

Dipartimento di Economia e Management

Cattedra di Economia e Gestione delle Imprese

**SVILUPPO STRATEGICO NEL SETTORE AUTOMOTIVE
VERSO L'OBIETTIVO ZERO EMISSIONI**

RELATORE

Prof. Luca Pirolo

CANDIDATO

Antonio Maria De Rosa

Matricola: 237541

Anno Accademico 2020/2021

“Non chi comincia ma quel che persevera”

RINGRAZIAMENTI

A mia madre per l'amore ed il sostegno di cui non ci ha mai privato.

A mio padre per essere stato da sempre portatore di valori e abnegazione.

Ad entrambi, per avermi dato la fiducia e la possibilità di poter intraprendere questo percorso.

A mia sorella Chiara, alla quale devo la ragione stessa della mia esistenza, difficilmente posso esprimere a parole, il supporto emotivo e psicologico che mi hai sempre riservato, l'esempio di bontà e rinascita che mi hai permesso di osservare, per questo e molto altro provo comunque a dirti un grazie qui.

Ai miei amici. È per me una fonte d'orgoglio sapere di aver potuto contare e di poter contare tutt'oggi, sulle stesse persone che ormai conosco, e mi conoscono, da una vita: Davide, per essermi stato amico e per avermi insegnato la tenacia e la perseveranza. Giambattista, una delle persone qualitativamente migliori che conosca. Simone, per la sua sensibilità e sincerità. Luigi, un amico da una vita, un fratello; incalcolabili le ore e le giornate che ha deciso di spendere per ascoltarmi in ogni situazione o evenienza, a telefono o negli infiniti giri in auto la sera; negli anni ho plasmato su di te, il senso del termine amicizia, grazie.

Ai coinquilini: Gianmarco, Lorenzo e Peppe, e poi Armando e Guglielmo.

Agli amici conosciuti a Roma, in particolare Ludovica e Mauro.

Ringrazio le nonne ed i nonni, c'è un detto che recita : "Se oggi siamo seduti all'ombra, è perché qualcuno ha deciso di piantare un albero molto tempo fa". In particolare, dedico questo lavoro al nonno del quale porto il nome, non ti ho mai conosciuto, ma so che ti sarebbe piaciuta. Un po' anche a me stesso, ma non troppo.

A tutti voi, va il mio ringraziamento per aver deciso di condividere con me la risorsa più scarsa e preziosa che abbiamo per natura, il tempo.

INDICE

INTRODUZIONE.....	pagina 4
1 CAPITOLO PRIMO: CENNI STORICI.....	pagina 5
-1.1 Invenzione dell'automobile in Europa.....	pagina 5
-1.1.1 La rivoluzione Oltreoceano, Henry Ford e la Model T.....	pagina 12
-1.1.2 Giappone, l'introduzione del Kaizen e del Kanban.....	pagina 15
-1.2 Il settore oggi.....	pagina 18
-1.2.1 Un focus sulla Cina.....	pagina 20
-1.2.2 Principali player per macroaree.....	pagina 22
-1.3 Il cigno nero: Covid-19.....	pagina 24
-1.4 L'evoluzione dal lato della domanda.....	pagina 31
2 CAPITOLO SECONDO: LE NUOVE NORMATIVE.....	pagina 35
-2.1 Il nuovo quadro normativo in tema di sostenibilità ed emissioni.....	pagina 35
-2.1.1 Il contesto nazionale: L'Italia.....	pagina 39
-2.2 Le normative sulle emissioni nel settore automotive.....	pagina 41
-2.2.1 Regolamentazione sulle emissioni in Europa.....	pagina 43
-2.2.2 Regolamentazione sulle emissioni negli Stati Uniti.....	pagina 46
-2.2.3 Regolamentazione sulle emissioni in Asia.....	pagina 47
3 CAPITOLO TERZO: APPUNTAMENTO CON IL FUTURO.....	pagina 49
-3.1 Motore a combustione interna (ICE).....	pagina 54
-3.2 Propulsione ibrida.....	pagina 58
-3.2.1 Dalla Formula 1 alla strada.....	pagina 61
-3.3 Propulsione elettrica: soluzione di lungo periodo.....	pagina 64
-3.3.1 Principali interpreti della mobilità elettrica.....	pagina 72
-3.4 Veicoli ad Idrogeno.....	pagina 75
-3.4.1 Idrogeno nel settore aeronautico: il caso Airbus.....	pagina 78
Conclusioni.....	pagina 80
Bibliografia.....	pagina 82
Sitografia.....	pagina 84

INTRODUZIONE

Definire il concetto di automobile attraverso una definizione univoca, può risultare un'operazione apparentemente semplice, ma che in realtà, nasconde al suo interno una miriade di sfumature differenti nel momento in cui si decide di analizzare a fondo, quello che è si è dimostrato l'effettivo impatto che quest'ultima ha esercitato e sta esercitando tutt'oggi nella vita delle persone. L'automobile, per la maggior parte dell'immaginario collettivo, rappresenta un mezzo per effettuare spostamenti da un punto A verso un punto B. Per altri, quest'ultima, viene intesa come un insieme di concetti e idee che hanno visto un continuo susseguirsi di sviluppi ed innovazioni nel corso degli anni, attraverso i quali l'automobile ed il settore stesso, hanno costantemente mutato le sembianze e i propri livelli di efficienza e di performance. Il settore automobilistico ha inoltre rappresentato, nel corso di quest'ultimo secolo, un simbolico concetto di progresso dell'intelletto umano e si è resa, in determinate occasioni, simbolicamente protagonista dei continui morfismi sociali che hanno interessato i primi secoli del Novecento fino ai giorni nostri.

Oggi, nuove sfide si stanno palesando all'orizzonte, tra le principali, troviamo certamente il tema della sostenibilità ambientale e dell'economia circolare, elementi portanti delle nuove direttive politiche, che stanno ridisegnando o quanto meno, si augurano di farlo, il futuro del pianeta e del settore stesso fin nella sua più profonda natura.

Lo scopo di questo elaborato è quello di ripercorrere il passato ed il presente del settore, cercando di costruire una previsione su quelli che potrebbero rivelarsi i futuri sviluppi del settore, richiesti, ed imposti, dalla sempre più stringente necessità di ottenere veicoli sempre più efficienti in termini di emissioni, secondo quanto previsto dai nuovi quadri normativi globali in fatto di tutela e salvaguardia della sostenibilità ambientale e climatica. Questi fattori stanno inesorabilmente spingendo sempre più case automobilistiche a rivedere i propri piani strategici ed industriali per i prossimi anni a venire, in modo tale da poter sopperire alle nuove sfide del presente e quelle del futuro, provandone a sfruttare ogni possibilità di sviluppo. Si andrà dunque ad enucleare quelle che sono le possibili soluzioni ed i probabili risvolti, sui quali i principali player di settore sono attualmente a lavoro per il futuro.

CAPITOLO PRIMO: CENNI STORICI

1.1 Nascita e primi sviluppi dell'automobile in Europa

Ogni qual volta ci apprestiamo ad inserire e ruotare la chiave nel quadro d'accensione della nostra automobile, che sia per recarci a lavoro o semplicemente per muoverci da un punto geografico all'altro nello spazio, ci rendiamo protagonisti di un processo apparentemente semplice e scontato nella quotidianità, ma che nella realtà dei fatti, ha richiesto circa un secolo di affinamento di idee ed innovazioni in una miriade di settori differenti per poter svilupparsi nel corso del tempo.

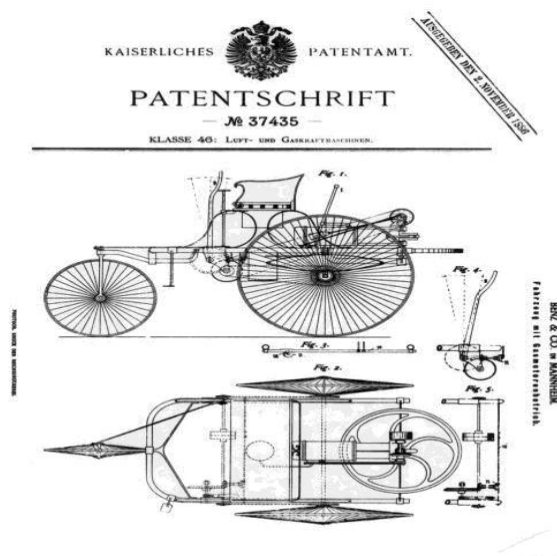
Campi come quello della fisica, della chimica, dell'elettronica, della meccanica e dell'economia sono i principali fautori di questo piccolo ed al contempo sorprendente miracolo che ad oggi diamo molto spesso per scontato. Il processo che parte da un contatto elettrico che in pochi decimi di secondo innesca una scintilla all'interno delle camere di combustione, generando un moto perpetuo di cilindri, valvole ed alberi, deve la sua nascita alla volontà insita nell'essere umano di continuare la sua naturale volontà di progresso ed innovazione, che è stata una costante nella storia della nostra specie. Se però si cerca di attribuire con precisione assoluta una data ed un nome all'ideatore dell'automobile, ci si potrà subito rendere conto di quanto ardua possa risultare questa operazione. Questo è in parte dovuto sia alla scarsa attendibilità delle fonti storiche, sia al fatto che, soprattutto nel continente Europeo, in molti contemporaneamente provarono a realizzare un concetto di veicolo che potesse generare la figura di quello che noi oggi chiamiamo automobile. Quando infatti si cerca di identificare il primo concetto di "spostamento di massa" rapportato in un periodo di tempo che interessa gli ultimi anni dell'Ottocento nonché i primi del Novecento, è facile raffigurare questo concetto con la motricità a vapore e la larga diffusione del sistema ferroviario. Nei primi dell'Ottocento, i motori a vapore rappresentavano una prima concreta soluzione in merito al problema della ricerca e dello sfruttamento di una fonte motrice, che fosse in grado di muovere strutture abbastanza complesse, o di spostare ingenti quantità di persone o per ragioni logistiche, o per meri scopi industriali.

Un primo punto di svolta nella concezione di un mezzo che potesse avvicinarsi ad un generico concetto di automobile, si ha negli ultimi anni dell'ottocento, quando, nei pressi di Mannheim, un centro cittadino posto nella zona sud-occidentale della Germania, un ingegnere di nome Karl Benz inizia ad idealizzare un progetto che possa implementare in scala ridotta un motore a combustione interna, una tecnologia che aveva visto i suoi albori e la sua applicazione solo ed esclusivamente per scopi industriali, ed il cui sviluppo si trovava ancora in una fase embrionale.

Il motore a combustione interna inizia ad assumere di fatto un ruolo di fondamentale importanza per quello che sarà il destino stesso dell'automobile. Anche in questo caso le fonti che cercano di attribuire i paterni di questa rivoluzionaria invenzione sono estremamente discordanti, a contendersela sono: Karl Benz, Alphonse Beau de Rochas e Nikolaus Otto. Il primo teorizzò un sistema diviso in varie e consequenziali fasi suddivise in: fase di aspirazione, fase di compressione, fase di combustione e fase di scarico; che riassumevano gli eventi sequenziali che trovavano luogo all'interno della camera di combustione di un motore termico durante la sua fase di moto. Nikolaus Otto però affinò questo processo, migliorandone la teorizzazione e creando il primo effettivo prototipo in metallo che fu messo in mostra nel 1867 durante l'esposizione universale di Parigi, dando così vita al "ciclo di Otto". Negli stessi anni, le crescenti sperimentazioni della chimica in ambito militare avevano contribuito alla messa a punto di specifici solventi derivanti dal petrolio, capaci di generare una combustione, che è un tipo di reazione differente da un'esplosione; infatti, con combustione intendiamo un tipo di reazione controllabile rispetto ad un'esplosione generica. Bilanciandone la quantità, la sua esposizione all'aria ed il contatto con una fonte infiammabile come una scintilla, questo primo tipo di benzina, poteva generare una combustione uniforme e controllabile e di conseguenza sfruttabile se implementata come soluzione di innesco all'interno di una camera di combustione di un motore. Sulla scia di queste rivoluzioni, Karl-Benz fu il primo a concepire l'unione del motore a combustione interna, associato ad un particolare tipo di triciclo in legno e metallo genericamente pensato per essere spinto da un cavallo. La congiunzione tra il motore a combustione e il telaio del triciclo carrozzato darà vita alla "MotorWagen", quella che ad oggi viene considerata in termini oramai ufficiali, come il primo concetto di veicolo che si differenziasse completamente dalla necessità della trazione a cavallo o di quella del vapore, e dunque, come la prima vera e propria automobile. Lo scalpore generato da questo nuovo concetto di mobilità non tardò a circolare in tutto il paese e di conseguenza nel resto del continente europeo, che in quegli anni si stava preparando ad assistere ad una delle più grandi rivoluzioni del ventesimo secolo. Dalla nascita della Motorwagen allo sviluppo di prototipi più moderni ed evoluti il passo fu breve. In Germania dagli albori dello sviluppo della prima automobile fino alla fine degli anni Trenta, andarono affermandosi già due case costruttrici, che sono tutt'oggi presenti nel panorama internazionale del settore automotive ovvero Volkswagen e Mercedes-Benz. La Volkswagen, si rese protagonista per l'intervento cospicuo da parte del Führer, Alfred Hitler e dell'ingegnere Ferdinand Porsche agli inizi degli anni trenta, spinti dalla volontà di costituire una casa automobilistica che potesse realizzare un veicolo accessibile per la maggior parte delle famiglie dell'epoca, da qui la scelta del nome Volkswagen ovvero "L'auto del popolo", che vide nel "Beetle" il suo primo modello, un prodotto semplice ma funzionale, in grado di trasportare una famiglia composta da due adulti e tre bambini ad una velocità massima di 90km/h. Mercedes-Benz fu fondata direttamente dallo stesso costruttore del primo veicolo, con il supporto di

alcuni investitori privati. Con sede a Stoccarda, ad oggi, come precedentemente descritto, viene identificata come la vera fautrice della prima automobile ideata e prodotta, nonché come uno dei brand più solidi e conosciuti sul panorama internazionale, gran parte del successo come premium brand può essere attribuito all’attenta gestione del marketing e della ricerca qualitativa nei prodotti, ad oggi la casa della stella dalle tre punte sta investendo ingenti quantitativi di denaro in ricerca e sviluppo in unità motrici ibride, investimenti che le stanno consentendo una lunga scia di successo e visibilità in Formula 1. Successivamente ad emergere nel panorama nazionale fu Audi, precedentemente identificata come Auto-Union. Nonostante un ciclo di vita decisamente travagliato, a causa delle continue perdite finanziarie registrate fin dai tempi dalla fondazione, venne successivamente acquisita da Volkswagen che supportò lo sviluppo di nuove tecnologie e la messa in produzione di una gamma di modelli di livello premium e che permise ad Audi di sopravvivere e disviluppare una serie di vetture dotate di sofisticate tecnologie, come la trazione permanente sulle quattro ruote motrici denominata Audi Quattro, in grado di primeggiare nei campionati di Rally e anche grazie alle gara di durata poi: “Audi si è dedicata con successo alle gara di durata. Vinse per la prima volta la 24 ore di Le Mans nel 2000. Sei anni dopo, fu il primo costruttore a vincere questa corsa classica con un’auto spinta da un motore diesel, in linea con la sua mission di dimostrare l’uso di tecnologie alternative nelle competizioni. Innovazione radicata nella cultura organizzativa ed espressa dallo slogan “Vorsprung durch Technik” ovvero progresso della tecnica”¹. Fu solo questione di tempo prima che sul territorio tedesco iniziassero a prendere piede sempre più rapidamente anche altri marchi come Porsche e BMW.

Figura 1 Il primo brevetto della Motorwagen di Benz²



¹ Rosengarten e Sturmer, *Premium Power*. (Rosengarten P, Stuermer C., Premium Power. The secret of success of Mercedes Benz, BMW, Porsche and Audi, 2006)

² «Patentschrift». <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/picture/Patentschrift.xhtml?oid=7557363> immagine selezionata dal sito ufficiale Daimler

Anche in Francia, già a partire dai primi anni del Novecento, si iniziarono a sviluppare i primi prototipi di autoveicolo, iniziando ad assistere alla nascita di storiche case automobilistiche presenti tutt'oggi nel panorama internazionale come: Peugeot, Renault e Citroen. Renault nel 1905 acquisì una fama considerevole grazie alla partecipazione nei primi eventi delle competizioni sportive, e delle innovazioni che derivavano in modo diretto da queste ultime, tant'è che la casa francese, acquisì grandi successi non solo in quegli anni, ma anche successivamente, quando agli inizi degli anni ottanta durante la partecipazione al campionato internazionale di Formula 1, sviluppò un motore a combustione interna sovralimentato da uno specifico turbocompressore che lavorava in armonia con il motore in ogni fase di accelerazione, garantendo ottimi livelli di performance e allo stesso tempo di affidabilità. Quella dello sviluppo del turbocompressore, fu una scelta estremamente fruttuosa, pur trattandosi di un tipo di tecnologia già presente da tempo in Europa, Renault riuscì ad ottimizzare in poco tempo lo sviluppo delle turbine, garantendosi da subito un fattore critico di successo nelle competizioni, considerando che gran parte dei concorrenti dell'epoca, avevano costruito le proprie certezze sui motori aspirati.

A Parigi, già nei primi del Novecento, André Citroen fu considerato in Francia non solo come il fondatore della casa che portava il suo cognome, bensì come il pioniere del marketing europeo, tanto è vero che nel 1925 acquisì i diritti di un lato della Torre Eiffel, sulla quale fece inserire un'installazione luminosa che raffigurava il nome del marchio, visibile dunque sia di giorno che di sera. Inoltre, grazie allo sviluppo di uno specifico motorino d'avviamento, uno tra i primi per l'epoca, fu tra i primi a concentrare la sua attenzione verso un prodotto che potesse attrarre anche un pubblico femminile. In effetti, il motorino d'avviamento, e lo sviluppo del servosterzo, rendevano la guida dell'auto sempre più confortevole e semplice, rispetto alla messa in moto a manovella ed in particolar modo senza l'ausilio di un meccanismo di idroguida che garantisse una guida meno dispendiosa in termini di fatica.

A Souchaux, Armand Peugeot realizzò il suo primo veicolo già nel 1895, quest'ultimo però spinto da un motore a vapore. Uno degli elementi di differenziazione di Peugeot già a partire dai primi anni del Novecento, fu la sua volontà di sviluppare anche veicoli su due ruote, biciclette prima e motocicli poi: "La prima, vera, moto con il marchio del Leone francese, tuttavia, arriva solo qualche anno dopo: nel 1902 la Peugeot Motorcycles lancia la 2CV con telaio in tubi d'acciaio, serbatoio da 3 Litri e una velocità massima di 40 km/h. Da quel momento iniziò la produzione in proprio di motori a scoppio, sia monocilindrici (da 2,5 a 5CV) che bicilindrici con cilindrata fino a 1000cc e potenza massima fino a 12CV. Proprio in sella a una di queste, con cubatura 500cc, l'italiano Vincenzo Lanfranchi stabilisce due record mondiali di velocità nel 1905, sul chilometro lanciato".³ («PeugeotArchivi»).

³ «Peugeot Archivi». <https://www.infomotori.com/moto/peugeot/>

Figura 2 Torre Eiffel con installazione luminosa Citroen⁴



⁴ «File:Tour Eiffel Citroen.jpg - Wikipedia». Immagine selezionata dal web.

In Italia, lo scenario presente lungo il territorio, in particolar modo al nord e nelle regioni del centro, non risultava essere troppo differente rispetto a quello riscontrabile negli altri paesi del continente europeo. Sul territorio italiano erano presenti già all'epoca, numerose case automobilistiche come: Isotta Fraschini, Alfa Romeo, Fiat e Lancia. Tra queste, aveva assunto una certa rilevanza Alfa Romeo, che grazie ai suoi immediati e ripetuti successi nelle competizioni nazionali ed internazionali, che iniziavano a disputarsi in Francia, Germania, e Inghilterra, era stata in grado in poco tempo, di costruirsi un'immagine di successo tra i competitor nazionali ed internazionali. ALFA (Anonima Lombarda Fabbrica Automobili) si rese celebre sul panorama nazionale già a partire dal 1911 grazie alle partecipazioni e ai successi registrati durante le gare di durata come Targa Florio e Mille Miglia, nel 1915 l'ingegnere ed imprenditore Nicola Romeo decise di entrare a far parte a pari merito della società ALFA, indirizzando il marchio verso le principali competizioni internazionali e di durata, dando così vita allo storico nome che oggi conosciamo con il nome Alfa Romeo.

Ben presto, grazie ai numerosi successi registrati, la filosofia volta all'innovazione e la ricerca delle prestazioni; l'Alfa Romeo sarà la prima casa automobilistica a vincere il primo gran premio ufficiale automobilistico della storica competizione di Formula 1, nonché il primo ed il secondo mondiale della categoria, con al volante Nino Farina e Juan Manuel Fangio. Il successo nelle competizioni ed i riconoscimenti per la bellezza estetica e costruttiva delle vetture realizzate al Portello, saranno tali che Henry Ford arriverà a dire: "Quando vedo un'Alfa Romeo, non posso far altro che togliermi il cappello"⁵. Nel 1929 tra le principali piste d'Europa, continuano a sfrecciare Alfa Romeo che però presentano una peculiarità, sulle fiancate delle vetture, oltre al famoso quadrifoglio verde, segno distintivo del reparto corse della casa milanese, inizia a comparire un cavallino rampante nero "preso in prestito" dall'asso dell'aviazione italiana Francesco Baracca. Dal sogno di un ambizioso ragazzo modenese, che sta acquisendo sempre maggior fama nei paddock dei principali gran premi, sta nascendo una scuderia di corse che porterà il nome di Scuderia Ferrari. Non risulta però troppo complesso constatare, come già a partire dai primi anni del Novecento la casa automobilistica che si avvicinerà maggiormente al concetto di colosso di settore, almeno sul piano nazionale sarà la FIAT. Federazione Italiana Automobili Torino, questo l'acronimo della casa automobilistica torinese che seppur presente fin da subito nell'ambito delle competizioni sportive, vedrà la sua vera realizzazione ed effettivo successo, nella messa in produzione di grandi volumi di automobili destinate al pubblico, come l'iconico modello di Fiat 3 cavalli e mezzo e successivamente negli anni di Fiat Topolino e Fiat 500, vere e proprie icone dei tempi che furono sviluppate rispettivamente alla fine degli novanta dell'ottocento, venti e cinquanta del secolo scorso, tutte accomunate dallo specifico intento di realizzare un prodotto sia economico che funzionale per il maggior numero di acquirenti possibili. Nel proseguo degli anni, la Fiat si renderà protagonista di un enorme sviluppo da un punto di vista

⁵ Affermazione storicamente attribuita a Henry Ford, nei riguardi del costruttore italiano.

occupazionale ed industriale, prima a Torino e rapidamente su tutto il territorio italiano, divenendo a tutti gli effetti, il principale gruppo industriale sul territorio e nel continente europeo, consolidando inoltre la propria leadership di mercato, con numerose acquisizioni strategiche sul panorama nazionale arrivando ad inglobare e controllare la quasi totalità dei brand italiani quali: Alfa Romeo, Lancia, Ferrari, Maserati.

Nel Regno Unito, il principale fattore di propagazione del settore industriale automobilistico fu da attribuire principalmente alla passione per le corse da parte degli Inglesi. Marchi come Bentley, Rolls Royce, Lotus, Cosworth, Aston Martin, acquisiranno grande fama nel Regno Unito grazie alla loro presenza fissa tra i circuiti dell'isola. Inoltre, in quegli stessi anni si era assistito ad un enorme sviluppo delle innovazioni in ambito aeronautico, fenomeno dovuto principalmente alle esigenze del primo e successivamente del secondo conflitto mondiale; questo progresso portò alla formazione di una grande tradizione ingegneristica nel paese, sia in ambito motoristico che telaistico, che permise ad un corposo numero di imprese di provare a gettare le basi per la formazione di un mercato interno. Ad oggi gran parte dei brand presenti nel Regno Unito sono stati acquisiti da altre case produttrici come Ford e BMW. Ad aver mantenuto la sua tradizione costruttiva nel settore aeronautico oltre che in quello motoristico troviamo Rolls Royce, che ad oggi è ancora presente come uno dei principali fornitori di propulsori per l'industria aeronautica.

Figura 3 Turbina Rolls-Royce⁶



⁶ Immagine selezionata dal web, Rolls Royce Turbofan, https://en.wikipedia.org/wiki/Rolls-Royce_Trent_800

1.1.1 La rivoluzione oltreoceano, Ford e la Model T

Oltreoceano a Detroit, nonostante l'esistenza del settore automotive fosse ancora relativamente breve, si stava già per assistere ad una delle più grandi e considerevoli rivoluzioni del settore. La situazione inerente al mondo dell'auto, negli Stati Uniti, si presentava in modo non troppo differente da quella dei primi anni del Novecento nei paesi del vecchio continente; la differenza però si poteva riscontrare principalmente su un aspetto non di poco conto, come il processo produttivo.

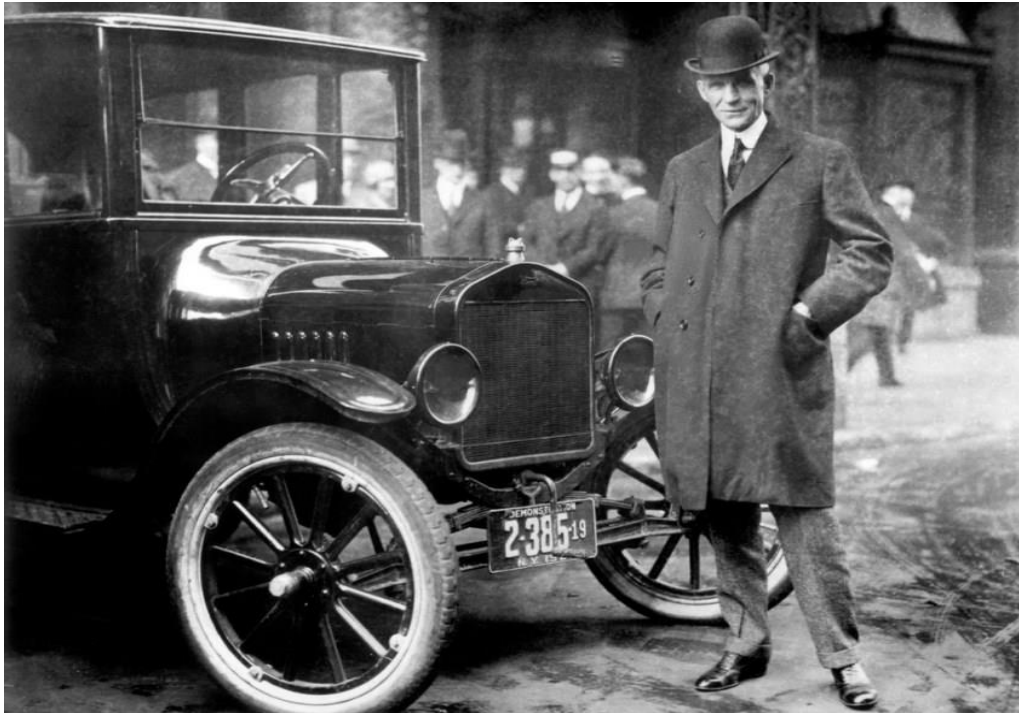
In Europa, agli albori del Novecento, le prime commissioni d'automobili si concentravano prettamente su contenute richieste di nobili facoltosi, i principali produttori dell'epoca cercavano di soddisfare la curva di domanda nel miglior modo possibile nonostante le risorse dei fornitori fossero decisamente limitate, tutto questo comportava un grande dispendio sia dal punto di vista economico che sul piano lavorativo, che non sempre corrispondevano necessariamente ad un ritorno profittevole in termini di margini su unità prodotte. Ed è qui che risulta difficile, se non impossibile, non prendere in considerazione l'importanza che ebbero all'epoca il progredire delle teorie Tayloriste. Secondo Frederick Taylor, uno degli aspetti cruciali che un'azienda deve monitorare lungo il suo processo produttivo si rispecchia nella sapiente gestione delle modalità e tempistiche nelle procedure di produzione di un qualsivoglia prodotto, le quali, possono essere affinate attraverso una organizzazione scientifica del lavoro volta a ricercare la migliore ed unica modalità di svolgimento delle operazioni di lavoro all'interno dell'azienda.

