

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea Magistrale

**Rilevanza della Industry Architecture nel settore Automotive:  
prospettive per la produzione delle batterie dei veicoli elettrici in Europa**

Relatore:

Prof. Emilio Paolucci

Candidato:

Andrea Di Napoli

Anno Accademico 2019/2020



# Indice

<b>Abstract</b> .....	<b>IV</b>
<b>Indice delle Figure</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 La Industry Architecture</b> .....	<b>1</b>
1.1 Nascita di una Industry Architecture.....	2
1.2 Dinamiche evolutive in una IA .....	5
1.2.1 Emersione di uno standard .....	6
1.2.2 Integrazione delle competenze .....	14
<b>2 Tipologie di Powertrain</b> .....	<b>19</b>
2.1 Diffusione dei Powertrain nel mercato .....	23
2.2 Fattori di diffusione del Powertrain BEV .....	25
2.3 Caratteristiche del powertrain BEV .....	28
2.3.1 Le batterie agli ioni di litio .....	34
2.3.2 Le celle .....	35
<b>3 Struttura del settore delle batterie agli ioni di litio</b> .....	<b>40</b>
3.1 Value chain delle batterie.....	40
3.1.1 Sfide chiave per la value chain.....	43
3.2 Il mercato globale delle celle .....	48
3.3 I produttori di celle.....	50

<b>4</b>	<b>Mercato europeo delle batterie agli ioni di litio .....</b>	<b>55</b>
4.1	La capacità installata in Europa .....	57
4.2	I futuri investimenti in Europa .....	60
4.2.1	Investimenti degli Specialized Manufacturer.....	61
4.2.2	Investimenti degli OEM.....	64
4.3	Strategie degli OEM e prospettive per il futuro .....	67
<b>5</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>76</b>
	<b>Riferimenti .....</b>	<b>78</b>
	Bibliografia.....	78
	Sitografia.....	81
	<b>Appendice.....</b>	<b>84</b>

## Abstract

Ad oggi, il vantaggio competitivo delle imprese è strettamente legato alla loro capacità di sostenere un processo di innovazione continuo, rapido ed efficace.

Nell'ultimo decennio si è assistito ad un considerevole aumento della frequenza con cui le imprese sono riuscite a portare sulla scena innovazioni dirimpenti, spesso destinate a cambiare le abitudini e la vita delle persone. Uno degli ambiti in cui ciò si sta verificando è certamente quello della mobilità, diventato negli ultimi anni un tema sempre più attenzionato. Ripensare il concept di mobilità in un'ottica sostenibile risulta più che mai indispensabile, e ciò è ancora più chiaro in tempi di pandemia da Covid-19.

In tutto il mondo, il settore automotive è davanti ad un cambiamento radicale, non solo dal punto di vista tecnologico ma anche da quello organizzativo. La sua Industry Architecture, concetto delineato da Michael G. Jacobides, Professore di Strategia e Imprenditorialità alla London Business School, sta prendendo forma e i player coinvolti cercano di modellarla a proprio vantaggio.

Il presente lavoro di tesi mira ad analizzare, descrivere e approfondire i fattori che guideranno l'affermazione definitiva del nuovo concept di mobilità fondato sull'auto elettrica a batteria (Battery Electric Vehicle, BEV). La Industry Architecture che prenderà forma, infatti, determinerà la sopravvivenza e l'appropriazione del valore da parte dei player che saranno in grado di porsi in una condizione di "vantaggio architettonico".

L'elaborato pone rilevanza sulla parte della value chain che genera più valore in un veicolo elettrico a batteria, ovvero quella della produzione delle celle della batteria, offrendo un'analisi del mercato e della struttura del settore. Ad oggi, a livello globale, questa fase del processo è guidata dai grandi produttori asiatici che operano in Cina, Giappone e Corea, con le grandi case automobilistiche europee in larga misura dipendenti da essi. In Europa, tuttavia, iniziano a vedersi i primi segnali di un'inversione di tendenza che potrebbe portare, nell'arco del prossimo ventennio, ad un certo grado di indipendenza dai player asiatici.

In conclusione, il seguente lavoro ha l'obiettivo di analizzare i fattori che guideranno l'affermazione dei veicoli elettrici a batteria rispetto a quelli

alimentati a combustibili fossili e di dimostrare l'importanza della gestione della Industry Architecture nel definire i ruoli dei singoli attori e, conseguentemente, l'appropriazione del valore creato.

La finalità, inoltre, è di offrire una prospettiva su quello che potrebbe essere, nel prossimo ventennio, lo scenario europeo per la produzione delle batterie che potrebbe vedere la migrazione della produzione e, dunque, del valore dai produttori asiatici alle case automobilistiche europee.

## Indice delle Figure

Figura 1: Modello di Ubernathy-Utterback, curve ad S .....	9
Figura 2: Punti di forza e di debolezza dei Powertrain sul mercato. ..	22
Figura 3: Vendite globali per tipologia di powertrain .....	24
Figura 4: Emissioni di CO <sub>2</sub> dei BEV durante il loro intero ciclo di vita, dati per Paese .....	27
Figura 5: Differenze tra veicoli ICE e BEV.....	28
Figura 6: Costo di un Powertrain ICE vs Powertrain BEV .....	30
Figura 7: Piattaforma nativa BEV vs piattaforma ICE-derivata.....	31
Figura 8: Analisi del range [km] dei veicoli in base alla piattaforma	32
Figura 9: Powertrain ICE-derivato vs Powertrain BEV .....	33
Figura 10: Andamento del prezzo di un battery pack.....	35
Figura 11: Costo delle celle rispetto al costo totale del battery pack .	36
Figura 12: Schema con i principali componenti e il principio di funzionamento di una batteria agli ioni di litio.....	37
Figura 13: Possibili design di una cella per BEV .....	38
Figura 14: Value chain delle batterie agli ioni di litio .....	42
Figura 15: Possibili ricavi lungo la value chain entro il 2030 [\$ miliardi] .....	43
Figura 16: Emissioni di gas a effetto serra lungo la value chain, previsioni per il 2030 .....	45
Figura 17: Localizzazione dei giacimenti e previsione della domanda di litio, cobalto, nichel e manganese nel 2030.....	46
Figura 18: Crescita della domanda di batterie in GWh per settore di applicazione .....	48

Figura 19: Domanda di batterie in GWh in relazione alla regione e al settore di applicazione.....	49
Figura 20: Strategia preferita dagli OEM per i componenti principali della batteria.....	51
Figura 21: Quote di mercato dei principali produttori di celle, 2020 .	52
Figura 22: Top 5 produttori di batterie per capacità [GWh].....	53
Figura 23: Top 5 Gigafactory per capacità [GWh].....	54
Figura 24: Scenari per la produzione di veicoli e di batterie in Europa .....	56
Figura 25: Quote di produzione delle celle per regione.....	57
Figura 26: Attuale capacità installata in Europa .....	58
Figura 27: Mappa dei player che installeranno capacità produttiva in Europa entro il 2030.....	61
Figura 28: Previsioni di capacità installata globalmente [GWh].....	68
Figura 29: Voci di costo a confronto per la produzione di celle, Asia vs Est Europa [\$/kWh].....	69
Figura 30: Fattori che influenzano la decisione make vs buy per le celle .....	72
Figura 31: Possibili scenari per la produzione dei componenti BEV .	74



# Capitolo 1

## 1 La Industry Architecture

Per avere una definizione puntuale del concetto di architettura di settore industriale, o Industry Architecture (IA), è possibile prendere a riferimento quanto teorizzato dal Professor Michael G. Jacobides, Docente di Strategia e Imprenditorialità alla London Business School; egli definisce una IA come un *“Set organizzativo e intra-organizzativo di ruoli, regole, costumi, strutture, modelli di business e relazioni che descrive la divisione del lavoro all’interno di un certo settore e determina chi e come crea valore e chi si appropria di tale valore generato”*.

Da tale definizione si evince la volontà da parte di Jacobides di raffinare la classica caratterizzazione di un settore industriale, andando oltre la sua tradizionale definizione di entità monolitica e statica: al contrario, un settore è permeabile e ha al suo interno gruppi di imprese i cui ruoli e relazioni sono fissati in un determinato momento, ma possono evolvere e cambiare nel tempo. Il modo in cui tali gruppi di imprese si strutturano, ha importanti conseguenze in termini di sviluppo del business, performance e profitto. La natura dell’architettura del settore influenza significativamente i percorsi risultanti in termini di distribuzione del valore e sua migrazione, determinando le fortune del settore nella sua interezza, di alcuni suoi segmenti o di alcune sue singole imprese.

Tenendo presente ciò, è chiaro che ogni impresa cercherà di conquistare il miglior posizionamento all’interno del relativo settore di appartenenza, in quanto ciò le garantirebbe certamente una maggiore probabilità di avere migliori performance rispetto ai peer di settore e, conseguentemente, maggiori profitti.

In altre parole, ogni impresa cerca di diventare il “collo di bottiglia” (*cf. Bottleneck*, Fixson, Park, 2008) all’interno del proprio settore, attraverso un adeguato posizionamento che possa garantire, ad esempio, controllo sulle risorse scarse o sugli output, potere sui peer di settore e, come risultato, migliori opportunità di catturare il valore generato.

## 1.1 Nascita di una Industry Architecture

Come precisato, una IA è uno schema, una sorta di template, che emerge in un settore e circoscrive la divisione del lavoro tra un gruppo di imprese.

Spesso, un'architettura di settore emerge nei primi momenti di vita di un settore, essendo il risultato di un bilanciamento di benefici originatosi dalla divisione del lavoro con costi di transazione legati alla certificazione della qualità del bene o del servizio finale. In alcuni casi, la IA diventa stabile, creando i presupposti per la nascita di un'industria (settore) stabile. In ogni caso, le imprese sono in grado di manipolare le architetture dei rispettivi settori, specie se non ancora nitidamente definite, creando i presupposti per ottenere un *vantaggio architeturale* (Jacobides, Knudsen, Augier, 2006), cioè un beneficio ottenuto grazie ad un posizionamento strategico all'interno della IA.

Come nasce una Industry Architecture? E perché i player che non sono avvantaggiati da tale IA non si limitano semplicemente ad ignorarla?

Per rispondere alla prima domanda è necessario ribadire il concetto di architettura di settore, ovvero di un modo sostenibile di produzione e scambio per un gruppo di attori economici, i quali assumono ruoli differenti all'interno del settore stesso.

Gradualmente, quando una Industry Architecture diventa stabile, emerge tra gli attori economici un sistema di *interfacce*. Queste possono essere definite come gli “aspetti” tecnologici, istituzionali o sociali che permettono a due o più entità indipendenti di dividere il lavoro.

Le interfacce possono emergere attraverso azioni consapevoli oppure casualmente e, come detto, riguardano ambiti differenti; ad esempio, nei settori dei servizi, le interfacce sono solitamente costituite da strutture regolatorie, mentre nei settori tecnologici, le interfacce sono spesso di natura tecnologica per l'appunto e possono essere proprietarie (ad esempio l'interfaccia USB Flashdrive) o aperte (ad esempio altre componenti del PC).

Dunque, un sistema di interfacce dà forma ad un gruppo di unità produttive, le imprese, le cui funzioni sono co-specializzate e così la loro interazione è basata su una ben definita distribuzione dei ruoli (divisione del lavoro).

Una volta che emerge un modo efficiente di organizzare le relazioni tra gli attori, questo sarà seguito da un numero sempre maggiore di player, fino a

che non emergeranno uno o più vincitori all'interno della value chain, e dunque altri attori a monte o a valle cominceranno a co-specializzarsi, cioè ad adattare mutuamente i propri asset. Così, una Industry Architecture emergerà sulle basi delle interfacce definite dalle imprese che inizialmente avevano competenze superiori (*cf. superior capabilities*), in termini di efficienza tecnica (Jacobides and Winter, 2005).

La stabilità di una tale struttura cresce attraverso il riscontro positivo derivante dalle attività intraprese, nonché dal riscontro negativo derivante dal tentativo di modificare l'architettura; tutto ciò si concretizza in uno, o tutt'al più, in un numero ristretto di "piattaforme" e di "ecosistemi di business" rivali (Gawer, Cusumano, 2002; Iansiti, Levien, 2004), a testimonianza dell'efficacia della IA creatasi.

Tuttavia, come detto precedentemente, le determinanti di una Industry Architecture non sono solo puramente tecniche, né sono determinate esclusivamente dalla path-dependancy delle capabilities delle imprese. Infatti, una IA è spesso condizionata e modellata anche da aspetti legali e regolatori e ciò spiega come mai, in paesi o regioni diverse è possibile osservare una diversa suddivisione dei ruoli, ovvero Industry Architecture differenti.

In molti settori, oggi, così come nel decennio passato, le pressioni politiche e i lobbismi giocano un ruolo sostanziale non solo nel sostenere una determinata architettura, ma anche nello scoraggiare l'avvento di possibili alternative. È risaputo, infatti, che le imprese e le associazioni di settore esercitano un continuo sforzo cercando di manipolare tali regole, dando luogo a battaglie, spesso poco attenzionate, per definire "*chi fa cosa*" e, più significativamente "*chi si appropria di cosa*".

In aggiunta, un altro fattore critico per la stabilità di una Industry Architecture è legato alla "*sfida per l'accertamento della qualità*", annosa questione sollevata dall'economista George Akerlof nel suo paper "*The Market for Lemons: Quality Uncertainty and the Market Mechanism*".

Il paper di Akerlof utilizza il mercato delle auto usate come esempio del problema dell'incertezza sulla qualità. Un'auto usata è quella in cui la proprietà viene trasferita da una persona all'altra, dopo un periodo di utilizzo da parte del suo primo proprietario e la sua inevitabile usura. Esistono buone auto usate ("peaches") e difettose ("lemons"), generalmente come

conseguenza di diverse variabili non sempre rintracciabili, come lo stile di guida del proprietario, la qualità e la frequenza della manutenzione e la storia degli incidenti. Poiché molte parti meccaniche e altri elementi sono nascosti alla vista e non facilmente accessibili per l'ispezione, l'acquirente di un'auto non sa in anticipo se si trova davanti a una pesca o a un limone. Quindi la migliore ipotesi dell'acquirente per una determinata auto è che l'auto sia di qualità media; di conseguenza, l'acquirente sarà disposto a pagare il prezzo di un'auto di qualità media nota.

Ciò significa che il proprietario di un'auto usata di buona qualità, mantenuta con cura e mai maltrattata, non sarà in grado di ottenere un prezzo abbastanza alto da rendere la vendita di quell'auto utile. Pertanto, i proprietari di buone auto saranno scoraggiati dall'immettere le loro auto sul mercato delle auto usate. Tale comportamento avrà come effetto la riduzione della qualità media delle auto sul mercato, inducendo gli acquirenti a rivedere al ribasso le loro aspettative per una determinata auto. Questo, a sua volta, motiva i proprietari di auto moderatamente buone a non vendere, e così via provocando un meccanismo di selezione avversa che potrebbe portare il mercato al collasso. Il risultato è che un mercato in cui ci sono informazioni asimmetriche rispetto alla qualità, mostra caratteristiche simili a quelle descritte dalla legge di Gresham: *“ciò che è scadente surclassa ciò che è buono”* (sebbene il principio di Gresham si applichi più specificamente ai tassi di cambio, si possono trarre analogie valide).

In un tale contesto, dunque, i diversi attori della value chain lottano per diventare i garanti della qualità dell'intera filiera. Di fatto, un tale meccanismo può, in certi casi, essere di fondamentale importanza per il modellamento e la stabilizzazione di una Industry Architecture. Un esempio che rende tangibili queste dinamiche, è sicuramente la sfida tra Intel e i costruttori di PC; di fatto, il primo è diventato il garante della qualità dell'intero PC agli occhi del consumatore e ciò gli permette senza dubbio di godere di una posizione forte nei confronti non solo dei costruttori, ma anche dell'intera filiera, ovvero della IA.

Dunque, una possibile risposta alla domanda “Perché i player che non sono avvantaggiati da una determinata IA non si limitano semplicemente ad ignorarla?”, potrebbe essere che, se da una parte un attore si trovasse invischiato in una IA a lui non congeniale, dall'altra, per far sì che questa

possa essere di suo beneficio, dovrebbe ingaggiare una battaglia per cambiarla.

E tale battaglia non andrebbe combattuta solo sul campo della tecnologia, ma anche sui campi della regolamentazione e della reputazione del consumatore, ovvero sull'acquisire la sua fiducia come garante della qualità.

## 1.2 Dinamiche evolutive in una IA

Come anticipato precedentemente, le imprese cercano di modellare l'architettura del settore a proprio favore, in modo da garantirsi un posizionamento strategico vantaggioso.

Ciò, chiaramente, non è qualcosa alla portata di ogni azienda ma, al contrario, solo di alcune, che riescono a mettere in campo gli strumenti più opportuni.

Una strategia spesso adottata dalle imprese per modificare la IA a proprio vantaggio consiste nel diventare esse stesse dei colli di bottiglia (*cf. bottleneck*) all'interno del settore stesso. Per chiarire meglio il concetto è possibile fare riferimento a quanto successo nel settore dei Personal Computer dove Intel e Microsoft hanno agito in modo tale da imporre agli altri attori una dipendenza difficilmente rimpiazzabile.

Le due multinazionali, di fatto, hanno creato nei relativi segmenti di operatività, una condizione di scarsa mobility per le altre imprese; ciò è stato possibile perché l'ingresso nelle loro aree di interesse è molto difficile a causa dell'enorme investimento che un potenziale entrante dovrebbe sostenere. Nello specifico, la posizione di Microsoft è protetta dalla presenza di esternalità di rete notevoli, mentre quella di Intel dagli ingenti investimenti fissi necessari e dalle sue superior capabilities.

Microsoft e Intel, dunque, hanno fatto in modo di far diventare i relativi segmenti dei *bottlenecks*, condizionando dunque non solo la direzione dello sforzo innovativo, ma anche la distribuzione del valore generato.

Una tale modellazione della IA è stata possibile grazie ad un giudizioso utilizzo degli *standard*, tramite cui i due attori hanno facilitato l'ingresso e la competizione nel settore degli asset complementari senza, tuttavia, partecipare attivamente a questa parte della generazione del valore.

In settori come l'ICT, le dinamiche competitive sono fondamentalmente basate sugli standard. Molte aziende leader in questo settore possono essere riconosciute semplicemente come coloro che per prime hanno compreso fino in fondo il significato degli standard, costruendo una strategia vincente intorno ad essi.

In altri settori, invece, gli standard sembrano avere un ruolo di minore importanza. Tuttavia, ciò potrebbe essere dovuto al fatto che la loro importanza non sia ancora stata pienamente riconosciuta e che i futuri leader in questi settori saranno semplicemente i primi che avranno iniziato a muoversi con successo nel "gioco degli standard".

In altre parole, il successo di Intel e Microsoft è stato possibile grazie al raggiungimento di un *vantaggio architetturale* promuovendo la complementarità in un ecosistema emergente; ciò ha portato, infatti, ad una feroce competizione negli asset complementari, invece che nei propri segmenti.

A questo punto, risulta evidente come ottenere un *vantaggio architetturale* costituisca un aspetto di fondamentale importanza per l'imposizione del proprio business.

### **1.2.1 Emersione di uno standard**

Una teoria che potrebbe sicuramente aiutare a capire come ciò possa esser fatto è quella fondata sul concetto di **standard**, così come definito da Varian e Shapiro: *"Uno standard è un insieme di specifiche che dà valore al prodotto grazie alla sua conformità allo standard stesso"*.

L'idea principale alla base dello standard è quella secondo cui un prodotto basato su tali specifiche, ottiene un valore maggiore a causa della conformità a tali specifiche e non perché esse definiscano un miglior prodotto di per sé. Per capire se una specifica può essere favorevole a uno standard, si può applicare il pensiero controfattuale e chiedersi "se il prodotto X non avesse seguito lo standard Y, sarebbe di minor valore economico? In caso affermativo, sarebbe per via della non conformità o per prestazioni inferiori?"

Uno standard è, o potrebbe essere, presente se la risposta a questa domanda fosse "sì, sarebbe inferiore, esattamente a causa della non conformità con le specifiche".

In effetti, uno standard può effettivamente definire un prodotto tecnicamente inferiore ad uno non standard, ma di maggiore valore a causa della sua conformità. Questo fenomeno apparentemente strano di creazione del valore attraverso la conformità può essere causato da uno o più dei seguenti meccanismi.

- **Esternalità di rete positive<sup>1</sup>.** In alcuni casi, la conformità alle specifiche consente la creazione di una rete che collega i clienti tra loro. Ogni volta che qualcuno adotta un prodotto conforme allo standard, questo crea un'esternalità positiva sull'intero stock degli utenti esistenti, poiché ciascuno di loro può ora collegarsi al nuovo utente. Quindi, maggiore è il numero di utenti che adottano un bene conforme, maggiore è il numero di potenziali collegamenti e maggiore diventa il valore economico del bene per ogni utente. Al contrario, un bene non conforme non si adatterebbe alla rete e quindi avrebbe un valore economico limitato.

- **Complementarità con altri beni.** Le specifiche possono creare valore economico consentendo l'interoperabilità tra beni complementari, come ad esempio i DVD che possono essere letti da appositi lettori di dischi o la benzina che può essere utilizzata per rifornire di carburante le automobili. Un bene non conforme non sarebbe in grado di interoperare con il bene complementare e il suo valore economico sarebbe quindi nullo.

- **Modularità.** L'architettura di un prodotto modulare è caratterizzata da sottosistemi che possono essere sviluppati indipendentemente l'uno dall'altro, grazie a specifiche standardizzate che definiscono le loro interfacce e consentono interoperabilità tra i componenti. La modularità crea valore economico abilitando economie di scala e di apprendimento e consentendo agli utenti di personalizzare i prodotti che acquistano.

- **Apprendimento specifico.** Questo aspetto è correlato alle interfacce utente, come l'interfaccia basata su icone che caratterizza i sistemi operativi dei personal computer o il layout delle tastiere dei computer. Un'interfaccia

---

<sup>1</sup> In economia, un'esternalità si verifica quando una transazione economica provoca un impatto su una parte che non partecipa direttamente alla transazione. Si possono avere esternalità negative (ad es. inquinamento creato da un conducente che acquista carburante e guida la sua auto) o positive (ad esempio, il valore conferito a un quartiere in cui il proprietario di una casa assume un pittore per decorare la facciata di un edificio).

utente standardizzata crea valore economico, poiché gli utenti non dovranno perdere tempo nell'imparare a usare il prodotto e sono, dunque, immediatamente competenti.

• **Economie di scala.** Per prodotti molto semplici, come viti e giunti di tubi, la standardizzazione consente l'uso di una tecnologia di produzione altamente efficiente che non potrebbe essere utilizzata se ogni singolo prodotto dovesse essere progettato secondo un'applicazione specifica.

Per fare un esempio di quanto utili possano essere gli standard, è possibile fare riferimento al settore dell'informatica. Intel in particolare, ha fatto in modo di rendere il proprio prodotto indispensabile (lo standard) senza però integrarsi a valle nella produzione di personal computer; al contrario, manipolando le regole che definiscono la partecipazione nel segmento dei beni complementari, è riuscita ad aumentare la domanda a valle, facendo in modo che i produttori di PC concorressero tra loro per raggiungere la conformità rispetto al microprocessore della multinazionale. Attraverso la standardizzazione, dunque, è possibile non solo promuovere una maggiore interconnettività tra gli asset ma anche “aprire” una parte della value chain ad una popolazione di entranti in competizione tra loro che soddisfino i requisiti dello standard (Varian e Shapiro 1999).

Gli standard, dunque, modellano le Industry Architecture e possono essere usati per manipolare la mobilità, la competitività e l'ingresso nel settore.

Ma come emerge uno standard?

Precedentemente si è discusso dei meccanismi economici attraverso i quali uno standard può generare valore economico. Certamente, uno standard con un'elevata quota di mercato permetterà di originare una grande rete, attirando un gran numero di fornitori di asset complementari e di componenti e portando dunque a maggiori economie di scala e di apprendimento.

Indipendentemente da quale dei meccanismi sia in atto, ciò che conta è la dimensione della base di clienti che lo standard, eventualmente, riesce a conquistare. Dunque, uno standard con una platea di utilizzatori ampia genererà un valore economico superiore rispetto ad uno standard tecnicamente superiore, ma con quota di mercato inferiore.

Di conseguenza, se emergono molti standard alternativi, inizierà un processo di selezione fino a quando uno solo emergerà come vincitore, in una competizione *winner-take-all*.

Il processo che porta ad un tale scenario può essere compreso attraverso la teoria di Ubernathy e Utterback, legata al mondo dell'innovazione e dello sviluppo prodotto. Secondo i due studiosi, infatti, il processo innovativo può essere ben compreso guardando la sua evoluzione attraverso le *curve ad S* che lo caratterizzano, mostrate in Figura 1.

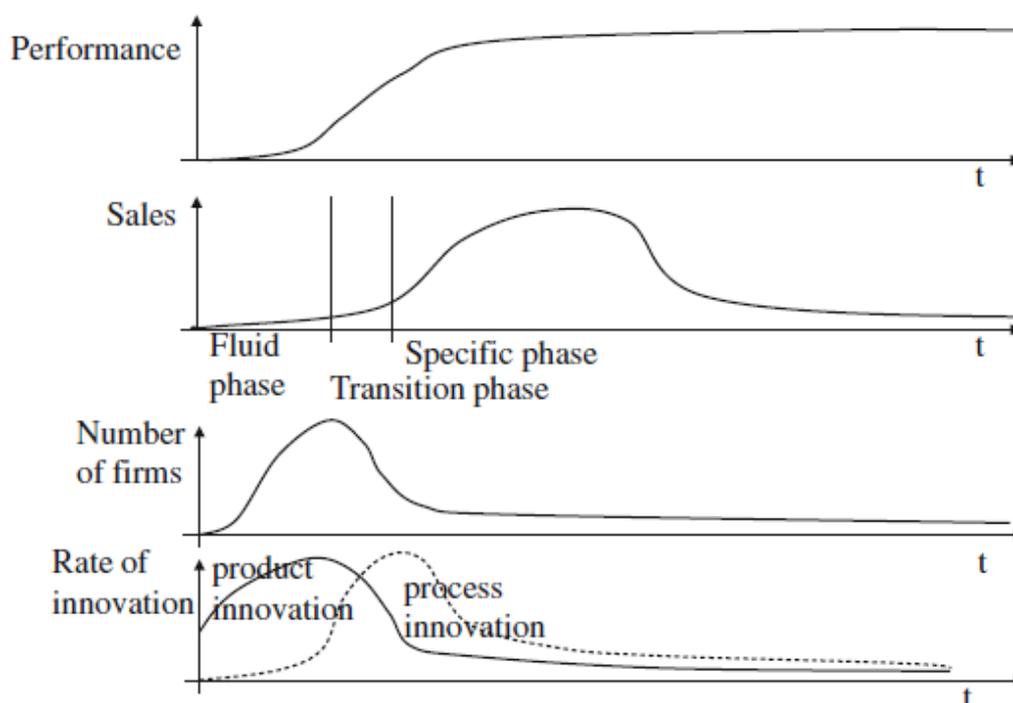


Figura 1: Modello di Ubernathy-Utterback, curve ad S

Fonte: *Management of Innovation and Product Development*. Cantamessa, Montagna

La fase iniziale, o *fluida*, di un processo innovativo è caratterizzata da una tecnologia con scarse prestazioni, per la quale la domanda sarà conseguentemente bassa. Nonostante in questa fase sia difficile riuscire ad avere profitti soddisfacenti, il numero delle imprese che iniziano a competere tra loro è alto e in crescita in quanto il settore è considerato promettente in prospettiva. Ogni impresa che entra sul mercato porta con sé un insieme di

competenze e di asset diversi tra loro, generando un range di possibili soluzioni tecniche molto ampio.

