

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



**Politecnico
di Torino**

Tesi di Laurea di II livello

**GREEN MOBILITY:
LA SITUAZIONE DEL SETTORE
AUTOMOTIVE IN ITALIA**

Relatore:
Prof.ssa. Laura Abrardi

Candidato:
Orazio Paziienza

Anno accademico 2022-2023

INDICE

PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	4
CAPITOLO UNO	6
1.1 <i>Il concetto di Green Mobility</i>	6
1.2 <i>Mobilità sostenibile su strada</i>	7
1.2.1 <i>Servizi di Car Sharing</i>	7
1.2.2 <i>Mezzi di trasporto pubblici</i>	10
1.2.3 <i>Servizi di Bike Sharing e E-Scooter Sharing</i>	11
1.3 <i>Il mercato delle auto elettriche nel Mondo</i>	14
1.4 <i>Il mercato delle auto elettriche in Europa</i>	16
1.5 <i>La situazione in Italia</i>	17
CAPITOLO DUE	20
2.1 <i>Analisi dell'offerta</i>	20
2.1.1 <i>Battery Electric Vehicle (BEV)</i>	21
2.1.2 <i>Hybrid Electric Vehicle (HEV)</i>	26
2.1.3 <i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)</i>	28
2.1.4 <i>Mild Hybrid Electric Vehicle (MHEV)</i>	31
2.2 <i>Analisi della domanda</i>	32
2.2.1 <i>L'attenzione del consumatore verso l'ambiente</i>	32
2.2.2 <i>Il consumatore italiano</i>	33
2.2.3 <i>L'infrastruttura presente in Italia</i>	36
2.3 <i>Analisi dei costi</i>	38
2.4 <i>Analisi dei prezzi</i>	40
CAPITOLO TRE	42
3.1 <i>Il Green Deal Europeo e il pacchetto "Pronti per il 55%"</i>	42
3.2 <i>Regolamento sui tempi di ricarica delle vetture elettriche</i>	44
3.3 <i>La Direttiva AFID</i>	47
3.4 <i>Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima Italiano</i>	48
3.5 <i>Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)</i>	49
3.6 <i>Il Decreto Semplificazioni e il prezzo della ricarica</i>	50
3.7 <i>Incentivi forniti dallo Stato Italiano: Ecobonus Auto 2023</i>	52
3.8 <i>Il problema dello smaltimento delle batterie</i>	53

CAPITOLO QUATTRO	55
<i>4.1 L'emergenza materie prime per la produzione delle auto</i>	<i>55</i>
<i>4.2 La durata delle batterie: previsioni sull'accumulo di batterie esauste</i>	<i>57</i>
<i>4.3 Circular Economy applicata al settore automotive</i>	<i>57</i>
<i>4.3.1 Il modello dell'economia lineare</i>	<i>58</i>
<i>4.3.2 Il modello dell'economia circolare</i>	<i>59</i>
<i>4.3.3 Circular Cars Initiative</i>	<i>60</i>
<i>4.3.4 Le iniziative delle case automobilistiche</i>	<i>61</i>
<i>4.4 Circular Economy: influenze esterne ed interne al settore</i>	<i>65</i>
<i>4.5 Opportunità future: il business legato al riciclo delle batterie</i>	<i>67</i>
CONCLUSIONI	70

PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Nel processo che porterà l'Europa verso un 2050 ad emissioni zero, una parte importante sarà ricoperta dallo sviluppo di modelli innovativi di mobilità sostenibile che dovranno integrarsi bene con i territori e dovranno rispondere a tutte le esigenze della quotidianità attuale e futura.

Tale processo, il cosiddetto “European Green Deal”, avviato, a fine 2019, dalla Presidente della Commissione Europea Ursula von der Leyen, pone tra i tanti obiettivi quello di far affermare una mobilità intelligente e sostenibile per i prossimi trent'anni.

Il tema della mobilità sostenibile è ampio e articolato ed in esso entrano in gioco diversi fattori come:

- Le politiche di potenziamento del trasporto pubblico
- Il cambio di stili di vita e di spostamenti da parte dei cittadini
- L'ambito economico e industriale connesso all'automotive
- L'ambito sociale e ambientale

Il presente elaborato di Tesi si pone come scopo quello di andare ad analizzare qual è la posizione occupata dall'Italia in questo processo. In particolare, sarà importante capire come le infrastrutture ad oggi presenti sul territorio nazionale verranno adeguate al fine di garantire una mobilità sicura ed efficiente per tutti i cittadini.

Il primo capitolo ha come obiettivo quello di definire il concetto generale della Green Mobility per poi andare ad analizzare a che punto si trova il processo di transizione, dalle auto a combustione interna a quelle elettriche, in Italia, rispetto alla situazione Mondiale ed Europea.

Il secondo capitolo illustra l'andamento del mercato automotive focalizzandosi sull'analisi della domanda di mercato, rappresentata da tutti i cittadini che richiedono vetture con determinate caratteristiche, e sull'offerta di mercato, rappresentata da tutte le case automobilistiche. È proposto anche un confronto tra le varie tecnologie che i produttori di automobili propongono sul mercato per capire l'orientamento dei consumatori.

Nel terzo capitolo viene fatto prima un focus sulla situazione normativa riguardante la Green Mobility, sia Europea che Italiana. In seguito, vengono proposti i vari incentivi

messi in atto dal Governo Italiano per favorire la transizione verso la mobilità sostenibile.

Viene trattato, inoltre, il tema più delicato del processo di transazione verso la mobilità elettrica: lo smaltimento delle batterie.

Nel quarto capitolo viene trattata la questione più spinosa che le case automobilistiche stanno affrontando e dovranno affrontare, ovvero, ripensare tutto il sistema produttivo in ottica circolare, soprattutto per la questione legata al riutilizzo delle batterie. Vengono anche proposte quelle che sono le iniziative messe in atto da alcune case automobilistiche per far fronte al problema dello smaltimento delle batterie.

CAPITOLO UNO

GREEN MOBILITY - FOCUS SULLE AUTO ELETTRICHE

1.1 Il concetto di Green Mobility

La Green Mobility, o più semplicemente detta “mobilità sostenibile”, rappresenta un modello ideale di un sistema di trasporti volto a ridurre al minimo l’impatto ambientale.

Lo scopo di tale modello è quello di andare a ridurre al minimo le emissioni di CO₂, derivanti dall’utilizzo dei mezzi di trasporto a combustione interna, cercando di introdurre sul mercato nuovi mezzi di trasporto, dotati di tecnologie non inquinanti come, ad esempio, le automobili elettriche o ibride, andando a massimizzare l’efficienza, l’intelligenza e la rapidità degli spostamenti.

Il World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) la definisce così:

“Mobilità sostenibile significa dare alle persone la possibilità di spostarsi in libertà, comunicare e stabilire relazioni senza mai perdere di vista l’aspetto umano e quello ambientale, oggi come in futuro”

I veicoli appartenenti alla Green Mobility, come mostrato in Figura 1, risultano essere:

- Car sharing
- Mezzi di trasporto pubblici
- Veicoli ibridi o elettrici
- Biciclette tradizionali o elettriche
- Monopattini elettrici

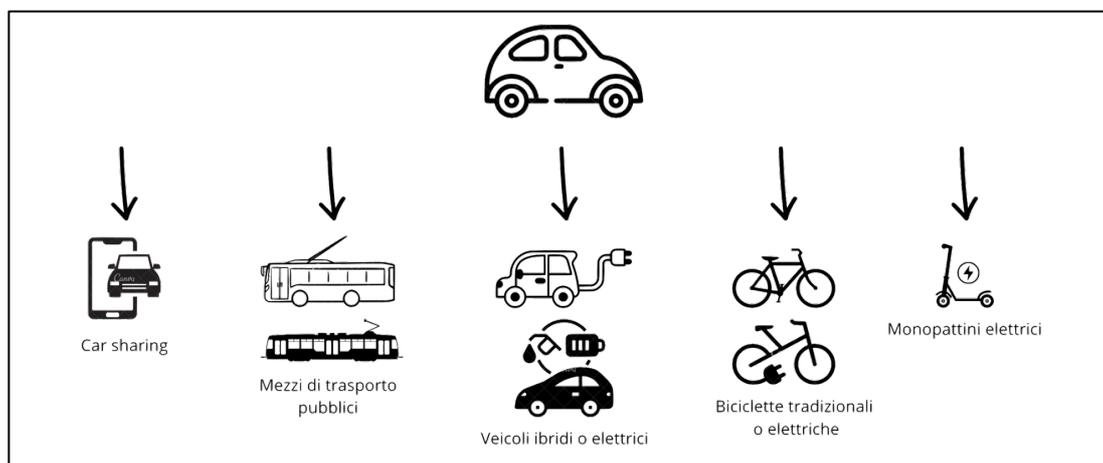


Figura 1 - Veicoli Green Mobility

1.2 Mobilità sostenibile su strada

Diversi ambiti della società, ormai, hanno preso coscienza del problema del cambiamento climatico e si stanno attivando per tale causa.

Uno dei settori che ha messo in atto i maggiori cambiamenti è la mobilità su strada.

I governi internazionali, infatti, stanno incentivando l'uso dei mezzi pubblici ma anche delle automobili elettriche, dei monopattini elettrici e delle biciclette.

L'obiettivo è quello di andare a ridurre la circolazione di automobili private nelle città ogni giorno poiché provocano un incremento delle emissioni inquinanti nell'atmosfera, generano traffico e riducono l'agibilità delle strade, aumentando, di conseguenza, il tempo trascorso in automobile e la richiesta di parcheggi.

Di seguito verranno analizzati i vari veicoli e servizi sui quali i governi internazionali stanno cercando di creare incentivi, affinché l'inquinamento ambientale si riduca, per poi andarsi a focalizzare principalmente sul settore elettrico dell'automotive.

1.2.1 Servizi di Car Sharing

Il Car Sharing è un servizio che consente a qualsiasi automobilista di usare un veicolo, messo a disposizione da un'azienda, in condivisione con altri utenti.

Ogni utente, dopo aver visionato su l'app specifica dell'azienda fornitrice di autovetture, la presenza nelle sue vicinanze di un'auto, può prenotarla per un determinato periodo di tempo e pagare solo per l'uso effettivo. Nella Tabella 1 sottostante sono sintetizzati i principali vantaggi e svantaggi del Car Sharing:

Car Sharing	
<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>
<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Riduzione dei costi</i> (assicurazione, manutenzione, parcheggio...)▪ <i>Minor impatto ambientale</i> (riduzione dei veicoli in circolazione)▪ <i>Maggiore flessibilità</i> (possibilità di scegliere i veicoli tra un'ampia gamma consentendo di adattare l'auto ad ogni esigenza specifica di viaggio)▪ <i>Riduzione del traffico e dei problemi di parcheggio</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Disponibilità limitata</i> (car sharing diffuso solo in determinate aree)▪ <i>Dipendenza dagli altri utenti</i>▪ <i>Condivisione dello spazio</i> (essendo le auto noleggate da molti utenti l'auto non avrà mai l'aspetto interno desiderato da tutti)

Tabella 1 - Vantaggi e Svantaggi del Car Sharing

Il Car Sharing, in Italia come nel resto del mondo, si sta sviluppando in maniera estremamente dinamica e risulta essere un'alternativa sempre più apprezzata dalle persone alle auto private.

Le auto messe a disposizione dai vari players del mercato sono per lo più elettriche, proprio per combattere l'emissione di CO₂ nell'ambiente.

Da una ricerca condotta da Statista¹ sono emersi i seguenti dati:

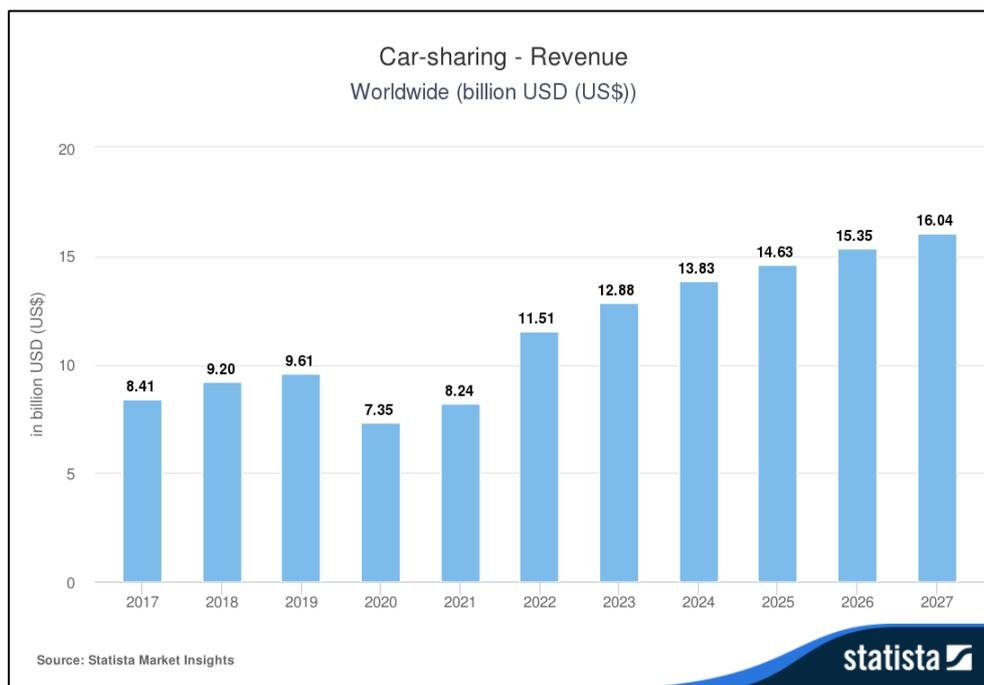


Figura 2 - Car Sharing Revenue (Statista, Dec 2022)

dalla Figura 2 si osserva come i ricavi, nel periodo Pre-pandemia da COVID-19, abbiano avuto una crescita continua per poi subire un netto calo negli anni della pandemia (tra il 2019 e il 2022).

Nel 2021 sono tornati a crescere, seppur in maniera lieve.

Il 2022 è l'anno in cui la crescita è stata molto significativa e si prevede che nel 2023 raggiungeranno i 12,88 miliardi di dollari.

Entro il 2027 la crescita avrà un tasso annuale (CAGR) del 5,64% con un volume di mercato previsto di 16,04 miliardi di dollari.

Ad oggi la situazione mondiale risulta essere quella mostrata in Figura 3, con la maggior parte dei ricavi che provengono dagli Stati Uniti.

¹ Statista – Car Sharing Market, <https://www-statista-com.ezproxy.biblio.polito.it/outlook/mmo/shared-mobility/shared-rides/car-sharing/worldwide>

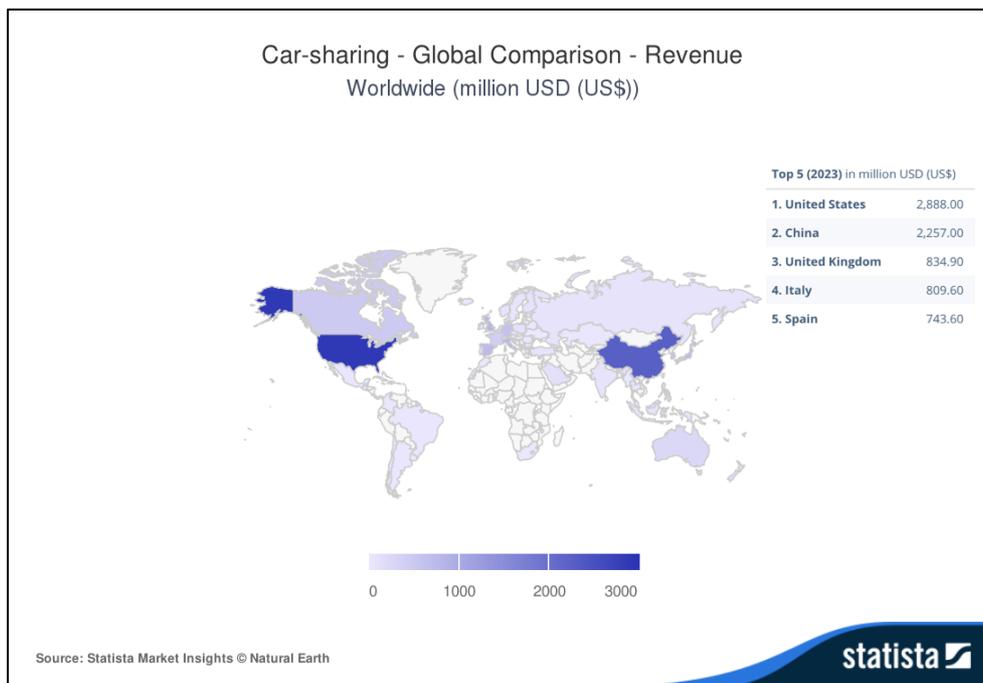


Figura 3 – Confronto Globale dei ricavi del Car Sharing (Statista, Dec 2022)

Il numero degli utenti che usufruirà del Car Sharing è destinato a salire nel corso degli anni in maniera costante (Figura 4) a dimostrazione del fatto che un numero sempre più crescente di persone prova interesse verso tale forma di mobilità su strada.

Il fatto che molti grandi giganti industriali del mondo dell'auto, dell'autonoleggio, del trasporto, abbiano investito pesantemente sul Car Sharing rappresenta sicuramente una garanzia di continuità.

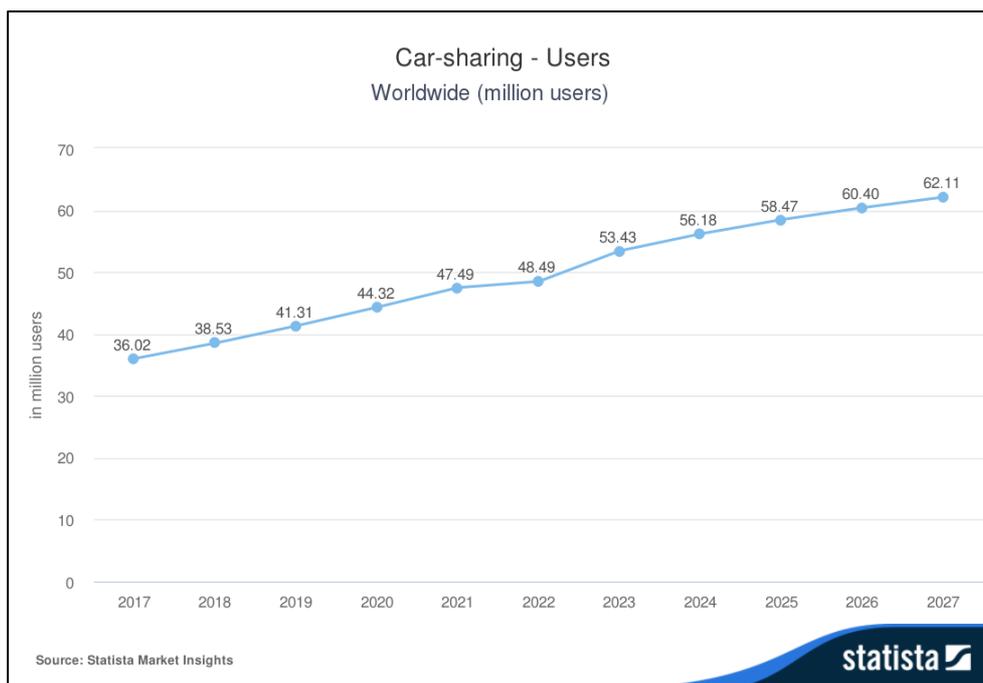


Figura 4 – Car Sharing Users (Statista, Dec 2022)

1.2.2 Mezzi di trasporto pubblici

L'utilizzo dei mezzi di trasporto pubblici al posto dei mezzi privati a livello globale presenta una situazione molto varia.

Molte risultano essere le persone che preferirebbero utilizzare tali mezzi per gli spostamenti ma la questione più spinosa risulta essere la mancanza di vere e proprie infrastrutture adeguate.

Un rapporto stilato da Hitachi Rail² rileva che il 75% delle persone preferirebbe l'uso dei mezzi pubblici a quello dell'auto, se solo fossero più integrati e connessi. Inoltre, evidenzia una forte domanda nel mondo di soluzioni di trasporto intelligenti che garantiscano una maggior interoperabilità e comfort.

