



**Politecnico  
di Torino**

**Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale,  
*ICT e Data Analytics per il Management***

**Tesi di Laurea Magistrale**

**Mercato dell'auto elettrica: i  
meccanismi regolatori nel piano  
strategico "Dare Forward 2030" di  
Stellantis**

**Supervisor:**

Prof. Luigi BUZZACCHI  
Dott. Gabriele CONTI  
Dott.ssa Alessandra COPPOLINO

**Candidata:**

Letizia SALVATELLI

NOVEMBRE 2024

# Abstract

In un mondo in continua evoluzione dove il settore dei trasporti è responsabile del 70% delle emissioni di  $CO_2$  con un conseguente effetto negativo sul clima, una è la possibile risposta: una transizione necessaria verso una mobilità elettrica. Una mobilità che deve avere i connotati della sostenibilità, non solo in termini ambientali, ma anche sociali. Il Total Cost of Ownership delle auto elettriche infatti non è ancora allo stesso livello di quello delle auto a combustione interna: ad esempio i prezzi per le prime sono ancora elevati, rendendo il prodotto non alla portata di tutti. E anche dove vi è la disponibilità economica da parte del consumatore, un altro elemento discriminante entra in gioco: quello dell'autonomia. Questi ed altri fattori verranno analizzati nella presente tesi che si pone l'obiettivo di fornire una panoramica del mercato delle auto elettriche descrivendo i meccanismi esterni e interni (lato consumatore e lato produttore) che lo regolano. Infine, per dare al lettore un caso concreto dei meccanismi precedentemente descritti, verrà presentato il piano strategico dell'azienda Stellantis "Dare Forward 2030" che si pone l'ambizioso obiettivo di azzerare le emissioni di carbonio entro il 2038.

# Ringraziamenti

Un grazie di amore immenso a mamma, a papà, a mio fratello Luca, ai miei amatissimi nonni e a Leonardo per aver sempre creduto in me.

Un grazie di cuore ai miei amici, da quelli storici e importanti del liceo a quelli che il Politecnico, maestro di vita, mi ha dato la fortuna di conoscere: da compagni di banco a compagni di e per una vita.

Un grazie di riconoscenza e affetto vanno al Team Policumbent e ai miei tutor aziendali di Stellantis: entrambi i contesti mi hanno consentito di diventare ingegnere nel modo migliore che esista, quello della passione.

E un grazie al mio relatore, il professor Luigi Buzzacchi, che mi ha insegnato una delle lezioni più belle partendo da questa tesi e che vi lascio come augurio: la vita è una meravigliosa festa.

# Indice

<b>Lista di Figure</b>	<b>7</b>
<b>Lista di Tabelle</b>	<b>8</b>
<b>Acronimi</b>	<b>9</b>
<b>1 Introduzione</b>	<b>10</b>
<b>2 Il mercato delle auto elettriche</b>	<b>12</b>
2.0.1 Il settore automotive: dalle origini ad oggi . . . . .	12
2.0.2 Gli attori del mercato automotive . . . . .	13
2.0.3 I cambiamenti nel settore automotive . . . . .	13
2.1 La risposta alla questione ambientale . . . . .	17
2.2 Tipologie di automobili . . . . .	17
2.3 L'andamento delle vendite . . . . .	19
2.3.1 Scenari futuri nel settore automotive . . . . .	21
<b>3 I meccanismi che regolano il mercato delle auto elettriche</b>	<b>24</b>
3.1 I meccanismi . . . . .	24
3.1.1 I meccanismi regolatori: le politiche ambientali . . . . .	24
3.2 I fattori: lato del produttore . . . . .	29
3.2.1 L'aspetto tecnologico . . . . .	29
3.2.2 I costi e le economie di scala . . . . .	30
3.2.3 Le batterie . . . . .	31
3.2.4 Riciclo e smaltimento delle batterie . . . . .	34
3.2.5 Problematiche secondarie legate all'utilizzo di batterie . . . . .	37
3.2.6 Altre novità tecnologiche introdotte dalle auto elettriche . . . . .	37
3.3 I fattori: lato consumatore . . . . .	38
3.3.1 Il Total Cost of Ownership . . . . .	39
3.3.2 Meccanismi regolatori: gli incentivi statali . . . . .	44

3.3.3	Meccanismi regolatori: stazioni di ricarica elettrica e range index . . . . .	49
<b>4</b>	<b>Il piano strategico di Stellantis nel mercato elettrico</b>	<b>55</b>
4.1	Il nuovo Gruppo automobilistico . . . . .	55
4.1.1	FIAT: Cenni storici . . . . .	55
4.1.2	Peugeot: Cenni storici . . . . .	56
4.1.3	La fusione e la nascita di Stellantis . . . . .	57
4.2	Il piano Dare Forward . . . . .	58
4.2.1	Come attuare il piano? . . . . .	59
4.2.2	La modularità: l'introduzione delle platform . . . . .	60
4.2.3	Un prodotto software . . . . .	62
4.2.4	Batterie e costruzione di Gigafactory . . . . .	64
4.2.5	Nuovi studi: l'introduzione delle celle ad idrogeno . . . . .	67
4.2.6	Stazioni di ricarica . . . . .	69
4.2.7	I risultati del piano rispetto all' andamento del mercato . . . . .	71
	<b>Conclusioni</b>	<b>78</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>81</b>
	<b>Sitografia</b>	<b>83</b>

# Lista di Figure

1.1	Emissioni CO2 dal 2009 al 2019 per settori Fonte: EEA (2019) . . .	10
1.2	Emissioni CO2 dal 2009 al 2019 Fonte: Agenzia Europea dell'ambiente (2022) . . . . .	11
2.1	I nuovi attori con la transizione elettrica. Fonte: Il futuro del settore Automotive – Sfide e opportunità per i fornitori italiani verso il 2030	14
2.2	Andamento della quota di mercato tra il 2014 e il 2022 delle autovetture in Europa per il tipo di powertrain Fonte: Trattati evolutivi di una transizione necessaria . . . . .	19
2.3	Andamento globale della vendita di EV dal 2010 al 2023 . . . . .	20
2.4	I quattro scenari del futuro dell'automotive per il 2025 Fonte: Deloitte Analysis . . . . .	22
3.1	Effetti sulle emissioni di NOx con le Norme EURO e le date in cui sono divenute obbligatorie per le autovetture di nuova immatricolazione. Fonte: Corte dei conti europea, sulla base della normativa dell'UE. . . . .	28
3.2	Parti mancanti nei veicoli ICE rispetto a quelli BEV Fonte: Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles . . . .	30
3.3	Confronto costi auto ICE-BEV Fonte: Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles . . . . .	32
3.4	Andamento e previsione dei prezzi delle batterie Fonte: Goldman Sachs . . . . .	35
3.5	Schema generale dei metodi e processi per il riciclaggio delle batterie agli ioni di litio. Fonte: A Mini-Review on Metal Recycling from Spent Lithium Ion Batteries . . . . .	36
3.6	Previsione di crescita del mercato del 2018-30 vs. livello di intensità tecnologica per modulo Fonte: Il futuro del settore automotive. Sfide e opportunità per i fornitori italiani verso il 2030 . . . . .	38
3.7	Differenza di TCO di un veicolo elettrico a batteria e di un veicolo a combustione interna. Confronto nell'acquisto nel 2018 e nel 2022, per paese e segmento Fonte: GlobalEVO Outlook 2022 . . . . .	41

3.8	Variabili di costo stocastiche e non stocastiche del modello TCO Fonte: A probabilistic total cost of ownership model to evaluate the current and future prospects of electric cars uptake in Italy . . . . .	42
3.9	Parametri di costo del modello TCO Fonte: A probabilistic total cost of ownership model to evaluate the current and future prospects of electric cars uptake in Italy . . . . .	43
3.10	Incentivi diretti a privati per l'acquisto di auto elettriche nel corso del 2022 in alcuni principali Paesi europei Fonte: Trattati evolutivi di una transizione necessaria (Osservatorio sulle trasformazioni dell'ecosistema automotive italiano 2022) . . . . .	45
3.11	Curva di Rogers dei veicoli elettrici. Fonte: Early Adopters of Electric Vehicles: The EV Adoption Curve by EXRO analysis . . . . .	46
3.12	Early adopters delle auto elettriche nel mondo. Fonte: Early Adopters of Electric Vehicles: The EV Adoption Curve by EXRO analysis . . . . .	47
3.13	Confronto dei precedenti stati nella curva di adozione delle BEV. Fonte: Early Adopters of Electric Vehicles: The EV Adoption Curve by EXRO analysis . . . . .	47
3.14	Sviluppo delle colonnine nel mondo Fonte: GlobalEVO Outlook 2024 .	53
3.15	Infrastrutture di ricarica presenti in Italia nel 2024. Fonte: Motus-E	54
4.1	I 14 Brand di Stellantis Fonte: Sito Stellantis . . . . .	57
4.2	Timeline degli obiettivi di riduzione della CO2 del piano strategico Dare Forward 2030 Fonte: Presentazione Dare Forward 2030 Stellantis	58
4.3	Piattaforme STLA Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis . . . . .	61
4.4	Caratteristiche piattaforme STLA Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis . . . . .	62
4.5	Caratteristiche degli EDM Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis Fonte: Presentazione Dare Forward 2030 Stellantis . .	63
4.6	Il software come core focus Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis Fonte: Presentazione Dare Forward 2030 Stellantis . .	64
4.7	Confronto batterie con e senza nickel Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis Fonte: Presentazione Dare Forward 2030 Stellantis . . . . .	65
4.8	Fondi stanziati dallo stato italiano per l'acquisto di auto a basse emissioni nel 2023 Fonte: propria compilazione . . . . .	72
4.9	Fondi stanziati dallo stato italiano per l'acquisto di auto a basse emissioni inquinanti nel 2024 Fonte: propria compilazione . . . . .	73
4.10	Composizione di alimentazioni per gruppo nel mercato italiano YTD Ottobre 2021 Fonte: DataForce Stellantis . . . . .	73

4.11	Composizione di alimentazioni per gruppo nel mercato italiano YTD Ottobre 2023 Fonte: DataForce Stellantis . . . . .	73
4.12	Composizione di alimentazioni per gruppo nel mercato italiano YTD Ottobre 2024 Fonte: DataForce Stellantis . . . . .	74
4.13	Andamento della composizione delle alimentazioni delle tre aziende: Stellantis, Volkswagen e Toyota nel 2021 Fonte: DataForce Stellantis	74
4.14	Andamento della composizione delle alimentazioni delle tre aziende: Stellantis, Volkswagen e Toyota nel 2023 Fonte: DataForce Stellantis	75
4.15	Andamento della composizione delle alimentazioni delle tre aziende: Stellantis, Volkswagen e Toyota nel 2024 Fonte: DataForce Stellantis	75
4.16	Quote di mercato delle MHEVs PC delle prime 10 aziende in Italia Fonte: DataForce Stellantis . . . . .	76
4.17	Quote di mercato delle BEVs PC delle prime 10 aziende in Italia Fonte: DataForce Stellantis . . . . .	76
4.18	Quote di mercato delle ICEs PC delle prime 10 aziende in Italia Fonte: DataForce Stellantis . . . . .	77



# Lista di Tabelle

2.1	Confronto delle emissioni dirette e locali per le diverse tipologie di automobili . . . . .	18
3.1	Confronto delle proprietà di batterie con materiali diversi . . . . .	34

# Acronimi

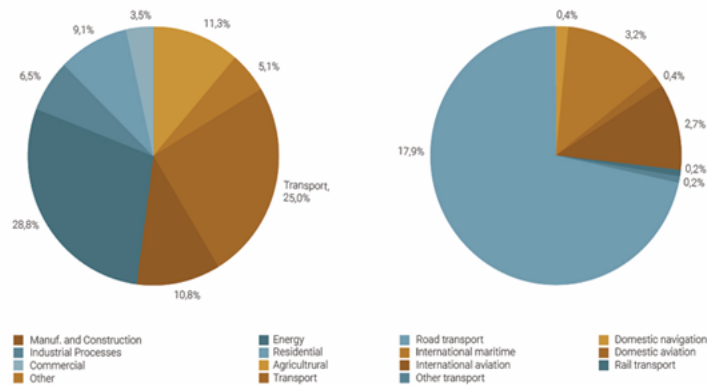
<b>ADAS</b>	Advanced Driver Assistance Systems
<b>BEV</b>	Battery Electric Vehicle
<b>ECU</b>	Engine Control Unit
<b>EV</b>	Electric vehicle
<b>GHG</b>	Greenhouse Gas
<b>LIB</b>	Lithium-Ion Batteries
<b>LCV</b>	Veicolo Commerciale Leggero
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>ITF</b>	International Transport Forum
<b>OCSE</b>	Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico
<b>OEM</b>	Original Equipment Manufacturer
<b>PC</b>	Passenger Car
<b>PR</b>	Punti di ricarica
<b>TCO</b>	Total Cost of Ownership
<b>V2I</b>	Vehicle-to- Infrastructure
<b>V2V</b>	Vehicle-to-Vehicle
<b>SR</b>	Stazioni di ricarica

# Capitolo 1

## Introduzione

Secondo uno studio condotto dalla Comunità Europea, le autovetture sono fra i mezzi più inquinanti: sono attualmente imputabili a loro il 60,6% del totale delle emissioni di  $CO_2$  [1].

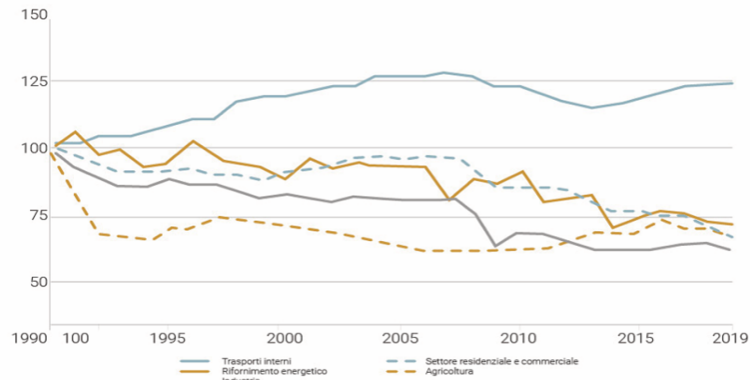
Come si può notare dal grafico sotto presente, che mostra i livelli di emissione in  $CO_2$  divisi per settore dal 1990 al 2019, (Figura 1.1) non solo i trasporti interni apportano il contributo maggiore, ma hanno anche un andamento crescente nel tempo (Figura 1.2). Inoltre, il segmento dei trasporti è responsabile anche di una quota molto consistente delle emissioni in atmosfera degli altri agenti inquinanti: produce il 40% di ossido di azoto, l'11.4% di composti organici volatili non metanici, il 10.1% di polveri sottili e il 18.7% di monossido di carbonio.



**Figura 1.1:** Emissioni  $CO_2$  dal 2009 al 2019 per settori

Fonte: EEA (2019)

Per rispondere a questa problematica ambientale gli Stati di tutto il mondo hanno introdotto politiche mirate ad arginare il problema. A fronte di queste nuove



**Figura 1.2:** Emissioni CO2 dal 2009 al 2019  
 Fonte: Agenzia Europea dell'ambiente (2022)

progressive restrizioni alle emissioni inquinanti (come ad esempio Euro 1, Euro 2.. di cui si tratterà nel capitolo 2) che sono ogni giorno sul tavolo delle trattative dei governi, si è reso necessario un cambio di direzione verso una nuova tecnologia e tipologia di automobile: quella elettrica.

La transizione all'elettrico risulta essere quindi "necessaria" (Stocchetti, 2022) per poter rispondere non un domani, ma già oggi, a questo tema che impatta in maniera più che importante sull'ambiente e sulle nostre vite.

Marco Stella in «Il futuro del settore automotive: sfide e opportunità per i fornitori italiani verso il 2030» identifica la transizione all'elettrificazione come uno dei trend nascenti del mercato automotive riassumibili nell'acronimo del MADE (nuovi modelli di Mobilità, guida Autonoma, Digitalizzazione, Elettrificazione). Questi fattori, tra loro interconnessi, generano lungo tutta la filiera della mobilità rilevanti sfide e opportunità da cogliere che vengono descritte a supporto della trattazione. L'obiettivo di questa tesi è fornire, dopo una panoramica generale sul mercato dell'automotive raccontandone la sua storia, gli attori che ne fanno parte e i cambiamenti che influenzano la sua evoluzione (capitolo 2), i meccanismi che regolano il mercato delle auto elettriche sia dal lato del consumatore che da quello del produttore e la loro introduzione come risposta alla problematica ambientale appena presentata (capitolo 3). Infine si espone nel capitolo 4 un caso pratico: il piano strategico "Dare Forward 2030" di Stellantis.

# Capitolo 2

## Il mercato delle auto elettriche

### 2.0.1 Il settore automotive: dalle origini ad oggi

L'industria automobilistica affonda le sue origini negli Stati Uniti con l'introduzione della produzione di massa avviata da Henry Ford. Ispiratosi alle teorie proposte da Frederick Taylor, Ford introduce la tecnologia della catena di montaggio (assembly-line) con lo scopo di incrementare la produttività, portando questa peculiare forma di produzione (*fordismo*), a segnare una svolta nel settore manifatturiero. Nel dopoguerra, con la ripresa economica, la domanda di automobili cresce rapidamente nelle zone più sviluppate (Stati Uniti, Europa, Giappone). Questo segna l'inizio della motorizzazione di massa, spinta dall'urbanizzazione e dall'aumento del potere di acquisto della classe media. In questi anni vengono prodotte automobili iconiche come le utilitarie europee Fiat 500 e Mini che contribuiscono a rendere l'automobile un mezzo alla portata anche dei ceti sociali con minore disponibilità economica. Nel 1973 la produzione e vendita di automobili subisce un arresto a seguito della crisi petrolifera del 1973 e al derivante aumento dei prezzi del carburante. Nello stesso periodo le case automobilistiche giapponesi crescono notevolmente e trasformano il settore introducendo le tecniche di lean production sviluppate da Toyota. Questi metodi, mirati all'ottimizzazione dei processi produttivi e alla riduzione degli sprechi, sono diventati un modello di riferimento per l'intera industria automobilistica globale. Le continue sfide provenienti dall'esterno consentono un miglioramento continuo del settore, portando le aziende ad alzare l'asticella della qualità offrendo prototipi dalle prestazioni sempre più elevate. Negli ultimi anni il mercato europeo ha dovuto far fronte ad una competizione sempre crescente proveniente dai paesi in via di sviluppo, una competizione basata sulle tecnologie, ma soprattutto sulla riduzione dei costi. Questi stimoli provenienti dall'esterno richiedono ai grandi produttori un miglioramento per rimanere leader nel settore.

Per il mercato europeo il settore automotive rappresenta una grande fonte di profitto: offre lavoro a più di 14 milioni di persone ed è il settore con maggior valori di investimenti privati in R&D [4]. La Commissione Europea per mantenere la posizione di vantaggio dei produttori locali, stanziava infatti, a loro favore, fondi e sussidi. Questo perché il comparto, abbracciando vari campi tecnologici, è talmente importante da avere effetti sulle economie di molte nazioni; la produzione di un'automobile infatti richiede materiali come l'acciaio, i semiconduttori e le nuove tecnologie che riguardano l'ICT.

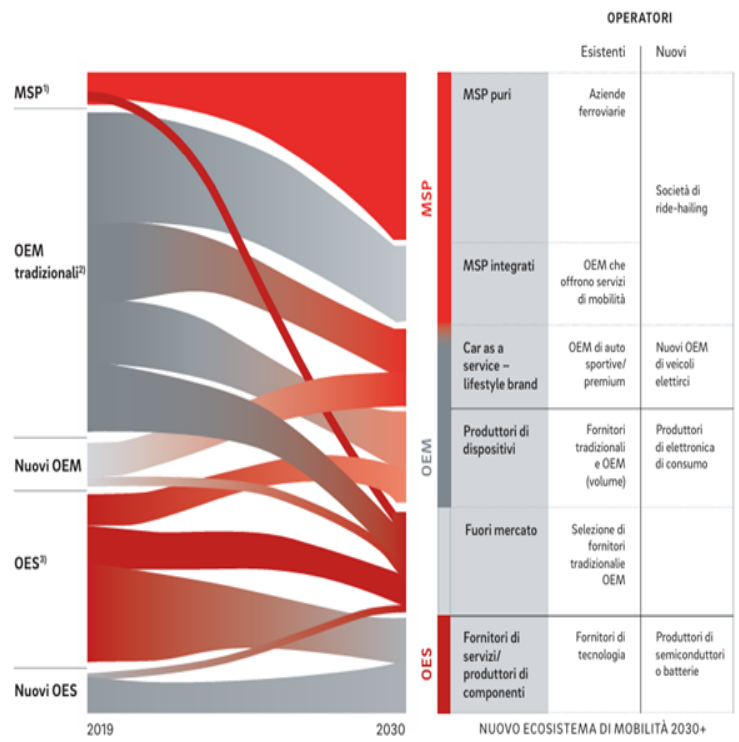
## 2.0.2 Gli attori del mercato automotive

- **Original equipment manufacturer (OEM):** sono le grandi multinazionali che producono direttamente autovetture e veicoli commerciali, sui quali applicano il proprio marchio;
- **Component supplier (CS):** sono le aziende che si occupano della realizzazione della componentistica. Queste sono suddivise in base all'importanza dell'oggetto fornito per la produzione. I "first tier supplier" sono i fornitori in cima alla catena di produzione fornendo sistemi complessi o integrati come motori, trasmissioni etc. e collaborano direttamente con gli OEMs. Seguono i "second tier suppliers" che forniscono parti o sotto-componenti meno complesse come materiali grezzi e componenti standard. E infine vi sono i "third tier suppliers" che procurano materie prime.
- **Altri attori:** con la crescente attenzione verso i modelli di mobilità condivisa e i servizi connessi, alcuni attori operano come fornitori di servizi di mobilità.

La transizione verso l'elettrico, i trend del MADE hanno impattato non solo sulla tipologia di mobilità, ma anche sugli attori facenti parte della catena come mostra la figura 2.1.

## 2.0.3 I cambiamenti nel settore automotive

L'industria automobilistica sta affrontando un periodo di drastiche trasformazioni con fenomeni di fusioni e scissioni, un alternarsi di altissimi profitti e altri di profonde crisi che hanno interessato sia i produttori che i fornitori. Con la crisi finanziaria del 2008, il settore ha subito un arresto significativo: giganti come General Motors hanno registrato perdite per circa nove miliardi di dollari, con conseguente chiusura di ventisei stabilimenti nel Nord America e tagli di sessanta mila posti di lavoro. La crisi non ha investito solo gli Stati Uniti, ma anche le



**Figura 2.1:** I nuovi attori con la transizione elettrica.  
 Fonte: Il futuro del settore Automotive – Sfide e opportunità per i fornitori italiani verso il 2030

grandi multinazionali europee, come Volkswagen e Mercedes, costrette a ingenti tagli del personale per cercare di attutire le perdite. Anche in Asia, fatto salvo il caso di Toyota, la situazione era identica: gli scenari di crisi hanno interessato Mitsubishi, Daewoo e anche Nissan, con un quasi fallimento poi rientrato grazie all'acquisizione da parte del colosso francese Renault. Il quadro presentato mostra una situazione non positiva ad inizio del secolo per il settore automotive.

Negli anni successivi il trend è cambiato, facendo raggiungere al mercato picchi di produzione e continue espansioni, con tassi di crescita del 6% (2015-2016) [5]. Questa crescita positiva ha cominciato il suo arresto intorno al 2018 con la crisi delle motorizzazioni diesel e lo scandalo Dieseldate e a causa del progressivo emergere del segmento elettrico e ibrido. Infatti, determinati per la crisi sono stati l'introduzione dei dazi commerciali statunitensi, che hanno aumentato il costo delle componenti e dei semiconduttori e le nuove stringenti regolamentazioni europee sulle emissioni. Il minimo storico è stato toccato nel 2020 con la diffusione della pandemia di Covid-19, che ha imposto la chiusura di numerosi stabilimenti produttivi e ha spinto le multinazionali ad intraprendere una nuova fase di cambiamento, trasformando profondamente la filiera del settore. In risposta, molte multinazionali stanno già lavorando per mettere in atto fusioni e acquisizioni, come quella avvenuta tra FCA e Peugeot (capitolo 4) nate per ridurre al minimo i costi fissi grazie al vantaggio dato dalle sinergie ed economie di scala raggiunte.

### **Un cambiamento importante: il cambiamento climatico**

Uno dei cambiamenti esterni che ha impattato maggiormente lo scenario del mondo automotive è quello derivante dalla questione ambientale e dall'aumento crescente di  $CO_2$  nell'aria imputabile al settore dei trasporti.

Prima dell'era industriale infatti, i valori di anidride carbonica erano stabili attorno a 280 parti per milione, valore che avevano da circa 6000 anni. Ma già dalla fine della Seconda Guerra Mondiale la situazione cambia: si passa da 280 ppm a 310 ppm. La vera accelerazione comincia dopo la crisi petrolifera degli anni '70 dove i valori, attestati attorno, ai 335 ppm passano a: 353 ppm nel 1990, 368 ppm nel 2000 (+24% rispetto ai valori preindustriali), 388 ppm nel 2010 (+39%), 412 ppm nel 2020 (+47%). Secondo le previsioni dell'istituto britannico, la media annuale del 2024 dei livelli di  $CO_2$  in atmosfera – misurati all'osservatorio di Mauna Loa, alla Hawaii, punto di riferimento mondiale per questo tipo di rilevazioni – saranno di  $2,84 \pm 0,54$  ppm più alti di quelli del 2023. Per un totale, in valori assoluti, che andrà a battere intorno a  $423,6 \pm 0,5$  ppm portando con sé anche un aumento di temperatura [6]. I paesi asiatici come la Cina e l'India, come conseguenza al notevole sviluppo economico che hanno in atto, sono tra i maggiori produttori di  $CO_2$  (10 Gt solo la Cina). I valori complessivi di anidride carbonica in Europa



e negli Stati Uniti appaiono invece in calo, attestandosi rispettivamente su 3,5 e 5,2 Gt. In termini pro-capite, gli Stati Uniti rimangono di gran lunga il paese che ha le emissioni più elevate (16 tonnellate pro-capite), tre volte di più della media mondiale [6].

