



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”**

Corso di Laurea Magistrale in Economia e Management

Curriculum CFO e Controlling Manager

**LA GESTIONE DEI RISCHI NELLA TRANSIZIONE
ECOLOGICA DEL SETTORE AUTOMOTIVE**

**RISK MANAGEMENT IN THE GREEN TRANSITION
OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY**

Relatore: Chiar.mo
Prof. Pietro Vozzella

Tesi di Laurea di:
Alessandro Nicolini

Anno Accademico 2025/2026

INDICE

pag.

Introduzione.....	1
--------------------------	----------

Capitolo 1 –

1) L'evoluzione della gestione del rischio verso i fattori ESG e il loro quadro regolamentare.....	6
1.1 Il passaggio da un sistema di gestione del rischio ORM a un sistema di Enterprise Risk Management.....	8
1.2 I fattori ESG: fondamenti teorici, misurazione e integrazione nelle strategie aziendali.....	12
1.2.1 L'evoluzione del concetto di sostenibilità nel pensiero economico- manageriale: dalla Corporate Social Responsibility (CSR) alla considerazione dei fattori ambientali, sociali e di governance (ESG)....	13
1.2.2 La misurazione della sostenibilità attraverso sistemi di standardizzazione e rating ESG.....	19
1.2.3 Il crescente peso dei fattori ESG nelle decisioni degli investitori e l'ascesa della finanza sostenibile.....	21
1.2.4 L'implementazione operativa degli ESG tra performance aziendale, governance e sfide emergenti.....	26

1.3 La governance della transizione ecologica: framework internazionali, architettura normativa europea e gestione del rischio climatico.....	42
1.3.1 I framework regolamentari internazionali per la sostenibilità e la gestione del rischio climatico.....	43
1.3.2 Architettura normativa europea: le sfide della sostenibilità e della finanza	48
1.3.3 Soft law globale e hard law europea: un'analisi comparata degli approcci regolatori alla sostenibilità.....	55
1.3.4 Tra adattamento e decarbonizzazione: il delicato equilibrio tra rischi fisici e rischi di transizione.....	58

Capitolo 2 –

2) Transizione ecologica e ridefinizione degli equilibri industriali nel settore automotive globale.....	66
2.1 Emerging Risk nell'Automotive: una panoramica sull'evoluzione del settore.....	68
2.2 Un'analisi dei rischi emergenti e degli shock sistemici nel settore automotive contemporaneo.....	75
2.3 Ridefinizione del vantaggio competitivo e crisi dei legacy players nel settore automotive.....	81

2.3.1 L'erosione del vantaggio competitivo tradizionale tra declino del motore endotermico e indebolimento del brand.....	82
2.3.2 Il mercato cinese come epicentro della trasformazione competitiva nella mobilità elettrica.....	86
2.3.3 Dal trasferimento di know-how alla dipendenza tecnologica: l'evoluzione delle joint venture nel settore automotive.....	91
2.3.4 Le implicazioni economiche e sociali della crisi dei legacy players.....	95
2.4 La transizione ecologica come rischio strutturale: ESG, pressione regolatoria e allocazione del capitale nel settore automotive.....	98
2.5 Tecnologie e strategie per la transizione verso la mobilità sostenibile.....	107
2.5.1 Le architetture di propulsione nella transizione ecologica: ICE, BEV, ibridi e idrogeno a confronto.....	108
2.5.2 I sistemi di accumulo energetico tra tecnologia, costi e ridefinizione delle catene del valore globali.....	116
2.5.3 Oltre l'innovazione: le criticità strutturali della transizione ecologica nel settore automotive.....	133
2.6 Le traiettorie strategiche della mobilità sostenibile tra innovazione tecnologica e ridefinizione geopolitica.....	138

Capitolo 3 –

3) La transizione ecologica nell'automotive: Volkswagen, Tesla e BYD a confronto.....	146
3.1 I differenti ecosistemi della transizione automotive globale.....	147
3.1.1 L'ecosistema europeo tra ambizione regolatoria e vulnerabilità industriale.....	149
3.1.2 L'ecosistema statunitense tra forza innovativa e volatilità politica.....	155
3.1.3 L'ecosistema cinese: transizione ecologica come strategia di ascesa industriale.....	160
3.2 Volkswagen: la crisi del modello automotive europeo.....	170
3.3 Tesla: il pioniere software-centric e la ridefinizione del paradigma automobilistico.....	180
3.4 BYD: integrazione verticale e leadership cinese nella mobilità elettrica.....	189
3.5 Una lettura comparativa della transizione: modelli industriali, ecosistemi e profili di rischio.....	197
3.5.1 Un confronto tra i modelli industriali della transizione: legacy europeo, software-centric statunitense e manifatturiero cinese.....	199

3.5.2 Il controllo delle tecnologie critiche come fonte di vantaggio competitivo nella transizione automotive: batterie, software e supply chain.....	206
3.5.3 Lo Stato come variabile competitiva: tre modelli di intervento pubblico a confronto.....	215
3.5.4 Competitività e transizione: chi sta vincendo la partita?.....	222
Conclusioni.....	233
Bibliografia/Sitografia/Fonti normative e regolamentari.....	240

INTRODUZIONE

Il rischio è il filo conduttore della realtà economica contemporanea. Non il rischio nella sua accezione tradizionale, operativo-finanziario, circoscritto alla singola impresa o al singolo evento, ma il rischio nella sua configurazione più recente: sistemico, multidimensionale, generato dall'intreccio tra dinamiche ambientali, tecnologiche, geopolitiche e regolatorie che nessun modello di gestione tradizionale è più in grado di presidiare adeguatamente. È in questo contesto che si inserisce il presente lavoro, il quale si propone di analizzare come la transizione ecologica stia ridefinendo i profili di rischio nel settore automotive globale, attraverso tre livelli di analisi progressivamente interconnessi: il framework teorico della gestione del rischio e dei fattori ESG, la trasformazione sistemica del settore automotive e i casi concreti di Volkswagen, Tesla e BYD come espressioni emblematiche di modelli industriali, ecosistemi e profili di rischio profondamente diversi.

La scelta del settore automotive come campo di applicazione non è casuale. L'industria automobilistica rappresenta uno degli ambiti in cui la transizione ecologica si manifesta con maggiore intensità e visibilità: un comparto storicamente fondato sulla meccanica endotermica, sulla forza del brand e sulle economie di scala si trova oggi a navigare una trasformazione che ridefinisce le fonti stesse del vantaggio competitivo, spostando il baricentro dell'innovazione verso batterie, software, integrazione digitale e controllo delle supply chain critiche. Le pressioni normative della decarbonizzazione, l'ascesa di nuovi operatori nativamente elettrici, la ridefinizione geopolitica delle filiere produttive e la

crescente centralità dei fattori ESG nelle decisioni degli investitori si combinano in un quadro di complessità che rende il settore automotive un osservatorio privilegiato per comprendere come il rischio si trasformi, si propaghi e si gestisca nell'economia contemporanea.

Il primo capitolo costruisce le fondamenta teoriche del lavoro, analizzando l'evoluzione della gestione del rischio e il progressivo ampliamento del suo perimetro concettuale.

Dopo aver esaminato il passaggio dai modelli tradizionali di Risk Management all'Enterprise Risk Management, il capitolo approfondisce il ruolo crescente dei fattori ESG nei processi decisionali delle imprese e dei mercati finanziari. L'analisi si concentra inoltre sull'evoluzione del concetto di sostenibilità e sul quadro normativo che ne disciplina l'applicazione, dalla dimensione internazionale a quella europea. Infine, vengono introdotte le principali categorie di rischio associate al cambiamento climatico e alla transizione verso un'economia a basse emissioni, fornendo il quadro concettuale necessario per comprendere le trasformazioni che interessano il settore automobilistico.

Il secondo capitolo applica tale framework teorico al settore automotive, mostrandone la specificità e la complessità. L'analisi si sviluppa lungo sei direttrici principali. La prima esamina l'evoluzione strutturale del comparto e la ridefinizione del profilo di rischio (temporale, geopolitico, tecnologico e sistemico) che ne è conseguita. La seconda analizza la manifestazione empirica di tali rischi attraverso eventi concreti (come la pandemia di COVID-19 e la crisi dei semiconduttori). La terza affronta la crisi dei legacy players, esaminando come la transizione ecologica stia erodendo le fonti tradizionali di

vantaggio competitivo e come l'ascesa dei produttori cinesi stia ridefinendo gli equilibri del mercato globale con implicazioni economiche e sociali di portata sistemica. La quarta si concentra sull'integrazione dei fattori ESG e della regolamentazione climatica nel settore, mostrando come essi non rappresentino vincoli esterni ma variabili strutturali capaci di modificare modelli produttivi, processi di allocazione del capitale e strategie di supply chain. La quinta analizza le principali tecnologie abilitanti della transizione, quali architetture di propulsione e sistemi di accumulo energetico, con particolare attenzione al ruolo strategico delle batterie e alla leadership globale di CATL come caso simbolico della ridefinizione degli equilibri industriali nella filiera elettrica. La sesta, infine, esamina le traiettorie strategiche future (dallo stato solido alle batterie al sodio, dall'idrogeno ai carburanti sintetici) e il ruolo determinante delle politiche industriali pubbliche nella ridefinizione degli equilibri competitivi globali.

Il terzo capitolo passa da una prospettiva macro-sistemica a un'analisi pratica, esaminando in che modo la transizione ecologica ridefinisca i modelli di business aziendali e i contesti nazionali di supporto. L'approccio si sviluppa su due livelli complementari. Il primo esamina i tre principali ecosistemi della transizione automotive globale: Europa, Stati Uniti e Cina, come contesti istituzionali, industriali e geopolitici. Il secondo livello esamina i casi di Volkswagen, Tesla e BYD, assunti come paradigmi di tre distinti modelli industriali: il legacy player europeo in transizione, il pioniere nativo-digitale statunitense e il campione cinese della manifattura integrata. Il capitolo si chiude con un'analisi comparata che sintetizza le evidenze attraverso quattro chiavi di lettura: modelli

industriali, tecnologie critiche, ruolo delle politiche pubbliche e prospettive competitive, interrogandosi su chi stia guidando la transizione, con quale vantaggio e con quali rischi. Il filo conduttore che attraversa l'intera tesi è l'idea che la transizione ecologica del settore automotive non possa essere interpretata soltanto come un processo di sostituzione tecnologica, ma come una trasformazione più ampia che coinvolge modelli industriali, catene del valore, strategie competitive e sistemi di regolazione. In tale prospettiva, la gestione del rischio assume un ruolo centrale per comprendere come imprese, governi e investitori affrontino le incertezze generate dalla decarbonizzazione, dall'innovazione tecnologica e dalla ridefinizione degli equilibri globali del settore. Il lavoro si propone quindi di analizzare tali dinamiche, evidenziando come i nuovi profili di rischio della transizione possano incidere sulla competitività e sulle strategie future dell'industria automotive.

CAPITOLO I

L'EVOLUZIONE DELLA GESTIONE DEL RISCHIO

VERSO I FATTORI ESG E IL LORO QUADRO

REGOLAMENTARE

Il panorama economico e finanziario contemporaneo è caratterizzato da una trasformazione profonda nel modo in cui le imprese concepiscono e gestiscono il rischio. Quella che un tempo era una disciplina focalizzata sulla mitigazione delle perdite operative è diventata una funzione strategica integrata, capace di cogliere l'interdipendenza tra variabili finanziarie, ambientali, sociali e di governance. Tale evoluzione non è avvenuta in modo lineare, ma attraverso un percorso scandito da cambiamenti concettuali, pressioni di mercato e sviluppi regolamentari che hanno progressivamente ridefinito i confini della gestione del rischio aziendale.

Il presente capitolo ripercorre tale percorso lungo tre direttrici principali. La prima riguarda il passaggio dai modelli tradizionali di Operational Risk Management all'Enterprise Risk Management, che ha segnato il superamento di una visione frammentata e reattiva del rischio a favore di un approccio olistico, proattivo e strategicamente integrato, in grado di cogliere le interconnessioni tra le diverse fonti di incertezza e di trasformare il rischio in opportunità di creazione di valore. La seconda direttrice concerne l'affermazione dei fattori ESG come variabili centrali nei sistemi

economico-finanziari: dall'evoluzione teorica che ha condotto, dalla CSR agli ESG, passando per la Triple Bottom Line, fino ai sistemi di misurazione e rating, al ruolo degli investitori e della finanza sostenibile e alle modalità di implementazione operativa all'interno delle imprese. La terza riguarda il quadro regolamentare che ha progressivamente istituzionalizzato la sostenibilità, analizzato sia sul piano globale, attraverso l'Agenda 2030, l'Accordo di Parigi e il framework TCFD, sia su quello europeo, dove Green Deal, Tassonomia, SFDR, CSRD e CSDDD hanno tradotto principi orientativi in obblighi vincolanti.

Il filo conduttore che attraversa l'intero capitolo è il progressivo consolidamento degli ESG come estensione naturale della logica ERM: laddove quest'ultimo aveva ampliato il perimetro della gestione del rischio oltre le sole variabili finanziarie, i fattori ESG ne completano l'evoluzione fornendo strumenti per identificare, misurare e gestire categorie di rischio che i modelli tradizionali non erano in grado di intercettare. Ne emerge una visione della sostenibilità non più come vincolo o elemento accessorio, bensì come variabile strategica in grado di incidere sulla competitività, sulla resilienza e sulla capacità di creazione di valore delle imprese nel lungo periodo, con implicazioni particolarmente rilevanti per il settore automotive, al quale i capitoli successivi dedicano la propria analisi.

1.1 – Il passaggio da un sistema di gestione del rischio ORM a un sistema di Enterprise Risk Management

Nel secondo dopoguerra, la costante espansione economica e organizzativa delle imprese, evolutesi in strutture sempre più complesse, ha determinato il progressivo interesse verso le discipline del risk management.

In ambito aziendale, i modelli tradizionali di gestione del rischio, comunemente definiti Operational Risk Management (ORM) o approcci "a silo", si sono storicamente concentrati sulla mitigazione delle perdite derivanti dalla componente operativa dei processi produttivi (Dionne, 2019). Tale approccio si focalizza prevalentemente sui cosiddetti "rischi puri", caratterizzati esclusivamente da una componente downside, il cui accadimento genera unicamente effetti economici negativi nel breve termine, e relega l'aspetto speculativo dei rischi, la sua componente upside (opportunità), al ruolo di attore non protagonista.

L'approccio tradizionale, di natura essenzialmente reattiva, ha tuttavia evidenziato significativi limiti strutturali, tra cui la parzialità dell'analisi limitata ai soli rischi puri, la mancanza di azioni preventive e la frammentazione della valutazione su singole unità operative (silos). Quest'ultima criticità costituisce il limite principale: in un'azienda configurata come una rete interconnessa, le decisioni assunte in una business unit possono ripercuotersi sull'intera organizzazione.

In quest'ottica, emerge il concetto di "rischio incrementale", che sposta la focalizzazione dall'effetto isolato della singola decisione all'impatto sistemico che essa genera sull'intera

rete aziendale. Pertanto, si rende necessaria l'adozione di una risposta strategica globale, capace di integrare e presidiare tutti gli ambiti aziendali (operation, finance, reputation). La problematica sopra descritta viene superata mediante l'implementazione dell'approccio ERM (Enterprise Risk Management). A differenza dei modelli tradizionali, la visione enterprise considera l'intera organizzazione nel suo complesso, integrando le singole business unit nel processo di gestione del rischio.

Grazie a questa panoramica aziendale completa, è possibile rilevare le interconnessioni tra i vari rischi, permettendo l'assunzione di decisioni olistiche a tutela dell'intero sistema. L'ERM promuove un approccio proattivo e un monitoraggio continuo, finalizzato alla prevenzione. Inoltre, tale metodologia segna il passaggio da una visione puramente difensiva del rischio a una visione strategica: il rischio è inteso anche come opportunità per generare nuove situazioni favorevoli (speculative risk o upside risk), ponendo la creazione di valore come obiettivo primario rispetto alla semplice salvaguardia dello stesso.

L'adozione di una gestione olistica e integrata dei rischi (Enterprise Risk Management) ha ridefinito le logiche di presidio dei fattori di incertezza aziendali. In tale paradigma, assume rilevanza sia la gestione sinergica del rischio strategico e dei nuovi rischi emergenti o ESG, caratterizzati da una profonda correlazione, sia la considerazione di rischi che spesso vengono classificati come rischi di secondo livello ma che, al contrario, essendo di natura multidimensionale, devono essere considerati come rischi primari. E tra questi, assume particolare rilevanza la gestione del rischio reputazionale.

Il primo approccio riguarda l'integrazione del risk management nella strategia aziendale, finalizzata alla previsione dei rischi interni ed esterni che potrebbero compromettere il raggiungimento degli obiettivi strategici e il posizionamento competitivo. Tale valutazione, allineata alla pianificazione, è un processo continuo basato su monitoraggi trimestrali o semestrali tramite appositi report; ciò permette di rilevare scostamenti rispetto allo scenario pianificato e di attivare, su indicazione del top management, azioni correttive sulla strategia o sulla sua implementazione. Questo meccanismo si fonda su un feedback costante tra i manager per garantire una mitigazione tempestiva delle criticità.

La seconda tipologia di rischio risulta tra le più complesse da gestire: la reputazione, che configurandosi come percezione soggettiva degli stakeholder, non è intrinsecamente positiva o negativa, ma riflette il valore etico percepito dell'individuo o dell'organizzazione.

Il rischio reputazionale viene spesso, in modo improprio, relegato a un ruolo secondario e quindi interpretato erroneamente come una mera conseguenza del rischio operativo anziché come una minaccia autonoma. In termini concreti, un disallineamento tra la reputazione percepita e i valori etici aziendali può generare gravi ripercussioni: dalla contrazione delle quote di mercato alla minore attrattività di risorse umane qualificate, fino al deterioramento delle relazioni con partner e fornitori e a possibili downgrade del merito creditizio, causati dalla maggiore sensibilità degli stakeholder verso condotte aziendali non etiche.

I rischi ESG (Environmental, Social, and Governance), consolidatisi negli ultimi decenni, comprendono tutti i fattori ambientali, sociali e di governance capaci di influenzare la continuità e le performance di un'entità. L'analisi di tali rischi richiede l'approfondimento del concetto di materialità (materiality), inteso come l'impatto e la rilevanza dei singoli elementi ESG rispetto allo specifico contesto aziendale che verrà discusso in maniera più approfondita nel paragrafo successivo.

Nonostante i chiari vantaggi competitivi derivanti da un approccio di tipo enterprise, numerose organizzazioni adottano ancora sistemi di risk management tradizionali. Tali metodologie, seppur obsolete, risultano spesso preferite per la maggiore semplicità di implementazione e comprensione. Focalizzandosi su rischi puntuali relativi a specifici reparti o progetti, l'approccio tradizionale richiede infatti una minore complessità organizzativa e un impiego ridotto di risorse, ponendosi come soluzione adeguata per imprese di dimensioni contenute o con esigenze di gestione del rischio limitate.

Diversamente, i sistemi tradizionali di gestione del rischio, storicamente focalizzati su metriche finanziarie, operative e di breve periodo, si rivelano inadeguati ad affrontare la complessità dei fattori ESG (Environmental, Social, and Governance) nel settore automotive. A differenza dei rischi convenzionali, i rischi ESG (come le emissioni lungo la catena di fornitura, l'approvvigionamento etico delle materie prime per le batterie o le trasformazioni della forza lavoro) sono sistemici, non lineari e si manifestano spesso nel medio-lungo periodo. L'approccio tradizionale basato sull'evitamento o sulla semplice mitigazione non è più sufficiente: l'industria automobilistica necessita oggi di integrare la

sostenibilità nel cuore della strategia aziendale, spostandosi da una visione puramente reattiva a una proattiva che includa l'analisi di scenari complessi e interconnessi.

1.2 – I fattori ESG: fondamenti teorici, misurazione e integrazione nelle strategie aziendali

Il passaggio da un approccio tradizionale alla gestione del rischio a modelli più integrati, come l'Enterprise Risk Management (ERM), ha comportato un ampliamento significativo delle tipologie di rischio considerate rilevanti per l'impresa. In tale prospettiva, il rischio non è più limitato alle sole variabili finanziarie e operative, ma include anche fattori esterni e sistemici, spesso difficilmente quantificabili secondo i modelli tradizionali. È proprio in questo contesto evolutivo che si inserisce il progressivo affermarsi dei fattori ESG all'interno dei sistemi economico-finanziari, rappresentando uno dei principali cambiamenti nel modo in cui le imprese concepiscono la creazione di valore e la gestione del rischio. Nel suddetto contesto, la sostenibilità si è evoluta da concetto prevalentemente etico e volontario a componente strutturale dei modelli di analisi, valutazione e governo aziendale, assumendo una rilevanza crescente sia nei processi decisionali interni sia nelle dinamiche di mercato.

Il presente paragrafo si propone di analizzare in modo sistematico i fondamenti teorici e operativi dei fattori ESG, evidenziandone il percorso evolutivo, le modalità di misurazione e il ruolo crescente nelle strategie aziendali. In particolare, l'analisi si

sviluppa lungo quattro direttrici principali: l'evoluzione del concetto di sostenibilità nel pensiero economico-manageriale, il processo di standardizzazione e misurazione attraverso sistemi di rating ESG, il ruolo degli investitori e della finanza sostenibile nell'orientare l'allocazione del capitale e, infine, le modalità di implementazione operativa degli ESG all'interno delle imprese, con particolare riferimento ai temi della creazione di valore, della governance e delle principali criticità emergenti.

Attraverso questo percorso analitico, il paragrafo intende mettere in luce come i fattori ESG non rappresentino più un elemento accessorio, bensì una variabile strategica in grado di incidere in modo diretto sulla competitività, sulla resilienza e sulla sostenibilità di lungo periodo delle imprese.

1.2.1 L'evoluzione del concetto di sostenibilità nel pensiero economico-manageriale: dalla Corporate Social Responsibility (CSR) alla considerazione dei fattori ambientali, sociali e di governance (ESG)

Per inquadrare il panorama ESG, risulta necessario affrontare il tema della Corporate Social Responsibility (CSR). Quest'ultima rappresenta il primo tentativo strutturato di integrare considerazioni di natura sociale e ambientale all'interno dell'attività d'impresa, superando la tradizionale focalizzazione esclusiva sugli obiettivi economico-finanziari. In termini generali, la CSR può essere definita come l'insieme delle politiche e delle pratiche attraverso cui un'impresa incorpora volontariamente preoccupazioni sociali e

ambientali nelle proprie operazioni e nelle relazioni con gli stakeholder. Una definizione istituzionale rilevante è fornita dalla European Commission (2011), che identifica la CSR come *"the responsibility of enterprises for their impacts on society"*. Tale approccio si caratterizza per tre elementi fondamentali: la volontarietà, l'orientamento agli stakeholder e la mancata integrazione obbligatoria nei processi decisionali aziendali.

Dal punto di vista economico, la CSR nasce come risposta ai limiti del modello tradizionale di impresa, basato sul paradigma dello shareholder value, che tende a privilegiare la massimizzazione del profitto nel breve periodo, spesso trascurando o esternalizzando gli impatti negativi generati sull'ambiente e sulla società. La CSR introduce a tal riguardo un cambiamento significativo, spostando l'attenzione verso una logica di stakeholder value, in cui l'impresa è chiamata a considerare non solo gli interessi degli azionisti, ma anche quelli di lavoratori, comunità locali, fornitori e ambiente.

All'interno della letteratura economico-manageriale, è possibile distinguere due principali interpretazioni della CSR. Da un lato, una visione strumentale, secondo cui l'adozione di pratiche socialmente responsabili contribuisce a migliorare la reputazione aziendale, rafforzare la fidelizzazione dei clienti e ridurre i conflitti con gli stakeholder, traducendosi quindi in un vantaggio competitivo. Dall'altro lato, una visione normativa o etica, che attribuisce all'impresa una responsabilità intrinseca nei confronti della società, indipendentemente dai benefici economici derivanti.

Sul piano operativo, la CSR si concretizza in una pluralità di strumenti, quali codici etici e bilanci sociali, affiancati da iniziative ambientali e programmi di welfare aziendale. Tali

strumenti risultano tuttavia spesso eterogenei e privi di standardizzazione, rendendo difficile una valutazione comparabile tra imprese e limitandone l'efficacia in termini di integrazione nei processi decisionali. Emergono così i principali limiti strutturali della CSR: la natura volontaria comporta un'adozione disomogenea tra le imprese, lasciando ampia discrezionalità circa il grado di impegno; la scarsa misurabilità delle iniziative impedisce una piena integrazione nei modelli economico-finanziari e nei sistemi di valutazione del rischio; la debole integrazione strategica relega le pratiche CSR a funzioni accessorie, spesso riconducibili alla comunicazione o alla reputazione piuttosto che al core business; infine, il rischio di strumentalizzazione anticipa fenomeni oggi riconducibili al cosiddetto greenwashing, il quale verrà affrontato successivamente.

Tali limiti risultano particolarmente rilevanti se analizzati alla luce dei modelli evoluti di gestione del rischio, come l'Enterprise Risk Management (ERM). I rischi di natura sociale e ambientale non sono sistematicamente identificati, misurati e monitorati, rimanendo spesso latenti e non pienamente integrati nei processi di risk management: l'impresa può quindi risultare esposta a rischi reputazionali, normativi o ambientali senza disporre di strumenti adeguati per la loro gestione. La CSR si configura come una fase necessaria ma non sufficiente nel percorso verso una sostenibilità pienamente integrata: coglie l'importanza degli impatti non finanziari senza riuscire a tradurli in variabili economicamente gestibili in modo strutturato.

Le criticità strutturali della Corporate Social Responsibility rendono evidente l'esigenza di approcci più sistematici alla sostenibilità. Un primo passo significativo in questa

direzione è rappresentato dalla Triple Bottom Line, elaborata da John Elkington (1997), che introduce un framework volto a strutturare in modo più organico le dimensioni economica, sociale e ambientale della performance d'impresa, comunemente sintetizzate nel modello delle "3P": Profit, People e Planet. La dimensione economica (Profit) riguarda gli aspetti tradizionali della redditività, della creazione di valore per gli azionisti e dell'efficienza economico-finanziaria; la dimensione sociale (People) attiene alle condizioni di lavoro, al rispetto dei diritti dei lavoratori, all'impatto sulle comunità locali e ai temi di equità sociale; la dimensione ambientale (Planet) si riferisce all'impatto ambientale delle attività produttive, declinato tanto nella gestione delle emissioni e dell'inquinamento quanto nell'utilizzo sostenibile delle risorse naturali.

L'integrazione simultanea di queste tre dimensioni consente di superare la tradizionale focalizzazione esclusiva sul profitto, introducendo una visione più ampia e sistemica della creazione di valore nel lungo periodo. Come evidenziato da Elkington (1997, p. 397), *"Sustainable development involves the simultaneous pursuit of economic prosperity, environmental quality, and social equity. Companies aiming for sustainability need to perform not against a single, financial bottom line but against the triple bottom line."*, sottolineando la necessità di affiancare al bilancio economico-finanziario anche una valutazione degli impatti sociali e ambientali.

Sotto il profilo teorico, la Triple Bottom Line rappresenta un'evoluzione rispetto ai primi approcci di CSR, introducendo una struttura concettuale più articolata e ponendosi come passaggio intermedio verso framework più avanzati. Il modello presenta tuttavia limiti

rilevanti: la difficoltà di misurare in modo standardizzato le dimensioni sociale e ambientale, unitamente all'assenza di un collegamento diretto con le metriche economico-finanziarie, ne limita l'integrazione nei processi decisionali e nei sistemi di valutazione delle performance. Le tre dimensioni individuate non vengono ancora tradotte in categorie di rischio specifiche e quantificabili, rimanendo in larga parte esterne ai sistemi strutturati di risk management. Ne deriva che, pur ampliando la prospettiva di analisi, il modello non consente una piena operativizzazione delle tematiche di sostenibilità in chiave economico-finanziaria, rendendo necessario il successivo sviluppo di approcci più avanzati.

La piena formalizzazione di questo percorso evolutivo si realizza con l'introduzione dei fattori ESG (Environmental, Social, Governance), oggi principale framework di riferimento per l'analisi della sostenibilità in ambito economico-finanziario. Un passaggio fondamentale è rappresentato dalla pubblicazione del report *Who Cares Wins*, promosso dalle Nazioni Unite su iniziativa dell'allora Segretario Generale Kofi Annan, nel quale viene esplicitata per la prima volta la necessità di integrare sistematicamente le variabili ambientali, sociali e di governance nei processi decisionali finanziari. Nel suddetto documento, gli ESG vengono concepiti non come principi etici o linee guida volontarie, ma come fattori in grado di influenzare in modo diretto la performance economico-finanziaria delle imprese.

Si tratta di un cambiamento sostanziale rispetto agli approcci precedenti: mentre CSR e Triple Bottom Line si concentravano prevalentemente sulla descrizione degli impatti

sociali e ambientali, gli ESG introducono una prospettiva orientata alla misurazione, alla comparabilità e alla rilevanza economica di tali dimensioni. Dal punto di vista definitorio, i fattori ESG possono essere intesi come un insieme di variabili attraverso cui viene valutata la sostenibilità di un'impresa in tre ambiti principali. La dimensione ambientale (Environmental) riguarda l'impatto delle attività aziendali sull'ecosistema, includendo emissioni di gas serra, utilizzo delle risorse naturali ed efficienza energetica; la dimensione sociale (Social) concerne le relazioni con i propri stakeholder, comprendendo condizioni di lavoro, diritti umani e impatto sulle comunità locali; la dimensione di governance (Governance) attiene ai meccanismi di direzione e controllo, includendo la struttura del consiglio di amministrazione, le politiche di remunerazione, la trasparenza e l'etica aziendale.

Ciò che distingue gli ESG dai modelli precedenti è la loro natura operativa: essi non si limitano a fornire una rappresentazione qualitativa della sostenibilità, ma consentono di tradurre tali dimensioni in indicatori misurabili e comparabili, segnando il passaggio da una concezione della sostenibilità come elemento accessorio a una visione in cui essa diventa variabile strategica, capace di incidere sulla capacità dell'impresa di creare valore nel lungo periodo. Gli ESG si configurano pertanto come un'estensione naturale della logica ERM: laddove quest'ultimo aveva ampliato il perimetro del rischio aziendale oltre le sole variabili finanziarie, i fattori ESG completano questo percorso evolutivo introducendo strumenti capaci di identificare, valutare e presidiare rischi di natura

climatica, sociale e reputazionale, tradizionalmente trascurati o solo parzialmente considerati dai modelli convenzionali

1.2.2 La misurazione della sostenibilità attraverso sistemi di standardizzazione e rating ESG

Uno degli elementi che ha consentito l'affermazione dei fattori ESG nei sistemi economico-finanziari contemporanei è rappresentato dalla loro crescente misurabilità. A differenza dei precedenti approcci alla sostenibilità, caratterizzati da una forte componente qualitativa e da una limitata standardizzazione, gli ESG introducono un insieme di indicatori che permettono di tradurre dimensioni complesse, quali l'impatto ambientale, le relazioni sociali e la qualità della governance, in variabili osservabili e analizzabili.

La crescente domanda di investimenti sostenibili ha favorito lo sviluppo di sistemi di rating specificamente dedicati alla valutazione delle performance ESG. Un ruolo centrale è svolto da operatori specializzati come MSCI e Sustainalytics, i quali offrono servizi di analisi e valutazione con l'obiettivo di fornire informazioni standardizzate e comparabili agli investitori, sebbene la letteratura evidenzia come tali sistemi presentino ancora significative divergenze metodologiche tra i diversi provider (Dathe et al., 2024).

Tali sistemi si fondano su una distinzione concettuale fondamentale tra fattori ESG e rischi ESG. I fattori ESG rappresentano le dimensioni ambientali, sociali e di governance

rilevanti per l'attività d'impresa, mentre i rischi ESG derivano dall'esposizione dell'azienda a tali fattori e dalla sua capacità di gestirli: i primi costituiscono le variabili di riferimento, i secondi ne rappresentano la traduzione in termini di potenziale impatto economico-finanziario.

Coerentemente con tale impostazione, MSCI valuta le imprese in base alla loro esposizione ai rischi ESG finanziariamente rilevanti e alla capacità di gestione degli stessi, classificandole lungo una scala che va dai leader (AAA, AA) a livelli intermedi (A, BBB, BB), fino ai ritardatari (B, CCC). Analogamente, Sustainalytics adotta un approccio incentrato sull'ESG Risk Rating, misurando il livello di rischio ESG residuo a cui un'impresa è esposta dopo aver considerato le politiche e le pratiche di mitigazione adottate.

Entrambi i sistemi combinano dati quantitativi e qualitativi, includendo indicatori relativi alle emissioni di gas serra, alle condizioni di lavoro, alla struttura di governance e alle pratiche di gestione del rischio. Il risultato è la costruzione di punteggi sintetici che consentono non solo la comparabilità tra imprese appartenenti allo stesso settore, ma anche il confronto intersettoriale, rendendo gli ESG uno strumento analitico di crescente rilevanza nei mercati finanziari.

La diffusione dei rating ESG ha contribuito in modo significativo alla riduzione delle asimmetrie informative tra imprese e investitori, favorendo una maggiore trasparenza e facilitando l'integrazione dei fattori ESG nei modelli di valutazione finanziaria. Persistono tuttavia criticità strutturali che ne limitano l'affidabilità e la comparabilità. La

più rilevante riguarda la possibilità che agenzie di rating diverse attribuiscono punteggi significativamente difforni alla medesima impresa, fenomeno riconducibile a una pluralità di fattori. Anzitutto, i criteri di valutazione adottati dai diversi provider non sono uniformi: ciascuna agenzia definisce autonomamente il proprio framework metodologico, selezionando indicatori, pesi e soglie di riferimento secondo logiche proprie. Sul versante delle fonti informative, le divergenze possono essere altrettanto marcate: alcune agenzie fondano la propria analisi su dati pubblicamente disponibili, quali report di sostenibilità e bilanci integrati, mentre altre raccolgono informazioni direttamente dalle imprese e procedono a stime proprie, con evidenti implicazioni in termini di comparabilità e affidabilità dei risultati. A completare il quadro, l'assenza di un sistema univoco e vincolante per la misurazione delle pratiche ESG lascia ampio margine discrezionale ai provider, rendendo i rating difficilmente confrontabili tra loro e aumentando il rischio di eccessiva semplificazione di fenomeni intrinsecamente complessi attraverso indicatori sintetici.

1.2.3 Il crescente peso dei fattori ESG nelle decisioni degli investitori e l'ascesa della finanza sostenibile

La crescente diffusione di metriche e sistemi di rating ESG ha favorito una progressiva integrazione di tali fattori nei modelli di valutazione adottati dagli investitori. Le informazioni ESG cessano così di essere meri strumenti descrittivi della sostenibilità

aziendale e assumono una funzione economico-finanziaria, diventando variabili rilevanti nei processi di allocazione del capitale e nella valutazione del profilo rischio-rendimento degli investimenti. Questo cambiamento si inserisce all'interno di una più ampia trasformazione dei mercati finanziari, caratterizzata dalla crescente attenzione verso i rischi non finanziari e dalla necessità di incorporare informazioni relative a sostenibilità ambientale, sociale e di governance nei processi decisionali.

Gli investitori istituzionali hanno progressivamente ampliato il proprio orizzonte analitico, integrando i fattori ESG nelle strategie di investimento e nei modelli di gestione del portafoglio. Un ruolo centrale spetta agli investitori istituzionali di grandi dimensioni, come BlackRock¹, che hanno esplicitamente riconosciuto la rilevanza dei fattori ESG nella creazione di valore di lungo periodo. L'amministratore delegato Larry Fink ha sottolineato come la sostenibilità sia diventata un elemento determinante nella valutazione della resilienza delle imprese e nella loro capacità di generare rendimenti stabili nel tempo (Fink, 2020), sancendo di fatto un cambiamento sistemico del mercato. Tale evoluzione ha gradualmente modificato la funzione stessa dei fattori ESG: inizialmente impiegati come strumenti di valutazione ex post della sostenibilità aziendale, sono stati gradualmente incorporati nei modelli di analisi finanziaria e nei processi di allocazione del capitale, assumendo una rilevanza crescente nella determinazione del profilo rischio-rendimento delle imprese.

¹ BlackRock Inc. è la maggiore società di gestione del risparmio a livello globale e, in qualità di principale azionista in migliaia di società quotate, esercita una significativa influenza sui mercati finanziari e sulle politiche di governance societaria.

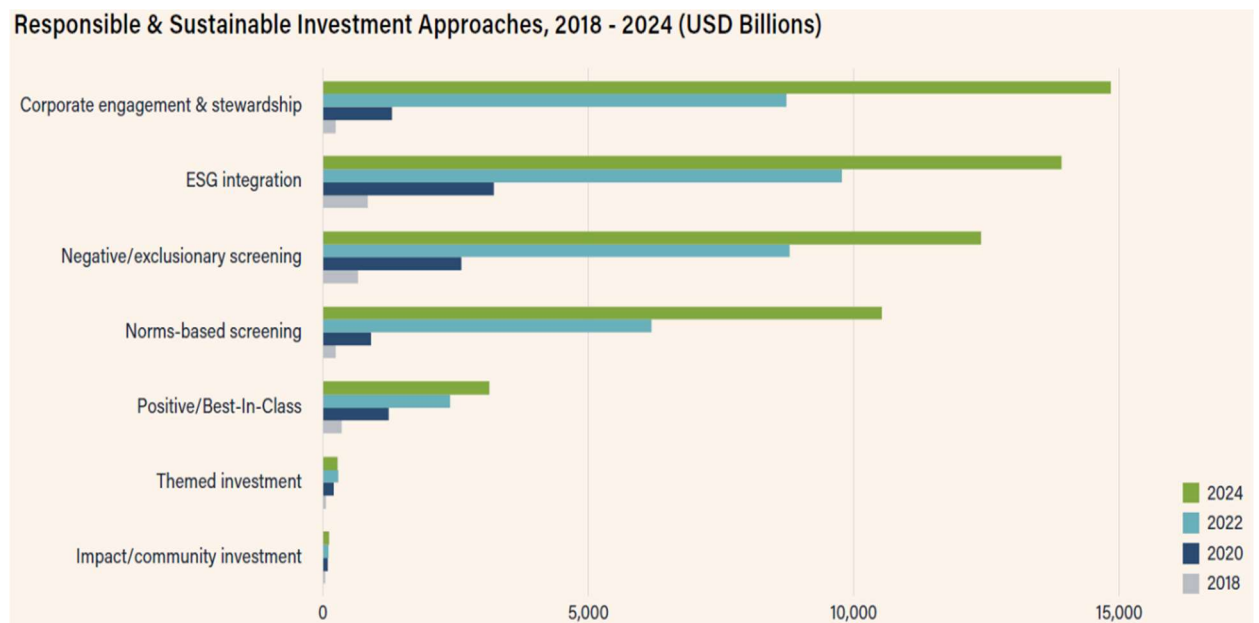
Dal punto di vista teorico-finanziario, l'integrazione dei fattori ESG nei modelli di valutazione può essere interpretata attraverso tre principali canali. Il primo riguarda la relazione tra ESG e rischio, sia sistemico sia specifico dell'impresa: un'elevata esposizione a rischi ambientali, sociali o di governance può tradursi in una maggiore volatilità dei rendimenti e in una più elevata percezione del rischio da parte del mercato; i rating ESG mirano pertanto a valutare la capacità delle imprese di gestire i rischi finanziariamente rilevanti (Dathe et al., 2024). Il secondo canale di trasmissione è rappresentato dal costo del capitale, che tende a ridursi per le imprese con migliori risultati ESG, in ragione della maggiore trasparenza informativa e del minor livello di rischio percepito dai finanziatori. Il terzo riguarda la performance di lungo periodo: una gestione efficace dei fattori ESG è spesso associata a una maggiore resilienza operativa e a una migliore capacità di adattamento ai cambiamenti normativi, tecnologici e di mercato.

I flussi di capitale destinati agli investimenti sostenibili hanno registrato una crescita significativa a livello globale: secondo la Global Sustainable Investment Alliance (2024), gli asset gestiti attraverso strategie ESG hanno raggiunto circa 16,7 trilioni di dollari nel 2024, evidenziando un incremento del 49% nell'arco di due anni. Tale dinamica riflette sia l'evoluzione del quadro regolamentare, che impone agli operatori finanziari obblighi di trasparenza in merito all'integrazione dei rischi di sostenibilità, sia la crescente domanda di prodotti finanziari orientati alla sostenibilità.

Il seguente grafico (figura 1.1) illustra la crescita degli asset destinati alle principali strategie di investimento sostenibile nel periodo 2018-2024, evidenziando sia l'espansione

complessiva del mercato sia la trasformazione qualitativa degli approcci adottati dagli investitori. Emerge con chiarezza il progressivo spostamento verso strategie di maggiore integrazione e influenza diretta: il corporate engagement & stewardship si afferma come approccio dominante, raggiungendo circa 15.000 miliardi di dollari nel 2024, mentre l'ESG integration registra una crescita significativa rispetto ai livelli quasi trascurabili del 2018. Le strategie di impact investing e di investimento tematico, pur in espansione, rimangono una componente marginale in termini volumetrici, confermando come la finanza sostenibile si sia ormai affermata come pilastro centrale del sistema finanziario globale piuttosto che come mercato di nicchia. Tali dinamiche riflettono l'evoluzione già descritta nel presente paragrafo, in cui gli investitori istituzionali hanno progressivamente ampliato il proprio perimetro di analisi, integrando i fattori ESG non solo come criteri di esclusione, ma come variabili strutturali nei processi di allocazione del capitale e di valutazione del profilo rischio-rendimento.

Figura 1.1 – Evoluzione delle strategie di investimento sostenibile a livello globale (2018-2024)



Fonte – Global Sustainable Investment Alliance, 2024

Su questo sfondo si sviluppa la cosiddetta finanza sostenibile, intesa come l'insieme di strumenti e strategie di investimento che integrano criteri ESG nei processi di allocazione del capitale. Questa evoluzione ha favorito la diffusione di strumenti finanziari specifici, come fondi ESG, green bond e strategie di sustainable investing, che rispondono a una domanda crescente di investimenti orientati non soltanto alla redditività finanziaria, ma anche alla generazione di impatti ambientali e sociali positivi. Parallelamente, si osserva un'evoluzione dei requisiti di trasparenza richiesti dalle principali infrastrutture di mercato: diverse borse valori, tra cui il New York Stock Exchange (NYSE), il Nasdaq ed Euronext, hanno introdotto nel tempo linee guida e framework di reporting in materia

ESG, incoraggiando o richiedendo alle società quotate la divulgazione di informazioni relative a pratiche, politiche e performance di sostenibilità.

L'afflusso di capitale verso investimenti ESG-oriented produce implicazioni rilevanti anche sul costo del capitale delle imprese. Lavori empirici recenti (Gao et al., 2024, Gonçalves et al., 2022) evidenziano come le aziende con migliori performance ESG possano beneficiare di un costo medio ponderato del capitale (WACC) potenzialmente inferiore, riconducibile a una riduzione del rischio percepito, a una maggiore trasparenza informativa e a un ampliamento delle opportunità di accesso ai mercati dei capitali, sia nel segmento equity sia in quello del debito.

1.2.4 L'implementazione operativa degli ESG tra performance aziendale, governance e sfide emergenti

Nel complesso, i fattori ESG sono stati incorporati in maniera graduale nei modelli di analisi finanziaria e nei processi di allocazione del capitale, acquisendo un ruolo sempre più centrale nella definizione del profilo rischio-rendimento delle imprese. Il suddetto processo ha generato un effetto di trasmissione verso l'interno delle organizzazioni, attraverso un meccanismo di mercato che incide direttamente sulle condizioni di accesso al capitale e sul costo dello stesso. Le imprese, infatti, non si limitano più a rispondere a una domanda esterna di trasparenza e rendicontazione, ma incorporano direttamente tali fattori nei propri sistemi di pianificazione strategica, nelle decisioni di investimento e nella gestione della supply chain. In particolare, la pianificazione di lungo periodo tende

sempre più a includere variabili ambientali, sociali e di governance come elementi strutturali nella definizione degli obiettivi aziendali, mentre le decisioni di investimento vengono progressivamente influenzate dalla necessità di valutare non solo la redditività attesa, ma anche la sostenibilità e il profilo di rischio dei progetti nel tempo. Allo stesso modo, la gestione della supply chain assume un ruolo centrale in questo processo di internalizzazione, poiché rappresenta uno degli ambiti in cui i fattori ESG si manifestano con maggiore evidenza in termini di rischio operativo, reputazionale e normativo.

La crescente integrazione dei criteri ESG lungo la catena del valore ha portato allo sviluppo del concetto di “supply chain sostenibile”, intesa come l'incorporazione sistematica delle dimensioni ambientali, sociali e di governance in tutte le fasi del processo produttivo, dall'approvvigionamento delle materie prime fino alla distribuzione e alla gestione del fine vita dei prodotti. A ciò consegue che la supply chain non è più considerata esclusivamente come un insieme di attività operative orientate all'efficienza, ma come un sistema complesso in cui sostenibilità e resilienza assumono un ruolo centrale nella creazione di valore. Tale evoluzione implica un superamento del modello tradizionale di gestione della supply chain, storicamente basato su logiche di ottimizzazione dei costi, qualità e tempi di consegna, e fortemente orientato al paradigma del just-in-time, nel quale il rischio veniva spesso considerato in modo frammentato e sottovalutato. L'approccio ESG introduce, al contrario, una logica integrata di tipo risk-based e value-based, nella quale elementi quali le emissioni lungo la filiera, il rispetto dei diritti dei lavoratori e la trasparenza dei fornitori diventano variabili rilevanti nei processi

decisionali, determinando uno spostamento strutturale dell'attenzione dall'efficienza operativa alla resilienza e sostenibilità della catena del valore.

L'integrazione dei criteri ESG nella supply chain si realizza attraverso diversi meccanismi operativi. Un primo aspetto riguarda i processi di selezione dei fornitori, le imprese adottano criteri ESG per valutare la conformità degli stessi a determinati standard, escludendo i soggetti non allineati e introducendo sistemi di audit e certificazione. A ciò si affianca l'implementazione di strumenti di monitoraggio e valutazione basati su indicatori ESG, che consentono di misurare le performance lungo la filiera e di migliorare la tracciabilità dei processi, anche attraverso soluzioni digitali avanzate. Tali criteri vengono inoltre integrati a livello contrattuale, mediante clausole specifiche che prevedono obblighi di reporting e meccanismi di incentivazione o penalizzazione. Infine, le imprese sono sempre più orientate a una riprogettazione strategica della supply chain, attraverso processi di diversificazione dei fornitori, reshoring² o nearshoring³, con l'obiettivo di ridurre le dipendenze critiche e aumentare la resilienza complessiva del sistema.

I fattori ESG emergono pertanto come una rilevante fonte di rischio lungo la filiera. I rischi ambientali, quali eventi climatici estremi o la scarsità di risorse naturali, possono determinare interruzioni nella produzione e aumenti significativi dei costi degli input. I

² Cfr. L. Fratocchi et al., "When manufacturing moves back: Concepts and questions", *Journal of Purchasing and Supply Management*, 20(1), 2014, pp. 54-59. Gli autori definiscono il reshoring come "*Relocation of manufacturing activities previously delocalized abroad back to the home country*".

³ Eurofound, *Reshoring in Europe: Overview 2015–2018*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, p. 15. Il nearshoring è qui inteso come la "*Relocation of all or part of production or other value-creating activities to a country near the home country*".

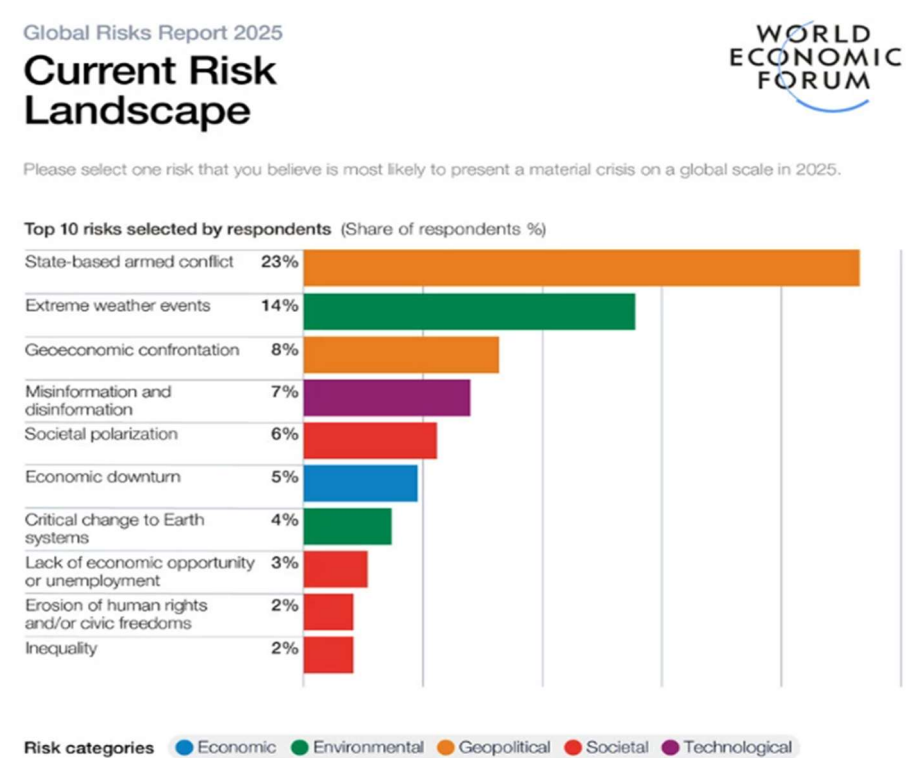
rischi sociali, legati a violazioni dei diritti umani o a condizioni di lavoro non adeguate, possono generare impatti reputazionali e legali rilevanti. I rischi di governance, infine, comprendono fenomeni di corruzione, mancanza di trasparenza e scarsa tracciabilità, con potenziali conseguenze in termini normativi e di accesso ai mercati. Un elemento centrale di questa dinamica è rappresentato dal fatto che i rischi ESG, quando si manifestano all'interno della supply chain, tendono a non rimanere confinati al singolo fornitore, ma si propagano lungo l'intera filiera produttiva. La crescente interdipendenza tra gli attori della catena del valore rende infatti possibile un effetto domino, per cui il blocco o il malfunzionamento di un singolo nodo può compromettere l'intero sistema produttivo. A ciò si aggiunge un effetto di amplificazione reputazionale, in base al quale problematiche localizzate presso fornitori a monte possono riflettersi direttamente sull'immagine e sulla credibilità dell'impresa finale, traducendosi frequentemente in impatti finanziari concreti, quali ritardi nelle consegne, aumento dei costi e perdita di ricavi. I fattori ESG assumono dunque una dimensione sistemica, configurandosi come veri e propri rischi di filiera.

Le implicazioni strategiche per le imprese risultano pertanto rilevanti. In primo luogo, la supply chain diventa un elemento centrale nei sistemi di Enterprise Risk Management, richiedendo l'integrazione dei fattori ESG nei modelli di gestione del rischio. In secondo luogo, si osserva un progressivo spostamento da logiche di ottimizzazione estrema, tipiche del just-in-time, verso approcci più orientati alla resilienza. Infine, l'adozione di una supply chain sostenibile può rappresentare un vantaggio competitivo, in quanto

consente di migliorare la capacità di risposta agli shock esterni, di natura ambientale, geopolitica e tecnologica, e di rafforzare l'accesso ai capitali.

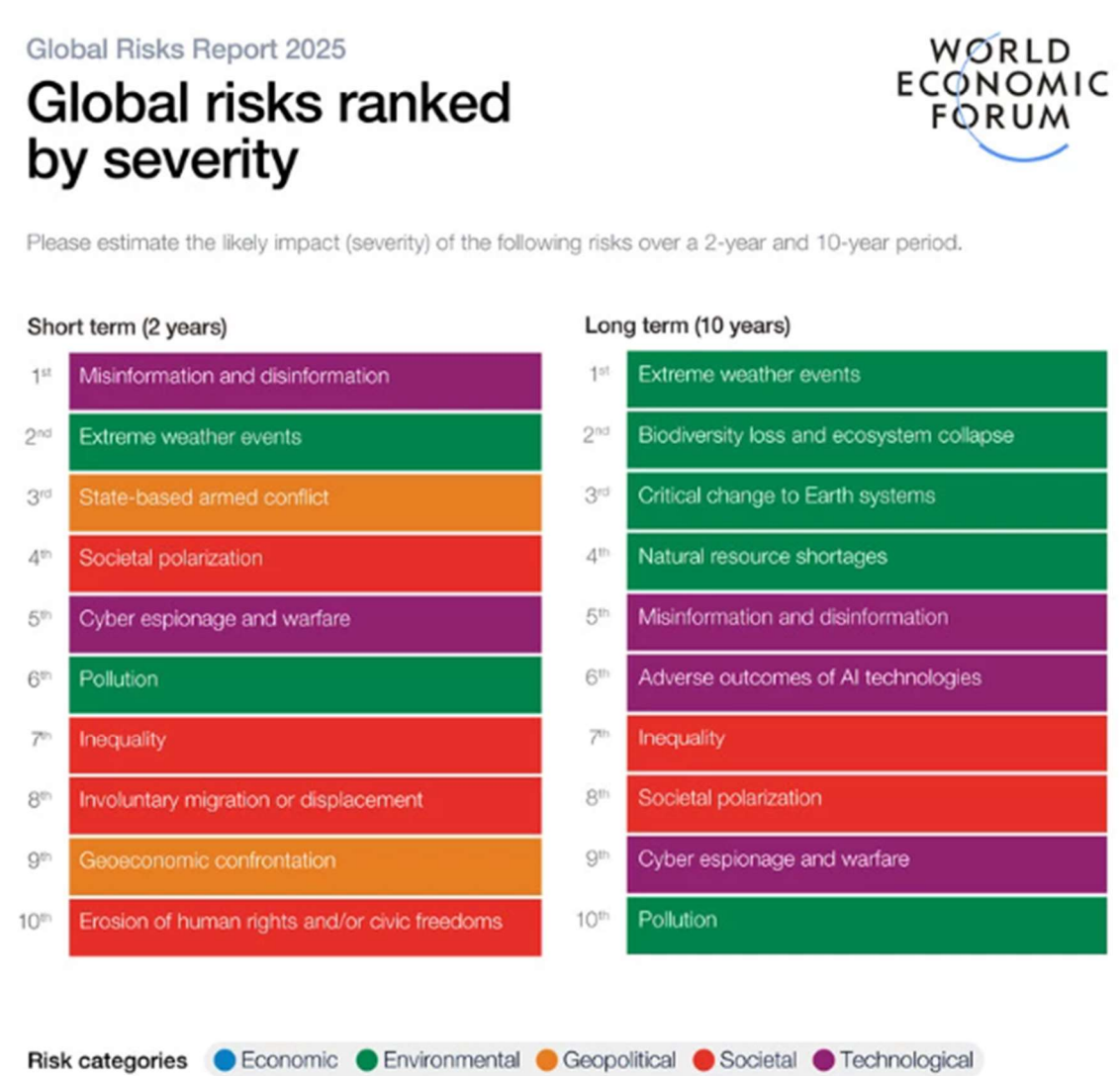
Le dinamiche fin qui descritte a livello aziendale e di filiera non rappresentano fenomeni isolati, ma si inscrivono in una trasformazione più ampia del panorama dei rischi globali, sempre più dominato da fattori di natura ambientale e sociale. A confermarlo sono le evidenze empiriche fornite dai più recenti report del World Economic Forum, che consentono di apprezzare con maggiore chiarezza il peso crescente dei fattori ESG nella definizione del profilo di rischio a scala sistemica (figure 1.2-1.3).

