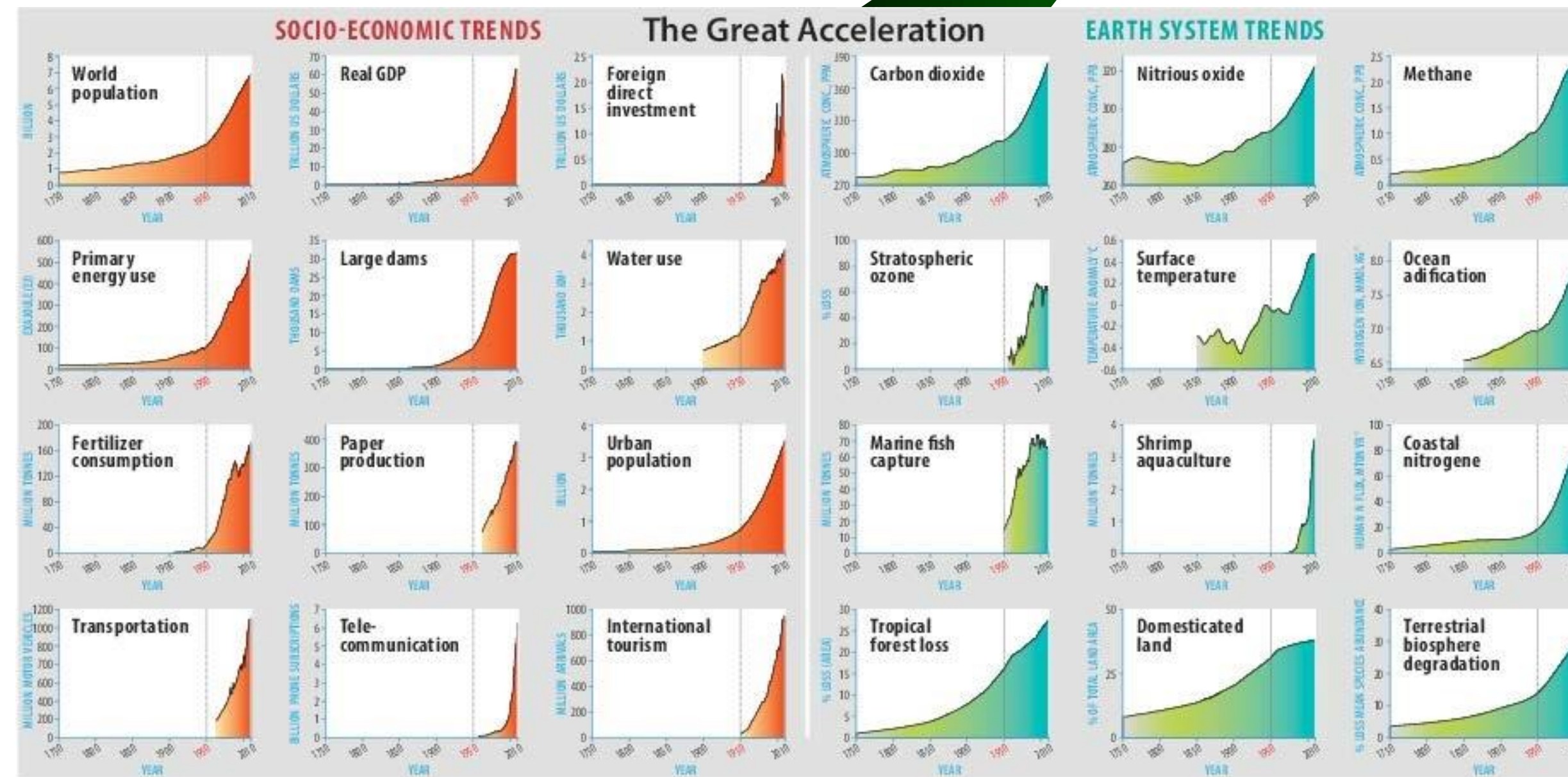
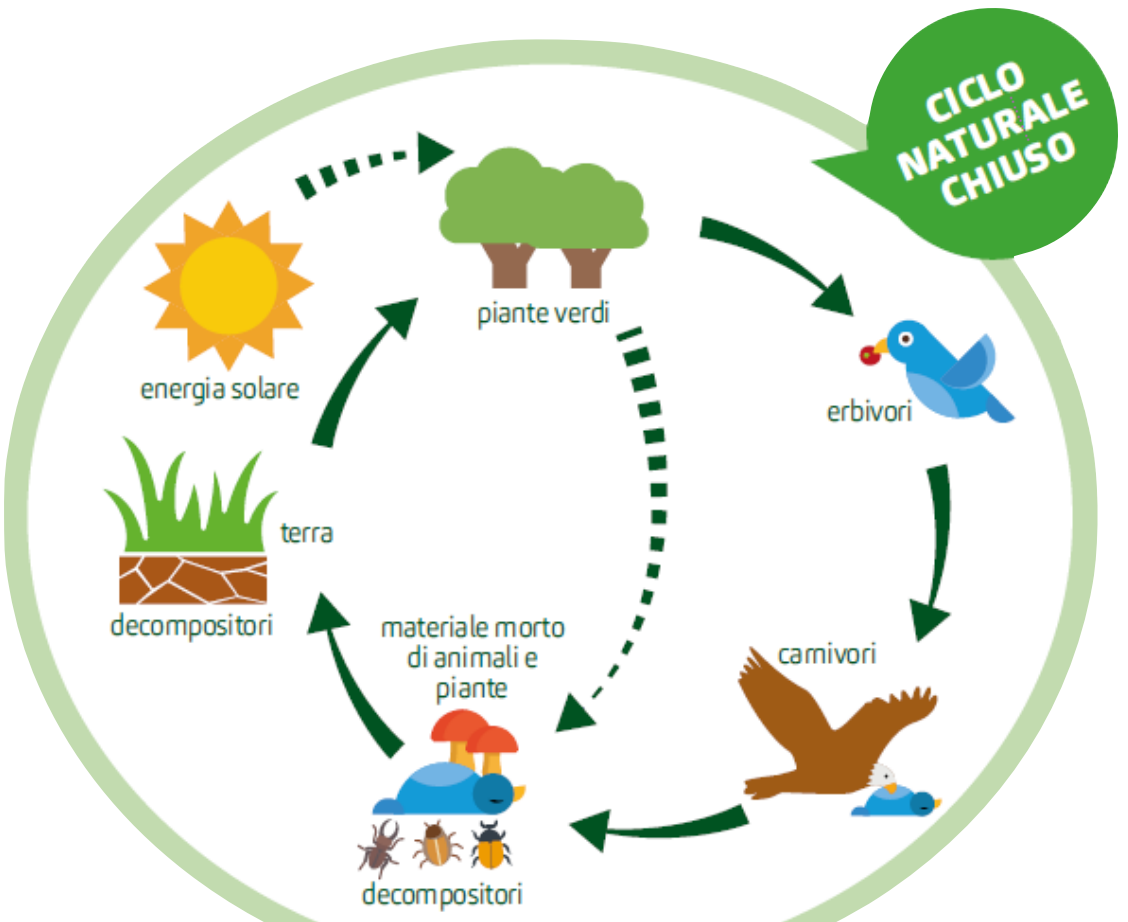


INNOVAZIONE E SOSTENIBILITA' **affrontare le sfide delle materie prime nell'industria**

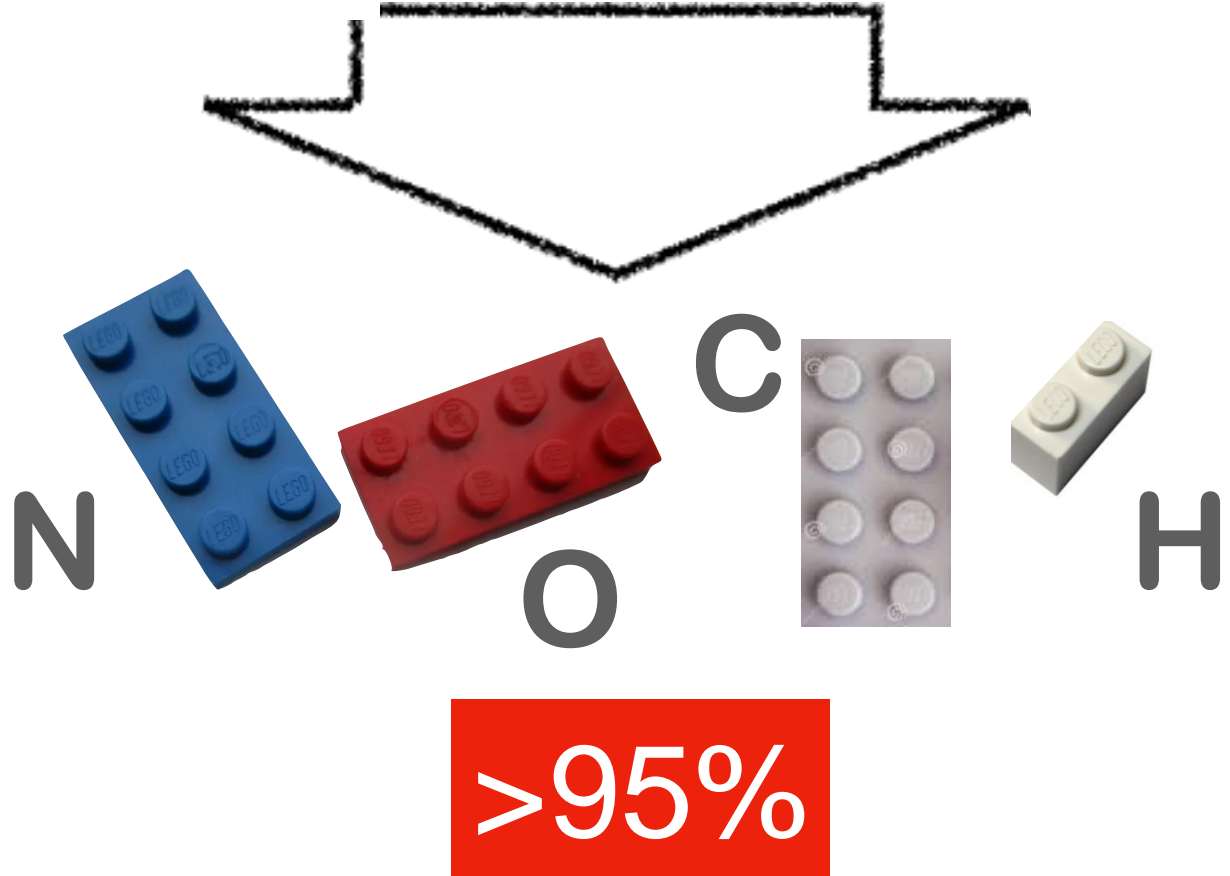
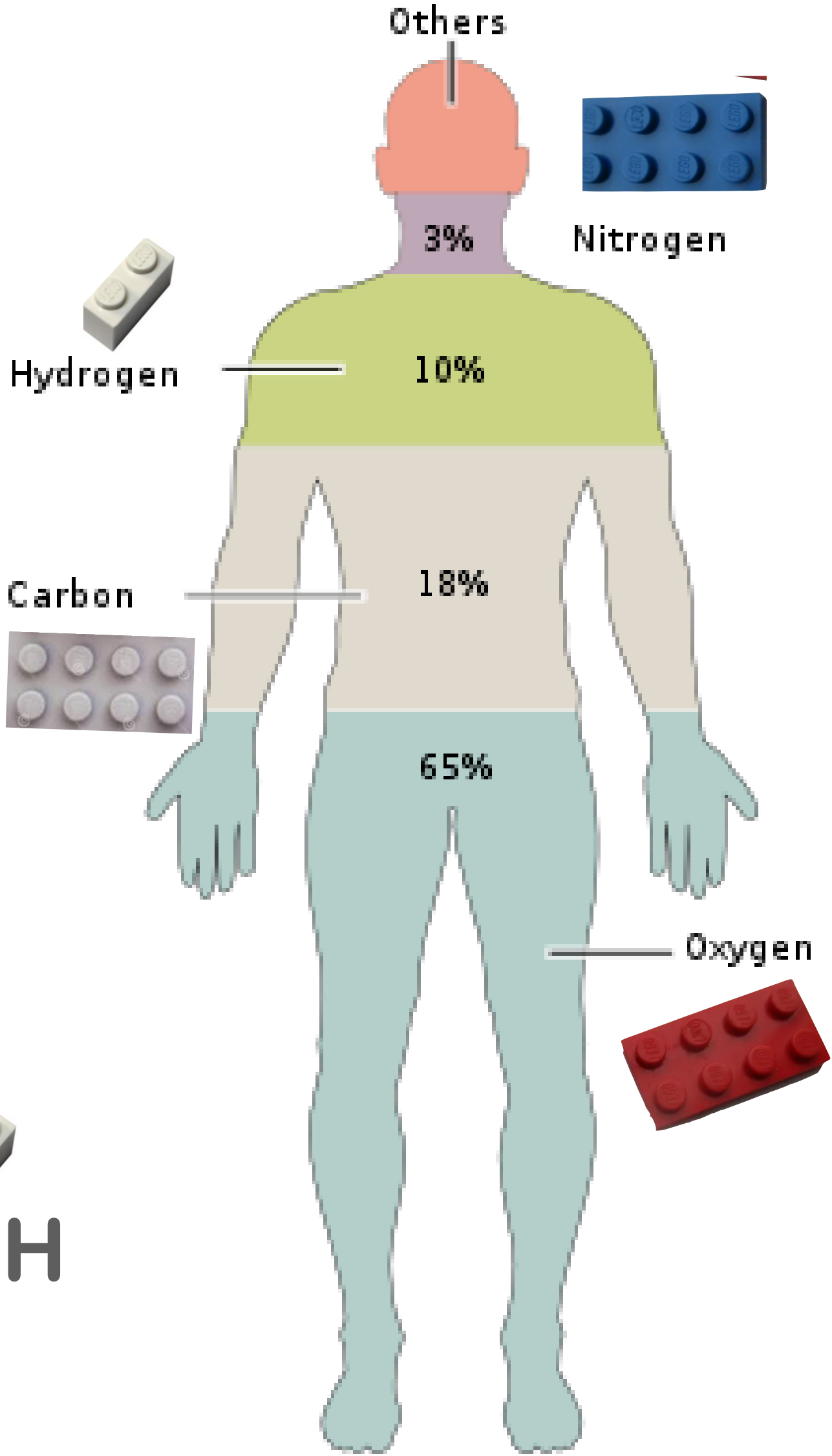
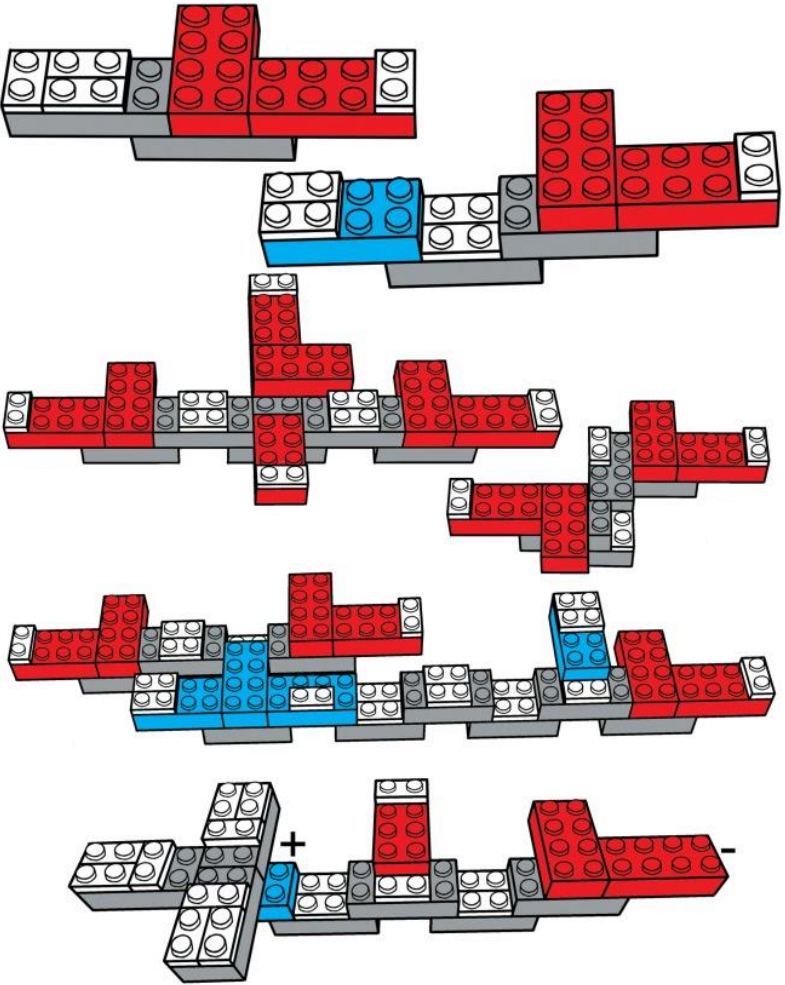
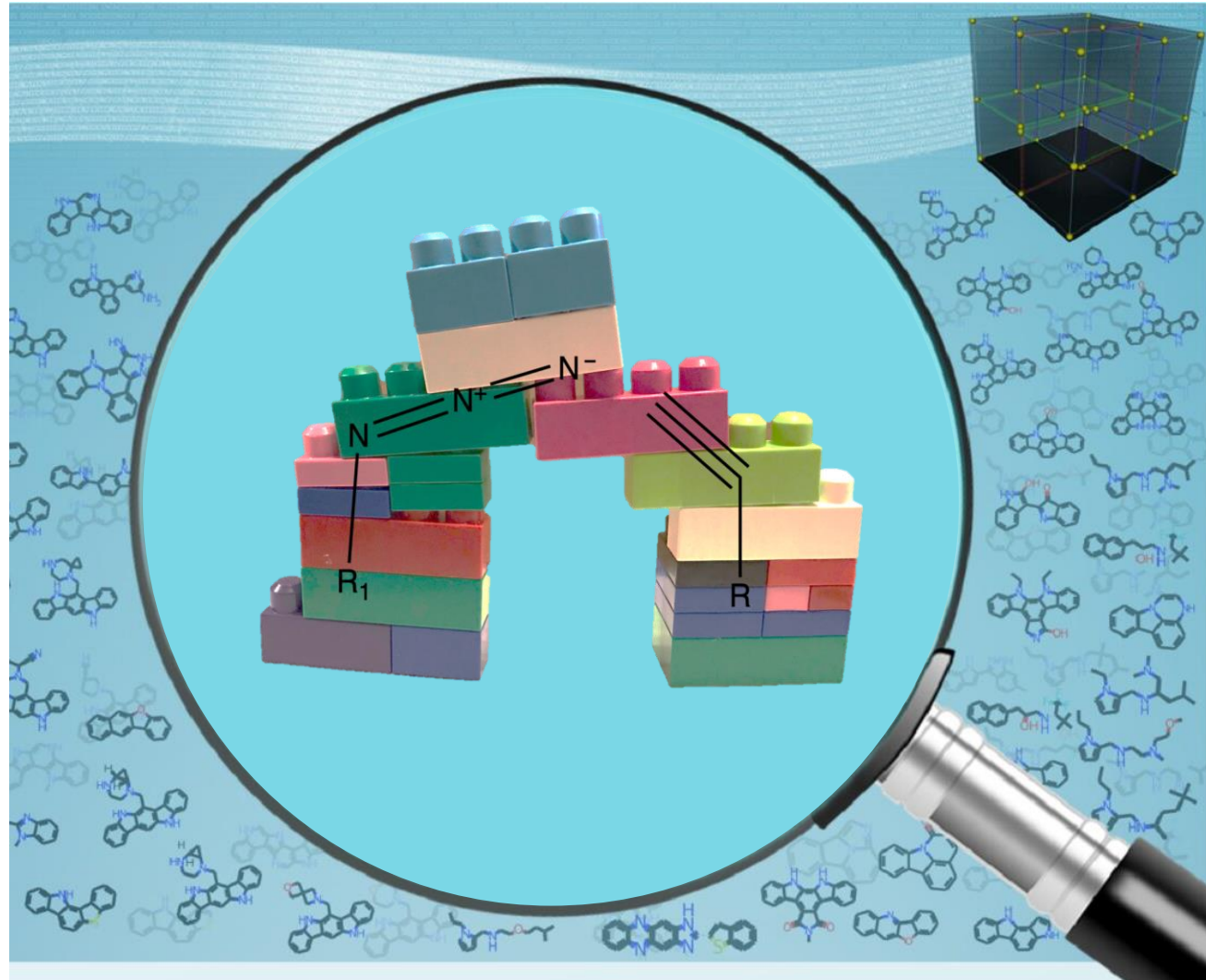
Prof.ssa Laura Eleonora Depero

