

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE POLITICHE, GIURIDICHE E
STUDI INTERNAZIONALI

Corso di laurea *Triennale* in
Scienze Politiche,
Relazioni Internazionali,
Diritti Umani



LE CONTROINDICAZIONI DELLA TRANSIZIONE GREEN:
IL CASO DELLE AUTO ELETTRICHE

Relatore: Prof. MARIO POMINI

Laureanda: ANNA CASTELLAN
matricola N. 2003613

A.A. 2022/2023

A chi non ha scelta

INDICE

Introduzione.....	3
-------------------	---

Capitolo 1 – Sviluppi e pregi delle auto a batteria

1. Breve storia delle auto elettriche	5
1.1 Caratteristiche delle auto elettriche: batteria, ricarica, accessibilità.....	7
1.2 Perché prediligere l'elettrico? Esigenze di sostenibilità ambientale e politiche attuali.....	13
1.3 Obiettivi di sostenibilità e principali normative in vigore	20
1.4 Il mercato dell'auto elettrica	24

Capitolo 2 - Problematiche

2. Criticità nella produzione delle auto elettriche	27
2.1 Materie prime critiche: una problematica presente e futura dal punto di vista ambientale e della violazione dei Diritti Umani	34
2.2 La ricarica elettrica: difficoltà attuali	41
2.3 Il riciclo e lo smaltimento delle batterie a celle di litio	43

Capitolo 3 - Il caso specifico

3. Lo sfruttamento minerario e lavorativo in Repubblica Democratica del Congo	45
3.1 Le violazioni normative nella fattispecie concreta.....	50
3.2 Il ruolo della cooperazione internazionale allo sviluppo.....	54
3.3 Le prime batterie <i>cobalt-free</i> , tra ricerca e progetti innovativi	57

Bibliografia - Sitografia61

Introduzione

La ricerca dei metodi per raggiungere la sostenibilità ambientale è ad oggi uno dei principali obiettivi dell'Unione Europea, così come del mondo intero. Le preoccupazioni riguardo il cambiamento climatico e le sue importanti conseguenze a livello globale (aumento delle migrazioni, perdita di biodiversità, rischi per la salute etc.) sono effettive e consolidate.

Questa tesi ambisce a evidenziare come una scelta definita sostenibile spesso non lo sia del tutto, prendendo come esempio le auto elettriche: considerate anche dall'opinione pubblica come "il futuro" nel settore dei trasporti, esse celano ancora oggi delle insidie. Il testo non mira a minimizzare le preoccupazioni riguardo alle auto a combustione e i loro effetti sull'inquinamento atmosferico, reali e preoccupanti, quanto a dare una visione più ampia del problema. La questione della sostenibilità, infatti, dovrebbe essere considerata in tutte le fasi della vita delle auto (non solo trattando dell'uso su strada) e includendo, oltre all'accezione ambientale, anche i fattori sociali e individuali.

Il metodo utilizzato per la redazione del testo è di tipo compilativo: si rifà a ricerche tecnico-scientifiche, fonti internazionali e di diritto.

Dopo aver illustrato i motivi per i quali un cambiamento sia in ogni caso necessario nel settore delle autovetture, illustrando perché prediligere l'elettrico sia una scelta apprezzabile, il secondo capitolo aspira a completare un quadro complesso che spesso non viene valutato. Verranno quindi esplicate le problematiche attuali relative alla produzione delle auto elettriche a livello globale: l'estrazione mineraria di litio e cobalto, l'inquinamento in sede di produzione delle batterie elettriche, lo smaltimento di queste ultime. Il terzo capitolo verterà sull'analisi di un caso specifico: lo sfruttamento minerario e lavorativo in Repubblica Democratica del Congo.

L'Unione Europea e gli Stati Nazionali in genere non possono chiudere gli occhi di fronte a queste ingiustizie, e promuovere azioni politiche senza soppesare tutte queste fattispecie.

Un cambiamento ambientale effettivo e da ritenersi sinceramente sostenibile è quindi necessario: uno sguardo inclusivo e olistico, tuttavia, è allo stesso modo essenziale.

Capitolo 1 – Sviluppi e pregi delle auto a batteria

1. Breve storia delle auto elettriche

Con l'avvento della Seconda Rivoluzione Industriale anche la quotidianità ha iniziato a mutare: da una parte i settori petrol-chimico ed elettrico ebbero dei grandi successi, dall'altra anche gli stessi centri urbani, teatri delle grandi innovazioni dell'epoca, vennero ristrutturati. La città, tra l'abbattimento di edifici fatiscenti e il ripristino del sistema fognario, iniziò a divenire effettivamente tale e assomigliare a quella, un po' più caotica, che conosciamo oggi. Le strade si fecero più ramificate, accompagnando una modifica della società, del modo di vivere della popolazione e della nuova classe operaia. Fu proprio Henry Ford, all'inizio del '900, ad ottenere un grande successo grazie alla catena di montaggio: affinché il lavoro degli operai venisse ottimizzato e reso più efficiente, i complessi processi di costruzione furono divisi in singole mansioni e in semplici step ripetitivi, facendo sì che il singolo si specializzasse in solo uno di essi. Il metodo, successivamente aspramente criticato da Karl Marx con la teoria dell'alienazione, era stato applicato proprio alle auto già dal 1902, da parte della fabbrica *Oldsmobile* di Ransom Olds, in Michigan. È tuttavia a Ford che dobbiamo la produzione in scala dell'auto a combustione interna, ideata da Karl Benz nel 1885.

Le auto elettriche, a differenza di quanto si potrebbe pensare, sono state inventate precedentemente.

I primi modelli a trazione elettrica risalgono alla fine degli anni '30 dell'Ottocento: erano basati su un accumulatore elettrico costituito da una combinazione di elettrodi di piombo e acido solforico. Fu poi Franz Kavogl a presentare il primo veicolo elettrico all'Esposizione Universale di Parigi del 1867. Le compagnie di produzione più famose, tra cui la *Woods Motor Vehicle* di Chicago e la *Baker Motor Vehicle* di Cleveland, videro il loro declino all'inizio del 1900, per poi scomparire definitivamente dal mercato negli anni Trenta.



Figura 1: Thomas Edison, inventore della lampadina ad incandescenza e della prima centrale elettrica (a sinistra), e l'auto equipaggiata con la sua batteria

La scoperta di nuovi giacimenti petroliferi e i costi di produzione elevati furono solo alcuni dei motivi per i quali le auto elettriche non riuscirono a superare la competizione data dalle auto a combustione interna e alimentate a benzina. Le altre importanti ragioni sono le stesse che ad oggi preoccupano gli ipotetici acquirenti: potenza minore; autonomia limitata; tempo di ricarica; accessibilità energetica nelle aree periferiche. Anche le auto a combustione interna tuttavia hanno delle criticità: da una parte le emissioni di anidride carbonica e in generale di gas serra sono maggiori, e alimentano un processo di degradazione ambientale e climatico attualmente quasi irreversibile; dall'altra la dipendenza dal rifornimento di petrolio da parte di altri Stati è da sempre un punto cruciale quanto delicato.

Alla fine degli anni Settanta le auto elettriche vennero riproposte sul mercato e incoraggiate anche politicamente. Con la crisi energetica e petrolifera del 1973, dovuta ad un effetto catena alimentato dalla guerra del Kippur tra Egitto-Siria e Israele, e le misure di embargo e di aumento dei prezzi da parte dei paesi arabi dell'OPEC, i combustibili erano infatti meno reperibili. La fase di "austerità" economica che ne derivò fu devastante, e costrinse i governi coinvolti, tra cui quello italiano, ad emanare diverse disposizioni per limitare i consumi energetici. Assestata la crisi, il mercato delle auto elettriche ri-scompare negli anni '90: i limiti visti precedentemente (potenza, portata, ricarica), dovuti principalmente alle batterie al piombo non furono implementati, mentre l'elevato prezzo di acquisto, il timore di rischi operativi (non verificati) e l'incertezza di mercato

resero il declino elettrico inevitabile. La ricerca continuò negli anni successivi, coerentemente con l'urgenza climatica e ambientale, e ad oggi le batterie utilizzate nei veicoli elettrici sono prettamente quelle agli ioni di litio, che garantiscono più potenza e efficienza, anche se un costo elevato dal punto di vista monetario e dei diritti umani.

Ad oggi l'auto è considerata un bene essenziale: sinonimo di libertà, permette di raggiungere qualsiasi luogo con facilità e flessibilità, risparmiando tempo, a discapito tuttavia dell'ambiente e degli individui fragili nella strada. La caoticità delle città, l'aumento degli incidenti stradali e il peggioramento della qualità dell'aria ci portano a riflettere su una nuova educazione stradale, in cui i veicoli vengono condivisi, e l'efficienza dei mezzi pubblici è vista come area di intervento primaria.

1.1 Caratteristiche delle auto elettriche: batteria, ricarica, accessibilità

I veicoli si differenziano per diversi aspetti, che ne determinano la performance, i costi e la manutenzione. In particolare possiamo suddividere le auto in quattro categorie principali, basate sul loro grado di ibridazione: *ICEV*, *HEV*, *PHEV*, *BEV*.

Le auto ad esclusiva combustione interna (*ICEV*) sono le "auto tradizionali" che utilizzano i derivati del petrolio, solitamente benzina o gasolio, come alimentazione. Sono responsabili di grandi emissioni di gas serra, in particolare CO_2 , sia in fase di produzione che di utilizzo. Il grado di ibridazione è rappresentato dallo 0%.

Le *Hybrid Electric Vehicles* sono caratterizzate da un motore a combustione interno, che funge da fonte principale di energia, e da un motore elettrico, che recupera l'energia cinetica (normalmente sprecata) durante la decelerazione e l'azionamento dei freni, riducendo il consumo di carburante e stabilizzando la velocità. Gli accumulatori utilizzati sono solitamente batterie NiMH (nichel-metallo idruro) o al Litio. In commercio le *HEV* si dividono ulteriormente in "*Series HEVs*" e "*Parallel HEVs*". Solitamente il grado di ibridazione è definito

come “*mild-hybrid*” (GI = 20% circa), quando il motore elettrico funge prettamente da supporto a quello a combustione, o “*full-hybrid*” (GI = 30-50% circa), quando il motore elettrico permette una certa autonomia: in quest’ultimo caso la batteria deve raggiungere una potenza maggiore e una tensione di almeno 400 Volt.

Le *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* utilizzano in primo luogo il motore elettrico, di potenza maggiore rispetto alle *HEV*, assistito da quello a combustione quando la batteria si scarica. Il veicolo può essere ricaricato tramite la corrente domestica o le specifiche colonnine di ricarica, e i costi di manutenzione/utilizzo sono generalmente più bassi. Il grado di ibridazione, in questo caso, supera il 50%.

Le *Battery Electric Vehicles (BEVs)* sono invece le vere e proprie auto elettriche, “pure”, che si servono esclusivamente del motore elettrico, alimentato dall’energia immagazzinata in batterie di grandi dimensioni. Il grado di ibridazione corrisponde al 100%.

La ricarica elettrica riguarda quindi le auto *BEV* e *Plug-in*: sono proprio queste, infatti, le protagoniste della rivoluzione elettrica e del progresso green nel campo dei trasporti. Il tempo di ricarica e l’autonomia dell’auto sono due dei problemi principali che, insieme ai costi di acquisto, preoccupano ad oggi i nuovi ipotetici acquirenti. Le migliorie in questo senso possono derivare sia dal progresso tecnico che da una maggior consapevolezza politica: sono proprio gli enti locali e nazionali, infatti, che devono preoccuparsi di soddisfare quella che tra qualche anno sarà una vera e propria necessità, abilitando nuovi punti e colonnine di ricarica, costruendo una rete proficua e a disposizione dei cittadini. Le problematiche specifiche appena accennate, insieme al rendiconto del fabbisogno di energia elettrica italiano, verranno esplicitati nel capitolo 2, mentre in questo paragrafo verranno trattati gli aspetti materiali e tecnici principali.

La Direttiva 2014/94/UE “Sulla realizzazione di un’infrastruttura per i combustibili alternativi” (DAFI) è il principale riferimento normativo, varato dal Parlamento e dal Consiglio Europeo e recepito nel 2016 dall’Italia, con il Decreto Legislativo del 16 dicembre, n.257.

La ricarica delle auto elettriche o *Plug-in* può avvenire principalmente:

- a) Su suolo pubblico: la colonnina di ricarica deve essere di libero accesso e presentare un sistema di controllo. Più precisamente si intende con punto di ricarica o di rifornimento accessibile al pubblico: «Un punto di ricarica o di rifornimento per la fornitura di combustibile alternativo (inclusa elettricità) che garantisce un accesso non discriminatorio a tutti gli utenti.»¹.

In Italia, su suolo pubblico sono registrati circa il 72% delle infrastrutture di ricarica.

- b) Su suolo privato, con cui si intendono “*wall-box*” e colonnine in residenza privata, nei posti di lavoro (riservati ai dipendenti), in supermercati o simili (riservati ai clienti), in sede condominiale.

Secondo questa modalità sono registrate il restante 28% delle infrastrutture di ricarica.

Entrambe le modalità ad oggi sono limitate, seppur raggiungano il livello medio europeo: la fase di consolidamento del PNire (il Piano Nazionale Infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica, emanato nel 2016), che avrebbe dovuto prevedere entro il 2020 una rete solida di infrastrutture di ricarica e un aumento considerevole di auto a batteria, è infatti in ritardo, e ancora in evoluzione.

I punti di ricarica tuttavia sono aumentati considerevolmente nell’ultimo biennio, e il trend si dimostra in crescita.

Secondo il report di *Motus-E*, alla fine del 2022 risultano installati 36.772 punti di ricarica; quest’ultimi sono aumentati del 41% rispetto alla stima dell’anno precedente (+10.748 nel 2022). Sempre basandoci sui dati della fine del 2022, si

¹ Motus-E report: “Le infrastrutture di ricarica a uso pubblico in Italia – dicembre 2022, pagina 5

prevedono quindi circa 5 auto elettriche per ogni stazione di ricarica: a dicembre infatti sono state stimate circa 170.000 auto elettriche circolanti, con un calo del 27% sulle immatricolazioni rispetto al 2021.

La disparità tra Nord e Sud è evidente, il 58% delle infrastrutture di ricarica è collocato al Nord, con picchi sopra la media nazionale in Lombardia, Piemonte, Veneto e Lazio, che contano più di 3000 infrastrutture per regione.

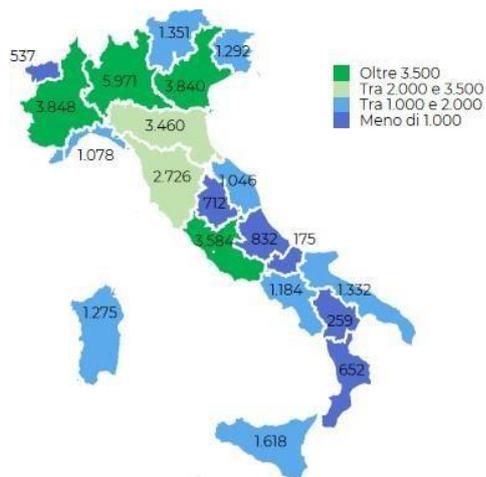


Figura 2: punti di ricarica per regione - Motus E report 2022

I punti di ricarica si differenziano per potenza standard (solitamente raggiungibile tramite corrente alternata o continua)

- A ricarica lenta si raggiungono i 7kW
- A ricarica accelerata si raggiungono tra i 7 e i 22 kW

e potenza elevata

- A ricarica veloce, tra i 22 e i 50 kW
- A ricarica ultraveloce (potenza superiore ai 50kW)



Figura 3: distribuzione dei punti di ricarica per potenza, in Italia - Motus E report 2022

Attualmente il mercato delle infrastrutture di ricarica prevede diversi concorrenti, tra cui i principali sono *Enel X*, *BeCharge*, *Hera* e *E-station*. Seguendo i dettami della direttiva 2014/94/UE, il principio alla base del servizio è lo sviluppo di un sistema concorrenziale con accesso aperto, in linea con i valori di cooperazione e non discriminazione.

Per quanto riguarda il sistema di accumulazione dell'energia nelle auto, le batterie al piombo sono state ormai superate a causa dei loro limiti tecnologici. Esse infatti comportavano prestazioni limitate, periodi di ricarica non concorrenziali, particolare attenzione nello smaltimento e il rischio di solfatazione². Anche le batterie al nichel-metallo idruro non hanno avuto grande successo: ad oggi il mercato prevede l'utilizzo quasi esclusivo delle celle agli ioni di litio. Seppur quest'ultime batterie necessitino di un monitoraggio accurato, le prestazioni vengono considerate ottimali: permettono infatti alta efficienza energetica, la possibilità di ricarica rapida, alto numero di cicli e potenza specifica elevata. I rischi e i dubbi legati ad esse sono invece: alti costi, facilità di degradazione (da cui la necessità di prevedere sistemi di gestione dell'energia all'avanguardia), e l'utilizzo di materiali critici come il cobalto, che funge da catodo della batteria.

Come verrà approfondito nel capitolo 2.1, i costi non sono solo monetari, ma fanno riferimento a gravi violazioni dei diritti umani: l'estrazione mineraria di

² La solfatazione è un processo chimico che prevede la formazione di cristalli di solfato sugli accumulatori della batteria, con conseguente aumento della resistenza elettrica interna.

litio e cobalto pesa sulle spalle di minori abbandonati a se stessi e lavoratori sfruttati, senza tutele per quanto riguarda dignità e salute.

