

Le materie prime critiche e strategiche: Europa e Italia tra nodi da sciogliere e possibili soluzioni

di Valerio Francola, Alessandro Liscai e Gordon A. Mensah

Sommario: 1. Le “materie prime critiche”: cosa sono e perché sono così importanti; 2. La geografia delle materie prime; 3. Unione europea e materie prime critiche; 4. Litio e terre rare: perché sono rilevanti per l’Europa; 4.1 Il litio; 4.2 Le terre rare 5. Riciclo, spazio e Deep Sea; 6. Un quadro sintetico della situazione italiana; 7. Alcune possibili soluzioni alle criticità italiane; 8. Conclusione.

1. Le “materie prime critiche”: cosa sono e perché sono così importanti

Le materie prime sono essenziali per l'economia globale. In particolare, garantire una catena di approvvigionamento sicura e resiliente si pone come condizione necessaria per la doppia transizione ecologica e digitale. Minerali come il litio, il cobalto e il rame sono cruciali per la digitalizzazione, per le tecnologie impiegate nel settore delle energie rinnovabili e per l'ulteriore diffusione dei veicoli elettrici. Come i combustibili fossili, i minerali non sono rinnovabili. Il consumo globale di minerali non energetici è aumentato notevolmente nella seconda metà del XX secolo e in particolare negli ultimi due o tre decenni, dove ha superato la crescita dei vettori energetici fossili. In generale, i loro depositi nella crosta terrestre sono geograficamente raggruppati, rendendo la sicurezza dell'approvvigionamento un rischio potenziale. In molti casi, l'esaurimento dei giacimenti di minerali economicamente competitivi nei Paesi industrializzati ha reso le forniture sempre più dipendenti dalla stabilità politica delle economie emergenti, che ne sono ricche. Allo stesso tempo, la crescente domanda da parte dei mercati emergenti, il fabbisogno di grandi quantità di minerali rari richiesti dalle nuove tecnologie, la loro scarsa sostituibilità nelle applicazioni e i bassi tassi di riciclaggio hanno reso le economie più vulnerabili a potenziali interruzioni dell'approvvigionamento.

Si definisce un minerale come critico, rispetto ad altri minerali, se è caratterizzato da rischi di approvvigionamento elevati e da un'alta vulnerabilità a una restrizione delle forniture.

Per meglio comprendere l’approccio impiegato per la scelta di questi materiali è bene analizzare più approfonditamente cosa si intende per criticità. Esistono numerosi fattori di criticità che possono determinare il grado con cui la catena di approvvigionamento di un materiale critico può essere interrotta. Sono presenti, inoltre, differenze

geografiche per cui un materiale può essere considerato critico in un paese e non in un altro.

In generale, la criticità può derivare da tre fonti: geologica, tecnologica e politica. Il rischio geologico deriva dal possibile verificarsi di processi geologici i quali limitano il numero di regioni che generano e sviluppano giacimenti di risorse primarie. Il rischio tecnologico si riferisce alla capacità (o incapacità) di recuperare minerali critici in determinate aree con modalità economicamente sostenibili ed ecologicamente responsabili¹. Il rischio politico dipende principalmente dall'evolversi delle relazioni internazionali e delle tensioni geopolitiche, che possono esacerbare i rischi legati ai fattori geologici e politici sopra descritti e possono sviluppare ulteriori fattori di criticità². Infine, è importante evidenziare un quarto fattore che deriva dal fatto che molti minerali critici vengono recuperati come sottoprodotti dei principali metalli, ma il recupero di questi minerali critici non è uniforme perché molto spesso queste operazioni non avvengono nel paese di estrazione/origine ma in impianti di lavorazione siti in altri paesi³. Pertanto, anche nei casi in cui l'estrazione mineraria di minerali critici è diversificata, la concentrazione degli impianti di lavorazione in poche giurisdizioni potrebbe avere un impatto significativo sul livello di criticità di alcune materie prime.

2. Geografia delle materie prime critiche

La produzione dei più importanti minerali impiegati allo scopo di facilitare la transizione energetica mostra una concentrazione geografica di tali risorse superiore al petrolio o al gas naturale. A livello di industria mineraria generale i quattro maggiori Paesi estrattori sono la Cina, con il 25,2%, gli Stati Uniti, con il 12,2%, la Russia, con l'8,9%, e l'Australia, con il 7,6%. Una concentrazione riflessa anche nelle materie

¹ Ad esempio, la zona della Olympic Dam in Australia rappresenta la seconda area più grande al mondo da cui è possibile estrarre terre rare (REE), ma il contesto non consente di recuperare tali risorse con strumenti economicamente sostenibili allo stato attuale delle conoscenze tecnologiche.

² Il miglior esempio di tensioni geopolitiche è la disputa commerciale riguardante le terre rare (REE) sviluppatasi ad inizio degli anni 2010 in cui la Cina, in risposta ad una controversia con il Giappone, ha imposto quote all'esportazione di terre rare (REE). Sebbene la Cina abbia abbandonato questa tipologia di restrizioni a seguito di una sentenza dell'Organizzazione Mondiale del Commercio del 2015, questo episodio dimostra che le tensioni geopolitiche possono avere un impatto significativo sul commercio di minerali critici, soprattutto in un contesto globale in cui un piccolo numero di Paesi può vantare una forma di quasi monopolio.

³ Ad esempio, sebbene il Belgio non disponga di miniere di zinco in attività, è un importante produttore di zinco insieme ai minerali critici associati, come il germanio, a causa della presenza in Belgio di una delle più grandi industrie impegnata nei processi di fusione e lavorazione dello zinco. Anche la Cina, pur non possedendo grandi giacimenti di zinco, importa e fonde anche concentrati di zinco provenienti da altre parti del mondo ed è il principale produttore mondiale di germanio e di altri elementi correlati.

prime ritenute critiche per l'Europa⁴. L'andamento globale dell'industria ha visto l'Oceania superare l'America Latina nel 2016 e l'Europa nel 2020, registrando un aumento di produzione mineraria pari al 142,4% dal 2000 al 2020, che l'ha resa l'area a maggior crescita nell'industria a livello globale.

I minerali con il rischio di approvvigionamento più elevato corrispondono strettamente a un gruppo caratterizzato da un alto rischio politico e, allo stesso tempo, da una bassa sostituibilità (ovvero un alto valore dell'indice di sostituibilità), così come evidenziato da un recente studio dell'OECD⁵. Ciò indica che i fattori menzionati pocanzi hanno un'incidenza maggiore sul rischio di approvvigionamento rispetto ai tassi di riciclaggio, con l'effetto di aumentare significativamente il valore della concentrazione geografica all'estrazione e rendendo le catene del valore ancora più sensibili ai rischi. Se si analizza per esempio la produzione di litio, cobalto e terre rare noteremo come essa sia controllata per tre quarti da Cina, Congo e Australia. In alcuni casi addirittura un singolo paese è responsabile di oltre la metà della produzione mondiale: si tratta della Repubblica Democratica del Congo, che detiene circa il 70% della produzione mondiale di cobalto, e della Repubblica Popolare Cinese, che possiede il 60% della produzione di terre rare⁶.

Il livello di concentrazione diviene ancora più elevato per le operazioni di lavorazione, settore in cui la Cina ha una forte presenza sull'intera filiera: la quota di raffinazione della Cina è di circa il 35% per il nichel, il 50-70% per il litio e il cobalto e quasi il 90% per gli elementi delle terre rare. Per la grafite naturale, la Cina è dominante nella produzione di grafite sferica⁷.

Le società cinesi hanno anche effettuato ingenti investimenti in attività all'estero (Australia, Cile, Congo e Indonesia). Da un punto di vista di dipendenze sistemiche la Cina fornisce il 100% delle forniture di elementi terrestri rari pesanti (REE) dell'UE, la Turchia fornisce il 99% delle forniture di boro dell'UE e il Sudafrica fornisce il 71%

⁴ World Mining Data, ibidem.

⁵ Coulomb, R., Dietz, S., Godunova, M. e Nielsen, T.B., 2015, *Critical Minerals Today and in 2030: An Analysis for OECD Countries*, OECD Environment Working Papers, No. 91: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jrtknwm5hr5-en.pdf?expires=1685461142&id=id&accname=guest&checksum=D68F824E2AB057F5462A6C901D7DDF07#:~:text=The%20analysis%20identifies%20around%2012%20to%2020%20minerals,bytes%2C%20tungsten%20and%20vanadium%20are%20particularly%20economically%20important.>

⁶ ChinaPower, 2020, *Does China Pose a Threat to Global Rare Earth Supply Chains?*, 17 luglio: <https://chinapower.csis.org/china-rare-earths/#:~:text=As%20of%202019%2C%20China%20still,%2C%20alloys%2C%20and%20permanent%20magnets.>

⁷ World Mining Data, ibidem.

del fabbisogno di platino dell'UE e una quota ancora maggiore dei metalli del gruppo del platino iridio, rodio e rutenio⁸.

Un approfondimento particolare, data l'alta dipendenza dell'Europa dalle sue importazioni, lo merita la **Cina**. La Cina è diventata un attore dominante nelle catene di approvvigionamento globali di minerali critici e beni energetici puliti. Nella produzione del solare fotovoltaico (che consiste sostanzialmente nella produzione di polisilicio, lingotti, wafer, celle e moduli), la Cina ospita oltre il 90% della capacità di produzione mondiale di wafer e le aziende cinesi, indipendentemente dall'ubicazione della fabbrica, possiedono due terzi della capacità di produzione globale di polisilicio e il 72% della capacità di produzione globale di moduli. Nella produzione di batterie agli ioni di litio, la Cina ha la maggior parte della capacità di elaborazione per componenti chiave (come catodi, anodi, separatori ed elettroliti), nonché quasi l'80% della capacità produttiva globale di celle di batterie. Sebbene meno dominante, la Cina ha ancora una forte presenza nella catena del valore delle turbine eoliche: ospita circa la metà degli impianti di produzione totali di gondole, pale, torri eoliche, generatori di turbine, e riduttori⁹.

L'emergere della Cina come una forza predominante lungo la catena del valore della tecnologia dell'energia pulita è in parte il risultato della loro ricchezza di risorse, poiché il Paese ospita circa un terzo delle riserve globali di terre rare. Tuttavia, il raggiungimento di questo risultato, rappresenta anche il culmine della politica industriale a lungo termine, della capacità della Cina di attuarla.

Inoltre, laddove non ha accesso alle risorse, la Cina ha investito in progetti minerari all'estero. Ad esempio, poiché quasi il 60% del minerale di cobalto proviene dal Congo, le imprese cinesi investono in miniere di cobalto e partecipano a progetti di fusione del cobalto per garantire un accesso stabile a questa importante risorsa. Operazioni che hanno portato la Cina a diventare responsabile del 72% della capacità di raffinazione globale del cobalto spingendo le stime a prevedere che, il consumo di cobalto da parte della Cina, dove circa tre quarti della fornitura sono utilizzati nella produzione di batterie al litio, raddoppierà quasi tra il 2017 e il 2023. La Cina è anche uno dei cinque paesi che producono litio (un altro minerale chiave per la produzione di batterie agli ioni di litio), e rappresenta circa il 60% della capacità globale di raffinazione del litio. Da quando il governo cinese ha promosso l'industria nazionale a valle dell'ecosistema delle terre rare, il consumo di minerali delle terre rare nel paese è in aumento. Tra il 2004 e il 2014, il consumo cinese di minerali delle terre rare è cresciuto a un tasso

⁸ European Commission, *Critical raw materials*: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en

⁹ Ladislav, S. et al., 2021, *Industrial Policy, Trade, and Clean Energy Supply Chains*, Washington, DC: Center for Strategic and International Studies, and BloombergNEF, 10-11, febbraio: <https://www.csis.org/analysis/industrial-policy-trade-and-clean-energy-supply-chains>.

medio annuo del 7,5%, mentre il consumo di minerali delle terre rare nel resto del mondo è diminuito del 3,8%, portando la quota cinese del consumo globale dal 43 al 70%. Inoltre, la produzione cinese di prodotti per uso finale in terre rare è cresciuta di circa il 70% tra il 2005 e il 2015; sul finire del 2015, il consumo interno rappresentava oltre l'80% della produzione nazionale di terre rare¹⁰.

Al fine di posizionarsi meglio per resistere a potenziali interruzioni dell'approvvigionamento, il Piano nazionale per le risorse minerarie della Cina per il 2016-2020 si è prefissato di stabilire una serie di capacità, incluso un meccanismo di allerta per l'industria delle terre rare per salvaguardare le sue catene di approvvigionamento da varie cause di potenziali interruzioni e un'analisi più sistematica della domanda e dell'offerta di prodotti minerari. Più recentemente, nell'ottobre 2020, la Cina ha approvato una legge sul controllo delle esportazioni che limiterebbe le esportazioni di articoli controllati per proteggere gli interessi e la sicurezza della Cina. Sebbene il governo non abbia elaborato o chiarito quali oggetti e tecnologie rientreranno in questa legge, le terre rare risulterebbe tra le risorse più probabili¹¹.

Inoltre, all'inizio di gennaio 2021, la Cina ha presentato un progetto di legge per rafforzare la protezione delle sue risorse di terre rare e rafforzare la regolamentazione della catena industriale rafforzando il processo di approvazione per i progetti di estrazione e lavorazione, nonché il commercio di terre rare¹².

Di concerto l'altro leader economico globale, gli **Stati Uniti**, hanno condotto la prima analisi approfondita delle filiere minerali specifiche per le applicazioni di energia pulita che è stata pubblicata dal Dipartimento dell'Energia (DOE) USA nel 2010, seguito da un secondo rapporto nel 2011. Il lavoro del DOE ha svolto una valutazione del livello di criticità relativo alle terre rare e altri elementi necessari nel processo di transizione energetica, inclusa l'identificazione di minerali critici (14 rapporto 2010 e 16 minerali nel rapporto del 2011).

Nel 2017 l'Ordine Esecutivo (EO) 13817 (*A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Mineral*), ha definito i minerali critici come: "un minerale o un materiale minerale non combustibile fondamentale per la sicurezza economica e nazionale degli Stati Uniti, le cui catene di approvvigionamento sono vulnerabili alle

¹⁰ Shen, Y., Moomy, R. e Eggert, R.G., 2020, *China's public policies toward rare earths, 1975–2018*, Mineral Economics, vol. 33, pp. 127-151: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13563-019-00214-2>.

¹¹ Jun, X. e Xuanmin, L., 2020, *Export control law to affect rare earths, UAVs*, Global Times, 30 novembre: <https://www.globaltimes.cn/content/1208529.shtml>.

¹² Zhihua, L. e Yukun, L., 2021, *China to step up protection of rare earth resources*, China Daily, 16 gennaio: <https://global.chinadaily.com.cn/a/202101/16/WS60023d3aa31024ad0baa3039.html>.

interruzioni e che svolge un funzione essenziale nella realizzazione di un prodotto, la cui assenza avrebbe significative conseguenze per la nostra economia o la nostra sicurezza nazionale”.¹³

Nel settembre 2020 è stato poi pubblicato un nuovo EO, il 13953¹⁴, con un focus specifico su “*Addressing the Threat to the Domestic Supply Chain from Reliance on Critical Minerals from Foreign Adversaries and Supporting the Domestic Mining and Processing Industries*”. Dal nuovo EO emerge una analisi molto chiara sul ruolo della Cina nelle catene di approvvigionamento globali di minerali critici che nel precedente EO era rimasto più sullo sfondo. Il DOE ha rilasciato il *Critical Minerals and Materials* a gennaio 2021¹⁵ fornendo maggiori informazioni sul lavoro di ricerca e sviluppo in corso da parte del DOE nelle aree di diversificazione delle catene di approvvigionamento, sviluppo di sostituti di minerali critici e miglioramento dei processi di riutilizzo e di riciclaggio. In particolare, il DOE si è concentrato sugli sforzi per produrre elementi di terre rare da fonti quali carbone e sottoprodotti del carbone e nello sviluppo di nuove leghe magnetiche e nuovi materiali di fosforo per ridurre gli elementi delle terre rare richiesti. Nelle sezioni “riutilizzo” e “riciclaggio”, gli sforzi del DOE hanno portato avanti progetti per lo smontaggio ed il recupero di magneti delle terre rare dai dischi rigidi, per esempio.

