



CRIET



Centro di Ricerca
Interuniversitario
in Economia
del Territorio

CRITICAL RAW MATERIAL

**Quali sfide
per le materie prime
critiche, strategiche
e rilevanti in Italia**

**Seconda edizione riveduta e corretta
Marzo 2026**



Centro di Ricerca
Interuniversitario
in Economia
del Territorio

CRITICAL RAW MATERIAL

**Quali sfide
per le materie prime
critiche, strategiche
e rilevanti in Italia**

CRITICAL RAW MATERIAL
Quali sfide per le materie prime critiche, strategiche e rilevanti in Italia

A cura di

Angelo Di Gregorio	Professore ordinario di Economia e gestione delle imprese, Dipartimento di Scienze Economico-Aziendali e Diritto per l'Economia, Università degli Studi di Milano-Bicocca
Alessandro Cavallo	Professore associato di Georisorse minerarie, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra, Università degli Studi di Milano-Bicocca
Roberto Chierici	Professore ordinario di Economia e gestione delle imprese, Dipartimento di Scienze Economico-Aziendali e Diritto per l'Economia, Università degli Studi di Milano-Bicocca
Cristina Lanzi	Referente delle attività di ricerca relative ai dati di commercio con l'estero presso il Servizio Statistiche sulla produzione e gli scambi con l'estero (SEB) – Direzione centrale per le statistiche economiche (DCSE), ISTAT
Mirella Morrone	Primo Tecnologo presso il Servizio Statistiche sulla produzione e gli scambi con l'estero (SEB) – Direzione centrale per le statistiche economiche (DCSE), ISTAT
Lorenzo Soriani	Referente delle attività di ricerca relative ai dati di commercio con l'estero presso il Servizio Statistiche sulla produzione e gli scambi con l'estero (SEB) – Direzione centrale per le statistiche economiche (DCSE), ISTAT
Debora Tortora	Professoressa associata di Economia e gestione delle imprese, Dipartimento di Scienze Economico-Aziendali e Diritto per l'Economia, Università degli Studi di Milano-Bicocca

1	PREFAZIONE	7
2	EXECUTIVE SUMMARY	9
3	L'INTERVENTO DELL'UNIONE EUROPEA SULLE CRITICAL RAW MATERIAL E LE RICADUTE NAZIONALI	17
3.1	L'intervento dell'Unione Europea sulle materie prime critiche e strategiche	19
3.1.1	Il dibattito europeo 2008-2023	20
3.1.2	Il Critical Raw Materials Act	28
3.1.3	La lista europea delle materie prime critiche e strategiche	30
3.2	Principali minacce e opportunità a livello europeo	33
3.3	L'attuale focus dell'Unione Europea	37
3.4	La situazione a livello nazionale	39
3.4.1	Il recepimento del CRMA a livello nazionale	40
3.4.2	Coltivazioni minerarie in Italia? Not in My Back Yard	41
3.5	Le materie prime per l'economia nazionale: lo studio 2025	44
4	ANALISI DELLE MATERIE PRIME CRITICHE/STRATEGICHE/RILEVANTI	47
4.1	Le materie prime critiche	49
4.1.1	Antimonio	53
4.1.2	Arsenico	58
4.1.3	Barite	62
4.1.4	Berillio	66
4.1.5	Carbone da coke	71
4.1.6	Feldspati	75
4.1.7	Fluorite	80
4.1.8	Afnio	85
4.1.9	Elio	90
4.1.10	Niobio	94
4.1.11	Fosfati	99
4.1.12	Fosforo	104
4.1.13	Scandio	109
4.1.14	Stronzio	114
4.1.15	Tantalio	118
4.1.16	Vanadio	123
4.2	Le materie prime strategiche	128
4.2.1	Bauxite	132
4.2.2	Bismuto	137
4.2.3	Boro	141

4.2.4 Cobalto 146

4.2.5 Rame 151

4.2.6 Gallio 156

4.2.7 Germanio 161

4.2.8 Grafite naturale 166

4.2.9 Terre rare 171

4.2.10 Magnesio 184

4.2.11 Manganese 189

4.2.12 Nichel 194

4.2.13 Platinoidi 198

4.2.14 Silicio metallico 203

4.2.15 Titanio 208

4.2.16 Tungsteno 213

4.2.17 Litio 218

4.3 Le materie prime rilevanti 223

4.3.1 Oro 226

4.3.2 Minerali ferrosi 230

4.3.3 Argento 235

4.3.4 Roundwood 240

4.3.5 Zinco 244

4.3.6 Molibdeno 249

4.3.7 Piombo 253

4.3.8 Caolinite 258

4.3.9 Gomma naturale 262

4.3.10 Stagno 266

4.3.11 Potassa 271

4.3.12 Cromo 278

**5 MATERIE PRIME NON ENERGETICHE:
EVIDENZE E VALUTAZIONI PER LA COMPETITIVITÀ NAZIONALE 283**

5.1 Il complesso percorso dalle materie prime critiche a quelle rilevanti in Italia 285

5.2 Non solo approvvigionamento: altri temi di interesse 300

5.2.1 La raffinazione delle materie prime critiche 301

5.2.2 Il recupero delle materie prime come fonte di approvvigionamento secondario 303

5.3 Prime proposte di policy 306

5.3.1 Un panel di esperti sulle critical raw material 307

5.3.2 Possibili indicazioni di policy 307

6 BIBLIOGRAFIA 317

7 NOTA METODOLOGICA 327

7.1 Il sistema di indagini sul commercio con l'estero di merci 329

**8 ALLEGATI. IMPORTAZIONI ED ESPORTAZIONI 2023/2024 –
INDICE DELLE TABELLE – INDICE DELLE FIGURE 333**

8.1 Importazioni ed esportazioni 2023 (dati definitivi) e 2024 (dati provvisori) 335

8.2 Indice delle tabelle 342

8.3 Indice delle figure 349

1

PREFAZIONE

Benché il terziario sia da tempo protagonista dello sviluppo economico nazionale, la tradizione industriale del Bel Paese – ampia, articolata, ma capace di adattamenti continui – assegna ancora oggi alle imprese italiane un ruolo di rilievo nella produzione mondiale, con una quota del PIL di settore tra le più elevate a livello europeo. Una posizione, dunque, che va difesa e sostenuta, agendo, tra i molti interventi di natura strategica, anche sui fattori di produzione. Tra questi, le materie prime rappresentano indubbiamente risorse indispensabili, da valutare sia in termini di disponibilità che di economicità. Approvvigionamenti e costo di tali elementi si intersecano in un tema di notevole complessità e dagli importanti risvolti economici e geo-politici, che l'Unione Europea sta cercando di affrontare, con particolare riferimento alle *critical raw material*.

Oggetto di interesse crescente in Europa nell'ultimo ventennio e di animati confronti a livello globale, l'impiego di tali materie prime critiche e strategiche dovrebbe guidare la trasformazione *green & digital*. Istituzioni, imprese, centri di ricerca hanno partecipato al dibattito, facendo emergere una posizione dominante, molto concentrata sull'analisi dell'offerta di *critical raw material* e sui conseguenti rischi di approvvigionamento a livello europeo e, ovviamente, anche di singole Nazioni.

La questione è stata negli anni materia di studio anche per il CRIET - Centro di Ricerca Interuniversitario in Economia del Territorio, avendo iscritto nel proprio DNA uno spiccato interesse per l'economia territoriale e le organizzazioni produttive che ne sono prime attrici. Proprio partendo da un approfondimento delle esigenze di queste ultime in termini di fattori di produzione, ma anche di loro concreto impiego, si è avvertita la necessità di modificare l'ottica di analisi, interrogandosi sull'effettiva esigenza/centralità delle materie prime critiche e strategiche a livello nazionale.

In quest'area di indagine si posiziona il presente studio, frutto dell'impegno di un gruppo di ricercatori del CRIET e di ISTAT, che suggerisce l'opportunità di una prospettiva ampliata, *data driven* e *country based* del fenomeno osservato.

Le riflessioni che si presentano di seguito, dunque, lungi dall'essere un punto di arrivo, intendono fornire una *base organica ed obiettiva di riferimento* sulle materie prime non energetiche, grazie al ricco ed aggiornato *dataset** su cui si fondano, nell'intento di contribuire ad animare un dialogo costruttivo tra molteplici *stakeholder*, che tenga conto della necessità di soddisfare il fabbisogno italiano mediante una serie di strategie alternative, con una rinnovata attenzione all'intero sistema delle materie prime, ma anche a temi come il riciclo o la valorizzazione delle strutture di recupero.

Angelo Di Gregorio
Direttore scientifico CRIET

* I dati utilizzati per la conduzione delle analisi sono, al momento in cui si scrive, frutto della più recente estrazione resa disponibile da ISTAT, quindi da una fonte ufficiale nazionale.



2

EXECUTIVE SUMMARY

In tema di materie prime critiche e strategiche, l'animato dibattito nazionale e internazionale sconta un orientamento dominante, molto concentrato sull'**analisi dell'offerta** di tali materiali, nell'intento di diminuire il grado di dipendenza dai principali Paesi produttori/trasformatori e contenere il rischio di interruzione delle catene di fornitura globali, diversificando le fonti di approvvigionamento, sostenendo il riciclo/recupero e sviluppando lo *urban mining*.

Un minor livello di approfondimento sembra, invece, essere destinato alla **domanda** riferita alle materie prime critiche e strategiche, mancando di evidenziare i settori di destinazione delle stesse – ad esclusione di quelli strategici – e, soprattutto, il loro contributo al Prodotto interno lordo rispetto all'industria "tradizionale".

Se non è da mettere in discussione l'impiego delle *critical raw material* per la transizione *green & digital*, per cui è auspicato, necessario e fortemente apprezzato l'impegno dell'Unione Europea, analogamente è lecito, anzi doveroso, chiedersi in quali quantità, in quali fasi produttive/trasformative e con quale orizzonte temporale – ovvero quanto, come e quando – l'industria europea e quella italiana riescono effettivamente a utilizzare tali materie come *input* produttivi nel sistema industriale attualmente in essere.

Partendo da tali riflessioni, il presente studio si posiziona quale naturale e imprescindibile prosecuzione di una prima ricerca condotta nel 2021, dal titolo "*Analisi del fabbisogno delle materie prime critiche in Italia. La nuova sfida per le materie prime strategiche non energetiche*"¹, che, avendo come punto di riferimento la lista "2020 Critical Raw Materials" redatta dalla Commissione Europea, proponeva un'analisi ragionata sul fabbisogno nazionale anche di altre materie prime (non energetiche), tenendo in considerazione i cicli produttivi in cui esse venivano impiegate e le potenzialità di sviluppo industriale (cfr. Box di approfondimento "Analisi del fabbisogno delle materie prime critiche in Italia. La nuova sfida per le materie prime strategiche non energetiche").



¹ Di Gregorio, A., Cavallo, A., Lanzi, C., Morrone, M., & Tortora, D. (2021). *Analisi del fabbisogno di materie prime critiche in Italia. La nuova sfida per le materie prime strategiche non energetiche*. *Esperienze d'Impresa*, (1), 5-42. Lo studio è stato sviluppato nell'ambito delle attività del Laboratorio Materie Prime del CRIET – Centro di Ricerca Interuniversitario in Economia del Territorio, Università degli Studi di Milano-Bicocca, alveo concettuale anche di questa seconda analisi.

ANALISI DEL FABBISOGNO DELLE MATERIE PRIME CRITICHE IN ITALIA. LA NUOVA SFIDA PER LE MATERIE PRIME STRATEGICHE NON ENERGETICHE

Di Gregorio, A., Cavallo, A., Lanzi, C., Morrone, M., & Tortora, D.

Lo studio, pubblicato nel 2021, ha analizzato le importazioni e le esportazioni a livello nazionale di materie prime critiche nel periodo 2015-2020, in valore e quantità, per Paese d'origine. Sono stati considerati 63 elementi - 30 ottenuti dalla lista "2020 Critical Raw Materials" definita dalla Commissione Europea, e 33 ottenuti dalla classificazione operata da ISTAT e validata da ricercatori esperti del settore. Il *dataset* è stato costituito da tutti gli acquisti (in valore e quantità) effettuati a livello nazionale nel periodo 2015-2020.

I risultati relativi alla prima fase di ricerca sono stati organizzati per livello di dettaglio, al fine di renderne più agevole la lettura e le relative considerazioni:

- *risultati di primo livello*, riguardanti osservazioni sulla bilancia commerciale delle materie prime strategiche;
- *risultati di secondo livello*, si riferiscono all'analisi del valore delle importazioni di materie prime strategiche, prendendo a riferimento le prime 30 per valore delle importazioni;
- *risultati di terzo livello*, che ne rappresentano il confronto con le materie prime critiche a livello europeo e forniscono un approfondimento delle prime 10 materie definite "strategiche" per l'Italia;
- *risultati di quarto livello*, che propongono un'analisi delle importazioni di materie prime dal punto di vista qualitativo e quantitativo.

Nel loro complesso, i risultati raggiunti da questa prima ricerca hanno sottolineato *il profilarsi una discrepanza tra quanto ritenuto critico a livello europeo in termini di materie prime e quanto osservato come strategico per il funzionamento dell'industria nazionale*, sottolineando la necessità di focalizzarsi sugli scenari di gestione delle materie prime critiche, sia per quanto riguarda la produzione di materiali, elettronica di consumo e infrastrutture richiesti dalla transizione energetica, sia con riferimento alla componente di rischio emergente, affinché una corretta pianificazione a livello politico ed economico possa realmente trasformare tali risorse tangibili in una fonte di valore.

Proprio prendendo spunto dalle risultanze di quella prima ricerca, anche in termini di *management*, obiettivo di questo secondo lavoro è fornire un aggiornamento ragionato sullo stato dell'arte delle materie prime critiche e strategiche, secondo i dettami dell'Unione Europea, ma con una specifica focalizzazione sul tessuto produttivo italiano.

In tal senso, muovendo dalle scelte normative e strategiche compiute in Europa per contenere i rischi di approvvigionamento, affrontate nel terzo capitolo, unitamente ad una presentazione della situazione a livello nazionale, lo studio intende rispondere ad un primo quesito di ricerca solo in apparenza semplice, perché foriero di considerevoli implicazioni gestionali.

Nel dettaglio, la *research question* può sintetizzarsi come segue:

"Le materie prime critiche e strategiche definite dall'Unione Europea sono davvero significative per l'economia nazionale?"

Da questa prima domanda discende un secondo quesito, subordinato al primo:

"Se le materie prime critiche e strategiche risultano significative per l'economia nazionale, sono effettivamente impiegate per sostenere la transizione green & digital?"

Per rispondere alle *research question*, sempre nel terzo capitolo del presente studio si richiamano i principali interventi dell'Unione Europea sulle *critical raw material* e le ricadute a livello italiano.

Nel seguente quarto capitolo si propone, in prima battuta, un monitoraggio puntuale del fabbisogno espresso dall'industria nazionale in termini di materie prime **critiche** e **strategiche**, secondo le indicazioni della più recente lista "2023 Critical Raw Materials". Per la costruzione del *dataset* il punto di partenza è stato il registro degli operatori che realizzano scambi di merci con l'estero, di fonte fiscale/doganale in cui compare il massimo dettaglio merceologico (Nomenclatura Combinata a 8 digit)². Ai fini dell'analisi, i codici corrispondenti alle materie prime critiche sono stati individuati, trattati e ricondotti ai 34 elementi/sostanze della lista (ISTAT, 2024). Di tali elementi è stata effettuata una misurazione in termini di importazioni negli ultimi anni (2015-2023), raffrontate con le relative esportazioni, analizzando altresì i settori di destinazione, per apprezzarne l'entità e l'effettivo impiego nell'industria nazionale.

Successivamente, sempre nel quarto capitolo, si propone anche una riflessione su una terza categoria di materie prime che, pur se non contemplate a livello europeo, per il loro impatto a livello di produzione nazionale, qui definiamo **rilevanti**. Si tratta di elementi che nel presente studio si vanno ad aggiungere a quelli individuati dall'Unione Europea al fine di rispondere alle *research question* e, quindi, comprendere quali materie prime sono effettivamente importanti in termini di utilizzo industriale a livello di Sistema Paese. Per la determinazione degli elementi rilevanti da osservare ci si è focalizzati sulle materie prime (non energetiche) secondo la classificazione elaborata dall'ISTAT nel 2020 e revisionata nel 2024, nell'intento di determinarne la rilevanza, appunto, in relazione al livello di importazioni ed ai settori di impiego. Tale classificazione è stata preventivamente validata da ricercatori esperti del settore, mentre per la costruzione del *dataset* è stata utilizzata la stessa metodologia applicata per le materie prime definite critiche e strategiche.

Pertanto, nel quarto capitolo, per ognuna delle materie prime non energetiche critiche, strategiche e rilevanti prese in esame, si descrivono dapprima le loro principali caratteristiche organiche e le possibilità di recupero e poi si presentano:

- le quantità e il valore delle importazioni e delle esportazioni nel periodo 2015-2023;
- i principali settori di destinazione in Italia;
- i principali Paesi produttori.

Il quarto capitolo è nel complesso una vera e propria base organica di riferimento sulle materie prime non energetiche, utilizzabile per analisi equanime e scevre da inclinazioni speculative. È, quindi, il fondamento dell'analisi conclusiva svolta nel quinto capitolo.

² Gli aspetti metodologici relativi alla costruzione del *dataset* sono dettagliati nella nota metodologica al capitolo 7.



Si noti che i dati riferiti all’anno 2023 (utilizzati per le analisi nel quarto capitolo), pur essendo completi al momento della loro trasmissione, sono provvisori e sono il risultato di un’estrazio-
ne effettuata da ISTAT a marzo 2024. Dal confronto con i dati definitivi non sono emersi scosta-
menti significativi. In ogni caso, nel capitolo 8 sono proposti i valori delle importazioni e delle
esportazioni su dati definitivi 2023 e, inoltre, su dati provvisori per il 2024.

Infine, nel quinto e conclusivo capitolo si prova innanzitutto a rispondere alle *research question*.
Con riferimento alla significatività delle materie prime critiche e strategiche definite dall’U-
nione Europea per l’economia nazionale emerge che le importazioni sono destinate princi-
palmente ai settori più tradizionali del sistema industriale italiano. La più ampia discrepanza
che era stata evidenziata nel nostro precedente studio si è ridotta anche e soprattutto perché
l’Unione Europea ha incrementato il numero di elementi inseriti nella lista 2023 (basti pensare,
ad esempio, all’inserimento del rame e del nichel) che trovano ampia applicazione nei processi
trasformativi delle imprese del nostro Paese (paragrafo 5.1).

In ogni caso, è davvero limitato l’impiego nei settori che caratterizzano la transizione ambien-
tale e digitale, come indagato dalla seconda *research question*. Le considerazioni esposte e i
risultati illustrati sottolineano la necessità di focalizzarsi sugli scenari di gestione delle *critical
raw material*, sia per quanto riguarda i settori strategici e le connessioni con la transizione
energetica, sia con riferimento alla componente di rischio di approvvigionamento, affinché una
corretta pianificazione a livello politico ed economico possa realmente trasformare tali risorse
tangibili in una fonte di valore (paragrafo 5.1).

Sempre nel quinto capitolo (paragrafo 5.2), si analizzano, seppur in modo sintetico, i temi
della raffinazione e del riciclo/recupero. Entrambi questi temi non possono essere ignorati
quando si affronta la questione delle materie prime, non solo di quelle critiche e strategiche.

Il capitolo 5 si conclude con alcune prime indicazioni di *policy* (paragrafo 5.3). Per la indivi-
duazione delle *policy* presentate è stato chiamato ad esprimersi un *panel* di esperti, com-
posto da *manager* e dirigenti di istituzioni e imprese italiane. Gli esperti si sono confrontati
sull’effettivo impiego delle materie prime critiche e strategiche nell’industria nazionale e,
inoltre, hanno formulato previsioni circa l’impatto e lo sviluppo dei settori ritenuti strategici
per l’oggetto di studio, anche in ottica di riciclo ed economia circolare.

Sintesi delle indicazioni di Policy proposte nel quinto capitolo

Fase di produzione/ trasformazione	Valorizzazione delle strutture di deposito
	Mappatura siti dismessi per recupero di minerale utile dagli scarti
	Definizione di sistemi per flussi di <i>feedstock</i> di qualità
	<i>Urban Mining</i>
	Esplorazione mineraria collegata alle materie prime rilevanti
	Rilocalizzazione/costruzione della filiera dedicata alla produzione di componenti
	Etichettatura prodotti
	<i>Eco-design</i>
Organizzazione	Sviluppo di prodotti con minore contenuto di <i>critical raw material</i>
	Accordi con Paesi produttori/raffinatori
	Attività di sensibilizzazione sul tema del recupero
	Cabina di regia unitaria per l’autorizzazione degli impianti di recupero
	Politiche di governo dei prezzi dei materiali da riciclo
Ricerca e formazione	Revisione del sistema normativo per il recupero delle cave minerarie
	Partecipazione al progetto SCREEN3
	Classificazione dei rifiuti per valutare la qualità del <i>feedstock</i>
	Ricerca tecnologica sulle tecniche di recupero
	Aggiornamento delle competenze

In sintesi, è necessario, anzi urgente, riflettere in maniera approfondita sul binomio critici-
tà-rilevanza delle risorse per il sistema industriale del Paese. Probabilmente accanto alla pia-
nificazione strategica dell’uso delle *critical raw material*, cui è giusta e doverosa l’importanza
ad oggi riconosciuta, sarebbe opportuno a livello nazionale provvedere a formulare proposte
di *policy*, possibilmente condivise e sostenute a livello europeo, per tutte quelle materie che
risultano di interesse per l’economia nazionale, la cui difficoltà di reperimento, insieme alla
variabilità dei prezzi, rischia di ridurre la propensione ad investire specie da parte delle impre-
se, contenendone la competitività a livello internazionale.



3

**L'INTERVENTO
DELL'UNIONE EUROPEA
SULLE CRITICAL
RAW MATERIAL
E LE RICADUTE
NAZIONALI**

Di seguito si presentano le principali questioni affrontate dall'Unione Europea per la gestione delle materie prime critiche e strategiche, non solo in tema di approvvigionamento e dipendenza da Paesi terzi, ma anche considerandone i risvolti sociali e ambientali.

A valle di una sintetica ricostruzione del lungo dibattito europeo sul tema, si sottolineano obiettivi e direzione di azione del *Critical Raw Materials Act* (CRMA), il recente regolamento emanato dall'Unione Europea, che istituisce un quadro atto a garantire un approvvigionamento sicuro e sostenibile di materie prime critiche, partendo proprio dalla distinzione tra materie prime critiche e strategiche, fino ad arrivare ai progetti strategici che ne costituiscono la parte esecutiva. Opportunità e sfide in termini di impiego industriale, innovazione, *supply chain* completano il profilo della situazione europea.

Infine, il tema delle *critical raw material* viene affrontato a livello nazionale, sottolineando lo sforzo delle istituzioni sia in termini legislativi che di promozione di collaborazioni internazionali.

Nell'ultimo paragrafo di questo capitolo sono presentate le *research question* che hanno guidato la stesura del presente volume.

3.1 L'intervento dell'Unione Europea sulle materie prime critiche e strategiche

Né rapido, né tempestivo può definirsi il percorso intrapreso dall'Unione Europea nell'affrontare la questione delle *critical raw material*.

Non rapido, perché il dibattito a livello comunitario, che troviamo già accennato negli anni '70³, vede i primi segnali di concreta attenzione a partire dal 2008, anno in cui viene lanciata dalla Commissione Europea la *Raw Materials Initiative*, nell'intento di assicurare un approvvigionamento sicuro e sostenibile di alcuni materiali (Di Girolamo e Della Sala, 2018). Bisogna arrivare, però, al 2024 per trovare un quadro normativo comune – il *Critical Raw Materials Act* – volto a ridurre strutturalmente i rischi di approvvigionamento e migliorare il funzionamento del mercato interno.

Non tempestivo, perché approcci diversi sono stati perseguiti da altre Nazioni.

L'ascesa della Cina nel mercato delle terre rare, ad esempio, è datata a partire dagli anni '50, come sottoprodotto dell'estrazione di ferro a Bayan Obo, in Mongolia Interna. Sin dagli anni '60

³ Si riporta di seguito uno stralcio del discorso di Altiero Spinelli, allora commissario all'Industria nella Commissione Europea. Era il 1975 e già iniziava a percepirsi l'importanza delle materie prime: "Una serie di eventi hanno portato ad un'atmosfera di incertezza nel settore delle materie prime. (...) Per questo motivo la Commissione ha ritenuto necessaria un'analisi complessiva del problema a livello comunitario. I risultati dello studio indicano che in quasi tutte le materie prime l'Europa dipende da fonti di approvvigionamento esterno, una condizione aggravata dalla loro inadeguata diversificazione, dalla posizione di potere di alcuni fornitori, dalla ritrosia europea ad investire in attività minerarie e di prospezione. (...) Il combinarsi di questi elementi minaccia l'Europa di una penuria di materie prime nel lungo periodo. Per questo la Commissione concorda sul fatto che, data la sua enormità, il problema trascende la dimensione nazionale e che la sua importanza è tale che l'azione comunitaria debba avere un fulcro unitario" (Manzella, 2023).

il Paese ha investito in maniera rilevante in ricerca e sviluppo, attraverso istituti di ricerca e programmi governativi, fino ad acquisire l'odierna posizione dominante. In modo analogo, la Cina ha investito direttamente all'estero anche in trasferimento di tecnologia⁴ (Barteková and Kemp, 2016). Più recente è l'iniziativa *Belt and Road* (2013), che prevede investimenti in attività minerarie in Africa, Indonesia e America Latina, ma anche in impianti di raffinazione all'estero, assicurandosi per questa via un accesso strategico alle materie prime (Draghi, 2024 b). La *leadership* cinese sul tema *critical raw material* ha quindi radici profonde in una visione strategica portata avanti da circa 70 anni.

La politica degli Stati Uniti in tema di materie prime critiche, invece, si è basata negli anni della Guerra Fredda sull'approvvigionamento di materiali strategici per l'industria della difesa, data la forte attenzione alla sicurezza nazionale; solo in anni relativamente recenti, il Paese si è concentrato sul perseguimento di una strategia più ampia, che mira a garantire la competitività economica, la transizione energetica e la resilienza delle catene di approvvigionamento in un contesto geopolitico sempre più complesso. Per accelerare lo sviluppo delle capacità di lavorazione, raffinazione e riciclo all'interno dei propri confini, gli Stati Uniti hanno implementato nel 2021 il Bipartisan *Infrastructure Act* e il programma annuale *Defence Funding* e, inoltre, nel 2022 l'*Inflation Reduction Act* (IRA)⁵ (Draghi, 2024 b).

Il Giappone ha invece sviluppato un approccio strategico alla "diplomazia delle risorse", con aiuti esteri e finanziamenti pubblici per garantirsi l'accesso alle forniture da altri Paesi, cui affianca, però, anche una consolidata tradizione interna per la lavorazione e produzione di materie prime critiche, specialmente per i magneti. Anche la Corea del Sud, tra le altre iniziative, mira ad aumentare le riserve di materie prime per garantire continuità di lavorazione delle industrie del Paese in caso di interruzioni della *supply chain*.

A che punto è l'Europa?

Nell'intento di sintetizzare i momenti determinanti che hanno avviato l'Unione Europea verso una gestione unitaria e consapevole delle materie prime critiche e strategiche, nei paragrafi che seguono se ne ripercorrono i principali step organizzativi/fattuali (paragrafo 3.1.1), si discute la più recente normativa (paragrafo 3.1.2) e si presenta la metodologia attraverso la quale vengono definite le materie prime critiche e strategiche (paragrafo 3.1.3).

3.1.1 Il dibattito europeo 2008-2023

Il dibattito sulle materie prime critiche occupa ufficialmente l'agenda dell'Unione Europea da quasi venti anni; già nel 2008, infatti, il tema inizia a porsi all'attenzione della Commissione Europea. Dopo una lunga gestazione, nel 2023 si giunge alla proposta di un Regolamento comunitario sulla materia, che vedrà la sua approvazione nell'anno successivo⁶.

⁴ Un esempio significativo è l'acquisizione a metà degli anni '90 di Magnequench da parte di aziende cinesi, che ha permesso alla Cina di accedere alla tecnologia dei magneti permanenti a base di neodimio (Barteková and Kemp, 2016).

⁵ Peraltro, l'*Inflation Reduction Act* è stato da molti interpretato come un provvedimento a sostegno dell'industria statunitense e che in qualche modo superava il vincolo degli aiuti di Stato.

⁶ Un gruppo di studio di Fondazione Astrid ha analizzato l'assetto amministrativo europeo sulle materie prime critiche; prendendo spunto dalla ricostruzione storica del quadro europeo fornita nello studio (Astrid, 2024), nel box "Le principali tappe delle materie prime critiche nell'Unione Europea" si propongono le principali tappe dell'intervento europeo.

LE PRINCIPALI TAPPE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE NELL'UNIONE EUROPEA

Oggi centrale negli interessi comunitari, la tematica delle materie prime critiche è stata affrontata nel corso del tempo con differenti livelli di intensità, sia di attenzione che di azione. Di seguito se ne propone una sintesi per tappe salienti.

2008

Iniziativa Materie prime critiche

Il documento del 2008 – COM(2008) 699 – identifica la crescente vulnerabilità dell'Unione Europea per l'accesso alle materie prime non energetiche e ne sottolinea l'importanza strategica. La Commissione Europea propone un'iniziativa integrata per affrontare il problema su tre fronti: a) garantire l'accesso alle materie prime sui mercati internazionali a condizioni eque e non distorte, b) determinare condizioni quadro favorevoli all'approvvigionamento sostenibile di materie prime da fonti europee e c) ridurre la domanda primaria attraverso l'efficienza e il riciclo.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:it:PDF>

2011

Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse

Il documento "Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse" – COM(2011) 571 – inquadra l'uso di materie prime (minerali e metalli) all'interno della più ampia sfida dell'efficienza delle risorse e della transizione verso un'economia circolare, dove i rifiuti diventano una risorsa. Individua altresì una serie di azioni, da attuare entro il 2020, finalizzate a promuovere un consumo e produzioni sostenibili, trasformare i rifiuti in risorsa e sostenere la ricerca e l'innovazione.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:IT:PDF>

Definizione elenco delle materie prime critiche

Prima lista contenente 14 elementi definiti *critical raw material*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0025>

2014

Horizon 2020

All'interno del programma Horizon 2020 (2014/2020), le attività legate alle materie prime lungo l'intera catena del valore vengono affrontate nella Sfida 5: "Azione per il clima, ambiente, efficienza delle risorse e materie prime", nell'intento di sfruttare appieno il potenziale delle materie prime primarie e secondarie e potenziare la capacità di innovazione del settore. Il focus è principalmente sulle materie prime non energetiche e non agricole utilizzate nell'industria (minerali metallici, minerali industriali, materiali da costruzione, legno e gomma naturale), presentando opportunità di finanziamento *ad hoc*. Il programma è stato poi sostituito da Horizon Europe.

https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en

Aggiornamento elenco delle materie prime critiche

Seconda lista contenente 20 elementi definiti *critical raw material*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0297>

2017**Aggiornamento elenco delle materie prime critiche**

Terza lista contenente 27 elementi definiti *critical raw material*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0490>

2019**Green Deal Europeo**

È la strategia di crescita lanciata dall'Unione Europea nel 2019 e prevede un pacchetto di iniziative strategiche per avviare la transizione verde, con l'obiettivo finale di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Le materie prime critiche sono considerate essenziali per la sua riuscita e, pertanto, è messa in atto una strategia specifica e avviata la definizione di un quadro legislativo (*Critical Raw Materials Act*) per affrontare attivamente le sfide legate all'approvvigionamento.

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

2020**Tracciare la rotta verso un'Europa più resiliente**

La Relazione 2020 sulla Previsione Strategica – COM(2020) 493 –, prima relazione della Commissione Europea sul tema, enfatizza la centralità del concetto di resilienza per le politiche dell'Unione Europea, soprattutto alla luce della crisi seguita alla pandemia da Covid-19, ma anche delle trasformazioni di lungo periodo *green & digital*. Nella relazione trovano spazio le materie prime critiche come un nodo strategico cruciale per la resilienza e l'autonomia futura dell'Europa.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0493>

Action Plan

Il Piano d'Azione – COM(2020) 494 – mira a: a) sviluppare catene del valore resilienti per gli ecosistemi industriali dell'Unione Europea; b) ridurre la dipendenza dalle materie prime primarie critiche attraverso l'uso circolare delle risorse, prodotti sostenibili e innovazione; c) rafforzare l'approvvigionamento interno di materie prime nell'Unione Europea; d) diversificare l'approvvigionamento da Paesi terzi ed eliminare le distorsioni del commercio internazionale, rispettando gli obblighi internazionali dell'Unione Europea.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474>

European Raw Materials Alliance (ERMA)

Annunciata il 3 settembre 2020, nell'ambito del Piano d'Azione sulle materie prime critiche, l'Alleanza europea per le materie prime contribuisce a garantire un accesso affidabile, sicuro e sostenibile alle materie prime.

<https://erma.eu/about-us/>

Aggiornamento elenco delle materie prime critiche

Quarta lista contenente 30 elementi definiti *critical raw material*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474>

2023**Aggiornamento elenco delle materie prime critiche**

Quinta lista contenente 34 elementi definiti *critical raw material*, fra cui 17 materie prime definite strategiche.

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:903d35cc-c4a2-11ed-a05c-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_2&format=PDF

2024**Critical Raw Materials Act**

È il Regolamento UE 2024/1252 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 aprile 2024 che istituisce un quadro atto a garantire un approvvigionamento sicuro e sostenibile di materie prime critiche e che modifica i Regolamenti (UE) 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 e (UE) 2019/1020.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401252

Dal 2011, anno in cui con il *critical assesment* viene stilata la prima lista di materie prime critiche, ad oggi le materie attenzionate sono passate da 14 a 34, segnando un *trend* in continua ascesa (20 elementi inclusi nel 2014, 27 elementi nel 2017, 30 elementi nel 2020)⁷. Il *trend* è legato all'innovazione in campo industriale, ma anche alla più attuale *green & digital transition* che interessa *supply chain* globali sempre più lunghe.

Secondo la narrazione *mainstream*, le materie prime critiche e strategiche sono destinate a rivestire un'importanza crescente a livello globale ed europeo per il loro impiego in settori determinanti per la prosperità economica e sociale delle nazioni e per lo sviluppo di produzioni industriali con importanti potenziali di crescita futura, quali elettronica, energie rinnovabili, mobilità elettrica, ecc. (Carrara et al., 2023). Tali materie favoriscono la differenziazione dei prodotti per rispondere ad una domanda sempre più esigente da un lato e, dall'altro, contribuiscono ad una maggiore efficienza dei processi produttivi e ad un contenimento dei costi, grazie all'utilizzo di materiali innovativi, e promuovono la sostenibilità (Di Gregorio et al., 2021).

Impiegate nella produzione di una vasta gamma di tecnologie avanzate, si definiscono **critical raw material**:

“quei materiali di strategica importanza economica per l'Europa e caratterizzati allo stesso tempo da alto rischio di fornitura”⁸.

Ne costituiscono i tratti caratterizzanti la complessa reperibilità, l'importanza economica strategica ai fini della transizione ecologica in Europa, la difficile sostituibilità per il funzionamento e l'integrità di una vasta gamma di ecosistemi industriali.

Le materie prime critiche stanno facendo registrare un incremento della domanda a livello globale (Calderon et al., 2024; La Bella and Joime, 2024; Holl et al., 2024), collegato certamente alla crescita produttiva e tecnologica dei Paesi industrializzati, ma anche alle aumentate necessità dei Paesi in via di sviluppo. Inoltre, anche la decarbonizzazione dei trasporti e dei sistemi energetici, direttamente collegata alla competitività delle imprese di certe *industry* per gli ingenti investimenti necessari, ha un impatto diretto sulla crescente necessità di impiego (Di Gregorio et al., 2021).

Tali condizioni influiscono sul tema della dipendenza di molti Paesi da conferimenti extra-nazionali, ulteriormente provato dal rischio di improvvisa interruzione delle catene di fornitura (Bednarski et al., 2025), a seguito tanto di eventi procurati dall'uomo, quanto subiti e non preventivabili (Orlando et al., 2021; *EIT RawMaterials*, 2020). Ad esempio, i principali minerali critici impiegati per lo sviluppo delle cosiddette “tecnologie verdi”, in particolare nichel, rame, cobalto, litio e platino/palladio, hanno una elevata probabilità di interruzione di disponibilità e un altrettanto elevato livello di impatto al verificarsi di tale problematica. A ciò si aggiungano le innumerevoli difficoltà nell'assicurare massicce e continue forniture di rame, litio, platino, manganese, grafite, terre rare e altri minerali critici necessari per costruire turbine eoliche, impianti solari, veicoli elettrici, elettrolizzatori a idrogeno e tutte le infrastrutture ausiliarie (DeWit, 2023).

La vulnerabilità delle catene di approvvigionamento è determinata anche dall'elevata concentrazione geografica della produzione/trasformazione di molte materie in pochi Stati (come ad esempio la Cina, Paese esportatore del 100% di terre rare pesanti e dell'85% di terre rare leggere) o in regioni spesso politicamente instabili (la Repubblica Democratica del Congo fornisce il 63% del cobalto, sul totale della produzione globale, utilizzato nelle batterie, e il 35% del

tantalio, impiegato nell'aerospazio). A livello europeo, la dipendenza dalla Cina per magnesio (98,9% delle importazioni nel 2023) e gallio (79,2%), dalla Turchia per i borati (76,0%) e dal Brasile per il niobio (86,6%), rendono il nostro continente particolarmente vulnerabile da questo punto di vista (Centro Studi Assolombarda, 2024).

Benché tale condizione sia evidente da tempo, e nonostante gli sforzi dell'Unione Europea, nei tre anni successivi alla presentazione del *critical assesment* della Commissione Europea del 2020 si sono registrati ben pochi cambiamenti in tema di diversificazione delle fonti di approvvigionamento⁹; infatti, i primi tre produttori delle principali materie prime critiche – Cina (terre rare e grafite), Repubblica Democratica del Congo (cobalto) e Indonesia (nichel) – hanno mantenuto invariata, se non addirittura incrementato, la loro quota di mercato (Figura 1, Figura 2), trasformando tali materiali, almeno in potenza, in una vera e propria arma geopolitica (European Commission 2020, 474; European Commission, 2023).

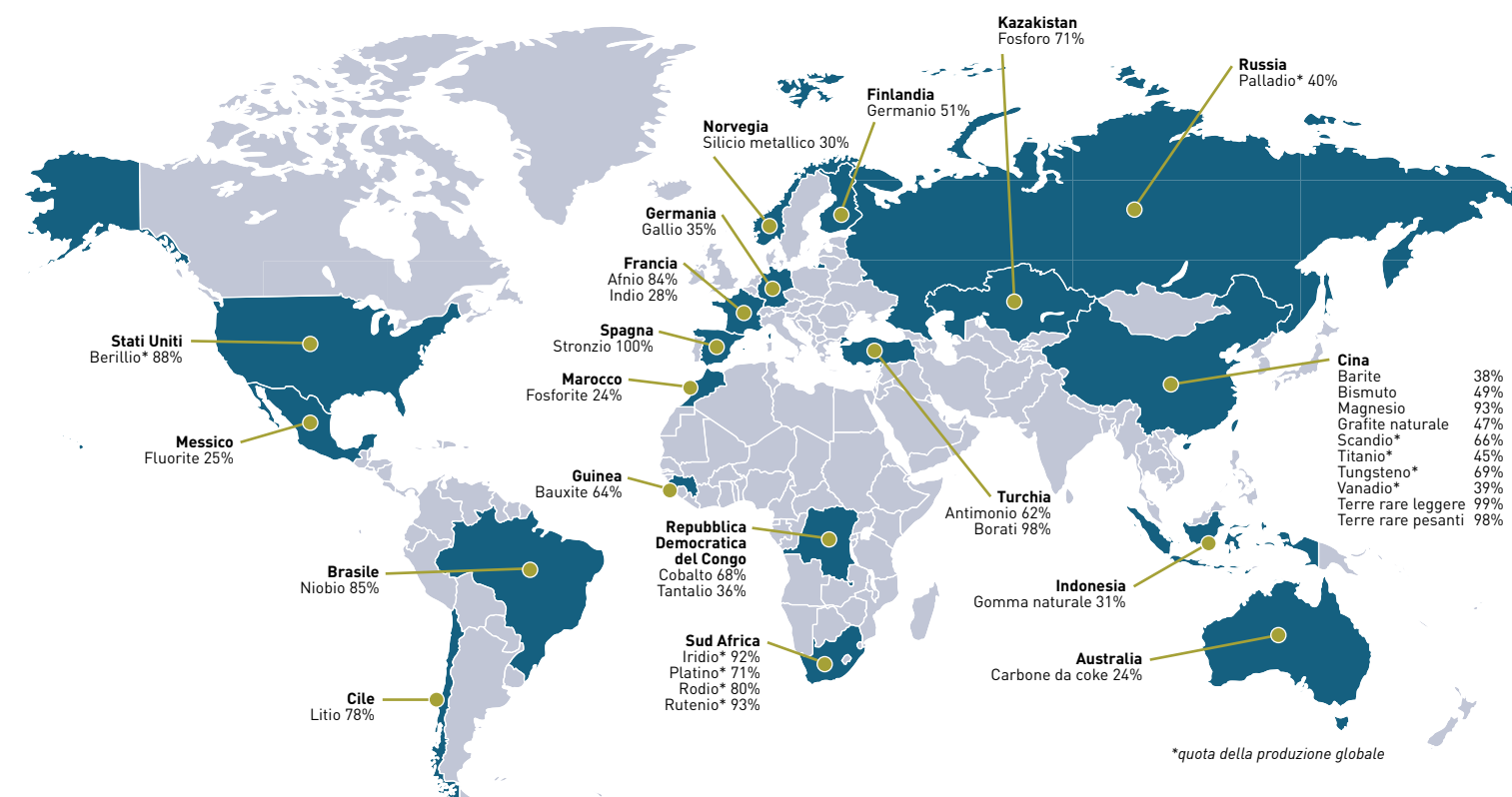


Figura 1 – Paesi che esprimono la quota maggiore di offerta di Critical Raw Material per l'Unione Europea (anno 2020)
Fonte: European Commission (2020, 474). Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability

⁹ A conferma di ciò, la produzione di polisilicio (essenziale per l'energia solare oltre che per i semiconduttori) a carico della Cina è passata da meno del 30% nel 2010 a oltre l'80% nel 2022, con prezzi in decrescita nel quinquennio 2010-2015 (in realtà, benché con una flessione inferiore, fino al 2020) sia per volumi di produzione in costante aumento, sia per la capacità del Paese di assorbire costi ambientali e di altro tipo, realizzando prodotti economici e di qualità, che mettono fuori mercato la concorrenza statunitense, tedesca, giapponese e coreana. Nonostante la recente inversione dei prezzi, sembra difficile ipotizzare una riduzione significativa del predominio della Cina nel prossimo decennio; al contrario, il maggiore ruolo dell'energia solare nella decarbonizzazione rischia di creare paradossalmente una sempre maggiore dipendenza proprio da questo Paese extra-europeo (DeWit, 2023).

⁷ https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en?prefLang=it.

⁸ <https://www.mimit.gov.it/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/materie-prime-critiche/materie-prime-critiche>.

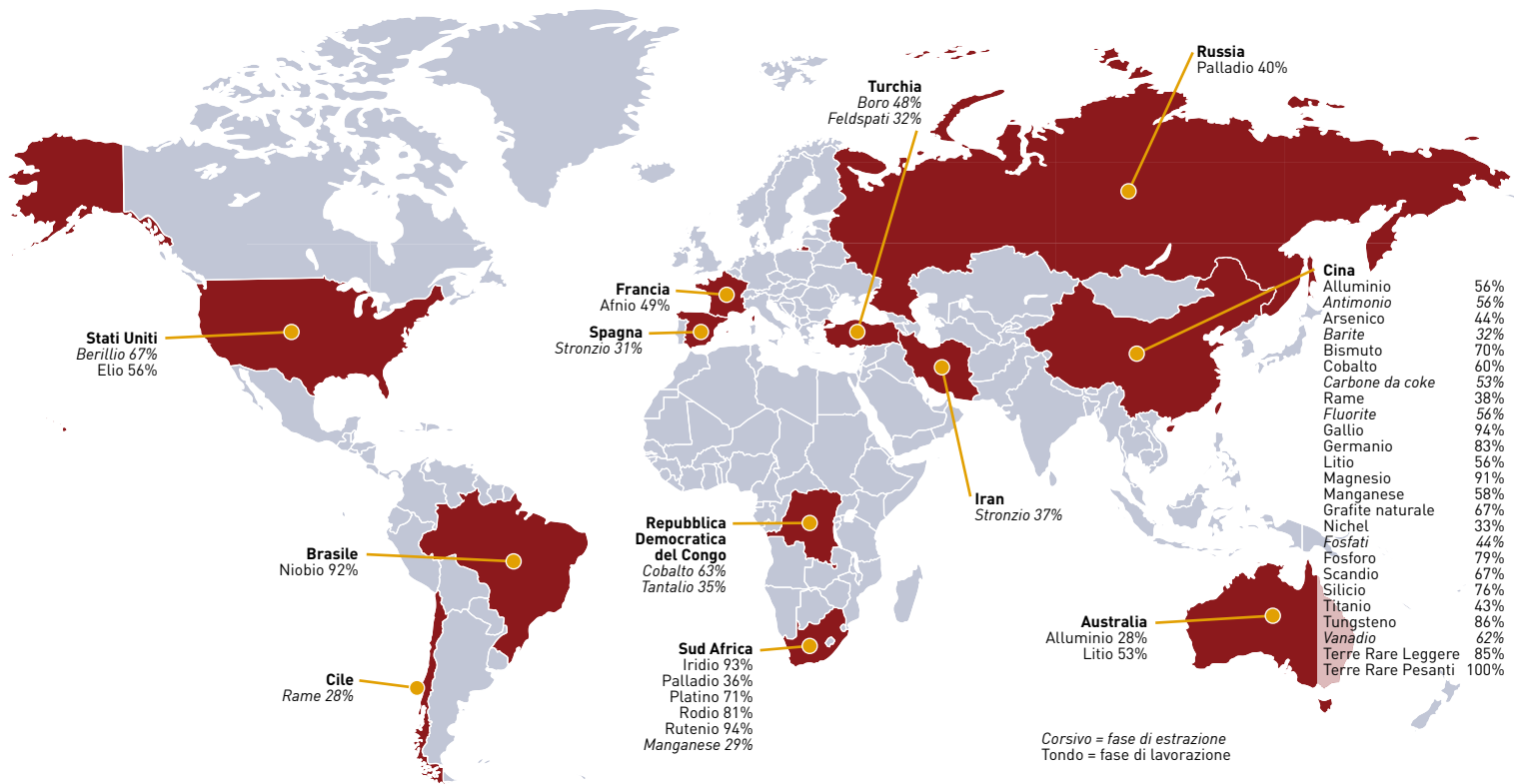


Figura 2 - Paesi che esprimono la quota maggiore di offerta di Critical Raw Material per l'Unione Europea (anno 2023)
Fonte: European Commission (2023). Study on the Critical Raw Materials for the EU – Final Report

Accanto a ciò si pongono, poi, ulteriori temi di riflessione.

Il primo è relativo all'**impatto ambientale e sociale** collegato all'estrazione e lavorazione di tali materiali: in Congo e Indonesia, ad esempio, sono in atto vere e proprie catastrofi ambientali e sanitarie per via della contaminazione del suolo e delle acque dovuti proprio all'attività estrattiva, contribuendo a generare guerre e migrazioni climatiche. Non ultimo, il degrado ambientale e la piaga del lavoro minorile e della manodopera a basso costo acuiscono ulteriormente il cosiddetto paradosso ambientale della transizione energetica, la cosiddetta *Green Hypocrisy*¹⁰ (Rosik, 2024). Tali impatti, dunque, ne limitano l'accettazione sociale e ne gravano i costi ambientali.

In aggiunta, la **volatilità dei prezzi** rende più complesse le decisioni di investimento. Il litio, ad esempio, ha avuto un aumento vertiginoso in due anni per poi vedere abbattere il suo prezzo di mercato dell'80%, passando da circa 70mila dollari per tonnellata nel novembre 2022 a circa 10mila dollari nell'ottobre 2024; ciò rende, ovviamente, oltre che socialmente avversa, anche poco profittevole l'apertura di nuove miniere in Europa (Maiello, 2024)¹¹.

Pertanto, la sempre più intensa **competizione** tra i Paesi per il controllo delle risorse porta con sé non pochi rischi, né è di facile contenimento.

¹⁰ Con l'espressione si fa riferimento ai costi ambientali ed umani della transizione ecologica, che non vengono esplicitati o tenuti in doverosa considerazione pur di accelerare la sostituzione di prodotti/processi inquinanti con altri (apparentemente) meno impattanti sull'ambiente.

¹¹ Come sarà meglio approfondito nel capitolo 5 del presente studio, l'avvio di nuove attività estrattive è non di rado ostacolato da opposizioni locali legate a preoccupazioni ambientali e sociali (Sindrome NINBY).

Diverse sono le opzioni al vaglio dei *policy maker* per la mitigazione di tali rischi, prima tra tutte la diversificazione delle fonti di approvvigionamento, contestualmente alla promozione del riciclo e al recupero dei materiali e all'implementazione di modelli di produzione e consumo circolari, per minimizzare l'impiego e lo spreco dei materiali.

Nel 2020 è stata lanciata l'*European Raw Material Alliance* (ERMA) con l'obiettivo di garantire un approvvigionamento sostenibile di materie prime per la transizione verde dell'Europa. L'ERMA riunisce diversi *stakeholder* per rafforzare la resilienza e l'autonomia strategica dell'Unione Europea, promuovendo opportunità di investimento in tutte le fasi della catena del valore delle materie prime critiche, sempre nel rispetto della sostenibilità ambientale e sociale.

Tra le principali iniziative promosse da ERMA per cercare di attenuare la dipendenza degli Stati europei dall'approvvigionamento di materiali critici provenienti da mercati esteri dominati da attori come la Cina ritroviamo, a mero titolo esemplificativo, la creazione di una piattaforma per l'acquisto congiunto di minerali critici. Inoltre, l'attività di ERMA è stata indirizzata anche verso la creazione di catene del valore resilienti, idonee a garantire un accesso affidabile e sostenibile ai mercati di quelle materie prime fondamentali per la competitività europea.

Parallelamente, in Europa sono stati stipulati una serie di partenariati strategici con Paesi terzi nel campo delle catene di approvvigionamento di energia pulita e tecnologie digitali (Tabella 1).

Partnership	Paesi	Anno	Topic
Indo-Pacific Economic Framework for Prosperity	USA + 13 (Australia, Brunei Darussalam, Fiji, India, Indonesia, Giappone, Repubblica di Korea, Malaysia, Nuova Zelanda, Filippine, Singapore, Thailandia, Vietnam)	Maggio 2022	Attenzione particolare alla sicurezza delle catene di approvvigionamento di materie prime lavorate fondamentali, semiconduttori, minerali critici e tecnologie energetiche pulite
Action Plan on Critical Raw Materials	Unione Europea	2020	Ridurre la dipendenza da singoli Paesi fornitori sviluppando partenariati strategici per diversificare l'approvvigionamento di materie prime critiche sostenibili
	Accordo Unione Europea - Canada	Febbraio 2022	Sviluppare ulteriormente politiche, anche per assicurare il sostegno finanziario ai progetti minerari critici e sviluppare criteri e standard ambientali, sociali e di governance (ESG)
Co-operation agreement (+ creation of a Battery Council)	Zambia + RDC (entrambi importanti produttori di minerali critici per le batterie EV – cobalto e rame)	Aprile 2022	Creare un quadro per la cooperazione bilaterale. Agevolare lo sviluppo della catena di fornitura delle batterie per i veicoli elettrici
Memorandum of understanding	Stati Uniti + Zambia + RDC	Dicembre 2022	Contribuire allo sforzo di cooperazione tra i due Paesi fornendo assistenza tecnica alla <i>Electric Vehicle supply chain</i> . Si stanno esplorando meccanismi di finanziamento e sostegno agli investimenti
Minerals Security Partnership (MSP)	Ue, Canada, Australia, Francia, Germania, Svezia, Finlandia, Giappone, India e Corea del Sud + Italia, che ha annunciato in novembre 2023 l'ingresso nell'iniziativa	2022	Alleanza multilaterale lanciata dagli Stati Uniti con l'obiettivo di diversificare le <i>supply chain</i> per i materiali essenziali per la decarbonizzazione e la digitalizzazione

Tabella 1 - Partnership strategiche internazionali per l'approvvigionamento di energia pulita e tecnologie digitali
Fonte: Massarutto et al., (2024). Dal Sud al mondo: la Supply Chain delle materie prime critiche a sostegno della transizione eco-tecnologica.

In aggiunta, più recentemente l'Unione Europea ha istituito altri partenariati strategici sulle materie prime con l'Argentina (giugno 2023), il Cile (luglio 2023), lo Zambia e la Repubblica Democratica del Congo (ottobre 2023) e la Groenlandia (novembre 2023) (Draghi, 2024 b). Inoltre, ha aderito ad iniziative multilaterali dirette al potenziamento degli approvvigionamenti europei, come la *Minerals Security Partnership* (MSP), una coalizione di 15 Paesi a trazione USA (Tabella 1), e la *Resilient Inclusive Supply Chain Enhancement* (RISE), con l'intento di rafforzare le *global supply chain* per i prodotti energetici, con particolare attenzione ai Paesi africani (The European House – Ambrosetti, 2024).

È questa anche la direzione in cui si muove il nuovo Piano d'azione per le Materie Prime Critiche della Commissione Europea (European Commission, 474 final), focalizzato su tre assi strategici:

- ridurre la dipendenza dalle materie prime critiche primarie tramite l'uso circolare delle risorse, i prodotti sostenibili e l'innovazione, anche con il lancio di specifici progetti di ricerca e innovazione (programmi Horizon Europe, FESR e fondi di ricerca e innovazione nazionali);
- rafforzare l'approvvigionamento interno di materie prime nell'Unione Europea;
- diversificare l'approvvigionamento dai Paesi terzi e rimuovere le distorsioni del commercio internazionale.

3.1.2 Il *Critical Raw Materials Act*

Una delle recenti iniziative a livello europeo per la tutela delle materie prime critiche risale al 2023, quando la Commissione europea ha approvato la proposta per una legge sulle materie prime critiche, il *Critical Raw Materials Act* (CRMA), un regolamento che mira appunto a garantire una fornitura sostenibile di materie prime critiche per la *twin transition*, definendo obiettivi per la produzione nazionale, l'elaborazione e il riciclo delle materie individuate, nonché la diversificazione delle fonti di approvvigionamento responsabili e sostenibili.

Quale parte integrante del piano industriale disegnato dal *Green Deal* Europeo¹², il *Critical Raw Materials Act* segna un vero e proprio cambio di passo nelle scelte di politica industriale del continente. Attraverso il CRMA la Commissione Europea intende favorire l'autonomia e le capacità necessarie al conseguimento degli obiettivi della *green & digital transition*, stabilendo il raggiungimento entro il 2030 dei seguenti obiettivi:

- aumentare e diversificare l'approvvigionamento di materie prime critiche dell'Unione Europea;
- rafforzare la circolarità e il riciclo;
- sostenere la ricerca e l'innovazione in materia di efficienza delle risorse e sviluppo di *input* produttivi sostitutivi, nell'intento di sostenere la *twin transition*.

Partendo da un elenco di materie prime critiche e materie prime strategiche essenziali per le tecnologie su cui si basa la transizione verde e digitale, nonché per la difesa e lo spazio, il CRMA stabilisce una serie di azioni prioritarie, volte ad aumentare la resilienza delle filiere nelle diverse fasi, sintetizzate in Tabella 2.

¹² Il *Green Deal* prevede una serie di iniziative sul clima, energia, trasporti e fiscalità nell'Unione Europea, con l'obiettivo di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990 e rendere l'Europa il primo continente ad impatto climatico zero entro il 2050. Al suo interno, il piano industriale punta ad una leadership industriale del continente in materia di zero emissioni nette, poggiando su quattro pilastri: un contesto normativo semplice, rapido e prevedibile; un accesso più rapido ai finanziamenti; il miglioramento delle competenze; un commercio aperto per catene di approvvigionamento resilienti. All'interno del primo pilastro è contemplata la normativa sulle materie prime critiche. Commissione Europea (2023). Il piano industriale del *Green Deal*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_it.

Azioni		Orizzonte temporale*
1	Migliorare la produzione interna, la lavorazione e il riciclo nell'UE lungo la catena del valore delle CRM	BT
2	Sostenere la diversificazione delle filiere: partenariati strategici internazionali e progetti strategici	BT
3	Semplificare le procedure di autorizzazione: ridurre i tempi e sviluppare programmi nazionali	BT
4	Far progredire i Progetti strategici	BT

* L'orizzonte temporale è indicativo del tempo necessario per l'attuazione della proposta. Il breve termine (BT) si riferisce a circa 1-3 anni.

Tabella 2 – Azioni prioritarie della CRMA
Fonte: Draghi, 2024 b. Il futuro della competitività europea, p.61.

Approvato nel marzo 2024, il CRMA – Regolamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 aprile 2024 che istituisce un quadro atto a garantire un approvvigionamento sicuro e sostenibile di materie prime critiche e che modifica i regolamenti (UE) n. 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 e (UE) 2019/1020 – definisce anche una serie di **obiettivi vincolanti** per la produzione, lavorazione e riciclo di materie prime critiche e strategiche, da raggiungere entro il 2030. In dettaglio, rispetto al consumo annuo europeo di materie prime strategiche si stabilisce che¹³:

- la **capacità estrattiva** nell'Unione Europea deve essere pari almeno al 10%;
- la **capacità di trasformazione**, anche per le fasi intermedie, deve essere almeno del 40%;
- la **capacità di riciclaggio** deve essere pari ad almeno il 25%;

In aggiunta, proprio per favorire la diversificazione delle fonti di approvvigionamento, il Regolamento stabilisce una soglia massima del 65% di consumo annuo intra Unione Europea per ciascuna materia prima strategica (in ogni fase di lavorazione) acquistata da un unico Paese terzo.

Inoltre, viene stabilito un limite temporale di 27 mesi entro il quale autorizzare i progetti di estrazione e di 15 mesi per quelli di riciclo e trasformazione, sia per favorire l'operatività delle organizzazioni, sia per sostenere l'attrazione degli investimenti. Infine, altro obiettivo del Regolamento è quello di creare un forte mercato secondario delle materie prime critiche nell'Unione Europea, proprio attraverso il sostegno ai progetti strategici.

Per consentire la concreta attuazione delle misure individuate, il Regolamento istituisce un Comitato per le materie prime critiche, un organo consultivo incaricato di fornire consulenza alla Commissione in merito alla selezione dei progetti strategici, all'identificazione di fonti di finanziamento pertinenti per tali progetti, al monitoraggio, esplorazione, circolarità, stoccaggio e accettabilità pubblica delle attività connesse¹⁴.

Oltre ad aumentare la resilienza delle catene del valore e a promuovere una maggiore sicurezza delle *supply chain*, le azioni previste dal CRMA incoraggiano attivamente l'adozione di pratiche sostenibili lungo le varie fasi della catena del valore e stimolano la ricerca e sviluppo, in termini di nuove tecnologie per l'estrazione, la lavorazione e il riciclo delle materie prime critiche e strategiche.

¹³ Consiglio dell'Unione Europea, 2024.

¹⁴ Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj>.

In sintesi, il CRMA supera la frammentazione legislativa dei diversi Paesi, promuovendo un approccio comune e coordinato che, nel favorire una migliore gestione delle risorse e una condivisione del rischio tra gli Stati membri, sia in grado – all'esterno – di assegnare all'Unione Europea un maggior potere contrattuale verso i Paesi fornitori, e – all'interno – di promuovere l'adozione di *standard* ambientali e sociali di livello più elevato.

L'obiettivo ultimo dovrebbe essere quello di incrementare la competitività delle organizzazioni.

3.1.3 La lista europea delle materie prime critiche e strategiche

La prima lista di *critical raw material* è stata stilata nel 2011, come anticipato in precedenza. La lista proposta nel 2023 è, quindi, il risultato di una serie di aggiornamenti intervenuti con una cadenza triennale. Gli aggiornamenti sono stati sempre guidati da una metodologia di calcolo analitica che trova le sue radici metodologiche nell'ipotesi di dipendenza dell'Unione Europea dalle importazioni di materie prime critiche da Paesi terzi che potrebbero porre problemi nella sicurezza e continuità degli approvvigionamenti¹⁵.

La specifica metodologia per valutare il grado di criticità di un elemento è illustrata in Figura 3.

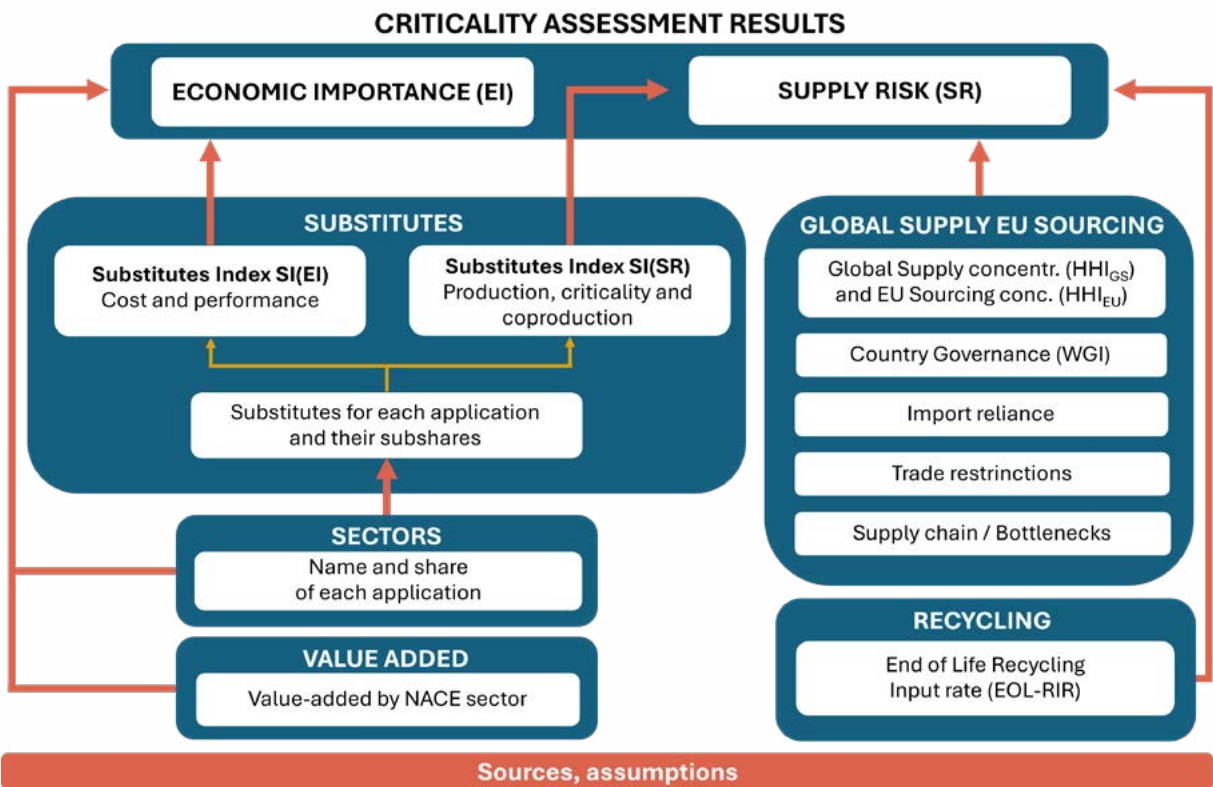


Figura 3 - Metodologia per l'identificazione delle materie prime critiche per l'UE
Fonte: European Commission, Study on the EU's list of Critical Raw Materials – Final Report (2020)

Il processo, nel definire un elemento come “critico”, cerca di mettere in luce i “colli di bottiglia” per le fasi di estrazione mineraria e di lavorazione/raffinazione e tiene conto del tasso di *input* di riciclo a fine vita (*End of Life Recycling Input rate*) dei materiali, oltre al valore aggiunto prodotto dall'utilizzo di detta materia.

¹⁵ A solo titolo di esempio, il 97% delle forniture di magnesio in Europa proviene dalla Cina, mentre il 98% di borato è fornito dalla Turchia. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_it.

Partendo dalla base metodologica definita nel 2020, comunque comparabile con le precedenti metodologie (2011, 2014 e 2017), attraverso il più recente *criticality assessment* (2023) sono state riconosciute 34 **Materie Prime Critiche**, definite in base all'importanza economica di ciascun elemento ed al rischio di approvvigionamento (Tabella 3).

2023 Critical Raw Materials			
Aluminium/bauxite	Coking coal	Lithium	Phosphorus
Antimony	Feldspar	LREE****	Scandium
Arsenic	Fluorspar	Magnesium	Silicon metal
Baryte	Gallium	Manganese	Strontium
Beryllium	Germanium	Natural graphite	Tantalum
Bismuth	Hafnium	Niobium	Titanium metal
Boron/borate	Helium	PGM**	Tungsten
Cobalt	HREE***	Phosphate rock	Vanadium
Copper	Nichel		

[**] Platinum, palladium, rhodium, ruthenium and iridium
[***] Cerium, lanthanum, neodymium, praseodymium, samarium
[****] Dysprosium, erbium, europium, gadolinium, holmium, lutetium, terbium, thulium, ytterbium, yttrium

Tabella 3 – Materie prime critiche e strategiche per l'Unione Europea
Fonte: European Commission (2023). Study on the Critical Raw Materials for the EU – Final Report

LA DETERMINAZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE.
IMPORTANZA ECONOMICA E RISCHIO DI APPROVVIGIONAMENTO

L'importanza economica di ciascuna materia prima viene calcolata tenendo conto per i diversi settori:

- a. della quota di utilizzo finale della materia prima in un settore NACE,
 - b. del valore aggiunto del settore pertinente con classificazione NACE,
 - c. dell'indice di sostituzione relativo all'importanza economica (Regolamento UE 2024/1252, p. 58 e segg.), come nella formula:
- dove:

$$EI = \sum_s (A_s * Q_s) * SI_{EI}$$

- s = rappresenta i settori dell'economia secondo la classificazione NACE (livello a 2 cifre);
- A_s = quota di utilizzo finale valutata della materia prima in un settore NACE (livello a 2 cifre) utilizzando valori dell'Unione se disponibili e valori mondiali negli altri casi);
- Q_s = valore aggiunto del settore pertinente con classificazione NACE (livello a 2 cifre) come percentuale dell'economia totale;
- SI_{EI} = indice di sostituzione relativo all'importanza economica, calcolato sulla base delle applicazioni industriali più pertinenti¹⁶.

¹⁶ Per un approfondimento sulla determinazione degli indici inseriti nelle formule ed ulteriori calcoli si rimanda alla consultazione del Regolamento UE 2024/1252. Cfr. Regolamento UE 2024/1252 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 aprile 2024. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 3.05.2024. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=OJ%3AL_202401252.

Il **rischio di approvvigionamento**, invece, prende in considerazione la concentrazione dell'offerta tra i differenti Paesi rispetto alla produzione annua globale della materia prima valutata, messa in relazione con la dipendenza dalle importazioni, ma anche vagliando la produzione interna all'Unione Europea o le importazioni da Paesi e territori d'oltremare (PTOM, ovvero che dipendono costituzionalmente da tre Stati membri dell'Unione Europea). Questi aspetti sono poi correlati al tasso di riciclo a fine vita e all'indice di sostituzione riferito al rischio di approvvigionamento (Regolamento UE 2024/1252, p. 59 e segg.). Il calcolo del rischio di approvvigionamento è sintetizzato nella seguente formula:

$$SR = \left[(HHI_{WGI,t_c})_{GS} * \frac{IR}{2} + (HHI_{WGI,t_c})_{EU_{sourcing}} * \left(1 - \frac{IR}{2}\right) \right] * (1 - EoL_{RIR}) * SI_{SR}$$

dove:

- GS* indica la produzione annua globale della materia prima valutata;
- EU sourcing* indica le fonti di approvvigionamento effettive dell'Unione, vale a dire la produzione interna dell'Unione più le importazioni nell'Unione da Paesi terzi o da PTOM;
- HHI* è l'indice Herfindahl-Hirschman (usato come indicatore della concentrazione dell'offerta tra i Paesi);
- WGI* è un indice basato sugli indicatori di *governance* mondiale della Banca mondiale (utilizzato come indicatore per la *governance* dei Paesi);
- t_c* è il parametro degli scambi utilizzato per adeguare il WGI, che è determinato prendendo in considerazione le possibili imposte sulle esportazioni (eventualmente mitigate da un accordo commerciale in vigore), i contingenti di esportazioni fisiche o i divieti di esportazione imposti da un Paese, c.
- EoL_{RIR}* è il tasso di riciclo a fine vita, ossia il rapporto tra i fattori produttivi provenienti da materiali secondari (riciclati da vecchi scarti) e tutti i fattori produttivi di una materia prima (primaria o secondaria);
- SI_{SR}* è l'indice di sostituzione riferito al rischio di approvvigionamento;
- IR* è la dipendenza dalle importazioni.

La Commissione Europea ha inoltre individuato, all'interno delle 34 materie prime critiche, un *subset* di materie prime che, oltre ad essere critiche, risultano essere anche **strategiche**, ovvero:

“Materie prime rilevanti per le tecnologie che supportano la duplice transizione verde e digitale e gli obiettivi della difesa e dell'aerospazio” (European Commission, 2023).

I criteri atti a determinare la strategicità di tali elementi si riferiscono alla quantità di tecnologie strategiche che impiegano una materia prima come fattore produttivo, alla quantità di una materia prima necessaria per la fabbricazione di tecnologie strategiche rilevanti ed alla domanda di tecnologie strategiche rilevanti prevista a livello mondiale, in relazione alla produzione mondiale annua della materia in esame in un dato periodo di riferimento (Regolamento UE 2024/1252, pp. 55-56).

Per individuare la difficoltà di incremento produttivo di una data materia, invece, si prende in considerazione l'attuale scala globale di produzione annua di una materia prima, il rapporto riserve/produzione¹⁷ e i tempi di esecuzione dei nuovi progetti che aumentano la capacità di approvvigionamento (Regolamento UE 2024/1252, pp. 55-56).

Seguendo tali criteri in Tabella 4 sono elencate le materie prime strategiche.

2024 Strategic Raw Materials			
Bauxite/alumina/aluminium	Gallium	Lithium — battery grade	Silicon metal
Bismuth	Germanium	Magnesium metal	Titanium metal
Boron — metallurgy grade	Rare earth elements for permanent magnets**	Manganese — battery grade	Tungsten
Cobalt	Nickel* — battery grade	Graphite — battery grade	Platinum group metals
Copper*			

(*) Copper and nickel do not meet the CRM thresholds, but are included as Strategic Raw Materials
(**) Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, and Ce

Tabella 4 – Le materie prime strategiche per l'Unione Europea
Fonte: Regolamento UE 2024/1252, p. 55.

Benché rame e nichel non siano propriamente materie prime critiche, in quanto non soddisfano i criteri relativi a rischio di fornitura e importanza economica, sono state inserite ugualmente dalla Commissione Europea perché ritenute materie prime strategiche (cfr. capitolo 4).

3.2 Principali minacce e opportunità a livello europeo

Nell'ambito del contesto normativo ed economico descritto, soprattutto nell'intento di coniugare gli obiettivi di sostenibilità ambientale con quelli di trasformazione digitale, è previsto in Europa un consistente incremento della domanda di materie prime critiche e strategiche, che, come detto, si scontra con una capacità di offerta (attuale e futura) limitata a livello continentale.

Non si tratta, tuttavia, di uno scontro ad armi impari, poiché, le sfide che si andranno a configurare, se correttamente sfruttate, potranno anche dar luogo a una serie di opportunità.

Le opportunità

La transizione verso un'economia climaticamente neutra, come delineata nel *Green Deal* Europeo, è presentata come un'opportunità da sfruttare per trasformare profondamente i settori industriali. Al tempo stesso, le iniziative previste in tale direzione pongono il tema dell'approvvigionamento di una serie di elementi/minerali. Ad esempio, l'elettrificazione dei trasporti e lo sviluppo di sistemi di stoccaggio dell'energia, previsti nella *roadmap* del *Green Deal*, si traducono in un incremento esponenziale della domanda di litio e cobalto; così, secondo il Ministero delle Imprese e del Made in Italy, nel 2030 l'Unione Europea dovrebbe avere bisogno di una quantità di litio e cobalto rispettivamente 18 e 5 volte maggiore dei livelli attuali, fabbisogno destinato a crescere fino a rispettivamente 60 e 15 volte quelli attuali nel 2050. In modo analogo, per il neodimio, terra rara utilizzata nei magneti permanenti dei motori dei veicoli elettrici per ottenere prestazioni elevate e una maggiore efficienza energetica, è attesa una domanda 120 volte più elevata di quella attuale già nell'anno in corso (2025). Eccezion fatta per l'afnio, materia prima utilizzata nelle centrali nucleari e, quindi, da tempo già approvvigionata dalla

¹⁷ Tale rapporto considera le riserve note di risorse geologiche economicamente estraibili e l'attuale produzione annua mondiale.

Francia, e dello stronzio in Spagna¹⁸, i restanti Paesi membri dell'Unione Europea non sono in grado di produrre volumi considerevoli di materie prime critiche (Arcano et al., 2023). La crescente richiesta va dunque gestita attraverso le azioni previste nel CRMA, pena l'accensione di una pesante ipoteca sulla transizione verso la mobilità sostenibile e l'energia pulita.

Sempre considerando l'ambito del *Green Deal* Europeo, è favorito lo sviluppo di tecnologie per le energie rinnovabili, come l'eolico, e la digitalizzazione, che, ancora una volta, dipendono fortemente dai magneti permanenti, per la cui produzione sono essenziali le terre rare. Entro il 2050 la domanda di questo complesso di elementi potrebbe decuplicare. Stessa sorte per metalli quali alluminio, cobalto, ferro, piombo, litio, manganese e nichel, la cui produzione secondo le proiezioni della Banca mondiale dovrà aumentare entro il 2050 del 500% per soddisfare gli obiettivi climatici stabiliti, rischiando addirittura un incremento superiore al 1.000%, in uno scenario di aumento della temperatura di 2°C (Hund et al., 2020). Anche in questo caso, l'Unione Europea è chiamata ad agire con determinazione per assicurare la propria autonomia strategica, specialmente a fronte di attori globali. Infatti, Cina, Stati Uniti e Giappone stanno implementando strategie volte a garantire l'approvvigionamento futuro, diversificare le fonti di approvvigionamento e sviluppare catene del valore nazionali. In Europa, le iniziative chiave per promuovere l'approvvigionamento interno e l'utilizzo di materie prime secondarie, contribuendo agli obiettivi di decarbonizzazione e circolarità, sono l'*European Battery Alliance* e il Piano d'azione per l'economia circolare¹⁹.

Inoltre, l'Unione Europea, pur essendo all'avanguardia nell'economia circolare²⁰, presenta un potenziale inespresso nel riciclo di materie prime impiegate in tecnologie avanzate, che deve essere sfruttato per ridurre la dipendenza dalle materie prime primarie.

Le sfide

Pur in presenza di opportunità rilevanti, per la cui capitalizzazione notevoli sono gli sforzi della Comunità Europea, insidiose e molteplici sono le sfide da affrontare per garantire la disponibilità di tali materie prime critiche e strategiche, nonché la sostenibilità delle relative filiere, dovendo gestire articolate catene transnazionali del valore.

Le recenti crisi globali, tra cui la penuria di semiconduttori, le interruzioni delle catene di approvvigionamento causate dalla pandemia da Covid-19 e, non ultimo, il conflitto in Ucraina, hanno messo in luce la precarietà dell'economia globalizzata, in balia di una distribuzione diseguale delle risorse, che le ha rese una vera e propria arma geopolitica. L'attuale scenario globale, infatti, sembra essere orientato verso una nuova configurazione delle sfere di influenza, in cui Paesi che detengono un controllo significativo di tali materie, o possono accedervi, possono candidarsi ad assumere un ruolo dominante nello scacchiere internazionale; le alleanze geostrategiche, tuttavia, devono essere attentamente costruite e sorvegliate, rischiando di alimentare nuove fragilità nel tentativo di contenere quelle legate all'approvvigionamento.

Il tema della concentrazione del mercato, unito alla turbolenza geopolitica, è strettamente interconnesso al rischio di collusione dei Paesi esportatori e alla bassa classifica di *governance* di alcuni di essi. Nel primo caso – rischio di collusione dei Paesi esportatori – ci si riferisce

¹⁸ Sia l'afnio che lo stronzio, tra molteplici applicazioni, trovano impiego anche in diverse tecnologie cosiddette verdi: l'afnio viene impiegato in alcune leghe ad alta temperatura utilizzate in turbine a gas, che possono contribuire a migliorare l'efficienza degli impianti di generazione di energia; lo stronzio è utilizzato nella produzione di magneti permanenti, in combinazione con altri elementi, mentre alcuni composti di questo elemento sono utilizzati in celle solari di nuova generazione.

¹⁹ <https://www.source-international.org/news/il-green-deal-e-la-corsa-alle-materie-prime-critiche>.

²⁰ Ad esempio, oltre il 50 % di alcuni metalli come il ferro, lo zinco o il platino viene riciclato e copre oltre il 25% del consumo dell'Unione Europea. <https://www.source-international.org/news/il-green-deal-e-la-corsa-alle-materie-prime-critiche>.

al concreto pericolo di accordi commerciali esclusivi con *partner* selezionati, con l'effetto di dirigere l'offerta globale, orientare i prezzi ed accrescere ulteriormente il potere di mercato di alcuni Paesi. La bassa classifica di *governance*, invece, pone problemi, oltre che etici, anche di *compliance* con la normativa, sempre più stringente in tema di responsabilità sociale ed ambientale, influenzando direttamente sulla competitività delle imprese²¹.

A ciò si collega poi anche il tema delle restrizioni alle esportazioni (Draghi, 2024 a), introdotte da diversi Stati per sostenere le industrie nazionali²². Divieti, quote o tasse all'esportazione, o, addirittura, le recenti misure applicate a gallio, germanio e grafite che prevedono permessi individuali all'esportazione, rilasciati caso per caso, implicano potenziali effetti distorsivi nel mercato, che talvolta diventano anche più difficili da individuare e, quindi, contrastare con opportune contromisure.

Tutte queste criticità sono riconducibili essenzialmente alla concentrazione extra Unione Europea delle catene del valore. Lungo catene del valore estese e complesse, le materie prime critiche alimentano flussi che coinvolgono diverse fasi, dalla prospezione e l'estrazione alla raffinazione, fino alla produzione di prodotti finiti. L'Europa, efficace nella fase di produzione delle tecnologie finali (assemblaggi, super-assemblaggi o sistemi) mostra una vulnerabilità significativa soprattutto nelle fasi iniziali della catena, come l'estrazione e la raffinazione, dove la quota ricoperta nella produzione globale non è mai superiore al 7% (Carrara et al., 2023).

In più, rispetto ai *competitor* internazionali, in Europa non si evidenzia ancora una strategia in grado di coprire tutte le fasi della *supply chain* come, ad esempio, nel caso dei semiconduttori (Figura 4).

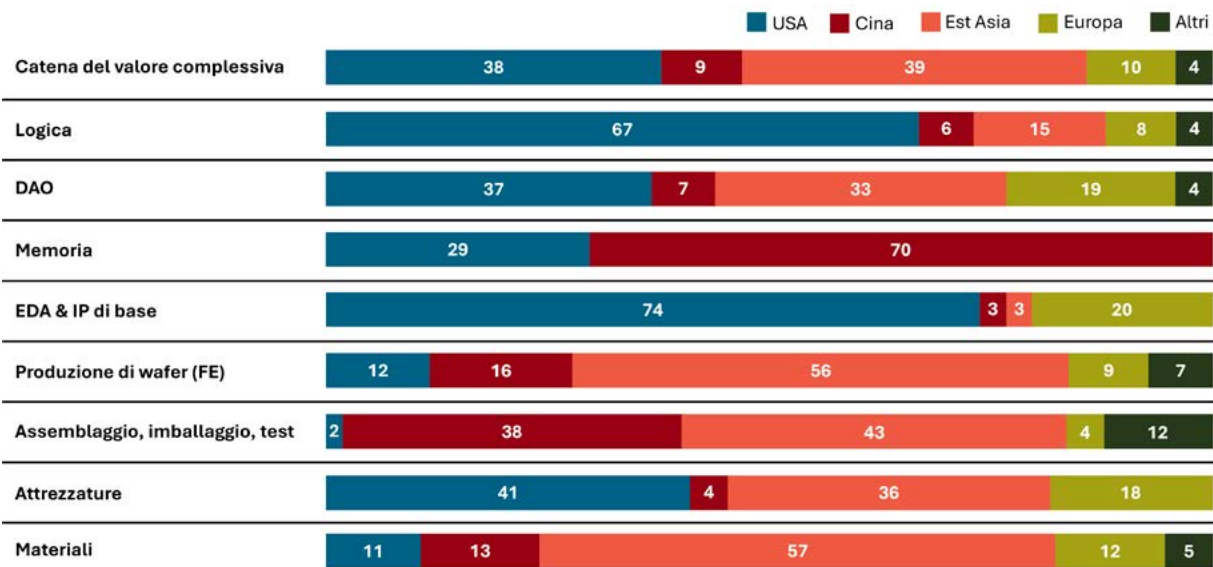


Figura 4 – Quota della catena del valore dei semiconduttori per Paese (% del totale mondiale, 2019)
Fonte: Draghi, 2024 a. Il futuro della competitività europea

²¹ Ad esempio, con riferimento al rischio di collusione, la Repubblica Democratica del Congo (RDC) è un importante fornitore di cobalto, elemento fondamentale per le batterie al litio; il litio, invece, vede l'Australia come importante produttore, mentre il Cile è il principale fornitore di rame, un metallo utilizzato in molti settori, dall'edilizia all'elettronica. Il Sudafrica è il principale produttore mondiale di platino. Questo elemento e gli altri metalli del gruppo del platino sono utilizzati in catalizzatori, elettronica e gioielleria. Analizzando la classificazione di governance di tali Paesi, ad eccezione dell'Australia che ha un livello di governance elevato, la Repubblica Democratica del Congo ha un livello molto basso, la Cina ha un livello basso, Cile e Sudafrica hanno una classificazione media (Commissione Europea, 2023). È essenziale, dunque, per tali forniture che i Paesi importatori tengano in dovuta considerazione aspetti riguardanti la stabilità, l'efficienza e la sostenibilità delle pratiche di business e di governance, che sono peraltro anche ad elevato rischio di interruzione.

²² Tale misura è stata applicata sempre più di frequente dal 2009. Stagno, titanio, platino e cobalto sono stati identificati come materie prime critiche che subiscono notevoli restrizioni alle esportazioni, mentre la Cina risulta il Paese con la più ampia serie di restrizioni all'esportazione di materie prime critiche, aumentate di nove volte tra il 2009 e il 2020, proprio a scopo di protezione dell'industria nazionale.

Le proposte

Per valutare l'effettivo impatto delle criticità evidenziate, sono a disposizione una serie di indicatori che prendono in considerazione diversi aspetti del ciclo di vita e delle catene del valore delle materie prime, dalla produzione alla trasformazione, fino al consumo e al riciclo. A tal fine, il **Raw Material Scoreboard**²³, attraverso diversi *cluster*, ciascuno con un impatto puntuale su una specifica fase, analizza:

1. la disponibilità di materie prime all'interno dell'Unione Europea;
2. la dipendenza dalle importazioni – Materie prime nell'Unione Europea e nel mondo;
3. l'efficienza nel riutilizzo e nel riciclo – Economia circolare e riciclo;
4. la capacità di sviluppo di nuove tecnologie e la competitività – Competitività e innovazione;
5. gli impatti ambientali legati all'estrazione, alla produzione e allo smaltimento delle materie prime – Dimensione ambientale;
6. gli aspetti sociali legati alle materie prime, come le condizioni di lavoro e gli impatti sulle comunità locali – Dimensione sociale.

Attraverso un *set* di indicatori si ottiene una visione sia a livello complessivo, che di dettaglio dell'impatto sulle varie fasi del ciclo di vita delle *strategic raw material*²⁴, evidenziando il raggiungimento degli obiettivi prefissati, le aree di miglioramento e lo sviluppo di politiche mirate.

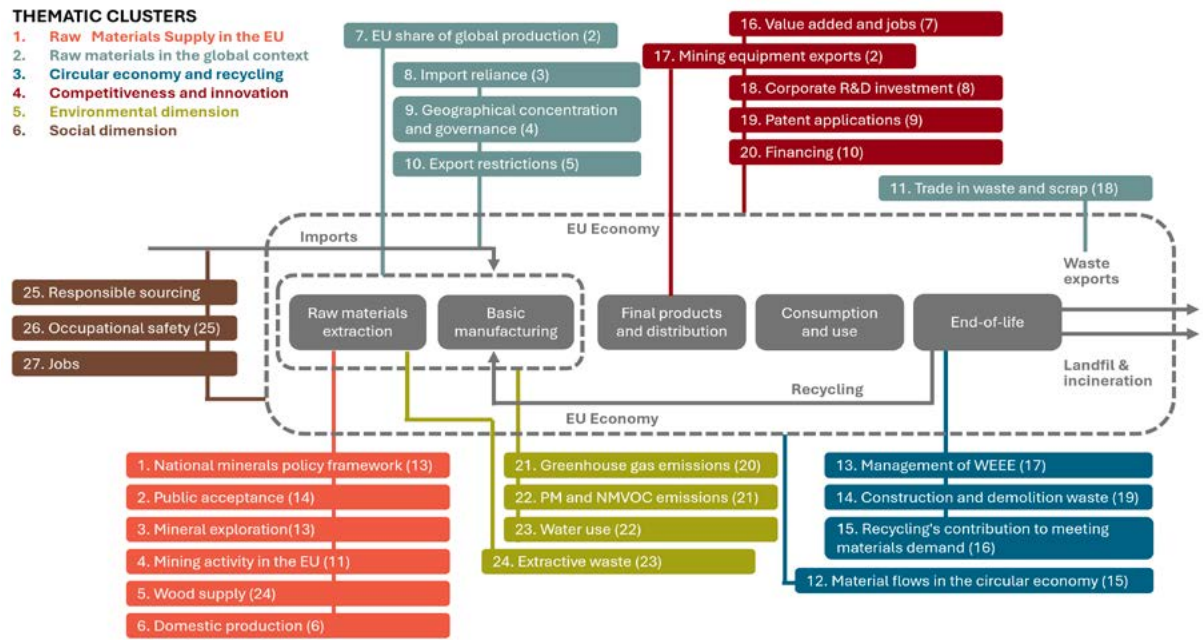


Figura 5 - Il Raw Materials Scoreboard in sintesi
Fonte: European Commission, EIP on Raw Materials, Raw Materials Scoreboard 2021, p. 5

²³ European Commission, EIP on Raw Materials, Raw Materials Scoreboard 2021.

²⁴ Ad esempio, con riferimento alla disponibilità di materie prime all'interno dell'Unione Europea, il tasso di autosufficienza misura la percentuale di una determinata materia prima prodotta all'interno dell'Unione Europea rispetto al consumo totale, mentre attraverso l'indice di rischio di approvvigionamento si definisce la vulnerabilità dell'Unione Europea rispetto alle interruzioni delle forniture da Paesi terzi, considerando fattori geopolitici, economici e ambientali; il potenziale di riciclo, invece, misura la quantità di una materia prima che può essere recuperata dai rifiuti. I tre indici definiscono in generale il livello di disponibilità delle materie prime. Per misurare il livello di efficienza nell'uso delle materie prime vengono presi in considerazione i miglioramenti nell'eco-design, nell'economia circolare e nella riduzione degli sprechi, attraverso l'intensità materiale, ovvero la quantità di materia prima utilizzata per produrre un'unità di prodotto, il tasso di riciclo, che misura la percentuale di una materia prima riciclata rispetto alla quantità totale immessa sul mercato e l'applicazione dei principi di eco-design (es. riduzione del peso del prodotto, facilità di riparazione, possibilità di riutilizzo). Il cluster Competitività e innovazione monitora gli investimenti pubblici e privati in ricerca e sviluppo nel settore delle materie prime, il numero di brevetti depositati, la velocità di adozione delle nuove tecnologie da parte delle imprese. Gli indicatori di impatto ambientale, invece, analizzano gli impatti delle attività estrattive e di trasformazione sull'ambiente, come l'inquinamento e il consumo di risorse idriche, mentre quelli di impatto sociale monitorano la creazione di posti di lavoro e le condizioni di lavoro (European Commission, EIP on Raw Materials, Raw Materials Scoreboard 2021).

Naturalmente, la soglia di attenzione è ancora maggiore quando il riferimento è a quelle materie considerate strategiche, impiegate per le tecnologie pulite, dove lo strumento consente di valutare implicazioni per la sicurezza energetica e la transizione globale verso un futuro più sostenibile.

Come detto in precedenza, per far fronte a tale situazione, l'Unione Europea ha da anni intrapreso una serie di iniziative volte a sostenere una diversificazione delle fonti di approvvigionamento, lo sfruttamento delle risorse presenti sul territorio europeo, il riciclo e la sostituzione; queste risultano essere le principali strategie anche all'attenzione dei diversi Stati, in relazione alle catene transnazionali del valore cui gli stessi partecipano, partendo dalle sfide attuali per contenere o, affrontare proattivamente, quelle future, in considerazione di una maggiore sicurezza e sostenibilità nel lungo termine (Girtan et al., 2021).

La Commissione Europea, inoltre, ha anche ipotizzato, oltre alla generazione di materie prime secondarie derivanti da processi di recupero/riciclo, altre possibili linee di intervento²⁵, come:

1. restrizioni all'*export* di materie prime critiche da parte dei Paesi dell'Unione Europea;
2. sviluppo di attività di prospezione geologica finalizzate ad individuare nuovi giacimenti di materie prime critiche.

Con riferimento al primo punto, le restrizioni all'*export*, oggi possiamo solo rilevare che si tratta di una linea di intervento meramente teorica, in quanto le attività di estrazione e raffinazione delle materie prime critiche nell'Unione Europea sono quantitativamente irrilevanti.

Con riferimento al secondo punto, è possibile che lo sviluppo di nuove attività di prospezione geologica sia realizzabile in Francia e Spagna, ma anche in Portogallo, Austria, Repubblica Ceca, Romania, Finlandia e Svezia. Viceversa, Germania e Italia sono aree potenzialmente sfruttabili per la presenza nel sottosuolo di alcuni materiali (Arcaro et al., 2023), ma i progetti di estrazione devono spesso confrontarsi con le forti resistenze delle popolazioni locali, che ne osteggiano la realizzazione per paura degli effetti, come inquinamento²⁶, degrado del paesaggio, rumore e svalutazione delle proprietà.

3.3 L'attuale *focus* dell'Unione Europea

Pur focalizzando primariamente la sua attenzione sulla transizione *green & digital*, e relative materie prime necessarie per l'attuazione, l'Unione Europea mostra un più ampio interesse per il tema delle materie prime anche indirizzate a settori come difesa e aerospazio.

A tal proposito, la Commissione Europea ha adottato il 25 marzo 2025 la prima lista di "Progetti strategici" per rilanciare l'industria del Continente nell'ambito del CRMA e ridurre la dipendenza dalle importazioni (Figura 6).

²⁵ <https://osservatoriocpi.unicatt.it/ocpi-pubblicazioni-materie-prime-critiche-in-ue-a-che-punto-siamo>.

²⁶ L'estrazione di litio e terre rare, ad esempio, è un processo altamente inquinante che genera un considerevole effetto NIMBY (Not in My Back Yard). https://osservatoriocpi.unicatt.it/ocpi-pubblicazioni-materie-prime-critiche-in-ue-a-che-punto-siamo#_ftn8.

Strategic Projects for the EU

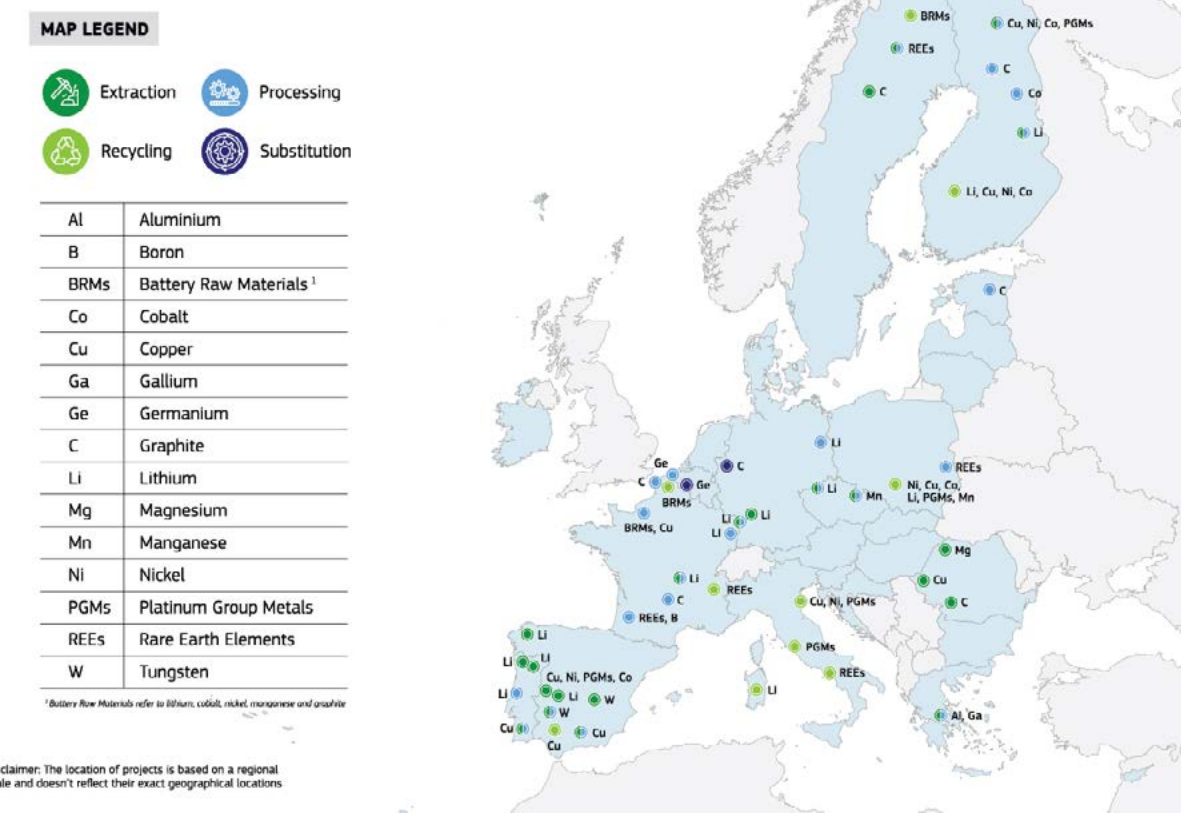


Figura 6 – Progetti strategici per l'Unione Europea
Fonte: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_864

I 47 progetti²⁷ sono stati selezionati in quanto contribuiscono alla fornitura sicura di materie prime strategiche dell'Unione Europea, aderiscono a criteri ambientali, sociali e di *governance* e sono tecnicamente fattibili.

Nella lista rientrano anche quattro progetti italiani, tutti relativi a iniziative di riciclo/recupero²⁸. A livello europeo i progetti di riciclo/recupero approvati sono in tutto dieci. È quindi chiaro che in Italia, nei fatti, sta emergendo una posizione sulle *critical raw material* orientata al riciclo/recupero piuttosto che all'estrazione. Peraltro, la procedura è in corso e deve ancora arrivare il recepimento a livello nazionale. Dopodiché sarà necessario che si esplichì l'iter a livello locale.

²⁷ I 47 nuovi progetti strategici sono distribuiti in 13 Stati membri dell'Unione Europea: Belgio, Francia, Italia, Germania, Spagna, Estonia, Repubblica Ceca, Grecia, Svezia, Finlandia, Portogallo, Polonia e Romania. Coprono uno o più segmenti della filiera delle materie prime, con 25 progetti che comprendono attività di estrazione, 24 di lavorazione, 10 di riciclaggio e 2 di sostituzione delle materie prime. I progetti coprono 14 delle 17 materie prime strategiche elencate nel Critical Raw Materials Act, con diversi progetti che riguardano litio (22 progetti), nichel (12 progetti), cobalto (10 progetti), manganese (7 progetti) e grafite (11 progetti) che andranno a beneficio in particolar modo della filiera delle materie prime per batterie dell'Unione Europea. Questi progetti garantiranno che l'Unione Europea possa soddisfare pienamente i suoi parametri di riferimento per l'estrazione, la lavorazione e il riciclaggio del 2030 per litio e cobalto, realizzando al contempo progressi sostanziali per grafite, nichel e manganese. Inoltre, altri progetti strategici che coinvolgono magnesio (1 progetto) e tungsteno (3 progetti) contribuiranno alla resilienza dell'industria della difesa dell'Unione Europea, che fa affidamento sull'uso di questi materiali. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_864.

²⁸ I quattro progetti approvati saranno da realizzare in Veneto, Toscana, Lazio e Sardegna.

3.4 La situazione a livello nazionale

Pur muovendosi all'interno di un contesto gravato da non poche criticità²⁹, l'Italia vanta un tessuto industriale diversificato e fortemente integrato nelle catene globali del valore (Giovannetti & Marvasi, 2021; Zirpoli, 2023). Un denso sistema di interdipendenze settoriali, l'estensione delle filiere produttive, ma anche la forte specializzazione nazionale per fasi della produzione, che si focalizzano sulle componenti del *design*, della creatività e della qualità, hanno portato nel tempo ad una crescente dipendenza della manifattura nazionale dai volumi di forniture della regione asiatica.

Recenti studi sottolineano come anche le *critical raw material* potrebbero assumere un ruolo di rilievo per la competitività nazionale, contribuendo a 690 miliardi di euro di produzione industriale, pari al 32% del PIL (The Ambrosetti House, 2024).

A fronte di tali potenzialità, si osserva viceversa una crescente esposizione ai rischi di dipendenza nella misura in cui assisteremo ad uno sviluppo di settori quali la mobilità elettrica e il fotovoltaico.

La consapevolezza circa le sfide legate alle produzioni dipendenti dalle *critical raw material*³⁰ come volatilità dei prezzi, cambiamenti geopolitici e *shock* esogeni sottolinea con forza la necessità di definire un quadro complessivo del contesto in cui le aziende nazionali si trovano ad operare.

In altri termini, le opportunità collegate alle *critical raw material* in Italia sono subordinate alla realizzazione nel nostro Paese proprio di tutti quei manufatti che le incorporano. Il problema da affrontare non è il "mero approvvigionamento" di materie prime critiche, ma consiste soprattutto nell'accertare l'esistenza di una domanda di tali elementi da parte delle imprese delle filiere produttive italiane.

Queste, infatti, riguardano tanto settori strategici quanto settori consolidati e iconici per il posizionamento delle produzioni italiane a livello internazionale. Ad esempio, nel settore tessile/abbigliamento e nel comparto della moda vengono impiegati bismuto e gomma naturale, mentre il fosforo è importante nell'*agrifood*; grafite naturale e bauxite/alluminio sono impiegati nel settore delle costruzioni. L'industria italiana legata alla mobilità elettrica, *automotive*, aeronautica e aerospazio fa ricorso a cobalto, litio, grafite naturale, metalli del gruppo del platino, titanio e vanadio, mentre afnio, antimonio, barite, bauxite, fluorite, fosforo, gallio, germanio, grafite naturale, indio, litio, magnesio, niobio, scandio, platinoidi, silicio metallico, stronzio, tantalio, terre rare, titanio, tungsteno e vanadio sono impiegati nella realizzazione di apparecchiature elettriche ed elettroniche (secondo le indicazioni del Tavolo Nazionale Materie Prime Critiche, 2023).

²⁹ Basandosi sulle analisi dell'OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), l'Italia ha dimostrato una resilienza significativa di fronte alle recenti congiunture geoeconomiche, con una crescita sostenuta da una risposta di politica fiscale incisiva, dal rafforzamento della competitività del sistema produttivo e dal consolidamento della solidità del settore bancario, a fronte di un debito pubblico a livelli elevati ed una spesa pubblica soggetta a pressioni considerevoli (tra cui le esigenze di investimento connesse alla transizione ecologica e alla trasformazione digitale). OECD (2024), Studi economici dell'OCSE: Italia 2024, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/68453d0b-it>.

³⁰ L'Italia, come gli altri Paesi europei, acquista dalla Cina terre rare, magnesio e tungsteno, rendendo tale fornitore un attore cruciale nelle catene del valore; la Repubblica Democratica del Congo (RDC) è un importante fornitore di cobalto, elemento fondamentale per le batterie al litio; il litio, invece, vede l'Australia come importante produttore, mentre il Cile è il principale fornitore di rame, un metallo utilizzato in molti settori, dall'edilizia all'elettronica. L'Italia importa platino e altri metalli del gruppo del platino dal Sudafrica, il principale produttore mondiale. Come illustrato nei successivi capitoli di questo studio, questi metalli sono utilizzati in catalizzatori, elettronica e gioielleria.

Lo Stato si sta impegnando per definire strategie di gestione delle materie prime critiche atte a consentire alle imprese nazionali maggiore flessibilità, capacità di adattamento ai cambiamenti del mercato e alle nuove normative, sostenibilità, sia ambientale che sociale, rafforzamento delle catene del valore, tramite investimenti in infrastrutture, miglioramento della capacità produttiva, ricerca e sviluppo.

Su quest'ultimo punto diverse sono le opportunità attivate/attivabili, volte a rafforzare le principali catene del valore strategiche del Paese. Solo per citare i provvedimenti in corso di attuazione a livello nazionale, il Ministero delle Imprese e del Made in Italy promuove nel 2025 un intervento di 500 milioni di euro, in attuazione dell'Investimento 7, sotto-investimento 2, "*Competitività e resilienza delle catene di approvvigionamento strategiche*" (PNRR) (MIMIT, 2025)³¹. In attuazione del decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (DM n. 386 del 17 novembre 2023), in data 31/12/2024 è stato pubblicato sul sito del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) l'avviso pubblico per il finanziamento di progetti di ricerca, sviluppo e innovazione tecnologica nell'ambito delle Missioni "Green Powered Future" (GPFM) e "Clean Hydrogen" (CHM) di Mission Innovation 2.0, mettendo a disposizione 21 milioni di euro per finanziare progetti che riguardano l'intera catena del valore delle materie prime critiche e strategiche, dall'estrazione alla trasformazione (www.csea.it, 2025). Sempre il MASE finanzia nel 2025 progetti di ricerca e sviluppo incentrati sulla progettazione ecocompatibile e sul miglioramento della raccolta, della logistica e del riciclo dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, comprese le pale delle turbine eoliche e i pannelli fotovoltaici (intervento compreso nell'ambito dell'Investimento 8 "Approvvigionamento sostenibile, circolare e sicuro delle materie prime critiche", Missione 7 "REPowerEU" del PNRR; www.mase.gov.it, 2025).

Al di là dei singoli programmi, ciò che preme sottolineare è che, per un verso, il sostegno alla ricerca e sviluppo rappresenta una via privilegiata per ridurre la dipendenza nazionale in termini di approvvigionamento, sostenendo la diversificazione delle fonti (anche attraverso lo *urban mining*), il rafforzamento delle catene del valore e, per l'altro, tale sostegno non deve mancare di tradursi in politiche industriali e programmi di trasferimento tecnologico mirati a sostenere anche le piccole e medie imprese, che scontano maggiori difficoltà nell'accesso ai finanziamenti e alle tecnologie necessarie all'innovazione.

In tal senso, la promozione di collaborazioni e partenariati tra istituzioni pubbliche, imprese, università e centri di ricerca rappresenta un'azione fondamentale per affrontare le sfide legate alle materie prime critiche e strategiche. Il CRMA rappresenta un avanzamento importante in questa direzione e un'opportunità anche per l'Italia, intenta a rafforzare la sua posizione nel contesto europeo e globale.

3.4.1 Il recepimento del CRMA a livello nazionale

A livello nazionale, il CRMA è stato recepito con il D.L. 25 giugno 2024, n. 84, convertito con modificazioni dalla L. 8 agosto 2024, n. 115³². Il provvedimento in questione, recante "Disposizioni urgenti sulle materie prime critiche di interesse strategico", istituisce un sistema di *governance* per l'approvvigionamento sicuro e sostenibile di tali *input* produttivi, in linea con gli obiettivi europei.

Intento principale della norma, infatti, è proprio quello di incentivare l'autosufficienza nella produzione di materie prime critiche e strategiche: mappatura per identificare e valutare le

risorse minerarie presenti sul territorio nazionale, promozione dell'innovazione tecnologica attraverso il sostegno alla ricerca e sviluppo, semplificazione delle procedure autorizzative per le attività estrattive e incentivo del riciclo ne costituiscono, quindi, gli obiettivi principali.

Viene rafforzato, inoltre, anche il Fondo nazionale del Made in Italy, ampliandone le finalità per includere il sostegno alle attività di estrazione e trasformazione delle materie prime critiche (Armella, 2024).

Un aspetto rilevante riguarda il riconoscimento dei progetti strategici in tema di ricerca, estrazione, trasformazione o riciclo di materie prime strategiche e quindi di interesse pubblico nazionale, ritenuti tali soltanto con il conferimento da parte della Commissione Europea del carattere strategico (cfr. paragrafo 3.3). Inoltre, presso i ministeri competenti (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e Ministero delle Imprese e del Made in Italy) sono istituiti tre punti unici nazionali di contatto per il rilascio delle autorizzazioni e abilitazioni necessarie all'estrazione, riciclo o trasformazione di materie prime critiche strategiche, con tempistiche definite (18 mesi per le attività di estrazione e 10 mesi per quelle di riciclo o trasformazione).

Pur a fronte di sfide tutt'altro che semplici da affrontare, il decreto può offrire considerevoli opportunità alle imprese nazionali che operano nel campo di interesse, aprendo potenzialmente nuovi mercati, nuove collaborazioni, soprattutto per accedere a tecnologie innovative e sfruttare competenze tecniche dei *partner*, oltre ad una serie di incentivi disponibili per quelle organizzazioni che decidono di impegnarsi in progetti di ricerca e sviluppo o di investire in nuove tecnologie. Inoltre, anche se non è una finalità chiaramente espressa dal provvedimento, attraverso le azioni individuate, esso può trasformarsi in uno strumento atto a favorire il trasferimento tecnologico dalle università e dai centri di ricerca verso le imprese e la formazione di *cluster* tecnologici, per una più qualificata competitività dei singoli operatori e dell'intero Sistema Paese.

3.4.2 Coltivazioni minerarie in Italia? *Not in My Back Yard*

Prendendo spunto dal D.L. 25 giugno 2024, n. 84, in cui si sottolinea la necessità di una mappatura per identificare e valutare le risorse minerarie presenti sul territorio nazionale, è da sottolineare che in Italia la questione delle coltivazioni minerarie risente fortemente delle pressioni del fenomeno noto come sindrome di *NIMBY (Not In My Back Yard)*, ovvero l'opposizione generata da parte delle comunità locali alla realizzazione di infrastrutture o attività, come miniere, impianti di trattamento dei rifiuti o infrastrutture energetiche, pur se di interesse generale, per gli impatti negativi che esse possono generare sul territorio circostante (Bettoni, 2012; Giovagnoli, 2016; De Francesco, 2017). L'egoismo endogeno e sociale di alcune comunità può rappresentare un ostacolo alla realizzazione di progetti importanti per lo sviluppo economico e la transizione energetica.

Da una mappatura del territorio italiano si individuano 76 miniere ancora attive, di cui 22 relative a materiali che rientrano nell'elenco delle 34 materie prime critiche individuate dall'Unione Europea. Nel sottosuolo nazionale si trovano soprattutto feldspato, minerale essenziale per l'industria ceramica (20 miniere), e fluorite (2 miniere nei comuni di Bracciano e Silius; Meloni, 2024).

Fatte salve le oggettive difficoltà ad avviare nuove attività estrattive in Italia, analizzando le miniere attive in passato e i permessi di ricerca pregressi e in corso, si evince la presenza sul territorio nazionale di varie materie prime critiche e strategiche come: litio, scoperto in quantitativi importanti nei fluidi geotermici tousco-laziali-campani; rame, nelle colline metallifere, nell'Appennino ligure-emiliano, nelle Alpi occidentali, in Trentino, in Carnia e in Sardegna; cobalto, in Sardegna e Piemonte, dove il deposito di Punta Corna è ritenuto di strategica importanza europea; manganese, soprattutto in Liguria e Toscana; titanio, nel savonese; bauxite, in quantitativi modesti in Appennino centrale, più consistente in Puglia e Sardegna; grafite, nel torinese (Figura 7).

³¹ <https://www.mimit.gov.it/it/incentivi/catene-di-approvvigionamento-strategiche>.

³² <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/08/13/24A04302/SG>.

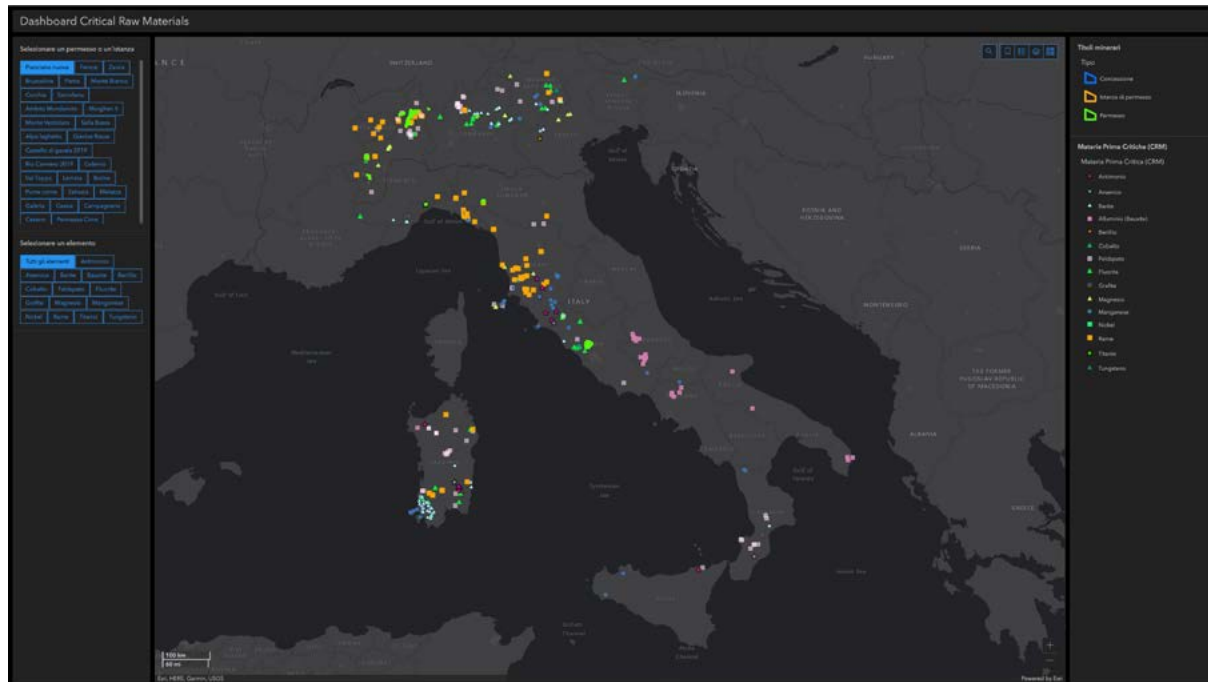


Figura 7 – Dashboard Critical Raw Materials in Italia (2025)

Fonte: <https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/dashboards/ac0165d1c353493b89992a8d98680650>

In base al già citato decreto sulle materie prime, si è dato avvio al programma minerario nazionale, imposto dal Regolamento UE 1252/2024 (CRMA) e affidato all'ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Si sta procedendo, dunque, all'aggiornamento della carta mineraria.

L'eventuale avvio di attività estrattive e di lavorazione dei minerali sul suolo nazionale richiederà un approccio equilibrato e responsabile, che tenga conto delle esigenze di tutti gli attori coinvolti, nel tentativo di conciliare lo sviluppo delle attività minerarie con la tutela dell'ambiente e le esigenze delle comunità, passando attraverso una corretta attività di informazione, basata su una chiara valutazione dei rischi e benefici ed equa distribuzione di questi ultimi, oltre che attraverso l'adozione di tecnologie avanzate e di pratiche sostenibili per contenere il più possibile l'impatto ambientale delle attività minerarie.

A titolo esemplificativo, secondo il laboratorio Materie Prime del CRIET, gli indirizzi per una credibile politica nazionale delle materie prime avrebbero dovuto già da tempo affrontare le seguenti problematiche³³:

- ricerca mineraria per il rinvenimento di nuove riserve o per la riqualificazione di quelle esistenti;
- costituzione di banche dati informative sulla consistenza delle riserve di minerali;
- sostenibilità delle attività estrattive;
- definizione dei flussi di minerali in ambito europeo ed extraeuropeo;
- definizione degli obiettivi regionali per l'approvvigionamento delle materie prime;
- accordi commerciali in tema di *import-export* di minerali;
- definizione dei principi generali della coltivazione di cave e miniere;

³³ Già nel 2015 il CRIET, nell'ambito del Laboratorio Materie Prime e su sollecitazione dell'ingegnere Domenico Savoca, Presidente ANIM - Associazione Nazionale Ingegneri Minerari (Ingegneri delle Georisorse, delle Geotecnologie, dell'Ambiente e del Territorio), aveva iniziato a redigere un documento per la definizione della "Strategia Mineraria Nazionale", quando non vi era traccia di simili documenti a livello nazionale. Facevano parte del Laboratorio Materie Prime, oltre a CRIET anche ANIM, ASSOMINERARIA (oggi ASSORISORSE), AITEC - Associazione Italiana Tecnico Economica del Cemento, ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile e il Ministero dello Sviluppo Economico.

- predisposizione delle attività specifiche per la valorizzazione dei minerali strategici;
- principi dell'economia circolare applicata alle materie prime;
- pianificazione delle attività estrattive;
- riciclo e riutilizzo di materie prime;
- supporto all'innovazione tecnologica;
- definizione di una fiscalità dedicata;
- costituzione di centri di eccellenza per formazione e ricerca sulle materie prime.

Sul punto è utile prendere in considerazione anche le più recenti riflessioni condivise da ANIM - Associazione Nazionale Ingegneri Minerari per l'implementazione di una possibile strategia nazionale tesa a realizzare un approvvigionamento sostenibile delle materie prime critiche e strategiche. Tali considerazioni riprendono a grandi linee le problematiche appena citate.

Innanzitutto, intento di ANIM è farsi promotrice di una proposta articolata nell'ambito del rispetto dei principi europei e nazionali dell'economia circolare e dello sviluppo sostenibile, nel contesto della transizione energetica, ecologica e digitale. Tra molteplici finalità³⁴, essa intende:

- introdurre misure e incentivi tesi ad accrescere la sicurezza degli approvvigionamenti, facendo ricorso all'utilizzo delle risorse minerarie domestiche, utilizzando le migliori tecnologie disponibili e secondo i più moderni criteri di sostenibilità ambientale, economica e sociale;
- sviluppare la ricerca mineraria di base sul territorio nazionale per definire il potenziale minerario nazionale in termini di materie prime critiche e strategiche, ma anche in relazione alle esigenze di materie prime del comparto industriale italiano; sviluppare, altresì, la ricerca mineraria di base e operativa all'estero, per stabilire *partnership* con i Paesi produttori e gli altri Paesi europei;
- promuovere il recupero delle aree estrattive abbandonate e non spontaneamente rinaturalizzate.

La proposta di ANIM, inoltre, sottolinea la necessità di interventi in campo amministrativo, propugnando la velocizzazione dei procedimenti amministrativi per il conferimento dei permessi di ricerca e delle concessioni minerarie, nell'ambito della sicurezza delle lavorazioni minerarie, in tema di efficientamento energetico, sugli aspetti relativi alle competenze, attraverso il rafforzamento della formazione universitaria e professionale.

È, infine, sostenuta l'attuazione per il settore estrattivo di una strategia basata sull'economia circolare (di cui al decreto del Ministro della Transizione ecologica n. 259 del 24 giugno 2022).

Come si evince dalla breve sintesi operata, si tratta di tematiche già da tempo attenzionate e di interesse nazionale primario.

Fermo restando la mappatura in corso di definizione da parte di ISPRA e la possibilità di dare seguito ad una credibile *Strategia Mineraria Nazionale*, permangono significative perplessità che in Italia si possa riprendere una importante attività mineraria.

³⁴ Le proposte di ANIM relativamente all'esigenza di una strategia nazionale sono ampie ed articolate, come esposto anche in sedi istituzionali.

3.5 Le materie prime per l'economia nazionale: lo studio 2025

All'interno del contesto appena descritto, il presente studio propone una riflessione sul ruolo delle materie prime critiche e strategiche per l'economia nazionale, misurandone l'effettivo fabbisogno a livello industriale. Quest'ultimo è stato monitorato attraverso l'andamento delle importazioni negli anni 2015-2023, tenendo in considerazione anche i settori di destinazione, al fine di valutarne entità e impiego nell'industria nazionale, nell'intento di rispondere alle seguenti *research question*:

“Le materie prime critiche e strategiche definite dall'Unione Europea sono davvero significative per l'economia nazionale?”.

“Se le materie prime critiche e strategiche risultano essere significative per l'economia nazionale, sono effettivamente impiegate per sostenere la transizione green & digital?”.

L'attenzione dell'analisi, infatti, è diretta verso quelle materie prime la cui criticità/strategicità è legata direttamente all'influenza esercitata sul sistema produttivo nazionale per il suo attuale funzionamento, suggerendo un ampliamento del quadro di osservazione. A tal fine, si propone una riflessione su una terza categoria di materie prime che, per il loro impatto a livello di produzione nazionale, pur non essendo prese in considerazione nella lista validata dalla Commissione Europea 2023, vengono qui definite **rilevanti**.

Per la determinazione degli elementi da osservare ci si è focalizzati sulle materie prime (non energetiche) secondo la classificazione elaborata dall'ISTAT nel 2020 e revisionata nel 2024, nell'intento di determinarne la rilevanza, appunto, in relazione al livello di importazione ed ai settori di impiego. Tale classificazione è stata preventivamente validata da ricercatori esperti del settore, mentre per la costruzione del *dataset* è stata utilizzata la stessa metodologia applicata per le materie prime definite critiche e strategiche³⁵. Utilizzando tale classificazione, in analogia a quanto fatto per le materie prime critiche e strategiche individuate dalla Commissione Europea, si è proceduto alla determinazione in valore delle importazioni di materie prime rilevanti (non energetiche) nel periodo 2015-2023, con un *focus* sui principali settori di destinazione.

Il confronto fra tutte le materie prime oggetto del presente studio è poi presentato nel capitolo 5 insieme ad un approfondimento sulle attività di riciclo/recupero e, infine, una serie di indicazioni di *policy* emerse anche attraverso la discussione con un *panel* di esperti.



³⁵ La metodologia è illustrata in maniera puntuale nella nota metodologica.



4 ANALISI DELLE MATERIE PRIME CRITICHE/ STRATEGICHE/ RILEVANTI

Come discusso precedentemente, di seguito lo studio conduce un’analisi sull’impiego delle *critical raw material* a livello nazionale, valutando la determinazione delle importazioni. L’analisi è distinta per:

- 1. le materie prime indicate come critiche;
- 2. il sottoinsieme delle 17 materie prime indicate come strategiche;
- 3. 12 materie prime indicate come rilevanti per il sistema produttivo nazionale.

Per ciascuno dei tre gruppi si analizza l’andamento delle importazioni ed esportazioni dal 2015 al 2023 in valore; successivamente si propone un’analisi di dettaglio per ciascuna materia prima, considerandone l’impatto sul sistema produttivo italiano.

4.1 Le materie prime critiche

Quale differenza tra le 34 materie prime attenzionate dalla Commissione Europea ed il sottoinsieme delle 17 materie prime indicate come strategiche, si possono circoscrivere 17 materie prime critiche, rilevanti per lo sviluppo industriale europeo. Tuttavia, in questo primo gruppo, di cui si propone in seguito un approfondimento, una riflessione va condotta per le REE, acronimo di *Rare Earth Metals*, un gruppo di elementi appartenenti alla famiglia dei metalli. In base al peso atomico, esse si dividono in: *LREE*, le cosiddette terre rare leggere e *HREE*, terre rare pesanti. L’impiego delle terre rare nell’economia rinnovabile, in quella militare e aerospaziale, ma anche per la fibra ottica, la produzione di *smartphone*, solo per citare alcuni utilizzi, rendono alcuni di questi elementi strategici, oltre che critici (Sastri et al., 2003). Nonostante ciò, non sono ad oggi disponibili dati statistici in grado di indicare il quantitativo di elementi impiegati esclusivamente nei settori strategici. Partendo da tale considerazione, nell’analisi che si propone di seguito ci si focalizza su 16 materie prime critiche, mentre le terre rare verranno analizzate nel sottogruppo delle materie prime strategiche³⁶ (Tabella 5).

Critical Raw Materials			
Antimony	Coking coal	Helium	Scandium
Arsenic	Feldspar	Niobium	Strontium
Baryte	Fluorspar	Phosphate rock	Tantalum
Beryllium	Hafnium	Phosphorus	Vanadium

Tabella 5 – Elenco delle materie prime critiche
Fonte: ns. adattamento da Regolamento UE 2024/1252, p. 55

³⁶ Tale soluzione appare appropriata anche in relazione al peso relativo di tali elementi sul complessivo saldo della bilancia commerciale per l’Italia.

Dunque, con riferimento alle sole 16 *critical raw material* selezionate, le prime osservazioni per il periodo 2015/2023 consentono di evidenziare per l'Italia un saldo negativo della bilancia commerciale; benché le esportazioni, sempre inferiori rispetto all'*import* di tali materie, abbiano fatto registrare tassi di crescita interessanti - con un'ovvia battuta di arresto nel 2020 ed una altrettanto dovuta ripresa nel 2021 e 2022, con tassi rispettivamente del 16% e 52% di crescita dell'*export* nel biennio sull'anno precedente ed un calo del 15% nel 2023, per l'assestarsi delle attività, rispetto ad una crescita dell'*import* del 30% e del 106% nello stesso periodo 2021/2022 ed un calo del 26% nel 2023³⁷ - ciò non è servito a colmare il *gap* tra materie in entrata ed in uscita (Tabella 6).

Anni	Import	Export	Saldo
2015	737.010.728,00 €	202.170.065,00 €	-534.840.663,00 €
2016	766.651.891,00 €	187.849.546,00 €	-578.802.345,00 €
2017	1.003.995.668,00 €	214.738.531,00 €	-789.257.137,00 €
2018	1.128.920.711,00 €	221.565.587,00 €	-907.355.124,00 €
2019	1.202.465.863,00 €	216.652.846,00 €	-985.813.017,00 €
2020	752.000.438,00 €	193.413.854,00 €	-558.586.584,00 €
2021	973.850.727,00 €	223.885.750,00 €	-749.964.977,00 €
2022	2.001.440.303,00 €	340.232.311,00 €	-1.661.207.992,00 €
2023	1.480.634.492,00 €	288.061.259,00 €	-1.192.573.233,00 €

Tabella 6 – Materie prime critiche: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Tuttavia, si deve sottolineare come, in linea con la migliore tradizione produttiva del Made in Italy, sostanzialmente in Italia si importano materiali grezzi e semilavorati per esportare all'estero soprattutto prodotti finiti, specie nei settori tradizionali e di eccellenza dell'*Italian style*, quindi a maggior valore. Nonostante ciò, è da evidenziare come il saldo negativo della bilancia commerciale delle materie prime critiche rappresenti una prima testimonianza, anche abbastanza palese, della fragilità del Bel Paese rispetto alla tematica, sottolineandone la forte dipendenza da altri Stati per questa tipologia di approvvigionamenti.

Nelle tabelle che seguono (Tabella 7 e Tabella 8) si presenta l'andamento rispettivamente delle importazioni ed esportazioni per gli elementi selezionati (anno 2023), in modo da sottolinearne il contributo all'economia nazionale.

I dati indicano che oltre la metà delle importazioni (Tabella 7) è riconducibile al carbone da coke (55,46%), impiegato soprattutto nell'industria siderurgica; feldspati (8,99%), fluorite (6,25%), niobio (5,42%) e barite (4,58%) contribuiscono per un ulteriore 25,24%, mentre meno dell'ultimo quarto di importazioni in valore è rappresentato dalle restanti 11 materie prime critiche, di esiguo interesse per l'industria nazionale.

³⁷ Il 2023 ha fatto registrare una crescita moderata per l'economia italiana, con un PIL aumentato dello 0,7%, in rallentamento rispetto all'1,4% del 2022, sostenuta principalmente dalla domanda interna ed un contributo essenzialmente negativo della domanda estera. Fattori che hanno contribuito al rallentamento della crescita possono essenzialmente attribuirsi ad un aumento dei prezzi dell'energia e delle materie prime, che ha eroso il potere d'acquisto delle famiglie e frenato gli investimenti delle imprese, al protrarsi della guerra in Ucraina e al rallentamento dell'economia mondiale, che hanno ridotto la domanda di beni e servizi italiani (ISTAT, 2024).

Import 2023		
Ranking	Elemento	Valore
1	Carbone da coke	821.103.109,00 €
2	Feldspati	133.122.988,00 €
3	Fluorite	92.610.421,00 €
4	Niobio	80.191.934,00 €
5	Barite	67.833.954,00 €
6	Elio	60.654.476,00 €
7	Antimonio	57.780.419,00 €
8	Arsenico	54.878.072,00 €
9	Vanadio	48.769.870,00 €
10	Fosforo	32.964.900,00 €
11	Fosfati	22.105.869,00 €
12	Stronzio	5.462.111,00 €
13	Scandio	1.276.523,00 €
14	Tantalio	855.845,00 €
15	Afnio	798.234,00 €
16	Berillio	225.767,00 €

Tabella 7 – Materie prime critiche: classifica delle importazioni nel 2023 per valore (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Analogamente, le esportazioni dei 16 elementi analizzati (Tabella 8), pur attestandosi su valori molto più contenuti rispetto all'*import*, vedono il maggior contributo del carbone da coke (41,79%), seguito da arsenico (14,64%), antimonio (8,03%), feldspati (7,65%), fluorite (5,51%) ed elio (5,26%). Le restanti materie coprono complessivamente il residuo 22% di *export* in valore, con elementi come niobio, stronzio, afnio e berillio con percentuali di esportazione inferiori all'1%.