Henry Ford nel 1910, prende in forte considerazione le teorie di Taylor che facevano perno sul "One best way", ovvero sulla ricerca dell'unica e miglior modalità per effettuare un determinato tipo di processo produttivo finalizzato alla produzione di un prodotto, e contemporaneamente focalizza la sua attenzione su un nuovo tipo di clientela target, che si discostava decisamente dalla ristretta cerchia di nobili facoltosi; Ford così facendo, gettava le basi per il primo prototipo di "auto di massa" già a partire dal 1912. Egli, infatti, intuì che lo sviluppo di un processo produttivo più rapido, semplice e standardizzato, potesse portare alla nascita di profittevoli economie di scala, che avrebbero progressivamente consentito di ampliare i margini di profitto su ogni singola unità. Si assiste così alla nascita della linea di assemblaggio in movimento, anche nota come catena di montaggio, una vera rivoluzione se considerato il processo produttivo tipicamente adottato nei principali paesi del continente europeo. In Europa, infatti, la maggior parte delle case automobilistiche sviluppava la fase di completamento dei veicoli con una costruzione graduale del veicolo, il quale, tipicamente veniva tenuto sempre fermo in uno specifico punto della fabbrica, e che solo in seguito subiva il suo completamento finale, con l'assemblaggio delle parti della carrozzeria o delle meccaniche mancanti. I meccanici erano dunque costretti a trasportare pesanti componenti da un punto all'altro del complesso, facendo affidamento solo ed esclusivamente sulle proprie forze fisiche, tutto questo

ovviamente, rendeva le operazioni più lente nonché estremamente dispendiose in termini di fatica e di efficienza sul lavoro, andando ad inficiare gravemente e soprattutto negativamente, sulle tempistiche degli ordini e sul rendimento generale sia in termini economici sia in quelli attinenti alla qualità delle operazioni. Con la messa a punto della catena di montaggio, questo procedimento subiva una netta inversione di tendenza; con lo sviluppo di questa nuova prassi di montaggio in movimento, le parti si muovono direttamente verso gli operai, che disposti in configurazione sequenziale ottenevano un vantaggio in termini di tempo e di dispendio energetico sul posto di lavoro. Inoltre, Henry Ford aveva un obiettivo ben chiaro, l'automobile doveva essere alla portata di tutti, ed il prodotto attraverso il quale riuscirà a realizzare il suo obiettivo prenderà il nome di Ford Model T. L'efficienza derivata dalla linea di produzione mobile e dalle conseguenti economie d'esperienza portarono la Ford Motor Company ad una ulteriore mossa strategica, quella dell'integrazione verticale a monte. Con l'integrazione verticale, Ford fu in grado di aumentare il suo livello di autonomia nei confronti di fornitori di terze parti, il che comportava un alleggerimento dei costi variabili e di conseguenza sui prezzi dei prodotti. Henry Ford riuscì a minimizzare il prezzo d'entrata a seicento dollari e comprese rapidamente che la domanda di mercato per i veicoli era caratterizzata da una forte elasticità al prezzo, e dunque, riuscire a tenere alti i volumi ed estremamente contenuti sia i costi che i prezzi risultava essere la miglior strategia da perseguire: "Ogni volta che riduco di un dollaro il prezzo, attiro migliaia di nuovi clienti"⁷. Un'ulteriore strategia messa in pratica fu quella di vendere la Model T in un'unica colorazione, il nero. Il motivo che si cela dietro questa scelta non è unicamente economico, ovvero limitare l'acquisto di vernice nera, bensì logico. La vernice nera, risultava essere la colorazione più rapida nel processo di asciugatura sulla carrozzeria, oltre che la preferita per tutti coloro i quali fossero disposti ad acquistare un veicolo Ford; si assiste così all'invenzione di prime vere e proprie leve di marketing e di strategie produttive di settore, sulle quali Ford baserà il successo del suo primo decennio fino al punto per il quale si arriverà a parlare della nascita di un vero e proprio fenomeno economico, il Fordismo.

⁷ Affermazione di Henry Ford riportata dal libro: Giorgio Pellicelli, *Le strategie competitive del settore auto*, Wolters Kluwer, 2019 (10-11)

Figura 4: Henry Ford e la Model T⁸



⁸ Henry Ford e la Model T, Immagine selezionata dal web, https://lij.m.wikipedia.org/wiki/Immagine:Ford_1921.jpg

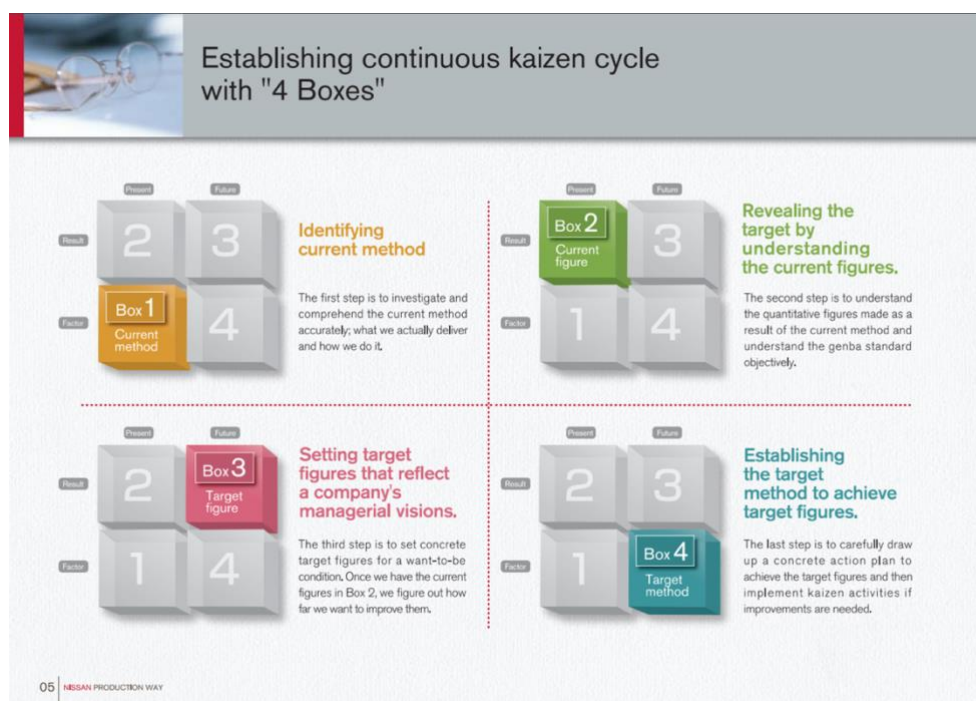
1.1.2 Giappone, l'introduzione del Kaizen e del Kanban

Sul lato orientale del globo, il principale paese meritevole di nota, sia per la realizzazione di veicoli commerciali sia per le innovative prassi di messa in produzione, risulta essere senza dubbio il Giappone. Pur essendo tra i principali paesi industrializzati del panorama globale, il Giappone si è però ritrovato ad essere quello fortemente più arretrato per quanto attiene la fase di sviluppo dei veicoli per la commercializzazione in massa. La storia del settore automotive giapponese ad ogni modo è tutt'altro che da sottovalutare. Infatti la risposta nipponica nella formazione di una cultura motoristica non ha tardato ad arrivare già dal 1930, quando il governo del Sol levante, spinto dalla volontà di costituire un mercato interno, e grazie alle brillanti capacità di ingegneri precedentemente in forze nell'aviazione militare durante i conflitti mondiali, avviò una serie di finanziamenti finalizzati a sostenere e sviluppare un'adeguata rete di industrializzazione tra costruttori e fornitori che fosse in grado di mettere in commercio veicoli su vasta scala. Fu da questo punto in poi che videro la luce case costruttrici come Toyota, Honda e Nissan. L'analisi storica del contesto industriale giapponese ci permette di porre in evidenza, ancor più che i brand o specifici modelli di automobili sviluppatesi nel tempo, un complesso ed efficiente sistema di metodi di processo che stavano producendo interessanti risultati già dai primi tempi di adozione, e che continuano a farlo tutt'oggi, metodi come il Kaizen ed il Kanban.

Il termine Kaizen può essere tradotto dal giapponese all'italiano come "continuo miglioramento". Il termine, esprime un *modus operandi* che ricorda per certi versi le dottrine di tipo Tayloriste osservate durante lo sviluppo del settore industriale negli Stati Uniti, ma che in Giappone assume connotazioni più vicine ad una valutazione complessivamente psicoattitudinale. Si può dire dunque che la continua ricerca del miglioramento non deve essere unicamente attribuita alle fasi di produzione di un prodotto per la vendita, bensì in quella lunga serie di processi organizzativi ed operativi, e nei processi cognitivi e riflessivi che costituiscono il percorso di nascita e sviluppo di un'idea, da dover applicare in azienda durante le varie fasi di sviluppo del lavoro. Questo concetto inoltre fa anche riferimento alla continua ricerca di perfezionamento che deve essere insita negli elementi che compongono il capitale umano dell'impresa come: il management, i quadri e gli operai; oltre che nella gestione e creazione di idee e valore che giorno dopo giorno devono essere sviluppate all'interno dell'azienda da questi ultimi. Il Kanban invece, fa riferimento ad una metodologia che è tipica di un sistema di produzione snello, definito anche come "*Lean production*" che ben si collega all'idea di approvvigionamento del "*just in time*" ideato da Kiichiro Toyoda negli anni Trenta. Scomponendo e traducendo, il termine "Kan" sta per "visuale" mentre "Ban" indica "cartellino", infatti il sistema si basa sulla presenza di veri e propri cartellini sui quali vengono riportati indicazioni tra gli operai presenti sulla catena di montaggio e gli addetti all'approvvigionamento: "Originariamente fu chiamato "*supermarket system*"

in quanto la stazione a valle lungo la linea di assemblaggio doveva andare alla stazione a monte per prelevare esattamente quanto serviva e la stazione a monte doveva produrre abbastanza da fornire quanto serviva alla stazione posizionata a valle”⁹. Come è facile intuire, questo tipo di approccio organizzativo tra le funzioni svolte a valle e quelle posizionate a monte lungo la catena, identificava come obiettivi principali sia quello di andare a rendere più efficace la comunicazione tra reparti, sia quello di evitare inutili sprechi o perdite di tempo complessivi tra le varie operazioni in atto. Come avvenne per Ford, questo innovativo e spesso maniacale metodo di attenzione e cura al dettaglio, di efficientamento nello svolgimento delle procedure operative senza mai perdere di vista la cura la qualità del prodotto, divenne una vera e propria *best-practice*, in particolar modo nelle aziende giapponesi, che prese il nome di Toyotismo. Una testimonianza di quanto ancora oggi sia ben radicato il concetto di Kaizen all’interno del sistema industriale giapponese, ci viene offerta da Nissan, che ancora oggi sviluppa costantemente i processi interni, seguendo l’approccio del Kaizen. Un esempio viene dato anche dalla produzione dei motori di un modello di alta fascia della casa, la GTR. I motori della Nissan GTR, infatti, vengono costruiti interamente a mano, seguendo processi così minuziosi da rendere ogni prodotto finito leggermente diverso rispetto al precedente. Una volta conclusosi il processo di costruzione, sui motori viene applicata una targhetta, che testimonia l’approvazione dell’intero processo costruttivo da parte del capotecnico.

Figura 5¹⁰ : Sviluppo dei processi interni con la metodologia Kaizen da parte di Nissan
(Fonte: Nissan)



⁹ Giorgio Pellicelli, *Le strategie competitive del settore auto*, Wolters Kluwer, 2019 (119-120)

¹⁰ Immagine selezionata dal documento: <https://www.nissan-global.com/EN/LICENSE/PDF/consulting01.pdf>

Figura 6 ¹¹ Completamento motore Nissan-GTR con targhetta dell'addetto alla costruzione



Rimanendo nell'area orientale del globo, un'ulteriore azienda giapponese degna di nota è Honda Motor Company, fondata da Soichiro Honda nel 1948.

L'obiettivo iniziale del costruttore nipponico era quello di poter sviluppare una motocicletta per le classi borghesi dell'epoca, dopo vari tentativi, nel 1949 sviluppò il primo prototipo che prese il nome di D-Type, un monocilindrico da 98 centimetri cubici, che generò grandissimo successo in tutto il continente asiatico, permettendo brevi spostamenti, divenne uno *status symbol*. Ad oggi Honda è una multinazionale presente in diversi campi dell'industria come quello: Automobilistico, Motociclistico, Nautico e della robotica applicata. Per rimarcare il suo impegno nella ricerca e sviluppo ingegneristica Honda, è tutt'oggi presente e protagonista sia nelle competizioni di Formula 1 come fornitore ufficiale di propulsori ibridi, sia nella MotoGP, come costruttore ufficiale. Anche grazie alle sue partecipazioni in eventi e manifestazioni internazionali, la sua abnegazione nella ricerca di soluzioni sempre più efficienti nella costruzione di motori a basso impatto ambientale, Honda si conferma ancora tutt'oggi tra i principali costruttori di veicoli al mondo.

¹¹ «Nissan GT-R - Supercar - Auto sportive». Immagine Digitale dal Web, <https://www.nissan.it/veicoli/veicoli-nuovi/gt-r.html>

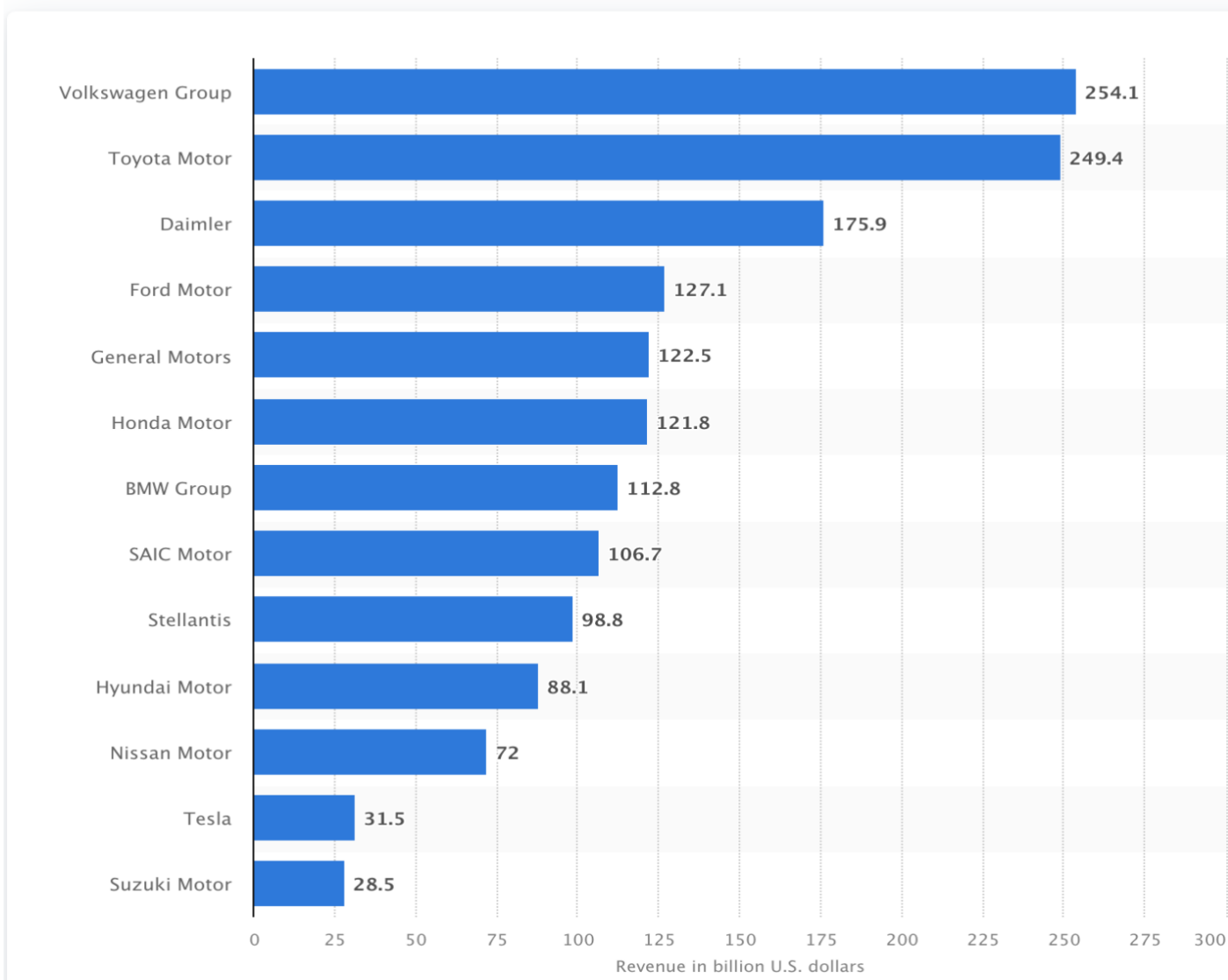
1.2 Il settore oggi

Ad oggi, la situazione presente nel settore automobilistico ed in particolar modo nel mercato europeo ed americano, presenta uno scenario estremamente delicato. Le progressive variazioni verificatesi sia nella natura stessa del settore, che nelle esigenze e negli orientamenti all'acquisto di una nuova generazione di clienti, nonché le conseguenti dinamiche innescate dal rapido susseguirsi di specifici eventi di carattere sia endogeno che esogeno del settore stesso e di quelli a cui quest'ultimo è strettamente interconnesso lungo la filiera, hanno negativamente caratterizzato la concentrazione di mercato del settore già dalla metà dell'ultimo secolo, eventi come: le crisi petrolifere, la debole crescita dell'economia, la maggior accortezza in fatto di tematiche ambientali e per ultimo il propagarsi della pandemia da Covid-19; hanno imposto, agli attuali player di settore, un'attenta riflessione su quello che si appresterà a divenire il possibile destino del settore, costringendoli a rivedere in modo profondo i loro piani strategici per il presente ed il futuro. Un ulteriore elemento da prendere in considerazione nei forti mutamenti storici degli ultimi decenni è stato il forte propagarsi del fenomeno della globalizzazione di mercato nonché di produzione, a partire dagli anni settanta e ottanta. Questo fenomeno ha interessato considerevolmente il settore, in particolar modo per quanto attiene le politiche di costi di produzione delle unità prodotte e vendute. Fenomeni come quello della delocalizzazione, figlio di una esasperata ricerca di strategie di riduzione di costo hanno modificato non solo il settore automotive, bensì le delicate dinamiche occupazionali vigenti all'interno dei principali paesi dell'Occidente. Lo scacchiere presente sul piano globale ha visto la nascita di grandi gruppi a seguito di operazioni di M&A (*merge and acquisitions*) o di alleanze tra i principali marchi attualmente presenti. La maggior parte delle case che invece hanno rinunciato a questa possibilità, si sono visti costretti a fallire, a causa della sempre maggiore cannibalizzazione presente tra competitor. La conformazione del settore attualmente caratterizzata da pochi gruppi automobilistici, all'interno dei quali cercano di sopravvivere strenuamente numerose case costruttrici, e pochi brand autonomi operanti principalmente in determinate nicchie di mercato, potrebbe dunque far trasparire l'immagine di un contesto poco competitivo con un conseguente ridotto apporto d'innovazione. Nella realtà dei fatti invece, il settore automotive rappresenta ancora oggi uno dei contesti più attivi ed agguerriti esistenti nel contesto economico, una caratteristica, che ha sempre definito la natura stessa del settore e che continua a caratterizzarlo tutt'oggi, anche grazie agli enormi investimenti in ricerca e sviluppo direzionati nell'ideazione di nuovi sistemi in grado di garantire una mobilità sempre più sostenibile ed affidabile. Com'è possibile esaminare dal **Grafico 1**, i ricavi dei principali player operanti sul livello internazionale, facenti riferimento ai risultati riscontrabili nell'anno 2020, risultano essere ben distribuiti tra le varie macroaree del globo. Riprendendo infatti i risultati ottenuti, è possibile notare come Volkswagen Group con 254.1 miliardi di dollari e Toyota rispettivamente con 249.4 miliardi,

siano ancora tutt'oggi i principali gruppi in termini di ricavi complessivi (unità in miliardi di dollari) seguiti a loro volta da Daimler, Ford, GM, Honda; arrivando di conseguenza a concludere la lista dei principali tredici brand con Suzuki.

Grafico 1 Ricavi dei principali costruttori derivanti da vendite di auto nel 2020 ¹²

Revenue of leading automakers worldwide in 2020 (in billion U.S. dollars)



¹² l'immagine è stata selezionata dal sito Statista. <https://www.statista.com/statistics/232958/revenue-of-the-leading-car-manufacturers-worldwide/>, "Revenue of leading automakers worldwide", 2021

1.2.1 Un focus sulla Cina

Pur non figurando alcun costruttore di nazionalità cinese tra le principali case automobilistiche nel mondo, lo sviluppo del settore automotive, e di tutta quella serie di settori industriali strettamente correlati lungo la filiera nel mercato cinese, hanno riscontrato un rapido e consistente sviluppo negli ultimi dieci anni.

In effetti, dati alla mano, nella **tabella 2**¹³ è possibile gettare le basi per l'analisi delle vetture prodotte a partire dal 2007, poco prima della crisi del sistema finanziario scaturita dai mutui *subprime*, fino alla conclusione dell'anno 2019. È possibile constatare come l'ammontare totale di veicoli prodotti alla fine del 2007 a livello globale fosse di 73 milioni di unità complessive, di queste, 30 milioni prodotte nell'area asiatica del pianeta di cui 8 milioni solo in Cina, contro le 22 milioni di unità prodotte in tutto il continente europeo. Procedendo con l'analisi dei dati, arrivando al periodo che interessa il 2018, e tenendo sempre in considerazione sia le oscillazioni produttive dovute al generale clima di incertezza derivato dall'instabilità dei mercati finanziari sia una generale stagnazione dei salari e dei livelli di occupazione; si può constatare come in Europa, i livelli produttivi di veicoli siano sostanzialmente rimasti invariati con 22,677 milioni di unità ultimate. Il dato che però sorprende è quello attinente al numero di unità prodotte in Cina, con un risultato effettivo di 27,809 milioni di unità, superando dunque non solo sé stessa del 86 % rispetto ai dati paragonabili tra 2009 e 2019 bensì l'intero sistema produttivo europeo in un tempo record di circa 10 anni.

Inoltre, in particolar modo in quest'ultimo biennio, per sostenere i consumi interni colpiti dall'epidemia di coronavirus, in Cina, i responsabili politici hanno identificato il mercato automobilistico come obiettivo principale per lo stimolo economico, prolungando gli incentivi statali per l'acquisto di veicoli elettrici ricaricabili e a idrogeno (per un importo non superiore a 39mila euro) fino alla fine del 2022.¹⁴

A conclusione di questa analisi, si deduce che l'Oriente ed in particolar modo la zona indo-cinese, rappresentano a tutti gli effetti un importante teatro per il presente e l'imminente futuro del settore, questo non solo per l'enorme capacità produttiva del paese, bensì per l'ingente espansione della popolazione presente nel territorio, in effetti, la Cina è il maggior importatore di veicoli al mondo, con un giro d'affari di circa 40 miliardi di euro. L'imminente sviluppo di messa in serie di vetture

¹³<https://www.anfia.it/it/component/jdownloads/send/18-mondo-produzione-e-mercato-autoveicoli/233-2019-12-mondo-vendite-autoveicoli-2019-trend-2020-global-demand-of-motor-vehicles-in-2019-trend-2020>

¹⁴ Da consultazione presso: <https://www.anfia.it/it/automobile-in-cifre>

ibride o full-electric vede dunque in quest'area continentale uno dei principali target per i prossimi anni a venire.

Tabella 2¹⁵

Produzione mondiale di autoveicoli, 2007-2009, 2018-2019, migliaia di unità, var. % delle quote

migliaia di unità	2007 anno record pre-crisi	2009 picco negativo crisi	2018	2019	var% 19/09	var% 19/18	sh% 2009	sh% 2019
MONDO	73.084	61.656	97.196	92.097	49,4	-5,2	100,0	100,0
EUROPA	22.852	17.058	22.677	21.748	27,5	-4,1	27,7	23,6
UE	19.725	15.290	19.157	18.271	19,5	-4,6	24,8	19,8
<i>UE15</i>	<i>16.691</i>	<i>12.243</i>	<i>14.809</i>	<i>13.896</i>	<i>13,5</i>	<i>-6,2</i>	<i>19,9</i>	<i>15,1</i>
<i>UE NUOVI</i>	<i>3.034</i>	<i>3.047</i>	<i>4.348</i>	<i>4.375</i>	<i>43,6</i>	<i>0,6</i>	<i>4,9</i>	<i>4,8</i>
RUSSIA	1.660	725	1.769	1.720	137,2	-2,8	1,2	1,9
TURCHIA	1.099	870	1.550	1.461	68,0	-5,7	1,4	1,6
ALTRI EUROPA	367	173	201	296	71,0	47,5	0,3	0,3
NORD AMERICA	15.426	8.762	17.424	16.779	91,5	-3,7	14,2	18,2
<i>Canada</i>	<i>2.579</i>	<i>1.491</i>	<i>2.026</i>	<i>1.917</i>	<i>28,5</i>	<i>-5,4</i>	<i>2,4</i>	<i>2,1</i>
<i>Messico</i>	<i>2.095</i>	<i>1.561</i>	<i>4.101</i>	<i>3.989</i>	<i>155,5</i>	<i>-2,7</i>	<i>2,5</i>	<i>4,3</i>
<i>USA</i>	<i>10.752</i>	<i>5.710</i>	<i>11.298</i>	<i>10.874</i>	<i>90,4</i>	<i>-3,8</i>	<i>9,3</i>	<i>11,8</i>
SUD AMERICA	3.547	3.663	3.377	3.279	-10,5	-2,9	5,9	3,6
<i>Argentina</i>	<i>545</i>	<i>513</i>	<i>467</i>	<i>315</i>	<i>-38,6</i>	<i>-32,5</i>	<i>0,8</i>	<i>0,3</i>
<i>Brasile</i>	<i>2.825</i>	<i>3.076</i>	<i>2.881</i>	<i>2.945</i>	<i>-4,3</i>	<i>2,2</i>	<i>5,0</i>	<i>3,2</i>
ASIA-OCEANIA	30.715	31.760	52.594	49.162	54,8	-6,5	51,5	53,4
<i>Cina</i>	<i>8.882</i>	<i>13.791</i>	<i>27.809</i>	<i>25.721</i>	<i>86,5</i>	<i>-7,5</i>	<i>22,4</i>	<i>27,9</i>
<i>Giappone</i>	<i>11.596</i>	<i>7.934</i>	<i>9.730</i>	<i>9.684</i>	<i>22,1</i>	<i>-0,5</i>	<i>12,9</i>	<i>10,5</i>
<i>India</i>	<i>2.254</i>	<i>2.642</i>	<i>5.174</i>	<i>4.516</i>	<i>70,9</i>	<i>-12,7</i>	<i>4,3</i>	<i>4,9</i>
<i>Sud Corea</i>	<i>4.086</i>	<i>3.513</i>	<i>4.029</i>	<i>3.951</i>	<i>12,5</i>	<i>-1,9</i>	<i>5,7</i>	<i>4,3</i>
<i>Thailandia</i>	<i>1.287</i>	<i>999</i>	<i>2.160</i>	<i>2.005</i>	<i>100,7</i>	<i>-7,2</i>	<i>1,6</i>	<i>2,2</i>
<i>Iran</i>	<i>997</i>	<i>1.394</i>	<i>1.126</i>	<i>780</i>	<i>-44,0</i>	<i>-30,7</i>	<i>2,3</i>	<i>0,8</i>
AFRICA	545	413	1.123	1.128	173,0	0,4	0,7	1,2
BRIC	15.622	20.234	37.633	34.901	72,5	-7,3	32,8	37,9

¹⁵ Anfia, variazioni produttive annuali globali.

https://www.anfia.it/data/dtracker/industria%20automotive%20mondiale%20nel%202019%20e%20trend%202020_def2.pdf

1.2.2 Principali player per macroaree

Adottando una visione globale delle principali macroaree geografiche del globo, è possibile passare in rassegna quelli che ad oggi, risultano essere, dati alla mano, le principali case costruttrici nelle rispettive aree economiche di pertinenza.

Europa: Volkswagen Group

Il ruolo di principale protagonista di settore sul piano mondiale e allo stesso tempo europeo è rappresentato da Volkswagen Group. Che conta una produzione (dati anno fiscale 2020) di 9.305.372 di veicoli. Con una diminuzione del 15,2% o di 1.669.925 unità rispetto al precedente anno causata principalmente dalla pandemia Covid-19 e dalle conseguenti misure cautelari che sono state imposte su scala mondiale. Il gruppo conta un totale di 665.445 impiegati ed un risultato derivante dalle vendite di 222,9 miliardi con un risultato operativo di 10,6 miliardi.¹⁶ È inoltre la capogruppo di rinomati brand controllati quali: Audi, Bentley, Bugatti, Ducati, Lamborghini, Porsche, Scania, Seat, Skoda.

