



G. Bellussi AIDIC - 10 Luglio 2024



OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE
PRIME CRITICHE ENERGIA

Recupero e riciclo materie prime critiche

Con la collaborazione di: WEC-Italia, AIDIC,
Utilitalia, Assoambiente, Assorisorse,
ConfindustriaEnergia, ORIM SpA, UniTS,
MyReChemical

INDICE

- 01 Introduzione e scenari
- 02 Le tecnologie
- 03 Considerazioni economiche
- 04 Conclusioni
- 05 Proposte

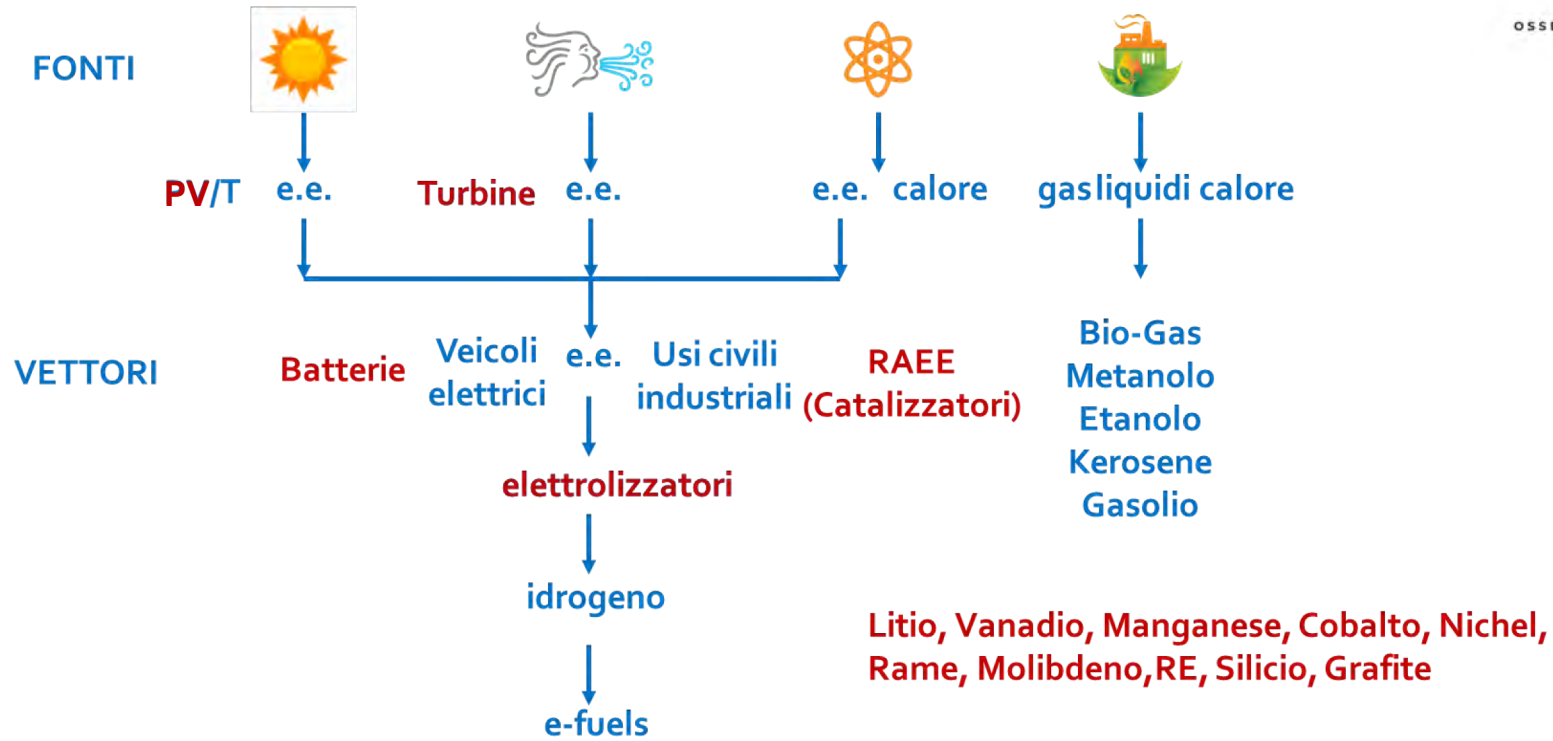


OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE
PRIME CRITICHE ENERGIA

1.1)