Un deterrente fondamentale alla diffusione delle auto elettriche è il costo, derivante in particolare proprio dalla batteria: essa deve essere performante dal punto di vista dell'efficacia, ma anche per quanto riguarda peso, ingombro e resistenza ad alte temperature. I costi di gestione in realtà sono ovviamente minori rispetto ad un'auto a combustione interna: il risparmio per l'alimentazione è di circa il 40% e per i primi 5 anni si è esenti dal pagare il bollo, cui incidenza poi è comunque minore rispetto ad un'auto termica della stessa categoria.³ Secondo i dati di Enel X, le auto elettriche più vendute a fine 2022 risultano essere:

- *Dacia Spring* a partire da 21.450 €
- *Fiat 500e* a partire da 29.950 €
- *Peugeot e-208* a partire da 36.030 €
- *Renault Twingo Electric* a partire da 22.950 €
- *Renault Zoe* a partire da 33.400 €
- *Smart EQ fortwo* a partire da 25.210 €
- *Tesla Model 3* a partire da 58.470 €
- *Volkswagen ID.3* a partire da 40.150 €⁴

I prezzi non sono alla portata di tutti, anche se le più economiche possono comunque risultare, per chi ne avesse la possibilità, un buon compromesso. Gli incentivi statali, inoltre, possono dimostrarsi un importante ago della bilancia per acquisti consapevoli almeno dal punto di vista ambientale, come ci suggerisce l'esempio norvegese.

Avanzando di categoria, le più famose auto Tesla di lusso (*Roadstar, Model S e Model X*) raggiungono il prezzo di 100 mila dollari, e sono adatte anche a percorsi extra-urbani, al contrario delle previsioni.

³ In Piemonte e Lombardia l'esenzione al versamento del bollo riguarda tutta la vita del veicolo, e non solo i primi 5 anni.

⁴ EnelX.com FAQ: "Quanto costa un'auto elettrica?" – visitato in data 23.03.2023

1.2 Perché prediligere l'elettrico? Esigenze di sostenibilità ambientale e politiche attuali

Tra l'attivismo di giovani ambientalisti e catastrofi naturali sempre più preoccupanti, comprendere il concetto di "sviluppo sostenibile" è ad oggi un requisito fondamentale per capire la realtà. Il termine ha un'accezione ampia, e non riguarda solo la salvaguardia ambientale. Innanzitutto dobbiamo evidenziare la differenza tra crescita e sviluppo. La crescita concerne l'ambito prettamente economico, è una misura quantitativa e può essere stimata tramite il PIL: nasce dal principio di accumulazione e corrisponde all'incremento della ricchezza. Lo sviluppo, invece, prende in considerazione diversi fattori e variabili: il PIL è solo uno di questi, coadiuvato ad esempio dall'*Human Development Index*, dalla qualità della popolazione, dall'efficienza delle istituzioni, dalla tecnologia utilizzata. Si rifà ad una dimensione qualitativa, anche di tipo sociologico, e riguarda il benessere della popolazione. In particolare lo "sviluppo sostenibile" è stato quindi definito dalla Commissione Mondiale ONU per l'Ambiente e lo Sviluppo come: «Soddisfare le necessità delle attuali generazioni senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare le proprie»;

[...]Yet in the end, sustainable development is not a fixed state of harmony, but rather a process of change in which the exploitation of resources, the direction of investments, the orientation of technological development, and institutional change are made consistent with future as well as present needs. We do not pretend that the process is easy or straightforward. Painful choices have to be made. Thus, in the final analysis, sustainable development must rest on political will.⁵

A partire dallo stanziamento delle popolazioni nomadi antiche, fino all'avvento dell'era capitalistica, l'uomo si è allontanato dall'armonia con la natura che l'aveva contraddistinto. Ad oggi, come sottolineato anche dal *Brundtland Report*, la volontà politica e delle istituzioni è fondamentale: in questo ambito l'Unione

⁵ Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future - Brundtland Report (1987) – pagina 17: "Alla fine, lo sviluppo sostenibile non è uno stato fisso di armonia, ma piuttosto un processo di cambiamento in cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e il cambiamento istituzionale sono resi coerenti con il futuro e con bisogni presenti. Non pretendiamo che il processo sia facile o lineare. Bisogna fare scelte dolorose. Pertanto, in ultima analisi, lo sviluppo sostenibile deve basarsi sulla volontà politica."

Europea ricerca, a partire dalla fine degli anni '80, di essere una guida verso la consapevolezza che il futuro, per come lo viviamo oggi, sarebbe insostenibile. In linea con l'osservazione che il cambiamento climatico sta producendo danni devastanti per l'ecosistema, costringendo a migrazioni forzate, periodi di siccità, inondazioni e un numero di sfollati sempre in aumento, anche la tecnologia cerca di evolversi.

Le auto elettriche rispondono a due principali problematiche causate dall'utilizzo pressoché illimitato delle auto a combustione (benzina e diesel).

Il primo luogo, le auto elettriche rispondono ad un'esigenza ambientale e climatica urgente. Durante il loro utilizzo, esse producono una quantità di gas serra ed altre emissioni inquinanti di gran lunga inferiore rispetto alle auto a combustione. Nel luogo di produzione delle batterie le emissioni sono comunque alte, ma le strutture si trovano in agglomerati urbani piuttosto isolati. L'inquinamento dovuto ai processi di estrazione mineraria o l'eutrofizzazione delle acque dolci⁶ in sede di produzione e dismissione delle batterie rimangono invece delle problematiche rilevanti, così come la produzione stessa di energia elettrica. In quest'ultimo caso ci sono vari fattori da prendere in considerazione: autonomia energetica del Paese e fonti utilizzate in primis. La produzione di energia può derivare infatti da fonti rinnovabili (solare ed eolica principalmente), o da fonti non rinnovabili, come dalla combustione di carbone, olio, gas naturale e biomasse.

In secondo luogo, l'alimentazione elettrica allenta la dipendenza dal petrolio extra-UE che pesa sull'Italia e altri Stati, particolarmente gravosa dopo gli avvenimenti degli ultimi anni e la fragile situazione geo-politica.

Nel quadro del *Green Deal* Europeo, presentato l'11 dicembre 2019 da parte della Commissione Europea, uno degli obiettivi da raggiungere entro il 2050 sarebbe

⁶ "L'eutrofizzazione è un processo degenerativo delle acque indotto da eccessivi apporti di sostanze ad effetto fertilizzante (azoto, fosforo ed altre sostanze fitostimolanti) trasportate a mare dai fiumi e dagli insediamenti costieri." – definizione di Arpae.it (Agenzia Prevenzione Ambiente Energia Emilia Romagna)

quello di ridurre le emissioni di gas serra del settore dei trasporti del 90% rispetto ai livelli del 1990: secondo le previsioni riportate nel sito del Parlamento Europeo, attualmente le emissioni potrebbero essere ridotte solo del 22% entro la data limite.⁷ Il 60.6% delle emissioni di CO₂ totali registrate in UE nel 2019 deriva dal trasporto su strada: un altro dato preoccupante, che si connette all'esigenza di un'educazione ai trasporti e alla maggiore diffusione di servizi di car-sharing, è che in Europa in media un'auto trasporta solo 1-2 passeggeri.⁸

Stimare esattamente il numero totale di emissioni di CO₂ derivanti dall'utilizzo dei trasporti su strada non è semplice: una delle agenzie del Ministero dei Trasporti del Regno Unito, tuttavia, prevede un database di informazioni relativo alle auto vendute in UK. Tramite il sito della "Vehicle Certification Agency", ripreso direttamente da www.gov.uk, è possibile inserire i dati dell'auto usata o nuova che si vuole acquistare, e determinarne le emissioni.⁹

Tramite queste informazioni il professore e autore Romeo Danielis¹⁰ ha elaborato una comparazione in termini di emissioni tra auto con diverso tipo di alimentazione. I dati, derivanti dall'articolo: "Le emissioni di CO₂ delle auto elettriche e delle auto con motore a combustione interna. Un confronto per l'Italia tramite l'analisi del ciclo di vita" (2016) vengono qui riportati.

Tipologia	N° di auto per presenti nel database	Emissioni di CO ₂ medie (g/km)	Emissioni di CO ₂ minime (g/km)	Emissioni di CO ₂ massime (g/km)
Petrol Electric	8	158	139	199
Petrol	2095	151	84	380
Diesel	2275	124	79	261
Diesel Electric	11	110	94	164
Petrol Hybrid	71	107	70	168
Electricity/Diesel	4	48	48	48

⁷ "Emissioni di CO₂ delle auto: i numeri e i dati" – sito del Parlamento Europeo (europarl.europa.eu), visitato in data 25.03.2023

⁸ "Emissioni di CO₂ delle auto: i numeri e i dati" – sito del Parlamento Europeo (europarl.europa.eu), visitato in data 25.03.2023

⁹ [Select a search : Directgov - Car fuel data, CO2 and vehicle tax tools \(vehicle-certification-agency.gov.uk\)](http://www.gov.uk) – visitato in data 25.03.2023

¹⁰ Professore di Economia regionale, Economia e politica industriale, Microeconomia applicata ed Economia dei trasporti nel Dipartimento di Scienze economiche, aziendali, matematiche e statistiche dell'Università di Trieste; autore di "I trasporti e l'ambiente. Aspetti di economia e politica dei trasporti" (Giappichelli, 1996)

Electricity/Petrol	27	51	13	84
Electricity	19	0	0	0
Totale	4510			

Tabella 1: “Valori medi delle emissioni di CO₂ delle automobili del database per tipologia di alimentazione” – elaborazione del professor Romeo Danielis dei dati VCA (2016). I dati sono stati elaborati presumibilmente tramite il test NEDC (New Europea Driving Cycle) e potrebbero essere dunque sottostimati.

I dati presentano diversi range di emissioni per la stessa categoria: notiamo come le auto a benzina e a benzina/energia elettrica siano le più inquinanti in questi termini, e che le auto elettriche pure non producano CO₂ in corso di utilizzo. Come dimostrato dallo stesso professore prendendo in considerazione le auto più vendute in Italia nel periodo tra gennaio e settembre 2016, le emissioni medie sono generalmente più basse: questa stima è dovuta al fatto che gli italiani acquistano per lo più auto di cilindrata medio-piccola. È inoltre semplice desumere che ad oggi le emissioni siano minori rispetto a quelle stimate nel 2016: le case automobilistiche, in linea con le politiche e le attenzioni dei consumatori, hanno infatti investito molto nello sviluppo di sistemi e tecnologie più ecologiche.

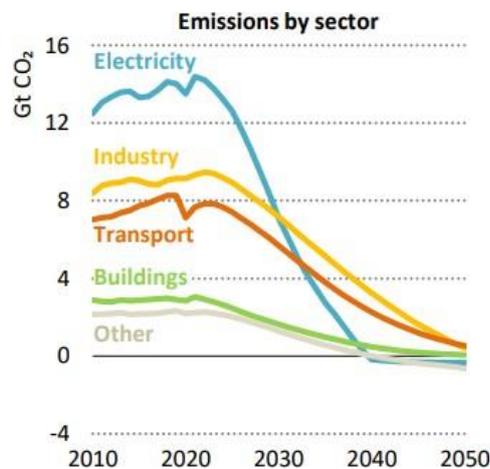
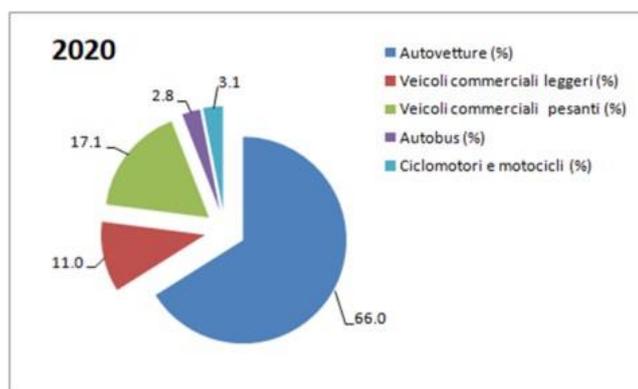
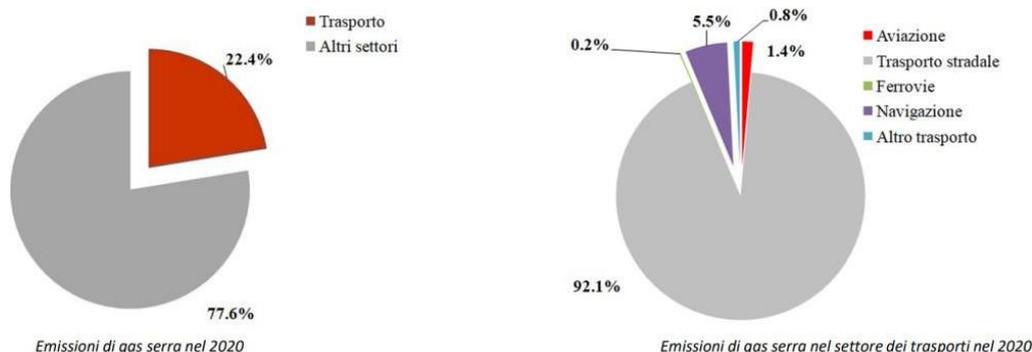


Figura 4: emissioni di CO₂ per settore secondo le stime della normativa “Net Zero Emissions by 2050”; fonte. World Energy Outlook 2022, International Energy Agency

Per quanto riguarda le emissioni antropiche di gas serra in generis, responsabili dell’assottigliamento dello strato dell’ozono e del peggioramento del livello della

qualità dell'aria, il settore dei trasporti contribuisce per il 22.4% rispetto alle emissioni totali su base nazionale: il trasporto su strada, e in particolare delle autovetture, è il maggior responsabile di questa quota.¹¹



Emissioni dei gas serra per tipologia di veicolo – anno 2020

Figura 5 - 6 - 7: Il contributo dei trasporti alle emissioni di gas serra; dati e elaborazioni di Antonella Bernetti e Marco Cordella per ISPRA.

Importante sottolineare come gli effetti dovuti all'incremento dei gas serra causino, oltre alla modifica degli habitat naturali, l'aumento del rischio di malattie polmonari e della pelle (legate all'esposizione maggiore ai raggi UV).

I disastri petroliferi che si sono susseguiti nella storia evidenziano ancora una volta come le azioni dell'uomo siano delle condanne per molti ecosistemi: milioni di tonnellate riversate negli oceani hanno già danneggiato irrimediabilmente la flora e la fauna locale.

¹¹ "Le emissioni nazionali di gas serra Settore Traporti – 2020": elaborazione dei dati di Antonella Bernetti e Marco Cordella; ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)

Come accennato, questa problematica non è l'unica dibattuta: anche la dipendenza politica dagli Stati che detengono la maggior parte dei giacimenti petroliferi ha messo in crisi i governi europei, soprattutto a seguito dello scoppio della guerra in Ucraina. Prediligere l'elettrico da fonti rinnovabili ed etiche significa quindi scegliere consapevolmente per il futuro del pianeta, ma anche rispettare e salvaguardare quei valori democratici che ad oggi sono in pericolo. Basti pensare come alcune aree di produzione petrolifera siano teatri di conflitti e guerre, con conseguente rischio, tra l'altro, di prezzi volatili e imprevedibili.

Attualmente le riserve di petrolio greggio nel mondo sono così distribuite:

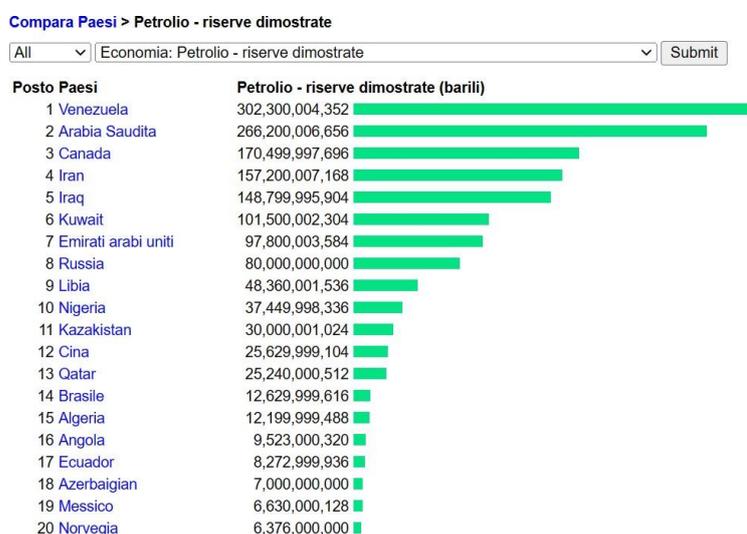
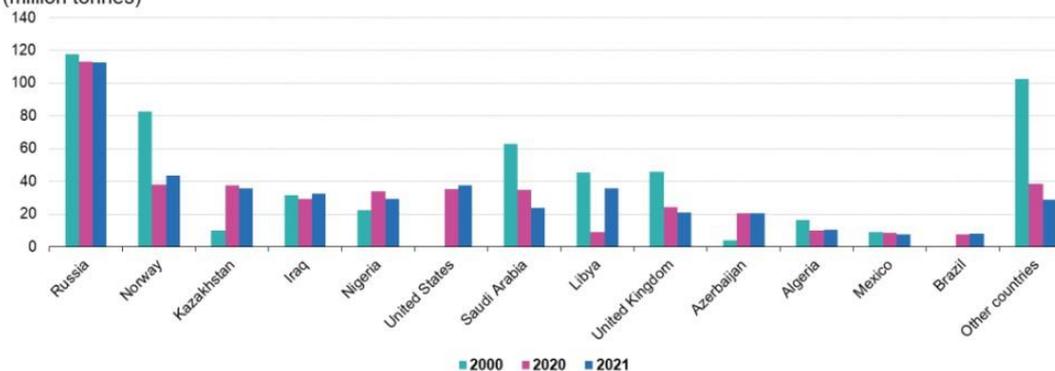


Figura 8: primi 20 Paesi del mondo per riserve dimostrate di petrolio greggio, in barili. Dati aggiornati al 2020 (fonte: www.indexmundi.com, visitato in data 26.02.2023)

Per quanto riguarda la dipendenza dell'Unione Europea dal petrolio greggio e dai suoi prodotti, la Federazione Russa, fino al 2021, è stato il Paese fornitore principale.

Crude oil imports by country of origin, EU, 2000, 2020 and 2021

(million tonnes)



Source: Eurostat (online data code nrq ti oil)

eurostat

Figura 10: importazioni di petrolio greggio per Paese di origine, UE, nel 2000, 2020 e 2021, in milioni di tonnellate. (fonte: Eurostat 2021)

Gli equilibri mondiali sono spesso fragili e dominati da una logica stato-centrica: negli ultimi anni diversi Paesi hanno subito una svolta autoritaria nella vita politica e sociale. Le relazioni commerciali spesso surclassano i diritti: seguendo la “legge” del profitto, i governi si macchiano ciecamente di complicità verso violazioni gravi della dignità umana. Le condanne morali all’attacco della Russia verso l’Ucraina sono state numerose, e l’UE si è attivata fin da subito per sanzionare la violazione della sovranità territoriale: il 5 dicembre 2022 è entrato in vigore il divieto di importazione di petrolio greggio russo; il 5 febbraio 2023 è stato poi previsto anche l’embargo dei prodotti petroliferi raffinati dell’aggressore.