I dati del Our World in Data [6] indicano come i trasporti contribuiscano a questo fenomeno per circa il 20% e siano responsabili dell'effetto serra sia in modo diretto che in modo indiretto. La prima maniera riguarda l'emissione di  $CO_2$  durante la fase di combustione che ha luogo nei motori a scoppio (ciclo Otto o ciclo Diesel) producendo l'energia cinetica necessaria per muovere il veicolo.

Per stimare le proiezioni future di emissioni della  $CO_2$  a carico dei trasporti a livello globale, il modello proposto dall'ITF e utilizzato dall'OCSE, può essere uno strumento utile al supporto delle scelte politiche in merito [7]. Grazie alla sua capacità di simulare diversi scenari futuri, basati sulle variabili principali che influiscono sulla mobilità (domanda di trasporto, crescita economica, urbanizzazione e globalizzazione) può essere un ottimo alleato per vedere come le tendenze attuali potrebbero evolvere nel tempo.

In particolar modo potrebbe essere di aiuto per la questione sostenibilità: tra le varie simulazioni effettuabili vi è infatti quella delle emissioni di gas serra prodotte dai vari settori di trasporto. Queste ultime consentono di analizzare le strategie utili alla riduzione di emissioni supportando la pianificazione di un sistema di trasporto sostenibile ed efficiente a livello globale. Tra le simulazioni di scenari futuri vi sono:

- **Scenario Business as Usual (BAU):** Si simula una situazione in cui le attuali tendenze politiche, economiche e tecnologiche continuano senza cambiamenti radicali [8].
- **Scenario a basse emissioni di carbonio:** Prevede un rapido sviluppo di veicoli elettrici, una maggiore efficienza energetica e politiche di riduzione delle emissioni di gas serra.
- **Scenario di mobilità condivisa:** Prevede un aumento dell'uso di veicoli condivisi (come car sharing e ride hailing) e del trasporto pubblico.
- **Scenario di innovazione tecnologica:** In questo caso, si esplora l'adozione diffusa di tecnologie avanzate come veicoli autonomi, droni per il trasporto merci e l'uso di carburanti alternativi.

Dal 2010 al 2050, in uno scenario BAU pubblicato nella relazione Partnership on Sustainable Low-carbon Transport [9], si stima che le emissioni del settore del trasporto terrestre globale potrebbero passare dalle 6,3 Gt annuali alle 13 Gt entro il 2050. Sempre in uno scenario BAU, si prevede che le emissioni del settore

dei trasporti nei paesi non OCSE aumentino di quasi tre volte (295%) a fronte dell'aumento del 17% dei paesi OCSE.

## 2.1 La risposta alla questione ambientale

Il quadro presentato mostra come sia necessario arginare il problema delle emissioni: le politiche low-carbon potrebbero essere una soluzione per contenere entro il 2050 i livelli attuali di emissioni. Rientrano in queste politiche la scelta di carburanti a più basso contenuto di carbonio e l'orientamento verso veicoli con una propulsione alternativa come quella elettrica. Entro il 2030 infatti, l'obiettivo dell'Unione Europea è quello della riduzione delle emissioni climalteranti del 55% ed entro il 2050 l'obiettivo diventa ancora più ambizioso: raggiungere lo “zero netto” di emissioni (neutralità carbonica) in linea con l'European Green Deal e con il pacchetto “Fit for 55” [10]. I nomi sopra menzionati rientrano nelle politiche europee in materia ambientale che vedono appunto, come necessario per il raggiungimento della decarbonizzazione dei trasporti, un cambio di paradigma nel mondo automotive.

## 2.2 Tipologie di automobili

Poiché l'oggetto della trattazione è quello del mercato delle auto elettriche ed ibride, risulta necessaria una panoramica delle tipologie di modelli che popolano questo segmento, confrontandole con le alimentazioni già presenti che per anni hanno costituito il monopolio tecnologico, produttivo del mercato. In particolar modo nel resto della trattazione si utilizzeranno le sigle sotto riportate.

- **Internal Combustion Engine (ICE)**: i veicoli con motore a combustione interna sono dotati di un motore termico che converte l'energia chimica della combustione del carburante (ad es. benzina o diesel) in lavoro meccanico.
- **Hybrid Electric Vehicles (HEVs)**: questa tipologia di veicoli ottiene la sua propulsione grazie al supporto dato da un motore ICE e uno elettrico. Poiché non vi è la possibilità di carica dall'esterno, il processo di ricarica avviene durante la fase di frenata recuperando l'energia cinetica che altrimenti verrebbe dispersa sotto forma di calore.
- **Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV)**: queste auto hanno lo stesso funzionamento di un veicolo ibrido elettrico, ma l'utente ha la possibilità di ricaricare la batteria esterna collegando il veicolo ad un punto di ricarica.

- **Battery Electric Vehicle (BEV):** si affida esclusivamente a un motore elettrico alimentato grazie alle batterie, pertanto non richiede alcun combustibile fossile. Il processo di ricarica delle batterie avviene tramite una fonte di alimentazione esterna. Questa tipologia di alimentazione risulta al 100% priva di emissioni a livello locale.
- **Fuel Cell Vehicle (FCV):** anche in questo caso l'alimentazione avviene tramite la propulsione elettrica e l'apporto di energia esterna viene assicurato dal riempimento del serbatoio di idrogeno a bordo, utilizzato per generare elettricità in una cella a combustibile.

Tecnologia	Emissioni	Emissioni locali
ICE	Sì	Sì per combustibile, freni e pneumatici
HEV	Fino al 30% in meno di ICE	Sì per combustibile, freni e pneumatici
PHEV	Meno di HEV più di BEV	Sì per combustibile, freni e pneumatici
BEV	No, nessuna	Solo per freni (< ICE) e pneumatici (>)
FCEV	No, nessuna	Solo per freni (< ICE) e pneumatici (>)

**Tabella 2.1:** Confronto delle emissioni dirette e locali per le diverse tipologie di automobili

Fonte: L'evoluzione del settore automotive in Italia (Rome Business School Research Center).

Mentre per l'auto elettrica lo schema concettuale è univoco, per le auto ibride esistono diverse configurazioni tecnologiche possibili grazie alla presenza dei due motori (elettrico ed endotermico) che possono interagire in modi diversi. Queste sono: la configurazione di ibrido in parallelo e di ibrido in serie.

L'ibrido in parallelo, come suggerisce il nome stesso, vede il funzionamento dei due motori in maniera parallela: questo implica che entrambi possono dare trazione alle ruote motrici o insieme o alternandosi. Entrambi sono collegati alla trasmissione anche se vi è la possibilità di escludere uno dei due che rimane spento. Gli ibridi attuali adottano per la maggior parte questo schema.

Nell'ibrido in serie invece la trazione è assicurata esclusivamente dal motore elettrico, il quale viene alimentato con la generazione di energia elettrica grazie alla presenza del motore a combustione interna. A differenza dello schema in parallelo, questo modello non può essere applicato ad un'auto plug-in: infatti la caratteristica principale è che l'energia viene ricevuta unicamente tramite l'altro motore e non da fonti esterne.

La variante più flessibile è quella della configurazione mista: questa si ha quando il veicolo ha la possibilità di operare sia in serie che in parallelo, cambiando attraverso la trasmissione in relazione al profilo di guida. Data la flessibilità che la caratterizza

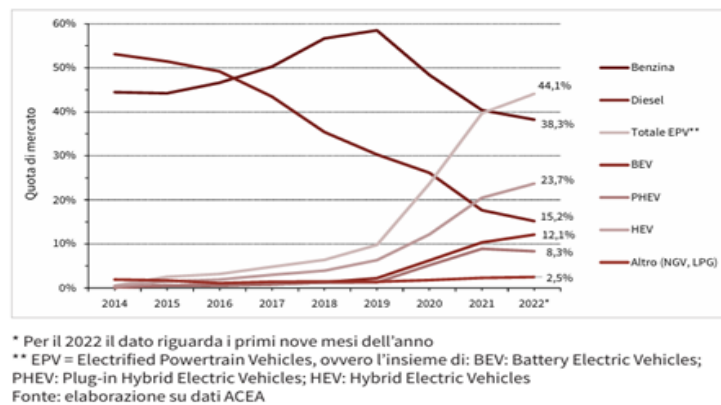
viene utilizzata da diversi costruttori come Ford, Nissan e Toyota.

## 2.3 L'andamento delle vendite

Sulla spinta di queste motivazioni e per rispettare le normative imposte a livello statale, comunitario e mondiale, il mercato delle auto elettriche ed ibride è cresciuto con un ritmo sostenuto sia in Europa sia nel resto del mondo.

Nel 2022, per la prima volta in Europa, la quota di mercato delle auto elettriche ha superato quella delle auto a benzina (44% contro 38%) (Figura 2.2). Si è quindi compiuto un sorpasso simbolico a soli tre anni di distanza dalla inversione di tendenza che ha visto, nel 2020, la quota delle auto a benzina iniziare a decrescere significativamente e a chiaro vantaggio delle auto elettriche. Nell'anno successivo sono state registrate quasi 14 milioni di nuove auto elettriche per un totale di 40 milioni presenti sulle strade, dato che si avvicina alla previsione fatta dal Global EV Outlook, una pubblicazione annuale dell'IEA [11] che identifica i recenti sviluppi della mobilità elettrica nel mondo.

Questi dati dimostrano come la tendenza sia in crescita: 3,5 milioni in più rispetto al 2022 (+35%) per un valore che è 6 volte superiore a quello del 2018.

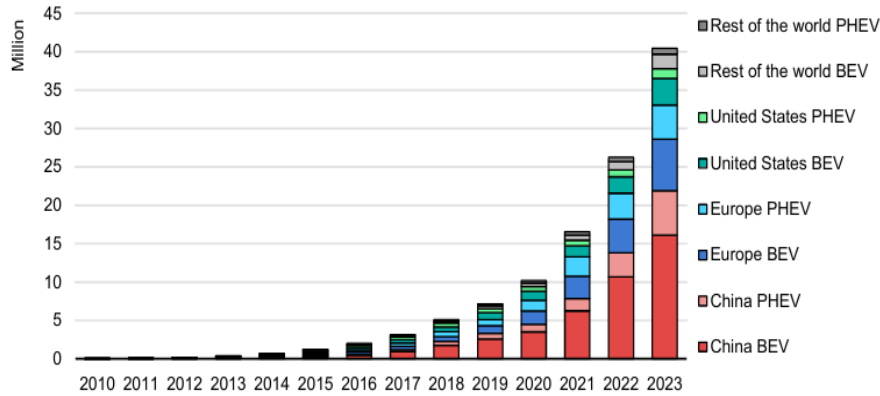


**Figura 2.2:** Andamento della quota di mercato tra il 2014 e il 2022 delle autovetture in Europa per il tipo di powertrain

Fonte: Trattati evolutivi di una transizione necessaria

Come si può notare dal grafico a barre (Figure 2.3), la crescita registrata non è distribuita in maniera omogenea in tutto il mondo, ma si concentra solo in alcuni mercati maggiori; il 95% delle vendite totali è così suddiviso: la Cina vede il 60% delle nuove auto elettriche, il 25% l'Europa e il 10% gli USA.

Al di fuori dei mercati principali, le vendite delle auto elettriche rappresentano il restante 5% delle vendite totali nel 2024 mondiali. Considerando questo fattore, i dati precedentemente presentati e il trend in crescita, si dimostra il raggiungimento del *tipping point* [11], il punto di non ritorno. Ciò indica che si è raggiunto il punto di svolta verso l'adozione globale di questa nuova alimentazione per le automobili. Nonostante il trend sia in aumento è bene sottolineare che il percorso verso l'elettrificazione non è stato costante nè scontato: solo tra il 2020 e il 2022 la transizione ha superato quello che viene definito "il baratro dell'innovazione" (*chasm of technology adoption*) ossia la possibilità che il mercato sia lato domanda che lato offerta decida di rigettare questa innovazione e abbandoni la traiettoria tecnologica ad essa collegata (Jochen 2017). In particolar modo i parametri strutturali tipici del settore automobilistico come le economie di scala, di apprendimento, i sunk cost sono state le cause di un lock-in tecnologico in buona parte incentrato sul design dominante del tradizionale motore a combustione [2]



**Figura 2.3:** Andamento globale della vendita di EV dal 2010 al 2023

In prospettiva futura, le previsioni valutano la presenza di scenari sia in ribasso che in rialzo. Gli alti tassi di interesse e la generale incertezza economica potrebbero infatti ridurre la crescita delle vendite globali di EVs. Le restrizioni dell'IRA sugli incentivi fiscali per le auto elettriche negli USA e l'inasprimento sempre maggiore dei requisiti tecnici richiesti per beneficiare dell'imposta di acquisto in Cina, potrebbero costituire ulteriori sfide.

D'altro canto, il dover rispondere alle restrizioni ambientali con conseguente transizione di molte case automobilistiche verso l'elettrico, consente l'apertura del

mercato a nuovi produttori di auto. Un numero maggiore di attori rende il mercato più competitivo e dalla riduzione derivante dei prezzi gli acquirenti ne traggono beneficio. Questo potrebbe accelerare la crescita delle vendite di auto elettriche a livello globale nel futuro, superando come è già successo le stime iniziali [6].

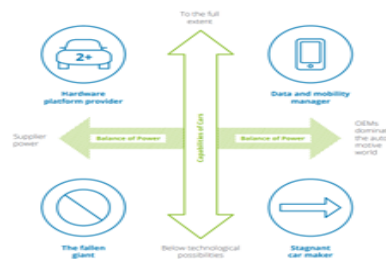
### 2.3.1 Scenari futuri nel settore automotive

Nel corso della trattazione si è menzionato come la transizione verso una nuova alimentazione ha portato anche trasformazioni ampie nelle automobili che da un prodotto meramente hardware si sono trasformate ad un prodotto quasi totalmente incentrato sul software. Una delle domande che ci si potrebbe porre è come gli OEMs tradizionali possano rimanere competitivi e affrontare l'ascesa delle principali aziende tech nell'industria dell'auto. Accanto a questo un altro interrogativo potrebbe sorgere dall'effetto che avranno i software e i servizi di connettività sui costi di R&D. Non è facile dare una risposta a queste domande che spaziano anche sugli impatti che questa transizione ha sui fornitori delle componenti ormai ridondanti con l'avvento dell'elettrico, alle modalità di riqualificazione necessaria per formare i dipendenti. Uno studio condotto da N. Helbig 2019 di Deloitte identifica più di 60 *drivers* come possibili cause di cambiamenti futuri della catena di produzione dell'automotive. Nello studio i drivers sono stati classificati in cinque aree:

- **Cambiamento sociale:** sicurezza, importanza dei materiali utilizzati, grado di personalizzazione, urbanizzazione, ride sharing
- **Cambiamento economico**
- **Innovazione tecnologica:** introduzione dell'intelligenza artificiale anche nelle auto, la rete di telecomunicazione, guida autonoma
- **Sviluppi politici:** stato delle infrastrutture pubbliche, potere delle intellectual property laws
- **Impatto ambientale:** l'adozione di powertrain alternativi, tecnologie rinnovabili

I quattro scenari analizzati sono:

- **Data and mobility manager:** questo scenario pone in primo piano la connettività. Per rispondere a questa esigenza di connessione dei servizi, la value chain subirà un'espansione orizzontale, incorporando fornitori di infrastrutture smart traffic, società high tech e nuovi servizi. Una delle sfide su cui gli



**Figura 2.4:** I quattro scenari del futuro dell'automotive per il 2025  
Fonte: Deloitte Analysis

OEM dovranno fare i conti è quella legata alla gestione dell'obsolescenza dove strumenti come i canali di logistica digitale possono costituire una soluzione. In questo scenario il ruolo delle case automobilistiche è ancora centrale e domina la filiera controllando tutte le fasi a partire dalla produzione fino all'assemblaggio.

- **Stagnantcarmakers:** in questo scenario la strategia difensiva attuata dagli stessi OEM ha impedito di sviluppare l'aspetto innovativo. Questa situazione potrebbe essere dovuta dalla presenza di eventuali regolamentazioni restrittive poste in alcuni paesi (come ad esempio il caso della California dove il governo si è dichiarato sfavorevole ai test di self-driving effettuati da Uber) o il comportamento restio dei consumatori verso l'adozione di sistemi di guida assistiti e auto connesse. I fattori su cui si gioca la competitività sono la qualità ed i prezzi sostenibili. Tutto ciò non comporta il fallimento della digitalizzazione e delle nuove tecnologie, ma un forte rallentamento dell'intero comparto automotive. In questo scenario la *e-mobility* ovvero la mobilità data da tutti quei
- **The fallengiant:** questo è lo scenario più sfavorevole per gli OEMs in quanto l'automobile è considerata solo per la sua funzione di mezzo di trasporto con un corrispettivo calo della brand attractiveness. La pressione tecnologica è diminuita ponendo la fine della crescita alle aziende high tech.
- **Hardware platform provider:** in questo scenario si prevede un'ascesa dei giganti della tecnologia. I ruoli sono invertiti: gli OEMs sono i fornitori dei componenti *white-label* ovvero producono prodotti che consentono il rebranding da parte di altre aziende, per farli apparire come prodotti da loro. In questo caso le aziende in questione sarebbero quelle IT. Per poter avere ancora una rilevanza, quello che le aziende automobilistiche potrebbero fare è potenziare le piattaforme di infotainment e tramite importanti politiche di marketing potenziare il proprio brand image. Infatti in questo contesto

poichè il prodotto di auto offerta sarà software-based molti consumatori non sceglieranno più sulla base del brand quanto piuttosto a come verranno programmate le auto. L'eccezione potrebbe essere fatta dalle aziende che operano in un segmento premium dove i consumatori riconoscono un interesse nell'acquistare direttamente dall'effettivo produttore di veicoli.

Sulla base di ciò, lo studio presenta i quattro potenziali futuri per un produttore di automobili come risposte a questi scenari a partire dal 2025. Uno di questi futuri prevede la possibilità di diventare un leader tecnologico con un brand forte ed affermato. Un'alta opzione è quella che vede come risposta all'affermarsi dei colossi IT nel settore automotive, di creare collaborazioni e sinergie tra i vari OEMs. Una variante di questa via invece potrebbe essere nell'instaurare delle collaborazioni con le aziende IT.



# Capitolo 3

## I meccanismi che regolano il mercato delle auto elettriche

### 3.1 I meccanismi

Lo scopo del presente capitolo è quello di fornire un'analisi generale dei meccanismi che regolano il mercato delle automobili elettriche ed ibride dopo aver fornito una panoramica dei fattori tecnologici e comportamentali che interessano rispettivamente il lato produttivo e quello della domanda.

I meccanismi illustrati saranno oggetto di approfondimento del capitolo 4 che descrive, alla luce delle spiegazioni più teoriche e tecniche che il capitolo precedente offre, il piano strategico di Stellantis “Dare Forward 2030”. In questo modo il lettore ha un supporto maggiore per comprendere le scelte strategiche intraprese dal colosso dell'automotive.

#### 3.1.1 I meccanismi regolatori: le politiche ambientali

I dati mostrati nel paragrafo precedente evidenziano come la questione ambientale sia rilevante, una questione che, data la sua importanza per l'impatto nella vita quotidiana, viene posta all'ordine del giorno dai governi che attuano politiche come la “Avoid, Shift, Improve Strategies”, una delle più citate in letteratura [14]. Questa può essere scomposta in tre parti: *avoid strategy*, *shift strategy* e infine *improve strategy*. La prima fa riferimento alla riduzione dei viaggi non necessari che, grazie a cambiamenti organizzativi (come l'aumento dell'occupazione dei veicoli) o tecnologici (come il preferire il lavoro da remoto) possono essere evitati. La seconda invece trasferisce la mobilità da una con alti valori di emissioni ad una con valori di GHG minori grazie alla presenza di strumenti fiscali (incentivi per l'acquisto, sull'uso del parcheggio etc. come si vedrà nel paragrafo) e di regolamenti come

divieti di accesso. L'ultima invece è a carattere tecnologico in quanto riguarda i sistemi di propulsione e i carburanti per ridurre, a parità di percorrenza, le emissioni.

Le politiche mirate alla riduzione della  $CO_2$  possono anche essere suddivise tra politiche di prezzo e politiche di command e control. Le prime sono delle politiche fiscali o di mercato che, grazie all'introduzione di sussidi o imposte, influenzano il comportamento dei consumatori direzionandolo verso l'acquisto di auto elettriche. Le seconde invece impattano sui produttori: nel caso in cui non vengano rispettati i limiti di emissioni fissati per singolo impianto, veicolo o flotta di veicoli, per la casa automobilistica sarà necessario il pagamento di una penale o si vedrà meno la possibilità di operare in un determinato mercato. Gli stati possono proporle sia in maniera alternativa, che in maniera complementare per poter trarre vantaggio dalle sinergie derivanti.

Un altro strumento di politica ambientale è quello dato dagli *standard*, che rientrano nella strategia *improve*. Questi ultimi obbligano i costruttori di automobili al rispetto di questi valori fissati a priori: gli standard sono infatti una serie di limitazioni imposte sulle emissioni dei veicoli.

### **Un esempio di standard: la norma EURO**

Con 340 voti favorevoli, 279 contrari e 21 astensioni, i deputati europei nel febbraio del 2023 hanno approvato l'accordo raggiunto con il Consiglio sugli obblighi di riduzione delle emissioni di  $CO_2$  per i nuovi veicoli commerciali (LCV) e le passenger car (PC) [15]. La legislazione approvata nasce nell'ambito del pacchetto "pronti per il 55%", un insieme di proposte volte a rivedere e ad aggiornare le normative adottate dall'UE per attuare le nuove iniziative sul fronte ambientale. Il 55 non è un numero casuale, ma ribadisce l'obiettivo europeo di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030. La normativa convalidata nel febbraio del 2023 prevede in particolar modo l'obbligo per le case automobilistiche di avere una produzione di PC e LCV a zero emissione di anidride carbonica a partire dal 2035, così da ridurre del 100% le emissioni di questi tipi di veicoli rispetto al 2021.

Dal settembre del 2017, per il calcolo delle emissioni di  $CO_2$  sono stati introdotti nuovi test che i modelli più recenti di auto devono superare: quello delle condizioni di guida reali (Emissioni di guida reali-RDE) e quello di laboratorio migliorato (World HARmonized Light VEhicle Test-WLTP) prima di poter essere guidati sulle strade europee [16]. Gli obiettivi di emissione vincolanti per i produttori vengono fissati sulla base della massa media dei loro veicoli utilizzando una curva del valore limite e tenendo conto del peso dei veicoli. Questo consente ai produttori di auto più pesanti di poter avere emissioni più elevate rispetto a coloro che invece producono auto con un peso minore. Se le emissioni medi di  $CO_2$  della flotta di una casa automobilistica

superano l'obiettivo che avevano da rispettare in un determinato anno, il costruttore è costretto al pagamento di una sanzione per quel valore di emissioni che supera il limite per ogni auto immatricolata. Al momento questa cifra ammonta a 95euro/km [17]: i costruttori di automobili sono tenuti al pagamento di un'indennità di 95 euro per ogni grammo/km di  $CO_2$  che supera il suo target specifico. Questo valore è da moltiplicare a sua volta per il numero di veicoli immatricolati secondo la formula:

$$Multa = (emissioni\ in\ eccesso * 95\ euro) * veicoli\ immatricolati$$

Il target specifico del gruppo automobilistico invece si calcola come:

$$Emissioni\ specifiche = 95 + 0,0333 * (massa\ in\ kg - 1.379,88)$$

Nel caso in cui un produttore utilizzi nuove tecnologie che non consentono la possibilità di valutare la riduzione di emissioni durante l'iter di prova per l'omologazione allora potrà ricorrere ai crediti di emissione. Questi crediti sono pari a 7g/km all'anno a cui si aggiunge il sistema di supercrediti al quale si può ricorrere solo se le auto hanno emissioni inferiori ai 50g/km, in questo modo si avvantaggiano le automobili con una bassa riduzione di  $CO_2$ . Una delle strategie attuabili da parte dei produttori per rientrare nei limiti imposti, è quello di costruire, nel rispetto della concorrenza, un gruppo chiamato pool con l'obiettivo di raggiungere il target comune di emissione. Come già affermato nel capitolo ??, risulta quindi necessario per i produttori un cambio di direzione per essere in linea con le direttive europee. Il contesto legislativo ovviamente tiene conto di quello che è il mercato; l'attuale meccanismo di incentivazione di veicoli a zero e a basse emissioni (ZLEV) verrà adattato per rispondere all'andamento previsto delle vendite e tenderà a premiare i produttori di automobili a basse emissioni. Gli obiettivi saranno più bassi per quei costruttori che vendono un maggior numero di veicoli con emissioni da 0 a 50g  $CO_2$ /km, quali i veicoli elettrici e i veicoli elettrici ibridi efficienti. Dal 2025 al 2029, il fattore di riferimento ZLEV è stato fissato al 25% per le vendite di nuove autovetture e al 17% per i nuovi furgoni. A partire dal 2030, questo incentivo sarà rimosso. Con cadenza biennale, a partire dalla fine del 2025, la Commissione pubblicherà una relazione per monitorare e valutare i progressi compiuti nell'ambito della mobilità a zero emissioni nel trasporto su strada. La comunità europea non si è però fermata qui: data la situazione climatica sempre più drammatica, a Marzo 2024 il Parlamento europeo ha approvato il regolamento Euro 7 (omologazione e vigilanza del mercato dei veicoli a motore) che entrerà in vigore a partire da Luglio del 2025. Con questo regolamento i veicoli dovranno rispettare gli standard di emissioni non solo più a lungo nel tempo, ma anche in tutto il loro ciclo vita. Per la prima volta, le norme dell'UE includeranno anche i limiti derivanti dalle

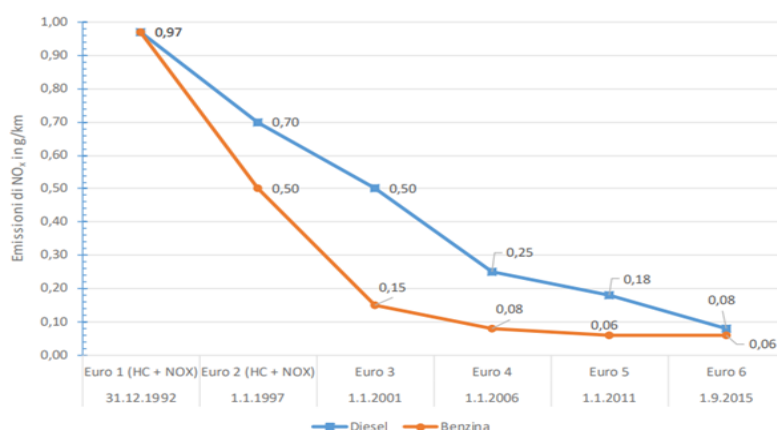
emissioni di freno (PM10) date dalle automobili e dai furgoni. Ci sarà anche una parte dedicata ai requisiti minimi di prestazione di durata per le batterie nelle auto elettriche ed ibride. Inoltre, per ciascun veicolo, verrà messo a disposizione un passaporto che conterrà le informazioni sulle sue prestazioni ambientali al momento dell'immatricolazione. Gli utenti dei veicoli avranno inoltre la possibilità di accedere ad informazioni sempre aggiornate sul consumo di carburante e sulla salute delle batterie, ma soprattutto sulle emissioni inquinanti. Il regolamento Euro 7 appartiene alla famiglia delle regolamentazioni europee antiinquinamento introdotte per la prima volta con la direttiva 70/220/CEE (Regolamento ECE 15) con il ciclo di prova ECE-UDC. Con gli anni questo regolamento ha subito modifiche fino ad arrivare alla direttiva 91/441/CEE conosciuta anche come Euro 1 che nel 1991 ha introdotto l'obbligatorietà della marmitta catalitica nei veicoli.