Figura 1.2 – Current Risk Landscape



Fonte – World Economic Forum, 2025, p.13

Figura 1.3 – Global risks ranked by severity



Fonte – World Economic Forum, 2025, p.15

I risultati delle indagini mettono in luce un cambiamento strutturale nella natura dei rischi globali, in cui le dimensioni ambientali e sociali assumono un ruolo dominante rispetto ai tradizionali rischi economico-finanziari, segnalando come i fattori ESG costituiscano ormai una componente centrale del rischio sistemico. Tali rischi, inoltre, non si manifestano in modo isolato, ma risultano sempre più interconnessi, generando effetti di propagazione lungo i sistemi economici e produttivi e rafforzandosi reciprocamente. Alla luce di ciò, l'integrazione dei fattori ESG nei modelli di gestione del rischio non rappresenta più una scelta discrezionale, ma una necessità strategica: le imprese sono chiamate a rivedere i propri sistemi di Enterprise Risk Management, ampliandone il perimetro analitico per includere rischi ambientali, sociali e di governance caratterizzati da elevata complessità, incertezza e impatti potenzialmente sistemici.

Tali evidenze confermano che i rischi ESG non sono più classificabili come esternalità marginali, ma costituiscono driver sistemici del rischio d'impresa. La loro integrazione nei modelli di Enterprise Risk Management non rappresenta dunque un ampliamento opzionale del framework, bensì una condizione necessaria per garantire l'adeguatezza dei sistemi di gestione del rischio rispetto alla complessità del contesto attuale.

Sul piano della creazione di valore, emerge con chiarezza come questa incorporazione non si limiti a modificare le modalità di gestione operativa, ma incida direttamente sui meccanismi di generazione del valore nel lungo periodo. L'integrazione dei fattori ESG all'interno delle strategie aziendali assume infatti una rilevanza centrale, configurandosi come una leva in grado di incidere in modo strutturale sulla qualità e sulla sostenibilità

delle performance economico-finanziarie. Sotto questo profilo, la sostenibilità si afferma come elemento capace di influenzare positivamente i driver fondamentali del valore d'impresa nel lungo periodo, superando la concezione tradizionale che la relegava a mero vincolo o costo aggiuntivo. Ciò avviene agendo attraverso tre canali principali tra loro interconnessi.

Il primo riguarda il profilo di rischio: una gestione efficace delle dimensioni ambientali, sociali e di governance riduce l'esposizione a eventi avversi di natura normativa, operativa o reputazionale, contribuendo a stabilizzare i flussi di cassa nel tempo. Sul fronte ambientale, tale gestione genera contestualmente una reputazione positiva presso i consumatori, rafforzando la fedeltà alla marca e ampliando le opportunità di mercato, dimostrando come riduzione del rischio e creazione di valore procedano spesso nella medesima direzione.

Il secondo canale concerne il costo del capitale: imprese caratterizzate da solide performance ESG tendono ad accedere a condizioni di finanziamento più favorevoli, in virtù di una minore rischiosità percepita e di una maggiore trasparenza informativa, con effetti diretti sul tasso di attualizzazione dei flussi di cassa e sulle opportunità di investimento accessibili.

Il terzo canale attiene alla performance operativa: l'adozione di pratiche sostenibili favorisce una maggiore efficienza nell'utilizzo delle risorse, unitamente allo sviluppo di soluzioni innovative in risposta alle trasformazioni normative e alle nuove esigenze di mercato. Sul piano sociale, politiche orientate al benessere dei lavoratori si traducono in

incrementi misurabili di produttività e riduzione del turnover. Sul versante della governance, un'elevata trasparenza aziendale rafforza le relazioni con i fornitori, instaurando un clima di fiducia reciproca che si riflette in una maggiore resilienza operativa della catena del valore.

Le evidenze empiriche supportano con solidità il suddetto framework. Eccles et al. (2014) mostrano come le imprese ad alta sostenibilità registrino una migliore performance operativa e una maggiore stabilità nel tempo, con una significativa sovraperformance rispetto alle imprese a bassa sostenibilità sia in termini di rendimenti azionari sia di risultati contabili. Friede et al. (2015), attraverso una meta-analisi di oltre 2.000 studi empirici, evidenziano che circa il 90% delle ricerche rileva una relazione non negativa tra fattori ESG e performance finanziaria, con una netta prevalenza di risultati positivi, sebbene tali risultati presentino una certa eterogeneità a seconda del settore di riferimento e dell'orizzonte temporale considerato.

Gli ESG ridefiniscono così il paradigma della creazione di valore, spostando l'attenzione da una logica di breve periodo a una prospettiva di lungo termine, in cui la sostenibilità delle performance diventa condizione necessaria per la competitività e la continuità aziendale.

L'evidenza empirica e teorica sin qui esaminata rende tuttavia necessario introdurre un elemento di ulteriore specificazione. Non tutti i fattori ESG incidono in modo uniforme sul profilo economico-finanziario dell'impresa, né tutti i rischi ESG risultano ugualmente rilevanti ai fini della valutazione e della gestione aziendale. Ne deriva che la capacità di

generare valore attraverso l'integrazione della sostenibilità dipende in misura significativa dall'identificazione e dalla gestione dei fattori effettivamente rilevanti, ossia materiali.

Da questa considerazione emerge il concetto di materialità, inteso come il criterio attraverso cui vengono selezionati i temi ESG in grado di influenzare in modo significativo le performance economico-finanziarie dell'impresa. La materialità consente dunque di distinguere tra fattori rilevanti e non rilevanti, orientando sia i processi decisionali interni sia le valutazioni esterne da parte degli investitori, i quali tendono a focalizzarsi su quelle dimensioni ESG che presentano un impatto concreto sul profilo rischio-rendimento. A tal riguardo, la materialità rappresenta un elemento chiave di sintesi tra sostenibilità e finanza, permettendo di tradurre la molteplicità dei temi ESG in variabili effettivamente integrabili nei modelli di analisi e valutazione.

Negli ultimi anni, tale concetto ha conosciuto un'evoluzione significativa con l'introduzione del principio della doppia materialità, che amplia la prospettiva tradizionale. Accanto alla materialità finanziaria, che considera l'impatto dei fattori ESG sull'impresa (approccio outside-in), si afferma la materialità d'impatto, che valuta gli effetti dell'impresa sull'ambiente e sulla società (approccio inside-out). Questo duplice livello di analisi consente di cogliere in modo più completo le interrelazioni tra attività aziendale e contesto esterno, superando una visione unicamente orientata agli interessi finanziari e incorporando una dimensione più ampia di responsabilità e sostenibilità.

La doppia materialità assume un ruolo sempre più rilevante anche sotto il profilo regolamentare, inducendo le imprese a integrare nei propri modelli strategici non solo la

gestione dei rischi ESG, ma anche la mitigazione degli impatti negativi generati dalle proprie attività, quali emissioni, inquinamento o condizioni di lavoro lungo la supply chain. Ne deriva una distinzione funzionale tra le due dimensioni: da un lato, la materialità finanziaria orienta le decisioni di investimento e la valutazione del profilo di rischio; dall'altro, la materialità d'impatto guida la definizione degli obiettivi ambientali e sociali e le modalità di comunicazione con gli stakeholder. Come si approfondirà nel paragrafo successivo, entrambe le dimensioni trovano oggi una formalizzazione normativa nell'ambito del quadro regolamentare europeo, che ha progressivamente istituzionalizzato tali principi attraverso strumenti legislativi vincolanti.

Proprio la crescente centralità dei fattori ESG e l'ampliamento del perimetro informativo pongono tuttavia rilevanti criticità sotto il profilo della selezione, della misurazione e della rappresentazione delle informazioni. L'eterogeneità degli indicatori, la mancanza di standard pienamente uniformi e la discrezionalità nella definizione dei temi materiali possono infatti generare asimmetrie informative e ridurre la comparabilità tra imprese, rendendo più complessa la valutazione effettiva delle performance ESG. Emerge pertanto la necessità di strumenti e meccanismi in grado di garantire maggiore trasparenza, affidabilità e coerenza nella comunicazione delle informazioni di sostenibilità, al fine di evitare distorsioni nella percezione del reale contributo degli ESG alla creazione di valore. Laddove la domanda di sostenibilità da parte di investitori e stakeholder risulta particolarmente intensa, alcune imprese possono essere incentivate a privilegiare la dimensione comunicativa rispetto a quella sostanziale delle proprie performance ESG. Il

rischio principale è rappresentato dal greenwashing, ossia la diffusione di informazioni o rappresentazioni della sostenibilità aziendale che risultano parziali, enfatizzate o non pienamente coerenti con le pratiche effettivamente adottate. Secondo la definizione di Delmas et al. (p. 65), il greenwashing è "intersection of two firm behaviors: poor environmental performance and positive communication about environmental performance". Il fenomeno emerge dunque dalla combinazione tra una reale debolezza nelle performance ESG e una comunicazione che tende invece a enfatizzarne la positività percepita.

Il greenwashing si sviluppa in un contesto caratterizzato da forti pressioni reputazionali e da significative asimmetrie informative, amplificate dalla complessità dei dati ESG e dalla mancanza di standard pienamente uniformi e comparabili. Le imprese possono quindi essere indotte a migliorare la propria immagine di sostenibilità attraverso attività di comunicazione, una rappresentazione selettiva delle informazioni e campagne di marketing, senza un corrispondente rafforzamento delle performance ambientali, sociali e di governance. La sostenibilità rischia così di trasformarsi da elemento sostanziale di gestione a leva principalmente reputazionale.

La letteratura evidenzia come il greenwashing possa assumere forme diverse, tra cui la rappresentazione incompleta delle informazioni, l'enfatizzazione selettiva di indicatori favorevoli e la comunicazione non supportata da evidenze operative proporzionate. Il suddetto fenomeno contribuisce ad aumentare le asimmetrie informative tra imprese e investitori, compromettendo la corretta valutazione del profilo di rischio e rendimento

associato ai fattori ESG e riducendo l'efficienza dei processi di allocazione del capitale. Sul piano sistemico, il greenwashing incide direttamente sulla credibilità dell'intero sistema di finanza sostenibile: se le informazioni ESG non riflettono in modo affidabile le pratiche aziendali, viene meno la funzione di tali dati come strumenti di supporto alle decisioni di investimento e alla gestione del rischio di lungo periodo.

Sul piano teorico, tale fenomeno può essere letto attraverso il concetto di “decoupling” (Meyer e Rowan, 1977), inteso come il disallineamento strutturale tra le pratiche formalmente adottate da un'organizzazione, in risposta a pressioni istituzionali esterne, e i comportamenti effettivamente implementati al suo interno. Applicato al contesto ESG, questo meccanismo descrive la tendenza di alcune imprese a costruire un'immagine di sostenibilità coerente con le aspettative del mercato, senza che essa trovi riscontro nelle pratiche operative concrete. In questo senso, il greenwashing può essere interpretato come una manifestazione estrema del decoupling: non un semplice disallineamento involontario, ma una strategia comunicativa deliberata, in cui la distanza tra narrazione e realtà diventa essa stessa uno strumento di gestione della reputazione. Anche in questo caso, come si approfondirà nel paragrafo successivo, il quadro normativo europeo ha risposto a tali criticità in maniera graduale, attraverso strumenti regolamentari specificamente orientati a contrastare le pratiche di greenwashing e a rafforzare l'affidabilità della comunicazione ESG.

Alla luce delle criticità emerse, in particolare in relazione alla qualità e all'affidabilità delle informazioni ESG, il tema della governance assume un ruolo centrale nel garantire

l'effettiva integrazione della sostenibilità nei modelli aziendali. Tra le dimensioni ESG già richiamate, la governance assume in questa sede un significato ulteriore e specifico: non si tratta più soltanto di una variabile da misurare e rendicontare, ma del meccanismo attraverso cui l'intera architettura ESG viene istituzionalizzata all'interno dell'impresa. In assenza di un adeguato assetto di governance, i fattori ambientali e sociali rischiano di rimanere confinati a una dimensione meramente dichiarativa, senza tradursi in pratiche operative concrete.

Un'efficace integrazione degli ESG richiede pertanto l'adozione di sistemi di governance dedicati, in grado di assicurare coerenza tra strategia, operatività e rendicontazione. Le imprese più avanzate hanno progressivamente istituito comitati interni o funzioni specifiche per la sostenibilità, integrato indicatori ESG nei sistemi di controllo e performance management e allineato i meccanismi di incentivazione del management agli obiettivi ambientali, sociali e di governance. L'inclusione di metriche ESG nei sistemi di remunerazione rappresenta, in particolare, uno strumento rilevante per orientare i comportamenti manageriali verso obiettivi di lungo periodo, superando la tradizionale focalizzazione su risultati di breve termine.

La governance sostenibile svolge inoltre una funzione essenziale nel garantire la credibilità delle informazioni comunicate agli stakeholder. Attraverso sistemi di controllo interni, processi di audit e maggiore trasparenza nei flussi informativi, essa contribuisce a ridurre il rischio di disallineamento tra quanto dichiarato e quanto effettivamente realizzato, rafforzando la fiducia del mercato e degli investitori. Il coinvolgimento attivo

del top management e degli organi di vertice risulta a tal fine determinante per promuovere una cultura aziendale orientata alla sostenibilità e per integrare gli ESG nelle scelte strategiche.

Nel complesso, la governance si configura come il perno attraverso cui i fattori ESG vengono trasformati da principi astratti a pratiche concrete, gestendo i trade-off tra innovazione, conformità normativa e creazione di valore. Essa rappresenta, pertanto, la condizione necessaria affinché gli ESG possano esprimere pienamente il proprio potenziale, contribuendo in modo effettivo alla gestione del rischio e alla creazione di valore nel lungo periodo. In assenza di questa istituzionalizzazione, la sostenibilità rischia di rimanere un elemento formale e non sostanziale, privo di reale impatto sui processi decisionali e sulle performance aziendali.

L'analisi condotta restituisce un'immagine dei fattori ESG profondamente trasformata rispetto alle origini: da strumenti volontari di rendicontazione sociale a variabili strategiche integrate nei modelli di gestione del rischio, nelle decisioni di investimento e nei meccanismi di creazione di valore. La suddetta trasformazione non è avvenuta in modo spontaneo, ma è stata alimentata dalla convergenza tra pressioni di mercato, evoluzione delle aspettative degli investitori e sviluppo di sistemi di misurazione sempre più sofisticati.

Il percorso analizzato restituisce così una visione coerente: l'ERM aveva aperto la strada a una concezione allargata del rischio aziendale; i fattori ESG ne rappresentano oggi la

declinazione più avanzata, capace di tradurre dimensioni complesse e sistemiche in variabili integrabili nei processi decisionali e nei modelli di valutazione.

Tuttavia, proprio la crescente centralità degli ESG nei sistemi economico-finanziari ha reso evidente un limite strutturale difficilmente superabile attraverso i soli meccanismi di mercato: l'assenza di un quadro normativo unitario e vincolante. Le criticità emerse, dalla disomogeneità dei rating alla diffusione del greenwashing, dalla discrezionalità nella definizione della materialità alla debolezza dei sistemi di governance, trovano una risposta parziale nelle pratiche aziendali volontarie, ma richiedono un intervento regolamentare sistematico per tradursi in standard condivisi e verificabili.

È in questa direzione che si muove l'evoluzione normativa degli ultimi anni, tanto a livello globale quanto, con maggiore intensità e organicità, a livello europeo. Il quadro regolamentare emergente non si limita a codificare pratiche già diffuse, ma ridefinisce i confini stessi della rendicontazione e della responsabilità aziendale, ponendo le basi per un sistema in cui la sostenibilità cessa di essere una scelta discrezionale e diventa un obbligo strutturale. È a tale evoluzione che il paragrafo successivo dedica la propria analisi.

1.3 – La governance della transizione ecologica: framework

internazionali, architettura normativa europea e gestione del rischio climatico

L'analisi condotta nel paragrafo precedente ha evidenziato come i fattori ESG si siano trasformati da strumenti volontari di rendicontazione a variabili strategiche integrate nei processi di gestione del rischio e di creazione di valore. Tale evoluzione non si è sviluppata in modo autonomo, ma è stata orientata da un quadro regolamentare in progressiva strutturazione, che ha contribuito a definire standard condivisi e a istituzionalizzare la sostenibilità come componente strutturale dei modelli economici e finanziari.

Il presente paragrafo analizza tale quadro su due livelli complementari. Sul piano globale, vengono esaminati i principali framework internazionali, dall'Agenda 2030 all'Accordo di Parigi, dal TCFD alla due diligence lungo la supply chain, caratterizzati da una natura prevalentemente orientativa. Sul versante europeo, l'analisi si concentra sull'architettura normativa sviluppata dall'Unione Europea, dal Green Deal alla Tassonomia, dal SFDR alla CSRD fino alla CSDDD, che ha tradotto tali principi in obblighi operativi vincolanti. Il confronto tra i due livelli mette in luce una relazione di complementarità evolutiva, in cui il piano globale definisce i principi e quello europeo li trasforma in norme cogenti.

Il paragrafo si chiude con un approfondimento sul rischio climatico, distinguendo tra rischi fisici e rischi di transizione e analizzando il delicato equilibrio regolatorio che le imprese, in particolare quelle operanti nel settore automotive, sono chiamate a gestire.

1.3.1 I framework regolamentari internazionali per la sostenibilità e la gestione del rischio climatico

Un primo fondamentale riferimento nell'ambito della regolamentazione globale per la sostenibilità è rappresentato dall'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, adottata nel 2015 dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite. Tale iniziativa costituisce uno dei principali framework internazionali orientati alla promozione di un modello di sviluppo fondato sull'integrazione tra crescita economica, tutela ambientale e inclusione sociale, articolandosi in 17 Sustainable Development Goals (SDGs) e 169 target specifici, concepiti come obiettivi comuni da perseguire entro il 2030 attraverso il coinvolgimento congiunto di governi, istituzioni, imprese e società civile.

L'Agenda si fonda su cinque pilastri: People, Planet, Prosperity, Peace e Partnership, che riflettono una concezione ampia e integrata dello sviluppo sostenibile, in cui la sostenibilità non viene interpretata esclusivamente come tutela ambientale, ma come equilibrio sistemico tra benessere sociale, crescita economica, cooperazione internazionale e stabilità istituzionale. Gli SDGs si sviluppano attorno a tre principi cardine: universalità, partecipazione e integrazione. Il primo implica che gli obiettivi

siano applicabili a tutti i Paesi indipendentemente dal livello di sviluppo economico; il secondo richiede il coinvolgimento congiunto di governi, imprese, investitori e società civile; il terzo evidenzia l'interdipendenza tra le diverse dimensioni dello sviluppo, promuovendo un approccio coordinato e multidisciplinare alla sostenibilità.

Sul piano economico-manageriale, gli SDGs hanno favorito una graduale integrazione della sostenibilità nei processi decisionali delle imprese, promuovendo una visione orientata alla creazione di valore nel lungo periodo e contribuendo alla diffusione di metriche e indicatori per la misurazione delle performance ESG, anticipando molte delle successive evoluzioni normative in materia di disclosure e reporting. Tra gli obiettivi maggiormente rilevanti nel contesto della transizione ecologica assumono particolare importanza quelli relativi all'energia pulita e accessibile (Goal 7), all'innovazione industriale sostenibile (Goal 9), alla produzione e consumo responsabili (Goal 12) e alla lotta al cambiamento climatico (Goal 13), che hanno contribuito a consolidare la decarbonizzazione come tema centrale nelle politiche economiche e industriali globali.

Sotto il profilo regolamentare, l'Agenda 2030 presenta una natura prevalentemente non vincolante: gli SDGs non introducono obblighi giuridici diretti per le imprese, ma operano come framework internazionale di indirizzo e coordinamento. La loro rilevanza risiede piuttosto nella capacità di standardizzare il linguaggio della sostenibilità e di rafforzare l'istituzionalizzazione degli ESG a livello globale, favorendo la successiva evoluzione di strumenti normativi più strutturati.

Un ulteriore passaggio fondamentale nell'evoluzione della regolamentazione globale è rappresentato dall'Accordo di Parigi, adottato nel 2015 nell'ambito della COP21. Primo accordo universale e giuridicamente vincolante in materia di contrasto al cambiamento climatico, esso fissa come obiettivo centrale il contenimento dell'aumento della temperatura media globale ben al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli preindustriali, perseguendo al contempo la soglia più ambiziosa di 1,5°C. A tal fine, il meccanismo dei Nationally Determined Contributions (NDCs) affida a ciascuno Stato la definizione dei propri impegni di riduzione delle emissioni e delle relative strategie di adattamento e mitigazione climatica, introducendo una logica dinamica fondata sul rafforzamento delle politiche ambientali e dei sistemi di monitoraggio e trasparenza.

Sul piano economico-finanziario, l'Accordo di Parigi ha contribuito a trasformare il cambiamento climatico da questione prevalentemente ambientale a fattore di rischio strutturale per le imprese. Emerge in questo quadro il concetto di rischio di transizione, che sarà successivamente approfondito, ossia l'insieme dei rischi derivanti dai cambiamenti normativi, tecnologici e di mercato associati al passaggio verso un'economia decarbonizzata. La crescente pressione regolamentare verso la riduzione delle emissioni espone le imprese a nuove forme di rischio con potenziali effetti sulla competitività, sui costi operativi e sul valore degli asset, dinamiche che assumono particolare rilevanza nei settori ad alta intensità emissiva, tra cui il settore automotive.

Il framework della Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) rappresenta uno dei passaggi più significativi nel processo di integrazione del rischio

climatico nei sistemi di governance aziendale e nella disclosure finanziaria. Istituita nel 2015 dal Financial Stability Board (FSB), organismo promosso nel 2009 dal G20 con l'obiettivo di monitorare la stabilità del sistema finanziario globale, la TCFD nasce dalla crescente consapevolezza che il cambiamento climatico possa produrre effetti sistemici non solo sul piano ambientale, ma anche su quello economico e finanziario, incidendo sulla continuità operativa delle imprese, sul valore degli asset e sulla capacità di accesso ai mercati dei capitali.

Uno degli elementi di maggiore innovazione introdotti dal framework riguarda l'applicazione del principio di materialità finanziaria al rischio climatico: a differenza dei precedenti approcci alla sostenibilità, spesso caratterizzati da finalità prevalentemente reputazionali, il TCFD concentra l'attenzione sugli impatti economici che i rischi climatici producono sulle performance aziendali e sulla resilienza dei modelli di business, rendendo le informazioni climatiche elementi rilevanti per la valutazione del rischio e le prospettive di creazione di valore.

Le raccomandazioni pubblicate nel 2017 promuovono l'integrazione delle informazioni climatiche nei processi di reporting finanziario e nei sistemi di Enterprise Risk Management, rafforzando il collegamento tra sostenibilità, governance e gestione del rischio. Centrale nel framework è la distinzione tra rischi fisici, derivanti dagli impatti diretti del cambiamento climatico, e rischi di transizione, connessi al processo di decarbonizzazione dell'economia e comprensivi di evoluzione normativa, innovazione tecnologica, mutamenti di mercato e pressione degli investitori. Tale classificazione

evidenzia come il rischio climatico incida simultaneamente sulla dimensione operativa, strategica e finanziaria delle imprese.

Le raccomandazioni si articolano attorno a quattro aree: governance, strategia, gestione del rischio e metriche, con l'obiettivo di integrare stabilmente il rischio climatico nei processi decisionali aziendali. Particolare rilevanza assume la dimensione strategica, che introduce l'utilizzo delle analisi di scenario (scenario analysis) per valutare la resilienza dei modelli di business rispetto a differenti scenari climatici, inclusi quelli coerenti con gli obiettivi dell'Accordo di Parigi. Questo approccio rafforza la dimensione forward-looking dell'ERM, orientando le imprese verso una gestione preventiva e prospettica dei rischi climatici, ed ha esercitato un'influenza significativa sul successivo sviluppo della regolamentazione ESG internazionale.

La progressiva estensione della responsabilità d'impresa lungo le catene del valore ha reso necessario lo sviluppo di strumenti in grado di presidiare in modo strutturato gli impatti ESG non direttamente controllati dall'organizzazione. In questa direzione si inserisce la due diligence lungo la supply chain, intesa come processo attraverso cui le imprese identificano, prevengono e mitigano i potenziali impatti ambientali, sociali e di governance generati non solo dalle proprie attività, ma anche da quelle dei fornitori e dei partner commerciali. A differenza degli strumenti di misurazione e rating ESG già analizzati, il focus non è sulla valutazione comparativa delle performance, bensì sulla prevenzione e gestione ex ante del rischio lungo la filiera, un passaggio concettuale che segna il consolidamento degli ESG come infrastruttura operativa di risk management. La

sua piena formalizzazione normativa trova espressione nel quadro regolamentare europeo, analizzato nel sottoparagrafo successivo.

1.3.2 Architettura normativa europea: le sfide della sostenibilità e della finanza

L'Unione Europea ha assunto un ruolo centrale nello sviluppo di un quadro normativo volto a integrare i fattori ESG nei mercati finanziari, nei sistemi di governance aziendale e nei processi di rendicontazione. Attraverso strategie, regolamenti e direttive sempre più strutturati, la regolamentazione europea ha trasformato la sostenibilità da principio prevalentemente volontario a elemento centrale delle politiche economiche, finanziarie e industriali, mirando a rafforzare la trasparenza e la comparabilità delle informazioni ESG e a favorire una più efficace integrazione dei rischi climatici e di transizione nei processi decisionali di imprese e investitori.

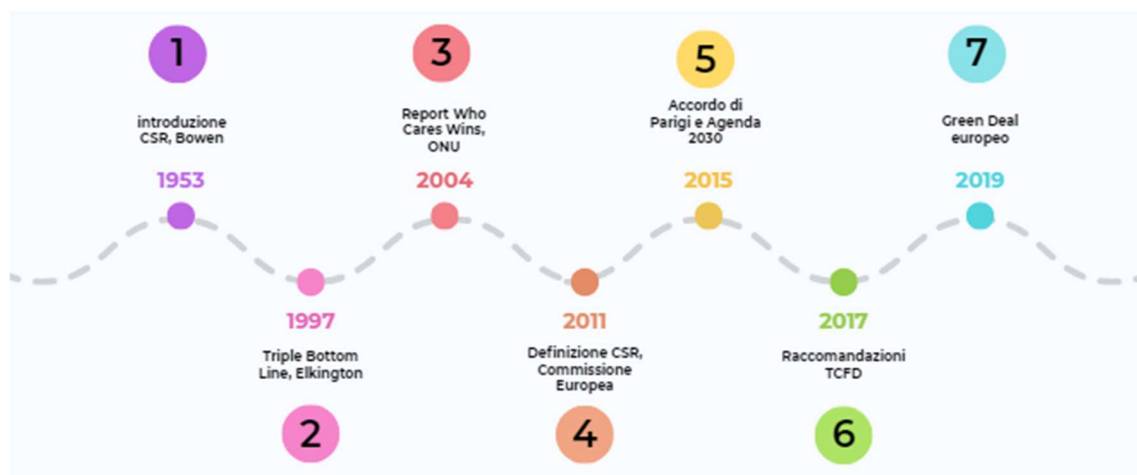
Un ruolo centrale in tale processo spetta all'European Green Deal, presentato dalla Commissione Europea nel 2019 come strategia complessiva di trasformazione economica e industriale orientata al raggiungimento della neutralità climatica⁴ entro il 2050. Più che una singola misura normativa, il Green Deal rappresenta una cornice strategica volta a ridefinire il modello di crescita europeo, introducendo una visione in cui la transizione

⁴ L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) stabilisce la neutralità climatica come "*State in which human activities result in no net effect on the climate system. Achieving such a state would require balancing of residual emissions with emission (carbon dioxide) removal as well as accounting for regional or local bio-geophysical effects of human activities that, for example, alter regional albedo or local climate*" (2018, p.545).

ecologica non costituisce soltanto una necessità ambientale, ma un fattore strategico di innovazione, resilienza e creazione di valore nel lungo periodo.

La crescente pressione verso la decarbonizzazione, unita alla continua evoluzione del quadro regolatorio, espone le imprese a un profilo di rischio multidimensionale, articolato su piani normativi, operativi e strategici, incentivando processi di adeguamento strutturale e investimenti orientati all'innovazione e alla resilienza organizzativa. Il Green Deal si configura inoltre come il quadro strategico entro cui prende forma l'intero impianto normativo europeo in materia di sostenibilità, promuovendo un'organica integrazione dei fattori ESG nei sistemi di governance aziendale, nei meccanismi di disclosure e nelle dinamiche dei mercati finanziari.

Figura 1.4 – Evoluzione del concetto di sostenibilità nel pensiero economico-manageriale



Fonte – Elaborazione propria

In coerenza con gli obiettivi strategici delineati dal Green Deal, la Tassonomia Europea riveste un ruolo di particolare rilievo nell'ambito della finanza sostenibile, definendo in maniera uniforme e condivisa le attività economiche qualificabili come sostenibili sotto il profilo ambientale. La sua funzione principale consiste nel ridurre l'ambiguità interpretativa che caratterizza la valutazione dei fattori ESG, introducendo criteri tecnici standardizzati in grado di accrescere la comparabilità e l'affidabilità delle informazioni utilizzate da imprese e investitori nei processi decisionali.

Sul piano economico-finanziario, la Tassonomia incide direttamente sui meccanismi di allocazione del capitale, orientando i flussi finanziari verso attività coerenti con gli obiettivi di transizione ecologica e rendendo la sostenibilità una dimensione operativa e misurabile, capace di influenzare le decisioni di investimento e il costo del capitale in funzione del grado di allineamento ai criteri del framework. Al centro del sistema si collocano due pilastri valutativi: il contributo sostanziale al raggiungimento degli obiettivi ambientali e il principio del "do no significant harm", che impone che nessuna attività possa essere classificata come sostenibile qualora arrechi danni significativi ad altri obiettivi ambientali. Tale architettura rafforza il legame tra sostenibilità e gestione del rischio, introducendo una misurazione più rigorosa degli impatti ambientali potenziali e contribuendo a ridurre le asimmetrie informative tra imprese e investitori, con un effetto indiretto di contenimento del rischio di greenwashing.

A completamento del quadro normativo europeo in materia di finanza sostenibile si inserisce il Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR), che rispetto alla Tassonomia svolge una funzione complementare e distinta. Se la Tassonomia definisce i criteri sostanziali per identificare ciò che può essere qualificato come sostenibile, il SFDR interviene sul piano informativo, disciplinando le modalità attraverso cui la sostenibilità deve essere rappresentata nei confronti dei mercati finanziari. Lo strumento si configura come un meccanismo finalizzato ad armonizzare gli obblighi di trasparenza degli operatori finanziari in merito all'integrazione dei fattori ESG nei processi di investimento, rendendo la disclosure comparabile, strutturata e verificabile.

Il contributo centrale del regolamento risiede nella standardizzazione delle informazioni relative ai prodotti finanziari e alle strategie di investimento sostenibile, imponendo agli intermediari finanziari l'obbligo di rendere esplicite le modalità attraverso cui i rischi ESG vengono integrati nei processi decisionali. Tale impostazione formalizza la sostenibilità come dimensione strutturale della governance finanziaria, con effetti significativi sulla qualità delle informazioni disponibili per gli investitori e sulla trasparenza complessiva del mercato. Il framework articola a tal fine una classificazione dei prodotti finanziari in ragione del loro profilo di sostenibilità, distinguendo tra prodotti che promuovono caratteristiche ambientali o sociali e prodotti orientati al perseguimento di obiettivi di investimento sostenibile. Il SFDR svolge inoltre una funzione rilevante nel contenimento

del rischio di greenwashing⁵, introducendo obblighi di disclosure più stringenti che limitano la possibilità di comunicazioni non supportate da evidenze coerenti con le effettive strategie di investimento.

L'evoluzione dalla Non-Financial Reporting Directive (NFRD) alla Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) rappresenta il corrispondente processo di trasformazione sul versante delle imprese, segnando il passaggio da una disclosure prevalentemente volontaria e frammentata a un modello obbligatorio, comparabile e integrato nei processi di governance e gestione del rischio. La Direttiva 2014/95/UE (NFRD) aveva introdotto per la prima volta l'obbligo, per determinate grandi imprese, di comunicare informazioni non finanziarie relative a tematiche ambientali, sociali, attinenti al personale, ai diritti umani e alla lotta alla corruzione. Pur rappresentando un passaggio fondamentale nel riconoscimento della rilevanza economica della sostenibilità, il framework presentava limiti applicativi significativi: l'elevata discrezionalità lasciata alle imprese aveva determinato una marcata eterogeneità delle informazioni pubblicate, compromettendone comparabilità, affidabilità e utilità per investitori e stakeholder, e aprendo spazi a pratiche di comunicazione opportunistica.

⁵ In risposta alla crescente diffusione di pratiche di greenwashing, l'Unione Europea ha adottato misure normative specifiche, tra cui la direttiva 2024/825 (Empowering Consumers), il Regolamento Green Claims e le linee guida congiunte ESMA/EBA, volte a vietare dichiarazioni generiche prive di fondamento scientifico e a imporre standard di trasparenza verificabili. Le conseguenze per le imprese coinvolte includono sanzioni legali, contenziosi e significativi danni reputazionali. Sul piano strategico, sebbene un marketing ambientale ingannevole possa generare vantaggi nel breve periodo, nel lungo termine compromette la credibilità aziendale e può determinare l'adozione di misure regolamentari più severe.

La CSRD interviene su tali criticità, ampliando il perimetro applicativo degli obblighi di rendicontazione e trasformando qualitativamente la natura stessa della disclosure ESG. La sostenibilità viene equiparata all'informazione finanziaria tradizionale, assumendo carattere strutturale all'interno dei sistemi di reporting aziendale. A tal fine, la direttiva introduce gli European Sustainability Reporting Standards (ESRS), elaborati con l'obiettivo di uniformare e standardizzare le informazioni ESG comunicate dalle imprese europee attraverso indicatori, metriche e requisiti informativi comuni per le dimensioni ambientali, sociali e di governance. Gli ESG cessano così di essere informazioni prevalentemente narrative e assumono la natura di dati economico-finanziari standardizzati, integrabili nei modelli di valutazione degli investitori, nei sistemi di rating e nei processi di allocazione del capitale.

La CSRD rappresenta inoltre il principale strumento attraverso cui il principio della doppia materialità⁶ viene istituzionalizzato nel quadro normativo europeo con carattere vincolante. La rilevanza della direttiva risiede non tanto nella ridefinizione concettuale del principio quanto nella sua traduzione empirica, che traduce le due dimensioni della materialità in obblighi di rendicontazione formali, strutturati e comparabili, con effetti diretti sul rafforzamento del legame tra sostenibilità, governance e gestione del rischio.

⁶ La doppia materialità rappresenta uno dei principi centrali dell'attuale framework europeo di sostenibilità. Introdotta inizialmente con la Direttiva 2014/95/UE (NFRD), è stata successivamente sviluppata dalla Commissione Europea nelle "Guidelines on Reporting Climate-related Information" (2019) e definitivamente formalizzata negli European Sustainability Reporting Standards (ESRS), che ne rendono obbligatoria l'applicazione nei report di sostenibilità delle imprese europee.

A completare il quadro normativo europeo si inserisce la Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD), attraverso cui l'Unione Europea amplia il perimetro della responsabilità d'impresa rispetto agli impatti ambientali e sociali generati lungo la catena del valore. Come già illustrato in precedenza, la logica della due diligence si fonda sulla necessità di identificare, prevenire e mitigare gli impatti negativi derivanti dalle relazioni economiche lungo la filiera produttiva. La CSDDD traduce tale logica in un framework normativo strutturato, imponendo l'adozione di procedure continuative di controllo e valutazione dei rischi ESG integrate nei processi di governance aziendale. Sul piano del risk management, la direttiva rafforza il collegamento tra sostenibilità e sistemi di Enterprise Risk Management, consolidando l'evoluzione degli ESG da strumenti di rendicontazione e compliance a meccanismi strutturali di gestione del rischio lungo l'intera catena del valore, con implicazioni particolarmente significative per settori caratterizzati da supply chain globali e multi-livello.

Figura 1.5 – Principali tappe della regolamentazione globale ed europea in materia di sostenibilità



Fonte – Elaborazione propria

1.3.3 Soft law globale e hard law europea: un'analisi comparata degli approcci regolatori alla sostenibilità

L'analisi comparata tra regolamentazione globale ed europea in materia di sostenibilità evidenzia una sostanziale convergenza sul piano degli obiettivi strategici, accompagnata da significative divergenze quanto al grado di formalizzazione normativa, ai meccanismi applicativi e all'intensità degli obblighi imposti alle imprese. In entrambi i contesti emerge un'affermazione dei fattori ESG come elementi centrali nella gestione del rischio, nell'allocazione del capitale e nella governance della transizione ecologica. Tuttavia, mentre il framework globale si caratterizza per una funzione prevalentemente di indirizzo

e coordinamento internazionale, quello europeo assume una natura marcatamente prescrittiva e vincolante.

I due livelli regolatori condividono un'impostazione comune orientata all'integrazione della sostenibilità nei processi economici e finanziari. L'Agenda 2030, l'Accordo di Parigi e le raccomandazioni TCFD hanno contribuito a definire i principali riferimenti concettuali della sostenibilità contemporanea (gestione del rischio climatico, trasparenza informativa, responsabilità lungo la supply chain e orientamento dei flussi finanziari verso attività sostenibili) principi ampiamente recepiti e sviluppati all'interno del framework europeo. La trasparenza ESG rappresenta in particolare uno degli ambiti di maggiore convergenza: le iniziative globali e quelle europee mirano entrambe a ridurre le asimmetrie informative tra imprese e investitori, migliorando qualità, comparabilità e affidabilità delle informazioni di sostenibilità. Su questo stesso piano si colloca il contrasto al greenwashing, reso necessario dalla crescente finanziarizzazione della sostenibilità e dalla conseguente esigenza di standard condivisi capaci di limitare pratiche comunicative opportunistiche.

Nonostante tali elementi comuni, emergono differenze sostanziali nella struttura e nell'approccio regolatorio. Il framework globale si fonda su strumenti di soft law, linee guida e accordi multilaterali basati sull'adesione volontaria degli Stati e degli operatori economici: framework come gli SDGs o le raccomandazioni TCFD esercitano una forte influenza culturale e strategica, ma presentano meccanismi coercitivi limitati e livelli di applicazione eterogenei a livello internazionale. L'approccio europeo si distingue invece

per un elevato grado di istituzionalizzazione normativa: attraverso Green Deal, Tassonomia Europea, SFDR, CSRD ed ESRS, l'Unione Europea trasforma principi generali di sostenibilità in obblighi operativi, introducendo standard vincolanti di disclosure, classificazione e gestione dei fattori ESG. La sostenibilità viene così incorporata nell'architettura regolatoria del mercato unico, assumendo una funzione strutturale nei processi decisionali tanto delle imprese quanto degli intermediari finanziari.

Una delle divergenze più significative riguarda il concetto di doppia materialità. A livello globale domina ancora una logica di materialità prevalentemente finanziaria, focalizzata sugli impatti dei fattori ESG sulle performance economiche dell'impresa. Il framework europeo introduce una prospettiva più ampia, che considera anche gli effetti dell'impresa sull'ambiente e sulla società, riflettendo una visione della sostenibilità orientata alla responsabilità sistemica e alla trasformazione dei modelli economici, che supera una concezione esclusivamente risk-based.

Questa maggiore intensità regolatoria europea presenta elementi di forza ma anche possibili criticità. La standardizzazione e l'obbligatorietà della disclosure rafforzano trasparenza, comparabilità e integrazione dei fattori ESG nei sistemi di governance e gestione del rischio. Al contempo, l'elevata complessità normativa può generare costi di compliance significativi, in particolare per le imprese più esposte a catene globali del valore articolate e multilivello. Non meno rilevante è il rischio di frammentazione

regolatoria rispetto ad altri contesti internazionali, che potrebbe produrre problemi di coordinamento e comparabilità tra mercati.

Il rapporto tra regolamentazione globale ed europea può essere interpretato come una relazione di complementarità evolutiva: il livello globale contribuisce alla definizione di principi, obiettivi e standard condivisi, mentre quello europeo ne traduce i contenuti in strumenti normativi concreti e operativamente vincolanti. È proprio questa tensione tra indirizzo globale e prescrizione europea a costituire il motore dell'evoluzione regolamentare in materia di sostenibilità, alimentando un processo di innalzamento degli standard che le imprese sono chiamate a presidiare. Le implicazioni di tale dinamica risultano particolarmente evidenti sul piano della gestione del rischio, dove la sovrapposizione tra pressioni normative e fenomeni climatici genera categorie di rischio, fisico e di transizione, che il sottoparagrafo successivo analizza nel dettaglio.

1.3.4 Tra adattamento e decarbonizzazione: il delicato equilibrio tra rischi fisici e rischi di transizione

L'evoluzione della regolamentazione climatica internazionale ed europea ha modificato in modo strutturale il modo in cui il rischio viene interpretato all'interno dei sistemi economico-finanziari. Il cambiamento climatico non viene più considerato esclusivamente come una problematica ambientale, ma come una fonte strutturale di rischio economico, finanziario e industriale, capace di incidere direttamente sulla stabilità

delle imprese, dei mercati e delle catene del valore globali. La letteratura e i principali framework internazionali distinguono a tal riguardo due macro-categorie di rischio climatico: i rischi fisici e i rischi di transizione.

I rischi fisici derivano dagli effetti diretti del cambiamento climatico sull'attività economica (eventi climatici estremi, aumento delle temperature, scarsità di risorse naturali e fenomeni meteorologici sempre più frequenti e intensi) che si traducono in interruzioni produttive, danni infrastrutturali e aumento dei costi operativi lungo le catene di approvvigionamento. Sul piano economico-finanziario, tali eventi incidono sulla continuità operativa delle imprese e sulla prevedibilità dei flussi di cassa, aumentando l'incertezza e la vulnerabilità dei modelli di business.

Accanto ai rischi fisici assumono crescente rilevanza i cosiddetti rischi di transizione. Essi comprendono rischi regolamentari, tecnologici, reputazionali e di mercato connessi alla decarbonizzazione dell'economia e in particolare all'introduzione di normative ambientali più stringenti, meccanismi di carbon pricing e standard emissivi sempre più severi che possono incidere significativamente sulla struttura dei costi delle imprese e sulla sostenibilità economica di determinati asset produttivi.

In questo quadro emerge il concetto di stranded assets, utilizzato per indicare quegli asset che, a causa dell'evoluzione normativa, tecnologica o di mercato legata alla transizione ecologica, rischiano di perdere valore economico o diventare prematuramente obsoleti. Tale fenomeno risulta particolarmente rilevante nei settori caratterizzati da elevata

intensità emissiva e forte dipendenza da tecnologie tradizionali, nei quali il processo di decarbonizzazione può determinare profonde trasformazioni industriali e finanziarie.

Come già illustrato nel sottoparagrafo dedicato alla regolamentazione globale, il framework TCFD ha contribuito in modo determinante a diffondere un approccio orientato all'integrazione dei rischi climatici nei sistemi di governance e risk management, favorendo il passaggio da una concezione della sostenibilità come questione prevalentemente reputazionale a una variabile finanziariamente materiale e strategicamente rilevante.

La regolamentazione assume in tale dinamica un ruolo centrale nel determinare l'intensità relativa delle due categorie di rischio. Una regolamentazione climatica debole o ritardata tende ad aumentare l'esposizione ai rischi fisici, poiché il mancato contenimento delle emissioni contribuisce ad accentuare gli effetti del cambiamento climatico nel lungo periodo. Al contrario, un'accelerazione normativa particolarmente intensa può amplificare nel breve periodo i rischi di transizione, imponendo rapidi adeguamenti tecnologici, produttivi e finanziari.

Ne deriva un equilibrio particolarmente delicato: un intervento normativo insufficiente aggrava i danni economici derivanti dagli eventi climatici estremi, mentre una transizione normativa troppo rapida o disordinata può generare elevati costi di adattamento, fenomeni di stranded assets e instabilità nei settori maggiormente esposti alla decarbonizzazione (concetto che verrà esposto in modo pratico nel terzo capitolo attraverso l'ecosistema europeo). La regolamentazione non agisce dunque esclusivamente come strumento di

mitigazione del rischio climatico, ma come fattore capace di redistribuire i rischi tra dimensione fisica e dimensione di transizione, una tensione che le imprese sono chiamate a presidiare attraverso una gestione integrata e prospettica del rischio.

Il grafico che segue (figura 1.6) rappresenta visivamente la relazione inversa tra rischio fisico e rischio di transizione al variare degli scenari di riscaldamento globale. Uno scenario superiore ai 6°C, associato a una regolamentazione climatica assente o insufficiente, massimizza l'esposizione ai rischi fisici minimizzando nel breve periodo i costi di transizione. All'opposto, il perseguimento degli obiettivi dell'Accordo di Parigi, contenimento entro 1,5°C-2°C, riduce i rischi fisici di lungo periodo a fronte di un'intensificazione dei rischi di transizione nel breve. Il messaggio centrale è che non esiste uno scenario a rischio zero: la scelta regolatoria determina quale categoria di rischio le imprese sono chiamate a presidiare con maggiore intensità.

Figura 1.6 – Il trade-off tra rischio fisico e rischio di transizione in funzione degli scenari climatici



Fonte – Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-Related Risks and Opportunities, 2017.

La gestione dei rischi climatici diventa pertanto parte integrante dei processi di pianificazione strategica e di Enterprise Risk Management, rafforzando l'integrazione tra fattori ESG, governance aziendale e sostenibilità economico-finanziaria. Tale dimensione assume connotazioni particolarmente significative nel settore automotive, che si configura come uno degli ambiti industriali maggiormente esposti tanto ai rischi fisici, in ragione della complessità e globalità delle proprie catene di approvvigionamento, quanto ai rischi di transizione, data l'intensità normativa che caratterizza il percorso verso la

mobilità a zero emissioni. È a tale settore che il capitolo successivo dedica la propria analisi.

Tali evidenze hanno messo in luce come la regolamentazione della sostenibilità si sia evoluta lungo un percorso di progressiva formalizzazione, passando da framework internazionali di indirizzo, privi di meccanismi coercitivi ma capaci di orientare culture e strategie, a un sistema normativo europeo strutturato, vincolante e operativamente integrato nei processi decisionali di imprese e investitori.

Sul piano globale, strumenti come l'Agenda 2030, l'Accordo di Parigi e il framework TCFD hanno svolto una funzione fondamentale nella definizione del linguaggio e degli obiettivi della sostenibilità contemporanea, introducendo concetti (rischio climatico, materialità finanziaria, due diligence lungo la supply chain) che hanno anticipato e orientato le successive evoluzioni normative. Sul versante europeo, l'architettura costruita attorno a Green Deal, Tassonomia, SFDR, CSRD e CSDDD ha tradotto tali principi in obblighi concreti, segnando il passaggio definitivo da una sostenibilità prevalentemente volontaria a una sostenibilità strutturalmente cogente.

Un elemento trasversale emerso con particolare chiarezza riguarda il ruolo della regolamentazione come fattore di redistribuzione del rischio: la tensione tra rischi fisici e rischi di transizione evidenzia come l'intensità e la velocità dell'intervento normativo non siano neutrali rispetto al profilo di rischio delle imprese, ma ne ridisegnano attivamente l'esposizione nel tempo. Ne deriva che la gestione dei rischi climatici non può essere

disgiunta dall'analisi del contesto regolamentare, configurandosi come parte integrante dei sistemi di Enterprise Risk Management e della pianificazione strategica.

Nel complesso, i fattori ESG si affermano come infrastruttura regolatoria della transizione ecologica, la cui rilevanza non è più circoscritta alla dimensione della compliance, ma si estende alla competitività, alla resilienza e alla capacità di creazione di valore nel lungo periodo. Tali dinamiche assumono una declinazione particolarmente intensa nel settore automotive, esposto in modo simultaneo alle pressioni normative della transizione e alla complessità dei rischi fisici lungo le proprie catene globali del valore.

L'analisi condotta restituisce un quadro coerente e progressivo, in cui la gestione del rischio aziendale e la sostenibilità si sono evolute in modo parallelo e convergente, fino a costituire oggi due facce della medesima sfida strategica. Il punto di partenza (il superamento dei modelli tradizionali di Operational Risk Management a favore dell'Enterprise Risk Management) ha rappresentato il primo segnale di una trasformazione più profonda: la consapevolezza che il rischio non potesse più essere gestito in modo frammentato, ma richiedesse una visione olistica, capace di cogliere le interdipendenze tra variabili operative, strategiche e sistemiche.

In questo contesto si è sviluppata la crescente centralità dei criteri ESG, che hanno ulteriormente ampliato l'approccio alla sostenibilità introducendo strumenti idonei a valutare e presidiare rischi di natura ambientale, sociale e reputazionale, tradizionalmente trascurati dalle logiche gestionali convenzionali. L'evoluzione dalla CSR alla Triple Bottom Line e successivamente agli ESG non si è limitata a un cambiamento concettuale,

ma ha inciso concretamente sul funzionamento dei mercati finanziari, sugli assetti di governance e sulle decisioni di investimento. La sostenibilità ha così cessato di essere considerata esclusivamente un valore etico, assumendo il ruolo di fattore strategico e di variabile rilevante per la creazione di valore nel lungo periodo.

Il quadro regolamentare ha svolto in tale processo una funzione decisiva, accelerando e istituzionalizzando dinamiche che il solo mercato non avrebbe potuto consolidare con la medesima intensità e coerenza. La distinzione tra soft law globale e hard law europea ha messo in luce come i due livelli regolatori operino in modo complementare: il primo definisce principi e obiettivi condivisi, il secondo li traduce in obblighi vincolanti. La tensione tra rischi fisici e rischi di transizione che ne deriva non rappresenta una criticità da subire passivamente, ma una variabile da presidiare attivamente attraverso una gestione integrata e prospettiva del rischio.

Nel complesso, i fattori ESG si affermano come infrastruttura regolatoria e strategica della transizione ecologica, ridefinendo i confini della competitività e della resilienza aziendale nel lungo periodo. È in questo contesto che il settore automotive si trova oggi a operare, esposto in modo simultaneo alle pressioni normative della decarbonizzazione, alla complessità dei rischi fisici lungo le proprie catene globali del valore e alla necessità di ripensare in profondità modelli produttivi, tecnologie e strategie. È a tale settore, e alle sfide che lo caratterizzano, che i capitoli successivi dedicano la propria analisi.

CAPITOLO II

TRANSIZIONE ECOLOGICA E RIDEFINIZIONE DEGLI EQUILIBRI INDUSTRIALI NEL SETTORE AUTOMOTIVE GLOBALE

Il quadro teorico sviluppato nel Capitolo 1 ha mostrato come i fattori ESG e la regolamentazione climatica stiano ridefinendo in modo strutturale i modelli di gestione del rischio e le strategie aziendali. Il settore automotive rappresenta uno degli ambiti industriali in cui tale trasformazione si manifesta con maggiore intensità e visibilità, combinando pressioni normative, innovazione tecnologica dirompente, instabilità geopolitica e ridefinizione degli equilibri competitivi globali in un quadro di complessità difficilmente riscontrabile in altri comparti.

Il presente capitolo analizza tale trasformazione lungo sei direttrici principali. La prima esamina l'evoluzione strutturale del settore automotive e la conseguente ridefinizione del profilo di rischio, evidenziando come le nuove configurazioni del rischio (temporale, geopolitico, tecnologico e sistemico) richiedano approcci di gestione coerenti con le logiche dell'Enterprise Risk Management analizzate nel capitolo precedente. La seconda analizza la manifestazione empirica di tali rischi attraverso una serie di eventi concreti, dalla pandemia di COVID-19 alla crisi dei semiconduttori, dal conflitto russo-ucraino alle

tensioni commerciali USA-Cina, che hanno evidenziato la crescente vulnerabilità sistemica del settore e il ruolo della supply chain come principale moltiplicatore di rischio.

La terza direttrice affronta la crisi dei legacy players, esaminando come la transizione ecologica stia erodendo le fonti tradizionali di vantaggio competitivo, dal primato del motore endotermico alla forza simbolica del brand, e come l'ascesa dei produttori cinesi stia ridefinendo gli equilibri del mercato globale, con implicazioni economiche e sociali di portata sistemica. La quarta sezione esamina l'impatto dei fattori ESG e delle politiche climatiche sull'industria automotive, mettendo in luce come essi si siano trasformati da vincoli regolatori a determinanti strategiche in grado di influenzare modelli industriali, decisioni di investimento e configurazione delle supply chain. La quinta analizza le principali tecnologie abilitanti della transizione (architetture di propulsione e sistemi di accumulo energetico) esaminandone caratteristiche, criticità e implicazioni competitive, con particolare attenzione al ruolo strategico delle batterie e alla leadership globale di CATL. La sesta e ultima sezione guarda alle possibili evoluzioni del settore, esaminando le tecnologie emergenti attualmente in fase di sviluppo, tra cui batterie allo stato solido, batterie al sodio, idrogeno e carburanti sintetici, e approfondendo il ruolo delle politiche industriali pubbliche nel plasmare i nuovi equilibri della competizione internazionale.

Il filo conduttore che attraversa l'intero capitolo è la consapevolezza che la transizione ecologica nel settore automotive non costituisca semplicemente un cambiamento tecnologico, ma una trasformazione strutturale capace di ridefinire vantaggio

competitivo, catene globali del valore, equilibri geopolitici e modelli di sviluppo industriale su scala mondiale. È in tale quadro che le scelte strategiche delle imprese, le decisioni di investimento degli operatori finanziari e le politiche industriali dei governi assumono una valenza che supera la dimensione settoriale, configurandosi come elementi determinanti della competitività economica nel lungo periodo.