Mentre i prezzi dei carburanti si assestano, rimanendo comunque alti per i consumatori, è difficile prevedere come si possano sostituire le risorse russe: basti pensare come 1/5 delle energie primarie consumate in UE siano importate dalla Federazione¹². Il rischio principale è l’aggiramento delle sanzioni: l’UE acquista prodotti petroliferi da Paesi che, in ogni caso, comprano il greggio dalla Russia. Lo spostamento delle trattative verso Medio Oriente e Asia non si dimostra quindi una strategia lungimirante e potrebbe, nel tempo, causare più danni che benefici.

Un altro motivo per prediligere l’elettrico, che si unisce ai costi ridotti di manutenzione, è la diminuzione dell’inquinamento acustico derivante dai

¹² Dati del 2021; International Energy Agency (World Energy Outlook 2022, pagina 35)

trasporti. Il miglioramento della vita in città sotto questo punto di vista è accompagnato dall'implementazione dei sistemi AVAS (*Acoustic Vehicle Alert Systems*), che garantiscono sicurezza per le persone ipovedenti e in generale i soggetti fragili della strada. Viene così prodotto un suono distintivo e riconoscibile dagli utenti, fedele alla *brand-identity*, e disattivabile dal conducente in generale sopra 20 km/h (a velocità più elevate il rumore prevalente dei veicoli elettrici rimane quello degli pneumatici sull'asfalto).

1.3 Obiettivi di sostenibilità e principali normative in vigore

Le radici normative che prevedono l'ammissione della responsabilità umana per quanto riguarda il cambiamento climatico e i suoi effetti possono essere ritrovate nel Protocollo di Kyoto, pubblicato l'11 dicembre 1997 ma entrato in vigore solo nel 2005, dopo la ratifica di Federazione Russa e Canada. La sola firma al trattato da parte degli Stati Uniti, tuttavia, denota come, sotto le apparenze, le visioni sulle modalità con cui affrontare la problematica ambientale e sul se e come il profitto possa essere messo in secondo piano siano ancora dibattuti. Altri aspetti problematici del Protocollo riguardano la definizione di obiettivi poco ambiziosi, la mancanza di sanzioni effettive, il deficit di lungimiranza nel valutare l'incremento di emissioni da parte di diversi paesi asiatici, in particolare della Cina. In generale questi stessi temi saranno esaminati anche nelle successive "Conference of Parties" (COP) tra i Paesi che hanno ratificato la Convenzione Quadro delle NU sui Cambiamenti Climatici: nel Summit di Copenaghen (2009) si prevede la volontà di limitare il riscaldamento climatico (incremento di massimo 2°C) e si opta per il trasferimento di tecnologie sostenibili verso i Paesi in via di sviluppo, senza tuttavia prevedere delle politiche comuni concrete e rendere l'Accordo vincolante; dopo la COP16 di Cancun (2010), inoltre, l'avvicinamento tra Cina e Stati Uniti, due super-potenze anche per quanto riguarda il settore automobilistico, diventerà sempre più problematico. L'accordo di Parigi (2015) punta sul progresso tecnico, sulla differenziazione e l'assistenza verso i Paesi in via di sviluppo, sulla promozione della capacità di adattamento,

e sulla mobilitazione di risorse verso le realtà più green. In linea con l'Accordo è importante menzionare la COP26 di Glasgow (2021), che prevede:

- l'accelerazione del processo di decarbonizzazione;
- l'eliminazione delle emissioni nette entro il 2050 (attuabile tramite la riduzione del 45% delle emissioni di CO₂ attuali),
- un aumento del monitoraggio degli impegni presi dai Paesi firmatari;
- un incremento al massimo di 1.5 gradi *Celsius* rispetto all'epoca pre-industriale;
- l'incoraggiamento delle alternative ai combustibili fossili
- la vendita esclusiva di veicoli nuovi a zero emissioni entro il 2040 (entro il 2035 nei mercati principali)

A coordinare e indirizzare gli Stati verso una visione più green ed etica vi sono i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile approvati dall'Assemblea Generale ONU il 25 settembre 2015: essi possono essere considerati una implementazione dei "Millennium Development Goals" adottati dalle NU nel 2000. Tracciando una guida per vari settori interconnessi, l'Agenda 2030 impegna tutti i 193 Stati membri.

In un'ottica intersezionale possiamo notare come diversi obiettivi possano essere applicati al settore dei veicoli elettrici:

- L'accesso indiscriminato a sistemi di energia «economici, affidabili, sostenibili e moderni» (obiettivo 7), attuabile tramite la decarbonizzazione e l'utilizzo energetico equo e razionale proveniente da fonti rinnovabili;
- «Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva ed un lavoro dignitoso per tutti» (obiettivo 8)
- «Costruire una infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione ed una industrializzazione equa, responsabile e sostenibile» (obiettivo 9): si rimanda al concetto di educazione alla mobilità, alla limitazione dell'utilizzo dei mezzi privati a favore di car e bike-sharing, all'ottimizzazione dei veicoli pubblici e agli incentivi per l'acquisto di auto a zero emissioni.

- «Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo» (obiettivo 12): a partire dalle nuove esigenze dei cittadini possono essere creati nuovi modelli di società, cui valori comprendano anche la sostenibilità ambientale, senza cadere nel cliché del “*greenwashing*”¹³. I modelli sostenibili di produzione prevedono dei requisiti non solo dal punto di vista economico e ambientale, ma anche di tutela della dignità umana, in tutte le fasi della filiera produttiva. Ad oggi, a causa dei delicati processi di estrazione mineraria coinvolti e assimilabili alle batterie, non si può quindi affermare che le auto elettriche siano completamente sostenibili.
- «Adottare misure urgenti per combattere il cambiamento climatico e le sue conseguenze» (obiettivo 13), scopo principale per il quale si sta disincentivando l’utilizzo e la vendita della auto a combustione.

A livello europeo, il *Green Deal* rappresenta l’accordo per il futuro sostenibile più ambizioso mai formulato; è stato presentato l’11 dicembre 2019 da parte della Commissione Europea. Riguarda diversi ambiti ed iniziative, cui l’obiettivo principale è:

Trasformare l'UE in una società giusta e prospera, dotata di un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall'uso delle risorse [...]; proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale dell'UE e proteggere la salute e il benessere dei cittadini dai rischi di natura ambientale e dalle relative conseguenze ¹⁴.

È stato criticato da una parte per essere troppo radicale (per alcuni Stati), dall’altra per non esserlo abbastanza (da parte di alcune ONG) e a lungo dibattuto anche dai portatori di interesse, quali le grandi compagnie petrolifere.

¹³ L’ecologismo “di facciata” che spesso le multinazionali utilizzano come strategia di marketing

¹⁴ Green Deal Europeo, p. 2 di 26: “Introduzione - trasformare una sfida pressante in un’opportunità unica”; comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni – Bruxelles 11.12.2019, COM(2019) 640 final

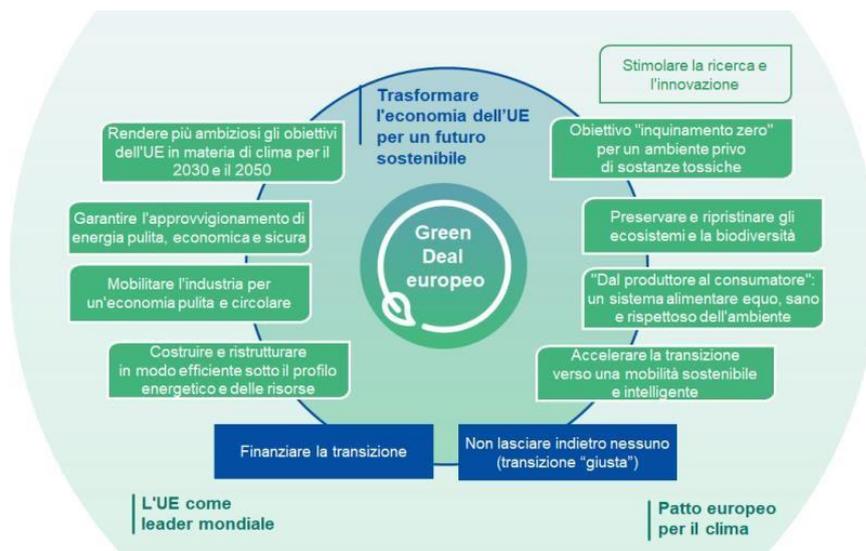


Figura 11: il Green Deal Europeo; comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni – Bruxelles 11.12.2019, COM(2019) 640 final – p.2

Il punto 2.1.5 del Patto è dedicato alla mobilità intelligente e sostenibile. Dopo aver evidenziato come $\frac{1}{4}$ delle emissioni di gas a effetto serra dell'UE siano attribuibili ai trasporti, la Commissione propone diverse misure per conseguire la neutralità climatica, riducendo cioè le emissioni prodotte da questo ambito del 90% entro il 2050. Secondo la direttiva: «Raggiungere la sostenibilità nei trasporti significa mettere gli utenti al primo posto e fornire loro alternative più economiche, accessibili, sane e pulite rispetto alle loro attuali abitudini in materia di mobilità.»¹⁵ Uno dei principi cardine alla base delle misure è che il costo dei trasporti dovrebbe essere commisurato all'impatto ambientale e sulla salute a loro correlato.

Per favorire la diffusione di fonti alternative e ridurre l'impatto dei combustibili fossili, entro il 2025 inoltre dovranno essere previste circa 1 milione di stazioni di ricarica adeguatamente distanziate, che garantiscano una ricarica accessibile anche per gli abitanti delle zone rurali.

Un altro documento che merita attenzione è la: “Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente: mettere i trasporti europei sulla buona strada per il

¹⁵ Green Deal Europeo, p.12 di 26: “2.1.5. Accelerare la transizione verso una mobilità sostenibile e intelligente”

futuro”, proposta dalla Commissione Europea il 9 dicembre 2020. La Strategia prevede l’interconnessione tra la mobilità e i diritti sociali: si accentua come il diritto ad una mobilità etica ed intelligente debba considerare anche le persone a mobilità ridotta, le persone con disabilità e quelle che vivono nelle zone rurali, dove il progresso non deve essere lasciato indietro. Il documento, in particolare, prevede 10 azioni “faro” da compiere per la realizzazione degli obiettivi stabiliti anche nel *Green Deal*. Significative, inoltre, due particolari frasi introduttive, che riconoscono il fallimento delle politiche precedenti ed evidenziano alcune delle problematiche più discusse: «La crescita del settore dei trasporti deve essere subordinata all'ecologizzazione della mobilità», e ancora: «Nel complesso dobbiamo modificare l'attuale mentalità fatta di piccoli cambiamenti in favore di una trasformazione radicale»¹⁶. Gli obiettivi prevedono come entro il 2035 nelle strade dell’UE circoleranno almeno 30 milioni di veicoli a impatto zero, mentre anche i trasporti ferroviari verranno implementati. In generale la volontà è quella di: rendere più rigorose le norme in materia di inquinamento; prevedere dei controlli tecnici durante tutto il ciclo di vita dei veicoli; moltiplicare le infrastrutture di ricarica; aumentare gli investimenti pubblici e privati per la produzione di energie rinnovabili locali; promuovere i collegamenti via treno; rendere più ecologico il trasporto merci; diffondere informazioni corrette per una scelta consapevole da parte dei cittadini; sostenere la ricerca e le autorità politiche locali.

1.4 Il mercato dell’auto elettrica

Considerate le conseguenze in termini di inquinamento delle auto a combustione e la volontà definita dalle normative/linee guida approfondite nel paragrafo precedente, il mercato dell’auto elettrica è destinato a crescere. I ritmi tuttavia vengono scanditi dalle autorità nazionali, e anche in Europa si osserva un *gap* tra Paesi del nord, che dispongono in generale di più fonti energetiche rinnovabili, e del sud. Il settore automobilistico è basato su una forte concorrenza, un debole

¹⁶ “Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente: mettere i trasporti europei sulla buona strada per il futuro” – COM(2020) 789 final ; “La nostra visione”, punto 6 e punto 9

rischio derivante dai beni sostituti, e un potere specificatamente forte esercitato dai consumatori, particolarmente sensibili al prezzo. La transazione ecologica tuttavia prevede, oltre a fattori di tipo materiale, anche una connotazione ideologica: chi effettivamente presta maggiore attenzione alla causa *green* non valuterà solo il prezzo, ma anche e soprattutto le conseguenze positive dal punto di vista ambientale che apporta l'utilizzo di un'auto elettrica.

Il podio dei competitors è dominato da Cina e Stati Uniti: Tesla (+40% di vendite di auto elettriche nel 2022 rispetto all'anno precedente), BYD (+184%) e SAIC (+23%). I tre produttori raggiungono da soli più del 40% del mercato mondiale delle auto elettriche. A livello europeo i gruppi maggiori sono invece le case automobilistiche tedesche Volkswagen (+26%) e BMW (+145%), che tuttavia non possono ancora competere in termine di vendite con i colossi sopracitati.¹⁷

Sempre su base europea, la Germania si attesta al secondo posto per immatricolazioni: nel 2022 sono state immatricolate 471.464 BEV e 362.068 PHEV, a fronte delle 50.000 BEV immatricolate in Italia.¹⁸ Anche in totale il divario tra i due Stati è notevole: in Italia a dicembre 2022 si contano circa 170.000 auto puramente elettriche circolanti, in Germania oltre un milione.

Secondo i dati UNRAE, in Italia e nel mese di febbraio 2023, delle 132.361 auto immatricolate 10.529 sono alimentate tramite l'elettrico (*BEV* e *plug-in*), il 7.9%; nello stesso mese dell'anno precedente la quota era del 7.7%.¹⁹

Il trend si dimostra quindi, seppur moderatamente, in crescita; le ibride elettriche (*HEV*), più economiche, riscuotono maggiore successo.

¹⁷ Le percentuali espresse tra parentesi si riferiscono all'aumento di vendite di auto elettriche nel 2022 rispetto al 2021, per casa automobilistica

¹⁸ "Struttura del mercato – Febbraio 2023"; UNRAE - Unione Nazionale Rappresentanti Autoveicoli Esteri <http://unrae.it/dati-statistici/immatricolazioni/6197/struttura-del-mercato-febbraio-2023>.

¹⁹ "Struttura del mercato – Febbraio 2023"; UNRAE

Per alimentazione	febbraio	
	2023	2022
Benzina	34.591	29.683
Diesel	25.363	24.986
Gpl	13.310	9.238
Metano	254	1.392
Ibride elettriche (HEV)	48.312	38.546
<i>benzina+elettrica</i>	41.861	34.493
<i>diesel+elettrica</i>	6.451	4.053
- "full" hybrid	12.991	9.700
- "mild" hybrid	35.321	28.846
Ibride elettriche plug-in (PHEV+REx)	5.615	5.493
<i>benzina+elettrica</i>	5.443	5.122
<i>diesel+elettrica</i>	172	371
Elettriche (BEV)	4.914	3.177
Totale ECV (BEV+PHEV+REx)	10.529	8.670
Idrogeno (FCEV)	2	0
Totale mercato	132.361	112.515

Tabella 2: "Struttura del mercato italiano dell'automobile - immatricolazioni, febbraio 2023" (fonte: dati UNRAE)

La Norvegia rimane capofila nel campo elettrico: nel Paese Scandinavo, infatti, 9 auto immatricolate su 10 prevedono l'alimentazione tramite ricarica (auto *BEV* o *PHEV*).²⁰ Le quote di mercato in crescita sono allineate rispetto all'attenzione sociale e politica verso il tema ambientale: Oslo, capitale verde europea 2019, si dimostra da sempre centro pulsante dell'innovazione green, senza dimenticare che anche gli incentivi e disincentivi statali, le campagne di sensibilizzazione e il primato della ricerca sono fattori importanti per il raggiungimento degli obiettivi previsti.

²⁰ "Le infrastrutture di ricarica a uso pubblico in Italia (Quarta edizione)". 2023. *Motus-E*. https://www.motus-e.org/studi_e_ricerche/le-infrastrutture-di-ricarica-a-uso-pubblico-in-italia-quarta-edizione/, pagina 30 del report

Capitolo 2 - Problematiche

2. Criticità nella produzione delle auto elettriche

Parlando di sostenibilità, come già accennato, l'attenzione dovrebbe essere posta su tutte le fasi del ciclo di vita dell'oggetto in questione: per quanto le auto a batteria siano decisamente meno inquinanti delle auto a combustione nell'utilizzo delle stesse, vi sono altre problematiche che andrebbero circoscritte per considerare i mezzi elettrici i veri protagonisti del futuro. Il metodo standard che analizza tutte queste fattispecie è il *"Life Cycle Assessment"*.



Figura 12: fasi principali del ciclo di vita delle auto

La fase di estrazione e lavorazione dei minerali/metalli verrà approfondita nel paragrafo seguente, mentre ora si analizzeranno le criticità relative alla produzione dell'energia elettrica, necessaria all'alimentazione delle auto BEV e *Plug-in*. Il mix energetico utilizzato è infatti rilevante ai fini delle emissioni totali prodotte, e varia da Stato a Stato, a seconda della sensibilità, delle risorse disponibili e delle politiche in atto.

