

Urban mining e materie prime critiche

Con la transizione ecologica e digitale in atto, la domanda di materie prime critiche è in costante aumento. Ad oggi l'Europa deve importarle praticamente al 100%: occorre quindi garantire un approvvigionamento corretto e sicuro anche facendo leva su soluzioni come l'Urban mining, con le città come vere proprie miniere urbane, riserve di materie prime a cielo aperto da valorizzare. All'interno del PNRR, la Strategia Nazionale per l'Economia Circolare prevede un Piano d'azione sulle materie prime critiche.

DOI 10.12910/EAI2022-057

di **Claudia Brunori**, Responsabile della Divisione Uso efficiente delle risorse e chiusura dei cicli - ENEA

Sempre più spesso in questo periodo si sente parlare della difficoltà di approvvigionamento di materie prime, del loro aumento di prezzo ormai quasi fuori controllo. Le motivazioni sono diverse, l'incremento della domanda a livello globale, la crisi climatica, la pandemia, la crisi geopolitica hanno evidenziato la vulnerabilità del sistema di approvvigionamento in Europa delle risorse (energetiche e non solo). L'andamento del costo delle materie prime non energetiche segue l'andamento del costo delle risorse energetiche ed in questo periodo presenta una grande instabilità. C'è una strettissima correlazione, che purtroppo viene spesso ignorata, probabilmente perché mentre quando si parla di energia si prende in considerazione un unico parametro da inquadrare, **quando si parla di materie prime non energetiche, si deve prendere in considerazione un insieme di molte materie prime, implicando una maggiore complessità sia per inquadrare la situazione che per individuare le soluzioni. Il tema delle materie prime e del loro uso efficiente è assolutamente fondamentale, sia per quanto riguarda l'impatto sull'ambiente, sia per l'impatto sulla resilienza e competitività delle nostre imprese e del nostro sistema produttivo.**

Le Materie Prime Critiche al centro della transizione Ecologica

Per materie prime critiche si intendono quelle non alimentari e non energetiche i cui problemi di approvvigionamento, di carattere politico, commerciale e ambientale, rendono prioritario un cambio di strategia economica e un forte aggiornamento tecnologico. Nei vari documenti pubblicati dalla Commissione Europea, si sottolinea fortemente il ruolo cardine delle materie prime critiche (Critical Raw Materials, CRMs) per realizzare un'economia circolare e competitiva.

A partire dal 2011, ogni tre anni, viene stilata ed aggiornata la lista di CRMs a livello europeo, definita sulla base della importanza economica in specifici settori economici che rivestono un ruolo centrale per l'economia comunitaria e del rischio di approvvigionamento per l'industria europea, dipendente dalle condizioni di stabilità politica ed economica dei paesi produttori, dal potenziale di sostituibilità e dal grado di riciclo. Le Materie Prime Critiche individuate nella lista più recente (2020) sono 30: Antimonio, Afnio, Barite, Bauxite, Berillio, Bismuto, Borato, Carbon coke, Cobalto, Fluorite, Fosforite, Fosforo, Gallio, Germanio, Gomma naturale, Grafite naturale, Indio, Litio, Magnesio, Metalli del gruppo del

platino, Titanio, Niobio, Scandio, Silicio metallico, Stronzio, Tantalio, Terre rare leggere, Terre rare pesanti, Tungsteno, Vanadio.

La maggior parte delle materie prime critiche sono importate praticamente al 100% da fuori dall'Europa e sono prodotte in pochi Paesi, in tanti casi instabili dal punto di vista geopolitico, che ne determinano il mercato a livello globale.

Si tratta di materie prime fondamentali per la transizione energetica, per la mobilità elettrica, per la transizione digitale e la difesa; occorre quindi garantire il corretto e sicuro approvvigionamento di queste materie prime critiche, che può impattare fortemente su tutta la transizione ecologica in generale.

A seguito della transizione ecologica e digitale in atto, la domanda delle materie prime critiche è in costante aumento. Ad esempio, si stima che la richiesta di terre rare potrebbe decuplicare entro il 2050 essendo esse impiegate in magneti permanenti, nella produzione di veicoli elettrici, nei dispositivi elettrici ed elettronici di uso comune, nelle macchine industriali, negli impianti dell'industria del riciclo e nei generatori eolici. Un altro esempio riguarda litio, cobalto e grafite che sono fondamentali per la produzione degli attuali sistemi di accumulo

dell'energia: la produzione di batterie agli ioni di litio (LIBs), impiegate nel settore della mobilità elettrica, nell'elettronica di consumo e nei sistemi di accumulo stazionario, è in crescita esponenziale.

