



Thanatia: El destino de los recursos minerales del planeta Tierra

Antonio Valero Capilla

CONAMA2014



Thanatia: El destino de los recursos minerales del planeta Tierra

Antonio Valero and Alicia Valero

Noviembre, 25, 2014

Conama 2014

Edificio CIRCE / Campus Río Ebro / Mariano Esquillor Gómez, 15 / 50018 ZARAGOZA

Tfno. (+34) 976 761 863 / Fax (+34) 976 732 078 / web: www.fcirce.es / email: circe@fcirce.es

La extracción de minerales

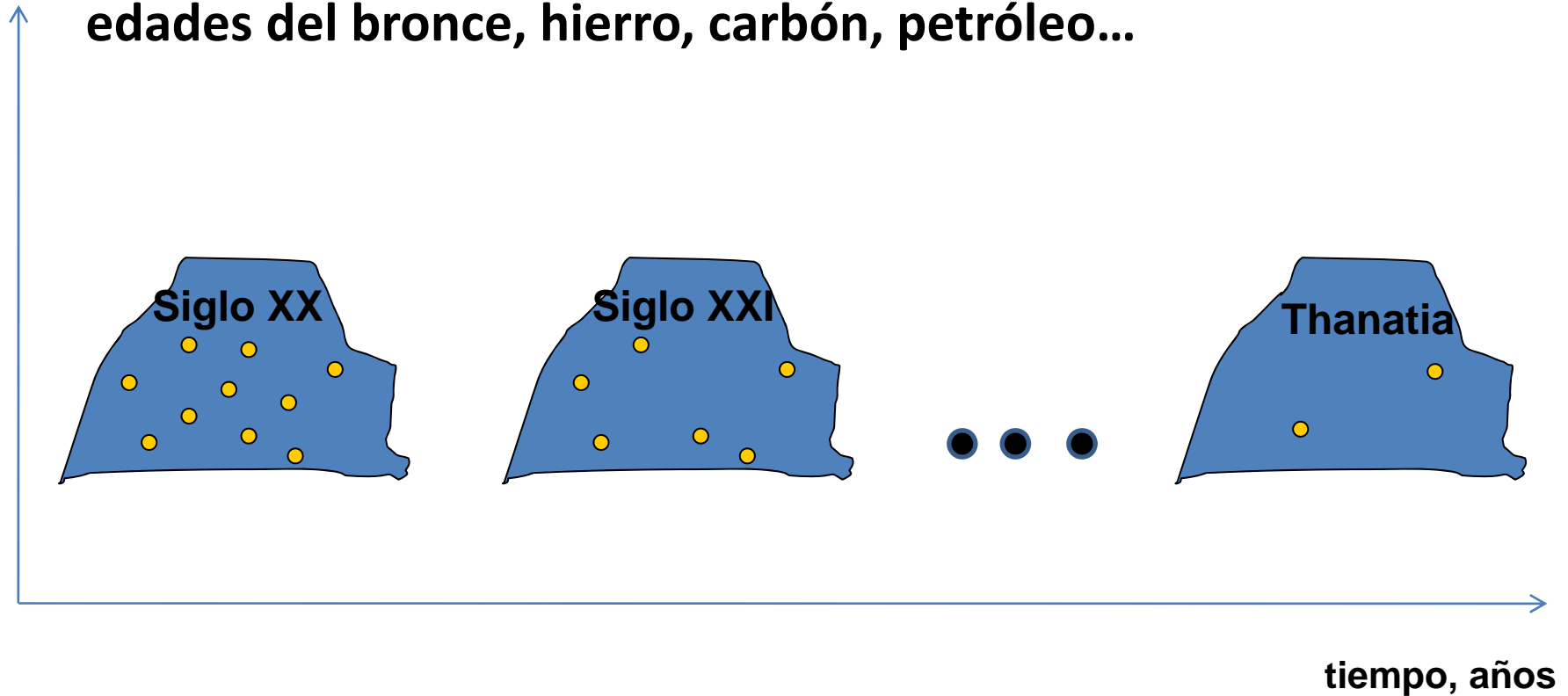
- *Un mineral es una rareza dentro de la corteza terrestre*
- *Un mineral se distingue dentro del marmágnum de la corteza terrestre por su composición química y su concentración.*
- *Un mineral, por tanto tiene exergía respecto a su corteza exenta de minerales.*



