

Límites materiales de la transición energética: Thanatia

Alicia Valero

Decidim Fest 2021

Contenidos

- 1) El crecimiento exponencial
- 2) Agotamiento del capital mineral
- 3) ¿Transición ecológica verde?
- 4) ¿Hacia una economía circular?
- 5) Reflexiones finales

El crecimiento exponencial

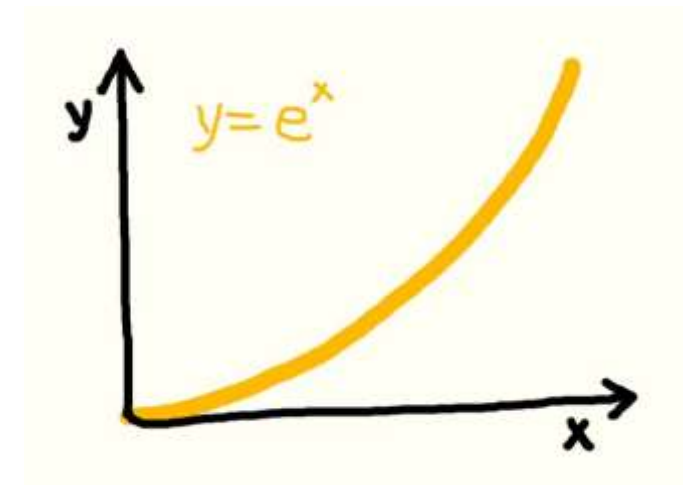
El problema del crecimiento exponencial

$$y = Ae^{bx} \Rightarrow y = 10^6 e^{0.01t}$$

- Tiempo transcurrido entre cada 1000 millones adicionales:
 - 690 años = 1000 millones
 - 100 años = 2000 millones
 - 41 años = 3000 millones
 - 29 años = 4000 millones
 - 22 años = 5000 millones
 - 18 años = 6000 millones



¡El tiempo se acelera!



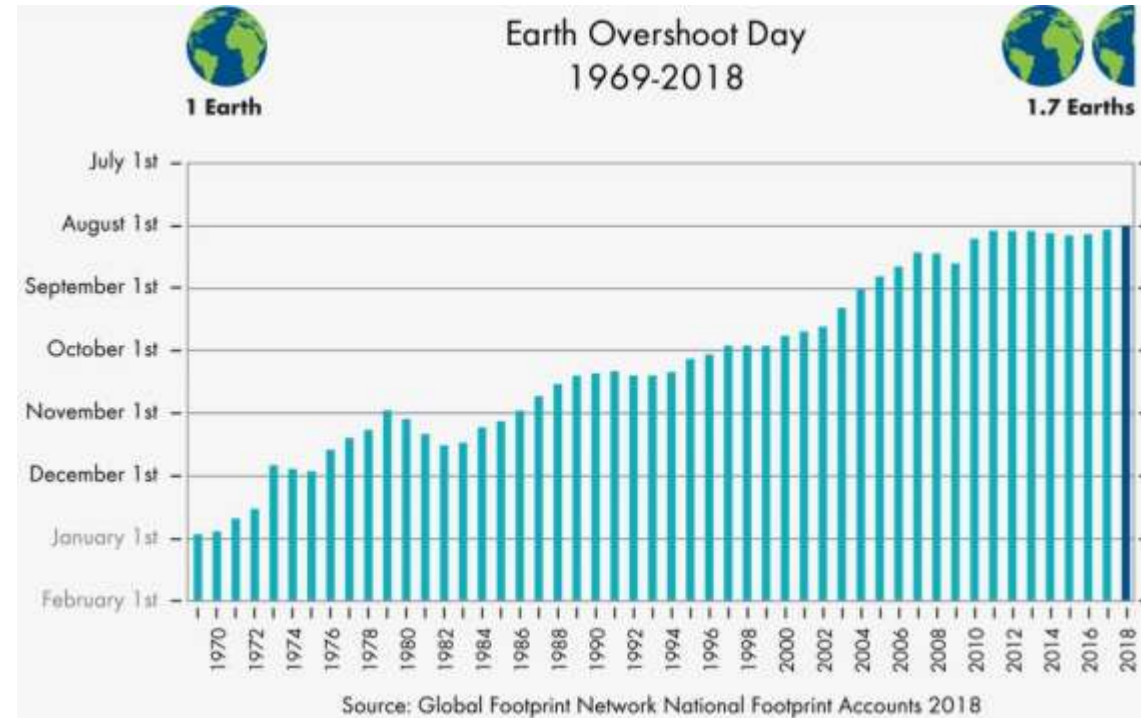
10.000 millones para el año 2050!

Día de sobrecapacidad de la Tierra

- Desde los años 70 hemos entrado en un gasto de déficit ecológico

Año	Overshoot Day ³
1970	29 de diciembre
1974	27 de noviembre
1980	3 de noviembre
1987	23 de octubre
1990	11 de octubre
1995	5 de octubre
2000	23 de septiembre
2005	26 de agosto
2007	14 de agosto
2008	15 de agosto
2009	19 de agosto
2010	8 de agosto
2011	4 de agosto
2012	4 de agosto
2013	4 de agosto
2014	5 de agosto
2015	6 de agosto
2016	5 de agosto
2017	3 de agosto
2018	1 de agosto
2019	29 de julio

2020 13 de agosto



“La enorme necesidad de recursos está sometiendo al planeta a una presión extrema y es la responsable de la mitad de las emisiones de GEI y más del 90% de la pérdida de biodiversidad y del estrés hídrico”

Otro ejemplo: el poder del crecimiento exponencial



El comportamiento exponencial se da en la explotación de todos los recursos naturales limitados



Deforestación

A line graph with a black background and a white y-axis. A single red line starts at the origin and curves upwards exponentially, representing the rate of deforestation over time.