La Transizione Energetica

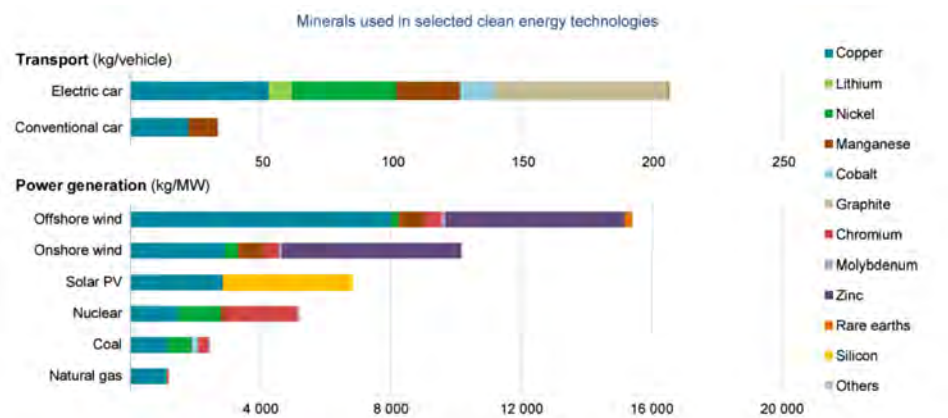


1.2)

Il contenuto di metalli

Metal content of various WEEE								
Type of WEE	Fe (wt%)	Cu (wt%)	Al (wt%)	Pb (wt%)	Ni (wt%)	Ag (ppm)	Au (ppm)	Pd (ppm)
Mobile phone	50	12	1	0.3	0.1	1380	350	210
DVD player	62	5	2	0.3	0.05	115	15	10
TV board	28	10	10	1	0.2	280	20	4
PC board	7	20	85	1.5	1	1000	250	110
PC main board	4.5	14.3	2.8	2.2	1.1	566	566	124
Conventional electronic device	8	20	2	2	2	2000	1000	50
PCB	12	10	7	1.2	0.85	280	110	—

Recovery of metals and valuable chemicals from waste electric and electronic materials: a critical review of existing technologies: Sahil Gullani et al. Royal Society of Chemistry Sustainability, 2023, 1



Notes: kg = kilogramme; MW = megawatt. Steel and aluminium not included. See Chapter 1 and Annex for details on the assumptions and methodologies.

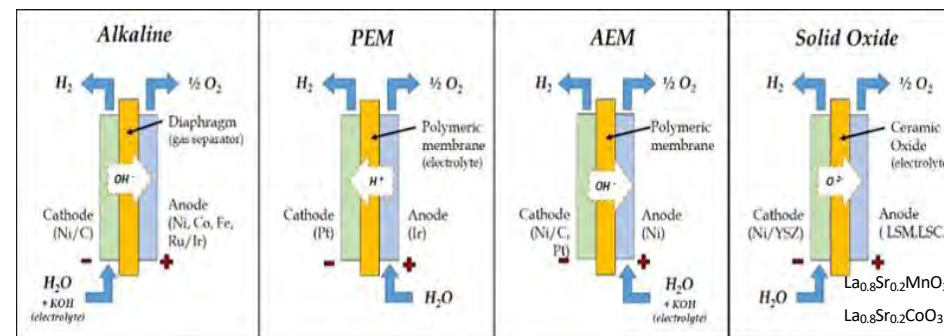
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/f42a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fd0/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>



OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE PRIME CRITICHE ENERGIA

Elettrolizzatori



Possono essere una interessante fonte di metalli, ma ad oggi non è possibile fare stime sui volumi potenziali.

1.3)

Stime sui volumi di riciclo



OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE
PRIME CRITICHE ENERGIA

Catalizzatori

I catalizzatori destinati al riciclo in Europa, dovrebbero passare dalle 100000 t/a attuali a circa 130000t/a al 2030. I principali metalli recuperabili sono Ni, V, Mo, Co e RE e la loro concentrazione, stimabile tra il 3 e il 10 % , è 100-200 volte superiore a quella dei minerali da cui vengono estratti.

