



Slow Science

Area della Ricerca CNR-INAF
Biblioteca "Dario Nobili"
23 gennaio 2023 ore 18

S come zolfo: tecnologia, economia e società

Alberto Zanelli



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività



RawMaterials
ACADEMY



Co-funded by the
European Union



Lo zolfo in Natura

abbondanza relativa nella
crosta terrestre: **0,05%**



- In depositi vulcanici o associato a evaporiti
- Come H_2S in gas naturale e gas vulcanici
- Come solfuro in pirite, calcopirite, blenda, galena
- Come solfato in gesso, anidrite, barite
- Nel carbone e nel petrolio
- Nelle acque minerali e nell'acqua di mare





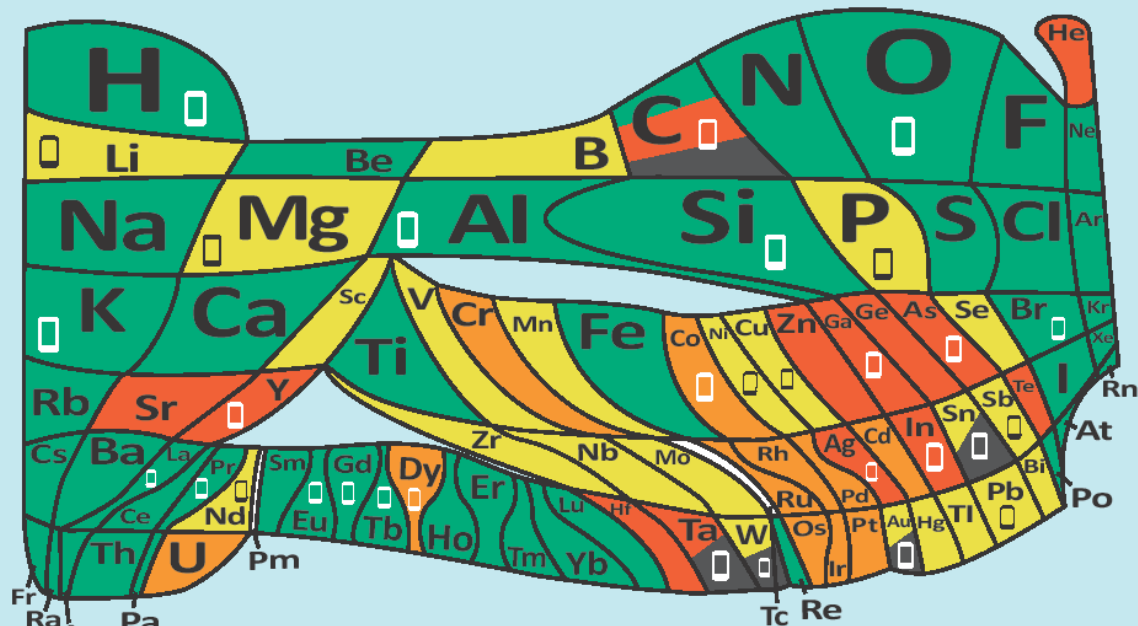
Slow Science

Elementi a rischio di reperibilità



Co-funded by the European Union

I 90 elementi naturali che costituiscono tutto
Quanto ne esiste? Basteranno? Sono sostenibili?



- A grave rischio entro 100 anni
- Sempre più a rischio per il crescente utilizzo
- Disponibilità limitata, a rischio in futuro
- Piena disponibilità
- Di sintesi
- Provenienti da minerali in zone di conflitto
- Presenti negli smartphone

Scopri di più e divertiti con il videogioco su: <http://bit.ly/euchems-pt>

Seconda edizione (2021)



Quest'opera è rilasciata con licenza Creative Commons Attribution-NoDerivs CC-BY-ND