Dai dati provenienti da uno studio di Statista³ emergono alcuni dati significativi:

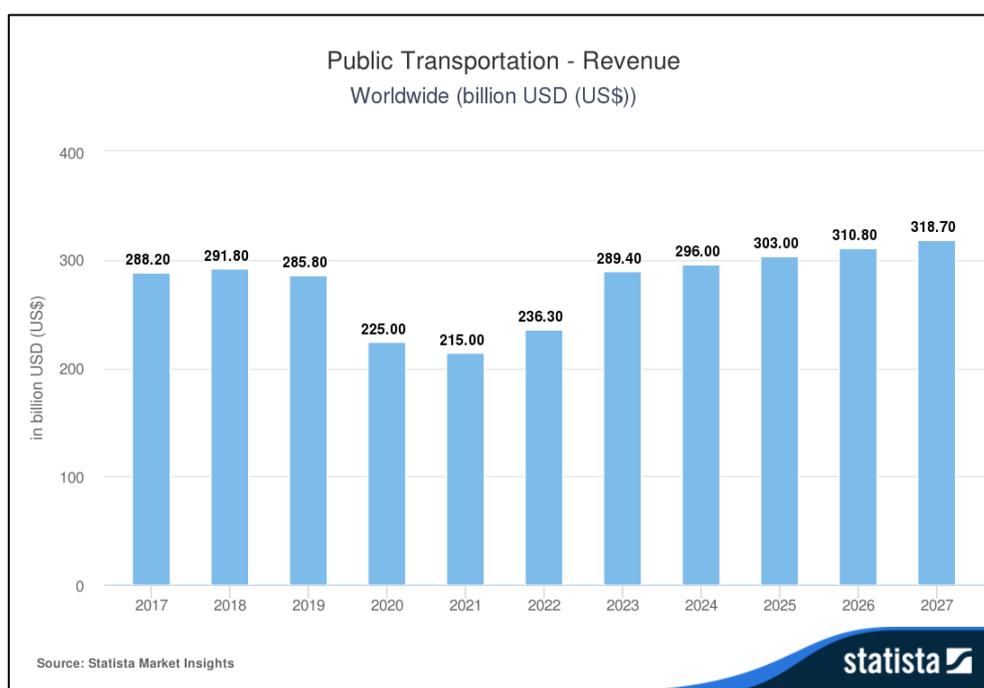


Figura 5 - Public Transportation Revenue (Statista, Dec 2022)

Anche in questo caso, nel periodo corrispondente alla pandemia da COVID-19, si è registrato un forte calo dei ricavi che poi pian piano tornano a crescere dal 2022. Dal 2023 si prevede una crescita annuale (CAGR) del 2,44% con un volume di mercato previsto al 2027 di 318,70 miliardi di dollari.

² Hitachi Rail, <https://www.mynewsdesk.com/it/hitachi-rail-global/pressreleases/hitachi-rail-un-rapporto-rivela-che-a-livello-globale-3-persone-su-4-sceglierebbero-i-mezzi-pubblici-invece-dell'auto-se-meglio-collegati-a-torino-la-percentuale-sale-all'83-percent-3234907>

³ Statista - Public Transportation Market, <https://www-statista-com.ezproxv.biblio.polito.it/outlook/mmo/shared-mobility/shared-vehicles/public-transportation/worldwide>

Per quanto riguarda il numero di utenti, la crescita sarà leggermente superiore a quella pre-pandemia, a conferma del fatto che per quanto riguarda i trasporti pubblici si è ancora distanti da ciò che la domanda richiede.

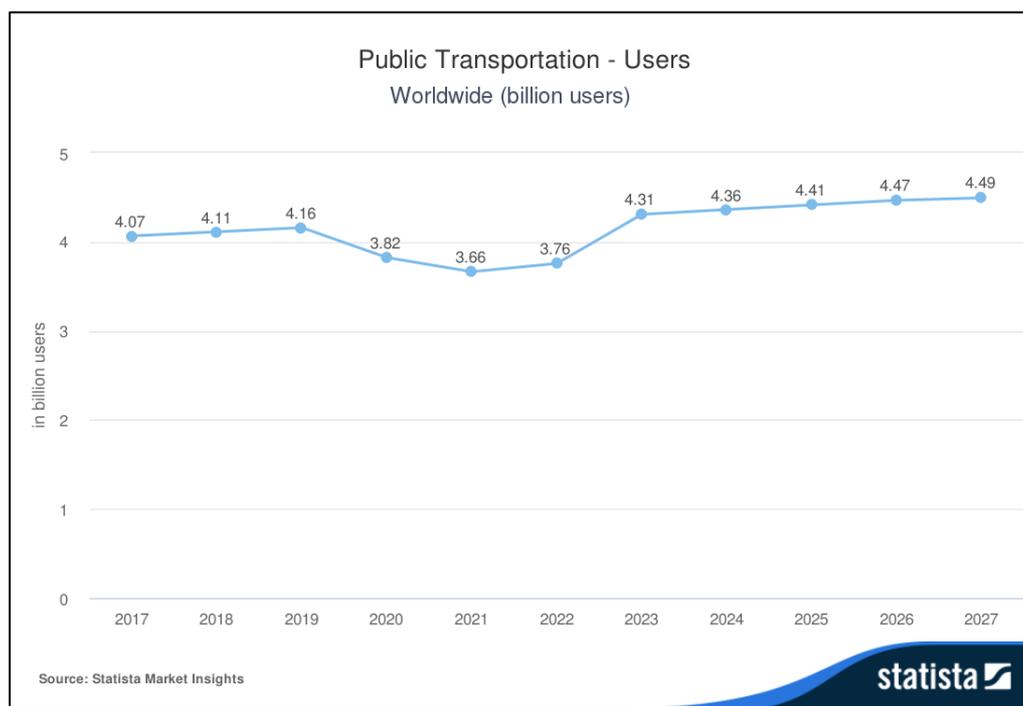


Figura 6 - Public Transportation Users (Statista, Dec 2022)

1.2.3 Servizi di Bike Sharing e E-Scooter Sharing

Il Bike Sharing e l'E-Scooter Sharing sono dei modelli di condivisione con i quali si rende accessibile agli utilizzatori del servizio una flotta di biciclette elettriche o di monopattini elettrici utilizzabili in un'area urbana per effettuare gli spostamenti che si desiderano. Il concetto alla base di questo modello è molto simile a quello del Car Sharing.

Queste due forme di micromobilità hanno cominciato a riscuotere grande successo già prima della pandemia e stanno prendendo sempre più gamba tra le modalità di spostamento per le persone in tutto il mondo.

I dati di Statista⁴ mostrano come, oltre ad essere diversi i player che si dividono il mercato internazionale dei due servizi, le crescite dei ricavi e l'aumento degli utenti che ne usufruiscono sono aumentati molto nel corso degli anni:

⁴ Statista - Bike Sharing, <https://www-statista-com.ezproxy.biblio.polito.it/outlook/mmo/shared-mobility/shared-rides/bike-sharing/worldwide>
Statista - E-Scooter Sharing, <https://www-statista-com.ezproxy.biblio.polito.it/outlook/mmo/shared-mobility/shared-rides/e-scooter-sharing/worldwide>

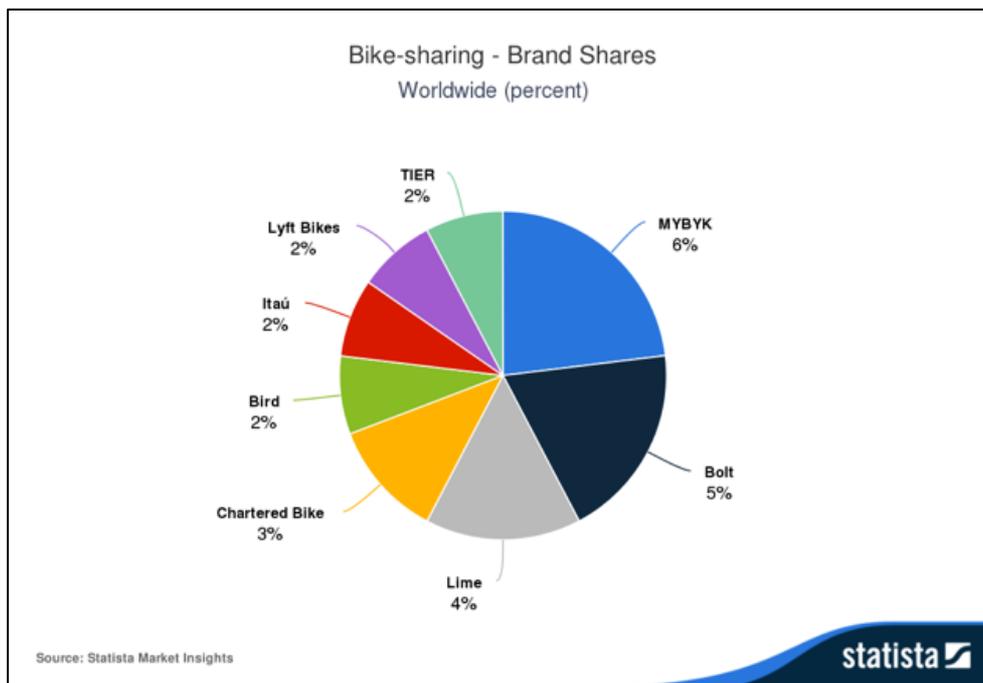


Figura 7 - Bike Sharing Brand (Statista, Mar 2023)

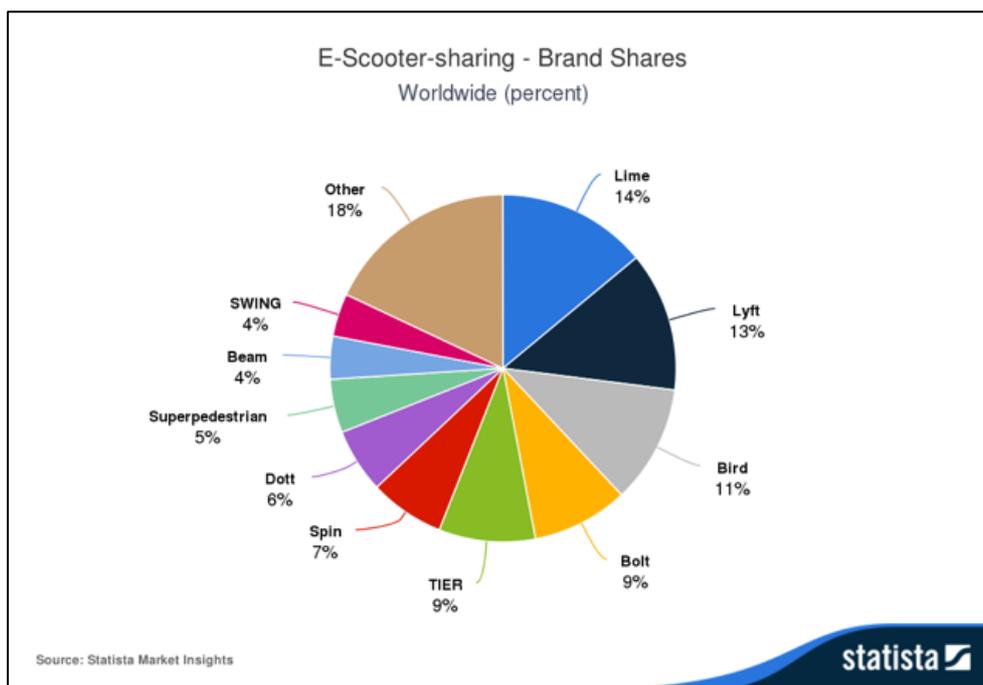


Figura 8 - E-Scooter Sharing Brand (Statista, Mar 2023)

È stato stimato che i ricavi dell'intero mercato aumenteranno, ogni anno, con un tasso (CAGR) del:

- 10,09% per quanto riguarda il Bike Sharing fino al raggiungimento di circa 13,53 miliardi di dollari nel 2027
- 2,57% per quanto riguarda l'E-Scooter Sharing fino al raggiungimento di circa 2968 milioni di dollari nel 2027

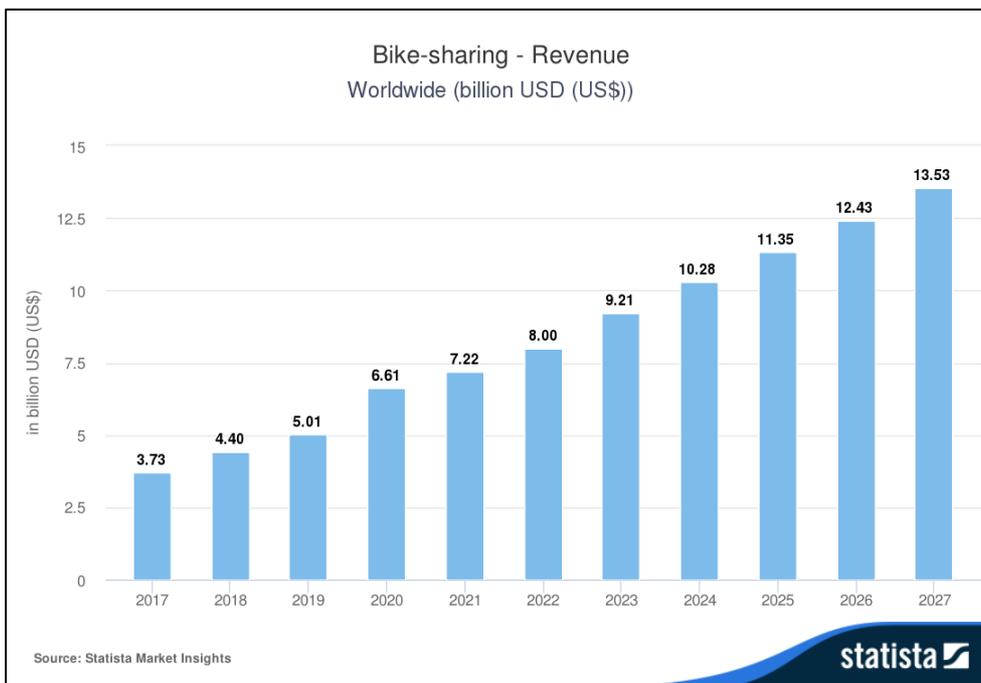


Figura 9 - Bike Sharing Revenue (Statista, Dec 2022)

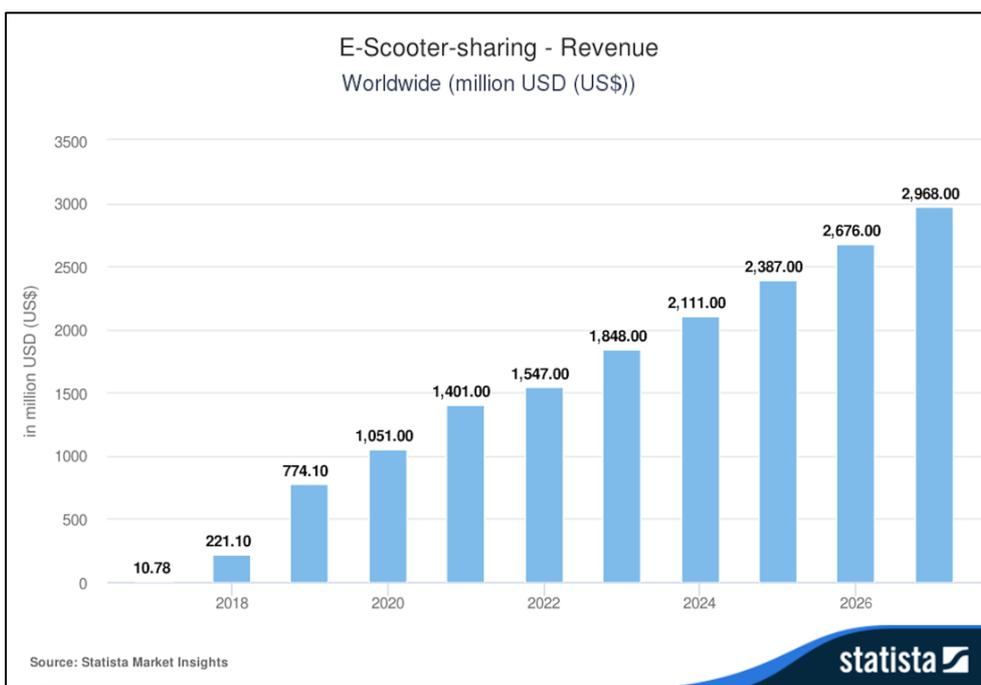


Figura 10 - E-Scooter Sharing Revenue (Statista, Dec 2022)

Tali numeri sono giustificati dal netto aumento di utenti che ci si aspetta di raggiungere nel 2027: 960 milioni di utenti per il Bike Sharing e 134,7 milioni di utenti per l'E-Scooter Sharing.

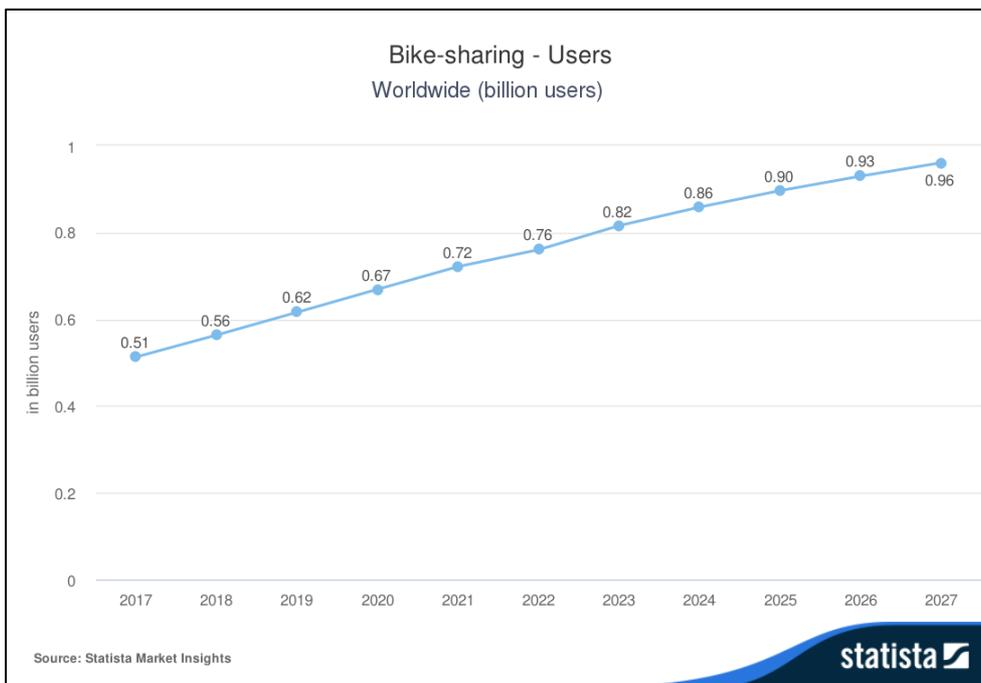


Figura 11 - Bike Sharing Users (Statista, Dec 2022)

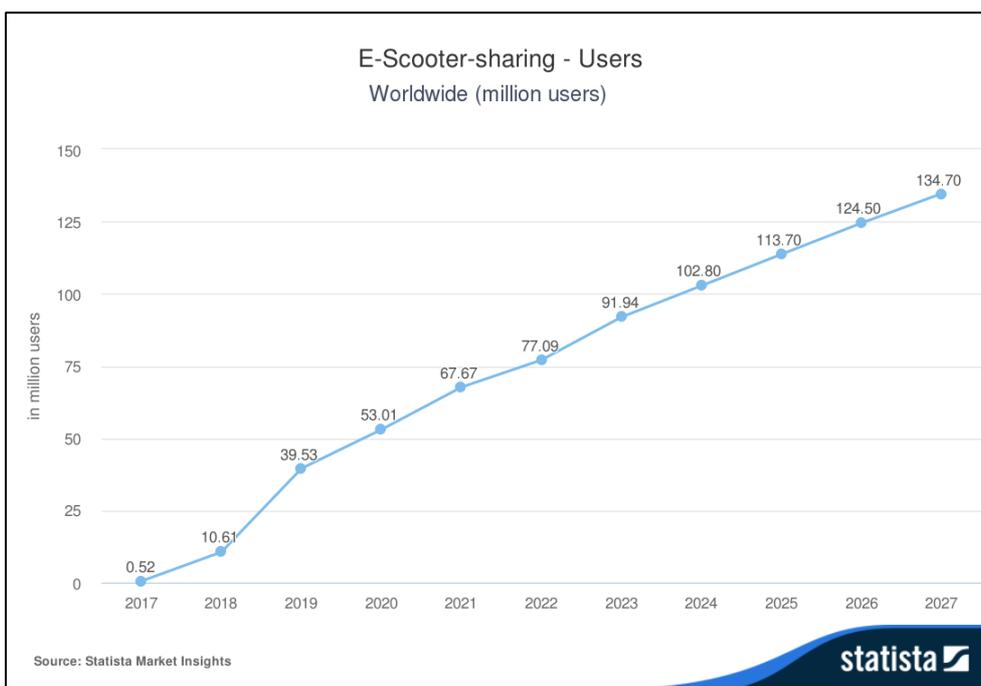


Figura 12 - E-Scooter Sharing Users (Statista, Dec 2022)

1.3 Il mercato delle auto elettriche nel Mondo

Secondo i dati emessi dalla Energy Technology Policy (ETP), Divisione della Direzione della Sostenibilità, Tecnologia e Prospettive (STO) dell'Agenzia

internazionale dell'energia⁵ (IEA), il mercato delle auto elettriche ha registrato una crescita esponenziale con il superamento delle vendite di 10 milioni nel 2022.