Il dibattito tra rinnovabili e non è sempre stato attuale, ma le preoccupazioni degli Stati a riguardo sono incrementate con il tempo. Le distinzioni fondamentali tra le due fonti energetiche sono rappresentate dalla disponibilità, il tempo di rinnovo e l'impatto ambientale causato. Tra le rinnovabili sono annoverate l'energia solare, eolica, geotermica e idroelettrica: pressoché inesauribili, hanno un basso impatto ambientale in quanto ricavate direttamente da fonti naturali. La problematica

principale riguarda l'adattabilità del territorio e la valutazione di progetti innovativi ed efficienti per sfruttare al meglio le risorse disponibili. Le fonti non rinnovabili provocano invece un danno ambientale maggiore in tutto il loro ciclo di vita: i combustibili fossili (tra cui petrolio, carbone e gas metano) devono subire combustione per produrre energia, liberando in questo modo dannosi gas serra. Tra le energie non rinnovabili è inclusa anche l'energia nucleare, derivante dal processo di fissione e dalla raffinazione dell'uranio. Viene considerata un'energia a basse emissioni di carbonio rispetto ai combustibili fossili, e ad oggi rappresenta la fonte di ¼ dell'energia elettrica prodotta in Unione Europea. Osteggiata da alcuni esperti, innalzata ad energia del futuro secondo altri, il dibattito sul nucleare è più attuale e controverso che mai.

In linea con i valori ambientali promossi dalle auto elettriche, le energie rinnovabili dovrebbero essere ancora la prima scelta prevista: ad oggi tuttavia in Europa le maggiori fonti di energia elettrica sono ancora quelle non rinnovabili, con i combustibili fossili che ricoprono quasi il 42% della generazione elettrica netta.

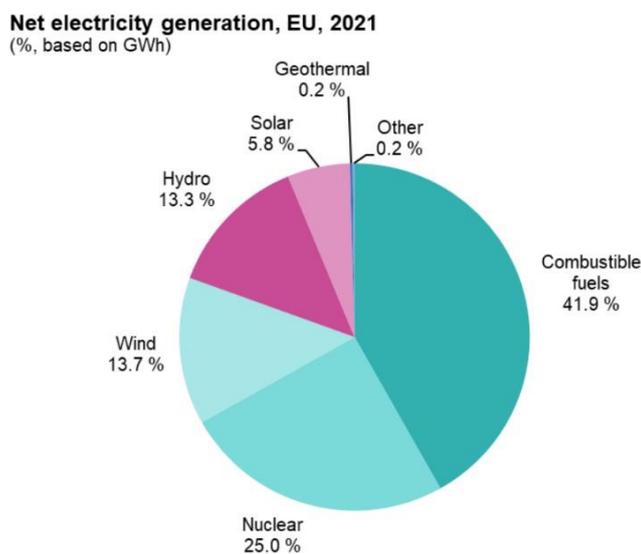


Figura 13: fonti di generazione di energia elettrica in UE; percentuali basate sull'unità kWh; dati Eurostat 2021
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview&action=statexp-seat&lang=it#Produzione_di_energia_elettrica

Nota positiva da evidenziare è come, negli anni, l'utilizzo dell'energia solare, eolica e idroelettrica sia incrementato, seppur lentamente. Sempre secondo i dati Eurostat, infatti:

The relative significance of renewable energy sources in relation to EU net electricity generation grew between 2011 and 2021 from 19.5 % to 33 %, while there was a relatively large decrease in the significance of combustible fuels from 51.8% to 41.9% and also a reduction in the share of electricity generated from nuclear power plants from 28. % to 25%. Among the renewable energy sources, the proportion of net electricity generated from solar and wind increased greatly: from 1.7% in 2011 to 5. % in 2021 for solar power and from 5.8% in 2011 to 13.7% in 2021 for wind turbines.²¹

Possiamo affermare tuttavia che in Europa siano presenti grandi differenziazioni in questo campo: esse rispecchiano anche il grado di diffusione e convenienza delle auto elettriche rispetto a quelle a combustibile. Negli Stati del nord (Svezia, Norvegia, Islanda) l'energia elettrica è generata principalmente dall'utilizzo delle rinnovabili; in Francia, Ungheria e Slovacchia l'energia nucleare rappresenta una grande spinta, seppur i dibattiti relativi alle scorie e ai pericoli delle centrali non siano del tutto risolti; Paesi Bassi, Grecia e Italia utilizzano principalmente il gas naturale, e altre Nazioni come Estonia, Polonia e Germania dipendono maggiormente dal carbone.

Analizzando in particolare il caso italiano, nel 2019 le fonti rinnovabili sono state utilizzate per generare il 19.4% dell'energia consumata (biomasse 10.2%, solare ed eolico 6.5%, idroelettrico 2.7%). Il gas naturale ha raggiunto il 41.8% e il

²¹ Eurostat Statistics Explained: Electricity production, consumption and market overview - [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity production, consumption and market overview#Electricity generation](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview#Electricity_generation) (consultato in data 08.05.2023); "Tra il 2011 e il 2021 l'importanza relativa alle fonti energetiche rinnovabili rispetto alla produzione netta di elettricità dell'UE è aumentata dal 19,5 % al 33 %, mentre si è registrata una diminuzione relativamente ampia dell'importanza dei combustibili fossili, dal 51,8 % al 41,9 %, e una riduzione della quota di elettricità generata dalle centrali nucleari, dal 28,5% al 25%. Tra le fonti energetiche rinnovabili, la percentuale di elettricità netta generata dal solare e dall'eolico è aumentata notevolmente: dall'1,7% nel 2011 al 5,8% nel 2021 per l'energia solare e dal 5,8% nel 2011 al 13,7% nel 2021 per le turbine eoliche"

petrolio il 34.4%.²² Anche a causa alle grandi importazioni annue di gas naturale (in particolare da Russia e Algeria), l'Italia nel 2020 è dichiarata il secondo stato al mondo per importazioni di energia elettrica (43,180 milioni di kWh)²³. Inaugurare nuovi sistemi di accumulo energetico non è semplice: tralasciando la questione dell'investimento monetario, in Italia i tempi di approvazione sono prolissi (dai 3 ai 5 anni): in particolare, la procedura di valutazione d'impatto ambientale (VIA, che considera rischi ambientali e per la salute della popolazione locale) è obbligatoria per gli impianti fotovoltaici con una potenza massima superiore ai 10 megawatt.

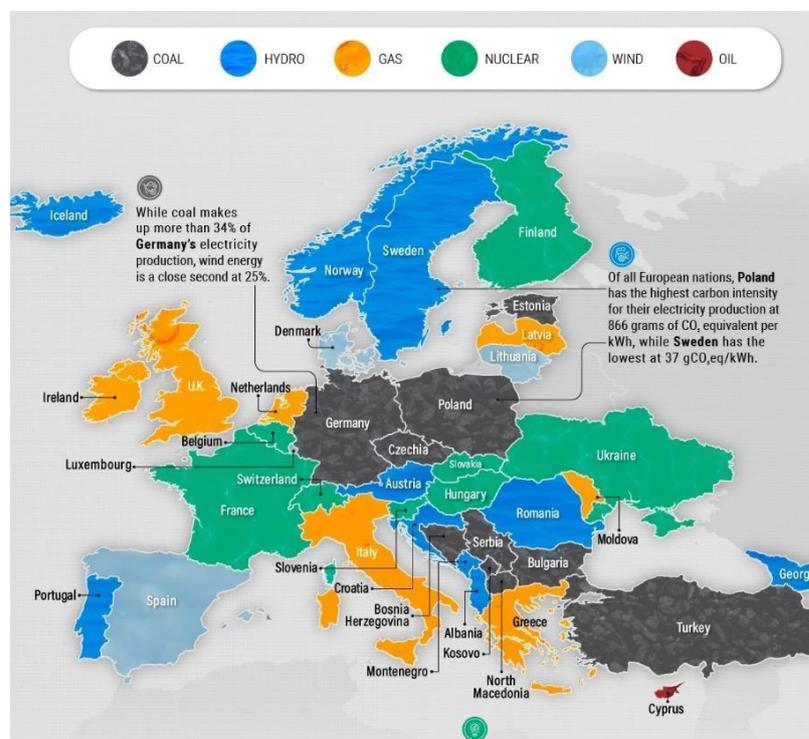


Figura 14: fonte maggiore di energia elettrica per Paese europeo / Mapped: Europe's Biggest Sources of Electricity by Country; illustrazione di Sam Parker per Visual Capitalist (dati basati su Eurostat, IEA, Electricity Maps, BP Statistical Review of World Energy, Government of Iceland) – dati 2021

²² Gandelli Stefano per Geopop: "Quali sono le fonti energetiche che utilizza l'Italia? Il mix energetico del nostro Paese"; <https://www.geopop.it/quali-sono-le-fonti-energetiche-che-utilizza-litalia-il-mix-energetico-del-nostro-paese/>

²³ Index Mundi – importazioni di elettricità nel mondo, 2020; primo posto: Stati Uniti (72,720 milioni di kWh); terzo posto: Brasile (41,310 milioni di kWh); <https://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=83&r=xx&l=it> (consultato in data 08.05.2023)

Ad oggi le energie rinnovabili, soprattutto il solare e l'eolico, sono molto più accessibili in termini economici rispetto ad un tempo: se da una parte puntare su di esse significa guardare al futuro con la consapevolezza del deterioramento ambientale, dall'altra sono comunque necessarie attente valutazioni. Anche i pannelli solari necessitano di quelle stesse batterie composte tramite la lavorazione di materiali scarsi, cui estrazione attualmente porta a gravi violazioni dei diritti umani. Trovare una soluzione a questo circolo vizioso non è semplice: finanziare la ricerca di alternative valide può rivelarsi una scelta logica.

Per quanto riguarda l'assemblaggio del veicolo, le stime prevedono come le emissioni derivanti dalle *BEV* siano comunque minori: le componenti delle auto elettriche sono complessivamente "più semplici" rispetto a quelle utilizzate nei mezzi a combustione. Dobbiamo tuttavia considerare come, a causa del peso elevato attribuibile alla batteria (200-300kg in media), la ricerca e l'utilizzo di materiali leggeri per il resto dei componenti dell'autovettura (come alluminio e fibra di carbonio) potrebbero influenzare queste stime.

Inoltre la produzione e l'assemblaggio della batteria impatta in maniera consistente sul totale di CO₂ equivalente prodotta²⁴. Ad oggi i maggiori produttori di batterie elettriche sono legate all'Estremo Oriente: nel 2022 *CATL*, società cinese che detiene il 34% della produzione globale, si è aggiudicata il primo posto, seguita poi dalla coreana *LG Energy Solution*, con il 14%; *BYD* (Cina, 12%), e dal conglomerato giapponese *Panasonic*, che ha raggiunto il 10%²⁵. In generale possiamo analizzare come la Cina sia la reale protagonista in questo campo.

²⁴ La CO₂ equivalente è una misurazione che permette di confrontare l'impatto sul riscaldamento globale di un certo gas serra rispetto alla stessa quantità (grammi, chilogrammi o tonnellate) di anidride carbonica

²⁵ Dati del 2022, Visual Capitalist: "The Top 10 EV Battery Manufacturers in 2022", articolo di Bruno Venditti (<https://elements.visualcapitalist.com/the-top-10-ev-battery-manufacturers-in-2022/>, consultato il 08.05.2023)

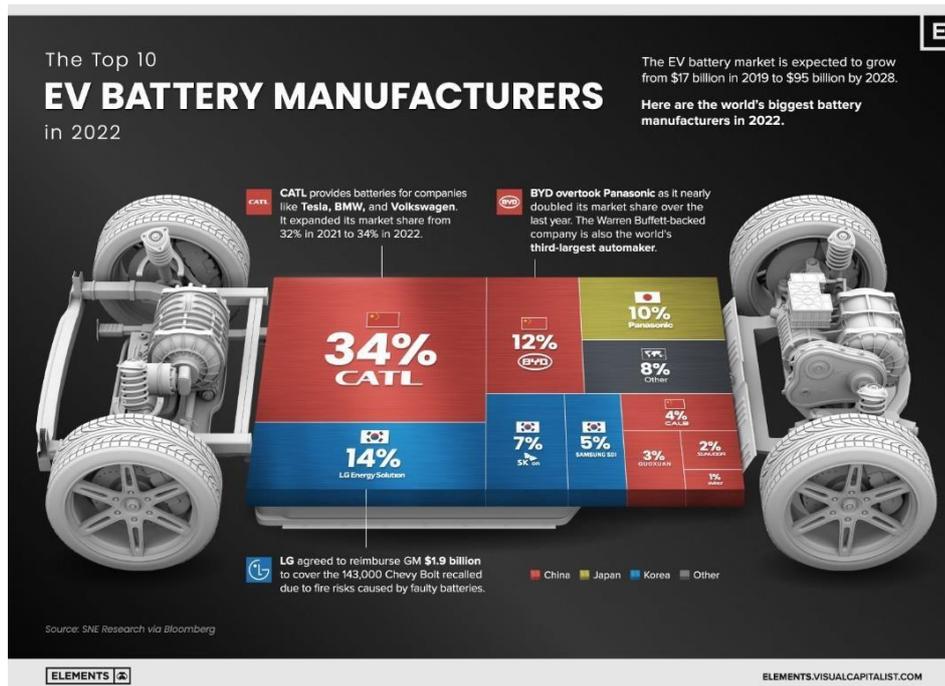


Figura 15: "The Top 10 EV Battery Manufacturers in 2022", grafica di Sabrina Lam, per Visual Capitalist

L'ultima fase di vita delle auto è quella del riuso e/o dello smaltimento. Le componenti non pericolose (pneumatici, vetri, imbottiture...) possono essere riciclate tramite un processo avanzato ed alcune possono anche essere impiegate come pezzi di ricambio. Nella rottamazione dei veicoli si stima di poter recuperare il 95% del peso medio per auto e per anno, rimpiegandone e riciclandone almeno l'85%, come d'altronde previsto dalla direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso (percentuale stabilita a partire dal 2015). Al momento della scrittura del documento citato si definiva come nella Comunità Europea venissero prodotti fino a 9 milioni di tonnellate di rifiuti derivanti dai veicoli fuori uso. Vennero così incoraggiati la riciclabilità, la recuperabilità, la formazione di nuove norme europee in materia e la responsabilità dei produttori sulla questione: «Gli Stati membri dovrebbero assicurare che l'ultimo detentore e/o proprietario possa conferire il veicolo fuori uso a un impianto di trattamento autorizzato senza incorrere in spese per il fatto che il veicolo non ha più valore di mercato o ha valore di mercato negativo. Gli Stati membri dovrebbero assicurare che siano i produttori a sostenere, totalmente o in misura significativa, i costi derivanti

*dall'attuazione di tali misure».*²⁶ Rilevanti inoltre le misure di prevenzione previste al fine di ridurre l'ammontare dei rifiuti: si incoraggiano i produttori a limitare i materiali pericolosi nella costruzione dei veicoli; sostanze quali piombo, mercurio, cadmio o cromo esavalente, inoltre, devono essere utilizzate solo in casi particolari e nel rispetto di specifiche condizioni.

La direttiva 2000/53/CE è stata modificata il 30 maggio 2018 dal Parlamento e dal Consiglio Europeo (tramite la Direttiva UE 2018/849). In particolare, tenendo conto del progresso tecnico e scientifico, la Commissione limita l'uso di sostanze nocive in maniera più restrittiva, prevedendo “un atto delegato distinto per ogni sostanza”. Inoltre: *«Alla Commissione è conferito il potere di adottare atti di esecuzione riguardo alle modalità necessarie per controllare l'osservanza, da parte degli Stati membri, degli obiettivi enunciati [...]. Nell'elaborare dette modalità, la Commissione tiene conto di tutti i fattori pertinenti. [...].»*²⁸

Prevedendo un'ampia diffusione delle auto elettriche, sorgono almeno altre due problematiche: la prima riguarda lo smaltimento della batteria (che verrà approfondita specificatamente nel paragrafo 2.3), la seconda l'ipotesi di gestire efficacemente il rischio elettrico derivante dalla rimozione delle componenti e la loro messa in sicurezza.

A tutela dei lavoratori, un documento minimo promosso dal Ministro degli Interni si rivelerebbe quindi utile, oltre al necessario corso PES/PAV/PEI, rivolto al personale che opera su impianti elettrici in e fuori tensione. La Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro (CFSL), principale punto di riferimento per la tutela della salute e della sicurezza sul lavoro della Federazione Svizzera, ha curato un opuscolo informativo specifico²⁹. In quest'ultimo vengono

²⁶ Considerazione numero 7, Direttiva 2000/53/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 18 settembre 2000 relativa ai veicoli fuori uso

²⁷ Con “obiettivi enunciati al primo comma del presente paragrafo” si intendono le percentuali di recupero e riciclaggio viste precedentemente

²⁸ Direttiva UE 2018/849 modifica alla direttiva 200/53/CE all'articolo 7, paragrafo 2, terzo comma

²⁹ “Sicurezza sul lavoro e tutela della salute negli interventi su veicoli ibridi ed elettrici dotati di sistemi ad alta tensione”.

esplicitati anche i principali rischi a cui possono essere sottoposti i lavoratori che intervengono su veicoli ibridi ed elettrici. Tra essi: scosse elettriche, cui gravità dipende dal tipo e dall'intensità di corrente, dalla durata dell'esposizione e dalla frequenza; cortocircuiti e archi elettrici. Fonte di pericolo possono essere inoltre i danni non visibili o non segnalati relativi ai sistemi ad alta tensione: le imprese di smontaggio possono incorrere in errori generanti incendi e fuoriuscita di sostanze nocive. È quindi necessario, anche in questo caso, promuovere adeguatamente la procedura corretta per evitare questi incidenti, verificare più volte l'assenza di tensione e incentivare l'utilizzo obbligatorio dei dispositivi di sicurezza personali.

2.1 Materie prime critiche: una problematica presente e futura dal punto di vista ambientale e della violazione dei Diritti Umani

L'estrazione e la reperibilità delle risorse minerarie per la produzione delle batterie elettriche è una delle questioni più rilevanti e critiche per la diffusione delle stesse. Come sottolineato nel primo capitolo, le batterie nel mercato delle auto elettriche sono quasi esclusivamente le batterie a celle di litio, utilizzate anche in smartphone e PC. Alcuni materiali sono fondamentali e difficilmente sostituibili, seppur negli ultimi anni si sia tentato, a causa degli elevati costi economici e umani, di trovare delle alternative valide. Solitamente ogni cella della batteria prevede un catodo (polo positivo), che si compone principalmente di nickel, cobalto, litio, manganese; e un anodo (polo negativo) di grafite: gli elettroni sono attratti dalle cariche positive tramite un materiale conduttore allo stato liquido, chiamato elettrolita. Si tratta della soluzione energetica più efficiente attualmente, e permette di immagazzinare in media 200 W per chilogrammo.