Il tasso di innovazione è alto, ma sorprendentemente non porta a progressi sostanziali dal punto di vista del miglioramento del prodotto. Ciò avviene perché le imprese non concentrano i propri sforzi nella stessa direzione e dunque non è possibile cumulare i progressi generati attraverso imitazione e miglioramento delle invenzioni dei competitor.

La fase successiva, detta “di transizione”, è quella decisiva per il processo innovativo: in questa fase, infatti, emerge un’architettura di prodotto, ovvero un insieme di componenti e di mutue relazioni tra loro, che fungerà da conduttrice per l’intero processo. Tale architettura verrà riconosciuta come ***dominant design***, ovvero come l’insieme di soluzioni tecniche, di componenti e di feature largamente accettato come il “normale prodotto” nel settore, avendo la meglio sulle altre possibili configurazioni.

L’emersione del dominant design genera un effetto valanga che determina la crescita del segmento delle curve ad S. Le prestazioni del prodotto migliorano notevolmente, grazie al design condiviso che, ora, consente ai competitor di imitarsi a vicenda, indirizzando gli sforzi innovativi nella stessa direzione. A loro volta, le prestazioni migliorate e un prodotto riconoscibile induce più clienti all’adozione, il che aumenta le vendite. Allo stesso tempo, il numero di aziende attive inizia a diminuire, in un primo momento perché le aziende i cui beni e le competenze non corrispondono al design dominante sono costrette a lasciare il mercato, o ritirarsi in nicchie specifiche dove possono ancora essere competitive. Le crescenti vendite e questo cambiamento iniziale del settore implicano un aumento dei tassi di crescita rappresentando una sfida significativa per le imprese, alcune delle quali non saranno in grado di sostenerli. Si verificherà, dunque, un ulteriore *shakeout* dal quale sopravvivranno solo alcune imprese.

A questo punto, il processo innovativo entra nella sua ultima fase, la cosiddetta fase “specificata”. Durante tale fase, le aziende si sforzano di competere su costi e qualità in uno scenario caratterizzato da una domanda crescente. Pertanto, le aziende spostano la loro attenzione dal prodotto al processo con il quale è realizzato, visto che con un design dominante ormai stabile nel prodotto e la crescente domanda, diventa tecnicamente possibile e strategicamente importante innovare anche il processo. Le aziende, quindi, sviluppano macchinari ottimizzati e specifici per il prodotto, che consentono

una qualità superiore e significative economie di scala. A sua volta, questo porta a un costo del prodotto inferiore, prezzi più bassi e una maggiore domanda, favorendo un ulteriore shakeout che porta il settore a un oligopolio.

Ciò che guida, dunque, le dinamiche del settore è proprio l'emersione del dominant design, dal quale successivamente può prendere piede la definizione di uno standard.

In un tale contesto, i produttori dovranno quindi decidere se competere l'uno contro l'altro dando luogo a una "guerra di standard" oppure se accordarsi dando vita a uno standard comune.

Tale decisione è altamente strategica e spesso condiziona in modo determinante non solo la sorte delle aziende coinvolte direttamente nel processo, ma anche quella delle aziende marginalmente coinvolte in tutto il settore.

Avviando una guerra di standard i player intraprendono un percorso molto rischioso: un'eventuale vittoria permetterebbe al vincitore di diventare monopolista, ma una sconfitta rischierebbe di escluderlo dal mercato; inoltre, una tale guerra sarebbe molto costosa dal punto di vista finanziario in quanto richiede strategie che riducono notevolmente la redditività, almeno fino a quando non si arrivi alla fine della guerra. I clienti, infatti, aspettano generalmente la fine della guerra per capire su quale standard puntare, rendendo il rendimento finanziario meno attraente per i produttori. Nel caso in cui i player decidano comunque di intraprendere una guerra per l'imposizione dello standard, esistono diverse strategie che potrebbero perseguire per la sua imposizione:

- La **prima strategia** è quella di raggiungere la massa critica di utenti prima dei competitor; in questo modo i futuri clienti troveranno maggiore beneficio nell'adottare lo standard del principale proprietario, instaurando così un meccanismo di feedback positivo. Per far ciò è possibile:

- accelerare il Time-To-Market ed essere la prima azienda a lanciare un prodotto, anche se ulteriori sviluppi potrebbero portare a migliori performance;

- utilizzare una strategia di *penetration pricing*<sup>2</sup> che potrebbe richiedere la vendita del prodotto ad un prezzo al di sotto del suo costo marginale o gratuitamente con la prospettiva di recuperare le perdite in futuro grazie ad economie di apprendimento o al raggiungimento di una posizione monopolistica;
  - sfruttare la segmentazione di mercato unitamente a una strategia di *price-discrimination*<sup>3</sup> in modo che ogni segmento di consumatori sia indotto ad adottare il prodotto fin dall'inizio della curva di diffusione;
  - concedere in licenza il prodotto ai competitor: così facendo l'azienda proprietaria dello standard incrementerebbe la diffusione dello stesso, disincentivando i licenziatari a perseguire nell'imposizione del proprio standard o nell'adozione di quello di altri player. Il licenziante rinuncia ad essere monopolista per la durata degli accordi con i licenziatari, ma una volta raggiunta la loro scadenza o in caso di vincita *de facto* della guerra, si ritroverebbe comunque titolare del monopolio;
  - sfruttare il cosiddetto word-of-mouth, ovvero l'effetto di diffusione che si origina con il passaparola tra gli utilizzatori e i potenziali tali, stimolando così la diffusione virale dello standard;
  - promuovere, nel caso in cui lo standard sia rivolto a mercati bilaterali (*two-sided markets*), la diffusione dello standard per entrambi i tipi di clienti.
- La **seconda strategia** consiste nel creare elevate aspettative di mercato che lo standard di cui si è proprietari vincerà in futuro, in modo da spingere i consumatori ad adottarlo in luogo di quello dei competitor. Una tale strategia risulterebbe più facilmente attuabile dalle imprese che godono di una reputazione affermata sul mercato.
  - Una **terza strategia** potrebbe essere la dimostrazione di un impegno irreversibile in una specifica tecnologia o standard, attraverso un investimento specifico che spesso diventa un sunk cost. Una tale azione

---

<sup>2</sup> Strategia che consiste nel vendere inizialmente il prodotto a un prezzo basso in modo da stimolare la domanda e, poi, alzarlo quando è possibile farlo.

<sup>3</sup> Strategia che implica il fornire versioni diverse dello stesso prodotto, indirizzate ai corrispondenti segmenti di clienti, a partire da una versione economica e con poche prestazioni fino alla versione più costosa e con le migliori performance.

segnalerebbe ai competitor l'intenzione di dare inizio a una guerra di prezzo, scoraggiandoli dal promuovere eventuali reazioni.

- Una **quarta e ultima strategia** potrebbe consistere nello sfruttare l'effetto lock-in per i consumatori: l'impresa proprietaria dello standard potrebbe spingere l'acquisto di prodotti complementari specifici, ovvero non utilizzabili con altri prodotti basati su uno standard differente. Ciò provocherebbe, per l'appunto, alti switching cost per i consumatori che sarebbero quindi disincentivati ad utilizzare l'eventuale standard promosso dai competitor.

Al contrario, nel caso in cui si scegliesse la via dell'accordo, ad esempio tramite accordi stabiliti dall'ISO – International Organization for Standardization, i player seguirebbero un percorso meno impervio: evitando la guerra, non rischiano di essere esclusi dal mercato ma allo stesso tempo rinunciano al sogno di diventare monopolisti. Lo standard concordato, infatti, fungerà da terreno di gioco comune per tutti gli attori del mercato e dunque ogni impresa dovrà essere in grado di volgerlo a proprio vantaggio grazie anche alle proprie competenze. Infine, lo standard concordato avrà una diffusione più rapida sul mercato e dunque, il ritorno finanziario sarà maggiore per l'intera industry.

La scelta tra le due alternative dipende da molti fattori, tra cui l'avversione al rischio dei player, la struttura del settore e la presenza di meccanismi e organizzazioni che supportino il processo di definizione di un accordo. Certamente, in un settore con un buon numero di player di forza comparabile si cercherà di trovare un accordo dal momento che il rischio e il costo di una guerra per lo standard potrebbero essere superiori agli eventuali ritorni in caso di monopolio. Di converso, in un settore con pochi player e frequenti ingressi di nuovi entranti, è generalmente difficile giungere ad un accordo.

Anche la natura tecnologica dello standard ha una sua importanza: nel caso di standard basati su tecnologie simili, sarebbe più facile giungere ad un accordo, cosa che non accadrebbe se le tecnologie fossero sostanzialmente differenti, dato che ogni player avrebbe sostenuto un investimento specifico per sostenere il proprio standard.

Per questa serie di ragioni, i regolatori guardano con molta attenzione i processi di standardizzazione, specialmente quando questi avvengono attraverso guerre di standard. Queste ultime, infatti, da un punto di vista

sociale sono generalmente non desiderabili per una serie di motivi: sono costose dal punto di vista finanziario, rallentano il processo diffusivo riducendo, così, i potenziali vantaggi di una rapida adozione dello standard, possono portare a monopoli consolidati e, infine, spingono le imprese a lanciare il prima possibile prodotti basati sul proprio standard nella speranza di raggiungere prima dei competitor la massa critica, spesso senza aspettare che la tecnologia dello standard stesso sia sufficientemente matura, provocando nel mercato un lock-in in una tecnologia non performante.

Dunque, quando non è possibile arrivare a definire un accordo tra i player, e i regolatori vogliono evitare inutili e dispendiose guerre di standard, questo è imposto *de iure*, cioè per legge. In questo caso, le autorità definiscono lo standard, spesso chiedendo una cooperazione tra le imprese e impedendo la diffusione dei prodotti finché lo standard non sia definito, sovente attraverso un'imposizione formale ad aspettare l'autorizzazione prima del lancio.

### **1.2.2 Integrazione delle competenze**

Per quanto detto, dunque, la creazione di un vantaggio architetturale tramite, ad esempio, l'imposizione di uno standard, non è un processo facile né immediato. Lo stesso risultato, tuttavia, può essere raggiunto cercando di sviluppare competenze con le quali l'azienda potrebbe aggredire una determinata parte della value chain, magari quella che genera più valore.

L'integrazione e l'ampliamento delle conoscenze sono da sempre temi cruciali per la sopravvivenza di un'azienda, specie in contesti altamente innovativi. Per capirne meglio le dinamiche è possibile fare riferimento al lavoro di Barney che per primo, nel 1991, iniziò a parlare di *Resource-Based View (RBV)* per la strategia di un'azienda. Nel gergo del RBV si fa spesso riferimento a concetti quali routines, competencies e capabilities, ognuno dei quali sottintende concetti diversi che potrebbero sembrare simili.

Nello specifico, una *routine* può essere vista come l'azione che compie l'azienda per attivare le risorse in modo da ottenere un contributo da esse basato sulle conoscenze che queste possiedono, così da costruire progressivamente un certo valore economico. Nell'ambito della strategia RBV, le routine che coinvolgono le risorse sono definite *organizational competencies* e, tra queste, ve ne sono alcune che hanno le potenzialità di

indurre cambiamenti strategici e dunque di creare un vantaggio competitivo, definite *core competencies*.

Una *capability*, invece, è una competenza il cui valore strategico è stato compreso e quindi utilizzato per definire la strategia. Infine, le *dynamic capabilities* sono competenze di livello superiore che l'azienda utilizza per adattare, sviluppare e riconfigurare il portafoglio di risorse e competenze esistente.

Di conseguenza, secondo la RBV, il processo decisionale strategico consiste nel capire quali sono le competenze core, assicurandone la crescita continua insieme a quella delle risorse ad esse sottostanti, per poi utilizzarle per entrare nei mercati in cui è possibile ottenere profitti soddisfacenti. Sulla base delle sue core competence, ogni impresa sarà in grado di entrare nel settore che ritiene più vantaggioso e uscirne quando le condizioni non saranno più favorevoli; una volta effettuato l'ingresso in un mercato, l'azienda dovrà sviluppare ulteriori competenze integrative specifiche per lo sviluppo di prodotti in quel particolare campo e competenze di mercato specifiche per operare nel mercato stesso.

Nel caso in cui l'azienda non dovesse essere sicura di tale coerenza o, sentisse che le competenze integrative e di mercato da sviluppare per sostenere l'ingresso potrebbero portarla ad allontanarsi troppo dal suo nucleo di competenze, probabilmente eviterà l'ingresso, anche se il mercato è finanziariamente attraente. Potrebbe quindi cercare di adottare strategie alternative, come la concessione di licenze tecnologiche per trarre profitto dalle sue competenze ma senza mai allontanarsi troppo da esse. A questo proposito, un errore compiuto da Canon negli anni '90 fu quello di concedere in licenza la tecnologia sviluppata per stampanti laser e fotocopiatrici digitali ai suoi competitor, HP e Xerox, mandando in fumo la possibilità di poter diventare un quasi-monopolista nel settore.

Capire, tuttavia, quali siano le proprie core competencies e in che modo farle crescere per acquisire un vantaggio competitivo non è semplice. Per inquadrare il processo di gestione strategica in un tale contesto, si può considerare che le core competencies di un'azienda non siano scolpite nella pietra ed immutabili. Al contrario, è necessario che queste si evolvano nel tempo, insieme alla corrispondente sequenza di decisioni di entrata e uscita dai mercati.

Come sostenuto da Jacobides e Winter, una tale evoluzione delle competenze non è sempre possibile e, qualora lo fosse, non è esente da ostacoli. Per quanto detto precedentemente, è vero che, coerentemente con l'approccio *Resource-Based*, ogni impresa deve guardare al suo interno per comprendere come sfruttare i propri punti di forza ma è anche vero che una tale visione risulterebbe troppo semplicistica. Con riguardo a ciò, infatti, i due studiosi affermano che le scelte di un'impresa dipendono non solo dalle proprie capabilities strategiche, ma anche dalla struttura del settore in cui opera ed in particolar modo, dai *costi di transazione*.

Dunque, è necessario approfondire i meccanismi con cui capabilities e costi di transazione determinino le scelte che ogni azienda effettua in un determinato momento. Innanzitutto, è necessario precisare che esistono diverse fonti e aspetti relativi ai costi di transazione. Con questa espressione si designano i costi che devono essere sostenuti per realizzare uno scambio, un contratto o una transazione economica, dunque rappresentano i costi d'uso del mercato. I rapporti che gli agenti economici instaurano sul mercato avrebbero infatti un costo nullo soltanto nel caso in cui l'informazione fosse perfetta, completa, distribuita in modo simmetrico, non esistesse incertezza e i contraenti fossero perfettamente razionali. In genere, invece, gli agenti devono sostenere costi legati a diverse cause. Coase enfatizzò i costi dovuti alla ricerca di un potenziale fornitore, alla negoziazione, alla stesura del contratto e al suo monitoraggio; Williamson spostò l'attenzione sul cosiddetto "azzardo transazionale", focalizzandosi sulla tendenza delle transazioni ad entrare in difficoltà a causa di comportamenti opportunistici delle parti; Alchian e Demsetz, invece, focalizzarono la loro attenzione sui costi legati alla difficoltà nella misura e nel monitoraggio delle performance; infine, Jacobides e Croson legarono tali costi all'inabilità di specificare i beni e i servizi necessari.

Ma come fa un'impresa a decidere se integrare al suo interno alcune competenze? E quale tipo di integrazione è più adatta?

Affinché un'impresa sia in grado di decidere se integrare o meno alcune competenze, è necessario che questa definisca un *portafoglio di competenze*, cercando di avere una loro visione d'insieme classificandole e valutandole.

Il management potrebbe anche decidere di mappare le competenze dell'intera value chain di cui l'azienda fa parte. Ciò consentirebbe di lavorare sul partizionamento delle conoscenze all'interno della catena, e sostenere una più

ampia strategia di innovazione che possa coinvolgere anche gli attori chiave che operano nell'intero ecosistema. Lavorare a questo livello renderebbe possibile capire se le competenze debbano essere sviluppate internamente dall'azienda, utilizzando fornitori selezionati o stringendo alleanze con complementors e clienti. Questa decisione dipenderà dalla posizione strategica dell'azienda rispetto a ciascuna competenza, ma al netto di ciò è possibile integrare le competenze attraverso diversi meccanismi, alcuni dei quali sono descritti di seguito:

- **R&D:** è il modo più tradizionale per sviluppare le competenze e consiste nell'allocare internamente le risorse umane, materiali e finanziarie a progetti volti allo sviluppo delle competenze desiderate.
- **Acquisizioni:** oltre ad acquisire nuove competenze, permettono di guadagnare un accesso ad un determinato mercato o di assicurarsi un asset strategico come un impianto o dei macchinari. Ogni processo di acquisizione è accompagnato da costi di transazione più o meno rilevanti, in particolare il costo dovuto all'integrazione dell'impresa acquisita. Per "integrazione" si intende il combinare insieme le due organizzazioni, facendo in modo che operino attraverso un'unica entità. Questo processo porta, secondo la teoria evuzionistica dell'impresa, al cosiddetto "Paradosso dell'integrazione". Infatti, dal momento che prima dell'acquisizione le due imprese erano due entità a sé stanti, ognuna di esse operava secondo le proprie routine organizzative. L'impresa acquirente compra un'altra impresa proprio per avere quelle competenze, ovvero quelle routine che coinvolgono le sue risorse, ma non può utilizzarle proficuamente fintanto che non le avrà unite alle proprie, distruggendole e riadattandole alle proprie.
- **Corporate venturing:** un'impresa focale agisce come se fosse un fondo di venture capital e acquisisce partecipazioni azionarie in imprese giovani, tipicamente startup che stanno sviluppando tecnologie di interesse per la stessa impresa.
- **Acquisizioni di Risorse umane:** un'impresa che ha mancanze in determinate aree può acquisire risorse che possiedono le competenze desiderate, sia giovani neolaureati sia professionisti con esperienza.
- **Co-sviluppo:** si verifica spesso quando un'azienda ha bisogno di sviluppare componenti che richiedono competenze altamente specifiche ma non

desidera, o non è in grado, di costruire tali competenze internamente, e quindi deve chiedere a un fornitore. In questo contesto, “specificità” significa che queste competenze e i prodotti che ne derivano saranno di poco o nessun valore, se offerti ai competitor dell'azienda cliente. In linea di principio, una soluzione di base a questo problema potrebbe consistere nel chiedere al fornitore di fare un investimento  $I$  in un progetto di ricerca e sviluppo, pagandolo ad un prezzo unitario,  $P$ , basato sul volume previsto  $V$ , sul costo di produzione variabile  $VPC$  e tenendo conto di un margine di contribuzione  $MC$ . Questo prezzo  $P$  sarebbe dunque pari a  $P = (VPC + I / V) (1 + MC)$ . Tuttavia, un tale accordo di co-sviluppo presenterebbe notevoli rischi per il fornitore.

La prima fonte di incertezza deriva da un rischio di natura tecnologica. Infatti, il progetto ha origine da un bisogno altamente specifico del cliente, non si basa su competenze consolidate e potrebbe non portare ai risultati attesi. Un secondo elemento di incertezza è il rischio di mercato, poiché il volume delle vendite del prodotto finale di cui il componente farà parte, potrebbe essere inferiore al valore atteso  $V$ . Infine, il rischio maggiore per il fornitore sarebbe legato al potenziale *hold-up*: poiché le nuove competenze sviluppate sono specifiche per il cliente e non possono essere utilizzate per servire altre imprese, l'investimento  $I$  è un costo irrecuperabile. Ciò creerebbe un forte incentivo per il cliente ad attendere la conclusione del progetto e quindi a rinegoziare i termini del contratto, chiedendo al fornitore di diminuire il prezzo, al limite per  $P' \cong VPC$  e indipendentemente dal volume  $V$ . A questo punto, il fornitore sarebbe costretto ad accettare o a intentare una causa contro il cliente, il che comporterebbe notevoli costi.

L'integrazione delle competenze, che avviene come visto attraverso più meccanismi, è senza dubbio una delle cause più frequenti di cambiamento delle Industry Architecture, basti pensare a come alcuni settori seguano progressivamente logiche di integrazione verticale mentre altri, in modo contrapposto, logiche di disintegrazione verticale.

Nei prossimi capitoli sarà condotta un'analisi delle dinamiche relative alla Industry Architecture del settore Automotive.

## Capitolo 2

### Il Paradigma Tecnologico dei veicoli elettrici a batteria

#### 2 Tipologie di Powertrain

Guardando indietro a nemmeno un decennio fa, l'industria automobilistica era in gran parte composta dagli stessi due tipi di powertrain, ovvero il gruppo motopropulsore che permette la trasformazione dell'energia immagazzinata in energia cinetica, che hanno caratterizzato il settore per oltre un secolo: benzina e diesel. Oggi, c'è un ampio mix di powertrain che l'industria, spinta principalmente dai mandati dei governi, sta cercando di realizzare, puntando verso un concept di mobilità sempre più rispettoso dell'ambiente ed efficiente.

Con l'aumento delle diverse tipologie di powertrain presenti, che comprende propulsori ibridi ed elettrici, anche il panorama dei loro componenti diventa sempre più complesso e dinamico.

A causa di questi sviluppi che interessano e sono guidati da Original Equipment Manufacturer (OEM), fornitori e nuovi concorrenti allo stesso modo e che si stanno svolgendo a un ritmo che pochi avrebbero previsto fino a qualche anno fa, il settore è in una fase di profondo cambiamento.

È possibile identificare sette tipi di propulsori attualmente presenti sul mercato, differenti tra loro per la tecnologia sottostante, per aspetti economici, di prestazioni e di impatto sull'ambiente.

Il motore a combustione interna (ICE), sia benzina che diesel, è il propulsore attualmente dominante. Negli ultimi decenni, attraverso un continuo processo di miglioramento, le prestazioni sono notevolmente migliorate e le emissioni diminuite.

Gli ibridi leggeri (MHEV) sono il punto di accesso alle tecnologie di propulsione elettrica. Un sistema a bassa tensione (LV), solitamente a 48V,

consente l'uso di elementi di elettrificazione efficienti, come start-stop, frenata rigenerativa e assicura un certo livello di energia al tradizionale motore a combustione interna.

I veicoli elettrici ibridi (HEV) sono progettati per ottimizzare l'uso del motore a combustione in interazione con un piccolo propulsore elettrico a bassa portata, ad esempio per la crociera a bassa velocità o per un temporaneo aumento di potenza.

I veicoli elettrici ibridi plug-in (PHEV) hanno un'architettura simile agli HEV, ma hanno una batteria significativamente più grande e un motore elettrico più potente che può essere ricaricato collegandolo ad una fonte di alimentazione esterna. Sono progettati per effettuare una quota significativa di guida elettrica pura con la possibilità di percorrere tipicamente da 30 a 60 chilometri.

I veicoli elettrici a batteria (BEV) sostituiscono il motore a combustione interna con un motore elettrico che utilizza come fonte di energia primaria l'energia chimica immagazzinata in una o più batterie ricaricabili e resa disponibile da queste al motore sotto forma di energia elettrica. I veicoli elettrici hanno complessivamente una maggiore efficienza energetica rispetto a quella dei veicoli a combustione interna, ma generalmente un'autonomia limitata in termini di km e un elevato tempo per la ricarica delle batterie.