Sul totale di auto vendute nel 2022, il 14% è rappresentato da auto elettriche; si è registrato un aumento di circa il 9% rispetto al 2021 e di meno del 5% rispetto al 2020.

I mercati che hanno dominato la vendita di auto elettriche sono sostanzialmente tre:

- La **Cina**, che è stata ancora una volta la capofila, rappresentando circa il 60% vendite globali di auto elettriche. Infatti, più della metà delle auto elettriche sulle strade di tutto il mondo sono presenti in Cina
- L'**Europa**, il secondo mercato più grande, dove le vendite di auto elettriche sono aumentate di oltre il 15% nel 2022
- Gli **Stati Uniti**, il terzo mercato più grande, è aumentato del 55% nel 2022, raggiungendo una quota di vendita dell'8%

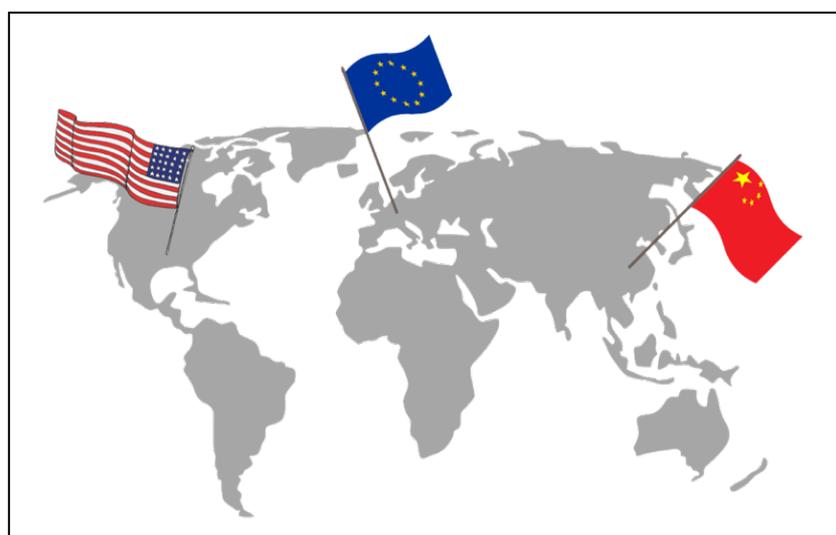


Figura 13 - I mercati principali di auto elettriche

Si prevede che le vendite di auto elettriche continueranno con forza fino alla fine del 2023: solo nel primo trimestre sono state vendute 2,3 milioni di auto elettriche, circa il 25% in più rispetto al primo trimestre del 2022.

Si stima una vendita di 14 milioni di auto elettriche entro la fine del 2023, che rappresenta un aumento del 35% su base annua, con l'accelerazione dei nuovi acquisti nella seconda metà dell'anno.

Di conseguenza, le auto elettriche potrebbero rappresentare il 18% delle vendite totali di automobili durante l'intero anno solare.

Le politiche e gli incentivi nazionali aiuteranno a rafforzare le vendite, mentre con l'aumento del prezzo del petrolio avvenuto nel 2022 potrebbero aumentare ulteriormente i potenziali acquirenti.

⁵ IEA – Report Global EV Outlook 2023, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>

Le vendite di auto elettriche sono generalmente basse al di fuori dei tre principali mercati, ma il 2022 è stato un anno di crescita anche per India, Thailandia e Indonesia. In India, la produzione di veicoli elettrici e componenti sta accelerando, sostenuta dal programma di incentivi del governo da 3,2 miliardi di dollari che ha attratto investimenti per un totale di 8,3 miliardi di dollari.

Anche la Thailandia e l'Indonesia stanno rafforzando i loro programmi di sostegno politico, fornendo potenzialmente una preziosa esperienza per altre economie di mercato emergenti che cercano di promuovere l'adozione di veicoli elettrici.

1.4 Il mercato delle auto elettriche in Europa

In Europa i mezzi di trasporto sono fondamentali non solo dal punto di vista economico ma anche ecologico.

Infatti, i mezzi, in generale, sono i responsabili di circa un quarto delle emissioni di gas serra a livello europeo e questo trend dev'essere invertito.

Proprio per questo l'Unione Europea dedica ogni anno miliardi di euro nella manutenzione e miglioramento delle infrastrutture ma non solo: i fondi vengono stanziati anche per rendere la mobilità sostenibile ed ecologica, che abbia un impatto zero sull'ecosistema terrestre.

Il mercato delle auto elettriche continua a crescere e ad affermarsi in Europa, ma alcuni paesi si distinguono per le loro scelte e le loro performance.

Come riportato dall'Associazione dei costruttori europei⁶ (Acea) in testa alla classifica c'è la Norvegia (+79%), dove ben quattro auto elettriche su cinque vendute sono a zero emissioni. Il paese scandinavo è inoltre impegnato a eliminare i motori a combustione per le nuove immatricolazioni entro il 2025, dieci anni prima del limite stabilito dall'UE.

Anche altri paesi hanno visto una robusta crescita nel 2022:

- Germania (+32,3%)
- Francia (+25,3%)
- Regno Unito (+40,1%)
- Spagna (30,6%)

Al contrario, l'Italia rappresenta il fanalino di coda per il mercato europeo: nel 2022 le immatricolazioni di auto elettriche in Italia sono scese del -27,1%.

Nonostante ciò, il mercato delle auto ibride non ricaricabili, a diesel o benzina, continua a crescere (+8,6%) e rappresenta il 22,6% delle vendite totali, con oltre 2 milioni di veicoli venduti.

⁶ Acea – Vehicles in use, Europe 2023 Report, <https://www.acea.auto/publication/report-vehicles-in-use-europe-2023/>

1.5 La situazione in Italia

Attualmente, la Green Mobility in Italia sta guadagnando terreno, ma c'è ancora molta strada da fare per raggiungere gli obiettivi nazionali e internazionali in termini di riduzione delle emissioni di gas serra e di transizione verso un sistema di mobilità più sostenibile.

Legambiente ha stilato un report dal titolo “*Clean Cities*”⁷ al termine di una ricerca avente come scopo quello di evidenziare come diverse provincie italiane si stanno muovendo in ottica di una mobilità a zero emissioni. Il risultato ha mostrato come tutte le città prese in considerazione sono davvero molto distanti dagli obiettivi di mobilità fissati dall’Unione Europea al 2035.

Nell’analisi effettuata sono state considerate le seguenti 18 provincie italiane:

- | | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| 1) <i>Avellino</i> | 7) <i>Genova</i> | 13) <i>Prato</i> |
| 2) <i>Bari</i> | 8) <i>Milano</i> | 14) <i>Frosinone</i> |
| 3) <i>Bergamo</i> | 9) <i>Napoli</i> | 15) <i>Roma</i> |
| 4) <i>Bologna</i> | 10) <i>Padova</i> | 16) <i>Torino</i> |
| 5) <i>Catania</i> | 11) <i>Palermo</i> | 17) <i>Trieste</i> |
| 6) <i>Firenze</i> | 12) <i>Perugia</i> | 18) <i>Taranto</i> |

Tutto il campione scelto da Legambiente per l’analisi ha riportato una qualità dell’aria ben al di sopra dei limiti imposti.

Inoltre, tutte le provincie hanno dato evidenza di come siano in ritardo in termini di investimenti in infrastrutture utili per la mobilità sostenibile.

È importante notare come ci siano molte differenze territoriali: per esempio, città come quelle di Catania, Perugia, Avellino e Roma presentano tassi di motorizzazione molto elevati, mentre solo le sole città di Milano e Genova si avvicinano al limite imposto dall’Unione Europea di 35 auto ogni 100 abitanti (Figura 14).

Molte città, inoltre, dispongono di offerte molto limitate per quanto riguarda il trasporto pubblico e non presentano valide alternative a questi come i mezzi di trasporto in sharing: questa situazione è molto evidente in città come Avellino, Palermo, Prato, Perugia, Pescara, Catania e Napoli (Figura 15).

⁷ Legambiente - *Clean Cities Campaign*, https://www.legambiente.it/comunicati-stampa/citta-italiane-ancora-lontane-dagli-obiettivi-2030/?_gl=1*1cxveur*_up*MO.*_ga*M=140DUvOTc2LjE2ODU1MTkyMTg.*_ga_LX7CNT6SDN*MTY4NTUxOTIxNS4xLiAuMTY4NTUxOTIxNS4wLiAuMA.

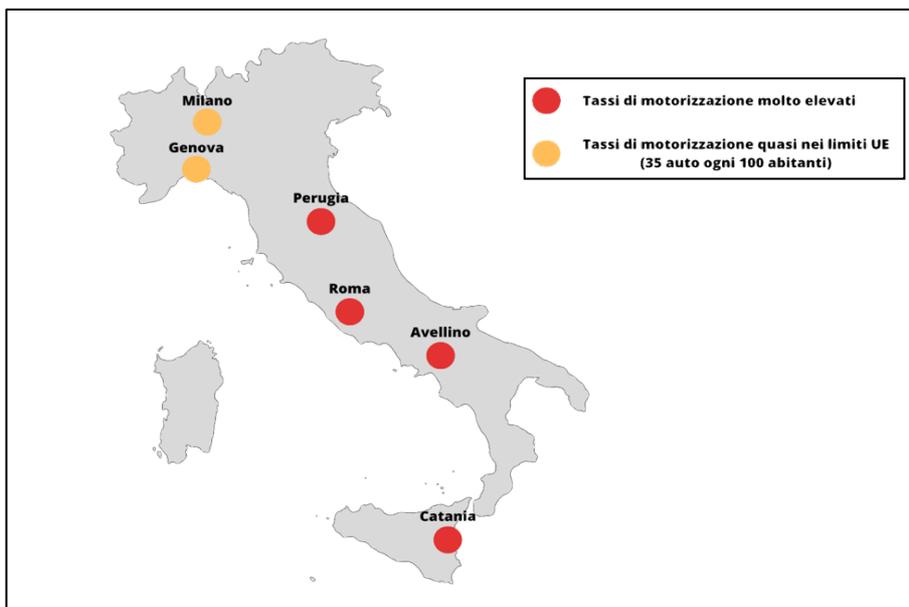


Figura 14 – Tassi di motorizzazione in Italia (Clean Cities di Legambiente)

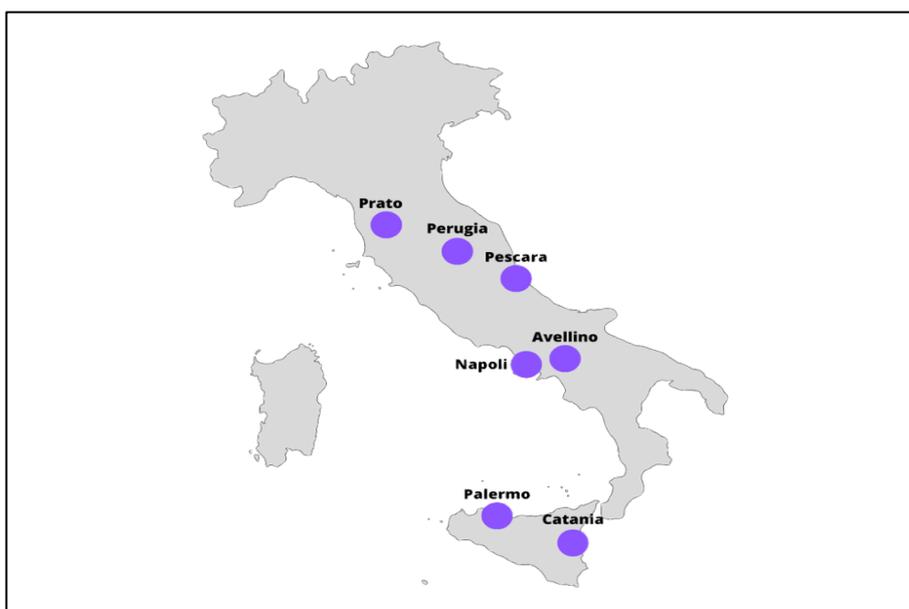


Figura 15 - Città con scarsa offerta di trasporto pubblico in Italia

Stefano Ciafani, il Presidente Nazionale di Legambiente, dichiara al termine della campagna condotta:

“Le città italiane devono compiere un importante cambiamento per diventare più vivibili e meno inquinate, ponendo al centro della loro strategia la mobilità pubblica, condivisa, elettrica, attiva e intermodale”

Aggiungendo:

“Le città hanno la responsabilità e il potere di fare la differenza. Possono diventare veri motori di cambiamento, rispondendo finalmente alle esigenze di tutti i cittadini e posizionando il nostro Paese tra i più avanzati dell’Unione Europea”

Il governo italiano sta incentivando la Green Mobility attraverso politiche pubbliche volte a ridurre le emissioni di gas serra e migliorare la qualità dell’aria nelle città, come ad esempio agevolazioni fiscali, incentivi all’acquisto di veicoli a basse emissioni e l’introduzione di zone a traffico limitato.

A confermare quanto appena detto il mercato automobilistico registra un importante balzo nel mese di marzo in Italia: secondo i dati emessi dal Ministero dei Trasporti e analizzati da ANFIA⁸ (Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica) sono state immatricolate 168.294 vetture, il 40,78% in più dello stesso mese del 2022.

In particolare, le auto ad alimentazione alternativa rappresentano il 51,3% delle immatricolazioni del solo mese di marzo e risultano in crescita del 238,5%.

Le auto elettriche risultano avere:

- quota del 4,8% a marzo e quota del 3,8% nei primi tre mesi del 2023
- volumi che crescono del 78,1% in marzo e del 43,3% nel cumulato

Le ibride plug-in, invece:

- quota del 18,4% a marzo e del 10,8% nel trimestre
- rappresentano il 4,3% delle immatricolazioni di marzo e il 4,4% del progressivo da inizio anno

I numeri della crescita confermano come i cittadini italiani siano interessati alle nuove autovetture ad alimentazione alternativa, anche se in percentuali molto basse rispetto ai cittadini di altri paesi europei, che ormai viaggiano su una crescita di quota a due cifre.

Ci sarà bisogno di ulteriori sforzi da parte del governo, incentivando con più bonus i cittadini ad avere una visione diversa da quella attuale, per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione e migliorare la sostenibilità del settore dei trasporti.

⁸ Comunicato Stampa ANFIA – Mercato auto marzo in Italia, https://www.anfia.it/CS_Vetture_Italia_MAR_2023_DEF.pdf

CAPITOLO DUE

IL MERCATO DELLE AUTO ELETTRICHE

Il lockdown del 2020 ha stravolto la vita quotidiana di milioni di persone, costringendole a restare a casa senza poter viaggiare per diversi mesi.

Grazie ai pochi spostamenti effettuati in quell'anno è stato possibile notare un drastico calo dei livelli dello smog a livello mondiale.

Tutti i cittadini hanno cominciato a capire come, per ottenere una qualità dell'aria migliore, basta ridurre i consumi quotidiani, soprattutto quelli che risultano essere molto futili.

2.1 Analisi dell'offerta

In Europa la prima normativa che aveva come scopo quello di ridurre le emissioni dei veicoli termici è stata la 70/220/CEE (Regolamento ECE 15) del 1970, con il ciclo di prova ECE-UDC.

Normativa che venne modificata negli anni fino a giungere alla versione 4 della Direttiva 83/351.

Seguirono altre normative ancora più vincolanti che portarono alla stesura della 91/441/CEE, nota anche come Euro 1, nel 1991.

Proprio in questi anni i cittadini europei cominciano a familiarizzare come benzina verde e catalizzatore.

Dalla Euro 1 furono fatte altre cinque normative, sempre più stringenti da un punto di vista di emissioni, fino al raggiungimento dell'attuale Euro 6.

Nell'offerta delle case automobilistiche, oggi, si distinguono quattro tipi di veicoli spinti da elettricità:

- A batteria elettrica (BEV)
- Ibride (HEV)
- Ibride plug-in (PHEV)
- Mild Hybrid (MHEV)

In seguito, una descrizione delle varie tecnologie.

2.1.1 Battery Electric Vehicle (BEV)

La storia dei veicoli elettrici affonda le sue radici nella prima metà dell'Ottocento e nel corso dei decenni è stata costellata da idee rivoluzionarie ma anche da tanti fallimenti.

Il primissimo prototipo di veicolo elettrico si deve all'inventore scozzese Robert Anderson che, nel 1832, sviluppò una rudimentale carrozza a propulsione elettrica da lui chiamata "Horseless Carriage" o "Carrozza senza cavalli": era azionata da batterie primarie non ricaricabili e quindi risultava essere una soluzione tutt'altro che green dal momento che, una volta scaricate, le batterie finivano nella spazzatura.



Figura 16 - Horseless Carriage (R. Anderson, 1832)

Il primo produttore al mondo a produrre auto elettriche in serie fu la Baker Motor Vehicle Company: il suo primo modello, prodotto a partire dal 1899 e venduto a 850 dollari, oltre a raggiungere i 35 km/h, con le batterie completamente cariche poteva coprire una distanza di 80 km.

Fino ai primi anni del 1900 la capacità delle batterie aumentò, tant'è che le auto elettriche risultavano essere molto utilizzate, soprattutto negli spostamenti all'interno delle città.

Il motivo era dato dal fatto che le auto a vapore e a benzina mostravano diverse problematiche in merito all'avviamento del motore, al surriscaldamento e all'emissione eccessiva di fumi e rumori sgradevoli mentre le macchine elettriche risultavano molto pratiche, poco rumorose e semplici da guidare.

Tra il 1900 e il 1910, le auto su strada risultavano così suddivise:

- 38% auto elettriche
- 22% auto a benzina
- 40% auto a vapore

Successivamente, con l'avvento della Seconda Rivoluzione Industriale, i veicoli elettrici vennero abbandonati in favore di quelli a combustione interna, in quanto, con la scoperta di nuovi giacimenti petroliferi, il prezzo della benzina subì un netto calo.

A partire dagli anni '20 del Novecento le auto elettriche mostravano prestazioni nettamente inferiori rispetto a quelle a benzina e divennero veicoli "di nicchia": infatti, la macchina elettrica era utilizzata per lo più all'interno di settori particolari nei quali la velocità non risultava prioritaria (carrelli elevatori, movimento nelle stazioni ferroviarie e veicoli per servizi porta a porta).

Negli anni '70, cominciò a rinascere un po' di interesse verso le auto elettriche, complice l'aumento dei prezzi del carburante dovuto alla crisi petrolifera.

Nel 1996 la General Motors sviluppò un veicolo elettrico urbano, la EV1, che poteva solo essere noleggiato e non acquistato. La scarsa autonomia che presentava (120 Km) e l'assenza di colonnine di ricarica decretarono la sua fine a tre anni dal lancio.

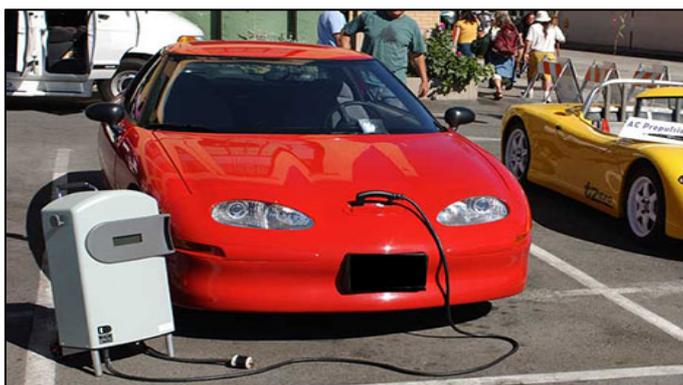


Figura 17 - EV1 (General Motors, 1996)

I veicoli elettrici presentavano, quindi, ancora diversi inconvenienti rispetto alle auto a benzina:

- Autonomia limitata
- Basse velocità massime
- Scarso interesse dei consumatori

Questo non scoraggiò ingegneri e scienziati dallo sperimentare nuove tecnologie.

