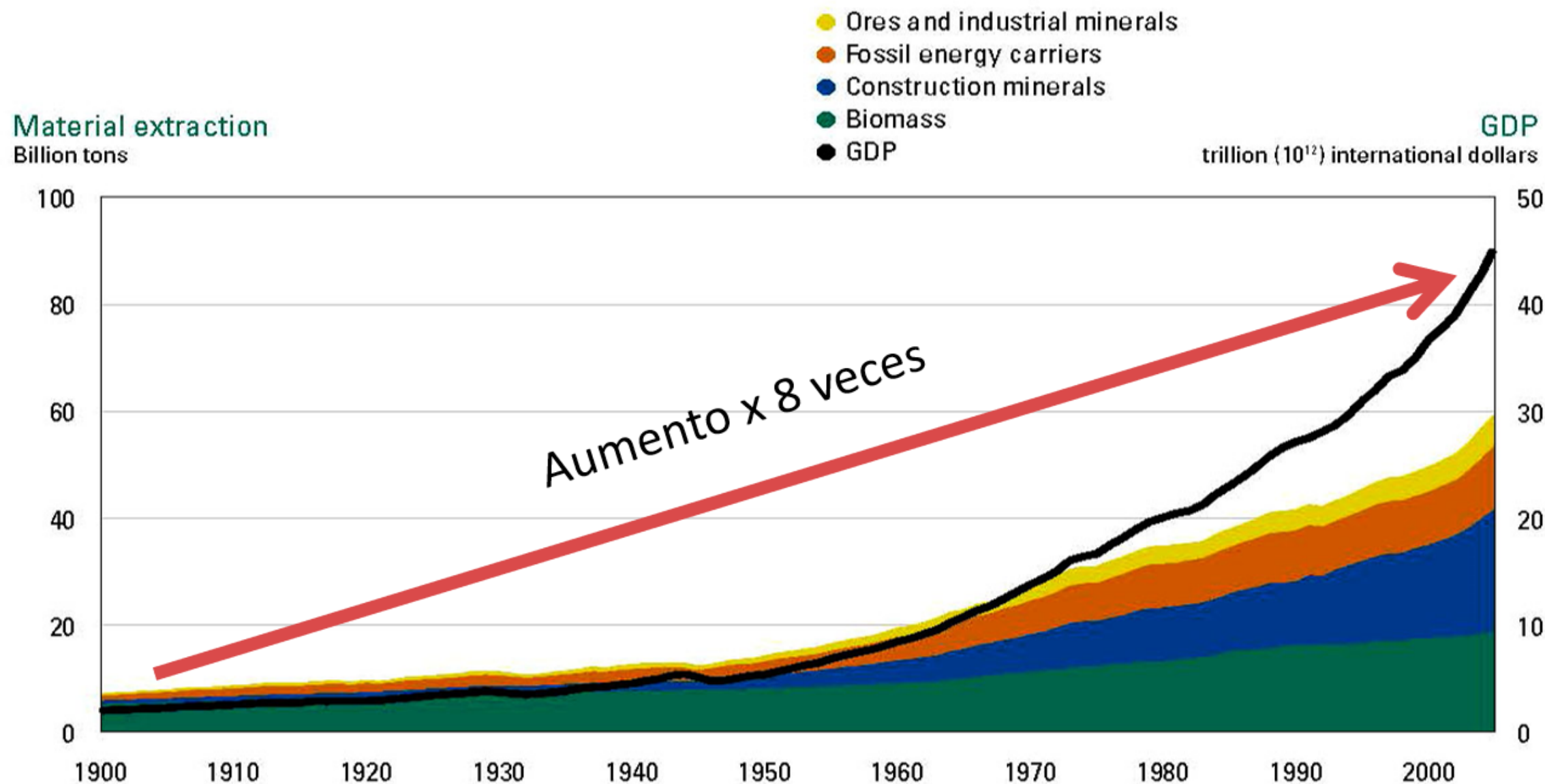
Mas minería



Mas energía



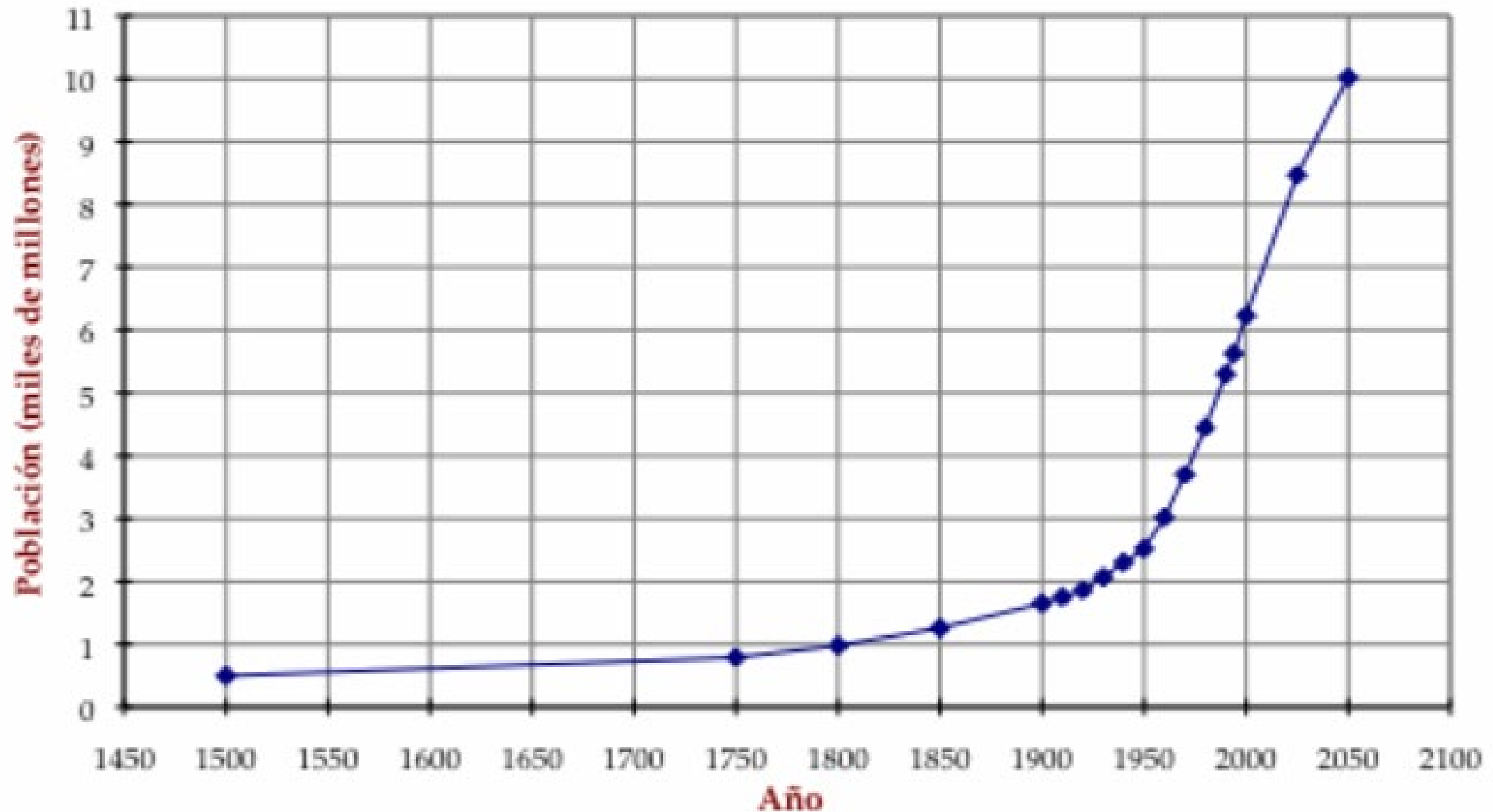
Global material extraction in billion tons, 1900–2005



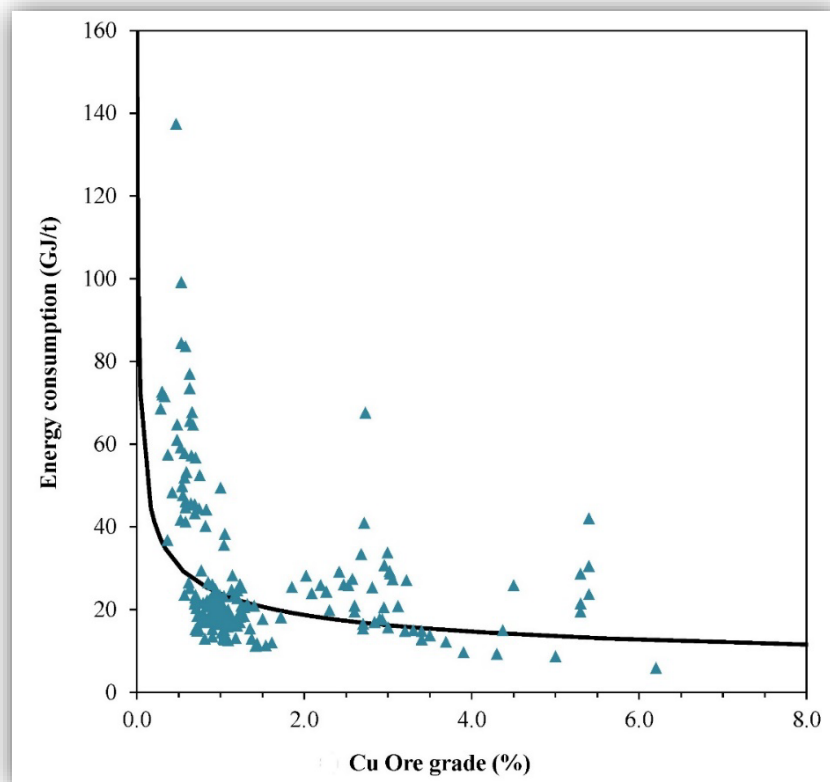
Gingrich, S.; Eisenmenger, N.; Erb, K.H.; Haberl, H.; Fischer-Kowalski, M. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. Ecological Economics 2009, 68, 2696-2705.

Producción de cobre se duplica cada 25 años

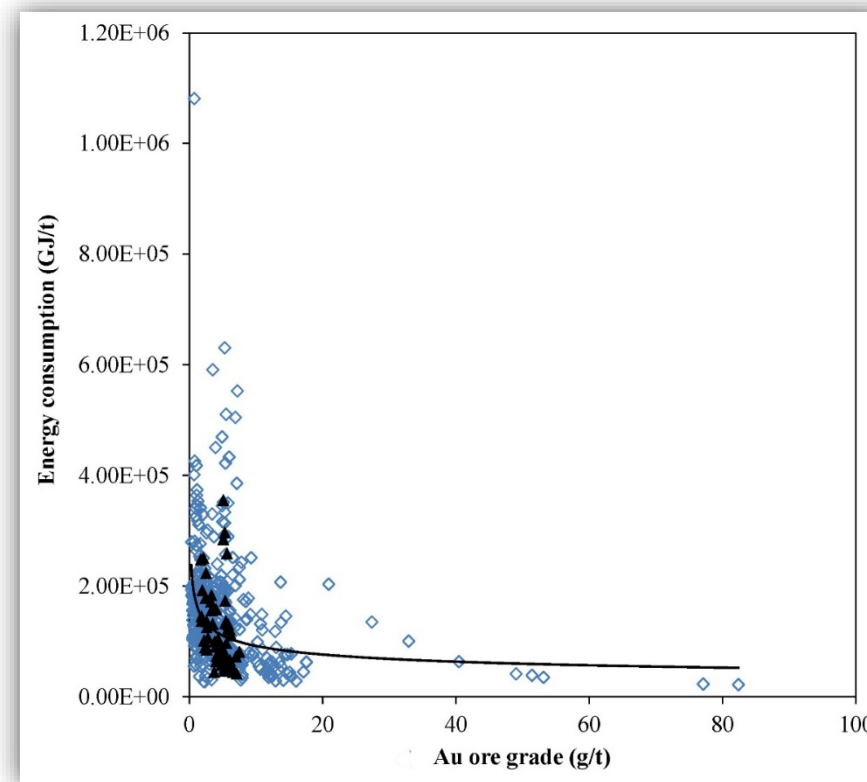
Evolución de la población mundial (1500-2050)