2.1 – Emerging Risk nell'Automotive: una panoramica sull'evoluzione del settore

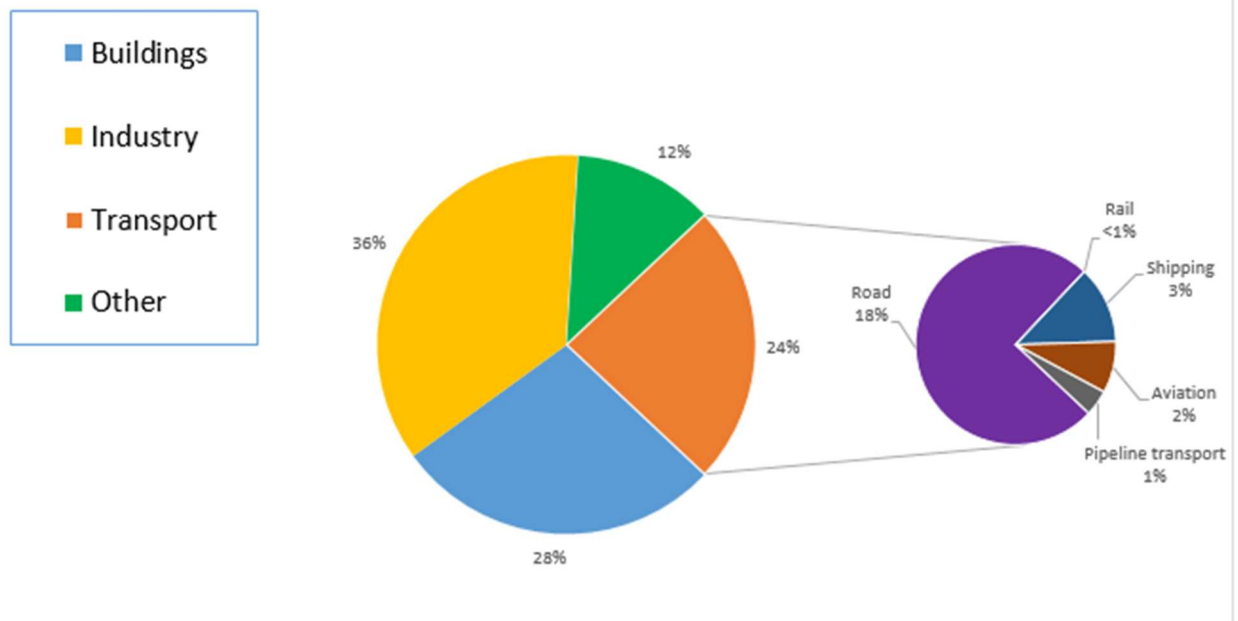
Nel contesto economico contemporaneo, il settore automotive rappresenta uno dei comparti industriali a maggiore rilevanza strategica a livello globale, sia per il contributo alla produzione manifatturiera e all'occupazione, sia per il forte effetto moltiplicativo esercitato lungo le filiere produttive collegate. L'industria automobilistica costituisce un ecosistema complesso che coinvolge attività industriali, tecnologiche, logistiche, energetiche e finanziarie, generando un impatto significativo sull'intero sistema economico. Proprio per tale centralità, le trasformazioni che interessano il settore tendono a produrre effetti estesi non solo sulle imprese direttamente coinvolte, ma anche sui mercati del lavoro, sulle supply chain globali e sulle economie nazionali.

Il comparto automotive figura, inoltre, tra i principali responsabili delle emissioni climalteranti a livello globale, tanto attraverso l'utilizzo dei veicoli quanto tramite i

processi produttivi, la catena di approvvigionamento e il consumo energetico associato all'intero ciclo industriale. Tale condizione ha collocato il settore al centro del dibattito sulla transizione ecologica, rendendolo uno dei comparti maggiormente esposti alle trasformazioni derivanti dalla regolamentazione climatica, dall'evoluzione tecnologica e dalla crescente pressione degli stakeholder sui temi ESG.

Il grafico che segue (figura 2.1) evidenzia come il settore dei trasporti contribuisca per circa un quarto alle emissioni globali di CO₂, collocandosi al terzo posto dopo industria ed edilizia. L'analisi della composizione interna del comparto rivela tuttavia una concentrazione particolarmente marcata: il trasporto su gomma, che comprende autovetture, veicoli commerciali e mezzi pesanti, genera il 74% delle emissioni totali del settore, equivalente a circa il 18-19% delle emissioni globali. Tale dato conferisce al settore automotive una responsabilità emissiva di primo piano nel panorama industriale globale, giustificando l'intensità della pressione regolatoria e degli obiettivi di decarbonizzazione che ne orientano oggi le strategie di trasformazione.

Figura 2.1 – Ripartizione delle emissioni globali di CO2 per settore (2023)



Fonte – Elaborazione propria su dati IEA (2023)

La struttura del rischio nel settore automotive ha subito una significativa evoluzione. Se tradizionalmente il rischio veniva associato a variabili produttive, operative o commerciali, nel contesto contemporaneo assume una configurazione più ampia e sistemica, fortemente influenzata dall'instabilità geopolitica, dall'innovazione tecnologica, dalle dinamiche regolatorie e dalla crescente interdipendenza globale delle filiere produttive. Ciò rende necessario un approccio alla gestione del rischio maggiormente integrato e flessibile, coerente con le logiche dell'Enterprise Risk Management analizzate nel capitolo precedente, dove si è mostrato come la complessità sistemica del rischio richieda una visione olistica, capace di cogliere le interconnessioni tra variabili operative, strategiche e ambientali.

L'industria automobilistica contemporanea opera in un contesto caratterizzato da elevata complessità strutturale, cicli di innovazione sempre più rapidi ed enormi investimenti in ricerca e sviluppo. L'automobile moderna non rappresenta più esclusivamente un prodotto meccanico, bensì un sistema tecnologico avanzato in cui software, elettronica, connettività e gestione dei dati assumono un ruolo crescente nella definizione del valore competitivo. Tale trasformazione ha modificato profondamente la natura stessa dei rischi industriali, imponendo alle imprese una continua capacità di adattamento strategico.

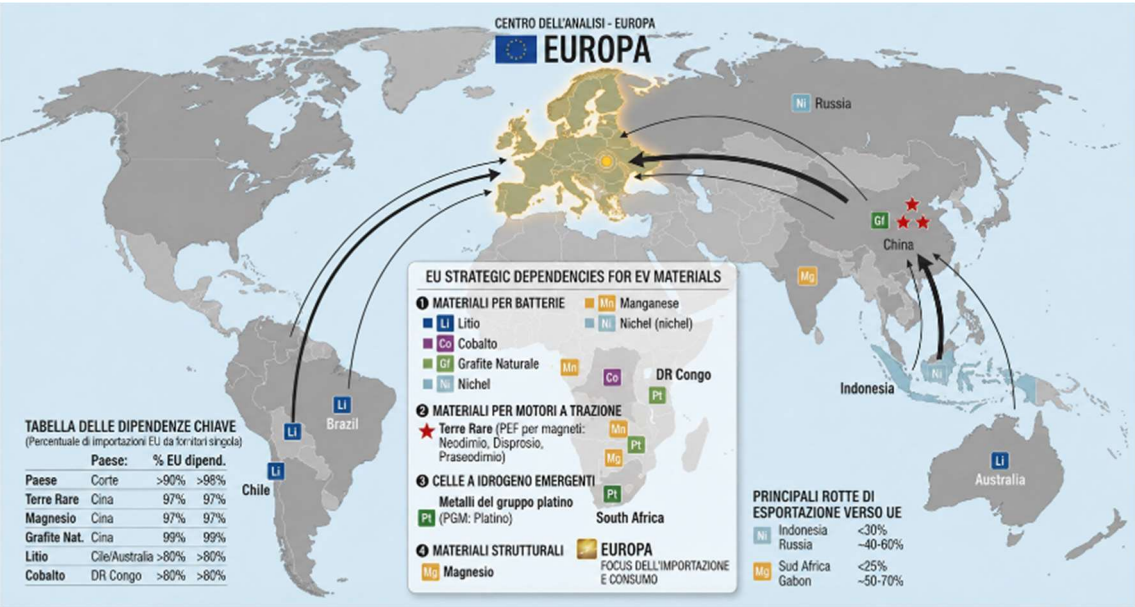
La flessibilità organizzativa assume in questo quadro una funzione centrale. La capacità di riconfigurare rapidamente processi produttivi, catene di fornitura, tecnologie e competenze rappresenta una condizione essenziale per mantenere la competitività in un mercato ad alta volatilità. Riduzione del time to market, adattamento della produzione ai cambiamenti della domanda e integrazione rapida di nuove tecnologie costituiscono oggi elementi fondamentali nella definizione delle strategie industriali delle case automobilistiche, obiettivi ben più articolati rispetto alle configurazioni strategiche tradizionali, storicamente orientate alla sola riduzione dei costi produttivi.

Tale evoluzione deriva anche dalla crescente fragilità delle supply chain globali, che negli ultimi anni hanno evidenziato elevati livelli di vulnerabilità rispetto a crisi geopolitiche, eventi pandemici, tensioni commerciali e carenze di componenti strategici. Un singolo veicolo incorpora migliaia di componenti provenienti da una rete globale di fornitori altamente specializzati, rendendo il settore fortemente esposto a interruzioni produttive derivanti anche da eventi apparentemente circoscritti. La crescente elettrificazione del

comparto ha inoltre modificato profondamente la struttura stessa delle catene di approvvigionamento, spostando la dipendenza industriale dai combustibili fossili verso materie prime strategiche e componenti ad alta intensità tecnologica: litio, nichel, cobalto, terre rare, semiconduttori e sistemi di accumulo energetico.

La mappa che segue (figura 2.2) illustra la struttura geografica delle dipendenze dell'Unione Europea nell'approvvigionamento delle materie prime essenziali per la produzione di veicoli elettrici, evidenziando la concentrazione delle fonti di estrazione e la lunghezza delle rotte di approvvigionamento.

Figura 2.2 – Dipendenze strategiche dell'Unione Europea nell'approvvigionamento di materie prime critiche per la mobilità elettrica



Fonte – Elaborazione su dati Commissione Europea, 2023

I dati mostrano livelli di dipendenza particolarmente critici nei confronti della Cina, che controlla il 99% dell'offerta globale di grafite naturale, il 97% delle terre rare e il 97% del magnesio, nonché una forte esposizione verso aree geografiche ad elevata sensibilità geopolitica, tra cui il Congo per il cobalto e l'Indonesia per il nichel. Tale concentrazione configura un rischio di approvvigionamento strutturale per il settore automotive europeo: la transizione ecologica non implica soltanto una trasformazione tecnologica, ma determina uno spostamento della dipendenza strategica dai mercati energetici tradizionali verso nuove filiere di materie prime geograficamente concentrate e geopoliticamente vulnerabili. Queste dinamiche giustificano le strategie di diversificazione (friend-shoring, near-shoring e integrazione verticale lungo la catena mineraria) che i principali costruttori mondiali stanno perseguendo per ridurre l'esposizione a potenziali interruzioni dell'approvvigionamento.

Sul piano finanziario, il settore risulta caratterizzato da livelli estremamente elevati di intensità di capitale, derivanti dagli ingenti investimenti necessari per ricerca e sviluppo, impianti industriali, digitalizzazione e riconversione produttiva. Ciò contribuisce a spiegare l'elevato indebitamento che caratterizza molte delle principali case automobilistiche mondiali, Volkswagen e Toyota figurano stabilmente tra le società industriali più indebitate al mondo⁷, evidenziando come la competitività del settore richieda una continua mobilitazione di risorse finanziarie su larga scala. Tale pressione

⁷ Secondo i dati riportati da CompaniesMarketCap (2025), Volkswagen e Toyota figurano tra le imprese non finanziarie con il più elevato livello di indebitamento a livello globale, con passività complessive che si attestano rispettivamente a 230 e 270 miliardi di dollari.

risulta ulteriormente amplificata dai lunghi tempi industriali necessari per la costruzione e l'avvio operativo degli stabilimenti produttivi, che in un contesto di rapida evoluzione tecnologica e crescente instabilità normativa aumentano significativamente il rischio associato agli investimenti di lungo periodo.

Da tale dinamica emerge il cosiddetto rischio temporale, inteso come la possibilità che decisioni strategiche formulate in un determinato contesto perdano rapidamente efficacia a causa dell'evoluzione delle condizioni tecnologiche, economiche o regolatorie. A ciò si affianca il rischio geopolitico, cui il settore risulta esposto su due fronti distinti: l'impatto diretto sulle supply chain, sui costi energetici e sugli approvvigionamenti, e gli effetti economici prodotti sui consumatori finali, che possono modificare significativamente la domanda di mercato.

Trattandosi di un mercato prevalentemente B2C e fortemente influenzato dall'elasticità della domanda, il settore automotive risente con particolare intensità delle variazioni del contesto macroeconomico. Inflazione, aumento dei tassi di interesse e riduzione del reddito disponibile possono produrre significativi cali delle vendite, generando un aumento delle scorte e un conseguente incremento dei costi industriali e finanziari. La gestione delle scorte assume pertanto un ruolo strategico fondamentale, poiché una contrazione della domanda può rapidamente trasformarsi in una criticità economico-finanziaria per le imprese.

Un ulteriore elemento di trasformazione riguarda le competenze richieste dal settore. L'evoluzione tecnologica sta modificando profondamente il fabbisogno professionale

delle imprese, aumentando la domanda di competenze legate a software, elettronica avanzata, gestione dei dati e intelligenza artificiale. Le case automobilistiche cercano di internalizzare parte dello sviluppo software, nel tentativo di ridurre la dipendenza da fornitori esterni e acquisire maggiore controllo sulle componenti digitali del prodotto, un processo che molte aziende occidentali stanno affrontando in posizione di svantaggio rispetto ad alcuni operatori tecnologici e produttori specializzati nella mobilità elettrica. Nel complesso, il settore automotive si configura oggi come uno degli ambiti industriali a maggiore esposizione sistemica ai cambiamenti macroeconomici, tecnologici e regolamentari. Le implicazioni di tale trasformazione sul vantaggio competitivo delle imprese e sugli equilibri industriali globali vengono analizzate nei paragrafi successivi.

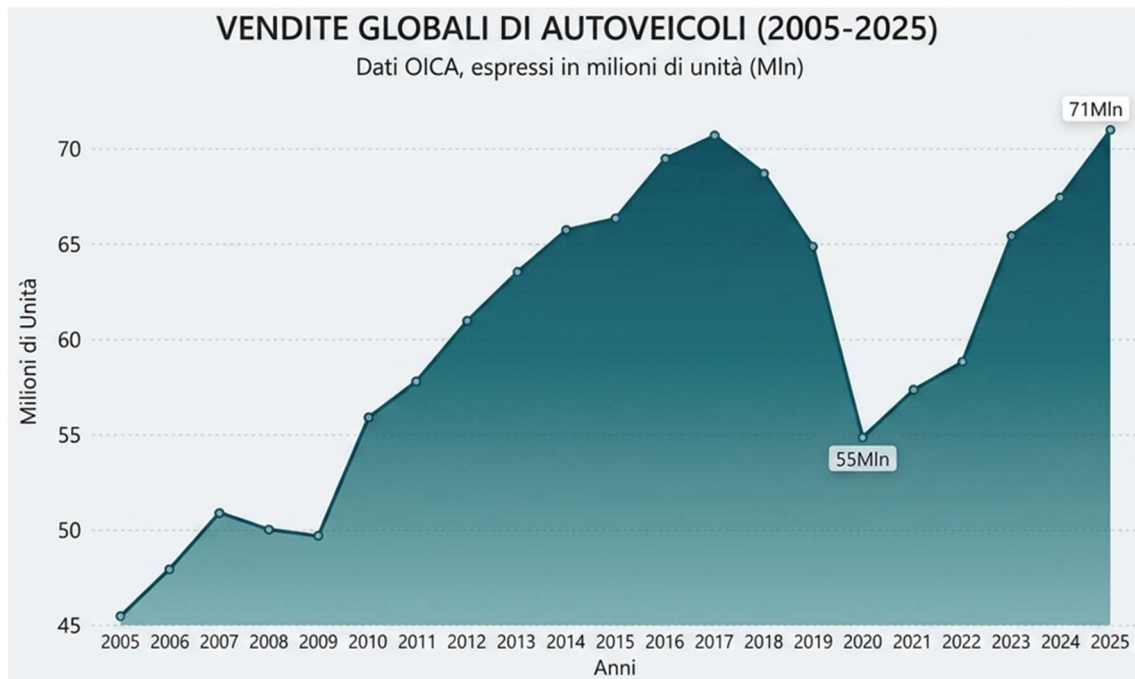
2.2 Un'analisi dei rischi emergenti e degli shock sistemici nel settore automotive contemporaneo

Le trasformazioni strutturali del settore automotive analizzate nel paragrafo precedente trovano concreta manifestazione in una serie di eventi che hanno evidenziato la crescente esposizione delle imprese a rischi di natura sistemica, tecnologica, geopolitica e operativa. Le dinamiche osservate dimostrano come tali rischi non operino in modo isolato, ma attraverso relazioni interdipendenti che tendono a propagare gli effetti negativi lungo l'intera filiera industriale, confermando la necessità di un approccio integrato alla gestione del rischio coerente con le logiche dell'Enterprise Risk Management.

Uno dei casi più significativi è rappresentato dalla pandemia di COVID-19, che ha evidenziato l'elevata vulnerabilità del settore rispetto agli shock macroeconomici globali. Nel corso del 2020, le restrizioni imposte per contenere la diffusione del virus hanno provocato un drastico calo della domanda mondiale di autoveicoli, determinando una significativa contrazione delle vendite e una riduzione della produzione industriale. La forte elasticità della domanda automobilistica rispetto al contesto economico e alla fiducia dei consumatori si è manifestata con particolare intensità: la riduzione delle vendite ha generato un incremento delle scorte invendute, aggravando i costi sostenuti dalle imprese e aumentando la pressione finanziaria sul comparto.

Il grafico che segue (figura 2.3) illustra l'evoluzione delle vendite globali di autoveicoli nell'arco di due decenni, evidenziando come il mercato automotive sia strutturalmente esposto agli shock macroeconomici. Dopo una fase di crescita costante che ha portato le vendite da circa 45 milioni di unità nel 2005 a un picco di 70 milioni nel 2017, la serie storica mostra due interruzioni significative: una prima flessione in corrispondenza della crisi finanziaria globale del 2008-2009 e un crollo più marcato nel 2020, quando la pandemia di COVID-19 ha determinato una contrazione delle vendite a circa 55 milioni di unità. La successiva ripresa a “V” e le proiezioni per il 2025, che indicano un nuovo record superiore ai 71 milioni di veicoli, confermano la resilienza strutturale della domanda globale, pur non eliminando la vulnerabilità del settore rispetto a eventi esogeni di natura macroeconomica e sanitaria.

Figura 2.3 – Andamento delle vendite globali di autoveicoli (2005-2025)



Fonte – Elaborazione propria su dati OICA

Gli effetti della pandemia si sono propagati lungo la supply chain globale, culminando nella crisi dei semiconduttori che ha caratterizzato il periodo successivo. Durante la fase iniziale della pandemia, molte case automobilistiche avevano ridotto o annullato gli ordini di chip elettronici a causa del crollo temporaneo della domanda. La contemporanea crescita della domanda di dispositivi elettronici di consumo spinse i produttori di semiconduttori a riallocare la capacità produttiva verso altri settori. Quando il mercato automobilistico riprese, le imprese si trovarono prive di componenti fondamentali per la produzione dei veicoli: considerando che un'automobile moderna può contenere migliaia di semiconduttori, l'assenza anche di un singolo componente determinò l'interruzione

delle linee produttive di numerosi costruttori a livello globale. Le conseguenze si riflessero non solo sulla produzione, ma anche sull'aumento dei prezzi dei veicoli, sull'allungamento dei tempi di consegna e sulla riduzione complessiva dell'offerta disponibile sul mercato.

La fragilità delle catene di approvvigionamento era già emersa nel 2011, in occasione del terremoto e dello tsunami che colpirono il Giappone. L'evento causò l'interruzione della produzione di numerosi componenti altamente specializzati destinati all'industria automobilistica globale, coinvolgendo produttori come Toyota e Nissan e generando rallentamenti produttivi anche presso imprese localizzate in altri continenti. Tale circostanza evidenziò come eventi naturali apparentemente circoscritti possano produrre effetti globali in presenza di supply chain fortemente integrate e dipendenti da specifici nodi produttivi.

La crescente digitalizzazione dei processi industriali e dei veicoli ha ampliato ulteriormente la superficie di vulnerabilità del settore, introducendo una categoria di rischio in precedenza marginale: il cyber risk. Un caso emblematico si verificò nel 2022, quando un fornitore di Toyota subì un attacco informatico che compromise temporaneamente i sistemi IT aziendali. Poiché il marchio giapponese adottava un modello produttivo just in time, l'interruzione delle attività del fornitore rese necessaria la sospensione temporanea della produzione in tutti gli stabilimenti Toyota presenti in Giappone, dimostrando come la vulnerabilità informatica di un singolo attore della filiera possa generare effetti sistemici sull'intera catena produttiva. La stessa complessità

tecnologica dei veicoli moderni ha inoltre generato criticità operative legate allo sviluppo software: numerose case automobilistiche hanno riscontrato problematiche che hanno ritardato il lancio di nuovi modelli o richiesto aggiornamenti correttivi successivi alla commercializzazione, evidenziando la difficoltà di integrare competenze tradizionalmente meccaniche con nuove competenze digitali.

Un'ulteriore categoria di rischio emersa con particolare intensità riguarda i recall di prodotto. Negli ultimi anni diversi costruttori hanno dovuto affrontare richiami su larga scala derivanti da difetti tecnici o problemi di sicurezza (Ford è tra i casi più ricorrenti) con significativi costi economici, logistici e reputazionali. I recall non producono esclusivamente costi diretti relativi alla riparazione dei veicoli, ma incidono sulla fiducia dei consumatori, sull'immagine del marchio e sulle prospettive future di vendita.

Sul piano finanziario, il settore ha risentito fortemente dell'aumento dei prezzi delle materie prime verificatosi nel periodo post-pandemico. La ripresa economica globale ha generato una rapida crescita della domanda di metalli industriali, energia e materiali strategici, cui non ha corrisposto un adeguato incremento dell'offerta. Tale squilibrio ha determinato un significativo aumento dei costi di produzione, costringendo molte imprese a rivedere i prezzi finali dei veicoli e le proprie strategie di approvvigionamento. La crescente elettrificazione ha ulteriormente accentuato tale dinamica, aumentando la dipendenza da materiali critici necessari per batterie e componentistica avanzata.

Il rischio geopolitico ha assunto una rilevanza crescente a partire dal 2022, con lo scoppio del conflitto russo-ucraino. Oltre all'interruzione delle attività produttive in alcuni

territori, la guerra ha contribuito all'aumento dei costi energetici e dei prezzi di materie prime strategiche, nichel, palladio, acciaio e alluminio, fondamentali per la produzione automobilistica, costringendo alcune imprese ad abbandonare il mercato russo con rilevanti perdite economiche e operative. A tali tensioni si aggiungono quelle commerciali tra Stati Uniti e Cina, che hanno inciso sui costi di produzione e sulle strategie di localizzazione industriale, aggravando ulteriormente l'incertezza del contesto geopolitico globale.

La trasformazione tecnologica ha contribuito a rendere più evidenti le criticità legate alla forza lavoro. Molte imprese segnalano difficoltà crescenti nel reperimento di personale qualificato in ambito software, elettronica avanzata e intelligenza artificiale, generando un progressivo mismatch tra domanda e offerta di lavoro specializzato che rallenta la capacità di innovazione e aumenta il rischio operativo. Le tensioni economiche e industriali hanno alimentato contestualmente conflitti sindacali significativi: nel 2023 il sindacato United Auto Workers ha promosso importanti scioperi contro Ford, General Motors e Stellantis negli Stati Uniti, generando interruzioni produttive e ulteriori pressioni sui costi industriali.

Sul piano normativo e reputazionale, il settore è stato interessato da numerosi casi di sanzioni e controversie legali. Nel 2025 l'Unione Europea ha sanzionato diversi produttori automobilistici per pratiche anticoncorrenziali legate alla gestione del riciclo dei veicoli fuori uso, evidenziando come le imprese risultino sempre più esposte ai rischi derivanti dal mancato rispetto delle normative ambientali e di sostenibilità. Tali episodi mostrano

come i rischi normativi possano rapidamente trasformarsi in rischi reputazionali e finanziari, incidendo sulla credibilità aziendale e sulla fiducia degli stakeholder.

Le evidenze analizzate dimostrano che, nel settore automotive contemporaneo, i rischi tendono a manifestarsi in forma integrata e interdipendente: un evento operativo può produrre conseguenze reputazionali e finanziarie, una crisi geopolitica può trasformarsi in un rischio produttivo e commerciale, un problema tecnologico può incidere sulla fiducia dei consumatori e sulle performance economiche dell'impresa. La supply chain emerge in tale contesto come principale moltiplicatore di vulnerabilità sistemica, una struttura che, per la sua complessità e interdipendenza globale, amplifica l'impatto di qualsiasi shock esterno sull'intero ecosistema produttivo. Le implicazioni di tale fragilità strutturale non si limitano tuttavia alla dimensione operativa, ma investono in profondità il vantaggio competitivo delle imprese e la tenuta dei modelli industriali tradizionali, come analizzato nel paragrafo successivo.

2.3 – Ridefinizione del vantaggio competitivo e crisi dei legacy players nel settore automotive

La trasformazione strutturale del settore automotive analizzata nei paragrafi precedenti non produce effetti esclusivamente sul piano operativo e tecnologico, ma investe in profondità le fonti stesse del vantaggio competitivo su cui i legacy players hanno costruito la propria leadership nel corso di decenni. La progressiva affermazione della mobilità

elettrica, l'ascesa dei produttori cinesi e la ridefinizione delle catene del valore globali stanno generando una crisi competitiva di carattere sistemico, i cui effetti si estendono dalla dimensione industriale a quella economica e sociale.

Il presente paragrafo analizza tale processo lungo quattro direttrici principali. La prima riguarda l'erosione delle fonti tradizionali di vantaggio competitivo, con particolare riferimento al declino del motore endotermico come elemento distintivo e all'indebolimento della forza simbolica del marchio. La seconda si concentra sul ruolo del mercato cinese come epicentro della trasformazione competitiva globale, dove l'affermazione dei produttori locali di veicoli elettrici sta ridisegnando gli equilibri del settore. La terza analizza le joint venture e le collaborazioni industriali tra legacy players e imprese cinesi, evidenziando come tali accordi stiano contribuendo a ridistribuire il potere tecnologico e industriale su scala globale. La quarta esamina le implicazioni economiche e sociali della crisi dei produttori tradizionali, con particolare attenzione agli effetti occupazionali e alla vulnerabilità dei sistemi industriali nazionali.

2.3.1 L'erosione del vantaggio competitivo tradizionale tra declino del motore endotermico e indebolimento del brand

La transizione ecologica e la progressiva elettrificazione della mobilità stanno determinando una profonda ridefinizione delle fonti tradizionali di vantaggio competitivo nel settore automotive. Per gran parte del Novecento e dei primi decenni del XXI secolo,

la competitività delle case automobilistiche si è fondata su competenze ingegneristiche di natura meccanica, sulla qualità costruttiva dei motori endotermici, sull'efficienza produttiva e sulla forza simbolica del marchio. Il mutamento tecnologico in atto sta riducendo la rilevanza di molti di questi fattori, alterando equilibri competitivi consolidatisi nel corso di decenni.

L'elemento più significativo riguarda la perdita di centralità del motore a combustione interna, storicamente considerato il principale elemento distintivo dei produttori automotive tradizionali. Marchi come Volkswagen, BMW, Mercedes-Benz e Toyota hanno costruito parte della propria reputazione sulla superiorità tecnica dei propulsori endotermici e sull'esperienza accumulata nello sviluppo della meccanica automobilistica. Con l'affermazione della mobilità elettrica, tale vantaggio tende a ridursi significativamente: i veicoli elettrici presentano una struttura meccanica molto meno complessa, richiedono un numero inferiore di componenti e riducono l'importanza strategica delle competenze motoristiche storicamente detenute dai legacy players. Il valore competitivo si sta spostando dalla meccanica verso software, elettronica, sistemi di accumulo energetico e integrazione digitale del veicolo.

Tale passaggio risulta accentuato anche dalla diversa traiettoria evolutiva delle tecnologie considerate. I motori a combustione interna si collocano ormai in una fase di relativa maturità tecnologica, nella quale i miglioramenti riguardano prevalentemente incrementi marginali di efficienza, consumi ed emissioni. Al contrario, batterie, software e architetture digitali presentano ancora ampi margini di miglioramento in termini di

autonomia, densità energetica, costo, velocità di ricarica e gestione del veicolo. Tale asimmetria accelera il processo di obsolescenza competitiva per i legacy players, spostando il centro gravitazionale del vantaggio industriale verso tecnologie nelle quali i costruttori tradizionali partono in posizione di svantaggio strutturale.

L'automobile contemporanea tende a configurarsi come una piattaforma digitale integrata, nella quale assumono crescente rilevanza sistemi operativi proprietari, intelligenza artificiale, aggiornamenti over-the-air e software di assistenza alla guida. Imprese nate direttamente nell'ambito dell'elettrificazione e della digitalizzazione (Tesla e numerosi produttori cinesi) risultano spesso avvantaggiate rispetto ai costruttori tradizionali, i quali devono affrontare una complessa riconversione industriale e organizzativa. Molte imprese occidentali stanno cercando di internalizzare lo sviluppo software per ridurre la dipendenza da fornitori esterni, ma tale processo richiede ingenti investimenti, nuove professionalità e tempi di adattamento significativi in strutture storicamente orientate alla produzione meccanica.

La transizione elettrica sta contribuendo a ridurre anche la forza simbolica del marchio automobilistico tradizionale. Per molti decenni il brand rappresentava un elemento centrale delle strategie competitive dei legacy players, consentendo di mantenere elevati margini grazie alla percezione di affidabilità, prestigio e qualità. Nel contesto della mobilità elettrica, parte di questo vantaggio si indebolisce: i consumatori mostrano crescente attenzione verso autonomia, software, tecnologie digitali ed efficienza

energetica, mentre il valore percepito del prodotto dipende sempre meno dalla tradizione storica del marchio e sempre più dalla capacità innovativa dell'impresa.

Tale fenomeno appare con particolare evidenza nel mercato cinese, dove i produttori locali stanno erodendo le quote dei costruttori occidentali attraverso prodotti tecnologicamente avanzati a prezzi competitivi. Le difficoltà incontrate dai legacy players nel mantenere la propria attrattiva presso i consumatori cinesi emergono con chiarezza dal caso Audi. Il marchio tedesco ha registrato negli ultimi anni un significativo calo delle vendite in Cina, mercato storicamente tra i più strategici per il gruppo Volkswagen, segnalando come la reputazione costruita attorno ai motori endotermici e al prestigio del brand premium non riesca più a tradursi in vantaggio competitivo nella stessa misura in cui lo faceva in passato.

La risposta strategica di Audi è emblematica delle tensioni che i legacy players si trovano ad affrontare. Nel 2024 il marchio ha introdotto sul mercato cinese una nuova linea di veicoli elettrici sviluppata in collaborazione con SAIC Motor e CATL, sfruttando tecnologie e piattaforme locali. I nuovi modelli sono stati commercializzati eliminando il tradizionale simbolo dei quattro anelli in favore della semplice denominazione "AUDI", una scelta che, al di là delle motivazioni ufficiali di riposizionamento strategico, segnala la consapevolezza che il valore simbolico accumulato nel segmento endotermico non si trasferisce automaticamente al nuovo contesto elettrico⁸. L'operazione rivela inoltre una

⁸ Il rebranding Audi in Cina può essere interpretato come un segnale della necessità dei marchi premium europei di adattare la propria identità a un mercato in cui il valore percepito non dipende più soltanto dall'heritage del brand, ma anche da software, connettività, autonomia e integrazione digitale.

dipendenza crescente dalla filiera tecnologica cinese: il coinvolgimento di SAIC e CATL nello sviluppo del veicolo evidenzia come persino un brand premium di lunga tradizione si trovi a costruire i propri prodotti elettrici per il mercato cinese attingendo a competenze e tecnologie locali, piuttosto che esportando il proprio know-how come avveniva in passato. Tali dinamiche vengono analizzate nel dettaglio nel paragrafo successivo, dedicato alla trasformazione del mercato cinese come epicentro della competizione globale nella mobilità elettrica.

2.3.2 Il mercato cinese come epicentro della trasformazione competitiva nella mobilità elettrica

Nel contesto della transizione ecologica, la Cina ha assunto un ruolo centrale nella ridefinizione degli equilibri competitivi del settore automotive globale. Se per lungo tempo il mercato cinese ha rappresentato principalmente un'enorme opportunità commerciale per i produttori occidentali, negli ultimi anni si è trasformato nell'epicentro della competizione tecnologica e industriale legata alla mobilità elettrica, modificando profondamente le dinamiche concorrenziali dell'intero comparto.

Per decenni, numerosi legacy players europei, giapponesi e statunitensi hanno considerato la Cina uno dei mercati più strategici e redditizi al mondo. L'elevata crescita economica, l'espansione della classe media urbana e il forte incremento della domanda automobilistica hanno consentito ai produttori tradizionali di generare margini

particolarmente elevati, soprattutto nei segmenti premium, tanto che in molti casi una parte significativa della redditività dei grandi gruppi internazionali derivava proprio dalle vendite realizzate nel Paese.

Lo sviluppo dell'industria automobilistica nazionale cinese e l'accelerazione della transizione verso la mobilità elettrica hanno profondamente alterato tali equilibri. Attraverso una strategia industriale sostenuta da forti investimenti pubblici, incentivi statali e sviluppo infrastrutturale, la Cina ha costruito un ecosistema industriale altamente competitivo nell'ambito dei veicoli elettrici, delle batterie e delle tecnologie digitali applicate all'automotive. Il sostegno governativo ha favorito la rapida crescita di produttori locali come BYD, Geely, NIO e XPeng, che hanno sviluppato competenze avanzate nei sistemi di accumulo energetico, nell'elettronica di bordo e nello sviluppo software, riducendo il divario tecnologico rispetto ai produttori occidentali e in alcuni casi superandoli.

Si è verificato contestualmente un significativo cambiamento nelle preferenze dei consumatori cinesi. Mentre in passato il prestigio dei marchi occidentali rappresentava un elemento fortemente attrattivo, il mercato contemporaneo mostra crescente attenzione verso veicoli caratterizzati da elevata innovazione tecnologica, funzionalità digitali avanzate e integrazione intelligente dei sistemi di bordo, ambiti nei quali i produttori locali risultano spesso più competitivi. La conseguenza è stata una progressiva erosione delle quote di mercato dei legacy players internazionali, con alcuni costruttori tradizionali

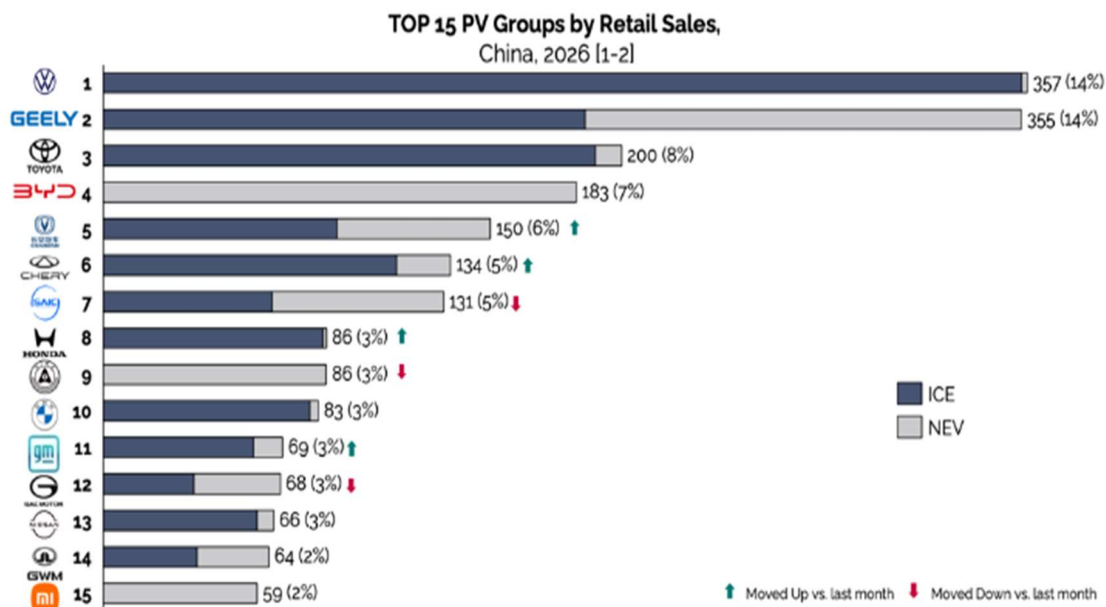
costretti a ridimensionare la propria presenza nel Paese, registrare consistenti perdite economiche o interrompere specifiche attività industriali all'interno del mercato cinese.

Le figure 2.4 e 2.5 restituiscono una rappresentazione quantitativa della trasformazione competitiva in atto nel mercato automobilistico cinese. La prima (figura 2.4) illustra la distribuzione delle vendite al dettaglio tra i principali gruppi nel primo bimestre del 2026, evidenziando come Volkswagen mantenga formalmente il primo posto per volumi complessivi, pari al 14% del mercato, ma con una composizione quasi interamente fondata su motorizzazioni tradizionali, a differenza di Geely, secondo classificato con volumi analoghi ma con una quota NEV significativamente più elevata. BYD si distingue come unico produttore della top five con una gamma 100% NEV, mentre l'ingresso di Xiaomi in quindicesima posizione segnala l'avanzata dei player tecnologici nel comparto.

La figura 2.5 illustra la dinamica storica della competizione tra produttori globali e locali tra il 2017 e l'inizio del 2026. Nel 2017 i costruttori internazionali detenevano il 56% del mercato contro il 44% dei produttori locali; all'inizio del 2026 tale rapporto si è invertito in modo netto, con i brand locali al 68% e i globali ridotti al 32%. L'analisi per area geografica rivela andamenti differenziati: i brand tedeschi e giapponesi registrano contrazioni significative, rispettivamente -16,8% e -12,7% su base annua nei primi mesi del 2026, mentre i brand americani, trainati principalmente da Tesla, segnano una crescita in controtendenza del 18,5%. Nel 2024 i veicoli elettrici hanno rappresentato quasi la metà di tutte le vendite in Cina, con la quota complessiva dei brand nazionali che ha raggiunto il 64% del totale, segnando di fatto una soppressione sistematica dei marchi in

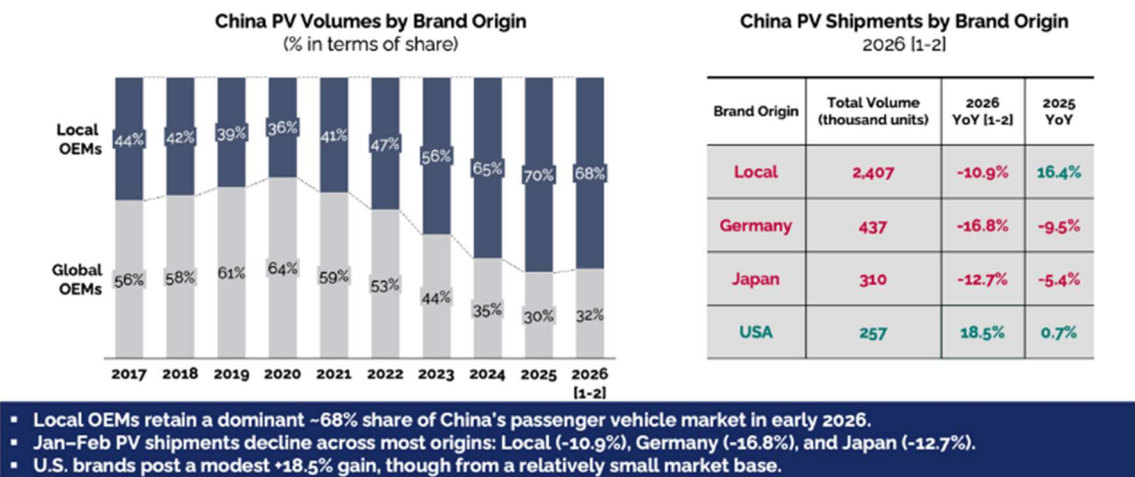
joint venture occidentale. Tali evidenze quantificano la portata della trasformazione competitiva descritta nel presente paragrafo, confermando come il mercato cinese rappresenti oggi il principale laboratorio globale della ridefinizione degli equilibri industriali nel settore automotive.

Figura 2.4 – Quote di mercato nel mercato automobilistico cinese



Fonte – Dati Automobility, 2026

Figura 2.5 – Trend competitivo nel mercato automobilistico cinese



Fonte – Dati Automobility, 2026

Tale scenario evidenzia con chiarezza il rischio strategico derivante dalla mancata capacità di adattamento tecnologico. La velocità con cui il mercato cinese ha modificato le proprie preferenze verso la mobilità elettrica dimostra come vantaggi competitivi consolidati per decenni possano rapidamente deteriorarsi in presenza di mutamenti strutturali del contesto economico e tecnologico. La centralità della Cina nella trasformazione del settore non riguarda tuttavia esclusivamente la dimensione commerciale: il Paese ha consolidato il proprio controllo su segmenti strategici della filiera globale, produzione di batterie, raffinazione delle materie prime critiche, manifattura di componentistica elettronica, rafforzando ulteriormente la posizione

competitiva delle proprie imprese e accrescendo le dipendenze industriali dei costruttori occidentali.

2.3.3 Dal trasferimento di know-how alla dipendenza tecnologica: l'evoluzione delle joint venture nel settore automotive

Le trasformazioni in atto nel settore automotive hanno modificato profondamente anche le relazioni industriali tra produttori occidentali e imprese cinesi. Nel contesto della transizione verso la mobilità elettrica, numerosi legacy players hanno intensificato forme di collaborazione strategica attraverso joint venture, partnership tecnologiche e accordi industriali finalizzati a recuperare competitività nei segmenti più innovativi del mercato. Storicamente, le joint venture tra case automobilistiche occidentali e produttori cinesi erano orientate a consentire l'accesso al mercato cinese da parte delle imprese straniere, in un contesto normativo che limitava la possibilità di operare autonomamente nel Paese. In tale fase, il rapporto risultava sbilanciato a favore dei produttori occidentali, i quali trasferivano know-how produttivo e competenze ingegneristiche mantenendo una posizione dominante sul piano tecnologico e reputazionale. Nel contesto contemporaneo tali equilibri si sono invertiti, almeno parzialmente: la crescente competitività cinese nel settore dei veicoli elettrici e delle tecnologie digitali ha indotto numerosi legacy players a ricercare collaborazioni non più soltanto per accedere al mercato, ma per acquisire competenze tecnologiche difficilmente sviluppabili autonomamente nel breve periodo.

Le imprese cinesi hanno consolidato vantaggi significativi nella produzione di batterie, nel software automobilistico, nell'elettronica di bordo e nello sviluppo rapido di piattaforme EV, spingendo diversi costruttori occidentali ad avviare partnership con operatori locali per accelerare la propria transizione tecnologica. Tra i casi più emblematici figurano le collaborazioni sviluppate da Volkswagen in Cina attraverso accordi con SAIC e altri operatori locali, che consentono di sviluppare veicoli più competitivi per il mercato cinese sfruttando competenze, componentistica e supply chain locali. Tali collaborazioni evidenziano tuttavia anche una crescente dipendenza industriale e tecnologica nei confronti dell'ecosistema produttivo cinese.

Un caso particolarmente emblematico delle tensioni geopolitiche generate dalle collaborazioni industriali con imprese cinesi è rappresentato dalla joint venture tra Ford e CATL per la costruzione di uno stabilimento di produzione di batterie in Michigan. Ford aveva annunciato un investimento iniziale di circa 3,5 miliardi di dollari, con l'obiettivo di sfruttare la tecnologia LFP di CATL per accelerare la propria transizione verso la mobilità elettrica e beneficiare contestualmente dei crediti fiscali previsti dall'*Inflation Reduction Act* statunitense. Il progetto fu tuttavia oggetto di forti critiche da parte di esponenti politici americani, tra cui l'allora Vicepresidente della Commissione di Intelligence del Senato Marco Rubio, che espresse preoccupazioni in merito ai potenziali rischi geopolitici e di sicurezza nazionale legati alla presenza di tecnologie cinesi nella supply chain delle batterie negli Stati Uniti. A seguito di tali pressioni, Ford fu costretta nel 2023 a ridimensionare significativamente i termini dell'accordo: nella sua

configurazione finale, il progetto prevede una concessione in licenza da parte di CATL, con la proprietà dell'impianto che rimane in capo a Ford. Il caso illustra con chiarezza come le collaborazioni tra legacy players occidentali e produttori cinesi non espongano le imprese esclusivamente a rischi di dipendenza tecnologica, ma generino vulnerabilità di natura geopolitica capaci di compromettere investimenti strategici già avviati, traducendo il rischio di transizione in perdite economiche concrete e in una riduzione della flessibilità strategica difficilmente recuperabile nel breve periodo.

Molte delle nuove automobili commercializzate dai legacy players nel mercato cinese incorporano oggi una quota significativa di componentistica, software e tecnologie sviluppate da imprese locali. In diversi casi, il contributo cinese non riguarda più esclusivamente attività manifatturiere a basso valore aggiunto, ma interessa componenti strategiche centrali nella competitività dei nuovi veicoli elettrici, implicando una progressiva ridefinizione della catena del valore globale del settore. Da un lato tali partnership consentono ai legacy players di mantenere una presenza competitiva in un mercato altamente dinamico; dall'altro aumentano la dipendenza da tecnologie e capacità produttive esterne, riducendo l'autonomia industriale delle imprese occidentali.

Tale fenomeno assume rilevanza particolare considerando il ruolo dominante della Cina in numerosi segmenti strategici della supply chain globale. Il Paese controlla quote significative della produzione e raffinazione di materiali critici per batterie, oltre a detenere una posizione centrale nella produzione di accumulatori elettrici e componentistica elettronica: la crescente elettrificazione del settore tende quindi ad

accrescere la vulnerabilità delle imprese occidentali rispetto a possibili tensioni geopolitiche, restrizioni commerciali o interruzioni della supply chain.

La leadership cinese non può tuttavia essere ricondotta esclusivamente al controllo delle materie prime. Se nella fase iniziale della transizione tale disponibilità ha rappresentato un vantaggio rilevante, oggi il predominio cinese deriva soprattutto dalla combinazione tra economie di scala, integrazione verticale della filiera, know-how produttivo, sostegno pubblico e presenza di un mercato domestico di grandi dimensioni. In altri termini, la Cina non controlla soltanto input critici della produzione, ma ha sviluppato un ecosistema industriale capace di trasformare tali risorse in capacità tecnologica, riduzione dei costi e vantaggio competitivo sistemico.

Sul piano reputazionale, il crescente utilizzo di componentistica cinese all'interno di veicoli commercializzati con marchi occidentali tende a ridurre la distinzione percepita tra produttori tradizionali e nuovi entranti. Il rapporto tra legacy players e imprese cinesi appare sempre meno configurabile come una semplice relazione tra brand globali e fornitori manifatturieri, assumendo invece i caratteri di una redistribuzione del potere industriale e tecnologico all'interno del settore. La Cina si configura ormai come co-protagonista nello sviluppo delle architetture tecnologiche che definiranno la mobilità del futuro, non più semplice fornitore manifatturiero, ma attore con crescente potere negoziale e industriale nella catena del valore globale.

2.3.4 Le implicazioni economiche e sociali della crisi dei legacy players

La ridefinizione degli equilibri competitivi nel settore automotive genera conseguenze rilevanti non solo sul piano industriale e tecnologico, ma anche sotto il profilo economico e sociale. La difficoltà incontrata da numerosi legacy players nell'adattarsi alla transizione elettrica e digitale sta determinando una trasformazione dell'intero ecosistema produttivo automobilistico, con effetti significativi su occupazione, filiere industriali e stabilità economica di numerosi territori storicamente specializzati nella produzione automobilistica.

L'aspetto più rilevante riguarda l'elevata esposizione occupazionale del settore. L'industria automotive presenta un forte effetto moltiplicativo sull'economia reale: ogni posto di lavoro diretto tende a generare numerose occupazioni indirette collegate a componentistica, logistica, distribuzione commerciale, manutenzione e servizi⁹. Le difficoltà economiche dei grandi produttori non rimangono quindi circoscritte alle singole imprese, ma producono effetti estesi sull'intero tessuto industriale e sociale dei Paesi coinvolti. Negli ultimi anni numerosi gruppi automotive hanno annunciato programmi di riduzione dei costi, chiusura di stabilimenti e ridimensionamento della forza lavoro nei mercati occidentali, strettamente collegati alle difficoltà di mantenere competitività in un contesto caratterizzato da elevati investimenti richiesti dalla transizione elettrica e dalla crescente pressione competitiva cinese.

⁹ Secondo diverse stime ACEA e moltiplicatori industriali del comparto automotive europeo, ogni posto di lavoro diretto nel settore può generare tra 3 e 5 occupati indiretti lungo la filiera produttiva e distributiva.

La transizione verso la mobilità elettrica modifica strutturalmente anche il fabbisogno occupazionale del settore. I veicoli elettrici richiedono una minore complessità meccanica rispetto alle automobili endotermiche, comportando una riduzione del numero di componenti necessari e una possibile contrazione della domanda di lavoro in alcune attività manifatturiere tradizionali. Cresce invece la necessità di competenze legate a software, elettronica, batterie e intelligenza artificiale applicata all'automotive, professionalità che molte imprese faticano ancora a reperire. Ne deriva un duplice fenomeno: il rischio di perdita occupazionale nelle attività tradizionali della filiera, accompagnato dall'emergere di una domanda di specializzazioni che il mercato del lavoro non riesce ancora ad assorbire con sufficiente rapidità. La transizione tecnologica assume quindi anche la dimensione di una transizione del capitale umano, imponendo profonde riconversioni organizzative e formative.

A ciò si aggiunge il peso crescente degli investimenti richiesti dalla trasformazione industriale. Le imprese automotive devono sostenere costi estremamente elevati per finanziare ricerca e sviluppo, piattaforme elettriche, gigafactory, software proprietari e nuove supply chain, accrescendo un livello di indebitamento già storicamente elevato. La complessità di tali investimenti è amplificata dall'incertezza che caratterizza il contesto contemporaneo: la costruzione di nuovi impianti richiede tempi lunghi, ma la rapidità con cui evolvono tecnologie, regolamentazione e preferenze dei consumatori rende difficile prevedere quali configurazioni tecnologiche domineranno il mercato nel medio-lungo

periodo, esponendo le imprese a significativi rischi strategici e finanziari su investimenti spesso irreversibili.

La crisi competitiva dei legacy players evidenzia così come la transizione ecologica nel settore automotive non rappresenti esclusivamente un cambiamento tecnologico, ma un processo di trasformazione strutturale capace di ridefinire rapporti industriali, assetti occupazionali e distribuzione del valore economico su scala globale. La capacità di adattamento strategico, innovazione tecnologica e riconversione organizzativa diventa pertanto una variabile determinante non solo per la sopravvivenza competitiva delle singole imprese, ma per la stabilità dei sistemi industriali nazionali.

L'analisi condotta evidenzia come la crisi dei legacy players non rappresenti un fenomeno congiunturale, ma una trasformazione strutturale destinata a ridefinire in modo duraturo gli equilibri competitivi, industriali e sociali del settore automotive globale. Il declino del vantaggio meccanico, l'erosione del brand nel mercato cinese, la crescente dipendenza tecnologica dalla filiera cinese e le implicazioni occupazionali delle ristrutturazioni industriali configurano un quadro di trasformazione profonda, in cui la capacità di adattamento strategico rappresenta la variabile più critica per la sopravvivenza competitiva delle imprese.

Emerge con chiarezza come la transizione ecologica non si limiti a sostituire una tecnologia con un'altra, ma determini una redistribuzione del potere industriale e tecnologico su scala globale, con la Cina che consolida il proprio ruolo non solo come

principale mercato di sbocco, ma come epicentro dello sviluppo industriale e tecnologico della mobilità del futuro.

Le implicazioni di tale trasformazione investono infine una dimensione che va oltre la singola impresa: la crisi dei legacy players rischia di produrre effetti sistemici su interi tessuti industriali nazionali, mettendo a rischio occupazione, filiere produttive e modelli di sviluppo economico costruiti attorno alla manifattura automobilistica. È in tale contesto che i fattori ESG, la regolamentazione climatica e le scelte tecnologiche analizzate nei paragrafi successivi assumono il loro pieno significato strategico, non come vincoli esterni imposti alle imprese, ma come variabili che ridisegnano attivamente i confini della competitività nel settore automotive contemporaneo.

2.4 – La transizione ecologica come rischio strutturale: ESG, pressione regolatoria e allocazione del capitale nel settore automotive

Il settore automotive rappresenta uno degli ambiti industriali maggiormente interessati dalla crescente integrazione dei fattori ESG nei processi decisionali economici, finanziari e industriali. La centralità del comparto rispetto alle emissioni globali, l'elevata dipendenza storica dai combustibili fossili e il forte impatto ambientale associato all'intero ciclo di vita del veicolo hanno reso l'industria automobilistica uno dei principali destinatari delle politiche di transizione ecologica. I fattori ESG non incidono esclusivamente sulla dimensione reputazionale delle imprese, ma modificano in modo

strutturale modelli produttivi, strategie industriali e processi di allocazione del capitale, assumendo una funzione sempre più strettamente collegata alla gestione del rischio.

Nel settore automotive, il rischio di transizione (già analizzato nel quadro teorico del Capitolo 1) assume una natura particolarmente intensa e multidimensionale, in ragione dell'elevata esposizione del comparto alle politiche di decarbonizzazione. L'Accordo di Parigi ha rappresentato uno dei principali punti di origine dell'attuale pressione normativa, contribuendo a rafforzare l'intervento regolatorio verso standard emissivi sempre più stringenti. L'Unione Europea ha assunto un ruolo particolarmente rilevante in tale processo: l'evoluzione degli standard emissivi, dalle normative Euro 1 fino alle più recenti regolamentazioni Euro 7, evidenzia il crescente orientamento delle politiche europee verso la decarbonizzazione complessiva della mobilità, con target di riduzione delle emissioni medie delle nuove autovetture che stanno accelerando la riconversione industriale delle imprese automobilistiche.

Figura 2.6 – Evoluzione degli standard europei sulle emissioni autoveicolari: da Euro 1 a Euro 7 (1993-2026)

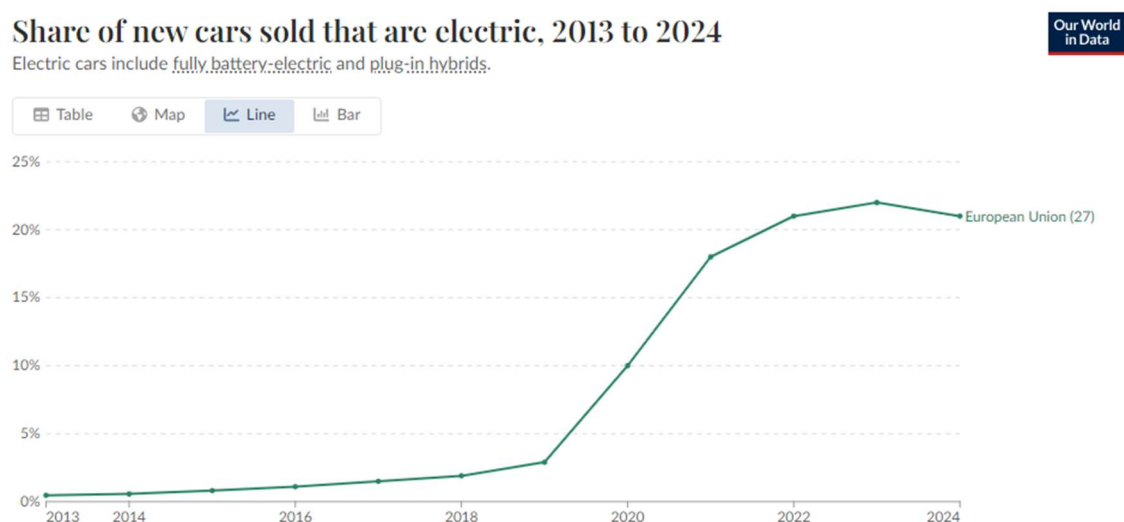


Fonte – Elaborazione propria su dati Commissione Europea

La timeline (figura 2.6) illustra il percorso normativo europeo in materia di emissioni autoveicolari, dalla prima direttiva Euro 1 del 1993 fino al regolamento Euro 7 previsto per il 2026. Il percorso evidenzia un progressivo inasprimento dei limiti emissivi e un ampliamento del perimetro di controllo: dalle prime restrizioni sugli agenti inquinanti tradizionali (monossido di carbonio, idrocarburi incombusti e ossidi di azoto) fino all'introduzione con Euro 7 dei primi limiti sulle emissioni non allo scarico, quali il particolato generato dall'usura di freni e pneumatici, e di requisiti specifici per la durata

e le prestazioni delle batterie nei veicoli elettrici. La cadenza temporale delle normative evidenzia un'accelerazione significativa nell'ultimo decennio, con l'introduzione di procedure di omologazione sempre più severe (WLTP e RDE) e l'estensione del monitoraggio all'intera vita utile del veicolo. Tale evoluzione configura una pressione regolatoria strutturale e crescente sul settore automotive, che impone alle imprese non solo adeguamenti tecnici puntuali, ma una riconfigurazione strategica dell'intera filiera produttiva in chiave di decarbonizzazione. La figura 2.7 illustra, invece, la penetrazione dei veicoli elettrici, comprensivi di BEV e PHEV, sul totale delle nuove auto vendute nell'Unione Europea tra il 2013 e il 2024. La dinamica evidenzia tre fasi distinte. Una prima fase di stagnazione tra il 2013 e il 2019, con quote rimaste inferiori al 3%, riflette l'assenza di incentivi regolatori sufficienti a modificare strutturalmente le preferenze di mercato. Il punto di flesso si registra nel 2020, quando la quota balza al 10% in corrispondenza dell'introduzione di target emissivi più stringenti, confermando il ruolo determinante della regolamentazione come driver primario della transizione. La crescita prosegue rapidamente negli anni successivi, raggiungendo il picco del 22% circa nel 2023. La leggera flessione registrata nel 2024, con la quota che si attesta intorno al 21%, riflette in parte la riduzione degli incentivi statali in alcuni Paesi membri, tra cui la Germania, evidenziando come la domanda di veicoli elettrici rimanga ancora parzialmente dipendente dal sostegno pubblico.