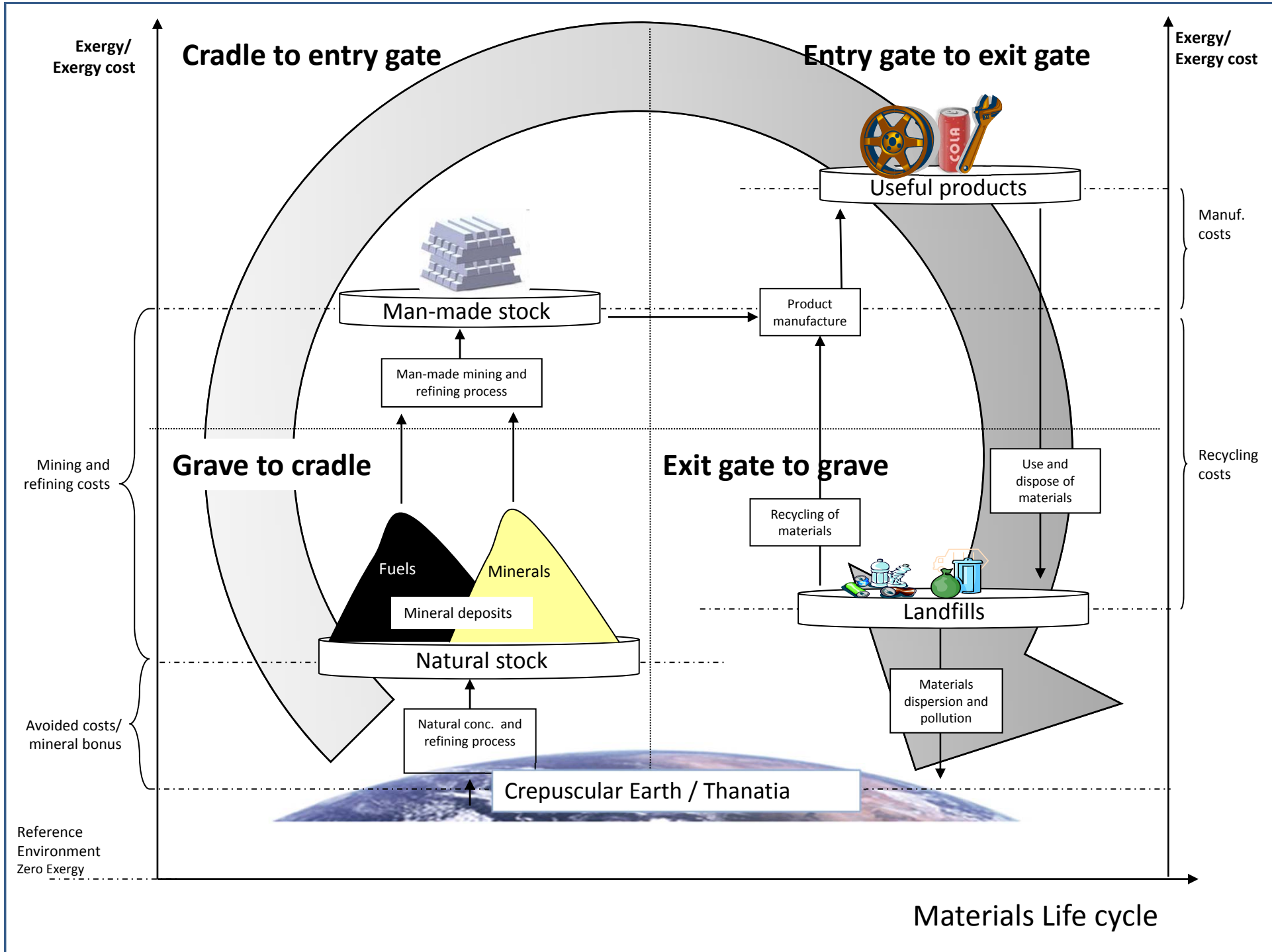
Todos los minerales concentrados tanto combustibles como no combustibles representan sólo el 0.01-0.001% de la masa total de la corteza superior del planeta Tierra.

Aplicación a la extracción de minerales

- La historia tecnológica de este planeta se ha representado por edades del bronce, hierro, carbón, petróleo...



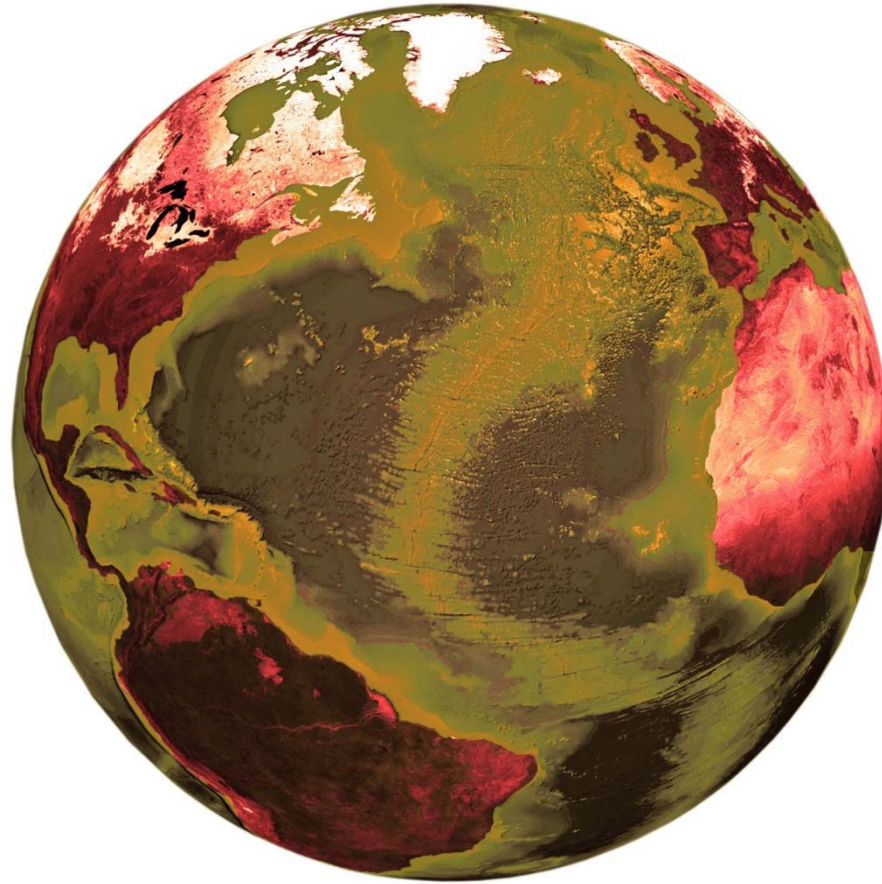
- *Podemos pensar que si el Planeta es finito llegará un momento en que no habrá más minerales → **Thanatia***