Laboratorio di Chimica per le Tecnologie
Università degli Studi di Brescia

Consorzio Nazionale di Scienza e Tecnologia dei Materiali



CICLO NATURALE CHIUSO



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	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86

Essential for plants (Blue)

Essential for animals (Green)

Essential for plants and animals (Orange)

LA NOSTRA TECNOLOGIA

H 1766																	He 1895
Li 1817	Be 1797											B 1808	C 1772	N 1774	O 1866	F 1866	Ne 1898
Na 1807	Mg 1755											Al 1825	Si 1824	P 1669	S 1774	Cl 1774	Ar 1894
K 1807	Ca 1808	Sc 1879	Ti 1791	V 1801	Cr 1797	Mn 1774	Fe 1735	Co 1751	Ni 1751	Cu 1825	Zn 1866	Ga 1863	Ge 1863	As 1863	Se 1817	Br 1826	Kr 1898
Rb 1861	Sr 1790	Y 1794	Zr 1789	Nb 1801	Mo 1781	Tc 1937	Ru 1844	Rh 1804	Pd 1803	Ag 1817	Cd 1863	In 1863	Sn 1783	Sb 1811	Te 1811	I 1811	Xe 1898
Cs 1860	Ba 1808		Hf 1923	Ta 1802	W 1783	Re 1925	Os 1804	Ir 1804	Pt 1735	Au 1861	Hg 1861	Tl 1861	Pb 1861	Bi 1861	Po 1898	At 1940	Rn 1900
Fr 1939	Ra 1898																

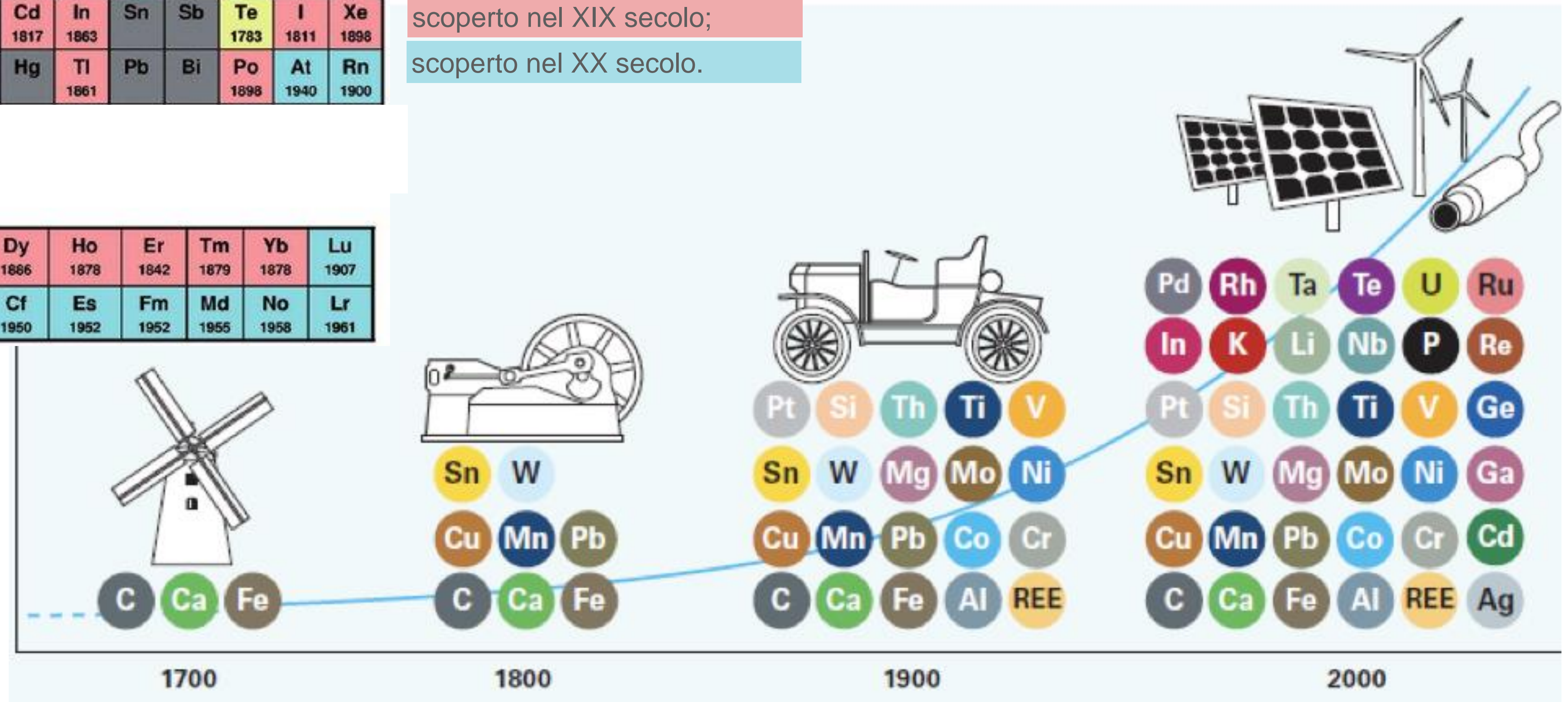
conosciuto fin dall'antichità

scoperto nei secoli XVII e XVIII

scoperto nel XIX secolo;

scoperto nel XX secolo.

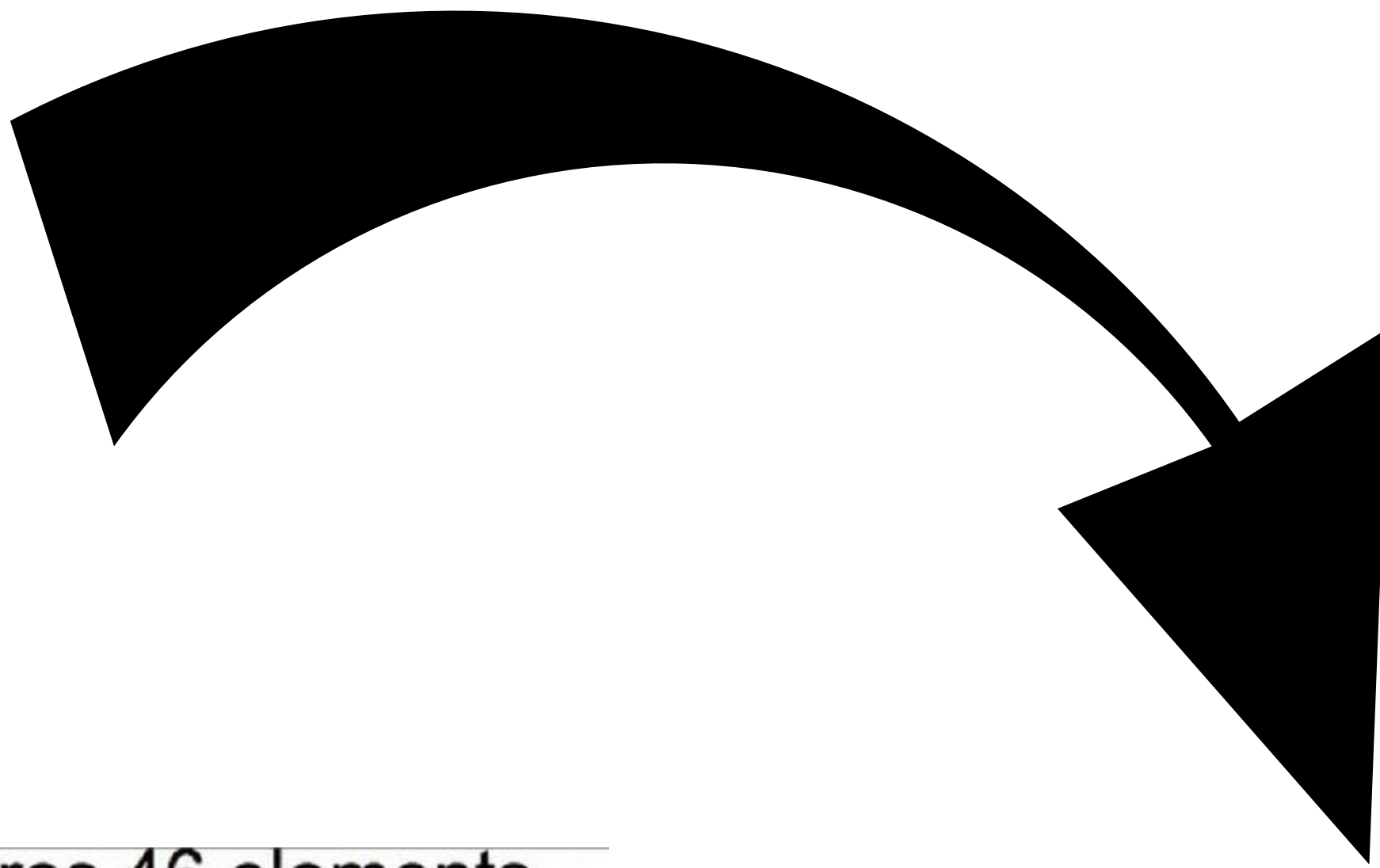
La 1839	Ce 1803	Pr 1885	Nd 1885	Pm 1945	Sm 1879	Eu 1901	Gd 1880	Tb 1843	Dy 1866	Ho 1878	Er 1842	Tm 1879	Yb 1878	Lu 1907
Ac 1899	Th 1829	Pa 1913	U 1789	Np 1940	Pu 1940	Am 1944	Cm 1944	Bk 1949	Cf 1950	Es 1952	Fm 1952	Md 1955	No 1958	Lr 1961