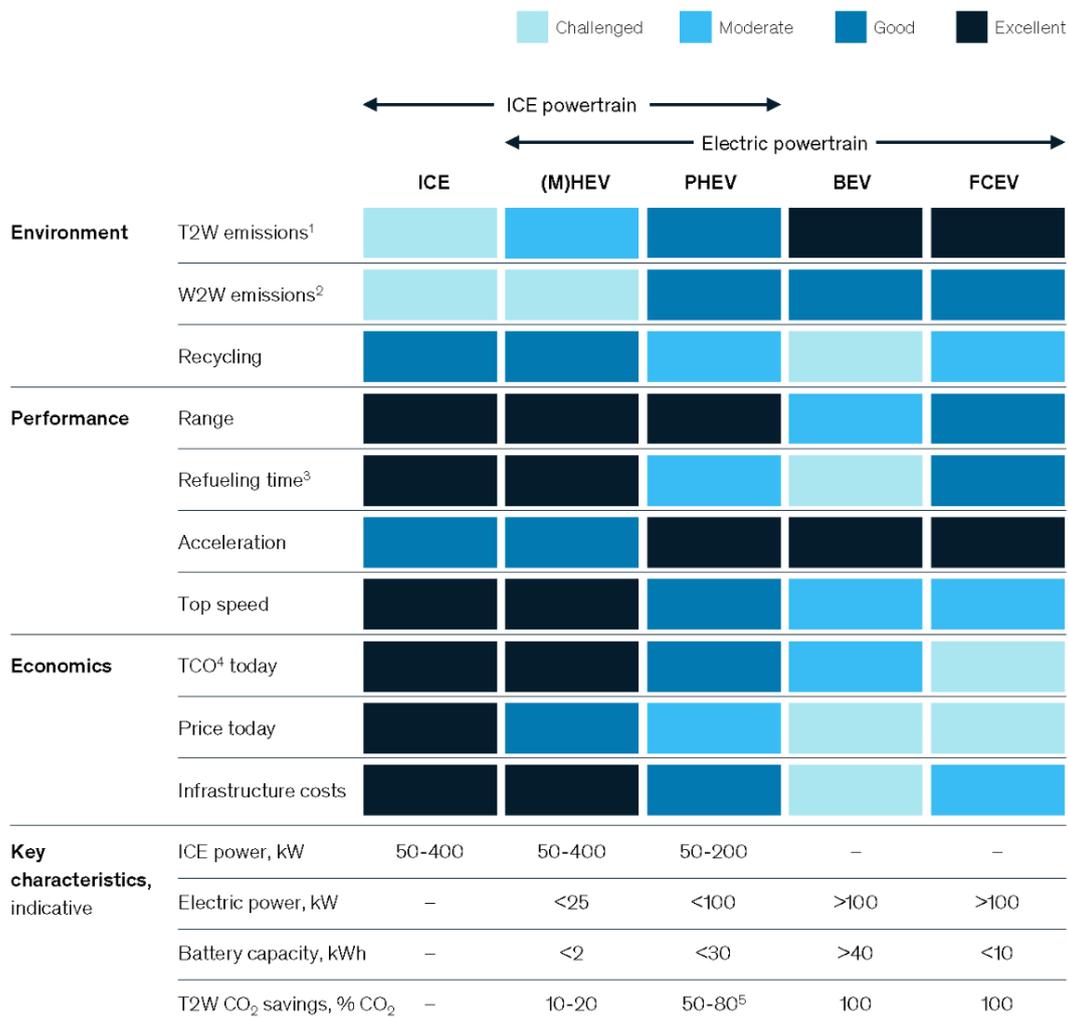
I veicoli elettrici a celle a combustibile (FCEV) funzionano fondamentalmente come i BEV ma immagazzinano energia sotto forma di gas idrogeno sotto pressione, producendo elettricità da tale energia con una cella a combustibile. La densità di energia per lo stoccaggio dell'idrogeno è, sia in termini di volume che di peso, notevolmente superiore a quella delle batterie, il che significa che i veicoli possono trasportare più energia. Inoltre, la velocità di rifornimento può essere dell'ordine di pochi minuti e questo li rende adatti ad applicazioni con alta potenza e lunga distanza, ad esempio per camion e veicoli commerciali.

In Figura 2 sono indicati i punti di forza e di debolezza dei Powertrain presenti attualmente sul mercato; per questa analisi, condotta dal Center for Future Mobility di McKinsey, sono state considerate le variabili di maggior interesse per l'adozione di un nuovo veicolo.

Nel complesso si osserva come i powertrain ICE abbiano al giorno d'oggi le migliori prestazioni sia in termini di performance quali range di km

percorribili con un rifornimento, velocità massima e tempo di rifornimento completo sia in termini di variabili economiche quali il Total Cost of Ownership (TCO) inteso come il costo sostenuto nell'intero ciclo di vita del prodotto, il prezzo e il costo delle infrastrutture. Discorso opposto, invece, per le variabili considerate per misurare l'impatto ambientale: gli ICE hanno scarse prestazioni in termini di emissioni, dovute sia alla combustione locale del combustibile fossile (T2W, Tank-to-wheel), sia all'intero ciclo del carburante/elettricità, alla produzione del veicolo e della eventuale batteria (W2W, Well-to-wheel).

Nonostante da questa analisi si evinca allo stato attuale una complessiva inferiorità dei BEV nei confronti degli ICE, fatta eccezione per le emissioni, sussistono diversi fattori che potrebbero permettere l'affermazione definitiva dei veicoli elettrici a batteria nell'arco del prossimo ventennio.



1 Tank-to-wheel emissions, i.e., tailpipe emissions that a vehicle produces locally via the combustion of fossil fuels; these emissions are subject to current regulations globally

2 Well-to-wheel emissions, i.e., emissions related to the fuel cycle or generation of electricity, the production of the vehicle and battery, and the use of the vehicle; largely dependent on a country's energy mix

3 Considering only the time needed to refuel/charge the vehicle, not infrastructure availability

4 Total cost of ownership, strongly depending on region and vehicle segment

5 Estimated CO<sub>2</sub> savings considered for certification tests

Source: McKinsey Center for Future Mobility

Figura 2: Punti di forza e di debolezza dei Powertrain sul mercato.

Fonte: McKinsey Center for Future Mobility

## 2.1 Diffusione dei Powertrain nel mercato

A livello globale, secondo un'analisi condotta da Boston Consulting Group (BCG), i 29 più importanti OEM pianificano di investire più di 300\$ miliardi entro i prossimi 10 anni nella produzione di powertrain xEV, vale a dire di MHEV, HEV, PHEV e BEV, portando sul mercato circa 400 nuovi modelli di autoveicoli.

Tuttavia, il mix di xEV sarà variabile in relazione al mercato considerato, in primo luogo in risposta ai prezzi dei combustibili fossili, ai prezzi dell'elettricità e alla distanza percorsa ogni anno. La convergenza di fattori normativi e di mercato ha causato negli ultimi 5 anni un notevole incremento delle vendite di xEV, in particolare PHEV e BEV, trend che si confermerà con grande probabilità nel prossimo decennio. Il volume di produzione globale di PHEV e BEV nel 2019 è stato di circa 2,8 milioni di veicoli, un numero senza dubbio irrisorio rispetto la produzione globale di automobili, ma pari a 800.000 unità in più di quanto era stato previsto nel 2017 dalla stessa BCG. L'interesse dei consumatori sta crescendo rapidamente: negli USA i sondaggi mostrano che quasi il 40% in più di persone considera l'acquisto di un PHEV e il 20% in più lo considera per un BEV nel 2018 rispetto al 2010. Il 70% dei proprietari di veicoli elettrici dichiara che acquisterebbe nuovamente un veicolo elettrico, ed è sempre più in crescita il numero di famiglie statunitensi con due BEV nei loro garage (Fonte BCG).

Le nuove proiezioni, riassunte in Figura 3, mostrano un notevole incremento delle vendite di xEVs che supereranno le vendite di ICE tradizionali entro il 2030. Le vendite di PHEV e BEV cresceranno rapidamente soprattutto nella seconda metà del prossimo decennio, con le vendite di BEV che rappresenteranno quasi il 20% del mercato globale, con un aumento di circa il 30% all'anno a partire dal 2025.

Molti OEM manterranno una strategia a doppio binario BEV-PHEV e alcuni mercati continueranno a incentivare i PHEV mentre costruiscono la loro infrastruttura; i PHEV attirano i consumatori che percorrono regolarmente distanze maggiori e quelli che possiedono una sola auto ma possono anche trovare mercato crescente grazie alle città che intendono vietare gli ICE nei centri urbani. Le vendite di HEV, invece, vedranno probabilmente tassi di crescita costanti durante il decennio. A breve termine, infatti, i costi per i

veicoli HEV saranno favorevoli finchè quelli dei veicoli BEV non cominceranno a decrescere.

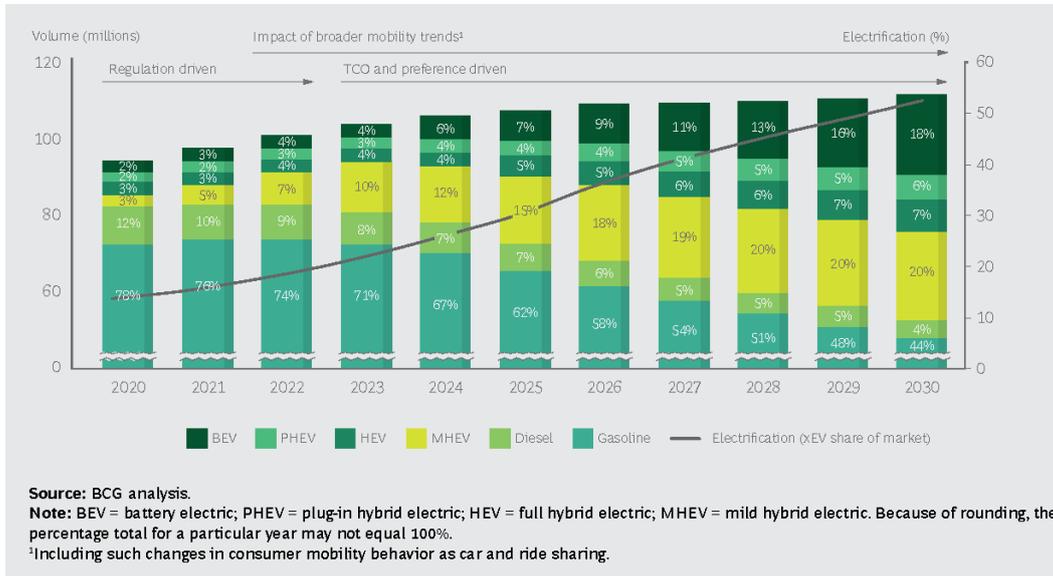


Figura 3: Vendite globali per tipologia di powertrain  
 Fonte: Analisi BCG

Alcuni OEM probabilmente si allontaneranno dagli HEV, ma questo gruppo propulsore manterrà una popolarità di nicchia, ad esempio in Giappone e in molte aree urbane, dove il numero medio di miglia percorse è basso.

Molti OEM, invece, faranno affidamento sulle vendite di MHEV nei prossimi anni, a causa della tecnologia che offre il modo più economico per migliorare l'efficienza degli ICE e soddisfare le normative sulla CO2 imposte dai regolatori nel breve periodo. Di conseguenza, le vendite potrebbero crescere con tassi di crescita importanti, fino al 40% all'anno. La loro ascesa, tuttavia, rallenterà intorno al 2025 quando si prevede che il prezzo in calo delle batterie consentirà l'ascesa dei BEV.

Infine, le vendite di diesel nel prossimo decennio precipiteranno sotto la pressione di normative ad essi ostili e, in alcune città, di divieti definitivi. I ridotti investimenti di capitale e l'avvento sempre crescente di nuove piattaforme xEV-based determineranno un'accelerazione importante del calo dei volumi di ICE già entro il 2030. La loro quota globale scenderà dall'80% circa nel 2020 al 48% nel 2030, con la quota dei powertrain diesel che scenderà fino al 4%.

## 2.2 Fattori di diffusione del Powertrain BEV

Secondo una recente analisi condotta da McKinsey, gli investimenti di capitale che riguarderanno i veicoli BEV nel periodo 2020-25 saranno il doppio di quelli effettuati nel periodo 2014-19, pari a circa 120\$ miliardi. A partire dal 2020 e per i successivi 5 anni, infatti, verranno lanciati sul mercato circa 450 nuovi BEV, a fronte di un totale di 600 veicoli elettrici annunciati, comprendenti dunque MHEV, HEV, PHEV e FCEV.

Un tale sforzo da parte dell'intero settore automotive sarà possibile grazie a quattro fattori che determineranno la velocità di adozione di powertrain alternativi agli ICE, in particolare dei BEV. L'incisività con cui impatteranno tali fattori, tuttavia, varierà molto di regione in regione, in relazione alle caratteristiche di ogni territorio.

Il fattore più impattante sarà senza dubbio quello della *regolamentazione*. Attualmente, l'Europa guida i target massimi di emissioni di CO<sub>2</sub>, avendo imposto una riduzione, entro il 2030, del 37,5%, pari a 59 g/km. La Cina, invece, ha imposto target pari a 93 g/km mentre il Nord America prevede entro il 2025 di imporre un target pari a 99 g/km. In aggiunta a queste limitazioni, molti paesi hanno deciso di imporre limitazioni o divieti di circolazione ai veicoli più inquinanti. La Norvegia, ad esempio, vieterà la circolazione dei veicoli ICE a partire dal 2025, Canada, UK e Cina a partire dal 2040; Parigi, invece, vieterà la circolazione di tutti i veicoli ICE nel centro cittadino a partire dal 2030, Roma vieterà dal 2024 la circolazione dei veicoli diesel nel centro città e Milano a partire dal 2030.

Inoltre, alcuni paesi guideranno l'adozione dei veicoli elettrici attraverso opportuni programmi di credito, come il Zero Emission Vehicle (ZEV) della California, adottato anche da altri dieci stati degli USA o il New Energy Vehicle (NEV) cinese. Secondo questi programmi i produttori di autoveicoli devono necessariamente vendere una quota di veicoli a zero emissioni direttamente legata alla quota di veicoli ICE venduti all'interno dello stesso territorio.

Un altro fattore determinante sarà, ovviamente, la presenza di un'*infrastruttura* adeguata, in particolar modo la rete di stazioni di ricarica. Secondo BCG, solo per la ricarica sarà necessario un investimento a livello globale di circa 50 miliardi di dollari entro il 2030, necessari per ottenere almeno 15 milioni di stazioni di ricarica in Europa, 14 milioni in Cina e 13

in Nord America. La presenza di una rete pubblica capillare sarà fondamentale per l'adozione dei veicoli a batteria in Cina e in Europa, mentre in Nord America circa il 50-70% della ricarica avverrà attraverso stazioni di ricarica private. L'attuale mole dei sussidi pubblici in Cina e in Europa continuerà a favorire un tale sviluppo dell'infrastruttura, unita anche alla consapevolezza assunta dai legislatori negli ultimi anni. Oltre alla rete di stazioni di ricarica, i provider di energia locali dovranno rispondere all'aumento dei picchi di energia richiesta migliorando i trasformatori o incentivando i consumatori a non creare picchi eccessivi per la ricarica.

L'innovazione nella *tecnologia* e nella produzione delle batterie ha reso i veicoli elettrici competitivi con i tradizionali veicoli ICE. Ma affinché vi sia, da parte dei consumatori, il definitivo passaggio ai BEV, sarà necessario raggiungere la parità di Total Cost of Ownership. Per fare ciò, sarà necessario che il complesso batteria continui nella sua decrescita di costo, considerato il suo impatto rilevante sull'intero costo del powertrain BEV. Dal 2010, il costo del complesso batteria, grazie al progresso tecnologico, all'ottimizzazione del processo di produzione e ad economie di scala, è diminuito dell'85% circa, passando da 178 USD/kWh a 157 USD/kWh. Con l'ulteriore ottimizzazione dei processi chimici e l'installazione di grandi fabbriche di batterie ad alto rendimento e pieno utilizzo, si prevede un'ulteriore riduzione fino a 100 USD/kWh. Se tali previsioni fossero confermate, in circa 7 anni verrebbe raggiunta la parità di TCO con i veicoli ICE, favorendo dunque la penetrazione dei BEV nel mercato di massa.

Per ultimo, ma non meno importante, l'impatto dei veicoli elettrici sul *Cambiamento Climatico*. Secondo un'analisi condotta da BCG, infatti, la produzione di un BEV potrebbe generare fino al 60% di emissioni di CO<sub>2</sub> in più rispetto ad un veicolo ICE, ma una volta in funzione fornirebbe migliori prestazioni in termini di emissioni W2W. L'impatto dei BEV, tuttavia, varia notevolmente in relazione alla regione di produzione ovvero in relazione al mix energetico utilizzato dal paese in questione. Come mostrato in Figura 4, infatti, un veicolo ICE produce in media 46 g/km di CO<sub>2</sub> durante il processo di produzione, mentre un BEV circa 73 g/km; durante la sua operatività, però, un ICE produce circa 120 g/km di CO<sub>2</sub>, mentre per un BEV si registrano valori molto diversi tra loro in dipendenza proprio dal mix energetico attraverso il quale viene prodotta l'elettricità per la ricarica del veicolo e dall'efficienza del paese stesso, in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>, nelle fasi di

mantenimento quali sostituzione fluidi, pneumatici e batterie. In Cina, ad esempio, tale valore si attesta a 109 g/km di CO<sub>2</sub>, in Europa a 48 g/km, mentre in Norvegia 0 g/km assumendo un utilizzo di elettricità derivante da fonti 100% rinnovabili.

A livello globale, dunque, l’impatto positivo dei BEV sulla lotta al Cambiamento Climatico sarà largamente dipendente da quanto ogni Paese farà affidamento su elettricità proveniente da fonti rinnovabili. A questo scopo risulteranno fondamentali ancora per circa 5 anni, secondo BCG, gli incentivi a supporto delle vendite di BEV nonché ingenti investimenti in fonti rinnovabili; per citarne alcuni, la Germania prevede di raggiungere il 65% della produzione di elettricità da fonti rinnovabili entro il 2030, la Spagna, invece, punta al 100% entro il 2050.

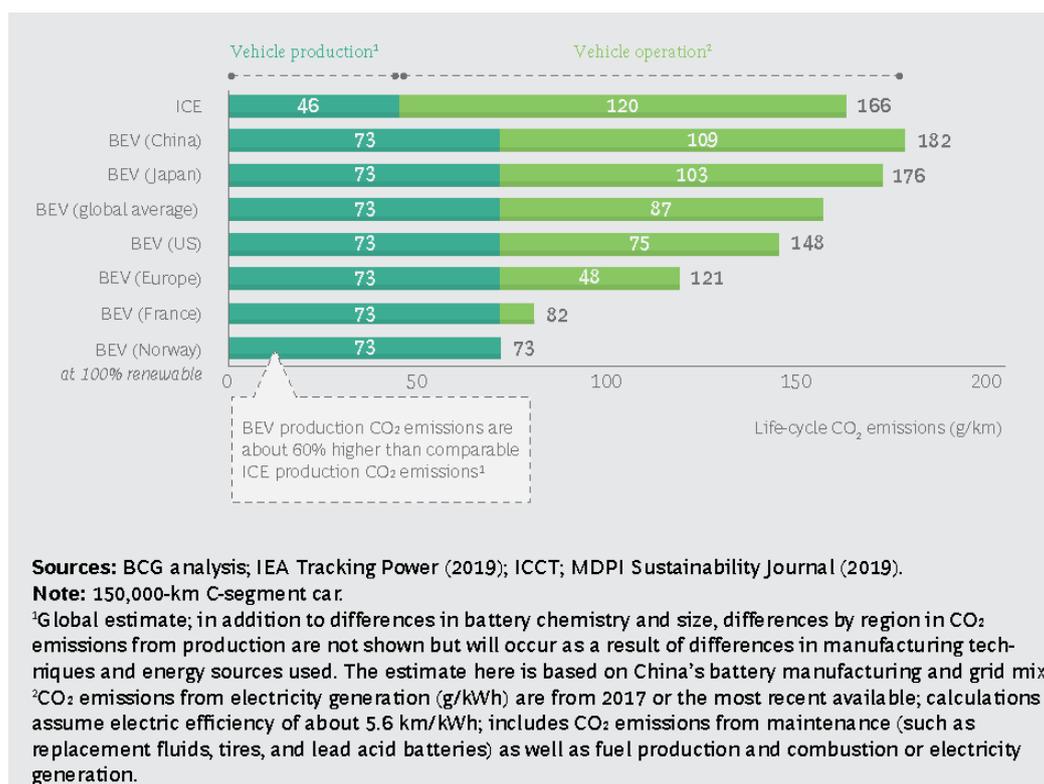


Figura 4: Emissioni di CO<sub>2</sub> dei BEV durante il loro intero ciclo di vita, dati per Paese  
 Fonte: Analisi BCG, IEA Tracking Power (2019), ICCT, MPDI Sustainability Journal (2019)

## 2.3 Caratteristiche del powertrain BEV

Nonostante i principali produttori di auto cerchino di arrivare a definire una standardizzazione del design dei veicoli elettrici a batteria, questa non sembra ancora essere stata raggiunta. Non è infatti possibile, analizzando i principali modelli di BEV sul mercato, scorgere un dominant design chiaro, né in termini di architettura complessiva, né a livello di componenti. A livello generale, tuttavia, è possibile identificare i principali componenti di un powertrain BEV che può sembrare concettualmente simile a quello di un veicolo ICE ma che, in realtà, ha un funzionamento ben differente. Come visualizzato in Figura 5, le principali differenze tra i due powertrain possono essere suddivise in due macrocategorie: powertrain ed elettronica.

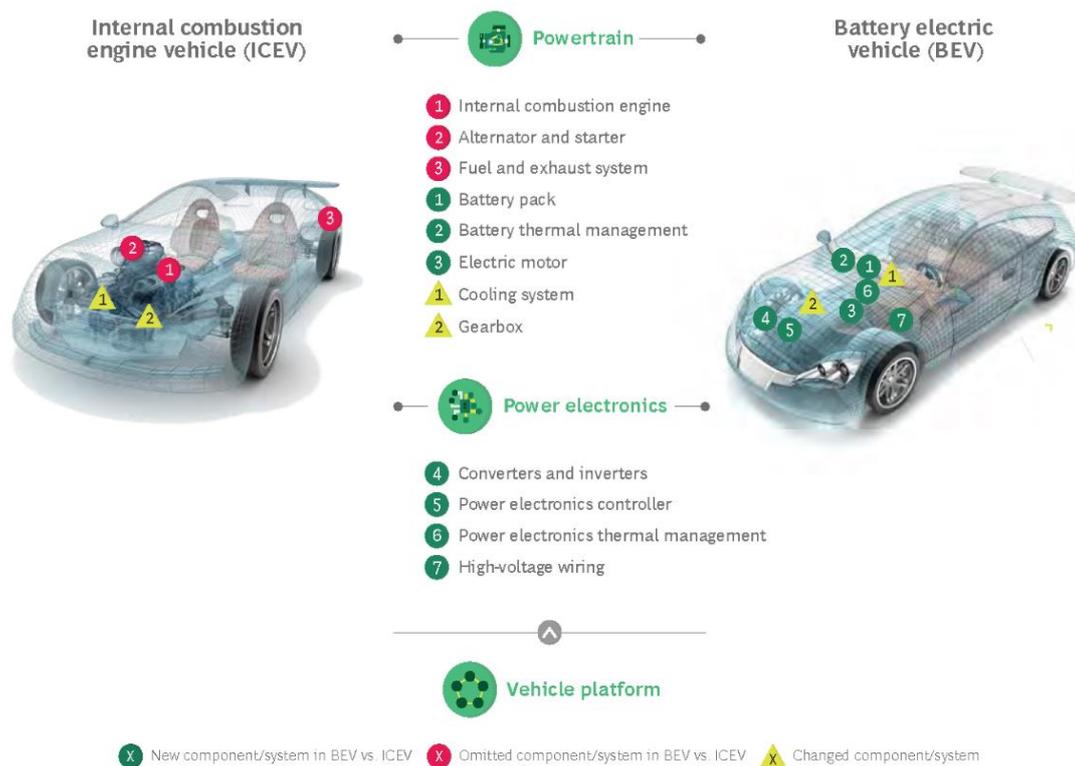


Figura 5: Differenze tra veicoli ICE e BEV

Fonte: Analisi BCG

Per quanto riguarda il powertrain, i principali componenti di un veicolo ICE quali il motore e i sistemi ausiliari, l'alternatore, il motorino di avviamento, il carburante e il sistema di scarico non sono necessari in un BEV.

Essi sono sostituiti, invece, da un pacco batterie e da un motore elettrico. Il pacco batteria è costituito da moduli che contengono le celle della batteria, un sistema di gestione della batteria che monitora le prestazioni, un sistema di gestione termica per il raffreddamento, i cavi di interconnessione e l'alloggiamento per i moduli. Inoltre, i cambi a più rapporti utilizzati negli ICE sono sostituiti con una trasmissione a velocità singola.

Per quanto riguarda la parte *elettronica*, questa comprende tutte le componenti necessarie per il funzionamento di un BEV quali il convertitore e l'inverter AC/DC e dunque non esiste nei veicoli ICE.

Principalmente a causa della complessità del loro gruppo powertrain, i veicoli ICE hanno molti più componenti rispetto a quelli dei veicoli BEV; un powertrain ICE può avere fino a un migliaio di componenti mentre uno BEV ne ha generalmente qualche centinaio. Nonostante ciò, però, il valore (costo + markup) dei componenti (Content per Vehicle, CPV) di un powertrain BEV risulta significativamente maggiore rispetto a quello di un veicolo ICE. Secondo l'analisi condotta da McKinsey e schematizzata in Figura 6, infatti, mentre un powertrain ICE rappresenta in media il 22% del valore dell'intero veicolo, cioè circa 3.000\$, un powertrain BEV ne rappresenta quasi il 50%, cioè circa 10.000\$.

I moduli, cioè raggruppamenti di celle che compongono il pacco batteria, vengono allocati diversamente nel veicolo e ciò che ne risulta è l'assenza di una standardizzazione nell'intero powertrain. Secondo un'analisi condotta da McKinsey sui 10 più diffusi modelli di BEV, non vi è ancora alcuna convergenza sul dominant design del Powertrain. Attraverso tale confronto, tuttavia, emerge un aspetto importante che dovrebbe spingere gli automaker a rivedere le loro logiche per quanto riguarda la scelta della piattaforma sulla quale vengono sviluppati i nuovi veicoli elettrici.