Nella bozza di assesment del 30 Maggio 2023, il DOE ha classificato 22 diversi materiali come critici, quasi critici o non critici per il fabbisogno energetico nazionale, in base all'importanza di tali materiali per le applicazioni energetiche e al rischio di approvvigionamento. Il DOE ha sottolineato che l'inclusione di un materiale nell'elenco dei materiali critici per l'energia può servire a definire le priorità del programma RDD&CA (Research Development, Demonstration, and Commercial Application) per i minerali critici e l'ammissibilità ai crediti d'imposta della sezione 48C dell'Inflation Reduction Act Qualifying Advanced Energy Project.¹⁶

¹³ A seguito di questo atto gli Stati Uniti hanno reso noto nel 2018 una lista di 33 minerali e due gruppi (metalli del gruppo del platino ed elementi delle terre rare) considerati altamente critici. Rispetto a questo elenco di materie è emerso come gli Stati Uniti ricorrono all'importazione per più della metà del consumo annuale di 31 elementi (su 33), e sono completamente assenti in ambito produttivo per 14 di questi, ricorrendo quindi interamente all'importazione.

¹⁴ Trump, D.J., 2020, *Executive Order 13953—Addressing the Threat to the Domestic Supply Chain From Reliance on Critical Minerals From Foreign Adversaries and Supporting the Domestic Mining and Processing Industries*, 30 settembre: <https://www.presidency.ucsb.edu/documents/executive-order-13953-addressing-the-threat-the-domestic-supply-chain-from-reliance>

¹⁵ U.S. Department of Energy (DOE), 2021, *Critical Minerals and Materials, U.S. Department of Energy's Strategy to support domestic critical mineral and material supply chains*: <https://www.energy.gov/downloads/critical-minerals-and-materials>

¹⁶ U.S. Department of Energy (DOE), *U.S. Department of Energy Issues Request for Information to Provide Feedback on Critical Materials Assessment*, 30 Maggio 2023,

Questo quadro in cui si evidenziano elevati livelli di concentrazione, aggravati da complesse catene di approvvigionamento e tensioni di natura geopolitica, aumentano i rischi che potrebbero derivare da interruzioni “fisiche”, restrizioni commerciali o evoluzioni politiche nei principali paesi produttori.

3. Unione europea e materie prime critiche

Dal 2011 l’Unione Europea ha stilato, a cadenza triennale, una lista delle materie prime critiche (CRM) strategiche e ad alto rischio di approvvigionamento per l’industria e l’economia europea¹⁷. Si tratta di materie prime centrali per la piena realizzazione del potenziale economico e industriale europeo in materia di tecnologie ambientali, elettronica di consumo, salute, siderurgia, difesa, esplorazione spaziale e aviazione: senza di esse, la doppia transizione e le policy comunitarie adottate nell’ultimo decennio saranno esposte a criticità che ne mineranno l’implementazione.

Tale lista è frutto di una valutazione di criticità a livello europeo a partire da un’estesa lista di materie prime. La valutazione della criticità si basa principalmente su due criteri principali: importanza economica e rischio di approvvigionamento.

La valutazione della criticità per il 2023 ha preso in esame 70 materie prime candidate, tra cui 67 materiali singoli e tre gruppi di materiali: dieci elementi terrestri rari pesanti (HREEs) e cinque leggeri (LREEs), a cui si aggiungono cinque metalli del gruppo del platino (PGMs). Sono stati incorporati all’interno della lista quattro nuovi materiali: neon, kripton, xenon e tondello. L’alluminio e la bauxite sono stati accorpati per motivi di coerenza. Il rame e il nichel, pur non soddisfacendo le soglie CRM, sono inclusi nell’elenco CRM come materie prime strategiche, in linea con la legge sulle materie prime critiche della quale parleremo più avanti¹⁸.

La lista finale comprende, come illustrato nella Tabella 1, i seguenti elementi:

Afnio	Cobalto	Litio	Stronzio
Alluminio/Bauxite	Ellio	Magnesio	Tantalo
Antimonio	Feldspato	Manganese	Titanio
Arsenico	Fluorite	Metalli del gruppo del platino	Terre Rare leggere
Barite	Fosforite	Nichel	Terre Rare Pesanti

<https://www.energy.gov/eere/articles/us-department-energy-issues-request-information-provide-feedback-critical-materials>

¹⁷European Commission, *Critical raw materials*: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en

¹⁸ Nel 2011 sono stati valutati 41 materiali, 54 nel 2014 e 78 nel 2017. Nel 2020 è stata effettuata per 66 materiali candidati (63 singoli materiali e 3 gruppi di materiali: elementi terrestri rari pesanti, elementi terrestri rari leggeri, metalli del gruppo del platino, per un totale di 83 materiali).

Berillio	Fosforo	Niobio	Tungsteno
Bismuto	Gallio	Rame	Vanadio
Boro/Borato	Germanio	Scandio	
Carbone da Coke	Grafite Naturale	Silicio metallico	

Tabella 1: Lista EU materie prime critiche 2023. Gli elementi in grassetto sono materie prime critiche che risultano anche strategiche secondo la definizione della Commissione Europea, in quanto considerate “rilevanti per le tecnologie che supportano la duplice transizione verde e digitale e gli obiettivi della difesa e dell’aerospazio”. (Fonte: Riproduzione da tabella Commissione Europea, 2023).

L’Europa - che secondo il World Mining Data 2022¹⁹ è l’unica area del mondo ad aver registrato una diminuzione del 33% dal 2000 al 2020 nella produzione - ha una alta dipendenza dall’importazione di diverse CRM che la espone alle criticità sopramenzionate.

Analizzando i dati del World Mining Data 2022 e del progetto SCRREEN²⁰ possiamo ricavare l’andamento e le relative dipendenze dell’Europa rispetto alle materie prime critiche inserite nella lista CRM.

Per questi minerali, come per tutti quelli ritenuti critici dall’assessment dell’UE, un elemento di elevato rischio è il grado di sostituibilità con altri materiali.

Infatti, la transizione verso economie digitali, altamente efficienti dal punto di vista energetico e neutrali dal punto di vista climatico, porterà ad una domanda significativamente più alta di CRM, poiché le tecnologie che le richiedono, come le batterie e i motori elettrici, sono fondamentali per raggiungere gli obiettivi dell'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici²¹.

In uno scenario che soddisfa gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, la quota di tecnologie per l'energia pulita sulla domanda totale aumenta significativamente nei prossimi due decenni a oltre il 40% per gli elementi in rame e terre rare, 60-70% per nichel e cobalto e quasi il 90% per litio²². I veicoli elettrici e lo stoccaggio della batteria hanno già

¹⁹ Federal Ministry of Agriculture of Austria, 2022, *World Mining Data 2022*: <https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2022.pdf>

²⁰ La rete SCRREEN è gestita dal progetto H2020 SCRREEN2, coordinato dalla Commissione francese per le energie alternative e l'energia atomica (CEA). Il progetto SCRREEN2, finanziato dall'UE, per aumentare la consapevolezza delle materie prime, sviluppare e animare una rete di esperti che contribuirà a fornire consulenze specialistiche a sostegno del processo decisionale a livello dell'UE, coprendo tutte le materie prime e le relative catene di valore esaminate nella valutazione dei CRM.

²¹ Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea, 2016, *Accordo di Parigi*: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)&from=IT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=IT)

²² IEA, Mineral requirements for clean energy transitions, Marzo 2022, <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/mineral-requirements-for-clean-energy-transitions>

sostituito l'elettronica di consumo per diventare il più grande consumatore di litio e sono destinati a prendere il posto dell'acciaio inossidabile come il più grande utente finale di nichel entro il 2040. Questi primi dati evidenziano come uno dei costi più significativi della transizione ecologica e digitale risieda in un fabbisogno maggiorato per le materie prime critiche. Nello specifico, la costruzione di impianti solari fotovoltaici, parchi eolici e veicoli elettrici richiede generalmente più minerali²³ (vedi Tabella 2) rispetto alle loro controparti a base di combustibili fossili. I tipi di risorse minerarie utilizzate variano in base alla tecnologia. Litio, nichel, cobalto, manganese e grafite sono fondamentali per le prestazioni, la longevità e la densità di energia della batteria. Gli elementi delle terre rare sono essenziali per i magneti permanenti che sono vitali per le turbine eoliche e i motori elettrici. Le reti elettriche necessitano di un'enorme quantità di rame e alluminio, e il rame è una pietra miliare per tutte le tecnologie legate all'elettricità.

Eolico	Fotovoltaico	Veicoli elettrici
Neodimio (Nd)	Rame (Cu)	Praseodimio (Pr)
Praseodimio (Pr)	Tellurio (Te)	Disprosio (Dy)
Disprosio (Dy)	Selenio (Se)	Cobalto (Co)
	Indio (In)	Neodimio (Nd)
	Gallio (Ga)	Litio (Li)
	Argento (Ag)	Nichel (Ni)
	Silicio (Si)	Manganese (Mn)
	Cadmio (Cd)	Grafite (C)

Tabella 2: I principali minerali critici per i settori eolico, fotovoltaico e dei veicoli elettrici. (Fonte: Elaborazione degli autori su dati Commissione Europea, 2023).

Il passaggio ad un sistema energetico pulito determinerà un enorme aumento del fabbisogno di questi minerali, il che significa che il settore energetico sta emergendo come un utilizzatore importante per i mercati minerari. Fino alla metà degli anni 2010, il settore energetico rappresentava una piccola parte della domanda totale per la maggior parte dei minerali. Tuttavia, con l'accelerazione delle transizioni energetiche, le tecnologie per l'energia pulita stanno diventando il segmento della domanda in più rapida crescita. Le proiezioni vedono un significativo rialzo dei rischi per l'Unione Europea: per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 - tenendo conto solo dei settori delle energie rinnovabili e della mobilità elettrica - avrebbe bisogno di una quantità di litio fino a 60 volte superiore e di cobalto 15 volte superiore rispetto ai

²³ Una tipica auto elettrica richiede sei volte l'apporto di minerali di un'auto convenzionale e un impianto eolico a terra richiede nove volte più risorse minerarie di una centrale elettrica a gas.

livelli attuali. La domanda di REE utilizzati nei magneti permanenti potrebbe aumentare di 10 volte entro il 2050²⁴.

Diversi minerali tra quelli elencati risultano, sin da ora, avere un ruolo chiave nel processo delle cosiddette transizioni gemelle. Tali transizioni sono una forte discontinuità che modificano significativamente le tendenze rilevate nel passato.

A tal proposito, nella Tabella 3 sono esposti i settori strategici sulla base dei quali l'Unione Europea conta di impostare le proprie strategie d'investimento future e le tecnologie chiave ad essi associate.

Energie rinnovabili		Mobilità elettrica	Digitale		Difesa e aerospazio	
Fotovoltaico	Eolico	Batterie	Data storage e server	Prodotti di elettronica	Droni	Satelliti

Tabella 3: I settori strategici dall'Unione Europea e le tecnologie chiave associate (Fonte: Elaborazione degli autori su dati Commissione Europea, 2023).

Alla luce dell'aumento della domanda totale di minerali per far fronte alle menzionate transizioni, vi è un effetto *boost* per specifici minerali dovuto ad alcune politiche intraprese dall'Unione Europea. In particolare, il *Green and Digital Transformation for the EU*²⁵ ed il pacchetto di regolamento *Fit for 55*²⁶, che contiene al suo interno anche la norma che prevede emissioni zero per tutte le nuove auto in arrivo sul mercato a partire dal 2035.

Il combinato di questi interventi ha rappresentato i prodromi per la presentazione della nuova strategia europea in relazione alle materie prime critiche. Questa è chiaramente esposta nel recente *European Critical Raw Materials Act*, per cui uno specifico approfondimento viene sviluppato nel box seguente.

European Critical Raw Materials Act (CRM Act)
 Sulla base dell'alto livello di strategicità delle materie prime critiche e della necessità di un'urgente pianificazione a livello europeo volta a scongiurarne un'eccessiva

²⁴ European Commission, 2020, *Joint Research Centre, Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - A Foresight Study*, https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf

²⁵ *Declaration of the European Green Digital Coalition Members "In support of the Green and Digital Transformation of the EU"*: https://www.greendigitalcoalition.eu/assets/uploads/2022/02/EGDC-declaration-to-sign_v2.pdf.

²⁶ European Commission, 2022, *Zero emission vehicles: first 'Fit for 55' deal will end the sale of new CO2 emitting cars in Europe by 2035*, 28 ottobre: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6462

dipendenza da Paesi non comunitari, la Commissione ha formulato il 16 marzo 2023 la proposta per lo *European Critical Raw Materials Act* attraverso la comunicazione *A secure and sustainable supply of critical raw materials, in support of the twin transition*.

Nel documento, oltre a un allargamento da 30 a 34 del numero di materie prime considerate critiche per l'Unione Europea, si identifica un elenco di materie prime strategiche, che sono fondamentali per le tecnologie abilitanti le transizioni verde e digitale e per le applicazioni nell'ambito della difesa e dello spazio, e quindi soggette a potenziali rischi di approvvigionamento in futuro. Il regolamento inserisce nel diritto dell'UE sia l'elenco delle materie prime critiche che quello delle materie prime strategiche.

Inoltre, si definiscono in maniera più chiara e puntuale le linee di intervento attraverso l'individuazione di specifici obiettivi volti a rafforzare le capacità nazionali lungo la catena di approvvigionamento delle materie prime strategiche e a diversificare l'approvvigionamento dell'UE da raggiungere entro il 2030. Questi sono:

- l'estrazione di almeno il 10% delle materie prime consumate annualmente in UE;
- la lavorazione di almeno il 40% delle materie prime critiche consumate annualmente in UE;
- il riciclo di almeno il 15% delle materie prime critiche consumate annualmente in UE;
- non oltre il 65% del consumo annuale in UE di ciascuna materia prima strategica proveniente da un singolo paese terzo. Questo benchmark è applicato lungo tutte le fasi del processo di lavorazione.

Al fine di raggiungere questi ambiziosi traguardi, la Commissione delinea una serie di interventi intermedi, a partire dai "Progetti Strategici", grazie ai quali intende avviare iniziative di investimento snellite nei processi di natura procedurale e diffuse lungo l'intera filiera. Tali iniziative rispondono a diversi criteri: devono contribuire alla sicurezza strategica dell'Unione Europea, oltre ad essere tecnicamente realizzabili e sostenibili, e produrre esternalità positive nell'ambito comunitario, garantendo allo stesso tempo un mutuo beneficio tra gli attori dell'Unione e quelli extra-europei.

La comunicazione sottolinea l'importanza della diversificazione delle fonti, che si prefigge di essere la più ampia possibile e coinvolgere partner "affidabili", con l'intento di raggiungere forme di approvvigionamento sicure e stabili. Viene predisposta a tal proposito la creazione di un *Critical Raw Materials Club*, in cui si configura un rapporto di tipo multilaterale tra paesi produttori di materie prime critiche e paesi consumatori. Esso viene affiancata da una Facility deputata a supportare l'export di imprese europee, oltre che da una maggior cura al recepimento di investimenti esteri diretti al settore minerario europeo. Inoltre, vengono definite

modalità di acquisto condiviso da parte dei Paesi membri, grazie anche alla creazione di specifici gruppi di acquisto. Viene poi espressamente richiesto alle autorità nazionali di definire un Piano Nazionale di esplorazione delle materie critiche, ponendo le basi per una futura maggiore indipendenza.