- **Euro 1 (1993)**: ha reso obbligatoria la marmitta catalitica e l'iniezione elettronica nei motori a benzina, determinando la scomparsa dei carburatori;
- **Euro 2 (1997)**: ha imposto limiti differenti tra i motori a benzina e i diesel;
- **Euro 3 (2001)**: ha introdotto l'installazione a bordo delle autovetture di un sistema di monitoraggio delle emissioni noto con l'acronimo di OBD (On Bord Diagnostic) che avverta, tramite l'accensione di una spia, il conducente della presenza di un problema ai sistemi ecologici del mezzo;
- **Euro 4 (2006)**: ha imposto l'adozione del filtro antiparticolato per i motori diesel;
- **Euro 5 (2008)**: per essere rispettata dai diesel necessita del filtro antiparticolato e del catalizzatore SCR, ma riduce anche i livelli di emissione permessi alle auto a benzina;
- **Euro 6 (2016)**: i limiti per le emissioni di CO sono 0,5 g/km per i diesel e 1 g/km per i benzina, quelle di NOx 0,080 g/km per i diesel e 0,060 per i benzina, quelle di particolato (PM) 0,005 g/km per entrambe.

In figura 3.1 è possibile osservare gli effetti sulle emissioni dei NOx dopo l'introduzione nel tempo delle varie norme Euro.

### **Carbon pricing ed ETS: un'ipotesi per la questione delle emissioni**

Con l'accordo di Kyoto sono stati introdotti gli Emission Trade Scheme o ETS, un diritto di emissione che rientra nello strumento del Carbon pricing. Quest'ultimo, oltre agli ETS è anche costituito dalla tassa sul carbonio, la Carbon Tax [18] che viene stabilita come il prezzo per tonnellata di carbonio o per tonnellata di  $CO_2$



**Figura 3.1:** Effetti sulle emissioni di NO<sub>x</sub> con le Norme EURO e le date in cui sono divenute obbligatorie per le autovetture di nuova immatricolazione.  
Fonte: Cortei dei conti europea, sulla base della normativa dell'UE.

equivalente. L'ETS è invece uno strumento di cap-and-trade: fissa un tetto massimo di emissione di CO<sub>2</sub>, detto cap al quale corrisponde un diritto di emissione (*emission allowances*) e un mercato (*trade*) in cui possono essere scambiati questi diritti. Questi diritti possono essere assegnati in maniera gratuita alle imprese o acquistate da quest'ultime: l'incontro tra la domanda e l'offerta dà luogo ad un prezzo per il diritto di emettere una tonnellata di CO<sub>2</sub>. Gli ETS adottati già dal 2005 sono applicati ai settori dell'energia, delle industrie siderurgiche, dei prodotti minerali e della ceramica, ma non nel settore dei trasporti. Un punto interessante da definire come sostiene Martin (2016) in «The impact of the European Union emissions trading scheme on regulated firms: what is the evidence after ten years?» è capire se e come estenderlo anche a questo settore. Due possibilità sono state prese in considerazione. La prima modalità si basa un sistema a valle: prendendo spunto dal sistema che l'Unione Europea adotta, le quote vengono acquistate dall'emettitore finale di CO<sub>2</sub>. Questo implicherebbe nel settore dei trasporti che un numero molto elevato di consumatori finali di energia ovvero i conducenti di automobili dovrebbero acquistare i certificati di emissione in base al loro consumo di energia. L'altra alternativa invece prevede un approccio a monte per cui coloro che producono e/o vendono combustibili fossili hanno l'obbligo di comprare certificati di carbonio in base all'intensità di CO<sub>2</sub> del combustibile. Tra le due opzioni Martin sostiene che la seconda sia quella preferibile perchè è più facile da implementare. Allo stesso tempo, sempre secondo Martin, questo sistema dovrebbe tener conto delle imposte esistenti sui combustibili fossili e adattarsi di conseguenza.

## Le politiche ambientali a confronto

Nel continuo del suo studio «The impact of the European Union emissions trading scheme on regulated firms: what is the evidence after ten years?» Martin analizza come l'introduzione degli ETS abbia portato a dei miglioramenti, ma comunque non sufficientemente significativi: infatti la riduzione delle emissioni in tutti i settori regolati è stata pari al 3% durante i primi cinque anni relativamente a quanto previsto dal modello BAU. Alcuni autori (ad esempio Acemoglu 2012) suggeriscono di introdurre un misto di tassa sul carbonio e sussidi per l'innovazione, infatti l'idea proposta da Jansik (2014) è quella di utilizzare il gettito della tassa sul carbonio per incentivare lo sviluppo tecnologico. Infatti per avere una risposta più efficace che porti all'annullamento delle emissioni di  $CO_2$  sono necessari standard tecnologici, incentivi e politiche capaci di influire in modo più radicale sulle scelte dell'investimento. In questo modo, grazie ai sussidi forniti dallo stato, si possono internalizzare le esternalità negative dovute alle emissioni di anidride carbonica, esternalità che non consentono di raggiungere quello che è l'ottimo sociale.

## 3.2 I fattori: lato del produttore

### 3.2.1 L'aspetto tecnologico

Nel corso della storia dell'auto si è ritenuto a più riprese di essere davanti ad un prodotto che aveva già dato il suo massimo in termini di tecnologia e prestazioni. Alcune vicende storiche come la crisi petrolifera degli anni '70, l'avvento dell'elettronica e le recenti problematiche legate all'inquinamento hanno posto per le case automobilistiche nuove sfide più difficili che hanno permesso di alzare l'asticella, consolidando il primato dell'eccellenza dell'automotive occidentale. Proprio per rispondere alle ultime, più volte, citate restrizioni nel corso della trattazione, la meccanica richiesta è sempre più raffinata e necessita di essere gestita da controlli elettronici sempre più sofisticati con tolleranze sempre minori: da un prodotto meccanico l'auto diventa un prodotto mecatronico, più smart e con meno componenti. Rispetto ad un motore a combustione interna, infatti, un motore elettrico è formato da un numero minore di parti (rotore, statore e cuscinetti) in netto contrasto con la complessità di un motore ICE che contiene, solo per citarne alcuni, anche pistoni, pompe, iniettori e valvole come mostra la figura 3.2 che illustra le differenti parti presenti nelle due tipologie di motorizzazione.

La grande differenza che intercorre tra un'auto ICE e un'automobile ad alimentazione elettrica, non risiede solo nel numero di parti che la costituiscono, ma soprattutto nella modalità di alimentazione. Il motore di un veicolo elettrico a batteria è infatti alimentato grazie all'energia elettrica immagazzinata nel pacco

batterie, solitamente fissato al telaio sotto l'abitacolo. Quest'ultimo viene ricaricato collegando il veicolo a una fonte di elettricità. In entrambe le tipologie di alimentazione, la performance del motore si esprime sulla base della progettazione e dell'ottimizzazione di ogni suo componente; per raggiungere la miglior prestazione possibile è necessario un complesso equilibrio di competenze in ambito fisico, chimico ed elettronico. Il motore elettrico, non dovendosi concentrare sulle emissioni, è facilitato in questo e può focalizzarsi sui parametri come coppia e potenza determinandone un'ottima prestazione. Il Presidente di Bosch Italia, Gabriele Allievi afferma infatti che "La transizione verso il veicolo elettrico comporta un'enorme semplificazione del motore. Pertanto a tendere la competizione sarà sempre più basata su fattori di efficienza e costi piuttosto che da eccellenza tecnologica." [3]

Category	Gasoline vehicle	Electric vehicle
<b>Gasoline vehicle components</b>		
Internal combustion engine	✓	✗
Transmission	✓	✗
Exhaust system	✓	✗
Fuel injectors and spark plugs	✓	✗
Air intake system	✓	✗
Radiator and coolant system	✓	✗
Starter motor	✓	✗
Oil filter and lubrication system	✓	✗
<b>Electric vehicle components</b>		
Battery pack	✗	✓
Electric motor(s)	✗	✓
Charging system (AC/DC converter and charger)	✗	✓
Battery management system	✗	✓
Power electronics converter	✗	✓
High voltage cables and connectors	✗	✓
Onboard diagnostics and software	✗	✓

**Figura 3.2:** Parti mancanti nei veicoli ICE rispetto a quelli BEV  
Fonte: Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles

### 3.2.2 I costi e le economie di scala

Avere un numero ridotto di componenti con caratteristiche meccaniche più semplici, consente di poter progettare i motori elettrici in modo modulare, sfruttando così le economie di scala.

La modularità è un approccio ampiamente utilizzato in campo automobilistico: durante la fase di progettazione si suddivide l'oggetto complesso in esame in parti più piccole chiamati moduli. In questo modo si semplifica la produzione in serie poiché i moduli standardizzati possono essere assemblati in diverse modalità per creare più prodotti e/o utilizzarli per diverse versioni dello stesso. Le aziende che adottano un approccio modulare hanno, grazie alla standardizzazione delle parti, maggiori vantaggi nella gestione degli inventari e nei processi di procurement e

produzione. L'efficienza produttiva e la maggior standardizzazione consentono inoltre di ottenere risparmi significativi sfruttando le economie di scala. È proprio grazie alla modularità che si riesce ad avere una manutenzione semplificata e una riduzione dei costi di progettazione e produzione. Come si vedrà in seguito nel capitolo 4 alcune case automobilistiche, come Stellantis, utilizzano piattaforme modulari dove una stessa base (chiamata in seguito platform) viene utilizzata per produrre diversi modelli di auto con componenti esterni personalizzati. I savings derivanti dalle economie di scala si riflettono anche nella manodopera: a parità di potenza, la produzione di un motore diesel richiede un numero di addetti di circa dieci volte superiore di quelli necessari per la produzione di un motore elettrico. Anche la manutenzione ne è influenzata e risulta più semplice e meno costosa. Questo aspetto è sicuramente molto rilevante non solo per i produttori, ma anche per i consumatori che valutano la scelta dell'acquisto di una auto elettrica sulla base dei benefici ottenuti e dei costi sostenuti, riassunti nel TCO. Di questo si discuterà nel paragrafo dedicato 3.9.

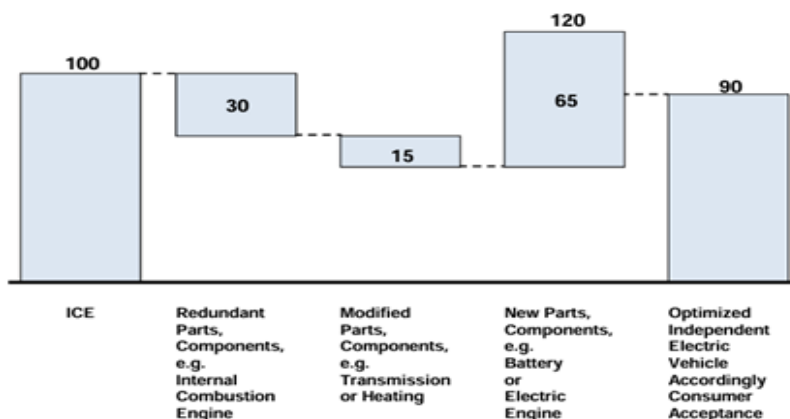
Si stima che la cost structure dell'auto elettrica cambierà quindi significativamente nella transizione alla mobilità elettrica [21]. I componenti ridondanti rispetto a quelli presenti nei motori a combustione interna devono essere sostituiti e questo comporta una riduzione del 30% dei costi: turbocompressori, trasmissioni e motori a combustione interna non sono richiesti nei veicoli a batteria elettrica. Una riduzione ulteriore del 15% dei costi deriva dai nuovi concept di auto che prediligono ad esempio sedili più leggeri. Allo stesso tempo si ha però un aumento dei costi: l'introduzione delle batterie che devono essere integrate nei veicoli comporta un aumento dei costi. La presenza di nuovi servizi come finanziamenti, assicurazioni e servizi di leasing concorre all'incremento del fattore costo di produzione del 65% [21]. In figura 3.3 sono schematizzati i costi di un'auto BEV rispetto ad una con motorizzazione ICE.

### 3.2.3 Le batterie

Le batterie delle auto elettriche vengono anche definite “batterie da trazione”. Sono il cuore pulsante del veicolo: forniscono infatti l'energia necessaria per tutte le sue funzioni. In quelli a combustione interna invece sono principalmente legate alla fase di avviamento del motore.

La tecnologia predominante con cui vengono prodotte è quella agli ioni di litio con celle che funzionano come accumulatori di energia: ogni cella è composta da un anodo di grafite e da un catodo di litio. Durante la fase di carica, si genera un flusso di elettroni, una corrente elettrica che alimenta il motore. Per rispondere alle esigenze di un mercato che richiede in prima battuta l'autonomia, le batterie vengono principalmente prodotte in ioni di litio. Questo perché gli ioni di litio





**Figura 3.3:** Confronto costi auto ICE-BEV

Fonte: Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles

consentono di avere una buona densità energetica che si traduce in un'elevata autonomia e prestazioni consistenti. Nel mercato sono presenti diverse varianti come le batterie al litio-polimero (Li-Po) che utilizza un elettrolita polimerico anziché liquido e le batterie al Litio-Ferr-Fosfato che offrono una maggiore stabilità termica, sono più ecologiche dato le loro componenti, ma allo stesso tempo hanno una densità energetica inferiore che può ridurre l'autonomia del veicolo.

Data l'importanza rivestita dalle batterie, l'approvvigionamento del litio è quasi una *conditio sine qua non* per poter conquistare quote maggiori di mercato e conferisce ai fornitori delle batterie un potere contrattuale maggiore, con rischi per le case automobilistiche. Ursula Von Der Leyen, presidentessa della Commissione Europea, ha definito l'importanza del litio maggiore di quella rivestita dal petrolio e dal gas: questo metallo è chiave per la transizione energetica ed ecologica dell'Occidente [22]. Il suo consumo è previsto in crescita di circa 60 volte rispetto al precedente. Per questo viene chiamato oro bianco in contrapposizione con l'oro nero il petrolio. Attualmente i più grandi estrattori di litio sono i paesi sudamericani che costituiscono il cosiddetto "triangolo del litio" (Cile, Argentina e Bolivia) che possiedono il 54% delle riserve di litio conosciute, seguiti dalla Cina e dall'Australia. Il colosso asiatico per poter fortificare ulteriormente la sua posizione, ha effettuato investimenti molto importanti in queste zone: Pechino che detiene la produzione di oltre il 70% delle batterie elettriche ha investito nei paesi del triangolo del litio 16 miliardi di dollari e nel corso degli ultimi anni ha elargito ulteriori prestiti infrastrutturali per 17 miliardi all'Argentina e per 3.4 alla Bolivia.

L'alternativa che potrebbe essere utilizzata dai produttori che non hanno un accesso diretto alle fonti di litio è quella di ricorrere alle alternative presenti ovvero ai super condensatori di grafene e alle batterie al sodio. Successivamente, in tabella 3.1, alla

luce delle spiegazioni fornite in merito alle proprietà che caratterizzano le batterie, si presenta un confronto di quest'ultime con materiali diversi: a ioni di sodio, al litio e al piombo.

### **Proprietà delle batterie**

Le proprietà di una batteria che ne determinano l'autonomia sono la capacità, la densità energetica e la sua vita utile. La prima rappresenta la quantità di energia che può essere immagazzinata nella batteria stessa e viene misurata in chilowattora (kWh). Ad oggi, una maggiore capacità implica il poter percorrere più chilometri, ma allo stesso tempo comporta un peso maggiore del veicolo impattando nella produzione. I produttori di batterie si focalizzano sul miglioramento di questo fattore andando ad ottimizzare l'altra proprietà delle batterie ovvero quella della densità energetica. I reparti di R&D studiano le chimiche che permettono di poter accumulare una quantità maggiore di energia nello stesso spazio/peso per poter creare batterie sempre più potenti e leggere. La vita utile della batteria si calcola sulla proporzione tra il suo numero di cicli e la sua capacità residua (stabilità del ciclo). Quest'ultimo indica il numero di volte i cui una batteria può essere totalmente caricata e scaricata prima che si deteriori. Le prestazioni di una batteria sono quantificabili anche in termini di ciclo. Per ciclo si intende una fase di carica o di scarica da 0% a 100% della batteria. Il numero di cicli totali di una batteria può variare in base alla chimica scelta, con batterie che si arrestano su 3000 cicli e altre che possono arrivare anche a 4500. L'avanzare del ciclo di vita di una batteria può comportare una riduzione delle sue prestazioni con una conseguente riduzione delle capacità di immagazzinare energia.

### **Costi delle batterie**

Attualmente il costo di un'auto elettrica è del 30% più alto rispetto ad un'auto a combustione interna [11]. Il costo maggiore è dovuto alle batterie, queste rappresentano circa il 30%/40% del prezzo complessivo delle vetture. In particolare, questa incidenza del costo della batteria ha un peso più rilevante per le vetture di segmento più basso, con il risultato che le auto elettriche sono rese meno attraenti. Dopo la pandemia di COVID 19 e i conflitti come quello russo-ucraino che hanno portato ad un aumento dei costi delle materie prime, il trend del costo delle batterie ha però subito un'inversione di marcia. Sachs [23], una società leader che opera a livello mondiale nell'investment banking, ha previsto che i prezzi scenderanno a 99 dollari per kilowattora entro il 2025, vale a dire con una diminuzione del 40% rispetto al 2022 come mostra la figura 3.4. Questa diminuzione, esaminata a costo per livello di pacchetto e non livello di cella, comporta dei notevoli vantaggi sia dal

Batteria	Ioni di sodio	Ioni di litio	Piombo
Costo per kilowatt-ora di capacità	\$40-77	\$137	\$100-300
Densità energetica volumetrica	250-375 W-hL	200-683 W-hL	80-90W-hL
Densità di energia gravimetrica	75-200 W-hkg	120-260 W-hkg	35-40W-hkg
Cicli all'80% di profondità di scarica (DoD)	Migliaia	3500	900
Sicurezza	Bassa	Alta	Moderata
Stabilità dei cicli	Alta	Alta	Moderata
Efficienza del ciclo in corrente continua	Fino al 92%	85-95%	70-90%
Range di temperatura	20-60°C	20-60°C	20-62°C

**Tabella 3.1:** Confronto delle proprietà di batterie con materiali diversi

Fonte: L'evoluzione del settore automotive in Italia (Rome Business School Research Center).

lato del consumatore che del produttore: i prezzi per i veicoli elettrici risulteranno più competitivi e l'adozione da parte dei consumatori diventerebbe maggiore.

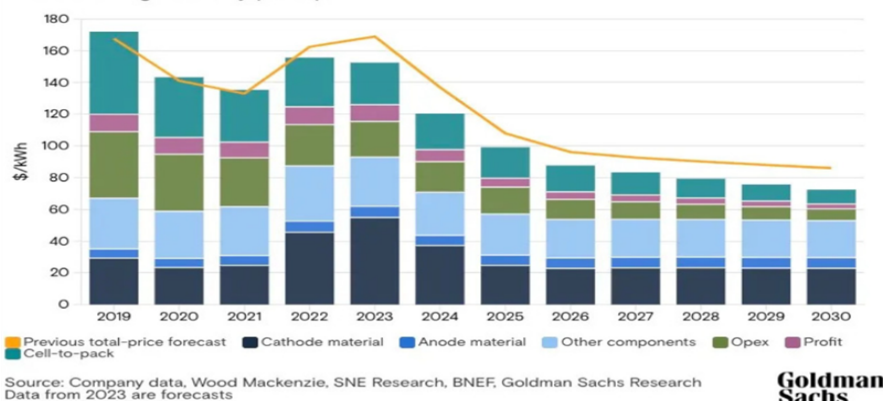
### 3.2.4 Riciclo e smaltimento delle batterie

Dati i vincoli tecnologici ed economici che non consentono uno smaltimento ottimale delle batterie, cuore delle auto elettriche, questa fase costituisce una delle esternalità di rete che caratterizzano questo mercato. Lo smaltimento e il riciclaggio rappresentano infatti una grande sfida ambientale.

Come descritto nel paragrafo precedente, le batterie sono costituite da materiali preziosi come il cobalto e il litio, ma anche da sostanze potenzialmente pericolose che, se non gestite correttamente, comportano fenomeni come l'inquinamento del suolo e delle acque oltre che gravi rischi per la salute e spreco di risorse. Le fasi che regolano il riciclo delle batterie delle auto elettriche sono quattro [24]:

- **Preparazione:** questa tappa è dedicata ad una prima preselezione delle batterie e alla logistica dei rifiuti: le batterie al litio esauste vengono raccolte nei waste logistics, un sistema di raccolta previsto dalla direttiva europea 2020/66/CE. La possibilità di uno sversamento dell'elettrolita e del rischio di un cortocircuito fa sì che queste batterie vengano considerate rifiuti speciali, richiedendo quindi oggetti ed imballaggi specifici.

**Battery prices are forecast to fall 40% by 2025 (from 2022)**  
Global average battery pack prices

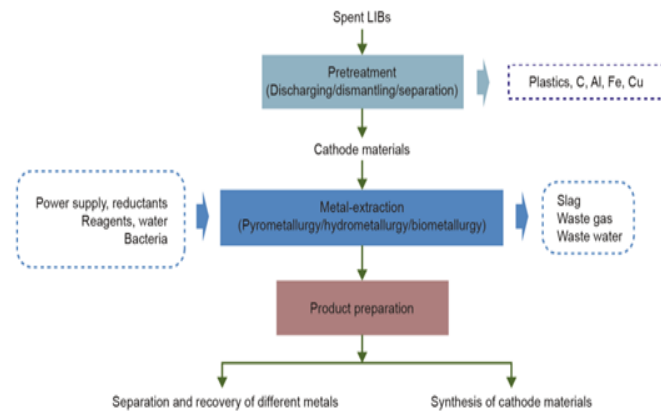


**Figura 3.4:** Andamento e previsione dei prezzi delle batterie  
Fonte: Goldman Sachs

- **Pretrattamento:** smontaggio e naturalizzazione;
- **Processing:** è composta dalla liberazione e dalla separazione che si traducono nella rottura dei legami che costituiscono i singoli componenti della batteria: la prima avviene grazie a meccanismi di lenta o veloce compressione. La separazione è un procedimento meccanico che principalmente separa i componenti e i materiali appena liberati, a seconda delle proprietà elettromagnetiche, elettrostatiche, granulometriche e della densità. Questo tipo di separazione avviene soprattutto attraverso la separazione magnetica, la separazione per gravità o ancora tramite flottazione.
- **Metallurgia:** prevede l'estrazione e il recupero. Questo passaggio si compone ulteriormente di un processo pirometallurgico e di uno idro-metallurgico. Nei processi industriali di pirometallurgia, che prevedono l'estrazione dei metalli dai minerali, vengono raggiunte temperature piuttosto elevate che consentono così di recuperare i materiali metallici presenti.