Fotovoltaico

A livello nazionale si stima uno smaltimento di pannelli FV pari a **140 kton al 2030 con un potenziale recupero di 5 Kton di Silicio e 3 Kton di rame**. Le previsioni di dismissioni al 2050 sono pari a 2,1 Mton con un potenziale recupero di 75 Kton di silicio e 45 Kton di rame.

Eolico

Scenari al 2030	Peso turbina t	Contenuto Metalli t	Terre Rare t
Turbina Vestas V90-2.0 MW	267	1,34	0,34
Italia Decom. 7.6 GW	1.014.600	5.073	1.522
EU Decom. 52 GW	6.942.000	34.710	10.413

Batterie al Litio

Attualmente, il volume potenziale di riciclo delle batterie al Litio nel mondo è stimata in 4,6 milioni di tonnellate all'anno. Tuttavia, è previsto un significativo aumento della produzione di batterie agli ioni di Litio (LIB), con una stima che supera i 30 milioni di tonnellate all'anno entro il 2040, con conseguente aumento del riciclo

2)

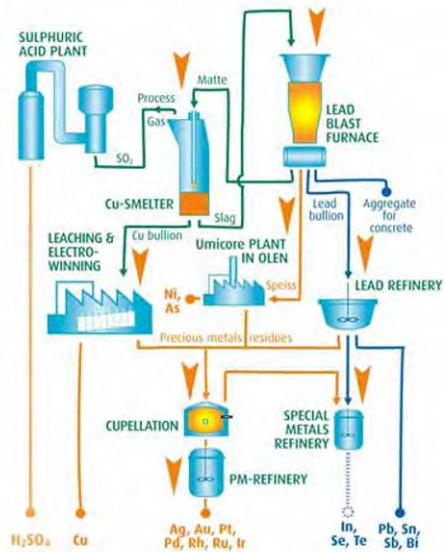
Le tecnologie



OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE PRIME CRITICHE ENERGIA

Pirometallurgia



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128033630000055>

Idrometallurgia

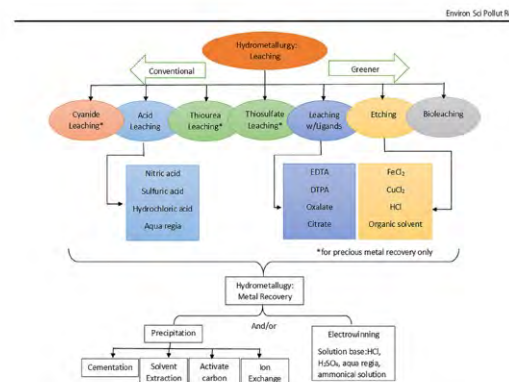


Fig. 5 Summary of hydrometallurgical leaching and metal recovery techniques

Emerging technologies for the recovery of rare earth elements (REEs) from the end-of-life electronic wastes: a review on progress, challenges, and perspectives, T.G. Ambaye et al., Environmental Science and Pollution Research Int., 2020 Oct;27(29):36052-36074.

Elettrometallurgia



https://www.researchgate.net/publication/365287756_A_review_on_electrochemical_techniques_for_metal_recovery_from_waste_resources

3)

Considerazioni economiche

La fattibilità del riciclo dei materiali critici dipende dalla **sostenibilità economica degli investimenti** relativi alla costruzione degli impianti di trattamento e dal loro costo operativo.

I principali fattori che influenzano la sostenibilità economica sono il costo di investimento dell'impianto, il valore del bene prodotto, il costo della materia prima, il costo del lavoro, i costi di logistica, i costi di produzione.

Più nello specifico nell'ambito del riciclo di CRM i fattori più rilevanti sono i seguenti:

- **TRL tecnologie disponibili per il riciclo**
- **Capacità impianto** (Da cui dipende il costo di investimento)
- **Concentrazione del CRM nei rifiuti di partenza**
- **Localizzazione impianto**
 - **Costo del lavoro**
 - **Policy di collettamento/trattamento rifiuti del luogo**
- **Valore di mercato dei CRM**



4.1)