Le risorse minerarie citate non sono necessariamente scarse, ma si trovano in specifiche zone del globo: spesso in quest'ultime, inoltre, manca una legislazione adeguata, e la tutela dei lavoratori non è considerata una priorità.

Litio, cobalto e grafite sono solo 3 delle 30 materie prime considerate critiche in Europa, definite ogni tre anni dagli organi UE: con la Comunicazione 474 (2020)

la Commissione Europea ha infatti segnalato come sia necessario «tracciare un percorso verso una maggiore sostenibilità e sicurezza» a riguardo. Tra le materie critiche, in ogni caso, moltissime vengono considerate necessarie per l'implementazione del settore automobilistico.

Allegato 2- Rilevanza delle materie prime critiche per gli ecosistemi industriali

	Industria aerospaziale/ difesa	Industria tessile	Elettronica	Mobilità/settore automobilistico	Industrie ad alta intensità energetica	Energie rinnovabili	Agroalimentare	Salute	Digitale	Edilizia	Vendita al dettaglio
Antimonio	✓	✓		✓						✓	
Barite				✓	✓			✓		✓	
Bauxite	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Berillio	✓		✓	✓		✓			✓		
Bismuto	✓		✓		✓			✓	✓	✓	
Borato	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Cobalto	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	
Carbone da coke				✓	✓	✓					
Fluorite				✓	✓		✓				✓
Gallio	✓			✓		✓			✓	✓	
Germanio	✓		✓		✓	✓					
Afnio	✓		✓		✓	✓			✓		
Indio	✓		✓			✓			✓		
Litio	✓		✓	✓	✓	✓		✓			
Magnesio	✓		✓	✓	✓				✓	✓	
Grafiti naturale	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓	
Gomma naturale	✓	✓		✓				✓			
Niobio	✓		✓	✓	✓			✓		✓	
Fosforite					✓		✓				
Fosforo	✓						✓				
Scandio	✓			✓		✓					
Silicio metallico	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	
Stronzio	✓		✓		✓			✓		✓	
Tantalio	✓		✓		✓	✓			✓		
Titanio	✓		✓	✓	✓			✓		✓	
Tungsteno	✓		✓	✓	✓			✓			
Vanadio	✓				✓	✓		✓		✓	
Metalli del gruppo del platino	✓			✓	✓	✓		✓			
Terre rare pesanti	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	
Terre rare leggere	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	

Tabella 3: Rilevanza delle materie prime critiche per gli ecosistemi industriali; COM(2020) 474 della Commissione Europea, allegato 2

Nel 2021 l'Italia ha sostenuto l'iniziativa tramite l'istituzione di un Tavolo Tecnico sulle materie prime critiche, con lo scopo di: «Assicurare un approvvigionamento sicuro e sostenibile delle materie prime critiche [...]; rafforzare il coordinamento sul tema; potenziarne la progettualità in termini di sostenibilità degli approvvigionamenti e di circolarità».

Nella comunicazione della Commissione sopracitata, viene evidenziato un punto controverso quanto fondamentale:

La nuova strategia industriale per l'Europa propone di rafforzare l'autonomia strategica aperta dell'Europa avvertendo che, con la transizione dell'industria europea verso la neutralità climatica, la dipendenza attuale dai combustibili fossili

*potrebbe essere sostituita da una dipendenza dalle materie prime, molte delle quali provenienti dall'estero e per le quali la concorrenza mondiale diventa più intensa.*³⁰

Anche in questo caso possiamo notare come l'ipotetica soluzione ambientale determinata dalle auto elettriche non sia neutra, ma causi semplicemente una diversificazione delle problematiche.

Analizziamo quindi i materiali necessari per la produzione delle batterie, mettendone in luce le criticità.

Il litio è un metallo duttile, leggero e ad elevata reattività. È stato aggiunto nell'elenco dei materiali critici per l'UE nel 2020. La dipendenza dalle importazioni di tale materiale è considerata del 100%: i maggiori produttori mondiali (per processo di trasformazione del metallo) sono Cile (44%) Cina (39%) e Argentina (13%), mentre i principali esportatori europei sono Cile (78%) Stati Uniti (8%) e Russia (4%).³¹ Per raggiungere "l'agognata" neutralità climatica entro il 2050, come visto precedentemente, la diffusione delle auto elettriche è fondamentale. Per fare ciò, gli esperti interrogati dalla Commissione prevedono che entro il 2030 la quantità attuale di litio debba essere implementata di 18 volte, e nel 2050 di 60 volte.³² Appare necessario diversificare quindi la catena di approvvigionamento europea, acquisire più competenze nella raffinazione e trasformazione delle materie prime, ricercare metodi più efficienti per riciclare i prodotti finiti. Un punto cardine della strategia europea in questo senso è quello di creare una alleanza specifica per le materie prime, comprendente industrie, Stati membri, portatori di interessi, sindacati, ONG, associazioni di ricerca, investitori etc. Gli ideali messi su carta, che promuovono trasparenza, sicurezza e collaborazione collidono tuttavia con la realtà dei fatti: spesso l'estrazione mineraria causa effetti devastanti per l'ambiente, danni paesaggistici e verso le

³⁰ COM(2020) 474 della Commissione Europea – “Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità”, introduzione, pagina 1

³¹ COM(2020) 474 della Commissione Europea – “Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità”, allegato 1

³² COM(2020) 474 della Commissione Europea – “Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità”, pagina 5

popolazioni locali (che non vengono minimamente interpellate), contaminazioni delle falde acquifere e deforestazioni.

Tra Cile, Argentina e Bolivia, ad esempio, si trova il “triangolo del litio”: in esso si attestano oltre metà delle riserve mondiali dell’oro bianco, che viene ricavato tramite un processo di evaporazione delle acque salmastre sotterranee della zona. L’estrazione ha già causato il consumo del 65% delle riserve d’acqua nella regione del Salar di Atacama: è semplice capire come il danno possa influenzare la già grave crisi idrica cilena; basti pensare, inoltre, come servano 1.8 milioni di litri d’acqua per estrarre una tonnellata di litio.³³ L’evaporazione dell’acqua e le torri di perforazione, inoltre, espongono e diffondono nell’aria diverse sostanze nocive; allo stesso modo, l’estrazione intensiva in questa zona ha provocato danni alle popolazioni indigene. I diritti storici sull’uso del sale di queste ultime sono stati così minacciati dalle grandi compagnie minerarie. Proprio per questo le comunità locali argentine del bacino di Salinas Grandes e della Laguna de Guayatayoc si sono unite nel 2010 per formare il “Consiglio delle comunità indigene per la difesa del territorio”³⁴, presentando ricorso alla Suprema Corte di Giustizia Nazionale e alla Corte Interamericana per i Diritti Umani.³⁵ Le tradizioni, le usanze, i pascoli, le sorgenti e la vita delle comunità locali sono state intaccate senza preavviso, violando in particolare l’articolo 6 della Convenzione ILO³⁶ sulle Popoli Indigene e Tribali (Convenzione 169 del 1989).³⁷

³³ “Is Latin America’s lithium industry sustainable? Environmental costs of the new white gold”, articolo di Rebecca Bertram per Energytransition.org (<https://energytransition.org/2019/06/latin-americas-lithium-industry/> consultato in data 09.05.23)

³⁴ “Mesa De Comunidades Indígenas De La Cuenca De Salinas Grandes Y Laguna De Guayatayoc Para La Defensa Del Territorio”

³⁵ “Procedimiento De Consulta Y Consentimiento Previo, Libre E Informado Para Las Comunidades Indígenas De La Cuenca De Salinas Grandes Y Laguna De Guayatayoc” - <https://naturaljustice.org/wp-content/uploads/2015/12/Kachi-Yupi-Huellas.pdf>

³⁶ Organizzazione Internazionale del Lavoro, fondata in seno alla Società delle Nazioni nel 1919; ad oggi è una delle agenzie specializzate dell’ONU

³⁷ Il primo comma dell’articolo 6 della Convenzione ILO 169 recita: “In applying the provisions of this Convention, governments shall:

(a) consult the peoples concerned, through appropriate procedures and in particular through their representative institutions, whenever consideration is being given to legislative or administrative measures which may affect them directly;



Figura 16: a destra, alcuni manifestanti protestano contro l'estrazione di litio: "Litio per oggi, fame per domani"; a sinistra, la bandiera Wiphala, rappresentativa dei popoli nativi del Qullasuyu, la regione sud-est dell'ex Impero Inca (fonte: Fundación Ambiente y Recursos Naturales, FARN, <https://farn.org.ar/proyecto/extraccion-de-litio-en-salinas-grandes-y-laquna-de-quayatayoc/>)

Anche l'estrazione di cobalto, per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità dell'UE, dovrebbe aumentare nei prossimi decenni: nel 2030 le quantità disponibili di questo metallo dovrebbero aumentare di 5 volte rispetto alle attuali, nel 2050 di 15. Molto duro, il cobalto viene spesso utilizzato per leghe metalliche, magneti e catalizzatori, essendo annoverato tra i materiali ferromagnetici.³⁸ Si prevede un tasso EoL-RIR (*End of Life Recycling Input Rate*)³⁹ del 22%. I primi estrattori mondiali sono Repubblica Democratica del Congo (59%), Cina (7%) e Canada (5%); la dipendenza dalla RDC per quanto riguarda le importazioni UE si attesta al 68% (Finlandia 14%, Guyana francese 5%).⁴⁰

(b) establish means by which these peoples can freely participate, to at least the same extent as other sectors of the population, at all levels of decision-making in elective institutions and administrative and other bodies responsible for policies and programmes which concern them;
(c) establish means for the full development of these peoples' own institutions and initiatives, and in appropriate cases provide the resources necessary for this purpose"

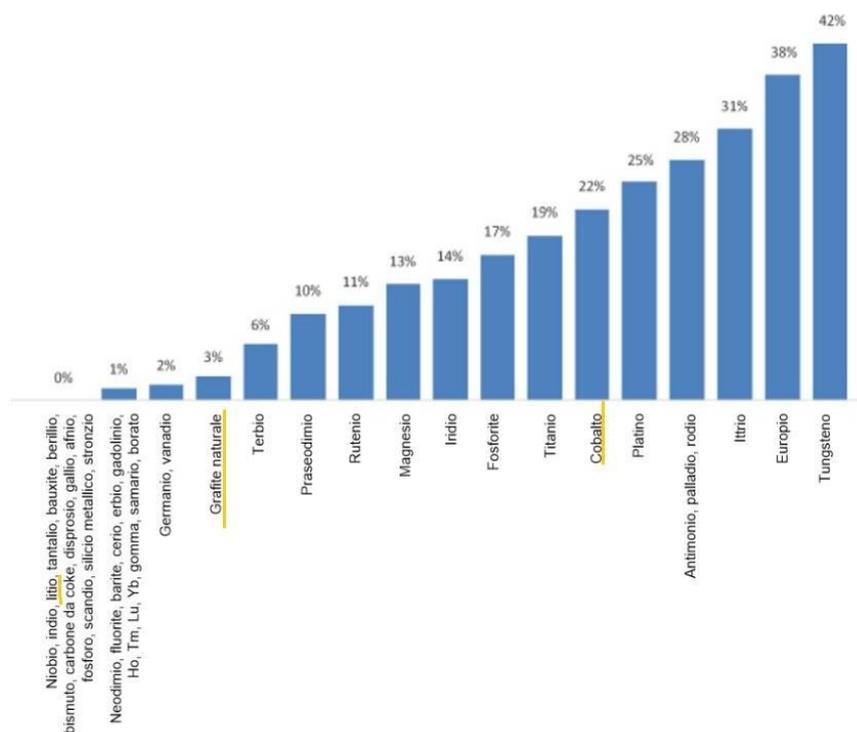
³⁸ Sotto l'effetto di un campo magnetico esterno, il materiale si magnetizza intensamente: l'effetto è duraturo, anche quando il campo si annulla

³⁹ Trattasi del tasso di riciclo a fine vita visto anche precedentemente

⁴⁰ COM(2020) 474 della Commissione Europea – "Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità", allegato 1

Il fatto che la RDC “monopolizzi” oltre metà delle forniture globali intacca da sempre l’eticità del processo: anche per questo alcuni produttori, come *Panasonic*, stanno ricercando soluzioni alternative, tra cui batterie prive di cobalto.

La tutela dei diritti umani in questo campo dovrebbe essere una priorità anche per l’Europa: vantare ideali democratici ma rifornirsi da processi palesemente ingiusti e lesivi della dignità dei lavoratori e dei minori non rispecchia l’idea della comunità di Stati più avanzata del mondo sotto questo punto di vista. La decisione di puntare sulle auto elettriche nei prossimi decenni ci obbliga a valutare l’aumento di domanda delle materie prime necessarie. La Commissione Europea prevede due aspirazioni principali per limitare il crescente rischio di dipendenza estera relativa a questi materiali: in primo luogo, implementare l’economia circolare, il riciclo, il ritrattamento dei rifiuti e l’uso dei giacimenti minerari europei; in secondo luogo, sfruttare il più possibile le materie prime secondarie⁴¹ interessate nei processi di produzione. Non dobbiamo tuttavia dimenticare che, come esplicitato anche nella COM(2020) 474, alcuni materiali, come il litio, prevedono un tasso di riciclo a fine vita nullo o comunque minimo.



⁴¹ Per materie prime secondarie si intendono quelle parti derivanti da scarti o processi di riciclo che possono essere nuovamente impiegati: non vi è estrazione ma riutilizzo

Figura 17: Percentuale della domanda globale che potrebbe essere soddisfatta tramite materie prime secondarie (tasso di riciclo); COM(2020) 474 della Commissione Europea, pagina 11.
Fonte: Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020)

Per attuare un riciclo adeguato la ricerca deve ancora compiere numerosi passi avanti, progettando diversamente le batterie in primis, e prevedendo inoltre standard più alti, richiedendo più attenzione in tutte le fasi di produzione.

La componente principale dell'anodo delle batterie utilizzate nelle *BEV* è la grafite: trattasi di un buon conduttore di elettricità e calore, estremamente morbido e dal colore nero/argenteo e lucente. L'estrazione avviene soprattutto in Cina (69%), India (12%) e Brasile (8%). La manodopera a basso prezzo e gli scarsi controlli ambientali/sulla salute dei lavoratori, in particolare, hanno reso la Cina un Paese molto appetibile: da esso provengono quasi metà dei rifornimenti di grafite dell'Unione.⁴²

Per capire a fondo le problematiche che sorgono dall'estrazione di questo minerale, riportiamo le osservazioni emerse dal report del *Washington Post* datato 2016: al tempo lo studio era stato immaginato con l'obiettivo di generare maggiore consapevolezza nell'utilizzo di smartphone e PC. Ad oggi possiamo solo prevedere come i fenomeni indagati nella regione dello Heilongjiang⁴³ si siano evoluti e aggravati. Le interviste fatte ad alcune delle persone che abitano accanto alle fabbriche di grafite dimostrano che, ancora una volta, le popolazioni locali non vengono interpellate. Alla testata statunitense i locali hanno raccontato come la grafite renda tutto “*mai tai*”, sporco, che l'acqua sia imbevibile e la qualità dell'aria gravemente danneggiata. Le costanti irritazioni a naso e gola sono

⁴² COM(2020) 474 della Commissione Europea – “Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità”, allegato 1

⁴³ Provincia a nord-est della Repubblica Popolare Cinese, confinante con la Russia (a nord), e la Mongolia (ad ovest)

solo una delle prove che preoccupano gli abitanti; le componenti chimiche rilasciate dalla lavorazione dei minerali hanno inoltre avvelenato gli alberi della zona. Le ricche compagnie di grafite si sono rifiutate di incontrare i nativi, e anche gli amministratori non hanno riconosciuto la gravità dei danni ambientali: per zittire gli abitanti dei villaggi hanno provveduto tramite soluzioni inadeguate e intimidazioni.⁴⁴



Figura 18: maggio 2016, un operaio della fabbrica di grafite Jin Yang a Mashan (Heilongjiang); foto di Michael Robinson Chavez per il Washington Post (<https://www.washingtonpost.com/graphics/business/batteries/graphite-mining-pollution-in-china/>)

2.2 La ricarica elettrica: difficoltà attuali

Le principali problematiche relative alla ricarica elettrica sono il suo tempo e l'attuale mancanza di una rete infrastrutturale adeguata. Nel settore porre rimedio a queste criticità è fondamentale per un motivo particolare: quello delle auto elettriche è un cosiddetto “two sides network”. La domanda e l'offerta di BEV crescerà, quindi, solo se vi saranno colonnine di ricarica sufficienti e localizzate pressoché ovunque; dall'altra parte, l'incentivo delle aziende a finanziare

⁴⁴“In your phone, in their air: A trace of graphite is in consumer tech. In these Chinese villages, it's everywhere.”; Peter Whoriskey per il Washington Post (2 ottobre 2016); <https://www.washingtonpost.com/graphics/business/batteries/graphite-mining-pollution-in-china/> consultato in data 10.05.23

l'installazione di quest'ultime deriva dall'aumento della circolazione di auto a batteria.

La procedura di installazione dei servizi di ricarica è stata recentemente semplificata dalla legge numero 120 dell'11 settembre 2020 (capo III, "Semplificazioni in materia di Green Economy", articolo 57: "Semplificazione delle norme per la realizzazione di punti e stazioni di ricarica di veicoli elettrici"); nella realtà dei fatti, tuttavia, i tempi amministrativi e burocratici rimangono prolissi.

In Italia i punti di ricarica sono perlopiù a potenza standard: in particolare più del 73% sono a ricarica accelerata (7-22kW), e il 12% circa è a ricarica lenta. Per ora le colonnine su suolo pubblico a potenza elevata (ricarica veloce e ultraveloce), infatti, sono solo il 14.7%.