In analogia con quanto avviene per le risorse energetiche servirebbe anche una mappatura delle esigenze di materie prime del nostro Paese ed un piano di approvvigionamento di quelle più strategiche, a partire dalla valorizzazione dei rifiuti e degli scarti produttivi.

Iniziative in Europa

In Europa ci sono da diversi anni iniziative strategiche sulle materie prime come ad esempio la European Innovation Partnership sulle materie Prime (EIP Raw Materials) e la Knowledge Innovation Community sulle Materie Prime (EIT RawMaterials), il più grande consorzio nel settore delle materie prime – non solo critiche - a livello mondiale, la cui missione è quella di consentire la competitività sostenibile del settore europeo dei minerali, dei metalli e dei materiali lungo la catena del valore guidando l'innovazione, l'istruzione e l'imprenditorialità. La EIT RawMaterials unisce più di 300 partner provenienti da importanti industrie, università e istituti di ricerca di oltre 20 paesi dell'UE che sono attivi lungo l'intera catena del valore delle materie prime: dall'esplorazione, l'estrazione mineraria e la lavorazione dei minerali alla sostituzione, al riciclaggio e all'economia circolare.

A seguito del periodo pandemico, la questione della criticità di approvvigionamento delle materie prime ha assunto dimensioni sempre più rilevanti e nel 2020 è stato lanciato un apposito Piano d'azione Europeo sulle Materie Prime Critiche. Tale Piano è suddiviso in 10 punti principali che includono iniziative per l'approvvigionamento e l'uso sostenibile delle materie prime critiche e la costituzione dell'Alleanza Europea per le Materie Prime a trazione industriale (European Raw Materials Alliance - ERMA),

con l'obiettivo strategico di individuare e supportare specifici progetti d'investimento, al fine di rafforzare le catene del valore delle materie prime, dall'estrazione mineraria al recupero e alla progettazione del prodotto per un'economia circolare. Le attività di ERMA vengono svolte attraverso "cluster" incentrati su specifiche catene del valore. Al momento ne sono stati definiti due: "Rare Earth Magnets & Motors" e "Materials for Energy Storage and Conversion".

Un'altra importante iniziativa promossa dall'UE per consolidare la rete degli stakeholder lungo l'intera catena di valore delle batterie è la European Battery Alliance (EBA), che mira a favorire l'accesso sicuro alle materie prime, supportare l'innovazione tecnologica e istituire un adeguato sistema normativo. Alla piattaforma cooperativa prendono parte la Commissione Europea, i Paesi UE interessati, la Banca Europea per gli Investimenti, partner industriali e i diversi attori dell'innovazione. Nel mese di gennaio 2021, la Commissione Europea ha dato il via libera al secondo Importante Progetto di Interesse Comune Europeo (IPCEI) sulle batterie a cui partecipano, oltre all'Italia anche Austria, Belgio, Croazia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Polonia, Slovacchia, Spagna e Svezia. L'obiettivo di IPCEI è quello 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. L'Italia partecipa all'IPCEI attraverso il MISE con 12 imprese (Endurance, Enel X, Engitec, FCA Italy, Fiamm, Fluorsid Alkeemia, FPT Industrial, Green Energy Storage, Italmatch Chemicals, Manz Italia, Midac, Solvay) e due centri di ricerca ENEA e Fondazione Bruno Kessler.

È importante sottolineare che il piano di approvvigionamento delle materie prime deve prevedere una soluzione che integri estrazione primaria con riciclo di materie prime; tuttavia, per

motivi economici, ambientali e di opportunità, il riciclo deve essere prioritario rispetto all'estrazione di nuove risorse. In generale l'Europa, ed in particolare l'Italia, sono poveri di giacimenti di materie prime. Inoltre, nello specifico, il riciclo presenta una serie di vantaggi inopinabili rispetto all'estrazione primaria, come un ridotto impatto ambientale, una maggiore efficienza di estrazione e, dunque, un minor costo.

Le materie prime presenti nelle cosiddette 'miniere urbane' sono più concentrate e più facilmente estraibili rispetto a quelle presenti nelle miniere classiche. Inoltre, le miniere urbane contengono una vasta varietà di materie prime e possono più facilmente rispondere alle esigenze tecnologiche che mutano nel tempo.