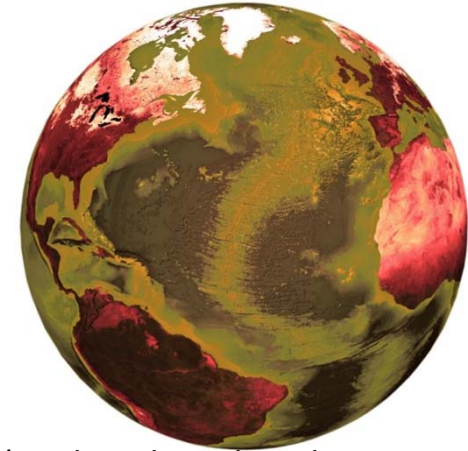
THANATIA: posible final de los recursos de la Tierra.

- *Thanatia viene del griego “θάνατος” y representa la muerte.*
- *Podemos imaginar un estado posible del Planeta en el que todos los recursos comercialmente explotables han sido consumidos y dispersados.*
- *Sería un posible fin del “período Antropoceno”.*
- *Thanatia, constituye el punto de partida para evaluar la pérdida de dotación mineral de la Tierra.*

Thanatia



Qué es Thanatia?



- **THANATIA ATMOSPHERE**
- An atmospheric injection of about 2,000 GtC.
- carbon dioxide content of 683 ppm, a mean surface temperature of 17 °C (peak carbon dioxide induced warming of 3.7 °C above preindustrial temperatures),
- A pressure of 1.021 bar and a composition, on a volume basis of 78.8% N₂, 20.92% O₂, 0.93% Ar and 0.0015% of trace gases.

- **THANATIA HYDROSPHERE**
- **freshwater amounts about 2.5% of global water.**
- freshwater is expected to increase its content of nitrogen, phosphorus, heavy metals, organic substances, sulphates and other components as population grows and climate changes.
- Most of Ice Caps melted
- The changes in freshwater composition should not affect significantly the composition of the ocean. Therefore, **the composition of the exhausted hydrosphere** can be **approximated** with high confidence to that of **seawater**.

- **THANATIA CRUST**
- The upper continental crust can be approximated to **the average mineralogical composition of the current earth's crust**. The resulting crust is composed of 292 common minerals
 - **Todos los recursos han sido extraídos y dispersados**
 - **Todos los combustibles han sido quemados.**

Hechos

La explotación de los minerales de la Tierra en los últimos 120 años sigue una función exponencial