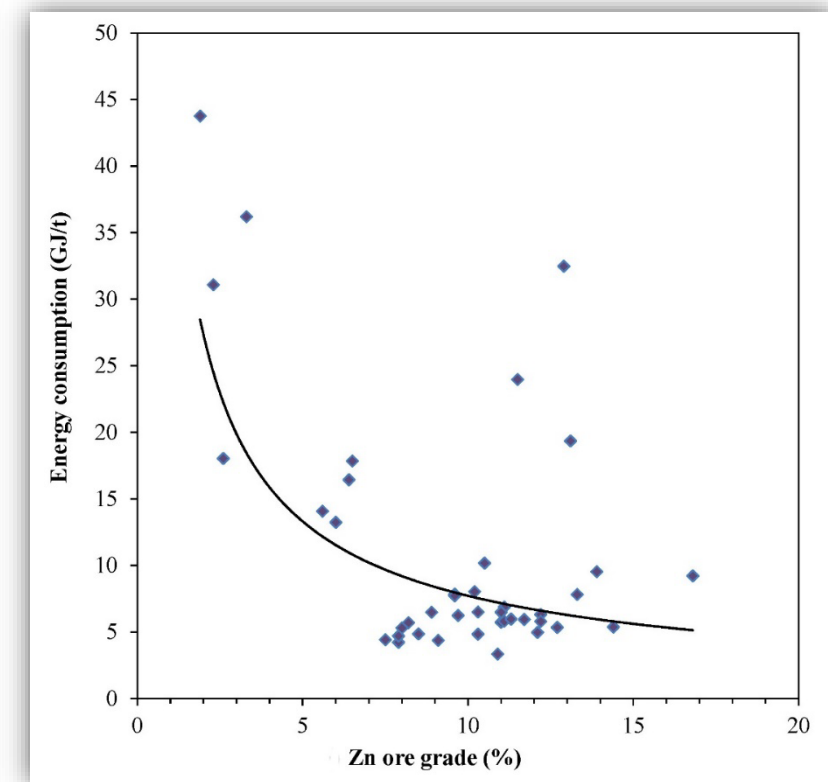
Cobre



Oro

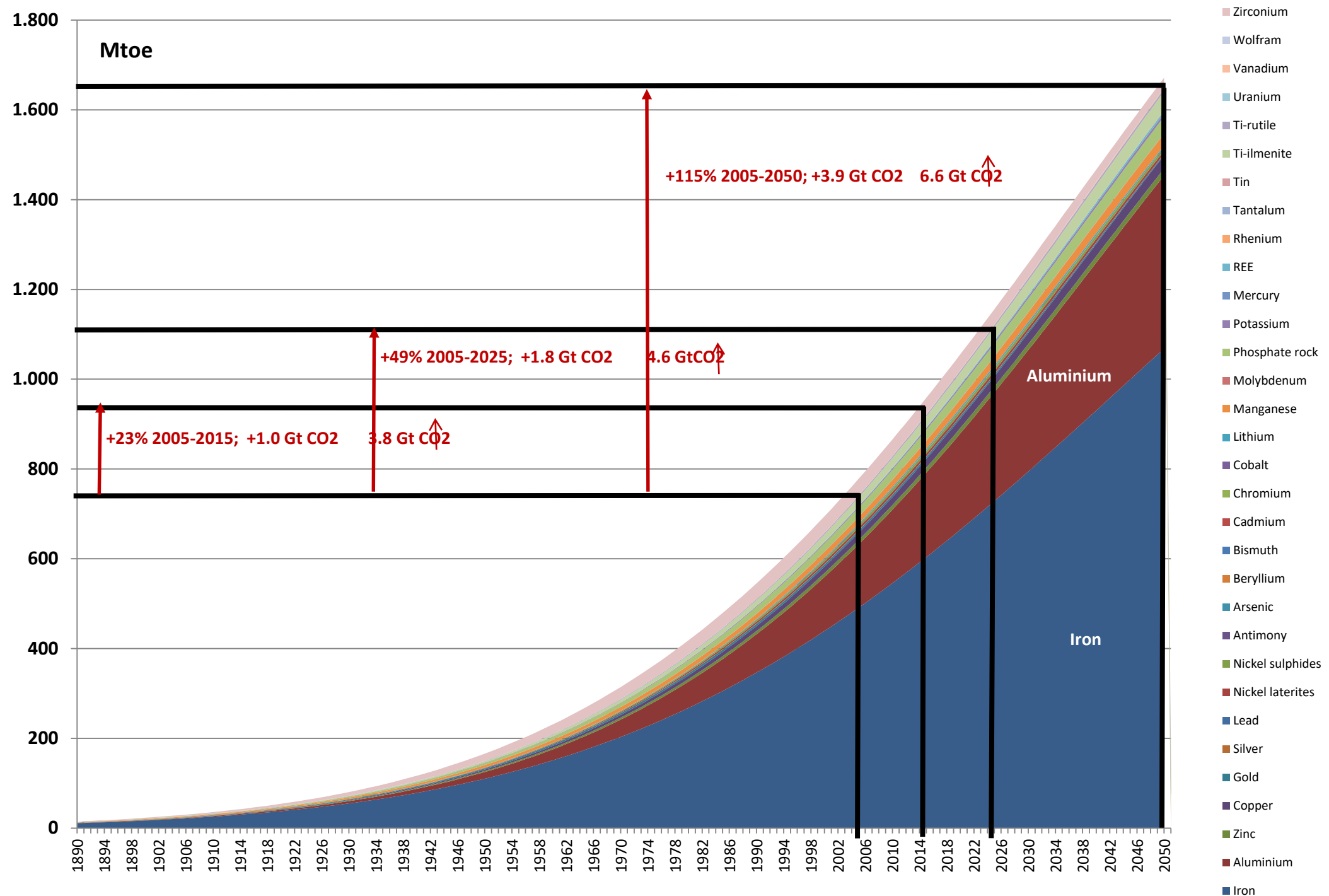


Zinc

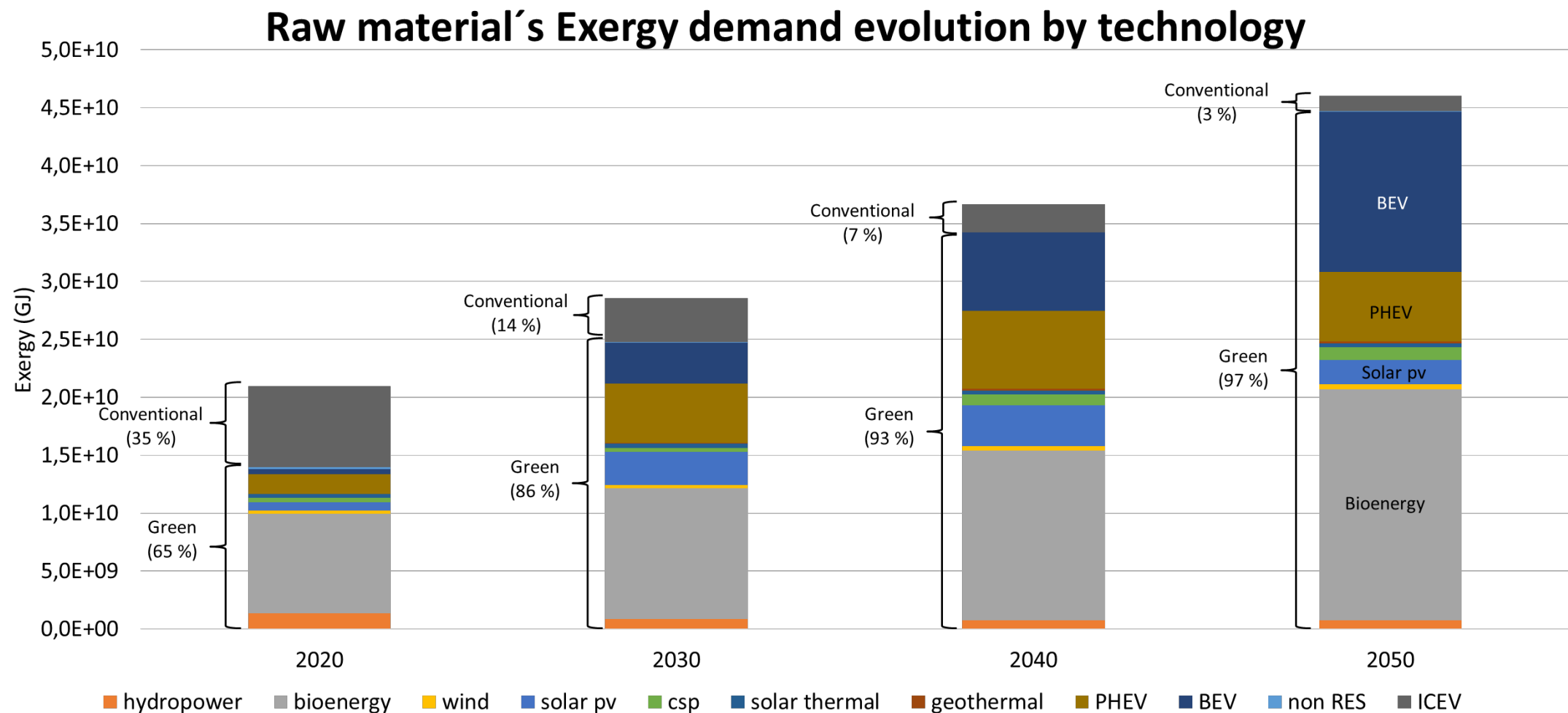


El agotamiento de los yacimientos mas sencillos aumenta los
costes energéticos de extracción de forma exponencial

Aumento del consumo de energía asociado a la minería - proyecciones

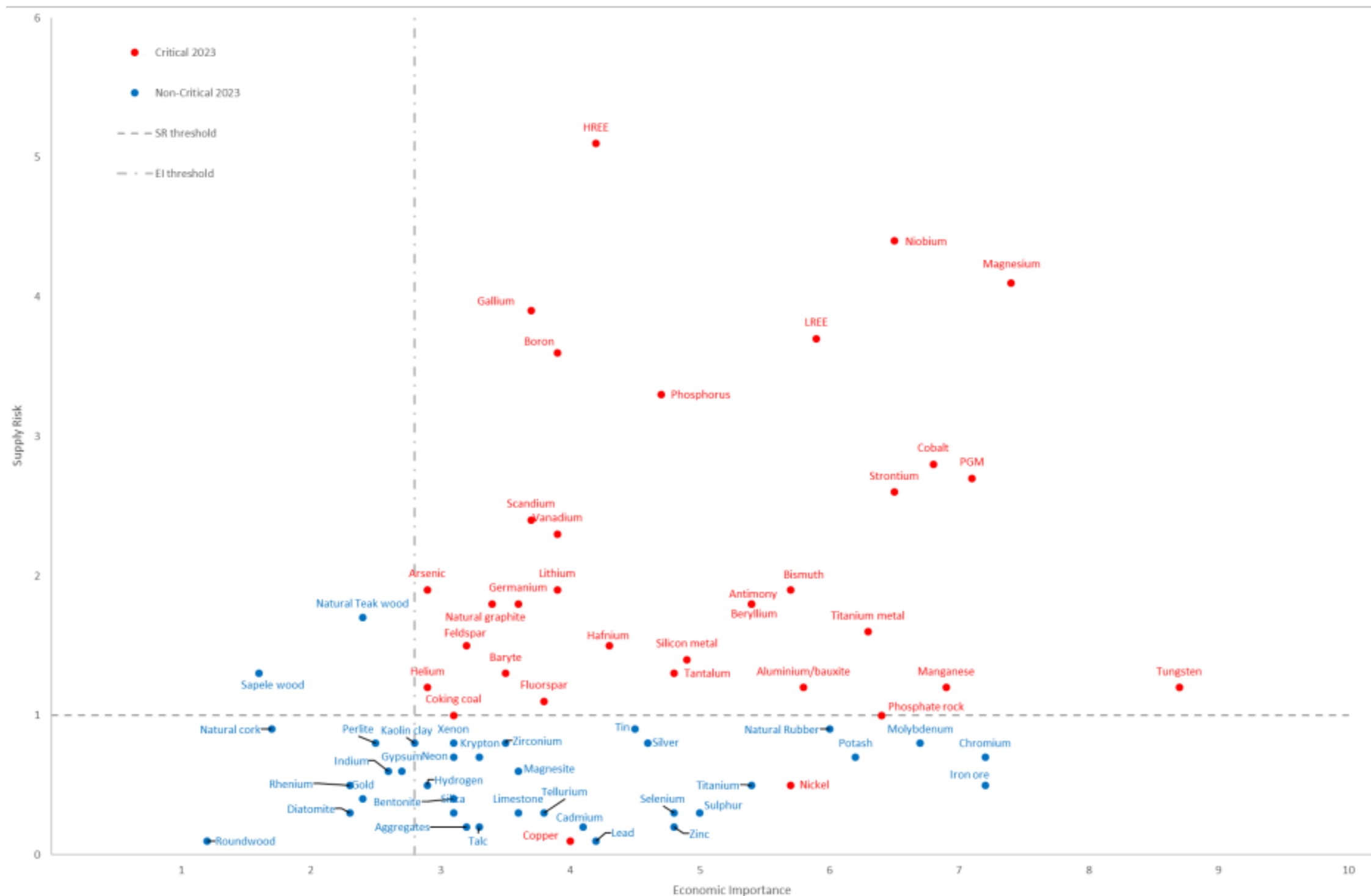


+ 16 % ↑



Fuente: Valero et al.(2018). Global material requirements for the energy transition. An exergy flow analysis of decarbonization pathways Energy. 159:1175-1184

Figure A: Results of the 2023 EU criticality assessment⁵

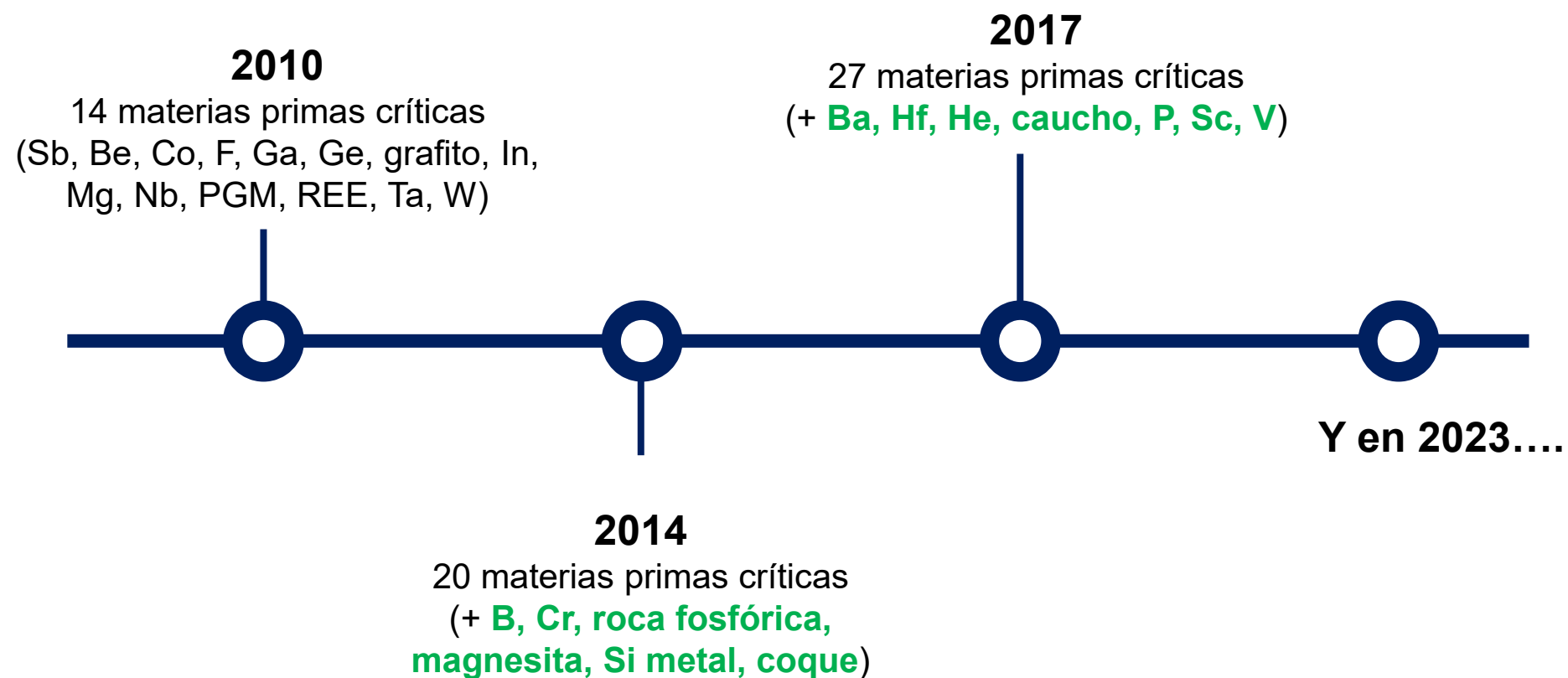


¿Qué determina que un material sea crítico?