La depredación de la naturaleza crece a un ritmo del 2,8% anual. En una generación consumiremos el doble que hoy y en 25 años habremos consumido tanto como en toda la historia del ser humano



Sobreexplotación pesquera

A line graph with a black background and a white y-axis. The x-axis is labeled with years: 1900, 1920, 1940, 1960, 1980, 2000. Three lines are plotted: a red line, a yellow line, and a green line. All three lines show an upward trend, with the red line being the highest and the green line the lowest. The lines curve upwards, indicating exponential growth. The text 'Sobreexplotación pesquera' is written in blue on the right side of the graph.

1900 1920 1940 1960 1980 2000

Reto sin precedentes

- **¿Cómo alimentar a una población de 10.000 millones de individuos y satisfacer las necesidades de tanta gente?**
- **¿Hay suficientes recursos?**

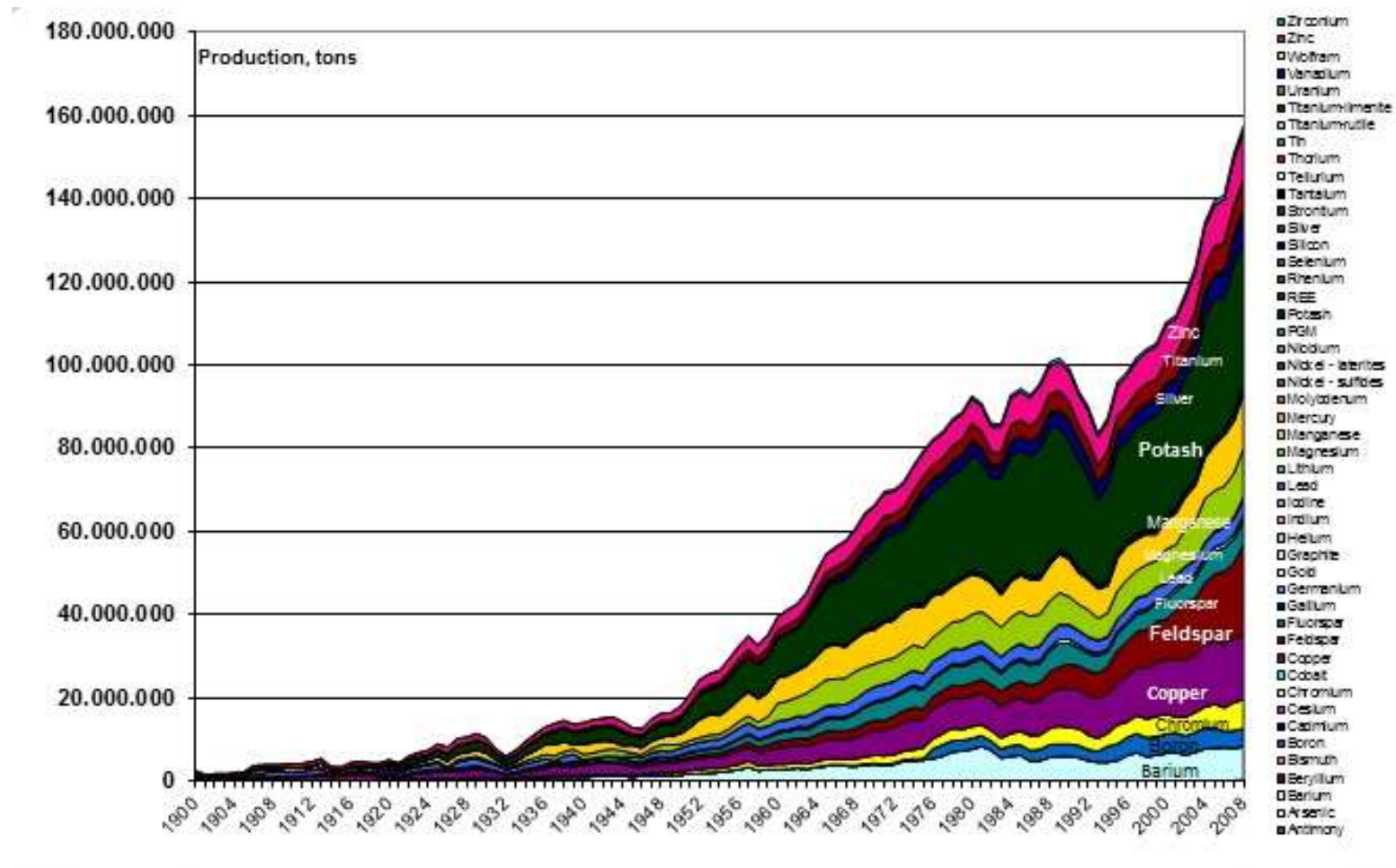


Playa de Qingdao (China). Fuente:<http://blog.goplacelit.com/>

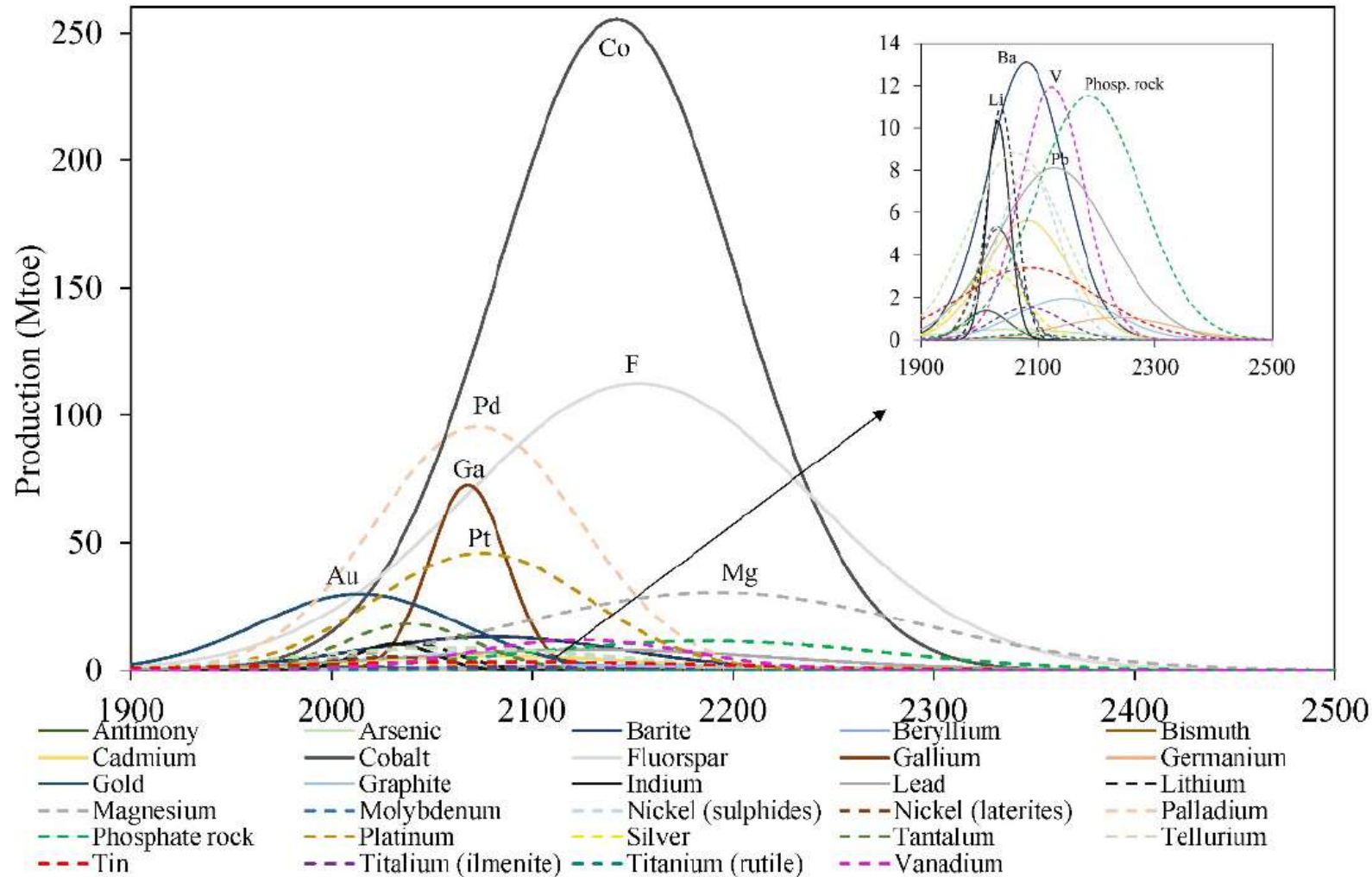
El agotamiento del capital mineral

Producción y Consumo exponencial de minerales

Extracción de cobre se duplica cada 25 años!!



Las minas se agotan



El pico de producción de gran parte de los recursos podría alcanzarse antes de que se acabe el s. XXI

Consumo energético total (GJ/t vs. ley)