Tendencia mundial de extracción de minerales

Fe

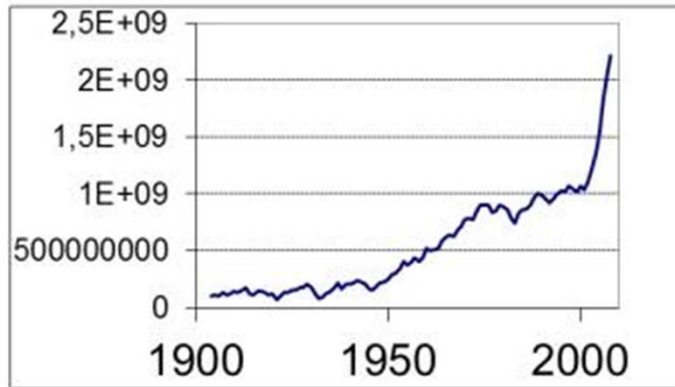


Figura 1: Producción de arrabio (ton.) a lo largo del siglo XX. Datos USGS

Al

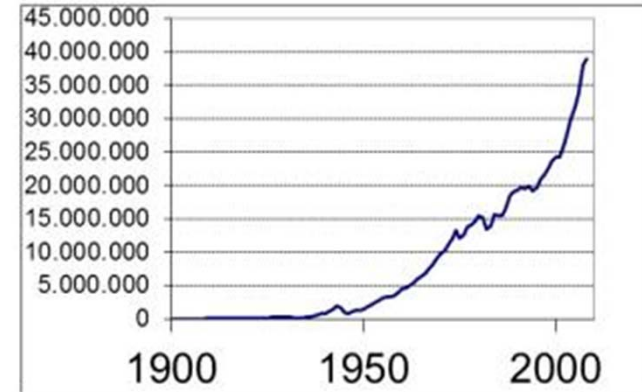


Figura 2: Extracción de Aluminio (ton.) a lo largo del siglo XX. Datos USGS

Cu

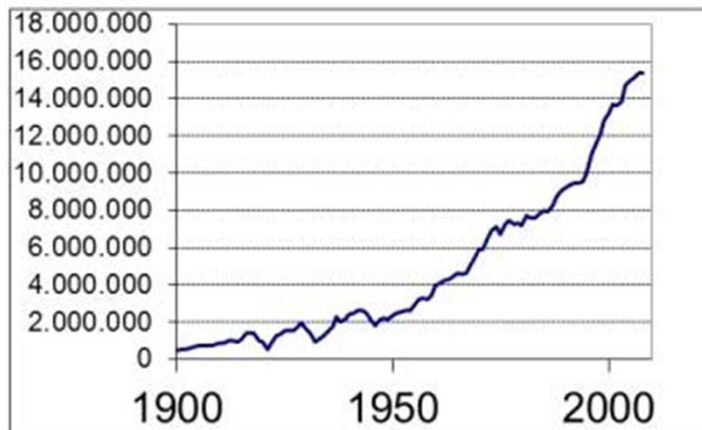


Figura 3: Extracción de Cobre (ton.) a lo largo del siglo XX. Datos USGS

Cr

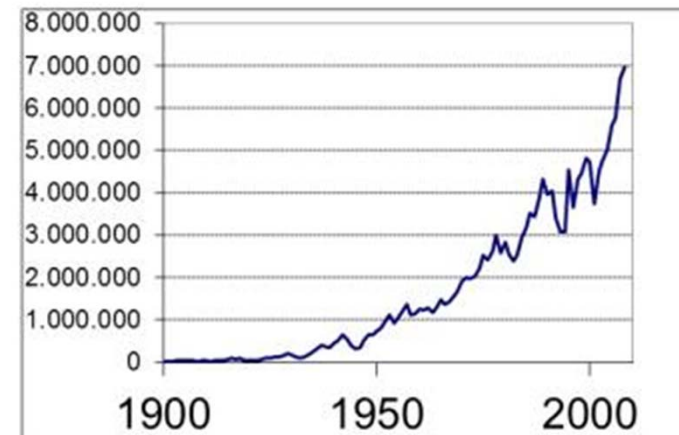
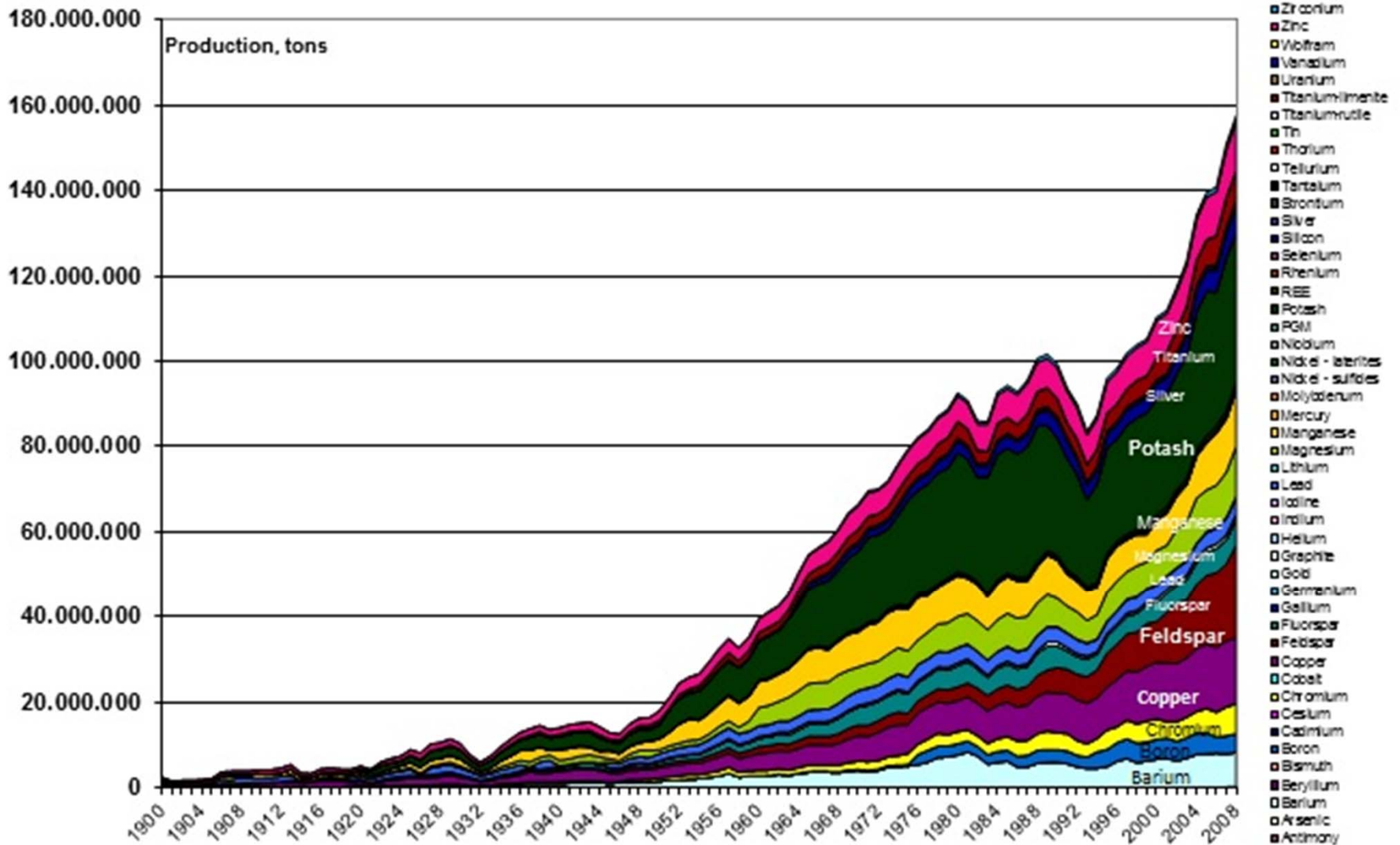


Figura 4: Extracción de Cromo (ton.) a lo largo del siglo XX. Datos USGS.