- Que su **suministro** sea limitado (ya sea por escasez, existencia de pocos yacimientos en el mundo, usos...)
- Que sea **difícil de sustituir** por otros (manteniendo las mismas propiedades)
- Que su precio sea **volátil** (precios cambiantes desaniman la inversión minera)
- Que sea muy **costoso** (energética y económicamente) de extraer
- Etc.



Criticidad de materiales: Europa



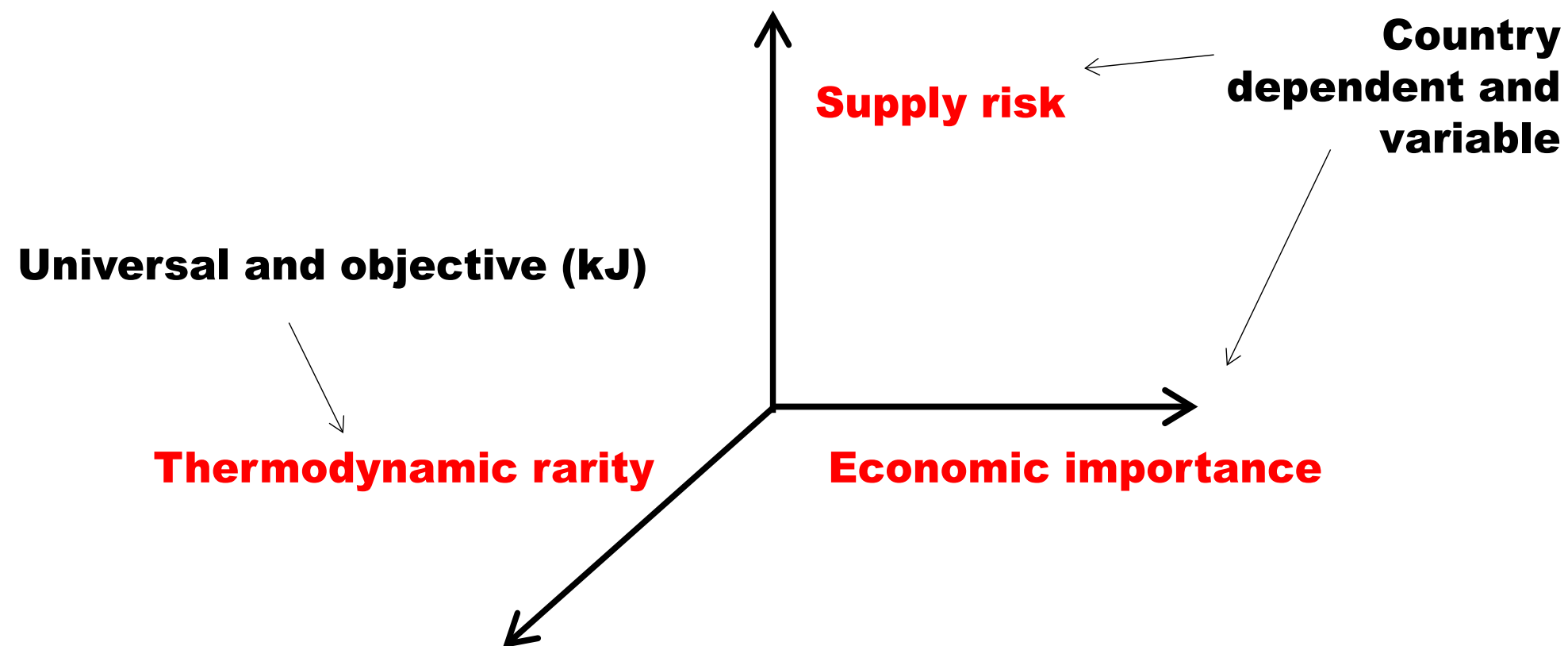
Materias primas críticas para la UE

Main results of the 2023 criticality assessment

The following 34 raw materials are proposed for the CRM list 2023:

2023 Critical Raw Materials (<i>new CRMs in italics</i>)			
aluminium/bauxite	coking coal	lithium	phosphorus
antimony	<i>feldspar</i>	LREE	scandium
<i>arsenic</i>	fluorspar	magnesium	silicon metal
baryte	gallium	<i>manganese</i>	strontium
beryllium	germanium	natural graphite	tantalum
bismuth	hafnium	niobium	titanium metal
boron/borate	<i>helium</i>	PGM	tungsten
cobalt	HREE	phosphate rock	vanadium
		<i>copper*</i>	<i>nickel*</i>

¿Qué son los materiales críticos?



Source: Calvo, G. (2017). Thermodynamic Approach to Evaluate the Criticality of Raw Materials and Its Application through a Material Flow. Industrial Ecology. 2017.

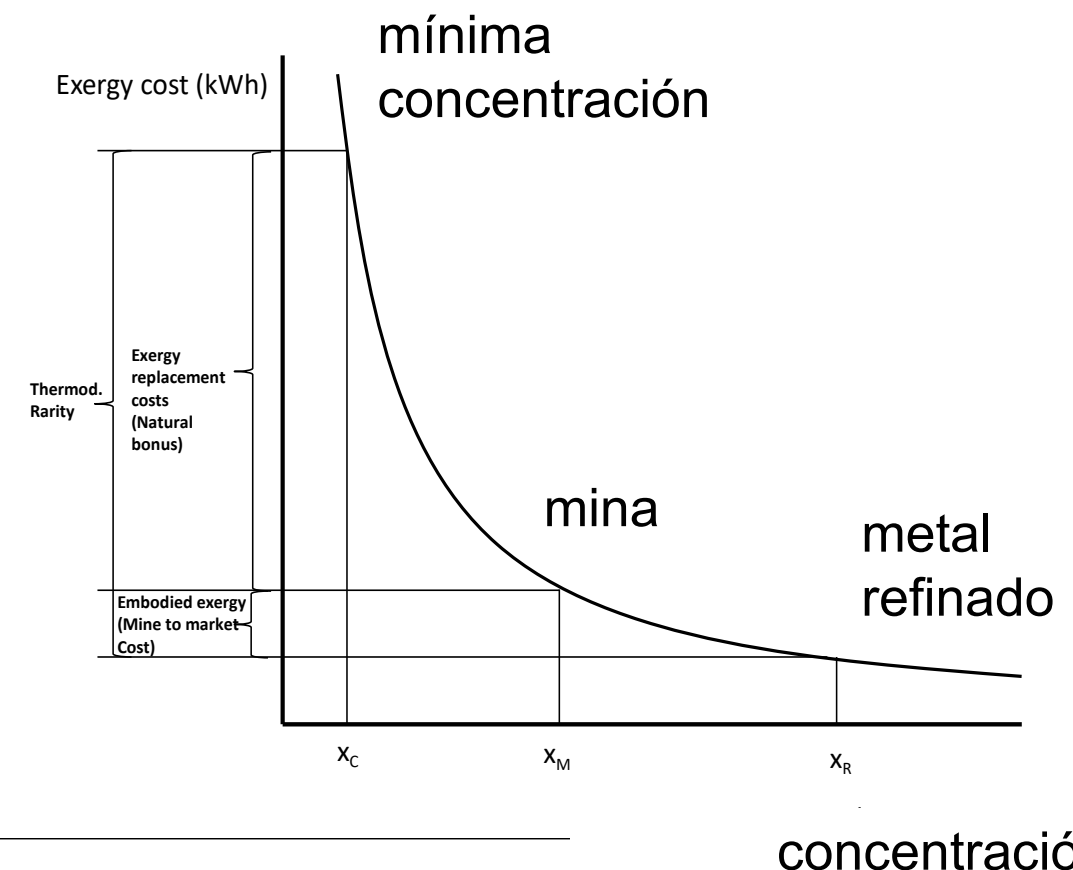
¿Qué son los materiales críticos?

- La Exergía de un sistema se puede definir de forma coloquial como la utilidad de un sistema por el hecho de tener unas condiciones diferentes a las del entorno que lo rodea. **El hecho de estar en desequilibrio con su entorno es lo que convierte en diferente, por tanto valioso y útil.**
- Un depósito mineral es por tanto un recurso natural con una elevada Exergía, porque tiene una composición química, cohesión y concentración mayor que la de su entorno.
- El propio hecho de tener minerales concentrados en minas y no dispersos a través de la corteza terrestre da idea del valor de los mismos, ya que ahorra enormes cantidades de energía, que tendrían que ser empleadas para extraer y concentrar los minerales si hubiera que hacerlo desde estados de baja concentración de un determinado mineral.
- A modo de ejemplo, se puede hacer un paralelismo con lo que sucede con el agua de mar y el agua dulce. En ambos casos se tiene agua, pero el hecho de tener una pureza mayor en el caso del agua dulce es lo que la convierte en valiosa con respecto al agua del mar, al menos en su utilidad para saciar la sed.

¿Qué son los materiales críticos?

Rareza Termodinámica: Es la cantidad de Exergía necesaria para obtener un metal desde un estado de mínima concentración de ese metal, hasta un estado en el cual se tiene el metal puro para ser empleado en una aplicación industrial, usando la mejor tecnología disponible. Permite cuantificar el valor de los metales desde un punto de vista de la sostenibilidad de los recursos.

Metal	Rareza Termodinámica (kJ/kg)
Mg	145,73
Mo	1.056,00
Pd	2.870.013,09



El diagrama ilustra la Ley del Mineral, una curva decreciente que representa la rareza termodinámica (R) en función de la extracción (X). La curva comienza en la *Thanatia* y se divide en cuatro zonas de extracción:

- Material no extraíble:** La zona roja más a la izquierda, correspondiente a extracciones menores que X_c .
- Vertederos (minería urbana):** La zona naranja, correspondiente a extracciones entre X_c y X_m .
- Minas (extracción comercial):** La zona verde, correspondiente a extracciones entre X_m y X_r .
- Post-beneficio (Concentración de la mena):** La zona gris a la derecha, correspondiente a extracciones mayores que X_r .

En el eje horizontal, se marcan los puntos X_c , X_m y X_r . En el eje vertical, se indican el **Coste exergético de reposición (ERC_μ)** y el **Coste de la mina al mercado (E_μ)**. El área total bajo la curva se denomina **Rareza termodinámica (R)**.

Pero si todo se recicla!!!