Nel 2008 si ebbe una grande svolta con la vendita della Roadster, il primo modello di Tesla.

Con un'accelerazione da 0 a 100 km/h in soli 3,9 secondi, una velocità massima di 200 km/h e un'autonomia di quasi 400 km, fu la prima vettura ad avere un successo concreto dopo quasi un secolo di buio per il settore dell'elettrico dell'automotive.

La Tesla ha prodotto 2500 esemplari di Roadster tra il 2008 e il 2012 e tale auto è considerata dagli automobilisti e da tutte le riviste esperte del settore l'antesignana delle attuali auto elettriche.



Figura 18 - Roadster (Tesla, 2008)

Le attuali auto full electric sono caratterizzate da una trazione puramente elettrica.

I componenti base di una propulsione elettrica sono tre:

- *Motore*: può essere spinto da uno, due o quattro motori elettrici a magneti permanenti in corrente alternata (brushless sinusoidali)
- *Batteria*: elemento chiave della vettura elettrica, di solito agli ioni di litio; ha il compito di immagazzinare ed erogare la corrente elettrica
- *Inverter*: ovvero il dispositivo che gestisce i flussi di energia e trasforma la corrente continua in alternata e viceversa secondo le esigenze di motore e batteria

La batteria agli ioni di litio ha il compito di immagazzinare l'energia elettrica che poi sarà erogata e successivamente trasformata in movimento dal motore.

È possibile ricaricare la batteria tramite una presa di corrente ma anche tramite energia rigenerativa, in frenata o rilascio.

Il pacco batterie, che viene installato nella sottococca, è diviso in diversi moduli, all'interno dei quali vi sono le celle.

Due componenti presenti tra la batteria e i motori elettrici svolgono un ruolo molto importante:

- Il *sistema BMS* (Battery Management System), che controlla le batterie durante le fasi di carica e scarica andando ad evitare un loro danneggiamento
- L'*inverter* (VFD – Variable Frequency Drive), che fornisce corrente alternata ai motori; tramite la variazione di frequenza di alimentazione riesce a regolare il numero di giri del motore

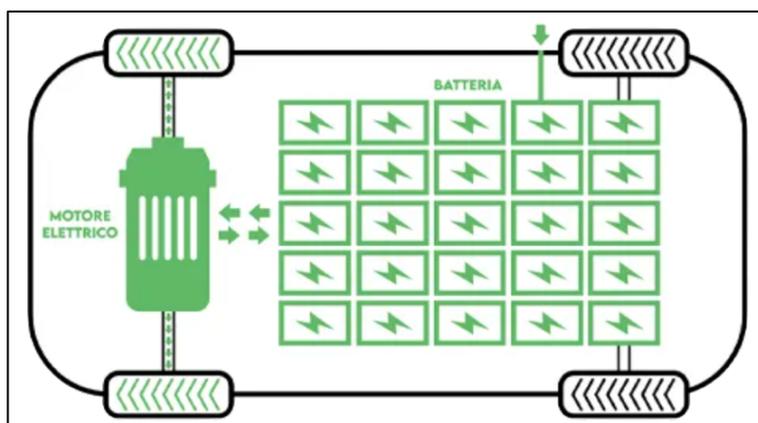


Figura 19 - Struttura BEV

Le BEV risultano essere molto pratiche soprattutto per gli abitanti delle città che dispongono di una struttura di ricarica domestica. Decisamente più alto risulta essere il prezzo di ricarica alle colonnine elettriche pubbliche.

Per gli spostamenti più lunghi risultano essere meno pratiche: in questo caso bisogna ben pianificare le soste tramite l'utilizzo di applicazioni presenti sugli smartphone che indicano la presenza dei diversi punti di ricarica presenti lungo il tragitto da percorrere.

I player in gioco sono diversi e da una raccolta dati fatta in tutto il mondo da parte di InsideEVs e Motor1.com⁹ è risultato che le auto elettriche principalmente vendute nel 2022 sono state le seguenti:

PAESE	AUTO VENDUTE	PAESE	AUTO VENDUTE
ITALIA 	Fiat 500e Smart fortwo Tesla Model Y	SPAGNA 	Tesla Model 3 Fiat 500e Tesla Model Y
CINA 	Wuling H. Mini EV Tesla Model Y BYD Dolphin	RUSSIA 	Porsche Taycan Audi e-tron Audi e-tron Sportback
STATI UNITI 	Tesla Model Y Tesla Model 3 Ford M. Mach-E	ARGENTINA 	Coradir Tito Nissan Leaf Sero Electric
GERMANIA 	Tesla Model Y Tesla Model 3 Fiat 500e	BRASILE 	Volvo XC40 Caoa Chery ICar JAC E-JS1
REGNO UNITO 	Tesla Model Y Tesla Model 3 Kia Niro	INDIA 	Tata Nexon EV Tata Tigor EV MG ZS
FRANCIA 	Peugeot e208 Dacia Spring Tesla Model 3	INDONESIA 	Wuling Air EV Hyundai Iqoniq 5 Lexus UX

Tabella 2 - BEV più vendute nel mondo (InsideEVs & Motor1.com)

⁹ Dati raccolti da InsideEVs e Motor1.com, <https://insideevs.it/news/632296/auto-elettriche-piu-vendute-mondo-2022/>



1) *Tesla Model Y*



2) *Tesla Model 3*



3) *Wuling H. Mini EV*



4) *BYD Dolphin*

Anche in questo caso è significativo sottolineare come subito dopo Tesla, tra le case produttrici con più vendite vi siano quelle cinesi.

2.1.2 Hybrid Electric Vehicle (HEV)

Le auto ibride hanno origini poco chiare e definite a causa della scarsa documentazione.

Inoltre, considerando che le varie tecnologie sviluppate ebbero successi alterni, risulta molto difficile stabilire a chi appartiene il primato di un modello specifico.

Nel 1897 Ferdinand Porsche progetta una vettura alimentata da quattro motori elettrici installati nel mozzo delle ruote.

La vettura, così come tutte le altre auto elettriche presenti sul mercato, presentava i due difetti più comuni:

- Peso eccessivo delle batterie
- Scarsa autonomia

Questi limiti furono superati da Porsche con la riduzione del numero di accumulatori e con l'aggiunta di un motore a combustione che funge da generatore per la ricarica delle batterie.

Nacque così, nel 1990, la prima auto "Full-Hybrid" funzionante al mondo: la Lohner-Porsche Semper Vivus.



Figura 20 – Lohner Porsche Semper Vivus (1990)

Intanto, altri studi per tale tecnologia furono avviati, in particolare in Giappone con la Toyota, e negli Stati Uniti, dove il Congresso iniziò ad introdurre alcune regole per limitare l'inquinamento atmosferico.

Negli anni Novanta cominciò il progetto G21 (Global Car 21° secolo) che aveva come obiettivo quello di migliorare del 50% l'efficienza delle vetture.

Così, nel 1997, si deve alla casa automobilistica giapponese il merito della prima produzione in serie dell'auto ibrida Toyota Prius.



Figura 21 - Toyota Prius (1997)

Negli anni a seguire tutte le case automobilistiche mondiali cominciarono a progettare le loro vetture ibride dato il grande successo che ebbero con la Prius.

Le full hybrid moderne presentano un motore elettrico combinato con un motore a combustione, solitamente a benzina, che segue il ciclo Atkinson¹⁰.

I due motori possono lavorare insieme o separatamente per alimentare il veicolo.

La batteria, nella fase di accelerazione, fornisce corrente all'unità elettrica andando così ad alleggerire lo sforzo del motore a combustione e facendo diminuire i consumi e le emissioni di CO₂.

Bisogna fare una distinzione tra:

- *Ibrido parallelo*: motore elettrico e motore a combustione possono agire contemporaneamente per muovere l'auto
- *Ibrido serie*: le ruote vengono azionate solo dai motori elettrici, mentre il motore a combustione viene utilizzato per la sola ricarica della batteria

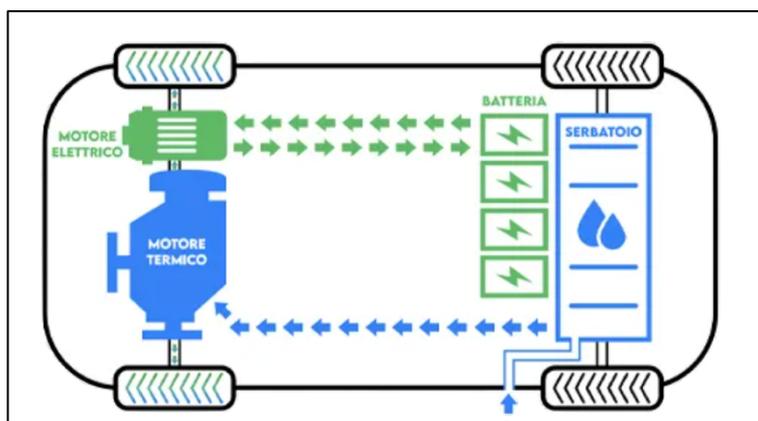


Figura 22 - Struttura HEV

¹⁰ Funzionamento Ciclo Atkinson, <https://www.fleetmagazine.com/motore-ciclo-atkinson-come-funziona/>

Le HEV non hanno bisogno di essere ricaricate alla colonnina, ma è necessario rifornire solo il serbatoio di benzina.

Inoltre, danno il loro meglio in città in quanto i percorsi sono brevi le medie orarie di velocità particolarmente basse.

Il traffico cittadino, fatto di accelerazioni e frenate ripetute in serie per molto tempo, esaltano il funzionamento del sistema HEV e favoriscono consumi bassi.

Il player più importante sul mercato risulta essere in questo caso la Toyota con la Corolla e la Yaris.



1) *Toyota Corolla*



2) *Toyota Yaris*

Le Full Hybrid hanno molta concorrenza sul mercato a causa della presenza delle Mild Hybrid, che sono in fase di miglioramento, e delle Plug-in Hybrid, che permettono, invece, di percorrere più chilometri in modalità elettrica.

2.1.3 Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)

Queste vetture rappresentano una via intermedia tra le auto a combustione e le Full Electric:

sono composte da un motore termico (benzina o diesel) e da uno elettrico che possono lavorare insieme o singolarmente.

Inoltre, è presente una batteria che risulta essere molto più grande rispetto a quella presente nelle Full Hybrid.

Il motore elettrico può trovarsi in diverse posizioni, come tra l'endotermico e il cambio, abbinato all'asse (in caso di auto ibride plug-in a trazione integrale) o nella campana del cambio automatico, tra il convertitore e il motore a benzina o a gasolio.

Le PHEV rispetto alle HEV danno la possibilità di poter ricaricare la batteria oltre, ovviamente, al serbatoio.

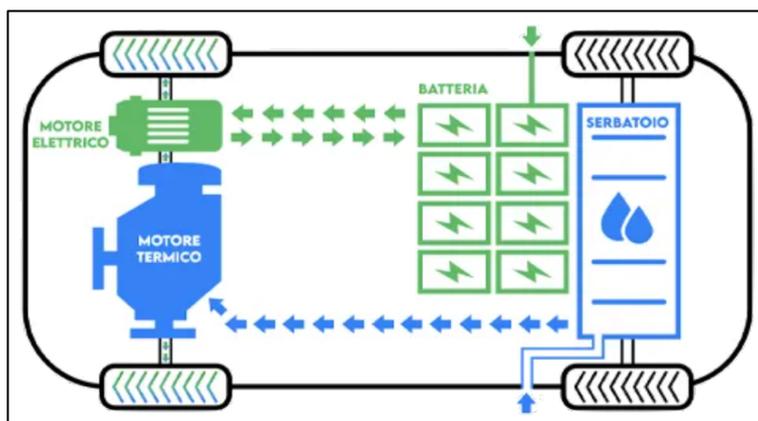


Figura 23 - Struttura PHEV

Risultano essere molto utili poiché permettono di effettuare dai 30 ai 100 km in modalità completamente elettrica ed inoltre offrono anche la possibilità di effettuare viaggi più lunghi grazie all'autonomia che offre il serbatoio del carburante.

Soluzione molto utile per chi, ad esempio, ha la possibilità di ricaricare l'auto durante la notte a casa e deve recarsi tutti i giorni alla propria sede di lavoro.

Ricarica esterna che rappresenta la particolarità delle auto plug-in e le avvicina al mondo delle auto elettriche.

In questo caso sono i player cinesi quelli che dominano il mercato mondiale, seguiti dai gruppi BMW, Volkswagen, Volvo e Mercedes.



BYD

1) *Byd Song*



2) *BMW X1*



3) *Wolkswagen T-Roc*



4) *Volvo XC40*



Mercedes-Benz

5) Mercedes GLE

2.1.4 Mild Hybrid Electric Vehicle (MHEV)

In questo genere di veicoli il motore termico rimane l'alimentatore principale. Una piccola batteria, che accumula energia in frenata per restituirla nelle accelerazioni, fornisce un lieve supporto al motore termico.

In questo modo si vanno a ridurre sia i consumi che le emissioni.

In questo caso spicca la presenza di un piccolo generatore BSG (Belt Starter Generator) al posto del tradizionale motorino di avviamento.

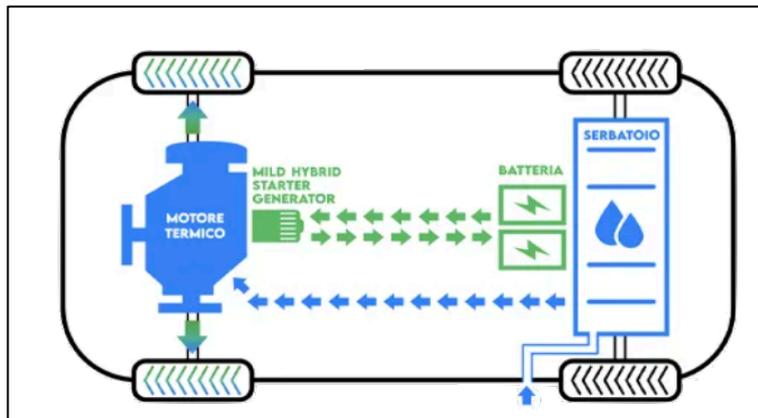


Figura 24 - Struttura MHEV

Nella carta di circolazione vengono considerate delle ibride a tutti gli effetti e per questo godono degli stessi vantaggi.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva di tutte le tecnologie offerte.

Tipologia di autovettura	Km di autonomia in elettrico	Range emissioni [g/Km di CO₂]
BEV (Battery Electric Vehicle)	200-400	0-20
HEV (Hybrid Electric Vehicle)	Fino a 2	21-60
PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)	30-70	21-60
MHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle)	-	61-135

Tabella 3 - Schema riassuntivo per tipologia di alimentazione

2.2 Analisi della domanda

Il mercato dell'automobile elettrica è rappresentato da una domanda molto esigente: vengono richieste vetture che con le stesse (o simili) prestazioni delle attuali macchine con motori a combustione abbiano emissioni pari a zero.

Per contrastare l'emergenza del cambiamento climatico c'è bisogno di un grande sforzo da parte di chiunque.

2.2.1 L'attenzione del consumatore verso l'ambiente

Negli ultimi anni, a causa dell'aumento di fenomeni come alluvioni, frane, temperature anomale e siccità, le persone hanno iniziato a porre sempre più attenzione all'ambiente e alle proprie scelte di consumo.

Secondo l'indagine sul clima 2022/2023 condotta dalla Banca Europea per gli Investimenti (EIB)¹¹, sono emersi alcuni dati significativi:

- Il 76% degli europei di età compresa tra i 20 e i 29 anni afferma che l'attenzione posta dai datori di lavoro sull'impatto ambientale per quanto riguarda le modalità di svolgimento del lavoro offerto, è un fattore importante nella ricerca del lavoro stesso (il 22% afferma che è addirittura una priorità assoluta)
- Il 66% di tutti gli intervistati ammette che servono misure governative più severe per imporre un cambiamento nel comportamento delle persone (72% delle persone sotto i 30 anni)
- Il 56% opta per un sistema che fissi un limite ai consumi di carbonio più dannosi per il clima (62% delle persone sotto i 30 anni)

¹¹ EIB Climate Survey 2022/2023, <https://www.eib.org/en/surveys/climate-survey/5th-climate-survey/climate-impact-important-factor-for-jobseekers>

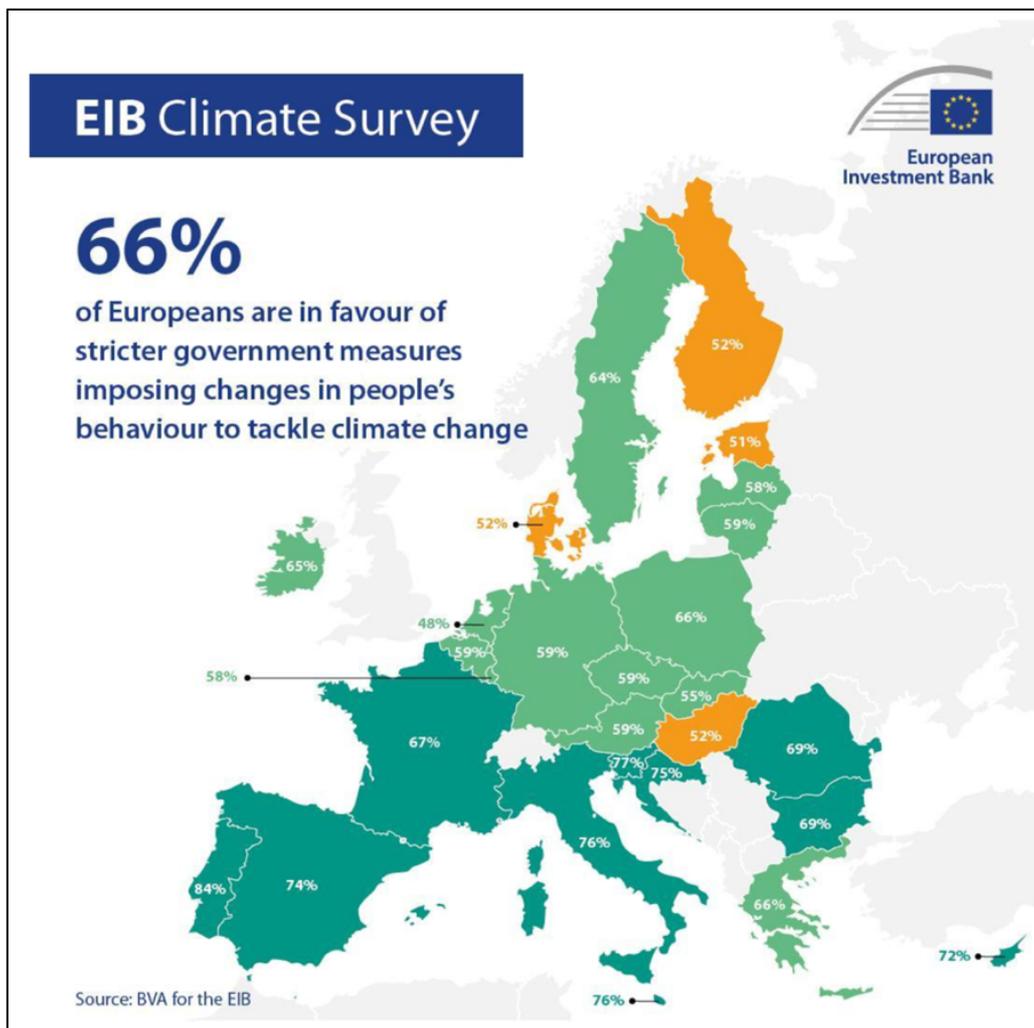


Figura 25 - EIB Climate Survey

La maggioranza degli intervistati europei (56%) gradirebbe un sistema che assegni a ciascun individuo un numero fisso di crediti annuali da spendere per articoli con una grande impronta di carbonio (beni non essenziali, voli, carne, ecc...).

In confronto, gli intervistati cinesi sono fortemente favorevoli a tale misura (83%), ma gli americani sono meno favorevoli, con meno della metà a favore (49%).

2.2.2 Il consumatore italiano

In Italia, per quanto riguarda l'acquisto di auto elettriche, il prodotto piace, ma costa ancora troppo.

Il sondaggio condotto da Areté Consulting Group¹² “La nuova vettura del 2023 sarà elettrica?” fa emergere che, nonostante la lenta diffusione dei veicoli elettrici nel nostro parco circolante sta generando un crescente interesse verso questi modelli,

¹² Instat Survey di Areté, <https://www.intermediachannel.it/2023/02/14/la-prossima-auto-sara-elettrica-per-un-italiano-su-cinque/>

qualcosa non convince ancora appieno gli italiani per far prendere slancio al numero di immatricolazioni.