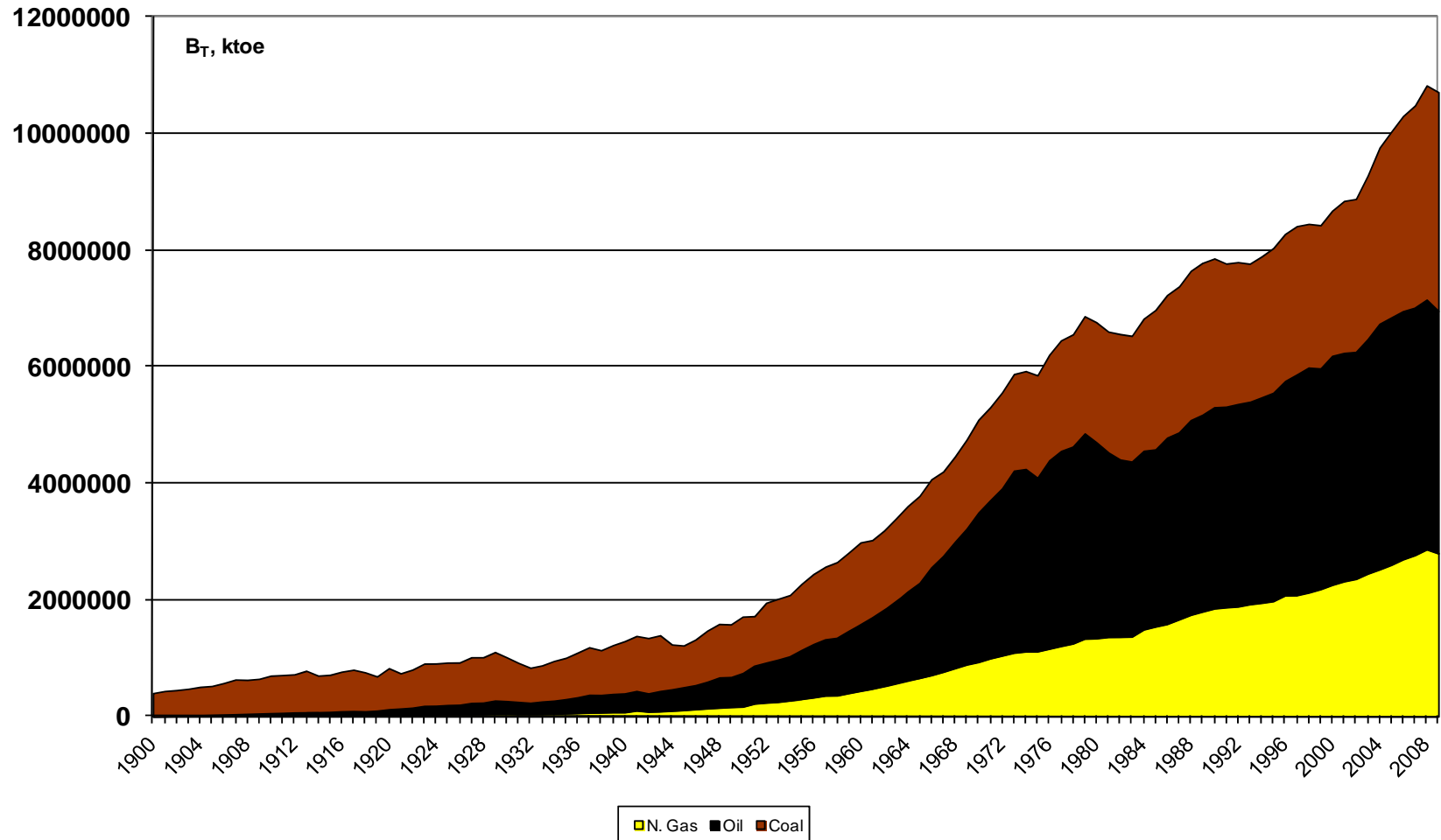
Tendencia Exponencial del consumo de minerales



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

Combustibles fósiles

Mineral Exergy consumption throughout the 20th century



**los nuevos materiales son la base para
la nueva economía verde!**

Nuevos Materiales para la Economía Verde

- Tecnologías IC \leftrightarrow PGM, Au, Sn, Nb, Ta
- Biomasa \leftrightarrow P
- Eólica \leftrightarrow Imanes permanentes Nd, Dy, Pr, Sm y Co
- Fotovoltaica \leftrightarrow In, Te, Ga, Ge, As, Gd
- Lámparas de bajo consumo y pantallas : Y, Eu, Tb, In, Sn
- Baterías \leftrightarrow Ni, Mn, Co, Cd, La, Ce, Li
- Turbinas de altas prestaciones \leftrightarrow Co, Nb, V, Re
- Automóviles eléctricos \leftrightarrow La, Imanes permanentes,
- SOFC H₂ \leftrightarrow Pt, Pd
- Catalizadores \leftrightarrow Pt, La, Ce
- Ce para pulir discos duros.
- Nuclear \leftrightarrow In, Hf, Re, Zr, U