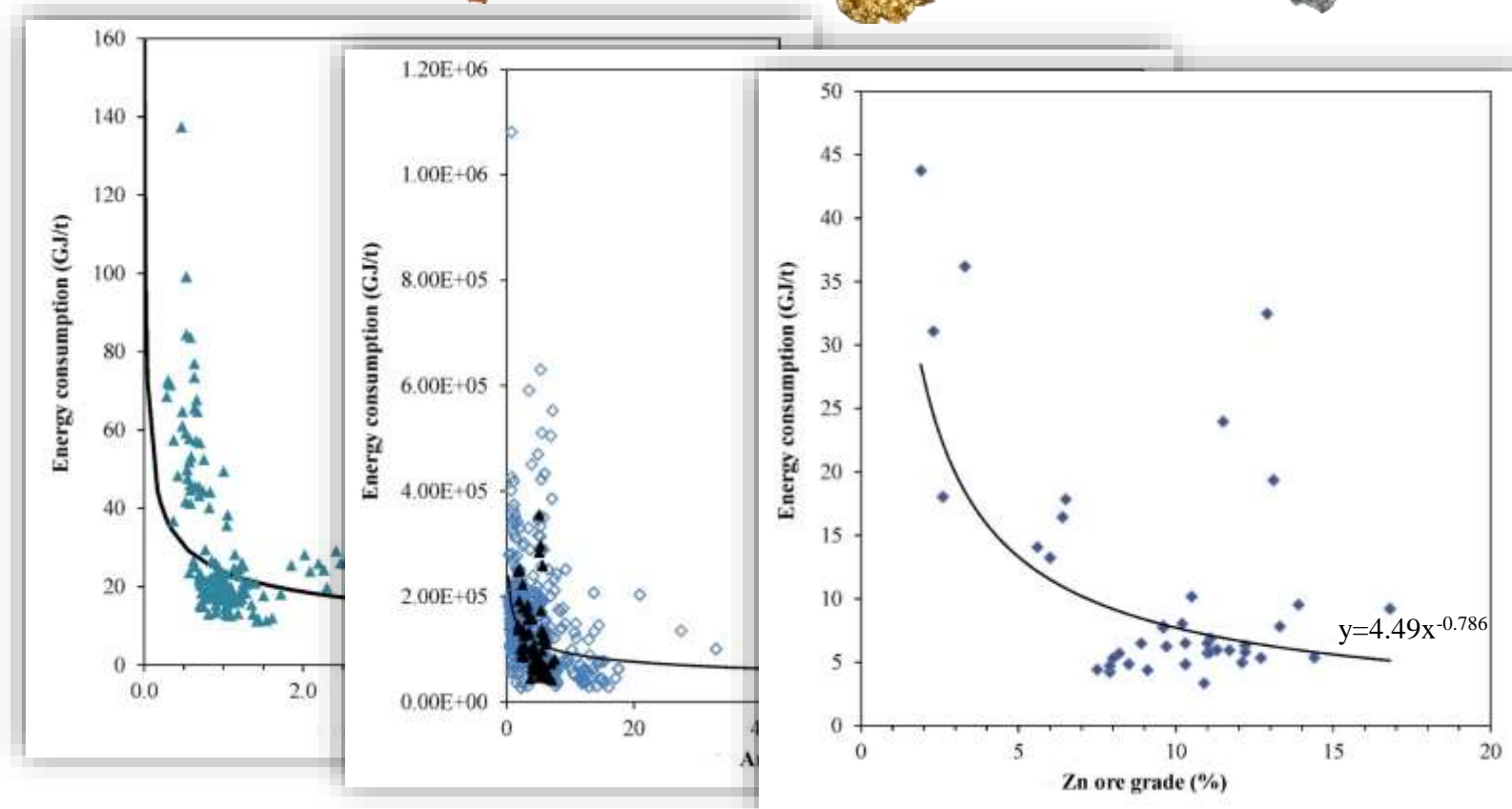
Cobre



Oro



Cinc



La energía asociada a la minería (basada en combustibles fósiles) va a aumentar y con ello las emisiones!

¿Transición ecológica verde?

Nuevos materiales para la Economía “Verde”

Por GW, la eólica necesita 25 veces más materiales que las centrales convencionales



Parque eólico. Creative Commons



Central térmica de Andorra (Teruel)

1GW de potencia producida convencionalmente equivale a 1000 aerogeneradores de 1 GW ó 200 de 5GW

Nuevos materiales para la Economía “Verde”

La cantidad no es lo más preocupante!