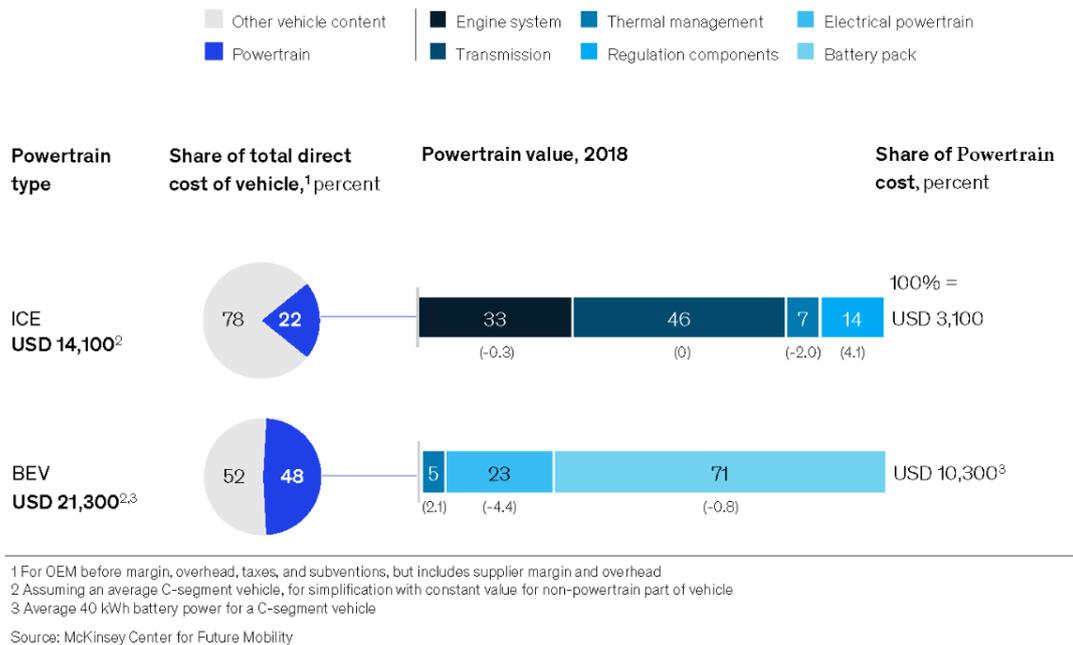
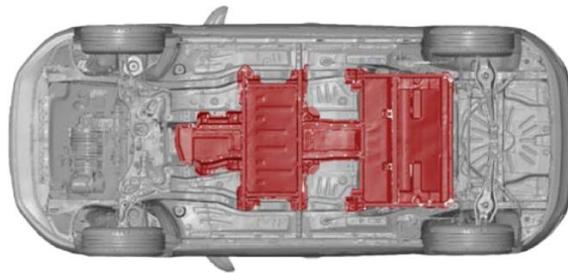


Figura 6: Costo di un Powertrain ICE vs Powertrain BEV

Fonte: McKinsey Center for Future Mobility

Dall'analisi, infatti, emerge un chiaro divario tra il range di km percorribili e lo spazio interno dei modelli basati su piattaforme nate specificamente per i BEV o su piattaforme derivate dai veicoli ICE. Le prime consentono l'ottimizzazione dell'impacchettamento dei moduli, a differenza delle seconde dove questi sono costretti ad occupare uno spazio residuo che ne limita la capacità, come mostrato in Figura 7.

**Non-native EV**  
battery pack architecture  
(example)



 Battery pack

**Native EV**  
battery pack architecture  
(example)



**~25%**

larger battery packs  
(relative to the vehicles'  
body in white volume) in  
benchmarked native EVs

**3 of 11**

benchmarked EVs  
already offer multiple  
range options; all of  
these are native EVs

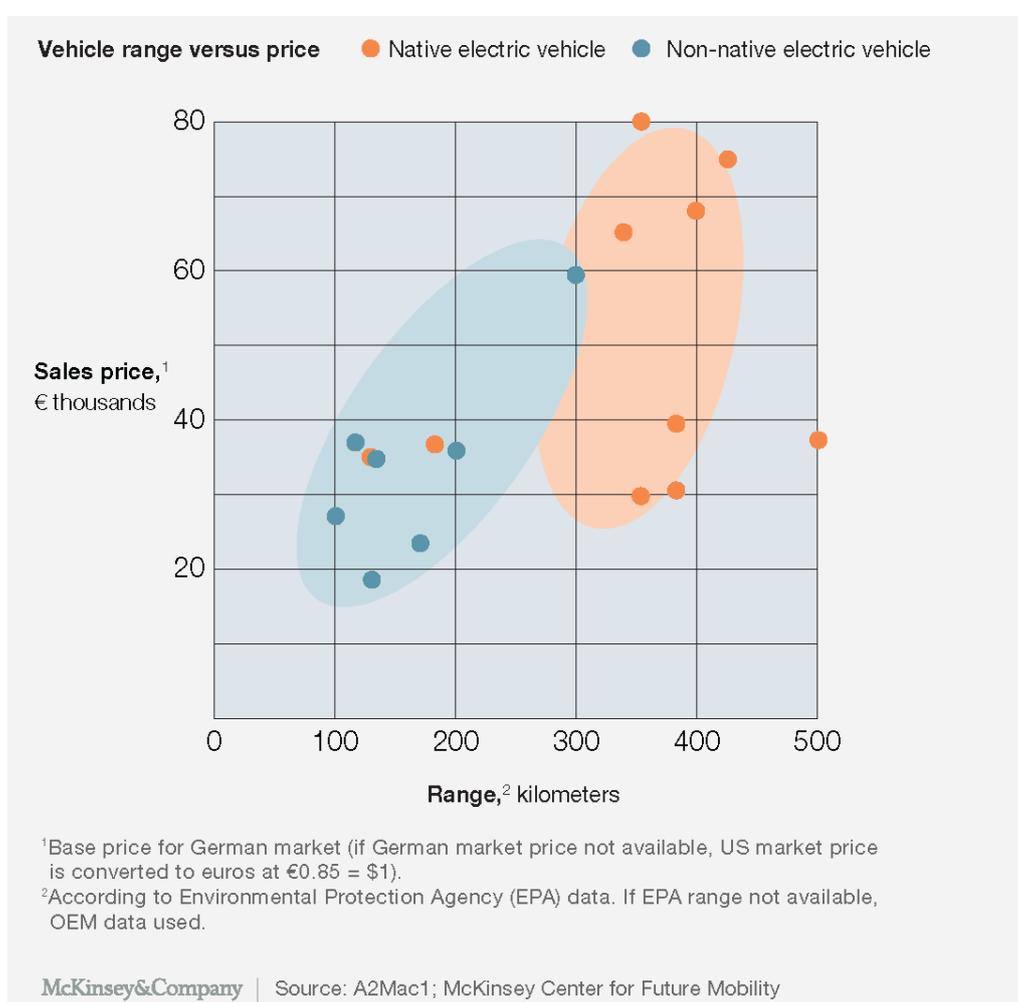
*Figura 7: Piattaforma nativa BEV vs piattaforma ICE-derivata*

*Fonte: McKinsey Center for Future Mobility*

Ne risulta che nei veicoli progettati su piattaforme BEV possono essere accomodati ampi pacchi di batterie attraverso una disposizione rettangolare, garantendo un range di autonomia in termini di km pari a 400 km per carica, circa il doppio di quella di un veicolo progettato su una piattaforma ICE-derivata. In Figura 8 si può osservare come tra i modelli oggetto dell'analisi,

quelli nati da piattaforma BEV abbiano a parità di prezzo un'autonomia doppia rispetto a quelli nati da piattaforma ICE-derivata.

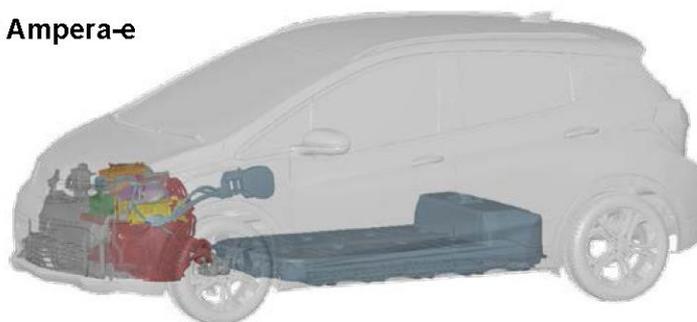
La presenza di una batteria più ampia e meglio disposta, inoltre, permette anche una gestione più semplice degli altri componenti, una maggiore flessibilità nella scelta del numero di celle allocabili nel pacco batteria, nonché una ricarica generalmente più rapida. In aggiunta, tali veicoli hanno al loro interno uno spazio più ampio se paragonati con veicoli ICE-derivati aventi lo stesso passo (distanza tra le ruote).



*Figura 8: Analisi del range [km] dei veicoli in base alla piattaforma  
Fonte: A2Mac1, McKinsey Center for Future Mobility*

Oltre al fatto che la tecnologia sta ancora maturando, la varietà di design nel powertrain BEV può essere dovuta alla sua intrinseca maggiore flessibilità dal momento che i componenti sono più piccoli rispetto a quelli di un ICE e dunque i gradi di libertà basati sullo spazio disponibile nei vani sottoscocca, anteriore e posteriore sono più alti. Per fare un esempio riguardo la differenza tra le due piattaforme è possibile confrontare la Opel Ampera-e con la Tesla Model 3. Come mostrato in Figura 9, la Opel sembra sfruttare un posizionamento dei componenti del powertrain simile a quello di un veicolo ICE, con i principali componenti collocati nel vano anteriore; la Tesla, invece, integra alcuni componenti sul retro del pacco batteria, posizionandone altri sull'asse posteriore.

#### Opel Ampera-e



■ E-motor

■ Inverter/converter module

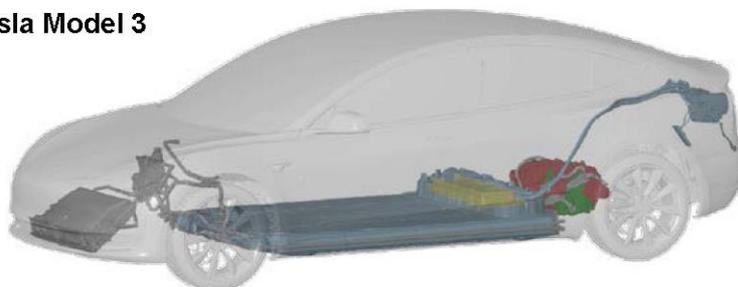
■ HV charger

■ HV junction box

■ DC-DC converter

*In Model 3, converter together with HV charger integrated in battery pack*

#### Tesla Model 3



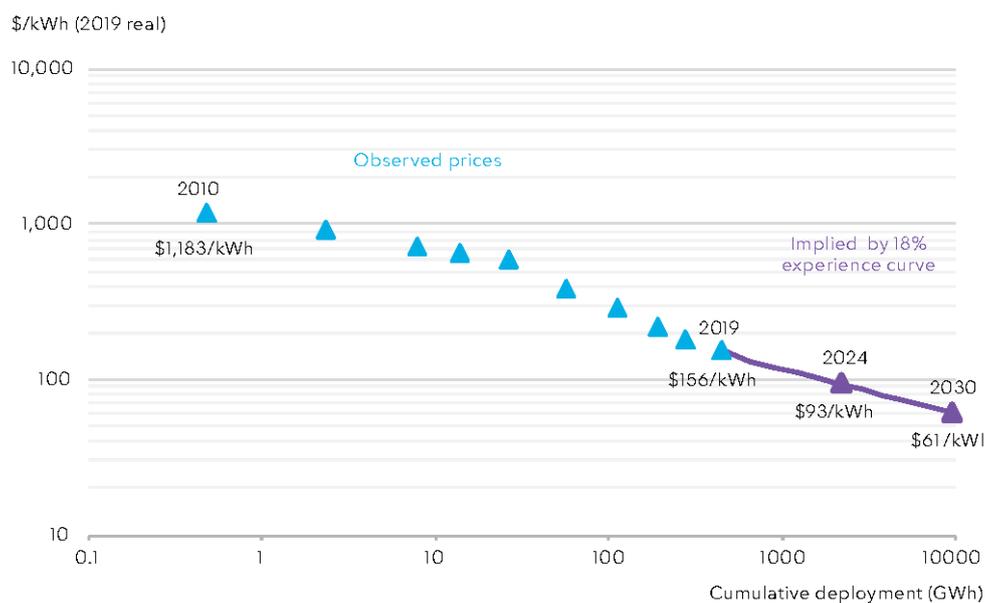
Source: A2Mac1, McKinsey

*Figura 9: Powertrain ICE-derivato vs Powertrain BEV*  
*Fonte: A2Mac1, McKinsey Center for Future Mobility*

### **2.3.1 Le batterie agli ioni di litio**

Con il termine batteria si fa comunemente riferimento all'insieme di componenti che costituiscono il battery pack. Questo è un sistema estremamente sofisticato, progettato per garantire una gestione termica ottimale e, allo stesso tempo, comunicare con la rete del veicolo. È composto da più moduli, ovvero strutture contenenti una decina di celle, che controllano le tensioni e le temperature localmente, facilitando dunque la gestione globale della batteria, da un sistema di riscaldamento/raffreddamento, dai sensori necessari a ricavare lo stato del sistema e dal sistema di gestione e controllo dello stato di salute della batteria, il Battery Management System.

Il pacco batteria rappresenta il cuore del powertrain BEV e ha un notevole impatto sull'intero costo dello stesso: da solo, infatti, rappresenta il 71% del costo del powertrain, come indicato nella già citata analisi elaborata da McKinsey in Figura 6. Il costo di un battery pack, tuttavia, sta subendo anno dopo anno una continua decrescita frutto degli ingenti investimenti effettuati dai player in termini di nuovi catodi utilizzati, di nuove celle e di metodi di manifattura su larga scala più efficienti, uno fra tutti la gigafactory di Tesla in Nevada. Rispetto al 2010, quando si aggirava intorno ai 1180 \$/kWh, il prezzo ha subito un notevole decremento e risulta attualmente pari a circa 140\$/kWh; come mostrato in Figura 10; tuttavia, la decrescita non accenna a fermarsi e nel 2024, secondo BloombergNEF, il prezzo scenderà sotto il fatidico tetto dei 100\$/kWh considerato da molti il punto di svolta per la parità di TCO tra un veicolo BEV e un ICE.



Source: BloombergNEF

*Figura 10: Andamento del prezzo di un battery pack*

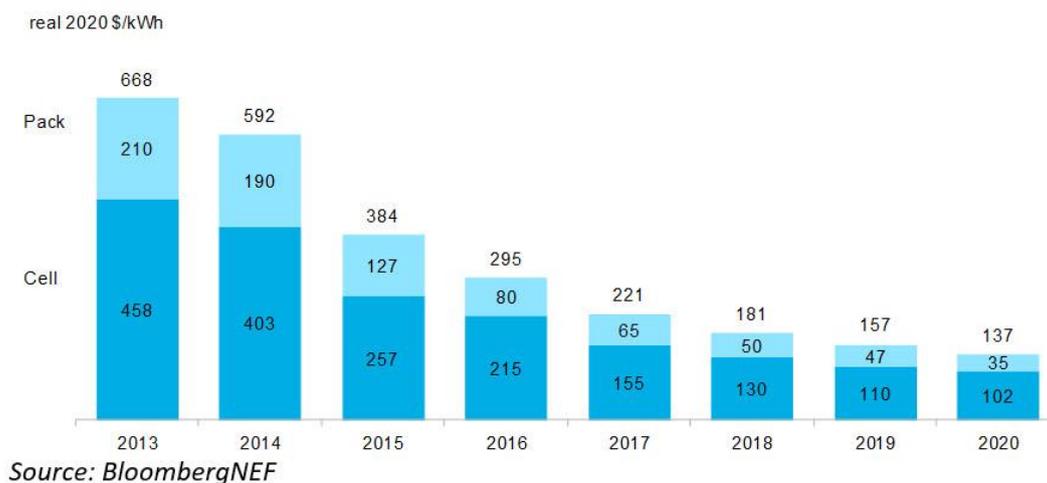
*Fonte: BloombergNEF*

### 2.3.2 Le celle

Le celle costituiscono l'elemento attivo della batteria, cioè lo strumento vero e proprio attraverso cui è possibile immagazzinare l'energia. Per questo motivo, la manifattura delle celle è un'attività ad alto valore aggiunto e, secondo l'analisi di BloombergNEF in Figura 11, rappresenta circa il 70-75% del costo finale di un pacco batteria.

Dunque, risulta di primaria importanza cercare di efficientare tale processo in modo da ridurre quanto più possibile il costo finale del veicolo, promuovendone così la diffusione di massa sul mercato. Chiaramente, un tale processo richiede un'elevata competenza tecnica, elevati investimenti di capitale nonché uno stabile accesso a materie prime fondamentali quali il litio, il cobalto e il nichel.

All'interno delle celle, infatti, l'energia chimica contenuta nei materiali attivi viene convertita direttamente in energia elettrica attraverso reazioni elettrochimiche di ossidoriduzione. Attualmente la maggior parte delle batterie utilizzate dai veicoli elettrici sfrutta la tecnologia di accumulo attraverso gli ioni di litio.



*Figura 11: Costo delle celle rispetto al costo totale del battery pack  
Fonte: BloombergNEF*

Ogni cella è composta da due elettrodi, anodo e catodo, connessi a un circuito elettrico e separati da un elettrolita.

L'anodo è il polo negativo, fornisce elettroni al circuito esterno e, generalmente, è composto da grafite.

Il catodo è il polo positivo, accetta elettroni dal circuito esterno ed è composto da un ossido di litio dal quale la cella prende il nome.

L'elettrolita è un conduttore di ioni ma, allo stesso tempo, un isolante per gli elettroni. È un solvente inorganico contenente sali di litio, separa i due elettrodi e funge da mezzo per il trasferimento degli ioni dal catodo all'anodo.

Durante la fase di carica, l'elettrodo positivo viene ossidato; gli ioni di litio passano attraverso l'elettrolita e la membrana e vanno a collocarsi tra gli strati di grafite dell'elettrodo negativo, provocando la reazione di riduzione dello stesso. Durante la fase di scarica, invece, avviene un'ossidazione dell'elettrodo negativo; gli ioni di litio sono strappati da questo e migrano attraverso l'elettrolita, andando a collocarsi nell'elettrodo positivo. Un numero equivalente di elettroni viaggia attraverso il circuito esterno producendo la corrente utile per il funzionamento. In Figura 12 è mostrato uno schema con i principali componenti e il principio di funzionamento di una batteria agli ioni di litio.

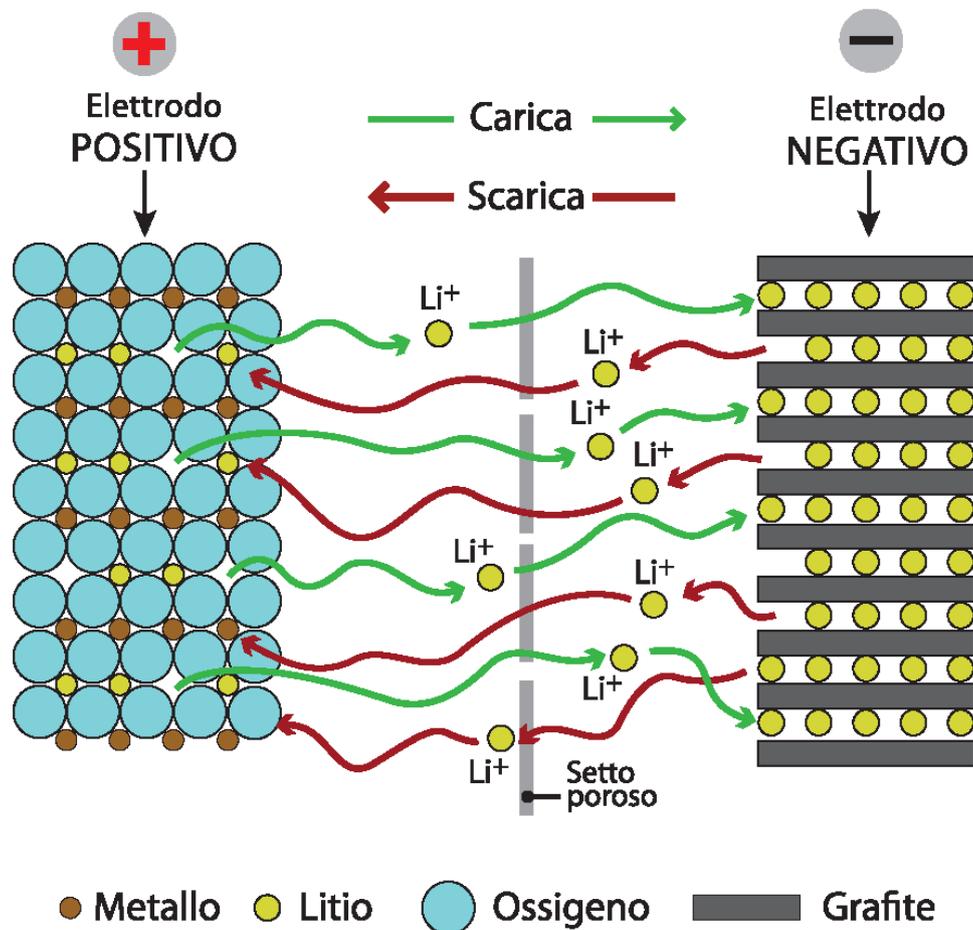


Figura 12: Schema con i principali componenti e il principio di funzionamento di una batteria agli ioni di litio

Fonte: Motus-e

Queste batterie presentano numerosi vantaggi dal punto di vista operativo quali l'elevata durata del ciclo di vita, un elevato range di efficienza e una rapida risposta alla domanda di energia quando richiesta. Tuttavia, come anticipato precedentemente, anche a livello dei componenti non è ancora presente una standardizzazione univoca e questo aspetto è presente anche nel design delle celle. Infatti, esistono 3 tipologie di design per celle impiegati nei BEV, schematizzati in Figura 13: celle cilindriche, a sacchetto e prismatiche.

Le *celle cilindriche* sono celle di piccole dimensioni la cui geometria viene utilizzata anche in altri contesti; assicurano un processo di produzione semplice ed economico ma in caso di incidente presentano rischi maggiori

per la sicurezza. Attualmente sono utilizzate da pochissimi player, tra cui Tesla, fin dall'inizio in accordo commerciale con Panasonic.

Le *celle a sacchetto* hanno invece un design piatto che permette l'ottimizzazione dello spazio e garantiscono elevata flessibilità in fase di progettazione ma hanno bassa resistenza meccanica.

Le *celle prismatiche* sono caratterizzate da un involucro rigido in alluminio e possono essere posizionate a strati; non esiste un formato univoco, perciò, i produttori possono scegliere quello che più soddisfa le loro necessità per posizionarle nel veicolo. Per questi motivi, ad oggi, è la geometria maggiormente utilizzata nei pacchi batteria dei BEV ed è probabile che lo sarà anche nei prossimi anni.

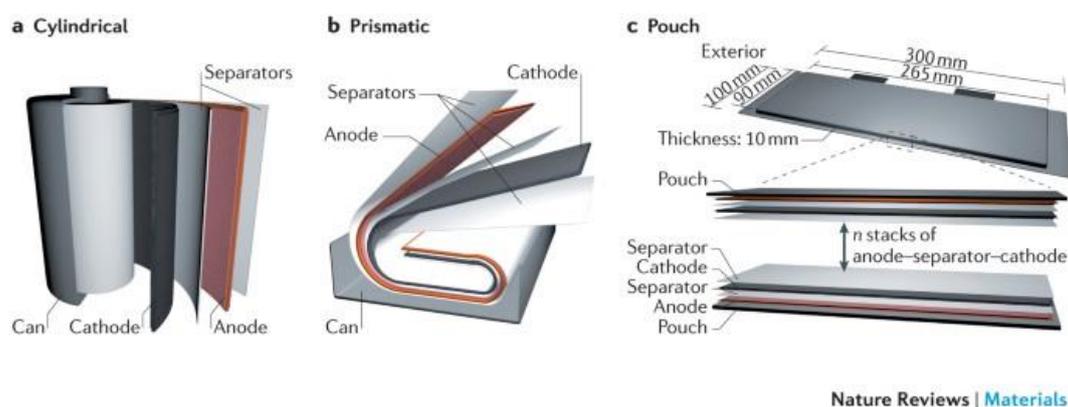


Figura 13: Possibili design di una cella per BEV

Fonte: Nature Reviews

Ad oggi, lo stato della tecnica prevede di raggruppare più celle in un unico modulo in quanto non è possibile produrre un'unica cella con abbastanza energia e densità di potenza per soddisfare le esigenze di un intero veicolo. A causa di questo vincolo è necessario allocare una decina di celle per modulo e il numero dei moduli costituente il pacco batteria può variare notevolmente in base al fabbisogno richiesto dal veicolo; la BMW i3, ad esempio, possiede 96 celle, un numero irrisorio rispetto alle 7104 della Tesla Model S.

È evidente, dunque, che le celle giocano un ruolo fondamentale nella progettazione di un veicolo elettrico a batteria in quanto determinano variabili fondamentali per le caratteristiche dell'intero veicolo, quali il range di km percorribili con una ricarica, il peso, lo spazio disponibile all'interno della vettura e, ancora più rilevante, il costo e dunque il prezzo finale per il consumatore.

# Capitolo 3

## Le batterie agli ioni di litio

### 3 Struttura del settore delle batterie agli ioni di litio

La struttura del settore Automotive risulta essere tra le più complesse dei settori industriali. Ciò è dovuto principalmente alla complessità del prodotto finale in sé, che necessita di attori specializzati lungo tutta la filiera, dalle materie prime all'assemblaggio finale dei sottosistemi. Particolarmente complessa risulta la filiera della manifattura delle batterie, i cui dettagli verranno discussi nei paragrafi seguenti.

La domanda di mercato per le batterie, inoltre, è in progressivo aumento e, in risposta ai grandi cambiamenti richiesti dal nuovo concept di mobilità elettrica, l'intera value chain dovrà necessariamente affrontare nuove sfide, adattandosi progressivamente alle esigenze del mercato.

#### 3.1 Value chain delle batterie

Ad oggi, le batterie agli ioni di litio hanno alte potenzialità e su di esse ricadono grandi aspettative per mitigare quanto più gli effetti del cambiamento climatico. Esse, infatti, rappresentano la tecnologia chiave tramite cui raggiungere gli accordi di Parigi creando nuovi posti di lavoro, grande valore economico, aumentando le possibilità di accesso all'energia e creando attorno a sé una catena del valore giusta e responsabile. Con il termine value chain, infatti, si fa riferimento alla serie di attività che aggiungono valore al prodotto ad ogni singolo passaggio, a partire dal reperimento delle materie prime necessarie.

La value chain delle batterie risulta essere particolarmente complessa e si articola in più fasi, ognuna delle quali possiede più attività a cui partecipano diversi attori. In Figura 14 è rappresentato uno schema della value chain in questione; è possibile osservare che questa si compone di 5 macrofasi, ognuna delle quali contiene al suo interno diverse attività realizzate da attori diversi che, conseguentemente, generano una quota di valore differente.

È possibile osservare che ad ogni fase della catena corrisponde una famiglia di attori in essa coinvolta, identificata con i termini *Tier n-esimo* e *OEM*. Nel settore automotive, infatti, i produttori si riferiscono ad aziende nella loro catena di fornitura come fornitori di primo livello o di secondo livello; questi termini indicano la distanza commerciale nel rapporto tra il produttore e il fornitore.

Nel caso specifico, gli Original Equipment Manufacturer (OEM) sono gli attori che producono il bene finale per il mercato consumer, cioè le case automobilistiche; al livello Tier 1, invece, si trovano i fornitori di primo livello, cioè i player direttamente fornitori degli OEM; al livello Tier 2, invece, si trovano i fornitori dei player Tier 1 e al livello Tier 3 quelli dei player Tier 2.