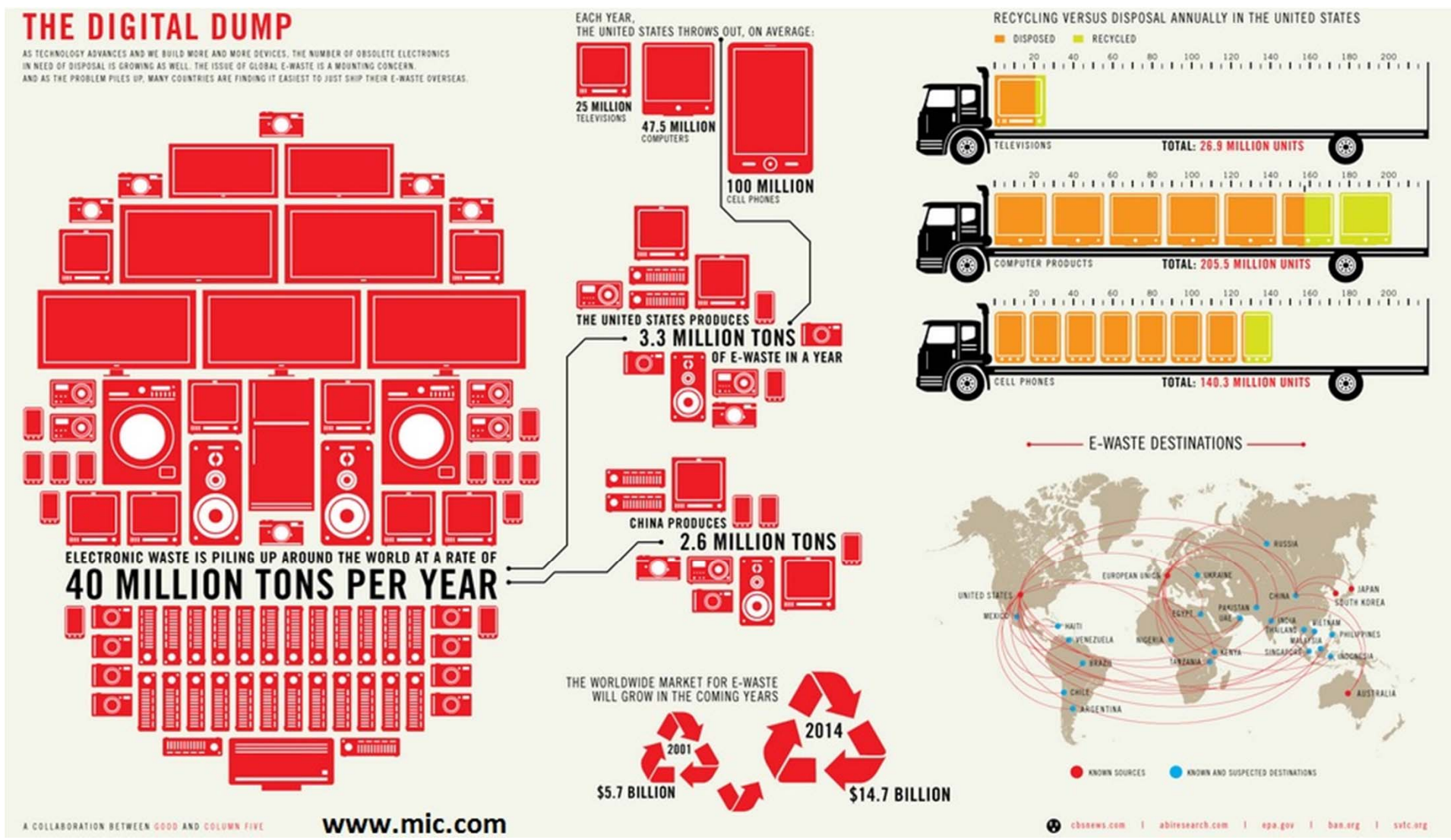
El teléfono móvil como conjunción de la tecnología de comunicaciones e informática

- Teléfono Móvil
 - 9 mg Pd
 - 24 mg Au
 - 250 mg Ag
 - 9 g Cu
 - 3.5 g Co (baterías)
 - Ta (condensadores)
 - In y Sn (pantallas TFT)