H																			He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo		

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

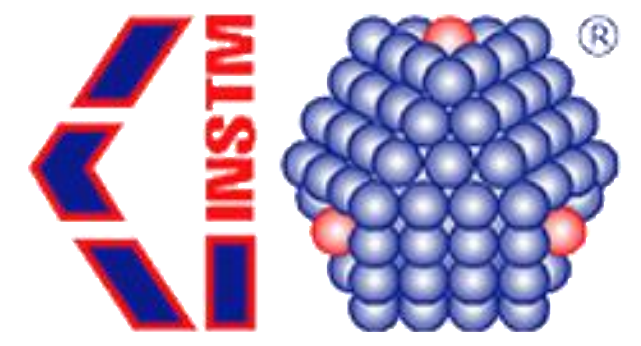


One iPhone requires 46 elements



H																			He
Li	Be																		
Na	Mg																		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo		

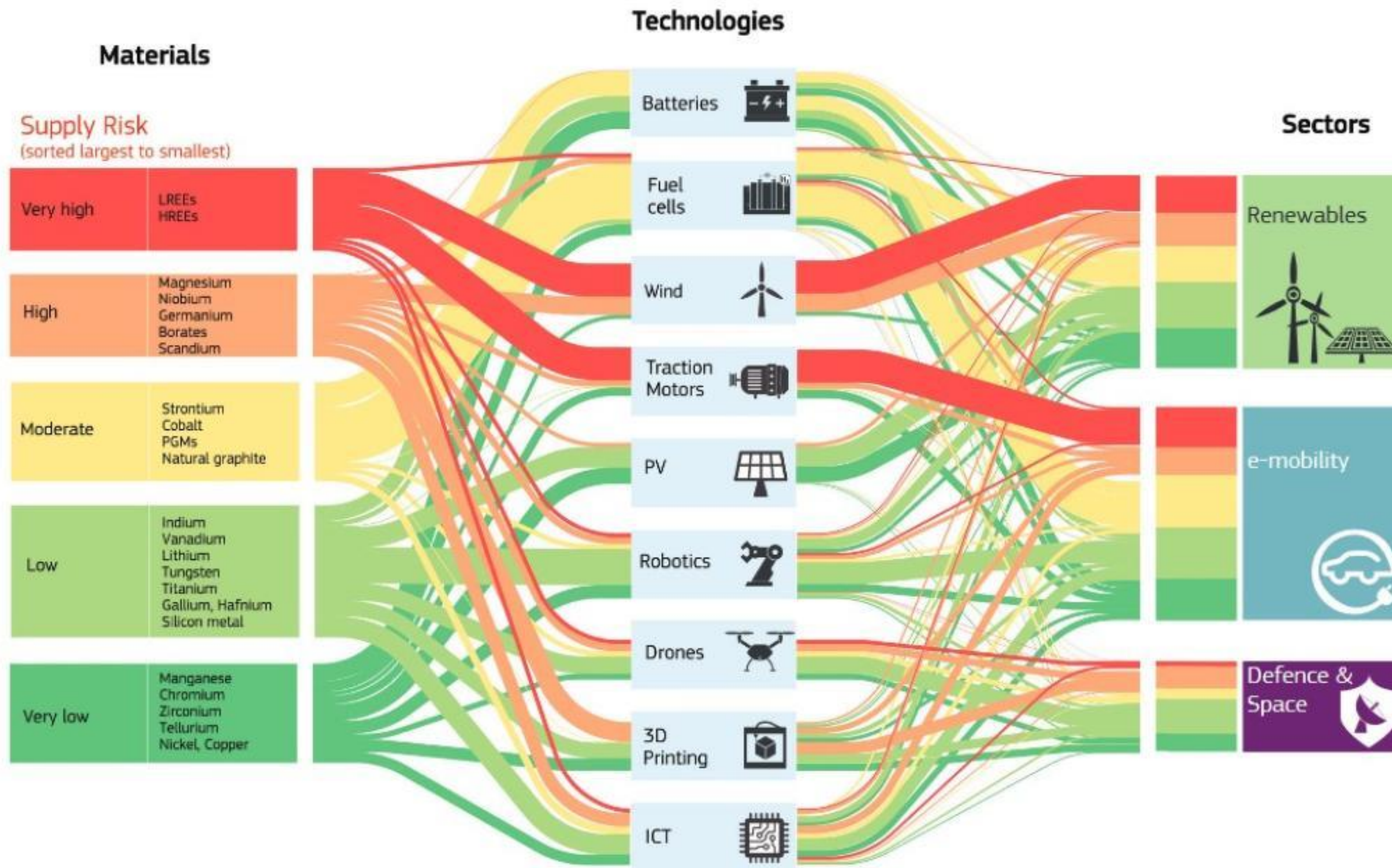
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



FABBRICA FUTURO – Brescia 2024

laura.depero@unibs.it





Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU della Comunità Europea European Commission

L'aumento degli standard di vita ha portato a un rapido aumento nell'estrazione e nel commercio di materiali, oltre all'aumento dei rifiuti e delle emissioni.

L'estrazione mondiale di materiali è aumentata da 30 miliardi di tonnellate nel 1970 a **106,6 miliardi di tonnellate** nel 2024

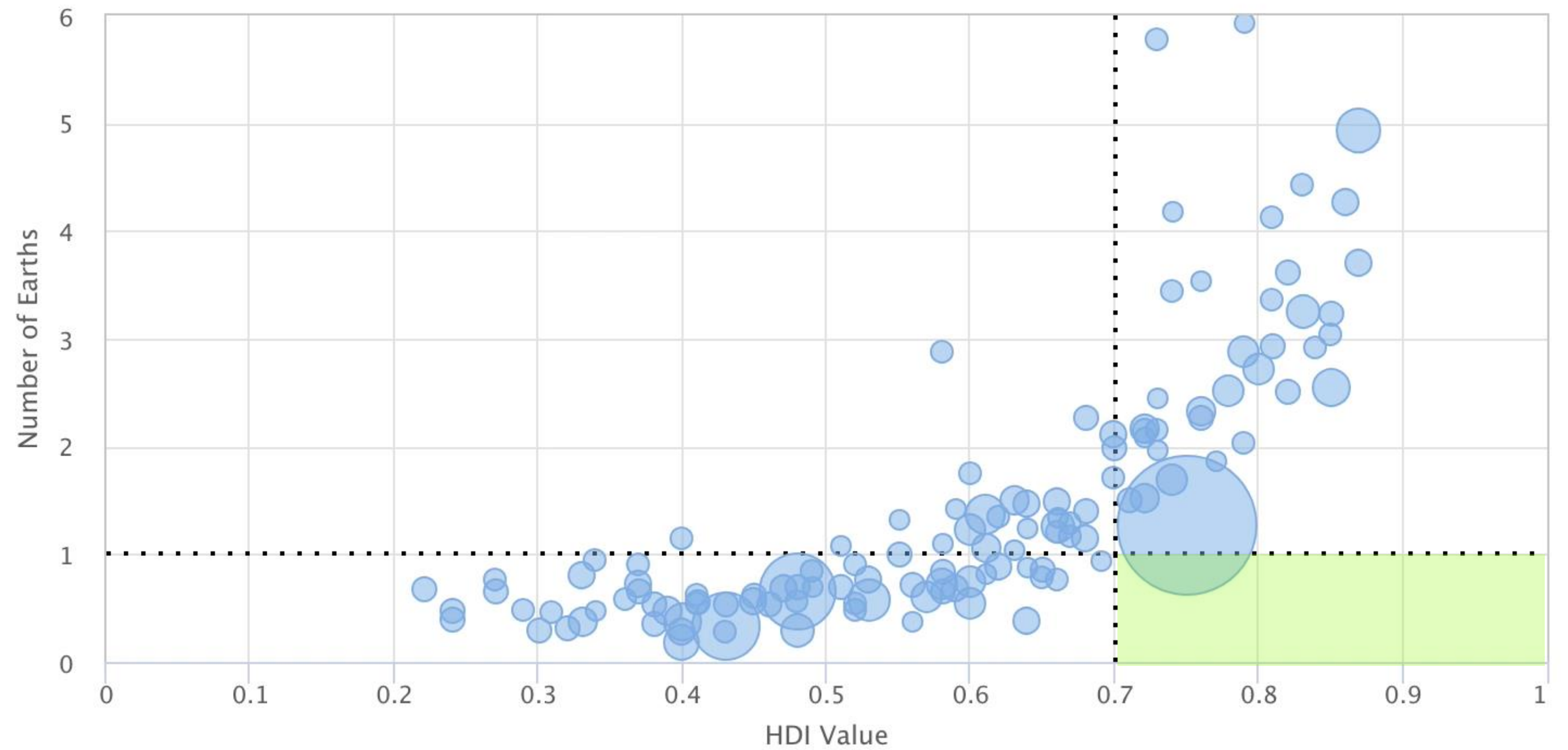


e la domanda globale pro capite è aumentata da 8,4 tonnellate nel 1970 a **13,2 tonnellate** nel 2024.

1990



Human Development Index and Ecological Footprint (1990)



York University, FoDaFo, Global Footprint Network, 2023 National Footprint and Biocapacity Accounts Note: last three years are estimates

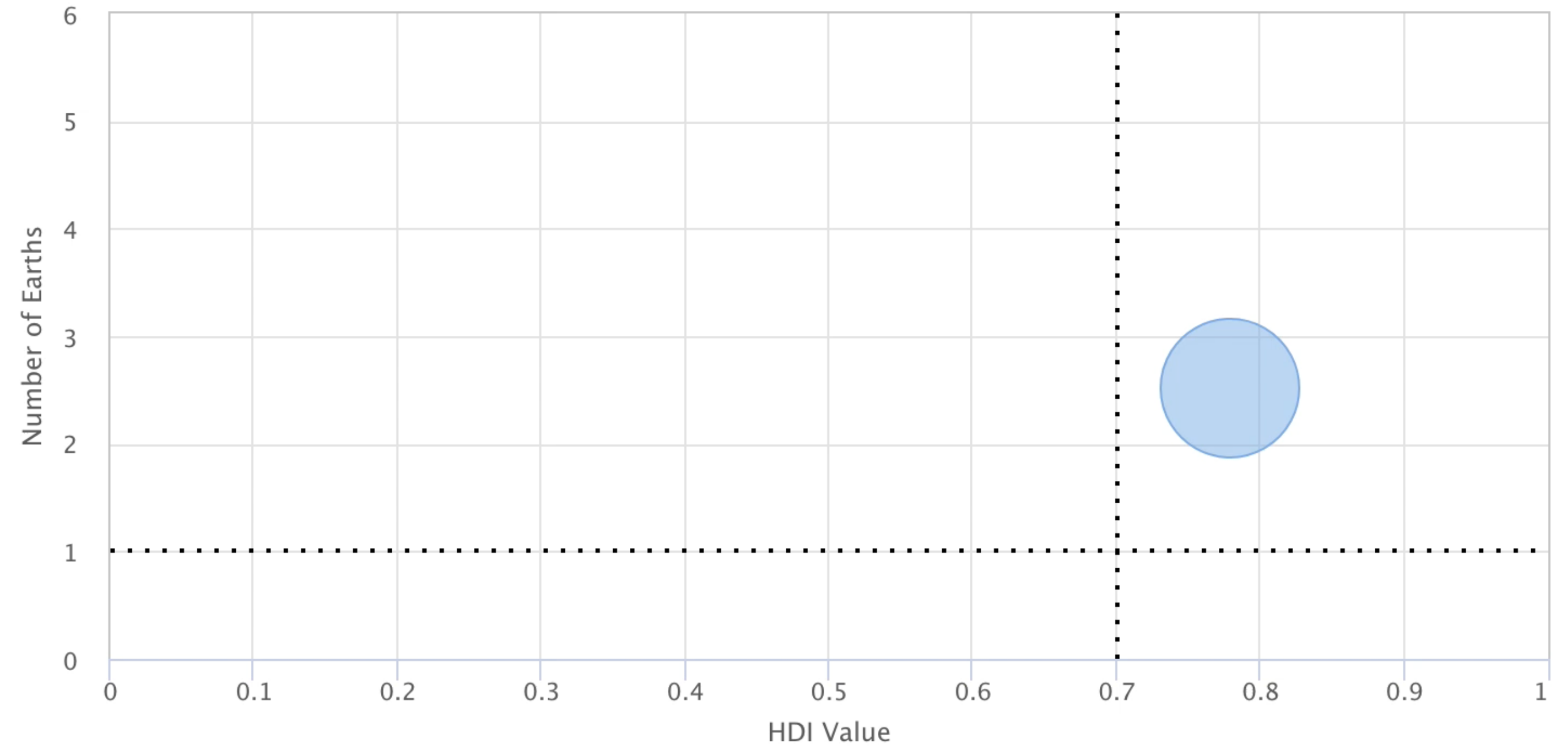
Select Country or Region:

<https://data.footprintnetwork.org/>

1990



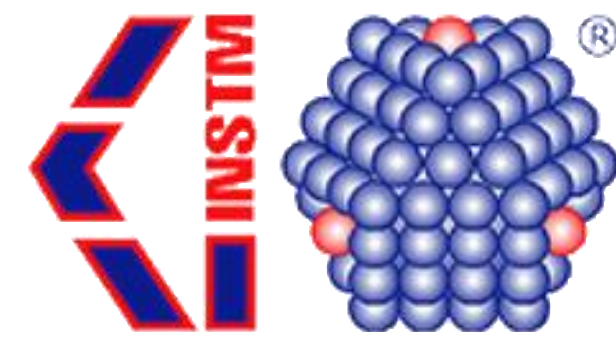
Human Development Index and Ecological Footprint (1990)



York University, FoDaFo, Global Footprint Network, 2023 National Footprint and Biocapacity Accounts Note: last three years are estimates

Select Country or Region:

<https://data.footprintnetwork.org/>



FABBRICA FUTURO – Brescia 2024

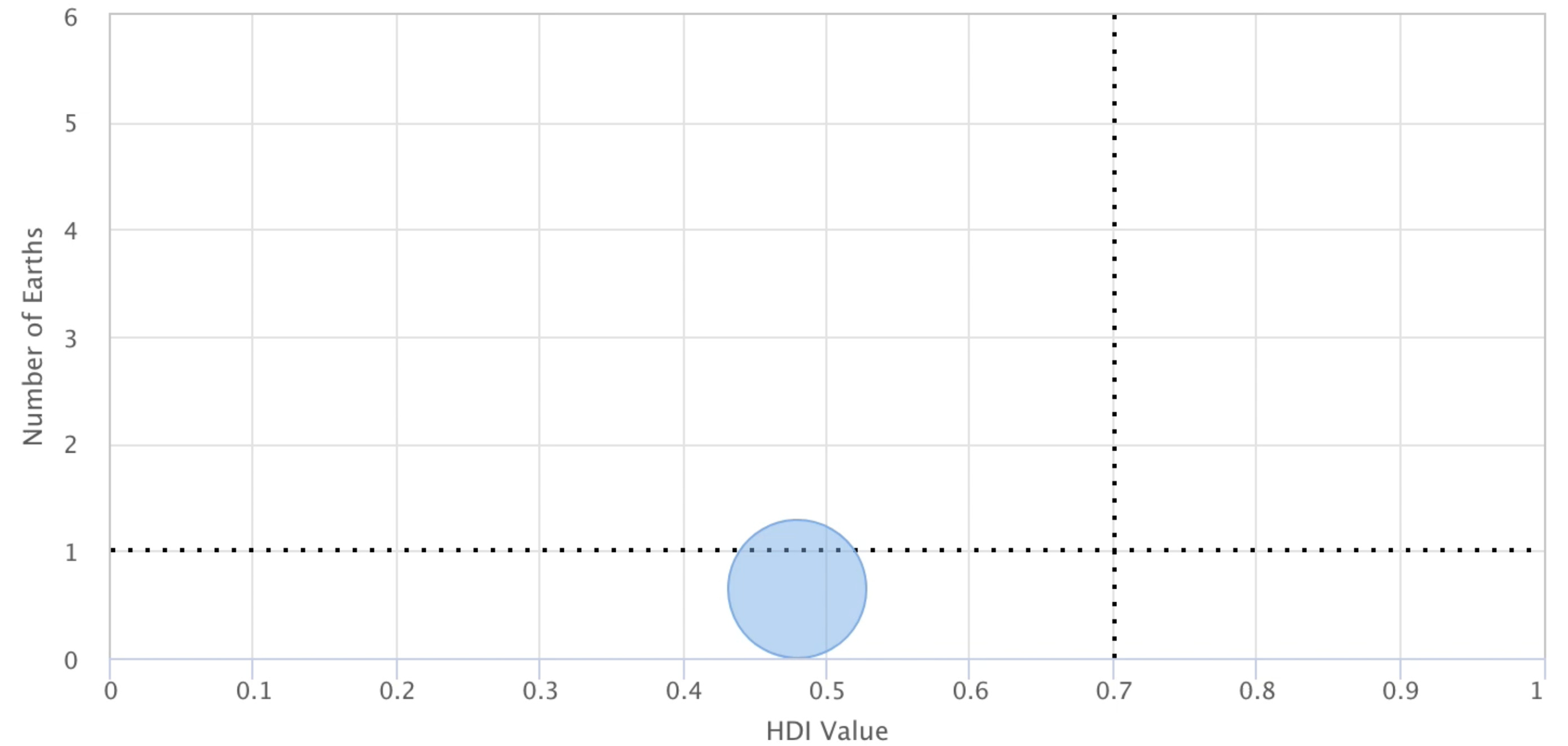
laura.depero@unibs.it



1990



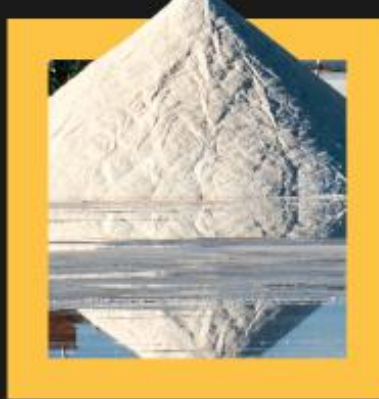
Human Development Index and Ecological Footprint (1990)



York University, FoDaFo, Global Footprint Network, 2023 National Footprint and Biocapacity Accounts Note: last three years are estimates

Select Country or Region:

<https://data.footprintnetwork.org/>

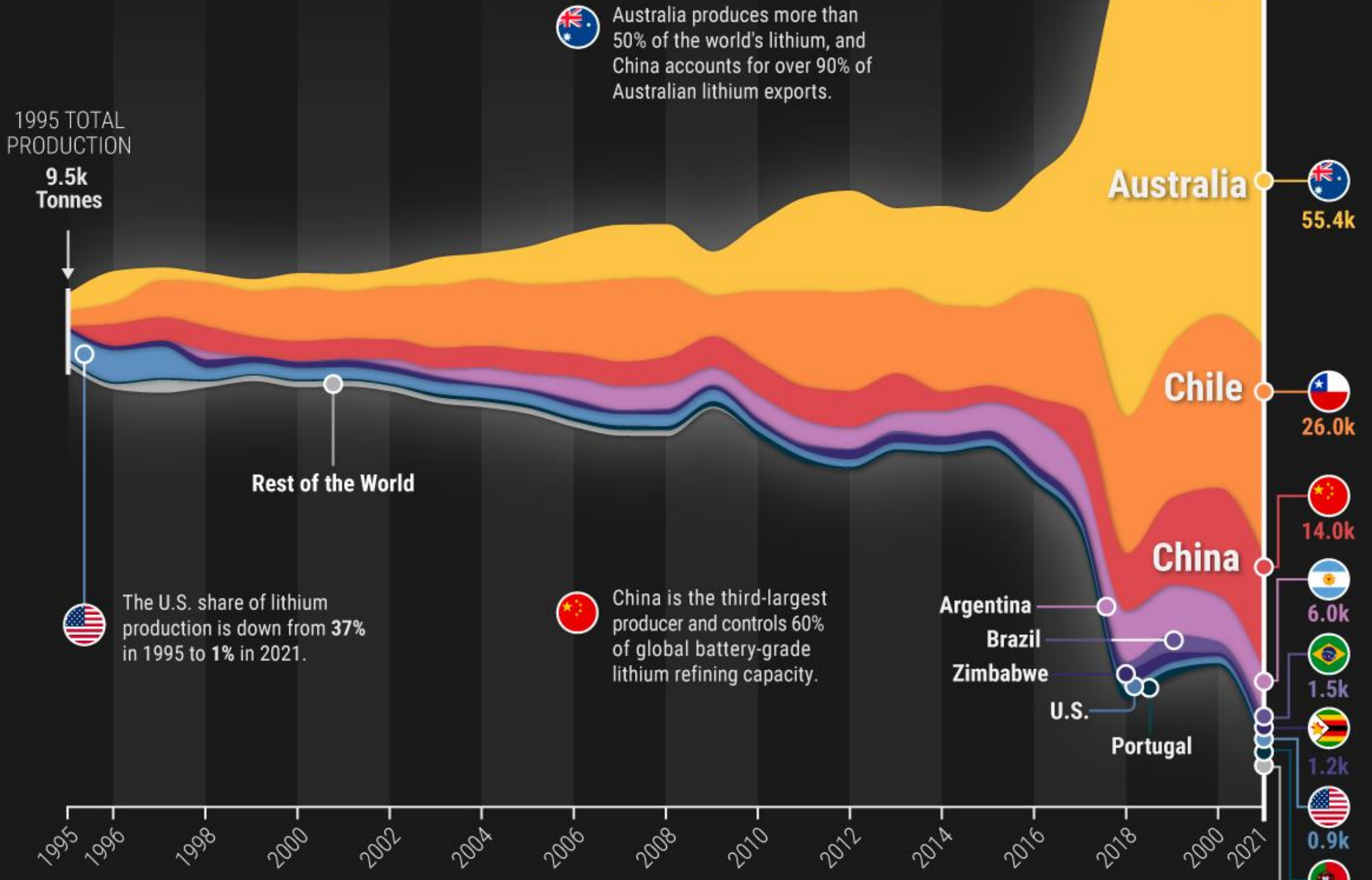


25 YEARS OF LITHIUM PRODUCTION

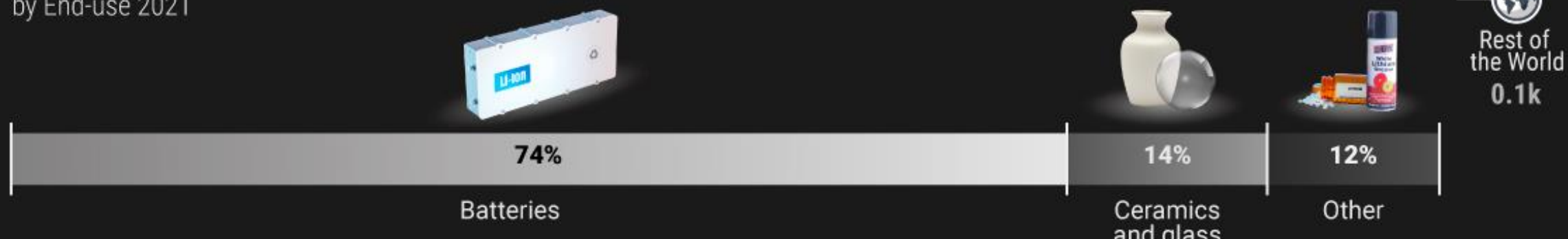
Global lithium production has quadrupled since 2010.
Which countries produce the most lithium, and how have they changed over time?

Mine Production of Lithium 1995-2021

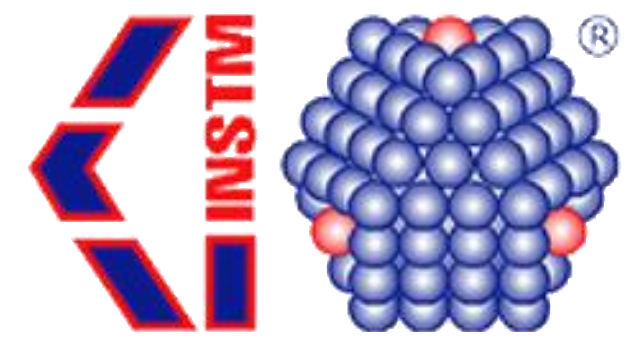
Tonnes



Lithium Consumption by End-use 2021



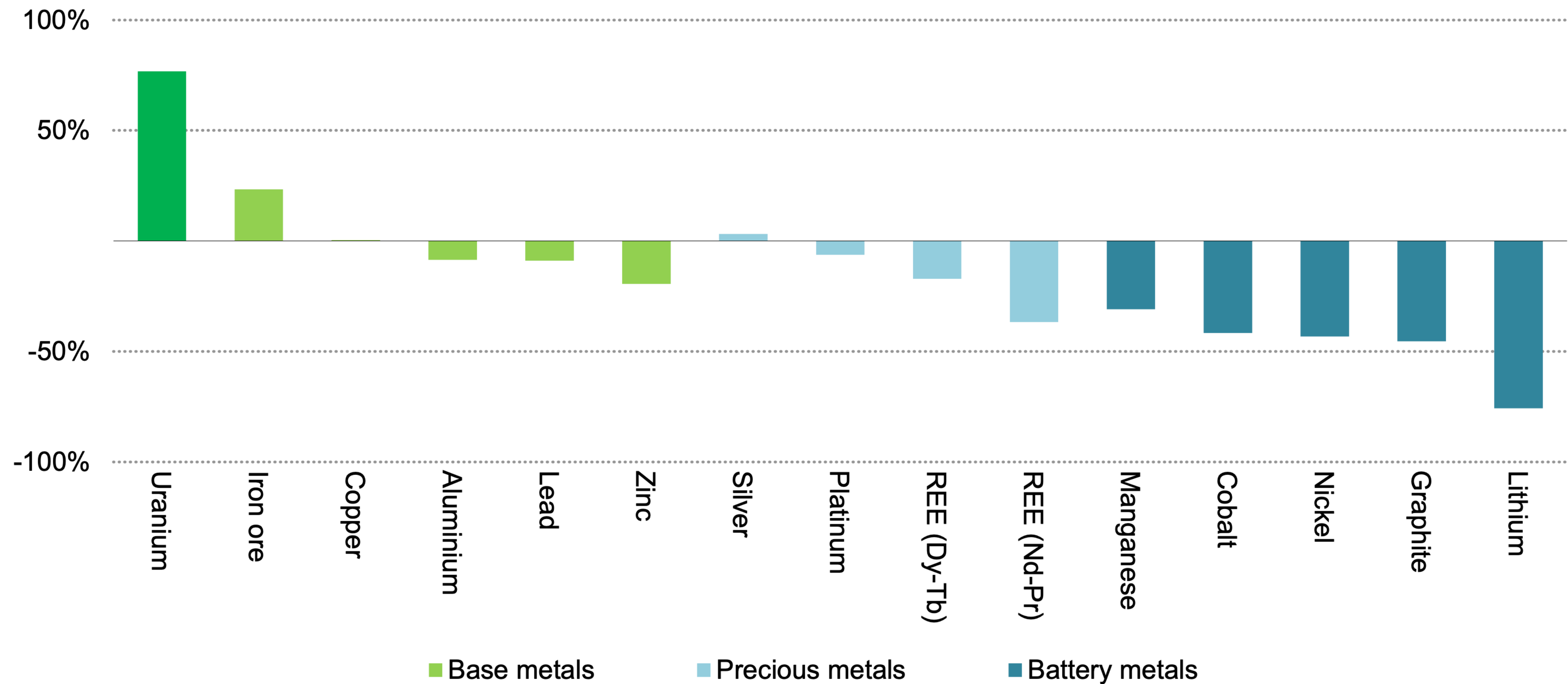
Source: BP Statistical Review of World Energy 2022, Statista