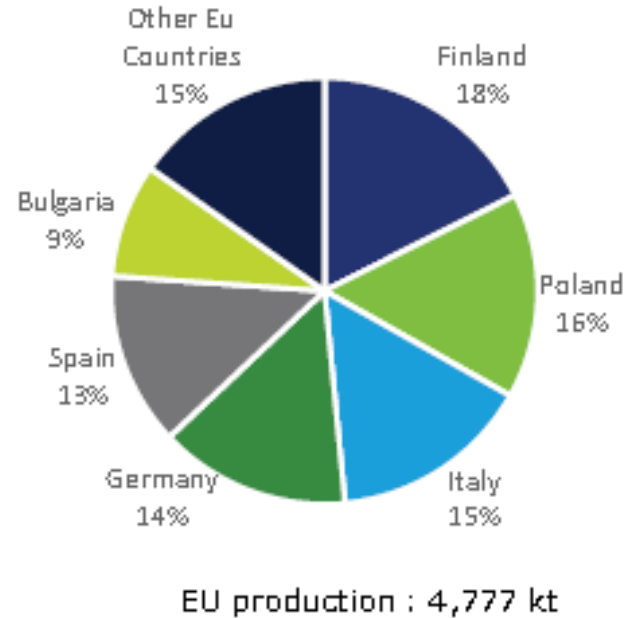
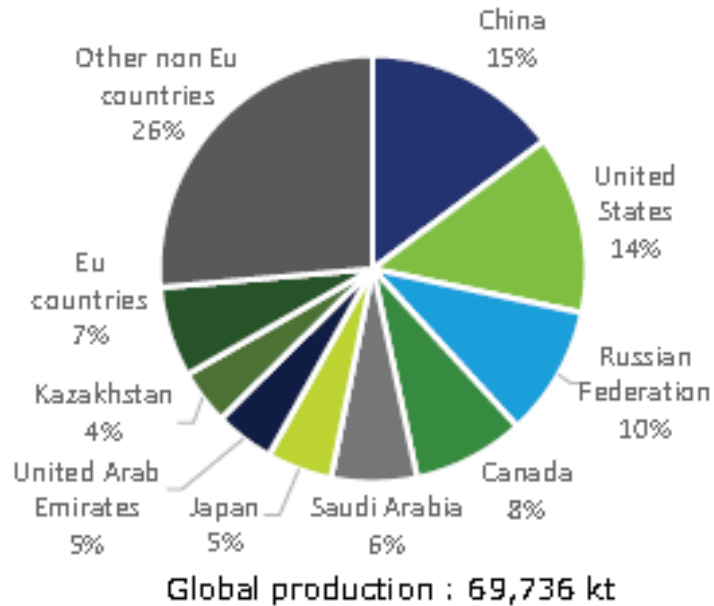
EuChemS
European Chemical Society

Il valore dello zolfo

- Estrazione mondiale media annua 2012-2016: **69,7 Mt**
- Estrazione mondiale 2017: **73,6 Mt** ↑
- **Estratto in 38 Paesi nel Mondo**
- Valore medio annuo del mercato 2012-2016: **2,9 G\$**