Sulla scorta di tali evidenze, di seguito si analizza singolarmente ogni materia strategica dell'elenco³⁸, sottolineandone l'impiego industriale a livello nazionale.

³⁸ Le schede relative alle materie prime sono presentate in ordine alfabetico, secondo la nomenclatura in inglese.

Export 2023		
Ranking	Elemento	Valore
1	Carbone da coke	120.367.149,00 €
2	Arsenico	42.174.267,00 €
3	Antimonio	23.129.232,00 €
4	Feldspati	22.034.990,00 €
5	Fluorite	15.874.966,00 €
6	Elio	15.157.054,00 €
7	Fosfati	13.449.831,00 €
8	Barite	9.483.714,00 €
9	Vanadio	6.865.215,00 €
10	Fosforo	6.367.743,00 €
11	Scandio	4.236.352,00 €
12	Tantalio	4.001.534,00 €
13	Niobio	2.614.091,00 €
14	Stronzio	2.221.621,00 €
15	Afnio	70.545,00 €
16	Berillio	12.955,00 €

Tabella 8 – Materie prime critiche: classifica delle esportazioni nel 2023 per valore (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori



4.1.1 Antimonio

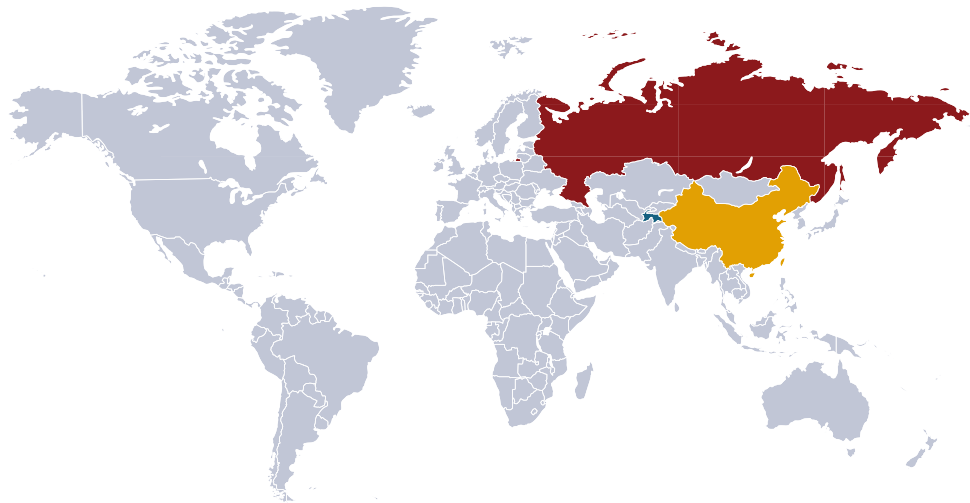
Materia prima critica per la Commissione Europea, l’antimonio (simbolo chimico Sb, numero atomico 51, abbondanza crostale media 0,2 ppm) è un semimetallo (o metalloide) cristallino, fragile e di colore bianco argenteo, che presenta una scarsa conducibilità di elettricità e calore. Viene estratto principalmente da solfuri (*in primis* dall’antimonite o stibina, Sb_2S_3), da depositi idrotermali (epitermali) e/o magmatico - idrotermali e di sostituzione (*skarn*). I principali prodotti dell’antimonio nel commercio internazionale sono antimonite e subordinati minerali di antimonite-berthierite e tetraedrite, antimonio metallico, triossido di antimonio e piombo antimoniale. Il triossido di antimonio, comunemente chiamato ATO (*antimony trioxide* Sb_2O_3 ; 83,5% Sb), è il composto più utilizzato.

L’antimonio viene utilizzato nelle seguenti forme:

- triossido di antimonio, usato principalmente nei ritardanti di fiamma e nella catalisi del PET (polietilene tereftalato);
- antimonite di sodio, utilizzata principalmente nel vetro dei tubi catodici;
- metallo primario, utilizzato principalmente nelle batterie al piombo;
- piombo antimoniale, principalmente riciclato e riutilizzato nelle batterie al piombo.

Riciclo: dalla maggior parte dei prodotti, come i ritardanti di fiamma, i composti di antimonio non possono essere riciclati perché vengono dissipati durante l’uso, anche se il riciclo dei contenitori in PET fornisce un contributo indiretto. Tuttavia, l’antimonio può essere recuperato dalla maggior parte dei prodotti in cui viene utilizzato come additivo nelle leghe di piombo.

Principali produttori: Cina, Russia e Tajikistan (USGS, 2024)³⁹.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di antimonio importate in Italia hanno mostrato una relativa stabilità, con una media di 6.334.138 kg, raggiungendo un picco di 6.904.451 kg nel 2021 e toccando un minimo di 5.523.024 kg nel 2020. In modo simile, anche le esportazioni si sono mantenute relativamente stabili, variando tra i 3.209.482 kg registrati nel 2015 e i 2.103.836 kg del 2020 (vedi Tabella 9 e Figura 8).

Anni	Import	Export
2015	6.349.729	3.209.482
2016	5.878.618	2.302.997
2017	6.219.508	2.602.124
2018	6.343.157	2.385.021
2019	6.728.977	2.724.329
2020	5.523.024	2.103.836
2021	6.904.451	2.445.944
2022	6.696.390	2.611.780
2023	6.363.391	2.771.617

Tabella 9 – Antimonio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

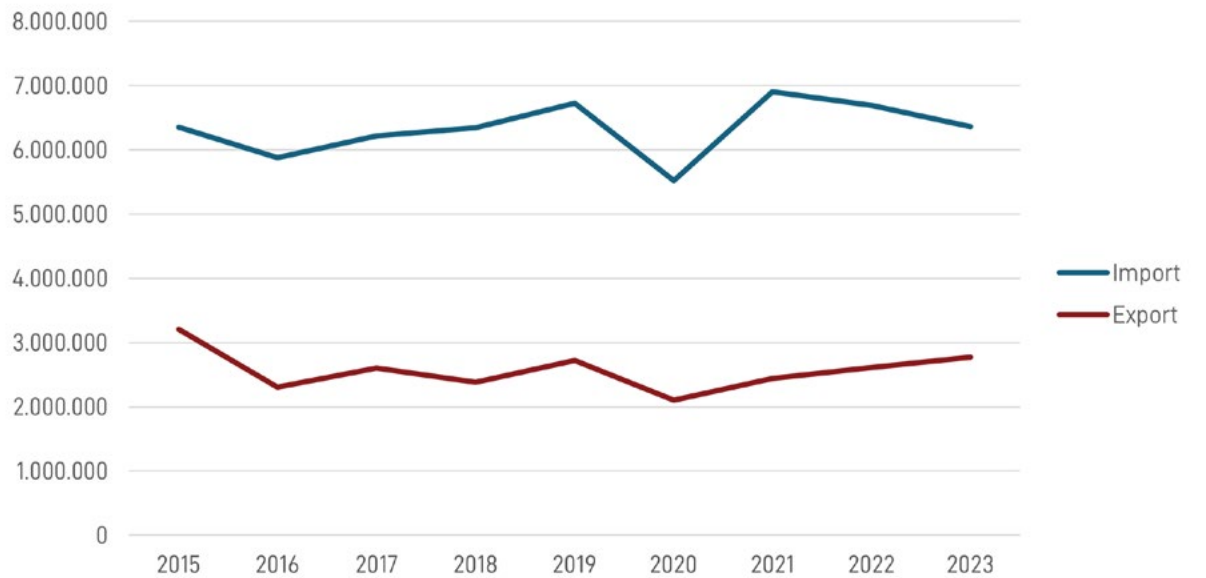


Figura 8 – Antimonio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di antimonio, si osserva una crescita rilevante: dai circa 36 milioni di euro del 2015, si è passati a oltre 67 milioni di euro nel 2022, con un leggero calo a circa 57,8 milioni di euro nel 2023. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da poco più di 17 milioni di euro nel 2015 a oltre 23 milioni di euro nel 2023 (Tabella 10 e Figura 9).

Anni	Import	Export
2015	36.276.354,00	17.102.011,00
2016	29.258.835,00	11.765.839,00
2017	34.772.521,00	14.518.132,00
2018	37.718.849,00	13.753.880,00
2019	37.832.407,00	14.463.878,00
2020	27.237.626,00	9.699.282,00
2021	47.662.769,00	15.719.252,00
2022	67.163.284,00	22.217.982,00
2023	57.780.419,00	23.129.232,00

Tabella 10 – Antimonio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

³⁹ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Antimony. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/antimony-statistics-and-information>.

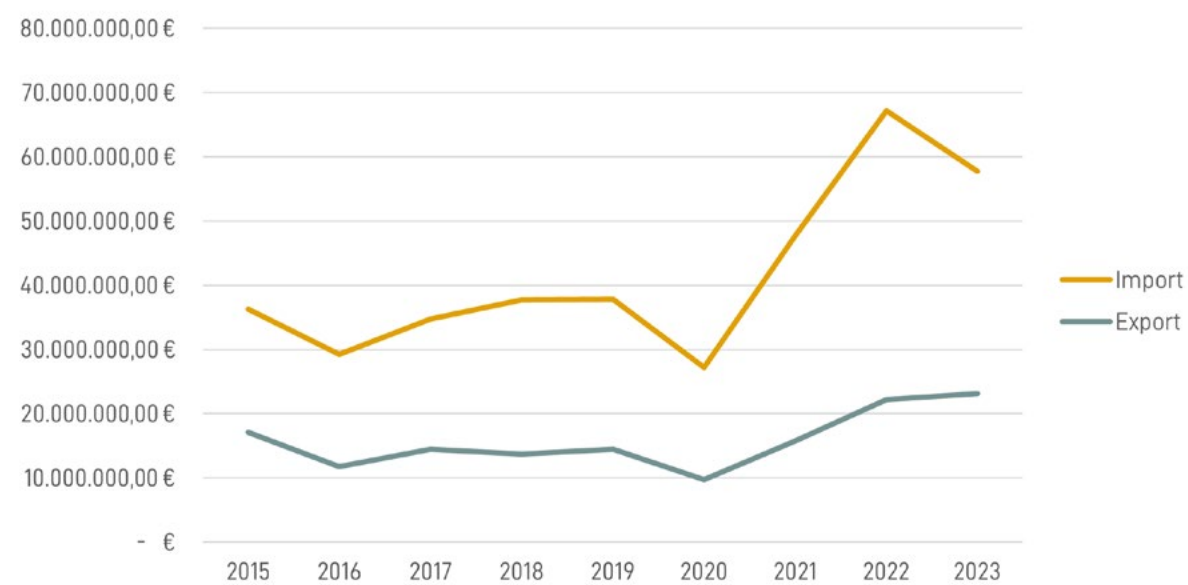


Figura 9 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di antimonio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il triossido di antimonio (ATO) è il più importante composto di antimonio prodotto. Di per sé l'ATO non ha proprietà ritardanti di fiamma, ma quando viene combinato con composti alogenati (bromurati, clorurati) costituisce il sistema ritardante di fiamma più efficace e diffuso per le materie plastiche. I ritardanti di fiamma rappresentano oggi il mercato di gran lunga più importante per l'antimonio. La maggior parte dei ritardanti di fiamma è utilizzata nelle materie plastiche, con quantità minori nella gomma, nei tessuti, nelle vernici, nei sigillanti e negli adesivi.

Gli altri principali mercati per l'antimonio negli usi non metallici sono l'ATO come stabilizzatore termico del PVC e come catalizzatore nella produzione di polietilene tereftalato (PET), utilizzato nella produzione di tessuti sintetici (poliestere) e contenitori di plastica.

L'ATO è utilizzato anche nel settore del vetro e della ceramica come agente di degassificazione e come opacizzante negli smalti e nelle porcellane.

L'antimoniato di sodio [NaSb(OH)₆] è utilizzato principalmente come agente di finissaggio e degassaggio nella produzione di vetro trasparente di alta qualità.

I mercati minori non metallurgici includono lubrificanti, inneschi per munizioni, prodotti tessili, prodotti farmaceutici, pesticidi, lampade fluorescenti, fuochi d'artificio e fiammiferi, elettrofilatura dello zinco e raffinazione del petrolio greggio.

L'antimonio ad altissima purezza (da 5N a 7N) è sempre più utilizzato nell'industria dei semiconduttori come drogante per *wafers* di silicio di tipo n ad altissima conducibilità, utilizzati nei diodi, nei rivelatori a infrarossi e nei dispositivi ad effetto Hall.

Il mercato più importante per l'antimonio metallico è quello delle leghe di piombo, che aggiungono durezza e finitura levigata. Nelle batterie al piombo, l'aggiunta di antimonio migliora le caratteristiche di carica e riduce la generazione di idrogeno indesiderato durante la carica.

L'utilizzo in Italia dei composti di antimonio (Figura 10) risulta piuttosto limitato; essi sono utilizzati principalmente nei settori dei ritardanti di fiamma (gomme, plastiche, ecc., 62%), guaine isolanti e ignifughe per conduttori elettrici (7%), nella produzione di polietilene (catalisi del PET, 3%) e prodotti tessili (3%), nonché per gli accumulatori (batterie) al Pb (circa il 6%), nel settore chimico, dei vetri e delle porcellane (19%).

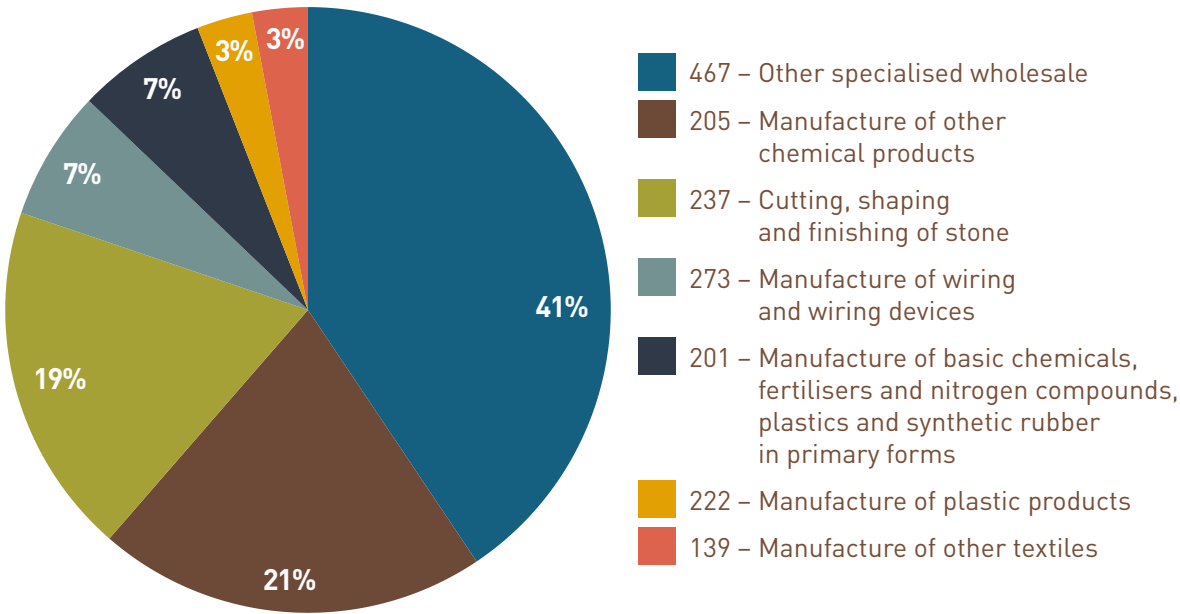
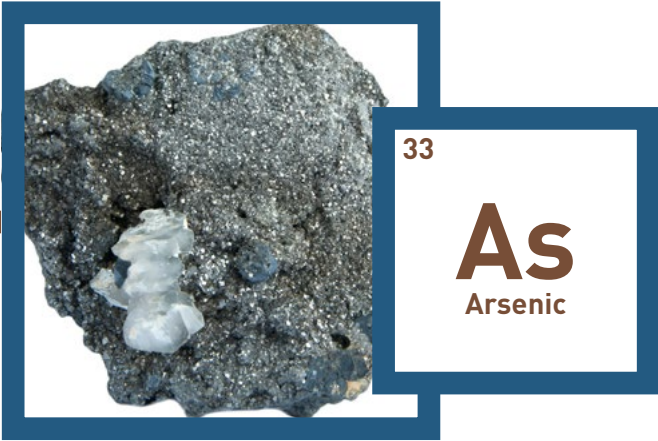


Figura 10 - Distribuzione percentuale delle importazioni di antimonio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁴⁰
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁴⁰ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.1.2 Arsenico

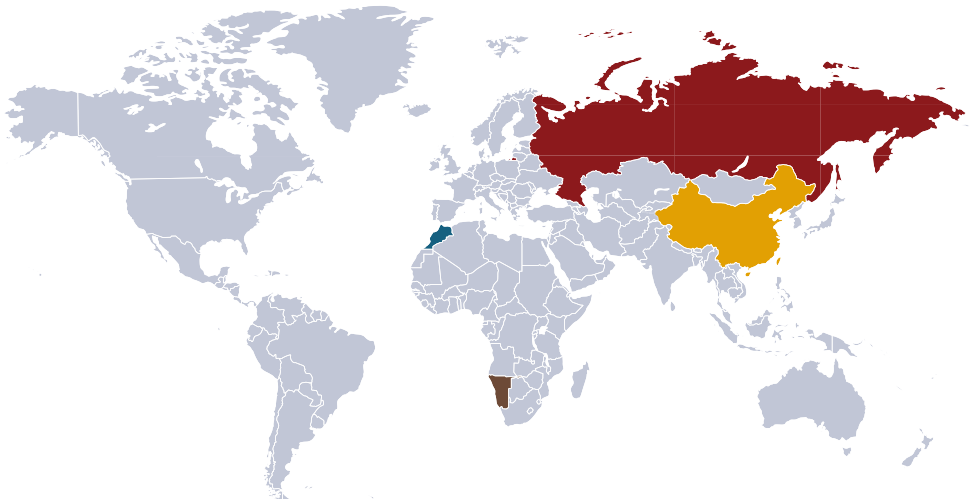
Materia prima critica per l’Unione Europea, l’arsenico (simbolo chimico As, numero atomico 33, abbondanza crostale media 1,8 ppm) è un semimetallo (o metalloide) fragile, con lucentezza metallica, buona conducibilità termica e scarsa conducibilità elettrica, altamente tossico.

Viene estratto principalmente dall’arsenopirite (FeAsS) o come sottoprodotto da solfuri di Ni-Co-Cu-Pb. Le mineralizzazioni ad As sono associate a complessi magmatico – idrotermali (es. *porphyry*, sistemi epitermali) di margini tettonici convergenti.

L’arsenico, essendo estremamente tossico, è diventato uno dei principali problemi ambientali: il suolo e l’acqua possono essere facilmente contaminati, mettendo in pericolo la salute delle persone, ed è classificato come cancerogeno di Gruppo A.

Riciclo: attualmente, l’arsenico riciclato proviene dalla produzione di semiconduttori e dispositivi elettronici a base di GaAs (arseniuro di gallio). Nei Paesi in cui è consentito il CCA (arsenato di rame e cromo), l’arsenico viene recuperato dalle acque di trattamento del legno.

Principali produttori: Cina, Marocco, Russia e Namibia (USGS, 2024)⁴¹.



⁴¹ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Arsenic. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/arsenic-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di arsenico in Italia, si osserva una notevole variabilità, con un massimo di 233.067.392 kg nel 2017 e un minimo di 115.036.162 kg nel 2023. Le esportazioni, invece, hanno mantenuto un andamento più regolare, variando tra i 66.077.760 kg nel 2016 e i 81.836.864 kg nel 2021 (Tabella 11 e Figura 11).

Anni	Import	Export
2015	145.823.544	72.575.434
2016	127.447.059	66.077.760
2017	233.067.392	77.502.175
2018	161.649.105	72.735.086
2019	152.620.435	74.054.240
2020	120.809.264	72.409.918
2021	137.795.054	81.836.864
2022	171.878.125	79.313.876
2023	115.036.162	77.741.712

Tabella 11 – Arsenico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

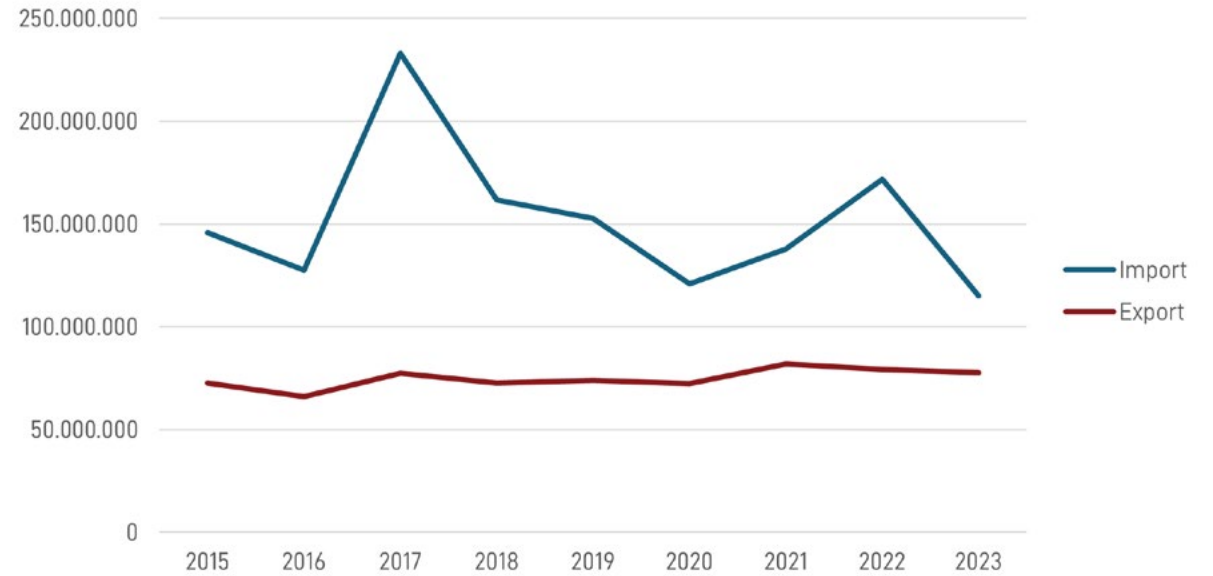


Figura 11 – Arsenico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Il valore delle importazioni di arsenico ha registrato un incremento significativo, passando dai 28 milioni di euro nel 2015 a oltre 54 milioni di euro nel 2023. Al contrario, le esportazioni sono rimaste relativamente stabili, oscillando tra un massimo di 56,87 milioni di euro nel 2022 e un minimo di 38,22 milioni di euro nel 2016, con un valore medio nel periodo analizzato di 44,79 milioni di euro (vedi Tabella 12 e Figura 12).

Anni	Import	Export
2015	28.007.668,00	46.348.344,00
2016	30.589.634,00	38.216.244,00
2017	42.912.278,00	47.361.194,00
2018	49.002.801,00	41.257.739,00
2019	53.441.885,00	42.826.811,00
2020	37.712.876,00	40.435.730,00
2021	49.545.859,00	47.595.173,00
2022	79.681.160,00	56.870.058,00
2023	54.878.072,00	42.174.267,00

Tabella 12 – Arsenico: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

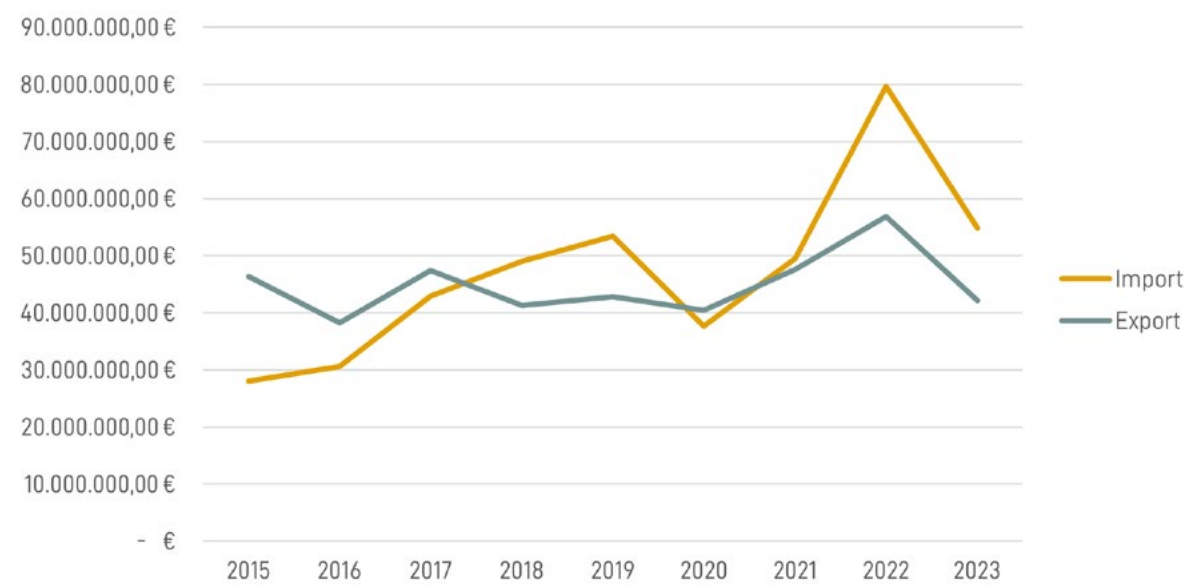


Figura 12 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di arsenico dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le applicazioni dell'arsenico in ambito industriale sono numerose, ad esempio:

- **Medicina:** è combinato con l'acido transretinoico (ATRA) per formare il triossido di arsenico (ATO), un farmaco per combattere la leucemia promielocitica acuta (APL) come ultima speranza.
- **Settore metallurgico:** è utilizzato come additivo per la produzione di leghe di Pb (es. per batterie e munizioni) e leghe Cu-Zn.
- **Industria elettronica:** l'arseniuro di gallio (GaAs) di elevatissima purezza (99,9999%) è un importante semiconduttore utilizzato nelle celle solari, nei circuiti integrati, diodi laser e LED. Questo settore, tuttavia, è praticamente assente in Italia.

L'arsenato di rame e cromo (CCA) è stato utilizzato in passato come conservante del legno e in alcuni Paesi, come gli Stati Uniti, è ancora in uso. Il CCA è stato sostituito da trattamenti a base di sali di rame che non contengono né arsenico né cromo. L'arsenato di piombo veniva utilizzato come insetticida e l'arsenito di sodio come erbicida. Tra gli ulteriori impieghi dell'arsenico abbiamo applicazioni nel settore dei pesticidi, per la produzione di additivi nei mangimi per animali.

Nei settori industriali italiani (Figura 13) i composti di arsenico vengono impiegati principalmente in medicina (13%), nella produzione di leghe al Pb (es. per batterie e munizioni, circa 23%), leghe Cu-Zn (13%) e semiconduttori (GaAs), anche se quest'ultimo settore è poco sviluppato in Italia. Tra gli ulteriori impieghi dell'arsenico abbiamo applicazioni nel settore dei pesticidi, per la produzione di additivi nei mangimi per animali e nel settore chimico (28%).

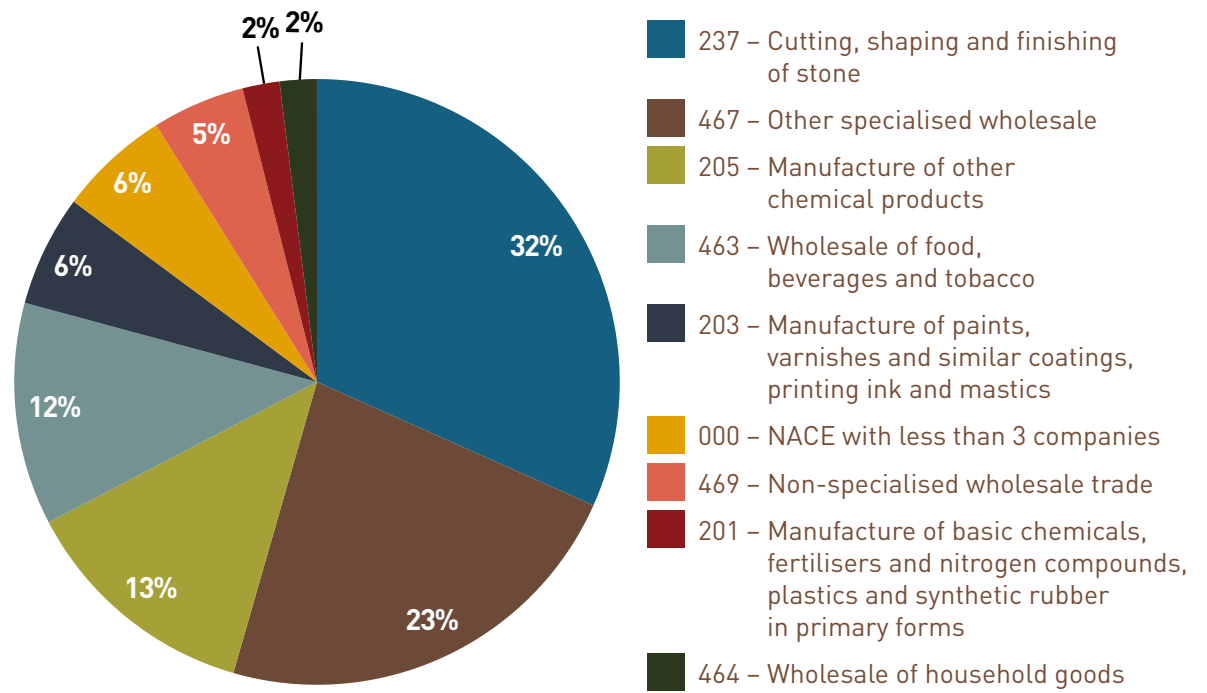


Figura 13 – Distribuzione percentuale delle importazioni di arsenico per settori NACE (3 digit), anno 2022⁴²
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁴² Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



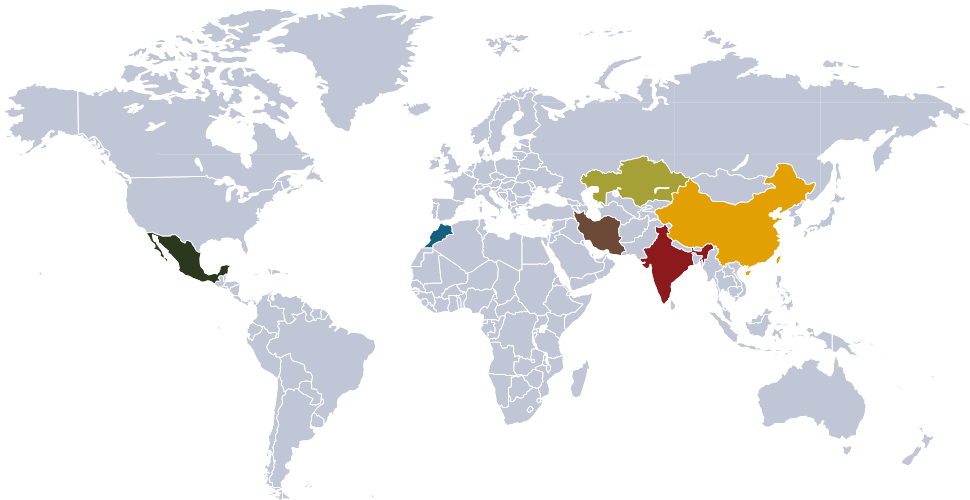
4.1.3 Barite

Materia prima critica per l’Unione Europea, la barite (o baritina) BaSO₄ è un importante minerale industriale (*industrial mineral*), utilizzato tal quale o macinato in virtù delle sue proprietà fisiche (elevato peso specifico, radioopaco, ecc.), principalmente nei fanghi di perforazione, così come il più importante minerale di bario (simbolo chimico Ba, numero atomico 56, abbondanza media crostale 425 ppm, un metallo alcalino-terroso, tenero e pesante, reattivo all’aria e all’acqua).

I giacimenti di barite sono comunemente costituiti lenti *stratabound* di carattere epigenetico, tipici di depositi VMS (*volcanogenic massive sulphide*), vulcano-sedimentari e idrotermali. La mineralogia è data da prevalente barite, e i minerali di ganga sono principalmente calcite con tracce di celestina, silice, ossidi e idrossidi di Fe e ossidi di Mn. Sebbene la barite contenga un metallo “pesante” (il bario), non è una sostanza chimica tossica ai sensi della Sezione 313 dell’Emergency Planning and Community Right-to-Know Act del 1986, perché è molto insolubile.

Riciclo: la barite viene riciclata dai fanghi di perforazione dei pozzi di petrolio, gas naturale e acqua, in quanto è un minerale strategico.

Principali produttori: Cina, India, Marocco, Kazakistan, Iran e Messico (USGS, 2024)⁴³.



⁴³ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Barite. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/barite-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L’analisi delle quantità di barite importate rivela una tendenza non uniforme, con 258.101.046 kg nel 2018 e un minimo di 189.633.607 kg nel 2015. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una maggiore stabilità, con valori compresi tra 13.931.122 kg nel 2020 e 10.363.963 kg nel 2023 (Tabella 13 e Figura 14).

Anni	Import	Export
2015	189.633.607	12.549.884
2016	217.805.035	11.454.510
2017	192.435.514	13.430.288
2018	258.101.046	13.881.019
2019	257.097.922	13.069.901
2020	210.801.979	13.931.122
2021	246.895.988	10.961.124
2022	247.898.522	13.245.097
2023	191.629.919	10.363.963

Tabella 13 – Barite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

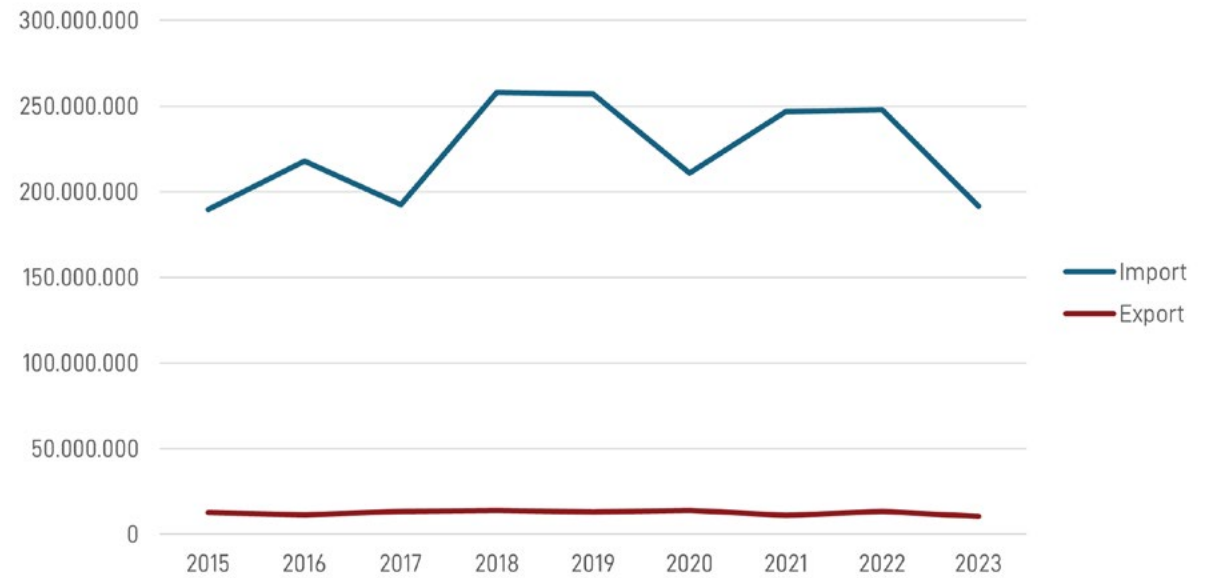


Figura 14 – Barite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Il valore delle importazioni di barite ha mostrato fluttuazioni considerevoli, variando tra i 69,2 milioni di euro nel 2021 e i 46,9 milioni di euro nel 2015, con un picco nel 2022 di circa 88,4 milioni di euro, registrando un aumento percentuale del 27,83% rispetto ai livelli dell’anno precedente. Le esportazioni hanno seguito un andamento più costante, partendo da 9,2 milioni di euro nel 2015 e stabilizzandosi attorno ai 9,5 milioni nel 2023 (Tabella 14 e Figura 15).

Anni	Import	Export
2015	46.856.886,00	9.184.751,00
2016	50.753.970,00	7.506.755,00
2017	49.894.498,00	10.200.466,00
2018	61.963.464,00	11.803.415,00
2019	63.623.250,00	13.215.409,00
2020	51.074.060,00	11.436.119,00
2021	69.157.189,00	17.742.933,00
2022	88.406.313,00	12.130.814,00
2023	67.833.954,00	9.483.714,00

Tabella 14 – Barite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

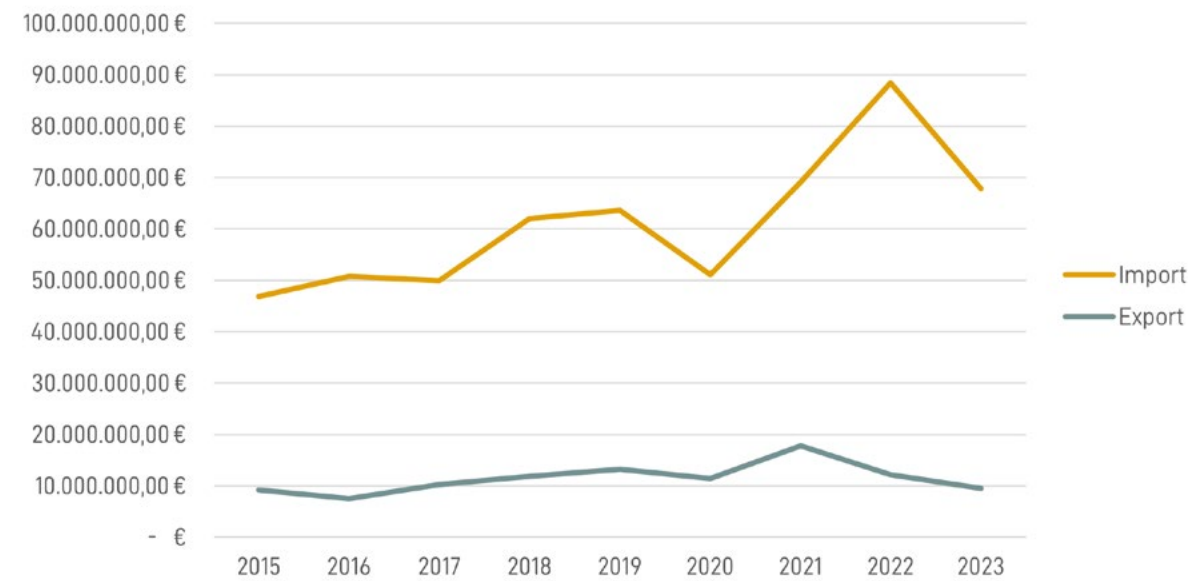


Figura 15 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di barite dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Gli impieghi industriali della barite in Italia (Figura 16) sono sostanzialmente nei fanghi di perforazione (35%), nella produzione di plastica, gomma, carta e vernici (circa il 43%) nonché nei settori delle ceramiche, vetri, guarnizioni di attrito dei freni ("pasticche") e radiodiagnostica, come dettagliato di seguito.

La barite è utilizzata nella produzione di fanghi di perforazione per lubrificare gli strumenti di perforazione e migliorare la stabilità delle pareti laterali nei pozzi di estrazione di petrolio, gas naturale e acqua. La barite è un additivo per la preparazione del calcestruzzo che viene utilizzato nella costruzione di pareti e gallerie in cui si trovano acceleratori lineari, unità a raggi-X e impianti nucleari, per prevenire eventuali fughe di radiazioni ionizzanti.

L'ossido di ferro e l'ossido di bario sono coinvolti nella produzione di magneti di ferrite.

La barite è utilizzata come elemento di carico nella fabbricazione delle guarnizioni di attrito ("pasticche") dei freni dei veicoli. Il solfato di bario è utilizzato come agente di carica nella produzione di gomma (guanti, giocattoli, pneumatici e gomme da cancellare) per aumentarne l'elasticità, anche nella produzione di materie plastiche.

Il solfato di bario è uno dei componenti del litopone (bianco di zinco), un pigmento bianco utilizzato in vernici e smalti per ottenere rivestimenti che non scuriscono a contatto con i solfuri. Nel primer per auto, protegge le parti metalliche dei veicoli.

Il solfato di bario è utilizzato nella produzione di carta e cartone perché conferisce resistenza e densità. Inoltre, conferisce un colore verde ai fuochi d'artificio e ai razzi.

Il carbonato di bario BaCO₃ viene utilizzato nella fabbricazione del vetro, in quanto ne aumenta l'indice di rifrazione e la brillantezza.

Nelle procedure mediche che prevedono la radiografia del tratto intestinale per esaminare la parte superiore o inferiore dell'apparato digerente, ai pazienti viene somministrata una soluzione acquosa contenente solfato di bario per rivestire lo strato interno degli organi digestivi. Durante la radiografia, il rivestimento di solfato di bario assorbe gran parte dei raggi X per evidenziare eventuali aree di lesione (es. ulcere, tumori).

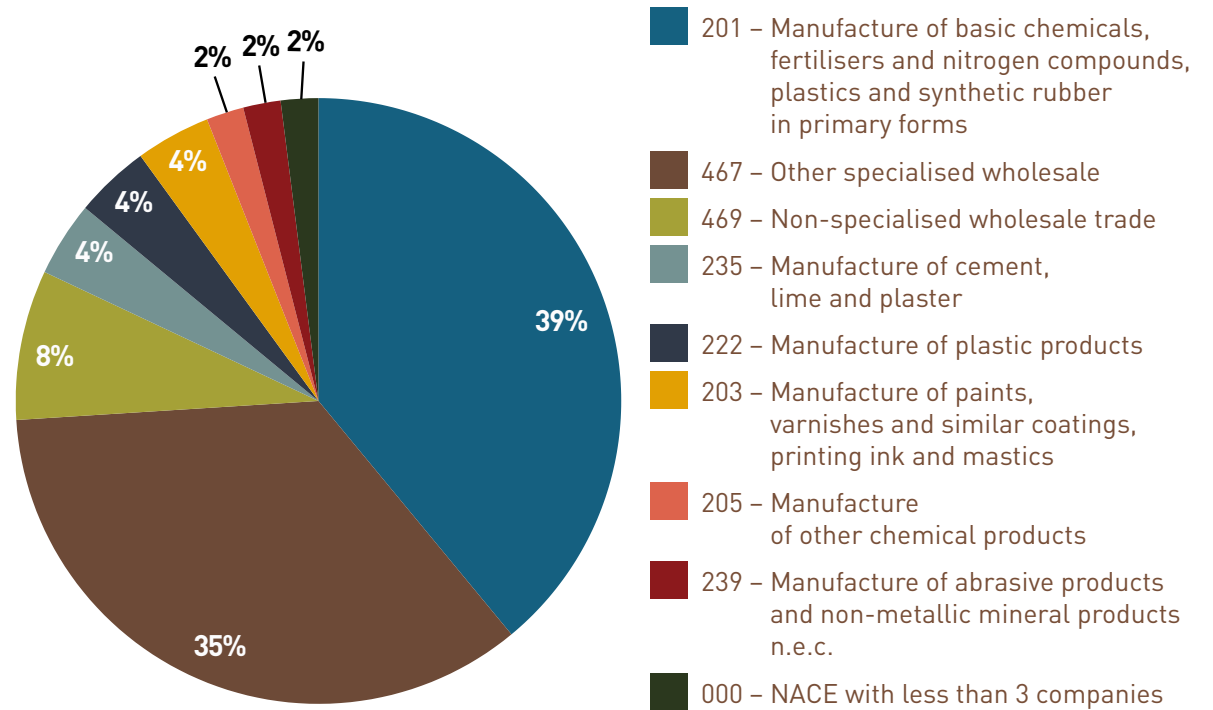


Figura 16 – Distribuzione percentuale delle importazioni di barite per settori NACE (3 digit), anno 2022⁴⁴
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁴⁴ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.1.4 Berillio

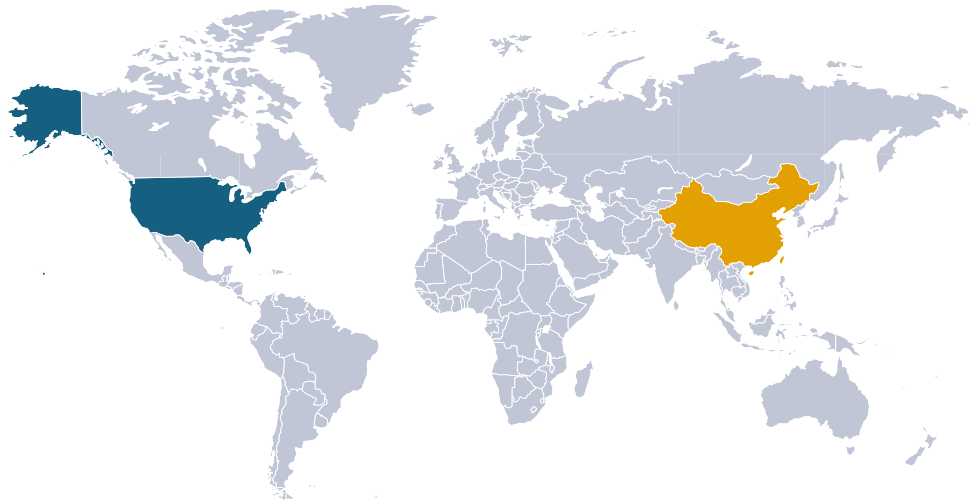
Materia prima critica per l’Unione Europea, il berillio - (simbolo chimico Be, numero atomico 4, abbondanza media crostale 2,1 ppm), primo elemento del gruppo 2, gli elementi alcalino terrosi - è un metallo grigio-argento noto per la sua leggerezza, con una densità di 1.846 kg/ m³, paragonabile a quella del magnesio, e per la sua notevole rigidità. Il berillio ha la proprietà unica per un metallo di essere virtualmente trasparente ai raggi X. Se aggiunto ad altri metalli, in particolare al rame, come elemento di lega, il berillio fornisce proprietà di rafforzamento/ irrigidimento controllabili, oltre a molte altre preziose caratteristiche come la buona conducibilità elettrica e termica, nonché un attrito molto basso contro la maggior parte delle superfici. Ha inoltre proprietà non magnetiche e anti-scintilla.

I più importanti minerali di berillio sono il berillo $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$, la bertrandite $\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$ e la fenacite Be_2SiO_4 , che si rinvencono principalmente in pegmatiti granitoidi di tipo LCT (Li-Cs-Ta), ed in minor misura da depositi idrotermali – metasomatici (es. skarn, greisen, vene).

Molte delle proprietà fisiche del berillio, come la rigidità, il peso ridotto, la capacità di assorbire il calore e la stabilità dimensionale, sono sfruttate nelle sue applicazioni come metallo, ma l’uso maggiore è nelle leghe con altri metalli e nelle ceramiche. Ad esempio, una lega di rame-berillio può trovare impiego in componenti di *hardware* aerospaziale, militare, elettronico, automobilistico o di altro tipo. Analogamente, gli usi elettronici della lega rame-berillio includono terminali di connettori che possono essere utilizzati in applicazioni diverse come i sistemi di guida degli aerei, la schermatura delle radiazioni elettromagnetiche dei dispositivi mobili, i sensori di impatto degli *airbag* automobilistici e l’*hardware* diagnostico medico.

Riciclo: i componenti in berillio metallico puro utilizzati nelle applicazioni tecnologiche hanno una durata di vita estremamente lunga e, pertanto, rientrano nel flusso di riciclo molto lentamente. Alcuni, a causa delle applicazioni aerospaziali o per via delle applicazioni militari, non rientrano affatto. Il riciclo del berillio viene effettuato sugli scarti generati dalla fabbricazione di prodotti contenenti questo metallo. Attualmente, il berillio riciclato rappresenta solo il 20-25% dell’utilizzo totale di questo elemento.

Principali produttori: **USA** e **Cina** (USGS, 2024)⁴⁵.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L’analisi delle importazioni di berillio in Italia rivela una significativa variabilità, con un picco di 24.338 kg nel 2017 e un minimo di 185 kg nel 2015. Le esportazioni mostrano un andamento analogo, oscillando tra un minimo di 2 kg nel 2020 e un massimo di 4.742 kg nel 2019, con un calo nel 2023 del 54,87% rispetto ai livelli del 2015 (Tabella 15 e Figura 17).

Anni	Import	Export
2015	185	226
2016	424	26
2017	24.338	20
2018	1.801	122
2019	14.880	4.742
2020	2.173	2
2021	2.762	186
2022	4.473	2.927
2023	16.976	102

Tabella 15 – Berillio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁴⁵ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Beryllium. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/beryllium-statistics-and-information>.

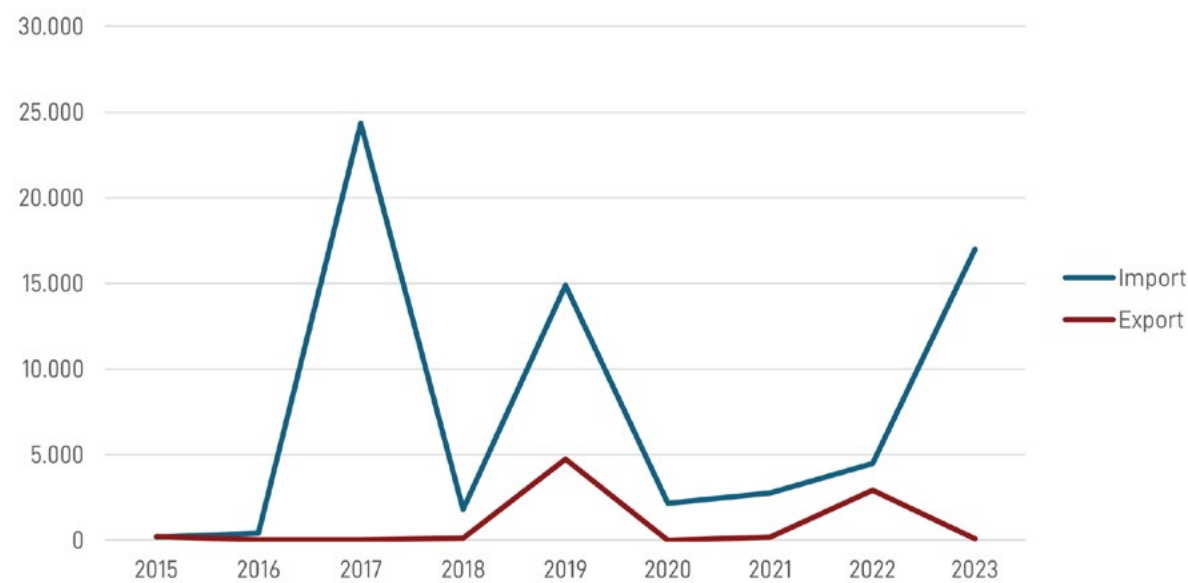


Figura 17 – Berillio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Il valore delle importazioni di berillio ha mostrato un incremento significativo, passando dai 101,7 mila euro del 2015 a oltre 225 mila euro nel 2023. Le esportazioni, invece, hanno seguito un andamento molto variabile, con un picco di circa 326,4 mila euro nel 2022 e un minimo di soli 2.719 euro nel 2020, stabilizzandosi intorno ai 13 mila euro nel 2023 (Tabella 16 e Figura 18).

Anni	Import	Export
2015	101.664,00	36.681,00
2016	186.723,00	3.289,00
2017	273.298,00	10.774,00
2018	171.111,00	129.409,00
2019	357.963,00	73.055,00
2020	125.109,00	2.719,00
2021	119.909,00	6.823,00
2022	237.302,00	326.366,00
2023	225.767,00	12.955,00

Tabella 16 – Berillio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

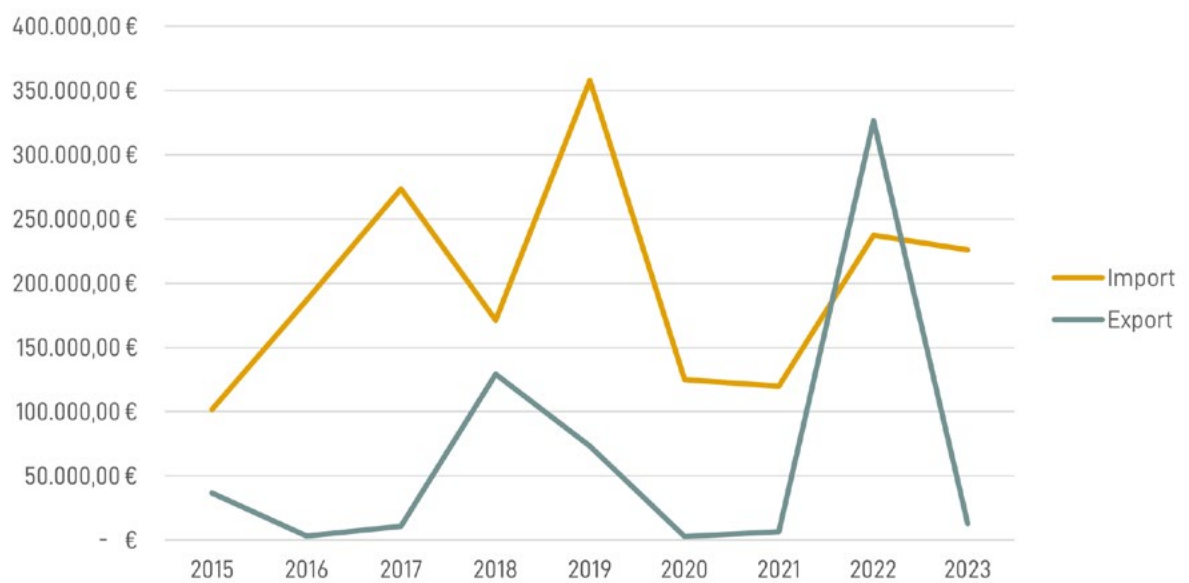


Figura 18 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di berillio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le tre forme principali di berillio usate commercialmente sono:

- leghe contenenti piccole quantità di berillio, soprattutto rame-berillio (≥ 2% di Be);
- berillio metallico puro;
- ceramiche di berillia (ossido di Be, BeO).

Il principale utilizzo finale del berillio, che comprende il 75% della produzione mondiale totale, è sotto forma di leghe di rame contenenti meno del 2% di berillio (es. utensili anti-scintilla, terminali di collegamento per connessioni elettriche ed elettroniche ad alta affidabilità tra schede di circuito, dispositivi per la schermatura delle radiazioni elettromagnetiche, diaframmi per il rilevamento della pressione negli altimetri degli aerei, negli stetoscopi medici e negli sfigmomanometri, molle di lunga durata, leghe ad alta resistenza e basso coefficiente di attrito). Piccole quantità di berillio sono utilizzate anche per produrre leghe di alluminio e nichel.

Il secondo maggior consumo di berillio, che rappresenta il 20% del volume di berillio prodotto, è sotto forma di berillio metallico di purezza >99,5% e di leghe contenenti oltre il 60% di berillio (es. componenti leggeri ad alta resistenza di sistemi aerospaziali ed elettronici, quali componenti strutturali di sistemi di guida aerospaziali e di armamenti, nel settore nucleare come moderatore di neutroni).

L'ossido di berillio, o berillia (BeO), rappresenta il restante 5% del consumo di berillio. La berillia ha un'eccezionale combinazione di proprietà, la più importante delle quali è la combinazione di un elevato isolamento elettrico, unito a una durezza solo leggermente inferiore a quella del diamante, e a una conducibilità termica di un ordine di grandezza superiore a quella dell'allumina. La berillia è ampiamente utilizzata come isolante elettrico e nei dissipatori di calore per apparecchiature a radiofrequenza e radar, sistemi elettrici automobilistici, fori laser e guide d'onda a microonde. In tutte queste applicazioni, la combinazione di estrazione del calore e isolamento elettrico è essenziale.

Gli utilizzi del berillio in Italia (Figura 19) sono riservati a settori altamente tecnologici, come quello aerospaziale (56%), produzione di leghe anti-scintilla (es. utensili speciali per industria petrolchimica ed esplosivi, 29%), apparecchiature analitiche (es. dispositivi a raggi-X, circa 2%) ed alcune applicazioni in elettronica e strumentazione scientifica (12%).

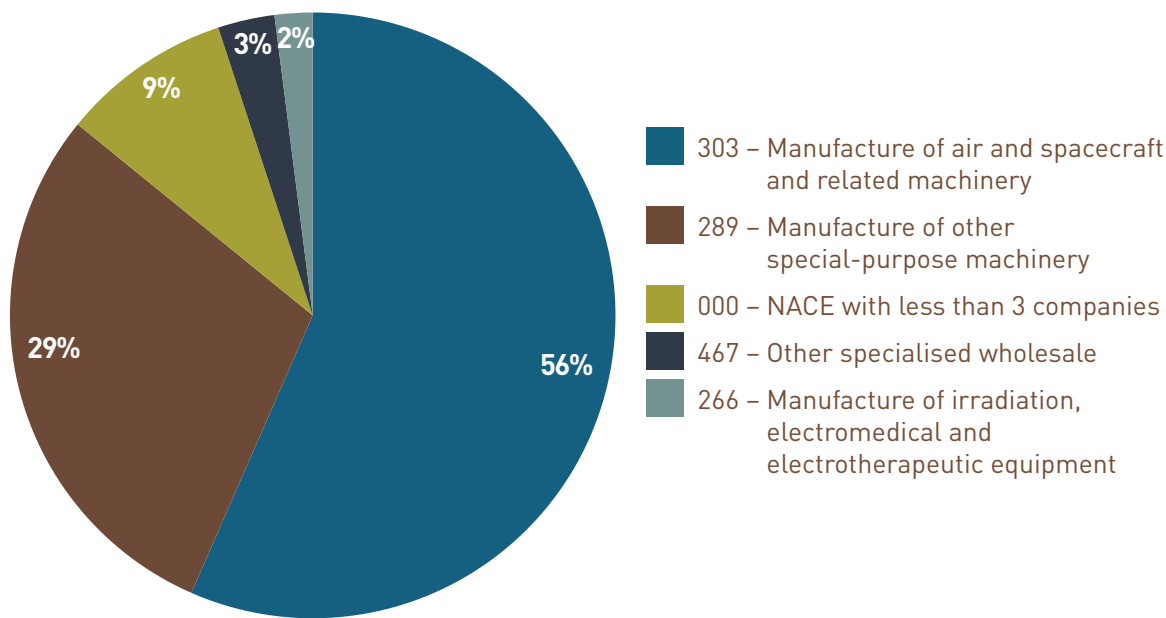


Figura 19 – Distribuzione percentuale delle importazioni di berillio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁴⁶
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



4.1.5 Carbone da coke

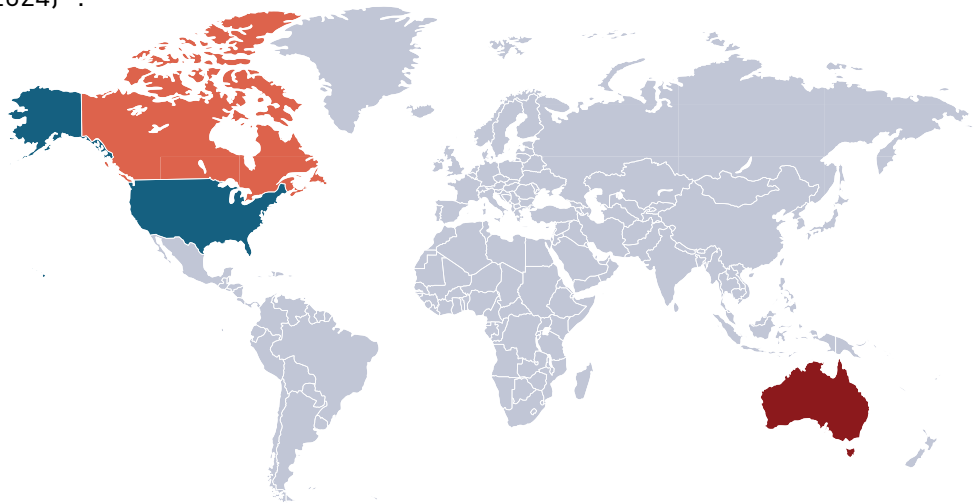
Materia prima critica secondo la Commissione Europea, il carbone da coke è utilizzato per la produzione di coke, che viene impiegato nelle industrie siderurgiche, mentre i carboni non da coke sono necessari per le centrali termiche. Il carbone da coke è una sostanza dura e porosa, composta per circa il 90% da carbonio e per il resto da ceneri (materiale non combustibile), sostanze volatili e altre impurità come zolfo e fosforo. Anche i carboni non coke lasciano un residuo solido coerente, ma possono non essere adatti alla produzione di coke. Può essere utilizzato nella riduzione degli ossidi metallici in metalli. Per definizione, questi carboni hanno tutti un basso contenuto di ceneri (1-10%), una bassa permeabilità determinata dall'umidità intrinseca, un moderato contenuto di vitrinite (per fornire materia volatile) e materia volatile nell'intervallo 18-45%. La riflettanza della vitrinite macerale è utilizzata anche come misura dell'idoneità dei carboni alla cokizzazione. I carboni da coke adatti a scopi metallurgici sono ulteriormente classificati in tre grandi gruppi in base alla qualità del coke prodotto e alle loro proprietà fisiche (Mukherjee et al., 1982):

- 1. i carboni di prima scelta sono quelli che, con o senza trattamenti, producono di per sé coke di specifica metallurgica mediante un processo di carbonizzazione convenzionale;
- 2. i carboni di media cokefazione sono quelli che, con o senza trattamenti, producono un coke di qualità leggermente inferiore e che, se utilizzati in miscela con carbone adeguato, possono produrre coke di specifica metallurgica;
- 3. i carboni semi cokificanti/debolmente cokificanti sono quelli che, con o senza trattamenti convenzionali, non sono in grado di formare coke di qualità metallurgica da soli, se non in miscele con carboni adatti.

Riciclo: le principali applicazioni industriali del carbone da coke (nel settore metallurgico come combustibile e reagente) non permettono un recupero.

⁴⁶ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.

Principali produttori: il carbone da coke proviene principalmente da **Canada**, **USA** e **Australia** (USGS, 2024)⁴⁷.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di carbone da coke importate rivela una tendenza decrescente, con un minimo di 1.833.230.441 kg nel 2021 e un calo del 12,88% nel 2023 rispetto ai livelli del 2015. In maniera analoga, i livelli di esportazione hanno mostrato un andamento decrescente, con un valore iniziale di 402.504.401 kg fino a raggiungere nel 2023 un livello pari a 265.439.114 kg (Tabella 17 e Figura 20).

Anni	Import	Export
2015	3.199.078.455	402.504.401
2016	3.719.834.182	569.816.268
2017	3.257.761.949	352.011.693
2018	3.489.785.486	364.586.580
2019	3.391.662.647	300.024.297
2020	2.266.102.102	325.546.918
2021	1.833.230.441	263.063.376
2022	3.031.815.913	270.177.363
2023	2.787.178.345	265.439.114

Tabella 17 – Carbone da coke: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

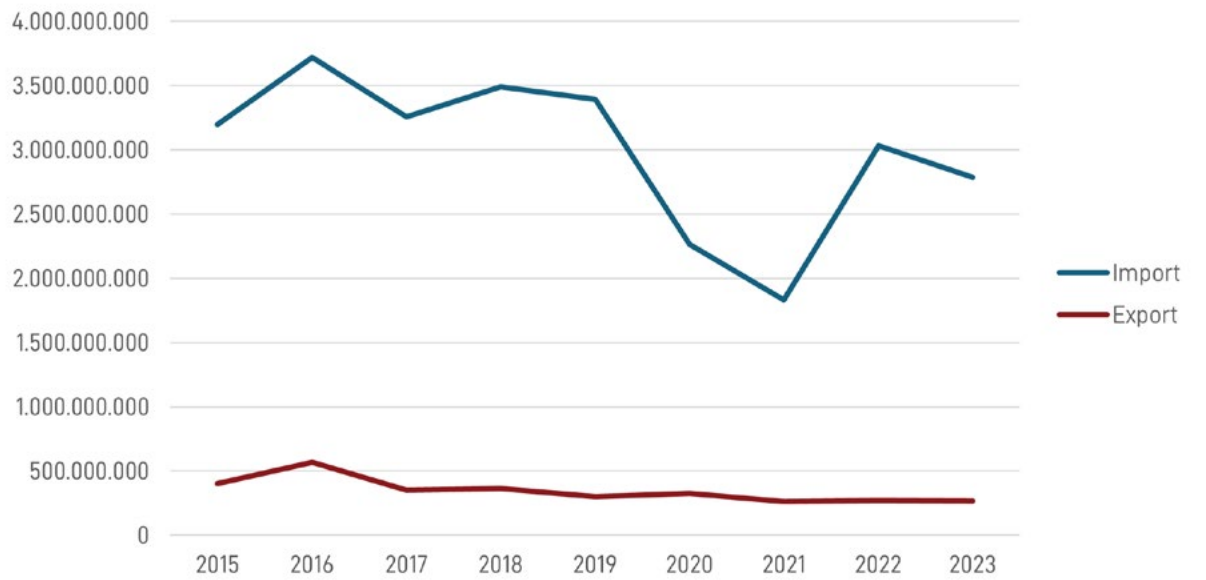


Figura 20 – Carbone da coke: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di carbone da coke è significativa, partendo da oltre 316 milioni di euro nel 2015 fino a superare gli 821 milioni di euro nel 2023, registrando un valore massimo nel 2022 pari a circa 1,2 miliardi di euro. Il valore delle esportazioni ha seguito un andamento crescente, salendo da circa 81 milioni di euro nel 2015 a più di 161 milioni nel 2022, con un assestamento attorno ai 120 milioni nel 2023 (Tabella 18 e Figura 21).

Anni	Import	Export
2015	316.740.640,00	81.430.147,00
2016	357.711.536,00	88.601.136,00
2017	536.761.894,00	94.731.129,00
2018	575.684.487,00	111.411.804,00
2019	634.599.094,00	98.885.848,00
2020	331.966.328,00	86.209.163,00
2021	416.348.413,00	89.046.590,00
2022	1.167.199.862,00	161.493.901,00
2023	821.103.109,00	120.367.149,00

Tabella 18 – Carbone da coke: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁴⁷ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Coal Combustion Products. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/coal-combustion-products-statistics-and-information>.

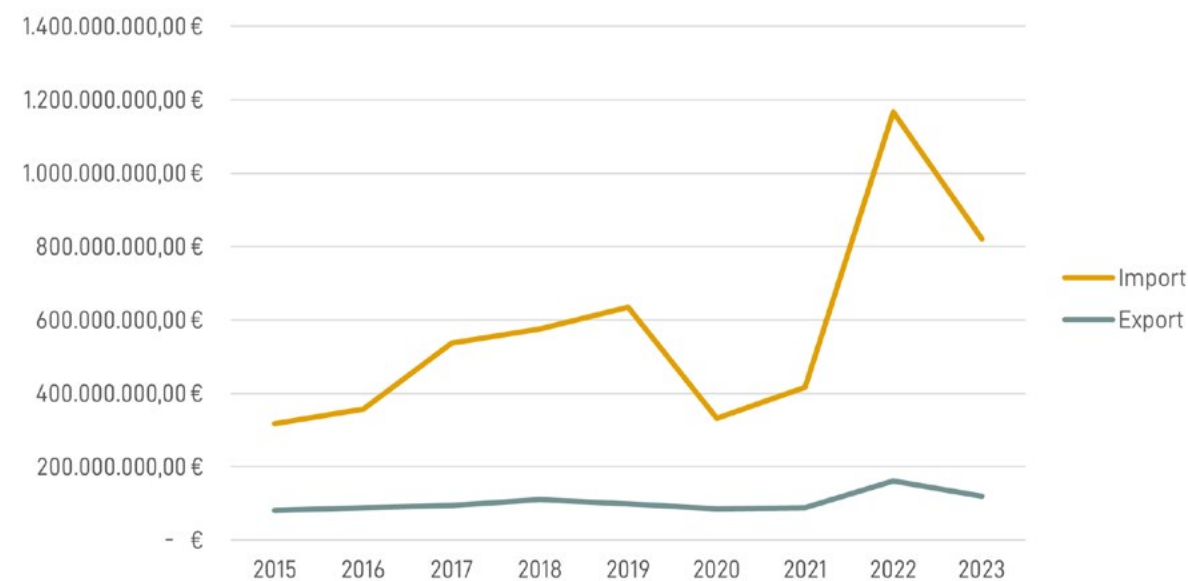


Figura 21 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di carbone da coke dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il coke è un combustibile e un reagente essenziale nel processo dell'altoforno per la produzione di acciaio primario e la domanda di carbone metallurgico (coke) è fortemente legata alla domanda di acciaio. Alcune qualità di carbone di antracite sono utilizzate per la sinterizzazione, l'iniezione di carbone polverizzato, la carica diretta dell'altoforno, la pellettizzazione e la produzione di ferroleghe, silicio-manganese, carburo di calcio e carburo di silicio. Il carbone da coke in Italia (Figura 22) viene impiegato principalmente nel settore siderurgico (84%), come combustibile e come agente riducente nei forni fusori dei minerali metalliferi. Una minore quantità di carbone non da coke viene utilizzata negli impianti termoelettrici o come combustibile (circa 10%).

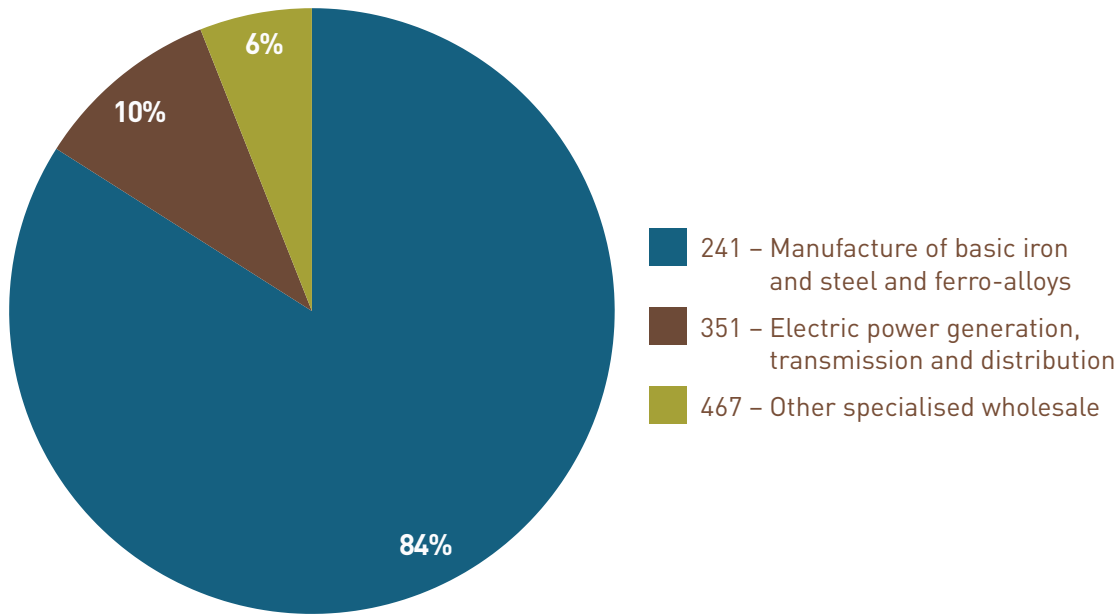


Figura 22 - Distribuzione percentuale delle importazioni di carbone da coke per settori NACE (3 digit), anno 2022¹⁵
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

¹⁵ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



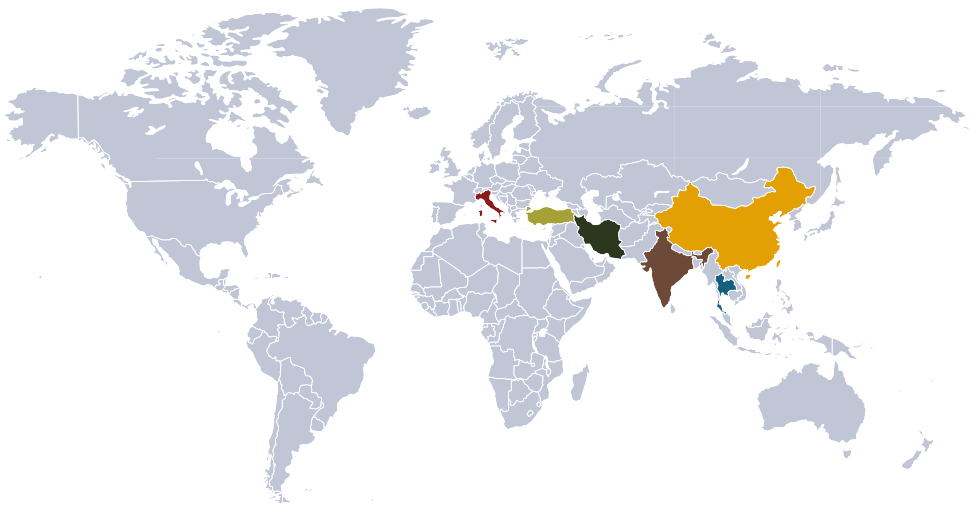
4.1.6 Feldspati

Classificati come materia prima critica dalla Commissione Europea, i feldspati costituiscono un ampio gruppo di minerali silicatici, che compongono circa il 50% della crosta terrestre e sono quindi presenti a livello globale nelle rocce magmatiche, metamorfiche e sedimentarie. I feldspati più noti sono quelli che includono nella loro composizione chimica ioni K⁺, Na⁺ e Ca⁺⁺, quindi K-feldspato (KAlSi₃O₈), albite (NaAlSi₃O₈) e anortite (CaAl₂Si₂O₈). Il feldspato con una composizione compresa tra ortoclasio e albite è noto come feldspato alcalino per la presenza di ioni alcalini come K⁺ e Na⁺⁺, e la soluzione solida tra anortite e albite come plagioclasio.

Il feldspato è particolarmente abbondante nelle rocce magmatiche (es. il granito), tuttavia, il feldspato commerciale viene estratto soprattutto da depositi di sabbia pegmatitica o feldspatica. Le pegmatiti sono rocce ignee intrusive filoniane, note per la loro grana grossolana e per l'arricchimento di elementi rari. Inoltre, i depositi possono essere colpiti da agenti atmosferici meccanici (es. vento), e, a causa delle due direzioni di sfaldatura, i cristalli di feldspato sono esposti agli agenti atmosferici chimici (che possono portare a diffusa argillificazione). In alcuni casi, i feldspati possono essere recuperati anche da scarti di rocce ornamentali granitoidi (es. graniti dei Laghi, Verbania), previo trattamento per eliminare i minerali indesiderati.

Riciclo: difficilmente o per nulla riciclabili quando vengono impiegati nelle ceramiche e come filler; il riciclo dei contenitori di vetro contribuisce a ridurre il consumo di feldspato, con un notevole risparmio energetico.

Principali produttori: **Turchia**, **Cina**, **Italia**, **Thailandia**, **India**, **Iran** (USGS, 2024)⁴⁹.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di feldspati importate rivela una tendenza stabile, con 2.973.757.290 kg nel 2021 e un minimo di 2.061.338.020 kg nel 2015. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato costante crescita nel corso del periodo di riferimento, partendo da valori di 283.967.644 kg nel 2015 fino a raggiungere 488.150.271 kg nel 2023, con un incremento percentuale pari a 71,9% (Tabella 19 e Figura 23).

Anni	Import	Export
2015	2.061.338.020	283.967.644
2016	2.400.100.875	264.047.939
2017	2.823.813.724	278.737.316
2018	2.738.431.772	280.289.662
2019	2.700.000.161	302.856.131
2020	2.117.998.163	319.737.906
2021	2.973.757.290	458.560.277
2022	2.734.811.434	474.580.707
2023	2.338.300.666	488.150.271

Tabella 19 – Feldspati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

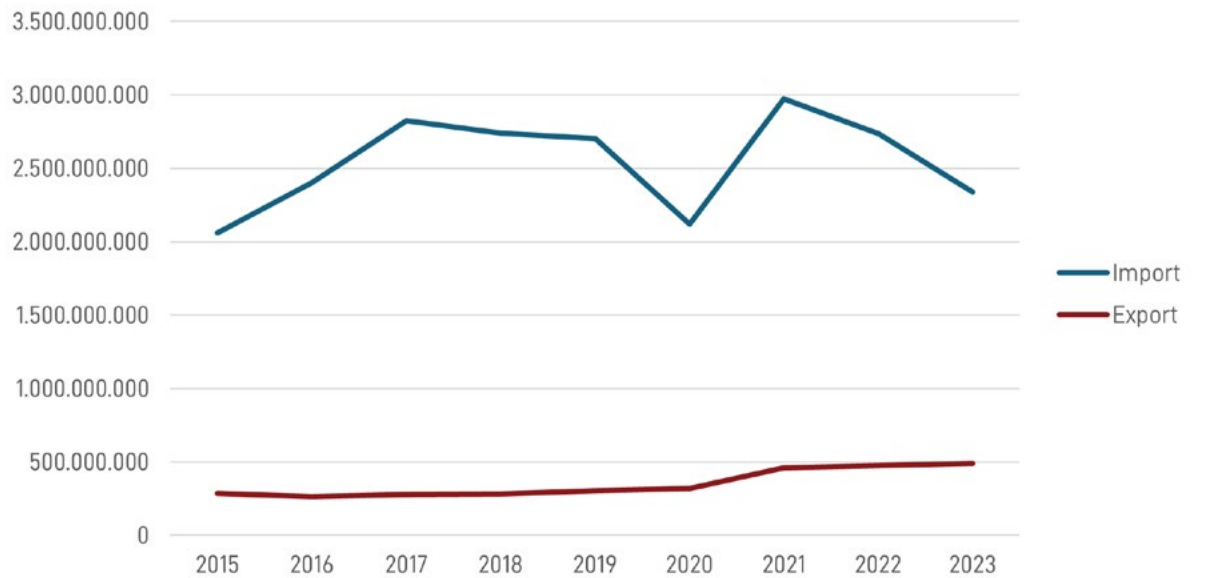


Figura 23 – Feldspati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di feldspati è considerevole, partendo da circa 72,7 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 133 milioni di euro nel 2023, ovvero un incremento dell'83,13%. Il valore delle esportazioni ha seguito un andamento incrementale simile, salendo da circa 11 milioni di euro nel 2015 a più di 22 milioni nel 2023 (Tabella 20 e Figura 24).

Anni	Import	Export
2015	72.694.491,00	11.002.634,00
2016	81.215.913,00	9.530.581,00
2017	94.774.296,00	10.831.414,00
2018	98.101.879,00	11.129.625,00
2019	104.572.350,00	11.900.820,00
2020	82.990.710,00	11.457.293,00
2021	121.763.856,00	16.591.115,00
2022	148.099.182,00	21.846.465,00
2023	133.122.988,00	22.034.990,00

Tabella 20 – Feldspati: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁴⁹ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Feldspar. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/feldspar-statistics-and-information>.

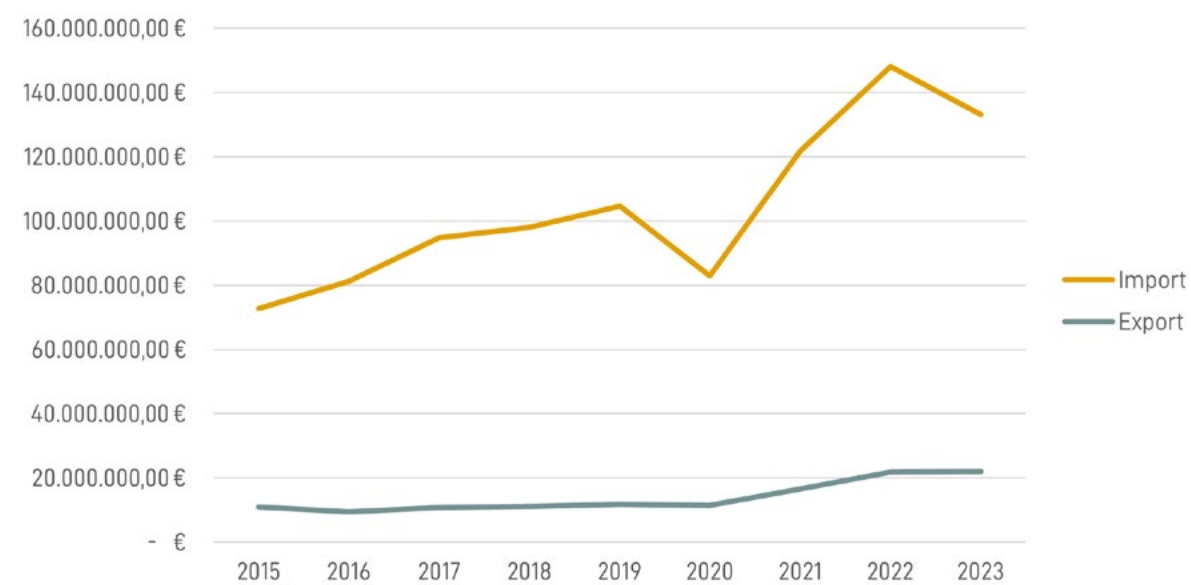


Figura 24 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di feldspati dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

I feldspati più pregiati ed utilizzati sono quelli alcalini, albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ e K-feldspato KAlSi_3O_8 , e vengono impiegati in numerosi settori industriali:

- **Industria ceramica:** una delle principali applicazioni del feldspato è come fondente (per abbassare il punto di fusione) per l'impasto formato da argilla, quarzo e acqua nella produzione di ceramica e come ingrediente che migliora la resistenza e la durezza. I feldspati sono utilizzati come fondente, insieme alla caolinite, nella produzione di porcellana per stoviglie, sanitari, isolanti elettrici e fusibili, ecc.
- **Industria dei vetri:** l'uso principale dei feldspati è nella produzione del vetro, dove agiscono come fondente, riducendo la temperatura di fusione del quarzo (con un notevole risparmio energetico nella produzione), contribuendo a controllare la sua viscosità e migliorando la durezza e la durata.
- I feldspati sono utilizzati come riempitivi (*filler*) in vernici, smalti, materie plastiche e adesivi e vengono aggiunti alla gomma per produrre pneumatici, nastri, cinture, ecc.
- Alcune varietà di feldspati sono utilizzate in gioielleria, come pietre semi-preziose. Sia l'adularia (pietra di luna) che la labradorite presentano il fenomeno della "labradorescenza", con colori particolari. Un esempio è l'amazonite, di un attraente colore verde-bluastr.

I feldspati sono piuttosto importanti nell'industria italiana (Figura 25), in particolare nel settore delle ceramiche (sanitari, piastrelle, porcellane, ecc.) e dei vetri, dove rivestono un ruolo essenziale come fondente (complessivamente oltre il 70%). Si segnalano utilizzi minori come *filler* in pitture, plastiche, gomme e sostanze adesive, nonché abrasivi (7%).

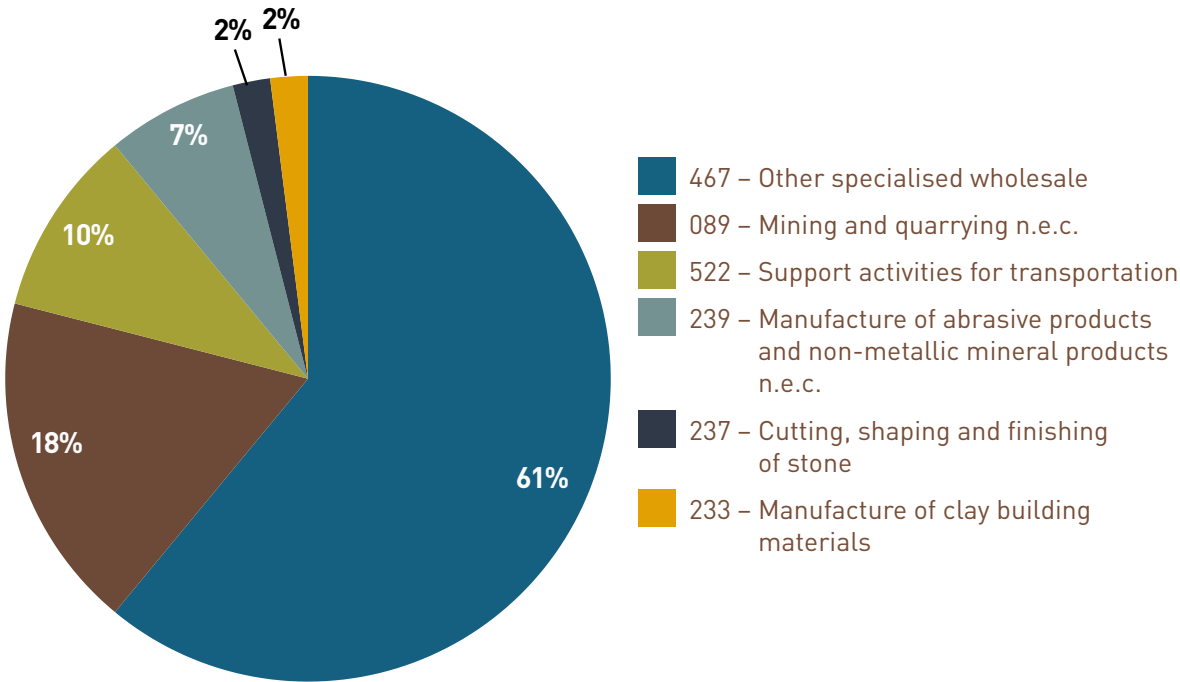
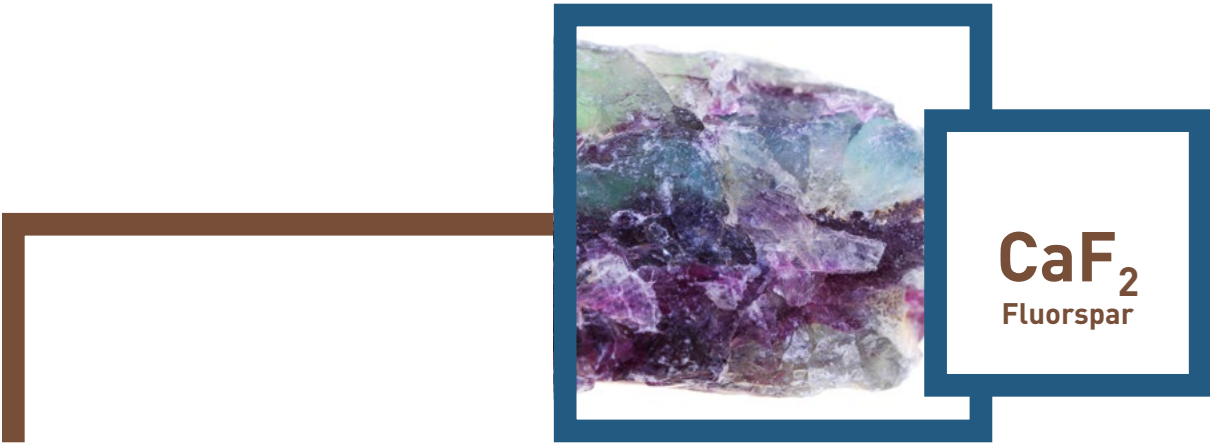


Figura 25 - Distribuzione percentuale delle importazioni di feldspati per settori NACE (3 digit), anno 2022⁵⁰
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁵⁰ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.1.7 Fluorite

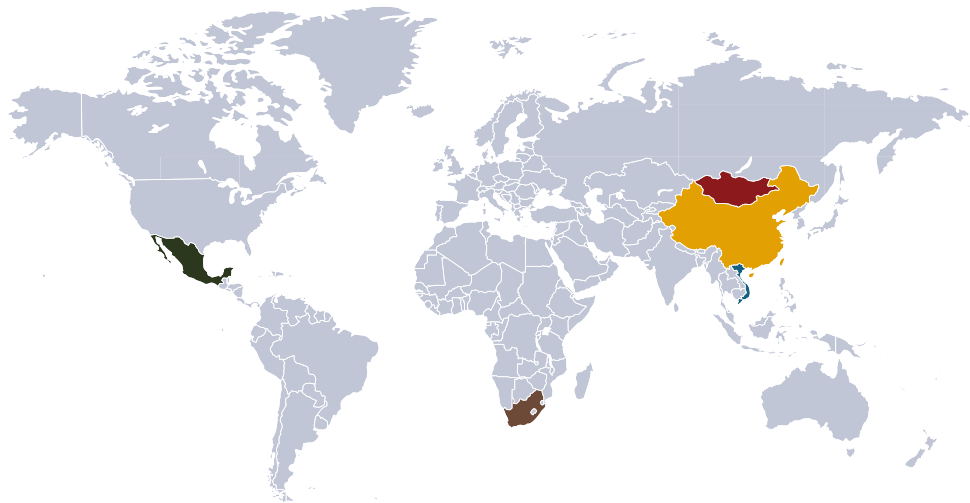
Classificata come materia critica dalla Commissione Europea, la fluorite CaF_2 è un fluoruro di calcio, il principale minerale di fluoro (simbolo chimico F, numero atomico 9, abbondanza media crostale 585 ppm), l'elemento più elettronegativo conosciuto, un gas altamente reattivo, corrosivo e tossico, che reagisce con l'aria umida e l'acqua per dare acido fluoridrico (HF).

La fluorite si trova come minerale accessorio nelle rocce granitoidi, nelle pegmatiti granitiche e nelle sieniti, nonché nei depositi idrotermali. I principali giacimenti, in ordine di importanza, sono:

- 1. epitermali legati a vulcanismo sub-alcaino (es. Cina, provincia Zhejiang);
- 2. epitermali legati a vulcanismo alcalino (es. Messico, Mongolia e Kenya);
- 3. giacimenti MVT (*Mississippi Valley Type*), a prevalenti solfuri di Zn-Pb in rocce carbonatiche (es. il distretto di Gorno – BG);
- 4. complessi carbonatitici (es. Canada, Australia, Namibia);
- 5. intrusioni alcaline (es. Russia);
- 6. intrusioni granitoidi (es. Russia, Alaska);
- 7. depositi legati a sedimenti lacustri tufacei (es. Oregon, USA).

Riciclo: molte applicazioni industriali della fluorite non permettono un recupero, tuttavia nella fusione dell'alluminio, parte dell'acido fluoridrico generato viene riciclato utilizzando l'acido fluorosilicico per estrarre l'alluminio dalla bauxite.

Principali produttori: Cina, Messico, Mongolia, Vietnam, Sudafrica (USGS, 2024)⁵¹.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di fluorite importate dal nostro Paese mostrano fluttuazioni uniformi, con un picco di 292.877.876 kg registrato nel 2022 e un calo fino a 220.357.752 kg nel 2023, evidenziando nel periodo considerato una decrescita delle quantità importate di 50.028.056 kg. Al contrario, i dati sulle esportazioni hanno mostrato una tendenza incrementale, partendo dai 61.880.760 kg del 2015 fino a raggiungere i 181.873.050 kg del 2023 (vedi Tabella 21 e Figura 26).

Anni	Import	Export
2015	270.385.808	61.880.760
2016	267.965.784	93.157.473
2017	251.614.002	94.930.024
2018	234.247.789	67.974.366
2019	263.332.241	53.708.747
2020	227.982.953	100.647.382
2021	227.066.857	111.456.089
2022	292.877.876	129.117.148
2023	220.357.752	181.873.050

Tabella 21 – Fluorite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁵¹ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Fluorspar. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/fluorspar-statistics-and-information>.

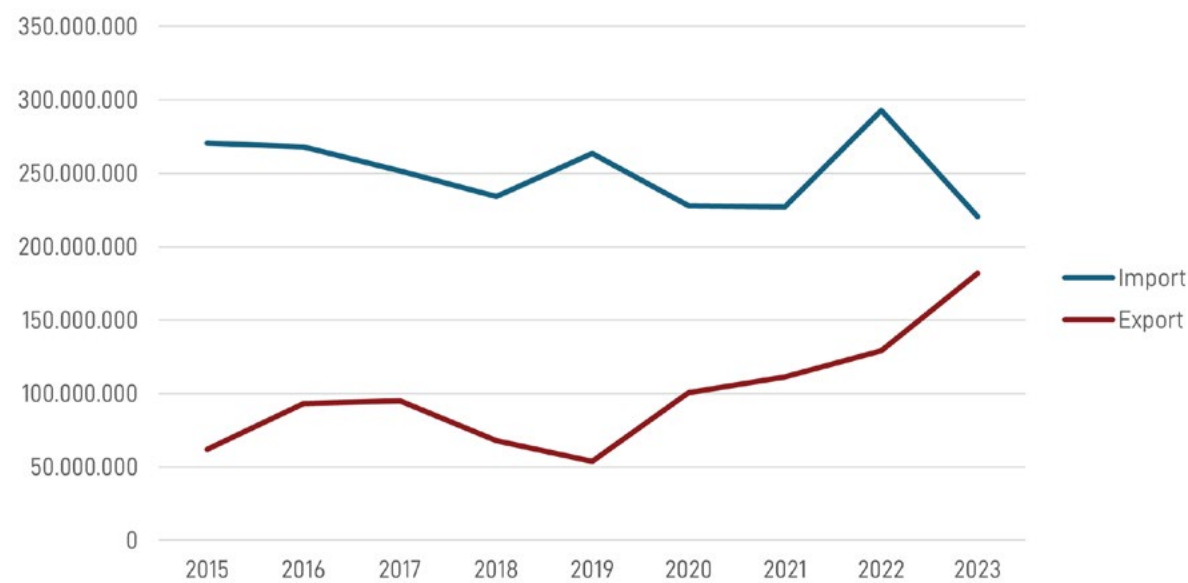


Figura 26 – Fluorite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di fluorite, si osserva una crescita rilevante, in particolare tra il valore del 2021 e quello del 2022 dove si registra un aumento del 117,79%, pari a euro 71.536.174. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da circa 2,8 milioni di euro nel 2015 a oltre 15,8 milioni di euro nel 2023 (Tabella 22 e Figura 27).

Anni	Import	Export
2015	64.407.687,00	2.804.633,00
2016	53.105.893,00	4.726.942,00
2017	46.417.602,00	5.137.515,00
2018	55.569.379,00	4.178.581,00
2019	85.850.598,00	4.583.462,00
2020	64.254.673,00	6.988.949,00
2021	60.731.553,00	7.744.932,00
2022	132.267.727,00	9.924.625,00
2023	92.610.421,00	15.874.966,00

Tabella 22 – Fluorite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

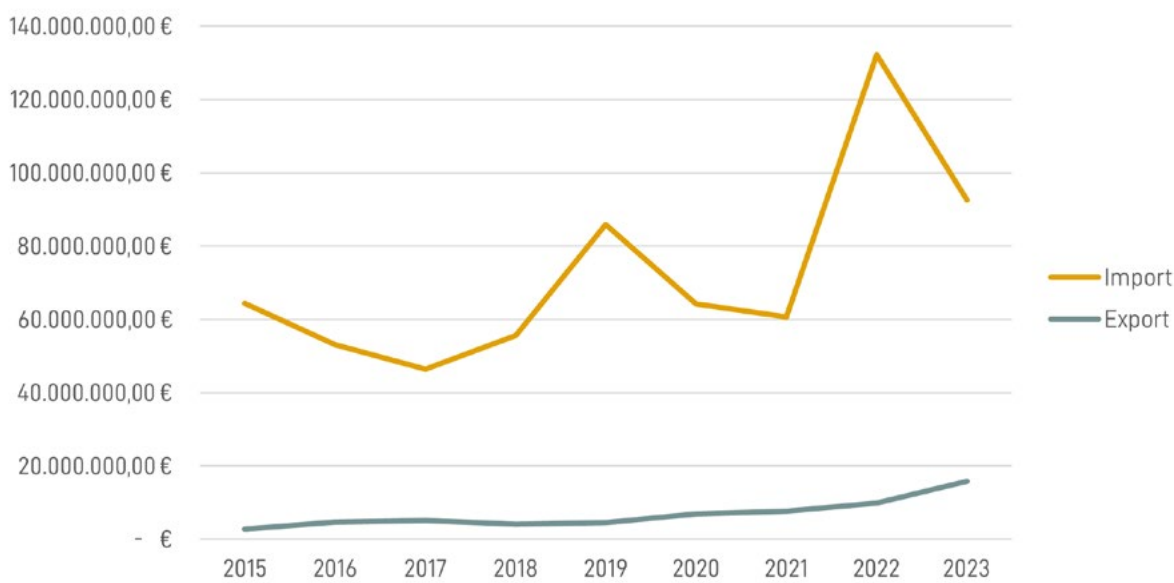


Figura 27 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di fluorite dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

La fluorite ha notevoli applicazioni in molti settori ambiti strategici, in particolare:

- **Settore metallurgico:** la fluorite è un fondente metallurgico utilizzato nella fusione dell'alluminio e dell'acciaio, in quanto rende le scorie più controllabili e più reattive, facilitando la rimozione delle impurità e fornendo migliori prestazioni nel processo di fusione.
- **Industria chimica:** tutti i prodotti chimici fluorurati derivano dall'acido fluoridrico (HF) ottenuto dalla fluorite. La principale applicazione dell'HF nel settore chimico è la produzione di fluoro carbonati. L'acido fluoridrico (HF) è l'unico acido in grado di sciogliere il vetro; quindi, viene utilizzato per l'incisione e la produzione di vetro smerigliato. L'HF di elevata purezza è un prodotto chimico chiave nell'industria elettronica per la produzione di semiconduttori e circuiti stampati, in quanto può attaccare selettivamente la silice (SiO₂). L'HF è utilizzato anche nella produzione di composti organo fluorurati, come il polimero di Teflon® (PTFE), utilizzato nei rivestimenti di aerei, razzi, cavi, condensatori, pentole, ecc. Per mantenere il rivestimento sulla base metallica delle pentole antiaderenti, è necessario un adesivo: uno di questi adesivi contiene PFOA (acido perfluorooottanoico), una sostanza cancerogena, per cui il suo utilizzo in Europa è stato vietato a partire dal 1° luglio 2020. Il Teflon® è utilizzato nella fabbricazione di protesi mediche (valvole cardiache), poiché non reagisce con alcuna sostanza o tessuto. È presente anche nel Gore-Tex®, un tessuto traspirante che protegge dall'aria, dall'acqua e dal vento. L'HF è un ingrediente chiave nella produzione di gas refrigeranti fluorurati di terza generazione (HFC), meno aggressivi per l'ambiente rispetto ai CFC e agli HCFC; tuttavia, la loro presenza nell'atmosfera contribuisce all'effetto serra. I refrigeranti HFO (idrofluoroolefine) sono gas di quarta generazione a base di fluoro e hanno un potenziale di riscaldamento globale (GWP) inferiore a quello degli HFC che sostituiscono.
- **Medicina:** l'acido fluoridrico è utilizzato nella produzione di farmaci antidepressivi, come la fluoxetina (Prozac®). Il fluorodesossiglucosio, con l'isotopo radioattivo fluoro-18 (emivita 109,8 min), è un radiofarmaco utilizzato nella diagnostica per immagini ad emissione di positroni (PET) per valutare il metabolismo del glucosio nel cuore, nei polmoni e nel cervello.
- **Settore nucleare:** l'es fluoruro di uranio (UF₆) viene utilizzato nell'arricchimento dell'uranio per produrre il combustibile fissile uranio-235 per generare elettricità nelle centrali nucleari. La fluorite sintetica si ottiene come sottoprodotto del processo di arricchimento dell'uranio.

- I composti di fluoro sono utilizzati nella preparazione dei dentifrici. L'acido fluorosilicico (FSA) viene utilizzato nella fluorizzazione delle acque potabili per la prevenzione della carie; tuttavia, non tutti i Paesi sono concordi sull'uso del fluoro nell'acqua potabile. L'industria del cemento utilizza la fluorite per ridurre la temperatura di clinkerizzazione; la fluorite viene utilizzata anche nell'industria del vetro nel processo di produzione.

Nell'industria italiana (Figura 28) la fluorite riveste notevole importanza nell'industria chimica (produzione di acido fluoridrico, polimeri fluorurati, gas refrigeranti, ecc., circa 87%) e nel settore metallurgico come fondente (circa 3%). Applicazioni minori riguardano il settore medico (farmaci, radiodiagnostica e dentifrici).

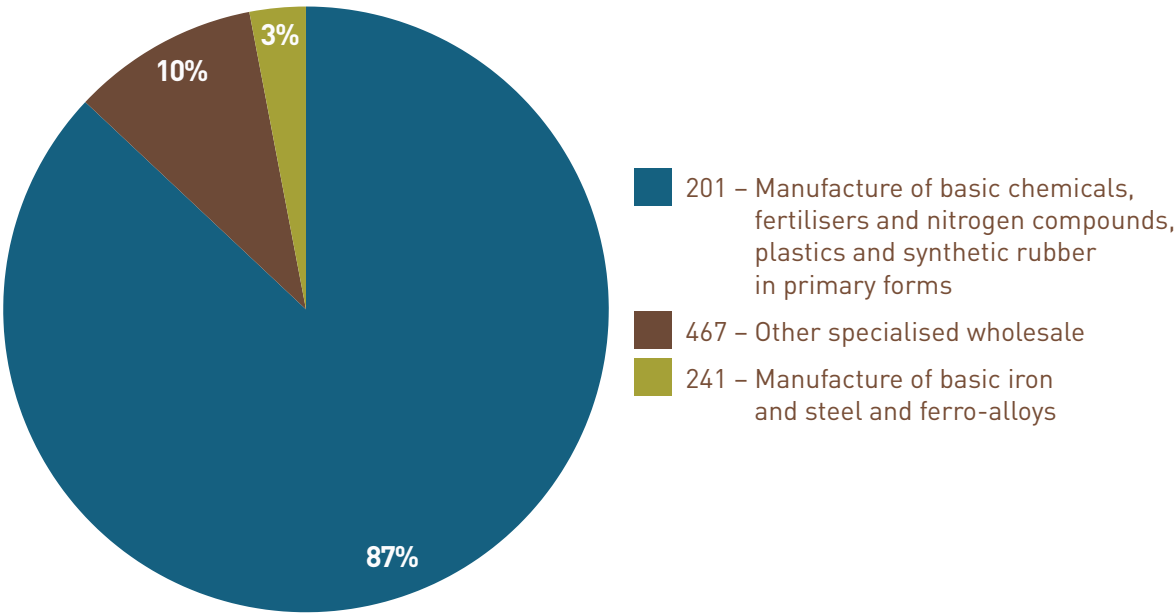
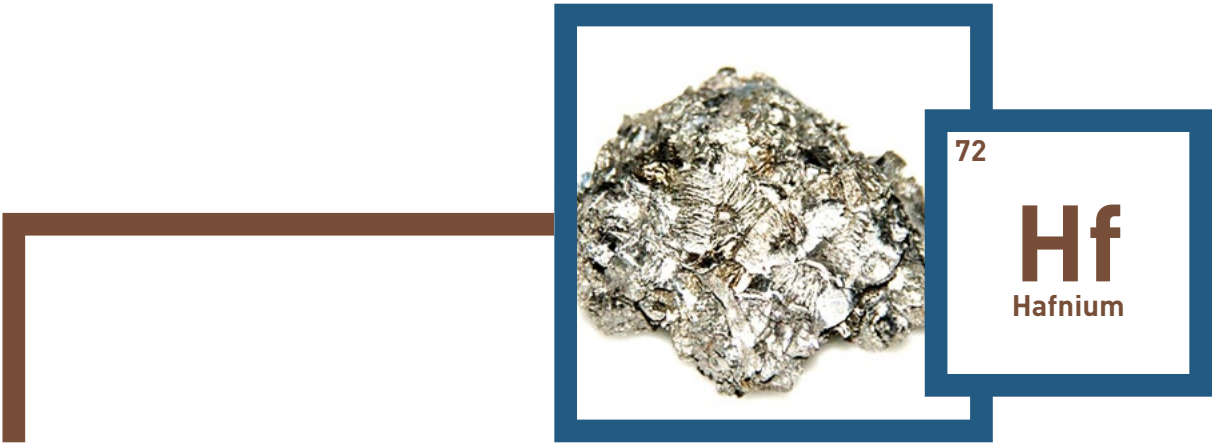


Figura 28 – Distribuzione percentuale delle importazioni di fluorite per settori NACE (3 digit), anno 2022⁵²
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁵² Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



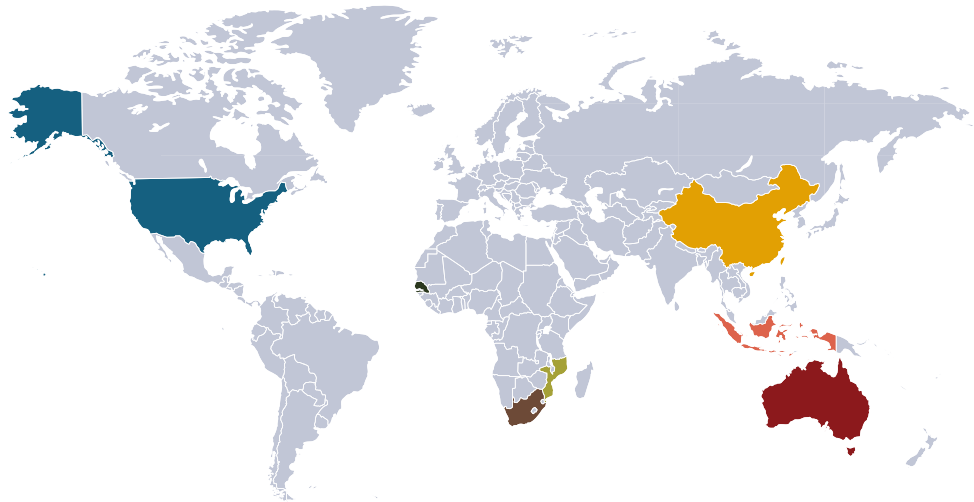
4.1.8 Afnio

Materia prima critica come indicato dalla Commissione Europea, l'afnio (simbolo chimico Hf, numero atomico 72, abbondanza media crostale 3 ppm) è un metallo raro, duttile e di colore argento lucido, con alto punto di fusione (2233 °C), altamente resistente alla corrosione, sempre legato allo zirconio (Zr), da cui è difficile separarlo. Reagisce con l'ossigeno formando uno strato protettivo.

L'afnio si trova sempre associato allo zirconio (Zr), a causa del loro comportamento geochimico simile; lo zircone (ZrSiO₄) è il più comune minerale di zirconio e afnio presente in natura. La maggior parte dello zircone si forma come prodotto della cristallizzazione primaria nelle rocce magmatiche. Esistono due tipologie principali di depositi associati allo zirconio e afnio, la più importante è legata a sabbie di minerali pesanti, prodotte dall'erosione e dagli agenti atmosferici di rocce preesistenti (depositi *placer*). In questi depositi, in genere superficiali ed in materiale sciolto, avviene la concentrazione in sistemi sedimentari di zircone e di altri minerali pesanti importanti dal punto di vista economico, come l'ilmenite e il rutilo (per il titanio), la cromite (per il cromo) e la monazite (per le terre rare), in particolare in ambienti costieri. Nei depositi costieri, l'arricchimento di minerali pesanti si verifica quando i sedimenti vengono ripetutamente rielaborati da vento, onde, correnti e maree. I depositi di sabbie di minerali pesanti che ne derivano, chiamati *placers* o *paleoplacers* (quando antichi e consolidati), si formano di preferenza a latitudini relativamente basse sui margini continentali passivi, e forniscono la totalità dello zircone mondiale. Lo zircone costituisce una percentuale relativamente piccola dei minerali pesanti economici nella maggior parte dei depositi, ed è principalmente un sottoprodotto dell'estrazione di sabbie minerali pesanti per i minerali di titanio. Inoltre, esistono depositi di rocce ignee alcaline nella penisola di Kola, nell'Oblast' di Murmanskaya, in Russia, dove la baddeleyite (ossido di zirconio ZrO₂) viene recuperata come sottoprodotto dell'estrazione di apatite e magnetite. Tuttavia, attualmente esistono pochi depositi ignei primari di minerali contenenti zirconio e afnio.

Riciclo: attualmente il tasso di riciclo è trascurabile.

Principali produttori (di zirconio): **Australia**, **Sudafrica**, **Indonesia**, **USA**, **Cina**, **Senegal**, **Mozambico** (USGS, 2024)⁵³.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di afnio importate dal nostro Paese mostrano un andamento caratterizzato da una crescita esponenziale nel 2023, dove si registra un dato di 175.066 kg importati che equivalgono ad un aumento del 35.774,18% rispetto ai livelli del 2015. Tendenza analoga per il dato relativo alle quantità esportate, che dai 158 kg del 2015 si registra un incremento del 1.983,54% arrivando nel 2023 a 3.292 kg di afnio esportati (Tabella 23 e Figura 29).

Anni	Import	Export
2015	488	158
2016	352	131
2017	934	49
2018	611	-
2019	674	-
2020	219	123
2021	454	8
2022	2.124	284
2023	175.066	3.292

Tabella 23 – Afnio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

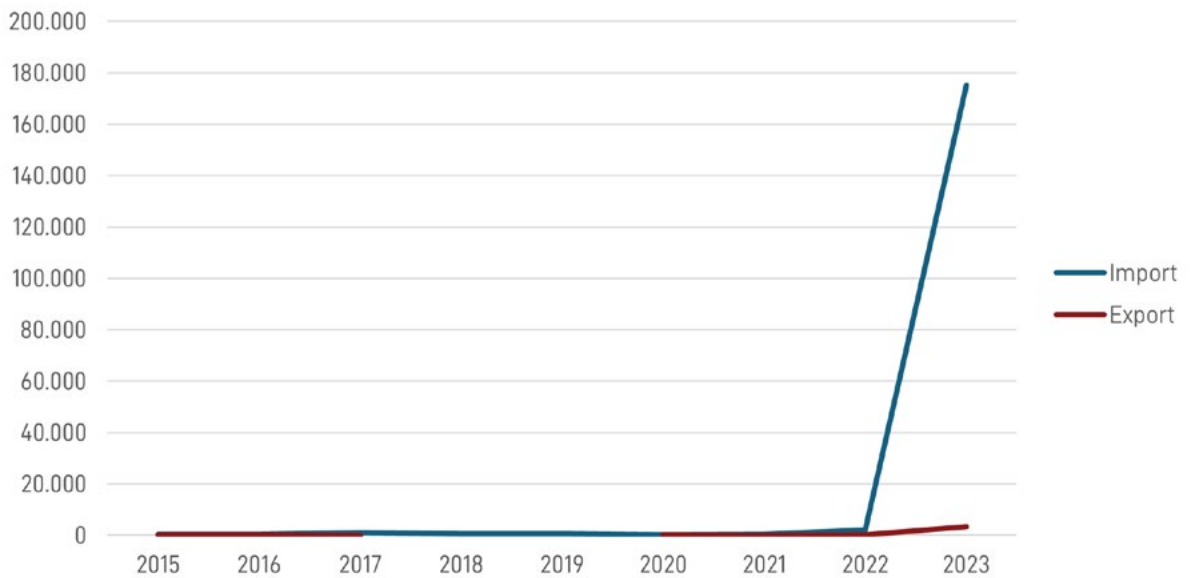


Figura 29 – Afnio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di afnio si riscontra un andamento irregolare con continue fluttuazioni: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a circa 701 mila euro, lo stesso dato riferito al 2016 si attesta a poco meno di 370 mila euro segnando, quindi, un calo di oltre 47 punti percentuali. Un andamento analogo lo si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco più di 36 mila euro nel 2015, decresciute fino a circa 15 mila euro nel 2017 e attestatesi infine a oltre 70 mila euro nel 2023 (Tabella 24 e Figura 30).

Anni	Import	Export
2015	701.501,00	36.202,00
2016	369.528,00	22.613,00
2017	703.207,00	15.133,00
2018	401.388,00	-
2019	452.763,00	-
2020	284.814,00	19.653,00
2021	511.471,00	2.714,00
2022	173.967,00	38.228,00
2023	798.234,00	70.545,00

Tabella 24 – Afnio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁵³ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Zirconium and hafnium. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/zirconium-and-hafnium-statistics-and-information>.

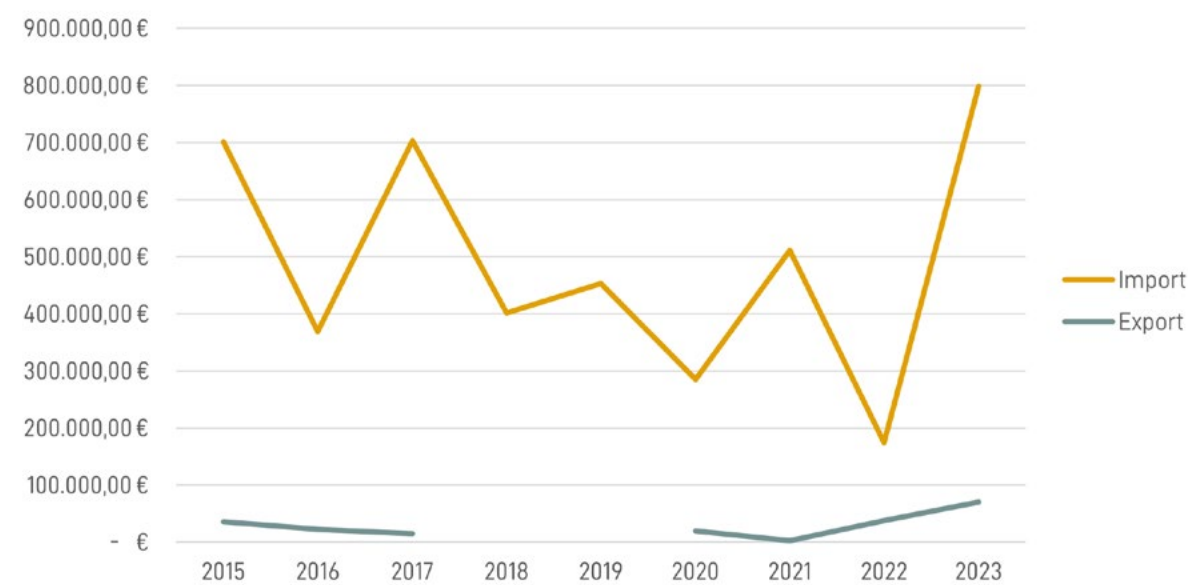


Figura 30 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di afnio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

L'afnio viene utilizzato in particolari ambiti industriali strategici:

- **Energia nucleare:** l'afnio è utilizzato nella produzione di barre di controllo per le centrali nucleari grazie alla sua elevata capacità di assorbire neutroni termici. Viene utilizzato nei reattori dei sottomarini nucleari. Grazie alle sue proprietà meccaniche e alla resistenza alla corrosione, viene utilizzato nei reattori ad acqua pressurizzata (PWR – *pressurized water reactors*), dove l'acqua viene utilizzata come refrigerante.
- **Industria metallurgica:** l'afnio viene aggiunto alle leghe di ferro, titanio, niobio e tantalio perché ne migliora le proprietà meccaniche e la resistenza alla corrosione. Queste leghe sono utilizzate nell'industria spaziale per la produzione di razzi e satelliti. Il 60% della domanda mondiale si concentra sulle leghe di nichel-afnio, utilizzate nella produzione di turbine a gas per generatori di elettricità e motori a reazione, grazie alla loro elevata resistenza e alla grande stabilità quando operano ad alte temperature. L'afnio, grazie al suo elevato punto di fusione e alla sua resistenza alla degradazione in ambienti ossidanti e a temperature molto elevate, è ideale per l'uso negli elettrodi di taglio al plasma ad alta potenza, che garantiscono una maggiore velocità di taglio degli acciai, una maggiore precisione e una migliore finitura rispetto agli elettrodi di taglio a ossigeno (ossitaglio).
- Viene utilizzato nella **produzione di lampade** a incandescenza a proiezione come assorbitore di gas come l'idrogeno e l'azoto, grazie alla sua affinità con questi gas. Il carburo di afnio (HfC) ha il punto di fusione più alto di tutte le sostanze (3890 °C) e viene utilizzato nella produzione di ceramiche speciali per la schermatura termica degli ugelli dei razzi spaziali.

Le applicazioni dell'afnio nell'industria italiana (Figura 31) riguardano principalmente il settore metallurgico (leghe speciali e superleghe a base di Ni, circa 40%), in minor misura per applicazioni speciali nel settore aerospaziale (circa 35%), ceramiche speciali ed ugelli per taglio al plasma.

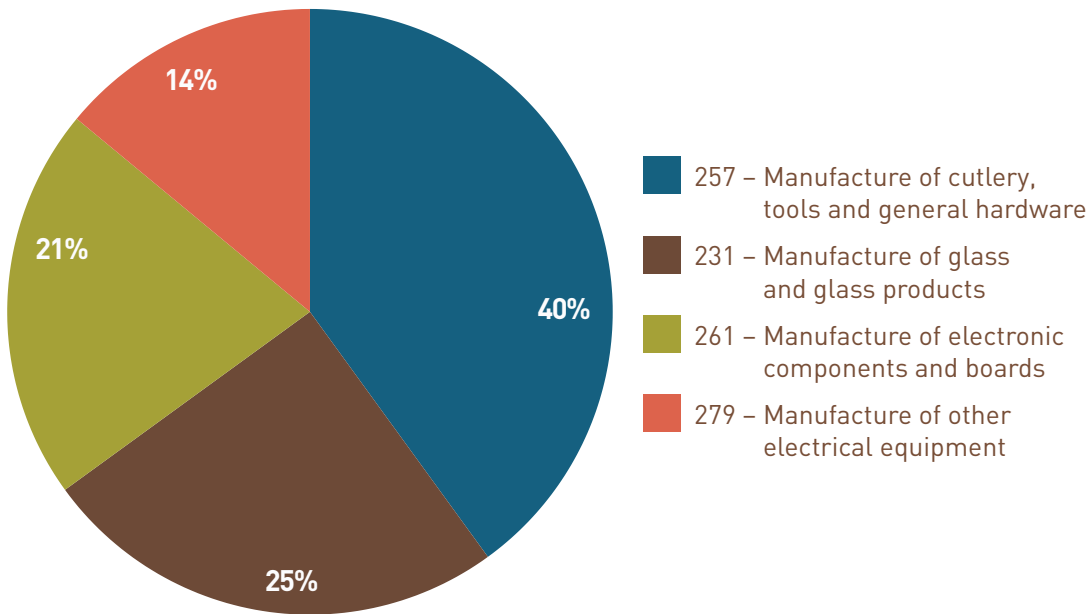


Figura 31 - Distribuzione percentuale delle importazioni di afnio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁵⁴
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁵⁴ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



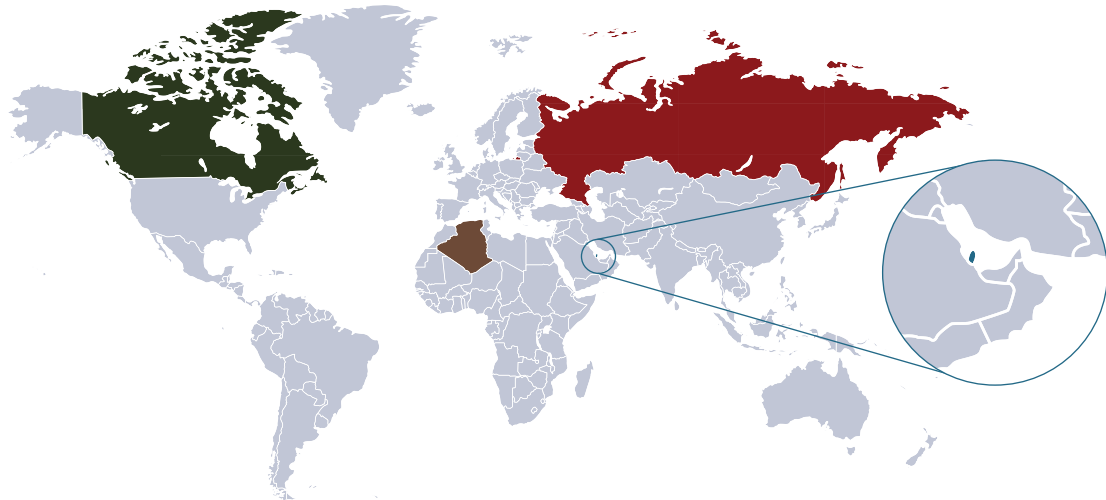
4.1.9 Elio

Materia prima critica a livello europeo, l’elio (simbolo chimico He, numero atomico 2, abbondanza media crostale 0,008 ppm) è un gas monoatomico incolore, inodore, non tossico, inerte e il primo del gruppo dei gas nobili della tavola periodica. Il suo punto di ebollizione è il più basso tra tutti gli elementi e non ha un punto di fusione a pressioni standard. È il secondo elemento più leggero e più abbondante dell’universo osservabile, dopo l’idrogeno.

Il processo di ottenimento del gas elio inizia con l’individuazione di giacimenti sotterranei di gas naturale (metano) che contengono l’elemento in tracce. Il processo di estrazione consiste nel separare le impurità dal metano, lasciando solo molecole di elio puro. Una volta estratta, la forma purificata di elio deve essere compressa in serbatoi o contenitori prima di essere spedita per l’uso in ambienti industriali o sanitari. L’altra fonte principale per ottenere l’elio è rappresentata dai fornitori commerciali che si riforniscono estraendolo direttamente dall’aria (la cosiddetta raccolta atmosferica) o acquistandolo da produttori che lo raffinano da risorse naturali come quelle sopra citate.

Riciclo: l’elio utilizzato in grandi volumi è raramente riciclato. Vengono utilizzati alcuni sistemi di recupero a basso volume o di *boil-off* liquido.

Principali produttori: Qatar, Canada, Algeria, Russia (USGS, 2024)⁵⁵.



⁵⁵ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Helium. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/helium-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L’analisi delle quantità di elio importate rivela un andamento poco uniforme, caratterizzato da una tendenza generale al rialzo: da un minimo di 722.820 kg nel 2015 si osserva un dato di 1.692.046 kg nel 2023. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una maggiore stabilità, con valori compresi tra 396.636 kg nel 2018 e 148.058 kg nel 2020 (Tabella 25 e Figura 32), per tornare a crescere fino al 2023.

Anni	Import	Export
2015	722.820	190.800
2016	976.793	179.283
2017	1.020.262	179.327
2018	1.273.475	396.636
2019	1.335.784	205.914
2020	949.963	148.058
2021	995.856	180.722
2022	2.486.235	187.257
2023	1.692.046	220.836

Tabella 25 – Elio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

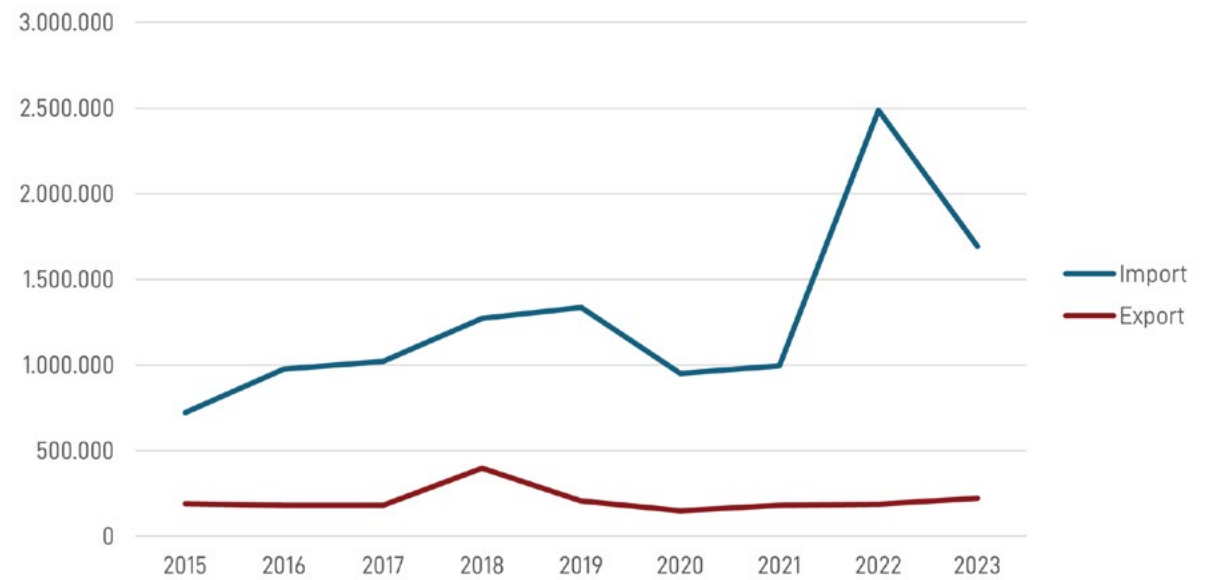


Figura 32 – Elio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di elio è significativa, partendo da oltre 31 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 60 milioni e mezzo di euro nel 2023. Il valore delle esportazioni ha seguito un andamento simile, salendo da circa 5,8 milioni di euro nel 2015 a più di 15 milioni nel 2023, con un incremento pari al 159,16% (Tabella 26 e Figura 33).