La prima fase coincide con l'estrazione delle materie prime necessarie quali litio, cobalto, nichel e grafite; la seconda fase è costituita dal raffinamento e processamento dei materiali costituenti le celle quali grafite, ossido nichel cobalto manganese (NCM), elettrolita e membrana di separazione e dalla creazione degli alloggiamenti per le celle. Nella terza fase avviene la produzione delle singole celle tramite miscelazione e rivestimento degli elettrodi, inserimento dell'elettrolita nell'alloggio della cella e sigillatura; la quarta fase riguarda la produzione dei moduli tramite connessioni elettriche tra le celle e, infine, la quinta e ultima fase coincide con l'assemblaggio dell'intero pacco batteria che avviene connettendo elettricamente i moduli tra loro e con il Battery Management System.

## Automotive battery value chain and value share

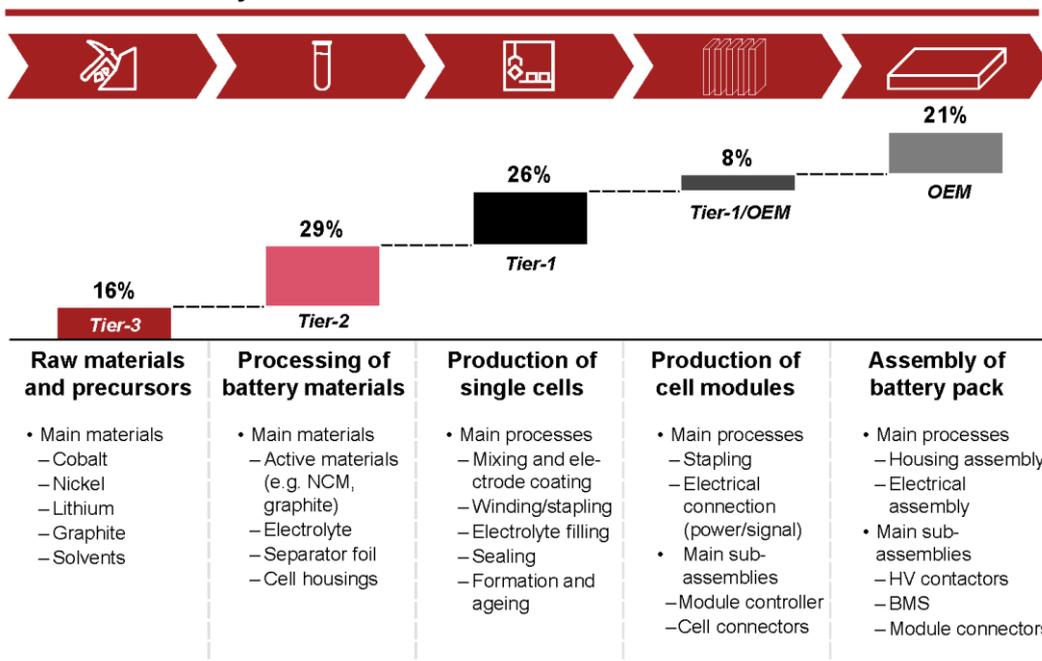


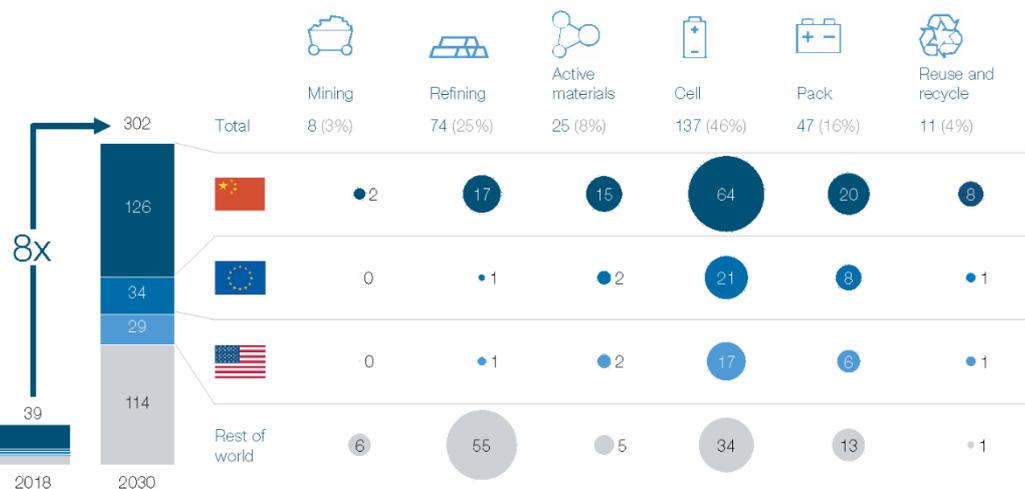
Figura 14: Value chain delle batterie agli ioni di litio

Fonte: PWC Powertrain study 2020

È possibile osservare che, considerando esclusivamente le fasi 2 e 3, queste generano una quota complessiva pari al 55% del valore aggiunto generato in tutta la value chain, ribadendo ancora una volta quanto possa essere importante per i player riuscire a partecipare a questa fase della catena.

Come precisato nel capitolo precedente, nel prossimo decennio si prevede un notevole aumento dei veicoli BEV che rappresenteranno nel 2030 circa il 20% della flotta globale. Un tale aumento ha il potenziale di creare ricavi annui pari a circa \$300 miliardi lungo tutta la value chain entro il 2030, pari a circa 8 volte quelli odierni. Tuttavia, come mostrato in Figura 15, non tutte le fasi della value chain genereranno percentualmente la stessa crescita; questa, infatti, sarà predominante nella fase di produzione delle celle, con ricavi stimati pari a \$137 miliardi, circa il 46% dei \$302 miliardi totali.

Revenues, base case 2030, \$ billion



NOTE: Calculated based on demand from mobility, energy storage and consumer electronics applications as well as battery pack prices for 2030 (not including lead-acid batteries)

Source: World Economic Forum, Global Battery Alliance, McKinsey analysis

Figura 15: Possibili ricavi lungo la value chain entro il 2030 [\$ miliardi]

Fonte: World Economic Forum, Global Battery Alliance, McKinsey

Affinché si riesca a creare tale potenziale di guadagno entro il 2030, sarà necessario investire circa \$440 miliardi secondo quanto ipotizzato da McKinsey. Tra le maggiori opportunità di investimento rientrano la manifattura delle celle (circa \$200 miliardi) e l'estrazione e il raffinamento delle materie prime (circa \$100 miliardi). Dove si verificheranno tali investimenti non si avrà un diretto beneficio, in termini di ricavi, solo per le attività coinvolte ma anche per tutte quelle della value chain.

Chiaramente, una tale crescita del mercato porterà notevoli opportunità di crescita per i player ma, contestualmente, anche sfide impegnative che l'intera value chain dovrà saper gestire in modo efficace.

### 3.1.1 Sfide chiave per la value chain

Insieme alla massiccia espansione della value chain, arriverà una serie di sfide che i player dovranno essere in grado di fronteggiare adeguatamente. È possibile individuare tre aree di interesse critiche lungo l'intera catena: l'emissione di gas serra, i rischi sociali e ambientali e, infine, l'incertezza sull'applicazione delle batterie.

- Emissione di gas a effetto serra:* la produzione di materiali attivi e di altri componenti, così come la produzione di celle, sono le fasi con le maggiori emissioni di gas a effetto serra in tutta la value chain. L'impronta di CO<sub>2</sub> per la produzione di un veicolo elettrico, infatti, è maggiore rispetto a quella legata alla produzione di un veicolo ICE; tuttavia, la minor quota di emissioni dirette e indirette legata all'utilizzo del veicolo porta, nel complesso, ad un'impronta inferiore rispetto alla quota complessiva di un veicolo ICE. Come precisato nel capitolo precedente, però, questa quota dipende fortemente dal mix energetico utilizzato per la produzione di energia elettrica, cioè dalla carbon-intensity del mix stesso. Ciò che è importante sottolineare, però, è che all'interno della value chain risulta fondamentale cercare di ridurre le emissioni legate alle fasi più impattanti che, secondo l'analisi del World Economic Forum mostrata in Figura 16, sono la produzione di materiali attivi e la manifattura delle celle. Quest'ultima, in particolare, secondo le stime più aggiornate per il 2030, rappresenterà il 34% delle emissioni dell'intera value chain e saranno concentrate soprattutto nel mercato cinese e in quello europeo.
- Rischi sociali, ambientali e morali:* l'aumento di produzione di materie prime nel prossimo decennio avverrà a un ritmo senza precedenti. In quest'ottica saranno 4 i metalli maggiormente coinvolti: il litio che subirà un aumento di domande pari a circa 6 volte quella del 2018, il cobalto con un aumento di un fattore 2, il nichel con un aumento di un fattore 1,5 e il manganese con un aumento di un fattore 1,2. Un tale aumento è visto come una grande opportunità per le economie che si fondano sull'estrazione di queste materie prime; a questo proposito, il 50% delle miniere di cobalto a livello globale è situato in Congo, mentre il 99% di quelle di litio si trovano in Cile, Argentina, Australia e Cina. Il rischio, tuttavia, è che l'aumento della produzione corrisponda ad un aumento dell'impatto sociale ed ambientale. Il Congo, ad esempio, è uno dei paesi meno industrializzati e il cobalto rappresenta un pilastro fondante della sua economia, dove sono coinvolte circa 10-12 milioni di persone per le attività di estrazione. Il commercio del cobalto, dunque, rappresenta una delle principali fonti di generazione di valore economico. Tuttavia, si stima che circa il 30% delle attività estrattive avvengano a mano utilizzando strumenti molto artigianali.

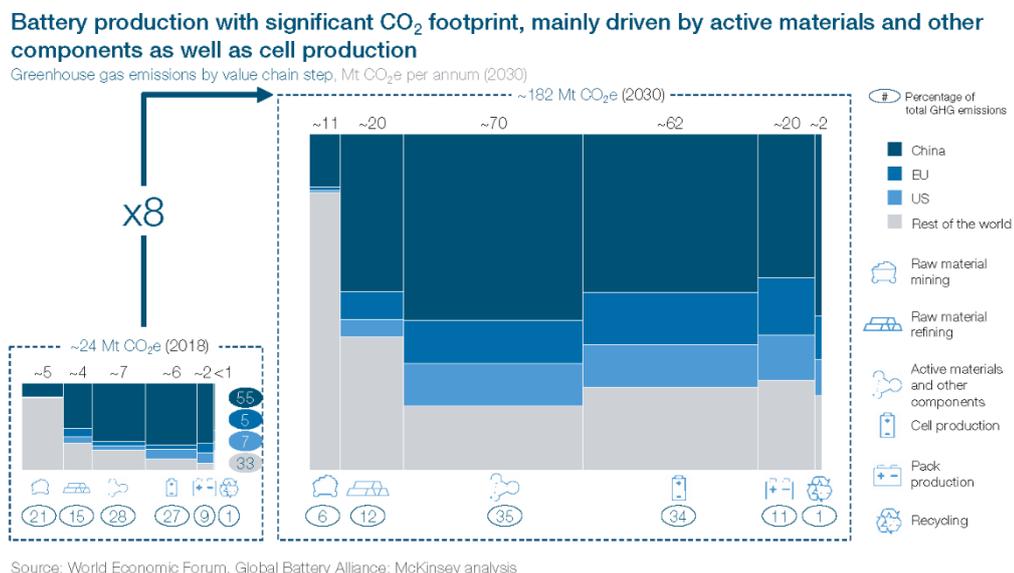


Figura 16: Emissioni di gas a effetto serra lungo la value chain, previsioni per il 2030  
 Fonte: World Economic Forum, Global Battery Alliance, McKinsey

Queste attività, inoltre, sono spesso informali e non vi è alcuna forma di tutela per i diritti umani; sono documentate, infatti, continue morti dovute a condizioni di lavoro precarie, forme di sfruttamento e di lavoro minorile. Si stima che circa 250.000 persone lavorino in condizioni pericolose delle quali 35.000 sono bambini: numeri che potrebbero rappresentare solo la punta dell'iceberg. Basi pensare che nelle attività estrattive, a livello globale, sono coinvolte circa 41 milioni di persone in attività artigianali e solo 7 milioni in attività estrattive industriali.

A questa piaga, inoltre, si aggiungono i rischi di integrità morale dovuti alla presenza di corruzione diffusa nonché quelli ambientali dovuti all'inquinamento del suolo e dell'acqua a causa di cattiva gestione dei rifiuti.

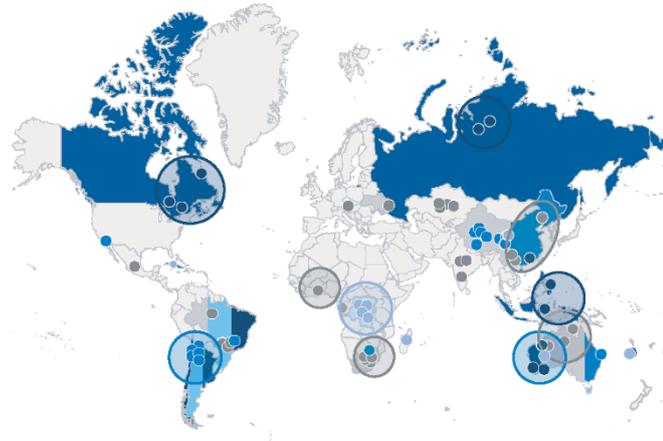
Per quanto riguarda il litio, il manganese e il nichel, invece, sono necessari ulteriori studi per comprendere meglio gli impatti sociali e ambientali di questi materiali. Per il litio è possibile affermare che la natura degli effetti varia di regione in regione: nel "triangolo del litio", regione nel deserto di Atacama tra Argentina e Cile, le attività estrattive minacciano le riserve idriche presenti. Per il manganese, invece, è

richiesto un utilizzo intensivo del suolo e, inoltre, vi è il rischio di dispersione di polveri inquinanti nell'aria.

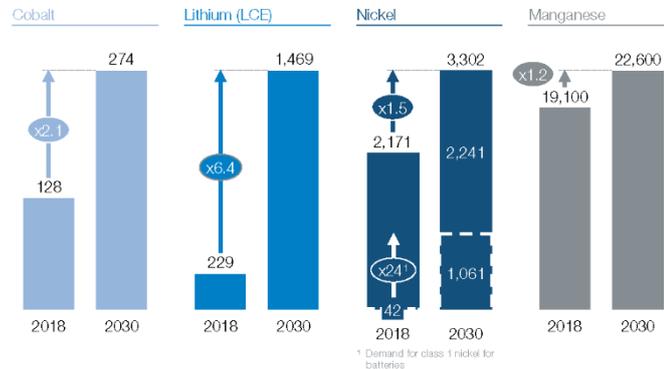
In Figura 17 sono indicate le localizzazioni geografiche dei principali giacimenti delle materie prime, nonché una stima della loro domanda nel 2030.

### Demand for cobalt, lithium, nickel and manganese by 2030

Major mining locations for cobalt, lithium, nickel and manganese



Raw material demand in kilo tonnes per annum, base case



Source: USGS, 2019; McKinsey analysis; expert interviews

Figura 17: Localizzazione dei giacimenti e previsione della domanda di litio, cobalto, nichel e manganese nel 2030

Fonte: USGS (2019), McKinsey

- **Fattibilità di attività legate alle batterie:** l'attuale costo delle batterie rende difficile la profittabilità per i produttori di veicoli elettrici. Ciò è

dovuto principalmente a 3 aspetti: gli alti costi iniziali per la costruzione di grandi pacchi batteria; il paradosso dell'uovo e della gallina: la mancanza dell'infrastruttura per la ricarica è dovuta al numero ridotto di veicoli elettrici attualmente circolanti; limitata propensione dei consumatori ad abbandonare i veicoli ICE in favore dei BEV. La profittabilità per i produttori di auto continuerà a rimanere incerta finché non si avrà ulteriore riduzione dei costi delle batterie, design specifici per veicoli elettrici, aumento delle infrastrutture disponibili e, probabilmente, nuovi modelli di business.

Vi sono, comunque, altri aspetti che rendono incerte le opportunità economiche per la value chain delle batterie; esempi ne sono i processi di riciclo delle batterie e lo sfruttamento delle batterie per una loro seconda vita. Il primo aspetto è legato all'elevato costo dei processi di riciclo delle batterie: la necessità di elevate precauzioni in ambito sicurezza, dovute al rischio di incendio e alla tossicità di alcuni materiali rappresenta l'ostacolo più grande. Il recupero di materiali, fatta eccezione per cobalto e nichel, è ancora poco diffuso e ciò garantisce un minor beneficio dal riciclo. Inoltre, alcune attività di riciclo rischiano di essere svantaggiose dal punto di vista ambientale, specie per le loro emissioni e per il rilascio di inquinanti nell'aria e nell'acqua.

Per quanto riguarda la seconda vita delle batterie, invece, un possibile loro impiego potrebbe avvenire sotto forma di accumulatori di energia. Tuttavia, una volta giunte al termine della loro vita, è probabile che le batterie si ritrovino a dover competere con tecnologie più efficienti sviluppate nel corso del loro utilizzo sui veicoli elettrici.

In conclusione, agire quanto più rapidamente ed efficacemente possibile permetterebbe ai player di modellare la value chain emergente, mentre agire in ritardo non farebbe altro che esacerbare gli impatti ambientali e sociali. Ad oggi le batterie rappresentano uno dei principali driver per perseguire il cambio di rotta necessario a mitigare gli effetti catastrofici del cambiamento climatico. Senza di esse, il "carbon budget", cioè il limite massimo di emissioni cumulate entro il 2050 dettato dall'Accordo di Parigi, si esaurirebbe entro il 2035.

La sfida a questo punto è duplice: come può essere accelerato lo sviluppo delle batterie e come possono essere prodotte in modo sostenibile? Le batterie devono essere più convenienti attraverso costi di produzione inferiori e un

maggiore utilizzo; inoltre, una loro maggiore sostenibilità implica ridurre le emissioni, eliminare le violazioni dei diritti umani e assicurare condizioni di lavoro ottimali lungo tutta la value chain. All'interno di questa, una fase rilevante è certamente quella della manifattura delle celle: questa risulta critica non solo perché rappresenta la maggiore quota di costo dell'intero pacco batteria, ma anche perché da essa dipendono una serie di problematiche ambientali e sociali non trascurabili.

### 3.2 Il mercato globale delle celle

Tra il 2010 e il 2018, la domanda di batterie a livello globale è cresciuta del 30% all'anno, raggiungendo un volume di 180 GWh nel 2018. Questo mercato è in costante crescita e, secondo le previsioni del World Economic Forum schematizzate in Figura 18, raggiungerà un volume di 2600 GWh nel 2030, pari a circa 14 volte la domanda registrata nel 2018.

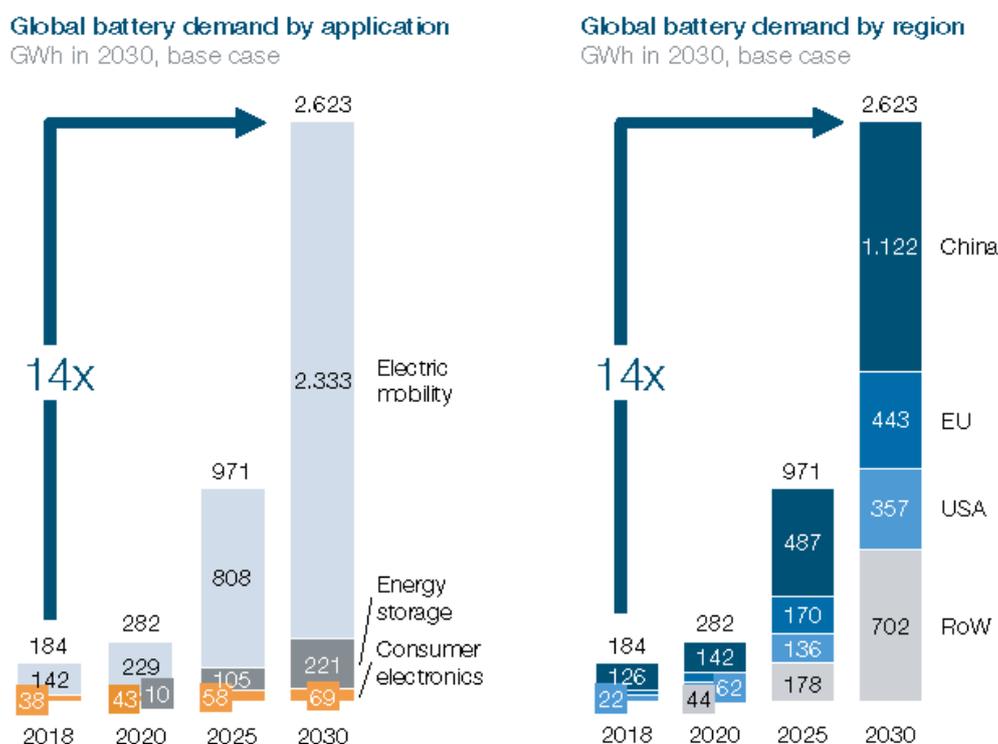


Figura 18: Crescita della domanda di batterie in GWh per settore di applicazione

Fonte: World Economic Forum, McKinsey

I principali driver della crescita della domanda saranno l'elettrificazione dei trasporti e l'accumulo di energia per diverse applicazioni. Entro il 2030, la domanda di batterie per la mobilità elettrica sarà pari all'89% dell'intera domanda; di questa, il 60% servirà per le auto ad uso personale e il 23% per il segmento commerciale. La domanda per sistemi di accumulo di energia rappresenterà solo l'8% circa, mentre quella per l'elettronica di consumo solo il 3%, nonostante ad oggi generi circa il 20% del fabbisogno.

Chiaramente la domanda di energia per la mobilità elettrica varierà molto in relazione alla regione considerata; in questo senso, la Cina genererà una domanda pari a circa il 40% della domanda globale, mentre l'Europa, considerata il secondo più grande mercato, il 17% corrispondente a circa 400 GWh. È importante notare che secondo queste previsioni, schematizzate in Figura 19, la Cina domanderà nel 2030 una quota pari a 10 volte quella del 2018, mentre l'Europa una quota pari 24 volte, dimostrando come il mercato Europeo cresca sempre più.

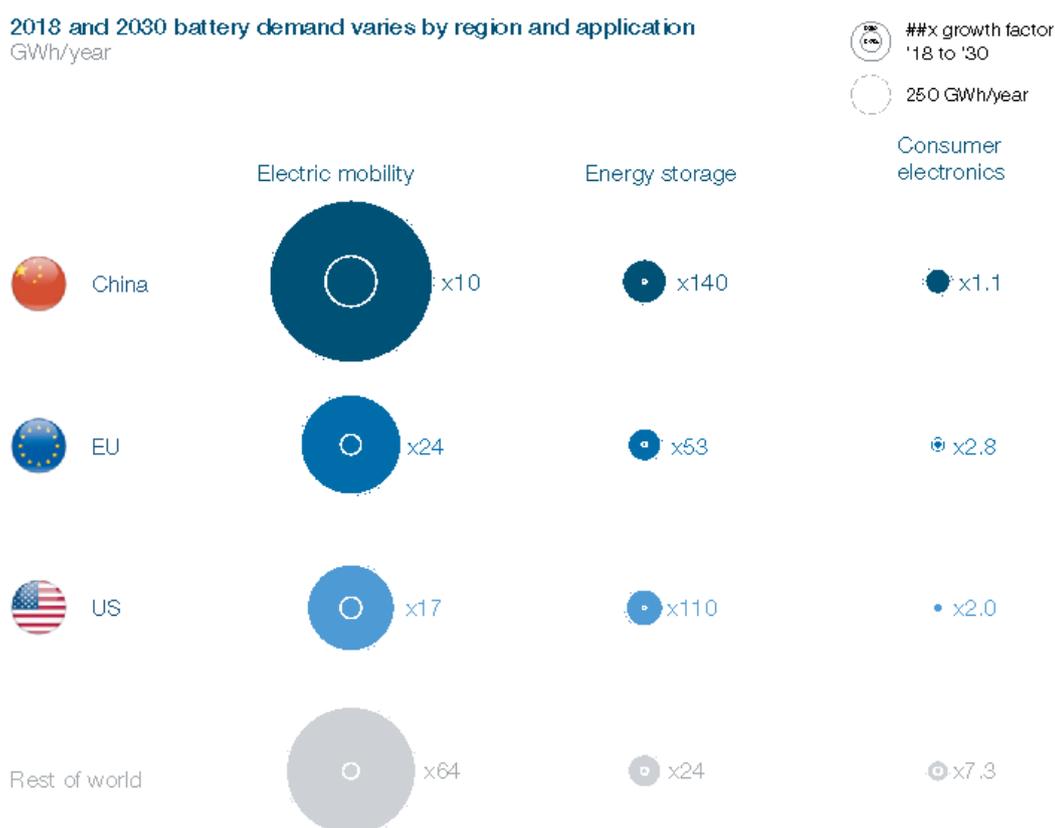


Figura 19: Domanda di batterie in GWh in relazione alla regione e al settore di applicazione

Fonte: World Economic Forum

### 3.3 I produttori di celle

Come discusso precedentemente, la value chain delle batterie agli ioni di litio ha una struttura complessa e nelle sue fasi intervengono player diversi specializzati in attività ben definite. Facendo riferimento alle ultime 3 fasi della catena del valore, cioè produzione di celle, produzione di moduli e assemblaggio del pacco batteria, si è potuto assistere a un cambiamento rispetto al passato.