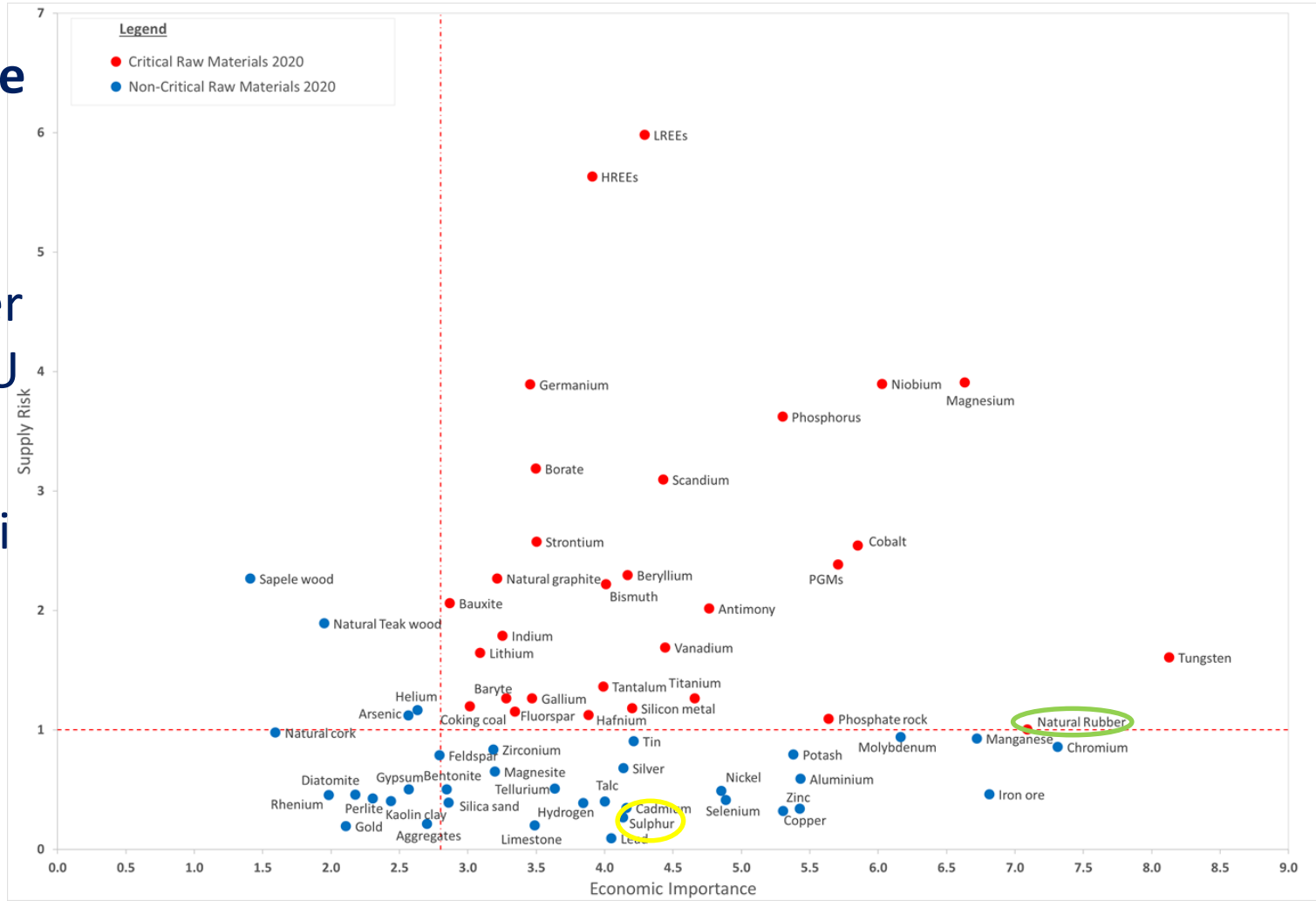
Dove si produce lo zolfo



European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020), Factsheets on Non-critical Raw Materials, p. 492-504.