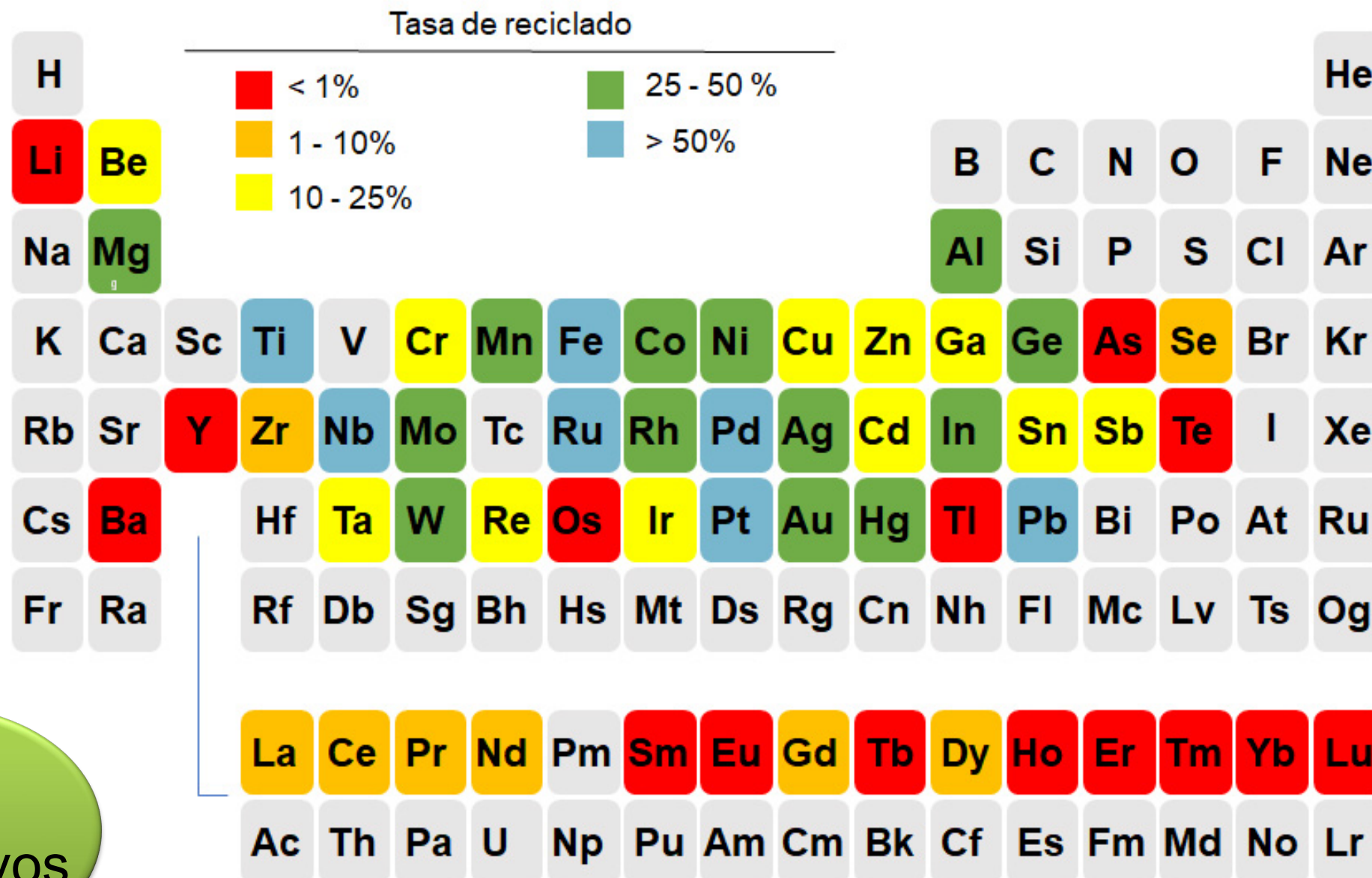
Las monedas si son circulares



La economía es espiral

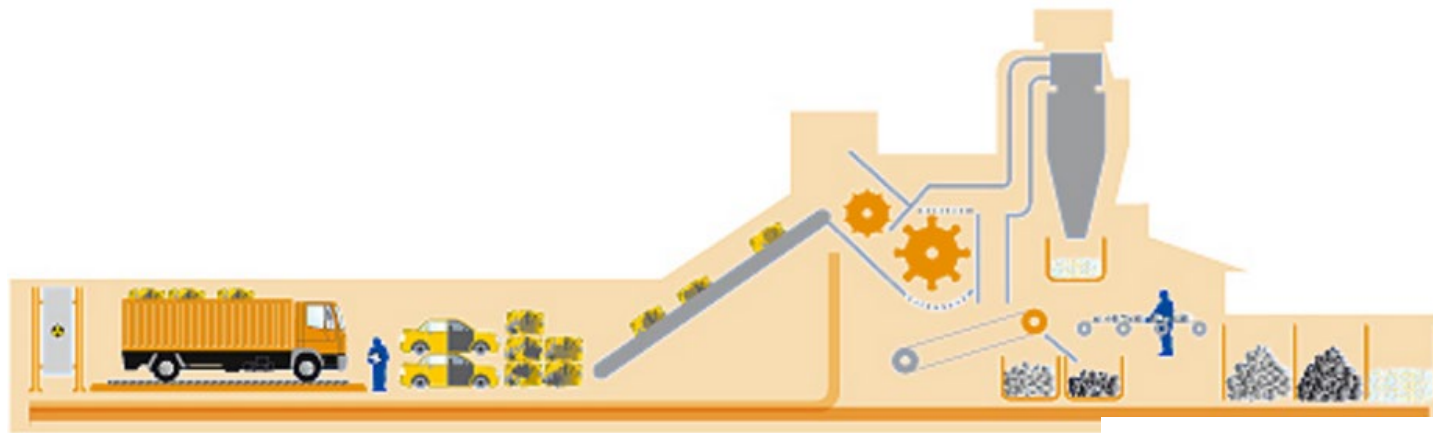


Se extrae mucho...pero se recicla muy poco.

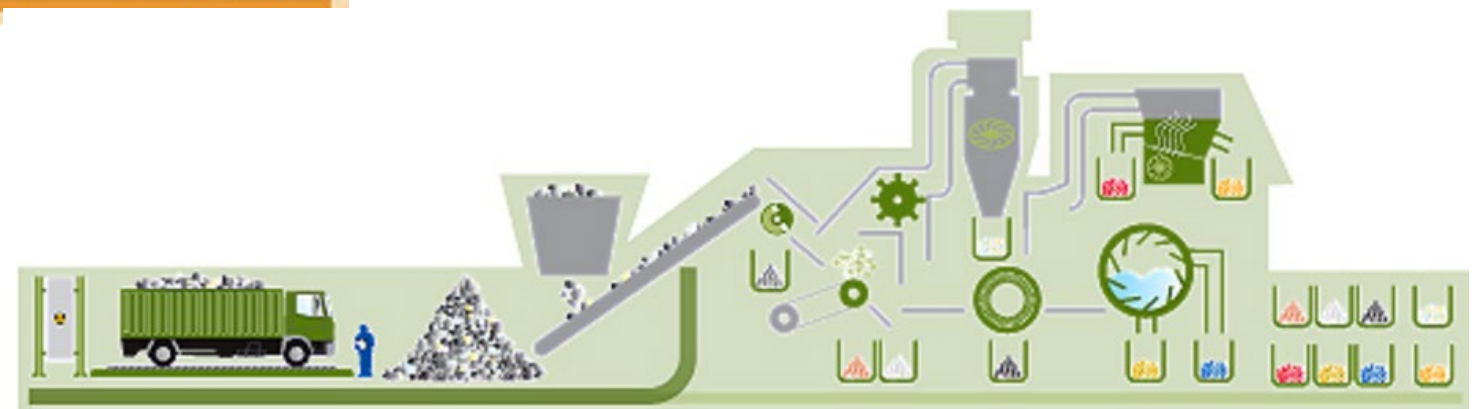


Usos
dispersivos

No hay procesos específicos para reciclar los metales escasos de un vehículo



La mayoría de los metales terminan subciclados formado escorias en los procesos de fundición de acero y aluminio



Fracciones

Entrada



Salida: metales férricos



Salida: metales no férricos



Residuo: espumas, plásticos, textiles





+



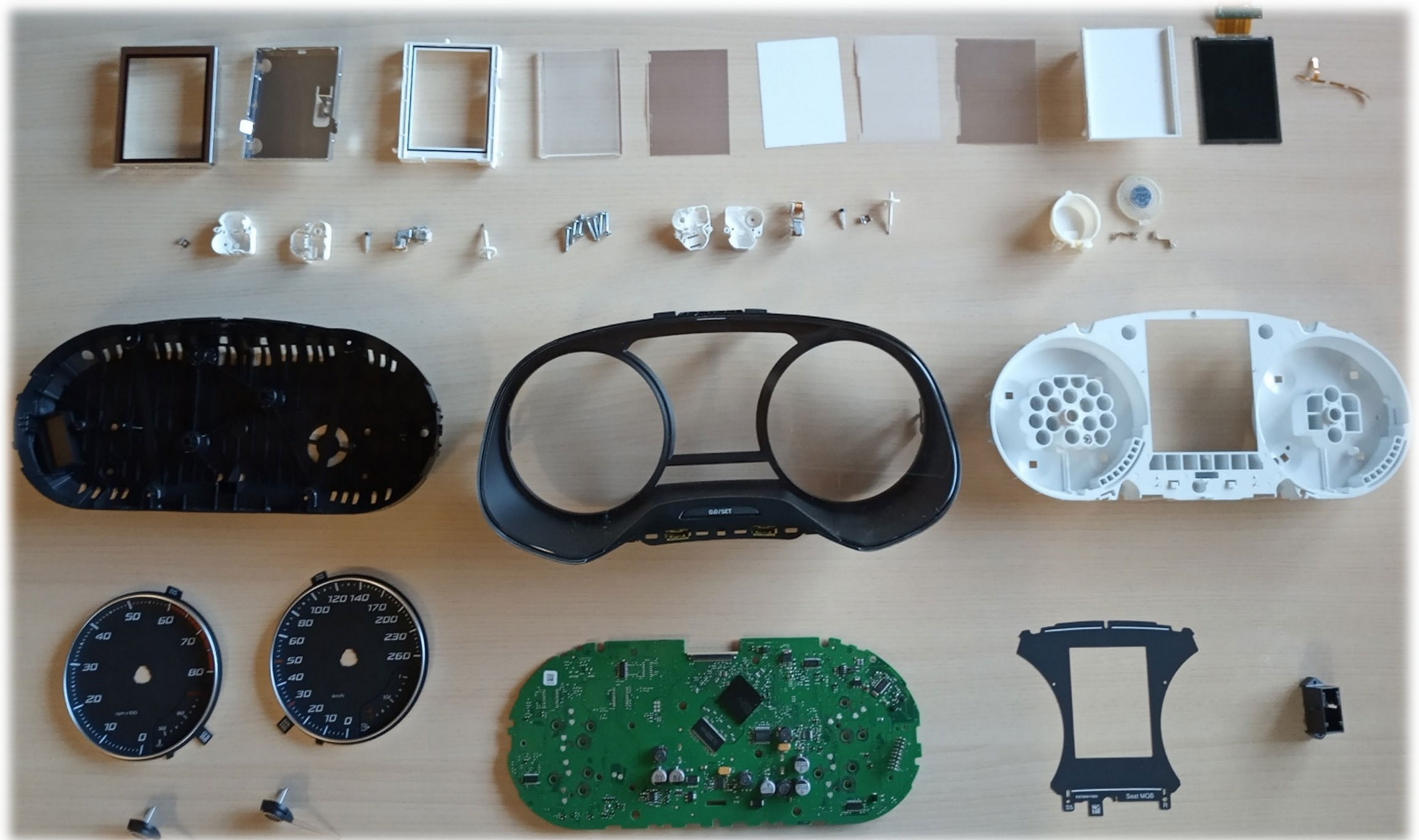
= ¿?

Composiciones medias de las fracciones recicladas de un vehículo

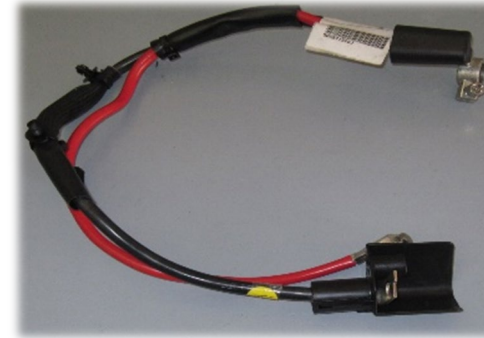
Acero	Fe	Mn	Al	Nb	Ti	Cr	Mo	Cu			
	96.56 %	1.91%	0.08%	0.08%	0.10%	0.29%	0.28%	0.18%			
Aluminio	Al	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	Sn	Ti	Zn
	90.56 %	0.02%	1.36%	0.55%	0.34%	0.21%	0.07%	0.039 %	0.012 %	0.046 %	0.48%
Cobre	Cu	Fe	Zn	Sn	Al	Mg	Cr				
	94.61 %	2.21%	1.13%	0.71%	0.44%	0.38%	0.12%				

Las mezclas que se producen en los procesos de fabricación y reciclaje implica que el reciclaje requiere de recurso primario (procedente de las minas).

¿Dónde están las operaciones específicas para recuperar los metales de valor de un coche?









