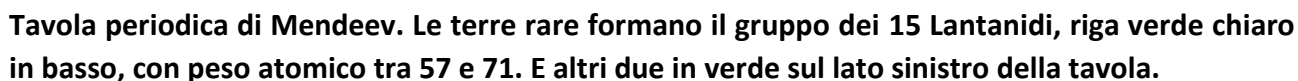


Antonio Dal Prà geologo febbraio 2022

Sentite cosa dicono delle Terre Rare nei sacri ambienti della finanza e dell'economia mondiale : ***Senza di esse non è realizzabile la transizione ecologica e digitale. La versatilità di utilizzo le rende indispensabili e la loro domanda è destinata a crescere in modi esponenziale nei prossimi anni. Sono indispensabili per le economie del presente e soprattutto del futuro. Attorno ad esse si muovono tensioni internazionali per l'accapparramento. Le terre rare rivestono un ruolo particolarmente strategico nella transizione energetica basata sulla decarbonizzazione e sulla disponibilità di nuove energie e di fonti energetiche rinnovabili. Le terre rare sono legate a doppio filo al futuro sostenibile dell'umanità. Su di loro puntano la chimica green e l'economia rinnovabile. Sono essenziali per l'economia del domani.***

Vi dico subito, per sanare la vostra incontenibile curiosità e il vostro stupore, cosa sono queste incredibili Terre Rare, indicate nella letteratura scientifica come RE, acronimo di **Rare Earth**. Sono un gruppo di 17 metalli, così insegna la chimica. Semplici metalli, come il ferro, il rame, il piombo e l'oro. Ma a differenza degli altri metalli hanno un paio di proprietà fisiche assolutamente eccezionali: **una grandissima conducibilità elettrica e altissime capacità magnetiche**, che consentono la miniaturizzazione di una infinità di cose utilissime e attualmente usatissime.



Vi spiego anche da dove proviene il nome di Terre Rare, perché rare non sono proprio, anzi i geologi dicono che sono molto diffuse sulla crosta terrestre. Si racconta che siano in quantità di 200 volte superiore a quella dell'oro. Solo che si trovano molto disperse, mai in elevate concentrazioni, sparpagliate negli ammassi rocciosi e strettamente aggrappate ad altri minerali principali, dai quali occorre strapparle. E inoltre la loro estrazione risulta molto complessa, costosa, difficile e ad elevato rischio di contaminazione per l'ambiente e per la salute dell'uomo. Insomma il loro nome deriva soprattutto dalla complessità dell'estrazione mineraria.



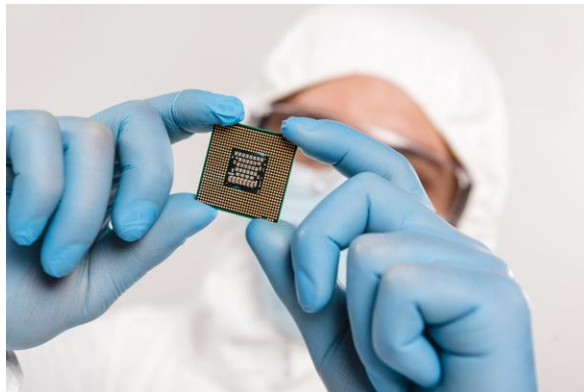
Minerali con Terre rare



Granulati di Terre rare

Dicevo che sono 17 metalli, dai nomi strani e anche difficili da pronunciare: Scandio, Ittrio, Lantanio, Cerio, Praseodimio, Neodimio, Promezio, Samario, Europio, Gadolinio, Terbio, Disprosio, Osmio, Erbio, Tulio, Itterbio, Lutezio. La scoperta del primo, l'Ittrio, avvenne nel 1794 in Svezia, isolato da un minerale chiamato *gadolinite*, minerale formato da un insieme di vari silicati. L'ultimo isolato è stato il Pomezio, nel 1945. La maggior parte sono stati trovati nel corso del 1800 e i primissimi anni del 1900. Vi ricordate la Tavola Periodica degli Elementi, elaborata secondo la Teoria del grande chimico russo Mendeleev nel 1869, dove gli elementi sono ordinati sulla base del loro numero atomico? Vedete che dei 17 metalli delle Terre Rare, 15 formano il gruppo dei Lantanidi con numero atomico progressivo dal 57 al 71, ad indicare la loro affinità chimico-fisica. I restanti due, lo Scandio 21 e l'Ittrio 39 sono un po' a parte. La prima volta che ho incrociato le Terre Rare è stato al primo anno di Università nel corso di Chimica Generale, quando il prof. ci parlò di questi strani metalli, ancora in fase di studio, di difficile isolamento e allora di nessuna importanza pratica. Le cose sono moltissimo cambiate da allora. Un cambiamento stupefacente e imprevedibile, che ha permesso un progresso enorme nell'elettronica.