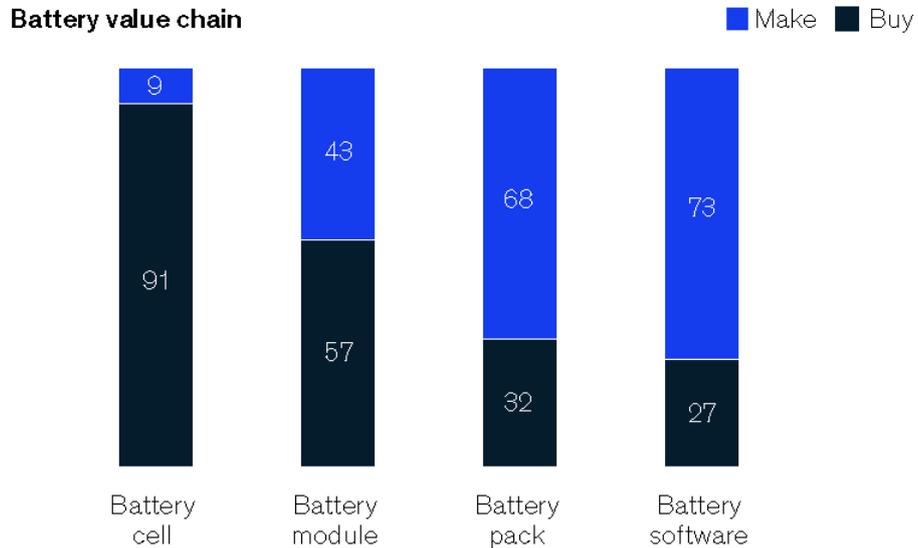
Infatti, nel corso dell'ultimo decennio le case automobilistiche, da qui in poi identificate con il termine OEM, hanno sviluppato competenze per gestire la produzione di moduli nonché l'assemblaggio finale del pacco batteria. In precedenza, queste due attività erano generalmente un appalto dei produttori di celle, ma la volontà da parte degli OEM di partecipare attivamente a queste fasi della value chain ha fatto sì che riconvertissero gli stabilimenti per seguire il trend dell'elettrico.

Assemblare internamente i moduli e i pacchi garantisce agli OEM notevole flessibilità nell'allocazione di questi all'interno della scocca del veicolo. Secondo le analisi di McKinsey, un OEM ottiene tipicamente un vantaggio finanziario creando i propri pacchi batteria quando i volumi di produzione sono almeno pari alle 50.000 unità. Nel produrre internamente i moduli, invece, otterrà un vantaggio economico solo nel caso in cui il volume sia almeno pari a 100.000 unità. Produrre internamente questi due componenti consente agli OEM di assicurarsi che l'interfaccia tra la batteria e il veicolo funzioni correttamente; ciò, chiaramente, è un elemento fondamentale in ogni veicolo, ma lo è ancor di più in un powertrain BEV.

Inoltre, la scelta di produrre in-house questi due componenti consente di indirizzare una parte dei lavoratori dalle linee di produzione dei veicoli con motore a scoppio a quelle dedicate ai veicoli a batteria.

Ad oggi, l'assemblaggio del pacco batteria è un'attività che avviene in circa il 70% dei casi in make, come mostrato dall'analisi condotta da McKinsey nei mercati nordamericano, europeo e asiatico e schematizzata in Figura 20. Il 43% degli OEM sceglie di produrre internamente anche i moduli, mentre solo il 9% produce internamente le celle per le batterie.

**Preferred sourcing strategy for major BEV components, % of respondents<sup>1</sup>**

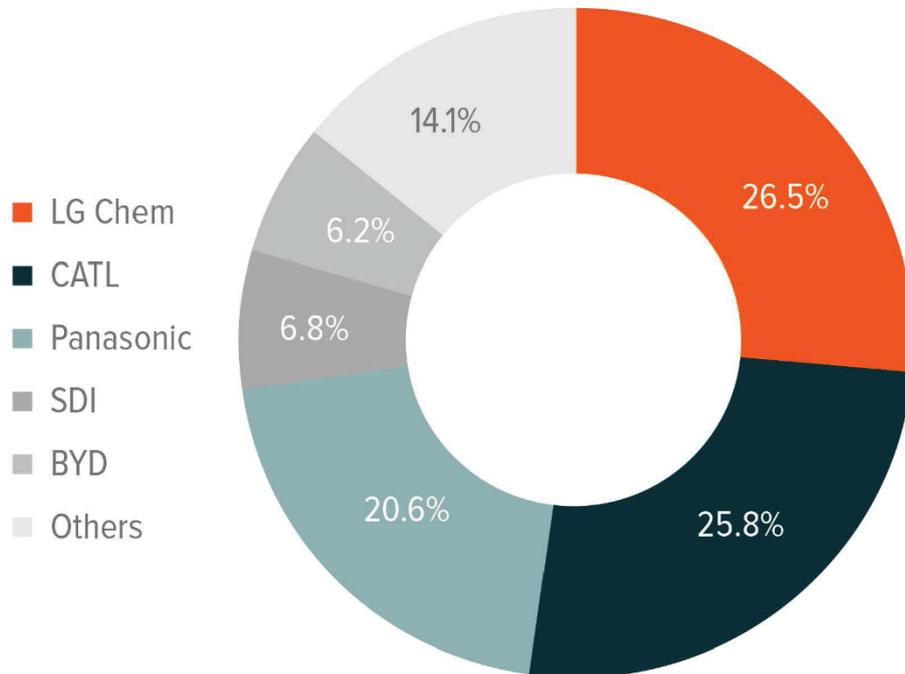


Question: What is your preferred sourcing strategy for each of the major BEV components (make vs buy)?  
<sup>1</sup>100% = 45 respondents (17 from North America, 13 from Europe, and 15 from Asia-Pacific).  
 Source: McKinsey Survey on BEV production (Spring 2020)

*Figura 20: Strategia preferita dagli OEM per i componenti principali della batteria  
 Fonte: McKinsey Survey on BEV production (2020)*

Dunque, ad oggi, la maggior parte della produzione globale di celle per batterie avviene ad opera di *Specialized Manufacturer* cinesi, coreani e giapponesi, quali LG Chem, CATL (Contemporary Amperex Technology Co. Limited), Panasonic, Samsung SDI, BYD ed SK Innovation. Il mercato, dunque, risulta molto concentrato con 5 player che detengono circa l'85% della quota di mercato globale, come mostrato in Figura 21.

## EV BATTERY MARKET SHARE 2020



Source: Global X ETFs, The Korea Herald

*Figura 21: Quote di mercato dei principali produttori di celle, 2020*

*Fonte: Global X ETFs, The Korea Herald*

Nel 2018 i leader mondiali in termini di capacità (GWh) sono stati LG Chem, CATL, BYD, Panasonic e Tesla come mostrato in Figura 22. Ad oggi il panorama dei player contempla gli stessi attori, ma con posizioni differenti sul mercato.

LG Chem, produttore sudcoreano, è stato un first mover nel settore grazie alla stipula di un contratto di fornitura per General Motors nel 2008. Attualmente rifornisce importanti automaker quali Ford, Renault, Hyundai, Tesla, Volkswagen e Volvo. A partire dal 2018 ha intrapreso un'aggressiva politica di espansione costruendo cinque gigafactory<sup>4</sup> in tre diversi continenti e stipulando Joint Venture con diversi attori lungo la filiera.

---

<sup>4</sup> Per Megafactory o Gigafactory si intende uno stabilimento produttivo di celle agli ioni di litio che produca elevate quantità di celle, il cui volume è indicato in termini di Wh/anno.

## Top 5 Lithium ion Battery Producers by Capacity

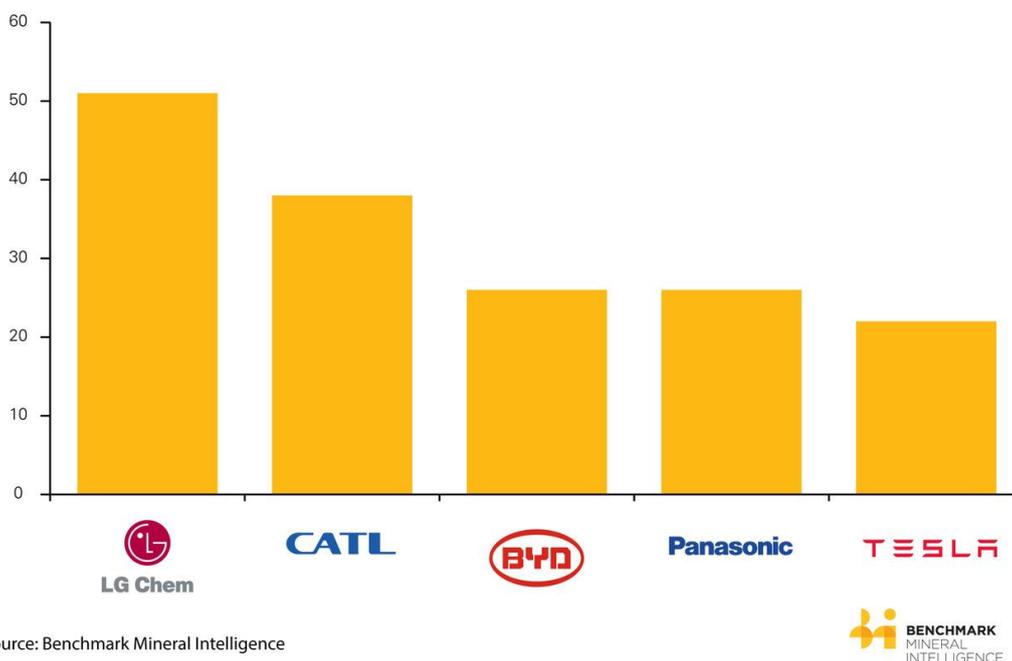


Figura 22: Top 5 produttori di batterie per capacità [GWh]

Fonte: Benchmark Mineral Intelligence

CATL, importante produttore cinese, conta BMW, Volkswagen, Daimler, Volvo, Toyota e Hyundai tra i suoi clienti. La compagnia è diventata dominante grazie alle politiche di sussidi particolarmente favorevoli concesse dal governo cinese, specie da Pechino.

La giapponese Panasonic è il produttore più conosciuto nel settore, grazie soprattutto alla joint venture con Tesla per la costruzione della più grande gigafactory al mondo, realizzata nel 2018: la gigafactory 1 di Tesla in Nevada. Con un tasso di utilizzo dell'impianto pari al 92%, risulta essere tra le più efficienti al mondo e l'iniziale capacità di 22 GWh è stata portata a 32 GWh. Panasonic, oltre all'impianto di Tesla, gestisce quattro impianti di batterie in Giappone e in Cina in cui realizza prevalentemente celle per Tesla, ma anche per i suoi altri clienti, cioè Honda, Ford e Toyota. La joint venture stipulata con quest'ultima nel 2019, ha permesso a Panasonic di assicurarsi un'ottima quota di mercato, nonché il notevole vantaggio di ridurre la propria

dipendenza da Tesla, potendo fare affidamento su uno dei produttori più importanti al mondo come la casa automobilistica nipponica.

BYD, invece, nasce come produttore di auto, bus, biciclette elettriche e batterie ricaricabili; la produzione di celle, dunque, è quasi interamente destinata ai propri veicoli anche se i vertici dell'azienda hanno dichiarato di essere interessati alla produzione di celle per batterie in Europa.

Infine, Samsung SDI è un affiliato della casa madre Samsung Electronics, gigante tech. Possiede impianti in Corea del Sud, Cina e Ungheria grazie ai quali rifornisce clienti come BMW, Volvo e Volkswagen.

Per quanto riguarda le gigafactory, inoltre, Tesla, LG Chem e CATL rispettivamente possiedono i 3 stabilimenti più grandi del mondo, come mostrato in Figura 23 secondo l'analisi della Benchmark Mineral Intelligence. Tesla e Panasonic hanno acquisito il primato nel 2018 grazie al plant costruito in Nevada con una capacità di 22 GWh. Il secondo plant più grande, invece, appartiene a LG Chem, è situato in Cina e ha una capacità di 20 GWh all'anno, a pari merito con quello di CATL, anch'esso in Cina.

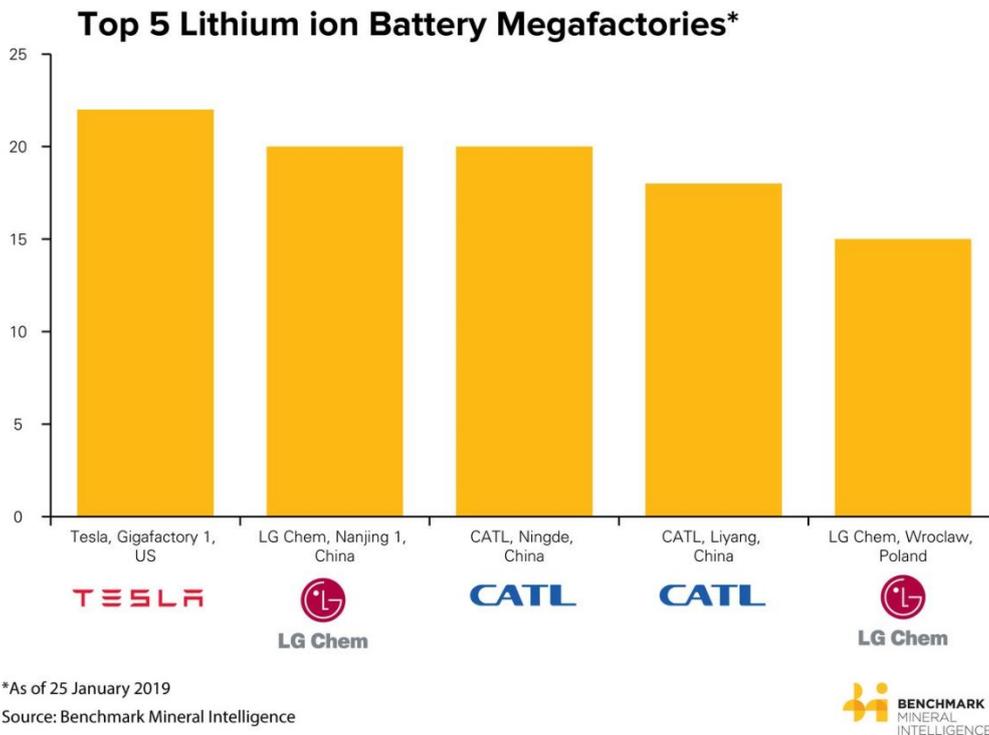


Figura 23: Top 5 Gigafactory per capacità [GWh]

Fonte: Benchmark Mineral Intelligence

## Capitolo 4

### La manifattura delle celle in Europa

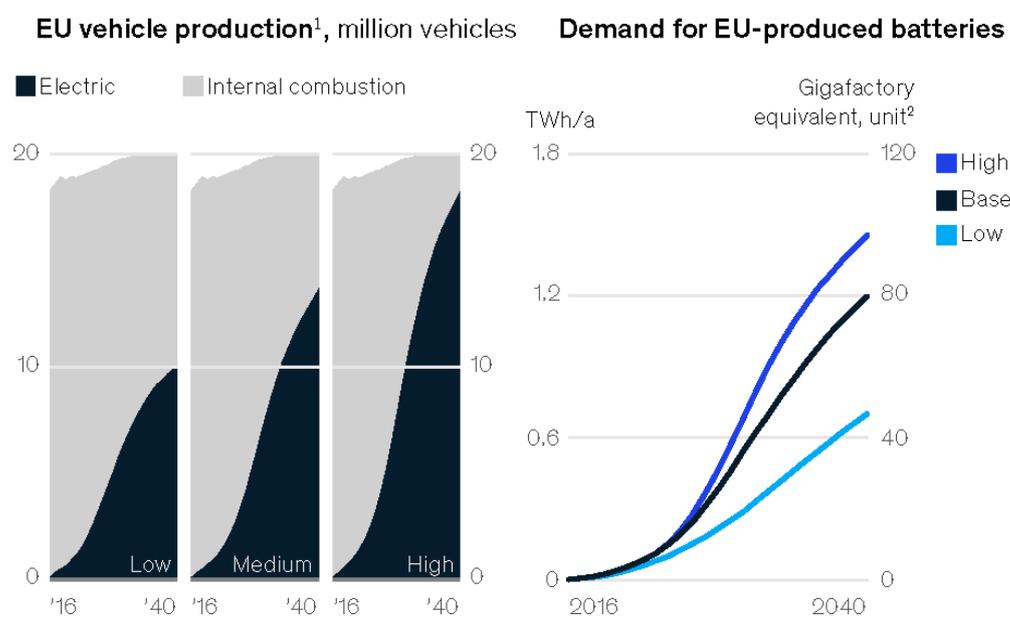
#### 4 Mercato europeo delle batterie agli ioni di litio

Il mercato globale delle batterie ha visto tassi di crescita consistenti negli ultimi anni ma, in Europa, la crescita è stata più lenta. Nel 2018, infatti, meno del 3% della domanda globale di batterie è stata soddisfatta da player al di fuori di Cina, Giappone e Corea e solo l'1% da compagnie Europee. Da questo punto di vista, la produzione delle batterie in Europa è simile ad un paradosso: nonostante i produttori di autoveicoli europei hanno cercato con fatica di assicurarsi una sufficiente fornitura di batterie, gli investimenti per la loro manifattura sono stati effettuati in Asia. Di 70 gigafactory annunciate a livello globale, ben 46 sono localizzate in Cina. Diversamente da quest'ultima, infatti, l'Europa non ha avuto negli ultimi anni una strategia industriale coerente e definita per attrarre la manifattura delle batterie su larga scala. Il risultato è stato che alcuni produttori di batterie europei hanno deciso di investire altrove, vale a dire in Cina. Ne è un esempio Lithium Werks, compagnia olandese che attualmente ha due impianti in Cina e ha annunciato la costruzione del terzo nello stesso territorio. La scelta della compagnia è dettata dalla migliore infrastruttura presente e dalla facilità di ottenimento dei permessi necessari per costruire uno stabilimento.

Con la maggior parte dei produttori di autoveicoli che hanno optato per non produrre da sé le batterie, perdendo dunque l'occasione di assicurarsi forniture vicino i loro impianti europei, l'Europa rischia di competere in svantaggio rispetto a chi è riuscito ad assicurarsi una fornitura di batterie stabile e geograficamente strategica.

Tuttavia, i dati degli ultimi due anni sembrano poter rappresentare l'inizio di un'inversione di tendenza. Infatti, l'elevato tasso di crescita nella diffusione

dei veicoli elettrici in Europa, secondo le previsioni di McKinsey riportate in Figura 24, porterà il mercato europeo a diventare il secondo per volume, dietro alla sola Cina.



<sup>1</sup>Includes battery electric vehicle, plug-in hybrid electric vehicle, hybrid electric vehicle, and fuel-cell electric vehicle across passenger cars and commercial vehicles. <sup>2</sup>Assumes 15 gigawatt-hours/year equivalent to 1 gigafactory.

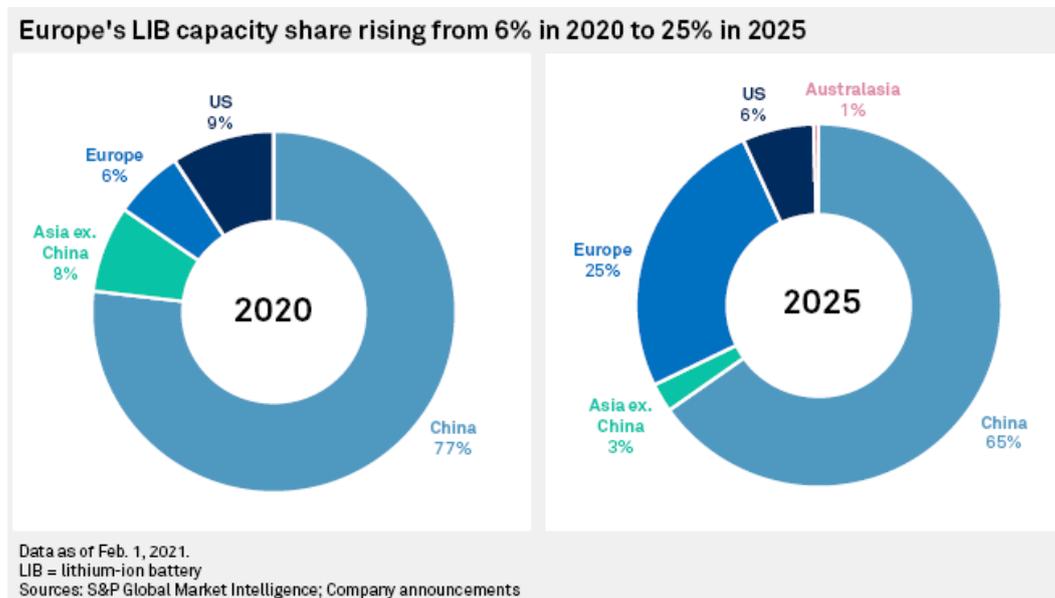
Source: IHS (data adjusted for short-term fluctuations); Energy Insights by McKinsey

*Figura 24: Scenari per la produzione di veicoli e di batterie in Europa*

*Fonte: IHS Markit, McKinsey*

Nel 2040 si prevede una produzione europea di circa 15 milioni di veicoli elettrici la cui domanda di batterie sarà pari a circa 1200 GWh all'anno, equivalenti a 80 gigafactory con una capacità media di 15 GWh all'anno (dati relativi allo scenario intermedio elaborato nell'analisi).

Concordemente a questi dati, anche quelli di Standard & Poor's prevedono un'importante variazione nella quota di produzione di batterie: nel 2025, infatti, la Cina vedrà la propria quota decrescere dal 77% al 65% e, contemporaneamente, l'Europa accrescerà la propria dal 6% al 25%. In Figura 25 sono mostrate le quote previste per ogni regione.



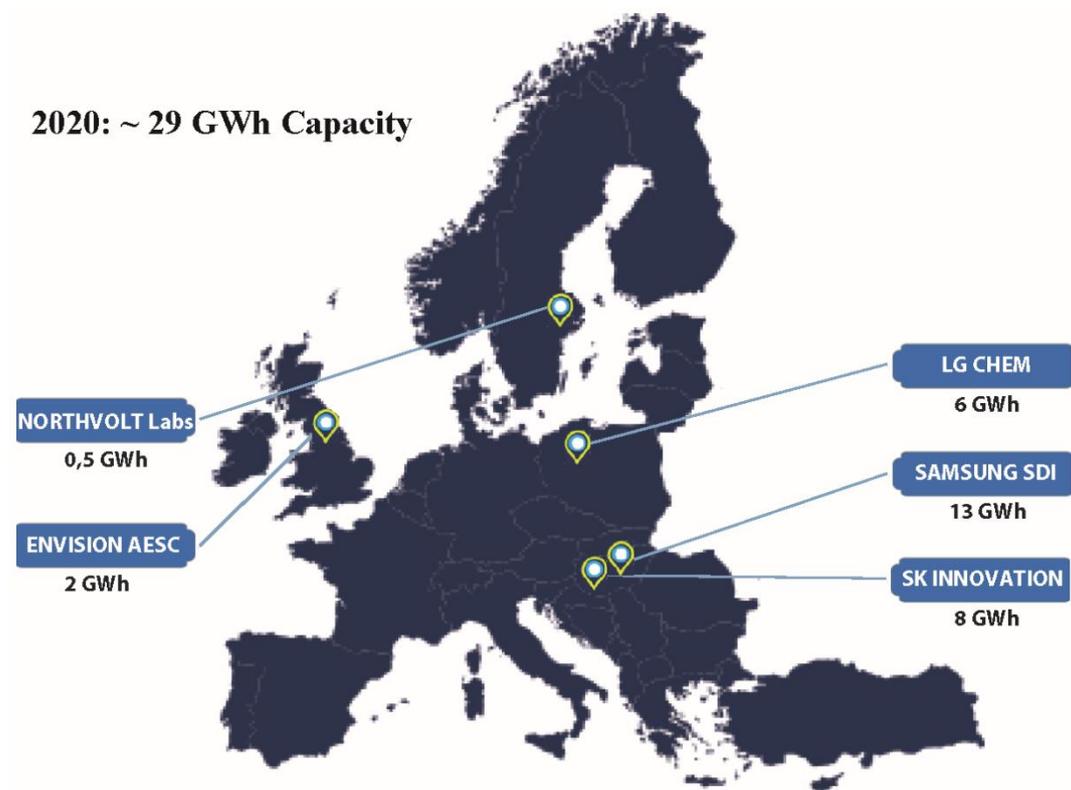
*Figura 25: Quote di produzione delle celle per regione*

*Fonte: S&P Global Market Intelligence*

## 4.1 La capacità installata in Europa

In Europa, negli anni passati, non sono stati effettuati investimenti nella manifattura delle celle. Ciò è stato dovuto alle caratteristiche del mercato quali una sovracapacità produttiva in Asia, una scarsa redditività del settore con bassi margini e, infine, una diffusione a rilento della mobilità elettrica che disincentivava l'impegno nell'immediato nella realizzazione di impianti produttivi ad hoc. A partire dal 2017, tuttavia, una visione più lungimirante ha permesso la nascita di impianti specifici, installati prevalentemente dagli incumbent asiatici del settore. Un tale cambio di passo è stato dovuto anche grazie ad una presa di coscienza da parte dell'Unione Europea che, con l'istituzione a fine 2017 della European Battery Alliance (EBA), ha dato vita ad un piano per la creazione di una value chain competitiva e sostenibile per la manifattura delle celle. Nell'ambito di questo piano, la Banca Europea per gli Investimenti (BEI) ha un ruolo di primaria importanza, in quanto elargisce importanti finanziamenti fondamentali per la realizzazione degli impianti.

Attualmente, i principali impianti produttivi appartengono ai player asiatici leader del settore, come indicato in Figura 26.



*Figura 26: Attuale capacità installata in Europa*

*Fonte: Elaborazione dell'autore sulla base dei dati dell'European Battery Alliance*

In particolare:

- LG Chem:** la realizzazione dell'impianto è stata annunciata nel 2017, con un investimento totale di circa 3 miliardi. È situato a Wroclaw, in Polonia, e attualmente è l'unico impianto completamente integrato in Europa, capace di produrre tutti i componenti delle batterie, dagli elettrodi alle celle, fino ai moduli e ai pacchi batteria. Ha una capacità di 6 GWh all'anno ma, una volta terminato, garantirà fino a 70 GWh all'anno, riuscendo a fornire batterie per 1 milione di auto all'anno, pari a circa il 6% delle vendite in Europa.

L'impianto, una volta a regime, garantirà una riduzione di circa 1 milione di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno e genererà circa 3700 posti di lavoro.
- Samsung SDI:** ha realizzato un impianto con una capacità iniziale di 3 GWh nel 2018, ampliata negli anni fino all'attuale capacità di 13 GWh.

L'impianto è situato in Ungheria, nei pressi di Budapest, e ha richiesto un investimento iniziale di \$360 milioni, a cui se ne aggiungeranno circa \$900 per l'ampliamento previsto entro il 2022; si prevede un ampliamento di capacità produttiva fino a circa 29 GWh entro il 2025.