Asia: Toyota

Per quanto attiene l'area asiatica, il costruttore di maggior successo, che da anni si contende il primato di principale casa costruttrice mondiale con Volkswagen è Toyota. La casa nipponica ha registrato, da settembre 2020 a maggio 2021, un calo dei ricavi del 15% con un utile netto in diminuzione di circa il 16% e con un ammontare complessivo in Yen, di 1.166 miliardi di yen corrispondenti a 13,51 miliardi di euro.

Le vetture vendute nel 2020 ammontano a 8.95 milioni mentre nel 2021 (ancora in corso) a circa 7.66 milioni, con repentine fluttuazioni sia in termine di veicoli che di introiti dovuti in parte al covid ed in parte alla crisi che sta affliggendo il settore dei semiconduttori¹⁷. Il gruppo è composto da: la capogruppo Toyota, Lexus e Daihatsu.

Stati Uniti: Ford / GM

Oltreoceano i due principali contendenti presenti nel settore sono rispettivamente Ford e GM.

Le due case si contendono ad oggi rispettivamente la quarta e quinta posizione in termini di ricavi su unità vendute. Ford nel 2020 ha venduto negli Stati Uniti 542.749 veicoli con un calo del 9.8 %

¹⁶ <https://www.volkswagenag.com> ; risultati Economico-Finanziari per investitori ed azionisti

¹⁷ «Financial Data | Shareholders & Investors News». <https://global.toyota/en/>

rispetto al 2019, con una vendita totale di veicoli su scala mondiale di circa 2 milioni di veicoli¹⁸. GM che conta al suo interno brand come: Chevrolet, Buick, Cadillac, GMC; ha riportato alla conclusione del 2020 dei ricavi che si sono attestati sui 26.77 miliardi, un risultato leggermente sotto le aspettative visti i 35.48 miliardi registrati il precedente anno, il motivo anche in questo caso è da imputare alla controversa situazione nella fornitura di semiconduttori.¹⁹

¹⁸ «Ford-Europe-FY-2020-Sales-Release.pdf». <https://shareholder.ford.com/investors/financials/monthly-sales-report/default.aspx>

¹⁹ «Investor Relations | General Motors Company». <https://www.gm.com>

1.3 Il cigno nero: Covid-19

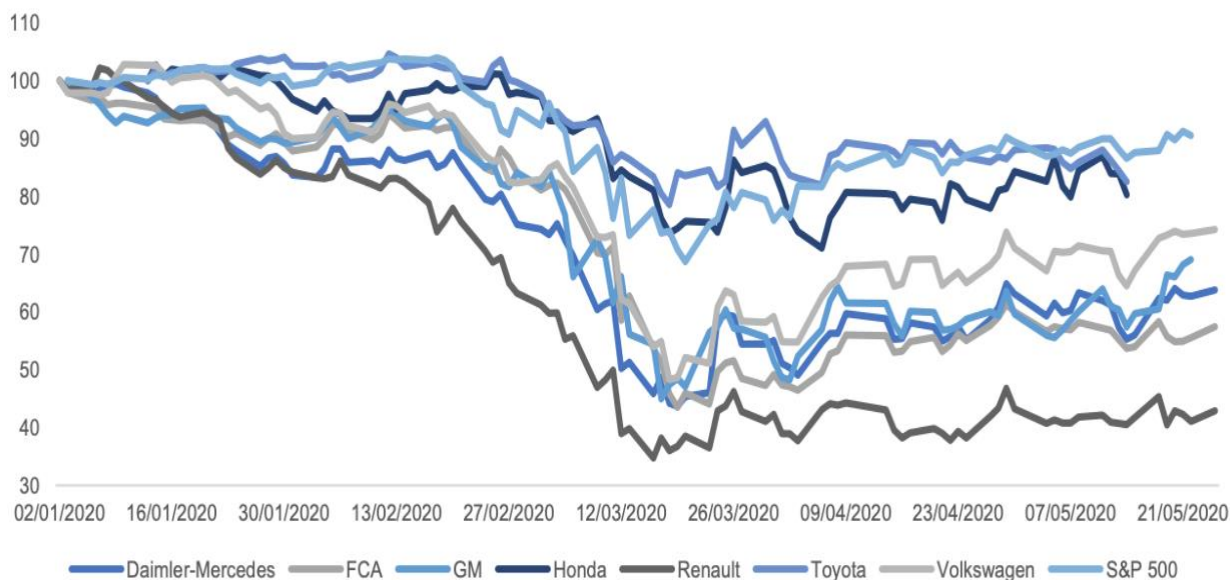
È risaputo che durante il proseguo della vita, gli imprevisti, piccoli o grandi che siano, possano essere all'ordine del giorno. Nel settore industriale tutto ciò non fa eccezione. Le aziende durante il perseguire delle proprie funzioni, in particolar modo di quelle attinenti alla pianificazione strategica, devono tenere conto sia dal punto di vista tattico che dal punto di vista finanziario, di tutte quelle eventuali situazioni o tendenze più o meno prevedibili, che possano andare ad influenzare, in negativo o positivo, la normale continuità aziendale nel corso del tempo. L'onda anomala di effetti e conseguenze causata dal rapido diffondersi del coronavirus, in un primo momento in Cina e progressivamente nel resto del mondo, è stata probabilmente uno degli eventi meno prevedibili e più drammatici di quest'ultimo secolo, in primis dal punto di vista umano ed in secondo luogo su quello economico-industriale.

È certamente evidente, infatti, che aver avuto inerti per lunghi periodi di tempo la maggior parte degli apparati industriali, fatta eccezione per quella serie di filiere coinvolte nella sfera sanitaria, ha comportato una serie di conseguenze negative a cascata su una moltitudine di settori direttamente correlati tra loro. Decisamente simbolici a riguardo, sono i dati delle borse mondiali immediatamente successivi alle prime misure restrittive da parte dei governi di tutto il mondo per il contenimento della crescita di contagi, che testimoniavano in modo generalizzato, l'ondata di pessimismo e scetticismo che si stava innescando a partire dal mese di marzo a seguire, con una prevalenza di rosso e di segni negativi su tutti i valori ed indici di mercato consultabili. Attraverso l'osservazione della **Grafico 2** (Fonte: Thomson Reuters, 2020) è possibile porre un confronto tra gli andamenti azionari dei principali gruppi automobilistici e l'indice Standard & Poors 500 da inizio gennaio sino alla fine di maggio. Come è possibile evincere dai dati, nella seconda settimana di marzo, ovvero in concomitanza con l'inizio delle misure restrittive da parte dei vari governi, gli andamenti dei titoli hanno subito un crollo considerevole, passando dai 100 punti base di gennaio fino a toccare livelli tra i 50 e addirittura 40 punti base nel caso di Renault. Dati sensibilmente peggiori rispetto al rendimento di confronto dello S&P500, che racchiude al suo interno un paniere composto dai 500 principali titoli americani, in diversi settori.

A rialzarsi più rapidamente sono stati i produttori nipponici, anche grazie alle loro ben consolidate strategie di medio e lungo termine che hanno restituito una buona dose di tranquillità nei confronti degli investitori, rispetto a gruppi come Renault e FCA, che essendo stati tra i primi stabilimenti a dover arrestare i propri processi produttivi, ed essendosi trovati in piena fase di transizione strategica, si sono visti pesantemente colpiti dall'ondata di instabilità sia economica sia speculativa, generata rapidamente dalla crisi pandemica .

Grafico 2 Titoli dei principali gruppi automotive con rispettivi andamenti ²⁰

(Fonte: Thomson Reuters)



Fonte: Thomson Reuters, 2020

Come considerato precedentemente, tra i settori che più pesantemente si sono visti colpiti dai recenti avvenimenti dovuti al rapido diffondersi della pandemia da Covid-19, quello automobilistico deve essere certamente annoverato tra i principali. Essendo stato quest'ultimo fortemente correlato con altri settori industriali lungo la filiera, (basti pensare che un veicolo finito è composto da migliaia di componenti differenti a seconda del veicolo di pertinenza), a loro volta, questi ultimi, si sono visti fortemente interessati e penalizzati dalle misure precauzionali e dalla chiusura totale delle produzioni e degli scambi.

Il settore auto di per sé, ha conseguentemente presentato delle trimestrali decisamente preoccupanti, per voler utilizzare un eufemismo, segnando alcuni tra i principali record al ribasso dai tempi dei conflitti mondiali, delle crisi petrolifere degli anni Settanta e della recente crisi finanziaria a cavallo tra gli anni 2007 e 2009.

²⁰ Il grafico appartiene a Thomson Reuters, ma è stato estrapolato con la consultazione di un documento redatto da Andrea Montanino, Alberto Carriero, Cristina Dell'Aquila, Roberto Giuzio e Laura Recagno, per Cassa Depositi e Prestiti, 27 Maggio 2020 con seguente link : <https://www.cdp.it/resources/cms/documents/Automotive%20e%20Covid-19.pdf> Automotive e Covid-19; 27 Maggio 2020

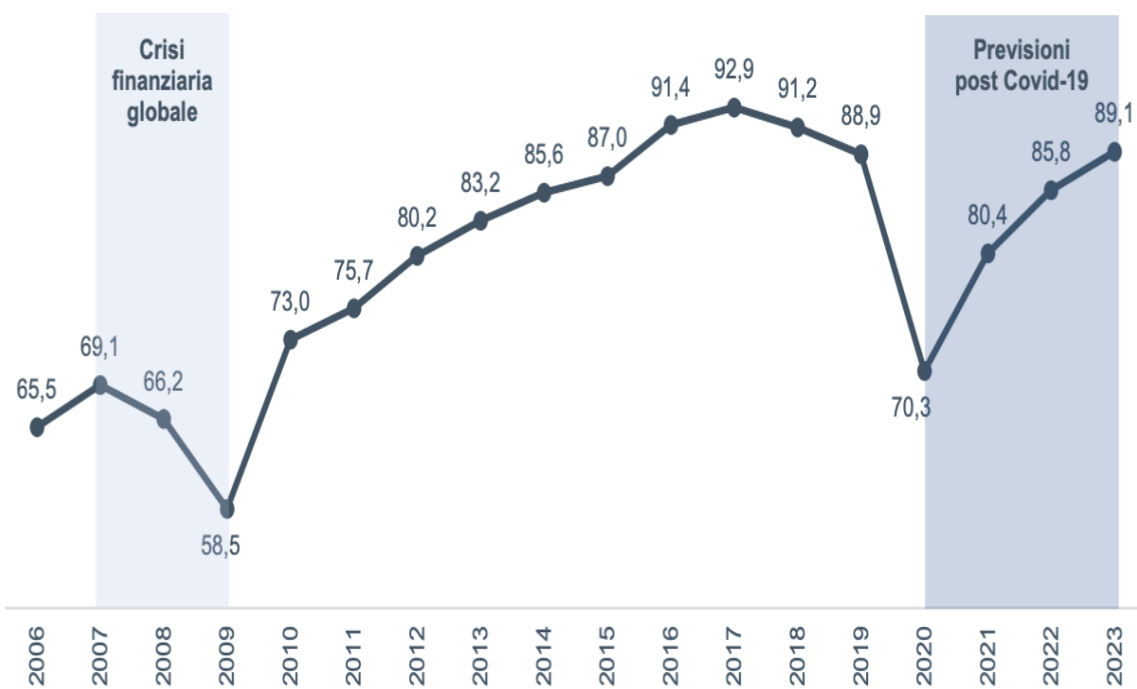
Un'attenta analisi del settore automotive è di fondamentale importanza, per comprendere quelli che sono stati i risvolti economici sia nazionali che globali in questi tempi nefasti; il solo settore auto in Italia, contribuisce a dare lavoro a circa 180.000 persone, generando un indotto complessivo vicino ai 50 miliardi di euro. Se allarghiamo l'orizzonte sul piano europeo, il bacino di lavoratori coinvolti lungo la produzione si aggira attorno ai 14 milioni di persone.

La crisi indotta dalla diffusione della pandemia di Covid-19, che ha determinato la prolungata chiusura degli stabilimenti nei principali paesi produttori da marzo 2020, si innesta quindi in una fase di profondi cambiamenti che stavano comportando significative trasformazioni nella filiera industriale globale, concentrata, su ingenti investimenti per lo sviluppo sia di motorizzazioni tradizionali sia su quelli di batterie elettriche.

Le stime più recenti evidenziano, per il 2020, un crollo della produzione superiore al 20% e un orizzonte temporale di circa tre anni per recuperare i livelli pre-crisi. Per avere un termine di paragone, nel biennio 2007-2009 il mercato perse il 15% circa, tornando in territorio positivo solo l'anno successivo.

Andando ad intercettare l'area che denota la situazione che ha luogo dai primi mesi del 2020 fino alla proiezione stimata entro il 2023, si ha modo di osservare come lo spazio intertemporale tra l'adozione delle misure restrittive sia per le persone che per le reti industriali, sino agli ultimi mesi del 2021, hanno comportato un drastico declino dell'andamento produttivo mondiale dei veicoli. Osservando il **Grafico 2**, che mostra il trend produttivo di veicoli sul piano globale dal 2006 fino all'ultima proiezione confinata al 2023, si nota come nel 2006 i livelli di vetture prodotte si assestavano sui 65,5 milioni di vetture per anno, successivamente, con il dissesto finanziario innescatosi con la crisi dei mutui *subprime* e dei default di società finanziarie come Lehman Brothers, i livelli sono scesi a 58,5 con un calo netto del 12%. Nonostante gli effetti negativi della crisi finanziaria si siano protratti per anni, la risalita produttiva ha continuato a crescere in modo costante nei successivi dieci anni, arrivando al picco produttivo a cavallo tra il 2017 ed il 2018 di 92,9 milioni di vetture prodotte. Il dato di interesse è quello riscontrabile tra la fine del 2019 sino al concludersi del 2020, dove le precedentemente citate misure precauzionali hanno inevitabilmente comportato enormi deficit di output per tutto l'apparato industriale. Se nel 2019 i livelli si consolidavano, nonostante una leggera fase discendente tra il 2017 al 2019, tra le ottanta e novanta milioni di unità, nel 2019 e 2020 è più appropriato parlare di un vero e proprio crollo produttivo corrispondente ad un -20,45% nella produzione, da 88,9 milioni di unità a 70,3. Ad ogni modo, secondo gli analisti, la produzione tornerà a risalire già dagli ultimi mesi del 2021, con livelli di produzione pre-pandemica che dovrebbero ripristinarsi entro il 2023 fortemente sostenuti dalla crescita produttiva nell'area cinese.

Grafico 2 ²¹ Livelli di produzione di veicoli su piano globale (Fonte: OICA, IHS – 2020)



Fonte: OICA, IHS, 2020

²¹ L'immagine, che ha come fonte: OICA,IHS , 2020 ; è stata a sua volta estrapolata dalla consultazione del dossier al seguente link : <https://www.cdp.it/resources/cms/documents/Automotive%20e%20Covid-19.pdf> "Automotive e Covid 19", 27/05/2020

Europa

Entrando più nel dettaglio, attraverso la consultazione delle informazioni di **Tabella 3**, è possibile visualizzare i principali delta di variazione nei livelli di veicoli prodotti nelle principali aree produttive nei continenti del globo. Prendendo in considerazione il continente europeo, la variazione tra il 2019 ed il 2020 si è assestata con un clamoroso risultato negativo del -22,3%, con un numero di unità totale che varia da 18.724.208 veicoli nell'anno 2019 ai 14.545.985 del 2020.

In Italia, la produzione è calata da 542.472 di veicoli a 451.826, con un trend al ribasso del -16,7%, in linea con gli altri principali paesi dell'Unione Europea se consideriamo in proporzione le unità prodotte per anno.

Tabella 3²² Produzione europea di veicoli stradali nei paesi comunitari tra 2019 e 2020

(Fonte: OICA)

OICA correspondents survey
WORLD MOTOR VEHICLE PRODUCTION BY COUNTRY/REGION AND TYPE

UNITS	YTD 2019	YTD 2020	VARIATION
CARS	Q1-Q4	Q1-Q4	
EUROPE	18 724 208	14 545 985	-22,3%
- EUROPEAN UNION 28 countries	15 838 743	12 034 837	-24,0%
- EUROPEAN UNION 15 countries	11 680 894	8 631 718	-26,1%
AUSTRIA	158 400	104 544	-34,0%
BELGIUM	247 020	237 057	-4,0%
FINLAND	114 785	86 270	-24,8%
FRANCE	1 665 787	927 718	-44,3%
GERMANY	4 663 749	3 515 372	-24,6%
ITALY	542 472	451 826	-16,7%
NETHERLANDS, FIGURES ONCE A YEAR ONLY	176 113	127 058	-27,9%
PORTUGAL	282 142	211 281	-25,1%
SPAIN	2 248 291	1 800 664	-19,9%
SWEDEN, FIGURES ONCE A YEAR ONLY	279 000	249 000	-10,8%
UNITED KINGDOM	1 303 135	920 928	-29,3%
- EUROPEAN UNION New Members	4 157 849	3 403 119	-18,2%
CZECH REPUBLIC	1 427 563	1 152 901	-19,2%
HUNGARY	498 158	406 497	-18,4%
POLAND	434 700	278 900	-35,8%
ROMANIA	490 412	438 107	-10,7%
SLOVAKIA	1 107 902	985 000	-11,1%
SLOVENIA	199 114	141 714	-28,8%

²² Tabella selezionata tramite consultazione da articolo OICA

America

In America notiamo i principali dati negativi su piano internazionale, se escludiamo l'Africa da questa considerazione. Il calo nella sola zona comprendente gli Stati Uniti è stato del -29% solo nella zona NAFTA, ovvero quell'insieme di paesi uniti da un accordo di libero scambio denominato per l'appunto NAFTA (North America Free Trade Agreement), che hanno segnato un calo del -26,3%, il paese maggiormente deficitario, tra quelli presente nell'accordo, è stato il Messico. Ancora peggio va in Sud America dove il crollo si è apprestato ad essere del -33,5%, con un netto peggioramento in Brasile e in Colombia.

L'Africa chiude con un rovinoso -39,2 %, in Algeria la produzione si è vista bloccata del tutto con un calo riportato al -98,7 %.

Tabella 4²³ Produzione di veicoli in America (Sud America), Asia ed Africa

(Fonte: OICA)

AMERICA	6 993 215	4 967 177	-29,0%
- NAFTA	4 369 893	3 221 955	-26,3%
CANADA	461 370	327 681	-29,0%
MEXICO	1 396 812	967 479	-30,7%
USA	2 511 711	1 926 795	-23,3%
- SOUTH AMERICA	2 623 322	1 745 222	-33,5%
ARGENTINA	108 364	93 001	-14,2%
BRAZIL	2 448 490	1 608 870	-34,3%
COLOMBIA	66 468	43 351	-34,8%
ASIA-OCEANIA	40 650 626	35 837 271	-11,8%
AUSTRALIA	Production stopped end 2017		
CHINA	21 389 833	19 994 081	-6,5%
INDIA	3 629 008	2 851 268	-21,4%
INDONESIA	1 045 666	551 400	-47,3%
IRAN	770 000	826 210	7,3%
JAPAN	8 329 130	6 960 025	-16,4%
MALAYSIA	534 115	457 755	-14,3%
MYANMAR, yearly only	12 617	8 346	-33,9%
PAKISTAN	156 623	95 504	-39,0%
PHILIPPINES	57 238	37 141	-35,1%
SOUTH KOREA	3 612 587	3 211 706	-11,1%
TAIWAN	189 549	180 967	-4,5%
THAILAND	795 254	537 633	-32,4%
VIETNAM, yearly only	129 006	125 235	-2,9%
AFRICA	795 720	484 023	-39,2%
ALGERIA	60 012	754	-98,7%
EGYPT, yearly only	18 500	23 754	28,4%
MOROCCO	368 543	221 299	-40,0%
SOUTH AFRICA	348 665	238 216	-31,7%
TOTAL	67 163 769	55 834 456	-16,9%

²³ Imagine selezionata da consultazione articolo OICA

Asia

La regione asiatica, forte dei nuovi incentivi ed investimenti volti allo sviluppo di una forte rete produttiva sul piano industriale, ha subito una perdita complessiva del “solo” -11,8%, la regione più negativa è rappresentata dall’Indonesia con un -47,3%. A tenere a galla l’area asiatica è la Cina, che vede in un delta negativo del solo -6,5%, un dato che seppur negativo, simboleggia un’enorme e rapida capacità produttiva, supportato dagli enormi livelli di produzione effettivi e potenziali da parte del paese.

La tabella indica dunque una produzione totale mondiale di veicoli prodotti, in deficit del -16,9 % tra il 2019 ed il 2020 con una riduzione in unità, che è passata da 67.163.769 a 55.834.456 vetture.

1.4 L'evoluzione dal lato della domanda

Tra la moltitudine di cambiamenti che hanno avuto luogo nel settore negli ultimi decenni, e che si stanno verificando tutt'oggi, forse uno dei più meritevoli d'attenzione è quello relativo alla progressiva evoluzione nella domanda da parte del consumatore. Tra le principali motivazioni dei progressivi cambiamenti delle esigenze da parte dei consumatori, è da evidenziare il rapido sviluppo delle evoluzioni in ambito tecnologico che sono conseguentemente e gradualmente approdate sui veicoli sin dai suoi albori, e che stanno continuando a farlo in modo dirompente in particolar modo negli ultimi anni di questo decennio. Le principali motivazioni che hanno influenzato il progresso tecnologico, hanno visto vari obiettivi, tra questi, troviamo la necessità di aumentare in modo drastico la sicurezza a bordo delle automobili circolanti, questo, dovuto anche a causa delle stringenti normative in tema di sicurezza, sia per i passeggeri che per i pedoni, imposte dalla Commissione Europea sul territorio europeo e dalla National Highway Traffic Safety Administration in America, che hanno visto i loro effettivi risultati con lo sviluppo di sistemi di sicurezza passiva come: Cinture di sicurezza ed Airbag, sistemi di assistenza attiva identificati come ADAS (Advanced Driver Assistance Systems); ovvero quel complesso di sistemi elettronici che cooperano attivamente per la prevenzione o assistenza, in quelle situazioni che potrebbero rivelarsi potenzialmente pericolose durante la guida ed altri come ABS (Anti Braking System) e l'ESP (Electronic Stabilization Program) entrambi sviluppati dal fornitore tedesco Bosch. Un ulteriore aspetto del progresso della tecnologia e al contempo dell'informatica è stato quello di coinvolgere e modificare in modo diretto il settore auto e la sua stessa natura sin nel profondo. Se prima le considerazioni in merito alla validità di una vettura, sia da parte degli addetti ai lavori, sia da parte dei consumatori finali non potevano far altro che basarsi sulla qualità costruttiva e sulle scelte delle meccaniche selezionate da parte del costruttore, oggi gli elementi soggetti ad analisi sono molti di più e decisamente più lontani dalle tematiche di ingegneria meccanica in senso stretto, riguardano infatti tutto quel complesso di tecnologie di bordo che compone la possibile lista di *optional* che un cliente volendo, può decidere di far implementare in vettura. Non a caso negli ultimi anni, le configurazioni dei veicoli, hanno visto crescere in modo considerevole la gamma di optional dediti al comfort generale del cliente e al feeling che quest'ultimo può decidere di ottenere attraverso gli stessi. L'insieme di tecnologie sviluppate come: Cruise control, Park-assist, sensori di rilevamento corsia e segnaletica stradale, Sistemi di *Infotainment*, nuove soluzioni propulsive quali l'ibrido o ibrido plug-in e molti altri. Un ulteriore aspetto di fondamentale importanza è che l'evoluzione generale della tecnologia, soprattutto in fatto di informazione e comunicazione, ha permesso agli utenti e dunque ai possibili consumatori, di ampliare il proprio set informativo di dati e informazioni nei vari campi di interesse, e di andare di conseguenza a ridurre gradualmente le asimmetrie informative che precedentemente sussistevano tra produttore, venditore

e cliente finale. I consumatori di oggi, volendo, sono molto più informati e consci sia del reale valore di un veicolo, sia della reputazione dei costruttori e non meno sulla concorrenza presente nel settore. Inoltre le informazioni circolano celermente, e questo consente al cliente finale una più attenta e approfondita analisi di tutti quei fattori cruciali che influiranno in maniera decisiva nella selezione finale dello specifico veicolo di un brand, piuttosto che quello di un altro; informazioni come : Prezzo, prestazioni, affidabilità del veicolo e del costruttore, *brand awarness*, assistenza , qualità generale, optional di cui il veicolo dispone o può disporre, e tutto l'insieme di opinioni e feedback di coloro i quali sono già clienti: "L'insieme che oggi vende un'auto è molto differente da quello che vendeva il Model T all'inizio della storia del settore o il Beetle di prima generazione o la Citroen 2CV degli anni '70. Quelle vetture, con la loro standardizzazione ed i loro prezzi bassi, erano basate su crescenti economie di scala e di esperienza. Per i consumatori, significavano mobilità. Oggi le vetture sono vendute sia per l'immagine, sia per il contenuto tecnologico ingegneristico. Non sono soltanto una forma di trasporto personale, ma sono anche un mezzo di self-expression".²⁴

La concentrazione di mercato, che ha subito un drastico incremento con la progressiva manifestazione di brand focalizzati interamente su vetture con propulsione di tipo elettrica o ibrida, ha generato oltre che maggior competizione per i costruttori già presenti nel settore, anche un più ampio ventaglio di scelta per i consumatori.

Una delle tendenze alle quali ormai si sta assistendo negli ultimi anni, almeno per quanto riguarda le auto destinate al grande pubblico, è quella di proporre un design simile tra tutti i brand presenti sul mercato. Se prima infatti ogni veicolo era dotato di uno stile che rimarcava forti contingenze con la cultura del paese di cui la casa faceva parte, elementi anche definiti come *cultural codes*, oggi per ragioni di marketing, la tendenza generale è sempre più direzionata nel far convergere il design, verso determinati canoni stilistici potenzialmente apprezzabili dal maggior quantitativo di clienti possibili. Diviene dunque di fondamentale importanza per i produttori, sia cercare di enfatizzare e sviluppare il più possibile quelli che sono gli aspetti identificativi del brand, in particolare su quelli che contribuiscono al suo successo, sia di implementare quella serie di elementi o optional, ricercati dai potenziali clienti di oggi. Un aspetto che non dovrebbe mai essere sottovalutato è il livello di coinvolgimento del cliente durante la sua esperienza con il marchio, un livello di coinvolgimento che deve partire dal momento in cui il potenziale acquirente opta per un brand specifico a discapito di altri, fino al momento in cui effettua i suoi ultimi chilometri con quel determinato veicolo, questo perché un cliente diviene a tutti gli effetti un vero e proprio *ambassador* del prodotto.

È innegabile affermare che fin dalla sua stessa invenzione, l'automobile ha rappresentato non solo un pratico strumento di spostamento bensì un chiaro e simbolico mezzo di identificazione nei propri

²⁴ Maxton G.; Wornad J., Time for a model change, Cambridge University Press, 2004.

apparati sociali. La psicologia applicata al prodotto ha visto nel mercato automobilistico e di conseguenza nel marketing, uno dei suoi più attenti campi di ricerca.