Un altro aspetto che viene fortemente promosso nel documento ufficiale è quello del riciclo, per mezzo dell'adozione obbligatoria degli Stati di precise misure che ne aumentino il relativo tasso (anche grazie alla creazione di un Piano sull'economia circolare), dell'incentivo ad impiegare materiali secondari nel corso del processo produttivo e a recuperare materie prime rare risultanti dallo smaltimento di rifiuti e della previsione di oneri riguardo al censimento, il monitoraggio e l'informazione da parte dei Paesi. È infatti previsto l'obbligo da parte degli Stati membri di mantenere un database aggiornato attinente alle possibilità estrattive relative al riciclo.

Una novità organizzativa significativa introdotta nella proposta consiste nel varo del "Comitato europeo per le materie prime critiche", designato ad assistere e guidare la Commissione, che lo presiede, nella valutazione ed implementazione dei sopra citati Progetti Strategici. Il Comitato affianca così l'organo europeo nel processo decisionale, agendo da stanza di compensazione tra livelli europeo e nazionali attraverso il periodico aggiornamento delle partnership strategiche e l'individuazione di potenziali sinergie nelle azioni condotte a livello centralizzato e decentralizzato, ma allo stesso tempo promuovendo l'utilizzo di best practices da parte delle autorità nazionali deputate. Queste ultime devono essere dotate di mezzi adeguati, sotto il piano finanziario e tecnologico, per poter svolgere al meglio l'esercizio delle loro funzioni, in particolare quelle rispettive al coordinamento dell'esercizio amministrativo legato all'attività di estrazione e all'assistenza tecnica di supporto ai promotori dei Progetti Strategici. Allo stesso tempo, devono essere in grado di raccogliere finanziamenti privati aggiuntivi e verificare che gli investimenti approvati non danneggino la comunità.

Infine, viene fatta espressamente menzione della rilevanza assunta sia dalle nuove competenze necessarie nel mutato contesto, sia dalle norme che regolano il monitoraggio, al fine di poter sorvegliare l'andamento dei flussi, delle condizioni commerciali e della produzione effettiva e potenziale a livello europeo. Affinché questo possa rivelarsi un esercizio efficace, le amministrazioni nazionali sono tenute a rispettare obblighi inderogabili, quali la conduzione di attività di carattere istruttorio e la redazione di analisi sullo stato di avanzamento dei Progetti Strategici, corredata dalla necessità di informare il pubblico, gli operatori finanziari e la Commissione relativamente al loro operato.

4. Litio e terre rare: perché sono rilevanti per l'Europa

Per meglio comprendere il tasso di dipendenza dell'Europa rispetto agli altri principali player globali analizzeremo i dati relativi a due materie cardine dell'economia digitale

ed ambientale del futuro: il litio e le terre rare (REE)²⁷. La centralità di queste due materie è stata sottolineata da Ursula von der Leyen in occasione dell'annuncio del *European Critical Raw Materials Act* avvenuto durante il discorso sullo Stato dell'Unione del settembre 2022. La Presidente della Commissione Europea ha infatti affermato che “Il litio e le terre rare saranno presto più importanti del petrolio e del gas. La nostra domanda di terre rare da sola aumenterà di cinque volte entro il 2030. [...] Dobbiamo evitare di diventare nuovamente dipendenti, come è successo con il petrolio e il gas.”²⁸

Il prosieguo del discorso fa riferimento a segmenti rilevanti della catena del valore di queste materie - come l'approvvigionamento, l'estrazione e la raffinazione, la lavorazione ed il riciclaggio - che necessitano di un approfondimento per analizzare lo stato dell'arte per l'economia europea e le possibili strategie atte a ridurre le dipendenze in previsione degli aumenti di consumo dovuti alle normative menzionate nel paragrafo precedente.

4.1. Il litio

Il litio è un metallo di colore bianco-argento e grigio appartenente al gruppo dei metalli alcalini. La caratteristica principale è l'eccellente conducibilità elettrica e il più alto potenziale elettrochimico di tutti i metalli, caratteristiche che lo rendono determinante in una varietà di applicazioni, tra le quali figurano principalmente le batterie per le macchine elettriche, il fotovoltaico e l'eolico.

La centralità delle batterie è determinata dall'essere uno degli strumenti per accumulare energia elettrica e ovviare all'intermittenza delle rinnovabili. Tali applicazioni hanno reso il litio il minerale a più alto tasso di crescita della produzione, con un incremento del 582.2% dal 2000 al 2020²⁹, un aumento di produzione globale dal 2010 al 2020 da 28.100 tonnellate a 95.000 tonnellate ed una produzione in contenuto di ossido di litio (Li₂O) in aumento da 52.000 tonnellate nel 2008 a circa 200.000 tonnellate nel 2018³⁰. L'importanza è riflessa anche nell'aumento del prezzo del litio, dovuto all'incremento della domanda di veicoli elettrici e di stoccaggio stazionario per le energie rinnovabili. Oltre al suo principale utilizzo nei veicoli elettrici, il litio viene utilizzato anche nelle batterie dei computer portatili e dei telefoni cellulari, oltre che nell'industria del vetro

²⁷ Politico Studio, 2021, *Why is lithium so important to the transition to a carbon-free world?*, 20 settembre: <https://www.politico.eu/sponsored-content/why-is-lithium-so-important-to-the-transition-to-a-carbon-free-world/>

²⁸ Commissione Europea, 2022 *State of the Union Address by President von der Leyen*: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_22_5493

²⁹ Federal Ministry of Agriculture of Austria, 2022, *World Mining Data 2022*: <https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2022.pdf>

³⁰ Contenuto di litio, 2021, Statista.

e della ceramica come accennato in precedenza. Per quanto concerne i veicoli elettrici e lo stoccaggio dell'elettricità operato con l'uso di batterie, questi due segmenti industriali hanno già soppiantato l'elettronica di consumo diventando il maggior consumatore di litio. Questo rende il litio un materiale chiave nel processo industriale europeo che necessita di un approfondimento specifico per verificare le dipendenze ed i volumi di produzione.

A livello globale, la produzione di litio è guidata dall'Australia, che si attesta poco più metà della produzione globale con il 53%, seguita dal Cile con il 24%, dalla Cina con il 10%, dall'Argentina con l'8% e dallo Zimbabwe con l'1%³¹. A livello europeo il litio viene attualmente estratto in Portogallo sotto forma di lepidolite e commercializzato come feldspati, utilizzati nell'industria della ceramica.

La criticità di tale materia prima per l'Europa è determinata da una bassa quota di mercato globale - solo il 4% - e da una dipendenza dall'importazione del 100%, a fronte di un consumo significativo di 2.916 tonnellate.

Nella Figura 1 è espressa, in maniera più esplicita, la diversificazione delle importazioni europee relative a questo specifico materiale.

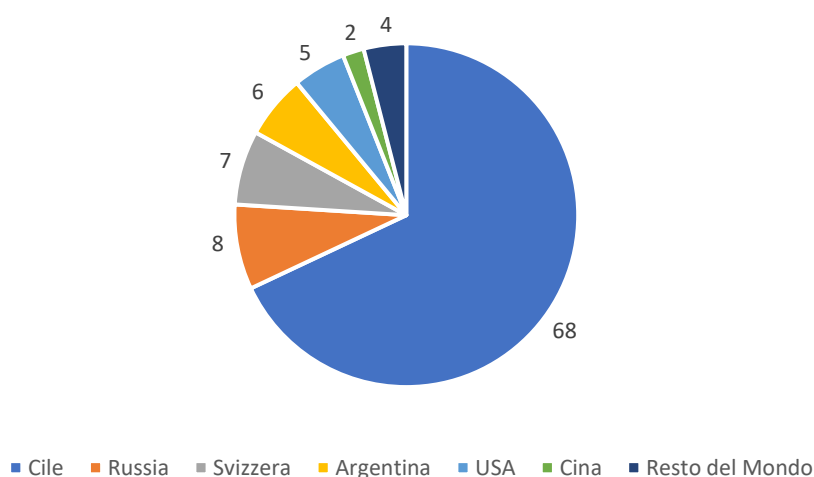


Figura 1: Approvvigionamento di litio nell'UE. (Fonte: Elaborazione degli autori su dati Screen2).

Il litio ha applicazioni tecniche raggruppate principalmente in due categorie: vetro e ceramica. Altre categorie di applicazione del metallo comprendono produzione di grassi lubrificanti, di alluminio e di cemento.³² La seconda applicazione è nel campo delle batterie. In questo settore la percentuale ha visto una crescita significativa in UE (vedi Figura 2), ed è destinata ad aumentare come conseguenza del divieto di vendita

³¹SCRREEN, 2023, *Factsheets updates – Lithium*: https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCRREEN2_factsheets_LITHIUM.pdf

³² Si prevede che il mercato globale del litio crescerà a un tasso di crescita annuale composto (CAGR) dell'1,9% dal 2020 al 2027, trainato dalla domanda di batterie agli ioni di litio (Li-ion) in varie applicazioni, in particolare nell'industria automobilistica (Grandview-Research, 2021).

per le nuove auto a benzina e diesel nell'UE dal 2035 proposto dalla Commissione Europea ed approvato dal Parlamento Europeo nel giugno 2022.³³

Mentre per l'utilizzo nel comparto del vetro e delle ceramiche il litio ha diversi sostituti come potassio, sodio, alluminio e silicio, e allo stesso modo il calcio, l'alluminio e la poliuria sono sostituiti nel settore dei grassi lubrificanti, il litio non presenta alcun sostituto possibile nel campo delle batterie. Un elemento che, in vista del passaggio alle auto elettriche in Europa in discussione nella proposta di direttiva della Commissione, espone l'UE ad alti rischi e costi economici e politici di approvvigionamento.

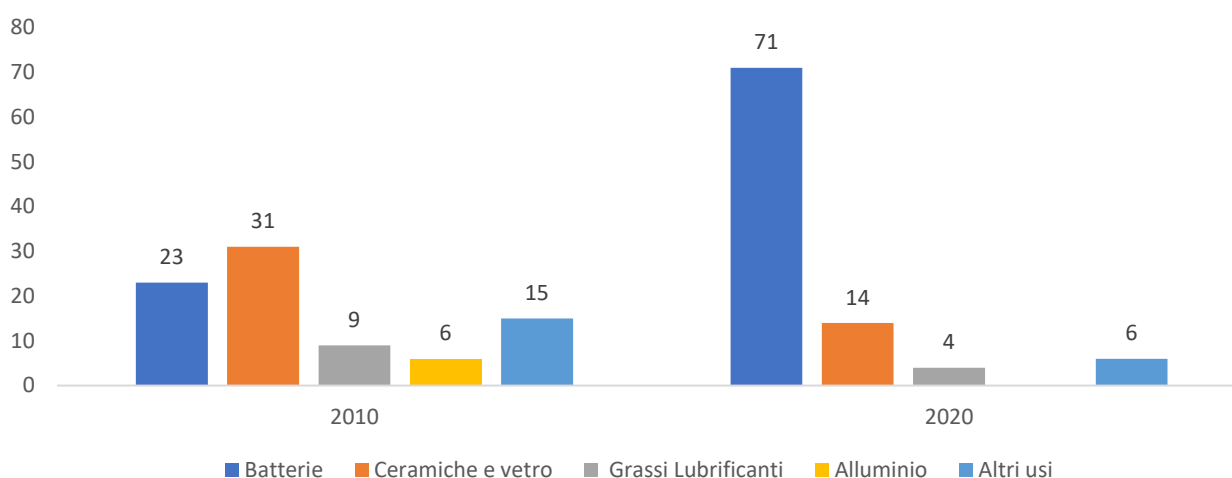


Figura 2: Evoluzione della quota dei diversi settori nel consumo di litio tra il 2010 e il 2020 (in percentuale). (Fonte: Elaborazione degli autori su dati Screen2).

4.2 Le terre rare

Le terre rare (*Rare Earth Elements*, REE) sono un gruppo di 17 elementi³⁴ secondo la definizione dell'Unione internazionale degli elementi puri e applicati. La Cina ha

³³ Parlamento Europeo, 2018, *Auto, furgoni e inquinamento: i nuovi obiettivi per le emissioni*: <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20180920STO14027/auto-furgoni-e-inquinamento-i-nuovi-obiettivi-per-le-emissioni>

³⁴ Ne fanno parte lo scandio (Sc), l'ittrio (Y) e i 15 lantanidi (elementi n. 57-71 della tavola periodica). Il gruppo dei lantanidi comprende: lantanio (La), cerio (Ce), praseodimio (Pr), neodimio (Nd), promezio (Pm), samario (Sm), europio (Eu), gadolinio (Gd), terbio (Tb), disprosio (Dy), olmio (Ho), erbio (Er), tulio (Tm), itterbio (Yb) e lutezio (Lu). L'ittrio (Y, n. 39) e lo scandio (Sc, n. 21) condividono proprietà fisiche e chimiche con i lantanoidi. Tuttavia, solo l'ittrio deve essere trattato insieme alle REE, poiché si trova negli stessi depositi minerali e condivide gran parte della catena di valore delle REE. Lo scandio è trattato separatamente nella valutazione delle materie prime critiche dell'UE, in quanto è principalmente ottenuto in modo più economico dalla bauxite e ha proprietà industriali specifiche. Ai fini dell'assessment, le REE sono state suddivise in due gruppi: gli elementi delle terre rare leggere (LREE - La, Ce, Pr, Nd, Sm) e gli elementi delle terre rare pesanti (HREE - Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y), sia per motivi fisico-chimici, che commerciali.

fornito circa il 62% della produzione primaria mondiale di REE nel 2020, seguita dall'Australia, che detiene il 10% di quota di produzione globale, gli Usa con il 9%, il Myanmar con l'8% e la Russia con il 2%³⁵.

La centralità dei minerali delle cosiddette “Terre Rare” è legata al loro essere vitali per alcuni prodotti chiave dell'economia Europea, dagli articoli *hi-tech* (smartphone e monitor) ai sistemi di conversione dell'energia (turbine eoliche, pannelli fotovoltaici e macchinari elettrici) e persino alle attrezzature militari (laser e radar). I magneti permanenti - una delle maggiori applicazioni delle REE - sono componenti importanti per una serie di tecnologie, tra cui turbine eoliche, veicoli elettrici, biciclette elettriche, elettrodomestici ed elettronica di consumo.

Ulteriore aspetto dirimente della questione è legato agli effetti delle nuove normative introdotte a livello comunitario (*Green and Digital Transformation for the EU, Fit for 55* e *European Critical Raw Materials Act*). Tali normative, che poggiano le basi sugli accordi di Parigi insieme alla “Net Zero Policy”, impattano significativamente sulle strategie di consumo ed il prezzo delle terre rare, rendendo necessaria un'analisi per superare le difficoltà di approvvigionamento e le criticità lungo una catena del valore altamente concentrata.

La Cina, come detto, domina questo mercato: ha la disponibilità del 60% delle riserve globali delle terre rare, ne lavora e raffina³⁶ l'80% della produzione mondiale³⁷. La Cina possiede anche le maggiori strutture per la lavorazione³⁸.

Peraltro, diversi Stati dell'Africa Sub-sahariana, come Sudafrica, Madagascar, Malawi, Kenya, Namibia, Mozambico, Tanzania, Zambia e Burundi, pur ospitando importanti depositi di terre rare, risultano marginali nelle fasi di produzione e raffinazione³⁹. Di conseguenza, Stati Uniti ed Europa dipendono dalle importazioni cinesi per, rispettivamente, l'80% e il 98%⁴⁰.

³⁵ SCREEN, 2023, *Factsheets updates based on the EU factsheets 2020 – Rare Earth Elements*: https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2_factsheets_REE-EUROSTAT.pdf

³⁶ Le terre rare richiedono la raffinazione di estrazione con solvente a più stadi (SX) per separare i singoli elementi: comunemente in una soluzione acquosa di acido cloridrico o, occasionalmente, di acido nitrico. Il processo avviene in vasche di miscelazione-decantazione a chiusura ermetica. Tuttavia, i reagenti necessari sono spesso costosi e specializzati, nonché pericolosi per l'uomo e per l'ambiente. I costi operativi sono elevati a causa delle dimensioni dell'infrastruttura e degli oneri di esercizio correnti.