TIPOLOGIA	POTENZE [kW]	PUNTI	% (esclusi n.d.)
LENTA O SLOW	≤ 3,7 (AC)	4.183	11,5%
	3,7 < P ≤ 7 (AC)	201	0,5%
ACCELERATA O QUICK	7 < P ≤ 22 (AC)	26.741	73,3%
FAST	22 < P ≤ 43 (AC)	921	2,5%
	43 < P ≤ 50 (DC)	1.201	3,3%
	50 < P ≤ 99 (DC)	573	1,6%
ULTRA FAST O HIGH POWER CHARGERS	99 < P ≤ 150 (DC)	1.514	4,2%
	> 150 (DC)	1.136	3,1%
Non Disponibile - ND		302	
TOTALE		36.772	100%

Tabella 4: ripartizione per potenza dei punti di ricarica installati su suolo pubblico in Italia (dati di fine 2022) – Motus-E report: "Le infrastrutture di ricarica a uso pubblico in Italia", quarta edizione, pagina 13

Il PNRR (Piano Nazionale Ripresa e Resilienza) prevede di sopperire a queste mancanze con l'installazione di oltre 20.000 infrastrutture di ricarica (veloce e ultraveloce, ripartire tra strade extraurbane e centri urbani) entro la fine del 2025: le criticità evidenziate anche da *Motus-E*, tuttavia, sono diverse e secondo l'associazione potrebbero mettere a repentaglio gli investimenti previsti (741 milioni di euro).⁴⁵ Inoltre, le autostrade sono escluse da questo intervento, e per ora non risultano esserci altri bandi/gare che potrebbero portare ad una

⁴⁵ Riferimento ai decreti ministeriali numero 10 e 11 pubblicati il 12 gennaio 2023 e al report di Motus-E: "Le infrastrutture di ricarica a uso pubblico in Italia", quarta edizione, pag.38-39 (dicembre 2022)

installazione ingente: sempre secondo i dati raccolti da Motus-E, le stazioni di ricarica su suolo pubblico in autostrada sono molto limitate, circa 500.⁴⁶

Lo Stato e le Regioni dovranno impegnarsi anche nel predisporre una strategia di riqualificazione delle competenze per tutti quei lavoratori che ad oggi sono impiegati presso le aziende di fabbricazione dei motori a combustione e nelle stazioni di servizio. La transizione è inevitabile, e proprio per questo dovrebbe essere già pianificata anche dal punto di vista sociale. I lavoratori non possono essere messi nella condizione di non ricevere aggiornamenti adeguati: il grado di precarietà lavorativa in Italia, d'altronde, è già critico, e le formazioni richiedono investimenti appropriati. Anche la politica deve farsi carico, insomma, di questa responsabilità.

2.3 Il riciclo e lo smaltimento delle batterie a celle di litio

Il ciclo di vita delle batterie agli ioni di litio utilizzate nelle *BEV* e nelle auto *Plug-in* si conclude quasi sempre con lo smaltimento: solo in parte e tramite complessi processi chimici e termici alcuni materiali possono essere recuperati. Ricordiamo che l'articolo 14 della direttiva 2006/66/Ce del Parlamento e del Consiglio UE riguardo a pile, accumulatori e i loro rifiuti, prevede che gli Stati membri vietino lo smaltimento in discarica o mediante incenerimento dei rifiuti delle pile e degli accumulatori industriali e per autoveicoli.⁴⁷

In questo momento, in Europa, le sedi atte alla dismissione delle batterie elettriche si trovano soprattutto in Germania, Francia e Belgio⁴⁸: è evidente tuttavia che nei prossimi anni una grande rete di aziende specializzate dovrà concretizzarsi.

È auspicabile e probabile (oltre che necessario) che la ricerca punterà sul rendere il riciclo delle batterie una alternativa valida in termini economici ed energetici.

⁴⁶ Dati di fine 2022: Motus-E "Le infrastrutture di ricarica a uso pubblico in Italia" (quarta edizione), pagina 15

⁴⁷ Articolo 14 della "Direttiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 settembre 2006 relativa a pile e accumulatori e ai rifiuti di pile e accumulatori e che abroga la direttiva 91/157/CEE"

⁴⁸ Offertenergia: "Come funziona lo smaltimento batterie delle auto elettriche?"; <https://www.offertenergia.it/smaltimento-batterie-auto-elettriche-guida/> consultato in data 11.05.23

Seppur ad oggi solo il 5% delle batterie delle auto elettriche vengano riciclate, i risultati dei laboratori più all'avanguardia sono promettenti: si stima, infatti, che circa l'80% delle batterie possa venire effettivamente riciclato, e più del 90% dei materiali metallici recuperati⁴⁹. L'energia necessaria per l'attivazione di questi processi deriva tuttavia prettamente da quei combustibili fossili che le auto elettriche propongono di limitare: anche in questo caso, il rischio di entrare e rimanere incastrati in un circolo vizioso è un'opzione reale.

Il processo alla base del riciclo attuale è quello idrometallurgico, composto da tre momenti principali e brevettato da *Cobat*⁵⁰ e *CNR* (Consiglio Nazionale delle Ricerche).

- In primo luogo le batterie vengono smontate in moduli e celle: tramite questa fase vengono recuperati i metalli di rivestimento (alluminio, ferro e rame...)
- La seconda fase prevede il recupero dei materiali più costosi e critici, tramite due processi differenziati (che possono essere esclusivi o combinati), la liquefazione ad alte temperature (pirometallurgia) e/o la reazione con particolari solventi chimici (idrometallurgia)
- Infine, si purificano i materiali tramite fonderie qualificate⁵¹

Ad oggi i prodotti recuperati trovano solitamente impiego nei settori secondari più disparati: nel futuro tuttavia la ri-produzione di batterie al litio dovrà essere sicuramente implementata.

Un'altra opzione per evitare la totale dismissione è quella di utilizzare le batterie "esauste" per scopi alternativi: il Giappone, ad esempio, propone di illuminare in questo modo le strade cittadine. In questo senso si sta muovendo anche *Enel X*,

⁴⁹ Fortum Battery Recycling <https://www.fortum.com/services/battery-recycling> (visitato in data 10.05.23)

⁵⁰ Consorzio leader in Italia per il riciclo e l'economia circolare, fondato nel 1988

⁵¹ "Come vengono riciclate le batterie delle auto elettriche?" – redazione Cobat, 2 settembre 2021 (<https://www.cobat.it/comunicazione/press-room/news/come-vengono-riciclate-le-batterie-delle-auto-elettriche> consultato in data 10.05.23)

che sta focalizzando la sua ricerca di mercato sulle cosiddette “*second-life battery*”.⁵²

Capitolo 3 – Il caso specifico

3.1 Lo sfruttamento minerario e lavorativo in Repubblica Democratica del Congo

Nei capitoli precedenti l'attenzione è stata rivolta da una parte ai pregi e alle promesse delle auto elettriche, dall'altra alle problematiche non ancora del tutto risolte. Nell'ambito delle criticità analizzate, questo capitolo si propone di esaminare le violazioni dei diritti umani in Repubblica Democratica del Congo, Paese per eccellenza per quanto riguarda le miniere di cobalto.

La colonizzazione dell'Occidente dei cosiddetti "Paesi in via di sviluppo" ha portato alla devastazione dell'autonomia locale, e ad una crescita esponenziale della dipendenza che questi Paesi, ancora oggi, subiscono nei confronti degli Stati avanzati, almeno economicamente. Da sempre si è prestata prudenza a mantenere limpida la superficie delle cose: nella profondità delle questioni, tuttavia, anche l'Europa si è macchiata e si macchia di gravi crimini. Lo fa quando non impone ai grandi marchi di selezionare attentamente la propria filiera produttiva, quando i lavoratori tessili delle nostre t-shirt a cinque euro muoiono sotto un ammasso di macerie in Bangladesh⁵³, quando, affinché l'aria delle città occidentali sia più pulita, "traslano" le problematiche ambientali in villaggi "sconosciuti". Tutto tace, mentre milioni di persone rischiano la vita nelle miniere, e non detengono il minimo diritto umano. Dove sono i grandi principi democratici di cui vanta l'Occidente? Non esistono, quando scompaiono dalla nostra vista?

⁵² "Una seconda vita per le batterie esauste: l'impegno di Enel X nello sviluppo di tecnologie per il riciclo e il riuso degli accumulatori delle auto elettriche." – EnelX.com (<https://www.enelx.com/it/it/storie/2022/03/riciclo-batterie-auto-elettriche> consultato in data 11.05.23)

⁵³ Si prende a scopo esemplificativo il crollo di Rana Plaza (2013): in una delle fabbriche tessili del distretto industriale di Dacca, già fatiscente, più di 1000 persone persero la vita, e vi furono oltre 2.500 feriti.

Le problematiche che derivano dall'estrazione di cobalto sono diverse e interconnesse: la salute dei lavoratori è a rischio, e gli incidenti sono all'ordine del giorno; a causa della povertà dilagante, uomini e donne sono sfruttati in condizioni di vita pessime e per almeno 12 ore al giorno; inoltre, anche i bambini sono costretti a contribuire: non frequentano la scuola, subiscono violenze, abusi fisici ed estorsioni.

La fonte principale per la redazione di questo paragrafo è un report elaborato da *Amnesty International* e *African Resources Watch* nel 2015, dal titolo: *"This Is What We Die For: Human Rights Abuses In The Democratic Republic Of The Congo Power The Global Trade In Cobalt"*.

Le due ONG hanno visitato diverse miniere, situate in particolare nella regione meridionale dello Stato (nelle città e provincie di Kolwezi, Lualaba, Haut, Likasi, Lubumbashi), dove si contano oltre 150.000 minatori artigianali; più del 20% del cobalto esportato deriva infatti dalla regione del Katanga. Le due organizzazioni hanno quindi intervistato 87 minatori, tra cui 17 bambini tra i 9 e i 17 anni. La denuncia delle condizioni lavorative in Repubblica Democratica del Congo si basa prettamente sulle informazioni ricavate in loco; inoltre, si consta delle risposte che alcune aziende hanno fornito riguardo l'approvvigionamento della loro catena produttiva: il report parla soprattutto di multinazionali cinesi, tedesche, coreane e statunitensi e dell'utilizzo del cobalto per la produzione delle batterie a celle di litio negli smartphone e computer. Il documento è stato pubblicato nel 2016: osservando gli sviluppi presenti, ad oggi sarebbe utile quanto necessario prevedere delle nuove interviste dirette ai colossi automobilistici mondiali. Il report si chiude con le raccomandazioni che le due ONG pongono ai ministri congolese e agli Stati che ospitano le multinazionali interrogate.

Come già sottolineato, più di metà della fornitura globale di cobalto deriva dalla RDC; le associazioni, inoltre, hanno stimato come la domanda di cobalto cresca di oltre il 5% l'anno. Nel Paese l'estrazione industriale è molto limitata; i metodi utilizzati prevedono invece l'utilizzo delle mani, e sono principalmente quello artigianale e di "raccolta e lavaggio". Il primo coinvolge soprattutto gli uomini adulti (i cosiddetti "creuseurs") e include l'uso di strumenti rudimentali e

l'avanzamento sempre più profondo nelle gallerie del sottosuolo; il secondo, invece, è il lavoro tipicamente affidato alle donne e ai bambini: essi raccolgono le rocce vicino alla superficie dei trafori, le lavano nei torrenti limitrofi e selezionano i minerali. In generale i lavoratori possono vendere i metalli a terzi oppure essere assunti "regolarmente" dai proprietari della miniera o da chi detiene il terreno su cui avvengono gli scavi. I minerali e i metalli vengono successivamente trasportati nei porti sudafricani: la maggior parte delle materie prime raggiunge poi la Cina e viene venduta ai diversi produttori.

Seppur non siano disponibili dati ufficiali, le emittenti radiofoniche locali (tra cui quella gestita dalle Nazioni Unite, "*Radio Okapi*") testimoniano come le morti per incidenti siano molto comuni: i tunnel vengono costruiti con sistemi di supporto scarsi, non sono lineari e spesso si verificano delle frane. I dispersi non vengono riconosciuti.

Gli intervistati hanno ribadito come le tante e dure ore di lavoro provochino loro problemi di salute: molti avvisano dolori alla gola o dermatite da contatto, e sono consapevoli del rischio di malattie ancora più serie che intaccano i polmoni, sia a breve che a lungo termine.

Nel quartiere di Kasulo, il report di *Amnesty* e *Afrewatch* racconta come, dopo la scoperta di un nuovo filone minerale, i minatori abbiano scavato irregolarmente sotto le case residenziali: dal 2014, l'attività è svolta anche all'interno delle abitazioni stesse, di notte ed evitando la sorveglianza.

Nel 2002 il Presidente della RDC Joseph Kabila ha inaugurato la sua stagione politica con l'approvazione del "Codice Minerario" (Loi n° 007/2002): in questo senso, la regolamentazione non ha previsto l'obbligo di dispositivi di sicurezza e non ha indicato le azioni preventive che avrebbero potuto essere applicate.

La principale novità del primo Codice Minerario (2002) fu l'identificare come unica attività di estrazione mineraria artigianale e legale quella nelle "*Zones d'exploitation artisanale*" (ZEA) autorizzate: in questi luoghi l'estrazione industriale non è redditizia e il governo ha quindi cercato da una parte di attrarre investimenti provenienti dall'esterno, dall'altra di sorvegliare (invano) le

condizioni lavorative del personale. Le ZEA, tuttavia, sono state da sempre valutate in numero insufficiente, soprattutto considerando la tradizione mineraria incoraggiata da Laurent Kabila a partire dalla fine degli anni '90, come risposta alla crisi provocata dalla seconda guerra del Congo. Solo nelle ZEA, inoltre, opera l'agenzia governativa che regola e supervisiona l'estrazione dal 1999 (*Service d'Assistance et d'Encadrement du Small Scale Mining*, SAESSCAM). Ovviamente il potere pubblico è consapevole di queste mancanze, ma indugia nel prendere dei provvedimenti efficaci: dalle testimonianze riportate in *"This Is What We Die For"*, si evince che, spesso: «I funzionari statali estorcono pagamenti illegali ai minatori artigianali, mentre chiudono un occhio sulle condizioni poco sicure in cui lavorano i minatori, che violano le leggi della RDC, compreso il divieto di lavoro minorile nelle miniere.»⁵⁴

Un'altra aggravante è la mancanza di personale competente impiegato nel monitorare i siti di estrazione, capace di redigere un piano logistico efficiente.

I bambini interpellati hanno confessato di essere costretti a lavorare perché i genitori non possono permettersi di pagare le tasse scolastiche: alcuni lavorano nel pomeriggio, dopo le lezioni, altri lo fanno "a tempo pieno", fino a 12 ore al giorno, saltando anche i pasti. Le attività principali sono quelle di lavaggio e di trasporto dei materiali (20-40 kg), sempre senza dispositivi di protezione individuale: gli intervistati hanno riferito di provare spesso dolore alle articolazioni, alle ossa, ai muscoli e alla schiena. Non essendo ancora del tutto formati fisicamente, inoltre, il rischio di deformazioni all'apparato muscolo-scheletrico è evidente. Tutte queste problematiche vengono "compensate" con una paga giornaliera di 1000-2000 franchi congolese, corrispondenti al massimo a 2 dollari. La scuola, la formazione, la conoscenza dei propri diritti possono diventare deterrente per lo sfruttamento minorile: in primis, tuttavia, il governo dovrebbe porre questo fattore come una priorità, e sostenere le famiglie più povere con aiuti concreti. Infatti, seppur dal 2009 (con l'emanazione del "Codice di

⁵⁴ *"This Is What We Die For"* – report di Amnesty International e African Resources Watch (2016) – pagina 8: "The evidence suggests that the state officials are extorting illegal payments from artisanal miners, while turning a blind eye to the unsafe conditions in which miners work that breach DRC's own laws, including the prohibition on child labour in mines". il divieto di lavoro minorile è sancito anche dal Codice Minerario (2002)

Protezione dell'infanzia della RDC") l'istruzione primaria sia gratuita e obbligatoria, le condizioni di fatto prevedono dei costi per le famiglie che spesso esse non riescono a permettersi. Ne sono un esempio il materiale didattico, l'importo contributivo mensile e l'integrazione degli stipendi degli insegnanti. Trenta dollari al mese possono essere insostenibili.

Anche a livello globale la cooperazione internazionale, l'ascolto delle ONG sul campo e l'attivazione per evitare e prevenire la violazione dei diritti umani dovrebbe essere un obiettivo comune, soprattutto se si pensa che quasi 2/3 della popolazione congolese vive al di sotto della soglia di povertà (meno di 3.20 dollari al giorno). Se concepiamo la povertà come realtà multidimensionale, inoltre, è facile prevedere come il deficit in termini economici porti ad esclusione sociale, vulnerabilità, deprivazione, scarsa partecipazione, mancanza di accesso ai servizi di base etc. In pratica, una condanna che si consolida da piccoli e che si autoalimenta.



Figura 19: Human Development Index (HDI) della Repubblica Democratica del Congo, Human Development Report Office; si noti il numero medio di anni di istruzione completati - <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>

I minori che lavorano nelle miniere nella regione sud della Repubblica Democratica del Congo sono stati stimati dall'UNICEF come oltre 40.000 (dati del 2014): sono inoltre coinvolti nel rischio di subire maltrattamenti fisici, abusi psicologici, violenza e sfruttamento sessuale: il fatto che i bambini siano costretti, a causa delle loro condizioni economiche, a lavorare al di fuori delle ZEA fanno

desistere le vittime dal denunciare questi soprusi, aggravando il rischio di omertà e la vulnerabilità dei perseguitati futuri.

Nell'incapacità statale di salvaguardare i propri cittadini, le associazioni di società civile possono rivelarsi delle ancore concrete. Non cadendo nel paternalismo, finanziare progetti virtuosi capaci in futuro di autoalimentarsi può essere una scelta utile, se non necessaria.

La scuola fondata a Kolwezi (nella provincia di Lualaba) dall'associazione italiana "*Still I Rise*" si rifà a questi obiettivi: "*Pamoja*" offre servizi di riabilitazione, sensibilizzazione, distribuzione di beni di prima necessità alle famiglie e recupero degli anni scolastici persi a causa del lavoro minerario. Si stimano oltre 3 milioni di bambini senza accesso ad un adeguato sistema di istruzione; integrando insegnanti e personale completamente locale, l'organizzazione con sede a Roma fondata da Nicolò Govoni accoglie più di 100 studenti tra i 9 e i 14 anni.⁵⁵

Nel marzo 2018, il Codice Minerario è stato rinnovato con la legge n°18/001.