La necessità dell'acquisto di un'automobile, nella maggior parte dei casi, nasce quasi sempre dall'esigenza di dover effettuare uno spostamento, ma la scelta precisa del veicolo che andrà a soddisfare questo bisogno sarà caratterizzata anche da altri bisogni consci o inconsci tipici della natura umana; bisogni riscontrabili nella psicologia dell'uomo e che il marketing traduce con il termine tecnico di "posizionamento", ovvero come quella proiezione mentale del prodotto da parte del soggetto: "Esigenze di base come la sicurezza, il desiderio di essere affiliati ad un certo gruppo sociale. L'esigenza di "self-esteem" include il desiderio di status, di prestigio. Un'auto costosa fornisce un beneficio emozionale così come un beneficio razionale ²⁵. Sostanzialmente in determinati casi la propensione verso un determinato acquisto e la diretta propensione al consumo si sbilanciano verso fattori che esulano dall'analisi pragmatica delle caratteristiche tecniche del veicolo, per convergere verso considerazioni prettamente personali o psicologiche: "Questo aiuta a spiegare per quale ragione i costruttori di auto offrono ai consumatori una pletera di modelli...Noi non compriamo prodotti che corrispondono alle nostre personalità, ma per esprimere chi noi pensiamo di essere, chi noi pensiamo dovremmo essere, o chi noi vorremmo essere."²⁶ Ovviamente questo tipo di ragionamento non può essere dato per assodato per qualsiasi tipo di cliente interessato all'acquisto di un veicolo, se pur presente, questi tipi di cognizioni variano le proprie intensità da persona a persona, e dunque, possono assumere manifestazioni differenti. Per questa ragione, non basta partire da questo presupposto, o quanto meno considerarlo forzatamente universale, poiché la domanda composta dai clienti di oggi, risulta molto più complessa e variabile sia al tempo che alle contingenze esterne. Un tema centrale è quello della *customer satisfaction*, ovvero quel termine utilizzato per indicare l'insieme di sensazioni e percezioni generali che scaturiscono nel cliente durante e dopo l'utilizzo del prodotto acquistato. Uno strumento da sempre applicato nella gestione o creazione di domanda sta nella segmentazione e dunque nella divisione della gamma di prodotti e veicoli offerti in modo sempre più stratificato e direzionata verso tipologie di clienti target diversi. Diviene dunque fondamentale andare ad intercettare le aspettative ed esigenze delle persone associando ad esse una corretta *value proposition*, ovvero tutta quella serie di caratteristiche che determinano il valore reale e potenziale del prodotto, i quali, se ben bilanciati con le aspettative iniziali del consumatore finale, andranno ad influire positivamente o negativamente sulla customer satisfaction. Oltre alle contingenze di tipo "emotivo" risultano certamente meritevoli di considerazione le considerazioni economiche effettuate dai clienti durante il processo di scelta del veicolo da acquistare, considerazioni caratterizzate da tutta

²⁵ Aaker J., "The malleabile self: The Role Of Self-Expression in Persuasion", Journal of Marketing Research, 1999, (45-57)

²⁶Lutz C., Lutz Fernandez A., Carjacked. The culture of the automobile and its effect on our lives, Palgrave McMillan, 2010

quella serie di vantaggi o costi che dovranno essere sostenuti non solo al momento dell'acquisto bensì durante tutto l'arco di vita o possesso del veicolo, elementi come: Prezzo d'acquisto, consumi, manutenzione, costi derivanti dalla tassazione statale ed in conclusione, costi di rottamazione o eventuale rivendita sul mercato dell'usato e di conseguenza l'eventuale valore residuale del veicolo. Un recente studio effettuato da Deloitte ha posto in evidenza alcuni dei potenziali nuovi elementi critici di cui i veicoli dovrebbero essere dotati da qui in futuro. Sono stati campionati guidatori provenienti da nove paesi, ai quali è stato richiesto di elencare in ordine di preferenza i dispositivi che non dovrebbero mai mancare nella propria auto, o in quella che una persona dovrebbe acquistare in futuro in **Tabella 4**.²⁷

Come è possibile evincere dalla tabella, i primi tre elementi imprescindibili per la maggior parte dei consumatori del continente europeo ed africano, riguardano sistemi di sicurezza attiva, precedentemente discussi, come: Avviso dell'angolo buio posto negli specchietti retrovisori, frenata automatica di emergenza e avviso di abbandono corsia. Nella parte conclusiva è possibile notare il debole seppur già presente e sempre crescente interesse nei confronti dei sistemi per la guida autonoma del veicolo, e di tutta quella serie di optional inerenti all'interconnessione tra il proprio dispositivo smartphone e l'infotainment presente sulla vettura.

Tabella 4 Importance (Somewhat/very important) of various vehicles features for next vehicle purchase

Advanced vehicle feature	Austria	Belgium	France	Germany	Italy	Spain	Turkey	UK	South Africa
Blind spot warning/alert	66%	71%	71%	65%	66%	77%	88%	62%	89%
Automatic emergency braking	55%	68%	76%	57%	83%	84%	88%	55%	84%
Lane departure warning	47%	56%	63%	55%	66%	74%	81%	43%	73%
Built-in navigation system	62%	69%	70%	65%	70%	76%	85%	66%	84%
Physical knobs/buttons for controls	52%	60%	61%	55%	58%	67%	76%	54%	62%
360-degree camera system	39%	56%	58%	45%	64%	66%	80%	48%	72%
Automatic/dual zone climate control	47%	51%	63%	45%	64%	61%	77%	48%	60%
Heated/cooled seats	51%	35%	30%	56%	36%	49%	67%	41%	48%
Adaptive cruise control	44%	52%	65%	48%	58%	70%	80%	45%	68%
Electronic parking assist	54%	59%	60%	57%	62%	70%	80%	54%	72%
Built-in WiFi hotspot	26%	34%	43%	31%	48%	55%	71%	39%	62%
Over-the-air software updates	26%	44%	49%	31%	48%	44%	68%	36%	51%
Apple CarPlay/Android Auto interface	31%	32%	34%	31%	48%	48%	64%	30%	49%
Semi-autonomous drive mode	23%	30%	34%	30%	44%	52%	66%	26%	46%

Q26. How important are each of the following features for your next vehicle?

Sample size: Austria= 890; Belgium= 859; France= 887; Germany= 804; Italy= 905; Spain= 936; Turkey= 989; United Kingdom= 1,200; South Africa= 921

 Most important

²⁷ «Global Automotive Consumer Study 2021 | Deloitte Italy | Consumer Business». , 2021

CAPITOLO SECONDO: LE NUOVE NORMATIVE

2.1 Il nuovo quadro normativo in tema di sostenibilità ed emissioni

“Il mondo è popolato da un miliardo di automobili e stiamo andando rapidamente verso il secondo miliardo. L’Asia del Sud e dell’Est guidano la crescita, seguita da Russia, Europa dell’Est e America del Sud. Più veicoli significano più usi degli stessi. Se non interverranno cambiamenti nella tecnologia e nei carburanti, maggior uso di veicoli significa più carburante bruciato e più inquinamento. Può il pianeta sostenere due miliardi di auto? No, per come conosciamo le auto ora”²⁸

La tematica riguardante l’ambiente e l’impatto che l’uomo sta avendo su quest’ultimo, è quella che probabilmente più di ogni altra, sta destando il maggiore interesse e le maggiori preoccupazioni negli ultimi anni del ventunesimo secolo. In merito a questo argomento, sono stati fatti innumerevoli passi in avanti in particolar modo per sollevare la questione presso i principali meeting internazionali come quelli del COP21 tenutosi a Parigi nel 2015 ed il COP26 tenutosi a Glasgow nelle prime settimane di ottobre del 2021. Una delle principali prese di posizioni degli ultimi anni sull’argomento, si è avuta durante lo svolgimento della ventunesima conferenza delle Parti dell’UNFCCC (Convenzione delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici) i cui risultati finali hanno preso il nome di “accordi di Parigi”. Gli stati che aderirono fin da subito e che fanno parte tutt’oggi degli accordi sono 175 e costituiscono la maggior parte dei paesi del globo, con la sola eccezione degli Stati Uniti che uscirono dal trattato nel 2017 con il governo Trump, quest’ultimo infatti, considerò i termini degli accordi troppo gravosi per lo sviluppo dell’economia statunitense. Ad ogni modo, la situazione è definitivamente cambiata a partire dai primi mesi del 2020 per volontà del successore di Trump, ovvero il presidente degli Stati Uniti Biden, e attraverso la volontà del suo governo, di riallacciare i rapporti politici ed economici con il vecchio continente. L’accordo prevedeva la messa in atto di un piano strategico, con una struttura tripartita tra: direttive politiche, analisi economiche ed investimenti industriali che dichiaravano come obiettivo primario, la progressiva riduzione dei livelli di riscaldamento globale entro e non oltre il grado e mezzo, rispetto ai due gradi e mezzo precedentemente concordati e stimati nei protocolli di Kyoto. Entrato pienamente in vigore nel 2016 sta per essere perfezionato e ridefinito dal COP26 (Conferenza tra le Parti) ovvero una convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici che si sta svolgendo a Glasgow. L’obiettivo posto in essere durante gli accordi di Parigi e le crescenti preoccupazioni in merito alla salute del pianeta e dunque dell’ecosistema che ci circonda, hanno ovviamente comportato una serie di dubbi ed interrogativi per tutto il settore automobilistico, che si è visto direttamente ed indirettamente

²⁸ Sperling D., Gordon D., Two billion cars. Driving toward sustainability, Oxford, 2009.

chiamato in causa. È infatti indubbio, che la sola componente di inquinamento causata dal moto dai veicoli su strada, comprendenti sia quelli di natura commerciale sia quelli utilizzati per scopi industriali, contribuiscano in buona parte alla definizione del problema. Va inoltre considerato il complesso di filiere cui il settore automotive fa riferimento per la sua stessa esistenza, settori come quello della chimica per i carburanti, della metallurgia per la produzione di scocche e componenti accessori, della gomma per la produzione di pneumatici. “Il settore dei trasporti è responsabile del 30% delle emissioni inquinanti totali di CO₂ (Anidride Carbonica) solamente in Europa, di questo il 72% viene prodotto dal solo trasporto su strada. Nel tentativo di ridurre le emissioni l’UE ha stabilito di ridurre entro il 2030 le emissioni dei trasporti del 60% rispetto ai livelli del 1990, Le emissioni di CO₂ nel settore del trasporto passeggeri differiscono in base alla modalità di trasporto (stradale, ferroviario, aereo e marittimo). Per quanto riguarda il trasporto su strada in Europa, le autovetture sono fra i mezzi più inquinanti, considerato che generano il 60,7% del totale delle emissioni di CO₂.”²⁹

Per adempiere il più celermente possibile verso l’obiettivo primario della neutralità climatica, una delle principali prese di posizione da parte della Commissione Europea, è stata quella di redigere un piano di intervento ad ampio spettro che ha preso il nome di Green Deal. All’interno di quest’ultimo sono stati redatti i principali obiettivi e modalità di intervento, volti ad instaurare nonché consolidare nel tempo, una politica incentrata quasi esclusivamente sul tema dell’eco sostenibilità. I ventisette stati membri dovranno recepire e convertire in legge gli input presentati all’interno dell’accordo, finalizzati a rendere l’Unione Europea, il primo continente ad impatto climatico zero entro e non oltre il 2050. L’impegno è quello di intervenire in modo specifico su quella moltitudine di settori strategici che da soli, contribuiscono negativamente sui livelli di inquinamento ambientale, settori come quello dell’industria per la produzione ed il consumo di alimenti o merci; della mobilità, composto per lo più da parte dei cittadini che abitualmente utilizzano i propri veicoli per lo spostamento sul territorio, il trasporto su gomma e via mare per il commercio di beni, o quello attinente alla produzione di energia, in particolar modo se quest’ultima viene ricavata attraverso fonti come il carbone o altri derivati fossili. La tabella di marcia predisposta dall’Unione Europea attraverso il Green Deal prevede inoltre, una pedissequa valutazione analitica della situazione ambientale, assegnata a tutti gli enti preposti alla salvaguardia e tutela degli ecosistemi presenti sul continente, con l’ulteriore intento di esaminare ogni possibile politica volta alla riduzione dei gas serra prodotti sul territorio europeo dal 40% fino al 55% da ottenere entro e non oltre il 2030. Il pervenire di tutti questi ambiziosi risultati dovrà essere ottenuto attraverso la messa in atto di azioni specifiche indicate per la maggior parte all’interno del testo, tra questi, troviamo sia obiettivi comuni ai vari stati membri sia specifici in base

²⁹<https://www.europarl.europa.eu/portal/en> Parlamento Europeo, Emissioni di CO₂ delle auto: i numeri e i dati. Infografica, 25-03-2019

ai settori. Tra gli obiettivi comuni che i vari Paesi facenti parte l'Unione Europea dovranno raggiungere entro il 2030 troviamo:

la produzione di almeno il 32% dell'energia da fonti rinnovabili, un miglioramento dell'efficienza energetica pari almeno al 32,5%, l'innalzamento delle interconnessioni elettriche al 15% in ciascuno stato membro per migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento, nuovi limiti vincolanti alle emissioni di carbonio prodotte dalle autovetture (37,5% rispetto ai livelli del 2021), dei veicoli industriali (31% rispetto al 2021) e dai camion (30% rispetto al 2019). In estrema sintesi, il Piano per l'obiettivo climatico 2030 presentato dalla Commissione il 17 settembre, presenta un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, comprensivo di emissioni e assorbimenti, di almeno il 55 % rispetto al 1990 entro il 2030. Per quanto riguarda l'intera economia dell'UE si prospettano una serie di interventi necessari in tutti i settori dell'economia e l'avvio della revisione dei principali strumenti legislativi in materia di clima per conseguire questo obiettivo più ambizioso, gettando le basi affinché la Commissione presenti proposte legislative dettagliate entro giugno 2021³⁰. Tra le ulteriori contromisure adottate dall'Unione Europea, troviamo la messa a punto di un'iniezione di liquidità, resasi necessaria in seguito alle lacerazioni nei tessuti economici verificatesi a causa degli effetti negativi della crisi pandemica da Covid, che ha preso il nome di NextGenerationEU. Il NGEU verrà inserito all'interno del Quadro Finanziario Pluriennale 2021-2027 o Multi Financial Framework (MFF), andando di conseguenza a contribuire al perseguimento dei principali punti fissati per i prossimi anni dall'Unione Europea in tema di rilancio e resilienza. Tra gli elementi cardine di questo ambizioso progetto di rilancio, troviamo in agenda anche i temi della sostenibilità ambientale e della transizione climatica. Al punto numero tre della definizione del piano, infatti, è stato predisposto lo stanziamento di 400 miliardi provenienti dal MFF e circa 20 dal NGEU. Come per il Green Deal, per poter essere idonei all'accesso ai fondi messi a disposizione, i governi dei singoli stati dovranno presentare degli accurati e ben definiti piani di intervento su tematiche come: transizione ecologica, salvaguardia ambientale e sviluppo di fonti di produzione di energia pulita.

³⁰Da consultazione su documentazione della Commissione Europea su interventi per la salvaguardia ambientale e climatica: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_it

Figura 7 ³¹ Stanziamento budget per programma europeo NextgenerationEU 2021-2027,

HEADING 3

NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

EUR 401.00 billion

+ 18.94 from NGEU

The EU budget is and will continue to be a driver of sustainability, investing in sustainable agriculture and maritime sectors, along with climate action, environmental protection, food security and rural development. Some of the programmes under this heading support the EU's farming, agricultural and fisheries sectors and seek to make them more competitive (such as the common agricultural policy and the European Maritime, Fisheries and Aquaculture Fund). Other programmes are dedicated exclusively to the EU's environmental and climate objectives (such as the programme for environment and climate action (LIFE) and the Just Transition Fund).

AGRICULTURE AND MARITIME POLICY

EUR 385.77 billion

+ 8.07 from NGEU

European Agricultural Guarantee Fund

291.09

European Agricultural Fund for Rural Development

87.44 + 8.07 from NGEU

European Maritime, Fisheries and Aquaculture Fund

6.11

ENVIRONMENT AND CLIMATE ACTION

EUR 14.48 billion

+ 10.87 from NGEU

Programme for Environment and Climate Action (LIFE)

5.43

Just Transition Fund

8.45 + 10.87 from NGEU

³¹ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3e77637-a963-11eb-9585-01aa75ed71a1/language-en>; 16/06/2021

2.1.1 Il contesto nazionale: Italia

Anche nel nostro paese, le attenzioni sulle tematiche ambientali stanno rapidamente evolvendosi, questo è in parte dovuto sia a causa degli input disposti dall'Unione Europea, sia per via dei crescenti interessi e timori da parte della popolazione italiana sull'argomento, ed in più, sui possibili risvolti che questi avranno sulle loro vite da oggi fino ai prossimi anni.

Dal 2021, anche grazie alla volontà dell'esecutivo insediatosi con la nomina del nuovo premier Mario Draghi, è stato introdotto un apposito dicastero, denominato Ministero della Transizione Ecologica, dedito allo sviluppo di tutte quelle funzioni volte alla tutela e conservazione del territorio, nonché alla ricerca di fonti di energia rinnovabili che possano in un primo momento affiancare e poi sostituire le attuali fonti di approvvigionamento energetico di cui il nostro paese necessita per tenere in funzione gli apparati pubblici ed industriali, dislocati sul territorio nazionale.

L'Italia, e più nello specifico, il Comitato Interministeriale per la Transizione ecologica, ha recentemente disposto lo stop alla vendita di auto dotate di motore a combustione interna entro il 2035, andandosi dunque ad allineare con quanto indicato dalle nuove normative comunitarie del Green Deal, in fatto di misure volte alla progressiva decarbonizzazione dei settori a maggior impatto ambientale come quello automobilistico. Nonostante la notizia abbia suscitato molti scetticismi, in particolar modo lungo tutta la filiera del settore, diviene dunque chiara la strada che verrà intrapresa con decisione da parte del governo nel prossimo decennio.

Inoltre, in Italia, oltre alla costituzione del PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) in risposta alle necessità scaturite dopo le conseguenze della pandemia di Covid-19 nei tessuti economici nazionali, è stato elaborato un ulteriore piano di intervento specifico per i temi inerenti alla salvaguardia ambientale, nato da una stretta collaborazione tra il Ministero dello Sviluppo Economico ed i ministeri dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, ed il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, i quali, hanno stilato un piano nazionale per l'assorbimento e messa in atto dei principali punti di intervento enucleati dal Green Deal, in particolar modo per quegli obiettivi come: la graduale decarbonizzazione, le emissioni di gas a effetto serra, energie rinnovabili, infrastrutture per l'energia elettrica, l'impatto macroeconomico delle politiche sull'ambiente e l'occupazione. Il lavoro svolto tra i vari ministeri ha dato luce, nei primi mesi del 2020, al PNIEC (Piano Nazionale Integrato per L'Energia ed il Clima) il quale si propone di porre in analisi i temi precedentemente elencati e di stilare una serie di parametri da perseguire entro la data fissata dal Green Deal del 2030. Nella **tabella 5** che segue, è possibile andare a identificare gli obiettivi primari inseriti nel piano nazionale integrato per l'energia ed il clima, che lo Stato italiano si impegna a raggiungere entro e non oltre il 2030, nel rispetto degli accordi presi durante la trattazione del Green Deal con la Commissione Europea. Come si evince dalla tabella, il lavoro presente nel PNIEC, getta le sue basi

su quattro punti principali che sono rispettivamente: Energie rinnovabili, Efficienza energetica, Emissioni gas serra, interconnettività elettrica. Riguardo il primo punto posto in analisi, risulta evidente come le nuove politiche dovranno essere in grado di attingere energia per almeno il 30% da fonti rinnovabili, il 22% di quota, da fonti di energia rinnovabili nei consumi finali lordi di energia nei trasporti. Il 43% in meno di consumi provenienti da energia primaria rispetto allo scenario PRIMES del 2007, Una riduzione pari al 33% di GHG (Green House Gases) ovvero di gas ad effetto serra provenienti da Enti del Terzo Settore; ed un miglioramento del 10% dei livelli di interconnettività elettrica.

Tabella 5 Principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030 ³²

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNIEC)
Energie rinnovabili (FER)				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
Efficienza energetica				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
Emissioni gas serra				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	
Interconnettività elettrica				
Livello di interconnettività elettrica	10%	8%	15%	10% ¹
Capacità di interconnessione elettrica (MW)		9.285		14.375

¹ Il livello di interconnettività elettrico da raggiungere si ritiene molto ambizioso, nonostante sia inferiore all'obiettivo complessivo europeo, a causa dell'imponente capacità di impianti FER elettriche non programmabili, fonti caratterizzate da una producibilità comparativamente ridotta rispetto ad altre tecnologie, che l'Italia intende installare entro il 2030. Inoltre, le caratteristiche geomorfologiche del Paese rendono più oneroso che altrove l'investimento in nuove interconnessioni elettriche che devono attraversare la catena montuosa alpina o essere installate in mare.

³² https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf.

2.2 Normative sulle emissioni nel settore automotive

La trattazione delle principali contromisure adottate sul piano globale durante le conferenze COP21 e COP26, su quello europeo con il Green Deal e NextGenEU, nonché sul piano nazionale con il PNRR e PNIEC, rendono evidente la traiettoria che la politica, e di conseguenza, i vari settori industriali coinvolti, stanno assumendo per quanto riguarda la svolta verso nuove soluzioni per un futuro più sostenibile in fatto di tutela delle dinamiche ambientali. Tra questi il settore automotive non fa eccezione.

Le ondate di cambiamento innescate dalle nuove politiche di transizione ecologica precedentemente discusse e la crescente attenzione, nonché preoccupazione, delle persone in merito ai temi di sostenibilità ambientale e salvaguardia del clima, stanno contribuendo a rendere sempre più stringenti e mirate anche le normative riguardanti la circolazione dei veicoli commerciali presenti sulle strade. Ovviamente la presa di posizione principale riscontrata in questi ultimi anni è stata quella intrapresa dai governi dei maggiori paesi europei, di imporre lo stop all'acquisto di vetture caratterizzate da motori a combustione interna, siano questi di tipo benzina o diesel, a partire dai primi anni del 2030. Per comprenderne al meglio il perché di queste decisioni è bene visionare i vari scenari presenti tra le principali zone del globo.

In effetti, i gas di scarico emessi dalle automobili sono tra i principali responsabili dell'immissione nell'aria di sostanze particolarmente nocive per l'ambiente e la salute dell'essere umano, tra queste troviamo infatti: CO₂, N₂O, CH₄; tutti elementi potenzialmente nocivi per l'ecosistema.

Tra le ulteriori sostanze chimiche potenzialmente gravose per la salute, è importante annoverare anche il C₆H₆, formula chimica che identifica il Benzene. Quantità notevoli di questa sostanza nell'aria possono comportare gravi problemi per la salute come indicato da studi condotti dal Ministero della Salute: "Il Benzene viene da tempo impiegato come antidetonante nelle benzine, ma a causa della sua pericolosità per la salute e della facilità con cui contamina le falde acquifere, gli Stati Uniti e l'Unione europea ne stanno scoraggiando l'uso limitandone le concentrazioni ammesse per legge. Nell'uomo l'esposizione acuta ad elevate concentrazioni di benzene può essere causa di danni al sistema nervoso. L'esposizione in ambiente di lavoro a quantità superiori a 162 mg/m³ causa tossicità al sistema emopoietico, con anemia aplastica e danno soprattutto ai globuli bianchi."³³

Consci dei rischi procurati, e di quelli potenzialmente procurabili a causa dall'incremento dell'inquinamento causato dai gas di scarico provenienti dalle vetture, in particolar modo nei centri abitati, i governi mondiali si sono mobilitati, in modo congiunto, nell'inasprimento delle normative vigenti in tema di limiti di emissioni da parte delle vetture sui propri territori.

³³ Estratto dalla consultazione del documento presente al seguente link:

<https://www.salute.gov.it/portale/temi/documenti/acquepotabili/parametri/BENZENE.pdf>

Di seguito verranno esposti gli interventi legislativi adottati dai principali continenti del globo. Le misure adottate se pur accomunate dallo stesso intento, ovvero provvedere ad un generale miglioramento della situazione ambientale e climatica attraverso la riduzione delle emissioni nocive, differiscono a seconda delle aree geografiche nelle quali sono state ideate e a seconda dei contesti presenti nelle differenti zone.

2.2.1 Regolamentazione sulle emissioni in Europa:

In Europa, secondo alcune ricerche effettuate da Acea, sono presenti ad oggi circa duecentosettanta milioni di veicoli, che corrispondono ad una media di circa cinquecento automobili ogni mille abitanti. Rispetto agli Stati Uniti, la maggior parte delle configurazioni dei motori presenti nei veicoli europei, corrisponde in larga parte a motori di piccole dimensioni, per lo più nell'ordine dei quattro o tre cilindri e con cilindrata medie che oscillano tra i mille ed i duemila centimetri cubici. Una tendenza storicamente dovuta alla predisposizione da parte dei consumatori europei verso auto di piccole o medie dimensioni, monovolumi anche dette *hatchback*. Le nuove normative presentati in Europa prefigurano per il 2030 una riduzione delle emissioni di CO₂ di almeno il 37,5% se prendiamo come confronto l'anno 2020. Inoltre, un ulteriore aspetto di analisi riguarda anche i furgoni e veicoli adibiti al trasporto merci, che dovranno rivedere le proprie emissioni di almeno il 15% in meno. Un dettaglio di non poco conto, che emerge dalle nuove direttive, è quello riguardante le sanzioni nelle quali i costruttori andranno ad incorrere, qualora questi ultimi non dovessero essere in grado, o peggio, non volessero sottostare alle norme imposte in materia di limiti di gas nocivi. A partire dal 2020 infatti, scatteranno delle sanzioni pecuniarie per ogni grammo di anidride carbonica eccedente il limite proveniente da un nuovo modello venduto sui mercati europei. Tutte quelle case che saranno in grado di rientrare in questi parametri o addirittura scendere al di sotto di questi ultimi, godranno invece di certificati verdi o *regulatory credits*. I *regulatory credits* assumono le sembianze di veri e propri crediti verdi, che vengono rilasciati a tutte quelle case automobilistiche che siano state in grado di produrre veicoli ad impatto ambientale prossimi allo zero. Una delle caratteristiche principali dei *regulatory credits*, consiste nel fatto che questi ultimi, possano essere venduti a quei produttori che non siano ancora in grado di rientrare a pieno nei limiti di emissioni imposti, andando così a limitare i danni derivanti dalle sanzioni legislative.

Già a partire dal 2018, per ottimizzare ed armonizzare le regole di omologazione e andare a perfezionare il monitoraggio delle emissioni prodotte dai nuovi veicoli commercializzati, è stata applicata la WLTP (Worldwide Harmonized Light Duty Vehicle Test Procedure) ovvero una nuova modalità per il rilevamento delle emissioni e degli effettivi consumi di carburante, a cui tutti i nuovi veicoli commerciali e autovetture stradali, dovranno essere sottoposti prima di poter ottenere l'omologazione per la messa in commercio. Assieme al WLTP è stato inoltre inserita la prova RDE (Real Driving Emissions) un ulteriore test che andrà a verificare la veridicità dei risultati dichiarati in situazioni di traffico reali. Gli effetti di queste nuove procedure di misurazione degli effettivi livelli di scarti emessi, saranno colonne portanti per le nuove limitazioni di emissioni inquinanti fissati al limite dei novantacinque grammi per kilometro effettuato. Tra le principali e più dirompenti proposte

presentate dalla commissione UE troviamo inoltre, quella riguardante lo stop alla vendita dei veicoli a benzina e diesel a partire dal 2035.

Possiamo valutare attraverso **il grafico 8**, i progressi che sono stati compiuti dagli anni 2000 ad oggi, e quelli che ci si augura di ottenere in una proiezione di breve periodo quantificabile in termini di tempo al 2030, come previsto dai target del Green Deal europeo. Infatti, realizzando un grafico cartesiano che presenta sull'asse delle ordinate i valori medi di emissioni di anidride carbonica prodotti per kilometro, e su quello delle ascisse gli anni dal 2000 fino alla proiezione al 2030, è possibile visionare lo storico rappresentativo delle emissioni prodotte sul continente, dall'uso dei veicoli da parte dei cittadini. Partendo dal 2000 i valori raggiungevano un picco che superava di gran lunga i 150 grammi per kilometro, avanzando progressivamente verso il primo decennio del secolo, con le prime normative EURO 2 ed EURO 3, si è assistito ad una rapida discesa dei valori con il riferimento di 130g/Km di inizio 2015. Per la fine del 2021 i risultati attesi si dovranno assestare sui valori di 95 g/km fino alla riduzione delle emissioni su un livello pari a 59 g/Km da registrare entro il 2030.

Grafico 8³⁴ . Average historical CO₂ emission values and adopted CO₂ standards for new passenger cars in the EU. All CO₂ values refer to New European Driving Cycle (NEDC) measurements. Fonte: ICC.

