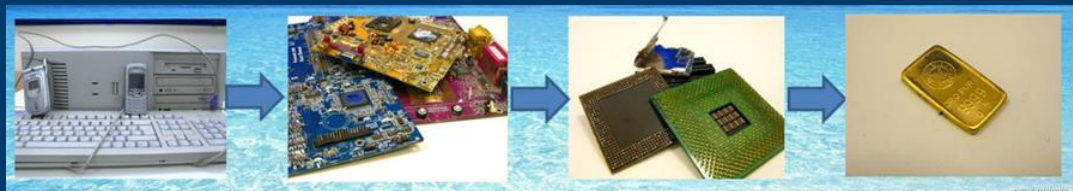


Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita



Firenze, 22 Febbraio 2023

Danilo Fontana, ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

L'ENEA è l'Agenda nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, ente di diritto pubblico finalizzato alla ricerca, all'innovazione tecnologica e alla prestazione di servizi avanzati alle imprese, alla pubblica amministrazione e ai cittadini nei settori dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile (art. 4 Legge 28 dicembre 2015, n. 221)

**Dipartimento Sostenibilità
dei sistemi produttivi e
territoriali (SSPT)**

**Divisione Uso Efficiente delle
Risorse e chiusura dei cicli
(USER)**



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

Divisione Uso Efficiente delle Risorse e chiusura dei cicli (USER)

- **Competenze tecnologiche e non tecnologiche**
 - Riciclo delle materie prime critiche da matrici complesse
 - Efficientamento dei sistemi di raccolta dei prodotti complessi a fine vita
 - Analisi dei flussi di materie prime e del loro mercato
 - Valutazione della sostenibilità

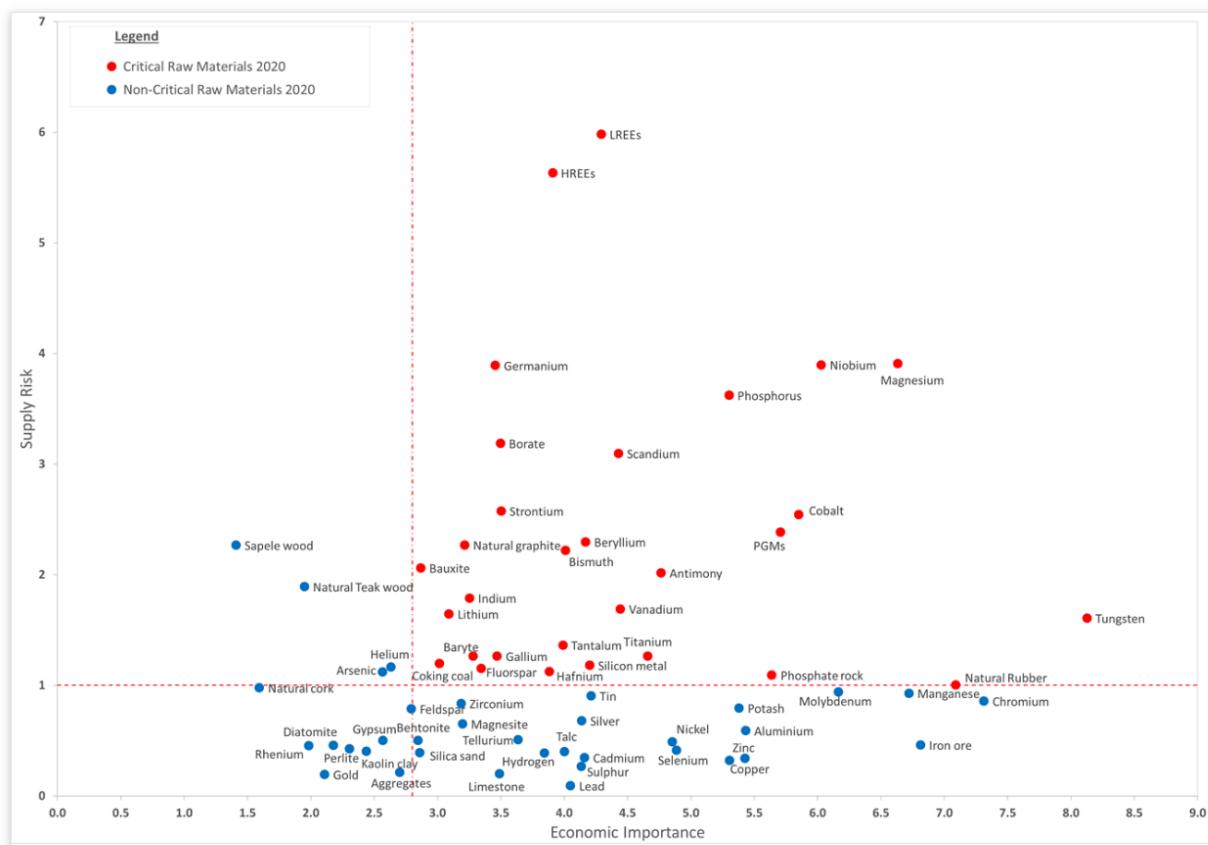
- **Presenza in Tavoli tecnici e partenariati nazionali ed internazionali**
- **Attività di supporto alla PA centrale (MASE, MIMI)**

Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

Materie Prime Critiche/Strategiche:

CRM list 2020

The 2020 assessment covers a larger number of materials: 83 individual materials or 66 candidate raw materials comprising 63 individual and 3 grouped materials (ten individual heavy rare earth elements (REEs), five light REEs, and five platinum-group metals (PGMs)). Five new materials (arsenic, cadmium, strontium, zirconium and hydrogen) have been assessed. (COM(2020) 474 final)



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

Network, tavoli tecnici e progetti europei sulle materie prime critiche:

➤ **European Innovation Partnership on Raw Materials**

Dal 2012 partecipando agli Operational Group, contribuisce alla stesura dei SIP (strategic implementation plans) e fornisce un supporto alla Commissione Europea per ciò che concerne l'implementazione di piani, programmi e misure di policy in questo settore.

➤ **Raw Materials Supply Groups**

Supporta la Commissione Europea su temi quali competitività e lo sviluppo sostenibile dell'industria estrattiva non energetica (NEEI) e approvvigionamento di materie prime.

➤ **EIT RawMaterials** (lanciata nel 2016), il più grande consorzio nel settore delle materie prime – non solo critiche - a livello mondiale.

Membro fondatore della KIC Knowledge and Innovation Community sulle materie prime, in particolare coordina l'HUB dell'EIT realizzato nella Regione Puglia (Regional Center Southern Italy - RCSI), partecipato dal CNR, al fine di aumentare il coinvolgimento degli ecosistemi locali nelle attività della Knowledge and Innovation Community (KIC).

Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

- **European Raw Materials Alliance (ERMA)**, lanciata a settembre 2020 al fine di dare concreto supporto agli obiettivi definiti nel suddetto piano d'azione.
- **European Battery Alliance (EBA)** che mira a favorire l'accesso sicuro alle materie prime, supportare l'innovazione tecnologica e istituire un adeguato sistema normativo.
- **Progetti Commissione EU SCRREEN e SCRREEN 2**, con l'obiettivo di migliorare le statistiche ufficiali dell'UE e costruire ulteriormente la base di conoscenze dell'UE sulle materie prime primarie e secondarie.
- **Importante Progetto di Interesse Comune Europeo (IPCEI) sulle batterie** partito dal 2021 con l'obiettivo di creare una catena del valore sostenibile e innovativa che porti l'Europa a produrre materie prime, celle, moduli e sistemi di batterie di nuova generazione e che consenta la riconversione e il riciclo delle batterie con metodi innovativi e più efficienti (investimento nazionale di oltre 1 miliardo di euro).

Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

- **Tavolo Nazionale di Lavoro Materie Prime Critiche** istituito a gennaio 2021 presso il MISE (ora MIMI) in collaborazione con il MiTE (ora MASE) con l'obiettivo di riunire i diversi stakeholder nazionali lungo l'intera catena del valore delle CRM. Opera mediante 4 gruppi di lavoro dedicati a:
 1. Urban mining (coord. ENEA)
 2. Eco-design (coord. ENEA)
 3. Mappatura dei flussi (coord. Confindustria)
 4. Estrazione primaria (coord. ISPRA)

- **Piattaforma nazionale del fosforo**, promossa nel 2019 dal MATTM (oggi MASE) per facilitare la chiusura del ciclo del fosforo su base nazionale e coordinamento con le politiche europee (ente gestore ENEA, 63 stakeholder attivi nella catena del valore del fosforo con la partecipazione di organizzazioni di ricerca, istituzioni pubbliche e private e associazioni).

Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

*Dipartimento Sostenibilità dei sistemi
produttivi e territoriali*

*Divisione Uso efficiente delle risorse e
chiusura dei cicli*

**Tecnologie per il Riuso, il Riciclo, il
Recupero e la valorizzazione di
Rifiuti e Materiali (T4RM)**



➤ **sviluppo e implementazione di tecnologie e metodologie per l'eco-innovazione dei cicli produttivi e dei prodotti**

➤ **sviluppo e implementazione di tecnologie e metodologie per il recupero e/o riciclo di materie prime/seconde**



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

ECONOMIA LINEARE

L'industria estrae le materie prime vergini, le trasforma per produrre beni di consumo utilizzando lavoro ed energia, distribuisce i prodotti al consumatore, il quale, dopo averli utilizzati, procede allo smaltimento degli "scarti" e, quindi, dei prodotti stessi, ormai diventati "rifiuti".

Secondo questo modello di economia, ogni bene di consumo passa *dalla culla alla tomba* (from the cradle to the grave).

E' oggi riconosciuto a livello mondiale che questo impiego delle risorse, unito alla costante crescita demografica, all'aumento dei consumi e all'utilizzo poco efficiente delle risorse, **non è più sostenibile**.

ECONOMIA CIRCOLARE

Modello economico basato sull'**uso efficiente delle risorse**, in grado di garantire una crescita economica sostenibile, riducendo al massimo gli sprechi. Tale modello punta ad un radicale ripensamento della concezione dei prodotti e del loro uso nel tempo.

ECONOMIA LINEARE



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita



Casi studio:

Rifiuti:

Telefoni cellulari

Lampade a fluorescenza e LED

Pannelli fotovoltaici a fine vita

Magneti permanenti

Monitor LCD

Schede elettroniche da RAEE

Fanghi rossi

Fanghi da concia

Fly ash

Tar petroliferi

Reflui di processi idrometallurgici

Catalizzatori esausti per autotrazione

Catalizzatori esausti industriali

Batterie esauste al piombo

Sottoprodotti:

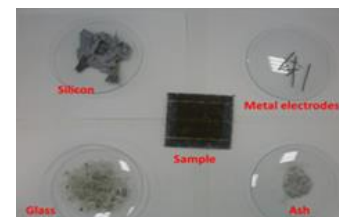
Salt cake del processo Bayer (Vanadio da produzione alluminio)

Reflui da trattamento aeriformi

Nuove Filiere

Batterie al litio

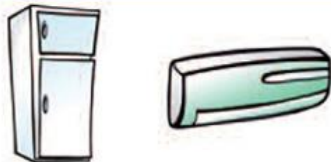
Mg da salamoie marine



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

Il RAEE è uno dei flussi di rifiuti a più rapida crescita in Europa - aumento del 3-5% all'anno ^{1,2}