Al Cu Dy Fe Nd Ni



Ag Cd Cu Ga Ge In Mg
Mo Ni Pb Se Sn Te Zn

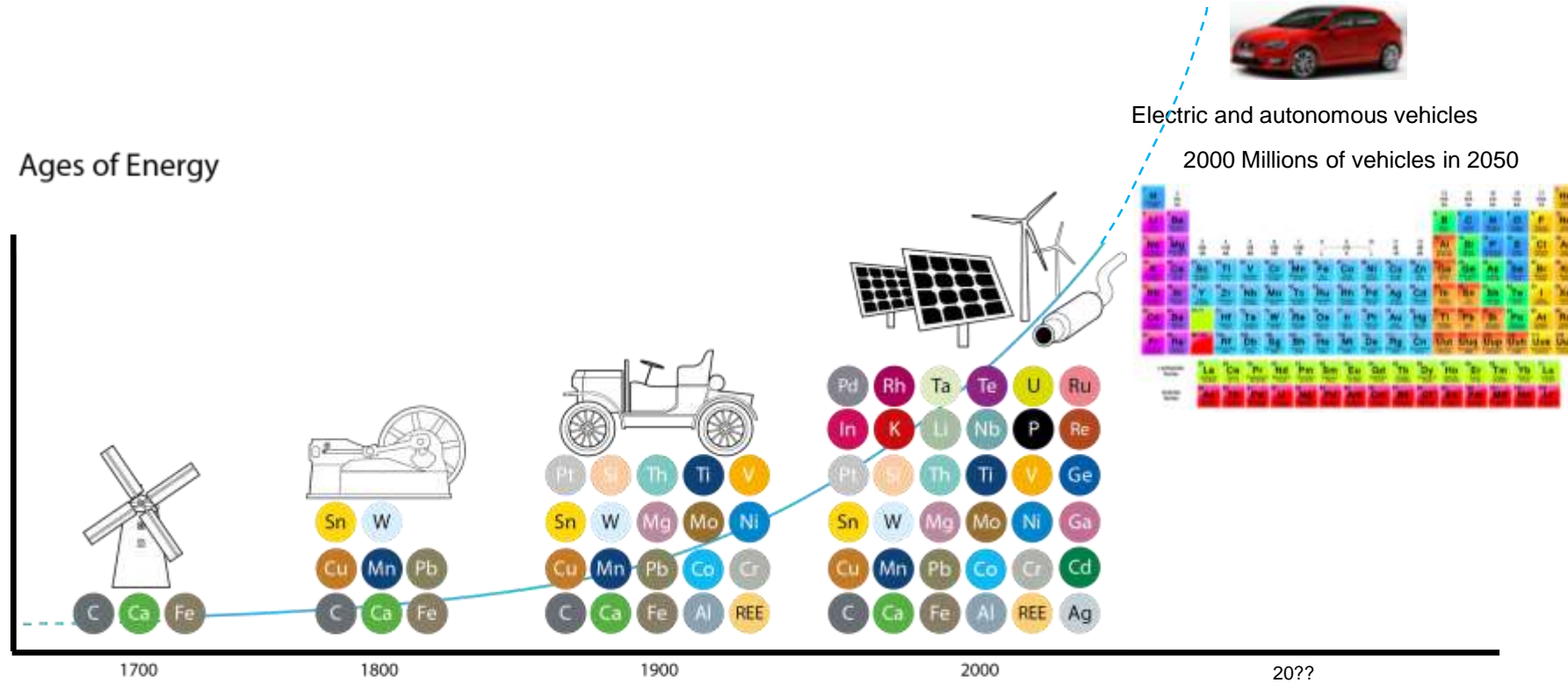


Ag Al Ce Co Cr Cu Dy Fe
Ga Gd In La Li Mn Mo Nb
Nd Ni Pd Pr Pt Ta V

Fuente: elaboración propia

La era de la tabla periódica

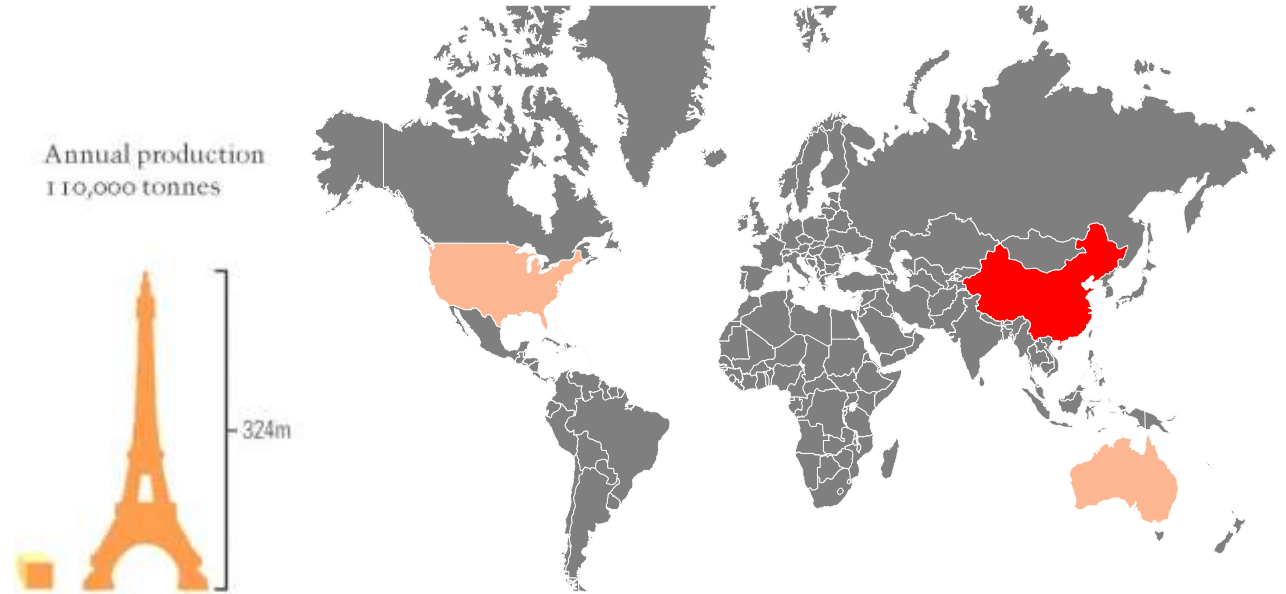
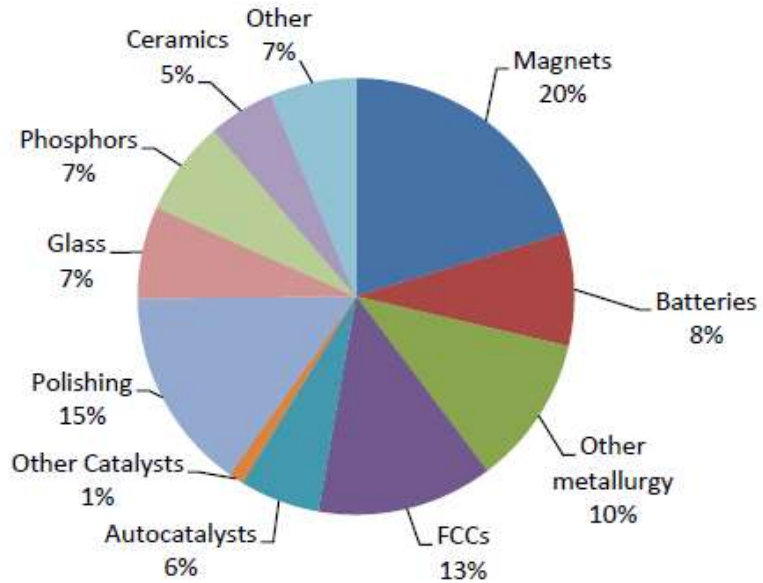
Ages of Energy



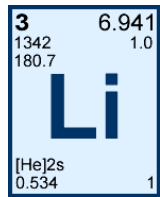
Elements widely used in Energy Pathways

Adapted from: Achzet et al (2011)

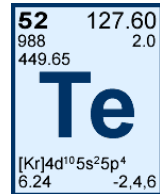
Tierras raras (REE) – producción y usos



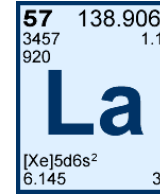
Principales productores	Producción 2012 (en toneladas)		Reservas (t)
China	95,000	86%	55,000,000
Estados Unidos	7,000	6%	13,000,000
Australia	4,000	4%	1,600,000
Otros	4,000	4%	40,400,000
Mundo	110,000		110,000,000



mi

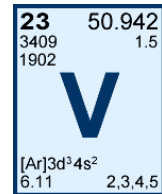


s minerales a

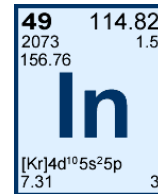


tercera

re



olución



dustrial



Fuente: Elaborado a partir de Valero, A., Valero, A., Calvo, G., & Ortego, A. (2018). Material bottlenecks in the future development of green technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 178–200.