Guardando al prossimo acquisto dell'auto, poco più di un intervistato su cinque (22%) afferma che la sua prossima vettura avrà alimentazione elettrica.

Una percentuale praticamente doppia (44%) è intenzionata concretamente ad affidarsi all'ibrido (in tutte le sue forme), mentre solo il 23% del campione sceglierà nuovamente un motore endotermico, di cui il 9% prediligerà il diesel.

Il focus sulle condizioni e sulle motivazioni che sottendono questa scelta evidenzia il difficile momento economico vissuto dalle famiglie italiane: infatti, il 63% di quanti dichiarano che la prossima vettura di proprietà sarà elettrica giustifica la decisione con ragioni economiche connesse ai risparmi che queste consentono sui costi di consumo, di carburante e di manutenzione del veicolo.

Un acquirente su tre, invece, sceglie l'e-car per ridurre l'impatto ambientale della propria mobilità.

La scelta dell'elettrico risente pesantemente della variabile economica: otto italiani su dieci sono pronti a farlo, ma a patto che il costo complessivo non superi i 30mila euro. Le ragioni degli intervistati che non sono favorevoli all'auto elettrica si focalizzano attorno alle due aree critiche da sempre al centro del dibattito:

- La limitata autonomia dei veicoli (il 47% del campione dice di temerla)
- Le difficoltà collegate alla ricarica soprattutto a causa di una rete sul territorio ancora inadeguata (31%)

Un'ulteriore conferma arriva anche dall' "Automotive Dealer Report 2023" di Italia Bilanci¹³:

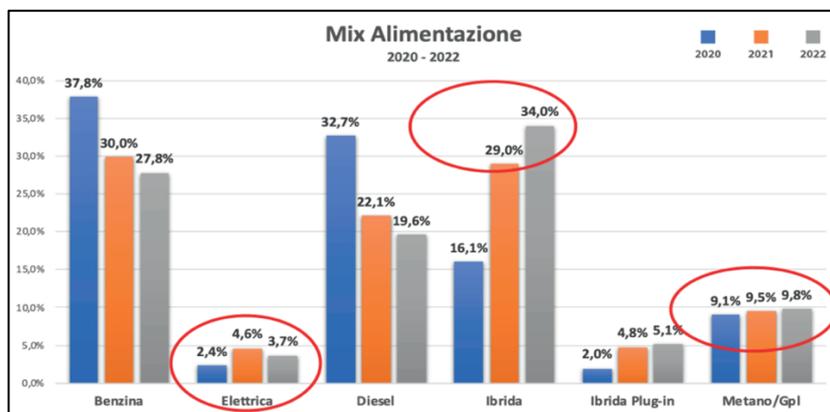


Figura 26 - Percentuale vendite in base all'alimentazione

¹³ Italia Bilanci – Automotive Dealer Report 2023, https://itslogistica.it/sites/default/files/allegati_corsi_iscrizioni/ADR.pdf

Nel 2022 sono state immatricolate circa 49.500 BEV: il risultato è stata la perdita di circa un punto percentuale nel mercato generale delle autovetture di questi modelli (dal 4,6 del 2021 al 3,7 del 2022).

Il motivo è da ricercare nel fatto che i prezzi sono ancora molto elevati, i veicoli hanno ancora scarsa autonomia e, inoltre, vi è una scarsa diffusione delle infrastrutture di ricarica (colonnine).

Anche le vetture Plug-in, che nel 2022 hanno coperto solo il 5,1% del mercato, contro il 4,8% del 2021, fanno fatica ad entrare nella lista d'acquisto del cliente italiano.

Come per le BEV, la scarsa autonomia della componente elettrica rappresenta un blocco alla diffusione di questa tipologia di veicolo.

L'unica nota positiva è rappresentata dalle vetture full e Mild Hybrid, che nel 2022 hanno guadagnato quasi 5 punti nel mercato, passando dal 29% al 34%.

Le alimentazioni tradizionali benzina e diesel hanno proseguito il loro calo scendendo ormai sotto la soglia critica del 50% del mercato.

Da sottolineare la lenta ma costante crescita della alimentazione GPL/ Metano.

Di seguito una tabella riassuntiva per sintetizzare i vantaggi e gli svantaggi che i consumatori devono tenere in considerazione nel momento in cui vanno a scegliere un'auto con un certo tipo di alimentazione piuttosto che un'altra.

<i>Tipologia di autovettura</i>	<i>Vantaggi</i>	<i>Svantaggi</i>
<i>BEV</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Riduzione consumi di carburante</i> ▪ <i>Riduzione inquinamento</i> ▪ <i>Guida confortevole, accelerazione più fluida</i> ▪ <i>Costi di manutenzione ridotti</i> ▪ <i>Accesso a zone ZTL</i> ▪ <i>Vantaggi fiscali</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Prezzi elevati di acquisto</i> ▪ <i>Diffusione limitata delle colonnine di ricarica</i> ▪ <i>Durata limitata delle batterie ed elevato costo per la sostituzione</i> ▪ <i>Tempi di ricarica più lunghi rispetto al rifornimento dal benzinaio</i>
<i>HEV</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Abbattimento consumi, soprattutto in città</i> ▪ <i>Bassi costi d'esercizio</i> ▪ <i>Non necessitano di colonnine di ricarica</i> ▪ <i>Libero accesso alle zone ZTL in alcune città</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Cambio poco piacevole su alcuni modelli quando si richiede potenza</i> ▪ <i>Capacità bagagliaio ridotta a causa della presenza delle batterie</i> ▪ <i>Bassa efficienza su autostrada</i>

PHEV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sfruttare bene l'autonomia elettrica permette di abbassare i costi d'esercizio ▪ Minori emissioni di CO₂ ▪ Libero accesso alle zone ZTL in alcune città 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Con batteria scarica i consumi salgono a causa del peso inutile del sistema elettrico ▪ Bagagliaio poco spazioso a causa della presenza della batteria ▪ Necessità di colonnine di ricarica ad oggi poco presenti
MHEV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Non richiede soste per la ricarica della batteria ▪ Minori, seppur lievi, emissioni di CO₂ ▪ Minori consumi, seppur lievi, di carburante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumi ed emissioni ridotti ma non come le BEV e le PHEV ▪ Minori incentivi all'acquisto

Tabella 4 – Vantaggi e Svantaggi per ogni tipologia di autovettura

2.2.3 L'infrastruttura presente in Italia

Un modo per far aumentare la domanda di auto elettriche è quello di andare a sviluppare una rete di ricarica sul territorio e renderla accessibile a più persone possibili.

È, quindi, molto importante che il numero di stazioni di ricarica cresca insieme al numero di vetture elettriche messe in circolazione.

Secondo un monitoraggio di Motus-E¹⁴, a fine giugno 2023, sul territorio italiano è stata toccata quota 45.210 punti di ricarica per auto elettriche, 24.942 colonnine e 16.557 location.

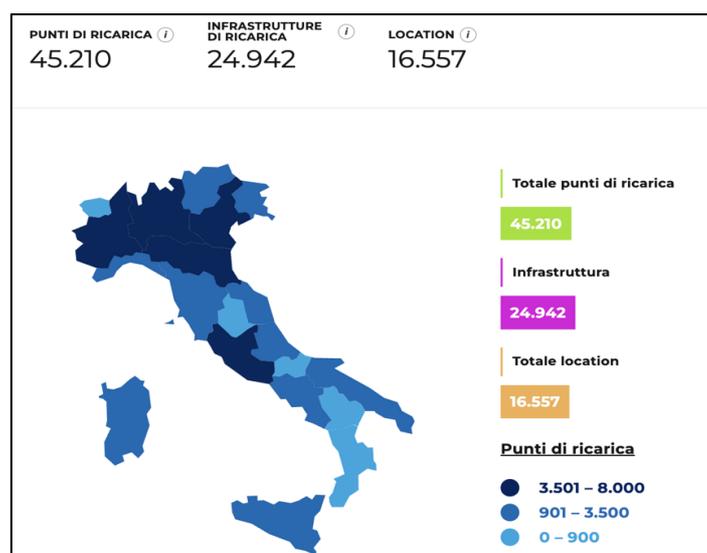


Figura 27 - Punti di ricarica ed infrastrutture in Italia (Giugno 2023, Motus-E)

¹⁴ Motus-E - Analisi di mercato, <https://www.motus-e.org/analisi-di-mercato/luglio-2023-auto-elettriche-italia-avanti-piano-mentre-leuropa-vola-i-dati-a-confronto/>

Significativo sottolineare come in 12 mesi (Giugno 2022 - Giugno 2023) i punti di ricarica sono aumentati del 47%: si è passati dai 30.704 del 2022 ai 45.210 nel 2023.

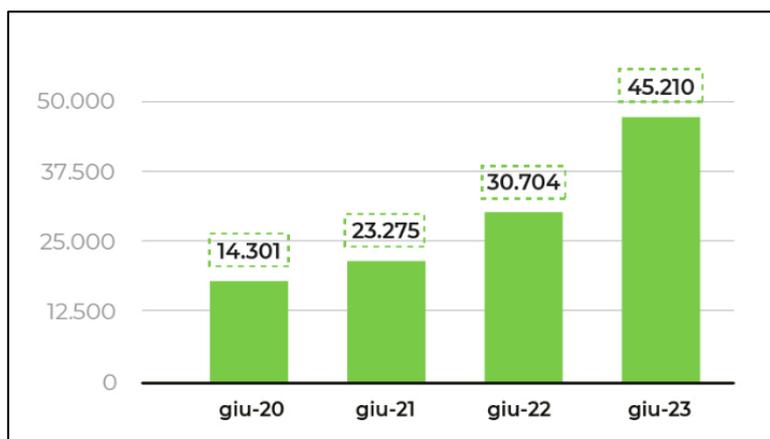


Figura 28 - Incremento punti di ricarica (Giugno 2023, Motus-E)

Nello specifico dei 45.210 punti di ricarica bisogna fare una distinzione tra quelli che funzionano a corrente alternata (AC) e quelli che funzionano a corrente continua (DC). Infatti, l'85,4% dei punti di ricarica funziona infatti in AC, mentre il restante 14,6% viaggia in DC:

- Potenza max 7 kW (10,7%)
- Potenza 7-43 kW (77,5%)
- Potenza 43-50 kW (3,4%)
- Potenza 50-99 kW (1,6%)
- Potenza 99-150 kW (3,8%)
- Potenza max > 150 kW (2,9%)

Sulle autostrade italiane sono presenti 657 punti di ricarica di cui il 77% ha una potenza maggiore di 43 kW. Un quarto delle aree di servizio autostradali italiane è dotato di infrastrutture di ricarica.



Figura 29 - Punti di ricarica in autostrada (Giugno 2023, Motus-E)

I punti di ricarica presenti nelle case degli italiani hanno superato quota 400.00 registrando una crescita del 700% in due anni.

Parlando di distribuzione geografica, tali infrastrutture sono così suddivise:

- Il 56% nel Nord Italia
- Il 21% nel Centro
- Il 23% nel Sud e nelle Isole

Se si guarda alle singole regioni:

- Lombardia (7.657 installazioni)
- Piemonte (4.514 installazioni)
- Veneto (4.420 installazioni)
- Lazio (4.351 installazioni)
- Emilia-Romagna (3.966 installazioni)

Tale infrastruttura ha bisogno di essere incrementata al fine di raggiungere gli obiettivi stabiliti a livello Europeo e Mondiale.

In tal senso sarà molto importante la gestione dei soldi del PNRR, che verrà trattata nel capitolo quattro.

2.3 Analisi dei costi

Il costo più importante che le case automobilistiche devono sostenere nel produrre le automobili elettriche è senza alcun dubbio quello relativo alle batterie.

La previsione¹⁵ di BloombergNEF è che entro il 2030 le auto elettriche saranno competitive in tutti i mercati in termini di Total Cost of Ownership, grazie all'abbassamento del costo delle batterie.

¹⁵ BloombergNEF – EV Global Outlook 2022, <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

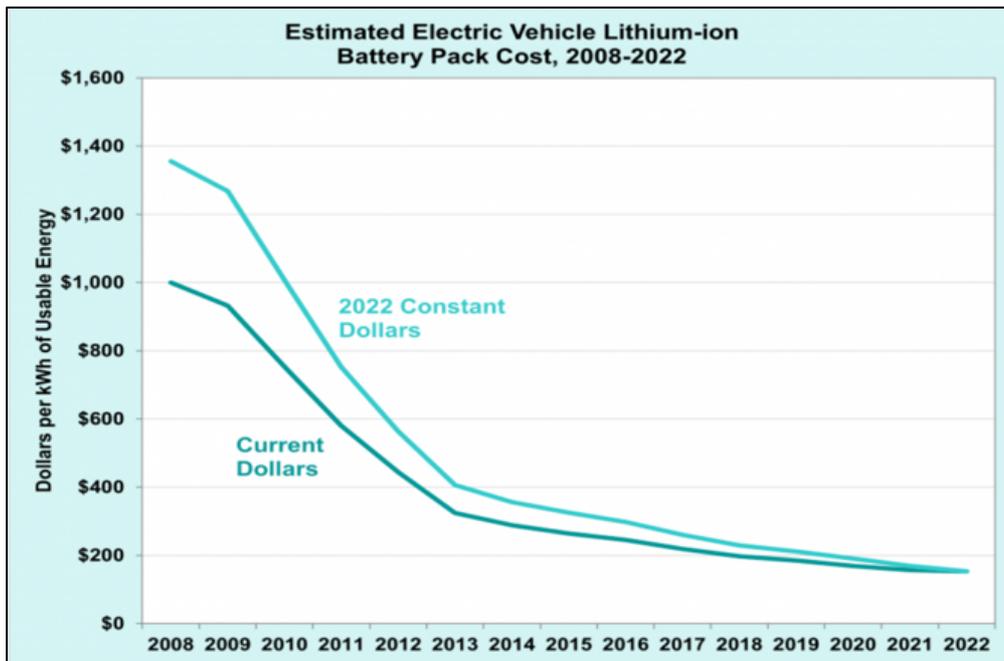


Figura 30 - Costo delle batterie negli anni (Dipartimento per l'Energia degli Stati Uniti)

Infatti, secondo uno studio¹⁶ del dipartimento per l'Energia degli Stati Uniti (Figura 30), il costo delle batterie dal 2008 al 2022 ha subito un calo dell'89%, passando dai 1355 \$/kWh ai 153 \$/kWh.

Tra il 2021 e il 2022 a causa del caro materie prime i costi sono aumentati del 7% e ciò ha spinto le case automobilistiche ad entrare direttamente nel settore delle estrazioni.

In generale, secondo una stima fatta da Alixpartners¹⁷ nel settembre 2022 i costi delle materie prime per produrre un'auto elettrica ammontavano a 5.000 dollari, in calo del 26% da marzo 2022 quando si è toccato il picco a oltre 6.800 dollari.

Per far fronte alla transizione energetica e ora all'aumento di energia e materie prime, per Alixpartners è prevedibile che si assisterà a un aumento di partnership, joint venture e operazioni di M&A tra operatori del settore, sia produttori sia operatori della componentistica.

Un'importante spinta al taglio dei listini arriverà anche dall'aumento delle vendite dei veicoli elettrici.

Adottare delle piattaforme per la produzione su larga scala di queste auto produrrà un risparmio sulla componentistica ed una razionalizzazione della spesa.

¹⁶ Studio dipartimento energia Stati Uniti – Insideevs, <https://insideevs.it/news/630608/costi-batterie-auto-elettriche-diminuiti/>

¹⁷ Stima Alixpartners, <https://www.leaseplan.com/it-it/news-auto/news-motori/caro-energia-salgono-costi-produzione-auto/> - :-:text=Per quanto riguarda i costi,toccato il picco a oltre

L'aumento delle vendite, inoltre, permetterebbe di ammortizzare meglio le spese di sviluppo e progettazione.

Nel momento in cui le aziende riescono a raccogliere i vantaggi della produzione di massa delle auto elettriche, il loro prezzo si andrà a ridurre.

L'Occidente ha necessità di cominciare a fare investimenti in tal senso poiché, considerando che il costo medio degli accumulatori cinesi è di 127 \$/kWh (il 24% in meno degli Stati Uniti e il 33% in meno rispetto all'Europa), rischierebbe di non restare al passo con gli obiettivi prefissati a livello internazionale.

2.4 Analisi dei prezzi

I prezzi delle automobili elettriche e ibride, secondo un'analisi svolta da Jato Dynamics¹⁸, non stanno diminuendo come previsto: l'unico paese nel quale le auto elettriche sono diventate convenienti è la Cina, mentre USA ed Europa presentano una situazione meno promettente.

La crescita delle vendite di auto elettriche in Cina è stata sostenuta da un sostegno politico sostenuto, ma anche da prezzi al dettaglio più bassi.

Vi è un'eccezione presentata dalla Norvegia dove il costo di un'auto a combustione è maggiore rispetto ad una equivalente completamente elettrica. Proprio per questo motivo i veicoli elettrici sono molto apprezzati dai Norvegesi.

Un'ulteriore conferma arriva, anche in questo caso, dai dati pubblicati dalla IEA¹⁹, dai quali emerge quanto segue:

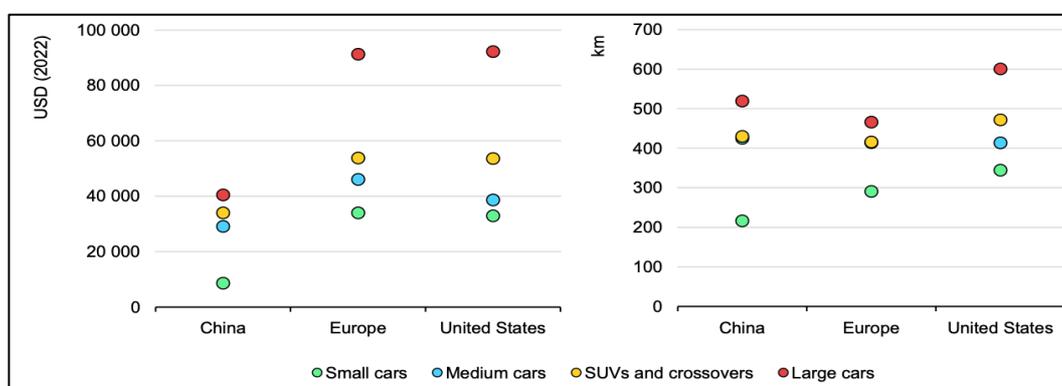


Figura 31 - Costo medio BEV e chilometri di autonomia

¹⁸ Jato Dynamics – Report “EV prices have been growing during the last 8 years”, <https://www.jato.com/ev-prices-have-been-growing-during-the-last-8-years/>

¹⁹ IEA – Report Global EV Outlook 2023, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>

Dal grafico sovrastante si nota come nel 2022, il prezzo medio ponderato per le vendite di un piccolo BEV in Cina era inferiore a 10.000 dollari.

Questo è significativamente inferiore ai prezzi dei piccoli BEV trovati in Europa e negli Stati Uniti, dove il prezzo medio ponderato per le vendite superava i 30.000 nello stesso anno.

Questa situazione rispecchia a pieno quello che è il panorama internazionale della produzione di auto elettriche: da un lato vi è la Cina che ha deciso di investire molti anni fa nella produzione di batterie che sarebbero state utili per il mercato dell'automotive; dall'altro vi sono le case produttrici del resto del mondo che hanno tardato nell'effettuare investimenti ed ora si trovano in difficoltà, avendo costi significativi da supportare per la produzione e non riuscendo conseguentemente ad abbassare i prezzi delle proprie automobili.

In Cina, le auto elettriche più vendute nel 2022 sono state la Wuling Mini BEV, un modello piccolo con un prezzo inferiore a 6.500 dollari, e la Dolphin di BYD, un altro modello piccolo, con meno di 16.000 dollari.

Per fare un confronto, i piccoli BEV più venduti in Francia, Germania e Regno Unito (500 di Fiat, e208 di Peugeot e Zoe di Renault) avevano tutti un prezzo superiore a 35.000 dollari.

Negli Stati Uniti sono stati venduti pochi BEV di piccole dimensioni, limitati principalmente a Bolt di Chevrolet e Mini Cooper BEV, che hanno un prezzo di circa 30.000 dollari.

Il punto di equilibrio, secondo diversi studi effettuati a livello internazionale, probabilmente lo si raggiungerà entro il 2025, con il prezzo di acquisto delle auto elettriche che raggiungerà un valore tale da poter permettere l'adozione anche al ceto medio della popolazione mondiale. Stabilire con precisione, però, quando ci sarà l'effettivo salto di paradigma è difficile.