R1 APPARECCHIATURE REFRIGERANTI



R2 GRANDI BIANCHI



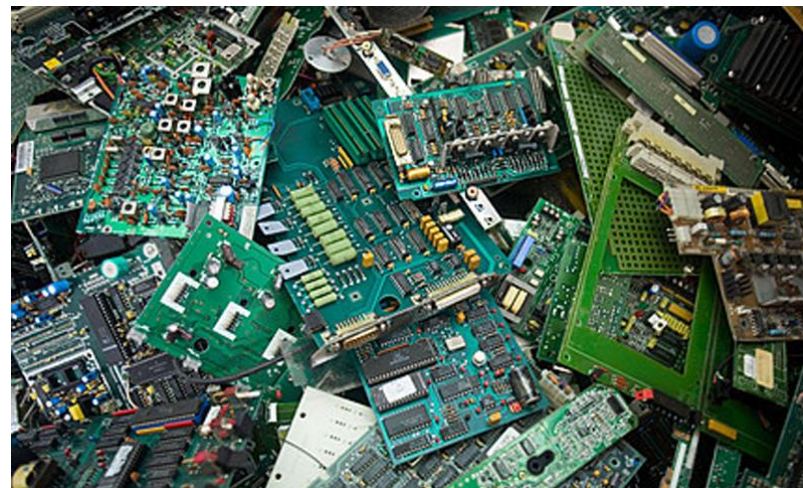
R3 TV E MONITOR



R4 PED CE ICT APPARECCHI ILLUMINANTI E ALTRO



R5 SORGENTI LUMINOSE




¹ Eurostat - <http://ec.europa.eu/eurostat>

² Menikpura et al., 2014

Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

Valore potenziale di 1 ton di schede elettroniche



Metallo	Quantità (kg) recuperabile per ton di PCB (Fonte: ENEA)	Valore di mercato €/kg*	Valore stimato (€/ton)
Ag	0,35	670	234,5
Au	0,24	56.000	13.440
Cu	130	8	1.040
Pb	15	2	30
Sn	43	24	1.032
		Totale	<u>15.776</u> + Pd e Plastiche

*rilevazione valori dal web - 07/02/2023

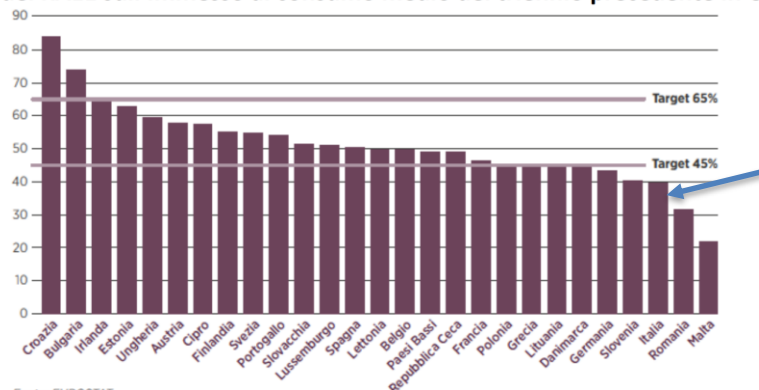


Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

Tasso di raccolta dei RAEE sull'impresso al consumo medio del triennio precedente in UE27 (%) – 2018



Fonte: EUROSTAT

Fonte: EUROSTAT

media nazionale 2019: 6,14 kg/ab

Agbogbloshie dumpsite in Ghana



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

Pirometallurgia



Idrometallurgia



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

La tecnologia ENEA:

PROCESSO IDROMETALLURGICO PER IL RECUPERO DI MATERIALI DALLE SCHEDE ELETTRONICHE

Attestato di Brevetto per invenzione industriale N. 0001422872; PCT/IB2014/065131