El reciclado de los metales y elementos más críticos es casi nulo

Chatarra electrónica en el mundo



Porcentajes de reciclado de elementos según UNEP

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

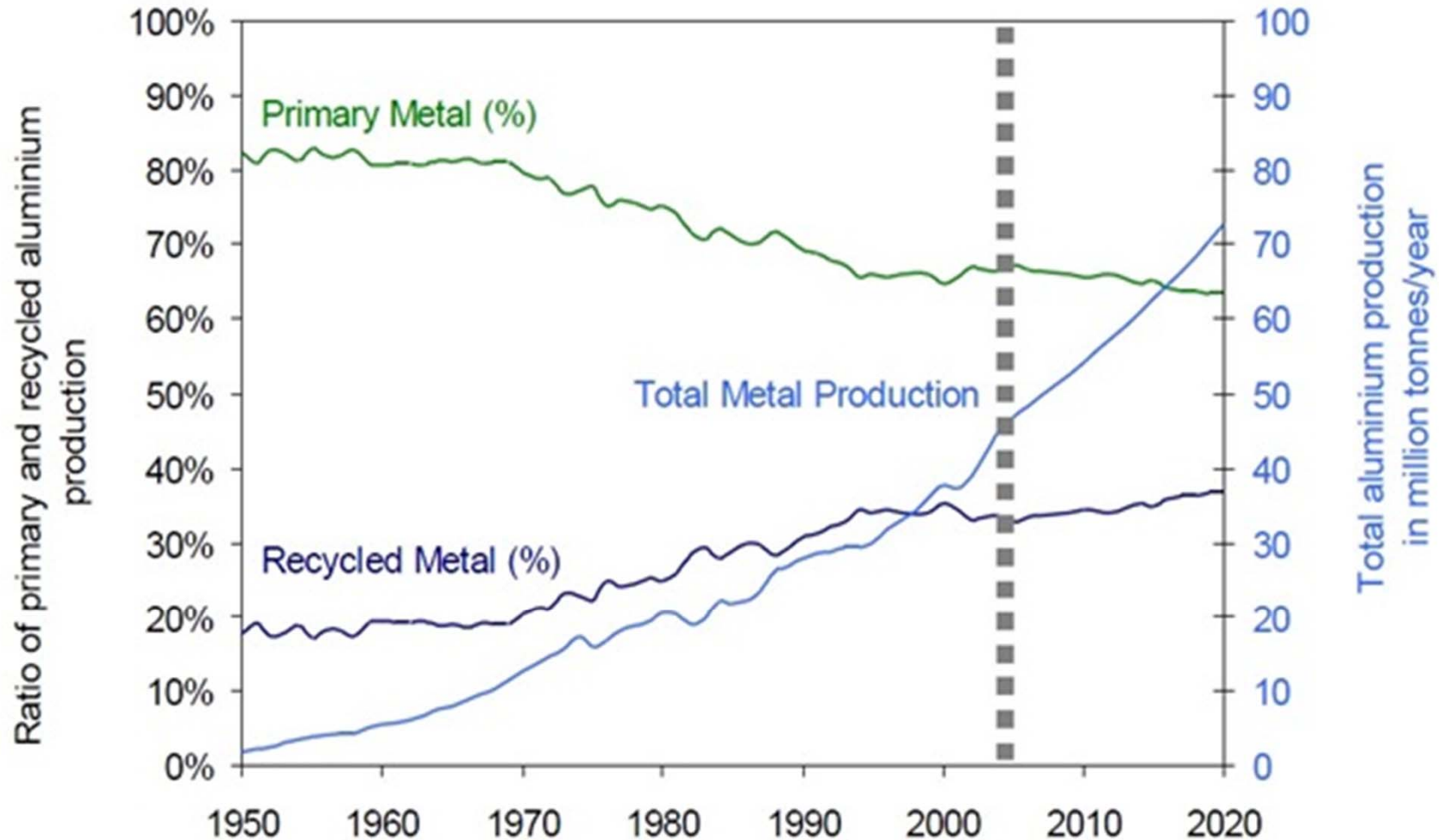


Source: Graedel et al. (2011) What Do We Know About Metal Recycling Rates? *Journal of Industrial Ecology*, 15, 355-366

El 100% de reciclado no es suficiente

El caso del Aluminio

aunque reciclemos el 100% la demanda sube más rapida

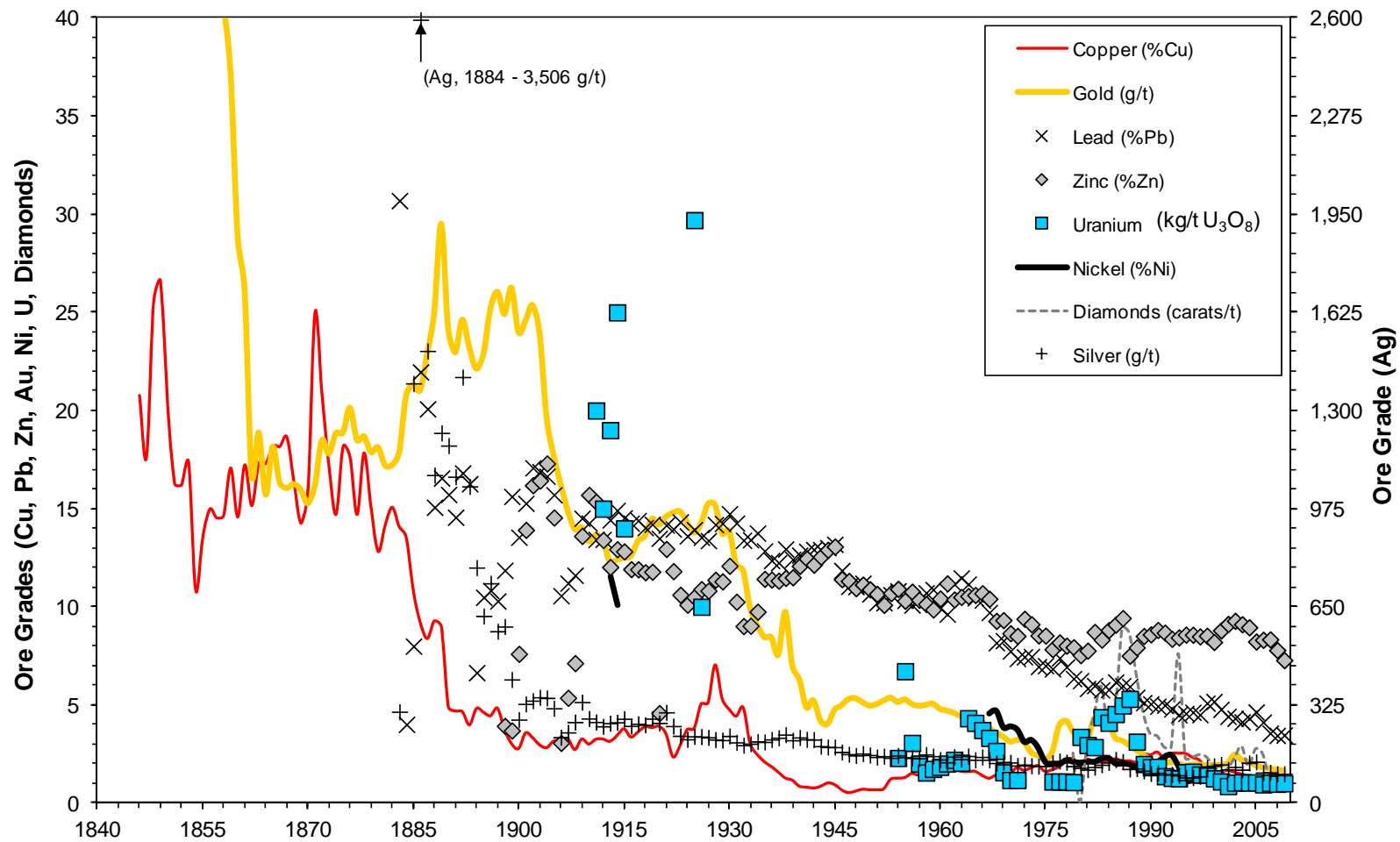


Source: Gerber (2007): Strategy towards the red list from a business perspective

From availability to accessibility - insights into the results of an expert workshop on "mineral raw material scarcity"