laura.depero@unibs.it



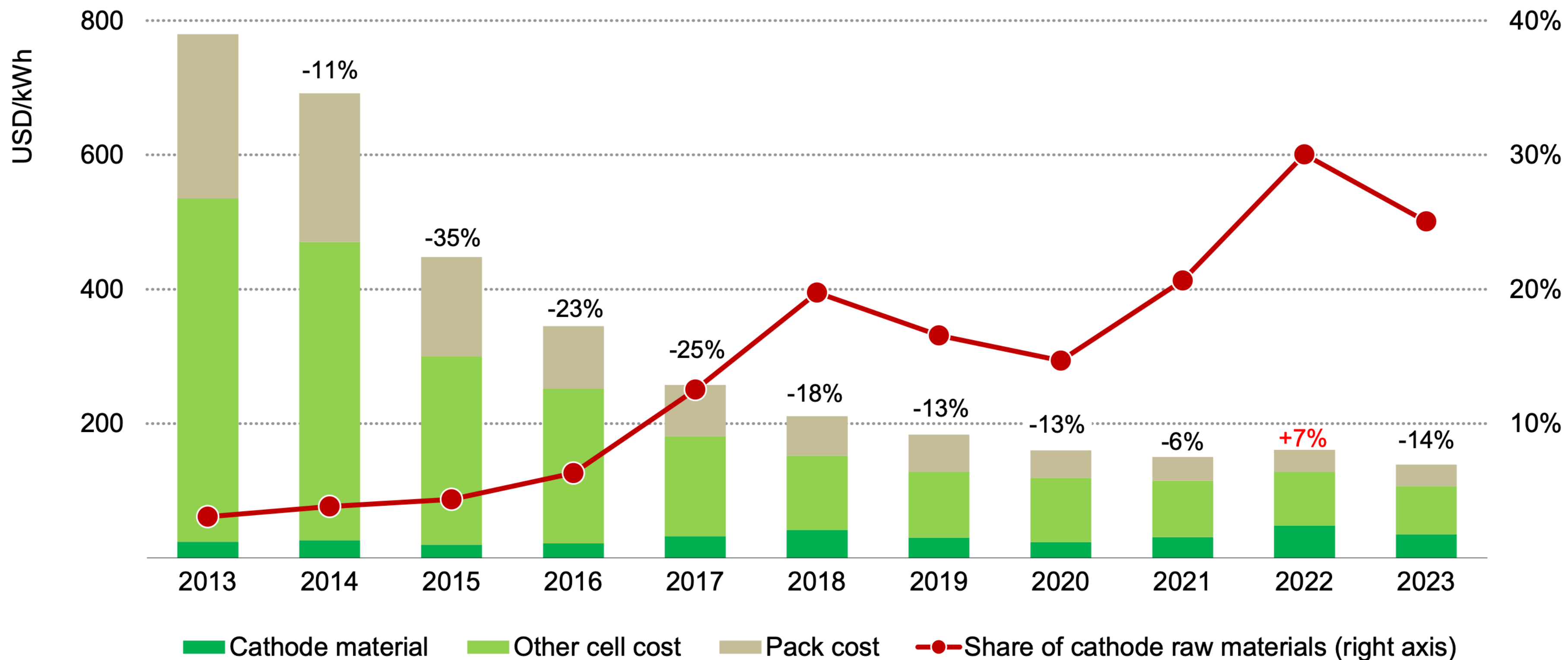
I prezzi dei minerali e dei metalli hanno subito un declino diffuso nel 2023, con i metalli delle batterie che sperimentano riduzioni particolarmente significative



Variazione di alcuni prezzi delle materie prime nel 2023

Global Critical Minerals Outlook 2024

I prezzi delle batterie sono scesi con il calo dei prezzi dei minerali critici



I costi dei materiali catodici includono litio, nichel, cobalto e manganese. Altri costi delle celle comprendono i costi per anodi, elettroliti, separatori e altri componenti, nonché i costi associati alla manodopera, alla produzione e all'ammortamento del capitale. Le percentuali sulle barre mostrano una variazione del prezzo totale del pacchetto anno su anno. L'analisi include tutte le sostanze chimiche a catodo e le quote di vendita della chimica globale.

Prezzo medio della batteria agli ioni di litio e quota del costo delle materie prime catodiche, 2013-2023

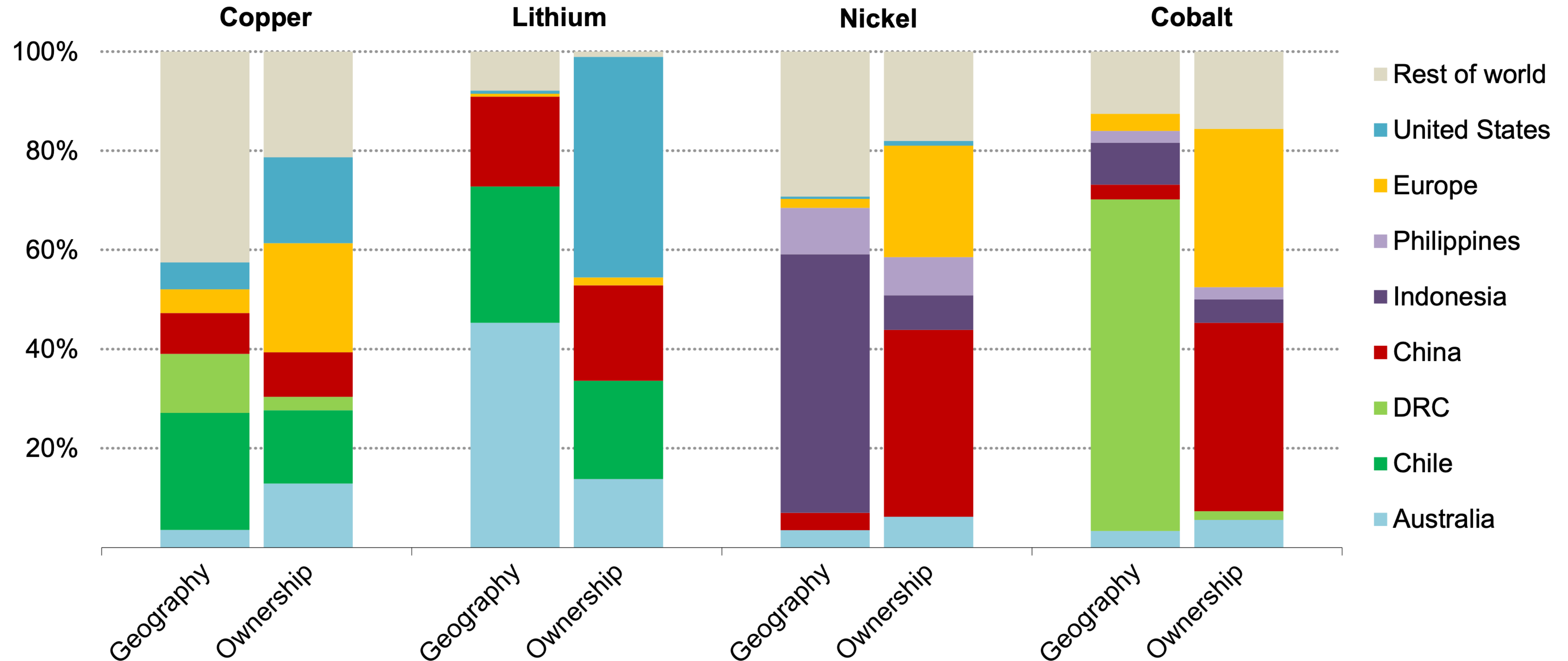
Where Clean Energy Metals are Produced

Where Clean Energy Metals are Processed



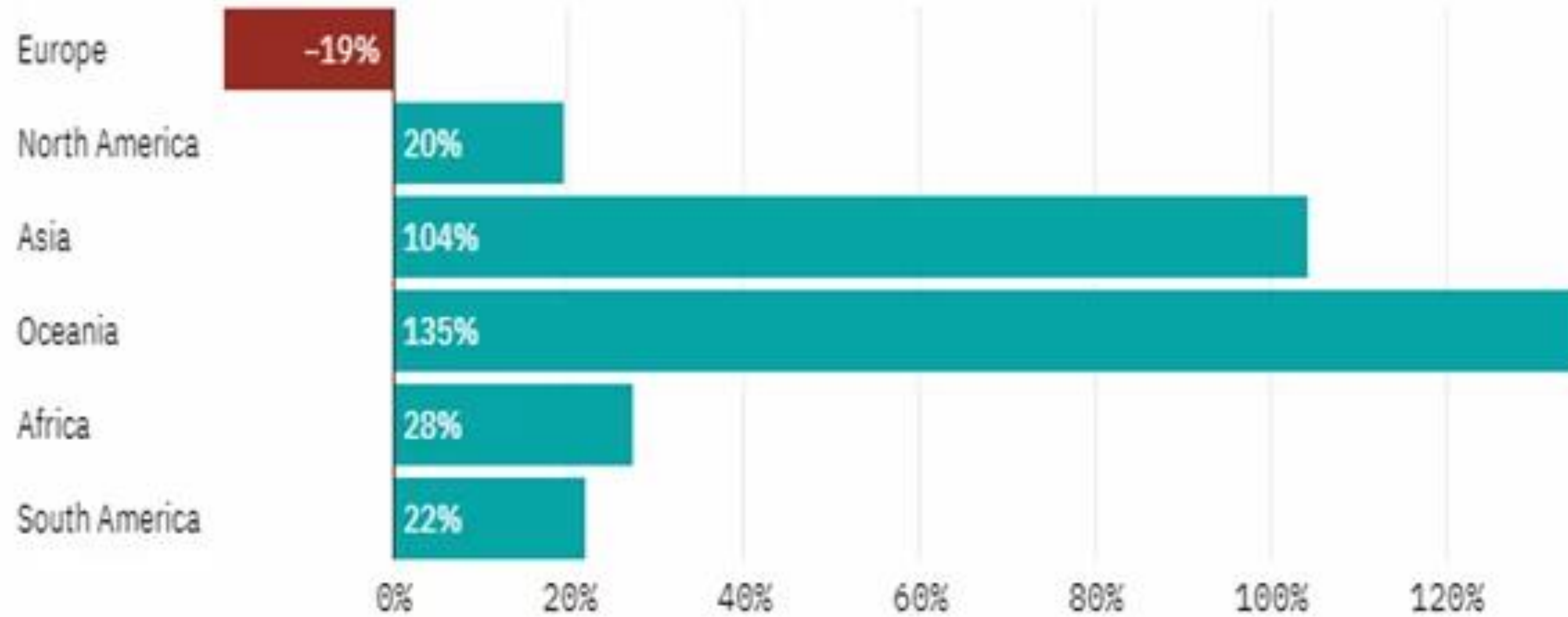
La concentrazione mineraria appare diversa se vista attraverso la lente della proprietà patrimoniale, con le aziende americane ed europee che svolgono un ruolo maggiore

Mining concentration by geography and ownership



Europe is the only part of the world with a declining mining industry

Change in regional mining output, 2000–18 (%)



Source: Austrian Ministry of Industry

ENERGYMONITOR

GIACIMENTI MATERIE CRITICHE

Legenda

- | | |
|-------------|-------------|
| ★ Antimonio | ○ Molibdeno |
| ▲ Argento | ■ Nickel |
| ▲ Barite | ▲ Oro |
| ■ Bauxite | ■ Piombo |
| ★ Berillio | ● Pirite |
| ▲ Cobalto | ■ Rame |
| ● Ferro | ○ Talco |
| ▲ Fluorite | ★ Titanio |
| ◆ Grafite | ▲ Tungsteno |
| ● Magnesio | ● Uranio |
| ● Manganese | ■ Zinco |
| ● Mercurio | |

Fonte: Ispra

QUANDO RIAPRIRANNO LE MINIERE?

Per l'estrazione di materiali critici

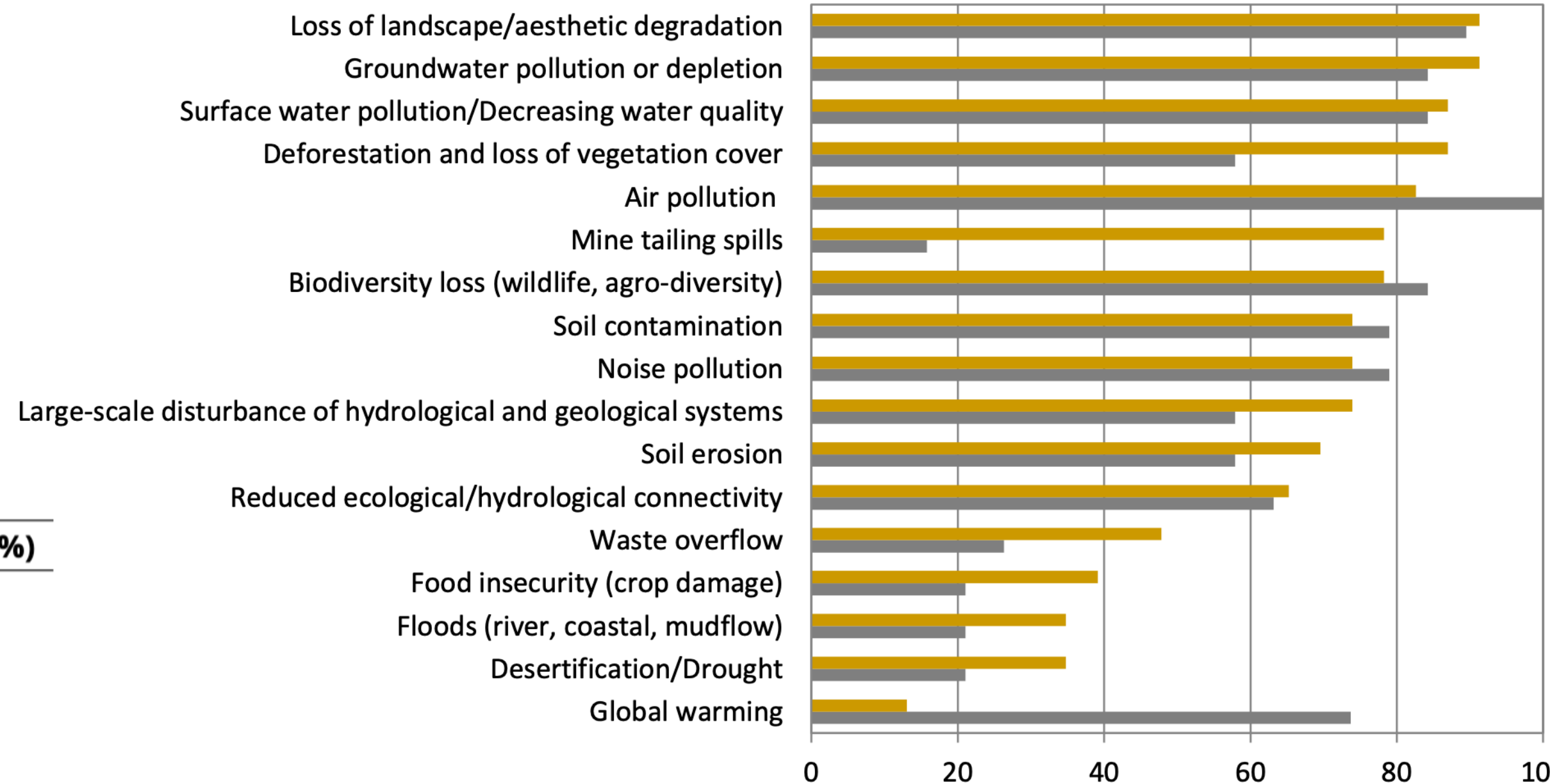
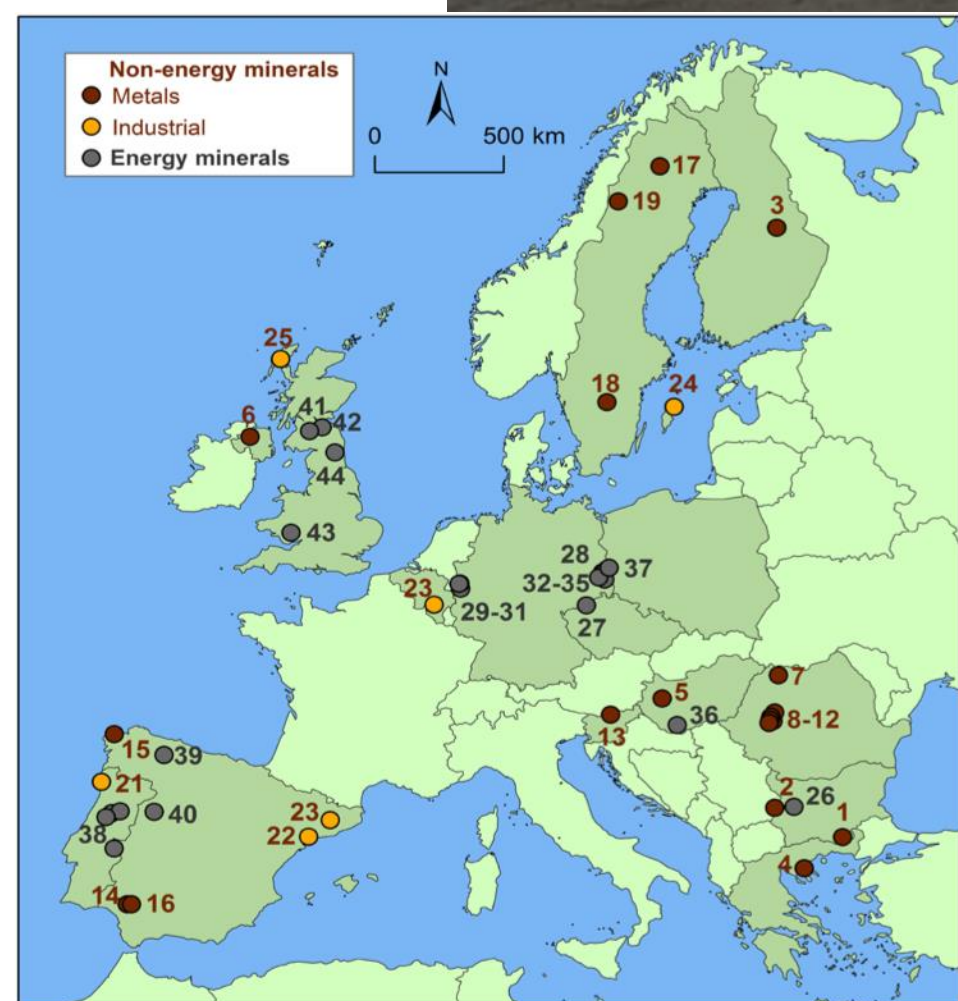
DAL 2026 IN POI