Si è scoperto in seguito che questi metalli sono un prodigio della chimica, capaci di incredibili risultati. La loro elevatissima conducibilità elettrica e le loro stupefacenti proprietà magnetiche li hanno resi estremamente diffusi nel settore dell'altissima tecnologia. Sono quindi richiestissimi. È stato calcolato che nei prossimi 20 anni la richiesta di Terre Rare a livello mondiale aumenterà del 40% e che nel 2040 la richiesta mondiale potrebbe essere anche 7 volte quella attuale. Secondo i calcoli di studiosi dell'Università di Leuven in Belgio, per sostituire gli idrocarburi e il carbone e raggiungere la neutralità del carbonio nel 2050, la Comunità Europea avrà bisogno di una quantità di terre rare pari a 26 volte quella di oggi.



Microchips e microconduttori

La loro enorme utilità e la loro relevantissima importanza risultano evidenti dall'impiego che ne viene fatto, in numerosissimi oggetti che richiedono microconduttori o micromagneti in sostituzione delle vecchie strutture con i metalli tradizionali, ingombranti, pesanti, voluminosi. Sono oggi indispensabili per costruire : telefonini, computer, televisioni, auto e bici elettriche, pale eoliche, pannelli solari e fotovoltaici, telecomandi, strutture aerospaziali, apparecchiature militari, fibre ottiche, smartphon, batterie ricaricabili, turbine idrauliche, motori elettrici, alliganti in numerose leghe metalliche, catalizzatori, laser, risonatori a microonde, lampade a basso consumo, sensori elettrici, convertitori catalitici, apparecchiature di diagnostica medica avanzata, radar , droni di ogni tipo, e molto altro ancora.



Il 25% della produzione mondiale di Terre Rare viene impiegata nel settore dei magneti, che unito al settore dei catalizzatori per fluidi e alle polveri lucidanti rappresenta più della metà del totale. Occorre notare subito che il 50% di questi metalli viene impiegato in settori nei quali il potenziale di recupero è molto alto. Ma purtroppo finora il recupero dei residui di scarto viene trascurato e sottovalutato.

Sapete quanti telefonini ci sono al mondo ? Qualche studioso si è dedicato a questo conto, naturalmente approssimativo : 4 miliardi, circa 1 ogni 2 persone. Sapete che la Cina costruisce il 90% dei cellulari del mercato mondiale? Nel 2021 la Samsung ha immesso nel mercato 275 milioni di smartphon. La Apple 230 milioni. Nel primo trimestre 2022 sul mercato sono arrivati 314 milioni di cellulari. E la politica del mercato immette continuamente modelli nuovi, che spingono alla

rottamazione dei vecchi. Nel 2021 in Italia c'erano 43.1 milioni di televisori. Un parco in continuo rinnovo.

Per darvi un'idea dell'utilità di questi metalli, in sostituzione di quelli tradizionali, pensate che un magnete formato da Terre Rare è 100 volte più piccolo di un magnete tradizionale in metalli ferrosi, consentendo la miniaturizzazione dei motori elettrici. E i costi ? Guardate questi prezzi approssimativi di qualche anno fa : circa 450 dollari per un etto di Disprosio, fino a 1.800 dollari per un etto di Terbio e fino a 20.000 dollari per un etto di Europio. Vi dico subito che i prezzi sono molto ballerini, per un mercato che viene continuamente e abilmente manovrato da chi ha in mano la produzione.



E' evidente che sono Indispensabili e fondamentali per l'economia del presente e del futuro. Fanno parte del gruppo di metalli usati nell'alta tecnologia , assieme al Niobio, Tantalio, Cobalto, Stagno, Tungsteno, Litio, Tellurio, Selenio, Indio e Gallio.