³⁷ Peraltro, rispetto al 2010, quando la quota cinese era del 97%, si è registrata una flessione.

³⁸ Carboni, T., 2021, *Le terre rare saranno il petrolio del nostro secolo. E sono in mano alla Cina*, Forbes, 6 maggio.

³⁹ Casanova, G.A., 2021, *Terre rare: quali alternative alla Cina?*, ISPI, 21 maggio: <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/terre-rare-quali-alternative-alla-cina-30532>

⁴⁰ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-7-2013-006188_IT.html?redirect; Shen, Y., Moomy, R. e Eggert, R.G., 2020, *China's public policies toward rare earths, 1975–2018*, Mineral Economics, vol. 33, pp. 127-151: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13563-019-00214-2>

Un dato che indica il significativo rischio politico legato alle REE è sito nella *ownership* delle aziende di produzione cinese e delle grandi miniere, che sono di proprietà dello Stato e sono sostenute in modo significativo dai sussidi governativi. Questo rende *de facto* il governo cinese il principale attore del mercato⁴¹.

Tale controllo ha determinato l'approvazione della fusione di tre delle sei imprese assegnatarie delle quote di produzione da parte del governo⁴². La *big company* di nuova costituzione, China Rare-Earths Group, controlla in definitiva il 70% della produzione di REE in Cina, che corrisponde a una quota significativa a livello globale⁴³.

L'UE importa il 100% delle sue REE. Un dato significativo per prossimità e per la recente storia legata alla Brexit è quello legato alle importazioni dal Regno Unito che, pur trattandosi di una cifra marginale, rappresenta un possibile sviluppo come fattore di mitigazione rispetto a rischi di approvvigionamento stante la vicinanza lo stretto rapporto politico-economico tra i due attori coinvolti.

La rilevanza dell'apporto cinese, anche e soprattutto in termini prospettici, è confermata visualmente dalle Figure 3a e 3b, in cui viene stimata la dipendenza dell'UE nei confronti del colosso asiatico simulando una possibile brusca interruzione della fornitura di REE in due casi esempio, relativi ai fabbisogni energetico e la domanda dei settori eolico e della mobilità elettrica.

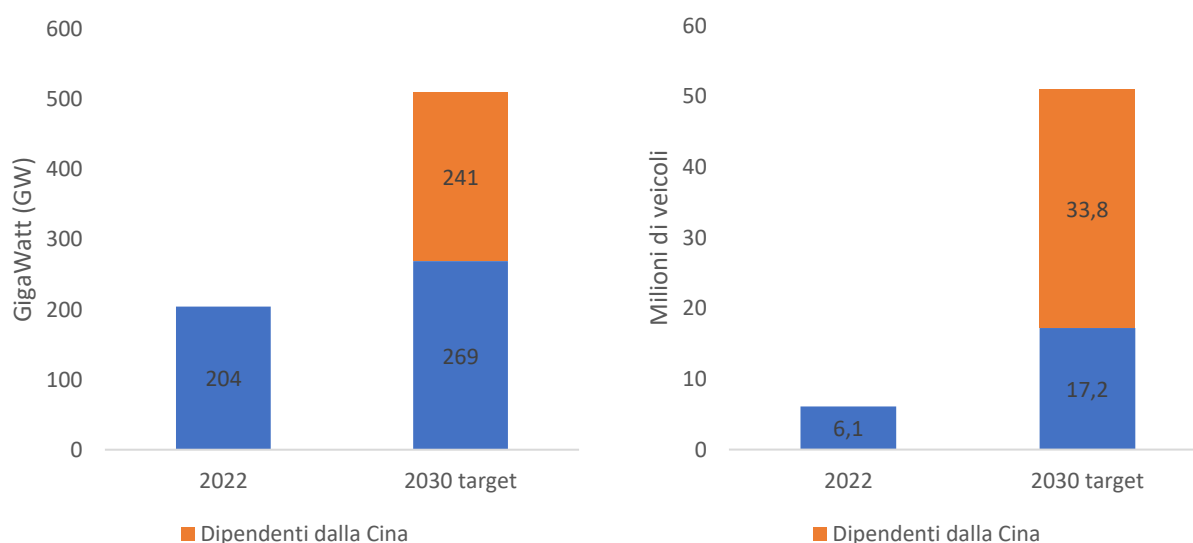


Figure 3a e 3b: Il rischio di fornitura in Europa associato alla brusca interruzione di terre rare da parte della Cina (GW nel caso del settore eolico, a sinistra; valori assoluti di milioni di veicoli elettrici, a destra). Sono state prese in considerazione le terre rare maggiormente impiegate nella tecnologia eolica e nella mobilità

⁴¹ ERMA, 2021, *Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action*, Berlin: EIT RawMaterials: <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2021/09/ERMA-Action-Plan-2021-A-European-Call-for-Action.pdf>

⁴² S&P Global, *China creates new state-owned rare earths giant*: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/china-creates-new-state-owned-rare-earths-giant-68185761>

⁴³ Chang, F. K., 2022, *China's rare earth metals consolidation and market power*, March.

elettrica: disprosio, praseodimio e neodimio (Fonte: Elaborazione The European House – Ambrosetti su dati Commissione Europea, “The role of rare earth elements in wind and electric mobility”, 2023).

Nell'UE, alcuni operatori si collocano in diverse fasi della catena del valore delle REE. Alcuni sono in grado di separare le singole REE (in Estonia e Francia) e di fabbricare prodotti a base di REE (fosfori, catalizzatori, polveri lucidanti, ecc.) per vari settori industriali. Vi sono anche produttori di leghe e magneti (in Germania e Slovenia) che operano a partire da materiali lavorati importati⁴⁴.

Il consumo di REE nell'UE è di 4.734 tonnellate/anno di composti (espressi in ossido di terre rare o contenuto equivalente di REO⁴⁵) e di 683 tonnellate/anno di metalli e leghe di REE nel periodo 2016-2018. Esso è interamente basato sulle importazioni, che ammontano a 9.438 tonnellate/anno di composti di REO e a 1.162 tonnellate/anno di metalli e leghe di REE⁴⁶.

5. Riciclo, *Deep Sea Mining* e spazio

Studi dell'Agencia Internazionale dell'Energia (IEA) dimostrano quanto affermato nei paragrafi precedenti, in quanto la transizione al “Net Zero” entro il 2050 richiederebbe nel 2040 una quantità di minerali sei volte superiore a quella attuale. Questi ultimi svolgono un ruolo centrale nelle cosiddette *clean tech* e *clean energy*⁴⁷.

Esistono due fattori principali che possono mitigare il rischio di fornitura nel quadro introdotto sopra: la sostituibilità e il riciclo. L'esistenza di sostituti riduce il potere di mercato dei fornitori, mentre alti tassi di riciclo creano una fonte alternativa di approvvigionamento. Sia la sostituibilità che il riciclo dipendono fortemente dalla R&S, che può essere fortemente influenzata dai decisori politici.

⁴⁴ Al di fuori dell'UE, il Regno Unito è in grado di produrre metalli e leghe.

⁴⁵ Per REO si intende ossido di terre rare (*Rare Earth Oxide*). La produzione mineraria globale di REO è stimata in 280.000 tonnellate di equivalente nel 2021, con un aumento significativo rispetto al 2020 (240.000 tonnellate), di cui si stimata in 168.000 tonnellate l'apporto cinese (Fonte: U.S. Geological Survey-USGS, 2022).

⁴⁶ SCREEN, 2023, *Factsheets updates based on the EU factsheets 2020 – Rare Earth Elements*: https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2_factsheets_REE-EUROSTAT.pdf

⁴⁷ IEA, 2021, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions - Part of World Energy Outlook*, maggio: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>. *Cleantech* è un processo, un prodotto o un servizio che riduce gli impatti ambientali negativi attraverso significativi miglioramenti dell'efficienza energetica, l'uso sostenibile delle risorse o attività di protezione ambientale. Comprende un'ampia gamma di tecnologie legate al riciclaggio, alle energie rinnovabili, all'informatica, ai trasporti ecologici, ai motori elettrici, alla chimica verde, all'illuminazione, alle acque grigie etc. Si parla di *clean energy* quando ci si riferisce all'energia proveniente da fonti che non richiedono il rilascio di sostanze inquinanti, compresa l'energia generata da fonti riciclabili che non emettono gas a effetto serra. L'energia rinnovabile e l'energia verde non sono la stessa cosa dell'energia pulita, anche se spesso vengono usate in modo intercambiabile.

I tassi di riciclo sono definiti nello studio IEA come "tasso di ingresso al riciclo a fine vita". Si tratta di una misura della "proporzione di metallo e prodotti metallici prodotti a partire da rottami a fine vita e da altri residui metallici di bassa qualità in tutto il mondo".

Il riciclo si presenta come una potenziale fonte di approvvigionamento secondario attraverso un procedimento, il quale parte dalla raccolta fisica e da un processo metallurgico che coinvolge l'utilizzo di specifiche tecnologie. Nella definizione odierna di riciclo rientrano gli scarti di lavorazione, i rottami utilizzati nella produzione e nella fabbricazione e quelli dei prodotti a fine vita. La capacità di riciclo varia a seconda del metallo. Alcune delle CRM per l'Europa, come l'alluminio e il rame, hanno cicli di riciclo avanzati e ben stabilizzati. Per molti metalli le difficoltà del riciclo si evidenziano già a monte in una fase di valutazione delle scorte globali che si presentano scarse o prendono in esame solo applicazioni settoriali discrete.

Ad influire maggiormente sulle difficoltà del riciclo sono due elementi: la complessità nell'operare la separazione metallurgica per ciò che concerne apparecchi elettronici e tecnologici di ultima generazione; le numerose sfide tecnologiche e normative che permangono per la crescita su scala delle applicazioni di seconda vita⁴⁸.

A partire dalle conclusioni emerse in un recente studio⁴⁹, se analizziamo il riciclo delle batterie al litio, principale esempio di analisi in questo paper insieme alle REE, notiamo una determinante geografica nella capacità di riciclo, con variazioni significative a seconda delle regioni e dei paesi. Nello specifico, l'Asia presenta una capacità di riciclo più elevata rispetto all'Europa, con la sola Cina che ha una capacità superiore alla somma di quella di tutti i paesi europei. Un elemento non indifferente è la bassa capacità presentata dagli Stati Uniti, che da sola non raggiunge la capacità di diversi paesi europei.

Proseguendo l'esempio di analisi della catena delle cosiddette terre rare, notiamo come il tasso di riciclo oggi è ancora molto basso, di solito inferiore all'1%, soprattutto in Europa, a causa della mancanza di sistemi di raccolta efficienti e dei costi proibitivi per la costruzione di centri di riciclo delle REE⁵⁰. Tassi di riciclo più elevati per europio, ittrio e terbio sono riportati solo grazie al riciclo delle lampade fluorescenti.

⁴⁸ IEA, 2021, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions - Part of World Energy Outlook*, maggio: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

⁴⁹ IEA, 2022, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, marzo: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>

⁵⁰ ERECON, 2014, *Strengthening the European rare earths supply chain-Challenges and policy options*, European Rare Earths Competency Network, final conference draft, pp.104: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/erecon_en

Le difficoltà sopra evidenziate influiscono direttamente sui tassi di riciclo, ostacolando l'esecuzione di previsioni accurate, soprattutto per quanto concerne le tecnologie future. Ciò influisce sia sul rischio di approvvigionamento, attraverso le scoperte e l'espansione delle riserve, sia sulla sostituibilità e le opportunità di riciclo, impattando significativamente sulle applicazioni dei minerali in diversi settori ed il conseguente peso nei diversi settori nell'intera economia.

Contestualmente alla ricerca e sviluppo relativa alle tecnologie che favoriscono e migliorano le percentuali di riciclo, e che consentono una più ampia conoscenza di minerali sostituiti, esistono anche ulteriori opportunità che possono rappresentare, in prospettiva, valide soluzioni alternative per rafforzare la catena di approvvigionamento del settore.

Una di queste è la cosiddetta estrazione in profondità (*Deep Sea Mining*), ossia il processo di sfruttamento delle risorse minerarie nell'area dell'oceano al di sotto dei 200 metri. Nello specifico, esistono tre tipi principali di giacimenti: (i) la crosta ricca di cobalto che contiene manganese, ferro, cobalto, rame, nichel e platino; (ii) i noduli polimetallici ricchi di manganese, nichel, rame, cobalto, molibdeno ed REE; e (iii) i solfuri massicci del fondo marino che contengono rame, oro, zinco, piombo, bario e argento⁵¹.

Se da un lato vi è un proliferare di diverse *startup* che tentano di sviluppare tecnologie atte ad operare in tali ambienti⁵², dall'altra vi è una assenza di una regolazione chiara, che si va ad unire agli ostacoli economici, tecnici e ambientali.

A disciplinare questa tipologia di attività estrattiva è la International Seabed Authority delle Nazioni Unite, che nella 28° sessione del marzo 2023 tenutasi a Kingston (Jamaica) ha redatto una bozza di decisione volta a prevedere l'avvio dell'accettazione

⁵¹ IEA, 2022, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, marzo: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf>

⁵² Un esempio è la società mineraria Impossible Metals, con sede negli Stati Uniti, che sta lavorando a un robot che utilizza l'intelligenza artificiale per raccogliere i noduli senza disturbare la vita sottomarina. Loke, con sede nella capitale petrolifera norvegese Stavanger, è sostenuta da aziende tra cui l'imprenditore norvegese della difesa Kongsberg Gruppen, l'ingegnere offshore britannico TechnipFMC e il gruppo navale norvegese Wilhelmsen. A marzo ha acquistato UK Seabed Resources dal gruppo di difesa statunitense Lockheed Martin per una somma non rivelata. Le attività di UKSR comprendono due licenze nella zona Clarion-Clipperton dell'Oceano Pacifico, il più grande giacimento conosciuto di metalli per batterie. Loke ha in programma di prendere una decisione di investimento sull'estrazione mineraria nel Pacifico nel 2027, ma deve affrontare una battaglia in salita per costruire una catena di approvvigionamento e una base di clienti se dovesse andare avanti. Il gruppo di materie prime Glencore e la compagnia di navigazione danese Maersk hanno entrambi investito in The Metals Company, una start-up canadese con licenze di esplorazione nella CCZ. Ma i grandi consumatori potenziali, tra cui Tesla e BMW, hanno dichiarato di non voler toccare i metalli estratti dal mare a causa delle preoccupazioni ambientali. <https://www.ft.com/content/1d58455b-60f6-499d-aabe-2a7a3a108fef>

delle richieste di autorizzazione da parte delle aziende che vogliono estrarre dai fondali oceanici⁵³.

Se da un lato vi sono diversi gruppi ambientalisti, scienziati, aziende e governi dei principali Stati europei che si oppongono all'avvio di tale pratica⁵⁴, si nota come la Commissione Europea nel *European Critical Raw Materials Act* non ha inserito alcuna esclusione di questo tipo. Non solo: la definizione delle attività estrattive che rientrerebbero nel campo di applicazione del regolamento comprende "l'estrazione di minerali, minerali (...) anche da un (...) giacimento minerario sott'acqua".

Uno dei motivi che sottendono a tale decisione può essere ritrovato nel fatto che l'Unione Europea dispone di una serie di potenziali riserve nelle proprie acque territoriali, tra cui quelle al largo delle coste di Finlandia, Svezia, Grecia, Italia e Azzorre, e nelle regioni francesi d'oltremare di Guadalupa, La Réunion, Nuova Caledonia e Polinesia.

Sempre nel contesto dello *European Critical Raw Materials Act* un ampio rilievo è attribuito allo spazio, ed al relativo sviluppo delle tecnologie di Osservazione della terra, che sono deputate a svolgere un ruolo più importante nel settore delle materie prime, diventando un fattore chiave per raggiungere l'indipendenza dalle terre rare prevista dalla nuova legge⁵⁵.