Anni	Import	Export
2015	31.153.103,00	5.848.431,00
2016	31.526.818,00	5.717.877,00
2017	32.370.987,00	6.471.310,00
2018	29.993.596,00	7.297.978,00
2019	38.661.314,00	9.352.167,00
2020	39.430.490,00	10.900.327,00
2021	36.075.120,00	11.392.083,00
2022	48.121.546,00	11.237.301,00
2023	60.654.476,00	15.157.054,00

Tabella 26 – Elio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

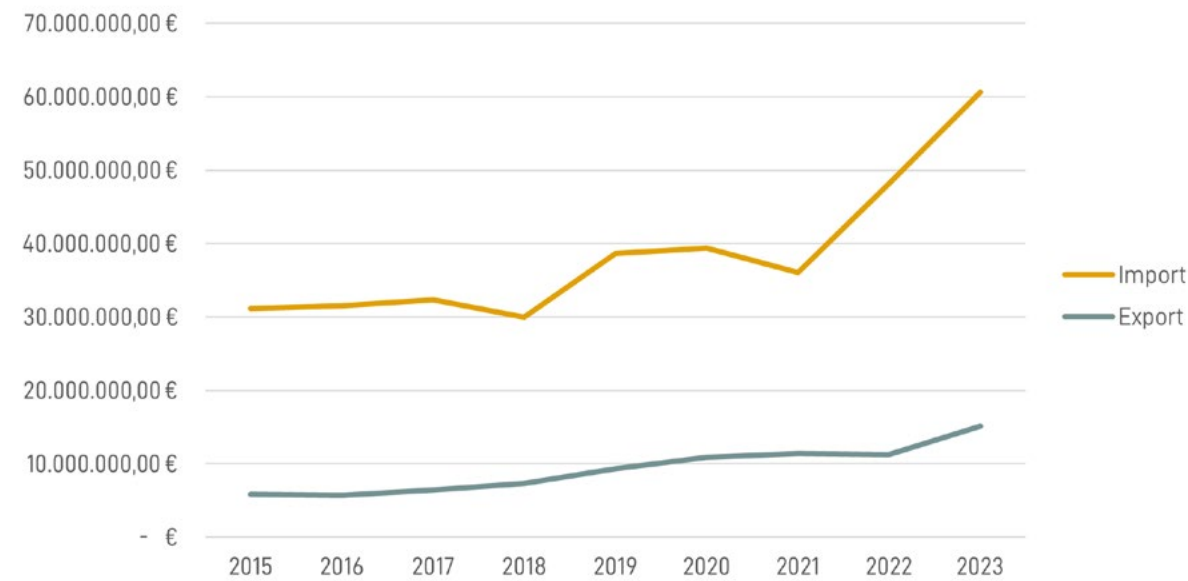


Figura 33 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di elio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

L'uso più familiare dell'elio è forse quello di gas sicuro e non infiammabile per riempire i palloncini di feste e parate. Tuttavia, l'elio è un componente fondamentale in molti campi, tra cui la ricerca scientifica, la tecnologia medica, la produzione *high-tech*, l'esplorazione spaziale e la difesa nazionale. Ecco alcuni esempi:

- Il **settore medico** utilizza l'elio in apparecchiature diagnostiche essenziali come le risonanze magnetiche. I *laser* a elio-neon sono utilizzati nella chirurgia oculistica.
- Le applicazioni per la **difesa nazionale** includono test di motori a razzo, palloni scientifici, velivoli di sorveglianza, sistemi di guida di missili aria-aria e altro ancora.
- L'elio viene utilizzato per **raffreddare** le telecamere termografiche e le apparecchiature utilizzate dalle squadre di ricerca e soccorso e dal personale medico per rilevare e monitorare alcuni processi fisiologici.

- Diverse industrie utilizzano l'elio per **rilevare le perdite di gas** nei loro prodotti. L'elio è un gas tracciante sicuro perché è inerte. I produttori di prodotti *aerosol*, pneumatici, frigoriferi, estintori, condizionatori d'aria e altri dispositivi utilizzano l'elio per testare le guarnizioni prima dell'immissione sul mercato.
- La scienza e la ricerca spaziale d'avanguardia richiedono l'elio. La NASA usa l'elio per tenere separati i gas caldi e il carburante liquido ultra-freddo durante il decollo dei razzi.
- La **saldatura ad arco** utilizza l'elio per creare uno scudo di gas inerte. Allo stesso modo, i sommozzatori e altre persone che lavorano sotto pressione possono utilizzare una miscela di elio e ossigeno per creare un'atmosfera respiratoria artificiale sicura.
- L'elio è un **gas protettivo** nella produzione di titanio e zirconio e nella crescita dei cristalli di silicio e germanio (es. produzione di semiconduttori).
- Poiché l'elio non diventa radioattivo, viene utilizzato come mezzo di raffreddamento per i reattori nucleari.
- La criogenia, la superconduttività, i puntatori *laser*, le gallerie del vento supersoniche, le pompe per la rianimazione cardiopolmonare, i dirigibili di monitoraggio e i razzi a combustibile liquido richiedono tutti l'elio per la loro produzione o il loro utilizzo.

Per molte di queste applicazioni non esiste un sostituto dell'elio. L'elio è una risorsa non rinnovabile che si trova in quantità recuperabili solo in poche località del mondo, molte delle quali si stanno esaurendo.

Le applicazioni dell'elio nell'industria italiana (Figura 34) riguardano settori avanzati, dalle applicazioni in ambito medico, al settore aerospaziale, saldature ad arco, fino ad applicazioni in ambito metallurgico e per sensori di rilevamento di fughe di gas (complessivamente circa 87%).

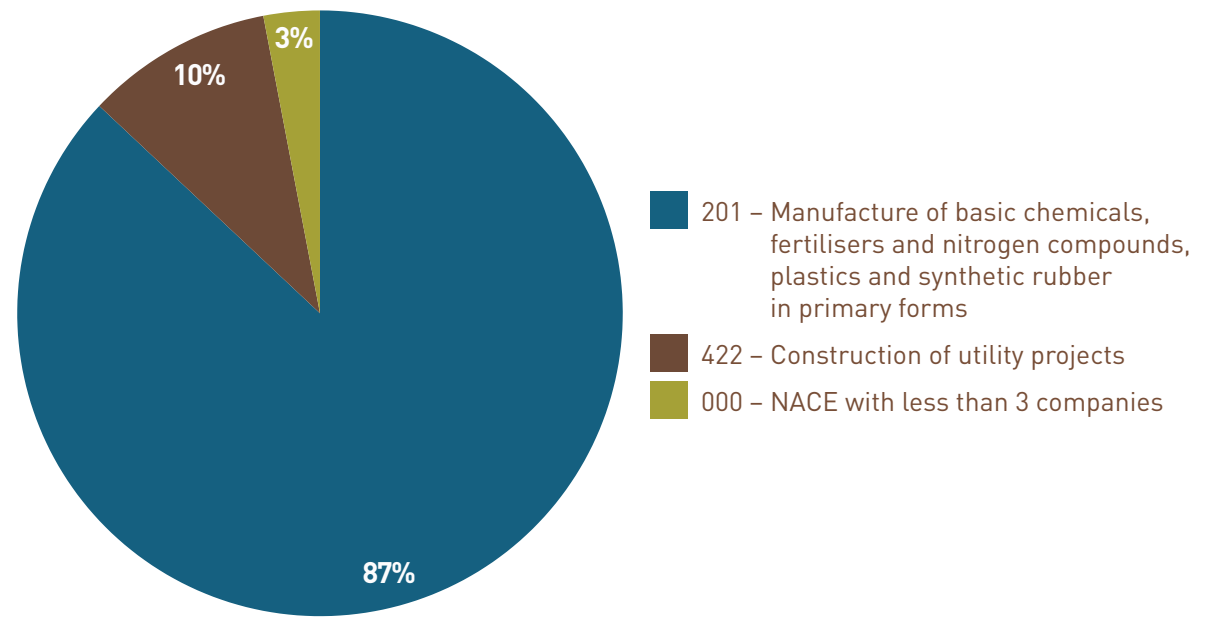
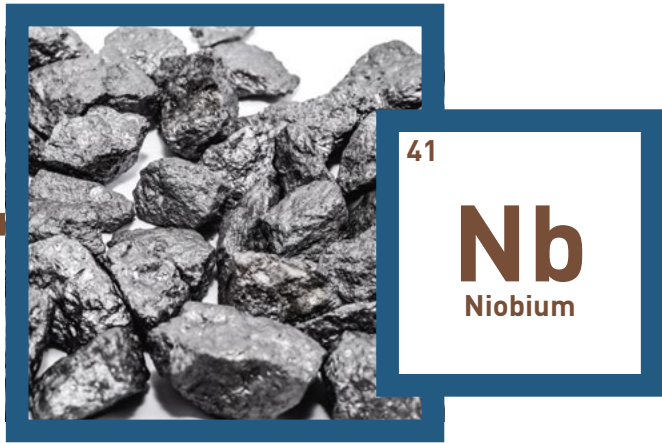


Figura 34 – Distribuzione percentuale delle importazioni di elio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁵⁶
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁵⁶ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.1.10 Niobio

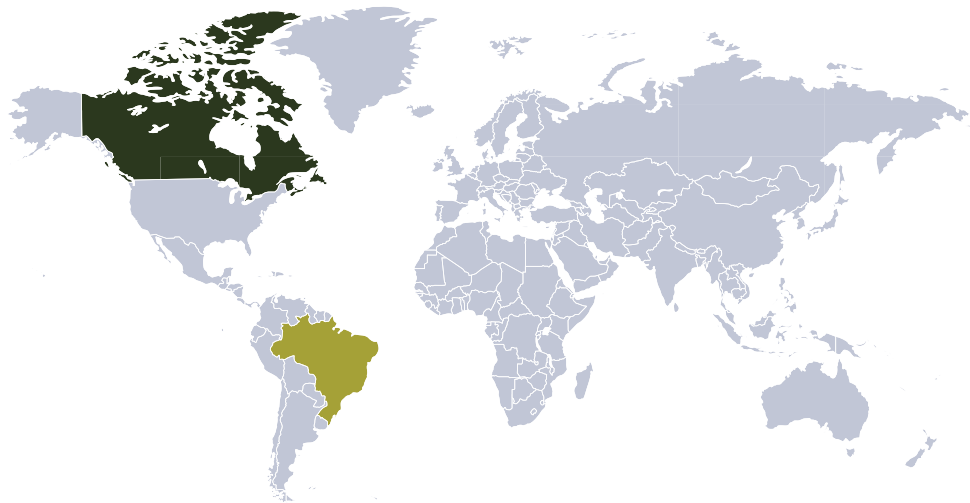
Materia prima critica per la Commissione Europea, il niobio (simbolo chimico Nb, numero atomico 41, abbondanza media crostale 12 ppm), originariamente denominato columbio, è un metallo raro, resistente alla corrosione, con un punto di fusione di 2468 °C, di grande durezza, che si ossida all’aria formando uno strato autoprotettivo. Spesso è associato al tantalio (simbolo chimico Ta, considerato il suo “gemello geochimico”).

Il gruppo della columbite - tantalite rappresenta il minerale primario per il niobio, che rimanda al suo vecchio nome. Niobio e tantalio sono solitamente correlati, ed il gruppo della columbite include minerali di proporzioni variabili di Nb e Ta nella loro composizione. I minerali principali da cui viene estratto il Nb sono la columbite - tantalite (Mn, Fe)(Ta, Nb)2O₆, l’hatchettolite (Ca, U, Ce)₂(Nb, Ti,T a)₂O₆(OH,F), la microlite A_{2-m}Ta₂X₆-w_{z-n} e l’ixiolite (Nb, Ta, Sn, W, Sc)₃O₆. I principali giacimenti di Nb sono:

- **Pegmatiti di metalli rari**, in cui i minerali sono solitamente rappresentati da corpi tabulari zonati di dimensioni variabili da poche centinaia di metri a 1-2 km, con piccole quantità di spodumene o petalite. I graniti contenenti Nb-Ta (*greisen*) sono rappresentati da piccoli corpi tabulari o tubulari e cupole granitiche; una certa quantità di Nb-Ta viene anche estratta dai depositi di *greisen* a Sn o W (depositi pneumatolitici). Minas Gerais (Brasile) è uno dei maggiori produttori di tantalio al mondo.
- **Placer** correlati a fonti pegmatitiche e che contengono cassiterite, minerali del gruppo columbite-tantalite e sieniti a nefelina.
- **Complessi magmatici carbonatitici**, come il deposito di Aley nella Columbia Britannica settentrionale, Canada, incassato in carbonati metamorfosati. La mineralizzazione primaria di niobio è costituita da pirocloro [(Na, Ca)₂Nb₂O₆(OH,F)] e ferrocolumbite (Fe₂+Nb₂O₆).

Riciclo: il niobio viene riciclato dagli acciai e dalle superleghe che lo contengono e dai vecchi magneti superconduttori. Il niobio riciclato rappresenta circa il 20% del consumo attuale.

Principali produttori: **Brasile** e **Canada** (USGS, 2024)⁵⁷.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L’analisi delle quantità di niobio importate rivela una tendenza non uniforme, con 3.471.277 kg nel 2018 e un minimo di 2.200.153 kg nel 2020. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una maggiore stabilità nonostante un ripido calo di 3.260 kg registrato nel 2020 e un picco massimo nel 2023 di 466.643 kg (Tabella 27 e Figura 35).

Anni	Import	Export
2015	2.789.225	32.614
2016	3.199.812	45.849
2017	2.946.145	30.874
2018	3.471.277	21.320
2019	2.522.012	37.296
2020	2.200.153	3.260
2021	2.656.478	30.829
2022	2.753.005	56.256
2023	3.205.328	466.643

Tabella 27 – Niobio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁵⁷ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Niobium and tantalum. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/niobium-and-tantalum-statistics-and-information>.

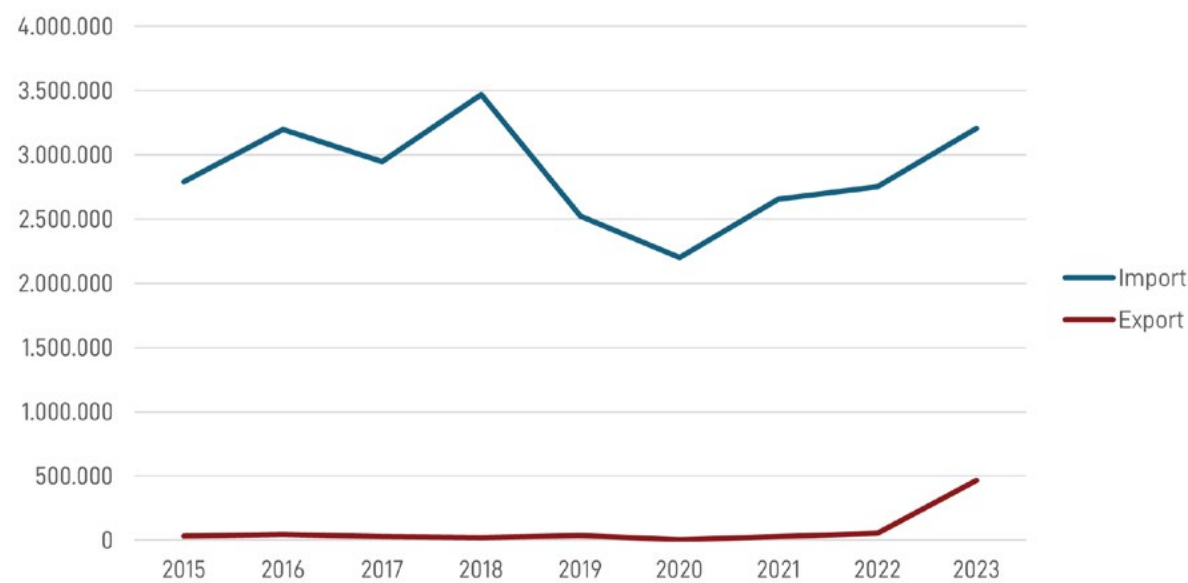


Figura 35 – Niobio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di niobio è significativa, partendo da oltre 50 milioni e mezzo di euro nel 2015 fino a superare gli 80 milioni di euro nel 2023. Il valore delle esportazioni ha seguito un trend incrementale simile, registrando solo tra il 2021 e il 2022 un aumento del 60,60% (Tabella 28 e Figura 36).

Anni	Import	Export
2015	50.727.507,00	580.911,00
2016	55.054.820,00	606.335,00
2017	58.241.674,00	839.537,00
2018	60.815.463,00	600.591,00
2019	55.194.584,00	1.297.670,00
2020	44.026.852,00	180.238,00
2021	55.995.547,00	786.338,00
2022	68.463.897,00	1.262.859,00
2023	80.191.934,00	2.614.091,00

Tabella 28 – Niobio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

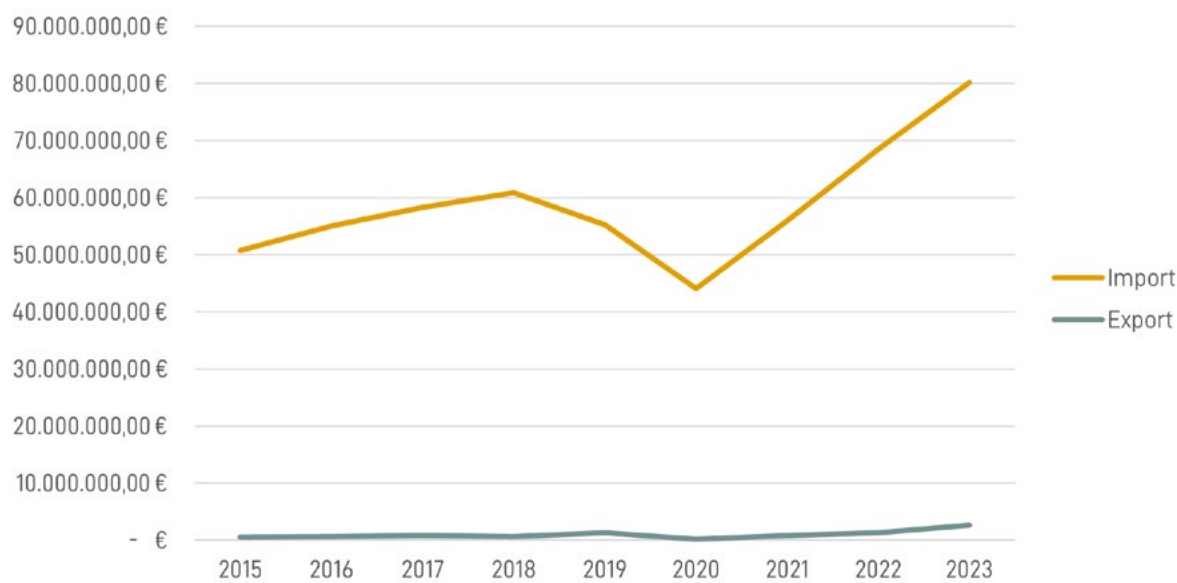


Figura 36 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di niobio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le principali applicazioni industriali del niobio sono:

- **Settore metallurgico:** il ferroniobio è un'importante lega ferro-niobio con un contenuto di niobio dell'ordine del 60-70%. È il componente principale degli acciai ad alta resistenza HSLA (*high-strength, low-alloy*). Il niobio è utilizzato nella produzione di acciaio perché rende l'acciaio duro, migliora la saldabilità e ne riduce la densità. Gli acciai inossidabili microlegati con niobio sono utilizzati nei componenti strutturali refrattari di automobili, aerei e ugelli di razzi, nella fabbricazione di oleodotti e gasdotti nell'Artico e nella fabbricazione di acciai per turbine in centrali idroelettriche e termiche (superleghe).
- **Elettronica:** il niobio è utilizzato nella fabbricazione di condensatori perché, grazie alla sua elevata costante dielettrica, può immagazzinare una grande carica elettrica. Il niobato di litio è un materiale elettro-ottico utilizzato nella fabbricazione di apparecchiature di comunicazione ottica.
- **Vetri e ceramiche speciali:** il niobio viene aggiunto al vetro per ottenere un indice di rifrazione più elevato e per consentire alle lenti correttive degli occhiali di essere più sottili e leggere.
- **Medicina:** il niobio viene utilizzato per produrre campi magnetici molto forti, poiché a basse temperature è un superconduttore. I campi magnetici prodotti dalla lega Nb-Ti (niobio-titanio) rendono questo materiale utile per le apparecchiature di risonanza magnetica e per la costruzione di acceleratori di particelle. Il niobio viene utilizzato nei dispositivi medici, come i *pacemaker*, perché è un metallo biocompatibile.

Nell'industria italiana (Figura 37) il niobio riveste un ruolo importante nella produzione di acciai speciali e superleghe (oltre 70%). Utilizzi minori nei settori di vetri e ceramiche speciali, nonché in ambito medico.

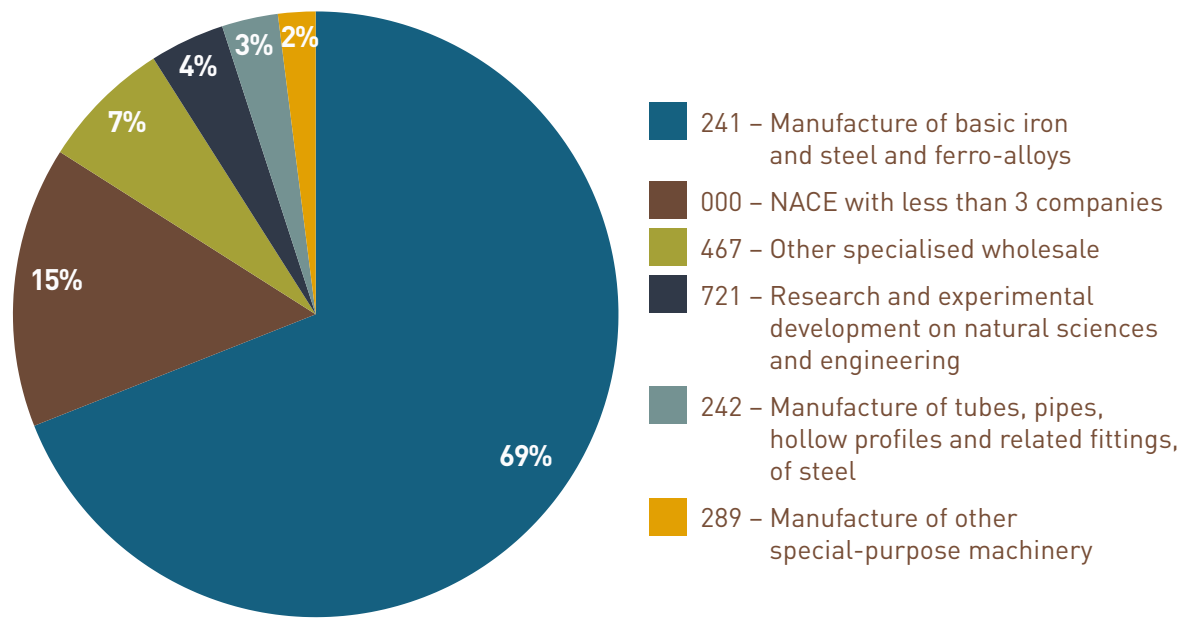
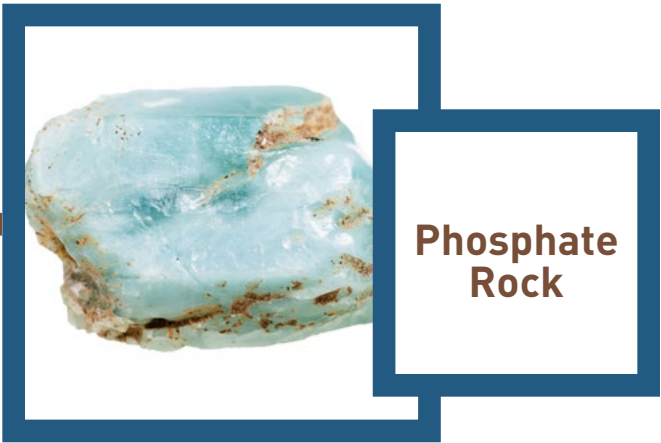


Figura 37 – Distribuzione percentuale delle importazioni di niobio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁵⁸
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁵⁸ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



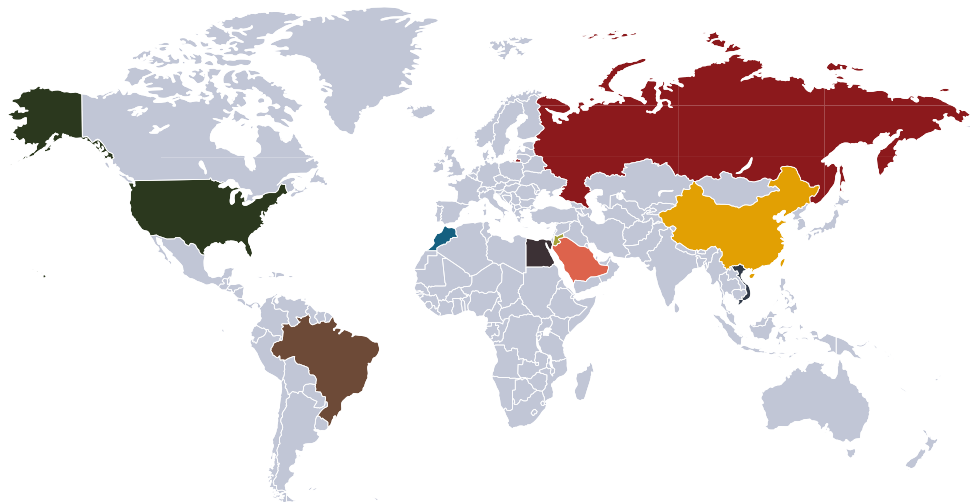
4.1.11 Fosfati

Materia prima critica, secondo le indicazioni della Commissione Europea, per fosfati si intendono minerali contenenti fosforo (simbolo chimico P, numero atomico 15, abbondanza media crostale 1050 ppm), un non metallo altamente reattivo, che si ossida spontaneamente a contatto con l'ossigeno ed emette luce (fosforescenza), insolubile in acqua e un nutriente essenziale per le piante.

I depositi di fosfati sono diffusi in tutto il mondo, si trovano in tutti i continenti, con un'età compresa tra il Precambriano e l'Olocene. Ci sono due tipologie principali di depositi di fosfato: sedimentari e magmatici. Le risorse di roccia fosfatica provengono principalmente da fosforiti marine sedimentarie: le fosforiti moderne sono caratterizzati da grani di carbonato (CO₃)-fluoro-apatite criptocristallina o amorfa Ca₅(PO₄)₃(F, Cl, OH) variamente denominati collofane o francolite, che si presentano come strati di spessore variabile da pochi centimetri a decine di metri. Il fosforo deriva da materiale organico, come materia fecale, materiale osseo e organismi marini in decomposizione, che vengono accumulati *in situ* o trasportati in regioni costiere poco profonde da risalita di acque profonde (*upwelling*). Le fosforiti più antiche possono aver subito diagenesi, deformazione e metamorfismo. Nel caso di depositi di origine magmatica, il minerale principale è l'apatite Ca₅(PO₄)₃(F, Cl, OH), e può essere trovato in una gamma di depositi come pegmatiti, carbonatiti, rocce ad apatite-nefelina e vene idrotermali. In genere, i cristalli di apatite si trovano all'interno di una matrice cristallina con altri minerali magmatici. Tuttavia, la sua matrice può essere distrutta da un'intensa erosione, producendo un deposito residuale.

Riciclo: in virtù degli utilizzi del fosforo e dei suoi composti, al momento non esiste un recupero.

Principali produttori: Cina, Marocco, USA, Russia, Giordania, Arabia Saudita, Vietnam, Brasile, Egitto (USGS, 2024)⁵⁹.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di fosfati importate dal nostro Paese mostrano un andamento non costante, con un massimo di 192.070.120 kg importati nel 2021 e un minimo di 109.696.717 kg registrato nel corso del 2015. Più costante il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 10.224.417 kg del 2017 e i 43.149.889 kg del 2023 (Tabella 29 e Figura 38).

Anni	Import	Export
2015	109.696.717	20.835.322
2016	134.971.654	12.556.908
2017	168.043.175	10.224.417
2018	148.568.435	17.230.109
2019	142.850.529	20.480.237
2020	132.073.512	21.300.473
2021	192.070.120	21.026.581
2022	182.255.656	31.603.716
2023	122.960.111	43.149.889

Tabella 29 – Fosfati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

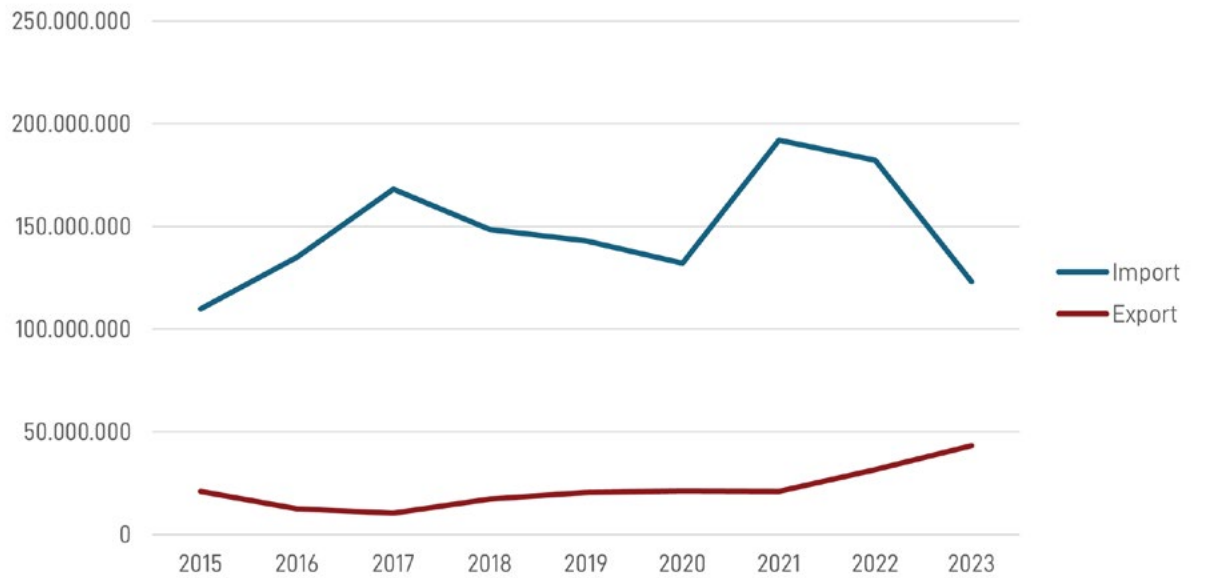


Figura 38 – Fosfati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di fosfati, si riscontra un significativo aumento nel periodo considerato: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a circa 15 milioni di euro, lo stesso dato riferito al 2022 si attesta a oltre 37 milioni di euro, osservando successivamente un calo a circa 22 milioni di euro nel 2023. Un andamento analogo lo si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a oltre 8,2 milioni di euro nel 2015, cresciute fino a oltre 24 milioni di euro nel 2022 e attestatesi a quasi 13 milioni e mezzo di euro nel 2023 (Tabella 30 e Figura 39).

Anni	Import	Export
2015	15.257.730,00	8.235.804,00
2016	15.758.367,00	4.480.490,00
2017	18.351.787,00	4.782.356,00
2018	15.532.532,00	5.060.464,00
2019	15.756.074,00	5.902.852,00
2020	14.786.124,00	6.923.025,00
2021	23.502.028,00	6.942.340,00
2022	37.150.555,00	24.005.977,00
2023	22.105.869,00	13.449.831,00

Tabella 30 – Fosfati: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁵⁹ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Phosphate rock. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/phosphate-rock-statistics-and-information>.

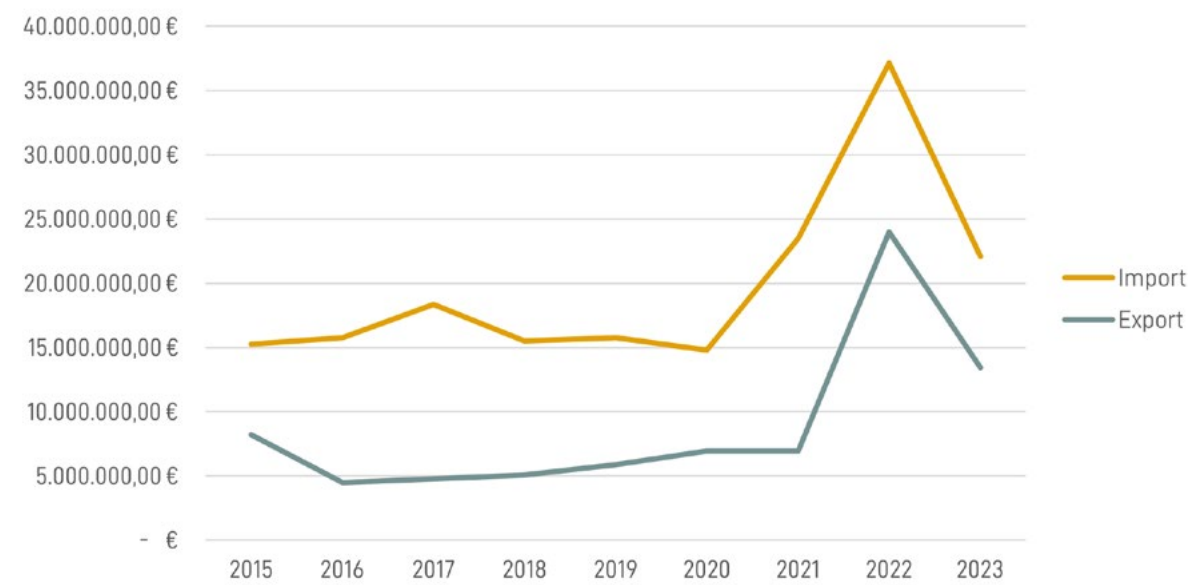


Figura 39 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di fosfati dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le applicazioni industriali dei fosfati sono molteplici:

- **Industria chimica, fertilizzanti e mangimi:** i fosfati sono la principale fonte di acido fosforico H_3PO_4 e acido superfosforico (acido fosforico con una concentrazione di $P_2O_5 > 54\%$), che vengono utilizzati nella produzione di fertilizzanti agricoli (superfosfati), per fornire al terreno la quantità ottimale di fosforo necessaria per una buona crescita di piante e alberi. I superfosfati vengono utilizzati nella produzione di integratori per mangimi animali (per pollame, bovini, suini, molluschi e pesci d'allevamento).

I principali utilizzi dei fosfati nell'industria italiana (Figura 40) riguardano il settore chimico (80%), alimentare, per la produzione di fertilizzanti ed integratori alimentari per il bestiame (5%).

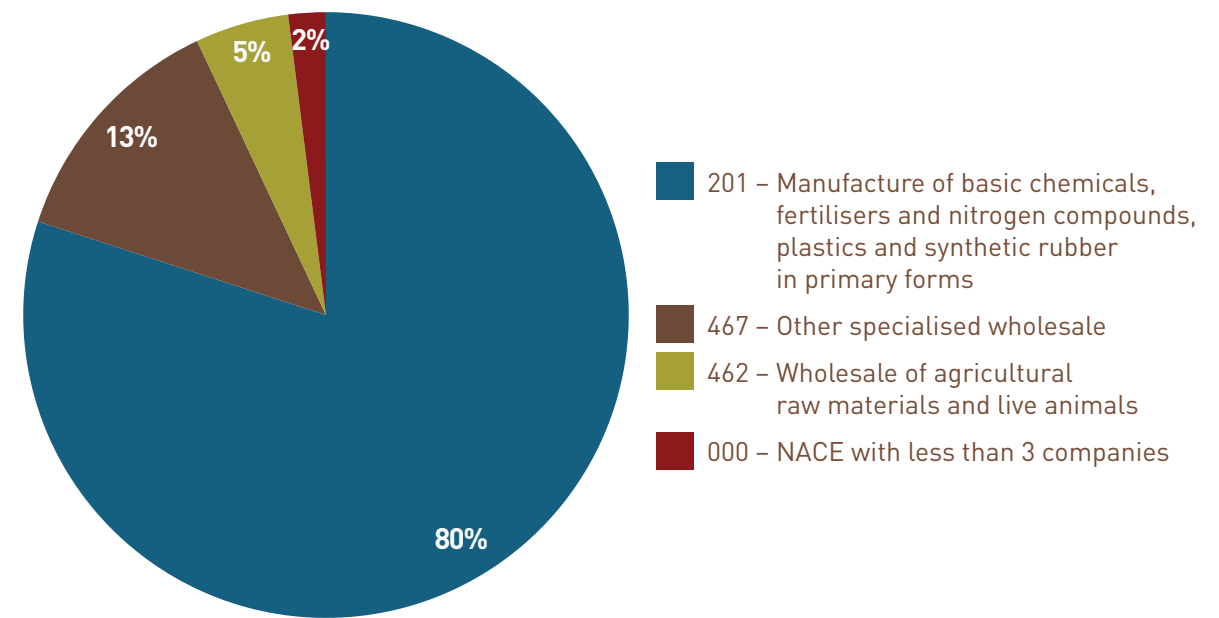


Figura 40 - Distribuzione percentuale delle importazioni di fosfati per settori NACE (3 digit), anno 2022⁶⁰
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁶⁰ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



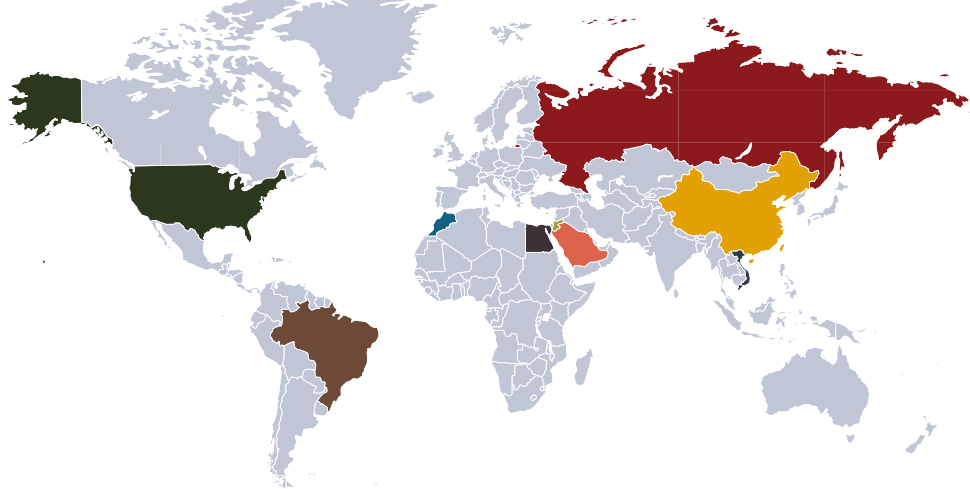
4.1.12 Fosforo

Materia prima critica per la Commissione Europea, il fosforo (simbolo chimico P, numero atomico 15, abbondanza media crostale 1050 ppm), è un non metallo altamente reattivo, che si ossida spontaneamente a contatto con l’ossigeno ed emette luce (fosforescenza), insolubile in acqua e un nutriente essenziale per le piante.

I depositi di fosfato sono diffusi in tutto il mondo, si trovano in tutti i continenti, con un’età compresa tra il Precambriano e l’Olocene. Ci sono due tipologie principali di depositi di fosfato: sedimentari e magmatici. Le risorse di roccia fosfatica provengono principalmente da fosforiti marine sedimentarie: le fosforiti moderne sono caratterizzati da grani di carbonato (CO₃)-fluoro-apatite criptocristallina o amorfa Ca₅(PO₄)₃(F, Cl, OH) variamente denominati collofane o francolite, che si presentano come strati di spessore variabile da pochi centimetri a decine di metri. Il fosforo deriva da materiale organico, come materia fecale, materiale osseo e organismi marini in decomposizione, che vengono accumulati *in situ* o trasportati in regioni costiere poco profonde da risalita di acque profonde (*upwelling*). Le fosforiti più antiche possono aver subito diagenesi, deformazione e metamorfismo. Nel caso di depositi di origine magmatica, il minerale principale è l’apatite Ca₅(PO₄)₃(F, Cl, OH), e può essere trovato in una gamma di depositi come pegmatiti, carbonatiti, rocce ad apatite-nefelina e vene idrotermali. In genere, i cristalli di apatite si trovano all’interno di una matrice cristallina con altri minerali magmatici. Tuttavia, la sua matrice può essere distrutta da un’intensa erosione, producendo un deposito residuale.

Riciclo: in virtù degli utilizzi del fosforo e dei suoi composti, al momento non esiste un recupero.

Principali produttori: Cina, Marocco, USA, Russia, Giordania, Arabia Saudita, Vietnam, Brasile, Egitto (USGS, 2024)⁶¹.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di fosforo importate dal nostro Paese mostrano fluttuazioni considerevoli, con un picco di 19.660.837 kg registrato nel 2022 e un calo fino a 9.464.280 kg nel 2023. Al contrario, i dati sulle esportazioni sono stati più stabili, infatti, dopo aver registrato nel 2017 un incremento percentuale del 227,81% rispetto allo stesso dato riferito al 2016, le quantità di fosforo esportate si sono attestate tra i 3.873.480 kg del 2020 e i 3.068.032 kg del 2023 (vedi Tabella 31 e Figura 41).

Anni	Import	Export
2015	11.741.465	1.369.169
2016	11.881.948	1.289.097
2017	19.263.770	4.225.784
2018	19.388.351	3.446.565
2019	18.694.767	3.618.834
2020	15.509.124	3.873.480
2021	17.694.968	3.450.208
2022	19.660.837	3.758.572
2023	9.464.280	3.068.032

Tabella 31 – Fosforo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁶¹ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Phosphate Rock. Available at <https://www.usgs.gov/centers/nmic/phosphate-rock-statistics-and-information>.

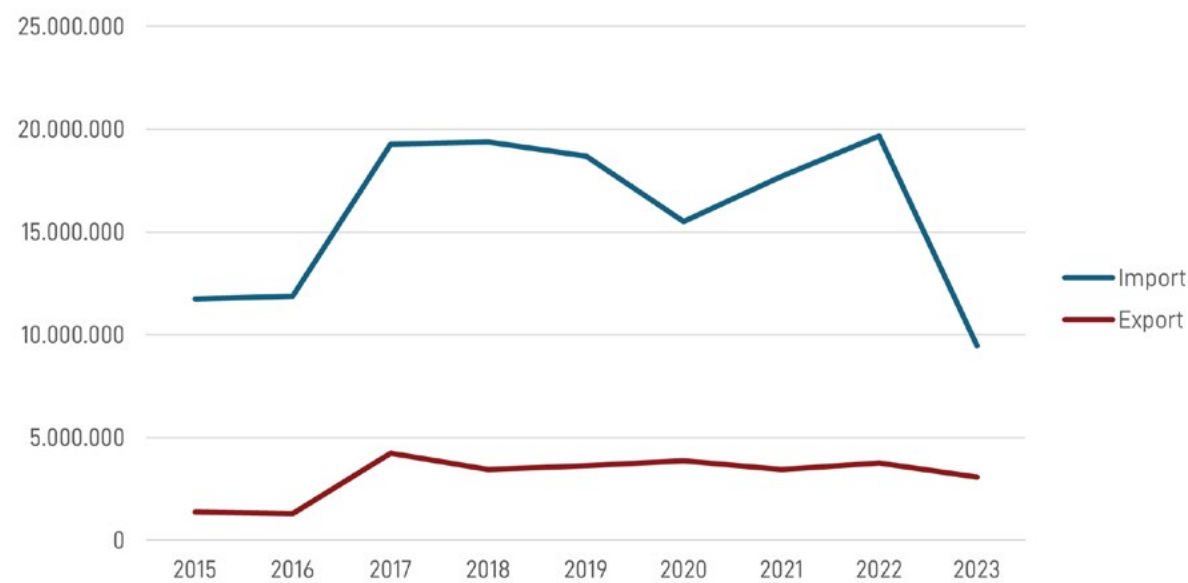


Figura 41 – Fosforo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di fosforo, si osserva un andamento generalmente stabile, registrando un picco di crescita del valore delle importazioni nel 2022, con un livello pari a oltre 102 milioni di euro. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, registrando sempre nel 2022 il valore massimo delle esportazioni di fosforo, con un dato di circa 12,3 milioni di euro (Tabella 32 e Figura 42).

Anni	Import	Export
2015	29.453.098,00	4.375.818,00
2016	28.042.283,00	4.328.598,00
2017	37.793.512,00	8.375.615,00
2018	39.454.609,00	8.096.928,00
2019	39.285.324,00	8.361.232,00
2020	29.145.810,00	6.719.031,00
2021	43.379.852,00	6.687.679,00
2022	102.289.816,00	12.349.849,00
2023	32.964.900,00	6.367.743,00

Tabella 32 – Fosforo: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

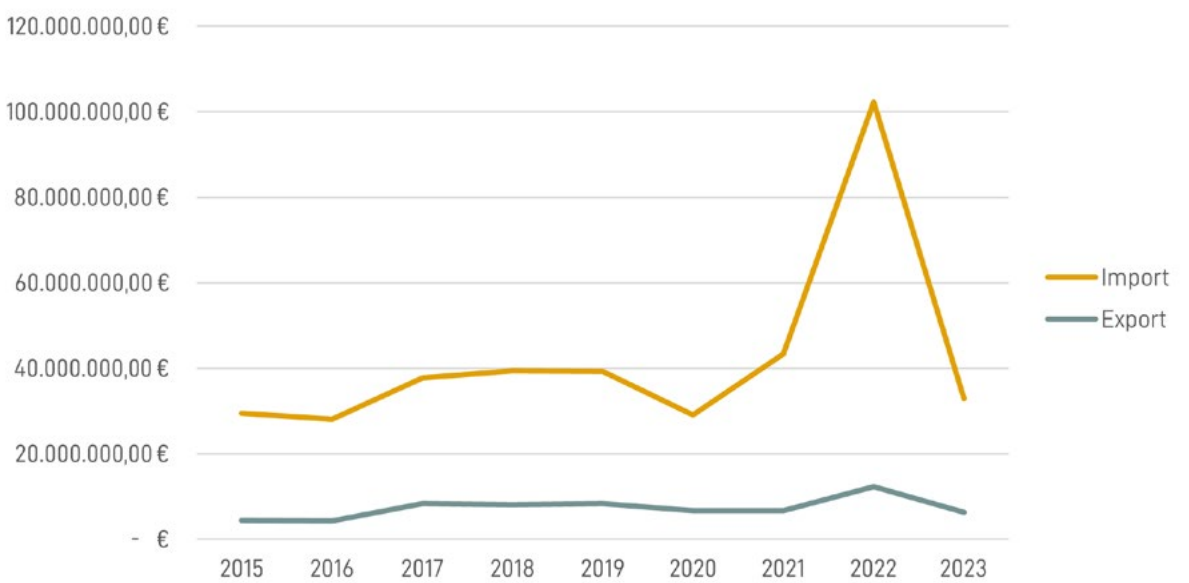


Figura 42 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di fosforo dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le applicazioni industriali del fosforo e dei fosfati sono molteplici:

- **Industria chimica:** l'uso principale del fosforo è nella produzione di acido fosforico H_3PO_4 e superfosforico concentrato (acido fosforico con una concentrazione di $P_2O_5 > 54\%$), per la preparazione di fertilizzanti agricoli e integratori alimentari per animali. Il fosforo si ottiene fondamentalmente dalle rocce fosforitiche. Nella produzione di acido fosforico, l'acido fluo-rosilicico (FSA) si ottiene come sottoprodotto ed è utilizzato nell'estrazione di alluminio dalla bauxite. In precedenza, i fosfati erano utilizzati per la produzione di detersivi, per ridurre la durezza dell'acqua e ottenere una maggiore efficacia del detergente. Una normativa europea ha vietato l'utilizzo di fosfati nei detersivi per lavatrici e lavastoviglie da gennaio 2017, a causa della contaminazione delle acque dei fiumi, poiché gli impianti di trattamento delle acque reflue non possono eliminarle efficacemente.
- **Elettronica e illuminazione:** il fosforo veniva utilizzato nella fabbricazione di tubi a raggi catodici, dove veniva eccitato da un fascio di elettroni per produrre fluorescenza. Il fosforo, attivato con elementi delle terre rare, è un materiale fosforescente utilizzato nella fabbricazione di *display* al plasma e LCD. Viene anche utilizzato nella fabbricazione di LED, apparecchiature a raggi X, rilevatori di radiazioni ionizzanti, *laser* e raggi infrarossi. Il fosforo genera la maggior parte dell'intensità luminosa nelle lampade fluorescenti.
- **Medicina:** il cristallo di potassio titanil-fosfato (KTP) è utilizzato per trattare l'ipertrofia benigna della prostata. Il cristallo è utilizzato da un raggio generato da un *laser* al neodimio: granato di ittrio e alluminio (Nd: YAG) per produrre un raggio nello spettro visibile verde con una lunghezza d'onda di 532 nm. Questo processo è utilizzato anche in dermatologia.
- **Altre applicazioni:** i composti di fosforo sono utilizzati nella preparazione di vernici e inchiostri fluorescenti. Il fosforo rosso è utilizzato nella fabbricazione della striscia rossa sul lato delle scatole di fiammiferi di sicurezza.

I principali utilizzi del fosforo nell'industria italiana (Figura 43) riguardano il settore chimico (circa 80%), quello alimentare, la produzione di fertilizzanti ed integratori alimentari per il bestiame, nonché la produzione di detergenti (3%). Non risultano utilizzi degni di nota in ambito elettronico.

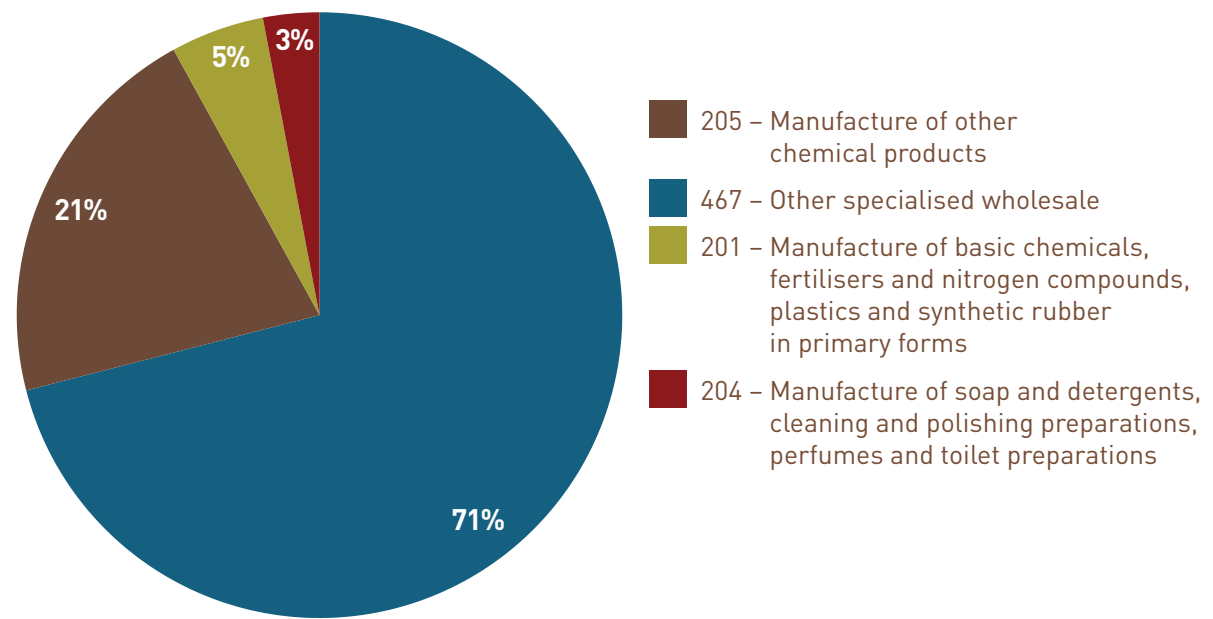


Figura 43 – Distribuzione percentuale delle importazioni di fosforo per settori NACE (3 digit), anno 2022⁶²
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁶² Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



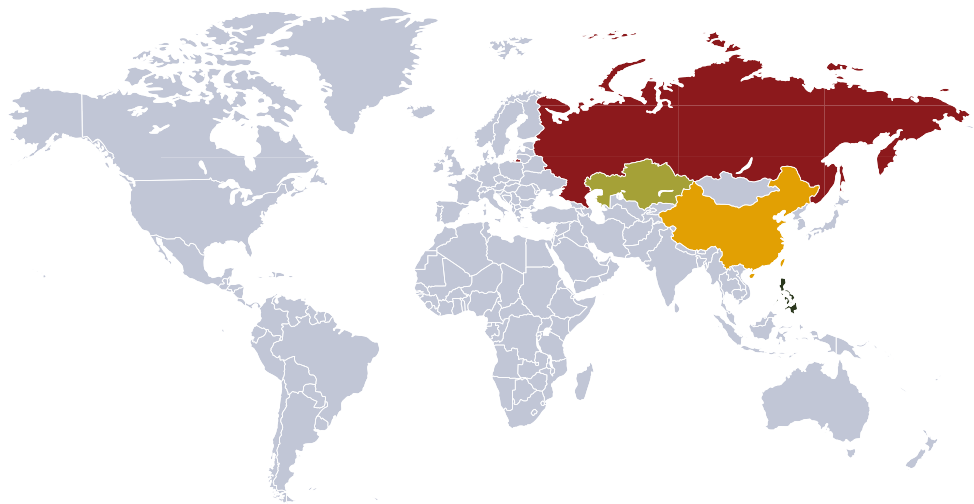
4.1.13 Scandio

Materia prima critica per la Commissione Europea, lo scandio (simbolo chimico Sc, numero atomico 21, abbondanza media crostale 14 ppm) è classificato come un elemento delle terre rare (REE – *rare earth elements*, lantanidi) perché presenta caratteristiche geochimiche ed applicazioni simili, sebbene lo scandio non faccia parte dei lantanidi.

Per quanto riguarda le proprietà chimico-fisiche, la mineralogia ed i giacimenti si rimanda ai paragrafi relativi alle REE (paragrafi 4.18 e 4.19). Circa il 90% della produzione globale proviene dal giacimento di Bayan Obo in Cina, dove lo scandio è un sottoprodotto dell'estrazione di altre REE e ferro. È contenuto principalmente dall'egirina, sebbene una piccola ma significativa percentuale sia presente in bastnäsita-Ce, monazite-Ce, xenotimo e fluorite. Dopo la Cina, la Russia è il Paese produttore di scandio più importante: il giacimento di carbonatite-fosforite a Kovdor, nella penisola di Kola, è il più importante di scandio in baddeleyite-magnetite-apatite e Tomtor (Yakutia) è uno dei più grandi giacimenti di carbonatite al mondo. Al di fuori di Cina e Russia, i giacimenti lateritici di nichel nelle Filippine e in Australia rappresentano le risorse di scandio più importanti. I giacimenti di uranio in Kazakistan sono buoni produttori di scandio come sottoprodotto del processo di lisciviazione dell'uranio. Sono in corso ricerche per produrre scandio da rifiuti di fanghi rossi (ottenuti dal processo di estrazione dell'alluminio dalla bauxite).

Riciclo: analogamente alle terre rare, il recupero risulta difficile e complesso, ed al momento non ci sono esempi di riciclo di questo elemento.

Principali produttori: il principale produttore mondiale è la **Cina**, seguito a distanza dalla **Russia**, **Kazakistan** e **Filippine** (USGS, 2024)⁶³.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di scandio importate rivela una tendenza non uniforme, con 344.436 kg nel 2015 e un minimo di 8.585 kg nel 2021. Analogamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una progressiva diminuzione nel corso del periodo di riferimento, facendo registrare nel 2023 un calo del 67,54% rispetto al medesimo dato riferito al 2015 (Tabella 33 e Figura 44).

Anni	Import	Export
2015	344.436	195.453
2016	83.521	89.712
2017	29.565	76.874
2018	24.144	26.790
2019	34.352	722
2020	14.966	1.155
2021	8.585	8.521
2022	12.017	358
2023	134.099	63.448

Tabella 33 – Scandio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

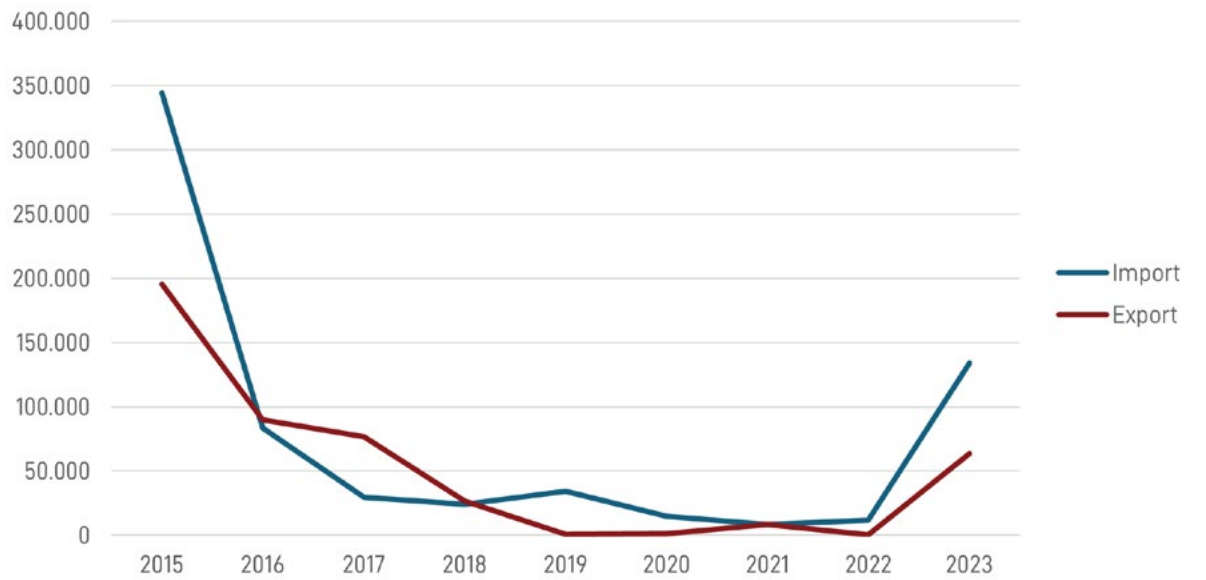


Figura 44 – Scandio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La tendenza al ribasso del valore delle importazioni di scandio è significativa, partendo da quasi 10 milioni di euro nel 2015 fino a toccare circa 1,2 milioni di euro nel 2023. Il valore delle esportazioni ha seguito un andamento simile, da oltre 11 milioni e mezzo di euro nel 2015 a circa 4,2 milioni nel 2023, dopo aver fatto registrare il valore minimo di 15 mila euro nel 2022 (Tabella 34 e Figura 45).

Anni	Import	Export
2015	9.965.481,00	11.750.398,00
2016	2.521.419,00	6.905.687,00
2017	731.523,00	6.079.909,00
2018	871.949,00	2.127.792,00
2019	1.435.657,00	201.474,00
2020	719.238,00	84.566,00
2021	575.480,00	196.837,00
2022	725.035,00	15.344,00
2023	1.276.523,00	4.236.352,00

Tabella 34 – Scandio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁶³ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Rare earths - scandium, yttrium, and the lanthanides.
Available at <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>.

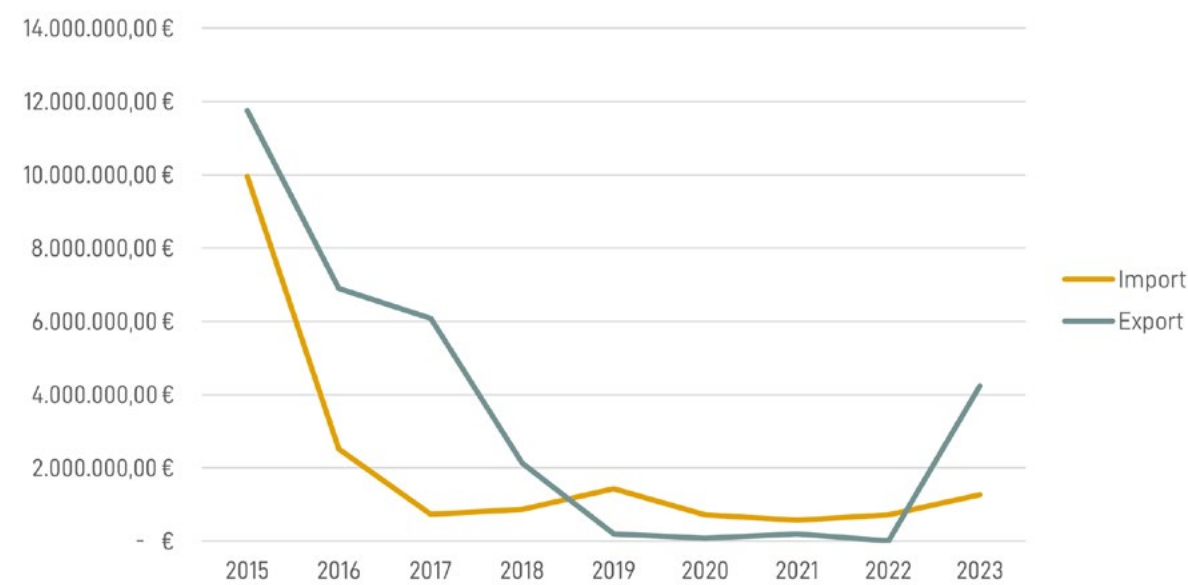


Figura 45 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di scandio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le applicazioni industriali dello scandio sono simili a quelli delle altre REE, in particolare:

- **Settore metallurgico:** l'applicazione principale dello scandio è nelle leghe con alluminio, come Al-Mg-Sc, con cui si ottiene una lega molto resistente alla corrosione, leggera e durevole, con un'ottima capacità di saldatura a fusione con raggio *laser*, ottenendo eccellenti proprietà nei giunti saldati ed eliminando la necessità di rivetti. La società Airbus Group sta studiando le leghe Al-Mg-Sc (Scalmalloy®) da alcuni anni; APWorks, una sussidiaria di Airbus, sta progettando una motocicletta superleggera con questa lega, da produrre tramite stampa 3D di metallo. È in fase di sperimentazione anche la combinazione di alluminio-scandio-zircone (Al-Sc-Zr), una lega che può essere saldata anziché rivettata e quindi ridurre il peso degli aerei commerciali del 20%, con una corrispondente riduzione del consumo di carburante. Le leghe Al-Sc possono contribuire a ridurre il peso dei veicoli elettrici (EV), con un conseguente risparmio nelle dimensioni delle batterie agli ioni di litio. Sebbene la presenza di scandio sul mercato sia molto limitata e i prezzi molto alti, si ritiene che l'aumento della sua applicazione migliorerà i volumi di estrazione e ridurrà i costi. Le leghe di Al-Sc sono utilizzate nella fabbricazione di attrezzature sportive di alta gamma, come mazze da *baseball*, telai di biciclette e mazze da *golf*. Questa lega è inerte in presenza di acqua salata e viene utilizzata nella costruzione di alcune parti di barche e impianti di desalinizzazione.
- **Illuminazione:** l'ossido di scandio viene utilizzato nella fabbricazione di lampade a scarica ad alta intensità per illuminare stadi, palchi e simili. Lo ioduro di scandio, aggiunto alle lampade a vapori di mercurio, aumenta l'intensità della luce emessa e conferisce una temperatura di colore simile a quella del sole, facendo apparire le immagini nelle trasmissioni televisive notturne come se fossero alla luce del giorno.
- **Celle a combustibile (*fuel cells*):** sfruttando la sua elevata conduttività elettrica e la stabilizzazione del calore, lo scandio viene utilizzato nella produzione di celle a combustibile *solid oxide fuel cells* (SOFC), consentendo una temperatura di esercizio più bassa e una maggiore durata delle apparecchiature, con contenimento dei costi.
- **Laser:** l'uso dello scandio insieme al gadolinio e al gallio è oggetto di studio per la fabbricazione di cristalli per *laser* ad alta energia.

L'utilizzo dello scandio nell'industria italiana (Figura 46) è decisamente ridotto, e riservato ai settori delle leghe metalliche speciali, ed in minima misura a settori tecnologici particolari e/o di ricerca (es. strumentazione analitica).

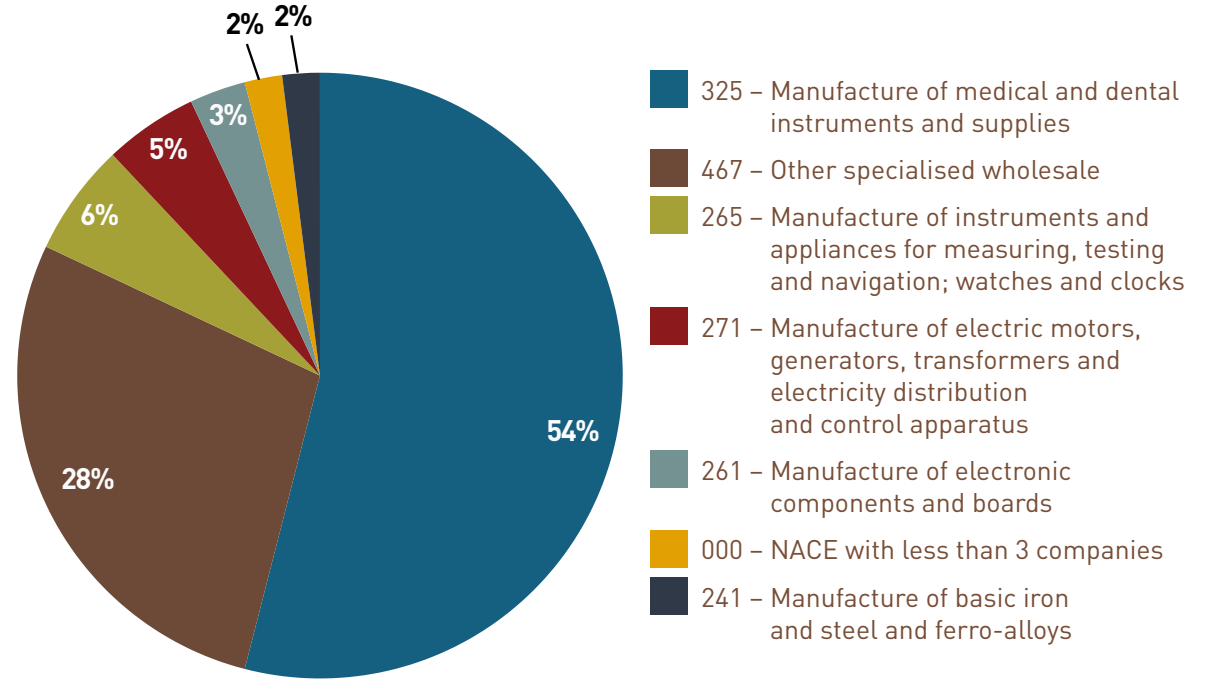


Figura 46 - Distribuzione percentuale delle importazioni di scandio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁵⁴
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁵⁴ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



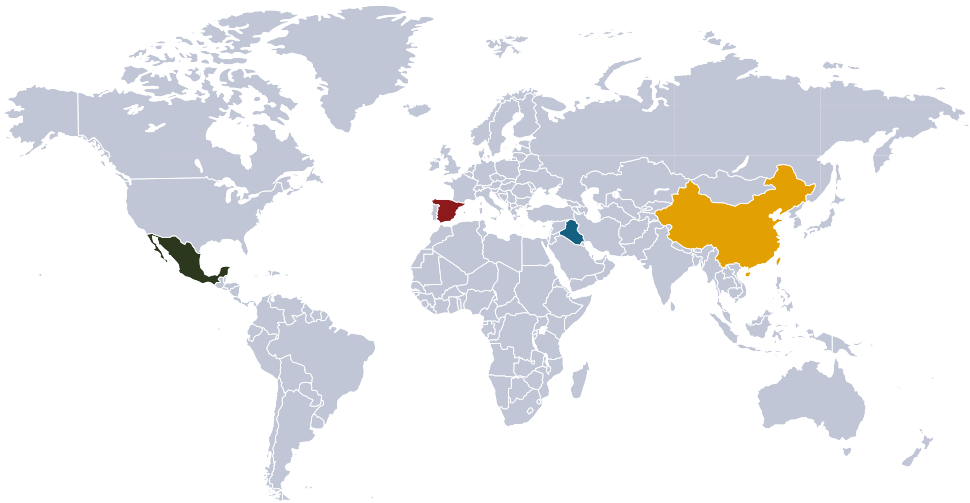
4.1.14 Stronzio

Materia prima strategica per la Commissione Europea, lo stronzio (simbolo chimico Sr, numero atomico 38, abbondanza media crostale 370 ppm) è un metallo alcalino-terroso, tenero e piuttosto malleabile, altamente reattivo in acqua, dalla quale rilascia idrogeno, e anche in ossigeno.

Due minerali contenenti stronzio, il solfato celestina (SrSO_4) ed il carbonato stronzianite (SrCO_3), contengono stronzio in quantità sufficienti a rendere utile il loro recupero. La celestina è più comune della stronzianite, ed è la fonte primaria di stronzio al mondo. La celestina compare in cristalli e come aggregati massicci o fibrosi nelle rocce sedimentarie evaporitiche; spesso mostra una delicata colorazione blu dovuta alla presenza di impurità. La celestina può essere trovata in depositi di evaporitici stratificata insieme a gesso, anidrite e salgemma. Può anche trovarsi in cavità all'interno di rocce carbonatiche dove è stata precipitata da acque sotterranee o salamoie contenenti stronzio. La stronzianite si forma in depositi idrotermali a basse temperature in calcari e marne, o come minerale secondario in vene a solfuri.

Riciclo: considerando le applicazioni industriali, non sono noti esempi di recupero di stronzio.

Principali produttori: Spagna, Cina, Messico, Iran (USGS, 2024)⁶⁵.



⁶⁵ USGS(2024). CommodityStatisticsandInformation.Strontium.Availableat<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/strontium-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di stronzio importate dal nostro Paese mostrano fluttuazioni considerevoli, con un picco di 5.370.273 kg registrato nel 2018 e un calo fino a 3.895.116 kg nel 2020. Al contrario, i dati sulle esportazioni sono stati più stabili, oscillando tra i 72.652 kg del 2020 e i 277.545 kg del 2022 (Tabella 35 e Figura 47).

Anni	Import	Export
2015	4.125.768	106.552
2016	5.115.952	103.435
2017	5.073.817	146.884
2018	5.370.273	122.109
2019	4.660.775	99.230
2020	3.895.116	72.652
2021	5.175.564	218.342
2022	4.581.041	277.545
2023	3.926.296	254.110

Tabella 35 – Stronzio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

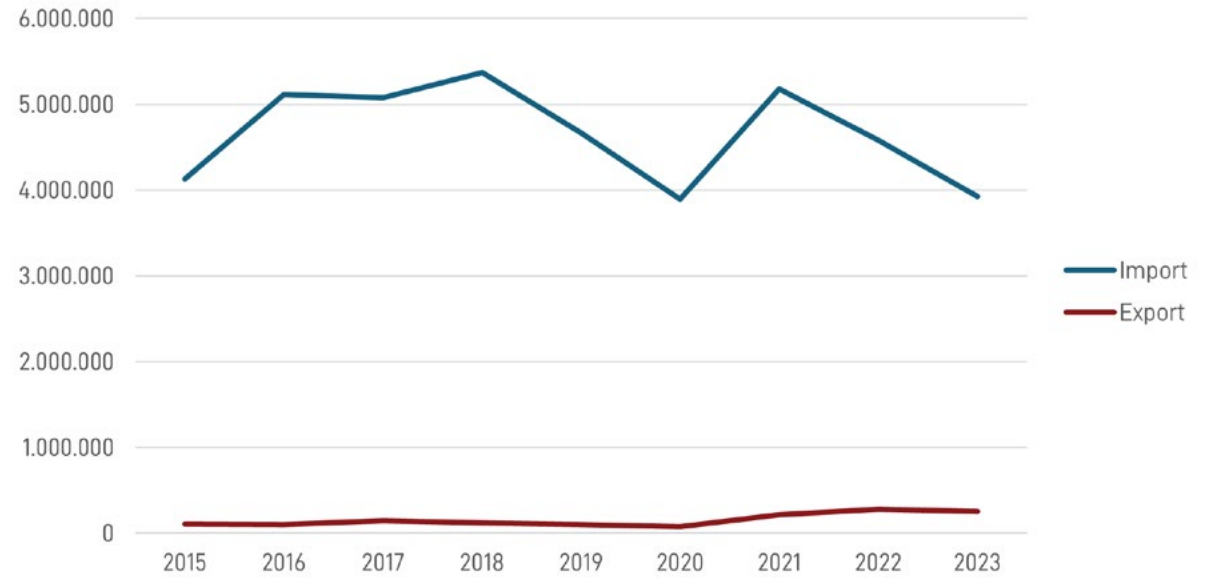


Figura 47 – Stronzio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di stronzio, si osserva una crescita rilevante: dai quasi 3,9 milioni di euro del 2015, si è passati a oltre 5,4 milioni di euro nel 2023, dopo aver registrato un valore massimo di oltre 6,6 milioni di euro nel 2022. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da circa 497 mila euro nel 2015 a oltre 2 milioni di euro nel 2022, con un ulteriore aumento del 6,11% nel 2023, portando il valore delle esportazioni di stronzio a oltre 2,2 milioni di euro (Tabella 36 e Figura 48).

Anni	Import	Export
2015	3.887.386,00	497.725,00
2016	5.121.920,00	579.680,00
2017	4.559.069,00	593.532,00
2018	5.623.078,00	769.112,00
2019	4.595.058,00	661.034,00
2020	3.544.049,00	545.626,00
2021	5.038.489,00	901.726,00
2022	6.641.298,00	2.093.669,00
2023	5.462.111,00	2.221.621,00

Tabella 36 – Stronzio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

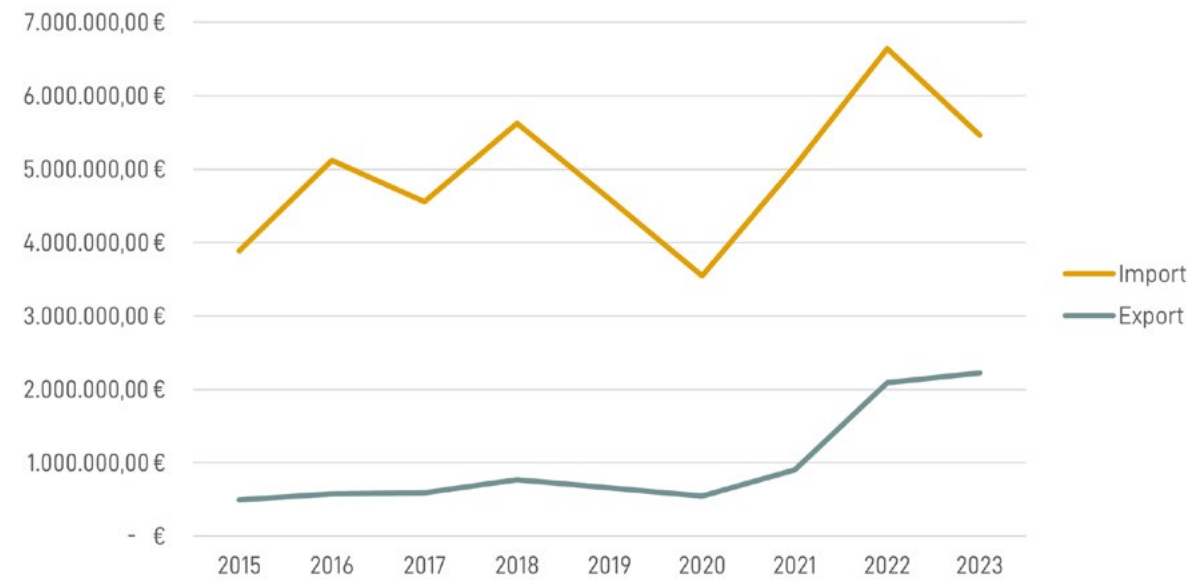


Figura 48 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di stronzio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Lo stronzio viene utilizzato nei seguenti settori industriali:

- **Industria chimica:** il nitrato di stronzio conferisce un colore rosso brillante ai fuochi d'artificio e ai razzi di segnalazione di emergenza. Lo stronzio è utilizzato nella produzione elettrolitica dello zinco, poiché rimuove le impurità di piombo dal minerale. Il carbonato di stronzio è utilizzato per rimuovere i solfati nei trattamenti delle acque reflue.
- **Vetri e ceramiche:** lo stronzio migliora le proprietà del vetro per i *display* a cristalli liquidi (LCD). Il carbonato di stronzio viene aggiunto al vetro per migliorarne la durezza, la resistenza ai graffi, la brillantezza e la facilità di lucidatura. Viene utilizzato per smaltare le ceramiche da tavola per migliorarne la resistenza all'abrasione e prevenire la formazione di bolle durante la cottura.
- **Altre applicazioni:** celestina e barite sono usate come additivi nei fanghi per la perforazione di pozzi di petrolio e gas naturale. Lo stronzio è usato nella fabbricazione di magneti in ferrite ceramica per migliorarne l'efficienza. L'isotopo radioattivo stronzio-90, con un'emivita di 28,8 anni, compare dopo esplosioni nucleari che contaminano vaste aree.

Nell'industria italiana (Figura 49) lo stronzio viene utilizzato in diversi settori, da quello chimico, a quello importante di vetri e ceramiche, nonché come additivo nei fanghi di perforazione, per la produzione di magneti e nella raffinazione dello zinco.

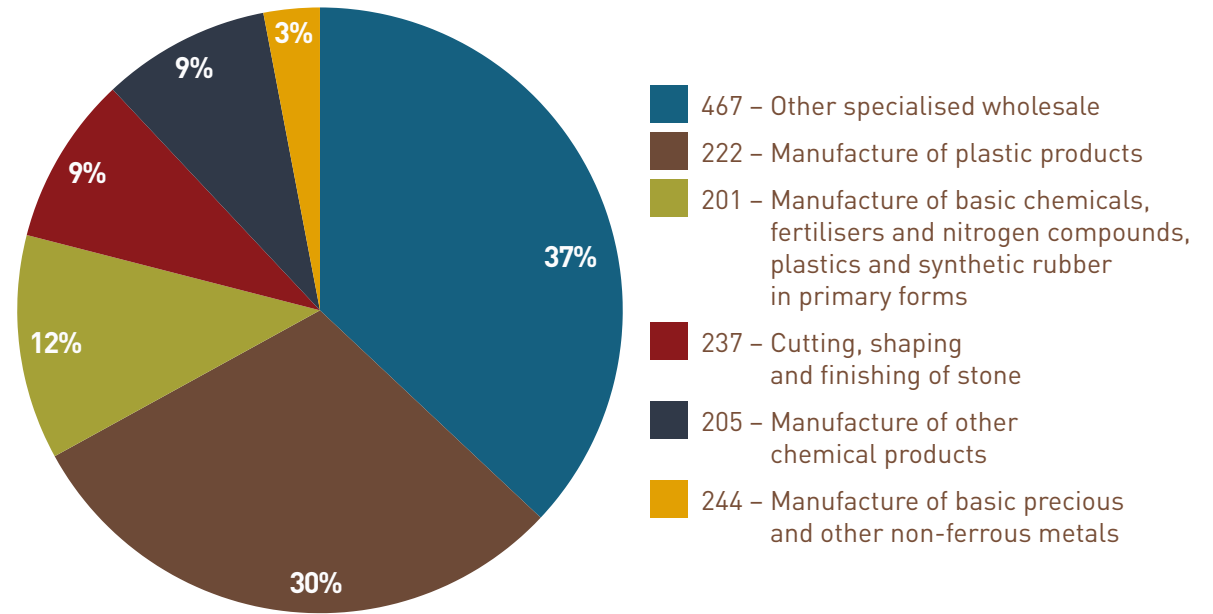
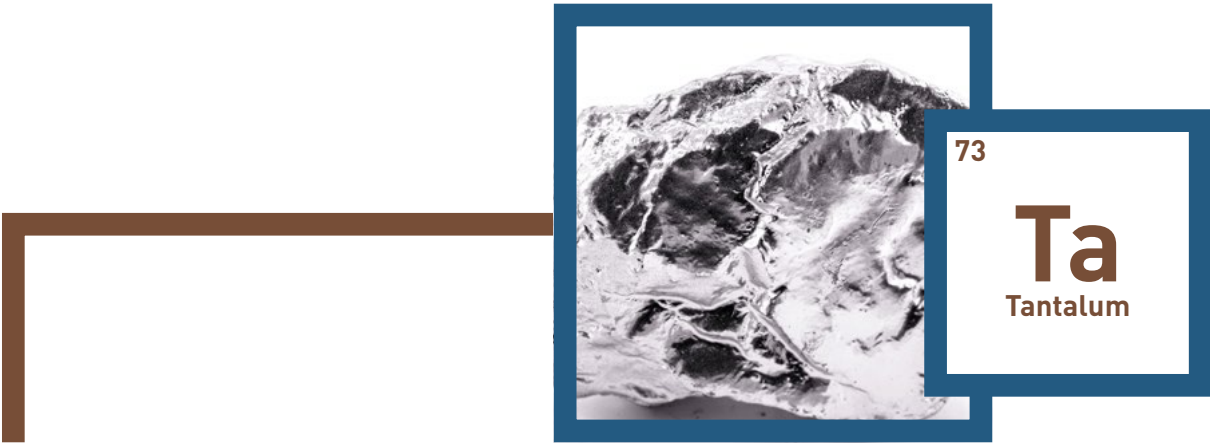


Figura 49 – Distribuzione percentuale delle importazioni di stronzio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁶⁶
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁶⁶ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.1.15 Tantalio

Materia prima critica per la Commissione Europea, il tantalio (simbolo chimico Ta, numero atomico 73, abbondanza media crostale 2 ppm) è un elemento pesante, duro e resistente alla corrosione, con grande capacità di accumulo di elettricità e resistente alle alte temperature (fonde a 2996 °C). Spesso è associato al niobio (Nb), che rappresenta il suo “gemello geochimico”.

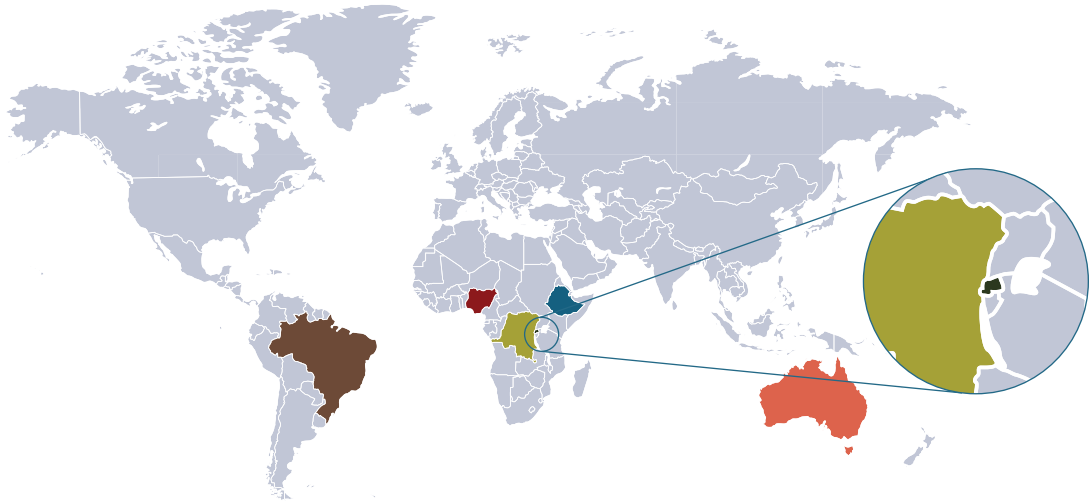
Il minerale primario di tantalio è il gruppo columbite-tantalite, una soluzione solida con proporzioni variabili di Nb o Ta. Secondo l’*International Mineralogical Association* (IMA), “tantalite” o “coltan” non sono nomi scientifici, ma sono ampiamente utilizzati. Molti campioni comunemente chiamati tantalite sono in realtà minerali del gruppo columbite o tapiolite. I principali minerali dei minerali di tantalio-niobio da cui entrambi vengono estratti sono columbite (Mn, Fe)(Ta, Nb)₂O₆; hatchettolite (Ca, U, Ce)₂(Nb, Ti, Ta)₂O₆(OH,F); e microlite (Na, Ca)₂Ta₂O₆(O, OH, F) e ixiolite (Nb, Ta, Sn, W, Sc)₃O₆.

I giacimenti più comuni di Ta (e Nb) sono:

- **Pegmatiti di metalli rari di tipo LCT** (Li-Cs-Ta), in cui i minerali sono solitamente rappresentati da corpi di vene e filoni di dimensioni variabili da poche centinaia di metri a 1-2 km con piccole quantità di spodumene o petalite: i graniti contenenti Nb-Ta (*greisen*) di metalli rari sono rappresentati da piccoli corpi tubulari (*pipes*) e cupole granitiche. Una certa quantità di Ni-Ta viene anche estratta da depositi pneumatolitici (*greisen*) a Sn o W. Lo stato di Minas Gerais (Brasile) è un importante produttore mondiale di tantalio.
- **Placer** correlati a sorgenti pegmatitiche e contenenti cassiterite e minerali del gruppo columbite-tantalite e sieniti a nefelina: i depositi più importanti si trovano principalmente nella Repubblica Democratica del Congo, il cui sfruttamento è principalmente su piccola scala poiché il minerale è facilmente separabile per gravimetria grazie al suo elevato peso specifico.

Riciclo: la principale fonte di riciclo del tantalio è rappresentata dagli scarti generati nella produzione di condensatori, componenti elettronici, utensili e leghe basate su questo metallo.

Principali produttori: Congo, Ruanda, Brasile, Nigeria, Etiopia, Australia (USGS, 2024)⁶⁷.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di tantalio in Italia, si osserva una notevole stabilità, con un massimo di 2.678 kg nel 2022 e un minimo di 854 kg nel 2018. Le esportazioni, invece, hanno mantenuto un andamento più variabile, oscillando tra i 16 kg nel 2020 e i 25.721 kg nel 2022 (Tabella 37 e Figura 50).

Anni	Import	Export
2015	1.748	120
2016	1.098	300
2017	1.607	2.649
2018	854	7.903
2019	951	5.733
2020	1.036	16
2021	2.024	69
2022	2.678	25.721
2023	1.497	14.669

Tabella 37 – Tantalio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁶⁷ USGS (2024). *Commodity Statistics and Information. Niobium and tantalum*. Available at <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/niobium-and-tantalum-statistics-and-information>.

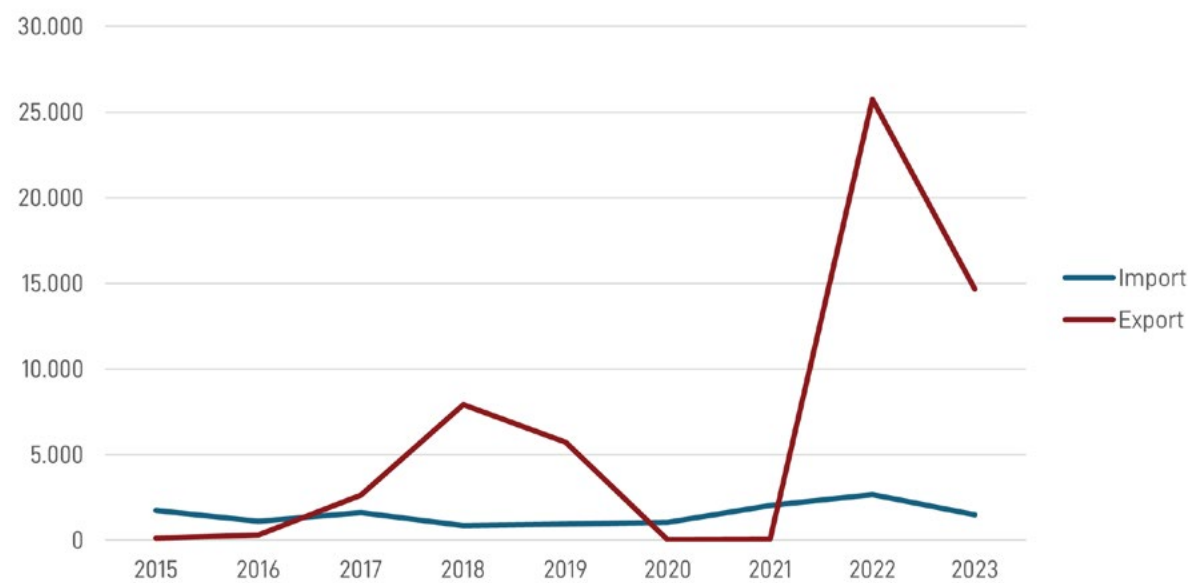


Figura 50 – Tantalio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'andamento del valore delle importazioni di tantalio risulta essere relativamente uniforme, facendo segnare nel periodo considerato un incremento complessivo del 33,27%, ovvero passando dai 642 mila euro del 2015 ad oltre 855 mila euro nel 2023. Diversamente, le esportazioni mostrano una crescita considerevole, da poco più di 112 mila euro nel 2015 fino a superare i 4 milioni di euro nel 2023 (Tabella 38 e Figura 51).

Anni	Import	Export
2015	642.182,00	112.134,00
2016	554.777,00	81.511,00
2017	501.227,00	538.348,00
2018	453.045,00	154.229,00
2019	538.116,00	88.834,00
2020	530.549,00	28.666,00
2021	1.192.945,00	33.821,00
2022	903.207,00	3.076.044,00
2023	855.845,00	4.001.534,00

Tabella 38 – Tantalio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

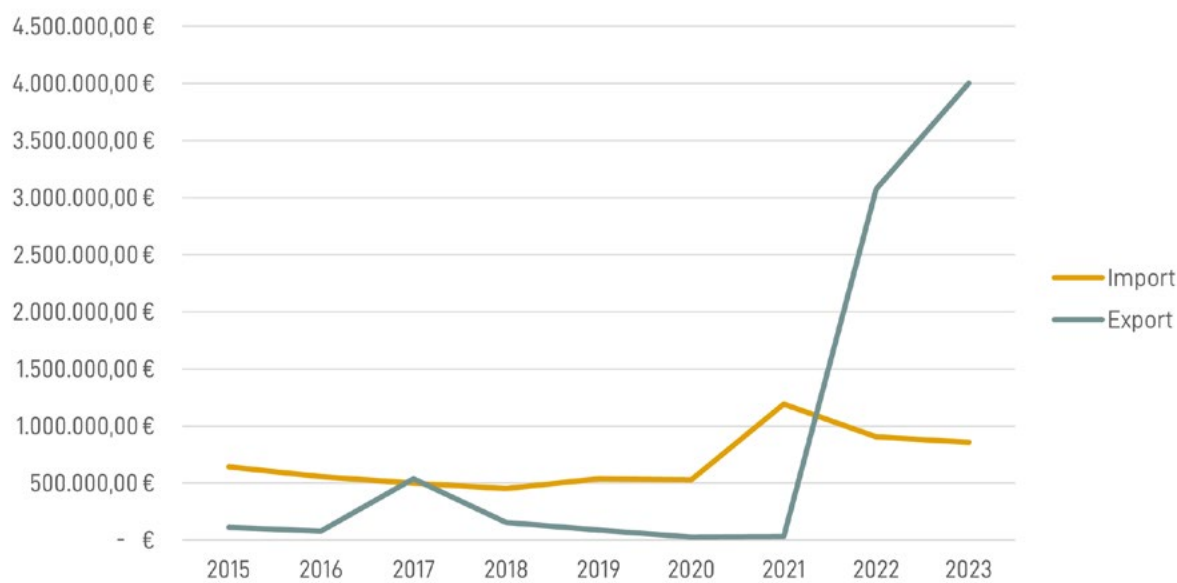


Figura 51 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di Tantalio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il tantalio presenta numerose applicazioni tecnologiche avanzate, in particolare:

- **Elettronica:** l'applicazione principale del tantalio è nella produzione di condensatori. La capacità di immagazzinare elettricità in piccole quantità di metallo e di dare una buona risposta alle alte frequenze ha permesso la miniaturizzazione di tutti i dispositivi elettronici, come telefoni cellulari, console di gioco, microprocessori, armi "intelligenti", missili, trigger di airbag e così via, sostituendo i classici condensatori in alluminio (più grandi) con quelli in tantalio (molto più piccoli).
- **Metallurgia e superleghe:** la seconda applicazione del tantalio è la fabbricazione di superleghe refrattarie, grazie alla buona resistenza alle alte temperature e alla corrosione, per l'industria spaziale, nei motori a reazione e nelle turbine a gas. Viene anche utilizzato come spray termico per rivestimenti superficiali per proteggere dall'usura e dall'ossidazione di parti che operano ad alte temperature. Il carburo di tantalio è considerato superiore al carburo di tungsteno e viene utilizzato negli utensili da taglio.
- **Protesi ed impianti:** poiché il tantalio è biocompatibile e resistente ai fluidi corporei, vengono prodotte protesi per articolazioni, placche craniche, viti e strumenti chirurgici e impianti.
- **Industria chimica:** il tantalio può essere utilizzato in apparecchiature per ottenere acidi aggressivi come l'acido cloridrico (HCl) e l'acido nitrico (HNO₃).
- **Ottica:** l'ossido di tantalio viene aggiunto al vetro di occhiali, cellulari e macchine fotografiche per aumentarne la trasparenza e l'indice di rifrazione, rendendolo anche più leggero.

Nell'industria italiana (Figura 52) il tantalio viene impiegato principalmente in ambito metallurgico, per la produzione di superleghe (circa 30%), nel settore chimico, in elettronica (es. strumentazione scientifica, circa 40%) ed in ottica.

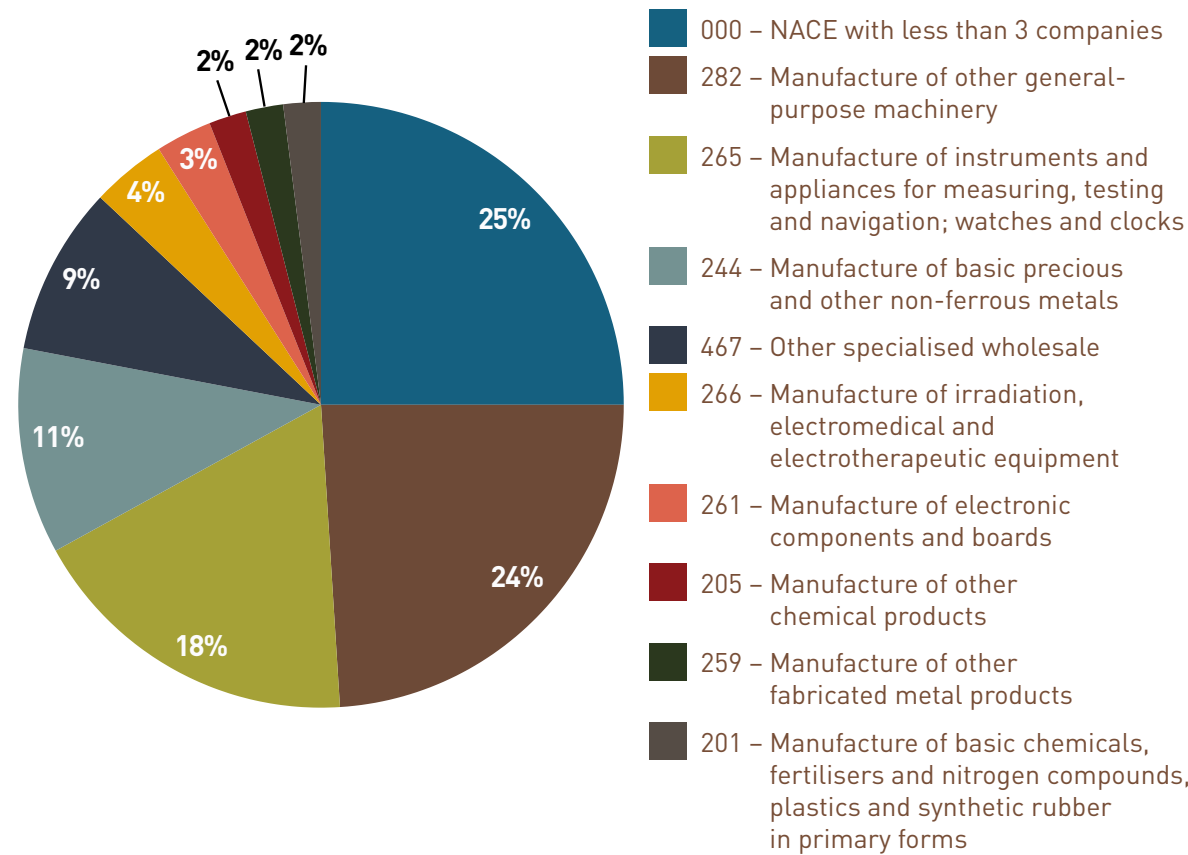


Figura 52 – Distribuzione percentuale delle importazioni di tantalio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁶⁸
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁶⁸ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



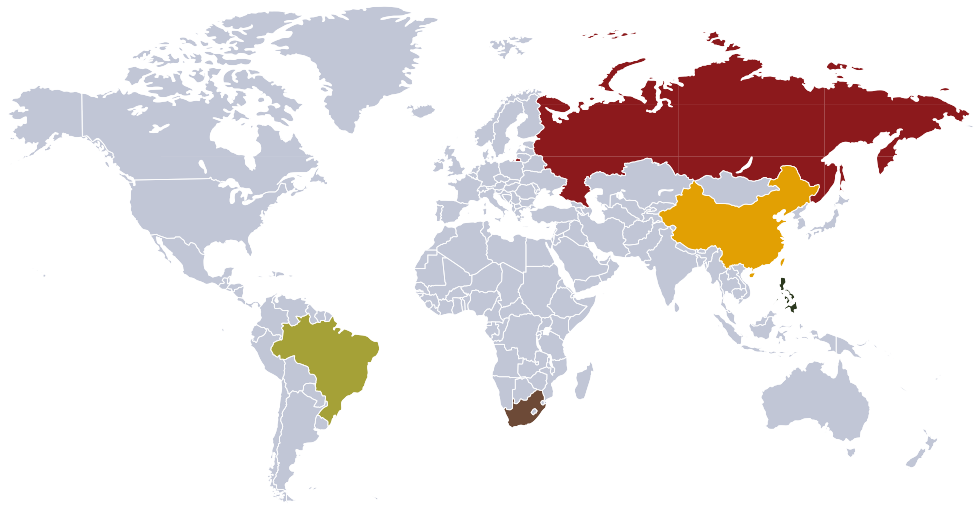
4.1.16 Vanadio

Materia prima critica per la Commissione Europea, il vanadio (simbolo chimico V, numero atomico 23, abbondanza media crostale 120 ppm) è un metallo duttile e altamente resistente alla corrosione, protetto contro ulteriore ossidazione da un sottile strato di ossido, con elevata resistenza sia agli acidi che alle basi.

Il vanadio si trova in natura in un'ampia varietà di minerali. Esistono quattro tipologie principali di depositi minerari: a titanomagnetite arricchita in vanadio (VTM – *vanadiferous titanomagnetite*); a vanadio in arenarie (SSV – *sandstone-hosted vanadium*); in scisti; vanadati. I depositi VTM si trovano in tutto il mondo e sono la principale fonte di vanadio: i più significativi dal punto di vista economico sono il Bushveld Complex in Sudafrica, l'intrusione stratificata di Panzhihua in Cina, il massiccio del Kachkanar nei Monti Urali in Russia, il Windimurra Complex nell'Australia Occidentale, il Bell River Complex e quello del Lac Doré nel Québec, Canada. Si tratta di complessi basici stratificati di età proterozoica, costituiti prevalentemente da rocce mafiche ed ultramafiche (gabbri, anortositi, pirosseniti, harzburgiti) con accumuli magmatici di magnetite, ilmenite e rutilo. Contengono in genere lo 0,2-1% di V_2O_5 , ma in alcune zone, ad esempio nel Bushveld Complex, contengono più dell'1,5%. I complessi basici stratificati sono anche molto importanti per il Cr (cromite) e soprattutto per i PGM (platinoidi). I giacimenti in arenarie (SSV) sono stati identificati in tutti i continenti (es. Colorado plateau, USA), e molti sono noti per avere arricchimenti in vanadio e uranio, con tenori che vanno dallo 0,1 a 1% di vanadio. I depositi di vanadio ospitati in scisti sono rappresentati da argilloscisti neri e marne metalliferi, provenienti principalmente da successioni marine del tardo Proterozoico e del Fanerozoico. In genere contengono alte concentrazioni di materia organica (superiori al 5%) e zolfo ridotto, con abbondante pirite ed una serie di metalli come rame, molibdeno, nichel, PGM, argento, uranio, vanadio e zinco. Le concentrazioni superano regolarmente lo 0,18% di V_2O_5 e possono arrivare fino all'1,7% di V_2O_5 . Le concentrazioni di vanadio sono correlate al carbonio organico negli scisti neri, il che suggerisce che il vanadio venga incorporato nella materia organica al momento della deposizione. Infine, i vanadati di piombo, zinco e rame si formano nelle zone ossidate dei giacimenti di metalli di base, soprattutto nelle aree con clima arido e profonda ossidazione (es. Otavi mountain, Namibia).

Riciclo: il riciclo del vanadio avviene tramite recupero dagli acciai che lo contengono e dai catalizzatori utilizzati nei processi chimici, che rappresentano la fonte principale. Il recupero del vanadio dai catalizzatori esausti prodotti dalle raffinerie di petrolio aumenterà, così come i sottoprodotti della combustione di carbone e scisti bituminosi.

Principali produttori: Cina, Russia, Sudafrica, Brasile (USGS, 2024)⁶⁹.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di vanadio importate dal nostro Paese mostrano fluttuazioni relativamente stabili, con un picco di 3.455.915 kg registrato nel 2021 e un calo fino a 2.399.293 kg nel 2016. Al contrario, le fluttuazioni relative ai dati sulle esportazioni sono state più considerevoli, oscillando tra i 127.143 kg del 2018 e gli 8.901.034 kg del 2023 (Tabella 39 e Figura 53).

Anni	Import	Export
2015	2.417.660	1.806.399
2016	2.399.293	1.294.128
2017	3.029.172	872.336
2018	2.941.892	127.143
2019	2.959.665	1.264.462
2020	2.465.821	1.139.125
2021	3.455.915	176.807
2022	3.191.637	470.509
2023	3.248.786	8.901.034

Tabella 39 – Vanadio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

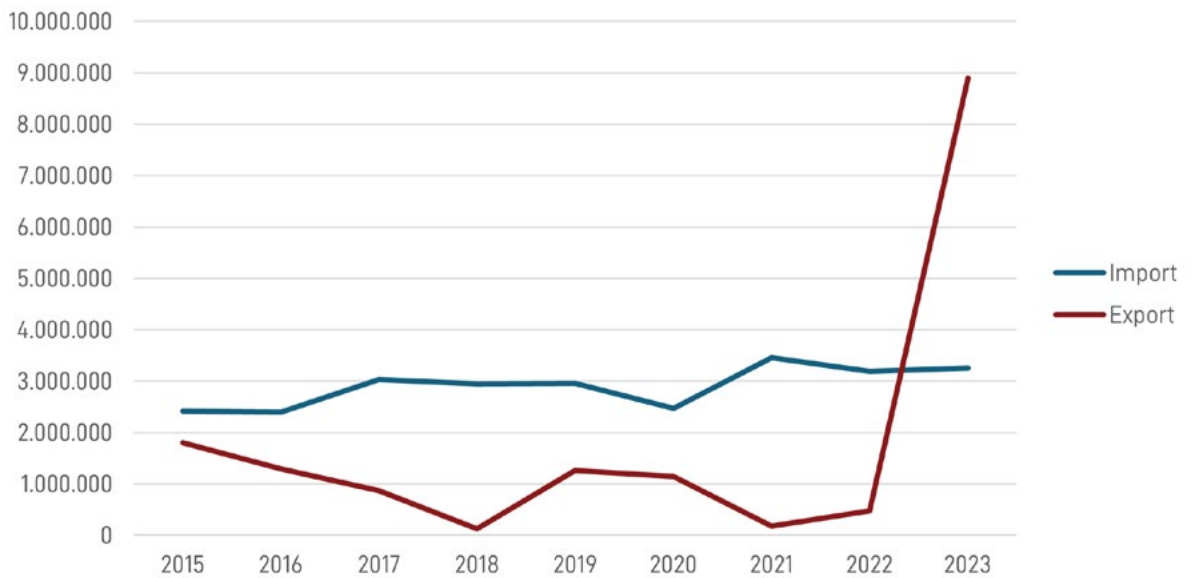


Figura 53 – Vanadio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di vanadio si osserva un andamento irregolare, con valori che oscillano tra i 97 milioni e mezzo di euro del 2018 e gli oltre 24 milioni di euro del 2020. Più stabile la dinamica seguita dal valore delle esportazioni, variando tra gli 1,3 milioni di euro nel 2022 gli oltre 6,8 milioni di euro nel 2023 (Tabella 40 e Figura 54).

Anni	Import	Export
2015	30.137.350,00	2.823.441,00
2016	24.879.455,00	4.775.969,00
2017	44.936.295,00	4.252.167,00
2018	97.563.081,00	3.794.040,00
2019	66.269.426,00	4.838.300,00
2020	24.171.130,00	1.783.467,00
2021	42.250.247,00	2.495.394,00
2022	53.916.152,00	1.342.829,00
2023	48.769.870,00	6.865.215,00

Tabella 40 – Vanadio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁶⁹ USGS(2024). CommodityStatisticsandInformation. Vanadium. Available at <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/vanadium-statistics-and-information>.

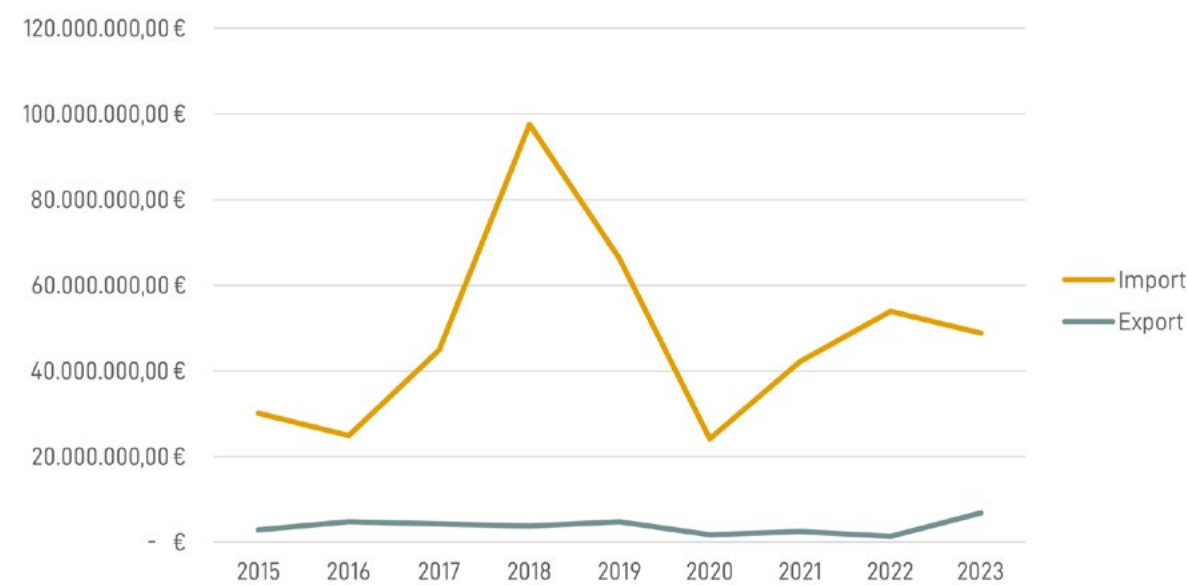


Figura 54 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di vanadio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il vanadio ha numerose applicazioni industriali, specialmente nei seguenti settori:

- **Metallurgia e superleghe:** l'applicazione principale di questo metallo è la lega di ferro vanadio, utilizzata come additivo nella fabbricazione di acciai per migliorare le proprietà meccaniche del ferro: utensili, assi di veicoli, coltelli, ingranaggi, armature di veicoli, ecc. Il ferro vanadio viene sempre più utilizzato nella fabbricazione di fondamenta a soletta in cemento armato per edifici in Paesi ad alto rischio sismico, in modo che possano resistere meglio alle sollecitazioni dell'attività sismica. Il vanadio, aggiunto alle leghe di titanio e alluminio, ne aumenta la resistenza meccanica e fornisce stabilità alle alte temperature. Tali leghe vengono utilizzate nella fabbricazione di motori aeronautici.
- **Industria chimica e catalisi:** la seconda applicazione principale del vanadio è rappresentata dal pentossido di vanadio, un catalizzatore chimico utilizzato ad esempio per ottenere acido solforico, sia nel processo di contatto che in quello a umido.
- **Batterie:** sono in corso le ricerche sulle batterie al litio-vanadio fosfato, che hanno una maggiore densità energetica, maggiore potenza e sicurezza, nonché tempi di ricarica più brevi rispetto alle batterie al litio-cobalto, sia per i veicoli elettrici che per i dispositivi elettronici portatili.

Nel sistema produttivo italiano (Figura 55) il vanadio riveste un ruolo importante soprattutto nel settore metallurgico (oltre 70%), dove viene utilizzato per realizzare acciai e leghe speciali (es. acciai al cromo-vanadio per utensili, ingranaggi, ecc.). Si segnala anche l'utilizzo nell'industria chimica e per la catalisi (circa 10%).

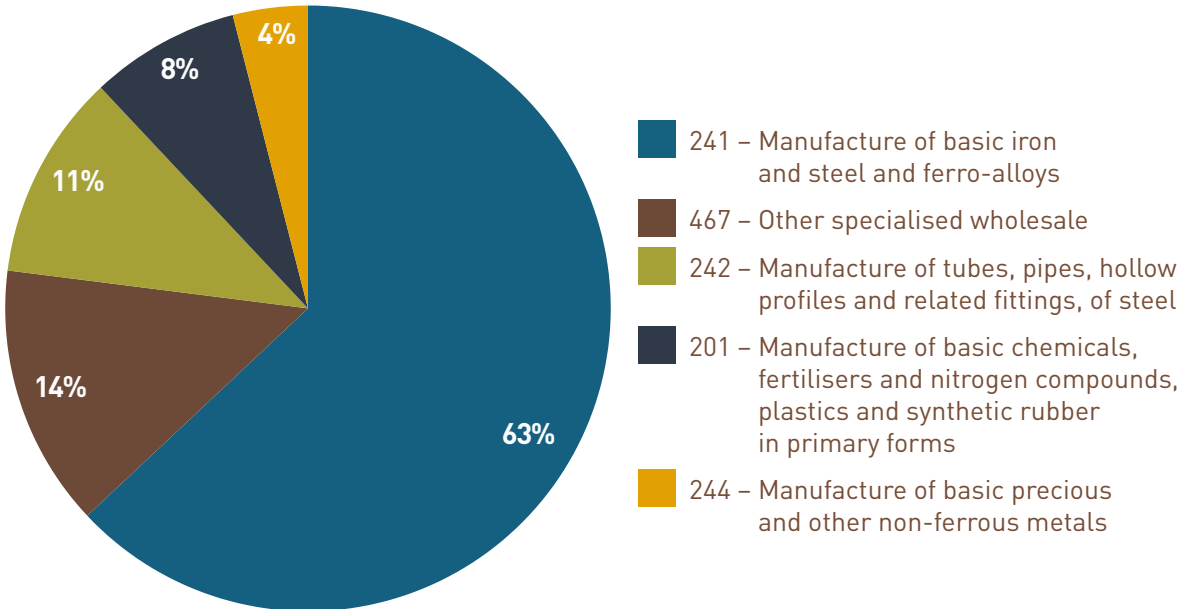


Figura 55 - Distribuzione percentuale delle importazioni di vanadio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁷⁰
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁷⁰ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.

4.2 Le materie prime strategiche

Come indicato in precedenza l'Unione Europea ha individuato, all'interno delle materie prime critiche, un sottoinsieme di materie definite strategiche (Tabella 41). Prima di proporre un'analisi di dettaglio dei singoli elementi, però, è necessaria una specifica relativa alle terre rare (paragrafo 4.2.9). Queste ultime, infatti, nella loro distinzione in terre rare leggere e pesanti hanno una collocazione ibrida nella lista stilata dalla Commissione Europea. Infatti, solo alcuni degli elementi che compongono tale voce hanno una destinazione strategica, ovvero i *Rare earth elements for permanent magnets*⁷¹, in cui vengono inglobati sia elementi delle terre rare pesanti che leggere, mentre gli altri elementi (sempre appartenenti ad entrambe le categorie) hanno un'importanza critica. Posta tale condizione, a livello di raccolta dati non è possibile effettuare tale separazione tra gli elementi, disponibili in forma aggregata. Pertanto, la presente analisi tratta tali elementi come strategici nella loro totalità⁷². Di seguito (Tabella 41) si presentano gli elementi analizzati con gli adattamenti specificati sopra.

2024 Strategic Raw Materials			
Aluminium/Bauxite	Gallium	Lithium	Silicon metal
Bismuth	Germanium	Magnesium	Titanium metal
Boron	HREE*** + LREE****	Manganese	Tungsten
Cobalt	Nickel*	Natural graphite	PGM**
Copper*			

(*) Copper and nickel do not meet the CRM thresholds, but are included as Strategic Raw Materials
(**) Platinum, palladium, rhodium, ruthenium, osmium and iridium
(***) Europium, gadolinium, terbium, Dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutetium, yttrium
(****) Lanthanum, cerium, praseodymium, neodymium, samarium

Tabella 41 – Le materie prime strategiche considerate nello studio
Fonte: ns. adattamento da Regolamento (UE) 2024/1252, p. 55

Come evidenziato per le materie prime critiche, il saldo della bilancia commerciale relativa alle 17 materie prime definite strategiche è negativo per tutti gli anni oggetto di studio (Tabella 42); tale risultato deve indurre a riflessioni importanti se si considera che esse sono di maggior rilievo per lo sviluppo della digitalizzazione e delle tecnologie che stanno guidando i mercati ed ancor di più lo saranno nel prossimo futuro.

In dettaglio, per quanto riguarda le importazioni, dopo un calo del 4% nel 2019 e del 6% nel 2020 rispetto agli anni precedenti, l'anno 2021 ha segnato un ovvio incremento (+55% sul 2020) per la ripresa delle attività produttive dopo il blocco legato alla pandemia, *performance* mantenuta anche nel 2022 (+26%), mentre il 2023 ha fatto registrare una contrazione del 19% sull'anno precedente. Eppure, la domanda di metalli, minerali e materiali naturali dovrebbe essere destinata ad aumentare in modo esponenziale proprio per sostenere la transizione *green & digital*. Ad evidenza, se si osserva l'andamento delle importazioni per singolo elemento (Tabella 43) le materie prime strategiche per l'ambiente e la digitalizzazione hanno un incremento in termini di domanda molto esiguo nel 2023.

⁷¹ Nel dettaglio si fa riferimento a: cerium, neodymium, praseodymium e samarium, quale sottogruppo delle terre rare leggere e dysprosium, gadolinium e terbium, ricompresi nelle terre rare pesanti.
⁷² D'altra parte, il contributo esiguo in termini di import/export all'economia nazionale consente di avallare pienamente la validità dell'analisi, non inficiandone le relative considerazioni di ordine strategico.

Anni	Import	Export	Saldo
2015	12.353.230.566,00 €	7.427.758.929,00 €	-4.925.471.637,00 €
2016	11.718.928.426,00 €	7.231.893.109,00 €	-4.487.035.317,00 €
2017	13.519.006.110,00 €	8.364.946.839,00 €	-5.154.059.271,00 €
2018	14.542.052.183,00 €	8.834.275.289,00 €	-5.707.776.894,00 €
2019	13.895.553.134,00 €	9.547.577.197,00 €	-4.347.975.937,00 €
2020	13.059.739.607,00 €	9.877.202.907,00 €	-3.182.536.700,00 €
2021	20.266.330.930,00 €	13.665.964.968,00 €	-6.600.365.962,00 €
2022	25.525.874.091,00 €	16.260.092.066,00 €	-9.265.782.025,00 €
2023	20.719.649.982,00 €	13.337.523.634,00 €	-7.382.126.348,00 €

Tabella 42 – Materie prime strategiche: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Invece, il rame, utilizzato soprattutto in conduttori elettrici, leghe metalliche per manufatti utilizzati nel settore edile (tubazioni, coperture tetti, radiatori, ecc.) e la bauxite/alluminio, impiegata in settori che utilizzano leghe metalliche leggere (es. automobili, parti di aerei, porte, infissi, serramenti, ecc.), nonché nei conduttori e nel settore della conservazione alimentare (lattine), ricoprono il 71,14% delle importazioni nel 2023 (rispettivamente 36,24% e 34,90%), il restante 28,86% si distribuisce tra le materie prime impiegate in settori strategici. Ad esempio, i metalli del gruppo del platino, coinvolti nella produzione di celle a combustibile e di droni, ma anche impiegati nel settore della robotica e delle tecnologie digitali, hanno una rilevanza del 12,73% in termini di *import* per il 2023. Le terre rare, invece, incluse anch'esse nella *supply chain* delle celle a combustibile, come dei motori di trazione, ma necessarie altresì nell'eolico, nella robotica, per la produzione di droni e per le tecnologie digitali hanno, nello stesso periodo, un peso dello 0,04% (sul totale *import* dell'anno), segnando essenzialmente la scarsa dinamicità di tali industrie a livello nazionale. Analogamente il germanio, utilizzato nella produzione di droni, nel fotovoltaico e nelle tecnologie digitali, ha un peso dello 0,07% nelle importazioni effettuate dall'Italia nel 2023; il magnesio pesa per lo 0,44%, nonostante l'impiego nelle celle a combustibile, nella robotica, nella stampa 3D e nelle tecnologie digitali; sorte analoga per il cobalto, impiegato nella realizzazione di batterie, celle a combustibile, motori a trazione, robotica, droni, stampa 3D e tecnologie digitali, la cui domanda in *import* ammonta allo 0,31% delle importazioni totali nel 2023. Un peso dello 0,02% sull'*import* complessivo 2023 ha il bismuto, utilizzato nel settore della robotica, per la costruzione di droni e per lo sviluppo delle tecnologie digitali. Infine il litio, impiegato nelle *supply chain* di batterie, celle a combustibile, robotica e droni, ha un peso dello 0,16% sulle importazioni del 2023, attestandosi in dodicesima posizione (Tabella 43).

Differente, benché attestato su valori segnatamente inferiori rispetto all'*import*, l'andamento delle esportazioni (Tabella 42), che ha fatto registrare valori in crescita dal 2017 in poi (+16% nel 2017; +6% nel 2018; +8% nel 2019; +3% nel 2020; +38% nel 2021⁷³; +19% nel 2022), ad eccezione del 2023, anno in cui è stato registrato un calo del 18%, complice la congiuntura economica negativa a livello nazionale e, più in generale, globale, anche per le crescenti tensioni geopolitiche.

⁷³ Il dato è influenzato dalla ripresa delle transazioni internazionali dopo il blocco imposto dalla pandemia da Covid-19.

Import 2023		
Ranking	Elemento	Valore
1	Rame	7.509.480.886,00 €
2	Bauxite/alluminio	7.231.103.750,00 €
3	Platinoidi	2.637.002.737,00 €
4	Nickel	1.478.188.912,00 €
5	Silicio metallico	574.538.018,00 €
6	Titanio	558.637.707,00 €
7	Manganese	434.347.708,00 €
8	Magnesio	91.260.037,00 €
9	Cobalto	64.868.501,00 €
10	Tungsteno	39.986.139,00 €
11	Boro	34.358.850,00 €
12	Litio	33.143.182,00 €
13	Germanio	14.571.734,00 €
14	Terre rare	8.954.016,00 €
15	Grafite	5.643.933,00 €
16	Bismuto	3.199.276,00 €
17	Gallio	364.596,00 €

Tabella 43 – Materie prime strategiche: classifica delle importazioni nel 2023 per valore (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Analizzando l’andamento delle esportazioni per singola materia prima strategica (Tabella 44), la bauxite/alluminio ricopre il 50,30% dell’*export* in valore del 2023, seguita dai metalli del gruppo del platino (21,74%) e rame (18,39%), per un totale di 90,43% dell’*export* in valore. Anche in questo caso è doveroso sottolineare come l’esportazione riguarda soprattutto manufatti e semilavorati, impiegati in settori più tradizionali. I restanti 14 elementi coprono la parte residuale di *export*, per un complessivo 9,57%, quindi con un contributo non particolarmente rilevante all’economia nazionale.

Contestualizzata la rilevanza delle materie prime strategiche per l’Italia, si analizzano di seguito con maggior grado di dettaglio i singoli elementi.

Export 2023		
Ranking	Elemento	Valore
1	Bauxite/alluminio	6.709.021.830,00 €
2	Platinoidi	2.899.193.480,00 €
3	Rame	2.453.141.835,00 €
4	Nickel	528.644.078,00 €
5	Silicio metallico	300.831.772,00 €
6	Manganese	297.414.152,00 €
7	Titanio	88.610.327,00 €
8	Cobalto	18.039.586,00 €
9	Magnesio	12.954.627,00 €
10	Tungsteno	10.491.111,00 €
11	Litio	8.715.297,00 €
12	Terre rare	5.425.823,00 €
13	Boro	3.824.863,00 €
14	Germanio	563.681,00 €
15	Grafite	391.893,00 €
16	Bismuto	222.650,00 €
17	Gallio	36.629,00 €

Tabella 44 – Materie prime strategiche: classifica delle esportazioni nel 2023 per valore (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori



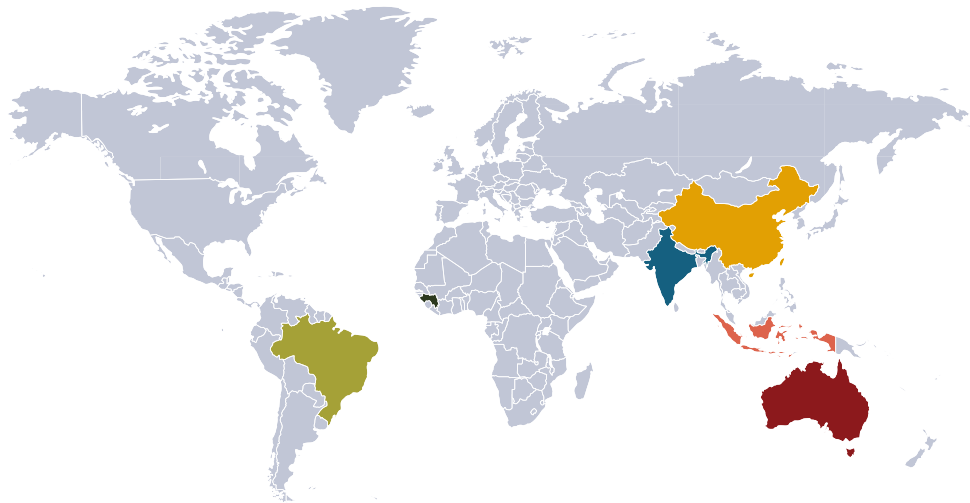
4.2.1 Bauxite

La bauxite è considerata dall’Unione Europea una materia prima critica e strategica. Con il termine bauxite si intende un tipo di roccia lateritica contenente uno o più idrossidi di alluminio, in particolare gibbsite [Al(OH)₃], boehmite [γ-AlO(OH)] e diasporo [α-AlO(OH)]. Una tipica bauxite contiene una miscela di goethite [FeO(OH)], ematite Fe₂O₃, minerali delle argille [es. caolinite Al₂Si₂O₅(OH)₄], nonché tracce di ossidi di Ti e talvolta di REE (*rare earth elements*, terre rare).

Le bauxiti rappresentano la principale sorgente di alluminio (simbolo chimico Al, numero atomico 13, abbondanza media crostale 8,23%). La formazione delle bauxiti comporta un’intensa attività di alterazione meteorica in climi tropicali o subtropicali, ed appaiono tipicamente all’interno di spessi profili lateritici, che si formano a causa di un’intensa erosione subaerea e della lisciviazione delle rocce alluminosilatiche (bauxiti lateritiche). Subordinatamente, le bauxiti possono trovarsi in depressioni paleocarsiche, come accumuli di materiale argilloso all’interno di sequenze carbonatiche (bauxiti carsiche). L’alluminio metallico è ottenuto industrialmente a seguito di due processi consecutivi: nel primo si ottiene l’ossido di alluminio (processo Bayer), e nella fase successiva si effettua un processo di riduzione elettrolitica (processo Hall-Héroult).

Riciclo: quasi il 100% dell’alluminio consumato può essere riutilizzato, anche se il suo riutilizzo non è infinito. La produzione di alluminio da lattine di bibite riciclate consente di risparmiare il 95% di energia rispetto all’estrazione dalla bauxite, e comporta un notevole risparmio ambientale, in quanto evita anche i fanghi normalmente generati durante l’estrazione (“fanghi rossi”). I fanghi rossi contengono elementi importanti come lo scandio, l’ittrio e il lantanio (terre rare) e vengono in parte utilizzati anche per produrre mattoni e cementi.

Principali produttori: **Australia**, **Cina**, **Guinea**, **Brasile**, **India** e **Indonesia** (USGS, 2024)⁷⁴.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di bauxite importate dal nostro Paese mostrano un andamento uniforme in riferimento al periodo considerato, con valori compresi tra i 3.302.856.779 kg registrati nel 2022 e i 2.652.435.850 kg nel 2015. Analogamente, i dati sulle esportazioni hanno mostrato una stabilità notevole, oscillando tra un massimo di 1.741.033.486 kg del 2023 e un minimo di 1.445.960.188 kg del 2015 (Tabella 45 e Figura 56).

Anni	Import	Export
2015	2.652.435.850	1.445.960.188
2016	2.841.763.056	1.466.248.516
2017	2.893.039.325	1.500.501.003
2018	3.005.365.301	1.588.119.957
2019	3.004.294.574	1.604.769.948
2020	2.698.771.099	1.509.834.894
2021	3.141.693.946	1.685.999.056
2022	3.302.856.779	1.724.732.558
2023	2.974.053.953	1.741.033.486

Tabella 45 – Bauxite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁷⁴ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Aluminum. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/aluminum-statistics-and-information>.

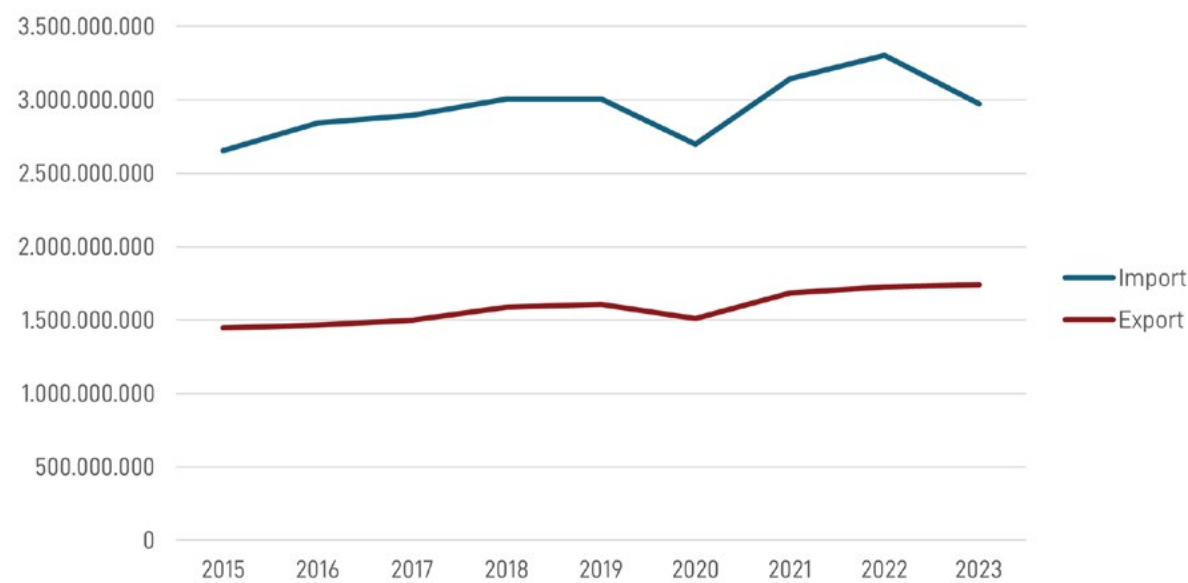


Figura 56 – Bauxite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di bauxite, si osserva un andamento tendenzialmente crescente: dai circa 4,8 miliardi di euro del 2015, si è passati a oltre 7 miliardi di euro nel 2023. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da circa 4,2 miliardi di euro nel 2015 ad oltre 6,7 miliardi di euro nel 2023, con un calo del 13,29% rispetto all'anno precedente, in cui si era registrato un valore pari a oltre 7,7 miliardi di euro (Tabella 46 e Figura 57).