Figura 2.7 – Quota di mercato dei veicoli elettrici sul totale delle nuove immatricolazioni nell'Unione Europea (2013-2024)



Fonte: Our World in Data su dati IEA - Global EV Outlook (2024)

L'analisi evidenzia come la transizione del mercato automotive non dipenda soltanto dalla disponibilità tecnologica dei veicoli elettrici, ma dall'esistenza di un ecosistema abilitante composto da infrastrutture di ricarica, incentivi all'acquisto, costo dell'energia e stabilità delle politiche pubbliche. La transizione elettrica non può essere interpretata come un processo esclusivamente guidato dal mercato, bensì deve essere accompagnata da un sostegno governativo in termini di incentivi, infrastrutture e politiche industriali coordinate. Tale dinamica rafforza l'analisi sviluppata nel presente paragrafo: la velocità della trasformazione del mercato dipende in misura significativa dall'intensità e dalla continuità dell'intervento regolatorio.

Il rischio di transizione non riguarda esclusivamente il rispetto formale della regolamentazione ambientale, ma coinvolge l'intera sostenibilità economica e competitiva dei modelli industriali tradizionali. La crescente pressione normativa può determinare svalutazione degli investimenti legati alle tecnologie obsolete, perdita di competitività e necessità di profonde riorganizzazioni strategiche, con implicazioni particolarmente rilevanti per i produttori storicamente specializzati nelle motorizzazioni endotermiche. La trasformazione industriale richiesta dalla transizione elettrica implica investimenti estremamente elevati in ricerca e sviluppo, infrastrutture e riconversione della supply chain, rendendo il ruolo delle politiche pubbliche particolarmente rilevante nelle fasi iniziali della transizione, quando i costi di adeguamento precedono i benefici derivanti dalla maturazione tecnologica e dalle economie di scala.

In questo senso, la transizione elettrica non può essere interpretata come un processo esclusivamente guidato dal mercato, ma richiede un forte coordinamento tra imprese, istituzioni pubbliche e sistema finanziario. La presenza di incentivi alla domanda, investimenti infrastrutturali, sostegno alla produzione locale di batterie e politiche industriali coerenti può infatti ridurre il rischio di transizione per le imprese, facilitando il raggiungimento delle economie di scala necessarie alla competitività di lungo periodo. Sul versante positivo, la progressiva riduzione dei costi delle batterie sta modificando gli equilibri economici tra motorizzazioni tradizionali e veicoli elettrici. In diversi segmenti di mercato, i veicoli elettrici si stanno avvicinando, e in alcuni casi iniziando a superare, la competitività economica delle tecnologie a combustione interna, contribuendo a

trasformare la sostenibilità da mero vincolo regolatorio a potenziale fonte di vantaggio competitivo nel lungo periodo.

La crescente attenzione degli investitori verso i fattori ESG sta modificando i processi di allocazione del capitale nel settore automotive. Le imprese automobilistiche vengono valutate non solo sulla base delle performance economico-finanziarie tradizionali, ma anche in funzione della capacità di gestire la transizione climatica e sviluppare strategie coerenti con gli obiettivi di sostenibilità. La capacità di dimostrare un'effettiva evoluzione verso modelli produttivi sostenibili influenza l'accesso ai finanziamenti e il costo del capitale, dinamiche già illustrate nel Capitolo 1 in relazione al WACC e al ruolo degli investitori istituzionali, che trovano nel settore automotive una delle loro applicazioni più concrete. La Tassonomia Europea incide su tali dinamiche classificando le attività economiche sostenibili e favorendo le imprese più allineate agli obiettivi climatici europei. Sul versante della rendicontazione, l'applicazione della CSRD e degli standard ESRS impone una maggiore trasparenza riguardo emissioni, strategie climatiche e rischi legati alla transizione ecologica, trasformando il reporting ESG da strumento comunicativo a componente strutturale dei sistemi di controllo e gestione del rischio aziendale.

La pressione ESG interessa con crescente intensità anche la dimensione produttiva e logistica. La sostenibilità nel settore non riguarda esclusivamente il prodotto finale, ma coinvolge l'intera organizzazione industriale lungo tutte le fasi del ciclo produttivo. Gli impianti di produzione presentano tradizionalmente elevati consumi energetici e idrici,

nelle attività di lavorazione metallurgica, verniciatura e assemblaggio in particolare, spingendo le imprese a investire in efficienza energetica, fonti rinnovabili e modelli di economia circolare. Su questo fronte si colloca lo sviluppo di modelli di smart factory, basati su automazione avanzata e digitalizzazione dei processi produttivi, che consentono di ottimizzare i flussi energetici riducendo l'impatto ambientale degli stabilimenti. Analoga revisione interessa la logistica: la gestione dei trasporti e delle attività distributive viene orientata verso la riduzione delle emissioni attraverso elettrificazione delle flotte e ottimizzazione delle reti di approvvigionamento, con benefici che si estendono dall'efficienza operativa alla riduzione dei rischi industriali nel lungo periodo. La dimensione della supply chain rappresenta tuttavia l'ambito di maggiore complessità e rilevanza strategica. Le case automobilistiche sono chiamate a monitorare gli impatti ambientali e sociali generati lungo l'intera catena del valore, trasferendo requisiti ESG ai propri fornitori in termini di tracciabilità delle materie prime, condizioni di lavoro, approvvigionamento responsabile e gestione dei rischi geopolitici. Tale esigenza assume un'importanza crescente alla luce di recenti evidenze empiriche: secondo diverse edizioni del Global EV Outlook dell'IEA (edizioni 2021–2024), tra il 60% e l'80% delle emissioni complessive associate alla produzione di veicoli elettrici è riconducibile alla supply chain upstream, con particolare riferimento alla produzione di batterie, materiali critici e componentistica elettronica, evidenziando come la sostenibilità del prodotto finale non dipenda esclusivamente dalle attività del produttore automobilistico, ma dall'intero ecosistema industriale coinvolto nella realizzazione del veicolo. Ne deriva che la

governance ESG della supply chain non rappresenta più una variabile accessoria, ma una condizione strutturale per la credibilità e la competitività delle strategie di sostenibilità nel settore automotive.

In tale scenario, il rischio reputazionale assume rilevanza crescente: le imprese automotive sono esposte a pressioni da parte di consumatori, investitori e istituzioni affinché dimostrino coerenza tra dichiarazioni di sostenibilità e reali trasformazioni industriali. Il rischio di greenwashing risulta particolarmente elevato in ragione della forte esposizione mediatica della transizione ecologica nel settore, rendendo la credibilità delle strategie ESG un asset competitivo sempre più difficilmente separabile dalla solidità industriale sottostante.

Nel complesso, l'integrazione dei fattori ESG e della regolamentazione climatica nel settore automotive sta producendo una trasformazione che coinvolge modelli di business, governance, catene di approvvigionamento, strutture produttive e rapporti competitivi globali. La capacità delle imprese di adattarsi efficacemente ai nuovi vincoli ambientali e alle pressioni ESG rappresenta un fattore determinante per la competitività nel lungo periodo, e costituisce il presupposto necessario per comprendere le scelte tecnologiche e strategiche analizzate nei paragrafi successivi.

2.5 – Tecnologie e strategie per la transizione verso la mobilità sostenibile

La transizione ecologica del settore automotive non si esaurisce nella dimensione normativa o competitiva analizzata nei paragrafi precedenti, ma trova la propria sostanza concreta nelle tecnologie che ne definiscono le traiettorie industriali. Comprendere quali architetture di propulsione e quali sistemi di accumulo energetico stiano emergendo come dominanti, quali criticità ne limitino la diffusione e quali strategie le imprese stiano adottando per navigare tale trasformazione rappresenta una condizione necessaria per interpretare gli equilibri competitivi del settore automotive contemporaneo.

Di seguito si analizzerà la dimensione tecnologica della transizione lungo tre direttrici principali. La prima riguarda le tecnologie di propulsione oggi disponibili (motori a combustione interna, veicoli elettrici a batteria, ibridi e veicoli a idrogeno) esaminandone caratteristiche, vantaggi, criticità e posizionamento competitivo nel contesto della mobilità sostenibile. La seconda si concentra sui sistemi di accumulo energetico, componente tecnologica ed economica centrale nell'intera filiera elettrica: dall'analisi del ruolo strategico della batteria alle principali architetture chimiche disponibili, fino al caso di CATL come emblema della ridefinizione degli equilibri industriali globali nella filiera delle batterie. La terza esamina i limiti e le criticità strutturali della transizione tecnologica, con particolare attenzione alla complessità gestionale dei legacy players, all'incertezza tecnologica e alla dipendenza dalle politiche pubbliche.

2.5.1 Le architetture di propulsione nella transizione ecologica: ICE, BEV, ibridi e idrogeno a confronto

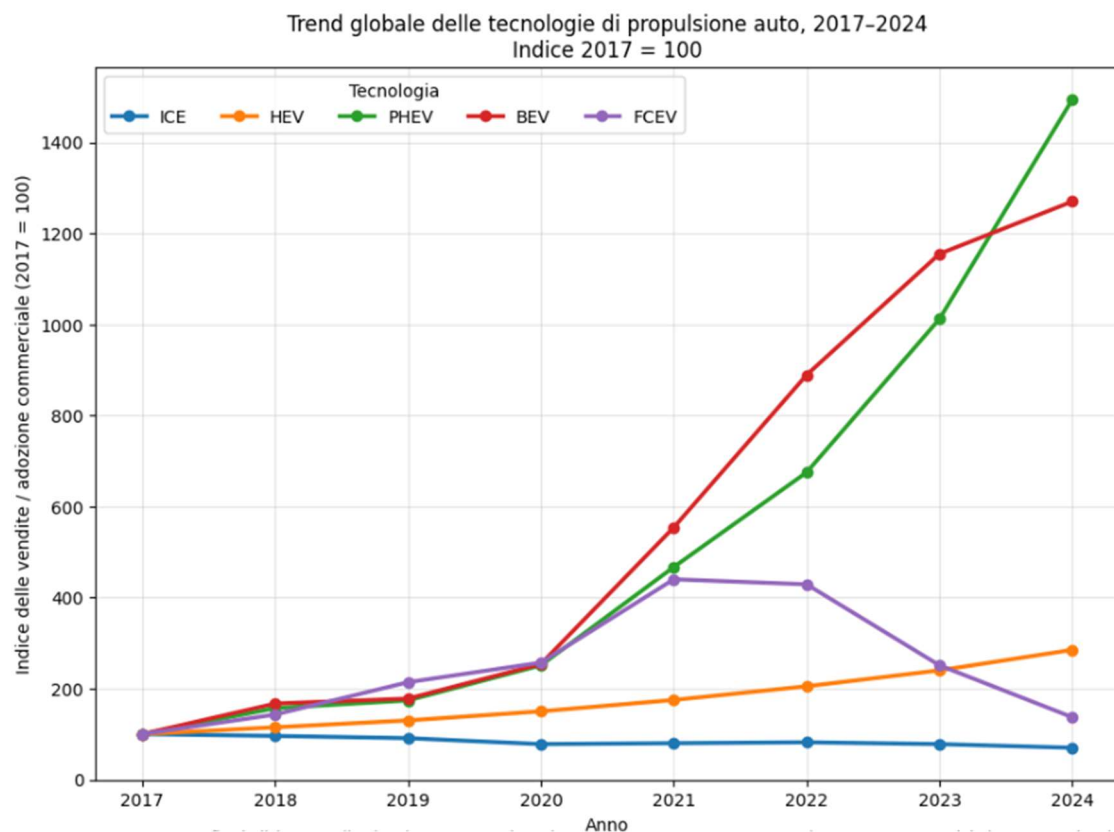
Nel contesto della transizione ecologica del settore automotive, le tecnologie di propulsione rappresentano uno degli elementi centrali nella ridefinizione dei modelli industriali, delle strategie competitive e delle prospettive evolutive del comparto. La necessità di ridurre le emissioni climalteranti, unita all'evoluzione della regolamentazione ambientale e allo sviluppo di nuove tecnologie energetiche, ha determinato una crescente diversificazione delle architetture di propulsione presenti sul mercato automobilistico contemporaneo.

Accanto ai tradizionali veicoli con motore a combustione interna (Internal Combustion Engine, ICE), si sono affermate differenti configurazioni di mobilità elettrificata, veicoli elettrici a batteria (Battery Electric Vehicle, BEV), veicoli ibridi (Hybrid Electric Vehicle, HEV) e veicoli alimentati a idrogeno (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV), che non rappresentano esclusivamente differenti modalità di trazione, ma configurano modelli industriali, esigenze infrastrutturali e catene del valore profondamente differenti, con implicazioni rilevanti sul piano competitivo e strategico.

La figura 2.8 evidenzia come il mercato automotive globale non stia attraversando una transizione lineare da ICE a BEV, ma si stia muovendo verso un mix tecnologico più articolato. I veicoli a combustione interna, pur mantenendo una posizione dominante in

termini assoluti, mostrano una traiettoria discendente: secondo IEA, le vendite globali di auto ICE hanno raggiunto il picco nel 2017 e sono diminuite di circa il 30% entro il 2024. BEV e PHEV mostrano le traiettorie di crescita più marcate, con i veicoli elettrici puri che si affermano come principale driver strutturale della trasformazione. Gli HEV svolgono una funzione di tecnologia-ponte, mentre i FCEV restano sostanzialmente marginali, confermando le criticità di diffusione che verranno descritte nel testo.

Figura 2.8 – Evoluzione delle vendite globali di autoveicoli per tecnologia di propulsione (2017-2024, indice 2017=100)



Fonte – Elaborazione propria su dati IEA (Global EV Outlook 2024, 2025), BloombergNEF (2025), EV Volumes (2018-2025), ACEA (2024) e IEA AFC TCP (2024). *Nota metodologica: il grafico rappresenta un indice di tendenza con base 2017=100. Non misura i volumi assoluti, ma l'evoluzione relativa delle principali tecnologie di propulsione, consentendo di rendere comparabili tecnologie con scale di mercato profondamente diverse. Al fine di garantire la massima accuratezza statistica, la ricostruzione dei trend di mercato è stata effettuata incrociando i database istituzionali della International Energy Agency (IEA) e dell'ACEA con i dati di mercato forniti dai principali osservatori indipendenti del settore, quali BloombergNEF e EV Volumes. Tale approccio comparativo ha permesso di isolare con precisione la crescita delle diverse tipologie di propulsione, minimizzando le discrepanze regionali nelle definizioni di veicolo elettrificato. Inoltre, si è deciso di analizzare l'andamento separato di HEV (quali veicoli ibridi non plug-in) e PHEV (quali veicoli ibridi plug-in).*

I veicoli con motore a combustione interna costituiscono ancora oggi la configurazione dominante del mercato globale. La loro diffusione storica deriva da un insieme di fattori consolidati nel corso di oltre un secolo di sviluppo industriale: elevata maturità tecnologica, infrastrutture di rifornimento capillari, processi produttivi ottimizzati ed economie di scala estremamente avanzate. L'evoluzione normativa ha imposto l'introduzione di sistemi sempre più sofisticati per il controllo delle emissioni (filtri antiparticolato, sistemi SCR, valvole EGR e dispositivi elettronici di gestione avanzata del motore) consentendo una significativa riduzione delle emissioni locali e dei consumi, ma incrementando contestualmente la complessità tecnica dei propulsori, i costi di manutenzione, i rischi operativi e la frequenza dei richiami di prodotto.

Come già evidenziato nel paragrafo precedente, il motore endotermico si colloca oggi in una fase di relativa maturità tecnologica, con miglioramenti prevalentemente incrementali in termini di efficienza termica e ottimizzazione delle emissioni. Tale asimmetria rispetto alle tecnologie elettriche, ancora in rapida evoluzione, contribuisce a ridefinire le fonti del vantaggio competitivo nel settore, spostando progressivamente il centro gravitazionale dell'innovazione verso batterie, software e integrazione digitale.

I veicoli elettrici a batteria rappresentano il principale vettore di innovazione del settore automotive contemporaneo. I BEV sono caratterizzati da un sistema di propulsione interamente elettrico, nel quale la trazione è affidata a uno o più motori elettrici alimentati da batterie ricaricabili. A differenza dei veicoli ICE, non dispongono di motore termico, cambio tradizionale o serbatoio di carburante, configurandosi come architetture meccanicamente più semplici ma tecnologicamente più integrate. La centralità dei veicoli elettrici non deriva esclusivamente dalla riduzione delle emissioni allo scarico, ma anche dalla loro natura fortemente digitale: software, elettronica di bordo, connettività e gestione intelligente dell'energia assumono una funzione centrale nella definizione del valore competitivo del prodotto, trasformando aggiornamenti over-the-air, sistemi avanzati di assistenza alla guida e gestione dinamica della batteria in elementi strategici dell'intero veicolo.

Tale evoluzione modifica profondamente anche la struttura del rischio industriale. Se nelle architetture tradizionali il rischio era prevalentemente legato alla meccanica, nelle piattaforme elettriche assumono crescente rilevanza problematiche software,

vulnerabilità informatiche e cybersecurity. Un malfunzionamento digitale può compromettere funzionalità essenziali del veicolo, generando recall, danni reputazionali e rischi operativi significativamente differenti rispetto al passato.

Sul piano energetico, i veicoli elettrici presentano livelli di efficienza notevolmente superiori rispetto alle motorizzazioni tradizionali, poiché i motori elettrici trasformano in movimento una quota significativamente maggiore dell'energia disponibile, riducendo le dispersioni sotto forma di calore e attrito. A ciò si aggiunge la presenza di sistemi di frenata rigenerativa, che consentono di recuperare parte dell'energia cinetica durante le fasi di decelerazione, migliorando ulteriormente l'efficienza complessiva del sistema¹⁰.

L'elettrificazione presenta tuttavia anche criticità rilevanti. Tra le principali emergono l'autonomia ancora inferiore rispetto ai veicoli tradizionali in alcune condizioni di utilizzo, i tempi di ricarica, la dipendenza dalla disponibilità di infrastrutture dedicate e il costo delle batterie, che continua a rappresentare la componente economicamente più rilevante del veicolo. Anche il peso delle batterie costituisce un elemento di attenzione, poiché tende ad aumentare la massa complessiva del veicolo, incidendo sull'usura degli pneumatici e sui consumi energetici, sebbene tale problematica stia riducendosi grazie all'evoluzione delle tecnologie di accumulo e all'ottimizzazione delle piattaforme elettriche¹¹.

¹⁰ La frenata rigenerativa consente inoltre la cosiddetta modalità di guida "one pedal driving", nella quale il rilascio dell'acceleratore produce automaticamente la decelerazione del veicolo, riducendo la necessità di utilizzo del pedale del freno.

¹¹ Alcuni modelli elettrici di nuova generazione presentano già masse complessive inferiori rispetto a determinati veicoli endotermici appartenenti alla medesima categoria, evidenziando il rapido miglioramento delle tecnologie di accumulo e delle architetture produttive.

Le tecnologie ibride rappresentano una soluzione intermedia tra propulsione tradizionale ed elettrificazione completa, combinando motore termico e motore elettrico secondo differenti configurazioni tecniche. Le configurazioni Mild Hybrid (MHEV) utilizzano il motore elettrico esclusivamente come supporto ausiliario alla trazione tradizionale, senza mai sostituirsi completamente al propulsore termico. Le Full Hybrid (FHEV) consentono una limitata circolazione in modalità elettrica grazie alla maggiore integrazione tra le due motorizzazioni. Le Plug-in Hybrid (PHEV), infine, dispongono di batterie di capacità superiore ricaricabili esternamente, offrendo autonomie elettriche significativamente più elevate.

Le tecnologie ibride risultano particolarmente diffuse tra i legacy players, poiché consentono di mantenere una struttura produttiva relativamente vicina a quella delle piattaforme endotermiche tradizionali, riducendo nel breve periodo la necessità di riconversioni radicali degli impianti industriali. Tuttavia, tale configurazione presenta limiti strategici di lungo periodo: le architetture ibride tendono a essere considerate da molti governi e organismi regolatori come tecnologie di transizione, non pienamente coerenti con gli obiettivi finali di neutralità climatica. Un'eccessiva focalizzazione su tali tecnologie potrebbe quindi rallentare lo sviluppo di competenze, economie di scala e capacità produttive necessarie per competere nel mercato dei veicoli completamente elettrici, favorendo quei produttori che hanno investito in modo più deciso nell'elettrificazione pura.

I veicoli a idrogeno (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) utilizzano celle a combustibile per produrre elettricità combinando idrogeno e ossigeno, generando come emissione diretta esclusivamente vapore acqueo. Sul piano teorico, l'idrogeno presenta caratteristiche interessanti: tempi di rifornimento ridotti, elevata autonomia e assenza di emissioni locali. La sua diffusione nel settore automotive è rimasta tuttavia fortemente limitata. Le principali criticità riguardano l'elevato costo delle infrastrutture, la scarsa capillarità delle stazioni di rifornimento e soprattutto la bassa efficienza energetica complessiva del processo, che richiede ingenti quantità di energia per produrre¹², trasportare, comprimere e successivamente convertire l'idrogeno in elettricità utilizzabile dal veicolo.

L'esperienza dell'idrogeno evidenzia l'importanza strategica delle infrastrutture nella diffusione delle tecnologie di propulsione. L'assenza di una rete di rifornimento sufficientemente sviluppata ha limitato fortemente l'adozione commerciale dei FCEV¹³, generando una spirale negativa tra domanda insufficiente e scarsità degli investimenti infrastrutturali. La figura 2.9 mostra una sintesi delle principali tecnologie di propulsione automotive a confronto.

¹² Le principali modalità di produzione dell'idrogeno si distinguono in idrogeno grigio (maggiormente diffuso), prodotto tramite combustibili fossili, idrogeno blu, ottenuto attraverso cattura e stoccaggio della CO₂, e idrogeno verde, prodotto mediante energia rinnovabile e considerato la soluzione più sostenibile sotto il profilo ambientale.

¹³ In diversi Paesi, alcune stazioni di rifornimento a idrogeno sono state progressivamente chiuse a causa della domanda limitata, aumentando ulteriormente le difficoltà operative per gli utilizzatori di tali veicoli.

Figura 2.9 – Schema comparativo delle principali tecnologie di propulsione automotive

Dimensione di confronto	ICE	HEV	PHEV	BEV	FCEV
Fonte energetica	Benzina/Diesel	Combustione + elettrico	Combustione + elettrico ricaricabile	Batteria elettrica	Idrogeno
Emissioni locali	Elevate	Ridotte	Ridotte/variabili	Assenti	Assenti
Efficienza energetica	Media ● ● ● ○ ○	Medio-alta ● ● ● ● ○	Alta ● ● ● ● ○	Molto alta ● ● ● ● ●	Media ● ● ● ● ○
Complessità meccanica	Molto elevata ● ● ● ● ●	Elevata ● ● ● ● ○	Molto elevata ● ● ● ● ●	Ridotta ● ○ ○ ○ ○	Elevata ● ● ● ● ○
Complessità software/elettronica	Media ● ● ● ○ ○	Alta ● ● ● ● ○	Alta ● ● ● ● ○	Molto alta ● ● ● ● ●	Molto alta ● ● ● ● ●
Autonomia media	Molto elevata ● ● ● ● ●	Elevata ● ● ● ● ○	Elevata ● ● ● ● ○	Media ● ● ● ○ ○	Molto elevata ● ● ● ● ●
Tempo rifornimento/ricarica	3–5 min	3–5 min	5 min + ricarica	20 min – diverse ore	3–5 min
Infrastruttura disponibile	Molto capillare ■ ■ ■ ■ ■	Molto capillare ■ ■ ■ ■ ■	Capillare ■ ■ ■ ■ □	In espansione ■ ■ ■ ■ □	Molto limitata ■ □ □ □ □
Maturità tecnologica	Molto elevata ■ ■ ■ ■ ■	Elevata ■ ■ ■ ■ □	Elevata ■ ■ ■ ■ □	Media-alta ■ ■ ■ ■ □	Limitata ■ □ □ □ □
Costi industriali	Consolidati	Elevati	Molto elevati	Elevati	Molto elevati
Costi manutenzione	Medio-alti	Medi	Elevati	Ridotti	Elevati
Dipendenza da materie critiche	Limitata ● ○ ○ ○ ○	Media ● ● ● ○ ○	Alta ● ● ● ● ○	Molto alta ● ● ● ● ●	Alta ● ● ● ● ○
Potenziale di lungo periodo	In declino normativo ■ ■ ■ ■ ■	Transitorio ■ ■ ■ ■ □	Transitorio ■ ■ ■ ■ □	Dominante ■ ■ ■ ■ ■	Incerto ■ □ □ □ □

Fonte – Elaborazione propria

Nel complesso, l'analisi delle tecnologie di propulsione evidenzia come la transizione ecologica del settore automotive non consista nella semplice sostituzione di una motorizzazione con un'altra, ma rappresenti una trasformazione strutturale che ridefinisce architetture industriali, modelli di business, competenze tecnologiche e infrastrutture. Le implicazioni strategiche di tale trasformazione dipendono in misura significativa dalla capacità delle imprese di anticipare le traiettorie tecnologiche dominanti e di allocare le risorse in modo coerente con le dinamiche competitive emergenti, un tema che il paragrafo successivo approfondisce analizzando i sistemi di accumulo energetico come componente critica dell'intera filiera elettrica.

2.5.2 I sistemi di accumulo energetico tra tecnologia, costi e ridefinizione delle catene del valore globali

Tra le componenti tecnologiche che definiscono la traiettoria della transizione ecologica nel settore automotive, i sistemi di accumulo energetico occupano una posizione di centralità assoluta. La batteria non rappresenta semplicemente uno dei numerosi elementi che compongono il veicolo elettrico, ma il fulcro attorno al quale si ridefiniscono costi industriali, vantaggio competitivo, catene globali del valore e equilibri geopolitici dell'intera filiera. Comprenderne le caratteristiche tecnologiche, le dinamiche economiche e le implicazioni strategiche è condizione necessaria per interpretare le trasformazioni in atto nel settore automotive contemporaneo.

Di seguito si analizzano i sistemi di accumulo energetico lungo tre direttrici principali. La prima riguarda il ruolo critico della batteria come componente economica e strategica del veicolo elettrico, con particolare attenzione all'evoluzione dei costi e alle implicazioni geopolitiche della filiera. La seconda esamina le principali architetture tecnologiche di accumulo oggi disponibili (NMC, LFP, sodio e stato solido) evidenziandone caratteristiche, vantaggi, criticità e posizionamento competitivo. La terza analizza il caso di CATL come esempio emblematico della ridefinizione degli equilibri industriali globali nella filiera delle batterie, illustrando come la leadership tecnologica e produttiva in questo segmento stia diventando uno dei principali fattori di competizione nella mobilità sostenibile contemporanea.

Per quanto riguarda il primo punto, nel contesto della transizione ecologica del settore automotive, i sistemi di accumulo energetico rappresentano uno degli elementi tecnologici più critici e strategici dell'intera trasformazione industriale. Nei veicoli elettrici a batteria, la batteria non costituisce semplicemente un componente del sistema di propulsione, ma ne rappresenta il fulcro tecnologico, economico e competitivo, influenzando direttamente autonomia, prestazioni, sicurezza, costo del veicolo e sostenibilità complessiva dell'intero ciclo produttivo.

A differenza del motore endotermico, che nel corso di oltre un secolo ha raggiunto elevati livelli di maturità tecnologica, le batterie si collocano ancora in una fase di sviluppo dinamico e rapido progresso innovativo. Tale caratteristica attribuisce ai sistemi di accumulo un ruolo centrale non solo nella definizione delle prestazioni tecniche dei

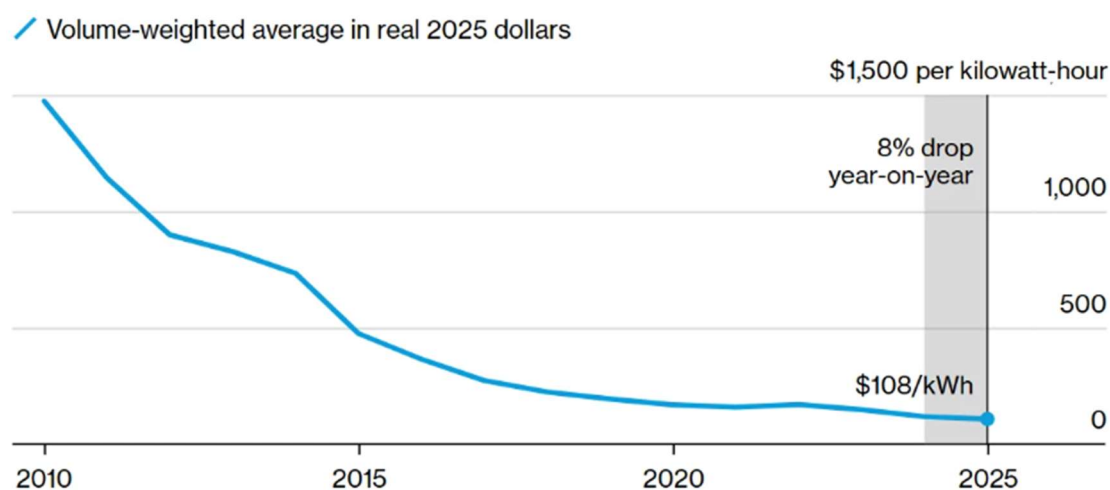
veicoli elettrici, ma anche nella ridefinizione dei rapporti competitivi globali tra imprese e sistemi industriali.

La centralità della batteria deriva innanzitutto dalla sua rilevanza economica all'interno del veicolo elettrico. Secondo le analisi di McKinsey & Company (2026) il pacco batteria rappresenta la componente più costosa di un BEV, incidendo mediamente per una quota compresa tra il 30% e il 40% del costo complessivo del veicolo. Ne consegue che il controllo delle tecnologie di accumulo energetico influenza direttamente la competitività economica dei produttori automobilistici, incidendo sulla capacità di ridurre i prezzi finali, aumentare i margini industriali e raggiungere economie di scala. La progressiva riduzione dei costi delle batterie osservata negli ultimi anni costituisce uno dei principali fattori che stanno accelerando la competitività dei veicoli elettrici rispetto alle motorizzazioni tradizionali. Secondo la 2025 Lithium-Ion Battery Price Survey di BloombergNEF, il costo medio dei pacchi batteria è diminuito di circa il 90% rispetto ai livelli del 2010, grazie all'aumento della capacità produttiva globale, alle economie di scala, all'ottimizzazione delle supply chain e all'evoluzione delle chimiche di accumulo energetico.

La figura 2.10 illustra la traiettoria di riduzione del costo medio ponderato per volume dei pacchi batteria agli ioni di litio nel periodo 2010-2025. La dinamica evidenzia due fasi distinte. Una prima fase di crollo accelerato tra il 2010 e il 2015, con costi che scendono da oltre 1.300 \$/kWh, riflette l'uscita dalla fase prototipale e un'innovazione tecnologica particolarmente intensa. Una seconda fase di progressiva stabilizzazione, caratterizzata

da una curva sempre più asintotica, porta i costi sotto la soglia dei 200 \$/kWh dopo il 2020, fino al valore di 108 \$/kWh registrato nel 2025, con un ulteriore calo dell'8% su base annua rispetto all'anno precedente. Tale dinamica, riconducibile alla cosiddetta curva di apprendimento tecnologico, ha implicazioni strategiche rilevanti: la soglia dei 100 \$/kWh è considerata dalla letteratura di settore il punto di parità di costo tra veicoli elettrici e termici in assenza di incentivi statali, condizione che renderebbe strutturalmente competitiva la mobilità elettrica indipendentemente dal sostegno pubblico. La deflazione tecnologica osservata giustifica, inoltre, la capacità di produttori come BYD di lanciare modelli a prezzi particolarmente aggressivi, generando pressioni significative sui margini dei legacy players europei e americani.

Figura 2.10 – Evoluzione del costo medio dei pacchi batteria agli ioni di litio (2010-2025)



Fonte – BloombergNEF, 2025 Lithium-Ion Battery Price Survey

Oltre alla dimensione economica, la batteria assume un ruolo centrale anche sotto il profilo strategico e geopolitico. La crescente elettrificazione del settore automotive ha trasferito una parte significativa del vantaggio competitivo dalla meccanica tradizionale verso la produzione di celle, materiali critici e tecnologie di accumulo, determinando una profonda ridefinizione delle supply chain globali e aumentando la rilevanza strategica di litio, nichel, cobalto, manganese, grafite e terre rare. La produzione delle batterie risulta oggi fortemente concentrata dal punto di vista geografico, con la Cina che detiene una posizione dominante lungo gran parte della filiera globale, non solo nella produzione finale delle celle, ma anche nella raffinazione delle materie prime, nella produzione dei componenti intermedi e nell'integrazione verticale della supply chain. Secondo il Global EV Outlook 2025 dell'IEA, oltre il 90% delle batterie prodotte globalmente è destinato al settore automotive, mentre la Cina concentra circa l'80% della capacità produttiva mondiale di celle agli ioni di litio.

La crescente dipendenza dalle batterie introduce nuovi profili di rischio per le imprese automotive. Le oscillazioni dei prezzi delle materie prime, la concentrazione geografica dell'offerta, le tensioni geopolitiche e il rapido progresso tecnologico possono influenzare significativamente costi industriali, investimenti e strategie produttive dei costruttori. La gestione della filiera delle batterie tende pertanto a configurarsi come una delle principali variabili strategiche nella transizione ecologica del comparto.

La sostenibilità delle batterie rappresenta un ulteriore elemento di complessità. Se da un lato i veicoli elettrici consentono una significativa riduzione delle emissioni operative, dall'altro la produzione delle batterie richiede elevati consumi energetici e l'utilizzo di materiali critici estratti attraverso processi spesso caratterizzati da rilevanti impatti ambientali e sociali. La sostenibilità della mobilità elettrica non dipende pertanto esclusivamente dall'assenza di emissioni allo scarico, ma dall'intero ciclo di vita del sistema di accumulo energetico. In tale prospettiva assumono crescente importanza tracciabilità delle materie prime, approvvigionamento responsabile, utilizzo di energia rinnovabile nei processi produttivi e sviluppo di modelli di economia circolare orientati al recupero dei materiali contenuti nelle batterie esauste. Secondo IEA (2024), i processi avanzati di riciclo consentono oggi di recuperare percentuali molto elevate di materiali strategici presenti nelle batterie agli ioni di litio (in alcuni casi superiori al 90% per elementi come nichel, cobalto e manganese) attribuendo al riciclo una funzione strategica rilevante nella riduzione della dipendenza dalle attività estrattive e nella mitigazione dei rischi associati alla scarsità delle materie prime critiche.

La crescente rilevanza strategica delle batterie sta favorendo nuove forme di integrazione verticale nel settore automotive, con numerosi produttori che investono direttamente nella produzione di celle, nello sviluppo di gigafactory e nell'approvvigionamento di materie prime per ridurre la dipendenza da fornitori esterni. Il mercato delle batterie si configura contestualmente come uno dei principali campi di competizione tecnologica del settore: le imprese investono nello sviluppo di nuove chimiche, nell'aumento della densità

energetica, nella riduzione dei tempi di ricarica e nel miglioramento della sicurezza, nella prospettiva di ottenere vantaggi competitivi rilevanti nel medio-lungo periodo.

Le batterie non rappresentano quindi un semplice componente tecnico del veicolo elettrico, ma il principale nodo industriale attorno al quale si stanno ridefinendo competitività, catene globali del valore, equilibri geopolitici e strategie industriali della mobilità sostenibile contemporanea.

In relazione alla seconda direttrice, l'evoluzione delle tecnologie di accumulo energetico rappresenta uno dei principali fattori di trasformazione del settore automotive contemporaneo. Le caratteristiche chimiche e progettuali delle batterie influenzano autonomia, sicurezza, costo, tempi di ricarica, durata operativa e posizionamento strategico dei veicoli elettrici, incidendo direttamente sulla competitività dei produttori automobilistici.

Nel corso degli ultimi due decenni, il mercato delle batterie per veicoli elettrici ha attraversato una rapida evoluzione tecnologica, caratterizzata dal progressivo superamento di alcune architetture e dall'affermazione di nuove chimiche in grado di offrire migliori prestazioni economiche ed energetiche. Tale dinamica evidenzia come il settore dei sistemi di accumulo si trovi ancora in una fase di forte innovazione, nella quale il vantaggio competitivo risulta strettamente collegato alla capacità di sviluppare tecnologie sempre più efficienti, sicure ed economicamente sostenibili.

Le prime applicazioni diffuse nel settore automotive elettrificato hanno utilizzato prevalentemente batterie Nickel-Metal Hydride (NiMH), impiegate soprattutto nei veicoli

ibridi di prima generazione. Tali batterie presentavano elevata affidabilità e buona durata operativa, ma risultavano caratterizzate da densità energetica limitata e peso elevato. La progressiva diffusione dei veicoli elettrici a batteria ha determinato il passaggio alle batterie agli ioni di litio, che hanno consentito un significativo miglioramento delle prestazioni grazie a maggiore densità energetica, riduzione del peso e incremento dell'autonomia.

All'interno della famiglia delle batterie agli ioni di litio si sono sviluppate differenti configurazioni chimiche, ciascuna caratterizzata da specifici vantaggi e criticità. Tra le principali assumono particolare rilevanza le batterie NMC (Nickel-Manganese-Cobalto) e le batterie LFP (Litio-Ferro-Fosfato), che rappresentano oggi le due architetture dominanti nel mercato globale dei veicoli elettrici.

Le batterie NMC si distinguono per l'elevata densità energetica, che consente autonomie superiori a parità di peso, rendendole particolarmente adatte ai segmenti premium e ai veicoli ad alte prestazioni, nei quali autonomia, potenza e leggerezza rappresentano elementi competitivi centrali. Tali vantaggi risultano tuttavia accompagnati da costi produttivi più elevati e da una maggiore complessità nella gestione termica: le batterie NMC richiedono l'utilizzo di materiali critici come nichel e cobalto, caratterizzati da volatilità dei prezzi, concentrazione geografica dell'offerta e rilevanti problematiche ambientali e geopolitiche associate alle attività estrattive.

Le batterie LFP hanno acquisito crescente rilevanza grazie a caratteristiche complementari. Più economiche, più stabili dal punto di vista termico e meno dipendenti

da materiali critici. Non richiedendo l'utilizzo di nichel e cobalto, hanno favorito una rapida diffusione nei segmenti orientati alla produzione di massa e ai veicoli di fascia medio-bassa. Le LFP presentano inoltre maggiore longevità operativa e migliore resistenza ai cicli di ricarica, risultando particolarmente adatte a utilizzi intensivi e flotte commerciali. Secondo il Global EV Outlook 2025 dell'IEA, le batterie LFP rappresentano oggi circa la metà della capacità produttiva globale di batterie per veicoli elettrici, evidenziando la crescente rilevanza di tale tecnologia nel mercato automotive contemporaneo. Il principale limite rimane la densità energetica inferiore rispetto alle NMC, che comporta autonomie più ridotte a parità di peso, motivo per cui le batterie NMC continuano a mantenere un ruolo predominante nel mercato premium, mentre le LFP tendono a essere maggiormente utilizzate nei veicoli orientati all'efficienza economica. Sul piano della sostenibilità ambientale, le LFP risultano generalmente più sostenibili rispetto alle NMC, sia per la minore dipendenza da materiali critici sia per la semplificazione di alcune fasi produttive¹⁴. L'attenzione dell'industria si sta orientando anche verso nuove tecnologie emergenti, tra cui batterie allo stato solido e batterie al sodio, considerate tra le principali possibili evoluzioni future dei sistemi di accumulo energetico. Le batterie allo stato solido sostituiscono l'elettrolita liquido presente nelle batterie tradizionali con materiali solidi, consentendo potenzialmente significativi

¹⁴ Come evidenziato dagli studi di Jo et al. (2025), la fase di calcinazione rappresenta lo stadio a maggiore intensità energetica nella produzione dei materiali catodici; in tale contesto, la precisione nella gestione termica risulta determinante sia per ottimizzare l'efficienza del processo produttivo sia per limitarne l'impatto ambientale. Ciò risulta un aspetto particolarmente rilevante nel confronto tra chimiche NMC e LFP.

miglioramenti in termini di densità energetica, sicurezza e velocità di ricarica. L'assenza di liquidi infiammabili riduce il rischio di incendio, mentre la maggiore densità energetica potrebbe consentire autonomie significativamente superiori rispetto alle tecnologie attuali, prospettiva particolarmente interessante nei segmenti premium, dove la combinazione di elevate prestazioni e riduzione del peso rappresenta un vantaggio competitivo rilevante. Nonostante il forte interesse industriale, le batterie allo stato solido risultano ancora in una fase di sviluppo e industrializzazione, con criticità legate a costi elevati, complessità produttiva e difficoltà di implementazione su larga scala. Le batterie al sodio rappresentano una soluzione orientata principalmente alla riduzione dei costi e della dipendenza dalle materie prime critiche. Il sodio è un elemento estremamente abbondante e geograficamente diffuso, caratteristica che potrebbe ridurre significativamente i rischi geopolitici associati all'approvvigionamento di litio, nichel e cobalto. Buona sicurezza, elevata resistenza alle basse temperature e minore impatto ambientale nei processi estrattivi le rendono particolarmente interessanti per applicazioni a basso costo e segmenti urbani, nei quali autonomia estrema e alte prestazioni risultano meno rilevanti rispetto alla sostenibilità economica del prodotto. La densità energetica ancora inferiore rispetto alle batterie al litio e la necessità di migliorare ulteriormente le prestazioni industriali della tecnologia rappresentano le principali criticità da superare.

La figura 2.11 offre una panoramica dei principali sistemi di accumulo. L'evoluzione delle tecnologie di accumulo evidenzia come il settore automotive si trovi in una fase di forte dinamismo tecnologico, nella quale differenti architetture competono sulla base di

specifici compromessi tra costo, autonomia, sicurezza, sostenibilità e prestazioni. Le prospettive industriali e strategiche associate a tali tecnologie verranno approfondite nel paragrafo dedicato alle traiettorie evolutive della mobilità sostenibile.

Figura 2.11 – Schema comparativo dei principali sistemi di accumulo automotive

Dimensione di confronto	NMC	LFP	Na Sodio	Stato solido
 Densità energetica	Alta ● ● ● ● ○	Media ● ● ● ● ○	Bassa-media ● ● ○ ○ ○	Molto alta ● ● ● ● ●
 Costo <i>(più indicatori = più conveniente)</i>	Elevato ● ● ○ ○ ○	Ridotto ● ● ● ● ●	Potenzialmente molto ridotto ● ● ● ● ●	Molto elevato ● ○ ○ ○ ○
 Sicurezza / stabilità termica	Media ● ● ● ● ○	Alta ● ● ● ● ●	Alta ● ● ● ● ○	Molto alta (potenziale) ● ● ● ● ●
 Longevità / cicli	Buona ● ● ● ● ○	Molto elevata ● ● ● ● ●	Buona ● ● ● ● ○	Promettente ● ● ● ● ○
 Dipendenza da materie prime critiche <i>(più indicatori = maggiore dipendenza)</i>	Alta ● ● ● ● ●	Ridotta ● ● ○ ○ ○	Molto ridotta ● ○ ○ ○ ○	Variabile / da definire ● ● ● ○ ○
 Maturità tecnologica	Elevata ● ● ● ● ●	Elevata ● ● ● ● ●	Emergente ● ● ○ ○ ○	Sperimentale / pre-industriale ● ○ ○ ○ ○
 Posizionamento tipico	Segmenti premium e alte prestazioni	Produzione di massa, flotte, fascia medio-bassa	Segmenti low-cost e mobilità urbana	Prospettiva futura per segmenti premium
 Punti di forza	Autonomia, potenza, leggerezza	Costo, sicurezza, durata	Costo, abbondanza, minore rischio geopolitico	Sicurezza, densità energetica, ricarica rapida
 Principali criticità	Costo elevato e uso di nichel/cobalto	Autonomia inferiore a parità di peso	Densità energetica ancora limitata	Costi elevati e industrializzazione complessa

Fonte – Elaborazione propria

Infine, nel contesto della trasformazione tecnologica del settore automotive, l'analisi dell'ascesa, del consolidamento e della leadership degli attori che operano nella filiera delle batterie assume particolare rilevanza strategica. Tra questi, Contemporary Amperex Technology Co. Limited (CATL) si è affermata come il principale produttore mondiale di batterie per veicoli elettrici, consolidando una posizione dominante grazie a investimenti in ricerca e sviluppo, integrazione verticale della supply chain e forte radicamento nell'ecosistema industriale cinese.

La crescita di CATL rappresenta uno dei casi più significativi della ridefinizione degli equilibri industriali globali all'interno della transizione ecologica. L'azienda nasce nel 2011 come spin-off di ATL (Amperex Technology Limited), società fondata nel 1999 e specializzata nella produzione di batterie agli ioni di litio per elettronica di consumo, con l'obiettivo specifico di sviluppare sistemi di accumulo energetico destinati al settore automotive, in un momento in cui il mercato dei veicoli elettrici risultava ancora nelle fasi iniziali di sviluppo.

L'espansione di CATL è stata favorita da una combinazione di fattori industriali, tecnologici e geopolitici. La Cina dispone di un ecosistema produttivo particolarmente favorevole allo sviluppo delle batterie: ampia disponibilità di materie prime strategiche, forte integrazione della supply chain, sostegno governativo strutturato, economie di scala già consolidate e un'elevata capacità manifatturiera hanno consentito a CATL di sviluppare rapidamente competenze tecnologiche avanzate e capacità produttive su larga

scala, inizialmente attraverso le chimiche NMC e successivamente mediante il forte sviluppo delle batterie LFP.

La crescita internazionale dell'azienda accelera significativamente nel 2012, quando BMW avvia una collaborazione con CATL per la fornitura di batterie destinate ai propri veicoli elettrificati. Tale partnership assume particolare rilevanza simbolica: l'assenza di produttori europei sufficientemente competitivi nel settore costringe un importante legacy player occidentale a rivolgersi a un produttore cinese per una componente ormai strategica del veicolo contemporaneo. Negli anni successivi CATL amplia rapidamente il proprio portafoglio clienti, arrivando a collaborare con alcuni dei principali gruppi automotive mondiali, tra cui Volkswagen, Tesla, Mercedes-Benz, Stellantis e Ford.

Nel 2017 CATL supera Panasonic diventando il principale produttore mondiale di batterie per veicoli elettrici. Da quel momento la crescita dell'azienda si accompagna a un processo di espansione internazionale, volto a regionalizzare parte della produzione e ridurre i rischi geopolitici associati alle tensioni commerciali globali. Nel 2018 annuncia la costruzione della propria prima gigafactory europea ad Arnstadt, in Germania, inaugurata ufficialmente nel 2023, e avvia successivamente ulteriori progetti produttivi in Ungheria e collaborazioni industriali negli Stati Uniti, rafforzando la propria presenza internazionale. Tale espansione geografica riflette una dinamica strategica più ampia: la crescente regionalizzazione della filiera automotive e la necessità di avvicinare la produzione ai principali mercati finali, mitigando rischi logistici, commerciali e geopolitici.

CATL ha costruito contestualmente una rete globale di partecipazioni, accordi commerciali e joint venture lungo la catena di approvvigionamento delle materie prime critiche, con interessi diretti o indiretti in attività minerarie localizzate in Africa, Sud America, Australia e Sud-Est Asiatico, con particolare attenzione a litio, nichel e cobalto¹⁵. Tale strategia consente di rafforzare il controllo sulla supply chain e ridurre l'esposizione alla volatilità dei prezzi delle materie prime.

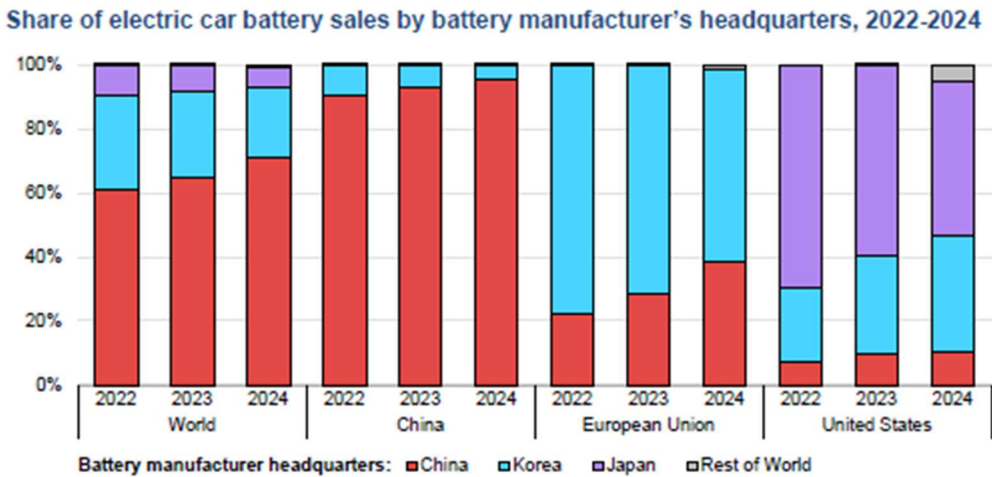
L'evoluzione di CATL evidenzia come la leadership nel settore delle batterie non dipenda esclusivamente dalla disponibilità di materie prime, ma dalla capacità di sviluppare economie di scala, know-how produttivo e integrazione industriale. Il forte abbattimento dei costi delle batterie osservato nell'ultimo decennio deriva dalla combinazione tra crescita della capacità produttiva, ottimizzazione delle filiere, innovazione tecnologica, sviluppo delle chimiche LFP e sostegno pubblico al settore, un processo in cui CATL ha svolto un ruolo determinante a livello globale.

L'azienda ha inoltre rafforzato la propria posizione attraverso investimenti orientati all'economia circolare e alla gestione dell'intero ciclo di vita delle batterie, operando nel riciclo e recupero dei materiali strategici e sviluppando sistemi per il riutilizzo e la rigenerazione delle celle degradate. Tali attività consentono di ridurre i costi produttivi, migliorare la sostenibilità ambientale e limitare la dipendenza dall'estrazione di nuove

¹⁵ La Cina detiene una posizione dominante nella raffinazione globale di numerosi materiali strategici per batterie, tra cui grafite, terre rare e componenti chimici utilizzati nelle celle agli ioni di litio, contribuendo a rafforzare il vantaggio competitivo dei produttori cinesi lungo l'intera filiera.

materie prime, affiancate da investimenti in automazione avanzata e robotica industriale coerenti con il crescente orientamento del settore verso modelli di smart manufacturing. La leadership di CATL emerge chiaramente anche sul piano quantitativo. La figura 2.12 evidenzia la forte concentrazione geografica del mercato globale delle batterie per veicoli elettrici, mostrando il predominio dei produttori cinesi nelle principali aree economiche mondiali. I dati confermano la dipendenza significativa di Europa e Stati Uniti dalle tecnologie e dalla capacità produttiva asiatica, nonostante i crescenti investimenti occidentali nella localizzazione delle filiere.

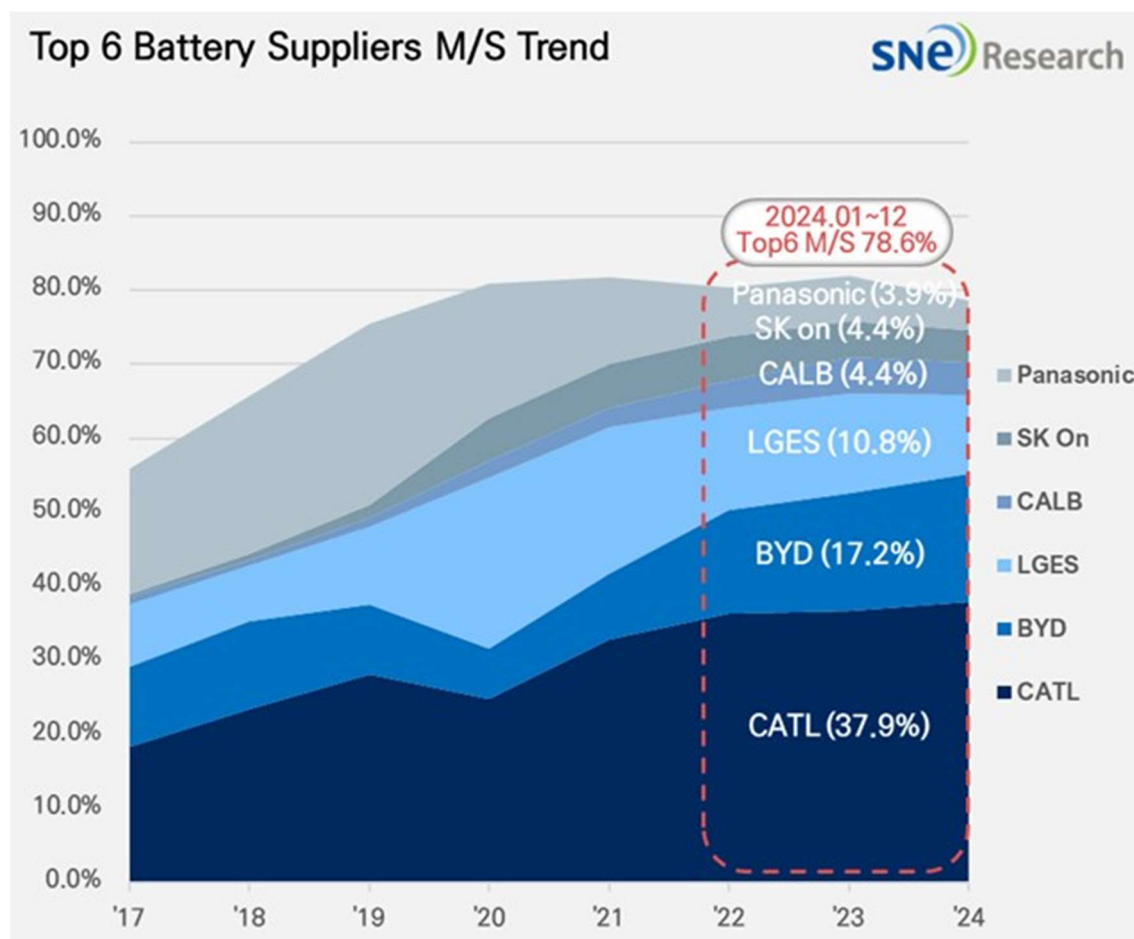
Figura 2.12 – Share of electric car battery sales by battery manufacturer's headquarters, 2022–2024



Fonte – International Energy Agency, Global EV Outlook 2025, p.142

La figura 2.13 mostra l'evoluzione delle quote di mercato dei principali produttori mondiali di batterie tra il 2017 e il 2024. CATL occupa stabilmente la prima posizione a livello globale, seguita da BYD, confermando la leadership industriale cinese nel settore dei sistemi di accumulo energetico. Complessivamente, i principali operatori cinesi detengono oltre la metà del mercato mondiale delle batterie per veicoli elettrici.