6. Un quadro sintetico della situazione italiana

L'Italia non dispone di ingenti risorse a livello di materie prime critiche, anche se non è possibile stabilire con certezza quale sia l'attuale entità e capienza dei siti estrattivi, in quanto manca una carta mineraria ufficiale aggiornata che classifichi i giacimenti di interesse economico sul suolo nazionale⁵⁶. Al momento, come riportato dall'Istituto

⁵³ IISD, 2023, *Summary of the Twenty-eighth Annual Session of the International Seabed Authority (First Part): 16-31 March 2023*, Earth Negotiations Bulletin, vol. 25, No. 251, 4 aprile: <https://enb.iisd.org/sites/default/files/2023-04/enb25251e.pdf>

⁵⁴ Cile, Francia, Palau e Fiji, Costa Rica, Ecuador, Nuova Zelanda e Spagna hanno espresso la loro opposizione e il Presidente francese Macron ha chiesto un divieto totale, citando preoccupazioni ambientali e la mancanza di dati scientifici sufficienti. Al coro si sono uniti marchi globali come Samsung, Google, Volvo, Philips e BMW.

⁵⁵ EUSPA, 2022, *EU Space to play a pivotal role in the European Critical Raw Materials Act*, 17 ottobre: <https://www.euspa.europa.eu/newsroom/news/eu-space-play-pivotal-role-european-critical-raw-materials-act>

⁵⁶ Fumanti F., Demicheli L., 2021, *I giacimenti di CRM in Italia e in Europa*, ISPRA, Servizio geologico nazionale. Presentazione all'evento organizzato dal Ministero dello Sviluppo Economico, dall'ENEA e dal Tavolo Nazionale Materie Prime Critiche nell'ambito dell'edizione 2021 di Ecomondo - 29 ottobre 2021.

Superiore per la Protezione Ambientale (ISPRA) nel documento⁵⁷ inviato a Bruxelles durante la fase di consultazione pubblica antecedente alla pubblicazione, da parte della Commissione Europea, dello *European Critical Raw Materials Act*, sono stati individuati 3.016 siti tra il 1870 e il 2020: essi corrispondono alle attività minerarie di cui si è riusciti ad ottenere documenti certificati. Tra questi, circa 1.000 riguardano la presenza di minerali metalliferi, su cui si basa la green economy: essi comprendono non solo le terre rare, il litio e il cobalto, ma anche i metalli non ancora critici, come il rame e lo zinco, candidati a diventarlo a breve per via del crescente fabbisogno di metalli e dell'insufficienza del riciclo per soddisfarlo.

Il risultato di questa lunga ricerca d'archivio si tradurrà, in seguito a una revisione e adattamento ai criteri europei, in un database completo e pubblicamente consultabile sul sito ISPRA. Esso rappresenta il fondamento alla base della realizzazione della nuova carta mineraria italiana, la cui prima versione richiederà almeno un anno per essere completata a partire dall'ottenimento dei finanziamenti. Essa, in aggiunta alla collocazione dei giacimenti noti e ai relativi dati, includerà sia gli esiti delle ricerche già portate avanti da università ed enti di ricerca, sia quelli di nuove indagini di rilevamento e analisi. L'insieme delle informazioni raccolte sarà funzionale a definire le aree più allettanti da aprire al rilascio di permessi di ricerca operativa, volti a svolgere un'attività mineraria sostenibile su giacimenti primari e secondari (rifiuti estrattivi).

Ciò sarà ancor più utile alla luce della forte dipendenza dell'Italia dalle importazioni estere, causata dall'abbandono dell'attività mineraria e dello scarso investimento in ricerca in Italia a partire dagli ultimi anni '90. In quest'ottica si inquadra anche il tavolo tecnico "Materie Prime Critiche", istituito tramite un Decreto interministeriale sotto il governo Draghi nel settembre 2022 e reso operativo da parte del governo Meloni a partire da febbraio 2023 con il varo del tavolo interministeriale tra il ministero dell'Ambiente e della Sicurezza e il ministero delle imprese e del Made in Italy. Esso prevede l'inclusione di istituzioni, centri di ricerca, consorzi di filiera e associazioni di categoria, allo scopo di consolidare il coordinamento e formulare proposte efficaci per la definizione delle condizioni normative, economiche e di mercato intente a garantire un approvvigionamento sicuro e sostenibile delle suddette materie.

Diversi studi effettuati e gli esperti minerari italiani finora consultati sottolineano la presenza di ulteriori potenzialità minerarie a livello nazionale, soprattutto grazie allo sfruttamento di antichi giacimenti precedentemente dichiarati esauriti o antieconomici.

⁵⁷ Commissione Europea, 2022, Call for Evidence for an impact assessment on European Critical Raw Materials act - ISPRA contribution, 25 novembre: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13597-Normativa-europea-sulle-materie-primе-critiche/F3361663_it

Svariati permessi di ricerca sono già attivi⁵⁸. In particolare, si segnalano i giacimenti di Punta Corna, in Piemonte, che presenta elevate concentrazioni di cobalto⁵⁹ e nickel, e quello di Gorno, in Lombardia, confermato come uno dei più rilevanti giacimenti europei di zinco, piombo e argento. Ulteriori permessi di ricerca hanno come scopo lo studio dei fluidi geotermici dei vulcani sabatini: qui si concentrano ingenti riserve di litio, così come confermato da uno studio recente⁶⁰, secondo il quale un potenziale di ottimo tenore dello specifico metallo sarebbe estraibile dai fluidi profondi della “fascia vulcanico-geotermica peri-tirrenica (Toscana-Lazio-Campania)” e in quella della “catena appenninica (da Alessandria fino a Pescara)”. Inoltre, il litio raggiunge tenori estremamente alti, pari a 400 mg/l, a Cesano. In Sardegna sono presenti riserve di fluorite, nel giacimento di Silius, e di bauxite, nel sito di Olmedo e tramite possibile estrazione sia dai graniti di Buddusò che da svariati cumuli di rifiuti estrattivi. Potenziali riserve di bauxite ed elevate concentrazioni di germanio sono state scoperte anche in Friuli-Venezia Giulia. Grazie ai possibili giacimenti di bauxite, l’Italia potrebbe ricavare in aggiunta come sottoprodotto una frazione di gallio. Infine, si valuta che riserve di berillio di entità incerta siano presenti sul suolo nazionale⁶¹. Per quanto attiene l’impatto sull’economia italiana, un recente report⁶² riporta che, considerando le prime 30 materie prime delle 80 analizzate dalla Commissione Europea, il ritorno in termini di valore aggiunto è stimato in 564 miliardi di euro, equivalente al 32% del PIL nazionale. Tale incidenza rappresenta la più elevata in Europa dopo la Germania in termini assoluti (vedi Figura 4) e dopo la Repubblica Ceca in termini relativi (al PIL), soprattutto per via dell’importanza delle materie prime sulla produzione industrial-manifatturiera e del rispettivo contributo dell’export sul PIL.

⁵⁸ Fumanti, *Il potenziale minerario nazionale*, ISPRA, Gruppo di lavoro 2 “Mining” - Tavolo nazionale materie prime critiche, novembre.

⁵⁹ Nella *Critical Minerals Mapping Initiative*, lanciata dalle agenzie geologiche di Australia, Canada e Stati Uniti, l’Italia è segnalata per il potenziale di esplorazione di riserve di cobalto nel basso Piemonte che, già nel 1750, ospitava la più estesa miniera d’Europa.

⁶⁰ Dini A., Lattanzi P., Ruggieri G., Trumpy E., 2022, *Lithium Occurrence in Italy - An Overview*. Minerals 2022, 12, 945.

⁶¹ Zini A., Roberto R., Corrias P., Felici B., 2023, *Il problema delle materie prime critiche per la transizione ecologica*, ENEA, marzo.

⁶² Ambrosetti-ERION, 2022, *Gli scenari evolutivi delle materie prime critiche e il riciclo dei prodotti tecnologici come leva strategica per ridurre i rischi di approvvigionamento per l’Italia*. Position Paper, giugno.

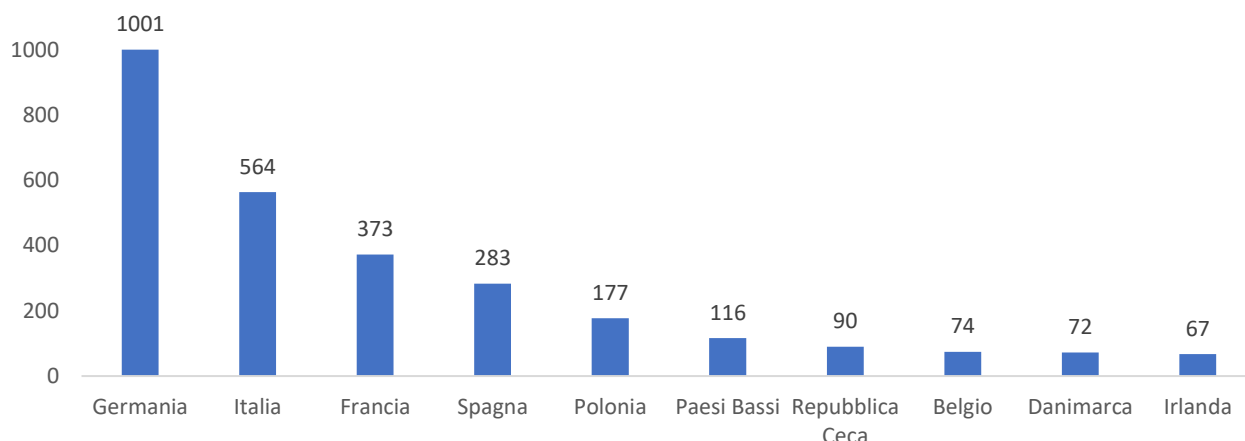


Figura 4: Primi 10 Paesi Membri per contributo delle materie prime alla produzione industriale (Miliardi di euro). (Fonte: Elaborazione degli autori su dati PRODCOM, 2022).

Rimane fondamentale, al fine di poter valutare le esigenze da un punto di vista della produzione italiana di tecnologie chiave (fotovoltaico, eolico, batterie, *data storage*, *server* e prodotti di elettronica), identificarne il fabbisogno di materie prime critiche in ottica odierna e prospettica. Una prima valutazione viene esposta nell'ultimo position paper European House Ambrosetti-Iren⁶³, che quantifica in 2.782 tonnellate l'ammontare di materie prime critiche-strategiche che sono state impiegate in Italia nel 2020: tra di esse spicca per il 44% del fabbisogno totale il rame, utilizzato per ciascuna delle tecnologie chiave e in particolare per i settori eolico e fotovoltaico, i quali coprono rispettivamente per il 91,7% e il 7,3% l'esigenza italiana di materie prime strategiche. La Tabella 4 mostra in particolare il fabbisogno, attuale e prospettico, delle prime 10 materie prime critiche e strategiche per importanza a livello italiano.

Materia prima	2020	Low Demand	High Demand	Variazione 2020-High Demand	Maggiore produttore mondiale
Rame	1,277	2,755	5,989	x4,7	Cile: 28%
Manganese	494	862	1,873	x3,8	Sudafrica: 29%
Silicio metallico	363	270	531	x1,5	Cina: 76%
Nichel	298	225	1,980	x6,6	Cina: 33%
Magnesio	184	118	241	x1,3	Cina: 91%
Grafite	143	1,874	2,743	x19,2	Cina: 67%
Cobalto	47	146	176	x3,8	Cina: 63%
Terre rare	38	38	164	x4,3	Cina: 100%
Litio	21	225	320	x15,4	Australia: 53%
Titanio	4	3	7	x1,7	Cina: 43%
Fabbisogno top-10	2,867	7,589	14,019	X4,9	

⁶³ The European House Ambrosetti, 2023, *Materie prime critiche e produzioni industriali italiane. Le opportunità derivanti dall'economia circolare*", in collaborazione con Iren, maggio.

Tabella 4: Le prime 10 materie prime critiche e strategiche del fabbisogno italiano (valori assoluti, tonnellate/anno), nel 2020 e nel 2040, a seconda degli scenari *Low Demand* e *High Demand*. [Fonte: Elaborazione The European House – Ambrosetti su dati JRC – Commissione Europea (2023)].

Il suddetto rapporto differenzia inoltre il fabbisogno italiano dei prossimi due decenni tra scenario *High Demand*, in cui si prevede il raggiungimento dei più ambiziosi obiettivi energetici ed ambientali stabiliti da REPowerEU da conseguire entro il 2030, e scenario *Low Demand*, in cui i target non vengono raggiunti. Mentre nel caso dello scenario *High Demand* si prevede un aumento del fabbisogno nel 2040 di circa 5 volte rispetto ai livelli del 2020, l'incremento si limita a 2,7 volte nello scenario *Low Demand*, con costi ridotti dell'85% rispetto allo scenario *High Demand*. L'analisi configura pertanto un crescente problema di approvvigionamento, supponendo un *trend* di crescita di fabbisogno nazionale allineato alla crescita di produzione di tecnologia a livello europeo, oltre che un'invariata gerarchia delle materie prime strategiche e una rafforzata specializzazione nelle tecnologie e nei settori già chiave in Italia, ossia l'eolico e il fotovoltaico. Lo studio prevede in particolare che a fronte di un'ulteriore spinta verso la specializzazione corrente il fabbisogno aumenterebbe del 350% circa rispetto al 2040. Si tratta in ogni caso di una previsione conservativa, che andrebbe aggiornata al rialzo nel caso in cui si decidesse di incrementare la specializzazione in altri settori e tecnologie chiave. È quindi necessaria un'agenda di proposte di policy e di interventi di riorientamento che possano al più presto far fronte a questo tipo di esigenze.

La Figura 5 quantifica con più chiarezza la crescita di potenza rinnovabile che l'Italia dovrebbe essere in grado di colmare entro il 2030, se riuscisse a rispettare gli obiettivi del REPowerEU, confermando il bisogno urgente di agire da parte dei *policy maker*.

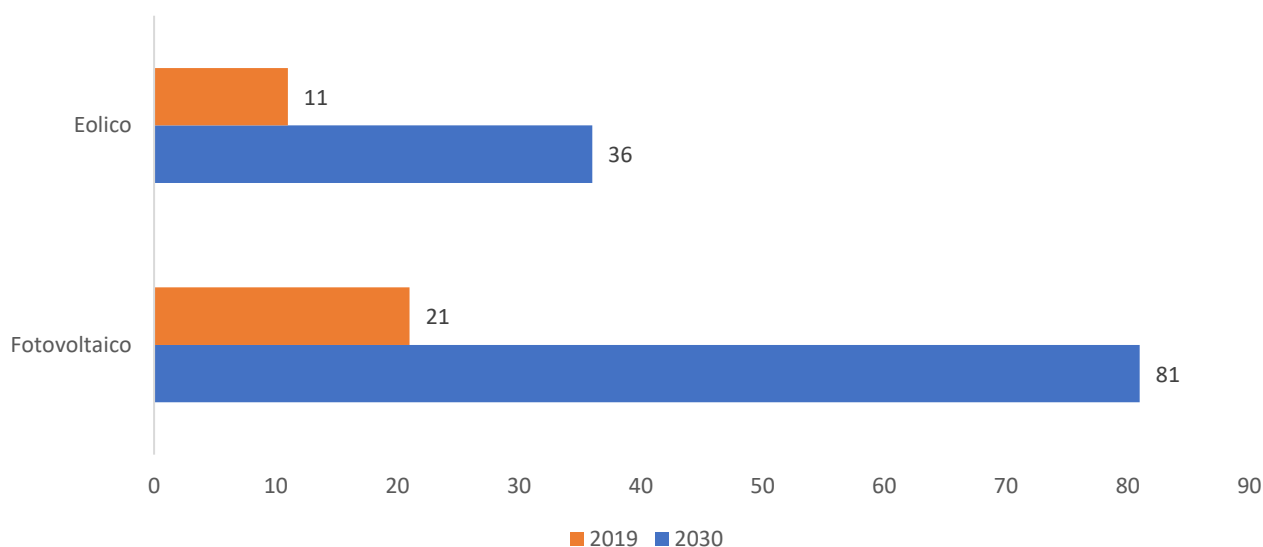


Figura 5: Aumento di potenza rinnovabile al fine di raggiungere i target di decarbonizzazione nel 2030 (GigaWatt). I dati al 2030 riflettono lo scenario di Elettricità Futura, che si ispira ai target del REPowerEU. (Fonte: Elaborazione degli autori su dati Commissione Europea e Terna, 2023).