Un ruolo fondamentale, al momento, lo giocano gli incentivi offerti dai vari paesi e gli investimenti, in infrastrutture di ricarica adeguate, che dovranno esser fatti.

Inoltre, bisognerà considerare uno dei grandi problemi della mobilità elettrica, ovvero lo smaltimento delle batterie.

Tutti questi temi saranno meglio trattati nel capitolo seguente.

CAPITOLO TRE

REGOLAMENTI E INCENTIVI DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE

L'UE è parte della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), che costituisce il principale accordo internazionale sull'azione per il clima.

A metà degli anni 90, i firmatari dell'UNFCCC hanno compreso che per ridurre le emissioni erano necessarie disposizioni più severe.

Nel 1997 hanno concluso il *protocollo di Kyoto*, che ha introdotto per la prima volta obiettivi di riduzione delle emissioni giuridicamente vincolanti per i paesi sviluppati.

Con l'*accordo di Parigi*, entrato in vigore il 4 Novembre 2016, i paesi hanno rinnovato il loro impegno a favore dell'azione per il clima e hanno concordato nuovi obiettivi per accelerare gli sforzi intesi a limitare il riscaldamento globale.

3.1 Il Green Deal Europeo e il pacchetto “Pronti per il 55%”

Il Green Deal Europeo è un pacchetto di iniziative strategiche che mira ad avviare l'UE sulla strada di una transizione verde, con l'obiettivo ultimo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.

Il pacchetto, avviato nel Dicembre 2019, comprende iniziative riguardanti clima, ambiente, energia, trasporti, industria, agricoltura e finanza sostenibile, tutti settori fortemente interconnessi.

Tra le iniziative incluse nel Green Deal è fondamentale menzionare il pacchetto “*Pronti per il 55%*” nel quale sono state dettate alcune regole aventi come obiettivo la riduzione delle emissioni generate dal trasporto su strada tramite il passaggio a sistemi di alimentazione alternativi.

Tra questi, il più comune è l'energia elettrica.

La realizzazione di un'infrastruttura di ricarica che vada di pari passo con il passaggio, da parte degli utenti ai veicoli elettrici, rappresenta un punto cardine che la politica

europea dovrà affrontare, insieme, inoltre, alla garanzia che la ricarica di un veicolo elettrico diventi facile quanto rifornire il serbatoio di un veicolo termico.

A tal fine, l'UE si trova di fronte al seguente duplice problema:

- Il numero di utenti che passeranno ai veicoli elettrici sarà limitato fino a quando non sarà sviluppata una infrastruttura di ricarica adeguata
- Gli investimenti in infrastrutture necessitano di maggiori certezze circa la diffusione dei veicoli elettrici

Secondo dati emessi dal Parlamento Europeo²⁰ i trasporti sono responsabili di quasi il 25% delle emissioni di gas a effetto serra nell'Unione Europea.

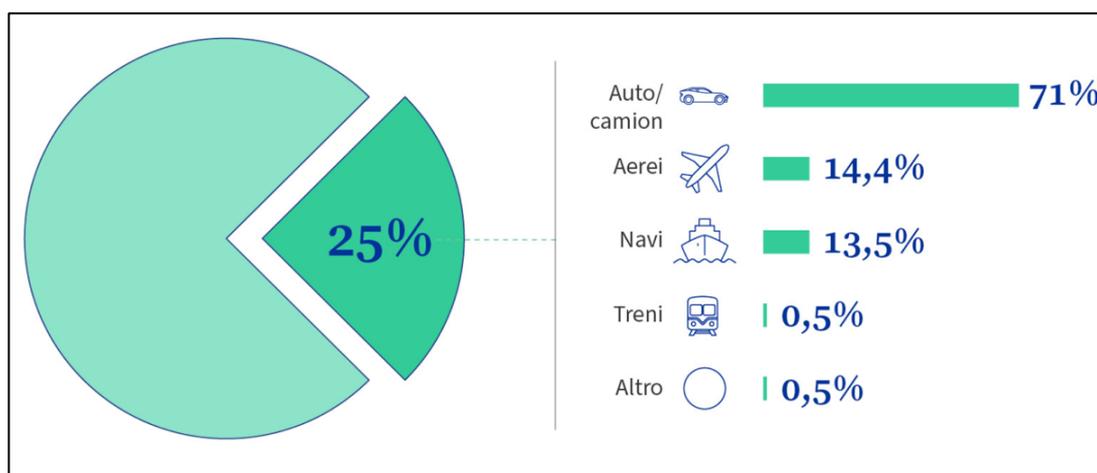


Figura 32 - Emissioni gas a effetto serra in Europa dovuti al trasporto

Nel giugno 2022 gli Stati membri dell'UE hanno concordato una posizione comune sulla proposta della Commissione relativa al regolamento sull'infrastruttura per i combustibili alternativi, quali:

- Elettricità
- Idrogeno
- Ammoniaca
- Biocarburanti

Il Consiglio e il Parlamento hanno raggiunto un accordo provvisorio in merito alla proposta nel marzo 2023.

Per quanto riguarda il trasporto su strada tale accordo prevede i seguenti punti:

Stazioni di ricarica elettrica

⇒ *Almeno ogni 60 Km sulle strade principali (Rete centrale TEN-T)*

²⁰ Infografica - Pronti per il 55%: per trasporti più sostenibili, <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-afir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/>

- ⇒ *Per auto e camion con peso inferiore a 3,5 tonnellate: entro il 2025 ogni anno la potenza di uscita totale erogata dalle stazioni di ricarica aumenta sulla base del numero di auto immatricolate*
- ⇒ *Per camion con peso superiore a 3,5 tonnellate: entro il 2027 almeno due punti di ricarica in ogni area di parcheggio sicura e quattro entro la fine del 2030; stazioni di ricarica urbana anche nei nodi urbani*

Stazioni di ricarica ad idrogeno

- ⇒ *Almeno ogni 200 Km sulle strade principali entro la fine del 2030*
- ⇒ *Almeno una stazione di rifornimento in ogni nodo urbano*
- ⇒ *Ciascuna stazione di rifornimento deve distribuire 1 tonnellata di idrogeno a 700 bar*

Stazioni di ricarica di metano liquefatto

- ⇒ *Almeno sulle stradi principali per permettere la circolazione dei veicoli a metano nell'UE*

3.2 Regolamento sui tempi di ricarica delle vetture elettriche

Per effettuare il calcolo del tempo di ricarica di un'auto elettrica è fondamentale conoscere prima di tutto due concetti di base che possono essere facilmente reperibili sul libretto del veicolo stesso:

- *Capacità della batteria:* è la portata massima di carica che una batteria può contenere. Questo valore è espresso in kWh (kilowattora). Più è alto il valore della capacità della batteria e maggiore sarà la sua autonomia
- *Potenza di carica:* è un valore espresso in kW (kilowatt) che indica la velocità con la quale un dispositivo di ricarica è in grado di caricare una batteria

Per ottenere il tempo di ricarica la formula da seguire sarà la seguente:

$$\frac{\text{Capacità della batteria (kWh)}}{\text{Potenza di ricarica x Fattore di potenza (kW)}} = \text{Tempo di ricarica}$$

0,8 → dispositivi in AC

0,9 → dispositivi in DC

Per stabilire i tempi di ricarica per un'auto elettrica subentrano diversi fattori in gioco; tra questi il più importante è rappresentato dal metodo di ricarica.

Le soluzioni disponibili possono essere suddivise in due categorie principali:

- Ricarica in corrente alternata (AC)
- Ricarica in corrente continua (DC)

La ricarica a corrente alternata presenta una potenza fino a 22 kW: per ricaricare completamente un veicolo elettrico è necessario attendere in media da 2 a 4 ore in base alla capacità della batteria.

Con la ricarica alla colonnina in corrente continua, invece, le tempistiche iniziano a ridursi in modo significativo.

In questo caso è utile andare a distinguere due tipi di colonnine di ricarica:

- *Fast*, che con una potenza di 50 kW permettono di ricaricare un'auto elettrica in un'ora circa, fatta eccezione per i veicoli che montano una batteria con una capacità superiore a 50 kWh
- *UltraFast*, che con una potenza che oscilla da 50 a 350 kW consentono di ripristinare l'autonomia di una BEV in pochi minuti

Le infrastrutture di ricarica sono regolamentate dalle norme CEI.

In particolare, la norma CEI IEC 61851-1²¹ regola la ricarica conduttiva dei veicoli elettrici e classifica le modalità di connessione dei veicoli elettrici alla rete di alimentazione in 4 diversi modi di ricarica.

La norma prevede un'elettronica di controllo che utilizza un sistema di comunicazione "universale" tra la stazione di ricarica ed il veicolo attraverso un circuito PWM (Pulse Width Modulation), che ha la funzione di garantire la sicurezza del processo di ricarica.

- *MODO 1 (Corrente Alternata)*
Collegamento diretto del veicolo elettrico alle normali prese di correnti.
Non è quindi previsto il Control Box (sistema di sicurezza PWM).
Questa modalità è adatta solo a bici elettriche e alcuni scooter e non è applicata per le auto elettriche.
- *MODO 2 (Corrente Alternata)*
Sul cavo di alimentazione del veicolo è presente un dispositivo denominato Control Box (Sistema di sicurezza PWM) che garantisce la sicurezza delle operazioni durante la ricarica.
Le prese utilizzabili sono quelle domestiche o industriali fino a 32A (sia monofase sia trifase – max 22 kW).

²¹ I 4 Modi secondo la normativa CEI IEC 61851-1, <https://elettromagazine.it/emobility/ricarica-veicoli-elettrici-4-modi-norma-iec-61851-1/>

- *MODO 3 (Corrente Alternata)*
È il modo obbligatorio per gli ambienti pubblici.
La ricarica, che avviene tramite un apposito sistema di alimentazione dotato di connettori specifici, può essere di tipo lento (16A, 230V) oppure rapido (fino a 32A, 400V).
È presente il sistema di sicurezza PWM.
- *MODO 4 (Corrente Continua)*
È la ricarica in corrente continua fino a 200A, 400V.
La ricarica dei veicoli avviene in pochi minuti, il caricabatteria è esterno al veicolo (nella colonnina).

Per la ricarica dei veicoli elettrici in corrente alternata AC (Modo 1, Modo 2 e Modo 3) sono previste quattro tipologie di connettori:

- *TIPO 1*
Si trova solo lato veicolo.
- *TIPO 2*
Si trova sia lato veicolo sia lato colonnina.
- *TIPO 3A e TIPO 3C*
Sono connettori solo lato colonnina.

Per la ricarica dei veicoli elettrici in corrente continua DC (Modo 4) sono previsti due standard:

- *CHAdeMO (Giapponese)*
È lo standard per la ricarica veloce in corrente continua (DC) più diffuso al Mondo.
- *CCS COMBO2 (Europeo)*
Consiste in un unico connettore di ricarica sul veicolo elettrico.
Consente sia la ricarica rapida in DC che la ricarica lenta AC.

Di seguito una tabella riassuntiva dei tempi e delle modalità di ricarica.

	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4
Layout				
Presa stazione	• Domestica	• Domestica • Industriale	• Tipo 2	• CCS Combo 2
Connettore	• Asportabile	• Asportabile	• Asportabile • Integrato nella colonnina	• Asportabile • Integrato nella colonnina
Presa veicolo	• Tipo 1 • Tipo 2	• Tipo 1 • Tipo 2	• Tipo 1 • Tipo 2	• CCS Combo 2, • CHAdeMO
Sistema di regolazione	• Non presente	• Nel cavo di collegamento	• Nella colonnina	• Nella colonnina
Tipo corrente	• Alternata	• Alternata	• Alternata	• Continua
Ambito di applicazione	• Solo Privato	• Solo Privato	• Pubblico • Privato	• Pubblico
Velocità ricarica	• Lenta	• Lenta • Accelerata	• Lenta • Accelerata	• Veloce

Tabella 5 - Tempi e modalità di ricarica (ARPAT)

3.3 La Direttiva AFID

La Direttiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014, nota anche come AFID (Alternative Fuels Infrastructure Directive), sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi, stabilisce un quadro comune di misure per la realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi nell'Unione Europea per ridurre al minimo la dipendenza dal petrolio e l'impatto ambientale nel settore dei trasporti.

Secondo questa direttiva in tutti i punti di ricarica che erogano potenza a corrente alternata devono essere presenti almeno le prese di Tipo 2.

Tutti i proprietari dei veicoli elettrici, inoltre, devono essere automuniti di due cavi elettrici:

- uno per la ricarica dalla presa di corrente domestica
- uno per la ricarica alla colonnina pubblica

Nel Luglio del 2021 la Direttiva AFID²² è stata revisionata.

Ribadendo la priorità per una mobilità sostenibile, al fine di incrementare lo sviluppo delle strutture di ricarica, la revisione stabilisce che gli Stati Membri dell'UE:

²² Commissione Europea – Revisione direttiva AFID, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0559>

- Si dotino di stazioni di ricarica pubbliche in base al numero di veicoli elettrici che sono in circolazione. Ogni anno bisogna, inoltre, rispettare i seguenti obiettivi di potenza di erogazione:
 - Per ciascun veicolo leggero a batteria immatricolato, le stazioni di ricarica pubbliche devono fornire la potenza di almeno 1 kW
 - Per ciascun veicolo leggero ibrido plug-in immatricolato, le stazioni di ricarica pubbliche devono fornire la potenza almeno 0,66 kW
- Devono stabilire il numero minimo di colonnine accessibili a tutti nei parcheggi pubblici
- Devono investire nelle infrastrutture di ricarica lungo la rete centrale TEN-T
- Le modalità di pagamento per gli operatori: quelli che possiedono colonnine con potenza inferiore a 50 kW, devono accettare il pagamento elettronico. Per quanto riguarda le colonnine con potenza pari o superiore a 50 kW, dal 2027, dovranno essere tutti dotati di dispositivi contactless.
- Devono praticare prezzi accessibili, trasparenti e non discriminatori. I prezzi devono essere esposti chiaramente in tutte le stazioni di ricarica. Inoltre, devono essere riportati i seguenti componenti del prezzo:
 - Prezzo per sessione
 - Prezzo al minuto
 - Prezzo per kWh

Tutti gli Stati dovranno creare anche un'organizzazione di "ID Registration Office" ("IDRO").

Tramite questa iniziativa si vuole andare a costruire un database unificato dei dati sui punti di rifornimento dei veicoli alternativi a quelli termici.

3.4 Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima Italiano

L'Italia da un punto di vista regolamentare del trasporto su strada segue le direttive Europee ed internazionali e fissa gli obiettivi nel cosiddetto Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima²³ (PNIEC).

Esso include una serie di ambiti di intervento chiave come:

- L'efficienza energetica
- Le energie rinnovabili
- I trasporti sostenibili

²³ Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) è un documento strategico che definisce la politica energetica e climatica di un paese a lungo termine. In particolare, il PNIEC fornisce una visione strategica per la transizione energetica e l'azione climatica, identificando gli obiettivi, le politiche e le misure

- L'adattamento ai cambiamenti climatici
- L'innovazione tecnologica
- La governance energetica

Nell'ambito trasporti il Piano nazionale Energia e Clima²⁴ prevede una quota dei consumi complessivi coperta da fonti rinnovabili pari al 30,7%.

In questo caso l'Italia decide di puntare su un mix di elettrificazione diretta dei trasporti e utilizzo dei biocarburanti.

In tema di vettore elettrico, il Piano stima per la fine del decennio circa 6,6 milioni di veicoli con la spina, di cui circa 4,3 milioni Full Electric, e prospetta l'introduzione di quote obbligatorie di veicoli elettrici specificatamente per il trasporto pubblico.

3.5 Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Il PNRR segue i regolamenti imposti dall'Unione Europea. Al fine di avviare l'Italia verso una sostenibilità energetica che sfrutta energie alternative più pulite, il Piano stabilisce quali investimenti effettuare.

Nella direzione di migliorare le infrastrutture vanno i decreti del MASE²⁵, che mettono a disposizione 741 milioni di euro, erogati sotto forma di incentivi a fondo perduto.

Di questi, il Governo Italiano ha sbloccato i primi 713 milioni per installare, entro fine 2025, circa 21.255 nuove stazioni di ricarica per i veicoli elettrici sulle superstrade e nei centri urbani.

Nello specifico, quasi 360 milioni saranno utilizzati per i punti di ricarica in superstrada e circa 353 milioni per le infrastrutture in città nel seguente modo:

- 13.755 punti di ricarica in città (almeno 90 kW)
- 7.500 fast e ultrafast in superstrada (almeno 175 kW)

La ripartizione dei fondi, anno per anno, sarà quella rappresentata nella tabella sottostante (Tabella 6).

²⁴ PNIEC 2023 – Proposta, <https://www.rinnovabili.it/energia/politiche-energetiche/piano-nazionale-integrato-energia-clima-2023/>

²⁵ MASE: Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE - svolge un ruolo chiave nell'attività del Governo finalizzata alla tutela dell'ambiente. L'azione del MASE è rivolta alla salvaguardia del territorio e della risorsa idrica, degli ecosistemi terrestri e marini, delle specie animali e vegetali a rischio, alla bonifica delle aree e dei corsi d'acqua, alla riduzione delle fonti di inquinamento e delle emissioni dei gas climalteranti, nel contesto della sfida del riscaldamento globale. Il Ministero garantisce la sicurezza delle infrastrutture e dei sistemi energetici e geominerari, l'approvvigionamento, l'efficienza e la competitività, la promozione delle energie rinnovabili, <https://www.mase.gov.it/pagina/competenze>

<i>Anno</i>	<i>Superstrada</i>	<i>Città</i>	<i>Superstrada + Città</i>
2023	149.352.660 €	127.116.925 €	276.469.585 €
2024	143.017.650 €	127.116.925 €	270.134.575 €
2025	67.573.440 €	98.925.775 €	166.499.215 €
Totale	359.943.750 €	353.159.625 €	713.103.375 €

Tabella 6 - Ripartizione fondi PNRR

Dell'intero budget è importante sottolineare come il 56% è destinato alle regioni del sud così da andare a diminuire le disuguaglianze infrastrutturali del paese.

Se per le infrastrutture urbane il risultato è stato superiore alle attese, per il MASE le cause che hanno portato a zero assegnazioni sulla rete extraurbana risultano essere legate al fatto che le poche proposte progettuali presentate non avevano i requisiti di ammissibilità alla misura.

Il Ministero fa sapere inoltre di essersi già attivato con gli operatori interessati per individuare le motivazioni che hanno portato alla scarsa adesione, al fine di adottare le misure più opportune per stimolare una più ampia partecipazione e allinearsi con paesi come Germania e USA che continuano a dare esempio in tal senso.

3.6 Il Decreto Semplificazioni e il prezzo della ricarica

Una serie di semplificazioni per quanto riguarda la realizzazione dei punti di ricarica dei veicoli elettrici è stata fornita dal Decreto Semplificazioni²⁶, 16 luglio 2020, n.76. Nel Decreto quindi è possibile trovare:

- Le semplificazioni per la realizzazione di infrastrutture di ricarica in determinate aree di sosta sia pubbliche che private contenute (Comma 11)
- A chi è stato affidato il ruolo di definire le tariffe per la fornitura dell'energia elettrica con l'obiettivo di incoraggiare l'adozione dei veicoli elettrici (Comma 12): in particolare, questo compito è stato affidato all'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA)
- Regola che stabilisce che le aree di servizio vengano munite di colonnine elettriche per la ricarica dei veicoli (Comma 13)

La richiesta di eguagliare i prezzi della ricarica pubblica a quella privata ha scatenato diverse discussioni.

²⁶ Decreto Semplificazioni – Gazzetta Ufficiale, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/07/16/20G00096/sg>

A causa del fatto che il servizio di ricarica pubblica richiede l'attivazione dei punti di prelievo ed inoltre eroga una potenza di gran lunga superiore (permettendo ricariche più rapide) la tariffa risulta essere superiore rispetto a quella del servizio di ricarica privato.

Il costo di ricarica in media²⁷, differenziando tra ricarica pubblica e ricarica privata, risulta essere:

- 0,40 – 0,79 €/kWh per la ricarica pubblica
- 0,25 €/kWh per la ricarica domestica

Questa differenza bisogna colmarla in qualche modo, altrimenti il sistema può essere considerato anti-democratico, come affermato dall'AD di Enel X, Francesco Venturini:

“La disparità che si crea tra chi ha un garage, tra parentesi garage che deve essere pertinenza della propria abitazione altrimenti il beneficio si perde, e chi non ce l'ha rende il sistema estremamente anti-democratico”

Il 15 dicembre 2021, in Italia, sono state recepite le direttive dell'Unione Europea sulla promozione delle energie rinnovabili tramite l'entrata in vigore del Decreto Legislativo n. 199/2021²⁸.