Figura 2.13 – Top 6 Battery Suppliers Market Share Trend (2017–2024)



Fonte – SNE Research, Global EV Battery Usage Ranking 2024

L'ascesa di CATL rappresenta quindi non soltanto il successo di una singola impresa, ma l'espressione della più ampia trasformazione geopolitica e industriale che sta ridefinendo gli equilibri del settore automotive globale. La centralità delle batterie nella struttura di costo e nel vantaggio competitivo dei veicoli elettrici rende il controllo della relativa filiera uno degli elementi strategici più rilevanti dell'intera transizione ecologica, con implicazioni industriali e geopolitiche che il paragrafo 2.6 approfondisce analizzando le possibili traiettorie evolutive della mobilità sostenibile.

L'analisi condotta sui sistemi di accumulo energetico restituisce un quadro nel quale la batteria emerge come molto più di un componente tecnico: essa rappresenta il principale nodo strategico attorno al quale si ridefiniscono competitività industriale, dipendenze geopolitiche e traiettorie evolutive della mobilità sostenibile. La progressiva riduzione dei costi, documentata dalla curva di apprendimento tecnologico delle celle agli ioni di litio, sta avvicinando il punto di parità economica tra veicoli elettrici e tradizionali, con implicazioni dirette sugli equilibri competitivi globali del settore.

Il confronto tra le principali chimiche di accumulo evidenzia come non esista ancora una tecnologia dominante in grado di imporsi su tutti i segmenti di mercato: NMC e LFP presidiano rispettivamente il mercato premium e quello di massa, mentre stato solido e sodio rappresentano traiettorie evolutive ancora in fase di industrializzazione, con potenziale dirompente nel medio-lungo periodo. Tale pluralità tecnologica accresce

l'incertezza strategica delle imprese, rendendo particolarmente complessa l'allocazione degli investimenti in un contesto di rapida evoluzione.

Il caso CATL illustra con chiarezza come la leadership nella filiera delle batterie non dipenda esclusivamente dalla disponibilità di materie prime, ma dalla capacità di costruire un ecosistema industriale integrato, fatto di economie di scala, know-how produttivo, integrazione verticale e supporto pubblico, capace di tradurre tali risorse in vantaggio competitivo sistemico. La risposta geopolitica occidentale a tale predominio, esemplificata dalle tensioni attorno alla joint venture Ford-CATL, segnala come la filiera delle batterie sia diventata un terreno di competizione che va ben oltre la dimensione puramente industriale, investendo la sicurezza nazionale e la sovranità tecnologica.

Nel complesso, i sistemi di accumulo energetico si configurano come la variabile più critica e determinante dell'intera transizione ecologica nel settore automotive, una variabile che le imprese, i governi e gli investitori non possono più trattare come elemento accessorio, ma come fattore strutturale della competitività nel lungo periodo.

2.5.3 Oltre l'innovazione: le criticità strutturali della transizione ecologica nel settore automotive

La transizione tecnologica del settore automotive non rappresenta esclusivamente un processo di innovazione industriale, ma una trasformazione sistemica caratterizzata da elevati livelli di complessità strategica, incertezza tecnologica e pressione finanziaria. Le

criticità analizzate in questo paragrafo non derivano dalle caratteristiche delle singole tecnologie, bensì dalla difficoltà di riconfigurare simultaneamente modelli produttivi, supply chain e strategie competitive all'interno di un contesto in rapida evoluzione.

Uno degli elementi più critici riguarda la posizione dei legacy players occidentali, chiamati a gestire simultaneamente due modelli industriali differenti. Da un lato devono continuare a sostenere la produzione di veicoli a combustione interna, che rappresentano ancora una quota rilevante dei flussi di cassa e della redditività aziendale; dall'altro risultano obbligati a investire massicciamente nell'elettrificazione per evitare una progressiva perdita di competitività nel lungo periodo. A differenza di operatori nati direttamente nell'ambito della mobilità elettrica, i legacy players devono suddividere investimenti, ricerca e capacità produttiva tra tecnologie appartenenti a fasi storiche differenti del settore, rallentando lo sviluppo di economie di scala pienamente competitive nell'elettrico e aumentando il rischio strategico associato alla transizione.

Tale configurazione è aggravata dal fatto che molti produttori tradizionali mantengono una forte dipendenza industriale e organizzativa dal motore endotermico. Per decenni il vantaggio competitivo delle imprese automotive occidentali si è fondato su competenze meccaniche, supply chain consolidate e processi produttivi costruiti attorno alle motorizzazioni tradizionali, un patrimonio che la progressiva elettrificazione tende a rendere meno rilevante, spostando il valore competitivo verso batterie, software ed elettronica.

Ne emerge un significativo rischio temporale. Le decisioni strategiche devono essere formulate in presenza di elevata incertezza riguardo all'evoluzione futura delle tecnologie, delle normative e della domanda di mercato. Investire troppo lentamente nell'elettrificazione può comportare perdita di competitività e marginalizzazione industriale; investire troppo rapidamente può invece generare elevati costi finanziari e stranded assets nel caso in cui il mercato o le infrastrutture non evolvano con sufficiente rapidità. La trasformazione industriale richiede tempi significativamente più lunghi rispetto alla velocità con cui mutano regolamentazione e dinamiche competitive: la costruzione di gigafactory, la riconversione degli impianti produttivi, la formazione della forza lavoro e la creazione di nuove supply chain necessitano di investimenti estremamente elevati e orizzonti temporali pluriennali, in un contesto in cui l'evoluzione normativa e tecnologica procede con rapidità crescente.

La stessa evoluzione delle tecnologie di accumulo contribuisce ad accrescere l'incertezza strategica del settore. Sebbene le batterie agli ioni di litio rappresentino oggi lo standard dominante, il mercato continua a essere caratterizzato da forte dinamismo tecnologico: chimiche differenti (NMC, LFP, sodio, stato solido) competono sulla base di compromessi diversi tra costo, autonomia, sicurezza e prestazioni, senza che sia ancora possibile individuare con certezza quale configurazione prevarrà nel lungo periodo. A differenza dei motori a combustione interna, ormai prossimi alla maturità industriale, le batterie presentano ancora ampi margini di miglioramento in termini di densità energetica, autonomia, velocità di ricarica, sicurezza e riduzione dei costi produttivi. Tale

dinamica genera opportunità significative, ma aumenta contestualmente il rischio di obsolescenza tecnologica degli investimenti industriali.

Un ulteriore elemento critico riguarda la dipendenza della transizione elettrica dalle politiche pubbliche. Come già evidenziato nel paragrafo 2.4, la diffusione dei veicoli elettrici richiede infrastrutture di ricarica adeguate, incentivi all'acquisto e disponibilità di energia a basse emissioni: in assenza di un adeguato commitment governativo, anche investimenti industriali molto elevati possono risultare insufficienti a stimolare una crescita sostenibile della domanda. La riduzione degli incentivi pubblici in vari Paesi ha prodotto rallentamenti significativi nelle immatricolazioni di veicoli elettrici, confermando come il settore si trovi ancora in una fase di transizione non completamente autonoma dal sostegno statale.

Permangono infine criticità legate alla struttura geopolitica delle filiere produttive. La crescente elettrificazione ha spostato la dipendenza industriale dai combustibili fossili verso materiali critici e componenti tecnologicamente avanzati, aumentando il peso strategico della Cina nella supply chain globale. Tale concentrazione geografica espone le imprese occidentali a rischi geopolitici e vulnerabilità industriali di lungo periodo, dinamiche particolarmente problematiche per i legacy players europei, che si trovano in una posizione intermedia: insufficientemente competitivi nel segmento low-cost dominato dai produttori cinesi, ma esposti anche nei segmenti premium tradizionalmente controllati dai marchi occidentali.

Nel complesso, le criticità della transizione tecnologica evidenziano come l'elettrificazione non rappresenti semplicemente l'introduzione di una nuova tecnologia di propulsione, ma un processo di ridefinizione strutturale degli equilibri industriali, finanziari e geopolitici dell'intero comparto. Le imprese non si trovano soltanto a dover innovare i propri prodotti, ma a riconfigurare simultaneamente modelli produttivi, supply chain e strategie competitive in un contesto caratterizzato da elevata instabilità tecnologica e crescente pressione regolatoria.

L'analisi condotta evidenzia come la transizione tecnologica del settore automotive si configuri come un processo multidimensionale, nel quale le scelte relative alle architetture di propulsione e ai sistemi di accumulo energetico non possono essere disgiunte dalle dinamiche competitive, geopolitiche e regolatorie che le circondano.

Sul piano delle tecnologie di propulsione, emerge con chiarezza come non esista una soluzione universalmente dominante: i veicoli elettrici a batteria si affermano come principale vettore di innovazione e come tecnologia strutturalmente più coerente con gli obiettivi di decarbonizzazione, ma convivono con architetture ibride che svolgono una funzione di transizione nei mercati in cui infrastrutture, costi e quadri regolatori non consentono ancora una piena elettrificazione. L'idrogeno, nonostante le sue caratteristiche teoricamente interessanti, non ha ancora prodotto una traiettoria di scala nel segmento delle autovetture, rimanendo confinato a nicchie applicative specifiche.

I sistemi di accumulo energetico emergono come il nodo più critico dell'intera filiera elettrica, non solo per il loro peso economico sul costo del veicolo, ma per le implicazioni

geopolitiche che la loro produzione genera. La progressiva riduzione dei costi delle batterie sta avvicinando il punto di parità economica con le motorizzazioni tradizionali, ma la concentrazione della capacità produttiva in Cina e la dipendenza da materie prime geograficamente concentrate configurano vulnerabilità strutturali difficilmente eliminabili nel breve periodo. Il caso CATL illustra emblematicamente come la leadership nella filiera delle batterie sia diventata un terreno di competizione industriale, tecnologica e geopolitica simultaneamente.

Le criticità della transizione tecnologica, infine, rivelano come il principale rischio per i legacy players non sia soltanto tecnologico, ma temporale e strategico: la difficoltà di riconfigurare simultaneamente due modelli industriali differenti, in un contesto di elevata incertezza normativa e tecnologica, genera pressioni finanziarie e rischi di obsolescenza che nessuna singola scelta tecnologica può eliminare da sola.

Nel complesso, il paragrafo delinea un quadro nel quale la competitività futura del settore automotive dipenderà non dalla capacità di adottare una tecnologia specifica, ma dalla capacità di costruire ecosistemi industriali integrati, fatti di: tecnologie, supply chain, competenze e governance strategica in grado di adattarsi a un contesto in rapida e continua evoluzione. È in tale prospettiva che il paragrafo successivo analizza le strategie industriali e le possibili traiettorie evolutive della mobilità sostenibile, completando il quadro analitico del presente capitolo.

2.6 – Le traiettorie strategiche della mobilità sostenibile tra innovazione tecnologica e ridefinizione geopolitica

La transizione ecologica nel settore automotive non rappresenta esclusivamente un cambiamento tecnologico orientato alla riduzione delle emissioni, ma configura una trasformazione strutturale destinata a ridefinire gli equilibri competitivi, industriali e geopolitici dell'intero comparto. L'analisi sviluppata nei paragrafi precedenti ha mostrato come tale trasformazione stia già producendo effetti concreti su vantaggio competitivo, catene del valore e rapporti di forza tra imprese e sistemi Paese. Il presente paragrafo si propone di completare tale quadro assumendo una prospettiva orientata al futuro, esaminando le principali traiettorie strategiche in campo e le variabili che ne determineranno gli esiti.

Una delle questioni strategiche più controverse riguarda il destino delle tecnologie alternative all'elettrico puro. Tra queste, l'idrogeno ha occupato per lungo tempo una posizione di rilievo nelle strategie di alcuni grandi produttori, in particolare giapponesi. Toyota e Honda hanno investito ingenti risorse nello sviluppo di veicoli a celle a combustibile, scelta riconducibile anche alla particolare struttura energetica del Giappone: la forte dipendenza dalle importazioni energetiche e la riduzione del nucleare successiva al disastro di Fukushima hanno incentivato la ricerca di soluzioni in grado di ridurre la vulnerabilità energetica nazionale. Nonostante tali investimenti, la mobilità a idrogeno non ha raggiunto livelli di diffusione comparabili a quelli dei veicoli elettrici a batteria, penalizzata da ridotta efficienza energetica complessiva, elevati costi

infrastrutturali e scarsa capillarità delle stazioni di rifornimento. I rapidi progressi delle batterie hanno progressivamente eroso il vantaggio comparativo che inizialmente appariva attribuibile all'idrogeno, mentre la chiusura di alcune stazioni di rifornimento in diversi Paesi ha ulteriormente rafforzato la spirale negativa che caratterizza tale tecnologia nel segmento passenger car.

Analoghe considerazioni si applicano ai carburanti sintetici e ai biocarburanti, sui quali alcuni produttori continuano a investire nel tentativo di prolungare la vita competitiva delle motorizzazioni endotermiche. Sebbene tali tecnologie possano mantenere applicazioni di nicchia in segmenti specifici, persistono forti dubbi sulla loro sostenibilità economica e sulla capacità di rispettare nel lungo periodo gli obiettivi emissivi imposti dalle principali regolamentazioni internazionali. Le imprese maggiormente esposte su tali traiettorie alternative rischiano di trovarsi prive sia di una posizione competitiva nell'elettrico sia di una reale sostenibilità normativa delle tecnologie perseguite, una combinazione che configura un rischio strategico di difficile gestione.

Sul fronte delle tecnologie di accumulo, le batterie allo stato solido rappresentano la traiettoria evolutiva più attesa e strategicamente rilevante. A differenza delle batterie liquide tradizionali. La caratteristica più interessante dal punto di vista competitivo è che tale tecnologia richiede processi produttivi parzialmente differenti rispetto alle chimiche attuali, circostanza che potrebbe ridurre almeno in parte il vantaggio accumulato dagli attuali leader industriali, riaprendo la competizione globale. È per questo che lo stato solido suscita forte interesse sia tra i legacy players occidentali e giapponesi, che vi

vedono una possibile finestra di recupero competitivo nei segmenti premium, sia tra i produttori cinesi, che stanno investendo massicciamente per evitare che tale finestra si apra a loro svantaggio. L'esito di questa corsa tecnologica rappresenta una delle principali incognite strategiche del settore nei prossimi anni.

Le batterie al sodio configurano invece una traiettoria orientata ai segmenti low-cost e alla produzione su larga scala. La maggiore abbondanza del sodio rispetto al litio e la relativa compatibilità con le infrastrutture produttive esistenti rendono tale tecnologia particolarmente interessante per i produttori cinesi, che possono sfruttare il know-how già sviluppato nel settore delle batterie agli ioni di litio per accelerare l'industrializzazione di questa chimica¹⁶. Se le prestazioni dovessero migliorare nei termini attesi, le batterie al sodio potrebbero contribuire a ridurre ulteriormente il costo dei veicoli elettrici di fascia bassa, ampliando il mercato di riferimento e aumentando la pressione competitiva sui produttori occidentali già in difficoltà nel segmento mass-market.

Un elemento trasversale a tutte le traiettorie tecnologiche analizzate riguarda il ruolo determinante delle politiche industriali pubbliche. La transizione ecologica richiede investimenti iniziali estremamente elevati (in infrastrutture, gigafactory, ricerca e sviluppo) difficilmente sostenibili attraverso le sole dinamiche di mercato nelle fasi iniziali. Il caso cinese evidenzia con chiarezza come una strategia coordinata di lungo periodo, basata su incentivi strutturati, sostegno industriale e pianificazione

¹⁶ CATL ha recentemente annunciato lo sviluppo di nuove batterie al sodio caratterizzate da maggiore densità energetica, elevata durata operativa e migliori prestazioni a basse temperature, evidenziando il crescente interesse industriale verso tale tecnologia.

infrastrutturale, possa generare vantaggi competitivi sistemici difficilmente recuperabili nel breve termine da parte dei concorrenti internazionali. La capacità dei governi occidentali di costruire ecosistemi industriali analoghi, coordinando politiche energetiche, industriali e commerciali in modo coerente e continuativo, rappresenta una variabile cruciale nella ridefinizione degli equilibri competitivi globali della mobilità sostenibile e verrà approfondita nel capitolo successivo.

Nel complesso, la competitività futura del settore automotive dipenderà sempre meno dalla tradizionale superiorità meccanica e sempre più dalla capacità di controllare software, batterie, supply chain critiche e processi industriali avanzati. In tale contesto, la rapidità di adattamento strategico, la capacità di sostenere investimenti di lungo periodo e il posizionamento all'interno delle nuove filiere tecnologiche rappresentano le variabili decisive che determineranno i futuri equilibri del settore, con implicazioni che si estendono ben oltre la dimensione industriale, investendo la geopolitica, la sovranità tecnologica e i modelli di sviluppo economico delle principali economie mondiali.

L'analisi condotta nel presente capitolo rappresenta un'immagine del settore automotive profondamente trasformata rispetto al passato: un comparto che ha perso la relativa stabilità strutturale che lo aveva caratterizzato per gran parte del Novecento e che si trova oggi a navigare una fase di trasformazione sistemica, nella quale le variabili tecnologiche, geopolitiche e regolatorie si intrecciano in modo inestricabile.

Sul piano del rischio, il capitolo ha mostrato come le nuove configurazioni del rischio automotive (sistemico, temporale, geopolitico e tecnologico) non possano più essere gestite attraverso approcci tradizionali focalizzati sulla singola variabile operativa, ma richiedano una visione integrata coerente con le logiche dell'Enterprise Risk Management. La supply chain emerge come il principale amplificatore di vulnerabilità sistemica: la sua complessità globale trasforma eventi apparentemente circoscritti in crisi di portata industriale, come dimostrato dalla crisi dei semiconduttori e dagli effetti del conflitto russo-ucraino.

La crisi dei legacy players evidenzia come la transizione ecologica stia ridistribuendo il potere industriale su scala globale. Il declino del vantaggio meccanico, l'erosione del brand nel mercato cinese e la crescente dipendenza tecnologica dalla filiera cinese configurano un quadro nel quale la capacità di adattamento strategico non è più una variabile di vantaggio, ma una condizione di sopravvivenza competitiva. Le implicazioni economiche e sociali di tale trasformazione, come ristrutturazioni industriali, perdita occupazionale, vulnerabilità dei sistemi industriali nazionali, ne amplificano la portata ben oltre la dimensione aziendale.

L'integrazione dei fattori ESG e della regolamentazione climatica ha trasformato la sostenibilità da elemento accessorio a variabile strutturale dei modelli di business automotive. La pressione regolatoria europea, la Tassonomia, la CSRD e la CSDDD non rappresentano più vincoli formali da rispettare, ma fattori che modificano concretamente

l'accesso al capitale, la struttura della supply chain e la credibilità strategica delle imprese nei confronti di investitori e stakeholder.

Sul fronte tecnologico, le batterie si confermano il principale asset strategico della transizione elettrica. La loro crescente competitività economica favorisce la diffusione dei veicoli elettrici, ma la forte concentrazione produttiva in Cina e la dipendenza da risorse critiche geograficamente concentrate mantengono elevato il livello di esposizione a rischi geopolitici e di approvvigionamento. Le traiettorie evolutive delle batterie rappresentano le principali incognite strategiche del prossimo decennio, potenzialmente capaci di riaprire o consolidare gli equilibri competitivi in corso di definizione.

Nel complesso, il capitolo delinea un settore automotive in cui la Cina emerge come attore centrale e determinante della trasformazione globale, non solo come mercato di sbocco, ma come ecosistema industriale, tecnologico e geopolitico che sta ridefinendo le regole della competizione nella mobilità sostenibile. È a tale dimensione, e alle sue implicazioni strategiche verso i tre player scelti, che il capitolo successivo dedica la propria analisi.

CAPITOLO III

LA TRANSIZIONE ECOLOGICA

NELL'AUTOMOTIVE: VOLKSWAGEN, TESLA E BYD A CONFRONTO

Il secondo capitolo ha mostrato come la transizione ecologica stia ridefinendo gli equilibri del settore automotive su scala globale, attraverso nuovi profili di rischio, trasformazioni tecnologiche e redistribuzione del potere industriale. In questo capitolo viene analizzato come tale trasformazione può manifestarsi nei modelli industriali delle imprese e negli ecosistemi nazionali che le sostengono.

L'approccio adottato si sviluppa su due livelli tra loro complementari. Il primo esamina i tre principali ecosistemi della transizione automotive globale: Europa, Stati Uniti e Cina come contesti istituzionali, industriali e geopolitici che condizionano le strategie delle imprese, ne amplificano i vantaggi o ne aggravano le vulnerabilità. Il secondo analizza tre casi aziendali emblematici quali Volkswagen, Tesla e BYD, come espressioni di modelli industriali molto diversi: il legacy player europeo in riconversione (Volkswagen), il pioniere software statunitense (Tesla), il campione manifatturiero integrato cinese (BYD). I tre player operano secondo approcci molto diversi alla transizione che si sostanziano in profili di rischio estremamente eterogenei rendendo il loro confronto

particolarmente fertile per comprendere le dinamiche competitive della mobilità sostenibile contemporanea.

Il capitolo si chiude con un'analisi comparata che sintetizza le evidenze dei casi aziendali lungo quattro direttrici: i modelli industriali, il ruolo delle tecnologie critiche, il contributo delle politiche pubbliche alla competitività e la questione prospettica di chi stia vincendo la transizione. Il filo conduttore che attraversa l'intero capitolo è la dimensione del rischio: la transizione ecologica non ridistribuisce soltanto quote di mercato, ma genera profili di rischio specifici per ciascun modello industriale e per ciascun ecosistema, profili che determinano non solo la competitività presente, ma la capacità di ciascun attore di sostenere la propria posizione nelle fasi successive di una trasformazione ancora in corso.

3.1 I differenti ecosistemi della transizione automotive globale

La transizione ecologica del settore automotive non si manifesta in modo uniforme a livello globale, ma assume forme profondamente diverse a seconda del contesto istituzionale, industriale e geopolitico in cui si sviluppa. Comprendere tali differenze non è un esercizio comparativo fine a sé stesso, ma una condizione necessaria per interpretare i casi aziendali analizzati nei paragrafi successivi: le scelte strategiche di Volkswagen, Tesla e BYD non possono essere comprese prescindendo dagli ecosistemi che le hanno generate, vincolate o rese possibili.

Il presente paragrafo analizza i tre principali ecosistemi della transizione automotive globale. L'Europa, e in particolare la Germania, rappresenta il caso di un sistema industriale storicamente dominante che si trova oggi a gestire simultaneamente una pressione regolatoria interna molto intensa, una crescente dipendenza tecnologica esterna e una perdita di competitività nei mercati che per anni hanno sostenuto la sua redditività. Gli Stati Uniti configurano invece un modello fondato sulla forza dell'innovazione privata e dei mercati dei capitali, capace di generare i principali pionieri occidentali della mobilità elettrica, ma penalizzato da una discontinuità regolatoria che riduce la visibilità strategica delle imprese e rallenta la costruzione di una filiera industriale pienamente competitiva. La Cina, infine, rappresenta il caso più dirompente: un ecosistema che ha trasformato la transizione ecologica in una leva di politica industriale, costruendo in meno di due decenni una posizione dominante nelle tecnologie che stanno definendo la mobilità del futuro e, sebbene risiedano delle contraddizioni interne, generando un impatto significativo sugli equilibri globali del settore già difficilmente reversibile.

Il filo conduttore che attraversa l'analisi dei tre ecosistemi è la dimensione del rischio: ciascun modello genera profili di rischio specifici: regolatorio, geopolitico, sistemico, temporale, che si intrecciano con le dinamiche competitive globali e condizionano le strategie delle imprese operanti al loro interno. È in tale prospettiva che il confronto tra ecosistemi acquisisce il suo pieno significato analitico, preparando il terreno per l'analisi dei casi aziendali e per la sintesi comparativa sviluppata nel paragrafo 3.5.

3.1.1 L'ecosistema europeo tra ambizione regolatoria e vulnerabilità industriale

Nel quadro della transizione ecologica del settore automotive, l'Europa rappresenta il caso più emblematico di un ecosistema industriale storicamente dominante ma oggi esposto a un'intensa pressione competitiva, tecnologica e regolatoria. Per decenni, l'industria automobilistica europea ha fondato la propria leadership su competenze ingegneristiche avanzate, qualità manifatturiera, forza del marchio e capacità di esportazione. La transizione verso la mobilità elettrica sta modificando le basi stesse di tale vantaggio, spostando il baricentro dell'innovazione dal motore endotermico verso batterie, software, intelligenza artificiale e gestione digitale del veicolo, campi nei quali l'Europa appare strutturalmente meno competitiva rispetto ai principali rivali globali.

Tale diagnosi trova un riscontro autorevole nel Rapporto Draghi (2024) sulla competitività europea, che evidenzia un crescente divario dell'Unione Europea rispetto a Stati Uniti e Cina, riconducibile a minori investimenti in innovazione, costi energetici più elevati, frammentazione dei mercati dei capitali e dipendenze strategiche in settori industriali chiave. Nel caso automotive, tali criticità assumono una rilevanza specifica: la transizione elettrica richiede proprio quelle capacità in cui l'Europa risulta meno attrezzata, configurando un rischio di transizione che non è soltanto tecnologico ma sistemico.

Un primo fattore di vulnerabilità riguarda il costo dell'energia. Il sistema industriale europeo opera in un contesto caratterizzato da costi energetici strutturalmente più elevati rispetto agli Stati Uniti e, in diversi casi, alla Cina, condizione che incide direttamente

sulla competitività della produzione manifatturiera in un settore ad alta intensità di capitale come l'automotive. L'elettrificazione richiede nuovi impianti, processi energivori e produzione di celle: in assenza di energia competitiva, il rischio è che gli investimenti industriali si orientino verso altre aree geografiche, accentuando la dipendenza europea da filiere esterne.

A tale elemento si aggiunge il tema delle dipendenze strategiche. La transizione elettrica non elimina la dipendenza del settore da input esterni, ma ne modifica la natura: dalla dipendenza dai combustibili fossili si passa alla dipendenza da materie prime critiche, batterie e componentistica elettronica, una quota significativa delle quali è controllata da operatori cinesi. Come già illustrato nel Capitolo 2, tale concentrazione geografica configura un rischio geopolitico strutturale che limita la capacità dei produttori europei di competere pienamente nella nuova catena del valore della mobilità sostenibile.

Il caso europeo evidenzia inoltre una tensione specifica tra ambizione regolatoria e capacità industriale. L'Unione Europea ha assunto un ruolo guida nella definizione di obiettivi climatici stringenti per il settore automotive: il regolamento approvato nel 2023 prevedeva una riduzione del 55% delle emissioni medie delle nuove auto entro il 2030 rispetto ai livelli del 2021 e una riduzione del 100% entro il 2035, corrispondente di fatto alla vendita di soli veicoli a zero emissioni allo scarico. Tale impostazione ha prodotto un forte impulso alla riconversione industriale, ma ha anche generato significative tensioni tra istituzioni europee e industria automobilistica. Il punto critico non riguarda la finalità ambientale della regolazione, quanto la capacità dell'ecosistema produttivo europeo di

sostenere una trasformazione così rapida in assenza di una filiera pienamente competitiva nelle batterie, di infrastrutture di ricarica sufficientemente diffuse e di una domanda ancora stabile e autonoma dagli incentivi pubblici.

Le reazioni dell'industria confermano questa tensione. Nel 2025 il CEO di BMW Oliver Zipse ha definito il divieto europeo dei motori a combustione interna dal 2035 un "big mistake" (Reuters, 5 settembre 2025), sottolineando la necessità di considerare non solo il veicolo finale ma l'intera catena emissiva connessa alla produzione delle batterie. Analogamente, dirigenti di Stellantis hanno evidenziato il disallineamento tra obiettivi regolatori, domanda effettiva e capacità industriale, arrivando a sostenere che i target per il 2035 non fossero realisticamente raggiungibili. Tali posizioni esprimono una difficoltà più ampia: la transizione elettrica richiede investimenti, infrastrutture ed economie di scala che non possono essere create esclusivamente attraverso obblighi normativi. Tale tensione ha portato nel 2025 a una proposta della Commissione Europea volta ad ammorbidire l'impostazione originaria, riducendo l'obiettivo dal 100% al 90% di riduzione delle emissioni e introducendo maggiore flessibilità per i produttori, segnale che il rischio di transizione non riguarda soltanto le imprese, ma anche l'architettura regolatoria stessa: una regolazione troppo rigida, in assenza di capacità industriale adeguata, può generare effetti indesiderati sulla competitività e sull'occupazione.

La Germania rappresenta il caso più rilevante all'interno di questo quadro. Il sistema economico tedesco è fortemente dipendente dalla manifattura avanzata e dall'export, con l'automotive che costituisce uno dei pilastri storici della sua competitività industriale.

Proprio questa specializzazione rende il Paese particolarmente vulnerabile alla trasformazione in corso: il modello tedesco è stato costruito attorno alla qualità ingegneristica, alla produzione premium e alla forza delle catene di fornitura meccaniche, tutti elementi che la transizione elettrica tende a ridimensionare. La riduzione della centralità del motore endotermico, la necessità di nuove competenze digitali e la crescente dipendenza da tecnologie non pienamente controllate dall'industria tedesca configurano un rischio di obsolescenza industriale di carattere sistemico.

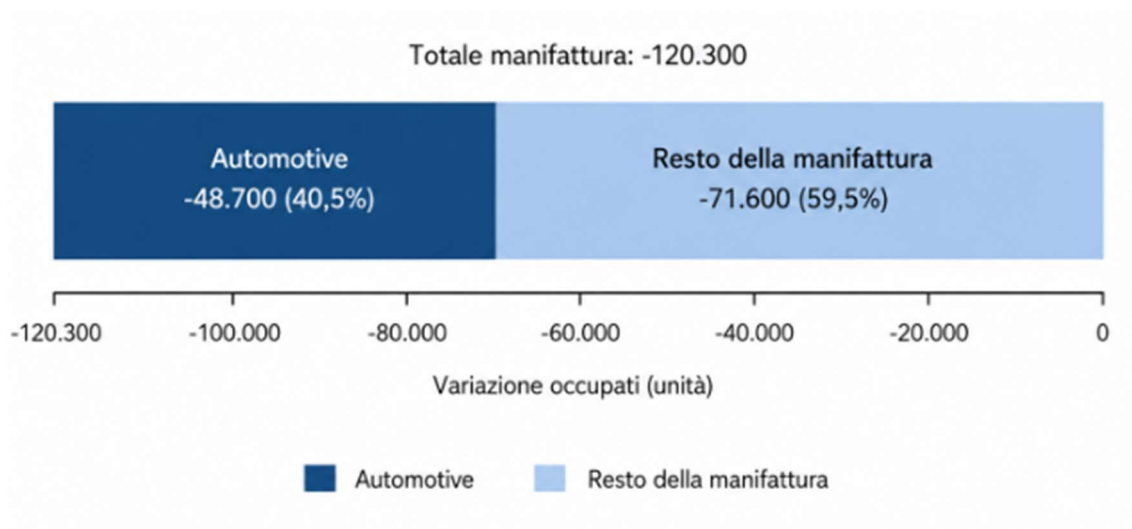
Un ulteriore elemento di rigidità è rappresentato dal mercato del lavoro e dal sistema di relazioni industriali. Il modello tedesco garantisce elevati livelli di protezione sociale e partecipazione dei lavoratori alla governance aziendale, caratteristiche che hanno storicamente contribuito alla coesione industriale, ma che in una fase di riconversione rapida possono ridurre la flessibilità organizzativa delle imprese, rendendo più lenta e costosa la ristrutturazione degli impianti e della forza lavoro. Poiché la produzione di veicoli elettrici richiede generalmente meno componenti meccanici e competenze differenti, le imprese tedesche si trovano nella necessità di ridurre o riqualificare parte della forza lavoro senza compromettere la stabilità sociale, una sfida che supera la dimensione aziendale per diventare una questione economica e politica nazionale. Le grandi imprese automotive tedesche non sono semplici produttori industriali, ma nodi centrali di ecosistemi territoriali composti da fornitori, componentisti, logistica e occupazione indiretta: una loro crisi rischia di propagarsi lungo l'intera filiera,

producendo effetti sistemici su territori storicamente specializzati nella manifattura automobilistica.

Il grafico che segue (figura 3.1) rappresenta la distribuzione della riduzione occupazionale nella manifattura tedesca su base annua al settembre 2025. La contrazione complessiva degli occupati manifatturieri è pari a 120.300 unità, di cui 48.700 riconducibili direttamente al settore automotive, corrispondenti al 40,5% del totale. Il dato evidenzia come l'automotive costituisca il principale epicentro occupazionale della crisi industriale tedesca, pur rappresentando solo una componente del più ampio comparto manifatturiero.

La rilevanza del fenomeno assume particolare significato alla luce del peso strutturale del settore nel sistema produttivo nazionale: nel 2025 l'automotive tedesco impiegava ancora circa 721.400 addetti. La contrazione occupazionale del comparto non produce dunque effetti limitati alle sole case automobilistiche, ma si trasmette lungo l'intera filiera industriale. In questa prospettiva, il grafico rafforza il legame tra transizione tecnologica, crisi dei legacy players e rischio sociale, mostrando come la riconversione verso la mobilità elettrica possa generare, nel breve periodo, rilevanti costi occupazionali.

Figura 3.1 – Distribuzione delle perdite occupazionali manifatturiere in Germania (a/a, settembre 2025)



Fonte – Elaborazione propria su dati Reuters

La vulnerabilità europea emerge anche dal rapporto con il mercato cinese. Per molti legacy players europei, la Cina ha rappresentato per anni non solo il principale mercato di crescita, ma una delle fonti più importanti di marginalità. Con l'affermazione dei produttori locali di veicoli elettrici e il rapido cambiamento delle preferenze dei consumatori cinesi, tale vantaggio si è indebolito, con effetti sproporzionati sulla redditività complessiva dei produttori europei, poiché riguarda un mercato storicamente ad alta profittabilità. La perdita di centralità in Cina non è quindi solo una questione di volumi, ma incide direttamente sulla capacità di finanziare la stessa transizione elettrica in Europa.

Sul piano della politica commerciale e industriale, l'imposizione di dazi sui veicoli elettrici cinesi evidenzia come la competizione nella mobilità sostenibile si stia sempre

più configurando come una partita geopolitica oltre che industriale, una dimensione che il sottoparagrafo 3.5.3 analizza nel dettaglio.

Ne deriva un quadro complessivo in cui l'Europa appare stretta tra pressioni simultanee: la pressione regolatoria interna che impone una rapida decarbonizzazione, la concorrenza cinese che comprime prezzi e margini nei segmenti elettrici e le sfide legate all'attrazione di investimenti industriali strategici. Il rischio principale non è la transizione in sé, ma la possibilità che l'Europa sostenga i costi regolatori e sociali della decarbonizzazione senza riuscire a catturare pienamente il valore industriale generato dalle nuove tecnologie. È all'interno di questo ecosistema che va compresa la crisi del modello Volkswagen, analizzata nel paragrafo successivo come manifestazione concreta delle difficoltà strutturali del modello automotive europeo.

3.1.2 L'ecosistema statunitense tra forza innovativa e volatilità politica

Il modello statunitense si caratterizza per una combinazione di innovazione privata, mercati dei capitali profondi, cultura imprenditoriale orientata alla disruption e interventi pubblici selettivi. Tale configurazione ha generato un ecosistema capace di finanziare innovazioni ad alto rischio e di trasformare tecnologie inizialmente marginali in nuovi paradigmi competitivi, condizione che ha favorito la nascita e la crescita di nuovi operatori capaci di ridefinire il concetto stesso di impresa automobilistica, come si analizzerà nel paragrafo dedicato a Tesla.

Il primo elemento distintivo riguarda la forza del sistema dell'innovazione. Gli Stati Uniti dispongono di un ecosistema tecnologico fondato su venture capital, mercati finanziari profondi, università di eccellenza e capacità di attrarre capitale umano altamente qualificato. Tale configurazione ha favorito la nascita di imprese in grado di operare con orizzonti di investimento lunghi e livelli di rischio difficilmente sostenibili all'interno di modelli industriali più tradizionali. A differenza dell'Europa, dove l'automotive è storicamente radicato in grandi gruppi industriali e supply chain meccaniche consolidate con sistemi di governance più rigidi, negli Stati Uniti il sistema risulta più aperto all'ingresso di nuovi operatori e alla riallocazione del capitale verso modelli innovativi, una flessibilità che ha consentito di attrarre finanziamenti significativi anche in fasi di redditività limitata, sostenendo ingenti investimenti upfront in ricerca, sviluppo e capacità produttiva.

Il contesto statunitense presenta inoltre condizioni strutturali favorevoli sotto il profilo energetico e industriale. Gli Stati Uniti beneficiano di costi energetici relativamente contenuti e di una discreta disponibilità di risorse domestiche, fattori che incidono sulla competitività manifatturiera e sulla localizzazione degli investimenti. A ciò si aggiunge un mercato interno di grandi dimensioni, caratterizzato da elevato potere d'acquisto e forte domanda per veicoli tecnologicamente avanzati, soprattutto nei segmenti premium e nelle aree urbane ad alta capacità di spesa.

Tuttavia, il modello statunitense è anche caratterizzato da una significativa discontinuità regolatoria, che rappresenta uno dei suoi principali limiti strutturali nella costruzione di

una traiettoria industriale stabile. La politica federale verso la transizione elettrica ha seguito traiettorie fortemente divergenti a seconda delle amministrazioni. Durante la prima amministrazione Trump, l'impostazione federale è stata orientata alla riduzione degli obblighi ambientali e al sostegno dell'indipendenza energetica fondata sui combustibili fossili, con revisione di diversi standard sulle emissioni e ritiro dagli Accordi di Parigi. Tale orientamento, se da un lato ha ridotto nel breve periodo la pressione regolatoria sui produttori tradizionali, dall'altro ha contribuito a rallentare l'adattamento di parte dell'industria statunitense alla trasformazione elettrica globale, manifestando quel rischio temporale già discusso nel Capitolo 1: le decisioni differite in una finestra regolatoria favorevole possono tradursi in un divario competitivo difficile da colmare nelle fasi successive.

La successiva amministrazione Biden ha introdotto un cambio di direzione rilevante, culminato nell'*Inflation Reduction Act* del 2022. Tale legge ha rappresentato uno dei principali strumenti di politica industriale e climatica statunitense, combinando incentivi alla domanda, sostegno alla produzione domestica, crediti fiscali per le batterie e investimenti nelle infrastrutture di ricarica. Il Department of Energy (2022) ha definito l'IRA come il più grande investimento in clima ed energia nella storia statunitense. Nel settore automotive, ha inciso in modo particolarmente significativo attraverso il *Clean Vehicle Credit* (crediti fino a 7.500 dollari per l'acquisto di veicoli elettrici idonei) subordinando tuttavia l'accesso agli incentivi a requisiti di assemblaggio in Nord America e a criteri relativi alla provenienza di componenti batteria e minerali critici. L'obiettivo

non era quindi soltanto stimolare la domanda, ma incentivare la localizzazione della produzione e ridurre la dipendenza dalle supply chain cinesi, trasformando la politica climatica in uno strumento di competizione industriale geopolitica. L'IRA ha così utilizzato la transizione ecologica come leva per attrarre investimenti e costruire una filiera nazionale delle tecnologie pulite.

La politica industriale statunitense si è accompagnata a misure protezionistiche. L'amministrazione Biden ha innalzato i dazi su veicoli elettrici, batterie e semiconduttori cinesi, contribuendo a creare una barriera significativa contro l'espansione diretta dei produttori cinesi nel mercato statunitense, rendendo il mercato americano relativamente poco esposto alla concorrenza diretta dei veicoli elettrici cinesi, non tanto per una maggiore competitività intrinseca dei legacy players americani, quanto per la presenza di barriere commerciali e requisiti di localizzazione più stringenti.

La seconda amministrazione Trump ha introdotto una nuova fase di incertezza. Nel 2025 il credito federale per veicoli elettrici nuovi e usati è terminato dopo il 30 settembre, riducendo uno dei principali strumenti di sostegno alla domanda EV. Sono stati inoltre introdotti dazi del 25% sulle automobili importate non prodotte negli Stati Uniti, misura che, come rilevato da Reuters (marzo 2025), si aggiungeva ai dazi esistenti colpendo anche Paesi legati agli Stati Uniti da accordi commerciali, con effetti ambivalenti: protezione per i produttori con forte radicamento produttivo domestico, ma aumento dei costi per le imprese dipendenti da supply chain globali. Sul piano della regolazione ambientale, nel 2026 l'EPA ha proceduto alla revoca dell'Endangerment Finding del 2009

(la base giuridica che aveva consentito la regolazione federale delle emissioni di gas serra ai sensi del Clean Air Act) segnalando, come riportato da Reuters (maggio 2026), un cambiamento rilevante nella politica climatica federale con effetti sul sistema di standard applicati ai veicoli.

Questa alternanza tra incentivi e deregolazione genera una forma specifica di rischio regolatorio: il vero ostacolo risiede nella discontinuità dell'indirizzo politico. Per le imprese automotive, tale instabilità riduce la visibilità strategica: investimenti in gigafactory, piattaforme elettriche e infrastrutture di ricarica richiedono orizzonti pluriennali, ma possono essere influenzati da cambiamenti normativi significativi a ogni alternanza amministrativa. Se gli incentivi e gli standard ambientali diventano variabili discontinue, le imprese possono essere indotte a posticipare o ridurre gli investimenti nella transizione elettrica, rallentando la costruzione di un ecosistema industriale pienamente competitivo, con implicazioni che si estendono oltre il mercato domestico, incidendo sulla capacità degli Stati Uniti di mantenere una posizione di leadership nella competizione globale per le tecnologie della mobilità sostenibile.

L'ecosistema statunitense appare quindi caratterizzato da una doppia natura. Da un lato ha generato le condizioni per lo sviluppo del principale pioniere occidentale della mobilità elettrica, grazie alla combinazione di capitale privato, cultura tecnologica e capacità di scalare rapidamente innovazioni radicali. Dall'altro non ha garantito una traiettoria regolatoria costante per l'intero settore, lasciando molti legacy players in una posizione ambigua tra mantenimento delle motorizzazioni tradizionali e investimenti nell'elettrico.

Nel complesso, gli Stati Uniti costituiscono un ecosistema competitivo particolarmente favorevole all'innovazione radicale, ma meno stabile nella costruzione di una politica industriale continuativa, limite che emergerà con maggiore chiarezza nell'analisi comparativa presentata nel paragrafo 3.5.3.

3.1.3 L'ecosistema cinese: transizione ecologica come strategia di ascesa industriale

Il modello cinese si è fondato su un coordinamento di lungo periodo tra Stato, governi locali, imprese automobilistiche, produttori di batterie e infrastrutture di ricarica, distinguendosi per la sistematicità e la continuità dell'intervento pubblico a supporto della transizione ecologica. La Cina non ha semplicemente favorito la diffusione dei veicoli elettrici, ma ha costruito progressivamente un ecosistema integrato della mobilità elettrica capace di incidere sulle catene globali del valore e sugli equilibri competitivi del settore. L'origine di tale traiettoria può essere ricondotta alla consapevolezza, maturata già negli anni Duemila, che la Cina difficilmente avrebbe potuto raggiungere i principali costruttori occidentali e giapponesi nella competizione tradizionale basata sul motore a combustione interna. La mobilità elettrica ha offerto la possibilità di aggirare tale svantaggio storico, spostando il terreno competitivo verso tecnologie nelle quali il vantaggio occidentale risultava meno radicato e nelle quali la capacità di scala e di coordinamento industriale rappresentava una variabile decisiva. A questa motivazione industriale si è aggiunta una forte dimensione ambientale e sociale: i livelli molto elevati di inquinamento urbano

hanno spinto la Cina a interpretare la transizione ecologica non solo come vincolo ambientale, ma come occasione per modificare la propria posizione nella gerarchia industriale globale.

Il ruolo dello Stato è stato determinante. A partire dal programma "Ten Cities, Thousand Vehicles" del 2009, la Cina ha sostenuto la diffusione dei veicoli elettrici attraverso sussidi alla domanda, incentivi ai produttori, investimenti nelle infrastrutture di ricarica e politiche locali volte ad attrarre imprese e gigafactory. Con il tempo, il sistema si è spostato da sussidi diretti verso forme più strutturali di vantaggio competitivo: energia a costi agevolati, ricerca e sviluppo, integrazione industriale e supporto alla filiera. Secondo Kennedy (CSIS, 2022), l'ammontare della spesa cinese in politiche industriali risulta particolarmente elevato nel confronto internazionale¹⁷, confermando come il sostegno pubblico sia stato un tratto strutturale del modello di sviluppo cinese.

Il mercato interno ha svolto una funzione altrettanto decisiva. La Cina è oggi il più grande mercato automobilistico mondiale e il principale laboratorio della transizione elettrica: l'ampiezza della domanda domestica ha permesso ai produttori locali di sperimentare modelli, tecnologie e strategie di prezzo su una scala difficilmente eguagliabile altrove, favorendo il conseguimento di economie di scala e la riduzione progressiva dei costi. La competizione interna ha inoltre imposto un ritmo di sviluppo estremamente rapido,

¹⁷ Secondo il CSIS (2022), nel 2019 la spesa cinese in politica industriale è stata pari almeno all'1,73% del PIL, equivalenti a oltre 248 miliardi di dollari a tassi nominali e 407 miliardi di dollari a parità di potere d'acquisto; tale valore risultava superiore alla spesa militare cinese stimata dal SIPRI per lo stesso anno. La stima è conservativa, poiché esclude o quantifica solo parzialmente varie forme di sostegno implicito, quali concessione di terreni a prezzi agevolati, energia a tariffe inferiori al mercato, incentivi locali, finanziamenti indiretti tramite enti statali, supporto alla supply chain e preferenze negli appalti pubblici.

contribuendo alla capacità di immettere sul mercato nuovi modelli in tempi molto più brevi rispetto a molti legacy players occidentali.

La centralità della Cina non riguarda tuttavia soltanto il mercato finale, ma l'intera catena del valore. Il Paese ha consolidato una posizione dominante nella produzione di batterie, nella raffinazione dei materiali critici e nella componentistica elettronica, controllo che consente ai produttori cinesi di beneficiare di costi inferiori, maggiore sicurezza nell'approvvigionamento e migliore coordinamento lungo la filiera. Come già illustrato nel Capitolo 2, tale concentrazione geografica configura per i produttori occidentali un rischio geopolitico strutturale: la dipendenza da componenti ad alto valore aggiunto prodotti in Cina non riguarda solo l'approvvigionamento fisico, ma la capacità stessa di competere nella nuova catena del valore della mobilità sostenibile.

Il modello cinese presenta tuttavia criticità rilevanti. L'enorme sostegno pubblico, combinato con obiettivi produttivi promossi dai governi locali, ha favorito una crescita molto rapida dell'offerta, ma ha anche contribuito alla formazione di sovracapacità produttiva. Il mercato cinese dei veicoli elettrici è stato caratterizzato negli ultimi anni da una crescente guerra dei prezzi, compressione dei margini e difficoltà finanziarie per numerosi produttori, dinamiche che Reuters (17 settembre 2025) ha descritto come l'effetto di politiche che hanno privilegiato volumi e quote di mercato rispetto alla redditività e alla sostenibilità economica di lungo periodo. Tale configurazione genera un rischio sistemico interno: la pressione sui margini dell'intera filiera può indebolire la

capacità di investimento in ricerca e sviluppo, compromettendo nel tempo la stessa traiettoria innovativa che ha alimentato la leadership cinese.

Tale fenomeno è stato riconosciuto da protagonisti dell'industria cinese. Il fondatore e presidente di Geely, Li Shufu, ha affermato nel 2025 che l'industria automobilistica globale si trova di fronte a una situazione di "serious overcapacity" (Reuters, 7 giugno 2025), segnalando come la capacità produttiva eccedente rappresenti un rischio non solo per la Cina, ma per l'intero settore automotive globale. In questo contesto si inserisce il concetto di "*involution*" (Freedman, 2025), utilizzato nel dibattito economico cinese per descrivere una forma di competizione eccessiva nella quale imprese e lavoratori aumentano progressivamente lo sforzo senza ottenere miglioramenti proporzionali in termini di valore o redditività. Applicato al settore automotive, descrive una dinamica nella quale la competizione sui prezzi diventa così intensa da ridurre i margini dell'intera filiera, spingendo le imprese a vendere a prezzi sempre più bassi per mantenere volumi e flussi di cassa. Le autorità cinesi hanno iniziato a intervenire contro tali pratiche, adottando misure volte a contrastare il taglio eccessivo dei prezzi e invitando le imprese a limitare la concorrenza distruttiva.

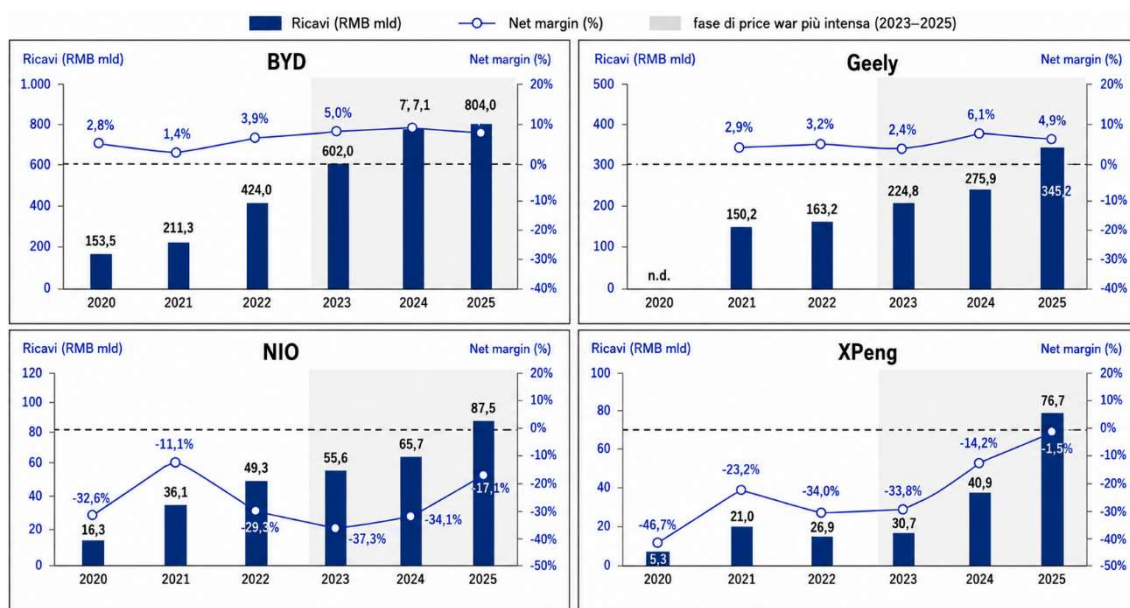
La presenza di un numero molto elevato di marchi, la pressione dei governi locali a mantenere produzione e occupazione e la difficoltà di lasciare uscire dal mercato imprese non redditizie rendono il processo di razionalizzazione più complesso rispetto a un mercato pienamente concorrenziale. Per i produttori meno efficienti, tale contesto configura un rischio di stranded assets significativo: investimenti realizzati in un contesto

di incentivi pubblici abbondanti potrebbero rivelarsi non sostenibili una volta che il supporto statale si riduce e la competizione sui prezzi erode ulteriormente i margini.

Il grafico che segue (figura 3.2) evidenzia gli effetti della guerra dei prezzi nel mercato automotive cinese attraverso l'evoluzione dei ricavi e dei margini netti di BYD, Geely, NIO e XPeng nel periodo 2020–2025. I dati mostrano come la forte crescita dei volumi e del fatturato non si traduca automaticamente in un corrispondente incremento della redditività, a causa dell'intensificazione della concorrenza, della sovraccapacità produttiva e della pressione competitiva sui prezzi.

BYD e Geely emergono come i player più solidi, grazie a economie di scala, integrazione verticale e maggiore efficienza produttiva, mantenendo margini netti positivi nonostante una progressiva compressione della redditività nel 2025. NIO e XPeng mostrano invece ricavi in crescita ma margini ancora negativi, evidenziando come gli elevati investimenti in tecnologia, software, rete commerciale e capacità produttiva continuino ad assorbire gran parte dei benefici derivanti dall'espansione delle vendite.

Figura 3.2 – Ricavi e margini netti dei principali produttori cinesi di veicoli elettrici (2020–2025)



Fonte – Elaborazione propria su dati BYD Company Limited Annual Reports (2020–2025), NIO Inc. Annual Reports (2020–2025), XPeng Inc. Annual Reports (2020–2025), Geely Automobile Holdings Limited Annual Reports (2021–2025). *Nota metodologica: Non sono disponibili dati ufficiali di Geely per il 2020*

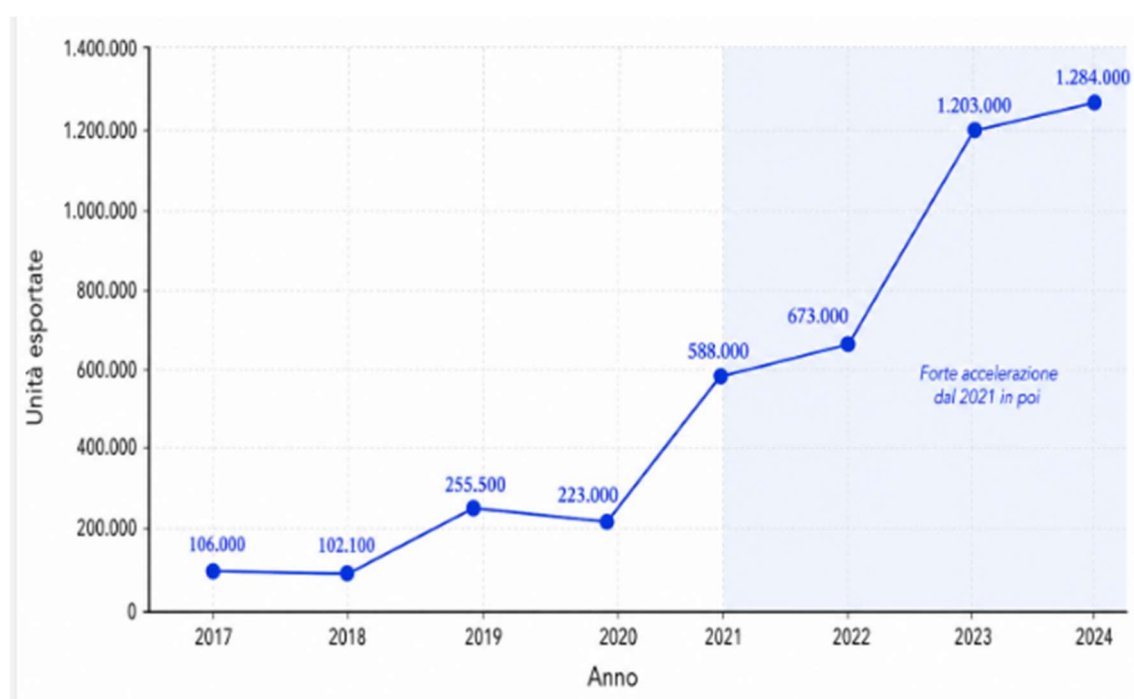
Il grafico suggerisce quindi che la guerra dei prezzi nel mercato cinese non rappresenta soltanto una riduzione dei listini, ma un vero e proprio processo di selezione competitiva e consolidamento industriale. Le imprese con maggiore scala e controllo della supply chain riescono a sostenere la pressione competitiva e utilizzare i prezzi aggressivi come leva strategica per aumentare le quote di mercato, mentre i produttori meno consolidati risultano maggiormente esposti al rischio di perdite persistenti, necessità di alleanze strategiche o uscita dal mercato.