Merita inoltre un particolare approfondimento il tema del recupero/riciclo a livello nazionale.

Il *Rapporto Rifiuti Speciali* redatto da ISPRA⁶⁴ afferma che nel 2020 più di 3,6 milioni di tonnellate di rifiuti speciali sono stati esportati in Italia, mentre ammonta a circa 6,8 milioni di tonnellate il quantitativo di rifiuti speciali importati. Tra quelli esportati, il 76.1% dei rifiuti “non pericolosi” e il 26.4% dei rifiuti “pericolosi”, corrispondente a oltre 1,8 milioni di tonnellate, è indirizzato al recupero di materia. Il rapporto quantifica in oltre 2 milioni di tonnellate l’ammontare di rifiuti speciali esportati recuperabili dai paesi importatori, sottolineando la presenza di ulteriori margini in termini di risorse potenzialmente acquisibili dall’Italia.

Il rapporto *Riciclo in Italia 2022* della Fondazione Sviluppo Sostenibile⁶⁵ evidenzia che il “riciclo dei rifiuti industriali ha superato il 70%. Nel 2020 l’Italia ha riciclato il 72% di tutti i rifiuti, urbani e speciali-industriali, un primato europeo (53% la media UE e 55% quella della Germania), alimentando la crescita dell’industria italiana del riciclo, diventata un comparto rilevante e strategico del sistema produttivo nazionale”. Tra le materie prime critiche riciclate, il rapporto calcola che vi siano 12,287 milioni di tonnellate di metalli, soprattutto acciaio.

Lo studio *L’Italia che ricicla* di Assoambiente⁶⁶ conferma lo sforzo significativo portato avanti in questo contesto a livello nazionale, indicando un tasso di riciclo del 83,2% nel 2020, che posiziona l’Italia al “primo posto a livello europeo per tasso di avvio al riciclo dei rifiuti (sia urbani che speciali), rispetto al totale gestito”. Dati che sono confermati anche dal rapporto Unioncamere e Symbola⁶⁷, che registrano come l’Italia sia leader nell’economia circolare. Il report stima che la percentuale di avvio al riciclo dei rifiuti sia di 30 punti percentuali superiore rispetto alla media europea, con una crescita storica nell’impiego di materie seconde nei settori industriali nel biennio 2020-2021: un risultato ben superiore alla media europea (53,8%) e a quella degli altri grandi Paesi come Germania (70%), Francia (64,5%) e Spagna (65,3%).

⁶⁴ISPRA, 2022, *Rapporto Rifiuti Speciali*, Edizione 2022: <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-speciali-edizione-2022>

⁶⁵Fondazione Sviluppo Sostenibile, 2022, *Riciclo in Italia 2022*: <https://www.fondazionevilupposostenibile.org/pubblicazioni/documenti-rifiuti-circular-economy/>

⁶⁶ Assoambiente, 2022, *L’Italia che ricicla*, Report 2022: <https://assoambiente.org/files/report-italia-che-ricicla.pdf>

⁶⁷ Unioncamere e Fondazione Symbola, 2022, *GreenItaly 2022. Un’economia a misura d’uomo contro le crisi*, ottobre: <https://www.symbola.net/approfondimento/litalia-e-leader-nelleconomia-circolare-2022/>

Allo stesso modo, se si focalizza l'analisi sul riciclo di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE), il quadro nazionale complessivo è meno rassicurante: lo studio realizzato dal consorzio Erion WEEE⁶⁸ evidenzia che nel 2022 la raccolta è decresciuta del 7% rispetto all'anno precedente, passando da 266.614 a 246.000 tonnellate amministrative (da cui sono state ricavate oltre 125.000 tonnellate di ferro, circa 5.000 tonnellate di alluminio e altrettante di rame). Essa corrisponde a un tasso inferiore al 30% di apparecchiature elettriche ed elettroniche immesse nel mercato e raccolte annualmente in modalità differenziata, che si discosta di molto dal target europeo preposto del 65%. Un recente studio condotto da The European House - Ambrosetti per conto di ERION⁶⁹ stima che si potrebbero riciclare ulteriori 7.600 tonnellate di materie prime critiche, l'equivalente dell'11% delle importazioni acquisite dalla Cina nel 2021, se si raggiungesse un tasso di recupero dei prodotti tecnologici equivalente a quello dei best performers in ambito europeo, ossia pari al 70-75%. Migliore, ma ancora molto distante dal suddetto target del 65%, è il tasso di riciclo di grandi e piccoli elettrodomestici nel 2021, che ha raggiunto il 39,4%. Secondo il consorzio Erion circa 3 milioni di grandi elettrodomestici e oltre 400 milioni di piccoli elettrodomestici potrebbero essere riciclati in aggiunta a quanto già recuperato, raggiungendo un potenziale ulteriore di 380.000 tonnellate di materie prime (principalmente ferro, rame e alluminio). Secondo un recente studio⁷⁰, in prospettiva, grazie alla valorizzazione dell'economia circolare, al 2040 il riciclo potrà soddisfare dal 20% al 32% del fabbisogno italiano annuale di materie prime strategiche, con il target del 15% fissato dalla Commissione Europea che può essere raggiunto già nel 2030 (vedi Figura 6).

⁶⁸ Consorzio Erion WEEE, 2022, *Gli scenari evolutivi delle materie prime critiche*, Studio realizzato in esclusiva per Erion da The European House – Ambrosetti, giugno: <https://erion.it/it/studi-e-proposte/materie-prime-critiche-raee/>

⁶⁹ Ambrosetti-ERION, 2022, *Gli scenari evolutivi delle materie prime critiche e il riciclo dei prodotti tecnologici come leva strategica per ridurre i rischi di approvvigionamento per l'Italia*. Position Paper, giugno.

⁷⁰ The European House Ambrosetti, 2023, *Materie prime critiche e produzioni industriali italiane. Le opportunità derivanti dall'economia circolare*", in collaborazione con Iren, maggio.

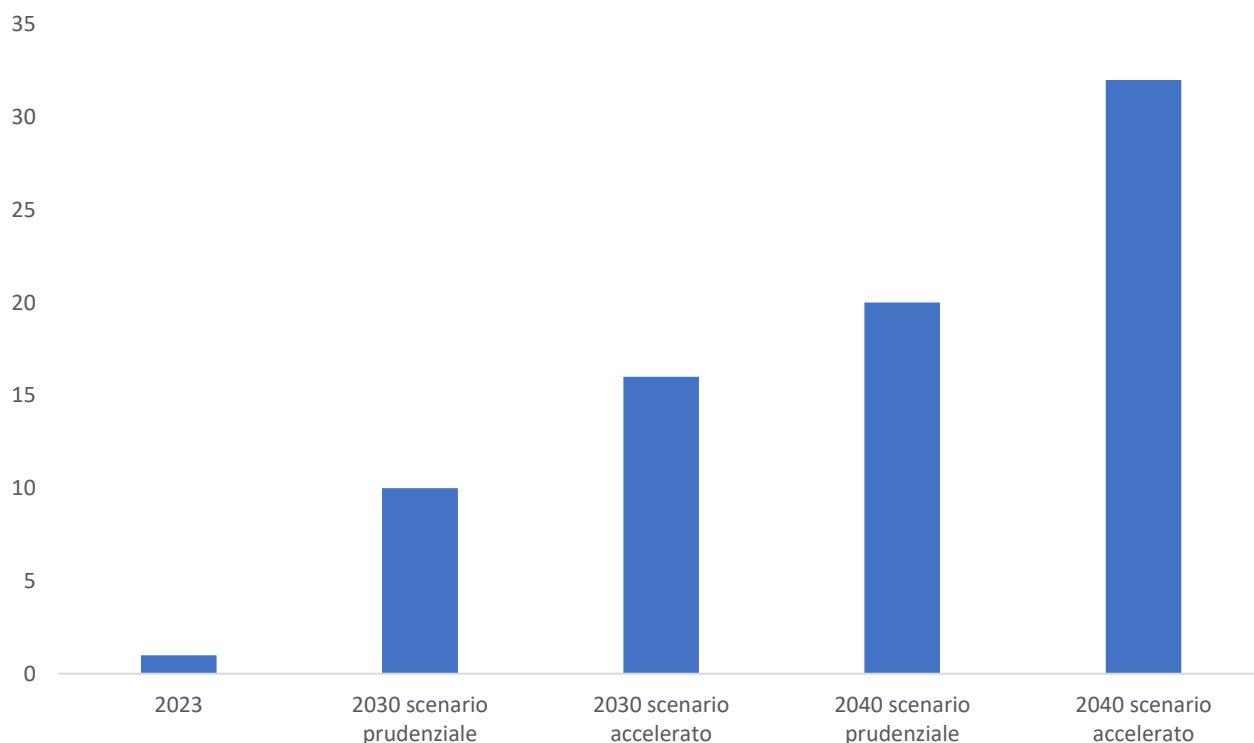


Figura 6: Percentuale del fabbisogno di materie prime strategiche soddisfatte grazie al riciclo. Lo scenario prudente presuppone il raggiungimento del target UE del 15% entro il 2035, mentre lo scenario accelerato prevede il conseguimento dell'obiettivo entro il 2030. (Fonte: Elaborazione degli autori su dati JRC – Commissione Europea, 2023 ed Eurostat, 2023).

Problematico è anche il recupero di materie prime a partire da pile e accumulatori, per cui l'Italia si classifica, come mostrato da Eurostat, agli ultimi posti a livello europeo, con un tasso del 43,9% nel 2021. Il precedentemente citato rapporto *Riciclo in Italia 2022* riporta che nel 2021 sono state raccolte 10.200 tonnellate di pile e accumulatori portatili esausti, pari al 32% dell'equivalente che è stato immesso nel corso del triennio 2019-2021: si tratta di un dato inferiore a quello registrato nel 2020 e distante, anche in questo caso come per i RAEE, dal target europeo del 45% sancito a partire dal 2016. Per quanto riguarda il riciclo a fine vita dei prodotti contenenti terre rare, in Italia, esso è stimato all'8% per le terre rare pesanti e al 3% per quelle leggere⁷¹. In particolare, è presente un impianto dedicato al recupero di ittrio ed altre terre rare da polveri fluorescenti a Rho, nei pressi di Milano.

Nel complesso, il tasso di utilizzo circolare delle materie prime critiche si attesta a un mero 18,4% nel 2021, in diminuzione rispetto al 20,6% del 2020, nonostante sia superiore alla media UE pari all'11,7%. Ciò è un segnale di allarme, dal momento che più di quattro quinti delle materie prime riciclate non è successivamente reinserito nel circuito economico in un'ottica di sostenibilità circolare.

⁷¹ Zini A., Roberto R., Corrias P., Felici B., 2023, *Il problema delle materie prime critiche per la transizione ecologica*, ENEA, marzo.

Attualmente il recupero di materie prime critiche a livello nazionale genera introiti che si fermano a 10 milioni di euro, una cifra che potrebbe lievitare a 60 milioni di euro nel caso venissero edificati sul suolo nazionale impianti adeguati al trattamento di tali materiali, evitando così che il 90% delle materie prime recuperabili attualmente esportato fuoriesca dai confini del Paese. Il consorzio Erion stima che tramite un investimento di 50 milioni di euro si potrebbero edificare 5 impianti di metallurgia leggera, in grado di mantenere sul suolo della penisola 75.000 tonnellate all'anno di componenti recuperati dai RAEE e oltre 5.000 tonnellate di materie prime critiche, raggiungendo livelli di riciclo quasi pari al 98%.

7. Alcune possibili soluzioni alle criticità italiane

Alcuni studi⁷² che analizzano la situazione italiana, evidenziano particolari criticità che riguardano le possibili strategie di rafforzamento del posizionamento dell'Italia nell'ambito della catena di approvvigionamento di materie prime critiche.

In primo luogo, introdurre politiche nazionali tese a stringere nuovi partenariati e accordi commerciali in grado di diversificare i partner e quindi ridurre la dipendenza da un ristretto gruppo di Paesi, appare una strategia molto complessa se non si affronta la negoziazione a livello comunitario (UE) facendo leva quindi su un peso politico ed economico di maggior rilievo.

Sul versante della ripresa delle attività di estrazione mineraria nazionale, come abbiamo accennato brevemente nel paragrafo precedente, l'Italia paga alcune scelte di politica economica operate sul finire del Novecento che hanno portato a sostanziali risparmi di costi nell'immediato ma hanno generato, in un discorso di prospettiva di medio-lungo periodo, due conseguenze fortemente negative: da un lato, hanno reso l'Italia un paese completamente dipendente dall'esportazione di materie prime; dall'altro lato, hanno causato il declino dell'istruzione universitaria e la perdita di conoscenza, formazione e apprendimento permanente dei professionisti dell'industria mineraria (entrambi temi che sono oggetto di approfondimento del Tavolo tecnico istituito presso il Ministero del Made in Italy). Peraltro, anche la strada dell'aumento delle estrazioni minerarie si mostra non del tutto agevole: agli elevati costi di estrazione e raffinazione e alle rigide valutazioni sugli impatti negativi sull'ambiente si

⁷² Montanini A., Camerano, S., Locarno, A., Passeri, S., 2023, *Transizione ecologica e digitale: il punto sulle materie prime critiche*, CDP Brief, febbraio; Zini A., Roberto R., Corrias P., Felici B., 2023, *Il problema delle materie prime critiche per la transizione ecologica*, ENEA, marzo; Ambrosetti-ERION, 2022, *Gli scenari evolutivi delle materie prime critiche e il riciclo dei prodotti tecnologici come leva strategica per ridurre i rischi di approvvigionamento per l'Italia*. Position Paper, giugno; G. P. Manzella e A. B. Gallo, *Le 'materie prime critiche' tra Unione Europea e ordinamento interno. Storia, questioni aperte, prospettive*, di prossima pubblicazione in "Rivista Giuridica del Mezzogiorno".

aggiungono tempi autorizzativi⁷³ per la ripresa delle attività estrattive che in Europa possono raggiungere anche 15-17 anni (dalla scoperta del sito all'avvio delle procedure di estrazione, un tema che riguarderà anche la nuova scoperta di un giacimento in Svezia)⁷⁴, a fronte dei 3 mesi della Cina⁷⁵.

Il tema dei tempi lunghi investe anche lo sforzo di catalogazione dei giacimenti, tema su cui, come abbiamo visto nel paragrafo precedente, il nostro Paese si sta impegnando fortemente negli ultimi tempi (Ispra): sebbene, infatti, i tempi sono potenzialmente ridotti da un maggior incentivo alla ricerca e da una rinnovata attenzione ad una più rapida tempistica burocratica, tale dinamica/procedura può richiedere tuttavia ancora tempi lunghi. Alla luce di queste considerazioni si propende pertanto a credere che, almeno nel medio termine, la dipendenza dell'Italia dalle riserve di materie prime provenienti dall'estero sia non colmabile attraverso le riserve potenziali presenti sul territorio.

Senza dubbio è necessario che si affianchi all'attività estrattiva di tipo tradizionale lo sviluppo di tecniche alternative e sostenibili per l'estrazione. Un esempio in tal senso è offerto dal *biomining*, che consiste nell'impiego di microbi capaci di dissolvere il titanio nelle acque: ciò consentirebbe per esempio l'estrazione del minerale nel deposito presente in Liguria, non facilmente coltivabile con l'utilizzo di metodi tradizionali a causa del devastante impatto ambientale che subirebbe l'area protetta in cui è inserito.