Le conclusioni



OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE
PRIME CRITICHE ENERGIA

- ✚ Nei Raae, i metalli critici, definiti nel perimetro di questo report e con eccezione del rame, sono in quantità molto piccole. La bassissima concentrazione dei materiali critici in essi contenuti rende problematica la sostenibilità economica degli impianti di recupero, che sono molto complessi e che richiedono investimenti consistenti.
- ✚ Il silicio dei pannelli fotovoltaici dismessi, sebbene non sia classificato nella direttiva UE come materiale critico, è da considerare strategico, e quindi da recuperare. La produzione del *grade* per le applicazioni fotovoltaiche richiede un dispendio enorme di energia con impatti molto rilevanti. Dato il notevole sviluppo previsto per il PV, i quantitativi recuperabili giustificano la relativa impiantistica, con la necessità di organizzare centri di raccolta che bilancino la presenza diffusa di pannelli dismessi nel territorio .
- ✚ Le quantità e la gamma di materiali critici recuperabili dagli impianti eolici sono interessanti, anche se i proprietari degli impianti stanno raggiungendo accordi con i costruttori per affidare a loro il recupero dei materiali dai componenti dismessi.

4.2)

Le conclusioni

- ☛ L'utilizzo delle batterie per il trasporto elettrico, per le utenze civili e industriali e per lo stoccaggio di energia aumenterà enormemente nei prossimi anni e con esso aumenterà la richiesta dei minerali critici per la loro produzione. L'UE sta studiando dei vincoli sull'importazione di questi prodotti e sul recupero dei metalli per le produzioni che verranno avviate in Europa. Questa evoluzione porterà alla costituzione di centri di produzione di batterie che potranno effettuare anche il recupero dei metalli dalle batterie esauste direttamente o affidandosi ad aziende specializzate.
- ☛ L'analisi delle informazioni disponibili indica che tra le tecnologie di recupero, quelle idrometallurgiche sembrano essere le più efficaci per il recupero dei metalli puri.
- ☛ La disponibilità di batterie per il recupero andrà però riconsiderata, perché basata su ipotesi di crescita del parco elettrico difficili da realizzare e non considerando l'impiego sempre crescente delle batterie usate come accumulatori in servizi statici (second life)



OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE
PRIME CRITICHE ENERGIA

5.1)

Proposte



- ☛ Valorizzare, all'interno del nuovo PNIEC, processi, prodotti e servizi circolari, sostenibili e funzionali alla riduzione dell'impronta ambientale e alla sicurezza energetica nazionale.
- ☛ Rendere organico il quadro normativo per consentire lo sviluppo del modello circolare in generale, ed in particolare nel recupero e valorizzazione di scarti, rifiuti e sottoprodotti, in attuazione della Strategia Nazionale per l'Economia Circolare
- ☛ Inserire i generatori a magneti permanenti delle turbine degli impianti eolici nelle direttive europee sui RAEE e nei provvedimenti di recepimento
- ☛ Rivedere la legislazione sulla classificazione dei materiali di riciclo delle batterie al litio perché siano considerati materia seconda e così possano superare le attuali limitazioni e consentire la lavorazione a fine vita attraverso l'armonizzazione e l'applicazione delle direttive e dei regolamenti europei.

5.2)

Proposte

- ☛ Supportare la ricerca nello sviluppo di nuove tecnologie per la riconversione delle materie seconde e per il recupero delle materie prime critiche.
- ☛ Espandere il mercato di materiali riciclati, rigenerati e riutilizzati attraverso la creazione di condizioni premianti anche attraverso una fiscalità differenziata della componente circolare.
- ☛ Favorire il riconoscimento di agevolazioni agli imprenditori impegnati ad utilizzare nuove tecnologie
- ☛ Incrementare le campagne di comunicazione e sensibilizzazione per il coinvolgimento dei consumatori in azioni e «stili di vita circolari» e per il consenso sociale nel territorio.



**WORLD
ENERGY
COUNCIL** | ITALIA



OIMCE

OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE
PRIME CRITICHE ENERGIA



ASSORISORSE
Risorse Naturali ed Energie sostenibili

OIMCE - Osservatorio Italiano Materie Prime Critiche Energia

c/o WEC Italia - Via Ostiense 92, 00154 Roma

Tel: +39 3924822149

e-mail: segreteria@oimce.it; segreteria@wec-italia.org

www.wec-italia.org/OIMCE