Anni	Import	Export
2015	4.778.170.340,00	4.243.047.550,00
2016	4.499.078.571,00	4.141.940.103,00
2017	5.196.591.992,00	4.581.158.220,00
2018	5.621.388.116,00	4.901.122.720,00
2019	5.212.993.876,00	4.710.913.911,00
2020	4.305.071.741,00	4.260.817.433,00
2021	6.397.250.975,00	5.688.819.714,00
2022	9.565.588.186,00	7.737.423.436,00
2023	7.231.103.750,00	6.709.021.830,00

Tabella 46 – Bauxite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

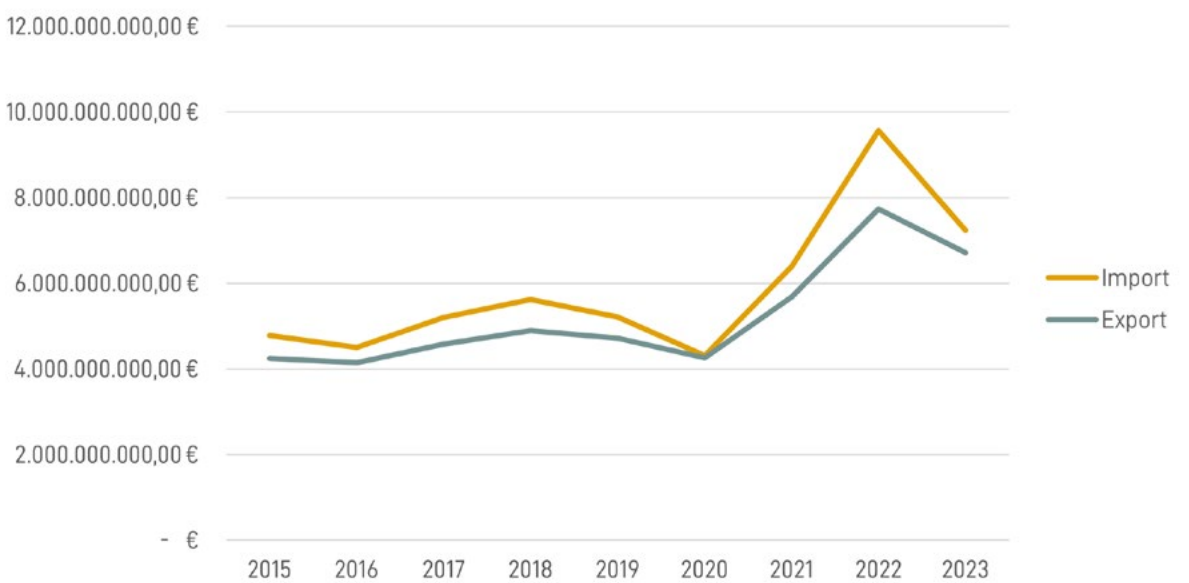


Figura 57 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di bauxite dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Nel 2023, le importazioni di bauxite, con un valore di 7.231.103.750,00 euro, si collocano al secondo posto su 17 tra le materie prime strategiche esaminate, rappresentando il 34,9% del valore complessivo delle importazioni di *critical raw material* nel Paese.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

In Italia l'alluminio riveste un'importanza notevole (Figura 58), specialmente nei settori che utilizzano leghe metalliche leggere (circa il 67%, es. automobili, parti di aerei, porte, infissi, serramenti, ecc.), nonché nei conduttori e nel settore della conservazione alimentare (lattine). In dettaglio, le applicazioni industriali dell'alluminio sono declinate in molteplici settori:

- **Settore metallurgico:** di gran lunga il più importante, per la produzione di leghe come il si-magal (silicio, magnesio e alluminio), a cui conferisce un'elevata resistenza meccanica, e il duralluminio (alluminio, rame, manganese e ferro), migliorandone le proprietà meccaniche.
- **Conduttori elettrici:** essendo un ottimo conduttore, viene utilizzato nella produzione di cavi elettrici e componenti elettronici. L'industria elettrica sta sostituendo il rame con l'alluminio nei prodotti ad alta, media e bassa tensione, perché trasporta l'elettricità in modo più economico, anche se i cavi devono avere una maggiore sezione, e inoltre riduce il rischio di furto dei cavi di rame.
- La sua leggerezza e la sua resistenza meccanica rendono l'alluminio il materiale ottimale per la **produzione di aerei** (il 40% di un Airbus 380, il più grande aereo da trasporto passeggeri del mondo, è costituito da alluminio-litio e polimeri rinforzati con fibre di carbonio), automobili, veicoli elettrici, treni, autobus e edifici (profili dei serramenti).
- **Industria alimentare:** l'alluminio è utilizzato nella produzione di lattine per bibite, contenitori e *tetrabrik*, perché è un materiale igienico che non altera il gusto del prodotto; sotto forma di fogli sottili laminati costituisce il foglio di alluminio ("carta stagnola"), ampiamente utilizzato in cucina e nel settore alimentare.
- L'alluminio viene utilizzato anche dei **CD/DVD** e dei **dischi rigidi** dei computer.

- **Industria cosmetica:** i sali di alluminio sono utilizzati nei deodoranti, perché bloccano il sudore e impediscono la proliferazione dei batteri, causa degli odori.
- **Refrattari:** la bauxite è la principale fonte di allumina (Al_2O_3), un prodotto resistente alle alte temperature ampiamente utilizzato nella produzione di acciai, cementi, metalli non ferrosi, vetro e ceramica. Allo stesso tempo, è un buon abrasivo per la lucidatura di metalli, supporti ceramici e pastiglie dei freni.

La polvere di alluminio è altamente reattiva se arricchita con polvere di magnesio, e rappresenta il componente principale dei fuochi d'artificio, conferendo un colore bianco argenteo di intensa luminosità. La reattività della polvere di alluminio è alla base della cosiddetta saldatura allumino-termica.

I solfati di alluminio con elementi quali potassio, sodio, ferro e cromo (tra gli altri) costituiscono i cosiddetti allumi, ampiamente utilizzati in tintura come mordente nella concia delle pelli e in altre industrie.

L'ossido di alluminio (corindone), quando è trasparente e rosso, costituisce la pietra preziosa nota come rubino. Il colore è dovuto alla presenza di impurità di cromo; allo stesso modo, quando è blu (a causa di tracce di ferro e titanio), forma la pietra preziosa nota come zaffiro.

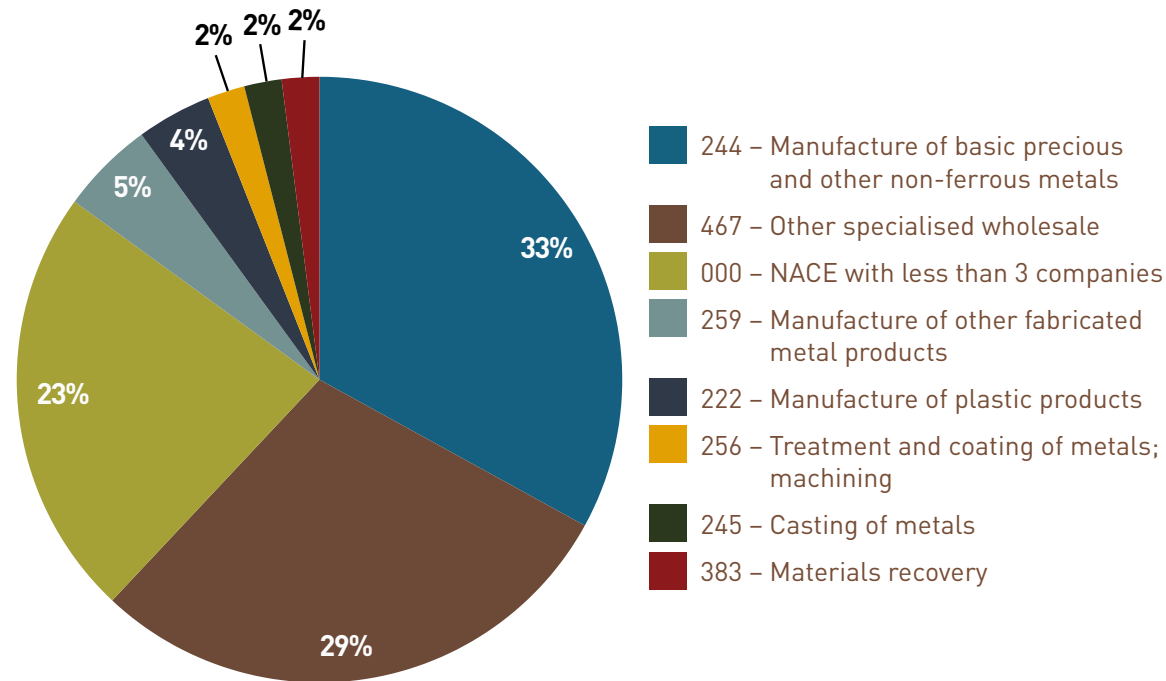
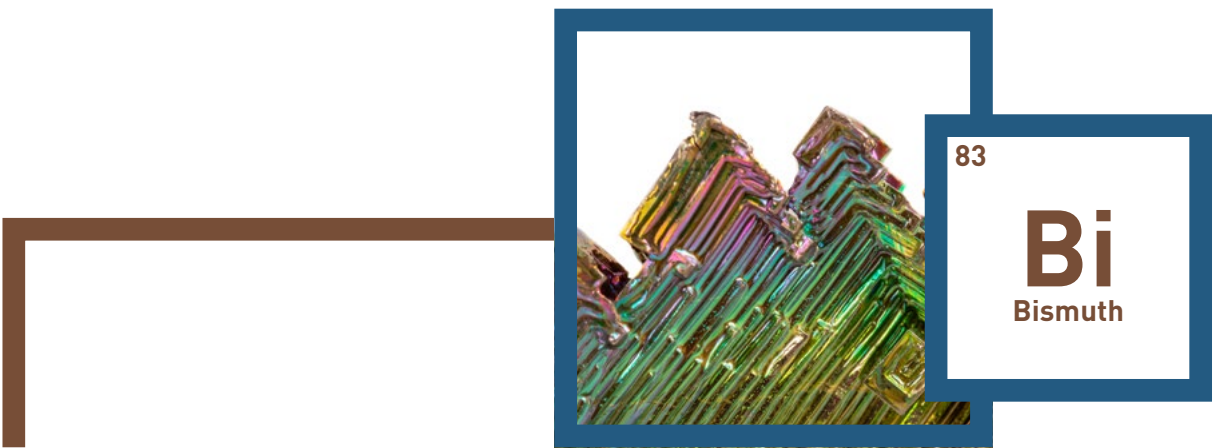


Figura 58 – Distribuzione percentuale delle importazioni di bauxite per settori NACE (3 digit), anno 2022⁷⁵
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁷⁵ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.2.2 Bismuto

Materia prima critica e strategica secondo la definizione fornita dalla Commissione Europea, il bismuto (simbolo chimico Bi, numero atomico 83, abbondanza media crostale 0,18 ppm) è un metallo bianco argenteo con sfumature rosate, pesante e fragile, con una conducibilità termica molto bassa, che fonde a 272 °C.

Il bismuto viene estratto principalmente da solfuri di piombo, e le mineralizzazioni sono comunemente associate a intrusioni magmatiche e sistemi idrotermali associati. Il classico deposito di bismuto è il *greisen*: una tipologia di giacimento caratterizzato da una roccia granitica che ha subito alterazione idrotermale e pneumatolitica, con associazione mineralogica costituita principalmente da albite, quarzo e mica. Il bismuto può essere trovato anche come sottoprodotto di altri minerali o come bismutinite (Bi_2S_3) in diversi tipi di giacimenti, come sistemi di vene, complessi anorogenici, *porphyry*, epitermali e pegmatiti.

Riciclo: il bismuto viene riciclato da materiali realizzati con leghe contenenti questo metallo. Tuttavia, il riciclo è molto limitato a causa della difficoltà di separare il bismuto dagli altri componenti delle leghe.

Principali produttori: Cina, Laos, Giappone e Messico (USGS, 2024)⁷⁶.



⁷⁶ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Bismuth. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/bismuth-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di bismuto importate rivela fluttuazioni costanti, con 445.625 kg nel 2021 e un minimo di 127.231 kg nel 2015. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una maggiore stabilità, con valori compresi tra 15.291 kg nel 2021 e 807 kg nel 2018 (Tabella 47 e Figura 59).

Anni	Import	Export
2015	127.231	3.235
2016	417.373	15.037
2017	314.981	1.842
2018	409.206	807
2019	398.039	3.861
2020	230.770	6.709
2021	445.625	15.291
2022	379.668	9.186
2023	391.222	13.558

Tabella 47 – Bismuto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

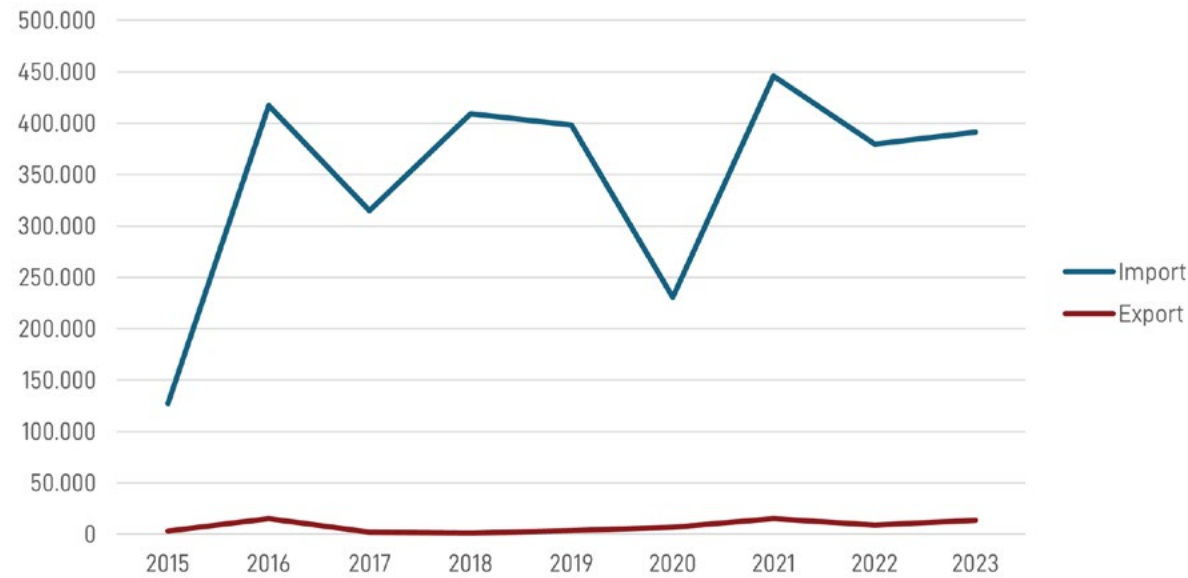


Figura 59 – Bismuto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di bismuto è significativa, partendo da 1,9 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 3 milioni di euro nel 2023, nonostante un calo marcato nel 2020, quando il valore si è ridotto a circa 1,2 milioni di euro. Le esportazioni, invece, hanno seguito un andamento altalenante, oscillando tra gli oltre 222 mila euro del 2023 e il minimo del 2018 di circa 29 mila euro, con una media nel periodo di riferimento di circa 109 mila euro (Tabella 48 e Figura 60).

Anni	Import	Export
2015	1.936.186,00	90.285,00
2016	3.170.826,00	150.900,00
2017	2.992.492,00	84.670,00
2018	3.293.173,00	29.381,00
2019	2.472.454,00	133.806,00
2020	1.226.543,00	51.135,00
2021	2.696.538,00	124.977,00
2022	2.998.662,00	95.066,00
2023	3.199.276,00	222.650,00

Tabella 48 – Bismuto: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

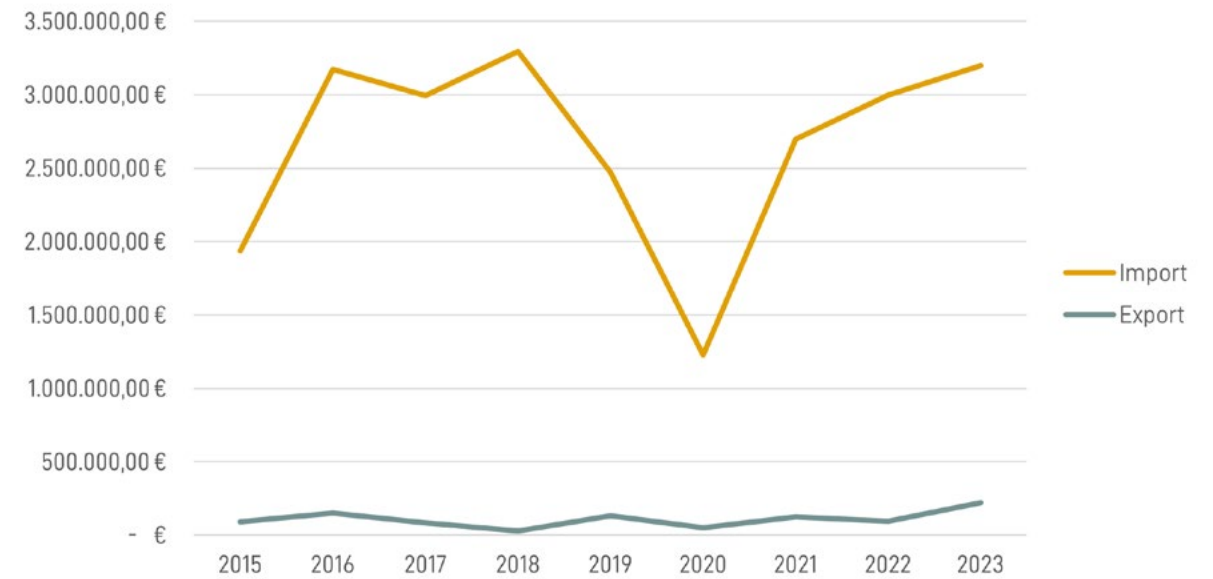


Figura 60 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di bismuto dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Nel 2023, l'Italia ha importato bismuto per un valore complessivo di 3.199.276,00 euro, posizionandosi al sedicesimo posto tra le materie prime strategiche analizzate. Questo importo rappresenta lo 0,02% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* nel nostro Paese.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Per quanto riguarda le applicazioni industriali, il bismuto viene impiegato in diversi settori:

- **Settore metallurgico:** le leghe di bismuto si espandono quando si raffreddano, e per questo vengono utilizzate nella produzione di parti metalliche in quanto riempiono tutto lo spazio dello stampo utilizzato. I bagni galvanici a base di stagno e bismuto sono utilizzati per rivestire componenti elettrotecnici ed elettronici quando è importante la saldabilità della finitura. Il bismuto è relativamente inerte e innocuo, quindi nell'assemblaggio di modelli, nel modellismo e così via ha sostituito il piombo, altamente tossico, in speciali saldature Sn-Bi che hanno un punto di fusione più basso (114-200°C) rispetto a quelle Sn-Pb.
- **Elettronica:** il bismuto è una componente delle piastre di Peltier, che producono freddo o calore in seguito al passaggio di una corrente elettrica attraverso l'unione di due metalli, leghe o semiconduttori (effetto Peltier).
- **Medicina:** il subcittrato di bismuto è utilizzato come antidiarroico e per il trattamento di alcune malattie gastrointestinali, come ulcere e gastriti.
- **Pigmenti:** l'ossido di bismuto giallo è un pigmento e viene utilizzato nei cosmetici.
- Altri composti del bismuto sono utilizzati nella produzione di vernici con finitura perlata e come smalti per la ceramica.

Nell'industria italiana (Figura 61) il bismuto trova impiego principalmente nel settore metallurgico (leghe metalliche, 68%) ed in ambito medico – farmaceutico (trattamento di patologie gastrointestinali, circa 9%), con utilizzi minori nell'ambito cosmetico e dei pigmenti (circa 12%).

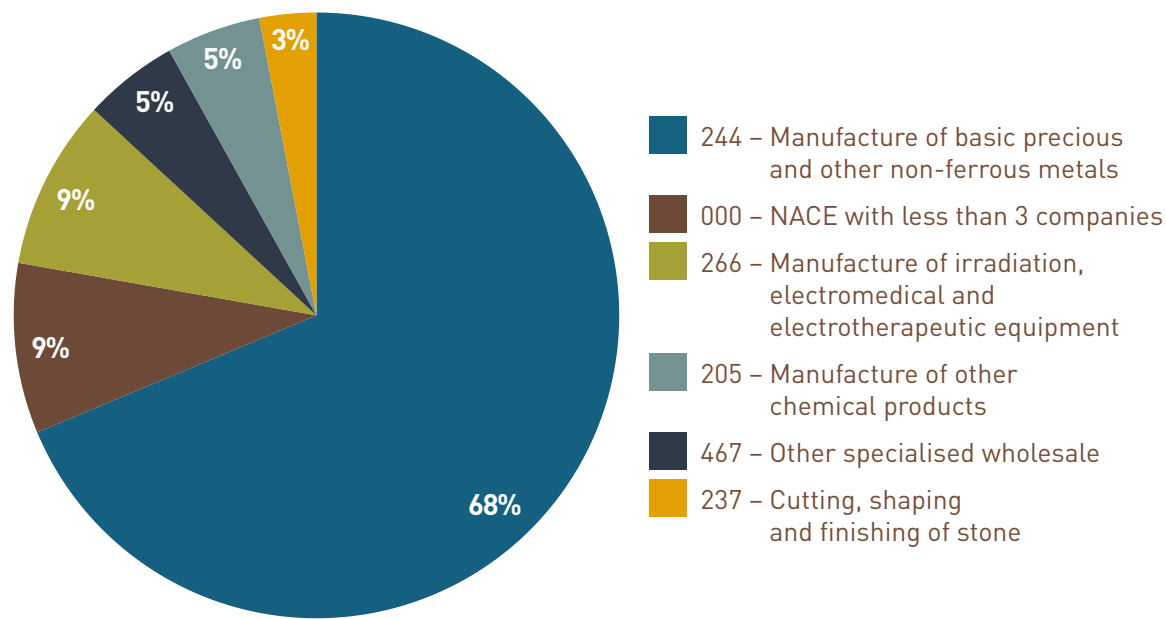
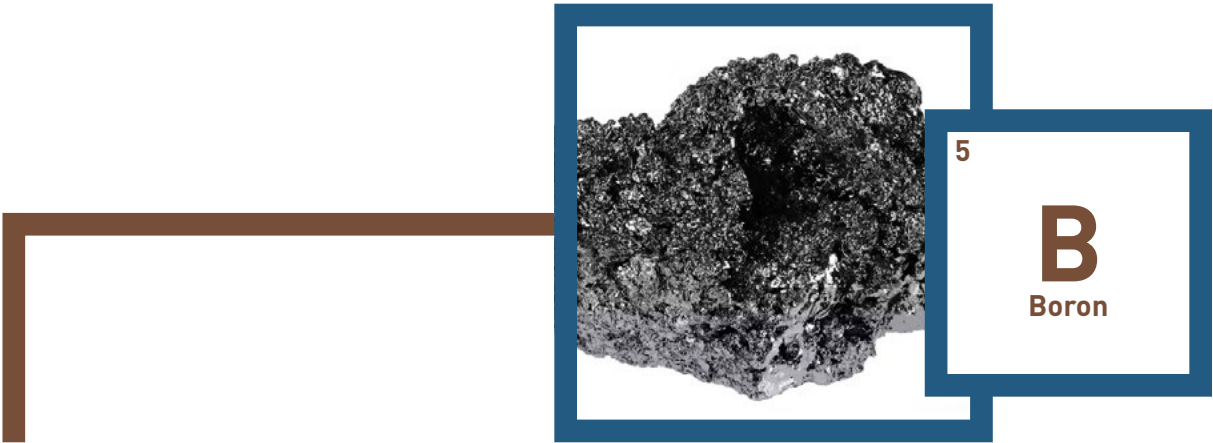


Figura 61 – Distribuzione percentuale delle importazioni di bismuto per settori NACE (3 digit), anno 2022⁷⁷
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁷⁷ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



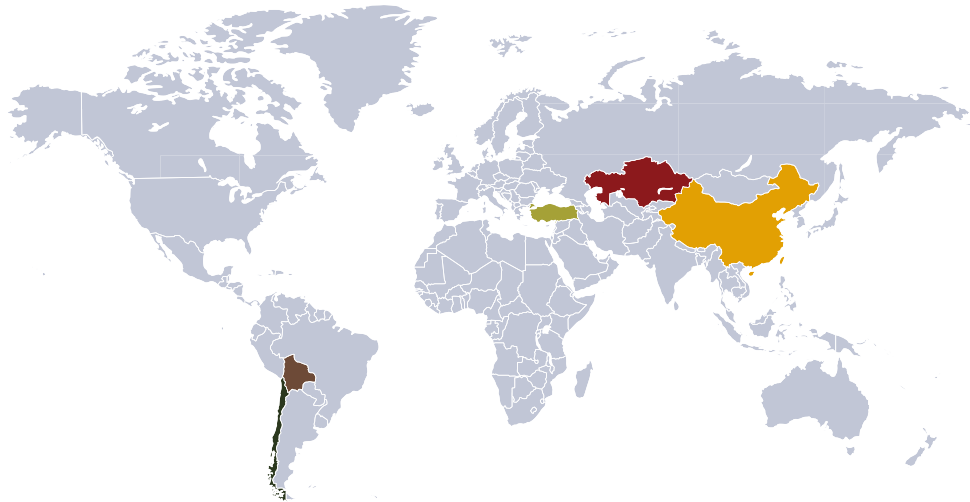
4.2.3 Boro

Materia prima critica e strategica per la Commissione Europea, il boro (simbolo chimico B, numero atomico 5, abbondanza media crostale 8,6 ppm) è un semiconduttore semimetallico, molto duro, ottenuto da borati di sodio, di calcio e di sodio – calcio, e salamoie ricche di boro. Il boro è ampiamente distribuito nell'ambiente, anche nel suolo, nell'acqua e negli animali, ed è essenziale per la vita delle piante. Tuttavia, in natura non è presente allo stato elementare: si trova sempre allo stato ossidato come sali di borato.

Sebbene i borati comprendano oltre 250 minerali contenenti boro (per lo più sali di sodio, calcio e magnesio), al mondo esistono solo quattro tipi di depositi economicamente validi: due borati di sodio, borace $[\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$ e kernite $[\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$; un borato di calcio, la colemanite $[\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$; e un borato di sodio-calcio, l'ulexite $[\text{NaCaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$. I depositi di borati si formano in aree tettonicamente attive in climi aridi. La maggior parte di essi viene estratta in California e in Turchia, ma esistono anche grandi depositi nella fascia della Tetide dell'Asia occidentale e nella fascia andina del Sud America.

Riciclo: per via delle particolari applicazioni industriali del boro, il tasso di riciclo è estremamente basso.

Principali produttori: Turchia, Kazakistan, Cile, Cina e Bolivia (USGS, 2024)⁷⁸.



⁷⁸ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Boron. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/boron-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di boro importate dal nostro Paese mostrano un andamento tendenzialmente stabile, con un valore medio di 44.504.185 kg, fanno eccezione un picco di 53.147.639 kg registrato nel 2022 e un minimo di 38.729.023 kg nel 2023. Costante anche il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 10.989.718 kg del 2022 e i 3.990.905 kg del 2015 (Tabella 49 e Figura 62).

Anni	Import	Export
2015	41.618.337	3.990.905
2016	41.272.084	4.247.199
2017	46.904.187	6.900.119
2018	45.089.977	8.126.571
2019	44.765.512	7.647.396
2020	39.816.099	4.746.458
2021	49.194.804	5.254.970
2022	53.147.639	10.989.718
2023	38.729.023	4.295.097

Tabella 49 – Boro: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

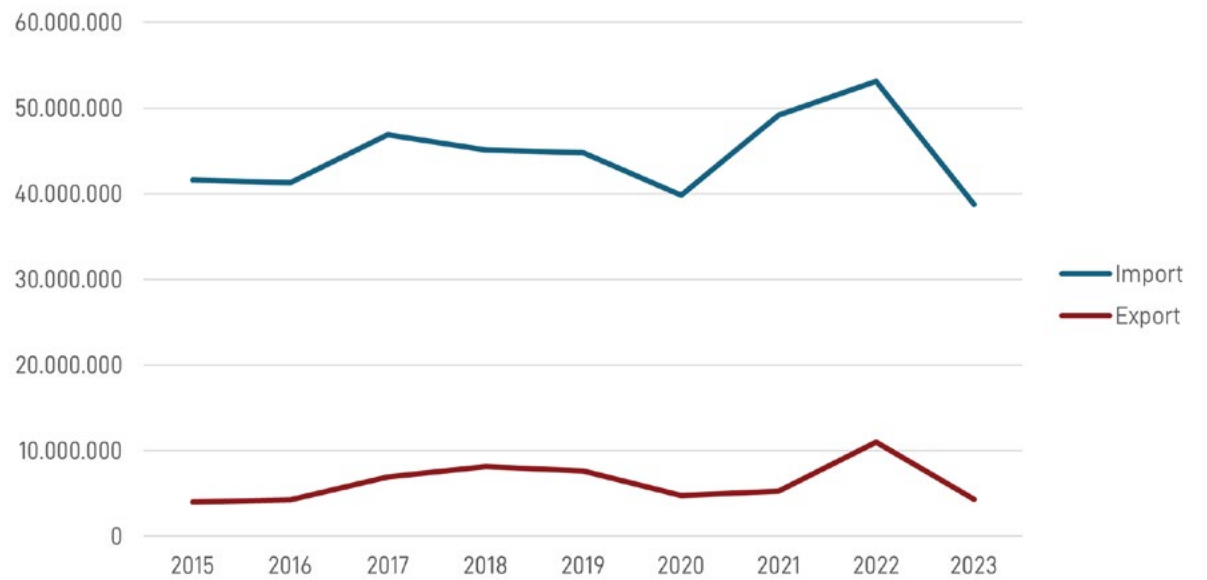


Figura 62 – Boro: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di boro, si osserva una crescita dal 2015 al 2023 di quasi 12 milioni di euro, considerando esclusivamente il biennio 2021-2022 si è registrato un aumento percentuale del 33,64%, ovvero partendo da un valore poco maggiore ai 27 milioni di euro del 2021 si sono raggiunti gli oltre 36 milioni di euro del 2022. Il valore delle esportazioni segue una dinamica del tutto opposta, registrando nel periodo di riferimento una diminuzione delle esportazioni di 47,5 punti percentuali pari a circa 3 milioni e mezzo di euro, passando da circa 7,2 milioni di euro nel 2015 a circa 3,8 milioni di euro nel 2023 (Tabella 50 e Figura 63).

Anni	Import	Export
2015	22.461.814,00	7.284.806,00
2016	22.817.000,00	8.316.528,00
2017	24.772.926,00	11.977.946,00
2018	23.542.050,00	11.594.847,00
2019	22.622.208,00	10.139.717,00
2020	20.220.206,00	2.378.652,00
2021	27.151.706,00	2.849.253,00
2022	36.285.987,00	6.518.734,00
2023	34.358.850,00	3.824.863,00

Tabella 50 – Boro: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

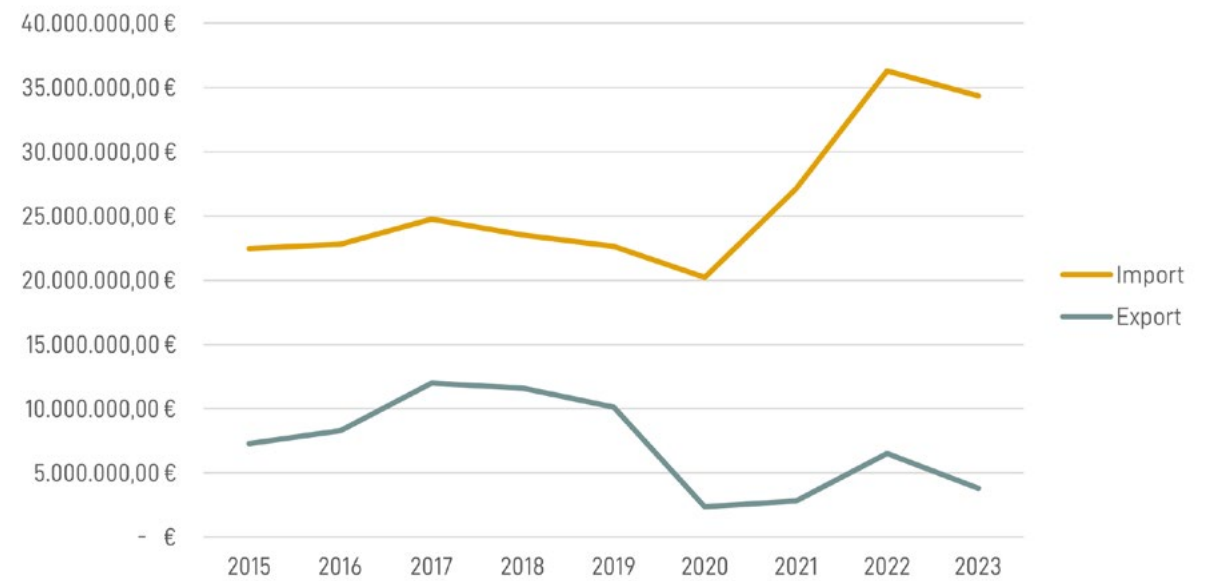


Figura 63 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di boro dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Nel 2023, l'Italia ha importato boro per un valore complessivo di 34.358.850,00 euro, posizionandosi all'undicesimo posto tra le 17 materie prime strategiche analizzate. Questo importo rappresenta lo 0,17% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* nel Paese, evidenziando l'importanza crescente del boro tra le risorse critiche nonostante occupi una quota relativamente contenuta sul mercato complessivo.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Per quanto riguarda le applicazioni industriali del boro e dei suoi composti, i principali utilizzi sono:

- **Elettronica:** il boro riveste notevole importanza, dove viene impiegato come importante drogante per i semiconduttori di silicio e germanio.
- **Industria chimica:** il perborato di sodio è una fonte di ossigeno attivo, con effetti sbiancanti nei detergenti e in altri prodotti per la pulizia. Si trova nei dentifrici come sbiancante dei denti. Inoltre, viene utilizzato nella produzione di fuochi d'artificio per conferire un colore verde.
- **Vetri e ceramiche:** l'uso principale del boro, in particolare sotto forma di borosilicato di alluminio e sodio, è nella produzione di vetro ad alta resistenza, in quanto fornisce un basso coefficiente di espansione termica (es. Pyrex è il marchio di questo tipo di vetro resistente alle alte temperature). I borati sono utilizzati nell'industria ceramica, nella produzione di fibre di vetro per l'isolamento (IGFG - *glass fiber for insulation*) e negli smalti, ad esempio per le fibre di vetro per uso tessile (TGFG - *textile-grade glass fiber*). Con il nitrato di boro si prepara una ceramica con un'elevata conducibilità termica e, allo stesso tempo, una bassa espansione termica, che si traduce in un'eccellente resistenza agli *shock* termici. L'intervallo di temperatura di esercizio di questa ceramica è di 850-1800 °C, a seconda di come è stata preparata.
- **Produzione di energia:** il carburo di boro è utilizzato nelle barre di controllo delle centrali nucleari di tipo BWR (*Boiling Water Reactor*). Il boro viene utilizzato come assorbitore di neutroni nelle vasche di acqua borata in cui vengono raffreddati i gruppi di combustibile nucleare esausto.
- Il **carburo di boro**, un materiale con una durezza di 9,3 su 10 sulla scala Mohs, è utilizzato nella fabbricazione di armature per carri armati e dispositivi antiproiettile, nonché come abrasivo. L'energia rilasciata dalla rapida combustione del boro amorfo funge da propellente negli *airbag*.
- **Agricoltura:** i sali di boro sono un micronutriente fondamentale per molte piante, in particolare per le colture di olio di palma.
- **Magneti permanenti:** il boro è un componente di base per la produzione di magneti al neodimio (es. Nd-Fe-B), i più potenti magneti permanenti sul mercato.
- L'acido borico è anche coinvolto nella produzione di **insetticidi**.

Le principali applicazioni del boro e dei suoi composti nell'industria italiana (Figura 64) ricadono nel settore chimico (es. detergenti, dentifrici), in agricoltura (fertilizzanti, circa 6%), nel settore dei vetri (es. Pyrex) e delle ceramiche speciali (es. fibre artificiali vetrose), nonché in ambito elettronico (semiconduttori, circa 6%).

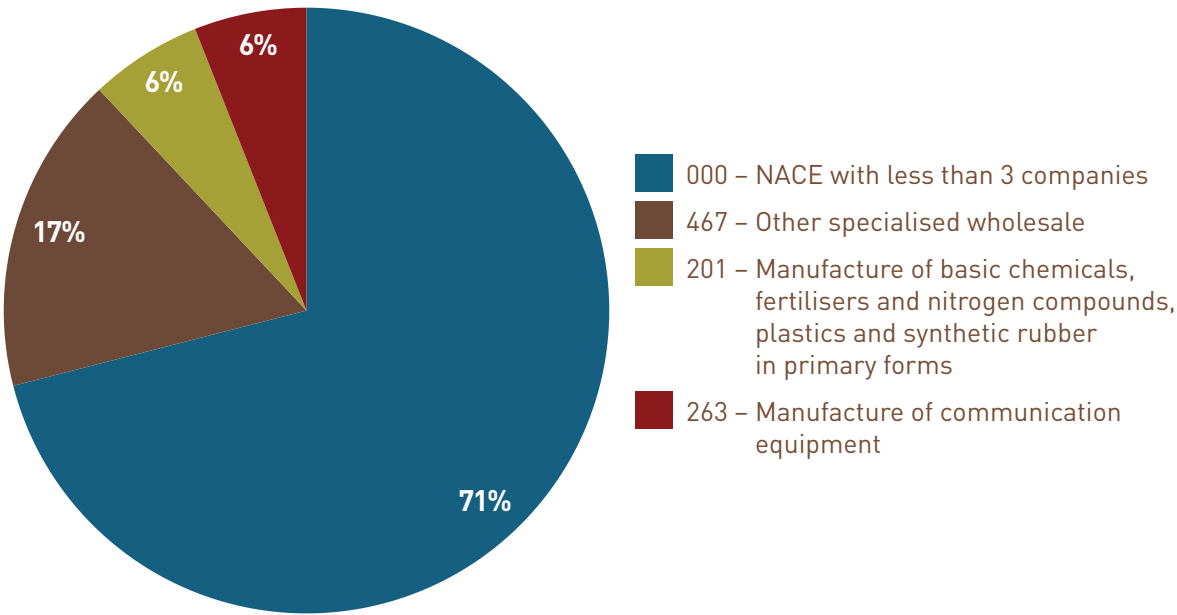


Figura 64 – Distribuzione percentuale delle importazioni di boro per settori NACE (3 digit), anno 2022⁷⁹
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁷⁹ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



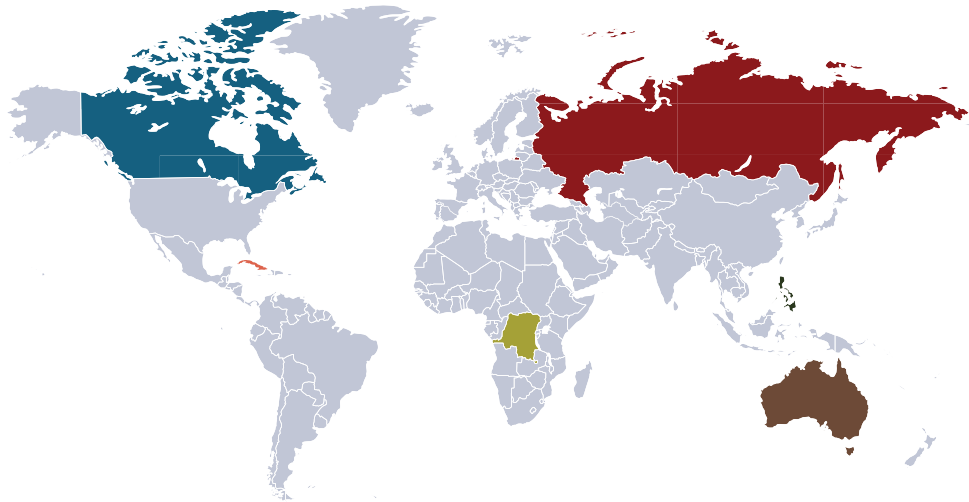
4.2.4 Cobalto

Materia prima critica e strategica secondo l’indicazione della Commissione Europea, il cobalto (simbolo chimico Co, numero atomico 27, abbondanza media crostale 26,6 ppm) è un metallo di transizione del blocco d, di colore argenteo, che compare nel primo periodo lungo della Tavola Periodica tra il ferro e il nichel. Il cobalto presenta due stati di ossidazione principali (2+ e 3+) e un isotopo presente in natura (⁵⁹Co). Il cobalto presenta tendenze siderofile e calcofile, ha un elevato punto di fusione di 1493 °C ed è ferromagnetico.

Il cobalto puro non si trova in natura ma, grazie alle sue proprietà calcofile e siderofile, si lega preferibilmente con ferro, nichel, rame e zolfo piuttosto che con l’ossigeno in una serie di fasi di solfuri e solfoarseniuri. In particolare, forma solfuri e arseniuri di cobalto, come la cobaltite (Co,Fe)AsS, la carrollite (CuCo₂S₄), la linnaeite (Co,Ni)₃S₄ e la skutterudite (Co,Fe,Ni)As₂, che sono comunemente associati ai solfuri di ferro, pirite, arsenopirite e pirrotina. La maggior parte dei depositi di cobalto è associata a depositi di nichel; questi si trovano in due contesti geologici: depositi a solfuri magmatici e depositi lateritici. Le miniere attualmente in funzione sfruttano entrambe le tipologie; tuttavia, le lateriti comprendono circa il 70% delle risorse note di nichel-cobalto. I depositi lateritici di Ni-Co si sono formati per effetto degli agenti atmosferici e chimici in condizioni tropicali e subtropicali, caratterizzate da temperature elevate e elevata piovosità. Si sono formati in rocce ultramafiche (peridotiti e serpentiniti) e in un orizzonte di serpentino-saprolite, normalmente coperto da uno strato più sottile di limonite (laterite *sensu stricto*). Un’altra risorsa di cobalto, significativa ma non ancora sfruttata, risiede nei noduli di ferro-manganese e nelle croste sviluppate sui fondali oceanici, che possono contenere quantità sostanziali di metalli di base.

Riciclo: viene effettuato sugli scarti generati dalla fabbricazione di prodotti contenenti questo metallo, dai catodi delle batterie agli ioni di litio e dai catalizzatori.

Principali produttori: il principale produttore mondiale di cobalto è il **Congo**, seguito a distanza da **Russia**, **Australia**, **Filippine**, **Cuba** e **Canada** (USGS, 2024)⁸⁰.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di cobalto in Italia, si osserva una generale stabilità, con picco massimo di 4.007.540 kg nel 2023. Le esportazioni hanno seguito un andamento crescente, partendo da 707.842 kg nel 2015 fino a registrare 2.391.987 kg nel 2023 (Tabella 51 e Figura 65).

Anni	Import	Export
2015	1.892.071	707.842
2016	2.234.881	788.355
2017	2.213.445	680.503
2018	1.462.519	612.241
2019	1.294.698	701.530
2020	1.055.374	586.573
2021	1.406.683	829.570
2022	1.493.777	1.360.809
2023	4.007.540	2.391.987

Tabella 51 – Cobalto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁸⁰ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Cobalt. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/cobalt-statistics-and-information>.

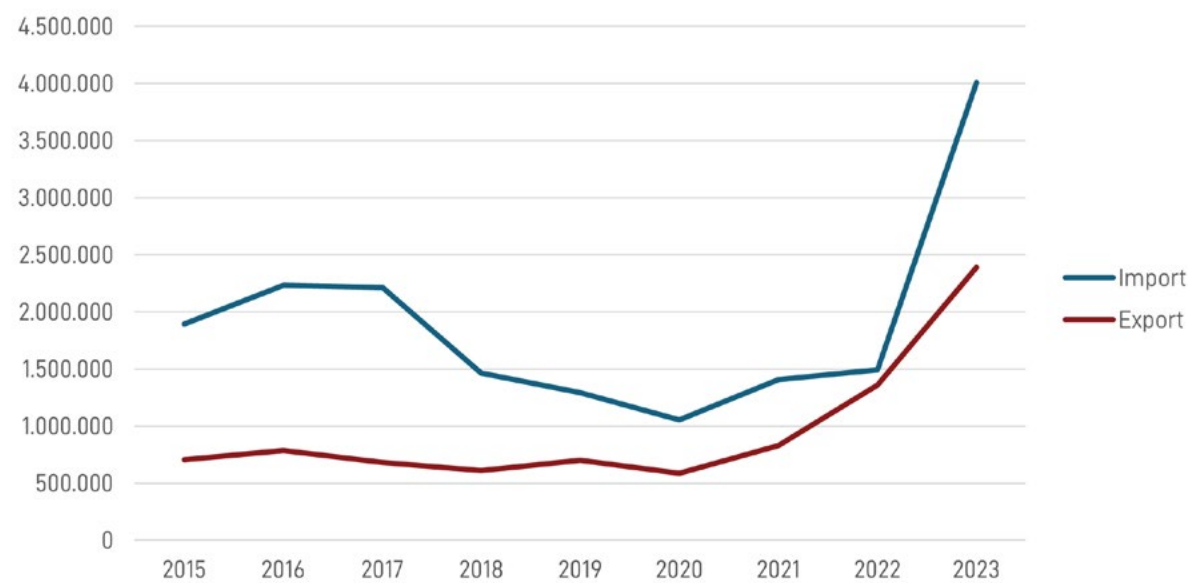


Figura 65 – Cobalto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'incremento del valore delle importazioni di cobalto è evidente: dai 40,6 milioni di euro del 2015 si è raggiunto un valore superiore ai 64 milioni di euro nel 2023, con un aumento percentuale di 59,77%. Anche le esportazioni mostrano una crescita considerevole, da poco più di 9,4 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 18 milioni di euro nel 2023 (vedi Tabella 52 e Figura 66).

Anni	Import	Export
2015	40.600.373,00	9.455.497,00
2016	35.290.856,00	10.424.275,00
2017	56.432.237,00	17.607.751,00
2018	67.945.314,00	24.545.605,00
2019	44.524.607,00	18.434.765,00
2020	40.327.044,00	13.542.161,00
2021	52.107.420,00	12.352.372,00
2022	71.217.707,00	17.049.855,00
2023	64.868.501,00	18.039.586,00

Tabella 52 – Cobalto: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori



Figura 66 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di cobalto dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Le importazioni di cobalto per il 2023, pari a euro 64.868.501,00, occupano la nona posizione tra le materie prime strategiche analizzate, costituendo lo 0,31% del totale delle importazioni di *critical raw material* in Italia.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il cobalto ha poche applicazioni nella sua forma pura ed è più comunemente usato come componente di leghe o composti chimici, dove la sua resistenza chimica e all'usura, le proprietà magnetiche e la forza alle alte temperature sono utilizzate in una vasta gamma di materiali con applicazioni commerciali, industriali e militari. Attualmente i principali impieghi del cobalto sono:

- **Batterie ricaricabili:** il maggior utilizzo del cobalto (30% del totale) è nelle batterie. È un componente importante nelle tre principali tecnologie di batterie ricaricabili: 1) le batterie agli ioni di litio possono contenere fino al 60% di cobalto come ossido di litio e cobalto. Tuttavia, ciò dipende dalla struttura chimica della batteria agli ioni di litio; 2) le batterie ibride nichel-metallo, utilizzate negli attuali veicoli elettrici ibridi, contengono fino al 15% di cobalto; 3) l'ossido o l'idrossido di cobalto in polvere è utilizzato nelle batterie al nichel-cadmio.
- **Superleghe e leghe per magneti:** il cobalto è ampiamente utilizzato come metallo di lega nelle superleghe e nei magneti permanenti. Le superleghe sono utilizzate principalmente nei motori a reazione e nelle turbine, nonché nelle applicazioni automobilistiche e chimiche.
- **Catalizzatori:** i processi catalitici rappresentano il 10% di tutto il consumo mondiale di cobalto, con uno degli usi principali per aumentare i tassi di polimerizzazione e ossidazione nella produzione di resine plastiche. Il cobalto viene utilizzato anche nelle tecnologie GTL (*gas to liquid*), dove il gas naturale (metano) viene trattato per produrre idrocarburi liquidi sintetici. Viene utilizzato anche nell'industria petrolchimica sotto forma di ossido di cobalto per rimuovere lo zolfo dal petrolio greggio nel processo di raffinazione (processo di desolforizzazione).
- **Altre applicazioni:** il cobalto viene utilizzato in una serie di altre applicazioni, tra cui: come materiale legante nei materiali duri, come il carburo cementato e gli utensili diamantati; come componente degli acciai rapidi HSS (*high speed steel*) e di altre leghe ad alta resistenza; nei pigmenti per vetro, smalti, ceramica e porcellana; nelle applicazioni mediche come parte

dei trattamenti contro il cancro (cobaltoterapia), nonché nella lega *vitallium* (cobalto-cromo-molibdeno-carbonio) utilizzata nei sistemi di protesi e in odontoiatria; e nei connettori elettronici dei circuiti integrati.

Nell'industria italiana (Figura 67) il cobalto ed i suoi composti rivestono importanza in svariati settori, specialmente in ambito metallurgico (es. superleghe, utensili di taglio, carburi), catalisi (polimerizzazione di resine plastiche), chimico - petrolchimico, pigmenti e ceramiche, nonché in medicina (es. cobaltoterapia) e per protesi dentarie. Non risultano utilizzi nel settore delle batterie.

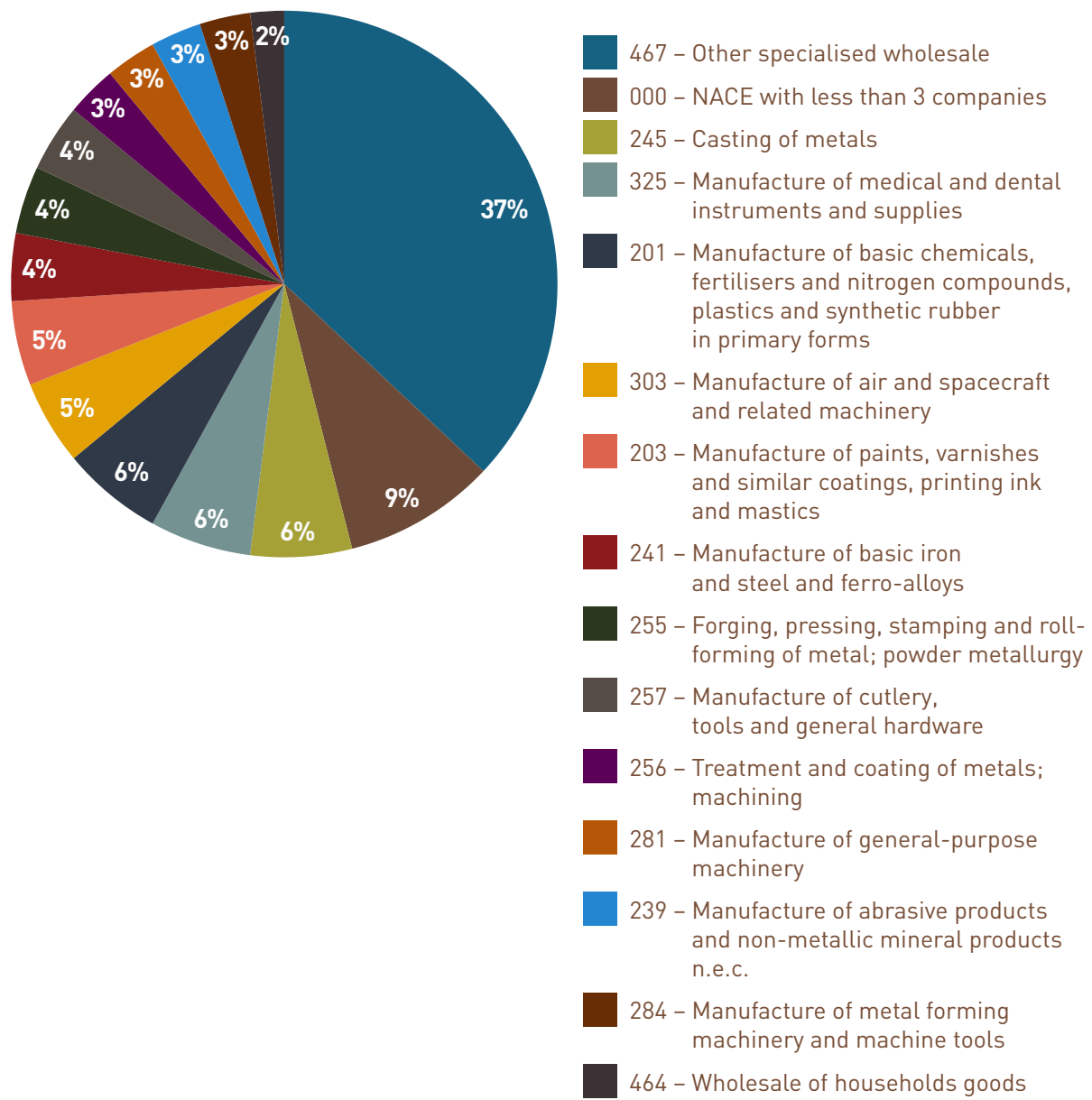


Figura 67 – Distribuzione percentuale delle importazioni di cobalto per settori NACE (3 digit), anno 2022⁸¹
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁸¹ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



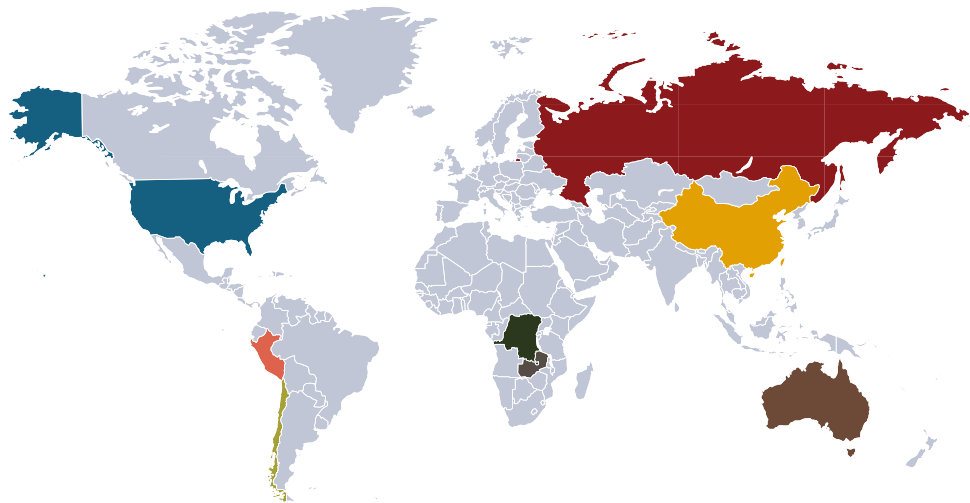
4.2.5 Rame

Materia prima critica e strategica secondo le indicazioni della Commissione Europea, il rame (simbolo chimico Cu, numero atomico 29, abbondanza media crostale 60 ppm), è un ottimo conduttore elettrico e termico, un metallo malleabile, duttile e denso, nonché un micronutriente essenziale per piante e animali.

I principali minerali di rame sono la calcopirite (CuFeS₂) e la bornite (Cu₅FeS₄), ed i complessi *porphyry* (depositi magmatico – idrotermali) sono la principale fonte di rame. I giacimenti *porphyry* sono così chiamati per la struttura porfirica delle intrusioni mineralizzate, originate da fluidi magmatici-idrotermali ad alta temperatura, caratterizzati da grandi cubaggi ma da un basso tenore. La mineralizzazione si presenta tipicamente come disseminazioni, filoni e vene di solfuri di Fe, Mo, Pb, Zn, W, Bi e Sn, oltre che di Au nativo. La *Central African Copper Belt* (CACB) presenta depositi stratiformi di rame ospitati da rocce sedimentarie (rame sedimentario), e si trovano generalmente all'interno di *facies* ridotte sopra *facies* ossidate, al limite della barriera *redox* inferiore.

Riciclo: il rame è interamente e facilmente riciclabile, senza perdita delle sue proprietà caratteristiche. Riciclandolo si risparmiano risorse naturali, energia, e si riducono notevolmente le emissioni la produzione di rifiuti solidi. Gran parte del rame è recuperato da apparecchiature a fine vita. Sempre più spesso, a causa della crescita della domanda, il riutilizzo dei rottami di rame ha senso, diventando una fonte secondaria (sottoprodotto) molto apprezzata e portando all’*“urban mining”*, ovvero al recupero delle sostanze contenute nei prodotti obsoleti, particolarmente abbondanti nella nostra società.

Principali produttori: **Cile**, **Perù**, **Cina**, **Congo**, **USA**, **Australia**, **Zambia** e **Russia** (USGS, 2024)⁸².



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di rame importate dal nostro Paese mostrano un andamento costante, con un massimo di 990.645.068 kg importati nel 2022 e un minimo di 753.178.591 kg registrato nel corso del 2020. Altrettanto costante il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 362.917.858 kg del 2020 e i 297.232.020 kg del 2018 (Tabella 53 e Figura 68).

Anni	Import	Export
2015	925.422.046	361.981.118
2016	931.341.169	358.191.243
2017	852.682.435	347.711.645
2018	895.122.055	297.232.020
2019	861.336.059	330.664.231
2020	753.178.591	362.917.858
2021	956.252.422	317.075.437
2022	990.645.068	301.864.885
2023	924.111.071	307.816.368

Tabella 53 – Rame: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

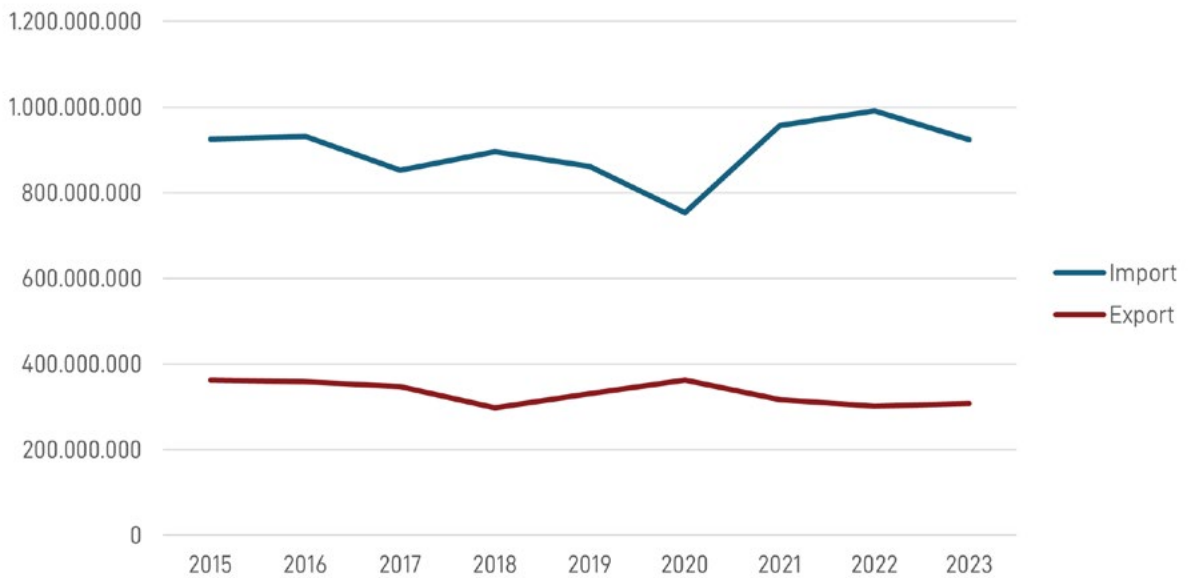


Figura 68 – Rame: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di rame, si riscontra un significativo aumento nel periodo considerato: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a circa 4,7 miliardi di euro, lo stesso dato riferito al 2023 si attesta a oltre 7 miliardi e mezzo di euro. Un considerevole aumento del valore delle importazioni si è registrato nel 2021 quando si è segnato un incremento del 77,94% rispetto al valore dell’anno precedente. Un andamento analogo lo si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a circa 1,6 miliardi di euro nel 2015, cresciute fino a oltre 2,4 miliardi di euro nel 2023 (Tabella 54 e Figura 69).

Anni	Import	Export
2015	4.739.603.005,00	1.630.876.184,00
2016	4.158.218.546,00	1.389.810.907,00
2017	4.655.063.713,00	1.630.742.068,00
2018	4.997.687.406,00	1.608.626.517,00
2019	4.700.996.092,00	1.666.607.863,00
2020	4.108.620.147,00	1.518.594.792,00
2021	7.310.933.603,00	2.254.051.053,00
2022	8.276.922.792,00	2.492.703.253,00
2023	7.509.480.886,00	2.453.141.835,00

Tabella 54 – Rame: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁸² USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Copper. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/copper-statistics-and-information>.

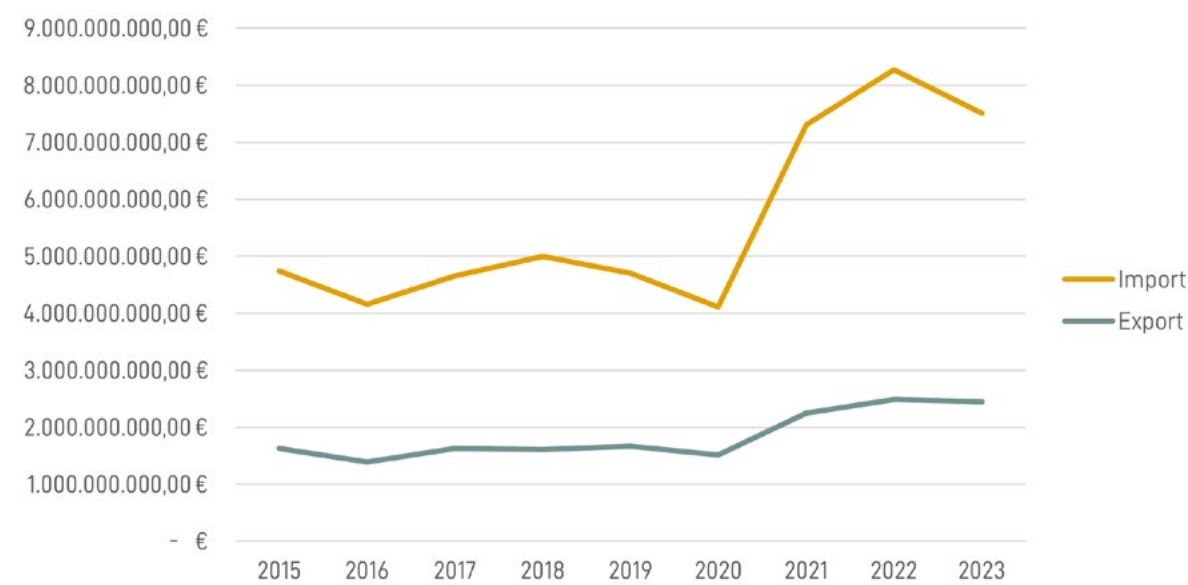


Figura 69 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di rame dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con euro 7.509.480.886,00, le importazioni di rame per il 2023 si posizionano al primo posto tra le materie prime strategiche oggetto d'analisi, pari al 36,24% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* registrate nel nostro Paese nel corso del 2023, evidenziando l'estrema importanza del rame tra le materie prime critiche.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Per quanto riguarda gli utilizzi industriali del rame, l'industria dei conduttori elettrici è di gran lunga la più importante.

- Il rame è utilizzato nella produzione di cavi elettrici a bassa e media tensione, perché è un ottimo conduttore. Per lo stesso motivo, viene utilizzato nella produzione di componenti elettrici, dispositivi di trasferimento termico come radiatori e frigoriferi, e componenti elettronici come circuiti stampati, avvolgimenti e sbarre. Nelle catenarie ferroviarie, il rame viene legato con argento per aumentare la sua temperatura di ricristallizzazione e renderlo più resistente alle alte temperature causate dall'attrito del pantografo. La rapida crescita del numero di veicoli elettrici (EV), ibridi (HEV), ibridi *plug-in* (PHEV) e delle relative stazioni di ricarica, insieme alla tendenza ad avere veicoli elettrici sempre più grandi e batterie con maggiore capacità e autonomia, sta aumentando il consumo di rame e continuerà ad aumentarlo.
- **Settore delle costruzioni:** sia la costruzione di nuovi edifici che la ristrutturazione di quelli più vecchi sono in aumento. Il rame contribuisce in modo fondamentale alla realizzazione di edifici ecologici e salubri grazie alle sue numerose applicazioni (utenze di acqua, gas, elettricità e aria condizionata; automazione degli edifici; pannelli solari; punti di ricarica per veicoli elettrici e così via). Essendo un materiale naturale, durevole e resistente, con costi di manutenzione quasi nulli e completamente riciclabile al termine della sua vita utile, il rame rappresenta un passo avanti verso la costruzione di edifici sostenibili.
- Grazie alle sue caratteristiche di duttilità e malleabilità, il rame è ampiamente utilizzato nella produzione di **lastre, tubi e fili**, oltre che di **monete**. Il bronzo, una lega di rame e stagno, viene utilizzato per realizzare eliche, statue, campane, cuscinetti e simili.
- Il solfato di rame è usato come **fungicida e battericida** in agricoltura.

Il rame riveste una notevole importanza nei settori industriali italiani (Figura 70), specialmente nei settori dei conduttori elettrici (14%), leghe metalliche (circa 46%) per dei manufatti utilizzati nel settore edile (tubazioni, coperture tetti, radiatori, ecc.). Utilizzi minori riguardano l'industria chimica e l'agricoltura.

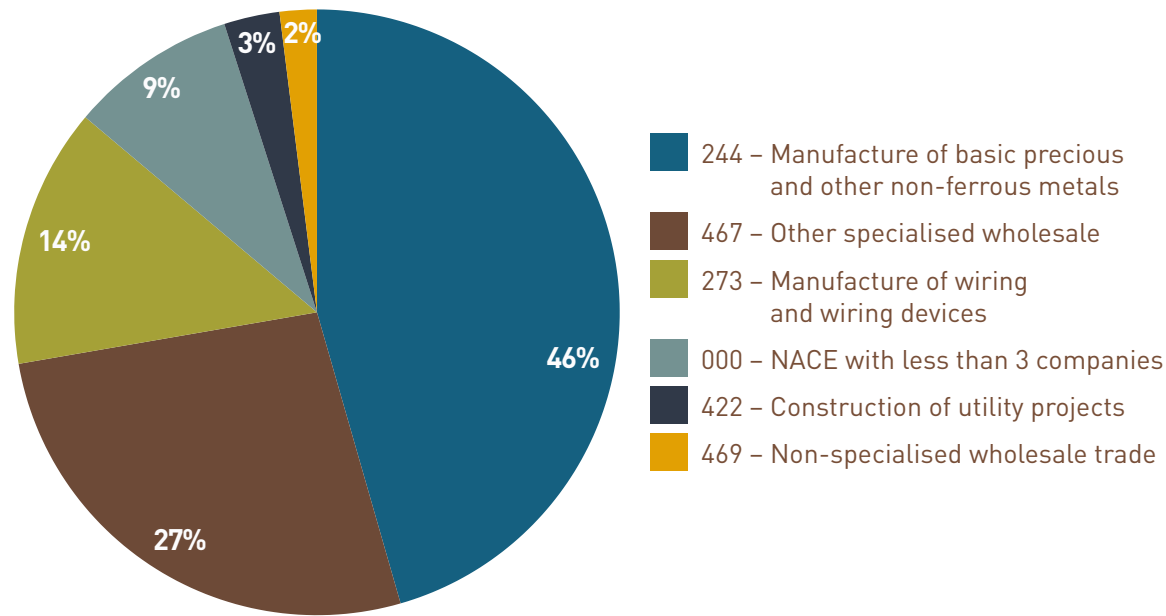
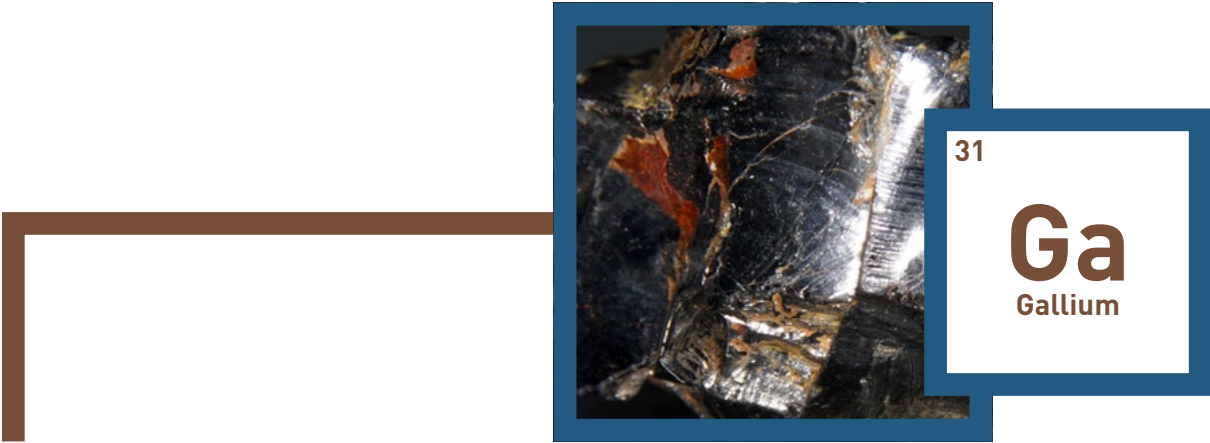


Figura 70 - Distribuzione percentuale delle importazioni di rame per settori NACE (3 digit), anno 2022⁸³
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁸³ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



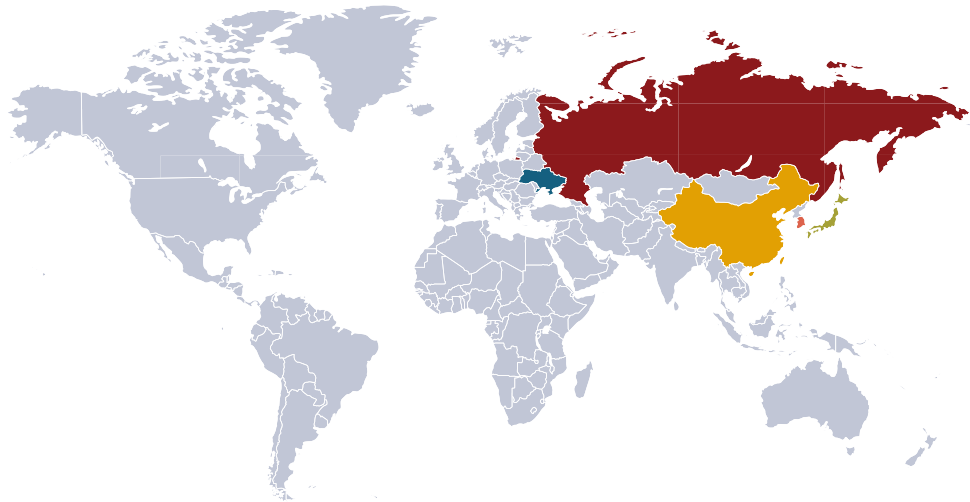
4.2.6 Gallio

Materia prima critica e strategica secondo l’Unione Europea, il gallio (simbolo chimico Ga, numero atomico 31, abbondanza media crostale 19 ppm) è un metallo duttile e malleabile di aspetto bianco-argenteo, relativamente tenero, con un basso punto di fusione (30 °C) ma un punto di ebollizione relativamente alto (2204 °C). In combinazione con una bassa pressione di vapore, anche ad alte temperature, questo gli conferisce il più lungo intervallo liquido di qualsiasi altro metallo. Il gallio è magnetico e un buon conduttore di elettricità e calore; presenta un’apprezzabile anisotropia della resistività elettrica che dipende dall’orientamento dei cristalli all’interno della sua struttura.

Attualmente non esistono miniere sfruttate principalmente per il gallio; tuttavia, il gallio viene recuperato come sottoprodotto della lavorazione della bauxite o della sfalerite (o blenda ZnS), e si trova in quantità non economiche in altre zone. È noto che le concentrazioni di gallio nel minerale di zinco, la sfalerite, aumentano al diminuire della temperatura di deposizione (es. nei depositi MVT – *Mississippi Valley Type*), anche se può essere ancora presente in tipi di depositi a temperatura intermedia e superiore. Il gallio si trova anche in altri minerali (es. alluminosilicati), nei campi geotermici delle zone vulcaniche (es. a Taupo, in Nuova Zelanda), in associazione con i minerali fosfatici ed in alcuni depositi di carbone. Oggi la maggior parte del gallio viene prodotta come sottoprodotto minore della produzione di allumina/alluminio da minerali di bauxite. In misura molto minore, il metallo viene prodotto come sottoprodotto della fusione e della raffinazione dello zinco.

Riciclo: poiché uno dei principali utilizzi del gallio è quello dei *chip* dei semiconduttori, la cui produzione genera in genere circa il 60% di scarti, il recupero del gallio da questi rifiuti è una fonte estremamente importante del metallo. Gli scarti della produzione di *wafer* di arseniuro di gallio (GaAs) e nitruro di gallio (GaN), grazie alla loro purezza e disponibilità, sono la fonte secondaria più importante del metallo.

Principali produttori: il principale produttore mondiale è di gran lunga la **Cina**, seguita a distanza da **Russia**, **Ucraina**, **Giappone** e **Korea** (USGS, 2024)⁸⁴.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di gallio importate dal nostro Paese mostrano un andamento non costante, con due picchi nel biennio 2019-2020 registrando quantità rispettivamente pari a 22.246 kg e 18.095 kg. Più costante il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 270 kg del 2016 e i 41 kg del 2015 (Tabella 55 e Figura 71).

Anni	Import	Export
2015	1.080	41
2016	5.910	270
2017	984	112
2018	948	183
2019	22.246	253
2020	18.095	196
2021	1.383	76
2022	978	107
2023	1.158	68

Tabella 55 – Gallio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁸⁴ USGS (2024). *Commodity Statistics and Information. Gallium*. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/gallium-statistics-and-information>.

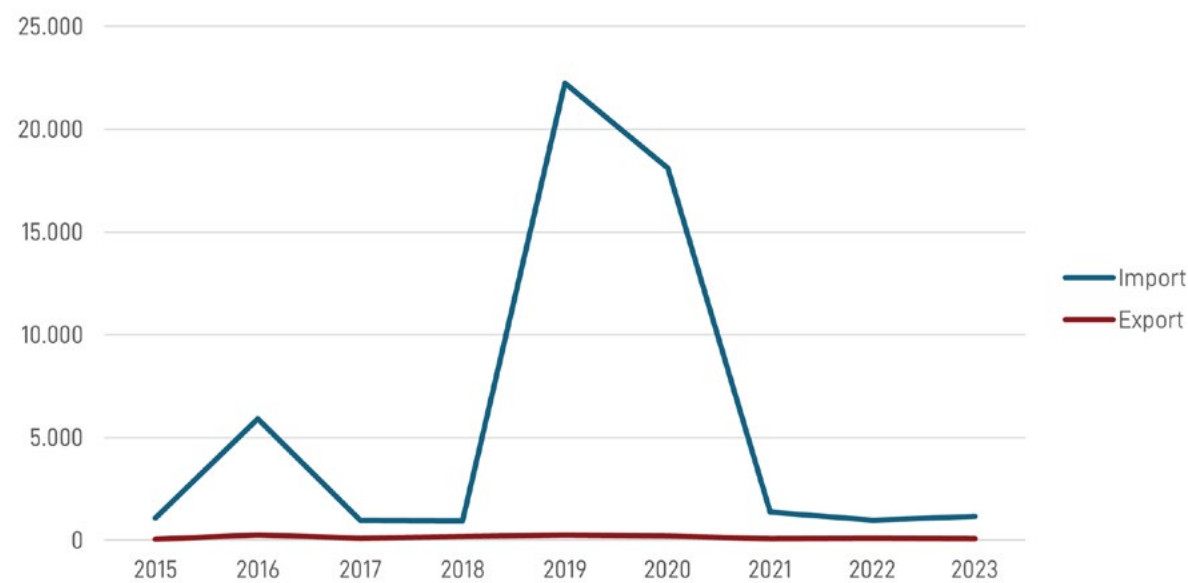


Figura 71 – Gallio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di gallio, si riscontra un significativo aumento nel 2019 con un ammontare pari a circa 1,4 milioni di euro, tornando negli anni successivi ad attestarsi intorno al valore medio di 468.899 euro. Un andamento più stabile lo si riscontra analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco più di 12 mila euro nel 2015, cresciute fino a oltre 63 mila euro nel 2022, con un leggero calo a circa 36,6 mila euro nel 2023 (Tabella 56 e Figura 72).

Anni	Import	Export
2015	264.992,00	12.174,00
2016	267.217,00	2.839,00
2017	311.566,00	35.903,00
2018	233.238,00	69.134,00
2019	1.366.476,00	65.918,00
2020	764.847,00	53.562,00
2021	406.582,00	34.250,00
2022	240.576,00	63.157,00
2023	364.596,00	36.629,00

Tabella 56 – Gallio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

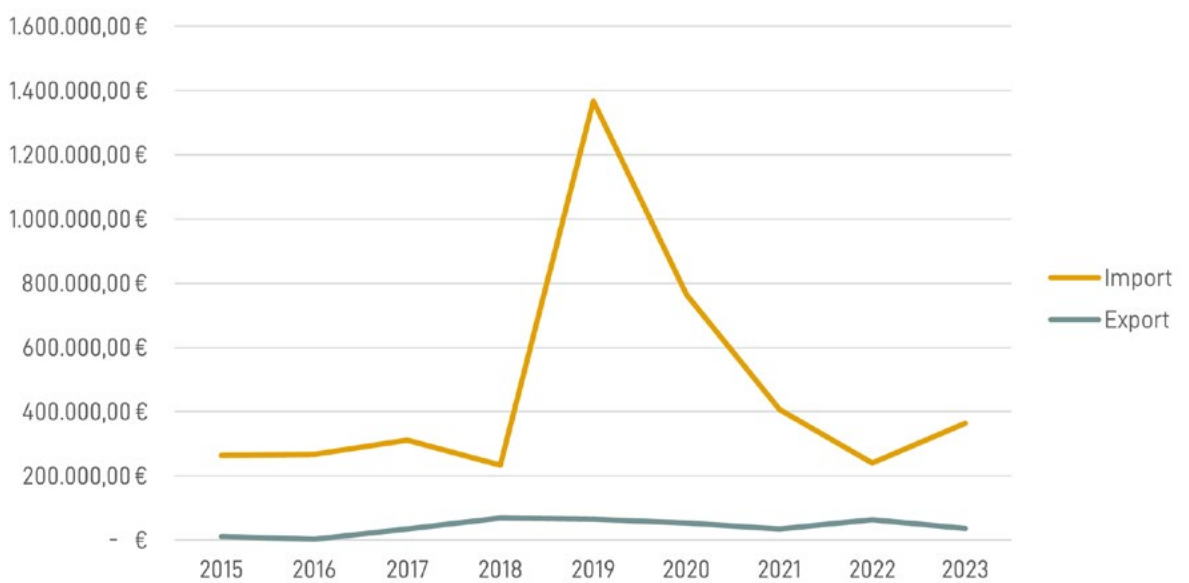


Figura 72 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di gallio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con 364.596,00 euro, le importazioni di gallio per il 2023 si posizionano all’ultimo posto tra le 17 materie prime strategiche oggetto d’analisi, pari allo 0,002% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* registrate nel nostro Paese nel corso del 2023.

L’impatto sul sistema produttivo italiano

Il gallio riveste un’importanza strategica nei settori industriali più avanzati, in particolare:

- **Industria elettronica e semiconduttori:** sotto forma di *wafer* (sottili fogli di materiale semiconduttore su cui vengono incorporati microcircuiti mediante drogaggio, incisione chimica o deposizione di materiali), l’arseniuro di gallio (GaAs, altamente tossico), il nitruro di gallio (GaN) e il fosforuro di gallio (GaP) rappresentano quasi l’80% del consumo totale di gallio. L’arseniuro di gallio (GaAs) è un semiconduttore utilizzato nella produzione di circuiti integrati (IC) e LED, nonché come diodo *laser* nei lettori di CD e DVD e nei diodi a emissione infrarossa. Il nitruro di gallio (GaN) è utilizzato come semiconduttore nella produzione di LED per l’illuminazione di veicoli, autobus, treni, aerei, semafori, edifici e abitazioni di intere città, con un notevole risparmio di energia, senza sacrificare la qualità e l’intensità delle lampade a incandescenza o fluorescenti. Il gallio è un composto importante nella produzione di lettori *laser* di dischi Blu-Ray DVD e di apparecchiature optoelettroniche per applicazioni aerospaziali, mediche, di comunicazione e di ricerca. La transizione dalla tecnologia 4G a quella 5G negli *smartphone* e nei *tablet* aumenterà progressivamente il consumo di nitruro di gallio (GaN) e arseniuro di gallio (GaAs).
- **Fotovoltaico e produzione di energia:** il seleniuro di rame-indio-gallio (CIGS) è un semiconduttore utilizzato nella produzione di celle solari conduttive a “film sottile”; è un’alternativa efficace al silicio cristallino, con un’efficienza del 20,4%. La lega gallio-alluminio fornisce una fonte di idrogeno reagendo con l’acqua: in questo modo è possibile alimentare motori e celle a combustibile con l’idrogeno.

- **Medicina:** la lega di gallio, indio e stagno (*galinstan*) viene utilizzata al posto del mercurio nei termometri clinici. Il nitrato di gallio è usato come farmaco per via endovenosa per trattare l'ipercalcemia, una malattia associata al cancro delle ossa, anche se la sua efficacia nell'uso ripetuto e nel trattamento a lungo termine è stata messa in discussione. I radioisotopi gallio-67 e gallio-68 sono utilizzati per valutare i processi infiammatori in generale, e in particolare nei polmoni e nelle ossa, utilizzando la SPECT. Tuttavia, il gallio-67 è stato soppiantato dal fluoro-18.

L'utilizzo del gallio e dei suoi composti nell'industria italiana (Figura 73) è piuttosto ridotto, essendo poco sviluppato il settore dei semiconduttori ed altri dispositivi elettronici avanzati. Si segnala un utilizzo nel settore delle leghe metalliche speciali (38%), in ambito chimico e medico (20%), e per la produzione di vetri e vetro-ceramiche speciali (14%).

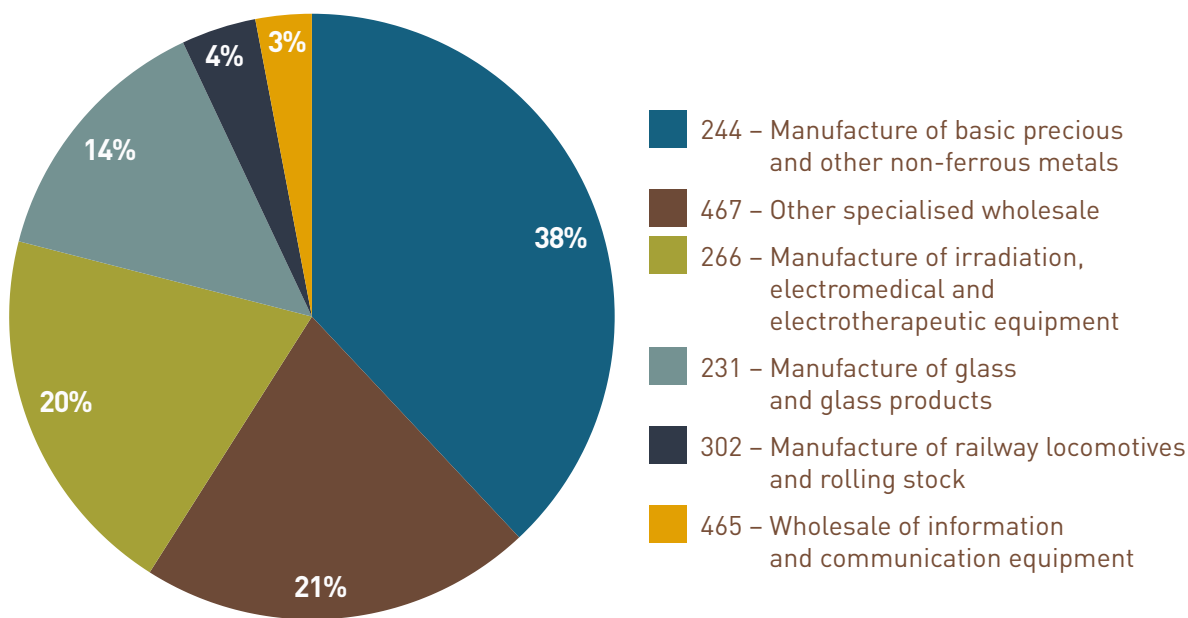


Figura 73 – Distribuzione percentuale delle importazioni di gallio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁸⁵
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁸⁵ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



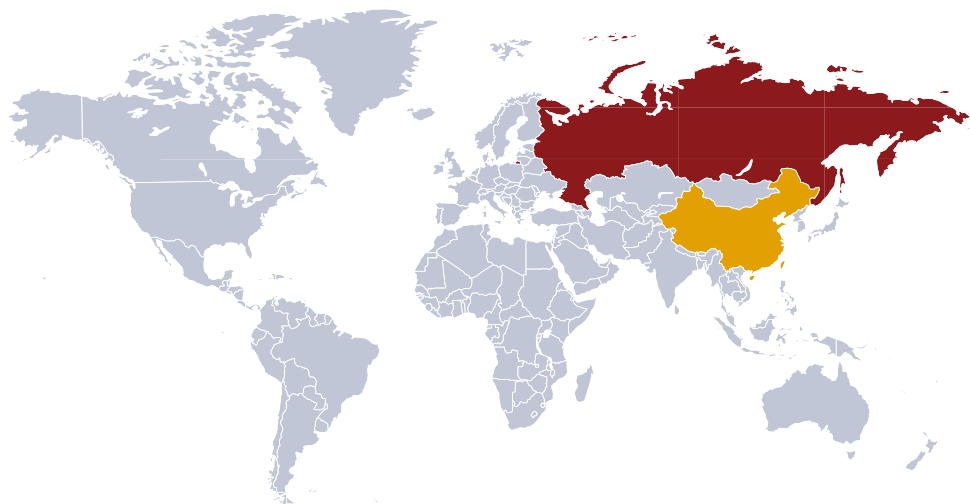
4.2.7 Germanio

Materia prima critica e strategica nella classificazione della Commissione Europea, il germanio (simbolo chimico Ge, numero atomico 32, abbondanza media crostale 1,5 ppm), è un semimetallo (o metalloide) bianco-grigiastro e fragile, con lucentezza brillante. È un semiconduttore intrinseco, particolarmente efficace alle alte frequenze e alle basse tensioni, è trasparente alla luce infrarossa, è un formatore di vetro, ad esempio in grado di formare reticoli tridimensionali di tetraedri di germanio-O, ha un elevato indice di rifrazione, una bassa dispersione cromatica e ha la capacità di catalizzare la polimerizzazione nella produzione di plastica.

Il germanio non forma depositi specifici, ma si presenta piuttosto come sottoprodotto in una varietà di tipi di giacimenti che contengono rame, oro, piombo, argento e zinco. Le concentrazioni di germanio nella sfalerite (o blenda, ZnS) di questi depositi sono in genere di poche centinaia di parti per milione (ppm). Poiché si tratta di un sottoprodotto delle operazioni metallurgiche, comunemente alimentato da concentrati provenienti da diversi giacimenti, è difficile ricondurre la produzione di germanio a un luogo specifico. I tipi di giacimenti che contengono una quantità significativa di germanio comprendono i depositi a solfuri massicci vulcanogenici (VMS – *volcanogenic massive sulphide*), i depositi sedimentari esalativi (SEDEX – *sedimentary exhalative*), i depositi di piombo-zinco del tipo Mississippi Valley Type (MVT) ed i corpi sostitutivi di zinco-piombo-rame del tipo Kipushi in rocce carbonatiche. Un'altra importante fonte di germanio è rappresentata dai depositi di carbone e lignite. La Cina è uno dei principali produttori di germanio dal carbone: la miniera di lignite di Lincang, nella provincia dello Yunnan, è una sorgente importante. Il germanio viene inizialmente recuperato dalla lisciviazione di residui di minerali di zinco (sfalerite) o ceneri di carbone, seguita dalla precipitazione di un concentrato di germanio. L'estrazione del germanio dai suoi minerali prevede due fasi: la produzione di un concentrato di germanio mediante trattamenti termici, arrostitimento o pirometallurgia e la deposizione di solfuro o ossido di germanio. I concentrati vengono clorurati a tetracloruro di germanio (GeCl₄) e successivamente purificati per idrolisi a biossido di germanio (GeO₂), ridotti per pirolisi con idrogeno gassoso (H₂) a polvere metallica di germanio, quindi fusi in barre.

Riciclo: a causa della sua elevata dispersione nella maggior parte dei prodotti e della sua applicazione in quantità molto basse, il germanio viene recuperato poco dai rottami post-consumo ("rifiuti vecchi" – *old scrap*). Il riciclo da "rifiuti nuovi" (*new scrap*), invece, è più diffuso nella produzione di cavi a fibre ottiche contenenti germanio e di dispositivi di *imaging* a infrarossi. Nella produzione di dispositivi ottici, oltre il 60% del germanio viene riutilizzato.

Principali produttori: il principale produttore è di gran lunga la **Cina**, seguita a distanza dalla **Russia** (USGS, 2024)⁸⁶.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di germanio importate dal nostro Paese hanno seguito un andamento uniforme, con un picco massimo di 2.606.447 kg registrato nel 2020. I dati sulle esportazioni hanno mostrato un comportamento del tutto analogo, registrando un aumento percentuale nel periodo di riferimento del 12,12%, con un massimo di 592.782 kg nel 2021 (vedi Tabella 57 e Figura 74).

Anni	Import	Export
2015	1.301.247	58.627
2016	1.347.921	92.103
2017	1.641.118	7.534
2018	1.541.557	89.000
2019	1.730.744	364.609
2020	2.606.447	570.913
2021	1.676.588	592.782
2022	1.655.812	63.431
2023	1.598.640	65.731

Tabella 57 – Germanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

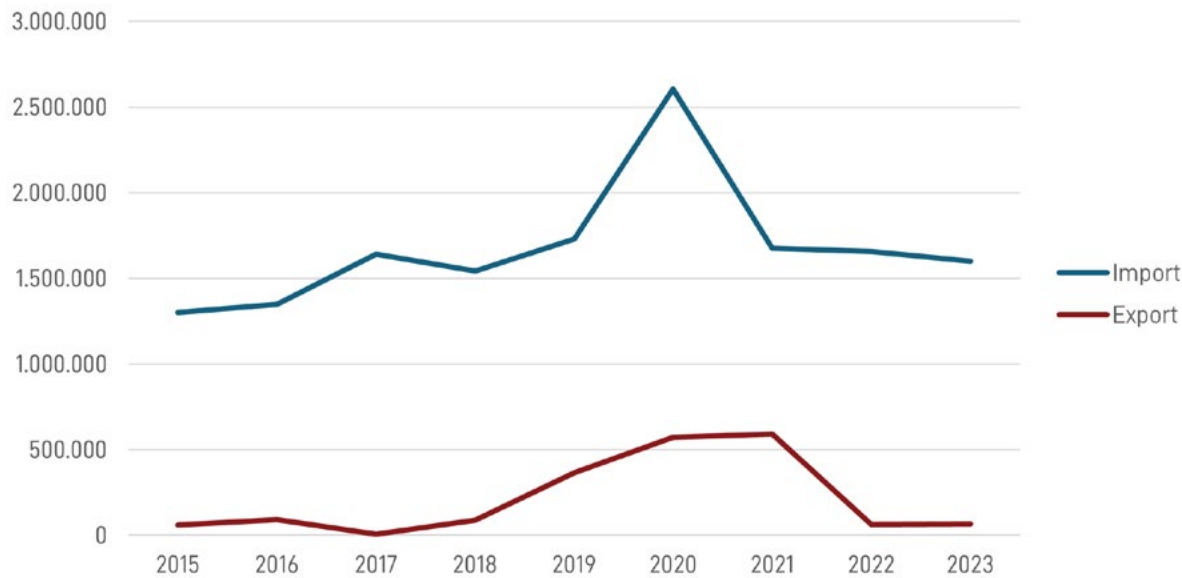


Figura 74 – Germanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di germanio, si osserva nel periodo considerato un'importante crescita: dai 6,26 milioni di euro del 2015, si è passati a oltre 14 milioni e mezzo di euro nel 2023, un incremento che vale il più 132,74%. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da circa 190 mila euro nel 2015 a oltre 563 mila euro nel 2023, con un massimo di oltre 1,2 milioni registrato nel 2021 (Tabella 58 e Figura 75).

Anni	Import	Export
2015	6.260.893,00	190.180,00
2016	6.274.359,00	480.727,00
2017	7.656.038,00	158.652,00
2018	8.852.871,00	319.501,00
2019	11.091.256,00	1.003.190,00
2020	13.431.083,00	1.073.303,00
2021	10.588.057,00	1.261.670,00
2022	16.406.245,00	427.521,00
2023	14.571.734,00	563.681,00

Tabella 58 – Germanio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁸⁶ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Germanium. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/germanium-statistics-and-information>.

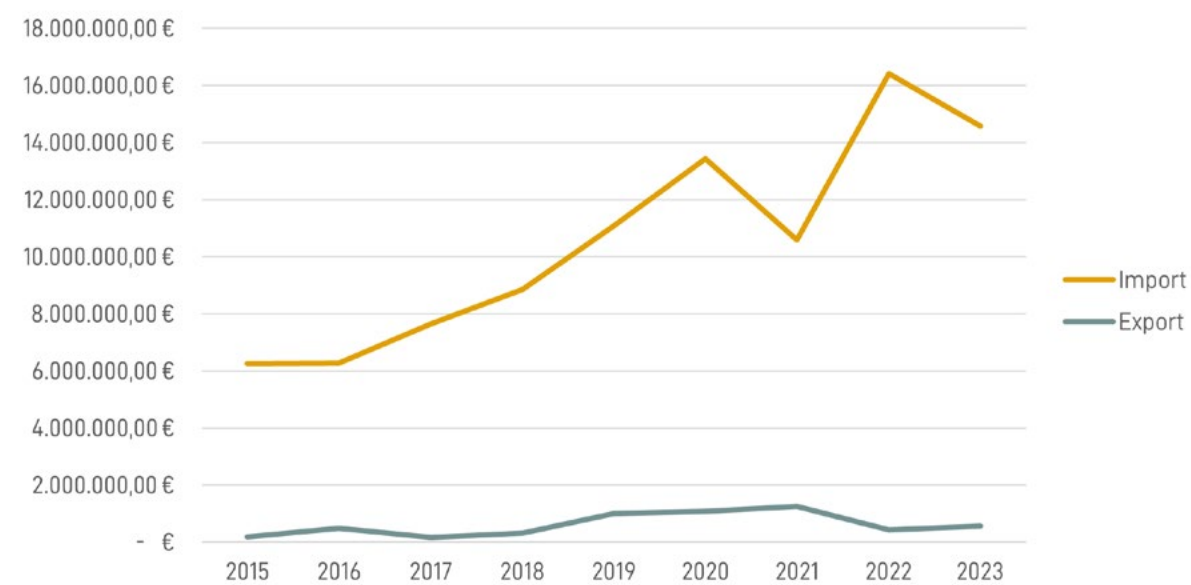


Figura 75 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di germanio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Nel 2023, le importazioni di germanio hanno rappresentato lo 0,07% del valore complessivo delle importazioni di *critical raw material* nel Paese, collocandosi al tredicesimo posto tra le 17 materie prime strategiche esaminate, con un valore di 14.571.734,00 euro.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Anche il germanio, analogamente al gallio, riveste una notevole importanza nei settori di tecnologia avanzata, in particolare:

- **Fibre ottiche:** un terzo del consumo di germanio è destinato alla produzione di fibre di vetro. L'ossido di germanio si ottiene dal tetracloruro di germanio, che viene aggiunto al biossido di silicio per conferirgli un alto indice di rifrazione e una bassa dispersione ottica, caratteristiche che lo rendono utile nella produzione di fibre ottiche e *laser*. Il germanio metallico puro, sotto forma di dischi collocati all'interno delle ottiche, è utilizzato nei dispositivi di visione notturna delle installazioni elettriche in quanto trasparente ai raggi infrarossi.
- **Industria elettronica:** la maggior parte delle applicazioni del germanio riguarda le celle solari (terrestri e per satelliti), i sistemi a fibre ottiche e i raggi infrarossi, tra gli altri. Il tellururo di antimonio e germanio è utilizzato nella produzione di dischi Blu-Ray e DVD riscrivibili. Il germanio è un semiconduttore utilizzato insieme al silicio nei circuiti integrati ad alta velocità, e sta sostituendo l'arseniuro di gallio (tossico) nei dispositivi di comunicazione *wireless*. Il germanio è ancora utilizzato nei diodi per trasformare la corrente alternata in corrente continua e nei *transistor*, anche se sempre più spesso viene sostituito dal silicio.
- L'ossido di germanio è utilizzato come catalizzatore per la polimerizzazione nella **produzione di polietilene tereftalato (PET)**. I cristalli di germanio puro sono utilizzati nella rilevazione dei raggi gamma.

Il germanio ed i suoi composti vengono impiegati in Italia (Figura 76) in alcuni settori particolari, ad esempio nella produzione di plastiche (catalisi del PET), per la produzione di particolari leghe metalliche, ed in alcuni ambiti tecnologici come quello delle fibre ottiche ed apparecchiature infrarosse.

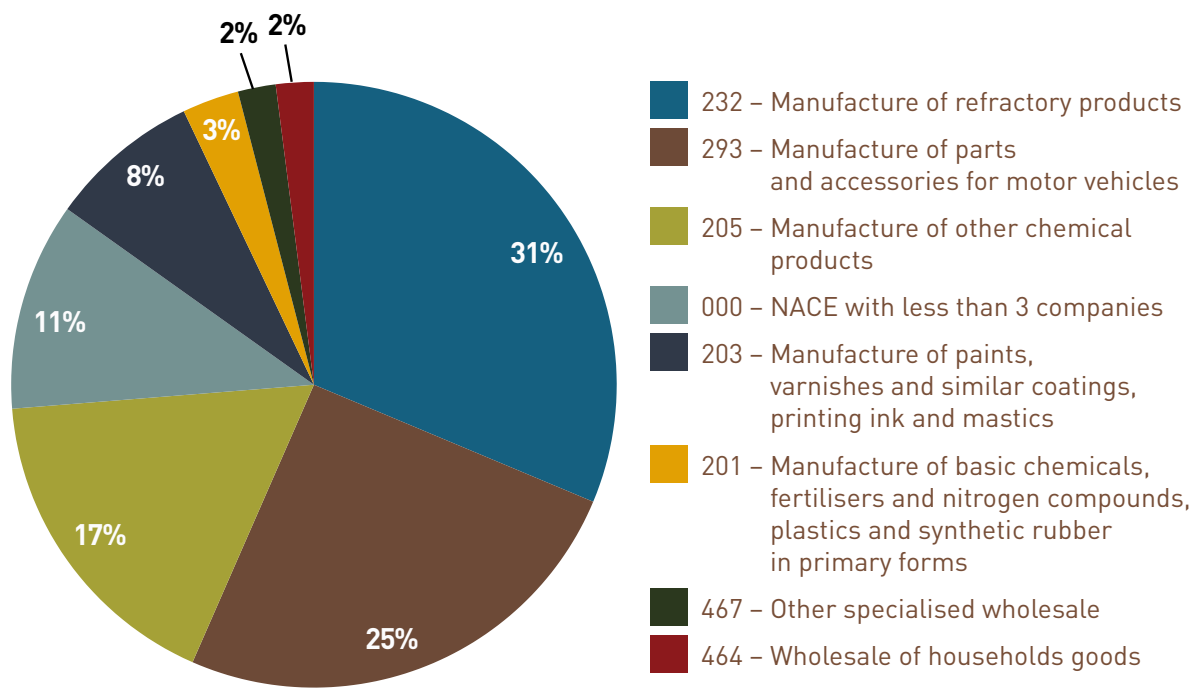
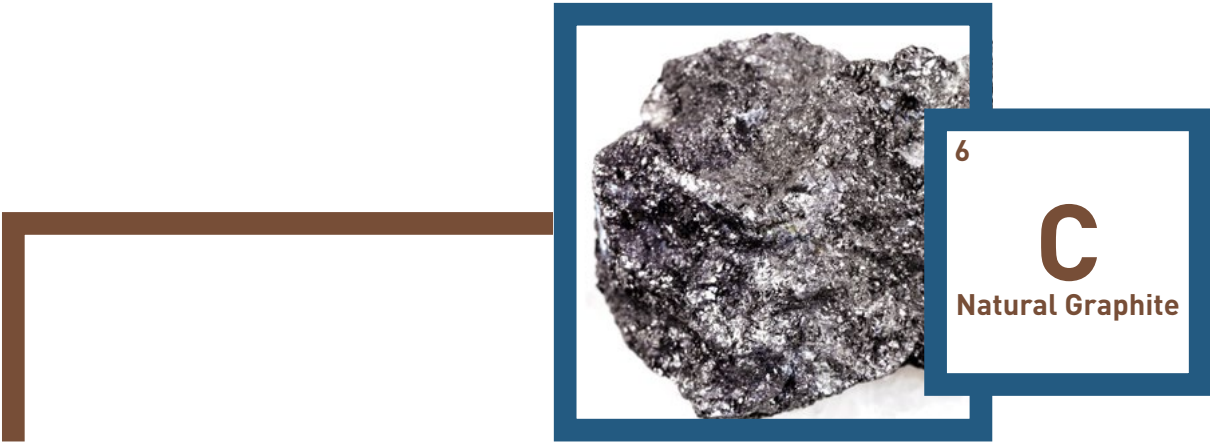


Figura 76 - Distribuzione percentuale delle importazioni di germanio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁸⁷
Fonte: vedi nota tecnica in allegato

⁸⁷ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



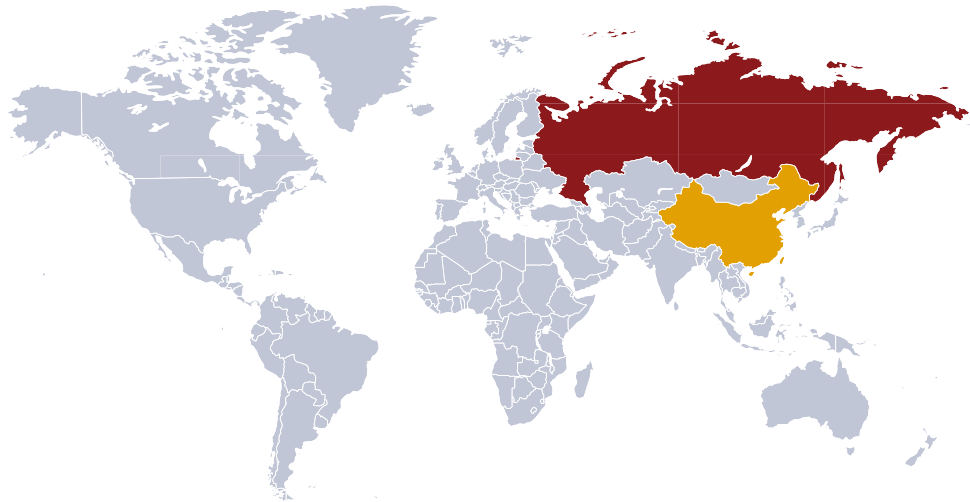
4.2.8 Grafite naturale

Materia prima critica e strategica per la Commissione Europea, la grafite è una forma allotropica del carbonio (simbolo chimico C, numero atomico 6, abbondanza media crostale 200 ppm), un minerale tenero (1-2 sulla scala Mohs), in contrasto con la durezza del diamante (10 Mohs), un buon lubrificante solido, con bassa conducibilità elettrica, refrattario (molto resistente alle alte temperature).

I depositi di grafite si dividono in tre categorie principali: grafite microcristallina (*microcrystalline graphite*), recentemente denominati “carbonio grafitico”; grafite a scaglie disseminate (*disseminated flake-graphite*) e la grafite a trucioli (*chip graphite*). I depositi di grafite microcristallina si formano in livelli di carbone per metamorfismo di contatto o regionale, e sono principalmente stratiformi o a forma di lente. In genere hanno uno spessore che va da pochi a decine di metri e una estensione che va da centinaia di metri ad un chilometro. I depositi di grafite a scaglie (*flake-graphite*) possono essere trovati in una varietà di rocce incassanti, come marmi, *paragneiss*, BIF (formazioni ferri-ferre a bande, *banded iron formations*), quarziti, pegmatiti e sieniti; in genere, si presentano come lenti *stratabound*. I depositi di grafite a trucioli (*chip graphite*) sono strutturati in vene ben definite, formatesi come risultato della deposizione da parte di fluidi contenenti carbonio; in genere sono legati a rocce ignee o ad alcune rocce metamorfiche, come le granuliti. Inoltre, la grafite sintetica può essere prodotta da idrocarburi utilizzando una tecnologia basata su un trattamento termico ad alta temperatura; tuttavia, la grafite sintetica è più costosa da produrre rispetto alla grafite naturale.

Riciclo: le possibilità di riciclo dipendono dall'applicazione, e viene recuperata dai mattoni refrattari, dagli stampi per i forni elettrici e dai i processi di fusione dei metalli, nonché dalla produzione dei freni dei veicoli.

Principali produttori: il primo produttore mondiale è la Cina, seguito a distanza dalla Russia (USGS, 2024)⁸⁸.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di grafite naturale importate evidenzia un andamento irregolare, con un picco di 8.938.093 kg nel 2017 e un minimo di 4.159.357 kg nel 2023. Le esportazioni, invece, hanno mantenuto una relativa stabilità, anche se negli anni più recenti si è registrato un trend decrescente, con un calo del 41,3% nel 2023 rispetto ai livelli del 2015 (Tabella 59 e Figura 77).

Anni	Import	Export
2015	6.700.077	311.871
2016	7.381.777	825.356
2017	8.938.093	1.210.585
2018	8.111.640	918.121
2019	5.909.380	728.395
2020	4.356.365	696.736
2021	6.594.129	473.131
2022	4.983.688	316.758
2023	4.159.357	183.060

Tabella 59 – Grafite naturale: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁸⁸ USGS [2024]. Commodity Statistics and Information. Graphite. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/graphite-statistics-and-information>.

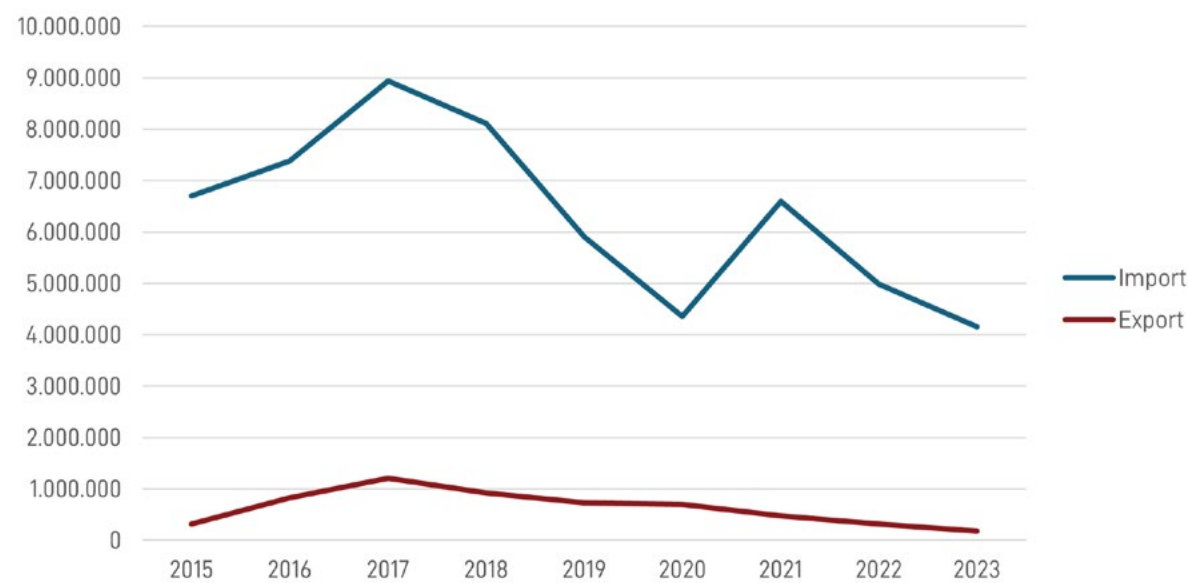


Figura 77 – Grafite naturale: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Il valore delle importazioni di grafite naturale ha mostrato un andamento non uniforme, oscillando tra oltre 7,2 milioni di euro del 2018 e circa 4 milioni di euro del 2020. Il valore delle esportazioni, invece, ha seguito un andamento più regolare, partendo da circa 476 mila euro nel 2015 e registrando quasi 392 mila euro nel 2023, con un valore massimo di oltre 1,3 milioni di euro nel 2017 (Tabella 60 e Figura 78).

Anni	Import	Export
2015	6.903.318,00	475.685,00
2016	6.265.098,00	781.965,00
2017	6.992.369,00	1.343.681,00
2018	7.221.078,00	949.803,00
2019	5.430.044,00	834.138,00
2020	4.062.443,00	674.639,00
2021	7.138.185,00	611.284,00
2022	6.444.645,00	535.234,00
2023	5.643.933,00	391.893,00

Tabella 60 – Grafite naturale: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

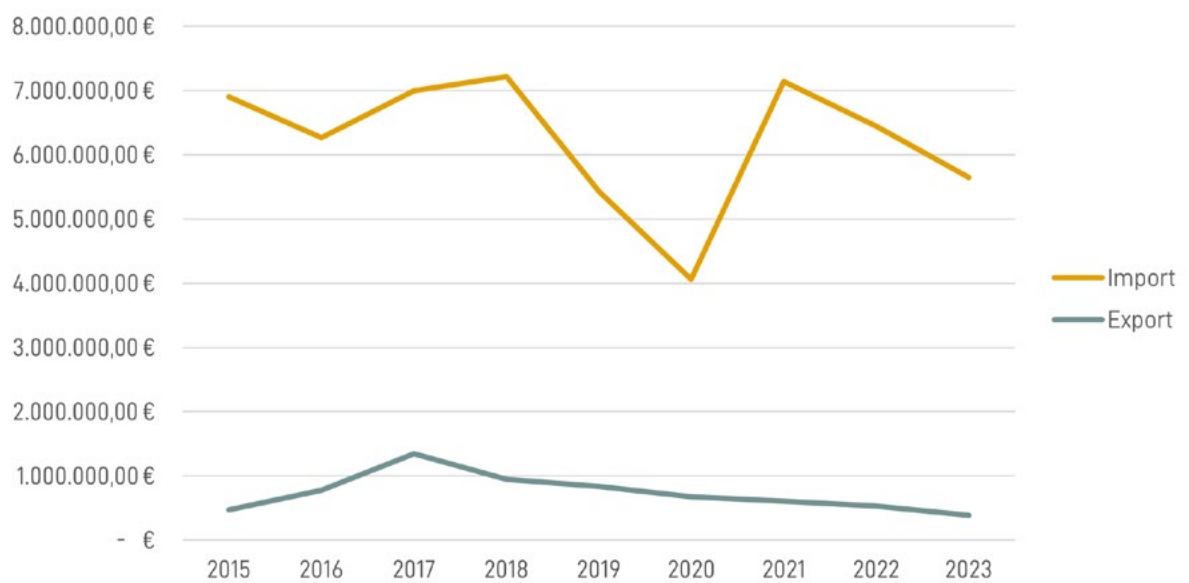


Figura 78 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di grafite dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con un valore di 5.643.933,00 euro, le importazioni di grafite naturale del 2023 si posizionano quattordicesime tra le 17 materie prime strategiche analizzate, incidendo per lo 0,03% sul valore complessivo delle importazioni di *critical raw material* nel nostro Paese.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

La grafite ha numerose applicazioni industriali:

- **Refrattari:** la grafite è utilizzata principalmente come materiale refrattario in rivestimenti, crogioli e stampi nella produzione di acciai e guarnizioni di attrito dei freni dei veicoli ("pasticche"), che devono resistere ad alte temperature. È un buon lubrificante naturale che funziona bene alle alte temperature. La grafite espansa (ottenuta da "fiocchi" di grafite naturale in un bagno di acido cromico e poi in acido solforico) è utilizzata come barriera antincendio nella produzione di porte antincendio, perché resiste bene al calore.
- **Elettronica:** il grafene è una forma allotropica del carbonio, costituita da un singolo strato di atomi di carbonio arrangiati in un reticolo esagonale. Ha un'elevata conducibilità termica ed elettrica, un'elevata elasticità e una grande durezza (è duecento volte più duro dell'acciaio). Queste caratteristiche rendono il grafene un materiale ideale per la realizzazione di componenti per circuiti integrati e *touch screen* trasparenti.
- **Batterie per auto elettriche ed accumulo di energia:** la grafite in scaglie viene utilizzata come anodo nella produzione di batterie agli ioni di litio. Nei prossimi anni si prevede una crescita significativa nell'uso di questo elemento, sia nelle batterie mobili che nei veicoli elettrici (EV).
- La grafite è un elemento importante nella produzione delle pastiglie dei freni dei veicoli e le sue applicazioni come lubrificante naturale sono numerose. Sempre più spesso vengono impiegati polimeri rinforzati con fibre di carbonio (PRF – *fiber-reinforced polymers*). I nanotubi di carbonio sono costituiti da strati di grafite arrotolati concentricamente, che formano tubi di diametro nanometrico. Sono utilizzati come rinforzo nei materiali sportivi grazie alla loro elevata resistenza e bassa densità. La grafite, combinata con l'argilla, costituisce la "mina" di una matita per scrivere.

Nell'industria italiana (Figura 79) la grafite viene impiegata per produrre refrattari (8%), in ambito metallurgico (7%), nella produzione di plastiche, resine, polimeri e fibre di carbonio (circa 18%), motori elettrici (7%), nonché per altre applicazioni (es. fabbricazione di matite). Si segnala la presenza di un produttore di grafene, mentre al momento non risultano produttori di anodi per batterie agli ioni di litio.

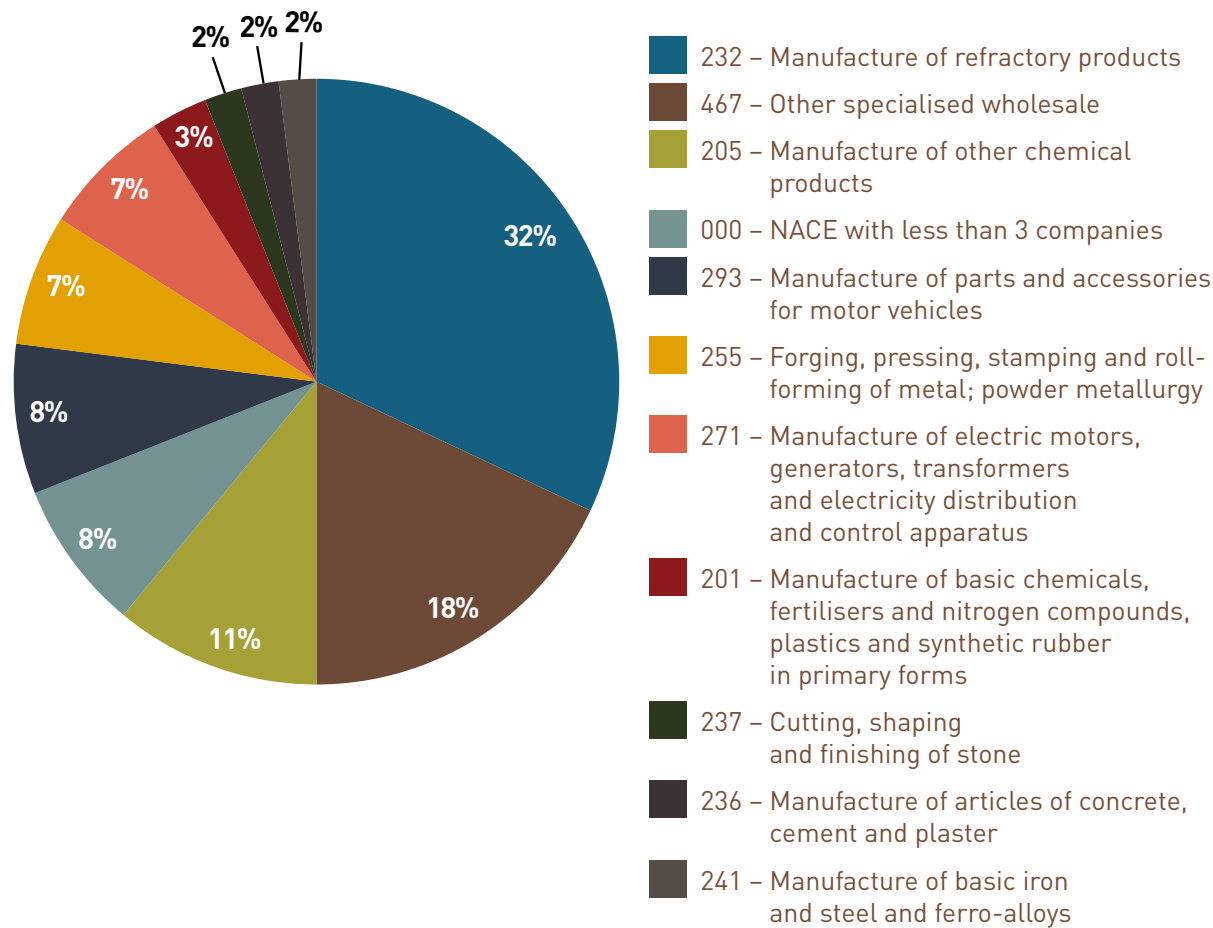
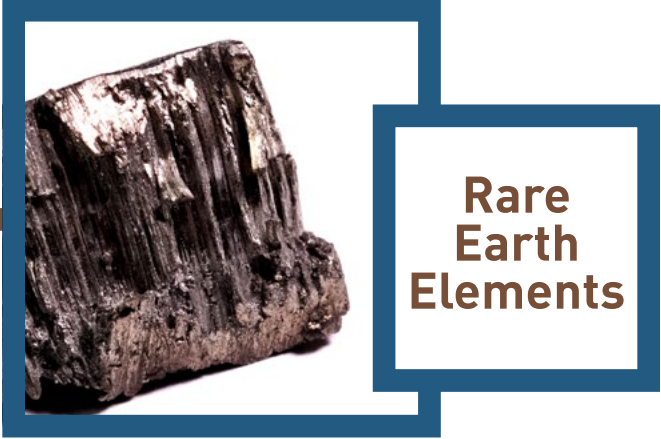


Figura 79 – Distribuzione percentuale delle importazioni di grafite naturale per settori NACE (3 digit), anno 2022⁸⁹
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁸⁹ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.2.9 Terre rare

Gli elementi delle terre rare (REE – *Rare Earth Elements*) sono un gruppo di 17 elementi, che comprende gli elementi scandio (Sc), ittrio (Y) e i 15 lantanidi (elementi n. 57-71), secondo la definizione IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*). Le terre rare consentono una gamma straordinariamente ampia di tecnologie innovative e sono, quindi, ampiamente diffuse nella maggior parte dei prodotti industriali e di consumo nei settori automobilistico, aerospaziale, dell'elettronica di consumo e dell'ingegneria elettrica. Nel 2023 le importazioni di terre rare risultano pari a 8.954.016,00 euro e si collocano al quattordicesimo posto tra le materie prime strategiche esaminate, rappresentando lo 0,04% del valore complessivo delle importazioni di *critical raw material* in Italia. Di seguito se ne presentano le principali caratteristiche, distinguendo secondo la ripartizione in terre rare pesanti (HREE – *Heavy Rare Earth Elements*, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y) e leggere (LREE – *Light Rare Earth Elements*, La, Ce, Pr, Nd, Sm).

Terre rare pesanti

Critiche ma anche strategiche secondo le indicazioni della Commissione Europea, le terre rare pesanti (HREE – *Heavy Rare Earth Elements*) sono un sottogruppo dei lantanidi, dall'eurolio al lutezio, in particolare:

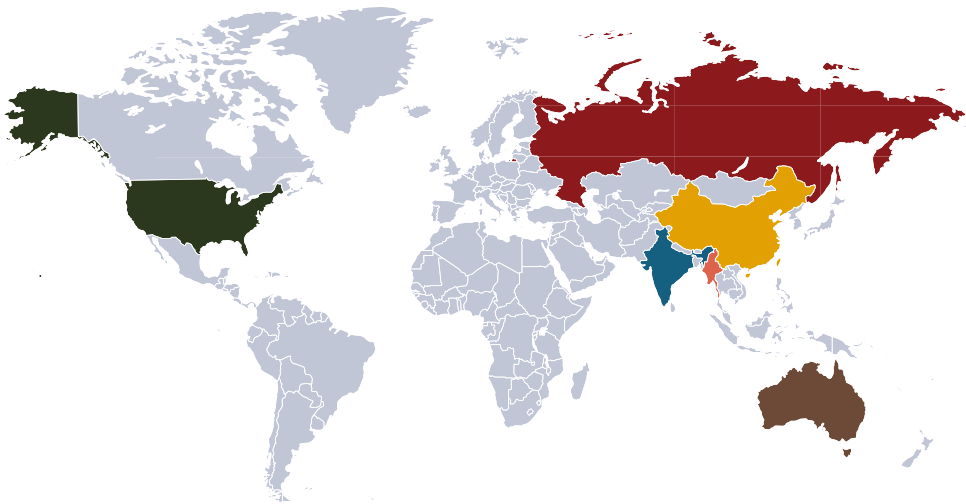
- **Eurolio** (simbolo chimico Eu, numero atomico 63, abbondanza media crostale 1,0 ppm);
- **Gadolinio** (simbolo chimico Gd, numero atomico 64, abbondanza media crostale 4 ppm);
- **Terbio** (simbolo chimico Tb, numero atomico 65, abbondanza media crostale 0,7 ppm);
- **Disprosio** (simbolo chimico Dy, numero atomico 66, abbondanza media crostale 3,9 ppm);
- **Olmio** (simbolo chimico Ho, numero atomico 67, abbondanza media crostale 0,83 ppm);
- **Erbio** (simbolo chimico Er, numero atomico 68, abbondanza media crostale 2,3 ppm);
- **Tulio** (simbolo chimico Tm, numero atomico 69, abbondanza media crostale 0,7 ppm);
- **Itterbio** (simbolo chimico Yb, numero atomico 70, abbondanza media crostale 1,96 ppm);
- **Lutezio** (simbolo chimico Lu, numero atomico 71, abbondanza media crostale 0,31 ppm);
- tra le terre rare pesanti viene anche compreso l'**Ittrio** (simbolo chimico Y, numero atomico 39, abbondanza media crostale 21 ppm).

Le terre rare con numero atomico pari sono più abbondanti di quelle con numero atomico dispari; le REE sono tutte trivalenti (+3) ad eccezione di Ce (+4) ed Eu (+2) in alcuni contesti. Come metallo, sono di colore bianco-argenteo, malleabili, duttili, reattive e la struttura elettronica conferisce particolari proprietà magnetiche e ottiche. Le REE (ad eccezione di Sc, Y, La, Yb e Lu) sono fortemente paramagnetiche e con una forte anisotropia magnetica.

I giacimenti primari di terre rare sono legati a processi magmatici particolari, complessi carbonatitici e complessi alcalini, nonché a processi idrotermali e magmatico – idrotermali (es. IOCG, *iron oxide copper gold deposits*). Altrettanto importanti sono i depositi secondari, in particolare i depositi di tipo *placer* (specialmente costieri) ed alcune lateriti (*ion adsorption clays*). Numerosi sono i minerali di REE, ma i più importanti sono rappresentati dal fluoro-carbonato bastnaesite (Ce, La)(CO₃)F, arricchito soprattutto in terre rare leggere, ed i fosfati monazite (Ce, La, Nd, Th)PO₄ e xenotimo YPO₄, in genere più ricchi in terre rare pesanti.

Riciclo: il recupero delle REE è oggi generalmente complesso e costoso in termini energetici, per svariati motivi: reattività delle REE, spesso disperse in matrici complesse; molteplici e complesse applicazioni industriali; differente durata di un manufatto (ad esempio dischi rigidi di *computer*, veicoli elettrici/ibridi); necessità di complesse operazioni di separazione-rimozione. Lo sviluppo di tecnologie di riciclo dei rifiuti contenenti REE renderà questa strada sempre più importante, con minori problemi ambientali (ad esempio radioattività, minor consumo energetico). Il neodimio e il disprosio provenienti dai magneti delle turbine eoliche, dai motori elettrici e dai dischi rigidi vengono già riciclati, così come il lantanio e il nichel delle batterie Ni-MH. Nel frattempo, prosegue la ricerca sul riciclo delle REE ottenute da rifiuti elettronici (*“urban mining”*), poiché gli attuali metodi di separazione chimica sono costosi e non redditizi per le aziende di riciclo.

Principali produttori: il principale produttore è di gran lunga la **Cina**, seguita a notevole distanza da **USA**, **Australia**, **Burma**, **India** e **Russia** (USGS, 2024)⁹⁰.



⁹⁰ USGS (2024). *Commodity Statistics and Information. Rare earths*. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di terre rare pesanti in Italia, si osserva una notevole variabilità, con un massimo di 66.712 kg nel 2022 e un minimo di 20.370 kg nel 2016. Anche le esportazioni hanno mantenuto un andamento simile, variando tra i 526 kg nel 2018 e i 20.003 kg nel 2023 (Tabella 61 e Figura 80).