### I vincoli economici e tecnologici della fase del riciclo delle batterie

Attualmente il riciclo dei materiali contenuti nelle batterie incontra dei vincoli sia di natura tecnologica che economica. Il processo in sé infatti è molto dispendioso e spesso è accompagnato dall'assenza di adeguate infrastrutture: nel caso italiano in particolar modo, in molte regioni mancano ancora impianti di riciclaggio specializzati. I costi elevati derivanti dalle operazioni di riciclo potrebbero essere superiori a quelli sostenuti nel caso di un'estrazione diretta, facendo valutare spesso la possibilità di non ricorrere a questa fase di riciclaggio. Per poter trarne un vantaggio



**Figura 3.5:** Schema generale dei metodi e processi per il riciclaggio delle batterie agli ioni di litio.

Fonte: A Mini-Review on Metal Recycling from Spent Lithium Ion Batteries

economico, bisogna infatti considerare la quantità di cobalto e di litio presente nelle batterie. Secondo lo studio condotto da Zheng (2020) il riciclo delle batterie risulta economicamente conveniente quando una tonnellata di batterie contiene più 270 chili di cobalto recuperabile che valga almeno 40 dollari al chilogrammo: se il cobalto dovesse essere eliminato dalle batterie il processo diventerebbe inesorabilmente antieconomico. Affinché il riciclaggio del litio possa ritenersi conveniente, si dovrebbe poter produrre carbonato di litio ad un costo massimo di 6000 dollari a tonnellata. Per poter considerare invece sufficientemente redditizio il riciclo di batterie, la stima fatta prevede almeno il trattamento di 4000 batterie all'anno. Per favorire questa fase l'Unione Europea sta pianificando la costruzione di piccoli impianti di riciclaggio posizionati in punti strategici che consentirebbero di ridurre l'impatto derivante dai costi di trasporto delle batterie facendolo scendere dal range 900-1800 euro alla tonnellata ai 300 euro alla tonnellata [26].

L'altra tipologia di vincoli che non consente uno smaltimento ottimale delle batterie è dato dalle tecnologie attuali. Queste fanno sì, ad esempio, che il litio, componente di rilievo delle batterie, che potrebbe essere riciclato un numero illimitato di volte, venga riciclato in termini quantitativi non sufficienti per un secondo utilizzo delle batterie EV: si ritiene che per ogni 20 tonnellate di batterie agli ioni di litio esauste producano solamente una tonnellata di litio [24].

### 3.2.5 Problematiche secondarie legate all'utilizzo di batterie

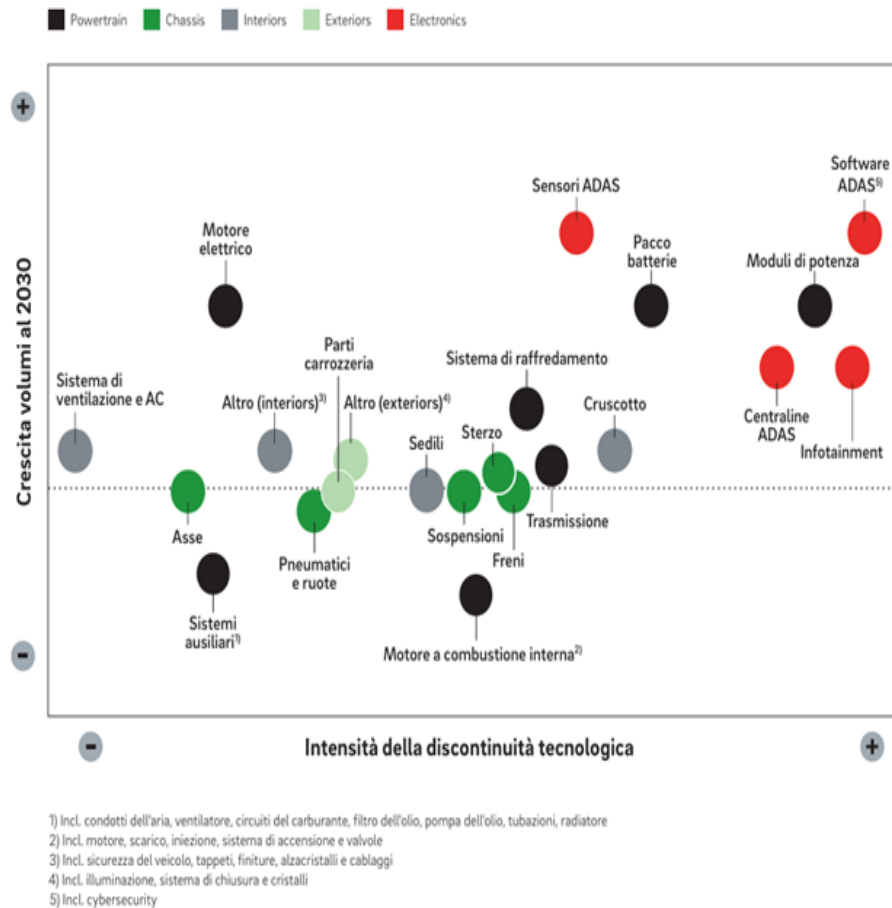
I costi e lo smaltimento non sono gli unici fattori che devono essere presi in considerazione nella scelta delle batterie elettriche: il criterio della sicurezza è fondamentale. Questo tema è molto importante visto che un singolo incendio della batteria avrebbe un esito negativo nell'immagine della mobilità elettrica verso l'opinione pubblica con un conseguente processo di rallentamento alla penetrazione di questa alimentazione nel mercato delle auto elettriche.

Un sovra caricamento della batteria, un corto circuito sono solo alcune delle cause che potrebbero portare al fenomeno della *thermal runaway*, la situazione in cui la reazione chimica innescata nella cella comporta il rilascio di ulteriore calore. Per ovviare a questo problema, una delle misure adottabili è l'utilizzo di sistema di raffreddamento per prevenire le fasi iniziali di fuga termale e un preciso monitoraggio dello stato di carica e scarica della batteria tramite la battery box.

### 3.2.6 Altre novità tecnologiche introdotte dalle auto elettriche

Come accennato nei paragrafi precedenti, la trazione elettrica costituisce la discontinuità maggiore rispetto al passato e l'attuazione in corso determina un cambio di paradigma e tecnologia totale nel dominio del powertrain con conseguenti ripercussioni non solo sulle componentistiche meccaniche analizzate nei paragrafi precedenti, ma con conseguenze che riguardano la vettura a tutto tondo. Infatti oltre alla semplificazione dell'architettura del veicolo, all'introduzione di nuovi componenti come le batterie e i motori elettrici, le case automobilistiche offrono un nuovo pacchetto di servizi legato ai sistemi di ricarica rapida o di riciclaggio delle batterie. L'automobile è ridisegnata: la connettività della vettura (sia in modalità V2V che V2I) diventa il cuore pulsante di queste nuove auto. Queste novità portano una significativa evoluzione delle caratteristiche della plancia e dei comandi soprattutto in termini di Human Machine Interface, Infotainment e assisenza alla guida. Tra le varie modifiche si assiste anche al consolidamento delle centraline (ECU) sviluppate ora in termini migliorativi di capacità di elaborazione dei dati in tempo reale. Questi consentono la possibilità di introdurre nuove funzionalità come la guida autonoma. Il consolidamento delle centraline comporta anche benefici al lato dei costi: infatti si prevede che il loro numero diminuirà drasticamente del 90% [3]. Se da un lato vi sarà una diminuzione delle centraline, dall'altra vi sarà un aumento dei sensori ADAS ovvero sistemi di videocamere, radar e lidar. Ma il ruolo centrale di questa transizione oltre che le batterie, lo detiene il *software*. Le sue caratteristiche impattano sull'esperienza a bordo (che è un criterio oggi

ricosciuto come chiave per l'acquisto da parte del cliente finale) creando un elemento di differenziazione tra i vari produttori di automobili.



**Figura 3.6:** Previsione di crescita del mercato del 2018-30 vs. livello di intensità tecnologica per modulo

Fonte: Il futuro del settore automotive. Sfide e opportunità per i fornitori italiani verso il 2030

### 3.3 I fattori: lato consumatore

Le novità apportate con l'avvento di questa nuova forma di trazione nel mondo dell'automotive, che si pensava ormai maturo, hanno posto il consumatore di fronte ad una nuova scelta influenzata da diversi fattori. La *willingness to pay* ovvero il prezzo massimo al quale o al di sotto del quale un consumatore acquisterà sicuramente l'automobile, tiene conto del senso di innovazione e dell'esperienza

garantita, ma anche della deterrenza dovuta ad esempio dalla disponibilità dei punti di ricarica. Nei prossimi paragrafi verranno esplorati questi ed altri fattori.

### 3.3.1 Il Total Cost of Ownership

A livello monetario la decisione di acquisto o meno di questo prodotto è riassumibile con il *Total Cost of Ownership* che valuta il rapporto tra il costo sostenuto per l'acquisto e l'utilità o il valore che il prodotto offre. Questo fattore è molto importante per i consumatori: la parità tra il TCO delle auto elettriche e quello con le motorizzazioni a benzina (ICE) offre importanti incentivi per favorire le quote di mercato delle EV. Rientrano nei benefici:

- **Incentivi finanziari:** la presenza di sovvenzioni riduce significativamente il numero di anni necessari per raggiungere lo stesso valore di TCO per entrambe le motorizzazioni. L'IEA stima che a partire dal 2022, la parità del TCO potrebbe essere raggiunta in meno di sette anni, grazie alla presenza di incentivi finanziari fatto salvo variazioni dovute alle diverse dimensioni dell'automobile [11] (Figura 3.7).
- **Detrazioni fiscali**
- **Accesso a parcheggi e a stazioni di ricarica gratuite**
- **Possibilità di entrare in zone centrali che hanno limitazioni per mezzi con determinate emissioni**
- **Automobili dal design e dall'infotainment più moderno ed esperienza di guida:** l'auto elettrica offre un'esperienza di guida silenziosa, fluida e spesso più potente in termini di accelerazione rispetto alle auto tradizionali. Questo beneficio è difficilmente quantificabile in termini economici.
- **Benefici ecologici e attenzione all'ambiente**

Rientrano invece nei costi sostenuti dai potenziali acquirenti:

- **Costo di acquisto:** i prezzi al dettaglio iniziali delle auto elettriche (complici gli investimenti per la R&D di questa nuova tecnologia e gli alti costi iniziali delle batterie) sono stati generalmente più elevati rispetto alle versioni ICE, aumentando il TCO.
- **Costo di gestione: carburante ed energia:** l'alimentazione delle auto elettriche è inferiore rispetto alla benzina e al diesel. Questa differenza si accentua nei periodi in cui i prezzi dei carburanti sono particolarmente alti e la produzione di energia (e quindi i suoi costi) non sono strettamente correlati a quelli dei combustibili fossili diminuendo il TCO.



- **Costo di manutenzione:** come già menzionato precedentemente, il numero minore delle componenti meccaniche mobili comporta costi di manutenzioni inferiori
- **Ammortamento:** il deterioramento di un'auto nel tempo comporta una riduzione del suo valore monetario, l'ammortamento delle EV tende ad essere più rapido rispetto a quello che subiscono quelle con combustione interna, aumentando il TCO. Tuttavia, la tendenza verso un deprezzamento più rapido potrebbe essere annullata per molteplici ragioni come la maggiore fiducia riposta verso le auto elettriche caratterizzate da batterie che hanno una durata sempre maggiore. L'aumento dei prezzi dei carburanti in alcune regioni, l'introduzione di zone a basse emissioni che limitano l'accesso alla maggior parte dei veicoli inquinanti, la presenza di tasse e tariffe di parcheggio specificamente mirate per i veicoli ICE potrebbero far sì che in futuro la tendenza sia diversa: i veicoli a combustione interna subiranno un deprezzamento maggiore. Anche la presenza di incentivi finanziari porta a ridurre il TCO. Infatti una sovvenzione monetaria applicata nel momento dell'acquisto, abbassa il prezzo di listino originario, andando a ridurre il capitale su cui calcolare il deprezzamento.

### Un modello probabilistico per il calcolo del TCO delle auto BEV in Italia

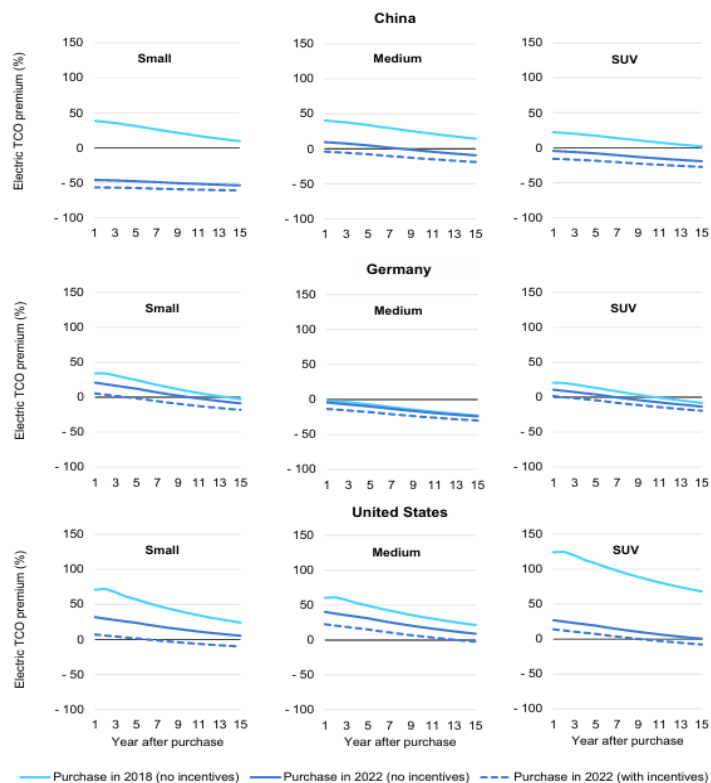
Uno strumento utile per poter rispondere all'incertezza dei parametri che costituiscono il TCO è quello di utilizzare un modello probabilistico che consente di quantificare il gap finanziario che intercorre tra le auto BEVs e quelle a combustione interna. Nel seguente paragrafo si presenta il modello proposto da Danielis [27] applicato al caso dell'Italia. Il modello è applicato: a) ai costi attuali; b) ai costi attuali modificati da costi attuali modificati dalle politiche di incentivazione dei BEV; c) ai costi del 2025 previsti applicando due scenari di tendenza.

Entrambi i modelli stimano la metrica del TCO per km percorsi all'anno e la calcolano in un'ottica orientata al cliente come:

$$\frac{\text{TCO}}{\text{km}} = \frac{(\text{MSRP} - \text{RV} \cdot \text{PVF}) \cdot \text{CRF} + \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{\text{AOC}}{(1+i)^n}}{\text{AKT}}$$

In particolar modo le formule che consentono di arrivare al calcolo del TCO al chilometro sono le seguenti:

$$\text{TCO} = \text{IC} + \text{AOC} + \text{IG}$$



**Figura 3.7:** Differenza di TCO di un veicolo elettrico a batteria e di un veicolo a combustione interna. Confronto nell’acquisto nel 2018 e nel 2022, per paese e segmento  
 Fonte: GlobalEVO Outlook 2022

$$IC = MSRP - RD + RC - SUB + INFRA_H$$

$$IG_t = i \cdot \left( dIC + \sum_{n=1}^t dAOC_n + \sum_{n=0}^{t-1} IG_n \right)$$

Con MSRP si indica il prezzo di listino consigliato dal produttore automobilistico, RV è il valore di vendita, PVF è il fattore del valore attuale, CRF è il recupero del capitale, AOC rappresenta il costo operativo annuale,  $i$  è il tasso di sconto e  $N$  è il periodo di detenzione del veicolo del primo proprietario  $\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$

Le variabili di costi presentate sono sia di tipo stocastico che di tipo non stocastico e vengono riassunte in figura

Non-stochastic cost variables	Stochastic variables
Annual fixed costs: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehicle excise duty</li> <li>• Insurance</li> <li>• Maintenance</li> </ul> Other costs: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repairs</li> <li>• Starting-light ignition (SLI) battery</li> <li>• Tires</li> </ul>	Purchasing price: Stochastic variable to account for potential discounts or bundled services. Beta distribution (10,1)  Fuel economy: Stochastic variable to account for real traffic variability in urban and highway cycles. Beta distribution (1,10)  Resale value: Depreciation rate is set to 20% for ICEVs and HEVs, and to 10% for BEVs in the year 2017 and reversed in the year 2025. <sup>8</sup> Normal distribution (estimated resale value, €1,000)

**Figura 3.8:** Variabili di costo stocastiche e non stocastiche del modello TCO

Fonte: A probabilistic total cost of ownership model to evaluate the current and future prospects of electric cars uptake in Italy

Questo modello si basa sul purchasing price reale descritto come una variabile stocastica. Solitamente gli OEMs consigliano di applicare un determinato MRP affinché i prezzi tra i vari paesi risultino standardizzati. Infatti spesso il prezzo consigliato varia da paese a paese in quanto ogni concessionario applica i propri sconti. Per rappresentare questa variabilità dunque il prezzo di acquisto viene descritto come una variabile stocastica.

Scelta analoga viene fatta anche per il risparmio di carburante (*fuel economy*) poichè dipende da fattori come le condizioni del traffico (livelli di congestione), dal tipo di strada (pianeggiante o ripida), dalle condizioni meteorologiche e dallo stile di guida. Anche per il prezzo di rivendita (*resale value*) si utilizza una variabile

Vehicle usage assumptions:	Contextual assumptions:
<ul style="list-style-type: none"> <li>● % of city vs. intercity trips: 60% and 40%</li> <li>● fuel/electricity costs (base values): petrol (€1.579/l), diesel (€1.427/l), electricity at home (€0.18/kWh) and public chargers (€0.40/kWh).</li> <li>● AKT: 5,000; 10,000; 15,000 km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Years of first ownership: N = 6</li> <li>● Real interest rate: 4%</li> <li>● Purchasing subsidy: €5,000</li> <li>● Parking and access BEV-incentivizing measures: €400 annually</li> </ul>

**Figura 3.9:** Parametri di costo del modello TCO

Fonte: A probabilistic total cost of ownership model to evaluate the current and future prospects of electric cars uptake in Italy

stocastica in quanto racchiude vari fattori come abitudini di guida, dimensioni, mercato, domanda etc.

### I risultati del modello di TCO per la diffusions delle auto BEV in Italia

Le principali conclusioni a cui giungono Danielis possono essere riassunte come segue. In uno scenario con assenza di sussidi da parte dello Stato, le automobili ad alimentazione elettrica non sono attualmente competitive in Italia rispetto ai P-ICEV e ai D-ICEV.

Tuttavia, nel caso di percorrenze annuali superiori a 10.000 km potrebbero diventare competitivi con gli HEV. Nello scenario con presenza di politiche di incentivazione (come ad esempio un sussidio di 5.000 euro e un risparmio di 400 euro su tariffe di accesso e parcheggio), attualmente applicate in alcune regioni e città italiane, i BEV ottengono vantaggi economici superiori rispetto agli HEV. Inoltre, con percorrenze elevate, riescono a competere anche con alcuni D-ICEV, specialmente quando vengono ricaricati a casa. Come si vedrà successivamente la questione della ricarica e il range index influenzano molto la scelta o meno di un acquisto di un'auto BEV.

Considerando le limitazioni non monetarie che caratterizzano i BEV (ad esempio l'autonomia limitata, i lunghi tempi di ricarica e la rete di infrastrutture ancora insufficienti in Italia), gli autori dell'articolo si aspettano che la quota di mercato dei BEV rimanga ancora piuttosto ridotta in Italia. L'orientamento verso l'acquisto di un'auto elettrica favorita dai fattori precedentemente presentati dovrebbero essere monitorati nel tempo per renderli attraenti per un'ampia fetta di clienti. Tuttavia, si prevede che i BEV guadagneranno quote di mercato nel 2025 se i prezzi dei carburanti seguiranno l'andamento passato, anche in assenza di sussidi. La

principale forza trainante sarebbe il calo del loro prezzo di vendita, grazie alla diminuzione dei costi delle batterie. Dato l'attuale ritmo dei miglioramenti in campo tecnologico questo scenario non è improbabile. È anche abbastanza probabile che i vantaggi fiscali svaniranno man mano che la nuova tecnologia verrà accettata e l'industria automobilistica passerà al nuovo sistema di propulsione. Il modello prevede che il mercato sia suddiviso tra ICEV (soprattutto auto a benzina) e BEV, con un aumento della quota di mercato di benzina) e i BEV, con un aumento della quota dei BEV per gli AKT elevati, a condizione, ovviamente, che i tempi di ricarica siano ridotti e che venga realizzata una fitta rete di ricarica. Le stime presentate in precedenza risentono delle comuni non certezze, legate a fattori tecnologici, economici e politici. La loro evoluzione nel tempo deve essere attentamente monitorata.

### **3.3.2 Meccanismi regolatori: gli incentivi statali**

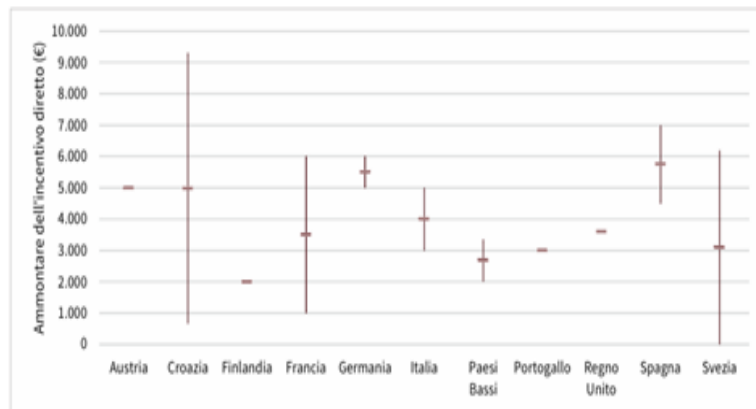
Il segmento delle auto elettriche e ibride è un comparto eccezionalmente sovvenzionato. È per questo che la transizione ha raggiunto il punto di non ritorno: sia la domanda che l'offerta stanno traendo i benefici. In questo, un ruolo fondamentale è stato svolto dalle scelte politiche intraprese per favorire il passaggio dai veicoli tradizionali a quelli meno inquinanti, con l'obiettivo di portare l'intero parco circolante a emissione zero.

Gli incentivi che uno stato può mettere a disposizione dei cittadini sono di vario tipo e possono essere finalizzati in maniera diretta o indiretta all'acquisto del mezzo elettrico o ibrido. Rientrano nelle modalità dirette gli incentivi finanziari come le detrazioni fiscali, le esenzioni e gli sconti sui prezzi di listino delle automobili. Gli incentivi indiretti non sono di natura finanziaria, ma infrastrutturale come ad esempio: la disponibilità di parcheggi e l'accesso alle stazioni di ricarica il tutto gratuito. Ogni stato sulla base della propria struttura geografica e sulle inclinazioni dei propri cittadini ha promosso tipologie differenti di incentivi. Si può notare come questi si differenzino non solo a livello geografico, ma anche temporale e quantitativo come riporta il grafico sotto riportato.

Ma da cosa dipendono queste scelte? E come cambiano nel tempo?

Gli stati si sono affacciati al mondo delle auto elettriche ed ibride in maniera differente nel modo e nelle tempistiche.

Quando una nuova tecnologia o un nuovo prodotto entra nel mercato è necessario del tempo affinché venga adottata da un numero sempre crescente di utenti. La Curva di Rogers descrive questo andamento: è un modello usato per illustrare il modo in cui l'innovazione viene adottata dai differenti individui in un sistema sociale andando a classificare le diverse categorie di utilizzatori sulla base del loro

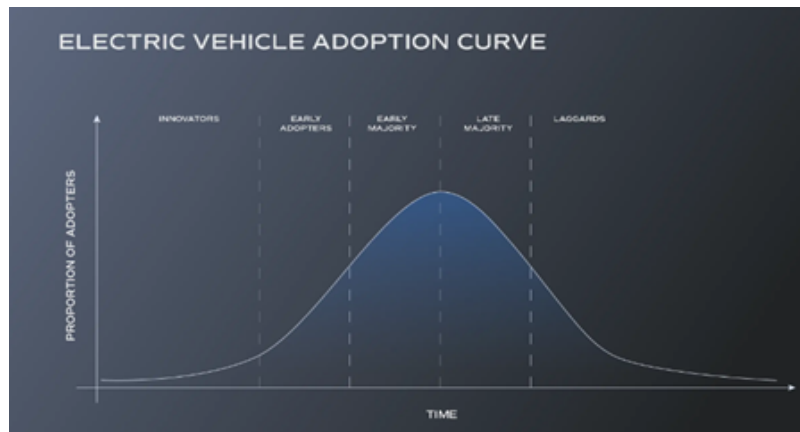


**Figura 3.10:** Incentivi diretti a privati per l'acquisto di auto elettriche nel corso del 2022 in alcuni principali Paesi europei

Fonte: Tratti evolutivi di una transizione necessaria (Osservatorio sulle trasformazioni dell'ecosistema automotive italiano 2022)

grado di *innovativeness*. Si ottiene una curva a forma di campana come mostra il grafico sottostante che prende il nome di *adoption bell curve* [28].