ARERA ha nuovamente ricevuto il compito di far abbassare i prezzi della ricarica pubblica, cercando di avvicinarli a quelli della ricarica privata.

Questa volta, però, diversamente dalla misura dell'anno precedente, lo scopo fissato è quello di far abbassare i prezzi della ricarica pubblica e non di eguagliarli a quelli della ricarica privata.

È stato stabilito che gli operatori dei punti di ricarica in luoghi accessibili al pubblico sono tenuti a trasferire il beneficio agli utilizzatori finali del servizio di ricarica (Comma 12-ter).

Con tale comma si va ad accogliere la precisazione che ARERA, nell'anno precedente, aveva effettuato, in quanto riteneva che il beneficio sulle tariffe dovesse essere trattenuto dall'operatore e non dovesse influire sul prezzo finale imposto all'utilizzatore.

²⁷ InsideEVS - La ricarica pubblica potrà costare come quella a casa: parola di Enel X, [file:///La ricarica pubblica potrà costare come quella a casa/ parola di Enel X](file:///La%20ricarica%20pubblica%20potrà%20costare%20come%20quella%20a%20casa/parola%20di%20Enel%20X)

²⁸ Decreto Legislativo 8 Novembre 2021, n.199 – Gazzetta Ufficiale, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/11/30/21G00214/sg>

3.7 Incentivi forniti dallo Stato Italiano: Ecobonus Auto 2023

Lo Stato Italiano per incentivare la transazione verso la mobilità sostenibile ha deciso di stanziare 630 milioni di euro per il 2023 al fine di agevolare l'acquisto di veicoli non inquinanti di categoria M1 (autoveicoli), L1e-L7e (motocicli e ciclomotori) e N1 e N2 (veicoli commerciali)²⁹.

La suddivisione del budget risulta essere la seguente:

Auto			
Categoria	Emissioni CO₂	Fondi stanziati	Bonus previsti
Auto Elettriche	0-20 g/Km	190 Milioni	<ul style="list-style-type: none"> • 5.000 € di bonus con rottamazione³⁰ • 3.000 € di bonus senza rottamazione
Auto Plug-in	21-60 g/Km	235 Milioni	<ul style="list-style-type: none"> • 4.000 € di bonus con rottamazione • 2.000 € di bonus senza rottamazione
Auto Termiche	61-135 g/Km	150 Milioni	<ul style="list-style-type: none"> • 2.000 € di bonus solo con rottamazione
Motocicli e Ciclomotori			
Categoria	Fondi stanziati		
Motocicli e Ciclomotori non elettrici	5 Milioni		
Motocicli e Ciclomotori elettrici	35 Milioni		
Veicoli Commerciali			
Categoria	Fondi stanziati		
Veicoli Commerciali elettrici	15 Milioni		

Tabella 7 - Fondi accessibili per l'Ecobonus auto 2023

²⁹ Ecobonus auto 2023 – Mise.gov, <https://ecobonus.mise.gov.it/notizie/simple-news-folder/ecobonus-dal-10-gennaio-riaprono-le-prenotazioni-per-veicoli-non-inquinanti>

³⁰ **Rottamazione:** rottamare una vettura da Euro 1 a Euro 5, benzina e diesel, di proprietà dell'intestatario o di un familiare a carico da almeno 12 mesi. Un altro obbligo per l'acquirente è quello di non poter poi rivendere l'auto nuova per 12 mesi

3.8 Il problema dello smaltimento delle batterie

Le auto elettriche, per quanto siano innovative e permettano di inquinare meno, risultano avere un grande problema da non sottovalutare: lo smaltimento delle batterie.

Il vero problema è rappresentato dalle materie prime: ad oggi i due materiali più utilizzati per produrre le batterie sono il litio e il cobalto.

L'estrazione di cobalto, in particolare, produce scarti tossici, che possono inquinare sia l'ambiente circostante sia l'aria.

Alcune ONG che si occupano di diritti umani fanno notare come in Congo, dove si estrae circa il 70% del cobalto su scala mondiale, quasi sempre si lavora senza le adeguate protezioni. Poiché si sta andando in questa direzione, questo risulta essere un problema da risolvere.

I problemi legati alle batterie non riguardano solo la loro produzione ma anche il loro smaltimento.

Una volta esaurite, le batterie a litio devono seguire un percorso di smaltimento rigoroso che viene effettuato dalle case produttrici.

Nel percorso di smaltimento delle batterie viene utilizzato uno specifico trattamento termico-chimico, attraverso il quale, andando a scaldare la batteria, si riesce ad eliminare la quantità di litio presente all'interno di essa.

Tramite questa tecnica è possibile andare a recuperare materiali come nichel, cobalto, alluminio e rame che risultano essere i più "costosi" in termini di effort richiesto per estrazione e riciclo.

Ad oggi gli impianti specializzati nello smaltimento delle batterie a litio sono localizzati in pochi Paesi Europei, quali (Figura 33):

- Germania
- Francia
- Belgio
- Spagna

Il processo di smaltimento può essere economicamente molto dispendioso e proprio per questo motivo non tutti i paesi hanno investito in tali infrastrutture.

Infatti, il costo medio³¹ per lo smaltimento di batterie a litio si aggira intorno ai 4,00-4,50 € al Kg. Tale importo non risulta però essere fisso ma può variare, ad esempio, in base al costo della manodopera.

Proprio a fronte di questa ingente spesa che bisogna sostenere per lo smaltimento si è pensato al riciclo.



Figura 33 - Impianti di smaltimento batterie in Europa

Il tema del riciclo, visto in un'ottica di Circular Economy, sarà trattato nel capitolo seguente.

³¹ Smaltimento batterie auto elettriche: procedura e costi – Sorgenia, <https://www.sorgenia.it/guida-energia/smaltimento-batterie-auto-:-:text=Lo smaltimento delle batterie delle,comporta la perdita del litio.>

CAPITOLO QUATTRO

CIRCULAR ECONOMY NEL SETTORE AUTOMOTIVE

La vera neutralità climatica nel settore della mobilità sostenibile non si può ottenere senza un rinnovato approccio al metodo di lavoro fatto di processi produttivi che integrino anche lo smaltimento e il riciclo dei prodotti a fine vita.

Questo è esattamente ciò che sta accadendo grazie all'avvento della cosiddetta "Circular Economy".

La questione più spinosa in tal senso, come accennato nel capitolo precedente, risulta essere quella di cercare dei modelli di business che permettano alle batterie delle auto a fine ciclo di non essere smaltite ma riciclate per due motivi:

- Il *costo dello smaltimento* è elevato ed inoltre richiede grossi investimenti in termini di costruzione di impianti specializzati allo smaltimento
- Le *materie prime* utilizzate per produrre le batterie che con l'aumento della domanda e la produzione di batterie su larga scala diventeranno critiche

4.1 L'emergenza materie prime per la produzione delle auto

La domanda di materie prime utilizzate per la produzione di batterie per auto elettriche è destinata a crescere rapidamente man mano che il petrolio perderà potere.

Questo aumento se da un lato aprirà nuove opportunità commerciali, dall'altro si trascina con sé alcune preoccupazioni in merito all'impatto ambientale.

Secondo i dati pubblicati dall'Unione Europea³² si prevede che la domanda globale di materie prime per le batterie come nichel, grafite e litio, nel 2040, rispetto al 2020, sarà (Figura 34):

- 20 volte maggiore per il nichel
- 19 volte maggiore per la grafite
- 14 volte maggiore per il litio

³² Unione Europea – Battery Supply Chain Challenges, <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/analysis-of-supply-chain-challenges-49b749>

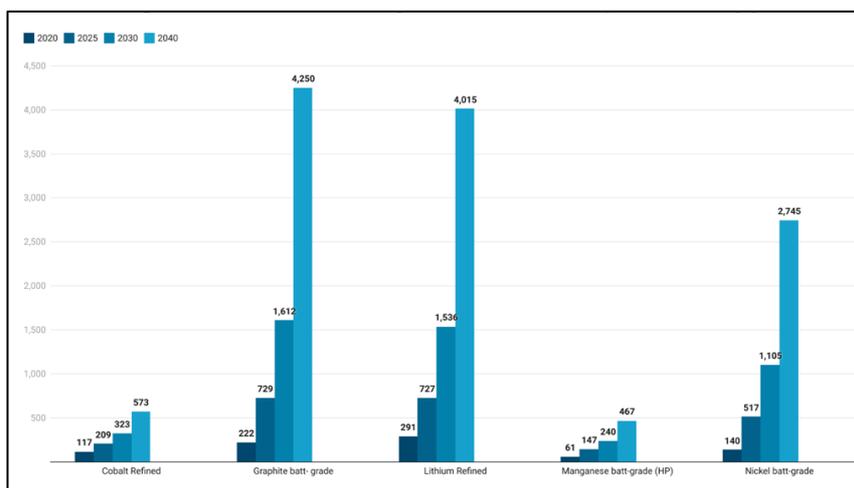


Figura 34 - Previsione della domanda globale di batterie da materie prime (Analisi JRC)

La fornitura di ogni materia prima di componenti per batterie è attualmente controllata da un'industria oligopolistica, altamente concentrata in Cina.

Anche se si prevede che la Cina continuerà a mantenere una posizione dominante, la diversificazione geografica aumenterà dal lato dell'offerta, in particolar modo per il litio.

Country	Cobalt (Refined Co)	Graphite (Anode precursors from natural graphite+synthetic graphite)	Lithium (Refined Li)	Manganese (HP EMM+HP MSM)	Nickel (NiSO4)	Cells
China	51%	87%	34%	56%	59%	65%
EU	7%	3%	4%	14%	8%	14%
Australia	10%	1%	11%	7%	6%	0%
Japan	3%	1%	0%	0%	6%	1%
USA	0%	6%	10%	0%	1%	14%
Canada	6%	1%	5%	0%	1%	0%
South Africa	1%	0%	0%	10%	1%	0%
South Korea	0%	0%	2%	0%	2%	1%
Norway	2%	1%	0%	0%	0%	2%
Russia	1%	0%	0%	0%	9%	0%
Brazil	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Italy	1%	0%	2%	0%	0%	0%
Spain	0%	0%	16%	0%	0%	0%
Sweden	0%	0%	0%	8%	0%	0%
Chile	0%	0%	11%	0%	0%	0%
Colombia	5%	0%	0%	0%	0%	0%
India	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Indonesia	0%	0%	0%	3%	0%	0%
Philippines	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Peru	2%	0%	0%	0%	0%	0%
Canada	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Russia	3%	0%	0%	0%	0%	0%
Russia	0%	0%	3%	0%	0%	0%
Russia	0%	0%	0%	0%	6%	0%
Germany	4%	0%	0%	0%	0%	0%
Other	5%	1%	1%	3%	2%	2%

Figura 35 - Proiezione della capacità produttiva di materie prime per batterie nel 2030 (Analisi JRC)

È possibile andare a ridurre la domanda di materie prime per le batterie attraverso l'adozione di varie strategie di Circular Economy, quali:

- Estendere la durata di vita delle batterie attraverso la rigenerazione, il riutilizzo o il secondo utilizzo
- Riciclare i materiali

4.2 La durata delle batterie: previsioni sull'accumulo di batterie esauste

È molto importante tenere a mente che la vita utile delle batterie ha un limite, che attualmente si aggira sugli 8-10 anni, al raggiungimento del quale bisogna sostituirle.

Si stima³³ che più di 12 milioni di tonnellate di batterie agli ioni di litio nel mondo dovranno essere smaltite entro il 2030.

In Italia³⁴, invece, la previsione risulta essere di 60mila tonnellate di batterie.

Una batteria esausta ha ancora una capacità residua del 75%, che, non essendo più adeguata ad alimentare una macchina elettrica, potrebbe essere utile per altri impieghi. Per questo risulta molto utile riciclare e non smaltire le batterie al litio. Tramite questo processo è possibile allungare la durata del loro ciclo di utilizzo andandone solo a modificare la destinazione d'uso.

Per poter allungare la durata del ciclo di vita di una batteria e, in generale, di tutto il veicolo, è fondamentale, per i vari attori del settore automotive, adottare nuovi modelli di business che non si fondano sui principi del tradizionale modello lineare della produzione ma che si focalizzano sui concetti che sono alla base dei nuovi modelli di Circular Economy, più improntati verso una sostenibilità ambientale.

4.3 Circular Economy applicata al settore automotive

Il passaggio epocale dell'industria automobilistica, che sta prevedendo la produzione dei veicoli elettrici in sostituzione a quelli a combustione interna, sta creando nuove opportunità.

³³ Millions of electric car batteries will retire in the next decade. What happens to them? – The Guardian, <https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/20/electric-car-batteries-what-happens-to-them>

³⁴ Una seconda vita per le batterie esauste – Enel X, [https://www.enelx.com/it/it/storie/2022/03/riciclo-batterie-auto-elettriche-:-:text=L'energia al servizio di tutti&text=Di contro, anche la vita, batterie per le auto elettriche.](https://www.enelx.com/it/it/storie/2022/03/riciclo-batterie-auto-elettriche-:-:text=L'energia%20al%20servizio%20di%20tutti&text=Di%20contro,%20anche%20la%20vita,%20batterie%20per%20le%20auto%20elettriche.)

In particolare, si sta cercando di passare dal modello proprio dell'economia lineare a quello su cui fa leva l'economia circolare, ovvero il principio di rigenerazione. Con tale modello si cerca di tutelare l'ambiente e le sue risorse.

4.3.1 Il modello dell'economia lineare

Nel modello dell'economia lineare, la vita di un prodotto è delineata sostanzialmente da cinque step:

- Estrazione
- Produzione
- Distribuzione
- Consumo
- Smaltimento

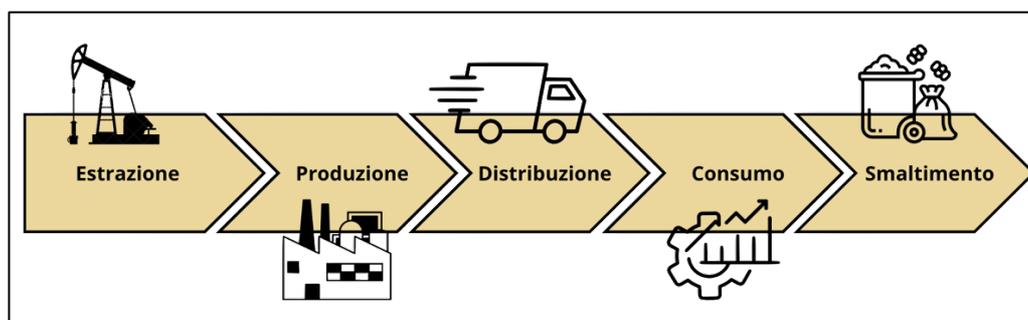


Figura 36 - Modello lineare della vita di un prodotto

L'economia lineare comprende dei flussi in entrata (input), che sono rappresentati dall'estrazione di tutte le materie prime, utili per produrre le autovetture.

Successivamente, nella fase di produzione, tali materie prime vengono trasformate in beni di consumo attraverso l'utilizzo di lavoro ed energia.

Segue una fase di distribuzione dei beni nelle varie sedi di vendita delle case automobilistiche o direttamente presso i consumatori finali.

I consumatori finali, dopo aver utilizzato tali beni, produrranno scarti che dovranno essere smaltiti.

Purtroppo, la vita delle autovetture, nonostante vengano utilizzate ingenti quantità di materie prime per la loro produzione, non risulta essere abbastanza lunga.

Inoltre, considerando la molta energia che richiedono per essere realizzate, producono anche molto inquinamento.

Questo impiego delle risorse (a volte poco efficiente) unito alla crescita demografica e all'aumento dei consumi, risulta essere, ormai da anni, non più sostenibile.

Per tale motivo si è pensato di passare ad un altro tipo di economia: l'economia circolare.

4.3.2 Il modello dell'economia circolare

L'economia circolare è un modello che, a differenza di quello lineare, prevede vari concetti di base, quali:

- Condivisione
- Prestito
- Riutilizzo
- Riparazione
- Ricondizionamento
- Riciclo

Attraverso tali concetti si va ad estendere il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo a ridurre al minimo il numero di scarti.

Una volta che il prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali che lo compongono vengono reintrodotti, laddove possibile, attraverso il riciclo.

In tal modo potranno essere utilizzati all'interno di altri cicli produttivi e potranno generare nuovamente valore.

In questo modello vige la regola delle 4R:

- *Riduzione*: un modello circolare che funzioni deve avere al centro il concetto della riduzione degli scarti. È importante produrre meno beni possibili, riducendo l'utilizzo di materie prime
- *Riutilizzo*: prima che i beni diventino rifiuti è utile cercare di riutilizzarli
- *Riciclo*: consiste nell'andare a ridurre la quantità di risorse destinate allo smaltimento tramite dei processi industriali dando così una seconda vita ad alcuni materiali che componevano il bene
- *Recupero*: consiste nell'andare a recuperare alcuni materiali per produrre nuova energia da utilizzare

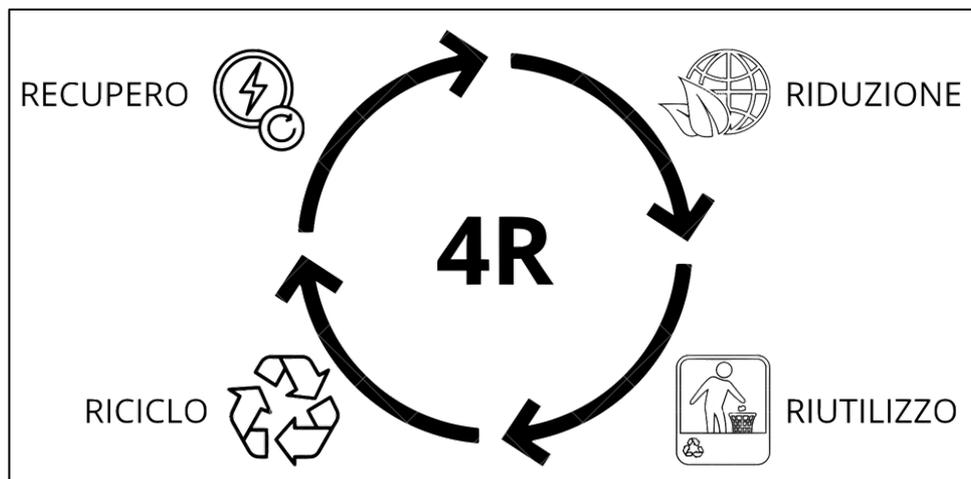


Figura 37 - Regola delle 4R

Proprio sulla base di questo modello e della regola delle 4R molte case automobilistiche stanno cercando di trovare modelli di business che permettano di essere il più sostenibili possibili.

4.3.3 Circular Cars Initiative

La necessità di rivedere i modelli di business in ottica più sostenibile ha portato al lancio della *Circular Cars Initiative* (CCI)

L'iniziativa, frutto di una coalizione tra case produttrici, fornitori, istituti di ricerca, organizzazioni internazionali e ONG, si concentra su tre principali argomenti:

- *Materials*, a cura di McKinsey & Company³⁵
- *Business Model*, a cura di Accenture Strategy³⁶
- *Policy*, a cura del World Economic Forum (WEF)³⁷

Per quanto riguarda i materiali, dal rapporto emerge che circa il 60% delle emissioni totali del ciclo di vita delle auto saranno attribuibili ai materiali, mentre soltanto il 40% sarà generato da altre fonti, tra cui la logistica, lo smaltimento a fine vita e l'utilizzo.

Sarà molto importante andare a definire l'efficienza dei materiali tramite il tracciamento di alcuni parametri quali ad esempio la quantità di materie prime usate

³⁵ *Forging Ahead: A materials roadmap for the zero-carbon car* – McKinsey & Company, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Forging_Ahead_2020.pdf

³⁶ *Raising Ambitions: A new roadmap for the circular automotive economy* – Accenture Strategy, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Raising_Ambitions_2020.pdf

³⁷ *The Road Ahead: A policy research agenda for automotive circularity* – WEF, https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_policy_research_agenda_for_automotive_circularity_2020.pdf

per costruire un veicolo, il contenuto riciclato, le emissioni di CO₂ per km per passeggero.

In seguito, bisognerà andare a migliorare le prestazioni dell'industria sulla base di questi dati con l'obiettivo di andare a ridurre l'impronta ambientale del ciclo di vita dell'automobile.