- **SK Innovation:** possiede due impianti situati a Komarom, in Ungheria con una capacità attuale di 8 GWh. Entro il 2022 i due stabilimenti saranno ampliati e raggiungeranno una capacità di circa 18 GWh entro il 2025, per un investimento complessivo di circa \$1 miliardo.
- **Envision AESC:** ha costruito un plant nel 2012 nel Regno Unito, vicino Sunderland. Attualmente ha una capacità produttiva di 2 GWh all'anno ma sembra che nei programmi dell'azienda non ci siano altri investimenti in Europa.
- **Northvolt:** è il primo player europeo che ha deciso di scendere in campo per contrastare lo strapotere asiatico nel settore. Fondata nel 2016 da due ex manager di Tesla, nel 2018 ha costruito una linea pilota in Svezia, denominata Northvolt Labs, finanziata anche tramite un prestito della Banca Europea per gli Investimenti di circa \$52 milioni. A fine 2019, la linea ha rilasciato sul mercato le sue prime celle fornendo clienti importanti quali BMW e Volkswagen. L'attuale capacità dell'impianto è molto ridotta, pari a circa 0,5 GWh all'anno, ma ciò ha permesso alla società di garantirsi l'apprezzamento da parte della Commissione Europea nonché di grandi OEM come quelli citati precedentemente. Grazie a ciò, infatti, Northvolt è riuscita a reperire il capitale sufficiente per la costruzione di altre gigafactory, i cui dettagli verranno discussi nel paragrafo successivo. Inoltre, la collocazione in Svezia risulta particolarmente strategica dato che gli impianti saranno approvvigionati con energia derivante da fonti al 100% rinnovabili.

Dunque, ad oggi la capacità installata in Europa per la produzione di celle è pari a circa 29 GWh all'anno, chiaramente di gran lunga inferiore a quella che sarà necessaria nel giro di qualche anno per soddisfare la richiesta di batterie del mercato europeo.

## 4.2 I futuri investimenti in Europa

A partire dal 2019 sono stati annunciati numerosi importanti investimenti in tutta Europa, sia da parte dei player specializzati nella produzione di celle, sia da parte degli OEM. Questi ultimi, infatti, sembrano sempre più intenzionati a integrare questa parte della value chain nelle proprie attività, soprattutto tramite alleanze e joint venture strategiche.

Per gli Specialized Manufacturer la costruzione di nuovi impianti in Europa rappresenterà un ampliamento dal punto di vista geografico della loro capacità produttiva; player come LG Chem, SK Innovation o Samsung SDI, infatti, possiedono già le competenze necessarie per dar vita a nuovi plant nei quali verranno condotte attività in continuità con il proprio business originario. Per i secondi, invece, questi investimenti rappresentano scelte strategiche di grande importanza. Come visto nei paragrafi precedenti, infatti, la manifattura di celle è un'attività che tipicamente non viene realizzata dai produttori di autoveicoli che per diverse ragioni preferiscono esternalizzare agli Specialized Manufacturer. Per tale motivo, gli OEM raramente possiedono le competenze interne per realizzare le celle e, dunque, un loro ingresso in questa parte della value chain presuppone l'acquisizione delle competenze necessarie.

In Figura 27 sono indicati i player che nei prossimi anni realizzeranno investimenti in Europa per la produzione di celle, per lo più tramite l'ampliamento di gigafactory esistenti o la costruzione di nuovi plant. L'analisi mostrata in figura, di cui si riporta un'ulteriore elaborazione nell'Appendice – Allegato A, elaborata dall'osservatorio della Commissione Europea per la manifattura delle batterie in Europa, fotografa ad oggi gli annunci effettuati dai player in tema di produzione di celle: alcuni progetti sono già terminati/in costruzione, altri sono pianificati e parzialmente finanziati, altri ancora sono semplicemente stati annunciati ma non se ne conoscono i dettagli. È importante osservare che gli investimenti verranno eseguiti da player molto diversi tra loro: incumbent del settore, startup e produttori di autoveicoli.

La mole di investimenti, secondo le più recenti stime dell'European Battery Alliance elaborate nel dicembre 2020, porterà l'Europa ad avere nel 2030 una capacità di circa 500 GWh all'anno, contro i 29 GWh odierni.

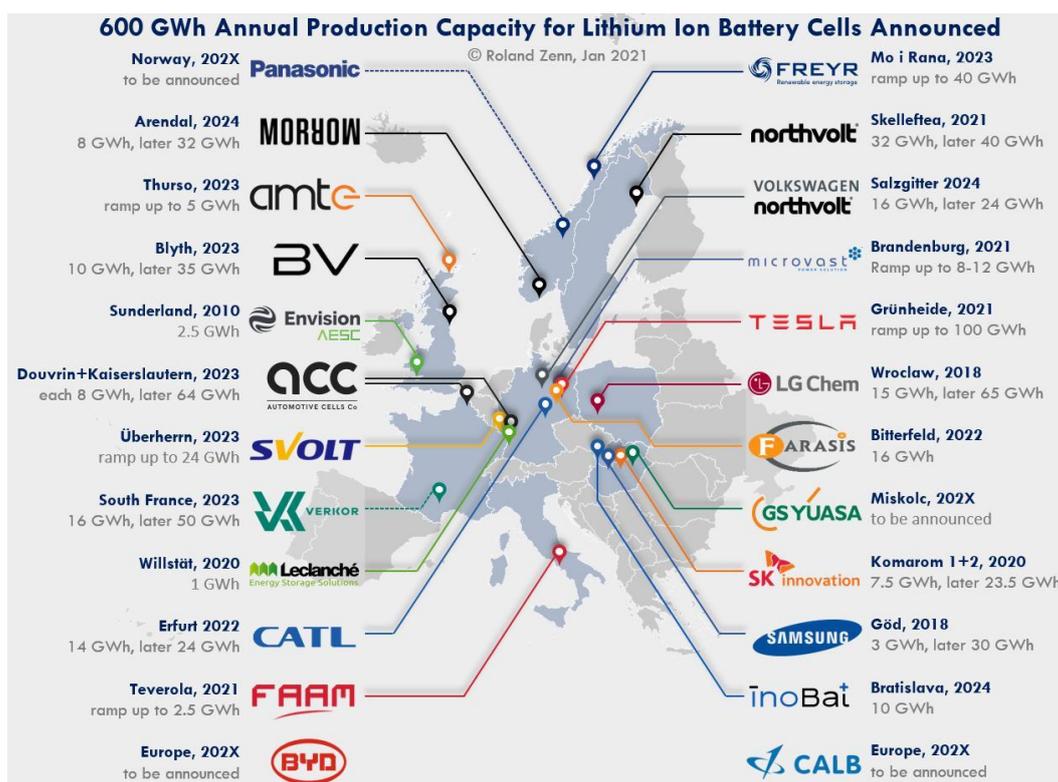


Figura 27: Mappa dei player che installeranno capacità produttiva in Europa entro il 2030

Fonte: Roland Zenn (Gennaio 2021), Farasis Energy

#### 4.2.1 Investimenti degli Specialized Manufacturer

Tra gli Specialized Manufacturer che effettueranno investimenti in capacità produttiva nei prossimi anni ci sono:

- **LG Chem:** il player coreano prevede di ampliare l'attuale capacità del suo plant in Polonia fino a 70 GWh entro il 2023. Così facendo, il plant diventerà uno dei più grandi al mondo e garantirà nel complesso 6000 posti di lavoro. L'investimento sarà di circa \$1,7 miliardi dei quali \$500 milioni sottoforma di prestito dalla Banca Europea per gli Investimenti.
- **Samsung SDI:** con un investimento di circa \$900 milioni amplierà la capacità del suo sito produttivo in Ungheria, portandola dagli attuali 13 GWh a circa 30 GWh all'anno entro la fine del 2022.
- **SK Innovation:** ad inizio 2021, ha annunciato che realizzerà un terzo impianto in Ungheria che avrà una capacità di 30 GWh all'anno. Secondo i progetti del produttore, la costruzione del plant inizierà a fine 2021 e la commercializzazione delle prime batterie avverrà all'inizio del 2024.

L'investimento sarà di circa \$1,2 miliardi e l'aumento di capacità verrà terminato entro il 2028.

- **Envision AESC:** secondo la Strategic Research Agenda della Commissione Europea, la società ha in programma la costruzione di un nuovo plant da circa 30 GWh all'anno in Francia. Infatti, nonostante la società possieda già uno stabilimento nel Regno Unito, sembrerebbe che sia intenzionata ad averne un altro in uno stato dell'Unione Europea, vista la recente Brexit. Al momento, però, non sono noti altri dettagli circa l'investimento.
- **CATL:** il player cinese ha annunciato il suo investimento a metà 2018. Attualmente il sito produttivo è già in costruzione a Erfurt, in Germania e permetterà alla società di avere una capacità produttiva di 14 GWh all'anno nella fase iniziale, per poi raggiungere i 70 GWh annui entro il 2026. Secondo le ultime indiscrezioni, inoltre, il progetto prevederebbe una capacità di 100 GWh all'anno e dunque l'impianto diventerebbe uno dei più produttivi al mondo.
- **Northvolt ETT:** l'impianto sarà realizzato a Skellefteå, nel nord della Svezia. Sarà il sito principale della società e permetterà la manifattura dei materiali attivi, l'assemblaggio delle celle e le attività di riciclo. I lavori sono già in stadio avanzato e dunque la produzione su larga scala comincerà a fine 2021 con il raggiungimento nel 2024 di una capacità di 34 GWh, espandibile a 40 GWh in futuro. L'impianto permetterà la creazione di circa 3000 posti di lavoro e sarà interamente alimentato con energia proveniente al 100% da fonti rinnovabili.
- **InoBat:** la compagnia slovacca con base a Bratislava, dopo aver ricevuto un finanziamento da parte del governo slovacco di €5 milioni e di circa €10 milioni da parte di CEZ Group, sta terminando l'installazione di una linea pilota che produrrà celle per una capacità di circa 100 MWh a partire dal 2021. Dal 2024, poi, l'azienda prevede di costruire una gigafactory da 10 GWh all'anno.
- **Microvast:** ha terminato la costruzione del suo primo impianto europeo a Brandeburgo nel luglio 2020; la capacità iniziale sarà di 1,5 GWh e verrà ampliata fino a 8 GWh entro il 2024. Nel plant, inizialmente, verranno assemblate le celle prodotte dalla Microvast Power Systems in Cina per la costituzione dei moduli.
- **Magna Energy Storage – MES:** l'impianto è stato completato nel 2020 con un investimento di circa €50 milioni e una capacità iniziale di 1,5

GWh all'anno. La produzione comincerà nel 2021 e nella prima fase riguarderà grandi accumulatori di energia per utilizzo industriale; successivamente il progetto prevede un ampliamento della capacità a 15 GWh all'anno e la produzione su larga scala di batterie per veicoli elettrici.

- **Freyr:** è una startup emergente che si propone di diventare un punto di riferimento per la produzione di celle in Europa, mirando a diventare il produttore con le minori emissioni durante tutto il ciclo produttivo. Il progetto prevede, entro il 2025, la costruzione di una gigafactory nel nord della Norvegia con una capacità di 40 GWh all'anno e che sarà alimentata da energia derivante da fonti al 100% rinnovabili, in particolare eolica e idroelettrica.
- **Verkor:** è una startup francese il cui progetto, in collaborazione con Schneider Electric ed European Institute of Innovation & Technology, prevede la realizzazione di una gigafactory da 16 GWh all'anno, grazie la quale poter cominciare a produrre le celle a partire dal 2023. La capacità del plant potrà essere ampliata fino a 50 GWh e, nella fase iniziale, richiederà un investimento di circa \$1,6 miliardi, con la creazione di 2000 posti di lavoro diretto.
- **Svolt:** la compagnia cinese prevede di costruire un plant per la produzione di celle e moduli nel Saarland, in Germania. L'impianto avrà una capacità di 24 GWh all'anno e richiederà un investimento iniziale di circa €2 miliardi, generando 2000 posti di lavoro diretto.
- **Britishvolt:** la startup britannica ha individuato nel Northumberland il sito ideale per la sua prima gigafactory, la cui costruzione inizierà nell'estate 2021. L'investimento iniziale di circa €3 miliardi permetterà di avere una capacità produttiva iniziale di 10 GWh all'anno, che verrà ampliata entro il 2027 fino a 35 GWh annui. La commercializzazione delle prime celle dovrebbe avvenire alla fine del 2023, secondo quanto dichiarato dal CEO Orral Nadjari, e l'impianto creerà circa 3000 posti di lavoro diretto.
- **AMTE Power:** startup inglese, nata nel 2013, creerà in Scozia la sua prima gigafactory. Il progetto prevede la costruzione entro il 2023 di un plant con capacità di 5 GWh all'anno, specializzato nella produzione di celle di piccola taglia, come dichiarato dal CEO Kevin Brundish.
- **MORROW:** la compagnia norvegese ha annunciato la costruzione di un plant nel sud della norvegia a partire dal 2023. Secondo il progetto, avrà

una capacità di 32 GWh all'anno che verrà raggiunta tramite 4 fasi, ognuna della quali vedrà la realizzazione di una capacità di 8 GWh. L'impianto sarà alimentato con energia idroelettrica norvegese, tra le più economiche al mondo.

In Italia, invece, sono stati annunciati due impianti da parte di due player:

- **Italvolt:** è una società italiana fondata e guidata da Lars Calstrom, già fondatore di Britishvolt, che realizzerà la prima gigafactory italiana, nonché uno dei più importanti progetti mai realizzato in Italia. Il progetto prevede un investimento di circa €4 miliardi e la fine della costruzione del plant entro la primavera del 2024. La capacità iniziale sarà di 45 GWh, che potrà essere ampliata fino a 70 GWh all'anno. L'area individuata per la costruzione del plant si trova vicino Ivrea, nel distretto industriale che ha ospitato la Olivetti, e si stima che a regime saranno coinvolti circa 4000 lavoratori, con un indotto che potrebbe arrivare a crearne fino a 15000.
- **FAAM – Lithops:** la Lithops, spin-off del Politecnico, è stata acquisita dalla Faam del gruppo Seri Industrial. Il progetto richiederà 7 anni per essere completato e prevede la realizzazione di una gigafactory da 2,5 GWh all'anno. Il sito scelto è quello della ex-fabbrica Indesit a Teverola, vicino Salerno, e verranno realizzate celle e moduli per veicoli.

Vi sono, poi, altri player quali Panasonic, BYD, CALB e GS Yuasa che recentemente hanno annunciato la realizzazione di propri impianti in Europa dei quali non si conoscono ancora i dettagli, ma che verranno realizzati entro il 2030.

#### **4.2.2 Investimenti degli OEM**

Come ribadito precedentemente, i player citati sono da sempre produttori di celle o, in altri casi, startup nate con lo scopo di partecipare a questa fase della value chain. Anche gli OEM, però, stanno dimostrando un crescente interesse nella fase di manifattura delle celle della quale, fino a qualche tempo fa, si erano disinteressati. A riguardo è possibile citare alcune tra le più importanti case automobilistiche con specifici progetti avviati:

- **Tesla:** dopo l'annuncio effettuato a novembre 2019, l'azienda guidata da Elon Musk ha iniziato la costruzione della sua prima gigafactory europea nei primi mesi del 2020. Il plant è situato a Grüneide, in Germania, e inizierà la produzione a metà 2021 con una capacità iniziale di 20 GWh, che raggiungerà i 100 GWh all'anno nel 2025. La costruzione sarà organizzata in 5 fasi, ognuna delle quali prevederà l'installazione di 20 GWh di capacità. Nel nuovo impianto verranno prodotte le nuove celle 4680 progettate interamente da Tesla, oltre che pacchi batteria e powertrain per la flotta di veicoli dell'azienda. La decisione di realizzare le celle in-house segna un deciso passo in avanti da parte di Musk per il raggiungimento della piena indipendenza, anche in questa fase della value chain; ciò, inoltre, risulta chiaro dalle precedenti mosse dell'azienda che ha acquisito Maxwell, produttore di supercondensatori di alta gamma, nonché di Hibar, azienda specializzata nella produzione di apparecchiature per la produzione di celle. L'investimento complessivo per la costruzione del plant sarà di circa €4 miliardi di cui almeno €1,2 miliardi in sussidi dal governo tedesco e permetterà la creazione di 10000 nuovi posti di lavoro.
- **Volkswagen – Northvolt:** a fine 2019, i due player hanno firmato una joint venture 50/50 con lo scopo di costruire una gigafactory a Salzgitter, in Germania, che verrà chiamata Northvolt Zwei. La sua costruzione inizierà a metà 2021 e la produzione inizierà nel 2024, con una capacità iniziale di 16 GWh, espandibili fino a 24 GWh all'anno. Il nuovo impianto riceverà dall'impianto svedese di Northvolt i materiali attivi, che verranno utilizzati per la produzione degli elettrodi e la preparazione delle celle. Nella gigafactory verranno prodotte celle agli ioni di litio esclusivamente per i veicoli che il gruppo Volkswagen lancerà nel prossimo decennio. Le previsioni della casa automobilistica, infatti, prevedono il lancio di 70 nuovi modelli corrispondenti a circa 22 milioni di veicoli elettrici stimati entro il 2025, con un fabbisogno di almeno 150 GWh. L'investimento iniziale del gruppo Volkswagen sarà di circa €900 milioni.
- **PSA – Saft:** a metà 2020, il gruppo PSA, ormai parte del gruppo Stellantis, ha firmato una joint venture con Saft, produttore di batterie francese posseduto dal gruppo Total. Il nome scelto per questa joint venture è Automotive Cell Company (ACC) e prevede un progetto pilota

per sviluppare, certificare e rendere commerciabili le nuove batterie. Questa prima fase è prevista per metà 2021, verrà condotta nel centro di Saft a Nersac e richiederà circa €200 milioni. Successivamente verrà definita la produzione su larga scala con una gigafactory da 8 GWh, ampliabile fino a 24 GWh, a Douvrin, in Francia.

Successivamente verrà costruita una seconda gigafactory di eguale capacità in Germania, raggiungendo la capacità complessiva di 48 GWh all'anno entro il 2030. Ciò permetterà la produzione di 1 milione di batterie all'anno, pari al 10-15% del mercato europeo. L'investimento complessivo stimato è di circa €5 miliardi dei quali €1,3 saranno finanziati dalle autorità francesi, tedesche e dell'Unione Europea nell'ambito dell'Important Projects of Common European Interest (IPCEI), iniziativa lanciata dalla Commissione Europea.

- **Mercedes Benz – Farasis:** i due player hanno firmato una partnership strategica per lo sviluppo e l'industrializzazione di celle ad alta tecnologia. La partnership assicurerà a Mercedes una fornitura sicura di celle per i suoi veicoli, mentre Farasis otterrà maggior sicurezza per la costruzione del suo impianto in Germania. Il produttore di batterie, infatti, sta costruendo una gigafactory da 16 GWh a Bitterfeld, in Germania, che sarà attiva dal 2022. Mercedes sarà coinvolta nel finanziamento di questo progetto e, inoltre, ha già acquisito una quota del 3% nel capitale azionario di Farasis, garantendosi la possibilità di nominare un rappresentante nel consiglio di sorveglianza del produttore. Il progetto creerà circa 2000 posti di lavoro.
- **BMW:** l'azienda tedesca ha annunciato la costruzione di un impianto pilota vicino Monaco, in Baviera. Come dichiarato da Milan Nedeljkovic, membro del consiglio di amministrazione di BMW AG, "L'impianto rafforzerà la nostra esperienza nella produzione di batterie. Il nostro obiettivo è di ottimizzare la produzione di celle della batteria dal punto di vista della qualità, delle prestazioni e dei costi. Il nuovo impianto pilota ci permetterà di colmare il divario nella catena del valore, dallo sviluppo delle celle alla produzione dei moduli e componenti del gruppo propulsore, fino all'installazione di batterie ad alta tensione completamente assemblate nei nostri stabilimenti. Questo ci renderà la prima casa automobilistica a coprire l'intera catena di processo per la guida elettrica".

L'impianto entrerà in funzione a fine 2022 e, secondo i media tedeschi, verrà costruito in modo tale da permettere futuri ampliamenti di capacità. Ad oggi, questi sono gli unici dettagli rivelati sul progetto ma è probabile che vengano rilasciati ulteriori aggiornamenti.

Nonostante non stiano attualmente investendo in Europa, una menzione importante deve essere fatta per General Motors e Ford:

- **General Motors:** ha avviato una joint venture con LG Chem per la costruzione di una gigafactory in Ohio. Grazie a questa joint venture, chiamata Ultium Cells, avrà la capacità di produrre 30 GWh di batterie all'anno. L'investimento sarà di circa \$2,3 miliardi, solo una piccola quota dei \$20 miliardi che l'OEM investirà in mobilità elettrica entro il 2025, sulla linea del "all-electric future" tracciata dal CEO Mary Barra.
- **Ford:** la casa automobilistica dall'ovale blu, invece, sta sondando il terreno per capire quale strategia adottare ma, dalle dichiarazioni del suo CEO sembra essere intenzionata a costruire le proprie celle. Secondo le dichiarazioni di Jim Farley, infatti, "Non c'è molta flessibilità nel comprare le tue batterie da qualcun altro e dunque vi sono molte altre ragioni per prendere una decisione, oltre il costo. È qualcosa di cui stiamo discutendo, se ne avessimo parlato uno o due anni fa sarebbe stato troppo presto. Se ne discuteremo in cinque anni, sarà troppo tardi".

A questo punto sembra chiaro che molti player, tra cui le case automobilistiche, si stiano muovendo per cominciare ad occuparsi della manifattura delle celle. La teoria delle Industry Architecture permette di comprendere queste mosse e i loro legami sono discussi nel paragrafo successivo.

### 4.3 Strategie degli OEM e prospettive per il futuro

La teoria delle Industry Architecture, di cui si è discusso nel Capitolo 1, offre una chiave di lettura utile per la comprensione delle mosse dei player della value chain delle batterie. Il nuovo concept di mobilità, infatti, sta acquisendo sempre più rilevanza e sta rivoluzionando il settore automotive.

La sua Industry Architecture è in profondo cambiamento: stanno cambiando i ruoli e le relazioni che guidano la creazione e l'appropriazione del valore. La nascita di una nuova architettura, infatti, spinge i player a cercare di porsi in una condizione di *Vantaggio architetturale*, specie nei primi momenti di vita dell'architettura stessa, in cui è più facile modellarla a proprio vantaggio. E la value chain delle batterie, riconosciuta dai player come quella che guida e guiderà il valore dei nuovi BEV, sta subendo grandi cambiamenti in quest'ottica. La Industry Architecture che si sta formando oggi garantirà il successo o il fallimento dei player al suo interno, nonché l'appropriazione del valore generato.

Considerato che la produzione delle celle è l'attività che genera il maggior valore nella produzione di un powertrain BEV, i player cercano di guadagnare un vantaggio in questa parte della value chain: questo è il motivo per il quale sia i fornitori Tier One, sia gli OEM stanno compiendo gli ingenti investimenti mostrati nel paragrafo precedente.

L'Europa vedrà, entro il 2025, un aumento di capacità produttiva considerevole, diventando la seconda regione al mondo in termini di capacità installata con circa 400 GWh all'anno, come evidenzia in Figura 28 l'analisi di febbraio 2021 elaborata da S&P.

Global lithium-ion battery capacity by region (Gigawatt hours)		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Australasia	Australia	0	0	0	1	1	1	4	7
Asia	China	260	268	350	558	718	884	944	944
Asia	Indonesia	0	0	0	0	0	0	0	0
Asia	Japan	17	17	17	17	17	17	17	17
Asia	South Korea	11	18	18	18	18	18	18	18
Asia	Thailand	0	0	0	1	1	1	2	2
Europe	Czech Republic	0	0	0	1	1	1	1	1
Europe	France	0	0	0	0	0	20	32	32
Europe	Germany	0	0	0	11	52	83	128	164
Europe	Hungary	3	14	20	28	37	47	47	47
Europe	Poland	6	6	6	22	54	70	70	70
Europe	Slovakia	0	0	0	0	0	0	5	10
Europe	Sweden	0	0	0	4	14	23	32	32
Europe	UK	2	2	2	2	2	5	12	12
North America	US	27	37	42	44	51	76	91	91
<b>Total</b>		<b>325</b>	<b>362</b>	<b>455</b>	<b>706</b>	<b>966</b>	<b>1,246</b>	<b>1,403</b>	<b>1,447</b>

Data as of Feb. 1, 2021.  
Sources: S&P Global Market Intelligence; Company announcements

Figura 28: Previsioni di capacità installata globalmente [GWh]

Fonte: S&P Global Market Intelligence

Per i player **Tier One**, gli investimenti in gigafactory con sede in Europa rappresentano la naturale espansione del loro business, fondamentale per continuare a servire le grandi case automobilistiche in modo reattivo. La vicinanza geografica, infatti, permette alle parti di instaurare un processo rapido di aggiustamento dei processi in relazione ad eventuali modifiche del design delle celle o della chimica sottostante. Inoltre, si ottiene un vantaggio di costo sulla logistica necessaria per il trasporto delle celle dal sito produttivo alla sede di assemblaggio degli OEM, come evidenziato dall'analisi di BCG in Figura 29. L'analisi mostra come, nonostante il costo della manodopera e dell'energia siano inferiori in un tipico impianto produttivo cinese rispetto ad uno situato nell'est Europa, le spese logistiche legate a quest'ultimo sono notevolmente inferiori.