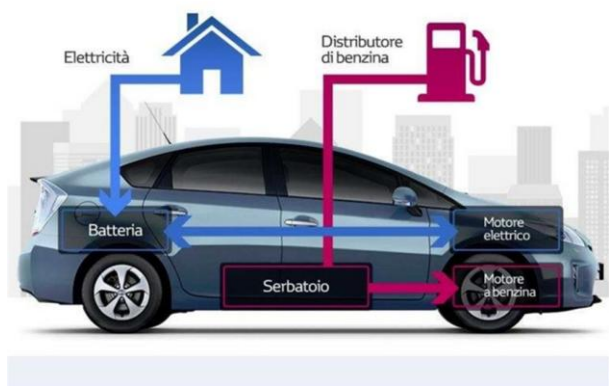
Le riserve di Terre Rare mondiali sono state stimate dai 120 ai 150 milioni di tonnellate e si trovano in Cina, Russia, USA, Australia, Brasile, India, Malesia, Tailandia, Vietnam, Canada, Sudafrica.



Come vi ho già detto, il nome di questi utilissimi metalli, le cui fenomenali applicazioni erano sconosciute fino a poco tempo fa, deriva dall'elevato costo e dalle grandi difficoltà dell'estrazione mineraria, più che dalla effettiva scarsità. Per estrarre le Terre Rare dai giacimenti spesso sono necessari interventi minerari imponenti e con un elevato impatto negativo sull'uomo, sugli animali, sulle piante e sull'ambiente del territorio. Il materiale di origine è talora associato a piccole quantità di Torio, materiale radiattivo, presente anche fino al 12%, che entra nei rifiuti. L'uso di acidi nella lavorazione è massiccio: acido solforico, cloridrico, fluoridrico molto concentrato, ammoniacca, soda caustica, solfati. Con conseguenze ambientali pesantissime nel loro smaltimento.



Auto elettrica



Auto ibrida

La geologia insegna che le Terre Rare sono presenti in varie formazioni rocciose della crosta terrestre, ma la maggior difficoltà nell'approvvigionamento rimane nel procedimento di lavorazione, raffinazione e purificazione: il materiale passa attraverso una serie di fasi che coinvolgono acidi, lavaggi e filtraggi. Si tratta di molteplici passaggi che generano consistenti scarti tossici e implicano un costo ambientale elevatissimo: è stato calcolato che la lavorazione di una tonnellata di metalli delle Terre Rare produce circa 2.000 tonnellate di rifiuti tossici.



Cerchiamo di capire la ragione della complessità e pericolosità nella lavorazione ed estrazione di queste benedette, preziosissime e indispensabili Terre Rare. I 17 metalli del gruppo non si trovano mai allo stato puro, come può essere il ferro o l'oro, oppure l'alluminio e il cromo e tanti

altri, ma sono sempre sotto forma di ossidi, cioè strettamente attaccati all'ossigeno. Non solo : questi ossidi di Terre Rare non sono mai da soli nei giacimenti , ma sempre mescolati e saldamente legati a 200 tipi diversi di altri minerali.

Le rocce dove normalmente si trovano i giacimenti sono varie , ma quasi tutte legate a rocce eruttive intrusive come i graniti e le pegmatiti (giacimenti primari), o a prodotti della loro alterazione idrotermale (giacimenti secondari) , come certe argille . Ma anche in calcari , in depositi di ossidi vari di ferro e in depositi di fosfati. I minerali nei quali le Terre Rare sono frammiste, in proporzioni limitatissime, sono alogenuri (cloruri, bromuri, fluoruri), carbonati, ossidi, fosfati, silicati. Tuttavia la stragrande maggioranza degli ossidi delle Terre Rare è associata a tre minerali principali : la bastnasite (un carbonato fluoruro) , la monazite (minerale fosfatico) e il xenotime (minerale fosfatico), di cui costituiscono appena da 0.5 a 60 parti per milione. Ma anche in argille lateritiche.