La stima del Governo



Europe Is Embarking on a Mining Renaissance. Winning Over Locals Is Proving a Challenge.

Governments in Portugal and elsewhere on the continent want a secure supply of critical minerals to power the green transition, but opposition is often strong



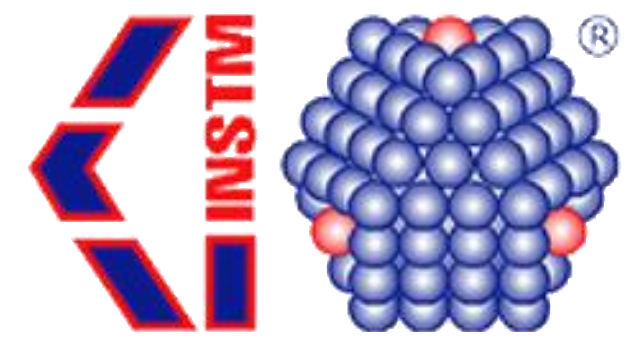
oro, rame, argento, piombo, alluminio, zinco, terrore rare, nickel, sabbia, potassa, caolino

uranio, lignite, carbone

■ Non-energy
■ Energy

DOI: 10.11143/fennia.87223

Mobilizing groups	Non-energy (%)	Energy (%)
Neighbours/citizens/communities	86	89
Local EJOs	73	79
Social movements	59	47
Local government/political parties	32	68
Other	--	--



FABBRICA FUTURO – Brescia 2024

laura.depero@unibs.it





Research and innovation

RMIS – Raw Materials Information System

Home Topics Search Library About Contact

NEWS
UPDATE

News and events

Navigate by topic

SECURITY OF SUPPLY, MATERIAL AND COUNTRY PROFILES, TRADE, ENVIRONMENT, CIRCULAR ECONOMY, INVESTMENTS, SOCIAL ASPECTS, COUNTRY DATA

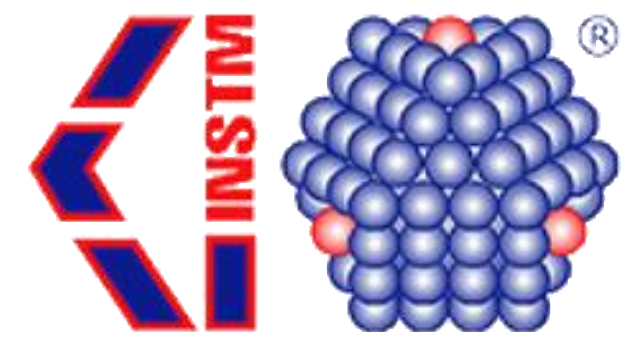
Country Profiles

MATERIAL AND COUNTRY PROFILES, SECURITY OF SUPPLY, TRADE, CRITICAL RAW MATERIALS

Raw materials' profiles

TECHNOLOGIES, BATTERIES, VEHICLES, CRITICAL RAW MATERIALS, ADVANCED MATERIALS, STRATEGIC MATERIALS, AUTONOMY, SECURITY OF SUPPLY, SECTORS

Technologies and sector profiles



FABBRICA FUTURO – Brescia 2024

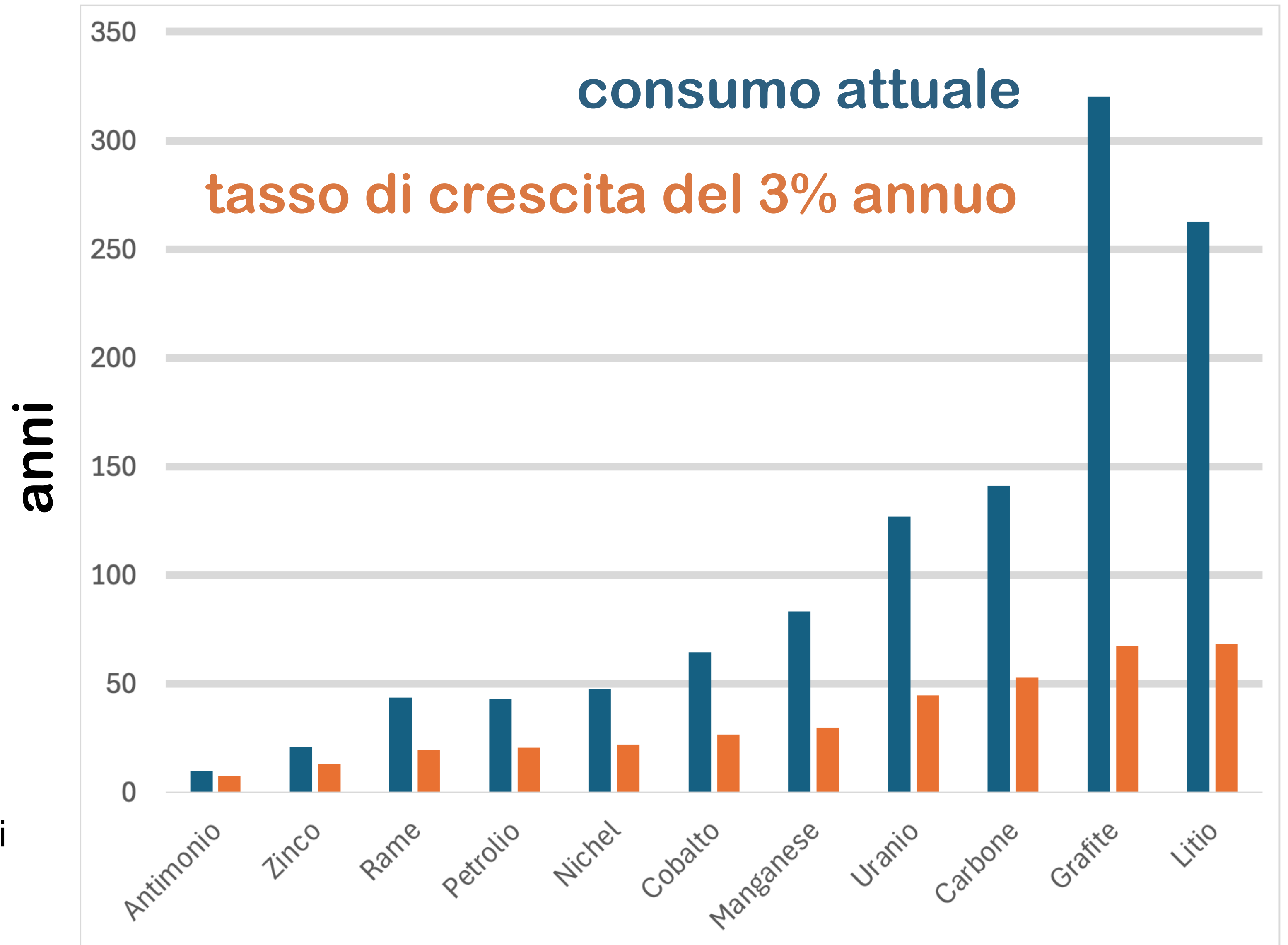
laura.depero@unibs.it



CHAT GPT4:

in base ai consumi attuali e alle riserve conosciute, per quanto avremo risorse?

È importante considerare che queste stime possono variare con nuove scoperte, miglioramenti tecnologici e cambiamenti nei modelli di consumo.



MIT News

ON CAMPUS AND AROUND THE WORLD

✉ [SUBSCRIBE](#)

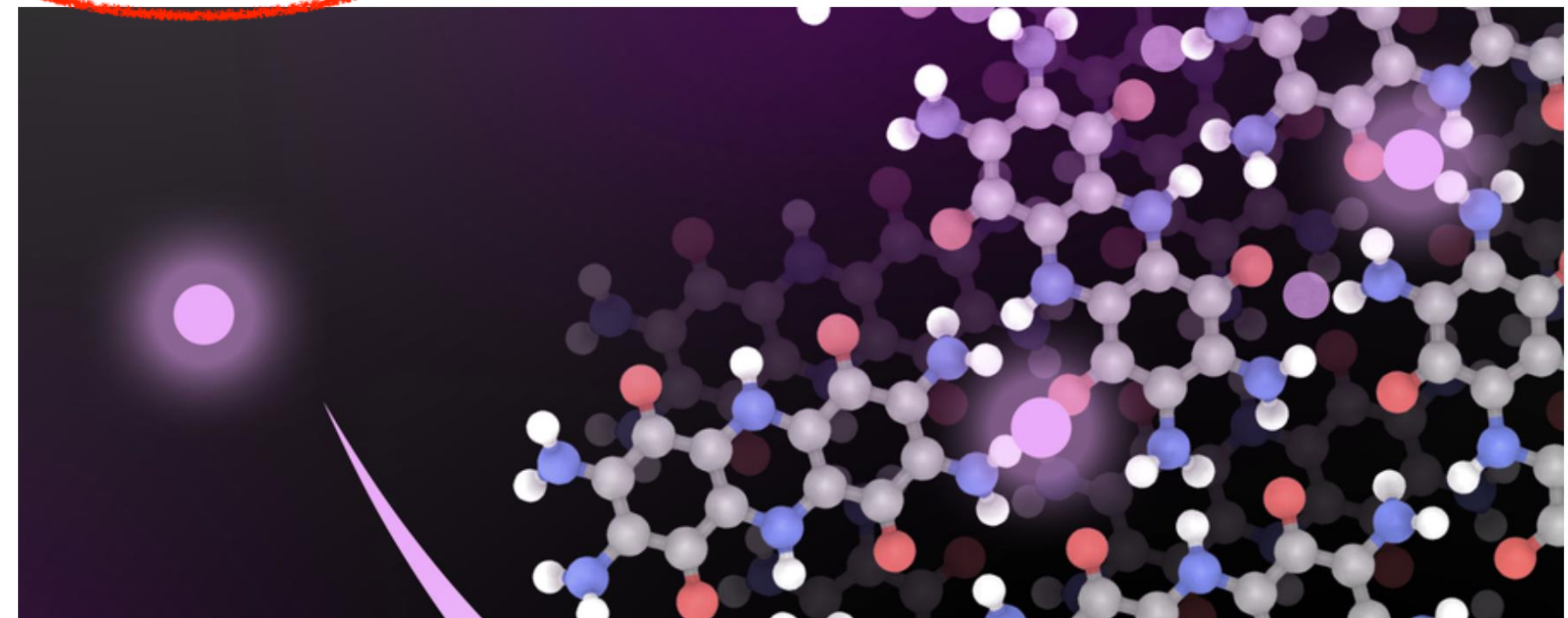
▼ [BROWSE](#)

🔍

Cobalt-free batteries could power cars of the future

MIT chemists developed a battery cathode based on organic materials, which could reduce the EV industry's reliance on scarce metals.

Anne Trafton | MIT News
January 18, 2024

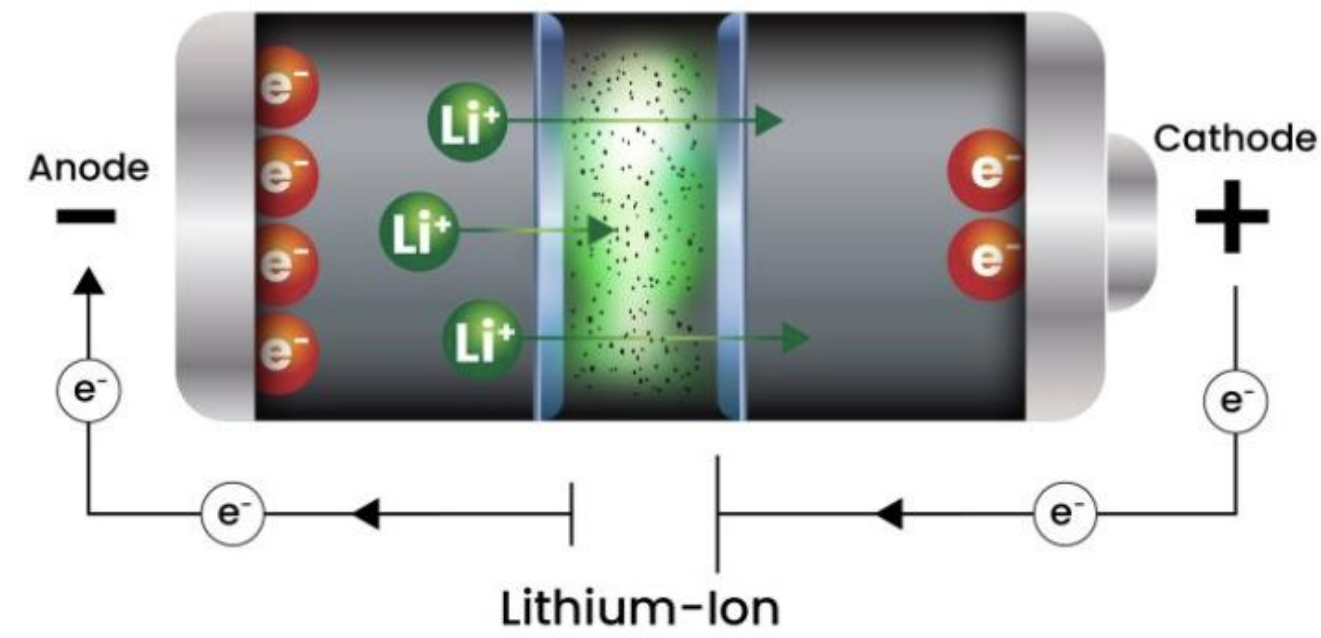


Un nuovo materiale per batterie sviluppato dal MIT può fornire un metodo più sostenibile per alimentare le auto elettriche. Invece di cobalto o nichel, la nuova batteria agli ioni di litio include un **catodo a base di materiali organici**. In questa immagine, le molecole di litio sono mostrate in rosa incandescente.