Il dibattito pubblico è stato sanguinario, e si è inserito in una delicata fase politica: il secondo e ultimo mandato di Joseph Kabila (come previsto dalla Costituzione), al governo dal 2001, avrebbe dovuto concludersi nel 2016 ed entro la fine del 2017 si sarebbero dovute indire le elezioni presidenziali; il governo, tuttavia, dopo aver rinviato le stesse all'anno successivo, ha soppresso gli oppositori e le manifestazioni popolari con lacrimogeni e violenza, causando più di 15 morti.

Il focus della nuova legge rimane bloccato sulle questioni economiche: vengono spesi diversi articoli per l'identificazione dei requisiti per l'ottenimento dei permessi atti all'estrazione mineraria, per le condizioni di cessione, le autorizzazioni, le prerogative nelle Zone Minerarie Artigianali e la redazione di report sulle attività svolte. La violazione perpetua dei diritti umani del settore non viene nominata: anche in questo caso gli interessi di sviluppo economico

⁵⁵ Still I Rise è un'associazione no profit indipendente fondata nel maggio 2018: si occupa di advocacy e promozione dei DU, in particolare nell'ambito dell'infanzia e del diritto allo studio. "Pamoja, una scuola a Kolwezi per sottrarre i bambini dal lavoro in miniera" – Scuola di emergenza in R.D.Congo - <https://www.stillirisengo.org/it/scuole/educare-in-emergenza/repubblica-democratica-del-congo/> (consultato in data 30.05.23)

sovrastano quelli sociali, ambientali e individuali. L'obiettivo del Codice del 2018 è, semplicemente, di ricavo: si prevede una nuova tassa del 50% sui superprofitti.

3.2 Le violazioni normative nella fattispecie concreta

Le violazioni normative che sono avvenute e tutt'ora avvengono in Repubblica Democratica del Congo sono diverse e ricoprono diversi settori interconnessi: dalla salute al lavoro, dagli abusi fisici allo sfruttamento finanziario.

A partire dal contesto nazionale, il “Codice di Protezione dell’Infanzia della RDC” (2009) e il “Codice del Lavoro della RDC” dovrebbero essere maggiormente tutelati ed implementati, in particolare per quanto riguarda l’accesso concretamente gratuito ad almeno la scuola primaria, l’ingaggio di un numero di ispettori congruo e competente atto a verificare le condizioni di lavoro, predisporre standard di sicurezza e di salute adeguati e accertare l’assenza di prestazioni minorili.⁵⁶

Per quanto riguarda lo stadio del diritto regionale, la Repubblica Democratica del Congo ha ratificato nel luglio 1987 la “Carta Africana dei Diritti Umani e dei Popoli”, il principale strumento dell’Unione Africana che tutela i diritti individuali e riconosce la personalità giuridica e l’autonomia dei popoli: è stata adottata nel giugno 1981 ed è entrata in vigore il 21 ottobre 1986. I valori di riferimento sono enunciati nel preambolo: libertà, eguaglianza, giustizia e dignità, «*essential objectives for the achievement of the legitimate aspirations of the African peoples*».⁵⁷

L’articolo 15 prevede un diritto basilare quanto controverso se si prende in considerazione la situazione descritta fino ad ora, in particolare nella regione del Katanga: «*Every individual shall have the right to work under equitable and satisfactory conditions and shall receive equal pay for equal work*». Nell’ articolo 17.1, invece, viene enunciato che: «*Every individual shall have the right to*

⁵⁶ “This Is What We Die For” – report di Amnesty International e African Resources Watch (2016)

⁵⁷ “African Charter on Human and Peoples’ Rights” (1981); Organisation of African Unity - preambolo, pagina 2; [https://au.int/sites/default/files/treaties/36390-treaty-0011 - african charter on human and peoples rights e.pdf](https://au.int/sites/default/files/treaties/36390-treaty-0011_-_african_charter_on_human_and_peoples_rights_e.pdf) (consultato in data 01.06.2023)

*education» e l'articolo 21.5 impegna tutti gli Stati Parti della Convenzione: «[...] to eliminate all forms of foreign economic exploitation particularly that practised by international monopolies so as to enable their peoples to fully benefit from the advantage derived from their national resources».*⁵⁸

A livello internazionale, la RDC è parte di diversi trattati che non vengono rispettati nel loro spirito e contenuto:

- Patto Internazionale sui Diritti Economici, Sociali e Culturali (ONU)

Il patto del '66, entrato in vigore il 3 gennaio 1976, è stato ratificato dalla Repubblica Democratica del Congo (“*accession*”) il 5 ottobre 1983: si prevede un nucleo di diritti fondamentali e la loro attuazione tramite la clausola della progressiva realizzazione. La definizione di violazione del diritto risulta più complessa rispetto a quella dei diritti civili e politici a causa di due fattori principali: da una parte l'assenza del riferimento all'urgenza applicativa; dall'altra, il dibattito ancora aperto sulla legittimazione e giustificazione dei diritti sociali.

Nel caso specifico, possiamo affermare che vi siano delle perpetue e continue violazioni di:

- Articolo 6:

1. The States Parties to the present Covenant recognize the right to work, which includes the right of everyone to the opportunity to gain his living by work which he freely chooses or accepts, and will take appropriate steps to safeguard this right. 2. [...] The States Parties to the present Covenant recognize the right of everyone to the enjoyment of just and favourable conditions of work which ensure, in particular: (a) Remuneration which provides all workers, as a minimum, with: (i) Fair wages and equal remuneration for work of equal value without distinction of any kind [...]; (ii) A decent living for themselves and their families [...]. (b) Safe and healthy working conditions; (c) Equal opportunity for everyone to be promoted in his employment to an appropriate higher level [...] (d) Rest, leisure and reasonable limitation of working hours and periodic holidays with pay, as well as remuneration for public holidays.

Come è stato appurato precedentemente, il compenso monetario per le 12 e più

⁵⁸ “African Charter on Human and Peoples' Rights” (1981); Organisation of African Unity – articoli 15, 17.1, 21.5 (“Gli Stati parti della presente Carta si impegnano ad eliminare ogni forma di sfruttamento economico estero, in particolare quello praticato dal monopolio internazionale, in modo da consentire ai loro popoli di beneficiare pienamente dei vantaggi che ne derivano le loro risorse nazionali.”).

ore di attività è irrisorio; spesso non sono previste pause e i lavoratori sono costretti a saltare i pasti: in generale, le condizioni lavorative sono gravemente inferiori agli standard internazionali e non possono ritenersi dignitose. Inoltre, il Comitato per i Diritti Economici, Sociali e Culturali ha chiarito come gli Stati parte debbano prevedere misure di sicurezza adeguate atte a prevenire infortuni e malattie legate all'ambiente professionale.⁵⁹

- Articolo 11:

1. The States Parties to the present Covenant recognize the right of everyone to an adequate standard of living for himself and his family, including adequate food, clothing and housing, and to the continuous improvement of living conditions. [...].

- Articolo 13:

1. The States Parties to the present Covenant recognize the right of everyone to education. They agree that education shall be directed to the full development of the human personality and the sense of its dignity, and shall strengthen the respect for human rights and fundamental freedoms. [...] 2. The States Parties to the present Covenant recognize that, with a view to achieving the full realization of this right: (a) Primary education shall be compulsory and available free to all; (b) Secondary education in its different forms, including technical and vocational secondary education, shall be made generally available and accessible to all by every appropriate means, and in particular by the progressive introduction of free education [...].⁶⁰

Seppur la scuola primaria sia formalmente gratuita in RDC, i costi relativi al mantenimento degli studi sono spesso inaccessibili per le famiglie più povere, ed il governo non sembra interessarsene.

- Convenzione ONU sui Diritti dell'Infanzia, approvata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il 20 novembre 1989

Gli articoli più rilevanti nell'analisi di questa fattispecie sono il 19 (tutela legislativa e amministrativa dei minori contro ogni forma di violenza), 28 (che garantisce il diritto all'istruzione, rendendo l'insegnamento primario obbligatorio e gratuito e prevedendo misure per la promozione della frequenza scolastica) e 32.

⁵⁹ "This Is What We Die For" – report di Amnesty International e African Resources Watch (2016)

⁶⁰ "International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights", 16 December 1966 - General Assembly resolution 2200A (XXI); articoli 6,11,13; <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights> (consultato in data 01.06.23)

In quest'ultimo articolo:

Gli Stati parti riconoscono il diritto del fanciullo di essere protetto contro lo sfruttamento economico e di non essere costretto ad alcun lavoro che comporti rischi o sia suscettibile di porre a repentaglio la sua educazione o di nuocere alla sua salute o al suo sviluppo fisico, mentale, spirituale, morale o sociale.

Inoltre, per adempiere agli obblighi sopracitati, gli Stati parte dovrebbero impegnarsi a stabilire un'età minima per l'ammissione all'impiego, prevedere una regolamentazione adeguata degli orari di lavoro e pene/sanzioni in caso di violazione.⁶¹

Come membro dell'Organizzazione Internazionale del Lavoro, l'agenzia specializzata ONU fondata già nel 1919 in seno alla Società delle Nazioni, la RDC viola la Convenzione numero 182 sulle peggiori forme di lavoro minorile (1999, ratificata nel 2001); la Convenzione 138 sull'età minima (1973, ratificata nel 2001); la Convenzione 81 sull'ispezione del lavoro (1947, ratificata nel 1968). La Repubblica Democratica del Congo non risulta invece parte ratificante di altre importanti convenzioni ILO, quali la numero 155 (*Occupational Safety and Health Convention*, 1981) e 176 (*Safety and Health in Mines Convention*, 1995).

⁶²

3.3 Il ruolo della cooperazione internazionale allo sviluppo

La cooperazione internazionale prevede la collaborazione tra Stati (basata sui 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile fulcro dell'Agenda 2030) e tra Stati e organizzazioni internazionali riconosciute: nell'attuale sistema mondiale, la spinta intergovernativa e gli interessi particolari di ciascuna Nazione hanno un ruolo decisivo, ma è con l'approccio sopranazionale e la parziale delega di specifiche aree di competenza statale che si possono avere risultati concreti nel lungo periodo, soprattutto quando si parla di violazione dei diritti umani.

⁶¹ Convenzione ONU sui Diritti dell'Infanzia (1989); versione italiana pubblicata in Gazzetta Ufficiale l'11 giugno 1991 - <https://www.datocms-assets.com/30196/1607611722-convenzionedirittiiinfanzia.pdf> (consultato in data 01.06.23)

⁶² ILO: "Up-to-date Conventions and Protocols not ratified by Democratic Republic of the Congo" https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=1000:11210:0::NO:11210:P11210_COUNTRY_ID:102981 (consultato in data 01.06.23)

L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) nel 2016 ha pubblicato la terza edizione della Guida: *“Due Diligence for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas”*: è stata approvata anche dalla Conferenza Internazionale dei Grandi Laghi, di cui fa parte la Repubblica Democratica del Congo; la regione del Katanga è considerata, per l'appunto, una delle aree ad alto rischio. Attualmente, seppur alcuni Stati abbiano già riconosciuto il ruolo propositivo della Guida, nessun ordinamento giuridico al mondo impone obblighi di trasparenza o di *due diligence* alle multinazionali che si riforniscono tramite la filiera del cobalto. Il dovere morale prevederebbe alle aziende (sia di “primo contatto”, “a monte” della catena produttiva, sia a quelle che vendono i prodotti finiti, “a valle”) di garantire il rispetto dei DU anche negli Stati che non dispongono di leggi ad hoc a riguardo, ma per le stesse imprese questo corrisponde ad un paradosso: proprio la mancanza di legislazione nei Paesi in via di sviluppo, infatti, permette loro di svolgere attività a basso costo che altrimenti porterebbero a deficit di bilancio.

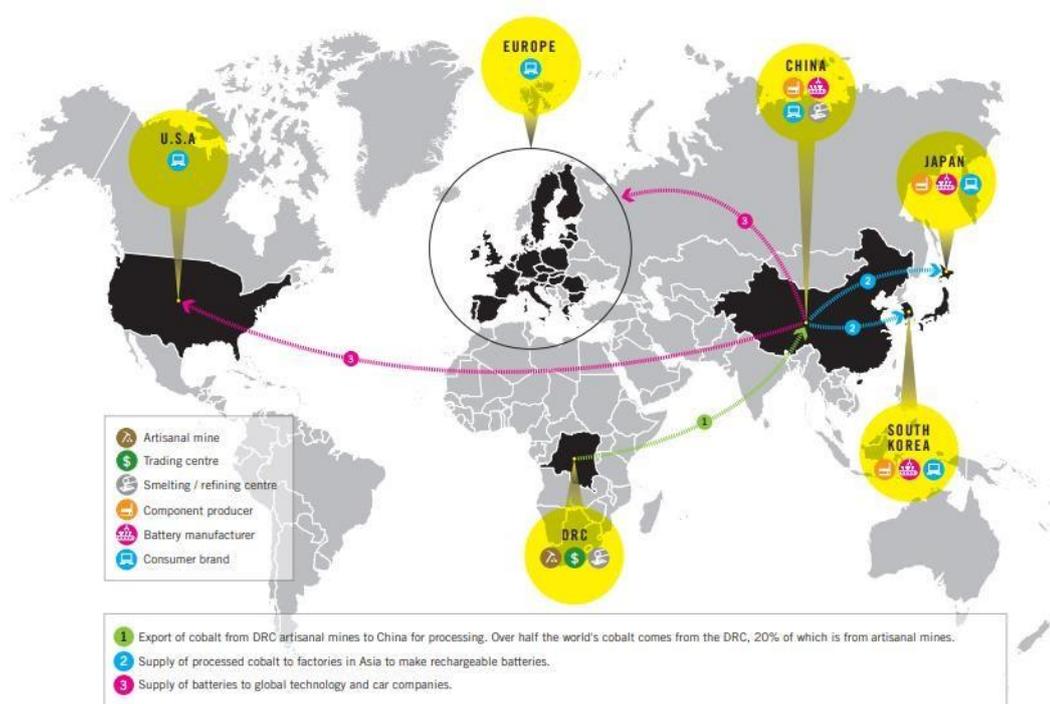


Figura 20: “Movement of cobalt from artisanal mines in the DRC to the global market” - “This Is What We Die For” – report di Amnesty International e African Resources Watch (2016), pagina 46

Anche il Comitato sui Diritti Economici, Sociali e Culturali delle NU ha pubblicato un *General Comment* sull'argomento (n° 24, datato giugno 2017): gli Stati membri dovrebbero monitorare le attività estere delle società che hanno sede nel loro territorio, all'insegna dei valori fondativi democratici e della pace positiva proposti dalle Nazioni Unite.

L'interazione e l'affiancamento delle ONG nel settore della cooperazione internazionale allo sviluppo risulta fondamentale: sono proprio le organizzazioni di società civile che si rendono disponibili in loco, che svolgono azioni di denuncia sociale, e che puntano sull'interesse solidaristico. Grazie all'azione di *lobbying*, le ONG tentano di instaurare un dialogo consolidato con le istituzioni locali, nazionali e mondiali. Il rischio, già manifestato nella realtà attuale, è quello di prevedere canali di accesso secondari, facoltativi, e in generale atti a curare la buona immagine degli Stati, poco coinvolti nella volontà di apportare cambiamenti concreti, visto il loro ruolo storico di alimento stesso delle crisi nei Paesi in via di sviluppo. Le difficoltà delle ONG sotto questo punto di vista riguardano diversi livelli: se da una parte la visione stato-centrica tende ad escluderle dalle conversazioni attuali, dall'altro la necessità di ricevere finanziamenti pubblici può intaccare l'autonomia e la genuinità stessa delle OSC. L'indipendenza associazionistica è fondamentale, e proprio per questo le "Southern ONG", che prevedono l'utilizzo di risorse economiche e umane locali e l'accesso ai fondi esterni solo se necessario, sono maggiormente riconosciute e affidabili secondo le popolazioni dei Paesi in difficoltà sociale.

Anche il ruolo delle fondazioni e degli attori privati in generis può portare una maggiore visibilità verso temi sociali o ambientali. Il pericolo tuttavia sussiste nel ricoprire quei ruoli già agognati dalle ONG specializzate, nel prevedere personale non del tutto qualificato e nella diffusione del cosiddetto "filantro-capitalismo", strumentale alla cooperazione e cui fine sarebbe redimere e legittimare la ricchezza dei grandi investitori.⁶³

⁶³ "Globalizzazione, sviluppo, cooperazione internazionale" A. Rinaldi e E. Verga (2021) – pagina 176

Gli approcci *bottom-up* hanno la potenzialità di coinvolgere un grande numero di persone e di influenzare il potere pubblico tramite manifestazioni, pressioni, denunce sociali: l'orizzontalità insita in questi processi, inoltre, è sintomo di democrazia e rappresentazione.

Nell'Unione Europea il rapporto con le ONG e le associazioni di società civile di tipo solidaristico viene siglato ufficialmente con il Trattato di Maastricht (e rispettivi allegati) e la Carta di Nizza, riconosciuta formalmente con il Trattato di Lisbona. La Commissione Europea, in particolare, riconosce cinque funzioni chiave per il "dialogo civile": esso contribuisce alla democrazia partecipativa; rappresenta gli interessi dei soggetti più deboli; contribuisce alla definizione delle politiche europee; interviene nella valutazione dei progetti finanziati; influisce nello sviluppare il processo di integrazione, nel rispetto del principio di sussidiarietà.⁶⁴

In aggiunta, il fattore fondamentale per cui le istituzioni dovrebbero interpellare attivamente le OSC è la necessità di ottenere informazioni veritiere riguardo le situazioni di crisi, legittimando le loro decisioni politiche di fronte all'opinione pubblica. In generale tuttavia i gruppi di interesse solidaristici sono ancora poco rappresentati nei Comitati consultivi, a differenza del legame privilegiato che le istituzioni mantengono con i gruppi di interesse economico, a partire dagli albori delle Comunità Europee.