Bastnasite



Monazite



Xenotime

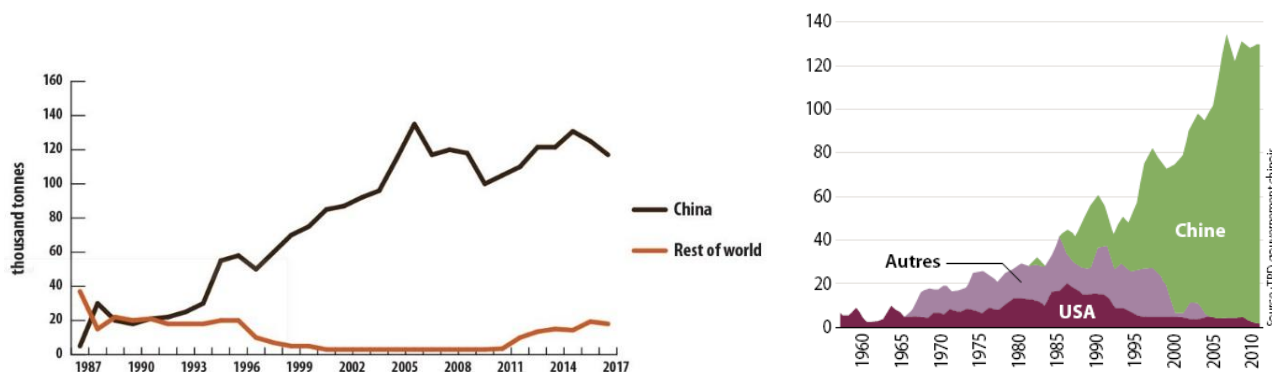
In una simile confusione di mescolamento è evidente che le operazioni di estrazione e isolamento dei metalli puri è complicata.

Per prima cosa il minerale deve essere separato dalla ganga, il materiale inerte roccioso in cui è racchiuso, e poi si deve provvedere alla separazione dalla matrice degli altri minerali , tramite una serie complessa di tecniche variabili a seconda del tipo di materiale. Questa fase genera molti rifiuti e viene effettuata in prossimità della miniera per evitare la contaminazione dei territori e per ridurre i costi di trasporto. Successivamente il materiale ricavato, che è un ossido, va ulteriormente elaborato con lavaggi e raffinazioni per ottenere il metallo allo stato puro.

Per estrarre piccole quantità di questi metalli rari sono necessari enormi sbancamenti del sottosuolo. I tecnici dicono che nei giacimenti sono necessarie circa 8.5 tonn di roccia per produrre circa 1 kg di Vanadio, 16 tonn per 1 kg di Cerio, 50 tonn per 1 kg di Gallio, 200 tonn per 1 kg di Lutezio.

Dunque, riassumendo, le Terre Rare sono imprescindibili nel medio termine per raggiungere gli obiettivi della transizione ecologica. Ciononostante presentano numerose problematiche. La loro estrazione è onerosa e inquinante. Risulta particolarmente dannosa anche per la qualità della vita e la salute delle persone che vivono in prossimità delle miniere e costituisce quindi un rischio anche a livello sociale. A questo si aggiunge il fatto che il processo produce molti rifiuti, di materiale solido inquinato, di fanghi tossici e di acque di lavaggio contaminate, che necessiterebbero di un trattamento specifico. Oltre agli effetti nocivi sull'ambiente circostante, si determina un impatto particolarmente forte sulla biodiversità.

L'insostenibilità ambientale del processo di estrazione delle terre Rare è davvero un problema di dimensioni enormi.