A queste criticità si aggiunge inoltre un possibile rischio riferito all'evoluzione del mercato dell'estrazione mineraria che ha visto in questi ultimi decenni ridurre notevolmente il numero di attori privati operanti nel settore, anche in virtù degli elevati costi a cui ci si riferiva in precedenza: ciò renderebbe quindi concreto il rischio che, di fronte ad un rilancio di politiche nazionali di settore, si possano generare dinamiche oligopolistiche con conseguenti pratiche distorsive del mercato legato all'estrazione mineraria.

Un ulteriore ostacolo potrebbe essere rappresentato anche dalle difficoltà che potrebbe incontrare l'Italia nel mettere in campo iniziative di incentivo pubblico in grado di competere con gli incentivi introdotti da altri Paesi, anche europei. È il caso, ad esempio, di Francia e Germania che hanno già annunciato finanziamenti pubblici

⁷³ Sulla questione interviene anche Il CRMA europeo, con l'obiettivo di ridurre gli oneri amministrativi e semplificare le procedure di autorizzazione per i progetti di materie prime critiche in UE. I progetti selezionati, infatti, beneficeranno del sostegno per l'accesso ai finanziamenti e di tempi di autorizzazione più brevi (corrispondenti a 24 mesi per l'estrazione ed a 12 mesi per raffinazione e riciclo).

⁷⁴ Montanini A., Camerano, S., Locarno, A., Passeri, S., 2023, *Transizione ecologica e digitale: il punto sulle materie prime critiche*, CDP Brief, febbraio.

⁷⁵ The European House Ambrosetti, 2023, *Materie prime critiche e produzioni industriali italiane. Le opportunità derivanti dall'economia circolare*", in collaborazione con Iren, maggio.

consistenti destinati all'istituzioni di fondi nazionali focalizzati sul rafforzamento delle attività estrattive nei rispettivi territori nazionali, affiancando quindi alle strategie europee iniziative nazionali importanti che fanno leva sui maggiori margini di finanza pubblica dei propri bilanci.

Gli esempi di Francia e Germania possono senz'altro rappresentare un modello di ispirazione anche per l'Italia. La recente previsione in Francia di istituire, infatti, un fondo di 2 miliardi di euro⁷⁶ all'interno del quale confluiranno fondi pubblici (500 milioni di euro) e privati e finalizzato a garantire il finanziamento del settore minerario si inquadra nell'ambito di una strategia nazionale che può rappresentare una best practice europea (Italia compresa). Nell'ambito dell'istituzione del fondo, infatti, avrà un ruolo di rilievo la Caisse des Dépôts, una istituzione che svolge compiti simili alla Cassa Depositi e Prestiti italiana, e che quindi potrebbe assumere, anche nel nostro Paese, il ruolo di responsabile del coordinamento finanziario del settore minerario, anche in termini di relazioni e partnerships commerciali internazionali e altri istituti finanziari (in Europa e oltre). Affidare questo ruolo alla Cassa depositi e prestiti potrebbe inoltre far trovare pronta l'Italia nel momento in cui l'Europa darà concreta attuazione all'idea di istituire un "fondo sovrano"⁷⁷ per consentire un sostegno finanziario diretto, rapido e flessibile a progetti ben identificati di interesse per la sovranità UE in settori considerati strategici per l'economia europea e il futuro industriale del continente (tra cui il settore minerario) in accordo con le iniziative di politica industriale già messe in campo dall'Europa (IPCEI e Alleanze industriali). Le azioni intraprese da Francia e Germania possono inoltre rappresentare un esempio utile anche dal punto di vista dell'identificazione (o la creazione) di una istituzione in grado di rilanciare il settore minerario nazionale funzionando anche da coordinamento tra amministrazioni locali e governo centrale. La prima strategia nazionale tedesca sulle materie prime risale al 2010, l'anno in cui la crisi delle 'terre rare' tra Cina e Giappone diede come risultato concreto l'istituzione di una agenzia nazionale, la Deutsche Rohstoffagentur (DERA) come parte dell'Istituto Federale per le Geoscienze e le Risorse Naturali (BGR) che è, a sua volta, rientra nel perimetro del Ministero Federale per gli Affari Economici e l'Azione Climatica (BMWK). La DERA raccoglie informazioni, effettua analisi di scenario (l'ultima rilasciata ad agosto 2022) su tecnologie e materie prime e svolge consulenza per le aziende tedesche. In Francia la

⁷⁶ L'operazione trova spazio nell'ambito di un progetto di legge presentato dal Presidente Macron (11 maggio 2023) che mira a riqualificare nel complesso il settore industriale francese in una prospettiva green, promuovendo l'occupazione e la ricerca, e in accordo con gli obiettivi di decarbonizzazione dell'UE e internazionali.

⁷⁷ European Commission, *A European Sovereignty Fund for an industry "Made in Europe"* I Blog of Commissioner Thierry Breton: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_5543

scelta è ricaduta sull'istituzione di un Osservatorio francese delle risorse minerarie per le filiere industriali (*Observatoire français des ressources minérales pour les filières industrielles, Ofremi*) con l'obiettivo di monitorare la situazione ed intervenire per tempo nel caso di interruzioni critiche lungo la filiera che garantisce materie prime essenziali ai grandi gruppi che operano sul territorio nazionale. Questi esempi potrebbero essere una opzione percorribile anche per l'Italia, dove istituzioni come Ispra e Enea che svolgono attività importanti nel settore minerario, potrebbero “fare sistema” nell'ambito di una strategia italiana che prevede una agenzia di coordinamento nazionale, che lavora in accordo con Cassa depositi e prestiti, svolgendo anche funzioni di raccordo con le istituzioni territoriali. In questo contesto, anche l'ipotesi di un rafforzamento del Tavolo Tecnico Materie Prime Critiche, sia amministrativo che finanziario, potrebbe essere funzionale nell'ambito della definizione di una strategia italiana in un settore strategico come quello minerario.

Il rilancio di politiche nazionali che mirano a rendere più resiliente le catene de valore che sono alla base del tessuto industriale italiano deve inoltre scontrarsi con alcune peculiarità del nostro sistema economico-produttivo, caratterizzato da maggiore “specializzazione” rispetto ad un modello economico di integrazione: aziende manifatturiere, per lo più di piccole e medie dimensioni, che non sono in grado di internalizzare tutti processi della catena del valore ma sono, nella maggior parte dei casi, specializzate in alcune delle fasi del processo produttivo. Una possibile soluzione in una prospettiva di lungo periodo potrebbe essere rappresentata dall'esperienza dei c.d. distretti industriali, mentre nel breve-medio periodo sembrerebbe più percorribile la strada, nell'ambito di una azione collegiale comunitaria, di attrarre investimenti esteri tesi a rafforzare la resilienza delle nostre catene di approvvigionamento che possano, tra gli altri, riguardare anche il nostro Paese. Sono esempi in tal senso lo *European Chips Act* e alcuni possibili investimenti di importanti multinazionali che potrebbero riguardare l'Italia (Intel)⁷⁸.

Dai dati precedentemente osservati (paragrafo 6) emerge chiaramente come uno degli strumenti più promettenti nella prospettiva di ridurre il disallineamento tra domanda e offerta di materie prime (in Italia e in Europa) è rappresentato dal recupero/riciclo nell'ambito della c.d. economia circolare⁷⁹. L'Italia potrebbe infatti sviluppare una

⁷⁸ Per approfondimenti si veda il paper Astrid n. 90 “*Industria dei microchip: l'evoluzione degli investimenti nel quadro delle iniziative dei principali Paesi*”, di Valerio Francola e Gordon A. Mensah, febbraio 2023.

⁷⁹ Montanini A., Camerano, S., Locarno, A., Passeri, S., 2023, *Transizione ecologica e digitale: il punto sulle materie prime critiche*, CDP Brief, febbraio e Zini A., Roberto R., Corrias P., Felici B., 2023, *Il problema delle materie prime critiche per la transizione ecologica*, ENEA, marzo.

strategia industriale sul modello di quanto avviene nel comparto dell'acciaio⁸⁰ dove l'Italia riesce a sopperire al suo fabbisogno di ferro e carbone grazie al riciclo di rottami: una strategia di questo tipo richiederebbe investimenti in grado di rendere l'Italia specializzata nella lavorazione delle materie prime seconde, configurandosi come un centro di esportazione internazionale. In particolare, l'Italia potrebbe ritagliarsi un ruolo di rilievo in un settore che mostra ampi margini di sviluppo: si tratta del comparto delle batterie, dove sia processi di ricondizionamento che possono dar vita a sistemi di accumulo domestici, sia le operazioni standard di riciclo e di estrazione di elementi chimici potrebbero contribuire notevolmente a coprire buone percentuali di fabbisogno nazionale di materie prime.

Un piano non semplice da attuare per l'Italia in virtù dei possibili ostacoli (economie di scala e intensità di capitale⁸¹) ma che può essere percorribile nella prospettiva di un aumento della competitività del mercato delle materie prime seconde generato dal possibile aumento dei prezzi delle materie prime critiche.

Peraltro, in Italia sono presenti importanti capacità ingegneristiche che potrebbero supportare le condizioni per lo sviluppo di un ruolo competitivo del nostro Paese a livello internazionale⁸², creando un modello integrato per l'industria del riciclo che comprenda la raccolta, il trasporto, il riciclo e la raccolta delle materie prime seconde. Quando ci si riferisce ai processi di riciclo è inoltre importante distinguere tra il recupero di materie prime dai prodotti tecnologici e dai rifiuti estrattivi. I residui minerari, infatti, sono presenti in grandi quantità in Italia ma mancano, ad oggi, informazioni complessive (composizione mineralogica e chimica, proprietà fisiche e localizzazione precisa) sufficienti a sfruttarne pienamente il loro potenziale.

Nell'ambito del recupero di materie prime dai prodotti tecnologici, un argomento cruciale è rappresentato dal c.d. *urban mining*. Il tema è oggetto di studio del Gruppo di Lavoro n. 4⁸³ istituito nell'ambito del Tavolo Nazionale di Lavoro Materie Prime

⁸⁰ Il tasso di riciclo in Italia ha raggiunto, già nel 2022, l'obiettivo dell'80% fissato per il 2030 dall'Unione Europea. Nel 2022, infatti, sono state avviate al riciclo 418.091 tonnellate di imballaggi in acciaio, pari all'80,6% dell'immesso al consumo (Fonte: RICREA, Consorzio Nazionale per il Recupero e il Riciclo degli Imballaggi in Acciaio).

⁸¹ L'Italia paga il mancato sviluppo di una rete impiantistica a tecnologia complessa per il recupero di materie prime critiche. Sono ancora poche le aziende che hanno la capacità di completare il riciclo delle materie prime critiche: la lavorazione si ferma in una fase intermedia, ovvero alla triturazione che è solo la preparazione per il riciclo. Vedi CDP, 2023, *Transizione ecologica e digitale: il punto sulle materie prime critiche*, CDP Brief.

⁸² Motus-E, Strategy& e Politecnico di Milano, 2023, *Il riciclo delle batterie dei veicoli elettrici @2050: scenari evolutivi e tecnologie abilitanti*, marzo.

⁸³ 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.

Critiche (MISE e MITE). I rifiuti elettronici rappresentano infatti una miniera di metalli rari e preziosi⁸⁴: secondo il The Global E-Waste Monitor 2020⁸⁵, sono in costante crescita, con stime che prospettano, nel 2030, il raggiungimento di circa 75 milioni di tonnellate, ossia 9 chilogrammi pro capite prodotti ogni anno, e che potrebbero raggiungere le 120 milioni di tonnellate nel 2050.

Il quadro europeo (circa l'1% di materie prime riciclate tramite *urban mining*) evidenzia la necessità di avviare un'azione di sistema, partendo dalla mappatura di tutte le potenziali fonti secondarie e dalla pianificazione nella realizzazione di impianti che siano finalizzati a produrre queste materie prime critiche. In aggiunta, il parere di ENEA⁸⁶, suggerisce una transizione dal concetto degli impianti di riciclo come impianti di gestione dei rifiuti, al concetto di impianti di produzione di materie prime utili per il territorio ed il sistema produttivo italiano.

Le proposte Enea mirano inoltre ad incentivare una maggiore attenzione al design dei prodotti, in grado di garantire un disassemblaggio semplice e di conseguenza di favorire una maggiore facilità di riciclo. Una maggiore attenzione alla progettazione dei prodotti che dovrebbe essere funzionale anche all'allungamento di vita dei prodotti stessi, con sistemi di tracciabilità delle materie prime critiche nei prodotti complessi.

Tali dinamiche comporterebbero la necessità di rafforzare investimenti orientati a procedure innovative finalizzate alla sostituzione delle materie prime critiche (dove possibile) e regole in grado di responsabilizzare (e incentivare) maggiormente i produttori. Tutto ciò potrà avvenire in un contesto generale di cambiamento dei modelli di consumo, verso soluzioni innovative, rafforzando una maggiore consapevolezza da parte dei consumatori riguardo l'importanza del corretto smaltimento da parte degli oggetti, per esempio delle apparecchiature elettroniche, in filiere tracciabili. Tra le principali tecnologie oggi impiegate in questo ambito con risultati significativi si sta affermando in particolare la c.d. tecnologia idrometallurgica⁸⁷. Si tratta di una

⁸⁴ Un esempio di miniera urbana è rappresentato dai Rifiuti da Apparecchiature elettriche ed Elettronici (RAEE). Si tratta di un complesso mix 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.

⁸⁵ Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G., 2020, *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*, United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).

⁸⁶ C. Brunori, 2022, *Urban mining e materie prime critiche*, Focus ENEA.

⁸⁷ 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

tecnologia 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, garantendo quindi di massimizzare il recupero selettivo delle materie prime critiche da prodotti complessi a fine vita contenendo le emissioni, i consumi e gli scarti.

Un altro esempio di tecnologie applicate al riciclo di materie prime ed in particolare il riciclaggio e il riutilizzo dei RAEE è rappresentato dai Digital Product Passport⁸⁸, uno strumento in grado di rendere un prodotto universalmente identificabile sfruttando la possibilità di accedere alle sue informazioni sia offline che online attraverso piattaforme Web. Il progetto rientra nel perimetro dell'iniziativa CircThread⁸⁹, finanziato dal programma europeo Horizon 2020, che mira alla creazione di un catalogo di informazioni dei prodotti e quindi ad agevolare lo scambio di dati riguardo al prodotto stesso. Ciò consentirebbe di raccogliere e analizzare informazioni relative, tra le altre cose, alle diverse componenti e materie prime di cui è composto e offrire la possibilità di generare flussi di materie prime seconde tra gli impianti di smaltimento o riciclo e i produttori. Inoltre, le informazioni raccolte tramite passaporti digitali consentirebbero di avere maggiore consapevolezza sulle ragioni che accelerano il fine vita di un prodotto, rafforzando il diritto alla riparazione dei consumatori.

Il tema del riciclo diviene ancor più determinante a fronte di alcuni studi⁹⁰ che dimostrano come i sostituti ad oggi disponibili per le materie prime critiche strategiche presentano un ridottissimo numero di materiali sostituti nei loro principali ambiti di applicazione, parte dei quali sono a loro volta materie critiche.

In questo contesto è fondamentale il ruolo delle amministrazioni pubbliche. L'avvio di processi virtuosi e azioni coerenti con gli obiettivi prefissati in ambito europeo e nazionale richiede iniziative messe in campo dalle istituzioni pubbliche in grado di promuovere ed incentivare la transizione verso nuovi modelli economico-produttivi sostenibili, non solo a livello macro ma anche micro. A livello macro esiste ad esempio un tema di supporto pubblico agli investimenti necessari nel settore del riciclo. Un esempio è rappresentato dai nuovi impianti necessari per mantenere l'Italia competitiva a livello internazionale: secondo alcune stime di investimenti, alla luce del quantitativo crescente di tecnologie *low-carbon* che raggiungeranno il loro fine vita nel periodo

prodotti complessi quali ad esempio le batterie, i magneti permanenti, i pannelli fotovoltaici ed altri prodotti complessi.