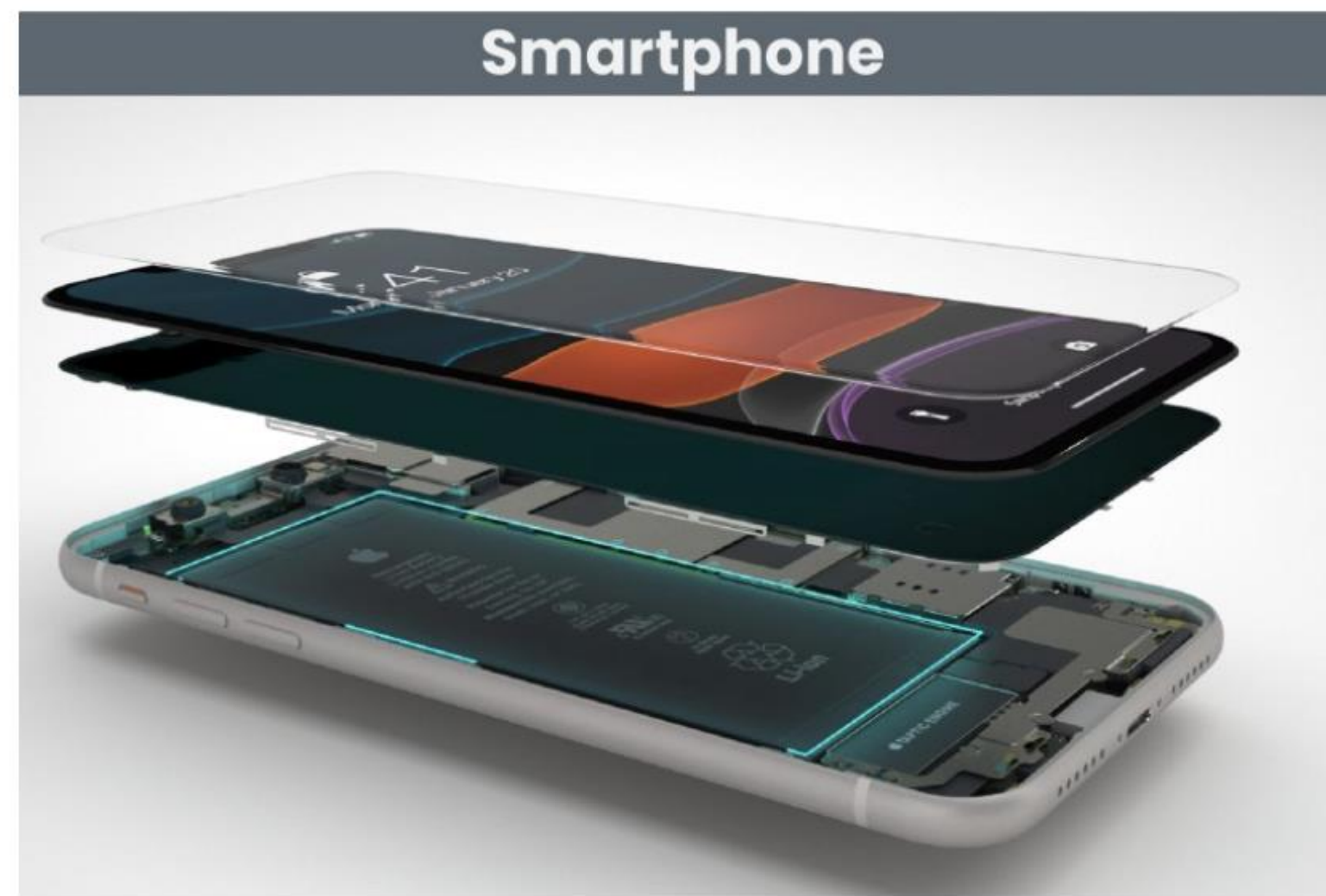
Image: Courtesy of the researchers. Edited by MIT News.