Proceso de
reciclaje de coches



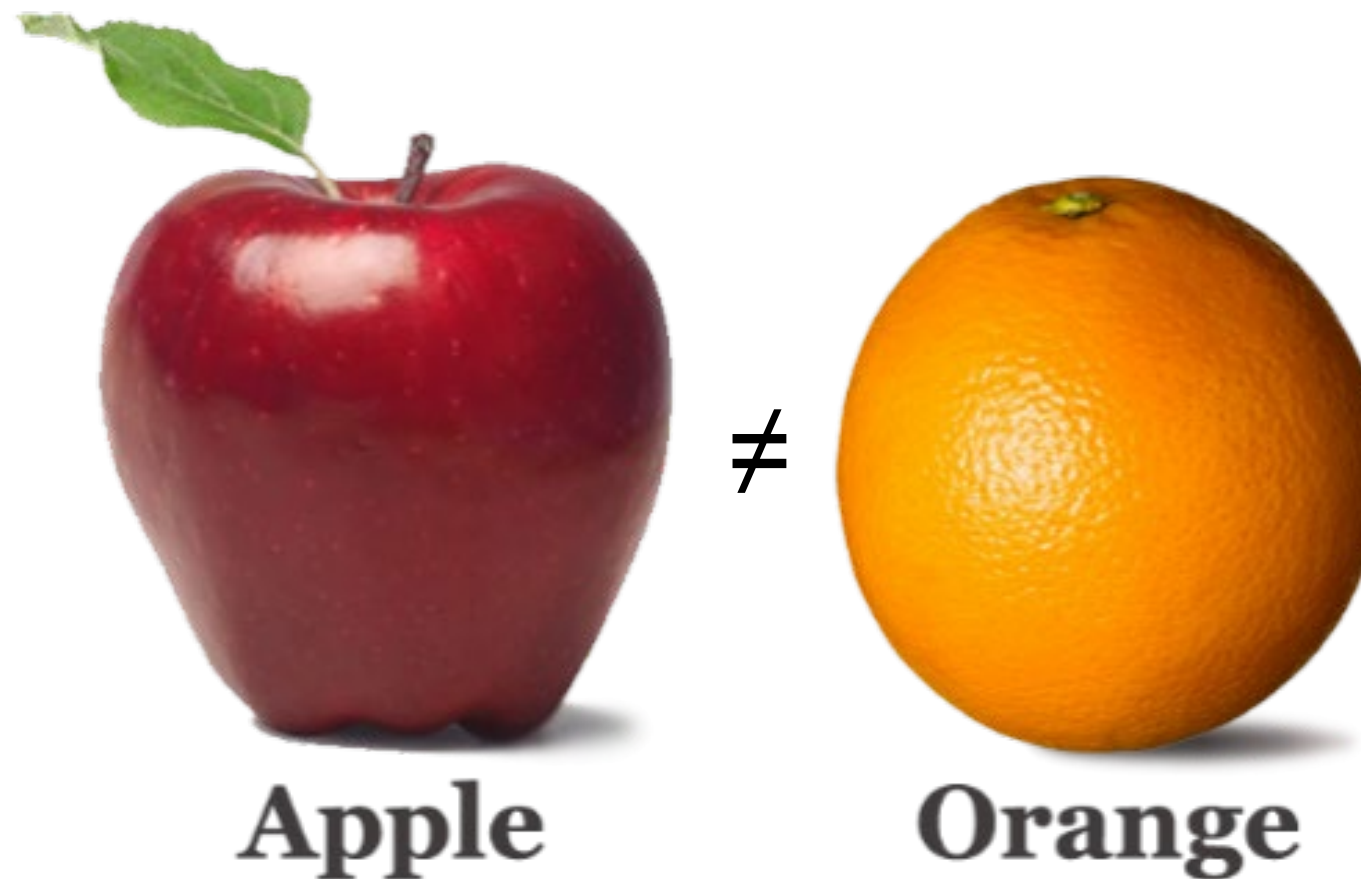
-25 %



¿Por qué?

Artículo 8. *Objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización.*

1. Los agentes económicos cumplirán, en el ámbito de su actividad, los objetivos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización siguientes: el porcentaje total de preparación para la reutilización y valorización será al menos del 95 por 100 del peso medio por vehículo y año, y el porcentaje total de preparación para la reutilización y reciclado será al menos del 85 por 100 del peso medio por vehículo y año.



Open Public Consultation on the ELV Evaluation – Recommendations of SRU, Germany

Open Public Consultation on the ELV Evaluation (Directive 2000/53/EC)

Recommendations of German Advisory Council on the Environment (SRU –
Sachverständigenrat für Umweltfragen)

https://www.umweltrat.de/EN/home/home_node.html

Contact persons: Kristine Sperlich, kristine.sperlich@campus.tu-berlin.de
Mechthild Baron, mechthild.baron@umweltrat.de

21st of October 2019

The following are SRU recommendations on the revision of the End-of-Life Vehicles Directive
2000/53/EC with regard to the aspects:

- 1) Requirements for treatment/recycling,
- 2) Requirements for electric vehicles.

1) Requirements for treatment/recycling

a) Definition of recycling

The definition of recycling in the ELV-Directive allows to include backfilling. This was already in
contrary of the recycling definition of Waste Framework Directive 2008/98/EU and is also not in line
with the recycling definition of Waste Framework Directive EU 2018/851. We would like to
emphasize that the recycling target should not be turned into a target for material recovery including
backfilling. If there is evidence that the current recycling target cannot be reached with recycling
only, the target should be amended.

b) Mass related recycling targets

Mass related recycling targets result in only those materials being recycled within the recycling rate
for which the greatest economic benefit is achieved. Thus, recycling targets should be differentiated
according to materials in order to encourage recycling of all or specific materials. Therefore, we
propose to specify the recycling target by supplement it with a target specifically for the recycling of
plastics, i.e. “20 kg of plastics per vehicle have to be separated and send to recycling” (UBA
(Umweltbundesamt) 2016). Only if it can be proven that there are no pollutant-free plastics
contained, there can be an exemption from this requirement.

Esto tiene que cambiar!!!

Resources, Conservation & Recycling 136 (2018) 24–32



Contents lists available at ScienceDirect

Resources, Conservation & Recycling

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resconrec



Full length article

Downcycling in automobile recycling process: A thermodynamic assessment

Abel Ortego^{a,*}, Alicia Valero^a, Antonio Valero^b, Marta Iglesias^c

^a CIRCE - Research Centre for Energy Resources and Consumption, Spain

^b CIRCE - Universidad de Zaragoza, Spain

^c SEAT, S.A., Spain

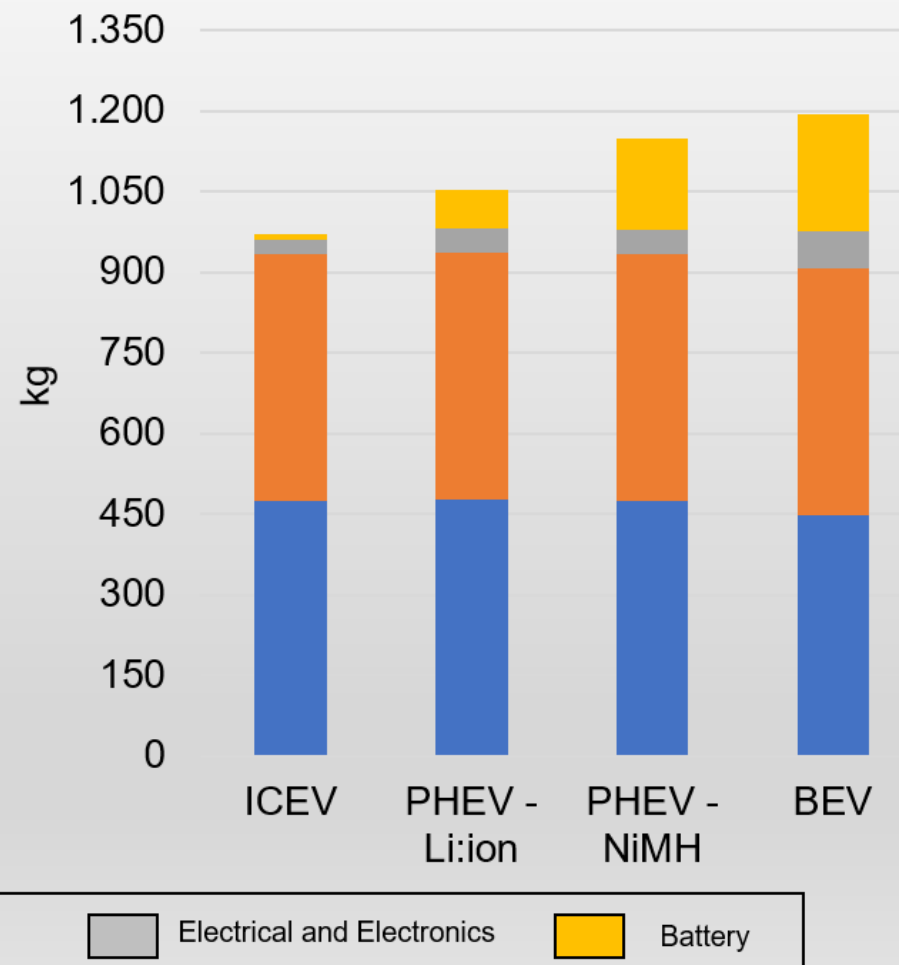
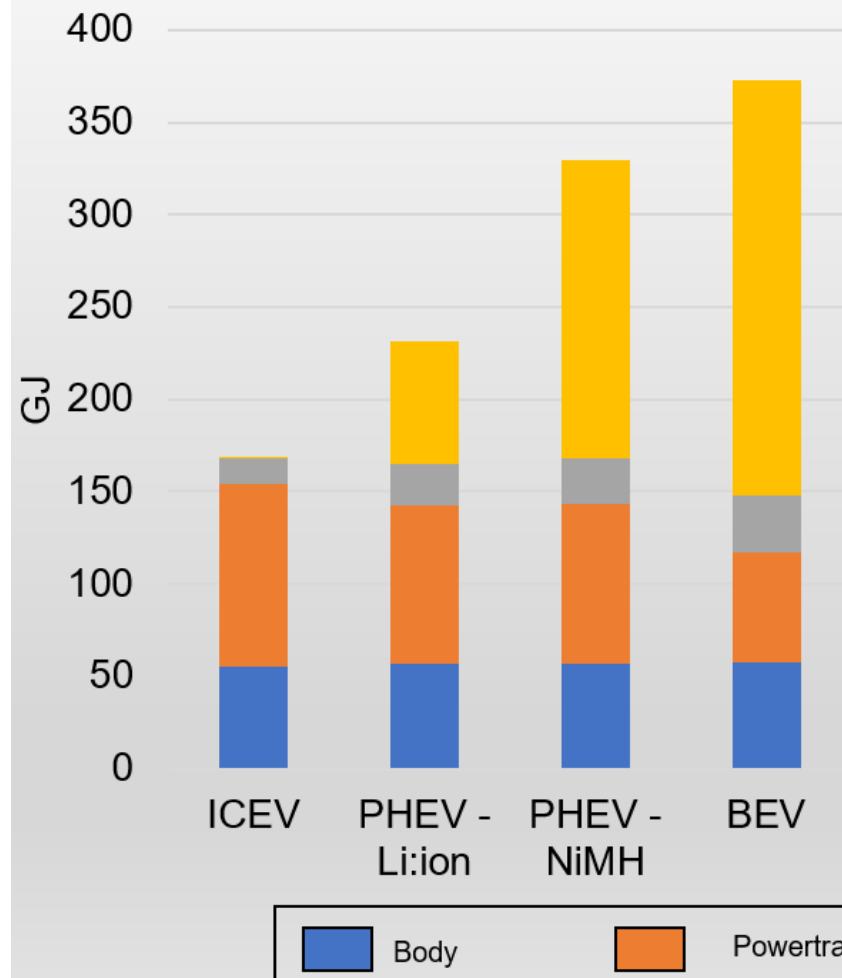


Ortego, A., Valero, A., Valero, A. and Iglesias, M. (2018): Downcycling in automobile recycling
process: A thermodynamic assessment. Resources, Conservation and Recycling 136, p. 24-32.

¿Hacia donde vamos con la electrificación de los vehículos?

Vehículos que necesitan materias primas mucho mas escasas

Vehicle components



From Thermodynamic Rarity:



ICEV

PHEV-Li:ion



ICEVx1.4

PHEV-NiMH



ICEVx2

BEV



ICEVx2.2

Vehículos que necesitan materias primas mucho mas escasas

Europa intenta desligarse de las materias primas chinas

Por Marcos Crespo 20/06/2022

6 comentarios

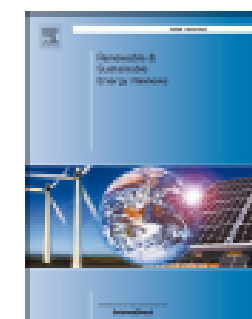




Contents lists available at ScienceDirect

Renewable and Sustainable Energy Reviews

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rser



Material bottlenecks in the future development of green technologies

Alicia Valero^{a,*}, Antonio Valero^b, Guiomar Calvo^b, Abel Ortego^a

^a CIRCE – Centre of Research for Energy Resources and Consumption, Spain

^b Universidad de Zaragoza, Spain



ARTICLE INFO

Keywords:

Critical raw materials
Green technologies
Renewables
Vehicles
Supply risk
Recycling
Hubbert peak