L'effetto internazionale della sovracapacità risulta altrettanto rilevante. La necessità di assorbire volumi produttivi eccedenti ha spinto molti produttori cinesi ad accelerare le esportazioni verso Europa, Sud-Est asiatico, America Latina e Medio Oriente, generando una reazione protezionistica da parte di Europa e Stati Uniti. Tuttavia, tali misure non eliminano il vantaggio industriale cinese: i produttori stanno cercando di aggirare le barriere commerciali localizzando parte della produzione all'estero, esportando componenti da assemblare nei mercati finali e mantenendo il controllo delle componenti a maggior valore aggiunto all'interno della filiera. In questa prospettiva, la Cina non si limita a esportare automobili, ma esporta un modello industriale basato su scala produttiva, integrazione verticale, velocità innovativa e controllo dei costi.

La figura 3.3 evidenzia la forte crescita delle esportazioni cinesi di veicoli elettrificati nel periodo 2017–2024, mostrando il progressivo consolidamento della Cina come principale hub globale della mobilità elettrica. Dopo una fase iniziale di crescita moderata e una temporanea contrazione nel 2020 legata alla pandemia, le esportazioni accelerano significativamente a partire dal 2021, superando 1,2 milioni di unità nel 2023 e raggiungendo circa 1,284 milioni nel 2024. Tale dinamica riflette la trasformazione della leadership produttiva domestica cinese in una strategia di espansione internazionale, sostenuta da economie di scala, integrazione verticale delle filiere, competitività di prezzo e forte capacità produttiva. L'aumento delle esportazioni appare inoltre collegato alla crescente saturazione del mercato interno e all'intensificazione della guerra dei prezzi nel

settore automotive cinese, che ha spinto i produttori a ricercare nuovi sbocchi commerciali nei mercati esteri.

Figura 3.3 – Andamento delle esportazioni cinesi di EV (BEV+PHEV+HEV), 2017-2024



Fonte – Elaborazione propria su dati CAAM, CPCA, General Administration of Customs of China, CSIS, HansPub e Reuters

L'ecosistema cinese mostra quindi una duplice natura. Da un lato costituisce il principale caso di successo della transizione industriale verso la mobilità elettrica, avendo permesso la nascita di campioni nazionali come BYD, CATL, Geely, XPeng e NIO, accelerato la

riduzione dei costi delle batterie e trasformato il Paese nel centro globale della nuova filiera automotive. Dall'altro presenta rischi sistemici legati a sovrapproduzione, pressione sui margini e potenziali tensioni commerciali con i principali mercati esteri, squilibri che potrebbero ridefinirne la struttura competitiva nei prossimi anni.

Nel complesso, il caso cinese dimostra come la transizione ecologica possa essere utilizzata come leva di politica industriale per modificare la posizione competitiva di un Paese all'interno di un settore maturo. La Cina ha trasformato un ritardo storico nella meccanica endotermica in un'opportunità strategica, costruendo un vantaggio competitivo nelle tecnologie che stanno definendo la mobilità del futuro. Tale vantaggio non appare privo di fragilità, ma ha già modificato profondamente gli equilibri globali del settore automotive, ponendo le basi per comprendere l'ascesa di BYD come una delle manifestazioni più rilevanti della nuova leadership industriale cinese, analizzata nel paragrafo 3.4.

L'analisi dei tre ecosistemi restituisce un quadro nel quale la transizione ecologica del settore automotive si configura come una partita giocata simultaneamente su tre tavoli, regolatorio, industriale e geopolitico, con regole, risorse e traiettorie profondamente diverse.

L'Europa ha scelto la strada della regolazione stringente, costruendo uno dei quadri normativi più ambiziosi al mondo in materia di decarbonizzazione della mobilità. Tale scelta ha prodotto un forte impulso alla riconversione industriale, ma ha anche esposto il sistema a un rischio di transizione sistemico: la pressione normativa precede la capacità

industriale, e il rischio principale non è la transizione in sé, ma la possibilità di sostenerne i costi senza riuscire a catturarne il valore. Gli Stati Uniti hanno imboccato una traiettoria diversa, fondata sulla forza dell'innovazione privata e su interventi pubblici selettivi come l'IRA, strumenti potenti ma discontinui, che generano un rischio regolatorio specifico: vincoli regolamentari molto morbidi a cui fa da contraltare una elevata instabilità di indirizzo politico, con conseguenze sulla visibilità strategica degli investimenti di lungo periodo. La Cina ha costruito il modello più coordinato e sistemico, trasformando la transizione ecologica in una strategia nazionale di lungo periodo che ha prodotto vantaggi competitivi difficilmente replicabili nel breve termine, ma non privi di fragilità interne: dalla sovracapacità alla guerra dei prezzi, dal rischio di stranded assets per i produttori meno efficienti alle tensioni commerciali con i mercati occidentali.

Tre ecosistemi, tre profili di rischio, tre modelli di relazione tra Stato, mercato e innovazione. Ciò che li accomuna è la consapevolezza che la transizione automotive non è più una questione esclusivamente ambientale o tecnologica, ma una ridefinizione strutturale degli equilibri industriali e geopolitici globali. È all'interno di tale ridefinizione che vanno letti i casi aziendali analizzati nei paragrafi successivi: Volkswagen come manifestazione delle difficoltà del modello europeo, Tesla come espressione della capacità innovativa del sistema statunitense e BYD come emblema della nuova leadership industriale cinese.

3.2 Volkswagen: la crisi del modello automotive europeo

Volkswagen rappresenta uno dei casi più significativi per comprendere come la transizione ecologica stia incidendo sui legacy players europei. Per dimensione industriale, peso occupazionale, radicamento nella manifattura tedesca e presenza globale, il gruppo costituisce uno dei principali simboli del modello automotive europeo del Novecento: un modello fondato su eccellenza ingegneristica, capacità produttiva su larga scala, forte specializzazione nel motore endotermico, reputazione del marchio e orientamento export-led. Proprio per tale centralità, le difficoltà incontrate da Volkswagen nella transizione verso la mobilità elettrica assumono un significato che va oltre la singola impresa, configurandosi come manifestazione concreta delle vulnerabilità strutturali dell'ecosistema industriale europeo.

La posizione storica di Volkswagen si è costruita su un vantaggio competitivo profondamente legato alla meccanica tradizionale. Il gruppo ha sviluppato nel tempo un'ampia gamma di marchi, piattaforme produttive, reti commerciali e competenze motoristiche che gli hanno consentito di competere in numerosi segmenti di mercato, dal mass market al premium. Tale modello ha funzionato efficacemente in un contesto in cui il motore a combustione interna rappresentava il principale elemento distintivo del prodotto automobilistico. La transizione elettrica ha tuttavia modificato le fonti del vantaggio competitivo, spostandole verso batterie, software, architetture elettroniche e integrazione digitale del veicolo, ambiti nei quali la dimensione industriale e la reputazione accumulata nei decenni non garantiscono automaticamente la capacità di

competere con operatori nati direttamente nell'elettrico o integrati nella filiera delle batterie.

Un primo punto di svolta nella traiettoria recente del gruppo è rappresentato dal Dieselgate. Lo scandalo emerse nel 2015, quando le autorità statunitensi contestarono a Volkswagen l'utilizzo di software in grado di aggirare i test sulle emissioni. L'EPA rilevò che alcuni veicoli diesel Volkswagen e Audi erano dotati di un software capace di eludere gli standard emissivi, generando su strada livelli di emissioni fino a 40 volte superiori ai limiti consentiti. Successivamente, Volkswagen ammise che il problema riguardasse circa 11 milioni di veicoli a livello globale, conferendo allo scandalo una portata sistemica per l'intero gruppo.

Le conseguenze furono rilevanti sul piano economico, legale e reputazionale: il Dieselgate è costato a Volkswagen oltre 32 miliardi di euro (Reuters, 15 maggio 2024) tra multe, richiami, refit e costi legali. Il significato strategico dello scandalo va tuttavia oltre l'ammontare delle sanzioni. Il Dieselgate ha incrinato la credibilità del modello diesel europeo, ha aumentato la pressione regolatoria sulle emissioni e ha contribuito ad accelerare la necessità di riposizionamento del gruppo verso l'elettrificazione. Per Volkswagen, l'investimento nell'elettrico ha assunto anche una funzione reputazionale: non soltanto risposta tecnologica alla transizione climatica, ma tentativo di ricostruzione della fiducia presso consumatori, istituzioni e investitori.

La strategia post-Dieselgate si è quindi orientata verso una forte accelerazione elettrica. Volkswagen ha avviato importanti investimenti nelle piattaforme dedicate ai veicoli

elettrici, nello sviluppo di modelli della famiglia ID e nella creazione di competenze software interne. Tale percorso si è però rivelato più complesso del previsto: la riconversione industriale richiede non solo il lancio di nuovi modelli, ma la trasformazione profonda di competenze organizzative, processi produttivi e cultura aziendale. Inoltre, gli ingenti investimenti in piattaforme elettriche, gigafactory e sviluppo software configurano un profilo di rischio specifico: se la domanda di veicoli elettrici dovesse crescere più lentamente del previsto o se la competizione cinese rendesse tali investimenti non sufficientemente remunerativi, Volkswagen potrebbe trovarsi esposta a un rischio di stranded assets di proporzioni rilevanti.

Uno degli ambiti più problematici è stato il software. La centralità crescente del software-defined vehicle ha imposto al gruppo la necessità di sviluppare internamente competenze che non appartenevano al suo nucleo storico. La creazione di CARIAD, unità software del gruppo, rispondeva alla volontà di ridurre la dipendenza da fornitori esterni e costruire una piattaforma digitale comune per i diversi marchi. Il progetto ha tuttavia incontrato ritardi, riorganizzazioni e problemi di execution, contribuendo al rinvio di alcuni lanci e alla necessità di ridimensionamenti interni, con piani di taglio occupazionale e ulteriori ritardi nei lanci collegati alla divisione. Tali difficoltà hanno inciso anche sulla percezione esterna del gruppo: la distanza tra le ambizioni dichiarate e i risultati effettivi ha alimentato un rischio reputazionale verso investitori e consumatori, riducendo la credibilità della narrativa di trasformazione digitale di Volkswagen. Le suddette criticità mostrano come la transizione elettrica non sia riducibile alla sostituzione del powertrain:

Volkswagen possiede elevata capacità produttiva, marchi globali e competenze ingegneristiche avanzate, ma il nuovo paradigma competitivo richiede una diversa combinazione di capacità (sviluppo software, gestione dei dati, aggiornamenti over-the-air e integrazione tra hardware e piattaforme digitali) che operatori nati direttamente nel paradigma digitale hanno costruito fin dall'origine, senza dover innestare tali competenze all'interno di strutture storicamente orientate alla meccanica.

La difficoltà del gruppo emerge con particolare chiarezza nel mercato cinese. La Cina rappresenta circa un terzo delle vendite globali di Volkswagen e per anni ha costituito uno dei mercati più redditizi del gruppo. La continua crescita dei marchi locali di veicoli elettrici, capaci di offrire prodotti tecnologicamente avanzati a prezzi competitivi, sta tuttavia minando la stabilità della posizione del gruppo in questo mercato, erodendo quote che in passato erano considerate strutturalmente solide.

Nel 2024, in un contesto segnato dalla concorrenza crescente dei produttori elettrici locali, le vendite globali del marchio hanno registrato una diminuzione, evidenziando la difficoltà del gruppo nel compensare la pressione cinese con una crescita sufficiente nei segmenti elettrici. Nel primo trimestre del 2025 la situazione ha mostrato un andamento divergente: le vendite BEV del gruppo sono più che raddoppiate in Europa, ma sono diminuite di oltre un terzo in Cina, dinamica particolarmente significativa, poiché mostra che Volkswagen non è assente dalla transizione elettrica, ma fatica a competere proprio nel mercato in cui l'elettrificazione è più avanzata e più competitiva.

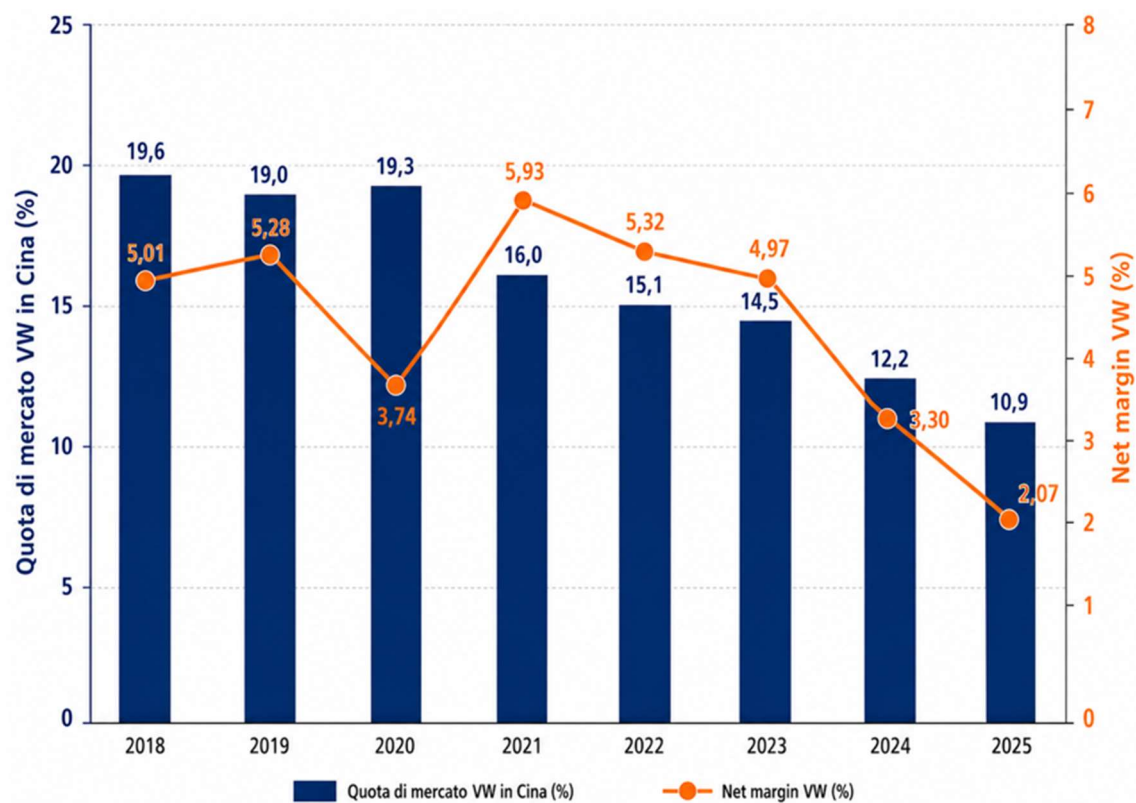
Questa perdita di centralità in Cina ha implicazioni che vanno oltre i volumi. La Cina non è stata soltanto il principale mercato di crescita per Volkswagen, ma anche uno dei mercati a maggiore rilevanza strategica per la redditività complessiva. La perdita di quote in un mercato storicamente profittevole riduce la capacità del gruppo di finanziare gli investimenti necessari alla transizione elettrica, pur tenendo conto che il peggioramento della redditività complessiva dipende da molteplici fattori, tra cui costi energetici, inflazione, investimenti in software e batterie e ristrutturazioni in corso.

Il grafico che segue (figura 3.4) mette in relazione l'evoluzione della quota di mercato di Volkswagen in Cina con il net margin del gruppo nel periodo 2018–2025, evidenziando il progressivo deterioramento della posizione competitiva dell'azienda nel suo principale mercato estero e la contestuale compressione della redditività. Dopo una fase iniziale di relativa stabilità, caratterizzata da quote prossime al 19% tra il 2018 e il 2020, Volkswagen registra una progressiva perdita di centralità nel mercato cinese, con la market share che scende fino al 10,9% nel 2025. Parallelamente, il margine netto del gruppo mostra una tendenza complessivamente discendente, riducendosi dal 5% circa del periodo pre-pandemico fino al 2,07% nel 2025.

La dinamica evidenzia come l'indebolimento competitivo di Volkswagen in Cina si accompagni a una crescente pressione economico-finanziaria sul gruppo. L'ascesa dei produttori locali di EV, la guerra dei prezzi nel mercato cinese e il rapido spostamento della domanda verso veicoli elettrificati hanno progressivamente ridotto il vantaggio competitivo dei legacy players occidentali. Il grafico suggerisce quindi che la perdita del

mercato cinese, per anni uno dei principali generatori di volumi e marginalità per Volkswagen, rappresenta uno dei fattori più rilevanti alla base della recente compressione della redditività del gruppo.

Figura 3.4 – Perdita di competitività di Volkswagen nel contesto della transizione del mercato cinese verso gli EV (2018–2025)



Fonte – Elaborazione propria su dati Volkswagen Group China, CPCA, Auto Industry News e Reuters. *Nota metodologica: per il 2019 non è stato possibile reperire un valore ufficiale di quota di mercato; i report aziendali indicano che le consegne sono rimaste stabili e che Volkswagen ha guadagnato quota, per cui è plausibile che la quota di mercato sia rimasta attorno al 19 %.*

La risposta di Volkswagen alla crisi cinese si caratterizza per una crescente dipendenza da partnership locali. Il gruppo ha avviato diverse collaborazioni con operatori cinesi (come SAIC Motor, Xpeng e Horizon Robotics) volte a migliorare il proprio know-how nelle architetture elettroniche e a sviluppare modelli più adatti alle preferenze dei consumatori locali. Questa strategia consente di accelerare l'adattamento al mercato, ma conferma lo spostamento del potere tecnologico verso l'ecosistema cinese: Volkswagen, un tempo esportatrice di know-how industriale, si trova ora ad acquisire competenze da partner locali per restare competitiva.

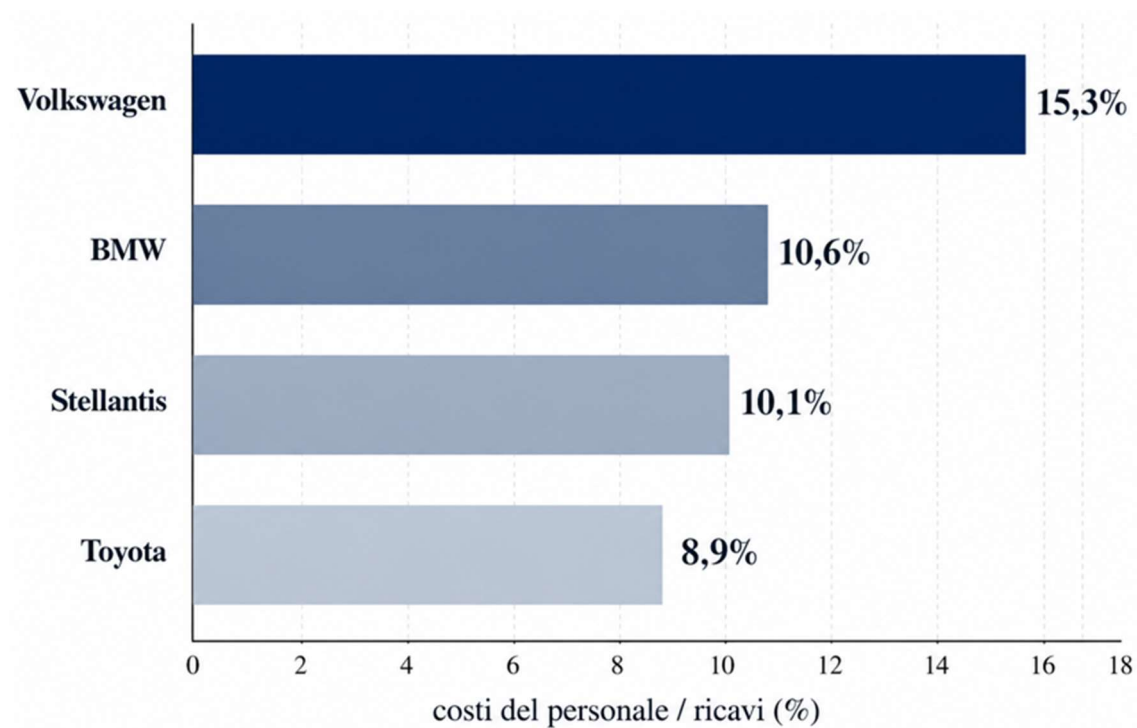
Sul piano europeo, la crisi di Volkswagen si intreccia con le rigidità del modello industriale tedesco. Il gruppo opera in un contesto caratterizzato da costi del lavoro elevati, forte presenza sindacale, codeterminazione e rilevante peso politico degli stabilimenti nazionali, elementi che hanno storicamente garantito stabilità sociale e qualità produttiva, ma che rendono più complessa la riconversione in una fase che richiede maggiore flessibilità organizzativa.

Il seguente grafico (figura 3.5) confronta il peso del costo del personale sui ricavi di Volkswagen, BMW, Stellantis e Toyota, evidenziando significative differenze nella struttura dei costi dei principali produttori automotive globali. Volkswagen presenta l'incidenza più elevata, pari al 15,3%, valore nettamente superiore rispetto ai competitor analizzati e indicativo di una struttura occupazionale e industriale particolarmente

onerosa. BMW e Stellantis mostrano valori intermedi, rispettivamente pari al 10,6% e al 10,1%, mentre Toyota registra il dato più contenuto, pari all'8,9%.

I dati evidenziano come il modello industriale europeo, e in particolare quello tedesco, risulti caratterizzato da una maggiore rigidità del costo del lavoro rispetto ad altri ecosistemi automotive globali. Il grafico rafforza quindi il collegamento tra struttura industriale, sostenibilità economica e vulnerabilità competitiva dei legacy players europei nel contesto della trasformazione del settore automotive.

Figura 3.5 – Incidenza del costo del personale sui ricavi dei principali produttori automotive



Fonte – Elaborazione propria su dati Volkswagen Group Annual Report 2024, BMW Group Annual Report 2024, Stellantis Annual Report/Form 20-F 2023 e Toyota Motor Corporation Annual Report 2024. *Nota metodologica: Per Toyota è stata utilizzata la voce SG&A come proxy del costo del personale, in assenza di un dato separato sui costi del personale.*

Nel dicembre 2024, Volkswagen ha raggiunto un accordo con i sindacati per tagliare oltre 35.000 posti di lavoro in Germania entro il 2030, con l'obiettivo di generare oltre 15 miliardi di euro di efficienze attraverso modalità socialmente compatibili, senza licenziamenti forzati né chiusure immediate di stabilimenti, ma con riduzioni di capacità, mancati aumenti salariali e una riorganizzazione significativa degli impianti tedeschi. Questo conferma che la transizione non produce soltanto effetti tecnologici, ma genera profonde implicazioni occupazionali e sociali, soprattutto nei territori industriali costruiti attorno all'automotive.

La ristrutturazione evidenzia la tensione tra efficienza economica e stabilità sociale. Da un lato il gruppo deve ridurre costi e capacità in eccesso per competere con produttori più agili; dall'altro la sua centralità nell'economia tedesca rende ogni ristrutturazione un tema politico nazionale. La codeterminazione tedesca, la presenza dei lavoratori nella governance e il ruolo della Bassa Sassonia nell'azionariato contribuiscono a rendere Volkswagen un'impresa in cui le decisioni industriali non rispondono esclusivamente a logiche di mercato, ma devono tenere conto di equilibri sociali e territoriali.

A tali difficoltà si aggiungono le tensioni commerciali internazionali. Volkswagen ha subito una compressione dei margini determinata da due fattori convergenti: i dazi statunitensi sulle importazioni automobilistiche, che penalizzano la struttura produttiva prevalentemente europea del gruppo, e la concorrenza aggressiva cinese, che erode prezzi e quote nei segmenti elettrici. Il caso Cupra Tavascan evidenzia inoltre le contraddizioni della politica commerciale europea: il modello elettrico prodotto in Cina era stato soggetto a un dazio aggiuntivo del 20,7% oltre al dazio standard del 10%, con effetti pesanti sulla redditività della divisione SEAT/Cupra, mostrando come la globalizzazione delle catene del valore renda sempre più difficile distinguere nettamente tra industria europea e industria cinese, quando i produttori europei dipendono da piattaforme o stabilimenti localizzati in Cina. Il caso illustra come il rischio geopolitico non si manifesti soltanto attraverso tensioni commerciali dirette, ma anche attraverso effetti collaterali che colpiscono imprese occidentali le cui decisioni produttive le hanno rese dipendenti dall'ecosistema industriale cinese.

Nel complesso, Volkswagen si trova a gestire una transizione simultanea su più livelli: recuperare competitività nei veicoli elettrici, sviluppare competenze software, contenere costi industriali elevati, difendere la propria posizione in Cina, adattarsi ai dazi e preservare la stabilità sociale in Germania. Questa complessità rende il caso emblematico del rischio di transizione dei legacy players: il gruppo non è privo di risorse o capacità industriale, ma deve riconfigurare un modello costruito per un paradigma tecnologico che sta perdendo centralità.

La crisi di Volkswagen non va quindi letta come un semplice declino aziendale, ma come manifestazione di un problema più ampio: la difficoltà dell'industria europea nel convertire un vantaggio storico nella meccanica tradizionale in un vantaggio competitivo nelle tecnologie della mobilità sostenibile. Il gruppo resta uno dei principali attori globali dell'automotive, con capacità produttiva, finanziaria e ingegneristica ancora rilevante. Le evidenze analizzate suggeriscono tuttavia che la velocità della transizione elettrica, la pressione competitiva cinese e la centralità crescente del software abbiano ridotto l'efficacia delle fonti tradizionali di leadership, rendendo Volkswagen il caso più rappresentativo della trasformazione del modello europeo: un legacy player che opera su scala globale con marchi consolidati, esposto a una transizione che richiede competenze, velocità e flessibilità diverse da quelle che ne hanno storicamente determinato il successo.

3.3 Tesla: il pioniere software-centric e la ridefinizione del paradigma automobilistico

Tesla rappresenta il caso più emblematico di impresa nata all'interno della transizione elettrica e capace di modificare profondamente le logiche competitive del settore automotive. Essa si sviluppa come operatore nativamente elettrico, costruendo il proprio modello di business attorno a batterie, software, integrazione verticale, infrastruttura di ricarica e gestione diretta del rapporto con il cliente fin dalla propria fondazione. Il suo ruolo nella transizione ecologica non può quindi essere interpretato soltanto in termini di

volumi di vendita, ma deve essere analizzato come ridefinizione del paradigma automobilistico: da prodotto meccanico a piattaforma tecnologica evolutiva.

Fondata nel 2003 da Martin Eberhard e Marc Tarpenning, Tesla nasce con l'obiettivo di dimostrare la fattibilità commerciale dei veicoli elettrici ad alte prestazioni. L'ingresso di Elon Musk nel capitale nel 2004 imprime all'azienda una strategia di lungo periodo fondata su una logica top-down: entrare inizialmente nel mercato attraverso un prodotto premium ad alto margine, utilizzare le risorse generate per sviluppare modelli progressivamente più accessibili e contribuire così all'accelerazione della transizione verso la mobilità sostenibile. Tale impostazione viene esplicitata nel "Secret Master Plan" (2006), nel quale Musk descrive la strategia come ingresso nella fascia alta del mercato per poi scendere verso volumi maggiori e prezzi più bassi con i modelli successivi.

La scelta di partire dal segmento premium distingue Tesla da molte forme tradizionali di innovazione¹⁸. Mentre i nuovi entranti tendono spesso a penetrare dal basso, servendo inizialmente segmenti marginali per poi migliorare gradualmente fino a competere con gli incumbent, Tesla segue una traiettoria inversa: entra con un veicolo ad alte prestazioni, costoso e tecnologicamente avanzato. La discontinuità non risiede nella fascia di ingresso, bensì nella combinazione tra powertrain elettrico, software, modello commerciale diretto e nuova percezione culturale dell'automobile elettrica.

¹⁸ Christensen (1997) definisce le disruptive innovations come innovazioni che introducono una proposta di valore diversa rispetto a quella dominante nel mercato, spesso inizialmente meno performante secondo i criteri tradizionali degli incumbent, ma capace di migliorare progressivamente fino a ridefinire la competizione e sostituire le tecnologie consolidate.

La Tesla Roadster, lanciata nel 2008, rappresenta il primo tentativo di superare la percezione dell'auto elettrica come veicolo lento e poco desiderabile, dimostrando che la tecnologia elettrica può essere associata a performance, design e desiderabilità. Il valore strategico del modello non risiede nei volumi venduti, ma nel cambiamento simbolico prodotto sul mercato: l'elettrico non viene più presentato come compromesso ambientale, ma come alternativa tecnologicamente superiore in alcuni attributi chiave come: accelerazione, silenziosità, risposta immediata del motore e innovazione digitale.

Il lancio della Model S nel 2012 segna il passaggio dalla sperimentazione tecnologica alla validazione commerciale. Tesla si afferma nel segmento premium competendo direttamente con marchi tradizionali che avevano storicamente dominato tale fascia di mercato. L'elemento più rilevante non è soltanto l'autonomia o la qualità del veicolo, ma la sua architettura digitale: Tesla introduce il concetto di automobile aggiornabile nel tempo attraverso software over-the-air, trasformando il veicolo da bene statico a piattaforma evolutiva. Gli aggiornamenti da remoto permettono di correggere bug, migliorare funzionalità, ottimizzare la gestione energetica e introdurre nuove caratteristiche senza interventi fisici in officina, riducendo parte dei costi post-vendita, estendendo il ciclo di vita percepito del prodotto e abilitando potenziali fonti di ricavo ricorrente attraverso funzionalità attivabili nel tempo. In questo modo, Tesla sposta una quota crescente del valore automobilistico dall'hardware al software, anticipando la trasformazione del settore verso il software-defined vehicle.

La centralità del software costituisce una delle principali differenze rispetto ai legacy players. Mentre i costruttori tradizionali hanno storicamente generato valore attraverso motore, cambio, telaio, qualità costruttiva e marchio, Tesla costruisce il proprio vantaggio competitivo sull'integrazione tra hardware e software. L'automobile diventa un dispositivo connesso, generatore di dati, aggiornabile e integrato in un ecosistema energetico più ampio, modificando la natura delle competenze richieste: non più soltanto ingegneria meccanica, ma sviluppo software, intelligenza artificiale, gestione dati, cybersecurity ed elettronica di potenza.

L'altro asse centrale della strategia è l'integrazione verticale. Tesla ha investito nella produzione di batterie, nello sviluppo di gigafactory, nella rete proprietaria di ricarica Supercharger, nella progettazione di componenti chiave e nella gestione diretta della distribuzione, scelta che risponde alla necessità di controllare le variabili critiche del veicolo elettrico: costo della batteria, disponibilità di capacità produttiva, esperienza di ricarica e relazione con il cliente. La rete Supercharger rappresenta in questo quadro un elemento particolarmente significativo: mentre molti produttori tradizionali hanno affidato a soggetti terzi lo sviluppo delle infrastrutture di ricarica, Tesla ha costruito un ecosistema proprietario capace di ridurre l'ansia da autonomia e migliorare l'esperienza complessiva del consumatore, trasformandosi da produttore automobilistico a sistema integrato di mobilità elettrica.

Il lancio della Model 3 nel 2017 segna il passaggio dalla fase premium alla ricerca della scalabilità, coerentemente con la strategia delineata nel Master Plan. La difficoltà

principale riguarda la capacità produttiva: competere nei segmenti a prezzo più contenuto richiede di superare i limiti tipici delle start-up tecnologiche e di trasformarsi in un player industriale capace di produrre su larga scala. La realizzazione delle gigafactory e l'aumento dell'automazione rispondono a questa esigenza. L'ingresso di Tesla nell'indice S&P 500 nel dicembre 2020 segna il riconoscimento finanziario della mobilità elettrica come componente non più marginale del sistema industriale dominante: in pochi anni, Tesla passa dall'essere percepita come start-up altamente rischiosa a benchmark finanziario e industriale della transizione EV.

Un ulteriore elemento distintivo del modello riguarda la capacità di beneficiare dei meccanismi regolatori legati alla decarbonizzazione. La vendita di regulatory credits¹⁹ ha rappresentato una fonte rilevante di ricavi, trasformando la maggiore sostenibilità della propria flotta in valore economico monetizzabile. Nel Form 10-K 2024, Tesla dichiara che tali crediti vengono generati nell'ambito di regolazioni su veicoli a zero emissioni, gas serra, fuel economy e clean fuel, per poi essere venduti ad altri soggetti regolati. Nel 2024 i ricavi da automotive regulatory credits hanno raggiunto 2,763 miliardi di dollari, in aumento rispetto a 1,790 miliardi nel 2023 e 1,776 miliardi nel 2022, con Tesla che attribuisce tale crescita alla domanda di crediti in Nord America collegata al

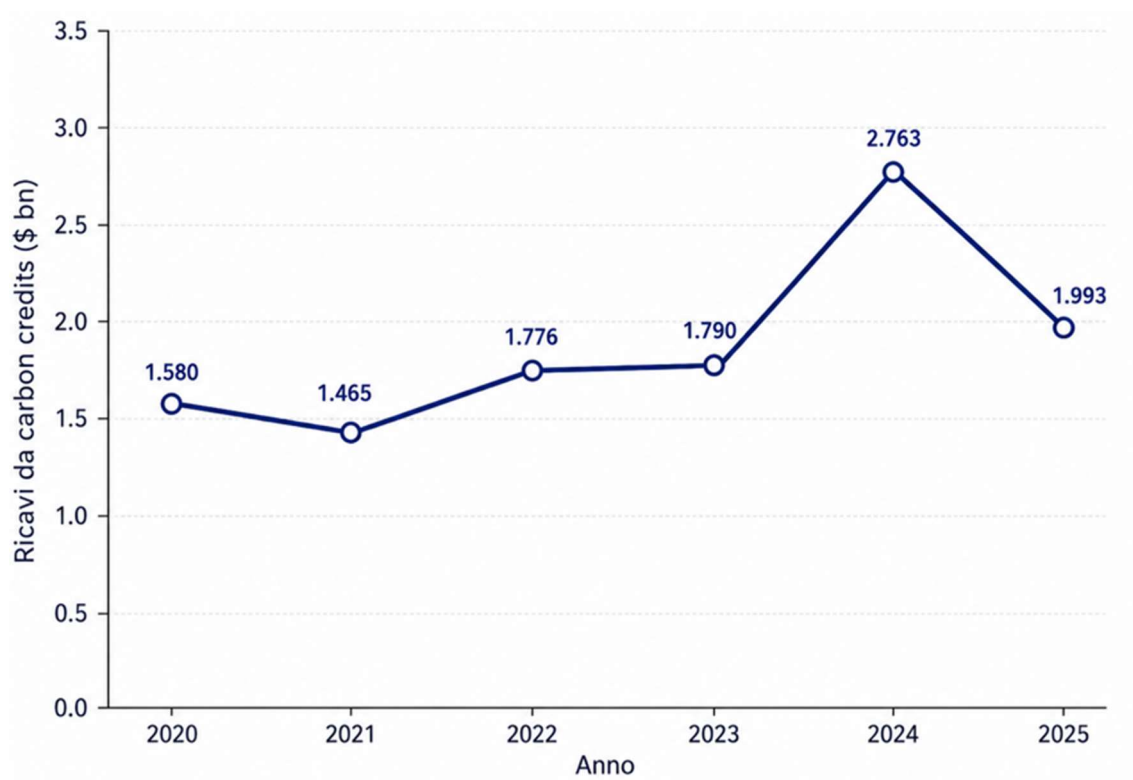
¹⁹ Per carbon credits o regulatory credits si intendono certificati o crediti regolatori attribuiti alle imprese che rispettano determinati standard ambientali o producono veicoli a basse o zero emissioni. Nel settore automotive, tali crediti possono essere venduti ad altri produttori che non riescono a rispettare i limiti emissivi imposti dalle autorità competenti. In questo modo, le imprese con flotte meno emissive trasformano la propria performance ambientale in ricavi, mentre i produttori più inquinanti utilizzano tali crediti per evitare o ridurre sanzioni regolatorie. Nel caso di Tesla, la produzione esclusiva di veicoli elettrici ha consentito all'azienda di generare e vendere un ampio volume di crediti regolatori ad altri costruttori automobilistici.

rallentamento dei piani BEV da parte di altri produttori. Tale dato è strategicamente rilevante: la regolazione climatica redistribuisce valore tra imprese, e i produttori in ritardo nella transizione contribuiscono indirettamente a finanziare i concorrenti più avanzati.

Il grafico che segue (figura 3.6) illustra l'evoluzione dei ricavi di Tesla derivanti dalla vendita di regulatory credits nel periodo 2020–2025, evidenziando il loro ruolo significativo nel modello economico dell'azienda durante la fase di espansione della mobilità elettrica. Dopo una lieve flessione tra il 2020 e il 2021, i ricavi da regulatory credits tornano a crescere dal 2022, raggiungendo il picco di 2,763 miliardi di dollari nel 2024, per poi ridursi a 1,993 miliardi nel 2025.

La dinamica riflette l'evoluzione della domanda di regulatory da parte degli altri costruttori automotive, ancora fortemente dipendenti dalle motorizzazioni tradizionali e quindi costretti ad acquistare crediti per rispettare i target emissivi previsti dalla normativa ambientale. Il grafico evidenzia come la regolamentazione climatica non abbia inciso esclusivamente come vincolo per i legacy players, ma abbia anche generato una fonte di ricavo rilevante per Tesla, contribuendo indirettamente al finanziamento della sua crescita durante la fase iniziale della transizione elettrica.

Figura 3.6 – Ricavi di Tesla da carbon credits, 2020–2025



Fonte – Elaborazione propria su dati Tesla, Inc., Annual Reports on Form 10-K 2022, 2024 e 2025.

La dipendenza dai regulatory credits introduce tuttavia un profilo di rischio specifico. Se gli standard emissivi vengono attenuati o le sanzioni per il mancato rispetto dei target ridotte, il valore economico dei crediti può diminuire significativamente, esponendo Tesla a una forma di rischio regolatorio peculiare: pur essendo avvantaggiata da normative climatiche stringenti, l'impresa risente negativamente di cambiamenti politici che

riducano il valore della compliance ambientale, come già parzialmente emerso nel contesto della seconda amministrazione Trump analizzato nel paragrafo 3.1.2.

L'espansione geografica conferma la volontà di operare nei principali poli globali della transizione elettrica. La Gigafactory di Shanghai ha consentito l'accesso diretto al più grande mercato EV mondiale; quella di Berlino ha rappresentato il tentativo di radicarsi nel cuore del mercato europeo; gli stabilimenti statunitensi di Texas e Nevada hanno rafforzato la presenza domestica e permesso di beneficiare delle politiche industriali legate all'IRA. Tesla stessa descrive il proprio business come articolato in veicoli elettrici, energy generation e storage, coerentemente con una missione di accelerazione della transizione verso l'energia sostenibile.

Il vantaggio competitivo di Tesla non è quindi riconducibile a un solo elemento, ma deriva dalla combinazione tra leadership nel lancio di un nuovo prodotto, noto come “*vantaggio del pioniere*” (first mover advantage), software, integrazione verticale, brand tecnologico, rete di ricarica proprietaria e velocità di apprendimento industriale. Tale combinazione ha costretto i legacy players a ripensare il proprio modello competitivo: prima dell'affermazione di Tesla, molti produttori tradizionali consideravano l'elettrico come segmento marginale o tecnologia immatura. Il successo commerciale di Tesla ha invece dimostrato che un veicolo elettrico poteva essere desiderabile, performante, profittevole e capace di competere nei segmenti più redditizi del mercato, contribuendo a modificare le aspettative dei consumatori, il comportamento degli investitori e le strategie dei concorrenti, e ridefinendo i criteri con cui il mercato valuta un'impresa automotive.

Nonostante ciò, il modello Tesla presenta criticità rilevanti. La maturazione del mercato EV ha ridotto il vantaggio iniziale di Tesla in termini di unicità tecnologica e pricing power, configurando un rischio competitivo strutturale: il mercato è passato da fase pionieristica a fase competitiva, nella quale prezzo, capacità produttiva e localizzazione della supply chain assumono crescente importanza rispetto all'innovazione pionieristica. Tesla ha dovuto ridurre i prezzi in diversi mercati, comprimendo i margini e mostrando come anche un leader tecnologico possa essere esposto alla pressione di operatori con costi inferiori e maggiore integrazione manifatturiera.

Tesla presenta inoltre una forte esposizione reputazionale legata alla figura di Elon Musk. La centralità del fondatore ha rappresentato per anni un asset di comunicazione e attrazione finanziaria, ma l'elevata politicizzazione della sua figura e alcune controversie pubbliche hanno aumentato il rischio reputazionale del brand²⁰. Per un'impresa il cui valore dipende anche da fiducia, innovazione percepita e identificazione simbolica del consumatore, la sovrapposizione tra marchio aziendale e figura del CEO introduce una variabile di rischio meno presente in operatori con governance più tradizionali.

Un ulteriore profilo critico riguarda la narrativa sulla guida autonoma. Tesla ha investito fortemente sul Full Self-Driving e sull'intelligenza artificiale applicata alla mobilità,

²⁰ Tale rischio reputazionale ha assunto manifestazioni concrete nel corso del 2025, quando veicoli, concessionarie, showroom e infrastrutture Tesla sono stati oggetto di proteste e atti di vandalismo in diversi Paesi, in risposta all'attivismo politico di Elon Musk e al suo crescente coinvolgimento nella politica statunitense. Reuters ha riportato episodi negli Stati Uniti, in Germania, Italia, Svezia, Australia e Nuova Zelanda, includendo incendi, danneggiamenti di veicoli e atti dimostrativi presso concessionarie Tesla. Tali episodi non modificano direttamente la struttura industriale dell'impresa, ma evidenziano come la forte identificazione tra brand Tesla e figura del fondatore possa trasformarsi in una fonte di rischio reputazionale e commerciale.

presentando tali tecnologie come potenziali fonti di valore futuro. La piena realizzazione commerciale rimane tuttavia soggetta a limiti tecnologici, regolatori e di sicurezza, generando una distanza potenziale tra valore finanziario atteso e risultati industriali effettivamente raggiunti, un rischio di natura diversa da quelli finora analizzati, ma non meno rilevante per la stabilità del modello di valutazione dell'impresa.

Nel complesso, Tesla ha ridefinito il settore automotive dimostrando che la mobilità elettrica può essere non solo compatibile con la performance, ma capace di modificare profondamente il modello industriale dell'automobile. La sua forza risiede nell'aver anticipato il passaggio da auto come prodotto meccanico ad auto come piattaforma software ed energetica integrata. La progressiva industrializzazione della transizione sta tuttavia spostando la competizione da innovazione pionieristica a capacità di scala, controllo dei costi e integrazione della supply chain, dimensioni nelle quali il vantaggio di Tesla appare meno consolidato rispetto alla sua forza originaria sul piano software e tecnologico.

3.4 BYD: integrazione verticale e leadership cinese nella mobilità elettrica

BYD rappresenta uno dei casi più significativi della trasformazione competitiva in atto nel settore automotive globale. Essa incarna il modello industriale cinese della mobilità elettrica: forte integrazione verticale, controllo della filiera delle batterie, produzione su

larga scala, aggressività di prezzo e crescente espansione internazionale. Il suo sviluppo evidenzia come la transizione ecologica possa trasformarsi, se sostenuta da una strategia industriale coerente, in una leva di costruzione del vantaggio competitivo sistemico.

La specificità di BYD risiede innanzitutto nella sua origine industriale. L'azienda non nasce come costruttore automobilistico tradizionale, bensì come produttore di batterie. Fondata nel 1995 da Wang Chuanfu, BYD si afferma inizialmente nel settore delle batterie ricaricabili, sviluppando competenze tecnologiche e produttive che diventeranno centrali nella mobilità elettrica. Questa traiettoria distingue profondamente BYD dai legacy players occidentali: mentre questi ultimi hanno dovuto riconvertire competenze accumulate attorno al motore endotermico BYD ha costruito il proprio ingresso nell'automotive partendo dal componente che sarebbe diventato il fulcro economico e tecnologico del veicolo elettrico.

L'ingresso nel settore automobilistico avviene nel 2003 con l'acquisizione di Qinchuan Automobile, scelta interpretabile retrospettivamente come integrazione verticale estesa: BYD non si limita a produrre batterie per altri operatori, ma decide di controllare anche il prodotto finale, trasferendo le proprie competenze nei sistemi di accumulo energetico alla produzione di veicoli e presidiando progressivamente una quota crescente della catena del valore (batterie, componenti elettronici, motori elettrici, semiconduttori, piattaforme ibride ed elettriche, assemblaggio finale e, più recentemente, logistica internazionale).

Il primo passaggio rilevante avviene con il lancio della BYD F3, veicolo a combustione interna utilizzato anche come strumento di apprendimento industriale su produzione, supply chain e distribuzione. La direzione strategica rimane tuttavia orientata all'elettrificazione: nel 2008 BYD presenta la F3DM, tra i primi modelli plug-in hybrid destinati alla produzione di massa, anticipando una traiettoria che sarebbe diventata centrale negli anni successivi. Nel 2010 il lancio della E6 (veicolo elettrico destinato soprattutto a flotte urbane) mostra la capacità di applicare le competenze nelle batterie a segmenti concreti della mobilità.

L'interesse di Berkshire Hathaway (ergo di Warren Buffett) ha contribuito a rafforzare la credibilità di BYD in una fase in cui l'azienda era ancora poco conosciuta internazionalmente, rappresentando un segnale importante per il mercato: la mobilità elettrica cinese iniziava a configurarsi come opportunità industriale con potenziale globale. Nonostante ciò, per diversi anni BYD è rimasta meno visibile rispetto a Tesla. Il confronto tra le due imprese assume oggi un valore simbolico: nel 2011 Elon Musk derise pubblicamente BYD²¹, sostenendo che non fosse realmente competitiva. Tale episodio mostra con chiarezza la velocità con cui gli equilibri competitivi possono mutare nella transizione tecnologica. Un'impresa inizialmente sottovalutata, focalizzata su batterie e produzione industriale, è diventata nel giro di pochi anni uno dei principali concorrenti globali di Tesla e dei legacy players occidentali.

²¹ Intervista a Bloomberg, 15 novembre 2011.

Il punto di svolta tecnologico è rappresentato dallo sviluppo della Blade Battery, introdotta nel 2020. Basata su chimica LFP, tale tecnologia combina sicurezza, costo relativamente contenuto, durata e buona densità energetica, rafforzando il posizionamento nei veicoli elettrici accessibili e nelle piattaforme ad alto volume. La Blade Battery non costituisce soltanto un'innovazione tecnica, ma una manifestazione della strategia industriale di BYD: ridurre la dipendenza da materiali critici costosi come nichel e cobalto, aumentare la sicurezza percepita del veicolo elettrico e rafforzare il controllo interno sulla componente economicamente più rilevante dell'automobile.

L'integrazione verticale rappresenta il principale elemento distintivo del modello. BYD produce internamente batterie, motori elettrici, semiconduttori e diversi elementi critici del veicolo, riportando una configurazione che riduce l'esposizione ai rischi di fornitura, consente un maggiore controllo sui costi e permette una più rapida integrazione tra innovazione tecnologica e produzione di massa. In un settore in cui la batteria incide in modo significativo sul costo complessivo del veicolo elettrico, il controllo interno di tale componente costituisce un vantaggio competitivo difficilmente replicabile da produttori dipendenti da fornitori esterni. Tale struttura spiega in parte la capacità di BYD di competere aggressivamente sul prezzo: il vantaggio non deriva semplicemente da minori costi del lavoro, ma dalla combinazione tra integrazione verticale, economie di scala, prossimità alla filiera cinese, supporto pubblico e rapidità nello sviluppo dei modelli.

Nel 2022 BYD ha cessato definitivamente la produzione di veicoli a combustione interna, concentrandosi su veicoli elettrici e plug-in hybrid. Tale scelta rappresenta una

discontinuità strategica rilevante rispetto ai legacy players, che continuano a dover gestire simultaneamente motorizzazioni tradizionali, ibride ed elettriche. L'abbandono degli ICE ha permesso a BYD di focalizzare investimenti, capacità produttiva e ricerca su tecnologie coerenti con la transizione elettrica, eliminando la dispersione strategica che caratterizza molti costruttori tradizionali e riducendo il rischio temporale associato alla gestione di due modelli industriali paralleli.

La crescita di BYD è stata favorita dal contesto cinese (analizzato nel paragrafo 3.1.3) che ha costruito un ecosistema favorevole alla mobilità elettrica attraverso sussidi, infrastrutture e un mercato domestico di enorme dimensione. BYD ha saputo trasformare tale contesto in vantaggio competitivo industriale: a differenza di molti concorrenti rimasti esposti alla guerra dei prezzi e alla compressione dei margini, la sua integrazione verticale la posiziona meglio per resistere a tali pressioni, come già evidenziato dalla figura 3.2. L'intensa concorrenza interna, la sovracapacità produttiva e la presenza di numerosi marchi configurano tuttavia un rischio sistemico anche per BYD: le dichiarazioni di alcuni dirigenti secondo cui la price war non sarebbe sostenibile nel lungo periodo (Reuters, 12 giugno 2025) mostrano che persino i leader del mercato riconoscono i limiti di una competizione eccessivamente distruttiva.

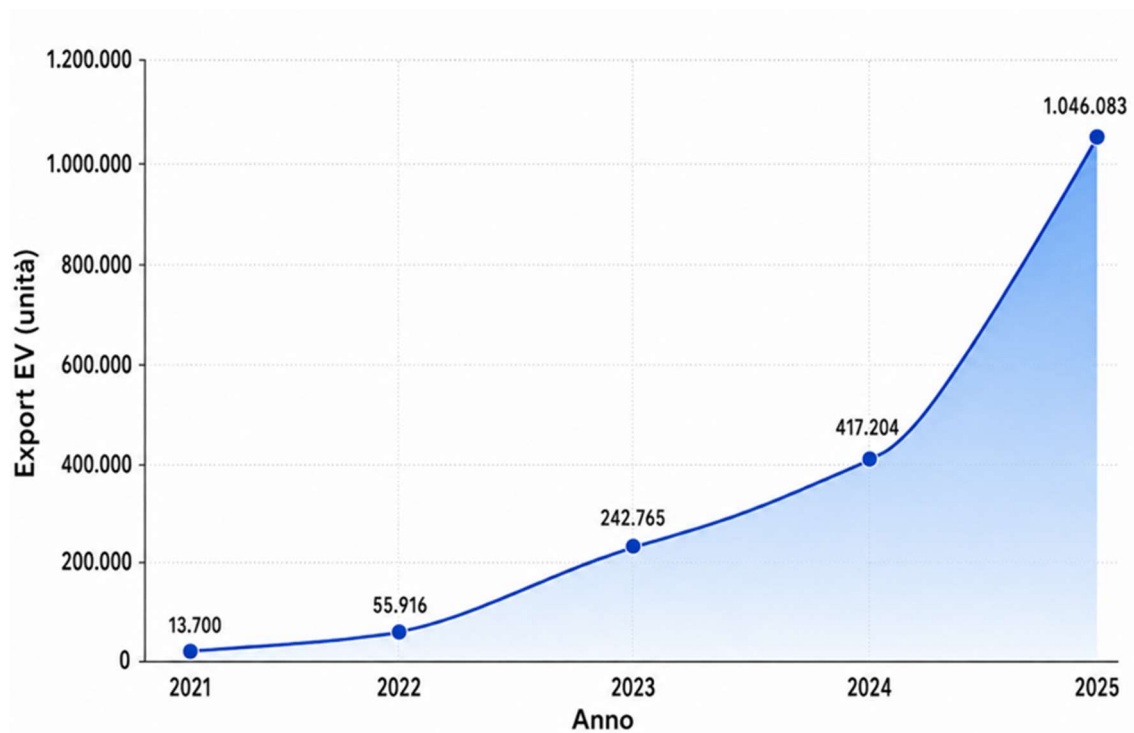
La saturazione del mercato domestico ha spinto BYD ad accelerare l'espansione internazionale. L'azienda sta sviluppando una strategia globale fondata su esportazioni, localizzazione produttiva e controllo logistico, con impianti in Ungheria, Turchia, Brasile, Thailandia e Indonesia, scelta che consente di avvicinarsi ai mercati finali, ridurre

l'impatto dei dazi e adattarsi alle politiche industriali locali. A differenza di Tesla, che ha localizzato la propria gigafactory europea in Germania (nel cuore storico dell'automotive) BYD privilegia Paesi con costi produttivi più contenuti e posizione logistica favorevole, mantenendo una struttura di costo relativamente competitiva anche nei mercati occidentali. Tale strategia può aumentare la pressione sui produttori europei: anche qualora i veicoli fossero assemblati localmente, una parte significativa del valore tecnologico continuerebbe a derivare dalla filiera cinese, in particolare batterie e componentistica. BYD ha inoltre investito nella costruzione di navi dedicate al trasporto dei propri veicoli, rafforzando ulteriormente il modello di integrazione verticale e riducendo la dipendenza da operatori logistici esterni.

La figura 3.7 evidenzia la rapida crescita delle esportazioni di veicoli elettrificati di BYD nel periodo 2021–2025, mostrando il progressivo passaggio dell'azienda da produttore prevalentemente domestico a operatore globale della mobilità elettrica. Dopo volumi ancora contenuti nel 2021, le esportazioni accelerano significativamente a partire dal 2022, superando il milione di unità nel 2025.

La dinamica riflette la strategia di internazionalizzazione adottata dal gruppo cinese in risposta sia alla crescente competitività acquisita nel settore EV sia alla progressiva saturazione del mercato domestico. Il grafico evidenzia inoltre come l'export sia diventato una leva strategica centrale per sostenere la crescita del gruppo e rafforzarne il posizionamento competitivo nei mercati esteri.