- **Innovators:** sono i primi individui a adottare i veicoli elettrici. Solitamente rappresentano il 2,5% della Product Adoption. Hanno un Range Index molto basso; non temono l'alto grado di complessità e incertezza associato alla nuova tecnologia di propulsione.
- **Early Adopters (13,5%):** gli acquirenti precursori dei veicoli elettrici sono tipicamente opinion leader influenti nelle loro comunità. La loro approvazione è cruciale per influenzare la diffusione della tecnologia per il resto della popolazione. Rispetto agli *innovators* sono disposti a prendere dei rischi calcolati.
- **Early Majority (34%):** questo gruppo di consumatori abbraccia la nuova tecnologia dopo che è stata provata e validata dagli *Early Adopters*.
- **Late Majority (34%):** tendono ad essere scettici e cauti, adottando le innovazioni delle auto elettriche più lentamente, quando la loro diffusione è già consolidata e ad un accesso maggiore.
- **Laggard (16%):** l'ultima porzione della curva è costituita dai più restii al cambiamento, magari legati all'idea dei veicoli a benzina, e potrebbero richiedere incentivi significativi per adottare nuove idee e tecnologie. Sono il gruppo di consumatori più resistente alle innovazioni delle auto elettriche.



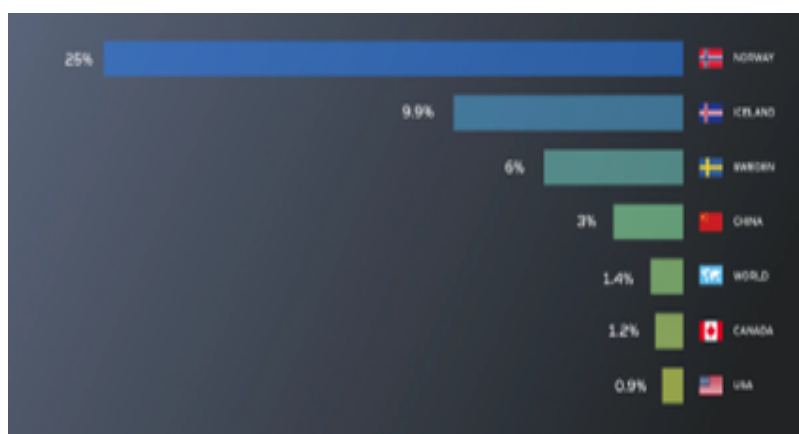
**Figura 3.11:** Curva di Rogers dei veicoli elettrici.

Fonte: Early Adopters of Electric Vehicles: The EV Adoption Curve by EXRO analysis

Come si può notare dai grafici sottostanti, gli innovators di questa tecnologia sono stati i paesi Scandinavi. Il forte impegno per la sostenibilità ambientale che li caratterizza e una politica lungimirante di incentivi governativi sono state le ragioni principali che ne hanno fatto di loro i pionieri. Rispetto agli altri paesi, la loro iniziativa nel campo delle auto elettriche è partita con largo anticipo tantoché al momento i loro governi stanno lavorando in direzione opposta.

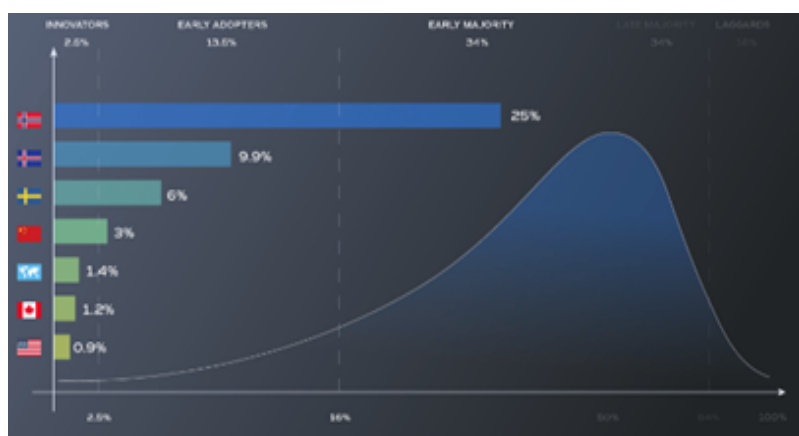
Caso emblematico è quello della Norvegia, il primo stato al mondo con la maggior diffusione di auto elettriche (nel 2023 queste costituivano il 70% del loro mercato). Già a partire dagli anni novanta, la politica norvegese ha favorito l'acquisto da parte dei consumatori di queste nuove tipologie di auto, esentandole dal pagamento della corrispettiva IVA italiana. In Norvegia, dove la percentuale delle tasse di immatricolazione può arrivare fino al 100% del valore dell'auto, questo incentivo statale ha sicuramente favorito l'aumento delle quote di mercato da parte delle EV. Anche le fasi successive hanno contribuito alla realizzazione di questo risultato. A titolo di esempio, in Norvegia nel 2022 per acquistare un'auto ad alimentazione a benzina con emissioni di  $CO_2$  pari a 120 g/km, del peso di 1.400 kg e del prezzo di 25.000 €, gli acquirenti pagavano circa 16.000 € di tasse. A parità di peso e di prezzo, ma differente alimentazione (elettrica) l'ammontare delle tasse era pari a 1280 € [29]. L'esenzione è stata estesa anche al bollo annuale, ai pedaggi stradali e sui traghetti (rispettivamente 1997 e 2009) e ai parcheggi gratuiti (1999) offrendo ai cittadini non solo incentivi finanziari, ma anche benefici correlati che compensano la minore autonomia e il valore incerto delle auto elettriche usate. Secondo Petter Haugneland [30] è stata la presenza massiccia di questa politica di incentivi finanziari e non partita con largo anticipo a creare la situazione attuale della Norvegia, uno stato che viaggia sulla totalità di un mercato con un parco auto

completamente elettrico. Una situazione analoga è avvenuta anche in Danimarca. Al momento in questi paesi dove ormai è corroborata la quota del mercato delle EV, non è più necessario incentivarne l'acquisto e i governi stanno lavorando in direzione opposta riducendo gli incentivi; ad esempio in Danimarca dal primo Gennaio 2024 i possessori di auto elettriche non saranno più esenti dal pagamento del parcheggio pubblico e dei pedaggi stradali.



**Figura 3.12:** Early adopters delle auto elettriche nel mondo.

Fonte: Early Adopters of Electric Vehicles: The EV Adoption Curve by EXRO analysis



**Figura 3.13:** Confronto dei precedenti stati nella curva di adozione delle BEV.

Fonte: Early Adopters of Electric Vehicles: The EV Adoption Curve by EXRO analysis

### Una politica tempestiva di incentivi nel caso della Cina

Negli ultimi trent'anni lo sviluppo cinese nel settore automotive è stato straordinario. Nel 1998 il numero delle auto prodotte in Cina rappresentava meno del



40% della controparte prodotta in Italia; rispetto a Stati Uniti e Giappone rispettivamente solo il 10% e il 4%. Ma questo trend è destinato a cambiare velocemente: basti pensare che nel 2022 il numero di auto prodotte in Cina era 50 volte il dato italiano e questa notevole differenza in termini di produzione avrà un andamento sempre crescente nel tempo. [31]

Questo successo è stato registrato anche nel segmento delle auto elettriche: nel 2023 sono state vendute più di 6 milioni di (BEV) per un aumento del 22% rispetto al 2022; nello stesso anno la Cina ha triplicato la produzione rispetto alla controparte europea: 9 milioni di veicoli elettrici (BEV+PHEV) contro i 3,3 europei.

Com'è stato possibile ottenere queste cifre? La strategia cinese ha avuto varie articolazioni: privatizzazioni nel settore, grandi investimenti in R&D e alleanze con imprese leader occidentali. Queste ultime hanno la possibilità di produrre in Cina solo nell'ambito di una cooperazione con le imprese locali. In questo modo c'è stata una diffusione veloce sia delle conoscenze tecnologiche che delle competenze innalzando la qualità della produzione cinese.

Questi strumenti sono stati importanti per colmare il divario, ma non per attuare il sorpasso nel campo ICE dove le competenze dei produttori europei e americani sono consolidate nel tempo. Sorpasso tecnologico che invece è stato ampiamente ottenuto nel settore emergente delle auto elettriche a batterie. Questo risultato è stato possibile grazie all'assenza di un leader occidentale nel settore delle batterie, nell'accesso ad un prezzo vantaggioso alle materie prime come il litio, ma soprattutto a politiche tempestive ed organiche.

Già nel 2009, quattro anni prima dell'Italia e 6 prima della Germania, la Cina aveva introdotto i primi incentivi per acquistare auto elettriche e secondo Yuntong Zhao in «How can China's subsidy promote the transition to electric vehicles?» sono stati fondamentali per raggiungere i risultati attuali [32]. La Cina ha adottato una politica protezionistica, gli incentivi, parametrati su fattori tecnologici, infatti sono riservati solo alle automobili assemblate nel paese. Con questa strategia e con una forte pressione sui produttori per innalzare il livello tecnologico, i brand locali hanno raggiunto all'inizio del 2024 oltre l'85% del mercato delle auto elettriche.

## **Gli incentivi stanziati nel mondo**

Secondo un rapporto della International Energy Agency IEA, nel 2021 la spesa pubblica globale per incentivi e sussidi all'auto elettrica è stata di quasi 326,5mld di €, il doppio rispetto all' precedente [33]. Si può stimare che nel solo 2022 il totale degli incentivi diretti stanziati in Europa per l'acquisto di BEV a privati e imprese sia non inferiore a 4,2-4,5mld di €, cifra alla quale si aggiunge l'investimento per lo sviluppo delle infrastrutture di ricarica e i benefici fiscali, non facilmente quantificabile. Lo sforzo a favore dell'auto elettrica sostenuto fino ad oggi, in

termini di spesa pubblica, è stato quindi enorme, e continuerà ad esserlo anche nel 2023. In Italia, un decreto del governo emanato nell'ottobre 2022, stanziava quasi 2mld di € in tre anni per incentivi all'acquisto di auto a basse emissioni contro i 3,4mld di € stanziati dalla Germania nel biennio 2022-2023. A settembre 2022 il governo francese ha annunciato un piano del valore di 1,4mld di € per l'elettrificazione di auto e veicoli pesanti [34].

Questi esempi, tra i molti, sono utili per focalizzare con la giusta lente la situazione presente: gli attuali livelli di domanda di EV sono legati a un prezzo di acquisto e a costi di utilizzo molto più bassi di quelli effettivi di una condizione normale.

In un'ottica meramente politica tali investimenti vengono ampiamente accolti poichè consentono una riduzione più veloce nelle emissioni di gas serra. Allo stesso tempo però hanno un comportamento inibitore verso le dinamiche competitive e gli allineamenti fisiologici dei prezzi alla domanda reale. Infatti vengono talvolta falsati i meccanismi competitivi che dovrebbero portare ad una riduzione progressiva del prezzo delle auto nel corso del tempo in sintonia con la riduzione dei prezzi di produzione.

### **3.3.3 Meccanismi regolatori: stazioni di ricarica elettrica e range index**

Come visto nel paragrafo precedente i finanziamenti delle pubbliche amministrazioni non sono solo di tipo monetario, ma anche infrastrutturale. In particolar modo, dati i costi ingenti necessari per sostenere queste spese, rientrano spesso nel conto economico degli stati anche gli investimenti nelle infrastrutture di ricarica che vengono normate dallo standard internazionale di sicurezza: IEC 61851-1.

L'aiuto governativo non si declina solo in maniera diretta ovvero tramite il finanziamento di progetti con fondi pubblici, ma anche con agevolazioni fiscali: il privato che si occupa della costruzione di un'infrastruttura di ricarica può detrarre una parte dei costi e ricevere un rimborso sotto forma di agevolazione fiscale. La capillarità con cui queste strutture sono presenti o meno sul territorio sono infatti un fattore che i consumatori tengono in considerazione per l'acquisto di un'EV.

Si definisce *range index* o ansia da autonomia la sensazione di preoccupazione o paura di rimanere senza energia durante un viaggio dovendo costantemente tenere sotto controllo l'autonomia della batteria del veicolo o la disponibilità delle infrastrutture di ricarica lungo il proprio percorso [35]. Questa preoccupazione nasce dalle prime fasi della diffusione della mobilità elettrica, quando lo sviluppo tecnologico delle vetture non era al livello di quelle attuali e la rete di ricarica non era così estesa e capillare come lo è attualmente, ma è comunque, ancora oggi, un fattore che influenza il comportamento degli acquirenti soprattutto di quelli più restii verso questa nuova tecnologia.

Al momento in Italia una delle cause della percentuale bassa di auto BEV e PHEV vendute è imputabile infatti al numero e ai punti di ricarica ancora esiguo.

### Tipologia di stazioni di ricarica

Oltre alla presenza di un'adeguata rete di stazioni di ricarica, l'altro fattore preso in considerazione dai consumatori è il tempo di ricarica. Infatti abituati al tempo relativamente breve con cui si effettua un pieno di carburante, la situazione è diversa per le tempistiche di ricarica di un'auto elettrica. Le caratteristiche della fase di ricarica sono determinate dalla tipologia di corrente e dalla potenza di riferimento. La corrente erogata può essere di due tipologie, alternata (AC) o continua (DC). L'altro fattore di riferimento è quello della potenza espressa in kW.

- **Ricarica sicura domestica/aziendale lenta o veloce:** sul cavo di alimentazione del veicolo è presente un dispositivo denominato Control Box che funge da sistema di sicurezza PWM. Garantisce la sicurezza delle operazioni durante la ricarica che avviene tramite prese domestiche (ad esempio la classica Schuko) o industriali fino a 32A (sia monofase che trifase per un massimo di 22 kW). Nel caso domestico dove si raggiungono circa i 3kW, la bassa potenza ottenibile implica anche un tempo maggiore di ricarica. Si stima che la Tesla Model Y impiegherebbe in queste modalità circa 50 ore di tempo di ricarica continua. Nasce quindi la *wallbox*, una colonnina domestica di ricarica che, collegata alla rete elettrica casalinga dotata di un suo piccolo contatore, ha potenze di ricarica che variano tra i 3,7 e i 7,4 kW
- **Ricarica per ambienti pubblici, lenta o veloce:** questo sistema è obbligatorio per i luoghi pubblici. La ricarica avviene tramite un apposito sistema di alimentazione dotato di connettori specifici. Anche qui, come da normativa, è presente la PWM e la ricarica può essere di tipo lento (16A 230V) oppure rapido (fino a 32A, 400V)
- **Ricarica diretta in corrente continua FAST DC:** è la ricarica in corrente continua fino a 200A, 400V. Con questo sistema è possibile ricaricare i veicoli in meno tempo. Sono presenti due standard: *CHAdeMO* (Giapponese) e *CCS Combo* (Europeo).

### Un problema di posizionamento

Il problema del posizionamento è la prima e grande questione che stati ed enti privati devono affrontare per risolvere il problema delle infrastrutture di ricarica. La complessità nasce dal fatto che la ricarica può avvenire, come visto sopra, non solo in luoghi diversi, ma anche con tempi di ricarica differenti.

L'esito delle decisioni è in mano ad operatori privati che decidono il dove, il quando, quanti SR e PR offrire e con quale modello di business adottare (ad esempio se essere più vicini al modello proposto da Tesla di rete proprietaria o quello proposto da Enel X non proprietaria). Le loro decisioni devono però essere ponderate. Una pianificazione non corretta, frutto di scelte sbagliate ad esempio sul numero di SR o PR rispetto alle necessità attuali, comporta uno spreco di risorse pubbliche stanziare a favore della causa di riduzione della  $CO_2$  (Fondi europei "Fit for 55", PNRR per citarne alcuni).

In particolar modo lo sviluppo scorretto, sia eccessivo che insufficiente, determina il noto e spesso citato problema dell'uovo e della gallina [36]: da un lato gli automobilisti sono avversi all'acquisto di un'auto elettrica senza infrastrutture adeguate (per il range index) mentre dall'altra, gli operatori sono restii ad effettuare investimenti in infrastrutture fino a quando non ci sarà una domanda sufficiente per renderli proficui.

La natura del problema di posizionamento ha duplici aspetti: tecnologico, sociale ed economico e ha una portata molto ampia poiché coinvolge attori privati e non. L'aspetto tecnologico deve tener conto della presenza di vincoli come l'evoluzione delle tecnologie e il dover adattarsi a tutte le modalità di trasporto terrestre (non solo auto, ma anche taxi, moto, furgoni e autobus). Si parla infatti anche di *interoperabilità* ovvero la possibilità per un veicolo di effettuare una ricarica su tutte le tipologie di colonnine esistenti. In parte questa questione è stata risolta a livello normativo creando degli appositi standard per le prese (ad esempio i Combo-1 e Combo-2 per gli Stati Uniti e l'Europa e i CHAdeMo per Giappone, Europa e U.S.A). I due problemi tecnologici insiti nello sviluppo di una infrastruttura elettrica di ricarica sono la collocazione ottimale delle stazioni di ricarica sul territorio (specie quello urbano) e la dotazione energetica da assegnare a ciascuna di esse, calcolata in base all'utenza prevedibile.

L'ENEA ha proposto un modello applicato al caso italiano per fornire gli strumenti metodologici riassunto in «Strumenti metodologici per la dislocazione ottimale ed il dimensionamento energetico delle stazioni di ricarica elettrica in ambito urbano» [37]. Il report evidenzia come la disponibilità di un'infrastruttura di ricarica ben ritagliata sulle esigenze dell'utenza sia importante ai fini dello sviluppo della mobilità elettrica. Secondo infatti uno studio dalle Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan), la disponibilità di punti di ricarica standardizzati risulta un fattore determinante per dare un impulso al mercato delle auto elettriche (PEV/PHEV), e occorre che la ricerca, oltre agli obiettivi di sviluppo tecnologico (quali sistemi di accumulo, di ricarica e di comunicazione tra veicolo e rete), si concentri anche sull'eliminazione di queste che al momento sono barriere infrastrutturali. Per poter rispondere in maniera ottimale alle esigenze dei clienti, Andrenacci consiglia in prima battuta di avvalersi della potenzialità che le

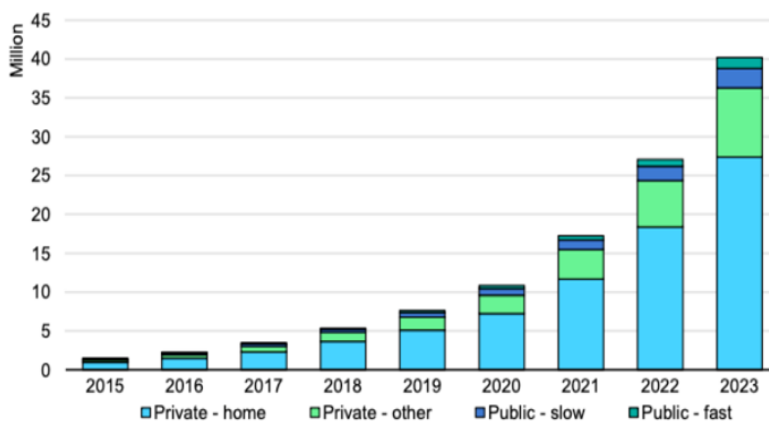
grandi raccolte di dati geo-referenziati, generati in grande quantità (Big Data) da varie sorgenti quali dispositivi mobili (smart-phone, tablet e unità di bordo), hanno. Le analisi di questi dati (ad esempio: numero di viaggi effettuati nel periodo di osservazione, le distanze coperte, la distribuzione geografica dei punti di arrivo) consentono di comprendere in maniera migliore i comportamenti e le abitudini dei viaggiatori permettendo quindi la costruzione di modelli di simulazione più aderenti alla realtà. Questi, a loro volta, sono di supporto per le analisi di prestazioni del trasporto urbano e colgono criticità ed opportunità di modernizzazione della viabilità, creando una soluzione di dettaglio più centrata nella sua accettabilità territoriale. Lo studio consiglia inoltre di individuare dei cluster che determinano il numero di infrastrutture di ricarica necessarie in maniera da assicurare, su base calcolata, il rispetto del vincolo di autonomia dello spostamento mediante una dislocazione ben valutata delle stazioni di ricarica sul territorio urbano. Questa metodologia rappresenta una prima risposta al problema, che nella realtà risulta essere molto più complesso. Infatti, nel pianificare un'infrastruttura di ricarica per i veicoli elettrici è necessario tenere conto anche dell'interazione di tale infrastruttura con il sistema elettrico territoriale, della effettiva conformazione del territorio e per concludere delle politiche nazionali e comunitarie in materia di energia elettrica. Inoltre, il modello demand-side deve essere necessariamente integrato con modelli di business che garantiscano gli opportuni ritorni economici anche per gli operatori privati. Per quanto riguarda invece l'aspetto sociale ed economico sono anche da considerare le caratteristiche degli insediamenti (densità abitativa, numero di parcheggi privati). Lo studio condotto da Danieli R. *"Il dimensionamento e posizionamento ottimale delle infrastrutture di ricarica delle auto elettriche: Cosa può imparare l'Italia dall'esperienza norvegese?"* analizzando le caratteristiche dei consumatori e del territorio, offre un quadro generale della situazione [38]. La scelta è ricaduta in maniera naturale sulla Norvegia, stato con il 90% delle quote del mercato di EV, esempio quindi per eccellenza di una buona riuscita di penetrazione nel mercato. Dallo studio emerge come gli acquirenti appartengano a tutte le fasce sociali ed età. Risiedono prevalentemente in appartamenti o condomini privati che godono di sovvenzioni pubbliche, ma che soprattutto dispongono di almeno un posto auto. Questo fattore è fondamentale perchè consente la ricarica della propria auto comodamente a casa. L'esperienza norvegese mostra quindi che la ricarica può diventare un "non-problema", anzi un vantaggio rispetto all'auto termica: si ricarica a casa, di notte quando l'auto non è utilizzata, e si evitano le code alle stazioni di servizio. Ovviamente questa considerazione è applicabile solo a parità di condizioni demografiche; ad esempio in Italia la situazione è molto più difficile sia per via della densità demografica più elevata rispetto al caso norvegese, sia per il numero di posti privati a disposizione dei cittadini.

## La situazione attuale nel mondo

Secondo le stime riportate all'interno del *Global Ev Outlook 2024* a cura di IEA sono più di 25 milioni (su un totale di oltre 40 milioni) i punti di ricarica domestici registrati a fine 2023 a livello mondiale confermando la ricarica domestica la via preferita e più utilizzata [11]. Nelle città densamente popolate, dove la maggior parte delle persone vive in abitazioni con più unità, l'accesso alla ricarica domestica è però più limitato e i proprietari di veicoli elettrici si affidano maggiormente alla ricarica pubblica, come avviene ad esempio in Corea, paese con alta densità demografica e con il più alto rapporto tra capacità di ricarica pubblica e veicoli elettrici.

In Europa invece è Regno Unito a vantare una delle percentuali più elevate di accesso alla ricarica domestica: il 93% degli ev-charger, di cui più della metà sono caricatori intelligenti: gli incentivi promossi dallo stato sono terminati per le PC, ma finanziano le installazioni di punti di ricarica pubblici e privati (56300 registrati a fine 2023 con un ulteriore aumento di 300000 entro il 2030). Sempre secondo lo studio condotto da IEA, le modifiche ai regolamenti edilizi per imporre la presenza di dispositivi di ricarica, come proposto dall'Unione Europea, sono un modo efficace per ovviare al problema della ricarica domestica limitata aumentando l'accesso nel tempo, soprattutto per le persone che non dispongono dello spazio sufficiente per ricaricare l'auto comodamente in casa.

Oltre alla ricarica domestica, quella privata comprende anche altri caricabatterie non accessibili al pubblico (evidenziati nel grafico in verde chiaro), come i dispositivi riservati ai dipendenti, alle flotte o ai clienti di determinati stabilimenti. Negli Stati Uniti esistono 15.900 punti di ricarica privati non domestici.



**Figura 3.14:** Sviluppo delle colonnine nel mondo

Fonte: GlobalEVO Outlook 2024

Nell'Unione Europea invece sono oltre 250.000 i punti di ricarica privati ad accesso limitato. Per favorire la transizione elettrica nell'ultimo anno lo sviluppo delle colonnine e delle infrastrutture europee verrà stanziato un miliardo di euro dalla Commissione Europea per la creazione di punti di ricarica e rifornimento lungo la rete transeuropea Ten-T. La commissione ha inoltre lanciato un invito a presentare proposte nell'ambito del programma Connecting Europe Facility (Cef) per le infrastrutture a combustibili alternativi (Afir) per il 2024 e 2025. Nel nuovo regolamento il sostegno economico non sarà solo per le ricariche elettriche, ma anche per la realizzazione di infrastrutture per i combustibili alternativi e sia per le stazioni di rifornimento di idrogeno esteso non solo al trasporto stradale, ma anche a quello marittimo e aereo. Inoltre si pone l'obiettivo di garantire la piena interoperabilità delle infrastrutture costruendo una colonnina ogni 60 km. Gli Stati Uniti invece hanno invece orientato le loro normative sulla standardizzazione: la SAE International ha annunciato che utilizzerà il connettore di ricarica Tesla (J3400) come standard in tutto il Nord America secondo lo standard di tariffazione nordamericano (NACS). L'obiettivo è garantire che qualsiasi fornitore o produttore sia in grado di utilizzare e implementare il connettore, offrendo ai conducenti di veicoli elettrici più opzioni per una ricarica affidabile e conveniente in tutto il Nord America. Sia il regolamento AFIR in Europa, sia il NACS in Nord America sono esempi di legislazione emanata per migliorare l'interoperabilità della tariffazione delle infrastrutture di ricarica. Il raggiungimento di una maggiore interoperabilità sarà necessaria in più regioni ed è possibile solo con una maggiore collaborazione tra tutte le parti interessate al fine di raggiungere un accordo comune tra standard e protocolli.



**Figura 3.15:** Infrastrutture di ricarica presenti in Italia nel 2024.

Fonte: Motus-E

# Capitolo 4

## Il piano strategico di Stellantis nel mercato elettrico

### 4.1 Il nuovo Gruppo automobilistico

Il neonato Gruppo Stellantis, frutto della fusione tra Fiat Chrysler Automobiles (FCA) e il Groupe PSA avvenuta ad inizio anno 2021, è il quarto maggior produttore di auto al mondo, con volumi di vendita congiunti di circa nove milioni di veicoli, ricavi per centosettanta miliardi e profitti di sette miliardi di dollari.[39] La storia del Gruppo nasce dalle due storiche aziende FIAT e Peugeot.