Las leyes de mina están decreciendo

Decrecimiento de las leyes de mina en Australia



Source: Mudd, G. The Ultimate Sustainability of Mining – Linking Key Mega-Trends with 21st Century Challenges Sustainable mining conference, 2010

El impacto de la minería sobre el medio ambiente aumentando

Impacto social y medioambiental

- **Impactos ambientales**

- **Aire**
- **Agua**
- **Territorio**
- **Biodiversidad**
- **Cambio Climatico**
- **Residuos/Reservas**

— **Impactos sobre comunidades locales: Efectos Nimby y de Maldición de los recursos.**

10 most poluted places in the World (2000)

1. Chernobil (Ucrania)

2. Dzerzhinsk (Rusia)

3. Haina (República Dominicana)

4. Kabwe (Zambia)

5. La Oroya (Perú)

6. Linfen (China)

7. Mailuu-Suu (Kirziguistán)

8. Norilsk (Rusia)

9. Ranipet (India)

10. Rudnaya Pristan (Rusia)



impactos sociales y medioambientales



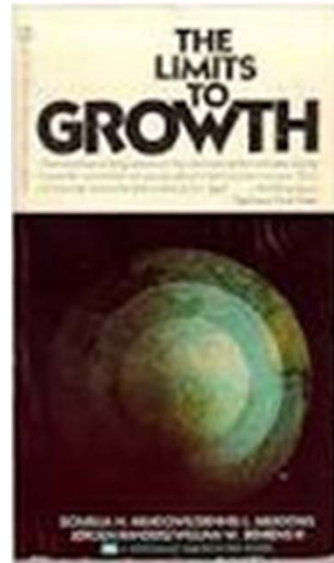
La Colosa (Colombia)



La aldea de Salave (Asturias)

Resumen

- *3500 millones de tons de metales y minerales industriales se extrajeron en 2008 =>al menos 6 veces mas de roca y ganga.*
- *Para 2050 el consumo actual se multiplicará por cinco => la demanda de Au, Ag, Cu, Ni, Sn, Zn, Pb y Sb será mayor que sus reservas (Halada, 2008).*
- *El sector minero solo contribuye al 0.5% del empleo directo y al 0.9% del producto bruto mundial (Sampat, 2003).*
- *La minería consume entre el 8-10% del consumo energético global (IEA)*
- *Es responsable del 13% de las emisiones globales de SO2*



Limits to Growth
Club of Rome, 1972
Donella Meadows et al.

El acoplamiento Energía-Materiales-Medio Ambiente



El acoplamiento Energía-Materiales-Medio Ambiente

- ***El 81% de la energía comercial del mundo se basa en los combustibles fósiles***
- ***Desde 1970 las emisiones de CO2 han aumentado un 1,7% anual. Hoy 400ppm aprox. <http://www.wmo.int/>***
- ***La relación entre precios de la energía y precios de las materias primas es 0.77! Kooroshy et al. (2009)***

Kooroshy, J., Meindersma, C., Podkolinski, R., Rademaker, M., Sweijts, T., Diederens, A., M., B. and de Goede, S. (2009). Scarcity of Minerals. A Strategic Security Issue, Tech. Rep. 02- 01-10, The Hague Centre for Strategic Studies, <http://www.hcss.nl/reports/scarcity-of-minerals/14/>.

Conclusiones

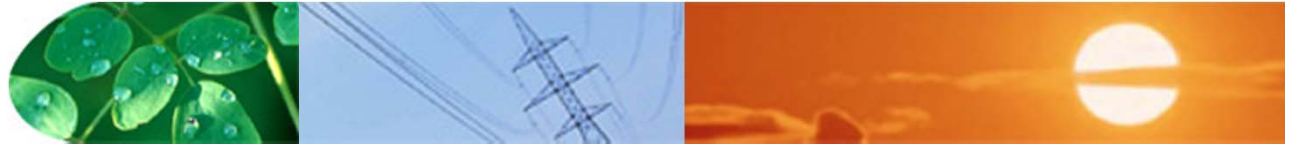
- *Si el acoplamiento energía –materiales es tan fuerte*
- *Y si el 81% de la energía global es con combustibles fósiles cuya combustión afecta al Cambio Climático*
- *Y si las leyes de mina de los metales y elementos críticos van decayendo, es evidente que en el futuro se necesitará más energía, EROI, para producir cada kg de material.*
- *Se concluye que, independientemente de la escasez geológica, la producción minera global va a necesitar cantidades exponencialmente crecientes de energía que afectarán al clima de la Tierra mucho más que en la actualidad. Y ello sin contar otros efectos sobre los ecosistemas, las sociedades locales y la economía global.*

Reflexión Final

- *Es hora de que la humanidad empiece a gestionar sus recursos no-renovables inteligentemente .*
- *Aunque sean finitos puede contabilizarse su pérdida anual.*

EL TIEMPO SE ACABA.
Hay que dar la vuelta al reloj de arena!!





"The Stone Age did not end for lack of stone, and the Oil Age will end long before the world runs out of oil".
Zaki Yamani

"The Stone Age did not end for lack of stone, but the Man's Age could end as well in the Stone Age".
AVC



Muchas gracias por su atención