TODAY'S LI-ION BATTERIES

Currently Used Battery

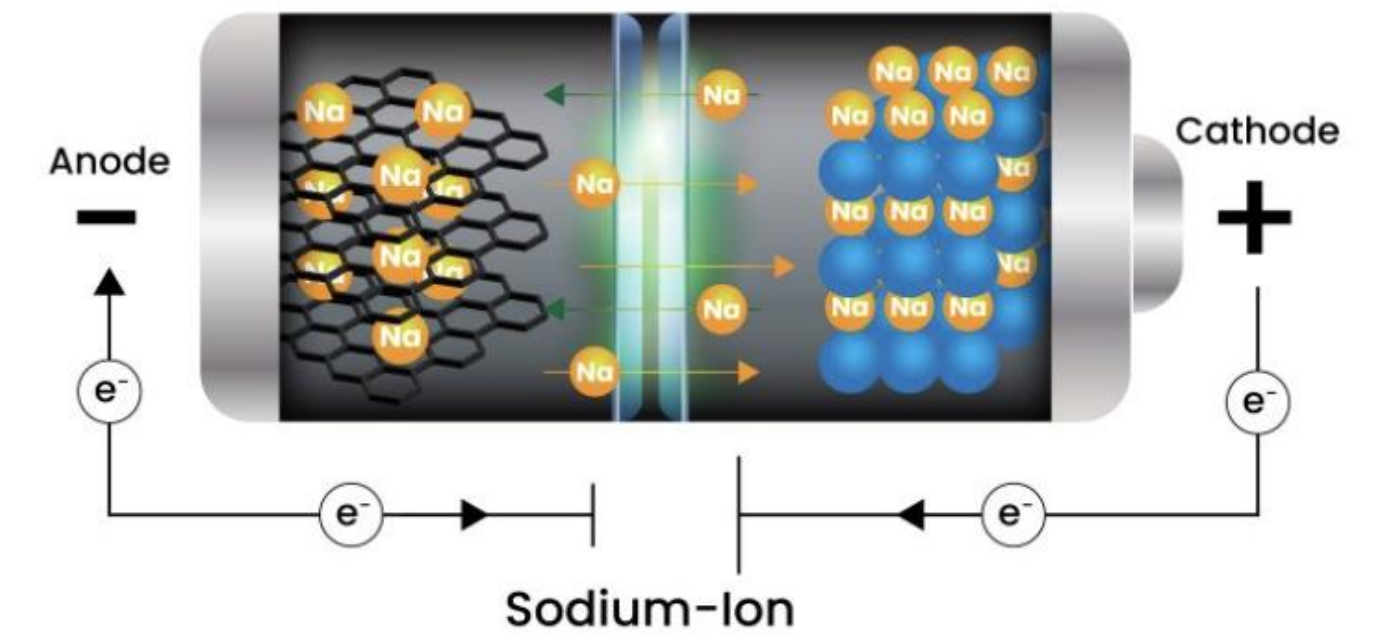


Smartphone

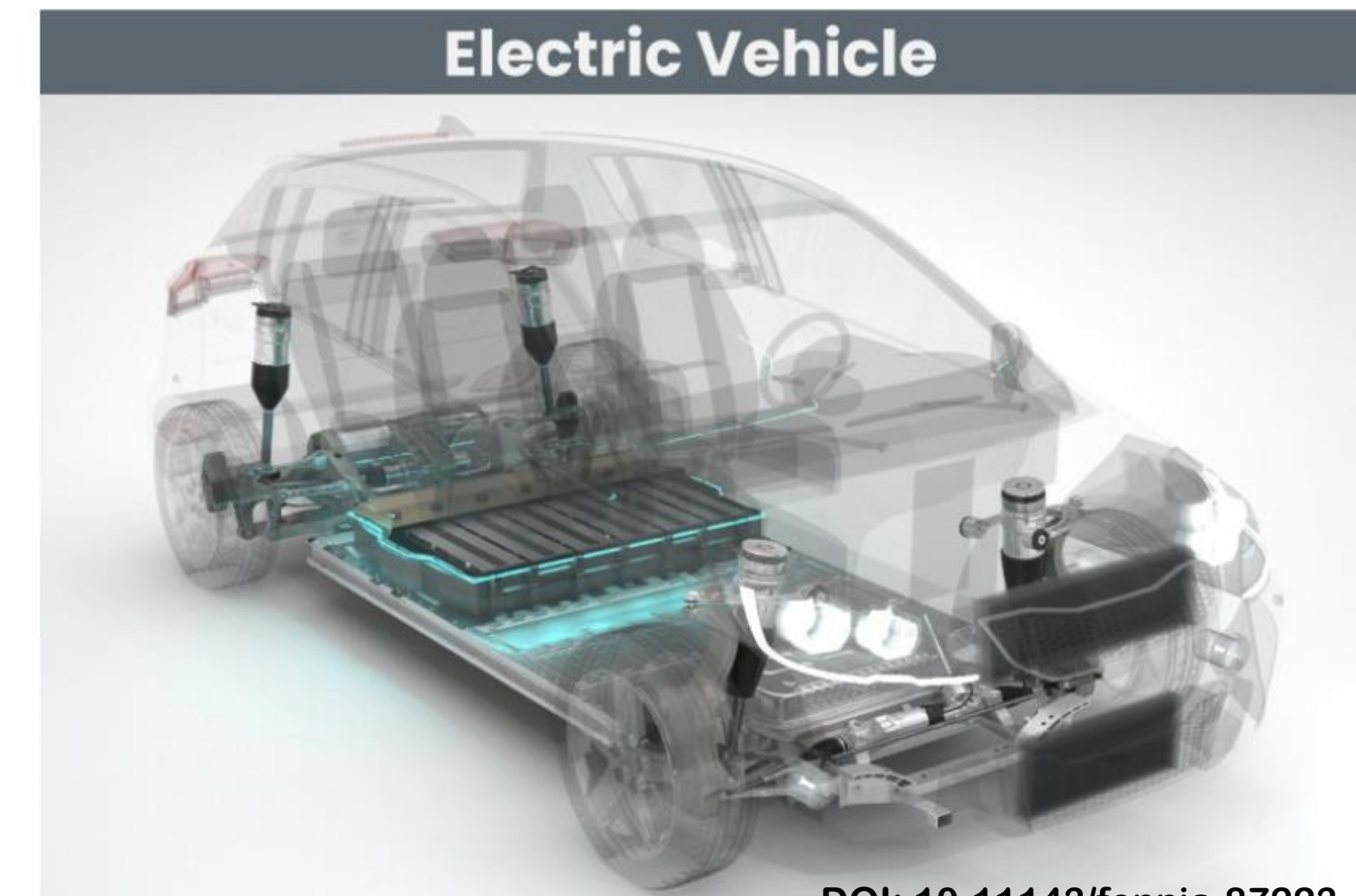


TOMORROW'S NA-ION BATTERIES

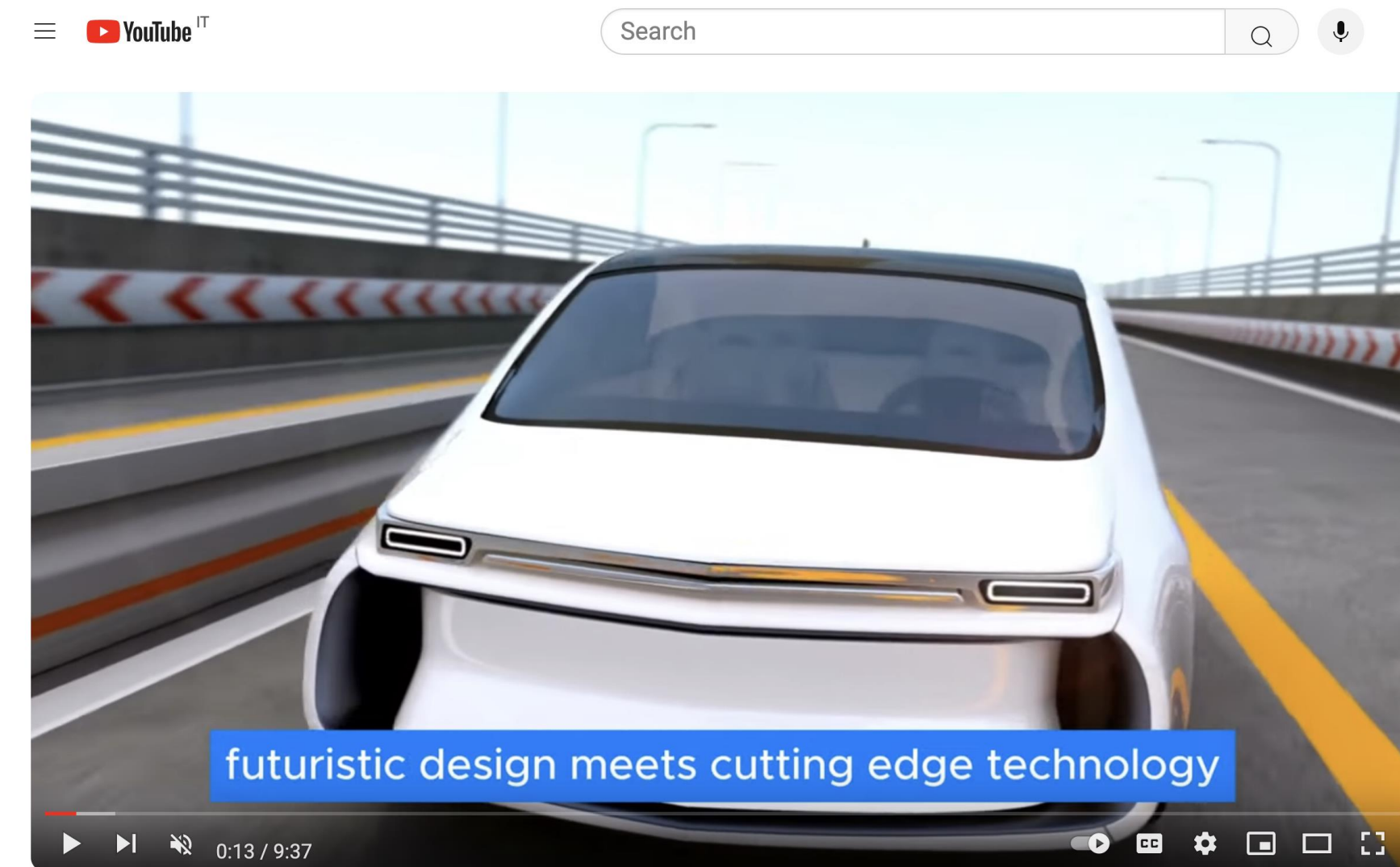
Next-Generation Battery



Electric Vehicle



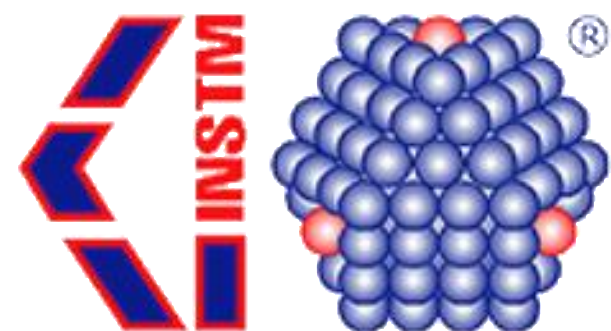
DOI: 10.11143/fennia.87223



Chinese JAC unveils the FIRST EVER EV with Sodium Solid State Battery

2.254 visualizzazioni 14 giu 2024

Il gruppo cinese JAC ha introdotto **il primo veicolo elettrico al mondo alimentato da una batteria agli ioni di sodio allo stato solido** più economica. Questa innovativa tecnologia delle batterie, sviluppata dalla startup di Pechino Hina Battery Technologies, ha il potenziale per ridurre significativamente il costo dei veicoli elettrici.



FABBRICA FUTURO – Brescia 2024

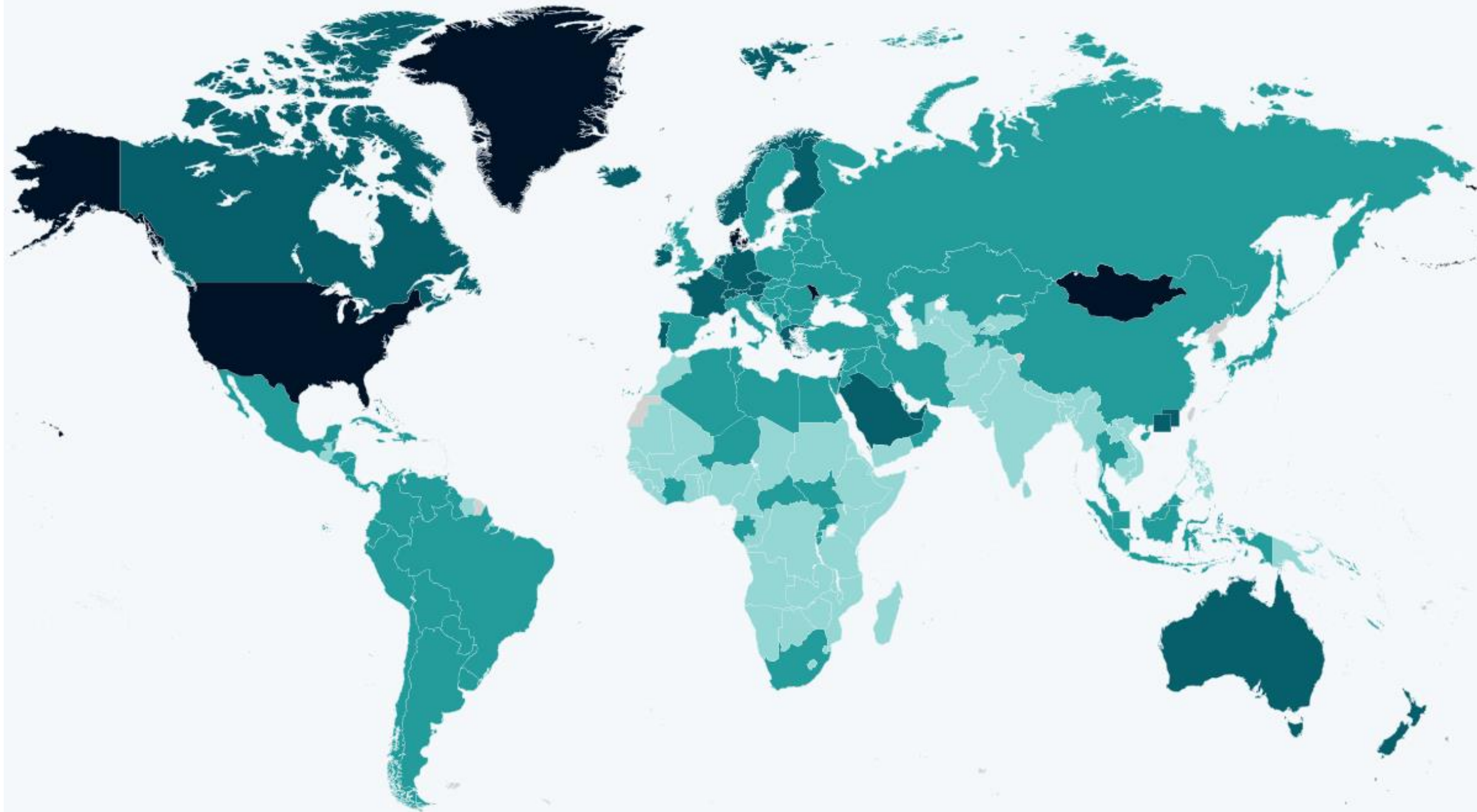
laura.depero@unibs.it



A World of Waste

Municipal solid waste generated per year
(in kilograms per capita)

■ Less than 200 kg ■ 200-499 kg ■ 500-799 kg ■ 800-1,100 kg



2018 or latest available

Source: World Bank What A Waste Global Database



statista

The Economist

Menu



Subscribe

Lo

Graphic detail | Daily chart

Global waste generation will nearly double by 2050

Most of the growth will come from the developing world

European Critical Raw Materials Act

2030 benchmarks for strategic raw materials:



EU EXTRACTION

At least **10%** of the EU's annual consumption for extraction



EU PROCESSING

At least **40%** of the EU's annual consumption for processing



EU RECYCLING

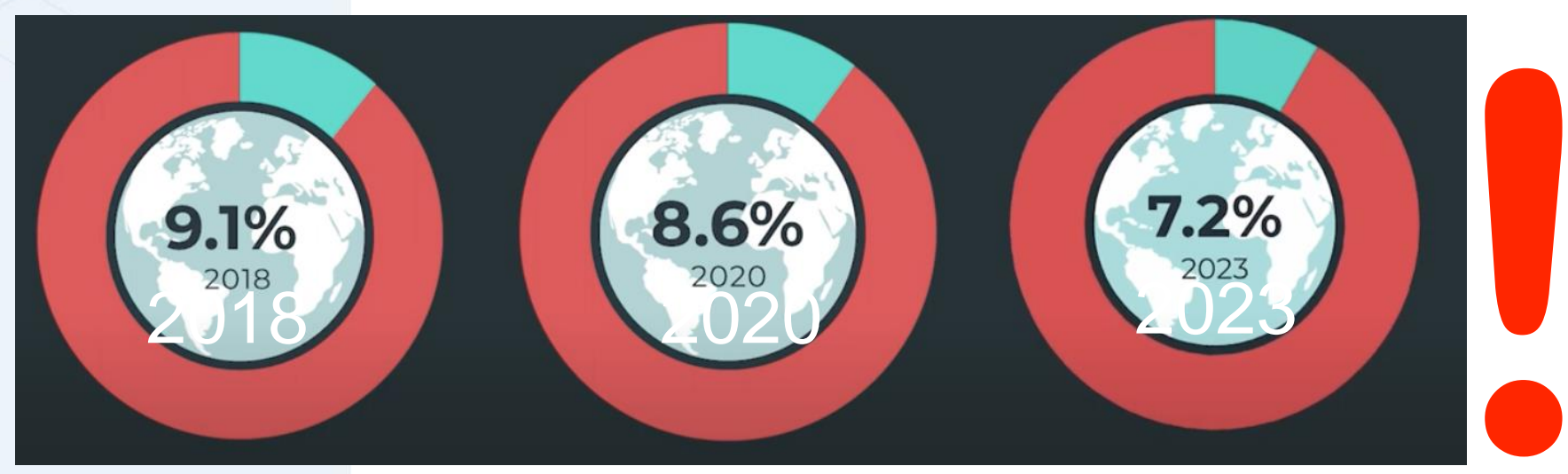
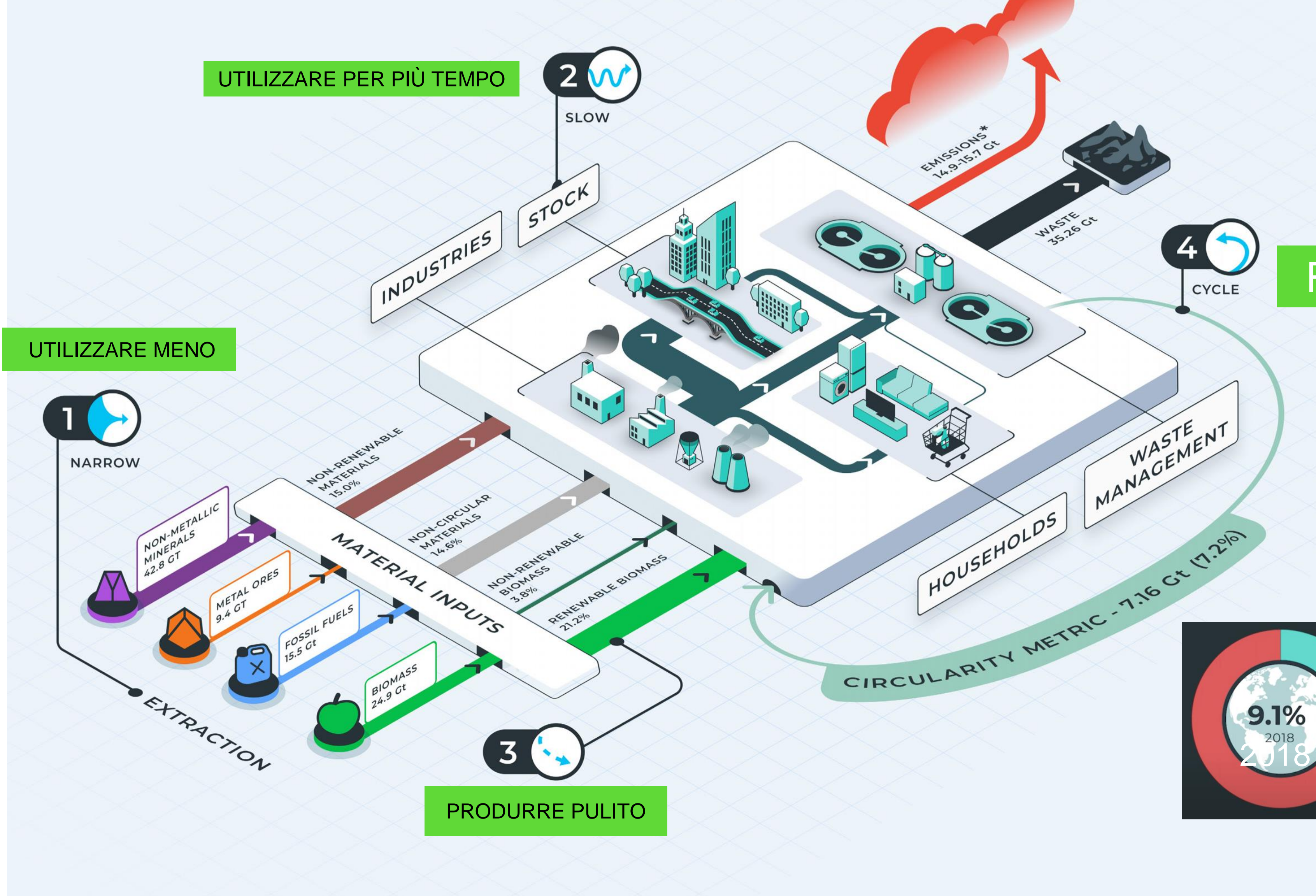
At least **15%** of the EU's annual consumption for recycling



EXTERNAL SOURCES

Not more than **65%** of the EU's annual consumption of **each strategic raw material at any relevant stage**





The Circularity Gap Report 2023

La via del riciclo è complessa e costosa.

I nuovi materiali con elevate prestazioni tecniche sono “compositi”, cioè contengono sostanze diverse

=> i costi per la separazione possono essere **ENORMI.**

In generale, i materiali riciclati hanno **qualità inferiore.**

Inoltre, **non si potrà mai riciclare al 100%.**

Se ricicliamo al **95%**, sposteremo solo il problema nel tempo:

Riciclando 10 volte alla fine ne avremo solo il 60% e dovremo comunque attingere a risorse naturali ($0.95^{10} = 0.60$)

.....e la digitalizzazione come può contribuire ad affrontare queste sfide?

Efficienza delle risorse: La digitalizzazione può contribuire a una gestione più efficiente delle materie prime e delle risorse, riducendo la dipendenza dalle materie critiche e promuovendo pratiche di riciclo e riutilizzo.

Diversificazione delle fonti: La digitalizzazione permette alle aziende di esplorare e adottare nuove fonti di materiali che potrebbero non dipendere da materie critiche, riducendo il rischio di approvvigionamento.

Innovazione dei materiali: Attraverso la digitalizzazione, è possibile sviluppare nuovi materiali o migliorare quelli esistenti in modo che siano meno dipendenti da materie critiche o che ne richiedano quantità minori per ottenere le stesse prestazioni.

Monitoraggio e gestione della catena di approvvigionamento: Utilizzando tecnologie digitali come IoT (Internet of Things) e blockchain, è possibile tracciare e gestire meglio la catena di approvvigionamento, riducendo i rischi di interruzione legati alle materie critiche.

Sostenibilità e riduzione dell'impatto ambientale: La digitalizzazione può supportare pratiche produttive più sostenibili, riducendo l'uso di materiali critici e minimizzando l'impatto ambientale complessivo dei processi industriali.

**IL FUTURO DIPENDE
DA CIO' CHE FACCIAMO
NEL PRESENTE**
(M. GANDHI)