#### 4.1.1 FIAT: Cenni storici

Nel 1899 viene fondata a Torino la Fabbrica Italiana Automobili Torino (FIAT). Un anno dopo viene registrato il primo grande successo: il modello “4 HP”, un piccolo veicolo a motore con velocità massima di 40 kmh. Grazie alla guida dell’allora Amministratore Delegato Giovanni Agnelli, l’azienda inizia a vendere in tutto il mondo veicoli, autocarri, autobus, tram, motori marini e aeronautici, partecipa alle prime competizioni sportive, vedendo la sua prima quotazione in borsa. Un decennio dopo, per rispondere alla crescente domanda, l’azienda torinese inaugura la più grande fabbrica d’Europa dell’epoca, Lingotto che consente all’impresa di ampliare le sue competenze in campo siderurgico, ferroviario ed elettrico. Questo ampliamento conferisce all’azienda flessibilità, una flessibilità tale che le consentirà di convertire la produzione in produzione bellica durante i conflitti mondiali avviando una produzione di serie e di massa. Negli anni ’50, la FIAT amplia i suoi siti produttivi avviando un’altra storica fabbrica lo stabilimento di Mirafiori, affiancata da stabilimenti nel Sud Africa, Turchia, Argentina, Messico e Jugoslavia: in questo modo l’azienda torinese raggiunge i 160 mila dipendenti con 1,7 milioni



di veicoli prodotti. Negli anni successivi, la multinazionale apre nuovi stabilimenti nel sud Italia, i più grandi a Termoli e Termini Imerese e diventa una Holding, raggruppando al suo interno Fiat, Lancia, Auto Bianchi, Ferrari, Abarth ma anche Iveco e Fiat Engineering. Agli inizi del nuovo millennio l'azienda è presente in sessanta paesi con circa novecento società controllate, e proprio per questo che, in seguito ad un periodo di crisi del settore e alla morte di Giovanni Agnelli, l'azienda decide di vendere alcune attività non strategiche e concentrarsi unicamente sul business automotive. Nel 2005, sotto la guida del nuovo Amministratore Delegato Sergio Marchionne, l'impresa subisce una profonda trasformazione che porta al raggiungimento del fatturato record di 59 miliardi di euro e spinge l'azienda, in seguito alla crisi del 2008, all'acquisizione parziale del Gruppo Chrysler, il quale si trovava in una situazione economica precaria. In seguito all'accordo, il settore automobilistico registrò significativi miglioramenti, permettendo all'azienda italiana di vendere numerose vetture utilitarie anche nel mercato americano, dominato da pick-up e vetture ad elevata cilindrata e di entrare in possesso del portafoglio di brand dell'azienda statunitense, comprendente Jeep, Dodge, RAM e Mopar, solo dopo l'acquisizione totale nel 2014.

#### **4.1.2 Peugeot: Cenni storici**

Nel 1896 nasce come un'acciaieria che produce caffetterie, molle, telai e biciclette, la multinazionale Peugeot dall'omonima famiglia. Con il passare degli anni la produzione, grazie alle innovative tecniche di lavorazione, cresce in maniera vorticosamente. Solo con l'inizio del nuovo secolo, l'impresa decide di concentrarsi principalmente sul settore automotive, iniziando la produzione in proprio dei primi motori termici, mettendo in secondo piano la lavorazione dell'acciaio e la creazione di utensili. Nel 1929 inizia la produzione in massa dello storico modello "201"; accanto a questo modello più popolare, l'azienda francese ha proposto auto di fasce di mercato più alte, incentrandosi così su vetture sportive e di lusso. Grazie a questa continua ricerca della perfezione e dell'innovazione tecnologica, l'impresa giunge alla produzione e commercializzazione, nel secondo dopoguerra, della prima vettura a diesel, la "403", grazie anche al supporto dell'azienda italiana Pininfarina. Negli anni '70, in seguito alla crisi petrolifera, Peugeot decide di acquistare Citroen portando alla nascita di PSA Peugeot Citroen, al quale si aggiungono, nel corso degli anni anche DS Automobiles (2014), Opel e Vauxhall (2017). Grazie ai numerosi investimenti ed incentivi statali, la multinazionale francese è la prima, nel 2010, a presentare la prima autovettura completamente elettrica, inaugurando un nuovo ciclo economico per il settore. Nel 2016 l'azienda cambia il proprio nome, passando da Peugeot Citroen in Gruppo PSA, ed avvia numerosi investimenti nel settore della mobilità sostenibile, creando "Free2Move", servizio di leasing e car sharing.

### 4.1.3 La fusione e la nascita di Stellantis

Nonostante la fusione con l'azienda americana Chrysler, la situazione finanziaria della neonata FCA non era della migliore: la liquidità era sempre molto bassa e il divario con i competitors soprattutto nel campo delle auto elettriche diventava sempre maggiore per la difficoltà nello stanziare ingenti cifre per gli investimenti. Per rispondere a questo problema, Sergio Marchionne nel 2015 inizia a pensare ad un'ulteriore fusione con un'azienda più solida finanziariamente e più sviluppata tecnologicamente, ovvero General Motors che però non andò in porto optando per un leveraged buyout (LBO) ostile. In seguito alla morte di Marchionne, il nuovo CEO Mike Manley decise di continuare il lavoro del suo predecessore avviando le negoziazioni con l'azienda Renault, ma, anche in questo caso non venne trovato nessun accordo per via dell'ingenuità presenza statale nella controparte francese e le collaborazioni con Nissan.

Nel 2019 c'è stata la fusione paritaria tra FCA e il Gruppo PSA, frutto di un lavoro circa quindici mesi, con il quale le aziende erano pronte ad aggregare le imprese controllate. Stellantis è quotata sulla Borsa francese, italiana e americana e agli azionisti pregressi sono stati distribuiti dividendi per 1,1 miliardi di dollari per ciascuna delle due imprese. Grazie ai 14 brand (Figura 4.1) automobilistici che la compongono, l'azienda riesce a posizionarsi sul mercato rispondendo ad esigenze diverse: dal premium offerto dalla Lancia, dai fuoristrada passando da Jeep etc. Le dimensioni notevoli (270000 dipendenti con un fatturato di 180 miliardi) la annoverano tra le prime cinque case automobilistiche al mondo. Questo comporta una grande responsabilità sull'impronta ambientale .



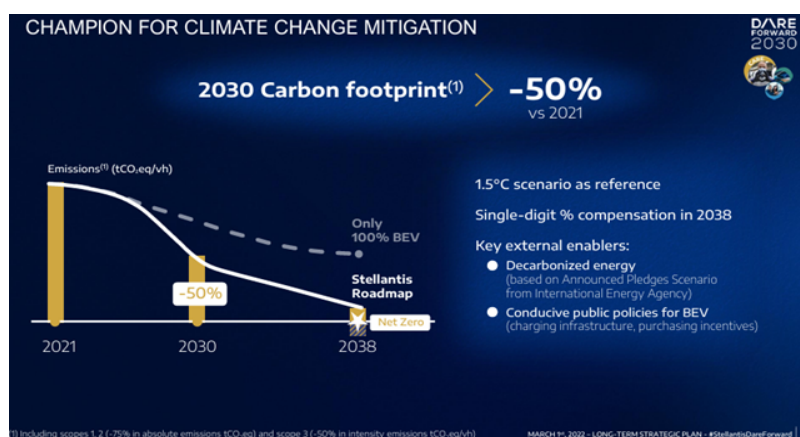
**Figura 4.1:** I 14 Brand di Stellantis  
Fonte: Sito Stellantis

## 4.2 Il piano Dare Forward

Sulla scia della trasformazione che il settore automotive sta vivendo per rispondere alla problematica ambientale, Stellantis ha delineato il piano strategico *Dare Forward 2030* con obiettivi chiari e ambiziosi: raggiungere il Carbon Net 0 entro il 2038. Il piano impone infatti una radicale riduzione delle emissioni in modo da dimezzare entro il 2030 la  $CO_2$  prodotta rispetto alle sue metriche del 2021 e azzerare le emissioni di carbonio entro il 2038, con una compensazione a una cifra percentuale delle emissioni rimanenti [40]. L'obiettivo di questo capitolo è quello di analizzare i meccanismi scelti dall'azienda sulla base del supporto teorico offerto dal capitolo precedente.

I tre pilastri che costituiscono il piano sono:

- **Care** Il care, l'attenzione, la cura viene data a tre attori intorno ai quali ruota il piano che è stato costruito per loro: il pianeta, i clienti e i dipendenti. L'ambizioso obiettivo di raggiungere le 0 emissioni di carbonio entro il 2038 con una riduzione delle emissioni che non interessa solo i veicoli prodotti e venduti, ma che riguarda tutta la filiera produttiva. La realizzazione di questo importante obiettivo segue un iter graduale che passa attraverso un target intermedio: il dimezzamento delle emissioni entro il 2030 avendo come riferimento i valori benchmark del 2021.



**Figura 4.2:** Timeline degli obiettivi di riduzione della CO<sub>2</sub> del piano strategico Dare Forward 2030

Fonte: Presentazione Dare Forward 2030 Stellantis

L'attenzione al pianeta si declina anche in un'altra scelta, quella che prevede il passaggio da un'economia lineare ad un'economia circolare andando a trasformare il concetto di "cradle-to-grave" a "cradle-to-cradle" ovvero il

passaggio da un concetto che vede la creazione o estrazione delle risorse fino allo smaltimento della loro vita utile ad un concetto che prevede la rigenerazione dei materiali utilizzati. Ciò significa sviluppare un'attività completa, a 360 gradi, basata sulle tradizionali 4R: *riparazione, riutilizzo, riparazione e riciclo*.

- **Tech** Il cuore pulsante del piano è legato all'attenzione (care) al pianeta e ad un carbon zero net raggiungibile solo grazie ad un'importante manovra di elettrificazione. Gli investimenti aziendali vengono stanziati anche per lo studio e introduzione di nuove tecnologie come le batterie ad idrogeno.
- **Value** Tre sono i driver principali tramite i quali l'azienda crea valore aggiunto per il cliente: digitalizzazione, spirito imprenditoriale e radicamento regionale. Il primo implica l'espansione della capacità di fare e-commerce per rafforzare il rapporto diretto con i propri clienti offrendo loro soluzioni basate sulla flessibilità e sulla personalizzazione. Il secondo ha l'obiettivo di espandere la creazione del valore al di fuori della pura vendita di veicoli attraverso ad esempio l'after market consentendo all'azienda di essere più vicini alle specifiche esigenze dei clienti.

#### 4.2.1 Come attuare il piano?

Nel 2021 la composizione delle vendite dell'azienda era costituita dal 14% di auto elettriche vendute in Europa e solo del 4% negli Stati Uniti «EV Day 2021» [41]. L'obiettivo di Stellantis è quello di raggiungere il mix produttivo di rispettivamente il 70% in Europa e del 40% negli Stati Uniti. Alla domanda di come sia possibile raggiungere queste cifre, l'azienda, nel comunicato stampa della presentazione del piano Dare Forward 2030 [40], risponde che è partita interrogando i potenziali clienti, gli early adopter per capire quali fossero le loro necessità e le loro aspettative, in linea con la strategia aziendale di mettere al centro il cliente.

I risultati mostrano come il 64% della popolazione mondiale consideri la preservazione dell'ambiente come valore più importante. E come l'auto elettrica sia la soluzione nell'80% dei casi dei clienti appartenenti al segmento di auto small (segmento A e B), nel 90% dei clienti appartenenti ai segmenti di auto medie e infine nel 100% dei clienti di LCV.

Ciò che emerge dalle interviste è la presenza di due importanti elementi che ricorrono non solo in letteratura, ma anche nella vita quotidiana: le questioni dell'affordable e del range index. Nei paragrafi successivi si presenteranno alcune scelte strategiche prese dal colosso dell'automotive per far sì che entro il 2026 il TCO di un'auto BEV sia lo stesso di un'auto ICE. Mentre sul fronte del range index l'azienda si sta assicurando circa 400 GWh capacità pianificata di batterie, grazie al supporto

di sei impianti di produzione di batterie in Nord America e in Europa [40]. Un altro elemento chiave per il raggiungimento di questi obiettivi è quello di integrare verticalmente la produzione stringendo alleanze con aziende specifiche di ogni settore: ad esempio, come si vedrà successivamente nel caso delle batterie con l'azienda ACC.

#### 4.2.2 La modularità: l'introduzione delle platform

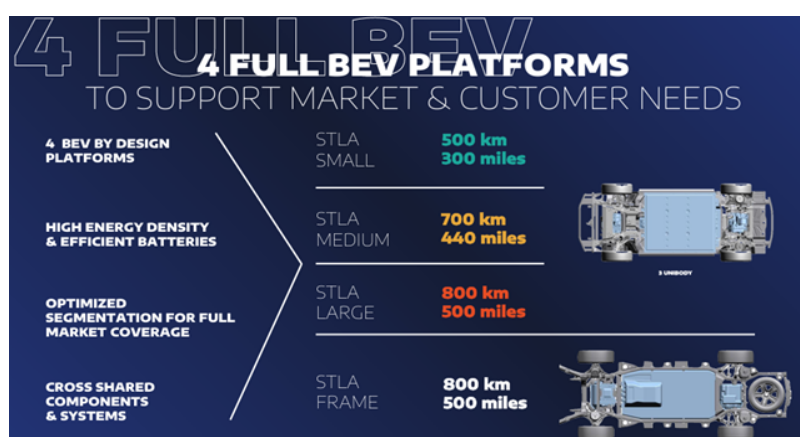
Uno degli elementi che costituisce ed incrementa il TCO è quello relativo al costo di acquisto dell'automobile che dipende dalla manodopera e dalle componentistiche. Come già individuato nel capitolo 2 presentando i meccanismi che regolano il mercato, un modo per poter ridurre questa voce di costi è sfruttare la modularità. Nel piano *Dare Forward to 2030* la modularità si traduce nell'utilizzo delle piattaforme STLA. L'introduzione dei 75 nuovi modelli BEV prevista dal piano strategico sarebbe molto dispendiosa se ognuno di questi modelli avesse la sua specifica piattaforma. La famiglia di piattaforme STLA (Small/Medium/Large/Frame) come richiama il significato stesso della sigla, è nata per rispondere alle diverse esigenze dei clienti di ogni brand sia in termini di dimensioni che di prestazioni: ogni tipologia può essere utilizzata per modelli diversi andando a rispondere alle differenti esigenze dei clienti di ognuno dei 14 brands che costituiscono il gruppo. Infatti, le quattro piattaforme -tre monoscocca e una con telaio separato - sono progettate con un alto livello di flessibilità per offrire la soluzione più efficiente per ciascuna categoria di veicolo, dalle city-car fino ai pick-up e ai SUV. In base agli obiettivi specifici di ogni veicolo, ogni STLA può essere dotata di varianti al sistema di trasmissione, come differenziali a slittamento limitato o disconnessione delle ruote, che possono migliorare le prestazioni o ridurre la resistenza meccanica per migliorare l'efficienza e l'autonomia.

- **STLA Small** Per veicoli del segmento B/C, ha una sotto-variante Smart Car Platform per veicoli a basso prezzo e consente un'autonomia di 500 km.
- **STLA Medium** Per veicoli di segmento C e D consente un'autonomia di 700 km. Esempi di questi veicoli sono la Peugeot e-3008 II, Peugeot e-5008 III e Opel Grandland II.
- **STLA Large** Transverse, prodotti di supporto che utilizzano installazioni di motori trasversali per C / D / Es con autonomia fino a 800 km
- **STLA Frame** 800 km Le piattaforme sono state pensate come afferma nel comunicato stampa per essere all'avanguardia, modulari e flessibile per quanto riguarda il passo, la larghezza, l'altezza da terra e il design delle sospensioni.

Sono stati utilizzati materiali innovativi e ad alta resistenza, in questo modo la piattaforma è ottimizzata in termini di peso e rigidità per consentire le migliori prestazioni della categoria per tutte le tipologie di veicoli. I componenti della piattaforma sono realizzati per massimizzare lo spazio all'interno del veicolo e del bagagliaio. L'attenzione all'ambiente passa anche attraverso la ricerca del risparmio energetico: i componenti della piattaforma, come l'impianto di climatizzazione, lo sterzo, l'impianto frenante e il sistema di propulsione, sono progettati per ridurre al minimo il consumo energetico e migliorare l'autonomia di guida.

Questo livello di flessibilità, unito alla condivisione dei componenti tra le piattaforme, riduce la complessità progettuale e costruttiva creando economie di scala con ciascuna piattaforma aumentando i volumi produttivi raggiungendo volumi di due milioni di auto prodotte all'anno [40]

La creazione di stabilimenti per la produzione di piattaforme STLA come il Windsor Assembly Plant in Canada o l'italiano plant di Cassino, rientrano in un investimento di miliardi di euro stanziati per il processo di l'elettrificazione [40].

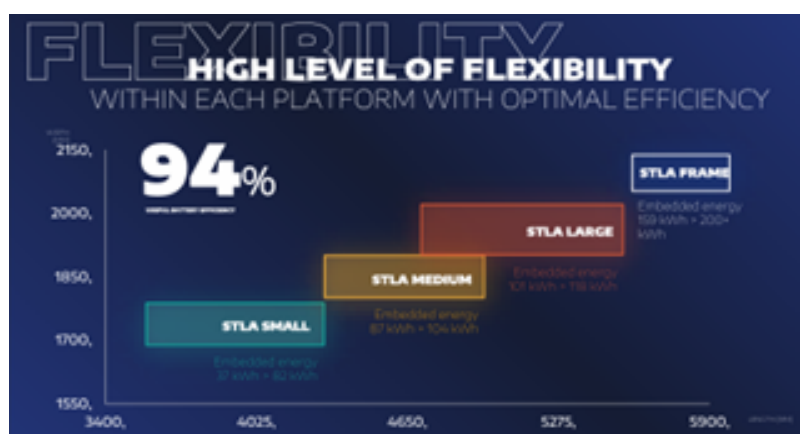


**Figura 4.3:** Piattaforme STLA

Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis

## La modularità negli EDM

La modularità introdotta dal piano strategico non è solo in termini di piattaforme, ma si declina anche nei sistemi di propulsione ovvero nei moduli di azionamento elettrico scalabili (eDM) consentendo di includere la trazione anteriore, posteriore, integrale e multi-energia in un unico dispositivo. Le piattaforme unibody infatti hanno la possibilità di essere assemblate con tre diversi EDM in grado di coprire l'intera gamma di veicoli, dalla piattaforma STLA Small fino alla STLA Frame. Questa tecnologia è alla sua terza generazione di sviluppo ed è stata progettata per

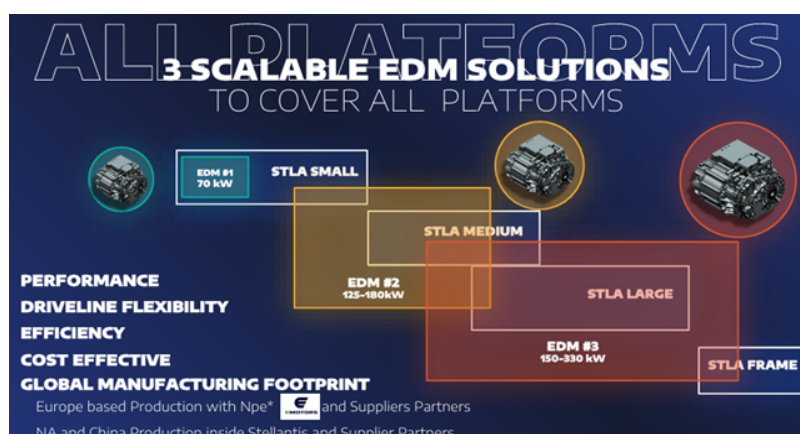


**Figura 4.4:** Caratteristiche piattaforme STLA  
 Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis

offrire un'elevata flessibilità che si accompagna alla modularità e alla scalabilità (da 70 kW a 330 kW), con un alto livello di condivisione delle risorse capace di ottimizzare i costi. La scalabilità, in particolar modo, è ottenibile grazie all'elemento chiave di questa tecnologia: la presenza di un inverter unico per le tre famiglie di EDM costituito con una tecnologia di semiconduttori al carburo di silicio che riduce al minimo le perdite di potenza. Anche il microprocessore è comune e i controlli di software sono prodotto in casa (in-house). La versatilità di questi EDM è tale per cui possono essere configurati secondo diversi layout (a trazione anteriore, posteriore o integrale). Le prestazioni del sistema di propulsione possono essere migliorate durante la vita del veicolo tramite aggiornamenti software over-the-air. Inoltre, dato il disaccoppiamento tra hardware e software che l'azienda sta promuovendo, le prestazioni del sistema di propulsione possono essere migliorate per rispondere meglio alle esigenze del cliente durante la vita del veicolo grazie ad aggiornamenti software over the air. La produzione di EDM è uno degli esempi di integrazione verticale e joint ventures che caratterizzano la riuscita del piano. I produttori europei basano la loro produzione collaborando con Npe di e-motors e partners fornitori. Mentre la produzione in Cina avviene con collaborazioni di Stellantis con fornitori locali, secondo le politiche cinesi.

### 4.2.3 Un prodotto software

Altra componente del piano è quella di creare una soluzione di automobili che disconnetta l'hardware e il software, in modo che il prodotto evolva in maniera naturale con le esigenze del cliente e migliori anche grazie all'introduzione dell'intelligenza artificiale. Come si affermano nell'introduzione del Software Day il software è la via più veloce e più economica per raggiungere la brand differentiation [42].



**Figura 4.5:** Caratteristiche degli EDM Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis  
 Fonte: Presentazione Dare Forwad 2030 Stellantis

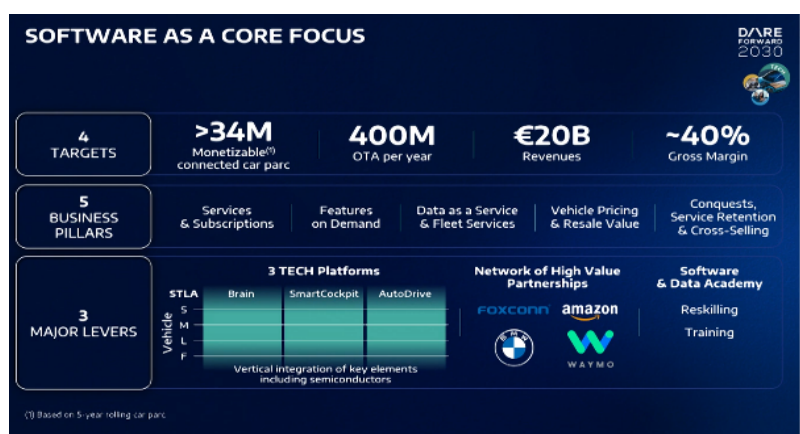
Vi è la possibilità infatti di avere nuovi flussi di ricavi monetizzando un parco auto connesso, raggiungendo, secondo le stime di Mamatha Chamarthi, software business & product di Stellantis, i 4 bilioni di euro entro il 2026 e i 20 bilioni entro il 2030 [42]. La separazione tra hardware e software si declina anche nel caso delle piattaforme STLA dove sono implementate le tecnologie SmartCockpit e STLA AutoDrive, che consentono aggiornamenti over-the-air del software e miglioramenti hardware. STLA Brain è la prima soluzione della piattaforma che consente di crescere rapidamente fornendo servizi connessi, guida autonoma, cockpit e power train alimentati dal software, hardware ed ai. La strategia di sviluppo del software è una fonte molto redditizia di entrate, con una crescita del business del 25% nel 2022 rispetto al 2021, è sulla buona strada per raggiungere gli obiettivi fissati per il 2030, ovvero 20 miliardi di euro di ricavi netti e circa il 40% di margine lordo. A fine del 2022, la flotta di Stellantis (sulla base di un parco circolante di 5 anni) era composta da quasi 13 milioni di auto connesse monetizzabili, con l'obiettivo di raggiungere circa 34 milioni entro il 2030.

- **STLA Brain** Il cuore della trasformazione in servizi incentrati sul cliente è la nuova architettura elettrica/elettronica (E/E) e software, la STLA Brain. Questa architettura orientata ai servizi, completamente integrata nel cloud, disaccoppia il funzionamento dell'hardware dal software, consentendo la creazione e la distribuzione di funzionalità e servizi più rapidamente attraverso aggiornamenti OTA (aggiornamento Over the air), senza dover attendere il lancio di un nuovo hardware. All'inizio del 2022 Stellantis ha annunciato una partnership con Amazon che supporterà la natura "sempre connessa" della nostra piattaforma con le



sue soluzioni cloud leader. Ciò consentirà casi d'uso come l'off-loading della potenza di calcolo sul cloud e la realtà aumentata.

- **STLA Smartcockpit** Costruito sulla base di STLA Brain, l'STLA SmartCockpit si integra perfettamente con la vita digitale degli occupanti del veicolo, trasformandolo in uno spazio abitativo personalizzato. L'interfaccia di nuova generazione dell'STLA SmartCockpit offre agli utenti un modo più naturale di interagire con il veicolo, basato su input che vanno dal tocco e dalla voce, allo sguardo e ai gesti. Anche questo software nasce dalla joint venture Mobile Drive tra Stellantis e Foxconn e utilizza applicazioni basate sull'intelligenza artificiale per offrire una ricca gamma di funzioni e servizi come la navigazione, l'assistenza vocale, un mercato di e-commerce e servizi di pagamento. La piattaforma utilizzerà i prodotti e le soluzioni di Amazon costruiti appositamente per i veicoli prodotti dall'azienda, per creare un sistema di controllo e di gestione dei consumi.