Figura 3.7 – Evoluzione delle esportazioni di veicoli elettrificati BYD (2021–2025)



Fonte – elaborazione propria su dati BYD, Gasgoo, CnEVPost e Car News China. *Nota metodologica:* Il dato 2021 è stimato sulla base del tasso di crescita comunicato per il 2022

BYD ha seguito una traiettoria orientata al mercato di massa, ai veicoli elettrificati accessibili e alla progressiva espansione su più segmenti, capacità particolarmente rilevante nella transizione ecologica, dove la diffusione di massa dei veicoli elettrici dipende dalla riduzione del costo di acquisto. In questa fase più matura del mercato EV, in cui prezzo, capacità produttiva e integrazione della supply chain assumono crescente importanza, il modello BYD appare strutturalmente allineato alle variabili competitive dominanti.

Anche il modello BYD presenta tuttavia rischi rilevanti. Sul piano geopolitico, l'espansione internazionale si colloca in un quadro di crescente protezionismo: la localizzazione produttiva può ridurre tale rischio, ma non eliminarlo, soprattutto se i mercati occidentali continueranno a percepire la leadership cinese nell'elettrico come minaccia industriale e di sicurezza nazionale, come già emerso nel caso Ford-CATL analizzato nel paragrafo 2.3.3. Sul piano della sostenibilità economica, un modello fondato su prezzi aggressivi e crescita dei volumi può risultare efficace in fase espansiva, ma più fragile in caso di rallentamento della domanda o ulteriore compressione dei margini, configurando un rischio finanziario strutturale che la guerra dei prezzi nel mercato cinese ha già reso concretamente visibile. Sul piano organizzativo, l'ampiezza dell'integrazione verticale aumenta la complessità gestionale e richiede elevata capacità manageriale per evitare dispersione e inefficienze, soprattutto in un contesto di rapida espansione internazionale verso mercati regolatori e culturali molto diversi da quello domestico.

Nonostante tali rischi, BYD appare oggi uno degli operatori meglio posizionati nella transizione globale verso la mobilità elettrica. La sua forza non risiede soltanto nella crescita dei volumi, ma nella coerenza tra modello industriale e traiettoria tecnologica del settore: batterie, controllo dei costi, integrazione verticale e scala produttiva sono precisamente le variabili che stanno assumendo centralità nella nuova competizione automotive. BYD non deve proteggere un business endotermico storico né dipende esclusivamente dalla superiorità software o dal brand tecnologico. Il suo vantaggio è

manifatturiero, sistemico e direttamente collegato alla struttura industriale della transizione.

BYD rappresenta così la manifestazione più chiara della nuova leadership cinese nella mobilità elettrica. Il suo caso dimostra che la transizione ecologica non premia automaticamente i marchi storici, ma le imprese capaci di costruire coerenza tra tecnologia, supply chain, costi, scala produttiva e strategia di mercato. Per questa ragione, BYD non deve essere interpretata soltanto come challenger di Tesla o dei legacy players, ma come espressione di un cambiamento più profondo: lo spostamento del baricentro industriale dell'automotive verso chi controlla le tecnologie critiche della mobilità sostenibile, dinamica che il paragrafo successivo analizza in chiave comparativa, mettendo a confronto i tre modelli industriali sul piano delle tecnologie critiche, del ruolo dello Stato e delle prospettive competitive della transizione.

3.5 Una lettura comparativa della transizione: modelli industriali, ecosistemi e profili di rischio

L'analisi dei tre ecosistemi e dei tre casi aziendali sviluppata nei paragrafi precedenti ha restituito un quadro ricco di elementi descrittivi e analitici. In questa sezione si riportano i risultati derivanti da una lettura sinottica che consente di apprezzare le principali differenze tra i tre player e come queste impattano sul loro profilo di rischio.

Tale confronto si sviluppa lungo quattro direttrici principali. La prima riguarda i modelli industriali: le tre imprese incarnano configurazioni strategiche profondamente diverse (riconversione di un sistema legacy, piattaforma software-centric, ecosistema manifatturiero integrato) ciascuna con specifici punti di forza, vulnerabilità e profili di rischio. La seconda analizza i tre assi competitivi che stanno ridefinendo il vantaggio nell'automotive elettrico, mostrando come ciascuna impresa li presidi in modo diverso e con implicazioni diverse sulla capacità di competere nelle diverse fasi della transizione. La terza esamina il ruolo dello Stato come variabile costitutiva della competizione industriale, mettendo a confronto i tre modelli di intervento pubblico (regolatorio europeo, selettivo e discontinuo statunitense, sistemico cinese) e valutandone gli effetti sulla competitività delle rispettive imprese. La quarta, infine, affronta la questione prospettica centrale: chi sta vincendo la transizione, con quale vantaggio e con quali rischi.

La dimensione del rischio costituisce il nucleo interpretativo che attraversa trasversalmente l'analisi, e rappresenta il tema centrale della tesi. La transizione ecologica non ridistribuisce soltanto quote di mercato tra imprese, ma genera profili di rischio specifici per ciascun modello industriale e per ciascun ecosistema: rischio temporale e di stranded assets per i legacy players in riconversione, rischio competitivo manifatturiero per i pionieri software, rischio geopolitico e sistemico per i leader manifatturieri integrati. Comprendere chi stia vincendo la transizione richiede quindi non solo misurare le vendite di veicoli elettrici, ma valutare la sostenibilità dei vantaggi competitivi attuali e la capacità

di ciascun modello di gestire i rischi che la fase successiva della transizione porterà con sé.

3.5.1 Un confronto tra i modelli industriali della transizione: legacy europeo, software-centric statunitense e manifatturiero cinese

L'analisi di Volkswagen, Tesla e BYD consente di osservare tre differenti modelli industriali attraverso cui le imprese automotive stanno affrontando la transizione verso la mobilità elettrica. Il confronto non riguarda soltanto la diversa capacità di vendere veicoli elettrificati, ma riflette tre configurazioni strategiche profondamente diverse: il modello legacy europeo, il modello software-driven statunitense e il modello manifatturiero integrato cinese. Ciascuna impresa interpreta la transizione a partire da una diversa base industriale, da differenti vincoli organizzativi e da specifiche condizioni di ecosistema, generando profili di rischio e traiettorie competitive che solo il confronto diretto consente di apprezzare pienamente.

Volkswagen incarna il modello del legacy player industriale: scala produttiva globale, portafoglio marchi ampio e tradizione ingegneristica consolidata, ma vincolata da una struttura costruita per decenni attorno al motore endotermico. Il suo vincolo non è la mancanza di risorse, ma la coesistenza obbligata di due modelli industriali, quello endotermico ancora generatore di cassa e quello elettrico che richiede investimenti massicci, i quali disperdono risorse e rallentano la velocità di adattamento. Tesla incarna

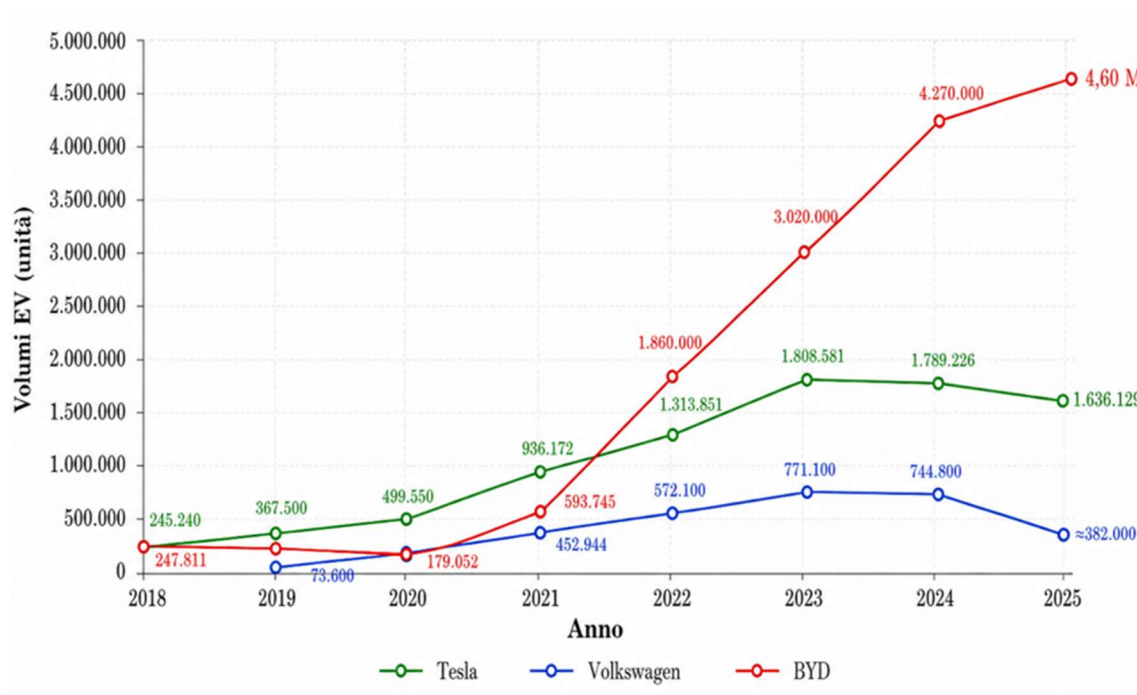
invece il modello del pioniere software-centric: nata direttamente nel paradigma elettrico, ha potuto concentrare fin dall'origine capitale, cultura e capacità produttiva su una traiettoria tecnologica coerente, ridefinendo il significato competitivo dell'automobile da prodotto meccanico a piattaforma digitale integrata. BYD incarna il modello manifatturiero integrato: partendo dalla batteria come competenza originaria, ha progressivamente esteso il proprio controllo lungo l'intera catena del valore, costruendo un vantaggio industriale fondato su integrazione verticale, scala produttiva e capacità di comprimere i costi lungo la filiera.

Il confronto tra i tre modelli evidenzia una differenza essenziale nelle sfide strategiche che ciascuna impresa deve affrontare. Volkswagen deve trasformare un sistema industriale preesistente, gestendo simultaneamente la pressione sui margini del business endotermico e gli investimenti nella transizione elettrica, una condizione che amplifica il rischio temporale: il rallentamento della transizione verso l'elettrico può tradursi in una perdita di competitività, mentre una trasformazione troppo rapida può generare pressioni sulla redditività di breve periodo. Tesla deve difendere e aggiornare un vantaggio pionieristico in un mercato passato dalla fase sperimentale a quella competitiva, nel quale la superiorità software non è più sufficiente a isolarsi dalla pressione manifatturiera di operatori capaci di produrre a costi inferiori. BYD deve scalare globalmente un modello manifatturiero integrato nato nell'ecosistema cinese, affrontando dazi, protezionismo e complessità organizzativa crescente, con un rischio geopolitico strutturale che la localizzazione produttiva può mitigare ma non eliminare.

L'andamento delle vendite di veicoli elettrificati costituisce un indicatore utile per visualizzare la diversa traiettoria competitiva dei tre modelli. Il confronto sulle vendite EV e NEV, piuttosto che sul totale delle automobili vendute, è metodologicamente più corretto: Volkswagen continua a produrre volumi elevati di veicoli tradizionali, Tesla opera esclusivamente nell'elettrico e BYD ha progressivamente concentrato la propria attività sui NEV. Un confronto sul totale mescolerebbe modelli industriali non omogenei, attribuendo un vantaggio quantitativo ai produttori ancora dipendenti dagli ICE. Le vendite EV/NEV misurano invece la capacità di competere nel segmento che rappresenta il fulcro della transizione.

La figura 3.8 confronta l'andamento dei volumi elettrificati di Tesla, Volkswagen Group e BYD nel periodo 2018–2025, evidenziando tre traiettorie competitive profondamente differenti. Tesla mostra una forte crescita nella prima fase della transizione, imponendosi come principale pioniere globale del veicolo elettrico puro; tuttavia, dopo il picco del 2023, la dinamica appare più stabile e successivamente in lieve contrazione. Volkswagen registra invece una crescita più contenuta, indicativa della complessità della riconversione di un legacy player storicamente fondato sulle motorizzazioni tradizionali. BYD evidenzia la traiettoria più accelerata, soprattutto a partire dal 2021, superando Tesla nei volumi complessivi di veicoli elettrificati e consolidando il proprio ruolo di leader industriale nella mobilità NEV.

Figura 3.8 – Evoluzione dei volumi EV/NEV di Volkswagen, Tesla e BYD (2018–2025)



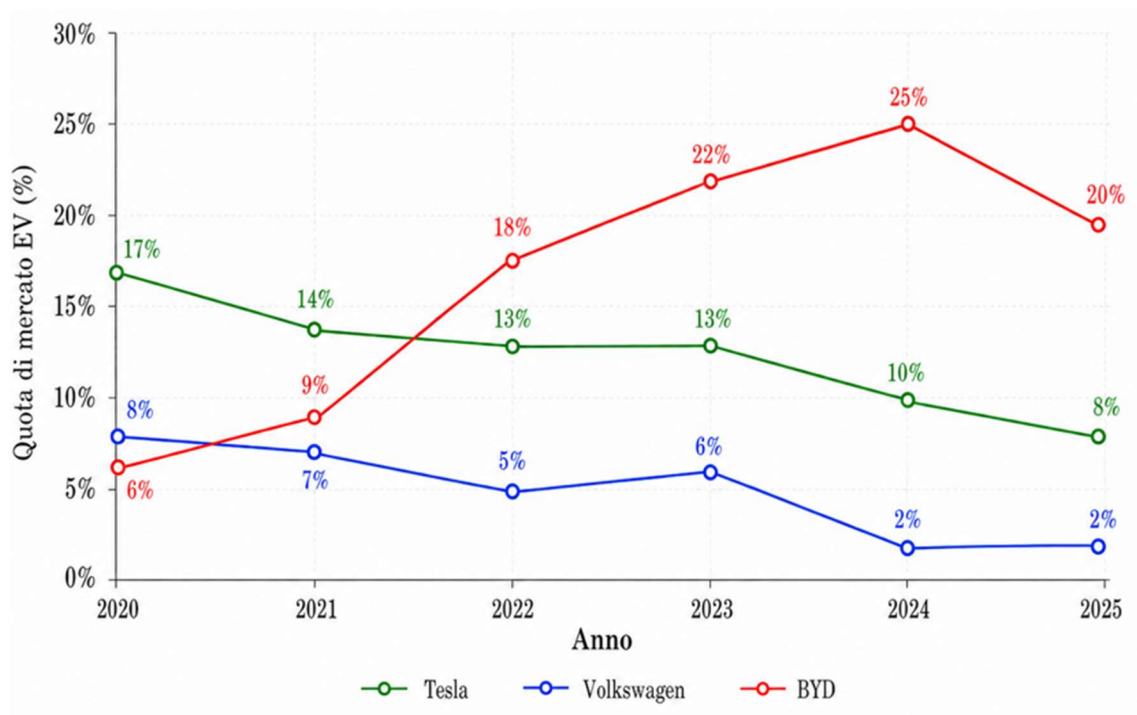
Fonte – Elaborazione propria su dati Tesla, Volkswagen Group, MotorAuthority, BYD, InsideEVs, Electrive, BYD Europe e Reuters. *Nota metodologica:* Per Tesla sono considerate le consegne EV totali; per Volkswagen i BEV consegnati; per BYD le vendite NEV, comprensive di BEV e PHEV.

Il confronto non misura categorie perfettamente omogenee: Tesla vende esclusivamente BEV, Volkswagen è rappresentata principalmente dai BEV consegnati dal gruppo, mentre BYD include l'intero perimetro NEV, composto da BEV e PHEV. Nonostante tale cautela metodologica, il grafico risulta utile per mostrare la diversa capacità dei tre modelli industriali di scalare nella transizione elettrica.

La figura 3.9 mostra l'evoluzione della quota di mercato globale di Tesla, Volkswagen e BYD nel mercato dei veicoli elettrici nel periodo 2020–2025. Le quote sono stimate rapportando i volumi dei singoli produttori alle vendite globali di auto elettrificate indicate dall'IEA, includendo quindi il mercato complessivo BEV + PHEV. Il confronto deve essere interpretato con cautela, poiché Tesla opera esclusivamente nel segmento BEV, Volkswagen è considerata prevalentemente per le consegne BEV, mentre BYD include sia BEV sia PHEV.

La dinamica evidenzia una redistribuzione significativa del peso competitivo globale. Tesla mantiene un ruolo centrale nella prima fase del periodo analizzato, ma vede ridursi progressivamente la propria quota relativa a causa della rapida espansione del mercato EV globale e dell'ingresso di nuovi concorrenti. BYD segue invece una traiettoria opposta, aumentando rapidamente la propria incidenza grazie alla crescita dei volumi NEV, alla forza del mercato cinese e all'espansione internazionale. Volkswagen mostra una posizione più debole, poiché l'incremento dei volumi BEV non risulta sufficiente a mantenere il passo con la crescita complessiva del mercato e con l'accelerazione dei produttori cinesi.

Figura 3.9 – Evoluzione della quota di mercato EV globale di Volkswagen, Tesla e BYD (2020–2025)



Fonte – Elaborazione propria su dati IEA, Tesla, Volkswagen Group, BYD, Reuters e Counterpoint

Nel complesso, il grafico mostra come la transizione elettrica stia modificando gli equilibri competitivi globali. Tesla conserva un ruolo rilevante come pioniere e benchmark tecnologico, BYD emerge come principale attore industriale per scala e integrazione verticale, mentre Volkswagen evidenzia le difficoltà dei legacy players nel trasformare la propria leadership storica in una posizione dominante nel nuovo mercato elettrificato.

Tale disamina consente di interpretare l'evoluzione del comparto attraverso due fasi ben distinte. In una prima fase, Tesla emerge come il player capace di validare commercialmente il veicolo elettrico e di imporre un nuovo paradigma competitivo, dimostrando che l'elettrico poteva essere desiderabile, performante e scalabile. In una seconda fase, BYD accelera la propria crescita grazie all'integrazione verticale, alla scala produttiva e alla capacità di competere su segmenti di mercato più ampi. Volkswagen, pur disponendo di risorse industriali rilevanti, appare impegnata in una transizione più lenta e complessa, condizionata dal peso del modello endotermico e dalla necessità di riconvertire un sistema produttivo altamente strutturato.

Ne deriva che la transizione ecologica non sta premiando automaticamente i produttori storicamente dominanti, ma le imprese capaci di costruire coerenza tra tecnologia, organizzazione industriale e modello competitivo. Il caso Volkswagen mostra i costi e i rischi della riconversione di un sistema legacy; il caso Tesla mostra la forza del first mover e della digitalizzazione del veicolo, ma anche la vulnerabilità di un modello che deve ora difendersi su un terreno diverso da quello su cui ha costruito il proprio vantaggio; il caso BYD mostra il vantaggio derivante dal controllo industriale della filiera, ma anche l'esposizione ai rischi geopolitici e alla pressione competitiva interna. Il nuovo equilibrio competitivo non dipende da una sola variabile, ma dall'interazione tra scala, software, batterie, costi, supply chain e capacità di adattamento strategico, dimensioni che il sottoparagrafo successivo analizza nel dettaglio.

3.5.2 Il controllo delle tecnologie critiche come fonte di vantaggio competitivo nella transizione automotive: batterie, software e supply chain

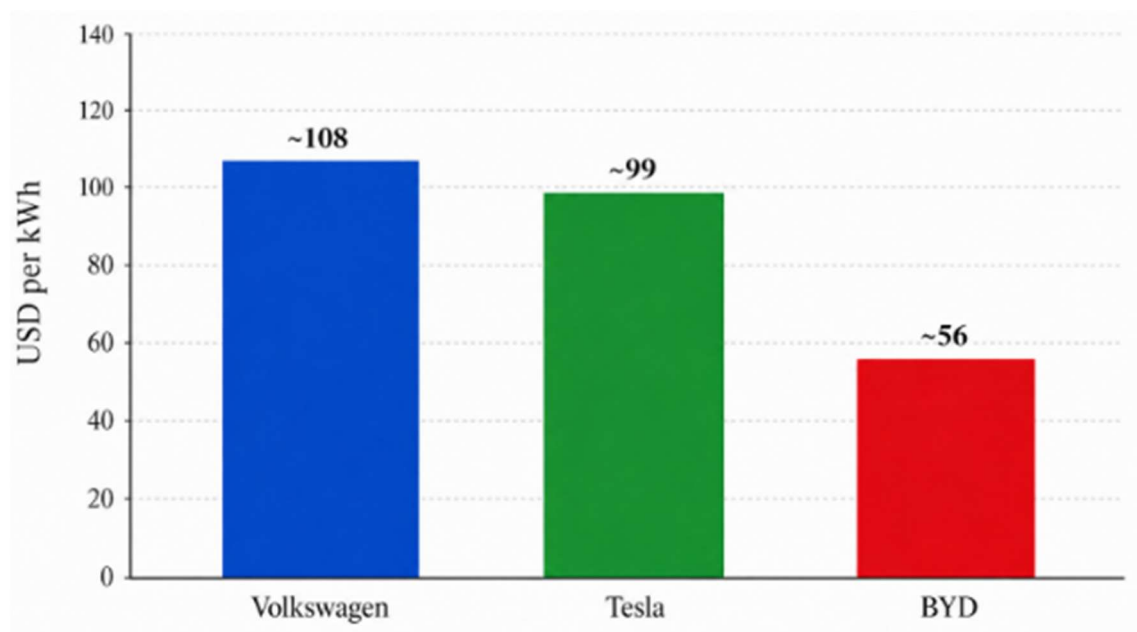
La transizione verso la mobilità elettrica ha modificato profondamente la struttura del vantaggio competitivo nel settore automotive. Come già enunciato precedentemente, Se nel paradigma tradizionale il valore industriale era concentrato nella progettazione del motore endotermico, nella qualità meccanica e nella capacità manifatturiera convenzionale, nel nuovo paradigma elettrico il baricentro si sposta verso tre ambiti strategici: batterie, software e controllo della supply chain. Tali elementi non rappresentano semplici componenti tecniche del veicolo, ma le nuove infrastrutture competitive attraverso cui si definiscono costo, prestazioni, autonomia, esperienza utente, resilienza produttiva e capacità di differenziazione. Il confronto tra Volkswagen, Tesla e BYD consente di apprezzare come ciascun modello industriale si posizioni diversamente su questi tre assi e quali implicazioni ne derivino in termini di vantaggio competitivo e profilo di rischio.

Nei veicoli elettrici, la batteria incide in modo significativo sul costo finale del prodotto e determina alcuni degli attributi più rilevanti per il consumatore. Il controllo del livello tecnologico della batteria e della relativa filiera diventa quindi una variabile strategica centrale, capace di incidere direttamente su margini, velocità di innovazione e capacità di adattamento alle diverse fasce di mercato.

La figura 3.10 confronta il costo indicativo delle batterie dei tre produttori analizzati, evidenziando differenze significative nella competitività della componente tecnologica

più rilevante per il veicolo elettrico. BYD presenta il costo stimato più contenuto grazie all'elevato livello di integrazione verticale, all'utilizzo della tecnologia Blade Battery e alla forte presenza nella filiera cinese delle batterie. Tesla si colloca in una posizione intermedia, beneficiando di economie di scala e innovazioni produttive, mentre Volkswagen evidenzia valori superiori, coerenti con una strategia di integrazione ancora in fase di sviluppo e con una maggiore dipendenza da fornitori esterni.

Figura 3.10 – Costo indicativo delle batterie per Volkswagen, Tesla e BYD (\$/kWh)



Fonte – Elaborazione propria su dati e stime BloombergNEF Battery Price Survey 2025, Volkswagen Power Day 2021, InsideEVs, Benchmark Mineral Intelligence, CnEVPost, 36kr e CarNewsChina. *Nota metodologica: I valori riportati non rappresentano costi industriali ufficialmente pubblicati dalle imprese, ma stime e proxy ricavate da fonti aziendali e settoriali. Per*

Volkswagen è stato utilizzato il target di costo comunicato durante il Power Day 2021 (inferiore a 100 €/kWh), convertito in dollari statunitensi. Per Tesla è stato impiegato un valore stimato sulla base delle analisi di mercato BloombergNEF relative ai prezzi medi dei battery pack nel 2025, in assenza di dati aziendali pubblicamente disponibili. Per BYD il valore deriva da stime di settore riferite alle batterie LFP e alla tecnologia Blade Battery prodotte in Cina. Poiché nessuna delle tre aziende divulga sistematicamente il costo unitario effettivo delle proprie batterie, il grafico deve essere interpretato come confronto indicativo degli ordini di grandezza e delle differenze competitive tra i modelli industriali, piuttosto che come confronto contabile diretto.

Nel complesso, il grafico suggerisce come il controllo del livello tecnologico della batteria e della relativa supply chain rappresenti una delle principali fonti di vantaggio competitivo nella transizione verso la mobilità elettrica.

I tre player si collocano su posizioni marcatamente diverse. Volkswagen rimane la più esposta alla dipendenza da fornitori esterni: pur avendo avviato investimenti significativi, non controlla ancora le fasi più critiche della filiera, dalla raffinazione dei materiali alla produzione delle celle, dovendo sostenere elevati investimenti per recuperare un vantaggio temporale e industriale accumulato da altri attori, soprattutto asiatici. Tesla occupa una posizione intermedia: ha compreso precocemente la centralità della batteria e ha investito in gigafactory e sviluppo tecnologico, ma continua a dipendere da fornitori globali come CATL, Panasonic e LG Energy Solution per una parte rilevante delle celle. Il suo modello combina integrazione selettiva e partnership strategiche, controllando progettazione, assemblaggio e gestione software dell'energia senza produrre internamente l'intera catena tecnologica delle celle. BYD rappresenta il caso di maggiore integrazione

verticale: nata come produttore di batterie, ha costruito un modello in cui la batteria non è un componente acquistato dall'esterno ma il nucleo originario del vantaggio competitivo, consentendole di ridurre la dipendenza da fornitori esterni, controllare i costi e integrare più rapidamente innovazioni tecniche all'interno dei propri veicoli.

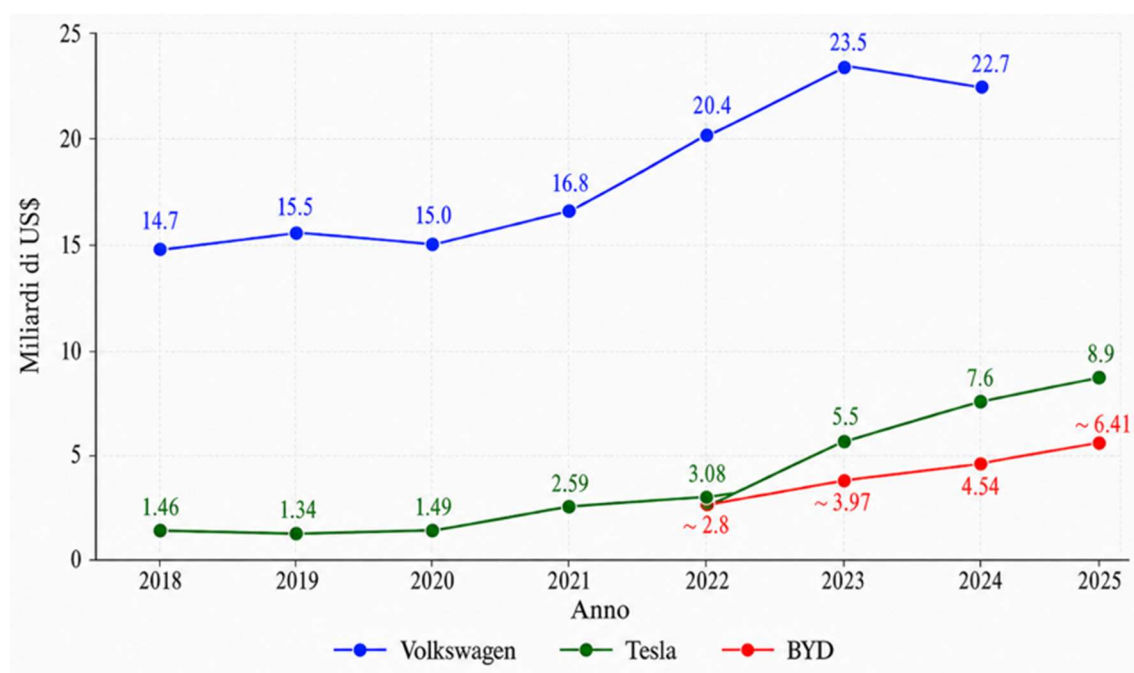
Il confronto tra Tesla e BYD rivela due modalità distinte di interpretare l'integrazione verticale. Tesla la utilizza per controllare l'esperienza complessiva del veicolo, attraverso software, rete di ricarica, architettura elettronica e interfaccia utente. BYD la utilizza come strumento di controllo industriale della filiera con batterie, semiconduttori, componentistica e produzione. Questa distinzione mostra come la leadership nella mobilità elettrica possa derivare da fonti diverse: non solo dalla superiorità digitale, ma anche dalla capacità di produrre su larga scala a costi inferiori.

La crescente digitalizzazione ha trasformato l'automobile da prodotto meccanico a piattaforma elettronica connessa, nella quale il software incide su sicurezza, gestione energetica, assistenza alla guida, infotainment, diagnostica e relazione continuativa con il cliente. La capacità di sviluppare internamente software proprietario diventa fonte di differenziazione e strumento per ridurre la dipendenza da fornitori esterni.

La figura 3.11 mostra l'evoluzione degli investimenti in ricerca e sviluppo dei tre principali player analizzati, evidenziando differenti strategie di innovazione nella transizione verso la mobilità elettrica. Volkswagen mantiene i livelli di spesa più elevati in termini assoluti, coerentemente con la necessità di riconvertire un modello industriale complesso e consolidato; tuttavia, tali investimenti risultano distribuiti su un ampio

portafoglio di marchi, piattaforme e tecnologie, riducendone in parte la focalizzazione strategica. Tesla presenta una spesa complessivamente inferiore, ma caratterizzata da una forte concentrazione su software, batterie, intelligenza artificiale e guida autonoma, evidenziando una maggiore efficienza nell'utilizzo delle risorse innovative. BYD, infine, mostra la crescita più rapida degli investimenti negli anni recenti, riflettendo una strategia di espansione aggressiva orientata al rafforzamento delle competenze nelle batterie, nell'elettronica di potenza e nelle piattaforme elettrificate.

Figura 3.11 – Spesa in ricerca e sviluppo di Volkswagen, Tesla e BYD (2018–2025, miliardi di USD)



Fonte – Elaborazione propria su dati Volkswagen AG Annual Reports 2019–2024, Tesla Inc. Form 10-K 2020–2025, BYD Company Limited Annual Report 2024 e comunicati

ufficiali BYD. *Nota metodologica: I dati sono stati ricostruiti a partire dai bilanci annuali e dalle relazioni finanziarie ufficiali delle società. Per garantire la comparabilità, gli importi originariamente espressi in euro (Volkswagen) e renminbi (BYD) sono stati convertiti in dollari statunitensi utilizzando tassi di cambio medi annuali. I valori relativi a BYD per alcuni anni sono da considerarsi indicativi (contrassegnati con “~”), in quanto derivati da fonti societarie meno omogenee rispetto a quelle disponibili per Volkswagen e Tesla. Per gli anni precedenti al 2022 non sono stati reperiti dati ufficiali sufficientemente affidabili e comparabili per BYD (stesso discorso vale per il valore di VW nel 2025), motivo per cui la serie risulta parziale. Le differenze nei criteri di rendicontazione, nelle valute di origine e nella disponibilità delle informazioni possono influenzare la piena confrontabilità dei valori riportati, che devono pertanto essere interpretati come stime comparative e non come importi contabili perfettamente equivalenti.*

L'analisi della figura 3.10 suggerisce che la competizione nel settore EV non dipenda soltanto dall'ammontare delle risorse investite, ma anche dalla capacità di indirizzarle verso tecnologie coerenti con il nuovo paradigma della mobilità elettrica.

Tesla è il player che ha interpretato con maggiore anticipo tale trasformazione, progettando fin dall'origine il veicolo come piattaforma aggiornabile e spostando così il valore dall'hardware al software. Volkswagen ha invece incontrato difficoltà rilevanti in questo passaggio: i problemi di CARIAD hanno dimostrato che la transizione software non è soltanto tecnologica ma organizzativa, richiedendo cultura digitale, velocità decisionale e capacità di integrare sviluppo hardware e software che un'organizzazione storicamente meccanica fatica a sviluppare rapidamente. BYD occupa una posizione intermedia ma in rapida evoluzione: la sua forza rimane manifatturiera, ma la crescente

attenzione dei consumatori cinesi verso funzionalità digitali, infotainment avanzato e integrazione con dispositivi mobili sta riducendo il divario software rispetto ai produttori occidentali, configurando una traiettoria di convergenza che potrebbe ridefinire ulteriormente gli equilibri competitivi nel medio periodo.

La pandemia, la crisi dei semiconduttori e le tensioni geopolitiche hanno mostrato come la competitività automobilistica dipenda sempre più dalla resilienza delle catene di approvvigionamento. Nel settore elettrico tale tema assume importanza ancora maggiore, poiché batterie, semiconduttori, terre rare e componentistica elettronica diventano input strategici la cui disponibilità è geograficamente concentrata e geopoliticamente sensibile, configurando un rischio sistemico che i tre player gestiscono con approcci radicalmente diversi.

Volkswagen risulta esposta a una supply chain complessa costruita attorno a una struttura multi-brand e multi-piattaforma: la dipendenza da fornitori esterni per batterie, software e componentistica riduce il controllo diretto sui costi e sulla velocità di innovazione, mentre l'esposizione al mercato cinese attraverso joint venture crea una condizione ambivalente: accesso a competenze rilevanti, ma anche rischio di dipendenza tecnologica e trasferimento di potere industriale verso l'ecosistema cinese. Tesla ha adottato una strategia più selettiva, internalizzando le componenti percepite come strategiche, ma mantenendo relazioni con fornitori globali per le celle: un modello più flessibile ma comunque esposto a rischi di approvvigionamento, che la presenza di gigafactory in tre continenti mira a ridurre avvicinando produzione e domanda finale. BYD riduce il rischio

di supply chain attraverso un controllo industriale più esteso: la produzione interna di molte componenti critiche le consente di limitare l'impatto di interruzioni esterne e reagire più rapidamente alle variazioni della domanda, beneficiando inoltre di prossimità industriale con l'ecosistema cinese delle batterie, sebbene tale dipendenza dall'ecosistema domestico ponga a sua volta vulnerabilità geopolitiche in caso di escalation commerciale con i mercati occidentali.

La diversa configurazione delle supply chain produce effetti diretti sulla strategia di prezzo. Volkswagen fatica a competere nei segmenti EV a basso prezzo, gravata dai costi di riconversione e dalla dipendenza da fornitori esterni. Tesla ha dovuto ridurre i prezzi in diversi mercati per rispondere alla concorrenza cinese, comprimendo i margini. BYD dispone di una maggiore capacità di utilizzare il prezzo come leva offensiva grazie all'integrazione verticale, pur restando esposta alla guerra dei prezzi nel mercato domestico.

Batterie, software e supply chain non sono variabili indipendenti, ma dimensioni strettamente interconnesse: la batteria incide su costo e autonomia, il software ottimizza prestazioni ed esperienza utente, la supply chain determina disponibilità, costo e resilienza degli input produttivi. Il vantaggio competitivo emerge dalla capacità di integrare queste dimensioni in un modello coerente. Tesla ha costruito coerenza tra software, esperienza utente e infrastruttura di ricarica. BYD ha costruito coerenza tra batteria, produzione interna e controllo dei costi. Volkswagen sta cercando di costruire tale coerenza, ma parte da una struttura più complessa e meno allineata al nuovo

paradigma, con un profilo di rischio che riflette la difficoltà di costruire simultaneamente competenze in tutti e tre gli assi mentre si gestisce ancora un business endotermico rilevante.

Figura 3.12 – Confronto del grado di integrazione verticale e controllo della filiera in Volkswagen, Tesla e BYD

VARIABILI	 VOLKSWAGEN	 TESLA	 BYD
 Batterie	dipendenza fornitori	partnership + integrazione	forte integrazione
 Software	ritardo	core competence	crescente
 Supply chain	globale frammentata	selettiva	altamente integrata
 Ricarica	limitata	Supercharger	limitata
 Semiconduttori	dipendenza esterna	parziale controllo	forte integrazione cinese

Fonte – Elaborazione propria

Non esiste un unico modello vincente in assoluto. Il vantaggio di Tesla nel software può essere eroso da operatori con costi inferiori mentre il vantaggio di BYD nell'integrazione può essere limitato da barriere geopolitiche così come il vantaggio di Volkswagen nella

scala industriale può non essere sufficiente se non accompagnato da una rapida riconversione tecnologica. La transizione ecologica non premia chi produce veicoli elettrici, ma chi controlla le tecnologie e le filiere che li rendono competitivi su larga scala.

3.5.3 Lo Stato come variabile competitiva: tre modelli di intervento pubblico a confronto

Il confronto tra Volkswagen, Tesla e BYD evidenzia come la competitività nella transizione verso la mobilità elettrica non dipenda esclusivamente dalle scelte aziendali, ma anche dal contesto istituzionale in cui tali imprese operano. La trasformazione del settore automotive richiede investimenti molto elevati, filiere tecnologiche complesse, infrastrutture di ricarica, accesso a materie prime critiche e continuità regolatoria, dimensioni che nessuna impresa può costruire autonomamente. In questo scenario, il ruolo dello Stato diventa una variabile centrale nella costruzione del vantaggio competitivo, poiché può accelerare o rallentare la capacità delle imprese di adattarsi al nuovo paradigma industriale.

Come analizzato nel paragrafo 3.1, Europa, Stati Uniti e Cina hanno adottato tre modelli distinti di intervento pubblico. L'Europa ha seguito prevalentemente una logica regolatoria, imponendo standard emissivi progressivamente più stringenti e obiettivi climatici vincolanti. Gli Stati Uniti hanno adottato un modello più selettivo e discontinuo, fondato sull'alternanza tra deregolazione e incentivi fiscali. La Cina ha sviluppato una

strategia sistemica e coordinata, nella quale sussidi, pianificazione industriale, infrastrutture e sviluppo della filiera domestica sono stati utilizzati congiuntamente. Il confronto tra questi tre approcci consente ora di valutarne gli effetti concreti sulla competitività delle imprese analizzate nei paragrafi 3.2, 3.3 e 3.4.

Il modello europeo ha avuto il merito di fissare una direzione chiara verso la decarbonizzazione, riducendo l'incertezza sugli obiettivi ambientali di lungo periodo. Tuttavia, la spinta regolatoria non è stata accompagnata da una politica industriale sufficientemente coordinata: l'Europa ha costruito una delle cornici climatiche più ambiziose al mondo, ma ha mostrato maggiori difficoltà nel creare un ecosistema industriale competitivo nelle tecnologie chiave della mobilità elettrica. La dipendenza da fornitori asiatici per batterie, celle e componentistica avanzata ha ridotto la capacità dei produttori europei di catturare internamente il valore generato dalla transizione. In altri termini, l'Unione Europea ha accelerato la domanda di veicoli a basse emissioni, ma non ha sviluppato con la stessa rapidità una filiera domestica capace di sostenere tale trasformazione su scala globale.

Tale squilibrio assume particolare rilevanza per Volkswagen. Il gruppo opera in un contesto in cui la regolazione climatica impone una rapida elettrificazione, ma la struttura industriale europea rimane caratterizzata da costi energetici elevati, rigidità occupazionali e ritardo nella produzione di batterie. Volkswagen deve quindi sostenere contemporaneamente i costi della transizione, della ristrutturazione produttiva e dello sviluppo tecnologico, senza beneficiare di un ecosistema industriale altrettanto integrato

rispetto a quello cinese. La regolazione europea ha funzionato come forte driver di trasformazione, ma anche come moltiplicatore del rischio di transizione per i legacy players: impone la direzione senza fornire pienamente gli strumenti industriali per percorrerla. Il Rapporto Draghi sulla competitività europea evidenzia proprio questo problema strutturale, ovvero il ritardo negli investimenti, nell'innovazione e nella costruzione di capacità industriali strategiche, che nel settore automotive si manifesta nella difficoltà di sviluppare rapidamente batterie, software e infrastrutture di ricarica competitive.

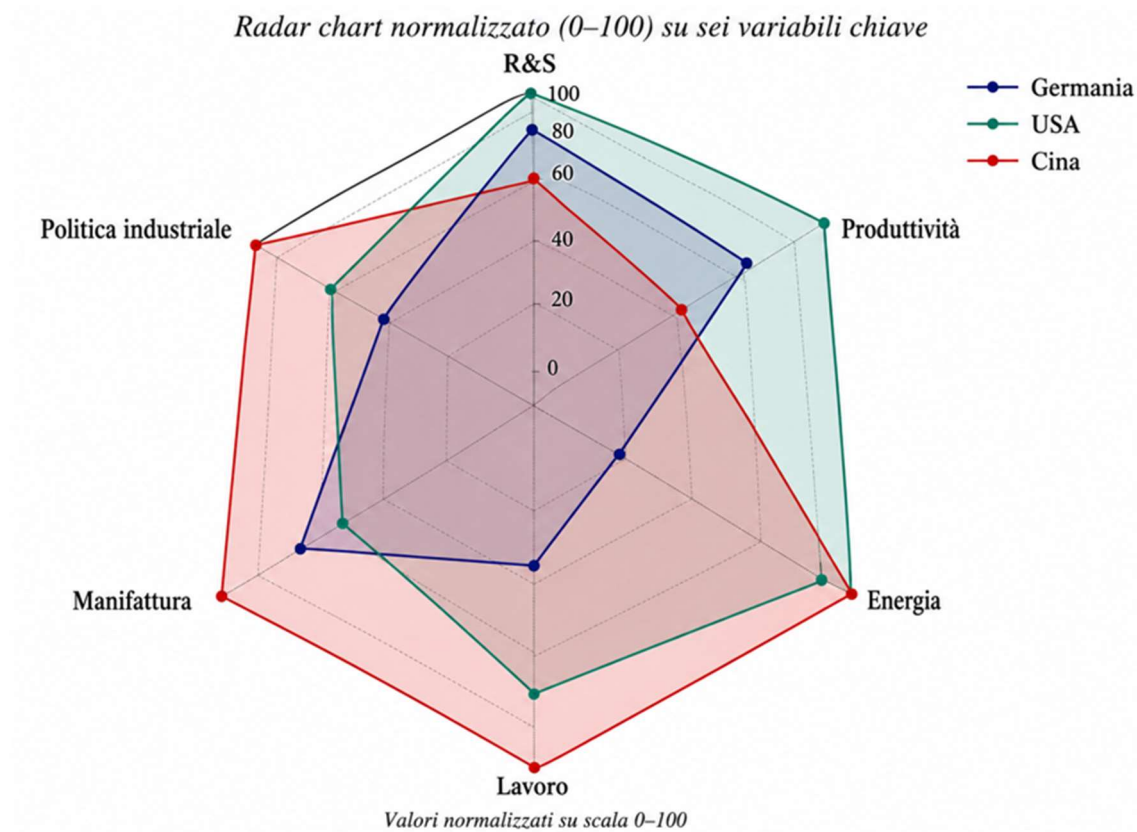
Il modello statunitense presenta una configurazione diversa. La sua forza non deriva da una pianificazione industriale centralizzata, ma dalla capacità del sistema economico di finanziare imprese ad alto rischio e di trasformare innovazioni radicali in modelli scalabili, condizione che ha favorito l'ascesa di Tesla. L'*Inflation Reduction Act* ha segnato un passaggio rilevante, collegando obiettivi climatici e rafforzamento della manifattura domestica attraverso crediti fiscali, incentivi alla produzione locale e requisiti di assemblaggio in Nord America, trasformando così la politica climatica in uno strumento di competizione industriale geopolitica. A differenza dell'approccio europeo centrato sul vincolo regolatorio, l'approccio statunitense ha utilizzato l'incentivo economico come strumento per orientare le scelte delle imprese, favorendo Tesla in diversi modi: domanda crescente di veicoli elettrici, incentivi all'acquisto e posizionamento favorevole rispetto ai requisiti di localizzazione.

La criticità principale del modello statunitense risulta la discontinuità politica. Le politiche ambientali e gli incentivi alla mobilità elettrica hanno subito oscillazioni rilevanti in funzione delle diverse amministrazioni, generando incertezza per le imprese che devono pianificare investimenti pluriennali. Questa instabilità si traduce in una forma specifica di rischio regolatorio, non eccesso di rigidità normativa come in Europa, ma volatilità dell'indirizzo politico, che può indurre le imprese a posticipare o ridurre investimenti nella transizione, con effetti negativi sulla costruzione di un ecosistema industriale stabile nel lungo periodo.

La Cina rappresenta il caso più compiuto di politica industriale applicata alla transizione automotive. Il governo ha interpretato la mobilità elettrica non soltanto come strumento di decarbonizzazione, ma come leva strategica per costruire una nuova leadership industriale. La differenza principale rispetto all'Europa è che la Cina non si è limitata a fissare obiettivi ambientali, ma ha costruito le condizioni industriali per raggiungerli: la domanda è stata sostenuta attraverso incentivi, l'offerta rafforzata attraverso sussidi, la filiera consolidata attraverso investimenti nelle batterie e nella componentistica, le infrastrutture sviluppate con forte supporto pubblico. Secondo il CSIS, la spesa cinese in politica industriale ha raggiunto livelli molto elevati nel confronto internazionale, nonostante molte forme di sostegno risultano difficili da misurare. Proprio questa dimensione meno visibile del sostegno pubblico rende il modello cinese particolarmente efficace nel costruire vantaggi sistemici difficili da replicare da parte dei concorrenti occidentali.

Il caso BYD mostra con chiarezza gli effetti di tale ecosistema. L'impresa ha beneficiato della crescita del mercato domestico, della filiera locale delle batterie, delle economie di scala e del supporto pubblico, ma il suo successo non può essere ridotto ai soli sussidi. BYD ha saputo trasformare le condizioni favorevoli del contesto cinese in vantaggio industriale attraverso integrazione verticale, controllo della batteria ed efficienza produttiva. Lo Stato ha creato il terreno competitivo, ma la capacità aziendale ha determinato quali imprese fossero in grado di emergere, generando una distinzione rilevante, poiché mostra che il modello cinese non produce automaticamente campioni industriali, ma crea condizioni che le imprese più capaci sanno sfruttare meglio di altre. La figura 3.13 sintetizza le principali caratteristiche strutturali dei tre ecosistemi economici di riferimento per Volkswagen, Tesla e BYD, confrontando sei dimensioni rilevanti per la competitività industriale: intensità di ricerca e sviluppo, produttività, competitività energetica, competitività del costo del lavoro, capacità manifatturiera e sostegno della politica industriale. La rappresentazione evidenzia l'esistenza di tre modelli distinti: gli Stati Uniti emergono per leadership tecnologica e produttività, la Germania mantiene una forte base industriale e innovativa ma risulta penalizzata da costi energetici e salariali elevati, mentre la Cina combina vantaggi di costo, ampia capacità manifatturiera e un forte supporto pubblico ai settori strategici.

Figura 3.13 – Profilo competitivo comparato degli ecosistemi automotive di Germania, Stati Uniti e Cina



Fonte – Elaborazione propria su dati Bundesnetzagentur/SMARD, U.S. Energy Information Administration, China Briefing, Destatis, U.S. Bureau of Labor Statistics/FRED, National Bureau of Statistics of China tramite Tetakawi, World Bank, Germany Trade & Invest, U.S. NCSES, Science and Technology Daily, Kiel Institute, Federal Reserve Bank of St. Louis e International Monetary Fund. *Nota metodologica: Il grafico radar è stato costruito utilizzando sei indicatori strutturali ritenuti particolarmente rilevanti per la competitività degli ecosistemi automotive di Germania, Stati Uniti e Cina: -Energia= Costo dell'energia industriale (\$/kWh); -Lavoro= Salario medio manifatturiero (\$/h); -Produttività= PIL per occupato;-*

R&S= Spesa in R&S come % del PIL; -Manifattura= Export manifatturiero/PIL; -Politica industriale= Sussidi come % del PIL. La scelta di utilizzare la Germania e non l'Europa come soggetto di comparazione tra gli ecosistemi deriva dall'obiettivo di confrontare i contesti economici e produttivi che influenzano più direttamente le strategie e la competitività dei tre player analizzati. Volkswagen è infatti un gruppo tedesco e opera all'interno di un sistema industriale fortemente caratterizzato dalle peculiarità dell'economia tedesca, quali la specializzazione manifatturiera, il ruolo dell'automotive, la struttura del mercato del lavoro, i costi energetici e la capacità di esportazione. Inoltre, l'utilizzo dell'Europa avrebbe introdotto una significativa eterogeneità tra i dati.

Nel complesso, il grafico mostra come la competitività nella transizione automotive non dipenda da una singola variabile, ma dalla combinazione di fattori economici, industriali e istituzionali che caratterizzano ciascun ecosistema. Tali differenze contribuiscono a spiegare le diverse traiettorie seguite da Volkswagen, Tesla e BYD nella competizione globale per la leadership nella mobilità elettrica.

Il confronto tra i tre ecosistemi rivela una differenza fondamentale nel modo in cui la transizione ecologica viene governata e nei profili di rischio che ciascun approccio genera. L'Europa affronta un rischio di coerenza: ha imposto la transizione con ambizione regolatoria, ma rischia di catturarne solo parzialmente il valore industriale per mancanza di filiere domestiche competitive. Gli Stati Uniti affrontano un rischio di discontinuità: hanno favorito l'emergere di un campione tecnologico attraverso l'ecosistema dell'innovazione privata, ma la volatilità politica riduce la prevedibilità strategica per le imprese. La Cina affronta un rischio sistemico interno: ha costruito l'ecosistema industriale più coerente con la mobilità elettrica, ma ha generato al proprio interno

sovraccapacità, guerra dei prezzi e compressione dei margini che potrebbero indebolire nel tempo la sostenibilità del modello.

Ne deriva che la competitività nella transizione automotive non dipende soltanto dall'efficienza delle singole imprese, ma dall'allineamento tra strategia aziendale e politica industriale nazionale. Volkswagen, Tesla e BYD non competono come entità isolate, esse competono anche come espressione dei rispettivi ecosistemi. Il vantaggio competitivo futuro sarà quindi determinato dalla capacità di combinare innovazione privata, capitale, politica industriale, controllo della filiera e coerenza regolatoria, una combinazione che i tre modelli realizzano in modo molto diverso e con esiti competitivi che il sottoparagrafo successivo analizza in chiave prospettica.

3.5.4 Competitività e transizione: chi sta vincendo la partita?

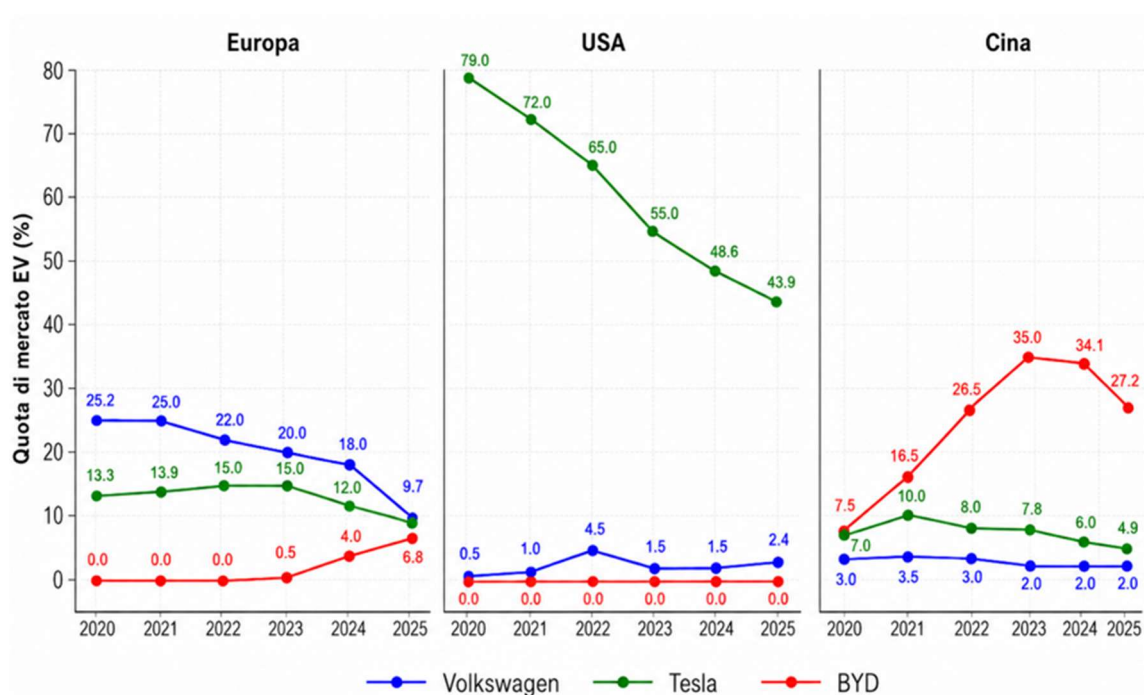
L'analisi comparata dei tre modelli industriali e dei rispettivi ecosistemi consente di affrontare una questione centrale: quale impresa, e più in generale quale sistema, appare oggi meglio posizionato nella transizione verso la mobilità elettrica? La risposta non può essere formulata in termini assoluti, poiché la transizione automotive è ancora in corso e rimane esposta a variabili tecnologiche, regolatorie, geopolitiche e finanziarie in continua evoluzione. Le evidenze analizzate suggeriscono tuttavia che il vantaggio competitivo stia progressivamente spostandosi verso le imprese capaci di controllare batterie,

software, supply chain, costi industriali e velocità di innovazione, e che tale spostamento stia avvenendo con tempi e modalità diverse per ciascuno dei tre player.

La figura 3.14 mostra l'evoluzione della posizione competitiva di Volkswagen, Tesla e BYD nei tre principali mercati della mobilità elettrica mondiale, evidenziando come la leadership nella transizione assuma configurazioni differenti a seconda dell'ecosistema considerato. Tesla mantiene una posizione dominante negli Stati Uniti, pur registrando una progressiva riduzione della propria quota a causa dell'intensificarsi della concorrenza. BYD consolida invece una leadership strutturale nel mercato cinese e rafforza progressivamente la propria presenza in Europa, confermando la crescente capacità dei produttori cinesi di competere anche al di fuori del mercato domestico. Volkswagen, al contrario, mostra una perdita di centralità sia nel mercato cinese sia in quello europeo, evidenziando le difficoltà dei legacy players nel mantenere la propria posizione competitiva nel nuovo paradigma elettrico.

In questa prospettiva, il grafico non misura soltanto l'evoluzione delle quote di mercato, ma fornisce un'indicazione della capacità dei tre modelli industriali di conquistare e difendere posizioni competitive nei mercati più strategici della transizione.

Figura 3.14 – Evoluzione della quota di mercato EV di Volkswagen, Tesla e BYD nei principali ecosistemi automotive (Europa, Stati Uniti e Cina), 2020–2025



Fonte – Elaborazione propria su dati ICCT, CPCA, CnEVPost, JATO Dynamics, EAFO, Edmunds, Wall Street Journal, Motor Intelligence, Reuters e CarNewsChina. *Nota metodologica:* Le quote di mercato riportate nel grafico fanno riferimento a tre mercati geografici differenti e non sono perfettamente omogenee dal punto di vista statistico. Per l'Europa sono state considerate prevalentemente le quote relative al mercato BEV; per gli Stati Uniti le quote si riferiscono al mercato EV, composto principalmente da veicoli elettrici a batteria; per la Cina le quote fanno riferimento al mercato NEV, che include BEV, PHEV e, in misura marginale, FCEV. Tale differenza metodologica è particolarmente rilevante per BYD, la cui crescita è sostenuta anche dalle vendite di veicoli plug-in hybrid. Non tutte le annualità dispongono di dati ufficiali pubblicamente disponibili e perfettamente confrontabili. Alcuni valori, in particolare per il mercato europeo nel periodo 2022–2025 e per il mercato cinese nel periodo 2020–2022, sono stati ricostruiti o stimati sulla base di dati di vendita, quote di mercato pubblicate

da organismi di settore (tra cui EAFO, JATO Dynamics, CPCA), report aziendali e analisi di mercato. Inoltre, i valori sono stati arrotondati al decimo di punto percentuale per finalità di rappresentazione grafica.