La producción en Stellantis Figueruelas se detiene por falta de piezas

La planta que produce los Opel Corsa y Crossland X, con el Citroën C3 Aircross, parada desde el domingo por la noche y seguirá así al menos hasta el miércoles.



Línea de montaje del Opel Corsa en Zaragoza.

BSH reduce su producción de hornos un 40% en Montañana por la falta de un componente

Pese a tener demanda, la compañía recorta su producción y no renovará a 160 trabajadores eventuales en la factoría zaragozana.

NOTICIA ACTUALIZADA 26/3/2021 A LAS 05:00
LUIS H. MENÉNDEZ



Suenan las alarmas: Listado de materiales críticos

Materias primas fundamentales en 2020 (en negrita, las nuevas en comparación con la lista de 2017)		
Antimonio	Hafnio	Fósforo
Barita	Tierras raras pesadas	Escandio
Berilio	Tierras raras ligeras	Silicio metálico
Bismuto	Indio	Tantalio
Borato	Magnesio	Wolframio
Cobalto	Grafito natural	Vanadio
Carbón de coque	Caucho natural	Bauxita
Espato flúor	Niobio	Litio
Galio	Metales del grupo del platino	Titanio
Germanio	Fosforita	Estroncio

Fuente: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474>

- Según la UE, para las baterías de los vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía en 2030 la UE necesitará 18 veces más de litio y 5 veces más de cobalto.
- En 2050, 60 veces más de Li, 15 veces más de Co y 10 de tierras raras en imanes permanentes.

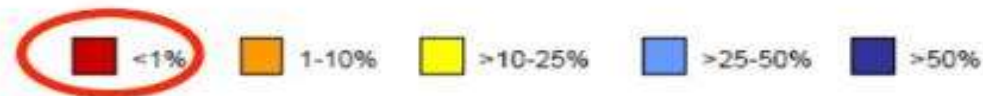
¿Hacia una economía circular?

... Muy poco se recicla

Specialty metals recycling rates are below 1%!!
 (Int. Resource Panel: Graedel et al, 2011)

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	(117) (Uus)	118 Uuo

* Lanthanides	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
** Actinides	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



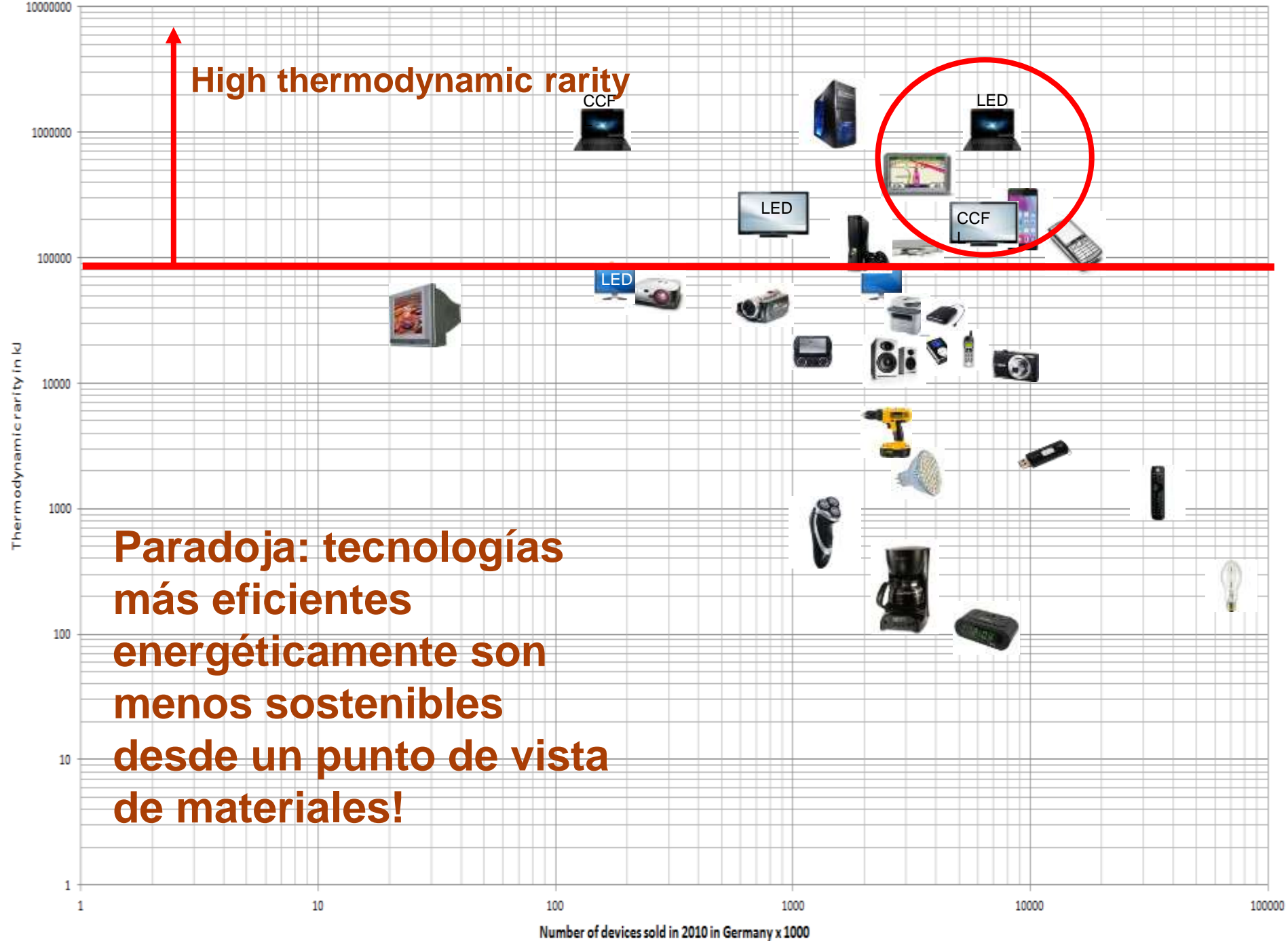
Quimiodiversidad en nuevas tecnologías

TENDENCIA:

Mayor número de productos y materiales con mejores prestaciones, reducción en tamaño y peso.