Iniziative in Italia

Tra le varie iniziative in Italia sulle Materie Prime Critiche occorre menzionare il Tavolo Nazionale di Lavoro Materie Prime Critiche istituito a gennaio 2021 presso il MISE in collaborazione con il MiTE con l'obiettivo di riunire i diversi stakeholder nazionali lungo l'intera catena del valore delle CRM. Al tavolo partecipano attori appartenenti al mondo dell'Università e della ricerca, nonché PMI, consorzi e associazioni di categoria: ne fanno parte ENEA, ISPRA, ISTAT, ERION, Cobat, Confindustria. Il Tavolo è operativo con 4 Gruppi di Lavoro tematici (GdL), supervisionati dal MISE e dal MiTE:

- GdL 1 "Analisi Fabbisogni" – Coordinato da Confindustria con l'obiettivo di stimare i bisogni futuri di materie prime critiche, sia diretti che indiretti analizzando anche il divario tra domanda e offerta.
- GdL di Lavoro 2 "Mining" – Coordinato da ISPRA. Nell'ottica della sostenibilità e dell'economia circolare, il GdL ha l'obiettivo di identificare le potenzialità per le attività estrattive primarie e secondarie (recupero da rifiuti estrattivi) veri-



ficando le possibilità di un' estrazione sostenibile nel territorio italiano compreso il recupero di materie prime da siti precedentemente abbandonati e da rifiuti minerari.

- GdL 3 “Ecodesign, Ecoprogettazione” - Coordinato da ENEA, si pone l'obiettivo di analizzare le potenzialità dell'eco-design per ridurre la domanda di materie prime critiche.
- GdL 4 “Urban mining” – Coordinato da ENEA, ha come obiettivo principale la stima del potenziale delle attività di Urban Mining, con un focus sui RAEE, i rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, l'elaborazione di proposte normative di semplificazione anche a seguito dell'analisi delle migliori pratiche a livello europeo e mondiale.

Sul tema delle Materie Prime Critiche si inquadra anche la Piattaforma italiana del fosforo, promossa nel 2019 dal MATTM (oggi MITE) per facilitare la

chiusura del ciclo del fosforo su base nazionale e il coordinamento con le politiche europee. Alla piattaforma, gestita da ENEA, partecipano ad oggi 63 stakeholder attivi nella catena del valore del fosforo con la partecipazione di centri di ricerca, istituzioni pubbliche e private, aziende e associazioni. La piattaforma ha individuato e raccolto oltre 20 tra tecnologie e buone pratiche, ma anche nuove norme, analisi di mercato e strategie di comunicazione.

All'interno del PNRR, la Strategia Nazionale per l'Economia Circolare prevede un Piano d'azione sulle materie prime critiche anche se non sono esplicitamente previsti investimenti per la sua elaborazione ed implementazione.

Come sola misura concreta nell'ambito del PNRR potenzialmente collegabile con il tema delle materie prime critiche possono essere menzionati i due bandi sull'economia circolare de-

dicati alla gestione dei rifiuti ed al riciclo che sono stati lanciati nello scorso autunno. Nella fattispecie si tratta dei seguenti bandi:

- DM 397 MITE AVVISO M2C. 1.2 - Linea d'intervento A ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti per il miglioramento della raccolta, della logistica e del riciclo dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche c.d. RAEE comprese pale di turbine eoliche e pannelli fotovoltaici.
- DM 396 MITE - AVVISO M2C.1.1 - Linea d'Intervento C ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti innovativi di trattamento/riciclaggio per lo smaltimento di materiali assorbenti ad uso personale (PAD), i fanghi di acque reflue, i rifiuti di pelletteria e i rifiuti tessili.

Questi bandi rappresentano una buona opportunità di aumentare l'approvvigionamento di materie prime critiche da fonti secondarie, purché nella fase di selezione sia assicurata l'adozione di un criterio di preferenza per quelle proposte che mirano al recupero di materie prime strategiche sul territorio nazionale.