Proseguendo l'analisi, attraverso **il grafico 9**, è possibile mettere in evidenza una comparativa tra le

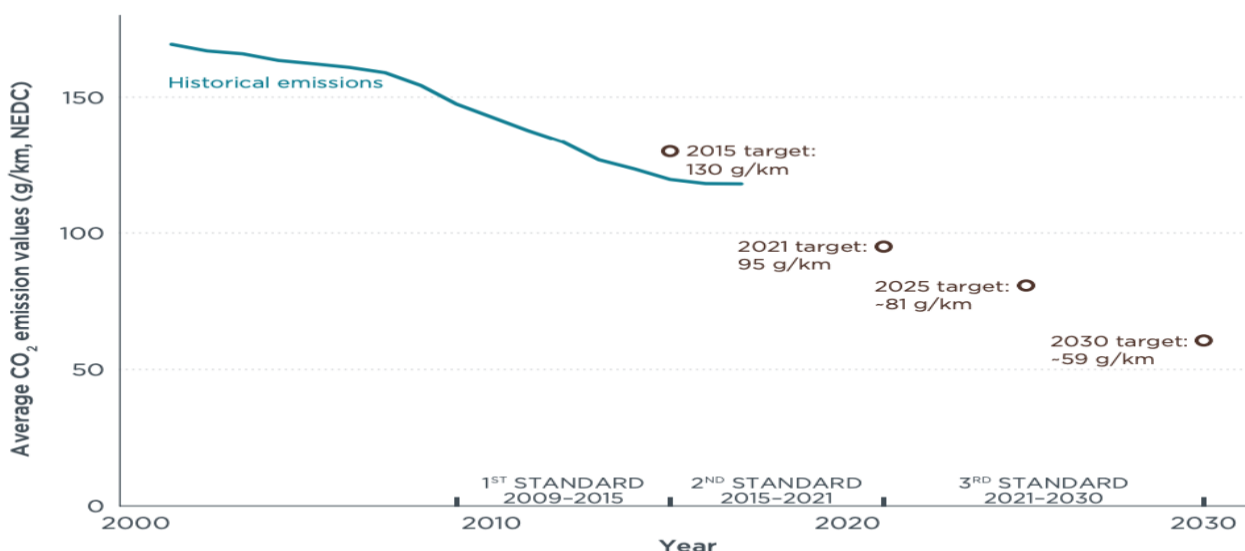


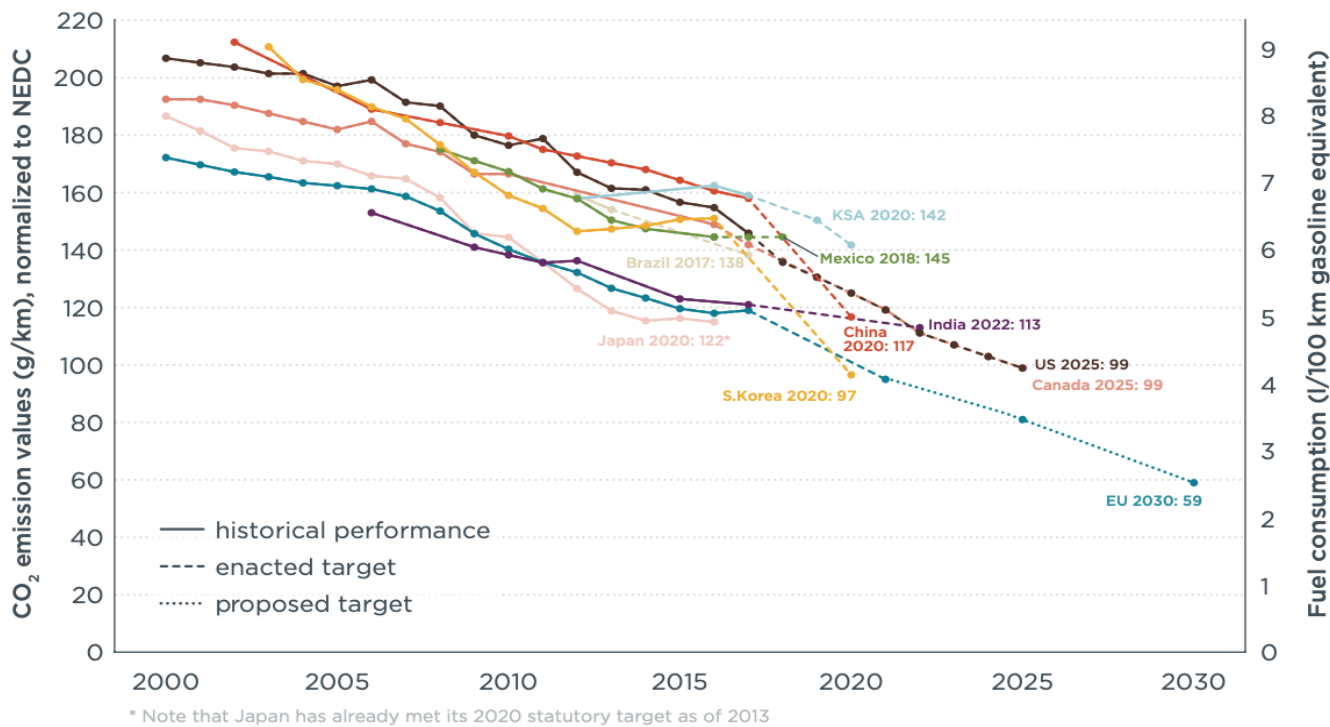
Figure 1. Average historical CO₂ emission values and adopted CO₂ standards for new passenger cars in the EU. All CO₂ values refer to New European Driving Cycle (NEDC) measurements.

normative europee rispetto a quelle vigenti in altri paesi. L'infografica, presenta sull'asse delle ordinate di sinistra, i valori di emissioni di CO₂ per kilometro percorso, a destra invece il consumo

³⁴https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030_ICCTupdate_20190123.pdf , CO₂ EMISSION STANDARDS FOR PASSENGER CARS AND LIGHT-COMMERCIAL VEHICLES IN THE EUROPEAN UNION, 01/2019

di litri di carburante necessari per percorrere almeno cento chilometri, sull'asse delle ascisse, invece, vengono riportati gli anni di pertinenza dello studio. Grazie alle nuove normative, l'Unione Europe risulta essere l'unica regione del mondo ad aver imposto delle normative in fatto di regolazioni limite di CO2 consentite fino al 2030, con un valore massimo di 59 grammi per chilometro percorso ed un consumo indicativo di due litri e mezzo di carburante per percorrere la distanza di cento chilometri.

Grafico 9 ³⁵ Comparison of global CO2 regulations for new passenger cars.



³⁵ https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030_ICCTupdate_20190123.pdf, CO2 EMISSION STANDARDS FOR PASSENGER CARS AND LIGHT-COMMERCIAL VEHICLES IN THE EUROPEAN UNION, 01/2019

2.2.2 Regolamentazione sulle emissioni negli Stati Uniti:

Gli Stati Uniti presentano una situazione decisamente più complessa rispetto alle altre aree del mondo. Questo è dovuto principalmente ad una serie di motivazioni di natura geografica, psicografica ed infrastrutturale. Tendenzialmente i cittadini statunitensi sono soliti preferire veicoli dotati di dimensioni specifiche maggiori, optando di conseguenza per motori che si caratterizzano con cilindrata più alte rispetto alle medie europee, questo perché statisticamente percorrono molti più chilometri a causa della conformazione del territorio, e di conseguenza, percorrono distanze notevoli lungo le infrastrutture che collegano un luogo con un altro. Inoltre, i prezzi dei carburanti sono decisamente più bassi rispetto al continente europeo, a causa delle diversi carichi delle accise sui carburanti disponibili. Un ulteriore elemento da considerare è quello inerente al fatto che tendenzialmente le famiglie americane mal sopportano le vetture dotate di bagagliai di dimensioni ridotte, come quelle presenti nelle *city-car*, questo comporta una preferenza verso mezzi come pick-up o SUV, che nel mercato americano sono non a caso in cima alle classifiche nazionali. Un ulteriore aspetto è di natura psicologica; delle ricerche svolte dall’NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) hanno segnalato come negli Stati Uniti sia largamente diffusa l’idea che l’acquisto di un veicolo di grandi dimensioni, prefiguri nella mente del consumatore, una maggior sicurezza in caso di impatto frontale o laterale con un altro veicolo. Considerazioni che si stanno diffondendo anche in Europa e con buona cognizione di causa, è infatti dimostrato, che in caso di sinistro, i passeggeri che occupano un veicolo di dimensioni superiori hanno più possibilità di riportare meno lesioni rispetto agli occupanti di un veicolo di dimensioni inferiori.

Negli Stati Uniti l’ente preposto alla salvaguardia ambientale e al monitoraggio delle emissioni registrate dai veicoli commerciali è l’EPA.

Come precedentemente riportato durante la trattazione del COP21, gli Stati Uniti hanno assistito ad una fase di stallo causata dal ritiro dagli accordi di Parigi nel 2017 da parte del governo Trump. Da allora si è assistito ad una serie di misure decisamente meno restrittive rispetto a quelle che iniziavano ad essere emanate nelle altre aree del globo, specialmente in Europa e Giappone.

Da quando però al governo Trump è succeduta l’amministrazione Biden, gli USA sono tornati ad essere decisamente attivi delle trattative inerenti alle tematiche ambientali. I nuovi protocolli dell’EPA puntano alla riduzione dei consumi da parte dei veicoli circolanti su territorio statunitense di almeno il 10% entro il 2026.

Inoltre, si stanno rivedendo e migliorando tutte quelle linee guida che fanno riferimento all’emissione di certificati verdi per le case costruttrici o produttori di terze parti, che siano in grado di migliorare l’efficienza complessiva dei veicoli prodotti da oggi in poi.

2.2.3 Regolamentazione sulle emissioni in Asia:

La Cina ad oggi, rappresenta il principale mercato automobilistico del mondo, sia per quanto riguarda la produzione di veicoli, sia per quanto attiene l'importazione di quest'ultimi dall'Occidente. Tra i primati però, troviamo anche quello attinente al maggior livello di inquinamento nell'aria, in particolar modo nelle arie metropolitane come quella di Pechino. Questo fenomeno risulta strettamente correlato all'enorme crescita demografica ed economia di questo stato, verificatasi soprattutto negli ultimi decenni di questo secolo. Per tentare di ovviare a questa problematica, tra le principali contromisure in via di definizione, troviamo una nuova serie di normative denominate China 6a e China 6b, queste ultime, impostate sulla falsariga delle normative di tipo EURO, vigenti attualmente nell'Unione Europea. Le normative China 6a e China 6b si differenziano per le tolleranze di emissioni consentite, la prima verrà adottata dal 2021 e dovrebbe garantire miglioramenti entro il 2030, la seconda verrà implementata dal 2023. Queste nuove regolamentazioni prevedono l'implementazione di una serie di misure restrittive per quanto riguarda la vendita o messa in circolazione di vetture che vadano ad eccedere particolari limiti tollerabili di inquinamento dell'aria. Le nuove configurazioni normative andranno di conseguenza ad interessare non solo l'industria automobilistica già presente in Cina, ma anche tutta quella serie di case costruttrici che vedono nell'export cinese, la loro principale fonte di attività. Diviene dunque di estrema importanza, anche per i produttori occidentali, adeguarsi rapidamente alle *policy* vigenti all'estero, che anche in questo caso, fanno della tutela della qualità dell'aria e dunque dell'ambiente, la loro ragione d'essere principale. L'obiettivo che a Pechino si stanno prefissando è quello di rendere il la Cina uno stato *carbon-neutral* entro il 2060, un impegno nato in seguito alla trattazione degli accordi di Parigi del 2015.

Attraverso l'analisi del **Grafico 10**, è possibile evincere un interessante confronto tra le principali normative vigenti tra Cina, Stati Uniti ed Europa; sui livelli di emissioni consentite per i veicoli stradali leggeri. Come detto in precedenza le categorie di norme impostate in Cina prendono in nome di "China" susseguiti dal numero che ne indica il livello di restrittività nel tempo. In Europa le principali normative prendono il nome di EURO, anch'esse affiancate da un numero. Negli Stati Uniti abbiamo la denominazione di "Tier" che partiva dal livello zero e che è proseguita nel tempo nel livello tre.

Sull'asse cartesiano impostato nel grafico, vengono presentate rispettivamente: sull'asse delle ordinate i livelli limite (grammo per chilometro percorso) di emissioni di NMHC (Non-Methane-Hydro-Carbons) e NOx (Ossidi di azoto). Su quello delle ascisse lo sviluppo temporale a partire dagli anni dal 1990 fino al 2025. La comparativa viene inoltre configurata tra veicoli alimentati a benzina e quelli alimentati a diesel. È interessante notare come il governo cinese si sia mosso in ritardo rispetto alle principali aree internazionali, se infatti nel 1990 erano già presenti delle normative negli Stati

Uniti e in Europa, in Cina tutto questo non avveniva. È solo a partire dal 2001 che entrano in vigore la prima normativa China 1 che si allinea alle principali regole degli altri continenti.

Ovviamente, volgendo lo sguardo sempre più verso destra sulla retta delle ascisse, si denota un inasprimento sempre maggiore dei livelli limite di gas effetto serra consentiti da parte dei veicoli, arrivando ad una graduale armonizzazione tra limitazioni nel 2016, con livelli imposti di circa 0,2 grammi per chilometro, fino alla stabilizzazione intorno a livelli tra 0,2 e 0 grammi del 2025, primo vero benchmark per i principali paesi.

Grafico 10 ³⁶ Confronto normative antinquinamento Cina, Europa, Stati Uniti.



³⁶ https://theicct.org/sites/default/files/publications/China-LDV-Stage-6_Policy-Update_ICCT_20032017_vF_corrected.pdf 03/2017

CAPITOLO TERZO: APPUNTAMENTO CON IL FUTURO

La precedente analisi sulle principali contromisure adottate dai governi in merito alle politiche ambientali trattate nel capitolo antecedente, i continui morfismi delle necessità e nelle aspettative da parte dei potenziali clienti finali, e gli oggettivi fenomeni climatici che da tempo segnalano le problematiche in cui versa il nostro ecosistema, sono i principali temi sui quali il settore automotive si sta interrogando ormai da anni. È evidente che sperare semplicemente in un miglioramento generale della situazione, continuando a fare quello che si è sempre fatto, risulterebbe senz'altro deleterio ed utopistico. Per quanto i progressi ed i conseguenti sviluppi dell'ingegneria siano stati in grado di proporre nel tempo motori sempre più efficienti e allo stesso tempo performanti, risulta evidente che, visti i sempre più stringenti vincoli imposti sia dalle necessità ambientali sia dalla politica, la sopravvivenza del settore debba protendere verso una rivoluzione vera e propria piuttosto che verso una semplice evoluzione. Quello che risulta sicuramente meno evidente invece, sia per i costruttori, sia per i potenziali clienti, è la direzione più adeguata verso la quale far protendere questa rivoluzione, e dunque, su quale sviluppo tecnologico far confluire gli investimenti da parte delle principali case automobilistiche. La trattazione di questa tesi ha avuto inizio con la discussione dei cenni storici, all'interno dei quali si è discusso dell'invenzione del primo motore a combustione, fino alle prime implementazioni di quest'ultimo da parte di Benz, ed in seguito, progressivamente nel corso del tempo, da parte di tutti i costruttori localizzati nel resto del mondo. Nel corso di quest'ultimo secolo, lo sviluppo dell'automobile e della filiera connessa al settore, hanno certamente compiuto enormi progressi in tutti quei punti che fanno riferimento alle varie caratteristiche del veicolo in termini di: aerodinamica, meccanica ed elettronica.

Lo sviluppo di sistemi computerizzati per la progettazione e per il disegno tecnico-industriale, hanno permesso la messa a punto di veicoli con design sempre più ricercati e complessi, tutto questo è andato a favorire non solo l'aspetto estetico del veicolo, bensì il suo coefficiente di penetrazione nell'aria e per diretta conseguenza, anche la sua resistenza all'avanzamento e dunque i suoi consumi. Un miglior coefficiente di penetrazione (indice C_x) garantisce un minore consumo di carburante e quindi una migliore efficienza. Il motore di un veicolo dotato di una buona aerodinamica, infatti, incontrando meno resistenza all'avanzamento è in grado di muovere il veicolo con minori quantitativi di carburante. Lo sviluppo della meccanica e dei materiali ha permesso l'introduzione di componentistiche meccaniche e pannelli veicolo sempre più leggeri e ciò, dunque, si è tradotto in una riduzione complessiva dei pesi, l'utilizzo di materiali leggeri come l'alluminio e in casi più particolari

la fibra di carbonio, hanno consentito negli ultimi anni un netto miglioramento rispetto ai veicoli precedentemente realizzati in leghe pesanti. Il miglioramento dell'elettronica ha permesso lo sviluppo di centraline sempre più intelligenti, in grado di gestire in ogni decimo di secondo la migliore miscelazione di aria benzina da iniettare nella camera di combustione, in base alle esigenze di marcia. Le centraline ad oggi, sono addirittura in grado di andare ad interrompere l'iniezione verso determinate camere di combustione, qualora la situazione non dovesse richiedere particolari esigenze di potenza, andando a favorire i livelli di efficienza sui consumi generali del mezzo. Non per ultimo, infatti, lo sviluppo di innovativi sistemi di iniezione: come l'iniezione diretta o la precamera di combustione nei motori più complessi, hanno consentito un ulteriore efficientamento generale nei livelli di carburante consumati, favorendone la performance.

Tutti i miglioramenti consolidatisi nelle varie zone d'intervento precedentemente descritti, non bastano però a garantire il totale raggiungimento dei target predisposti negli ultimi anni da parte degli enti governativi. Se è indubbio che il progresso raggiunto dal settore negli ultimi anni è stato decisamente considerevole, e certamente di fondamentale importanza per il raggiungimento dei target previsti per il 2030, è pur vero che il conseguimento della totale neutralità climatica prefissato per quello che verrà dal 2030 fino al 2050, consta di un livello di emissioni di ossido di carbonio che deve raggiungere il valore di zero entro i prossimi due decenni. Ottenere questo risultato con le configurazioni attuali, risulterebbe un'aspettativa piuttosto utopica, e aspettarsi un completo abbandono dell'uso dell'automobile nei prossimi anni sarebbe un'ipotesi decisamente irrealistica al giorno d'oggi. La rivoluzione della mobilità innescata con l'avvento dell'automobile non ha mai di fatto accennato a placarsi con il progredire degli anni, se non durante le recenti crisi pandemiche. La scelta dell'utilizzo di auto per compiere i propri spostamenti, sia per scopi lavorativi che ricreativi, contraddistingue ormai da mezzo secolo la generazione odierna. Non da meno, il drastico aumento dei consumi e la progressiva evoluzione degli apparati logistici e dei trasporti, figli di una irrefrenabile volontà consumistica insita nell'uomo, mal si addicono di conseguenza, alle necessità di riduzione dell'inquinamento prospettato per il prossimo futuro. La rivoluzione nel settore, dunque, non potrà dirsi ultimata fino a quando a rivoluzionarsi non saranno al contempo anche i comportamenti all'uso e all'acquisto da parte dei clienti finali di nuovi prodotti a bassa o assente impronta ambientale. Tutto questo, con ogni probabilità, andrà a comportare una serie di cambiamenti sui piani sia micro che macroeconomici, cambiamenti, che dovranno andare a riguardare tutti quei campi contingenti il settore dell'automobile come, ad esempio, quello dei carburanti e della supply chain.

Per cercare di ottenere un netto miglioramento fin da subito, si è reso necessario rivisitare quello che è il DNA stesso dell'automobile, tant'è, che una tra le principali soluzioni prese fortemente in considerazione da parte dei principali costruttori presenti sul mercato, risulterebbe essere quella di un completo cambio di filosofia riguardante il principale elemento di punta di un veicolo, ovvero il

motore, con una svolta verso veicoli dotati di in parte o totalmente di propulsori elettrici. L'adozione sempre più spinta, verso automobili prive di motori a combustione interna, che al loro posto vedono la presenza di un sistema combinato di motore elettrico e pacco batterie, risulta essere ad oggi la soluzione più immediata ed intuitiva nella lunga serie di possibilità ad oggi disponibili, questo anche a causa dei divieti di vendita e d'acquisto di automobili dotate di motori benzina e diesel.

Quest'ultima, non si appresta ad essere comunque come l'unica modalità di approccio per il futuro del settore, diverse case infatti, con i rispettivi rami di ricerca e sviluppo nonché di pianificazione strategica, si stanno adoperando già da tempi non sospetti, per l'analisi della migliore o delle migliori combinazioni di soluzioni attualmente disponibili sul mercato. In effetti attraverso una survey condotto da Deloitte, denominato "2021 Global Automotive Consumer Study", emergono dei dati estremamente interessanti su quelli che sono i trend attualmente presenti sul mercato, in diverse regioni del mondo.

Diviene possibile constatare, come la domanda di veicoli dotati di un'unità motrice alternativa, che vada dunque a differire dai tradizionali motori endotermici, sia caratterizzata da un andamento estremamente volatile, tutto questo dovuto principalmente sia ai tempi incerti di pandemia sia alla naturale diffidenza rispetto alle nuove forme di mobilità attualmente presenti sul mercato. Il **grafico 11**, selezionato dalla survey di Deloitte, ci permette di confrontare in termini percentuali le preferenze attinenti al *power-train* di potenziali nuovi acquirenti di veicoli in specifici paesi del mondo. Nel sondaggio vengono prese in considerazione quelle che sono ad oggi le possibili quattro scelte in termini di unità motrici disponibili sul mercato: Motori benzina o diesel, Veicoli ibridi, Veicoli totalmente elettrici ed una quarta categoria, nella quale vengono prese in considerazione ulteriori forme di mobilità come quella ad idrogeno o etanolo.

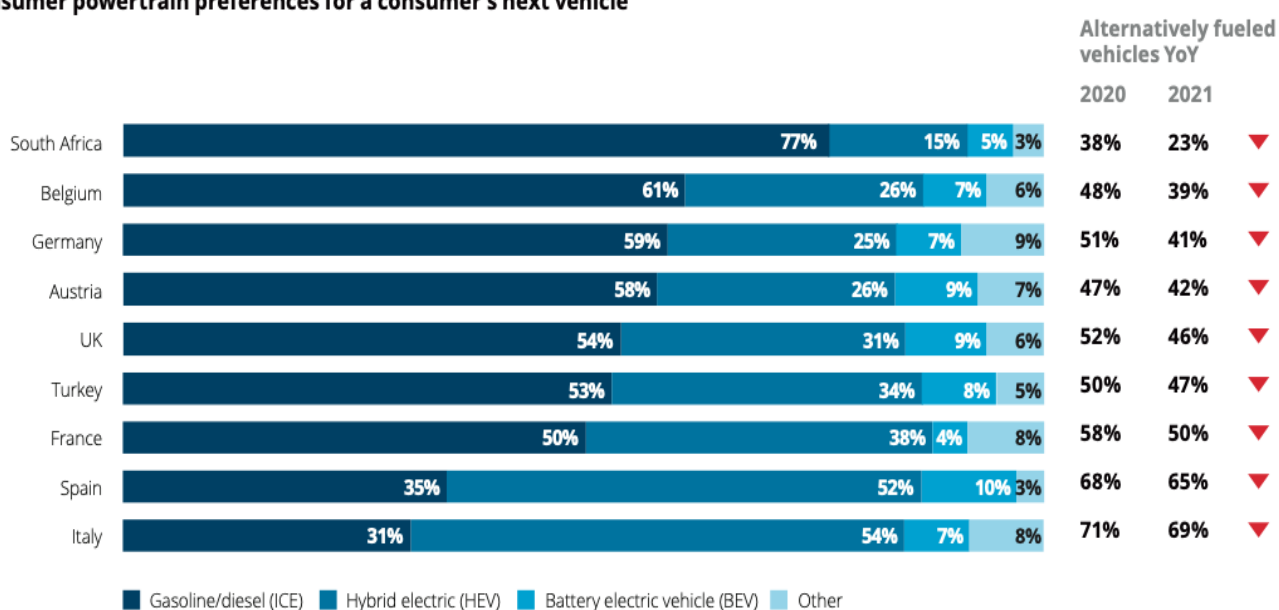
Si evince che nei paesi europei, a differenza di uno non appartenente al sistema comunitario come il Sud Africa, le tendenze cambiano decisamente. In Sud Africa, dove non si è ancora andati ad implementare una vera e propria strategia d'azione in merito a politiche di riduzione di gas serra provenienti da veicoli stradali, risulta ancora evidente la netta preferenza verso veicoli a benzina o diesel con un dato percentuale del 77% e con un deciso scetticismo verso tipi di soluzioni alternative come. In Belgio, Germania e Regno Unito; nonostante le nuove normative ambientali siano in via d'adozione, sia in fatto di emissioni, sia su quelli inerenti agli incentivi per l'acquisto di vetture elettriche, risulta ancora forte la preferenza verso veicoli tradizionali, tendenza dovuta in parte ai tempi estremamente incerti da un punto di vista economico ed in parte alla distribuzione della rete di ricarica di veicoli che nella maggior parte dei territori stenta a decollare. La situazione si stabilizza in Francia, dove la percentuale tra l'acquisto di un veicolo con motore endotermico si bilancia con la volontà d'acquisto di veicoli dotati di propulsione alternativa. In Spagna e in Italia, il trend sembra

essere decisamente più favorevole verso l'adozione nel prossimo futuro, di veicolo ibridi: il 52% in Spagna ed il 54% in Italia.

Grafico 11 ³⁷ Preferenze dei powertrain da parte dei consumatori per l'acquisto di un prossimo veicolo

The demand for alternatively fueled vehicles has stalled during the pandemic as consumers may be looking for the comfort of affordable, tried and tested technology in uncertain times.

Consumer powertrain preferences for a consumer's next vehicle



Note: "Other" category includes ethanol, CNG, and hydrogen fuel cell.

Q42. What type of engine would you prefer in your next vehicle?

Sample size: Austria= 850 ; Belgium= 825; France= 867 ; Germany= 779 ; Italy= 808 ; Spain= 916; Turkey= 954 ; United Kingdom= 1,157; South Africa= 895

³⁷ <https://www2.deloitte.com/it/it/pages/consumer-business/articles/global-automotive-consumer-study-2021---deloitte-italy---consumer-business.html> dodicesima edizione, Deloitte.

Nelle prossime pagine si procederà con la trattazione delle principali soluzioni adottate o potenzialmente adottabili da parte di alcuni player del settore per quella che si appresta ad essere, con ogni probabilità, la più grande rivoluzione che il settore dell'auto abbia mai subito dai suoi albori. Nel periodo di incertezze in cui versa il settore, l'unica garanzia è rappresentata dalla convinzione che determinati e drastici interventi vadano intrapresi tempestivamente, quantomeno per poter prospettare una sopravvivenza nel mercato. Ad oggi non esiste un'unica o definitiva soluzione in merito alla ricerca di fonti propulsive alternative da poter utilizzare nei veicoli, le principali sulle quali stanno investendo i vari gruppi verranno trattate di seguito.