IMPOSIBLES DE RECICLAR FUNCIONALMENTE!

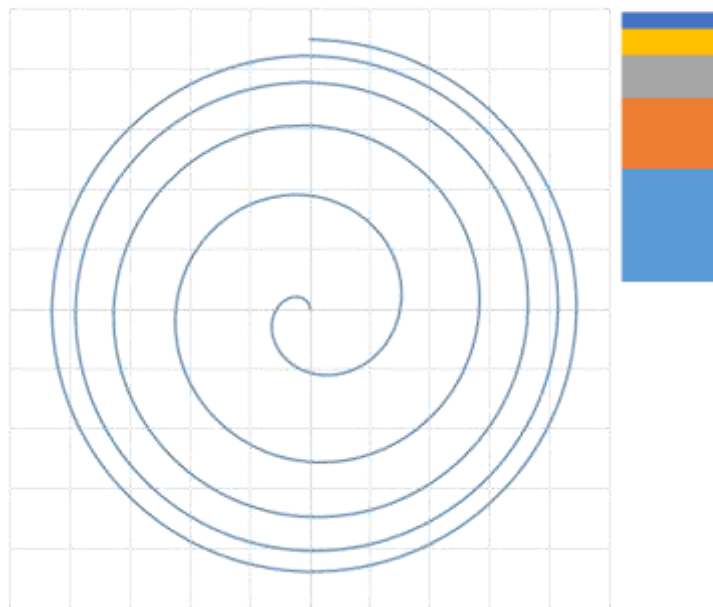


Paradoja: tecnologías más eficientes energéticamente son menos sostenibles desde un punto de vista de materiales!

Más eficientes energéticamente, ¿pero más sostenibles?



Límites a la economía circular: Economía espiral



Aceleración exponencial: $R=R_0 \cdot a \cdot b^t$

Reflexiones finales

¿Soluciones?

- Tecnológicas

- La desmaterialización (menos es más)
- La sustitución de materiales críticos por abundantes
- Diseño de productos robustos, modulares y fácilmente desensamblables (aprender de la naturaleza que no produce residuos y vive y se regenera por la acción del sol)
- **Infraestructura metalúrgica de recuperación** de materiales secundarios. Evitar exportación de residuos y reducir la importación de MMPP críticas.

¿Soluciones?

- Legales/Políticas

- Legislación más restrictiva para la recuperación de materiales críticos (legislar en términos de calidad, no de cantidad!).
- Eliminar trabas legales y administrativas para que los residuos se conviertan en materias primas.
- Conciencia de reutilización y reciclado => Educación a todos los niveles.
- **Promoción de nuevos modelos de consumo => Servitización**

Atención



- Si la demanda sigue aumentando, no podremos prescindir nunca de la minería. **La UE está promoviendo la minería en el propio territorio para evitar depender de terceros países socioeconómicamente inestables.** => Efecto Nimby.
- Contradicciones evidentes (renovación constante de artefactos tecnológicos vs. Efecto Nimby): **Ojo con relegar la minería a terceros países con bajos o escasos estándares ambientales y sociales.**
- **Valorar adecuadamente el capital mineral**

Valoración del patrimonio de un país

- **El PIB y otros indicadores económicos no tienen en cuenta a las futuras generaciones. Cuanto más escaso, mayor es la deuda hacia la Naturaleza.**

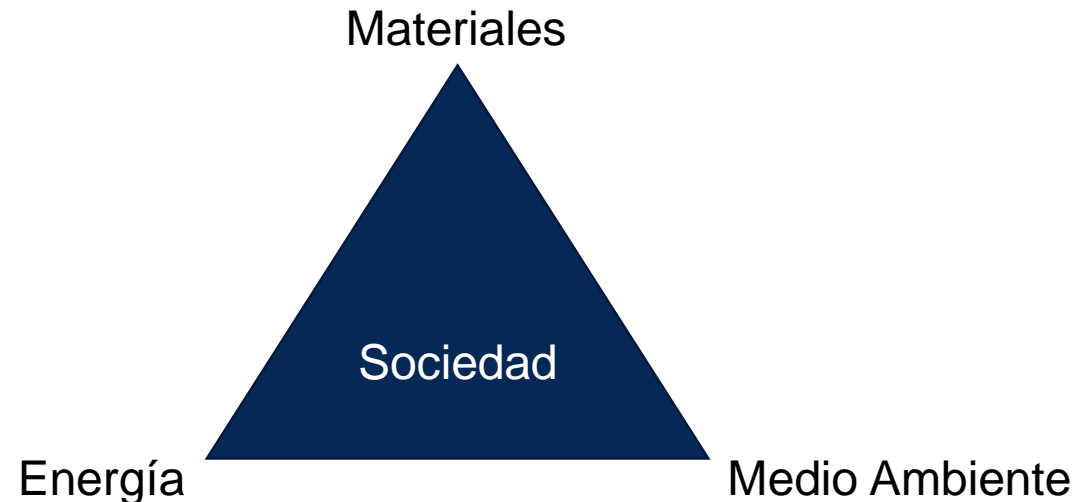


- **El capital mineral es un patrimonio natural de los que viven hoy pero también de los que nacerán. Debe valorarse de forma justa para crear un verdadero sentido de la conservación.**

REFLEXIONES FINALES

- **En definitiva:**

- Evitar la dependencia de combustibles fósiles => aceptar la dependencia de materiales.
- Sin materiales no hay energía, pero sin energía no hay materiales.
- Las soluciones son multidimensionales y complejas (entran en juego problemas sociales de la minería).