Volkswagen conserva una scala globale, un portafoglio marchi estremamente rilevante e una significativa capacità finanziaria. Tuttavia, il gruppo affronta la transizione da una posizione di riconversione: deve trasformare un sistema industriale costruito per un paradigma tecnologico che sta perdendo centralità, gestendo simultaneamente la pressione sul business endotermico ancora generatore di cassa e gli investimenti nell'elettrico. Tale configurazione amplifica il rischio temporale e il rischio di stranded assets sugli investimenti già effettuati in piattaforme che potrebbero non risultare sufficientemente competitive. La perdita di centralità nel mercato cinese aggrava ulteriormente tale posizione: la Cina non è stata soltanto un mercato di sbocco, ma uno dei principali profit pool per i produttori europei. Perdere quota in tale mercato significa perdere non solo volumi, ma anche risorse finanziarie necessarie per sostenere la transizione stessa, un circolo vizioso nel quale la pressione competitiva esterna riduce la capacità di risposta strategica interna.

Tesla ha svolto il ruolo di pioniere e acceleratore del cambiamento, dimostrando che il veicolo elettrico poteva essere desiderabile, performante, scalabile e finanziariamente rilevante. Ha ridefinito le aspettative del mercato attraverso software, aggiornamenti over-the-air, rete di ricarica proprietaria e centralità dei dati, trasformando il significato competitivo dell'automobile da prodotto meccanico a piattaforma digitale integrata e

costringendo i produttori tradizionali ad accelerare strategie che in molti casi erano rimaste marginali. Il suo contributo principale alla transizione non risiede soltanto nei volumi venduti, ma nell'aver legittimato culturalmente e commercialmente il veicolo elettrico come alternativa credibile. Tuttavia, il vantaggio di Tesla appare oggi meno incontestato rispetto alla fase iniziale. La maturazione del mercato EV ha spostato la competizione dall'innovazione pionieristica alla scala industriale e al controllo dei costi, terreno sul quale la superiorità software non è più sufficiente a isolarsi dalla pressione di operatori con costi inferiori e maggiore integrazione manifatturiera. Tesla ha vinto la fase di legittimazione dell'elettrico, ma non è automaticamente destinata a dominare la fase di industrializzazione di massa.

BYD appare invece come l'impresa maggiormente coerente con la fase attuale della transizione industriale. La sua forza deriva dal controllo delle batterie, dall'integrazione verticale, dalla scala produttiva e dalla capacità di competere sui costi, variabili che assumono centralità crescente in un mercato passato dalla fase sperimentale a quella competitiva di massa. A differenza di Volkswagen, non deve riconvertire un sistema industriale storico fondato sugli ICE; a differenza di Tesla, non dipende prevalentemente dalla superiorità software e dal valore simbolico del brand. Il suo vantaggio è più manifatturiero, più sistemico e più direttamente collegato alla struttura industriale della transizione. Nella prima fase della transizione il problema principale era dimostrare che l'elettrico potesse funzionare, ruolo in cui Tesla è stata determinante. Nella fase attuale il problema è produrre veicoli elettrificati su larga scala, a costi decrescenti e con margini

sostenibili: su questo terreno il modello BYD appare strutturalmente più allineato alle variabili competitive dominanti.

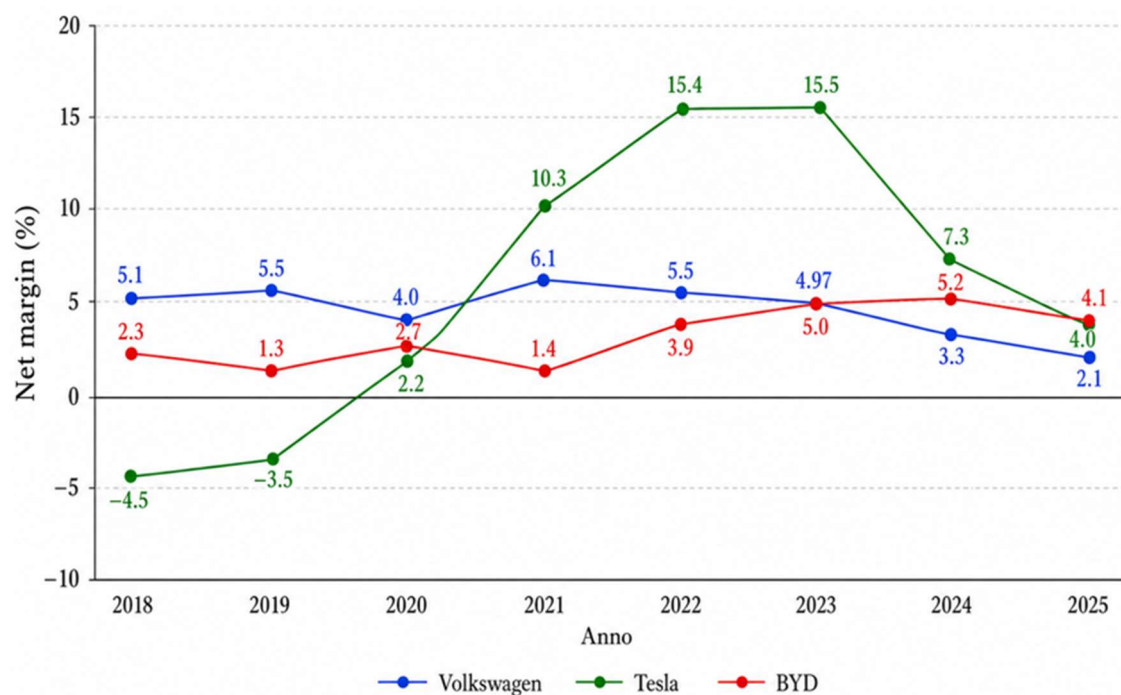
Ciò non significa che BYD sia priva di rischi. La sua crescita è strettamente collegata al contesto cinese, oggi caratterizzato da sovraccapacità produttiva e progressiva compressione dei margini, un rischio sistemico interno già analizzato nei paragrafi precedenti. L'espansione internazionale si svolge in un ambiente geopolitico segnato da dazi, indagini anti-sussidi e crescente diffidenza verso la penetrazione cinese nei settori strategici: il rischio geopolitico può essere mitigato dalla localizzazione produttiva, ma non eliminato, soprattutto se il vantaggio competitivo maturato dalla Cina nell'elettrico continuerà a essere percepito dall'Occidente non solo come una sfida economica, ma anche come una questione di rilevanza strategica e di sicurezza nazionale. Il vantaggio di BYD è quindi molto rilevante, ma non automaticamente stabile: dipenderà dalla capacità di sostenere margini, localizzare la produzione e gestire le tensioni politiche che accompagnano la sua crescita globale.

Il confronto tra i tre player suggerisce che non esista un unico vincitore della transizione, ma diverse forme di vantaggio competitivo legate a fasi diverse del processo. Tesla ha vinto la battaglia dell'innovazione simbolica e della legittimazione del veicolo elettrico, una vittoria reale e duratura, che ha modificato permanentemente le aspettative del mercato. BYD sembra oggi meglio posizionata nella battaglia della scala industriale, del costo e dell'integrazione verticale, vantaggio coerente con la fase attuale, ma esposto a rischi geopolitici e di sostenibilità dei margini. Volkswagen conserva importanti asset

industriali e commerciali, ma appare maggiormente esposta ai rischi della riconversione: deve difendere contemporaneamente il business tradizionale e costruire competenze nuove in settori nei quali altri player hanno già accumulato vantaggi significativi, una posizione che il framework teorico del Capitolo 1 definirebbe come massima esposizione al rischio temporale e al rischio di stranded assets.

La figura 3.15 riporta l'andamento della redditività netta di Volkswagen, Tesla e BYD nel periodo 2018–2025, evidenziando tre traiettorie differenti nella capacità di trasformare la crescita dei ricavi in profitto. Tesla registra il miglioramento più rapido, passando da margini negativi a livelli superiori al 15% nel biennio 2022–2023, per poi subire una significativa compressione a causa dell'intensificarsi della concorrenza e della guerra dei prezzi nel mercato EV. BYD mostra invece una crescita più graduale ma strutturalmente stabile, sostenuta dall'integrazione verticale e dall'espansione dei volumi. Volkswagen mantiene margini positivi lungo tutto il periodo, ma evidenzia una progressiva riduzione della redditività, influenzata dagli elevati costi di riconversione, dalla pressione competitiva nel mercato cinese e dagli investimenti richiesti dalla transizione elettrica.

Figura 3.15 – Andamento del net margin di Volkswagen, Tesla e BYD (2018–2025)



Fonte – Elaborazione propria su dati Volkswagen Group Annual Reports, Tesla Inc. Form 10-K, BYD Company Limited Annual Reports e Quartr. *Nota metodologica:* Per alcuni valori riferiti agli anni 2024 e 2025 si è reso necessario ricorrere a stime, ricostruzioni o dati preliminari basati su risultati trimestrali, consensus di mercato e informazioni pubblicamente disponibili al momento della ricerca.

Nel complesso, il grafico suggerisce che la competizione nella mobilità elettrica non si traduce automaticamente in maggiore profittabilità e che il controllo dei costi, della supply chain e delle tecnologie chiave rappresenta un fattore determinante per la sostenibilità economica dei diversi modelli industriali.

Alla domanda "chi sta vincendo la partita della transizione?" non si può rispondere quindi in maniera univoca e assoluta. Se il criterio è l'innovazione simbolica e la ridefinizione culturale dell'automobile elettrica, Tesla rimane il player più rilevante. Se il criterio è la capacità di scala industriale e di controllo della filiera nella fase di maturazione del mercato, BYD appare attualmente il soggetto meglio posizionato. Se il criterio è la continuità con la leadership storica del settore, Volkswagen rappresenta il caso più problematico, mostrando quanto sia difficile trasferire un vantaggio costruito sull'endotermico nel nuovo contesto elettrico e digitale.

In prospettiva, la competizione non sarà determinata soltanto dalla vendita di veicoli, ma dalla capacità di controllare gli elementi a maggiore valore aggiunto della nuova catena del valore: batterie, software, dati, semiconduttori, infrastrutture di ricarica e capacità produttiva locale. In questo scenario, la posizione dei legacy players europei rimarrà vulnerabile se la riconversione tecnologica non sarà accompagnata da una politica industriale capace di rafforzare filiere locali e ridurre dipendenze strategiche. Allo stesso tempo, anche i nuovi leader dovranno affrontare rischi crescenti: Tesla dovrà dimostrare di poter mantenere il proprio vantaggio software in un mercato meno favorevole alla sola narrativa innovativa; BYD dovrà dimostrare di poter trasformare il successo domestico in leadership internazionale sostenibile senza che dazi, tensioni geopolitiche o compressione dei margini ne riducano la capacità espansiva.

La transizione non è quindi una gara già conclusa, ma un processo competitivo ancora aperto nel quale le posizioni attuali possono rafforzarsi o indebolirsi in funzione delle

scelte industriali, regolatorie e geopolitiche dei prossimi anni. Le evidenze analizzate indicano che il baricentro competitivo si stia spostando dai produttori che dominavano il motore endotermico verso quelli che controllano le nuove variabili chiave, ridefinendo non solo le gerarchie aziendali, ma gli equilibri industriali e geopolitici globali del settore automotive.

La lezione più generale che il confronto consente di trarre è che la transizione ecologica non è semplicemente una sostituzione tecnologica, ma una ridefinizione degli equilibri industriali, geopolitici e competitivi su scala globale. Chi controlla le tecnologie critiche (batterie, software, materie prime, semiconduttori) controlla progressivamente la catena del valore della mobilità futura. In questo scenario, i rischi non riguardano solo le singole imprese, ma i sistemi industriali nazionali che le sostengono: un legacy player in difficoltà non è semplicemente un'azienda in crisi, ma un nodo di un ecosistema territoriale e occupazionale che può deteriorarsi in modo sistemico; un nuovo entrante dominante non è semplicemente un'impresa di successo, ma l'espressione di una strategia nazionale di riposizionamento nella gerarchia industriale globale.

La lezione più generale che l'analisi condotta consente di trarre è che la transizione ecologica non premia automaticamente né i più grandi, né i più innovativi, né i più sostenuti dallo Stato, bensì le imprese capaci di costruire coerenza tra modello industriale, tecnologie critiche, ecosistema nazionale e fase del mercato in cui si trovano a competere. Tale coerenza non è statica: può essere costruita, persa o riconquistata in funzione delle

scelte strategiche, delle politiche industriali e delle dinamiche geopolitiche che caratterizzeranno i prossimi anni.

È nella prospettiva di una transizione aperta, contestata e ancora determinata da scelte che devono essere compiute, che le considerazioni sviluppate nel presente capitolo trovano il loro raccordo con le conclusioni generali della tesi.

CONCLUSIONI

Il percorso analitico sviluppato in questa tesi ha mostrato come la transizione ecologica nel settore automotive non possa essere ridotta a una questione tecnologica o normativa, ma costituisca una trasformazione strutturale che ridefinisce simultaneamente i modelli di gestione del rischio, gli equilibri competitivi industriali e le gerarchie geopolitiche globali. Le evidenze raccolte lungo i tre capitoli convergono verso una lettura unitaria: il rischio non è più una variabile da contenere ai margini della strategia aziendale, ma il terreno stesso su cui si gioca la competitività nel lungo periodo.

Il primo capitolo ha mostrato come l'evoluzione dalla gestione tradizionale del rischio all'Enterprise Risk Management abbia segnato un cambiamento di paradigma fondamentale, dalla mera mitigazione del rischio in chiave operativa al presidio del rischio come dimensione strategica in una prospettiva olistica. Su questa base si è innestata l'affermazione dei fattori ESG, che hanno completato tale evoluzione fornendo strumenti per identificare e gestire categorie di rischio (climatiche, sociali e reputazionali) precedentemente escluse dai modelli tradizionali. Il percorso dalla CSR alla Triple Bottom Line fino agli ESG non è stato meramente teorico: ha prodotto effetti concreti sui mercati finanziari, sui sistemi di governance aziendale e sui processi di allocazione del capitale, trasformando la sostenibilità da principio etico a variabile economicamente rilevante e strategicamente integrata. Il quadro regolamentare, nella sua tensione tra soft law globale e hard law europea, ha accelerato e istituzionalizzato tale trasformazione, ridefinendo i confini della compliance e della responsabilità aziendale. La distinzione tra

rischi fisici e rischi di transizione ha introdotto il trade-off regolatorio che attraversa l'intera analisi: l'assenza di uno scenario a rischio nullo implica che le decisioni regolatorie non eliminino il rischio, ma ne modifichino la distribuzione, determinando quali categorie richiedano un presidio più intenso.

Il secondo capitolo ha applicato tale framework al settore automotive, rivelando un comparto esposto in modo simultaneo a pressioni di eccezionale intensità. La supply chain globale emerge come il principale moltiplicatore di vulnerabilità sistemica: la pandemia di COVID-19, la crisi dei semiconduttori, il conflitto russo-ucraino e le tensioni commerciali USA-Cina hanno dimostrato come eventi apparentemente circoscritti possano propagarsi lungo l'intera filiera produttiva con effetti devastanti. La crisi dei legacy players mostra come la transizione ecologica stia erodendo fonti di vantaggio competitivo consolidate da oltre un secolo, dalla supremazia del motore endotermico alla forza simbolica del brand, sostituendole con nuove variabili competitive nelle quali i produttori tradizionali partono in posizione di svantaggio strutturale. L'integrazione dei fattori ESG e della regolamentazione climatica ha trasformato la sostenibilità da vincolo esterno a variabile strutturale dei modelli di business, con implicazioni dirette su costo del capitale, accesso ai finanziamenti, strategie di supply chain e credibilità verso gli stakeholder. Le tecnologie abilitanti della transizione (batterie, software, sistemi di propulsione) ridefiniscono le fonti del vantaggio competitivo, e la leadership di CATL nella filiera delle batterie illustra con chiarezza come il controllo delle tecnologie critiche stia diventando la nuova infrastruttura della competizione industriale globale.

Il terzo capitolo sposta l'analisi sul piano pratico delle imprese e degli ecosistemi. Da questo quadro emerge che la transizione assume traiettorie eterogenee, fortemente condizionate dal contesto istituzionale, industriale e geopolitico in cui operano i singoli attori. I tre ecosistemi analizzati, ossia Europa, Stati Uniti e Cina, incarnano tre filosofie distinte di governo della transizione, ciascuna con propri punti di forza e proprie vulnerabilità. L'Europa ha costruito la cornice normativa più ambiziosa, ma rischia di sostenere i costi regolatori e sociali della decarbonizzazione senza riuscire a catturarne pienamente il valore industriale, in assenza di filiere domestiche pienamente competitive nelle tecnologie critiche. Gli USA sono stati il motore tecnologico della transizione; tuttavia, l'instabilità normativa causata dai continui cambi di rotta politici riduce la prevedibilità, rendendo più rischiosi gli investimenti di lungo periodo. La Cina ha costruito l'ecosistema più coerente con la mobilità elettrica, trasformando un ritardo storico nella meccanica endotermica in un'opportunità strategica di ascesa industriale, ma al prezzo di squilibri interni che potrebbero ridefinirne la struttura competitiva nei prossimi anni.

I tre casi aziendali illustrano tre differenti approcci strategici adottati per fronteggiare la medesima trasformazione. Volkswagen incarna la difficoltà dei legacy players nel riconvertire un vantaggio costruito per un paradigma in declino: non mancano le risorse, ma manca la coerenza industriale originaria, e il rischio temporale, secondo cui ogni ritardo nell'elettrificazione aumenta il divario competitivo, ma ogni accelerazione eccessiva compromette la redditività di breve periodo, rende la transizione

particolarmente complessa da gestire. La perdita di centralità nel mercato cinese non è solo una questione di volumi, ma incide sulla capacità di generare le risorse finanziarie necessarie per sostenere la transizione stessa, creando un circolo vizioso che amplifica le vulnerabilità competitive.

Tesla ha ridefinito il significato dell'automobile, dimostrando che il veicolo elettrico poteva essere desiderabile, performante e scalabile, e costringendo l'intera industria a ripensare le proprie strategie. Il suo contributo alla transizione va ben oltre i volumi venduti: ha modificato le aspettative dei consumatori, il comportamento degli investitori e le priorità strategiche dei concorrenti. Tuttavia, il vantaggio pionieristico si erode nella fase di industrializzazione di massa, dove la superiorità software non è più sufficiente a isolarsi dalla pressione di operatori con costi inferiori e maggiore integrazione manifatturiera.

BYD si distingue come l'impresa con il modello di business più integrato e coerente rispetto alle dinamiche attuali della transizione: il controllo delle batterie, l'integrazione verticale e la scala produttiva sono le variabili che assumono centralità crescente in un mercato passato dalla fase sperimentale a quella competitiva di massa. La sua ascesa non è separabile dall'ecosistema cinese che l'ha generata, ma dimostra che il sostegno pubblico non produce automaticamente campioni industriali, bensì risulta necessaria la capacità aziendale di trasformare condizioni favorevoli in vantaggio sistemico.

Dall'insieme delle evidenze analizzate emergono alcune lezioni di carattere più generale, che vanno oltre il caso specifico del settore automotive.

La prima riguarda la natura del rischio nella transizione ecologica. I rischi della transizione non sono esogeni rispetto alle scelte strategiche delle imprese e dei governi, ma vengono in parte generati, amplificati o mitigati dalle scelte stesse. Un legacy player che ritarda l'elettrificazione non subisce passivamente un rischio competitivo esterno: contribuisce attivamente a costruirlo. Un governo che adotta obiettivi climatici ambiziosi senza sviluppare parallelamente una politica industriale coerente non elimina il rischio di transizione, ma lo redistribuisce verso le imprese, generando costi sociali che in assenza di adeguate politiche di accompagnamento possono diventare insostenibili.

Le analisi condotte evidenziano come il successo nella transizione non dipenda automaticamente dalla dimensione aziendale, dalla capacità innovativa o dall'intensità del supporto pubblico, bensì dall'abilità delle imprese di allineare strategia industriale, competenze tecnologiche, contesto istituzionale e condizioni competitive del mercato. Tale allineamento non rappresenta una condizione permanente, ma un equilibrio dinamico che può essere consolidato, compromesso o ricostruito in risposta alle scelte manageriali e all'evoluzione dello scenario geopolitico. È questa la lezione più profonda che il caso BYD offre, e che il caso Volkswagen, specularmene, conferma dal lato opposto.

La terza riguarda il ruolo dello Stato come variabile costitutiva e non accessoria della competizione industriale contemporanea. La transizione ecologica richiede investimenti e orizzonti temporali che eccedono la capacità delle sole forze di mercato nelle fasi iniziali di sviluppo tecnologico. Il confronto tra i tre ecosistemi analizzati mostra che la capacità

di allineare politica industriale, politica energetica, infrastrutture e continuità regolatoria rappresenta una delle variabili più determinanti per la competitività futura, con implicazioni che vanno ben oltre il settore automotive e investono la questione più ampia della sovranità tecnologica e industriale delle economie avanzate.

La quarta riguarda la natura della transizione come processo aperto. Le evidenze analizzate indicano chiaramente che il baricentro competitivo si stia spostando dai produttori che dominavano il motore endotermico verso quelli che controllano batterie, software, supply chain e scala produttiva. Tuttavia, la transizione non è una gara già conclusa: le batterie allo stato solido potrebbero riaprire la competizione in segmenti nei quali i produttori cinesi sembrano oggi dominanti; la volatilità geopolitica potrebbe ridisegnare i confini delle filiere produttive; nuovi modelli di mobilità potrebbero ridefinire il prodotto stesso attorno a cui si compete. Le posizioni attuali possono rafforzarsi o indebolirsi in funzione di scelte industriali, regolatorie e geopolitiche che devono ancora compiersi.

In definitiva, la transizione ecologica nel settore automotive offre una prospettiva privilegiata per comprendere una delle sfide più complesse della nostra epoca: come gestire la trasformazione strutturale di sistemi industriali e sociali costruiti per un paradigma che sta perdendo centralità, in un contesto di elevata incertezza tecnologica, instabilità geopolitica e crescente pressione regolatoria. Non esiste una risposta univoca, né un modello vincente assoluto, né una formula replicabile in contesti diversi. Ciò che emerge con chiarezza è che la gestione del rischio non può più essere interpretata come

una funzione difensiva orientata esclusivamente alla mitigazione delle perdite, ma come una condizione strategica per la sopravvivenza, la resilienza e la competitività nel lungo periodo. La capacità di leggere e gestire il rischio in tutte le sue dimensioni, quali operativa, strategica, geopolitica, regolatoria e reputazionale, rappresenta quindi la competenza più preziosa per navigare una trasformazione che non riguarda solo il futuro dell'automobile, ma il futuro dell'industria globale. Le imprese, i governi e gli investitori che sapranno cogliere nei nuovi profili di rischio della transizione non soltanto minacce da contenere, ma anche opportunità di adattamento, innovazione e riposizionamento strategico, contribuiranno a determinare gli equilibri del settore automotive nei decenni a venire.

BIBLIOGRAFIA

ACEA. (2024). Economic and Market Report: State of the EU auto industry. European Automobile Manufacturers' Association. <https://www.acea.auto/publication/economic-and-market-report-global-and-eu-auto-industry-full-year-2025/>

Aguilar, F. J. (1967). Scanning the Business Environment. New York: Macmillan / Harvard University Press, pp. 3–5.

American Economic Association [AEA]. (2024, 14 maggio). Biden tells USTR to boost tariffs on imports from China under Trade Act Section 301. AEA EconSpark Forum. <https://www.aeaweb.org/forum/4417/biden-tells-boost-tariffs-imports-china-under-trade-section>

Automobility Ltd. (2026, marzo). State of China's Auto Market – March 2026.

BloombergNEF. (2024, 13 marzo). No doubt about it: EVs really are cleaner than gas cars. BNEF Insights. <https://about.bnef.com/insights/clean-transport/no-doubt-about-it-evs-really-are-cleaner-than-gas-cars/>

BloombergNEF. (2025). 2025 Lithium-Ion Battery Price Survey. Bloomberg New Energy Finance. <https://about.bnef.com/insights/clean-energy/lithium-ion-battery-pack-prices-hit-record-low-of-139-kwh/>

BloombergNEF. (2025). Electric Vehicle Outlook 2025. Bloomberg New Energy Finance. <https://about.bnef.com/insights/clean-transport/electric-vehicle-outlook/>

BMW Group. (2025). BMW Group Report 2024. Bayerische Motoren Werke AG. <https://www.bmwgroup.com/>

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2021). Jahresbericht 2021. https://www.bafa.de/DE/Bundesamt/Ereignisse/2021/2021_node.html

Burkacky, O., Deichmann, J., Pfingstag, P., & Warra, J. (2022, giugno). Semiconductor shortage: How the automotive industry can succeed. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/semiconductor-shortage-how-the-automotive-industry-can-succeed>

BYD annual report 2019

BYD annual report 2020

BYD annual report 2021

BYD annual report 2022

BYD annual report 2023

BYD annual report 2024

BYD annual report 2025

Center for Strategic and International Studies (CSIS), China's Electric Vehicle Industrial Strategy and Global Expansion, Washington D.C., 2018.

China Association of Automobile Manufacturers (CAAM), Annual Report on China's Automobile Industry 2025, Beijing, 2025.

China Association of Automobile Manufacturers (CAAM). (2024). Statistical Report on China's Automotive Export Performance in 2023. <http://www.caam.org.cn/>

China Briefing. (2025). China industrial electricity tariffs and energy cost analysis. China Briefing.

China Passenger Car Association (CPCA), China EV Export Statistics 2024, Shanghai, 2025.

Clayton Christensen (1997), The Innovator's Dilemma

Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO). (2004). Enterprise Risk Management – Integrated Framework. New York: COSO. Developed with PricewaterhouseCoopers.

Dathe, T., Helmold, M., Dathe, R., & Dathe, I. (2024). Implementing Environmental, Social and Governance (ESG) Principles for Sustainable Businesses: A Practical Guide in Sustainability Management. Springer Cham

Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The Drivers of Greenwashing. California Management Review, 54(1), 64–87.

Destatis. (2025). Labour costs in Germany 2024. Federal Statistical Office of Germany.

Dionne, G. (2019). Corporate Risk Management: Theories and Applications. Wiley.

Draghi, M. (2024). The future of European competitiveness: A competitiveness strategy for Europe. European Commission. https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/draghi-report_en

Eccles, R. G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. Management Science, 60(11), 2835–2857.

Eurofound. (2019). Reshoring in Europe: Overview 2015–2018. Publications Office of the European Union.

European Alternative Fuels Observatory (EAFO). (2025–2026). European BEV market share and registration data. EAFO.

European Alternative Fuels Observatory [EAFO]. (2025). Germany: Financial incentives and tax legislations for electric vehicles. European Commission. <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/germany/incentives-legislations>

European Alternative Fuels Observatory [EAFO]. (2026, 20 gennaio). Germany's 2026 EV incentive programme: Supporting socially targeted EV uptake. European Commission. <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/news/germanys-2026-ev-incentive-programme-supporting-socially-targeted-ev>

European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), Euro standards, Brussels, aggiornato periodicamente. <https://www.acea.auto/fact/euro-standards/>

European Commission, Joint Research Centre. (2023). Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study. Publications Office of the European Union.

EV Volumes. (2025). World EV Sales and Market Data: Annual Updates 2018-2025. <https://www.ev-volumes.com/>

Fink, L. (2020) – BlackRock annual letter

Fratocchi, L., et al. (2014). When manufacturing moves back: Concepts and questions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 20(1), 54-59.

Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210–233.

Gao, H., Huang, J., & Zhang, T. (2024). Public Perception of ESG and Corporate Investment. *SSRN Electronic Journal*.

Geely Automobile Holdings Limited Annual Report 2024

Germany Trade & Invest. (2025). R&D spending in Germany. GTAI.

Germany Trade & Invest. (2025). Wirtschaftsdaten Kompakt: Germany. GTAI.

Global Sustainable Investment Alliance. (2024). Global Sustainable Investment Review 2024.

HansPub, Research on China New Energy Vehicle Export Development, 2024.
<https://www.hanspub.org/>

Herring, D., Altmeier, M., & Poppensieker, T. (2025, 18 marzo). From crisis management to strategic resilience: Lessons from the auto industry. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/risk-and-resilience/our-insights/from-crisis-management-to-strategic-resilience-lessons-from-the-auto-industry>

IEA AFC TCP. (2024). Annual Report 2024: Technology Collaboration Programme on Advanced Fuel Cells.

IEA. (2024). EV Battery Supply Chain Sustainability. <https://www.iea.org/reports/ev-battery-supply-chain-sustainability>

IEA. (2024). What Next for the Global Car Industry? International Energy Agency. <https://www.iea.org/commentaries/what-next-for-the-global-car-industry>

International Council on Clean Transportation (ICCT). (2022–2024). U.S. electric vehicle market and model sales analysis. ICCT.

International Council on Clean Transportation [ICCT]. (2017). Subsidy fraud leads to reforms for China’s EV market. ICCT Policy Updates. <https://theicct.org/subsidy-fraud-leads-to-reforms-for-chinas-ev-market/>

International Energy Agency (2020). The Covid-19 Crisis and Clean Energy Progress – Transport. IEA.

International Energy Agency – Global EV Outlook 2021. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>

International Energy Agency – Global EV Outlook 2022. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>

- International Energy Agency – Global EV Outlook 2023.
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- International Energy Agency – Global EV Outlook 2024.
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>
- International Energy Agency – Global EV Outlook 2025.
<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025>
- International Energy Agency – Global Hydrogen Review.
<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>
- International Energy Agency [IEA]. (2025). Global hydrogen review 2025. IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025>
- International Monetary Fund (2011) Japan’s Earthquake and Tsunami: Supply Chain Impacts.
- International Monetary Fund. (2025). Industrial Policy in China: Quantification and Impact on Misallocation. IMF Working Paper No. 2025/155.
- International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (2021). World Motor Vehicle Production Statistics 2020. OICA.
- IPCC, 2018: Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways [Masson-Delmotte, V., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 541-562.
- JATO Dynamics. (2020–2023). European BEV market sales and brand share reports. JATO Dynamics.

Jo, J., Hwang, M., Lee, J. & Park, J.H. (2025), Design and validation of a CFD model for energy-efficient Ni-Co-Mn cathode calcination process, Volume 74, Ottobre 2025, Article 106881, Elsevier.

Kennedy, S. (2022). Red ink: Estimating Chinese industrial policy spending in comparative perspective. Center for Strategic and International Studies (CSIS).

Kiel Institute for the World Economy. (2025). High subsidies despite budget bottlenecks. Kiel Institute.

Lamphier, G. (2019). Evolution of corporate risk management. In Corporate Risk Management: A Strategic Approach (Chap. 1). O'Reilly Media. <https://www.oreilly.com/library/view/corporate-risk-management/9781119583127/c01.xhtml>

Lee, K. (2018) – AI Superpowers, Houghton Mifflin Harcourt

McKinsey & Company (2023). The Future of Automotive Software and Electronics.

McKinsey & Company, The global electric vehicle market, 2018

McKinsey & Company. (2026). The future of affordable EVs: Breakthroughs in battery pack costs. McKinsey Center for Future Mobility.

Meyer, J. W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340–363.

Motor Intelligence. (2021–2023). U.S. EV sales and market share estimates. Motor Intelligence.

Musk, E. (2006). The Secret Tesla Motors Master Plan (just between you and me). https://www.tesla.com/it_it/secret-master-plan

National Center for Science and Engineering Statistics. (2025). U.S. R&D totaled \$937 billion in 2023; 2024 estimate. NCSSES.

NIO Inc. (2021). Annual Report on Form 20-F for the fiscal year ended December 31, 2020. U.S. Securities and Exchange Commission.

NIO Inc. (2022). Annual Report on Form 20-F for the fiscal year ended December 31, 2021. U.S. Securities and Exchange Commission.

NIO Inc. (2023). Annual Report on Form 20-F for the fiscal year ended December 31, 2022. U.S. Securities and Exchange Commission.

NIO Inc. (2024). Annual Report on Form 20-F for the fiscal year ended December 31, 2023. U.S. Securities and Exchange Commission.

NIO Inc. (2025). Annual Report on Form 20-F for the fiscal year ended December 31, 2024. U.S. Securities and Exchange Commission.

NIO Inc. (2026). Annual Report on Form 20-F for the fiscal year ended December 31, 2025. U.S. Securities and Exchange Commission.

Our World in Data. (2024). Share of new cars sold that are electric, European Union (27), 2013 to 2024. <https://ourworldindata.org/grapher/electric-car-sales-share>

Pozzoli, S. (1996). Fattori critici di successo. Un'analisi ai fini di strategia e controllo. Padova: CEDAM.

Quatr. (2025). BYD Q4 2025 Earnings Summary. Quatr.

S&P Dow Jones Indices. (2020, 16 novembre). Tesla set to join S&P 500 [Comunicato stampa]. S&P Global Press Room. <https://press.spglobal.com/2020-11-16-Tesla-Set-to-Join-S-P-500>

S&P Global. (2025, 15 gennaio). Volkswagen union negotiations: Deep dive into the landmark labor deal in Germany. S&P Global Mobility. <https://www.spglobal.com/automotive-insights/en/blogs/2025/01/volkswagen-union-negotiations-deal-germany>

Science and Technology Daily. (2025). China R&D expenditure and R&D intensity data. Science and Technology Daily.

SNE Research (2025). Global EV Battery Usage Ranking (2024 Full Year)

Stellantis N.V. (2024). Annual Report and Form 20-F 2023. Stellantis N.V. <https://www.stellantis.com/>

Stellantis. (2024, 11 dicembre). Stellantis e CATL investiranno fino a 4,1 miliardi di euro nella joint venture per un impianto di batterie LFP su larga scala in Spagna [Comunicato stampa]. <https://www.stellantis.com/it/news/comunicati-stampa/2024/dicembre/stellantis-e-catl-investiranno-fino-a-4-1-miliardi-di-euro-nella-joint-venture-per-un-impianto-di-batterie-lfp-su-larga-scala-in-spagna>

Sustainability Performance and the Cost of Capital Int. J. Financial Stud. 2022, 10(3), 63

Tesla, Inc. (2021). Annual Report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2020. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2022). Annual Report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2021. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2022). Impact Report 2022. Tesla, Inc.

Tesla, Inc. (2023). Annual Report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2022. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2023). Annual Report on Form 10-K for the year ended December 31, 2022. Tesla Investor Relations.

Tesla, Inc. (2024). Annual Report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2023. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2024). Annual Report on Form 10-K for the year ended December 31, 2023. Tesla Investor Relations.

Tesla, Inc. (2025). Annual Report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2024. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2025). Annual Report on Form 10-K for the year ended December 31, 2024. Tesla Investor Relations.

Tesla, Inc. (2025). Annual Report on Form 10-K for the year ended December 31, 2024. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2026). Annual Report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2025. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2026). Annual Report on Form 10-K for the year ended December 31, 2025. Tesla Investor Relations.

Tesla, Inc. (2026). Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2025. U.S. Securities and Exchange Commission.

Tesla, Inc. (2026). Investor Relations. <https://ir.tesla.com/>

Tetakawi. (2024). China manufacturing wages and labor cost estimates based on National Bureau of Statistics data. Tetakawi.

Toyota Motor Corporation. (2024). Annual Report / Integrated Report 2024. Toyota Motor Corporation. <https://global.toyota/>

U.S. Energy Information Administration. (2025). Electric Power Monthly, Table 5.6.B – Average Price of Electricity to Ultimate Customers by End-Use Sector. U.S. EIA.

(United Nations Conference on Trade and Development, 2020, p. 161)

United Nations Global Compact. (2004). Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World. United Nations.

Vaughan, E. J., & Vaughan, T. M. (2014). Fundamentals of Risk and Insurance (11th ed.). Hoboken: Wiley, pp. 35–37.

- Vesey, J. T. (1992). Time-to-Market: Put Speed in Product Development. *Industrial Marketing Management*, 21(2), 151–158.
- Volkswagen Group China. (2018). Investor Webcast: Volkswagen Group China. Volkswagen Group.
- Volkswagen Group China. (2020). Annual Report 2020. Volkswagen Group.
- Volkswagen Group China. (2021). Annual Report 2021. Volkswagen Group.
- Volkswagen Group China. (2022). Annual Report 2022. Volkswagen Group.
- Volkswagen Group China. (2023). Annual Report 2023. Volkswagen Group.
- Volkswagen Group. (2023). Annual Report 2023. Volkswagen AG.
- Volkswagen Group. (2024). Annual Report 2024. Volkswagen AG.
- Volkswagen Group. (2025). Annual Report 2024. Volkswagen AG.
- World Bank. (2022). Commodity Markets Outlook, April 2022: The impact of the war in Ukraine on commodity markets. World Bank Group. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099606104272239809>
- World Bank. Commodity Markets Outlook, October 2021. <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>
- World Economic Forum. (2025). The Global Risks Report 2025, p.13-15 (20th ed.). <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2025/>
- XPeng Inc. Annual Report 2020
- XPeng Inc. Annual Report 2021
- XPeng Inc. Annual Report 2022
- XPeng Inc. Annual Report 2023
- XPeng Inc. Annual Report 2024

SITOGRAFIA

Auto Industry News. (2026). China passenger car market and Volkswagen joint-venture market share data. Auto Industry News.

Automotive News. (2023, 11 maggio). Ford German workers strike. Automotive News Europe. <https://www.autonews.com/ford/an-ford-german-workers-strike-0512/>

Automotive News. (2024, 15 settembre). VW diesel crisis timeline. Automotive News. <https://www.autonews.com/volkswagen/an-vw-diesel-crisis-timeline/>

BBC News. (2015, 22 settembre). Volkswagen's 'Dieselgate' emissions scandal explained. BBC. <https://www.bbc.com/news/business-34324772>

BBC News. (2024, 2 settembre). Volkswagen warns of potential factory closures in Germany. BBC. <https://www.bbc.com/news/articles/c4gqyyly9v8o>

Bloomberg. (2024, 21 giugno). China's EV makers got \$231 billion in aid over last 15 years. Bloomberg News. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-06-21/china-s-ev-makers-got-231-billion-in-aid-over-last-15-years>

Bloomberg. (2025, 12 dicembre). China plans tougher regulations targeting automaker price wars. Bloomberg News. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-12-12/china-plans-tougher-regulations-targeting-automaker-price-wars>

Bloomberg. (2025, 12 giugno). BYD executive says EV price war it helped spark is unsustainable. Bloomberg News. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-06-12/byd-executive-says-ev-price-war-it-helped-spark-is-unsustainable>

Bloomberg. (2025, 19 giugno). Massive overcapacity threatens to prolong China's car price war. Bloomberg News. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2025-06-19/massive-overcapacity-threatens-to-prolong-china-s-car-price-war>

Bloomberg. (2026, 12 febbraio). China bans below-cost car sales to end prolonged price war. Bloomberg News. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2026-02-12/china-bans-below-cost-car-sales-to-end-prolonged-price-war>

Bloomberg. (2026, 20 maggio). BYD and the fleet of ships that is reshaping automotive logistics. Bloomberg Newsletters. <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2026-05-20/byd-and-fleet-of-ships>

Bloomberg. (2026, 23 aprile). BYD's car discounts show China's EV price war is getting worse. Bloomberg News. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2026-04-23/byd-s-car-discounts-show-china-s-ev-price-war-is-getting-worse>

Bloomberg. (2026, 27 aprile). BYD discounts show China EV price war is accelerating. Bloomberg Newsletters. <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2026-04-27/byd-discounts-show-china-ev-price-war-is-accelerating>

Bloomberg. (2026, 6 maggio). Asia-centric Beijing auto show heralds a brutal EV war [Audio]. Bloomberg Radio. <https://www.bloomberg.com/news/audio/2026-05-06/asia-centric-beijing-auto-show-heralds-a-brutal-ev-war>

Bundesnetzagentur / SMARD. (2025). Industrial electricity price data for Germany. Bundesnetzagentur.

Car News China (2025). BYD overseas exports exceed 878,000 vehicles from January to November 2025. Car News China.

CarNewsChina. (2023–2025). China EV and NEV market share analysis. CarNewsChina.

CarNewsChina. (2025, 1 giugno). Exposing China's zero-kilometre used cars: Registered but never driven. CarNewsChina.com. <https://carnewschina.com/2025/06/01/exposing-chinas-zero-kilometre-used-cars-registered-but-never-driven/>

Cheng, Y. (2025, 11 giugno). Price wars eroding auto industry profits. China Daily. <https://www.chinadaily.com.cn/a/202506/11/WS6848d7f5a310a04af22c584f.html>

China Passenger Car Association (CPCA). (2023–2025). China NEV retail market data. CPCA.

China Passenger Car Association (CPCA). (2024–2025). Retail market share data for Volkswagen joint ventures in China. CPCA.

CnEVPost. (2023–2025). China NEV market share reports and CPCA-based sales data. CnEVPost.

CnEVPost. (2024). BYD NEV exports reached 242,765 units in 2023. CnEVPost.

CnEVPost. (2025). BYD NEV exports reached 417,204 units in 2024. CnEVPost.

CnEVPost. (2026). BYD exported 1,046,083 NEVs in 2025. CnEVPost.

CompaniesMarketCap. (s.d.). Companies with the highest debt. <https://companiesmarketcap.com/companies-with-the-highest-debt/>

Die Presse. (2019, 14 febbraio). Deutschland will Batteriezellfabrik mit einer Milliarde Euro fördern. <https://www.diepresse.com/5529155/deutschland-will-batteriezellfabrik-mit-einer-milliarde-euro-foerdern>

E2. (2026, 4 febbraio). Clean Economy Works | December and 2025 Year End Analysis. E2.org. <https://e2.org/reports/clean-economy-works-2025-year-end-analysis/>

Edmunds. (2024–2025). U.S. EV market share by brand. Edmunds.

Ewing, J. (2025, 16 dicembre). Volkswagen to close its transparent factory in Dresden. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2025/12/16/business/volkswagen-dresden-factory-closed.html>

Federal Reserve Bank of St. Louis. (2025). Federal government current expenditures: Subsidies. FRED.

Freedman, S. (2025, 17 novembre). The problem of involution in China. Michigan Journal of Economics. <https://sites.lsa.umich.edu/mje/2025/11/17/the-problem-of-involution-in-china/>

Gasgoo. (2023). BYD exported 55,916 new energy passenger vehicles in 2022. Gasgoo Auto News.

General Administration of Customs of the People's Republic of China, China Customs Statistics Database, 2017–2024. <http://english.customs.gov.cn/>

<https://www.jdpower.com/cars/shopping-guides/types-of-hybrid-cars>

IEA. World Energy Statistics and Balances [online]. 2023. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-statistics-and-balances>

Leung, A. (2025, 23 novembre). SAIC Motor to begin mass delivery of solid-state batteries in 2027. CarNewsChina. <https://carnewschina.com/2025/11/23/saic-motor-to-begin-mass-delivery-of-solid-state-batteries-in-2027/>

Miao, L. (2025, 8 settembre). CATL's Naxtra sodium-ion battery passes new national safety standards, ready for mass production. CarNewsChina. <https://carnewschina.com/2025/09/08/catls-naxtra-sodium-ion-passes-new-national-safety-standards-ready-for-mass-production/>

Musk, E. (2011, 15 novembre). Intervista a Bloomberg sul posizionamento competitivo di BYD (Canale YouTube: EVUK0001) [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=_9ftbRWqkj0

OICA. Sales Statistics [online]. <https://oica.net/sales-statistics/>

Osaka, S., & Spring, J. (2025, 7 febbraio). States scramble as Trump administration halts \$5 billion EV charger program. The Guardian. <https://www.theguardian.com/us-news/2025/feb/07/trump-electric-vehicle-charging-station-program>

Parkinson, G. (2025, 20 novembre). Supplier to Australia's biggest battery project says Trump tariffs are killing big battery investment in US, but it means cutting prices in Australia. RenewEconomy. <https://reneweconomy.com.au/supplier-to-australias-biggest-battery-project-says-trump-tariffs-are-killing-big-battery-investment-in-us-but-it-means-cutting-prices-in-australia/>

Politi, F. (2024, 18 dicembre). Volkswagen plans up to 20,000 voluntary exits by 2030 amid structural restructuring. Il Sole 24 Ore (English Edition). <https://en.ilsole24ore.com/art/volkswagen-20000-voluntary-exits-by-2030-AHeS144>

Renewable Matter. (2018, 12 giugno). CATL: tutto quello da sapere sul gigante cinese delle batterie al debutto in borsa. <https://www.renewablematter.eu/catl-tutto-quello-da-sapere-sul-gigante-cinese-delle-batterie-al-debutto-in-borsa>

Reuters, China's EV exports and global automotive competition, vari articoli e report 2024–2025.

Reuters. (2022, 28 febbraio). Toyota suspends all domestic factory operations after suspected cyber-attack. Reuters. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/toyota-suspends-all-domestic-factory-operations-after-suspected-cyber-attack-2022-02-28/>

Reuters. (2023, 11 luglio). Toyota targets Europe and China in hydrogen sales pivot. Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/toyota-targets-europe-china-hydrogen-sales-pivot-2023-07-11/>

Reuters. (2023, 27 ottobre). Volkswagen wants to cut 2,000 jobs at Cariad unit, Manager Magazin reports. Reuters Business.

<https://www.reuters.com/business/autos-transportation/volkswagen-wants-cut-2000-jobs-cariad-unit-manager-magazin-2023-10-27/>

Reuters. (2023–2025). Tesla and BYD market share developments in China. Reuters.

Reuters. (2024, 15 maggio). Volkswagen reaches 54 million euro Dieselgate settlement with Italian owners. Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/volkswagen-reaches-54-million-dieselgate-settlement-with-italian-owners-2024-05-15/>

Reuters. (2024, 24 aprile). Volkswagen aims to maintain 15% market share in China by 2030, country chief says. Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/volkswagen-aims-maintain-15-market-share-china-2030-country-chief-says-2024-04-24/>

Reuters. (2024, 30 ottobre). VW proposes 10% pay cut to tackle structural crisis. Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/vw-proposes-10-pay-cut-tackle-crisis-2024-10-30/>

Reuters. (2025, 1 aprile). EU issues 458 million euro fine to car manufacturers over vehicle recycling cartel. Reuters Sustainability. <https://www.reuters.com/sustainability/boards-policy-regulation/eu-issues-458-million-euro-fine-car-manufacturers-over-vehicle-recycling-cartel-2025-04-01/>

Reuters. (2025, 1 aprile). Tesla targeted by left-wing vandalism in Germany over Musk's right-wing activism. Reuters. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/tesla-targeted-by-vandalism-over-musks-right-wing-activism-2025-04-01/>

Reuters. (2025, 11 luglio). China's Chery and BYD may have to repay subsidies after audit finds irregularities. Reuters Investigations. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/chinas-chery-byd-may-have-repay-subsidies-after-audit-finds-irregularities-2025-07-11/>

Reuters. (2025, 16 dicembre). EU relents on combustion engines ban after auto industry pressure. Reuters. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/eu-relent-combustion-engines-ban-after-auto-industry-pressure-2025-12-16/>

Reuters. (2025, 17 settembre). China is sending its world-beating auto industry into a tailspin. Reuters Investigations. <https://www.reuters.com/investigations/china-is-sending-its-world-beating-auto-industry-into-tailspin-2025-09-17/>

Reuters. (2025, 20 novembre). Employment in German auto sector at lowest level in over a decade. Reuters Business. <https://www.reuters.com/world/china/employment-german-auto-sector-lowest-level-over-decade-2025-11-20/>

Reuters. (2025, 25 settembre). Bosch to cut five-digit number of additional automotive jobs, Handelsblatt reports. Reuters Retail. <https://www.reuters.com/business/retail-consumer/bosch-cut-five-digit-number-additional-jobs-says-handelsblatt-2025-09-25/>

Reuters. (2025, 27 marzo). What's behind Trump's new 25% tariffs on US auto imports? Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/whats-trumps-new-25-tariffs-us-auto-imports-2025-03-27/>

Reuters. (2025, 5 settembre). BMW CEO calls EU's 2035 combustion engine ban 'big mistake', sees strong 2025 sales. Reuters. <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/bmw-ceo-calls-eus-2035-combustion-engine-ban-big-mistake-sees-strong-2025-sales-2025-09-05/>

Reuters. (2025, 7 giugno). Geely chairman says global auto industry facing serious overcapacity. Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/geely-chairman-says-global-auto-industry-facing-serious-overcapacity-2025-06-07/>

Reuters. (2025, 8 settembre). Stellantis abandons 2030 all-electric vehicle target. Reuters. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/stellantis-scrap-target-100-evs-by-2030-says-europe-chief-2025-09-08/>

Reuters. (2025, 9 gennaio). China's car sales extend gains in December. Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/chinas-car-sales-extend-gains-dec-2025-01-09/>

Reuters. (2026, 12 febbraio). China issues auto industry guidelines to curb destructive price wars. Reuters Sustainability. <https://www.reuters.com/sustainability/boards-policy-regulation/china-issues-auto-industry-guidelines-curb-price-wars-2026-02-12/>

Reuters. (2026, 12 gennaio). Volkswagen drops to third in China sales as fast-growing Geely Auto overtakes. Reuters Business. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/volkswagen-drops-third-china-sales-fast-growing-geely-auto-overtakes-2026-01-12/>

Reuters. (2026, 19 maggio). EPA's endangerment finding repeal signals federal exit from regulating motor vehicle emissions. Reuters Legal. <https://www.reuters.com/legal/legalindustry/epas-endangerment-finding-repeal-signals-federal-exit-regulating-motor-vehicle--pracin-2026-05-19/>

Reuters. (2026, 4 marzo). Japan's Middle East energy dependency: How it mitigates global supply shocks. Reuters Policy. <https://www.reuters.com/sustainability/boards-policy-regulation/japans-middle-east-energy-dependency-how-it-mitigates-shocks-2026-03-04/>

Reuters. (2026, 9 gennaio). Stellantis Europe chief concerned over misalignment between EU regulation and market reality. Reuters. <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/stellantis-europe-chief-concerned-misalignment-eu-regulation-2026-01-09/>

Sky TG24 (2025, 10 dicembre). Automotive, entro il 16 dicembre in arrivo pacchetto misure Ue. <https://tg24.sky.it/economia/2025/12/10/piano-automotive-ue-cosa-prevede?card=5>

U.S. Bureau of Labor Statistics. (2025). Average hourly earnings of production and nonsupervisory employees, manufacturing. Dataset disponibile tramite FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis.

Wall Street Journal. (2021–2022). U.S. EV sales and Tesla market share based on Motor Intelligence data. Wall Street Journal.

World Bank. (2024). Exports of goods and services as percentage of GDP. World Bank Data.

World Bank. (2024). GDP per person employed, constant 2021 PPP dollars. World Bank Data.

Fonti normative e regolamentari

Commissione Europea. (2019). Il Green Deal europeo. COM(2019) 640 final. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

Commissione Europea. (2019). Orientamenti sulla comunicazione delle informazioni relative al clima. (C/2019/4490).

Commissione Europea. (2023). Proposta di direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sulle asserzioni ambientali esplicite (Green Claims Directive), COM(2023) 166 final. Commissione Europea.

Commissione Europea. (2025). Antitrust: La Commissione sanziona i produttori automobilistici per collusione nel settore del riciclo dei veicoli fuori uso. Comunicato stampa

Direttiva (UE) 2022/2464 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 dicembre 2022, per quanto riguarda la rendicontazione societaria di sostenibilità.

Direttiva (UE) 2024/1760 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 giugno 2024, relativa al dovere di diligenza degli aiuti ai fini della sostenibilità aziendale.

Direttiva (UE) 2024/825 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 28 febbraio 2024, che modifica le direttive 2005/29/CE e 2011/83/UE per quanto riguarda la responsabilizzazione dei consumatori per la transizione verde.

Direttiva 2014/95/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, recante modifica della direttiva 2013/34/UE per quanto riguarda la comunicazione di informazioni di carattere non finanziario.

ESMA & EBA. (2023). Guidelines on greenwashing — Final Report. European Securities and Markets Authority / European Banking Authority.

ESMA & EBA. (2024). Joint Guidelines on the system for the exchange of information relevant to fit and proper assessments.

European Commission. (2024, 29 ottobre). Commission imposes countervailing duties on imports of battery electric vehicles from China. Press Corner. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_5589

Federal Republic of Germany. (1972). Works Constitution Act (Betriebsverfassungsgesetz - BetrVG) (Federal Law Gazette I, p. 13, as amended). Gesetze im Internet. https://www.gesetze-im-internet.de/englisch_betrvg/englisch_betrvg.html

Inflation Reduction Act of 2022, Pub. L. No. 117-169, 136 Stat. 1818 (2022). <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376/text>

National Highway Traffic Safety Administration. (2020, 31 marzo). U.S. DOT and EPA put safety and American families first with final rule for fuel economy. NHTSA.

<https://www.nhtsa.gov/press-releases/us-dot-and-epa-put-safety-and-american-families-first-final-rule-fuel-economy>

Nazioni Unite. (2015). Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile (A/RES/70/1). <https://sdgs.un.org/goals>

Parlamento europeo e Consiglio dell'Unione europea, Regolamento (UE) 2024/1257 del 24 aprile 2024 (Euro 7)

Regolamento (UE) 2019/2088 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 novembre 2019, relativo all'informativa sulla sostenibilità nel settore dei servizi finanziari.

Regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 giugno 2020, relativo all'istituzione di un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili.

Regolamento Delegato (UE) 2023/2772 della Commissione, del 31 luglio 2023, che integra la direttiva 2013/34/UE per quanto riguarda i principi di rendicontazione di sostenibilità (European Sustainability Reporting Standards).

Task Force on Climate-related Financial Disclosures. (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

Task Force on Climate-related Financial Disclosures. (2017). The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-Related Risks and Opportunities (Technical Supplement). Financial Stability Board. <https://www.fsb-tcfd.org/publications/>

The White House. (2025, 20 gennaio). Unleashing American Energy. Presidential Actions.

The White House. (2025, 22 aprile). Amendments to adjusting imports of automobiles and automobile parts into the United States. Presidential Actions. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/04/amendments-to-adjusting-imports-of-automobiles-and-automobile-parts-into-the-united-states/>

The White House. (2025, dicembre). Fact Sheet: President Donald J. Trump announces the reset of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) standards. The White House.

U.S. Department of Energy – Alternative Fuels Data Center. <https://afdc.energy.gov/>

U.S. Department of Energy. (2022). The Inflation Reduction Act: Drives investment, creates jobs, and lowers energy costs. Office of Policy. <https://www.energy.gov/lpo/inflation-reduction-act-2022>

U.S. Environmental Protection Agency [EPA]. (2024). Volkswagen clean air act civil settlement overview. <https://www.epa.gov/vw>

UNFCCC. (2015). Adoption of the Paris Agreement. Conference of the Parties on its twenty-first session COP 21). United Nations. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

Unione Europea, European emission standards – legislative framework, disponibile tramite EUR-Lex e direttive/regolamenti UE sulle emissioni dei veicoli. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1257&>