Anni	Import	Export
2015	nd	nd
2016	20.370	993
2017	49.859	3.611
2018	29.816	526
2019	62.713	2.028
2020	31.142	527
2021	38.770	8.550
2022	66.712	13.225
2023	44.394	20.003

Tabella 61 – Terre rare pesanti: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

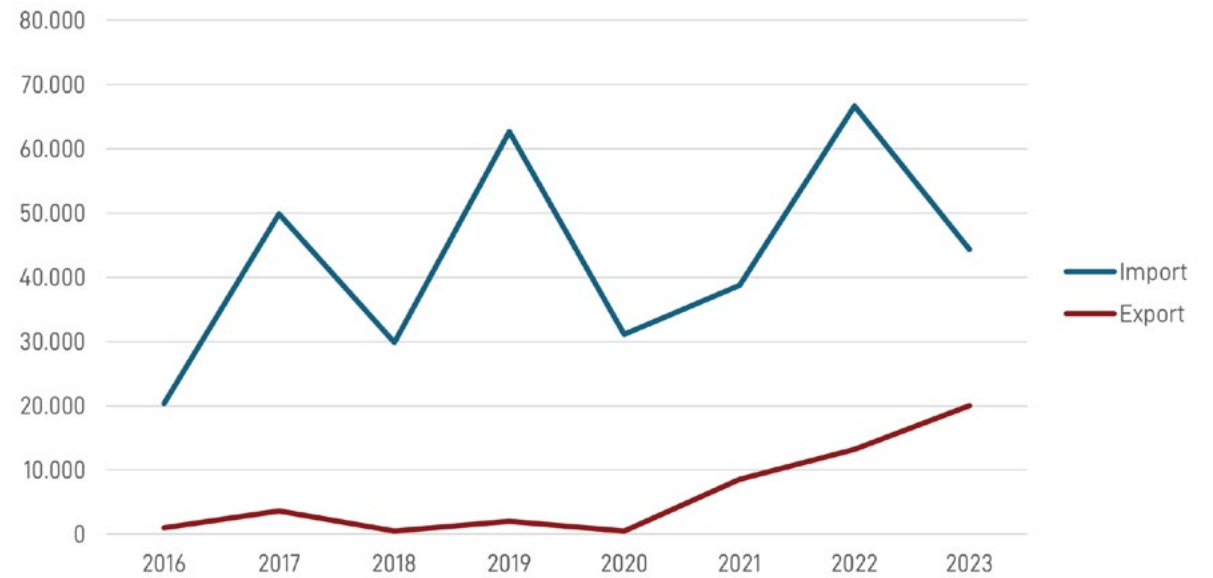


Figura 80 – Terre rare pesanti: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'incremento del valore delle importazioni di terre rare pesanti è evidente: dai circa 1,9 milioni di euro del 2016 si è raggiunto un livello superiore ai 3,3 milioni di euro nel 2023. Anche le esportazioni mostrano una crescita considerevole, da poco più di 2 mila euro nel 2016 fino a superare il milione di euro nel 2023 (Tabella 62 e Figura 81).

Anni	Import	Export
2015	nd	nd
2016	1.907.245,00	2.210,00
2017	2.731.160,00	68.106,00
2018	701.655,00	12.925,00
2019	1.952.879,00	56.236,00
2020	800.837,00	18.802,00
2021	2.145.587,00	252.522,00
2022	3.968.262,00	831.533,00
2023	3.393.254,00	1.042.292,00

Tabella 62 – Terre rare pesanti: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

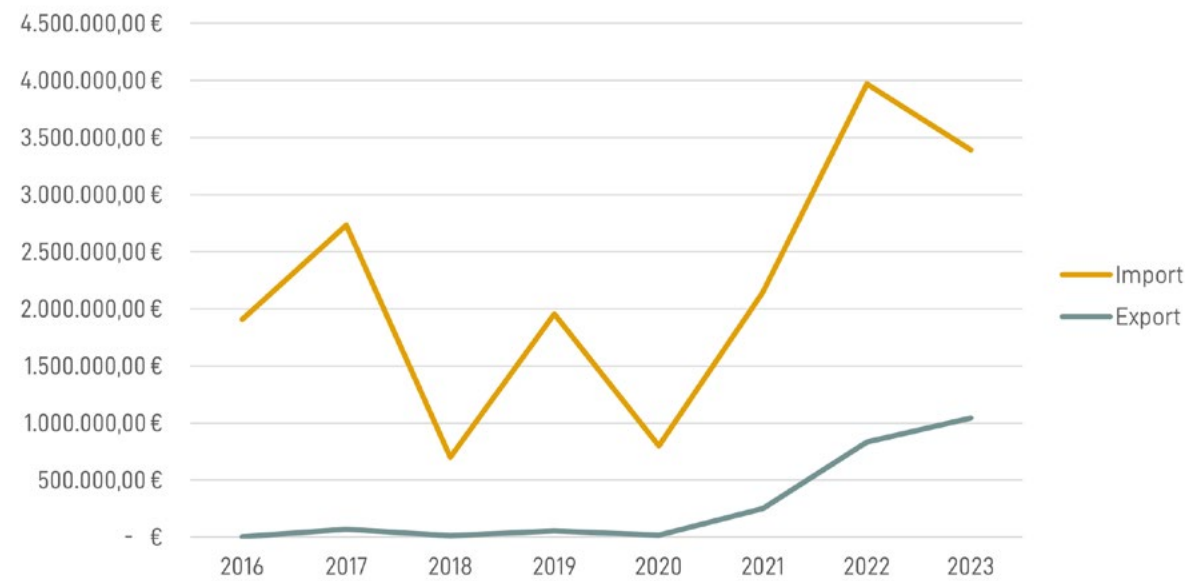


Figura 81 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di terre rare pesanti dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le REE hanno tantissime applicazioni industriali in settori strategici, e per quanto riguarda quelle pesanti (HREE) in particolare:

- **Europio.** Industria elettronica: l'ossido di europio (III) è utilizzato come materiale fosforescente rosso, insieme al terbio e all'ittrio, negli schermi al plasma e LCD e nella tecnologia militare. Illuminazione: l'europio è utilizzato nella fabbricazione di tubi fluorescenti compatti (a risparmio energetico) per migliorare l'efficienza energetica e ottenere una tonalità più calda rispetto a quella dell'illuminazione fluorescente tradizionale. Medicina: l'europio è un ingrediente nella preparazione medica per la rilevazione della sindrome di Down e di altre malattie genetiche. L'europio è utilizzato come fosforo, insieme al bromo, al bario e al fluoro, nelle immagini radiografiche digitali, che hanno sostituito le precedenti immagini su pellicola. Altri campi: l'europio è utilizzato nella fabbricazione di vernice fosforescente, ed è anche utilizzato nell'inchiostro per le banconote in euro che emettono una forte fluorescenza di colore rosso sotto la luce ultravioletta.
- **Gadolinio.** Fabbricazione di magneti permanenti: il gadolinio viene utilizzato per migliorare la rimanenza magnetica e rafforzare la resistenza alla corrosione dei magneti permanenti in samario-cobalto. Elettronica e illuminazione: il gadolinio drogato con terbio è utilizzato come fosforo verde negli schermi al plasma e LCD (fosforo: composto che mostra luminescenza quando viene eccitato dagli elettroni). È utilizzato nella produzione di tubi fluorescenti per migliorare l'efficienza energetica e luminosa. Industria metallurgica: il gadolinio viene aggiunto alle leghe di ferro e cromo per aumentarne la resistenza alla corrosione e migliorare la lavorabilità dell'acciaio. Medicina: i composti di gadolinio sono paramagnetici (debolmente magnetici), ma rispondono ai forti campi magnetici delle risonanze magnetiche. Nella tomografia a emissione di positroni (PET), i cristalli di gadolinio ossiortosilicato (GSO) sono stati usati *detector*, ma oggi i cristalli di lutezio ossiortosilicato drogato con ittrio (LYSO) sono già incorporati negli ultimi modelli, le cosiddette PET digitali. Generazione di energia: il gadolinio ha un'elevata capacità di assorbimento dei neutroni, viene utilizzato nella fabbricazione delle barre di controllo per reattori nucleari. Altre applicazioni: si sta studiando l'uso della lega di gadolinio con germanio e silicio per il raffreddamento magnetico, poiché potrebbe ridurre significativamente i costi di riscaldamento e raffreddamento.
- **Terbio.** Industria automobilistica e produzione di energia: il terbio, insieme al neodimio e al disprosio, viene utilizzato per produrre magneti permanenti al neodimio (NdFeB), che sono essenziali nei motori elettrici per veicoli ibridi e anche delle turbine eoliche, poiché aiutano a resistere ad elevate temperature di esercizio, migliorando al contempo le prestazioni nella produzione di energia eolica. Industria elettronica: il terbio è utilizzato come fosforo verde nelle lampade fluorescenti e negli schermi al plasma e LCD. Il terbio (fosforescenza verde limone) e l'europio (fosforescenza rossa e blu) producono una luce bianca intensa, più luminosa della tradizionale luce fluorescente e raggiungono un migliore equilibrio cromatico. Il terfenol-D è una lega di ferro, terbio e disprosio che è altamente magnetostrittiva (si espande o si contrae in presenza di un campo magnetico). Viene utilizzata nei sistemi *sonar* navali e nei sensori magnetomeccanici. Altri utilizzi: il terbio (III) è presente nell'inchiostro utilizzato sulle banconote in euro che diventano fluorescenti in verde sotto la luce ultravioletta.
- **Disprosio.** Produzione di magneti: il disprosio, insieme al neodimio e al terbio, viene utilizzato nella produzione di magneti permanenti. Questi magneti trovano applicazione nei motori dei veicoli elettrici, nei veicoli ibridi e nelle turbine eoliche, migliorandone le prestazioni. Il disprosio è anche uno dei principali componenti dei magneti dei dischi rigidi dei computer. Industria metallurgica: il disprosio tende a migliorare la resistenza degli acciai alla corrosione. Il disprosio, il ferro e il terbio formano una lega con la magnetoresistenza più potente conosciuta a temperatura ambiente, il terfenol-D. Viene utilizzato nei sistemi *sonar* navali e nei sensori magnetomeccanici. Settore nucleare: il disprosio ha un'elevata capacità di assorbimento dei neutroni, motivo per cui può essere utilizzato nella fabbricazione di barre

di controllo per reattori nucleari. Industria elettrica e illuminazione: lo ioduro di disprosio è utilizzato nella fabbricazione di lampade alogene ad alta intensità per illuminazione e proiezione perché migliora la qualità dello spettro, in particolare nella banda rossa.

- **Olmio.** Industria del vetro e della ceramica: l'olmio è un colorante eccellente per il vetro giallo e rosso e per la zirconite nei gioielli, che conferisce un colore pesca o giallo a seconda del tipo di luce incidente. Produzione di magneti permanenti: l'olmio può essere utilizzato per creare forti campi magnetici posizionandolo tra potenti magneti, come un "concentratore di flusso magnetico". Medicina: l'olmio è utilizzato nella produzione di *laser* a stato solido, come Ho-YAG (olmio-itterbio-alluminio-granato). Il *laser* all'olmio è molto utile nella chirurgia, ad esempio per il trattamento dell'iperplasia prostatica benigna (BPE), calcoli alla vescica o ai reni, occhi, denti, pelle, ginocchia, ecc. Settore nucleare: l'olmio ha un'elevata capacità di assorbimento dei neutroni, motivo per cui può essere utilizzato per realizzare barre di controllo dei reattori nucleari.
- **Erbio.** Industria del vetro e della ceramica: l'erbio è utilizzato come colorante rosa nella fabbricazione di vetro e ceramica, nonché per la produzione di zirconia (ZrO_2) per gioielli. Industria elettronica: l'erbio è utilizzato per la produzione di fibra ottica, poiché consente l'amplificazione diretta di un impulso luminoso all'interno del cavo senza convertirlo in un segnale elettrico. Settore nucleare: l'erbio ha un'elevata capacità di assorbimento dei neutroni, motivo per cui può essere utilizzato nella fabbricazione di barre di controllo dei reattori nucleari. Medicina: è un componente del *laser* Er-YAG utilizzato in dermatologia per eliminare le imperfezioni della pelle. Altre applicazioni: l'erbio è utilizzato come componente del vetro di alcuni filtri fotografici.
- **Tulio.** Medicina: il *laser* (Ho-Cr-Tm)-YAG è utilizzato in medicina per eseguire l'ablazione dei tessuti superficiali. Il *laser* al tulio (YAG Tm 200w) è utilizzato con grande efficienza nella chirurgia per il trattamento dell'ipertrofia benigna della prostata. Altri campi: l'isotopo tulio-170, con un'energia di 85 keV, è utilizzato come sorgente di raggi gamma nella radiografia industriale portatile, in archeologia, arte, medicina, ecc., nonostante il suo alto costo e la sua limitata disponibilità sul mercato. Il *laser* (Ho-Cr-Tm)-YAG è altamente efficiente e ha molti usi in meteorologia e in ambito militare. Il tulio (III) è presente nell'inchiostro per banconote in euro con caratteristica fluorescenza blu sotto la luce ultravioletta.
- **Itterbio.** Industria metallurgica: l'itterbio viene aggiunto all'acciaio inossidabile per migliorarne la resistenza. L'isotopo itterbio-169 è un importante emettitore di raggi X tra 49 e 59 keV, oltre a essere un emettitore gamma da 63 a 308 keV. Viene utilizzato come sorgente di raggi X nella radiografia industriale portatile per spessori di acciaio compresi tra 4 e 15 mm. Tuttavia, il selenio-75, che ha un'emivita più lunga dell'itterbio-169 (120 giorni contro 32 giorni) ed è più conveniente, lo sta sostituendo. Produzione di energia: l'itterbio viene utilizzato nelle celle solari, insieme al silicio, per convertire l'energia solare in elettricità migliorando l'efficienza dell'assorbimento delle lunghezze d'onda infrarosse. Industria elettronica: l'itterbio può essere utilizzato come amplificatore nei cavi in fibra ottica. L'itterbio è utilizzato nella fabbricazione di *laser* marcatori di prodotti industriali. Altri campi: l'itterbio, quando sottoposto ad alta pressione, aumenta la sua resistenza elettrica, motivo per cui viene utilizzato per misurare la deformazione del terreno in esplosioni nucleari, esplosioni e terremoti.
- **Lutezio.** Industria elettronica: il lutezio è utilizzato come drogante nel granato di gallio e gadolinio (GGG) per produrre supporti di memoria magnetica per *computer*. È anche utilizzato per ottenere LED organici (OLED) (diodi con uno strato di composti organici che reagiscono e producono luce sotto stimolazione elettrica) e sono già utilizzati negli schermi di telefoni cellulari, *tablet*, TV e apparecchiature elettroniche portatili, consentendo loro di curvare. Industria chimica: il lutezio è utilizzato come catalizzatore nell'industria petrolifera nel processo di *cracking*, nell'idrogenazione e nella polimerizzazione. Medicina: il tantalato di lutezio è il materiale bianco più denso conosciuto, ed è utilizzato come materiale fosforescente per apparecchiature a raggi X. L'ortosilicato di lutezio è utilizzato in medicina nucleare nelle apparecchiature PET (tomografia a emissione di positroni). L'ortosilicato di lutezio agisce come

un sensore di fotoni emessi dai protoni del radioisotopo iniettato in un paziente (solitamente fluoro-18). L'isotopo Lu-177 è un radiofarmaco utilizzato nei pazienti con metastasi inoperabili da tumori neuroendocrini nel tratto gastrointestinale (stomaco, intestino e pancreas). Emette sia radiazioni beta, che hanno un effetto terapeutico, sia radiazioni gamma, che consentono di visualizzare l'andamento del trattamento.

- **Ittrio.** Industria metallurgica: l'ittrio viene aggiunto alle leghe di magnesio e alluminio per conferire resistenza alla corrosione. Il granato di ittrio-alluminio sintetico (YAG), drogato con neodimio, è il componente di base dei potenti *laser* Nd-YAG utilizzati nella saldatura e nel taglio di acciai e altri metalli. Industria elettronica e dell'illuminazione: l'ittrio ha un uso importante nella tecnologia LED a luce bianca. È anche utilizzato nei tubi fluorescenti per produrre un'intensa luce bianca, con un notevole risparmio energetico. L'ittrio, drogato con europio, è utilizzato come materiale fosforescente rosso nella fabbricazione di schermi al plasma e LCD. Ceramiche speciali: l'ossido di ittrio aggiunto all'ossido di zirconio è parte di una ceramica estremamente dura e resistente al calore utilizzata nella fabbricazione di coltelli, in odontoiatria e nei motori. Medicina: i *laser* Nd:YVO₄-YAG (neodimio-ittrio-vanadio/ittrio-granato di alluminio) sono essenziali in oftalmologia, dermatologia e otorinolaringoiatria. L'isotopo ittrio-90 è utilizzato nel trattamento di tumori ossei, ovarici e pancreatici e della leucemia. Altri campi: l'ossido di ittrio e l'ossido di cerio sono sostituti del torio negli involucri delle lampade a gas, perché sono resistenti al calore, emettono una luce intensa quando vengono riscaldati e non sono radioattivi.

Nell'industria italiana (Figura 82) l'utilizzo delle terre rare risulta essere assai ridotto, mancando i settori strategici in cui vengono impiegate. Si segnala l'utilizzo in pochi ambiti tecnologici avanzati (elettronica, apparecchiature mediche e medicina), nel settore chimico, per leghe metalliche speciali, nella levigatura di lenti, vetri e gioielli, e per la produzione di additivi per gasolio (cerina o ceria, ossido di cerio CeO_2).

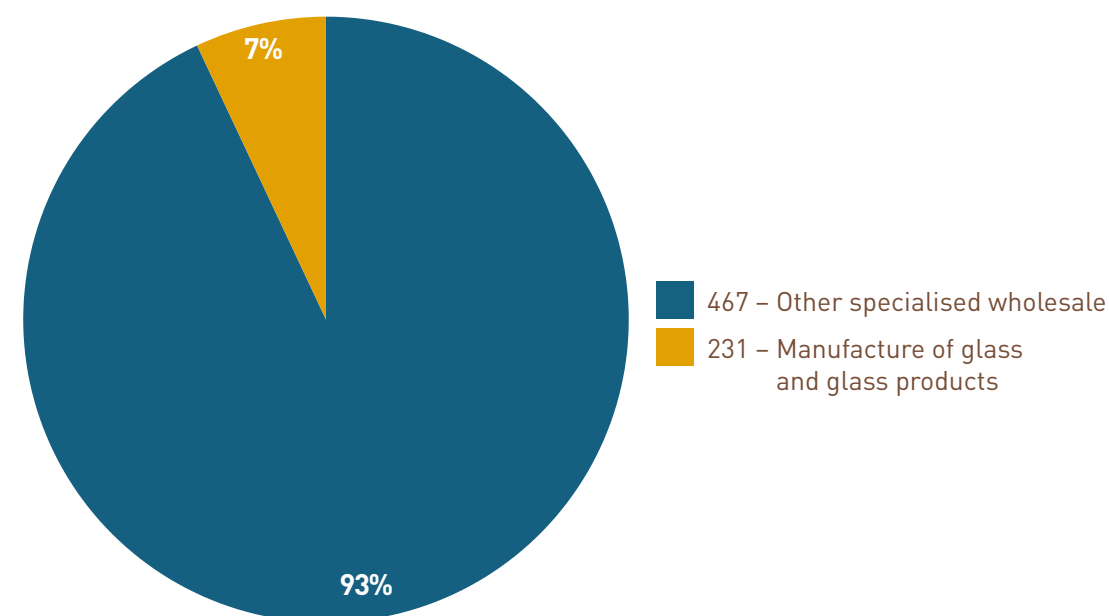


Figura 82 – Distribuzione percentuale delle importazioni di terre rare pesanti per settori NACE (3 digit), anno 2022⁹¹
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁹¹ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.

Terre rare leggere

Critiche e strategiche secondo le indicazioni della Commissione Europea, le terre rare leggere (LREE – *Light Rare Earth Elements*) sono un sottogruppo dei lantanidi, gli elementi dal lantanio all'europio, in particolare:

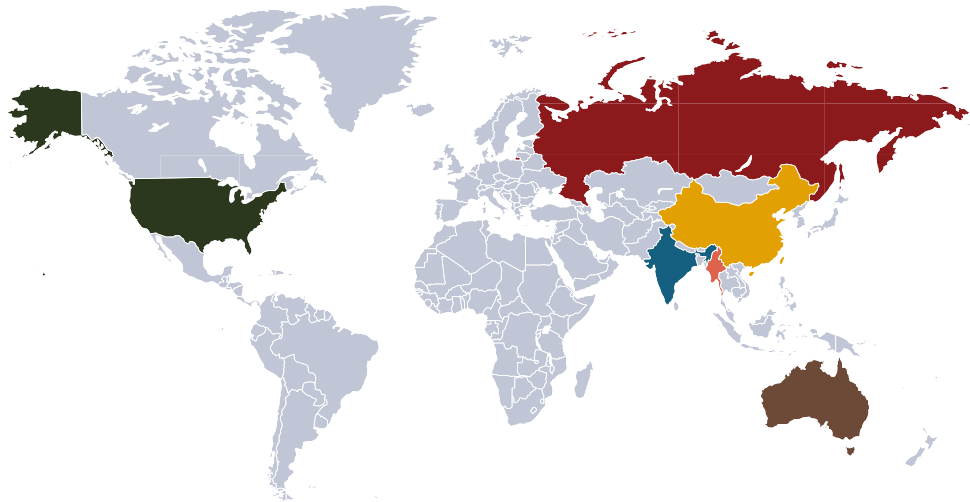
- **Lantanio** (simbolo chimico La, numero atomico 57, abbondanza media crostale 30 ppm);
- **Cerio** (simbolo chimico Ce, numero atomico 58, abbondanza media crostale 63 ppm);
- **Praseodimio** (simbolo chimico Pr, numero atomico 59, abbondanza media crostale 7,1 ppm);
- **Neodimio** (simbolo chimico Nd, numero atomico 60, abbondanza media crostale 27 ppm);
- **Promezio** (simbolo chimico Pm, numero atomico 61, non presente in natura, ottenuto come sottoprodotto dalla fissione dell'uranio);
- **Samario** (simbolo chimico Sm, numero atomico 62, abbondanza media crostale 4,7 ppm).

Le terre rare con numero atomico pari sono più abbondanti di quelle con numero atomico dispari; le REE sono tutte trivalenti (+3) ad eccezione di Ce (+4) ed Eu (+2) in alcuni contesti. Come metallo, sono di colore bianco-argenteo, malleabili, duttili, reattive e la struttura elettronica conferisce particolari proprietà magnetiche e ottiche. Le REE (ad eccezione di Sc, Y, La, Yb e Lu) sono fortemente paramagnetiche e con una forte anisotropia magnetica.

I giacimenti primari di terre rare sono legati a processi magmatici particolari, complessi carbonatitici e complessi alcalini, nonché a processi idrotermali e magmatico – idrotermali (es. IOCG, *iron oxide copper gold deposits*). Altrettanto importanti sono i depositi secondari, in particolare i depositi di tipo *placer* (specialmente costieri) ed alcune lateriti (*ion adsorption clays*). Numerosi sono i minerali di REE, ma i più importanti sono rappresentati dal fluoro-carbonato bastnaesite (Ce, La)(CO₃)F, arricchito soprattutto in terre rare leggere, ed i fosfati monazite (Ce, La, Nd, Th)PO₄ e xenotimo YPO₄, in genere più ricchi in terre rare pesanti.

Riciclo: il recupero delle REE è oggi generalmente complesso e costoso in termini energetici, per svariati motivi: reattività delle REE, spesso disperse in matrici complesse; molteplici e complesse applicazioni industriali; differente durata di un manufatto (es. dischi rigidi di *computer*, veicoli elettrici/ibridi); necessità di complesse operazioni di separazione-rimozione. Lo sviluppo di tecnologie di riciclo dei rifiuti contenenti REE renderà questa strada sempre più importante, con minori problemi ambientali (ad esempio radioattività, minor consumo energetico). Il neodimio e il disprosio provenienti dai magneti delle turbine eoliche, dai motori elettrici e dai dischi rigidi vengono già riciclati, così come il lantanio e il nichel delle batterie Ni-MH. Nel frattempo, prosegue la ricerca sul riciclo delle REE ottenute da rifiuti elettronici ("*urban mining*"), poiché gli attuali metodi di separazione chimica sono costosi e non redditizi per le aziende di riciclo.

Principali produttori: il principale produttore è di gran lunga la **Cina**, seguita a notevole distanza da **USA**, **Australia**, **Burma**, **India** e **Russia** (USGS, 2024)⁹².



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di terre rare leggere importate dal nostro Paese mostrano fluttuazioni considerevoli, registrando nel periodo di riferimento un incremento del livello di importazioni del 133,11%. Analogamente, i dati sulle esportazioni oscillano tra un massimo di 339.689 kg del 2021 e i 44.108 kg del 2015 (Tabella 63 e Figura 83).

Anni	Import	Export
2015	169.923	44.108
2016	617.733	141.302
2017	437.244	229.895
2018	352.977	192.991
2019	407.603	294.380
2020	763.899	266.399
2021	553.205	339.689
2022	586.347	302.445
2023	396.113	181.737

Tabella 63 – Terre rare leggere: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁹² USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Rare earths. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>.

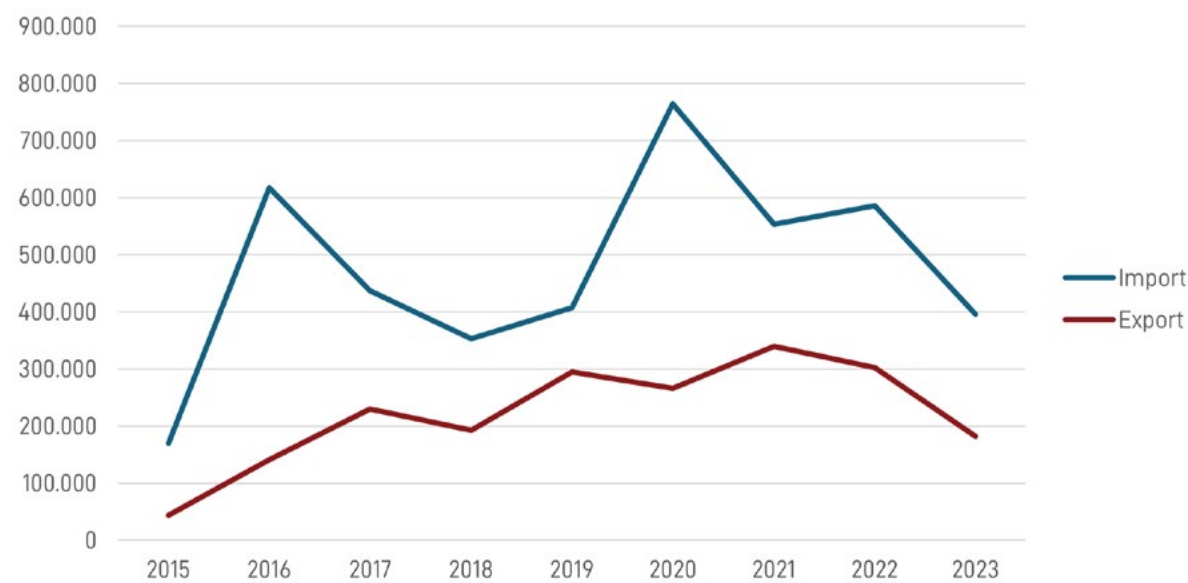


Figura 83 – Terre rare leggere: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di terre rare leggere, si osserva un andamento non uniforme: da circa un milione di euro del 2015, si è passati a oltre 6 milioni e mezzo di euro nel 2022, registrando nel 2023 un calo del 46,83% rispetto allo stesso dato dell’anno precedente. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da circa 372 mila euro nel 2015 a quasi 10 milioni e mezzo di euro nel 2022, con un valore delle esportazioni che si attesta a circa 4 milioni di euro nel 2023 (Tabella 64 e Figura 84).

Anni	Import	Export
2015	1.034.998,00	372.315,00
2016	7.162.714,00	5.597.151,00
2017	5.283.596,00	9.575.480,00
2018	3.623.570,00	6.150.863,00
2019	4.046.596,00	13.865.015,00
2020	7.217.868,00	10.890.762,00
2021	5.957.534,00	8.788.840,00
2022	6.658.803,00	10.496.284,00
2023	3.540.535,00	4.069.138,00

Tabella 64 – Terre rare leggere: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

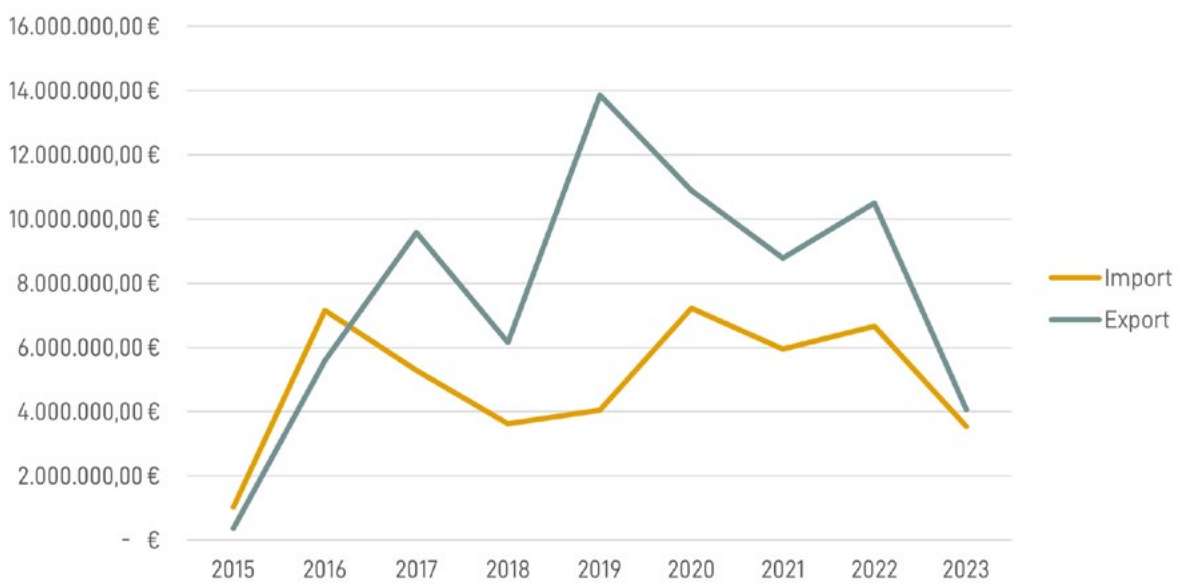


Figura 84 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di terre rare leggere dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le REE hanno tantissime applicazioni industriali in settori strategici; per quanto riguarda quelle leggere (LREE) si segnalano in particolare:

- **Lantanio.** Industria ottica: l'ossido di lantanio migliora la resistenza alcalina del vetro, viene utilizzato nella produzione di prodotti speciali come occhiali ad assorbimento infrarosso (apparecchiature per la visione notturna) e lenti di fotocamere e microscopi, migliorando la nitidezza. Batterie ricaricabili: il lantanio è un componente delle batterie ricaricabili al nichel-metallo idruro (Ni-MH) utilizzate in molte auto ibride, nei computer, nelle apparecchiature elettroniche e negli utensili elettrici portatili, sebbene oggi giorno le batterie agli ioni di litio le stiano sostituendo. Il lantanio è utilizzato come catalizzatore nelle celle a combustibile a idrogeno nei veicoli a idrogeno di nuova generazione. Industria elettronica e dell'illuminazione: il lantanio attivato da terbio e tulio è utilizzato come materiale fosforescente che conferisce i colori verde e blu agli schermi al plasma e LCD. Il lantanio è utilizzato nella produzione di tubi fluorescenti per migliorare l'efficienza energetica e luminosa. Medicina: il carbonato di lantanio è utilizzato nel trattamento dell'insufficienza renale e dell'iperfosfatemia. Industria chimica: nell'industria petrolifera, il lantanio viene utilizzato come catalizzatore nel processo di *cracking* degli idrocarburi. Altri campi: il ferrocerio, un materiale costituito da una miscela di ferro, cerio, lantanio, praseodimio e magnesio, viene utilizzato per realizzare "pietre focaie" per accendini. Un altro utilizzo del lantanio è nella fabbricazione di elettrodi ad alta intensità luminosa per proiettori con lampade ad arco, per teatri, cinema, studi televisivi, ecc.
- **Cerio.** Industria automobilistica: l'ossido di cerio (o ceria) fa parte del supporto ceramico per i convertitori catalitici. Viene anche impiegato come additivo nelle auto Diesel, per ridurre le temperature di rigenerazione del filtro antiparticolato (FAP). Industria elettronica e illuminazione: combinato con l'ittrio, il cerio è utilizzato nella fabbricazione di LED a luce bianca. È anche utilizzato nella fabbricazione di tubi fluorescenti per migliorare l'efficienza energetica e luminosa. Industria del vetro e della ceramica: l'ossido di cerio, combinato con l'ossido di stagno, è utilizzato nella fabbricazione di parabrezza e pannelli solari per assorbire le radiazioni ultraviolette. L'ossido di cerio è utilizzato per lucidare la superficie di parabrezza, schermi LCD e al plasma,

catodi di tubi a raggi X e dischi rigidi dei *computer*. Serve per lucidare pietre preziose e lenti in vetro. Inoltre, è utilizzato come colorante, poiché la combinazione di cerio e titanio conferisce un colore dorato al vetro. Il cerio è utilizzato nella fabbricazione di protesi dentarie. Altri utilizzi: il ferrocerio, un materiale a base di ferro, cerio, lantanio, neodimio, praseodimio e magnesio, viene utilizzato per realizzare "pietre focaie" per accendini. Viene anche utilizzato nella fabbricazione di acciai (HSLA - *high-strength low-alloy steel*) per eliminare ossigeno e zolfo, nonché nelle leghe di magnesio e alluminio. L'ossido di ittrio e l'ossido di cerio sono sostituti del torio negli involucri delle lampade a gas perché sono resistenti al calore, emettono una luce molto intensa quando vengono riscaldati e non sono radioattivi.

- **Praseodimio.** Produzione di magneti permanenti: il praseodimio aiuta a migliorare le prestazioni nei magneti al neodimio (NdFeB), anche quando sottoposti ad alte temperature nei veicoli elettrici e nelle turbine eoliche, oltre a renderli più resistenti alla corrosione. Industria del vetro e della ceramica: i sali di neodimio e praseodimio vengono utilizzati nella produzione di vetro per occhiali protettivi per saldatori elettrici, nonché per produrre vetri che proteggono dalla luce ultravioletta. Nella ceramica, l'ossido di praseodimio viene utilizzato insieme all'ossido di zirconio come pigmento giallo brillante. Illuminazione: il praseodimio viene utilizzato insieme all'euporio nella produzione di lampade a risparmio energetico, per migliorarne l'efficienza energetica. Nelle lampade ad arco elettrico, utilizzate per illuminare le scene durante le riprese dei film, gli elettrodi di carbonio sono drogati con praseodimio per conferire un tono simile alla luce del giorno. Industria metallurgica: la lega di praseodimio con magnesio forma un metallo di elevata resistenza meccanica che viene utilizzato nei motori degli aerei, prevenendone la corrosione. Altri utilizzi: il ferrocerio, un materiale fatto di ferro, cerio, lantanio, neodimio, praseodimio e magnesio, viene utilizzato per realizzare le "pietre focaie" degli accendini.

- **Neodimio.** Industria automobilistica, elettrica ed elettronica: i magneti al neodimio (Nd-Fe-B) sono i magneti permanenti più potenti e compatti disponibili. Sebbene siano fragili, sono più economici, più leggeri e più potenti dei magneti al cobalto-samarium, ma hanno bisogno di disprosio per funzionare a temperature moderate. Sono utilizzati nei motori elettrici del 90% delle auto elettriche e ibride e nei generatori delle turbine eoliche, dove ne migliorano l'efficienza. Sono utilizzati anche nelle apparecchiature di condizionamento dell'aria, negli ascensori, nei dischi rigidi dei *computer*, nelle cuffie, altoparlanti e microfoni, e anche nei veicoli e negli aerei militari. La presenza di praseodimio insieme al neodimio (NdPr) contribuisce a mantenere l'efficienza del magnete anche a temperature di lavoro elevate. Industria metallurgica: il granato di ittrio-alluminio sintetico (YAG), drogato con neodimio, è il componente di base dei potenti laser Nd-YAG utilizzati per la saldatura (alluminio, titanio e acciaio inossidabile) e il taglio di metalli e altri materiali. Medicina: neodimio, boro e ferro sono componenti dei grandi magneti permanenti nelle apparecchiature di risonanza magnetica per immagini (MRI) aperte. I laser NdYVO₄-YAG (neodimio-ittrio-vanadato/ittrio-alluminio-granato) sono essenziali in oftalmologia, dermatologia e otorinolaringoiatria. Altre applicazioni: il ferrocerio, un materiale fatto di ferro, cerio, lantanio, neodimio, praseodimio e magnesio, è utilizzato per realizzare le "pietre focaie" per accendini. Il neodimio è utilizzato come catalizzatore nella vulcanizzazione della gomma per gli pneumatici delle auto di Formula 1, migliorando aderenza e durata.

- **Promezio.** È un elemento radioattivo che emette particelle beta, ottenuto come sottoprodotto della fissione dell'uranio. Il promezio è utilizzato come fonte di radiazioni beta per misurare lo spessore; viene impiegato come fonte di luce per segnali che richiedono un funzionamento affidabile e indipendente, insieme al fosforo, che assorbe le radiazioni beta e produce luce fosforescente. L'isotopo promezio-147 può essere utilizzato nella fabbricazione di batterie nucleari, in cui le celle convertono le emissioni beta in corrente elettrica per un periodo di cinque anni. Il cloruro di promezio è stato utilizzato per molti anni, insieme al solfuro di zinco, nella fabbricazione di vernice luminosa per orologi dopo che i composti radioattivi sono stati progressivamente abbandonati perché radioattivi. Quando il neodimio è sottoposto a intenso irraggiamento di neutroni in un reattore nucleare, si trasforma in promezio.

- **Samarium.** Produzione di magneti permanenti: i magneti in samario-cobalto sono molto potenti (dopo quelli al neodimio, i più potenti), hanno un'elevata resistenza alla smagnetizzazione e funzionano perfettamente a temperature fino a 350 °C. Ciò li rende molto utili nell'industria aerospaziale, nei dispositivi a microonde e negli elicotteri militari. Il samario è anche utilizzato nei magneti per i *pad* elettromagnetici delle chitarre elettriche e degli strumenti musicali elettronici. Medicina: il samario-153 è utilizzato come trattamento palliativo per alleviare il forte dolore del cancro alle ossa. Industria del vetro: il samario viene aggiunto al vetro per assorbire la radiazione infrarossa. Settore nucleare: il samario ha un'elevata capacità di assorbimento dei neutroni, motivo per cui è utilizzato nella produzione di barre di controllo dei reattori nucleari.

Nell'industria italiana (Figura 85) l'utilizzo delle terre rare risulta essere assai ridotto, mancando i settori strategici in cui vengono impiegate. Si segnala l'utilizzo in pochi ambiti tecnologici avanzati (elettronica, apparecchiature mediche e medicina, circa 57%), nel settore chimico (19%), come catalizzatore, per leghe metalliche speciali, nella levigatura di lenti, vetri e gioielli, e per la produzione di additivi per gasolio (cerina o ceria, ossido di cerio).

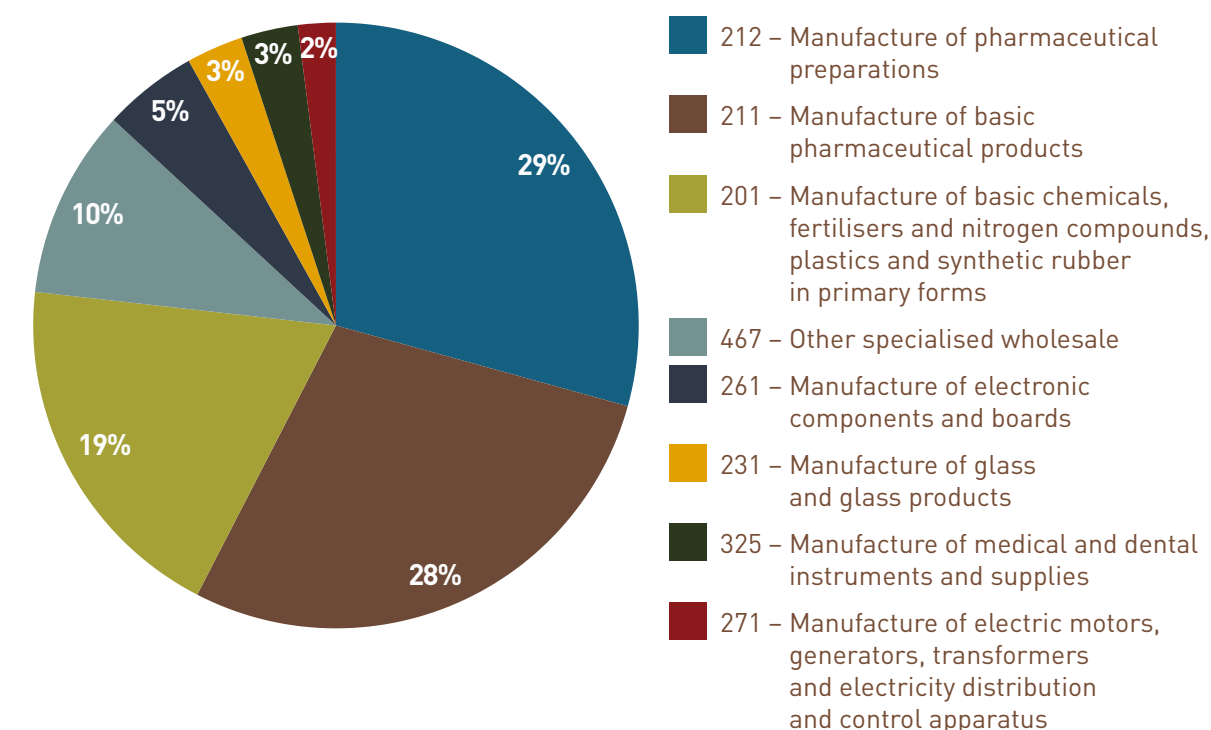
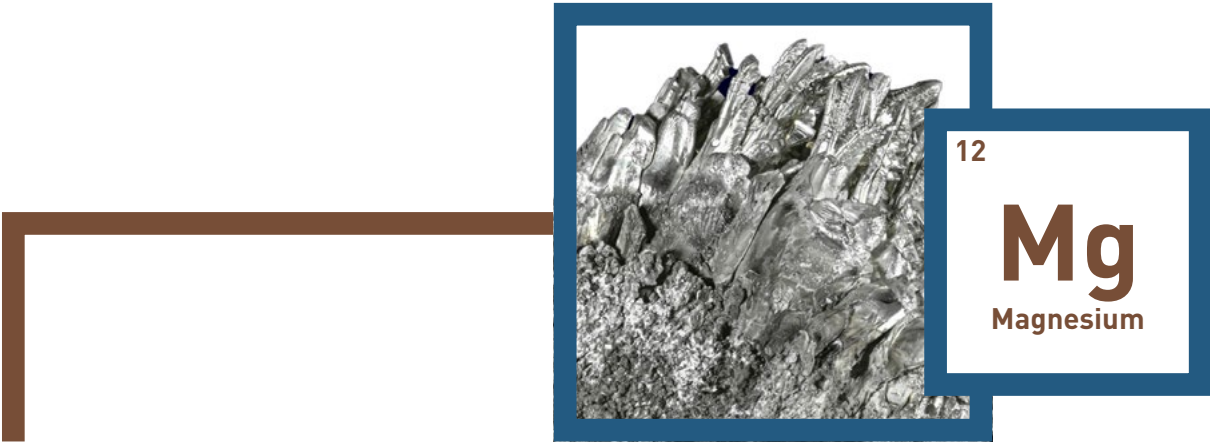


Figura 85 – Distribuzione percentuale delle importazioni di terre rare leggere per settori NACE (3 digit), anno 2022⁹³
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

La terza categoria di terre rare nella classificazione ISTAT

In aggiunta alle terre rare leggere e a quelle pesanti, nel *dataset* delle importazioni e delle esportazioni rilevato da ISTAT vi è una terza categoria di elementi riconducibile alle terre rare, ma non classificate specificatamente in leggere o pesanti. Per tale raggruppamento il valore delle importazioni si attesta a 2.020.227,00 euro e quello delle esportazioni a 314.393,00 euro. Nell'analisi comparativa proposta nel capitolo 5, sono state considerate in forma aggregata tutte le tre categorie di terre rare presenti nel *dataset*.

⁹³ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



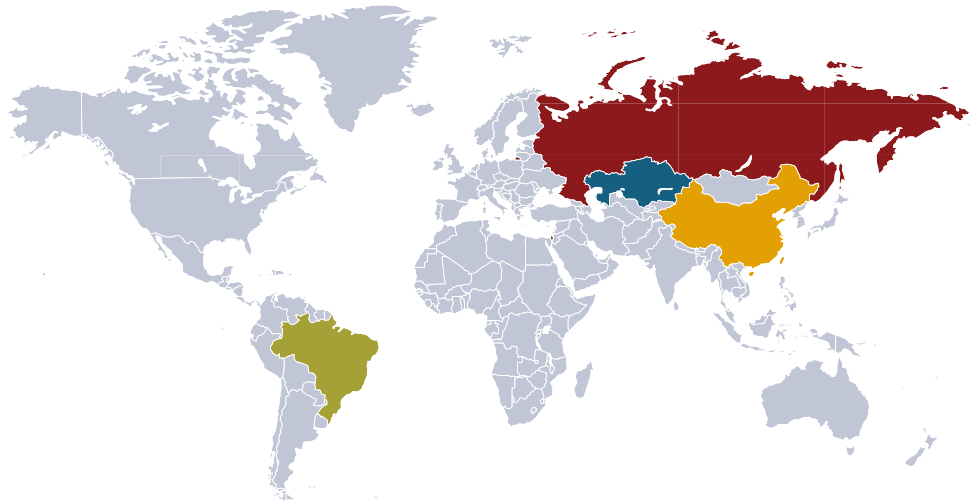
4.2.10 Magnesio

Materia prima critica e strategica seguendo le indicazioni della Commissione Europea, il magnesio (simbolo chimico Mg, numero atomico 12, abbondanza media crostale 2,33%) è un metallo alcalino terroso, molto leggero (1,74 gr/cm³), resistente e facile da lavorare. È più leggero dell’alluminio e altamente resistente alla corrosione, nonché elemento essenziale per l’organismo umano e per la clorofilla nelle piante per la fotosintesi. Il magnesio è l’ottavo elemento più abbondante nella crosta terrestre, costituendone circa il 2%, e nell’acqua di mare è il terzo elemento più abbondante, escludendo idrogeno e ossigeno, dopo i sali di sodio. Fondamentalmente forma carbonati, silicati, cloruri e solfati.

Il magnesio è l’unico metallo strutturale che può essere ottenuto economicamente sia dalla litosfera che dall’idrosfera. Può essere prodotto da ossidi o da cloruri provenienti da acque saline. Le fasi minerali da cui viene estratto il magnesio dalla litosfera sono: dolomite CaMg(CO₃)₂, di gran lunga il minerale più importante, magnesite (MgCO₃), periclasio MgO, idromagnesite 3MgCO₃·Mg(OH)₂·3H₂O, brucite Mg(OH)₂ e vari silicati di magnesio, come olivina (Mg,Fe)₂SiO₄, serpentino Mg₃(Si₂O₅)(OH)₄ e biotite K(Mg,Fe₂₊)₃AlSi₃O₁₀(OH,F)₂. Le fasi minerali solide di origine evaporitica da cui si estrae il magnesio sono: solfato di magnesio (epsomite, MgSO₄·7H₂O), kieserite (MgSO₄·H₂O), langbeinite (K₂SO₄·2MgSO₄), kainite (KCl·MgSO₄·3H₂O) e carnallite (KCl·MgCl₂·6H₂O) e bischofite (MgCl₂·6H₂O).

Riciclo: il magnesio è un metallo che può essere facilmente riciclato in molte delle sue forme primarie; può anche essere riciclato da fonti secondarie quando compare in lega con l’alluminio. Il riciclo delle lattine di alluminio è diventato un processo altamente tecnologico e controllato. Il riciclo del magnesio metallico è direttamente collegato all’industria dell’alluminio e dell’acciaio: tutti gli scarti di magnesio metallico provenienti dai vari processi di produzione vengono recuperati, così come dalle leghe fuse e dagli oggetti in disuso che lo contengono. Di fondamentale importanza è la qualità e la purezza degli scarti avviati al recupero (la classificazione dei rottami di magnesio segue un sistema ideato dai produttori di leghe di magnesio che è stato standardizzato dall’ISO - *International Organization for Standardization* nel 2005). Il magnesio riciclato consente di risparmiare il 50% dell’energia consumata rispetto al minerale.

Principali produttori: il principale produttore mondiale è di gran lunga la **Cina**, seguita a notevole distanza da **Brasile**, **Israele**, **Kazakistan** e **Russia** (USGS, 2024)⁹⁴.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di magnesio importate dal nostro Paese mostrano uno sviluppo non costante, con un massimo di 94.667.677 kg importati nel 2017 e un minimo di 60.372.877 kg registrato nel corso del 2023, osservando quindi una tendenza generale al ribasso. Più costante il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 4.428.550 kg del 2023 e i 12.758.405 kg del 2015 (Tabella 65 e Figura 86).

Anni	Import	Export
2015	94.135.480	12.758.405
2016	90.837.098	12.219.450
2017	94.667.677	12.241.274
2018	94.642.494	7.523.282
2019	81.757.311	12.062.478
2020	70.051.282	7.679.568
2021	84.641.545	7.003.092
2022	84.263.378	4.465.474
2023	60.372.877	4.428.550

Tabella 65 – Magnesio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁹⁴ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Magnesium. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/magnesium-statistics-and-information>.

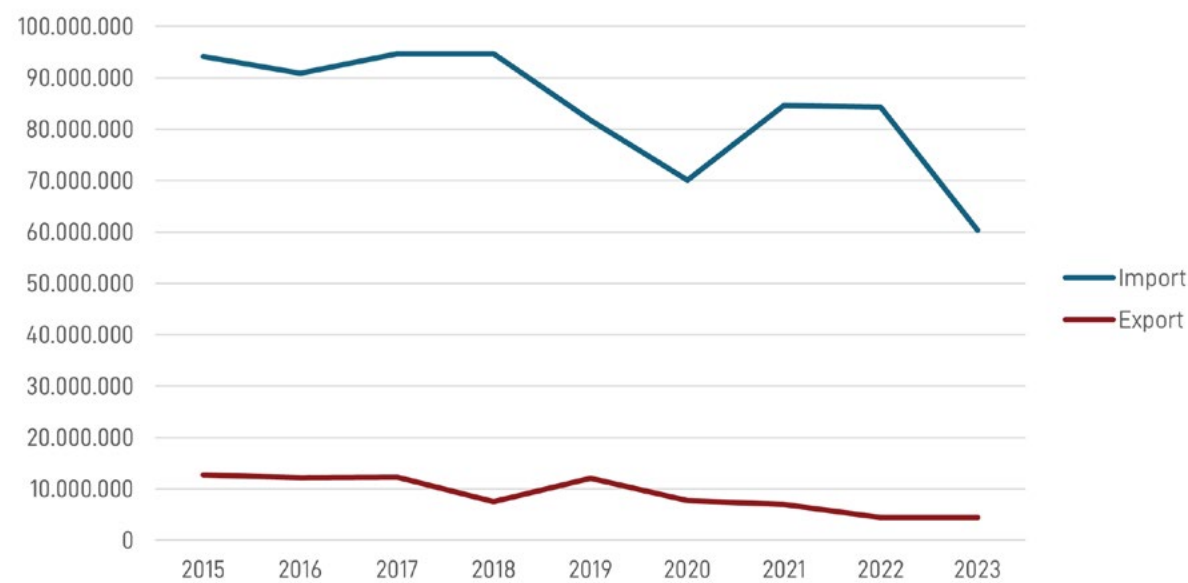


Figura 86 – Magnesio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di magnesio, si riscontra un andamento piuttosto irregolare, con un valore minimo di circa 62 milioni e mezzo di euro nel 2020 e un picco nel 2022 vicino ai 150 milioni di euro. Un andamento più uniforme lo si riscontra analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco più di 21 milioni e mezzo di euro nel 2015, diminuito a circa 17,3 milioni di euro nel 2022 e ulteriormente in calo nel 2023, attestandosi a quasi 13 milioni di euro (Tabella 66 e Figura 87).

Anni	Import	Export
2015	85.105.813,00	21.722.434,00
2016	84.170.009,00	19.634.603,00
2017	87.478.689,00	19.496.746,00
2018	98.583.447,00	14.277.298,00
2019	85.819.846,00	16.076.828,00
2020	62.536.037,00	10.515.446,00
2021	95.163.660,00	17.984.277,00
2022	149.438.975,00	17.295.333,00
2023	91.260.037,00	12.954.627,00

Tabella 66 – Magnesio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

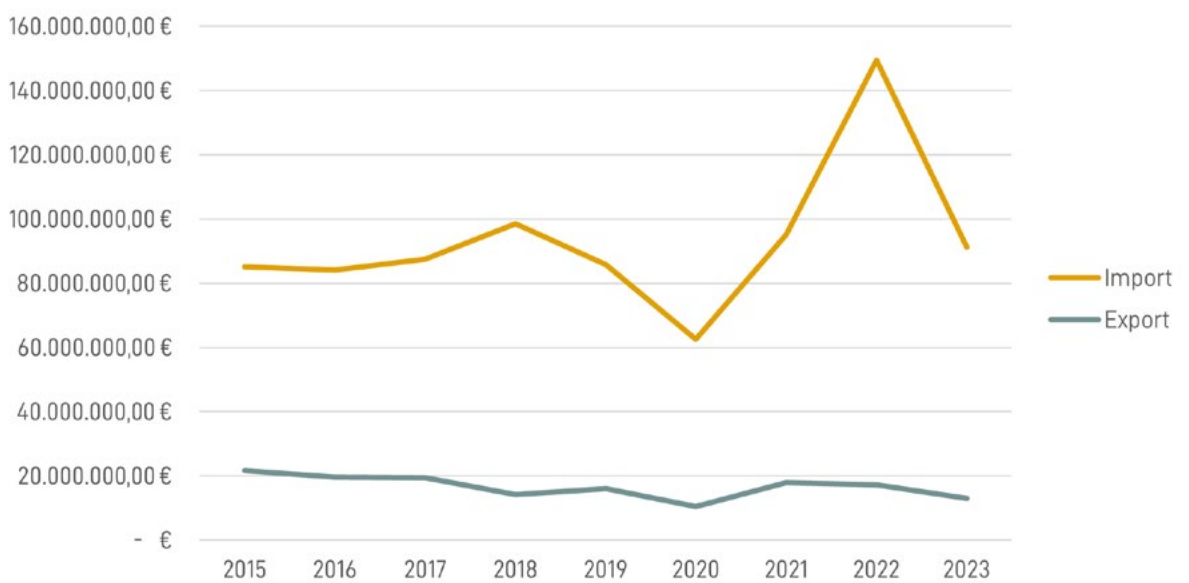


Figura 87 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di magnesio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con 91.260.037,00 euro, le importazioni di magnesio per il 2023 si posizionano all’ottavo posto tra le 17 materie prime strategiche oggetto d’analisi, pari allo 0,44% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* registrate nel nostro Paese nel corso del 2023.

L’impatto sul sistema produttivo italiano

Il magnesio ha una varietà di proprietà speciali che lo rendono utile in un’ampia gamma di applicazioni. Grazie alla sua elevata resistenza e leggerezza è il metallo strutturale più comunemente utilizzato dopo acciaio e alluminio. Il fatto che la densità del magnesio sia solo il 63% di quella dell’alluminio e il 23% di quella dell’acciaio ha promosso il suo utilizzo in molte applicazioni di trasporto in cui le considerazioni sull’energia dell’intero ciclo di vita sono importanti e possono essere un fattore critico per il risparmio energetico nel XXI secolo. Circa la metà del magnesio utilizzato oggi è nella produzione di leghe, più comunemente con alluminio. Queste hanno importanti applicazioni nell’industria alimentare (ad esempio, nelle lattine per bevande) e nei settori aerospaziale e militare. Il magnesio metallico è anche unico in quanto può essere utilizzato come agente riducente nella produzione di diversi metalli speciali, come berillio, zirconio e uranio, che sono strategicamente importanti per le applicazioni di difesa e reattori nucleari, e titanio, che è utilizzato nell’industria chimica e aerospaziale. Le principali applicazioni industriali sono:

- **Settore metallurgico:** l’applicazione principale del magnesio è nella fabbricazione di leghe con alluminio; ad esempio, i cerchi in lega delle auto sono realizzati in magnesio o una combinazione di magnesio e alluminio. Inoltre, il magnesio fornisce resistenza meccanica (resistenza alla trazione compresa tra 150 e 400 MPa) e aiuta a dissipare il calore prodotto dal sistema frenante dei veicoli, oltre a fornire una maggiore resistenza alla corrosione e a ottenere una riduzione del peso. Molte parti di automobili sono realizzate in lega di magnesio per ridurre il peso (es. campane del cambio, coperchi punterie, volanti, cofani, ecc.). Le lattine per bevande sono generalmente realizzate in una lega di alluminio e magnesio. Il magnesio è una delle leghe utilizzate nella fabbricazione di biciclette molto leggere. La lega *elektron ZRE1* combina magnesio con zirconio, zinco e terre rare e il risultato è un prodotto molto resistente per parti di elicotteri di tipo Eurocopter e per l’industria aerospaziale. Il magnesio è utilizzato come agente riducente nella produzione di titanio e altri metalli.

- **Dispositivi elettronici:** il magnesio viene utilizzato nella fabbricazione di telai per telefoni cellulari, *computer*, macchine fotografiche, ecc., grazie alla sua leggerezza e alle buone proprietà meccaniche.
- **Industria siderurgica:** l'ossido di magnesio (MgO) è utilizzato come materiale refrattario nelle fornaci per la produzione di acciaio, metalli non ferrosi, vetro e cemento.
- **Ulteriori applicazioni:** il magnesio è essenziale per le piante (è l'elemento principale della clorofilla), come integratore per i mangimi per il bestiame e per il recupero di terreni contaminati. Il carbonato di magnesio è un antiacido naturale che da decenni contribuisce a neutralizzare l'eccesso di acido nello stomaco, costituendo un integratore alimentare. È anche utilizzato come essiccante per le mani di atleti e ginnasti per migliorare la presa sull'attrezzatura e per gli scalatori. Il ferrocerio è un materiale contenente ferro, magnesio, cerio, lantanio, neodimio e praseodimio ed è utilizzato nella fabbricazione di "pietre focaie" per accendini. In forma di trucioli e polvere, il magnesio è altamente infiammabile ed esplosivo. Produce una luce bianca intensa e molto rumore, quindi è molto utilizzato nei fuochi d'artificio. Il corpo di molti temperamatite in metallo è in magnesio.

Nell'industria italiana (Figura 88) il magnesio viene impiegato in numerosi settori, specialmente quello metallurgico (oltre 60% per leghe leggere utilizzate per componenti del settore *automotive*, lattine alimentari, ecc.), per refrattari, fertilizzanti ed integratori.

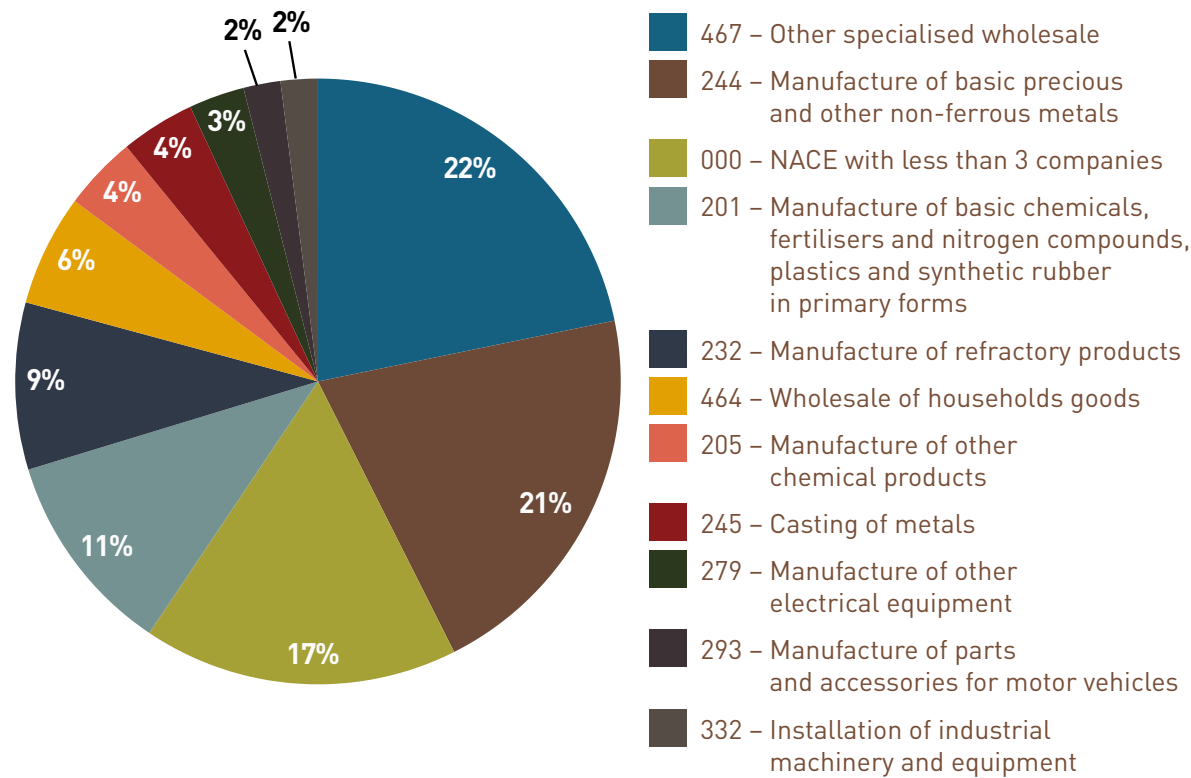


Figura 88 – Distribuzione percentuale delle importazioni di magnesio per settori NACE (3 digit), anno 2022⁹⁵
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁹⁵ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.2.11 Manganese

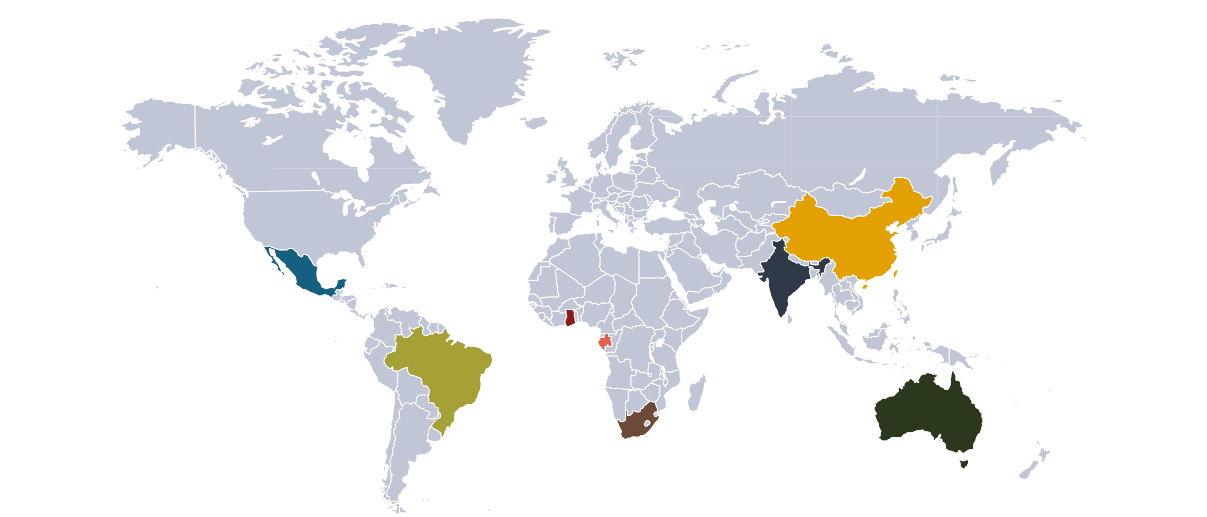
Materia prima critica e strategica per la Commissione Europea, il manganese (simbolo chimico Mn, numero atomico 25, abbondanza media crostale 950 ppm) è un metallo molto duro e fragile, refrattario e facilmente ossidabile.

I principali minerali da cui ricavare il manganese sono la pirolusite MnO₂ e la manganite MnO(OH). La manganite è un idrossido di manganese che si forma comunemente per ossidazione sulla superficie terrestre a causa della circolazione delle acque sotterranee. È un minerale importante nei principali depositi supergenici, come quelli in Gabon e Ghana, così come in alcune parti del distretto del Kalahari in Sudafrica. La pirolusite è un ossido di manganese composizionalmente semplice: si forma in una varietà di condizioni ossidanti, specialmente in casi di acidità più elevata. I depositi di manganese più importanti sono depositi terrestri costituiti principalmente da antichi sedimenti marini e zone di arricchimento secondario supergenico. Esiste un'ampia gamma di depositi:

- depositi di manganese in rocce sedimentarie marine, come i vasti depositi del Kalahari in Sudafrica che si presentano come strati intermedi in formazioni ferri-ferre a bande (BIF – *banded iron formations*);
- depositi di manganese senza arricchimenti di ferro;
- depositi sedimentari manganesiferi correlati al ferro;
- depositi di arricchimento secondario (supergenici): questi depositi si formano dove avvengono reazioni chimiche *redox* entro poche decine di metri dalla superficie, ridistribuendo il manganese su scala locale e anche lisciviando componenti non manganesiferi, con conseguente arricchimento residuale.

Riciclo: le potenzialità di riciclo dipendono dall'applicazione, attualmente la principale fonte di recupero del manganese è rappresentata dagli scarti ottenuti durante la fabbricazione degli acciai.

Principali produttori: Sudafrica, Australia, Gabon, Messico, Cina, Brasile, Ghana, India (USGS, 2024)⁹⁶.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di manganese importate dal nostro Paese mostrano una generale tendenza al rialzo, registrando nel periodo considerato un aumento delle quantità importate del 57,16% con un picco massimo di 482.959.833 kg osservato nel 2021. In modo analogo, i dati sulle esportazioni evidenziano un *trend* simile, dai 65.446.251 kg del 2015 fino a raggiungere i 229.821.515 kg del 2023 (Tabella 67 e Figura 89).

Anni	Import	Export
2015	251.888.245	65.446.251
2016	280.748.910	83.027.368
2017	332.361.676	132.400.412
2018	356.343.682	143.651.279
2019	343.756.303	147.741.244
2020	305.687.342	155.558.121
2021	482.959.833	256.542.044
2022	417.342.926	299.806.209
2023	395.864.697	229.821.515

Tabella 67 – Manganese: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

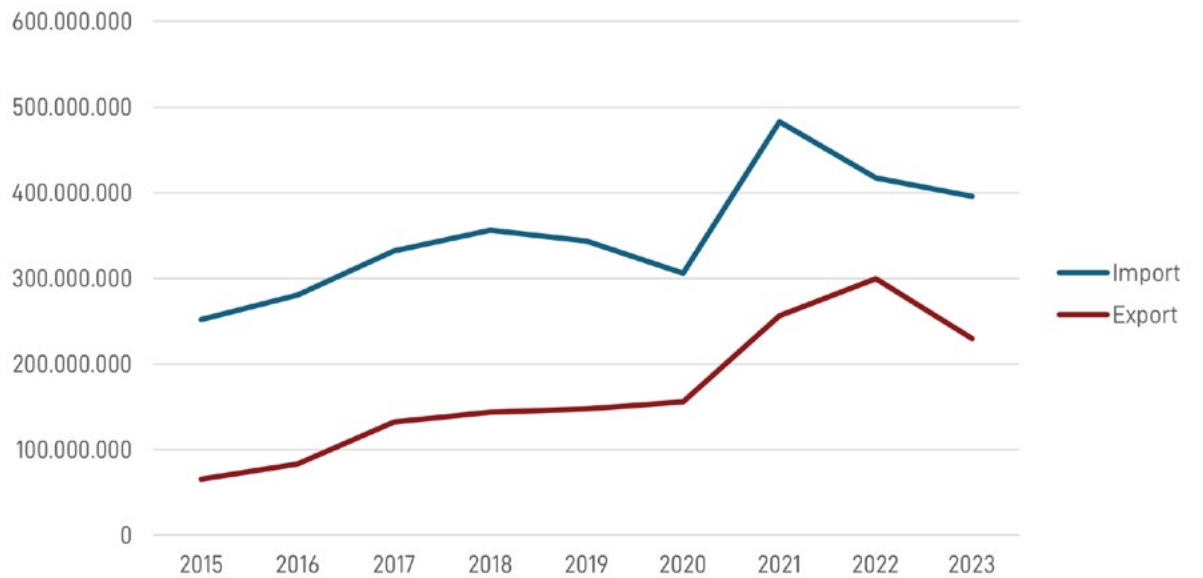


Figura 89 – Manganese: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di manganese, si osserva una crescita rilevante: da oltre 203 milioni di euro nel 2015, si è passati a oltre 434 milioni di euro nel 2023, osservando un massimo nel 2022 con oltre 687 milioni e mezzo di euro. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da oltre 55 milioni e mezzo di euro nel 2015 a oltre 510 milioni di euro nel 2022, con un calo a circa 297 milioni di euro nel 2023 (Tabella 68 e Figura 90).

Anni	Import	Export
2015	203.378.683,00	55.624.983,00
2016	193.023.603,00	61.600.394,00
2017	348.588.317,00	114.397.481,00
2018	358.841.814,00	137.301.404,00
2019	319.481.868,00	135.024.069,00
2020	261.540.170,00	135.088.709,00
2021	539.606.526,00	314.266.252,00
2022	687.870.008,00	510.400.305,00
2023	434.347.708,00	297.414.152,00

Tabella 68 – Manganese: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

⁹⁶ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Manganese. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/manganese-statistics-and-information>.

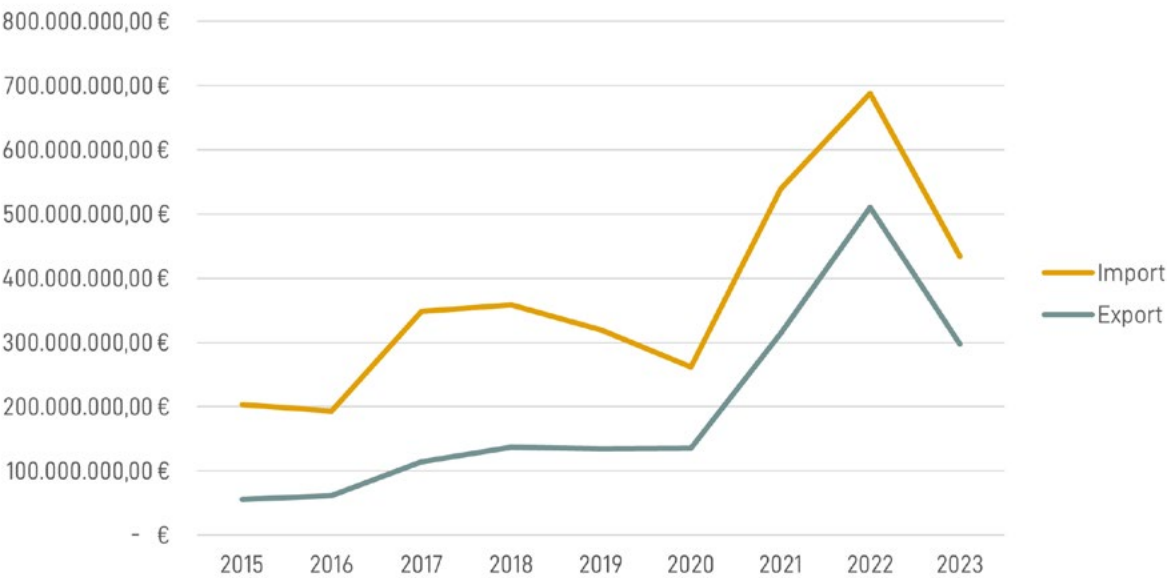


Figura 90 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di manganese dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Nel 2023, le importazioni di manganese, con un valore di 434.347.708,00 euro, si collocano al settimo posto su 17 tra le materie prime strategiche esaminate, rappresentando il 2,10% del valore complessivo delle importazioni di *critical raw material* nel Paese.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Numerose sono le applicazioni industriali del manganese:

- **Industria metallurgica:** il manganese è essenziale nella fabbricazione degli acciai perché ne migliora le proprietà meccaniche e conferisce resistenza all'usura, caratteristiche che li rendono adatti alla fabbricazione di casseforti, cuscinetti, binari ferroviari, utensili da taglio, ecc. Il manganese è utilizzato nelle leghe di alluminio per le lattine di bibite analcoliche, perché aumenta la resistenza della lega alla corrosione.
- **Industria chimica:** l'ossido di manganese è utilizzato come reagente nell'ossidazione degli alcoli benzilici. Un derivato organico del manganese è utilizzato come additivo nella benzina senza piombo per aumentare la resistenza alla detonazione (numero di ottano). Il permanganato di potassio è utilizzato nella purificazione dell'acqua, assorbendo i gas tossici dall'acqua.
- **Batterie:** il biossido di manganese reagisce con lo zinco in un mezzo di idrossido di potassio e questa reazione produce l'energia elettrica nelle batterie alcaline. Queste batterie hanno una densità energetica più elevata e sono più durevoli rispetto alle classiche batterie allo zinco-carbone, e sono molto economiche. La combinazione di biossido di manganese e litio, nichel e cobalto (NCM) è già utilizzata per produrre batterie con maggiore potenza, maggiore stabilità termica, maggiore sicurezza e costi inferiori rispetto alle batterie agli ioni di litio.
- **Altri utilizzi:** un'altra applicazione del manganese è come fertilizzante agricolo per aumentare le rese delle colture stimolando il processo di fotosintesi. Il manganese viene utilizzato come pigmento marrone nella fabbricazione di vernici, mentre la polvere nera di ossido di manganese è un pigmento per alcune ceramiche.

Nell'industria italiana (Figura 91) il manganese viene utilizzato principalmente per la produzione di acciai speciali (es. casseforti, utensili, serrature), in minor misura nel settore chimico e nei pigmenti.

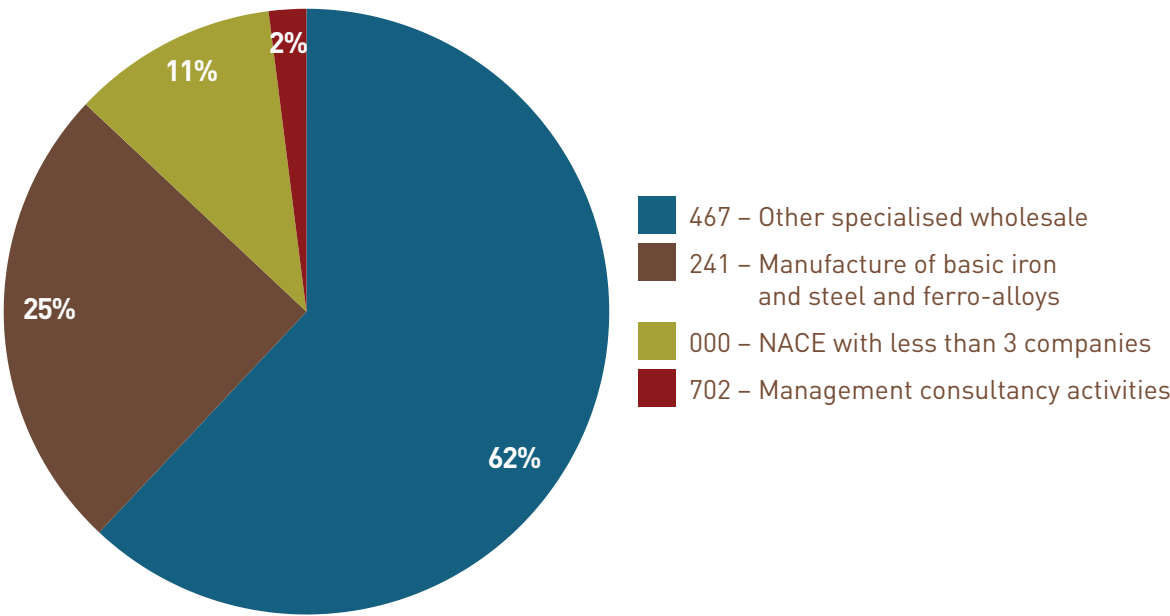
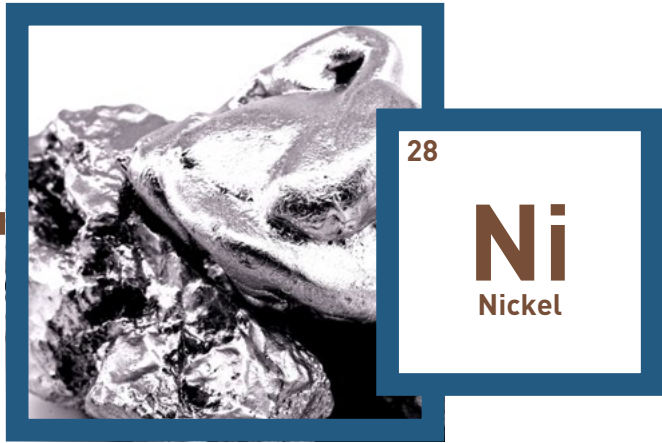


Figura 91 - Distribuzione percentuale delle importazioni di manganese per settori NACE (3 digit), anno 2022⁹⁷
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁹⁷ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



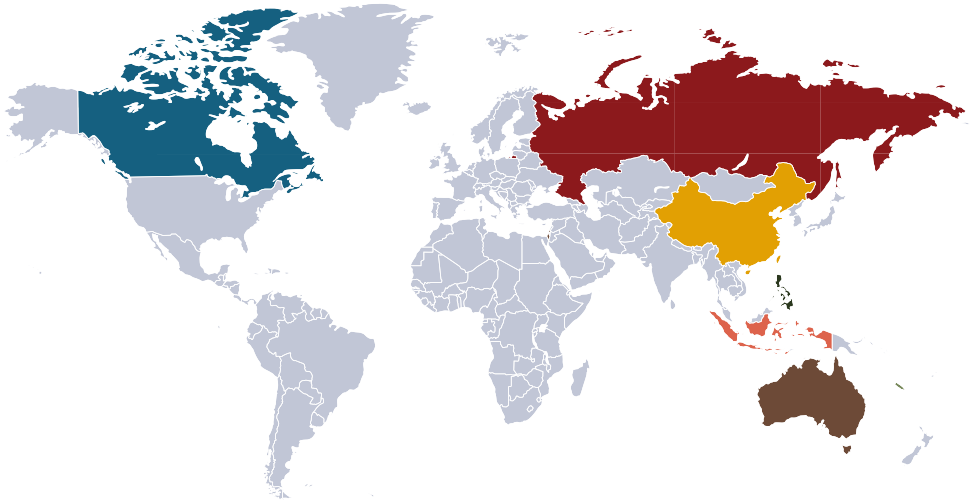
4.2.12 Nickel

Materia prima critica e strategica per la Commissione Europea, il nichel (simbolo chimico Ni, numero atomico 28, abbondanza media crostale 84 ppm) è un metallo duttile e malleabile, leggermente ferromagnetico a temperatura ambiente, fonde a 1455 °C ed è estremamente resistente alla corrosione.

I minerali di nichel più comuni sono la pentlandite (Fe, Ni)₉S₈ e la garnierite (Ni, Mg)₆[(OH)-₈Si₄O₁₀]; garnierite è il nome generico per i silicati idrati di nichel e magnesio che si trovano in molti depositi di lateritici di nichel e cobalto. La maggior parte dei giacimenti di nichel si trova in uno dei due tipi di ambienti geologici: depositi di solfuri magmatici in rocce mafiche e ultramafiche (es. Norilks, Siberia) o depositi lateritici (es. Nuova Caledonia). Le miniere attive sono divise equamente tra entrambe le tipologie; tuttavia, le lateriti (che si formano per via dell'alterazione meteorica in condizioni tropicali o subtropicali umide) rappresentano circa il 70% delle risorse note di nichel e cobalto.

Riciclo: il nichel viene recuperato principalmente da rottami di acciaio inossidabile e altri acciai contenenti nichel; viene anche recuperato da vecchie batterie ricaricabili Ni-MH.

Principali produttori: **Indonesia, Russia, Filippine, Nuova Caledonia, Canada, Australia, Cina** (USGS, 2024)⁹⁸.



⁹⁸ USGS [2024]. Commodity Statistics and Information. Nickel. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/nickel-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di nichel in Italia, si osserva una notevole variabilità, con un massimo di 170.328.139 kg nel 2015 e un minimo di 95.650.631 kg nel 2020. Le esportazioni, invece, hanno mantenuto un andamento più regolare, variando tra gli 11.753.429 kg nel 2021 e i 16.772.631 kg nel 2022 (Tabella 69 e Figura 92).

Anni	Import	Export
2015	170.328.139	13.167.239
2016	145.368.228	12.993.910
2017	149.831.133	13.462.910
2018	139.181.741	14.207.262
2019	116.192.665	16.617.183
2020	95.650.631	11.911.158
2021	125.048.336	11.753.429
2022	107.409.901	16.772.631
2023	98.412.711	16.168.149

Tabella 69 – Nickel: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

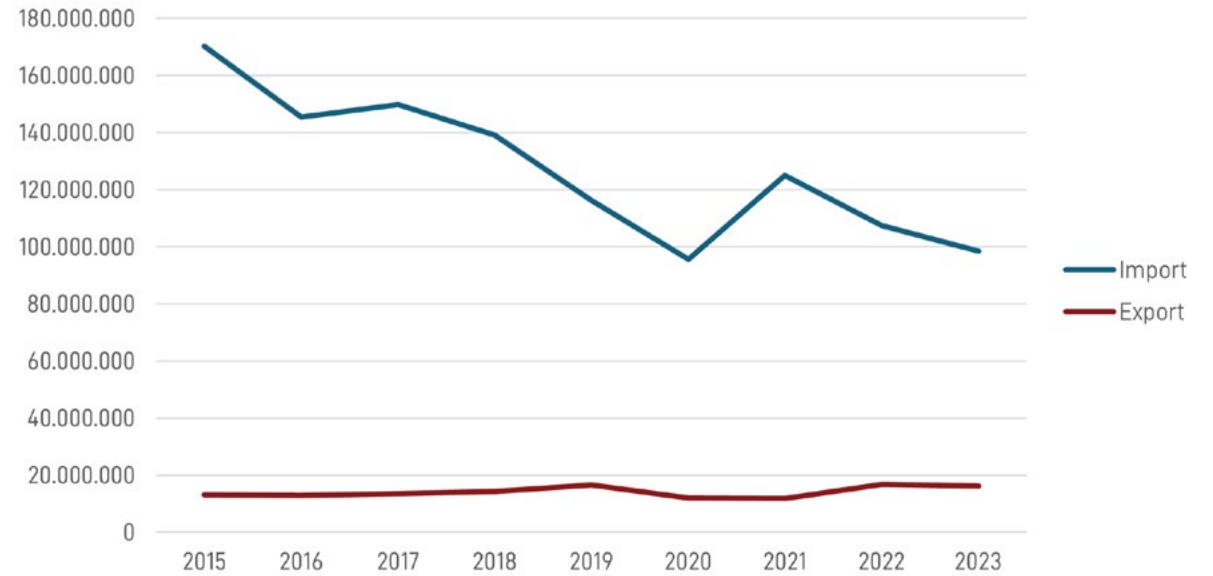


Figura 92 – Nickel: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'incremento del valore delle importazioni di nichel è evidente: dai 970 milioni e mezzo di euro del 2015 si è raggiunto un livello superiore a 1,4 miliardi di euro nel 2023. Anche le esportazioni mostrano una crescita considerevole, da quasi 189 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 528 milioni e mezzo di euro nel 2023 registrando un aumento complessivo nel periodo di riferimento pari al 179,84% (Tabella 70 e Figura 93).

Anni	Import	Export
2015	970.583.595,00	188.906.191,00
2016	741.881.137,00	153.919.385,00
2017	880.540.749,00	176.814.917,00
2018	1.004.580.952,00	215.780.352,00
2019	898.328.371,00	289.500.677,00
2020	795.990.349,00	209.066.200,00
2021	1.069.421.599,00	209.056.236,00
2022	1.507.881.517,00	412.855.772,00
2023	1.478.188.912,00	528.644.078,00

Tabella 70 – Nichel: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

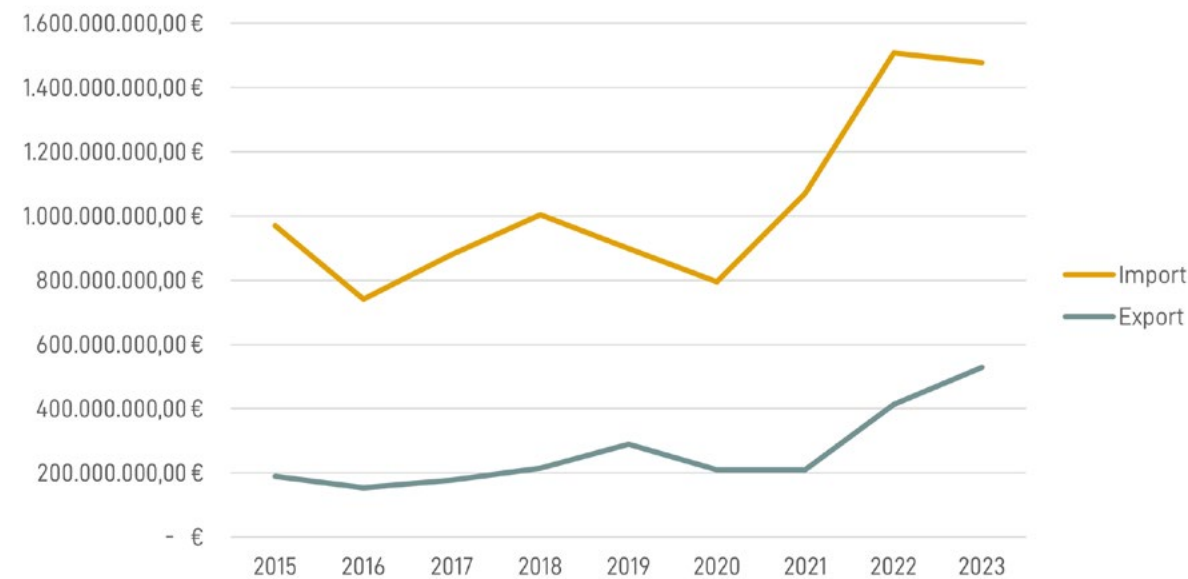


Figura 93 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di nichel dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Le importazioni di nichel per il 2023, pari a euro 1.478.188.912,00, occupano la quarta posizione su 17 materie prime strategiche analizzate, costituendo il 7,13% del totale delle importazioni di *critical raw material* in Italia.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il nichel riveste importanza industriale specialmente nel settore metallurgico, in particolare:

- **Industria metallurgica:** l'uso principale di questo nichel è nella fabbricazione di acciai inossidabili austenitici (con oltre il 7% di nichel). Le posate classiche in acciaio inossidabile 18/8 comprendono, oltre al ferro, cromo (18%) e nichel (8%). Il nichel conferisce alla lega rame-nichel una migliore resistenza alla corrosione marina, alla contaminazione biologica ed una migliore duttilità. È ampiamente utilizzato sia nelle applicazioni sottomarine che per la produzione di

condotte, nella fabbricazione di rivestimenti di piattaforme e scafi, nelle gabbie per l'acquacoltura e anche per realizzare scambiatori di calore e condensatori. Questo metallo è utilizzato nei rivestimenti elettrolitici antiossidanti (placcatura in nichel), inclusa la placcatura in nichel per proteggere i magneti al neodimio. È anche utilizzato nella fabbricazione di crogioli per laboratori chimici. Il nichel forma una lega con il titanio che ha un "effetto memoria" ed è utilizzato negli apparecchi ortodontici. In piccole quantità, è nella composizione degli *stent* coronarici. Il nichel è il metallo principale per la produzione delle superleghe, estremamente resistenti alle temperature elevate ed alla corrosione (es. Inconel®).

- **Batterie:** l'idrossido di nichel veniva utilizzato nella fabbricazione di batterie ricaricabili al nichel-cadmio (Ni-Cd), sostituite in seguito dalle batterie Ni-MH (nichel-metallo idruro), più economiche e meno inquinanti (per via del cadmio). Il solfato di nichel è fondamentale come catodo per le batterie agli ioni di litio (NCM e NCA) e il suo consumo aumenterà con la crescita del mercato dei veicoli elettrici, anche perché migliora la densità elettrica delle batterie e aumenta l'autonomia dei veicoli.
- **Magneti permanenti:** il nichel è utilizzato nella produzione di magneti permanenti Al-Ni-Co, che sono costituiti da alluminio sinterizzato, nichel e cobalto. Erano i magneti più potenti conosciuti fino all'introduzione dei magneti al neodimio e al samario-cobalto. Tuttavia, i magneti al neodimio sono più costosi dei magneti Al-Ni-Co.
- **Altri utilizzi:** il nichel è utilizzato per coniare monete, come quelle da 1 e 2 €, così come la moneta statunitense nota come "nichelino" (cinque centesimi), che contiene sia nichel che rame. La lega nichel-cromo-ferro costituisce il nicrom, utilizzato come resistenza elettrica per tostapane, forni, taglierine industriali, ecc., che può resistere ad alte temperature (oltre 500 °C).

Nell'industria italiana (Figura 94) il nichel viene impiegato principalmente nel settore metallurgico (oltre 70%), per la produzione di acciai inox, acciai speciali e superleghe, in minor misura in galvanica.

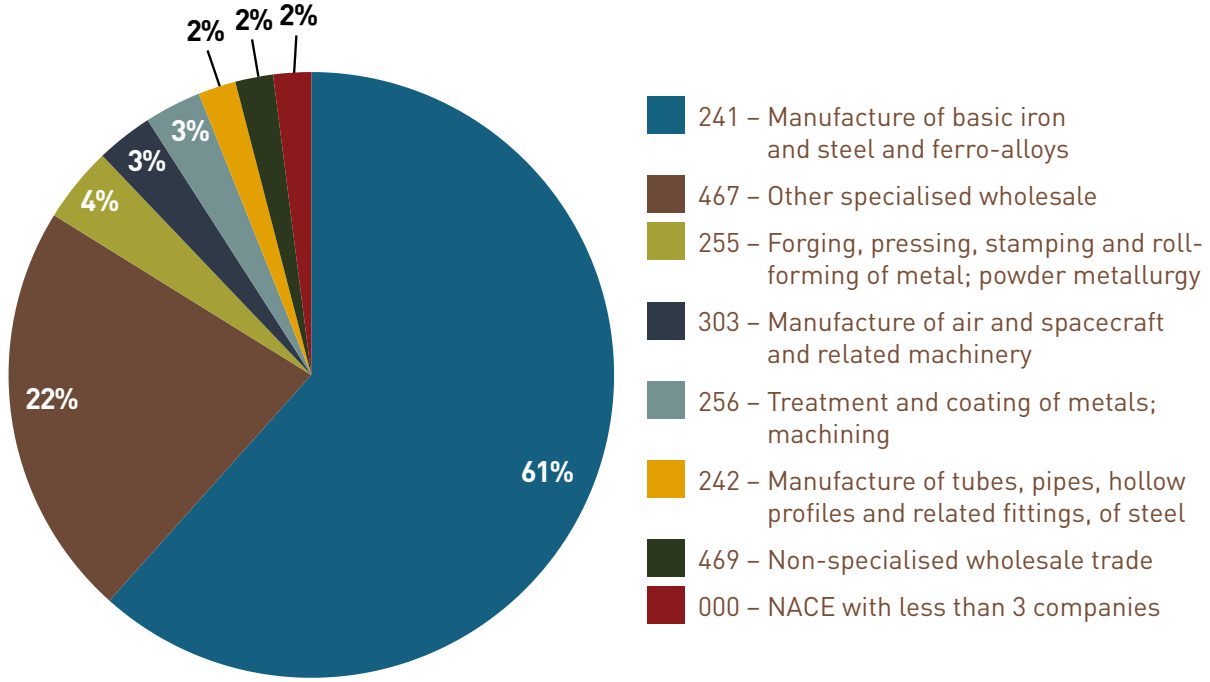
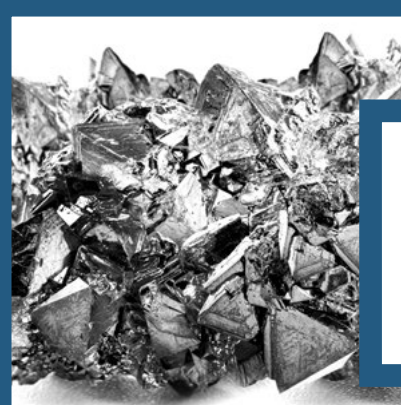


Figura 94 – Distribuzione percentuale delle importazioni di nichel per settori NACE (3 digit), anno 2022⁹⁹
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

⁹⁹ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



**Platinum
Group
Metals**

4.2.13 Platinoidi

Critici e strategici per la Commissione Europea, i platinoidi, noti anche come PGM (*platinum group metals*) o PGE (*platinum group elements*), rappresentano un gruppo di sei elementi chimici con caratteristiche geochemiche simili, metalli preziosi rari, anche se a differenza dell'oro, vengono utilizzati in una vasta gamma di applicazioni industriali e nella gioielleria. In particolare:

- **Platino** (simbolo chimico Pt, numero atomico 78, abbondanza media crostale 5 ppb);
- **Palladio** (simbolo chimico Pd, numero atomico 46, abbondanza media crostale 5 ppb);
- **Rodio** (simbolo chimico Rh, numero atomico 45, abbondanza media crostale 1 ppb);
- **Iridio** (simbolo chimico Ir, numero atomico 77, abbondanza media crostale 1 ppb);
- **Rutenio** (simbolo chimico Ru, numero atomico 44, abbondanza media crostale 1 ppb);
- **Osmio** (simbolo chimico Os, numero atomico 76, abbondanza media crostale < 1 ppb).

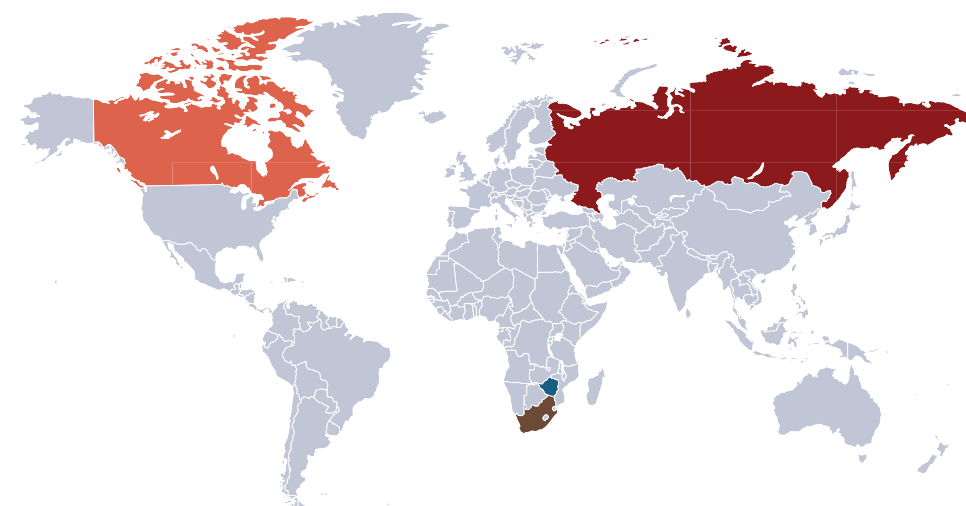
L'osmio, l'iridio e il rutenio sono talvolta indicati come sottogruppo IPGM o dell'iridio, mentre il platino, il palladio e il rodio come sottogruppo PPGM o del palladio, a causa del loro simile comportamento geochemico in condizioni magmatiche. Tutti e sei i PGM sono chimicamente simili, con forti tendenze siderofile e calcofile, legandosi preferibilmente con ferro, nichel, rame e zolfo piuttosto che con l'ossigeno. Non si sciolgono in acidi forti, ma reagiscono con l'ossigeno ad alte temperature per formare ossidi volatili. Le proprietà fisiche dei PGM variano notevolmente, ma tutti mostrano proprietà tipiche dei metalli, tra cui la capacità di formare leghe, di condurre calore ed elettricità, e un certo grado di malleabilità e duttilità. Platino, iridio e osmio sono i metalli più densi conosciuti, essendo significativamente più densi dell'oro. Platino e palladio sono altamente resistenti al calore e alla corrosione e sono relativamente teneri e duttili. Rodio e iridio sono più difficili da lavorare, mentre rutenio e osmio sono duri, fragili e di difficile lavorabilità. Tutti i PGM, comunemente legati tra loro o con altri metalli, possono agire come catalizzatori che vengono sfruttati in un'ampia gamma di applicazioni industriali. Platino e palladio hanno una grande importanza commerciale, mentre, tra gli altri PGM, il rodio è il secondo più importante.

In natura, i PGM sono principalmente contenuti in solfuri di metalli di base, come pirrotina, calcopirite e pentlandite, o in minerali accessori contenenti PGM. I PGM si trovano raramente come metallo nativo, ma comunemente formano un'ampia varietà di leghe tra loro o con altri metalli, in particolare con il ferro e meno comunemente con stagno, rame, piombo, mercurio e argento. In altri minerali del gruppo del platino, i PGM sono legati a zolfo, arsenico, antimonio, tellurio, bismuto e selenio. I depositi magmatici di PGM, rinvenuti in rocce magmatiche mafiche e ultramafiche, sono di due tipi principali: depositi a predominanza di PGM associati a solfuri disseminati (es. Bushveld Complex, Sudafrica); e depositi a solfuri di nichel-rame in cui i PGM sono associati a solfuri massicci. Sono noti anche altri tipi di depositi meno importanti economicamente (es. *placer*, ofioliti). In termini semplici, i giacimenti di PGM derivano da

processi magmatici di cristallizzazione, differenziazione e concentrazione, per una complessa successione di fenomeni magmatico – idrotermali. Le maggiori riserve mondiali di PGM sono contenute nel Bushveld Complex in Sudafrica, un complesso basico stratificato di età proterozoica, caratterizzato da un marcato *layering* mineralogico con livelli di cromite e locali arricchimenti in PGM (es. Merensky Reef, UG2, Platreef). Le caratteristiche degli altri complessi basici stratificati di età proterozoica a livello mondiale sono analoghe, le differenze riguardano unicamente le dimensioni (enormi, 300 x 400 x 9 km) del Bushveld Complex.

Riciclo: la durevolezza dei PGM in uso, unita ai loro recenti prezzi elevati, ha garantito un crescente interesse nell'utilizzarli in modo efficiente e nel riciclarli quando possibile. Inoltre, la produzione di PGM da fonti secondarie, come rottami e prodotti a fine vita, riduce la necessità di estrarre minerali primari, contribuendo a migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento. Le potenzialità di riciclo dipendono dall'applicazione, in particolare le applicazioni in gioielleria e nella catalisi sono quelle con le migliori possibilità di recupero.

Principali produttori: il più importante produttore mondiale è il **Sudafrica**, seguito a distanza da **Russia**, **Zimbabwe** e **Canada** (USGS, 2024)¹⁰⁰.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di platinoidi in Italia, si osserva un andamento relativamente stabile, con un'eccezione nel biennio 2019-2020, durante il quale le quantità importate hanno raggiunto rispettivamente i 141.189 kg e 289.299 kg. Le esportazioni, al contrario, mostrano una maggiore variabilità, oscillando tra i 115.908 kg nel 2015 e i 1.133.476 kg nel 2020 (Tabella 71 e Figura 95).

¹⁰⁰ USGS (2024). *Commodity Statistics and Information. Platinum Group Metals*. Available at <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/platinum-group-metals-statistics-and-information>.

Anni	Import	Export
2015	86.512	115.908
2016	56.112	165.751
2017	59.837	135.569
2018	59.568	349.541
2019	141.189	648.463
2020	289.299	1.133.476
2021	71.425	468.367
2022	67.819	482.746
2023	65.518	329.877

Tabella 71 – Platinoidi: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

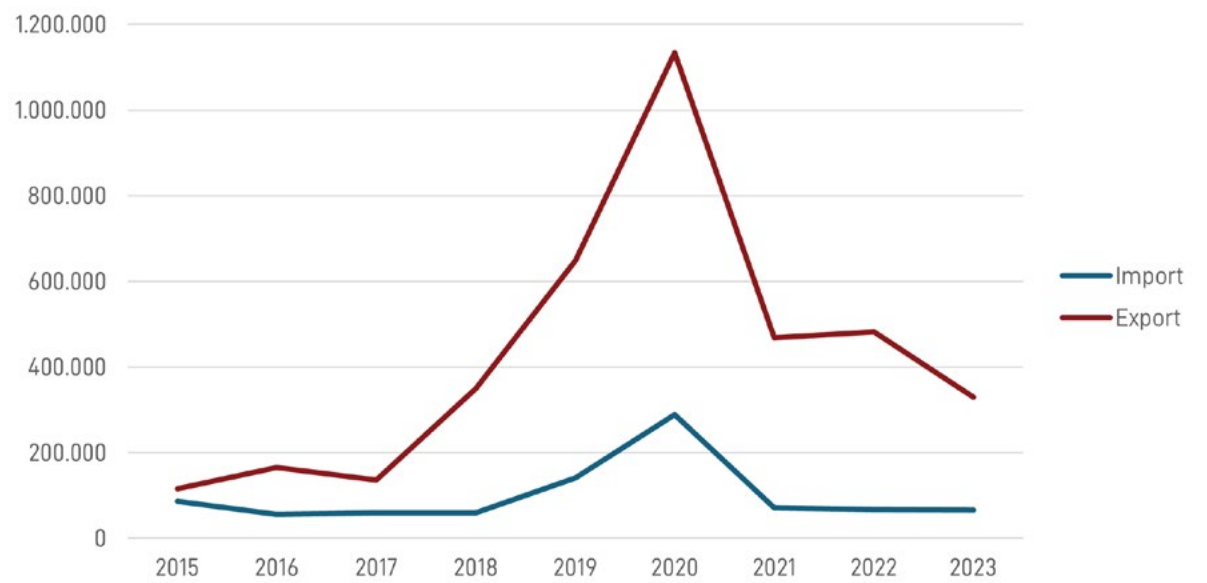


Figura 95 – Platinoidi: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'incremento del valore delle importazioni di platinoidi è evidente: da circa 713 milioni e mezzo di euro nel 2015 si è raggiunto un livello superiore ai 3,7 miliardi di euro nel 2022, con un calo nel 2023 del 29,41% portando il valore delle importazioni di platinoidi a oltre 2,6 miliardi. Anche le esportazioni mostrano una crescita considerevole, da poco più di 974 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 4,5 miliardi di euro nel 2022 e attestandosi a circa 2,9 miliardi nel 2023 (vedi Tabella 72 e Figura 96).

Anni	Import	Export
2015	713.552.048,00	974.297.179,00
2016	1.170.572.413,00	1.160.526.261,00
2017	1.280.460.676,00	1.462.643.815,00
2018	1.311.920.811,00	1.536.548.868,00
2019	1.600.328.907,00	2.286.972.717,00
2020	2.498.952.010,00	3.366.663.049,00
2021	3.675.299.335,00	4.778.882.405,00
2022	3.735.726.543,00	4.597.770.139,00
2023	2.637.002.737,00	2.899.193.480,00

Tabella 72 – Platinoidi: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

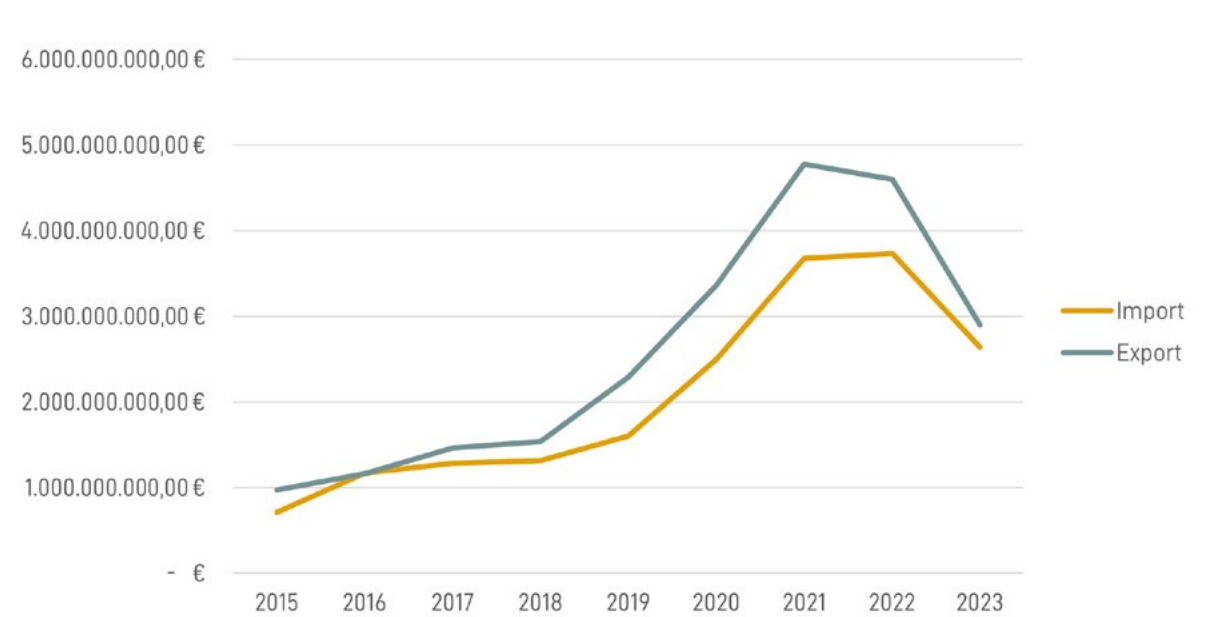


Figura 96 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di platinoidi dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Le importazioni di platinoidi per il 2023, pari a euro 2.637.002.737,00, occupano la terza posizione su 17 materie prime strategiche analizzate, costituendo il 12,73% del totale delle importazioni di *critical raw material* in Italia.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

I PGM sono venduti in molte forme, tra cui metallo puro e un'ampia varietà di composti, soluzioni e composti. Questi sono prodotti da un piccolo numero di aziende specializzate, tra cui Johnson Matthey, BASF, Umicore, Heraeus e Tanaka Kikinzoku. La domanda di PGM è cresciuta rapidamente negli ultimi anni, con la produzione mineraria annuale raddoppiata dal 1980, e aumentata di un ordine di grandezza dal 1960. Le proprietà catalitiche dei PGM sono la base delle loro applicazioni più importanti nei sistemi di controllo delle emissioni e nei catalizzatori di processi industriali. Altre importanti proprietà che rendono i PGM utili per molti scopi

aggiuntivi includono la loro elevata resistenza, l'elevato punto di fusione e la resistenza alla corrosione. Tra i principali utilizzi possiamo annoverare:

- **Catalizzatori per automobili a combustione interna:** il principale utilizzo netto di platino, palladio e rodio è nei catalizzatori per automobili, impiegati per convertire le emissioni nocive (monossido di carbonio, ossidi di azoto e idrocarburi) provenienti dai sistemi di scarico delle auto in prodotti innocui e non tossici.
- **Gioielli e investimenti:** gioielli di alta gamma (specialmente platino e palladio), fondi negoziati in borsa, lingotti, barre, monete.
- **Catalisi di processi industriali:** vengono impiegati anche nella catalisi di processi industriali, dal *cracking* di idrocarburi, alla produzione di acido nitrico e numerosi altri composti chimici.
- **Elettronica:** termocoppie, rivestimenti di *hard disk*, conduttori, condensatori ceramici multistrato, circuiti integrati ibridi, placcatura.
- **Raffinazione del petrolio:** catalizzatori per la raffinazione del petrolio (*cracking* degli idrocarburi) e produzione di prodotti petrolchimici.
- **Vetri e ceramiche speciali:** recipienti per la fabbricazione del vetro, boccole per la produzione di fibra di vetro.
- **Settore odontoiatrico, medico e biomedico:** farmaci antitumorali (es. cisplatino, carboplatino, oxaliplatino), *pacemaker* cardiaci. Agente di lega, principalmente con piccole quantità di platino, oro, argento per protesi dentarie.
- **Altre applicazioni avanzate:** elettrodi per candele di accensione ad alte prestazioni, sensori di ossigeno (sonde lambda) per la gestione del motore, celle a combustibile.

I platinoidi rivestono una notevole importanza per l'industria italiana (Figura 97), specialmente nel settore della gioielleria di alta gamma. Si segnalano utilizzi minori nella catalisi industriale e petrolchimica, nonché in quello delle leghe metalliche speciali (es. per odontoiatria). Importanti gli usi in medicina oncologica (chemioterapia a base di composti di platino).

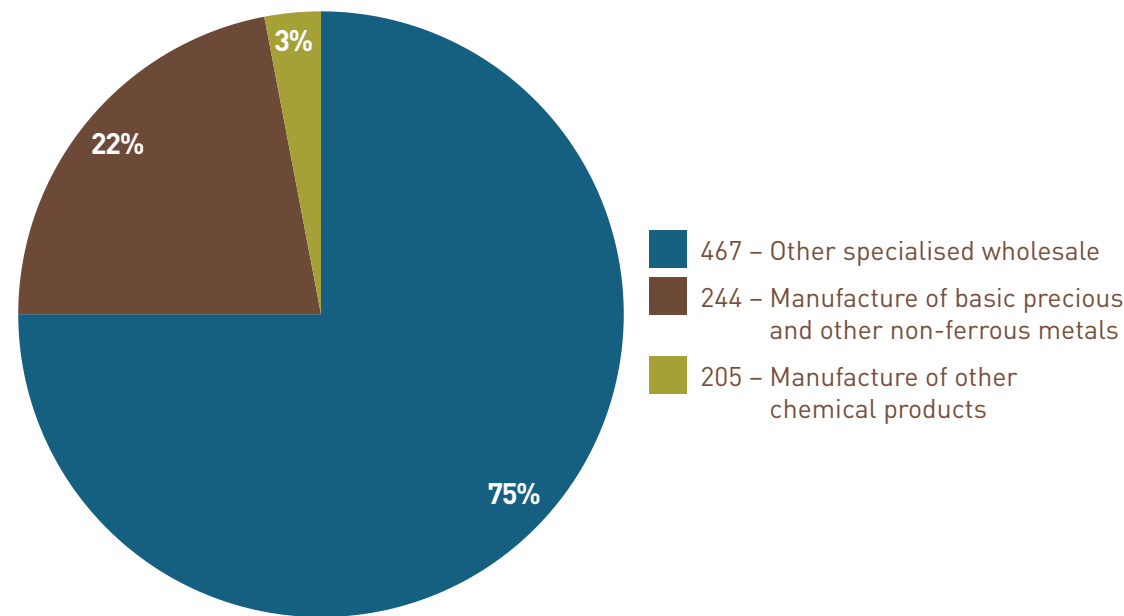
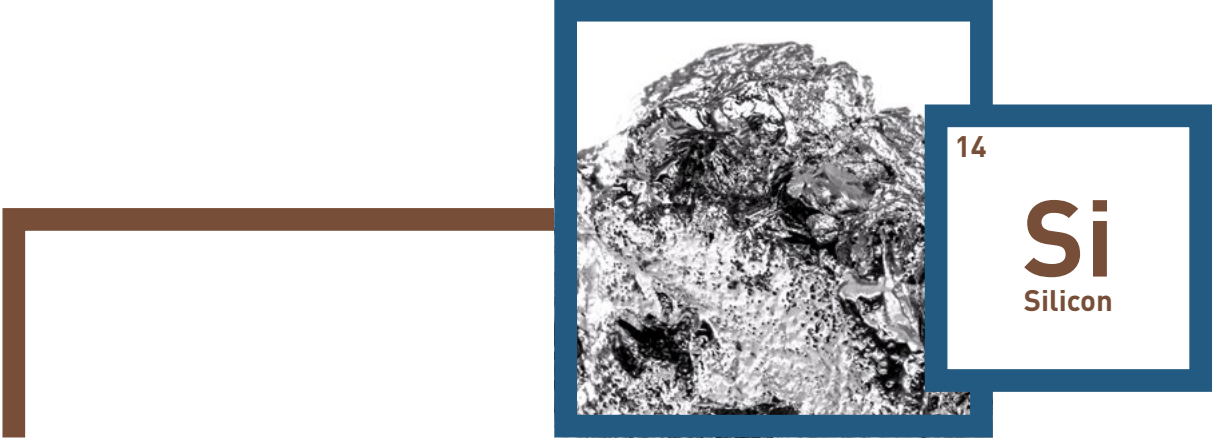


Figura 97 – Distribuzione percentuale delle importazioni di platinoidi per settori NACE (3 digit), anno 2022¹⁰¹
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

¹⁰¹ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



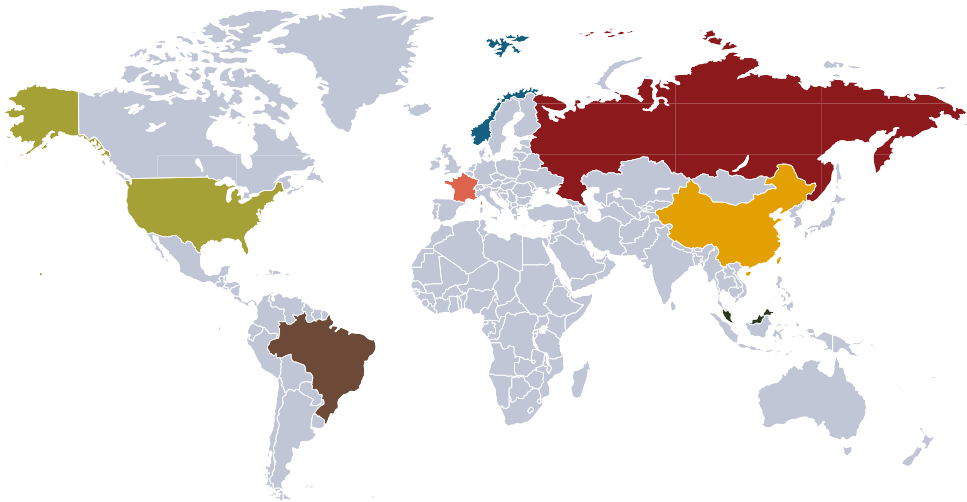
4.2.14 Silicio metallico

Materia prima critica e strategica secondo le indicazioni della Commissione Europea, il silicio (simbolo chimico Si, numero atomico 14, abbondanza media crostale 28,2%) è un semiconduttore semimetallico, il secondo elemento più abbondante sulla Terra, dopo l'ossigeno.

Il silicio metallico si ricava dalla silice SiO₂, presente in molteplici forme e minerali, il più comune è il quarzo (SiO₂), uno dei minerali più abbondanti nella crosta terrestre, che ne costituisce circa il 14%. Il quarzo si trova in tutti i tipi di roccia, come graniti, gneiss e arenarie. Il silicio viene estratto sia da sabbie quarzose, sia da vene o filoni magmatici e/o idrotermali. Il silicio viene prodotto riscaldando la sabbia silicea a temperature intorno ai 2200 °C. La Cina è il più grande produttore di silicio al mondo, seguita dalla Russia. Non bisogna confondere gli utilizzi del quarzo e degli altri polimorfi della silice (es. cristobalite) con quelli del silicio metallico, trattati in questo paragrafo.

Riciclo: nell'area europea, i pannelli solari dismessi vengono già raccolti per recuperare silicio, ma anche rame, alluminio, ferro e plastica, per quanto i processi siano poco efficienti e difficili, a causa delle matrici complesse e delle differenti tecnologie.

Principali produttori: la **Cina** è il principale produttore mondiale, seguita da **Russia**, **Norvegia**, **USA**, **Brasile**, **Malesia** e **Francia** (USGS, 2024)¹⁰².



¹⁰² USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Silicon. Available at <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/silicon-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di silicio metallico importate dal nostro Paese mostrano un andamento costante, oscillando tra i 117.635.795 kg importati nel 2021 e un minimo di 100.391.546 kg registrato nel corso del 2020. Uniforme anche il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 29.048.726 kg del 2020 e i 34.668.280 kg del 2019 (Tabella 73 e Figura 98).

Anni	Import	Export
2015	107.717.572	30.668.928
2016	107.790.076	29.161.540
2017	105.444.281	30.039.945
2018	108.255.790	30.709.780
2019	116.909.042	34.668.280
2020	100.391.546	29.048.726
2021	117.635.795	33.647.251
2022	115.175.691	31.481.013
2023	105.260.408	29.682.618

Tabella 73 – Silicio metallico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

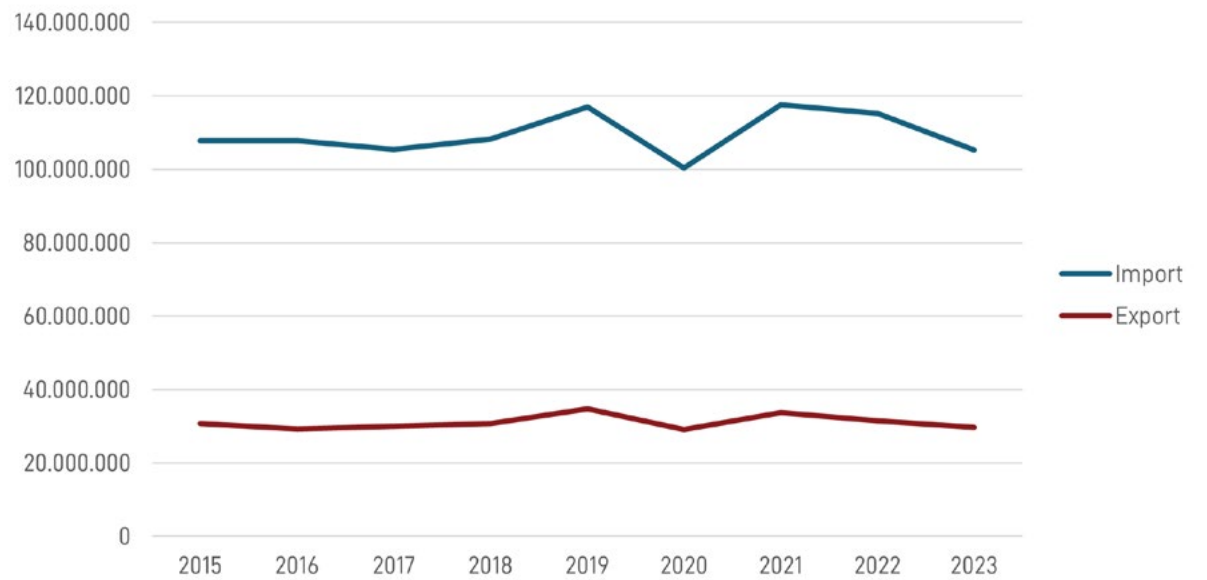


Figura 98 – Silicio metallico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di silicio metallico, si riscontra un significativo aumento nel periodo considerato: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a circa oltre 306 milioni e mezzo di euro, lo stesso dato riferito al 2023 si attesta a oltre 574 milioni e mezzo di euro. Un andamento analogo lo si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco meno di 171 milioni di euro nel 2015, cresciute fino a circa 315 milioni e mezzo di euro nel 2022 e attestatesi a oltre 300 milioni di euro nel 2023 (Tabella 74 e Figura 99).

Anni	Import	Export
2015	306.632.497,00	170.941.016,00
2016	278.488.948,00	166.801.270,00
2017	318.348.765,00	195.241.095,00
2018	382.610.541,00	235.595.119,00
2019	391.010.740,00	260.749.811,00
2020	389.248.429,00	260.153.393,00
2021	454.344.328,00	266.083.538,00
2022	649.364.873,00	315.514.429,00
2023	574.538.018,00	300.831.772,00

Tabella 74 – Silicio metallico: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

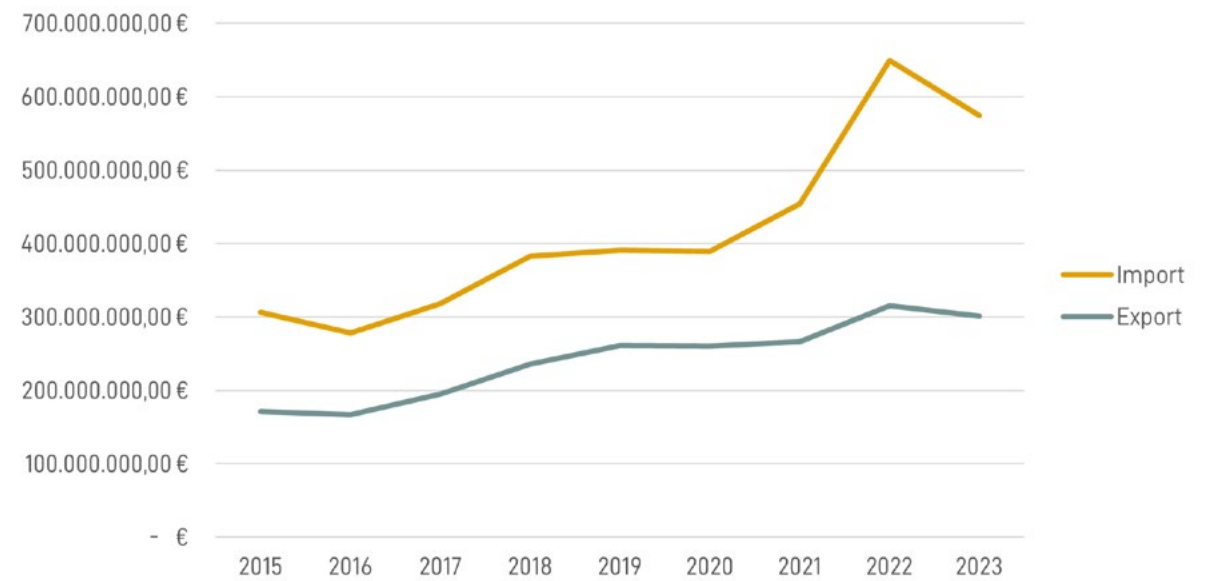


Figura 99 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di silicio metallico dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con euro 574.538.018,00, le importazioni di silicio metallico per il 2023 si posizionano al quinto posto tra le materie prime strategiche oggetto d’analisi, pari al 2,77% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* registrate nel nostro Paese nel corso del 2023.

L’impatto sul sistema produttivo italiano

Il silicio metallico viene utilizzato prevalentemente nei seguenti settori industriali:

- **Elettronica:** il silicio metallico puro viene utilizzato nella fabbricazione di componenti elettronici ed elettrici come celle fotovoltaiche, pannelli solari, *microchip* e raddrizzatori. Alte prestazioni con anodi in silicio anziché in grafite sono oggetto di ricerca per ottenere una densità energetica ancora più elevata e una migliore capacità di ricarica rapida. La Tesla Model S e la Model 3 utilizzano materiale anodico in silicio e carbonio. Aggiungendo dal 6 al 10% di materiale a base di silicio alla grafite sintetica, il volume specifico della batteria sale a oltre 550 mAh/g e la densità energetica può raggiungere i 300 Wh/kg. La ricerca suggerisce che nel periodo fino al 2030 alcuni anodi in silicio nelle applicazioni automobilistiche ne conterranno fino al 30%.
- **Settore metallurgico:** il ferrosilicio viene utilizzato nelle fonderie per migliorare le proprietà dell’acciaio; il silicio metallico viene utilizzato per migliorare le proprietà dell’alluminio durante il processo di fusione.
- **Altre applicazioni:** la combinazione di silicio con ossigeno produce un polimero chiamato silicone, che viene utilizzato in lubrificanti, adesivi, contenitori per forni, isolamento di cavi elettrici, protesi valvolari e protesi mammarie. La combinazione di silicio e carbonio ad alta temperatura forma carburo di silicio (noto anche come carborundum), un materiale di durezza 9 sulla scala di Mohs (il diamante è 10) che viene utilizzato come abrasivo e antiscivolo; è un materiale resistente e un buon isolante elettrico. Il biossido di silicio idrato è un componente abrasivo dei dentifrici. Il *gel* di silicio è una forma porosa di biossido di silicio che viene prodotto sinteticamente dal silicato di sodio, producendo un utile agente essiccante.
- **Pietre semipreziose:** il quarzo cristallino può apparire in vari colori a causa della presenza di impurità naturali, trasformandosi in pietre semipreziose come l’ametista (colore viola), il citrino (colore giallo chiaro) e il fumé (colore marrone chiaro), tra gli altri. Il quarzo cripto-cristallino (formato da cristalli microscopici) può presentarsi in bellissime forme colorate, come l’agata o il diaspro.
- **Proprietà piezoelettriche del quarzo:** il cristallo di quarzo puro, essendo piezoelettrico e in grado di mantenere una frequenza di vibrazione precisa, viene utilizzato nella fabbricazione di oscillatori elettronici per orologi al quarzo digitali, stazioni radio e televisive, trasmettitori, ecc.

Nell’industria italiana (Figura 100) il silicio viene utilizzato in ambito elettronico (circa 40%), nel settore metallurgico (23%), per la produzione di polimeri (silicone, lubrificanti, ecc.) e carburi (circa 14%).