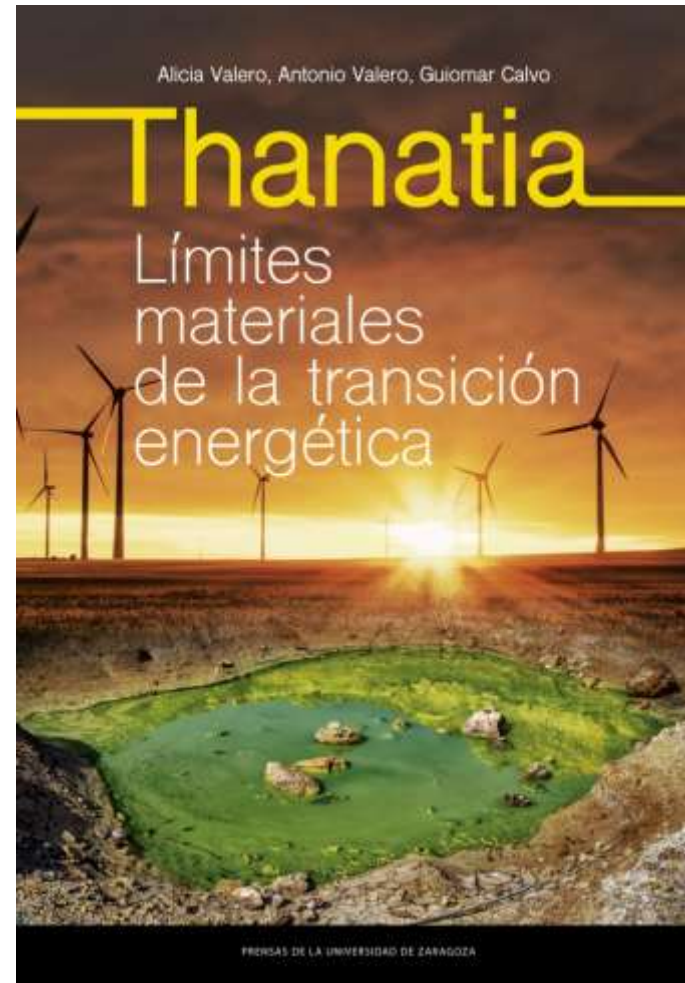
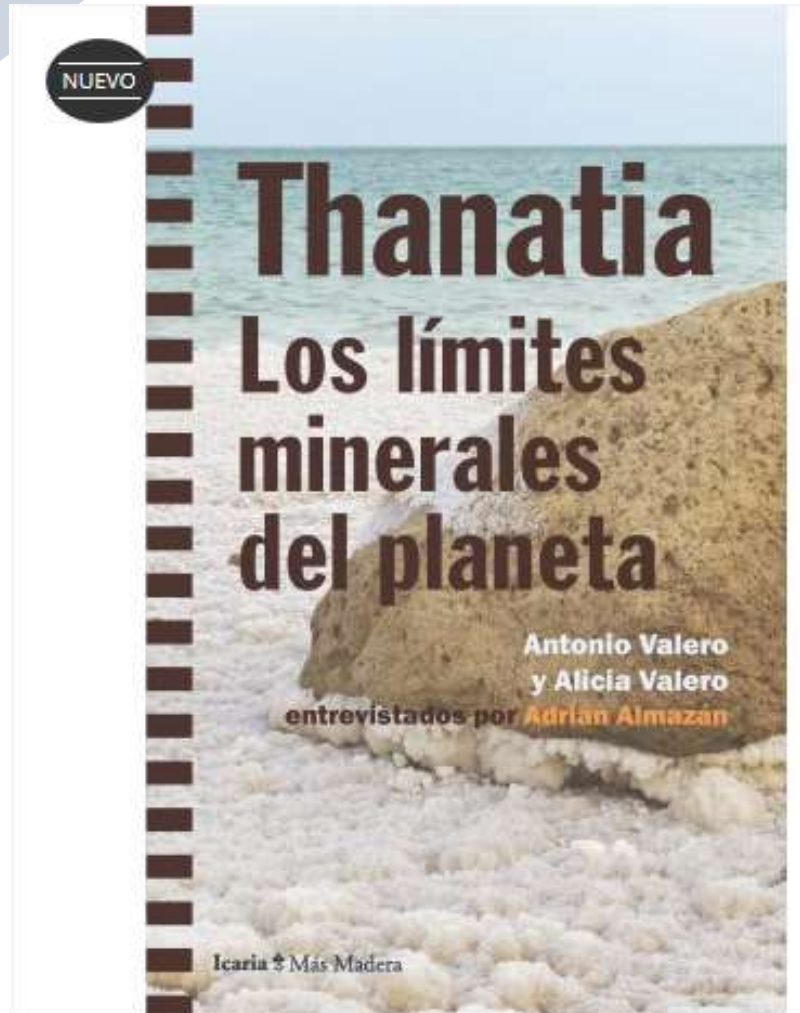
REFLEXIONES FINALES

No hay tiempo para volver a cometer los fallos del pasado



ECONOMÍA IN-SPIRAL





Gracias por
vuestra
atención
aliciavd@unizar.es