**Figura 4.6:** Il software come core focus Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis

Fonte: Presentazione Dare Forwad 2030 Stellantis

#### 4.2.4 Batterie e costruzione di Gigafactory

Le batterie, cuore pulsante delle auto elettriche, sono al centro dei meccanismi che regolano il mercato elettrico per via delle problematiche precedentemente sollevate (approvvigionamento delle materie prime, durata, ciclo vita, ricaricabilità e smaltimento). Per rispondere a queste ultime, l'azienda sta adottando un approccio innovativo basato su due tipologie chimiche e sta conducendo studi su una nuova tecnologia: quella delle celle ad idrogeno. L'azienda ha adottato infatti un approccio

innovativo per lo sviluppo delle batterie, basato su due tipologie chimiche: una priva di nichel e cobalto, ottimizzata per la densità energetica, e un'altra ad alta densità a base di nichel (vedi Figura 4.7). Inoltre, la gamma di batterie è stata ampliata includendo moduli al litio ferro fosfato (LFP), che permettono di ridurre i costi di produzione e rendere i veicoli elettrici a batteria (BEV) più accessibili economicamente.

**A DUAL CHEMISTRY STRATEGY TO SERVE ALL OUR CUSTOMERS**

	<b>NiCo FREE</b>	<b>NI BASED</b>
Cathode active material on Al foil	Fe - Mn - x	Ni - Mn - y
Anode active material on Cu foil	Graphite Carbon	
Energy Density at cell (Wh/L)	<b>400 - 500 Wh/L</b>	<b>600 - 700 Wh/L</b>
Pack configuration 2024	Cell-To-Pack	One unique module-based
Pack configuration 2026	<b>One unique Cell-To-Pack design</b>	
Cost (€/kWh)	<b>- 20%</b>	Reference

INTRODUCTION OF 1<sup>ST</sup> COMPETITIVE SOLID STATE IN 2026 BY REUSING INDUSTRIAL ASSETS

**Figura 4.7:** Confronto batterie con e senza nickel Fonte: Presentazione Piano Dare Forward 2030 Stellantis

Fonte: Presentazione Dare Forward 2030 Stellantis

L'azienda sta esplorando anche tecnologie avanzate per celle e pacchi batteria, come le batterie a stato solido, agli ioni di sodio, al litio-zolfo e i sistemi IBIS (Integrated Battery Intelligence System), con l'obiettivo di accelerare il processo di elettrificazione e ridurre ulteriormente le emissioni di  $CO_2$ . In particolar modo l'interesse aziendale è concentrato sullo sviluppo delle batterie a stato solido possibile grazie all'investimento dell'azienda in Factorial Energy. Questo finanziamento ha lo scopo di accelerare la produzione commerciale e la diffusione della tecnologia delle batterie allo stato solido di Factorial che si rivela affidabile in quanto offre fino al 50% di autonomia in più rispetto all'attuale tecnologia agli ioni di litio. Questa tipologia di batterie inoltre offre anche un alto livello di sicurezza operativa grazie al materiale elettrolitico solido proprietario, centrando così due obiettivi chiave per un'adozione ad ampio spettro da parte dei consumatori. La sua compatibilità drop-in con l'infrastruttura di produzione delle batterie agli ioni di litio esistenti riduce i costi; inoltre, diminuisce la complessità del passaggio a una diversa tecnologia di batterie per i produttori di automobili. Alla fine del 2021, l'azienda ha annunciato di aver stipulato accordi di commercializzazione e di sviluppo congiunto di batterie a livello globale con Mercedes-Benz, Stellantis e Hyundai, tre dei 10 principali produttori automotive.

Vengono offerte anche alternative come veicoli Plug-in Hybrid (ad esempio Jeep® 4xe), molto apprezzati dai consumatori per la loro capacità di combinare i benefici della guida elettrica con l'affidabilità dell'autonomia offerta dal motore a combustione interna. Inoltre, la nuova tecnologia eDCT (cambio elettrificato a doppia frizione) ottimizza le prestazioni dei veicoli ibridi e PHEV, ed è disponibile in due livelli di elettrificazione: 48 volt e 320 volt. Le tecnologie a basse emissioni sono estese anche ai veicoli commerciali leggeri, con soluzioni come l'alimentazione a celle a combustibile a idrogeno, che garantiscono zero emissioni allo scarico. In questo segmento, l'azienda è già riconosciuta come leader globale.

La strategia di elettrificazione non si limita ai veicoli, ma comprende anche la costruzione di un ecosistema completo, che include l'accesso a materie prime essenziali, il riutilizzo e il riciclo di componenti chiave come i pacchi batteria.

Nell'ambito del piano strategico "Dare Forward 2030", lanciato nel marzo 2022, l'azienda punta alla totale decarbonizzazione della propria produzione entro il 2038. Una tappa cruciale in questo percorso è l'apertura del Battery Technology Center di Torino, situato nel complesso industriale di Mirafiori. Questa struttura, unica nel suo genere in Europa all'interno dell'organizzazione, alla presenza delle autorità. Il centro sarà fondamentale per lo sviluppo interno di batterie sostenibili, assicurando massima qualità ed efficienza per i veicoli elettrici del futuro.

Considerando che la chimica delle batterie è in continua evoluzione, Stellantis sta esplorando tutte le tecnologie disponibili per rispondere alle esigenze diversificate della sua ampia base di clienti e assicurare una mobilità pulita, sicura e accessibile. Soluzioni innovative come la tecnologia delle batterie a stato solido di Factorial e le batterie al litio-zolfo di Lyten promettono di migliorare le prestazioni dei veicoli e l'esperienza del cliente, consentendo l'offerta di una mobilità più sostenibile per tutti.

## **Gigafactory**

Con il termine *gigafactory* ci si riferisce a una fabbrica di dimensioni gigantesche pensata per produrre batterie per auto elettriche. Il termine è stato usato per la prima volta nel 2013 da Elon Musk, il fondatore di Tesla, parlando della necessità da parte della casa automobilistica di rispondere a un crescente fabbisogno di batterie per le sue auto al minor costo possibile. Oggi è il nome della fabbrica di batterie al litio e di componenti per veicoli elettrici con sede fuori Reno in Nevada e di proprietà della Tesla; è stata la prima ad essere chiamata con il nome di Gigafactory e a dedicarsi alla produzione massiccia di batterie di ultima generazione. L'espressione viene utilizzata per indicare quindi mega impianti di produzione di batterie per auto; si tratta di fabbriche tecnologicamente avanzate e in grado di produrre ogni anno batterie per una capacità di accumulo totale di decine di Gigawattora, utilizzando fonti di energia rinnovabile e riducendo l'impatto ambientale dell'intero

processo di produzione. Sono batterie più efficienti e durevoli rispetto a quelle tradizionali con tempi di ricarica molto rapidi e ottime performance.

Le introduzioni delle gigafactories rientrano negli investimenti di Stellantis per favorire la transizione verso l'elettrificazione e nell'ottica aziendale di favorire l'integrazione verticale: nel 2020 viene inaugurata in Francia la prima gigafactory di ACC (fondata da Stellantis e TotalEnergies/Saft) con la produzione di batterie ad alte prestazioni. Sempre in una visione di partnership, l'azienda estende l'ingresso nella partnership anche a Mercedes-Benz nel 2022. Stellantis sfrutta tutte le tecnologie disponibili per le batterie per offrire una mobilità pulita, sicura e accessibile e proporre 75 modelli di veicoli elettrici a batteria (BEV) entro la fine del decennio. Il Battery Training Center di Douvrin realizzato per promuovere la riqualificazione e la formazione dei dipendenti Stellantis per facilitare il passaggio, tra gli altri, all'impianto ACC Con una capacità produttiva iniziale di 13 gigawattora (GWh), destinata ad aumentare fino a 40 GWh entro il 2030, l'impianto realizzerà batterie agli ioni di litio ad alte prestazioni con un'impronta di CO2 minima. La gigafactory contribuirà all'obiettivo di Stellantis di raggiungere una capacità produttiva di 250 GWh in Europa entro il 2030 e consentirà all'Azienda di portare avanti la propria missione per offrire una gamma completa di tecnologie per le batterie in grado di soddisfare le necessità dei clienti dell'intero portafoglio di brand Stellantis. L'Azienda sta operando per garantire una capacità di circa 400 GWh entro il 2030 grazie a cinque gigafactory situate in Europa e Nord America e ad altri contratti di fornitura.

Oltre alla produzione di batterie, Stellantis, ACC, l'Union des industries et métiers de la métallurgie, lo Stato e la regione hanno creato il Battery Training Center di Douvrin come parte del programma di riqualificazione e aggiornamento professionale. Grazie a un corso di 400 ore, i dipendenti di Stellantis acquisiranno nuove competenze nella produzione di batterie, consentendo alla regione Hauts-de-France di svolgere un ruolo da protagonista in un settore cruciale per la transizione verso l'elettrificazione. Entro il 2025 almeno 600 dipendenti opereranno nell'impianto per la produzione di batterie.

Nell'ambito del piano strategico Dare Forward 2030, Stellantis ha annunciato l'obiettivo di raggiungere entro il 2030 il 100% del mix di vendite con veicoli elettrici a batteria (BEV) in Europa e il 50% con autovetture e veicoli commerciali leggeri BEV negli Stati Uniti. Stellantis sta lavorando per diventare un'azienda a zero emissioni in tutti i settori entro il 2038, con modeste compensazioni a una cifra percentuale delle emissioni restanti.

#### **4.2.5 Nuovi studi: l'introduzione delle celle ad idrogeno**

Oltre all'elettrificazione per raggiungere l'obiettivo del Carbon Net Zero entro il 2030, Stellantis si sta focalizzando anche su un'ampia gamma di vettori energetici

e tecnologie di propulsione diverse che le consentono di soddisfare una più ampia gamma di esigenze di mobilità, tra cui quelle dell'idrogeno.

Questo perchè la soluzione con l'idrogeno permette di combinare i vantaggi derivanti dalle celle a combustibile ad idrogeno e quelle invece derivanti dalle batterie elettriche in un veicolo elettrico a celle a combustibile (FCEV). In particolar modo la cella a combustibile converte l'idrogeno contenuto nel serbatoio grazie alla presenza di un catalizzatore e l'ossigeno presente nell'aria in corrente. A sua volta, la corrente aziona il motore elettrico e, se necessario, ricarica la batteria e il vapore acqueo come unico prodotto di scarto. Di conseguenza, rispetto a una batteria, una cella a combustibile può essere definita un convertitore di energia piuttosto che un dispositivo di stoccaggio. Ci sono due configurazioni disponibili.

- **Full-Power:** una cella a combustibile è la principale fonte di propulsione in tutte le condizioni operative. Ciò richiede una cella a combustibile grande e potente e una batteria piccola
- **Range-Extender:** ad un veicolo elettrico a batteria di grandi dimensioni è combinato con una piccola cella a combustibile a bassa potenza che estende l'autonomia del veicolo fornendo energia alla batteria. Tuttavia, la cella a combustibile non è in grado di generare energia sufficiente per spingere il veicolo quando la batteria è scarica.

Sulla base delle richieste dei clienti, Stellantis ha scelto una soluzione mid-power che consente una migliore distribuzione dei pacchi batterie rispetto al sistema Full-Power.

Questa novità viene introdotta perchè consente di rispondere non solo alle esigenze dei clienti delle PC, ma anche alle esigenze dei clienti dei LCV che hanno esigenze differenti come un rifornimento rapido per percorrere distanze maggiori, senza compromettere la capacità di carico utile. Infatti grazie a quest'architettura mid-power l'azienda offre un'autonomia fino a 400 km per i furgoni di medie dimensioni e una fino ai 500 km per quelli di grandi dimensioni con un tempo di rifornimento di cinque minuti. Per preservare la capacità di carico utile, tutti i componenti del sistema di propulsione a celle a combustibile sono esterni allo spazio di carico. Il sistema può anche essere integrato con la piattaforma LCV elettrica a batteria esistente, il che significa una variazione minima e le massime sinergie tra le versioni completamente elettriche a batteria e quelle a idrogeno. Anche in questo caso l'azienda, nell'ottica di procedere con un'integrazione verticale, ha avviato una joint venture paritetica con Symbio, inaugurando la prima gigafactory in Francia. Si tratta del più grande sito di produzione integrata di celle a combustibile in Europa e consentirà a Stellantis di continuare ad espandere la propria offerta di veicoli a idrogeno.

## 4.2.6 Stazioni di ricarica

Per rispondere alla problematica della ricarica veloce e di una rete di infrastruttura più capillare che possa rispondere meglio alle esigenze dei potenziali consumatori, l'azienda, nel piano Dare Forward 2030, ha lanciato il programma Free2move Charge basato sul paradigma e-ABC: easy to Always Be Charged (caricare è facile in ogni momento). Free2move Charge nasce per rimuovere gli ostacoli compreso il range index che impediscono a molti utenti di acquistare un veicolo elettrificato. L'azienda lo ha sviluppato come un ecosistema di hardware, software e servizi di ricarica gestito dalla Business Unit Charging Energy nata appositamente per supportare questa novità che si inserisce nel consolidato contesto ambientale, agendo come naturale estensione dei 14 brands. Come afferma Riccardo Stamatti, Stellantis Senior Vice President della Charging Energy Business Unit, "La prima implementazione di questo approccio è un esempio concreto della nostra volontà di offrire prestazioni, sostenibilità e libertà di mobilità elettrificata per tutti" [40]. Questo sistema è stato progettato per proporre una ricarica intelligente che comprenda così le necessità degli utenti ottimizzando la gestione dell'energia complessiva. In questo modo il colosso dell'automotive migliora l'efficienza e l'affidabilità andando, da una parte incontro alle esigenze dei clienti riducendo il costo totale di utilizzo del veicolo (riducendo una voce del TCO) e dall'altra, massimizzando i benefici aziendali. L'interesse al cliente, che è una delle vision su cui si basa la filosofia customer centric aziendale, si declina anche nella fase dell'installazione, del finanziamento e della garanzia dei sistemi di ricarica domestici. Infatti l'azienda, sta ampliando il servizio offerto estendendolo non solo al veicolo, ma a tutte le questioni correlate offrendo un servizio più completo. L'iniziativa strategica Free2move Charge ha varie declinazioni:

- **Free2move Charge Home:** è pensato per i clienti privati e fornisce supporto completo per l'installazione, il finanziamento e la garanzia di sistemi di ricarica domestica. Tra le soluzioni disponibili, figurano cavi di ricarica in corrente alternata (CA) e Wall Box, con future evoluzioni che includeranno tecnologie avanzate come Vehicle-to-Home (V2H) e Vehicle-to-Grid (V2G). Questi sistemi completi di gestione dell'energia consentiranno una più efficiente integrazione dell'energia prodotta dai veicoli con la rete domestica o pubblica. Sono in fase di sviluppo anche soluzioni innovative come il caricamento wireless senza contatto e il sistema robotizzato a induzione, che rappresenteranno il futuro della ricarica domestica.
- **Free2move Charge Business:** si propone invece come una piattaforma "one-stop-shop" per le imprese, offrendo una gamma completa di servizi per la gestione della ricarica e delle infrastrutture energetiche. Le aziende possono beneficiare di servizi di consulenza iniziale, inclusi studi di fattibilità

economica per stimare i costi di gestione a breve e lungo termine, oltre a soluzioni per il corretto dimensionamento delle infrastrutture di ricarica. A ciò si aggiungono servizi di installazione, manutenzione e accesso ai punti di ricarica pubblici durante i viaggi, facilitando la gestione di flotte elettriche e l'ottimizzazione dei costi operativi.

- **Free2move Charge GO:** garantisce un accesso continuo e globale alla più ampia rete di punti di ricarica pubblici grazie a partnership strategiche in Nord America, Europa e altre regioni che verranno annunciate nel prossimo futuro. Oltre a fornire accesso e pagamento, il servizio prevede supporto continuo 24/7 e il lancio di nuove funzionalità, tra cui "Plug and Charge", un sistema che consente di ricaricare in maniera automatizzata e sicura senza ulteriori interventi manuali, prenotazioni di stazioni di ricarica, programmi fedeltà, pacchetti prepagati e singole fatture/ricevute. Inoltre, sarà possibile richiedere la consegna di un servizio di ricarica presso una località specifica, qualora necessario.

L'infrastruttura di Free2move Charge è stata progettata per integrarsi a Stellantis Energy Cloud, un ecosistema energetico digitale. A partire da quest'anno, questa integrazione sarà ulteriormente potenziata dalla piattaforma innovativa STLA SmartCockpit già precedentemente menzionata, suggerendo percorsi di viaggio ottimizzati e fornendo raccomandazioni di ricarica personalizzate, in base all'utilizzo effettivo del veicolo e alle esigenze specifiche degli utenti. L'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico (AI Learning) guideranno l'esperienza di ricarica, migliorandola progressivamente grazie all'analisi dei comportamenti e delle preferenze individuali.

## **Un nuovo modo di ricarica**

Una delle altre principali tecnologie candidate a rispondere in modo immediato e concreto alle necessità di decarbonizzazione e sostenibilità ambientale nel settore della mobilità, viene sviluppata da Stellantis con il sistema DWPT (Dynamic Wireless Power Transfer). Questo sistema è una nuova tecnologia che consente di ricaricare le auto elettriche in movimento attraverso il trasferimento senza fili dell'energia elettrica da una fonte di alimentazione direttamente al mezzo in marcia. In questo modo vengono superate le limitazioni dei sistemi di ricarica tradizionali, che richiedono il collegamento fisico tra il veicolo e la stazione di ricarica. La tecnologia DWPT si basa sul principio dell'induzione magnetica, in cui un campo magnetico variabile viene generato da una bobina di trasmissione posizionata sul pavimento o incorporata nella strada. Il veicolo elettrico è dotato di una bobina di ricezione situata sul fondo o nella parte inferiore, che raccoglie l'energia dal campo magnetico e la converte in energia elettrica per alimentare le batterie del veicolo. In

questo modo la ricarica continua durante la guida, consentendo ai veicoli elettrici di prolungare la loro autonomia senza dover effettuare soste prolungate per la ricarica. L'altro ulteriore vantaggio è derivante dall'integrazione di questa soluzione con diverse infrastrutture stradali come autostrade, strade urbane o stazioni di servizio, fornendo un'infrastruttura di ricarica conveniente e ubiqua per i veicoli elettrici. La partecipazione di Stellantis in questo progetto si inquadra quindi nella strategia di elettrificazione [40]. L'obiettivo principale è quello di offrire ai clienti vetture all'avanguardia, capaci di grandi autonomie e velocità di ricarica ultrarapide andando a ridurre il range index. Questo piano rientra nell'investimento dei 30 miliardi di euro per raggiungere entro il 2025 l'elettrificazione e lo sviluppo software, puntando così a sostenere i piani di decarbonizzazione e garantendo, al contempo, un livello di soddisfazione "best in class" dei clienti, a livello globale. La connettività avanzata mediante tecnologie IOT (Internet of Things) garantirà al contempo la massima sicurezza stradale consentendo un dialogo costante tra le autostrade e i veicoli che le percorrono. La pavimentazione stradale sarà inoltre ottimizzata per renderla più durevole senza alterare l'efficienza e l'efficacia della carica induttiva. Questa realizzazione è il primo esempio di innovazione collaborativa per la mobilità a "zero emissioni" di persone e merci, che vede la collaborazione di Stellantis con alcune aziende come ABB, Electreon, FIAMM Energy Technology, IVECO, IVECO Bus, Mapei e Pizzarotti per compiere oggi un passo estremamente concreto e importante con "Arena del Futuro", recentemente definita dalla prestigiosa rivista TIME una delle 100 invenzioni più importanti del 2021 [43].

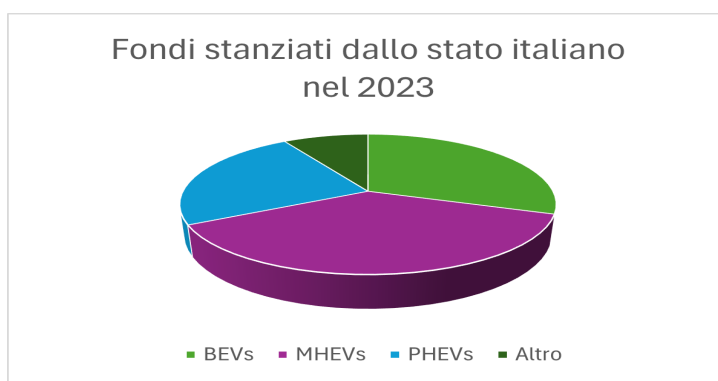
#### **4.2.7 I risultati del piano rispetto all' andamento del mercato**

In prima battuta, risulta interessante fare un confronto tra il 2021, anno precedente all'introduzione del piano strategico, e il 2023, anno successivo. Si sottolinea che i dati che verranno sotto presentati sono riferiti al mercato italiano e considerano solo la quota di immatricolazioni fatte da privati (PC) escludendo quindi la matrice dei veicoli commerciali (LCV) in linea con una tesi che si pone l'obiettivo di analizzare un lato dell'offerta rappresentato da un consumatore medio. Inoltre, poiché il confronto verrà fatto anche sul 2024, anno che al momento della stesura della tesi è ancora in corso, i dati mostrati per tutti e tre gli anni sono all'YTD di Ottobre dell'anno in esame. In questo modo è possibile poter effettuare un confronto più corretto.

Negli anni presi in analisi si può notare come ci sia stata per tutte le case automobilistiche una diminuzione della percentuale di auto vendute a combustione interna (Petrol). In particolar modo nel caso di Stellantis si registra il 33,97% rispetto al totale delle vendite nel 2021, a fronte di un 25,02% nel 2024. Questa



diminuzione si allinea con le politiche discusse nel capitolo 2. Se da un lato si assiste ad una diminuzione del peso costituito dalle auto a combustione interna, l'andamento crescente viene registrato per le BEVs, per le PHEVs e in particolar modo per le MHEVs. Nonostante ci si potrebbe aspettare una crescita molto elevata delle auto elettriche, nella realtà i pesi delle BEVs hanno un andamento differente: passando dal 4,28% del 2021 al 3,90% del 2024. Questo potrebbe essere ascrivibile alla differente quota di incentivi stanziati a favore delle auto elettriche nel governo nei primi anni rispetto al 2024 (240 milioni nel 2023 vs 190 milioni nel 2024) (Figure 4.8, 4.9). Per le auto ibride invece la situazione è stata opposta come dimostrano i grafici sotto riportati (150 milioni nel 2023 vs 235 milioni nel 2024) a cui corrisponde un aumento nelle vendite di queste auto dal 16,89% al 35,85% (Figura 4.11, 4.12)



**Figura 4.8:** Fondi stanziati dallo stato italiano per l'acquisto di auto a basse emissioni nel 2023

Fonte: propria compilazione

Si è scelto poi di presentare un confronto tra Stellantis, Volkswagen e Toyota (aziende paragonabili in termini di dimensioni e fatturato) per descrivere la composizione di alimentazioni da loro adottata e venduta nel corso degli anni. Come mostrano le figure 4.13, 4.14, 4.17 i tre players scelgono delle strategie diverse per rispondere alle limitazioni date dai vincoli ambientali: ad esempio Toyota si focalizza sulla vendita delle auto ibride con livelli che passano dal 74,17% del 2021 fino al 78,57% nel 2024. Al contrario, Stellantis presenta un aumento del peso delle vendite dato dal Mild-Hybrid, con un aumento crescente nel tempo della vendita di auto MHEV (26,96% nel 2023 vs 43,80% nel 2024).