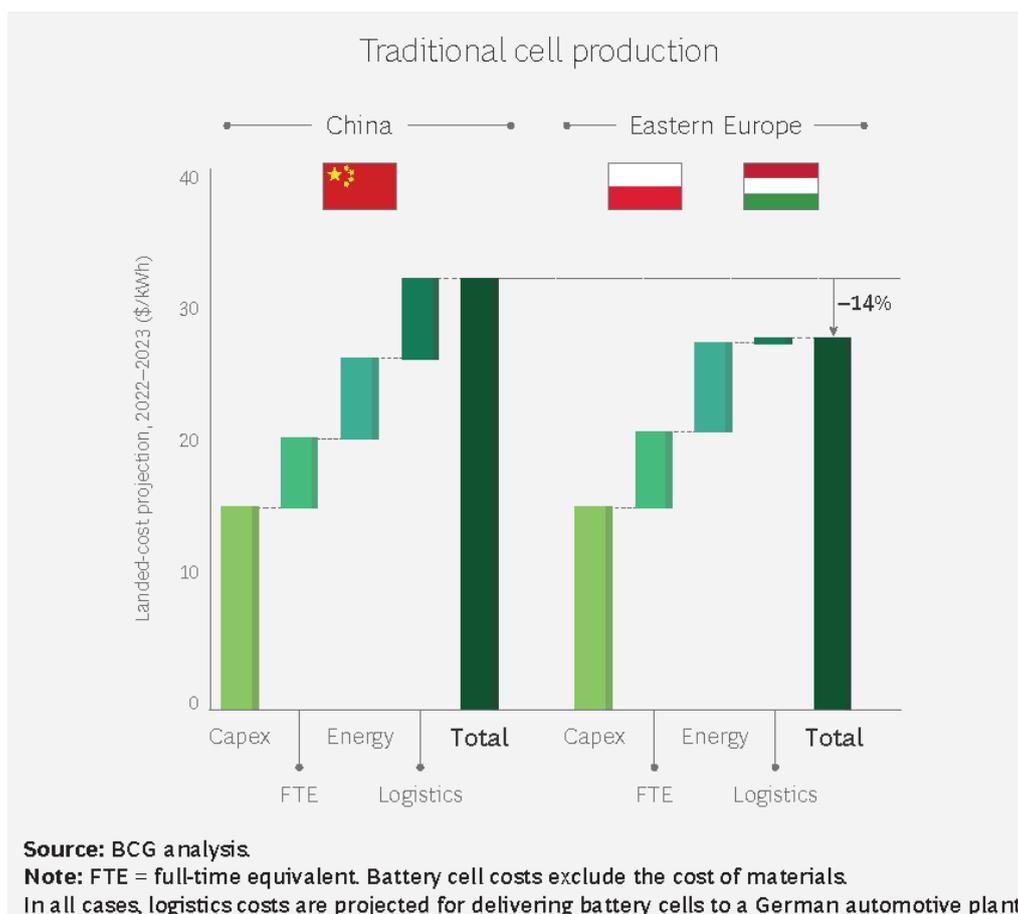


Figura 29: Voci di costo a confronto per la produzione di celle, Asia vs Est Europa [\$/kWh]

Fonte: Analisi BCG

Ne risulta un costo in termini di \$/kWh inferiore del 14%, supponendo che il costo logistico sia dovuto al trasporto verso un plant in Germania; il costo di trasporto è notevolmente influenzato dai rischi di incendio delle celle, considerate merci pericolose per il trasporto.

Per gli **OEM**, invece, la scelta è notevolmente strategica. La notevole accelerazione del processo di elettrificazione cambierà la struttura della value chain nei prossimi anni. Dunque, i produttori di autoveicoli si ritrovano ad affrontare alcuni interrogativi che puntano dritto al cuore del loro business futuro. Ad esempio, gli OEM dovrebbero acquisire nuove competenze nel powertrain elettrico? Per quali componenti? Le celle saranno un elemento distintivo su cui bisognerebbe investire? E ancora, che struttura avrà la nuova value chain? Quanto in profondità sarà necessario integrarsi all'interno di essa?

Come visto, la produzione delle celle genera la quota più grande di valore aggiunto<sup>5</sup> e, in accordo con la teoria delle Industry Architecture, il guadagno di un *Vantaggio architetturale* dipende anche dall'acquisizione di una posizione dominante nella parte della value chain che guida gran parte del valore stesso.

Per questo motivo, alcuni OEM stanno dimostrando un crescente interesse nella manifattura delle celle, dimostrando di voler internalizzare il processo o, in altri casi, di volerlo controllare più da vicino.

Ad oggi, solo il 9% degli OEM produce le celle delle batterie internamente, cioè scegliendo la strategia *make* (si veda a riguardo la già citata analisi di McKinsey in Figura 20, Paragrafo 3.3). I motivi di questo disinteresse da parte degli OEM sembrano legati principalmente a tre fattori.

Il primo, più ostico, è che non è facile né economico riuscire a implementare la giusta chimica, organizzare i processi produttivi e procurarsi gli altri componenti sul luogo utili alla manifattura delle celle. Questo tipo di competenze, infatti, non riflettono le core competence di un OEM e acquisirle richiede enormi investimenti in ricerca e sviluppo. Per questo motivo, gli OEM trovano valore prevalentemente nell'impacchettare le celle in moduli e in pacchi batteria.

---

<sup>5</sup> È l'incremento di valore che un'azienda produce sui beni e sui servizi acquistati dall'esterno per effetto della sua attività produttiva.

Il secondo è che produrre internamente le celle, spesso, presenta il rischio di non riuscire ad approvvigionare una quantità di materie prime a basso costo sufficiente a soddisfare i requisiti produttivi. Per questo motivo, molti OEM si rivolgono ai produttori Tier One asiatici che, in alcuni casi, possiedono uno stretto controllo della value chain a monte, a partire dalle miniere che estraggono litio e altri minerali fondamentali.

Infine, l'incertezza sulla futura domanda di veicoli elettrici limita gli investimenti. Nonostante il trend della domanda degli ultimi anni sia in crescita, non vi è assoluta certezza di ciò che accadrà negli anni a venire, specie a causa della crisi provocata dal SARS-CoV-2.

Contrariamente a questi aspetti, tuttavia, ve ne sono altri altrettanto importanti che dovrebbero spingere gli OEM a investire nella manifattura delle celle. Produrle internamente, infatti, assicurerebbe un minor Time To Market<sup>6</sup>, garantirebbe una sicura e affidabile fornitura di celle di alta qualità e permetterebbe la creazione di posti di lavoro grazie alla conversione dei lavoratori degli impianti dedicati agli ICE.

Inoltre, secondo le analisi condotte da McKinsey, si stima che nel lungo periodo sarà conveniente per le case automobilistiche costruire le proprie fabbriche per la manifattura di celle customizzate. Una capacità produttiva di 15 GWh all'anno è considerata il limite minimo per raggiungere economie di scala fondamentali per ottenere una produzione sostenibile. Ciò corrisponde a circa 500.000 unità all'anno. Dato che i recenti annunci di molti automaker mirano al raggiungimento di più di 1 milione di auto vendute all'anno entro il 2030, la produzione di celle risulterà fattibile per molti di loro. Diversamente, sarebbe impossibile riuscire a recuperare gli investimenti effettuati.

In Figura 30 sono riassunti i fattori che dovrebbero guidare la scelta degli OEM per l'internalizzazione della produzione di celle.

---

<sup>6</sup> Il Time to market indica il tempo che intercorre dall'ideazione di un prodotto alla sua effettiva commercializzazione.



In questo senso, il timing della scelta sarà critico. Se la domanda di BEV su larga scala esploderà prima che gli OEM abbiano installato la sufficiente capacità produttiva, questi sarebbero costretti a firmare contratti di fornitura, magari di lungo termine, con i produttori Tier One. Ciò, ovviamente, condurrebbe gran parte del valore generato nelle mani degli Specialized Manufacturer e gli OEM perderebbero la possibilità di raggiungere un buon *Vantaggio architetturale*.

Un tale evento potrebbe essere catastrofico anche sotto un altro punto di vista, assimilabile a quanto succede oggi nel mondo dei Personal Computer. Infatti, come più volte precisato, uno dei principali driver che guidano la scelta del consumatore per l'acquisto di un veicolo è il range di km percorribili, che dipende dalle celle della batteria ovviamente. Allora potrebbe accadere ciò che oggi succede per l'acquisto di un computer: il consumatore effettua la sua scelta prevalentemente in base al processore e al sistema informativo montati sul dispositivo. Ai suoi occhi, dunque, Intel e Microsoft sono i veri garanti della qualità, cioè provocano in lui il senso di certezza che lo spinge ad effettuare l'acquisto per quel determinato prodotto.

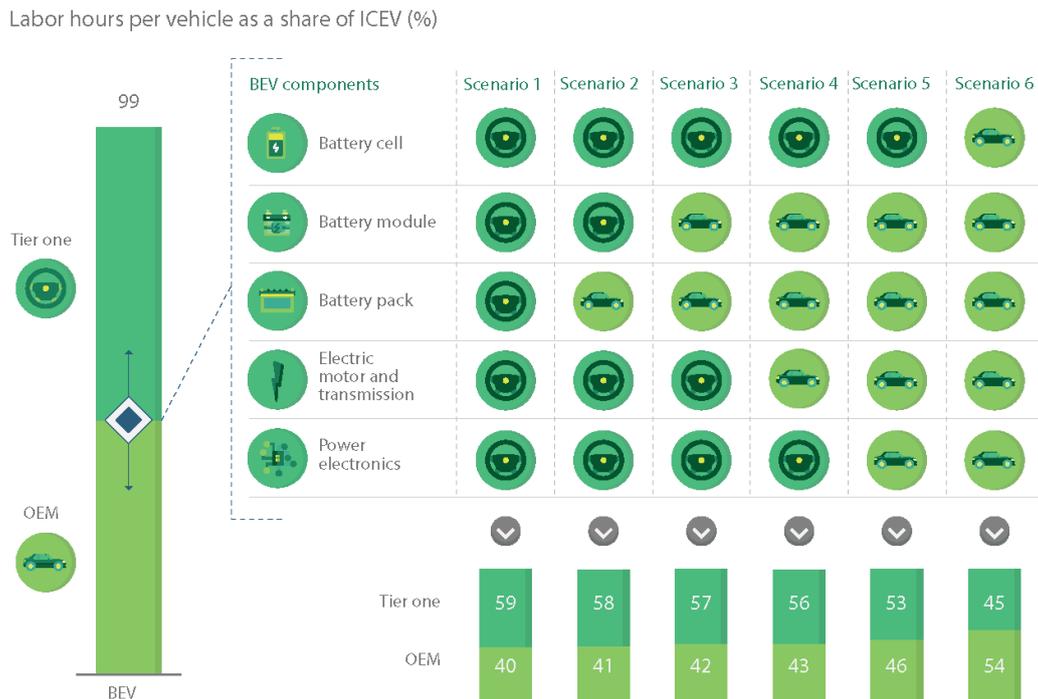
La stessa dinamica potrebbe avvenire nel contesto delle auto elettriche a batteria. Qualora la batteria fosse uno dei pochi o, al limite l'unico driver decisionale, il valore sarebbe catturato in gran parte dal produttore della stessa, e dunque delle sue celle. Se il produttore in questione fosse uno Specialized Manufacturer Tier One, allora, gli OEM perderebbero la possibilità di detenere lo scettro del garante della qualità agli occhi del consumatore, fallendo nell'appropriazione di gran parte del valore.

Le scelte di outsourcing dei componenti BEV, dunque, influenzeranno notevolmente i cambiamenti nel valore aggiunto. Riguardo ciò, l'analisi di BCG in Figura 31 mostra le variazioni di generazione del valore tra OEM e Tier One per un veicolo BEV.

Considerate le attività di un OEM e di un fornitore Tier One per un veicolo BEV di segmento D (l'equivalente di un'auto di fascia medio-alta) è risultato che il tempo speso nelle attività di produzione diretta (ad esempio di assemblaggio) e di attività di produzione indiretta (ad esempio di controllo qualità), è dell'1% inferiore rispetto a quello speso per un veicolo ICE dello stesso segmento.

Per modellare l'impatto delle differenti strategie sul valore aggiunto sono stati considerati sei scenari che vanno dall'outsourcing completo delle attività dell'OEM, fino al suo completo insourcing, considerando sia i principali componenti del powertrain, sia alcuni componenti dell'elettronica.

Gli scenari sono stati creati considerando il valore aggiunto di un'attività, ovvero il numero di ore di lavoro diretto e indiretto per veicolo. Lo Scenario 1 prevede il completo outsourcing di tutte le attività, con una percentuale del 40% di valore aggiunto, in termini di ore lavorative, catturata dall'OEM. Questo approccio è seguito da General Motors. All'estremo opposto vi è il completo insourcing di tutte le attività, con una percentuale di valore aggiunto creato dall'OEM pari al 54%; questo approccio è attuato da Tesla, che proprio quest'anno, come visto, ha dichiarato che comincerà entro l'anno la produzione in-house delle celle. Infine, vi è lo Scenario 4 che rappresenta il caso intermedio in cui l'OEM produce internamente i moduli, i pacchi batteria e il motore elettrico; questo approccio è utilizzato, ad oggi, dalla maggior parte degli OEM.



Source: BCG analysis.

Note: The reference vehicle for this analysis is a D-segment premium (or midsize) passenger car with one electric motor and an advanced driver-assistance system.

Figura 31: Possibili scenari per la produzione dei componenti BEV

Fonte: Analisi BCG

Come evidenziato dall'analisi, internalizzando la produzione delle celle, gli OEM genererebbero un valore aggiunto pari al 50%, pari all'8% in più rispetto all'internalizzare solo la produzione di moduli e pacchi batteria.

La crescente adozione di BEV, dunque, rende necessario per gli OEM la rivalutazione delle proprie operazioni. Come mostrato, infatti, nonostante l'assenza del motore a scoppio nei veicoli BEV, le ore di lavoro totali lungo la value chain necessarie per assemblare un veicolo elettrico sono equivalenti a quelle necessarie per assemblare un veicolo tradizionale. Ciò, come visto, è dovuto primariamente alla manifattura delle celle. Questo porterà inevitabilmente la migrazione di una grande quota di valore verso i grandi player asiatici, dominanti nel settore delle celle.

Gli OEM, ad oggi, potrebbero trovare difficoltoso superare le alte barriere all'ingresso per entrare nel settore della manifattura delle celle. Ma dovrebbero necessariamente iniziare a considerare come rispondere alla migrazione del valore che questa comporta. Ciò include la revisione delle loro strategie di make or buy, la stipulazione di joint venture nonché la pianificazione strategica della forza lavoro.

Ad oggi, solo alcuni OEM, stanno dimostrando di aver compreso la necessità di agire in questo senso ma è probabile che a questi, nel prossimo decennio, se ne aggiungano molti altri. La mancanza di domanda, così come la maggior flessibilità che la value chain riuscirebbe ad avere, non sono più validi motivi per continuare ad esternalizzare la produzione di celle. La prima, infatti, è ampiamente discordante con praticamente tutte le previsioni del mercato, che entro il prossimo decennio vedono un'esplosione della domanda di veicoli elettrici. La seconda, in tempi di pandemia da Covid-19, risulta poco veritiera, visti gli ostacoli in termini di logistica e di comunicazione riscontrati con l'Asia nel corso della pandemia.

Per usare le parole di Mike Ramsey, analista di Gartner Consulting, “Se qualche tempo fa un OEM avesse dichiarato, ‘Dobbiamo essere sicuri di avere a disposizione tutti i motori di cui necessitiamo per i nostri veicoli...’ ciò avrebbe avuto senso per chiunque. Le batterie sono molto simili; è solo che gli automaker non sono mai state coinvolti nel loro business”.

L'Industry Architecture sta cambiando: chi vorrà guadagnare una posizione di vantaggio al suo interno deve agire oggi.

## 5 Conclusioni

La regolamentazione delle emissioni inquinanti, la presenza di un'infrastruttura adeguata, il Cambiamento Climatico e il Total Cost of Ownership saranno i quattro elementi che guideranno l'ascesa dei veicoli elettrici a batteria.

La Industry Architecture che con essi sta prendendo vita garantirà il successo o il fallimento dei player al suo interno. Questi ultimi cercano di guadagnare una posizione di vantaggio principalmente attraverso due meccanismi.

Il primo consiste nel cercare di far emergere un dominant design nella struttura del powertrain BEV. Una tale evidenza si ha nella pluralità di configurazioni di powertrain differenti presenti sul mercato, segno che ogni OEM cerca di imporre il proprio. Dall'analisi, tuttavia, non emerge ancora un design dominante sebbene i modelli BEV basati su una piattaforma progettata ad hoc abbiano migliori performance a parità di costo rispetto a quelli basati su piattaforma ICE-derivata. Perciò è probabile che, nei prossimi anni, questa tipologia di piattaforma abbia la meglio, riuscendo a dominare il mercato e garantendo il successo ai player che ne sono possessori.

Il secondo consiste nell'acquisire una posizione di vantaggio nella parte della value chain che genera la maggiore quota di valore in un powertrain BEV, cioè quella delle batterie, in modo da appropriarsi di una grande quota del valore stesso.

Attraverso la teoria delle Industry Architecture, è possibile comprendere le strategie dei player nella value chain delle batterie. Nel fare ciò si è cercato di offrire riflessioni utili in particolar modo per le strategie degli OEM, e in ciò risiede l'originalità del presente lavoro.

Come visto, la produzione delle celle è l'attività che genera il maggior valore nella produzione di un powertrain BEV e i player dovrebbero cercare di guadagnare una posizione strategica in questa parte della value chain. Tuttavia, dalle analisi effettuate si nota come solo pochi OEM abbiano capito quanto sia fondamentale effettuare questa scelta, contrariamente a quanto stanno facendo tutti i player asiatici specializzati nella manifattura delle celle. Le conoscenze chimiche e di processo necessarie per le celle, infatti, sono al di fuori delle core competence tipiche di un OEM. Nonostante ciò, però, è necessario che questi, specie gli OEM europei viste le favorevoli previsioni

sul futuro mercato europeo dei BEV, investano in tale settore e per fare ciò è necessario che facciano evolvere le competenze già possedute o ne acquisiscano di nuove. Rinunciare ad investire oggi, permetterà un domani ai produttori specializzati di celle di appropriarsi di buona parte del valore generato nell'intera value chain. E ciò, in accordo con la teoria delle Industry Architecture, potrebbe essere un errore fatale per alcuni OEM, che potrebbero ritrovarsi a gestire un business poco redditizio.

Tra i pochi OEM, Tesla ha dichiarato a fine 2020 di essere pronta per lanciare la produzione di celle completamente in-house nel nuovo plant di Berlino, ma anche Volkswagen e PSA (ormai Stellantis) con le rispettive joint venture sembrano intenzionate a percorrere la stessa strada.

È necessario che gli OEM considerino in che modo intendano rispondere alla migrazione del valore che l'avvento delle batterie rappresenterà, includendo la revisione di strategie make-or-buy obsolete e la stipulazione di nuove joint venture, facilitando dunque l'evoluzione delle proprie competenze.

La corsa per il futuro della produzione di batterie inizia oggi, e con essa anche quella per il dominio della value chain.

# Riferimenti

## Bibliografia

- Augier, M. & Teece, D.J., (2016). *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*. Palgrave Connect.
- Bloomberg Finance, (2020). *New Energy Outlook 2020*.  
Url: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
- Boston Consulting Group, (2018). *The Future of Battery Production for Electric Vehicles*.  
Url: <https://www.bcg.com/publications/2018/future-battery-production-electric-vehicles>
- Boston Consulting Group, (2020). *Shifting gears in Auto Manufacturing*.  
Url: <https://www.bcg.com/publications/2020/transformative-impact-of-electric-vehicles-on-auto-manufacturing>
- Boston Consulting Group, (2020). *Who Will Drive Electric Cars to the Tipping Point?*  
Url: <https://www.bcg.com/publications/2020/drive-electric-cars-to-the-tipping-point>
- Brusoni, S., Jacobides, M.G. & Prencipe, A, (2009). *Strategic dynamics in industry architectures and the challenges of knowledge integration*. *European Management Review* (2009) 6, 209-216.
- Cantamessa, M., Montagna, M., (2016). *Management of Innovation and Product Development*. Springer-Verlag London.
- European Commission, (2020). *Strategic Research Agenda for batteries*. Url: [https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/batteries\\_europe\\_strategic\\_research\\_agenda\\_december\\_2020\\_\\_1.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/batteries_europe_strategic_research_agenda_december_2020__1.pdf)
- Jacobides, M. G. & C. J. Tae, (2009). *Who becomes the winner in an industry? How dynamics within a segment shape the segment's position in the industry architecture*. Paper presented at the DRUID Society Summer Conference 2009 (June 17-19), Copenhagen, DK.

- Jacobides, M. G. & S. G. Winter, (2005). *The co-evolution of capability and transaction costs: Explaining the institutional structure of production*. Strategic Management Journal, 26(5): 395-413.
- Jacobides, M. G., C. Cennamo, & A. Gawer, (2015). *Industries, ecosystems, platforms, and architectures: rethinking our strategy constructs at the aggregate level*. Working Paper, London Business School.
- Jacobides, M.G., & J.P. McDuffie, (2013). *How to drive value your way*. Harvard Business Review 91: 92–100.
- Jacobides, M.G., T. Knudsen, & M. Augier. (2006). *Benefiting from innovation: Value creation, value appropriation and the role of industry architectures*. Research Policy 35: 1200–1221.
- McKinsey & Company, (2019). *Reboost: a comprehensive view on the changing powertrain component market and how suppliers can succeed*. Url: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/reboost-a-comprehensive-view-on-the-changing-powertrain-component-market-and-how-suppliers-can-succeed>
- McKinsey & Company, (2019). *Recharging economies: the EV-battery manufacturing outlook for Europe*. Url: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/recharging-economies-the-ev-battery-manufacturing-outlook-for-europe>
- McKinsey & Company, (2020). *Improving battery-electric-vehicle profitability through reduced structural costs*. Url: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/improving-battery-electric-vehicle-profitability-through-reduced-structural-costs>
- McKinsey & Company, A2Mac1, (2017). *Trends in electric-vehicle design*. Url: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/trends-in-electric-vehicle-design>

- McKinsey & Company, A2Mac1, (2018). *Trends in electric-vehicle design Issue No. 2*. Url:  
<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/What%20a%20teardown%20of%20the%20latest%20electric%20vehicles%20reveals%20about%20the%20future%20of%20mass%20market%20EVs/What-a-teardown-of-the-latest-electric-vehicles-reveals-about-the-future-of-mass-market-EVs.pdf>
- PricewaterhouseCoopers, (2020). *Staying profitable in the new era of electrification. Powertrain study 2020*.  
Url: <https://www.strategyand.pwc.com/cn/en/reports/2020/powertrain-study-2020.pdf>
- Transport&Environment, (2019). *Carmakers' electric car plans across Europe 2019-2025*.  
Url: <https://www.transportenvironment.org/publications/electric-surge-carmakers-electric-car-plans-across-europe-2019-2025>
- World Economic Forum, (2019). *A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030: unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation*. Url:  
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_Vision\\_for\\_a\\_Sustainable\\_Battery\\_Value\\_Chain\\_in\\_2030\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_Vision_for_a_Sustainable_Battery_Value_Chain_in_2030_Report.pdf)

## Sitografia

<https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/blog/top-electric-vehicle-markets-dominate-lithium-ion-battery-capacity-growth>

<https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-cited-below-100-kwh-for-the-first-time-in-2020-while-market-average-sits-at-137-kwh/>

<https://www.reuters.com/article/us-autos-batteries-factbox-idUSKBN1Y02JG>

<https://www.globalxetfs.com/four-companies-leading-the-rise-of-lithium-battery-technology/>

<https://www.motus-e.org/tecnologia/la-produzione-delle-batterie-li-ione>

<https://www.oroovel.net/insights/li-on-battery-gigafactories-in-europe-january-2021>

<https://www.eib.org/en/press/all/2020-208-european-backing-for-northvolt-s-battery-gigafactory-in-sweden>

<https://www.benchmarkminerals.com/who-is-winning-the-global-lithium-ion-battery-arms-race/>

<https://www.oroovel.net/insights/li-on-battery-gigafactories-in-europe-january-2021>

<https://www.eib.org/en/press/all/2020-088-electric-vehicle-battery-production-in-europe-gets-boost-thanks-to-eib-loan-of-eur480-million-to-lg-chem-wroclaw-energy-in-poland>

<https://www.reuters.com/article/samsung-sdi-batteries-hungary-idUSL4N2KU0FS>

<https://europe.autonews.com/suppliers/sk-innovation-build-third-battery-plant-hungary>

<https://europe.autonews.com/suppliers/chinese-battery-maker-plans-factory-france-report-says>

<https://northvolt.com/production>

<https://www.handelsblatt.com/english/companies/catl-cars-germanys-big-chinese-made-battery-plant-to-dwarf-teslas-gigafactory/23955856.html>

<https://www.electrive.com/2020/07/02/inobat-auto-is-planning-a-10-gwh-cell-plant-in-slovakia/>

<https://www.electrive.com/2020/07/03/microvast-completes-battery-factory-in-brandenburg/>

<https://www.eurofound.europa.eu/observatories/emcc/erm/factsheets/magna-energy-storage-mes>

<https://www.freyrbattery.com/>

<http://verkor.com/>

<https://www.realwire.com/releases/SVOLTs-24-GWh-Battery-Cell-Factory-Comes-to-Germany>

<https://britishvolt.com/news/britishvolt-selected-blyth-northumberland-as-the-site-of-its-first-battery-gigaplant/>

<https://antepower.com/going-giga-how-the-uk-is-investing-in-supersized-battery-production/>

<https://www.morrowbatteries.com/post/a-new-32gwh-gigafactory-will-build-sustainable-batteries-in-norway>

<https://www.italvolt.com/che-sara-il-piu-grande-in-europa>

<https://www.ilsole24ore.com/art/caserta-raccoglie-sfida-batterie-ioni-litio-ACjpGABB>

<https://insideevs.com/news/465717/video-tesla-4680-battery-cell-production/>

<https://www.teslaclub.it/batterie-tesla-produzione-di-celle-sempre-piu-vicina.html>

<https://www.businessinsider.com/tesla-funding-subsidy-factory-battery-green-clean-germany-market-giant?IR=T>

<https://northvolt.com/stories/NorthvoltZwei-insights>

<https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-and-northvolt-form-joint-venture-for-battery-production-5316>

<https://www.eenewspower.com/news/saft-teams-french-battery-gigafactory>

<https://www.bmwblog.com/2020/07/30/bmw-builds-pilot-plant-to-work-on-more-efficient-battery-production/>

<https://www.electrive.com/2020/07/01/bmw-apparently-planning-a-pilot-battery-plant/>

<https://www.daimler.com/innovation/drive-systems/electric/mercedes-benz-and-farasis.html>

<https://spectrum.ieee.org/transportation/advanced-cars/gm-opens-up-a-new-front-in-its-battle-with-tesla-batteries>

<https://www.govtech.com/transportation/Ford-Explores-Making-Its-Own-Electric-Vehicle-Battery-Cells.html>

# Appendice

ALLEGATO A – Mappa dei player che installeranno capacità produttiva in Europa entro il 2030. Fonte: EBA 2020