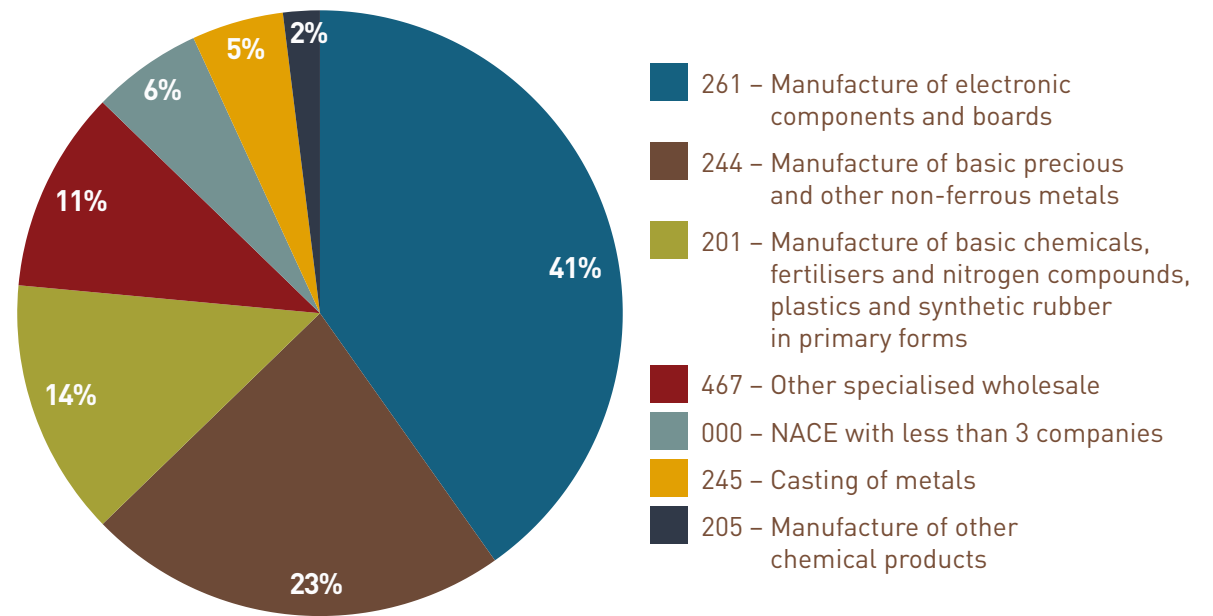
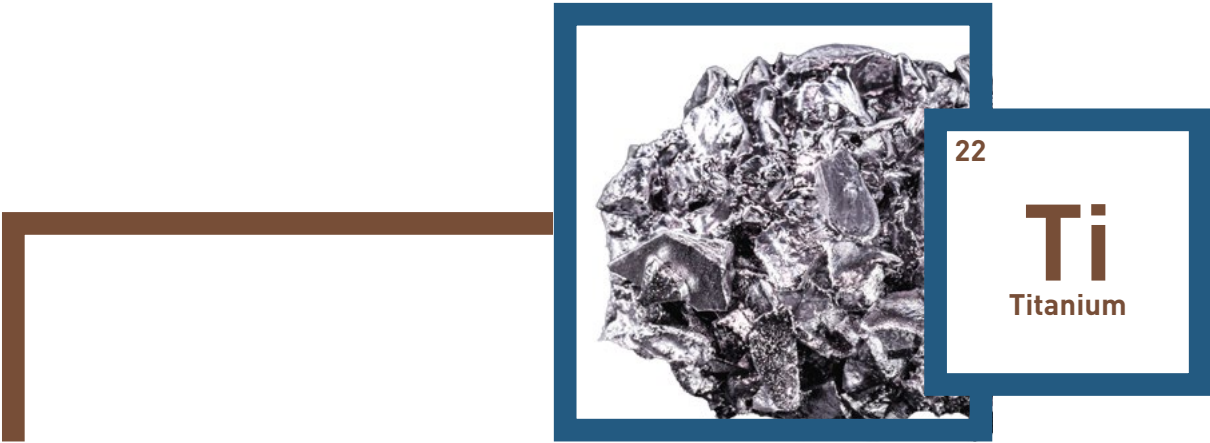


Figura 100 – Distribuzione percentuale delle importazioni di silicio metallico per settori NACE (3 digit), anno 2022¹⁰³
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

¹⁰³ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



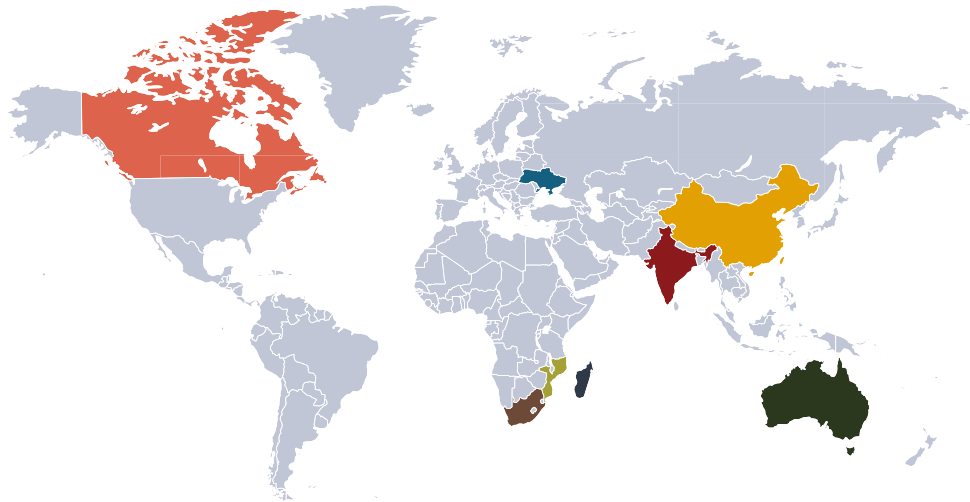
4.2.15 Titanio

Materia prima critica e strategica per la Commissione Europea, il titanio (simbolo chimico Ti, numero atomico 22, abbondanza media crostale 5.650 ppm) è un metallo duro e altamente resistente alla corrosione, più leggero dell'acciaio (40%), inossidabile e altamente biocompatibile, con un elevato punto di fusione (1668 °C).

Il titanio è il nono elemento più abbondante nella crosta terrestre e, sebbene non si trovi come metallo puro in natura, è presente in quasi tutte le rocce ed i sedimenti. Ha una forte affinità per l'ossigeno, formando tipicamente ossidi, principalmente ilmenite (FeTiO₃) e rutilo (TiO₂) ma anche con altri polimorfi del biossido di titanio come anatasio e brookite. Esistono fondamentalmente tre tipi di depositi di titanio: i più importanti sono correlati alle coste e alle dune (*placer*) e alle rocce equivalenti (*paleoplacer*). La maggior parte della fornitura mondiale di titanio deriva dalla lavorazione di ilmenite e rutilo nei depositi costieri e fluviali di sabbie ricche di minerali pesanti, che si trovano lungo molti margini continentali. Altri tipi di depositi sono correlati alle rocce magmatiche e metamorfiche. I depositi magmatici di titanio sono dominati da ilmenite ed ilmenite ferrifera, e sono ospitati da corpi discordanti e stratificati in complessi plutonici anortositici di età proterozoica. La loro petrografia primaria è data da anortositi, charnockiti, jotuniti, gabbri, noriti o troctoliti. I depositi dominati da magnetite titanifera con piccole quantità di ilmenite sono ospitati in intrusioni basiche stratificate e massicce di gabbri, leuco gabbri e noriti. Nei depositi metamorfici, la recente ricerca di minerale ad alto grado si è concentrata sul rutilo, perché è il minerale economicamente più prezioso (es. il giacimento italiano di Piampaludo – Bric Tarninè nell'entroterra di Savona). Le uniche miniere di rutilo attualmente attive in rocce metamorfiche sono i depositi di rutilo Daixian nella Cina centro-orientale, costituiti da lenti e livelli di rocce metamorfiche di alto grado contenenti rutilo.

Riciclo: il titanio viene riciclato dagli scarti di stampa e dai resti del metallo già utilizzato da varie industrie. Non risultano recuperi quando viene impiegato come pigmento (es. vernici, smalti, carta, plastiche, ecc.).

Principali produttori: Cina, Sudafrica, Australia, Canada, Ucraina, India, Mozambico, Madagascar (USGS, 2024)¹⁰⁴.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di titanio importate rivela una tendenza non uniforme, con 284.845.337 kg nel 2017 e un minimo di 164.641.286 kg nel 2023. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una maggiore stabilità, con valori compresi tra 23.077.680 kg nel 2020 e 43.593.522 kg nel 2017 (Tabella 75 e Figura 101).

Anni	Import	Export
2015	247.419.302	35.879.660
2016	282.087.797	35.465.049
2017	284.845.337	43.593.522
2018	238.086.041	41.946.420
2019	218.462.490	41.417.190
2020	246.908.255	23.077.680
2021	270.310.526	24.735.220
2022	254.932.164	25.236.605
2023	164.641.286	25.790.261

Tabella 75 – Titanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹⁰⁴ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Titanium. Available at <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/titanium-statistics-and-information>.

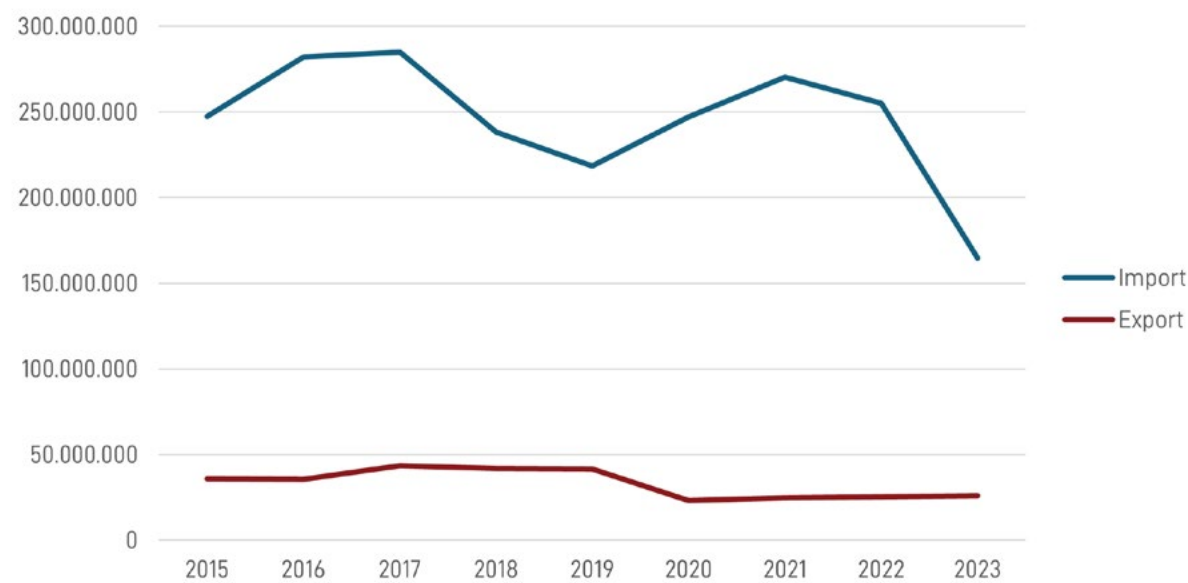


Figura 101 – Titanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di titanio è significativa, partendo da oltre 412 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 558 milioni e mezzo di euro nel 2023. Il valore delle esportazioni ha seguito un andamento contrario, facendo registrare nel periodo di riferimento un calo complessivo del valore delle esportazioni pari al 7,69%, dai quasi 96 milioni di euro del 2015 a poco più 88 milioni e mezzo del 2023 (Tabella 76 e Figura 102).

Anni	Import	Export
2015	412.398.166,00	95.994.610,00
2016	448.319.129,00	82.601.960,00
2017	571.937.382,00	112.426.720,00
2018	581.999.542,00	121.072.422,00
2019	534.504.097,00	117.943.597,00
2020	510.583.517,00	77.889.124,00
2021	552.590.587,00	88.385.947,00
2022	726.250.547,00	108.800.093,00
2023	558.637.707,00	88.610.327,00

Tabella 76 – Titanio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

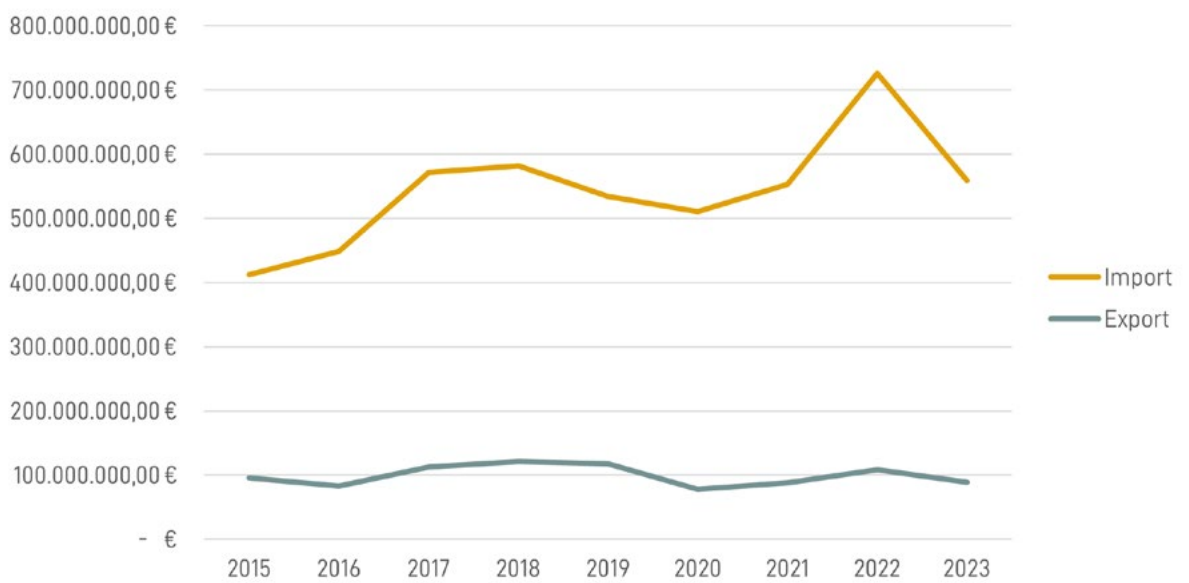


Figura 102 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di titanio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con un valore di 558.637.707,00 euro, le importazioni di titanio del 2023 si posizionano seste tra le materie prime strategiche studiate, incidendo per il 2,70% sul valore complessivo delle importazioni di *critical raw material* nel nostro Paese.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

In virtù delle sue proprietà tecniche, il titanio presenta numerose applicazioni industriali:

- **Settore metallurgico:** il titanio è utilizzato come elemento di lega con il ferro negli acciai perché migliora la raffinazione e agisce come elemento deossidante, e anche negli acciai inossidabili per ridurre il contenuto di carbonio. Grazie alla sua resistenza alle alte temperature, alla trazione, alla fatica e alla corrosione, il titanio e le sue leghe sono utilizzati nell'industria chimica, in campo militare (corazzature e missili), in aeronautica (aerei e veicoli spaziali) e nella fabbricazione di navi e sottomarini.
- **Industria chimica:** l'ossido di titanio (TiO₂) è ampiamente utilizzato come pigmento intensamente bianco e come opacizzante in carta, vernice, plastica, cibo, prodotti farmaceutici, cosmetici, ecc. Poiché è utilizzato nella fabbricazione di vernice per veicoli, il suo consumo è un indicatore del livello di attività industriale in questo campo. È anche un componente delle creme protettive solari.
- **Costruzioni:** il titanio può essere utilizzato come rivestimento edilizio poiché è leggero, resistente e inalterabile.
- **Medicina:** il titanio è altamente biocompatibile, non tossico e, per la maggior parte, non viene rigettato dal corpo umano (anche se ci sono stati alcuni casi). Viene utilizzato nella fabbricazione di strumenti chirurgici, viti mediche e odontoiatriche e *pacemaker* cardiaci, in combinazione con iridio (platinoide). Il filo in lega di titanio-molibdeno (TMA) senza nichel è ampiamente utilizzato come arco ortodontico. Ha buone proprietà tecniche, comprese tra gli archi in acciaio inossidabile e quelli in Ni-Ti.
- **Altre applicazioni:** grazie alla sua leggerezza e resistenza viene utilizzato nella fabbricazione di biciclette, sedie a rotelle, stampelle, racchette da tennis, occhiali, orologi, ecc. Viene inoltre utilizzato per costruire impianti di dissalazione dell'acqua di mare e nella fabbricazione di *piercing*.

Nell'industria italiana (Figura 103) il titanio viene utilizzato nel settore metallurgico (per la produzione di acciai e leghe di titanio); da segnalare applicazioni particolari, ad esempio attrezzature sportive, montature per lenti, nonché in medicina per protesi ed odontoiatria. L'ossido di Ti (TiO_2) trova ampio impiego in ambito chimico e nei pigmenti (es. vernici, smalti, plastiche, carta, settore farmaceutico, complessivamente oltre 40%).

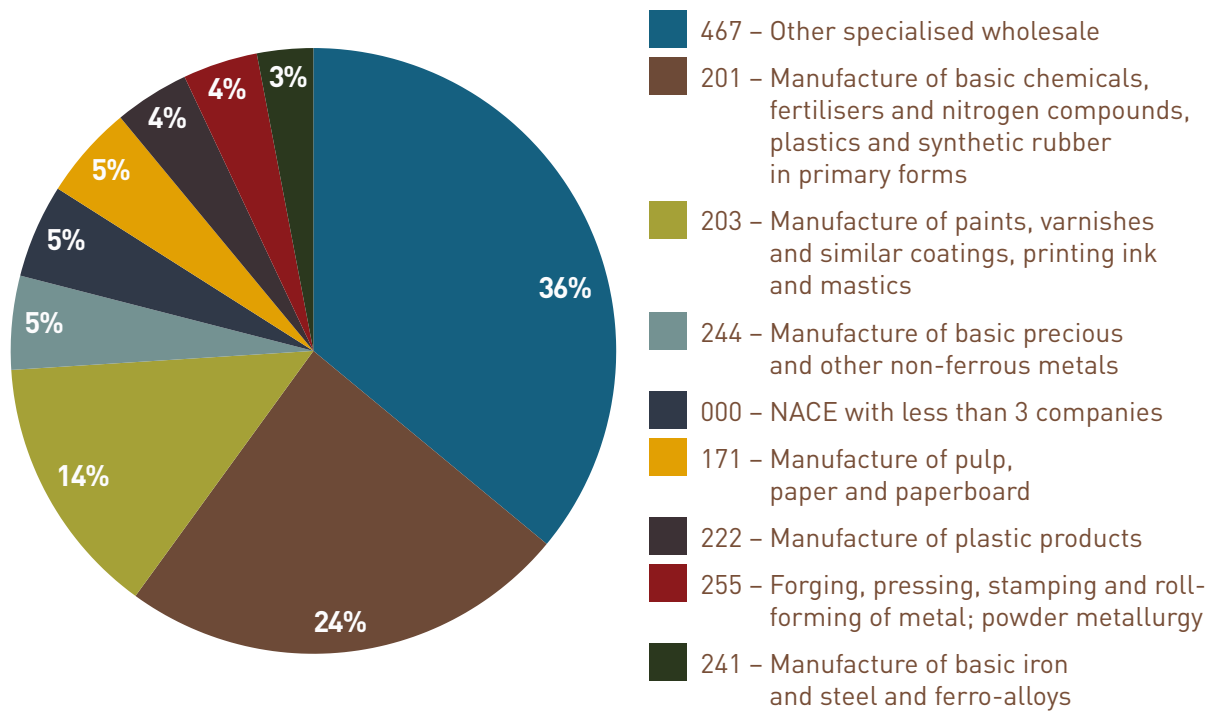
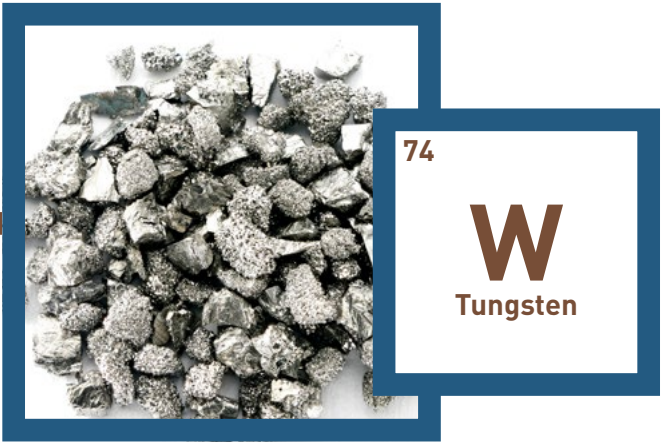


Figura 103 – Distribuzione percentuale delle importazioni di titanio per settori NACE (3 digit), anno 2022¹⁰⁵
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

¹⁰⁵ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.2.16 Tungsteno

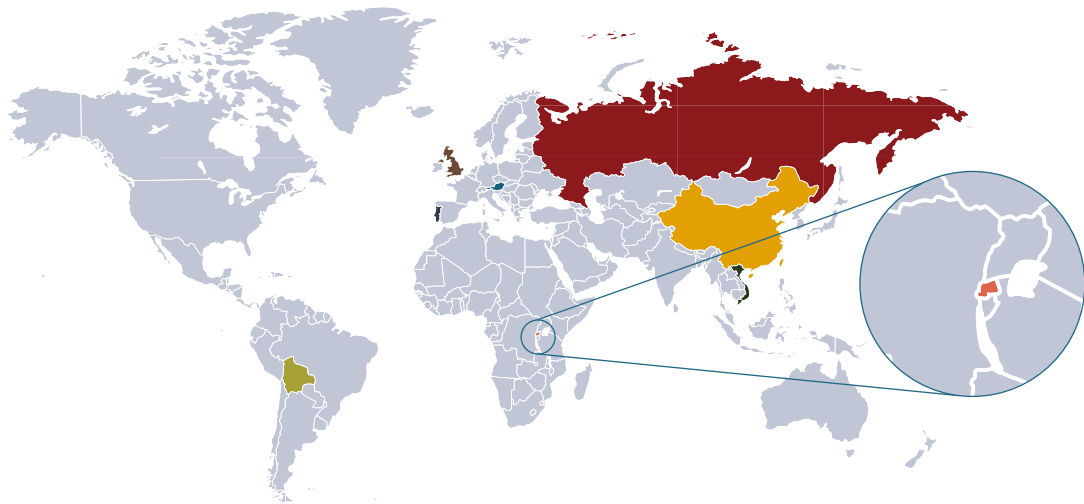
Materia prima critica e strategica per la Commissione Europea, il tungsteno o wolframio (simbolo chimico W, numero atomico 74, abbondanza media crostale 1,25 ppm) è un metallo con punto di fusione molto alto (3422 °C), può resistere a temperature elevate, è molto duro e più denso (19,254 g/cm³) del mercurio. Di tutti i metalli puri, il tungsteno ha il coefficiente di espansione più basso e la resistenza alla trazione più alta a temperature superiori a 1650 °C. Il tungsteno è anche noto per la sua elevata conduttività termica ed elettrica, e ha un'eccellente resistenza alla corrosione.

Sebbene siano noti diversi minerali contenenti tungsteno, la maggior parte sono rari o molto rari. Solo la scheelite $\text{Ca(WO}_4\text{)}$ e il gruppo della wolframite (serie ferberite – hübnerite) $(\text{Fe, Mn})\text{(WO}_4\text{)}$ sono abbastanza abbondanti da essere considerati minerali utili ai fini estrattivi. I depositi di tungsteno si trovano solitamente all'interno o in prossimità di cinture orogenetiche derivanti dalla subduzione di placche tettoniche. Le mineralizzazioni sono comunemente associate ad intrusioni magmatiche ed ai sistemi magmatico-idrotermali correlati (es. *skarn*). Il classico tipo di deposito di tungsteno è il *greisen*, caratterizzato da una roccia granitoidale che ha subito alterazione idrotermale e pneumatolitica: l'associazione mineralogica è data principalmente da albite, quarzo e mica, molto comuni nei depositi europei di stagno-tungsteno. Tuttavia, ci sono altri tipi di giacimenti, come sistemi idrotermali di vene e filoni, complessi anorogenici e breccia *pipes*. In alcuni casi, potrebbero esserci collegamenti spaziali, temporali e genetici con i classici depositi dei sistemi magmatico-idrotermali *porphyry* ed epitermali.

Il tungsteno viene utilizzato e commercializzato in diverse forme, le più importanti delle quali sono: metatungstato di ammonio (AMT) $(\text{NH}_4)_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40} \cdot x\text{H}_2\text{O}$; triossido di tungsteno (WO_3); ossido blu di tungsteno (TBO) di $\text{WO}_{2,97}$; polvere metallica (W); leghe di tungsteno e metalli pesanti (WHA, con il 90-98% di W con una miscela di Ni, Fe, Cu e Co); carburo di tungsteno (WC) e semi-carburo (W_2C); ferrotungsteno (FeW e Fe_2W); leghe di tungsteno non ferrose (con Cu, Ag, Ni e metalli rari) e superleghe (a base di Ni, Co, Ni-Fe).

Riciclo: poiché il prezzo del tungsteno è aumentato notevolmente nell'ultimo decennio, vi sono importanti motivazioni economiche ed ambientali per utilizzare il tungsteno in modo più efficiente, per cercare sostituti per applicazioni meno impegnative e per riciclarlo in modo più efficace. Il riciclo è un fattore importante della fornitura mondiale di tungsteno: si stima che oltre il 30% della fornitura mondiale totale provenga da fonti riciclate. L'industria metallurgica è in grado di trattare quasi ogni tipo di scarto e rifiuto contenente tungsteno per recuperare tungsteno e, se presenti, altri costituenti preziosi.

Principali produttori: il principale produttore mondiale è la **Cina**, seguita a distanza da **Vietnam**, **Ruanda**, **Austria**, **UK**, **Russia**, **Bolivia** e **Portogallo** (USGS, 2024)¹⁰⁶.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di tungsteno importate dal nostro Paese mostrano un andamento non costante, con un massimo di 1.807.957 kg importati nel 2017 e un minimo di 1.007.661 kg registrato nel corso del 2023. Analogo il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 371.002 kg del 2020 e i 1.103.344 kg del 2017 (Tabella 77 e Figura 104).

Anni	Import	Export
2015	1.462.009	843.440
2016	1.753.019	1.026.480
2017	1.807.957	1.103.344
2018	1.762.337	823.873
2019	1.783.264	1.033.911
2020	1.041.437	371.002
2021	1.679.015	580.705
2022	1.640.542	630.715
2023	1.007.661	466.624

Tabella 77 – Tungsteno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

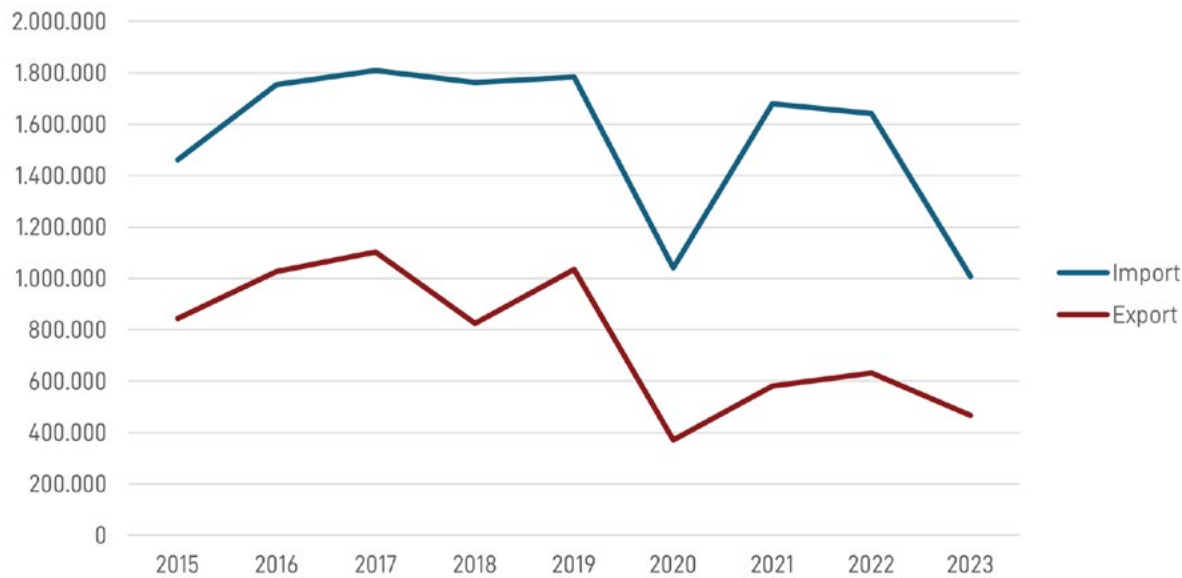


Figura 104 – Tungsteno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di tungsteno, si riscontra una significativa diminuzione nel periodo considerato: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a circa 55,9 milioni di euro, lo stesso dato riferito al 2023 si attesta a poco meno di 40 milioni di euro. Un andamento analogo lo si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco più di 27 milioni e mezzo di euro nel 2015, diminuite fino a quasi 10 milioni e mezzo di euro nel 2023, osservando quindi un calo nel periodo considerato pari a quasi 62 punti percentuali (Tabella 78 e Figura 105).

Anni	Import	Export
2015	55.908.761,00	27.554.605,00
2016	49.280.822,00	27.342.758,00
2017	57.017.744,00	28.968.675,00
2018	52.229.685,00	18.280.091,00
2019	47.241.720,00	17.513.715,00
2020	30.879.739,00	8.365.211,00
2021	49.897.329,00	17.540.959,00
2022	56.697.396,00	22.160.669,00
2023	39.986.139,00	10.491.111,00

Tabella 78 – Tungsteno: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹⁰⁶ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Tungsten. Available at <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/tungsten-statistics-and-information>.

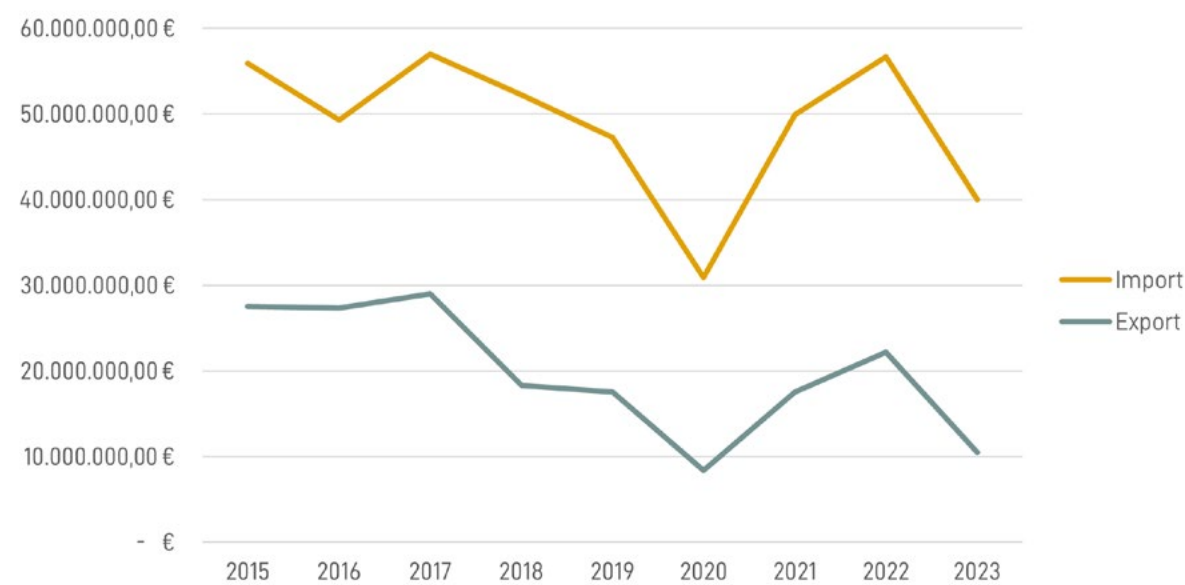


Figura 105 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di tungsteno dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con euro 39.986.139,00, le importazioni di tungsteno per il 2023 si posizionano al decimo posto tra le 17 materie prime strategiche oggetto d'analisi, pari allo 0,19% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* registrate nel nostro Paese nel corso del 2023.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

In virtù delle sue proprietà chimico-fisiche, il tungsteno viene impiegato in molti settori industriali:

- **Settore metallurgico e superleghe:** il tungsteno è stato uno dei primi elementi ad essere sistematicamente legato all'acciaio per migliorarne le proprietà. Le leghe di acciaio speciali, come gli acciai rapidi (HSS – *high speed steel*), gli acciai resistenti al calore e gli acciai per utensili, sono ampiamente utilizzate nel taglio dei metalli e nelle applicazioni ingegneristiche specialistiche in cui sono richieste durezza e resistenza, in particolare in un ampio intervallo di temperature. Il tungsteno, insieme al carbonio e al cobalto, forma il carburo di tungsteno (widia), una lega ad alta resistenza utilizzata per realizzare utensili da taglio come frese, trapani, seghe, punte di perforazione per pozzi di petrolio e gas, ecc. L'aggiunta di tungsteno (10%) aumenta la durezza totale degli acciai rapidi e consente di lavorarli ad alte temperature. Quando il tungsteno viene aggiunto all'acciaio, forma una superlega molto resistente utilizzata nell'industria aerospaziale, automobilistica e nelle turbine per la produzione di energia (turbine a gas). L'acciaio al tungsteno viene utilizzato nella fabbricazione di lame diamantate, poiché ne aumenta la resistenza meccanica. Gli elettrodi al tungsteno vengono utilizzati nella saldatura TIG (*tungsten inert gas*) in assenza di ossigeno a causa dell'elevato punto di fusione dell'elemento (3422 °C), poiché l'elettrodo non si consuma durante l'uso. Vengono utilizzati diversi tipi di leghe per ottenere risultati ottimali nell'accensione dell'arco elettrico, nella stabilità e nella riduzione dell'erosione sulla punta. Esistono tungsteno puro e altri tipi legati con cerio, lantanio, zirconio e torio, a seconda delle necessità. Questi ultimi tipi (con torio) vengono sostituiti dal cerio non radioattivo. La punta di una penna a sfera è fatta di carburo di tungsteno (widia).
- **Industria elettrica ed illuminazione:** il tungsteno, essendo resistente alle alte temperature e avendo una pressione di vapore molto bassa, è praticamente l'unico materiale impiegato per i filamenti nelle lampade di proiezione, alogene, fluorescenti, lampade a scarica ad alta intensità, ecc., e come catodo a emissione di elettroni nei tubi a raggi X.

- **Altre applicazioni:** il tungsteno è utilizzato per i pesi da pesca e i pallini da fucile, in sostituzione del piombo, ma è più costoso e ora se ne consuma meno. È un buon protettore contro le radiazioni gamma ionizzanti, come sostituto del piombo, con minor spessore e, di conseguenza, meno peso. È utilizzato nella schermatura contro le fonti radioattive per i trattamenti e nei collimatori per le apparecchiature diagnostiche e di *imaging* in medicina nucleare.

Il tungsteno riveste un ruolo importante in diversi settori dell'industria italiana (Figura 106), in particolare nel settore metallurgico (acciai speciali, superleghe, circa 28%), per la produzione di carburi ed utensili di taglio (circa 44%), nonché di armi e munizioni.

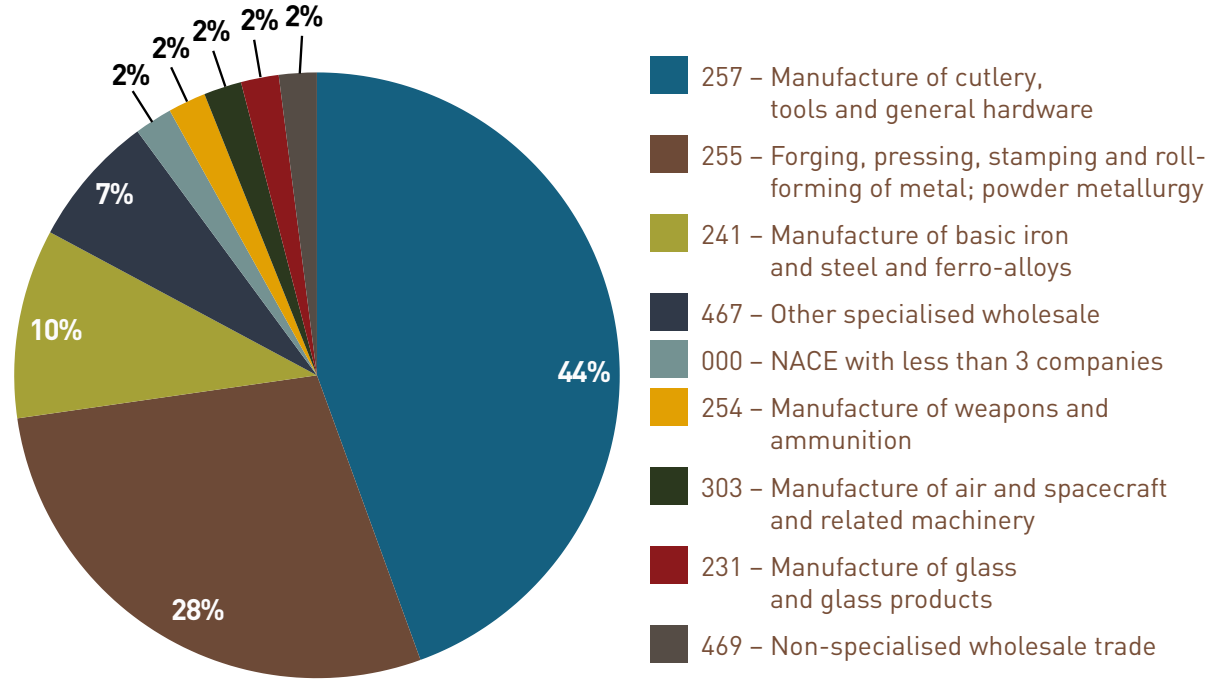


Figura 106 – Distribuzione percentuale delle importazioni di tungsteno per settori NACE (3 digit), anno 2022¹⁰⁷
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

¹⁰⁷ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.



4.2.17 Litio

Materia prima critica e strategica per la Commissione Europea, il litio (simbolo Li, numero atomico 3, abbondanza crostale media 17 ppm), per via della sua elevata reattività, è presente in natura sotto forma di composti come i silicati nelle rocce ignee, in una serie di minerali argillosi e in generale come cloruro nelle salamoie (es. nei *salar* in Cile, Argentina, Bolivia, ecc.).

Concentrazioni di litio commercialmente valide si trovano nelle pegmatiti, nelle salamoie continentali, geotermiche, dei giacimenti petroliferi, nel minerale argilloso hectorite (es. Nevada, USA) e nel minerale recentemente scoperto, la jadarite (valle di Jadar, Serbia).

Riciclo: le potenzialità di riciclo del Li dipendono molto dall'applicazione (es. scarse o nulle nei settori di vetri, ceramiche, smalti, grassi, farmaci, prodotti per la sanificazione, gomme), anche se il principale ambito sarà quello delle batterie. Per via dell'elevata reattività e per la complessità e variabilità costruttiva, il *recycling* delle batterie risulta molto complesso (processi idro- e pirometallurgici) ed energivoro.

Principali produttori: Australia, Cile, Cina e Argentina (USGS, 2024)¹⁰⁸.



¹⁰⁸ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Lithium. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/lithium-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di litio importate dal nostro Paese mostrano un andamento non costante, con un massimo di 1.680.104 kg importati nel 2016 e un minimo di 850.656 kg registrato nel corso del 2022. Più costante il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 106.861 kg del 2020 e i 243.359 kg del 2016 (Tabella 79 e Figura 107).

Anni	Import	Export
2015	1.072.913	159.352
2016	1.680.104	243.359
2017	1.355.921	183.710
2018	1.172.370	123.647
2019	994.158	120.272
2020	910.469	106.861
2021	1.387.120	201.433
2022	850.656	205.266
2023	937.269	154.180

Tabella 79 – Litio: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

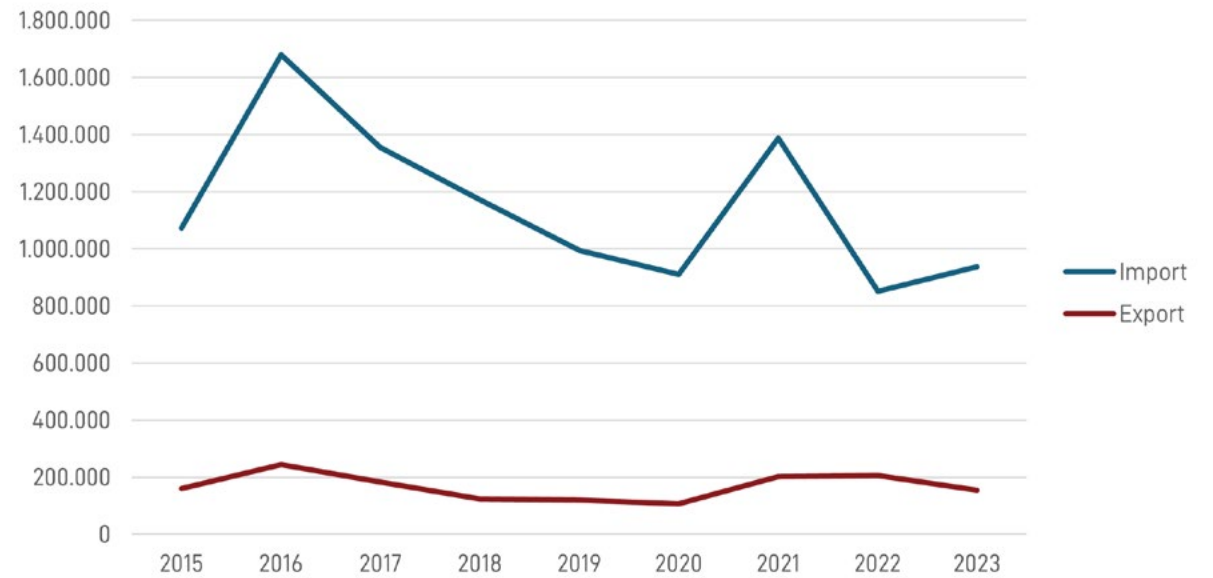


Figura 107 – Litio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di litio, si riscontra un significativo aumento nel periodo considerato: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a circa 8 milioni e mezzo di euro, lo stesso dato riferito al 2023 si attesta a oltre 33 milioni di euro. Un andamento analogo lo si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco più di 900 mila euro nel 2015, cresciute fino a oltre 9 milioni di euro nel 2022 e attestatesi a oltre 8,7 milioni di euro nel 2023 (Tabella 80 e Figura 108).

Anni	Import	Export
2015	8.435.084,00	913.235,00
2016	12.739.933,00	1.958.873,00
2017	15.805.699,00	2.204.913,00
2018	16.796.920,00	1.998.439,00
2019	11.341.097,00	1.741.224,00
2020	8.266.597,00	1.366.534,00
2021	13.631.379,00	4.619.419,00
2022	25.912.367,00	9.151.253,00
2023	33.143.182,00	8.715.297,00

Tabella 80 – Litio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

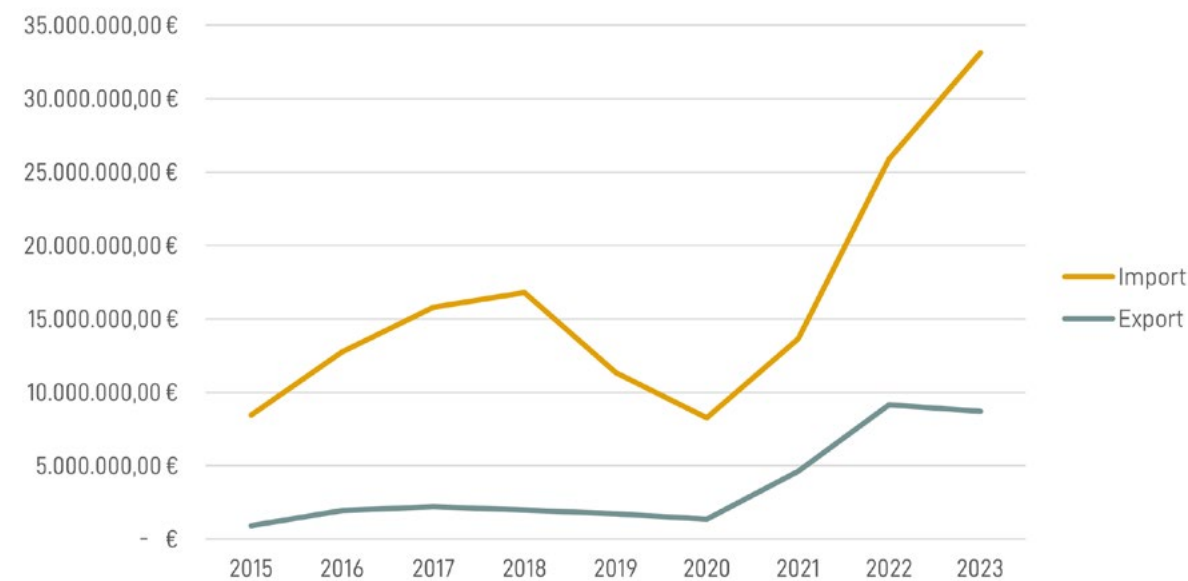


Figura 108 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di litio dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con euro 33.143.182, le importazioni di litio per il 2023 si posizionano al dodicesimo posto tra le materie prime strategiche oggetto d’analisi, pari allo 0,16% del valore totale delle importazioni di *critical raw material* registrate nel nostro Paese nel corso del 2023.

L'impatto sul sistema produttivo italiano

I principali utilizzi del litio e dei suoi composti sono riassunti di seguito:

- **Settore non chimico:** vetri, ceramiche e vetroceramiche rappresentano un’alta percentuale della domanda, dove il valore principale dell’aggiunta di ossido di Li (Li₂O) è la riduzione delle temperature di fusione e la resistenza agli *shock* termici. I concentrati contengono silice e allumina, importanti in molte formulazioni di vetro e ceramica. L’altro uso significativo è quello della colata continua dell’acciaio.

- **Settore chimico:** vengono commercializzati oltre 200 prodotti contenenti Li. Come nel caso della domanda non chimica, la domanda asiatica domina, con oltre il 50% del valore, mentre l’Europa e le Americhe si dividono quasi equamente il resto. La distribuzione per prodotti principali si aggira intorno al 42% di carbonato di litio, 14% di idrossido, 5% di butillitio, 4% di metallo, 4% di cloruro e 9% di altri prodotti. Il carbonato di Li è la principale sostanza chimica utilizzata per la produzione di catodi per le batterie agli ioni di litio, anche se l’idrossido è sempre più utilizzato in questa applicazione.

Vari, dunque, sono i settori industriali in cui vengono impiegati i composti di litio:

- **Carbonato di litio.** Il principale utilizzo attuale del carbonato è nei vetri e nelle ceramiche, nella vetroceramica, negli smalti e nelle pitture. Nell’elettrolisi dell’alluminio, il carbonato viene aggiunto convertendosi in fluoruro di litio per abbassare la temperatura di fusione, riducendo così la temperatura di esercizio e le emissioni. Il carbonato di Li è la principale sostanza chimica utilizzata per la produzione di catodi per le batterie agli ioni di litio, anche se l’idrossido è sempre più utilizzato in questa applicazione. Oltre che per i veicoli elettrici ed ibridi, la domanda di batterie agli ioni di litio potrebbe essere considerevole per l’accumulo di fonti di energia intermittenti, come eolico e fotovoltaico, nonché per la compensazione del carico in un’ampia gamma di applicazioni, dalle reti regionali alle singole fabbriche e abitazioni.
- **Idrossido di litio monoidrato.** È utilizzato principalmente nei grassi lubrificanti multiuso, efficaci in un ampio intervallo di temperature e con un’eccellente resistenza all’acqua.
- **Cloruro di litio.** Come solido è utilizzato come fondente, in particolare nella saldatura dell’alluminio, e come soluzione è utilizzato per controllare l’umidità nella lavorazione degli alimenti, nella produzione farmaceutica e negli ospedali, dove ha un effetto igienizzante.
- **Bromuro di litio.** Ha un’elevata solubilità in acqua e le salamoie con una concentrazione del 54% sono utilizzate nei sistemi di refrigerazione ad assorbimento su larga scala.
- **Litio metallico.** Altamente reattivo, utilizzato negli anodi delle batterie primarie (non ricaricabili), che hanno il potenziale elettrochimico più elevato con la massa più bassa e una notevole durata. Un uso importante del metallo è la produzione di un’ampia gamma di composti organo-metallici, il principale dei quali è il butillitio, utilizzato nella produzione di gomma sintetica. Sempre più leghe di litio-alluminio vengono utilizzate negli aerei, soprattutto per ridurre il peso.

Come si può evincere dai dati relativi alle importazioni dei composti di litio fra i diversi settori produttivi (Figura 109), il principale utilizzo in Italia riguarda le industrie del vetro, delle ceramiche e vetroceramiche, nonché la produzione di smalti e vernici (complessivamente circa 55%). Altri settori sono quello metallurgico (acciaio e alluminio), produzione della gomma ed altri polimeri, grassi lubrificanti, prodotti per la sanificazione ed industria farmaceutica (4%).

Non risulta al momento un utilizzo significativo del litio nel settore delle batterie, in assoluto quello più importante e promettente a livello mondiale (oltre il 27%)¹⁰⁹.

¹⁰⁹ Roskill (2020) Market reports. Lithium. Available at: <https://roskill.com/market-report/lithium/>. Last accessed November 2024.

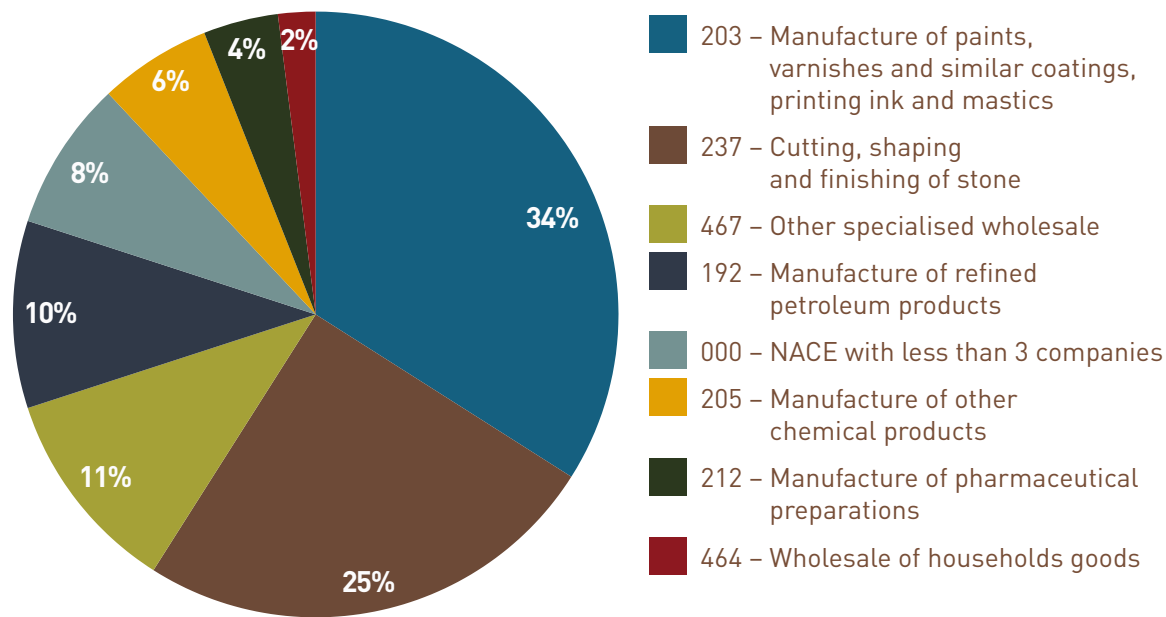


Figura 109 – Distribuzione percentuale delle importazioni di litio per settori NACE (3 digit), anno 2022¹¹⁰
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

4.3 Le materie prime rilevanti

Come sottolineato nel capitolo precedente, benché critiche e strategiche, le materie prime analizzate non sembrano fornire un contributo determinante all’economia nazionale; diversamente, l’industria italiana, almeno nel breve periodo, sembra necessitare di altri *input* produttivi. Per la determinazione degli elementi da osservare, dunque, ci si è focalizzati sulle materie prime non energetiche partendo dalla classificazione elaborata dall’ISTAT nel 2024, nell’intento di definirne la rilevanza in relazione al fabbisogno espresso a livello industriale ed ai settori di impiego. Pertanto, in Tabella 81 è riportata la lista degli elementi aggiuntivi, materie prime critiche rilevanti¹¹¹, appunto, oggetto di analisi del presente studio, ad integrazione delle materie prime critiche e strategiche definite dall’Unione Europea e condivise a livello nazionale.

Materie prime rilevanti			
Oro	Roundwood	Piombo	Stagno
Minerali ferrosi	Zinco	Caolinite	Potassa
Argento	Molibdeno	Gomma naturale	Cromo

Tabella 81 – Materie prime rilevanti per l’Italia
Fonte: vedi nota metodologica in allegato

Dunque, con riferimento alle sole 12 materie prime rilevanti selezionate, le prime osservazioni per il periodo 2015/2023 consentono di evidenziare per l’Italia un saldo negativo della bilancia commerciale (Tabella 82). In linea con le altre materie prime analizzate, le esportazioni risultano sempre inferiori rispetto all’*import*. Quest’ultimo ha mostrato un andamento in crescita dal 2017 al 2022, con una inattesa impennata proprio nel 2020 (+21,93%) e segno positivo anche per il biennio successivo (+7,97% nel 2021 e +9,50% nel 2022 sugli anni precedenti), con un calo del 13% nel 2023, per l’assestarsi delle attività anche a livello internazionale. Analogamente, l’*export* ha avuto il momento di maggiore dinamicità nel periodo 2019 e 2020, con tassi di crescita rispettivamente del 48% e del 40,22% per subire poi un arresto nel 2021 (-22% sull’anno precedente, probabilmente effetto del riassetto dell’economia globale nel periodo post-Covid). L’andamento degli ultimi due anni è stato discontinuo, con esportazioni tornate a crescere nel 2022 (+8,17%) ed a contrarsi nel 2023¹¹² (-5,08%).

¹¹¹ Le materie prime rilevanti che si analizzano di seguito sono state selezionate in base al livello di importazioni realizzato nel 2023, al netto di eventuali elementi già precedentemente trattati, poiché facenti parte della lista europea.

¹¹² Come specificato in precedenza, nel 2023 l’Italia ha sperimentato una crescita economica moderata, dovuta ad un aumento dei prezzi dell’energia e delle materie prime, alle tensioni geopolitiche estere ed al generale rallentamento dell’economia mondiale, con una contrazione della domanda di beni e servizi nazionali (ISTAT, 2024).

¹¹⁰ Il totale delle importazioni nel grafico è al netto delle importazioni di tutti quei settori NACE per i quali è stato rilevato un valore delle importazioni inferiore al 2%.

Anni	Import	Export	Saldo
2015	9.227.020.245,00 €	3.965.821.919,00 €	-5.261.198.326,00 €
2016	8.569.819.651,00 €	4.032.347.548,00 €	-4.537.472.103,00 €
2017	10.014.959.139,00 €	3.481.030.775,00 €	-6.533.928.364,00 €
2018	10.576.685.369,00 €	3.523.914.636,00 €	-7.052.770.733,00 €
2019	12.307.590.586,00 €	5.215.656.841,00 €	-7.091.933.745,00 €
2020	15.006.831.782,00 €	7.313.246.563,00 €	-7.693.585.219,00 €
2021	16.203.454.612,00 €	5.704.279.050,00 €	-10.499.175.562,00 €
2022	17.743.220.183,00 €	6.170.323.868,00 €	-11.572.896.315,00 €
2023	15.424.378.532,00 €	5.856.992.142,00 €	-9.567.386.390,00 €

Tabella 82 – Materie prime rilevanti: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)¹¹³
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per comprendere più puntualmente l’andamento della bilancia commerciale nelle tabelle che seguono (Tabella 83 e Tabella 84) si presenta l’andamento rispettivamente delle importazioni e delle esportazioni per gli elementi selezionati (anno 2023), in modo da delinearne il contributo all’economia nazionale.

Analizzando le importazioni delle materie prime rilevanti, oro (40,99%) e minerali ferrosi (17,40%) assorbono oltre la metà delle importazioni nella categoria oggetto di analisi.

Import 2023		
Ranking	Elemento	Valore
1	Oro	6.322.531.147,00 €
2	Minerali ferrosi	2.683.215.268,00 €
3	Argento	2.389.424.453,00 €
4	Roundwood	1.296.836.069,00 €
5	Zinco	1.055.760.294,00 €
6	Molibdeno	510.176.488,00 €
7	Piombo	362.796.418,00 €
8	Caolinite	276.383.855,00 €
9	Gomma naturale	187.079.775,00 €
10	Stagno	149.067.588,00 €
11	Potassa	143.308.482,00 €
12	Cromo	47.798.695,00 €

Tabella 83 – Materie prime rilevanti: classifica delle importazioni nel 2023 per valore (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹¹³ I dati relativi al Roundwood sono disponibili a partire dal 2017.

Export 2023		
Ranking	Elemento	Valore
1	Oro	3.465.543.430,00 €
2	Argento	850.193.088,00 €
3	Minerali ferrosi	713.760.318,00 €
4	Zinco	416.763.323,00 €
5	Potassa	95.775.073,00 €
6	Roundwood	90.922.304,00 €
7	Piombo	88.379.416,00 €
8	Stagno	57.345.298,00 €
9	Cromo	44.405.429,00 €
10	Caolinite	16.236.526,00 €
11	Molibdeno	10.622.510,00 €
12	Gomma naturale	7.045.427,00 €

Tabella 84 – Materie prime rilevanti: classifica delle esportazioni nel 2023 per valore (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Sulla scorta di tali evidenze, di seguito si analizza singolarmente ogni materia rilevante dell’e-lenco, sottolineandone l’impiego industriale a livello nazionale.



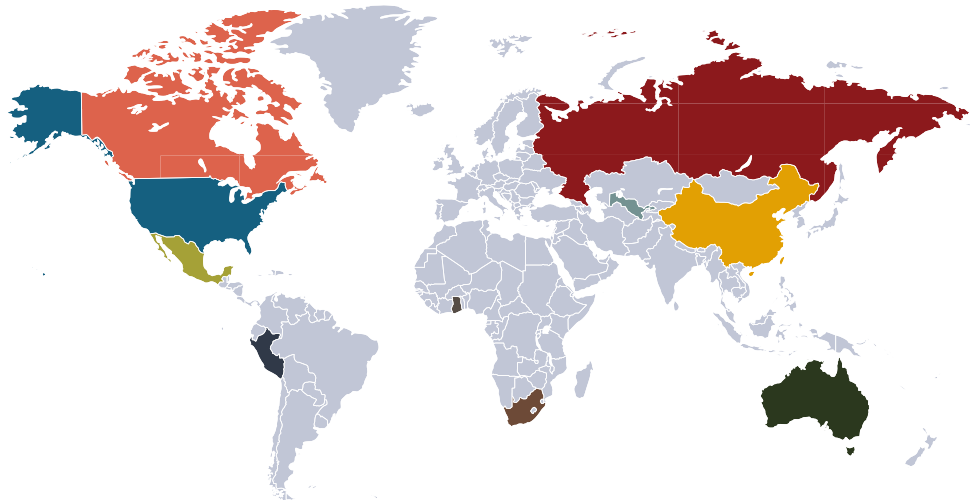
4.3.1 Oro

L'oro (simbolo chimico Au, numero atomico 79, abbondanza crostale media 4 ppb), è un metallo nobile, duttile e malleabile, eccellente conduttore di calore ed elettricità, con elevato potere di riflessione della luce, estremamente stabile. In natura può essere trovato puro o in lega con Ag (*electrum*).

L'oro si è concentrato principalmente nel nucleo solido di Fe-Ni della Terra durante la fase di accrezione del pianeta, insieme ad altri elementi altamente siderofili. Durante la fusione parziale del mantello, l'oro è derivato dai fluidi magmatici giunti in superficie in vari contesti tettonici. Le tipologie di giacimenti sono raggruppate in base all'ambiente geologico, alla roccia incassante, ai minerali associati e alla profondità di estrazione: solfuri massicci di origine vulcanogenica (VMS – *volcanogenic massive sulphide*); giacimenti mesotermali orogenici (es. valle Anzasca, val d'Aosta); giacimenti *porphyry* ed altri legati a intrusioni plutoniche; magmatico-idrotermali IOCG (*iron oxide copper gold*); giacimenti di tipo Carlin ed epitermali. I depositi residuali e detritici si sviluppano laddove il disfacimento di un corpo minerale aurifero primario sufficientemente grande ha apportato oro in condizioni stabili di erosione e deposizione da parte degli agenti atmosferici (*placer* e *paleoplacer*, es. Witwatersrand basin, Sudafrica).

Riciclo: le possibilità di riciclo dipendono dall'applicazione, e in genere l'oro è riutilizzabile al 100%, specialmente quando viene impiegato in gioielli, protesi dentarie, sfridi di lavorazione e polveri. Ci sono quantità sostanziali di oro nei rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE - Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche, in inglese *e-waste* derivante dall'acronimo di *Waste of Electric and Electronic equipment-WEEE*). L'estrazione di metalli dai rifiuti elettronici è nota come "*urban mining*" e consente di ottenere metalli preziosi come palladio, argento, tantalio, gallio, rame e stagno, oltre all'oro. Attualmente, diversi laboratori universitari e aziendali stanno effettuando test chimici per approfondire questo tipo di recupero dei metalli.

Principali produttori: Cina, Australia, Russia, USA, Sudafrica, Canada, Perù, Ghana, Messico, Uzbekistan (USGS, 2024)¹¹⁴.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di oro importate dal nostro Paese mostrano un andamento non costante, con un massimo di 388.906 kg importati nel 2023 e un minimo di 136.954 kg registrato nel corso del 2015. Più costante il dato relativo alle quantità esportate, con un andamento compreso tra i 61.650 kg del 2017 e i 140.753 kg del 2020 (Tabella 85 e Figura 110).

Anni	Import	Export
2015	136.954	92.119
2016	143.522	91.492
2017	140.007	61.650
2018	162.132	64.342
2019	236.432	99.392
2020	343.839	140.753
2021	187.160	85.515
2022	192.735	79.211
2023	388.906	72.394

Tabella 85 – Oro: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹¹⁴ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Gold. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/gold-statistics-and-information>.

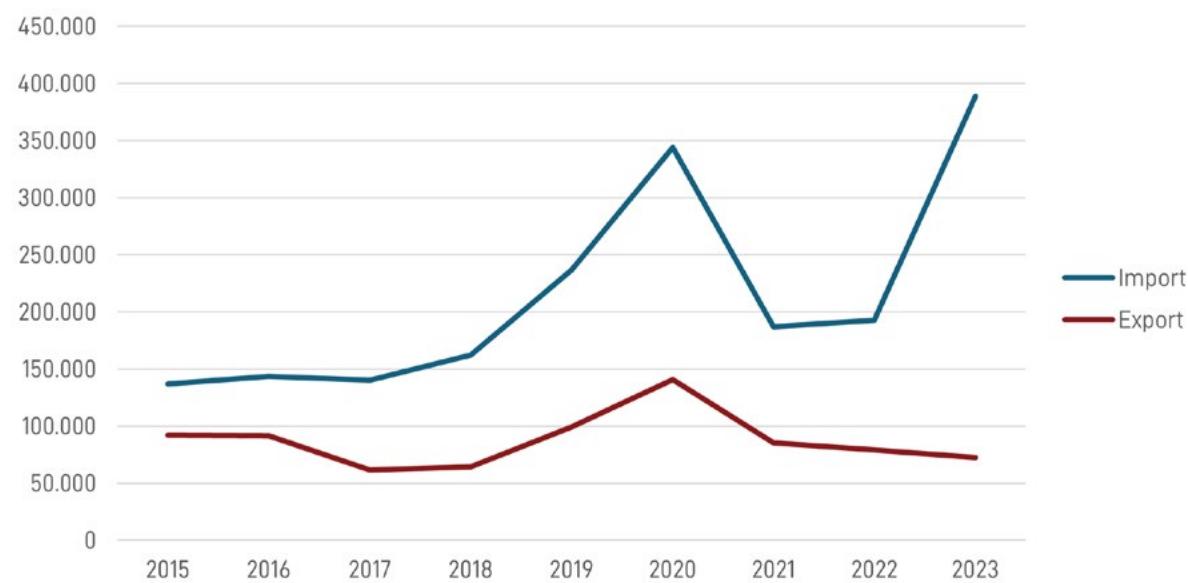


Figura 110 – Oro: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di oro, si riscontra un significativo aumento nel periodo considerato: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a oltre 3 miliardi e mezzo di euro, lo stesso dato riferito al 2023 si attesta a oltre 6,3 miliardi di euro. Una generale tendenza al rialzo la si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco più di 2,7 miliardi di euro nel 2015, cresciute fino a oltre 3,6 miliardi di euro nel 2022 e attestatesi a oltre 3,4 miliardi di euro nel 2023 (Tabella 86 e Figura 111).

Anni	Import	Export
2015	3.695.143.456,00	2.719.082.784,00
2016	3.369.820.119,00	2.788.018.295,00
2017	3.223.009.978,00	1.905.934.535,00
2018	3.464.350.260,00	1.971.189.783,00
2019	4.680.632.383,00	3.650.708.967,00
2020	8.568.278.544,00	5.943.451.379,00
2021	6.409.093.096,00	3.640.580.154,00
2022	6.863.650.904,00	3.662.637.787,00
2023	6.322.531.147,00	3.465.543.430,00

Tabella 86 – Oro: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

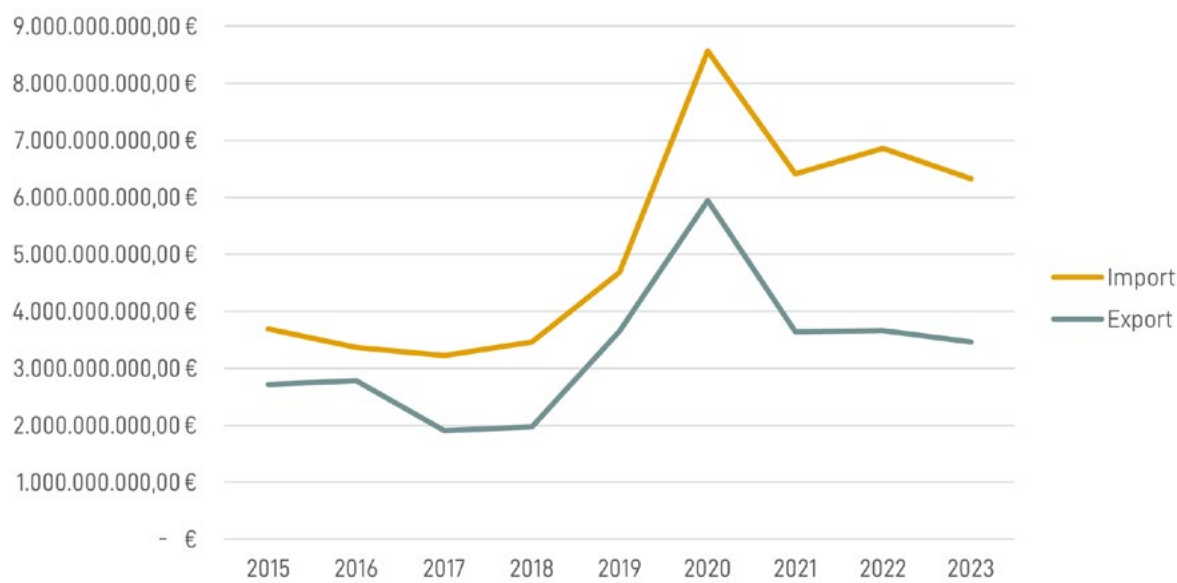


Figura 111 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di oro dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano
L'oro riveste una notevole importanza nell'industria italiana (Figura 112) specialmente nel settore delle leghe metalliche preziose (44%) e della produzione di gioielli (10%). Viene impiegato anche nel settore elettrico/elettronico (conduttori) e come investimento.

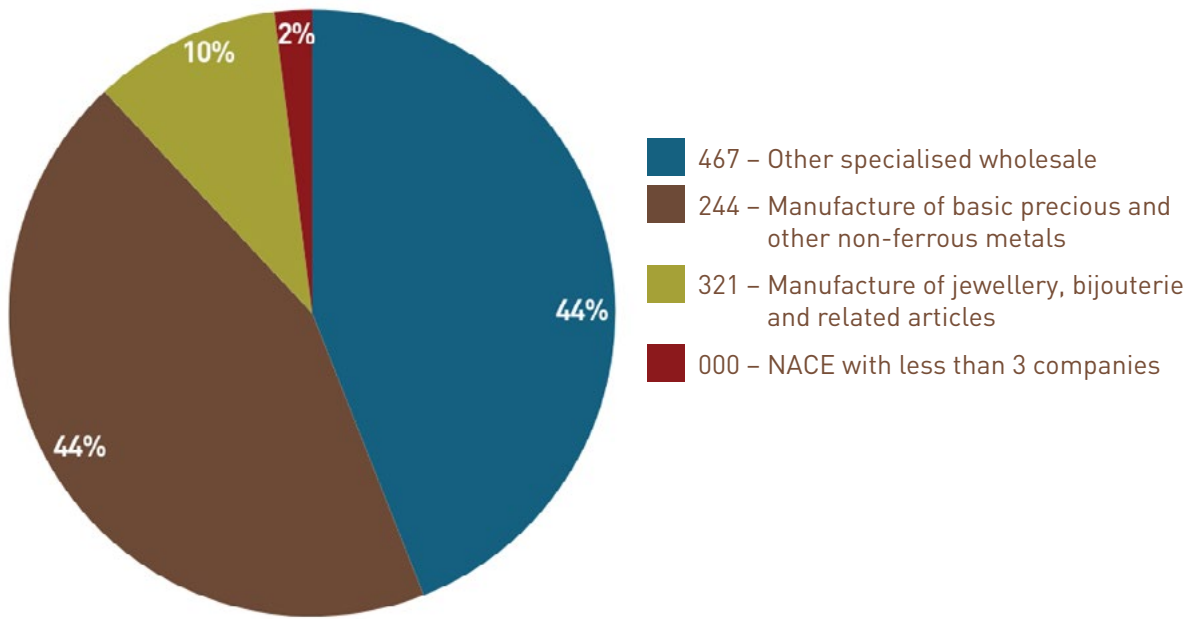


Figura 112 – Distribuzione percentuale delle importazioni di oro per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



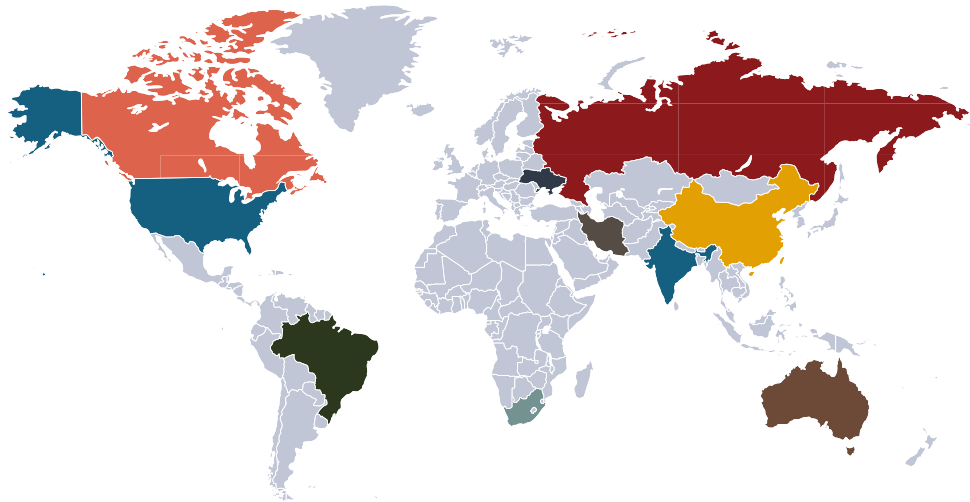
4.3.2 Minerali ferrosi

Il ferro (simbolo chimico Fe, numero atomico 26, abbondanza crostale media 5,63%) è il metallo più utilizzato a livello mondiale, il quarto elemento più abbondante nella crosta; relativamente tenero e fragile allo stato puro, con l’aggiunta di carbonio diventa più duro e resistente. In lega con manganese, nichel, tungsteno e cromo, rende gli acciai di estrema durezza, grande resistenza alla trazione, capacità di compensare le vibrazioni, ecc.

I principali minerali di ferro sono l’ematite (Fe₂O₃), la magnetite (Fe₃O₄), la goethite FeO(OH), la limonite [FeO(OH)·n(H₂O)] e la siderite (FeCO₃). I più importanti giacimenti di Fe sono le formazioni ferrifere a bande (BIF – *Banded Iron Formation*) del Paleoproterozoico (*Superior Type BIF*), legate al *Great Oxidation Event* (GOE, a circa 2.5 Ga) e all’apporto di grandi quantità di ferro di origine idrotermale da attività magmatica sui fondali marini.

Riciclo: la principale fonte di ferro riciclato è costituita da rottami ferrosi ed acciai, principalmente provenienti da automobili rottamate, che costituiscono la materia prima per la produzione di nuovi prodotti in acciaio e ghisa grigia. Il riciclo dell’acciaio consente di risparmiare il 62% di energia rispetto alla produzione da minerale di ferro, oltre a risparmiare l’85% dell’acqua e il 95% del carbone che verrebbero altrimenti utilizzati; inoltre, riduce le emissioni di CO₂ dell’80%. Il consumo di rottami per ottenere nuovo acciaio è in aumento, a scapito dell’estrazione del minerale di ferro, grazie all’enorme quantità di rifiuti di acciaio presenti sul mercato e al risparmio energetico.

Principali produttori: i principali produttori di ferro sono **Australia, Brasile, Cina, India, Russia, Ucraina, Sudafrica, Canada, USA** e Iran (USGS, 2024)¹¹⁵.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di minerali ferrosi importate dal nostro Paese mostrano nel corso del periodo di riferimento un andamento tendenzialmente al ribasso. Infatti, nel 2015 si rileva una quantità importata di 9.704.497.973 kg mentre lo stesso dato riferito al 2023 si riduce del 31,74%, registrando un livello di 6.623.813.459 kg. Al contrario, i dati sulle esportazioni sono stati più stabili, oscillando tra i 460.913.352 kg del 2015 e i 793.656.679 kg del 2018 (Tabella 87 e Figura 113).

Anni	Import	Export
2015	9.704.497.973	460.913.352
2016	10.235.862.045	544.154.095
2017	9.482.443.033	760.727.201
2018	9.687.706.947	793.656.679
2019	10.292.592.733	768.345.775
2020	7.375.310.688	575.156.713
2021	8.320.736.604	643.107.699
2022	7.239.441.558	523.942.258
2023	6.623.813.459	590.703.258

Tabella 87 – Minerali ferrosi: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹¹⁵ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Iron ore. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/iron-ore-statistics-and-information>.

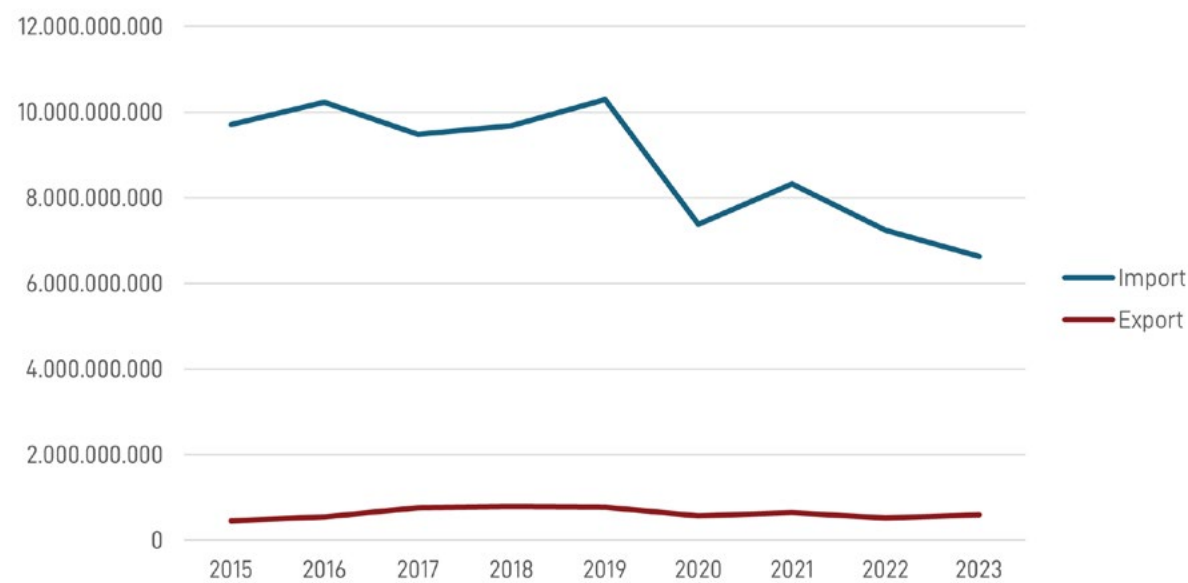


Figura 113 – Minerali ferrosi: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di minerali ferrosi, si osserva una crescita rilevante: da oltre 1,7 miliardi di euro del 2015, si è passati a oltre 2 miliardi e mezzo di euro nel 2023, facendo così segnare un aumento percentuale nel periodo di riferimento del 50,32%. Anche il valore delle esportazioni segue una dinamica simile, passando da circa 407 milioni di euro nel 2015 a oltre 789 milioni e mezzo di euro nel 2022, con un leggero calo nel 2023 del 9,63% portando il valore delle esportazioni di minerali fossili a poco più di 713 milioni e mezzo di euro (Tabella 88 e Figura 114).

Anni	Import	Export
2015	1.784.961.259,00	407.011.239,00
2016	1.558.293.433,00	378.233.189,00
2017	2.114.847.074,00	548.395.248,00
2018	2.372.389.713,00	630.240.470,00
2019	2.734.963.422,00	571.605.422,00
2020	1.806.583.919,00	390.415.348,00
2021	3.392.006.160,00	610.882.015,00
2022	3.388.976.588,00	789.845.026,00
2023	2.683.215.268,00	713.760.318,00

Tabella 88 – Minerali ferrosi: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

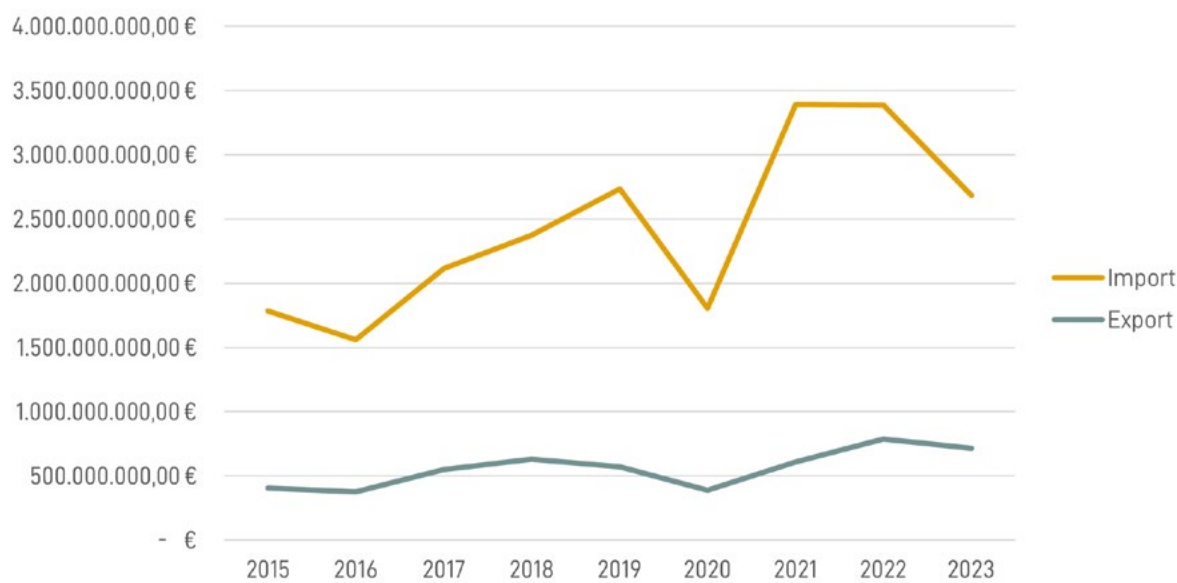


Figura 114 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di minerali ferrosi dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Gli usi industriali del ferro sono numerosi, specialmente nel settore metallurgico:

- **Industria metallurgica:** il ferro è il metallo più utilizzato nella produzione di tutti i tipi di acciaio (combinato con altri metalli e carbonio) per costruire macchinari, ferrovie, automobili, strutture, attrezzi, utensili da cucina, lattine per bevande, ecc. Il ferro è fondamentale per la produzione di magneti ed elettromagneti, grazie alle sue proprietà magnetiche. Il terfenolo-D è una lega di ferro, terbio e disprosio altamente magnetostrittiva, utilizzata nella costruzione di sistemi *sonar* navali e sensori magnetomeccanici.
- **Industria chimica:** il ferro è utilizzato come catalizzatore nella produzione di ammoniaca, la materia prima per i fertilizzanti. Il cloruro di ferro (III) è utilizzato per la depurazione dell'acqua e nel trattamento delle acque reflue; viene anche utilizzato come pigmento rosso in vernici e tessuti. Il cloruro di ferro (III) è un agente riducente nella riduzione dei cromati nel cemento; il solfato ferroso (II) è usato per trattare la carenza di ferro (anemia).
- **Altre applicazioni:** grazie alla stabilità del colore, al basso costo e alla non tossicità, gli ossidi di ferro sono ampiamente utilizzati come pigmenti coloranti naturali nei materiali da costruzione, nell'industria chimica, nelle materie plastiche e nei cosmetici.

Il ferro ha un ampio utilizzo nell'industria italiana (Figura 115), specialmente nel settore metallurgico (ferro ed acciai, oltre 90%), in minor misura nel settore chimico (catalisi dell'ammoniaca, trattamento delle acque, pigmenti).

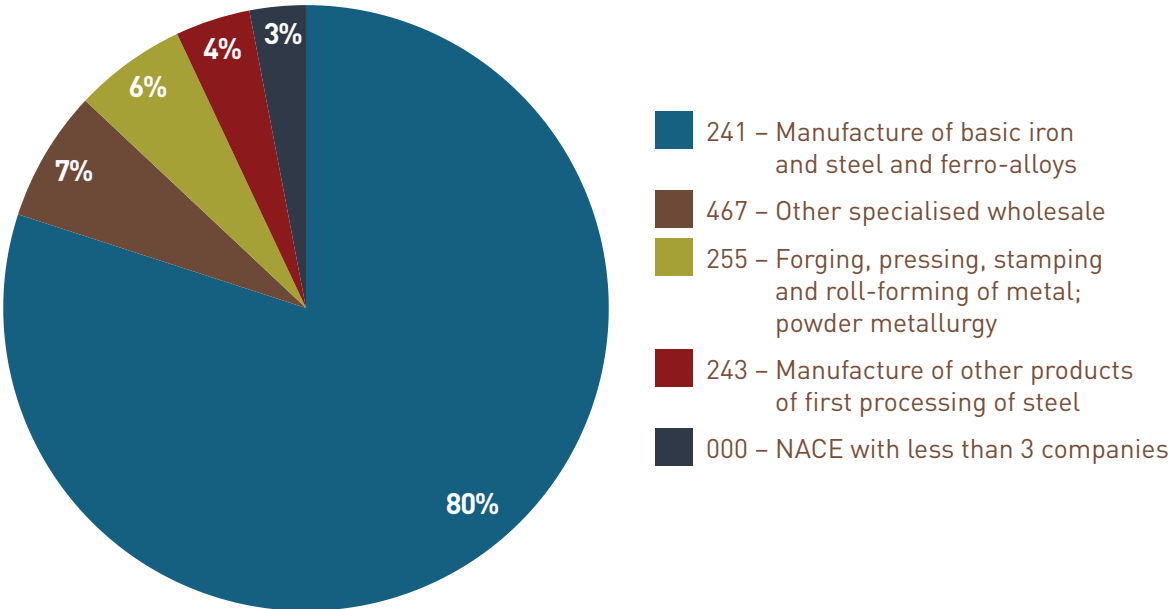
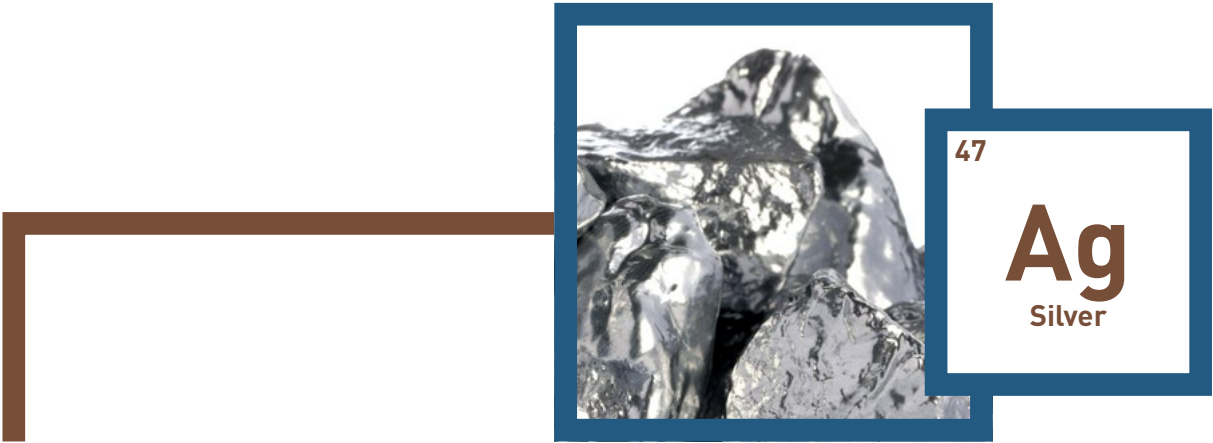


Figura 115 – Distribuzione percentuale delle importazioni di minerali ferrosi per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



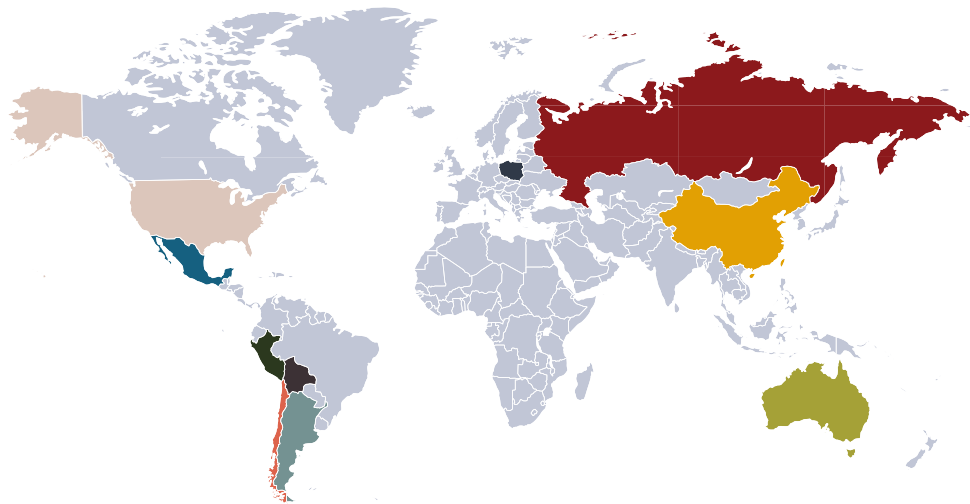
4.3.3 Argento

L'argento (simbolo chimico Ag, numero atomico 47, abbondanza crostale media 75 ppb), è un metallo nobile, tenero, duttile e malleabile, con una eccellente conducibilità elettrica e termica. È un metallo chiaro con alto potere riflettente, resistente alla corrosione, ma con tendenza all'ossidazione superficiale (passivazione).

Si ottiene dall'argentite Ag_2S , dalla galena argentifera e come sottoprodotto della metallurgia del rame. L'argento si trova comunemente in vene idrotermali; l'oro e l'argento si trovano spesso associati, meno comunemente con metalli come piombo, zinco, rame e ferro, in diversi tipi di depositi minerali. I metalli precipitano dai fluidi idrotermali attraverso vari processi, a seconda delle specifiche condizioni locali (variazioni di pH, Eh, *mixing* con altri fluidi, raffreddamento, reazione con rocce incassanti). L'argento si ottiene comunemente dall'argentite (Ag_2S) in associazione con altri solfuri come sfalerite (ZnS), calcopirite ($CuFeS_2$), pirite (FeS_2) e pirrotina ($Fe_{1-x}S$). I sistemi idrotermali principali comprendono depositi di tipo MVT (*Mississippi Valley Type*, depositi a $Pb-Zn\pm Ag$ in rocce carbonatiche), e depositi sedimentari esalativi a metalli di base (SEDEX - *Sedimentary Exhalative*).

Riciclo: le possibilità di riciclo dipendono dall'applicazione, viene recuperato dagli sfridi generati durante la fabbricazione di prodotti con questo metallo, dalle leghe e dai residui industriali che lo contengono.

Principali produttori: i principali produttori mondiali sono **Messico**, **Cina**, **Perù**, **Russia**, **Polonia**, **Australia**, **Cile**, **Bolivia**, **Argentina**, **USA** (USGS, 2024)¹¹⁶.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di argento in Italia, si osserva una notevole stabilità, con un massimo di 11.207.262 kg nel 2022 e un minimo di 7.588.058 kg nel 2023. Le esportazioni, invece, hanno mostrato un andamento più variabile, oscillando tra i 4.349.874 kg nel 2021 e i 34.667.046 kg nel 2023 (Tabella 89 e Figura 116).

Anni	Import	Export
2015	8.589.744	4.876.757
2016	8.427.159	7.126.661
2017	9.339.282	5.918.451
2018	9.562.299	4.477.726
2019	8.442.625	5.001.814
2020	8.088.305	4.774.605
2021	8.564.409	4.349.874
2022	11.207.262	14.428.221
2023	7.588.058	34.667.046

Tabella 89 – Argento: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

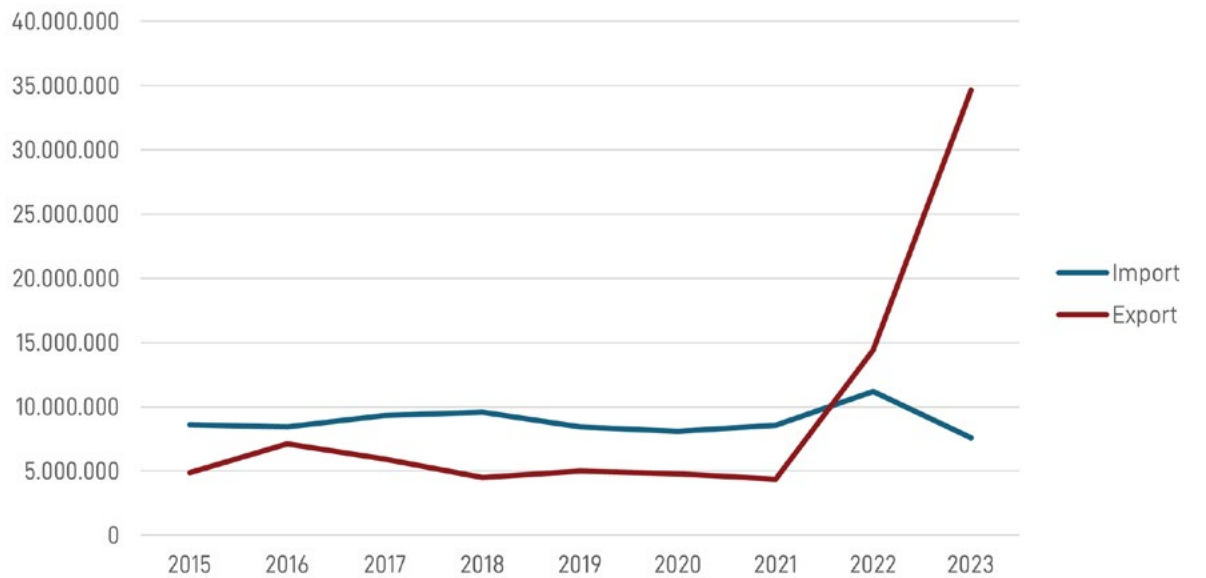


Figura 116 – Argento: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'incremento del valore delle importazioni di argento è evidente: da 1,4 miliardi di euro del 2015 si è raggiunto un livello superiore ai 2,3 miliardi di euro nel 2023. Anche le esportazioni mostrano una crescita considerevole, da poco più di 343 milioni di euro nel 2015 fino a superare gli 850 milioni di euro nel 2023, registrando un incremento del 147,73% (Tabella 90 e Figura 117).

Anni	Import	Export
2015	1.421.347.270,00	343.197.232,00
2016	1.350.743.058,00	379.254.638,00
2017	1.453.836.665,00	370.711.439,00
2018	1.466.362.718,00	262.393.955,00
2019	1.805.120.388,00	308.738.838,00
2020	2.082.278.234,00	403.584.654,00
2021	2.651.359.258,00	666.468.195,00
2022	2.658.477.610,00	759.550.552,00
2023	2.389.424.453,00	850.193.088,00

Tabella 90 – Argento: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹¹⁶ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Silver. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/silver-statistics-and-information>.

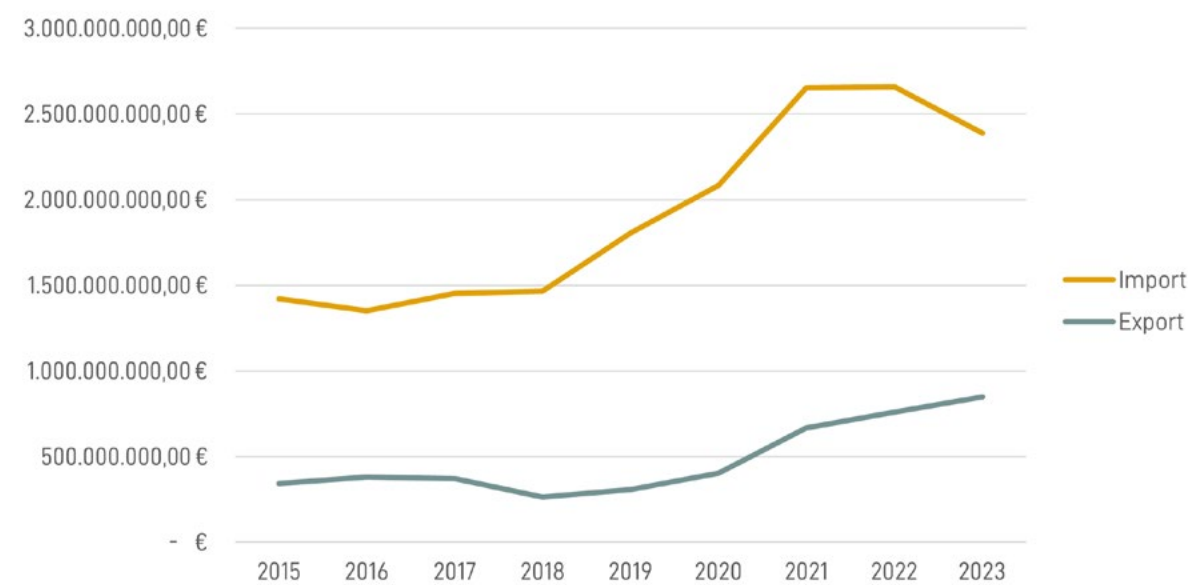


Figura 117 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di argento dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

In virtù delle sue proprietà chimico-fisiche, l'argento viene utilizzato in numerosi ambiti industriali:

- **Industria elettronica:** l'argento in lega con lo stagno viene utilizzato per la produzione di leghe per saldatura per i circuiti stampati dei dispositivi elettronici, nonché per schede con *microchip*, il cui strato di contatto è in argento. La tecnologia di stampa 3D si sta evolvendo per creare dispositivi con elettronica integrata: in questo processo, gli inchiostri d'argento stampano le tracce dei circuiti conduttivi, un processo chiave nella fabbricazione di questi dispositivi elettronici.
- **Industria elettrica:** l'argento viene utilizzato in lega con il rame nelle catenarie ferroviarie per aumentarne la temperatura di ricristallizzazione e renderlo più resistente alle alte temperature raggiunte a causa dell'attrito con il pantografo.
- **Batterie:** i piccoli dispositivi elettronici, come gli orologi analogici, utilizzano spesso batterie all'ossido d'argento per l'elevato livello di energia che forniscono e la loro lunga durata.
- **Gioielli:** l'argento è un metallo prezioso molto utilizzato in gioielleria, viene anche utilizzato nelle leghe d'oro per conferire durezza. L'oro a 18 carati contiene il 12,5% di argento, il 12,5% di rame e il 75% di oro. L'oro bianco è composto dal 15% di argento, 10% di palladio e 75% di oro.
- **Industria chimica:** i sali d'argento sono utilizzati nella produzione di pellicole fotografiche e per le lastre radiografiche (raggi X), che nel frattempo sono diventate digitali. L'argento metallico è usato come catalizzatore per le reazioni di ossidazione nella produzione di formaldeide dal metanolo. L'industria petrolifera utilizza il nitrato d'argento come catalizzatore.
- **Medicina:** piccole quantità di argento sono utilizzate in alcuni bendaggi per prevenire l'infezione delle ferite e favorire la guarigione.
- **Produzione di energia:** l'argento è utilizzato nelle barre di controllo dei reattori nucleari ad acqua pressurizzata (PWR – *pressurized water nuclear reactors*) sotto forma di lega con indio (15%) e cadmio (5%). Svolge un ruolo importante nella produzione di celle solari, insieme al silicio.
- **Altre applicazioni:** l'argento viene utilizzato come un eccellente riflettore della luce solare sui pannelli di centrali solari termiche (CSP – *concentrated solar power*), consentendo di concentrare i raggi su un liquido o su sali di sodio e, con il calore, di riscaldare l'acqua e

ottenere così vapore, generando successivamente energia elettrica. Viene anche utilizzato come rivestimento elettrolitico (argentato) per migliorare l'aspetto di un oggetto metallico, per aumentare la conducibilità elettrica di un altro metallo (nei dispositivi elettronici), o per renderlo più resistente alla corrosione, migliorarne la saldabilità e così via.

L'argento ha importanti applicazioni nell'industria italiana (Figura 118) specialmente in gioielleria e nel settore dei metalli preziosi (85%). Utilizzi minori riguardano il settore chimico, la produzione di batterie ed il settore elettrico/elettronico (conduttori).

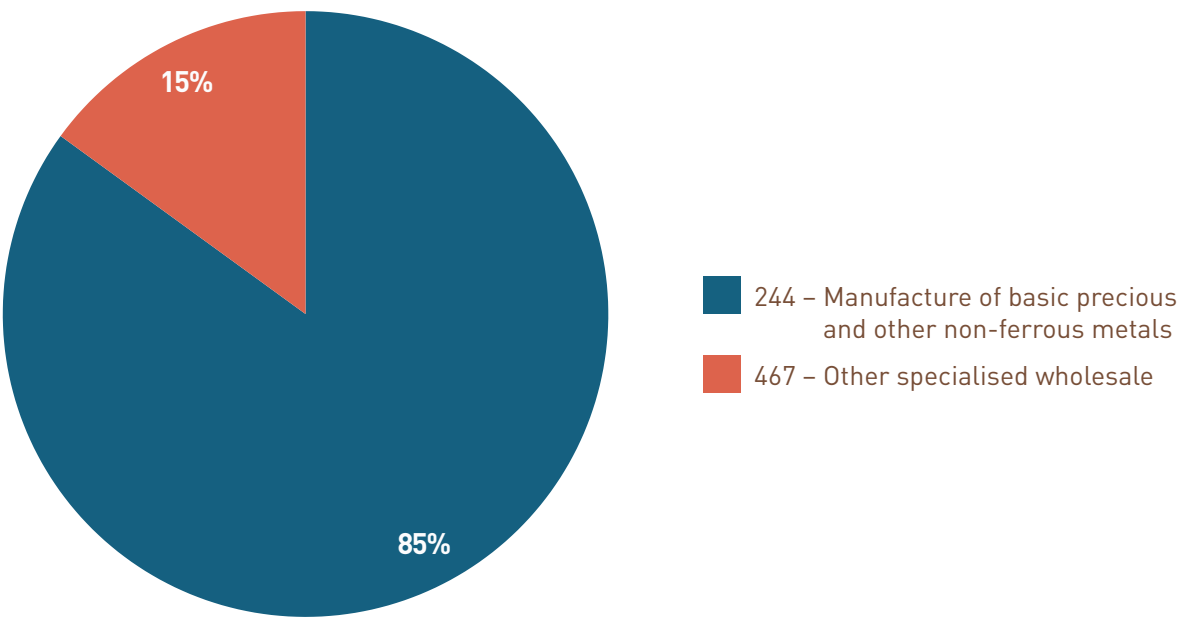


Figura 118 - Distribuzione percentuale delle importazioni di argento per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



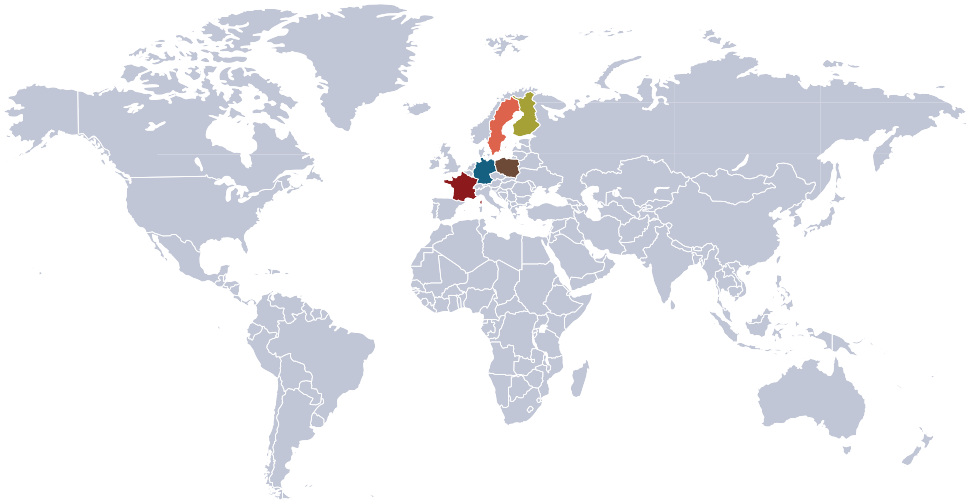
4.3.4 Roundwood

Per *roundwood* (legno tondo, “tronchi”, tondame) si intende il legno allo stato naturale tagliato, con o senza corteccia. Può essere rotondo, spaccato, grossolanamente squadrato o in altre forme, e può essere utilizzato per scopi industriali, sia nella sua forma rotonda (ad esempio come pali di trasmissione o palificazione) sia come materia prima da trasformare in prodotti industriali come legno segato, prodotti in pannelli o polpa. La produzione di tondame (il termine è anche usato come sinonimo di rimozione nel contesto della selvicoltura) comprende tutte le quantità di legno rimosse dalla foresta e da altri terreni boschivi, o da altri siti di abbattimento alberi durante un periodo di tempo definito. Include il legno recuperato da perdite naturali, di abbattimento e di disboscamento.

La quantità di abbattimenti e rimozioni annuali di legname sono parametri chiave per la selvicoltura e la gestione forestale. Sono utilizzati ad esempio per valutare la sostenibilità, per stimare i potenziali di biomassa forestale inutilizzati e per calcolare i cambiamenti annuali dello stoccaggio di carbonio nelle foreste e nei prodotti del legno. Le statistiche ufficiali sotto-stimano notevolmente gli abbattimenti effettivi (Eurostat, 2023)¹¹⁷.

Riciclo: gli scarti della lavorazione ed i materiali ammalorati vengono trasformati in materiale combustibile (es. *pellet*).

Principali produttori: i principali produttori europei sono **Germania**, **Svezia**, **Finlandia**, **Francia** e **Polonia** (<https://rmis.jrc.ec.europa.eu/rmp/Roundwood-industrial>).



¹¹⁷ Eurostat (2023). Roundwood production. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Roundwood_production.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di *roundwood* importate rivela una tendenza non uniforme, con 3.264.829.403 kg nel 2019 e un minimo di 2.395.267.911 kg nel 2020. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una maggiore stabilità, con valori compresi tra 108.033.201 kg nel 2017 e 210.746.253 kg nel 2019 (Tabella 91 e Figura 119).

Anni	Import	Export
2015	–	–
2016	–	–
2017	2.401.530.239	108.033.201
2018	2.786.519.226	141.736.061
2019	3.264.829.403	210.746.253
2020	2.395.267.911	190.206.883
2021	2.573.063.590	206.617.258
2022	2.612.320.131	127.481.003
2023	2.855.409.448	171.544.997

Tabella 91 – Roundwood: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

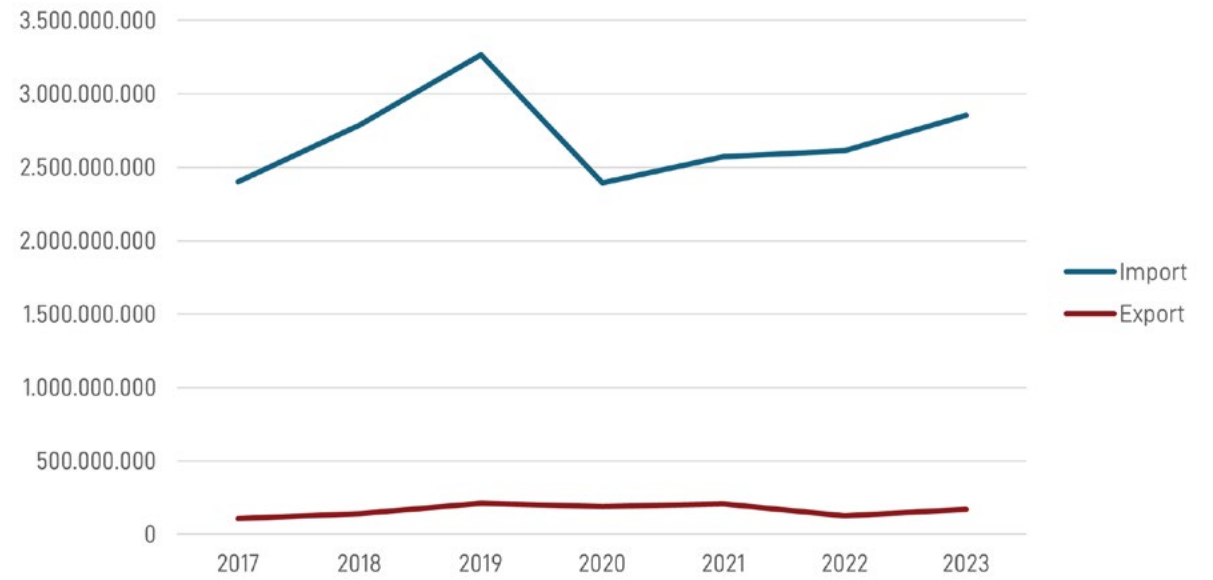


Tabella 119 – Roundwood: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di *roundwood* è significativa, partendo da quasi 802 milioni e mezzo di euro nel 2017 fino a superare 1,2 miliardi di euro nel 2023, con un valore massimo registrato nel 2022 di oltre 1,4 miliardi di euro. Il valore delle esportazioni ha seguito un andamento più uniforme, variando tra i circa 60 milioni di euro del 2017 e il massimo del 2021 di oltre 112 milioni di euro (Tabella 92 e Figura 120).

Anni	Import	Export
2015	–	–
2016	–	–
2017	802.423.633,00	60.113.717,00
2018	938.211.373,00	74.864.730,00
2019	829.246.455,00	102.297.152,00
2020	785.881.058,00	81.903.179,00
2021	1.240.137.562,00	112.160.449,00
2022	1.478.658.821,00	103.067.615,00
2023	1.296.836.069,00	90.922.304,00

Tabella 92 – Roundwood: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

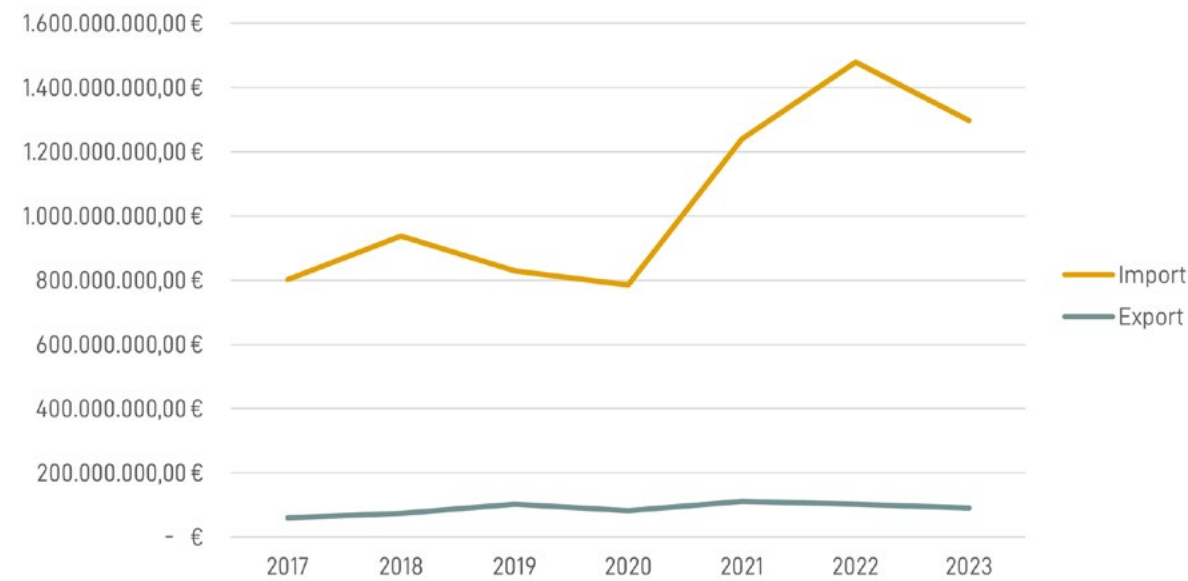


Figura 120 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di roundwood dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il legno tondo è utilizzato principalmente per applicazioni strutturali, e il suo principale vantaggio è che richiede pochissima lavorazione e mantiene anche la sua densità e resistenza, a differenza del legname segato. Le applicazioni comuni del tondame includono travi di ponti, pali di servizi di pubblica utilità, pali di edifici e muri di contenimento.

Il *roundwood* riveste un importante ruolo nell'industria italiana (Figura 121), in particolare nella settore della lavorazione del legno e di tutta la relativa filiera di prodotti e sottoprodotti.

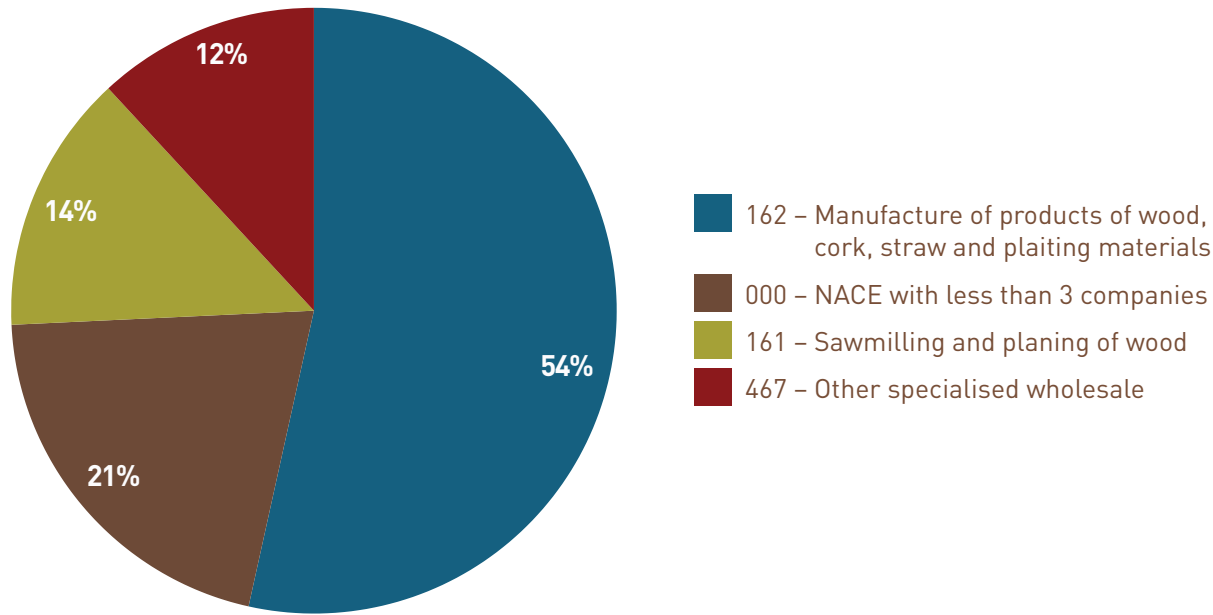


Figura 121 – Distribuzione percentuale delle importazioni di roundwood per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



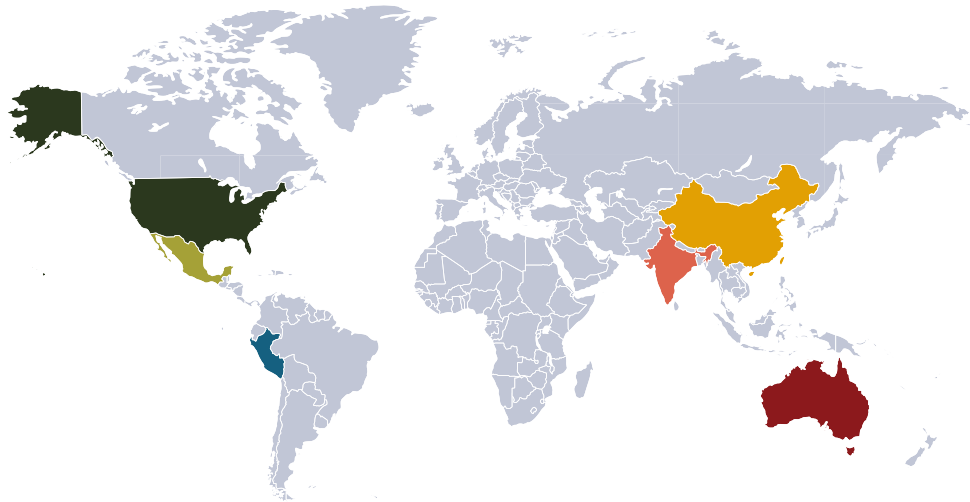
4.3.5 Zinco

Lo zinco (simbolo chimico Zn, numero atomico 30, abbondanza crostale media 70 ppm) un metallo fragile, con un basso punto di fusione (420 °C), con buone caratteristiche di passivazione, essenziale per il metabolismo nell’organismo.

Si ricava principalmente dalla blenda (o sfalerite) ZnS e dalla smithsonite ZnCO₃. È un metallo di base che si trova più comunemente in vene idrotermali; spesso zinco e piombo si trovano associati, meno comunemente con rame e ferro, in diversi tipi di depositi minerari. I metalli precipitano dai fluidi idrotermali in seguito a vari processi, ad esempio raffreddamento, *mixing* con altri fluidi, variazioni di pH ed Eh, reazione con rocce incassanti. Lo zinco si ottiene più comunemente dalla sfalerite (ZnS) in associazione con altri solfuri come galena (PbS), calcopirite (CuFeS₂), pirite (FeS₂) e pirrotina (Fe_{1-x}S). I più importanti depositi sono quelli *Mississippi Valley Type* (MVT), a blenda e galena (Zn-Pb±Ag±Ba) in rocce carbonatiche ed i *sedimentary exhalative* (SEDEX), corpi stratiformi a solfuri di metalli di base (in genere del Proterozoico). È possibile trovare mineralizzazioni a zinco anche in depositi VMS (*volcanogenic massive sulphide*) e *skarn* (al contatto tra un corpo intrusivo granitoide ed una roccia incassante carbonatica).

Riciclo: le possibilità di riciclo dipendono dall’applicazione e la fonte principale è rappresentata dai residui chimici del settore galvanico (zincatura), i rottami di acciaio zincato e gli scarti di ottone.

Principali produttori: i principali produttori mondiali sono Cina, Perù, Australia, Messico, USA, India (USGS, 2024)¹¹⁸.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

I dati relativi alle quantità di zinco importate dal nostro Paese mostrano un andamento non costante, con un massimo di 516.913.294 kg importati nel 2016 e un minimo di 393.239.986 kg registrato nel corso del 2023. Più costante e con una tendenza generale al rialzo il dato relativo alle quantità esportate, che rileva un andamento compreso tra i 136.876.994 kg del 2015 e i 205.062.277 kg del 2022 (Tabella 93 e Figura 122).

Anni	Import	Export
2015	466.615.225	136.876.994
2016	516.913.294	146.008.309
2017	478.349.084	151.231.998
2018	513.958.484	158.122.706
2019	501.004.161	175.010.128
2020	441.546.419	168.780.097
2021	515.129.622	188.727.564
2022	475.919.927	205.062.277
2023	393.239.986	202.096.575

Tabella 93 – Zinco: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹¹⁸ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Zinc. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/zinc-statistics-and-information>.

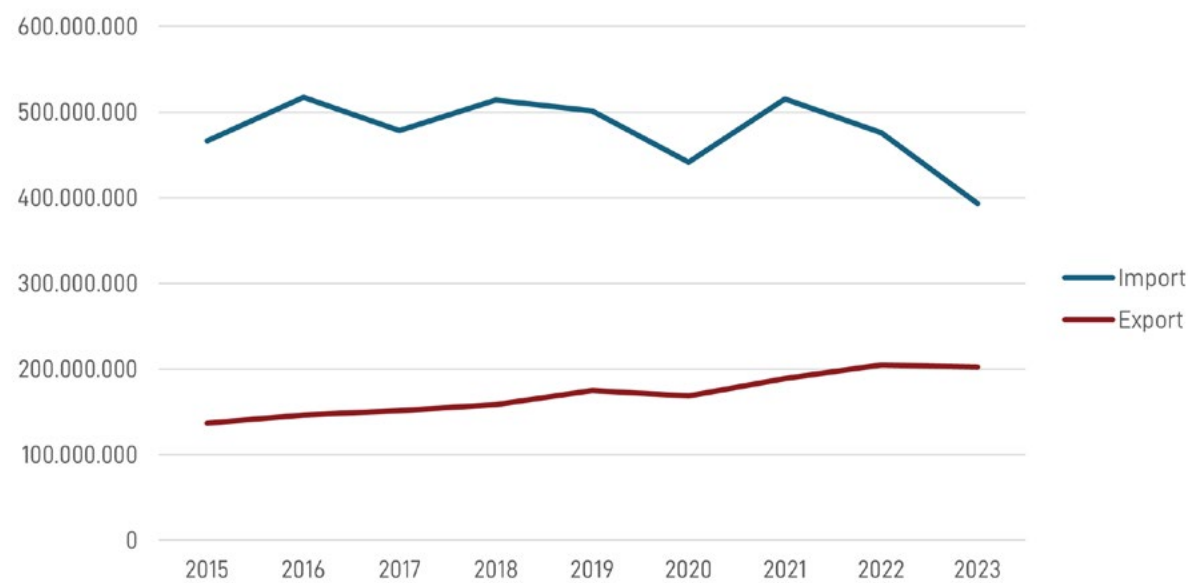


Figura 122 – Zinco: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Con riferimento al valore delle importazioni di zinco, si riscontrano nel periodo considerato fluttuazioni considerevoli: se nel 2015 le importazioni di questo materiale ammontavano a circa 689 milioni di euro, lo stesso dato riferito al 2018 rileva un incremento del 52,86%, registrando poi nel 2020 una perdita di circa 33,5 punti percentuali rispetto ai valori del 2018 e segnando, infine, un ulteriore aumento del 50,62% nel 2023. Un andamento analogo lo si riscontra anche analizzando il valore complessivo delle esportazioni, pari a poco più di 217 milioni di euro nel 2015, cresciute fino a oltre 481 milioni e mezzo di euro nel 2022 e attestatesi a oltre 416 milioni e mezzo di euro nel 2023 (Tabella 94 e Figura 123).

Anni	Import	Export
2015	689.307.249,00	217.080.615,00
2016	762.557.792,00	232.448.365,00
2017	934.557.115,00	304.961.528,00
2018	1.053.679.946,00	329.815.169,00
2019	927.174.977,00	352.009.504,00
2020	700.938.753,00	287.297.766,00
2021	1.022.504.931,00	382.381.093,00
2022	1.442.418.625,00	481.829.894,00
2023	1.055.760.294,00	416.763.323,00

Tabella 94 – Zinco: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

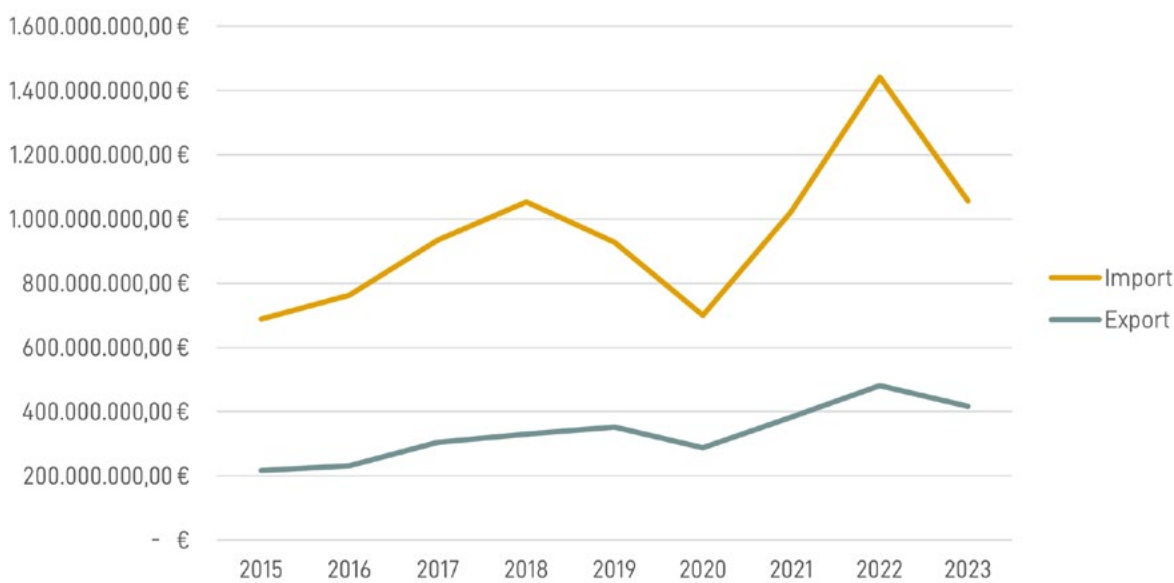


Figura 123 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di zinco dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Lo zinco viene utilizzato in numerosi ambiti industriali:

- **Industria metallurgica:** la principale applicazione dello zinco, che rappresenta circa il 55% del consumo, è come agente anticorrosione nella zincatura di ferro e acciaio. La seconda applicazione principale dello zinco è nella fabbricazione della lega metallica *zamak*, che contiene zinco come metallo di base legato con alluminio, magnesio e rame, utilizzata ad esempio nella fabbricazione di stampi per pressofusione. Un'altra importante applicazione è la fabbricazione di ottone (una lega di rame e zinco) per la fabbricazione di strumenti musicali, rubinetti e accessori decorativi. Lo zinco viene utilizzato nella fabbricazione di anodi sacrificali, collegati elettricamente a strutture in acciaio come ponti, ferrovie e scafi di navi, per proteggerli dall'ossidazione.
- **Batterie:** il cloruro di zinco, insieme al biossido di carbonio e al biossido di manganese, forma le classiche batterie a secco, economiche, che però non consentono un consumo energetico molto elevato, che ora vengono sostituite da batterie alcaline o Ni-MH. Le minuscole batterie zinco-aria sono la fonte di energia per gli apparecchi acustici (l'ossigeno reagisce con lo zinco per generare energia).
- **Altre applicazioni:** l'ossido di zinco è utilizzato nella produzione di alcuni deodoranti e anche di vernice bianca, gomma e crema solare. I solfati, gli ossidi e i chelati di zinco sono utilizzati in agricoltura come fertilizzanti, nella medicina veterinaria sia curativa che preventiva e nelle colture di cereali e alberi da frutto per curare le carenze di nutrienti. Lo zinco alchil-ditiofosfato (ZDDP) viene utilizzato come additivo antiusura negli oli lubrificanti.

Lo zinco riveste una notevole importanza nell'industria italiana (Figura 124), specialmente nel settore metallurgico (leghe non ferrose, ottone) e nella galvanica (zincatura). Ulteriori utilizzi riguardano la produzione di fertilizzanti ed il settore chimico (es. vernici, gomme, circa 26%) e farmaceutico (es. creme solari).

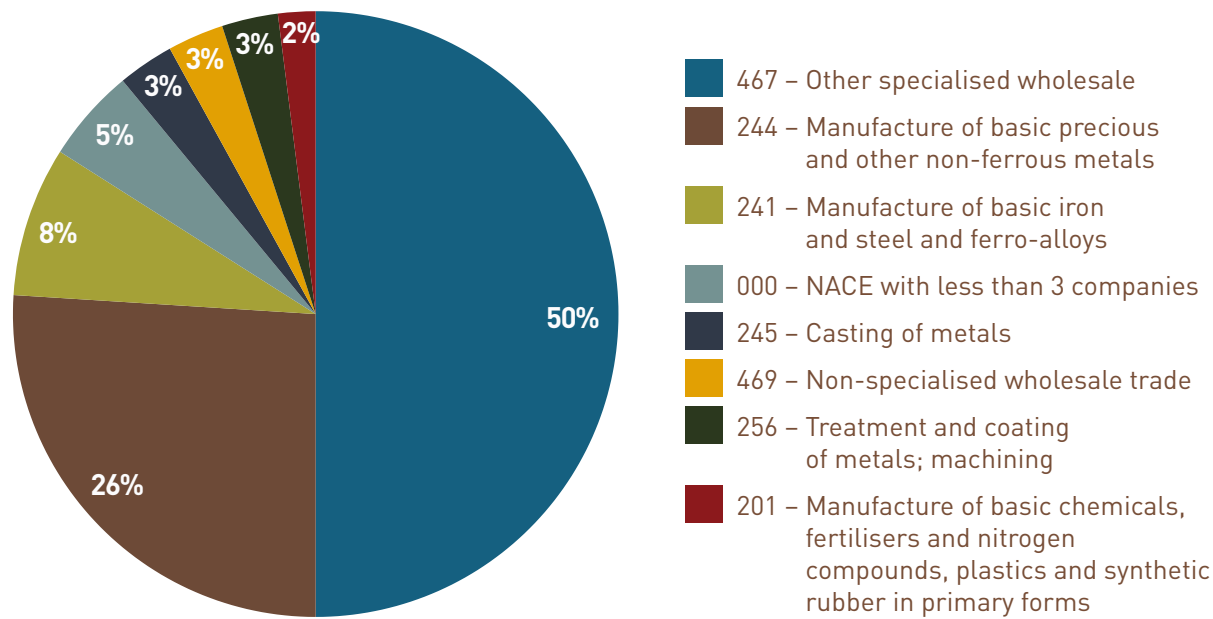


Figura 124 – Distribuzione percentuale delle importazioni di zinco per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



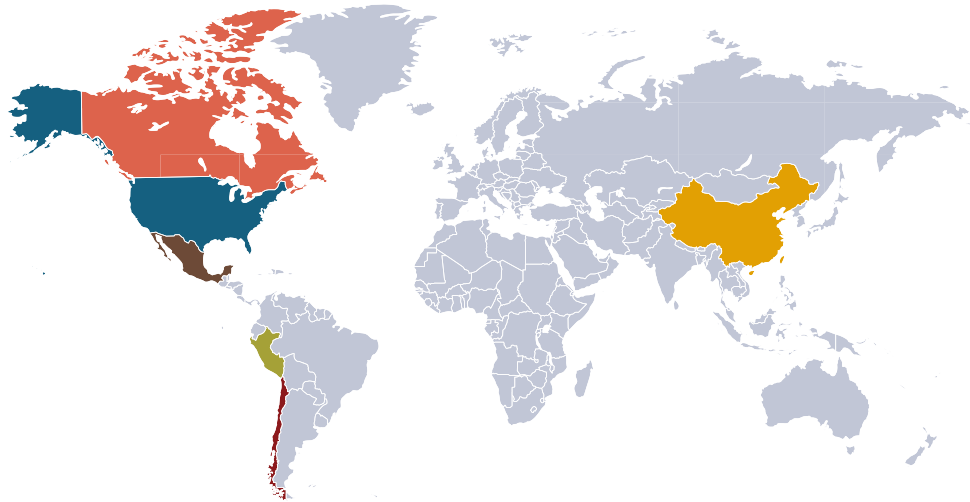
4.3.6 Molibdeno

Il molibdeno (simbolo chimico Mo, numero atomico 42, abbondanza media crostale 1,2 ppm) è un metallo refrattario (fonde a 2625 °C), caratterizzato da una buona conducibilità termica ed elettrica ed un basso coefficiente di dilatazione termica.