GRUPPO PER LA REALIZZAZIONE DI UN RECUPERO IDROMETALLURGICO DEI MATERIALI DALLE SCHEDE ELETTRONICHE

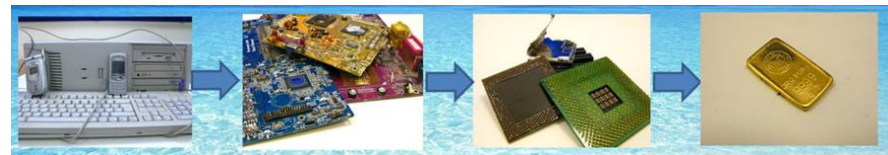
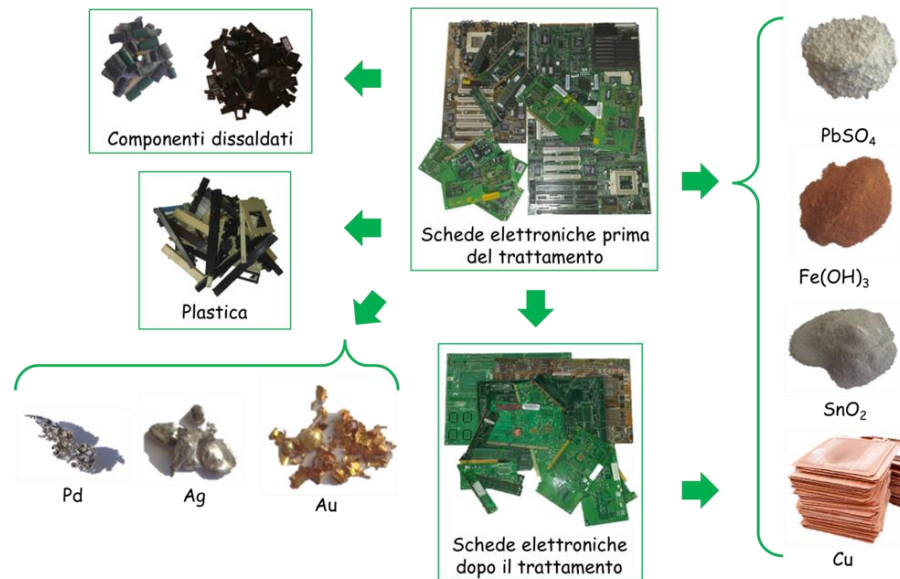
Attestato di Brevetto per invenzione industriale N. 0001428567; PCT/IB2016/050763



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

La tecnologia ENEA:

- ✓ L'invenzione consente di evitare pretrattamenti meccanici delle schede per recuperare elementi sia in forma metallica che in forma di composti inorganici con la possibilità di predefinire il grado di purezza della materia estratta
- ✓ Emissioni ridotte (non vengono prodotte le tipiche emissioni dei processi ad alta temperatura quali ad es. le diossine)
- ✓ Basso consumo di energia (si opera a temperatura ambiente)
- ✓ Alta selettività e resa
- ✓ Modularità e flessibilità impiantistica



Urban mining: il recupero di metalli preziosi da apparecchiature elettriche ed elettroniche a fine vita

L'invenzione è stata verificata nell'impianto denominato ROMEO messo in opera nel C.R. Casaccia

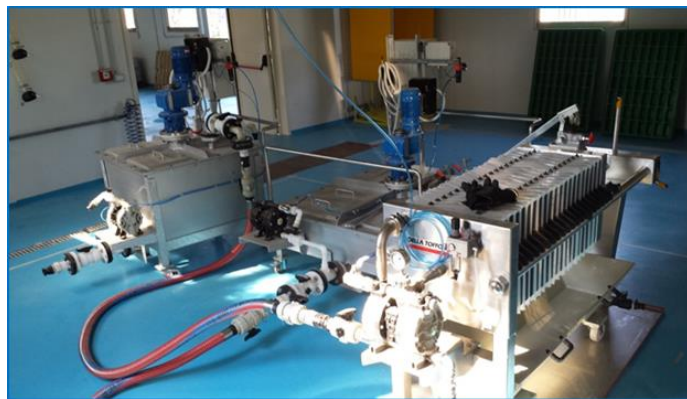


ROMEO

(Recovery Of METals by hydrOmetallurgy)



La tecnologia è **pronta** per essere trasferita in scala industriale



Valore potenziale di 1 ton di schede elettroniche > 15,000 €



ROMEO

(Recovery Of METals by
hydrOmetallurgy)



Grazie per l'attenzione!

danilo.fontana@enea.it

06/30484081



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000