3.1 ICE (Internal Combustion Engine)

Il motore a combustione interna anche denominato ICE (Internal Combustion Engine) è stato, ed è tutt'oggi, il principale sistema di propulsione applicato sulla maggior parte dei veicoli presenti su strada. Nonostante la forte crescita di soluzioni alternative che si discostano drasticamente dalla sua filosofia di funzionamento, è probabile che questo tipo di soluzione si renderà ancora protagonista almeno per quanto attiene una visione di breve periodo. Da più di un secolo, ovvero dai tempi di Karl Benz, fino ai giorni nostri, le configurazioni dei motori elaborate dagli ingegneri sono state estremamente varie e complesse. Ad oggi, queste configurazioni variano le proprie caratteristiche in base a specifiche caratteristiche come: la quantità di cilindri, la disposizione di questi ultimi, i tempi di funzionamento, la tipologia di carburante necessario per il suo funzionamento, la presenza o meno di meccaniche accessorie. Tra i principali, distinguiamo motori a benzina e motori diesel, che si differenziano a loro volta, oltre che per il tipo di carburante utilizzato, anche per sottili differenze costruttive e di funzionamento durante i vari cicli. Il funzionamento di un motore a combustione interna, si confà di una serie di fasi che hanno come ragion d'essere quella di trasformare una detonazione generata da una reazione chimica all'interno delle camere di combustione, in forza motrice da destinare alle meccaniche preposte alla messa in rotazione delle ruote. Il suo funzionamento consta di precise fasi che si ripetono milioni se non miliardi di volte all'interno delle camere di combustione. Più precisamente, in un motore a quattro tempi, ovvero in quella tipologia di motore che caratterizza il suo funzionamento per la messa in sequenza di quattro fasi specifiche, abbiamo un processo di questo tipo: Nella prima fase, che prende il nome di " aspirazione" , una valvola immette una miscela di aria e benzina all'interno della camera di combustione, con una conseguente discesa del pistone verso in basso, da qui prende vita la seconda fase detta di "compressione", il pistone inizia una corsa verso l'alto, comprimendo la miscela aria-benzina precedentemente immessa dalla valvola, che allo stesso tempo va chiudendosi; successivamente si ha la terza fase detta di "espansione" o "scoppio", dove la miscela di aria-benzina, compressa dalla testata del pistone, viene innescata da una scintilla, generata da una apposita candela o "*spark-plug*" presente sulla testa del cilindro. L'esplosione generata, comporta una discesa del pistone verso il basso, producendo un movimento rotatorio dell'albero motore al quale quest'ultimo è connesso. L'ultima fase viene detta di "scarico" nella quale i gas combusti durante la fase di scoppio, vengono espulsi dalla camera attraverso la risalita del pistone che spinge i gas in una seconda valvola, detta per l'appunto, valvola di scarico, collegata ai collettori di scarico che andranno poi a far fuoriuscire, attraverso il tubo di scappamento, il risultato della reazione prodotta nelle camere di combustione, ovvero i l'insieme di sostanze precedentemente discusse durante la trattazione delle normative anti inquinamento. Il funzionamento dei motori Benzina o Diesel è pressoché identico, se non per il fatto

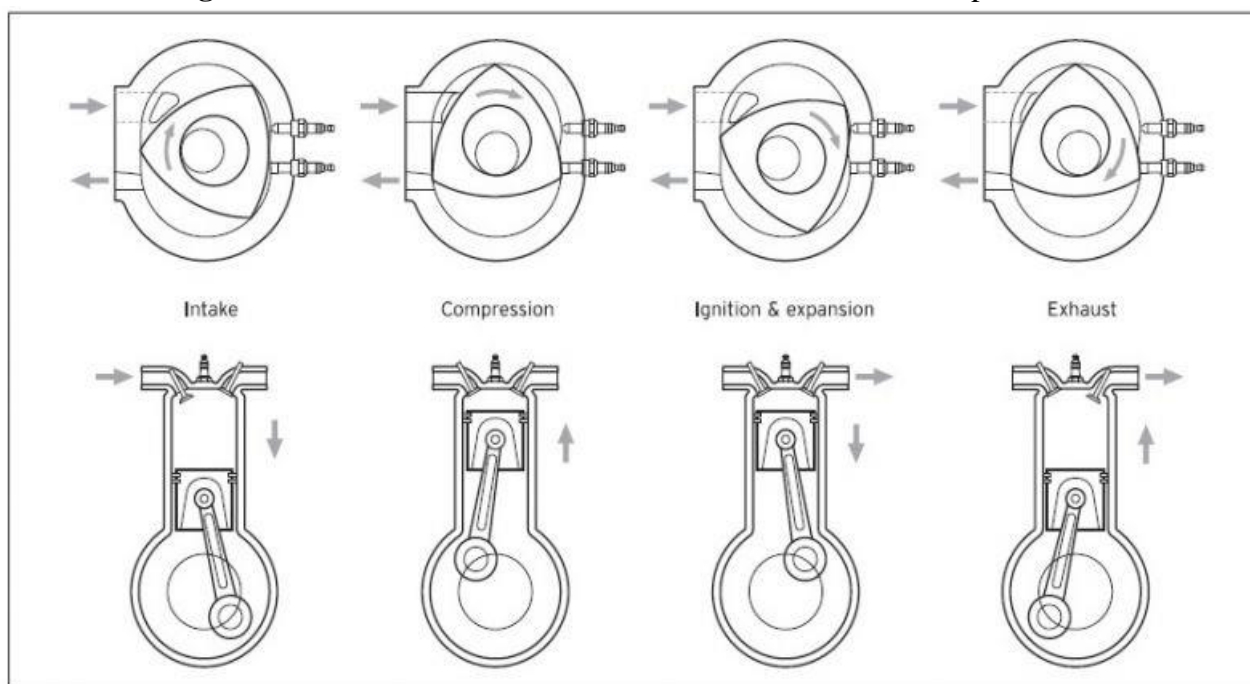
che il secondo, si differenzia per l'innesco del carburante. Un motore di tipo diesel, non ha innesco iniziale attraverso una scintilla, dato che le proprietà chimiche di questo tipo di carburante gli permettono di infiammarsi a temperature inferiori ai 50°C. La messa in moto avviene infatti per la compressione indotta dalla testata del pistone contro la parete della camera.

L'evoluzione che il motore a combustione interna ha subito negli anni, in termini di efficienza e di performance è stata senza dubbio considerevole. Ad oggi esistono moltissimi livelli di configurazione, sia per quanto riguarda il numero di cilindri presenti nello stesso motore, sia la loro disposizione all'interno di quest'ultimo, tra i più diffusi abbiamo: Bicilindrici in linea o in configurazione a V; a seconda se i cilindri si trovino disposti lungo una linea orizzontale o contrapposti su due bancate differenti, quattro cilindri o sei cilindri. Molto meno diffusi, se non per auto di lusso o ad alte prestazioni, sono: gli otto, dieci e dodici cilindri; fino ai quattordici presenti ad esempio sui modelli Bugatti. Un ulteriore aspetto da prendere in considerazione riguarda la configurazione dei motori con ulteriori sistemi di sovralimentazione come turbocompressori o compressori volumetrici. Come discusso in precedenza, uno dei pionieri dei motori turbocompressi fu Renault, che intuì ben presto, i benefici di questa innovazione tecnologica associata ad un motore a combustione. Un turbocompressore è una componente meccanica che ha il compito di immettere, a determinati regimi di rotazione, un maggiore afflusso d'aria all'interno delle camere di combustione; essendoci maggiori quantitativi d'aria e dunque di ossigeno in fase di combustione, il motore diviene in grado di erogare maggiore potenza con livelli di efficienza più alti, rispetto a quanto avviene in un motore di tipo aspirato. Quest'ultimo è inoltre caratterizzato da un gruppo di turbine connesse tra loro, queste, vengono messe in rotazione dai gas di scarico provenienti dal motore, e che a loro volta prelevano aria dall'esterno. La configurazione dei motori turbocompressi è una soluzione molto diffusa nei motori europei, non tanto per la ricerca della performance, quanto per il migliore livello di efficienza che questo restituisce in caso di richiesta di maggiori velocità da parte del conducente. Nel caso del compressore volumetrico, troviamo un meccanismo composto da una serie di rotori messi in movimento attraverso una cinghia, i rotori, come nel caso delle turbine per i turbo, hanno lo scopo di immettere ingenti quantità di aria all'interno dei cilindri aumentandone i livelli di potenza ma non di efficienza, infatti in un sistema di sovralimentazione tramite compressore volumetrico, il sistema prende vita attraverso una cinghia direttamente collegata al motore, dal quale preleva parte della sua potenza per immettere più aria. Un'ulteriore soluzione ingegneristica è stata l'invenzione del motore Wankel anche detto "rotativo", che prende in prestito le stesse fasi di un motore a combustione, ma che ne sostituisce gli interpreti. Infatti, in un motore rotativo non è presente un pistone bensì un rotore, che attraverso una rotazione, genera a sua volta forza motrice per l'albero motore. Nonostante la sua nascita sia da attribuire all'ingegnere Felix Wankel di origine tedesche, la sua totale adozione e sviluppo è da riconoscere ai giapponesi della Mazda che continuano a farne uso

ancora oggi su modelli presenti nella gamma. Il motore Wankel presenta il vantaggio di avere potenze specifiche più alte, grazie a livelli di rotazione motore maggiori, ma di conseguenza livelli di consumo di carburanti e usura componenti molto più gravose, e dunque poco proficuo dal punto di vista di costi di gestione e consumo nell'uso quotidiano.

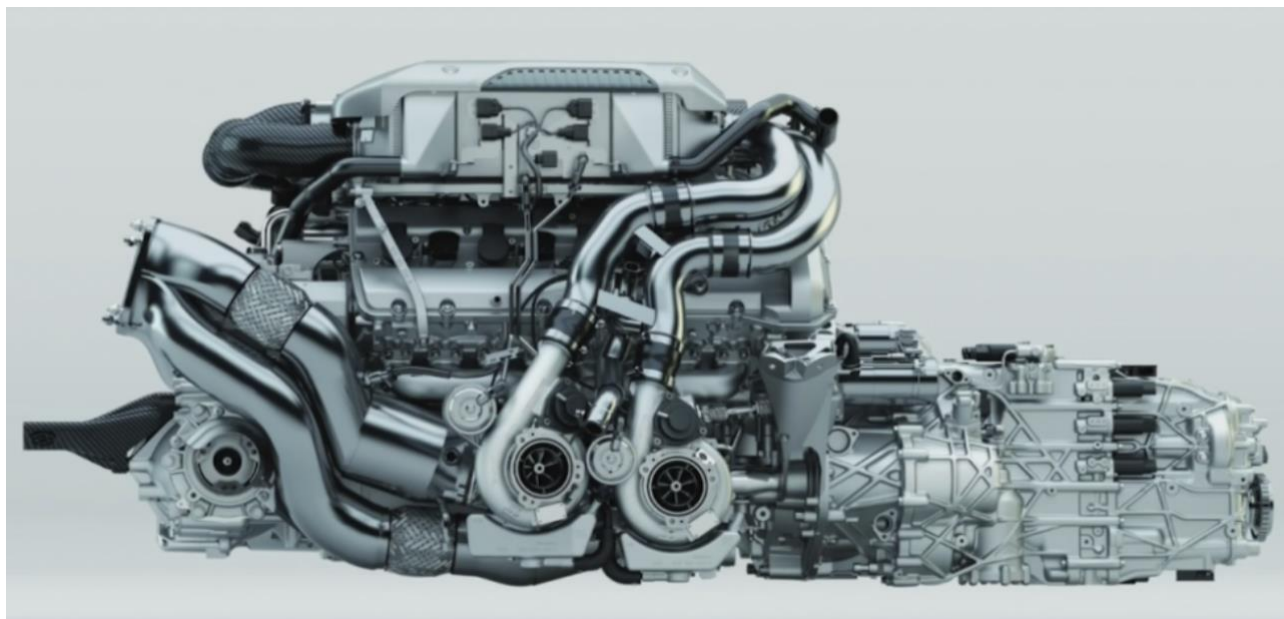
Ad ogni modo, a seconda della configurazione o associazione che il motore a combustione può assumere, è stato calcolato che il suo livello di efficienza totale si aggiri intorno al 35%. Questo valore indica che gran parte dei valori energetici prodotti durante le fasi di combustione, inizia a disperdersi già a partire dallo scoppio in camera di combustione fino a tutte le meccaniche presenti dal motore fino alla trasmissione, dunque a partire dai pistoni sino alle ruote del veicolo. Un livello di efficienza così basso non può certamente rappresentare, nel lungo periodo, una soluzione completa in merito ai temi precedentemente discussi in fatto di rispetto dei livelli di gas serra prodotti. Il dato impressionante emerge quando si pone il confronto tra il livello di efficienza del motore endotermico con quello elettrico, se come detto in precedenza, i livelli energetici reali dell'endotermico ci assestano su livelli di rendimento del 35%, in un motore elettrico i livelli di efficienza raggiungono il 90% circa, dunque sul 100% di performance erogata, ben il 90% viene trasmessa alle ruote.

Figura 10³⁸ Confronto tra fasi di un motore Wankel ed uno a pistoni.



³⁸ L'immagine è stata selezionata dal web, tramite sito: www.Sicuraauto.it, 6 Luglio 2017, a cura di Bruno Pellegrini.

Figura 11³⁹ Il W16 della Bugatti Chiron Quad-Turbo.



³⁹ Immagine fonte: Google Images.

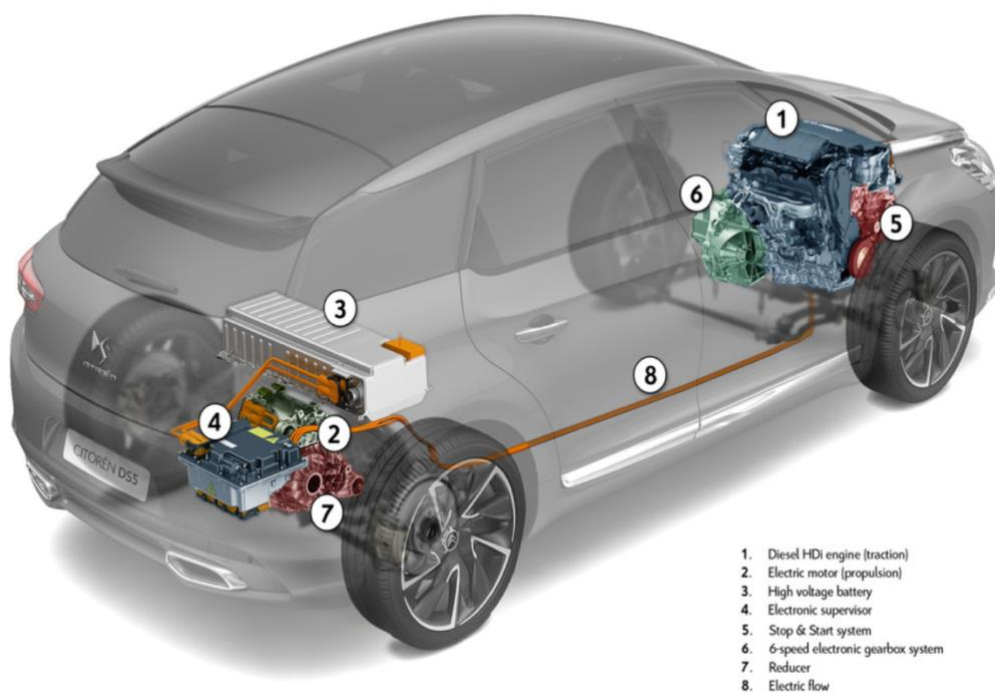
3.2 Propulsione ibrida

Un power-train ibrido, è una soluzione che si pone a metà tra un veicolo spinto da un motore a combustione interna ed uno totalmente elettrico, quest'ultimo è caratterizzato da entrambe le soluzioni e dunque da entrambe le componenti. Cercando di sfruttare contemporaneamente il meglio dei due mondi, da qui la denominazione, ibrido, Il funzionamento di un veicolo di questa tipologia può essere caratterizzato dalla spinta generata o da una sola componente o dalla combinazione di entrambe. Nelle fasi autostradali o di lunga percorrenza, ad esempio, il motore termico viene impiegato per la maggior parte del tempo, garantendo l'autonomia necessaria, al contempo, l'unità elettrica può subentrare nelle fasi che lo richiedono, garantendo un surplus di potenza come per una fase di sorpasso, o durante un tratto in una zona urbano o nelle ripartenze presso un semaforo, in modo tale da limitare i consumi e supportare il motore endotermico quando necessario. Generalmente nella fase di avvio, a meno che il modello di veicolo non lo permetta, è il motore endotermico ad entrare in moto, successivamente, a seconda della fase di guida, le due unità collaborano tra loro per garantire il miglior livello di rendimento ed efficienza possibile. Un aspetto importante, è quello che si verifica durante le fasi di frenata: quando il conducente imprime forza sul pedale del freno infatti, attraverso un nuovo sistema di frenata denominato "*Brake-by-wire*" ed un complesso meccanismo di accoppiamento tra generatore ed un inverter, l'energia cinetica del veicolo, nonché quella termica dissipata dai freni, viene convertita in corrente elettrica da reindirizzare alle batterie, che grazie a questo continuo processo di scambio, ricevono una carica supplementare utile per alimentare il motore elettrico al quale sono connesse. La frenata, dunque, oltre che ricoprire il consueto ruolo di fermare o rallentare il veicolo acquisisce la capacità di mettere in carica per brevi lassi di tempo il sistema elettrico, da qui l'introduzione della denominazione: "frenata rigenerativa".

Volgendo lo sguardo al passato, il primo veicolo a mettere in connessione un motore termico con un motore elettrico fu realizzato già nel 1901 da Ferdinand Porsche, che con la costruzione della sua Lohner Porsche Mixtre brevettò il primo veicolo di questa categoria. Gli sviluppi che sono succeduti in seguito hanno immesso nel mercato modelli come la Toyota Prius agli inizi degli anni 2000, all'epoca una vera e propria "Blue Ocean Strategy" da parte della casa nipponica, che già da tempi non sospetti iniziò a puntare su questo innovativo concetto di mobilità. Ovviamente, come ogni innovazione che si presenti sul mercato, non identifichiamo unicamente vantaggi bensì anche una serie di problematiche annesse che si incentrano sull'aumento considerevole delle masse, e dei costi per i produttori, e per diretta conseguenza dei prezzi per i consumatori.

In questo tipo di soluzione non mancano ovviamente i lati negativi. Un veicolo ibrido dovendo contenere al suo interno non solo meccaniche tipiche di un veicolo predisposto ad un motore endotermico, bensì anche quel complesso di componenti elettriche quali: pacco batterie, motore elettrico, cablaggi vari ed Inverter; risulta essere generalmente più pesante rispetto ad un veicolo caratterizzato da una sola unità termica. L'aumento complessivo del peso specifico del veicolo va per diretta conseguenza ad inficiare negativamente sui suoi livelli di efficienza, è infatti ovvio che per muovere un veicolo più pesante, i consumi effettivi andranno conseguentemente ad aumentare. In **Figura 12** è possibile osservare lo schema tecnico adottato da Citroen, per uno dei suoi primi modelli ibridi commercializzati in Europa.

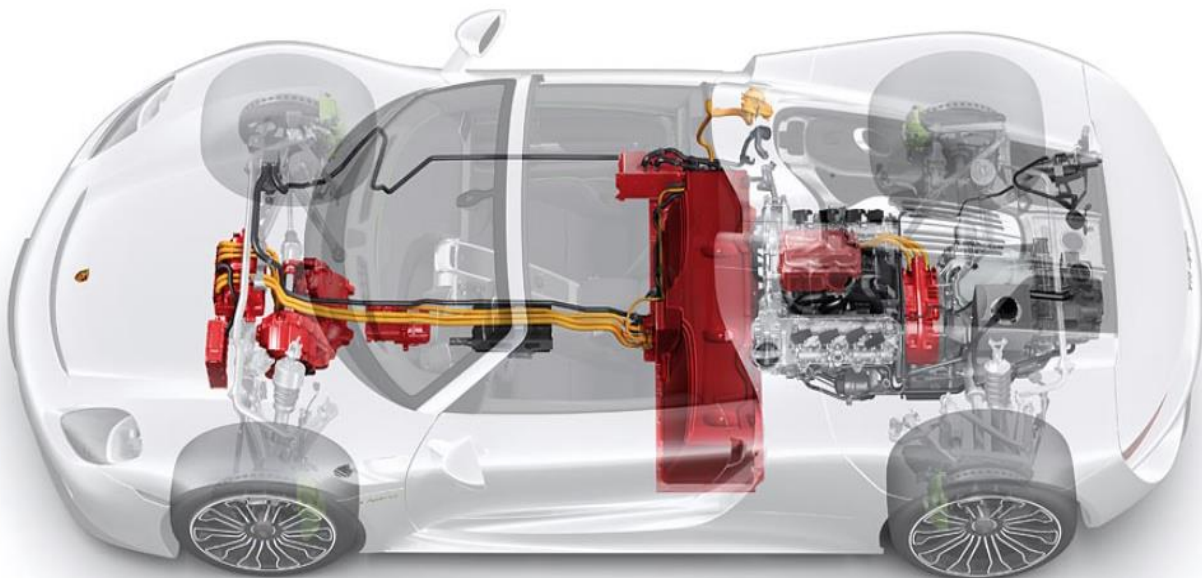
Figura 12 ⁴⁰ Schema veicolo ibrido Citroen DS5 Hybrid 4



⁴⁰ Foto selezionata dal sito: <https://www.greenstart.it/funziona-lauto-ibrida-motori-parallelo-11426>

Un'ulteriore soluzione derivante da uno schema ibrido è rappresentata dal posizionamento dell'unità elettrica sull'assale anteriore, quest'ultima invece di erogare potenza al motore endotermico, va a direzionarla direttamente alle ruote anteriori. Questo tipo di schema permette di simulare una trazione 4x4 e di bilanciare la ripartizione di potenza tra tutte e quattro le ruote, gestendola in base alle necessità. Inoltre, questo tipo di schema permette al veicolo di poter percorrere brevi distanze in modalità totalmente elettrica con una diversa configurazione di trazione, come avviene nel caso, per citarne uno, della Porsche 919 Hybrid. Grazie al sistema ibrido sviluppato dalla casa di Stoccarda, la vettura è in grado di percorrere brevi distanze in modalità completamente elettrica, dissociando completamente l'unità termica e diventando a tutti gli effetti un veicolo con propulsione elettrica, capace di percorrenze ad emissioni zero, grazie alle unità motrici elettriche presenti sui vari assali.

Figura 13 ⁴¹ Schema tecnico Porsche 918 Hybrid



⁴¹ Immagine dal web: https://www.auto.it/prove/prove/2015/06/15-30810/porsche_918_spyder_0-100_in_2_53/schedatecnica

3.2.1 Dalla Formula 1 alla strada

Sin dalla sua ideazione, la Formula 1 è stata concepita per rappresentare la massima espressione di innovazione e competizione in ambito motoristico, nonché per rappresentare una delle più suggestive vetrine d'esposizione per i principali costruttori che decidono di parteciparvi. Uno dei principali aspetti di questa competizione è stata la progressiva evoluzione dei regolamenti, da cui il nome "Formula", che hanno spinto i costruttori ad alzare l'asticella del progresso ingegneristico ogni anno sempre più verso l'alto. Un fulgido esempio di questa continua ed in certi casi esasperata ricerca dell'evoluzione, ci viene rappresentato agli albori del 2014, attraverso un deciso cambio di regolamento tecnico, infatti, si è optato per rivoluzionare in modo deciso il comparto motoristico delle vetture da progettare per la partecipazione al campionato.

Il nuovo regolamento stilato imponeva ai costruttori la progettazione di un propulsore endotermico che passava dagli otto ai sei cilindri con turbocompressore, il quale però, doveva essere affiancato da una unità elettrica composta a sua volta da due componenti elettrici: l'MGU-H e l'MGU-K. Questo cambiamento ha introdotto dunque la terminologia di "Hybrid-Power-Unit" piuttosto che la semplice classificazione di motore, in quanto per l'appunto, la componente preposta a garantire la spinta, si caratterizza adesso per l'insieme di più unità e non solo quella endotermica.

In effetti, uno dei principali aspetti che spinge una casa automobilistica ad entrare nel circus della Formula 1, oltre che per l'enorme mole di pubblicità e fattori legati al marketing che questa scelta comporta, è principalmente quello afferente al trasferimento di conoscenze tecniche o *know-how*, che si acquisiscono durante le competizioni e che vengono successivamente implementate nei veicoli stradali commercializzati. Tutto ciò, contribuisce col rendere la partecipazione al campionato, un vero e proprio fattore critico di successo per la casa costruttrice. Tra le molte case presenti, coloro che hanno certamente saputo cogliere al meglio questi aspetti sono Mercedes, Ferrari e Honda. Il team tedesco ha imposto un dominio nella competizione durato per ben sette anni di fila, con sporadiche vittorie da parte dei competitor.

La vittoria di ognuno di questi costruttori però, deriva come precedentemente indicato, dall'insieme di conoscenze tecniche elaborate durante le stagioni e poi trasferite sui veicoli commercializzati. Sistemi come: KERS (Kinetic Energy Recovery System), poi convertito in MGU-K; iniezioni, trasmissione, lavorazione della fibra di carbonio, lubrificanti, freni; aerodinamica ed ulteriori soluzioni; hanno incontrovertibilmente contribuito, nello sviluppo di modelli sempre più all'avanguardia della tecnica e delle performance per ognuno dei team, i cui esempi sono esposti di seguito.

MERCEDES-BENZ: Project-One

Oltre alle applicazioni già implementate sui veicoli che compongono la gamma del brand Mercedes-Benz, il reparto AMG, un'unità del brand dedito allo sviluppo di modelli ad alte prestazioni, ha progettato una vettura in serie limitata per pochi eletti costruita sulla base della vettura vincitrice di uno dei campionati di Formula 1. La vettura dispone della stessa Power-Unit utilizzata nella monoposto di Formula 1 del 2016. L'aerodinamica e l'elettronica sono state progettate dagli stessi ingegneri e tecnici della scuderia.

Figura 14 ⁴² Mercedes-Benz Project-one



Figura 15 ⁴³ Powertrain di derivazione F1, Mercedes-Benz Project One



⁴² Immagine selezionata dal web tramite la consultazione del quotidiano tedesco Bild: <https://www.bild.de/auto/auto-news/amg/project-one-hypercar-premiere-auf-der-iaa-53150428.bild.html>

⁴³ Immagine selezionata dal web tramite la consultazione dal settimanale Alvolante: <https://www.alvolante.it/news/mercedes-amg-project-one-powertrain-352396>

FERRARI: SF90 Stradale

La Ferrari è ad oggi, l'unico team ad aver preso parte ad ogni stagione della suddetta competizione motoristica, l'azienda ha fatto della partecipazione in Formula 1 il suo cavallo di battaglia da sempre, il motto del "vincere la domenica e vedere al lunedì" è stato tra i preferiti del fondatore Enzo Ferrari. Il trasferimento di know-how derivante dalle competizioni, poi implementato sulle vetture stradali, è stato un fattore critico di successo per la casa, e le vittorie ed i riconoscimenti ottenuti per il mondo hanno finito con il rappresentare un impareggiabile leva del marketing per la *brand awarness*. Anche in questo caso, l'introduzione del power-train ibrido, ha consentito la messa in produzione di una delle vetture più performanti mai uscite dai cancelli di Maranello: La SF90 Stradale. Quest'ultima, infatti, prende in eredità il nome celebrativo della monoposto della stagione 2019, che celebrava i 90 di storia della Scuderia. Nonostante non disponga di una configurazione a dodici cilindri come per i precedenti modelli di punta, questa vettura rappresenta ad oggi, il principale picco tecnologico raggiunto dall'azienda di Maranello. La SF90 dispone infatti di un motore a combustione interna ad otto cilindri turbocompresso, accoppiato a tre motori elettrici disposti sia sulle ruote posteriori che su quelle anteriori, questi ultimi vengono alimentati con batterie presenti nel pianale della vettura ricaricabili sia da una fonte di alimentazione esterna, sia dalle frenate rigenerative effettuate durante la guida. Va certamente riconosciuto, che le nuove normative sulle emissioni hanno fortemente messo in stato di allerta soprattutto quei produttori di veicoli ad alte prestazioni che hanno fatto delle loro potenti e prestazionali vetture e dunque motori, il loro cavallo di battaglia. In questa nicchia di mercato, lo sviluppo di soluzioni alternative e dunque compatibili con le nuove normative politico-ambientali, divengono dunque di importanza fondamentale per la sopravvivenza stessa dei marchi facenti parte questa piccola ma speciale parte di mercato.

Figura 16 ⁴⁴ Ferrari SF90 Stradale



⁴⁴ Immagine selezionata dal web: https://www.alvolante.it/primo_contatto/ferrari-sf90-stradale

3.3 Propulsione elettrica: soluzione di lungo periodo

Come precedentemente enunciato, ad oggi il motore a combustione interna è la soluzione più diffusa tra gli autoveicoli presenti sulle strade, una soluzione, che nonostante l'enorme miglioramento in fatto di efficienza relativa alle emissioni di diossido di carbonio, potrebbe e dovrebbe presto far spazio a nuove forme di propulsione nel lungo periodo.

Volgendo lo sguardo al passato, è in effetti doveroso riconoscere che il motore a endotermico e quello a vapore, sono stati affiancati fin dagli ultimi anni del 1800, da un'altra rivoluzione altrettanto promettente, il motore elettrico. L'adozione di un power-train di tipo elettrico è dunque tutt'altro che una novità in questo settore. L'invenzione della prima auto alimentata esclusivamente da una batteria risale al 1832, una data che precede addirittura quella della prima auto con motore a combustione.