**Figura 4.9:** Fondi stanziati dallo stato italiano per l'acquisto di auto a basse emissioni inquinanti nel 2024

Fonte: propria compilazione

Somma di YTD21												
Etichette di riga	Etichet	BMW	FORD	HONDA	NISSAN	OTHER	RENAULT	STELLANTIS	TESLA	MO TOYOTA	VOLKSWAGEN	Totale complessivo
CNG / Petrol		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,74%	0,00%	0,00%	11,60%	2,66%
Diesel		39,05%	26,71%	3,89%	15,78%	4,06%	13,12%	28,35%	0,00%	1,67%	25,44%	24,10%
Hybrid Drive / Diesel		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hybrid Drive / Petrol		0,00%	2,43%	69,94%	0,00%	0,00%	9,26%	0,00%	0,00%	74,17%	0,00%	6,95%
LPG / Petrol		0,00%	3,48%	0,00%	5,97%	0,00%	44,56%	2,76%	0,00%	0,00%	0,00%	6,52%
Mild-Hybrid (Diesel)		21,68%	1,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,95%	2,54%
Mild-Hybrid (Petrol)		0,66%	38,62%	0,00%	10,98%	0,00%	0,91%	26,96%	0,00%	0,00%	4,30%	16,30%
Petrol		24,59%	23,08%	23,48%	61,58%	83,53%	17,56%	33,97%	0,00%	22,93%	44,47%	32,60%
Plug-In Hybrid Drive / Petrol		11,39%	3,22%	0,00%	0,00%	0,00%	3,89%	3,75%	0,00%	1,05%	4,83%	4,05%
Pure Electric		2,64%	0,66%	2,69%	5,69%	12,41%	10,71%	3,47%	100,00%	0,17%	3,41%	4,28%
<b>Totale complessivo</b>		<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

**Figura 4.10:** Composizione di alimentazioni per gruppo nel mercato italiano YTD Ottobre 2021

Fonte: DataForce Stellantis

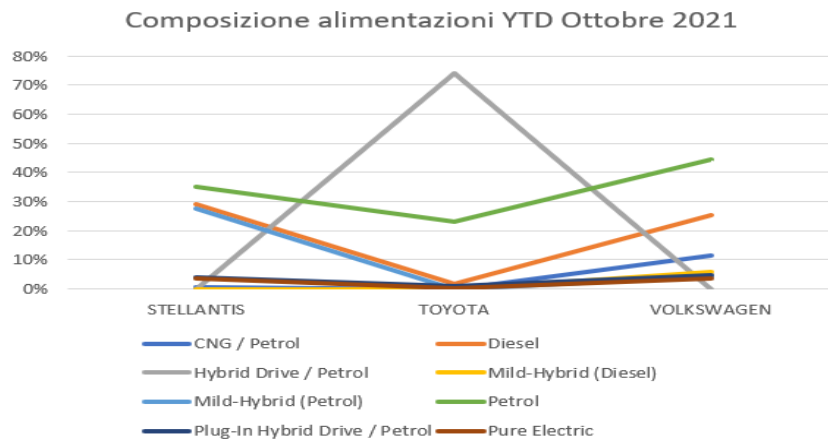
Somma di YTD23												
Etichette di riga	Etichett	BMW	FORD	HONDA	NISSAN	OTHER	RENAULT	STELLANTIS	TESLA	MCTOYOTA	VOLKSWA	Totale complessivo
Diesel		25,43%	29,96%	0,00%	3,36%	3,03%	15,18%	34,51%	0,00%	3,13%	31,34%	26,77%
Hybrid Drive / Diesel		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hybrid Drive / Petrol		0,00%	4,50%	97,04%	39,14%	0,00%	15,10%	0,00%	0,00%	76,38%	0,00%	9,50%
LPG / Petrol		0,00%	1,50%	0,00%	2,58%	34,01%	45,45%	2,05%	0,00%	0,00%	0,00%	7,02%
Mild-Hybrid (Diesel)		27,69%	3,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,31%	2,97%
Mild-Hybrid (Petrol)		4,52%	43,84%	0,00%	30,25%	0,00%	1,71%	32,38%	0,00%	0,00%	3,81%	19,33%
Petrol		26,83%	9,43%	0,75%	22,59%	45,05%	18,37%	25,02%	0,00%	17,56%	51,28%	27,06%
Plug-In Hybrid Drive / Petrol		10,66%	5,85%	0,95%	0,00%	0,00%	0,71%	3,45%	0,00%	2,14%	4,29%	3,59%
Pure Electric		4,87%	1,61%	1,26%	2,08%	17,92%	3,48%	2,60%	100,00%	0,79%	2,95%	3,76%
<b>Totale complessivo</b>		<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

**Figura 4.11:** Composizione di alimentazioni per gruppo nel mercato italiano YTD Ottobre 2023

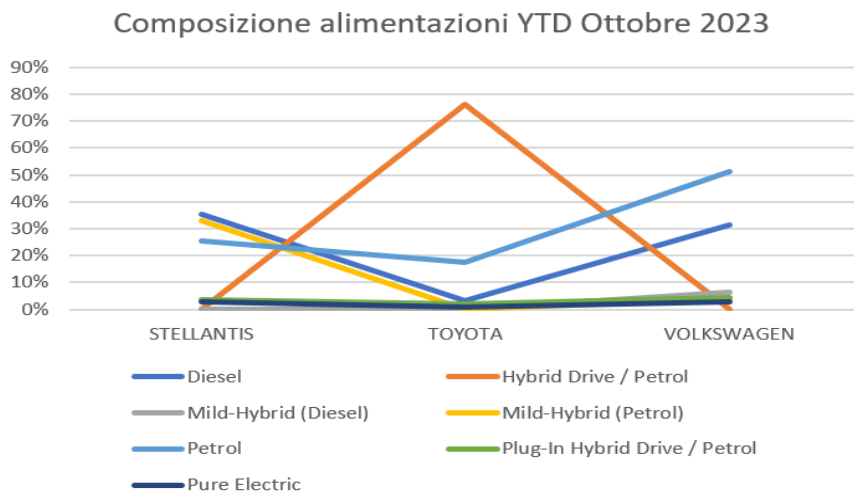
Fonte: DataForce Stellantis

Somma di YTD24											
Etichette											
Etichette di riga	BMW	FORD	HONDA	NISSAN	OTHER	RENAULT	STELLANTIS	TESLA	MCTOYOTA	VOLKSWAG	Totale complessivo
CNG / Petrol	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,56%	0,12%
Diesel	23,66%	17,89%	0,00%	1,53%	1,54%	6,33%	16,21%	0,00%	0,84%	27,74%	15,42%
Hybrid Drive / Diesel	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Hybrid Drive / Petrol	0,00%	8,03%	98,02%	48,96%	0,20%	13,54%	0,00%	0,00%	78,57%	0,00%	12,28%
LPG / Petrol	0,00%	0,62%	0,00%	0,00%	17,71%	55,48%	1,48%	0,00%	0,00%	0,00%	8,74%
Mild-Hybrid (Diesel)	34,92%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,47%	3,44%
Mild-Hybrid (Petrol)	10,69%	53,79%	0,00%	30,22%	0,00%	2,32%	43,80%	0,00%	0,00%	7,30%	22,74%
Petrol	17,61%	13,86%	0,81%	17,42%	38,81%	19,49%	34,21%	0,00%	17,34%	49,97%	30,36%
Plug-In Hybrid Drive / Petrol	7,31%	3,88%	1,17%	0,00%	10,71%	0,13%	1,70%	0,00%	2,94%	6,15%	3,00%
Pure Electric	5,81%	1,75%	0,00%	1,86%	30,94%	2,71%	2,59%	100,00%	0,30%	2,81%	3,90%
<b>Totale complessivo</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

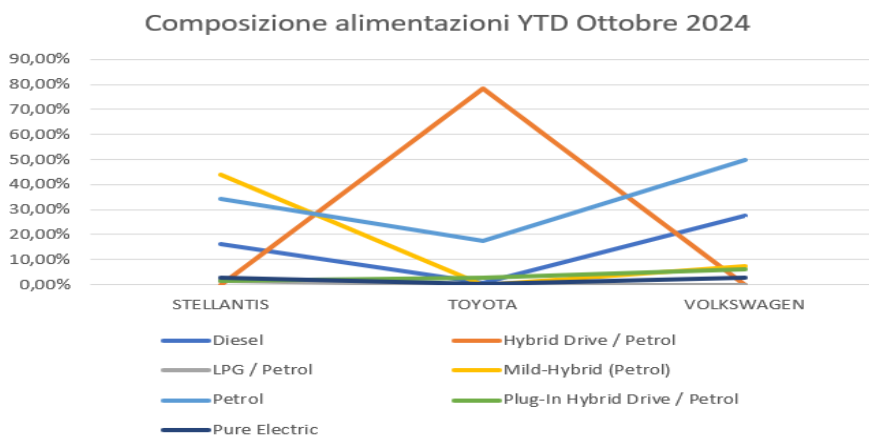
**Figura 4.12:** Composizione di alimentazioni per gruppo nel mercato italiano YTD Ottobre 2024  
Fonte: DataForce Stellantis



**Figura 4.13:** Andamento della composizione delle alimentazioni delle tre aziende: Stellantis, Volkswagen e Toyota nel 2021  
Fonte: DataForce Stellantis



**Figura 4.14:** Andamento della composizione delle alimentazioni delle tre aziende: Stellantis, Volkswagen e Toyota nel 2023  
 Fonte: DataForce Stellantis



**Figura 4.15:** Andamento della composizione delle alimentazioni delle tre aziende: Stellantis, Volkswagen e Toyota nel 2024  
 Fonte: DataForce Stellantis

Etichette di riga	Somma di YTD24	Somma di YTD24_2	Somma di YTD23	Somma di YTD23_2	Somma di YTD21	Somma di YTD21_2
STELLANTIS	174960	56,86%	161022	56,45%	129911	129911
BMW	32036	10,41%	20937	7,34%	13198	13198
FORD	31850	10,35%	40326	14,14%	29263	29263
VOLKSWAGEN	28354	9,21%	22777	7,99%	21465	21465
HYUNDAI	20084	6,53%	19715	6,91%	18513	18513
NISSAN	9100	2,96%	9606	3,37%	2544	2544
MAZDA	7706	2,50%	8224	2,88%	8272	8272
RENAULT	3615	1,17%	2623	0,92%	1043	1043
HONDA	0	0,00%	0	0,00%	0	0
<b>Totale complessivo</b>	<b>307705</b>	<b>100,00%</b>	<b>285230</b>	<b>100,00%</b>	<b>224209</b>	<b>224209</b>

**Figura 4.16:** Quote di mercato delle MHEVs PC delle prime 10 aziende in Italia

Fonte: DataForce Stellantis

Etichette di riga	Somma di YTD24	Somma di YTD24_2	Somma di YTD23	Somma di YTD23_2
TESLA MOTORS	13484	31,74%	12936	31,20%
STELLANTIS	10351	24,37%	10490	25,30%
VOLKSWAGEN	6241	14,69%	6427	15,50%
RENAULT	4216	9,93%	5087	12,27%
BMW	4078	9,60%	3168	7,64%
OTHER	1364	3,21%	232	0,56%
FORD	1034	2,43%	910	2,19%
HYUNDAI	772	1,82%	1418	3,42%
NISSAN	560	1,32%	326	0,79%
TOYOTA	324	0,76%	293	0,71%
MAZDA	54	0,13%	110	0,27%
HONDA	0	0,00%	70	0,17%
<b>Totale complessivo</b>	<b>42478</b>	<b>100,00%</b>	<b>41467</b>	<b>100,00%</b>

**Figura 4.17:** Quote di mercato delle BEVs PC delle prime 10 aziende in Italia

Fonte: DataForce Stellantis

Alimentazione	(più elementi)					
Stellantis PC/LCV	PC					
Etichette di riga	Somma di YTD24	Somma di YTD24_2	Somma di YTD23	Somma di YTD23_2	Somma di YTD21	Somma di YTD21_2
STELLANTIS	207299	32,98%	246782	37,63%	313679	313679
VOLKSWAGEN	172554	27,45%	179563	27,38%	146468	146468
RENAULT	126602	20,14%	106949	16,31%	86262	86262
HYUNDAI	43971	6,99%	40933	6,24%	43611	43611
BMW	28990	4,61%	33982	5,18%	37600	37600
TOYOTA	19555	3,11%	16124	2,46%	18773	18773
FORD	19105	3,04%	19334	2,95%	38572	38572
NISSAN	5709	0,91%	7959	1,21%	19312	19312
OTHER	2560	0,41%	1252	0,19%	367	367
MAZDA	1882	0,30%	2516	0,38%	2385	2385
FERRARI	371	0,06%	349	0,05%	447	447
HONDA	51	0,01%	42	0,01%	1514	1514
SAAB	3	0,00%	2	0,00%	0	0
<b>Totale complessivo</b>	<b>628652</b>	<b>100,00%</b>	<b>655787</b>	<b>100,00%</b>	<b>708990</b>	<b>708990</b>

**Figura 4.18:** Quote di mercato delle ICEs PC delle prime 10 aziende in Italia  
Fonte: DataForce Stellantis

A livello invece di vendite il gruppo Stellantis mantiene il suo primato negli anni nella vendita di auto MHEVs conquistando più della metà del mercato nazionale, in linea anche con le considerazioni precedentemente fatte di una spinta verso le auto con questa tipologia di alimentazione. Stesso primato anche per le auto a combustione interna (Figura 4.18). In questo caso si evince come non solo l'azienda stessa, ma il mercato registri una diminuzione della vendita di queste automobili più inquinanti passando da 708990 nel 2021 al 628652 nel 2024. Per le auto elettriche invece si posiziona al secondo posto dietro a Tesla. Considerando questo gruppo simbolo di elettrificazione, dato il portafoglio prodotti offerto ai clienti costituito solo da auto elettriche, la quota del 24,37% coperta da Stellantis è un ottimo risultato nel processo di elettrificazione (4.17).

# Conclusioni

Se la risposta alla questione ambientale delle elevate emissioni inquinanti derivanti dai trasporti sembra così immediata sulla carta, non lo è altrettanto quella che ci si pone ad un'altra correlata domanda. “È effettivamente realizzabile una riduzione totale delle emissioni di carbonio da qui a pochi anni?”. Al momento tanti attori del mercato automobilistico hanno parere negativo in merito: ogni anno le stime tendono a posticipare questo momento spostandolo sempre più in là nel tempo. Questa visione viene adottata in prima battuta dai produttori di automobili: i vincoli tecnologici, gli standards da rispettare (come la famosa e allo stesso tempo contestata norma dei  $95 \frac{g}{km}$ ) i costi ancora elevati da sostenere e la presenza di concorrenti di un certo spessore, come le aziende cinesi, fanno sì che in alcuni paesi questa transizione non sia così immediata e facile. Data l'importanza e la trasversalità del settore dei trasporti, questa transizione risulta molto più ampia di quello che si pensa: abbraccia molti aspetti rendendo necessario necessaria una riorganizzazione di alcuni aspetti per rispondere alle sfide attuali. Come si è analizzato in questa tesi, la prima sfida è costituita dalla sostituzione dei combustibili fossili, derivanti dal petrolio, con fonti energetiche secondarie derivanti da fonti rinnovabili. In questo caso, oltre all'alimentazione elettrica già ampiamente citata, una seconda opzione potrebbe essere data dall'introduzione di veicoli ad idrogeno (fuelcell). Tutto questo richiede una continua ricerca sui materiali e sulla chimica delle batterie che da un lato deve vedere un miglioramento delle prestazioni, e dall'altro anche una riduzione dei costi.

Altro aspetto toccato da questo cambiamento è quello dato dalle infrastrutture: in alcuni paesi lo stato dell'arte delle infrastrutture di ricarica necessita di miglioramenti. Ad esempio, in un Paese come l'Italia, questo aspetto comporta una ristrutturazione complessiva degli impianti di produzione, dispacciamento e di distribuzione.

Questi fattori e i dati precedentemente presentati sull'andamento del mercato e della composizione delle alimentazioni (Capitolo 4), dimostrano come questa transizione non sia così attuabile nell'immediato nonostante i piani strategici favoriti dalle aziende, come quello precedentemente presentato. Problemi infrastrutturali, tecnologici, economici e sociali (attitudini ed inclinazione del consumatore) giocano

ancora un ruolo importante. Una via percorribile e più realistica potrebbe essere quella che prevede una graduale transizione verso l'elettrico con tappe intermedie, come l'adozione di auto plug-in hybrid che, grazie alla presenza di un motore a combustione interna e uno elettrico, uniscono la tranquillità per i consumatori in termini di chilometri percorribili (riducendo il range index), ma che allo stesso tempo presentano ridotte emissioni allo scarico. Un'auto con questa tipologia di propulsioni consente di accompagnare i consumatori nella transizione verso un'adozione totale di auto elettriche. La differente quantità di incentivi stanziata a favore di questa motorizzazione, rispetto a quella elettrica, dal governo italiano confermano questa tesi.

La transizione deve far fronte anche ad un altro problema: quello della differenziazione tra i paesi. Culture sociali, politiche, conformità e caratteristiche del territorio sono solo alcuni degli aspetti che creano distinzioni tra gli Stati. Questa trasformazione e le sue sfide connesse hanno infatti impatti non solo ecologici, ma anche economici, politici e sociali. Dal punto di vista dei governi sono necessarie politiche armonizzate a livello internazionale: queste potrebbero accelerare la transizione globale verso l'elettrico sotto un denominatore comune che è il benessere dei cittadini e dell'ambiente. La responsabilità sociale adesso è in capo alle aziende, oltre che agli stati in sé che dovrebbero supportare entrambi i lati del mercato, quello della domanda e dell'offerta. In particolar modo da una parte dovrebbero sostenere le aziende che presentano difficoltà nel colmare il divario tecnologico ed economico dovuto agli ingenti investimenti in R&D da effettuare. Dovrebbero ripensare e rendere più capillare la rete di ricarica e dall'altra parte, con campagne e politiche di sensibilizzazione verso l'ambiente, responsabilizzare i cittadini a partire dalle nuove generazioni. La volontà di acquistare un'auto elettrica dovrebbe infatti scaturire, non ad esempio dalla mera preoccupazione di non poter più utilizzare la propria auto a combustione interna in determinate zone, ma dall'impegno del singolo a voler dare il proprio contributo per un mondo più verde. La transizione ecologica e quella alla mobilità elettrica sono soprattutto una questione culturale: i cittadini/automobilisti devono essere non solo informati, ma educati e accompagnati in questo passaggio epocale. La sensibilizzazione e la presa di coscienza delle alternative di trasporto ecologiche sono fondamentali per ottenere una vera trasformazione del settore. È necessaria quindi una stretta collaborazione tra il settore pubblico e quello privato che crei un ambiente favorevole all'innovazione e alla ricerca nel settore automotive: la mobilità deve essere sostenibile per l'ambiente e per tutti in quanto bene comune e primario. La sostenibilità non deve essere misurata solo allo scarico in termini di emissioni, ma in tutto il ciclo vita di produzione dell'auto e nel post utilizzo dell'utente: dovrebbe vigere, dove possibile, il paradigma delle 4 R (Riduci, Riusa, Ricicla e Recupera). Un altro aspetto che fa sì che la transizione sia veramente ecologica e che le auto



elettriche costituiscano una risposta effettiva al cambiamento climatico, è l'utilizzo di fonti rinnovabili per produrre l'energia che alimenta queste nuove tipologie di automobili. Anche in questo caso emerge la diversità dei paesi. Alcuni di questi, per motivi geografici e politici, fanno un ampio uso delle rinnovabili, altri come la Cina e l'India, invece, hanno un mix elettrico basato principalmente sul carbone. È comunque d'obbligo sottolineare che alcune fonti rinnovabili come l'eolico ed il solare, nonostante permettano vantaggi economici in termini di costi, dall'altra parte presentano criticità nella loro gestione e organizzazione. Comportano problemi come l'aleatorietà (o intermittenza) e la non programmabilità che impongono un ripensamento globale delle reti elettriche e la necessità di costruire grandi infrastrutture per lo stoccaggio dell'energia. Tale questione trova particolarmente impreparati i paesi in via di sviluppo, costituendo per loro un grande limite. A questo proposito, gli aiuti internazionali e lo scambio di conoscenze potrebbero contribuire ad accelerare questa transizione, ricordando che il problema ambientale modifica la regola base del gioco del mercato: la vera vittoria non la otterremo superando i nostri concorrenti nei profitti, ma la otterremo quando queste auto a zero emissioni saranno alla portata di tutti.

## Bibliografia

- [2] Andrea Stocchetti. «Tratti evolutivi di una transizione necessaria». In: *Osservatorio sulle trasformazioni dell'ecosistema automotive italiano 2022* (2022).
- [3] Andrea Marioni Marco Stella Gianmarrco Giorda. «Il futuro del settore automotive: sfide e opportunità per i fornitori italiani verso il 2030». In: (2023).
- [5] Marisa Saglietto. «L'industria automotive mondiale nel 2015 e trend 2016». In: *ANFIA Area Studi e Statistiche* (2016).
- [7] International Transport Forum. *ITF Transport Outlook 2023*. 2023, p. 216. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/b6cc9ad5-en>.
- [8] Teng Fei e Xu Shuang-Qing. «Definition of Business as Usual and Its Impacts on Assessment of Mitigation Efforts». In: *Advances in Climate Change Research* (2012).
- [12] Wittmann Jochen. «Electrification and Digitalization as Disruptive Trends: New Perspectives for the Automotive Industry?» In: *Phantom Ex Machina*. (2017).
- [13] J. Heinrich N. Helbig J. Sandau. «The future of the automotive value chain: 2025 and beyond». In: *Deloitte Analysis* (2019).
- [14] Marlin Arnz. «Avoid, Shift or Improve passenger transport? Impacts on the energy system». In: *Energy Strategy Reviews* (2024).
- [19] R. Martin. «The impact of the European Union emissions trading scheme on regulated firms: what is the evidence after ten years?» In: *Review of Environmental Economics and Policy* (2016).
- [20] D. Acemoglu. «The environment and directed technical change.» In: *American Economic* (2012).
- [21] Heike Proff. «Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles.» In: *Directorate-General for Enterprise and Industry (European Commission)* (2012).
- [25] Xiaohong Zheng. «A Mini-Review on Metal Recycling from Spent Lithium Ion Batteries». In: *Engineering* (2018).
- [26] Laura Cutaia. «Analisi dei flussi e studio dei mercati reali e finanziari delle materie prime presenti negli autoveicoli elettrici e nelle colonnine di ricarica». In: *Report dell' Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile* (2018).

- [27] Romeo Danielis. «A probabilistic total cost of ownership model to evaluate the current and future prospects of electric cars uptake in Italy». In: *Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche "Bruno de Finetti" Università degli Studi di Trieste, Via dell'Università, 1, 34123 Trieste, Italy* (2018).
- [28] Vanni Codeluppi. «Innovazione: il punto di vista del consumatore». In: *Congresso internazionale sulle tendenze del marketing* (2016).
- [30] Espen Hauge Petter Haugneland Christina Bu. «The Norwegian EV success continues». In: *EVS29 Symposium Montréal, Québec* (2016).
- [31] Corrado La Forgia. «Qualche valutazione su Cina, Europa e Italia». In: *CUOA* (2024).
- [32] Yushen Du Yuntong Zhao Zhaoquan Jian. «How can China's subsidy promote the transition to electric vehicles?» In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2024).
- [35] Pratap Bhanu. «Factors affecting the market dynamics of lithium-ion battery for electric mobility: a system dynamics perspective». In: *Journal of Simulation* (2024).
- [36] Till Gnann, Patrick Plötz e Martin Wietschel. «How to address the chicken-egg-problem of electric vehicles? Introducing an interaction market diffusion model for EVs and charging infrastructure». In: giu. 2015.
- [37] N. Andrenacci. «Strumenti metodologici per la dislocazione ottimale ed il dimensionamento energetico delle stazioni di ricarica elettrica in ambito urbano». In: *Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA* (2015).
- [38] Romeo Danielis. «Il dimensionamento e posizionamento ottimale delle infrastrutture di ricarica delle auto elettriche: Cosa può imparare l'Italia dall'esperienza norvegese?» In: *R.E.P.O.T Rivista di Economia e Politica dei Trasport* (2022).
- [40] Stellantis. «Long Term Strategic Plan Dare Forward 2030». In: *Comunicato Stampa* (2022).
- [41] Stellantis. «EV Day 2021». In: *Comunicato Stampa* (2021).

## Sitografia

- [1] Parlamento europeo. *Emissioni di CO<sub>2</sub> delle auto: i numeri e i dati. Infografica.* [URL](#), last accessed on 2024-10-17. 2023.
- [4] Next Generation EU e il Settore Automotive. *Comparazione dei fondi destinati al settore automobilistico tra i piani nazionali.* [URL](#), last accessed on 2024-10-14. 2023.
- [6] Our World in Data. *How much CO does the world emit? Which countries emit the most?* [URL](#), last accessed on 2024-10-07. 2024.
- [9] Paris Process on Mobility, Climate (PPMC) e the SLoCaT membership. *Submission by the Partnership on Sustainable Low Carbon Transport (SLoCaT) on behalf of the Paris Process on Mobility and Climate (PPMC) and the SLoCaT membership Talanoa Dialogue Submission.* 2017.
- [10] Consiglio Europeo. *Pronti per il 55%: il piano dell'UE per una transizione verde.* , last accessed on 2024-10-07. 2023.
- [11] IEA. *Global EV Outlook 2024, Paris.* [URL](#), last accessed on 2024-10-07. 2024.
- [15] Comunicato Stampa Unione Europea Federico De Girolamo. *Green deal: obbligo di zero emissioni per nuove auto e nuovi furgoni nel 2035.* [URL](#), last accessed on 2024-10-11. 2023.
- [16] EUR-Lex European Union. *Regulation (EU) 2017/1151 – supplementing Regulation (EC) No 715/2007 on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6) and on access to vehicle repair and maintenance information.* [URL](#), last accessed on 2024-10-11.
- [17] InsideEVs. *Sistema di funzionamento delle sanzioni per il superamento delle emissioni di CO<sub>2</sub>.* [URL](#), last accessed on 2024-10-14. 2020.
- [18] Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca ambientale. *Registro italiano per l'Emission Trading, Protocollo di Kyoto.* [URL](#), last accessed on 2024-10-11. 2022.
- [22] Forbes. *La guerra del litio: dentro la sfida tra Europa e Cina per il petrolio del XXI secolo.* [URL](#), last accessed on 2024-10-11. 2024.
- [23] Goldman Sachs. *Electric vehicle battery prices are expected to fall almost 50% by 2026.* [URL](#), last accessed on 2024-10-11. 2024.
- [24] Werner Denis. *Recycling Chain for Spent LithiumIon Batteries.* [URL](#), last accessed on 2023-10-25. 2020.
- [29] Exro. *Early Adopters of Electric Vehicles: The EV Adoption Curve.* [URL](#), last accessed on 2024-10-14. 2024.

- [33] IEA. *World Energy Outlook 2021*. URL, last accessed on 2024-10-14. 2021.
- [34] IEA. *World Energy Outlook 2023*. URL, last accessed on 2024-10-14. 2023.
- [39] Statista. *Revenue of leading automakers worldwide as of May 2024*. URL, last accessed on 2024-10-17. 2024.
- [42] Stellantis. *Stellantis Software Day*. URL, last accessed on 2024-10-17. 2021.
- [43] Forbes. *Ricarica a induzione dinamica per auto elettriche: al via la sperimentazione su un autostrada italiana*. URL, last accessed on 2024-10-11. 2021.