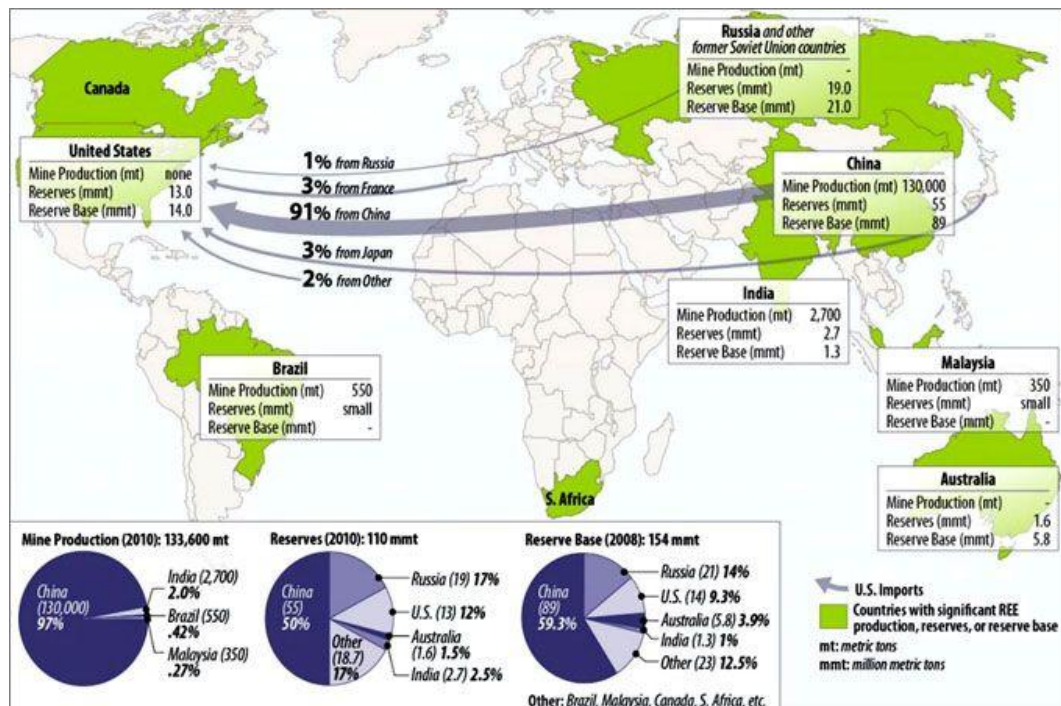
Produzione di Terre Rare

Ma oltre a tutti questi gravissimi problemi legati all'estrazione dei metalli rari dalle miniere, incombe un altro rilevante problema. Il problema economico di mercato. **Perché circa il 90% circa della produzione mondiale di Terre Rare è in mano alla Cina.** Un bel problema...per chi non è cinese, anche perché i cinesi non sono molto maleabili. E talora sono spregiudicati.

Nel 2019 la Cina ha esportato 130 mila tonn di terre rare, e nel 2020 ben 140.000 tonn, il 33% in più rispetto al 2016, quando ne produceva 105 mila. E dispone del 37% delle riserve mondiali. Anzi si dice che i numeri della produzione cinese siano ben più elevati, a causa di estrazioni illegali e non ufficializzate. La Cina gestisce il mercato, al quale impone frequenti e importanti oscillazioni a seconda del momento. La supremazia cinese nella produzione dipende, oltre che dalla presenza nel sottosuolo di consistenti quantità di Terre Rare, anche dal fatto che il paese non è molto sensibile ai problemi ambientali. Infatti la leadership cinese, anche in altri campi minerari, sta pagando un prezzo ambientale altissimo: si dice che la Cina sia il primo paese al mondo per emissioni di gas serra, che il 10% delle terre coltivabili sia contaminato da metalli pesanti, che l'80% dei pozzi per acqua potabile non sia più idonei all'uso. Ma ricordatevi che i dati cinesi sono sempre dubbiosi.

Si dice anche che la Cina, il più grande produttore di Terre Rare del pianeta, mantenga bassi i livelli di esportazione con l'intento di favorire la vendita dei propri prodotti finiti: telefonini, tv, pc, auto ibride ed elettriche, ecc.

Ma come si è arrivati a questa supremazia cinese? La storia economica racconta che fino al 1948 la maggior parte delle Terre Rare del mondo provenivano da miniere indiane e brasiliane. Durante gli anni cinquanta il Sudafrica divenne la principale fonte. Furono scoperti anche notevoli giacimenti in California, che tra il 1965 e il 1985 furono i giacimenti più produttivi del mondo. Dopo il 1985 circa si impose sempre di più la Cina, che oggi produce circa il 93% della fornitura mondiale, ridotta negli anni successivi per ragioni di mercato. La quota massima di produzione fu raggiunta nel 2007, con il 97% della produzione mondiale. Nel 2018 la Cina ha estratto 120 mila tonn, pari all'85% della produzione mondiale, a cui si devono aggiungere altre 13-15 mila tonn, prodotte clandestinamente, sotto banco. Per avere un'idea delle proporzioni, nel 2017 Australia, Brasile e Russia hanno fornito rispettivamente 20 mila, 15 mila e 3 mila tonn.



Si dice che gli USA abbiano lasciato volentieri la supremazia della produzione alla Cina a causa dei grandi problemi ambientali collegati allo sfruttamento minerario. La Cina infatti è piuttosto spregiudicata per le violazioni delle regole ambientali. Inoltre è inattaccabile per la manodopera a bassissimo costo, ed è anche un astuto sfruttatore di giacimenti di Terre Rare come sottoprodotto dell'estrazione del ferro e di altri minerali ai quali le RE sono associate. La Cina ha dunque raggiunto il monopolio del mercato e colossali profitti.