3.4 Le prime batterie *cobalt-free*, tra ricerca e progetti innovativi

Propendere verso un futuro sostenibile significa anche utilizzare mezzi sempre più innovativi: ad oggi l'utilizzo del cobalto, tra gli altri materiali, è insostenibile su larga scala.

Finanziare la ricerca è quindi fondamentale, così come riconoscere adeguatamente le competenze che un sempre più giovane gruppo di esperti ha acquisito.

⁶⁴ "Unione europea cantiere aperto di governance: teorie istituzioni attori", M. Mascia (2017), capitolo IV

I maggiori tentativi innovativi riguardo le auto a batteria si focalizzano sulla sostituzione di uno o più materiali ritenuti critici o difficilmente accessibili sotto diversi punti di vista: si parla quindi di litio geotermico o di aumentare le quantità di manganese e nickel rimpiazzando del tutto il cobalto, mantenendo comunque alti standard energetici. Queste ipotesi non permettono ancora di eliminare i problemi alla base del processo di estrazione mineraria, ma possono minimizzarli.

La maggior parte dei prototipi di batterie *cobalt-free* prevedono l'utilizzo di un accumulatore "litio-ferro-fosfato" (*LFP batteries*): sono stati brevettati negli anni '90, ma nell'ultimo decennio sono stati rivalutati e implementati. Resistono efficacemente alle alte temperature, sono sicuri e prevedono una durata sopra la media, seppur abbiano un'energia specifica inferiore rispetto alle batterie al litio-ossido di cobalto. Il gruppo *Volkswagen* prosegue verso questa prospettiva, mentre *Tesla* si rileva, come prevedibile, più sperimentale.

Uno dei tentativi più incoraggianti è quello della compagnia cinese *SVOLT*, che nel 2021 ha annunciato la produzione in serie delle batterie *cobalt-free* "NMx", basate sulla combinazione di nickel (75%) e manganese (25%), meno impattante dal punto di vista ambientale e più economica, senza rinunciare alle prestazioni ottimali.

Anche in Europa la ricerca progredisce: il progetto *COBRA* (*COBalt-free Batteries for FutuRe Automotive Applications*) punta a realizzare delle batterie di nuova generazione competitive a livello mondiale, rilanciando anche la posizione europea in merito. Il progetto è co-finanziato dai fondi *Horizon 2020*⁶⁵ stanziati dalla Commissione Europea, ed è stato inaugurato a gennaio 2020. La tecnologia si basa su un catodo LNMO (composto da litio, nickel e manganese) e un anodo di silicio e grafite:

⁶⁵ "Horizon 2020 was the EU's research and innovation funding programme from 2014-2020 with a budget of nearly €80 billion. The programme has been succeeded by Horizon Europe." – Sito della Commissione Europea, "Research and Innovation" (https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en), consultato il 30.05.2023)

*The project will result in a unique battery system that merges several sought after features, including superior energy density, low cost, increased cycles and reduced critical materials.*⁶⁶

In conclusione, se le auto elettriche diventeranno il mezzo di trasporto che accompagnerà la vita e i percorsi delle nuove generazioni, sarà solo grazie alle scelte decisive compiute in questi anni.

⁶⁶ *Il progetto si tradurrà in un sistema di batterie unico che unisce diverse caratteristiche ricercate, tra cui densità di energia superiore, basso costo, cicli aumentati e materiali critici ridotti; “What is COBRA? - Developing the next generation of Cobalt-free Li-ion batteries for electric vehicles”;* <https://projectcobra.eu/> (consultato in data 30.05.2023)

Bibliografia – Sitografia

Adham, Sam. 2021. «The Next-Generation Cobalt-Free EV Battery Is Just around the Corner». *LMC Automotive*. <https://lmc-auto.com/news-and-insights/the-next-generation-cobalt-free-ev-battery-is-just-around-the-corner/> (30 maggio 2023).

African Union Commission. 2017. «List Of Countries Which Have Signed, Ratified/Accessed To The African Charter On Human And People’s Rights». https://au.int/sites/default/files/treaties/36390-sl_african_charter_on_human_and_peoples_rights_2.pdf.

AGI - Agenzia Giornalistica Italiana. «Scatta l’embargo sui carburanti russi, è rischio stangata». *AgI*. <https://www.agi.it/economia/news/2023-02-05/scatta-embargo-petrolio-russo-19964410/> (26 marzo 2023).

Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASviS), e Santa Chiara Lab. 2021. *AGENDA 2030: Un viaggio attraverso gli Obiettivi di sviluppo sostenibile*.

Amnesty International, e African Resources Watch. 2016. *This Is What We Die For: Human Rights Abuses In The Democratic Republic Of The Congo Power The Global Trade In Cobalt*.

«Battery Recycling». *Fortum*. <https://www.fortum.com/services/battery-recycling> (9 maggio 2023).

Bernetti, Antonella, e Marco Cordella. «Le emissioni nazionali di gas serra Settore Traporti - 2020 Dipartimento per la valutazione, i controlli e la sostenibilità ambientale».

Bertram, Rebecca. 2019. «Is Latin America’s Lithium Industry Sustainable? Environmental Costs of the New White Gold». *Energy Transition*. <https://energytransition.org/2019/06/latin-americas-lithium-industry/> (8 maggio 2023).

«Car fuel data, CO2 and vehicle tax tools». *Vehicle Certification Agency - UK Government*. <https://carfueldata.vehicle-certification-agency.gov.uk/> (25 marzo 2023).

Centro di Ateneo per i Diritti Umani - Università di Padova. «Nazioni Unite: pubblicato un nuovo General comment del Comitato sui diritti economici, sociali e culturali sugli obblighi degli Stati nel monitoraggio del rispetto dei diritti umani da parte delle imprese multinazionali». *UniPD - Centro Diritti Umani*. <https://unipd-centrodirittiumani.it/it/news/Nazioni-Unite-pubblicato-un-nuovo-General-comment-del-Comitato-sui-diritti-economici-sociali-e-culturali-sugli-obblighi-degli-Stati-nel/4399> (31 maggio 2023).

«COBRA | COBalt-Free Batteries for FutuRe Automotive Applications». *Cobra*. <https://projectcobra.eu/> (30 maggio 2023).

Comini, Gianni. 2019. «Inquinamento delle auto elettriche».

Commissione Europea. 2020. *COM(2020) 474 final - Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474>.

Commissione mondiale su Ambiente e Sviluppo, Commissione Bruntland. 1987. *Our Common Future*. UN,. <https://digitallibrary.un.org/record/139811> (18 maggio 2023).

«Completely Cobalt-Free Battery Cells From Svolt Roll Off The Production Line». 2021. *SVOLT*. <https://svolt-eu.com/en/completely-cobalt-free-battery-cells-from-svolt-roll-off-the-production-line/> (30 maggio 2023).

Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato Delle Regioni. 2019. *Il Green Deal europeo*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>.

Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato Delle Regioni. 2020. *Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente: mettere i trasporti europei sulla buona strada per il futuro*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789> (18 maggio 2023).

«Congo, cattolici contro Kabila: spari e lacrimogeni per disperdere le messe, otto morti». 2017. *La Repubblica*. https://www.repubblica.it/esteri/2017/12/31/news/congo_messa_kinshasa_kabila-185551409/ (30 maggio 2023).

Conte, Niccolo. 2023. «Mapped: Europe's Biggest Sources of Electricity by Country». *Visual Capitalist*. <https://www.visualcapitalist.com/mapped-europes-biggest-sources-of-electricity-by-country/> (8 maggio 2023).

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recante misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/09/14/20G00139/sg> (19 maggio 2023).

«COP26: Together for our planet | United Nations». *United Nations: Climate Action*. <https://www.un.org/en/climatechange/cop26> (26 marzo 2023).

Crescente, Isabella. 2021. «Sistemi di gestione e accumulo dell'energia in auto elettriche». Università degli Studi di Padova. <https://thesis.unipd.it/handle/20.500.12608/10363>.

Danielis, Romeo. 2015. «La diffusione dell'auto elettrica: uno sguardo a livello mondiale».

Danielis, Romeo. 2017. «Le emissioni di CO2 delle auto elettriche e delle auto con motore a combustione interna. Un confronto per l'Italia tramite l'analisi del ciclo di vita».

De Carli, Michela. 1997. «L'auto elettrica: un'analisi del ciclo di vita». <https://www.openstarts.units.it/handle/10077/6704>.

«Electricity Production, Consumption and Market Overview». *Eurostat* https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview (8 maggio 2023).

«Emissioni di CO2 delle auto: i numeri e i dati. Infografica». 2019. *Parlamento Europeo: attualità*. <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20190313STO31218/emissioni-di-co2-delle-auto-i-numeri-e-i-dati-infografica> (25 marzo 2023).

«Extracción de litio en Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc | FARN». <https://farn.org.ar/proyecto/extraccion-de-litio-en-salinas-grandes-y-laguna-de-guayatayoc/> (8 maggio 2023).

Fabbri, Flavio. 2022. «Auto elettriche: senza strategia a rischio 70 mila posti di lavoro». *Key4biz*. <https://www.key4biz.it/auto-elettriche-grande-opportunita-per-litalia-ma-senza-strategia-a-rischio-70-mila-posti-di-lavoro/390418/> (10 maggio 2023).

Fagioli, Emanuela. 2020. «I 150 anni di storia dell'auto elettrica». *Cobat*. <https://www.cobat.it/comunicazione/rivista-ottantadue/articolo/i-150-anni-di-storia-dellauto-elettrica> (25 marzo 2023).

Farulli, Alessandro. 2018. «Repubblica democratica del Congo: promulgato il codice minerario. Le multinazionali temono per il cobalto». *Greenreport: economia ecologica e sviluppo sostenibile*. <https://greenreport.it/news/energia/repubblica-democratica-del-congo-promulgato-codice-minerario-le-multinazionali-temono-cobalto/> (30 maggio 2023).

Gandelli, Stefano. «Quali sono le fonti energetiche che utilizza l'Italia? Il mix energetico del nostro Paese». *Geopop*. <https://www.geopop.it/quali-sono-le-fonti-energetiche-che-utilizza-litalia-il-mix-energetico-del-nostro-paese/> (8 maggio 2023).

General Assembly resolution 2200A (XXI). 1966. «International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights». *OHCHR*. <https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights> (1 giugno 2023).

Canale YT Geopop. «Il riciclo di pile esauste e batterie delle auto - YouTube». <https://www.youtube.com/watch?v=nIWDMPsU6il&feature=youtu.be> (9 maggio 2023).

Giansoldati, Marco, Lucia Rotaris, Romeo Danielis, e Mariangela Scorrano. 2017. «La stima della domanda di auto elettriche basata sulla metanalisi». *Rivista Scientifica della Società Italiana di Economia dei Trasporti e della Logistica* (Numero 2, Articolo 5).

Girardi, Pierpaolo, e Cristina Brambilla. 2018. «Auto elettriche e auto tradizionali: un confronto basato sul ciclo di vita dalla city-car due posti al SUV». *L'Energia Elettrica, per RSE-Ricerca Sistema Energetico*.

«Horizon 2020». *European Commission*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en (30 maggio 2023).

IEA: International Energy Agency. «World Energy Outlook 2022 – Analysis». <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>.

International Labour Organization. «Ratifications of ILO conventions: Ratifications for Democratic Republic of the Congo». *ILO*. https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:11200:0::NO::P11200_COUNTRY_ID:102981 (1 giugno 2023a).

International Labour Organization. «Up-to-date Conventions not ratified by Democratic Republic of the Congo». *ILO*. https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=1000:11210:0::NO:11210:P11210_COUNTRY_ID:102981 (1 giugno 2023b).

La Cuenca De Salinas Grandes Y Laguna De Guayatayoc. 2015. «Kachi Yupi - Procedimiento de consulta y consentimiento previo, libre e informado para las Comunidades Indígenas».

- «Le infrastrutture di ricarica a uso pubblico in Italia (Quarta edizione)». 2023. *Motus-E*. https://www.motus-e.org/studi_e_ricerche/le-infrastrutture-di-ricarica-a-uso-pubblico-in-italia-quarta-edizione/.
- «Lo smaltimento e riciclo delle batterie esauste». 2022. *Enel X*. <https://www.enelx.com/it/it/storie/2022/03/riciclo-batterie-auto-elettriche> (10 maggio 2023).
- Mascia, Marco. 2017. *Unione europea cantiere aperto di governance : teorie istituzioni attori*. Bari: Cacucci.
- Mastrandrea, Angelo. 2023. «Ci vuole troppo tempo per fare un grande impianto fotovoltaico in Italia». <https://www.ilpost.it/2023/04/08/fotovoltaico-tempi-approvazione-impianti/> (8 maggio 2023).
- «Materie prime critiche». 2023. *mise.gov.it*. <https://www.mimit.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-impres/materie-prime-critiche/materie-prime-critiche> (8 maggio 2023).
- Nations, United. Human Development Reports *Human Development Index*. United Nations. <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index> (30 maggio 2023).
- OECD. 2016. *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas: Third Edition*. OECD. https://www.oecd-ilibrary.org/governance/oecd-due-diligence-guidance-for-responsible-supply-chains-of-minerals-from-conflict-affected-and-high-risk-areas_9789264252479-en (31 maggio 2023).
- «Oil and Petroleum Products - a Statistical Overview». 2023. *Eurostat: statistic explained*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Oil_and_petroleum_products_-_a_statistical_overview (27 marzo 2023).
- ONU. 1989. *Convenzione Internazionale sui Diritti dell'Infanzia*. <https://www.datocms-assets.com/30196/1607611722-convenzionedirittininfanzia.pdf> (1 giugno 2023).
- Organisation of African Unity. 1981. Registered with the United Nations on 10 September 1991, Certificate No. 26363 *African Charter on Human and Peoples' Rights*. https://au.int/sites/default/files/treaties/36390-treaty-0011_-_african_charter_on_human_and_peoples_rights_e.pdf (1 giugno 2023).
- «Pamoja, una scuola a Kolwezi per sottrarre i bambini dal lavoro in miniera» – Scuola di emergenza in R.D.Congo». *Still I Rise*. <https://www.stillirisengo.org/it/scuole/educare-in-emergenza/repubblica-democratica-del-congo/>.
- Parlamento europeo e Consiglio. 2000. OJ L *Direttiva 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso - Dichiarazioni della Commissione*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/53/oj/ita> (10 maggio 2023).
- Parlamento europeo e Consiglio. 2006. OJ L *Direttiva 2006/66/CE relativa a pile e accumulatori e ai rifiuti di pile e accumulatori e che abroga la direttiva 91/157/CEE*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/66/oj/ita> (10 maggio 2023).
- Parlamento europeo e Consiglio. 2014. OJ L *Direttiva 2014/94/UE sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi. Testo rilevante ai fini del SEE*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/94/oj/ita>.

Parlamento europeo e Consiglio. 2018. OJ L *Direttiva (UE) 2018/849 che modifica le direttive 2000/53/CE relativa ai veicoli fuori uso, 2006/66/CE relativa a pile e accumulatori e ai rifiuti di pile e accumulatori e 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/849/oj/ita> (10 maggio 2023).

«Petrolio - riserve dimostrate per paese - Mappa del Mondo». *Index Mundi*. <https://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=97&r=xx&l=it> (26 marzo 2023).

Piu, Salvatore. 2018. «Tesla Motors irrompe nel mercato delle automobili elettriche: caso aziendale». LUISS Guido Carli.

«Quanto costa un'auto elettrica?» *Enel X*. <https://www.enelx.com/it/it/faq/quanto-costa-un-auto-elettrica> (26 marzo 2023).

Redazione Cobat. 2021. «Come vengono riciclate le batterie delle auto elettriche?» *COBAT*. <https://www.cobat.it/comunicazione/press-room/news/come-vengono-riciclate-le-batterie-delle-auto-elettriche> (9 maggio 2023).

Redazione OffertEnergia. «Come funziona lo smaltimento batterie delle auto elettriche?» *offertaenergia.it*. <https://www.offertenergia.it/smaltimento-batterie-auto-elettriche-guida/> (9 maggio 2023).

République Démocratique du Congo. 2018. *Code Minier*.

Rigirozzo, Fabiana. 2019. «Lo sviluppo dell'auto elettrica in Italia: prospettive e criticità». LUISS Guido Carli.

Rinaldi, Azzurra, e Enrico Verga. 2021. *Globalizzazione, sviluppo, cooperazione internazionale*. 1° edizione. Milano-Torino: Pearson Italia.

CFSL, Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro, Confederazione Svizzera. «Sicurezza sul lavoro e tutela della salute negli interventi su veicoli ibridi ed elettrici dotati di sistemi ad alta tensione». 2015.

«Struttura del mercato – Febbraio 2023». *UNRAE - Unione Nazionale Rappresentanti Autoveicoli Esteri*. <http://unrae.it/dati-statistici/immatricolazioni/6197/struttura-del-mercato-febbraio-2023>.

Terenzi, Alessandro, Susanna Spinsante, e Stefania Cecchi. 2021. «La silenziosità delle auto elettriche: opportunità o rischio?» AEIT-In primo piano: automotive.

Terzano, Carlo. 2023. «Chi vende più auto elettriche nel mondo». *Startmag*. <https://www.startmag.it/smartcity/chi-vende-piu-auto-elettriche-nel-mondo/> (27 marzo 2023).

United Nations Treaty Collection. 2023. «International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights - Participant». *UNTC*. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=IV-3&chapter=4&clang=en#20 (1 giugno 2023).

Venditti, Bruno. 2022. «The Top 10 EV Battery Manufacturers in 2022». *Elements by Visual Capitalist*. <https://elements.visualcapitalist.com/the-top-10-ev-battery-manufacturers-in-2022/> (8 maggio 2023).

Vilnai, Chiara. 2019. «Stazioni di ricarica per auto elettriche: il mercato italiano». Università degli Studi di Padova.

Whoriskey, Peter. 2016. «China pollution caused by graphite mining for smartphone battery». <https://www.washingtonpost.com/graphics/business/batteries/graphite-mining-pollution-in-china/> (8 maggio 2023).

Zucchini, Maria Luisa. 2021. «Il dilemma del litio: transizione ecologica e danni ambientali». *Orizzonti Politici*. <https://www.orizzontipolitici.it/il-dilemma-del-litio-transizione-ecologica-e-danni-ambientali/> (8 maggio 2023).