Materie prime critiche

=
 alto valore per l'economia EU
 +
 alto rischio di reperimento



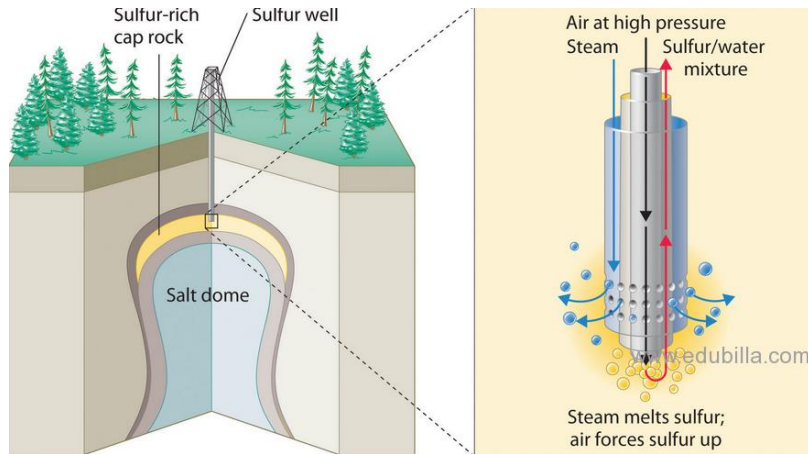
Storia dello zolfo

- Ritrovato nelle pitture rupestri
- Bruciato dagli Egizi nelle cerimonie
- Menzionato 14 volte nella Bibbia
- Componente della polvere pirica
- Riconosciuto come elemento nel 1777 da Lavoisier



Storia dell'approvvigionamento di S

- Raccolto in superficie presso i vulcani
- Estrazione dalle solfatare
- Estrazione con il metodo Frasch
- Dalla desolforazione gas e petrolio



Caratteristiche dello zolfo

- Stati d'ossidazione: -2; -1; 0; +1; +2; +3; +4; +5; +6.
- Zolfo elementare: S_2 ; S_4 ; S_8 ; ... ; S_n
- Punto di fusione (β): 119°C
- Punto di ebollizione: 444°C
- $S_{(s)} + 2e^- \rightarrow S^{2-}_{(aq)} \quad E^\circ = -0,48 \text{ V}$

Utilizzo dello zolfo

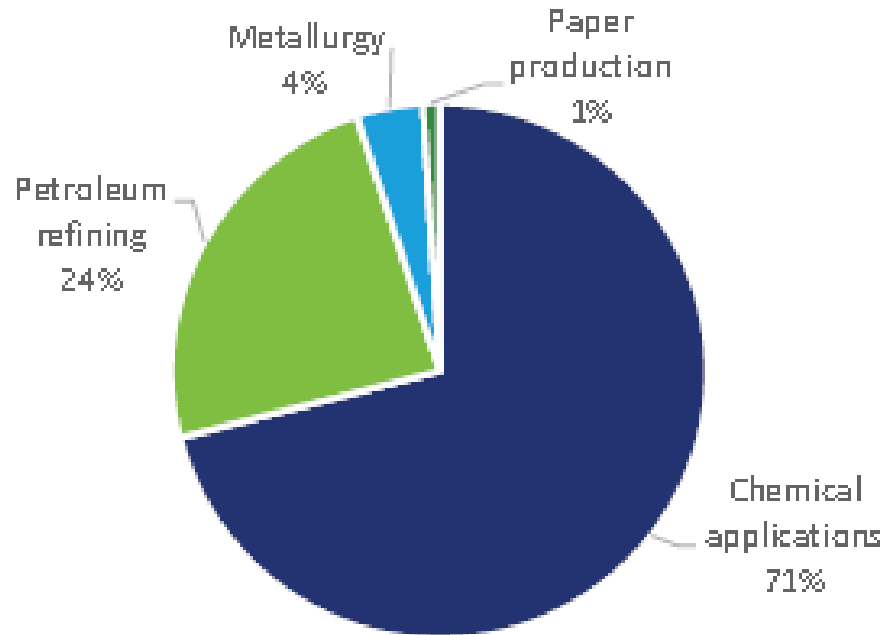
Zolfo elementare

- Polvere pirica: 7 parti di salnitro, 5 di carbone e 5 di zolfo.
- Fiammiferi ($S_3P_2/KClO_3$)
- Vulcanizzazione della gomma
- Agrofarmaci e ammendanti agricoli