La Cina ha vari centri minerari nel suo vastissimo territorio. Circa il 94% delle Terre rare estratte in Cina proviene da depositi di Bastnasite (carbonato-fluoruro di cesio, lantanio e ittrio). Il giacimento principale si trova a Bayan Obo, nella Mongolia Interna, che produce l'83% del totale, mentre giacimenti più piccoli si trovano nelle Province di Shandong (8 %) e Sichuan (3 %). Un 3 % viene estratto nella Cina Meridionale da argille lateritiche.

Nel grandioso giacimento di Bayan Obo, nel deserto del Gobbi in Mongolia , lo sfruttamento a larga scala inizia nel 1985, con sostanziosi investimenti ordinati dal premier Deng Xiaoping. Nascono così una enorme area industriale e il Centro di Ricerche di Baotou, oggi una città di 2.5 milioni di abitanti (ne aveva 50 mila alla fine degli anni '50) , forte di migliaia di tecnici e scienziati e con la più grande miniera a cielo aperto del mondo. La miniera è estesa per ben 48 km² , lunga 18 km ed profonda circa 1.000 m. Un enorme imbuto, che nelle foto satellitari della Nasa del 2012 appare come un grande cratere nero in mezzo al caos degli accampamenti e delle abitazioni dei minatori.

La Cina evidentemente non diffonde volentieri i suoi dati minerari e le informazioni in web sono quasi sempre limitate e ridotte.



Area mineraria do Bayan Obo in Cina

Nel distretto di Bayan Obo, tra Bautou e il Fiume giallo, interi villaggi sono stati evacuati e reinsediati altrove dopo segnalazioni di alti tassi di tumori e di altri problemi di salute associati alle raffinerie locali. In un solo anno le Aziende di Baotou versano milioni di m³ di acque reflue pompate in dighe di decantazione in un bacino artificiale di ben 4 km², distesa infinita di fango grigio viscoso con sostanze chimiche tossiche e scorie minerarie radiattive da 3 a 10 volte superiore alla norma, a 12 km dal centro città. Pare che il governo cinese abbia speso 350-400 milioni di \$ per estrarre la maggior quantità di acqua possibile di acque sotterranee inquinate e pompare nel suolo enormi quantità di acqua pulita per diluire i residui prima che raggiungano il Fiume Giallo. Il Fiume Giallo, che finisce nel mare Bohai, è talmente inquinato che un terzo di esso è classificato inutilizzabile. Una inchiesta del 2007 condotta su un percorso di 13.400 km di fiume ha rivelato che vi sono stati scaricati 4.290 milioni di tonn di rifiuti e scarichi industriali. Attorno alla miniera il territorio è desolatamente arido, inutilizzabile, pericoloso per gli animali e per l'uomo.



Distretto di Bayan Obo. Attività di produzione di Terre Rare

E gli Stati Uniti e gli Altri paesi alleati cosa stanno facendo ? Si stanno amaramente leccando le ferite per aver lasciato la supremazia alla Cina. Alla Cina hanno lasciato il lavoro sporco dell'estrazione e della lavorazione, pensando poi di acquisire i prodotti finiti. Ma la Cina è abilissima a mercanteggiare e spesso silenziosamente ha minacciato di chiudere i rubinetti. Anzi si sta accaparrando altre disponibilità in giro per il mondo. In Africa ha ottenuto concessioni minerarie in Congo e in Kenya.

Naturalmente tutti gli Stati sono in agitazione e corrono come in un formicaio alla ricerca di giacimenti. Recentemente in Svezia , nella regione di Kiruna, pare che sia stato scoperto il più grande deposito europeo, che secondo gli esperti potrebbe dare un milione di tonnellate di metalli , tra cui le R.E. , importantissimi per l'industria che ruota attorno alla transizione ecologica. Ma non si dimentichi che per arrivare a disporre del metallo puro occorrono almeno 10 anni dall'inizio del programma minerario. Il materiale rimane per ora sotto i piedi.



Zona mineraria di Bayan Obo. Scarichi di fango di lavaggio e scavi minerari

Gli Stati Uniti sono al secondo posto come produttori di Terre Rare, dopo la Cina, con circa 38 mila tonnellate nel 2020. Altri importanti produttori sono il Myanmar con 30.000 tonn nel 2020, l'Australia con 17.000, il Madagascar con 8.000, l'India con 3.000, la Russia con 2.700. la Thailandia con 2.000, il Vietnam e il Brasile con 1.000, e il Burundi con 500.