La progettazione della prima vettura a zero emissioni, si deve all'idea dell'imprenditore scozzese Robert Anderson che comprese fin da subito i potenziali risvolti di questo tipo di mobilità: "I veicoli elettrici erano popolari quasi quanto quelli spinti dal vapore. Nel 1900, mentre il vapore aveva il 40% delle vendite e l'elettrico aveva il 38% delle vendite, i veicoli con motori a benzina rappresentavano soltanto il 22% tra quelli venduti"⁴⁵

La propulsione di tipo elettrico oggi come all'epoca presentava però problemi di non poco conto. Le batterie dell'epoca non garantivano un'autonomia tale da poter coprire distanze ragionevolmente soddisfacenti, la qualità dei processi produttivi di pile o di sistemi di tensione di corrente erano solo agli albori, il che rendeva la produzione estremamente lenta e i costi di acquisto decisamente vertiginosi. Un ulteriore problema era rappresentato dalla massa specifica che il veicolo assumeva a causa dell'enorme peso della struttura complessiva delle batterie, il che rendeva il mezzo lento e difficilmente manovrabile nelle situazioni di guida, queste ragioni fecero protendere a quel punto verso l'adozione del motore a combustione come la scelta ideale di soluzione per gli spostamenti. Ad oggi però la situazione si presenta in modo differente. Le recenti imposizioni legislative in fatto di consumi ed emissioni di gas altamente inquinanti, che ormai stanno interessando tutti i principali paesi del globo, nonché l'enorme progresso in fatto di ricerca e sviluppo nei materiali che compongono le batterie, sta rapidamente riportando l'attenzione dei principali player del settore su questo tipo di scelta. La presa in considerazione di un futuro interamente elettrico o che quanto meno

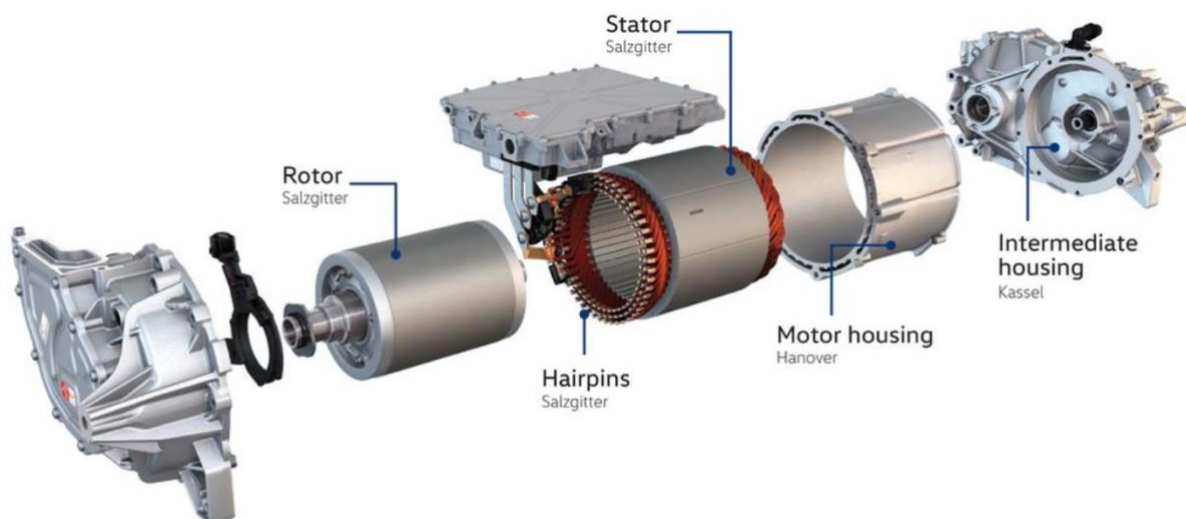
⁴⁵ James D. Halderman, Automotive Technology, 4th Edition, Pearson, 2012

vada a combinare l'associazione tra un motore termico ed uno elettrico per abbattere i consumi e migliorare l'efficienza generale dei veicoli, è quasi definitivamente la rotta maestra verso la quale i principali produttori protenderanno da qui al prossimo futuro. In effetti, questo tipo di soluzione presenta una serie di vantaggi, potenzialmente critici, in vista delle regolamentazioni esposte in precedenza. L'aspetto che intuitivamente comporta il principale vantaggio per questo tipo di powertrain, consta del fatto che un veicolo totalmente elettrico, produce zero emissioni durante la sua marcia, che risulta essere come detto, il principale punto di interesse sia per i produttori, che in questo modo trovano un punto di svolta nel rispetto delle nuove politiche ambientali, sia per i clienti, che in primis saranno ben consci di acquistare un veicolo che nel lungo periodo verrà considerato come necessario per il rispetto delle future normative di legge, nonché per quel target di clientela che si è sempre dimostrato molto sensibile e attento ai temi di impatto ambientale derivato dal settore automotive. Inoltre, se si pone in essere una comparativa tra il rendimento energetico di un propulsore endotermico rispetto ad uno elettrico, si potrà constatare come quest'ultimo abbia un livello di efficienza nettamente superiore rispetto al primo. Un propulsore elettrico ha tipicamente un rendimento prossimo al 90% rispetto ad uno termico che raggiunge un massimale del 35%, la ragione di questo differenziale di rendimento può essere riassunta attraverso due principali motivazioni. All'interno di un motore termico avvengono quattro fasi ben precise, che sono state descritte anche nel precedente paragrafo: fase di aspirazione, fase di compressione, fase di combustione, fase di scarico; l'unica tra queste fasi che va effettivamente a generare spinta per il veicolo è quella di combustione, durante la quale la miscela aria-carburante, immessa attraverso un sistema di valvole ed iniettori, viene fatta detonare da una scintilla in caso di motore a benzina o dalla compressione del volume d'aria e di carburante presente nel cilindro, nel caso di motore diesel. La seconda motivazione riguarda il trasferimento di questa potenza direzionata verso le ruote. Tutta la potenza sviluppata deve raggiungere le ruote passando per più componenti meccaniche: (pistoni, albero a gomiti, albero di trasmissione), i passaggi intermedi che avvengono tra queste componenti vanno a generare una considerevole dissipazione di energia, che viene persa durante il trasferimento di potenza e anche a causa dell'attrito tra ognuna delle componenti appena citate, in un veicolo caratterizzato da un motore interamente elettrico la dissipazione è quantificata su una percentuale prossima al 10% con un rendimento positivo del 90. il motivo anche in questo caso va individuato andando ad analizzare il funzionamento di un motore elettrico.

Gli elementi principali che lo caratterizzano sono composti rispettivamente da: uno statore; un involucro esterno che rimane sempre fermo nella sua posizione, un rotore; che è posizionato a sua volta all'interno dello statore, e che, come suggerisce il nome, entra in rotazione generando la coppia necessaria per far muovere le ruote, ed infine le bobine; ovvero un componente composta da filamenti di materiale conduttivo che scorrono all'interno di specifici alloggiamenti dello statore. Quando viene

fornita una fonte di corrente elettrica, per esempio attraverso l'utilizzo di una batteria posta all'interno del veicolo, le bobine vengono attraversate da quella stessa corrente, andando a generare un campo magnetico rotante all'interno dello statore, dove, dei magneti permanenti presenti sulla superficie del rotore, permettono a quest'ultimo di proseguire la sua rotazione fino a quando il campo magnetico generato persiste e viene tenuto attivo dalla corrente delle batterie. La rotazione ottenuta viene trasmessa in modo quasi diretto alle meccaniche connesse alle ruote, garantendo grandi quantitativi di coppia motrice e una risposta immediata sull'acceleratore. Queste dinamiche comportano anche un vantaggio dal punto di vista dell'affidabilità, in quanto molte meno parti e componenti sono coinvolte per la messa in marcia del veicolo, tutto questo comporta un ridursi delle problematiche relative a cedimenti di componenti meccaniche o di lubrificazione tra le parti. La perdita di efficienza in un motore interamente elettrico, e dunque una suo possibile difetto, potrebbe essere causata dal fatto che, all'aumentare del carico di corrente che i conduttori e bobine devono trasportare verso lo statore principale, vada ad aumentare consequenzialmente anche il calore all'interno di questi ultimi, un drastico aumento delle temperature si traduce in un aumento della resistenza di corrente all'interno dei cavi, tutto ciò comporta una maggiore difficoltà per gli elettroni di proseguire in modo fluido il loro trasferimento verso le zone che richiedono il flusso continuo di corrente alternata.

Figura 17 ⁴⁶ le principali componenti di un motore elettrico. Struttura del motore elettrico App. 310 della Volkswagen ID.3



Struttura del motore elettrico APP 310 della Volkswagen ID. 3

⁴⁶ Immagine presa dal sito web: <https://www.newsauto.it/guide/motore-auto-elettrica-come-funziona-id-3-2020-231570/#foto-6> NewsAuto, "Motore auto elettrica, com'è fatto e come funziona sulla ID.3", 18-Maggio-2020

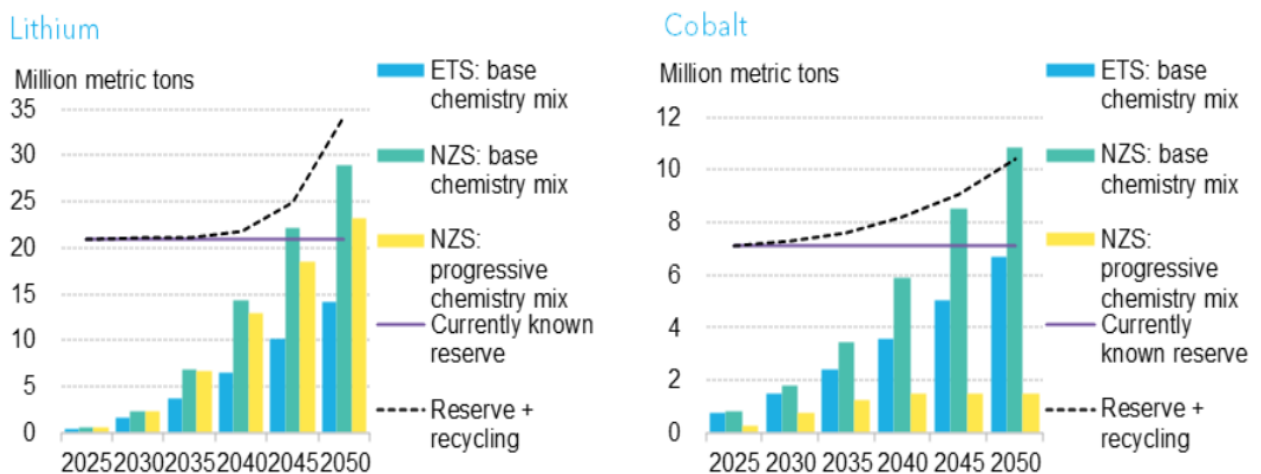
Un ulteriore aspetto di importanza centrale nei veicoli mossi da propulsione elettrica è da individuarsi nelle batterie. Il tema attinente alle batterie è probabilmente il più emblematico e strategico per quanto attiene il destino di questa soluzione per il prossimo futuro. Le problematiche in questo caso, si riscontrano sia da un punto di vista ingegneristico sia economico che ambientale. Per quanto riguarda l'aspetto ingegneristico, se è pur vero che il posizionamento del pacco batterie nel pianale vettura, contribuisce ad abbassarne il punto di baricentro e di conseguenza a migliorarne *l'handling* e la stabilità, al contempo questa soluzione comporta un drastico aumento nel peso della vettura, questa problematica, associata alla scarsa autonomia di cui le batterie di oggi soffrono, comportano un punto di domanda non indifferente sia per i costruttori che per i potenziali acquirenti. Un ulteriore problematica è quella di natura economica. In un veicolo elettrico la principale voce di costo tra i suoi componenti costitutivi è da identificare proprio nelle batterie. Lo sviluppo di questa nuova filosofia di mobilità è ai suoi albori da un punto di vista di sviluppi, a differenza dei motori a combustione interna, pochissime case o enti si sono realmente applicati sia economicamente che da un punto di vista di ricerca per far rapidamente progredire questa soluzione, inoltre, il dato principale è rappresentato dal fatto che per la produzione di batterie, è richiesta l'estrazione e lavorazione di materiali e risorse estremamente complessi da ricavare e trattare in tempi rapidi e su scala mondiale, i principali tra questi sono il Litio ed il Cobalto. Seguendo questo ragionamento, si arriva per diretta conseguenza agli aspetti di tipo ambientali. L'estrazione e lavorazione di elementi come il Litio ed il Cobalto, richiedono enormi quantitativi di acqua ed energia, e se consideriamo la sempre crescente domanda di veicoli elettrici che da qui al futuro andrà a consolidarsi, diviene lampante l'enorme impatto di consumo associato di queste risorse al quale si potrebbe andare in contro entro breve. Questo scenario potrebbe però essere in parte attenuato dagli enormi investimenti che i principali player stanno effettuando, nella ricerca di migliori e più efficienti metodologie di costruzione e approvvigionamento di materie prime per la messa in produzione su larga scala. Un ulteriore problema deriva dalla fine del ciclo del prodotto, ovvero nel conseguente smaltimento dei materiali esausti generatisi dalle reazioni chimiche all'interno delle batterie, una conseguenza che comporterà certamente grandi punti di domanda in futuro, in particolar modo su tutti quei temi di riciclaggio di rifiuti esausti, che possano permettere un eventuale riutilizzo degli stessi in futuro: "Il riciclaggio di batterie è un punto critico per abilitare lo scenario Zero inquinamento. Senza quest'ultimo, la domanda cumulate di Litio dovrebbe superare le attuali disponibilità di risorse disponibili entro il 2050. Con un sistema di riciclaggio sul piano universale, tuttavia, non solo quanto disponibile ad oggi potrebbe essere sufficiente, ma si potrebbe prospettare una reale industria di riciclo batterie totalmente circolare." ⁴⁷

⁴⁷ BloombergNEF, Electric Vehicle Outlook 2021, executive summary. 2021

L'ultimo punto di incertezza deriva dalla fonte di approvvigionamento di corrente per la ricarica delle batterie. Le colonnine di ricarica elettrica presenti lungo i principali tratti autostradali e nelle principali zone urbane dispongono di corrente prodotta da centrali elettriche, che usufruiscono di energia ricavata da reazioni di combustibili fossili. Una soluzione potrebbe essere rappresentata dal totale affidamento a produzioni energetiche interamente rinnovabili, che ad oggi però, visti gli ingenti quantitativi di richiesta energetica, faticano da sole, a soddisfare la domanda aggregata di energia. Il tema centrale, dunque, diviene quello di porre in considerazione l'adozione di una mobilità elettrica che dipenda in modo quasi esclusivo da metodologie di estrazione energetiche totalmente ecosostenibili o da fonti rinnovabili. Con queste doverose premesse, un veicolo totalmente elettrico non produrrebbe alcuna impronta inquinante durante la sua fase di vita.

Grafico 12⁴⁸ Domanda cumulata di mix chimici contenenti Litio e Cobalto per l'industria 2025-2050

Cumulative lithium and cobalt demand and reserves under different chemistry mix scenarios










Source: BNEF. Note: Based on contained metal not lithium carbonate equivalent. Recycling uses our ETS chemistry mix with net zero battery demand. Assumes 70% of lithium is recovered from batteries after 15 years of use. Assumes 98% of cobalt is recovered from batteries after 15 years of use.

⁴⁸ Dati estratti dalla consultazione del Paper: BloombergNEF : <https://bnef.turtl.co/story/evo-2021/page/7/3?teaser=yes> 2021. BloombergNEF, Electric Vehicle Outlook 2021, executive summary.

Proseguendo l'analisi sulla mobilità elettrica attraverso la consultazione del rapporto Deloitte denominato: "Automotive ThinkThank Paper 2" è possibile considerare ulteriori aspetti cruciali attraverso cui ricavare una più ampia visione dello scacchiere in cui il settore va muovendosi, ovvero quello sulle aspettative o preoccupazioni da parte dei consumatori nei confronti dell'approccio verso questo nuovo tipo di mobilità. La **tabella 6** estratta dai dati elaborati dal report "Global Automotive Consumer Study" di Deloitte, segnala le principali preoccupazioni che interferiscono con le potenziali vendite di auto elettriche da parte dei potenziali consumatori italiani, tedeschi, statunitensi e cinesi. Come si evince, in Italia la maggior preoccupazione riguarda la scarsa presenza sul territorio di colonnine o infrastrutture dedite alla ricarica dei veicoli, una criticità alla quale i soli costruttori o imprese per la distribuzione elettrica potranno fare ben poco, se non coadiuvati da una stretta collaborazione con enti pubblici per porre rimedio in merito. In Germania e negli Stati Uniti, l'autonomia dei veicoli si traduce nel peggior compromesso con il quale doversi confrontare, in entrambi gli stati, per il 28% del campione considerato. Quest'ultimo è in effetti un problema decisamente rilevante, soprattutto se si prende in considerazione il tema legato alla disponibilità di punti di ricarica e tempistiche necessarie per la completa ricarica del pacco batterie. Un aspetto interessante, e molto considerato in particolar modo in Cina, riguarda l'affidabilità e sicurezza generale delle batterie nel ciclo di vita del veicolo, come esplosioni o rischi di folgorazione, che rappresenta il 29% del campione analizzato nella zona asiatica. Certamente lo sviluppo della soluzione totalmente elettrica comporterà un forte impegno rieducativo sia da parte delle case costruttrici nonché da parte dei consumatori, i quali dovranno approcciarsi ad una rivoluzione della mobilità: "La necessità di attuare una mediazione fra le tempistiche imposte dai vincoli ambientali e quelle richieste dall'industria trova una chiara conferma sul fronte della domanda di mercato. La mobilità elettrica riflette le esigenze dei regolatori di minimizzare le emissioni atmosferiche, ma richiede al tempo stesso cambiamenti profondi nelle abitudini e nelle preferenze consolidate dei consumatori"⁴⁹.

⁴⁹ <https://www2.deloitte.com/it/it/pages/consumer-business/articles/automotive-think-tank---deloitte-italy---consumer-business.html> Deloitte, Automotive ThinkThank paper 2, Giorgio Barbieri, 2021.

Tabella 6 ⁵⁰ Principali preoccupazioni nei confronti della mobilità elettrica

Principale preoccupazione	Italia	Germania	USA	Cina
 Mancanza di infrastrutture di ricarica	29%	22%	25%	20%
 Autonomia di guida	27%	28%	28%	25%
 Tempistiche di ricarica	15%	13%	13%	13%
 Costo/price premium	13%	16%	20%	9%
 Sicurezza delle batterie	10%	12%	8%	29%
 Scarsa varietà di scelta	5%	5%	4%	4%
 Altro	1%	4%	2%	0%

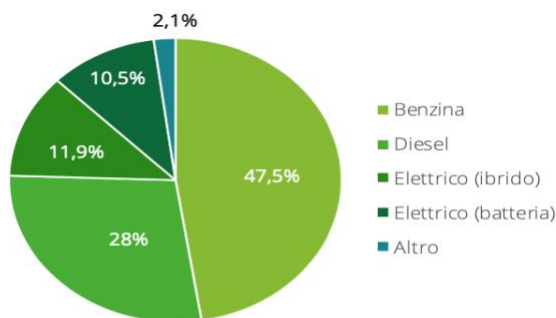
Fonte: Deloitte Global Automotive Consumer Study 2021

⁵⁰ Deloitte, “2021 Global Automotive Consumer Study EMEA Countries”, 2021.

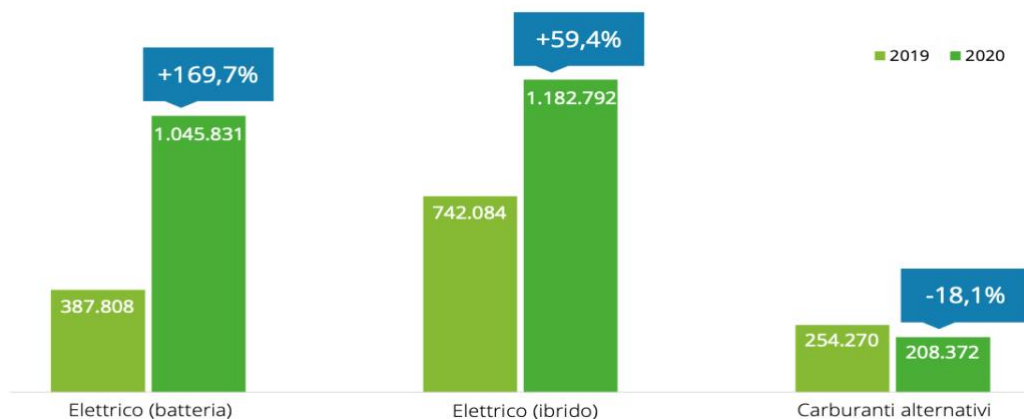
Proseguendo l'analisi del paper Deloitte, risulta ad ogni modo lampante, nonostante una parte considerevole di scetticismo riguardo i punti precedentemente descritti, come le vendite e dunque le immatricolazioni di veicoli alimentati da fonti alternative, siano decisamente aumentate tra il 2019 ed il 2020, come rappresentato dai dati consultabili attraverso il **Grafico 12**, che fotografano la situazione presente nel contesto europeo, trainato per lo più, dalla forte incentivazione dei paesi del Nord-Europa, che stanno, attraverso un lavoro bipartito tra politiche ecologiche ed incentivazioni fiscali, incentivando un trend di crescita nell'adozione da parte della popolazione ed enti pubblici di nuovi veicoli a minor impronta ambientale. Dall'analisi grafica, risulta evidente come le vendite di veicoli dotati di motori endotermici rappresentino ancora oggi, la maggior fetta di mercato (Motori Benzina, motori Diesel). Successivamente, guadagnano rapidamente posizione quei veicoli elettrici classificati a seconda della combinazione del power-train, e dunque, i veicoli ibridi che hanno acquisito un +11,9% di mercato, mentre i veicoli full-electric con un +10,5%.

Costituiscono ancora una piccola nicchia di mercato, gli altri tipi di veicoli come quelli alimentati ad idrogeno o etanolo.

Grafico 12 ⁵¹ Nuove immatricolazioni per tipologia di alimentazione nel mercato EU (quota % 2020)



Crescita delle immatricolazioni di modelli alternativi nel mercato EU (2020 vs. 2019)



⁵¹ <https://www2.deloitte.com/it/it/pages/consumer-business/articles/automotive-think-tank---deloitte-italy---consumer-business.html> Deloitte, Automotive ThinkThank paper 2, Giorgio Barbieri, 2021.

3.3.1 Principali interpreti della mobilità elettrica

Tesla

Tra la moltitudine di case attive nello sviluppo di veicoli caratterizzati da propulsione totalmente full-electric, Tesla si pone come la pioniera di questa particolare soluzione di mobilità, soprattutto se si prende in considerazione il livello di commercializzazione di vetture su scala internazionale degli ultimi anni. Nonostante la sua capitalizzazione di mercato sia fortemente influenzata dalle aspettative degli investitori e da una serie di fattori come i regulatory credits precedentemente citati, nel secondo capitolo di questo elaborato, i fattori critici di successo che hanno permesso al marchio di primeggiare tra i competitor attualmente presenti sono in effetti molteplici.

Tra i principali, troviamo certamente la lungimiranza dei fondatori dell'azienda ovvero, Martin Eberhard e Marc Tarpenning, nel voler realizzare una sportiva che potesse basare le proprie performance attraverso l'utilizzo di componenti principalmente elettriche, alimentate da batterie già dal 2002. Questa idea ha permesso all'azienda di sviluppare un considerevole vantaggio sia in termini di tempi, sia nello sviluppo non solo di batterie apposite, bensì di software nella gestione della carica elettrica presente in vettura durante la marcia. Successivamente, il controllo dell'azienda è passato ad Elon Musk, che, nonostante le difficoltà iniziali dovute all'alto indebitamento, è riuscito ad allargare la popolarità del brand permettendogli l'accesso ad ingenti fonti di finanziamento e soprattutto, a direzionare con il suo team, i giusti sviluppi in termini di approvvigionamento di materie prime per il pacco batterie principale, nonché nell'implementazione dei semiconduttori dediti alla gestione dei software sviluppati *in-house*. Tutto ciò ha permesso al produttore, di ottenere un pacchetto perfettamente bilanciato in termini di: gestione batteria, autonomia e vantaggio temporale rispetto alla concorrenza.

Un ulteriore fattore critico di successo di questo costruttore è rappresentato dalla rete di colonnine per la ricarica elettrica ad alta velocità (*Supercharger*), presenti sui principali tratti stradali ed autostradali nel mondo. Questa scelta strategica garantisce in effetti, un ottimo incentivo nei confronti di tutti quei possibili acquirenti intimoriti sia dall'autonomia di questi veicoli nelle lunghe percorrenze, sia dalla presenza di effettivi punti di ricarica per le batterie.

Ad oggi, la gamma è composta da quattro modelli: Model S, Model E, Model X, Model Y. Che si differenziano per la loro autonomia, livelli di prestazioni e prezzo.

Figura 18 ⁵² Telaio, motori elettrici e pianale con pacco batteria Tesla Model S

Powertrain elettrico

I pianali di Model S uniscono le tecnologie di powertrain e batterie per garantire prestazioni, autonomia ed efficienza senza rivali. L'architettura termica rivista del modulo e del pacco batterie consente una ricarica più rapida e assicura maggiore potenza e resistenza in tutte le condizioni.

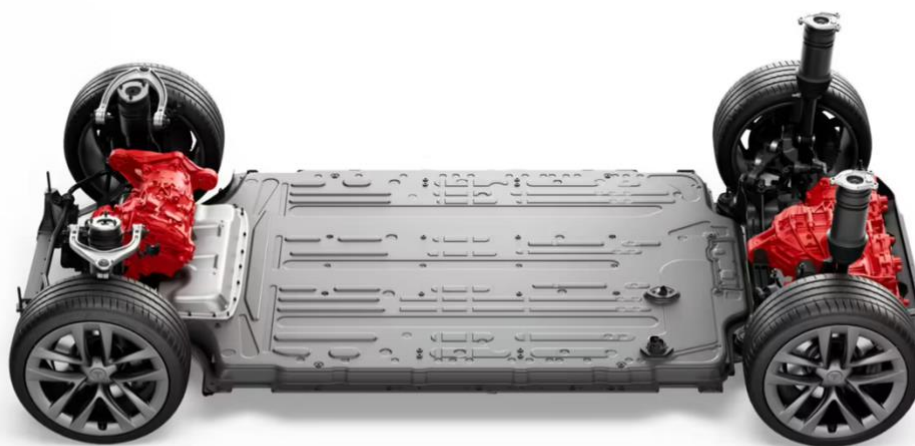
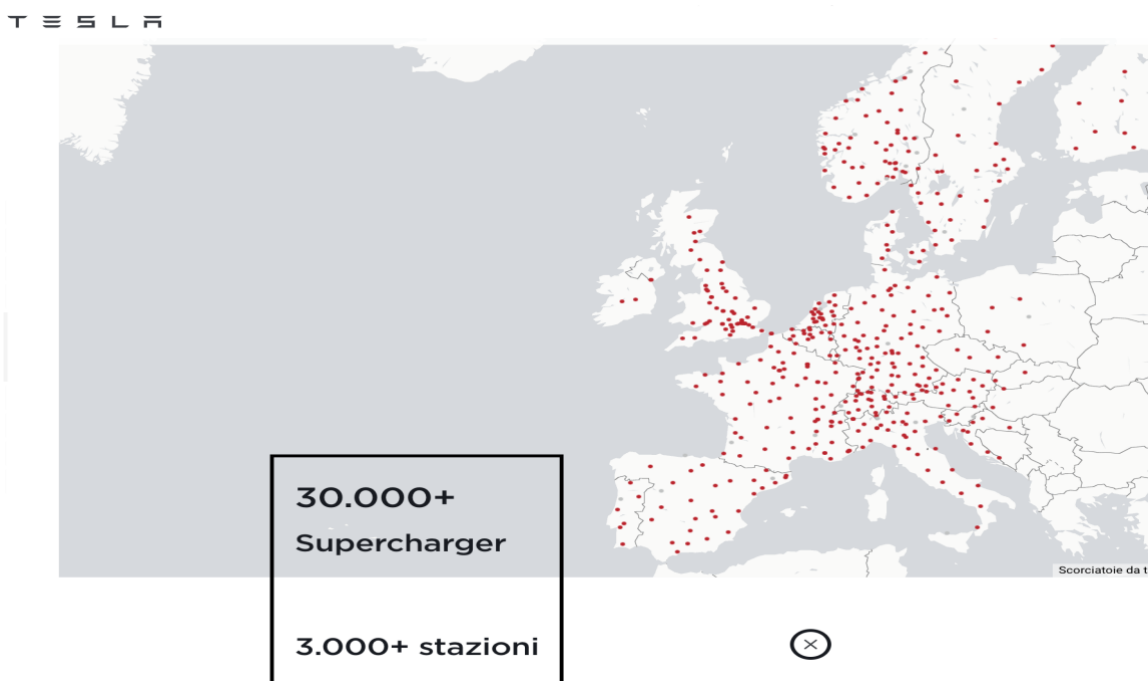


Figura 19 ⁵³ Punti di ricarica Tesla Supercharger attualmente presenti in Europa



⁵² Immagine selezionata dal sito TESLA: https://www.tesla.com/it_it/models

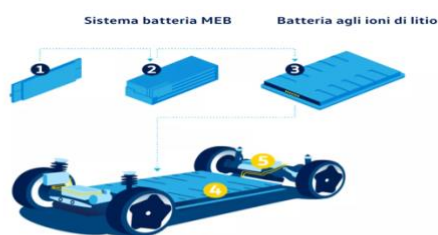
⁵³ Immagine selezionata dal sito TESLA: https://www.tesla.com/it_it/model3

Volkswagen

Il gruppo Volkswagen conta al suo interno numerose case automobilistiche come: Audi, Bentley, Porsche, Seat; nonché Ducati e Scania in settori diversi seppur correlati. La recente strategia del gruppo è stata quella di convertire gradualmente la propria gamma e quella delle sue controllate, su una serie di veicoli ibridi o completamente elettrici entro il 2030, una strategia, dovuta in parte anche alla necessità da parte di Volkswagen di ricostruire la propria immagine, dopo gli scandali inerenti alle effettive emissioni di gas prodotti dalle automobili vendute negli Stati Uniti, inchieste che hanno successivamente preso il nome di Dieseldgate.