Produzione di H_2SO_4

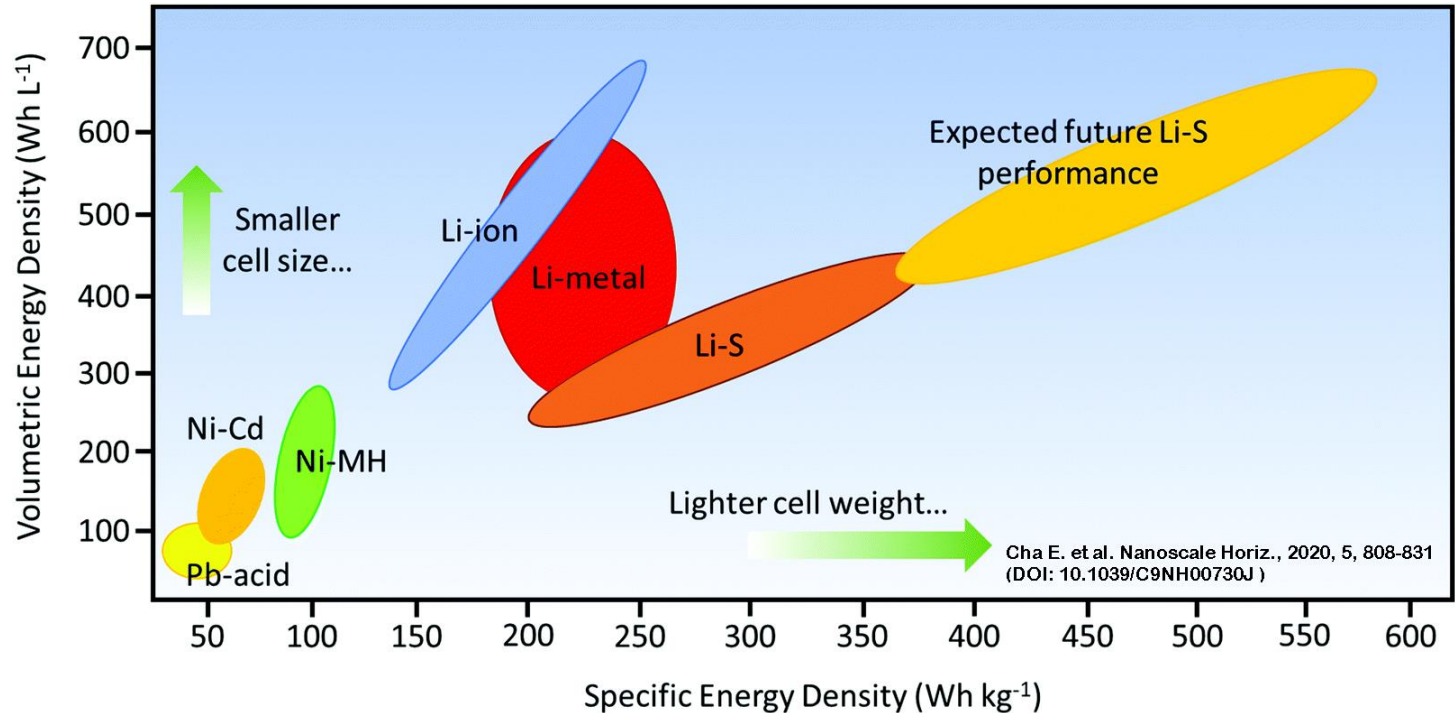
- Dissoluzione delle rocce fosfatiche per produrre concimi
- Lisciviazione dei minerali per produrre rame
- Batterie piombo/acido
- Disincrostante e reagente chimico

Utilizzo dello zolfo in Ue



EU consumption: 3,543 kt

Confronto tra diversi tipi di batterie



Accumulatori allo zolfo

Tipo	Elettrodo negativo	Differenza di potenziale / V	Densità di energia / Wh kg ⁻¹	Abbondanza nella crosta terrestre p/p
LSB	Li	- 3.045	2600	0.0065%
NSB	Na	- 2.714	1274	2.36%
MSB	Mg	- 2.356	1684	2.6%
ASB	Al	- 1.676	1340	8.21%
KSB	K	- 2.925	1270	1.9%
CSB	Ca	- 2.84	1709	4.86%
ZSB	Zn	- 0.763	1083	0.0076%

Thank you for the attention



Co-funded by the
European Union

eitrawmaterials.eu



EITRawMaterials

<http://rmschools.eu>