Le riserve mondiali sono stimate con questa ripartizione : Cina 37% , Vietnam 19%, Brasile 18%, Russia 10%, India 6%, Australia 3,5%, Groenlandia 1,3%, USA 1,3%, Tanzania 0,8%, Sud Africa 0,7%, Canada 0,7%, altri paesi 3%.



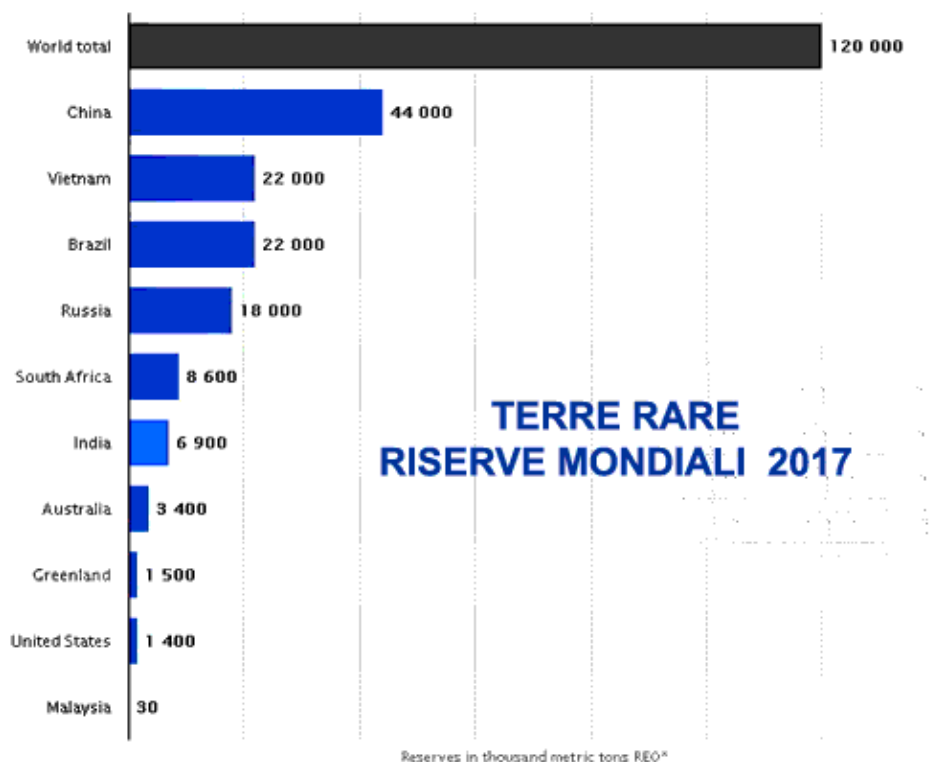
Zona industriale in Cina

La lotta di potere economico tra Cina e USA si è spostato recentemente sulla Groenlandia , luogo con il sottosuolo più ricco di terre rare del mondo e ambitissimo dalle due superpotenze mondiali. Per ora i programmi di estrazione sono fermi per l'opposizione del governo locale.

E l'Italia ? L'Italia sta a guardare. Non ha niente. Deve solo comperare e sperare che ci siano forniture dall'estero. A spanne l'italia importa ogni anno circa 800 tonnellate di Terre Rare, ma se consideriamo tutti i prodotti acquistati finiti (dalle auto elettriche ai computers, ai telefonini, alle tv, ecc.) a questo numero bisogna aggiungere altre 8.000 tonnellate , per un totale di 8.800 tonn/anno.

La questione delle terre rare rappresenta uno dei nodi più controversi della transizione ecologica, poiché questi materiali, pur essendo indispensabili, creano un vero e proprio paradosso: si inquina per l'estrazione di prodotti che sono poco inquinanti .

Per diminuire la dipendenza dalle Terre Rare ci sarebbe il riciclo , soluzione ampiamente caldeggiata a livello mondiale , che però non risolverebbe immediatamente il problema , dato che per il momento solo l'1% delle RE viene riciclato.