⁸⁸ Rembrandt H. E. M. Koppelaar e al., *A Digital Product Passport for Critical Raw Materials Reuse and Recycling*, Sustainability 2023: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1405>

⁸⁹ Commissione europea, *Building the Digital Thread for Circular Economy Product, Resource & Service Management*: <https://cordis.europa.eu/project/id/958448/it>

⁹⁰ The European House Ambrosetti, *Materie prime critiche e produzioni industriali italiane. Le opportunità derivanti dall'economia circolare*", in collaborazione con Iren, maggio2023.

2023-2040, si prevede che nel 2040 saranno necessari 7 nuovi impianti, con una capacità annua di riciclo pari a 105.000 tonnellate. La realizzazione di questi impianti richiede un investimento pari a circa 336 milioni di euro, e consentirebbe all'Italia di raggiungere l'obiettivo fissato dall'Unione europea che prevede il 15% del fabbisogno soddisfatto dal riciclo⁹¹.

Tra le iniziative “micro” possono rientrare ad esempio l'introduzione di strumenti in grado di garantire la cancellazione completa delle informazioni contenute nei dispositivi che il consumatore è disposto a dismettere ma è restio a farlo per ragioni di tutela delle informazioni personali⁹²; incentivi potrebbero derivare dall'introduzione di meccanismi premiali, lato consumatore, che potrebbero riguardare la riduzione delle imposte sui rifiuti, dei costi dei servizi pubblici (trasporto) o culturali (teatro, cinema etc.); dal lato delle aziende e dei costi da sostenere per la raccolta dei rifiuti tecnologici urbani potrebbero rappresentare soluzioni percorribili la previsione di strumenti di semplificazione e premialità (fiscale), prevedendo anche l'istituzione di punti di raccolta comunali o presso i grandi ipermercati che abbattano i costi di ritiro e trasporto. Sia per i consumatori sia per le aziende potrebbe rappresentare infine un importante incentivo l'introduzione di forme di detassazione che riguardano prodotti “ricondizionati”⁹³, sia per coloro che acquistano che per le aziende che si occupano della lavorazione del prodotto usato e immesso nuovamente sul mercato⁹⁴.

Si registrano inoltre anche alcune posizioni⁹⁵ che evidenziano, nel caso italiano, la necessità di distinguere materie prime critiche per la transizione e materie prime strategiche. Le prime sono funzionali al raggiungimento di obiettivi orientati al futuro

⁹¹ Il tema della valorizzazione dell'economia circolare attraverso gli investimenti necessari per l'aumento della capacità impiantistica è presente nel PNRR. A Dicembre 2022, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) ha pubblicato le graduatorie per i progetti relativi agli investimenti flagship di economia circolare, evidenziando la presenza, in Italia, di capacità progettuale. La questione investe però il tema delle risorse: il settore potrebbe richiedere supporto finanziario per 4 miliardi di euro, una cifra ben superiore (circa 7 volte) alle risorse previste dal PNRR. Per esempio, la sola linea della plastica ha registrato proposte per un valore di oltre 2,5 miliardi di euro. (Fonte: The European House Ambrosetti, *Materie prime critiche e produzioni industriali italiane. Le opportunità derivanti dall'economia circolare*", in collaborazione con Iren, maggio 2023.)

⁹² In Europa al 2018 si registravano 700 milioni di cellulari c.d. ibernati (che non vengono più usati ma non entrano nel circuito del recupero). Vedi: Comitato economico e sociale europeo, Rizos, V., Bryhn, J., Alessi, M., et al., 2019, *Identifying the impact of the circular economy on the fast-moving consumer goods industry: opportunities and challenges for business, workers and consumers: mobile phones as an example*, Publications Office: <https://data.europa.eu/doi/10.2864/775626>

⁹³ L'Europa è il quarto mercato al Mondo per acquisto smartphone, pur aumentando la percentuale di ricondizionato rimane alta la quantità di smartphone “ibernati” (Fonte: Report CounterPoint Research 2021).

⁹⁴ Chianura, M., *Urban mining: tra sviluppo sostenibile ed economia circolare*, dicembre 2022.

⁹⁵ Centro di Ricerca Interuniversitario in Economia del Territorio (Criet), *Il fabbisogno di materie prime strategiche in Italia*, 2022.

industriale in chiave sostenibile e quindi di medio-lungo periodo, le seconde svolgono un ruolo centrale, oggi, nell'ambito del modello di specializzazione produttiva dell'Italia e quindi cruciali per l'economia e la crescita del Paese.

Si tratta di una distinzione determinante poiché genera anche una parziale distanza tra il fabbisogno di materie prime italiano e gli obiettivi delineati dalla strategia europea. Quest'ultima, infatti, mira principalmente alla definizione di una lista di materie prime destinate ai nuovi settori della sostenibilità come, ad esempio, il litio e il cobalto per le batterie, lo scandio per le celle a combustibile, il silicio per i chip dei veicoli elettrici. Da questo punto di vista il fabbisogno italiano di materie prime strategiche per la produzione delle tecnologie chiave per le due transizioni gemelle (ecologica e digitale) ricomprende tutte e 17 le materie prime critiche considerate come strategiche dall'Unione Europea⁹⁶. Al contempo, confrontando la lista europea con le principali materie prime importanti dall'Italia si nota, oltre al gruppo di elementi determinanti sia per la strategia europea che italiana, un corposo gruppo di elementi (molibdeno, manganese, cromo e caolino) che sono considerati non rilevanti nei documenti della Commissione Europea.

In merito a questa ultima considerazione, pur valutando ragionevolmente una strategia nazionale che si ponga l'obiettivo di far valere, in sede europea, le necessità di rafforzare anche alcune filiere di elementi che rispondono a determinati fabbisogni specifici italiani di materie prime, appare altrettanto evidente che la prospettiva europea debba essere un incentivo, anche per l'Italia, a sviluppare maggiormente quei settori industriali innovativi, sostenibili e di prospettiva futura. È importante, infatti, che anche l'Italia inizi a delineare con maggiore forza una strategia industriale in grado di sviluppare quei settori green e *clean technologies* che stanno guidando l'Europa nella individuazione delle materie prime critiche per cui è necessario dotarsi di una strategia comunitaria in tempi brevi per competere con i principali player internazionali ed in particolare la Cina.

⁹⁶ Dai dati diffusi dallo studio Ambrosetti e Iren (*Materie prime critiche e produzioni industriali italiane. Le opportunità derivanti dall'economia circolare*), la divisione per tecnologie del fabbisogno odierno di materie prime riflette naturalmente la divisione settoriale della produzione italiana. Il settore produttivo italiano, relativamente alla produzione europea, è particolarmente specializzato nella produzione di turbine eoliche e, in minor grado, di pannelli fotovoltaici. La produzione di prodotti elettronici, in particolare smartphones, tablets e laptops, batterie al litio, e prodotti di data storage e servers è minima. In conclusione, i settori eolico e fotovoltaico rappresentano quasi la totalità del fabbisogno italiano di materie prime strategiche.

La divisione per tecnologie del fabbisogno odierno di materie prime riflette naturalmente la divisione settoriale della produzione italiana. Il settore produttivo italiano, relativamente alla produzione europea, è particolarmente specializzato nella produzione di turbine eoliche e, in minor grado, di pannelli fotovoltaici. La produzione di prodotti elettronici, in particolare smartphones, tablets e laptops, batterie al litio, e prodotti di data storage e servers è minima. In sintesi, i settori eolico e fotovoltaico rappresentano quasi la totalità del fabbisogno italiano di materie prime strategiche.

8. Conclusione

Le materie prime critiche, elementi già centrali per lo sviluppo economico ed industriale dell'Unione Europea e dei suoi Stati Membri, hanno recentemente acquisito ulteriore importanza in quanto indispensabili a supportare la transizione gemella (verde e digitale). Le proiezioni sono unanimi nello stimare un aumento significativo del consumo di materiali fondamentali per le tecnologie utilizzate nei settori dell'ambiente, dell'elettronica di consumo, della sanità, della siderurgia, della difesa, dell'esplorazione spaziale e dell'aviazione. Tuttavia, un ostacolo di fondamentale rilievo ha bisogno di essere affrontato a livello comunitario: le dipendenze di approvvigionamento derivanti dalla centralizzata catena del valore delle materie prime critiche. L'Europa, infatti, dipende fortemente dalle importazioni, e spesso da fornitori quasi monopolistici di Paesi terzi, primo tra tutti la Cina, oltre ad essere l'unica area al mondo ad aver registrato una diminuzione nella produzione. Un esempio lampante di questo fenomeno è fornito da un materiale cardine come il litio, che viene importato per il 100% da nazioni extra-europee. Un ulteriore fattore che rende cruciali questi materiali è legato ai rischi connessi a potenziali tensioni di natura geopolitica, che specialmente negli ultimi anni si stanno intensificando e i quali potrebbero porre importanti ostacoli lungo la catena del valore. Basti pensare, a tal riguardo, che l'80% della produzione mondiale di terre rare proviene dalla sola Cina.

Lo *European Critical Raw Materials Act*, presentato dalla Commissione Europea il 16 marzo 2023, si prefigge l'obiettivo di fornire una risposta olistica alle problematiche europee, con particolare riguardo agli elementi inseriti nell'elenco delle materie prime critiche e nel sottogruppo delle materie prime strategiche⁹⁷, assicurandosi l'accesso dell'UE a un loro approvvigionamento sicuro, diversificato, conveniente e sostenibile. Esso rappresenta il primo piano strategico europeo in materia di materie prime critiche e si prepone di ottenere una maggiore indipendenza strategica attraverso il raggiungimento di *target* ambiziosi nel campo delle attività di estrazione, lavorazione e riciclo.

In tema di estrazione, sviluppi futuri da un punto di vista tecnologico, logistico e geopolitico da attenzionare lungo la catena del valore delle CRM comprendono lo sviluppo di misure alternative, quali la cosiddetta estrazione in profondità (*Deep Sea Mining*).

⁹⁷ Le materie prime strategiche sono esplicitamente considerate dalla Commissione Europea come "rilevanti per le tecnologie che supportano la duplice transizione verde e digitale e gli obiettivi della difesa e dell'aerospazio".

Anche il riciclo rappresenta un'area di *policy* di cruciale importanza volta a mitigare il rischio di fornitura nel quadro introdotto sopra, in cui l'UE ha potenziali margini per specializzarsi. Ad oggi, il tasso di riciclo europeo è molto basso, specialmente per alcuni materiali chiave come le terre rare, e ostacola lo sviluppo di tecnologie future. Ciò è dovuto a una varietà di motivi, tra cui la carente valutazione delle scorte, la mancanza di sistemi di raccolta efficienti, problematiche di natura legale-amministrativa e la complessità del trattamento dei prodotti finiti negli impianti di riciclo, il cui costo di costruzione e mantenimento è spesso estremamente elevato. Queste criticità non dovrebbero tuttavia pregiudicare l'avanzamento del processo verso un nuovo paradigma.

Proprio in relazione al riciclo dei rifiuti (sia urbani che speciali) volto al recupero di materie prime critiche, l'Italia si attesta tra i *leader* a livello europeo, anche se non può essere redatto un bilancio complessivamente positivo: il tasso di riciclo di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, grandi e piccoli elettrodomestici, pile e accumulatori portatili esausti è ancora ampiamente al di sotto dei *target* europei, con un *trend* di generale decrescita rispetto ai livelli del 2020. Si stima che l'ammontare di introiti generati dall'attività di riciclo nazionale sarebbe sestuplicata se venissero edificati ulteriori impianti di riciclo adeguati al trattamento dei materiali.

Un altro elemento di necessaria attenzione è l'azione di armonizzazione tra Commissione Europea e Stati Membri. Il CRM Act prevede il monitoraggio delle catene di approvvigionamento di materie prime critiche e il coordinamento delle scorte di materie prime strategiche tra gli Stati membri.

Su quest'ultimo elemento vi è una necessaria riflessione che scaturisce dall'analisi proposta da questo contributo in merito all'Italia. Infatti, sebbene alcune materie prime siano rilevanti a livello europeo, ciò non significa che la stessa criticità sia rilevata sul panorama nazionale italiano, che presenta tra i primi tre posti di materie del fabbisogno nazionale rame, manganese e silicio metallico.

L'inquadramento della situazione italiana riguardo la produzione mineraria e il riciclo legato al settore delle materie prime critiche ci consentono di delineare alcune linee strategiche nazionali possibili. L'Italia, per cui il ritorno in termini di valore aggiunto generato dalle materie prime critiche è già tra i più alti in Europa, dovrà nondimeno necessariamente rilanciare e rafforzare le attività di estrazione mineraria nazionali. Da un lato ciò significherà delineare una carta mineraria ufficiale aggiornata che classifichi i giacimenti di interesse economico sul suolo nazionale (al momento mancante) al fine di classificare i siti più appetibili da aprire e attivare il rilascio di permessi di ricerca operativa. Dall'altro comporterà il dotarsi di strategie di politica industriale che sappiano rispondere alle criticità interne (elevati costi di estrazione e raffinazione, rigide valutazioni sugli impatti negativi sull'ambiente e lunghi tempi autorizzativi) e

ricostruire competenze e professionalità di cui oggi è completamente priva a causa della scelta di politica economica (di fine Novecento) di ricorrere esclusivamente alle importazioni di materie prime.

La ripresa della produzione mineraria, come abbiamo evidenziato, non è però sufficiente a rendere l'Italia (ma anche l'Europa) meno dipendente lungo la catena di approvvigionamento delle materie prime critiche. Sono necessari, infatti, interventi pubblici che sappiano incentivare investimenti (pubblici e privati) nello sviluppo di tecniche innovative che riguardano l'estrazione mineraria (ad esempio il *biomining*), il recupero di materie prime da prodotti tecnologici (ad esempio l'*urban mining*, la tecnologia idrometallurgica o i *Digital Product Passport*) e da rifiuti estrattivi (materia che richiede maggiori competenze), il settore del riciclo (a partire dall'*ecodesign* dei prodotti) e la realizzazione di nuovi impianti in grado di far fronte al quantitativo crescente di tecnologie *low-carbon* che raggiungeranno il loro fine vita nei prossimi anni. Le iniziative che verranno messe in campo richiederanno un forte coordinamento tra tutti gli attori in campo (ISPRA, ENEA, enti territoriali, realtà ambientaliste, tavolo tecnico etc.). In questa direzione andrà valutata la strada intrapresa da alcuni paesi europei (ad esempio Francia e Germania) e la loro scelta di individuare un soggetto pubblico, esistente (per l'Italia potrebbe essere CDP) o di nuova istituzione (Agenzia), a cui verrebbe affidata la responsabilità di attuare la strategia italiana di settore. È chiaro che l'Italia può muoversi dentro un perimetro di finanza pubblica che vede molti meno margini rispetto ad altri paesi europei. In tal senso, possono essere soluzioni interessanti recenti proposte⁹⁸ che prevedrebbero la rinegoziazione delle risorse europee già stanziata nel PNRR e quelle del REPowerEU, per orientarle verso il rafforzamento della resilienza e della sicurezza delle filiere dell'approvvigionamento delle materie prime necessarie al raggiungimento degli obiettivi energetici e di sostenibilità ambientale. In via complementare, andrebbe salutata con favore l'istituzione di un fondo sovrano italiano, che favorisca investimenti privati strategici per rafforzare le filiere produttive del made in Italy sin dalla fase dell'approvvigionamento di materie prime e fornisca una precisa specializzazione d'indirizzo.

⁹⁸ Si tratta di proposte dell'attuale Ministro per le imprese e il Made in Italy, Adolfo Urso, riprese da diversi organi di stampa.