I principali minerali di molibdeno sono la molibdenite (MoS₂), la wulfenite (PbMoO₄) e la powellite (CaMoO₄). I giacimenti *porphyry*, depositi magmatico – idrotermali legati al magmatismo in zone di subduzione di crosta oceanica sotto crosta continentale, sono la principale fonte di minerali di molibdeno. I *porphyry* prendono il nome dalla tessitura porfirica delle intrusioni mineralizzate, originate da fluidi magmatici-idrotermali ad alta temperatura. Sono caratterizzati da un grande tonnelloaggio ma da un basso tenore; le mineralizzazioni a molibdeno si rinvencono in genere sotto forma di disseminazioni, *stockwork* (venette millimetriche ad incrocio casuale) e vene a solfuri di Cu, Fe, Sn, W, Bi, Pb, Zn e Au nativo.

Riciclo: il molibdeno viene recuperato dalle varie leghe, superleghe e utensili per il taglio dell'acciaio che lo contengono, nonché dai catalizzatori utilizzati nell'industria petrolifera.

Principali produttori: i principali produttori mondiali sono Cina, Cile, USA, Perù, Messico, Canada (USGS, 2024)¹¹⁹.



¹¹⁹ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Molybdenum. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/molybdenum-statistics-and-information>.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di molibdeno importate dal nostro Paese mostrano fluttuazioni considerevoli, con un picco di 29.884.748 kg registrato nel 2023 e un calo fino a 14.394.852 kg nel 2020. In modo analogo, i dati sulle esportazioni seguono un andamento non uniforme, oscillando tra i 292.616 kg del 2021 e gli 8.500.416 kg del 2016 (Tabella 95 e Figura 125).

Anni	Import	Export
2015	20.787.646	6.650.122
2016	20.249.229	8.500.416
2017	22.166.701	3.016.970
2018	15.935.507	2.480.850
2019	17.705.782	324.130
2020	14.394.852	344.234
2021	16.078.392	292.616
2022	15.193.022	304.520
2023	29.884.748	564.127

Tabella 95 – Molibdeno: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

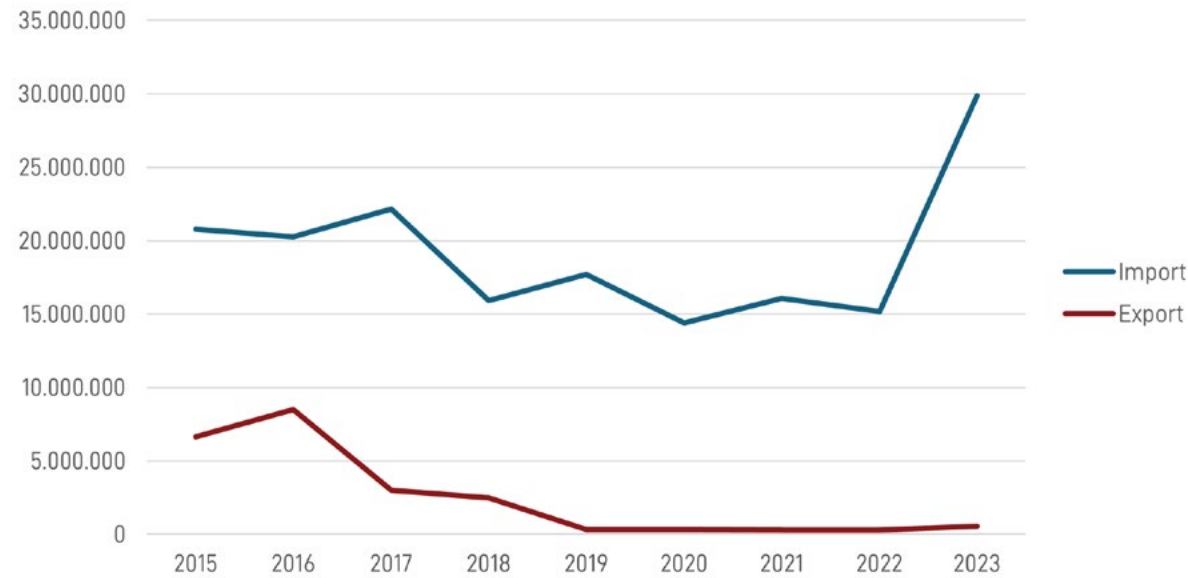


Figura 125 – Molibdeno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di molibdeno, si osserva una crescita rilevante: da oltre 233 milioni e mezzo di euro del 2015, si è passati a oltre 510 milioni di euro nel 2023. Al contrario, il valore delle esportazioni segue una dinamica al ribasso, passando da oltre 67 milioni di euro nel 2015 a poco più di 10 milioni e mezzo di euro nel 2023 (Tabella 96 e Figura 126).

Anni	Import	Export
2015	233.655.483,00	67.230.512,00
2016	204.298.197,00	66.837.820,00
2017	259.417.286,00	30.448.938,00
2018	237.264.766,00	31.980.837,00
2019	268.993.494,00	5.022.745,00
2020	165.547.812,00	4.682.196,00
2021	279.228.161,00	6.092.845,00
2022	383.870.753,00	8.218.115,00
2023	510.176.488,00	10.622.510,00

Tabella 96 – Molibdeno: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

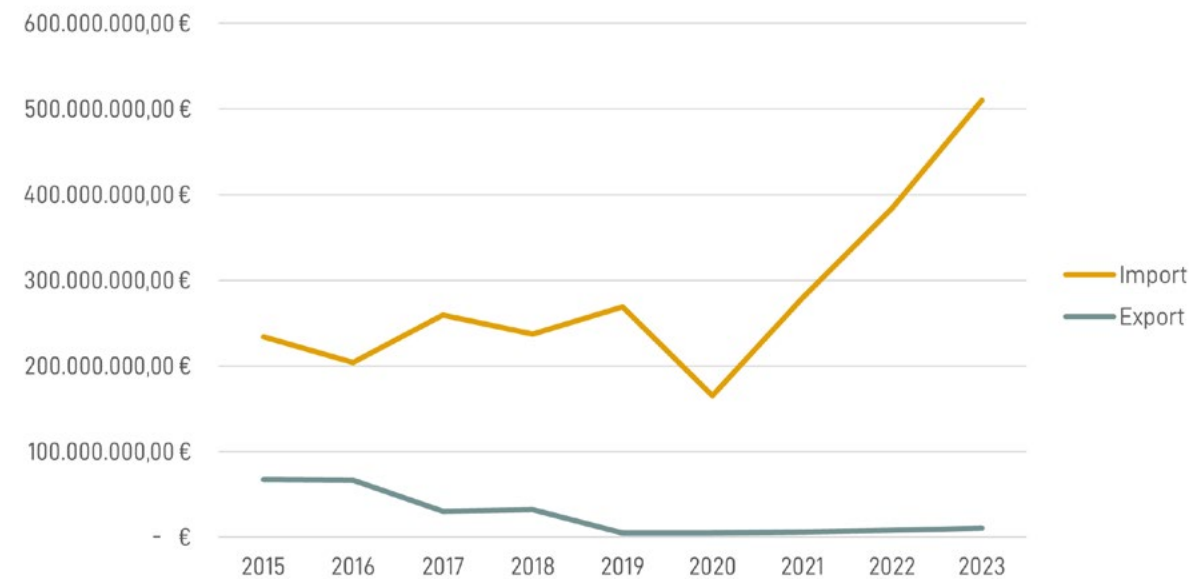


Figura 126 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di molibdeno dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le applicazioni industriali del molibdeno sono molteplici, specialmente nel settore metallurgico:

- **Industria metallurgica:** il molibdeno è utilizzato negli acciai inossidabili, negli acciai rapidi da taglio (HSS – *high speed steel*) e nelle superleghe (leghe metalliche a base di nichel, con eccellente resistenza ad alte temperature) per coltelli, cuscinetti, acciai resistenti alla corrosione e al calore per la fabbricazione di parti di aeromobili, contatti elettrici, motori industriali e attrezzature per la perforazione di idrocarburi. I composti di ferro-molibdeno conferiscono molteplici proprietà all'acciaio, una delle quali è quella di migliorare la penetrazione dei trattamenti termici e di facilitare l'indurimento.
- **Industria petrolifera:** il molibdeno è utilizzato come catalizzatore nell'industria petrolifera per rimuovere lo zolfo (desolforizzazione).
- **Medicina:** il molibdeno, legato con cobalto e cromo, è attualmente utilizzato negli acciai inossidabili medicali per realizzare *stent* coronarici. Il filo di lega di titanio-molibdeno (TMA – *titanium-molybdenum alloy*), privo di nichel, è ampiamente utilizzato come filo per arco ortodontico. L'isotopo ⁹⁹Mo è utilizzato in medicina nucleare come generatore di ⁹⁹Tc, uno dei radioisotopi più utilizzati in radiodiagnostica.
- **Altri utilizzi:** il bisolfuro di molibdeno (MoS₂) è utilizzato come additivo per oli e grassi lubrificanti, perché resiste alle alte temperature senza perdere le sue caratteristiche lubrificanti e la sua consistenza. Composti organo-metallici di molibdeno (es. Mo dialchil ditiocarbammato – Mo-DTC) vengono utilizzati come additivi antiusura e antiattrito in oli lubrificanti. Il molibdato di sodio è utilizzato come fertilizzante per le colture di broccoli e cavolfiori.

Il molibdeno viene ampiamente impiegato nell'industria italiana (Figura 127) specialmente nel settore metallurgico (acciai speciali e superleghe, oltre 85%), in minor misura in ambito chimico (es. additivi lubrificanti), nella catalisi ed in medicina.

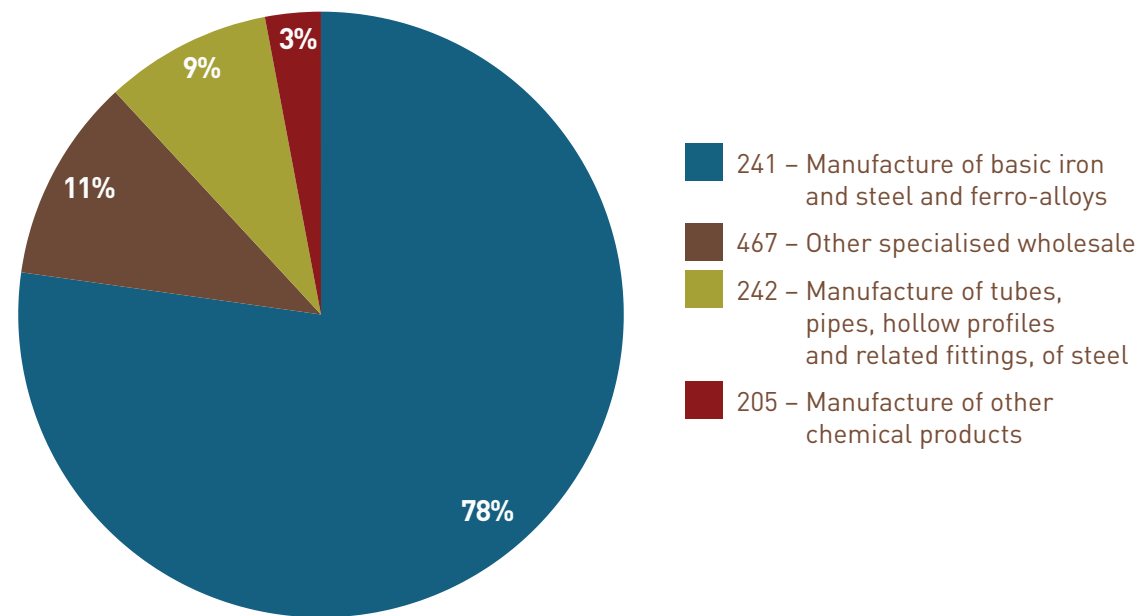
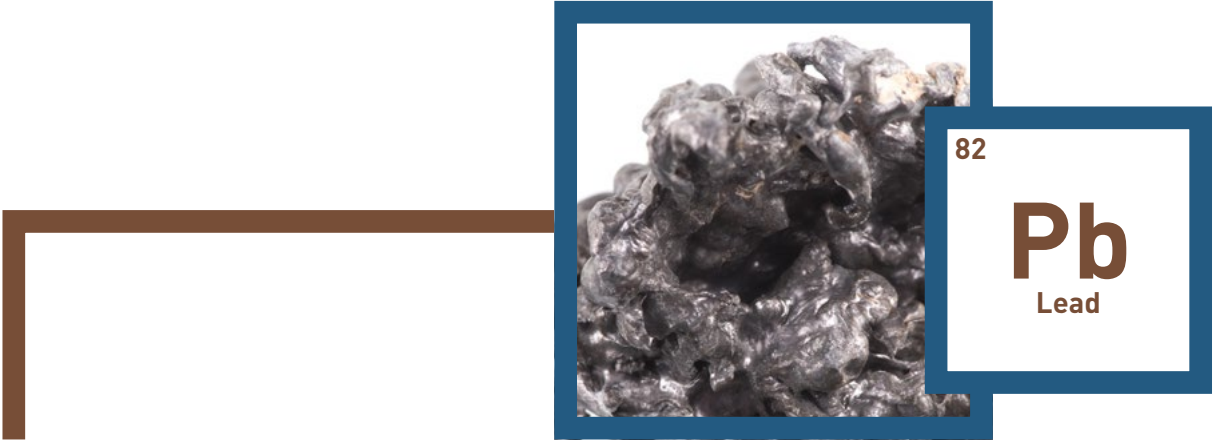


Figura 127 – Distribuzione percentuale delle importazioni di molibdeno per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



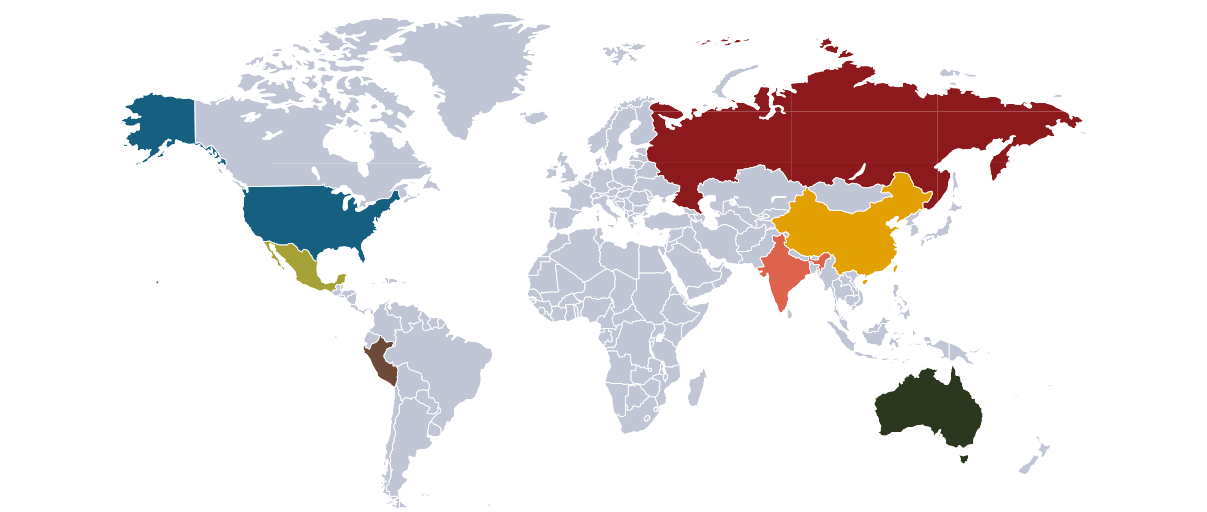
4.3.7 Piombo

Il piombo (simbolo chimico Pb, numero atomico 82, abbondanza media crostale 14 ppm) è un metallo tenero, duttile, malleabile e pesante, resistente alla corrosione, con ottime capacità di assorbire radiazioni ionizzanti. Considerata la sua tossicità, gli utilizzi sono piuttosto limitati.

Si ottiene principalmente dalla galena PbS, e come sottoprodotto di solfuri di rame, zinco e nichel. Il piombo si trova comunemente in vene idrotermali, associato allo zinco, meno comunemente a rame e ferro. La precipitazione dai fluidi idrotermali dipende da vari fattori, ad esempio variazioni di pH, Eh, raffreddamento, *mixing* con altri fluidi, reazione del fluido con rocce incassanti reattive (es. carbonati). Tra i più comuni giacimenti a Pb (e Zn) ricordiamo i MVT (*Mississippi Valley Type*), depositi fanerozoici *stratabound* in rocce carbonatiche (es. il distretto di Gorno – BG) ed i SEDEX (*sedimentary-exhalative*), corpi stratiformi a solfuri di metalli di base (Cu-Zn-Pb±Ba±Ag±Au) di età proterozoica. Il piombo proviene anche dai solfuri massicci di origine vulcanogenica VMS (*volcanogenic massive sulphide*) e dagli *skarn* (che si formano al contatto tra un intrusivo granitoide ed un incassante carbonatico).

Riciclo: il piombo è facilmente riciclabile, nell'Unione Europea e negli USA il tasso di riciclo del piombo è superiore al 70-90%, proveniente principalmente da batterie al piombo, rottami metallici e scarti. Nel resto del mondo, il tasso medio di recupero del piombo è superiore all'80% dal riciclo di batterie per veicoli e apparecchiature per batterie da impianti di alimentazione di emergenza.

Principali produttori: i principali produttori mondiali sono **Cina**, **Australia**, **Perù**, **USA**, **Messico**, **Russia** e **India** (USGS, 2024)¹²⁰.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di piombo in Italia, si osservano costanti fluttuazioni, variando tra un massimo di 195.493.625 kg nel 2019 e un minimo di 152.030.838 kg nel 2023. Anche le esportazioni hanno mostrato un andamento simile, oscillando tra i 41.402.649 kg nel 2023 e i 70.275.600 kg nel 2021 (Tabella 97 e Figura 128).

Anni	Import	Export
2015	188.976.818	65.824.623
2016	186.212.151	55.719.948
2017	180.470.244	65.766.557
2018	157.133.374	51.806.066
2019	195.493.625	53.398.442
2020	175.114.516	53.154.766
2021	152.365.583	70.275.600
2022	177.936.097	42.988.158
2023	152.030.838	41.402.649

Tabella 97 – Piombo: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

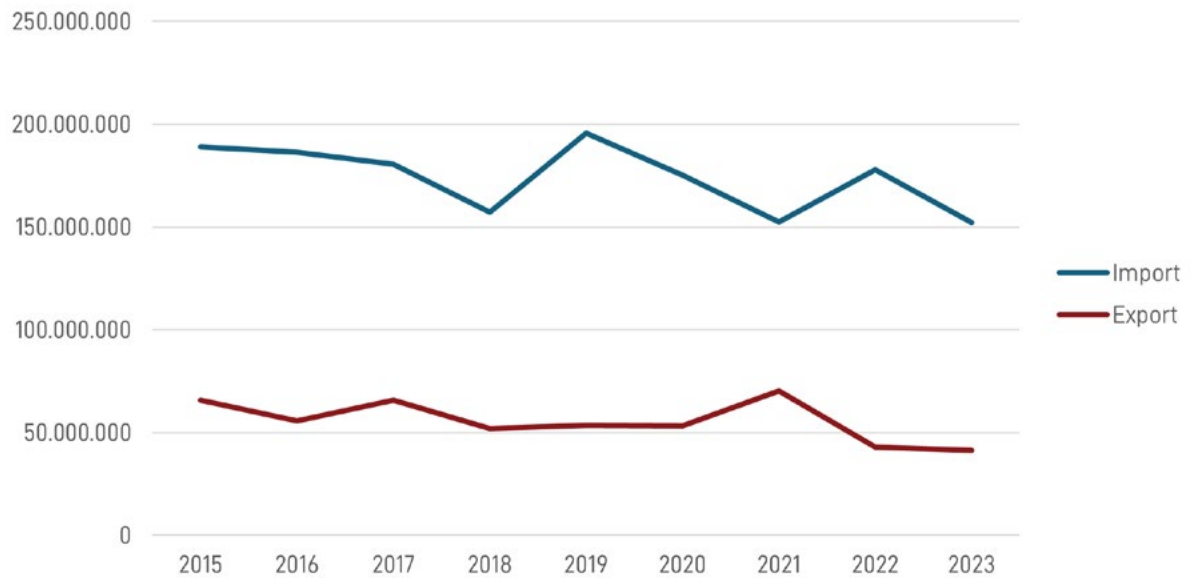


Figura 128 – Piombo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'analisi del valore delle importazioni di piombo rileva un andamento non uniforme, con valori compresi tra un picco di oltre 454 milioni e mezzo di euro nel 2017 e un minimo di poco più di 327 milioni e mezzo di euro nel 2020. Anche le esportazioni mostrano una tendenza variabile, da oltre 86 milioni e mezzo di euro nel 2020 fino a superare i 139 milioni di euro nel 2021 (Tabella 98 e Figura 129).

Anni	Import	Export
2015	435.858.881,00	105.749.198,00
2016	380.948.422,00	88.640.175,00
2017	454.769.655,00	121.616.504,00
2018	352.919.762,00	96.081.749,00
2019	375.734.677,00	98.404.049,00
2020	327.600.055,00	86.772.011,00
2021	388.405.359,00	139.157.493,00
2022	449.711.500,00	101.869.606,00
2023	362.796.418,00	88.379.416,00

Tabella 98 – Piombo: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹²⁰ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Lead. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/lead-statistics-and-information>.

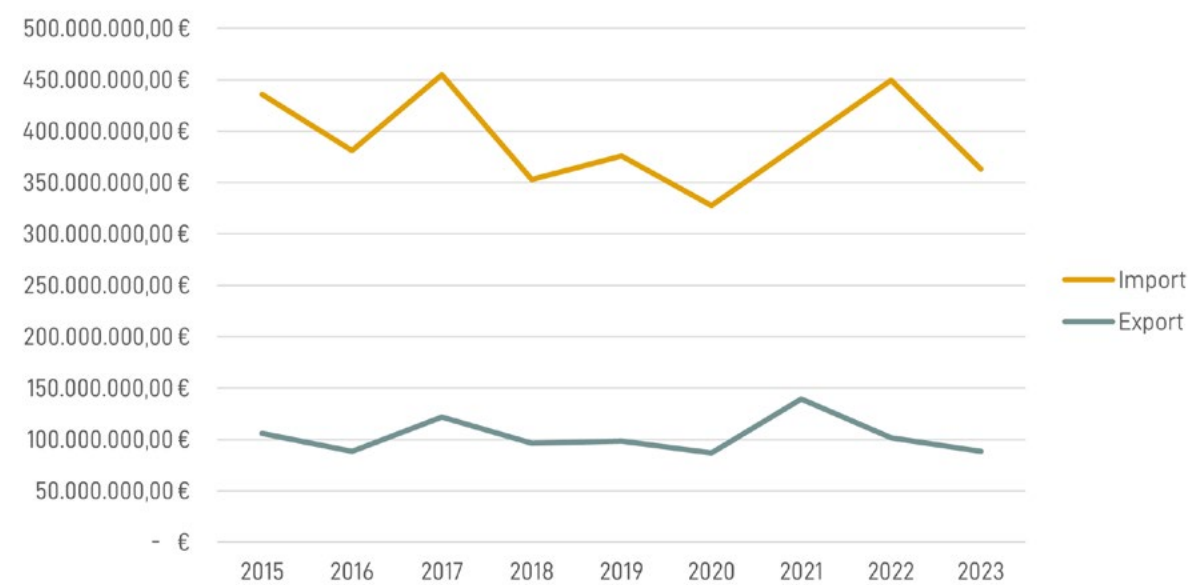


Figura 129 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di piombo dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il piombo presenta numerose applicazioni industriali in svariati settori:

- **Batterie:** l'applicazione principale del piombo è nelle batterie al piombo, ampiamente utilizzate nella maggior parte dei veicoli, nell'alimentazione di apparecchiature elettroniche e come fonte di alimentazione di emergenza in aziende, centri di telecomunicazione e di calcolo.
- **Edilizia e protezione da radiazioni ionizzanti:** il piombo è utilizzato nella fabbricazione di piastre e mattoni per schermare le radiazioni ionizzanti nei reparti e nei centri ospedalieri in cui vengono eseguiti raggi-X, TAC e medicina nucleare, e in aziende o istituzioni scientifiche con apparecchiature che generano radiazioni ionizzanti (es. XRD, XRF, micro-CT).
- **Industria del vetro e della ceramica:** l'ossido di piombo, aggiunto al vetro, gli conferisce un indice di rifrazione più elevato, maggiore brillantezza (es. vetro "cristallo") e una sonorità gradevole; viene anche utilizzato nella produzione di vetro al piombo, che protegge dalle radiazioni ionizzanti. Un altro utilizzo del piombo è nell'unione dei vetri nelle finestre di molte chiese (vetro piombato e vetrate colorate).
- **Industria metallurgica e leghe per saldatura:** in lega con stagno e argento, il piombo viene utilizzato per saldature che necessitano di una buona resistenza meccanica; tuttavia, a causa della sua tossicità, viene sostituito da altri metalli.
- **Altri utilizzi:** il piombo viene utilizzato come rivestimento protettivo per cavi elettrici sottomarini e nella produzione di proiettili, pallini da caccia e contrappesi. I contenitori di piombo vengono utilizzati per trasportare isotopi radioattivi per la medicina nucleare. In passato il piombo tetraetile è stato utilizzato come additivo della benzina per incrementare il numero di ottano, ma è stato bandito per via della sua tossicità; stesso discorso per alcuni pigmenti e vernici antiruggine a base di ossidi di piombo (minio).

Il piombo viene utilizzato in vari settori dell'industria italiana (Figura 130), specialmente nel settore metallurgico (circa 50%), per la produzione di batterie (accumulatori al piombo, circa 22%) e nel settore del vetro e della ceramica. Si segnalano utilizzi anche nella produzione di vernici e pigmenti al minio (ossido di piombo), protezione da radiazioni ionizzanti e proiettili.

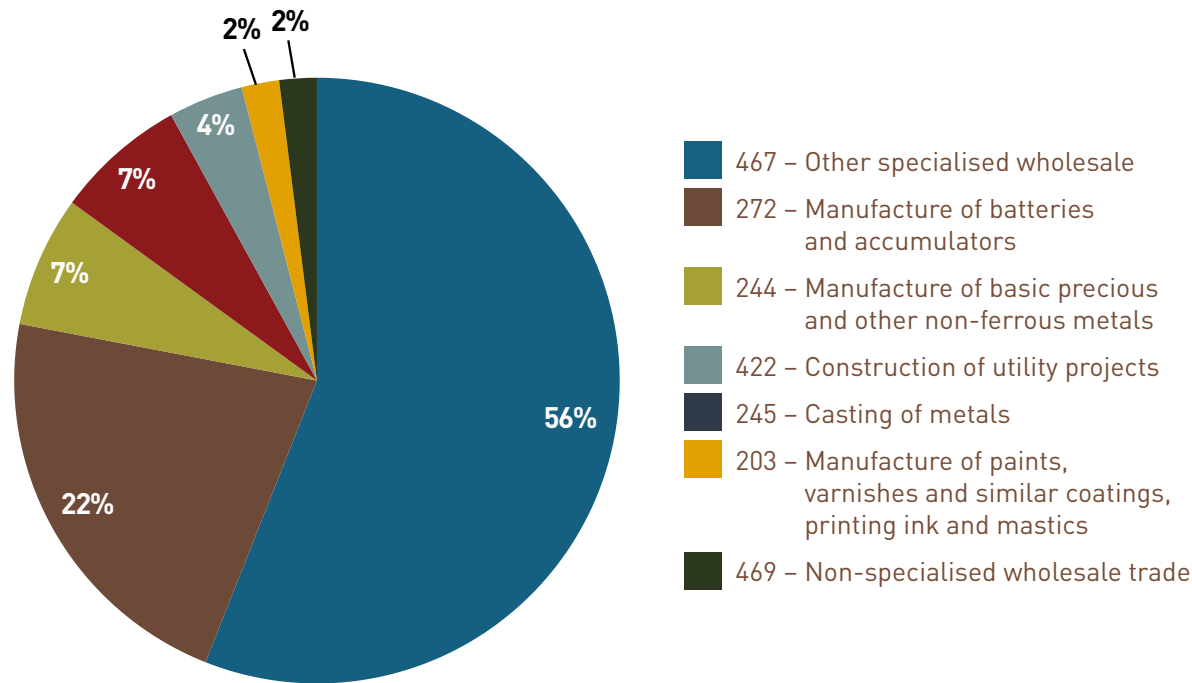


Figura 130 - Distribuzione percentuale delle importazioni di piombo per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



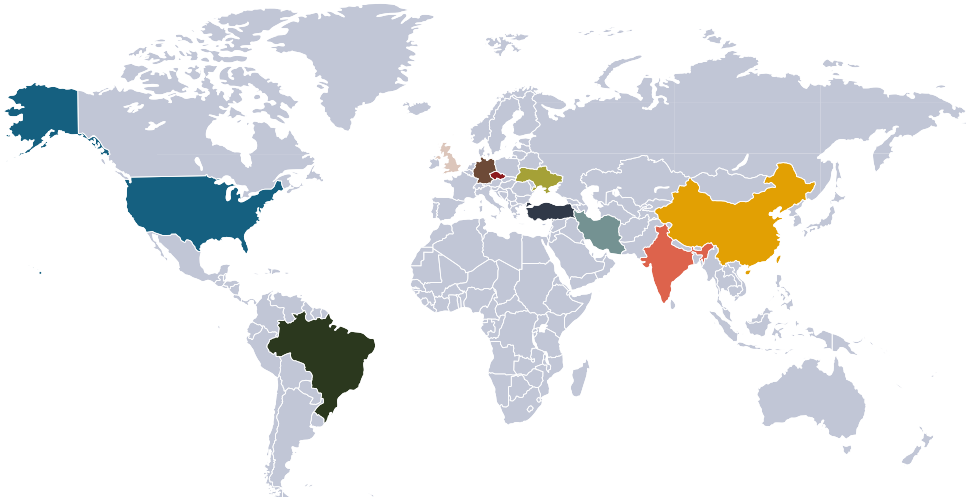
4.3.8 Caolinite

La caolinite (o caolino) $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ è un silicato idrato di alluminio, un minerale delle argille di colore bianco, tenera e molto plastica (con aggiunta di acqua), con bassa conducibilità termica ed elettrica, a granulometria finissima (1–2 μm), non tossica, con bassissima abrasività e notevole stabilità chimica. Spesso è frammista ad altri minerali delle argille (es. illite, montmorillonite, smectite, ecc.). Si forma tipicamente per alterazione dei feldspati e della muscovite, in seguito ad alterazione meteorica in climi tropicali e/o per processi idrotermali; un sinonimo è “China clay”, ed il nome deriva dalla località cinese Kaoling.

Le argille caolinitiche si possono formare in vari contesti, in particolare per alterazione meteorica in climi tropicali di rocce granitoidi (lateriti), per azione di fluidi idrotermali su rocce quarzoso-feldspatiche e/o granitoidi (alterazione idrotermale) o per successivo trasporto e sedimentazione (argille secondarie) in ambienti lacustri, fluvio-lacustri o costieri. Le impurità, in particolare gli ossidi di Fe, ne riducono il potenziale per alcune applicazioni (specialmente nel settore ceramico), causando variazioni di colore nel prodotto fabbricato.

Riciclo: in virtù delle sue applicazioni industriali, il recupero diretto è trascurabile, ma molto caolino viene risparmiato riciclando carta, vetro e plastica.

Principali produttori: i principali produttori mondiali sono **USA**, **Germania**, **India**, **Repubblica Ceca**, **Cina**, **Brasile**, **Ucraina**, **Turchia**, **UK** e **Iran** (USGS, 2024)¹²¹.



¹²¹ USGS(2024). CommodityStatisticsandInformation. Kaolin(clayminerals). Availableat:https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/clays-statistics-and-information.

Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L’analisi delle quantità di caolinite importate rivela una relativa stabilità, con la maggior parte dei valori che si attestano intorno al valore medio del periodo di riferimento di 3.364.142.281 kg, a eccezione di un minimo registrato nel 2020 di 2.467.085.078 kg. Analogamente, i livelli di esportazione hanno mostrato un andamento stabile, con valori che dal 2015 al 2022 oscillano tra i 53.332.421 kg e i 21.185.891 kg, osservando solo nel 2023 un picco massimo di 124.620.979 kg esportati di caolinite (Tabella 99 e Figura 131).

Anni	Import	Export
2015	3.330.641.026	26.644.136
2016	3.737.918.182	22.097.664
2017	3.902.300.032	42.117.396
2018	3.553.626.879	30.174.173
2019	3.352.283.341	21.185.891
2020	2.467.085.078	36.261.167
2021	3.409.182.716	34.939.409
2022	3.341.489.759	53.332.421
2023	3.182.753.514	124.620.979

Tabella 99 – Caolinite: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

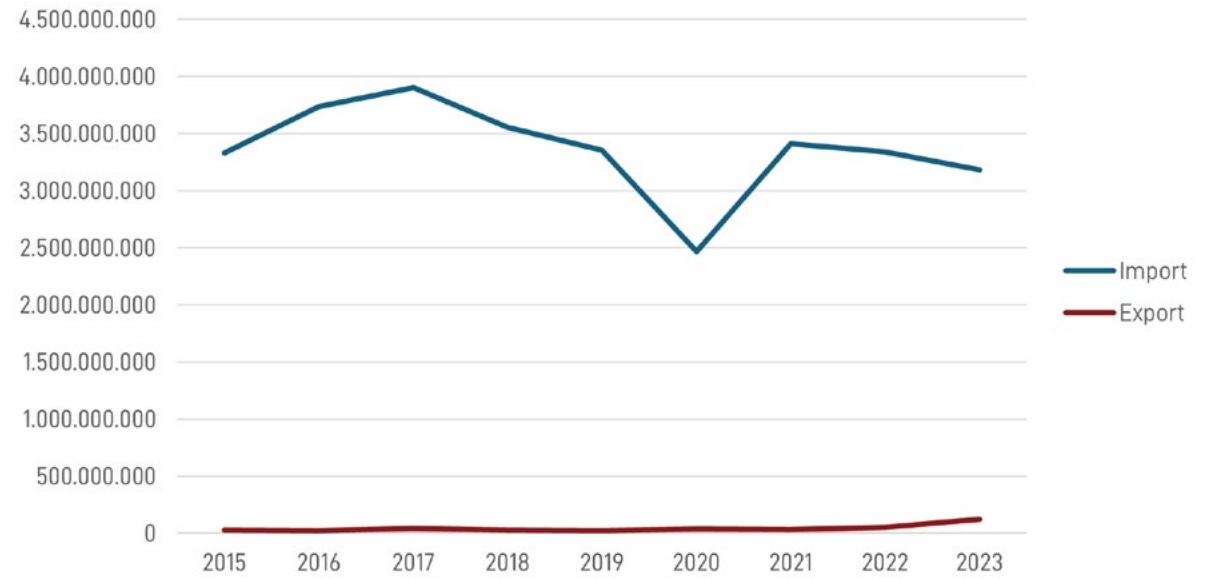


Figura 131 – Caolinite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di caolinite è significativa, partendo da poco più di 220 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 309 milioni di euro nel 2022, con un leggero calo nel 2023 del 10,63% rispetto allo stesso dato riferito all’anno precedente. Diversamente, il valore delle esportazioni ha seguito un andamento più uniforme, variando dai circa 6,4 milioni di euro del 2016 fino ai 16,2 milioni di euro del 2023 (Tabella 100 e Figura 132).

Anni	Import	Export
2015	220.291.161,00	7.312.084,00
2016	236.952.964,00	6.402.633,00
2017	249.480.479,00	7.115.096,00
2018	231.012.764,00	7.218.588,00
2019	234.091.192,00	7.864.171,00
2020	184.044.909,00	8.539.018,00
2021	244.010.244,00	9.912.127,00
2022	309.261.008,00	12.547.422,00
2023	276.383.855,00	16.236.526,00

Tabella 100 – Caolinite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

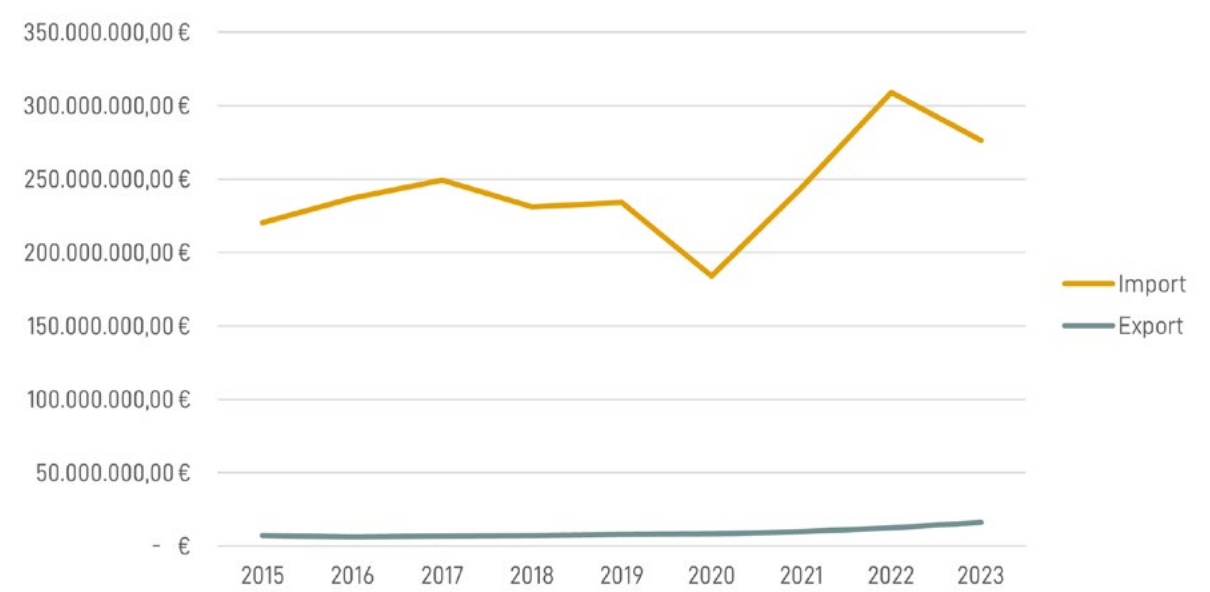


Figura 132 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di caolinite dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Le applicazioni industriali della caolinite sono numerose:

- **Industria della ceramica e del vetro:** il caolino viene utilizzato principalmente per la ceramica nella fabbricazione di sanitari, porcellane, piastrelle e stoviglie, poiché conferisce resistenza e plasticità e riduce la deformazione ed il ritiro durante la cottura. Nella fabbricazione del vetro, aiuta a stabilizzare la fusione ad alte temperature. È un additivo nella produzione di fibre di vetro (FAV – fibre artificiali vetrose, in inglese MMVF – *man-made vitreous fibers*), e viene anche impiegato per alcuni refrattari.
- **Industria della carta:** il caolino viene utilizzato come riempitivo (*filler*) per conferire consistenza e opacità alla carta.
- **Industria farmaceutica:** il caolino è ampiamente utilizzato in medicina per trattare problemi gastrointestinali, per alleviare bruciori di stomaco e come antidiarroeico.
- **Industria cosmetica:** il caolino è la base di molti cosmetici. Aiuta a eliminare punti neri e sporczia dalla pelle, rimuove il grasso e lascia la pelle liscia e morbida.
- **Gomme e plastiche:** il caolino è utilizzato nella fabbricazione di cinghie di trasmissione in gomma, poiché aumenta la durezza, la rigidità e la resistenza all’abrasione. Il caolino è utilizzato nella fabbricazione di materie plastiche, perché ne migliora le proprietà meccaniche, elettriche e termiche.
- **Altri utilizzi:** il caolino viene utilizzato come pigmento in vernici e materie plastiche poiché offre sia lucentezza che opacità. Viene anche usato nella fabbricazione di “gessetti” (*chalk*) per le lavagne scolastiche.

La caolinite è un importante minerale industriale, ampiamente impiegato in svariati settori dell’industria italiana (Figura 133), in particolare nei settori della ceramica e dei vetri, dei refrattari e della carta, nonché nella carica (*filler*) di gomme e plastiche. Si segnalano numerosi utilizzi minori in ambito cosmetico e farmaceutico, per pigmenti e vernici.

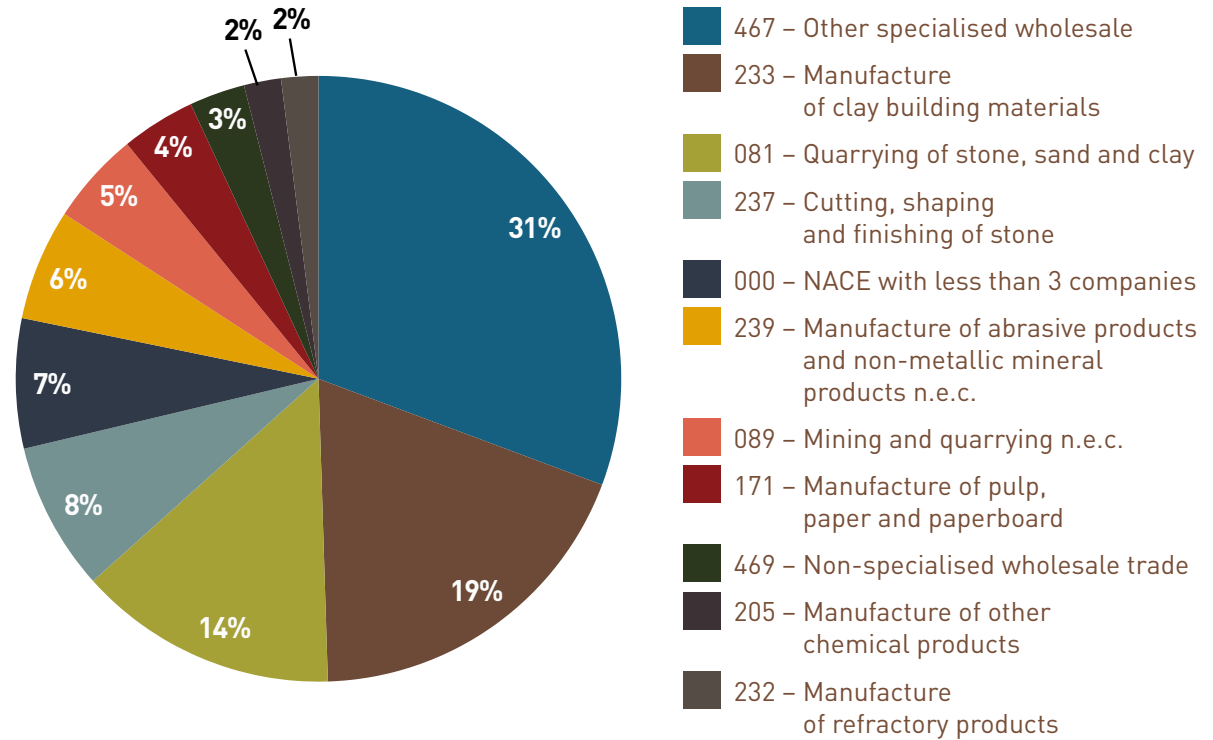


Figura 133 – Distribuzione percentuale delle importazioni di caolinite per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



4.3.9 Gomma naturale

Il termine “gomma” comprende qualsiasi materiale altamente elastico, vale a dire un materiale che può essere allungato senza rompersi e che ritorna alla sua lunghezza originale una volta rimossa la forza di allungamento. La gomma naturale, cis-1,4-poliisoprene, è prodotta da almeno 2.500 specie di piante e da alcuni funghi, nel citosol delle cellule o laticiferi (dotti del lattice). Oltre alle eccellenti caratteristiche fisico-meccaniche, è resistente a molte sostanze corrosive ed è un ottimo isolante elettrico. Un “lattice” vegetale è un fluido lattiginoso, formato come un’emulsione di micelle idrofobiche di vario tipo (talvolta particelle di gomma) in sospensione acquosa, che fuoriesce in caso di tagli o picchiettamenti deliberati, ed è prodotto da circa 11.500 piante. Le gomme naturali hanno un’ampia gamma di peso molecolare e subiscono una cristallizzazione sforzo-deformazione, diventando più forti quanto più vengono allungate. Appartengono alla classe di prodotti naturali denominati poliisoprenoidi (polimeri di isoprene). La gomma naturale (in contrapposizione alla gomma sintetica) è un polimero notevole costituito da unità di isoprene legate insieme in una configurazione 1,4-cis. Sebbene la gomma sia prodotta in oltre 2.500 specie di piante, la gomma naturale commerciale è attualmente raccolta quasi esclusivamente da una fonte biologica, l’albero brasiliano della gomma Para (*Hevea brasiliensis*).

La produzione annuale di gomma naturale è di circa 10⁷ tonnellate/anno, ovvero circa 1,5 volte in più rispetto alla produzione di gomma sintetica, nonostante sia una produzione ad alta intensità di manodopera, estraendo manualmente il lattice dagli alberi della gomma. Ciò avviene grazie alle proprietà tecniche superiori rispetto a quella sintetica: efficiente dispersione del calore, resilienza superiore, elasticità, risigillatura dopo foratura, resistenza all’abrasione e all’impatto e malleabilità a basse temperature, proprietà che sono una funzione della sua struttura enantiopura, elevato peso molecolare e componenti aggiuntivi presenti nel lattice, come proteine, lipidi, carboidrati e minerali.

Riciclo: le possibilità di riciclo della gomma naturale dipendono dall’applicazione, e la qualità della gomma riciclata è comunque inferiore rispetto a quella “vergine”. È indispensabile partire da una raccolta differenziata accurata, in virtù delle numerose tipologie commerciali presenti sul mercato. La gomma di scarto viene sottoposta a frammentazione e riduzione dimensionale, e le polveri risultanti possono essere fuse e miscelate con resine termoplastiche per produrre composti di elastomero termoplastico (TPE).

Principali produttori: quasi il 90% di tutta la gomma naturale viene raccolto nel sud-est asiatico e i principali Paesi produttori includono **Indonesia**, **Thailandia** e **Malesia**¹²².



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di gomma naturale importate dal nostro Paese mostrano una generale instabilità, con un picco di 145.710.592 kg registrato nel 2022 e un calo fino a 111.426.309 kg nel 2023. Al contrario, i dati sulle esportazioni sono stati più stabili, oscillando tra i 2.147.055 kg del 2016 e i 9.539.865 kg del 2015 (Tabella 101 e Figura 134)

Anni	Import	Export
2015	136.435.949	9.539.865
2016	139.771.049	2.147.055
2017	144.221.468	4.653.079
2018	141.138.859	3.985.344
2019	135.080.079	3.048.479
2020	114.607.898	5.907.491
2021	141.318.769	7.042.618
2022	145.710.592	4.632.488
2023	111.426.309	2.781.333

Tabella 101 – Gomma naturale: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹²² Statista (2023). Leading natural rubber producing countries worldwide in 2023. Available at <https://www.statista.com/statistics/275397/caoutchouc-production-in-leading-countries/>

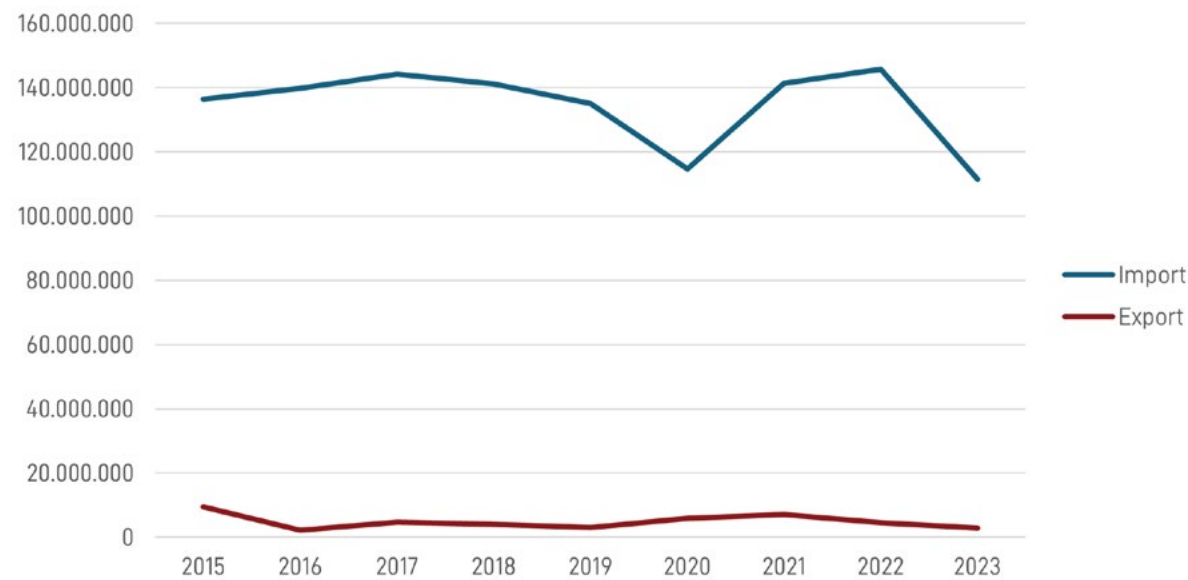


Figura 134 – Gomma naturale: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di gomma naturale, si osserva un andamento piuttosto irregolare: con valori che variano tra un minimo di circa 167 milioni di euro nel 2020 ed un massimo di oltre 306 milioni di euro nel 2022. Il valore delle esportazioni segue una dinamica generalmente al ribasso, facendo registrare nel periodo considerato un decremento del valore delle esportazioni di gomma naturale del 67,06%, passando da oltre 21 milioni di euro nel 2015 a poco più di 7 milioni di euro nel 2023 (Tabella 102 e Figura 135).

Anni	Import	Export
2015	200.569.994,00	21.390.015,00
2016	187.453.486,00	6.502.847,00
2017	260.631.919,00	10.985.005,00
2018	197.727.925,00	8.501.444,00
2019	191.075.526,00	6.318.633,00
2020	167.374.237,00	11.454.838,00
2021	268.653.643,00	14.398.192,00
2022	306.097.727,00	12.764.151,00
2023	187.079.775,00	7.045.427,00

Tabella 102 – Gomma naturale: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

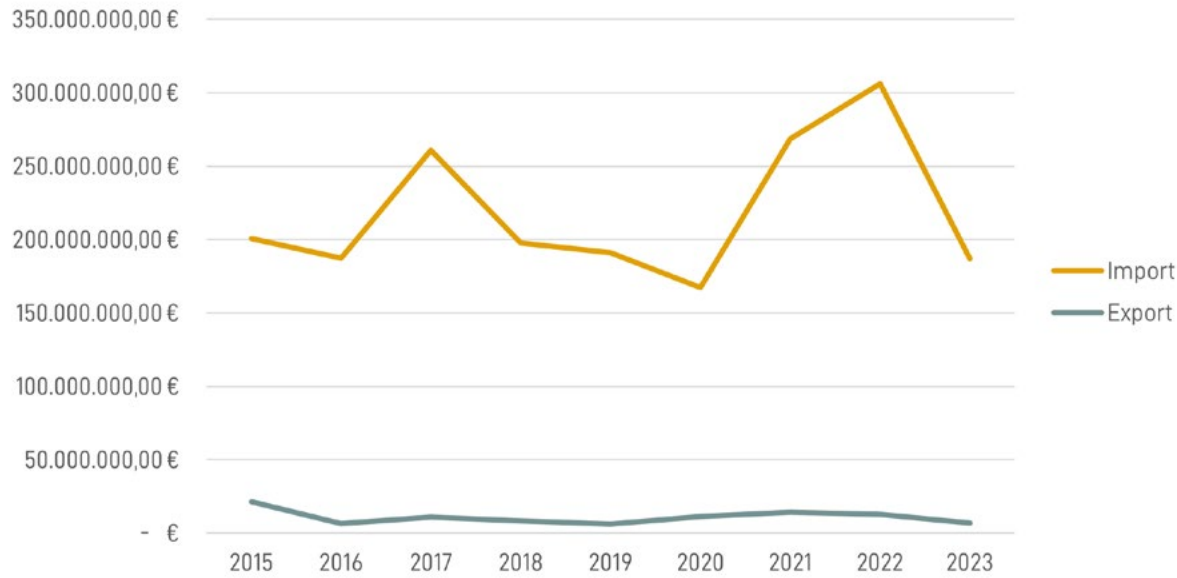


Figura 135 – Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di gomma naturale dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

La gomma naturale è quasi insostituibile in molte applicazioni, come pneumatici per impieghi gravosi per camion, autobus e aeroplani, nonché nei prodotti in lattice per applicazioni mediche. Anche le gomme sintetiche (ad esempio, copolimeri stirene-butadiene o acrilonitrile-butadiene) vengono prodotte su una scala di diversi milioni di tonnellate all'anno, ma non possono eguagliare il rapporto prezzo-prestazioni della gomma naturale.

La gomma naturale viene impiegata ampiamente nell'industria italiana (Figura 136) nel settore delle gomme (es. pneumatici, polimeri, gomme tecniche, guarnizioni, pavimentazioni, abbigliamento, guanti, calzature, ecc.) e delle plastiche.

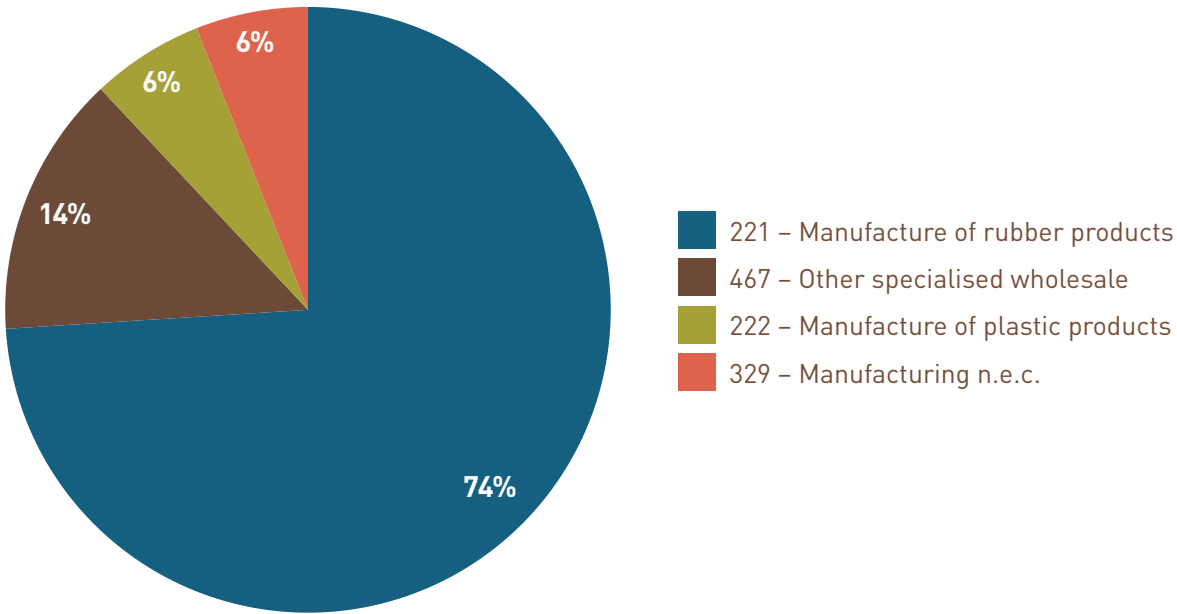


Figura 136 – Distribuzione percentuale delle importazioni di gomma naturale per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



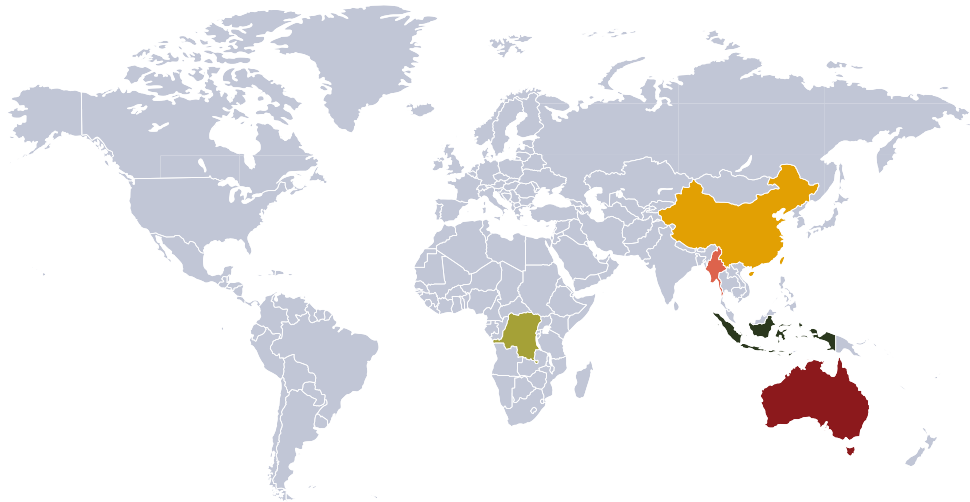
4.3.10 Stagno

Lo stagno (simbolo chimico Sn, numero atomico 50, abbondanza media crostale 2,3 ppm) è un metallo malleabile, duttile e pesante, con un basso punto di fusione (232 °C), che non reagisce con acqua ed aria, ma reattivo con acidi e basi.

La principale fonte minerale di stagno è la cassiterite (SnO₂); le mineralizzazioni a stagno sono comunemente associate a corpi intrusivi granitoidi ed ai sistemi idrotermali associati. Il classico deposito di stagno è il *greisen*, caratterizzato da una roccia granitoide che ha subito intensa alterazione idrotermale e pneumatolitica. L'associazione mineralogica è data principalmente da albite, quarzo e mica, con minori quantità di topazio e fluorite. Tuttavia, ci sono altri tipi di depositi di stagno, come sistemi di vene, complessi magmatici anorogenici (*anorogenic ring complexes*), *pipes* e brecce; in alcuni casi esistono collegamenti spaziali, temporali e genetici con i classici depositi di minerali intrusivi come i sistemi *porphyry* ed epitermali. Un altro importante tipo di deposito di cassiterite (SnO₂) è rappresentato dai *placer*, formati dall'erosione, trasporto, sedimentazione e selezione meccanica di minerali pesanti, resistenti all'alterazione meteorica, provenienti da un deposito primario (*placer* fluviali, costieri, ecc.).

Riciclo: le possibilità di riciclo dipendono dall'applicazione, e lo stagno può essere riciclato più volte senza perdere le sue caratteristiche tecniche commerciali. Può essere recuperato sia da vecchie lattine di acciaio stagnato che da circuiti elettronici, così come da detriti generati durante la produzione industriale. È possibile anche il recupero dell'ossido di stagno e indio (ITO) da *display* a cristalli liquidi, OLED, al plasma, pannelli *touch* e applicazioni di inchiostro elettronico.

Principali produttori: i principali produttori mondiali sono Cina, Indonesia, Burma, Congo e Australia (USGS, 2024)¹²³.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Analizzando le importazioni di stagno in Italia, si osserva un andamento non uniforme, con un massimo di 7.658.119 kg nel 2023 e un minimo di 6.023.776 kg nel 2020. Le esportazioni hanno mantenuto un andamento simile, variando tra 1.726.834 kg nel 2020 e i 3.026.683 kg nel 2017 (Tabella 103 e Figura 137).

Anni	Import	Export
2015	6.725.805	2.386.608
2016	6.446.983	2.483.089
2017	7.500.007	3.026.683
2018	7.455.590	1.816.497
2019	6.968.930	2.186.558
2020	6.023.776	1.726.834
2021	6.909.744	2.126.493
2022	7.625.399	2.282.160
2023	7.658.119	2.199.737

Tabella 103 – Stagno: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹²³ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Tin. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/tin-statistics-and-information>.

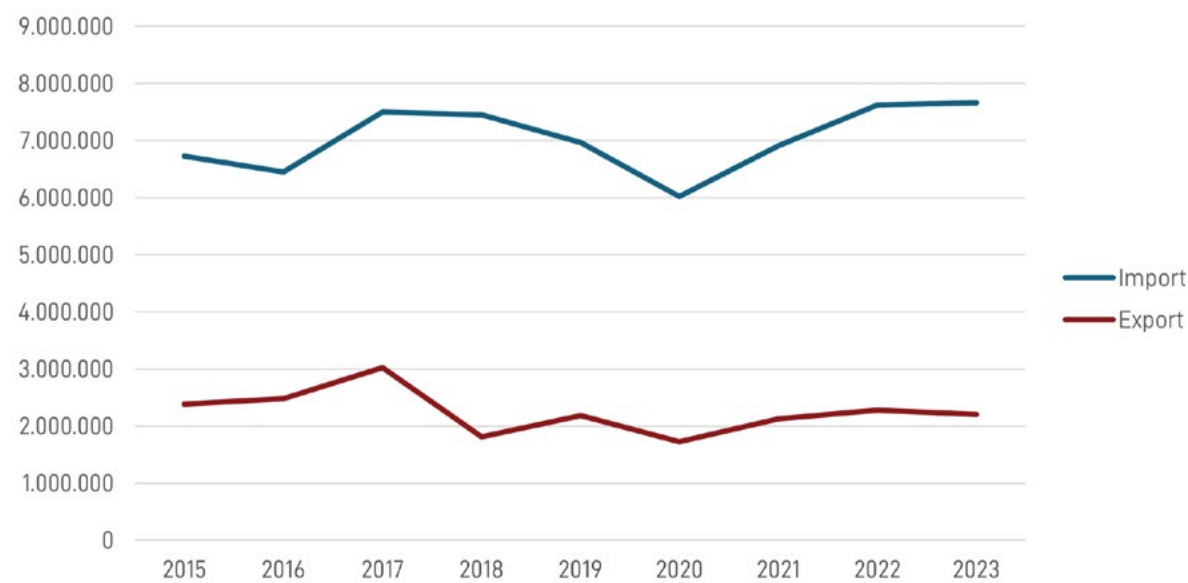


Figura 137 – Stagno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'incremento del valore delle importazioni di stagno è evidente: dagli 81 milioni di euro del 2015 si è raggiunto un livello superiore ai 211 milioni e mezzo di euro nel 2022, per poi attestarsi nel 2023 ad un valore di circa 149 milioni di euro. Anche le esportazioni mostrano una crescita considerevole, da poco più di 21 milioni di euro nel 2015 fino a superare i 57 milioni di euro nel 2023, registrando un incremento percentuale nel periodo di riferimento del 168,54% (Tabella 104 e Figura 138).

Anni	Import	Export
2015	81.032.569,00	21.354.195,00
2016	95.829.421,00	31.757.197,00
2017	128.993.863,00	40.842.267,00
2018	121.428.466,00	31.062.999,00
2019	120.124.937,00	33.443.030,00
2020	91.581.209,00	27.790.294,00
2021	160.322.906,00	40.836.376,00
2022	211.840.169,00	41.610.305,00
2023	149.067.588,00	57.345.298,00

Tabella 104 – Stagno: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

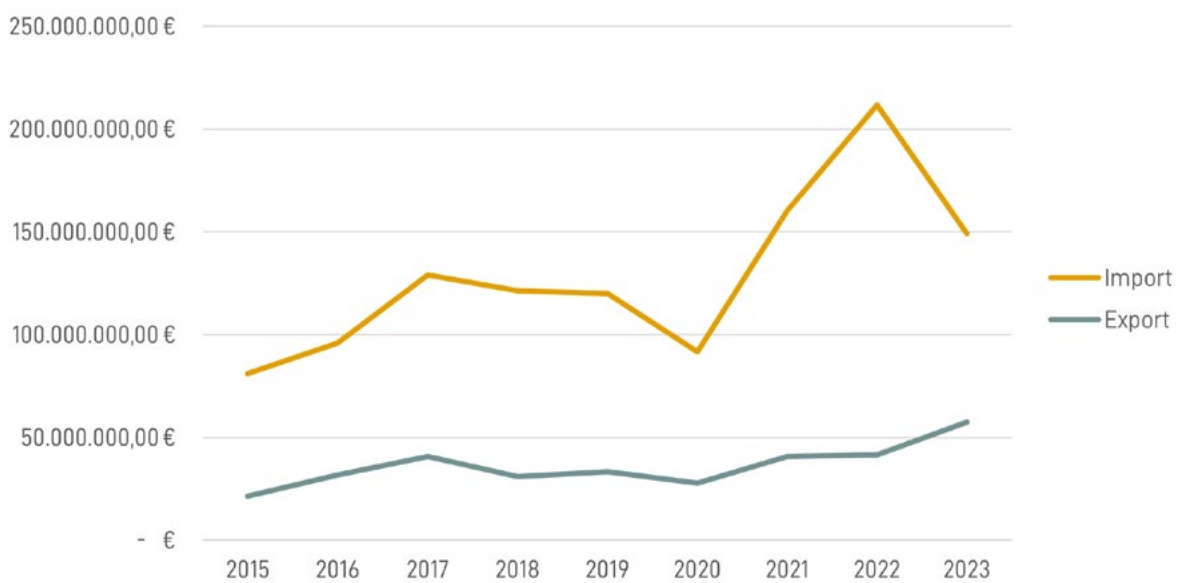


Figura 138 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di stagno dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Lo stagno viene impiegato in numerosi settori industriali, specialmente in quello metallurgico ed in elettronica:

- **Industria metallurgica:** il bronzo è una lega di rame e stagno (12%). Le canne degli organi delle chiese e delle cattedrali sono realizzate con una lega di stagno all'85-75% e piombo al 15-25%. Lo stagno aumenta la resistenza delle leghe di titanio. Viene utilizzato come rivestimento per lamiere di acciaio (stagnatura) nella fabbricazione di lattine, che rappresentano il 40% del consumo mondiale di stagno; queste sono utilizzate principalmente come imballaggi per prodotti alimentari, vernici, oli, ecc. Lo stagno viene utilizzato nella saldatura, poiché aderisce ai metalli a basse temperature; combinato con il piombo, viene utilizzato nella saldatura nell'industria elettrica, nella fabbricazione di automobili e nell'idraulica. Le leghe di stagno e zinco vengono utilizzate anche per saldare l'alluminio, e le leghe di stagno, antimonio e argento vengono utilizzate per applicazioni in cui è richiesta un'elevata resistenza meccanica finale.
- **Industria del vetro e della ceramica:** nel processo di fabbricazione del vetro piatto con il processo Pilkington, il vetro galleggia su un letto di stagno fuso (*float glass*).
- **Industria elettronica:** quasi il 50% del consumo mondiale di stagno è destinato alla saldatura di componenti elettronici su circuiti stampati per telefoni cellulari convenzionali, *smartphone*, *computer*, *tablet*, dispositivi per la casa intelligente e così via. Con l'introduzione delle reti 5G, il consumo aumenterà. Anche l'uso di stagno negli anodi delle batterie agli ioni di litio (Li-ion) è in crescita, poiché i composti di stagno coinvolti nella fabbricazione degli anodi conferiscono a queste batterie una maggiore stabilità. L'ossido di indio e stagno (ITO – *indium tin oxide*) è utilizzato nella fabbricazione di schermi piatti e, insieme a gallio, rame e selenio, nella fabbricazione di pannelli solari. La forma allotropica α-Sn è utilizzata nel campo dei semiconduttori.
- **Medicina:** la lega di gallio, indio e stagno (*galinstan*) è un sostituto del mercurio nei termometri clinici.

Lo stagno riveste un ruolo importante nell'industria italiana (Figura 139) specialmente nel settore metallurgico (bronzo, leghe metalliche, leghe per saldature), per la produzione di recipienti alimentari, in minor misura nel settore chimico, nelle plastiche (ritardante di fiamma) e per saldature in elettronica.

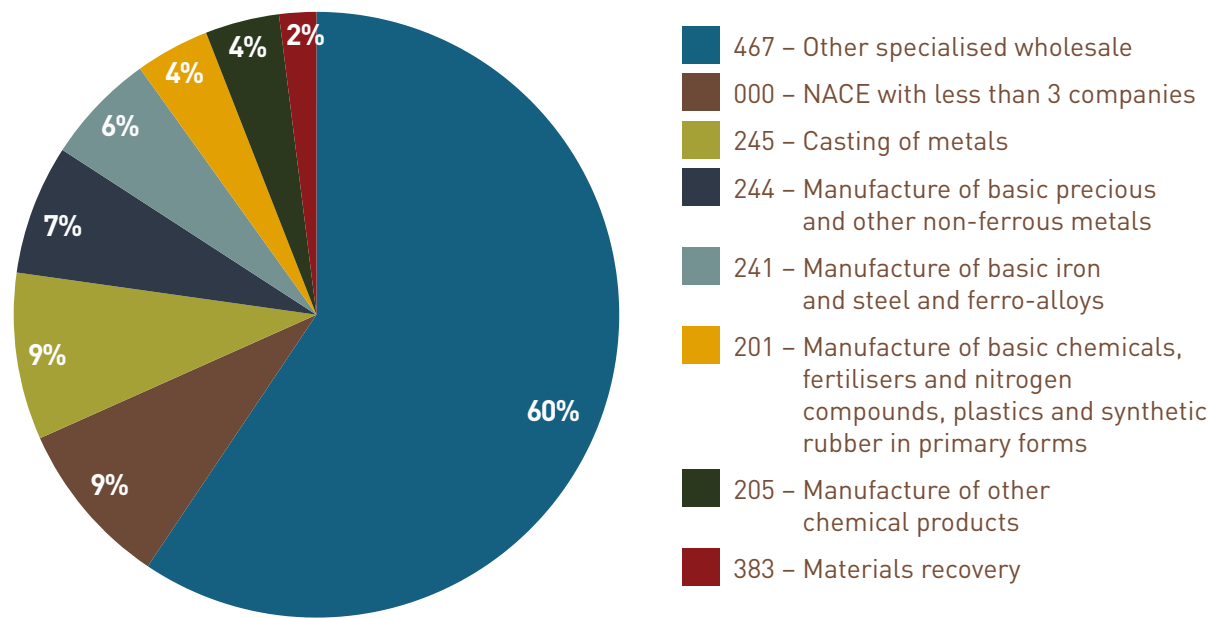


Figura 139 – Distribuzione percentuale delle importazioni di stagno per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



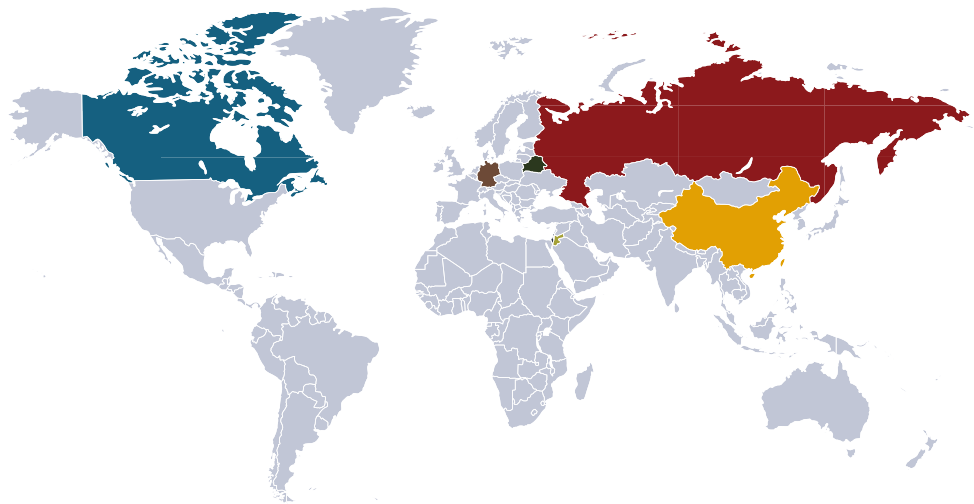
4.3.11 Potassa

Il termine potassa (*potash* in inglese) si riferisce ai composti di potassio (simbolo chimico K, numero atomico 19, abbondanza media crostale 2,09%, un metallo alcalino) e ai materiali contenenti potassio, più comunemente carbonato di potassio. La parola “*potash*” deriva dal medio olandese *potaschen*, che indica “cenere di potassa”. Il vecchio metodo per produrre carbonato di potassio (K₂CO₃) consisteva nel raccogliere o produrre cenere di legna, lisciviare le ceneri e quindi far evaporare la soluzione risultante in grandi pentole di ferro, che lasciavano un residuo bianco denominato “cenere di potassa”. Il potassio è un elemento essenziale per la vita umana, animale e vegetale, per la trasmissione cellulare nel sistema nervoso e la regolazione dell’attività neuromuscolare.

La fonte minerale principale del potassio è la silvite (KCl), spesso associata al salgemma (NaCl), formando la miscela nota come silvinite. Nella maggior parte dei casi, esiste silvinite relativamente pura, essenzialmente priva di solfato solubile o altri sali, ma può occasionalmente essere associata alla carnallite (KMgCl₃·6H₂O), con una struttura cristallina simile e quasi priva di altri sali solubili. I composti di potassio, in particolare il carbonato di potassio K₂CO₃, sono solitamente chiamati potassa. I principali depositi di potassa hanno origine dall’evaporazione di bacini marini epicontinentali privi di drenaggio significativo. Una sequenza evaporitica frequente nei bacini deposizionali, che si verifica con il progressivo aumento dell’evaporazione dell’acqua di mare, è costituita da calcite (o dolomite), gesso (o anidrite), salgemma e potassa e, in alcune località, sali solubili di magnesio e solfato.

Riciclo: in virtù delle particolari applicazioni dei composti di potassio, non sono note attività di recupero.

Principali produttori: i principali produttori mondiali di potassa sono **Canada, Russia, Bielorussia, Cina, Germania, Israele e Giordania** (USGS, 2024)¹²⁴.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

L'analisi delle quantità di potassa importate rivela una tendenza irregolare, con un massimo di 382.350.448 kg nel 2021 e un minimo di 241.475.876 kg nel 2022, osservando nel corso del periodo di riferimento un decremento percentuale delle quantità importate pari all'11,36%. Diversamente, i livelli di esportazione hanno mostrato una tendenza generale al rialzo, passando da 76.043.503 kg nel 2015 a 102.545.029 kg nel 2023 (Tabella 105 e Figura 140).

Anni	Import	Export
2015	317.634.761	76.043.503
2016	361.972.928	74.923.259
2017	369.132.327	88.178.583
2018	374.371.399	90.309.500
2019	360.765.818	92.600.617
2020	377.316.858	93.047.611
2021	382.350.448	101.629.128
2022	241.475.876	112.258.658
2023	281.559.520	102.545.029

Tabella 105 – Potassa: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

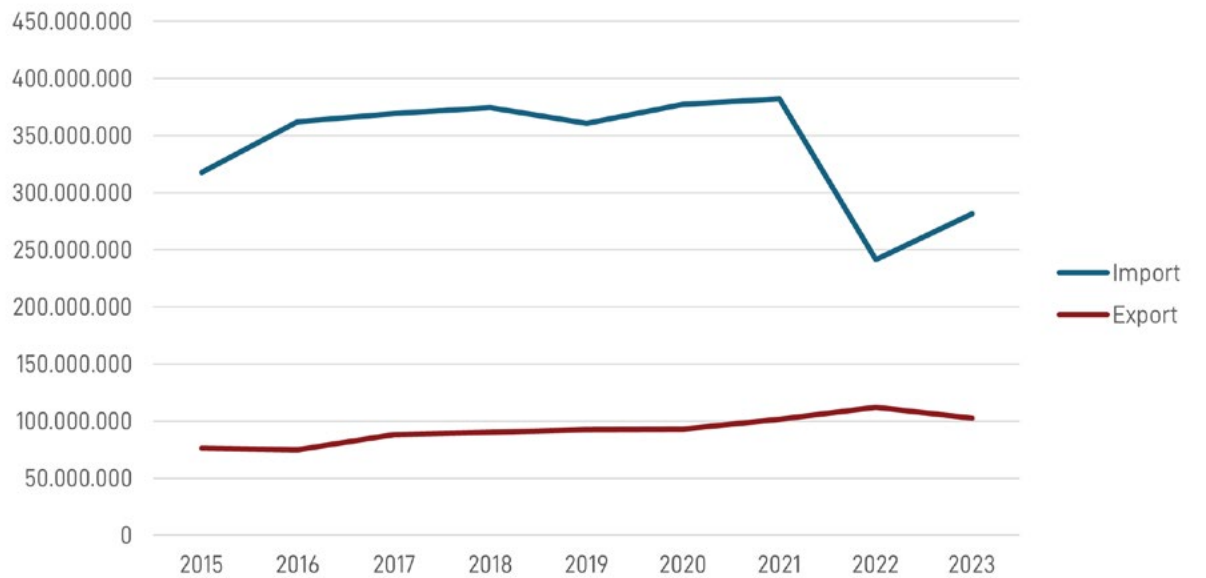


Figura 140 – Potassa: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

La progressione del valore delle importazioni di potassa è significativa, partendo da oltre 94 milioni di euro nel 2015 fino a superare gli oltre 143 milioni di euro nel 2023. Il valore delle esportazioni ha seguito un andamento simile, salendo da oltre 37 milioni e mezzo di euro nel 2015 a più di 157 milioni e mezzo nel 2022, con una perdita dello stesso dato del 39,21% nel 2023 rispetto ai livelli dell'anno precedente, assestandosi, quindi, attorno ad oltre 95 milioni e mezzo nel 2023 (Tabella 106 e Figura 141).

Anni	Import	Export
2015	94.375.071,00	37.638.479,00
2016	97.658.033,00	34.032.387,00
2017	97.352.150,00	37.158.781,00
2018	104.567.701,00	45.339.473,00
2019	108.706.192,00	50.620.934,00
2020	103.446.501,00	44.625.599,00
2021	119.020.465,00	53.842.565,00
2022	198.824.174,00	157.556.258,00
2023	143.308.482,00	95.775.073,00

Tabella 106 – Potassa: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹²⁴ USGS(2024). Commodity Statistics and Information. Potash. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/potash-statistics-and-information>.

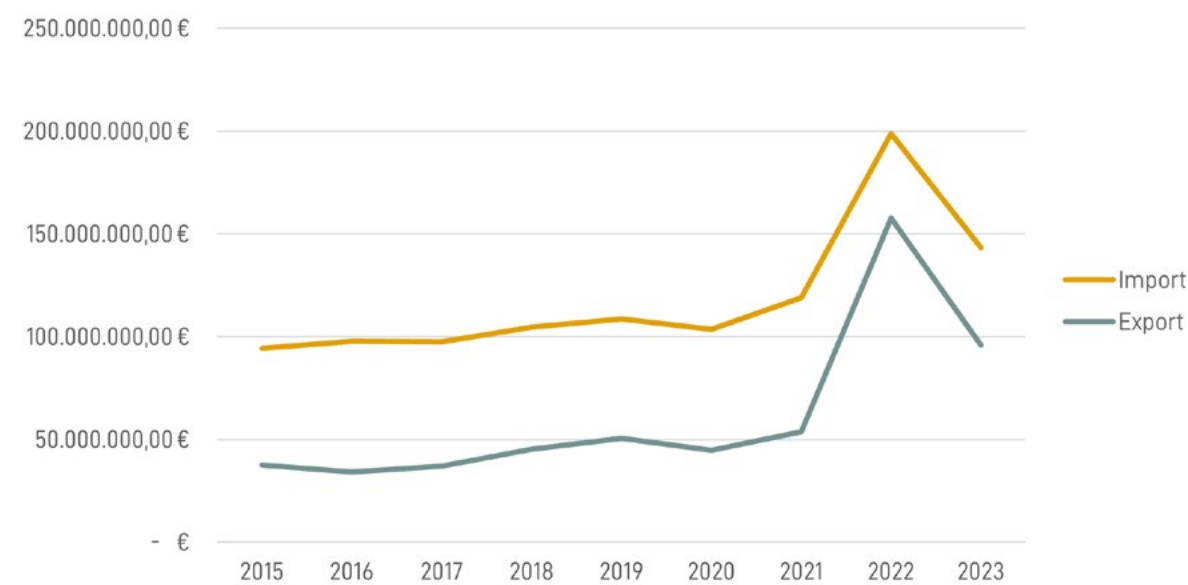


Figura 141- Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di potassa dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

I composti di potassio sono importanti in numerosi ambiti industriali, specialmente nel settore chimico:

- **Industria chimica:** il potassio è essenziale per la crescita di piante e alberi, pertanto, composti di potassio come il cloruro di potassio (KCl) (comunemente noto come potassa), il solfato di potassio (SOP), il solfato di potassio e magnesio (SOPM) e il muriato di potassio (MOP), con il 95% di KCl e NaCl, sono utilizzati come fertilizzanti in agricoltura. Il nitrato di potassio è utilizzato nella fabbricazione di polvere da sparo e fiammiferi. La miscela di sodio e potassio (NaK) è utilizzata come mezzo di trasferimento del calore nei reattori nucleari a fissione. L'idrossido di potassio è utilizzato nella fabbricazione di saponi morbidi per la sua delicatezza e perché è più solubile dell'idrossido di sodio. È anche utilizzato come elettrolita nelle batterie alcaline. Il cromato di potassio è utilizzato nella fabbricazione di esplosivi e come colorante rosso brillante nei fuochi d'artificio e nei fiammiferi.
- **Industria alimentare:** il cloruro di potassio KCl è utilizzato come sostituto del sale per ridurre l'assunzione di sodio nel controllo dell'ipertensione. Il bisolfito di potassio è usato come conservante alimentare nelle bevande alcoliche come vino e birra.
- **Medicina:** per trattare l'ingrossamento benigno della prostata (BPE), il *laser* Nd:YAG viene utilizzato con un cristallo di titanile e fosfato di potassio (KTP - *laser* verde). Il cloruro di potassio è usato nella chirurgia cardiaca, per fermare temporaneamente il cuore.
- **Altre applicazioni:** il bisolfito di potassio è usato come sbiancante per tessuti e nei trattamenti della pelle. Il potassio ⁴⁰K è un isotopo radioattivo ed è presente nelle rocce e nei terreni, costituendo un'importante fonte di quella che viene chiamata "radiazione di fondo naturale". Pertanto, molti frutti (come banane e pesche) e ortaggi (come patate e carote) sono fonti di potassio sano e necessario per il corretto funzionamento del corpo umano. Il potassio ⁴⁰K ha un'emivita di 1,25 miliardi di anni e, quando decade, si trasforma in gas ⁴⁰Ar: osservando la quantità di ⁴⁰Ar ancora presente, possiamo stabilire l'età delle rocce e dei minerali che le formano dal rapporto ⁴⁰K /⁴⁰Ar.

La potassa riveste un ruolo importante nell'industria italiana (Figura 142), specialmente nel settore chimico (in particolare per la produzione di fertilizzanti), con utilizzi minori nel settore alimentare e cosmetico.

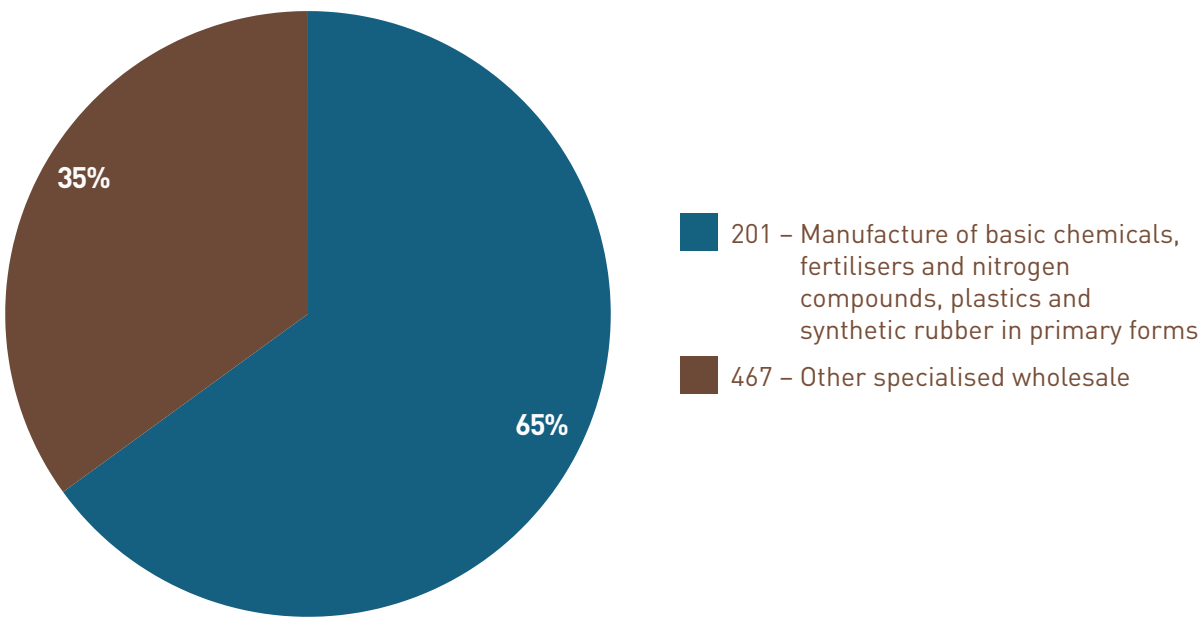


Figura 142 – Distribuzione percentuale delle importazioni di potassa per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato



4.3.12 Cromo

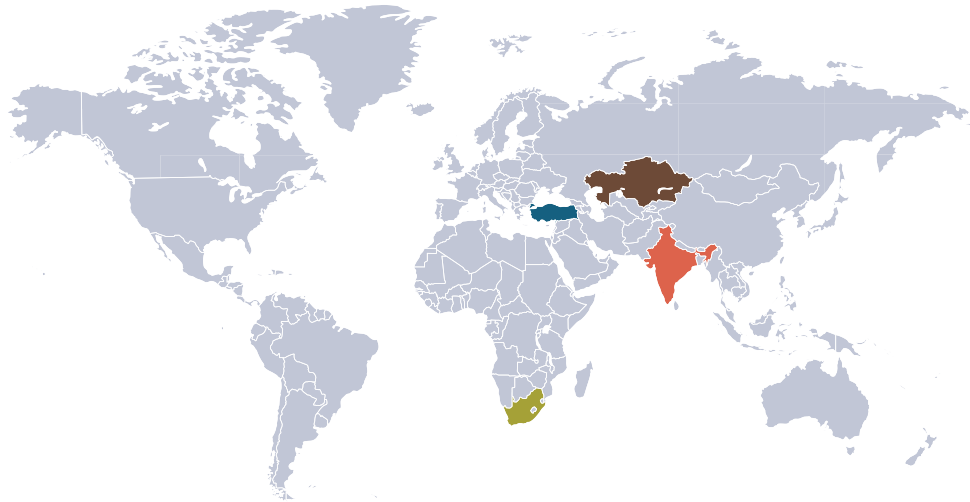
Il cromo (simbolo chimico Cr, numero atomico 24, abbondanza media crostale 102 ppm) è un metallo di elevata durezza, alto punto di fusione (1860 °C), resistente all’ossidazione, al calore e all’attrito.

La principale fonte minerale di cromo [Cr] è la cromite (Fe, Mg)Cr₂O₄. I depositi di cromite possono essere classificati in quattro tipologie:

- **Cromite stratiforme:** si rinvencono “strati” magmatici di cromite nei complessi basici stratificati del Proterozoico inferiore (es. Bushveld complex, Sudafrica), messi in posto in contesto di *rift* intracontinentale, dove la cristallizzazione frazionata porta alla precipitazione magmatica di sola cromite, in livelli continui di spessore da decimetrico a metrico. Frequenti sono anche gli arricchimenti in PGE (*platinum group elements*).
- **Cromite podiforme:** corpi irregolari, ammassi e lenti di cromite massiccia che si rinvencono nella porzione ultramafica (peridotiti) delle ofioliti (sequenze di crosta oceanica obdotta).
- **Cromite di *placer*:** si formano per erosione, trasporto, sedimentazione e separazione gravitativa da cromiti podiformi o stratiformi primarie. I *placer* contengono tipicamente sabbie nere, ossidi di ferro, comunemente magnetite, ilmenite, ematite, monazite, rutilo, zirconio, wolframite o cassiterite.
- **Laterite:** nei depositi di lateritici, la profonda alterazione meteorica *in situ* di rocce ultramafiche di varia composizione ha portato alla formazione di suolo limonitico ricco di cromo; gli spinelli cromiferi sono conservati nel deposito *in situ* grazie alla loro elevata resistenza all’alterazione meteorica.

Riciclo: le possibilità di recupero dipendono dall’applicazione, è possibile recuperare il cromo dal riciclo di acciai inox, acciai speciali e superleghe.

Principali produttori: i principali produttori mondiali di cromo e cromite sono **Sudafrica**, **Kazakistan**, **Turchia** e **India** (USGS, 2024)¹²⁵.



Importazioni ed esportazioni nel periodo 2015-2023

Le quantità di cromo importate dal nostro Paese mostrano fluttuazioni considerevoli: nel corso del 2016 si osservano importazioni per 353.394.963 kg, lo stesso dato riferito al 2017 registra un decremento del 90,15% portando il livello delle quantità importate di cromo a 34.825.086 kg; nel periodo tra il 2018 e 2023 le quantità importate mostrano una maggiore stabilità attestandosi intorno al valore medio di 31.824.219 kg. Al contrario, i dati sulle esportazioni sono stati più stabili, oscillando tra i 12.259.496 kg del 2015 e i 28.428.896 kg del 2017 (Tabella 107 e Figura 143).

Anni	Import	Export
2015	360.431.747	12.259.496
2016	353.394.963	16.237.237
2017	34.825.086	28.428.896
2018	37.190.211	25.241.472
2019	31.312.082	24.457.638
2020	30.913.686	21.912.410
2021	26.070.823	19.893.707
2022	33.137.054	16.102.399
2023	32.321.455	21.495.003

Tabella 107 – Cromo: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

¹²⁵ USGS (2024). Commodity Statistics and Information. Chromium. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/chromium-statistics-and-information>.

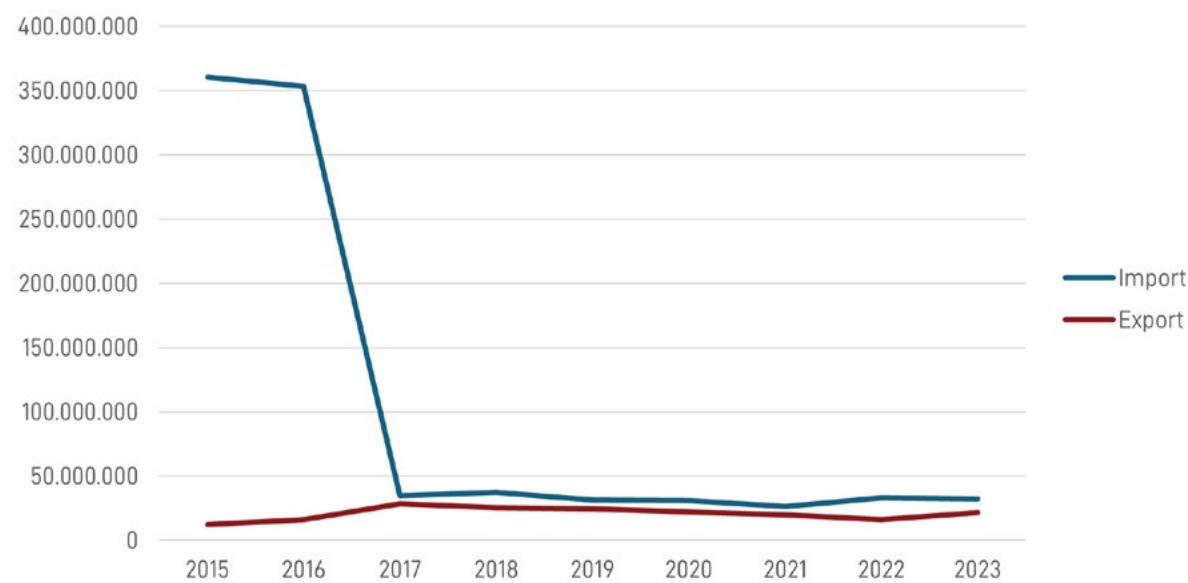


Figura 143 – Cromo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Per quanto riguarda il valore delle importazioni di cromo, si osserva un andamento al ribasso: da oltre 370 milioni di euro del 2015, si è passati a poco più di 47 milioni e mezzo di euro nel 2023. Al contrario, valore delle esportazioni segue una dinamica piuttosto costante, con valori compresi tra un minimo di oltre 18 milioni e mezzo di euro nel 2015 e un massimo di oltre 44 milioni di euro nel 2023 (Tabella 108 e Figura 144).

Anni	Import	Export
2015	370.477.852,00	18.775.566,00
2016	325.264.726,00	20.220.002,00
2017	35.639.322,00	42.747.717,00
2018	36.769.975,00	35.225.439,00
2019	31.726.943,00	28.623.396,00
2020	23.276.551,00	22.730.281,00
2021	28.712.827,00	27.567.546,00
2022	51.432.304,00	38.827.137,00
2023	47.798.695,00	44.405.429,00

Tabella 108 – Cromo: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

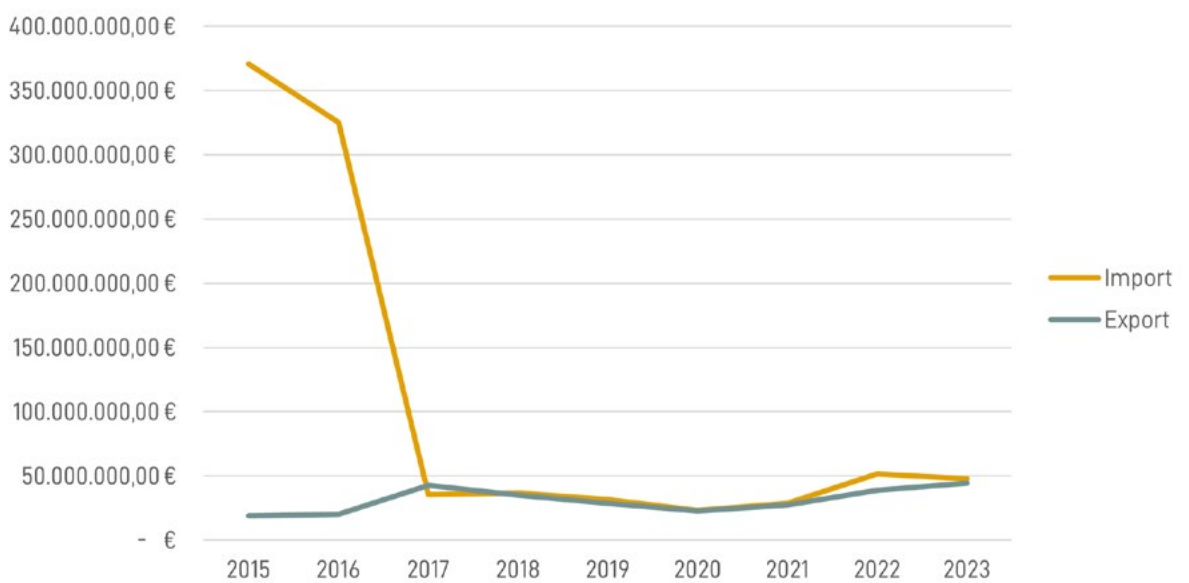


Figura 144 - Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di cromo dal 2015 al 2023
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

L'impatto sul sistema produttivo italiano

Il cromo presenta numerose applicazioni industriali, specialmente nel settore metallurgico (es. acciai inox), mentre la cromite tal quale viene utilizzata come refrattario ed in sabbie da fonderia.

- **Industria metallurgica:** oltre il 90% del consumo di cromite è destinato ad applicazioni metallurgiche. L'uso principale del cromo (67%) è nella preparazione del ferro-cromo per acciai inossidabili. Le superleghe di cromo resistenti al calore e alla corrosione sono utilizzate nella fabbricazione di motori aeronautici e turbine a gas. Grazie alla sua elevata resistenza alla corrosione, questo metallo è utilizzato per il rivestimento galvanico (cromatura) di tutti i tipi di componenti (metallo o plastica) per conferire durezza e una finitura brillante inalterabile.
- **Refrattari:** grazie alla sua resistenza alle alte temperature, la cromite è utilizzata come materiale refrattario nella fabbricazione di stampi per la fabbricazione di mattoni, per forni per cemento e per la fusione di metalli.
- **Industria del vetro e della ceramica:** l'ossido di cromo (III) conferisce al vetro il suo colore verde ed è utilizzato anche nella vernice. È un drogante del corindone (ossido di alluminio, Al_2O_3), che conferisce a questa sostanza il suo colore rosso; è utilizzato nella fabbricazione di rubini sintetici.
- **Medicina:** il cromo, legato con cobalto e molibdeno, tra gli altri usi, è attualmente utilizzato per realizzare *stent* coronarici. La lega di cobalto e cromo è ampiamente utilizzata nelle protesi dentarie; sebbene abbia un costo elevato, ha una lunga durata. L'Elgiloy, una lega metallica di cobalto (40%), cromo (20%), nichel (15%), ferro e molibdeno, è utilizzata in alcuni apparecchi ortodontici (ortodonzia).
- **Altri utilizzi:** i sali di cromo (III) vengono utilizzati nella concia delle pelli, sebbene si stiano cercando prodotti alternativi meno dannosi. Il cromo è responsabile del colore rosso dei rubini, del colore verde degli smeraldi e del dicroismo dell'alessandrite (verde alla luce del sole e rosso alla luce incandescente).

Il cromo e la cromite in Italia (Figura 145) vengono impiegati principalmente nel settore metal-lurgico (acciai inox, acciai speciali e superleghe, complessivamente oltre 60%), per materiali refrattari e sabbie da fonderia (cromite) ed in galvanica (cromature), nonché in minor misura nel settore chimico, vetri, pigmenti ed in medicina (leghe metalliche speciali ed in ortodonzia).

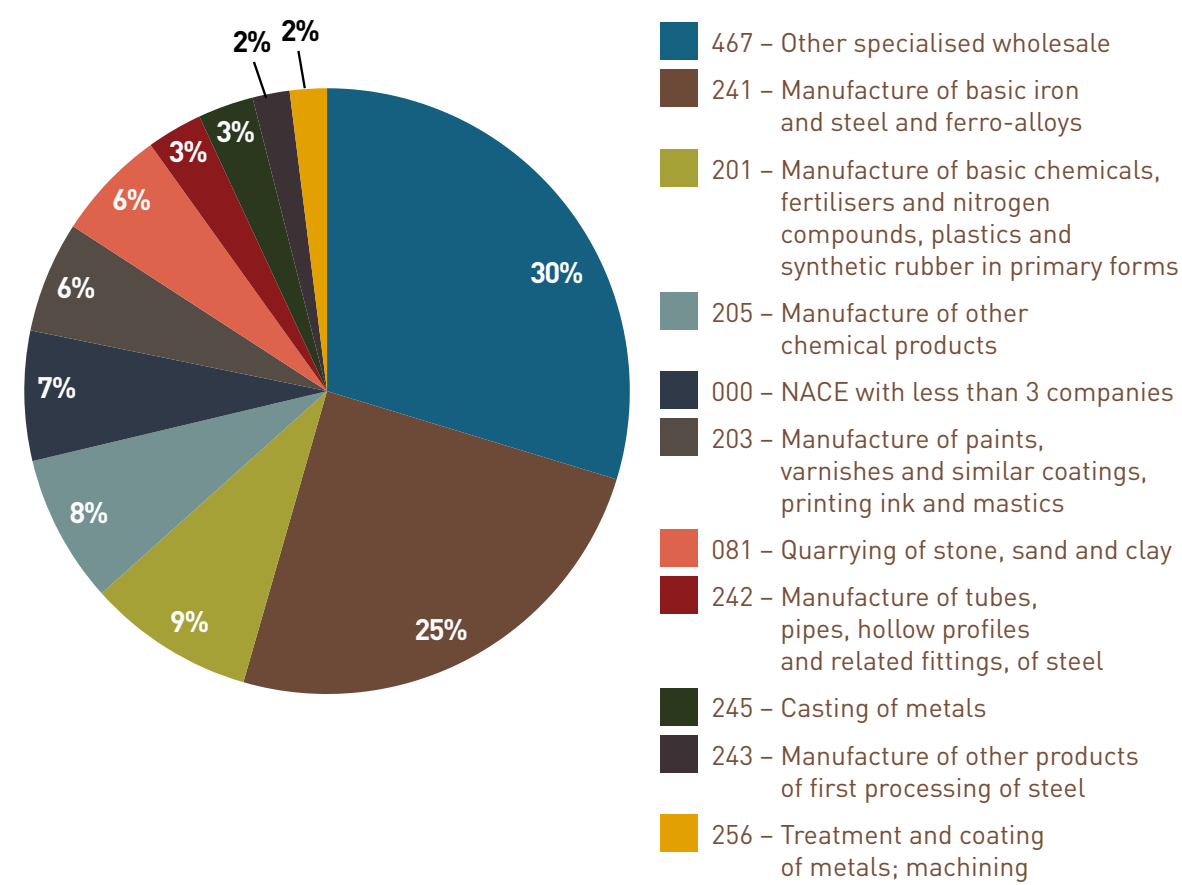


Figura 145 – Distribuzione percentuale delle importazioni di cromo per settori NACE (3 digit), anno 2022
Fonte: vedi nota metodologica in allegato





5

**MATERIE PRIME
NON ENERGETICHE:
EVIDENZE
E VALUTAZIONI
PER LA COMPETITIVITÀ
NAZIONALE**

L'analisi sulle materie prime strategiche, critiche e rilevanti a livello nazionale impone una serie di riflessioni che intersecano il tema dell'effettivo impiego di tali elementi in settori definiti strategici per la *green & digital transition*, nonché per la sicurezza del Paese, rispetto ad un più consistente utilizzo nell'industria tradizionale.

Partendo da un confronto tra materie prime critiche, strategiche e rilevanti, di seguito si sottolinea come il fabbisogno italiano debba trovare soddisfazione in strategie alternative, che riservino una rinnovata attenzione all'intero sistema delle materie prime (paragrafo 5.1).

È da rilevare che i dati relativi all'anno 2023 sono da considerarsi provvisori, pur essendo completi al momento della loro trasmissione¹²⁶. Il confronto fra i dati 2023 provvisori e definitivi non presenta scostamenti significativi, non inficiando quindi la robustezza dell'analisi. In ogni caso, il capitolo 8 riporta i valori delle importazioni e delle esportazioni basati sui dati definitivi 2023.

Il tema degli approvvigionamenti non può esimersi dal prendere in considerazione le problematiche connesse alla raffinazione (paragrafo 5.2.1) così come la questione del riciclo/recupero di materie prime seconde (paragrafo 5.2.2).

Le riflessioni conclusive sono arricchite dal contributo di un *panel* di esperti che ha fornito la propria visione sull'argomento, suggerendo possibili implicazioni per la competitività nazionale (paragrafo 5.3).

5.1 Il complesso percorso dalle materie prime critiche a quelle rilevanti in Italia

Il percorso di crescente attenzione verso le materie prime critiche e strategiche affrontato dall'Unione Europea ha avuto, come descritto in precedenza, i suoi effetti anche a livello nazionale¹²⁷.

Tuttavia, se la direzione intrapresa sembra essere condivisa almeno a livello di dibattito pubblico e recepimento normativo, è doverosa una ulteriore riflessione circa gli effetti generati o generabili sul sistema economico nazionale.

In tal senso, le domande di ricerca che hanno ispirato il presente studio hanno proprio l'intento di comprendere la significatività delle materie prime critiche e strategiche per l'industria nazionale, evidenziando i settori dove esse hanno maggiore applicazione e, quindi, impatto.

¹²⁶ Per un maggiore dettaglio si veda la nota metodologica nel capitolo 7. Al fine di fornire i dati più aggiornati possibile, in Allegato 8 sono presentati anche i dati provvisori relativi al 2024.

¹²⁷ Si veda il precedente paragrafo 3.4 del presente studio.

In dettaglio, le *research question* cui l’analisi intende rispondere sono riproposte di seguito:

“Le materie prime critiche e strategiche definite dall’Unione Europea sono davvero significative per l’economia nazionale?”.

Da cui:

“Se le materie prime critiche e strategiche risultano essere significative per l’economia nazionale, sono effettivamente impiegate per sostenere la transizione green & digital?”.

Per rispondere alle *research question*, nel precedente capitolo 4 sono state analizzate le materie prime critiche, strategiche e, in aggiunta, quelle rilevanti. Si ricorda che la categoria di materie prime rilevanti è stata aggiunta nel presente studio per realizzare un confronto rispetto a quelle proposte dall’Unione Europea.

Per ciascun elemento di ognuna delle tre categorie, sono state dapprima presentate le caratteristiche di rilievo, le possibilità di riciclo ed i principali Paesi produttori; si è, quindi, proceduto ad analizzare importazioni ed esportazioni, sia in valore che in quantità, concludendo con un’indicazione dei settori industriali in cui l’elemento trova impiego¹²⁸.

Nel complesso sono stati quindi analizzati 45 elementi: i 33 elementi individuati dalla lista “2023 Critical Raw Materials” della Commissione Europea a cui sono stati aggiunti gli ulteriori 12 elementi qui definiti “rilevanti” sotto il profilo economico a livello nazionale¹²⁹.

È importante sottolineare che questi elementi rappresentano la quasi totalità delle materie prime non energetiche importate in Italia nel 2023, rendendo il campione di materie prime utilizzato robusto per la tipologia di analisi condotte.

La successiva Tabella 109 presenta, quindi, le importazioni e le esportazioni di materie prime critiche, strategiche e rilevanti nel 2023 in valore/volume, ordinate in base al valore delle importazioni.

¹²⁸ Il termine elemento è in questo caso utilizzato quale etichetta generica e omnicomprensiva per indicare: elementi propriamente detti, ma anche minerali (ad esempio feldspar, gypsum, ecc.) e/o aggregati di minerali/rocce (ad esempio bauxite, ecc.).

¹²⁹ Nell’analisi svolta nel paragrafo 4.2.9 le terre rare sono state analizzate in modo distinto per quelle pesanti e leggere e, inoltre, sono stati presentati i valori di una terza categoria generica presente nel dataset. Viceversa, nella classificazione dell’Unione Europea, le terre rare sono distinte in critiche e strategiche a seconda della loro destinazione d’uso. Sempre in base al dataset messo a disposizione da ISTAT, non è possibile trattare i dati in linea con la tassonomia europea e, pertanto, in questa sezione dello studio destinata al confronto fra le diverse categorie di elementi, tutte le terre rare sono raggruppate in un’unica voce.

Ranking	Elemento	Valore importazioni (migliaia di euro)	Quantità importate (tonnellate)	Valore esportate (migliaia di euro)	Quantità esportate (tonnellate)	Categoria
1	Rame	7.509.481	924.111	2.453.142	307.816	Strategico
2	Bauxite/alluminio	7.231.104	2.974.054	6.709.022	1.741.033	Strategico
3	Oro	6.322.531	389	3.465.543	72	Rilevante
4	Minerali ferrosi	2.683.215	6.623.813	713.760	590.703	Rilevante
5	Platinoidi	2.637.003	66	2.899.193	330	Strategico
6	Argento	2.389.424	7.588	850.193	34.667	Rilevante
7	Nichel	1.478.189	98.413	528.644	16.168	Strategico
8	Roundwood	1.296.836	2.855.409	90.922	171.545	Rilevante
9	Zinco	1.055.760	393.240	416.763	202.097	Rilevante
10	Carbone da coke	821.103	2.787.178	120.367	265.439	Critico
11	Silicio metallico	574.538	105.260	300.832	29.683	Strategico
12	Titanio	558.638	164.641	88.610	25.790	Strategico
13	Molibdeno	510.176	29.885	10.623	564	Rilevante
14	Manganese	434.348	395.865	297.414	229.822	Strategico
15	Piombo	362.796	152.031	88.379	41.403	Rilevante
16	Caolinite	276.384	3.182.754	16.237	124.621	Rilevante
17	Gomma naturale	187.080	111.426	7.045	2.781	Rilevante
18	Stagno	149.068	7.658	57.345	2.200	Rilevante
19	Potassa	143.308	281.560	95.775	102.545	Rilevante
20	Feldspati	133.123	2.338.301	22.035	488.150	Critico
21	Fluorite	92.610	220.358	15.875	181.873	Critico
22	Magnesio	91.260	60.373	12.955	4.429	Strategico
23	Niobio	80.192	3.205	2.614	467	Critico
24	Barite	67.834	191.630	9.484	10.364	Critico
25	Cobalto	64.869	4.008	18.040	2.392	Strategico
26	Elio	60.654	1.692	15.157	221	Critico
27	Antimonio	57.780	6.363	23.129	2.772	Critico
28	Arsenico	54.878	115.036	42.174	77.742	Critico
29	Vanadio	48.770	3.249	6.865	8.901	Critico
30	Cromo	47.799	32.321	44.405	21.495	Rilevante
31	Tungsteno	39.986	1.008	10.491	467	Strategico
32	Boro	34.359	38.729	3.825	4.295	Strategico
33	Litio	33.143	937	8.715	154	Strategico
34	Fosforo	32.965	9.464	6.368	3.068	Critico
35	Fosfati	22.106	122.960	13.450	43.150	Critico
36	Germanio	14.572	1.599	564	66	Strategico
37	Terre rare	8.954	1.082	5.426	381	Strategico
38	Grafite naturale	5.644	4.159	392	183	Strategico

Ranking	Elemento	Valore importazioni (migliaia di euro)	Quantità importate (tonnellate)	Valore esportate (migliaia di euro)	Quantità esportate (tonnellate)	Categoria
39	Stronzio	5.462	3.926	2.222	254	Critico
40	Bismuto	3.199	391	223	14	Strategico
41	Scandio	1.277	134	4.236	63	Critico
42	Tantalio	856	1	4.002	15	Critico
43	Afnio	798	175	71	3	Critico
44	Gallio	365	1	37	0	Strategico
45	Berillio	226	17	13	0	Critico
TOTALI		37.624.663		19.482.577		

Tabella 109 – Importazioni ed esportazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore/volume ordinate in base al valore delle importazioni
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Il confronto proposto in Tabella 109 permette già una prima riflessione: a fronte di un’attività estrattiva in Italia di fatto assente con riferimento alle *critical raw material*, nel prosieguo dell’analisi è utile fare riferimento alla sola voce delle importazioni per comprendere se e in che misura a livello nazionale vi sia una domanda proprio di tali elementi¹³⁰. Pertanto, nella Tabella 110 sono presentati i valori delle importazioni in modo distinto per le tre tipologie di elementi considerati nel presente studio.

Ranking	Elemento	Categoria	Critico	Strategico	Rilevante	Critico	Strategico	Rilevante
1	Rame	Strategico	-	7.509.481	-	-	20,0%	-
2	Bauxite/alluminio	Strategico	-	7.231.104	-	-	19,2%	-
3	Oro	Rilevante	-	-	6.322.531	-	-	16,8%
4	Minerali ferrosi	Rilevante	-	-	2.683.215	-	-	7,1%
5	Platinoidi	Strategico	-	2.637.003	-	-	7,0%	-
6	Argento	Rilevante	-	-	2.389.424	-	-	6,4%
7	Nichel	Strategico	-	1.478.189	-	-	3,9%	-
8	Roundwood	Rilevante	-	-	1.296.836	-	-	3,4%
9	Zinco	Rilevante	-	-	1.055.760	-	-	2,8%
10	Carbone da coke	Critico	821.103	-	-	2,2%	-	-
11	Silicio metallico	Strategico	-	574.538	-	-	1,5%	-
12	Titanio	Strategico	-	558.638	-	-	1,5%	-
13	Molibdeno	Rilevante	-	-	510.176	-	-	1,4%
14	Manganese	Strategico	-	434.348	-	-	1,2%	-
15	Piombo	Rilevante	-	-	362.796	-	-	1,0%
16	Caolinite	Rilevante	-	-	276.384	-	-	0,7%
17	Gomma naturale	Rilevante	-	-	187.080	-	-	0,5%
18	Stagno	Rilevante	-	-	149.068	-	-	0,4%

¹³⁰ In Italia l’attività l’estrattiva non è sviluppata con riferimento alle critical raw material (paragrafo 3.4.2). Le esportazioni riguardano soprattutto semilavorati, che incorporano tali elementi, dunque non di specifico interesse in questa fase dello studio, la cui attenzione è, invece, rivolta alla domanda interna.

Ranking	Elemento	Categoria	Critico	Strategico	Rilevante	Critico	Strategico	Rilevante
19	Potassa	Rilevante	-	-	143.308	-	-	0,4%
20	Feldspati	Critico	133.123	-	-	0,4%	-	-
21	Fluorite	Critico	92.610	-	-	0,2%	-	-
22	Magnesio	Strategico	-	91.260	-	-	0,2%	-
23	Niobio	Critico	80.192	-	-	0,2%	-	-
24	Barite	Critico	67.834	-	-	0,2%	-	-
25	Cobalto	Strategico	-	64.869	-	-	0,2%	-
26	Elio	Critico	60.654	-	-	0,2%	-	-
27	Antimonio	Critico	57.780	-	-	0,2%	-	-
28	Arsenico	Critico	54.878	-	-	0,1%	-	-
29	Vanadio	Critico	48.770	-	-	0,1%	-	-
30	Cromo	Rilevante	-	-	47.799	-	-	0,1%
31	Tungsteno	Strategico	-	39.986	-	-	0,1%	-
32	Boro	Strategico	-	34.359	-	-	0,1%	-
33	Litio	Strategico	-	33.143	-	-	0,1%	-
34	Fosforo	Critico	32.965	-	-	0,1%	-	-
35	Fosfati	Critico	22.106	-	-	0,1%	-	-
36	Germanio	Strategico	-	14.572	-	-	< 0,1%	-
37	Terre rare	Strategico	-	8.954	-	-	< 0,1%	-
38	Grafite naturale	Strategico	-	5.644	-	-	< 0,1%	-
39	Stronzio	Critico	5.462	-	-	< 0,1%	-	-
40	Bismuto	Strategico	-	3.199	-	-	< 0,1%	-
41	Scandio	Critico	1.277	-	-	< 0,1%	-	-
42	Tantalio	Critico	856	-	-	< 0,1%	-	-
43	Afnio	Critico	798	-	-	< 0,1%	-	-
44	Gallio	Strategico	-	365	-	-	< 0,1%	-
45	Berillio	Critico	226	-	-	< 0,1%	-	-
			1.480.634	20.719.650	15.424.379	3,9%	55,1%	41,0%

Tabella 110 – Importazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore e in percentuale
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Se in Tabella 110 si osservano esclusivamente i valori delle importazioni delle materie prime critiche individuate dalla Commissione Europea, si nota che esse coprono meno del 4% delle importazioni totali, per un valore complessivo di 1,5 miliardi di euro.

Sommando alle importazioni di materie prime critiche quelle strategiche, si arriva a coprire il 59% degli acquisti riferiti agli elementi del campione, per un valore complessivo di poco più di 22 miliardi di euro.

Il peso delle due categorie – materie prime critiche e materie prime strategiche – ne attesta l’importanza. Tuttavia è necessario sottolineare che la Commissione Europea ha progressivamente ampliato nel tempo il set di materie prime prese in considerazione, testimoniando una più generale e corretta attenzione verso tutti quei materiali impiegati nei processi produttivi delle imprese¹³¹. Infatti, il solo elemento rame, aggiunto nella lista 2023, rappresenta il 20% dell’import di materie prime del campione, con un valore di circa 7,5 miliardi di euro.

*Prima considerazione di sintesi:
L’Unione Europea pone al centro del dibattito il tema delle critical raw material per la transizione ambientale e digitale, ma nei fatti sta spostando l’attenzione sul più generale tema dell’acquisizione di tutte le materie prime necessarie all’industria per lo svolgimento dell’attività trasformativa.*

La progressiva maggiore attenzione al più generale tema dell’acquisizione delle materie prime è centrale per il sistema industriale italiano. Nel campione analizzato le materie prime né critiche né strategiche rappresentano ancora il 41% di acquisti dall’estero.

Infatti, le materie prime **rilevanti** sono state importate nel 2023 per oltre 15 miliardi di euro (Tabella 110).

E sebbene queste ultime occupino, per la quasi totalità, le prime 20 posizioni a livello di importazioni, non sono oggetto di alcun programma specifico a livello governativo per garantire la loro continuità di fornitura.

*Seconda considerazione di sintesi:
Nonostante il progressivo ampliamento delle materie prime considerate dall’Unione Europea, è necessario a livello nazionale un ulteriore approfondimento sul tema degli approvvigionamenti in funzione delle concrete esigenze del sistema industriale italiano.*

Le prime due considerazioni di sintesi permettono di rispondere alla prima *research question* di questo studio: “Le materie prime critiche e strategiche definite dall’Unione Europea sono davvero significative per l’economia nazionale?”.

È possibile, quindi, affermare che le materie prime critiche e strategiche definite dall’Unione Europea rappresentano una quota importante del fabbisogno nazionale di materie prime, ma detta quota è lontana dal coprire le esigenze dell’industria nazionale. Possiamo concludere che al momento le materie prime critiche e strategiche sono parzialmente significative per l’economia italiana.

Da tale evidenza emerge la necessità di un ulteriore approfondimento, esplicitato nella seconda *research question* di questo studio: “Se le materie prime critiche e strategiche risultano essere significative per l’economia nazionale, sono effettivamente impiegate per sostenere la transizione green & digital?”.

¹³¹ Nella nostra precedente ricerca (Di Gregorio et al., 2021), la lista 2020 delle critical raw material individuate dall’Unione Europea rappresentava solo il 34,11% del campione allora considerato proprio in virtù del fatto che la numerosità degli elementi critici era inferiore. Emergeva, inoltre, l’importanza di due elementi quali rame e nichel, accolti nella lista 2023 con l’indicazione di materia prima strategica.

La successiva analisi si limiterà, quindi, alle materie prime strategiche, che dovrebbero essere funzionali alla transizione *green & digital*¹³². In altri termini, se da un lato è indiscutibile che le materie prime definite strategiche dall’Unione Europea sono essenziali per molteplici processi produttivi correlati a tecnologie *green & digital*, dall’altro dobbiamo chiederci se in Italia vi sono attualmente industrie fondate su tali tecnologie.

Osservando la Tabella 110 è immediato notare che molte delle materie prime strategiche presentano valori delle importazioni davvero ridotti. Ad esempio, nel 2023, le importazioni di gallio sono state di soli 365mila euro; se a queste andiamo a sommare quelle di magnesio, cobalto, tungsteno, boro, litio, germanio, terre rare, grafite naturale, bismuto, silicio metallico, titanio e manganese, il totale è pari al 5,0% delle importazioni di tutto il campione considerato.

Viceversa, quasi l’89% delle importazioni nel 2023 è imputabile a soli dieci elementi (Tabella 111).

Ranking	Elemento	Quantità (tonnellate)	Valore (migliaia di euro)	Peso	Classificazione
1	Rame	924.111	7.509.481	20,0%	Strategico
2	Bauxite/alluminio	2.974.054	7.231.104	19,2%	Strategico
3	Oro	389	6.322.531	16,8%	Rilevante
4	Metalli ferrosi	6.623.813	2.683.215	7,1%	Rilevante
5	Platinoidi	66	2.637.003	7,0%	Strategico
6	Argento	7.588	2.389.424	6,4%	Rilevante
7	Nichel	98	1.478.189	3,9%	Strategico
8	Roundwood	2.855.409	1.296.836	3,4%	Rilevante
9	Zinco	393.240	1.055.760	2,8%	Rilevante
10	Carbone da coke	2.787.178	821.103	2,2%	Critico
	Valore import primi 10 elementi		33.424.647	88,8%	
	Altri 35 elementi analizzati		4.197.996	11,2%	
	Totale import		37.622.643	100,0%	

Tabella 111 - Materie prime critiche/strategiche/rilevanti: classifica delle importazioni nel 2023 (ordinamento per valore, prime 10 posizioni)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 provvisori

Pertanto, nella successiva analisi è proposto un approfondimento sulle quattro materie prime strategiche – rame, bauxite, platinoidi e nichel – che rappresentano il 50% delle importazioni del campione, per un valore di quasi 19 miliardi di euro.

In tale approfondimento abbiamo ritenuto di utilizzare i dati definitivi relativi al 2023 e, inoltre, di inserire anche il confronto con i dati provvisori 2024 al fine di fornire un’informazione il più possibile aggiornata¹³³.

¹³² Come illustrato nel precedente paragrafo 3.1.3, l’Unione Europea ha considerato 34 materie prime critiche in base al rischio di approvvigionamento, mentre solo la metà di queste è considerata strategica per sostenere la produzione di tecnologie che supportano la duplice transizione verde e digitale e gli obiettivi della difesa e dell’aerospazio.

¹³³ Per un maggiore dettaglio si veda la nota metodologica nel capitolo 7.



Bauxite/Alluminio

In Tabella 112 si riassume l’andamento delle importazioni di bauxite nel periodo 2015-2024 e il relativo saggio di variazione annua. Si può apprezzare un significativo incremento delle importazioni nel 2021 e nel 2022 rispetto agli anni precedenti (+48,6% e +49,5%), a cui fa seguito un’importante riduzione nel 2023 (-26,1%). Tale anno (2023) ha fatto registrare una crescita moderata per l’intera economia nazionale (PIL +0,7%, in rallentamento rispetto all’1,4% del 2022), dovuta ad un aumento dei prezzi dell’energia e delle materie prime, che ha eroso il potere d’acquisto delle famiglie e frenato gli investimenti delle imprese, al protrarsi della guerra in Ucraina, al rallentamento dell’economia mondiale, che ha ridotto la domanda di beni e servizi italiani (ISTAT, 2024). Nel 2024 si registra una moderata ripresa delle importazioni (+2,9%).

Anni	Importazioni in migliaia di euro	Variazione percentuale annua
2015	4.778.170	
2016	4.499.079	-5,8%
2017	5.196.592	15,5%
2018	5.621.388	8,2%
2019	5.212.994	-7,3%
2020	4.305.072	-17,4%
2021	6.397.251	48,6%
2022	9.565.588	49,5%
2023	7.065.552	-26,1%
2024*	7.268.330	2,9%

Tabella 112 – Valore delle importazioni di bauxite nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. *Dati 2024 provvisori

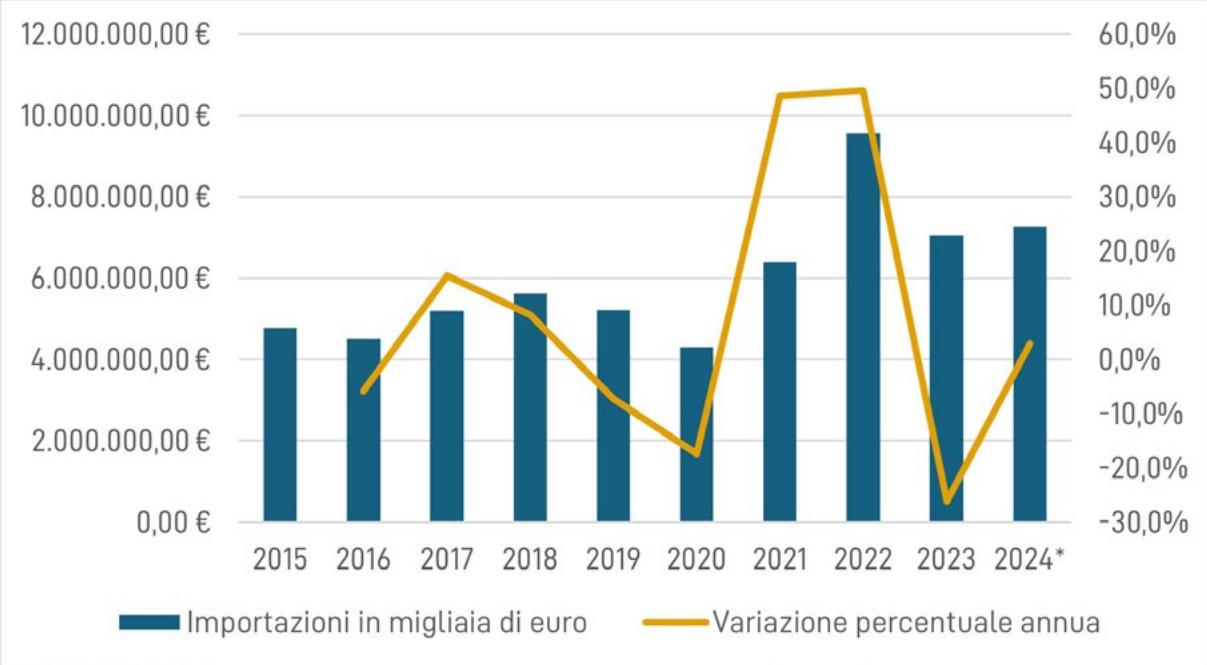


Figura 146 – Valore delle importazioni di bauxite nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota tecnica in allegato. *Dati 2024 provvisori

L’alluminio, quale prodotto della bauxite, è un materiale a lunga permanenza in uso produttivo e ad alto tasso di riciclo. Trova largo impiego in molti settori industriali italiani, ad esempio nella produzione di infissi (porte e finestre), nel settore *automotive*, aeronautico, ferroviario, per trattori e macchinari agricoli, elettrodomestici, nel *packaging* alimentare (lattine, pellicole, ecc.), in posateria, nel settore arredamento (es. telai di divani, cerniere), nei conduttori elettrici e nell’illuminazione.