Di recente, Volkswagen ha investito somme considerevoli nello sviluppo di una piattaforma modulare che garantirà al gruppo, un trasferimento di componenti tecniche come batterie o motori elettrici tra i vari modelli messi in produzione, la cui gamma completa prenderà avr̀a la denominazione “ID”. Questo nuovo schema tecnico denominato “MEB”, potrebbe inoltre garantire futuri sviluppi in termini di autonomia tra i vari modelli messi in commercio dalle case facenti parte il gruppo. Il sistema di batterie si caratterizza per una composizione in più strati come riportato dalla stessa azienda sui propri siti ufficiali: “La piattaforma modulare per veicoli elettrici (MEB) della gamma ID. è stata pensata appositamente per le auto elettriche. Il cuore del sistema è un gruppo di batterie a ricarica rapida composto da diversi moduli, il cui numero varia a seconda dell'autonomia desiderata. Ciascun modulo contiene a sua volta 12 celle agli ioni di litio. La struttura utilizzata per la piattaforma MEB è la cosiddetta “cella pouch”, che consiste in più strati attivi impilati o ripiegati avvolti in una pellicola esterna flessibile. Le celle pouch presentano un'elevata flessibilità della forma che consente di adattare in modo ottimale ai requisiti esistenti. Inoltre, consentono un'elevata sottrazione del calore grazie alla superficie liscia”.⁵⁴

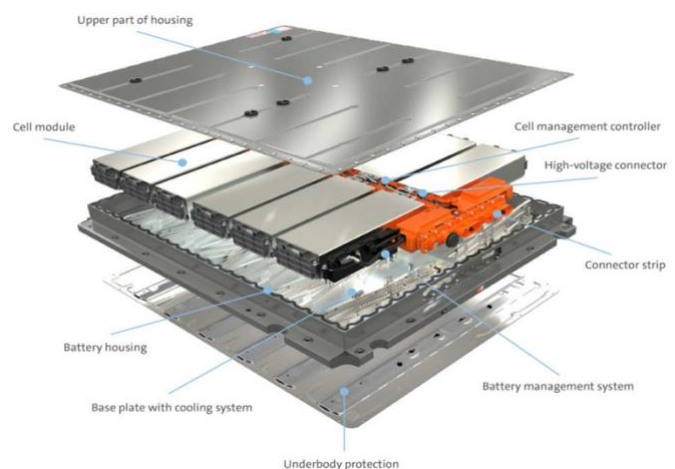
Figura 20⁵⁵ Piattaforma elettrica MEB



Sistema batteria della piattaforma elettrica MEB

1. Cella batteria
2. Moduli batteria
3. Sistema batteria
4. Batteria
5. Azionamento

Figura 21⁵⁶ Schema multistrato piattaforma MEB



⁵⁴ Estratto dal sito ufficiale Volkswagen: <https://www.volkswagen.it/it/auto-elettriche-e-ibride/scopri-la-mobilita-elettrica/tecnologia-e-sviluppo/sistema-batteria.html>

⁵⁵ Immagine selezionata dal sito Volkswagen: <https://www.volkswagen.it/it/auto-elettriche-e-ibride/scopri-la-mobilita-elettrica/tecnologia-e-sviluppo.html>

⁵⁶ Immagine selezionata dal sito Insideevs: <https://insideevs.it/photo/4571543/volkswagen-meb-platform-battery-pack/>

3.4 Veicoli ad Idrogeno

Una soluzione ambiziosa nonché rivoluzionaria, potenzialmente applicabile anch'essa in una prospettiva di lungo periodo è quella rappresentata dai Fuel Cell Vehicles. I FCV sono veicoli alimentati interamente ad idrogeno, la particolarità di questo tipo di configurazione consta nel fatto che l'idrogeno può andare ad alimentare sia automobili dotate di motore endotermico sia quelle dotate di motori elettrici. In un veicolo già dotato di motore endotermico, l'idrogeno assume funzioni simili a quelle della benzina, garantendo dunque una fonte di innesco per mettere in moto le meccaniche del veicolo. In automobili dotate di motori elettrici alimentati ad idrogeno invece, va introdotto il concetto di fuel cell.

Il sistema Fuel Cell, si pone come sistema di sfruttamento dell'idrogeno per la sua conversione in energia capace di mettere in moto il veicolo, quest'ultima converte l'idrogeno ed un agente ossidante, come l'ossigeno, in energia chimica attraverso una reazione denominata "Ossidoriduzione". Il punto chiave di questa reazione avviene nello scambio di elettroni tra l'idrogeno e il suo agente ossidante, come detto in precedenza nella maggior parte dei casi l'ossigeno. Il passaggio di elettroni tra idrogeno ed ossigeno avviene lungo una serie di componenti: uno positivo denominato Anodo ed uno negativo chiamato Catodo; tra questi è posizionato un ulteriore elemento detto elettrolita.

Quando avviene un contatto tra gli atomi di idrogeno ed un elemento catalizzatore come un catodo, si innesca una perdita di elettroni da parte degli atomi di idrogeno, gli atomi di idrogeno con carica positiva, attraversano l'elettrolita a differenza degli elettroni con carica negativa, questi ultimi a causa della loro carica, non raggiungono gli atomi di ossigeno attraverso l'elettrolita come nel caso degli atomi di idrogeno, bensì attraverso una serie di cavi interposti tra l'anodo e il catodo; il passaggio degli elettroni attraverso questi cablaggi, genera l'elettricità necessaria volta a far attivare il motore elettrico e tutte le meccaniche coadiuvanti. Il prodotto di scarto che si genera da questa reazione, è il risultato dato dalla combinazione degli elementi precedentemente descritti, ovvero H₂O e dunque acqua, e più nello specifico, acqua distillata.⁵⁷

Nonostante l'apparenza lasci pensare ad un sistema semplice e senza punti deboli, nella realtà dei fatti le principali criticità in questo tipo di sistemi deriva dall'estrazione e contenimento dell'idrogeno. Tra le principali metodologie di estrazione e sfruttamento di idrogeno presenti, troviamo la tecnica dell'elettrolisi, ma anche in questo caso si va in contro a problematiche considerevoli come l'inadeguata o ancora totalmente assente rete di distribuzione, lavorazione e prelievo di idrogeno per l'utilizzo su larga scala da parte di produttori e consumatori.

⁵⁷ La spiegazione delle reazioni che si innescano all'interno di una fuel cell è stata tratta da un video di Donut Media sull'argomento: <https://www.youtube.com/watch?v=-gBQ63O1zrw&t=32s>

L'idrogeno, ed i sistemi che si basano sul suo sfruttamento, sembrerebbero essere, in una visione di lungo periodo, una risposta interessante per le criticità dei nostri tempi. Questa soluzione, come quelle precedentemente discusse, presenta vantaggi e svantaggi.

Se ne analizziamo i vantaggi, dobbiamo certamente partire dal presupposto che l'idrogeno è l'elemento quantitativamente più presente in natura, a differenza dei combustibili fossili che attualmente compongono la principale fonte di sostentamento energetico mondiale. Nelle sue applicazioni industriali, come ad esempio il suo sfruttamento in motori a combustione o elettrici tramite fuel cell, il suo rendimento energetico, considerando tutte le perdite dovute alla lavorazione o estrazione di idrogeno utilizzabile, e quelle dovute alle reazioni all'interno dei sistemi del veicolo, dovrebbero attestarsi entro il 40%, una percentuale superiore, seppur leggermente, rispetto al rendimento energetico ricavabile dai motori a benzina o diesel.

Un ulteriore vantaggio, forse il principale dal punto di vista ambientale, consta nel prodotto di scarto delle reazioni, ovvero acqua distillata.

Passando in rassegna le problematiche, vanno sicuramente annoverate le complesse ed ingenti modalità di stoccaggio e trasporto del gas, nei punti di richiesta ed utilizzo, nonché la sua percentuale di rendimento, che seppur superiore a quella dei motori endotermici, giustificano solo in parte i suoi vantaggi, soprattutto se confrontati con i rendimenti dei veicoli elettrici: "A parità di volume l'idrogeno ha minore contenuto energetico rispetto ad altri carburanti perché è un gas. Inoltre, è più difficile da stoccare e da trasportare. Per risolvere questi problemi è necessario trasformare l'idrogeno allo stato liquido.⁵⁸ Questo ovviamente si traduce in complesse problematiche per la struttura di distribuzione del gas lungo la rete autostradale e per le stesse incentivazioni da parte delle case automobilistiche nello studio di soluzioni, che comporterebbero gravi dispendi in termini di costi economici, per una soluzione che seppur potenzialmente convincente potrebbe rivelarsi non definitiva.

⁵⁸ <https://www.ecoage.it/automobili-idrogeno.htm>

Toyota

Tra le principali case automobilistiche presenti nel panorama mondiale, Toyota è certamente tra i principali sostenitori di questa innovativa soluzione. Attraverso la presentazione della Toyota Mirai, infatti, la casa nipponica sta cercando di dimostrare come le potenzialità dell'idrogeno siano adoperabili sin da subito e con ottimi livelli di autonomia, ad oggi sono 650 i chilometri dichiarati, garantendo anche affidabilità e sicurezza. Questo modello è caratterizzato dalla presenza di contenitori di idrogeno altamente pressurizzato, posizionati nel pianale vettura. L'idrogeno, attraverso apposite valvole viene trasferito direttamente nelle fuel cell presenti al centro della vettura, all'interno delle quali avvengono l'insieme di reazioni precedentemente descritte, generando dunque la corrente e l'elettricità necessaria per mettere in movimento il veicolo.

Figura 22 ⁵⁹ Chassis e sistema di alimentazione ad idrogeno della Toyota Mirai



⁵⁹ Immagine selezionata dal web: <https://www.newsauto.it/notizie/nuova-toyota-mirai-caratteristiche-prezzi-auto-idrogeno-2021-222887/> Nuova Toyota Mirai, 3-03-2021

3.5 Idrogeno nel settore aeronautico: Il caso Airbus

Il settore automobilistico e quello dell'aviazione, sono mondi all'apparenza diversi, ma che nella realtà dei fatti, hanno condiviso e continuano a condividere dagli albori del secolo scorso, soluzioni e idee equamente ed al contempo differentemente applicate nel tempo e nei modi. Aree di sviluppo come quelle dell'aerodinamica, dei motori, o di materiali e sistemi idraulici sempre più affinati; sono nati e mescolatisi tra questi due settori in modo sempre più esasperato negli ultimi decenni. L'idrogeno ad oggi, si trova ad essere annoverato come ulteriore punto di contatto tra questi due settori. Le nuove traiettorie normative, tracciate dalle recenti politiche ecosostenibili sul piano globale, stanno considerevolmente interessando non solo il settore automobilistico bensì anche quello aeronautico. Il tema della decarbonizzazione e la ricerca di una mobilità sempre meno impattante dal punto di vista ambientale stanno spingendo in modo costante i principali player di settore, ad intervenire in modo sostanziale sulla ricerca di nuove fonti di energia da applicare nei sistemi di propulsione degli aeromobili. Tra i principali protagonisti attivi nella ricerca e sviluppo di nuove soluzioni in campo aeronautico, troviamo Airbus. Non è un caso, che l'ex CTO di Airbus, Grazia Vittadini, ha annunciato durante una conferenza alla stampa negli ultimi mesi del 2021, quelle che sarebbero state le prossime mosse strategiche ed intenzioni per il colosso dell'aviazione europea:

“Stiamo lavorando allo sviluppo di diverse tecnologie con l'obiettivo di sapere entro il 2025 quale soluzione e configurazione implementare per il primo prodotto che potrebbe entrare sul mercato entro il 2035. In questa fase lavoriamo su varie soluzioni - ha aggiunto - ad esempio studiano le possibili opzioni per quanto riguarda i serbatoi, che potrebbero essere integrati nella parte posteriore della fusoliera. Inoltre, lavoriamo con le pile combustibile alimentate a idrogeno che producono elettricità con totale abbattimento delle emissioni'. L'obiettivo è dunque quello di raggiungere una decisione sulla strada definitiva da prendere entro il 2025 per arrivare poi alla commercializzazione dieci anni dopo. Un obiettivo che Airbus ritiene molto importante nell'ambito della propria strategia per essere pionieri nella transizione verso l'obiettivo della totale decarbonizzazione.”⁶⁰

Airbus, è al lavoro per presentare una nuova linea di velivoli, che faranno dell'idrogeno la loro unica fonte energetica, tra questi troviamo un *concept* estremamente innovativo: Lo ZEROe Blended Wing Body Concept. Un velivolo che dovrebbe sfruttare l'idrogeno con sistemi simili a quelli presenti nell'industria automobilistica.

Ovviamente, anche in ambito aeronautico sussistono criticità non di poco conto. Il trasporto di ingenti quantità di idrogeno differisce di molto da quello del kerosene, cosa che influisce notevolmente sui pesi e sulla progettazione di sistemi capaci di contenere e rendere utilizzabili i chilogrammi di

⁶⁰ (Il Sole 24 Ore Radiocor Plus), “Airbus: punta su sviluppo aereo a idrogeno, in volo nel 2035 ”, 30 giugno 2021
Link articolo Sole 24 Ore consultato: https://www.ilsole24ore.com/radiocor/nRC_30.06.2021_14.03_47310473

idrogeno, ovvero attraverso la configurazione di specifici serbatoi pressurizzati per il trasporto a bordo del gas, nonché problematiche inerenti al tema dell'autonomia, se consideriamo il lungo raggio d'azione che questa tipologia di veicoli devono garantire costantemente nel tempo.

Figura 23 ⁶¹ Lo ZEROe Blended Wing Body Concept ad idrogeno di Airbus



⁶¹ Immagine selezionata dal sito ufficiale Airbus, diritti riservati Airbus:
https://mediaassets.airbus.com/pm_38_529_529759-gml5anffhc.jpg?dl=true

Conclusioni

Il mondo e la società sono evoluti e stanno evolvendo celermente come storicamente avvenuto nel corso dei secoli. Il settore automotive, come dimostrato nella trattazione dei precedenti capitoli di questo elaborato, dal canto suo, non ha fatto e continua a non fare eccezione. È indubbio che il progresso delle nuove tecnologie, ed in particolar modo, delle nuove politiche volte ad un miglioramento dell'impronta ambientale da parte del settore industriale, abbia contribuito in modo considerevole ad incrementare la spinta innovativa che il settore racchiude nel suo DNA fin dagli albori della sua stessa esistenza. Analizzando la storia passata e presente del settore, è coerente affermare che quest'ultimo si trovi oggi, di fronte al più grande cambiamento mai affrontato, il che, ha comportato una profonda rivisitazione della natura stessa del settore, della competizione tra le case automobilistiche, alle strategie competitive dei principali player operanti. La rotta ideale da seguire non è stata ancora tracciata, a causa dell'incertezza che avvolge il futuro da qui ai prossimi anni, questo anche e soprattutto poiché nonostante continuino ad emergere soluzioni sempre più innovative, il trend principale per il futuro non è ancora ben definito, sia per i tempi ancora immaturi nella produzione e dispaccio di energia proveniente da fonti rinnovabili, sia per gli innumerevoli punti di domanda da parte dei consumatori, che dovranno riabituarsi ed in un certo senso rieducarsi, nei confronti di una mobilità che si appresta ad essere decisamente differente rispetto a quella conosciuta fino ai giorni nostri. Ad oggi, viste anche le recenti limitazioni alla vendita di veicolo a benzina e diesel da parte dei principali paesi europei, appare quanto mai evidente che il destino del motore a combustione interna sia agli sgoccioli, questo quantomeno in una visione proiettata sul lungo periodo. Il suo utilizzo nonché sviluppo, probabilmente verrà sempre più trascurato, a meno di enormi rivoluzioni nelle modalità di utilizzo dello stesso o dei carburanti presenti, come ad esempio carburanti ecologici o combustibili sintetici, recentemente sviluppati da fornitori come Shell o da case costruttrici come Porsche. Tutto ciò, sta generando e continuerà a generare, grandi interrogativi per tutti gli attuali tessuti industriali ed economici che vedevano e vedono ancora oggi nella componentistica di motori endotermici, la loro ragione di vita. In una visione di medio periodo, l'aumento delle immatricolazioni di veicoli dotati di unità ibride, lascia presupporre una progressiva adozione verso questa nuova tipologia di veicoli, che risulta essere la più conveniente visti i livelli infrastrutturali presenti oggi sul territorio nazionale ed internazionale. In una visione di lungo periodo, la speranza consta nel graduale progresso da parte degli enti istituzionali ed industriali nell'adozione e sfruttamento di energie rinnovabili, attraverso le quali generare quantitativi energetici puliti e facilmente trasferibili, da convertire in energia elettrica per veicoli dotati di batterie. Gli studi effettuati su batterie sempre più innovative, come tipologie di batterie allo stato solido, e materiali sempre più efficaci ed affidabili nella conduzione e nei trasferimenti di capacità di corrente,

dovrebbero garantire un futuro luminoso per questo tipo di approccio. Tutto ciò però, comporterà una sempre più crescente valutazione e attenzione nei confronti dell'acquisizione ed approvvigionamento di risorse minerarie o materie prime molto complesse da estrarre.

Con decisi ed efficienti miglioramenti, l'idrogeno potrebbe rivelarsi una soluzione *disruptive* in una prospettiva di medio-lungo periodo. Come nel caso dei veicoli totalmente elettrici, le principali criticità si presentano nella scarsa o inesistente rete infrastrutturale adibita al ricavo e lavorazione dell'idrogeno, che ad oggi richiede livelli energetici estremamente dispendiosi per essere reso disponibile alla messa in commercio e distribuzione in tempi brevi e alla portata di tutti. Se dunque non mancano le soluzioni, è pur vero che a mancare non sono neppure i problemi. Certamente nel tempo l'evoluzione di metodologie, materiali e progressi correlati lungo i settori caratterizzanti la filiera, dovrebbero poter garantire il futuro di un settore, che è stato e continuerà ad essere parte integrante della vita dell'uomo.

BIBLIOGRAFIA

Aaker J.,(1999),“*The malleable self : The Role Of Self-Expression in Persuasion*”, Journal of Marketing Research, (45-57)

Pellicelli G.,(2019),“*Le strategie competitive del settore auto*”, II ed., Wolters Kluwer,(10-11)

Pellicelli G.,(2019),“*Le strategie competitive del settore auto.*”, I ed., Wolters Kluwer, (119-120)

James D. Halderman,(2012),“*Automotive Technology*”,4th Edition, Pearson.

Lutz C., Lutz Fernandez A., (2010),*Carjacked. The culture of the automobile and its effect on our lives*, Palgrave McMillan,

Maxton G.; Wornad J.,(2004),*Time for a model change.* Cambridge University Press,.

Rosengarten P, Stuermer C.,(2006), “*Premium Power*”. The secret of success of Mercedes Benz, BMW, Porsche and Audi, Palgrave.

Sperling D., Gordon D.,(2009),"*Two billion cars. Driving toward sustainability*", Oxford.

SITOGRAFIA

Airbus, 2020 www.airbus.com

Immagine selezionata dal sito ufficiale Airbus, diritti riservati Airbus:
https://mediaassets.airbus.com/pm_38_529_529759-gml5anffhc.jpg?dl=true

AlVolante, “Ferrari SF90 Stradale: ibrida, per correre più forte”, Marco Pascali, 26 giugno 2020. Immagine selezionata dal settimanale:

https://www.alvolante.it/primo_contatto/ferrari-sf90-stradale

Auto.it, “Porsche 918, da zero a cento in 2”53”, Lorenzo Facchinetti, 15 Giugno 2015, Immagine dal web :

https://www.auto.it/prove/prove/2015/06/15-30810/porsche_918_spyder_0-100_in_2_53/schedatecnica

Anfia, <https://www.anfia.it/it/component/jdownloads/send/18-mondo-produzione-e-mercato-autoveicoli/233-2019-12-mondo-vendite-autoveicoli-2019-trend-2020-global-demand-of-motor-vehicles-in-2019-trend-2020> , 2021.

Anfia, Da consultazione presso: <https://www.anfia.it/it/automobile-in-cifre>

Anfia, variazioni produttive annuali globali.

https://www.anfia.it/data/dtracker/industria%20automotive%20mondiale%20nel%202019%20e%20trend%202020_def2.pdf

Bild, “*Formel-1-Technik für die Straße*”, VON RAPHAEL SCHUDERER
11.09.2017 - 21:06, fonte immagine riportata: Coremedia consultabile al
link: Immagine selezionata dal web tramite la consultazione del
quotidiano tedesco Bild : <https://www.bild.de/auto/auto-news/amg/project-one-hypercar-premiere-auf-der-iaa-53150428.bild.html>

Bloomberg ,. BloombergNEF, Electric Vehicle Outlook 2021, executive
summary. : <https://bnef.turtl.co/story/evo-2021/page/7/3?teaser=yes>

Cassa Depositi e Prestiti, Andrea Montanino, Alberto Carriero, Cristina
Dell’Aquila, Roberto Giuzio e Laura Recagno, per Cassa Depositi e
Prestiti, 27 Maggio 2020 con seguente link :
<https://www.cdp.it/resources/cms/documents/Automotive%20e%20Covid-19.pdf> “*Automotive e Covid-19*” ; 27 Maggio 2020

Commissione Europea, “*Quadro 2030 per il clima e l’energia*”, 2020.
https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_it

Daimler, «Patentschrift». “*On 29 January 1886, Carl Benz applied for a patent on his "gas-powered vehicle" (drawings of the design from the patent document).*”, Jul 31, 2015
<https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/picture/Patentschrift.xhtml?oid=7557363> ,immagine selezionata dal sito ufficiale Daimler.

Deloitte, Automotive ThinkThank paper 2, Giorgio Barbieri, 2021.
<https://www2.deloitte.com/it/it/pages/consumer-business/articles/automotive-think-tank---deloitte-italy---consumer-business.html>

Deloitte, “2021 Global Automotive Consumer Study EMEA Countries”, 2021.
https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/it/Documents/consumer-business/2021GlobalAutomotiveConsumerStudyEMEACountries_Deloitte.pdf

Donut Media, YouTube , <https://www.youtube.com/watch?v=gBQ63O1zrw&t=32s>

EcoAge, “Le automobili ad idrogeno”,
<https://www.ecoage.it/automobili-idrogeno.htm>

European Parliament, <https://www.europarl.europa.eu/portal/en/> /
“Emissioni di CO2 delle auto: i numeri e i dati”, Infografica , 25/03/2019.

Ford, «Ford-Europe-FY-2020-Sales-Release.pdf».
<https://shareholder.ford.com/investors/financials/monthly-sales-report/default.aspx>

GM,«Investor Relations | General Motors Company».
<https://www.gm.com>

GreenStart, “*Come funziona l’auto ibrida con motori in parallelo*”, Marco Mussini, 20/01/2017, Foto selezionata dal sito :

<https://www.greenstart.it/funziona-lauto-ibrida-motori-parallelo-11426>

Il Sole 24 Ore Radiocor Plus , “ Airbus: punta su sviluppo aereo a idrogeno, in volo nel 2035 ” , 30/06/2021

Link articolo Sole 24 Ore consultato :

https://www.ilsole24ore.com/radiocor/nRC_30.06.2021_14.03_47310473

Immagine dal web Google Images, Bugatti Engine, 2021

<https://www.google.com/search?q=google+images&oq=google+ima&aqs=chrome.1.69i57j0i512l2j0i10i433j0i512j69i60l3.3122j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Immagine Henry Ford e Model T dal web,

https://lij.m.wikipedia.org/wiki/Immagine:Ford_1921.jpg

Immagine Tour Eiffel Citroen dal web,

https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Tour_Eiffel_Citroen.jpg

Immagine selezionata dal web,Rolls Royce Turbofan,

https://en.wikipedia.org/wiki/Rolls-Royce_Trent_800

Immagine selezionata dal sito TESLA: https://www.tesla.com/it_it/models

Immagine selezionata dal sito TESLA: https://www.tesla.com/it_it/model3

Immagine selezionata dal sito Volkswagen:

<https://www.volkswagen.it/it/auto-elettriche-e-ibride/scopri-la-mobilita-elettrica/tecnologia-e-sviluppo.html>

Immagine selezionata dal sito Insideevs:

<https://insideevs.it/photo/4571543/volkswagen-meb-platform-battery-pack/>

infomotori, Peugeot Archivi <https://www.infomotori.com/moto/peugeot/>

INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION,
“*China’s Stage 6 Emission Standard For New Light-Duty Vehicles (Final Rule)*”, 03/2017.

https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030_ICCTupdate_20190123.pdf

INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION ,
“*Co2 Emission Standards For Passenger Cars And Light-Commercial Vehicles In The European Union*”, 01/2019.

https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030_ICCTupdate_20190123.pdf

Ministero della Salute, “*Benzene*”, 2016

<https://www.salute.gov.it/portale/temi/documenti/acquepotabili/parametri/BENZENE.pdf>

Ministero dello Sviluppo Economico, “*Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima*”,

https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf Directorate-General for Budget (European Commission), *The EU’s 2021-2027 Long-Term Budget & NextGenerationEU*. 12/2019.

NewsAuto, “Motore auto elettrica, com’è fatto e come funziona sulla ID.3”, 18-Maggio-2020 . Immagine selezionata dal sito web :

<https://www.newsauto.it/guide/motore-auto-elettrica-come-funziona-id-3-2020-231570/#foto-6> ,18/05/2020

NewsAuto, “Nuova Toyota Mirai” , Immagine selezionata dal web :

<https://www.newsauto.it/notizie/nuova-toyota-mirai-caratteristiche-prezzi-auto-idrogeno-2021-222887/> , 3/03/2021

Nissan GT-R - Supercar - Auto sportive. Immagine Digitale dal Web,

<https://www.nissan.it/veicoli/veicoli-nuovi/gt-r.html>

Nissan, Immagine selezionata dal documento : <https://www.nissan-global.com/EN/LICENSE/PDF/consulting01.pdf>

OICA , Infografica presente nel dossier di Cassa Depositi e Prestiti:

<https://www.cdp.it/resources/cms/documents/Automotive%20e%20Covid-19.pdf> “Automotive e Covid 19”, 27/05/2020

Sicuraauto.it “*Mazda Wankel: analisi tecnica del motore rotativo*” ,Bruno Pellegrini. L’immagine è stata selezionata dal web, tramite sito :

<https://www.sicuraauto.it/news/mazda-wankel-analisi-tecnica-del-motore-rotativo/>

6/07/2017

Statista, “*Revenue of leading automakers worldwide in 2020*” , Published by Mathilde Carlier , 5/08/2021

<https://www.statista.com/statistics/232958/revenue-of-the-leading-car-manufacturers-worldwide/>

Thomson Reuters, grafico del dossier :

<https://www.cdp.it/resources/cms/documents/Automotive%20e%20Covid-19.pdf> Automotive e Covid-19; 27 Maggio 2020

Toyota, 2021 «Financial Data | Shareholders & Investors News».
https://global.toyota/en/ir/finance/?padid=ag478_from_header_menu
2021.

Volkswagen, <https://www.volkswagenag.com> ; risultati Economico-Finanziari per investitori ed azionisti, 2021

Volkswagen, <https://www.volkswagen.it/it/auto-elettriche-e-ibride/scopri-la-mobilita-elettrica/tecnologia-e-sviluppo/sistema-batteria.html>