ABSTRACT

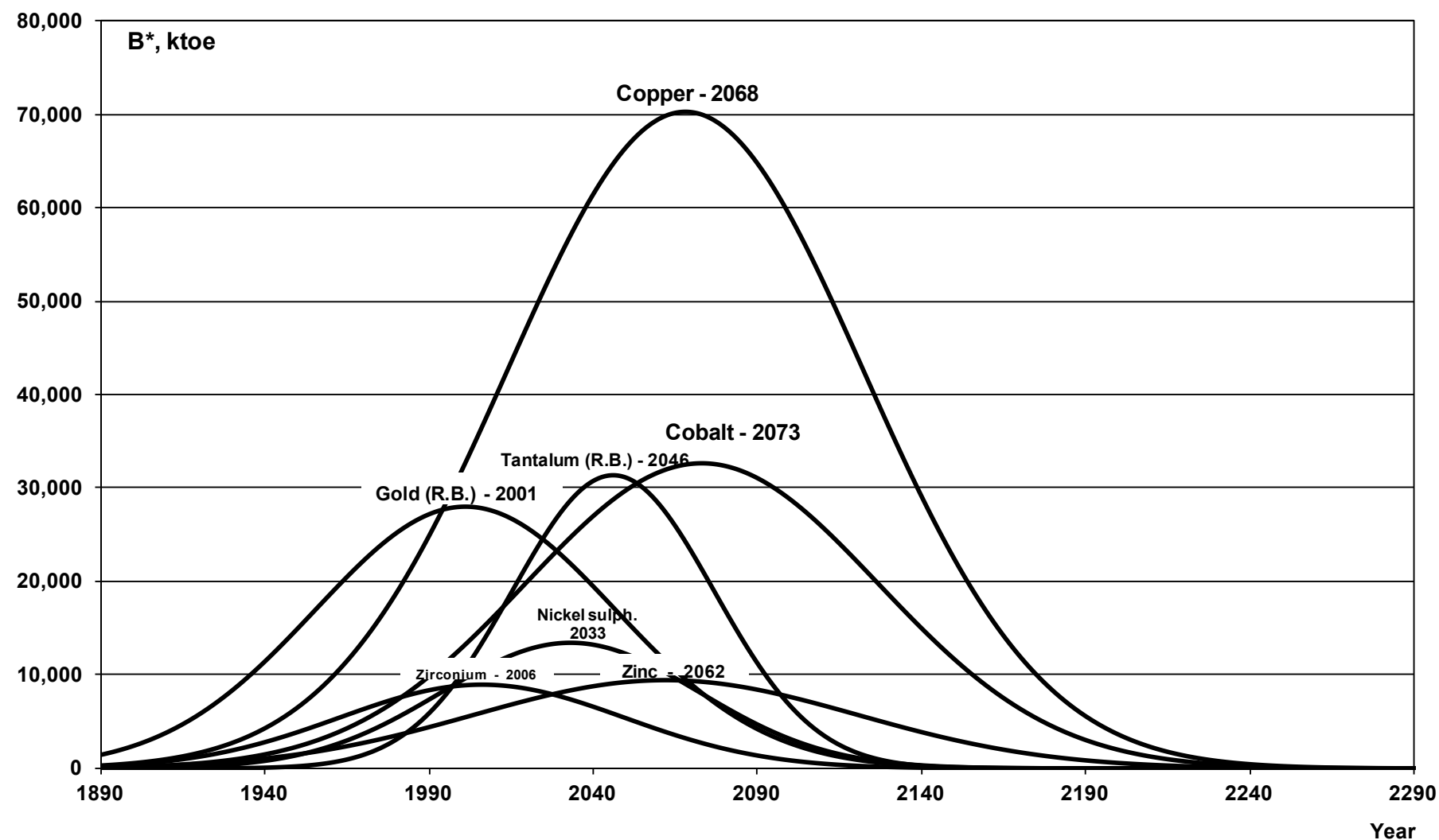
Decarbonizing world economies implies the deployment of “green technologies”, meaning a renovation of the energy sector towards using renewable sources and zero emission transport technologies. This renovation will require huge amounts of raw materials, some of them with high supply risks. To assess such risks a new methodology is proposed, identifying possible bottlenecks of future demand versus geological availability. This has been applied to the world development of wind power, solar photovoltaic, solar thermal power and passenger electric vehicles for the 2016–2050 time period under a business as usual scenario considering the impact on 31 different raw materials. As a result, 13 elements were identified to have very high or high risk, meaning that these could generate bottlenecks in the future: cadmium, chromium, cobalt, copper, gallium, indium, lithium, manganese, nickel, silver, tellurium, tin and zinc. Tellurium, which is mostly demanded to manufacture solar photovoltaic cells, presents the highest risk. To overcome these constraints, measures consisting on improving recycling rates from 0.1% to 4.6% per year could avoid material shortages or restrictions in green technologies. For instance, lithium recycling rate should increase from 1% to 4.8% in 2050. This study aims to serve as a guideline for developing eco-design and recycling strategies.

Metal	R2	Pico de máxima producción	Posible problema de abastecimiento
Se	0.83	2008	2016-2032
Ni	0.95	2033	2027-2029
Dy	0.95	2219	2029-2034
Co	0.90	2142	2030-beyond 2050
Ag	0.71	2025	2031-2042
Ta	0.83	2039	2033-2050
Nd	0.96	2105	2034-2041
Te	0.46	2065	2035-beyond 2050
Mo	0.94	2030	2038-2042
Mn	0.84	2030	2038-2050
In	0.98	2032	2041
Li	0.92	2037	2042-2045
Sn	0.71	2086	2042-beyond 2050

La demanda de 2016-2050 podría ser
mayor que las reservas para:

Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, In,
Li, Mn, Ni, Pb, Pt, Te, Zn

El pico de los minerales- Recursos



Source: A. Valero and A. Valero (2014) . Thanatia: the Destiny of the Earth's mineral resources. World Scientific Publishing

COMMODITIES

Electric-Car Dreams Could Fall a Nickel Short

Demand for a form of nickel needed in electric-vehicle batteries is starting to outpace supply

Por *Rhiannon Hoyle*

domingo, 29 de septiembre de 2019 20:04 EDT

CERTIFICATE OF PRESENTATION

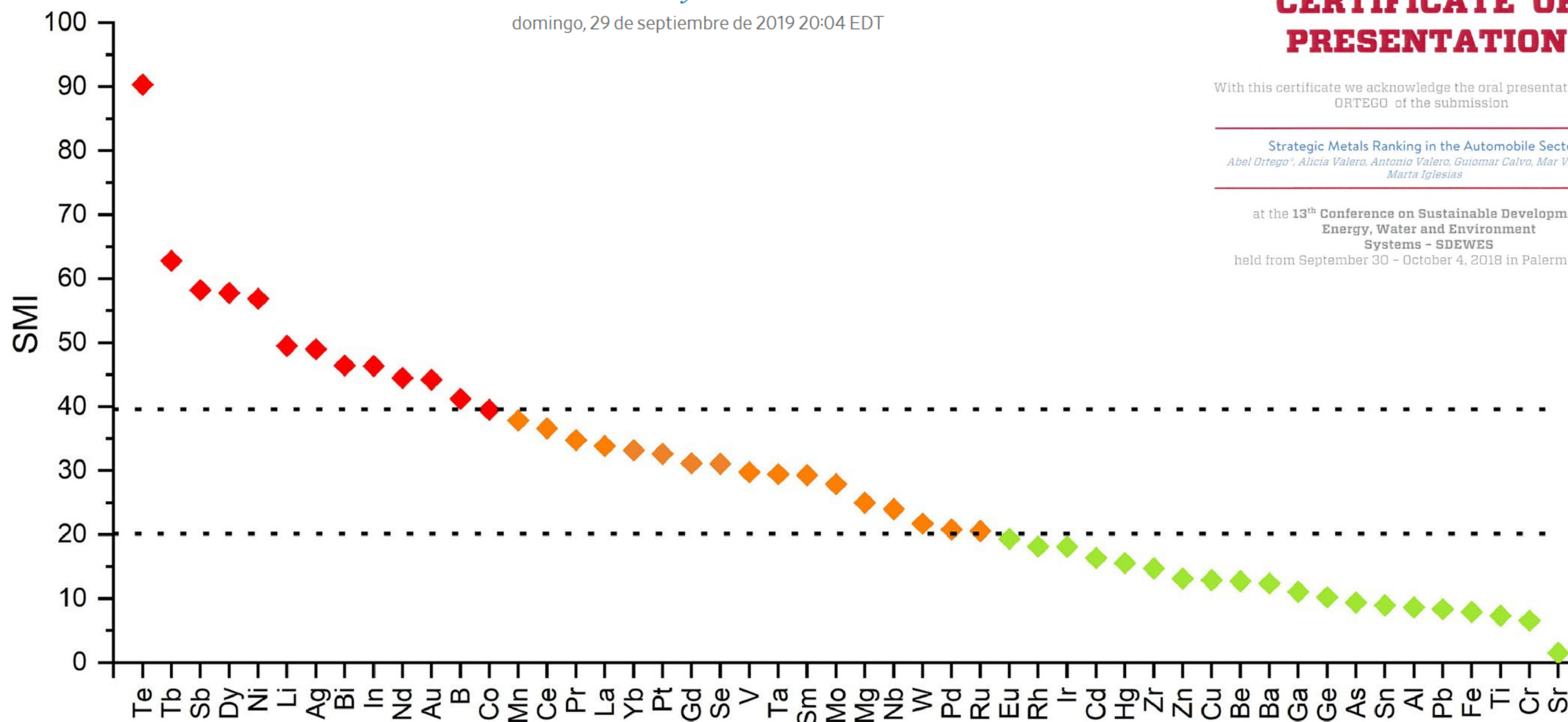
With this certificate we acknowledge the oral presentation by Abel ORTEGO of the submission

Strategic Metals Ranking in the Automobile Sector

Abel Ortego*, Alicia Valero, Antonio Valero, Guiomar Calvo, Mar Villacampa, Marta Iglesias

at the 13th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - SDEWES

held from September 30 - October 4, 2018 in Palermo, Italy.



EUROPE MARKETS

Nickel prices double to record \$100,000 a ton, trading suspended in London

PUBLISHED TUE, MAR 8 2022·6:37 AM EST | UPDATED TUE, MAR 8 2022·10:28 AM EST

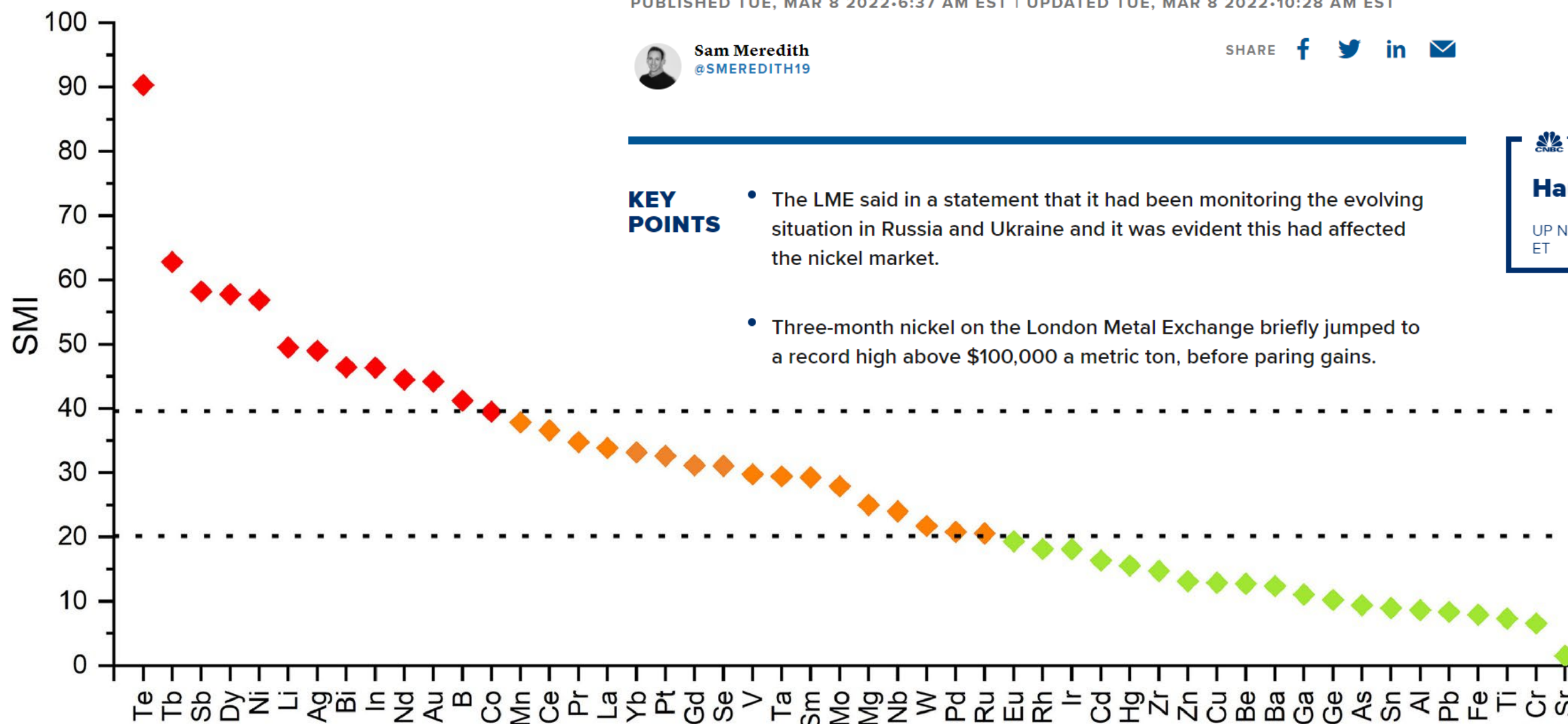
Sam Meredith
@SMEREDITH19

SHARE    

KEY POINTS

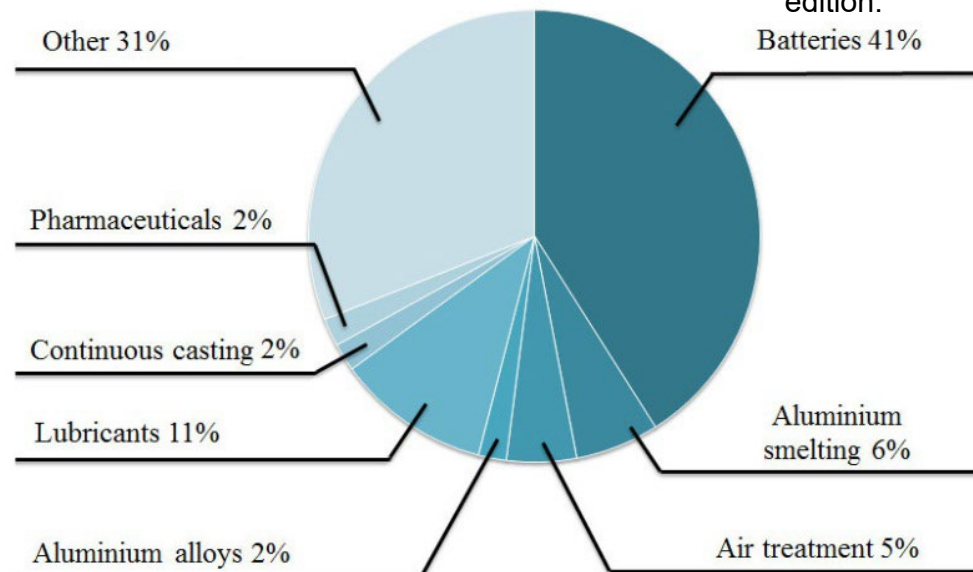
- The LME said in a statement that it had been monitoring the evolving situation in Russia and Ukraine and it was evident this had affected the nickel market.
- Three-month nickel on the London Metal Exchange briefly jumped to a record high above \$100,000 a metric ton, before paring gains.