L’alluminio viene anche impiegato nella produzione di turbine eoliche, in particolare nelle pale dei rotori, in virtù della sua leggerezza e resistenza, anche se al momento risulta attiva solo una impresa che opera in tale settore in Italia (Leitwind – Leitner AG). Ulteriori applicazioni dell’alluminio ricadono nei dispositivi di mobilità come le biciclette o i monopattini.

In Italia si produce unicamente alluminio secondario da riciclo (in undici fonderie situate in Lombardia, Piemonte, Veneto, Lazio e Marche), mentre non sono note attività di produzione primaria (da bauxite¹³⁴). Le quantità complessive di rottami di alluminio trattati nel corso del 2023 sono state pari a 947 kt, in aumento rispetto alle 894 kt dell’anno precedente (+6%). I dati CIAL (Consorzio Nazionale Imballaggi Alluminio) evidenziano che nel 2023 il 44% dei rottami impiagati è ancora di provenienza estera.

Il 90% dell’utilizzo di imballaggi in alluminio deriva da consumi alimentari, circa il 70% è destinato al consumo domestico e il restante 30% al canale *hotel*, ristoranti e *catering*. A contribuire maggiormente alla crescita dell’impresso al consumo si confermano le lattine per bevande (47%).

L’Italia fa registrare la migliore *performance* di riciclo degli imballaggi in alluminio tra i principali Paesi europei, segnando nel 2022 un tasso del 73,6%, trattato per la maggior parte all’interno del Paese (EUROSTAT, 2025).

¹³⁴ È da notare, tuttavia, che per quanto considerevoli, le riserve di bauxite presenti in Sardegna presentano caratteristiche che ne rendono complessa la trasformazione in allumina e, quindi, in alluminio. Inoltre, la produzione di alluminio primario attraverso il processo elettrolitico è *energy-intensive*, anche se è doveroso sottolineare come l’industria dell’alluminio abbia consolidato nel corso del tempo processi volti al miglioramento delle performance produttive relativamente all’uso di energia elettrica, così come delle performance ambientali correlate.



Nichel

La Tabella 113 riassume la dinamica delle importazioni in valore del nichel negli anni 2015-2024 e del relativo saggio di variazione annua. Anche per il nichel si osserva un importante incremento delle importazioni nel 2021 e nel 2022 rispetto agli anni precedenti (rispettivamente +34,4% e +41,0%) imputabile ad una crescita dei prezzi. La situazione si è poi normalizzata nel corso del 2023 con una variazione annua del -3,5%. Oggi, invece, i *futures* del nichel sono scesi al di sotto di \$14.900 per tonnellata, il loro livello più basso da settembre 2020, sia per le preoccupazioni legate alla guerra commerciale (dazi imposti dagli Stati Uniti e tariffe cinesi in controrispota), sia per un eccesso di offerta dall'Indonesia¹³⁵. La riduzione che si è manifestata nel 2023 è proseguita nel 2024 anche con un saggio maggiore (-8,3%).

Anni	Importazioni in migliaia di euro	Variazione percentuale annua
2015	970.584	
2016	741.881	-23,6%
2017	880.541	18,7%
2018	1.004.581	14,1%
2019	898.328	-10,6%
2020	795.990	-11,4%
2021	1.069.422	34,4%
2022	1.507.882	41,0%
2023	1.454.762	-3,5%
2024*	1.333.955	-8,3%

Tabella 113 - Valore delle importazioni di nichel nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. *Dati 2024 provvisori

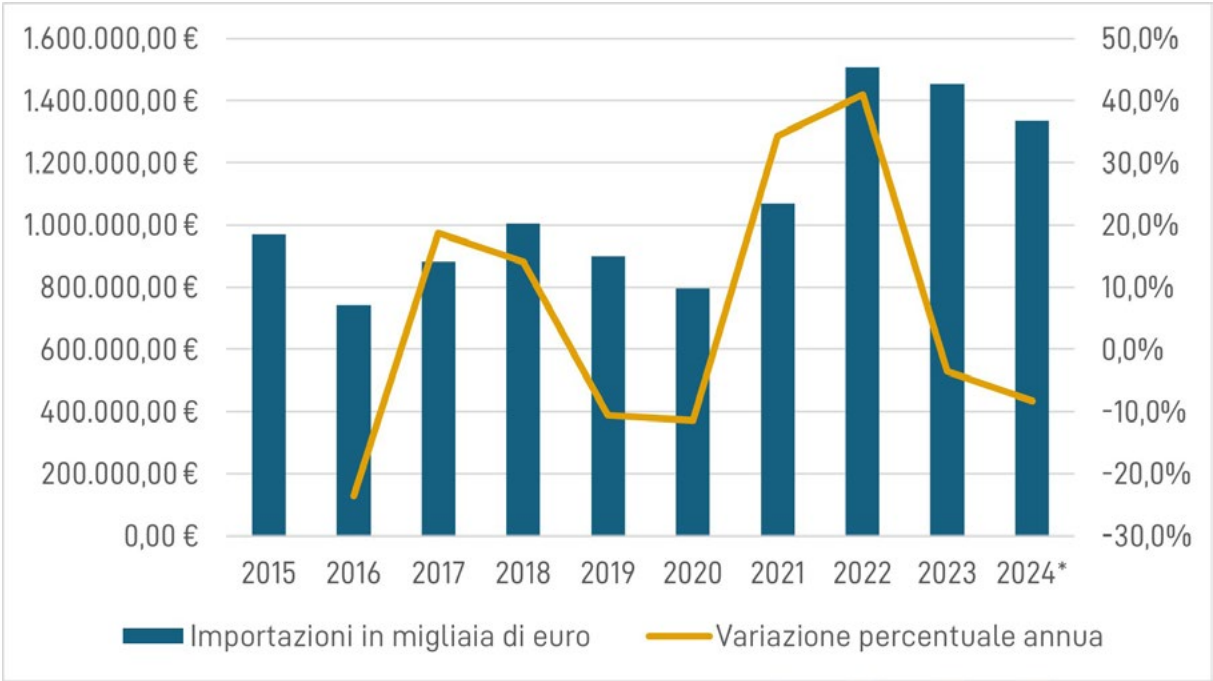


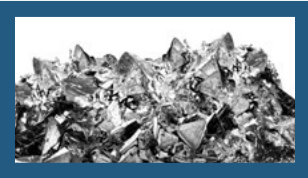
Figura 147 - Valore delle importazioni di nichel nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. *Dati 2024 provvisori

L'utilizzo principale del nichel nell'industria italiana riguarda la produzione di leghe di acciaio inossidabile austenitico (o *inox*), in minor misura superleghe (leghe metalliche a base di nichel per applicazioni di alta temperatura, 1200 °C e oltre) e leghe metalliche speciali (per basse temperature, resistenti alla corrosione, per schermare campi magnetici). Viene inoltre utilizzato in elettrodeposizione (galvanica) e per leghe a memoria di forma (es. robotica, endodonzia). Uno degli utilizzi strategici riguarda la produzione di catodi per le celle delle batterie al litio utilizzate nei veicoli elettrici, ma in Italia non risultano al momento industrie attive in tale settore.

Il nichel è facilmente recuperabile a partire da rottami e sfridi di acciaio inossidabile (ciclo di vita indicativo di circa 20-30 anni), e in tal caso è essenziale una accurata raccolta differenziata dei manufatti. Anche le superleghe presentano ottime potenzialità di riciclo, ma anche in questo caso sono essenziali la purezza e la composizione dello scarto da recuperare.

Il tasso di recupero (EOL-RIR *end-of-life recycling input rate*) del nichel nell'Unione Europea è intorno al 16% (European Commission, 2025). Una delle sfide tecnologiche ed ambientali riguarda il recupero del nichel (e di altri metalli critici) dalle batterie delle auto elettriche: alcune aziende italiane, come ad esempio la ORIM S.p.A. e la Circular Materials S.r.l., stanno sviluppando ed implementando processi industriali per il recupero di quelle materie prime critiche.

¹³⁵ Cfr. <https://it.tradingeconomics.com/commodity/nickel>.



Platinoidi

I platinoidi (PGM - *Platinum Group Metals*) sono un gruppo di sei elementi chimici (platino, palladio, rodio, rutenio, iridio e osmio), in cui platino e palladio rappresentano quelli più comuni. Osservando l'andamento delle importazioni dei platinoidi nel periodo 2015-2024 e il relativo saggio di variazione annua (Tabella 114) si osserva un importante aumento negli anni 2020 e 2021 (+56,2% e +47,1%), cui fa seguito nel 2022 una stabilizzazione, per poi far registrare una significativa caduta nel 2023 (-29,4%); anche nel 2024 è proseguita la flessione delle importazioni con un analogo importante saggio (-28,7%).

Nonostante ciò, con un valore di più di 2,6 miliardi di euro, i platinoidi si attestano nel 2023 in terza posizione per importazioni nazionali su 17 materie prime strategiche analizzate (12,73% del totale delle importazioni di *critical raw material*). I platinoidi sono utilizzati quali input importanti di industrie in continua trasformazione per effetto delle mutevoli condizioni economiche globali¹³⁶.

Anni	Importazioni in migliaia di euro	Variazione percentuale annua
2015	713.552	
2016	1.170.572	64,0%
2017	1.280.461	9,4%
2018	1.311.921	2,5%
2019	1.600.329	22,0%
2020	2.498.952	56,2%
2021	3.675.299	47,1%
2022	3.735.727	1,6%
2023	2.637.690	-29,4%
2024*	1.881.965	-28,7%

Tabella 114 – Valore delle importazioni di platinoidi nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. *Dati 2024 provvisori



Figura 148 – Valore delle importazioni di platinoidi nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. *Dati 2024 provvisori

I platinoidi sono eccellenti catalizzatori. In Italia i platinoidi vengono impiegati ampiamente nella produzione di gioielli di alta gamma e per la produzione di catalizzatori per motori a combustione, con numerose applicazioni in processi chimici come l'idrogenazione di intermedi organici, nel settore petrolchimico, per la purificazione dell'acido tereftalico, in applicazioni ambientali come la rimozione di composti organici volatili (VOC – *volatile organic compound*) tramite ossidazione catalitica, nonché nel settore *automotive*. Si segnalano anche applicazioni in ambito medico (es. cisplatino, farmaco antitumorale, impianti medicali, strumenti chirurgici) e industriali (filamenti, contatti elettrici, termocoppie, strumenti di precisione). Una delle applicazioni strategiche riguarda la produzione di elettrolizzatori per idrogeno (il cosiddetto idrogeno verde, ottenuto per elettrolisi dall'acqua), con alcune aziende in via di sviluppo ed espansione in Italia.

I platinoidi possono essere facilmente recuperati da gioielli e catalizzatori esausti, e il tasso di recupero (EOL-RIR *end-of-life recycling input rate*) in Europa varia tra il 10% ed il 35% (Eurostat, 2023). In Italia sono presenti principalmente tre imprese specializzate nel recupero dei platinoidi ed altri metalli critici, ovvero l'Alpha Project di Solvay Chimica Italia S.p.A. (Rosignano, LI), la CHIMET S.p.A. (Badia al Pino, AR) e la ORIM S.p.A. (Macerata, MC).

¹³⁶ <https://www.mordorintelligence.it/industry-reports/platinum-market>.



Rame

Materia prima di estrema importanza, con un valore delle importazioni pari ad oltre 7,2 miliardi di euro nel 2023 (Tabella 115), il rame occupa il primo posto tra le materie prime strategiche, nonostante la consistente flessione (-12,3%) rispetto al 2022, anno in cui il prezzo del rame ha raggiunto il suo massimo¹³⁷. È comunque nel 2021 che si è manifestato il maggiore aumento dei prezzi e, di conseguenza, del valore delle importazioni (+77,9% rispetto all'anno precedente). Nel 2024 si assiste ad una lieve ripresa delle importazioni nella misura del 6,8%.

Anni	Importazioni in migliaia di euro	Variazione percentuale annua
2015	4.739.603	
2016	4.158.219	-12,3%
2017	4.655.064	11,9%
2018	4.997.687	7,4%
2019	4.700.996	-5,9%
2020	4.108.620	-12,6%
2021	7.310.934	77,9%
2022	8.276.923	13,2%
2023	7.257.065	-12,3%
2024*	7.750.256	6,8%

Tabella 115 – Valore delle importazioni di rame nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. *Dati 2024 provvisori

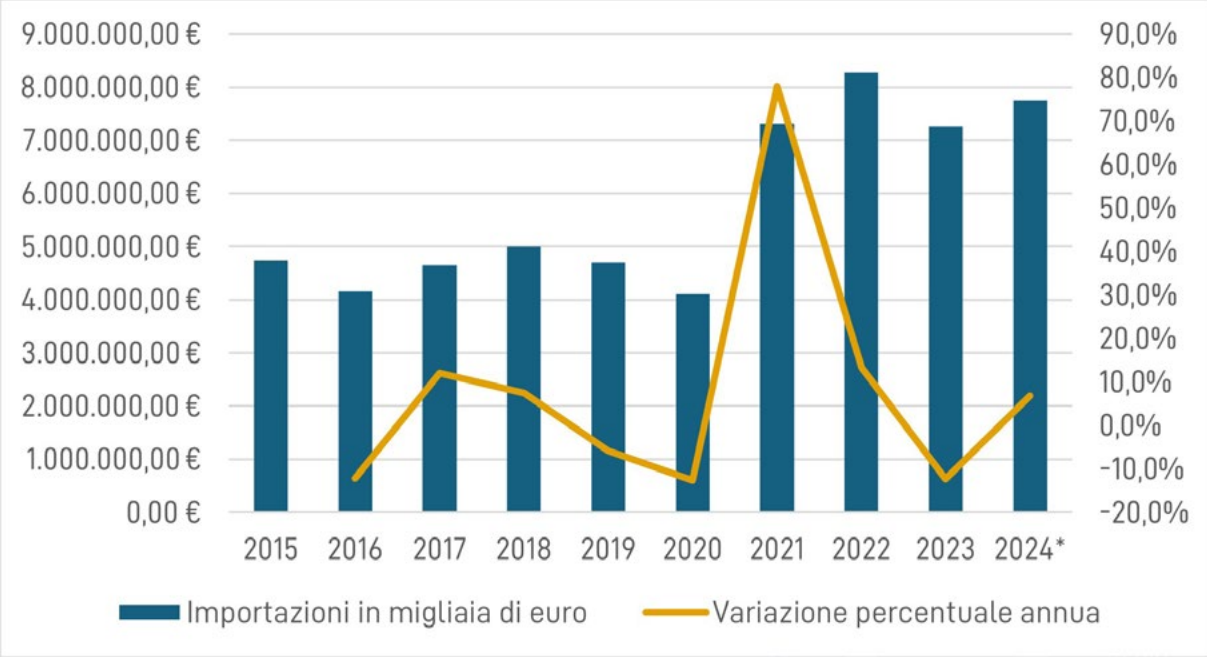


Figura 149 – Valore delle importazioni di rame nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. *Dati 2024 provvisori

Il rame viene ampiamente impiegato in Italia nel settore dei conduttori elettrici, per leghe metalliche (ad esempio ottone e bronzo) e per manufatti del settore edilizio, in architettura e arredamento.

Tra gli utilizzi strategici si segnala l'impiego del rame nel settore energetico per la trasmissione di elettricità, per le energie rinnovabili (eolico e fotovoltaico) e per le auto elettriche (la quantità di rame è almeno il doppio rispetto ad un'auto termica; IEA, 2021). Tuttavia, gran parte della produzione primaria di questi manufatti non avviene in Italia.

Il rame è facilmente recuperabile dai conduttori (cavi elettrici), mentre il recupero dai RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche) risulta essere più difficile, per via dell'eterogeneità compositiva e della complessità dei manufatti. A livello europeo, il tasso di recupero del rame (EOL-RIR *end-of-life recycling input rate*) è intorno al 30% (European Union, 2022). In Italia sono attive numerose aziende che si occupano del recupero di manufatti in rame, con circa il 60% del materiale utilizzato nelle produzioni industriali proveniente da riciclo.

¹³⁷ Le variazioni più intense si sono verificate nel mercato cinese, seguito da quello americano. <https://it.marketscreener.com/>.

Come si evince da quanto appena discusso, in Italia le materie prime definite come strategiche a livello europeo sono impiegate soprattutto nell'industria tradizionale; ciò non significa assolutamente negarne l'importanza o, meglio, la criticità o la strategicità, ma sottolineare ancora una volta quanto siano necessarie valutazioni in termini di *policy* maggiormente customizzate sulla reale situazione nazionale per sostenere concretamente la competitività delle organizzazioni.

Tali riflessioni permettono, inoltre, di rispondere alla seconda *research question*: “*Se le materie prime critiche e strategiche risultano essere significative per l'economia nazionale, sono effettivamente impiegate per sostenere la transizione green & digital?*”.

Stante la situazione odierna, è davvero limitato l'impiego delle materie prime strategiche in Italia in processi produttivi destinati a sostenere la *twin transition*.

Terza considerazione di sintesi:

Per la valorizzazione di produzioni a favore di una maggiore sostenibilità ambientale, da un lato, e, dall'altro, che favoriscano uno sviluppo delle tecnologie digitali in Italia non è sufficiente avere la disponibilità degli input produttivi, ma questi necessiterebbero di essere affiancati da importanti politiche industriali volte a favorire lo sviluppo delle connesse filiere.

Probabilmente, accanto alla pianificazione degli approvvigionamenti di materie prime critiche e strategiche, sarebbe opportuno a livello nazionale provvedere a formulare strategie, possibilmente condivise e sostenute a livello europeo, per quelle materie che risultano rilevanti per l'economia del nostro Sistema Paese – ed in tale accezione critiche/strategiche per l'Italia –, la cui difficoltà di reperimento, insieme all'incremento incontrollato dei prezzi, rischia di ridurre la propensione ad investire da parte delle imprese.

Queste ultime, veloci osservazioni restituiscono un quadro su cui riflettere attentamente per definire *policy* di indirizzo adeguate allo sviluppo industriale del Bel Paese.

5.2 Non solo approvvigionamento: altri temi di interesse

Continuità e sicurezza delle catene di fornitura globali hanno rappresentato i parametri maggiormente impattati sulle scelte dell'Unione Europea in tema di approvvigionamenti di materie prime critiche, proponendo provvedimenti e iniziative volti ad assicurare maggiore indipendenza a livello europeo. Tale orientamento è stato recepito, almeno nelle intenzioni, anche a livello nazionale.

Tuttavia, perché possa costruirsi un piano industriale in grado di sostenere la competitività delle imprese italiane su scala globale, non è sufficiente, per quanto necessaria, la adeguata dotazione di materie in *input*, sia in termini quantitativi che di tipologia di risorse, se ad essa non si affianca la gestione della fase di trasformazione successiva (**raffinazione delle materie prime**), che rende tali materie concretamente impiegabili nei processi produttivi.

I precedenti brevi cenni sull'approccio alle materie prime hanno permesso di sottolineare la limitata attenzione dell'Unione Europea, prima, e dell'Italia, di conseguenza, nell'affrontare il tema fino alla prima decade del XXI secolo. Peraltro, il ritardo ha riguardato tanto le attività estrattive che la fase della raffinazione di materie prime non energetiche.

Riguardo al primo punto, ovvero le attività estrattive, la discussione si presenta oggi come un fronte aperto e complesso, come illustrato nel paragrafo 3.4.2, cui si rimanda per approfondimenti.

La fase della raffinazione, invece, benché di importanza strategica, trova ancora oggi uno spazio molto limitato nel dibattito pubblico, sia per i gravosi costi ambientali, sia per il ritardo rispetto ai Paesi *leader*, come si discute di seguito (paragrafo 5.2.1). Tuttavia, se è innegabile la necessità di una corretta dotazione di materie prime (critiche, strategiche e rilevanti) per sostenere la produttività nazionale, in Italia sono più che evidenti gli ostacoli che si frappongono ad una implementazione di attività estrattive o di raffinazione; va da sé che l'unica via praticabile rimane quella del **recupero** di tali materiali.

L'approvvigionamento secondario, ovvero l'utilizzo di materiali riciclati o recuperati da scarti di produzione, utilizzati quali *input* per nuovi processi produttivi, sembra essere al momento effettivamente la strategia elettiva per contenere i rischi di approvvigionamento, promuovendo la sostenibilità ambientale e la competitività delle imprese. Esso, inoltre, trova pieno accoglimento nei principi di economia circolare, riducendo la produzione di rifiuti e il consumo di risorse naturali. Tuttavia, sono necessari investimenti in ricerca e sviluppo per governare la complessità dei processi di riciclo e politiche di supporto efficaci per la gestione degli aspetti economici correlati (come, ad esempio, i costi di raccolta, la fluttuazione dei prezzi, ecc.). Di tutto questo si dibatte nel paragrafo 5.2.2.

5.2.1 La raffinazione delle materie prime critiche

Ancora oggi il tema della raffinazione delle materie prime critiche è poco presente nel dibattito a livello sia politico che pubblico.

La raffinazione delle materie prime critiche è un ambito in cui è indiscussa la *leadership* tecnologica e produttiva cinese; ciò che preoccupa e frena il dibattito e l'azione, tuttavia, non è certo il grado di appropriazione tecnologica, governabile con investimenti in ricerca o accordi, quanto gli impatti ambientali e sociali di tale attività.

In aree fortemente antropizzate, come quelle nel territorio europeo, sarebbero fortemente osteggiati dalle popolazioni residenti impianti di raffinazione che richiedono l'impiego di acidi e importanti quantità di acqua per trasformare alcuni minerali (come, ad esempio, le terre rare), da “riserva a risorsa” (Battistini e Gabanelli, 2024), restituendo, oltre all'*output* della raffinazione, acidi fortemente inquinanti e sostanze radioattive.

Un esempio delle complessità, anche ambientali, connesse alla fase della raffinazione delle materie prime è rappresentato dal processo di trattamento delle terre rare (Box di approfondimento “Terre rare e impatto ambientale”).

TERRE RARE E IMPATTO AMBIENTALE

La maggior parte delle persone considera la tecnologia come il futuro, una forza positiva che migliorerà in generale la qualità della vita in tutto il mondo. Dal punto di vista delle imprese, la continua fucina di idee generate nella Silicon Valley, regione californiana cuore dell'innovazione tecnologica, e le *startup* tecnologiche presentano un enorme potenziale di sviluppo; nel settore manifatturiero, le nuove tecnologie e l'automazione stanno aumentando l'efficienza dei processi produttivi e contribuiscono alla creazione di valore; nel settore ambientale, la transizione energetica basata sulle energie rinnovabili presenta le migliori prospettive di decarbonizzazione.

Tuttavia, per quanto lo sviluppo tecnologico sia acclamato come la panacea del futuro, la maggior parte di queste innovazioni presenta un lato negativo: queste nuove tecnologie richiedono l'estrazione di molte materie prime critiche, *in primis* gli elementi delle terre rare (REE). Questi elementi sono presenti in basse concentrazioni nei minerali e, anche con tenori di interesse minerario (indicativamente almeno 1.000 ppm), risultano difficili da separare in virtù delle loro peculiari caratteristiche geochemiche (es. raggio ionico simile, stesso stato di ossidazione).

La domanda di questi elementi è destinata ad aumentare nei prossimi anni: un'auto elettrica richiede un apporto di minerali critici sei volte superiore a quello di un'auto convenzionale, mentre un impianto eolico ne richiede nove volte di più rispetto a un impianto a gas. Secondo le stime attuali, la domanda di terre rare potrebbe aumentare di sei volte entro il 2040; la domanda di litio e cobalto potrebbe aumentare di dieci o venti volte entro il 2050 per via delle auto elettriche, e la domanda di disprosio e neodimio aumenterà da sette a ventisei volte nei prossimi 25 anni a causa dei veicoli elettrici e delle turbine eoliche (Leal Filho, 2016; Golroudbary et al., 2022).

Purtroppo, le terre rare hanno anche aspetti negativi: la loro estrazione e raffinazione danneggia gravemente le comunità e contamina le aree circostanti, producendo montagne di rifiuti tossici, con un elevato rischio per l'ambiente e la salute. Per ogni tonnellata di terre rare prodotta, il processo estrattivo genera 13 kg di polveri sottili, 9.600-12.000 m³ di gas di scarico, 75 m³ di acque reflue e una tonnellata di residui radioattivi. I processi chimico-fisici di estrazione e raffinazione sono estremamente energivori: paradossalmente gran parte dell'energia necessaria per queste materie prime "*green*" viene prodotta grazie al carbone¹³⁸. Uno degli aspetti più preoccupanti è la presenza di uranio e torio nei minerali di terre rare (specialmente monazite e bastnaesite), con la conseguente produzione di grandi quantitativi di rifiuti radioattivi solidi e liquidi. Complessivamente, per ogni tonnellata di terre rare si producono 2.000 tonnellate di rifiuti tossici (Filho, 2017; Schreiber et al., 2021; Talan & Qingqing, 2022).

La più grande miniera di terre rare al mondo si trova in Cina, a Bayan-Obo (Mongolia Interna). Oltre a grandi quantità di materiali di scarto solidi (*waste rock*), a destare grandi preoccupazioni sono i grandi bacini di rilascio degli scarti liquidi - fangosi di lavorazione (*tailing*): nell'area sono stoccate oltre 70.000 tonnellate di torio radioattivo. Il problema si è aggravato di recente perché i bacini di decantazione non sono stati rivestiti adeguatamente: di conseguenza, il loro contenuto si è infiltrato nelle acque sotterranee e finirà per raggiungere il Fiume Giallo, una fonte fondamentale di acqua potabile. Attualmente, i liquami tossici si spostano a un ritmo di 20-30 metri all'anno, un ritmo pericolosamente

rapido. Ci sono molti altri esempi di miniere dal forte impatto ambientale in tutta la Cina: il villaggio di Lingbeizhen, nella provincia meridionale del Jiangxi, ha bacini di lisciviazione e vasche di acque reflue esposte all'aria aperta. È facile immaginare la fuoriuscita di sostanze chimiche tossiche nelle falde acquifere o nei corsi d'acqua, dato che sono lasciati senza controllo (Bai et al., 2022; Zapp et al., 2022).

Anche i lavoratori soffrono di numerosi problemi di salute, dovuti all'esposizione a queste sostanze chimiche tossiche: da irritazioni cutanee e disturbi al sistema respiratorio, nervoso e cardiovascolare, fino a tassi incredibilmente elevati di cancro. Lo stesso governo cinese ha riconosciuto l'esistenza dei cosiddetti "Paesi del cancro", dove un numero sproporzionato di persone si è ammalato di tumore a causa dell'inquinamento minerario.

Questo complesso problema etico richiede una profonda riflessione su chi beneficia dell'estrazione e della raffinazione di terre rare, chi ne subisce gli effetti negativi e fino a che punto è necessaria. Se l'estrazione di terre rare produce impatti ambientali così rilevanti da contribuire al problema del clima più di quanto non ne mitighi, allora c'è un dilemma circa la finalità dell'attività. Non esistono soluzioni semplici a questo dibattito, ma ci sono modi per responsabilizzare le aziende e mitigare gli effetti dell'estrazione mineraria.

¹³⁸ Il processo di estrazione delle terre rare è ad intensità energetica, pur con importanti differenze in relazione alla varietà dei giacimenti, al livello tecnologico, all'efficienza degli impianti; alcune analisi indicano che la produzione di ossidi di terre rare miste (REO) in Cina può richiedere decine o anche centinaia di Megajoule (MJ) di energia per chilogrammo di prodotto finito. La separazione dei singoli elementi richiede ancora più energia, mentre i valori specifici variano enormemente in relazione all'elemento, alla purezza richiesta, al tipo di minerale di partenza e all'efficienza dell'impianto (ad esempio, neodimio o disprosio usati nei magneti sono particolarmente complessi da ottenere). Grande impatto ha poi la fonte energetica utilizzata; in Cina molte delle regioni minerarie e degli impianti di lavorazione dipendono pesantemente da energia elettrica prodotta da carbone, che comporta elevate emissioni di gas serra (CO₂).

5.2.2 Il recupero delle materie prime come fonte di approvvigionamento secondario

Come più volte sottolineato, con la progressiva accelerazione della transizione ecologica saranno necessari ingenti investimenti in nuove miniere e capacità di trattamento/raffinazione, soprattutto in regioni geograficamente diverse rispetto agli attuali Paesi impegnati in tali attività, per produrre minerali essenziali come rame, litio, nichel, cobalto e terre rare.

A fronte della difficoltà ad aprire nuove attività estrattive in Italia, il riciclo/recupero diviene indispensabile per la sicurezza e la sostenibilità dell'approvvigionamento di minerali critici per la transizione verso l'energia pulita: pur non limitando l'opportunità di investimenti minerari, il riciclo/recupero crea una preziosa fonte di approvvigionamento secondaria, che riduce la dipendenza da nuove miniere e aumenta la sicurezza dell'approvvigionamento per i Paesi che importano materie prime.

L'aumento del riciclo/recupero attenua gli impatti ambientali e sociali legati all'estrazione e alla raffinazione, evitando che i rifiuti delle tecnologie di uso finale finiscano nelle discariche.

Poiché soprattutto l'Europa è fortemente dipendente dalle importazioni di materie prime, e le risorse primarie provenienti dai giacimenti europei non sono disponibili in quantità sufficiente per la maggior parte dei metalli, un maggiore tasso di riciclo/recupero costituisce una pietra miliare in qualsiasi strategia per garantire l'approvvigionamento a lungo termine e diventare più indipendenti dai vincoli geopolitici.

A differenza delle materie prime energetiche, i metalli, in linea di principio, non vengono consumati ma possono essere mantenuti in un ciclo di vita “eterno”. Dopo l'estrazione iniziale dai depositi minerari nella “geosfera”, i metalli vengono utilizzati per costruire infrastrutture e fabbricare prodotti.

L'uso dei metalli, in particolare dei metalli tecnologici nei prodotti industriali e di consumo, è cresciuto rapidamente negli ultimi decenni. Ad esempio, più dell'80% della produzione mineraria globale dei metalli del gruppo del platino (PGM – *Platinum Group Metals*), degli elementi delle terre rare (REE – *Rare Earth Elements*), dell'indio e del gallio è avvenuta negli ultimi tre decenni (Hagelüken & Meskers, 2010). Di conseguenza, prodotti come automobili, elettronica di consumo, batterie e catalizzatori industriali si sono trasformati in una potenziale risorsa metallica “rinnovabile” per il futuro, spesso definita “urbana” o “miniera in superficie” (*urban mining*), che non deve essere sprecata.

Inoltre, rispetto ai minerali naturali, le concentrazioni di metalli in molti prodotti sono relativamente elevate. La sfida, tuttavia, è che la maggior parte dei prodotti di consumo è ampiamente distribuita e spesso difficile da rintracciare in tutto il pianeta e che, sebbene le concentrazioni di metallo siano elevate, il contenuto assoluto di metallo prezioso in un singolo dispositivo è spesso molto basso. Di conseguenza, per sfruttare economicamente queste “miniere urbane”, è necessario innanzitutto raccogliere quantità sufficienti di questi prodotti dispersi per creare un vero e proprio giacimento in superficie che soddisfi il secondo criterio fondamentale per un “corpo minerario” (*orebody*) economicamente redditizio, oltre alla sua **concentrazione** (tenore), ossia un volume sufficiente (**cubaggio**).

Oggi c'è un ampio consenso sul fatto che il riciclo offra **vantaggi** significativi, sia dal punto di vista ambientale, sia aumentando la sicurezza dell'approvvigionamento di metalli.

È generalmente riconosciuto che il riciclo:

- riduce l'impatto ambientale che altrimenti si verificherebbe dalle discariche e dalle relative emissioni;
- attenua l'impatto ambientale dell'attività estrattiva (riducendo la quantità di materie prime vergini necessarie);
- prolunga la durata di vita delle risorse geologiche primarie e le preserva;
- riduce le dipendenze geopolitiche che si creano quando le risorse metalliche critiche sono concentrate in pochi Paesi minerari e nelle mani di un numero limitato di società;
- contribuisce alla sicurezza dell'approvvigionamento di metalli minori e critici disaccoppiando parzialmente la loro produzione dalla produzione primaria dei principali sottoprodotti associati;
- sostiene l'approvvigionamento etico delle materie prime (attraverso una maggiore trasparenza della catena di approvvigionamento);
- smorza le fluttuazioni dei prezzi dei metalli, migliorando l'equilibrio tra domanda e offerta e limitando la speculazione attraverso l'ampliamento della base di approvvigionamento;
- crea un significativo potenziale occupazionale, compresi posti di lavoro ad alta tecnologia e infrastrutture.

Il riciclo/recupero come sistema complesso

Un processo di riciclo/recupero completamente efficace potrebbe, in linea di principio, portare a un ciclo infinito di utilizzo del metallo. La qualità dei metalli riciclati corrisponde in molti casi a quella dei metalli primari, e vengono scambiati di conseguenza a prezzi identici.

In pratica, però, una certa quantità di metallo viene inevitabilmente persa dal ciclo di vita dei prodotti, perché per vari motivi tecnici, o per le caratteristiche chimico-fisiche degli elementi,

non sono più accessibili per il recupero. Alcuni materiali, come la plastica, sono spesso soggetti a un problema di “*downcycling*”, ossia ad un progressivo abbassamento della qualità, in quanto il materiale riciclato è di qualità inferiore rispetto al materiale vergine, che quindi può essere utilizzato solo in applicazioni di valore inferiore.

Il concetto di base per l'uso “sostenibile” dei metalli è semplice in linea di principio:

- estrarre i metalli in modo efficiente dai minerali;
- utilizzarli nel modo più efficiente possibile nella fabbricazione dei prodotti;
- evitare la dissipazione durante l'uso e alla fine del loro ciclo di vita (EoL – *end of life*);
- ridurre al minimo le perdite di metalli in residui durante tutte le fasi del ciclo di vita. Tali residui possono includere sterili e scorie della produzione primaria, scarti di produzione, prodotti scartati durante la loro vita utile, flussi non riciclati, effluenti e rifiuti finali alla fine del ciclo di vita.

Il riciclo/recupero deve essere considerato come un sistema complesso, che comprende una serie di parti fondamentali: va oltre la tecnologia di processo e richiede una catena completa che inizia con la raccolta, la selezione e lo smantellamento/pre-lavorazione per separare i componenti contenenti metalli preziosi o per migliorare le frazioni rilevanti prima della lavorazione metallurgica finale (comprende una combinazione di processi pirometallurgici – fusione e idrometallurgici – chimici, seguiti da una fase finale di raffinazione del metallo). Ciascuna delle fasi principali coinvolge diversi soggetti e aziende: la complessità del processo, le competenze e le infrastrutture richieste e i volumi di investimento aumentano significativamente lungo la catena di processo.

Le combinazioni di metalli nei prodotti sono solitamente diverse da quelle dei depositi primari (miniere), il che comporta nuove sfide tecnologiche per il loro recupero efficiente. In molti casi, concentrazioni molto basse o combinazioni “inappropriate” di metalli tecnologici in alcuni prodotti porranno limiti economici e tecnici al loro recupero.

Le tecnologie di riciclo dei metalli preziosi e dei metalli di base, come il rame o il piombo, sono state sviluppate nel corso dei secoli e oggi sono per lo più in grado di raggiungere elevati rendimenti di recupero quando si arriva alla fase metallurgica finale.

Per i metalli “speciali” (es. REE, Ga, Ge, In, Be, ecc.), la situazione è di solito peggiore perché è molto più difficile riciclare i metalli tecnologici da prodotti complessi che riciclare materiali di massa da flussi di rifiuti come il vetro delle bottiglie o i rottami di acciaio. Mentre quest'ultimo ha a che fare con materiali “mono-materiale” in gran parte privi di ingredienti pericolosi, il primo deve fare i conti con composizioni “poli-materiali”, che includono sostanze pericolose, presenti in componenti complessi all'interno di prodotti complessi. Nel primo caso, l'attenzione si concentra sull'ottimizzazione dei volumi e dei costi, mentre nell'altro il recupero di valore ecologico da materiali presenti in basse concentrazioni è di fondamentale importanza. Il recupero dei metalli critici e “tecnologici” richiede una configurazione della catena di riciclo fondamentalmente diversa, e un “approccio di massa ai materiali” porterà inevitabilmente a perdite significative di materiali in tracce (es. Ga, Ge, In in prodotti elettronici). Queste sfide sono sottolineate nel rapporto “*Recycling Rates of Metals*” (tassi di riciclo dei metalli) pubblicato dal *Resource Panel* dell'UNEP (UNEP, 2011, 2013): il rapporto mostra che, mentre per la maggior parte dei metalli comuni e preziosi si raggiungono tassi di riciclo a fine vita superiori al 50% in media a livello globale, i tassi di recupero per la maggior parte dei metalli “speciali” sono estremamente bassi, inferiori all'1%. Anche per i metalli preziosi (es. PGM), i tassi di riciclo in base ai principali campi di applicazione rivelano *deficit* significativi nella maggior parte delle applicazioni di consumo.

Il potenziale di riciclo/recupero di un prodotto o di un materiale dipende da diversi fattori tecnici, economici, strutturali e organizzativi: il valore metallico intrinseco del materiale di base; la composizione del materiale (che include caratteristiche fisiche come la forma, le dimensioni e il tipo di legame tra materiali o componenti); il campo di applicazione di un prodotto e il modo in cui viene utilizzato.

Le sfide principali

Le maggiori sfide per il riciclo/recupero consistono nel superare i bassi livelli di raccolta dei beni di consumo e la loro gestione inefficiente all'interno della catena di recupero, anche perché la struttura del ciclo di vita dei beni di consumo differisce fondamentalmente da quella dei prodotti industriali. Il miglioramento sostanziale dei tassi di riciclo/recupero dei metalli per incrementare l'offerta secondaria richiede innovazione lungo tutto il ciclo di vita. Tuttavia, il salto di qualità richiesto può essere raggiunto solo con un approccio di sistema olistico e un adeguato sostegno politico, che tenga conto delle interdipendenze tra le fasi del ciclo di vita, e tenga conto dei fattori di impatto e delle misure.

Attualmente, il riciclo/recupero è guidato o dal valore dei metalli recuperabili, o da problematiche sociali legate all'ambiente, alla salute e alla sicurezza umana, o dagli aspetti legati al volume dei flussi di rifiuti. Un nuovo fattore sociale che sta acquisendo importanza è l'approvvigionamento sostenibile di risorse critiche. Così come gli aspetti ambientali e sanitari da soli non sono sufficienti a promuovere il riciclo, le forze di mercato da sole non saranno sufficienti a migliorare il recupero e reimpiego dei metalli critici.

Pertanto, sebbene il riciclo sia una pietra miliare per garantire l'approvvigionamento di metalli critici, non è e non sarà mai sufficiente per garantire il loro approvvigionamento. Dobbiamo utilizzare e combinare l'intera "toolbox della sostenibilità" in modo ottimale, includendo l'estrazione, il riciclo, il recupero, la sostituzione e il risparmio delle risorse.

In quest'ordine di idee assume rilevanza anche l'economia circolare che si fonda sul ridisegnare i processi produttivi al fine di permettere il riuso dei prodotti finali.

5.3 Prime proposte di policy

Quanto dibattuto finora, sia attraverso l'analisi documentale, sia per mezzo dei dati esaminati, ha consentito di sottolineare le principali problematiche con cui il Sistema Paese deve confrontarsi per la gestione ottimale delle materie prime critiche, strategiche e rilevanti, suggerendo anche possibili direzioni di sviluppo, in linea con le esigenze attuali, oltre che prospettiche, delle imprese italiane.

Perché tali direzioni possano effettivamente convergere o tramutarsi in una strada percorribile, è necessaria innanzitutto la loro traduzione in coerenti proposte di *policy*, seguita poi da una concreta volontà di attuazione.

Procedendo in tal senso un *panel* di esperti è stato chiamato a fornire i propri considerevoli *insight*, potenzialmente di grande utilità per supportare i processi decisionali dei *policy maker*.

Le prime indicazioni di *policy* industriale che si presentano di seguito sono, dunque, il frutto di riflessioni scientifiche *data-driven* e dell'ascolto attivo del mondo dell'industria e della ricerca.

5.3.1 Un panel di esperti sulle critical raw material

La ricerca qualitativa tramite *panel* di esperti è una metodologia molto utile per affrontare argomenti complessi (Landeta et al., 2011; Mauksch et al., 2020), come le *critical raw material*, che richiedono una conoscenza specialistica approfondita.

Al fine di irrobustire ulteriormente le riflessioni oggetto del presente studio, una seconda fase di analisi ha visto, dunque, l'applicazione della tecnica del *panel* di esperti per raccogliere opinioni, giudizi, esperienze di professionisti affermati e ricercatori circa il contributo delle materie prime critiche e strategiche all'economia nazionale, soprattutto con riferimento alla *twin transition*. Prendendo in considerazione fattori tecnologici, economici e geopolitici si è cercato di ragionare, attraverso l'opinione e la visione dei soggetti coinvolti, sui potenziali interventi auspicabili a livello nazionale per contribuire a disegnare un "futuro possibile" in grado di sostenere la competitività delle imprese nazionali, anche con riferimento alle materie prime rilevanti.

Il *panel* è stato composto da un gruppo selezionato di professionisti, con competenze specialistiche distintive e una conoscenza diretta ed approfondita sul tema, mentre la raccolta delle informazioni è avvenuta attraverso una discussione di gruppo (*online* e in presenza), tesa a facilitare lo scambio di idee e l'emergere di nuove prospettive. La discussione ha generato riflessioni critiche ma anche suggerimenti concreti su come affrontare le sfide legate alle materie prime critiche e strategiche a livello nazionale.

Pur ribadendo che la responsabilità delle proposte di *policy* avanzate di seguito (paragrafo 5.3.2) è da attribuire esclusivamente agli autori, si ringrazia vivamente per la partecipazione al *panel* di esperti:

- **Claudia Brunori**, Direttrice Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei sistemi produttivi e territoriali Enea - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile,
- **Luca Campadello**, Strategic Development and Innovation Manager Erion Compliance Organization S.C.A R.L.,
- **Gilberto Dialuce**, Past President Enea - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile,
- **Alfredo Mancini**, Presidente ORIM S.p.A.,
- **Antonio Martini**, Ingegnere minerario,
- **Tiziano Mestriner**, Vice Presidente Assorisorse,
- **Domenico Savoca**, Presidente Anim - Associazione Nazionale Ingegneri Minerari.

5.3.2 Possibili indicazioni di policy

Il confronto tra materie prime critiche, strategiche e rilevanti ha sottolineato, per un verso, la fluidità del concetto di "criticità" delle materie prime, necessariamente subordinate ad adattamenti *country* e *industry specific*¹³⁹, per l'altro, ha evidenziato la necessità di soddisfare il fabbisogno italiano mediante una serie di strategie alternative, che riservano una rinnovata attenzione all'intero sistema delle materie prime, ma anche a temi come il riciclo o la valorizzazione delle strutture di recupero.

¹³⁹ Tale concetto è, peraltro, implicitamente supportato anche dalla Commissione Europea, che ha progressivamente ampliato nel corso del tempo gli elementi inclusi nella lista delle critical raw material, fino ad arrivare alla più recente indicazione di 34 materie prime considerate critiche/strategiche. Lo studio suggerisce, in aggiunta, una necessità di valutazione ed adattamento di tale lista a livello di singola Nazione, a seconda dei settori trainanti le differenti economie locali.

Diversi sono gli aspetti problematici con cui il Sistema Paese è chiamato a misurarsi, posto che l'industria nazionale non è in grado di affrontare le sfide dell'approvvigionamento di materie prime critiche sul mercato globale senza il supporto di ulteriori interventi politici a livello nazionale/europeo. Ciò non significa tralasciare il fondamentale contributo degli attori imprenditoriali, ma sottolinea la necessità di promuovere condizioni produttive, normative e sociali tali da consentire alle imprese di esprimere al meglio le proprie capacità, mettere a frutto le proprie competenze e sfruttare il proprio potenziale innovativo.

Attualmente, il potere geostrategico che tali materie stanno progressivamente rivelando, anche in modo discutibile¹⁴⁰, ha risvegliato attenzione e appetiti da parte delle Nazioni essenzialmente trasformatrici; tuttavia, il divario in termini di strategie da introdurre rispetto agli Stati storicamente proattivi appare difficilmente colmabile sia a livello di singoli Paesi che come Unione Europea, almeno nel medio periodo (paragrafo 3.1). Analogamente, gli obiettivi fissati nel CRMA appaiono lontani dall'essere raggiungibili, specie con riferimento al *target* legato alla capacità di trasformazione, anche per le fasi intermedie, che l'Unione Europea fissa al suo interno ad almeno il 40%¹⁴¹. Oltre alla carenza di impianti per la raffinazione, non sembra essere stato considerato l'impatto ambientale che le attività di trasformazione delle materie prime critiche hanno sui territori. Anche su questo aspetto il divario appare difficilmente recuperabile.

A livello nazionale le prospettive non sono migliori, specie considerando che è davvero difficile ipotizzare una ripresa dell'attività estrattiva sul suolo italiano, sia per le valutazioni circa l'impatto ambientale della stessa, sia per le attese in termini di resistenza sociale; tali considerazioni sono da estendere anche al tema della raffinazione. D'altra parte, la ripresa dell'attività estrattiva con l'apertura di nuove miniere non sembra essere la strada elettiva auspicata dagli stessi operatori di settore, che orientano la propria attenzione sul tema del trattamento delle discariche minerarie, pur con tutte le difficoltà normative e di accettazione sociale collegate a tale tipologia di interventi.

Da qui emerge la necessità di definire alcune possibili indicazioni di *policy*, che possono essere raggruppate in tre aree prioritarie di intervento, attivabili a livello di:

- **produzione/trasformazione**; in tale raggruppamento si presentano le *policy* in qualche modo indirizzabili a iniziative di natura industriale o a ciò collegate;
- **organizzazione**; il riferimento è a politiche legate allo sviluppo di accordi, programmi di coordinamento, proposte normative;
- **ricerca e formazione**; all'area sono ascrivibili possibili partecipazioni a programmi europei e l'implementazione di attività di studio per la trasformazione dei rifiuti in risorse.

¹⁴⁰ Vedasi in tal senso il recente accordo USA - Ucraina sullo sfruttamento delle terre rare presenti sul territorio ucraino, utilizzato come strumento di negoziazione per il supporto statunitense al conflitto armato che la Nazione europea sta affrontando con la Russia.

¹⁴¹ Come indicato, rispetto al consumo annuo europeo di materie prime strategiche il CRMA definisce che: la capacità estrattiva nell'Unione Europea deve essere pari almeno al 10%; la capacità di trasformazione, anche per le fasi intermedie, deve essere almeno del 40%; la capacità di riciclaggio deve essere pari ad almeno il 25% (paragrafo 3.1.2).

In base a tale suddivisione, in Tabella 116 sono presentate le *policy* che si argomentano di seguito.

Policy relative o collegate a:	
Fase di produzione/ trasformazione	Valorizzazione delle strutture di deposito
	Mappatura siti dismessi per recupero di minerale utile dagli scarti
	Definizione di sistemi per flussi di <i>feedstock</i> di qualità
	Urban Mining
	Esplorazione mineraria collegata alle materie prime rilevanti
	Rilocalizzazione/costruzione della filiera dedicata alla produzione di componenti
	Etichettatura prodotti
	Eco-design
Organizzazione	Sviluppo di prodotti con minore contenuto di <i>critical raw material</i>
	Accordi con Paesi produttori/raffinatori
	Attività di sensibilizzazione sul tema del recupero
	Cabina di regia unitaria per l'autorizzazione degli impianti di recupero
	Politiche di governo dei prezzi dei materiali da riciclo
Ricerca e formazione	Revisione del sistema normativo per il recupero delle cave minerarie
	Partecipazione al progetto SCREEN3
	Classificazione dei rifiuti per valutare la qualità del <i>feedstock</i>
	Ricerca tecnologica sulle tecniche di recupero
	Aggiornamento delle competenze

Tabella 116 – Principali indicazioni di *policy*
Fonte: elaborazione degli Autori

Policy relative o collegate alla fase di produzione/trasformazione

Il dibattito sull'estrazione mineraria in Italia, quale possibile fonte di approvvigionamento di *critical raw material*, coinvolge sensibilità differenti; tuttavia, nonostante l'attività di aggiornamento della carta mineraria che ISPRA sta conducendo (paragrafo 3.4.2), la ripresa di un'attività estrattiva non sembra realizzabile nel breve termine¹⁴².

Più opportunamente, invece, l'attenzione dovrebbe rivolgersi al tema della **valorizzazione delle strutture di deposito**, che si riferisce all'uso intelligente di siti dismessi per promuovere economia circolare e riqualificazione ambientale. Le aree minerarie dismesse, infatti, ospitano materiali di risulta (scarti), tra cui è possibile trovare anche minerali critici o rilevanti a livello nazionale, che possono essere estratti da tali scarti ed utilizzati in altri settori. Contestualmente ciò può portare anche a una riqualificazione di tali aree minerarie dismesse, coadiuvando interventi di bonifica e generando nuove opportunità di lavoro.

¹⁴² Il Comitato Interministeriale per la Transizione Ecologica (CITE) ha approvato il 1 luglio 2025 il Programma Nazionale di Esplorazione Mineraria (PNE), un piano strategico che prevede l'avvio di 14 progetti di ricerca su tutto il territorio nazionale, per aggiornare la mappatura delle risorse minerarie, con un focus particolare sulle *critical raw material*, ma anche valutando la presenza di altri minerali di interesse per l'industria nazionale, come zeoliti e minerali industriali. In aggiunta saranno mappati e caratterizzati anche i depositi di rifiuti estrattivi abbandonati, nell'ambito del Progetto PNRR URBES (Ufficio Stampa ISPRA, 1 luglio 2025, <https://www.isprambiente.gov.it/it/news/approvato-il-programma-nazionale-di-esplorazione-mineraria>).

In tal senso sarebbe opportuno procedere con una **mappatura dei siti dismessi**, per promuovere una identificazione delle tipologie di materiali potenzialmente estraibili dai rifiuti minerari, definendo il tenore degli stessi, per la loro valorizzazione economica. Tali siti, infatti, rappresentano un potenziale minerario di cui, se è oggi evidente l'impatto lasciato sui territori, meno definita, benché concreta, è la possibilità di trasformazione in risorsa¹⁴³.

Inoltre, per incentivare i processi di riciclo è necessario **garantire** agli operatori impegnati nel settore **un flusso di feedstock di qualità**; questo implica la creazione di un sistema efficiente che permetta ai riciclatori di accedere in modo continuo a rifiuti o scarti che contengono una quantità sufficiente di materie prime critiche, con un livello di purezza tale da rendere il processo di riciclo tecnicamente fattibile ed economicamente sostenibile, producendo materiali riciclati di elevata qualità, che possano essere reimmessi nel ciclo produttivo.

Altra attività su cui occorre focalizzarsi con specifiche scelte riguarda lo **urban mining**, un processo di recupero e riciclo di materie prime da rifiuti urbani, soprattutto da RAEE (rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche), che contengono metalli rari e preziosi. Oggi in Italia sono disponibili tecnologie maggiormente eco-compatibili per gestire tale tipologia di processi. Inoltre, lo *urban mining* rappresenta anche il modello di economia circolare che permette di attivare anche tutta la filiera a valle, relativa alla lavorazione delle *critical raw material*, senza la quale tutto l'impegno nazionale (ed europeo a livello più ampio) sarebbe assolutamente inutile¹⁴⁴.

Ciò introduce, infatti, un altro tema su cui è necessario riflettere, legato alla trasformazione delle materie prime critiche e strategiche, che, come più volte sottolineato nello studio, trovano impiego in settori industriali tradizionali; al tempo stesso rafforza la necessità di ampliare la rosa delle materie prime importanti per l'industria nazionale, proprio in forza delle produzioni effettivamente realizzate sul territorio nazionale. In tal senso, **l'esplorazione mineraria collegata alle materie prime rilevanti**, sempre nell'ottica non di aprire nuove miniere, ma di sfruttare meglio quelle eventualmente esistenti e valorizzare le strutture di recupero, dovrebbe essere presa in considerazione, per evitare in futuro che tali materie possano condividere le stesse difficoltà di approvvigionamento che oggi vivono le materie prime critiche e strategiche.

Finora sono state richiamate possibili indicazioni di *policy* che potrebbero agire a monte delle filiere di produzione, cercando di portare una parziale soluzione al problema degli approvvigionamenti.

Tuttavia, c'è poi una questione che riguarda le aziende a valle, che si occupano della lavorazione industriale di tali materie per realizzarne componenti che a loro volta costituiscono **input** produttivi per le aziende che realizzano prodotti. Quindi, sempre collegandosi al riciclo/recupero di *critical raw material*, altro argomento di discussione da riprendere con urgenza a livello istituzionale riguarda tutta la filiera di produzione di componenti che inglobano questi materiali, ad oggi praticamente assente in Italia¹⁴⁵. Il tema della **rilocalizzazione/costruzione della filiera dedicata alla produzione di componenti** contenenti tali elementi è di rilevanza

¹⁴³ Tuttavia, la parcellizzazione sul territorio non rende agevole il processo di identificazione di strutture di deposito in grado di essere sostenibili dal punto di vista economico, a fronte di quelle in cui lo sforzo di valorizzazione degli scarti non sarebbe compensato dal valore di quanto recuperato. Da qui l'idea di procedere con una mappatura in grado di classificarle per gli aspetti citati, per procedere con maggiore velocità alle successive fasi di recupero dei minerali.

¹⁴⁴ Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) e quello delle Imprese e del Made in Italy (MIMIT) hanno attivato uno specifico gruppo di lavoro sull'Urban Mining all'interno del Tavolo Nazionale Materie Prime Critiche.

¹⁴⁵ Proprio da questa riflessione è nato il presente studio.

strategica¹⁴⁶. Elevati investimenti, mancanza di infrastrutture dedicate, concorrenza da parte di attori internazionali consolidati sono certo potenziali ostacoli da prendere in considerazione; tuttavia, se davvero a livello nazionale il tema delle *critical raw material* vuole essere affrontato in ottica prospettica di sviluppo, non ci si può esimere dal discutere anche su tali questioni. Sarà necessario implementare incentivi mirati e un sostegno finanziario (sgravi fiscali, credito d'imposta, ecc.) per attrarre investimenti nella creazione di impianti di produzione di componenti con materie prime critiche, posti gli elevati costi di capitale e gli orizzonti di ritorno dell'investimento nel lungo termine associati a questo settore, a fronte del rafforzamento della posizione dell'Italia in industrie strategiche.

Focalizzandosi, invece, sui prodotti che contengono *critical raw material*, è necessario rafforzare ulteriormente alcune strategie di cui in Italia si parla da tempo, rileggendole anche in ottica di recupero.

Un intervento funzionale in tal senso riguarda l'**etichettatura dei prodotti**, prevedendo per legge l'indicazione del contenuto di materie prime critiche o strategiche impiegate disponibili per il successivo recupero a fine vita del bene, con il duplice effetto di agire: (a) sulla consapevolezza dei consumatori, sia in fase di acquisto (facilitando la valutazione circa l'impatto ambientale e sociale dei propri consumi), che di dismissione del prodotto (incentivandone il corretto smaltimento); (b) sull'attribuzione del prodotto alla corretta filiera per il successivo processo di recupero, facilitando l'attività di pianificazione del riciclatore.

Sempre con riferimento alla produzione di beni, in Italia è fiorente il dibattito intorno all'**eco-design**, basato sull'integrazione sistematica di considerazioni ambientali sin dalle fasi concettuali e di sviluppo del prodotto, fino al fine vita. Nell'ambito dell'eco-design un aspetto da attenzionare ulteriormente, anche con attività di ricerca dedicate, riguarda l'incremento della **riciclabilità dei prodotti**, con riguardo alla possibilità di creare beni facilmente disassemblabili al termine del loro ciclo di vita, per agevolare la separazione e il recupero delle *critical raw material* incorporate, così come di altre materie rilevanti. Altro aspetto riguarda la marcatura univoca dei materiali, per facilitare le operazioni di selezione e riciclo, collegandosi concettualmente a quanto descritto in termini di etichettatura del prodotto. Il sostegno a progetti che vedano una maggiore interconnessione tra produttori e riciclatori potrebbe rappresentare, dunque, un'opportunità da tenere in considerazione.

Infine, una terza declinazione sempre con riferimento alla produzione di beni fa riferimento alla realizzazione di **prodotti che incorporano progressivamente quantitativi decrescenti di critical raw material**. Esempi di sperimentazione sono stati effettuati per le batterie. Anche in questo caso l'attività di ricerca & sviluppo ha un ruolo determinante e deve essere sostenuta e incentivata con misure dedicate.

¹⁴⁶ Si parla di *reshoring*, o anche *onshoring*, *inshoring* o *backshoring*, per indicare la decisione strategica di riportare le operazioni di produzione nel Paese d'origine di un'azienda dopo che erano state spostate all'estero. Ad oggi questa strategia è mancante in Italia per molteplici motivi, non analizzabili in questo studio, ma che di fatto portano alla creazione di una situazione quasi paradossale, in cui attori del riciclo recuperano materie prime critiche dai processi di recupero, che poi devono essere esportate all'estero per essere utilizzate per la realizzazione di componenti. Ecco un esempio chiarificatore ed emblematico: il neodimio, metallo appartenente al gruppo delle terre rare, viene utilizzato per produrre magneti permanenti ad elevata coercitività, impiegati, tra l'altro, nella costruzione di motori elettrici ad alte prestazioni. I motori elettrici vengono prodotti fuori dall'Italia. Dunque, un'azienda che sul territorio nazionale si occupa di recuperare neodimio dai RAEE dovrà poi esportare l'elemento estratto per la sua lavorazione. Solo successivamente il motore elettrico verrà importato in Italia per la sua installazione in un veicolo. Questo genera una situazione che oggi più che mai deve essere attenzionata.

Policy relative o collegate all'organizzazione

Un secondo gruppo di *policy*, a supporto e per l'operativizzazione di quanto esposto in precedenza, può essere raggruppato sotto il termine "organizzazione", poiché riguarda la messa in campo di strategie e strumenti volti a creare una sorta di infrastruttura relazionale tra gli attori coinvolti, basata proprio sulla qualità e sulla forza delle relazioni attivate/attivabili.

Un primo tassello di tale infrastruttura può essere rintracciato in una politica di **accordi** che il governo italiano dovrebbe cercare di stipulare con Paesi produttori o che si occupano di raffinazione. Se a livello europeo non mancano esempi di definizione di partenariati strategici, benché di recente istituzione, a livello nazionale non è stata recepita tale spinta. Al contrario, politiche mirate di accordi con Paesi terzi, ad esempio orientate a sostenere l'industria del riciclo, potrebbero rappresentare una ulteriore strategia di diversificazione delle fonti di approvvigionamento.

Un tema poco dibattuto e che, invece, richiederebbe urgentemente una presa di posizione tesa a scardinare un vero e proprio paradosso, riguarda la percezione negativa da parte della collettività circa l'impatto ambientale delle attività di recupero, scatenando la sindrome di NIMBY. Indubbiamente i processi di recupero hanno un costo, in termini di energia necessaria al funzionamento degli impianti, e possono comportare un rischio ambientale, legato all'emissione di sostanze tossiche a valle dell'attività; tuttavia, tale impatto ambientale oggi può essere sensibilmente ridotto attraverso l'impiego di tecnologie innovative, in parte già disponibili, frutto di una continua attività di ricerca e sviluppo. Sarebbe necessario attuare **campagne di sensibilizzazione sul tema del recupero di materie prime dai rifiuti**, per un verso ampliando la conoscenza sul tema per rendere i cittadini consapevoli dei continui progressi tecnologici tesi a contenere l'impatto ambientale di tali attività, e per l'altro informando chiaramente l'opinione pubblica sui benefici economici, sociali e anche ambientali che tali processi generano¹⁴⁷, nonché sulla loro essenzialità per l'economia circolare.

Investimenti consistenti per la creazione di impianti di riciclo con tempi di recupero lunghi, disponibilità di tecnologie innovative ed a minor impatto ambientale, azioni di *social acceptance* sono solo alcuni degli elementi per valutare la consistenza di tali iniziative, a fronte di volumi di rifiuti da trattare e di materiali ottenibili spesso contenuti, per quanto importanti in ottica di economia circolare. Pertanto, a livello europeo, sarebbe opportuno creare una **cabina di regia unitaria per l'autorizzazione degli impianti che si occupano di recupero**, al fine di evitare la creazione di strutture *competitor* all'interno della stessa Unione Europea. Ciò consentirebbe anche di razionalizzare i finanziamenti europei, orientandoli verso attori in grado di differenziare le loro produzioni e che, insieme, possono contribuire all'approvvigionamento interno di più materie prime critiche, strategiche e rilevanti.

Collegato a quanto appena discusso, e che potrebbe anche essere oggetto di intervento da parte della cabina di regia, è il tema del **governo delle oscillazioni dei prezzi dei materiali da riciclo**, che riguarda un insieme di azioni, politiche e strumenti che autorità pubbliche sovranazionali possono mettere in atto per mitigare la volatilità dei prezzi dei materiali provenienti dal riciclo e promuovere la stabilità del mercato secondario delle materie prime. Le forti oscillazioni, infatti, possono mettere in crisi i riciclatori, frenare il settore e rallentare l'economia circolare. Al contrario, l'industria del riciclo deve essere supportata, per diminuire la dipendenza da fonti primarie e contemporaneamente incentivare la qualità del riciclo.

¹⁴⁷ Non solo essi generano nuove opportunità di lavoro nel settore del riciclo e dell'economia sostenibile, stimolando l'innovazione tecnologica e contribuendo alla crescita economica dei territori, ma dal punto di vista ambientale, a differenza dell'estrazione di materie prime vergini che può coinvolgere processi altamente inquinanti (per approfondimenti si veda paragrafo 3.4.2), le attività di recupero riducono tali impatti, poiché utilizzano materiali già esistenti e riducono le emissioni di gas serra associate al trasporto e alla produzione di nuove risorse. Ecco perché è stato utilizzato il termine "paradosso".

Altro intervento ritenuto necessario riguarda la **revisione del sistema normativo per il recupero delle cave minerarie**. Unitamente alla difficoltà di individuare le aree di maggior interesse in termini di valorizzazione dei siti di recupero, oggi di fatto la normativa vigente impedisce l'apertura di siti di recupero di cave minerarie, perpetrandone l'impatto ambientale e innalzando un ostacolo alla loro valorizzazione. Sarebbe, dunque, auspicabile un intervento normativo che per un verso disciplini la mappatura di tali siti e, per l'altro, stabilisca delle norme che ne consentano l'effettiva valorizzazione quando di interesse, nel rispetto della minimizzazione dell'impatto ambientale.

Policy relative o collegate all'attività di ricerca e formazione

È quasi pleonastico sottolineare quanto l'attività di ricerca sulle *critical raw material* – di natura geochimica e mineralogica, legata alle tecnologie e di matrice economico-sociale – sia essenziale per un utilizzo responsabile di tali materiali e delle materie prime in generale, ivi comprese quelle rilevanti. Non è superfluo, invece, ribadire la necessità di customizzare la ricerca sulle reali esigenze nazionali, oltre che cercare spazi di collaborazione all'interno dei progetti europei.

Anzi, la partecipazione ai progetti di respiro sovranazionale è importante, proprio per le ricadute e i benefici che essa può apportare allo sviluppo tecnologico, economico e sociale del Paese e delle sue imprese.

In tale ottica, ad esempio, l'Italia, attraverso ISPRA, ENEA, Enco Engineering & Consulting e il Politecnico di Torino partecipa a **SCREEN3** (Solutions for CRITICAL Raw Materials - a European Expert Network 3¹⁴⁸), un progetto Horizon Europe il cui obiettivo principale è fornire informazioni complete e consulenza specialistica sull'accesso alle materie prime (attualmente critiche e non critiche) all'interno dell'Unione Europea, con dettagli su domanda, offerta primaria e secondaria e sostenibilità, con scenari futuri, con l'obiettivo di supportare la Commissione Europea nella definizione della prossima Lista di Materie Prime Critiche e Strategiche. Sarebbe utile che i *partner* italiani sostenessero una visione legata alle reali necessità nazionali, da tradurre in supporto diretto alla Commissione Europea (in particolare alla DG GROW) nei processi decisionali relativi alle materie prime.

Collegato, invece, a quanto indicato precedentemente in tema di riciclo, è necessario promuovere attività di studio finalizzate alla **classificazione dei rifiuti per valutare la qualità del feedstock**. Sarebbe utile, infatti, conoscere a priori quantità e qualità dei minerali estraibili dalle varie tipologie di rifiuti, in modo da evitare dispersioni, collocandoli nella corretta filiera per la successiva estrazione. L'attivazione di specifiche linee di ricerca per l'identificazione e la segregazione dei rifiuti nella filiera idonea consentirebbe di recuperare efficienza sia a monte, dove essi costituiscono *input* per l'attività di riciclo, sia a valle, per il loro successivo impiego nelle fasi di trasformazione.

Infine, a completamento delle *policy* relative alla categoria dei processi di riciclo/recupero, sottolineandone ancora una volta la complessità, è importante insistere sulla necessità di continuare ad investire in **ricerca tecnologica**, per affinare le tecniche funzionali allo svolgimento di tali processi, in cui spesso ci si trova a lavorare con manufatti, ad esempio rifiuti elettronici o componenti di motori o di impianti rinnovabili, in cui è presente tutta una serie di elementi che nei giacimenti normalmente non si trovano associati tra di loro. Le tecniche di recupero, dunque, devono far fronte ad aspetti complessi per la più efficiente valorizzazione delle materie prime seconde, impossibili da gestire senza il continuo avanzamento della

¹⁴⁸ Il progetto è partito il 1° gennaio 2024 ed ha una durata di 36 mesi. Sotto il coordinamento del Servizio Geologico Francese (BRGM), il consorzio comprende 15 partner e 8 entità affiliate provenienti da 12 Paesi. <https://screen.eu/>.

tecnologia e, dunque, delle attività di ricerca sottostanti. Anche in questo caso finanziamenti dedicati e misure di sostegno sono fondamentali per la vitalità della ricerca scientifica nel campo, che significa recuperare poi competitività anche a livello internazionale.

Infine, posta la rilevanza di tutte le materie prime, per la realizzazione di tecnologie rinnovabili e per promuovere i cambiamenti richiesti dalla transizione *green-tech* è stato evidenziato come le risorse minerarie presentino alcune criticità ambientali che ne rendono molto difficile l'accettazione da parte delle comunità locali. Tale problema è estensibile anche al tema della valorizzazione delle strutture di recupero, così come al riciclo. Se è certamente necessaria una sensibilizzazione della cittadinanza, è al contempo fondamentale aggiornare le competenze dei *manager* e delle figure tecniche operanti nel settore minerario come in quello del riciclo in termini di valutazione dell'impatto ambientale e sociale, recupero dei rifiuti (con particolare attenzione ai sottoprodotti e alle materie prime critiche e strategiche), gestione e *governance* di modelli di *business* più sostenibili, in una prospettiva di economia circolare e di estrazione mineraria sostenibile. È necessario progettare **percorsi di formazione** a diversi livelli che, in un'ottica multidisciplinare, consentano l'approfondimento delle competenze tecniche ma anche di quelle utili per affrontare la responsabilità sociale d'impresa e le trasformazioni aziendali rese possibili dalle strategie di economia circolare e dall'innovazione digitale, poiché le soluzioni digitali sono diventate una componente chiave della direzione strategica e della visione delle moderne aziende minerarie odierne e di quelle operanti nel riciclo.

Lo studio presentato sulle materie prime critiche e strategiche, partito da considerazioni sullo stato dell'arte a livello europeo e nazionale, affronta il tema della effettiva necessità di tali materiali per lo sviluppo e la competitività dell'industria nazionale. Le principali evidenze, emerse sia dall'analisi delle fonti secondarie, che dall'analisi quantitativa e con riferimento al confronto con il *panel* di esperti, sottolineano essenzialmente tre principali criticità.

In primo luogo, il "possibile" fabbisogno o, meglio, il "potenziale" fabbisogno di *critical raw material* a livello nazionale va essenzialmente gestito attraverso la valorizzazione delle strutture di deposito, il riciclo/recupero dei rifiuti e l'economia circolare. Diverse sono le proposte di *policy* e le considerazioni espresse in tal senso, ma essenzialmente per un verso la questione dovrebbe essere estesa ad altre materie prime, rilevanti per l'economia nazionale, per l'altro sarebbe necessario promuovere a livello europeo una sorta di politica di "specializzazione degli Stati" sul recupero di specifiche *critical raw material*. I quantitativi ottenibili, almeno al momento, da tali processi non sono elevati, per quanto non trascurabili; quindi, accordi a livello europeo che "assegnino" a ciascuno Stato l'attività di recupero di una o alcune materie prime critiche¹⁴⁹, anche attraverso la promozione di partenariati sovranazionali, eviterebbe la formazione di concorrenza interna all'Unione Europea e favorirebbe un recupero di economicità.

In secondo luogo, un argomento di disquisizione particolarmente spinoso riguarda l'impiego di tali materie prime, una volta recuperate e disponibili. Sia l'analisi dei dati relativi alle importazioni, a livello nazionale con riferimento ai settori di impiego, che le considerazioni del *panel* di esperti evidenziano la mancanza di una filiera produttiva a valle, in grado di valorizzare, allo stato attuale, tali risorse. Dunque, il tema centrale è come sostenere la rilocalizzazione/costruzione della filiera produttiva dedicata alla realizzazione di componenti contenenti tali elementi. Un serio dibattito pubblico e attività di concertazione con imprese e attori coinvolti non sono più procrastinabili.

¹⁴⁹ Tale assegnazione potrebbe avvenire in base ad una valutazione preliminare dei livelli e del tenore di materia recuperabile sia dagli scarti delle cave dismesse che dai RAEE.

Collegata a tale tema è la terza criticità, ovvero la questione della *green & digital transition*, su cui si fonda la spinta europea per le *critical raw material*. Non è emersa una strategia elettiva nell'impiego di tali risorse a livello nazionale, anzi il dibattito sembra ancora fermo ad un livello di base. Il problema non è percepito perché l'Italia importa le *critical raw material* incorporate in componenti e manufatti da impiegare per il perseguimento della *twin transition* e l'unico effetto che si rileva è a livello di prezzi e, peraltro, manca una strategia di lungo periodo.

Lungi dall'aver l'ambizione di trovare qui ed ora soluzioni a tali questioni, l'intento è piuttosto di focalizzare in maniera più opportuna il dibattito, per non alimentare ulteriormente il *gap* con le altre Nazioni e fornire una *chance* concreta di competitività alle imprese nazionali, dirigendo però il gioco su un terreno meno accidentato.

6

BIBLIOGRAFIA



ARCANO, R., LOSSANI, M. A., & SCINETTI, F. (2023). Materie Prime Critiche in UE. A Che Punto Siamo?. *Osservatorio sui Conti Pubblici Italiani*, <https://osservatoriocpi.unicatt.it> - osservatoriocpi@unicatt.it.

ARMELLA, S. (2024). Materie prime critiche: in vigore la nuova normativa nazionale, *QuotidianoPiù*. <https://www.quotidianopiu.it/dettaglio/10972825/materie-prime-critiche-in-vigore-la-nuova-normativa-nazionale>. ASTRID (2024). *Verso un nuovo assetto amministrativo in tema di materie prime critiche: analisi comparata e proposte di policy*. Paper 95. <https://www.astrid-online.it/static/upload/pape/paper-astrid-95---materie-prime-critiche---04.04.2024.pdf>.

BAI, J., XU, X., DUAN, Y., ZHANG, G., WANG, Z., WANG, L., & ZHENG, C. (2022). Evaluation of resource and environmental carrying capacity in rare earth mining areas in China. *Scientific Reports*, 12, 6105. DOI: 10.1038/s41598-022-10105-2.

BARTEKOVÁ, E., & KEMP, R. (2016). Critical raw material strategies in different world regions. *The United Nations University-Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (UNU-MERIT) Working Papers*, 5.

BATTISTINI, F., & GABANELLI, M. (2025). Terre rare in Ucraina, cosa c'è davvero?. *Corriere della Sera*, 24 marzo.

BEDNARSKI, L., ROSCOE, S., BLOME, C., & SCHLEPER, M. C. (2025). Geopolitical disruptions in global supply chains: a state-of-the-art literature review. *Production planning & control*, 36(4), 536-562.

BETTONI, G. (2012). *Geografia e geopolitica interna-Dall'Organizzazione territoriale alla sindrome di NIMBY*. FrancoAngeli.

CALDERON, J. L., SMITH, N. M., BAZILIAN, M. D., & HOLLEY, E. (2024). Critical mineral demand estimates for low-carbon technologies: What do they tell us and how can they evolve?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113938.

CARRARA, S., BOBBA, S., BLAGOEVA, D., ALVES DIAS, P., CAVALLI, A., GEORGITZIKIS, K., GROHOL, M., ITUL, A., KUZOV, T., LATUNUSSA, C., LYONS, L., MALANO, G., MAURY, T., PRIOR ARCE, Á., SOMERS, J., TELSNIG, T., VEEH, C., WITTMER, D., BLACK, C., PENNINGTON, D., & CHRISTOU, M. (2023). *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study*, Publications Office of the European Union, Luxembourg. DOI: 10.2760/386650, JRC132889.

CENTRO STUDI ASSOLOMBARDA (2024). Materie prime critiche: l'UE resta vulnerabile e dipendente dalle importazioni, cinesi in primis. Intanto, si riaccendono i prezzi di gas, noli navali e metalli. *Cruscotto materie prime*, 3. www.assolombarda.it.

COMMISSIONE EUROPEA (2023). *Il piano industriale del Green Deal*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_it.

COMMISSIONE EUROPEA, DIREZIONE GENERALE DEL MERCATO INTERNO, DELL'INDUSTRIA, DELL'IMPRENDITORIA E DELLE PMI (2021). *3rd Raw Materials Scoreboard: European innovation partnership on raw materials*. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/567799>.

COMMISSIONE EUROPEA, DIREZIONE GENERALE DEL MERCATO INTERNO, DELL'INDUSTRIA, DELL'IMPRENDITORIA E DELLE PMI, GROHOL, M., & VEEH, C. (2023). *Study on the critical raw materials for the EU 2023: final report*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>.

CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA (2024). *Autonomia strategica: il Consiglio approva in via definitiva il Regolamento sulle materie prime critiche*. <https://www.consilium.europa.eu/it/press/press-releases/2024/03/18/strategic-autonomy-council-gives-its-final-approval-on-the-critical-raw-materials-act/>

DE FRANCESCO, G. (2017). Luoghi dello scarto: un'infrastruttura contemporanea per l'evoluzione sostenibile dei paesaggi rurali. In *Paesaggi rurali. Percezione, promozione, gestione, evoluzione sostenibile* (pp. 145-158). Edistampa.

DEWIT, A. (2023). COP27 and Critical Minerals: Greenflation and Other Complications. *Rikkyo Economic Review*, 76(3), 217-236.

DI GIROLAMO, G., & DELLA SALA, D. (2018). Quadro attuale delle problematiche europee sulle materie prime critiche e azioni in corso. *Energia, ambiente e innovazione*, 2, 138-143. DOI 10.12910/EAI2018-48.

DI GREGORIO, A., CAVALLO, A., LANZI, C., MORRONE, M., & TORTORA, D. (2021). Analisi del fabbisogno di materie prime critiche in Italia. La nuova sfida per le materie prime strategiche non energetiche. *Esperienze d'Impresa*, (1), 5-42.

DRAGHI, M. (2024, a). *The future of European competitiveness – A competitiveness strategy for Europe*. Report by Mario Draghi. https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en#paragraph_47059.

DRAGHI, M. (2024, b). *The future of European competitiveness – In-depth analysis and recommendations*. Report by Mario Draghi. https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en#paragraph_47059.

EUROPEAN COMMISSION (2020, 474). *Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474>.

EUROPEAN COMMISSION (2022). *RMIS – Raw Materials Information System, Raw Materials Profiles – Copper*. <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/rmp/Copper>.

EUROPEAN COMMISSION (2023). *Study on the Critical Raw Materials for the EU – Final Report*. https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/study-critical-raw-materials-eu-2023-final-report_en.

EUROPEAN COMMISSION (2025). *RMIS – Raw Materials Information System, Raw Materials Profiles – Nickel*. <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/rmp/Nickel>.

EUROPEAN COMMISSION: DIRECTORATE-GENERAL FOR INTERNAL MARKET, INDUSTRY, ENTREPRENEURSHIP AND SMEs (2021). *3rd Raw Materials Scoreboard – European innovation partnership on raw materials*, Publications Office, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/567799>.

EUROSTAT (2023). *Contribution of recycled materials to raw materials demand - end-of-life recycling rates (EOL-RIR)*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm010/default/table. DOI: 10.2908/cei_srm010.

EUROSTAT (2025). *Recycling rates of packaging waste for monitoring compliance with policy targets, by type of packaging*. DOI: 10.2908/env_waspacr.

GIOVAGNOLI, M. (2016). Le Terre Rare: questioni geopolitiche, economiche e ambientali. *Prisma: economia, società, lavoro*, 1, 115-161.

GIOVANNETTI, G., & MARVASI, E. (2021). *L'Italia nelle catene globali del valore*. Technical report, Fondazione Manlio Masi.

GIRTAN, M., WITTENBERG, A., GRILLI, M. L., DE OLIVEIRA, D. P., GIOSUÈ, C., & RUELLO, M. L. (2021). The critical raw materials issue between scarcity, supply risk, and unique properties. *Materials*, 14(8), 1826.

GUNN, G. (Eds) (2014). *Critical Metals handbook*. John Wiley & Sons, Ltd, co-publication between the American Geophysical Union and Wiley, 439 pp. ISBN: 978-0-470-67171-9.

HAGELÜKEN, C., & MESKERS, C.E.M. (2010) Complex lifecycles of precious and special metals. In: GRAEDEL, T., & VAN DER VOET, E. (eds.) *Linkages of Sustainability*. MIT Press: Boston.

HOOL, A., HELBIG, C., & WIERINK, G. (2024). Challenges and opportunities of the European critical raw materials act. *Mineral Economics*, 37(3), 661-668.

HUND, K., LA PORTA, D., FABREGAS, T. P., LAING, T., & DREXHAGE, J. (2020). *Minerals for climate action*. International Bank for Reconstruction and Development/ The World Bank. <https://pubdocs.worldbank.org/en/961711588875536384/Minerals-for-Climate-Action-The-Mineral-Intensity-of-the-Clean-Energy-Transition.pdf>.

IEA (2021). *Minerals used in electric cars compared to conventional cars*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/minerals-used-in-electric-cars-compared-to-conventional-cars>.

ISTAT (2024). *Nota mensile sull'andamento dell'economia italiana*. www.istat.it.

KESLER, S., & SIMON, A. (2015). *Mineral resources, economics, and the environment*. Cambridge University Press, 434 pp., ISBN 978-1-107-07491-0.

LA BELLA, S., & JOIME, G. P. (2024). L'Europa e il nodo strategico della transizione energetica. *CENTRO ALTI STUDI DIFESA*, 71.

LANDETA, J., BARRUTIA, J., & LERTXUNDI, A. (2011). Hybrid Delphi: A methodology to facilitate contribution from experts in professional contexts. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1629-1641.

LEAL FILHO, W. (2016). An analysis of the environmental impacts of the exploitation of rare earth metals. In *Rare Earths Industry* (pp. 269-277). Elsevier.

MAIELLO, D. (2024). Litio e terre rare al centro delle strategie globali. *CeSI – Centro Studi Internazionali*, <https://www.cesi-italia.org/en/articles/litio-e-terre-rare-al-centro-delle-strategie-globali>.

MANZELLA, G.P. (2023). *Altiero Spinelli e il nuovo Regolamento europeo sulle materie prime critiche*. https://www.huffingtonpost.it/blog/2023/04/05/news/altiero_spinelli_e_il_nuovo_regolamento_europeo_sulle_materie_prime_critiche-11761552/

MASSARUTTO, A., CURIAZI, R., SARA, B., & MARINELLA, F. (2024). Dal Sud al mondo: la Supply Chain delle materie prime critiche a sostegno della transizione eco-tecnologica. *MEMORIE GEOGRAFICHE*, 26, 19-32.

MAUKSCH, S., VON DER GRACHT, H. A., & GORDON, T. J. (2020). Who is an expert for foresight? A review of identification methods. *Technological Forecasting and Social Change*, 154, 119982.

MELONI, E. (2024) Le materie prime critiche della transizione energetica, o Critical Raw Materials (CRM). *Infobuildenergia*. <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/materie-prime-critiche-transizione-energetica-critical-raw-materials/>

OECD (2024). *Studi economici dell'OCSE: Italia 2024*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/68453d0b-it>.

ORLANDO, B., TORTORA, D., PEZZI, A., & BITBOL-SABA, N. (2021). The disruption of the international supply chain: Firm resilience and knowledge preparedness to tackle the COVID-19 outbreak. *Journal of International Management*, 100876.

RAHIMPOUR GOLROUDBARY, S., MAKARAVA, I., KRASLAWSKI, A., & REPO, E. (2022). Global environmental cost of using rare earth elements in green energy technologies. *Science of The Total Environment*, 832, 155022. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155022.

REGOLAMENTO UE 2024/1252 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 aprile 2024. Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 3.05.2024. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=OJ%3AL_202401252.

REUTER, M., HUDSON, C., VAN SCHAIK, A., HEISKANEN, K., MESKERS, C., & HAGELÜKEN, C. (2013). *Metal recycling: Opportunities, limits, infrastructure*. Nairobi, Kenya: UNEP. A report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel.

REVUELTA, M.B. (2018). *Mineral resources. From exploration to sustainability assessment*. Springer International Publishing AG, 653 pp., ISBN 978-3-319-58758-5, DOI 10.1007/978-3-319-58760-8

RIDLEY, J. (2013). *Ore deposit geology*. Cambridge University Press, 398 pp. ISBN 978-1-107-02222-5.

ROBB, L. (2021). *Introduction to ore-forming processes*, second edition. Wiley Blackwell, 456 pp. ISBN 978-1-119-96750-7.

ROSIK, G. (2024). *Analysis of the European Strategy for Critical Raw Materials as Defined in the CRMA: Focusing on Social, Circularity, and Governance Aspects*. Louvain School of Management, Université catholique de Louvain. Prom.: Desmet, Carlos. <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:47270>.

RUDNICK, R. L., HOLLAND, H. D., & TUREKIAN, K. K. (Eds) (2003). *Treatise on geochemistry. Volume 3: The Crust*. Elsevier Pergamon, 683 pp., ISBN 0-08-043751-6.

SANZ, J., ORIOL, T., ABIGAIL, J.F., & SIDKI-RIUS, N. (Eds) (2022). *Elements and Mineral Resources*. Springer International Publishing AG, 405 pp. ISBN 978-3-030-85888-9, DOI 10.1007/978-3-030-85889-6.

SASTRI, V. R., PERUMAREDDI, J. R., RAO, V. R., RAYUDU, G. V. S., & BÜNZLI, J. C. (2003). *Modern aspects of rare earths and their complexes*. Elsevier.

SCHREIBER, A., MARX, J., & ZAPP, P. (2021). Life Cycle Assessment studies of rare earths production - Findings from a systematic review. *Science of The Total Environment*, 791. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.148257.

TALAN, D., & QINGQING, H. (2022). A review of environmental aspect of rare earth element extraction processes and solution purification techniques. *Minerals Engineering*, 179, 107430. DOI: 10.1016/j.mineng.2022.107430.

THE EUROPEAN HOUSE – AMBROSETTI (2023). *Materie Prime Critiche e produzioni industriali italiane. Le opportunità derivanti dall'economia circolare*. Position Paper. https://www.ambrosetti.eu/site/get-media/?type=doc&id=18075&doc_player=1.

THE EUROPEAN HOUSE – AMBROSETTI (2024). *La road map italiana per le materie prime critiche. Proposte operative per sostenere la competitività industriale del Paese e le opportunità offerte dalle Materie Prime Critiche*. https://www.ambrosetti.eu/site/get-media/?type=doc&id=21909&doc_player=1.

UNEP (2011). *Recycling Rates of Metals – A status report*, A report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. Graedel, T.E., Alwood, J., Birat, J.-P., Reck, B.K., Sibley, S.F., Sonnemann, G., Buchert, M. and Hagelüken, C. www.unep.org.

USGS (2024). *Mineral Commodity Summaries 2024*, United States Geological Survey. DOI 10.3133/mcs2024.

ZAPP, P., SCHREIBER, A., MARX, J., & KUCKSHINRICHS, W. (2022). Environmental impacts of rare earth production. *MRS Bulletin*, 47, 267-275. DOI: 10.1557/s43577-022-00286-6.

ZIRPOLI, F. (2023). Le grandi sfide dell'industria italiana. *Economia & Management*, 4(ottobre/dicembre), 6-10.

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

<https://erma.eu/about-us/>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0025>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0297>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0490>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0493>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0474>

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401252

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:it:PDF>

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:IT:PDF>

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:903d35cc-c4a2-11ed-a05c-01aa75e-d71a1.0021.02/DOC_2&format=PDF

<https://it.marketscreener.com/>

<https://it.tradingeconomics.com/commodity/nickel>

https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en

<https://www.cial.it/produzione-alluminio/>

<https://www.isprambiente.gov.it/it/news/approvato-il-programma-nazionale-di-esplorazione-mineraria>

<https://www.science.org/content/article/radioactive-waste-standoff-could-slash-high-tech-s-supply-rare-earth-elements>

<https://www.theguardian.com/sustainable-business/rare-earth-mining-china-social-environmental-costs?ref=hir.harvard.edu>



7

NOTA
METODOLOGICA

7.1 Il sistema di indagini sul commercio con l'estero di merci

Il sistema di indagini sul commercio con l'estero di merci, di cui l'ISTAT è titolare congiuntamente all'Agenzia delle Dogane, si articola in due differenti processi statistici: il primo, denominato *"Importazioni ed esportazioni di beni con i paesi extra Ue"*, si basa su dati di natura fiscale/amministrativa; il secondo – *"Spedizioni e arrivi di beni con i paesi Ue (sistema Intrastat)"* – è una rilevazione diretta che utilizza informazioni statistiche raccolte tramite i modelli Intrastat, i quali riportano, in sezioni distinte, le dichiarazioni relative alle importazioni ed esportazioni di beni e alle prestazioni di servizi resi e ricevuti.

I due processi statistici fanno riferimento a fonti amministrative differenti. Nel caso degli scambi commerciali con i Paesi extra Unione Europea, la base informativa è costituita dal Documento Amministrativo Unico (Dau), compilato per ciascuna transazione commerciale. A seguito del processo generale di digitalizzazione della documentazione e armonizzazione dei sistemi informativi doganali comunitari, da giugno 2022 per le importazioni e da dicembre 2024 per le esportazioni, le dichiarazioni doganali sono state e saranno sostituite da un nuovo modello di dati digitali chiamato EUCDM (European Customs Data Model). Per gli scambi con i Paesi dell'Unione Europea, a partire dal 1° gennaio 1993, il sistema di rilevazione doganale è stato sostituito dal sistema Intrastat, in base al quale le informazioni vengono desunte dagli elenchi riepilogativi dei movimenti presentati dagli operatori economici.



Con l'obiettivo di ridurre la pressione statistica sui rispondenti e di agevolare la libera circolazione delle merci all'interno del Mercato interno europeo, la Commissione Europea ha promosso negli anni una serie di misure di semplificazione. A livello nazionale, già dal 2018 sono state introdotte importanti azioni in tale direzione, in particolare l'innalzamento delle soglie di obbligatorietà di risposta all'indagine statistica Intrastat, a sensi della legge n.19 del 27 febbraio 2017. Successive innovazioni sono entrate in vigore da gennaio 2022, in applicazione del regolamento quadro per le statistiche economiche EBS (European Business Statistics), con un ulteriore innalzamento delle soglie per la compilazione degli elenchi Intra relativi alle importazioni, sempre in un'ottica di alleggerimento dell'onere statistico nel rispetto della qualità dei dati prodotti.

Le principali variabili rilevate ai fini della produzione delle statistiche sul commercio con l'estero sono:

- il valore statistico;
- la quantità espressa in chilogrammi;
- la quantità in altre unità di misura, quando richiesta per la tipologia di prodotto (Nc8).

In particolare, in conformità agli accordi internazionali, il valore statistico della merce è definito, come valore Cif (che include le spese di trasporto e assicurazione fino alla frontiera nazionale) per le importazioni, e come valore Fob (franco frontiera nazionale) per le esportazioni.

Tra le principali variabili di classificazione dei flussi di merci contenute nei modelli di rilevazione figurano:

- il codice merceologico (Nomenclatura combinata a 8 digit);
- il Paese di origine e di provenienza;
- il Paese di destinazione;
- la provincia di provenienza o destinazione;
- il modo di trasporto;
- la natura della transazione;
- la moneta di fatturazione (transazioni extra Unione Europea).

In particolare, il Paese partner all'importazione è identificato: a) come Paese di origine, per le merci provenienti dai Paesi extra Unione Europea e non immesse in libera pratica in uno degli altri stati membri dell'Unione Europea; b) come Paese di provenienza, per le merci originarie dei Paesi extra Unione Europea e immesse in libera pratica in uno dei Paesi dell'Unione Europea e per le merci originarie dei Paesi dell'Unione Europea. Per le esportazioni, il Paese partner corrisponde alla destinazione finale nota all'atto della dichiarazione.

Le statistiche sul commercio con l'estero si riferiscono al cosiddetto sistema di commercio speciale che esclude, distintamente all'esportazione e all'importazione, le merci in transito e quelle introdotte nei depositi doganali, magazzini generali e zone franche e non immesse in consumo o prelevate dagli stessi e spedite all'estero. Sono inoltre escluse specifiche categorie merceologiche o tipologie di transazione e sono applicate soglie statistiche. Dal 2010, le principali esclusioni di prodotto riguardano, ad esempio, l'oro monetario, il *software* personalizzato e le merci riparate o destinate alla riparazione ecc.

Per quanto riguarda gli scambi di navi e aeromobili, i dati si basano sul concetto di "proprietà economica" intesa come il diritto da parte di un soggetto di ottenere benefici economici dall'impiego dell'oggetto e di accettare i rischi associati. Sono quindi inclusi nelle statistiche di commercio estero solo i movimenti che comportano un effettivo trasferimento della proprietà

economica. Per alcune categorie particolari, come l'interscambio di gas naturale e di energia elettrica, l'ISTAT utilizza fonti informative differenti da quelle doganali, applicando metodologie di stima per le variabili mancanti, in conformità ai regolamenti internazionali.

I dati relativi all'anno 2023 presenti in questo volume sono da considerarsi provvisori, pur essendo completi al momento della loro trasmissione. Il capitolo 8 riporta invece i valori delle importazioni e delle esportazioni basati sui dati definitivi 2023, unitamente ai dati provvisori per il 2024.

Le informazioni sugli operatori che effettuano scambi di merci con l'estero, nonché sulla struttura delle imprese esportatrici e importatrici sono prodotte dall'ISTAT attraverso elaborazioni statistiche raggruppate sotto la denominazione di *"Scambi commerciali e dati strutturali delle imprese che operano con l'estero"*, armonizzate a livello europeo e previste dai regolamenti statistici europei in materia.

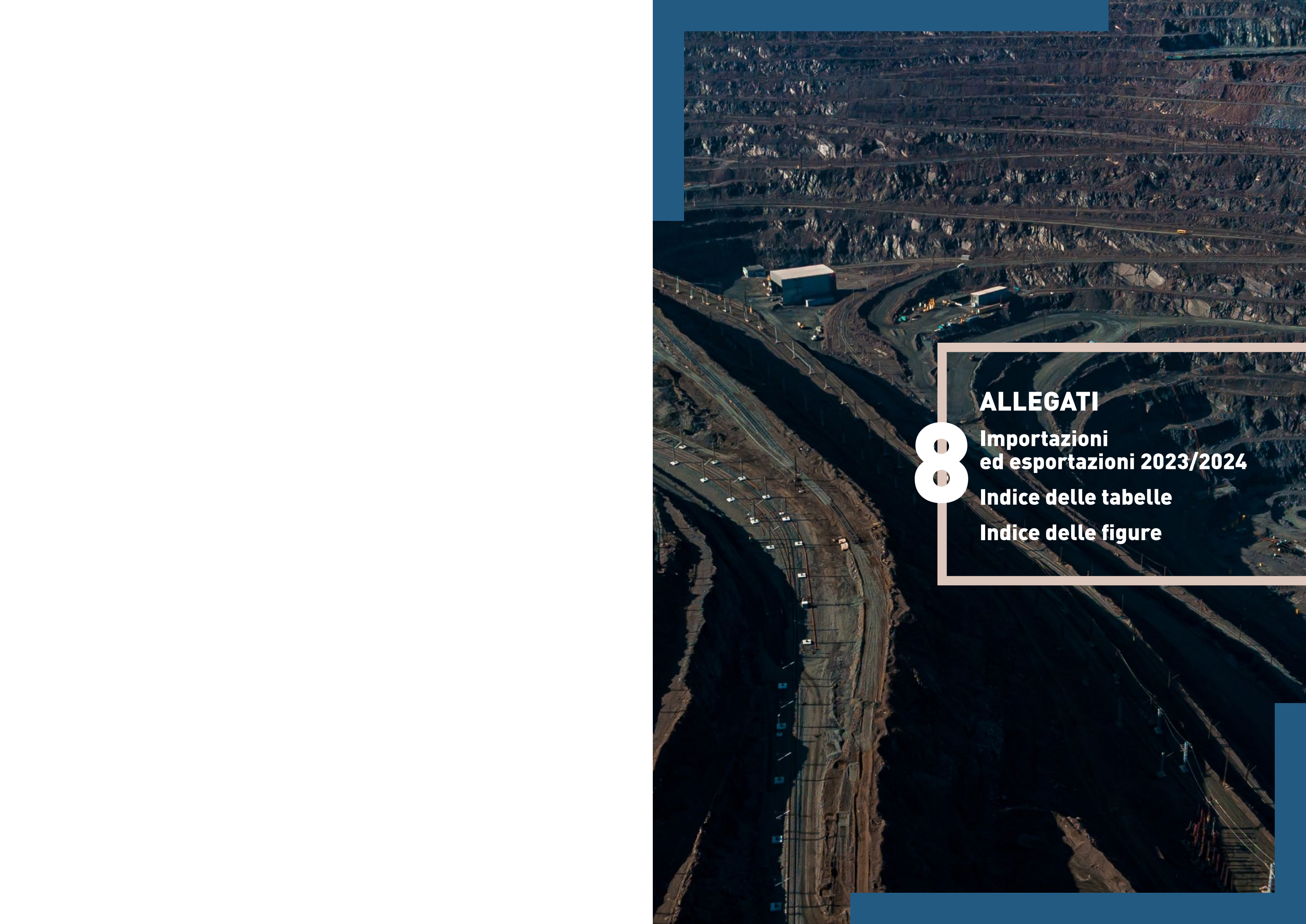
L'operatore economico è identificato tramite la partita Iva. La fonte informativa per la produzione delle statistiche sugli operatori del commercio estero è costituita dal registro dei soggetti Iva residenti che effettuano scambi con l'estero. L'introduzione del sistema Intrastat ha previsto l'obbligo, per gli istituti nazionali di statistica, di istituire un archivio degli operatori economici che effettuano scambi commerciali nell'ambito dell'Unione Europea. L'ISTAT, oltre a recepire la normativa comunitaria, ha esteso questo archivio agli operatori economici che effettuano transazioni di beni con i Paesi extra Unione Europea.

L'impresa esportatrice e importatrice è individuata mediante l'integrazione a livello elementare tra il registro degli operatori del commercio estero e l'ultima versione disponibile del registro statistico delle imprese attive (Asia). L'identificativo dell'operatore del commercio estero (partita Iva), è riclassificato per codice fiscale tramite l'archivio amministrativo delle unità giuridiche (Anagrafe Tributaria).

Tale riclassificazione consente l'integrazione con il registro Asia, rendendo possibile l'individuazione dell'universo delle imprese appartenenti all'industria e ai servizi che realizzano scambi commerciali con l'estero, nonché una serie di variabili strutturali come numero di addetti, forma giuridica e attività economica prevalente.

Ai fini dell'analisi sulle materie prime critiche, sono stati individuati e classificati 46 elementi, selezionati sulla base dei codici merceologici della Nomenclatura combinata (NC¹⁵¹), la classificazione doganale e statistica dell'Unione Europea utilizzata per identificare le merci negli scambi internazionali. Per ciascun elemento sono stati elaborati dati di importazione ed esportazione, in serie storica 2015-2023, con riferimento a valore, quantità e Paese di origine.

¹⁵¹ La Nomenclatura Combinata (NC) è la classificazione merceologica dell'Unione Europea utilizzata per finalità doganali e statistiche. È articolata su otto cifre: le prime sei corrispondono al Sistema Armonizzato (HS) definito dall'Organizzazione mondiale delle dogane (WCO), mentre le due cifre aggiuntive rappresentano una suddivisione adottata a livello comunitario. La NC è aggiornata annualmente mediante regolamento della Commissione Europea ed è alla base della codifica delle merci nei documenti doganali e nelle rilevazioni statistiche sul commercio internazionale.



8

ALLEGATI

**Importazioni
ed esportazioni 2023/2024**

Indice delle tabelle

Indice delle figure

8.1 Importazioni ed esportazioni 2023 (dati definitivi) e 2024 (dati provvisori)

Dati 2023 definitivi

Di seguito sono proposte le tabelle di sintesi con i dati 2023 definitivi.

Ranking	Elemento	Valore importazioni (in migliaia di euro)	Quantità importate (in tonnellate)	Valore esportazioni (in migliaia di euro)	Quantità esportate (in tonnellate)	Categoria
1	Rame	7.257.065	894.916	2.449.857	307.321	Strategico
2	Bauxite/ alluminio	7.065.552	2.905.604	6.714.221	1.732.471	Strategico
3	Oro	6.310.987	371	3.467.115	73	Rilevante
4	Minerali ferrosi	2.683.618	6.609.280	711.920	584.537	Rilevante
5	Platinoidi	2.637.690	65	2.898.994	330	Strategico
6	Argento	2.389.019	7.572	848.994	34.478	Rilevante
7	Nichel	1.454.762	97.247	531.430	16.354	Strategico
8	Roundwood	1.036.120	2.241.525	91.083	237.825	Rilevante
9	Zinco	1.019.454	381.344	417.997	202.001	Rilevante
10	Carbone da coke	813.347	2.734.765	120.299	258.917	Critico
11	Silicio metallico	571.988	103.436	301.723	31.033	Strategico
12	Titanio	549.196	161.925	88.786	25.904	Strategico
13	Molibdeno	511.136	29.855	10.326	647	Rilevante
14	Manganese	418.457	385.118	295.681	228.759	Strategico
15	Piombo	347.539	146.512	87.802	40.999	Rilevante
16	Caolinite	267.863	2.885.434	16.655	114.546	Rilevante
17	Gomma naturale	186.449	110.922	7.051	2.776	Rilevante
18	Stagno	144.266	7.176	54.653	2.093	Rilevante
19	Potassa	142.639	277.980	95.655	102.364	Rilevante
20	Feldspati	129.453	2.301.839	22.026	494.826	Critico
21	Magnesio	95.258	59.846	12.992	4.492	Strategico
22	Fluorite	92.349	220.177	16.184	182.198	Critico
23	Niobio	80.407	3.216	2.619	475	Critico
24	Barite	70.234	194.998	9.474	10.342	Critico
25	Elio	60.973	1.725	15.330	213	Critico
26	Cobalto	60.537	3.497	18.021	2.384	Strategico

27	Arsenico	55.032	117.333	42.331	78.089	Critico
28	Antimonio	54.084	6.029	23.031	2.763	Critico
29	Vanadio	49.032	3.257	6.989	8.900	Critico
30	Cromo	45.866	31.440	45.288	22.001	Rilevante
31	Tungsteno	39.823	943	11.284	569	Strategico
32	Boro	35.458	38.691	3.729	4.248	Strategico
33	Fosforo	33.154	9.531	6.377	3.071	Critico
34	Litio	31.240	869	8.690	154	Strategico
35	Fosfati	22.448	123.318	13.376	43.037	Critico
36	Germanio	15.449	1.609	564	66	Strategico
37	Terre rare	8.760	1.050	5.429	386	Strategico
38	Grafite naturale	6.122	4.377	414	190	Strategico
39	Stronzio	5.258	3.774	2.222	255	Critico
40	Bismuto	3.245	390	220	14	Strategico
41	Scandio	1.268	44	4.236	63	Critico
42	Tantalio	888	2	4.175	15	Critico
43	Afnio	770	0	71	3	Critico
44	Gallio	391	1	37	0	Strategico
45	Berillio	226	17	13	0	Critico
TOTALI		36.804.874		19.485.362		

Tabella 117 - Importazioni ed esportazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore/volume ordinate in base al valore delle importazioni
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 definitivi

Ranking	Elemento	Categoria	Critico	Strategico	Rilevante	Critico	Strategico	Rilevante
1	Rame	Strategico	–	7.257.065			19,7%	
2	Bauxite/ alluminio	Strategico	–	7.065.552			19,2%	
3	Oro	Rilevante	–		6.310.987			17,1%
4	Minerali ferrosi	Rilevante	–		2.683.618			7,3%
5	Platinoidi	Strategico	–	2.637.690			7,2%	
6	Argento	Rilevante	–		2.389.019			6,5%
7	Nichel	Strategico	–	1.454.762			4,0%	
8	Roundwood	Rilevante	–		1.036.120			2,8%
9	Zinco	Strategico	–		1.019.454			2,8%
10	Carbone da coke	Critico	813.347			2,2%		
11	Silicio metallico	Strategico		571.988			1,6%	
12	Titanio	Strategico		549.196			1,5%	
13	Molibdeno	Rilevante			511.136			1,4%
14	Manganese	Strategico		418.457			1,1%	

15	Piombo	Rilevante			347.539			0,9%
16	Caolinite	Rilevante			267.863			0,7%
17	Gomma naturale	Rilevante			186.449			0,5%
18	Stagno	Rilevante			144.266			0,4%
19	Potassa	Rilevante			142.639			0,4%
20	Feldspati	Critico	129.453			0,4%		
21	Magnesio	Strategico		95.258			0,3%	
22	Fluorite	Critico	92.349			0,3%		
23	Niobio	Critico	80.407			0,2%		
24	Barite	Critico	70.234			0,2%		
25	Elio	Critico	60.973			0,2%		
26	Cobalto	Strategico		60.537			0,2%	
27	Arsenico	Critico	55.032			0,1%		
28	Antimonio	Critico	54.084			0,1%		
29	Vanadio	Critico	49.032			0,1%		
30	Cromo	Rilevante			45.866			0,1%
31	Tungsteno	Strategico		39.823			0,1%	
32	Boro	Strategico		35.458			0,1%	
33	Fosforo	Critico	33.154			0,1%		
34	Litio	Strategico		31.240			0,1%	
35	Fosfati	Critico	22.448			0,1%		
36	Germanio	Strategico		15.449			< 0,1%	
37	Terre rare	Strategico		8.760			< 0,1%	
38	Grafite naturale	Strategico		6.122			< 0,1%	
39	Stronzio	Critico	5.258			< 0,1%		
40	Bismuto	Strategico		3.245			< 0,1%	
41	Scandio	Critico	1.268			< 0,1%		
42	Tantalio	Critico	888			< 0,1%		
43	Afnio	Critico	770			< 0,1%		
44	Gallio	Strategico		391			< 0,1%	
45	Berillio	Critico	226			< 0,1%		
TOTALI			1.468.923	20.250.994	15.084.956	4,0%	55,0%	41,0%

Tabella 118 - Importazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore e in percentuale
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 definitivi

Ranking	Elemento	Quantità (in tonnellate)	Valore (in migliaia di euro)	Peso	Classificazione
1	Rame	894.916	7.257.065	19,7%	Strategico
2	Bauxite/alluminio	2.905.604	7.065.552	19,2%	Strategico
3	Oro	371	6.310.987	17,1%	Rilevante
4	Minerali ferrosi	6.609.280	2.683.618	7,3%	Rilevante
5	Platinoidi	65	2.637.690	7,2%	Strategico
6	Argento	7.572	2.389.019	6,5%	Rilevante
7	Nichel	97.247	1.454.762	4,0%	Strategico
8	Roundwood	2.241.525	1.036.120	2,8%	Rilevante
9	Zinco	381.344	1.019.454	2,8%	Rilevante
10	Carbone da coke	2.734.765	813.347	2,2%	Critico
	Valore import primi 10 elementi		32.667.615	88,8%	
	Altri 35 elementi analizzati		4.137.259	11,2%	
	Totale import		36.804.874	100,0%	

Tabella 119 - Materie prime critiche/strategiche/rilevanti: classifica delle importazioni nel 2023
(ordinamento per valore, prime 10 posizioni)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2023 definitivi

Dati 2024 provvisori

Di seguito sono proposte le tabelle di sintesi con i dati 2024 provvisori.

Ranking	Elemento	Valore importazioni (in migliaia di euro)	Quantità importate (in tonnellate)	Valore esportazioni (in migliaia di euro)	Quantità esportate (in tonnellate)	Categoria
1	Oro	9.824.306	213	4.850.630	81	Rilevante
2	Rame	7.750.256	899.389	2.771.304	333.674	Strategico
3	Bauxite/ alluminio	7.268.330	2.989.738	6.803.209	1.866.967	Strategico
4	Minerali ferrosi	2.494.459	5.876.003	698.046	610.536	Rilevante
5	Argento	2.483.467	13.788	679.837	31.322	Rilevante
6	Platinoidi	1.881.965	66	2.205.194	328	Strategico
7	Nichel	1.333.955	107.789	595.092	20.169	Strategico
8	Roundwood	1.283.969	2.886.392	91.190	149.586	Rilevante
9	Zinco	900.350	342.490	411.785	200.088	Rilevante
10	Titanio	600.592	178.195	86.295	20.868	Strategico
11	Silicio metallico	600.256	115.307	265.030	31.007	Strategico
12	Carbone da coke	504.878	2.163.857	138.365	358.034	Critico
13	Molibdeno	413.809	15.165	14.770	608	Rilevante
14	Manganese	348.348	328.061	191.911	144.977	Strategico
15	Caolinite	292.610	3.347.764	14.365	171.582	Rilevante

16	Piombo	272.867	128.461	137.046	40.648	Rilevante
17	Gomma naturale	239.708	124.855	10.002	4.336	Rilevante
18	Stagno	169.698	8.222	76.860	2.964	Rilevante
19	Feldspati	132.879	2.426.572	15.402	334.072	Critico
20	Potassa	128.330	314.058	102.913	143.617	Rilevante
21	Fluorite	99.936	237.502	18.435	243.077	Critico
22	Magnesio	86.353	73.934	12.671	3.674	Strategico
23	Antimonio	86.275	7.715	15.629	1.274	Critico
24	Niobio	78.734	2.478	1.800	64	Critico
25	Barite	74.943	226.422	10.432	12.561	Critico
26	Elio	60.690	840	13.354	192	Critico
27	Arsenico	53.310	117.921	41.886	73.195	Critico
28	Cobalto	52.935	6.438	13.394	2.568	Strategico
29	Tungsteno	47.008	1.356	8.682	522	Strategico
30	Cromo	45.107	29.266	33.357	15.757	Rilevante
31	Fosforo	38.259	12.745	5.280	2.718	Critico
32	Vanadio	37.713	3.691	4.671	6.037	Critico
33	Boro	29.560	36.714	3.038	3.439	Strategico
34	Fosfati	22.782	122.154	10.301	25.142	Critico
35	Litio	17.346	1.122	3.133	205	Strategico
36	Germanio	13.871	1.607	1.119	49	Strategico
37	Grafite naturale	6.842	5.161	350	198	Strategico
38	Stronzio	5.140	3.773	2.651	1.096	Critico
39	Terre rare	5.021	1.042	4.787	374	Strategico
40	Bismuto	2.686	259	129	9	Strategico
41	Scandio	1.187	40	2.005	30	Critico
42	Tantalio	719	2	102	1	Critico
43	Berillio	543	48	13	1	Critico
44	Gallio	520	11	58	0	Strategico
45	Afnio	422	0		-	Critico
	TOTALI	39.792.934		20.366.521		

Tabella 120 - Importazioni ed esportazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2024 in valore/volume ordinate in base al
valore delle importazioni
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2024 provvisori

Ranking	Elemento	Categoria	Critico	Strategico	Rilevante	Critico	Strategico	Rilevante
1	Oro	Rilevante			9.824.306			24,7%
2	Rame	Strategico		7.750.256			19,5%	
3	Bauxite/ alluminio	Strategico		7.268.330			18,3%	
4	Minerali ferrosi	Rilevante			2.494.459			6,3%
5	Argento	Rilevante			2.483.467			6,2%
6	Platinoidi	Strategico		1.881.965			4,7%	
7	Nichel	Strategico		1.333.955			3,4%	
8	Roundwood	Rilevante			1.283.969			3,2%
9	Zinco	Rilevante			900.350			2,3%
10	Titanio	Strategico		600.592			1,5%	
11	Silicio metallico	Strategico		600.256			1,5%	
12	Carbone da coke	Critico	504.878			1,3%		
13	Molibdeno	Rilevante			413.809			1,0%
14	Manganese	Strategico		348.348			0,9%	
15	Caolinite	Rilevante			292.610			0,7%
16	Piombo	Rilevante			272.867			0,7%
17	Gomma naturale	Rilevante			239.708			0,6%
18	Stagno	Rilevante			169.698			0,4%
19	Feldspati	Critico	132.879			0,3%		
20	Potassa	Rilevante			128.330			0,3%
21	Fluorite	Critico	99.936			0,3%		
22	Magnesio	Strategico		86.353			0,2%	
23	Antimonio	Critico	86.275			0,2%		
24	Niobio	Critico	78.734			0,2%		
25	Barite	Critico	74.943			0,2%		
26	Elio	Critico	60.690			0,2%		
27	Arsenico	Critico	53.310			0,1%		
28	Cobalto	Strategico		52.935			0,1%	
29	Tungsteno	Strategico		47.008			0,1%	
30	Cromo	Rilevante			45.107			0,1%
31	Fosforo	Critico	38.259			0,1%		
32	Vanadio	Critico	37.713			0,1%		
33	Boro	Strategico		29.560			0,1%	
34	Fosfati	Critico	22.782			0,1%		
35	Litio	Strategico		17.346			< 0,1%	
36	Germanio	Strategico		13.871			< 0,1%	
37	Grafite naturale	Strategico		6.842			< 0,1%	
38	Stronzio	Critico	5.140			< 0,1%		

39	Terre rare	Strategico		5.021			< 0,1%	
40	Bismuto	Strategico		2.686			< 0,1%	
41	Scandio	Critico	1.187			< 0,1%		
42	Tantalio	Critico	719			< 0,1%		
43	Berillio	Critico	543			< 0,1%		
44	Gallio	Strategico		520			< 0,1%	
45	Afnio	Critico	422			< 0,1%		
	TOTALI		1.198.410	20.045.845	18.548.680	3,0%	50,4%	46,6%

Tabella 121 - Importazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2024 in valore e in percentuale
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2024 provvisori

Ranking	Elemento	Quantità (in tonnellate)	Valore (in migliaia di euro)	Peso	Classificazione
1	Oro	213	9.824.306	24,7%	Rilevante
2	Rame	899.389	7.750.256	19,5%	Strategico
3	Bauxite/alluminio	2.989.738	7.268.330	18,3%	Strategico
4	Minerali ferrosi	5.876.003	2.494.459	6,3%	Rilevante
5	Argento	13.788	2.483.467	6,2%	Rilevante
6	Platinoidi	66	1.881.965	4,7%	Strategico
7	Nichel	107.789	1.333.955	3,4%	Strategico
8	Roundwood	2.886.392	1.283.969	3,2%	Rilevante
9	Zinco	342.490	900.350	2,3%	Rilevante
10	Titanio	178.195	600.592	1,5%	Strategico
	Valore import primi 10 elementi		35.821.650	90,0%	
	Altri 35 elementi analizzati		3.971.285	10,0%	
	Totale import		39.792.934	100,0%	

Tabella 122 - Materie prime critiche/strategiche/rilevanti: classifica delle importazioni nel 2024 (ordinamento per valore,
prime 10 posizioni)
Fonte: vedi nota metodologica in allegato. Dati 2024 provvisori

8.2 Indice delle tabelle

Tabella 1 Partnership strategiche internazionali per l’approvvigionamento di energia pulita e tecnologie digitali.....

Tabella 2 Azioni prioritarie del CRMA.....

Tabella 3 Materie prime critiche e strategiche per l’Unione Europea.....

Tabella 4 Le materie prime strategiche per l’Unione Europea.....

Tabella 5 Elenco delle materie prime critiche.....

Tabella 6 Materie prime critiche: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 7 Materie prime critiche: classifica delle importazioni nel 2023 per valore (dati in euro).....

Tabella 8 Materie prime critiche: classifica delle esportazioni nel 2023 per valore (dati in euro).....

Tabella 9 Antimonio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 10 Antimonio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 11 Arsenico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 12 Arsenico: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 13 Barite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 14 Barite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 15 Berillio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 16 Berillio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 17 Carbone da coke: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 18 Carbone da coke: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 19 Feldspati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 20 Feldspati: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 21 Fluorite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 22 Fluorite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 23 Afnio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 24 Afnio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 25 Elio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 26 Elio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 27 Niobio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 28 Niobio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 29 Fosfati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 30 Fosfati: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 31 Fosforo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 32 Fosforo: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 33 Scandio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 34 Scandio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 35 Stronzio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).....

Tabella 36 Stronzio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 37 Tantalo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 38 Tantalo: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 39 Vanadio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 40 Vanadio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 41 Le materie prime strategiche considerate nello studio.....

Tabella 42 Materie prime strategiche: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 43 Materie prime strategiche: classifica delle importazioni nel 2023 per valore (dati in euro)

Tabella 44 Materie prime strategiche: classifica delle esportazioni nel 2023 per valore (dati in euro)

Tabella 45 Bauxite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 46 Bauxite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 47 Bismuto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 48 Bismuto: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 49 Boro: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 50 Boro: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 51 Cobalto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 52 Cobalto: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 53 Rame: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 54 Rame: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 55 Gallio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 56 Gallio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 57 Germanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 58 Germanio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 59 Grafite naturale: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 60 Grafite naturale: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 61 Terre rare pesanti: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 62 Terre rare pesanti: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 63 Terre rare leggere: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 64 Terre rare leggere: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 65 Magnesio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 66 Magnesio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 67 Manganese: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 68 Manganese: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 69 Nichel: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 70 Nichel: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).....

Tabella 71 Platinoidi: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 72 Platinoidi: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 73 Silicio metallico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 74 Silicio metallico: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 75 Titanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 76 Titanio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 77 Tungsteno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 78 Tungsteno: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 79 Litio: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 80 Litio: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 81 Materie prime rilevanti per l'Italia

Tabella 82 Materie prime rilevanti: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 83 Materie prime rilevanti: classifica delle importazioni nel 2023 per valore (dati in euro)

Tabella 84 Materie prime rilevanti: classifica delle esportazioni nel 2023 per valore (dati in euro)

Tabella 85 Oro: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 86 Oro: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 87 Minerali ferrosi: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 88 Minerali ferrosi: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 89 Argento: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 90 Argento: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 91 Roundwood: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 92 Roundwood: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 93 Zinco: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 94 Zinco: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 95 Molibdeno: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 96 Molibdeno: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 97 Piombo: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 98 Piombo: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 99 Caolinite: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 100 Caolinite: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 101 Gomma naturale: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 102 Gomma naturale: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 103 Stagno: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 104 Stagno: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 105 Potassa: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 106 Potassa: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 107 Cromo: quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Tabella 108 Cromo: valore delle importazioni e delle esportazioni dal 2015 al 2023 (dati in euro).

Tabella 109 Importazioni ed esportazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore/volume ordinate in base al valore delle importazioni.

Tabella 110 Importazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore e in percentuale.....

Tabella 111 Materie prime critiche/strategiche/rilevanti: classifica delle importazioni nel 2023 (ordinamento per valore, prime 10 posizioni)

Tabella 112 Valore delle importazioni di bauxite nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Tabella 113 Valore delle importazioni di nichel nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Tabella 114 Valore delle importazioni di platinoidi nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Tabella 115 Valore delle importazioni di rame nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Tabella 116 Principali indicazioni di policy.

Tabella 117 Importazioni ed esportazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore/volume ordinate in base al valore delle importazioni.....

Tabella 118 Importazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2023 in valore e in percentuale.....

Tabella 119 Materie prime critiche/strategiche/rilevanti: classifica delle importazioni nel 2023 (ordinamento per valore, prime 10 posizioni)

Tabella 120 Importazioni ed esportazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2024 in valore/volume ordinate in base al valore delle importazioni.....

Tabella 121 Importazioni di materie prime critiche/strategiche/rilevanti nel 2024 in valore e in percentuale.....

Tabella 122 Materie prime critiche/strategiche/rilevanti: classifica delle importazioni nel 2024 (ordinamento per valore, prime 10 posizioni)

8.3 Indice delle figure

Figura 1 Paesi che esprimono la quota maggiore di offerta di Critical Raw Material per l’Unione Europea (anno 2020)

Figura 2 Paesi che esprimono la quota maggiore di offerta di Critical Raw Material per l’Unione Europea (anno 2023)

Figura 3 Metodologia per l’identificazione delle materie prime critiche per l’UE.

Figura 4 Quota della catena del valore dei semiconduttori per Paese (% del totale mondiale, 2019)

Figura 5 Il Raw Materials Scoreboard in sintesi

Figura 6 Progetti strategici per l’Unione Europea

Figura 7 Dashboard Critical Raw Materials in Italia (2025).

Figura 8 Antimonio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 9 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di antimonio dal 2015 al 2023

Figura 10 Distribuzione percentuale delle importazioni di antimonio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 11 Arsenico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).

Figura 12 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di arsenico dal 2015 al 2023

Figura 13 Distribuzione percentuale delle importazioni di arsenico per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 14 Barite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).

Figura 15 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di barite dal 2015 al 2023

Figura 16 Distribuzione percentuale delle importazioni di barite per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 17 Berillio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg).

Figura 18 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di berillio dal 2015 al 2023

Figura 19 Distribuzione percentuale delle importazioni di berillio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 20 Carbone da coke: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 21 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di carbone da coke dal 2015 al 2023

Figura 22 Distribuzione percentuale delle importazioni di carbone da coke per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 23 Feldspati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 24 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di feldspati dal 2015 al 2023

Figura 25 Distribuzione percentuale delle importazioni di feldspati per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 26 Fluorite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 27 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di fluorite dal 2015 al 2023

Figura 28 Distribuzione percentuale delle importazioni di fluorite per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 29 Afnio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 30 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di afnio dal 2015 al 2023

Figura 31 Distribuzione percentuale delle importazioni di afnio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 32 Elio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 33 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di elio dal 2015 al 2023

Figura 34 Distribuzione percentuale delle importazioni di elio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 35 Niobio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 36 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di niobio dal 2015 al 2023

Figura 37 Distribuzione percentuale delle importazioni di niobio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 38 Fosfati: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 39 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di fosfati dal 2015 al 2023

Figura 40 Distribuzione percentuale delle importazioni di fosfati per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 41 Fosforo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 42 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di fosforo dal 2015 al 2023

Figura 43 Distribuzione percentuale delle importazioni di fosforo per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 44 Scandio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 45 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di scandio dal 2015 al 2023

Figura 46 Distribuzione percentuale delle importazioni di scandio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 47 Stronzio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 48 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di stronzio dal 2015 al 2023.

Figura 49 Distribuzione percentuale delle importazioni di stronzio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 50 Tantalio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 51 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di tantalio dal 2015 al 2023

Figura 52 Distribuzione percentuale delle importazioni di tantalio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 53 Vanadio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 54 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di vanadio dal 2015 al 2023

Figura 55 Distribuzione percentuale delle importazioni di vanadio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 56 Bauxite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 57 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di bauxite dal 2015 al 2023

Figura 58 Distribuzione percentuale delle importazioni di bauxite per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 59 Bismuto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 60 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di bismuto dal 2015 al 2023

Figura 61 Distribuzione percentuale delle importazioni di bismuto per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 62 Boro: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 63 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di boro dal 2015 al 2023.

Figura 64 Distribuzione percentuale delle importazioni di boro per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 65 Cobalto: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 66 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di cobalto dal 2015 al 2023

Figura 67 Distribuzione percentuale delle importazioni di cobalto per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 68 Rame: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 69 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di rame dal 2015 al 2023

Figura 70 Distribuzione percentuale delle importazioni di rame per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 71 Gallio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 72 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di gallio dal 2015 al 2023.

Figura 73 Distribuzione percentuale delle importazioni di gallio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 74 Germanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 75 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di germanio dal 2015 al 2023

Figura 76 Distribuzione percentuale delle importazioni di germanio per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 77 Grafite naturale: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 78 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di grafite dal 2015 al 2023.

Figura 79 Distribuzione percentuale delle importazioni di grafite per settori NACE (3 digit), anno 2022

Figura 80 Terre rare pesanti: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 81 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di terre rare pesanti dal 2015 al 2023

Figura 82 Distribuzione percentuale delle importazioni di terre rare pesanti per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 83 Terre rare leggere: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 84 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di terre rare leggere dal 2015 al 2023

Figura 85 Distribuzione percentuale delle importazioni di terre rare leggere per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 86 Magnesio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 87 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di magnesio dal 2015 al 2023

Figura 88 Distribuzione percentuale delle importazioni di magnesio per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 89 Manganese: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 90 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di manganese dal 2015 al 2023

Figura 91 Distribuzione percentuale delle importazioni di manganese per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 92 Nichel: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 93 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di nichel dal 2015 al 2023

Figura 94 Distribuzione percentuale delle importazioni di nichel per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 95 Platinoidi: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 96 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di platinoidi dal 2015 al 2023

Figura 97 Distribuzione percentuale delle importazioni di platinoidi per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 98 Silicio metallico: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 99 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di silicio metallico dal 2015 al 2023

Figura 100 Distribuzione percentuale delle importazioni di silicio metallico per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 101 Titanio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 102 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di titanio dal 2015 al 2023

Figura 103 Distribuzione percentuale delle importazioni di titanio per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 104 Tungsteno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 105 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di tungsteno dal 2015 al 2023

Figura 106 Distribuzione percentuale delle importazioni di tungsteno per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 107 Litio: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 108 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di litio dal 2015 al 2023

Figura 109 Distribuzione percentuale delle importazioni di litio per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 110 Oro: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 111 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di oro dal 2015 al 2023.....

Figura 112 Distribuzione percentuale delle importazioni di oro per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 113 Minerali ferrosi: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 114 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di minerali ferrosi dal 2015 al 2023

Figura 115 Distribuzione percentuale delle importazioni di minerali ferrosi per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 116 Argento: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 117 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di argento dal 2015 al 2023.....

Figura 118 Distribuzione percentuale delle importazioni di argento per settori NACE (3 digit), anno 2022.....

Figura 119 Roundwood: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 120 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di roundwood dal 2015 al 2023

Figura 121 Distribuzione percentuale delle importazioni di roundwood per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 122 Zinco: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 123 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di zinco dal 2015 al 2023

Figura 124 Distribuzione percentuale delle importazioni di zinco per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 125 Molibdeno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 126 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di molibdeno dal 2015 al 2023

Figura 127 Distribuzione percentuale delle importazioni di molibdeno per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 128 Piombo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 129 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di piombo dal 2015 al 2023

Figura 130 Distribuzione percentuale delle importazioni di piombo per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 131 Caolinite: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 132 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di caolinite dal 2015 al 2023.

Figura 133 Distribuzione percentuale delle importazioni di caolinite per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 134 Gomma naturale: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 135 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di gomma naturale dal 2015 al 2023

Figura 136 Distribuzione percentuale delle importazioni di gomma naturale per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 137 Stagno: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 138 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di stagno dal 2015 al 2023.

Figura 139 Distribuzione percentuale delle importazioni di stagno per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 140 Potassa: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 141 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di potassa dal 2015 al 2023.

Figura 142 Distribuzione percentuale delle importazioni di potassa per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 143 Cromo: andamento delle quantità importate ed esportate dal 2015 al 2023 (dati in kg)

Figura 144 Andamento del valore complessivo delle importazioni ed esportazioni di cromo dal 2015 al 2023

Figura 145 Distribuzione percentuale delle importazioni di cromo per settori NACE (3 digit), anno 2022.

Figura 146 Valore delle importazioni di bauxite nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Figura 147 Valore delle importazioni di nichel nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Figura 148 Valore delle importazioni di platinoidi nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Figura 149 Valore delle importazioni di rame nel periodo 2015-2024 e dei relativi saggi di variazione annua

Si ringraziano per il patrocinio



ASSORISORSE - Risorse Naturali ed Energie sostenibili

Associazione di Confindustria che deriva da Assomineraria – Associazione Mineraria Italiana, costituita da circa 100 aziende che hanno come obiettivo la decarbonizzazione dei processi industriali e la sostenibilità ambientale, economica e sociale.

www.assorisorse.org/



BRIGHTSEED

Spin-off accreditato dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca che unisce un gruppo di professionisti e accademici specializzati in consulenza strategica per le imprese. Brightseed nasce per semplificare l'approccio e rimettere al centro ciò che serve concretamente alle imprese, capendo come creare vantaggio competitivo in un contesto mutevole e ad alta volatilità.

www.brightseed.it/



ERION

Sistema multi-consortile no profit per la gestione di differenti tipologie di rifiuti: dai prodotti elettronici alle batterie, dagli imballaggi a quelli di prodotti del tabacco e di prodotti tessili, con un solido patrimonio in termini di autorevolezza, efficienza e qualità.

www.erion.it/it/



ORIM S.p.A.

Azienda impegnata da oltre 40 anni nel mercato della gestione dei rifiuti industriali, sia per il settore degli smaltimenti che dei recuperi.

www.orim.it/it/



ENEA

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

www.enea.it

Progetto grafico e realizzazione: M&C marketing, comunicazione
Stampa: Litogì - Milano
Fotografie: Depositphotos, Freepik

Marzo 2026 - Seconda edizione riveduta e corretta