Inoltre, con il passaggio ai veicoli elettrici c'è una semplificazione del design del veicolo e questo agevola l'inserimento dei principi dell'economia circolare anche in fase di progettazione e produzione.

Accenture Strategy evidenzia come la circolarità nel sistema automotive si può realizzare attraverso quattro passi chiave:

- Zero emissioni di carbonio durante tutto il ciclo di vita del veicolo
- Recupero delle risorse
- Estensione della vita delle auto
- Uso efficiente del veicolo nel tempo e nell'occupazione

Anche se il settore automotive non sarà mai circolare bisogna comunque fare in modo di aumentarne il grado il più possibile.

Un esempio di nuovo modello di business in tal senso risulta quello della mobilità come servizio (MaaS) nel quale i conducenti possono noleggiare auto a ore o al giorno tramite specifiche app scaricabili sul proprio smartphone.

L'emergere di aziende di MaaS fa in modo che la proprietà delle automobili per l'intero ciclo di vita sia in mano a produttori o società di leasing. In tal modo si incrementa l'attenzione verso i materiali che compongono il veicolo in fase di smaltimento o riciclo, in quanto questi possono generare ulteriore valore per le società stesse.

4.3.4 Le iniziative delle case automobilistiche

Le case automobilistiche agiscono in maniera autonoma per cercare di attuare i principi dell'economia circolare.

Di seguito sono riportate iniziative adottate da alcune case automobilistiche.

- **STELLANTIS**

Il 20 Settembre 2022 il CEO di Stellantis, Carlos Tavares, ha annunciato la creazione di un Circular Economy Hub a Mirafiori (TO).



Figura 38 - Circular Economy Hub di Stellantis

L'Hub inizierà a funzionare con tre attività principali che implementano la strategia delle 4 R (Reman, Repair, Reuse, Recycle).

Molto importante sarà la rigenerazione dei ricambi (Reman): attraverso questo processo i componenti usati, usurati o difettosi verranno smontati, puliti e rigenerati secondo le specifiche OEM³⁸.

L'obiettivo è quello di prolungare la vita delle parti (motori, cambio, batterie ad alta tensione) e offrire un'alternativa sostenibile e accessibile all'interno dell'offerta di ricambi Stellantis.

Inoltre, verrà effettuato anche il ricondizionamento veicoli (Repair + Reman), per reintrodurre i veicoli sul mercato dell'usato.

I veicoli che sono a fine vita e dovranno essere demoliti diventano una risorsa preziosa sia per il recupero dei componenti originali in buono stato sia per il recupero di materiali da riciclare (Recycle) che entreranno nuovamente nel ciclo di produzione.

L'obiettivo³⁹ è quello di raggiungere oltre 2 miliardi di euro di ricavi entro il 2030 e di decarbonizzare tutte le attività entro il 2038.

▪ **RENAULT**

Il 13 Ottobre 2022 il Gruppo Renault annuncia la nascita di una nuova entità interamente dedicata all'economia circolare: The Future Is NEUTRAL.

Tale entità riunisce sotto una nuova Marca le competenze e gli asset industriali e tecnologici già esistenti del Gruppo e dei suoi partner.

³⁸ **OEM** (Original Equipment Manufacturer) fa riferimento a tutte quelle aziende che realizzano prodotti, o parti di essi, dietro commessa di un'altra azienda che rivende il prodotto finito con il proprio marchio

³⁹ Mirafiori complex in Italy is getting ready to activate the first Stellantis Circular Economy Hub dedicated to promoting a sustainable business model, <https://www.media.stellantis.com/em-en/corporate-communications/press/mirafiori-complex-in-italy-is-getting-ready-to-activate-the-first-stellantis-circular-economy-hub-dedicated-to-promoting-a-sustainable-business-model>



Figura 39 - The Future Is NEUTRAL di Renault

Secondo quanto affermato⁴⁰ dal CEO di The Future Is NEUTRAL ogni anno in Europa, oltre 11 milioni di veicoli, costituiti per circa l'85% da materiali riciclabili, giungono a fine vita.

Tuttavia, questi materiali non vengono ben sfruttati: basti pensare che i veicoli nuovi sono composti solo al 20 - 30% da materiali riciclati da auto vecchie.

L'obiettivo di The Future Is NEUTRAL è quello di conservare il valore dei componenti e dei materiali il più a lungo possibile e permettere all'industria di raggiungere a lungo termine una percentuale più elevata di utilizzo di materiali riciclati provenienti da auto andate, ormai, in disuso.

Infatti, grazie ai suoi partner industriali come INDRA⁴¹ e BOONE COMENOR⁴², e alla sua filiale GAIA⁴³, nel giro di un decennio Renault ha già potuto valorizzare 14 milioni di tonnellate di acciaio (che corrispondono ad oltre 17 milioni di veicoli) e 12mila tonnellate di materie plastiche e rame, che sono state utilizzate per la produzione annuale di Renault Mégane.

Altra grande ambizione dell'azienda è quella di diventare leader europeo del riciclo delle batterie a ciclo chiuso.

▪ BMW

Al Salone della mobilità di Monaco di Baviera (IAA Mobility 2021) BMW ha deciso di esporre la BMW i Vision Circular.

⁴⁰ The Future Is NEUTRAL: l'economia circolare entra in una nuova era, <https://it.media.renaultgroup.com/the-future-is-neutral-leconomia-circolare-entra-in-una-nuova-era/>

⁴¹ Indra: joint-venture detenuta al 50% dal Gruppo Renault e al 50% da Suez, leader del trattamento dei veicoli a fine vita in Francia

⁴² Boone Comenor: joint-venture detenuta al 33% dal Gruppo Renault e al 67% da Suez, specializzata nel riciclo di materiali metallici provenienti dal settore industriale

⁴³ Gaia: filiale che svolge, nella sede di Flins, tutte le attività di riparazione delle batterie, raccolta e riutilizzo dei componenti e riciclo dei materiali provenienti dai veicoli a fine vita



Figura 40 - BMW i Vision Circular

Lo studio di quest'autovettura compatta, totalmente elettrica, guarda avanti nel tempo (2040) e si focalizza sui concetti base dell'economia circolare.

Il progetto nasce partendo dall'idea di utilizzare il più possibile materie riciclate e biomateriali certificati.

Tale concetto è stato esteso anche al powertrain, che vanta una batteria allo stato solido riciclabile al 100%.

Infatti, il designer della vettura, Adrian van Hooydonk, ha dato vita al Circular Design⁴⁴, un modo di progettare le auto basato su quattro principi:

- RE: THINK → ripensare ai processi e alle tecnologie di produzione con l'obiettivo di ottenere cicli di materiali chiusi
- RE: DUCE → riduzione di materiali, componenti e finiture superficiali
- RE: USE → usare la digitalità per permettere agli utenti di poter sempre modificare l'interno e l'esterno del veicolo
- RE: CYCLE → utilizzare materiali che alla fine del ciclo di vita del prodotto possono essere smontati facilmente e riutilizzati

▪ MERCEDES

Mercedes-Benz il 3 Marzo 2023 ha annunciato l'inaugurazione del suo nuovo Hub di riciclaggio delle batterie a Kuppenheim, in Germania.

Con tale Hub la casa automobilistica potrà chiudere l'intero ciclo di materiali e delle materie prime necessarie per le batterie, in un'ottica di economia circolare.

⁴⁴ Circular Design, <https://www.bmw.com/en/magazine/sustainability/circular-lab/vision-circular.html>



Figura 41 - Hub riciclaggio batterie Mercedes-Benz

Con tale Hub la casa automobilistica potrà chiudere l'intero ciclo di materiali e delle materie prime necessarie per le batterie, in un'ottica di economia circolare.

L'obiettivo fissato è quello di ottenere un tasso di riciclo superiore al 96% per plastica, rame, alluminio, ferro, nichel, cobalto, manganese, litio, carbone e grafite.

L'impianto inoltre permetterà di coprire qualsiasi aspetto della gestione delle batterie e a fine vita: dallo smantellamento dei moduli all'estrazione dei minerali, fino alla lavorazione di tutte le componenti.

Potranno essere trattate 2.500 tonnellate l'anno di batterie con la possibilità di recuperare materiali in quantità sufficiente per produrre oltre 50 mila moduli di batterie.

Inoltre, la casa automobilistica ha sottoscritto un accordo con Batteryloop⁴⁵ per una fornitura di batterie usate da impiegare nei suoi sistemi di accumulo BLESS (Battery Loop ESSity).

Nello specifico, le batterie fornite potranno avere una seconda vita poiché andranno ad alimentare tre impianti da 2,8 MW di potenza ciascuno che sono stati ordinati dalle amministrazioni locali di altrettante cittadine scandinave per migliorare la gestione energetica della rete pubblica.

4.4 Circular Economy: influenze esterne ed interne al settore

L'applicazione della Circular Economy nel settore automobilistico risulta essere influenzata da una serie di fattori esterni che possono essere analizzati tramite un'analisi PEST.

⁴⁵ Batteryloop: è un ramo d'azienda di Stena Recycling, la divisione del gruppo svedese Stena Metal che si occupa di economia circolare e riutilizzo delle risorse

- *Fattori politici (P)*

Regolamenti: le misure sempre più stringenti sulle emissioni di gas serra e l'obiettivo di ridurre l'inquinamento stanno fortemente spingendo i vari attori del settore automobilistico a rivedere i propri modelli di business in ottica circolare; si richiede che i materiali utilizzati per produrre i veicoli entrino sempre più in un ciclo chiuso per tentare di risolvere il problema delle materie prime critiche.

Incentivi: in Italia, ma che in altri Stati, il governo ha deciso di incentivare la mobilità sostenibile tramite l'Ecobonus 2023; questo permette la messa in circolazione di veicoli che sono progettati e prodotti seguendo un modello di business basato sui principi della Circular Economy.

Politiche commerciali internazionali: dazi e alcune restrizioni commerciali, possono ad esempio influenzare la disponibilità ed il costo delle materie prime

- *Fattori economici (E)*

Prezzi materie prime: le fluttuazioni dei prezzi delle materie prime influenzano molto l'avvio di business model volti alla sostenibilità.

Costi di produzione: inizialmente possono essere molto elevati, ma con il passare del tempo, grazie al riciclo e al riuso dei materiali, si possono abbassare esponenzialmente. In questo modo si favorisce anche una migliore efficienza dell'uso delle risorse.

Crescita economica: con la messa a punto di nuovi modelli di business possono sorgere nuovi mercati, con seguente creazione di nuovi posti di lavoro.

- *Fattori sociali (S)*

Consapevolezza dei consumatori: il crescente interesse dei consumatori per veicoli più ecologici e sostenibili spinge le aziende automobilistiche a investire in tecnologie circolari.

Occupazione: si creano nuove occupazioni lavorative nel settore della gestione dei rifiuti, del riciclo e delle nuove tecnologie.

Sicurezza e salute: riducendo l'impatto ambientale si migliora la salute e la sicurezza pubblica.

- *Fattori tecnologici (T)*

Avanzamenti tecnologici: è molto importante che vi sia innovazione tecnologica; molto importante risulta essere lo sviluppo di nuovi impianti di riciclo così come la ricerca di soluzioni alternative alle attuali batterie.

Digitalizzazione: risulta molto utile per tracciare meglio i materiali, facilitandone il riciclo ed il riuso; inoltre, torna molto utile anche per allungare la vita di un veicolo tramite la continua possibilità per l'utente di personalizzare sia lo stile interno che esterno (BMW i Vision Circular).



Figura 42 - Analisi PEST

▪ *Fattori interni*

Cultura aziendale e valori: avere cultura aziendale orientata alla sostenibilità può favorire l'adozione e l'implementazione di pratiche di circular economy a tutti i livelli dell'organizzazione.

Formazione e coinvolgimento dei dipendenti: è molto importante coinvolgere e formare i dipendenti sull'importanza della circular economy per poter implementare le pratiche circolari in modo più efficace.

Costi manodopera: l'elevato costo della manodopera potrebbe frenare l'adozione di pratiche circolari; infatti, smaltire batterie o riciclarle necessita di manodopera specializzata che ha un alto costo per unità.

4.5 Opportunità future: il business legato al riciclo delle batterie

Uno dei business che porterà molta ricchezza in futuro sarà, con molta probabilità, quello legato al riciclo delle batterie.

Secondo il report di Motus-E⁴⁶ in Europa il riciclo delle batterie dei veicoli elettrici genererà, nel 2050, circa 6 miliardi di euro.

In Italia i ricavi saranno di circa 600 milioni di euro.

I fattori per ottenere successo nella gestione delle batterie a fine vita risultano essere sei:

⁴⁶ Il riciclo delle batterie dei veicoli elettrici @2050: scenari evolutivi e tecnologie abilitanti - Motus-E, https://www.motus-e.org/wp-content/uploads/2023/03/Motus-E_PwCS_PoliMi_Il-riciclo-delle-batterie-dei-veicoli-elettrici-@2050-scenari-evolutivi-e-tecnologie-abilitanti.pdf

- *Evoluzione e adeguamento normativo*

Bisognerà adattarsi alle normative di riciclo presenti nei vari continenti. In Europa⁴⁷ l'obiettivo fissato dalla normativa prevede la raccolta delle batterie dei mezzi di trasporto leggeri pari al 51% entro il 2028 e pari al 61% entro il 2031.

Inoltre, i livelli minimi di materie prime recuperate, come cobalto (16%), piombo (85%), litio (6%) e nichel (6%), dai rifiuti di produzione e di consumo devono essere riutilizzati nelle nuove batterie.

- *Scala per la sostenibilità economica*

Le attività di raccolta, trasporto e riciclo richiedono la presenza di elevati volumi in input per garantire la sostenibilità economica del modello.

Poiché si prevede che i volumi di batterie esauste saranno sempre crescenti (di gran lunga superiori alla capacità di trattamento attuale), si potrà raggiungere la scala necessaria per giustificare l'investimento infrastrutturale.

- *Ottimizzazione della logistica*

La logistica rappresenta uno dei principali costi di gestione delle batterie a fine vita. Sarà molto importante formare il personale che si occuperà della classificazione delle batterie (critiche o non critiche) e creare le infrastrutture adeguate sia per quanto riguarda gli spostamenti dei mezzi che per quanto riguarda i punti di raccolta.

- *Efficacia tecnologica del riciclo*

Bisogna promuovere lo sviluppo e l'adozione di nuove tecnologie per un trattamento efficiente supportando magari progetti di ricerca con aziende, start-up e università.

- *Domanda di materiale riciclato*

Promuovere l'utilizzo di materiale riciclato per la produzione di batterie facendo attenzione al rischio di mercato associato all'allocazione di materiale riciclato.

Questo problema si potrebbe ridurre andando a diversificare i mercati di sbocco.

- *Stabilità dell'offerta di materie prime*

Sviluppare una filiera di materiale riciclato di materie prime per mitigare l'instabilità della fornitura proveniente dai principali luoghi di estrazione nel mondo.

⁴⁷ Normativa europea sulle batterie, https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20220228STO24218/nuove-regole-delle-per-batterie-piu-sostenibili-ed-etiche?at_campaign=20234-Economy&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=DSA&at_goal=TR_G&at_audience=&at_topic=Raw_batterie_s&gclid=Cj0KCOjw0vWnBhC6ARIsAJpJM6d5BLJs8616sSGW7i-4THed38mKiKxvKjwVYra8BoPUipldgHylC4aAt1BEALw_wcB



Figura 43 - Fattori del successo nella gestione delle batterie a fine vita

Sarà quindi molto importante cercare di seguire questi sei fattori al fine di dare vita ad una filiera nuova che oltre a portare ricchezza economica darà lavoro a migliaia di persone e andrà a ridurre drasticamente l'impatto della mobilità sull'ambiente.

CONCLUSIONI

Il riscaldamento globale, con le prime cause che ormai sono visibili agli occhi di tutti, sta raggiungendo livelli sempre più critici.

Se la popolazione mondiale continuerà a vivere nel modo in cui fino ad ora è stata abituata la situazione diventerà molto critica a partire dal 2050, dove il riscaldamento globale toccherà quota tre gradi e buona parte degli ecosistemi terrestri collasseranno. Questi sono i risultati di uno studio scientifico ben documentato dei ricercatori del National Center for Climate Restoration australiano.

I Governi dei vari Stati si stanno muovendo per provare ad invertire questa rotta cercando, tramite varie leggi, di andare a ridurre sempre di più l'emissione di CO₂ nell'ambiente.

Nel settore automotive ci si sta dirigendo verso una nuova rivoluzione industriale con fulcro principale le batterie.

Sarà molto importante ripensare l'economia, che fino ad ora si è basata sul petrolio, basandosi sull'utilizzo di fonti rinnovabili come l'energia solare, l'eolico, l'idroelettrico.

In primo luogo, bisognerà trovare una giusta quadra che garantisca continuità di alimentazione elettrica alle abitazioni di tutti i cittadini nel mondo, permettendogli, inoltre, di circolare con veicoli che hanno basso impatto ambientale come le auto elettriche.

In secondo luogo, un'altra sfida sarà quella di instaurare dei modelli di business, in particolar modo per le materie prime utilizzate per fare le batterie, in grado di sfruttare il riciclo e il riuso.

Le materie prime non hanno disponibilità illimitata e, inoltre, sono concentrate solo in alcune parti del mondo.

Presentando anche un prezzo che potrebbe oscillare c'è il rischio di mandare in crisi, e non di poco, il sistema produttivo di molte case automobilistiche.

Molte sono i player del settore che si stanno muovendo in tal senso, cercando di specializzarsi nel riciclo seguendo dei modelli di Circular Economy.

Altre invece stanno optando per essere aziende di MaaS facendo in modo che la proprietà delle automobili, per l'intero ciclo di vita, resti loro, per poter creare in maniera continua valore al loro bene.

Le infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici ha un ruolo fondamentale per il percorso di transazione verso una mobilità più sostenibile. L'obiettivo sarà quello di cercare di ridurre le tempistiche di ricarica di un'auto.

Altrettanto importante è anche la distribuzione territoriale delle infrastrutture sia per quanto riguarda l'accesso (pubblico o privato), sia per quanto riguarda il numero di colonnine.

Ad oggi le prestazioni delle auto elettriche comincia a soddisfare i consumatori ma sarà molto importante, per le case automobilistiche, studiare e sperimentare diverse tecnologie di accumulatori per fare in modo che accettino elevate quantità di KW in poco tempo, per evitare code alle colonnine di ricarica.

L'Italia ha avviato, seppur a rilento rispetto agli altri Stati europei, il suo processo di conversione verso la mobilità elettrica, grazie anche agli incentivi posti dal Governo. Da un punto di vista di infrastrutture, per quanto riguarda il numero di colonnine, vi è bisogno di ulteriori investimenti in tal senso. Inoltre, urge anche la necessità di distribuirle meglio lungo tutto il territorio nazionale.

Data anche la scarsa presenza di colonnine di ricarica sulle autostrade, c'è il serio rischio di dover fare lunghe code per ricaricare il veicolo nelle poche aree di sosta che ne sono dotate.

Altro dato importante da sottolineare è come l'Italia abbia un grande potenziale nel poter diventare una dei leader europei nel riciclo delle batterie: non ha caso si stima che nel 2050 possa ricavare 600 milioni di euro dei circa 6 miliardi complessivi dell'intera Unione Europea in tale business.

C'è bisogno che il Governo Nazionale percepisca nel minor tempo possibile la possibilità di fare investimenti in tal senso, altrimenti si rischierebbe di perdere anche questo treno.

Stando ai prezzi dei veicoli questi ad oggi restano ancora molto elevati per molti consumatori: la causa è da ricercare proprio negli scarsi investimenti e ricerche fatte nel corso dell'ultimo ventennio.

È molto importante che i vari Governi prendano veramente sul serio la questione inquinamento e che non ne facciano una questione politica (la Cina detiene il 90% delle terre rare e delle tecnologie per la produzione di batterie).

Il tempo scorre, i cambiamenti arrivano a rilento. Ci si trova di fronte ad un punto di non ritorno e bisogna prendere delle decisioni velocemente.

Probabilmente il futuro non sarà solo elettrico: infatti, Italia e Germania hanno bloccato l'ultimatum dell'Unione Europea sul blocco della produzione delle auto a diesel e benzina fissato al 2035, in favore dei carburanti green (biometano e bioetanolo).

Un'altra alternativa può essere rappresentata dai veicoli ad idrogeno.

Entrambe le soluzioni sono in fase di studio.

L'unica certezza è che ad oggi il settore automotive sta attraversando un periodo di rivoluzione.

Le decisioni che verranno prese avranno un impatto sulla vita dei cittadini, probabilmente come mai visto nelle precedenti rivoluzioni industriali.