CNBC
Hau
UP NE
ET



Litio – producción y usos

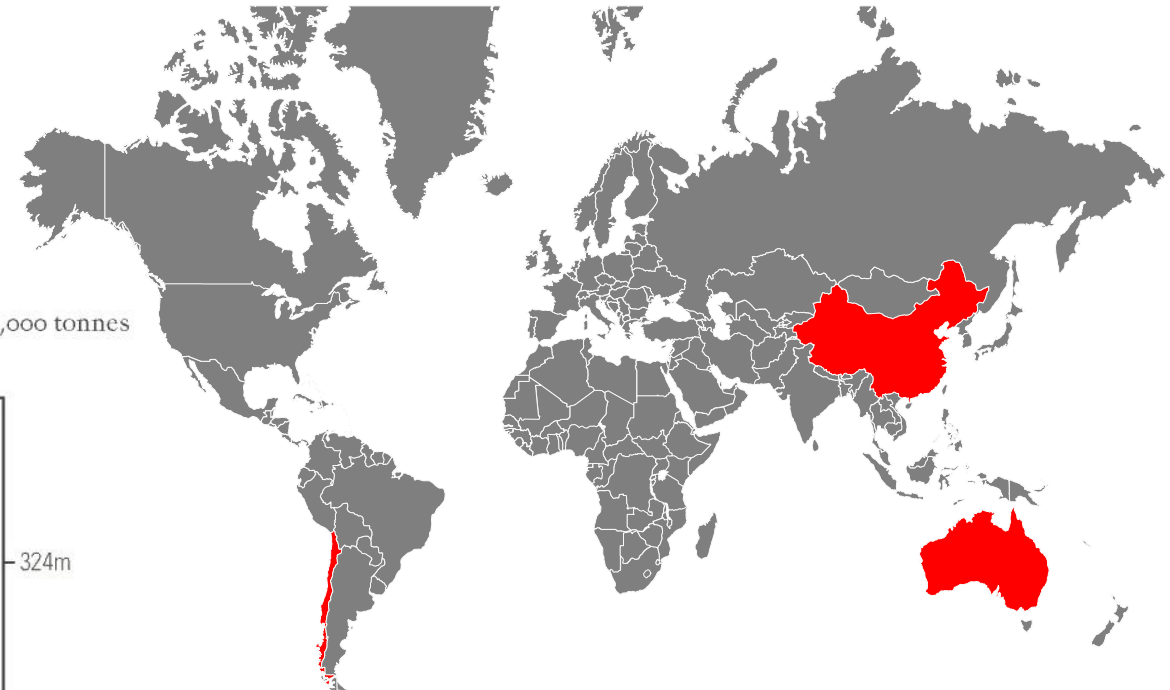
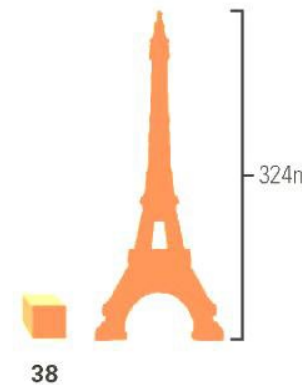
Fuente: Zepf V., Reller A., Rennie C., Ashfield M. & Simmons J., BP (2014): Materials critical to the energy industry. An introduction. 2nd edition.



European Commission (2014). Report on critical raw materials for the EU

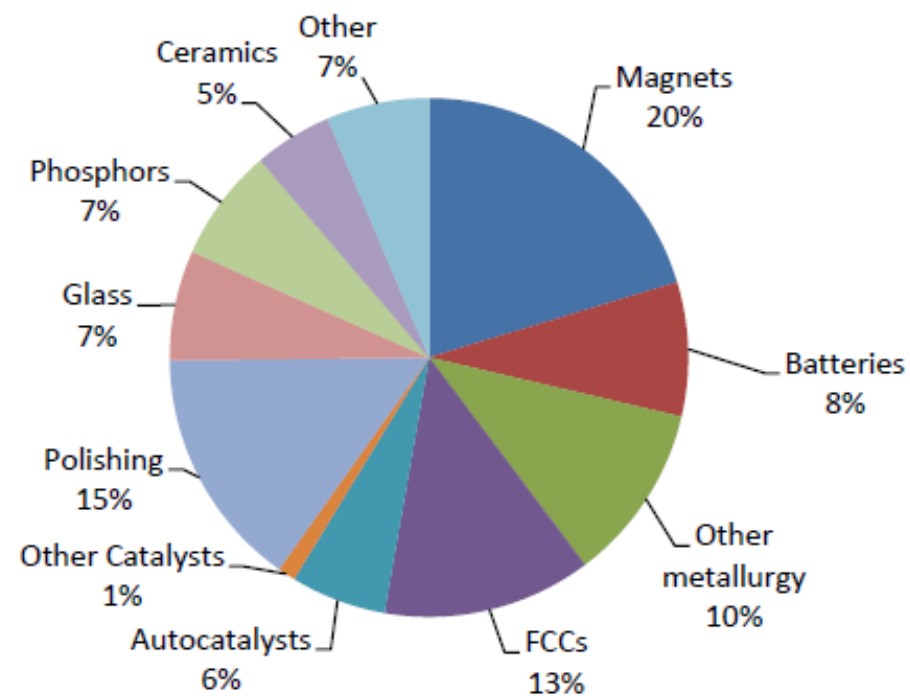


Annual production* 37,000 tonnes

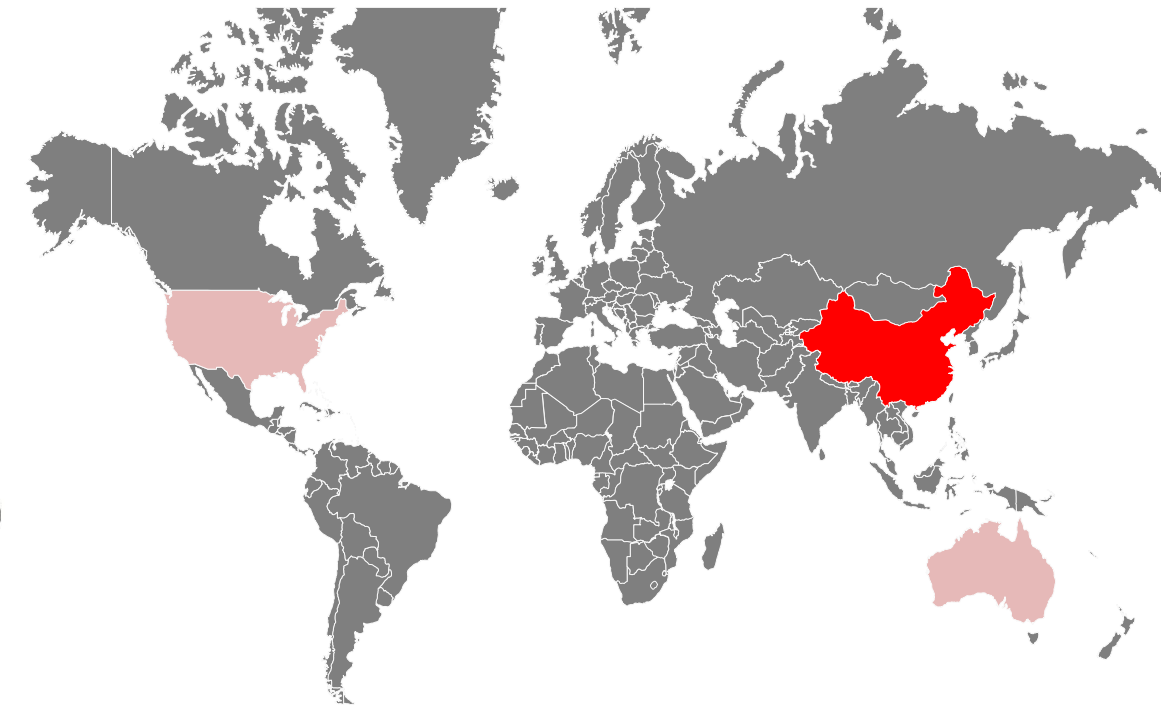
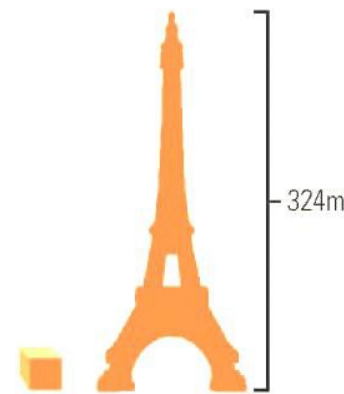


Principales productores	Producción 2012 (en toneladas)		Reservas (t)
Chile	13,000	35%	7,500,000
Australia	13,000	35%	1,000,000
China	6,000	16%	3,500,000
Otros	5,000	14%	1,000,000
Mundo	37,000		13,000,000