Oggi vengono studiate dalle università e dai gruppi industriali varie alternative di estrazione che permettano di operare senza rischi, ma che per ora non sono in grado di sostituire la tecnologia attuale. La soluzione oggi ritenuta più valida è quella del riciclo : riutilizzare le terre rare presenti nella enorme quantità di dispositivi elettronici dismessi. Riciclando i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche , elementi come le Terre Rare possono essere gestiti correttamente, riciclati e immessi in nuovi cicli produttivi, senza la necessità di nuove estrazioni dal sottosuolo. Una priorità da perseguire con impegno perché, come emerge dai dati dell'Agenzia Internazionale per l'Energia, entro il 2035 la domanda globale di Terre Rare raggiungerà le 450.000 tonn/anno,

rispetto alle circa 200.000 conteggiate per il 2021 : controllarne l'estrazione e modularne la richiesta sarà basilare per il futuro di tutte le economie green.



Discariche di rifiuti elettronici

La Alleanza Europea per le Materie Prime, di recente costituzione, mira proprio a questo scopo: implementare un'azione concreta che identifichi barriere, opportunità e investimenti in tutta la filiera e intervenga sulla sostenibilità e sull'impatto globale.



Recupero di apparecchiatura elettronica dismessa

Per procedere in modo coerente verso la transizione ecologica è di fondamentale importanza elaborare nuove soluzioni di estrazione e lavorazione dei metalli tecnologici rari e ridurre la domanda.

Attualmente il recupero dei materiali preziosi impiegati, per esempio, nella produzione dei telefonini cellulari, consentirebbe di raccogliere Terre Rare per un valore di mercato di 150 milioni di euro. Oggi invece il numero di apparecchi riciclati è di solo mezzo milione di pezzi, contro i 35 milioni di dispositivi venduti nel 2011, per un recupero di soli 2 milioni di eu. Senza contare che nella batteria di un'auto ibrida ci sono circa 10 kg di lantanio, mentre il magnete di una grande turbina eolica può contenere 260 kg di Neodimio, e la marmitta catalitica di un'auto contiene Cerio e Lantanio.

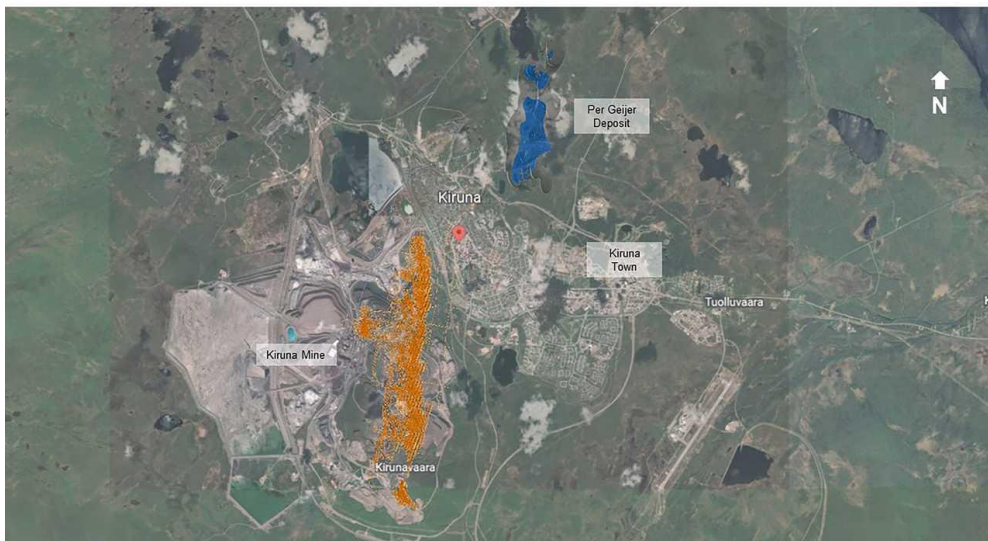
Considerata la situazione generale nella produzione mineraria delle Terre Rare, per calmierare le supremazia della Cina che con il suo monopolio spregiudicato condiziona l'intero mercato mondiale, il recupero dei preziosi minerali dai rifiuti delle apparecchiature elettroniche dismesse appare la via più ragionevolmente percorribile, data anche l'enorme quantità dei materiali che potrebbe essere a disposizione. I gruppi industriali e gli studiosi stanno anche valutando altre modalità di lavorazione dei materiali di miniera, che consentano di limitare al massimo gli effetti inquinanti ben noti.



Recupero di rifiuti elettronici



Miniera di Terre Rare a Mountain Pass in California



Giacimento di recente scoperta in Svezia