Urban mining: una potenziale soluzione per l'approvvigionamento sicuro e sostenibile delle materie prime

Le città sono vere e proprie miniere urbane, riserve di materie prime a cielo aperto che possono e devono essere valorizzate a beneficio del territorio, con creazione di valore in termini di materia prima disponibile sul territorio e anche di nuove opportunità di business ed occupazione. Purtroppo, però, l'attuale sistema presenta molti limiti rispetto alla capacità di riciclare le materie prime critiche da prodotti a fine vita. Per la maggior parte di questi, le attuali percentuali di riciclo sono al di sotto del 10% rispetto alla quantità potenzialmente riciclabile. Un esempio molto concreto di miniera urbana è rappresentato dai Rifiuti da Apparecchiature elettriche ed Elettroniche (RAEE), che sono una miscela complessa di decine di materiali: metalli preziosi (Ag, Au, Pd, ...), metalli di specialità (Cu, Al, Ni, Sn, Zn, Fe, ..., In, Sb, Bi), materie prime critiche (Terre rare, Co, etc.), plastiche, vetro, ceramiche e molti altri. Una moderna apparecchiatura elettronica può contenere più di 60 elementi della tabella periodica e si stima che ogni cittadino europeo produca in media circa 18,3 kg di rifiuti hi-tech l'anno. Secondo il report 2012 delle Nazioni Unite sui RAEE, nel mondo ogni anno si producono dai 20 ai 50 milioni di ton di rifiuti hi-tech che contengono 320 ton

di oro e 7.200 ton d'argento per un valore di 21 miliardi di dollari e che solo il 15% di questi tesori viene recuperato. Per contro, **tutta questa grande potenzialità non viene valorizzata come dovrebbe essere, in generale in tutto il mondo, in particolare in Europa ed in Italia. Infatti, l'Italia è sicuramente campione del riciclo, ma limitatamente ai prodotti monomateriali, mentre con i prodotti complessi che contengono le materie prime critiche c'è ancora molta strada da fare.** La capacità di riciclaggio in Europa in generale su alcune materie prime critiche è molto molto bassa, al di sotto dell'1%. Per migliorare queste percentuali di riciclo occorre sicuramente un'azione di sistema, a partire dalla mappatura di tutte le potenziali fonti secondarie e dalla pianificazione nella realizzazione di impianti che siano finalizzati a produrre queste materie prime critiche. **Bisogna passare dal concetto degli impianti di riciclo come impianti di gestione dei rifiuti, al concetto di impianti di produzione di materie prime utili per il nostro territorio, per il nostro sistema produttivo. Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata al design dei prodotti, finalizzato ad un disassemblaggio semplice, alla facile riciclabilità, all'allungamento di vita dei prodotti stessi con sistemi di tracciabilità delle materie prime critiche nei prodotti complessi. Si dovrebbe inoltre investire nell'innovazione finalizzata alla sostituzione, laddove possibile, delle materie prime critiche e promuovere poi la responsabilità estesa dei produttori. Occorre inoltre promuovere modelli di consumo innovativi ed incentivare il corretto smaltimento da parte dei consumatori degli oggetti, per esempio delle apparecchiature elettroniche in filiere tracciabili. Bisogna infine investire nella realizzazione**

di impianti innovativi a basso impatto ambientale e ridotto consumo energetico, in grado di massimizzare il recupero selettivo delle materie prime critiche da prodotti complessi a fine vita (ad esempio mediante tecnologie idrometallurgiche).

Approccio ENEA al riciclo delle materie prime critiche da RAEE

ENEA persegue da anni l'approccio prodotto centrico al riciclo delle materie prime critiche da prodotti complessi a fine vita, sviluppando tecnologie combinate che consentano di massimizzare il recupero di tutte le materie prime presenti nei prodotti complessi a fine vita, nel contempo minimizzando le emissioni, i consumi e gli scarti. La tecnologia privilegiata è quella idrometallurgica, che presenta una serie di vantaggi rispetto alla più diffusa tecnologia pirometallurgica, in quanto opera a temperatura ambiente e a ciclo chiuso con consumi ed emissioni quasi zero. ENEA sviluppa tecnologie di processi idrometallurgiche per questo scopo, e, in particolare possiede due brevetti per il recupero di oro, argento, rame e stagno e piombo da schede elettroniche. Sulla base di questi brevetti, è stato realizzato presso il centro di ricerca della Casaccia l'impianto pilota ROMEO, disegnato e realizzato appositamente per testare la scalabilità industriale delle tecnologie sviluppate. Tale impianto è stato disegnato in modo che sia flessibile, modulare, che possa essere adattato anche al trattamento finalizzato al recupero di una serie di altre materie prime critiche ed altri prodotti complessi quali ad esempio le batterie, i magneti permanenti, i pannelli fotovoltaici ed altri prodotti complessi.

Per info: claudia.brunori@enea.it