Tierras raras (REE) – producción y usos

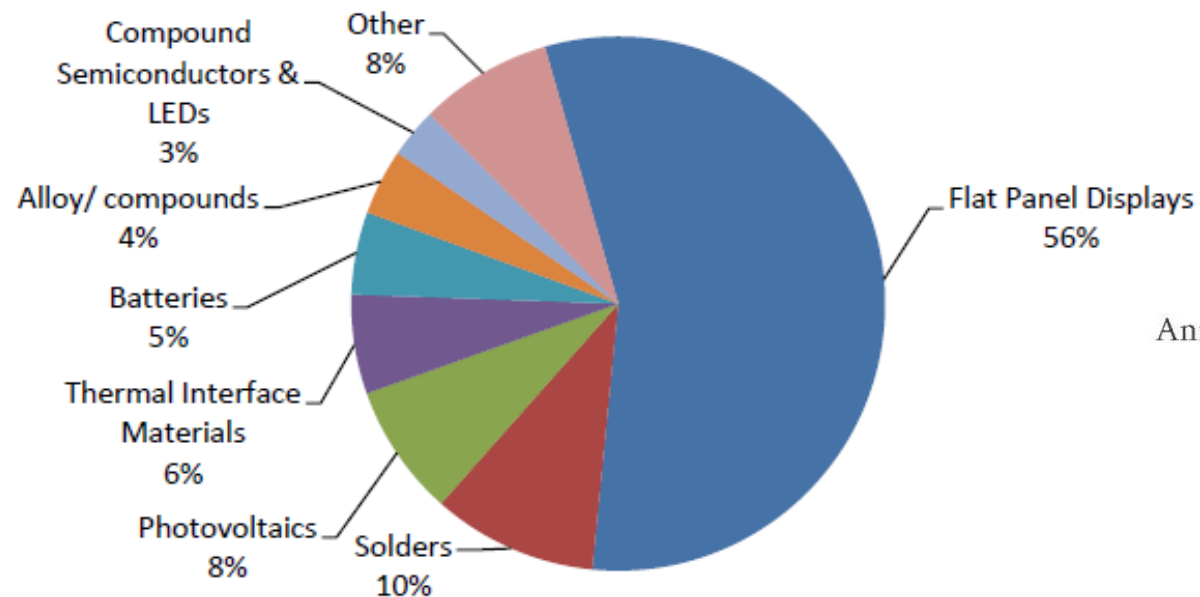


Annual production
110,000 tonnes

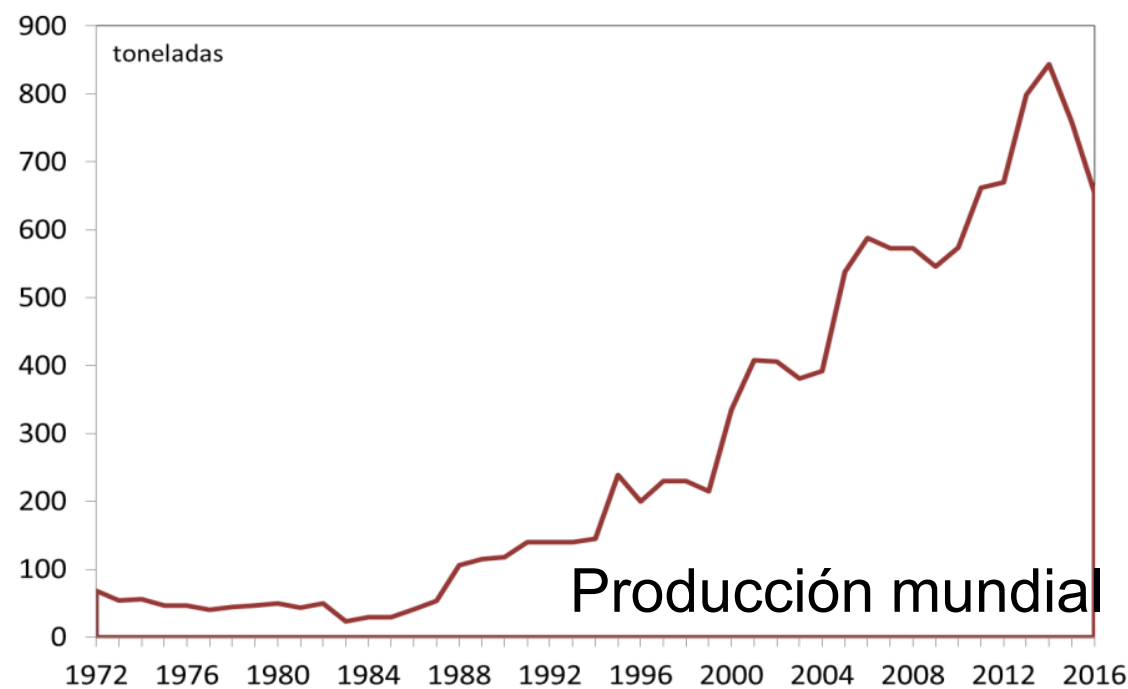
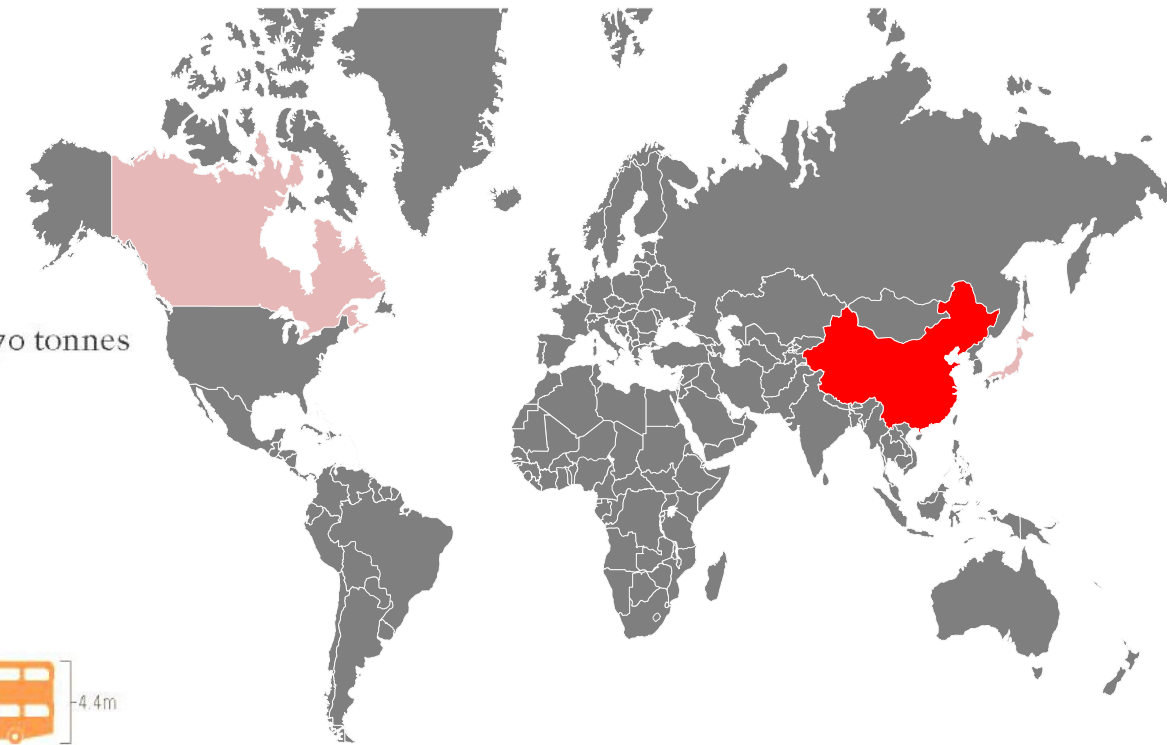


Principales productores	Producción 2012 (en toneladas)		Reservas (t)
China	95,000	86%	55,000,000
Estados Unidos	7,000	6%	13,000,000
Australia	4,000	4%	1,600,000
Otros	4,000	4%	40,400,000
Mundo	110,000		110,000,000

Indio - producción y usos



Annual production 670 tonnes



Principales productores	Producción 2012 (en toneladas)		Reservas (t)
China	390	58%	NA
Canadá	70	10%	NA
Jaón	70	10%	NA
Otros	140	21%	NA
Mundo	670		NA

¿Hay solución?

Mejorar el desensamblaje

Reciclaje basado en metalurgia

Sustituir aquellos metales de gran escasez

Coches viejos han de hacer coches nuevos

Repensar el diseño

Downloaded from SAE International by Abel Ortego, Monday, October 08, 2018



ARTICLE INFO
Article ID: 05-11-03-0021
Copyright © 2018
SAE International
doi:10.4271/05-11-03-0021

Toward Material Efficient Vehicles: Ecodesign Recommendations Based on Metal Sustainability Assessments

Abel Ortego and Alicia Valero, Fundación CIRCE
Antonio Valero, Universidad de Zaragoza
Marta Iglesias, SEAT S.A.

Abstract

Current End-of-Life Vehicle (ELV) recycling processes are mainly based on mechanical separation techniques. These methods are designed to recycle those metals with the highest contribution in the vehicle weight such as steel, aluminum, and copper. However, a conventional vehicle uses around 50 different types of metals, some of them considered critical by the European Commission. The lack of specific recycling processes makes that these metals become downcycled in steel or aluminum or, in the worst case, end in landfills. With the aim to define several ecodesign recommendations from a raw material point of view, it is proposed to apply a thermodynamic methodology based on exergy analysis. This methodology uses an indicator called thermodynamic rarity to assess metal sustainability. It takes into account the quality of mineral commodities used in a vehicle as a function of their relative abundance in Nature and the energy intensity required to extract and process them. This method is proposed as a tool to identify the most critical components in a vehicle so as to define specific ecodesign recommendations for them.

The methodology is applied to a SEAT Leon 2.0 Diesel III model (segment C). Main recommendations are focused on reducing the use of metals with high thermodynamic rarity values such as Ag, Au, Cu, Ga, In, Pd, Pt, Sn, Ta, and Te. These metals are mainly used in electrical and electronic equipment. It is also recommended to reduce the disassembly time of a number of critical components such as airbag unit, electronic control unit, lighting switcher, antenna amplifiers, panel instrument, sensors, infotainment unit, light-emitting diodes (LEDs), and motors. A fast and easy disassembly would allow in subsequent phases to apply specific recycling processes based on mechanical and hydrometallurgical hybrid approaches instead of only mechanical separation techniques.

History

Received: 02 Feb 2018
Revised: 09 Jul 2018
Accepted: 14 Aug 2018
e-Available: 17 Sep 2018

Keywords

Ecodesign, Vehicles, Thermodynamic rarity, Raw materials, Sustainability, Critical raw materials

Citation

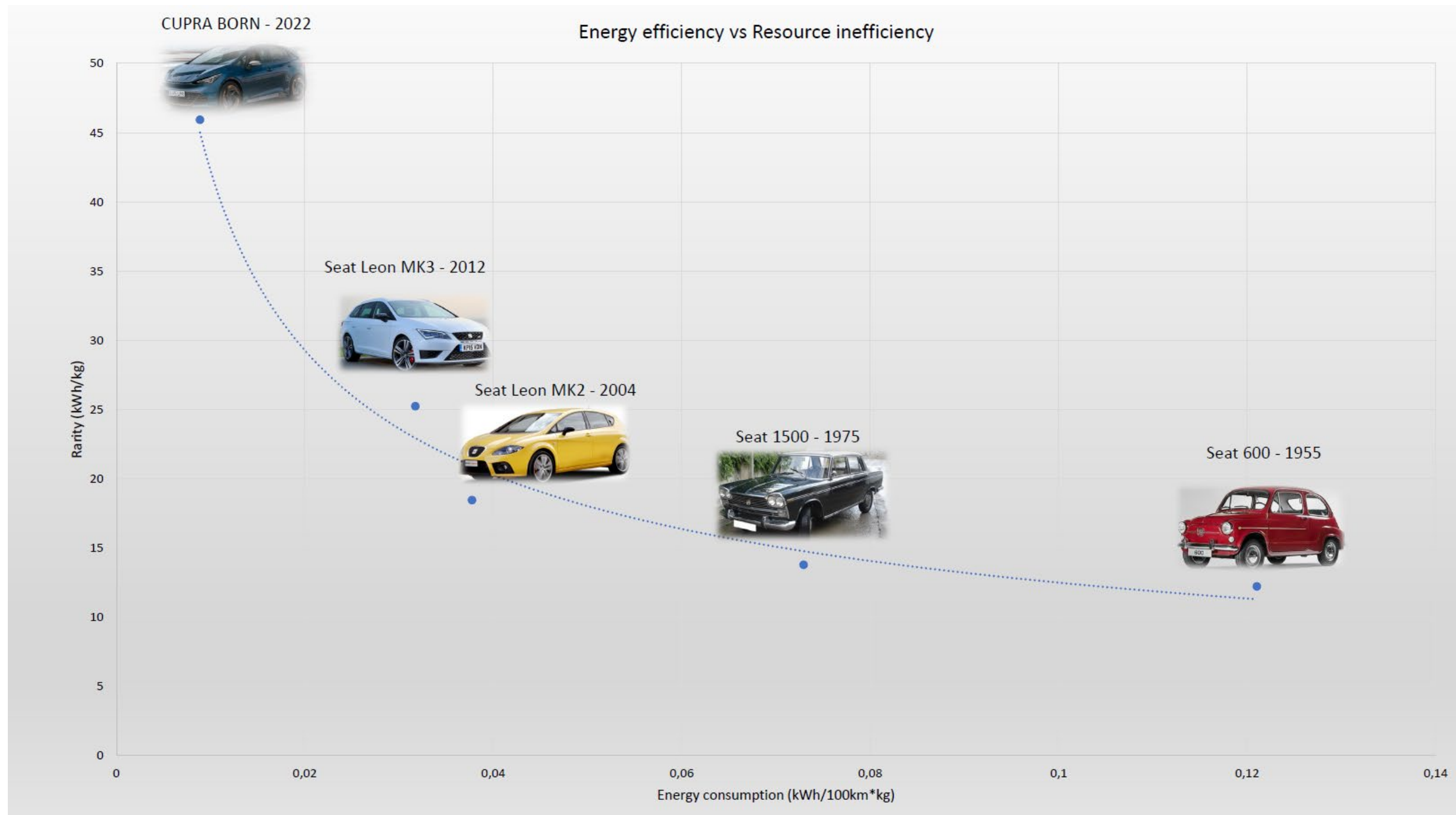
Ortego, A., Valero, A., Valero, A., and Iglesias, M., "Toward Material Efficient Vehicles: Ecodesign Recommendations Based on Metal Sustainability Assessments," *SAE Int. J. Mater. Manuf.* 11(3):2018, doi:10.4271/05-11-03-0021.



¿Cómo recuperar 2 kilos de imanes permanentes de un motor eléctrico?

- 1) Diseño orientado al reciclaje y la reutilización → Mejorar y automatizar el desensamblaje para ser rápido y por tanto viable.
- 2) Diseño orientado a la recuperación de componentes → La vida útil de un producto es inferior a la vida útil de muchos componentes (un producto fin de vida es un donante, puede dar vida a otros productos).
- 3) Reciclaje basado en metalurgia → La física no puede separar lo que se unió por la química.
- 4) Sustituir aquellos metales de gran escasez o que compiten en sectores muy fluctuantes → No uses aquello que sabes es crítico.
- 5) Coches viejos han de hacer coches nuevos → servitiza el modelo de negocio, desarrolla cadenas de logística inversa, automatiza el desensamblaje y reutiliza todo lo que puedas (chips, condensadores, motores eléctricos...).
- 6) Los automóviles deben de durar mucho más.

El talón de Aquiles de la industria



En resumen:

- Evitar la dependencia de combustibles fósiles implicará **aceptar la dependencia de materiales**, algunos de ellos con importantes riesgos de suministro
- El **nuevo petróleo** del futuro será el Li, Te, Co, P, In....
- Quien disponga de estos minerales, dominará el mundo o **quien quiera dominar el mundo se hará con ellos.**
- La poca vida útil de las tecnologías “verdes” y la falta de una solución real para reciclar funcionalmente los metales críticos hace que **esta transición energética que se nos vende, esté abocada al fracaso.**
- Llenaremos los campos de renovables, las carreteras de vehículos eléctricos creyendo que así estamos salvando el planeta pero **lo único que haremos será limpiar nuestra conciencia, hay que reducir el consumo!!!!**
- **No se puede tener un crecimiento infinito dentro de un sistema con recursos finitos.**
- **Podremos legislar, prohibir, derogar leyes... pero las leyes universales no son negociables.**

- Abel Ortego, Alicia Valero, Antonio Valero, Eliette Restrepo. Vehicles and critical raw materials. A thermodynamic assessment. Journal of Industrial Ecology. 10 March 2018. <https://doi.org/10.1111/jiec.12737>
- Abel Ortego, Alicia Valero, Antonio Valero, Marta Iglesias. Downcycling in automobile recycling process: A Thermodynamic assessment. Journal of Resources, Conservation and Recycling. September 2018. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.006>
- Alicia Valero, Antonio Valero, Guiomar Calvo, Abel Ortego. Material bottlenecks in the future development of Green technologies. Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews. October 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.041>
- Alicia Valero, Antonio Valero, Guiomar Clavo, Abel Ortego, José-Luis Palacios, Sonia Ascaso. [Global material requirements for the energy transition. An exergy flow analysis of decarbonization pathways.](https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.149) Journal of Energy. 22 June 2018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.149>
- Abel Ortego, Antonio Valero, Alicia Valero, Marta Iglesias. Towards material efficiency vehicles. Eco-design recommendations based on metal sustainability assessments. SAE International Journal of Materials and Manufacturing. September 2018. <https://doi.org/10.4271/05-11-03-0021>
- Marta Iglesias, Alicia, Valero, Abel Ortego, Mar Villacampa, Josep Vilaró, Gara Villalba. Raw material used in a battery electric car – A thermodynamic assessment. Resources, Conservation and Recycling. March 2020. Vol 158. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104820>

*LA TRANSICION ENERGÉTICA. DEL PETRÓLEO A LOS MATERIALES
CRÍTICOS: POSIBILIDADES MATERIALES ANTE LOS PLANES DE
TRANSICIÓN ENERGÉTICA*

18/05/2023

Abel Ortego aortego@unizar.es

